



## IMとFIBの組み合わせによる

# 大面積・高位置精度断面加工の試み

株式会社 日立ハイテク

森川 晃成、野間口 千尋、佐藤 高広、岩谷 徹

株式会社 日立ハイテクサイエンス

山本 洋

# Contents

---

## 1. 緒言

## 2. 実験と結果

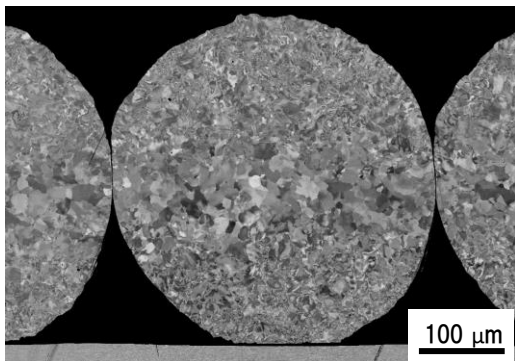
### 2-1. セラミックコンデンサ

### 2-2. TSV (Through-Silicon Via)

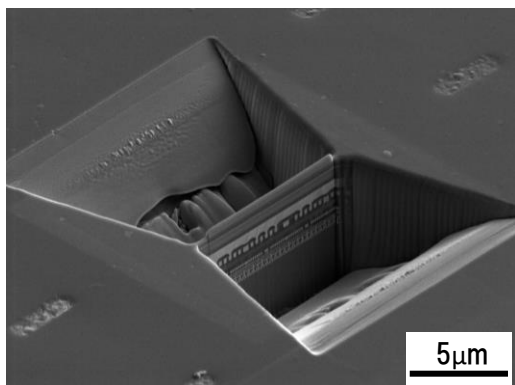
## 3. 結論

## 背景

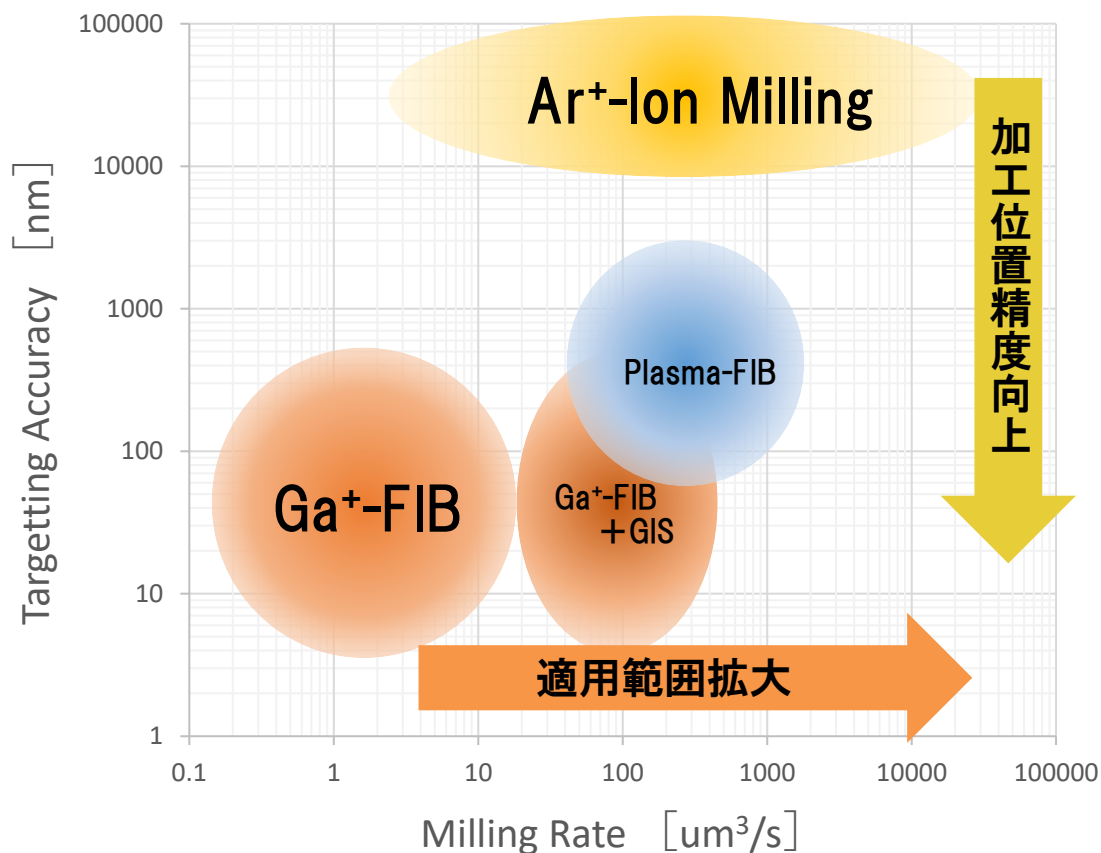
FIB(Focused Ion Beam)法は高い位置精度で断面作製が可能であるが、実用的な加工領域は幅数100  $\mu\text{m}$ 程度であり、その適用範囲の拡大が望まれている。他方、ブロードなArイオンビームを用いるIM(Ion Milling)法は、FIBと比べて加工が速い反面、その加工位置精度に課題がある。



