



電子材料セラミックスのフロート・ポリシング

難波 義治*

1. はじめに

生産現場における加工の目標は、所望の加工精度を満す範囲内で生産性を最大にすることにある。精度と能率とは相い反する性質を持つため、一般には許容精度限界ぎりぎりの悪い精度にいか加工精度を保つかが問題となる。これが従来の加工の姿であり、加工精度と能率のみ考慮すれば事足りていた。

これに対し、最近急速に発達して来た電子工業においては、機能材料が増え、加工に対する考え方が変わって来た。すなわち、材料の有する機能を損わないで、ある精度に加工する必要性が生じて来た。従来の機械加工は、加工精度及び加工能率は良いが、材料の塑性変形を伴うため、構造敏感な材料の機能を大幅に低下させる。したがって、電子材料セラミックスの加工工程としては、機械加工後、塑性変形層を除去するためエッチングを施すことが一般に行われている。このエッチングもしくは化学研磨は材料の機能を損わない加工法であるが、加工精度が低くかつ能率も悪い。したがって、機械加工後エッチングを施せば加工歪は除去されるが、加工精度が低下することになる。これに対し、最近では、加工液にエッチング液を混入して機械加工するいわゆるメカノケミカル・ポリシングという研磨方式が採られるようになって来た。この方法は単結晶材料の研磨に対してはかなり有効な方法である。しかし、より高精度な部品、多結晶材料、複合材料に対しては、表面形状の点で問題が残る。

電子材料セラミックスの加工に必須な条件である、加工精度が高く、加工変質層がなく、能

率の高い加工法として脚光を浴びつつあるのが以下に述べるフロート・ポリシング法である。

2. フロート・ポリシング法

本法の材料除去原理は、物質の極く表面層の原子の結合が母材のものより弱くかつその値が分布することを利用したもので、その極く表面層にのみ微粒子が作用し、工作物表面原子の結合を断ち切るよう、使用する微粒子の材質及び粒径などを選択する液中ラッピングである。

装置としては従来のラップ盤が使用できる。図1に研磨法の概要を示す。ラップには同心円状に2mmピッチの溝を有する錫製のラップを使用し、その表面を旋盤で平面に仕上げる。次に微粒子を純水に懸濁した加工液中で、工作物及びラップに通常のラッピングと同様な運動を与える。これにより、工作物とラップとは加工液を介して動圧流体軸受状態となり、工作物は浮上する。工作物とラップとは相互に接触することなく、加工液中の微粒子が工作物と衝突し、工作物表面の結合の弱い原子を取り去る。個々の粒子による加工単位は極めて小さいが、莫大な数の微粒子が存在するため、加工能率は最終仕上として工場で実用化できる程度になる。

一般の研磨の場合、ラップの平面度が工作物に転写されるため、高精度加工においてはラップの平面度管理が最大の問題であった。これに対しフロート・ポリシングにおいては、ラップと工作物は直接接触せず動圧流体軸受状態にあるため、ラップの平面度は直接工作物に転写されず、工作物としてはラップの平面度以上のものが得られる。その上、錫ラップがほとんど減耗しないため、一度旋削した錫ラップは長期間の使用に耐えられる。これにより、従来最大の問題であったラップの平面度管理が極めて容易なものとなった。

*難波義治 (Yoshiharu NAMBA), 大阪大学, 工学部, 精密工学科, 助教授, 工学博士, 精密加工学

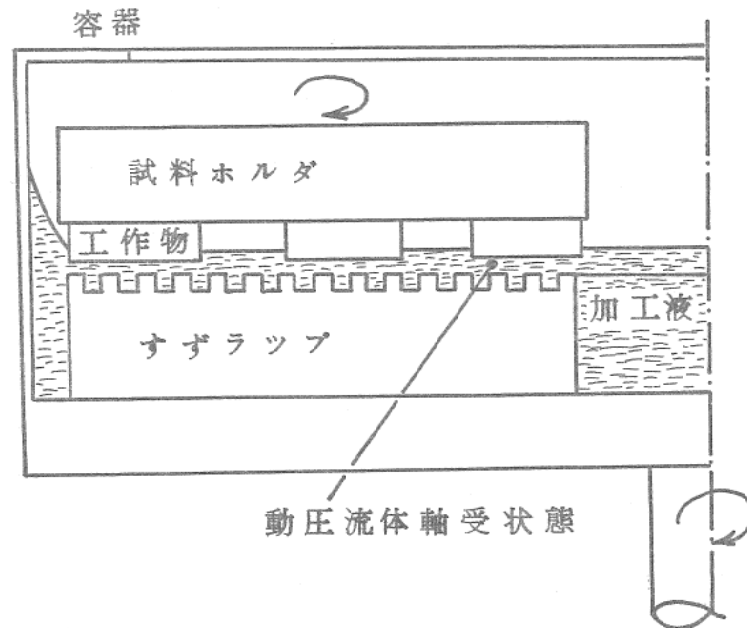


図1 フロート・ポリッシング装置

微粒子としては、現在工業的に多用されているいわゆる研磨剤は使わず、従来染料、中和剤、増粘剤などに使われている各種微粒子を使用する。加工液の微粒子の濃度は重量比で2%以下で、使用する加工液は直径200mmのラップで100g程度である。使用できる微粒子の選択範囲が極めて広いことも本法の特色の一つである。空気中の塵埃による研磨痕の発生を防ぐため、装置はクラス100以下の清浄な空気の流れの下に設置されている。

3. 応用例

現在までに、シリコン単結晶、サファイア単結晶、Mn-Zn フェライト単結晶、高密度 Mn-Zn フェライト及び Ni-Zn フェライトなどの電子材料セラミックスに本研磨法を適用し、卓越した成果を収めている。その一端を、磁気ヘッド材料として多用されている Mn-Zn フェライトを例にして述べよう。

