

Sodick

電子束照射加工之
構造與應用技術

電子束PIKA面加工裝置 外觀



主要仕様

機種	100S	300S
工作檯	NC控制	
外形寸法 (W×D×H)	1040×1452× 1800mm	1040×1822× 1800mm
設置空間	2740×3050mm	3440×3420mm
質量	850Kg	1215Kg
可加工尺寸	100×100×100 mm	300×300×100 mm
入力電力	三相、AC200V、30A、50/60Hz	
使用周囲温度	20~30°C	
使用周囲湿度	30~70%	
消耗電力	2.2KW	
空気	0.4~0.6Mpa	
光束直径	Φ60mm(工件平面、 標準光束条件使用时)	

電子光束PIKA面加工裝置 外觀



照射能量弱

陰極15Kv



照射能量強

陰極30Kv

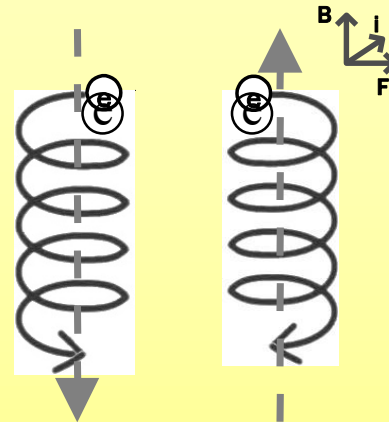
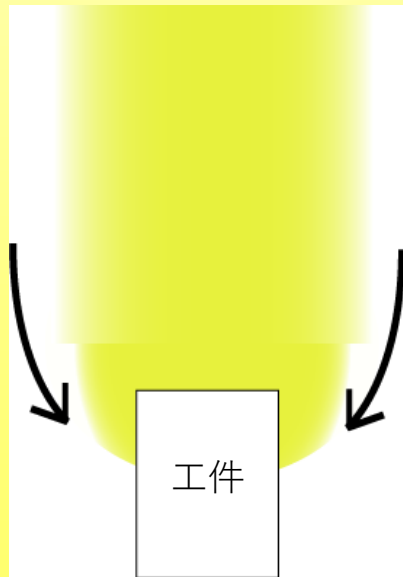


