

次世代パッケージ用ハロゲンフリー、低熱膨張、 低弾性多層化プリプレグ “GEA-775G”

Halogen-Free Multilayer Material with Ultra-Low CTE and Low Elastic Modulus, “GEA-775G”

島山 裕一 Yuichi Shimayama

開発統括本部 エレクトロニクス関連材料開発センタ 積層材料開発部

1 概要

スマートフォン等のモバイル機器へ使用される半導体パッケージは、小型化や薄型化および高密度化が進行している。近年、基板の薄型化からコアレス基板が注目されているが、支持体となるコア層を用いていないため、基板製造時や部品実装時に反りが大きくなる不具合が表面化している。当社は、このコアレス基板に使用する多層化プリプレグの開発について、熱膨張係数の低減とプレス多層化時の応力(熱収縮起因の応力)を低減できる材料に注力した。開発した低熱膨張で低弾性の多層化プリプレグGEA-775Gは、従来材と比較して約25%の反り低減が可能である。

Semiconductor packages for smartphones and other electronic devices are becoming smaller, thinner, and higher in density. Recently, coreless substrates have attracted significant attention as a way to achieve thinner substrates, but coreless substrates present their own challenge, in that (compared to conventional substrates) they are more susceptible to warpage during the substrate process and during the packaging and assembly processes. To address this issue, Hitachi Chemical has developed the next generation in multilayer materials: GEA-775G, which is halogen-free and has an ultra-low CTE and a low elastic modulus. A comparison of the warpage during assembly when using the coreless substrate GEA-775G, to the warpage when using a conventional packaging material, indicated that the warpage of GEA-775G was 25% less than that of the conventional packaging material.

2 製品の特徴

- ・コアレス工法での低反りに優れている。
- ・低い熱膨張係数(5.0 ppm/°C)を有する。
- ・低弾性率と高ガラス転移温度(Tg)を有する。

3 開発の経緯

スマートフォン等のモバイル機器は高機能化が加速しており、そのため搭載部品数の増加とバッテリーの大容量化が必須となっている。このため、アプリケーションプロセッサを搭載するメインボードには限られたスペースを有効に活用できるような小型化や薄型化の要求が絶えない。このような背景から、メインボードを構成する構造においてコアレス構造が注目されるようになってきた。このコアレス構造は、従来使用していたコア層を取り除き、ガラスクロスに樹脂を含浸させた絶縁層(以下、プリプレグと略す)のみで構成される。このため、従来構造と比較して大幅な薄型化が可能となる反面、プリプレグの支持体となるコア層が無い場合、半導体チップ(以下、チップと略す)を搭載する熱履歴で反りが発生しやすくなる¹⁾。

以上の背景から、当社ではコアレス構造に使用可能な低反りに性有したプリプレグの開発に取り組み、低熱膨率と低弾性率を特徴としたプリプレグGEA-775Gを開発した。

4 技術内容

1. GEA-775Gの開発コンセプト

チップ搭載時の熱履歴によって反りが発生する現象は、チップと基板の熱膨張係数の差で生じることが知られている¹⁾。したがって、基板の熱膨張係数は、チップの熱膨張係数(3~4 ppm/°C)に近づける必要がある。さらに、コアレス基板では、プリプレグを複数回プレス積層するため、このプレス積層の際の熱収縮起因の応力を低減することも重要である。GEA-775Gの樹脂設計コンセプトを図1に示す。その樹脂は、大きく分けて、平面スタック構造を取りやすい芳香環樹脂(高弾性セグメント)とポリマアロイ樹脂(低弾性セグメント)の2成分系とした。高弾性セグメントによって

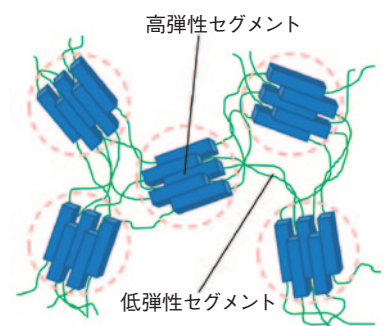


図1 GEA-775Gの樹脂設計モデル
Figure 1 Resin design model of GEA-775G

高Tg化を確保し、低弾性セグメントで低弾性率を図った。この低弾性セグメントは、ガラスクロスの特長を引き出しやすい領域まで低弾性化し、低熱膨張係数化を実現した。

2. GEA-775Gの一般特性

開発したGEA-775Gの一般特性を表1に示す。同表には比較として当社従来材の特性も併記した。GEA-775Gの熱膨張係数は $\alpha 1 = 5.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ であり、従来材と比較して約17%低い値を示している。また、弾性率は $30^\circ\text{C} = 14 \text{ GPa}$ 、 $260^\circ\text{C} = 9 \text{ GPa}$ と従来材と比較して大幅に低い値を示している。

