



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

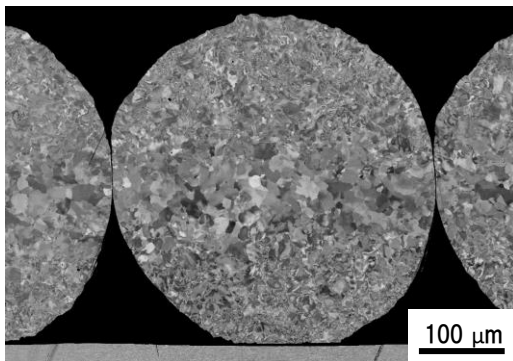
2-2. TSV (Through-Silicon Via)

3. 結論

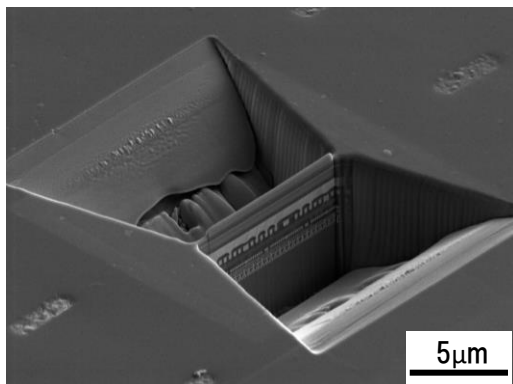
1. 緒言

背景

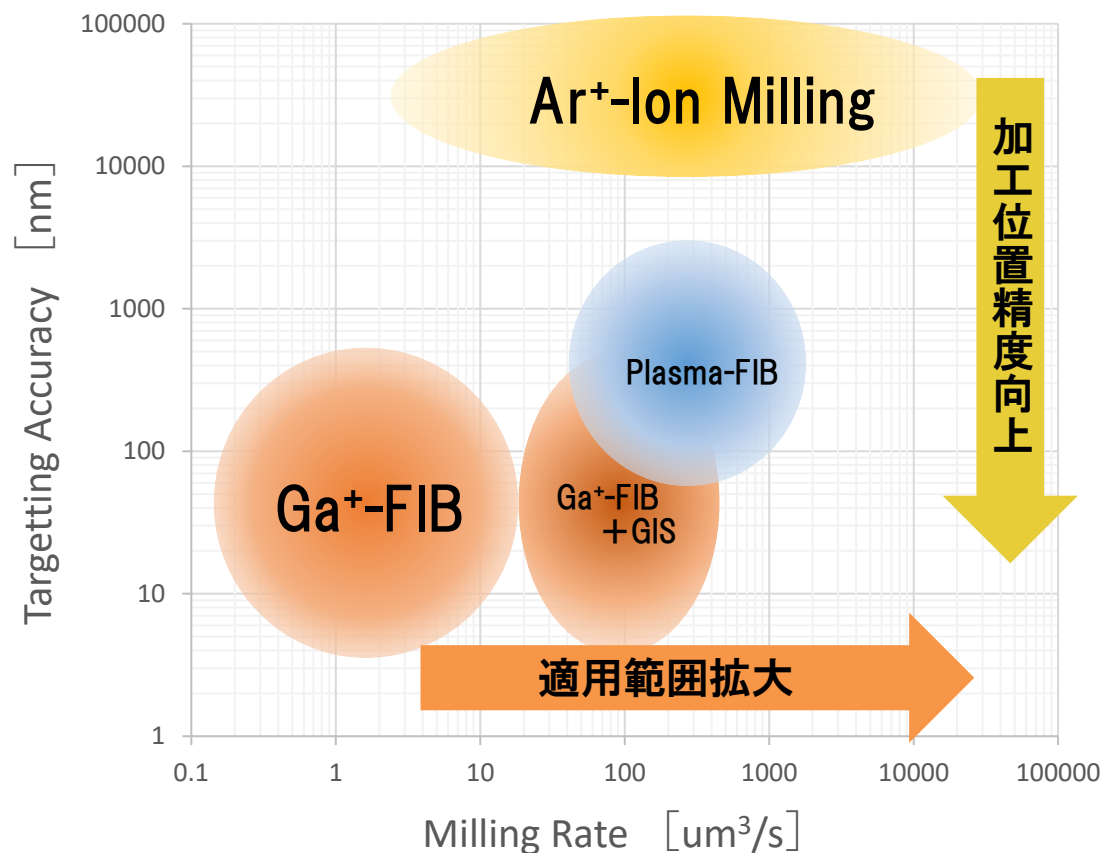
FIB(Focused Ion Beam)法は高い位置精度で断面作製が可能であるが、実用的な加工領域は幅数100 μm 程度であり、その適用範囲の拡大が望まれている。他方、ブロードなArイオンビームを用いるIM(Ion Milling)法は、FIBと比べて加工が速い反面、その加工位置精度に課題がある。



