

# YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO



***REACH FOR THE SKY***

*Affrontiamo insieme le sfide  
dell'industria aerospaziale*



3-8

## RIFLETTORI sul MERCATO INDUSTRIA AEROSPAZIALE



13-14

## LA STORIA DI MITSUBISHI

Il cuore della produzione nel centro di Tokyo

- Stabilimento di Tokyo -



15-18

## ARCHIVIO TECNOLOGICO

Cambiare il mondo con nuovi materiali

La storia lunga mezzo secolo del CFRP



9-12

## FOCUS sulle PRESTAZIONI

IHI Corporation

Soma No.2 Aero-Engine Works



19-22

## STORIE DI ARTIGIANI

Punta per la lavorazione del CFRP:

Serie MC

Sviluppo di nuovi materiali



23-24

## SU DI NOI

Central Research Institute  
Thin Films and Coatings Department  
L'Istituto di Ricerca che sostiene il settore aerospaziale con lo sviluppo di materiali e rivestimenti



25-28

## FOCUS INNOVAZIONE

Sviluppo di utensili rotanti di nuova generazione



29-30

## WA (la cultura giapponese)

Lo Shuriken giapponese

## EDITORIALE



### Fumio Tsurumaki

Managing Executive Officer of  
Mitsubishi Materials Corporation  
Presidente di Advanced Materials  
& Tools Company

Come produttori di utensili abbiamo sempre davanti a noi una metaforica montagna da scalare: la montagna composta dai nuovi materiali in continua evoluzione. Materiali sempre più leggeri e resistenti, utilizzati in una gamma sempre più ampia di applicazioni. I telai e i motori aerospaziali sono un ambito in cui è possibile trovare i materiali più avanzati. La nostra missione è collaborare con i clienti dell'industria aerospaziale con l'obiettivo di raggiungere la vetta di questa impervia montagna che abbiamo dinanzi, l'apice della nuova tecnologia di lavorazione. Da parte nostra sono necessarie determinazione, forza e capacità di formulare giudizi rapidi e accurati e di intraprendere azioni efficaci per superare gli ostacoli che si incontrano lungo il cammino.

D'altro canto, è nostro compito disporre delle risorse necessarie quali prodotti, tecnologie di lavorazione e capacità produttiva, insieme a investimenti e risorse umane, che ci confluiscano la necessaria forza per riuscire nell'impresa. Se si dispone di tutto ciò, è allora possibile pianificare la strada da percorrere, ed è solo a questo punto che il produttore e il cliente possono avventurarsi nell'ardua scalata verso la cima.

Sono fiducioso nel fatto che Mitsubishi Materials Craftsman Studio continuerà a essere un luogo in cui trasmettere le conoscenze, trovare un rifugio ristoratore e condividere la gioia di aver raggiunto la vetta.



# Essere il partner migliore per il successo dei nostri clienti

Grazie per il vostro interesse verso questa quinta edizione di Your Global Craftsman Studio.

L'innovazione tecnica registra una rapida evoluzione in diversi settori economici, e quello aerospaziale, di cui si occupa il presente numero, non fa eccezione. Mantenersi aggiornati con l'innovazione richiede ai produttori di utensili di definire tecnologie di lavorazione per nuovi materiali quali le leghe di alluminio e litio e i compositi a matrice ceramica (CMC).

Per poter rispondere ai bisogni dei clienti che usano materiali all'avanguardia dobbiamo essere in grado di anticipare le loro esigenze e dare priorità alla commercializzazione di prodotti che non solo le soddisfino, ma che le superino. Guardare oltre i limiti dei prodotti e dei servizi per migliorarli e rispondere ai bisogni del cliente: è così che si generano fenomeni che superano la nostra immaginazione. Noi produttori di utensili dobbiamo pertanto selezionare i nostri obiettivi e sviluppare tecnologie che rispondano efficacemente alle specifiche esigenze dei settori dei nostri clienti. Mitsubishi Materials ha rinforzato i suoi approcci in ciascuno dei settori a cui si rivolge, e il reparto aerospaziale appena citato ne è un esempio significativo.

Diventare un vero partner commerciale per i singoli clienti significa condividere una profonda comprensione reciproca e realizzare i prodotti attraverso interazioni "face-to-face". Per garantire questo stretto contatto e fornire ai nostri clienti un supporto tecnico dettagliato abbiamo istituito cinque centri tecnici nel mondo. Abbiamo anche aggiunto a questa rete di supporto il Centro Tecnico del Giappone centrale con sede a Gifu. Oltre che fornire assistenza alle industrie aerospaziali e automobilistiche del Giappone centrale, l'istituzione di questo centro ci consente di fornire un più ampio servizio anche a tutto il Giappone occidentale; siamo inoltre impegnati a espandere e migliorare ulteriormente la nostra rete di centri tecnici per garantire una copertura globale.

A maggio 2017, abbiamo presentato DIAEDGE, un nuovo brand fondato sul desiderio di fornire un valore aziendale ancora più rilevante per i nostri clienti nel settore del metallo duro. Siamo impegnati nel continuo sviluppo di prodotti di alta qualità come i diamanti ("DIA", abbreviazione di "Diamond") e che forniscano prestazioni sofisticate come un tagliente affilato (EDGE), prodotti che incarnino il nostro entusiasmo e la nostra passione per l'eccellenza.

Siamo fiduciosi che Your Global Craftsman Studio continuerà a essere un ambiente innovativo in cui potremo lavorare insieme fianco a fianco per migliorare ulteriormente la nostra linea di prodotto, che rappresenta uno dei migliori marchi al mondo nel settore del metallo duro cementato.

Mitsubishi Materials continua a fare leva sugli sforzi comuni dei dipendenti dell'intera azienda per garantire la rapida fornitura di servizi ideando soluzioni efficaci per i propri clienti. La nostra missione è fornire le tecnologie, i prodotti e le risorse umane migliori per supportare il successo dei nostri clienti.

Shinichi Nakamura  
Executive Officer di  
Mitsubishi Materials Corporation  
Vice President di  
Advanced Materials & Tools Company



**YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO**

RIFLETTORI sul  
MERCATO

## INDUSTRIA AEROSPAZIALE



L'AIRBUS A320neo è in servizio dal 2016.

IL BOEING 737MAX è entrato in servizio nel 2017.

# Competere nell'industria aerospaziale globale

Nuovi modelli, con sempre più attenzione all'ambiente.

## La forte domanda promuove l'espansione del settore

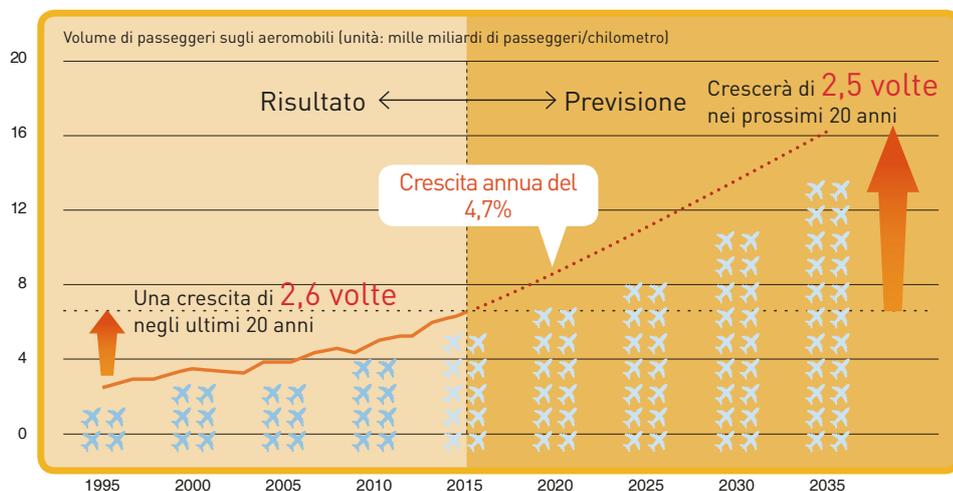
Con la crescente spinta delle economie emergenti, si prevede che il numero globale di passeggeri sugli aeromobili (Aircraft Passenger Volume) continuerà a mantenere l'alto tasso di crescita annua del 5%. Alla fine del 2016, la quota totale stimata dalle restanti commesse confermate da due delle maggiori compagnie aeree, AIRBUS (Europa) e BOEING (U.S.A.) era pari all'85%. I piccoli aeromobili a corridoio singolo con circa 150 posti a sedere sono molto diffusi nei mercati con voli a corto o medio

raggio dei paesi densamente popolati come la Cina e l'India. AIRBUS e BOEING producono circa 1.000 piccoli aeromobili l'anno. Gli aerei regionali per il trasporto passeggeri con circa 100 posti a sedere sono stati fino ad ora prodotti da due grandi società, EMBRAER (Brasile) e BOMBARDIER (Canada); è tuttavia previsto l'ingresso sul mercato di SUKHOI (Russia), COMAC (Cina) e Mitsubishi Aircraft (Giappone), incrementando la competitività del settore. Inoltre, i motori montati sugli aeromobili per

trasporto passeggeri sviluppati nel 21° secolo sono più rispettosi dell'ambiente, con minori emissioni acustiche e un'elevata efficienza dei consumi di carburante. La crescita prevista per l'industria aeronautica comporterà sviluppi e modifiche nel settore produttivo, aprendo nuove opportunità e ponendo delle sfide entusiasmanti.

## La domanda di aeromobili per trasporto passeggeri continua ad aumentare del 5% l'anno

Fonte: Japan Aircraft Development Corporation



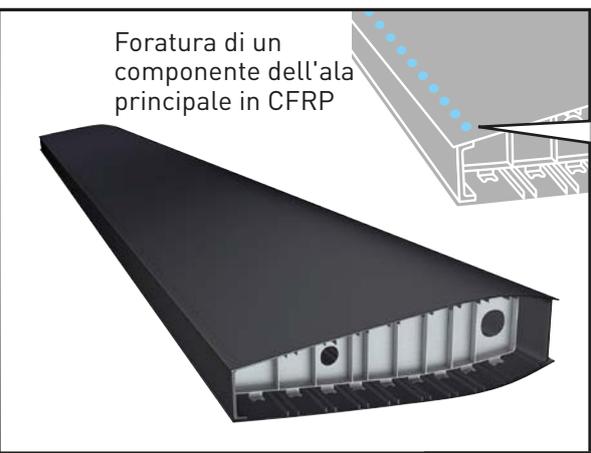
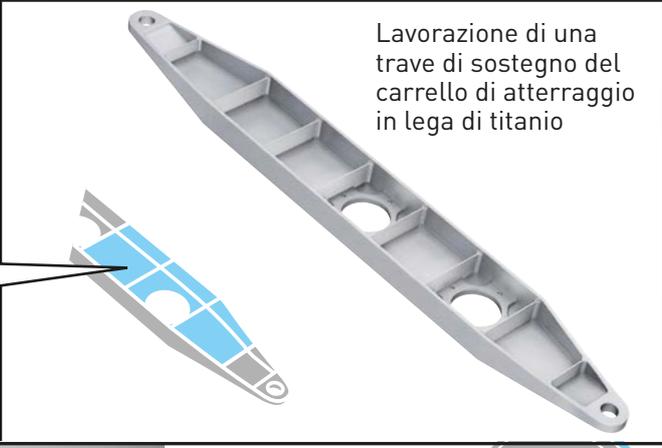
# La produzione di utensili da taglio fa passi da gigante seguendo lo sviluppo di nuovi materiali per il settore aeronautico, in continua evoluzione

L'aumento della domanda di aeromobili per trasporto passeggeri sta spingendo le aziende produttrici dei diversi componenti ad accrescere la produttività.

Un aereo passeggeri è composto da più di 3 milioni di parti. Per raggiungere la maggiore efficienza possibile nell'uso dei carburanti,

sono stati sviluppati materiali più leggeri, più solidi e resistenti alla corrosione per la cellula e il carrello di atterraggio, e materiali resistenti alle alte temperature da utilizzare nel motore. I materiali impiegati nella produzione degli aeromobili si sono evoluti notevolmente negli ultimi anni. L'uso di leghe sempre più

performanti e altamente resistenti al calore, di leghe di titanio e di alluminio e di materiali compositi come il CFRP è ormai la norma. Poiché questi materiali sono tutti difficili da lavorare, gli sviluppatori di utensili lavorano insieme ai produttori di aeromobili e di macchine utensili nella ricerca e sviluppo di metodi di processo ad alta efficienza, alta qualità e alta precisione.

<p><b>Cellula dell'aeromobile</b></p> 	<p>Foratura di un componente dell'ala principale in CFRP</p> 	 <p>Punta rivestita di diamante</p>
 <p>Fresa a testina intercambiabile</p>	<p>Lavorazione di una trave di sostegno del carrello di atterraggio in lega di titanio</p> 	<p><b>Carrello di atterraggio</b></p> 
<p><b>Motore a propulsione</b></p> 	 <p>Lavorazione del profilo diametro interno ed esterno di un disco in lega resistente al calore</p>	<p>Inserti per la tornitura di materiali difficili da tagliare</p> 



**Competere nell'industria aerospaziale globale**

RIFLETTORI sul  
MERCATO

## INDUSTRIA AEROSPAZIALE

Volare sulla scena globale  
con l'industria aerospaziale

## Il network globale di Mitsubishi Materials

L'alto numero di commesse provenienti da tutto il mondo ha incentivato la crescita del settore aerospaziale per trasporto di passeggeri. Nell'autunno 2016 Mitsubishi Materials ha istituito l'Aerospace Department, per garantire ai propri clienti

prodotti e servizi della più alta qualità. Come estensione di questo nuovo reparto in Giappone, nuovi dipendenti sono stati assegnati alle sedi europee e statunitensi per fornire risposte rapide e complete ai clienti. Inoltre, è stata stabilita una

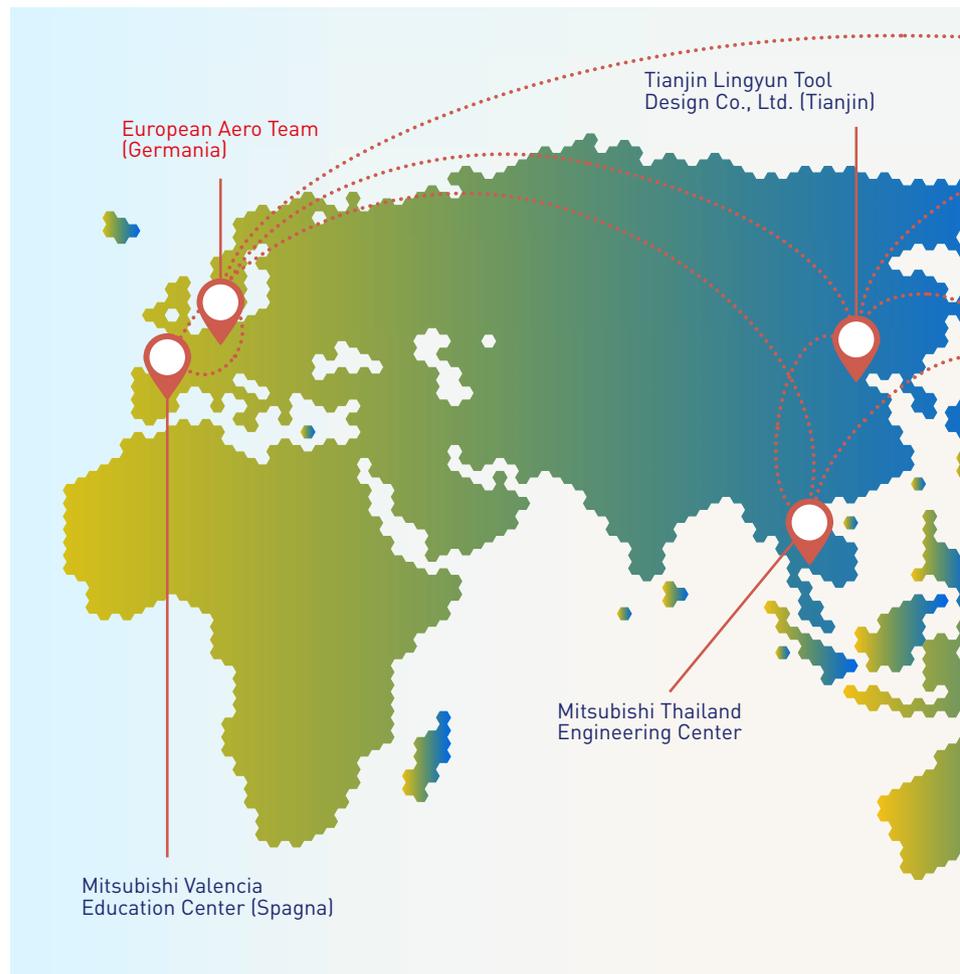
stretta relazione con sei centri tecnici in Giappone, Europa e Stati Uniti, e con università e istituti di ricerca sia locali che all'estero per sviluppare tecnologie di lavorazione innovative.

