

リードフレームパッケージ用封止材の信頼性向上技術

Reliability Improvement Technologies for Epoxy Molding Compounds on Lead Frame Package

中村 真也 Shinya Nakamura

開発統括本部 エレクトロニクス関連材料開発センタ 封止材料開発部

1 概要

車載用半導体の増加に伴うリフロー後の信頼性向上や低コスト化のための防湿梱包省略等の要求に対応するために、封止材にはリフロー時のリードフレーム界面のはく離低減が求められている。このため、吸水率低減、弾性率低減およびリードフレームとの接着力向上について検討を進めた。その結果、エポキシ樹脂を改良することで吸水率および弾性率を低減し、新規密着付与剤を用いることで接着力を向上した。これらの技術を組み合わせることで、リフロー時のはく離を低減できる封止材を開発した。

Recently, there are strong requirements to improve the reliability of semiconductor packaging for automotive devices, which are increasing, and to reduce cost by eliminating moisture-proof packaging. Correspondingly, reducing delamination of epoxy molding compounds (EMCs) at the surface on a lead frame at reflow has been strongly required. In this study, the reduction of water absorption and modulus, and the improvement of adhesion strength on a lead frame were investigated. As a result, we found epoxy resins that can reduce water absorption and modulus, and new adhesion promoters. By combining these technologies, we developed new EMCs that can reduce delamination after reflow.

2 開発の経緯

近年、自動車の電子化に伴い、車載用半導体は増加している¹⁾。AEC-Q100のように車載用半導体のための信頼性試験の規格が制定され、民生用途と比較して厳しい条件が要求されている²⁾。b-HAST (Biased Highly Accelerated Stress Test) 等の厳しい信頼性試験をクリアするためには、リフロー工程での封止材とリードフレームとはく離を抑えることが必要である。

また、車載用に限らず民生用の半導体においても低コスト化のための半導体パッケージの防湿梱包省略の要求から、リフロー時の吸湿による耐性レベル (MSL) の向上が要求されている。

一方、低コスト化のために従来の金より腐食されやすい銅ワイヤへの置換が進んでいる。銅ワイヤが使用された場合におけるワイヤボンディング部分の腐食には、リードフレームとの密着性向上のために使用される硫黄原子含有の添加剤が悪影響を及ぼしていることが分かっており³⁾、これを含有しないことが要求されている。

このような観点から、本検討では、硫黄原子含有の添加剤を使用した場合としない場合の両方でリフロー時のはく離を低減できる技術を確立し、新製品を開発したので以下内容を報告する。

3 開発品の特徴

- ・吸水率低減、リフロー温度付近での弾性率低減可能なエポキシ樹脂により、リフロー時の応力が低減し、リフロー時のはく離耐性が向上した。
- ・密着付与剤の改良により、リフロー温度での接着力が向上し、リフロー時のはく離耐性が向上した。
- ・硫黄原子を含まない密着付与剤により、顧客要求の高い硫黄フリー封止材のリフロー時のはく離耐性も向上した。

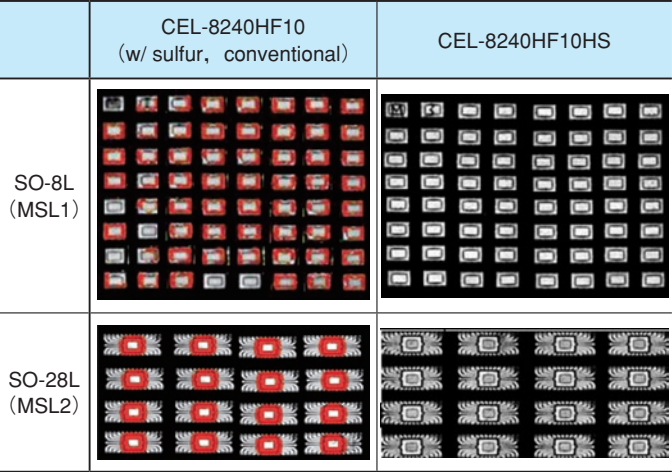
4 技術内容

リフロー時のはく離は主として、吸湿によりリードフレームと封止材の界面に溜まった水分のリフロー温度 (260℃) での揮発膨張応力 (揮発応力) およびリードフレームと封止材の線膨張差により溜まった応力 (熱膨張応力) の和が封止材とリードフレームの接着力を上回ってしまった時に引き起こされると考えられる。すなわち、リフロー時のはく離対策として、揮発応力および熱膨張応力の低減、ならびに接着力の向上が必要となる。揮発応力の低減には、吸水率を低減する必要がある。本検討では、吸水率低減可能なエポキシ樹脂に関して検討を進めた。熱膨張応力の低減に関して、本検討では、リフロー温度付近での低弾性率化による低応力化に関して検討を進めた。接着力の向上に関して、本検討では新規密着付与剤について検討を進めた。