IM加工例(鋼線の断面作製)



FIB加工例(半導体の薄膜作製)

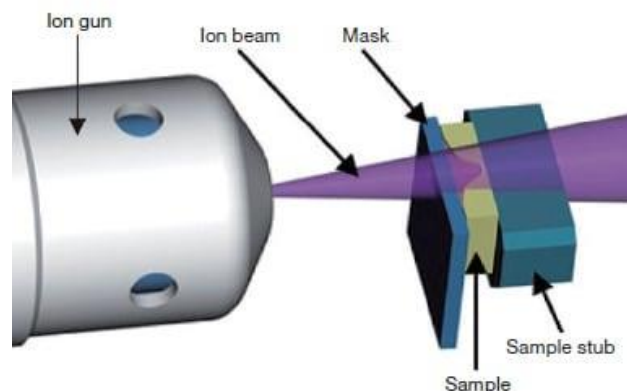
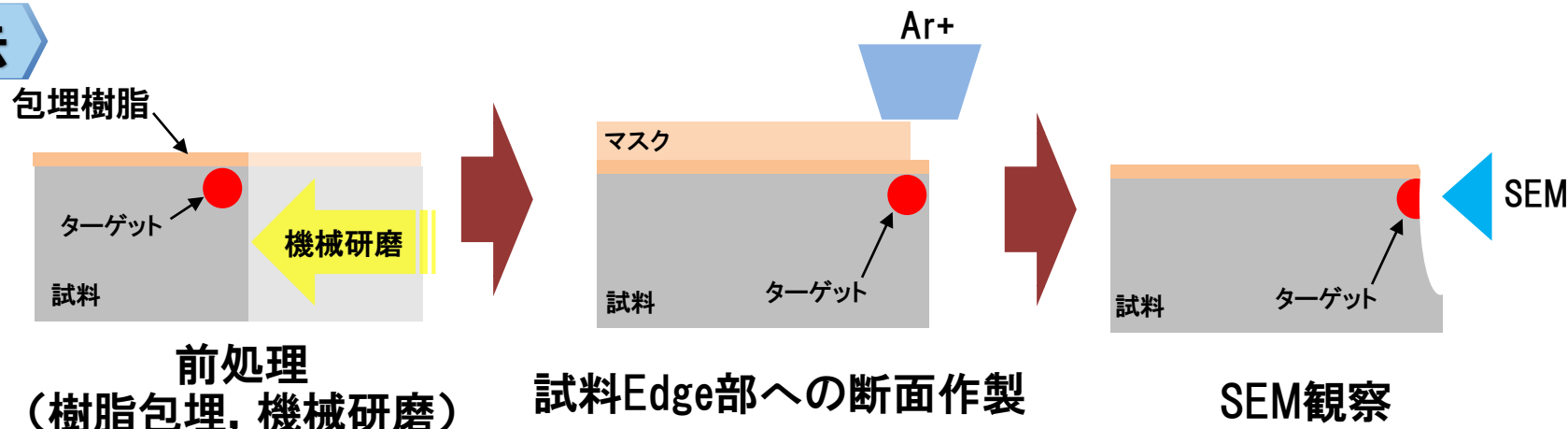


