

超精密ナノ加工機の紹介

--- 慶應 - 神奈川ものづくり
技術実証・評価センター ---

実験教育支援センター 吉田 久展



はじめに



平成23年度経済産業省補助事業

慶應 - 神奈川ものづくり技術実証・評価センター



装 置 室



クリーンルーム

なにがあるの？



ここがすごい！！

刃物を使ってナノオーダーを加工する

超精密ナノ加工機

計測

超高感度水蒸気透過率測定
AQUATRAN (MOCON)

大気圧プラズマナノ加工装置
AP-01S-200M (横井化学)

多目的プラズマ加工装置
ICF-500DS2hp (ナノテック)

多元系合計測装置
DSC-203 (日本セイコーエレクトロニクス)

ナノ・マ

表面改質

成膜

技術

ナノ材料微細加工観察システム
Quanta 3D200i (ナノテック)

電子ビーム描画装置
ELS-7800 (エリオニクス)

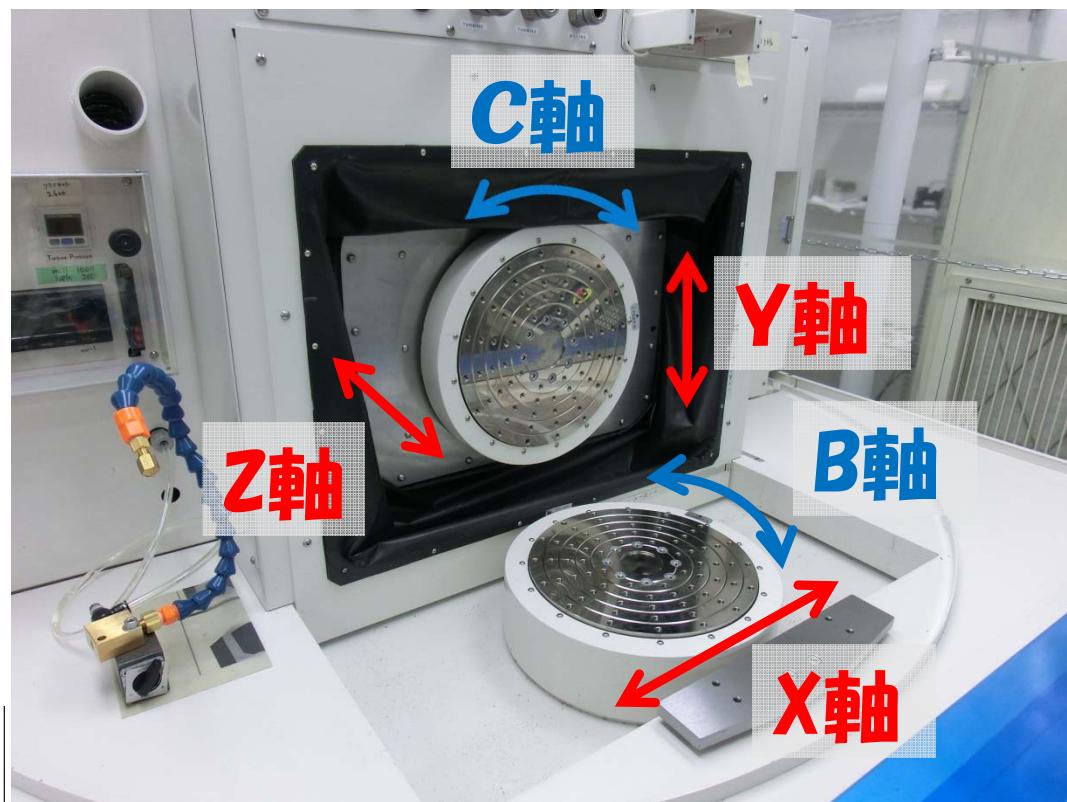
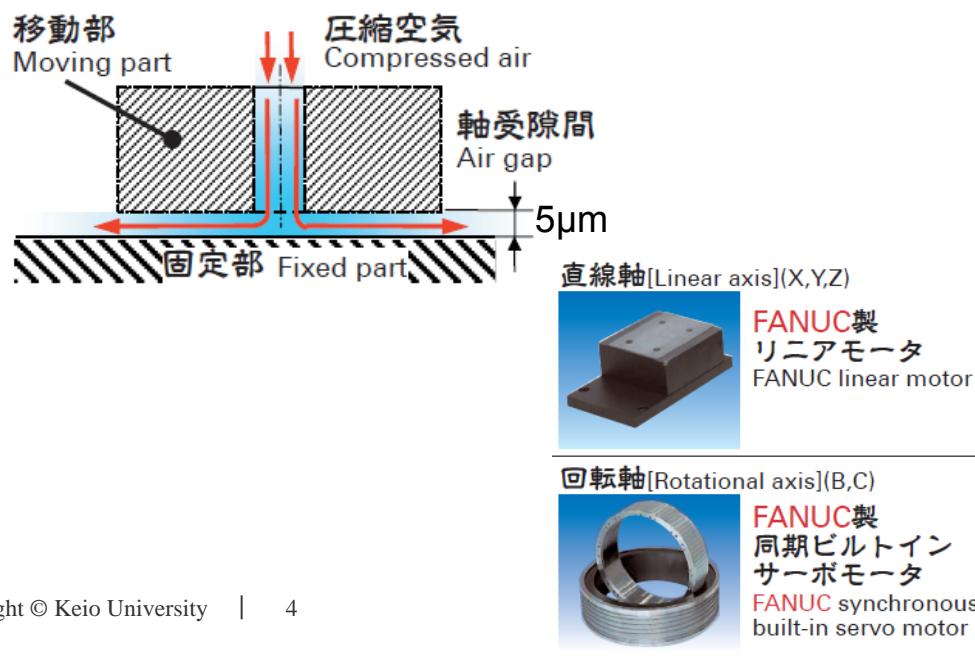
慶應義塾大学理工学部 テクノロジーセンター（07棟）
Keio University Technology Center