表1 GEA-775Gの一般特性

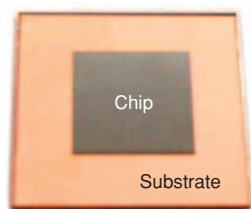
Table 1 General properties of GEA-775G

項目	条件	単位	GEA-775G	当社従来品
プリプレグ厚み	—	μm	25	25
ガラスクロス	—	—	S-glass	S-glass
Tg	DMA	$^\circ\text{C}$	270	280
熱膨張係数 ¹⁾	$\alpha 1 (X,Y)$	ppm/ $^\circ\text{C}$	5.0	6.0
	$\alpha 2 (X,Y)$		1.0	1.5
貯蔵弾性率	30°C	GPa	14	18
	260°C		9	13
銅箔ピール強度	VLP-12 μm	kN/m	0.6	0.5
誘電率 ²⁾	1 GHz	—	3.7	3.9
誘電正接 ²⁾	1 GHz	—	0.008	0.007

1)TMA(引張り) 2)SPDR法

3. GEA-775Gの反り特性

GEA-775Gおよび当社従来材を用いたコアレス4層基板の反り特性を評価した。評価パッケージの外観と仕様を図2に、各温度ごとの反り量結果を図3に示す。なお、反り量は、測定温度ごとに色分けして示した(初期の 25°C :青色、 260°C :赤色、冷却後の 25°C :緑色)。図3から、当社従来材を使用したパッケージの反り変化量 Δ が $360 \mu\text{m}$ であったのに対し、GEA-775Gの変化量 Δ は $265 \mu\text{m}$ であり、約25%低減する結果となった。



- ・構造: コアレス4層基板 (プリプレグ3層: $45 \mu\text{m}/80 \mu\text{m}/45 \mu\text{m}$)
- ・基板サイズ: $14 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$
- ・チップサイズ: $7.3 \text{ mm} \times 7.3 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}$
- ・ソルダーレジスト厚み: $20 \mu\text{m}$
- ・アンダーフィル厚み: $50 \mu\text{m}$
- ・各配線層の厚み: $12 \mu\text{m}$ (残銅率60%)

図2 反り評価パッケージの構造

Figure 2 Structure of the package evaluated for warpage

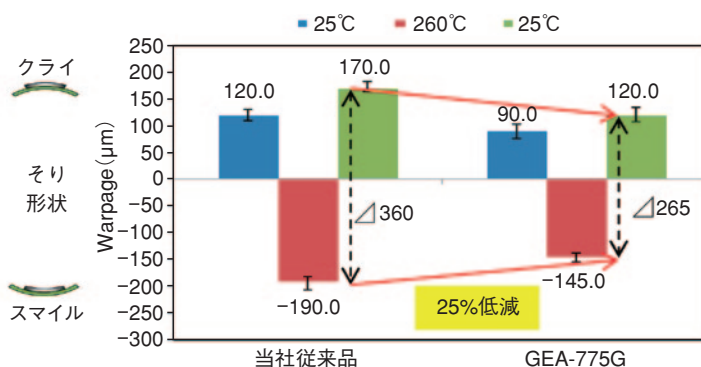


図3 反り評価結果

Figure 3 Results of the warpage evaluation

4. 耐絶縁性評価

スルーホール(以下、THと略す)間のCAF(Conductive Anodic Filament)評価を行った。評価基板構造および試験条件を図4に、CAFの評価結果を図5に示す。GEA-775Gの絶縁性は、TH壁間距離 0.15 mm 、 0.20 mm ともに、初期から500時間までの間で絶縁抵抗値の低下がなく良好である。

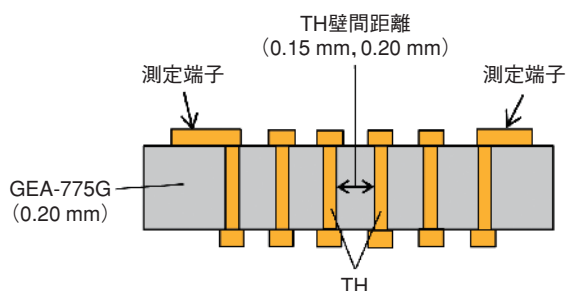


図4 絶縁性評価基板の構造

Figure 4 Structure of the substrate evaluated for insulation performance

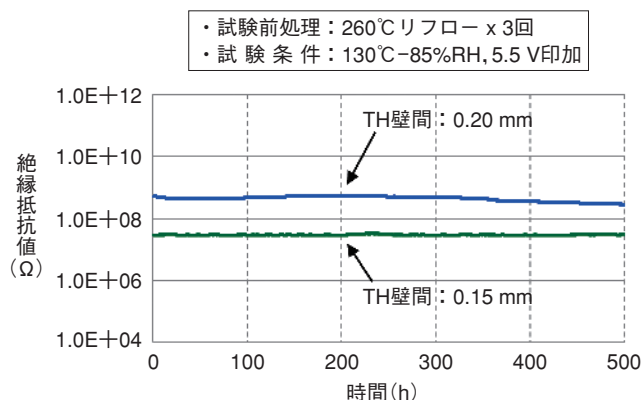


図5 絶縁性評価結果

Figure 5 Results of the insulation evaluation

5 今後の展開

・パッケージのさらなる低反り化に向けた低熱膨張、低弾性多層材料の開発

【参考文献】

1) 高木善範: PoP実装におけるはんだ付け工法, 電子材料, 47, No.1, pp.66-69, (2008)