

# ウレタンパッドを用いた研磨時のフリクションを低減可能な水溶性高分子の特徴

ニッタ・ハース株式会社 ○山崎 智基, 松下 隆幸, 吉田 光一

## 1. 背景

半導体製造においてシリコンウェーハ研磨加工は重要な技術であり、一般的にシリコンウェーハは定盤上のパッドに対して荷重や回転を与えられながら加工される。荷重や回転数が増すとフリクションの増大によって品質低下や不具合が発生する場合がある。

本研究ではパッド材質として一般的なウレタンパッドの研磨フリクションを観察し、スラリーへの添加によってフリクション低減が見られる水溶性高分子の特徴について報告する。

## 2. 方法

### 2-1. フリクション評価方法

表 1 に示す条件を用いてワークを加工する際に、ヘッドに対して水平方向に作用する力  $F_f$  を測定し、式(1)に示すように研磨荷重  $F_n$  で除した値を摩擦係数  $CoF$  (Coefficient of Friction) として算出した。スラリー中のポリマー濃度が所定値となるように供給タンク内のスラリーへポリマー水溶液を添加し、ポリマー濃度毎の  $CoF$  を測定した。スラリー中のポリマー濃度の水準は、0、10、30、50ppm とした。

$$\text{摩擦係数 } CoF = \frac{\text{ヘッドにかかる水平方向の力 } F_f}{\text{荷重 } F_n} \dots(1)$$

### 2-2. フリクション評価用ワークの選定

一般的なシリコンウェーハ加工においてウェーハはワーク保持材を介してヘッドに保持されている。ワーク保持材はおもにバックパッドとリテーナリングから構成され、その構造から、加工中にシリコンウェーハに加えてリテーナリングもパッドと接触している (図 1)。そこでシリコンウェーハおよびリテーナリングの材質であるガラスエポキシ樹脂ワークを用い、ウレタンパッドに対する  $CoF$  の比較を行なった。

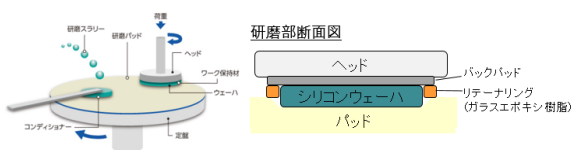


図 1 シリコンウェーハ加工の概要

表 1 研磨条件

研磨機	Poli-762 (G&P Technology 社)
パッド	ウレタンパッド (当社)
スラリー	シリカ約 0.23%, pH 約 10
加工ワーク	シリコン、ガラスエポキシ樹脂 (いずれも直径 300mm)
定盤回転数 (rpm)	43
ヘッド回転数 (rpm)	40
荷重 (gf/cm <sup>2</sup> )	150
スラリー流量 (ml/min)	300

### 2-3. 使用したポリマーについて

エチレンオキサイド (Ethylene Oxide; EO) ユニットを有するポリマーは産業界の様々な用途で使用されており、シリコンウェーハ研磨スラリーにおいても広く使用されている。本研究では EO ユニットを有するポリマーのユニット数や構造、また EO ユニットを含まないポリマーについて、 $CoF$  に対する影響を比較した。

## 3. 結果

### 3-1. 加工ワークの $CoF$ 比較

表 1 に示す条件下で、シリコンウェーハとガラスエポキシ樹脂の  $CoF$  を比較した結果、ガラスエポキシ樹脂の  $CoF$  の方が高いことが確認された (図 2)。また、スラリー中のポリマー濃度を増やすと低濃度では大きな変化は見られないが、30ppm 以上でいずれのワークも  $CoF$  が低減し、ポリマー無添加時 (0ppm) に対する  $CoF$  低減量 ( $\Delta CoF$ ) はガラスエポキシ樹脂の方がより大きいことが確認された。

両ワーク間の上記差異の理由は定かではないが、使用したワークの研磨面がシリコンウェーハ ( $Ra$  0.5nm 以下) よりもガラスエポキシ樹脂 (同測定条件で  $Ra$  数 nm) の方が粗いことから、パッド表面粗さの凸部に対してより強く接触するためと考えられる。本研究ではフリクション評価用ワークとしてガラスエポキシ樹脂を用いることとした。