## EUROPA

Un lavoro di squadra  
che supera i confini  
nazionali

Gli uffici vendite di Mitsubishi Materials in Europa, Russia e Turchia, e il centro tecnico in Spagna (MTEC) fungono da basi produttive per gli utensili da taglio. L'"European Aero Team" presso MMC HARTMETALL GmbH (Germania) collabora regolarmente con lo staff tecnico residente in Inghilterra, Francia, Italia, Spagna e in molti altri paesi per fornire le soluzioni più avanzate ai produttori del settore aerospaziale.

Nel 2014 Mitsubishi Materials è entrata a far parte dell'Advanced Manufacturing Research Center (AMRC). Molte aziende produttrici dell'industria aerospaziale di tutto il mondo hanno aderito all'AMRC per prendere parte alla ricerca, allo sviluppo e al collaudo di una nuova generazione di tecnologie produttive, e il ruolo di Mitsubishi Materials in un ampio numero di progetti dell'AMRC è stato notevolmente apprezzato. Inoltre, Mitsubishi Materials partecipa attivamente alle principali fiere del settore aerospaziale, come il Paris Air Show (Francia) e il Farnborough International Airshow (Inghilterra), entrambi con cadenza biennale.



Akira Osada  
General Manager dell'Aerospace Department,  
Advanced Materials & Tools Company,  
Mitsubishi Materials Corporation

## Soluzioni Mitsubishi Materials

Per garantire ai singoli clienti del settore aerospaziale soluzioni rapide e complete in termini di prodotti e servizi, Mitsubishi Materials ha fondato l'Aerospace Department. Sono passati sei mesi dall'entrata in operatività del dipartimento, il cui obiettivo è fornire ai clienti il più alto

livello di specializzazione, tecnologia e qualità. Determinata a far progredire lo sviluppo, Mitsubishi è certa che continuando a lavorare dal punto di vista del cliente manterrà la posizione di "Global Craftsman Studio", fornendo soluzioni che contribuiscano allo sviluppo del settore aerospaziale.

**GIAPPONE**

## Un'élite di professionisti nelle lavorazioni che ha un ruolo attivo a livello globale

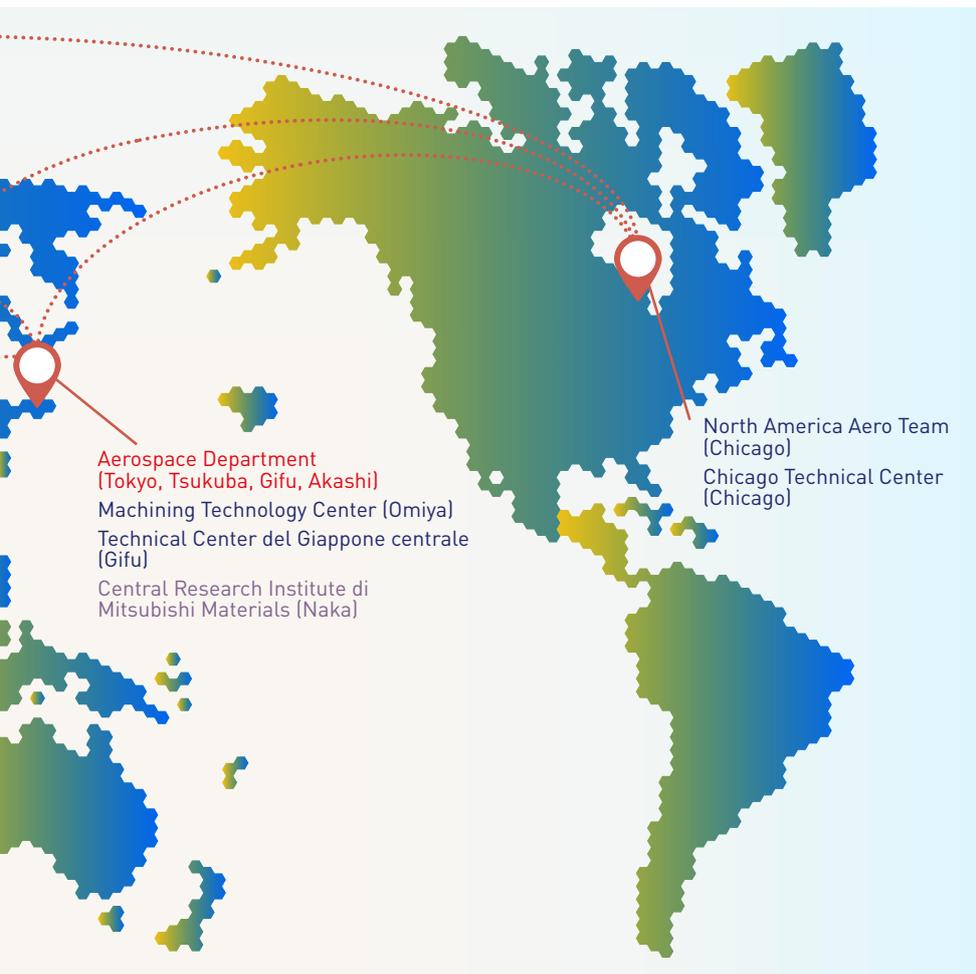
L'Aerospace Department svolge un'ampia gamma di funzioni essenziali per il nostro successo. Tra queste, lo sviluppo marketing, la progettazione e la creazione di prototipi presso centri interni sotto le direttive della sede centrale (Tokyo), per fornire risposte rapide e complete alle richieste di clienti non solo in Giappone, Europa e Stati Uniti, ma anche nei mercati asiatici in rapida crescita.

Aperti a giugno 2017, il Machining Technology Center (Omiya) e il Technical Center del Giappone centrale (Gifu) vantano al proprio interno le più

avanzate macchine utensili a 5 assi, macchine multi-tasking e altri dispositivi di misurazione e analisi per gestire un'ampia gamma di test di lavorazione. Il personale di questi due centri collabora con lo staff degli altri centri tecnici di tutto il mondo, migliorando reciprocamente le proprie tecniche specializzate.

Sin dalla sua fondazione, nel 2013, il personale del centro ha interagito attivamente con numerosi ricercatori universitari. Ha inoltre partecipato al progetto del Collaborative Research Centre for Manufacturing Innovation (CMI) dell'Institute of

Industrial Science della University of Tokyo, un progetto finanziato dal Ministero dell'economia, del commercio e dell'industria. Questa ricerca tecnologica in collaborazione con istituti di ricerca, costruttori di macchine utensili e con il Central Research Institute di Mitsubishi Materials (Naka) contribuisce a far progredire lo sviluppo di utensili da taglio unici e altamente performanti. L'Aerospace Department continua a volare in tutto il mondo con la preziosa collaborazione dell'industria aeronautica per incrementare la produttività dei propri clienti.



**Aerospace Department**  
(Tokyo, Tsukuba, Gifu, Akashi)  
Machining Technology Center (Omiya)  
Technical Center del Giappone centrale (Gifu)  
Central Research Institute di Mitsubishi Materials (Naka)

North America Aero Team (Chicago)  
Chicago Technical Center (Chicago)

**USA**

## Un alto grado di specializzazione in un'industria primaria in USA

Quella aerospaziale è un'industria primaria negli Stati Uniti. Questo gigantesco settore è formato da un'ampia varietà di produttori, sia grandi che piccoli. Mitsubishi Materials U.S.A. ha sede centrale a Los Angeles, Marketing Department e Technical Center a Chicago, e due siti di produzione di utensili da taglio negli stati limitrofi per soddisfare le necessità dei clienti.

Recentemente è aumentato il bisogno di lavorazioni a elevate prestazioni per grandi parti strutturali realizzate in leghe di alluminio e di titanio. Il North America Aero Team fornisce soluzioni interessanti ed efficaci applicando competenze specializzate di elevata qualità. Grazie alla sua ampia rete globale, Mitsubishi Materials è in grado di fornire servizi rapidi agli impianti di produzione aerospaziale di tutto il mondo. Inoltre portiamo avanti attivamente la cooperazione con istituti di ricerca specializzati nelle tecnologie di lavorazione di prossima generazione.

Analisi con i clienti

Progettazione degli utensili

Creazione di prototipi

Test di lavorazione

Consegna dei prototipi



Fornire stime e proporre soluzioni



Determinare specifiche e obiettivi prestazionali



## Competere nell'industria aerospaziale globale

RIFLETTORI sul  
MERCATO

## INDUSTRIA AEROSPAZIALE

# In Giappone centrale è stato fondato un nuovo Technical Center dedicato alle industrie aerospaziali e automobilistiche.

Il Technical Center del Giappone centrale è un impianto da 15 miliardi di yen (circa 112.169.991 milioni di Euro) ubicato presso lo stabilimento Mitsubishi Materials di Gifu. Il nuovo impianto fornisce soluzioni interessanti quali le analisi CAD/CAM/CAE, test che utilizzano un'ampia gamma di macchinari e un efficace servizio di assistenza tecnica. Include inoltre un'importante Accademia della Lavorazione che opera in funzione del motto "Your Global Craftsman Studio, for You and the World".

Oltre al Machining Technology Center di Saitama dedicato al Giappone orientale, Mitsubishi Materials ha altri centri tecnici negli Stati Uniti, in Spagna, Cina e Thailandia. Il nuovo Technical Center del Giappone centrale funge da seconda base in Giappone per fornire un servizio più esteso nella zona occidentale del paese e alle industrie aerospaziali e automobilistiche presenti nel centro geografico del paese.

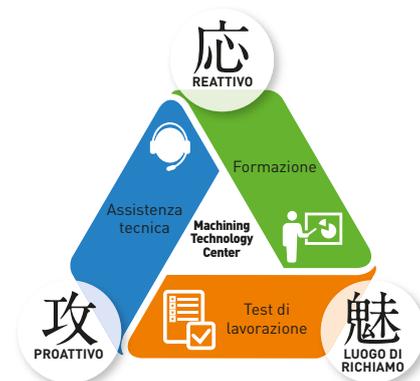
Il Machining Technology Center di Saitama utilizza le attrezzature più avanzate e i materiali più innovativi per sviluppare una nuova generazione di tecnologie di lavorazione in collaborazione con i clienti. Al contempo, l'ampliata gamma di attrezzature presso il nuovo Technical Center del Giappone centrale ne garantisce la capacità di adempiere la sua missione: fornire assistenza tecnica a un'ampia gamma di clienti utilizzando il vasto bagaglio di conoscenze e know-how.

Il Technical Center del Giappone centrale ha più di 10 macchine utensili installate, tra cui alcune ad elevata precisione, macchine utensili multi-tasking e torni automatici, per condurre analisi CAE e simulazioni CAM in condizioni simili a quelle che si riscontrano presso i clienti. Nel centro vengono simulate le condizioni di lavorazione del cliente, partendo da forma e materiali del prodotto finito, fino al tipo di macchina utilizzata nel suo stabilimento, per avvicinarsi il più possibile alle condizioni reali di lavorazione. Oltre alle simulazioni, sono anche effettuati test di lavorazione per i clienti. Siamo inoltre in grado di gestire materiali di difficile lavorazione con strumenti tradizionali, di sviluppare utensili speciali che soddisfino le esigenze più specifiche dei clienti e di fornire supporto per garantire l'uso più efficiente dei materiali.

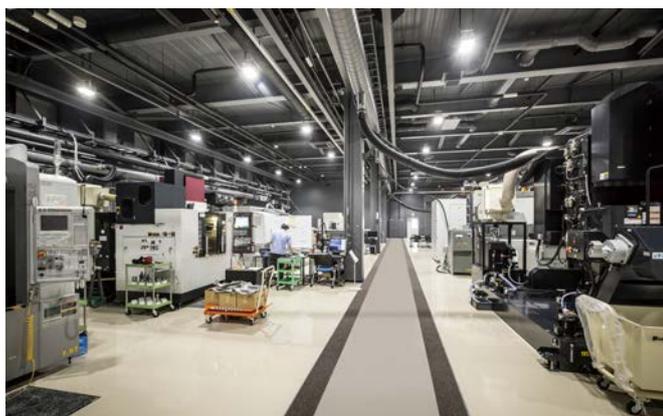
Mitsubishi Materials, attraverso il Machining Technology Center e il Technical Center del Giappone, insieme ai numerosi centri tecnici locali e internazionali in costante collaborazione, fornisce soluzioni rapide ed efficaci orientate al cliente, ovunque e in qualunque momento. Viene inoltre incoraggiata l'innovazione perseguita in collaborazione con università ed altri enti, al fine di far progredire la ricerca e lo sviluppo delle tecnologie di lavorazione del futuro. Oltre a ciò, a partire da giugno 2016 presso il Machining Technology Center è stato attivato il programma di formazione Machining Academy, che punta a trasmettere le tecnologie in un'ampia varietà di aree, comprendendo le teorie della lavorazione di base e avanzata, la prevenzione dei danni

agli utensili, la risoluzione dei problemi e il miglioramento della linea di produzione, utilizzando numerosi dispositivi analitici e di misurazione. È prevista l'introduzione di un servizio analogo anche presso il Technical Center del Giappone centrale, in modo da ampliare il sistema di formazione di Mitsubishi Materials e trasmettere in maniera sistematica le più avanzate tecnologie di lavorazione ed il know-how ai tecnici dei clienti di Mitsubishi. Nei technical center le soluzioni vengono create, valutate e condivise con i nostri clienti, con l'obiettivo di fornire le soluzioni e i servizi più adatti ai loro specifici bisogni, sostenendone le attività per agevolarne il successo. Anche in questa attività, Mitsubishi Materials, come un artigiano professionista, continua a essere il "Global Craftsman Studio" scelto dal maggior numero di clienti.

## ■ Funzioni del Technical Center



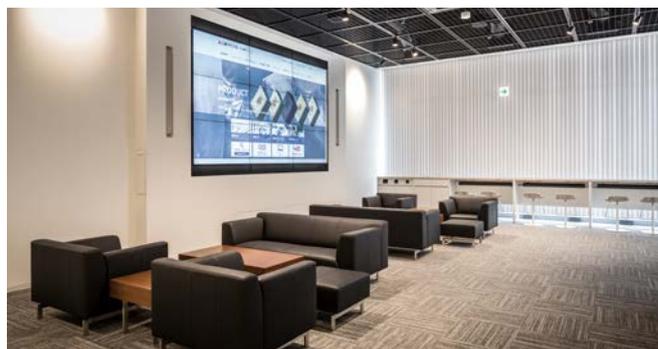
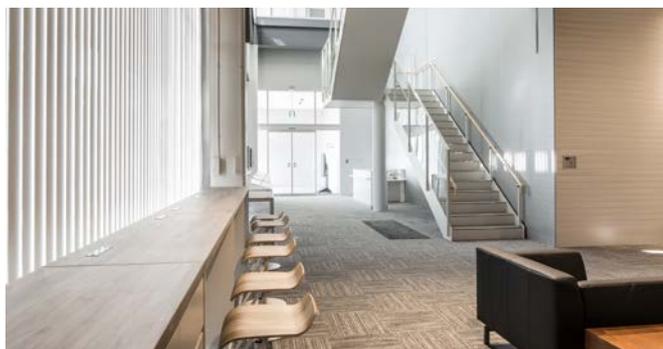
## SALA MACCHINE



## SALA SEMINARI



## RECEPTION



Competere nell'industria  
aerospaziale globale

**FOCUS** sulle **PRESTAZIONI**

# IHI Corporation Soma No.2 Aero-Engine Works

Verso lo sviluppo di nuove tecnologie di lavorazione per far fronte all'incremento della produzione di motori aeronautici

IHI Corporation Soma N.2 Aero-Engine Works produce più di 3.500 componenti per motori aeronautici, tra i quali dischi, blisk e trasmissioni. Dotato di oltre 700 unità di lavorazione, questo impianto impiega più di 100.000 processi produttivi e gestisce la produzione in piccoli lotti di un'ampia varietà di prodotti. In quest'articolo ci concentriamo su questo sito di lavorazione all'avanguardia che supporta l'intera industria aerospaziale.

