

半導体パッケージ用感光性ソルダーレジストフィルム“FZシリーズ”

Photosensitive Solder Resist Film for Semiconductor Package “FZ Series”

名越 俊昌 *Toshimasa Nagoshi* 田中 恵生 *Shigeo Tanaka* 吉廻 公博 *Kimihiro Yoshizako*

配線板材料事業部 感光性材料開発部

福住 志津 *Shizu Fukuzumi* 蔵淵 和彦 *Kazuhiko Kurafuchi*

新事業本部 筑波総合研究所

1 概要

半導体パッケージのフリップチップ(FC)接続端子のファインピッチ化に伴い、パッケージ基板の最外層に用いられるソルダーレジストは、高解像性に加え、薄膜対応が要求されている。また、パッケージ基板の高密度化に伴い、これまで以上にファインな配線上でのHAST耐性、高多層基板でのクラック耐性が要求されている。当社では、膜厚精度、表面平坦性の点で有利なフィルムタイプの感光性ソルダーレジスト“FZシリーズ”を上市しているが、最近、次世代半導体パッケージ用に従来品よりも高いガラス転移温度(Tg)、低い熱線膨張係数(CTE)で高機械物性、かつ薄膜での無電解めっき耐性(ENIG, ENEPIG, Sn)に優れたFZ-2700Gを開発したので以下に紹介する。

With the advancement of fine pitch connection for flip chips (FC) in semiconductor packages, higher resolution and thinner resists are required to solder the resist used for the outermost layer on the package substrate. In addition, tolerance to highly accelerated steam and temperature (HAST) in finer pitch fabrication and crack resistances on multi-layer substrates are also strongly required due to the high density of the package. The solder resist film “FZ series” has been launched, having the advantage of thickness accuracy and surface flatness of the resist. For next-generation FC packages, we developed a new model, “FZ-2700G,” which has higher Tg, lower CTE, and excellent mechanical properties. Furthermore, it has excellent plating resistance with a thinner resist.

2 FZ-2700G の特長

- ・高純度エポキシ樹脂とナノフィラーを採用。薄膜形成性、ファインピッチHAST耐性に優れる。
- ・高Tg、低CTEでかつ高機械物性であることから熱衝撃試験時のクラック耐性に優れる。
- ・薄膜時においてもENIG(無電解Ni/置換金)、ENEPIG(無電解Ni/Pd/置換金)、無電解Snめっきに対応可能。

3 開発の経緯

半導体の高集積化に伴って、チップの単位面積辺りのI/O端子数は増加している。そのため、図1に示すようにFC接続端子のファインピッチ化、バンプの小径化によりソルダーレジストは薄膜化が進行し開口パターンの高解像性と高い位置精度が必要となっている。また、同時にパッケージ基板の配線のファイン化が進行する。加えて、FC接続部分のコプラナリティの精度達成のためパッケージ全体として、そりに対する要求が高まっている。このような動向におけるソルダーレジストに対する要求特性を以下に示す。

- | | |
|---------------------|----------|
| 1)ダイレクトイメージ(DI)露光対応 | 2)薄膜対応 |
| 3)ファインピッチHAST耐性 | 4)クラック耐性 |

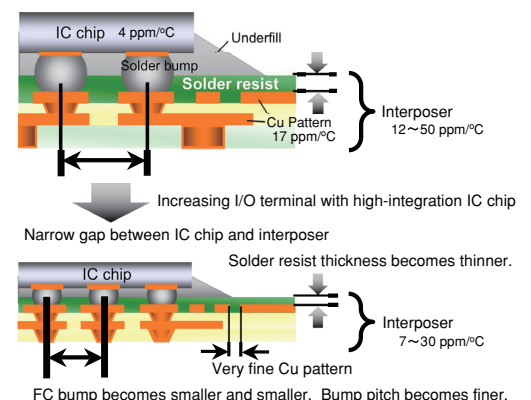


図1 FCパッケージの高密度化

Fig. 1 Technical trend of FC-PKG

4 技術内容

(1) 材料設計コンセプト

上記要求特性を満足させるために試みた樹脂設計のコンセプトを以下に示す。

- ①高Tgかつ低CTEの新規な樹脂の適用
- ②薄膜時のCu配線の酸化の抑制(新規酸化防止剤の適用)
- ③フィラー粒径の小径化、ナノフィラーの採用(最大粒径<2 μm)
- ④エポキシ樹脂の高純度化による不純物(Cr, Br)の低減(表1)

(2) DI露光対応

開口パターンの位置精度の点から露光方式はマスク露光からDI露光へ移行しつつある。図2にDI露光によって得られた開口パターンを示す。高照度のスキャン露光に対応するため、ベース樹脂の高感度化と光重合開始剤を最適化した。その結果、感度は従来品(300~600 mJ/cm²)に比べ2倍以上に向上した。また、フィラー粒径の小径化により次世代のソルダーレジスト開口(SR Opening)サイズに対応した解像性も確認された。

