

半導体・光学デバイスの鏡面研削加工

埼玉大学大学院 理工学研究科
助教 澁谷秀雄

研究背景

半導体・光学素子

超精密加工

- 形状精度
- 表面品質(粗さ・加工ひずみ)

硬脆材料

- シリコン
- 水晶
- サファイア
- etc...

作製方法

形状創成

- ダイヤモンド工具による切削・研削

表面品質の向上

- 遊離砥粒による研磨加工

研磨加工の問題点

環境負荷

- 作業環境
- スラリーの後処理

形状創成能力

- 大口径化
- 薄肉化
- 複雑化

加工能率

- 加工時間

固定砥粒による鏡面創成技術

EPD砥石とは

電気泳動現象: ElectroPhoretic Deposition

... 微粒子が負に帯電しており、それを含む液中で電場を与えると、微粒子は電気力によって陽極に移動する現象

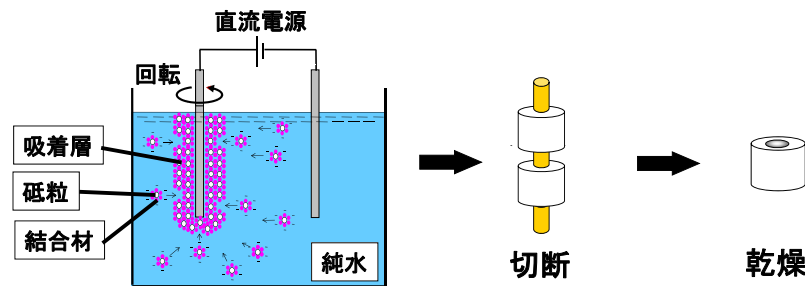


図 EPD砥石の作製方法

シリカEPD砥石

表 EPD砥石の作製条件

砥粒	種類	シリカ(Φ0.55 μm)
	濃度	20wt%
結合剤	種類	アルギン酸ナトリウム
	濃度	4wt%
印加電圧	10 V	
通電時間	30 min	
乾燥時間	24 h	

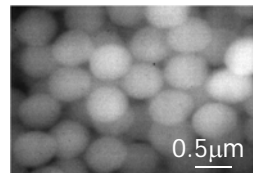
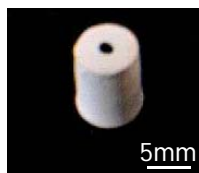


図 EPD砥石の概観 図 EPD砥石断面のSEM写真

EPD砥石の特徴

- 種々の微粒子を砥粒に用いることができる。
...SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Cr₂O₃, Fe₂O₃, NiO, ZrO₂, CeO
BaSO₄, ダイヤモンド
- 均質で適度な結合力を有する。
- 自生発刃特性に優れている。
- 砥粒に方向性を持たせることができる。

