

電子材料用薄膜グリーンシートの機械的強度評価法の確立

[研究代表者] 生津資大 (工学部機械学科)

[共同研究者] 小川玲奈, 武田隆信 (株式会社サムスン日本研究所)

研究成果の概要

セラミックス微粒子をポリマーに混ぜて焼成するとセラミックスシートを作製でき、電子機器をはじめとする様々な民生品でこの技術が利用されている。このセラミックスシートの機械物性はセラミックス粒子とポリマー材料ならびに焼成条件が大きく影響している。本研究では、セラミックス粒子を混練して作製したポリマーグリーンシートの機械物性を理解すべく、様々な実験手法を考案して機械物性の定量計測に努めた。具体的には、TEM グリッドにグリーンシートを貼り付け、それを FIB で短冊状にカットして曲げ試験を行うことで、機械物性の定量計測を試みた。

研究分野：ナノテクノロジー, 材料工学, 機能性材料

キーワード：セラミックスシート, ポリマーグリーンシート, 機械物性

1. 研究開始当初の背景

一般に、電子部品として使用される無機粒子の焼結体の性能は無機粒子の配列の均一性が高いほど高くなることが知られている。無機粒子を均一に配列させる方法としては、無機粒子をポリマーに分散させたグリーンシートを焼成する手法がある。分散性の指標として、引張による強度試験が有効であることが知られている。

近年、無機粒子の微細化に合わせてグリーンシートの薄膜化が求められている。しかし、薄膜であるために一般的な万能試験装置での測定が困難であり、正確な強度を把握することができないという技術課題がある。

2. 研究の目的

本研究では、電子機器用グリーンシートの機械物性を定量的に評価する手法の確立を目指す。具体的には、FIB でグリーンシートを加工し、MEMS 引張試験装置によって精密な引張試験の実施を試みる。これが可能になれば、焼結前に最終製品の性能を予測することができるため、電子部品用材料の開発効率を大きく向上させられると期待される。

3. 研究の方法

無機粒子含有ポリマーのグリーンシートの引張試験

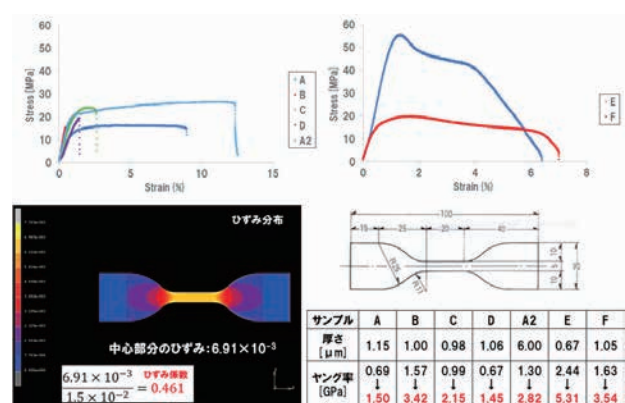


図1 引張試験結果例

に向け、まず、TEM メッシュ状にグリーンシートを貼り付ける。次に、自立したシートを FIB で短冊メンブレン状にカットし、タングステンプローブを用いたサンプルピックアップ技術で釣り上げる。メンブレンを生津研究室独自の引張試験用 MEMS デバイスのサンプルステージに移動させ、CVD-FIB 法でカーボンを貼り付ける。その後、試験片状にカットして SEM 内で引張試験し、グリーンシートのヤング率と破壊強度を実測する。研究分担者 (サムスン日本研究所) はグリーンシート作製と TEM メッシュ状への貼り付け作業を、研究代表者 (愛工大) はその後のサンプリングならびに引張試験を主として担当し、協力して研究を行う。

