

414 ピラミッド構造研磨パッドのドレッシングによる砥粒切れ刃生成機構

Formation mechanism of cutting edge on pyramidal structured polishing pad by dressing

○ 岡本 知信 (宇都宮大院)

Tomonobu OKAMOTO, Graduate School of Engineering, Utsunomiya University

正 佐藤隆之介 (宇都宮大院)

Ryunosuke SATO, Graduate School of Engineering, Utsunomiya University

Key Words: Pyramidal Structured Polishing Pad, Wear Flat Area, Cutting Edge

1. 緒言

石英ガラスは透過性等で非常に優れた性能を持っており、半導体 IC・LSI 等のリソグラフィのフォトマスクや液晶用 (TFT) 基盤等に用いられるため、近代工業での重要度は非常に高い。そのような用途における石英ガラスの研磨工程では、現在は遊離砥粒を用いた研磨が主流となっている。しかし、遊離砥粒研磨に用いられるスラリーのリサイクル方法が確立されていないため、廃液として処理しなければならず、コストの増大や環境負荷が大きいという事が問題視されている。そのため遊離砥粒研磨に替わる研磨法として固定砥粒研磨が注目されている。

本研究では、固定砥粒研磨パッドとしてピラミッド構造研磨パッドを用いた石英ガラスの精密研磨加工法を提案する。そして、ドレッシングによるピラミッド構造研磨パッドの砥粒切れ刃生成メカニズムを解明し、研磨性能に及ぼす影響について検討した。

2. ピラミッド構造研磨パッド

図 1 にパッドの SEM 像を示す。ピラミッド構造研磨パッドとは、砥粒と結合剤を混合したピラミッド構造体がパッド上に隙間無く敷き詰められた表面パターンを持つ研磨パッドである。またピラミッド構造体の断面図を見てみると、砥粒が満遍なく敷き詰められているため、ドレッシングを行った際にいつでも砥粒が表出する構造になっている。本研究では、ピラミッドの底面積の一边が $485\mu\text{m}$ 、高さが $300\mu\text{m}$ 、砥粒の粒径が $30\mu\text{m}$ 、密度が 615mm^2 のアルミナ砥粒を含んだパッドを使用している。

3. ドレッシング方法

図 2 に研磨装置の模式図を示す。ドレッシングは、ウエハの部分にドレッサーを設置し、ドレッサーを研磨することによって行われる。ドレッシングは2段階に分けて行う。まず、1次ドレッシングで比較的柔らかなドレッサー (Al ウェハ) を使用したドレッシングを行い、ピラミッドの高さを均一にし、研磨作用面を得る。また、2次ドレッシングでは1次ドレッシングよりも硬いドレッサー (Si ウェハ) を用いて表出した砥粒切れ刃の平坦化を行う。表 1 にドレッシング条件を示す。

図 3 はドレッシング後のピラミッドのモデル図である。研磨を行う際に実際に試料と接触する面のことを研磨作用面と定義する。また、研磨作用面とピラミッドの底面積の比を研磨作用面積率 $A_s (=S'/S)$ 、砥粒切れ刃平坦部の総面積を $A (= \sum a_i)$ 、砥粒切れ刃の個数を n 、砥粒 1 個あたりの平均砥粒切れ刃平坦部面積 $\bar{a} (=A/n)$ 、砥粒切れ刃平坦部の摩擦面積率

$A_g (=A/S)$ 、有効切れ刃密度 $C (=n/S)$ とする。



Fig. 1 SEM image of pyramidal structure polishing pad

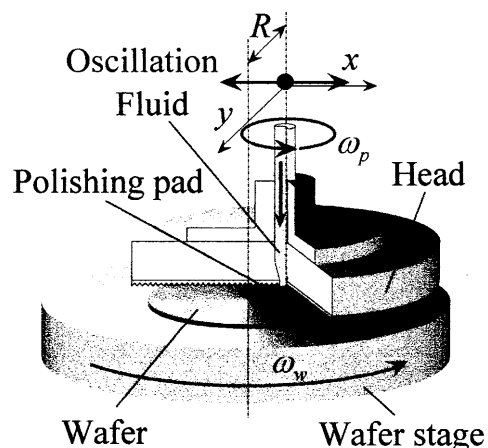


Fig. 2 Schematic illustration of the experimental setup

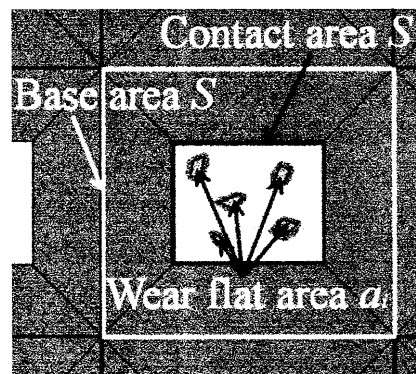


Fig. 3 Schematic illustration of the pyramidal structured polishing pad after dressing

Table1 Dressing conditions

Process1	Dresser	Al wafer
	Dressing pressure	20kPa
	Dressing time	1~7min
Process2	Dresser	Si wafer
	Dressing pressure	30kPa
	Dressing time	20min
Dressing speed		0.23m/s(110rpm)
Dressing fluid		Water
Flow rate		50ml/min

