

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



ALCANZAR EL ÉXITO

*Un fuerte equipo para liderar la
industria aeroespacial*

Vol. 5 Reportajes

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



3-8

PENDIENTES del MERCADO INDUSTRIA AEROSPACIAL



13-14

HISTORIA DE MITSUBISHI

El corazón de la fabricación
en el centro de Tokio
- Planta de Tokio -



15-18

ARCHIVO TECNOLÓGICO

Cambiando el mundo
con nuevos materiales
Medio siglo de historia del CFRP



9-12

VOLCADOS en el RENDIMIENTO

IHI Corporation
Planta de motores aeroespaciales N.º 2 de Soma



19-22

LA HISTORIA DE UNOS ARTESANOS

Broca de mecanizado de CFRP:
serie MC
Desarrollo de nuevos materiales



23-24

QUIENES SOMOS

Instituto Central de Investigación
Departamento de recubrimientos
La base de investigación que ayuda a la industria
aeroespacial con el desarrollo de componentes y
materiales de recubrimiento



25-28

AL FILO DE LO IMPOSIBLE

Desarrollo de herramientas rotativas
de última generación



29-30

TRADICIONES NIPONAS

Shuriken japonesas

EDITORIAL



Fumio Tsurumaki

Director ejecutivo de Mitsubishi
Materials Corporation
Presidente de Advanced Materials
& Tools Company

Los fabricantes de herramientas se esfuerzan por escalar una alta montaña situada frente a nosotros; esta montaña metafórica está compuesta por nuevos materiales, que siempre están en evolución. Los materiales más ligeros y resistentes evolucionan constantemente y se utilizan en un número de aplicaciones cada vez mayor. Los marcos y motores aeroespaciales son ejemplos donde se pueden encontrar los materiales más avanzados. Nuestra misión es colaborar con los clientes de la industria aeroespacial, ya que pretendemos alcanzar la cumbre de esta montaña extremadamente complicada situada ante nosotros, la cima de la nueva tecnología de mecanizado. Esto requiere que tengamos la determinación, la fuerza y la capacidad para establecer valoraciones rápidas y

precisas, y para llevar a cabo las acciones necesarias que nos permitan superar los obstáculos que surjan en el camino. Esto también significa disponer de los recursos necesarios, productos, tecnología de mecanizado y capacidad de fabricación, mientras que ser lo suficientemente fuertes significa contar con fondos y recursos humanos suficientes. Después de tener todo esto preparado, podemos planificar nuestra ruta. Es entonces, y solo entonces, cuando el fabricante y el cliente se pueden lanzar a conquistar la cima.

Confío en que el Craftsman Studio de Mitsubishi Materials siga siendo un lugar para compartir conocimientos, refugiarse provisionalmente y compartir la alegría de haber llegado a la cima.



Ser el socio perfecto para el éxito de nuestros clientes

Gracias por leer el quinto número de Your Global Craftsman Studio.

La innovación técnica ha avanzado rápidamente en diferentes áreas económicas, y la industria aeroespacial, de la que hablamos en este número, no es una excepción. Mantener el ritmo de las innovaciones requiere que los fabricantes de herramientas creen tecnologías de mecanizado para nuevos materiales, como las aleaciones de aluminio-litio y los compuestos de matriz cerámica (CMC).

Dar respuesta a las peticiones de los clientes que utilizan materiales de última generación requiere que nos anticipemos a sus necesidades y que demos prioridad a la comercialización de productos que no solo cumplan, sino que superen sus expectativas. Ir más allá de los límites de los productos y servicios para conseguir productos y servicios ideales, capaces de satisfacer las necesidades de los clientes, supone también la creación de fenómenos que van más allá de nuestra imaginación. Por lo tanto, los fabricantes de herramientas deben seleccionar sus objetivos y concentrarse en los desarrollos que supongan un avance efectivo en los campos especializados en los que trabajan nuestros clientes. Mitsubishi Materials ha reforzado sus enfoques en relación con cada una de las industrias a las que presta sus servicios,

y el Departamento Aeroespacial del que hablamos en este número es un ejemplo claro.

Convertirse en un socio comercial real para cada cliente supone compartir un profundo conocimiento mutuo y el desarrollo de productos mediante interacciones llevadas a cabo en persona. Para garantizar este contacto estrecho, hemos creado cinco centros técnicos en todo el mundo para ofrecer una asistencia técnica detallada a nuestros clientes. También hemos añadido el Centro Técnico de la zona central de Japón, en Gifu, a esta red de asistencia. La apertura de este centro nos permite ofrecer más servicios tanto a la zona occidental de Japón como a las industrias aeroespaciales y automovilísticas ubicadas en la zona central de Japón; mantenemos el compromiso de seguir expandiendo y mejorando nuestra red de centros técnicos para garantizar una cobertura de alcance mundial.

En mayo de 2017, presentamos DIAEDGE, una nueva marca basada en el deseo de ofrecer un valor corporativo de mayor atractivo a nuestros clientes en el negocio del metal duro reforzado. Mantenemos el compromiso de seguir desarrollando productos de alta calidad, como «DIA» y «EDGY» para ofrecer un rendimiento sofisticado en el que se

refleje nuestra pasión y entusiasmo por la excelencia. Confiamos en que Your Global Craftsman Studio seguirá siendo un entorno de innovación en el que podremos colaborar estrechamente para seguir mejorando esta nueva línea de productos y convertirla en una de las marcas de metal duro reforzado más importantes del mundo.

Mitsubishi Materials sigue aprovechando los esfuerzos de los empleados de la empresa para garantizar la prestación rápida de servicios que ofrezcan soluciones eficaces a los clientes. La misión es proporcionar la mejor tecnología, productos y recursos humanos para ayudar al éxito de nuestros clientes.

Shinichi Nakamura
Director general,
Mitsubishi Materials Corporation
Vicepresidente,
Advanced Materials & Tools Company



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

PENDIENTES DEL MERCADO INDUSTRIA AEROESPACIAL



El AIRBUS A320neo está en servicio desde 2016.



El BOEING 737MAX se puso en servicio por primera vez en 2017.

Competir en la industria aeroespacial internacional

Los nuevos modelos son respetuosos con el medioambiente.

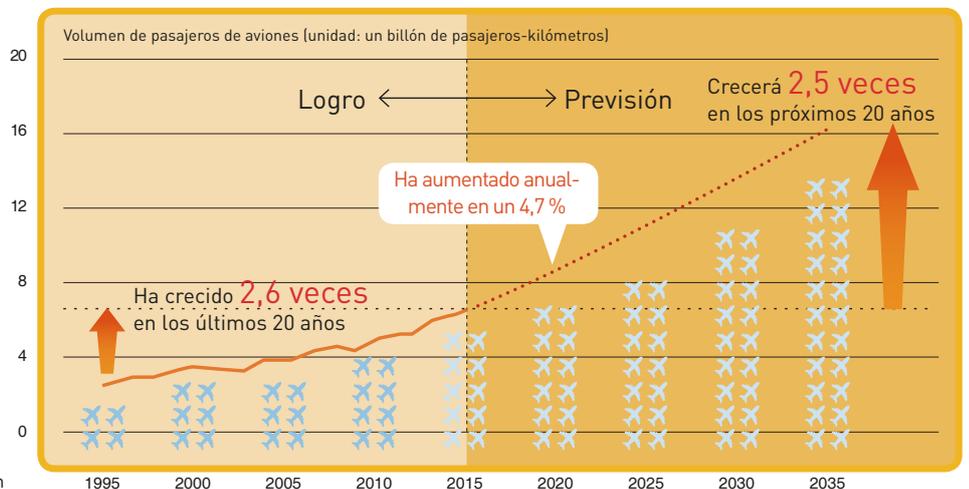
Su enorme demanda fomenta la expansión de la industria

Con un gran impulso de las economías emergentes, se espera que el número total de pasajeros de aviones (Volumen de pasajeros de aviones) mantenga una tasa de crecimiento anual elevada del 5%. La cuota de mercado total estimada a partir de los pedidos confirmados y pendientes emitidos por las dos principales empresas, AIRBUS (Europa) y BOEING (Estados Unidos), fue del 85% a finales de 2016. Las aeronaves pequeñas con un único pasillo y unos 150 asientos son muy populares

en los mercados para distancias cortas y medias en los países más poblados, como China e India. AIRBUS y BOEING producen aproximadamente 1000 aeronaves pequeñas cada año. Los reactores para pasajeros de alcance regional, con unos 100 asientos, son fabricados principalmente por dos grandes empresas: EMBRAER (Brasil) y BOMBARDIER (Canadá); no obstante, otras empresas, como SUKHOI (Rusia), COMAC (China) y Mitsubishi Aircraft (Japón), tienen previsto entrar en este

mercado, lo cual aumentará la competencia. Además, los motores montados en los aviones de pasajeros desarrollados en el siglo XXI son más respetuosos con el medioambiente, emiten menos ruido y ofrecen una alta eficiencia de combustible. El crecimiento previsto de la industria aeronáutica impulsará el desarrollo y los cambios en la industria del mecanizado, lo que supondrá nuevas oportunidades y retos apasionantes.

La demanda de aeronaves de pasajeros sigue creciendo en todo el mundo a un ritmo del 5% anual



Fuente: Japan Aircraft Development Corporation

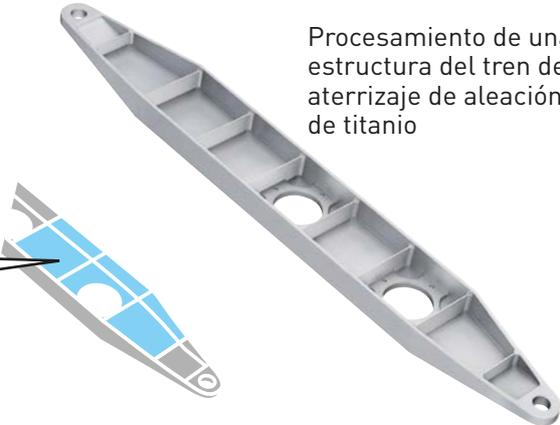
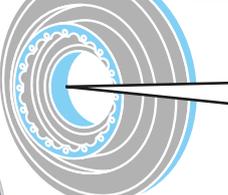
Fabricante de herramientas de corte que avanza en el desarrollo de nuevos materiales para el sector aeronáutico, siempre en evolución

El aumento de la demanda del mercado de aviones para pasajeros mantiene más ocupadas que nunca a las empresas que fabrican componentes para este sector, obligándolas a aumentar su productividad.

Un reactor para pasajeros tiene más de tres millones de piezas. Para obtener la mayor

eficiencia de combustible posible, se han desarrollado materiales más ligeros, sólidos y resistentes a la corrosión para los fuselajes y los trenes de aterrizaje, además de materiales que puedan soportar altas temperaturas en los motores.

Los materiales utilizados en la fabricación de aviones han avanzado considerablemente en los últimos años. El uso de aleaciones cada vez más sólidas con una elevada resistencia al calor, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio y materiales compuestos como el CFRP se ha convertido en lo habitual. Dado que estos nuevos materiales son difíciles de mecanizar, los desarrolladores de herramientas de corte trabajan con los fabricantes de aeronaves y máquinas para llevar a cabo investigaciones y desarrollos con el objetivo de alcanzar altos niveles de eficiencia, una alta calidad y métodos de procesamiento de alta precisión.

<p>Fuselaje</p> 	<p>Taladrado en un componente de ala principal de CFRP</p> 	 <p>Broca con recubrimiento de diamante</p>
 <p>Fresa con cabezal intercambiable</p>	<p>Procesamiento de una estructura del tren de aterrizaje de aleación de titanio</p> 	<p>Tren de aterrizaje</p> 
<p>Motor a reacción</p> 	 <p>Procesamiento de fillos, diámetros externos e internos de un disco de aleación de muy alta resistencia al calor</p> 	<p>Placas para el torneado de materiales difíciles de cortar</p> 



Competir en la industria aeroespacial internacional

PENDIENTES DEL MERCADO INDUSTRIA AEROESPACIAL

Vuelos hacia la internacionalización con la industria aeroespacial

Red internacional de Mitsubishi Materials

El gran número de pedidos llegados de todo el mundo ha impulsado el crecimiento de la industria aeroespacial comercial. Mitsubishi Materials fundó su Departamento Aeroespacial en otoño de 2016 para asegurarse de que sus clientes recibían productos y servicios de la

mayor calidad posible. Como una extensión de este nuevo departamento en Japón, también se ha destinado a una parte del personal a Europa y los Estados Unidos para ofrecer respuestas rápidas y completas a los clientes. Además, se ha establecido una estrecha relación con seis

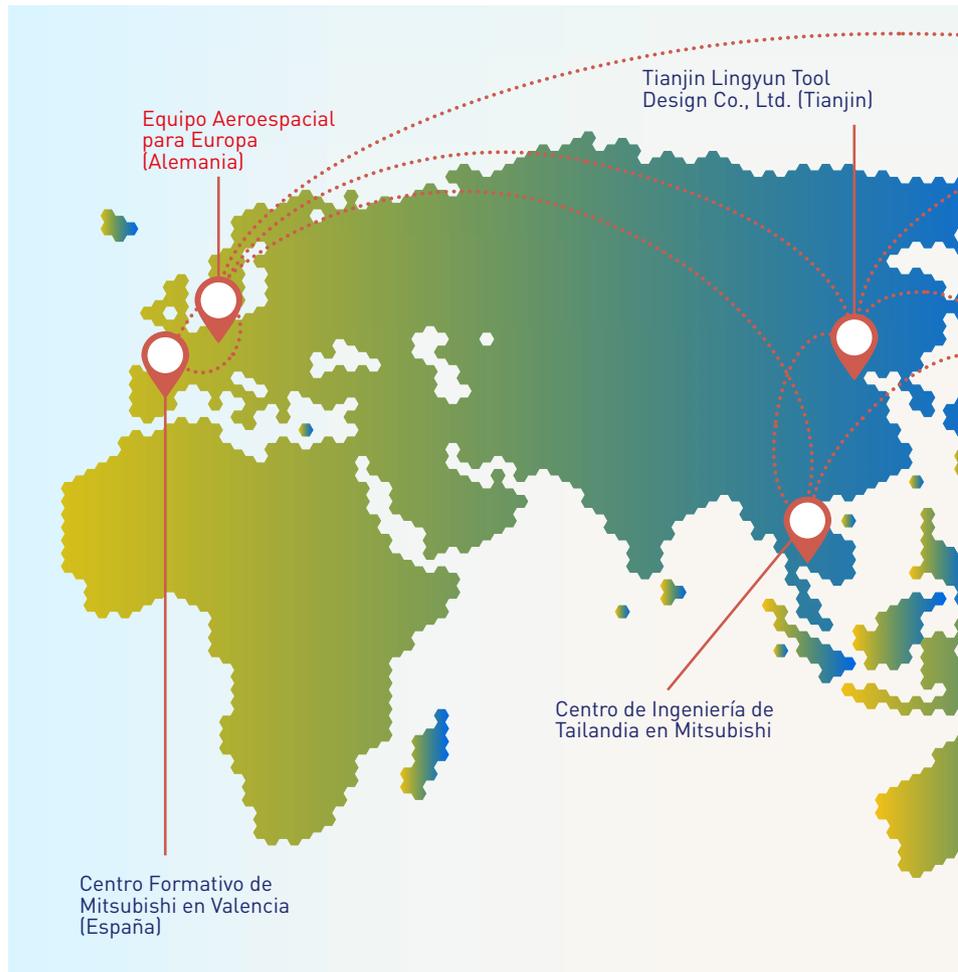
centros técnicos ubicados en Japón, Europa y los Estados Unidos, y con universidades y centros de investigación, tanto en Japón como en el resto del mundo, para el desarrollo de tecnologías de mecanizado innovadoras.