## IHI: leader nella produzione di motori aeronautici in Giappone

IHI Corporation è impegnata in quattro principali aree di business: "Risorse, Energia e Ambiente", "Infrastrutture Sociali, Impianti Offshore", "Sistemi Industriali, Macchinari per Utilizzazioni Generiche" e "Motori Aeronautici, Spazio e Difesa". La nostra attività di produzione di motori aeronautici rappresenta il 60-70% della nostra produzione totale in Giappone. IHI è anche il principale

appaltatore coinvolto nella produzione della maggior parte degli aeromobili impiegati dal Ministero della Difesa giapponese. L'azienda ha partecipato a diversi progetti internazionali per lo sviluppo congiunto di un'ampia gamma di motori per aeromobili commerciali attraverso l'ideazione, la produzione e la fornitura di moduli e componenti. Inoltre, il know-how accumulato in materia di sviluppo

e produzione di motori viene utilizzato anche nei lavori di manutenzione e riparazione, aspetto notevolmente apprezzato da molti clienti, tra cui compagnie aeree d'oltremare che affidano la manutenzione a IHI.

## Lo stabilimento Soma N.2 Aero-Engine Works, equipaggiato con le attrezzature più avanzate

IHI dispone di quattro impianti per la produzione, l'assemblaggio e la manutenzione di motori per aeromobili: Kure Aero-Engine & Turbo Machinery Works (città di Kure ad Hiroshima), Mizuho Aero-Engine Works (Mizuho-cho, Tokyo),

Soma N.1 & N.2 Aero-Engine Works (città di Soma City a Fukushima). L'IHI Soma Works, il maggiore stabilimento IHI, si trova a Onodai, a 10 km dalla costa del Pacifico nella prefettura di Fukushima.

Il Soma N.1 Works è stato fondato nel 1998 come quarta base di produzione del settore "Motori Aeronautici, Spazio e Difesa", con il parziale trasferimento delle funzioni dell'impianto Tanashi Aero-Engine per la produzione dei componenti dei motori aerospaziali. Nel 2006, le rimanenti funzioni dell'impianto di Tanashi sono state trasferite al Soma N.2 Works. L'IHI Soma Works è dotato di cavi elettrici e tubi dell'aria compressa lungo le travi dell'edificio, per rifornire le differenti attrezzature. Ciò consente la libera disposizione delle attrezzature per permettere una flessibilità di risposta alle variazioni della domanda. Gli impianti sono puliti e privi degli odori dell'olio di lavorazione, consentendo ai dipendenti di lavorare in un ambiente confortevole.





(Da sinistra a destra) Ryoji Takahashi: General Manager; Masayoshi Ando: Ingegnere; Hatsuo Okada: Manager Production Engineering Department, Soma N.2 Aero-Engine Works, settore "Motori Aeronautici, Spazio e Difesa"

## L'accurata lavorazione dei componenti dei motori aerospaziali, grazie al costante sviluppo di nuove tecnologie di lavorazione

Le esigenze del settore aerospaziale sono in evoluzione: insieme a un aumento della domanda, si prevede un'attenzione sempre maggiore per l'ambiente e quindi la richiesta sempre maggiore di motori aerospaziali eco sostenibili. Come risponde a queste esigenze del mercato lo stabilimento Soma N.2 Aero-Engine Works, dove vengono prodotte parti di turbine a bassa pressione? L'abbiamo chiesto al General Manager Ryoji Takahashi, l'ingegnere Masayoshi Ando ed il Manager Hatsuo Okada del Production Engineering Department del Soma N.2 Aero-Engine Works.

### Quali sono i punti di forza del Works, che contribuiscono all'alta quota di mercato di IHI?

**Takahashi:** "IHI vanta una lunga esperienza e un vasto know-how nella produzione e nell'assemblaggio di componenti per motori aerospaziali. L'albero e gli elementi di turbine a bassa pressione sono la nostra specialità, e sono fortemente apprezzati dai nostri clienti. La nostra società è cresciuta grazie ai contratti con il Ministero della Difesa; tuttavia, ultimamente la quota di vendite di motori aeronautici commerciali è aumentata. Inoltre, IHI è una delle poche società a poter vantare l'ampiezza di conoscenze e tecnologie richieste per gestire l'intero processo produttivo dei motori".

### Ci può parlare dell'importanza della precisione nella lavorazione delle componenti per motori aerospaziali?

**Takahashi:** "Molti dei componenti dei motori aerospaziali sono realizzati in materiali leggeri ma estremamente duri e resistenti al taglio; la precisione richiesta nella lavorazione per la maggior parte di questi componenti deve essere inferiore a 0,01 mm. I nostri processi produttivi, gestiti rigorosamente, garantiscono la produzione di componenti di

alta qualità. Lo sviluppo di motori richiede test di lavorazione e valutazioni delle prestazioni degli utensili condotti per un periodo di tempo prolungato, per determinare i processi produttivi finali. Una volta registrati, gli utensili impiegati nei processi produttivi non possono essere modificati facilmente. Naturalmente, se è possibile migliorare notevolmente la produttività vale assolutamente la pena di considerare dei cambiamenti non solo negli utensili, ma anche nei processi produttivi. Qualunque modifica a utensili e processi, tuttavia, deve aderire a procedure rigidamente determinate, essere rigorosamente monitorata e ottenere approvazioni. Per questo motivo, tutto deve essere pianificato con grande cura per prevenire ritardi costosi. Questo principio è vitale per la buona progettazione, prima della produzione di massa, di processi produttivi con elevata precisione e produttività".

### Qual è la situazione attuale della produzione dei componenti per motori aerospaziali?

**Okada:** "Nel tentativo di estendere il raggio di volo, si è perseguito attivamente lo sviluppo di aeromobili di prossima generazione ad alte prestazioni ed elevata efficienza in termini di carburante. I motori installati in tali aeromobili richiedono materiali nuovi, più leggeri e resistenti a temperature più alte".

**Takahashi:** "Pertanto, negli ultimi 10 anni i materiali compositi sono stati spesso impiegati nella realizzazione dei motori. Per ridurre le emissioni di CO2 e il costo di trasporto, è essenziale una migliore efficienza nei consumi di carburante. Per questa ragione l'adozione di CFRP e CMC, leggeri e robusti, è cresciuta nel tempo. Allo stesso tempo, i metalli convenzionali rimangono necessari, e lo sviluppo di leghe metalliche è stato incentivato per ottenere un aumento della resistenza meccanica.





[Sinistra] Koshiro Terashima, Mitsubishi Materials Corporation, Advanced Materials & Tools Company, Sales Division, Ufficio vendite di Sendai

Un incremento della resistenza del materiale lo rende più sottile e leggero, riducendo così il consumo di carburante. Lo sviluppo di materiali compositi e di leghe molto robuste si traduce però in una lavorazione molto difficoltosa. L'espansione della domanda di aeromobili implica inoltre un più massiccio traffico aereo, che comporterà standard di regolamentazione dell'impatto sull'ambiente sempre più rigidi".

#### Qual è la relazione tra miglioramento dei materiali e sviluppo delle tecnologie di lavorazione?

**Takahashi:** "La riduzione del peso è molto efficace. Per esempio, con una riduzione del peso dei componenti rotanti si riduce di conseguenza il peso dei cuscinetti e dei componenti fissi. Riducendo il peso totale del motore si ottiene un significativo aumento dell'efficienza nell'uso dei carburanti, che incide fortemente sui costi operativi. Allo stesso tempo, ciò riduce anche l'impatto sull'ambiente. Tuttavia, aumentando la resistenza meccanica dei materiali la loro lavorazione diventa più difficile. L'espansione del settore richiede un'ulteriore sviluppo delle tecnologie di lavorazione. Di conseguenza, è molto importante avere sia utensili da taglio di alta qualità che tecnologie di lavorazione che riducano il peso dei componenti".

**Ando:** "I componenti più recenti impiegati nella produzione aerospaziale sono realizzati con materiali estremamente costosi e resistenti al taglio. Pertanto, è importante progettare

metodi di lavorazione che prevenivano danni ai prodotti anche nel caso in cui gli utensili si rompessero durante la lavorazione. Oltre a realizzare prodotti di alta qualità riducendo i costi di produzione, che è la nostra missione principale, è quindi molto importante anche prevenire il più possibile qualsiasi danno ai prodotti lavorati".

**Okada:** "Nel futuro i materiali continueranno a evolversi, e gli attuali metodi di lavorazione potrebbero non essere in grado di tagliarli. Anche mantenendo le attuali tecniche di lavorazione, allo stesso tempo i materiali saranno probabilmente lavorati utilizzando altri metodi, quali la lavorazione laser e l'elettroerosione. Di conseguenza gli utensili da taglio potrebbero diventare completamente diversi da come sono adesso".

**Okada:** "Permettetemi di esporvi un esempio recente. Avevamo bisogno di aumentare notevolmente la produttività dei dischi in risposta alla maggiore produzione di motori aerospaziali dovuta all'aumento della domanda. Tradizionalmente, applicavamo la brocciatura per la lavorazione della coda di rondine, l'articolazione utilizzata per installare la lama sul disco; tuttavia, la brocciatura è estremamente costosa e la produzione dell'utensile richiede un periodo di tempo relativamente lungo. Inoltre, è un metodo di lavorazione con bassi parametri di taglio, non consentendo così di aumentare in maniera significativa la produttività. Abbiamo quindi cercato un metodo di lavorazione

completamente nuovo. Per prima cosa, abbiamo pensato di applicare la fresatura alla sgrossatura della coda di rondine: sono passati due anni da quando abbiamo avviato questo sviluppo, e siamo quasi pronti a introdurre il metodo. Il vantaggio della fresatura è la costante stabilità degli utensili e la possibilità di migliorare agevolmente forme e materiali, il tutto aumentando considerevolmente la produttività rispetto alla brocciatura. Ci sono tuttavia anche alcuni svantaggi. In termini di volume di lavorazione, gli utensili per la brocciatura sono meno costosi di quelli usati per la fresatura. L'utilizzo della fresatura portava quindi il problema di dover ridurre il costo totale degli utensili, un obiettivo raggiungibile con un minor numero di utensili impiegati individuando il percorso di lavorazione più idoneo e massimizzando la vita utensile. Abbiamo affrontato diverse difficoltà nel passaggio dalla brocciatura alla fresatura, in parte per mancanza di esperienza, ma il nostro giovane staff ha lavorato con tenacia per superare ogni ostacolo. All'inizio, quando gli utensili si danneggiavano di frequente durante i test di lavorazione, pensavo che avremmo dovuto arrenderci. Il sostegno dello staff di Mitsubishi Materials ci ha invece aiutato a far progredire la progettazione dei metodi di lavorazione, tramite varie prove di lavorazione e valutando le performance di numerosi utensili. L'impegno e l'entusiasmo degli ingegneri di entrambe le aziende hanno portato al successo".





## Diventare l'impianto n°1 a livello globale, utilizzando la migliore tecnologia di lavorazione al mondo

Lo sviluppo di motori eccellenti richiede il raggiungimento della più alta precisione, che consente la riduzione delle perdite di energia, e della maggiore leggerezza possibile. Ciò porta inoltre un miglioramento delle prestazioni ambientali, facendo ridurre il consumo di carburante e le emissioni acustiche e di gas. La chiave per tale miglioramento è lo sviluppo di materiali più leggeri e altamente resistenti al calore, abbinato a tecnologie di lavorazione che tengano il passo di questo avanzamento. La missione del Soma N.2 Aero-Engine Works è di continuare a sviluppare nuovi prodotti sfruttando queste avanzate tecnologie.

Al termine dell'intervista, Ryoji Takahashi, General Manager del Production Engineering Department, ha affermato: "Esiste un particolare modello di business per lo sviluppo di motori aerospaziali commerciali,

il cui rapporto investimento/vendite in IHI è cresciuto gradualmente. È un programma di sviluppo fondato sulla partnership internazionale, che richiede un enorme investimento in termini di tempo e denaro e si sviluppa grazie alla partnership tra le figure di primo piano in un vasto numero di settori. Per condividere il rischio, i costi di sviluppo di ogni partner sono proporzionali alla propria quota di investimento. Inoltre, i partner stabiliscono delle relazioni strategiche a lungo termine per ogni parte di cui si fanno carico, assumendosi la responsabilità di produzione, sviluppo tecnico, assistenza al prodotto e servizi post vendita (pezzi di ricambio, servizi di manutenzione del motore). La forza di IHI è nel know-how inerente la produzione integrata di un elevato numero di componenti dei motori aerospaziali, e nella capacità di esaminare con i propri partner i singoli punti di forza, come gli alberi motore, i componenti dei compressori

e delle ventole ecc., per ampliare i servizi da offrire al mercato. Ampliando la gamma di componenti per questo settore in cui è specializzata, IHI è certa di poter competere con i concorrenti globali. Per riuscire a divenire il principale impianto al mondo, ci impegniamo costantemente nel raggiungere e mantenere un livello di prim'ordine nella manifattura, nella gestione qualità e nelle tecnologie di lavorazione per garantire i massimi livelli di capacità produttiva. Siamo entusiasti della possibilità di installare motori sviluppati da IHI all'interno di aeromobili commerciali completamente Made in Japan. Si tratta di un sogno comune tra chi di noi si è impegnato nello sviluppo e nella produzione di aeromobili in Giappone". Da Soma a tutto il mondo, continuiamo a lavorare sodo per migliorare le nostre tecnologie presso l'IHI Soma N.2 Aero-Engine Works.



# LA STORIA DI MITSUBISHI

Vol. **5**

Il cuore della produzione nel  
centro di Tokyo

## Stabilimento di Tokyo

Mitsubishi Materials Advanced Materials & Tool Company venne fondata nel 1931, con la produzione dell'utensile in metallo duro TRIDIA; lo stabilimento di Tokyo svolse un ruolo centrale nella storia dell'utensile. Non era comune avere un impianto di questa grandezza nel cuore di Tokyo, e questo stabilimento di Mitsubishi Materials fu testimone dei periodi pre e post-bellici, della ripresa economica e della successiva bolla speculativa, diventando il centro della produzione di utensili in metallo duro.

### Inizio della lavorazione delle leghe di metallo duro

Lo stabilimento di Tokyo sorgeva al posto dell'attuale Shinagawa Chuo Park. Nel centro di Tokyo, a pochi minuti a piedi dalla stazione Shimo-shimmei sulla linea Tokyu Oimachi, è stato in funzione dal 1916 fino a circa 25 anni fa. La produzione di utensili in metallo duro di Mitsubishi Materials ebbe inizio 100 anni fa, quando, nel 1916, venne fondato l'istituto di ricerca privato Mitsubishi Goshi Kaisha Mining Research Institute (Central Research Institute), sulla base di una proposta di Koyata Iwasaki. L'istituto si dedicò alla ricerca sul tungsteno, intuendo in anticipo la tendenza del mercato. Nel 1923, avviò la ricerca sulle leghe di metallo duro. Nel 1926 la società tedesca Krupp lanciò WIDIA, il primo utensile al mondo in metallo duro. Le sorprendenti prestazioni di taglio dell'utensile spinsero le società di tutto il mondo ad accelerare la ricerca sulle leghe di metallo duro. Un membro dello staff del Central Research Institute, che all'epoca si trovava in Inghilterra, rimase stupefatto nell'assistere alle prestazioni del WIDIA. Mitsubishi Materials riconobbe

immediatamente il potenziale delle leghe di metallo duro e puntò sul loro sviluppo. Il superamento degli ostacoli si rivelò una sfida molto impegnativa, che richiese alla società otto lunghi anni di sforzi prima del lancio del primo prodotto in metallo duro, TRIDIA, nel 1931. Quando Mitsubishi Materials trasferì il Mining Research Institute a Omiya, l'attività produttiva delle leghe di metallo duro rimase e continuò a operare come filiale di Oi.