各加工装置の適用範囲

1. 緒言

● IM法の作業工程について

従来法



イオンミリング模式図

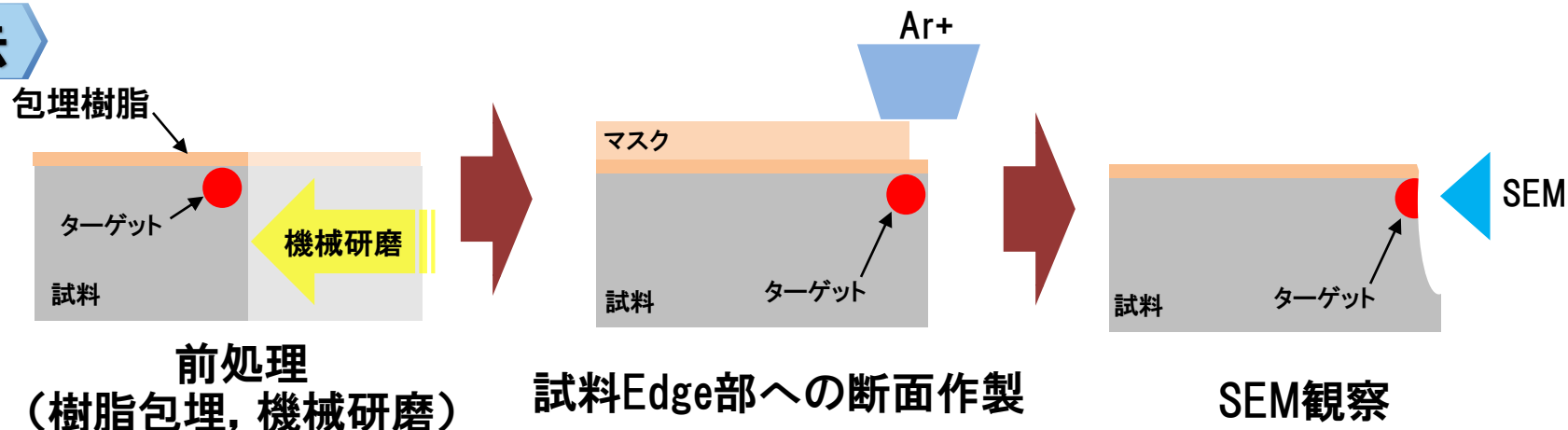
課題

- 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 μ m)