超精密ナノ加工機（ロボナノ）ってどんなもの？



- ・本体だけでは、加工できない
- ・本体 → 超精密5軸ステージ
- ・静圧空気軸受を採用
- ・直線軸は、リニアモータ
- ・回転軸は、サーボモータ



超精密ナノ加工機（ロボナノ）ってどんなもの？



- ・本体だけでは、加工できない
- ・本体 →超精密5軸ステージ
- ・静圧空気軸受を採用
- ・直線軸は、リニアモータ
- ・回転軸は、サーボモータ

移動量 [Stroke]	X軸 (水平直線軸) [X axis(Horizontal linear)]	280mm
	Z軸 (水平直線軸) [Z axis(Horizontal linear)]	150mm
	Y軸 (垂直直線軸) [Y axis(Vertical linear)]	40mm
	B軸 (水平回転軸) [B axis(Horizontal rotation)]	360° (連続回転可能) [Continuous rotation]
	C軸 (垂直回転軸) [C axis(Vertical rotation)]	150mm
	X軸 (水平直線軸) [X axis(Horizontal linear)]	280mm
	Y軸 (垂直直線軸) [Y axis(Vertical linear)]	40mm
軸受方式[Bearing type]	空気軸受[Hydrostatic air bearing]	
指令分解能 [Command resolution]	X、Z、Y軸 [X、Z、Y axes]	1nm
	B、C軸 [B、C axes]	0.000001°
テーブル作業面範囲 [Work-table area]	B、C軸 [B、C axes]	Φ210mm
	X、Z軸 [X-Z axes]	500mm/min
最大送り速度 [Maximum feed speed]	Y軸 [Y axis]	50mm/min
	B軸 [B axis]	3600°/min
	C軸 [C axis]	3600°/min
		250min ⁻¹ (S軸モード時) [S axis mode]
真直度 [Straightness]	X軸 [X axis]	0.2 μm/280mm
	Z軸 [Z axis]	0.2 μm/150mm
	Y軸 [Y axis]	0.2 μm/40mm