### Le rigide condizioni economiche durante la guerra

L'inizio della seconda guerra mondiale nel 1939 ebbe un impatto immediato sull'industria. La domanda di approvvigionamenti bellici come il metallo duro cementato e la stellite aumentarono, mentre i dipendenti delle fabbriche erano inviati al fronte. Nel 1943, la produzione di metallo duro cementato aveva superato 1 tonnellata, e la produzione di stellite 3 tonnellate. Fu in questo periodo che l'impianto divenne indipendente dal Mining Research Institute. Continuando a produrre in veste di Stabilimento Metallurgico di Tokyo, fu presto riconosciuto come struttura di rilievo

nazionale. Lo stabilimento fu danneggiato nel 1944 a seguito dei raid aerei alleati sulla città. Terminato il conflitto, fu inserito nella lista dei possibili beni da includere nelle riparazioni post-belliche e corse il rischio di essere confiscato. L'impianto tuttavia scampò a quel destino e i lavoratori ripresero a pieno ritmo la produzione. La guerra aveva già arrestato bruscamente lo sviluppo degli utensili in metallo duro, che prima della guerra stavano ottenendo un successo significativo; a guerra conclusa, inoltre, le condizioni post belliche non rendevano possibile a nessun'altra società di acquistare l'impianto o investire in esso, e ciò peggiorò considerevolmente la situazione di Mitsubishi Materials. L'alta dirigenza fu costretta a prendere in considerazione la riduzione della produzione e il licenziamento dei dipendenti, ma il sindacato si oppose a tale piano, affermando che se la riduzione della produzione avesse costretto al licenziamento anche di un solo operaio, l'impianto sarebbe stato chiuso. Infine, il 31 ottobre 1948, Mitsubishi Materials non ebbe altra scelta che licenziare una gran parte dei suoi dipendenti, mantenendone solo il numero strettamente necessario alla manutenzione degli impianti



Il Mining Research Institute all'epoca della sua fondazione. La ricerca sulle leghe di metallo duro è iniziata in questo edificio.



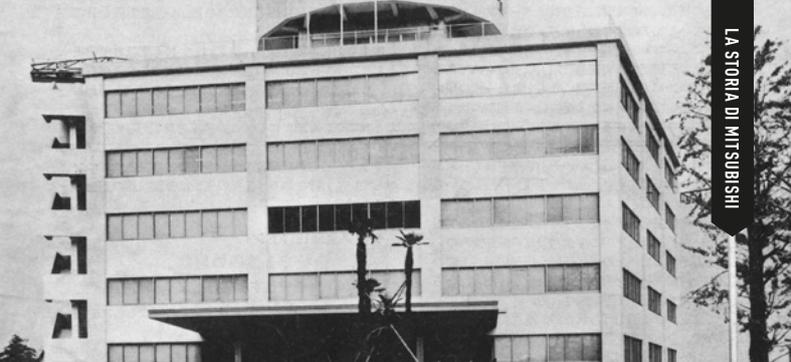
Lo stabilimento di Tokyo nel periodo di forte crescita economica (circa 1960)



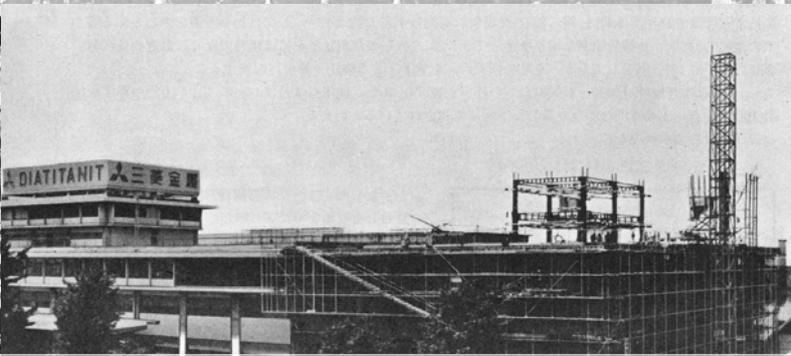
Lo stabilimento di Tokyo prima del passaggio all'impianto di Tsukuba (circa 1986)



Una fotografia commemorativa scattata nel 1937



Il nuovo edificio a 6 piani per rispondere alla produzione di massa



Lo stabilimento di Tokyo ripetutamente rimodellato e ampliato



Lavoro con sistemi CAD



Progettazione di utensili



Il sito è attualmente occupato dallo Shinagawa Chuo Park

e delle tecnologie, ma sperando di poter presto reintegrare tutti in servizio. La società continuò a lottare per tornare allo status precedente al conflitto mondiale, sviluppando anche utensili per l'industria mineraria per i mercati europei e statunitensi. Nel dicembre dello stesso anno, il 1948, gli impianti riaprirono e i dipendenti licenziati vennero immediatamente richiamati.

**La crescita economica e la bolla speculativa**

Nel 1952, l'impianto metallurgico di Tokyo fu ribattezzato Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. Stabilimento di Oi. Dopo un periodo di solida crescita economica, nel 1955 la società accusò una brusca decelerazione per la prima volta dal dopo guerra. In seguito, la produzione aumentò gradualmente, ottenendo profitti record per tre semestri consecutivi dalla prima metà del 1967 fino alla prima metà del 1968. Lo stabilimento crebbe fino a diventare un settore essenziale al supporto dell'intera azienda. Nel 1969 la società costruì lo stabilimento di Gifu, avendo compreso che sebbene sarebbe potuta diventare l'azienda numero uno in

Giappone con lo stabilimento di Oi, questo unico impianto non le avrebbe permesso di diventare la numero uno al mondo. Nel 1970 lo stabilimento di Oi fu ribattezzato Mitsubishi Metal Corporation Tokyo Plant. Ciò avveniva 35 anni dopo il lancio di TRIDIA, e rappresentò un punto di svolta, con la decisione della società di aprire al mercato globale la propria attività relativa al metallo duro.

**Lo spirito del passato viene trasmesso al presente**

Con il passaggio dalla Mitsubishi Metal Mining Company Ltd. dello stabilimento di Oi alla Mitsubishi Metal Corporation dello stabilimento di Tokyo, la produzione degli utensili in metallo duro continuò a crescere. Il dover affrontare la sfida di una significativa espansione della domanda in un brevissimo lasso di tempo condizionò la capacità di assistenza ai clienti e di sviluppo della produzione. L'ubicazione all'interno di un'area urbana rendeva difficile ingrandire l'impianto, e limitava la capacità della società di espandere la propria attività, inclusi i servizi ai dipendenti e i programmi di benefit.

Per ovviare a tale situazione, la dirigenza considerò il trasferimento dello stabilimento di Tokyo ad Ishigemachi, nella contea di Yuki (oggi nota come Joso), vicino alla cittadella delle scienze di Tsukuba nella prefettura di Ibaraki. Lo stabilimento di Tokyo fu trasferito presso la sede di Tsukuba nel marzo 1992. Si conclude così la storia dello stabilimento di Tokyo. Lo spirito di indipendenza e l'impegno per il progresso, sostenuti da tutti i dipendenti, hanno aiutato negli anni lo stabilimento di Tokyo a sopravvivere alle difficoltà, dalla sua nascita fino al trasferimento a Tsukuba. Sono passati 85 anni da quando Mitsubishi Materials ha commercializzato i primi utensili in metallo duro con il nome di TRIDIA. Ora guardiamo ai prossimi 100 anni, per affrontare le nuove sfide mantenendo lo stesso spirito che ci ha aiutato a superare negli anni numerose difficoltà.



Stabilimento di Tokyo

---

# ARCHIVIO TECNOLOGICO

---



# TORAY

**Cambiare il mondo con  
nuovi materiali.  
La storia lunga mezzo  
secolo del CFRP.**

---

Il sogno di un  
aereo nero che  
vola nel cielo

Più leggera dell'alluminio e più forte dell'acciaio, la plastica rinforzata in fibra di carbonio (CFRP) è un materiale rivoluzionario che ha cambiato la produzione di nuova generazione, facendosi strada in applicazioni come le parti strutturali principali degli aerei commerciali per il trasporto passeggeri. La ricerca sulla fibra di carbonio ebbe inizio in Giappone all'inizio degli anni '60. Abbiamo intervistato Shunsaku Noda e Hiroshi Taiko, rispettivamente General Manager e Deputy General Manager della sezione Aerospace Technology, dell'ACM Technology Department di TORAY, per saperne di più sul mezzo secolo di storia della fibra di carbonio e del CFRP.

---

## IN PRIMO PIANO

### Che cos'è il CFRP?

Il CFRP è un materiale composito, a base di fibra di carbonio e resina. I materiali compositi contengono diversi ingredienti per ottenere delle proprietà rinforzate che non possono derivare da un singolo ingrediente. TORAYCA® Prepreg è utilizzato per i componenti degli aeromobili. Viene realizzato forgiando un fascio di 24.000 fibre di carbonio spesse 5 µm in una lastra, poi impregnata di una resina termoindurente come l'epossidica. La lastra viene poi stratificata e indurita, conferendo forza elevata ed elasticità alla fibra di carbonio.

La prestazione del CFRP varia significativamente in base al volume e alla disposizione delle fibre di carbonio (direzione delle fibre, struttura degli strati preimpregnati). Pertanto, è possibile realizzare un'ampia gamma di caratteristiche in base a specifici obiettivi.

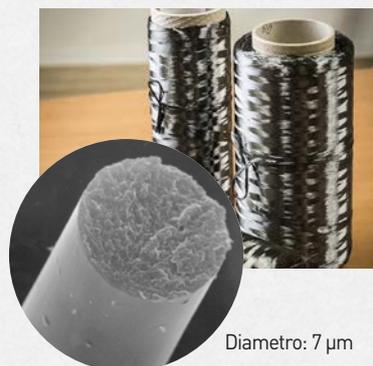
#### Caratteristiche del CFRP

- È leggero e ha un peso specifico di 1,7, appena un quarto del ferro.
- La resistenza alla trazione del CFRP è elevata, pari a 7 Gpa.
- L'elasticità di trazione del CFRP ad alta intensità è pari a 630 Gpa.
- Possiede inoltre eccellente stabilità dimensionale, capacità di smorzamento delle vibrazioni, elevata conducibilità termica, non è magnetico, resiste alla corrosione e ha un'elevata resistenza alle sollecitazioni.

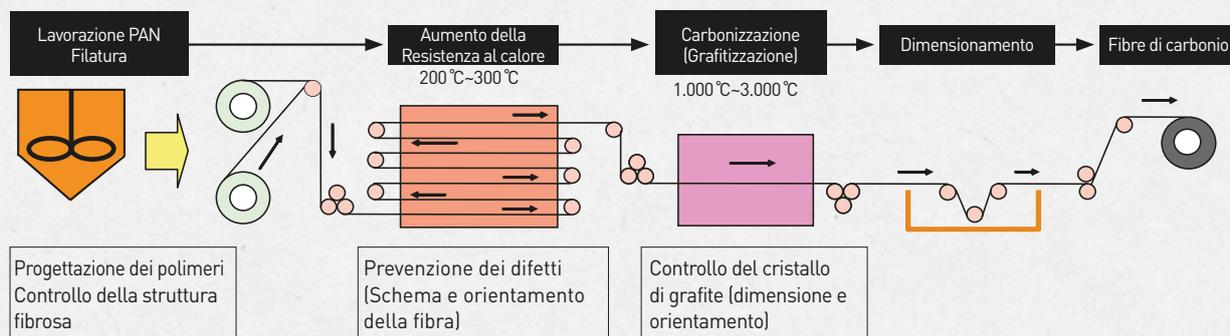
#### Processi di produzione della fibra di carbonio

La produzione della fibra di carbonio a base di PAN (poliacrilonitrile) comprende quattro processi:

- 1) La plastica in poliacrilonitrile viene lavorata e pompata attraverso una macchina di filatura per trasformarla in fibre.
- 2) Le fibre sono trattate termicamente per migliorare la resistenza al fuoco (ossidazione).
- 3) Le fibre vengono nuovamente riscaldate per generare la carbonizzazione.
- 4) La superficie viene trattata per completare il processo.



### Processi produttivi e tecnologia dei componenti per individuare i limiti



## 1 Parte 1950 ~ Nascita e sviluppi della fibra di carbonio

All'origine dello sviluppo della fibra di carbonio troviamo la lampadina, inventata da Thomas Edison e Joseph Swan alla fine del 19° secolo. Il filamento usato in quella lampadina era realizzato in fibra di bambù sottoposta a carbonizzazione: la prima fibra di carbonio al mondo. Quando il tungsteno ne prese il posto per la realizzazione del filamento interno delle lampadine, la fibra di carbonio venne gradualmente dimenticata. Negli anni '50 attirò una rinnovata attenzione quando gli Stati Uniti accelerarono la ricerca e lo sviluppo di puntali per gli iniettori dei missili,

che richiedono un'elevata resistenza al calore.

Nel frattempo, nel 1959 il dottor Akio Shindo dell'Engineering and Technology Institute di Osaka inventò un metodo di lavorazione della fibra di carbonio tramite la carbonizzazione del poliacrilonitrile (PAN). Da quel momento, la ricerca e lo sviluppo sulla fibra di carbonio, nonché la sua commercializzazione, accelerarono. La fibra di carbonio ha una grande resistenza, che la rende ideale come ingrediente per i materiali compositi. Nel 1967 Rolls-Royce, uno dei migliori produttori di motori aerospaziali al

mondo, annunciò l'applicazione del CFRP ai motori a reazione. Quasi contemporaneamente, TORAY avviò lo sviluppo su larga scala della fibra di carbonio utilizzando una fibra acrilica, il TORAYLONTM. Nel 1970, TORAY acquisì un brevetto dal dottor Shindo. Al contrario della maggior parte delle imprese, che gestiscono le loro attività sulla base di previsioni della futura commerciabilità e del potenziale di vendita, TORAY si mosse in maniera audace e, credendo nel potenziale del CFRP, iniziò da subito a lavorare sulla sua produzione, con un investimento impensabile al giorno d'oggi.

2

1971 ~

## La produzione della fibra di carbonio venne avviata prima di comprenderne appieno il potenziale

Nel 1971 TORAY avviò la produzione e la vendita di TORAYCA®300, una fibra di carbonio ad alta intensità con lavorazione PAN. Malgrado la fibra di carbonio attirasse l'attenzione in quanto materiale di nuova generazione, le sue applicazioni principali non erano ancora chiare. TORAY, tuttavia, decise di costruire un nuovo impianto con capacità produttiva di 12 tonnellate, il più grande mai costruito fino ad allora. Una decisione così risoluta si basava sulla convinzione degli operatori TORAY che i materiali ad elevata resistenza avrebbero un giorno riscosso una grande domanda. L'alta dirigenza sognava un aeroplano nero che svettasse in cielo, un aereo realizzato in gran parte in CFRP. Più o meno in quel periodo Rolls-Royce ebbe grandi difficoltà nello sviluppo di un motore per aerei con l'uso del CFRP.

Nel frattempo, i primi prodotti realizzati in fibra di carbonio e commercializzati da TORAY furono le canne da pesca lanciate nel 1972. Il loro peso era circa la metà rispetto alle tipologie esistenti e, sebbene relativamente costose, le loro prestazioni furono molto apprezzate dal mercato. Nello stesso anno, il golfista professionista Gay Brewer Jr. utilizzò una mazza dallo stelo nero realizzata in CFRP, e vinse il torneo Master di Taiheiyo. Il merito della mazza da golf a stelo nero venne rapidamente riconosciuto e i golfisti di tutto il mondo si precipitarono ad acquistarla. In seguito a ciò, il CFRP venne anche utilizzato nella produzione di racchette da tennis, che ne aumentarono ulteriormente la popolarità. Il CFRP aveva finora trovato applicazione principalmente negli sport e nelle attività ricreative. Considerato il potenziale industriale del

CFRP, la distribuzione era decisamente troppo bassa.

