

最近の技術から

レーザー誘起エッチングによるセラミックのマイクロ加工

三橋 真成

日本電気 (株) 研究開発技術本部 〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

1. はじめに

最近, 新材料として各種セラミックの研究開発が盛んであり, 多くの分野への応用が期待されている. セラミックのマイクロ形状加工法として, セラミックをエッチング溶液中に浸し, レーザービームを照射して所要形状加工¹⁻³⁾を行なうレーザー誘起エッチングが注目されつつある.

2. レーザー誘起エッチング加工

2.1 レーザー加工との比較

大気中と KOH 液中に置いた Alumina/TiC セラミックにそれぞれ Ar レーザーを照射 (ガウス型強度分布ビーム, レーザーパワー $P=0.6\text{ W}$, 移動速度 $v=30\text{ mm/min}$) したときのレーザー照射部の写真を図 1 に示す.

大気中 (通常のレーザー加工) の場合, レーザー照射部に再凝固物が付着して残っている. これに対し, KOH 溶液中 (レーザー誘起エッチング) の場合, 加工部にセラミックの焼結材料粒子が露出しているものの, 良好な微小溝が形成されている. このようにレーザー誘起エッチングは加工部近傍に再凝固物や盛り上がりがなく, セラミックのマイクロ形状加工法として有望と考えられる.

2.2 レーザー誘起エッチングの加工特性

Ar レーザーを用いて Alumina/TiC セラミックに溝加工をした場合における KOH 液濃度 (重量%) と溝加工特性を図 2 に示す. KOH 液濃度を高くしていくと, 溝幅 w は変わらないが溝深さ h は大きくなる. KOH 液濃度が高いほうがレーザー照射によるセラミックの溶融および高温部のエッチング効果が大きい. 次に加工物を移動させてビームを走査したときの移動速度 v と溝加工特性を図 3 に示す. 溝深さ h は移動速度 v にはほぼ反比例して減少している. 溝形状を三角形に近似した単位時間当りの除去体積 $V=w \cdot h \cdot v/2$ の計算値は移動速度 v が $30 \sim 60\text{ mm/min}$ にピークがあり, 加工効率を最大にする移動速度が存在することを示している.

2.3 レーザー照射とエッチング除去との関係

大気中と KOH 溶液中に置いた Alumina/TiC セラミックにそれぞれ Ar レーザーを照射 (レーザーパワー 0.6 W) したときのレーザー照射時間 t と穴直径 d との関係を図 4 に示す. KOH 溶液中の場合は大気中の場合に比べ穴直径が約 3 倍大きい. このことは, レーザー誘起エッチングにおいては, レーザー照射によるセラミックの溶融部のみでなく, その周辺加熱部もエッチング除去されていることを示している.

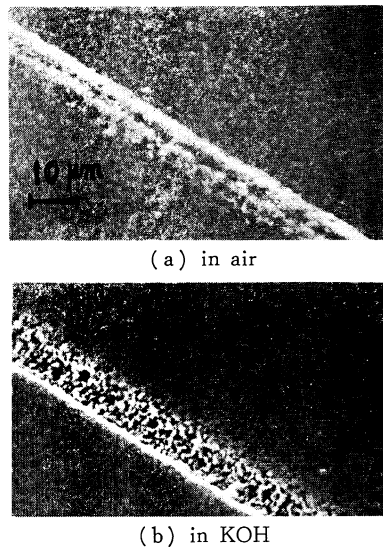


図 1 レーザー照射部の写真

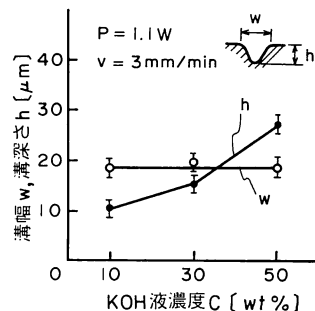


図 2 KOH 液濃度と溝加工特性

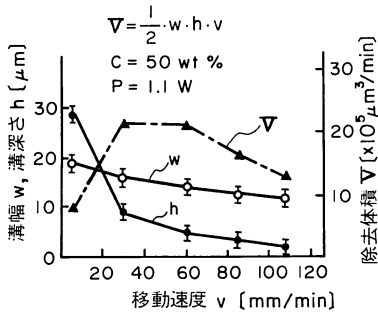


図3 加工物移動速度と溝加工特性

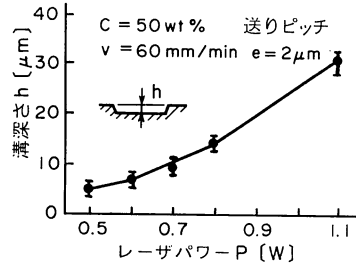


図5 加工溝深さ測定結果

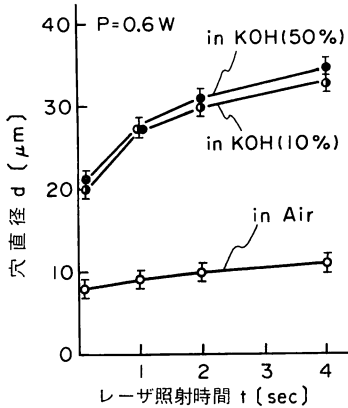


図4 レーザー照射時間と穴直径

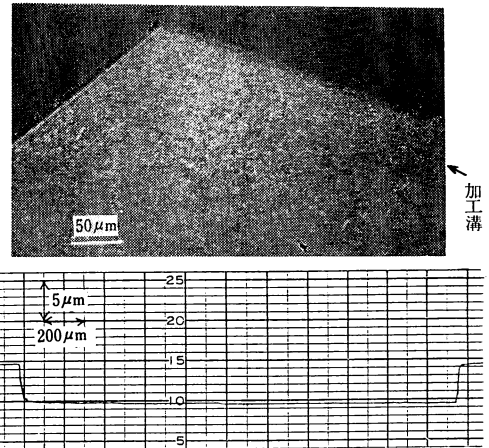


図6 ビーム走査による加工溝(一部)のSEM写真と溝深さ測定例

2.4 形状加工

形状加工として、加工物 (Alumina/TiC セラミック) を往復運動させ、溝幅方向にピッチ 2 μm で送り、四角溝 (溝幅 2mm, 長さ 4mm) を形成した。図5にレーザーパワーを変えた場合の加工溝深さ h の測定結果を示す。図6に例として、レーザーパワー P=0.5W で加工したときの加工溝 (一部) のSEM写真とタリサーフによる溝深さ測定結果を示す。溝深さが均一な加工溝 (深さ 5 μm) が形成されており、レーザー誘起エッチングによりセラミックのマイクロ形状加工が可能である。

3. おわりに

Ar レーザーを用いた Alumina/TiC セラミックのレーザー誘起エッチングについて簡単に紹介した。YAG

レーザーを用いた場合²⁾ は加工寸法が数十 μm から数百 μm と比較的大きな寸法の加工が可能である。レーザー誘起エッチングの加工メカニズム解明の進展とともに、適用可能なセラミック材料の範囲が広がっていくものと期待される。

文 献

- 1) R. J. von Gutfeld and R. T. Hodson: Laser enhanced etching in KOH. Appl. Phys. Lett., 40 (1982) 352.
- 2) 小藪国夫, 渡辺純二, 大平文和, 唐木俊郎: 昭和58年度精機学会秋季大会学術講演論文集 (1983) p. 315.
- 3) 三橋真成: 昭和59年度精機学会秋季大会学術講演論文集 (1984) p. 337.

(1985年4月4日受理)