B34 化学研磨によるガラス研磨の代替可能性 Replaceability of Glass Mirror Polishing by Etching Process

○正 李承福(クリスタル光学), 正 桐野宙治(クリスタル光学), 正 谷泰弘(立命館大学)

SeungBok LEE & Okiharu KIRINO, Crystal Optics Incorporated, 3-4-25 Imakatata, Ohtsu, Shiga
Yasuhiro TANI, Ritsumeikan University, 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga

Cerium oxide (CeO_2) abrasives are conventionally used for polishing process of hard-brittle materials, such as crystal and a glass FPD panel. However, the process with cerium oxide abrasives has some problems ①hard to invade polishing fluid to the center of workpiece in case of large sized panel during processing and ②hard to cleaning the surface of workpiece after processing and this causes the high processing cost. In order to solve these problems, an abrasive-free pad etching process of glass mirror polishing has proposed for the purpose of replacement of the cerium oxide abrasives. As the result of a series of pad etching tests on the glass workpieces, we have obtained high removal rate and the surface roughness of under 20nm Ra.

Key Words Polishing, Etching Process, Polishing Pad, Glass Mirror Surface, Surface Roughness, Abrasive Free, Removal Rate

1. 緒 言

通常ガラス質工作物の研磨においては、酸化セリウム砥粒という研磨剤が多量使用されているが、大型工作物の場合は加工液が中心部まで浸入しにくい、研磨工程後の洗浄が難しい等の問題があった。しかし、砥粒を使用しない化学研磨は、工作物と工具の隙間が小さくても加工液が中心部まで浸入できると研磨工程後の洗浄が非常に楽になる。このため、加工コストを低減することが可能となる。

一般的に化学研磨（エッチング）では形状精度が崩れ、高精度が要求される光学部品や磁気記録部品などには適用できないのが問題となっている。化学研磨面はダメージのない面とはなるが、形状精度の点では砥粒を使用した研磨に劣るため、適用範囲が絞られる可能性がある。しかし、FPD 基板のように硬度がそれほど高くなく、しかも人間の目に違和感を与えない程度の形状精度を要求される工作物の加工には非常に有効な方法となる。

本研究ではガラス質工作物に対してエッチング能力の高いかつ作業者と環境なども考慮した化学研磨液の選定およびその実験結果などを化学研磨によるガラス研磨への代替可能性について報告する。

2. 化学研磨によるガラス研磨

2-1 化学研磨用のエッチング剤 砥粒を使わないパッドエッチング研磨法のイメージを図1に示す。パッドの上に化学研磨剤であるエッチング液を供給しながらパッドと工作物の間にエッチング液が浸入し、化学作用およびパッドと工作物の回転による相対速度差により表面仕上げ加工が進める仕組みである。図2には検討したエッチング剤の原液を用いて工作物のソーダ板ガラスを10分間エッチングした基礎実験結果を示す。

2-2 エッチング法を用いたガラス化学研磨実験の目標 砥粒を使用しないパッドエッチング法による化学研磨の最終目標は既存のセリア砥粒使用研磨と同等以上の表面粗さや除去能率で仕上げすることである。第一表面粗さとしては数ナノメートル、除去の率としては $1\text{ }\mu\text{m/min}$ を目指している。なお、装置や作業者・作業環境面などを考慮し、pHは5以上になるようエッチング剤の調整をすることにした。前節に示した図2は表面が鏡面（粗さ 1.27 nm ）のガラスをエッチングした実験結果である。フッ化水素酸（フッ酸： HF ）とフッ化アンモニウム（ NH_4F ）の場合は、除去能率は高いが表面粗さが粗すぎる傾向が分かった。また、硫酸

Fig.1 Polishing Image of Pad Etching Process

Fig.2 Characteristics of each Etchant Medicine

(H_2SO_4) と硝酸 (HNO_3) は、他のエッチング剤と異なる初期粗さより良い値になることも分かった。表面粗さ、除去能率及びpHなどの面ではフッ化水素アンモニウム (NH_4F) が良い結果あった。

3. エッチング剤によるパッドエッチング研磨

3-1 パッド面の形状による加工特性 実験に用意したエポキシ研磨パッドは2種類である。表面が無気孔タイプの溝無しものと、エッチング液の浸入を良くするため2mm間隔で深さ1mmの溝を入れたものを用いて表1の研磨条件で実験したパッド面形状による加工特性の結果を図3に示す。

Table 1 Conditions of Pad Etching Process

Etchant Polishing Conditions	
PAD	Epoxy Resin
Time	30 min
Pressure	5 kPa
Speed	40 rpm
Workpiece	Sodalime sheet glass
	20mm × 20mm × 5mm
Composition of Etchant Solutions	
(NH ₄ F)HF ₂	25 wt%
H ₂ SO ₄	10 wt%
H ₂ O	65 wt%
pH	5.22

Fig.3 Characteristics of each Pad after Etching Process

エッチング剤の中、表面粗さ向上に効果的であった2種類の硝酸、硫酸を用いて実験したが硫酸の方がすべての評価項目でよい結果がでたので実験結果は硫酸を混合したのを示す。加工物はソーダガラスで、予め表面を400 nm から500 nm 程度ラッピングした。この実験結果より溝入り研磨パッドの方が加工物の表面粗さおよび除去率の面で優れることが確認できた。

3.2 パッドエッチング法による鏡面加工実験および結果
前節の実験結果から加工時間は鏡面状態に安定するまでにし、他の実験条件は前節と同じである。図4には工作物の表面が鏡面まで安定する時間と加工能率の除去率などを図5には粗さ状態の変化をそれぞれ示す。これらの実験結果から表面粗さは目標とした値にまだ達していないが除去率はかなり超えていることが分かった。このことは化学研磨液の選定と実験条件などの最適化によりパッドエッチング研磨法でガラス研磨法の代替の可能性がみえたと言える。

4. 結 論

本研究で得られたおもな結果を以下にまとめる。

- エッチング剤の中で、フッ化水素アンモニウムは除去率の向上に、硫酸と硝酸の方は工作物の表面粗さ向上に効果的であることがわかった。
- パッドエッチング研磨用のパッド表面形状は、表面に溝を入れた方がすべての加工特性（工作物の表面粗さ、除去率）において優れることが確認できた。

Fig.4 Variations of Surface Roughness and Removal rate

Fig.5 Variations of Surface Roughness by Time

- エッチング剤混合比と研磨条件の最適化およびパッドの材質、形状などの最適化でパッドエッチング研磨法といった化学研磨によるガラス研磨への代替可能性が確認できた。

最後に、本研究はNEDOより精密研磨向けセリウム使用量低減技術開発および代替材料開発の委託を頂いて行ったことを記して深く謝意を申し上げる。