IM加工例(鋼線の断面作製)



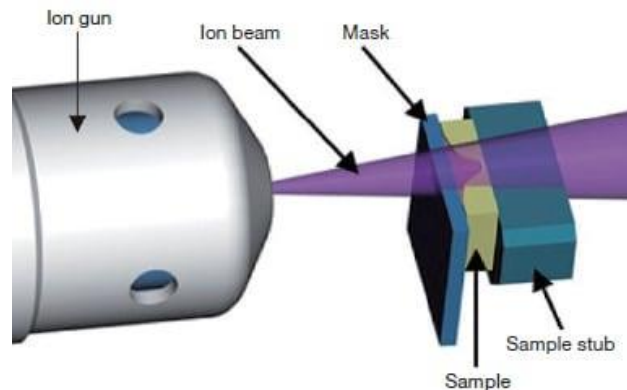
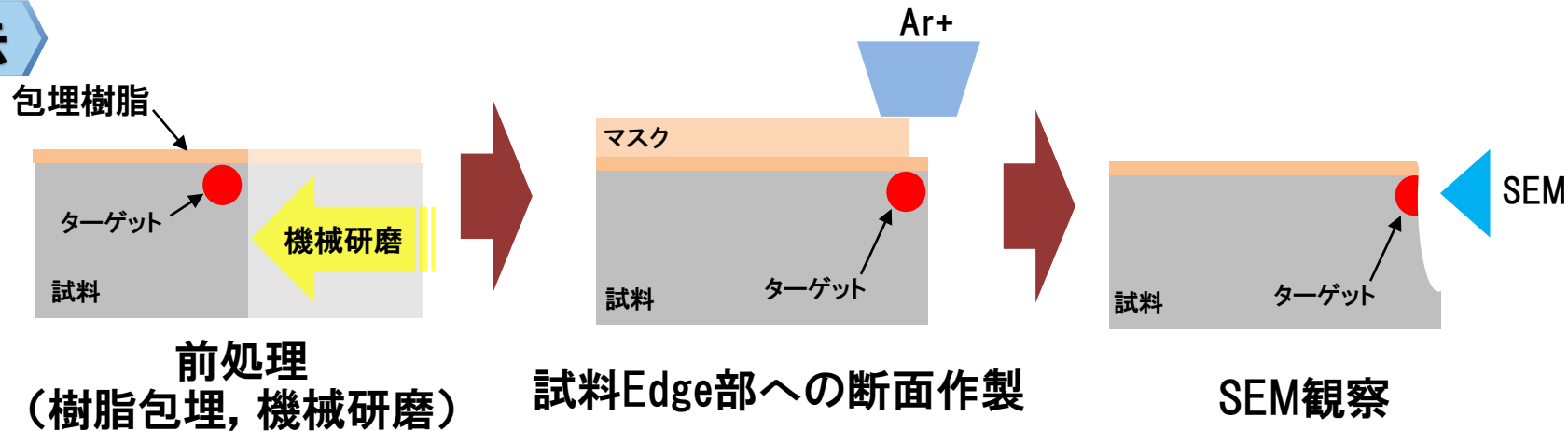
FIB加工例(半導体の薄膜作製)