EUROPA

Trabajo en equipo que va más allá de las fronteras nacionales

Las oficinas de ventas de Mitsubishi Materials ubicadas en Europa, Rusia y Turquía, así como su centro técnico (MTEC) de España, sirven como bases para la fabricación de herramientas de corte. El Equipo Aeroespacial para Europa constituido con el nombre de HARTMETALL GmbH (Alemania) coopera con el personal técnico asignado en Inglaterra, Francia, Italia, España y muchos otros países para ofrecer las soluciones más avanzadas a los fabricantes del sector aeroespacial.

En 2014, Mitsubishi Materials se unió al Centro Avanzado de Investigaciones sobre Fabricación (AMRC). Muchos fabricantes del sector aeroespacial de todo el mundo se han unido al AMRC para participar en investigaciones, desarrollos y pruebas de tecnologías de fabricación de última generación, y el papel de Mitsubishi Materials ha sido muy apreciado en un gran número de proyectos del AMRC. Además, Mitsubishi Materials participa de forma activa en las principales ferias mundiales del sector aeroespacial, como la Paris Air Show (Francia) y la Farnborough International Airshow (Inglaterra), ambas con carácter bianual.



Akira Osada
Director general del Departamento Aeroespacial,
Advanced Materials & Tools Company,
Mitsubishi Materials Corporation

Soluciones de Mitsubishi Materials

Para garantizar el suministro de soluciones (productos y servicios) rápidas y completas a sus clientes del sector aeroespacial, Mitsubishi Materials ha creado el Departamento Aeroespacial. Ha pasado medio año desde que el departamento inició sus operaciones y sigue manteniendo el compromiso de ofrecer el máximo nivel de especialización, tecnología y calidad a los clientes. Mientras sigue avanzando en sus desarrollos, Mitsubishi

confía en que el trabajo realizado y orientado al cliente le permitirá mantener su posición como Your Global Craftsman Studio, y ofrecer soluciones que contribuyan al desarrollo de la industria aeroespacial.

JAPÓN

La élite de los profesionales del mecanizado tiene un papel activo en la internacionalización de la empresa

El Departamento Aeroespacial cuenta con un gran número de funciones que son fundamentales para el éxito. Entre ellas se incluyen el desarrollo de marketing, el diseño y la creación de prototipos en bases nacionales por iniciativa de la oficina central (Tokio), con el objetivo de ofrecer respuestas rápidas y completas a las solicitudes de los clientes, no solo en Japón, Europa y los Estados Unidos, sino también en los mercados asiáticos de rápido crecimiento.

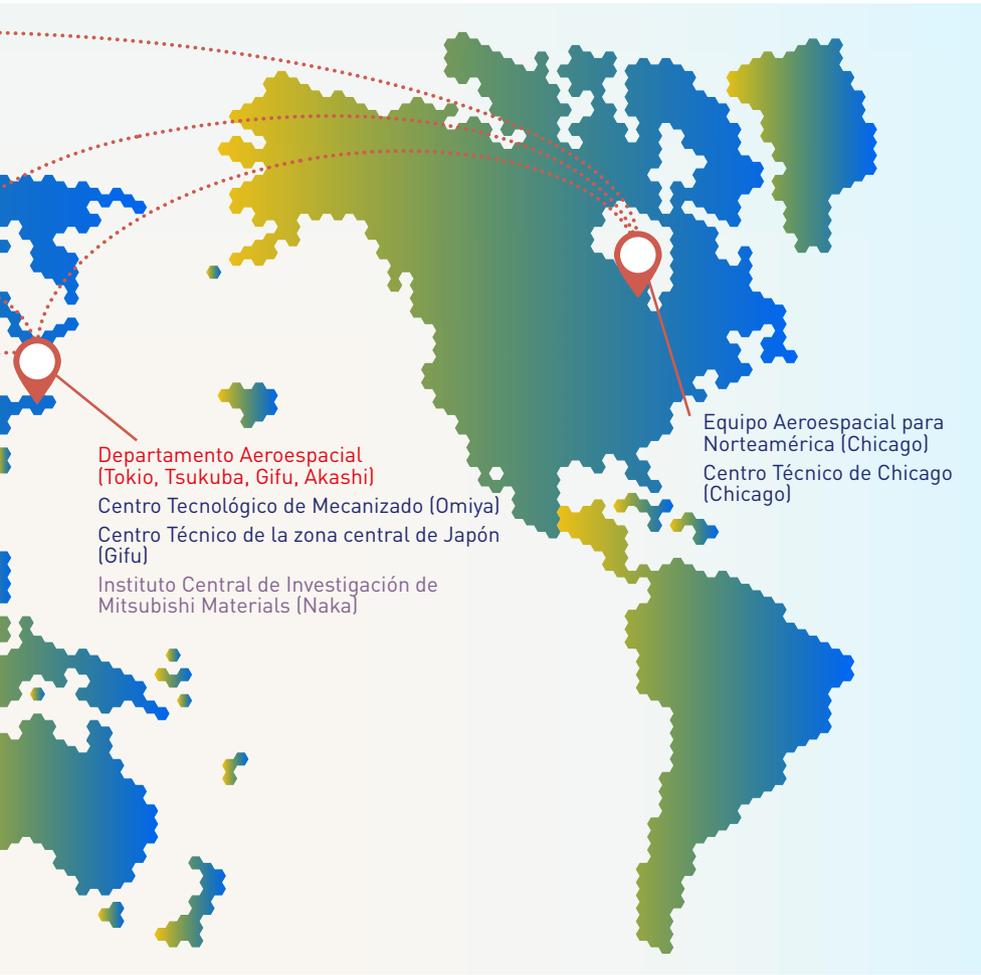
Tras abrir sus puertas en junio de 2017, el Centro Tecnológico de Mecanizado (Omiya) y el Centro Técnico de la zona central de Japón (Gifu) cuentan con las máquinas

más avanzadas, incluidas las herramientas mecanizado de cinco ejes y las máquinas multitarea, además de otros dispositivos de medición y análisis para el control de una amplia variedad de pruebas de mecanizado. El personal de estos dos centros colabora con el personal de otros centros técnicos repartidos por todo el mundo, con lo que consiguen mejorar sus técnicas especializadas de forma diaria.

Desde su creación en 2013, el personal ha interactuado de forma activa con investigadores de diferentes universidades. Además, han participado en el proyecto del Centro de Investigación Colaborativa para la Innovación en

la Fabricación (CMI) del Instituto de Ciencias Industriales de la Universidad de Tokio, un proyecto respaldado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria. Esta actividad tecnológica en colaboración con instituciones de investigación, fabricantes de máquinas, herramientas y el Instituto Central de Investigación de Mitsubishi Material (Naka) permite seguir avanzando en el desarrollo de herramientas de corte únicas y de elevado rendimiento.

El Departamento Aeroespacial sigue volando por el mundo de la mano del sector aeroespacial como un socio fundamental para la mejora de la productividad de los clientes.



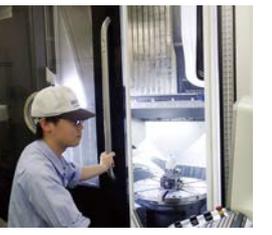
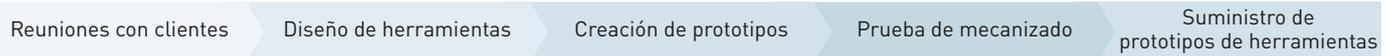
ESTADOS UNIDOS

Un alto nivel de especialización en una de sus principales industrias

El sector aeroespacial es una de los más importantes en los Estados Unidos. Un gran número de fabricantes, tanto grandes como pequeños, forman parte de este gigantesco mercado.

Mitsubishi Materials U.S.A. tiene su oficina principal en Los Ángeles, su Departamento de marketing y centro técnico se encuentra en Chicago, y las dos plantas de fabricación de herramientas de corte están en estados vecinos para satisfacer las necesidades de los clientes.

Recientemente, ha aumentado la necesidad de un procesamiento de alto rendimiento para componentes estructurales de gran tamaño fabricados con aleaciones de titanio y aluminio. El Equipo Aeroespacial de Norteamérica ofrece soluciones atractivas y eficaces gracias a sus especializados conocimientos técnicos de alta calidad. A través de su amplia red internacional, Mitsubishi Materials puede ofrecer un servicio rápido a las plantas de fabricación de componentes aeroespaciales de todo el mundo. También fomentamos de forma activa la cooperación con instituciones de investigación especializadas en las tecnologías de mecanizado más novedosas.



Artículo especial

Competir en la industria aeroespacial internacional

PENDIENTES DEL MERCADO INDUSTRIA AEROESPACIAL

Se ha creado un nuevo Centro Técnico en la región central de Japón para ofrecer servicios a las industrias aeroespacial y automovilística.

El nuevo Centro Técnico ubicado en la zona central de Japón es una instalación que ha costado 15 000 millones de yenes y se encuentra en la planta de Gifu de Mitsubishi Materials. Esta nueva instalación ofrece soluciones atractivas como respuestas de CAD/CAM/CAE, pruebas en las que se utilizan diferentes maquinarias y una asistencia técnica eficaz. Cuenta con una Academia de Mecanizado avanzada cuyo lema es «Your Global Craftsman Studio, for You and the World» (Su estudio global de artesanos, para usted y para el mundo).

Además del Centro Tecnológico de Mecanizado de Saitama, que ofrece sus servicios a la zona este de Japón, Mitsubishi Machining cuenta con centros técnicos en los EE. UU., España, China y Tailandia. El recién creado Centro Técnico de la zona central de Japón actúa como una segunda base para Japón, con el fin de proporcionar un mayor número de servicios a la zona occidental de Japón y a las industrias aeroespaciales y automovilísticas ubicadas en el centro geográfico del país. El Centro Tecnológico de Mecanizado de Saitama utiliza los equipos más avanzados y materiales innovadores para el desarrollo activo de tecnologías de mecanizado de última generación en colaboración con los clientes. Al mismo tiempo, la gama ampliada de equipos presentes en el nuevo Centro Técnico de la zona central de Japón garantiza su capacidad para cumplir su misión de actuar como una base para proporcionar servicios técnicos a un espectro mayor de clientes mediante el uso de los conocimientos y experiencia acumulados.

El Centro Técnico de la zona central de Japón tiene más de diez máquinas instaladas, incluidos centros de mecanizado de alta precisión, máquinas herramienta multitarea y tornos automáticos, que permiten realizar análisis CAE y simulaciones CAM en condiciones similares a las de las plantas de los clientes. Además de elaborar propuestas para los métodos de corte adecuados para productos acabados, se simulan condiciones de mecanizado que anticipan las necesidades de cada cliente y se examinan en condiciones reales. Los resultados de las pruebas también se simulan para los clientes. Además, podemos manipular materiales difíciles de mecanizar con herramientas estándar, desarrollar herramientas especiales capaces de satisfacer necesidades más específicas de los clientes y ofrecer una asistencia que garantice el uso más eficaz de las herramientas.

El Centro Tecnológico de Mecanizado y el Centro Técnico de la zona central de Japón de Mitsubishi Materials cooperan con varios centros técnicos, tanto de Japón como de otros países, para ofrecer soluciones eficaces y orientar a los clientes en cualquier lugar y en cualquier momento. También se fomenta un entorno de innovación abierto con universidades y otras instituciones para avanzar en la investigación y el desarrollo de tecnologías de mecanizado para el futuro. Además, desde junio de 2016, está en marcha un programa de Academia de Mecanizado en el Centro Tecnológico de Mecanizado para la transmisión de los avances tecnológicos alcanzados en diferentes áreas, como las teorías básicas y avanzadas de mecanizado, mejoras para daños en herramientas, resolución de problemas y mejora de las líneas de producción mediante el uso de diferentes dispositivos de

medición y análisis. También está previsto ofrecer estos mismos servicios en el Centro Técnico de la zona central de Japón con el objetivo de generar recursos humanos capacitados para transmitir los últimos avances y los conocimientos relacionados con las tecnologías de mecanizado a los ingenieros que trabajan para los clientes de Mitsubishi. Las soluciones se discuten, crean y comparten con nuestros clientes. La misión es ofrecer las mejores soluciones y servicios para las necesidades individuales de cada cliente, y también ayudar al éxito de sus negocios. En su rol de profesional de la fabricación, Mitsubishi Materials sigue siendo el estudio global de artesanos elegido por más clientes.

■ Funciones del Centro Técnico



SALA DE MÁQUINAS



SALA PARA SEMINARIOS



ENTRADA / ZONA DE RECEPCIÓN



Competir en la industria
aeroespacial internacional

VOLCADOS con el RENDIMIENTO

Planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma de IHI Corporation

El esfuerzo por establecer una nueva tecnología de fabricación preparada para un aumento en la producción de motores en la industria aeroespacial

La planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma de IHI Corporation fabrica más de 3500 componentes para motores aeroespaciales, como discos, rotores con palas y engranajes. Equipada con más de 700 máquinas y mediante el uso de más de 100 000 procesos de fabricación, esta planta está preparada para la fabricación de pequeños lotes de una gran variedad de productos. En este artículo, la atención se centra en esta planta de mecanizado de última generación que da servicio a la industria aeroespacial internacional.

Como una empresa líder en la fabricación de motores para el sector aeroespacial en Japón

IHI Corporation opera en cuatro segmentos principales: «recursos, energía y medioambiente», «infraestructuras sociales e instalaciones en alta mar», «sistemas industriales y maquinaria de uso general», y «motores aeroespaciales, espacio y defensa». Nuestro segmento de motores para el sector aeroespacial supone entre el 60 y el 70 % de nuestra producción total en Japón.

IHI es también el mayor subcontratista que participa en la fabricación de la mayoría de las aeronaves utilizadas por el Ministerio de Defensa de Japón. También hemos participado en proyectos internacionales de desarrollo conjunto para un gran número de motores para aeronaves comerciales, mediante el desarrollo, la fabricación y el suministro de módulos y componentes.

Además, los conocimientos sobre desarrollo y fabricación de motores que hemos acumulado se utilizan en las tareas de mantenimiento y reparación, algo muy apreciado por muchos de nuestros clientes, incluidas las aerolíneas internacionales que subcontratan el mantenimiento de sus aeronaves a IHI.

La planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma de IHI cuenta con los equipos más avanzados

IHI se encarga de la producción, el ensamblaje y el mantenimiento de motores de aeronaves en cuatro plantas: la planta de maquinaria para motores y dispositivos turboalimentados para aeronáutica de Kure (ciudad de Kure, en Hiroshima), la planta de motores aeronáuticos

de Mizuho (Mizuho-cho, Tokio) y las plantas de motores aeronáuticos N.º 1 y 2 de Soma (ciudad de Soma, en Fukushima). La planta de Soma de IHI, la más grande con la que cuenta IHI, está situada en Onodai, 10 km tierra adentro en la costa del Pacífico, en Fukushima.

