

# 車載対応はんだクラック抑制基板材料“TD-002”

Low Elastic Prepreg for Automotive Application “TD-002”, to Inhibit Solder Crack

北嶋 貴代 Takayo Kitajima

機能材料事業本部 開発統括部 積層材料開発部

## 1 概要

近年、燃費の良いハイブリッド車や電気自動車などに代表される高度な電子制御化技術が導入された自動車が増加している。エンジンルームのような厳しい温度環境下に搭載されるECUは、搭載部品と基板材料との面方向の熱膨張差から、はんだ接合部に応力が集中し、はんだクラックが生じて電気接続不具合が発生することが懸念されている。この課題を解決する材料として、車載対応はんだクラック抑制基板材料TD-002を開発した。

TD-002は、はんだクラックを抑制するために重要な特性である低弾性、高伸び性と、絶縁信頼性、高耐熱性等のプリント基板に求められる高信頼性特性を有している。このTD-002を基板の表層に配置することによって、はんだ接合部への応力集中を緩和してはんだクラックを抑制することができ、部品接続信頼性を向上することが可能となる。

In recent years, hybrid vehicles and electric vehicles, which are applying advanced electronic controls, are increasing. As the ECU came to be mounted in the engine compartment, the solder crack issue comes from the stress due to the mismatching CTE between electronic components and PCB. Low elastic modulus material “TD-002” was developed as a material to solve this issue.

TD-002 has low elastic modulus and high elongation, and also has high reliability properties in CAF and heat resistance. TD-002 applied to the surface of PWBs of standard FR-4 material inhibits solder cracking, absorbing the soldering stress.

## 2 TD-002の特徴

- ・低弾性、高伸び性を有する。
- ・プリント基板の表層への適用により、はんだへの応力を吸収しはんだクラックを抑制する。
- ・高機能材(低CTE材等)を使わず、一般材との組み合わせで、はんだクラック対策が可能である。

## 3 開発の経緯

近年、燃費の良いハイブリッド車や電気自動車などに代表される高度な電子制御化技術が導入された自動車が増加している。これに伴い、搭載される電子制御ユニット(ECU)の使用量の増加やECUの高密度化は急速に進展していくことが予測され、搭載場所の確保が困難となり、エンジンルーム等の高温環境下に搭載する傾向が高まっている。このエンジンルーム等の高温環境下では、搭載部品と基板材料との面方向の熱膨張差から、はんだ接合部に応力が集中し、はんだクラックが生じて電気接続不具合が発生する(図1 a)。この課題を解決する手法の一つとして、搭載部品と基板の熱膨張差によって生じる応力を低弾性かつ高伸び率な絶縁層材が変形追従することで、はんだクラックを抑制する方法が挙げられる(図1 b)。

そこで、上述の手法に着目し、低弾性かつ高伸び率を特徴とする車載対応はんだクラック抑制基板材料『TD-002』を開発した。

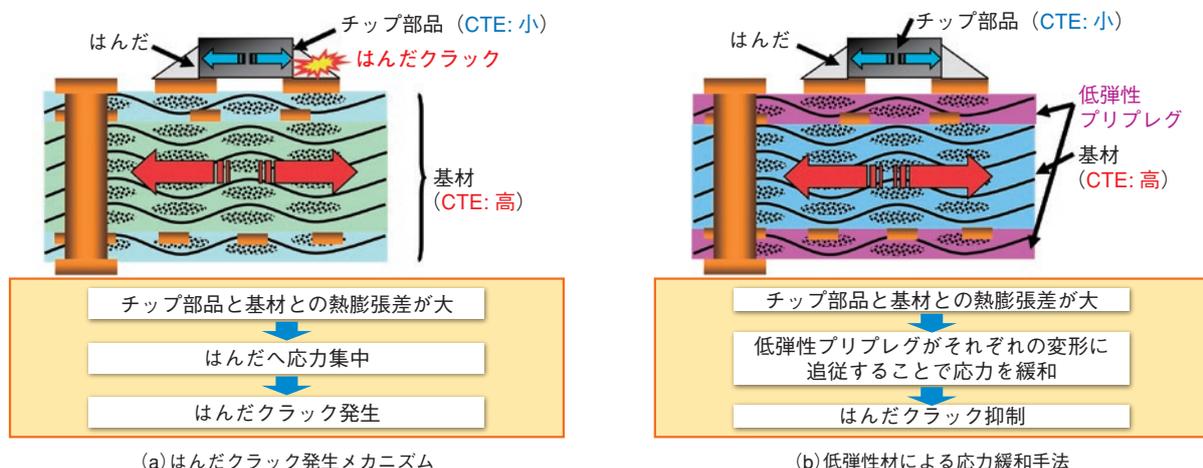


図1 はんだクラック発生メカニズムと低弾性材による応力緩和手法

Figure 1 Mechanism of solder crack and stress absorption by low elastic modulus material

## 4 技術内容

### 1. TD-002の設計コンセプト

TD-002は、はんだクラックを抑制するために重要な特性である低弾性、高伸び性と、プリント基板に求められる絶縁信頼性、高耐熱性等の高信頼性特性の両立が必要である。これらの両立を可能とするため、低弾性高伸び特性を有する可とう性低弾性樹脂と、高耐熱性を有する熱硬化性樹脂を弊社独自のポリマブレンド化技術を用いて樹脂設計した。

また、TD-002の製品形態はプリプレグであり、任意のコア材と組み合わせて多層化することができ、高価な低熱膨張基材を用いる必要がないため、基板のトータルコストの低減が可能である。