※照片是採用不同的照射能量

電子束照射特性

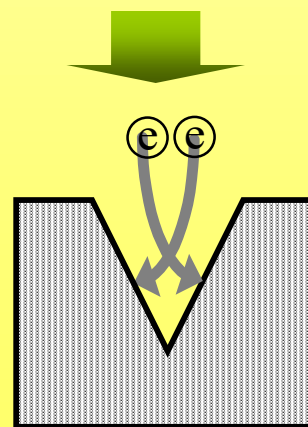
電子束與磁場關係

電子束沿著磁力線前進，
因工件的磁化，使電子束
集中



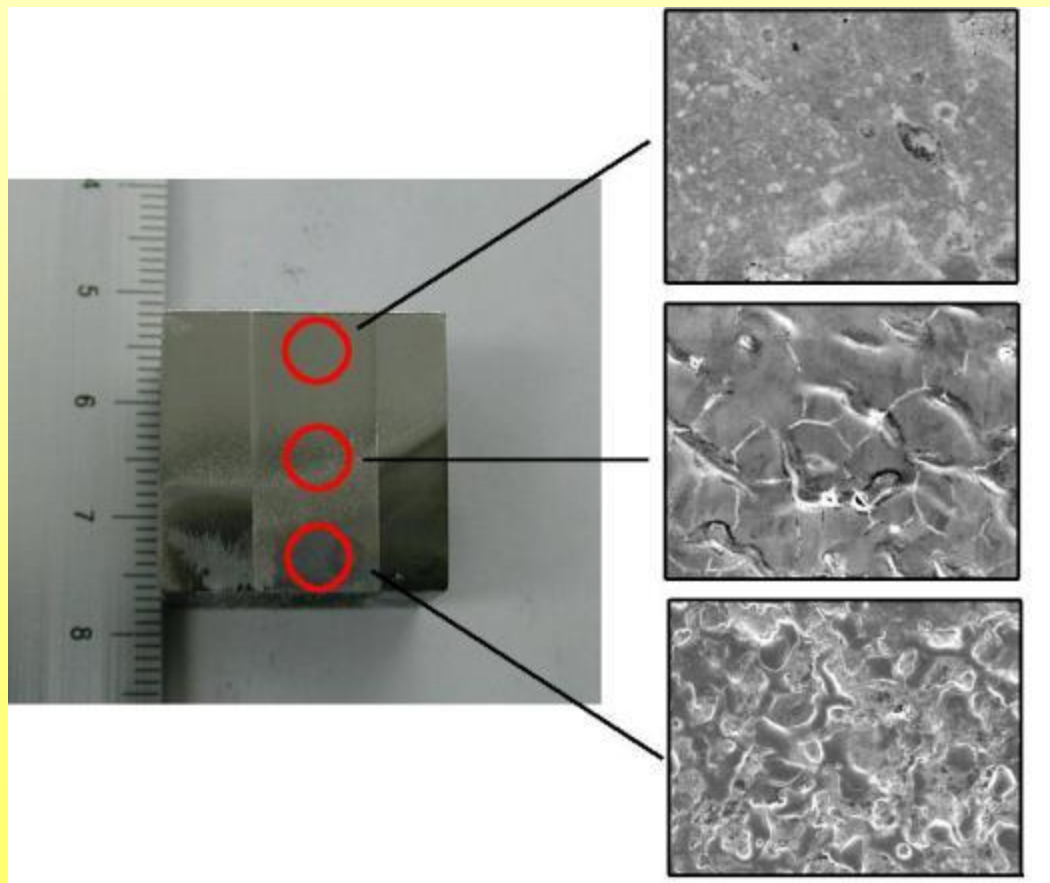
B：磁界之方向
i：電子運動方向
F：勞倫茲力

因磁場反轉電子
方向逆轉



側面部分也
可加工

側面經電子束照射後熔融關係

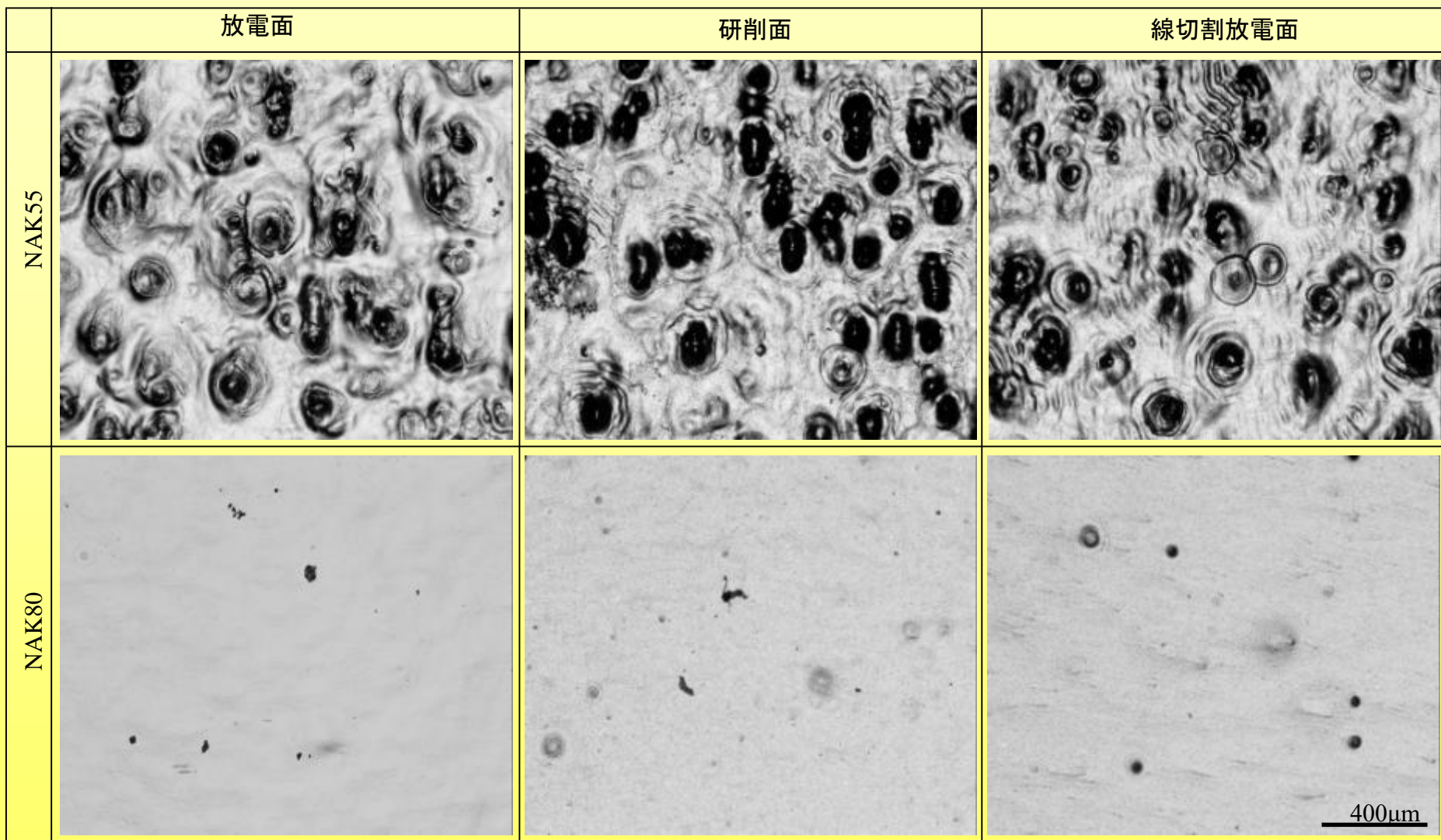


上面0~15mm可均一加工。

因能量在上部位被消耗,15mm附近變弱。

15mm以下的斷面基本上沒有變化

表面經電子束照射後熔融狀況

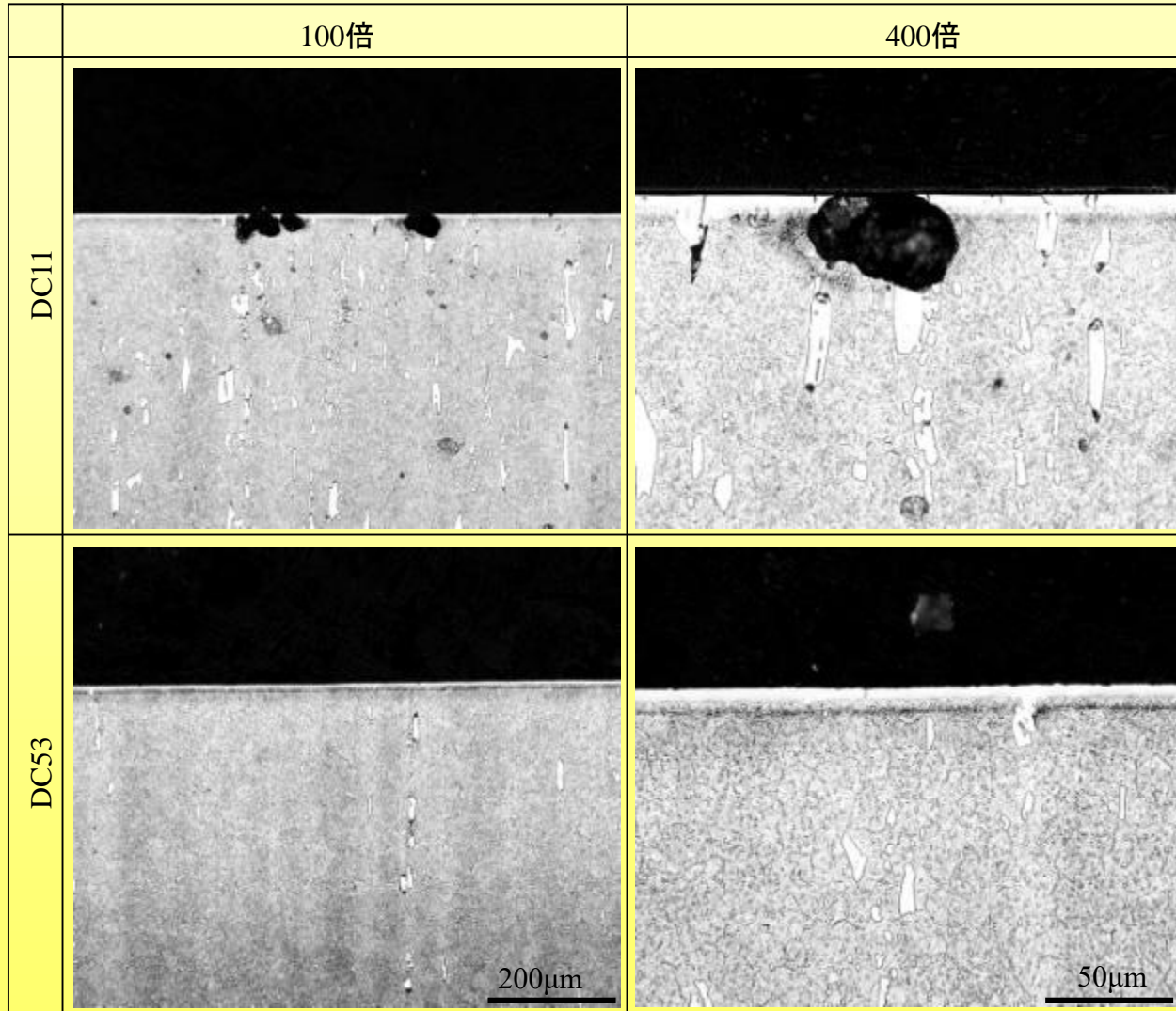


MnS 成分影響
錳+硫黃

表面外觀的光學顯微鏡照片(50倍)

ノーエッチング

EB加工部之斷面經電子束照射後之顯微鏡照片



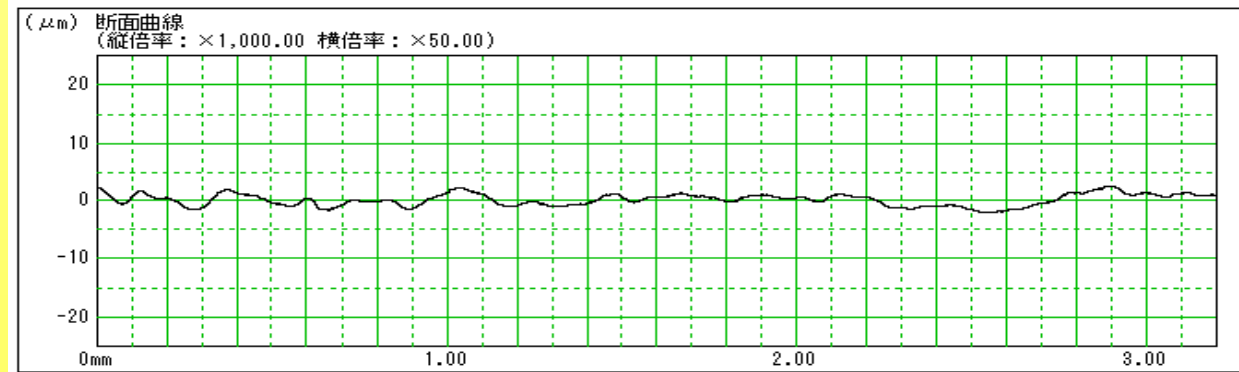
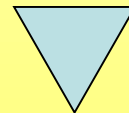
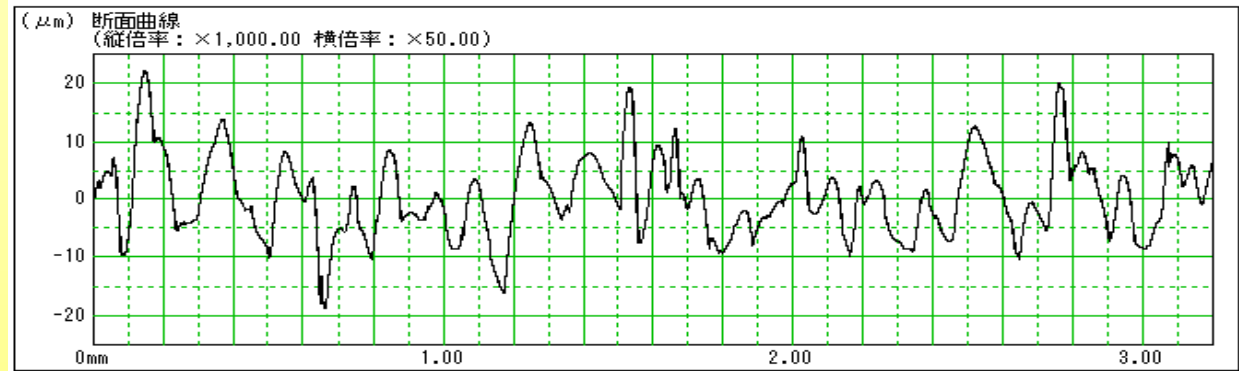
EB加工部之斷面 光學顯微鏡

ビレラ腐食

經電子束能量照射後表面溶融之結果

- 面粗度 $28 \rightarrow 3 \mu\text{mRz}$

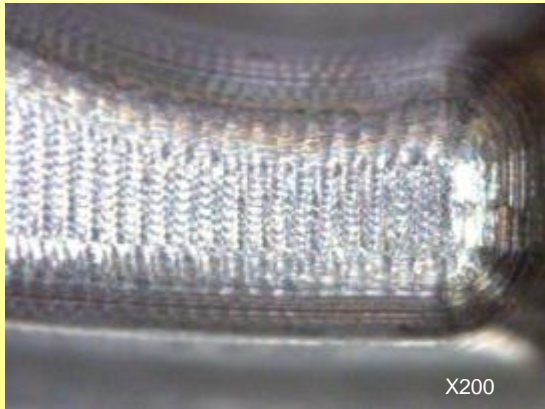
放電加工面



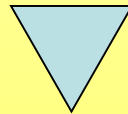
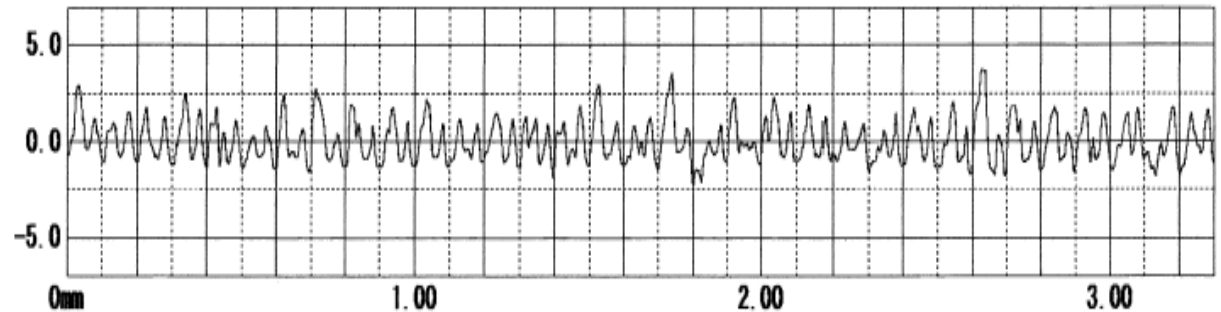
經電子束能量照射後表面溶融之結果

- 面粗度 $5 \rightarrow 0.4 \mu\text{mRz}$

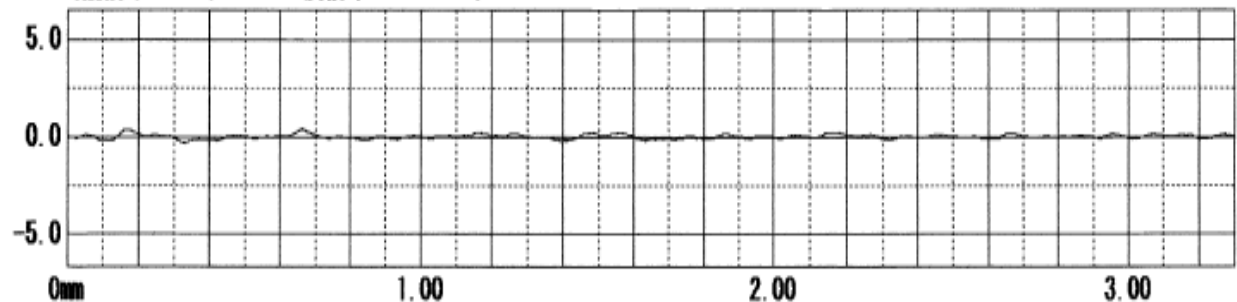
切削加工面



(μm) 粗さ曲線
(縦倍率: $\times 2,000.00$ 横倍率: $\times 50.00$)