La planta N.º 1 de Soma se creó como la cuarta base de fabricación del área de negocio de Motores Aeronáuticos, Espacio y Defensa en 1998, con la transferencia parcial de las funciones de la planta de motores aeronáuticos de Tanashi, para encargarse de la fabricación de componentes para motores aeroespaciales. En 2006, el resto de las funciones de la planta de Tanashi se transfirieron a la planta N.º 2 de Soma. El cableado eléctrico y las tuberías de aire comprimido de la planta están situados a lo largo de las vigas del edificio para alimentar a todos los equipos. Esto permite una libre disposición de los equipos, que facilita la flexibilidad a la hora de dar respuesta a los cambios en la demanda. Las plantas están limpias y libres del olor del aceite de mecanizado, lo que permite trabajar cómodamente a los empleados.





[De izquierda a derecha] Ryoji Takahashi: director general; Masayoshi Ando: ingeniero; Hatsuo Okada: director Departamento de ingeniería de producción, planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma, Área de negocio de motores aeronáuticos, espacio y defensa

Alcance de la fabricación de componentes para motores aeroespaciales Tenacidad a la hora de crear nuevas tecnologías de mecanizado

Con la previsión de un aumento en la demanda para la industria aeroespacial, también crecerá la necesidad de contar con motores aeroespaciales respetuosos con el medioambiente. En la planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma, donde se fabrican componentes de turbinas de baja presión, se puede observar el interés por los procesos de fabricación. En este artículo, Ryoji Takahashi, director general, Masayoshi Ando, ingeniero, y Hatsuo Okada, director, son entrevistados en el Departamento de ingeniería de producción de la planta de motores aeronáuticos N.º 2 de Soma.

¿Cuál es la contribución de los puntos fuertes de la planta a la elevada cuota de mercado de IHI?

Takahashi: «IHI tiene mucha experiencia y grandes conocimientos en relación con la fabricación y el ensamblaje de componentes para motores aeroespaciales. Los componentes para ejes y turbinas de baja presión son nuestra especialidad, y son muy valorados por nuestros clientes. Nuestra empresa ha crecido gracias a los contratos formalizados para el Ministerio de Defensa; no obstante, la proporción de ventas de motores aeroespaciales comerciales ha aumentado. Además, IHI es una de las pocas empresas que cuenta con la capacitación y la tecnología necesarias para gestionar todo el proceso de fabricación de motores.»

¿Qué pnos puede contar acerca del alcance de la fabricación de componentes para motores aeroespaciales?

Takahashi: «Muchos de los componentes incluidos en los motores aeroespaciales se fabrican con materiales ligeros, aunque extremadamente fuertes, y que son muy difíciles de cortar; y la precisión de mecanizado exigida para la mayoría de estos componentes debe ser inferior a 0,01 mm. Nuestros procesos de fabricación, que cuentan con una supervisión exhaustiva, garantizan la producción de

componentes de alta calidad. El desarrollo de motores requiere pruebas de mecanizado de herramientas y evaluaciones de rendimiento que normalmente se llevan a cabo a lo largo de un periodo de tiempo prolongado para determinar los procesos finales de fabricación. Una vez registradas, las herramientas utilizadas en los procesos de fabricación no se pueden cambiar fácilmente. Naturalmente, si es posible mejorar de forma importante la productividad, vale la pena tener en cuenta posibles cambios no solo en las herramientas, sino también en los procesos de fabricación. No obstante, cualquier cambio debe respetar una serie de procedimientos estrictamente establecidos. Dado que debemos seguir los procedimientos para realizar cualquier cambio en las herramientas y procesos, someternos a evaluaciones estrictas y obtener una aprobación, debemos planificar todas estas acciones con mucho cuidado para evitar costosos retrasos. Este principio es fundamental para nuestra misión de diseño de procesos de

fabricación con un mecanizado de alta precisión y una productividad elevada antes de iniciar la producción en serie».

¿Cuál es el estado actual de la fabricación de componentes para motores aeroespaciales?

Okada: «En un esfuerzo por aumentar la autonomía de vuelo, se ha fomentado activamente el desarrollo de nuevas aeronaves con un elevado rendimiento y una alta eficiencia energética. Los motores instalados en estas aeronaves requieren el uso de nuevos materiales que ofrezcan una mayor resistencia a las temperaturas y un peso menor.»

Takahashi: «Por ese motivo, los materiales compuestos se han utilizado con frecuencia en la fabricación de motores durante los últimos diez años. Para reducir las emisiones de CO2 y el coste del transporte, es fundamental mejorar la eficiencia del combustible. Por ese motivo, utilizamos un CFRP ligero y resistente, y hemos aumentado el uso de CMC.»





[Izquierda] Koshiro Terashima, Mitsubishi Materials Corporation, Advanced Materials & Tools Company, División de Ventas, Oficina de Ventas de Sendai

No obstante, los metales convencionales aún son necesarios y se están llevando a cabo desarrollos con aleaciones de metales con el objetivo de aumentar su resistencia. Al aumentar la resistencia del material, este se hace más fino y ligero, lo que aumenta la eficiencia del combustible. Sin embargo, el mecanizado es más difícil con el desarrollo de los materiales compuestos y las aleaciones de alta resistencia. Ampliar la demanda en el sector aeronáutico significa un mayor tráfico aéreo, y eso significa a su vez unas normas cada vez más estrictas para el control de la carga medioambiental».

¿Cuál es la relación entre la mejora en los materiales y el desarrollo de la tecnología de mecanizado?

Takahashi: «La reducción de peso es muy eficaz. Por ejemplo, al reducir el peso de los componentes rotativos se reduce también el peso de los cojinetes y de los componentes fijos. La reducción del peso total del motor supone una gran mejora en términos de eficiencia del combustible, lo que a su vez afecta de forma muy importante a los costes operativos. Al mismo tiempo, esto supone una reducción de la carga medioambiental. Sin embargo, a medida que aumenta la resistencia de los materiales, el mecanizado se hace cada vez más difícil. La expansión de la industria requiere un mayor desarrollo de la tecnología de mecanizado. Es muy importante contar con herramientas de corte de alta calidad y una tecnología de mecanizado que permitan reducir el peso del material».

Ando: «Los componentes recientes utilizados en la fabricación aeroespacial se producen con materiales muy caros y difíciles de cortar. Por lo tanto, es importante diseñar métodos de procesamiento que eviten daños en los productos, incluso si las herramientas se rompen durante el mecanizado. Además de fabricar productos de alta calidad y reducir los costes de mecanizado, que son nuestros principales objetivos, también nos esforzamos al máximo para evitar daños en los productos».

Okada: «A medida que los materiales siguen mejorando, los métodos de mecanizado actuales no son capaces de procesarlos. Incluso manteniendo el mecanizado actual, los materiales se pueden procesar utilizando otros métodos, como el mecanizado láser o mediante descargas eléctricas. Las herramientas de corte pueden ser totalmente diferentes a las que tenemos actualmente».

Okada: «Permitame darle un ejemplo reciente. Necesitamos mejorar significativamente la productividad de los discos en respuesta a una mayor producción de motores aeroespaciales a causa del aumento de la demanda. Tradicionalmente, aplicábamos un método de mandrinado para procesar las fijaciones tipo cola de milano, que son las uniones utilizadas para instalar la pala en el disco; sin embargo, la máquina de brochado es muy cara y la fabricación de las herramientas requiere un periodo de tiempo relativamente largo. Además, el mandrinado es un método de mecanizado con bajas condiciones de corte, lo que dificulta la mejora de la productividad».

Por lo tanto, teníamos que buscar un método de mecanizado totalmente nuevo. En primer lugar, aplicamos el fresado al mecanizado de desbaste de la fijación de ensamblado. Han pasado dos años desde que iniciamos el desarrollo y ya estamos a punto de establecer el método. El punto fuerte del fresado es que se obtiene una disponibilidad de la herramienta estable, además de poder mejorar fácilmente las formas y los materiales utilizados. La productividad también es bastante superior a la del mandrinado. No obstante, también hay algunos inconvenientes. Las herramientas por volumen de mecanizado para el mandrinado son más asequibles que las utilizadas para el fresado. Para el fresado, necesitamos reducir el coste total de las herramientas, un objetivo que alcanzamos al minimizar el número de herramientas empleadas y al maximizar su vida útil. Aunque tuvimos que enfrentarnos a muchos problemas durante el cambio del mandrinado al fresado debido a nuestra falta de experiencia, el personal más joven trabajó de forma continua para superar todos los retos planteados. Al inicio del cambio, cuando las herramientas sufrían daños con frecuencia durante las pruebas de mecanizado, en ocasiones sentía que tendríamos que tirar la toalla. Sin embargo, el apoyo del personal de Mitsubishi Materials nos ayudó a seguir avanzando en el diseño de métodos de mecanizado, la creación de prototipos y la evaluación del producto. El esfuerzo y entusiasmo de los ingenieros de ambas empresas nos llevó a alcanzar este éxito».





La tecnología de mecanizado y la planta más avanzadas del mundo

El desarrollo de motores excelentes supone alcanzar la máxima precisión y el menor peso posible. La mejora en la precisión supone una reducción de las pérdidas de energía, mientras que una reducción del peso aumenta el rendimiento en función del peso. Esto también supone la mejora del rendimiento medioambiental mediante la reducción del consumo de combustible, el ruido y las emisiones de gases. La clave para lograr estas mejoras son los progresos en el desarrollo de materiales, como los materiales de alta resistencia al calor y peso reducido. La tecnología de mecanizado debe mantener el ritmo de estos progresos. La misión de la planta de motores aeroespaciales N.º 2 de Soma es seguir desarrollando nuevos productos basándose en esta tecnología de mecanizado avanzada.

Para finalizar la entrevista, Ryoji Takahashi, director general del Departamento de ingeniería de producción, afirmó: «Hay un modelo de negocio específico para el desarrollo de motores

aeroespaciales comerciales, cuyo ratio de ventas de IHI ha ido aumentando gradualmente. Es un programa de desarrollo de colaboración internacional. El desarrollo de motores aeroespaciales de uso comercial requiere una inversión muy elevada de tiempo y dinero. Por lo tanto, este programa ofrece un desarrollo conjunto internacional mediante una colaboración entre las empresas más importantes en un gran número de sectores. Para distribuir el riesgo, los costes y desarrollos de cada socio son proporcionales a su ratio de inversión. Además, los socios establecen relaciones estratégicas a largo plazo para cada parte de la que se encargan, responsabilizándose de la fabricación, el desarrollo técnico, el soporte del producto, los servicios posventa (piezas de repuesto, servicios de mantenimiento de los motores). El punto fuerte de IHI son sus conocimientos sobre fabricación integrada para la mayoría de los componentes de los motores aeroespaciales, así como su capacidad para aportar sus puntos fuertes, como es el caso

de los ejes, componentes de compresores y de ventiladores, etc., a sus socios para ampliar los servicios que puede ofrecer al mercado. Gracias a la ampliación de la gama de componentes de su negocio especializado, IHI puede competir con confianza con sus competidores internacionales. Para alcanzar su objetivo de convertirse en la planta más importante del mundo, IHI se esfuerza continuamente por obtener y mantener una fabricación de máximo nivel, una gestión de calidad y una tecnología de mecanizado que garantice el máximo nivel de capacidad de fabricación. Estamos entusiasmados ante la posibilidad de instalar los motores que IHI ha desarrollado en aeronaves comerciales; con motores que cuentan con piezas fabricadas en Japón. Este es un sueño común de todos los que participamos en el desarrollo y la fabricación de componentes aeronáuticos en Japón». Desde Soma para todo el mundo, seguimos trabajando duro para mejorar nuestra tecnología en la planta de motores aeroespaciales N.º 2 de Soma de IHI.



HISTORIA DE MITSUBISHI

Vol. **5**

El corazón de la fabricación
en el centro de Tokio

Planta de Tokio

Mitsubishi Materials Advanced Materials & Tool Company inició la fabricación de la herramienta de metal duro TRIDIA en 1931 y la planta de Tokio tuvo un papel fundamental en la historia de esta herramienta. No era muy habitual contar con una planta de estas características en el centro de Tokio y la planta de Tokio de Mitsubishi Materials fue testigo de los periodos previos y posteriores a la guerra, del periodo de gran crecimiento y de la burbuja económica mientras se convertía en la base para la fabricación de herramientas de metal duro.

Inicio del procesamiento de aleaciones de metal duro

La planta de Tokio estaba situada donde hoy se encuentra el Parque Shinagawa Chuo. En el centro de Tokio y a unos pocos minutos a pie de la estación de Shimo-shimmei, en la línea Tokyu Oimachi, la planta de Tokio estuvo en funcionamiento desde 1916 hasta hace 25 años. El negocio de las herramientas de metal duro de Mitsubishi Materials se inició hace 100 años en 1916, cuando el Instituto de Investigación Minera Mitsubishi Goshi Kaisha (Instituto Central de Investigación) se fundó como una institución de investigación privada, basada en una propuesta de Koyata Iwasaki. El instituto participó en investigaciones sobre el tungsteno antes que otras empresas. En 1923, inició las investigaciones sobre aleaciones de metales duros. En 1926, la empresa alemana Krupp presentó WIDIA, la primera herramienta de metal duro del mundo. Su sorprendente rendimiento de corte hizo que empresas de todo el mundo acelerarán también sus investigaciones sobre aleaciones de metales duros. Un miembro del personal del Instituto Central de Investigación, que se encontraba

en Inglaterra por aquel entonces, se quedó asombrado cuando comprobó el rendimiento del producto de WIDIA. Mitsubishi Materials se dio cuenta inmediatamente del potencial de las aleaciones de metal duro e impulsó su desarrollo. Superar los obstáculos existentes supuso un reto prodigioso, que obligó a la empresa a trabajar duro durante ocho largos años antes del lanzamiento de su primer producto de metal duro, TRIDIA, en 1931. Cuando Mitsubishi Materials reubicó el Instituto de Investigación Minera en Omiya, el negocio del desarrollo de las aleaciones de metales duros se mantuvo y continuó en funcionamiento como la delegación de Oi.

Condiciones empresariales adversas durante la guerra

El inicio de la Segunda Guerra Mundial en 1939 tuvo un impacto inmediato en la industria. La demanda de suministros militares, como el metal duro reforzado y el estelite aumentó, mientras que los empleados fueron enviados al frente de guerra. En 1943, la producción mensual de metal duro reforzado había superado la cantidad de una tonelada y la producción de estelite

superó las tres toneladas. Fue entonces cuando la planta se independizó del Instituto de Investigación Minera. Continuando con sus operaciones como la Planta de Metales de Tokio, pronto fue designada como una Planta de Importancia Nacional. La planta sufrió daños en 1944 durante los bombardeos de las fuerzas aliadas sobre la ciudad; y después de la guerra, entró en la lista de posibles activos para su inclusión en las reparaciones posteriores a la guerra, enfrentándose al riesgo de ser confiscada. No obstante, la planta evitó ese destino y los empleados trabajaron duro para reiniciar la producción. El negocio de las herramientas de metal duro estaba destinado a tener éxito, pero la guerra lo paralizó; y las condiciones después de la guerra hicieron que ninguna otra empresa considerase la opción de comprarla o incluso invertir en ella, lo que empeoró considerablemente la situación de Mitsubishi Materials. La dirección se vio forzada a considerar una reducción de la producción y el despido de algunos empleados; pero el sindicato se opuso a este plan, insistiendo en que si el recorte de la producción obligaba al despido de un solo empleado, las plantas deberían cerrar.



