

シリコン研磨における高研磨レートパッドについて

ニッタ・ハース株式会社 ○阪口 拓哉, 綱島 祥隆, 森岡 善隆, 大嶋 伸之

About a high removal rate pad in silicon polishing

Nitta Haas Inc. Takuya Sakaguchi, Yoshitaka Tsunashima, Yoshitaka Morioka, Nobuyuki Oshima

In the semiconductor wafer polishing, the removal rate is an important element and is also esteemed in development of a polishing pad. Usually, polyurethane resin is used as polishing pad. However, a possibility that several resin for example polyethylene, polypropylene or others will be also the effective material is expected. Even when it was limited to only polyurethane resin, it's possible to get the material with the polishing performance by changing the kind or the combination of raw materials of which urethane is composed. This study, we inspected the polishing performance of the resin and considered about a mechanism by investigating the properties of that for the purpose of finding the most suitable material to get the high removal rate.

1. 緒言

半導体ウェハの研磨工程において、加工効率に直結する研磨レートの向上は重要な要素であり、研磨パッドの開発においてもこの点が主眼に置かれることが多い。

一般的に研磨パッドにはウレタン樹脂を用いることが多いが、ガラス研磨においてエポキシ樹脂を使用した例など、ウレタン以外の樹脂を研磨パッドとして使用することで優れた研磨特性を発現できる可能性がある。また、ウレタン樹脂に限った場合でも、合成に使用する材料（ジイソシアネート・ポリオール・鎖伸長剤など）の種類や配合を変えることで全く異なる物性を示す素材を得ることができる。

本研究では研磨パッドの素材に着目し、高研磨レートを得るための最適素材を見出すことを目的として、樹脂ごとに得られる研磨特性を検証し、樹脂の物性からそのメカニズムについての考察を行った。

2. 実験方法

①試料

研磨パッドとして使用する樹脂について、下記 A から C の 3通りのアプローチで最適素材の絞込みを試みた。樹脂自体の性能を比較するため、使用する樹脂は無発泡のものとし、ポアの影響を排した状態での検証を行った。

A：ウレタン以外の樹脂

本研究ではまずウレタン以外の樹脂に研磨パッドとして適しているものがないか検証した。検証に使用した樹脂を下記に示す。

高密度ポリエチレン	アクリル	ポリプロピレン
低密度ポリエチレン	エポキシ	ポリウレタン

B：ポリオール配合比

ウレタン樹脂の一般的な物性調整の手段として、2種のポリオールを使用し、その配合比を変える方法がある。本研究では長鎖ジオールおよび短鎖ジオールの2種を使用し、配合比によって変

化する物性と研磨性能との関係性を調査した。ジイソシアネートには TDI (toluene diisocyanate) を用いた。

C：脂肪族ジイソシアネート

「B：ポリオール配合比」において使用した TDI は芳香族のジイソシアネートであり、これを脂肪族のものに変更することで異なる研磨特性の発現が期待できる。そこで、工業的に入手しやすい脂肪族ジイソシアネートとして HDI (hexamethylene diisocyanate) を使用し、研磨性能に与える効果を検証した。

A, B, C それぞれの樹脂は研磨機の定盤と同形にトリムした後、バフ加工を行い、研磨パッドとした。

②研磨試験方法

樹脂の研磨性能はシリコン研磨および酸化膜研磨における研磨レートで評価した。シリコン研磨条件を Table 1 に、酸化膜研磨条件を Table 2 に示す。シリコン研磨レートは基板の厚み差分により、酸化膜研磨レートは酸化膜厚の差分により算出した。加工圧力は 3 水準とし、水準ごとに 2 回の試験を実施し、その平均値を研磨レートとした。最初の加工を開始する前にパッドの立上げのためダイヤモンドドレス(#100)を行い、以降 1 回の加工が終了するごとにパッド表面を加工前の状態に戻すため、同一条件でダイヤモンドドレスを行った。

Table 1 シリコン研磨条件

研磨機	Buhler 社製 ECOMET4
基板	2" silicon wafer
スラリー	Nanopure™ NP6504 研磨スラリー 20 倍希釈
加工圧力	185, 300, 415 g/cm ²
定盤回転速度	80 rpm
ヘッド回転速度	64 rpm
スラリー流量	100 mL/min
加工時間	5 min

Table 2 酸化膜研磨条件

基板	2" silicon wafer (酸化膜 1.0 μm 付)
スラリー	ILD™ 3225 研磨スラリー 2倍希釈
加工時間	1 min
その他条件	シリコン研磨条件に同じ

3. 試験結果と考察

A: ウレタン以外の樹脂

樹脂パッドのシリコン研磨レートおよび酸化膜研磨レートを Fig.1 に示す。シリコン研磨においては、高密度ポリエチレンで最も高研磨レートが得られたが、一方で酸化膜研磨においては高密度ポリエチレンの研磨レートは最も低かった。このことから、高密度ポリエチレンは自然酸化膜の除去性能が低く、研磨パッドとしては不向きであると考えられる。シリコン研磨および酸化膜研磨における研磨レートのバランスから、ウレタン樹脂が最適であるとの裏づけを得た。

