

## 情報機器に用いられる水晶光学部品の鏡面研削加工の研究

南部洋平\* 落合一裕\* 大川 薫\* 八木 進\*\* 宇都宮 康\*\*

### Study on Mirror Grinding of Crystal Optical Parts Used for Information Instruments

NANBU Youhei\* , OCHIAI Kazuhiro\* , OKAWA Kaoru\* ,  
YAGI Susumu\*\* , UTSUNOMIYA Yasushi\*\* ,

#### 抄録

デジタルカメラなどの情報機器には多くの光学部品が使われている。これらの部品には傷のない表面と形状精度が求められるため、研削加工の後に研磨を行っており、加工時間がかかっている。また、これらの光学部品は主にガラス製であるが、今後の小型化に対応するために光学特性の優れた水晶を用いる必要がある。しかし、水晶はガラスより加工が難しいという問題がある。これらのことより水晶を迅速、高精度に加工する手法が求められている。

本研究では電気泳動現象を利用して、加工対象物とメカノケミカル反応を起こす微粒砥石を均一に配した EPD 砥石の作製方法を検討する。電極の形状、配置を工夫することにより、汎用性の高い大面積 EPD 砥石の作製に成功した。研削実験を行ったところ、傷のない粗さの良い面が得られた。

キーワード：電気泳動現象，EPD 砥石，メカノケミカル反応

#### 1 はじめに

デジタルカメラ、CD・DVD、カメラ付き携帯電話、液晶プロジェクタ等の情報機器は、市場規模も大きく、現在も成長が著しい分野である。これらの情報機器にはミラー、プリズム、フィルターといった光学部品が多数使われている。しかし、光学部品には傷のない表面と形状精度が求められるため、研削加工の後に研磨を行っており、加工時間がかかっている。また、これらの光学部品は主にガラス製のものであり、今後の小型化に対応

するためには光学特性が優れている水晶を用いる必要がある。しかし、水晶はガラスに比べて加工が難しいという問題がある。

これらのことより、水晶を迅速、高精度に加工する手法が求められている。そこで産学官連携（(株)タナカ技研、埼玉大学、産業技術総合センター）で水晶のドライ研削加工に挑戦し、砥石形状や加工条件について検討した。

#### 2 研究目標

水晶を迅速、高精度に傷のない鏡面に研削できる砥石を開発し、その基本性能を加工実験によって確認することを目的として研究を行った。

\* 生産技術部

\*\* (株)タナカ技研

### 3 シリカEPD砥石の作製

#### 3.1 電気泳動現象

砥石を作製する方法については、電気泳動現象 (Electro Phoretic Deposition) という方法を用いた。これは、負に帯電している微粒子を含む液中で電場を与えると、微粒子が陽極に移動する現象である。これにより、微粒子が高密度で均一に分布した砥石が作製できる<sup>1)</sup>。

#### 3.2 砥粒及び結合材

砥粒にはシリカ微粒子 (粒径 1 μ m) を使用した。シリカは加工対象物とメカノケミカル反応を起こすことが期待されるため、ドライでの研削が可能である。また通常の砥石より砥粒が柔らかいため脱落砥粒による傷が発生しにくく、ダメージのほとんど無い加工ができる。そのため、この砥粒は、シリコンウエハなどの最終仕上げ研磨に用いられている。

結合剤には、アルギン酸ナトリウムを使用した。アルギン酸ナトリウムは、保護コロイドとして帯電粒子に吸着するため、均一な結合力を砥石中に形成できる。また、結合力はあまり強固でないため、優れた自生発刃作用が期待できる<sup>1)~4)</sup>。

#### 3.3 砥石作製

砥石作製実験には、マシニングセンター (UB-75、エヌエヌケー・マシナリー製) を使用した。装置構成を図1に示す。アクリルの容器に、砥粒と結合材を攪拌した溶液を入れ、上側電極を負極、下側電極を陽極として、円形の電極を平行に配置した。汎用性のある砥石形状を実現するために大