### 2. TD-002のはんだクラック抑制効果

TD-002のはんだクラック抑制効果を確認するため、FR-4材単一構成基板と、FR-4コア材にTD-002を積層した基板に、部品を搭載した評価基板を作製し、熱衝撃試験後ののはんだクラック進展率を評価した<sup>1)</sup>。図2に評価結果を示す。評価結果から、FR-4材単一構成基板と比較しTD-002使用基板は何れの実装部品においてもはんだクラック率が低減しており、はんだクラック抑制効果があることを確認した。

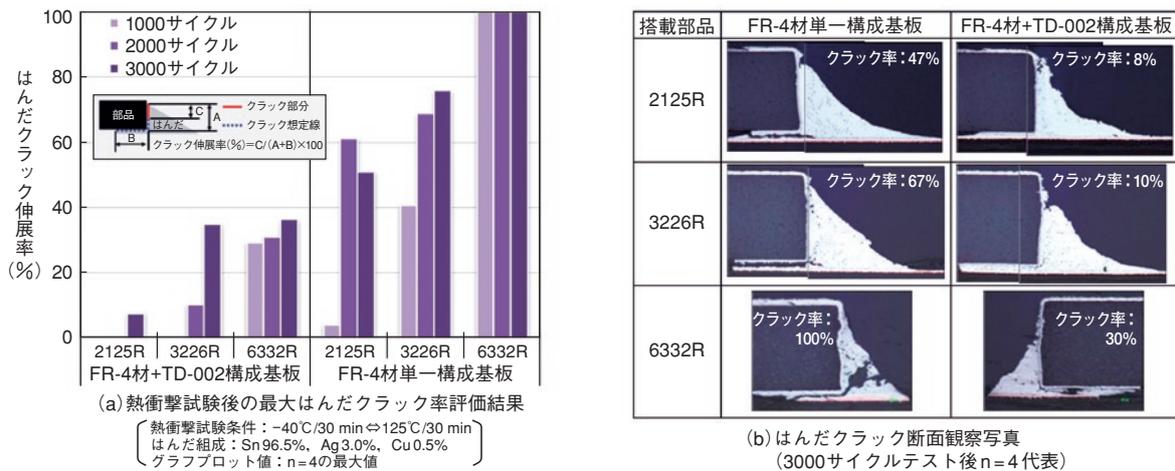


図2 TD-002適用によるはんだクラック抑制効果  
 Figure 2 Reduction effect of solder crack by using TD-002

### 3. TD-002の一般特性

表1にTD-002の一般特性を示す。TD-002は、一般FR-4材と比較し、弾性率が約1/4、引張り伸び率が約4倍で高い変形追従性を有する。この特性により、熱衝撃時に搭載部品と基材の熱膨張差によって生じる応力を緩和することができる(図1b)。また、その他の特性はFR-4材と同等レベルであり、プリント基板に求められる高信頼性特性を有している。

表1 TD-002の一般特性(厚さ0.4 mm)  
 Table 1 General properties of TD-002(Thickness 0.4 mm)

Item	Condition	Unit	TD-002	High Tg Halogen Free FR-4	
Solder Heat Resistance	260℃ Float	s	> 300	> 300	
Tg*1	TMA	℃	155-170	155-170	
CTE*1	TMA [<Tg]	ppm/℃	X	6-9	12-15
			Y	6-9	14-17
			Z	80-130	30-40
Elongation*2	Resin only, Tensile 25℃	%	5.1	1.3	
Elastic Modulus*2	Resin only, Tensile DVE 25℃	GPa	0.8-1.2	4.8-5.2	
Flexural Modulus	Lengthwise	GPa	5-8	25-29	
Dielectric Constant*3	1 GHz	—	3.6-3.8	4.4-4.6	
Dissipation Factor*3	1 GHz	—	0.011-0.013	0.014-0.016	
Volume Resistivity	C-96/20/65+C-96/40/90	Ω・cm	1×10 <sup>15</sup> -1×10 <sup>16</sup>	1×10 <sup>15</sup> -1×10 <sup>16</sup>	
Surface Resistance	C-96/20/65+C-96/40/90	Ω	1×10 <sup>14</sup> -1×10 <sup>15</sup>	1×10 <sup>14</sup> -1×10 <sup>15</sup>	
Insulation Resistance	C-96/20/65+D-2/100	Ω	1×10 <sup>14</sup> -1×10 <sup>15</sup>	1×10 <sup>14</sup> -1×10 <sup>15</sup>	
Water Absorption	E-24/50+D-24/23	%	0.10-0.30	0.08-0.12	
Copper Peel Strength	35 μm	kN/m	0.8-1.0	1.2-1.4	
Flammability	UL-94	—	V-0	V-0	
CAF properties*4	85℃/85%RH, DC100 V	h	> 2000	> 2000	

- \*1) Heating Rate: 10℃/min
- \*2) Resin only, Thickness: t0.1 mm
- \*3) Measured by cavity resonator.
- \*4) Laminate thickness: t1.6 mm, Drill bit: Φ0.4 mm, T/H wall distance: 0.3 mm, Pre-condition: Reflow x 2 (Max 250℃)

## 5 今後の展開

・次世代向けハロゲンフリーはんだクラック抑制基板材料の開発

### 【参考文献】

- 1) 北嶋貴代：JPCA Show2015 NPIプレゼンテーション予稿集 車載対応はんだクラック抑制基板材料 “TD-002”