El Instituto de Investigación Minera en el momento de su fundación. La investigación de aleaciones de metales duros se inició en este edificio.



La planta de Tokio en el periodo de fuerte crecimiento económico (hacia 1960)



La planta de Tokio antes del cambio a la planta de Tsukuba (hacia 1986)



Una imagen conmemorativa tomada en 1937



Nuevo edificio de seis plantas para dar respuesta a las necesidades de la producción en masa



La planta de Tokio, con sus numerosas remodelaciones y ampliaciones



Trabajo con sistemas CAD



Herramientas de diseño



Esta ubicación está ocupada en la actualidad por el Parque Shinagawa Chuo

Finalmente, el 31 de octubre de 1948, Mitsubishi Materials no tuvo más remedio que despedir a la mayoría de sus empleados, quedando únicamente el número mínimo necesario para el mantenimiento de las plantas y su tecnología, pero con la esperanza de poder incorporarlos de nuevo al trabajo en breve. La empresa continuó desarrollando brocas y herramientas de minería para Europa y los Estados Unidos, y se esforzó por conseguir que la empresa regresase a su estatus anterior a la guerra. En diciembre de ese mismo año, 1948, las plantas volvieron a abrir sus puertas y los empleados despedidos fueron admitidos de nuevo.

Crecimiento económico y la burbuja económica

En 1952, la Planta de Metales de Tokio cambió su nombre por el de Planta de Oi de Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. Tras un periodo de sólido crecimiento económico, la empresa volvió a tener resultados positivos por primera vez después de la guerra en 1955. Tras esto, fue incrementando la producción gradualmente, alcanzando unos beneficios récord durante tres trimestres consecutivos desde la primera mitad de 1967 hasta la primera mitad de 1968.

La planta creció hasta convertirse en un negocio importante, capaz de llevar el peso de toda la empresa. En 1969, la empresa construyó su planta de Gifu, al darse cuenta de que aunque podían ser la principal empresa de Japón con la planta de Oi, solo con ella no podrían llegar a ser la empresa n.º 1 del mundo. En 1970, la planta de Oi cambió su nombre por el de Planta de Tokio de Mitsubishi Metal Corporation. Ya habían pasado 35 años desde el lanzamiento de TRIDIA y en ese momento de inflexión la empresa decidió lanzar su negocio de metal duro al mercado internacional.

El espíritu del pasado trasladado al presente

Con el cambio de la Planta de Oi de Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. a la Planta de Tokio de Mitsubishi Metal Corporation, el negocio de las herramientas de metal duro siguió creciendo. Enfrentarse al reto de una importante expansión en la demanda en un periodo de tiempo tan corto afectó a los servicios prestados a los clientes y a la capacidad de desarrollo de productos. Debido a su ubicación en áreas urbanas, resultaba difícil ampliar las instalaciones, lo que influyó negativamente en la capacidad de la empresa para ampliar

su negocio, incluidos los programas de servicios y prestaciones para los empleados. Para solucionar este problema, la dirección decidió reubicar la planta de Tokio en Ishigemachi, en el condado de Yuki (actualmente, la ciudad de Joso), junto al Parque Científico de Tsukuba, en la prefectura de Ibaraki. La planta de Tokio se reubicó en la planta de Tsukuba en marzo de 1992. El espíritu de independencia y la lucha por seguir adelante ayudó a la planta de Tokio a superar las dificultades. Ese espíritu ha estado presente en todos los empleados. Han pasado 85 años desde que Mitsubishi Materials comercializó las primeras herramientas de metal duro reforzado con el nombre comercial de Tridia en 1931. Seguiremos transmitiendo lo que hemos logrado estos últimos 85 años durante los próximos 100 años en busca de nuevos desarrollos.



Planta de Tokio

ARCHIVO TECNOLÓGICO



TORAY

**Cómo cambiar el mundo
con nuevos materiales.
Medio siglo de historia
del CFRP.**

El sueño de una
aeronave negra
surcando los cielos

Más ligero que el aluminio y más resistente que el hierro, el plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP) es un material revolucionario que ha cambiado la fabricación de última generación al encontrar su nicho en aplicaciones como componentes estructurales importantes para los aviones de pasajeros comerciales. La investigación sobre la fibra de carbono se inició en Japón a principios de los años 60. Entrevistamos a Shunsaku Noda, director general, y a Hiroshi Taiko, director general adjunto de la División de Tecnología Aeroespacial, Departamento de tecnología ACM de TORAY, acerca de los cincuenta años de historia de la fibra de carbono y del desarrollo del CFRP.

PRIMERA PLANA

¿Qué es el CFRP?

El CFRP es un compuesto de fibra de carbono y resina. Los materiales compuestos contienen varios ingredientes para crear propiedades reforzadas que no se pueden obtener con un único ingrediente. TORAYCA® Prepreg se utiliza para componentes de aeronaves. Se fabrica al dar forma a un paquete de 24 000 fibras de carbono de 7 µm de grosor en una lámina e impregnándola con resina termoestable, como el epoxi. La formación de capas y el endurecimiento de esta lámina genera una gran resistencia y aporta elasticidad a la fibra de carbono. El rendimiento del CFRP tiende a cambiar significativamente en función del volumen y la disposición de las fibras de carbono (dirección de las fibras, estructura de las capas preimpregnadas). Por lo tanto, es posible obtener un gran número de características diferentes mediante su diseño para fines concretos.

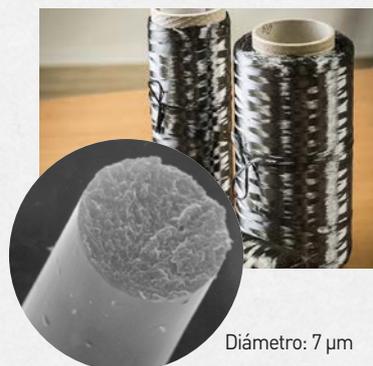
Características del CFRP

- Es ligero y tiene una gravedad específica de 1,7, lo que supone solo una cuarta parte del hierro.
- La resistencia a la tracción del CFRP es de hasta 7 Gpa.
- La elasticidad con tracción del CFRP de alta intensidad es de hasta 630 Gpa.
- También ofrece excelentes propiedades de estabilidad dimensional, amortiguación de vibraciones, conductividad térmica alta, ausencia de magnetismo, resistencia a la corrosión y alta resistencia a la fatiga.

Procesos de fabricación de la fibra de carbono

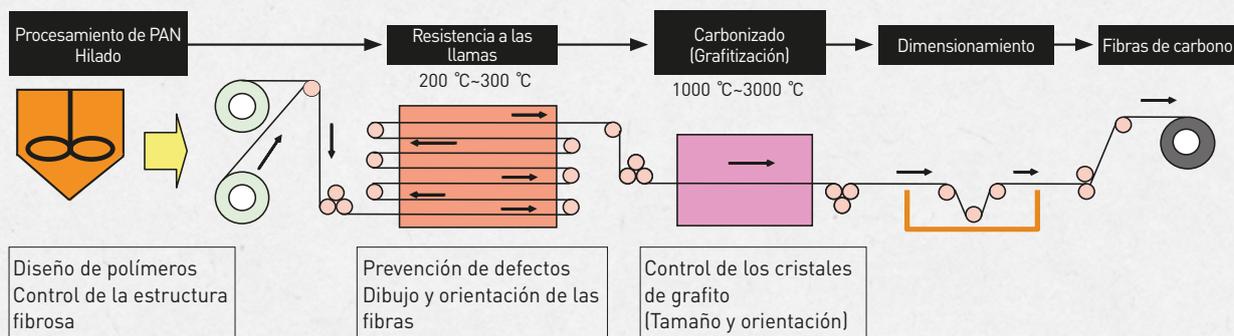
La fabricación de la fibra de carbono basada en el PAN (poliacrilonitrilo) consta de cuatro procesos:

- 1) El plástico de poliacrilonitrilo se procesa y bombea a través de una máquina de hilado para la formación de las fibras.
- 2) Las fibras se tratan con calor para mejorar la resistencia a las llamas (oxidación).
- 3) Las fibras se vuelven a calentar para carbonizarlas.
- 4) La superficie se trata para completar el proceso.



Diámetro: 7 µm

Procesos de fabricación y tecnología de componentes para ver los límites



Parte 1 1950 ~

Aparición, investigación y desarrollo de la fibra de carbono

Buscando los orígenes del desarrollo de la fibra de carbono, encontramos la bombilla eléctrica inventada por Thomas Edison y Joseph Swan a finales del siglo XIX. El filamento utilizado para esta bombilla era de fibra de bambú carbonizada. Esta fue la primera fibra de carbono del mundo. A medida que el tungsteno se fue haciendo popular como el material para la fabricación del filamento, la fibra de carbono se fue dejando de lado gradualmente. En la década de los 50, la fibra de carbono volvió a atraer la atención cuando los Estados Unidos aceleraron la investigación y el desarrollo de las puntas de los inyectores

para cohetes y motores que requerían una elevada resistencia al calor. Al mismo tiempo, en 1959, el Dr. Akio Shindo, del Instituto de Ingeniería y Tecnología de Osaka, inventó un método de fabricación de fibra de carbono mediante la carbonización del poliacrilonitrilo (PAN). Desde ese momento, la investigación y el desarrollo de la fibra de carbono, así como su comercialización, se aceleraron. La fibra de carbono ofrece una gran resistencia, lo que la hace ideal como ingrediente de alta funcionalidad para materiales compuestos. En 1967, Rolls-Royce, uno de los principales fabricantes mundiales de

motores aeroespaciales, anunció el uso de CFRP en sus motores a reacción. Casi al mismo tiempo, TORAY inició el desarrollo a gran escala de la fibra de carbono mediante el uso de una fibra acrílica, el TORAYLONTM. En 1970, TORAY adquirió una licencia de patente al Dr. Shindo. Las empresas gestionan su negocio basándose en previsiones de comerciabilidad futura y potencial de ventas de sus productos. TORAY confió en el potencial del CFRP y dio prioridad a la creación de un sistema de fabricación, con una gran inversión que resultaría impensable en la actualidad.

2

1971 ~

Fabricación de fibra de carbono antes incluso de conocer totalmente su potencial

El año siguiente, en 1971, TORAY inició la fabricación y venta de TORAYCA®300, una fibra de carbono de alta intensidad basada en el PAN. Aunque la fibra de carbono atraía la atención por ser un material de última generación, sus usos principales aún no se habían especificado. Sin embargo, TORAY decidió construir una nueva planta con una capacidad de fabricación de 12 toneladas, la mayor del mundo en aquel momento. Esta decisión se basó en la opinión de los empleados de TORAY de que los materiales de alta resistencia tendrían una gran demanda en un futuro próximo. La dirección también tenía el sueño de una aeronave negra surcando los cielos que estuviese fabricada principalmente con CFRP. En ese momento, Rolls-Royce estaba teniendo grandes dificultades en el desarrollo de un motor a reacción mediante el uso del CFRP.

Mientras tanto, el primer producto comercializado de TORAY fabricado con fibra

de carbono fueron unas cañas de pescar, lanzadas en el mercado en 1972. El peso de estas cañas de pescar era aproximadamente la mitad que el de las cañas existentes; y aunque eran relativamente caras, su rendimiento fue muy apreciado en el mercado. Ese mismo año, el jugador de golf profesional Gay Brewer Jr. utilizó palos de caña negra fabricados con CFRP para ganar el torneo Taiheiy Masters. Los palos de golf con caña negra se dieron a conocer rápidamente, y los jugadores se apresuraron a comprarlos. Después de eso, el CFRP se utilizó también en la fabricación de raquetas de tenis, lo que contribuyó a aumentar su popularidad. Sin embargo, el CFRP se utilizaba principalmente en aplicaciones deportivas y de entretenimiento. Teniendo en cuenta el potencial industrial del CFRP, la distribución era reducida.

El punto de inflexión se produjo en 1975. La crisis del petróleo de 1973 forzó a los fabricantes de aviones a dar prioridad a la

reducción del peso del fuselaje para obtener un menor consumo de combustible. Esto supuso una mayor atención al CFRP como material estructural secundario, para componentes que tuvieran una influencia directa en la seguridad del vuelo. Fue entonces cuando se hizo realidad el sueño de TORAY de ver el CFRP aplicado a la fabricación de aeronaves. Con la aplicación del CFRP en componentes de aeronaves para Boeing y Airbus, la producción acumulada de fibra de carbono TORAYCA® ya superaba las 10 000 toneladas en 1988. Muchos fabricantes extranjeros, en países como Inglaterra y los Estados Unidos, se habían retirado del negocio del CFRP debido a su baja rentabilidad; sin embargo, las empresas japonesas que habían desarrollado su tecnología siguiendo un enfoque basado en el largo plazo, incluida TORAY, siguieron trabajando en el desarrollo y la fabricación de CFRP mediante el uso de fibras de carbono de altas prestaciones. En 2010, los fabricantes japoneses de fibra de carbono llegaron a alcanzar una cuota de mercado mundial de aproximadamente el 70 %.

3

1990 ~

Ampliación de la aplicación del CFRP como material estructural para aviones

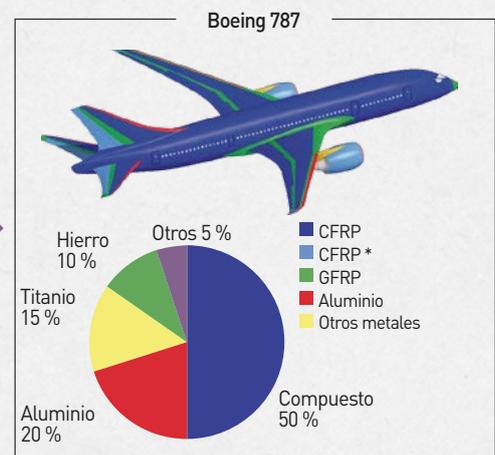
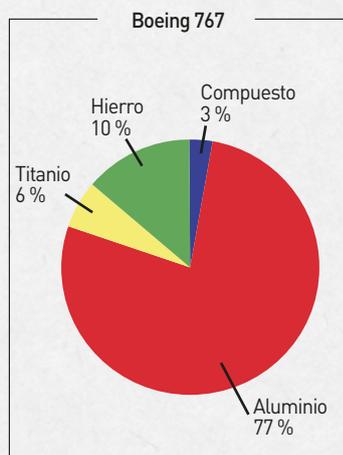
En 1990, TORAYCA® Prepreg [CFRP de tipo lámina] fue adoptado por Boeing como su material estructural principal para el fuselaje [componentes importantes que influyen

directamente en la seguridad], lo que sirvió para certificar el CFRP como un material altamente funcional y de alta fiabilidad. La resistencia a la tracción del CFRP es más de

diez veces superior a la del hierro, mientras que solo pesa una cuarta parte. El CFRP también puede adoptar una gran variedad de formas.

En el proyecto del Boeing 787 presentado en 2003, el CFRP supone aproximadamente el 50 % del peso total de la aeronave, incluida la estructura y las alas. En 2006, TORAY y Boeing formalizaron un contrato de larga duración para el suministro de CFRP, en el que se especificó el suministro del material estructural principal por parte de TORAY.