どんなことができるの？



- ユニットをつけることによって・・・

旋削加工

Turning



旋削用スピンドル(オプション)

機上計測による補正加工

Compensation machining
by on-machine measurement



ナノチェック(オプション)

ミリング加工(5軸)

Milling(5axis)



ミリング用スピンドル(オプション)

引き切り加工(5軸)

Scribing (5axis)



高速引き切り加工

High speed scribing



シャトルユニット(オプション)

ロボナノ導入教育 日程



- 5月 7～9日 3日間
 - ロボナノの概要、基本操作、日常点検、原点復帰、
 - 治具取付け、周辺機器取扱い、プログラミング、引き切り加工
- 5月 14～16日 3日間
 - 旋削加工、ミリング加工、ナノチェック、補正加工
- 8月 5～7日 3日間
 - シャトル加工
- 未定 2日間
 - シャトルによるディンプル加工
- 参加者 : 中央試験所 高野さん
閻研究室 小宮君 渡邊君
機械系実習室 斎田さん 吉田

旋削加工

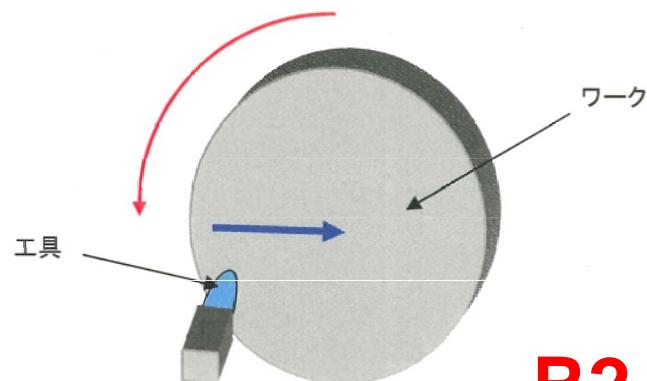


ロボナノ教育内容(旋削による微細溝加工)

