

Test report about Plated Through Hole reliability of High Tg & Low CTE CCL;CS-3665DS

車載機器用 高耐熱・低熱膨張銅張積層板

CS-3665DSの
スルーホール信頼性について



利昌工業(株) 化学技術研究所
久保 朋子
RISHO KOGYO CO.,LTD.
Chemical Science R&D Laboratory
Tomoko Kubo



■電子化が進む自動車

自動車に搭載されるコンピューター (ECU=Electronic Control Unit)の数は、小型車といわれるクラスでも十数個、高級車になると数十個にもなるといわれており、今後も電子制御化が進むものと予想されます。

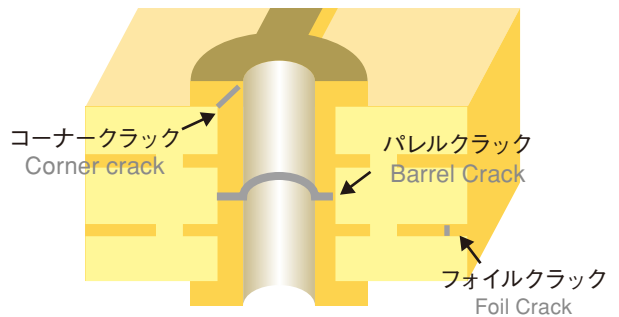
またECUの増加や、車内空間拡大の要望に伴い、搭載される場所は車室内からエンジンルーム等の高温環境下へと移行する傾向にあります。

そのためECUに使用されるプリント配線板にも高い信頼性が要求されます。先のリショープログラクトニュース (No.151) では、車載用途に好適な高耐熱・低熱膨張銅張積層板CS-3665DSをご紹介しましたが、この度スルーホールの接続信頼性のデータを取得しましたので、ご報告いたします。

■エンジンルーム内でのプリント配線板

エンジンルーム内など温度変化の激しい場所に搭載される基板材料は、走行時の高温や寒冷地での低温を想定して、 $-55\sim-35^{\circ}\text{C}\leftrightarrow 125\sim 150^{\circ}\text{C}$ という温度差に何度も曝して信頼性を試験します。

Fig.2 スルーホールクラックの種類
Through hole crack

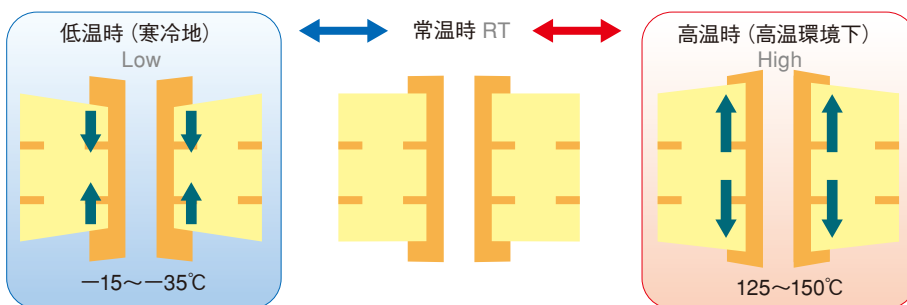


この際Fig.1のように、スルーホール近隣の基材や銅メッキ部は、加熱による膨張と冷却による収縮を繰り返します。

そのため、銅の熱膨張係数 ($16\sim 17\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$) を大きく上回る一般FR-4材 (厚さ方向: $60\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$) を用いると、その膨張量の差異によって、Fig.2のような回路の断線が危惧されます。

エンジンルーム直載の基板材料にはセラミックス製も多用されていますが、コスト低減などの理由で安価な有機基板材料で低熱膨張かつ高温時にも特性劣化のない高耐熱のものが求められつつあります。

Fig.1 スルーホール断面イメージ Cross section image of PWB through hole

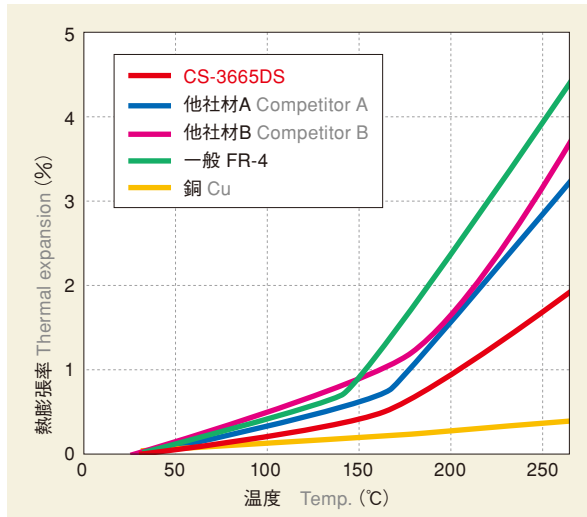


今回ご紹介するCS-3665DSは熱膨張特性を少しでも銅に近づけるべく、Fig.3、Table1のように、低熱膨張で、かつ高Tgを達成し高温劣化の少ない材料として開発いたしました。