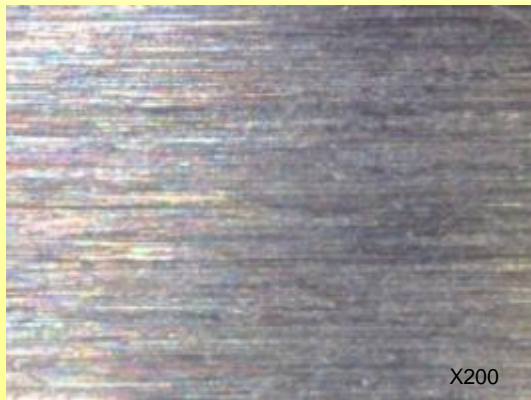
(μm) 粗さ曲線
(縦倍率: $\times 2,000.00$ 横倍率: $\times 50.00$)



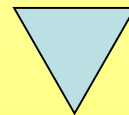
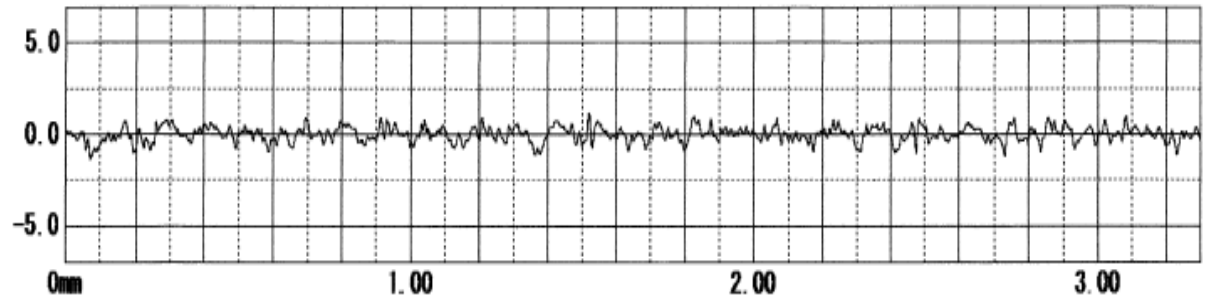
經電子束能量照射後表面溶融之結果

- 面粗度 $2.0 \rightarrow 0.5 \mu\text{mRz}$

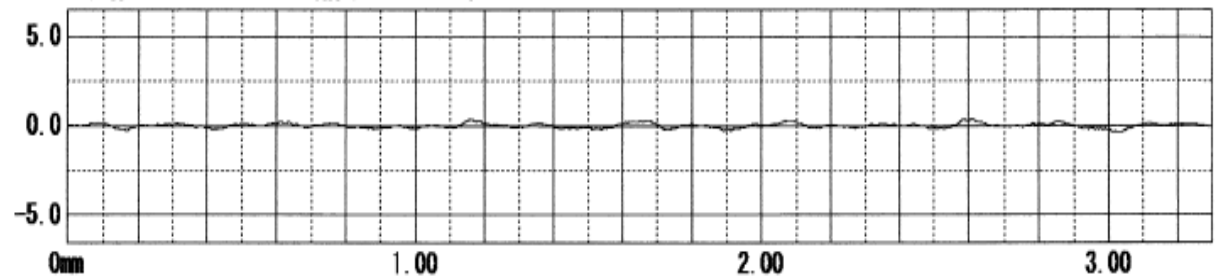
研磨加工面



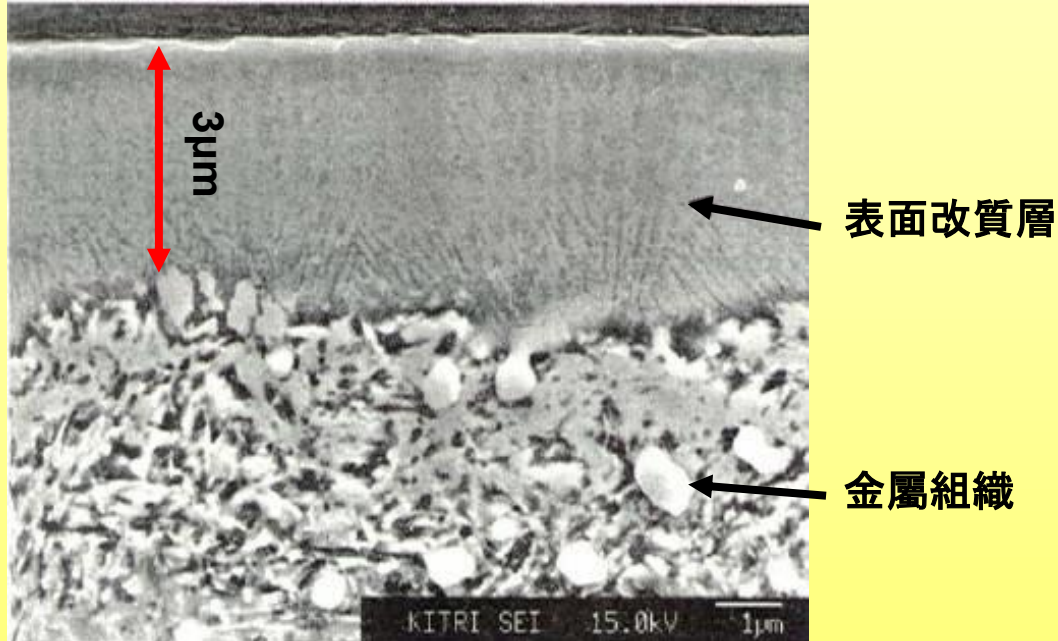
(μm) 粗さ曲線
(縦倍率: $\times 2,000.00$ 横倍率: $\times 50.00$)



(μm) 粗さ曲線
(縦倍率: $\times 2,000.00$ 横倍率: $\times 50.00$)