教育内容

旋削スピンドルとダイヤモンドRバイトを使用した基本となる旋盤加工の段取り、工具の取り付け、バランス修正から平面加工までを行います。

加工の様子



R2

加工条件

バイト形状 : R2mm
材質 : しんちゅう
送り速度 : F1mm/min(X軸)
回転数 : 1500rpm



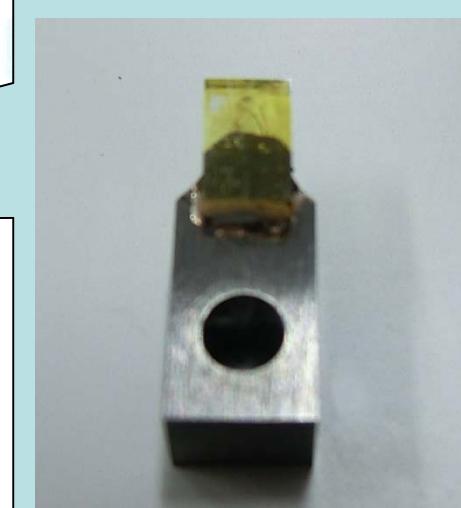
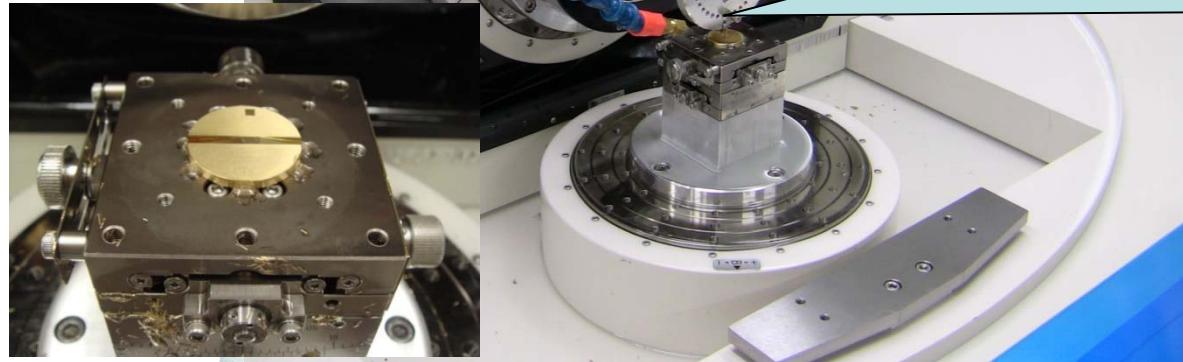
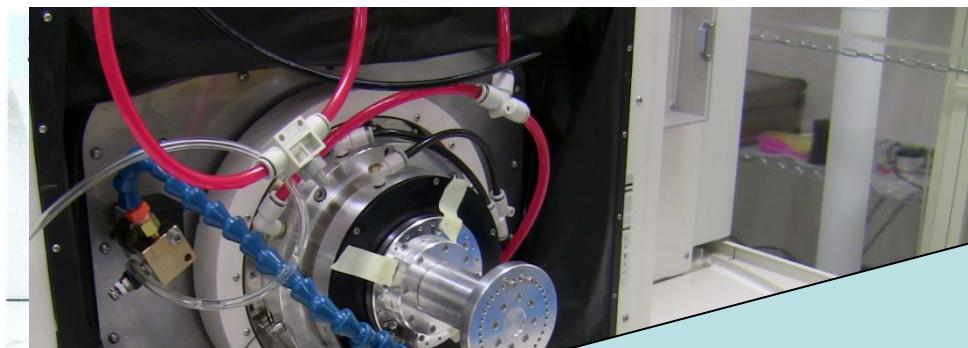
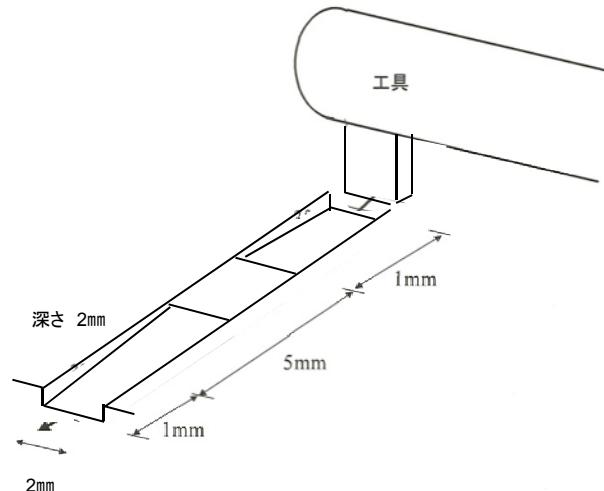
ミリング加工（フライカット）



ロボナノ教育内容(ミリングによる微細溝加工)