Il punto di svolta arrivò nel 1975. La crisi petrolifera che colpì il mercato nel 1973 costrinse i produttori di aeromobili a dare priorità alla riduzione del peso delle cellule per ridurre il consumo di carburante. Rivolsero quindi l'attenzione al CFRP come materiale strutturale secondario per le parti che non influiscono direttamente sulla sicurezza del volo. Fu allora che il sogno di TORAY di vedere il CFRP applicato alla realizzazione di aeromobili si realizzò. Includendo l'applicazione del CFRP ai componenti di aeromobili Boeing e Airbus, nel 1988 la produzione complessiva della fibra di carbonio TORAYCA® aveva superato le 10.000 tonnellate. Molti produttori in paesi come l'Inghilterra o gli Stati Uniti decisero di ritirarsi dal settore del CFRP a causa della bassa redditività, mentre le società giapponesi, inclusa TORAY, che avevano valutato la tecnologia in una prospettiva a lungo termine, continuarono a lavorare allo sviluppo e alla produzione del CFRP, utilizzando fibre di carbonio ad alte prestazioni. Nel 2010, i produttori giapponesi di fibra di carbonio rappresentavano circa il 70% della quota globale.

3

1990 ~

## Applicazione del CFRP come materiale strutturale per aeromobili

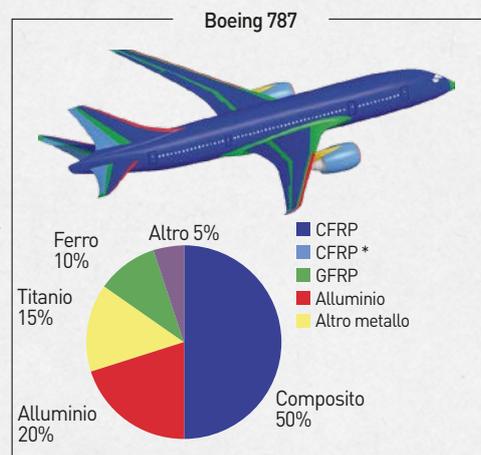
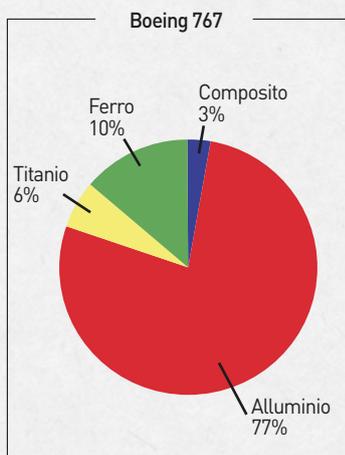
Nel 1990, il TORAYCA® preimpregnato (CFRP in lastre) fu adottato da Boeing come materiale strutturale primario per le cellule (parti importanti che

influiscono direttamente sulla sicurezza), confermando così il CFRP come materiale altamente affidabile e a elevata funzionalità. La resistenza alla trazione

del CFRP è superiore di 10 volte a quella del ferro, ma il suo peso è appena un quarto. Inoltre il CFRP può essere modellato in un'ampia varietà di forme.

Nel progetto per il Boeing 787 lanciato nel 2003, il CFRP costituiva circa il 50% del peso totale dell'aeromobile, inclusa la struttura e le ali. Nel 2006, TORAY e Boeing hanno stipulato un esteso accordo a lungo termine per la fornitura del CFRP.

	Boeing 767	Boeing 787
Cellula	Alluminio	CFRP
Ala principale	Alluminio	CFRP
Ala di coda	Alluminio	CFRP
Flap	CFRP	CFRP



\* (struttura a sandwich)

4

2010 ~

## L'impiego industriale accelera la domanda di CFRP

A partire dal 2010, la domanda globale di CFRP è aumentata rapidamente per coprire un'ampia varietà di applicazioni. Oltre all'impiego negli sport e nei prodotti aeronautici, il materiale è usato in pale di turbine eoliche, soffitti, componenti di automobili come gli alberi motore, serbatoi per gas naturale e veicoli con celle a combustibile, componenti di treni ad alta velocità, alloggiamenti esterni per computer e molto altro.

Il settore dei materiali compositi in fibra di carbonio fa parte della strategia fondamentale di espansione di TORAY. Per promuovere l'uso del CFRP e far aumentare la domanda, TORAY ha investito risorse manageriali in nuovi settori di crescita come le industrie automobilistiche e aeronautiche, e in altre nuove aree. Entro il 2020, TORAY intende aumentare gli investimenti nel Nord America per espandere le proprie attività in questa regione.

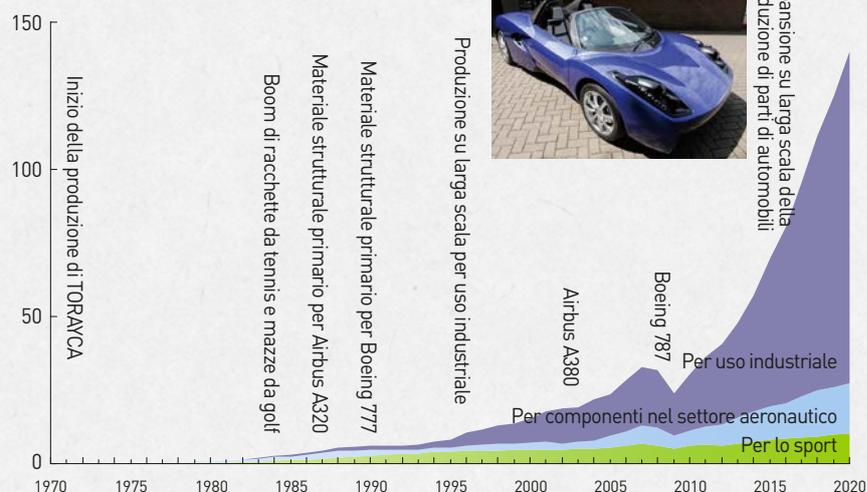
Oggi la forza della fibra di carbonio è ancora un decimo del suo valore teorico, è quindi presente un vasto margine di miglioramento. Il suo costo rimane una barriera alla diffusione sul mercato; tuttavia, di pari passo alle più numerose applicazioni nell'industria delle parti di automobili, la produzione di massa potrebbe ridurre significativamente i costi e far aumentare rapidamente la domanda nel prossimo futuro.

È passato quasi mezzo secolo da quando TORAY ha avviato la prima produzione al mondo di fibra di carbonio. Ciò ha richiesto sforzi continui per un lungo periodo di tempo al fine di individuare mercati stabili. Che cosa li ha motivati? È stata la filosofia aziendale di TORAY, una continuità a lungo termine fondata sul forte desiderio dell'alta dirigenza di vedere un aereo realizzato in CFRP volare nel cielo. Il CFRP continuerà a migliorare e diventerà il materiale più avanzato e altamente funzionale disponibile per le industrie di tutto il mondo.



### Domanda di materiale in fibra di carbonio

(1.000 tonnellate/anno)



## Una riflessione sulla storia del CFRP

**Noda:** Siamo lieti che i prodotti da noi sviluppati cambino il mondo in meglio, contribuendo ad esempio ridurre il consumo di carburanti nell'industria aerospaziale. Quella del CFRP è diventata per TORAY un'attività strategica in espansione, e la nostra missione è quella di accrescerla ulteriormente per fare del CFRP uno dei pilastri fondamentali dell'azienda. Rispetto alla maturità dei materiali metallici, le tipologie, le quantità e le applicazioni dei materiali compositi in fibra di carbonio non sono ancora completamente note. Crediamo tuttavia che il CFRP abbia possibilità

illimitate, e continueremo a esplorarle per migliorare il mondo in cui viviamo.

**Taiko:** Il mio amore giovanile per l'aviazione mi ha spinto a intraprendere una carriera che avesse a che vedere con aerei e razzi spaziali. Il mio sogno di ricercatore e sviluppatore è quello di salire un giorno a bordo di un aeroplano realizzato con materiali che io ho progettato. Il CFRP utilizzato nella produzione del Boeing 787 è stato sviluppato dallo staff senior del reparto Ricerca e sviluppo, e io sono stato coinvolto solo indirettamente. Spero un giorno di realizzare il mio sogno.



TORAY Industries, Inc.,  
Aerospace ACM Technology Department  
(Sinistra) Shunsaku Noda, General Manager  
(Destra) Hiroshi Taiko, Deputy General Manager



# Storie di artigiani

Vol. 6

Kazuya Yanagida:  
Gifu Aero Group, Aerospace Dept.  
(entrato in azienda nel 1997)

Tadashi Yamamoto:  
Gifu Aero Group, Aerospace Dept.  
(entrato in azienda nel 2008)

## Punte per la lavorazione del CFRP: **SERIE MC** Sviluppo di nuovi materiali

Fin dal 2011, anno del lancio del Boeing 787, l'applicazione del CFRP è aumentata gradualmente come materiale nuovo per le cellule, le parti principali delle ali e altri componenti aerospaziali. Diverso dai metalli, il CFRP è realizzato in fibra di carbonio e resina, e la sua lavorazione richiede una tecnica nuova. Abbiamo intervistato lo staff dell'Aero Group di Gifu, impegnato nello sviluppo delle tecniche di lavorazione di questo materiale strategico.



## Quali sono i particolari fenomeni riscontrati nella foratura del CFRP?

– Quali sono i retroscena dello sviluppo?

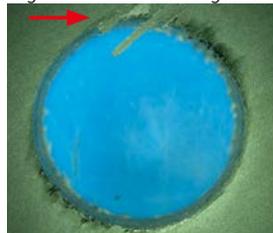
**Yanagida:** Da oltre 10 anni Mitsubishi Materials realizza punte per la lavorazione del CFRP. Applicando il know-how acquisito, abbiamo migliorato le prestazioni di foratura per fornire una gamma più ampia di soluzioni per una grande varietà di materiali CFRP. Il CFRP è composto da strati di fibra di carbonio e resina trattata termicamente. Ha circa un quarto del peso dell'acciaio, ma è 10 volte più forte. È inoltre resistente alla corrosione e al calore e ha un'elevata rigidità. Mentre gli strati di fibra di carbonio sono duri ma fragili, gli strati di resina sono morbidi ma più lavorabili.

**Yamamoto:** Per questo motivo la lavorazione del CFRP è molto diversa dalla lavorazione dei metalli. I principali difetti riscontrati nella foratura sono la produzione di fibre non tagliate, la delaminazione dovuta alla struttura a strati, e il sovradimensionamento del foro quando CFRP e metallo sono sovrapposti (causato da schegge di metallo che consumano i lati del foro nella sezione in carbonio mentre si muovono lungo il tagliente della punta). In questo progetto, abbiamo iniziato controllando tali difetti per esplorare appieno i meccanismi tecnici che li generano.

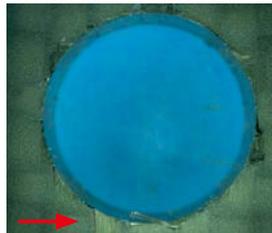
**Yanagida:** Vi sono due tipi di materiali a base di CFRP usati per i componenti degli aeromobili. Uno con resine dalle proprietà termoisolanti, l'altro un materiale agglomerato, composto stratificando il CFRP così ottenuto a alluminio o titanio. Due sono i metodi di lavorazione principali: quello automatico, che impiega per esempio un centro di lavorazione, e quello effettuato manualmente da un operatore. A causa della diversità dei materiali e dei metodi di lavorazione, è estremamente difficile creare un tipo di punta adatta a tutti i processi. Abbiamo quindi sviluppato la serie MC: sette diverse punte per un'ampia gamma di materiali CFRP, introdotta nel mercato ad aprile 2017.

### Esempi di difetti di lavorazione di fori sul CFRP

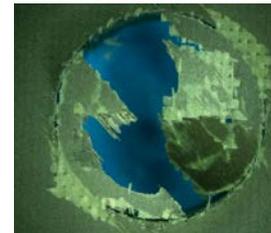
Ingresso: fibra non tagliata



Uscita: delaminazione



Rottura della fibra



## MCA con particolare geometria per ridurre il recesso dei materiali stratificati

– Ci presenta alcuni dei sette prodotti?

**Yanagida:** Vi mostrerò due tipi, l'MCA e l'MCC. L'MCA è una punta per materiali agglomerati di CFRP e alluminio. Il nostro obiettivo era migliorare notevolmente le prestazioni delle punte per CFRP, disponibili come prodotto speciale per i 10 anni precedenti. Spesso foriamo con la stessa punta materiali stratificati composti da fibra di carbonio e alluminio, la cui lavorabilità è completamente diversa. Il problema principale è un fenomeno noto come "recesso". Mano a mano che la punta penetra nel CFRP e lavora lo strato di alluminio, i trucioli di alluminio espulsi possono tagliare la superficie del CFRP. Di conseguenza, i diametri del foro negli strati di CFRP e di alluminio differiscono. Per prevenire ciò, abbiamo modificato la forma del tagliente della punta MCA.

**Yamamoto:** Ci siamo concentrati sulla larghezza dei taglienti, che in genere è uguale per tutta la lunghezza della punta. Al contrario, i taglienti dell'MCA si allargano gradualmente dall'estremità di taglio alla base della punta. All'inizio del processo, la parte sottile del tagliente produce trucioli compatti, che poi scendono con facilità lungo la parte larga della scanalatura senza interferire con la superficie del foro.

**Yanagida:** Abbiamo inoltre applicato la stessa tecnologia utilizzata nella punta MWS per foratura profonda di Mitsubishi Materials, che consente un'agevole eliminazione del

truciolo. Ciò è stato necessario per garantire una migliore qualità della superficie del foro, problema ricorrente nella lavorazione dei materiali stratificati e dei fori profondi. Nello sviluppo della punta MCA, abbiamo anche adottato la tecnologia delle punte MHE utilizzate per lavorare i mozzi ruota nel settore automotive. Le punte MHE sono usate per creare i fori dei bulloni sui mozzi ruota che collegano gli assi dell'automobile alle ruote. Il diametro del foro su ciascun mozzo deve essere preciso, e la qualità superficiale dei fori deve essere estremamente elevata. Per evitare che i trucioli danneggino la superficie del mozzo, l'MHE deve avere diametro dell'elica più stretto rispetto alle punte standard.

**Yamamoto:** Nell'MCA convergono quindi le caratteristiche e il know-how delle punte MWS e MHE. Fondamentalmente, la punta genera inizialmente piccoli trucioli che scendono attraverso la parte più stretta del vano di scarico. I trucioli vengono poi incanalati attraverso la parte superiore del vano di scarico più larga e rimossi senza danneggiare la parete del foro.

## Il tagliente positivo dà priorità alla qualità del taglio

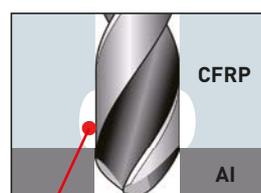
– Ci racconti i retroscena dello sviluppo della punta MCC.

**Yamamoto:** L'MCC è progettata per la lavorazione del CFRP semplice (non agglomerato con altri materiali). Mentre i componenti aerospaziali utilizzano sia CFRP semplice che CFRP stratificato con altri materiali, l'industria automobilistica ed eolica utilizzano quasi esclusivamente CFRP semplice. Fra i nostri clienti, la maggior parte



# MCA

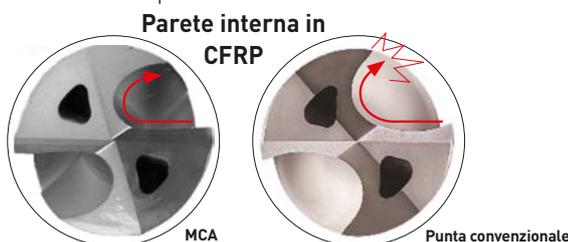
### ■ Recesso



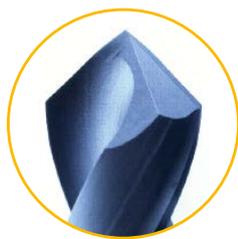
Aumento del diametro del foro prodotto nella lavorazione di materiali stratificati formati da CFRP e metallo

### ■ Nuova forma del tagliente

Il tagliente è stato progettato per ridurre il contatto tra trucioli e parete del foro nello strato in CFRP, consentendo l'agevole rimozione dei trucioli. Questo sistema previene il recesso.