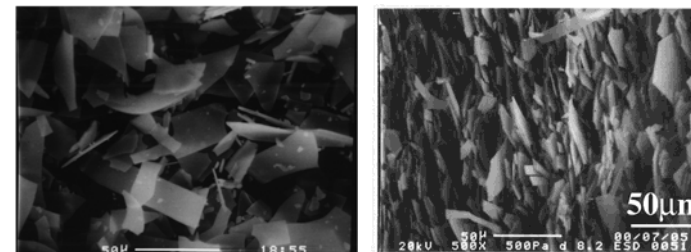


図 薄片状シリカとそれを用いたEPD砥石断面のSEM写真

EPD研削実験

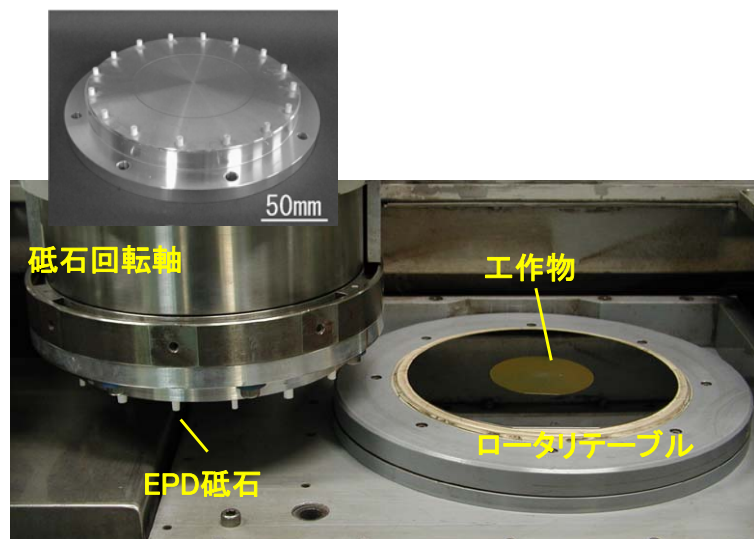


図 加工風景

シリカEPD砥石によるシリコンの鏡面研削

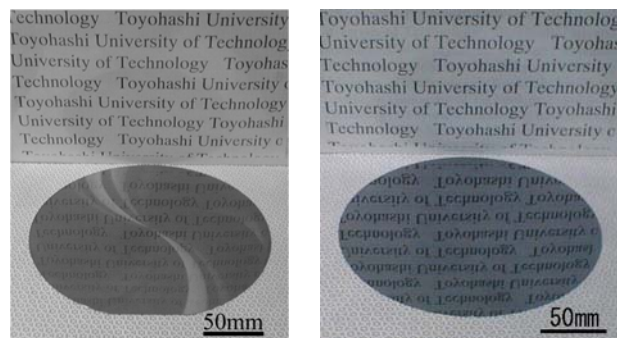
表 EPD研削条件

試料	8インチシリコンウエハ(両面ポリッシュ)
前加工	SD2000による片面研削
研削砥石回転数	1500rpm
試料テーブル回転数	50rpm
砥石切込み速度	10μm/min
1pass当たりの切込み量	10μm
スパークアウト	1min
冷却水の有無	無(乾式研削)

検討項目

- EPD研削前後の概観観察
- 表面粗さ測定
- 研削比
- 加工ひずみの影響

EPD研削前後のシリコンの概観



EPD研削前

EPD研削後

図 EPD研削前後のシリコンの概観
(粒径0.55 μm の球状シリカEPD砥石使用)

スクラッチや焼けのない鏡面の創生が可能

EPD研削後の表面粗さと研削比

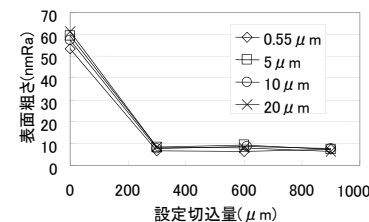


図 切り込み量に対する表面粗さの変化

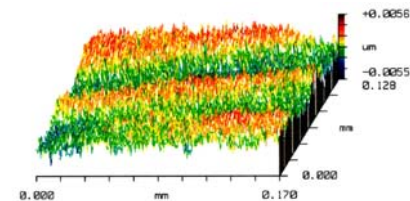


図 到達表面粗さ: 12nmRy

$$\text{研削比} = \frac{\text{ウエハ除去体積}}{\text{砥石摩耗体積}}$$

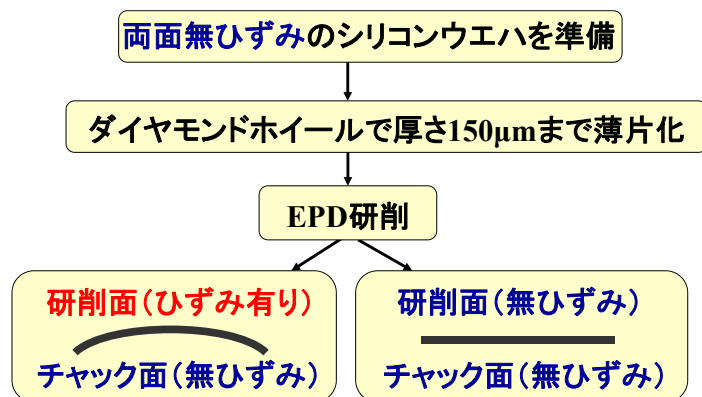


図 研削比

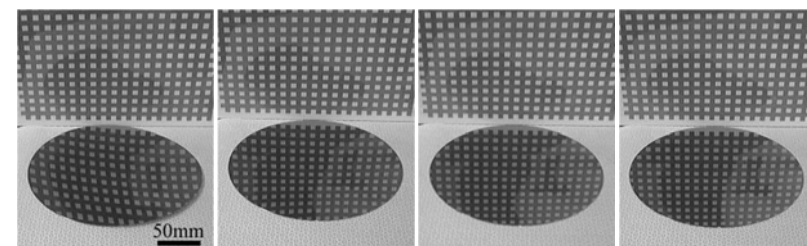
17

加工ひずみの影響

- ウエハの反りを観察



加工ひずみの影響



EPD研削前 切込み量:100 μm 切込み量:200 μm 切込み量:300 μm

図 EPD研削前後のウエハの湾曲状態

EPD研削は前加工で生じた加工ひずみを除去可能

シリカEPDによる水晶の鏡面研削

表 EPD研削条件

試料	3インチ水晶ウエハ(両面ポリッシュ)
前加工	SD2000, SD4000による片面研削
研削砥石回転数	1000rpm
試料テーブル回転数	50rpm
砥石切込み速度	10 μ m/min
スパークアウト	無
冷却水の有無	無(乾式研削)

