

FR-1 基板における、高密度実装量産化

High-density mount mass production of PCBs by the FR-1

吉野 利明

Toshiaki Yoshino

要旨 従来、DVDドライブ用メイン基板には、FR-4 基板（ガラスエポキシ基板）を使用していた。さらに製品コストの競争力を高めるために、FR-4 基板より安価だが、寸法精度のバラツキが大きいFR-1 基板（紙フェノール基板）をDVDドライブのメイン基板に採用し、高品質を維持して、量産化を実現した。

Summary We have used FR-4 (Woven glass and epoxy) in the main PCB for DVD drivers up to now. To improve the competitive price of our products, it is necessary to use FR-1 (Phenolic cotton paper) which is cheaper than FR-4. However, the precision of dimensions with FR-1 is worse than that of FR-4. Thus, to maintain the same quality of precision using FR-1 as when using FR-4 in mass production, we examined the relationship between the quality of FR-1 and the tolerance range of the precision of dimensions of FR-1. As a result, we could achieve the precision of FR-1 that was capable of mass-production in high quality.

キーワード：FR-1, 1005 チップ, 0.4 mmピッチ IC, 版ずれ, 反り, マイグレーション

1. まえがき

当時のPC用DVD/CDライター業界において、パイオニアのコンポネンツ事業部製品は高性能かつ高シェアで評価は高かったが、価格では競合他社に劣っていた。他社製品のベンチマーキングを行った。その結果を表1に示す。表1から分かるように、コスト差は、基板材質の相違が一つの要因であることが分かり、このままのコスト差では次期モデル以降の売りに上げに悪影響を及ぼすという危惧があった。

新製品においてFR-1 基板（銀スルー基板）導入が提起され、そのコストダウン効果は大きく、これは物理的な倍速競争が限界に達し、性能向上の訴求が頭打ちの新製品において最も重要な位置付けにあった。ピーク時生産100万台/月の同モデルでのコストダウン効果は甚大であった。

2. あらすじ

FR-1 基板がFR-4 基板に比べコスト的に有利であることは周知の事実であるが、逆に寸法精度の低さや基材ふくれなど実装面から見た品質の課題があることも事実である。これまでFR-1 基板にて1005 チップ、0.4 mmピッチ IC を使用した量産実績はない。しかし0.4 mmピッチ IC は製品設計上必要不可欠な部品であり、また1005 チップはデリバリー、設計制約上有利であるため、この二つをFR-1 基板に実装する検討を開始した。また製品の生産拠点である中国華南地区での基板調達という条件で基板メーカー選定を行うが、狭ピッチ IC を搭載するFR-1 基板が生産可能なメーカーは限定され、このような状況において当然実装品質の低下が懸念されるが、過去のトラブル情報を整理し、その問題点の詳細を明確にした。

表 1 DVD-RW Drive 基板ベンダー

Drive	A社	B社	C社	D社	ハイテックドライブ
	(PATA)	(PATA)	(PATA)	(SATA)	(PATA)
基材	FR-1 (E74739)	FR-1	FR-1 (E74739)	SEM3	FR4
板厚	1.6mm	1.6mm	1.2mm	1.6mm	1.2mm
チップサイズ	1005	1608	1005	1608	1005
マイコン	0.4mm(216Pin)	0.4mm(216Pin)	0.4mm (216Pin)	0.4mm (216Pin)	0.4mm (216Pin)
L/S	0.15/0.15	0.2/0.2	0.2/0.2	0.2/0.2	0.1/0.1
実装	片面実装	両面実装	両面実装	両面実装	片面実装

それは主に、

- ・ 基板寸法精度の悪化 (いわゆる “版ズレ”) に伴う、チップ立ち (マンハッタン), IC のはんだブリッジ
- ・ 基板メーカーでの品質における実力ばらつきに伴う、スルーホール抵抗値悪化, マイグレーション, レジストがランドにはみ出すことによる実装品質悪化

等というものであった。それらをクリアすべく施策を計画, 実行するために, DVR - S16 (R 13) 本体 APQP の分化組織として銀スルー基板ワーキンググループを発足し, 表 2 に示すように, コントロールプランを作成し, 業務項目と担当割り振りを明確にした。次章よりその具体的な活動内容を述べる。

