

繊維／ウレタン樹脂複合型研磨パッドの試作と加工特性

A Trial Product and Its Processing Characteristic of the Polishing Pad Using Fiber Compositated polyurethan

田辺克行^{1*} 土肥俊郎²

Katsuyuki Tanabe¹ , Toshiroh K.Doy²

¹ユニチカ株式会社中央研究所

UNITIKA LTD

²埼玉大学教育学部

Faculty of Education, Saitama University

Abstract

The new type Polishing Pad for CMP is composed two materials which are fibers and non-foamed polyurethane. Fibers are perpendicular to the face of the polishing pad.

A new pad shows higher removal rate of SiO₂ film formed over silicon wafer than conventional pad, but the effects of fibers are unknown. We will manufacture pads that contain various fibers or increase quantities of fibers, and examine effects of fiber for CMP.

Key Words : CMP, Polishing Pad, Fiber, ILD, Removal Rate, Surface Roughness,

1. 緒言

近年、超 LSI は配線の微細化・多層化技術により、さらなる高集積化・高速化が進んでいる。多層配線プロセスにおいては、CMP (Chemical Mechanical Planarization) が不可欠な技術となっている¹⁾。CMP プロセスでは、研磨パッド上に研磨スラリーを供給しながら、ウエハの表面を平坦化加工するが、高能率で高精度な平坦化を実現するために研磨パッドやスラリーへの要求はますます厳しくなっている。

研磨パッドは、硬質発泡ウレタン製のものが一般的に使用されているが、加工能率、加工精度、加工安定性、消耗品コストなど多くの課題が挙げられており、新規な研磨パッドの開発が切望されている。

本研究では、繊維を樹脂と複合させることで構造均一性や機械的特性を向上させ、良好な CMP 加工を達成できると考え、繊維構造体にウレタン樹脂を含浸させ、繊維が研磨面に垂直に配列した無発泡タイプの繊維／ウレタン樹脂複合型研磨パッドを試作し、酸化膜の CMP 加工の基本特性の評価を行ったので報告する。

* 〒611-0021 京都府宇治市宇治小桜 2 3
ユニチカ株式会社中央研究所開発 2 G
電話 : 0774-25-2282 Fax : 0774-25-2350
E-mail : kt-tanabe@unitika.co.jp

2. 試作研磨パッド

Fig. 1 は本研究で用いた試作研磨パッドの模式図である。繊維が研磨パッドの研磨面に垂直に配列した構造となっている。Fig. 2 は試作研磨パッドの概観写真、Fig. 3 は研磨パッド表面の SEM 写真の一例である。研磨面においてウレタン樹脂中に繊維の断面が配列していることがわかる。

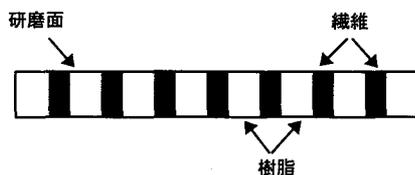


Fig.1 試作研磨パッドの模式図



Fig.3 試作研磨パッド表面のSEM写真

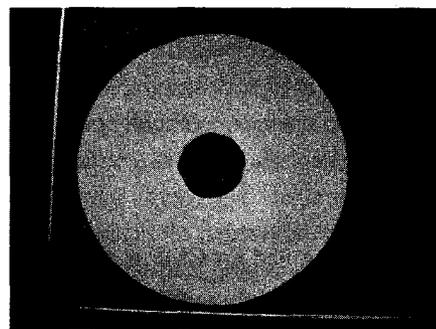


Fig.2 試作研磨パッドの概観写真

試作研磨パッドは、パイル構造を有する特殊な繊維構造体にウレタン樹脂を密封容器内において減圧下で含浸硬化させ、スライス工程の後、研磨紙 (#60) で表面仕上げを行っている。

本研究で使用した試作研磨パッドを Table 1 に示す。ウレタン樹脂は無発泡のものを使用した。なお、研磨パッドDでは特殊な形状の中空繊維を使用した為、繊維含有量が小さくなり、斑が大きくなった。