教育内容

旋削スピンドルにダイヤモンド工具を取り付けた
フライカット治具を取付け、基本となるミリング加
工の段取り、工具取付け、バランス修正から実加
工までを行う



参考
いた
にさまで。

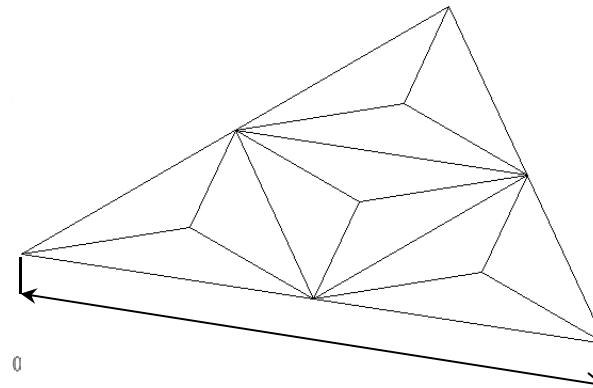
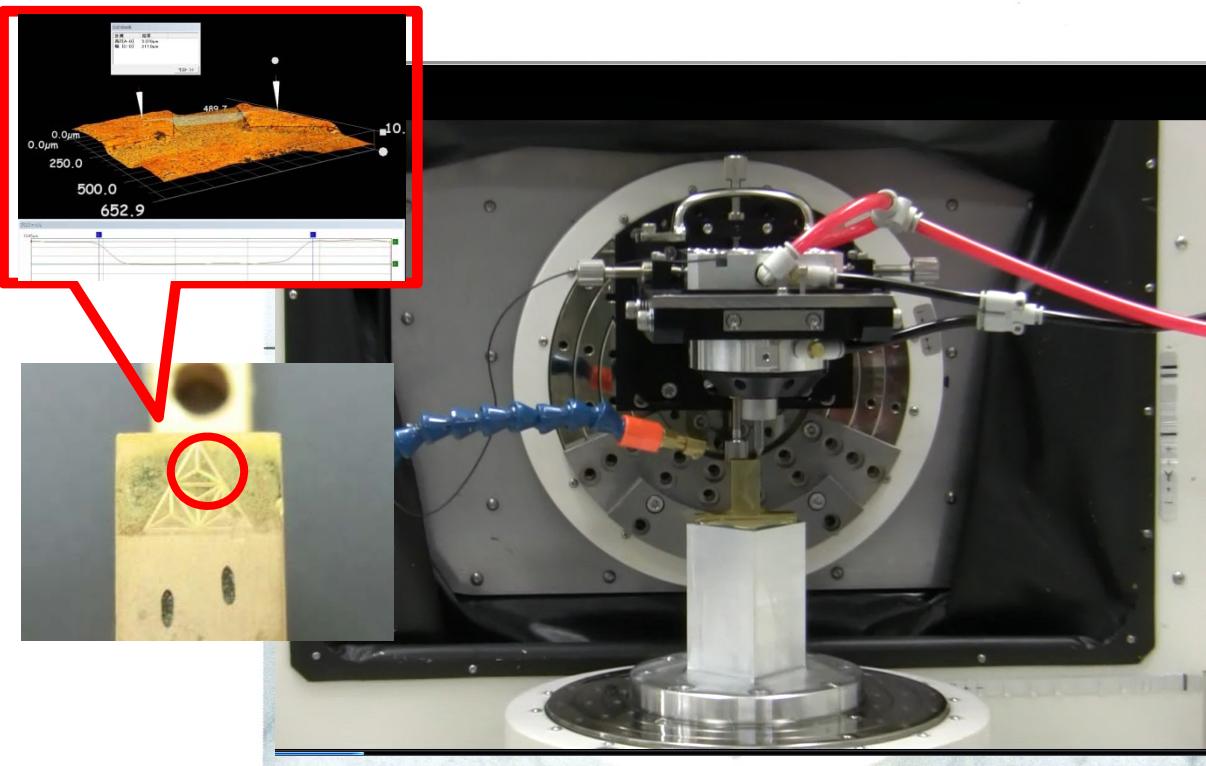
ミリング加工



ロボナノ教育内容(ミリングによる微細溝加工)

教育内容

ミリングスピンドルにダイヤモンド回転工具を取り付け、基本となるミリング加工の段取り、工具の取り付け、バランス修正から実加工までを行います。



加工条件

工具形状: $\Phi 200\mu\text{m}$

材質: しんちゅう

送り速度: F50mm/min

切り込み量: 2~3 μm

* 工具、ジグはファナックより持参いたします。教育後は撤収させていただきます。

引き切り加工



慶應義塾大学 殿

2013.4.11

ファナック(株)