金属酸化物磁性体であるフェライトは、磁気ディスク及びVTRの磁気ヘッド用材料として用いられ、加工に際しては極めて高い精度が要求される。磁気記録技術が進歩し、記録波長が1 μ m以下となるような高密度の記録・再生が実用化すると、磁気ギャップの幅を0.3 μ m以下にする必要がある。この狭いギャップを実現

するためには、磁気ギャップ対向面の形状精度は極めて高いものでなくてはならない。その上、磁気特性は著るしい構造敏感、応力敏感な性質を示すため、材料に歪を与えないことが必要である。

図2は7 \times 7mmの研磨試料の平面度と端面だれを示している。平面度は7mmにつき300 \AA (0.03 μ m)以下で、端面だれは100 \AA 程度に押えることが可能であり、従来法に比べ形状精度が非常に優れている。

図3は研磨面の粗さを、先端半径0.1 μ mの触針を有するタリステップで測定した結果で、表面粗さは10 \AA Rz以下であることが分る。以上のように、本研磨法により幾何学的に極めて高精度な平面が容易に得られる。

フロート・ポリッシングを施した加工表面の結晶性及び最表面の元素組成はエッチングした試料と同等であり、最も重要な磁気特性は図4に示すように従来法のダイヤモンド・ラッピング及び酸化クロムによるポリッシングに比べ高い磁気特性を示しており、ほぼ母材の磁気特性と一致する。このように、本研磨法は転位などの材料欠陥を導入しない加工法である。

フロート・ポリッシングの前工程は3 μ mのダイヤモンドによるラッピングであり、その時の加工変質層は1.5 μ mである。最終仕上のフロ

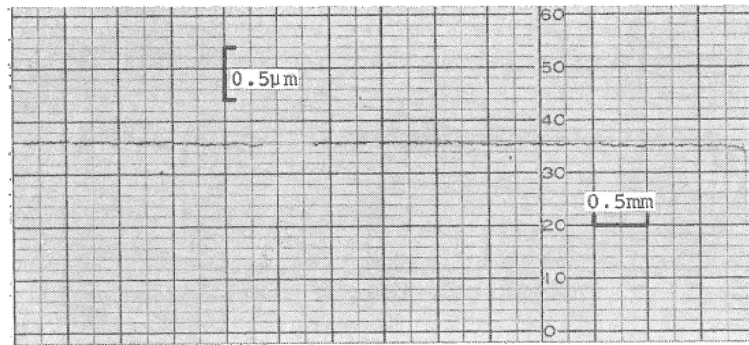


図2 フロート・ポリッシングによる仕上面形状

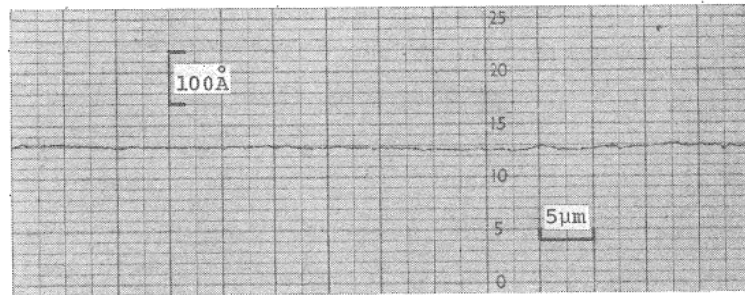


図3 表面粗さ

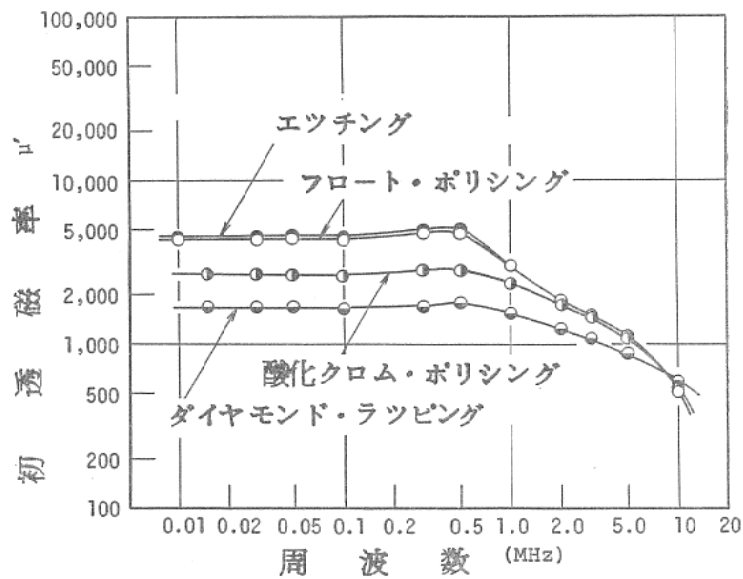


図4 各種研摩を施した高密度Mn—Zn フェライトの磁気特性

ート・ポリッシングではこの加工変質層のみを除去すれば良いので、研摩時間としては5分程度であり、能率的な加工法であることが分る。

本研摩法をVTR用磁気ヘッドのギャップ対向面の加工に使うことにより、磁気ヘッドの特性が向上し、より高密度な記録・再生が可能となり、しかも高密度記録用磁気ヘッドの歩留りが向上した。

4. おわりに

電子材料セラミックスの加工においては、1)加工精度が高い、2)材料の機能を低下させない、3)加工能率が高い、という3条件を満足する最終仕上げが望まれる。これに対する解を与えるのが本フロート・ポリッシング法であり、電子工業の発展と共に今後ますますその応用範囲が広がるものと確信する。