

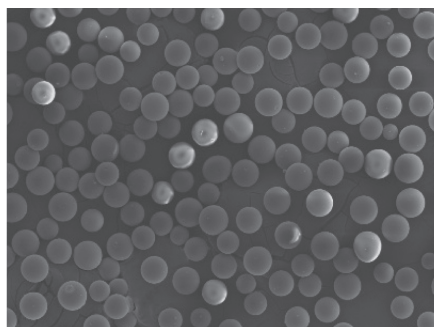
マイナスの熱膨張係数を有した球状ガラス フィラー DL-7400

中村 匡志（なかむら・まさし）

日本電気硝子㈱ 電子部品事業部
第一製造部

はじめに

生活のあらゆる場面で登場する電子機器の高機能化、小型化、高速化に伴い、LSI パッケージはますます高性能化、小型化が求められている。これに伴って半導体デバイス上の配線は細線化が進んでいるが、配線径が小さくなると半導体上の素子や配線保護のために使用される樹脂封止材の充填、成形の際に配線変形が起こりやすくなり、不良発生の頻度が高くなってしまふ。この配線変形を防ぐためには半導体パッケージ封止材の成形時粘度を低くすることが効果的である。パッケージ封止材には液状封止材が主に用いられており、溶剤 / 無溶剤、熱硬化 / 熱可塑、一液 / 二液などさまざまなタイプがある。熱硬化タイプはエポキシ樹脂系が主流であるが、フェノール樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂などを用いたものもある。これらの封止材にはほとんどの場合、フィラーと呼ばれる添加剤が混ぜ込まれている。フィラーを添加することで樹脂の熱膨張を低減したり、機械的強度を向上させたり、耐熱性などの各種耐性を向上させたりすることが可能となっている。一般に樹脂に添加するフィラーを減量することで成形時の粘度を低下させることは可能だが、成形時粘度を低くすると熱膨張係数が大きくなり、パッケージの反りが大きくなる。すなわちパッケージ封止材の低粘度化と低熱膨張化はトレードオフの関係にあり、これらをいかにして両立させるかが大きな課題である。現在は球状熔融シリカが主にフィラーとして用いられている。このほど日本電気硝子ではこの球状熔融シリカより熱膨張係数が低い球状ガラスフィラー DL-7400 を開発した。本



第 1 図 DL-7400 外観

第 1 表 DL-7400 の熱膨張係数と密度

（サンプル形状：バルク）

コード		DL-7400
熱膨張係数($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	25~150 $^{\circ}\text{C}$	-11
	150~240 $^{\circ}\text{C}$	-9
密度	g/cm^3	2.5

稿ではこの低熱膨張球状フィラーについて紹介する。

1. DL-7400 の特徴

DL-7400 は当社の低熱膨張結晶化ガラスを原ガラスとする球状ガラスフィラーである。このフィラーの最大の特徴はマイナスの熱膨張係数を持つことである。DL-7400 の外観を第 1 図に、熱膨張係数と密度を第 1 表に示す。

一般に、低熱膨張材料とは熱膨張係数が $20 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下を示す材料¹⁾であり、半導体パッケージ封止用に用いられているフィラーで現在主流となっている球状熔融シリカの熱膨張係数は $5 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程

第2表 エポキシ樹脂 / フィラーコンポジットの熱膨張係数
(ppm/°C :25 ~ 125°C)

添加率	DL-7400	球状溶融シリカ
40vol%	84	90
50vol%	69	74
60vol%	62	68

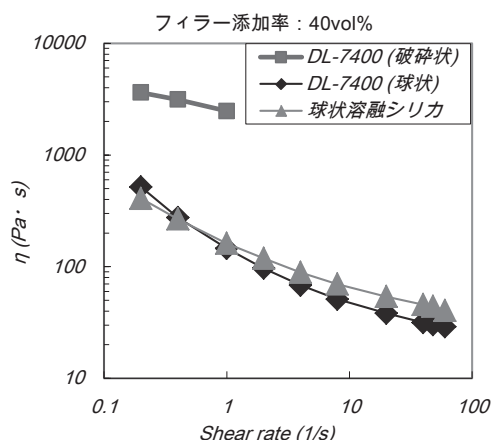
度である。第1表にある通り DL-7400 はシリカよりさらに低いマイナスの熱膨張を有した材料であり、樹脂に添加した場合、球状溶融シリカより高い熱膨張係数低減効果を持っている。また DL-7400 のもうひとつの大きな特徴として形状が球である点が挙げられる。樹脂の熱膨張係数低減だけを目的とするのであれば、より熱膨張係数がマイナスの材料をフィラーとして用いれば良い。しかし、そうしたフィラーは一般的に破碎形状をしていることが多く比表面積が高いため、樹脂の成形時粘度が高くなりパッケージへの充填性が悪くなってしまう。一方、DL-7400 は球状にすることが可能な材料である。そのため、破碎状のフィラーと比べて樹脂の成形時粘度を低くでき、前述の相反する課題の両立に大きく貢献できる材料である。第2表に DL-7400、球状溶融シリカをそれぞれ添加した場合のエポキシ樹脂の熱膨張係数を示す。