検討項目

- EPD研削前後の概観観察
- 表面粗さ測定
- 加工能率・研削比
- 加工ひずみの影響

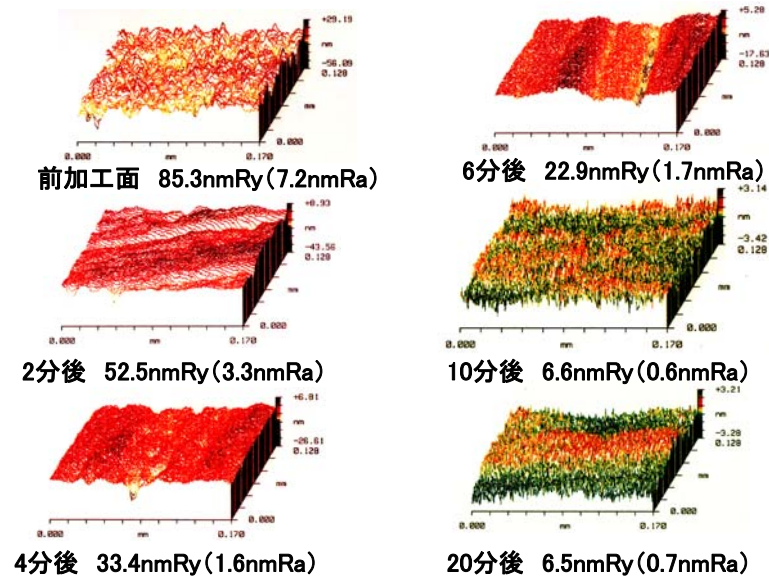
EPD研削前後の水晶の概観



EPD研削前 EPD研削後
図 EPD研削前後の水晶ウエハの概観

スクラッチや焼けのない鏡面の創生が可能

加工時間に対する表面粗さの変化



鏡面創成に及ぼす前加工面粗さの影響

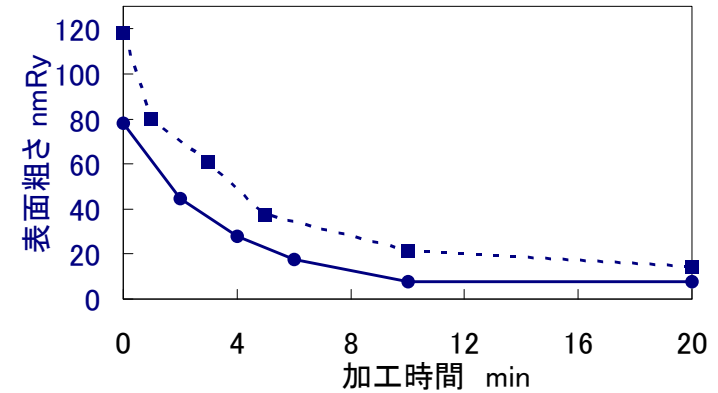
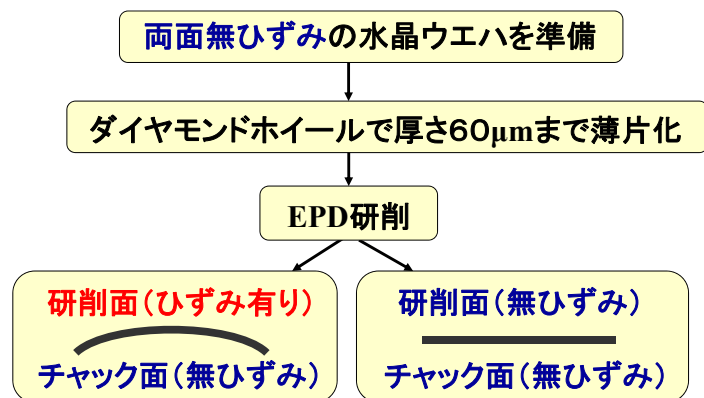