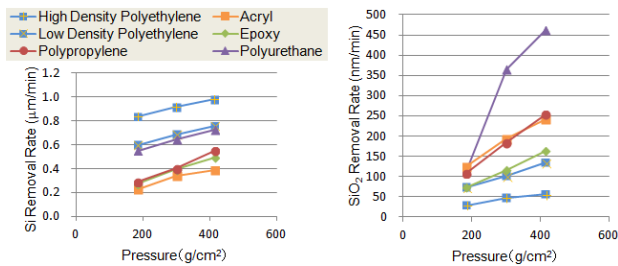


Fig. 1 各種樹脂パッドのシリコンおよび酸化膜研磨レート

B: ポリオール配合比

短鎖ジオール量に対する長鎖ジオール量を R とし、R を変化した場合のシリコン研磨レートを Fig.2 に示す。また、Fig.2 の凡例中に各ウレタンパッドの Shore-D 硬度を示す。R が高くなるほど、すなわち短鎖ジオールに対して長鎖ジオールが多くなるほど硬度は低くなる傾向にある。一方、硬度が低いほうがシリコン研磨レートは高くなる傾向にあるが、硬度 63 以下で研磨レートの上昇は飽和すると考えられる。

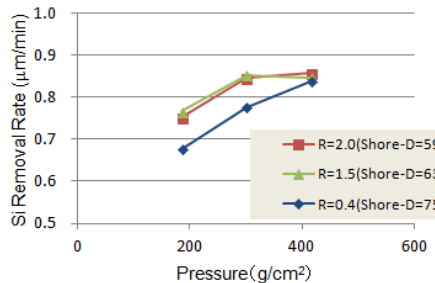


Fig.2 シリコン研磨レート (ポリオール配合比依存性)

C: 脂肪族ジイソシアネート

Fig.3 に HDI 系ウレタン樹脂パッドと TDI 系ウレタン樹脂パッドのシリコン研磨レートを示す。全ての面圧条件において、HDI 系ウレタン樹脂パッドは TDI 系よりも高い研磨レートを示した。Fig.4 に一定面圧条件におけるパッドのコンタクト面積率を示す。

HDI 系ウレタン樹脂パッドでは TDI 系と比較してコンタクト面積率が高いことがわかる。Fig.5 はパッド表面の高さヒストグラムである。HDI 系ウレタン樹脂パッドの高さヒストグラムは基準面 (Pad Height = 0) よりも高い成分が少ないことから、突出して高い領域が少なく、同程度の高さの領域が多いことを示している。その結果 TDI 系と比較して、よりウェハとのコンタクトが増え、高研磨レートを得られたと考えられる。

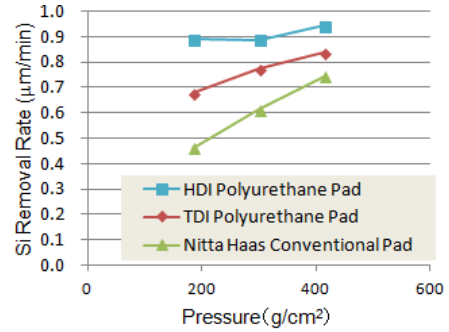


Fig. 3 シリコン研磨レート (ジイソシアネート種依存性)

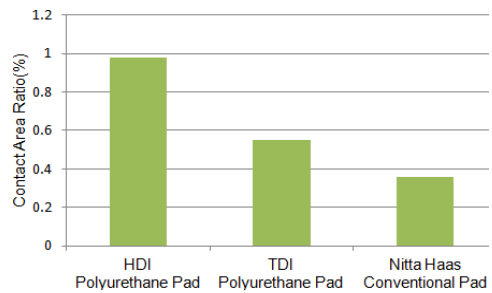


Fig.4 パッドのコンタクト面積率

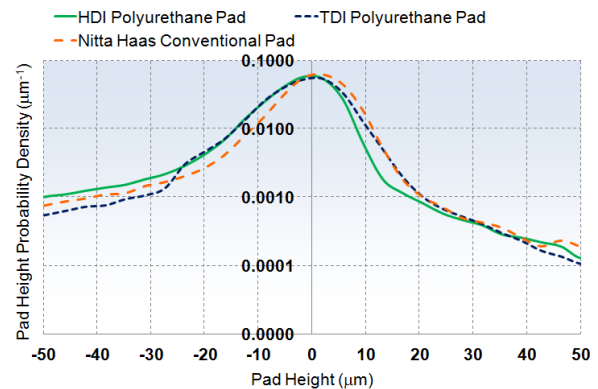


Fig.5 パッド表面の高さヒストグラム

4. 結言

本研究では、研磨パッドとして使用する樹脂の素材が研磨性能に与える効果を検証した。

A: 今回検証した樹脂の中ではウレタン樹脂が最もシリコン研磨に適している。

B: ウレタン樹脂については Shore-D 硬度 60 付近の樹脂で高研磨レートが得られる。

C: ジイソシアネートとして HDI を使用した場合、TDI 使用時よりもウェハとのコンタクトが増え、研磨レート向上に寄与する。