セラミックスのエッチング加工技術

浦田 廣 志*

Chemical Etching of Ceramics

Hirosi URATA*

セラミックス（主としてアルミナ）の湿式エッチング技術に関して、特徴、製法、加工精度と加工限界、応用分野などに関して解説する。

(4) ハーフエッチング技術による凹部形成は、他の技術では困難である。

1. はじめに

従来、セラミックスの加工法としては、一般的には焼成前の泥漿鑄込み、粉末成形、押し出し成形、射出成形、グリーンシートの打ち抜き成形などがあり、また、焼成後では、切削研磨加工、超音波加工、レーザ加工、放電加工、噴射加工などの物理的な手段が一般的である。しかし、焼成前に加工を施した場合には、セラミックス焼結時の収縮によって、寸法精度にバラツキを生じるため、高精度が要求される場合には、焼成後の物理的な手段による機械加工に頼らざるを得ないのが現状である。

セラミックスの湿式エッチング法は、難加工材料の分野に新加工技術を提供するものである。

特徴としては、下記の項目が挙げられる。

- (1) グリーンシート成形では、不可能なパターンピッチ精度が実現出来る。
- (2) レーザ加工で、生じやすいクラックの発生がない。
- (3) 超音波加工のホーンに比べ、型代が安価で、しかも短納期、量産に有利である。

2. 製 法

当社で開発した製法は、基本的には、従来の金属の腐食現象を応用した写真製版（フォトエッチング）技術を、加工対象としてセラミックスにまで拡張したものであるが、著しい相違点は金属の場合には、容易に腐食できるが、セラミックスの場合、一般的には耐薬品性が良いため溶解させるには、かなりの高温にする必要があり、また溶解速度が低いといった難点がある。

このため、開発するにあたっては、以下の問題点を解決する必要があった。

- (1) 特定のセラミックスについて、経済的な腐食速度が限られる薬品と温度条件を見いだす必要があった。
- (2) 上記の条件で、所定のエッチング液において、耐薬品性を有するフォトレジストを選定する必要がある。
- (3) また、エッチング装置としても、エッチング液やそのミストと接する部分は、耐薬品性を有し、しかも安価な材料を選定する必要がある。

2. 1 レジスト及び塗布方法

レジストの材料としては、セラミックスをエッチングする場合には、特に高温条件で行うことが多いので耐熱性が要求される。T社のポリイミド系、N社のゴム系レジストなどがこれに適している。

レジストの塗布には、スピナー、ロールコー

* 東洋精密工業(株)開発課 (〒634 奈良県橿原市新堂町 376-1, ☎07442-3-9160)

Toyo Precision Parts Meg. Co., Ltd. (376-1, Shindoh-cho, Kashihara-che, Nara 634)

ター及びディップなどがあり、原理的にはいずれの場合にも問題がない。

レジストの膜厚は極端に薄い場合には、耐薬品性に問題が生じる。一方、膜厚が厚過ぎる場合には、露光不足やパターンの解像度が悪くなる。

2. 2 露光及び現像

露光機にはホットマスクがワークと接触するタイプと非接触タイプがあるが、セラミックスエッチングの現在の用途や、使用可能なレジストの解像度から判断して、通常の密着露光機を用いて差し仕えない。

光源と露光条件は、レジスト材料のポリマー感光基吸収波長に合ったものを選定する必要がある。実用面では、レジストメーカーの指定する一般的な条件を採用すればほとんど問題がない。

現像はスプレー法が最も無難であり、現像液もレジストメーカーからレジストとセットで販売されている場合が多い。

現像後のリンスは、レジストが現像液によって、膨潤する傾向があるので、これを再度引き締めると同時にレジストに付着した現像液を洗浄する効果がある。

セラミックスのエッチングで最も重要な点は、レジストのポストベークである。ポストベークはレジストの未反応感光基の架橋反応などを完結させ、密着性と耐薬品性を付与することが一般的な役割であるが、レジストの耐熱温度に近い高温で処理すると、耐薬品性が更に向上する場合がある。しかし、この場合に通常の空气中で処理をすると、レジストが完全に酸化し逆に劣化するので、適度の窒素雰囲気中に保持することが望ましい。

2. 3 エッチング及び後処理

各種のセラミックスの腐食条件に付いては、末尾の参考文献(1)を参照されたい。

現在市販されているレジストは、一般的には、アルカリに弱いものが多いので、エッチング液としては、酸を選定した方が無難である。

当社で開発したセラミックスのエッチングは主としてアルミナを対象にしているので、これに限定して記述する。アルミナを溶解する薬品は古くからフッ酸、リン酸などが知られている。

