

## キーワード

グルービング加工、ダイシング加工、化学機械研磨、パッドコンディショニング、パッド表面状態解析、終点検出技術

Grooving processing, Dicing machining, Chemical Mechanical Planarization, Pad conditioning, Pad Surface Condition Analysis, Endpoint Detection

## 研究内容

### [1] PCD(ダイヤモンド焼結体)ブレードによる超微細溝加工の開発

従来、溝入れ用加工にはダイヤモンド砥粒を結合剤で固めたブレードが使用されるが、幅十数 $\mu\text{m}$ 以下、深さ1mm以上の超微細溝加工では、ブレードが座屈変形して加工できない。そこで、極めて高い座屈剛性を持つ独自のPCD(Poly-Crystalline Diamond)ブレードを開発した(特許5885369号)。PCDとは、ダイヤモンド粒子同士を高密度に圧縮結合させたダイヤモンド多結晶材のこと。PCD素材を円盤状に一体成型加工し、ダイヤモンドの結晶粒界を切れ刃として、クラックの無い延性モード微細加工を行う。超硬合金に溝入れ加工した結果、従来不可能であった幅 $20\mu\text{m}$ 、深さ1mmの超高アスペクト比溝加工を実現した(図1)。本微細加工技術を基に、次世代半導体基板の加工技術や新しい切れ刃形成技術の開発を推進する。

(今後の展開が見込まれる応用分野)

- ①半導体分野：SiC, GaN, ダイヤモンド基板加工[1]
- ②医療分野：超音波プローブ端子の極細深溝加工

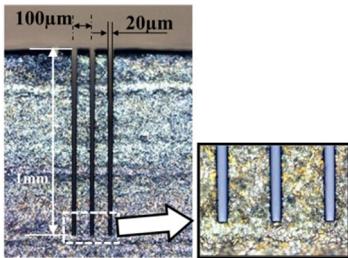


図1 超硬合金への溝加工例(幅 $20\mu\text{m}$ 、深さ1mm)

### [2] 化学機械研磨用ファイバコンディショナ開発

半導体化学機械研磨CMP(Chemical Mechanical Planarization)用のパッドコンディショナとして、フレキシブルファイバーによるコンディショナを開発した(特許5121756号)。従来のダイヤモンド砥粒埋込み式のコンディショナと比べ、結束した細いファイバーの先端で、パッド表面に倣いながらゼロに近いすくい角を維持して極めて細かくパッド表面を削り荒らす。セラミックスファイバーで製作することで、コンタミネーションフリーの超微細なパッド再生技術を構築する[2](図2)

【成長型中小企業等研究開発支援事業(GoTech事業)】

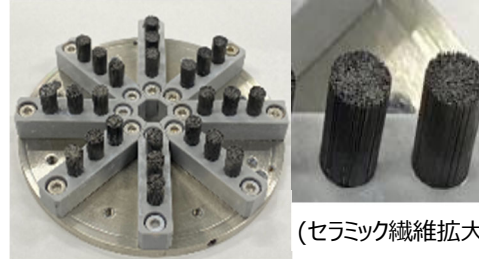


図2. フレキシブルファイバーコンディショナ

### [3] 研磨パッド表面状態の物理化学的な定量化

半導体デバイス製造工程の一つである化学機械研磨工程において、研磨パッドの表面状態は、安定した研磨速度を維持する上で、非常に重要な要素である。研磨パッド表面状態の定量化は、パッド表面の幾何学的な粗さ以外に、研磨パッド表面の化学的な状態も無視できない。本研究では、パッド表面のコンタクトエリアのマップ化とコンタクトエリアに蓄積される応力歪分布を基に物理的な表面状態の定量化と、FTIR、ゼータ電位、接触角などによるパッドの化学状態の解析を基に、研磨メカニズムを考察し定量化を図る[3]。

### [4] 表皮効果による渦電流を利用した銅化学機械研磨プロセスにおける終点検出技術の開発

表皮効果による渦電流を利用した銅膜のCMP終点検出技術を開発した(特許4319692号)。検出原理は、半導体銅配線形成のための化学機械研磨除去過程において、表皮効果により高周波磁場が銅膜に鎖交する状態へと遷移する際の渦電流の極大点を基に、高精度に研磨終点を検出する。

## 最近の業績

- [1] "Ultrafine Ductile-mode Dicing Technology for SiC Substrate with Metal Film Using PCD Blade", T. Fujita, Y. Izumi, J. Watanabe, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 13, No.4 (2019) 1 - 14. [DOI 10.1299/jamdsm.2019jamdsm0073]
- [2] "Development of Flexible Fiber Conditioner in Chemical Mechanical Planarization", T. Fujita, T. Doi and Y. Arai, ECS Journal of Solid State Science and Technology, 8 (10) P602-P608 (2019)
- [3] "Polishing Mechanism Based on Morphological and Chemical Quantification of Pad Surface in Chemical-Mechanical Planarization", T. Ito, T. Fujita, K. Yonemoto, Y. Arai, H. Hiyama, Y. Wada, H. Yasuda, R. Koshino, Proc. of ICPT(2023) O17

- 砥粒加工学会熊谷賞
- 精密工学会沼田記念論文賞
- 工作機械技術振興賞・論文賞
- マザック高度生産システム優秀論文賞(2022) (学生)
- マザック高度生産システム優秀論文賞(2023) (学生)
- 工作機械技術振興賞・奨励賞(2023) (学生)