

キーワード

ファイングレーピング、延性モード加工、化学機械研磨、パッドコンディショニング、終点検出技術
Fine Grooving, Ductile-mode Dicing, Chemical Mechanical Planarization, Pad conditioning, Endpoint Detection Technology

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 μm 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(特許第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)[1]。本微細加工技術を基に、更にダイヤモンドの放電ドレッシング技術開発を推進する。

(今後の展開が見込まれる応用分野)

- ①半導体分野：高硬度SiC基板加工[2]、Cu/low-k膜グレーピング加工
- ②医療分野：超音波プローブ端子の極細深溝加工、マイクロ化学チップの溝加工(図2)

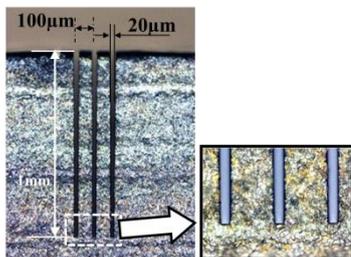


図1 超硬合金への溝加工例(幅 $20\mu\text{m}$ 、深さ1mm)



(引用：日本電波工業 HP) 引用：マイクロ化学チップの技術と応用、丸善(2004)

図2 今後の応用例(超音波プローブ、マイクロ化学チップ)

[2] 化学機械研磨用フレキシブルファイバーコンディショナーの開発

- ・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ーとして、

フレキシブルファイバーによるコンディショナーを開発した(特許第5121756号)。従来のダイヤモンド粒埋込み式のコンディショナーと比べ、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掬い角を維持して極めて細かくパッド表面を削り荒らす。樹脂ファイバーで樹脂パッドを削る従来にないコンタミネーションフリーの独自パッド再生技術を構築する[3]。



図3. フレキシブルファイバーコンディショナー

[3] 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(特許第4319692号)。半導体銅配線形成における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しない状態から鎖交状態へと遷移する際に発生する渦電流の極大点から、高精度に研磨終点を検出する[4]。今後は、半導体製造プロセスのみならず、電子部品プロセスなど導電性薄膜プロセス成膜、除去等におけるその場膜厚測定としての幅広い活用を図る。【精密工学会沼田記念論文賞】、【工作機械技術振興賞論文賞】受賞

最近の業績

- [1] "Ultra-fine grooving technology with high aspect ratio for cemented carbide by PCD (poly-crystalline diamond) blade", T. Fujita, Y. Izumi and J. Watanabe, Precision Engineering 55 (2019) 381-389.
 - [2] "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]
 - [3] "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)
 - [4] "Verification of Operation Principle on End Point Detection by Skin Effect in Chemical Mechanical Planarization", T. Fujita and K. Kitade, ECS Journal of Solid State Science and Technology, 6 (8) P535-P541 (2017)
- 砥粒加工学会熊谷賞(平成30年度)
 - 発明奨励賞(発明協会 令和元年度)