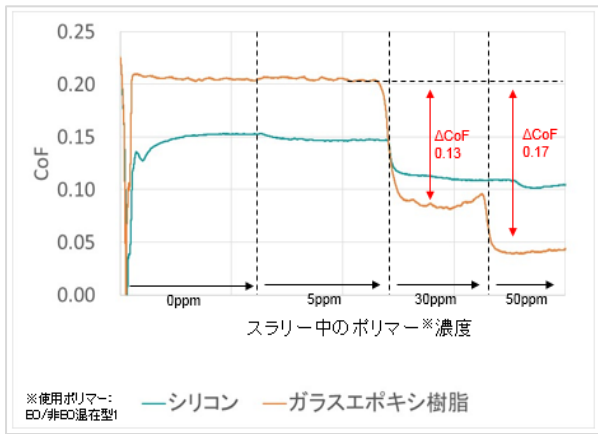


図2 加工ワークの CoF 比較

### 3-2. EO ユニットを含むポリマー比較

EO ユニットを含む直鎖型のポリマーについて  $\Delta CoF$  を比較した (図3)。いずれもポリマー濃度が増すと  $\Delta CoF$  は大きくなる傾向がある。EO ユニット数が増えると  $\Delta CoF$  も変化し、相対値 1.0~5.0 では効果がなく、7.7 以上で効果が見られ、40.0 が最も効果が高く、100.0 以上では効果が低下した。加工中にスラリー中のポリマー分子はパッドおよびワーク表面に近接して吸着膜を形成し、ポリマー吸着膜がパッドとワークとの接触面に介在することで研磨フリクションが低減すると考えられる。EO ユニット数が少ないポリマーでは恐らく吸着膜の厚さが不十分であるため効果が低く、一方 EO ユニット数が多いポリマーでは単位濃度当りの分子数が少ないため、吸着膜がパッドとワーク間の接触面全体をカバーすることができなくなり効果が低下すると考えられる。

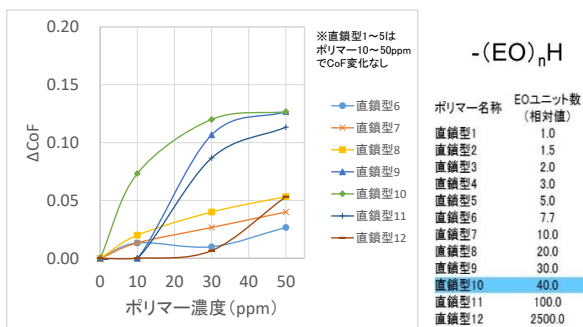


図3 直鎖型ポリマーの比較結果

次に、分子中に EO ユニットと他の構造を含むポリマーについて  $\Delta CoF$  を比較した (図4)。上述の EO ユニットのみの場合と同様にいずれもポリマー濃度や EO ユニット数の増加に伴って  $\Delta CoF$  が大きくなる傾向となった。加えて EO ユニットではない構造 X 部が存在することで、直鎖型ポリマーの場合では効果が無いポリマー (図3 直鎖型1~5, EO ユニット数 相対値 1.0~5.0) と同等の EO ユニット数のポリマーにおいても、 $\Delta CoF$  の低減が

見られるようになった。また、構造 X 部の分子量の増加に伴い  $\Delta CoF$  が大きくなる傾向となった。構造 X 部の存在により、形成される吸着膜の性質が変化することでフリクション低減に対する効果が大きくなった可能性がある。

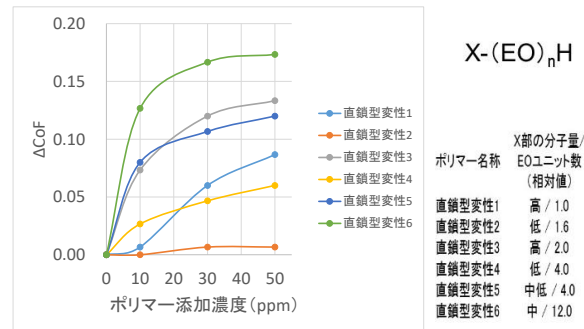


図4 直鎖型変性ポリマーの比較結果

### 3-3. EO ユニットを含まないポリマー比較

EO ユニットを含まないポリマーについて  $\Delta CoF$  を比較した (図5)。構造 Z は EO ユニットと同様に水溶性が高い分子ユニットであり、EO ユニットを含むポリマーと同様にパッドやワーク表面へ吸着膜を形成すると考えられるが、EO ユニットを含む場合と比較してフリクション低減効果は著しく小さい傾向であることを確認した。EO ユニットを含むポリマーが形成する吸着膜と比較して、吸着膜の厚みや強度などが不十分である可能性がある。

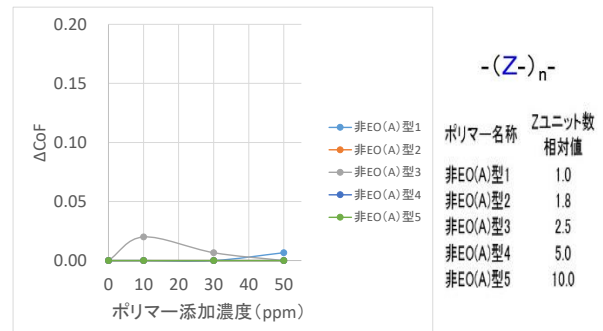


図5 EO ユニットを含まないポリマー比較結果

## 4. まとめ

シリコンウエーハ加工時に発生する研磨フリクションを低減する水溶性ポリマーについて調査を行なった。EO ユニットを含むポリマーはフリクション低減効果を示し、濃度が増すと効果が強くなる傾向がある。また EO ユニット数は効果が発現する領域が存在することが確認された。また EO ユニットと他の構造を含むポリマーは EO ユニットのみの場合よりも効果が向上する場合があることが分かった。一方 EO ユニットの含まないポリマーでは効果が著しく低い場合があることが分かった。