3. 基板寸法精度 (パターン精度) 悪化の対策

FR - 1 基板生産工程において, パターン形成工程

後に銀スルーホール形成工程と型抜き工程の 2 工程で加熱処理を行う。その際に熱による収縮が発生する。FR - 1 は FR - 4 と比較して熱膨張係数が大きいので (FR - 1: 約 60ppm/°C FR - 4: 約 10ppm/°C), そこで寸法精度の悪化を招きやすい。実際に寸法がスペックアウトの基板が納入された例が以前他事業所含め報告されている。各基板メーカーの, パターン位置測定ポイント 5 点の設計値からのずれ量を求めた。これを図 1 に示す。ランドーはんだ一部実装位置の 3 者の相対位置が同一のずれ量で比較したとき, 部品のサイズが小さい程マンハッタンが発生しやすいことは一般的に知られている。そこで, 寸法精度が悪い基板で実際に生産した場合に, どのような不具合が発生するか, また寸法精度の悪化と実装したときの品質悪化の相関を見極める目的ではんだ印刷, 実装位置ずらし実験を行い, FR - 1 で 1005 チップ, 0.4 mm

表 2 R13: 銀スルー基板 WG コントロールプラン

実装)	進捗	備考
①0.4mmピッチ LSI(SC7) 実装	生技	版ずれの規格値 $\pm A$ を図面に記載(メーカー了承済み) 基板寸法精度との相関継続フォロー、ダイハット部セル、はんだ付け評価OK
②1005チップ部品実装	生技	・ハーフェンゲル・メタルマスク開口部見直し・1005セル最終形状をTP&TP2で確認 ⇒問題が発生しなければ1005サイズでPP出図(12/18) 12/14の実装確認にて、1005チップ+FR-1で問題なしと判断
③基板の反り	生技	合試2にて基板の反りが確認されたが、基板の保管状況に疑義あり。TPの実装にて確認したところ問題発生せず。
④メーカーに対する要求仕様 まとめ	WG	・版ずれ $\pm A$ に押さえ込むため、フィジカルマークからLSIの認識ランドまでの寸法を図面に記載。 ・その他の項目に関しては『基板納入仕様書に準拠(GER-E003)』 ⇒メーカーとも打ち合わせ済み
⑤1試基板での評価項目	生技	特に大きな問題発生せず
⑥合試基板での評価項目	生技	・CMKSのパターン位置精度がでず実装時間発生 ・1005チップ半田ショート発生⇒恒久策 セル変更&メタルマスクのハーフェンゲル ⇒12/14の実装確認にて対策効果OK
⑦TP基板での評価項目	生技	梱包仕様、パターンはがれ等の問題発生(倍昇)⇒対応策打ち合わせ対応済み(12/25の出張にて)
⑧DIP時の評価(膨れ、反り)	生技	吸湿状態での実装確認⇒OK
⑨手はんだ付けの評価(パターン剥離)	生技	

ピッチ IC 使用の条件での基板寸法精度のスペック化の指標とした。基板位置を基準にし、

① はんだ印刷のみ

② はんだ印刷と部品実装位置

の 2 パターンで故意に、かつ徐々に位置をずらし、品質を検証した。図 2 はある量だけ、はんだ印刷のみをずらした際の写真である。図 3 にはんだずらし量と不

良率の関係を示す、同図 (a) は IC、コネクタの場合、同図 (b) はチップの場合を示す。図 3 から、基板メーカーに対する寸法要求精度のスペックを決定した。採用候補各メーカーには基材の収縮に対し、仕上がり寸法を狙ってデータ補正させる対応をとらせたが、製法が写真法の中国ローカル各社は試作、検定基板で寸法の測定を実施して導入したので問題はなかった。一方、