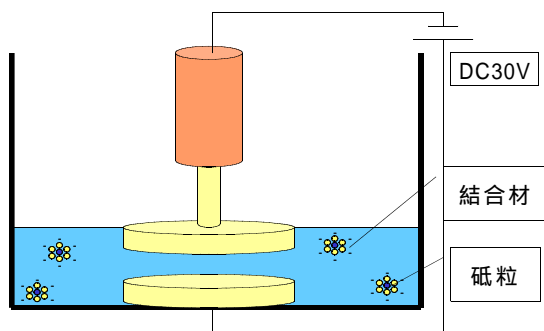


図1 電気泳動現象を利用した砥石作製方法

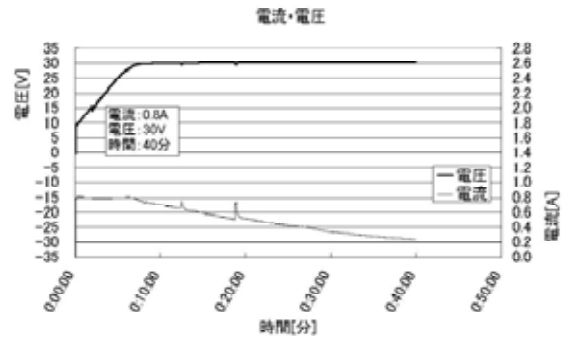


図2 砥石作製時の電流電圧値の変化

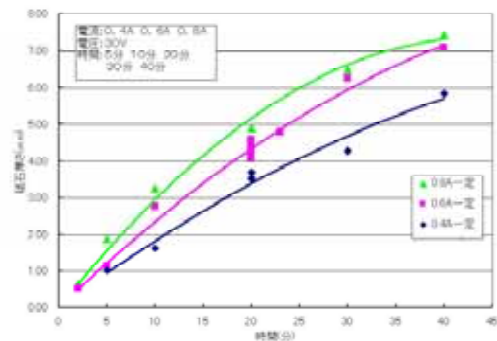


図3 電流設定値別の砥石厚さと作製時間の関係

面積で、なおかつ、長寿命化のために厚い砥石を開発する。

砥石を作製する溶液は、シリカを 16.7wt %、アルギン酸ナトリウムを 3.0wt %、超純水を 80.3wt % とした。また、電源の容量は 1.2A、30V である。実験条件は、電源の電流設定値を 0.4A、0.6A、0.8A とし、電圧設定値は 30 V で、荷電時間を 5 分、10 分、20 分、30 分、40 分と分けて実験した。

図2は、砥石作製時の、時間と電流電圧の関係のグラフである。電圧が8分程度で最高値に達して、それ以上電圧が上がらなくなり、電流値が下がり始める。

図3は、電流設定値別の砥石作製時間と厚さの関係のグラフである。荷電時間を長くするほど、厚い砥石ができる。また、電流設定値が高いほど、短い時間で厚い砥石ができる。さらに、どの電流設定値でも、砥石の厚さは約 8mm で収束する傾向にある。これより、作製できる砥石厚さの限界は、電源容量に依存することが分かる。

### 3.4 研削実験

作製した EPD 砥石を用いて、水晶の研削加工を行った。実験には主軸、テーブル回転軸に油静圧軸受を有する精密ロータリー平面研削盤 (RGS-60、不二越製) を使用した。加工部の様子を図 4 に示す。ワックスで治具に固定した水晶を、ロータリーテーブルに円周上に配置し、表 1 に示す条件で研削を行った。

