

I T機器先端光学部品の超精密鏡面創成法に関する研究開発

Study on a new ultra precision mirror polishing of advanced IT optical parts

プロジェクト代表者：池野順一（理工学研究科・準教授）

Junichi Ikeno, Graduate school of science and Engineering, Associate professor

1 はじめに

21世紀は光の時代と言われ、現在、オプトエレクトロニクスは世界の主幹産業として大きく躍進している。今後は光技術における独創的な研究開発が地域、国家の繁栄に大きく影響を与えるものと考えられる。

埼玉大学の所在地である埼玉県には、さいたま市を中心に250社以上の光産業関連企業が集結した地帯が存在する。光産業関連企業には光学素子材料の開発業者、精密研磨業者、コーティング業者、デバイス組立業者などである。平成17年には、この地域の重要性が認識され、埼玉県、さいたま市、りそな財団が中心となって県内の関連企業、埼玉大学を始めとする県内大学、研究機関からなる「埼玉県オプトビレッジ構想推進事務局」が設立された。これは、埼玉県を光産業の一大拠点とすべく、関連企業育成、研究開発に力点を置いた産業活性化プランのための組織であり、地域ニーズに基づいた重要な政策であることを伺い知ることができる。

埼玉大学では、これまでに硬脆材料の鏡面創成について研究を重ね、スクラッチのないナノレベルの表面性状を有する高品位な鏡面創成が可能な砥石（EPD砥石）の開発に成功した。そこでオプトビレッジ構想における埼玉大学の役割の一つとして「硬脆材料である光学素子材料の高品位鏡面創成法の開発研究拠点」となって地域連携の強化に当たることである。

本研究の目的は今まで埼玉大学で育んできた硬脆材料の鏡面創成技術（EPD研削技術）を光産業で重要なIT機器先端光学部品材料、例えば水晶や特殊ガラスに適合すべく、地域連携研究を推進することである。共同研究体制として埼玉大学大学院理工学研究科と埼玉県SAITECが研究チームを構成し、2年間の研究を遂行したので成果を報告する。

2. 鏡面創成用砥石

次世代光学部品用ガラス基材に必要な精度として、5mm×5mm 基板に対して、 $1/10\lambda$ ($0.6328\mu\text{m} \times 0.1=0.063\mu\text{m}$) 以内の形状精度、及びスクラッチの幅が $10\mu\text{m}$ 以下、長さが $40\mu\text{m}$ 以下で、表面粗さ 1nmRa 以下が要求されている。そこで、EPD 砥石の適用を試みることにした。

EPD 砥石は、被加工物に対してメカノケミカル反応が活発な砥粒を用いることが一つの特徴である。さらに、メカノケミカル反応で鏡面化を実現するためには、砥石が塊になって脱落しないように均質な組織構造を創成する必要がある。そのため、本研究では図2に示すような電気泳動付着現象（Electro Phoretic Deposition）を利用して固定化する手法によって砥石を作製した。結合剤には高分子電解質を用い、水溶液中で保護コロイドとして砥粒表面に均一な吸着を実現している。さらに、電気泳動現象により結合剤が何処も満遍なく砥粒を保持し均質で密な凝集体を形成する。本研究ではガラスを加工対象とするため、砥粒にはガラスとのメカノケミカル反応が報告されている酸化セリウム（セリア）微粒子（粒径 $1\mu\text{m}$ ）を使用した。また、一般砥粒（ SiO_2 や Al_2O_3 ）に比べて柔らかいため、引っ掻きによる残留応力が発生し難く、傷が発生しにくいものと考えられている。結合剤には、アルギン酸ナトリウムを使用した。高分子電解質であるアルギン酸ナトリウムは、保護コロイドとしてセリア粒子に吸着し、均一な結合力を砥石中に形成できる。また、結合力を適度に調整することで優れた自生発刃作用が生じ、常に研削能力の高い新鮮な砥粒が加工に関与できるよう配慮した。

3. 加工法の最適化

本研究ではロータリー研削法、片面研磨法、両面研磨法の3種加工法について検討を行った。紙面の都合上、両面研磨法での検討結果について述べる。実験には市販の両面研磨装置（4BF, 浜井産業製）を使用した。上下定盤にEPD砥石を全面に貼り付け、その間に図2のようにキャリアに保持された25×25mmのサイズの次世代光学部品用ガラス基材を10個まとめて配置した。その状態で上下定盤をそれぞれ回転させて研削加工を行った。表1に示す条件で加工時間を変化させて研削を行った。