Table.1 熱膨張率、熱膨張係数、ガラス転移温度

項目 Test items		単位 Unit	CS-3665DS	他社材A Competitor A	他社材B Competitor B	一般FR-4
熱膨張率 Thermal expansion	30→125℃	%	0.31	0.45	0.69	0.57
	30→150℃	%	0.43	0.60	0.90	0.94
	30→260℃	%	1.84	3.12	3.58	4.37
熱膨張係数 CTE (厚み)	$\alpha 1$	ppm/℃	33	46	70	60
	$\alpha 2$	ppm/℃	160	270	320	310
ガラス転移温度 Tg	DMA法	℃	200	178	200	150
	TMA法	℃	175	168	189	125

Fig.3 TMA曲線 (厚さ方向)
TMA curve(Thickness direction)



■スルーホール接続信頼性

【試験片 (配線パターンはFig.4)】

板 厚：0.8mm 18 μ 両面銅箔

ドリル径：0.9mm ϕ

穴 数：500穴 (50 \times 10穴) \times 並列 2パターン

穴 間：2.54mm

導体幅：1.0mm

メッキ厚：50 μ m \pm 5 μ m

20 μ m \pm 5 μ m

10 μ m \pm 5 μ m

【温度サイクル条件】

(1) 冷熱サイクル試験

-55℃ (30分) \leftrightarrow 150℃ (30分) (Fig.5)

(2) 熱衝撃試験

260℃ (15秒) \leftrightarrow 20℃ (20秒) (Fig.6)

Fig.4 配線パターン

Wiring pattern of test piece

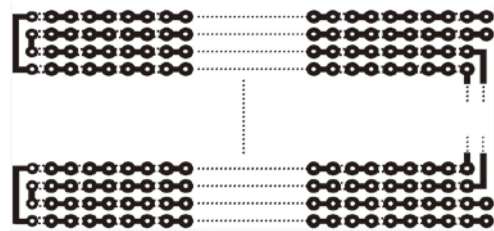


Fig.5 温度サイクル条件

Heat treatment condition

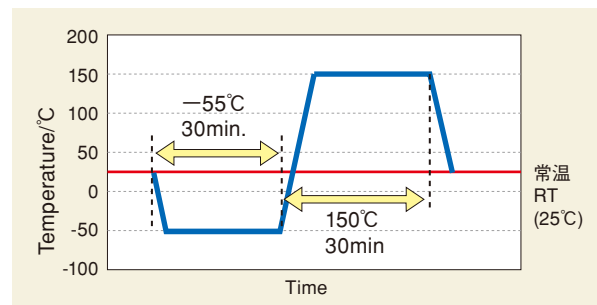
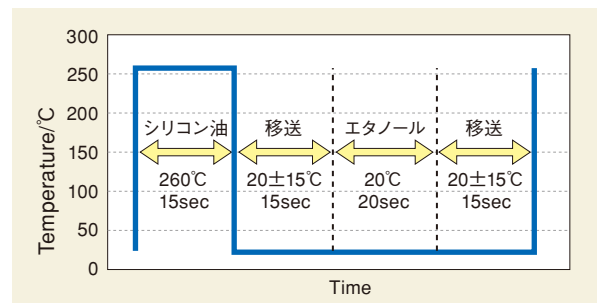