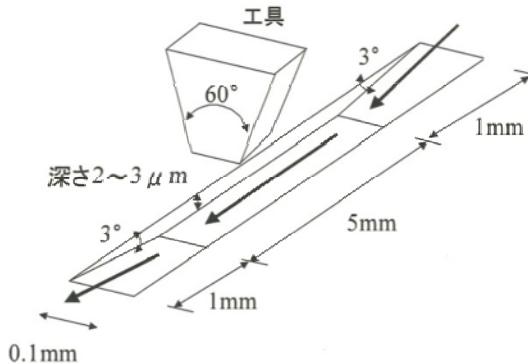
ナノマシン事業部

NO.NM0081

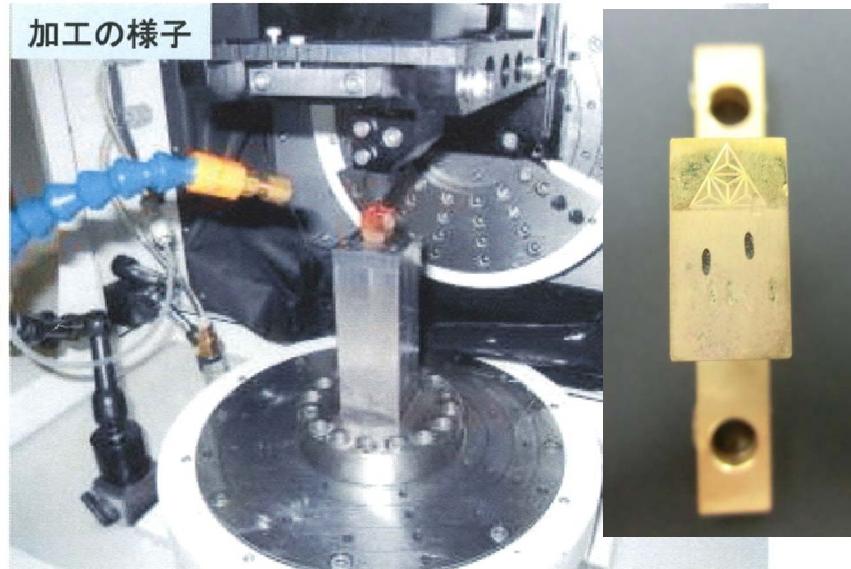
ロボナノ教育内容(引き切りによる微細溝加工)

教育内容

ダイヤモンドバイトを使用した引き切り加工の段取りから実加工までを行います。基本となる機械操作教育も兼ねながらの実習となります。



加工の様子



加工条件

バイト形状 : 60° 、 100 μ m幅
材質 : しんちゅう
送り速度 : F1またはF10mm/min
切り込み量 : 2~3 μ m

* 工具、ジグはファナックより持参いたします。教育後は撤収させていただきます。

高速引き切り加工(シャトル加工)



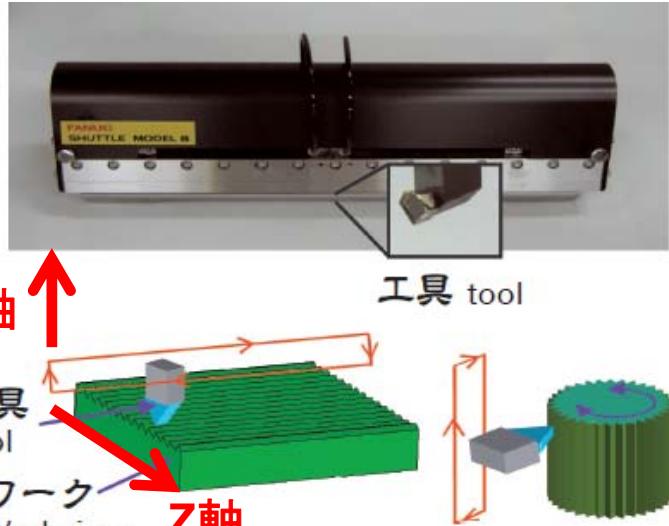
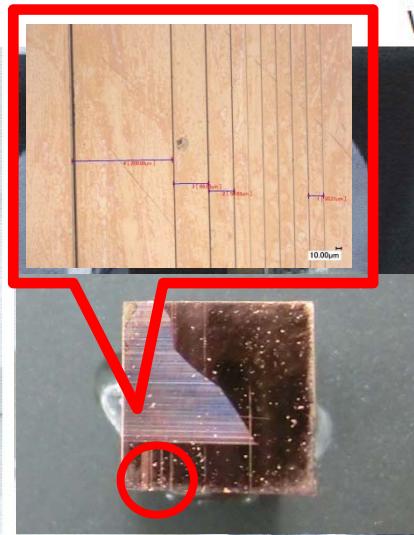
ロボナノ教育内容(シャトルによる高速溝加工)