表面粗さと加工時間の関係を図3に示す。加工時間が長くなるほど表面粗さは良くなり、1nmRa以下の鏡面となった。このことより、従来の両面ポリッシングの1/5～1/10という短時間で加工することができた。

また、光干渉式非接触3次元表面形状計測装置による、加工後のワーク表面の解析結果を図4に示す。前加工面の平面度を壊さず鏡面になっていることが分かった。さらに、研磨廃液が通常のポリッシング時の約100分の1程度と環境にやさしく、クリーンな環境で加工できた。

4. まとめ

以上のことより、EPD砥石による次世代光学部品用ガラス基材の最終ポリッシングが実行的に行える目処を立てることができた。

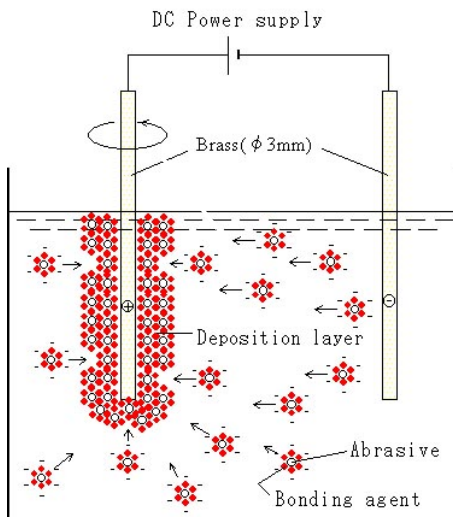


図1 電気泳動現象を利用した砥石作製法

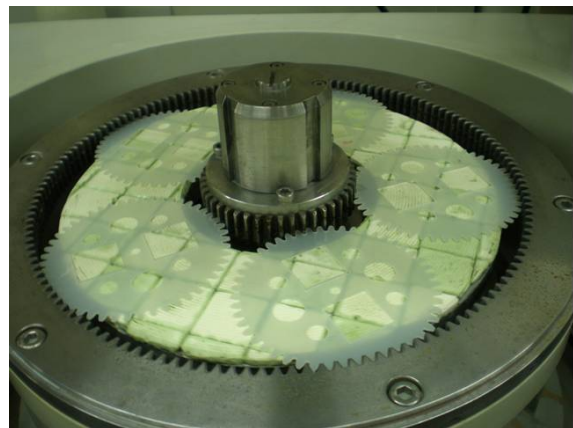


図2 両面研磨による加工方法

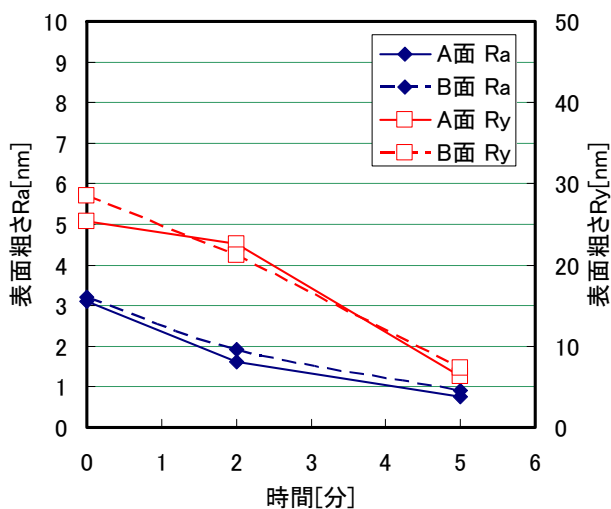


図3 表面粗さと加工時間の関係

表1 加工条件

	荷重	下定盤回転数	時間
実験1	1.57kPa	B 標準	2分
実験2	1.57kPa	B 標準	5分

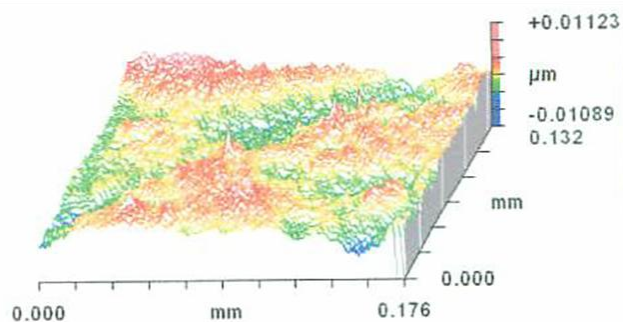


図4 加工後のワーク表面