Fig.6 温度サイクル条件

Heat treatment condition



Test condition of PTH reliability

【Test piece】

Thickness : 0.8mm/18 μ m Cu double sided

Hole dia. : 0.9mm ϕ

Number of Hole : 500 (50 \times 10) \times 2 parallel

Hole pitch : 2.54mm

Conductor width : 1.0mm

Plate thickness : 50 μ m \pm 5 μ m

20 μ m \pm 5 μ m

10 μ m \pm 5 μ m

【Heat treatment】

(1) Heat cycle test

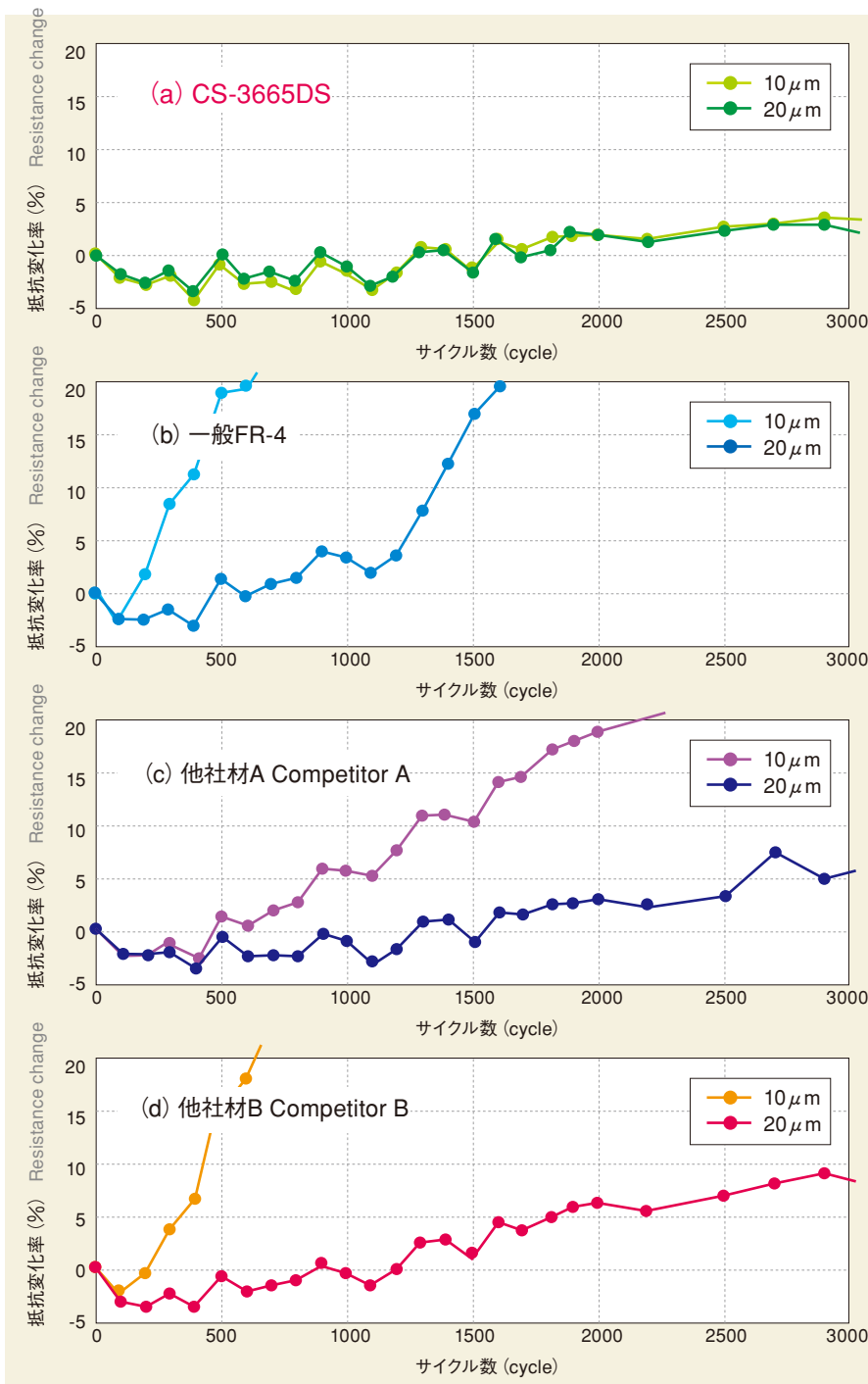
-55 $^{\circ}$ C (30 min.) \leftrightarrow 150 $^{\circ}$ C (30 min.) (Fig.5)

(2) Thermal shock test

260 $^{\circ}$ C (15 sec.) \leftrightarrow 20 $^{\circ}$ C (20sec.) (Fig.6)

Fig.7 スルーホール接続信頼性 (冷熱サイクル) 試験結果

Test result of PTH reliability (Heat cycle)



