

超微細ダイヤモンド粘弾性砥石によるシリコンウェハの研磨

金沢大学 ○黒部利次, 森田知之, 山本資治

1. はじめに

本研究は、粒径5～6nmという超微細なダイヤモンド（以下UDDと呼ぶ）を使用して、ナノオーダーの鏡面仕上げ加工が可能な砥石を製作することが目的である。UDD砥石の製作には、電気泳動現象を適用して行った。

2. 電気泳動凝集法

図1に、UDD砥粒の電気泳動による凝集の様子を示す。電気泳動凝集法とは、砥粒を電解質の水溶液に攪拌し、電解質イオンを砥粒表面に吸着させて電圧を印加することによってマイナスに帯電した電解質イオンを陽電極に泳動させ、砥粒の凝集を図るものである。砥粒に吸着する電解質イオンは、砥粒の表面付近にクラウド状態（雲状）で存在する。

本実験では、アルギン酸ナトリウムとCMC（カルボキシメチルセルロース）を用いて電気泳動凝集を行った。

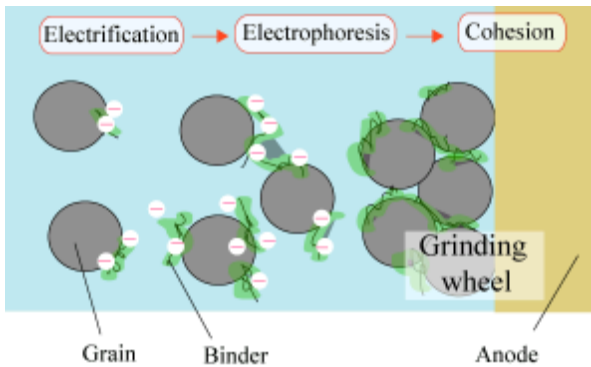


Fig.1 Grinding wheel manufacturing process

3. 実験装置及び砥石製作条件

砥石製作に際して、高分子結合剤の材種について検討した。結合剤は、UDDの表面に吸着して、電気泳動現象が起きる物質でなければならない。それには高分子電解質が適していると考えられる。本実験に使用した結合剤は、アルギン酸ナトリウムとCMCである。

図2に、砥石製作装置の概略図を示す。装置は、アクリル樹脂製の円筒容器から成っており、下端部にステンレス鋼製の円盤電極（陰極）が嵌合されている。円筒容器の中央位置に回転電極（陽極：10mmの黄銅棒）が挿入されている。砥粒(UDD)と高分子電解物質は容器の中に入れられる。いま、装置に100Vの電圧を印加すると電気泳動現象により砥粒と高分子イオンが陽電極に集まり凝集が起り、砥石が生成され始める。砥石の厚さが厚くなるにしたがい電気抵抗が大きくなる。電流が流れなくなるまで砥粒の凝集を図った。砥石製作の際、砥粒を均一に凝集させるために電極を回転させた。陽極に凝集し

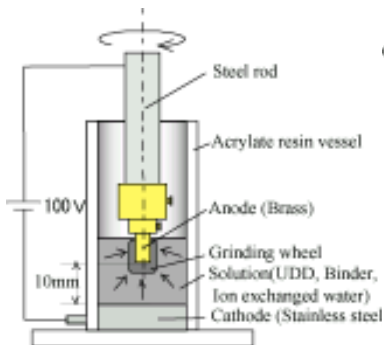


Fig.2 Wheel manufacturing process

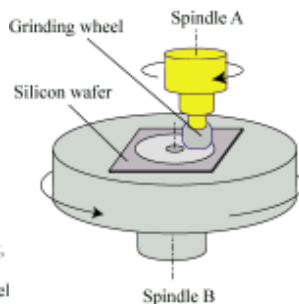


Fig.3 Polishing process

Table1 Experimental conditions

| | |
|--|---|
| Grinding wheel Grain Binder | Mono crystalline UDD Sodium alginate Carboxyl methylcellulose |
| Workpiece | Silicon wafer |
| Rotation speed Spindle A Spindle B | 450 rpm 165 rpm |
| Dead load | 2 N |
| Polishing time | 0-90 min |

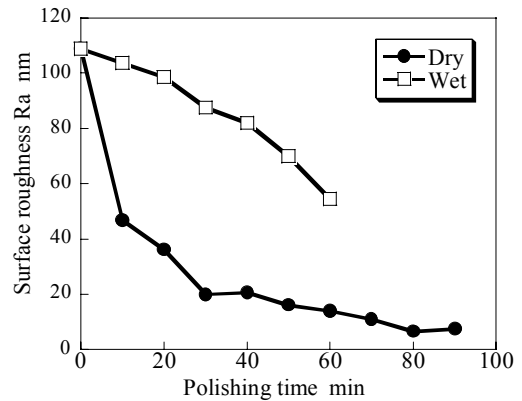


Fig.4 Relationship between surface roughness and polishing time

た塊を砥石とした。

本研究では、アルギン酸ナトリウムとCMCを用いて砥石を作製したが、両方の砥石についてその性能を比較検討した。その結果、アルギン酸を結合剤として用いた方が砥石の凝集量が多く研削が長時間が行えることが分かった。しかしながら、CMCにアルギン酸ナトリウムを一部混合させることによって良好な砥石が得られることもわかった。

加工物として、シリコンウエハを用いた。ラップ面(被研磨面)の粗さは107nmRaである。

実験は、銅製の研磨槽底面にシリコンウエハを貼付し、上部回転軸Aに砥石を取り付けて行った。研磨装置の概略図を図3に示す。上部回転軸Aと下部回転軸Bは10mm隔たっている。上部回転軸の自重は内部に挿入されているスプリングによりキャンセルされる機構となっている。実験は、研磨層に水を入れた湿式と水を入れない乾式の場合について行った。実験条件を表1に示す。

4. 実験結果

研磨実験は、シリコンウエハのラップ面について行った。図4に、研磨圧力を2Nとした場合の実験結果を示す。図4から、加工時間とともに表面粗さが次第に低減していく様子がわかる。乾式で研磨加工を行った場合、加工時間が40分辺りまで表面粗さの低減度合いが大きく、その後漸減状態に移行することがわかる。一方、湿式の場合は加工時間とともに緩やかに表面粗さは低減する。表面粗さの絶対値は、乾式のほうが湿式の場合よりも著しく小さい。乾式の場合、表面粗さの最小値はRaで6nmである。

湿式（水中）で研磨した場合、表面粗さの低減度合いが小さいのは次の理由によると思われる。砥石を水中に浸すと砥石は幾分膨潤し、砥粒の保持力が弱くなることが考えられる。これが原因して表面粗さの低減度合いが小さくなったものと思われる。

5. まとめ及び展望

超微細ダイヤモンドを用いて、新しい砥石を開発することを試みた。その結果、アルギン酸ナトリウムやCMCを結合剤とすることによって、鏡面仕上げ加工が可能な砥石を製作することができた。