

超音波マイクロスペクトロスコピー技術による 超低膨張セラミックスの均質性評価

Homogeneity Evaluation of Ultra-Low Expansion Ceramics by the Ultrasonic Microspectroscopy Technology

東北大院工¹, 日本セラテック², ○大橋雄二¹ 櫛引淳一¹ 荒川元孝¹ 佐々木俊² 井口真仁²

Tohoku Univ.¹, Nihon Ceratec²

○Yuji Ohashi¹, Jun-ichi Kushibiki¹, Mototaka Arakawa¹, Shun Sasaki², and Mabito Iguchi²

E-mail: ohashi@ecei.tohoku.ac.jp

1. まえがき

負の熱膨張率を有する Li-Al-Si(LAS)系セラミックスに正の熱膨張率を有する SiC をある比率で混合したセラミックス材は、室温近傍でゼロ膨張を示し、かつ、非常に高い剛性を有し、多様な形状に成形できる優れたセラミックス材である。そのため、精密測長用ミラー材、電子ビーム露光などの超精密ステージ材など広く応用されている。また、最近では、次世代光周波数標準用の光キャビティー材としての可能性も期待されている。光キャビティー用スペーサとして用いる場合、線膨張係数(CTE)が所望の温度で 0 となることはもちろん、その均質性が重要となる。筆者らは、超音波マイクロスペクトロスコピー (UMS) 技術を用いた TiO₂-SiO₂ 超低膨張ガラスの CTE 評価法を開発してきた[1]。本報告では、UMS 技術による評価法を超低膨張セラミックス材へ拡張する。

2. 試料

試料として日本セラテック製の ZPF 試料を 2 つ(ZPF-1、ZPF-2)準備した。ZPF-1 は 100 mm Φ × 16.8 mm¹、ZPF-2 は 50 mm × 50 mm × 8.0 mm¹ で、片面光学研磨されている。

3. 実験

上記試料に対して、UMS 技術の一つである直線集束ビーム超音波材料解析(LFB-UMC)システムを用いて超音波周波数 225 MHz で光学研磨試料面上を伝搬する漏洩弾性表面波 (LSAW)速度の 2 次元分布を測定した。LSAW 速度の平均値と分布は、ZPF-1 に対して 4453.8 m/s、9.2 m/s、ZPF-2 に対して 4452.0 m/s、7.7 m/s であった。Fig. 1 は径方向の分布を抽出した結果で、ばらつきは大きいものの径方向に比較的平坦な速度分布であった。

次に平面超音波材料解析(PW-UMC)システムを用いて、Fig. 1 に示した LSAW 速度の径方向分布と同じライン上に対し、50~160 MHz で厚さ方向に伝搬する縦波音速分布の測定を行った(Fig. 1)。ZPF-1 の結果は中心点で 8592.2 m/s に対し、中心対称に周辺部に向かって最大 43.1 m/s 速度上昇した。ZPF-2 の -10 mm の位置

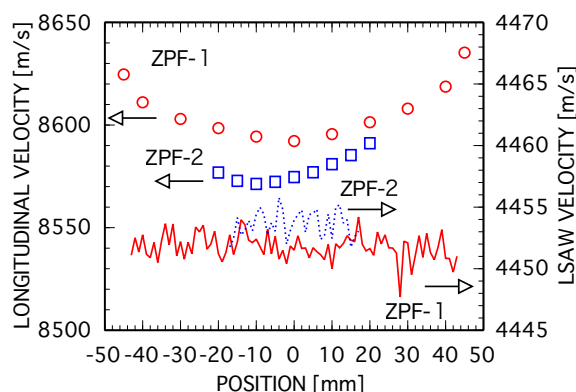


Fig. 1 Longitudinal and LSAW velocities distributions for ultra-low expansion ceramics.

が切り出し前の母材の中心と仮定すれば、中心点の速度 8571.3 m/s に対して +20 mm の位置で 19.8 m/s の上昇である。ZPF-1 に対して同範囲での速度上昇は 15.8 m/s でほぼ同様な分布をしているが、最低速度位置点での速度値には 20.9 m/s の差が見られる。

ZPF-2 に対する密度は 2497.1 kg/m³ であった。

4. 検討

ZPF ゼロ膨張材は、原料粉碎・混合→造粒→成形→生加工→焼成→仕上げ加工という工程で作製されている。成形時まで組成分布が決まり、LSAW 速度としては径方向にほぼ均一になると考えられるが、焼成時の温度分布等のプロセス条件の変化が大きく反映され、LSAW 速度分布として、また、試料厚み方向の平均値として測定される縦波音速の分布として径方向の変化を捉えたものと考えられる。LSAW 速度は試料表面の特性を反映するが、径方向に縦波音速のような中心対称な変化が現れていないことから、試料の表面と内部で異なる特性を有している可能性が考えられる。

5. まとめ

UMS 技術を用いた超低膨張セラミックスの評価を試みた。今後 CTE の測定結果とも比較、検討していく予定である。

文献 [1] J. Kushibiki et al., Jpn. J. Appl. Phys., **44** (2005) 4374.