I trucioli entrano in contatto con la parete interna in CFRP, causando il recesso.



#### ■ Angolo di cuspidato a 90 gradi

L'angolo di cuspidato più stretto riduce la spinta dall'inizio della lavorazione e previene la delaminazione.

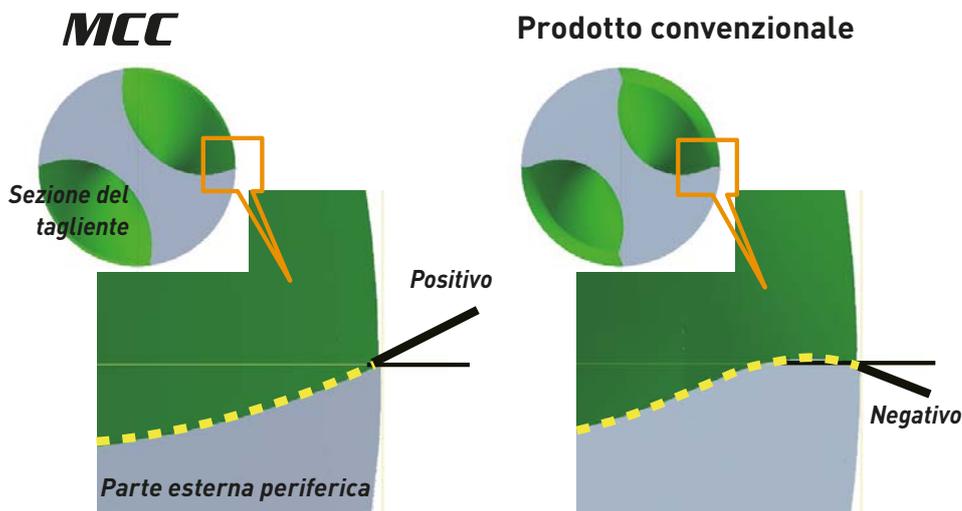
utilizza solo CFRP semplice e la lavorazione maggiormente richiesta è la foratura di piastre sottili.

**Yanagida:** Ridurre la delaminazione all'estremità del foro era il problema principale nella foratura del CFRP semplice. Il CFRP semplice non ha uno strato di metallo all'uscita del foro, quindi non presenta il problema del recesso riscontrato nei materiali stratificati. D'altro canto, poiché l'uscita del foro non presenta il supporto dello strato in metallo che oppone resistenza al taglio quando la punta penetra nello strato di CFRP, si verifica il fenomeno di sbavature all'uscita del foro, chiamato "delaminazione".

**Yamamoto:** Per prevenire la delaminazione, le punte MCC sono estremamente affilate, per un taglio netto delle fibre di carbonio e una ridotta resistenza al taglio. L'aspetto più importante della punta MCC è quindi il tagliente affilato. Le punte presentano in genere un angolo di spoglia negativo per aumentare la resistenza alla flessione e prolungare la vita dell'utensile. Tuttavia, un angolo di spoglia negativo non è in grado di tagliare facilmente i resistenti strati di fibra di carbonio, quindi la punta MCC avrebbe tratto vantaggio da una geometria più affilata. Oltre a tagliare agevolmente il CFRP, riduce la delaminazione all'uscita del foro e la produzione di fibre non tagliate. Inoltre, la delaminazione è moderata anche dal tagliente con angolo di cuspidato a 90 gradi, che riduce la spinta all'inizio del processo di foratura.

#### ■ Spirale con angolo di spoglia profondo

Un angolo di spoglia verticale migliorato rispetto all'asse di rotazione produce un'estremità di taglio più affilata, che riduce in maniera efficace le fibre non tagliate e la delaminazione.



# MCC

#### - Quali sono le caratteristiche del rivestimento?

**Yamamoto:** Le caratteristiche meccaniche del CFRP provocano abrasione subito dopo l'inizio della foratura se lavorate con punte in metallo duro cementato non rivestite. Per aumentare la resistenza all'usura abbiamo applicato un rivestimento diamantato CVD alle punte MCA e MCC.

**Yanagida:** Per massimizzare l'affilatura del tagliente, dovevamo tenere in considerazione sia la forma del tagliente sia la dimensione delle particelle del rivestimento diamantato. La dimensione delle nuove particelle del rivestimento diamantato CVD di Mitsubishi Materials è estremamente ridotta, accrescendo notevolmente l'adesione e migliorando la durata della vita utile dell'utensile di circa 10 volte rispetto ai rivestimenti convenzionali.

#### - Come avete migliorato l'affilatura?

**Yamamoto:** Per aumentare l'affilatura, che era la nostra priorità, abbiamo ricercato i migliori metodi di lavorazione del tagliente e abbiamo massimizzato gli angoli dell'elica e gli angoli di spoglia, elementi fondamentali di tutte le punte. Abbiamo esaminato specifiche combinazioni di angoli per individuare la combinazione migliore al fine di prevenire danni alla punta. In generale, maggiori sono tali angoli, migliore risulterà l'affilatura. Tuttavia, il metallo duro

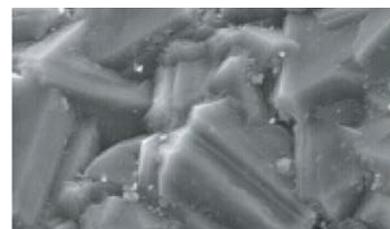
cementato è un materiale fragile che ha una limitata resistenza alla deformazione. Inoltre, a determinare le prestazioni finali è la combinazione fra caratteristiche della punta e materiale con cui viene prodotta, quindi le punte devono essere testate ripetutamente per valutarne la reale efficacia.

Per aumentare l'affilatura è inoltre importante, come precedentemente menzionato, la lavorazione del tagliente. Le punte convenzionali prodotte da Mitsubishi Materials presentano lievi imperfezioni nei taglienti, dovute al processo di pre-rivestimento. Tuttavia, la lavorazione del tagliente delle punte MCC è completamente diversa da quella delle punte convenzionali e consente di creare taglienti lisci e regolari. Utilizzando questo nuovo metodo di lavorazione abbiamo potuto ottenere una maggiore robustezza e affilatura, e di conseguenza il prolungamento della vita utile dell'utensile e una migliore qualità di foratura.

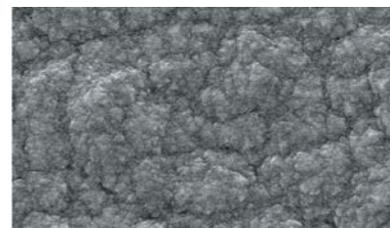
**Yanagida:** Per sostenere lo sviluppo della serie MC, abbiamo condotto una ricerca congiunta con la Vienna University of Technology (TU Wien) in Austria. Quando abbiamo avuto bisogno di condurre dei test sulla lavorazione di prototipi con differenti spessori dei rivestimenti sulle punte, forme delle estremità di taglio e angoli di spoglia, abbiamo chiesto la collaborazione della TU Wien, che ci ha fornito una grande quantità di dati che contribuiranno significativamente al successo di questa importante innovazione.

#### ■ Confronto delle superfici della membrana di rivestimento diamantato CVD

L'esclusivo rivestimento diamantato CVD offre resistenza all'usura e finitura liscia della superficie.



Prodotto convenzionale



Nuovo rivestimento

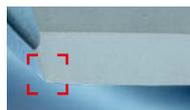
■ Ottimizzazione della forma (confronto delle creste)



Lavorazione convenzionale del tagliente



Nuova lavorazione del tagliente per CFRP



■ Riduzione della dimensione R - Migliorare l'affilatura

■ Tagliente regolare - Prolungamento della vita utile dell'utensile



Difficoltà e risultati ottenuti nella lavorazione di nuovi materiali.

– Quali sono le difficoltà incontrate durante lo sviluppo della punta MCC?

**Yamamoto:** Insieme alle difficoltà affrontate, abbiamo anche avuto la possibilità di imparare dalle sfide della lavorazione del CFRP. Sono stato trasferito all'Aerospace Department dell'Aero Group di Gifu al momento dell'apertura, nell'ottobre 2016, per iniziare a lavorare allo sviluppo della punta MCC. Avevo esperienza nello sviluppo di punte per metalli, ma è stata la prima volta in cui ho lavorato su punte per CFRP.

**Yanagida:** Gli sviluppatori del reparto, tra cui Yamamoto, hanno creato i prototipi. Rettifichiamo gli utensili personalmente, considerando le migliori condizioni inclusi gli angoli di taglio, la velocità e i tipi di mola, e continuiamo a creare prototipi mano a mano che approfondiamo le nostre conoscenze.

**Yamamoto:** Abbiamo rivalutato più volte le condizioni di rettifica, dando priorità alla qualità dell'affilatura. Durante tali processi, abbiamo selezionato i prototipi più promettenti per testarli ulteriormente, e abbiamo chiesto ai clienti di verificarne la qualità e le prestazioni. Siamo stati naturalmente molto felici di sentire le parole:

"È di gran lunga migliore della punta che stiamo usando al momento".

**Yanagida:** Poiché progettiamo, realizziamo e testiamo i prototipi in autonomia, rileviamo immediatamente anche le minime differenze nelle prestazioni. MMC ha potuto lanciare sul mercato le punte MCC con eccellenti caratteristiche proprio perché Yamamoto ha seguito personalmente i test e migliorato le prestazioni basandosi sull'osservazione diretta del prodotto.

– Ci parla dei piani per lo sviluppo futuro di punte per materiali a base di CFRP?

**Yanagida:** L'esigenza fondamentale nella produzione di parti per aeromobili è la sicurezza dell'aeromobile stesso. Anche il prolungamento della vita utile degli utensili è un obiettivo importante, ma la qualità dei fori è prioritaria e ci impegniamo per realizzare entrambe le cose. Prevediamo che la resistenza meccanica del CFRP migliorerà e che la comparsa di nuovi materiali stratificati combinati con l'acciaio inossidabile farà sì che i materiali diventeranno sempre più difficili da lavorare. Mitsubishi Materials continua a condurre una ricerca congiunta con i produttori di fibra di carbonio e lavora con università impegnate in ricerche all'avanguardia per approfondire la comprensione della lavorazione del CFRP e aumentare la capacità di rispondere alle esigenze mutevoli del mercato.

– A conclusione della nostra intervista, avete un messaggio per i vostri clienti?

**Yanagida:** Le norme JIS e ISO non hanno ancora classificato le strutture in CFRP. Esistono diversi tipi di resine in fibra di carbonio, con vari spessori e metodi di filatura. Pertanto è necessario personalizzare le punte in base al materiale utilizzato per garantire la più alta qualità dei fori. Siamo pronti a soddisfare le esigenze dei clienti, quindi vi invitiamo a contattarci.

**Yamamoto:** La serie MC è inserita nel catalogo come prodotto standard. Tuttavia, credo che sia meglio considerarla un semi-standard, che viene personalizzato su misura in base alle specifiche esigenze dei clienti. Ci impegniamo a soddisfare le richieste dei clienti in maniera rapida ed efficace, quindi vi invitiamo a richiederci una consulenza.

■ Linea di prodotti della serie MC

Materiale lavorato	Macchina utensile	Macchina CNC	Utensile manuale
CFRP CFRTP	Per CFRP semplice	<b>MCC</b> DD2105	Per lavorazione di CFRP semplice con utensili manuali <b>MCCH</b> DT2030
CFRP Al	Per materiali stratificati CFRP/Al	<b>MCA</b> DD2110	Per lavorazione di materiali stratificati CFRP/Al con utensili manuali <b>MCAH</b> DT2030
CFRP Ti	Per materiali stratificati CFRP/Ti	<b>MCT</b> TF15	Lavorazione di fori di elevata precisione in materiali stratificati CFRP/Ti <b>MCW</b> HT110

\*CFRTP = resina termoplastica rinforzata con fibra di carbonio



SU DI NOI

Central Research  
Institute  
Thin Films and  
Coatings  
Department

## L'Istituto di Ricerca che sostiene il settore aerospaziale con lo sviluppo di materiali e rivestimenti

Il Thin Films and Coatings Department del Central Research Institute della Mitsubishi Materials Corporation conduce ricerche e sviluppa materiali e rivestimenti per ottenere un netto miglioramento delle prestazioni degli utensili da taglio. In questo numero, parliamo di questo sito all'avanguardia e della sua attività di ricerca e sviluppo.

Chiedete al  
Manager!

Takatoshi Oshika  
Manager, Thin Films and Coatings Department,  
Central Research Institute

Fornire valore aggiunto attraverso nuovi processi e tecnologie al fine di creare materiali unici.



### Pionieri nella ricerca e sviluppo con tecnologie di analisi e valutazione all'avanguardia

Il Mining Research Institute della Mitsubishi Materials Corporation è stato fondato a Shinagawa nel 1917 come primo istituto di ricerca privato in Giappone. In seguito al trasferimento presso la città di Omiya (oggi Saitama) nella prefettura di Saitama, ha intrapreso un nuovo percorso di ricerca come Central Research Institute. Nel 2007 è stato ampliato con una sede a Naka, nella prefettura di Ibaraki, con tre filiali a Omiya, Onahama e Kitamoto. Quest'anno l'Istituto celebra il suo centesimo anniversario. Il Thin Films and Coatings Department ha il più alto numero di ricercatori dell'Istituto. Il reparto si occupa di controllare la composizione, la trama e l'interfaccia di materiali duri sinterizzati e di rivestimenti funzionali a livello micro, per sviluppare nuovi materiali con funzioni completamente innovative. Il direttore del reparto, Takatoshi Oshika, ci ha illustrato i punti di forza dell'Istituto. "Abbiamo implementato le attrezzature e i dispositivi più avanzati che solo pochi altri istituti in Giappone hanno, e abbiamo coinvolto numerosi ricercatori illustri, con competenze altamente avanzate. L'Istituto ha altri nove reparti che lavorano su un'ampia gamma di tematiche di ricerca, tra cui l'analisi dei materiali e i materiali elettronici. Questi reparti, collaborando l'uno con l'altro, sono in grado di applicare rapidamente diverse

tecnologie, cosa che reputo uno dei principali punti di forza di Mitsubishi Materials. Di fatti, abbiamo realizzato un nuovo prodotto dopo l'altro, integrando tecnologie sviluppate all'interno di diversi progetti. Uno di questi è il sensore con termistore flessibile più sottile al mondo".

Il Thin Films and Coatings Department ha sviluppato tecnologie elementari che vengono applicate nella realizzazione di prodotti innovativi come i gradi UC5105/ UC5115. Il rivestimento in CVD realizzato per i gradi UC ha notevolmente migliorato la durata del servizio e aumentato la resistenza all'usura applicando la tecnologia Al2O3. "Attualmente effettuiamo ricerche sulla tecnologia degli elementi per le punte PCD utilizzate nella lavorazione del CFRP, per le quali la progettazione del materiale di base è già stata completata. Stiamo anche studiando materiali di rivestimento diamantato CVD per la lavorazione del CFRP, con la speranza di applicare questa tecnologia ai nuovi prodotti nel prossimo futuro". "Lavoriamo inoltre allo sviluppo tecnologico innovativo. Quando scopriamo, ad esempio, che la forza di un materiale di rivestimento raddoppia se le particelle di materiale sono più piccole, dobbiamo riprogettare il dispositivo che realizza le particelle. Grazie ai nostri sforzi realizziamo dispositivi unici al mondo. Queste metodologie di sviluppo e l'uso di apparecchiature a elevato valore aggiunto



ci consentono di creare materiali innovativi. È come una palla magica in un fumetto sul baseball. Invece di migliorare il lancio, ci impegniamo a produrre la palla magica che nessuno può colpire. Lo sviluppo di prodotti innovativi è la nostra missione”.