經電子束照射熔融層厚度與種類



表面改質層部分は

○SUS系 鉻層

○超硬材 鈷層

○其他 鉬層

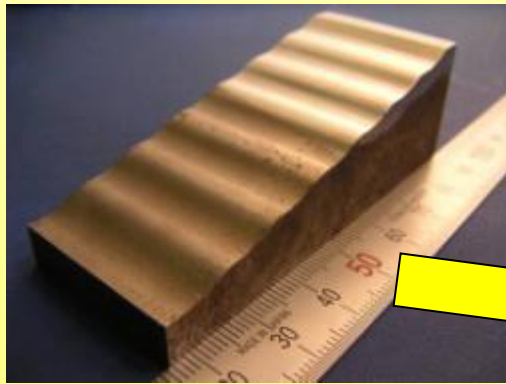
因金屬材質所含成分而變化。

採用加強照射能量,或者增加照射次數,增加熔融層的厚度在通常的條件下有3~5 µm的改質層

經電子束照射後防鏽性提昇

耐腐食性、防鏽性

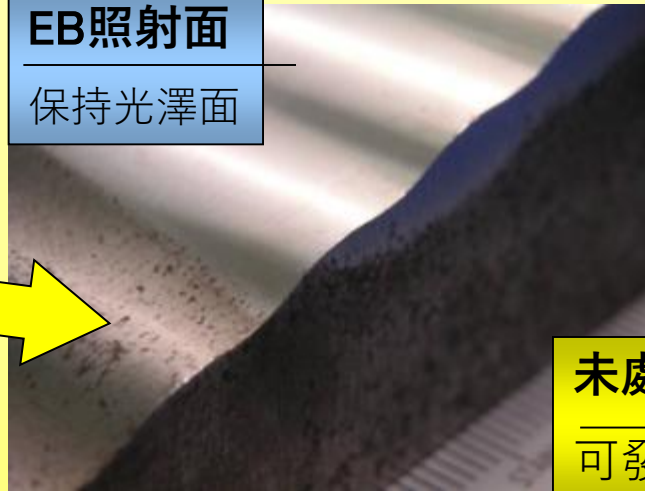
材質：SKD61



大氣中放置大約一年

EB照射面

保持光澤面



未處理面

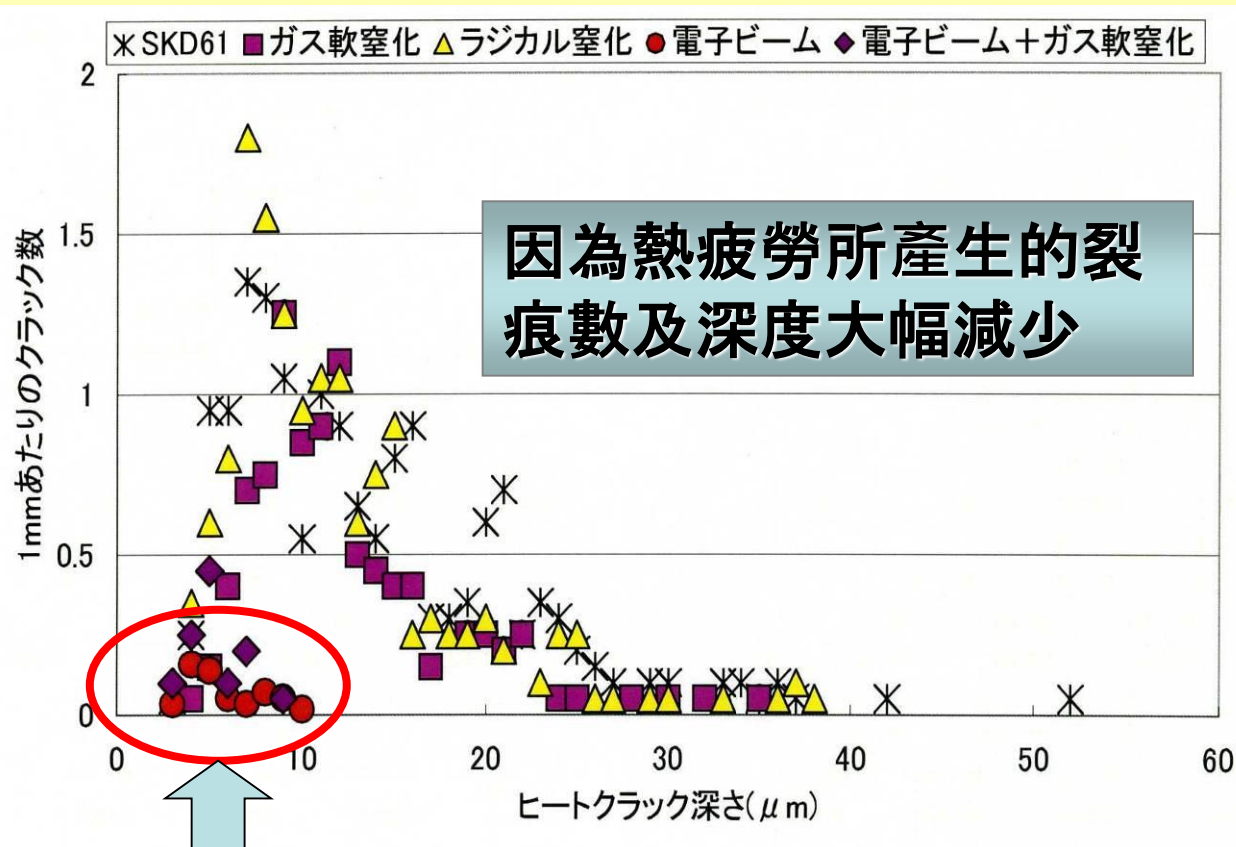
可發現出現鏽斑



EB照射面



經電子束照射後熱疲勞之比較



經EB加工後改善效果

DIE CASTING ASSOC. JDO6-08
 DEJA
 各種表面処理が熱間合金材の熱疲労特性に及ぼす影響
 神奈川県産業技術センター 〇 工藤 義典・河野 高木 第一
 佐野 尚志・上野 静雄 正次
 株式会社ソディック電子 成 敏哉

Effect of Surface Modifications on Thermal Fatigue of Hot Work Die Steel
 Kanagawa Industrial Technology Center 〇 Takahata SATSUYA, Shiohira TAKAGI
 Akahito SANJO, Masaru KUMAGAI
 Sodick Electron Co., Ltd. Zhanbo GU

In this study, effect of surface modifications on thermal fatigue of hot work die steel (JIS SKD61) has been investigated. Gas nitrocarburizing, radical nitriding, and electron beam irradiation have been applied to both quenched and tempered SKD61 and pad welded specimens. The electron beam apparatus, newly developed by Sodick Electron Co., Ltd. can remelt circular area of about 30 mm in diameter by a single irradiation. Grain size of the remelted layer is very fine due to rapid solidification. Both gas nitrocarburized and radical nitrided specimens have good heat-checking resistance. Moreover electron beam irradiated specimens with and without gas nitrocarburizing have superior resistance. Pad welded specimens have the same tendency. Electron beam irradiation with consequent gas nitrocarburizing drastically reduces crucial heat checking in the heat affected zone.

1. はじめに
 本研究では、各種表面処理を施した熱間合金鋼 (JIS SKD61) の熱疲労特性について報告する。表面処理方法は、ガス軟窒化処理、ラジカル窒化処理、さらに最近開発された比較的安い面積を改善できる電子ビーム照射および電子ビーム照射とガス軟窒化処理を組み合わせたものである。対象とする鋼材は、焼入・焼戻し後430℃に焼きを調整した、SKD61 およびそれに対して再材にて肉盛溶接を行ったものである。本報告では、電子ビーム照射による表面処理の特性を調査するとともに、上述した試験片の熱疲労特性について報告する。

2. 電子ビーム照射による表面処理装置
 図1は電子ビーム表面処理装置の概略を、図2にはプラズマ、アノードおよびカソードへのパルス入力力のタイミングチャートをそれぞれ示す。工作物を真空チャンセル内に設置して、0.03Pa 程度まで真空状態にしたのち、アルゴンガスを注入し真空度を0.05Pa 程度に維持する。その後、プラズマにパルス電流を流し、組織印加によりチャンセル内の構成

図1 電子ビーム表面処理装置の概略
 図2 パルス入力力のタイミングチャート

DIE CASTING会議2006

神奈川県産業技術中心

薩田工學博士發表

經電子束加工 熱鍛造的使用案例

適合電子束之優點

- 加工後可削減研磨工程
- 耐酸度提高熱裂紋減少
- 因氮化提高增加表面硬度



壽命提高

生產性提昇

可應用之領域

熱鍛造、壓鑄等汽車零組件模具

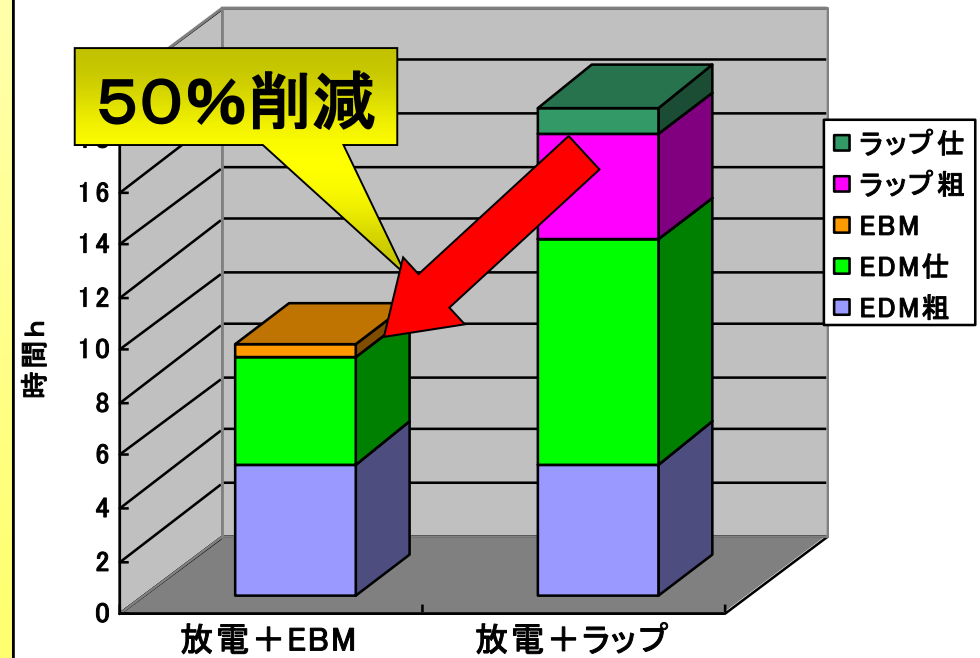


經電子束加工總加工時數減少

- 削減手工打磨時間



加工時間の比較



經電子束加工總精加工時數減少

- 削減手工打磨時間 實際範例 製造商：美蓓亞三美(株)殿

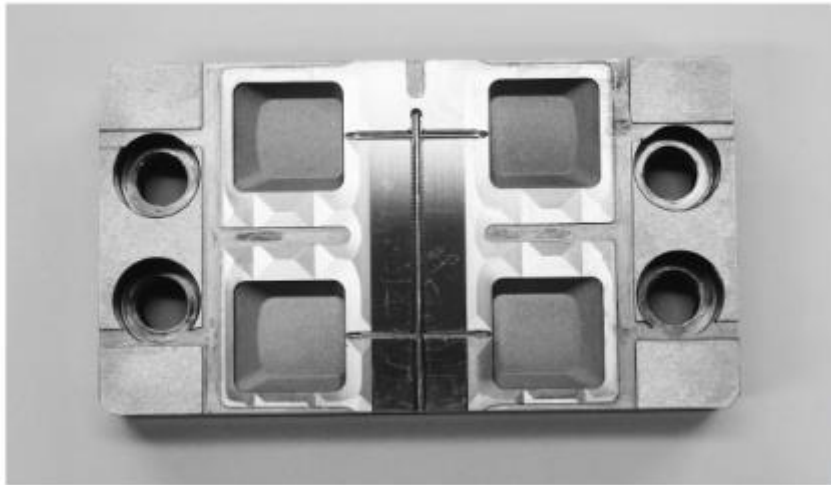


圖 2
パソコン用キーボードの金型
(シボ加工後)

個人電腦專用鍵盤

手工打磨

1穴：2時間×4個＝8時間

EBM加工

包含遮閉部分30min完成

* 成形パーツ



* 電子ビーム照射前の成形品



* 電子ビーム照射後の成形品



圖 3 携帯電話用小型振動モーター部品

手機

振動馬達部品

尖角加工の塌角在4μm以下

經EB照射瓶口精加工

- PET瓶口 材質: STAVAX



加工時間
8 min

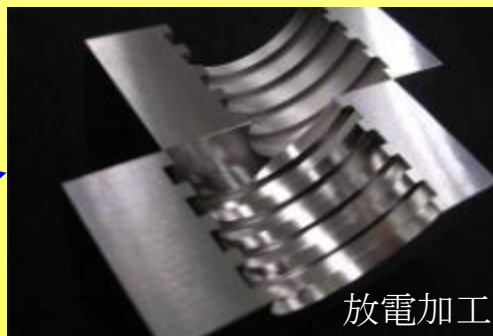


面粗度

照射前
1.0 μm (Ra)



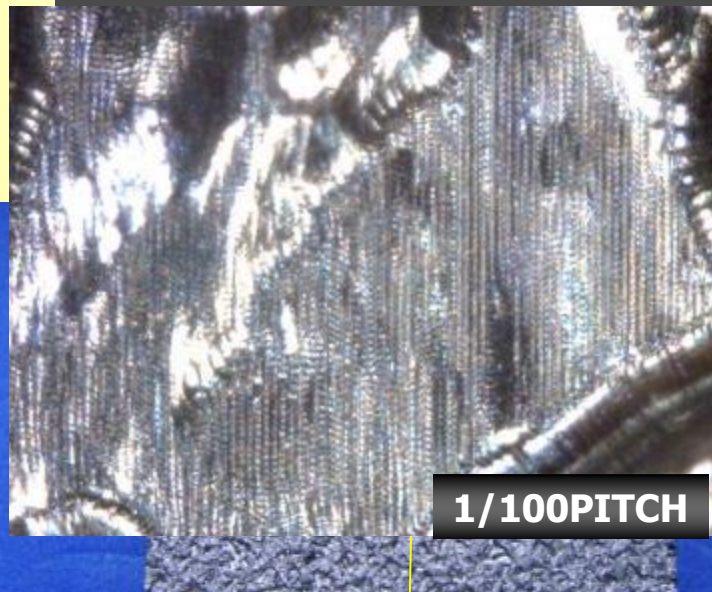
照射後
0.3 μm (Ra)