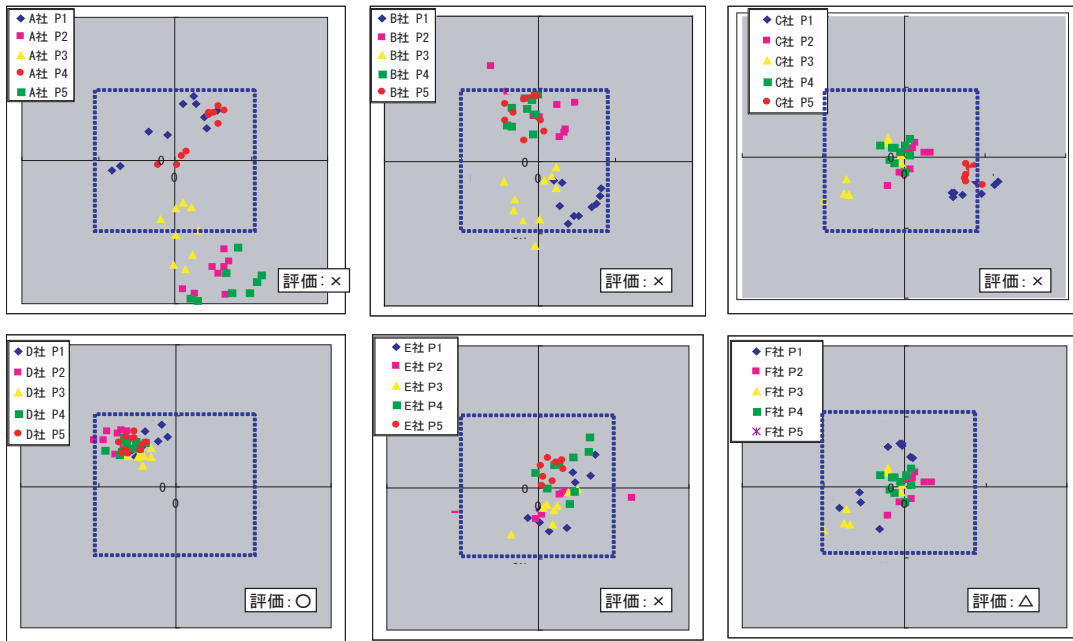
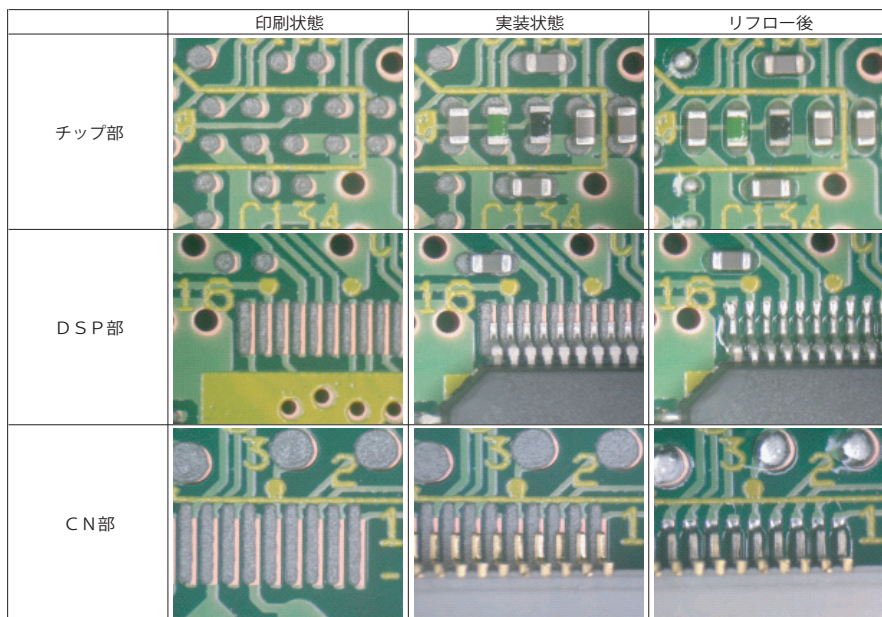


図 1 パターン位置測定ポイント 5 点の設計値からのずれ量



例) 基板を基準に、ある量だけはんだ印刷を左にずらし、部品実装は基準位置に実装

図 2 各部品の各処理での状態

日系1社は製法が印刷法のため、基板大判の中のキャビごとに寸法がばらつき、要求精度を満足できなかったため不採用とした。SUSに近い収縮特性を示す高級スクリーンを使用して試作したが、印刷製法であるが故、さらに古くから使用している印刷機の印刷精度に問題があり、湾曲、変形が要求値を満足しなかった。

4. 基板反りの対策

従来製品(基板はFR-4)では基板厚1.2mmだったが、DVR-S16(R13)では基板FR-1化に伴い製品開発当初から基板厚を1.6mmに設定した。その理由は、

