

全固体電池用マイクロ構造化セラミックスの製造技術開発

○藤巻 研吾^{*1)}、平野 康之^{*2)}、棟方 裕一^{*3)}、金村 聖志^{*3)}

■キーワード 全固体電池、精密切削、金型、セラミックス

1. 精密切削による微細パターン成形用の金型加工技術を開発
2. 金型によるマイクロ構造化セラミックスの低コスト生産を実現
3. 固体電解質以外のさまざまな材料への微細パターン成形へ応用可能

■研究の目的

次世代の安全な蓄電池として、電解液の代わりに固体電解質を利用し、電極や電解質がセラミックスでできた全固体電池^[1]が注目されている。全固体電池の実用化のためには、表面に微細な凹凸パターンを持った固体電解質のマイクロ構造化セラミックスが必要である。そこで金型を用いて安価にマイクロ構造化セラミックスを製造する技術を開発することを目的として研究を行った。

■研究内容

(1) 金型加工技術の開発

精密切削による金型加工の様子を図1に示す。金型の材料はSUS420J2改良鋼(プリハードン、硬度27~35HRC)とした。加工装置はrobonano α-0iB(ファナック(株)製)、スピンドルはXpeed1200(エア軸受、タービン駆動)((株)ナカニシ製)、切削工具は超硬合金製スクエアエンドミル(直径0.05mm、刃長0.075mm、2枚刃、ノンコート)を使用した。

各種加工条件を検討した結果、粗加工において1パス当たりの切込み2μm、送り100mm/min、回転数50000min⁻¹、仕上げ加工において1パス当たりの切込み1μm、送り20mm/min、回転数50000min⁻¹とすることで、極小径の切削工具を折損させることなく、10mm×10mmの範囲に幅50μm、深さ50μmの直交溝の構造を持った金型の加工を実現した。なお、粗加工と仕上げ加工の間で工具交換を1回行った。

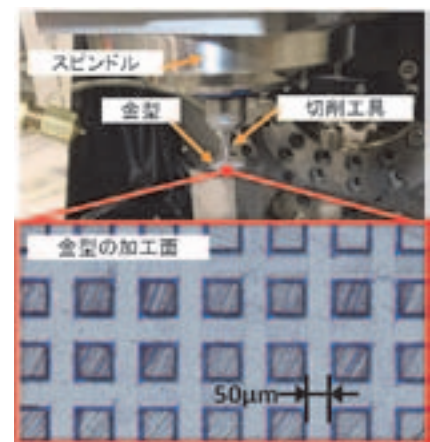


図1. 金型加工の様子

(2) 材料成形技術の開発

市販の固体電解質粉末は、粒子が粗く微細な金型による成形には適していないため、粒子サイズを1μm以下に粉碎処理を行った。そこへ固体電解質の粒子同士を結合するためのバインダーを添加した。当初は金型へ充填した後の離型が難しく金型に抜け勾配を設ける必要があったが、バインダーの量や成形圧力などの条件を検討することで、抜け勾配のない上記の金型によって微細パターンの成形を実現した。

成形した膜に対して高温炉を用いて脱バインダー及び焼成を行って製作したマイクロ構造化セラミックスを図2に示す。温度や炉内の保持方法などのプロセスを検討することで、割れや反りを生じることなくマイクロ構造化セラミックスを焼成することに成功した。

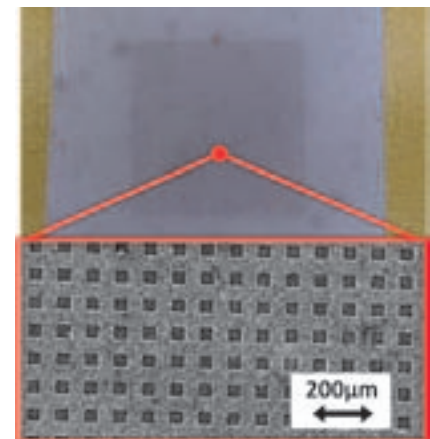


図2. マイクロ構造化セラミックス

■研究の新規性・優位性

微細なパターンを持ったセラミックスの量産技術はほとんど確立されておらず、金型により低コストで製造できる点で優位性が高い。

■産業への展開・提案

- ① 都内中小企業より製造装置を製品化予定
- ② 他のセラミックス材料や樹脂などのパターン成形に応用可能

謝辞

本研究は、東京都の「都市課題解決のための技術戦略プログラム」の支援により実施された。

参考文献

[1] 金村聖志, 学術の動向, Vol.16, No.5, pp.38-41 (2011)

*1) 機械技術グループ、*2) 城南支所、*3) 首都大学東京