Table 1 試作研磨パッド

	構成	繊維含有量	ショアA硬度
研磨パッドA	綿繊維/ウレタン樹脂	20 vol%	95 度
研磨パッドB	ポリエステル繊維/ウレタン樹脂	20 vol%	90 度
研磨パッドC	ナイロン中空繊維/ウレタン樹脂	2 vol%	90 度
研磨パッドD	ウレタン樹脂	0 vol%	90 度

3. 実験及び評価

Table 2 に加工条件を示す。研磨圧力を 100, 300, 500g/cm²、加工時間を 2min、5min と変えて、酸化膜の加工速度及び加工後の表面粗さの測定を行った。試作パッドは研磨定盤に両面テープで貼付け、#140 のダイヤモンドドレッサーで 30min 間前処理を行った。それぞれの研磨の前にはダイヤモンドドレッサーで 1min 間処理を行い、ブラシ洗浄後、スラリーを 1min なじませてから研磨を行った。研磨試料である酸化膜付シリコンウエハはバックングパッド付プレートに 3 枚を同時保持した。

加工速度は、加工前後の酸化膜の厚さを干渉式膜厚計 (SENTECH 社製 FTP500) を用いて測定し、膜厚の

変化を加工時間で割ることで求めた。酸化膜の表面粗さ Ra は、非接触式干渉式顕微鏡(WYKO 社製 TOPO-2D)で測定した。

Table2 加工条件

加工試料	酸化膜付シリコンウエハ (P-TEOS膜、□15mm)
装置	リング式小型ホップ装置 ラップマスター社製 LM15 (定盤φ340mm)
研磨パッド*	試作研磨パッド A, B, C, D
回転数	30rpm
圧力	100、300、500g/cm ²
スラリー	シリカ分散スラリー SS-25 (キャボット製) (SiO ₂ 12.5wt%, PH12.8)
加工時間	2min、5min
スラリー供給量	10ml/min (滴下)

4. 実験結果及び考察

4. 1 加工速度

Fig. 4 に加工圧力を変化させた場合の加工時間 2min での加工速度の比較を示す。研磨パッド B が約 150nm/min と高い加工速度を示した。同じ加工条件で市販研磨パッドでは加工圧力 500g/cm² の場合に約 120nm/min であり、研磨パッド B は高い加工能力を有していることがわかった。Fig. 5 に加工時間を変化させた場合の加工圧力 100g/cm² での加工速度の比較を示す。加工時間 2min 及び 5min でほぼ同等の加工速度が得られ、いずれの試作研磨パッドも安定した加工が行えることがわかった。繊維の加工速度に及ぼす影響については、よくわかっていないが、加工速度の向上に寄与する可能性が示された。

4. 2 表面粗さ Ra

Fig. 6 に加工圧力を変化させた場合の加工時間 2min での表面粗さの比較を示す。研磨パッド C で加工圧力 500g/cm² の場合を除いて、いずれの場合も表面粗さ Ra が 1nm 以下と良好な加工表面が得られた。研磨パッド C では繊維の含有量が小さく、斑があり、研磨パッド表面に段差が生じていたため、加工圧力を 500g/cm² と大きくした場合に表面粗さ Ra が約 1.2nm と悪化したと考えられる。Fig. 7 に加工時間を変化させた場合の加工圧力 100g/cm² での表面粗さの比較を示す。加工時間 2min 及び 5min でいずれの場合も表面粗さ Ra が 1nm 以下と良好な加工表面が得られ、安定した加工が行えることがわかった。繊維の表面粗さに及ぼす影響については、よくわかっていないが、繊維と樹脂間での段差を小さくすることで表面粗さへの悪影響を避けることが可能であると考えられる。

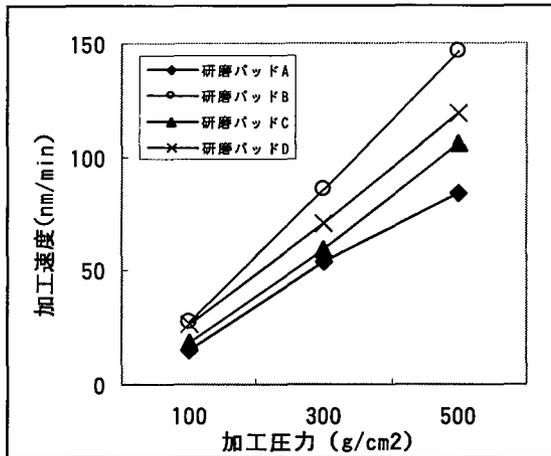


Fig.4 各種研磨パッドでの加工速度の比較 (加工時間2min)