各加工装置の適用範囲

## ● IM法の作業工程について

### 従来法



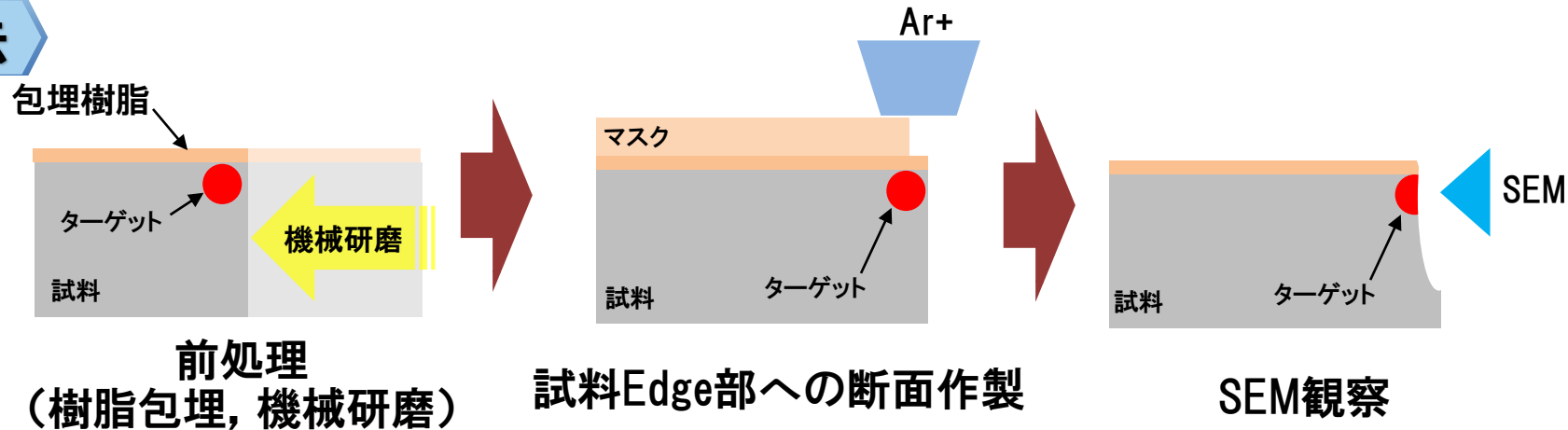
イオンミリング模式図

### 課題

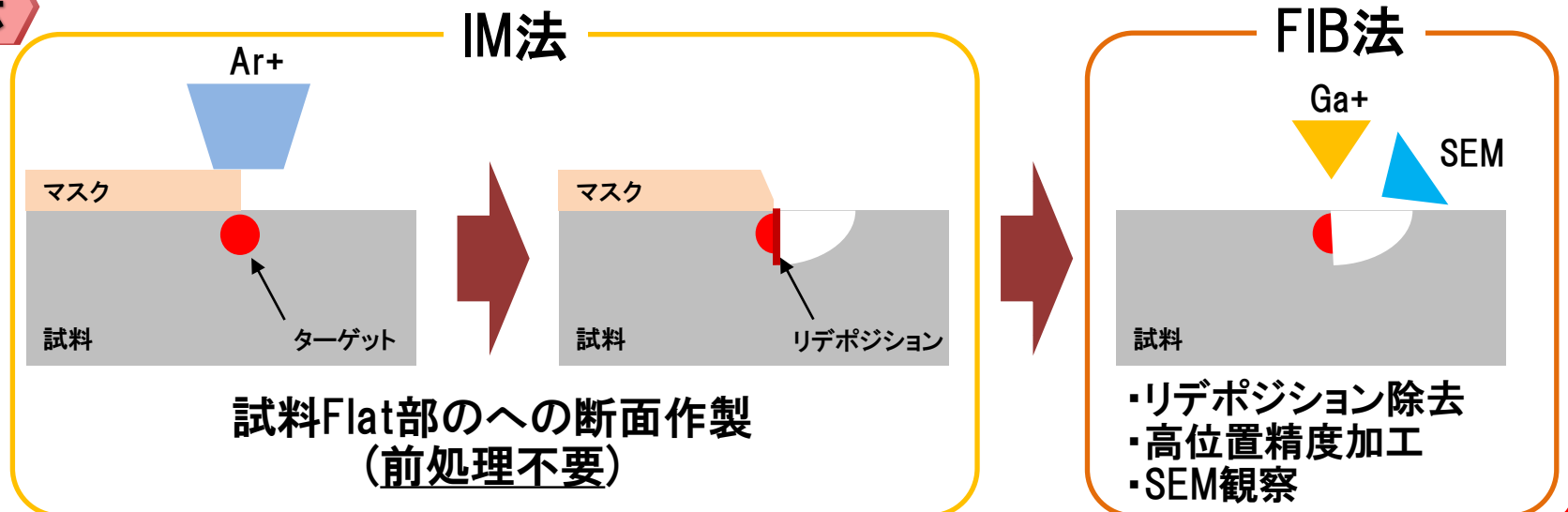
- ・ 試料特定箇所へ断面作成する場合、トリミングした試料のEdge部への加工が一般的で、研磨や樹脂包埋など前処理が必要である。
- ・ 加工の位置精度は、マスク設置精度に依存する。  
(加工位置精度 $\geq$ 約10  $\mu$ m)