	Boeing 767	Boeing 787
Fuselaje	Aluminio	CFRP
Ala principal	Aluminio	CFRP
Ala de la cola	Aluminio	CFRP
Alerón	CFRP	CFRP



* [estructura tipo sándwich]

4

2010 ~

El uso industrial acelera la demanda de CFRP

Al inicio de esta última década, la demanda mundial de CFRP aumentó rápidamente para cubrir una amplia gama de aplicaciones. Además de su uso en productos deportivos y aeronáuticos, se inició su aplicación en las palas de los generadores de energía eólica, tejados, piezas de automóviles, como ejes de transmisión, depósitos de gas natural y vehículos con células de combustible, componentes de los trenes de alta velocidad, componentes informáticos, etc.

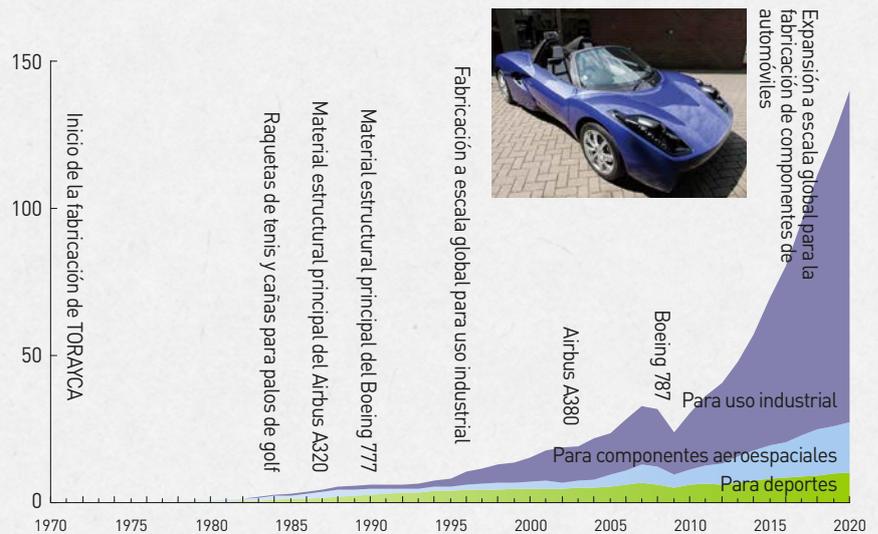
El negocio de materiales compuestos con fibra de carbono está incluido en la estrategia de expansión básica de TORAY. TORAY ha invertido recursos ejecutivos en nuevas áreas de crecimiento, como las industrias aeronáutica y del automóvil, así como en otras áreas novedosas, para ampliar la demanda. Para el año 2020, TORAY tiene previsto aumentar su inversión en Norteamérica para ampliar su negocio en ese país.

La resistencia alcanzada hasta ahora de la fibra de carbono es tan solo de una décima parte de su valor teórico, lo que ofrece margen suficiente para seguir mejorando. El coste de la fibra de carbono sigue siendo una barrera para aumentar su popularidad en el mercado; no obstante, además del mayor número de aplicaciones en la industria de los componentes de automóviles, la producción en masa puede reducir de forma importante los costes y aumentar la demanda rápidamente en un futuro cercano.

Casi ha pasado medio siglo desde que TORAY inició la primera producción comercial de fibra de carbono. Fue necesario mantener el esfuerzo durante un largo periodo de tiempo para encontrar mercados estables. ¿Qué fue lo que les motivó? Fue la filosofía corporativa de TORAY, el mantenimiento a largo plazo, respaldado por el fuerte deseo de sus directivos de ver un avión fabricado con CFRP surcando los cielos. El CFRP seguirá mejorando como el material altamente funcional más avanzado disponible para las industrias de todo el mundo.

Demanda de materiales de fibra de carbono

(1000 toneladas/año)



Un vistazo a la historia del CFRP

Noda: Estamos muy satisfechos de ver que los productos que desarrollamos cambian el mundo a mejor, como en el caso de un menor consumo de combustible en la industria aeroespacial. El CFRP de TORAY se ha convertido en negocio de expansión estratégica y nuestra misión es seguir expandiendo el CFRP hasta convertirlo en un pilar fundamental del negocio de TORAY. En comparación con la madurez alcanzada con los materiales metálicos, los tipos, la cantidad y las aplicaciones de los materiales compuestos de fibra de carbono siguen siendo desconocidos. No obstante, creemos

que el CFRP tiene un número ilimitado de posibilidades y seguimos explorando estas posibilidades para cambiar el mundo a mejor. **Taiko:** Mi amor juvenil por la aviación me llevó a seguir una carrera profesional relacionada con los aviones y los cohetes. Mi sueño, como alguien comprometido con la investigación y el desarrollo, es que alguien se suba a una aeronave fabricada con materiales que yo he diseñado. El CFRP utilizado en la fabricación del Boeing 787 fue desarrollado por el equipo principal de I+D, y solo estuve implicado de forma indirecta. Espero hacer realidad mi sueño algún día.



TORAY Industries, Inc.,
Departamento de tecnología ACM aeroespacial
(Izquierda) Shunsaku Noda, director general
(Derecha) Hiroshi Taiko, director general adjunto



La historia de unos artesanos

Vol. 6

Kazuya Yanagida:
Grupo Aeroespacial de Gifu,
Departamento Aeroespacial.
(Se incorporó a la empresa en 1997)

Tadashi Yamamoto:
Grupo Aeroespacial de Gifu,
Departamento Aeroespacial.
(Se incorporó a la empresa en 2008)

Broca de mecanizado de CFRP: **serie MC** Desarrollo de nuevos materiales

Desde el lanzamiento de la aeronave Boeing 787 en 2011, la aplicación de CFRP ha ido aumentando gradualmente como un nuevo material para fuselajes, alas principales y otros componentes aeroespaciales. Diferente de los metales, el CFRP está compuesto por fibras de carbono y resina; y el mecanizado de este nuevo material requiere nuevas técnicas. Entrevistamos a miembros del personal del Grupo Aeroespacial de Gifu que participaron en el desarrollo de técnicas de mecanizado para este importante material.



¿Cuáles son los fenómenos particulares que nos podemos encontrar en el taladrado de CFRP?

– ¿Cuáles son los antecedentes del desarrollo?

Yanagida: Mitsubishi Materials ha suministrado brocas a sus clientes para el mecanizado de CFRP durante más de diez años. Gracias al uso de los conocimientos acumulados durante estos años, hemos mejorado la funcionalidad de las brocas para ofrecer una gama más amplia de soluciones que se pueden aplicar a una gran variedad de materiales de CFRP.

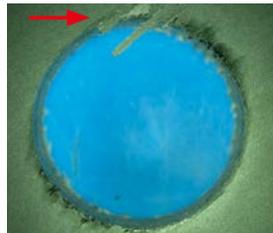
El CFRP tiene capas de fibras de carbono y resina tratadas mediante calor. En comparación con el acero, el CFRP tiene aproximadamente un cuarto de su peso, pero es diez veces más fuerte. También ofrece resistencia a la corrosión, resistencia al calor y una elevada rigidez. Mientras que la capa de fibra de carbono es dura, pero quebradiza, la capa de resina es blanda, pero mucho más plegable.

Yamamoto: Este es el motivo por el cual el mecanizado de CFRP genera fenómenos que son fundamentalmente diferentes en comparación con el mecanizado de metales. Los principales defectos que se pueden observar en el taladrado de CFRP son la generación de fibras no cortadas, delaminación provocada por la estructura de capas y el retroceso del CFRP y el metal apilados (el retroceso está causado por el desgaste generado por las virutas metálicas en los lados del orificio en la sección de carbono de la pila, mientras se desplazan hacia arriba por las hélices de la broca). En este proyecto, empezamos comprobando estos fenómenos para explorar exhaustivamente los mecanismos técnicos que generan los defectos.

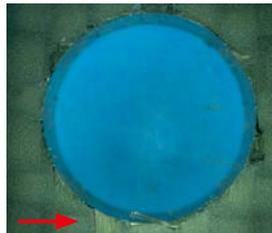
Yanagida: Hay dos tipos de material de CFRP utilizados para componentes de aeronaves. Uno contiene resinas con propiedades termoestables y el otro es el material de apilado elaborado mediante el uso de capas de aluminio y titanio en el CFRP. Hay también dos métodos principales de mecanizado,

Ejemplos de defectos de mecanizado de orificios en CFRP

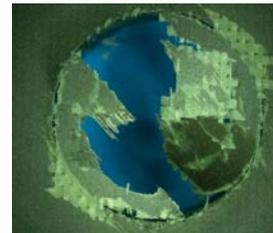
Entrada: fibra no cortada



Salida: delaminación



Rotura de fibras



uno de ellos es el mecanizado automatizado que se utiliza normalmente en un centro de mecanizado, y el otro es el taladrado mediante el uso de herramientas manuales. Debido a estos diferentes materiales y métodos de mecanizado, es extremadamente difícil crear un tipo de broca adecuado para todos los procesos. Por lo tanto, para este proyecto, desarrollamos la serie MC que incluía siete brocas diferentes para una amplia gama de materiales de CFRP, que salieron al mercado en abril de 2017.

Estructura de ranuras MCA para la reducción del retroceso de los materiales apilados

– ¿Nos podría mostrar algunos de estos siete productos?

Yanagida: Le mostraré dos tipos, la MCA y la MCC. La MCA es una broca para CFRP y materiales de apilado de aluminio. Lo que buscamos es mejorar significativamente el rendimiento de las brocas para CFRP que habían estado disponibles como productos especiales durante los últimos 10 años. Normalmente, taladramos materiales apilados compuestos por fibra de carbono y aluminio, cuya capacidad de mecanizado es totalmente diferente, con la misma broca. El principal problema es un fenómeno denominado retroceso. Cuando la broca penetra en el CFRP y mecaniza la capa de aluminio, las virutas de aluminio expulsadas pueden cortar la superficie de CFRP. Como resultado de ello, los diámetros de los orificios en las capas de CFRP y aluminio difieren. Para evitar esto, cambiamos el diseño de la hélice de la broca MCA.

Yamamoto: Nos centramos en la anchura de las hélices. La anchura de la hélice suele ser la misma a lo largo de toda la broca. Sin embargo, las hélices de las MCA se ensanchan gradualmente desde el borde corte hasta la punta. En primer lugar, diseñamos hélices estrechas para generar virutas compactas y después las ensanchamos para facilitar el flujo de las virutas en las hélices sin que interfirieran con la superficie del orificio.

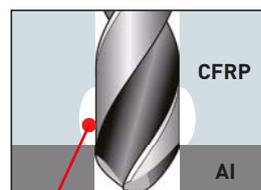
Yanagida: Aplicamos la tecnología de taladrado de orificios profundos MWS de Mitsubishi Materials para obtener una descarga sencilla de las virutas. Esto fue necesario para ofrecer un aumento en la calidad de la superficie del orificio, que era un problema habitual en el mecanizado tanto de materiales apilados como de agujeros profundos. Para el desarrollo de las brocas MCA, también utilizamos la tecnología de las brocas MHE utilizada para el mecanizado de bujes de automóviles. Las brocas MHE se utilizan para crear orificios para pernos en los bujes que conectan los ejes y las ruedas de los automóviles. El tamaño del diámetro de los orificios de cada buje debe ser muy preciso y la calidad de la superficie de los orificios debe ser extremadamente alta. Evitar que las virutas puedan dañar la superficie del buje requiere que la broca MHE tenga hélices más estrechas que las brocas normales.

Yamamoto: Como resultado de ello, las brocas MCA utilizaron las características y conocimientos obtenidos con las brocas MWS y MHE. Esto significa que, en general, la broca genera inicialmente virutas pequeñas que fluyen a lo largo de la parte estrecha de la hélice. A continuación, las virutas se canalizan a través de la parte superior ensanchada de la hélice y se descargan sin dañar la pared del agujero.



MCA

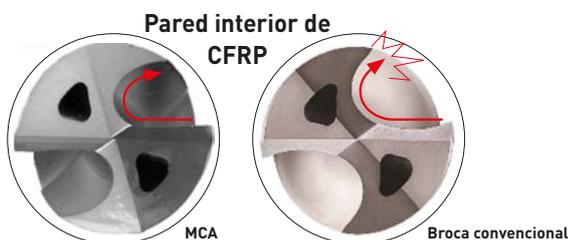
■ Retroceso



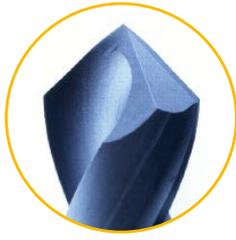
El aumento en el diámetro del agujero generado por el mecanizado de materiales apilados que incluyen CFRP y metal

■ Nueva forma de las hélices

La hélice se diseñó para reducir el contacto entre las virutas y la pared del agujero en la capa de CFRP, y permite que las virutas se descarguen fácilmente. Este sistema evita el retroceso.



Las virutas entraban en contacto con la pared interior de CFRP, lo que provocaba el retroceso.



■ **Ángulo de punta de 90 grados**

El ángulo de punta marcado reduce el empuje desde el inicio del mecanizado y limita la delaminación.



El filo positivo da prioridad a la calidad de corte

– **¿Puede hablarnos de lo que hay detrás del desarrollo de la broca MCC?**

Yamamoto: Aunque las brocas MCC están específicamente diseñadas para el mecanizado de CFRP, los componentes aeroespaciales también utilizan materiales apilados. Las industrias del automóvil y de generación de energía eólica también utilizan materiales de CFRP. Los clientes que mecanizan materiales de CFRP a menudo necesitan taladrar orificios en placas finas.

Yanagida: La reducción de la delaminación al final del agujero era el principal problema a la hora de taladrar en CFRP. El CFRP no tiene una capa de metal en la salida del agujero que si tienen los materiales apilados y no sufre el problema del retroceso. Sin embargo, la salida del orificio se puede fragmentar, lo que evita el soporte para la resistencia al corte generada cuando la broca penetra en la capa de CFRP y provoca la formación de rebabas en la salida del agujero.

Yamamoto: Dimos prioridad al afilado de las brocas MCC para obtener un mecanizado de CFRP más fluido y redujimos la resistencia al corte para evitar la delaminación. El aspecto más importante de la broca MCC es el filo afilado. Tradicionalmente, las brocas cuentan con un ángulo de desprendimiento negativo para dar

prioridad a la resistencia a la deformación y prolongar la vida útil de la herramienta. Sin embargo, un ángulo de desprendimiento negativo no permite el corte fluido de las capas de fibra de carbono, lo que suponía que la broca MCC se beneficiaba de una geometría más afilada. Al cortar el CFRP de un modo más fluido, también se limita la delaminación y la generación de fibras no cortadas en la salida del agujero. Además, el ángulo del borde de 90 grados reduce el empuje al inicio del proceso de taladrado, lo que también ayuda a reducir la delaminación.

– **¿Cuáles son las características del recubrimiento?**

Yamamoto: El CFRP cuenta con características mecánicas que provocan abrasión inmediatamente después de iniciar el taladrado con brocas de metal duro reforzado sin recubrimiento. Para solucionar este problema, aplicamos un recubrimiento de diamante CVD a las brocas MCA y MCC para aumentar la resistencia al desgaste.