#### **Sviluppo di rivestimenti diamantati CVD per la lavorazione del CFRP**

Kazutaka Fujiwara è entrato in Mitsubishi Materials 20 anni fa, ed è assegnato al Central Research Institute da dieci anni. Negli ultimi cinque anni si è occupato della ricerca e dello sviluppo di materiali di rivestimento diamantato CVD per gli utensili da taglio. Fujiwara ha affermato: “Rispetto ai reparti di sviluppo degli impianti produttivi, l'Istituto è più lontano dai clienti. Quindi tengo sempre a mente il bisogno di mantenere una stretta relazione lavorativa con i team di sviluppo degli impianti produttivi, perché sono loro ad avere contatti frequenti con i clienti e a comprenderne meglio le esigenze. Comprendendo le esigenze dei clienti, provo a identificare i principi fondamentali che conducono a nuove ipotesi. I risultati conducono al netto miglioramento delle prestazioni del prodotto. Mi fa piacere quando sento che i prodotti realizzati con le nuove tecnologie da noi sviluppate sono apprezzati dal mercato”. Fujiwara è attualmente impegnato nella ricerca e nello sviluppo dei materiali di rivestimento diamantato CVD per gli utensili da taglio per il CFRP utilizzato nelle cellule degli aeromobili. “Mitsubishi Materials ha già realizzato punte e frese integrali rivestite con i materiali da noi sviluppati ma per noi questo non è un punto d'arrivo: lavoriamo continuamente per migliorarne le prestazioni e creare nuovi materiali”.

#### **Impegno nello sviluppo di tecnologie uniche da applicare alla realizzazione di nuovi prodotti**

Oltre al CFRP semplice, nella produzione delle parti degli aeromobili vengono utilizzati anche materiali compositi come CFRP e alluminio o CFRP e titanio. La lavorazione di materiali diversi con un singolo utensile richiede un significativo aumento delle prestazioni. La qualità dei materiali del rivestimento diamantato CVD richiesti per la lavorazione dei compositi deve essere necessariamente elevata. Fujiwara ha dichiarato: “Per la lavorazione del solo CFRP, più alto è il contenuto di diamante nel materiale di rivestimento, più duro sarà il materiale e migliore sarà la sua prestazione. D'altro canto, se aumentiamo il contenuto di diamante quando i materiali da lavorare sono metalli come l'alluminio e il titanio, i materiali di rivestimento tenderanno a reagire ai materiali da lavorare, con possibili problemi di adesione, bassa precisione della lavorazione e minore durata della vita dell'utensile. Nello sviluppo dei materiali di rivestimento diamantato CVD ci occupiamo di risolvere tutti questi problemi contrastanti per raggiungere prestazioni superiori su una grande varietà di materiali da lavorare con un singolo materiale di rivestimento, che possa significativamente prolungare la vita utile dell'utensile”. Fujiwara sta lavorando allo sviluppo di materiali di rivestimento diamantato CVD che triplichino la vita dell'utensile rispetto ai materiali esistenti. Con l'obiettivo di lanciare i prodotti nel 2018, tutto il team sta lavorando duramente sulla ricerca e lo sviluppo. “La missione del Central Research Institute è dar vita alle tecnologie più avanzate. Siamo entusiasti di produrre il tipo di tecnologie di cui solo Mitsubishi Materials è capace, per rendere i nostri clienti soddisfatti degli utensili che utilizzano tali tecnologie”.

**Chiedete al ricercatore!**

Kazutaka Fujiwara  
Ricercatore capo, Thin Films and Coatings  
Department, Central Research Institute

**Impegnato nello sviluppo di materiali di rivestimento diamantato CVD che triplichino la vita utile dell'utensile rispetto ai materiali esistenti**



## **|** Caratteristiche del Central Research Institute

**1**

**I dispositivi analitici più avanzati**



**2**

**Una condivisione attiva di informazioni tra i ricercatori in uno spazio comodo per tali interazioni**



**3**

**Una biblioteca con molte pubblicazioni e manuali tecnici utili alla ricerca e allo sviluppo**



## Sviluppo di utensili rotanti di nuova generazione

Nella produzione di aeromobili, i materiali resistenti al taglio sono utilizzati con sempre maggiore frequenza. Purtroppo questi materiali riducono considerevolmente la vita utile degli utensili. Per rispondere alla richiesta del mercato di metodi di lavorazione più innovativi che prolunghino nettamente la durata degli utensili quando si lavora con materiali speciali, Mitsubishi Materials continua a concentrarsi sullo sviluppo di utensili di taglio rotanti di nuova generazione. In questo numero ci occupiamo di utensili da taglio a rotazione guidata impiegati nelle macchine multi-task e di utensili da taglio a rotazione passiva utilizzati nei centri di lavorazione generici.

## PROGETTO 1

## Far ruotare l'utensile nelle sue parti costituenti

Sviluppo di utensili da taglio a rotazione guidata utilizzando i vantaggi delle macchine multi-task

Mitsubishi Materials ha sviluppato i primi utensili da taglio a rotazione passiva per torni circa venti anni fa; gli utensili facevano ruotare gli inserti durante la lavorazione. A quel tempo, si applicava un meccanismo innovativo che imprimeva la rotazione utilizzando la resistenza al taglio. Ciò riduceva significativamente l'usura dei bordi, causa principale della ridotta vita utile dell'utensile durante la lavorazione di materiali resistenti al taglio. Sebbene questa prima generazione di utensili da taglio rotanti fosse molto apprezzata, il complesso meccanismo limitava la rigidità; erano inoltre relativamente costosi rispetto ai portautensili convenzionali. Alcuni clienti hanno continuato a usarli, ma gradualmente la domanda è diminuita.

Era tuttavia in corso lo sviluppo di nuovi utensili da taglio a rotazione passiva, sulla base del know-how acquisito dall'azienda con questa prima produzione. Nella progettazione del nuovo meccanismo di rotazione, l'avvento delle macchine multi-task fornì un importante suggerimento. I primi utensili per tornitura di questa tipologia facevano ruotare gli inserti sfruttando la resistenza generata durante il processo di taglio; a seconda delle condizioni di taglio ciò causava una disomogeneità della forza di rotazione e rendeva difficoltoso l'ottenimento di prestazioni stabili. Si pensò quindi che se si fosse generata una forza di rotazione stabile e predeterminata indipendente dalle condizioni di taglio, si sarebbe potuto sviluppare con successo un nuovo tipo di utensili da taglio. Circa dieci anni dopo si iniziò a pensare a nuovi utensili da taglio rotanti.

In quel periodo fu condotto uno studio sugli utensili da taglio rotanti guidati, a cura del professor Sasahara della facoltà di Agraria e Tecnologia dell'Università di Tokyo. Si avviò un periodo di consultazioni, al termine del quale, tre anni dopo, fu avviata una ricerca congiunta su larga scala. Utilizzando macchinari multi-task si riuscì a realizzare il controllo volontario della rotazione dell'utensile, aprendo la strada alla realizzazione di utensili da taglio a rotazione guidata.

I macchinari multi-task non solo consentivano il controllo della rotazione dell'utensile, ma permettevano di impostare liberamente gli angoli di contatto. Ciò sollecitò la ricerca della migliore combinazione di condizioni di taglio e angoli di contatto dell'utensile.

Oltre alla frequenza di rotazione (velocità di rotazione dell'utensile), è infatti importante identificare il miglior angolo di contatto. Lo spessore dei trucioli, che influisce significativamente sulla vita utile dell'utensile e sulla direzione del flusso, varia in base a condizioni di base quali velocità, avanzamento e taglio. Oltre a tali considerazioni, il nuovo progetto impiegava diversi angoli di inclinazione, il che creava potenziali difficoltà nell'individuare la migliore combinazione di condizioni di taglio. Per risolvere il problema, venne chiesto al professor Sasahara di analizzare i valori dal punto di vista teorico per individuare le condizioni migliori.

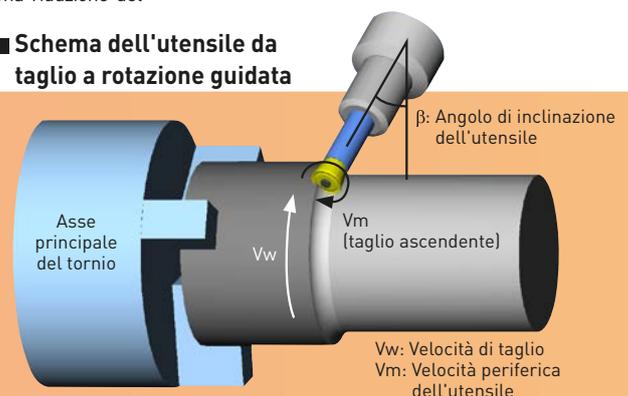
Al contempo, la sfida principale nello sviluppo delle forme degli utensili è la massima riduzione del

disallineamento dei centri durante il montaggio dell'inserto all'utensile. Disallineamenti consistenti provocano la rotazione eccentrica rispetto all'asse di rotazione dell'utensile, modificando la quantità di taglio e causando uno squilibrio tra la dimensione prevista e quella reale della parte lavorata. Inoltre, le modifiche nella quantità di taglio causano instabilità nella resistenza al taglio, che genera irregolarità e danneggia gli inserti.

Dopo numerose sperimentazioni, fu possibile ridurre il grado di concentricità tra l'inserto e l'utensile da taglio a 0,01 mm o meno.

Un'altra importante caratteristica del nuovo utensile da taglio è rappresentata dal refrigerante interno. L'utensile è stato progettato per erogare refrigerante dallo spazio tra il foro di inserimento e la vite di serraggio. Questo meccanismo tende a ridurre la forza di serraggio quando l'inserto è installato sull'utensile da taglio. Tuttavia, questo design unico mantiene comunque la forza di serraggio necessaria. L'utensile stesso ruota in maniera costante, disperdendo uniformemente il calore generato durante il processo di taglio sull'intera circonferenza della fresa. Erogando il refrigerante dall'interno dell'utensile da taglio è possibile raffreddare efficacemente l'intero inserto e rimuovere agevolmente i trucioli.

### Schema dell'utensile da taglio a rotazione guidata





Utensile in lavorazione



Meccanismi in fase di sviluppo

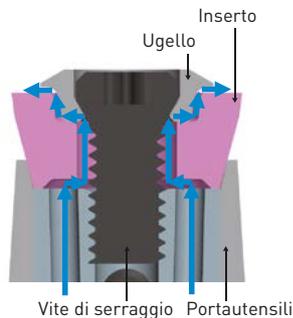
## Ottenere una vita utensile circa dieci volte superiore a quella degli utensili da taglio a inserto standard

I nuovi utensili da taglio a rotazione guidata hanno le seguenti caratteristiche:

1. Utilizzo dell'intera circonferenza dell'inserto per disperdere uniformemente l'abrasione dell'utensile e prolungarne la vita utile.
2. Rotazione stabile dell'utensile stesso per disperdere efficacemente il calore del processo di taglio; il design del refrigerante interno riduce considerevolmente l'abrasione dell'inserto.
3. L'esclusivo meccanismo di tenuta di alta precisione ed elevata rigidità consente una lavorazione stabile ad alte prestazioni.

Tali caratteristiche hanno prolungato notevolmente la vita utile dell'utensile durante la lavorazione di Inconel 718 rispetto agli utensili da taglio convenzionali. Inoltre, gli utensili da taglio a rotazione guidata sono adatti non solo per la lavorazione di materiali resistenti al taglio come le leghe resistenti al calore, ma anche per la lavorazione di materiali compositi come l'alluminio e il ferro. Sono particolarmente efficaci nel ridurre in maniera significativa i costi totali di gestione, prolungando la vita utile dell'utensile e riducendo la frequenza di sostituzione dell'inserto durante la lavorazione non presidiata o durante il funzionamento di più macchine gestite da un esiguo numero di operatori.

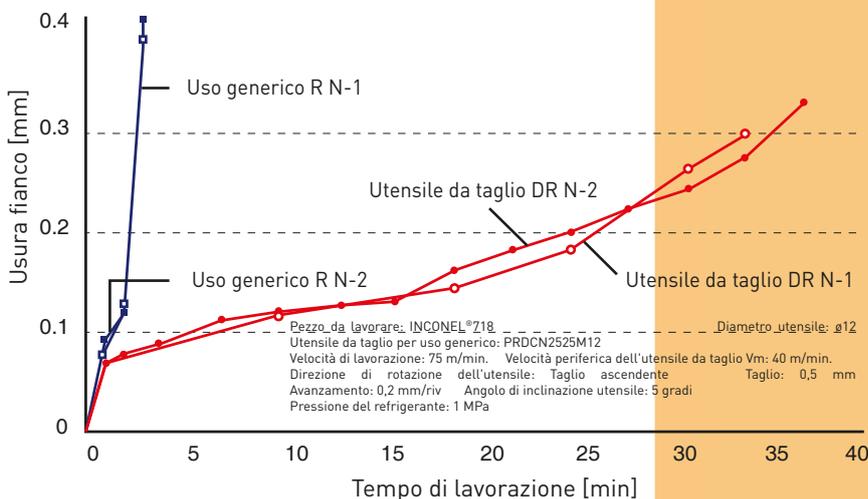
### Struttura interna del refrigerante



### Meccanismo dell'utensile da taglio a rotazione guidata



### Curva della vita utile dell'utensile per INCONEL®718



## È stato possibile risolvere i problemi riscontrati nello sviluppo dei primi utensili da taglio rotanti?

Guardando al tasso di compressione generale (CR) dei trucioli si è dedotto che la velocità di rotazione ideale degli inserti per ridurre l'usura del fianco - spesso un problema nella lavorazione di materiali resistenti al taglio - dovrebbe essere circa un terzo della velocità di lavorazione, equivalente alla velocità di smaltimento dei trucioli. Nei primi utensili da taglio rotanti, la rotazione degli

inserti era passiva, e non era quindi possibile controllarla. Pertanto, questa ipotesi non era stata ancora vagliata attentamente.

I nuovi utensili da taglio rotanti presentano numerosi parametri, che variano molto in base alle esigenze del cliente, il che rende difficile l'individuazione delle condizioni di taglio ottimali. Basandosi sui vari dati, sono state

infine identificate le condizioni raccomandate per uso generico ed è molto interessante sapere che la velocità di rotazione degli inserti consigliata equivale a un terzo della velocità di lavorazione, confermando le ipotesi formulate osservando i primi utensili da taglio rotanti. Gli utensili da taglio a rotazione guidata sono attualmente in fase di sviluppo, in vista del prossimo lancio sul mercato.

# FOCUS INNOVAZIONE



(Sinistra): Yuji Takada, Tsukuba Aero Group, Aerospace Dept., si è occupato dello sviluppo degli utensili da taglio a rotazione passiva

(Destra): Wataru Takahashi, Advanced R&D Group, Machining Technology Center, Research & Development Division, si è occupato dello sviluppo di utensili da taglio a rotazione guidata

## PROGETTO 2

# Utensile da taglio a rotazione passiva con inserto che ruota in autonomia durante la lavorazione

## Calcolo della forza di rotazione teorica dell'inserto

La nuova fresa a rotazione passiva è stata sviluppata utilizzando l'esperienza maturata con i primi utensili da taglio a inserto rotante.

Fin dal lancio di questi primi utensili, Mitsubishi Materials ha pensato di applicare su frese a candela e frese frontali il meccanismo che fa ruotare l'inserto sfruttando la resistenza al taglio. Tuttavia, installare il meccanismo di rotazione dei primi utensili da taglio a inserto rotante sulla fresa sembrava un'impresa impossibile a causa della sua dimensione.