## ● IM法の作業工程について

### 従来法



### 本手法



従来のIM加工は、トリミングした試料Edge部への加工が一般的であり、特定箇所の加工には研磨や樹脂包埋など前処理が必要である。

これに対し、本研究では、FIB法とIM法を組み合わせ、試料Flat面に前処理無しで断面を作製する手法を考案した。

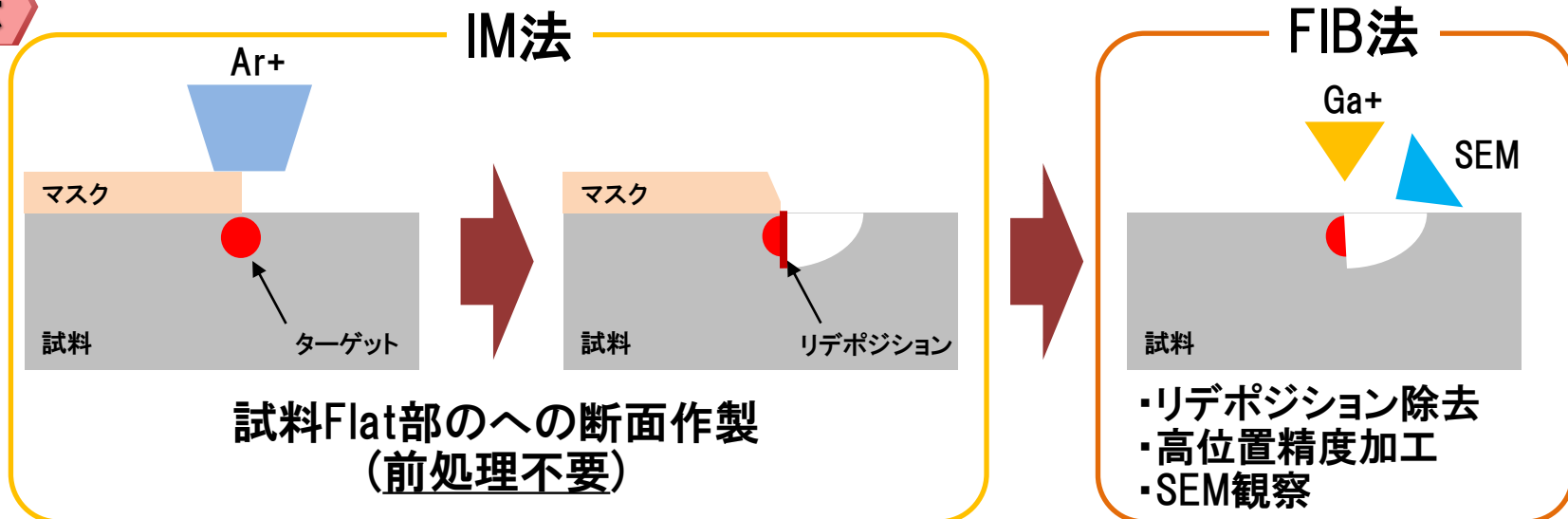
## 本手法のメリット

前処理不要による  
作業時間の短縮

IM法による大面積加工

FIBの最終加工による  
高位置精度加工

### 本手法



従来のIM加工は、トリミングした試料Edge部への加工が一般的であり、特定箇所の加工には研磨や樹脂包埋など前処理が必要である。  
これに対し、本研究では、FIB法とIM法を組み合わせ、試料Flat面に前処理無しで断面を作製する手法を考案した。