可利用在難以手工
打磨之形狀

短時間內可加工複雜的
形狀，大幅削減加工時間

經電子束加工後切削不同PITCH之比較



AVAX



加工時間 12min



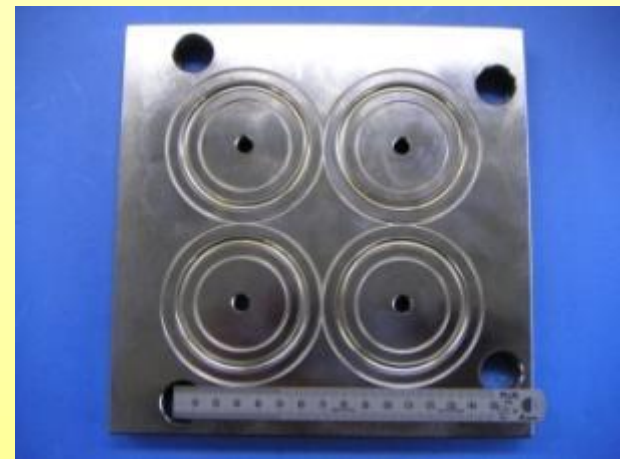
經電子束加工之3次元形狀加工例



遊戲機遙控器之凸形狀



遊戲機遙控器之凹形狀



加工尺寸200×200



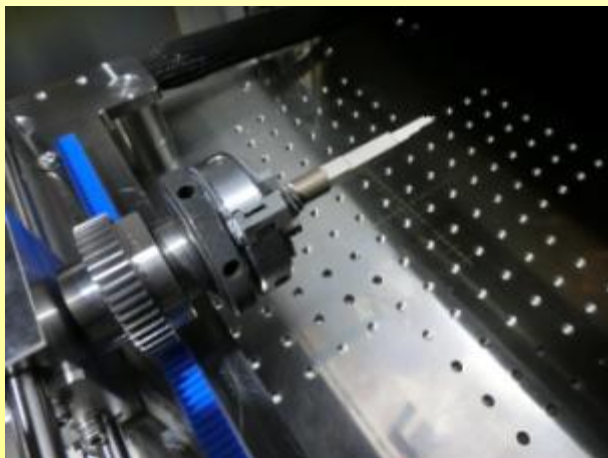
寶特瓶瓶口之形狀



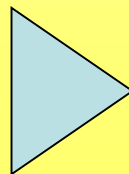
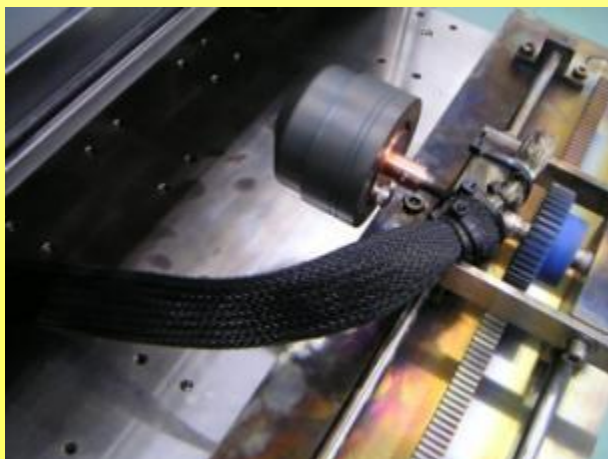
寶特瓶底部之形狀

※形狀高低差在15mm之內的寬度的物品、可上面、側面、底面一起熔融加工

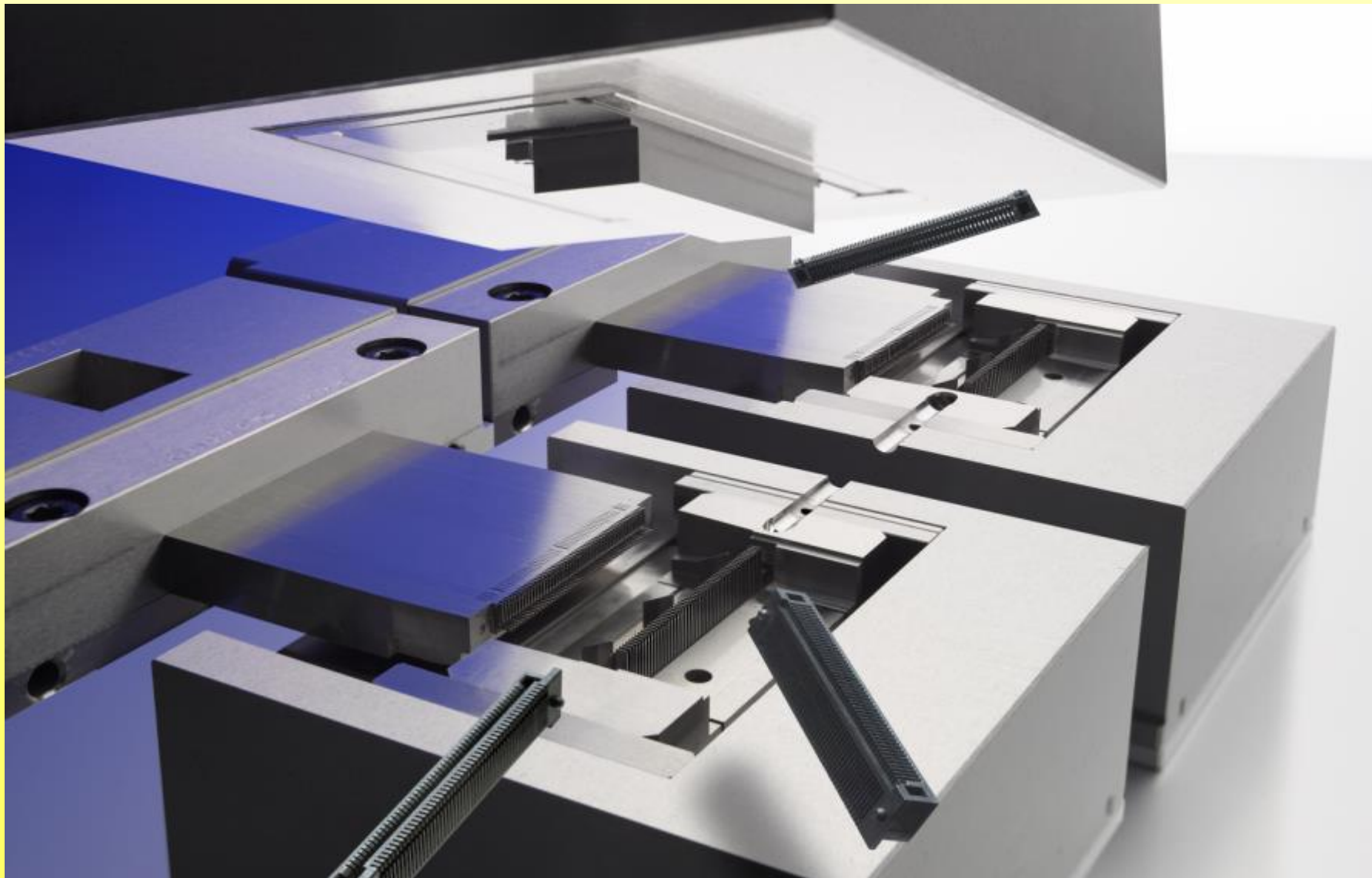
經電子束照射後的迴轉治具使用例



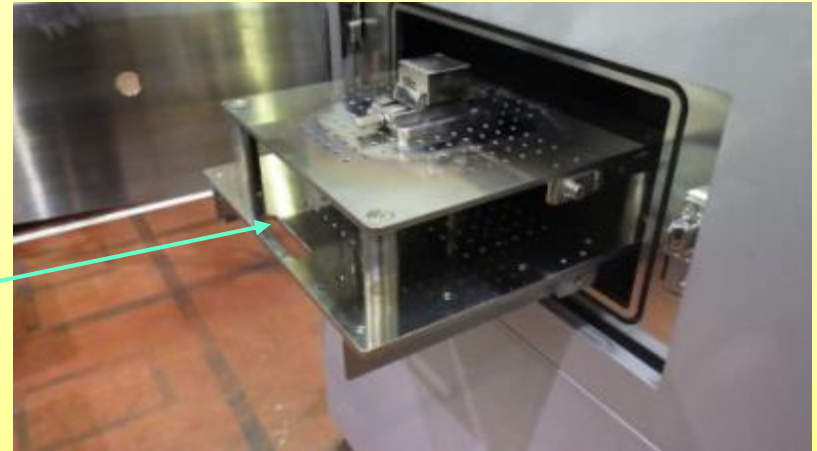
- 需要加工圓狀物或全周加工時有效



2. 經電子束照射之微細模具應用例



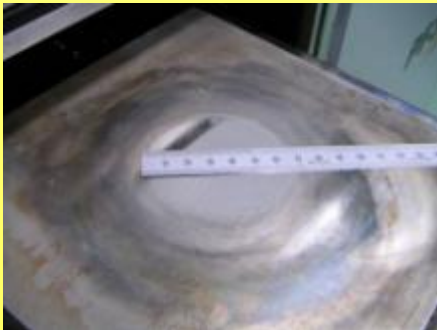
電子束加工範圍與組裝方法



(バイスセット時の写真)