(3) 薄膜時におけるめっき耐性

ソルダーレジストの膜厚が薄くなった際の問題として、ENIG、ENEPIGや無電解Snめっき後、開口部周辺に白化(White ring)が発生する現象がある。各膜厚においてENIG耐性を評価した結果を図3に示す。FZ-2700Gは薄膜でも白化現象が発生しないように樹脂設計されている。

(4) ファインピッチHAST耐性

国際半導体技術ロードマップ(ITRS)によって次世代パッケージ基板のデザインルールは、ハイエンドで2012年以降のライン/スペースが8 μm/8 μmと予測されている。2014年以降は6 μm/6 μmに達すると推定され、配線間に形成されるソルダーレジストは配線間をまたぐ凝集物を含まず、かつ僅かなマイグレーションも起こさない優れたHAST耐性が必要となる。図4にFZ-2700GのHASTを行った結果を示す。従来品は、10 μm/10 μmで150時間前後に、8 μm/8 μmで50時間全後に絶縁抵抗値の低下が見られるのに対し、FZ-2700Gは400時間後も絶縁抵抗値の低下は見られず優れたHAST耐性を示した。くし型部分の断面を観察すると400時間後のマイグレーションの発生量が従来品の短絡発生時(38, 157時間)より少ないことから、マイグレーションの発生が従来品に比べ大きく抑制されていると考えられる。FZ-2700Gはフィラー粒径から考察すると、ライン/スペースが6 μm/6 μmのくし型配線でもHAST耐性を満足すると予想される。

(5) 機械特性

FZ-2700GはTgが138 °C(TMA法)と高く、また、引張り強度(95 MPa)、伸び率(4.7%)といった機械特性に優れている。実際にFC-BGAパッケージ基板にFZ-2700Gを形成して、チップ実装後、吸湿リフローサイクル試験や温度サイクル試験を行ったクラック耐性が優れていることを確認した。

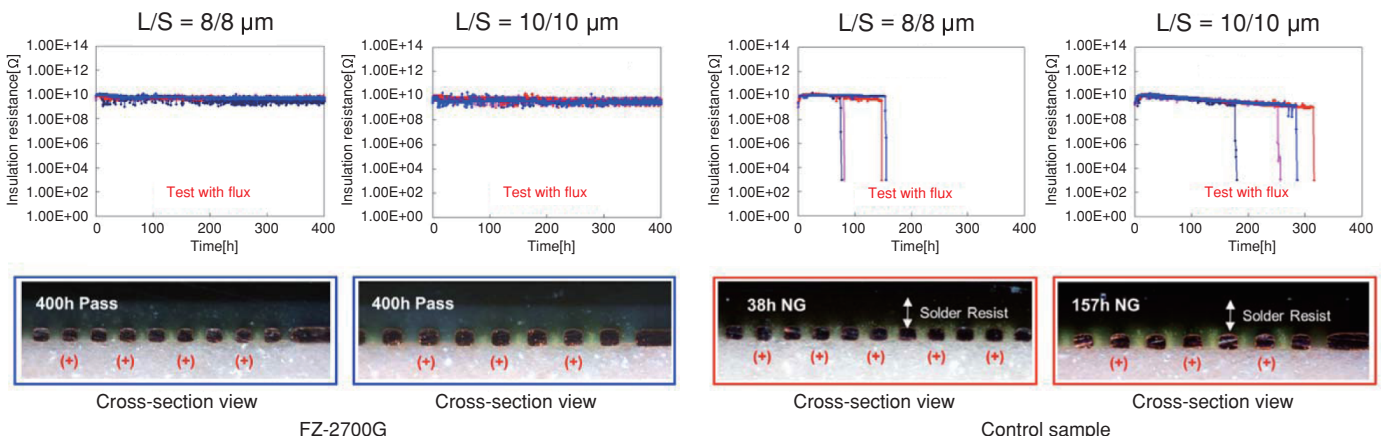


図4 ファインピッチHAST結果(ライン/スペース=8/8 μm, 10/10 μmくし型配線パターン)

Fig. 4 Fine pitch HAST result (Line/Space = 8/8 μm; 10/10-μm comb pattern)

表1 不純物ハロゲン物質の定量

Table 1 Determining halogen impurities

Solder resist	Coupled combustion method	
	Cl content (ppm)	Br content (ppm)
FZ-2700G	180	10
Control sample	720	320

Exposure energy: 150 mJ/cm²

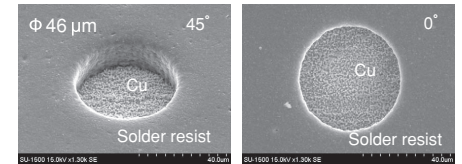


図2 DI露光による開口パターン

Fig. 2 SR opening pattern exposed by DI machine

Thickness	FZ-2700G	Control sample
10 μm	Solder resist on Cu No white ring	Solder resist on Cu White ring
15 μm	Φ200-μm opening pattern No white ring	Φ200-μm opening pattern No white ring

図3 無電解Ni/Auめっき耐性の評価結果

Fig. 3 Evaluation result of ENIG resistance

5 今後の展開

- ・次々世代向け感光性ソルダーレジストフィルムの開発(FZ-3100Gの開発)
- ・高放熱性付与の検討