## 本手法のメリット

前処理不要による  
作業時間の短縮

IM法による大面積加工

FIBの最終加工による  
高位置精度加工

## 目的

試料Flat面へのIM法とFIB加工を組み合わせた断面作製手法を実試料に適用し、その効果を確認する。

## 2. 実験と結果

### ● 装置



ArBlade®5000

#### ArBlade5000の主な仕様

加速電圧	0~8 kV
放電電圧	0~2.0 kV
使用ガス	Ar
最大試料サイズ	断面ミリング: 20(W)×12(D)×7(H) mm
最大ミリングレート (断面加工時, Si)	約1 mm/h
加工幅	最大 8 mm



ホルダーリンクージ



ETHOS NX5000

#### ETHOS NX5000の主な仕様

FIB	
加速電圧	0.5~30 kV
分解能	4 nm@30 kV
最大プローブ電流	100 nA
SEM	
加速電圧	0.1~30 kV
分解能	1.5 nm@1 kV, 0.7 nm@15 kV
電子銃	冷陰極電界放出型



### ● 試料

#### 1. セラミックコンデンサ

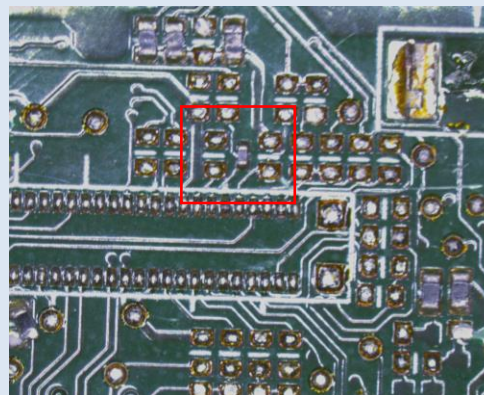
サイズ

横幅 :  $330\ \mu\text{m}$

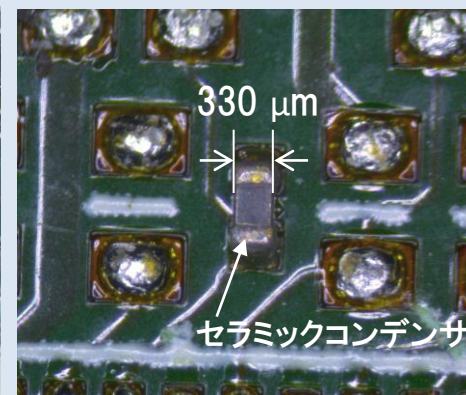
高さ :  $330\ \mu\text{m}$

観察目標

- ・内部電極構造
- ・外部電極と基板電極の接合界面



実体顕微鏡像



目標構造の拡大図

#### 2. TSV (Through-Silicon Via)

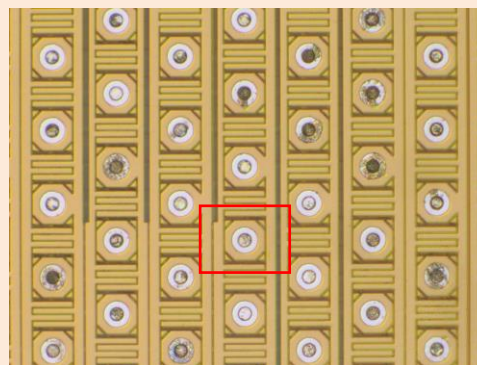
サイズ

直径 :  $7.6\ \mu\text{m}$

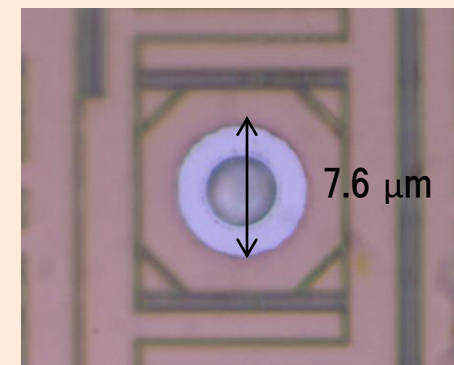
深さ :  $58\ \mu\text{m} \times 4\text{層}$  (約 $240\ \mu\text{m}$ )