第2表にある通り、樹脂に同量のフィラーを添加した場合、エポキシ樹脂 /DL-7400 コンポジットはエポキシ樹脂 / 球状溶融シリカコンポジットに比べ熱膨張係数が低くなっている。

このことから DL-7400 は球状溶融シリカより熱膨張係数低減効果が高いことがわかる。また、フィラー添加率と樹脂の熱膨張係数を見た場合、添加率 60vol% のエポキシ樹脂 / 球状溶融シリカコンポジットと添加率 50vol% のエポキシ樹脂 / DL-7400 コンポジットが同等の熱膨張係数を示している。一般に、樹脂の成形時粘度はフィラー添加率が増えるにつれ高くなる。そのため、成形時粘度を考慮するとフィラー添加率は少ない方が望ましい。

第2図にエポキシ樹脂 / フィラーコンポジットの粘度カーブを示す。

第2図より、エポキシ樹脂 /DL-7400 コンポジットはフィラーの粒度、添加率が同じであればエポキシ樹脂 / 球状溶融シリカコンポジットと同程



第2図 エポキシ樹脂 / フィラーコンポジットの粘度カーブ

度、もしくはやや低めの粘度カーブを示すことがわかる。したがって、エポキシ樹脂 /DL-7400 コンポジットはエポキシ樹脂 / 球状溶融シリカコンポジットと同等の粘度で、より樹脂の熱膨張係数を低減することが可能である。一方、樹脂の熱膨張係数をエポキシ樹脂 / 球状溶融シリカコンポジット同等にした場合は樹脂の成形時粘度を低減することが可能である。

またエポキシ樹脂 /DL-7400 コンポジットにおいて、フィラー形状による樹脂粘度の差を見た場合、破碎状の DL-7400 を用いた場合と球状の DL-7400 を用いた場合では粘度が大幅に異なることがわかる。これはフィラー形状が球の場合は破碎状に比べて比表面積が 1/2 以下になり、同量のフィラーを添加した際に樹脂とフィラーの相互作用が小さくなるためである。すなわち、球状の DL-7400 をフィラーに用いることで樹脂の成形時粘度を大きく下げることが可能となる。

この成形時粘度にはフィラーの添加量と形状だけでなくフィラーの粒子径、および粒径分布も大きな影響を及ぼす。そのため、粒径分布の制御も重要な課題である。当社では平均粒子径 D50 が 1 μm 程度の細かいものから 70 μm 前後の粗いものまで、幅広い粒子径の DL-7400 を提供することが可能であり、粒径分布も必要に応じて調整できる。

2. 今後の課題

LSI パッケージの高性能化、小型化の流れは今後も続いていくと思われる。一層の小型化に対応

するためにはフィラー材料のさらなるマイナス膨張化，高度な形状制御，粒子の微細化，粒径分布の制御がますます重要になってくる。これらの要素のうち，どの要素が優先されるかは用途によって変わるため，ユーザーの要望に応じて最適な材料を提案できるよう材料とプロセスの両面からより一層の改善が必要である。

3. ま と め

フィラーは樹脂に新たな機能を付与するために添加される材料であり，樹脂の用途に応じて様々なフィラーが必要とされる。今回紹介した DL-7400 は樹脂の熱膨張係数低減と成形時粘度の低

減を可能とするフィラーであり，相反する要素の両立に大きく貢献できる材料であるが，樹脂の熱膨張係数低減と機械的強度向上の両立が求められる場合や光学特性（透過率）が求められる場合，電気的特性が求められる場合もある。こうした様々な要求特性に応じてフィラーの材質（組成），形状，サイズ（粒子径，粒径分布）の最適化が求められている。今後も諸課題の解決に貢献できる特殊ガラス材料の提供に当社の持つ技術を用いて対応していく。

参 考 文 献

- 1) 大田敏孝，山井巖，ニューセラミック 1. 31(1995).