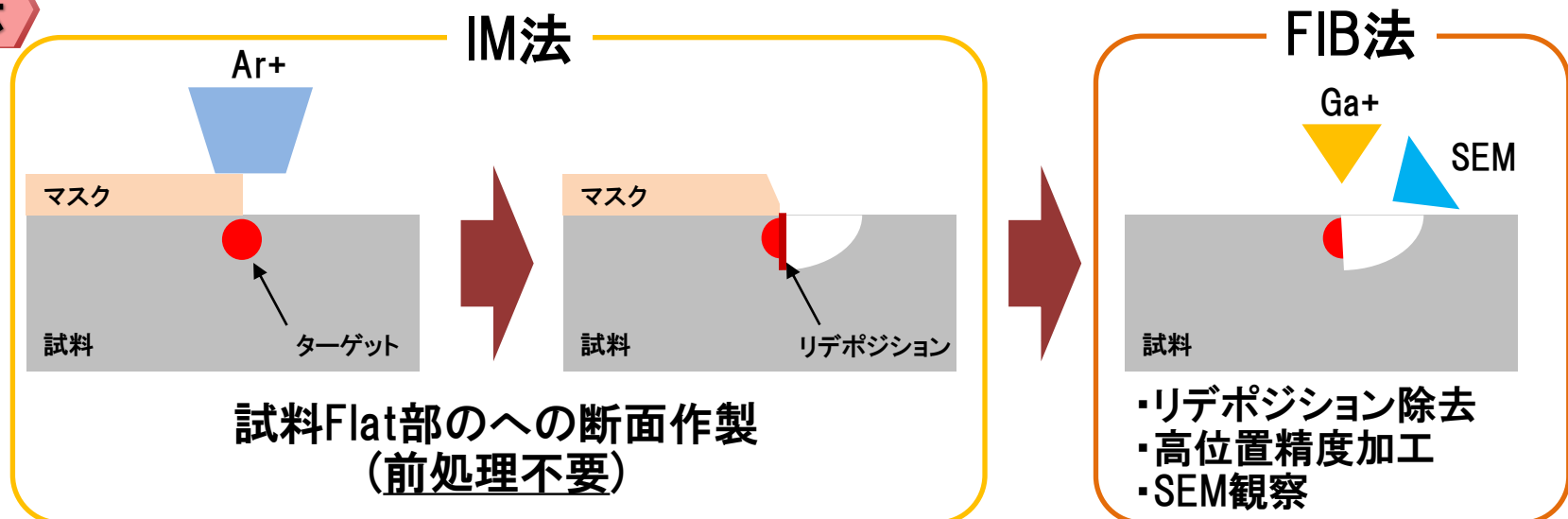
1. 緒言

● IM法の作業工程について

従来法



本手法



1. 緒言

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。

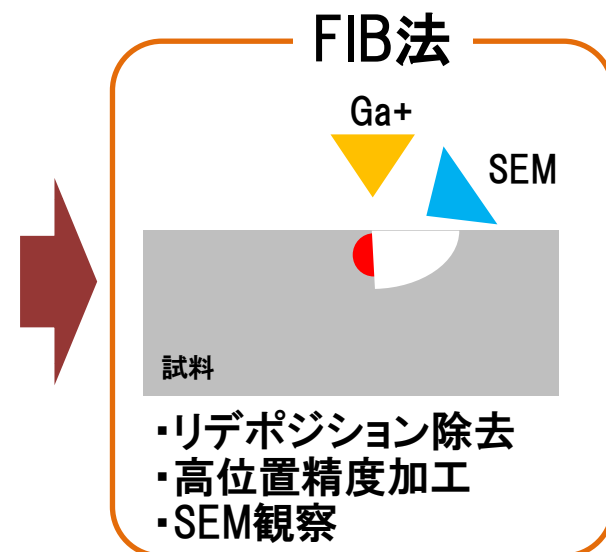
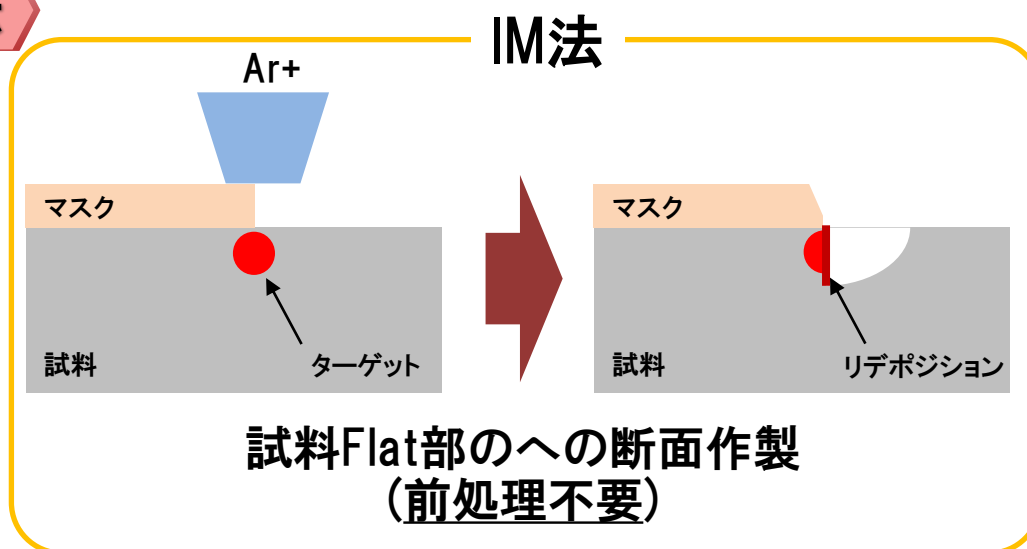
本手法のメリット

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

ホルダーリンケージ



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

2. 実験と結果

● 試料

1. セラミックコンデンサ

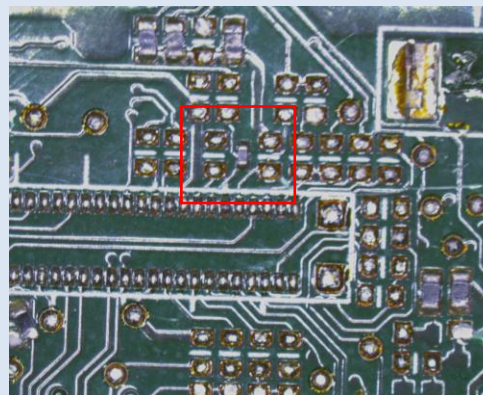
サイズ

横幅 : $330\ \mu\text{m}$

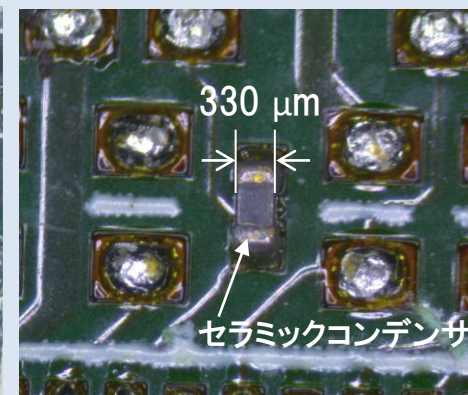
高さ : $330\ \mu\text{m}$

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)

