

遠心力を利用した焼結装置の開発

今日のファインセラミックス産業の多くの製品は電子部品である。特に小型携帯電話の急速な普及や電子機器のダウンサイズ化に伴い、コンデンサー、圧電体、半導体、基板などの各電子部品等の小型化・集積化が進み、基板上の薄膜セラミックスや厚膜セラミックス、セラミックス/金属積層体や小型形状セラミックスの焼結技術は、デバイス製造におけるキーテクノロジーと考えられる。

セラミックスプロセスでは、通常、粉末粒子を原料として用い、粉末粒子を基板にパターニングした後、加熱により粉末粒子同士を結合し、セラミックス膜を形成する。粉末粒子同士の結合にともない、膜は大きく収縮し、その線収縮率は一般に10~20%にも及ぶ。一方、基板はほとんど変形しないため、両者の収縮率のミスマッチにより、膜内に粉末粒子の結合を妨げる引張応力が発生する。しかも、この引張応力は界面において最大となり、亀裂の発生・進展、膜の剥離、界面強度の低下を引き起こす。

この問題を解決するため、粉末粒子の焼結収縮の方向性、とくに基板界面近傍での粒子の焼結挙動を制御する必要がある。そこで、高重力場を粉末粒子に加えることが可能な遠心焼結により、面方向(界面に対して平行方向)の収縮

を低下させ、膜厚方向(界面に対して垂直方向)には大きく収縮させる焼結技術を開発し、上述の問題を解決することに成功した。

開発した遠心焼結装置は、高速回転部及び加熱部により構成される。焼結法の原理は、試料を高速回転体(セラミックスローター)にセットした後、それを高温下で高速回転し回転体の中心部から発生する遠心力を試料に負荷して焼結を促進させる(図1)。したがって当該技術はホットプレスや熱間等方圧プレス等の従来の加圧焼結に比べて、押し棒やガス等の媒体を使用しないことに特徴がある。遠心力は、基板に対し垂直に加えるが、これにより粒子に圧縮応力が生じ、この圧縮応力は基板界面で最大となる。現在、1200℃において、 780 km/s^2 (およそ80,000 g (gは重力加速度))の重力場を発生させることが可能である。この重力場の制御により、粉末粒子を膜厚方向の焼結により緻密化させ、面内方向の焼結の緻密化への寄与を抑制する。特に、基板界面近傍ではこの効果が大きく働くため、亀裂の発生を抑制することが可能となる(図2)。また、当該技術は積層セラミックスの焼結にも有効であり、セラミックス内部に含まれる欠陥(粗大気孔、亀裂)への抑制効果も確認している。

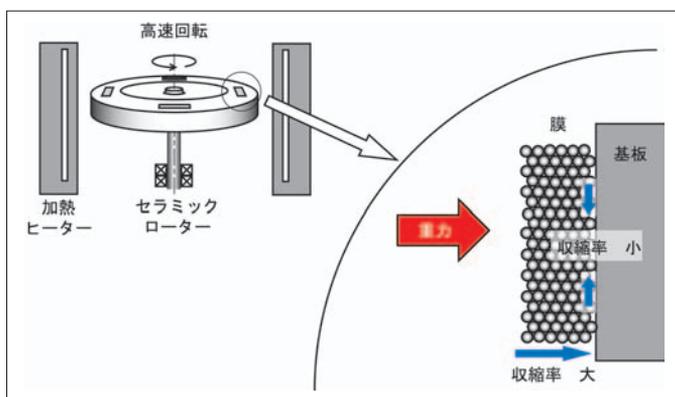


図1 原理図

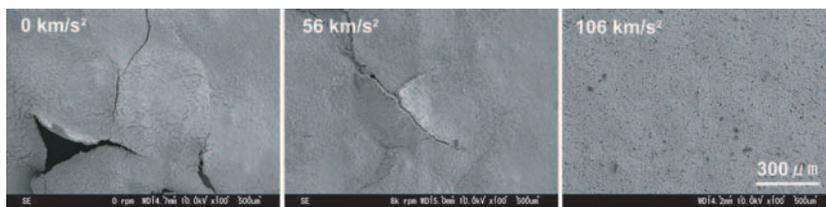


図2 厚膜焼結における亀裂発生抑制効果
数値は遠心加速度の大きさ

関連情報

- 共同研究先: 新東工業株式会社, 新東 V セラックス株式会社.
- Y. Kinemuchi, K. Watari, S. Uchimura: J. Euro. Ceram. Soc., Vol.24, 2061-2066 (2004).
- 特願 2003-361311「積層型セラミックス電子部品・膜電子部品及びその製造方法」(杵鞭義明, 渡利広司, 内村勝次, 石黒裕之, 森光英樹).
- 特開 2004-210593「遠心焼結装置」(渡利広司, 杵鞭義明, 内村勝次, 石黒裕之, 森光英樹).
- 本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構から委託により実施した。



きねむちよしあき
杵鞭義明
y.kinemuchi@aist.go.jp
先進製造プロセス研究部門