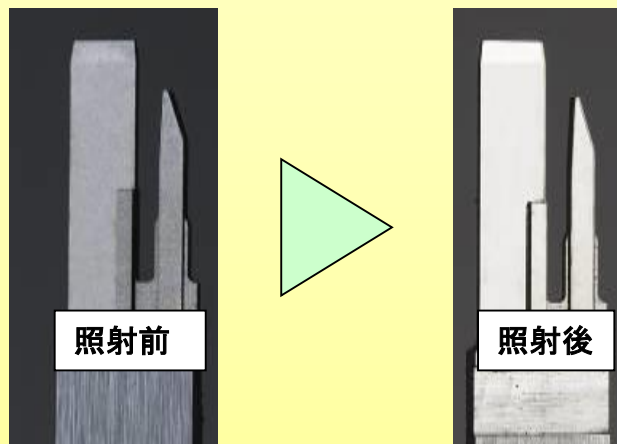
PIKA面加工装置可在A4尺寸的磁性工作
檯上運作

工作盤範圍: 300 × 300 × 100mm



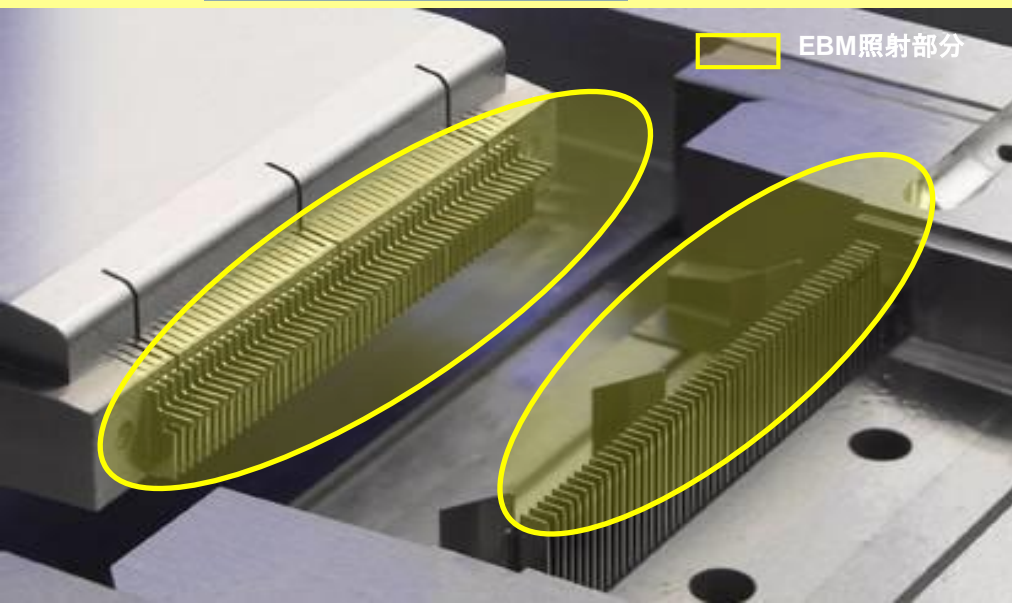
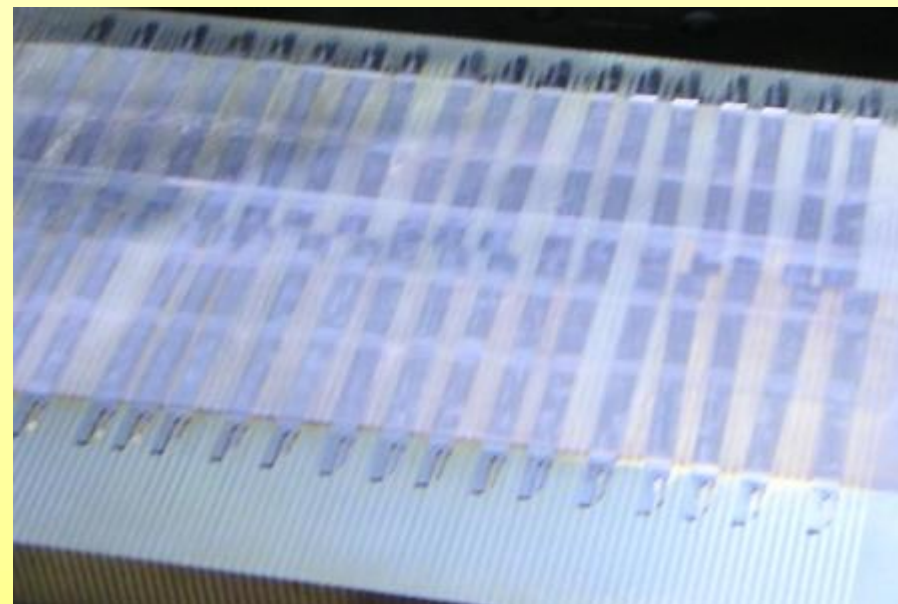
在照射面積 $\phi 60\text{mm}$ 的
廣域面積也可一次溶融
加工。

使用磁性工作檯之加工方法



微細連接軸

材質：使用SKD材



在磁性工作檯上可一次加工50枚
不需要照射改質之部分可用膠帶遮蔽

連接軸材質 實績

SKD11・HPM31・DC53・SKH51

HAP40・SKD61・其他

模具經電子束照射後之成形品

樹脂材 : PPS
LCP(液晶聚合物)
PBT

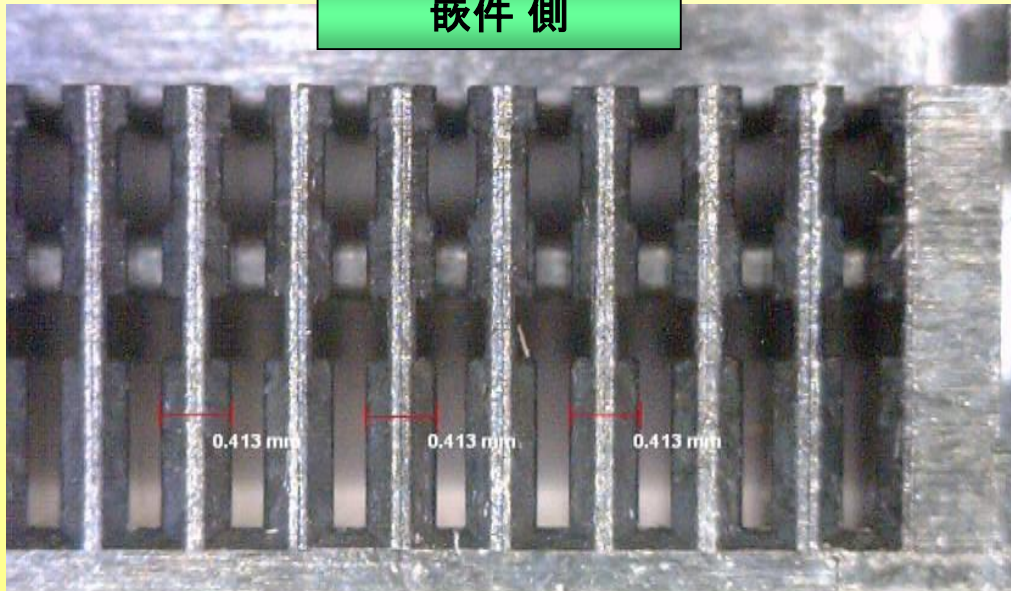


連接器 完成品

母模側 : 50枚

滑動側 : 50枚

嵌件側



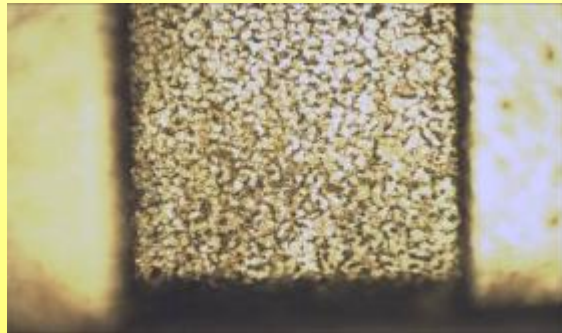
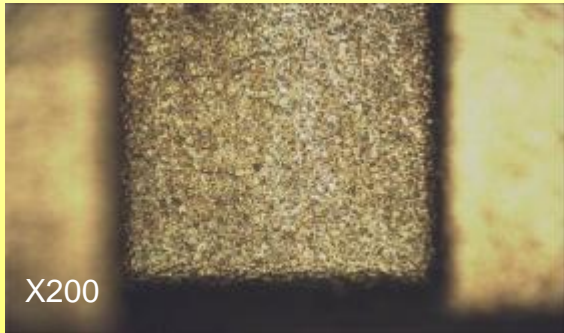
滑動側



電子束與手工打磨面之顯微鏡比較照片



□ 難以打模的部分下列為放大照片



難分解且無方向性的
均一面加工成光澤面。



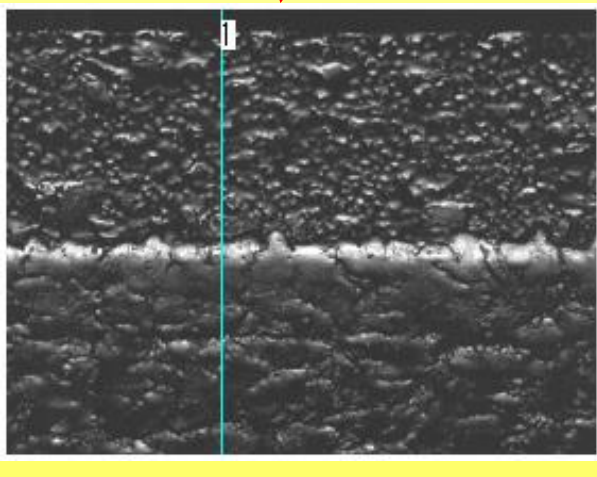
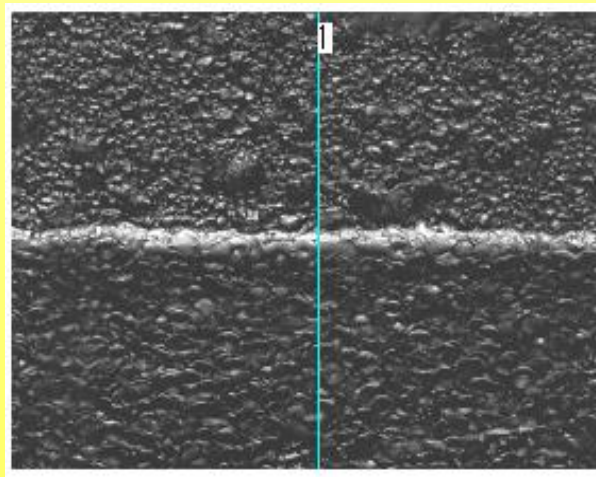
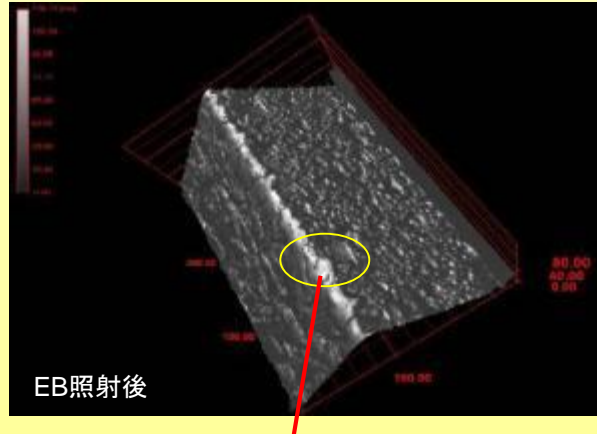
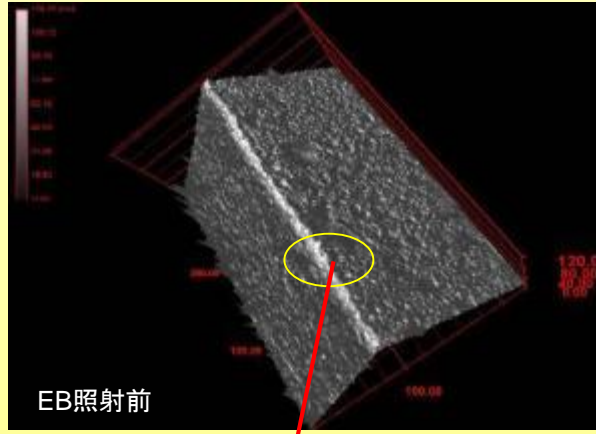
□ 難以用研磨石研磨的部分
放電加工面的研磨殘留處