試験結果

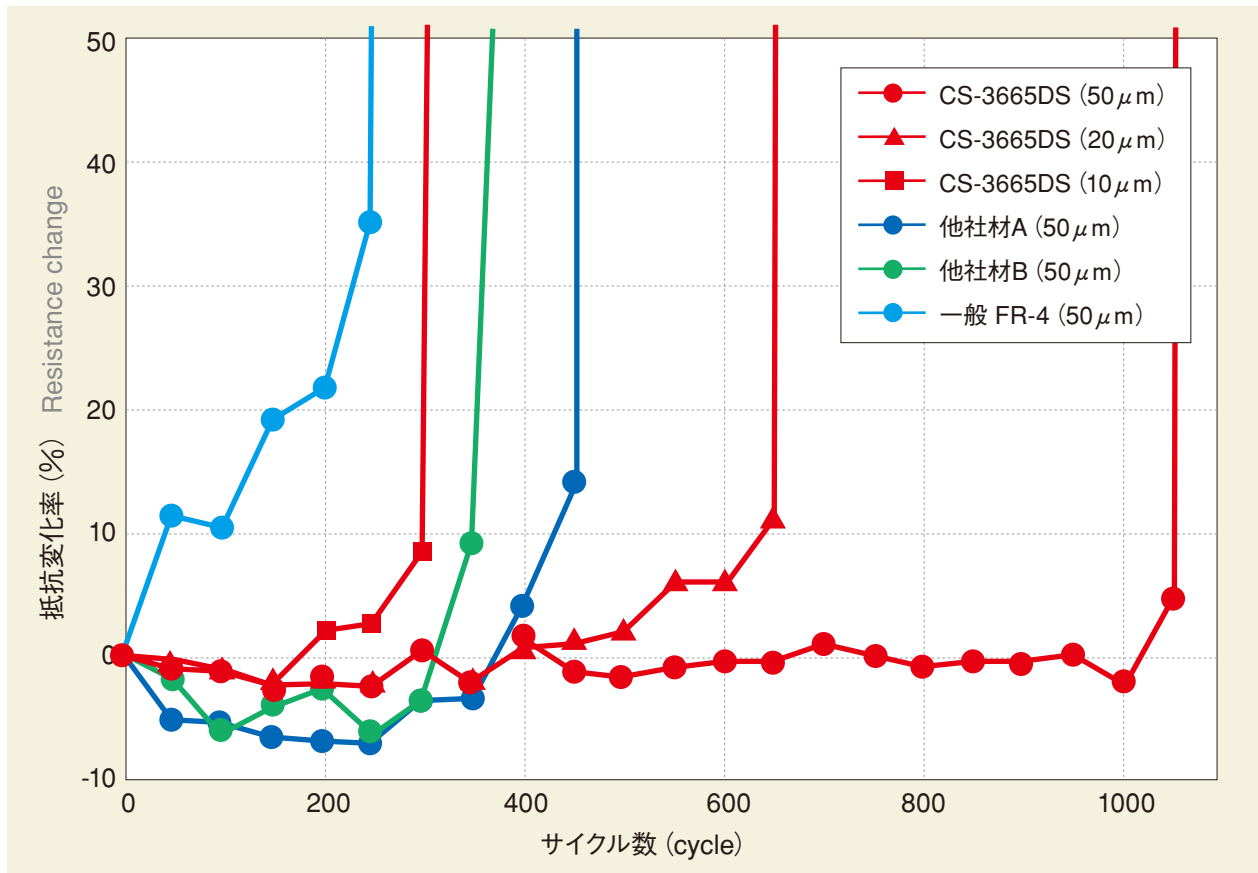
(1) 冷熱サイクル試験

一般にメッキ厚みは信頼性を確保するために20 μ m以上で行われますが、今回は10 μ mのメッキ厚みの試料でも試験を行いました(Fig.7)。

CS-3665DSは厚み方向の熱膨張量が小さいため、スルーホール部での接続信頼性が、一般FR-4材に比べて格段に向上しており、車載用基板材料として実績のある他社品とも遜色ない結果が出ました。

さらに、メッキ厚みが10 μ mの試料でも3000サイクル経過後の異常がなく、メッキ厚みに多少バラツキがあったとしても十分に許容できる結果となっております。これにより薄メッキ化によるコストダウンやファインパターン化への対応も期待できます。

Fig.8 スルーホール接続信頼性(熱衝撃)試験結果(メッキ厚み10, 20, 50 μm)
Test result of PTH reliability (Thermal shock)



(2) 熱衝撃試験

Fig.8に熱衝撃試験結果を示します。

基板は、はんだ付け工程時においても温度変化による膨張収縮を繰り返すため、回路断線の危険が生じます。

CS-3665DSは、フローあるいはリフローはんだピーク温度である260度までの厚み方向の熱膨張量が小さいために、一般FR-4材に比べて格段に熱衝撃性が向上しております。