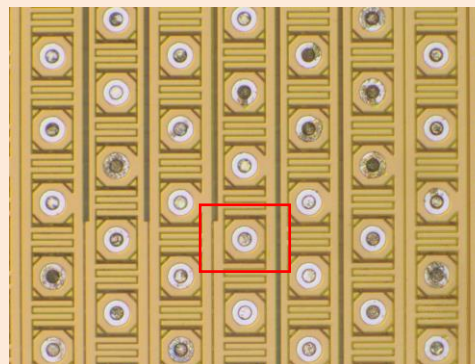
サイズ

直径 : $7.6\ \mu\text{m}$

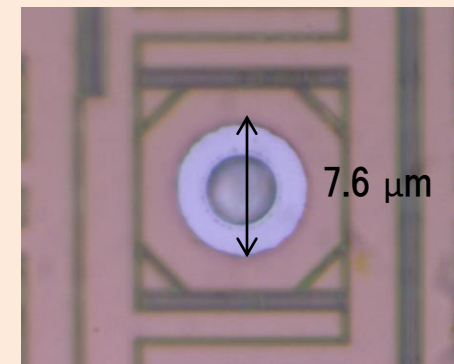
深さ : $58\ \mu\text{m} \times 4\text{層}$ (約 $240\ \mu\text{m}$)

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

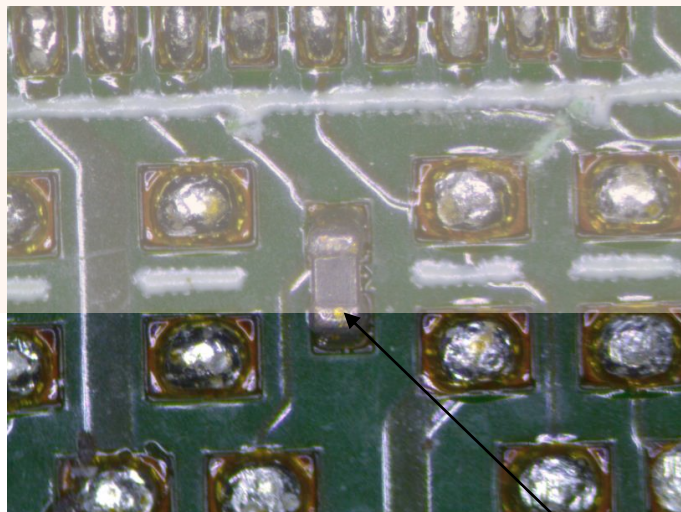


目標構造の拡大図

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 condition

Vacc.: 8 kV

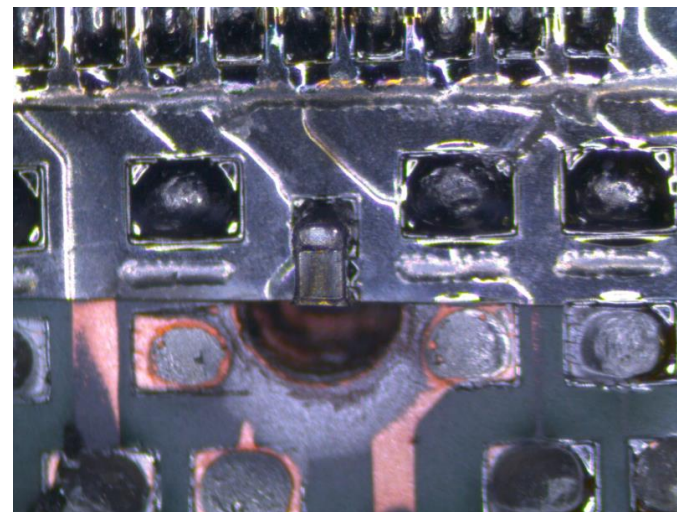
加工時間: 40 min

SEM condition

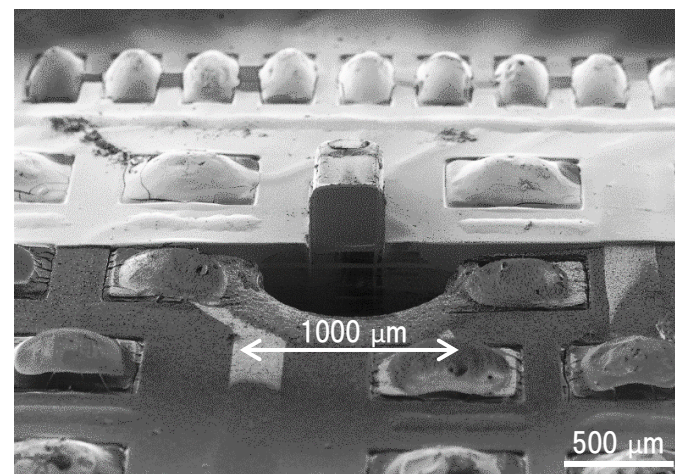
Vacc.: 5 kV

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(光学顕微鏡像)



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)