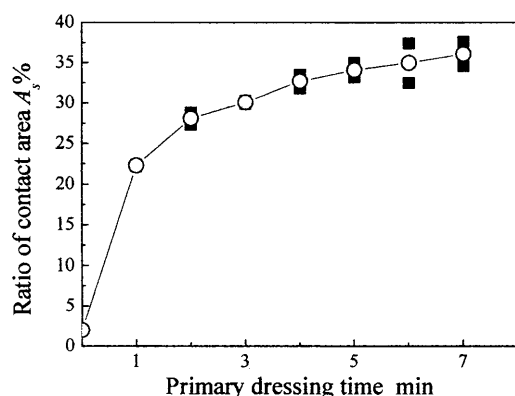


Fig. 4 Relationship between primary dressing time and ratio of contact area

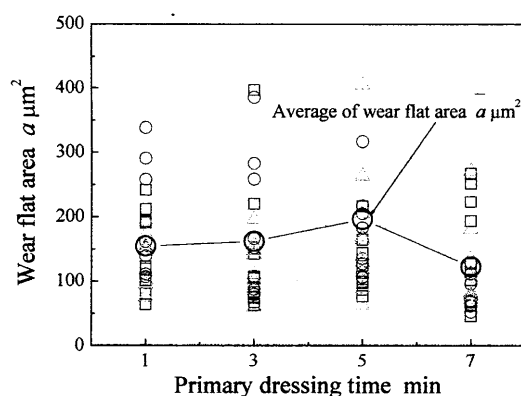


Fig. 5 Relationship between primary dressing time and wear flat area

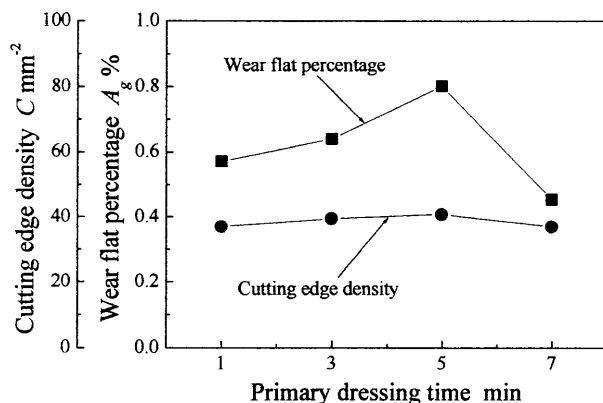


Fig. 6 Changes in wear flat percentage and cutting edge density

4. 実験結果

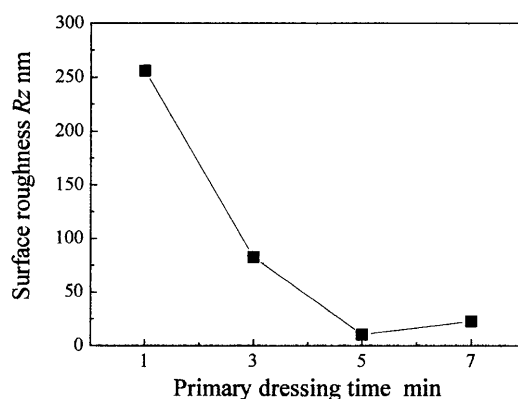
まずは1次ドレッシング時間が研磨作用面積率に与える影響をみていく。ドレッシング時間と研磨作用面積率の関係を表したグラフが図4である。このグラフより、1次ドレッシング時間の増加に伴って研磨作用面積率が増加し、研磨作用面積率の増加率が減少していくのが分かる。これは、パッドとドレッサーの接触面積が拡大し、研磨作用面にかかる面圧が減少し、結合剤が脱落しにくくなってしまったためだと考えられる。図5は1次ドレッシング時間を変化させたときの切れ刃平坦部面積の変化である。1次ドレッシング時間5minまでは平坦部面積の大きい砥粒切れ刃の数が増加したが、7minになると平坦部面積の大きい砥粒切れ刃が見られなくなった。また、図6は砥粒切れ刃平坦部の面積率と切れ刃の密度の関係を示す。砥粒切れ刃平坦部の面積率や切れ刃の密度は1次ドレッシング時間5minまでは増加していき、7minになると減少するという傾向が見られた。これは、1次ドレッシング時間が7minになると、ドレッシングの際に実研磨圧力の低下により、ピラミッド構造体の形は一定に保たれるようになったが、切れ刃平坦部面積の大きい砥粒から順次脱落していったためだと考えられる。

次に、ドレッシングしたパッドを用いて石英ガラスの研磨実験を行った。研磨液として濃度5%のフッ酸を用いた。図7は各ドレッシング条件において研磨実験を行ったときの表面粗さ R_z のグラフである。表面粗さ R_z は1次ドレッシング5minまでは減少していき、 $R_z=10\text{nm}$ になった。しかし7minになると粗さが若干増加する傾向が見られた。これは、1次ドレッシング時間が7minになると砥粒切れ刃平坦部面積が減少したことにより、砥粒切れ刃にかかる圧力が増加したため、スクラッチの発生につながり、粗さが増加したと考えられる。

5. 結言

本研究ではピラミッド構造研磨パッドにおけるドレッシングによる砥粒切れ刃生成について検討し、以下の知見を得た。

- 1) 1次ドレッシング時間を増加することにより研磨作用面積率の増加する。また、1次ドレッシング時間5minまでは砥粒切れ刃平坦部の摩擦面積率、有効切れ刃密度は増加するが、その後は急激に減少する。
- 2) 1次ドレッシング時間を5minにした時、最も表面粗さは向上する。
- 3) 表面粗さはパッドに占める砥粒切れ刃平坦部の摩擦面積率に強く影響を受ける。


Fig. 7 Relationship between primary dressing time and surface roughness R_z