観察目標

- ・Via(4層)の断面構造
- ・バンプとViaの接合界面



実体顕微鏡像

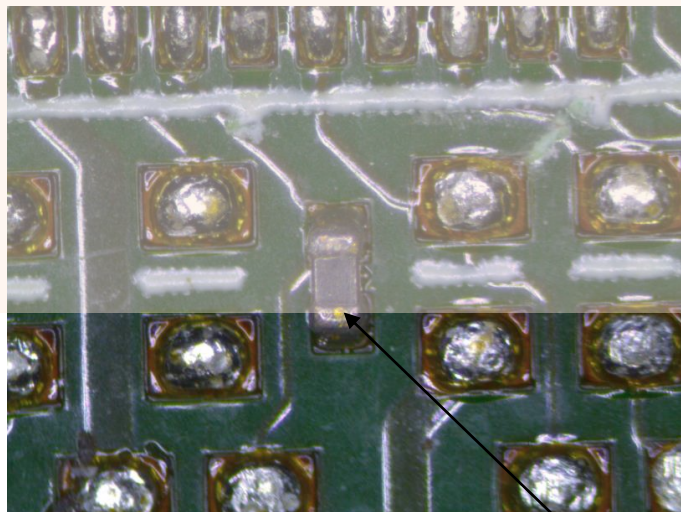


目標構造の拡大図

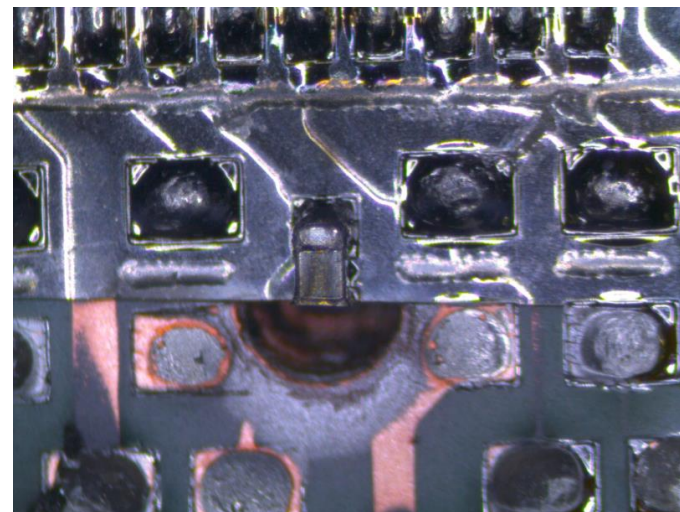
## 2. 実験と結果

### 2-1. セラミックコンデンサ

マスク  
設置位置



加工前 target



IM加工後(光学顕微鏡像)

IM condition

Vacc.:8 kV

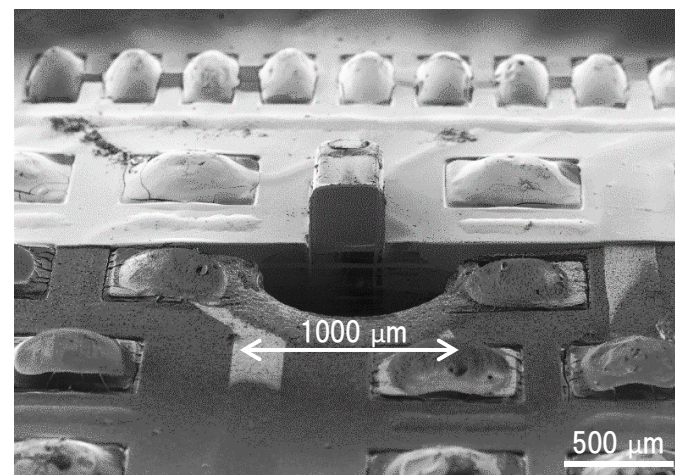
加工時間:40 min

SEM condition

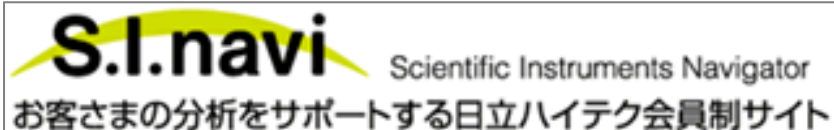
Vacc. : 5 kV

Signal : SE

- 前処理無しで、横幅約1 mmの平滑な断面が40 minで作製可能。
- IM加工の断面形状はSEM観察に適している。



IM加工後(SEM像, 傾斜54°)



この続きは、会員制サイト“S.I.navi”でご覧いただけます。

発表資料の完全版はこちらから

<https://biz.hitachi-hightech.com/sinavi/ASl ArticleDetail?kijild=SU210184&viewLanguage=ja>



新規入会も随時受付しております。ぜひご入会ください(登録無料)