Yanagida: Para maximizar el afilado del borde de la broca, tuvimos que tener en cuenta tanto la forma del borde como el tamaño de las partículas del recubrimiento de diamante. Las partículas de los nuevos recubrimientos de diamante CVD de Mitsubishi Materials son extremadamente finas, lo que aumenta significativamente la adhesión, por lo que pudimos aumentar la vida útil de la herramienta aproximadamente diez veces en comparación con los recubrimientos convencionales.

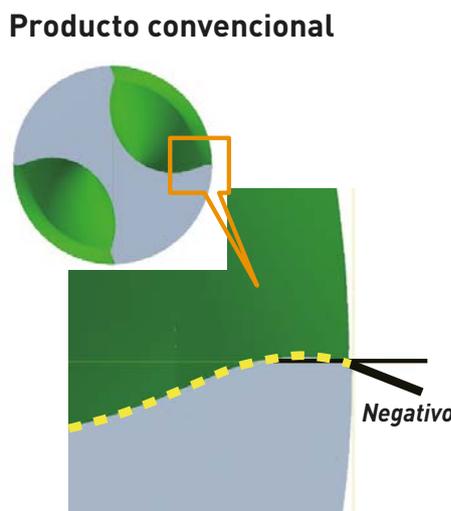
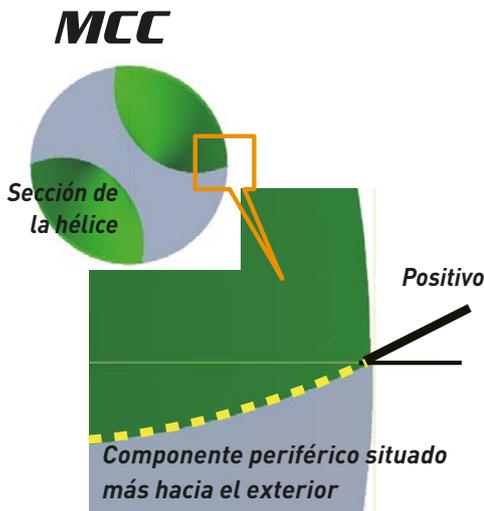
– **¿Qué se ha hecho para mejorar el afilado?**

Yamamoto: Para aumentar el afilado, que era nuestra prioridad, buscamos el mejor método para procesar el borde y maximizar los ángulos de inclinación y separación de la hélice, que son elementos básicos de todas las brocas. Examinamos combinaciones individuales de ángulos para identificar la mejor opción para evitar daños en la broca. En general, cuanto mayores son los ángulos, mejor es el afilado. Sin embargo, el metal duro reforzado es un material quebradizo, con una resistencia a la deformación limitada. Además, la combinación de elementos y materiales para brocas determina el rendimiento final, lo que significa que tuvimos que comprobar las brocas una y otra vez para calcular su eficacia. Para aumentar el afilado, el procesamiento de bordes mencionado anteriormente también es importante. Las brocas convencionales fabricadas por Mitsubishi Materials tienen imperfecciones diminutas en sus bordes debido al proceso de recubrimiento previo. Sin embargo, para la broca MCC, el procesamiento del borde es totalmente diferente en comparación con las brocas convencionales, lo que hizo posible crear un borde uniforme y realmente liso. El uso de este nuevo método de procesamiento para los bordes nos permitió obtener afilado y resistencia, lo que supuso la prolongación de la vida útil de la herramienta y una mejora en la calidad de los agujeros.

Yanagida: Para ayudar al desarrollo de la serie MC, llevamos a cabo una investigación conjunta con la Universidad de Tecnología de

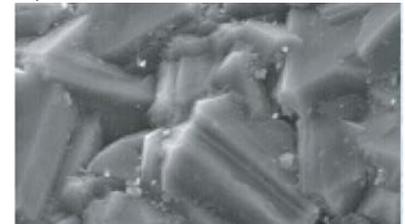
■ **Ranura con un gran ángulo de desprendimiento**

Un ángulo de desprendimiento vertical mejorado respecto al eje de rotación produce un borde más afilado, lo que reduce de forma eficaz la generación de fibras sin cortar y delaminación.

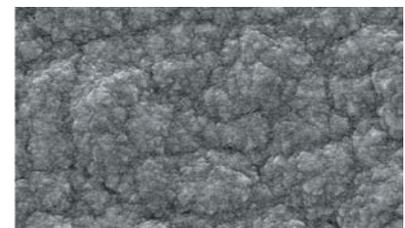


■ **Comparación de la superficie de la membrana de recubrimiento de diamante CVC**

El recubrimiento único de diamante CVD ofrece tanto resistencia al desgaste como superficies lisas.



Producto convencional

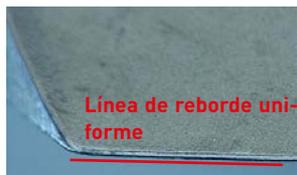


Nuevo recubrimiento

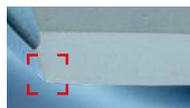
■ Optimización de la forma (comparación de rebordes)



Procesamiento convencional de bordes



Nuevo procesamiento de bordes para CFRP



- Reducción del tamaño R y mejora del afilado
- Borde uniforme para prolongar la vida útil de la herramienta



Viena (TU Wien) en Austria. Cuando tuvimos la necesidad de realizar pruebas de mecanizado para los prototipos con diferentes grosores de recubrimientos en las brocas, formas de bordes y ángulos de desprendimiento, solicitamos la cooperación de la TU Wien y obtuvimos una gran cantidad de datos que, en nuestra opinión, contribuyeron de forma significativa al éxito de esta gran innovación.

Dificultades y logros en el desarrollo de nuevos materiales

– ¿Cuáles fueron las dificultades que tuvieron que superar durante el desarrollo de las brocas MCC?

Yamamoto: Además de los retos a los que nos enfrentamos, también disfrutamos aprendiendo acerca de los retos que suponía el mecanizado de CFRP. Se me transfirió al Grupo Aeroespacial de Gifu, Departamento Aeroespacial, cuando se creó en octubre de 2016, para empezar a trabajar en el desarrollo de las brocas MCC. Tenía experiencia en el desarrollo de brocas para metales, pero esta fue la primera vez que tuve que trabajar con brocas para CFRP.

Yanagida: Los desarrolladores de este departamento, incluido Yamamoto, crearon diferentes prototipos. Nosotros mismos utilizamos las máquinas de afilado de herramientas, consideramos las mejores condiciones, incluidos los ángulos de corte,

velocidad y tipos de muelas, y seguimos creando prototipos mientras perfeccionamos nuestras capacidades como ingenieros.

Yamamoto: Evaluamos continuamente las condiciones de afilado centrándonos en garantizar el afilado. Durante estos procesos, seleccionamos los prototipos más prometedores para realizar más pruebas y pedimos a los clientes que comprueben su calidad y rendimiento. Nos encanta escuchar las palabras: «Esta broca es mucho mejor que la que utilizamos ahora».

Yanagida: Dado que diseñamos, fabricamos y probamos los prototipos nosotros mismos, podemos detectar de forma inmediata hasta la más ligera diferencia en el rendimiento. Yamamoto creó los prototipos de brocas MMC y, gracias a esto, tuvo algunas ideas que posteriormente aplicó al desarrollo del producto. Esto mejoró nuestra capacidad para poder ofrecer un producto excelente.

– ¿Podría indicarnos cuáles son sus planes para futuros desarrollos de brocas para materiales de CFRP?

Yanagida: El requisito básico para la fabricación de componentes aeronáuticos es la seguridad. Prolongar la vida útil de la herramienta también es un objetivo importante, pero la calidad del agujero es la prioridad, y nos esforzamos por alcanzar ambos objetivos. Creemos que la resistencia del CFRP seguirá mejorando y que la aparición de nuevos materiales apilados combinados con acero inoxidable significará

que, en general, los materiales serán cada vez más difíciles de mecanizar. Mitsubishi Materials sigue llevando a cabo investigaciones conjuntas con fabricantes de fibra de carbono y colabora con universidades en investigaciones avanzadas para profundizar en nuestro conocimiento del mecanizado de CFRP y mejorar nuestra capacidad para dar respuesta a las necesidades cambiantes del mercado.

– Para concluir la entrevista, ¿hay algo que quieran decir a sus clientes?

Yanagida: Los organismos JIS e ISO todavía no han clasificado las estructuras de CFRP. Hay muchos tipos diferentes de resinas de fibra de carbono, grosores y métodos de trenzado. Por lo tanto, es necesario adaptar las brocas al material utilizado para garantizar la máxima calidad de los agujeros. Estamos listos para satisfacer las necesidades de los clientes, así que no lo dude y póngase en contacto con nosotros.

Yamamoto: La serie MC aparece en el catálogo como productos estándar. Sin embargo, creemos que la serie MC se debería personalizar para adaptarla a cada cliente. Nos esforzamos por satisfacer de forma rápida y eficaz las necesidades de los clientes, así que no lo dude y envíenos su consulta.

■ Línea de productos de la serie MC

Máquina herramienta / Material Trabajo	Mecanizado CNC	Herramienta manual
CFRP / CFRTF	Para CFRP simple MCC DD210S	Para procesamiento de agujeros de alta precisión en materiales apilados de CFPR/CFRTP y CFRP/Al MCW DD2110
CFRP / Al	Para procesamiento de agujeros de alta precisión en materiales apilados de CFRP/Al MCA DD2110	Para procesamiento con herramientas manuales de CFRP simple MCCH DT2030
CFRP / Ti	Para procesamiento de orificios de alta precisión en materiales apilados de CFRP/Ti MCT TF15	Para procesamiento de orificios de alta precisión en materiales apilados de CFRP/Al MCAH DT2030

* CFRTF=Resina termoplástica reforzada con fibras de carbono



QUIENES SOMOS

Instituto Central de Investigación
Departamento de Recubrimientos Finos

La base de investigación que ayuda a la industria aeronáutica con el desarrollo de Materiales y recubrimientos

El Departamento de recubrimientos finos del Instituto Central de Investigación de Mitsubishi Materials Corporation lleva a cabo investigaciones y desarrollos relacionados con materiales y recubrimientos para mejorar drásticamente el rendimiento de las herramientas de corte. En este artículo, hablamos acerca de este departamento altamente avanzado y de sus investigaciones y desarrollos.

¡Pregunte al director!

Takatoshi Oshika
Director del Departamento de películas finas y recubrimientos, Instituto Central de Investigación

Al aportar valor añadido mediante nuevos procesos y tecnologías, se pueden crear materiales únicos.



Investigación y desarrollo pioneros, con tecnologías de análisis y evaluación de última generación

El Instituto de Investigación Minera de Mitsubishi Materials Corporation se creó en Shinagawa en 1917, y fue el primer instituto de investigación privado de Japón. Tras su reubicación en la ciudad de Omiya (actualmente, la ciudad de Saitama), en la prefectura de Saitama, se embarcó en un nuevo camino como el Instituto Central de Investigación. En 2007, se expandió a la ciudad de Naka, en la prefectura de Ibaraki, con tres delegaciones en Omiya, Onahama y Kitamoto. Este año, el instituto celebra su centenario. El Departamento de películas finas y recubrimientos cuenta con el mayor número de centros de investigación afiliados del instituto. Este departamento se centra en el control de la composición, textura e interacción de los materiales sinterizados duros y los recubrimientos funcionales a nivel de nanopartículas para el desarrollo de nuevos materiales con funciones totalmente novedosas. El director del departamento, Takatoshi Oshika, nos habla acerca de la solidez del instituto. «Hemos implementado los equipos y dispositivos más avanzados, con los que muy pocos institutos de Japón cuentan, y también disponemos de un gran número de renombrados investigadores con unos niveles de capacitación realmente avanzados. El instituto tiene otros nueve departamentos que trabajan en diferentes campos de investigación, como el análisis de materiales y los materiales electrónicos. Estos departamentos pueden aplicar de forma rápida diferentes tecnologías de forma colaborativa, lo que es, en mi opinión, uno de los principales

puntos fuertes de Mitsubishi Materials. De hecho, hemos presentado un sinfín de productos gracias a la integración de las tecnologías desarrolladas en diferentes proyectos. Uno de ellos es el sensor termistor flexible más fino del mundo».

El Departamento de películas finas y recubrimientos ha desarrollado tecnologías elementales que se aplican en la fabricación de productos innovadores como las calidades UC5105/UC5115. El recubrimiento para CVD desarrollado para las calidades UC ha supuesto una mejora importante en su vida útil y ha aumentado su resistencia al desgaste mediante el uso de la tecnología de recubrimiento Al2O3. «Actualmente, estamos investigando una tecnología elemental para brocas PCD utilizadas en el mecanizado de CFRP, para la que ya se ha completado el diseño básico de materiales. También estamos realizando investigaciones sobre materiales de recubrimiento de diamante CVD para procesamiento CFRP con la esperanza de poder aplicar esta tecnología a nuevos productos en un futuro cercano». Y añade: «También estamos trabajando en desarrollos tecnológicos innovadores. Por ejemplo, cuando descubrimos que la resistencia de un material de recubrimiento se duplica al hacer que las partículas de material sean más pequeñas, necesitamos rediseñar el dispositivo que crea las partículas. Gracias a estos esfuerzos, conseguimos desarrollar un dispositivo único en el mundo. Gracias a este desarrollo y al uso de equipos de alto valor añadido, creo que podemos crear materiales innovadores. Es como una pelota mágica en un cómic de béisbol. En lugar de intentar mejorar nuestro lanzamiento, nos



esforzamos por crear una pelota máquina que nadie pueda batear. El desarrollo de productos innovadores es nuestra misión».

Desarrollo de materiales de recubrimiento de diamante CVD para mecanizado de CFRP

Kazutaka Fujiwara se incorporó a Mitsubishi Materials hace 20 años y fue asignado al Instituto Central de Investigación hace 10 años. Se ha dedicado a la investigación y el desarrollo de materiales de recubrimiento de diamante CVD para herramientas de corte durante los últimos cinco años. Fujiwara señala que «en comparación con las divisiones de desarrollo de las plantas de fabricación, este instituto mantiene una mayor distancia respecto a nuestros clientes. Por lo tanto, siempre tengo en cuenta la necesidad de mantener una estrecha relación de trabajo con el personal de desarrollo de las plantas de fabricación porque son ellos los que tienen un contacto frecuente con los clientes y, por lo tanto, comprenden mejor sus necesidades. Después de conocer las necesidades de los clientes, me centro en identificar principios fundamentales que generen nuevas hipótesis. Los resultados suponen una mejora radical en el rendimiento de los productos. Me hace feliz escuchar que los productos fabricados con la nueva tecnología que hemos desarrollado son reconocidos por el mercado». Fujiwara se dedica actualmente a la investigación y el desarrollo de materiales de recubrimiento de diamante CVD para herramientas de corte de CFRP utilizadas en fuselajes de aviones. «Mitsubishi Materials ya ha lanzado al mercado brocas y fresas de perfiles recubiertas con materiales que hemos desarrollado. Ahora, estamos trabajando en nuevos materiales de recubrimiento cuyo rendimiento es aún mayor».