このため、メッキ厚みが10 μm の場合でも、メッキ厚みが50 μm の一般FR-4材より優れており、メッキ厚みが50 μm の車載用基板材料として実績のある他社品と同程度のスルーホール信頼性が得られます。

Test result

(1)Heat cycle test (Fig.7)

Generally 20 μm plating is efficient for PTH

reliability. Piece with 10 μm plating was also tested this time. CS-3665DS could keep connection reliability even under 10 μm /3000 cycle condition. CS-3665DS could tolerate variations in plate thickness. Therefore it could help cost reduction by thin plating or could be up to fine wiring pattern.

(2)Thermal shock test (Fig.8)

Connection reliability would be also affected by a thermal contraction of PWB substrate under soldering process. CS-3665DS has Low-thermal expansion property up to solder peak temperature of about 260 $^{\circ}\text{C}$. Therefore CS-3665DS with 10 μm plating has the same PTH reliability as competitor's substrate with 50 μm m plating which is used as automotive applications.

まとめ

Table2に一般特性を示しました。

CS-3665DSは、低熱膨張性に加え、曲げ弾性率や硬度などが格段に優れており、車載用プリント配

Table.2 一般特性試験結果 (0.8mm厚) General properties(0.8mm thickness)

項目 Test items		単位 unit	試験条件 Test condition	CS-3665DS	他社材A Competitor A	他社材B Competitor B	一般FR-4
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	6×10 ⁸	3×10 ⁸	2×10 ⁹	2×10 ⁸
	処理後		C-96/20/65+D-2/100	1×10 ⁸	1×10 ⁸	2×10 ⁸	2×10 ⁶
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT	MΩm	C-96/20/65	5×10 ⁷	2×10 ⁷	1×10 ⁷	5×10 ⁷
	処理後		C-96/20/65+C-96/40/90	2×10 ⁷	1×10 ⁷	3×10 ⁶	2×10 ⁷
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	1×10 ⁸	5×10 ⁷	3×10 ⁹	6×10 ⁷
	処理後		C-96/20/65+C-96/40/90	1×10 ⁸	1×10 ⁷	4×10 ⁷	2×10 ⁶
比誘電率 Dk	1MHz	—	C-96/20/65	4.7	4.3	4.5	4.4
誘電正接 Df	1MHz	—	C-96/20/65	0.014	0.015	0.028	0.020
半田耐熱性 Solder limit	260℃	sec	A	300<	300<	300<	300<
	288℃			300<	300<	300<	300<
	300℃			300<	300<	300<	167
曲げ強さ Flexural strength	タテ Warp	MPa	A	470	520	580	680
	ヨコ Fill			400	390	450	550
曲げ弾性率 (25℃) Flexural modulus	タテ Warp	GPa	A	30	25	22	21
	ヨコ Fill			26	21	18	18
熱間曲げ弾性率 (200℃) Flexural modulus	タテ Warp	200℃		13	7	6	3
	ヨコ Fill			10	4	5	2
吸水率 Water absorption		%	E-24/50+D-24/23	0.13	0.07	0.19	0.15
銅箔引き剥がし強さ (18μm) Peel strength		kN/m	A	1.4	1.2	1.0	1.6
ガラス転移温度 Tg	DMA法	℃	A	200	178	200	150
	TMA法	℃	A	175	168	189	125
バーコル硬度 (GYZJ-934-1) Barcol hardness		—	20℃	78	72	68	58
			200℃	51	48	31	16
耐燃性 UL flammability		UL94法		V-0 equiv.	94V-0	94V-0	94V-0

●試験方法はJIS C-6481に基づきます。Test method: JIS C-6481

●A-受理常態、C-恒温恒湿処理、D-浸漬処理、E-加熱処理 数字は時間/温度/湿度をそれぞれ示します。
尚、厚さ並び異なるプリプレグの構成品は、特性に差異があります。

線板の分野のほか、高スルーホール信頼性の求められる分野での採用を期待しています。

PWB material used for automotive application such as ECUs is required of Plated through Hole reliability strictly. CS-3665DS is the CCL developed to improve PTH reliability or heat resistance during Lead-free

soldering process. CS-3665DS is also excellent in mounting reliability of component with high flexural modulus or hardness. Getting the above test result, we expect CS-3665DS to be used as automotive PWB material which is required of high PTH reliability.