その結果、エポキシ樹脂を改良することで、吸水率および260℃付近での弾性率の低減を達成し、密着付与剤を改良するこ

とで接着力向上を達成した。

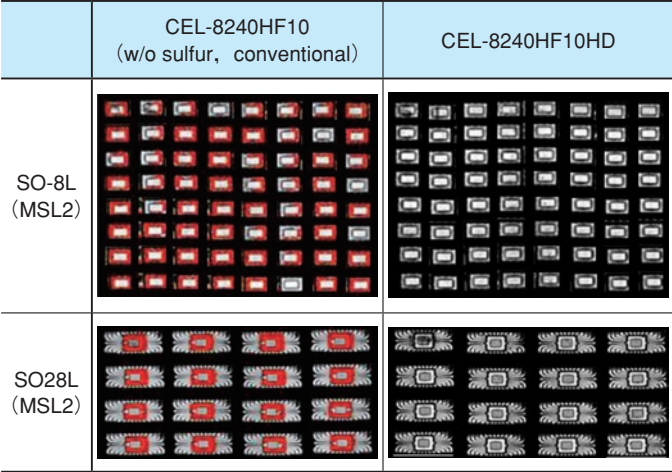
なお、新規密着付与剤には銀めっき部分への接着力向上のため、硫黄原子を含有するものを標準とするが、銅ワイヤを用いた場合の高温での長期信頼性向上の観点から要求の高い、硫黄原子を含有しない密着付与剤を用いた硫黄フリー対応材も開発した。開発材(CEL-8240HF10HS, CEL-8240HF10HD)と従来材のリフロー結果の比較を図1および図2に、開発材の特性を表1に示す。



MSL1 Condition: 85°C/85%RH/168 h, MSL2 Condition: 85°C/60%RH/168 h
Reflow Condition: 260°C x 10 s x 3 times
Pre-bake Condition: 125°C x 24 h
SO-28L (Cu alloy) Die pad; Ag plated, 4.1 x 5.2 mm, Die size; 2.2 x 3.2 mm
SO-8L (Cu alloy) Die pad; Ag plated, 2.8 x 4.3 mm, Die size; 1.5 x 2.6 mm

図1 リフロー後のCSAM(Constant-depth mode scanning acoustic microscope)画像(硫黄含有材)

Figure 1 CSAM images after reflow (w/ sulfur)



MSL2 Condition: 85°C/60%RH/168 h
Reflow Condition: 260°C x 10 s x 3 times
Pre-bake Condition: 125°C x 24 h
SO-28L (Cu alloy) Die pad; Ag plated, 4.1 x 5.2 mm, Die size; 2.2 x 3.2 mm
SO-8L (Cu alloy) Die pad; Ag plated, 2.8 x 4.3 mm, Die size; 1.5 x 2.6 mm

図2 リフロー後のCSAM画像(硫黄非含有材)
Figure 2 CSAM images after reflow (w/o sulfur)

表1 開発材の特性
Table 1 Property of developed items

Item		Unit	CEL-8240HF10 (w/ sulfur, conventional)	CEL-8240HF10HS	CEL-8240HF10 (w/o sulfur, conventional)	CEL-8240HF10HD
Epoxy resin		—	Current	Modified	Current	Modified
Hardener		—	Current	Current	Current	Current
Flame retardant		—	No	No	No	No
Additives		—	Current w/ sulfur	Modified w/ sulfur	Current w/o sulfur	Modified w/o sulfur
Filler content		wt%	89	89	89	89
Spiral flow		cm	115	120	115	125
Gel time (175°C)		s	32	33	32	35
Flexural modulus at 260°C		MPa	700	600	700	500
Water absorption (85°C/85%RH/168 h)		%	0.20	0.17	0.20	0.18
Adhesion (260°C)	Cu	MPa	1.3	1.4	1.3	1.3
	Ag	MPa	0.6	0.8	0.5	0.6
Cl ⁻ (121°C, 2 atm, 20 h)		ppm	10	10	10	10
Reliability (Cu Wire)	b-HAST (130°C/85%RH)	—	336 h Pass	336 h Pass	336 h Pass	336 h Pass
	HTSL (200°C)	—	1500 h NG	1500 h NG	1500 h Pass	1500 h Pass

Values listed above are typical and should not be used for specification purpose

5 今後の展開

- ・硫黄原子非含有密着付与剤の技術深耕による硫黄フリー対応材のレベルアップ
- ・高電圧対応耐リフロー性向上技術の開発

【参考文献】

- 1) 2015半導体関連プレーヤーの最新動向調査, 富士キメラ総研, 2015年5月
- 2) AEC-Q100-Rev-H, September 11, 2014
- 3) 倉谷英敏, 英賀文昭, 石井秀基, 吾妻浩介: Cuワイヤパッケージの高温保存にモールド樹脂特性が及ぼす影響, 第24回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, pp.339-342(2014)