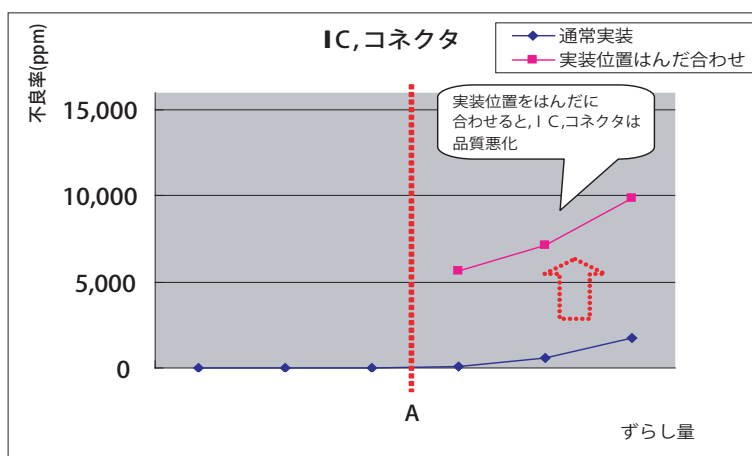
- ・FR-1化に伴う基板反り悪化の影響を極力低減するため
- ・製品化検討途中で本体機構設計変更が困難なため
- ・他社ベンチマーキング結果

などである。

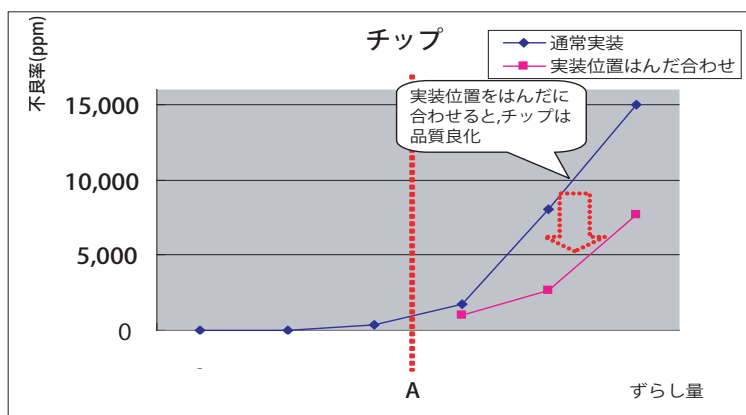
リフロー加熱時の反りについては、試作においてサイズが大きい部品のリード浮きなどの不具合がないことを確認した。基板納入時の反りについては、パイオニアの現行反りスペックに対して、試作により、はんだ印刷工程において基板クランプ動作が問題なく行えるかを確認した。以上の結果よりスペックは現行どおりとした。また生技センターにてリフロー時基板反りのシミュレーションを実施した。反りの量のみならずシート内での反り方を確認、リフロー方向を決定した。図4(a)に縦置きと横置きの場合の写真を示す。同図(b)にHF-19のリフロー加熱温度が230℃で横置きの結果を、同図(c)にHF-17のリフロー加熱温度が230℃で縦置きの結果を示す。