教育内容

シャトルを搭載しての、ワーク平面加工や、基本的な溝加工の実習を行います。

また、シャトル特有のプログラム作成・運転方法や、水平・垂直の2種の段取りについても実習します。

加工の様子



工具形状 : 溝加工 V133°

材質 : 銅

送り速度 : 粗加工 F10

仕上げ F1

切り込み量 : 3μm

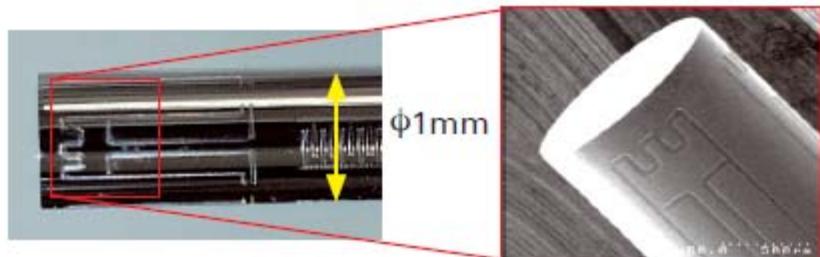
* 工具、バイト、ジグはファナックより持参いたします。
教育後は撤収させていただきます。

加工例 1



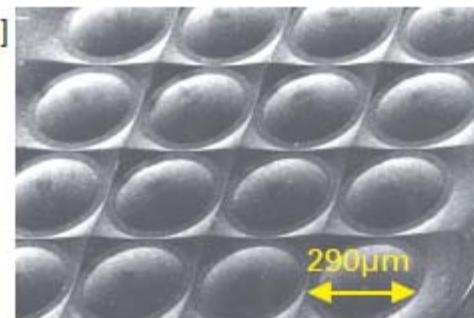
φ1mm 円筒への微細溝加工 Fabricating Micro grooves on φ1mm cylinder

直径 [Diameter] : φ1 mm
溝幅 [Width of grooves] : 40 μm
溝深さ [Depth of grooves] : 5 μm
材料 [Material] : Ni-Pメッキ [Ni-P plate]



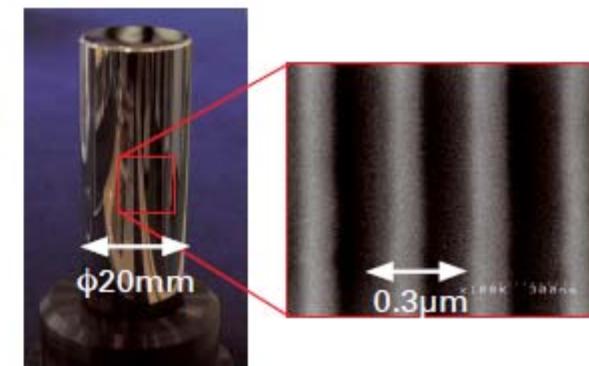
凸レンズアレイ 4x4 Convex lens array

材料 [Material] : シリコン [Silicon]
ピッチ [Pitch] : 290 μm
高さ [Height] : 16 μm
半径 [Radius] : R448 μm



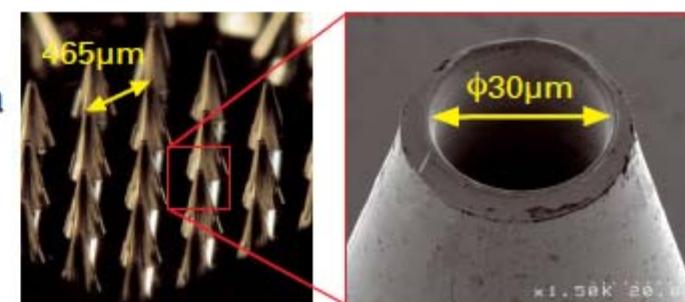
円筒上の回折格子 Diffraction grating on a roll shape