Un esfuerzo por desarrollar tecnologías únicas que se puedan aplicar en la fabricación de nuevos productos

Además del CFRP simple, también utilizan materiales compuestos, como CFRP y aluminio, o CFRP y titanio, para la fabricación de componentes aeronáuticos. El procesamiento de diferentes materiales con una única herramienta requiere un aumento importante del rendimiento. La calidad de los materiales de recubrimiento de diamante CVD que se requiere para el mecanizado de estos materiales compuestos es necesariamente elevada. Como señala Fujiwara, «para el procesamiento solo de CFRP, cuanto mayor sea el ratio del diamante, es decir, cuanto mayor sea la dureza del material, mayor será el rendimiento del material de recubrimiento. Por otro lado, si aumentamos el ratio del diamante para procesar metales como el aluminio o el titanio, los materiales de recubrimiento tienden a reaccionar a los materiales de trabajo, lo que puede provocar adhesión, reducir la precisión del mecanizado y acortar la vida útil de la herramienta. Necesitamos solucionar estos problemas al mismo tiempo que logramos un rendimiento excelente para una amplia gama de materiales de trabajo con un único material de recubrimiento capaz de alargar significativamente la vida útil de la herramienta, al tiempo que desarrollamos los materiales de recubrimiento de diamante CVD». Fujiwara trabaja en el desarrollo de materiales de recubrimiento de diamante CVD que triplican la vida útil de las herramientas en comparación con los materiales actuales. Tras establecer el objetivo de lanzar al mercado estos productos en 2018, todo el equipo está trabajando duro en las tareas de investigación y desarrollo. «La misión del Instituto Central de Investigación es crear la tecnología más avanzada. Nos entusiasma tener la posibilidad de producir el tipo de tecnologías que solo Mitsubishi Materials es capaz de crear para poder hacer felices a nuestros clientes con los productos que fabrican mediante el uso de nuestras herramientas».

¡Pregunte al investigador!

Kazutaka Fujiwara
Jefe de investigación del Departamento
recubrimientos finos y del Instituto Central
de Investigación

Trabajando en el desarrollo de materiales de recubrimiento de diamante CVD que triplican la vida útil de las herramientas en comparación con los productos actuales



Aspectos destacados del Instituto Central de Investigación

1

Los dispositivos analíticos más avanzados



2

Distribución activa de la información entre investigadores mediante el uso de un espacio cómodo para estas interacciones



3

Biblioteca con muchos libros y documentos técnicos útiles para la investigación y el desarrollo



AL FILO DE LO IMPOSIBLE

Vol. 5

Desarrollo de herramientas rotativas de última generación

En la fabricación aeronáutica, los materiales difíciles de cortar se utilizan cada vez con más frecuencia. Lamentablemente, estos materiales difíciles de cortar reducen de forma importante la vida útil de las herramientas. En respuesta a la demanda del mercado de métodos de mecanizado más innovadores que prolonguen de forma importante la vida útil de las herramientas utilizadas con estos materiales especiales. Mitsubishi Materials se centró en el desarrollo de herramientas de corte rotativas de última generación. En este artículo, nos centramos en dos de estas herramientas de corte rotativas que se utilizan en máquinas multitareas y herramientas de corte rotativas pasivas, en centros de mecanizado generales.

PROYECTO 1 Herramientas que giran por sí mismas

Desarrollo de las herramientas de corte rotativas pasivas que aprovechan las ventajas de las máquinas multitarea

Fue hace unos 20 años cuando Mitsubishi Materials desarrolló las primeras herramientas de corte rotativas para tornos que hacían girar las placas durante el mecanizado. En ese momento, se aplicó un mecanismo innovador que permitía la rotación mediante el uso de la resistencia al corte. Esto redujo de forma importante el desgaste periférico, una de las principales causas de reducción de la vida útil de las herramientas durante el mecanizado de materiales difíciles de cortar. Aunque esta herramienta de corte rotativa de primera generación tuvo una gran aceptación, su complicado mecanismo limitaba la rigidez y era relativamente cara en comparación con los portaherramientas estándar. Algunos clientes siguieron utilizando estas herramientas, pero la demanda se fue reduciendo gradualmente.

No obstante, durante esa época, se desarrollaron nuevas herramientas de corte rotativas. Este nuevo desarrollo aprovechaba los conocimientos acumulados por la empresa con sus primeras herramientas. En el diseño del nuevo mecanismo de rotación, la aparición de las máquinas multitarea supuso una gran ayuda. Las primeras máquinas rotativas de torneado hacían girar las placas mediante el uso de la resistencia generada durante el proceso de corte, lo que, en función de las condiciones de corte, provocaba una irregularidad en la fuerza de rotación y hacía difícil conseguir un rendimiento estable. Se pensó que si se podía generar una fuerza de rotación predeterminada y estable, independientemente de las condiciones de corte, sería posible desarrollar con éxito un nuevo tipo de herramienta rotativa. Fue hace unos diez años cuando surgieron las primeras ideas acerca de las nuevas herramientas de corte rotativas.

Fue por aquel entonces cuando el Profesor Sasahara, de la Universidad de Agricultura y Tecnología de Tokio, llevó a cabo un estudio sobre herramientas de corte rotativas y accionadas. Durante un tiempo, se mantuvo un periodo de consultas con la Universidad; y hace tres años, se inició una investigación conjunta a gran escala. El uso de las máquinas multitarea hizo posible conseguir un control voluntario de la rotación de la herramienta, lo que abrió el camino para el desarrollo de las herramientas de corte rotativas y accionadas.

Las máquinas multitarea no solo permitían el control de la rotación de la herramienta, sino que también permitían el ajuste libre de los ángulos de contacto. Esto dio lugar a una investigación en busca de la mejor combinación de condiciones de corte y ángulos de contacto de las herramientas.

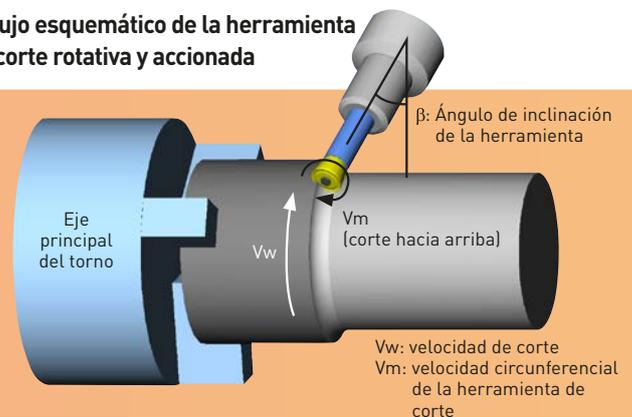
Además de la frecuencia de rotación (velocidad de rotación de las herramientas), es importante identificar el mejor ángulo de contacto. El grosor de las virutas, que tiene una influencia importante en la vida útil de las herramientas y en la dirección de los flujos, varía en función de condiciones básicas, como la velocidad, la alimentación y el corte. Además de estas consideraciones, el nuevo diseño utilizó diferentes ángulos de inclinación, lo que suponía una dificultad a la hora de encontrar la mejor combinación de condiciones de corte. Para solucionar este problema, se solicitó la ayuda del Profesor Sasahara para que estudiase los valores desde un punto de vista teórico con el fin de identificar las mejores condiciones.

Al mismo tiempo, el mayor desafío a la hora de desarrollar las formas de las herramientas es minimizar la desalineación de los centros a la hora de fijar la placa en la herramienta. Unas desalineaciones de mayor tamaño provocan una rotación excéntrica en relación con el eje de rotación de la máquina, lo que modifica la cantidad de fresado y provoca un desajuste entre el tamaño predeterminado y el tamaño real del componente mecanizado. Además, los cambios en la cantidad de fresado provocan inestabilidad en la resistencia al corte, lo que genera vibraciones y daños en las placas.

Después de numerosos ensayos, fue posible reducir el grado de concentricidad entre la placa y la herramienta de corte a 0,01 mm o menos.

Otra característica importante de la nueva herramienta de corte se observa en el refrigerante interno. La herramienta se diseñó para que el suministro de refrigerante llegase desde el espacio situado entre el orificio de inserción y el tornillo de fijación. Este mecanismo tiende a reducir la fuerza de fijación cuando la placa está instalada en la herramienta de corte. Sin embargo, este diseño único mantiene la fuerza de fijación necesaria. La propia herramienta gira de forma consistente, lo que dispersa de manera uniforme el calor generado durante el proceso de corte a lo largo de toda la circunferencia de la fresadora. El suministro del refrigerante desde el interior de la herramienta de corte hace posible un enfriamiento eficaz de toda la placa y la descarga sencilla de las virutas.

■ Dibujo esquemático de la herramienta de corte rotativa y accionada





Durante el proceso

Mecanismos en fase de desarrollo

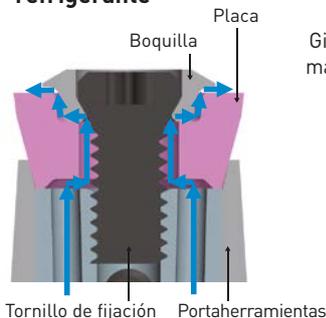
Una vida útil de la herramienta aproximadamente diez veces superior a las herramientas de corte con placas de uso general

Las herramientas de corte rotativas y accionadas de reciente desarrollo cuentan con las siguientes características:

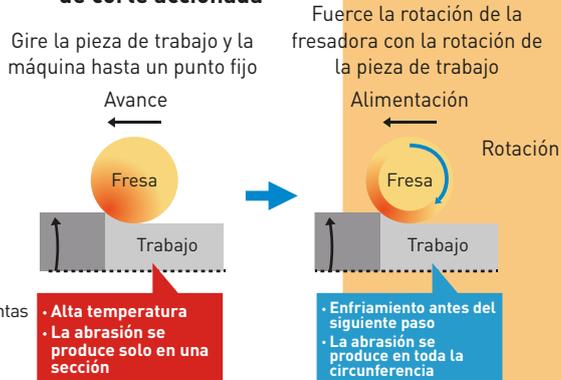
1. El uso de toda la circunferencia de la placa dispersa de manera uniforme la abrasión de la herramienta, lo que permite aumentar su vida útil.
2. La rotación estable de la propia herramienta dispersa de forma eficaz el calor generado durante el corte; y el diseño del refrigerante interno reduce significativamente la abrasión de las placas.
3. El mecanismo de fijación de diseño único, alta precisión y rigidez, permite obtener un mecanizado estable y de alto rendimiento.

Estas características han permitido prolongar de forma importante la vida útil de la herramienta durante el mecanizado de Inconel718 en comparación con las herramientas de corte estándar. Además, las herramientas de corte rotativas y accionadas son adecuadas no solo para el mecanizado de materiales difíciles de cortar, como las aleaciones resistentes al calor, sino también para el mecanizado de materiales compuestos, como en el caso del aluminio y el hierro. Son especialmente eficaces a la hora de reducir significativamente los costes totales de funcionamiento al prolongar la vida útil de las herramientas y reducir la frecuencia de la sustitución de las placas en operaciones de mecanizado sin supervisión o durante el control de varias máquinas por parte de un pequeño número de empleados.

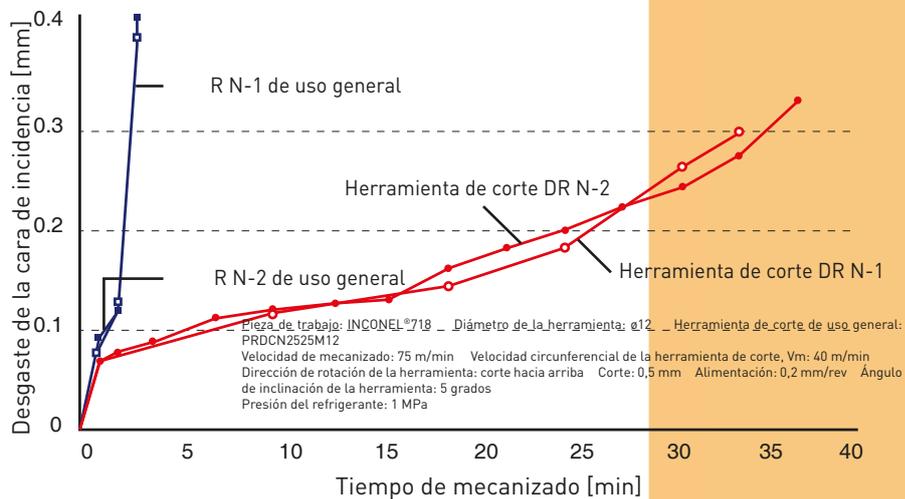
■ Estructura interna del refrigerante



■ Mecanismo de la herramienta de corte accionada



■ Curva de la vida útil de la herramienta para INCONEL®718



¿Fue posible resolver los problemas que surgieron durante el desarrollo de las primeras herramientas de corte rotativas?

Al observar la relación de compresión (CR) general de las virutas, se pensaba que aproximadamente un tercio de la velocidad de mecanizado, que es equivalente a la velocidad de descarga de virutas, podría ser la velocidad de rotación ideal de las placas para reducir el desgaste de la cara de incidencia que suele ser un problema al mecanizar materiales difíciles de cortar. Las primeras herramientas de corte rotativas

se giraban mediante resistencia al corte, lo que no permitía controlar la velocidad de rotación. Por lo tanto, queda claro que no se realizó un examen detallado de esta hipótesis en aquel momento.

Las nuevas herramientas de corte rotativas cuentan con varios parámetros, lo que dificulta la identificación de las condiciones de corte óptimas. Aunque se han identificado

algunas condiciones recomendadas para un uso general, es muy interesante saber que la velocidad de rotación óptima de la herramienta respecto a la velocidad de mecanizado de la pieza de trabajo es, ahora, un tercio de la velocidad asumida para las primeras herramientas de corte rotativas. Las herramientas de corte rotativas y accionadas se encuentran ahora en fase de desarrollo, y se pretende que salgan al mercado en 2017.

AL FILO DE LO IMPOSIBLE



[Izquierda): Yuji Takada, Grupo aeroespacial de Tsukuba, Departamento aeroespacial. Que participó en el desarrollo de las herramientas de corte rotativas y pasivas.

[Derecha): Wataru Takahashi, Grupo de I+D Avanzado, Centro Tecnológico de Mecanizado, División de investigación y desarrollo, que participó en el desarrollo de las herramientas de corte rotativas y accionadas.

PROYECTO 2

Fresa rotativa pasiva con placa que gira por sí misma durante el mecanizado

Calculando la fuerza de rotación teórica de la placa

La nueva fresa rotativa pasiva se desarrolló como una herramienta de fresado mediante el uso de todos los conocimientos y la experiencia adquiridos con la primera herramienta de corte rotativa.

Desde el lanzamiento de la primera herramienta de corte rotativa, Mitsubishi Materials ha aplicado un mecanismo que hace girar la placa con resistencia al corte para fresadoras de perfiles y de superficies. No obstante, era muy difícil instalar el mecanismo de rotación de la primera herramienta de corte rotativa en la herramienta de fresado debido a su tamaño, convirtiéndose esta tarea en un objetivo prácticamente imposible.