図 加工時間に対する表面粗さの変化

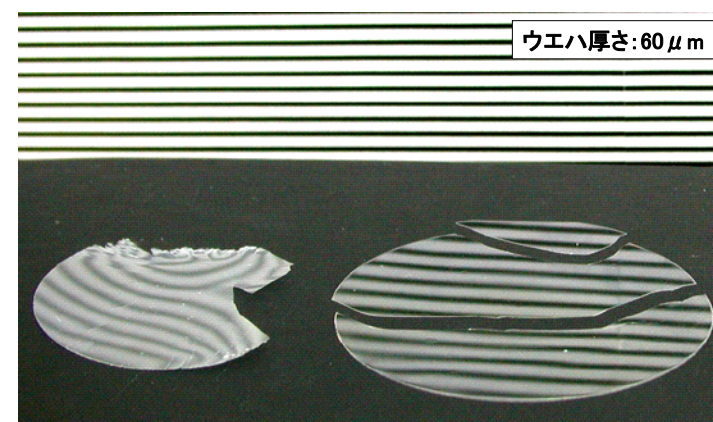
- ・鏡面創成時間は前加工面の粗さに依存
 - ・最適な前加工条件の選定
- さらなる短時間での鏡面創成が期待できる

加工ひずみの影響

- ウエハの反りを観察



加工ひずみの影響



EPD研削前

EPD研削後

図 EPD研削前後の水晶ウエハの湾曲状態

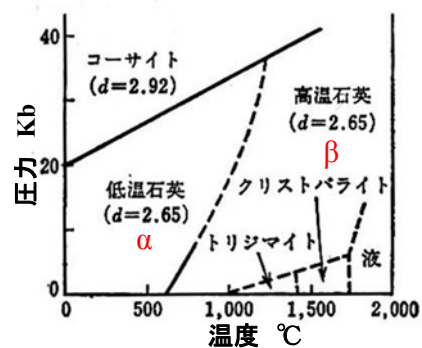
EPD研削は前加工で生じた加工ひずみを除去可能

19

加工変質層

◆加工ダメージについて

α -石英(水晶)573 $^{\circ}$ Cで容易に β -石英に相変態



β 相は圧電性がなく、振動子中に混在すると発振特性が低下

加工中の熱・圧力 \longrightarrow 水晶への影響

エッチング結果



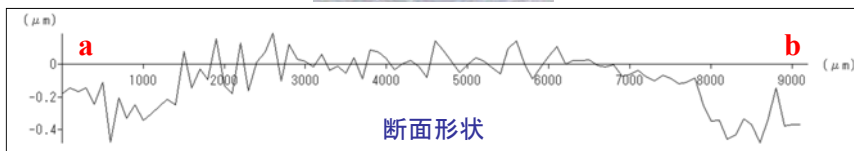
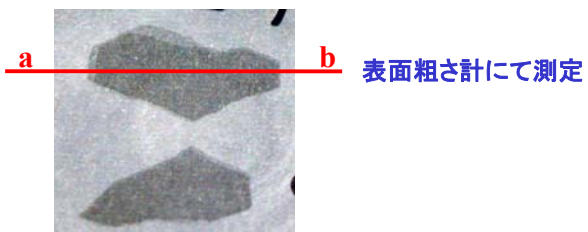
ポリッシュ加工済み



EPD研削済み

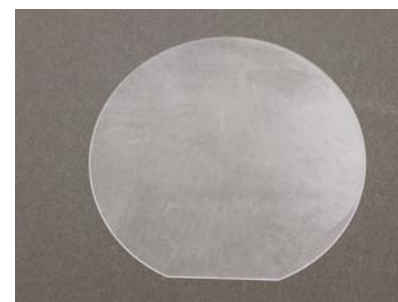
- ・両ウエハ共に白濁
→エッチング条件の不適合 オーバーエッチング
- ・EPD研削済みのウエハには中央部に変化

中央部の形状測定結果



- ・凸形状→表裏共に
- ・エッチングレート β 相 << α 相

チャッキング方法の変更



10μm/min



5μm/min

一切の変質層が見られなくなった

シリカEPD研削のまとめ

- シリカEPD砥石は
均質で適度な結合力を有しており、自生発刃能力に優れている。
- シリカEPD研削では
シリコンや水晶を乾式でスクラッチや焼けのない鏡面に仕上げることができる。
- シリカEPD研削では
前加工に生じた加工ひずみを除去することができる。

シリカEPDは

最終仕上げ用鏡面加工砥石として期待できる

お問い合わせ先

埼玉大学

オープンイノベーションセンター

産学官連携推進部門

TEL ; 048-858-3849

FAX ; 048-858-9419

e-mail coic-jimu@ml.saitama-u.ac.jp