大きさ [Size] : φ20mm
ピッチ [Pitch] : 0.3 μm
溝本数 [Number of grooves] : 200,000
加工時間 [Machining time] : 14h



穴付きピンアレイ Pin array with hole

ピッチ : 465 μm
[Pitch]
直径 : φ212 μm
[Diameter]
高さ : 390 μm
[Height]



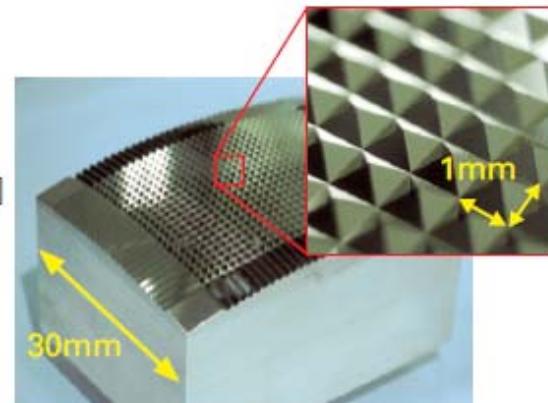
加工例 2



曲面上の交差溝

Cross groove on a curved surface

ピッチ[Pitch] : 1mm
溝高さ[Height] : 0.42mm
材料[Material] : 真鍮 [Brass]



自由曲面金型

Free curved die

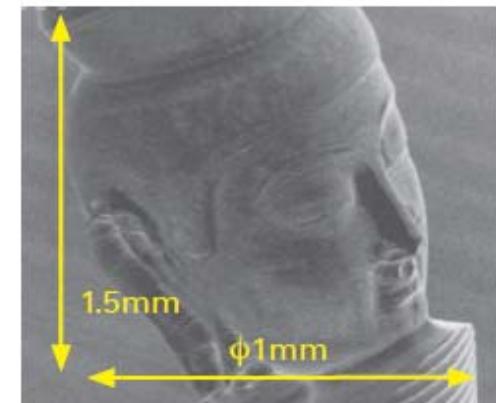
大きさ[Size] : 80mm
材料 : ベリリウム銅
[Material] : Beryllium copper



弥勒菩薩 頭部

BOSATSU-head

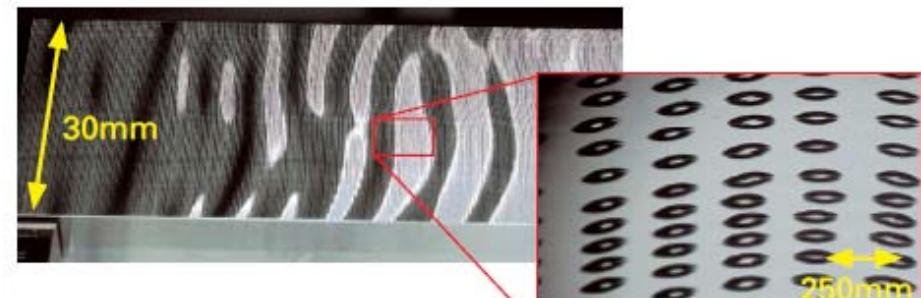
高さ[Height] : 1.5mm
直径[Diameter] : ϕ 1mm
材料[Material] : 18金
[18-karat gold]



木目調模様金型

Woodgraining design mold

材料[Material] : Ni-Pメッキ[Ni-P Plate]
ディンプル深さ[Depth of Dimples] : $10 \mu\text{m}$
ディンプル数[Number of Dimples] : 860,000





- 慶應-神奈川ものづくり技術実証・評価センターの利用方法・利用料金などの詳細につきましては、中央試験所のT・Tさんまでお問い合わせください