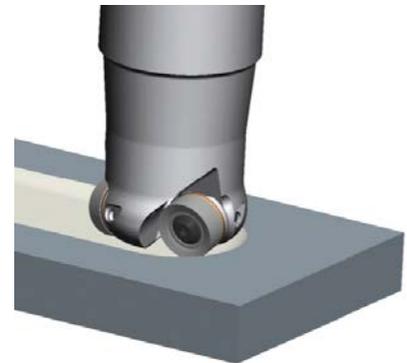
Sin embargo, los avances en materiales difíciles de cortar en diferentes industrias requerían una mejora en la eficiencia del mecanizado, así como una mayor vida útil de la herramienta. Hace unos diez años, al percatarse del potencial de las placas

que giraban durante el fresado, Mitsubishi Materials inició el desarrollo conjunto de las fresas rotativas con la Universidad de Nagoya y Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

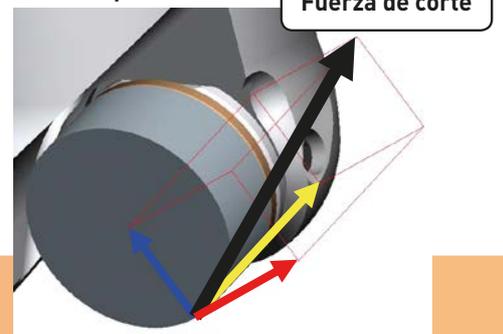
El primer reto fue identificar el ángulo ideal para accionar la rotación de la placa mediante el uso de una resistencia al corte y garantizar una fuerza de rotación óptima. Si la resistencia al corte es demasiado baja, no genera el accionamiento suficiente para hacer girar la placa. Si es demasiado alta, provoca vibraciones durante el mecanizado, lo que puede suponer daños en la herramienta o en la placa. Necesitábamos identificar el ángulo capaz de generar una resistencia al corte suficiente para hacer girar la placa de forma fiable y que permitiese una amplia variedad de condiciones de corte.

La Universidad de Nagoya se encargó de resolver este problema. Mediante la aplicación de fórmulas complejas, los ingenieros pudieron

identificar el ángulo óptimo de colocación de las placas para lograr una rotación eficaz. En comparación con el método de prueba y error utilizado para el desarrollo de las primeras herramientas de corte rotativas, poder calcular de forma teórica los valores óptimos supuso una reducción importante del tiempo necesario para llevar a cabo el desarrollo.



■ Mecanismo de fuerza de accionamiento para la rotación de las placas



- Fuerza del componente hacia el radio de la placa
- Fuerza del componente hacia la línea tangente de la circunferencia de la placa ⇒ Fuerza de accionamiento
- Fuerza del componente hacia el grosor de la placa





Mecanizado



La primera herramienta de corte rotativa

La vida útil obtenida para la herramienta pasó a ser de 8 a 10 veces superior a la de la herramienta existente de Mitsubishi Materials.

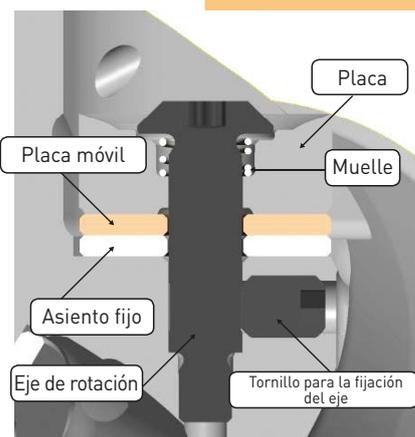
El siguiente reto fue el acoplamiento de la placa en un espacio extremadamente estrecho, lo que suponía una enorme dificultad. Fue necesario diseñar un mecanismo rotativo que se pudiese instalar en un espacio tan estrecho. Esto requirió la optimización de la separación del orificio de la placa y del tornillo de fijación para permitir una rotación sencilla de la placa durante el mecanizado. Si la separación es demasiado pequeña, se agarrará; si es demasiado grande, se producirán vibraciones. Además, para obtener la rigidez suficiente, es importante contar con el grosor más adecuado en el tornillo de fijación para el tamaño de la placa. Después de repetidos exámenes y análisis, varios prototipos y una gran cantidad de pruebas, se instaló con éxito un muelle encima del tornillo de fijación, lo que posibilitó el desarrollo de un mecanismo rotativo con la separación y resistencia adecuadas. Justo cuando ya estaba a la vista el final del desarrollo, surgió otro problema. La parte inferior de la placa entraba en contacto con el asiento de metal duro reforzado del cuerpo de la herramienta durante la rotación, lo que provocaba un desgaste desigual. La rotación de la placa podría incluso desgastar la fresa; pero el

asiento de metal duro reforzado que recibía la resistencia al corte tenía que soportar una carga irregular, además de que la carga de la sección situada por debajo de la fresa era intensa. Dado que tanto la placa como el asiento eran de metal duro reforzado, el contacto y la rotación continua bajo una carga local acababan creando un desgaste irregular. Para solucionar este problema, se colocó una placa metálica móvil entre la placa y el asiento de metal duro reforzado a modo de tampón.

El mayor mérito de las herramientas rotativas es que permite un mecanizado de larga duración y sin supervisión, que no requiere un cambio de ángulos. Y como se muestra en el siguiente gráfico, fuimos capaces de conseguir una vida útil entre ocho y diez veces superior a la de nuestras fresas existentes.

Esta fresa rotativa pasiva saldrá al mercado en 2017. Se espera repetir este éxito con el desarrollo de fresas para fresadoras de perfiles, fresadoras de superficies y torneados. Además de la ampliación de los tamaños de la placa, también está previsto el desarrollo de fresas para rampas.

■ Mecanismo de fresas rotativas



■ Resultados de las pruebas de mecanizado de aleaciones resistentes al calor <Mecanizado rotativo con fresado de perfiles>



Condiciones de corte: $v_c=30$ m/min $f_z = 0,1$ mm/t $a_p = 1,0$ mm $a_e = 18$ mm Pieza de trabajo de mecanizado de punto único / procesamiento húmedo: INCONEL®718



和

Shuriken

japonesas



Enshi Gbju Yocho, por Utagawa Kunisada
El combate de un *ninja* que ha entrado en una casa.

¿Qué son las *shuriken*?

Shuriken, cuyo significado literal es una espada escondida en la mano, es un arma especial utilizada tradicionalmente por los ninjas. Los samuráis también aprendieron a utilizarlas, junto las lanzas y su formación en tiro con arco y esgrima. Tokugawa Yoshinobu, el último Shogun del *periodo Edo*, es conocido por haber sido un experto en el uso de las *shuriken*. Cuándo y cómo se crearon las *shuriken* sigue siendo un misterio. Algunos señalan que las armas forjadas utilizadas en el *periodo Sengoku* (1467-1568) evolucionaron en las *shuriken*, otros afirman que son una

evolución de las armas arrojadas que llegaron de China en la antigüedad. Las *shuriken* son eficaces hasta una distancia de 15 metros. Pequeñas y de color negro, son difíciles de ver, lo que hace que sean difíciles de esquivar para los enemigos. Dado que deben alcanzar su objetivo de un modo determinado para ser mortales, las *shuriken* se solían utilizar para distraer al oponente, de forma que el guerrero pudiera acabar con él con su espada o poder huir; pero también podían estar impregnadas en veneno y arrojarse con la intención de provocar un

corte al enemigo. Hay dos tipos de *shuriken*, *bo shuriken* (tipo varilla) y *kurumaken* (tipo rueda) y las diferentes escuelas de artes marciales han utilizado formas diferentes. El color, sin embargo, siempre fue negro. El color negro se obtenía al colocar algodón sobre las *shuriken* calentadas mientras se endurecían. El algodón arde y se adhiere al metal. De este modo, las *shuriken* no solo eran menos visibles, sino que tampoco se oxidaban, eran fáciles de agarrar y la superficie rugosa creada mediante este proceso permitía mantener el veneno aplicado.

¿Quiénes eran los *ninjas*?

Algunos dicen que los *ninjas* surgieron en el *periodo Asuka*, aproximadamente hace 1400 años. Se pensaba que, en su origen, eran hombres al servicio del Príncipe Shotoku. Conocidos como *shinobi*, obtenían información de la Corte Imperial. Los documentos históricos mencionan a los *shinobi* durante y después del *periodo Nambokucho* (1336-1392). El término *ninja* se hizo popular hacia el año 1955.

La función de los *ninjas* y la actitud hacia ellos cambió con el tiempo. Su principal cometido no era luchar en las batallas. Los *shinobi* del *periodo Sengoku* actuaron como espías para los señores feudales, infiltrándose en territorio enemigo y

recopilando información. Por lo tanto, su misión fundamental era regresar con vida, lo que provocó que los *ninjas* practicasen una gran variedad de habilidades, incluido el uso de las *shuriken*. La imagen popular de un *ninja* es la de un espía silencioso, oculto en un ático, escuchando una conversación que tiene lugar justo debajo de él. De hecho, se solían mezclar con la población local y obtenían información de las conversaciones que escuchaban. En el pacífico *periodo Edo* (1602-1868), la principal función de los *ninjas* era obtener tanto información como fuera posible acerca de la situación política de los territorios colindantes para proteger su propio dominio y a su señor. A medida que los *shinobi* fueron desapareciendo a finales del

periodo Edo, empezaron a aparecer imágenes imprecisas de los *ninjas* en las novelas y en otras formas de entretenimiento. A menudo, se mostraba a los *ninjas* utilizando misteriosas habilidades para cometer robos. En el *Kabuki* (drama clásico japonés) y las *Ukiyoe* (imágenes de la vida cotidiana durante el *periodo Edo*), los *ninja* vestían a menudo de negro y portaban *shuriken* en las manos, una imagen que influyó en la representación actual de los *ninjas*. Los *ninjas* siguen rodeados de misterio y tendremos que esperar a futuros estudios para obtener más información acerca de estas interesantes figuras.

Tipos de **shuriken**

Hay dos tipos principales de *shuriken*, *bo shuriken* (tipo varilla) y *kurumaken* (tipo rueda). Las *bo shuriken* son más fáciles de fabricar y más potentes que las *kurumaken*. Por el contrario, las *kurumaken*

cuentan con una gran variedad de formas. Las *kurumaken* son más populares que las *bo shuriken* porque tienen muchas cuchillas, y todas ellas pueden herir a los enemigos.



En la parte superior derecha se puede ver una *bo shuriken*, mientras que el resto de las imágenes muestran *kurumaken* en sus diferentes formas.

Cómo sujetar y utilizar las **shuriken**

Cómo sujetarlas:

Existen diferentes formas de sujetar las *shuriken* para cada ocasión. No había ningún método específico para usarlas. Su finalidad era alcanzar un objetivo sin importar el modo en el que se arrojasen.

[Bo Shuriken]



[Kurumaken]



Ejemplo 1

Ejemplo 2

Ejemplo 3

Cómo utilizar las **shuriken**

[Hon-uchi (lanzamiento ortodoxo)]

La forma ortodoxa de utilizar las *kurumaken*. Desde arriba, balancee el brazo hacia abajo.



Posición de lanzamiento.



Lance la *shuriken* directamente hacia el objetivo.

[Yoko-uchi (lanzamiento lateral)]

Deslízcala lateralmente. Esta técnica se muestra a menudo en los mangas; no obstante, es casi imposible realizarla. Es necesario sujetar las *shuriken* con fuerza para poder realizar un lanzamiento potente.

[Cómo llevar las *shuriken*]

Las *shuriken* se llevaban en una bolsa de piel de ciervo colgada de la cadera. También se colocaban algunas *shuriken* en un bolsillo oculto a la altura del pecho a modo de protección y para acceder a ellas fácilmente en caso de ataque por parte de los enemigos.

Nota de los editores

La publicación de la revista MMC Vol. 5 ha sido posible gracias a la cooperación de un gran número de personas con talento y dedicación, y me gustaría expresar mi profundo agradecimiento a todos aquellos que aceptaron nuestras peticiones para ser entrevistados. Este número está centrado en la industria aeroespacial, como una continuación del Vol. 1. La fabricación aeronáutica aprovecha al máximo el uso de los materiales y tecnologías de procesamiento más novedosos, y ofrecemos entrevistas con personas que trabajan en aspectos relacionados con los componentes de mecanizado utilizados para el sector aeronáutico. Espero que, a través de estas entrevistas, pueda sentir la pasión, el alcance y el placer de la fabricación. Esta edición también incluye un informe especial acerca de un nuevo material, el CFRP. El CFRP se utiliza habitualmente en la actualidad, pero cuenta con una larga historia de desarrollo, gracias al entusiasmo de los fabricantes japoneses. También espero que esta edición ayude a compartir el potencial y valor que supone trabajar en la industria aeroespacial, así como fomentar su avance en Japón y en el resto del mundo, debido a su crecimiento.

Yutaka Nada
Editor jefe

Your Global Craftsman Studio Vol. 5
Por el Departamento de estrategia empresarial
Advanced Materials & Tools Company
Mitsubishi Materials Corporation

Está prohibida cualquier copia o reproducción sin permiso del contenido de esta publicación, incluidos textos y fotografías.

Punta de la **shuriken**

1. Arma de *ninja*

Los *ninjas* llevaban muchas más armas aparte de las *shuriken*. Una de ellas era una especie de hoz con cadena. Tenía una forma compacta para poder sujetarla fácilmente con una mano. Se ocultaba en un bolsillo para poder acceder a ella fácilmente.



Colaboración: MUSEO Ninja de Igaryu

2. ¿Algún personaje histórico fue también *ninja*?

Existen rumores de que algunos personajes históricos fueron *ninjas*. Por ejemplo, algunos creen que Matsuo Basho, el autor de *Oku no Hosomichi*, que se dedicó a recorrer Japón, e Ishikawa Goemon, una especie de Robin Hood que robaba a los ricos para dárselo a los pobres, fueron *ninjas*. Ciertamente, esto es posible, y muchas más personas han visto *ninjas* también.



3. Los *ninjas* no vestían de negro.

Tenemos la idea de que los *ninjas* visten de negro, pero en el *Shoninki*, uno de los tres libros que explican los secretos de las artes *ninja*, se describe a los *ninjas* con ropa de color marrón oscuro o azul oscuro. Antes del uso de la electricidad, no era necesario que la ropa fuera negra para ser invisibles por la noche.





Mitsubishi Materials no es solo un fabricante de herramientas

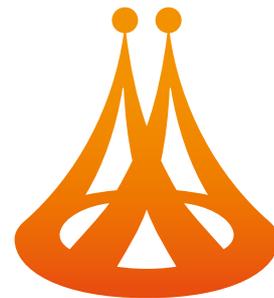
Nos comprometemos a responder con celeridad a los desafíos de nuestros clientes y a contribuir activamente a su éxito con la dedicación de un artesano profesional.

Nos esforzamos por convertirnos en el único fabricante de herramientas del mundo que ofrece a los clientes un servicio exclusivo, su propio «estudio personal de artesanos».

Este lugar permite a los clientes:
 Disfrutar de tecnologías y productos de última generación.
 Encontrar soluciones en cualquier momento y lugar del mundo.
 Compartir nuestro entusiasmo en torno a las últimas tendencias tecnológicas e innovaciones de productos.

Se trata del estudio donde pensamos, compartimos, creamos y desarrollamos, mano a mano con nuestros clientes, apasionantes soluciones que satisfacen sus necesidades específicas.

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO
 MITSUBISHI MATERIALS



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

Significado de nuestro logotipo

Nuestro logotipo representa a personas que se dan la mano dentro de una circunferencia que simboliza la Tierra. El hecho de que se den la mano refleja nuestro compromiso de crecer y lograr el éxito «mano a mano» con nuestros clientes, trabajando estrechamente con ellos para mejorar el rendimiento en todo el mundo.

La forma del logotipo materializa distintas ideas: representa el perfil de las herramientas de corte, que se combina con una letra «M» dominante del nombre Mitsubishi Materials, así como la llama de una antorcha, símbolo de nuestra pasión por el saber hacer artesano.