5. 基板設計仕様のメーカーとのすり合わせ

基板設計仕様について、採用候補各メーカーがパイ



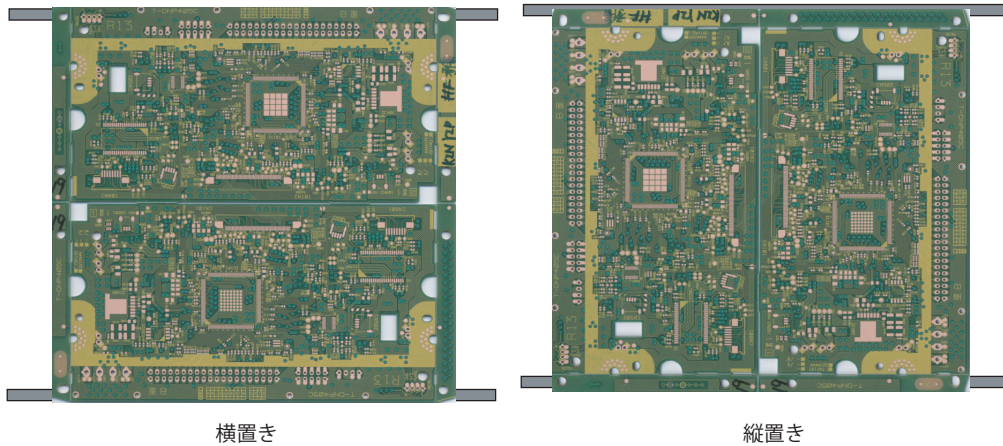
(a) IC, コネクタの場合



ずらし量がAを超えると不良が増加し始める

(b) チップの場合

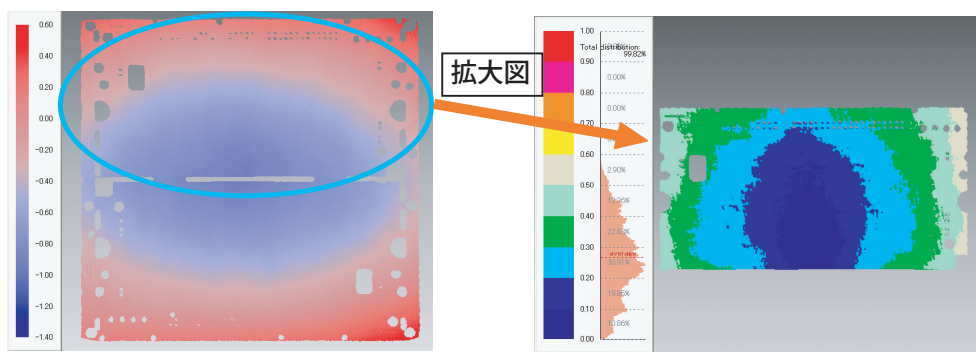
図3 はんだずらし量と不良率の関係



横置き

縦置き

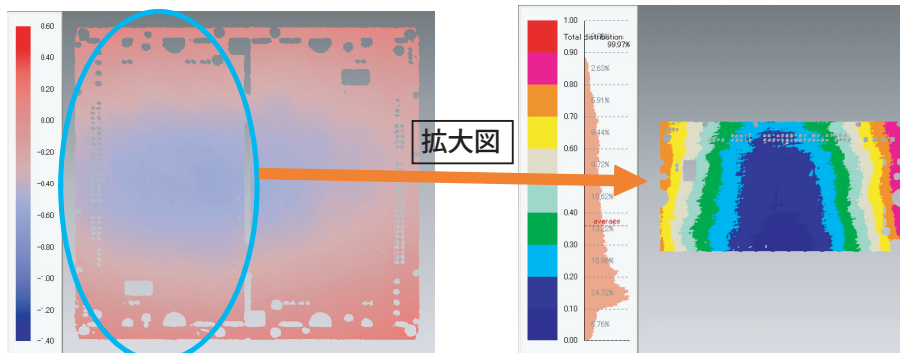
(a) 基板の縦置き / 横置きの写真



max 0.40mm min -0.93mm
反り合計 1.3 mm

反り合計 約 0.55 mm

(b) HF-19 のリフロー加熱温度が 230℃で横置きの結果



max 0.15mm min -0.56mm
反り合計 0.7 mm

反り量が増えているのは、常温との比較ではなく完全平面との比較のため

反り合計 約 0.87 mm

(c) HF-17 のリフロー加熱温度が 230℃で縦置きの結果

結果&考察

- 縦置き、横置きでは縦置きの方が反り量は少ない傾向である。(予想通り)
(ただし、一般材の冷却後が反り量の数値が異常に高い結果となった。←原因不明)
- 分割後の基板で考えると、縦置きでは反り量が分割前の量に近い。それに比べて、横置きでは、全体の反り量は大きいですが、分割後の基板では全体の反り量の一部しか反映しない。よって、分割後の基板で比較すると逆に横置きの方が有利になる可能性がある ((c) を図参照)。

図 4 基板の縦置き / 横置きの関係

オニア要求仕様を満足できず、スペック緩和を要求してきた。それに対し、従来FR-4ではライン&スペース(パターン幅と、パターン間の距離)がそれぞれ0.1mmだったが、今回の製法が印刷法の基板メーカーも考慮し、特例措置としてそれぞれ0.2で設定した。また1005チップ使用が不可能と判断された場合を想定して最小チップサイズを1608に設定して基板パターンレイアウトを実施した。基板外形は従来と変わらないため、設計制約が厳しくなったが、LSIの小型化および2in1パッケージ化により現行製品と同じ基板面積での設計を実現した。また同様に基板メーカーから1005チップセルの変更要求があり、レジスト印刷ばらつきを考慮した外側レジストのタイプのセルを採用した。しかし弊害として実験試作においてチップ下側のはんだショートが発生した。実際の写真を図5に示す。これの対策は、はんだ量の見直しと、ランド間にレジストを通すセルに変更した。図6に変更の過程を示す。また懸念される弊害としてははんだ接合強度の低下があるが、これについては剥離強度測定を実施して、FR-4基板の従来セルと比較して有意差がないことを確認した。図7(a)はDSP lead peel, 同図(b)は1005 C shear, 同図(c)は1005 R shearにおけるそれぞれの強度の比較した結果である。製品での評価