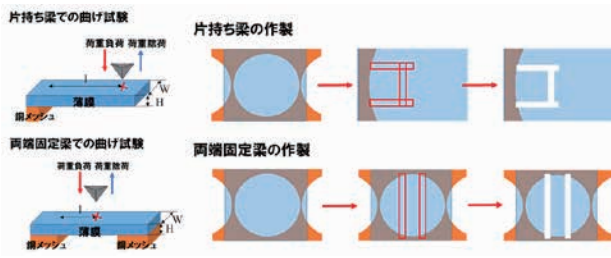


図2 曲げ試験片作製の手順

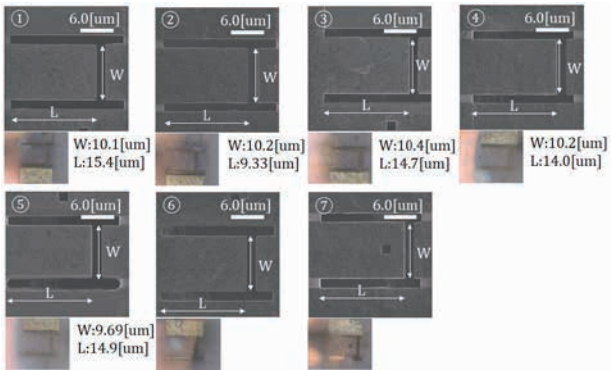


図3 片持ち梁試験片のFIB加工時のスナップショット

4. 研究成果

図1に、サムスン社が行ったグリーンシートの引張試験結果と、それをもとに愛工大生津研で行ったFEM解析結果例を示す。様々なポリマーを用いて幾つかの条件で作製したセラミックス粉末含有ポリマーシートは、非弾性変形を示すことがわかる。形状を考慮したFEMでひずみ計数を求め、それを実験結果に乗じて求めたヤング率は1.5~5.3GPaであり、エポキシ系ポリマーのヤング率と近い値を示した。これより、グリーンシートの変形はポリマーが支配的であることがわかった。

図2にグリーンシートのFIB加工による片持ち梁ならびに両端固定梁作製の手順を示す。TEMメッシュ状にグリーンシートを貼り付け、シート自立部分を狙って図のようにFIBで試験片加工することに成功した。一例として、片持ち梁加工時のスナップショットを図3に示す。試験片のサイズは、幅10μm、長さ15μm、厚み6μm程度である。

図4に、片持ち梁の曲げ試験結果例を示す。非線形な荷重変位線図が得られた。負荷荷重直後の荷重変位線図の傾きはかなり小さく、押し込み深さ約4μmから急激に増加していることがわかる。これは、図5に示す両端固定梁の曲げ試験結果からも確認できる。

図6に、片持ち梁ならびに両端固定梁の曲げ試験で得

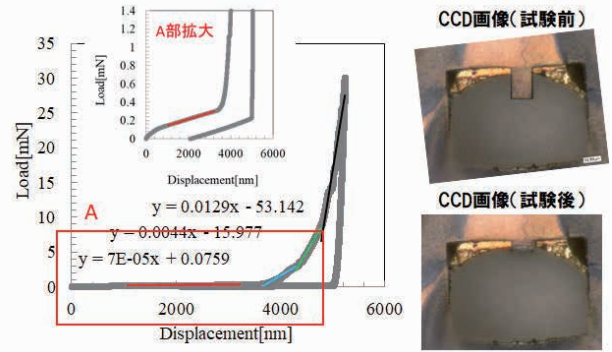


図4 片持ち梁の曲げ試験結果例

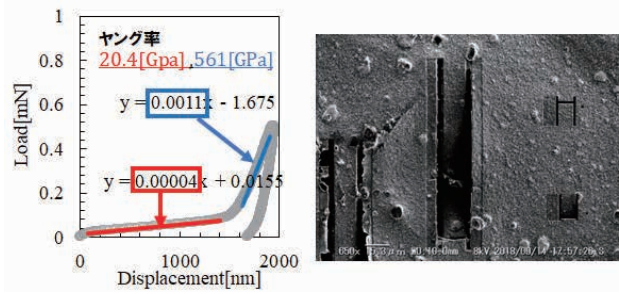


図5 両端固定梁の曲げ試験結果例

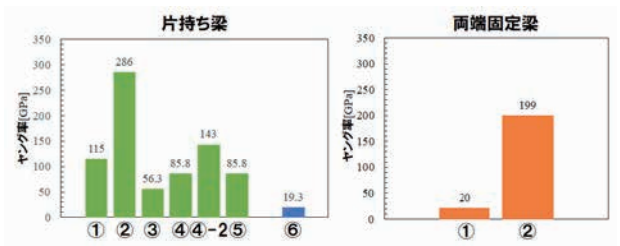


図6 ヤング率算出結果

られたヤング率のまとめを示す。2種類の試験片で、それぞれ7つと2つの実験を行うことができた。しかし、得られたヤング率は大きく異なっており、片持ち梁の結果では19~286GPa、両端固定梁では20~199GPaのばらつきがあった。この主たる要因は、(1) 負荷点のばらつき、(2) 負荷中の圧子側壁の接触、(3) サンプル寸法形状のばらつき、と考えられる。とくに(2)の影響は大きく、これが図4および5に示したような、負荷途中での荷重変位線図の傾きの急激な変化の原因である。このことから、本研究で扱ったセラミックス含有ポリマーグリーンシートのヤング率は、最も低値の20GPa程度と考えられる。

5. 本研究に関する発表

特になし。