尖角經電子束照射後之比較

使用雷射 3 D 形状測定顯微鏡

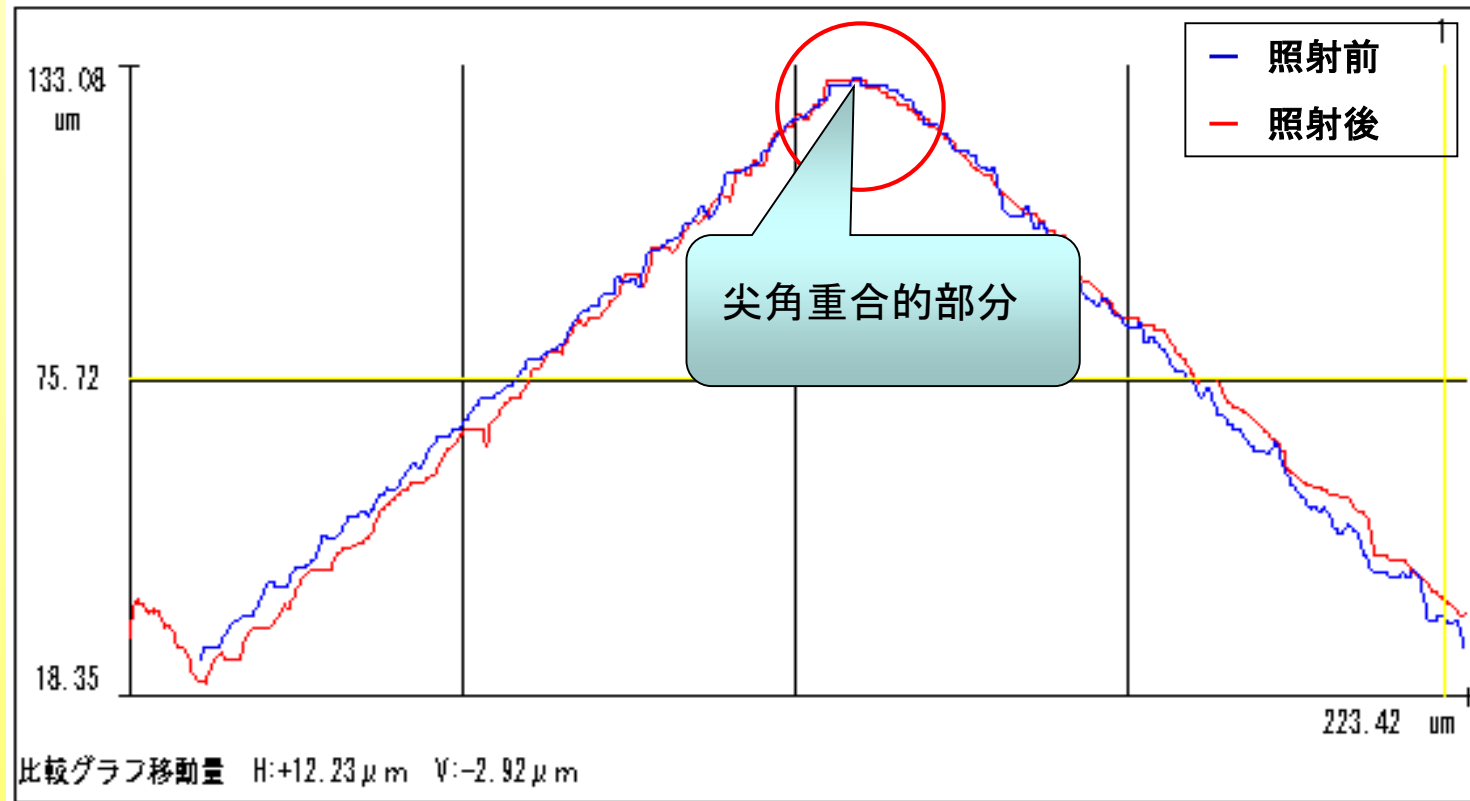
(KEYENCE VK-8500)



照射前的面粗度
Ra : 0.27 μ m

照射後的面粗度
Ra : 0.18 μ m

尖角軌跡照射前後之比較

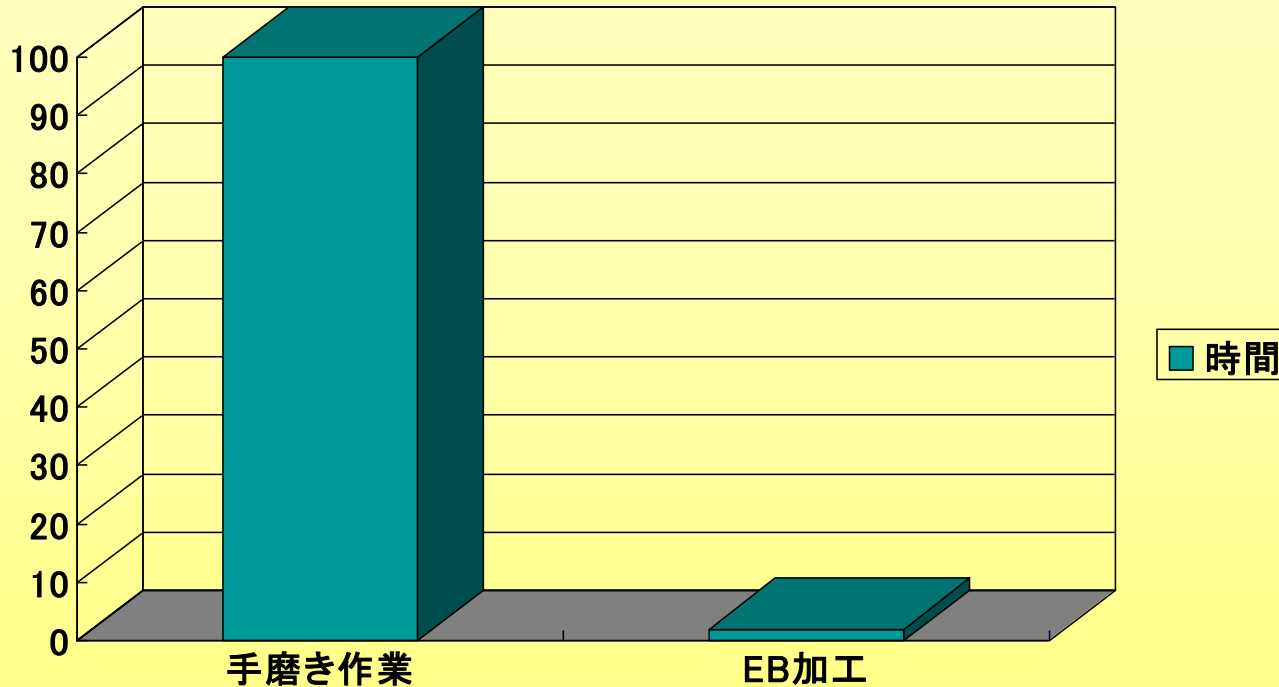


比較照射前後的照片可以確認出有疑似塌角R形狀，不過若以3D量測器的形狀來比較，看不出基礎放電面與照射後的差異。

加工後之模具尖角好似呈塌角，但實際以R形狀之光澤反射成果來看，尖角看不出有無變化。

電子雷射加工 前、後看不出形狀有任何改變

打磨時間比較



磨き仕上げに要した時間

手工打磨：打磨剩下的狀態
單面30分1枚
雙面60分總共
100小時

EB加工：貼在磁性工作檯遮蔽後將
兩面加工所需時間**2小時**

例：一次打磨4個(400ピン)需400小時(50日/小時)若EB加工
8時間(1日/8時間)即可完成, 差距極大。

交點與R角距離的測定,尖角與塌角測定圖表

PIKA面 5個加工条件

※東京精密社製
surfcom 測定

客戶 塌角測定資料(顯微鏡)

照射前	-----
No.1	R 15 μ m
No.2	R 20 μ m
No.3	R 20 μ m
No.4	R 35 μ m
No.5	R 50 μ m



弊社 塌角測定資料(面粗度計)

照射前	R 4.5 μ m
No.1	R 8.3 μ m
No.2	R 8.3 μ m
No.3	R 13.9 μ m
No.4	R 16.7 μ m
No.5	R 22.2 μ m