表 1 切削条件

砥石回転数	1750rpm
ワーク回転数	6rpm
研削送り速度	1 μm/min
総切り込量	40 μm

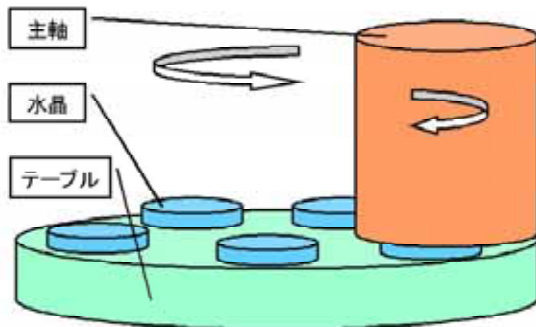


図 4 ロータリー研削盤加工部

### 3.5 測定評価

加工した水晶を、粗さ計 (サーフコム 1400D-3DF、東京精密製) で測定した結果を図 5 に示す。加工面を 13 カ所測定し、平均で 2.3nmRa の粗さを得ることができた。また、非接触三次元測定器 (NH-3SP、三鷹光器製) で測定した結果

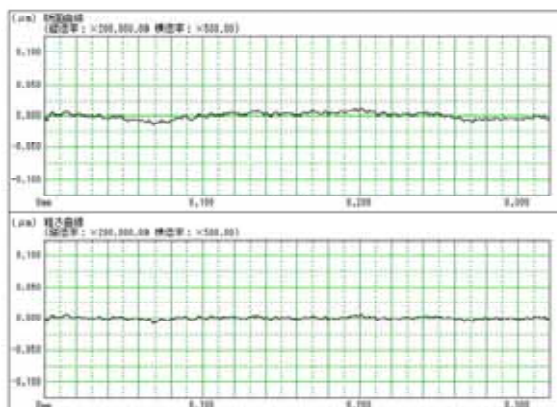


図 5 加工後の粗さ結果

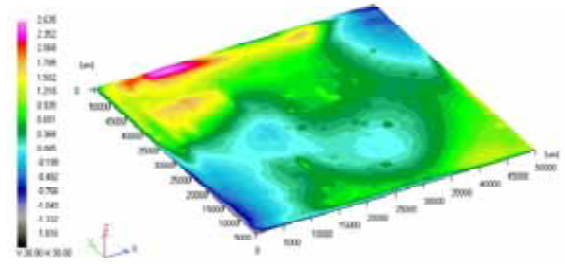


図 6 形状測定

を図 6 に示す。平面度で 4 μm の形状となった。また、光学顕微鏡で観察したところ、幅 5 μm 以上の傷のない、粗さの良い面が得られた。

## 4 まとめ

(1) 電極の形状、配置を工夫することにより、汎用性の高い大面積 EPD 砥石を作製することに成功した。また、電源の電流設定値と砥石厚さ、荷電時間と砥石厚さの関係を実験により求めた。これにより、電流設定値を上げ、電源容量の大きい電源を用いることで、短時間で厚い砥石を作製できることが分かった。

(2) 砥石の基本性能の確認のため、既存の研削盤による加工実験を行った結果、表面粗さは平均で 2.3nmRa となり、粗さの良い面を得ることができた。また、光学顕微鏡で観察したところ、幅 5 μm 以上の傷のない面を得ることができた。しかし、平面度では 4 μm となり、実用するには不十分であるため、来年度に検討を行う予定である。

## 謝辞

最後に本研究を進行するにあたり多大な御協力を賜りました、埼玉大学の池野順一助教授、澁谷秀雄助手に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 池野順一, 谷 泰弘: 電気泳動現象を利用した超微粒砥石の開発とその応用, 日本機械学会論文集, 57, 535 (1991-3)
- 2) 澁谷秀雄, 深沢 隆, 不破徳人, 池野順一,

鈴木浩文, 堀内 宰: 薄片状シリカEPDペレット  
によるシリコンウエハの研削特性, 日本機械学会  
論文集, **68**, 673 (2002-9)

3) 池野順一, 谷 泰弘: 電気泳動現象を利用し  
た超微粒砥石の作成法に関する研究, 日本機械学  
会論文集, **59**, 562 (1993-6)

4) 藤木弘栄, 池野順一: 水晶ウエハの高速鏡面  
研削に関する研究, 2004 年度精密工学会春季大  
会学術講演会講演論文集, (2004)L15