室温では、経済的なエッチング速度が得られな

写真1 セラミックエッチング装置

いので、250℃以上で実施した。このときのエッチング速度は、約 $100\mu\text{m}$ /時間程度である。実験室規模でのエッチング装置を写真1に示す。エッチング槽及びワークホルダーなどを写真2、3に示す。ワークホルダーの回転などによって、エッチング条件を出来る限り一定になるように配慮しているが、基本的にはスプレー法が最適である。しかしながら、このためには、ポンプ、配管などの部材の開発が必要であり、また安全性の点においても十分に考慮しなければならない。

また、セラミックスの腐食の現像は、金属の場合と同様に、一般的には結晶粒界に沿って進行する腐食と結晶のバルクの腐食があり、腐食速度は粒界腐食の方がバルク腐食に比較して圧倒的に大

写真2 エッチング槽

写真3 ワークホルダー

きい。このため、マクロのエッチング速度だけで最適条件を求めると、エッチング加工面は粒界が脱落した後の粗雑な加工面となり、使用に耐えない。この場合には、エッチングの加工速度を多少犠牲にしても粒界とバルクの腐食速度が接近する条件を選定すべきである。

一方、セラミックスは焼結体であるため、焼成前の原料粉体の粒径や焼結の進行度合（焼成温度、焼成時間、焼結助剤）などによって、エッチング

速度やエッチング加工面に著しい影響を与える。また、エッチング速度は、セラミックス焼結体の表層部で小さく、内部では大きくなる傾向があるため、ハーフエッチングの場合、加工面深さの制御が困難となるが、エッチングの前に表層部を研磨し除去することにより、解決出来る。

エッチング完了後のレジストはく離は、レジストメーカー指定のはく離剤が推奨、販売されているが、ワークのセラミックスは、かなり耐薬品性があるので、安価な無機薬品に代替え出来ることが多い。

また、最後にエッチング液やレジストの付着成分のバーンアウトを行う意味でワークのセラミックスを低温焼成することが望ましい。

3. 加工精度と加工限界

アルミナセラミックスのエッチング加工の場合の加工精度と加工限界について、当社のデータを下記に示す。

〔加工板厚〕
両面エッチング 0.15～0.635 mm

〔加工深さ〕
片面エッチング 0.1 ～0.4 mm

〔加工面精度〕

表1 金属エッチング加工形状と加工精度

●加工製品仕様

単位mm

板厚(T)	最小(D) 抜 穴 径	最小(D) 抜 線 幅	加工精度 (DorW)	ピッチ精度 0～50mm	ピッチ精度 51～150mm	ピッチ精度 151～300mm	コーナーR (但し90°コーナー)	サイドエッチ 寸 法 (A)
0.30	0.45	0.30	±0.03	±0.02	±0.05	±0.10	R ₀ R ₁ 0.24～0.50	A ₀ A _B 0.030～0.080
0.50	0.75	0.50	±0.05	±0.02	±0.05	±0.10	0.40～0.30	0.050～0.125
0.80	1.20	0.80	±0.08	±0.02	±0.05	±0.10	0.64～0.80	0.080～0.200
1.00	1.50	1.00	±0.10	±0.02	±0.05	±0.10	0.80～1.00	0.100～0.250
2.00	3.00	2.00	±0.20	±0.02	±0.05	±0.10	1.60～2.00	0.200～0.500

写真4 超薄型セラミックパッケージ

写真6 動圧グループ軸受

写真5 特殊真空管用絶縁板

Ra 2～3.5 μm

その他の加工形状及び精度については、金属エッチングの場合を目安に判断しても、大きな差異がない。参考データとして、金属エッチングの加工形状と加工精度を表1に示す。

4. 応用分野

4. 1 超薄型セラミックパッケージ

ICカードに使用する面実装部品（SMD）用の薄型パッケージの使用例を写真4に示す。完成部品の総厚は、0.45mm以下である。

セラミックスの板厚が極端に薄いので、中央の

凹部形成が他の方法では困難である。

4. 2 特殊真空管用絶縁板

蛍光表示管、その他の真空管に使用する絶縁板の使用例を写真5に示す。

セラミックスの貫通面積が大きいため、レーザー加工の場合には、熱歪によるクラックが生じ易い。

4. 3 動圧グループ軸受

VTRプレーヤ、レーザープリンタなどに使用する軸受けで、従来のベアリングが不要となる。現在は、写真6に示す金属製のものが用いられているが、セラミックス製の要求がある。

この場合も金属同様にエッチング加工が適している。

4. 5 ローラのエンボス加工

製紙、プラスチック、ガラス、アルミニウムなどの板材等の圧延、表面加工の分野で、現在は主として金属製ローラが使用されているが、耐薬品性、耐摩耗性の要求からセラミックス製への要求があり、エッチング加工が適している。

参考文献

- (1) L. A. レイ；セラミックスの耐食性ハンドブック
共立出版（1985）
- (2) 今中 治；セラミックス加工ハンドブック
建設産業調査会（1987）