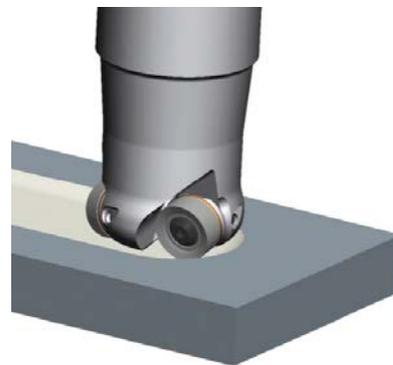
L'avanzamento dei materiali resistenti al taglio in un'ampia gamma di settori ha richiesto un ulteriore miglioramento dell'efficienza di lavorazione e il prolungamento della vita utile dell'utensile. Circa dieci anni dopo il lancio, comprendendo il potenziale degli inserti che ruotavano durante la fresatura, Mitsubishi Materials ha coinvolto l'Università di Nagoya e Mitsubishi Heavy Industries, Ltd,

nello sviluppo congiunto di frese con inserto rotante.

La prima sfida era identificare l'angolazione ideale sia per imprimere la rotazione all'inserto che per garantire la forza di rotazione ottimale. Se la resistenza al taglio fosse stata troppo bassa, non sarebbe stata in grado di generare un impulso sufficiente a far ruotare l'inserto. Se troppo elevata, avrebbe causato disomogeneità durante la lavorazione e provocato danni all'utensile o all'inserto. Era necessario identificare l'angolo ideale per generare una resistenza al taglio sufficiente a far ruotare l'inserto in maniera affidabile per consentire così una più ampia varietà di condizioni di taglio.

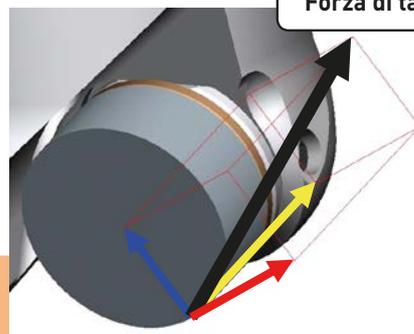
L'Università di Nagoya ha superato questo difficile ostacolo. Applicando delle formule complesse, gli ingegneri sono riusciti a individuare l'angolo ottimale di posizionamento dell'inserto per una

rotazione efficace. Rispetto al metodo per tentativi ed errori impiegato nello sviluppo dei primi utensili da taglio a inserto rotante, essere in grado di calcolare i valori ottimali in maniera teorica consentiva di ridurre considerevolmente il tempo necessario per lo sviluppo.



### ■ Meccanismo che imprime la forza per la rotazione dell'inserto

Forza di taglio



- Componente di forza verso il raggio dell'inserto
- Componente di forza verso la linea di tangente della circonferenza dell'inserto ⇒ Forza risultante
- Componente di forza verso lo spessore dell'inserto





Lavorazione



Il primo utensile da taglio rotante

## Durata della vita utile dell'utensile da 8 a 10 volte superiore agli utensili Mitsubishi Materials già esistenti

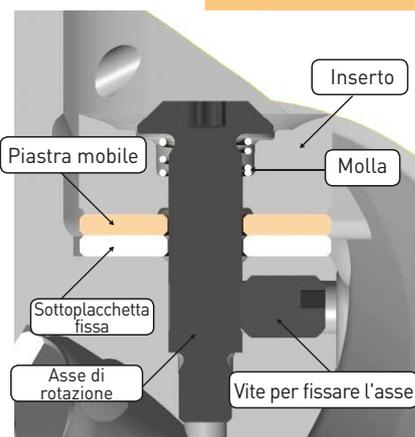
La sfida successiva, particolarmente impegnativa, è stata quella di posizionare l'inserto in uno spazio estremamente ridotto. È stato necessario progettare un meccanismo di rotazione che potesse essere installato in tale spazio. Ciò richiedeva l'ottimizzazione del margine del foro di inserimento e della vite di serraggio, per consentire la rotazione dell'inserto durante la lavorazione. Se lo spazio è troppo piccolo, si genera un blocco; se è troppo grande, si avranno irregolarità. Inoltre, per ottenere una rigidità sufficiente è importante avere il miglior spessore della vite di serraggio rispetto alla dimensione dell'inserto. Dopo ripetuti esami ed analisi, numerosi prototipi e svariate sperimentazioni, è stata installata una molla sopra la vite di serraggio, che ha consentito di realizzare un meccanismo di rotazione che avesse tanto lo spazio ideale quanto la forza richiesta. Quando già si intravedeva il completamento dello sviluppo del meccanismo di rotazione, comparve una nuova sfida. Il fondo dell'inserto veniva a contatto con la sottoplacchetta in metallo duro dell'utensile, causando un'usura irregolare. La rotazione dell'inserto avrebbe potuto livellare l'usura della fresa, ma la sottoplacchetta che riceveva la resistenza al

taglio subiva un carico irregolare, e inoltre il carico sulla sezione al di sotto della fresa era troppo elevato. Poiché l'inserto e la sottoplacchetta erano entrambi in metallo duro, il contatto e la rotazione continua sotto un carico localizzato avrebbe creato certamente un'usura disomogenea. Per risolvere il problema venne posizionata una piastra metallica mobile tra l'inserto e la sottoplacchetta, come cuscinetto.

Gli utensili a inserto rotante non richiedono un frequente cambio inserto, consentendo lavorazioni prolungate non presidiate e, come mostrato dal grafico sotto riportato, siamo stati in grado di ottenere una vita utile dell'utensile da otto a dieci volte superiore a quella degli utensili da taglio esistenti.

Il lancio sul mercato di questa fresa a rotazione passiva è previsto a breve. È in programma un'estensione di questa tecnologia di successo ad utensili da taglio quali frese a candela, frese frontali e utensili per tornitura. Oltre all'aumento delle dimensioni dell'inserto, è anche previsto lo sviluppo di frese per la lavorazione in rampa.

### ■ Meccanismo di taglio rotante



### ■ Risultati del test sulla lavorazione di leghe resistenti al calore <Lavorazione con frese rotanti a candela>



Condizioni di taglio:  $vc = 30$  m/min.  $fz = 0,1$  mm/t  $ap = 1,0$  mm  $ae = 18$  mm Punto singolo/Processo di lavorazione a umido del pezzo da lavorare: INCONEL®718



和

# Shuriken giapponese



Enshi Gōju Yocho di Utagawa Kunisada  
La lotta di un *ninja* che si è introdotto furtivamente  
in una casa.

## Che cosa sono gli *shuriken*?

Lo *shuriken*, che letteralmente significa "spada nascosta nella mano", è uno speciale tipo di arma usato dai *ninja*. Anche i *samurai* impararono a usarlo insieme alle lance e alle tecniche di tiro con l'arco e scherma. Tokugawa Yoshinobu, l'ultimo Shogun del periodo *Edo*, è noto per essere stato un esperto nell'uso di quest'arma. Come e quando sia stato ideato lo *shuriken* rimane poco chiaro. Alcuni sostengono che le armi forgiate utilizzate nel periodo *Sengoku* (1467-1568) si evolsero nello *shuriken*, altri invece credono che esso derivi

dalle armi da lancio introdotte dalla Cina in tempi antichi. Gli *shuriken* sono efficaci in un raggio massimo di 15 metri. Piccoli e di colore nero, sono difficili da vedere e quindi da schivare. Poiché devono colpire il bersaglio in un certo modo perché siano fatali, queste armi erano tradizionalmente usate per distrarre l'avversario in modo che il guerriero potesse ucciderlo con la spada o scappare; tuttavia potevano anche essere impregnate di veleno e lanciate allo scopo di ferire il nemico. Esistono due tipi di *shuriken*, il *bo shuriken* (a bastoncino)

e il *kurumaken* (a ruota) e le varie scuole di arti marziali usavano forme diverse. Il colore, tuttavia, era sempre il nero ed era ottenuto posizionando del cotone sullo *shuriken* incandescente mentre si induriva. Bruciando, il cotone aderiva al metallo. Ciò non solo rendeva lo *shuriken* meno visibile, ma lo proteggeva dalla ruggine, ne agevolava l'impugnatura e la superficie ruvida creata dal processo tratteneva il veleno che veniva applicato.

## Chi erano i *ninja*?

Si dice che i *ninja* siano apparsi nel periodo *Asuka*, circa 1.400 anni fa, e che fossero uomini al servizio del principe Shotoku. Noti come *shinobi*, raccoglievano informazioni presso la Corte Imperiale. I documenti storici parlano degli *shinobi* durante e dopo il periodo *Nambokucho* (1336-1392). Il termine *ninja* divenne popolare attorno al 1955.

Il ruolo del *ninja* e il giudizio nei suoi confronti sono cambiati nel tempo. Il loro scopo principale non era quello di combattere nelle battaglie. Gli *shinobi* nel periodo *Sengoku* fungevano da spie dei signori feudali, e avevano il compito di infiltrarsi nel territorio nemico per

raccogliere informazioni. Quindi, la loro missione principale era di tornare vivi, spingendoli così a praticare diverse abilità, tra cui l'uso dello *shuriken*. L'immagine popolare di un *ninja* è quella di una spia silenziosa nascosta in una soffitta per intercettare la conversazione che avviene sotto di lui. In realtà, spesso si mescolavano alla popolazione locale per carpire informazioni dalle conversazioni. Nel pacifico periodo *Edo* (1602-1868), il ruolo principale del *ninja* era quello di raccogliere quante più informazioni possibili sulla situazione politica dei territori vicini per proteggere il proprio territorio e il proprio signore. Poiché la figura degli *shinobi* scomparve gradualmente nel tardo periodo

*Edo*, nei romanzi e nei racconti iniziarono a comparire immagini di fatto inaccurate dei *ninja*. Questi vennero spesso dipinti come ladri che si avvalevano delle loro misteriose abilità per perpetrare furti. Nel *Kabuki* (dramma classico giapponese) e nelle *Ukiyoe* (immagini della vita quotidiana del periodo *Edo*), i *ninja* sono spesso raffigurati vestiti di nero e con in mano lo *shuriken*, un ritratto che ha influenzato molto l'immagine attuale del *ninja*. I *ninja* rimangono avvolti nel mistero, e dovremo attendere studi futuri per conoscere meglio queste affascinanti figure.

## Tipi di **shuriken**

Esistono due tipi principali di *shuriken*, il *bo shuriken* (a bastoncino) e il *kurumaken* (a ruota). I *bo shuriken* sono più facili da realizzare e più potenti dei *kurumaken*. I *kurumaken* vengono realizzati in una

grande varietà di forme. Nell'immaginario comune questi ultimi sono più diffusi dei *bo shuriken* e hanno il vantaggio di essere costituiti da più lame, ognuna delle quali può ferire i nemici.



L'immagine in alto a destra raffigura un *bo shuriken*, mentre gli altri sono *kurumaken* di forme diverse.

## Come impugnare e usare lo **shuriken**

**Come impugnarlo:** Lo *shuriken* viene impugnato in modi diversi a seconda della situazione. Non vi era un modo specifico per usarli. L'obiettivo era colpire un bersaglio e non era importante utilizzare una specifica tecnica di lancio.

[*Bo Shuriken*]



[*Kurumaken*]



Esempio 1



Esempio 2



Esempio 3

## Come utilizzare lo **shuriken**

[*Hon-uchi* (Lancio tradizionale)]

La modalità di utilizzo ortodosso del *kurumaken* Oscillare il braccio dall'alto in basso.



Posizione di partenza per il lancio.



Lanciare lo *shuriken* direttamente contro il bersaglio.

[*Yoko-uchi* (Lancio laterale)]

Far ruotare il dispositivo di lato. Questa tecnica viene spesso mostrata nei manga; tuttavia, è quasi impossibile. È necessario reggere saldamente lo *shuriken* per eseguire un lancio potente.

[*Come trasportare lo shuriken*]

Lo *shuriken* veniva trasportato in una sacca di pelle di cervo appesa al fianco. Alcuni erano anche tenuti in taschini nascosti sul torace perché fossero protetti e facilmente accessibili in caso di attacco nemico.

## Nota editoriale

La pubblicazione del quinto numero della rivista MMC è stata resa possibile dalla collaborazione di molte persone dedicate e di talento, e desidero esprimere il mio più sincero apprezzamento a tutti coloro che hanno accettato di farsi intervistare. Questo numero si focalizza sull'industria aerospaziale, in continuità con il vol. 1. La produzione nel settore aerospaziale si avvale di materiali e tecnologie di processo all'avanguardia, e vi presentiamo interviste a persone realmente impegnate nella produzione di componenti adoperate negli aeromobili. Attraverso tali interviste spero possiate sperimentare l'entusiasmo, la complessità e il piacere del lavoro di produzione. Questo numero include inoltre un servizio speciale su un nuovo materiale, il CFRP. Il CFRP ha oggi una grande diffusione, ma ha alle spalle una lunga storia di sviluppo, sostenuta dall'entusiasmo dei produttori giapponesi. Spero infine che questo numero contribuisca a condividere ciò che pensiamo sul potenziale e il valore del lavoro nell'industria aerospaziale, e a promuovere i suoi avanzamenti in Giappone e nel mondo, di pari passo con la sua costante crescita.

Yutaka Nada  
Direttore editoriale

Your Global Craftsman Studio Vol. 5  
Business Strategy Department  
Advanced Materials & Tools Company  
Mitsubishi Materials Corporation

La copia o la riproduzione non autorizzate dei contenuti di questa pubblicazione, inclusi testi e immagini, sono vietate.

## Curiosità sui **Ninja**

### 1. Armi del *ninja*

I *ninja* portavano molte armi oltre allo *shuriken*. Una di queste era un falchetto con catena, che era compatto e poteva essere agevolmente tenuto con una mano. Si nascondeva in tasca per un facile accesso.



In collaborazione con il Ninja MUSEUM di Igaryu

### 2. Alcuni personaggi storici erano dei *ninja*?

Numerosi personaggi storici furono oggetto di dicerie che li definivano *ninja*. Per esempio, alcuni credono che Matsuo Basho, l'autore di *Oku no Hosomichi*, che viaggiò in tutto il Giappone, e Ishikawa Goemon, una figura simile a Robin Hood, che rubava ai ricchi per dare ai poveri, fossero *ninja*. Ciò è certamente possibile, e anche molti altri personaggi potrebbero essere stati dei *ninja*.



### 3. I *ninja* non si vestivano di nero.

Raffiguriamo i *ninja* vestiti di nero, ma lo *Shoninki*, uno dei tre libri contenenti i segreti delle arti *ninja*, descrive i *ninja* vestiti di marrone o blu scuro. Prima dell'avvento dell'elettricità, non occorre indumenti neri per non farsi vedere di notte.





**Mitsubishi Materials non è soltanto un produttore di utensili**

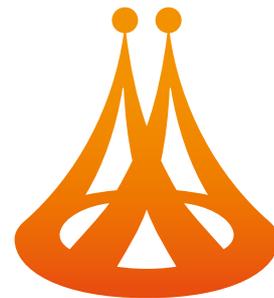
Il nostro impegno è volto a rispondere prontamente alle sfide lanciate dai clienti e a contribuire attivamente al loro successo con la dedizione di un artigiano professionista.

Cercheremo di essere "your personal craftsman studio", fornendo, su scala globale, un servizio esclusivo di artigianato personalizzato.

- Con noi il cliente potrà:
- Trovare tecnologie e prodotti innovativi.
  - Trovare soluzioni, in qualunque momento e da qualunque posto del mondo.
  - Condividere il nostro entusiasmo per le ultime tendenze in fatto di tecnologia e innovazione dei prodotti.

Pensiamo, condividiamo, creiamo e sviluppiamo insieme ai nostri clienti le migliori soluzioni per le loro esigenze.

**YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO**  
**MITSUBISHI MATERIALS**



**YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO**

**Il significato del nostro logo**

Il nostro logo mostra delle persone in cerchio che si tengono per mano. Il cerchio rappresenta la Terra. Rispecchia il nostro impegno nel voler crescere e avere successo "mano nella mano" con i nostri clienti e nel lavorare a stretto contatto con loro per migliorare le prestazioni su scala globale. La forma del logo incarna una serie di concetti. Unisce l'immagine di "utensili da taglio" con la lettera "M", a indicare il marchio Mitsubishi Materials. Raffigura inoltre una fiamma che simboleggia la nostra passione per lo spirito dell'artigiano.