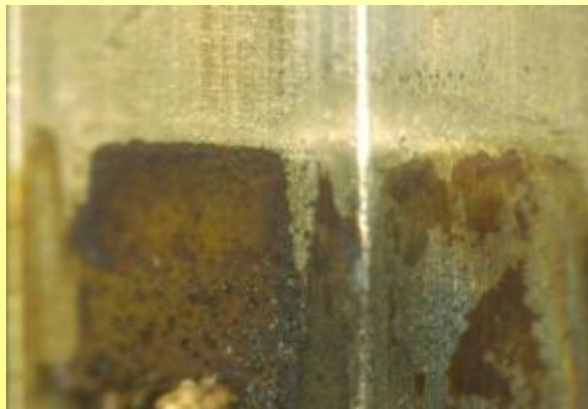
加工後塌角粗糙度容許範圍為客戶指定值的10 μ m以下

客戶要求塌角在10 μ m以下之加工結果在2條件

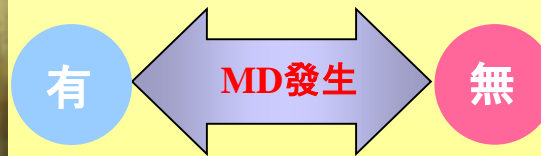
3. 在成形上電子束的效果與效用

1. MD抑制(模垢)發生

經射出成形機 **5萬模次** 成形後的比較照片 (70小時連續運轉)



手工打磨面



EB加工面

從以前到現在手工打磨面面臨的問題點

要點

- 精度無法掌握
- 離形不佳
- 模具髒汙轉印,在成品上造成NG
- 須頻繁清潔模具

模垢即塑膠射出成形模具的入塊之間或模仁隙間中附著的堆積物。

堆積物一堆積,射出之成形品的形狀會出現無法正確轉印等瑕疵

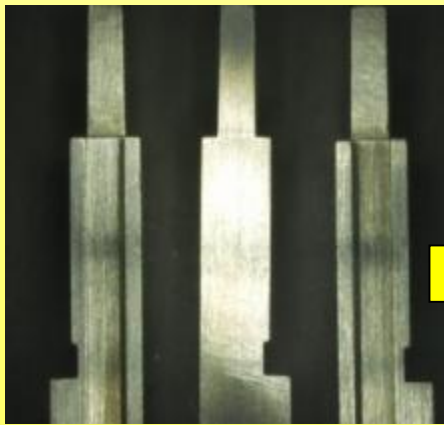
成形現場經電子束加工後之效果、效用

2. 觀察排氣孔部份可了解設計者的構思

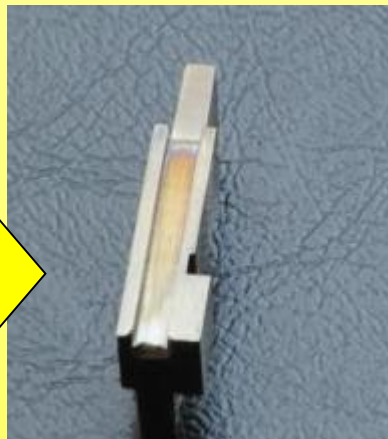
所謂通氣孔,是指流道內的空氣有效排氣的排氣管路,可使射出之熔融樹脂可輕易充填

排氣孔的設計若不良,容易燒焦、形成模垢,所以排氣孔部分須加強注意

射出成形前

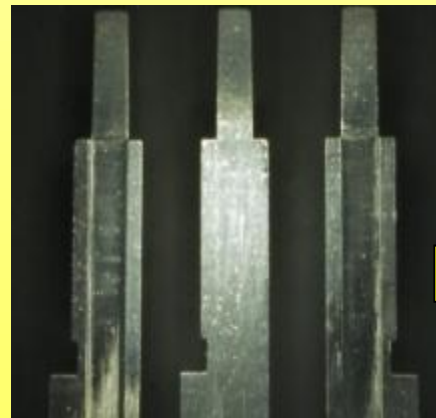


射出成形後

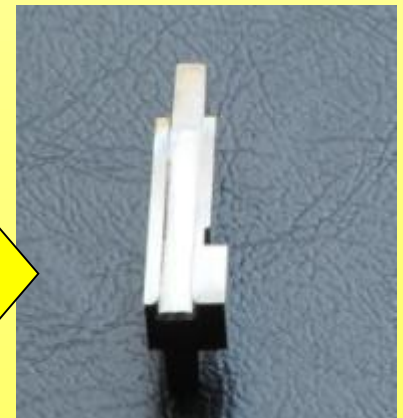


手工打磨加工面

射出成形前



射出成形後

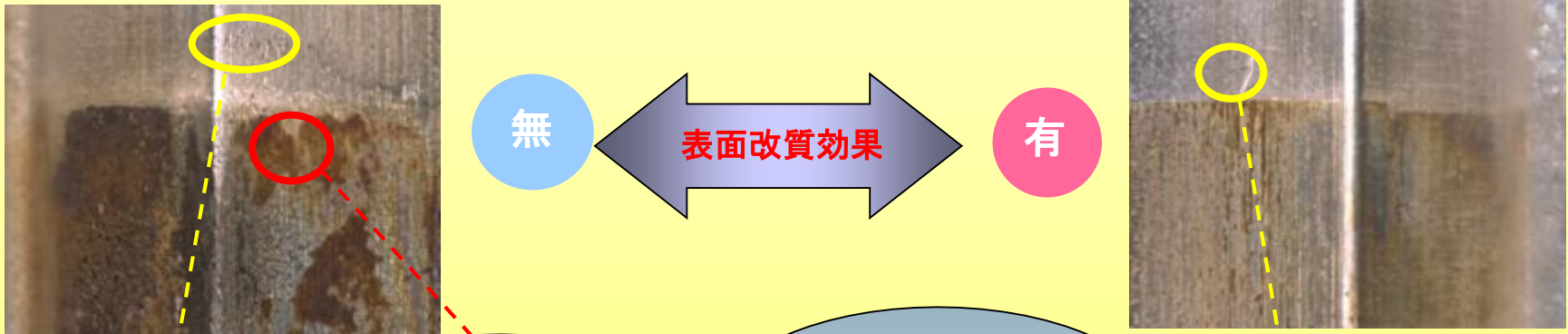


PIKA面加工

成形現場經電子束加工後之效果、效用

3. PIKA面在經過表面改質效果後可抑制金屬腐蝕

射出成形 **5萬模次** 成形後之比較照片 (70小時連續運轉)



手工打磨面

EB加工

成形時因腐蝕性氣體影響, 表面形成凹陷。

模具因成形時附著之汙染物質的影響, 表面發生斷差

PIKA加工面

x200

x200

金屬腐食 發生

手工打磨加工面
射出成形前

MD 發生

射出成形 前·後
表面無變化

可維持表面改質的良好狀態

4. 樹脂材料經電子束之加工例

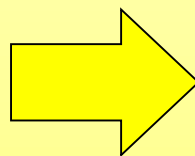
1. EB照射後可使切削加工表面溶化成透明。

壓克力樹脂 在**EB加工**照射後的比較照片

(加工時間15分)



切削加工面



EB加工

※ 切削後霧化的表面也可輕鬆加工成透明製品

UH430加工面再經EBM加工更可進一步發揮效果。

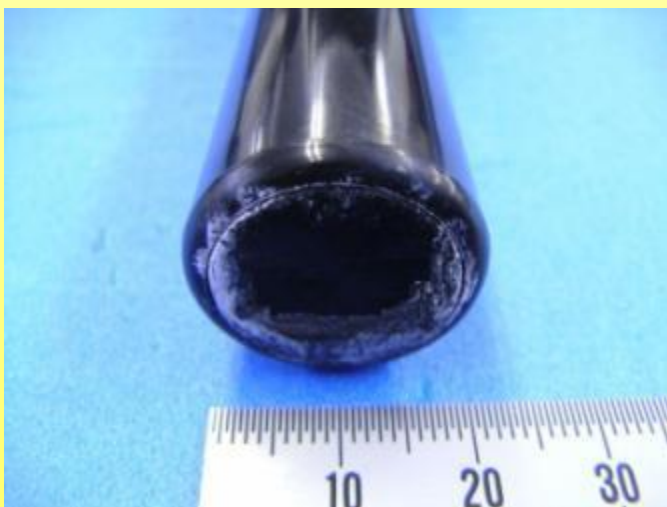
樹脂材料經電子束之加工例

• 塑膠樹脂製品的白化現象改善

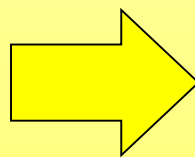


• 黏接材料的白化現象

• 黏接材料在硬化前會和空氣中的水份產生反應使接著部附著粉末。



白化現象



• 加工時間8分
• (真空吸引7分)



EB加工

- 樹脂材 : PBT
- 接著劑 : 瞬間黏著劑

超硬合金 經電子光束加工製品之比較照片



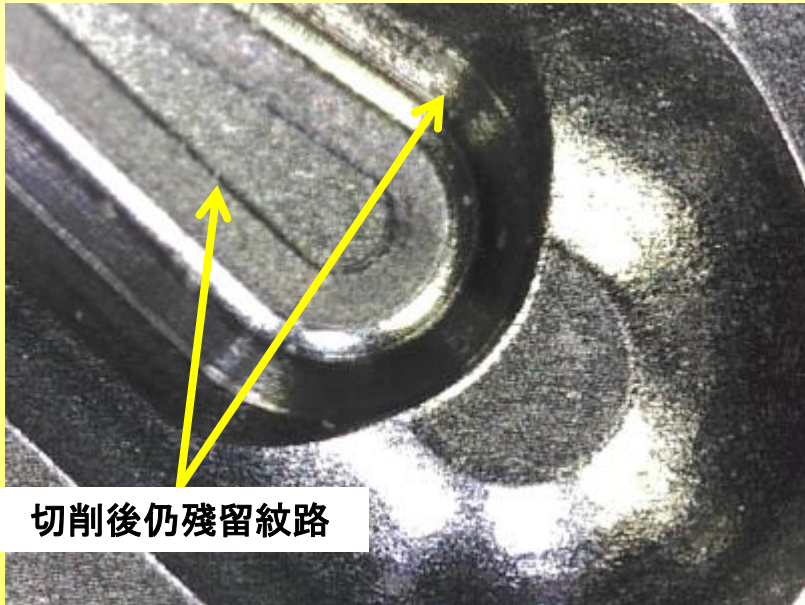
超硬合金經EB加工後，表面的鈷與鎢經熱化後、容易手工拋光。
也有抑制波浪提高品質的作用。



加工材質：	超硬合金(WC)
加工時間：	5min(TOTAL) 真空吸引3.5min
手工打磨時間：	1min
加工機：	PF100S

超硬合金 電子束加工後之比較照片(放大)

- 切削加工面與最終加工面之比較



切削加工面



研磨處理後

Sodick

ご静聴ありがとうございました。