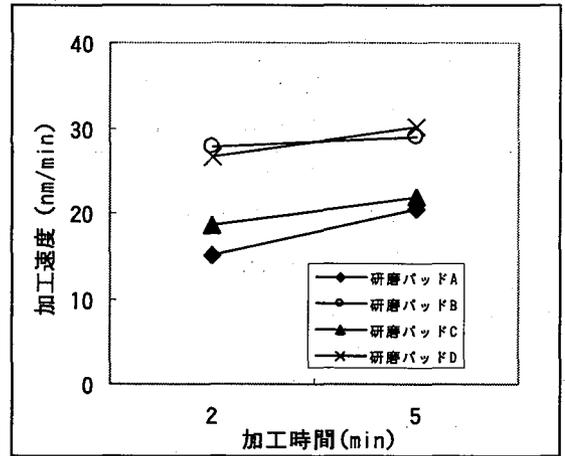


Fig.5 各種研磨パッドでの加工速度の比較 (加工圧力100g/cm²)

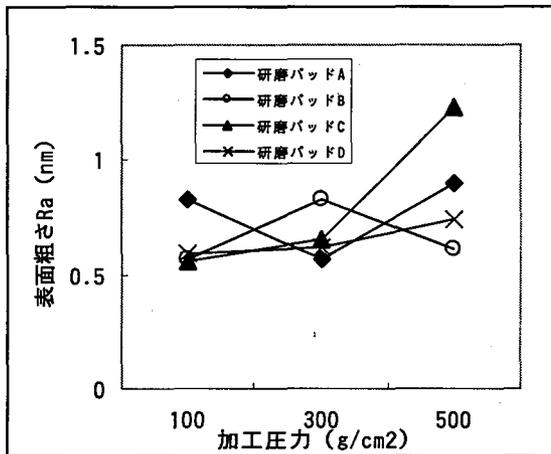


Fig.6 各種研磨パッドでの表面粗さの比較 (加工時間2min)

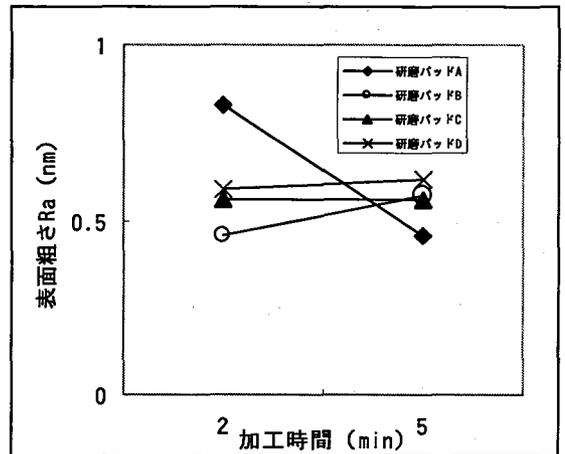


Fig.7 各種研磨パッドでの表面粗さの比較 (加工圧力100g/cm²)

5. 結言

ウレタン樹脂中に繊維を垂直方向に配列させた新しいコンセプトの研磨パッドを提案し、研磨パッドの試作を行った。試作研磨パッドを用いて、酸化膜の基本的な加工特性について検討を行った結果、加工速度において市販研磨パッドと同等以上の結果が得られ、良好な加工表面が得られることがわかった。繊維の効果については、不明な点が多いが、加工特性に良い影響を与える可能性が示唆された。

今後は繊維の種類や含有量を変えた研磨パッドを作製し、繊維と加工特性との関係を明らかにし、より高性能な研磨パッドの開発を目標に研究を進めていく。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力いただきました埼玉大学土肥研究室の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 土肥俊郎：詳説半導体CMP技術, 工業調査会(2001)