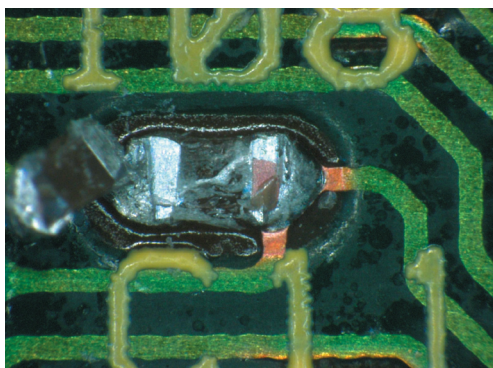


図5 チップ下側のはんだショート

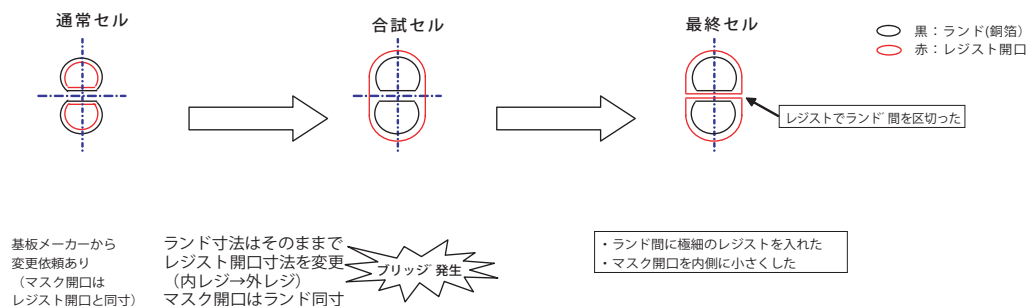


図6 セルの変更過程

としては、ヒートサイクル試験を行い、はんだクラックなどの不具合がないことを確認した。

6. 銀スルーホールの信頼性、マイグレーションの対策

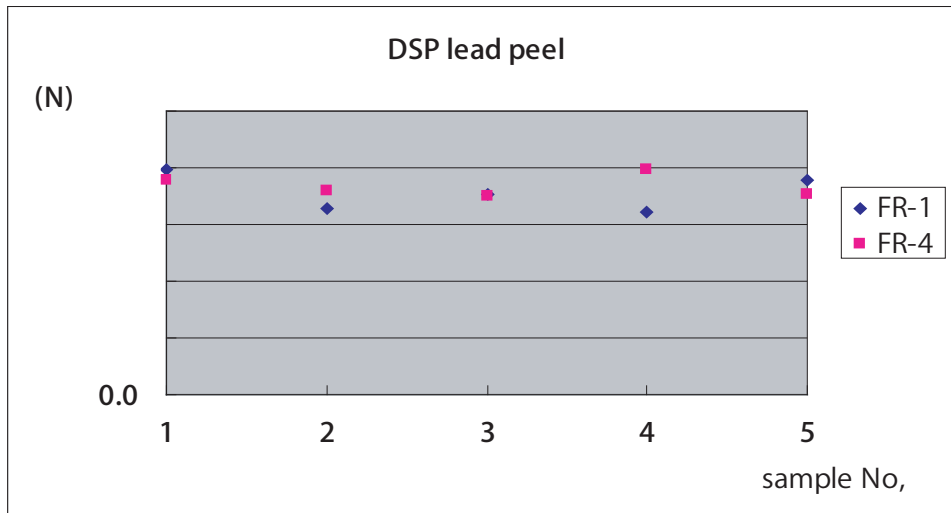
採用候補基板メーカーにサンプル基板作成を依頼し、数度にわたり解析センターにて断面観察などの検証を実施し、結果を表3に示す。メーカー選定の判断材料とすべく順位付けをすると共に、メーカーに対し改善要求を行った。社内のユニット生産工程においてはスルーホールの抵抗値のスペックを決定し、ファンクションチェッカーに検査項目を追加した。マイグレーションの確認については、製品状態での高温高湿通電保管試験を実施し、問題ないことを確認した。

7. 基板メーカー工場監査、メーカー選定

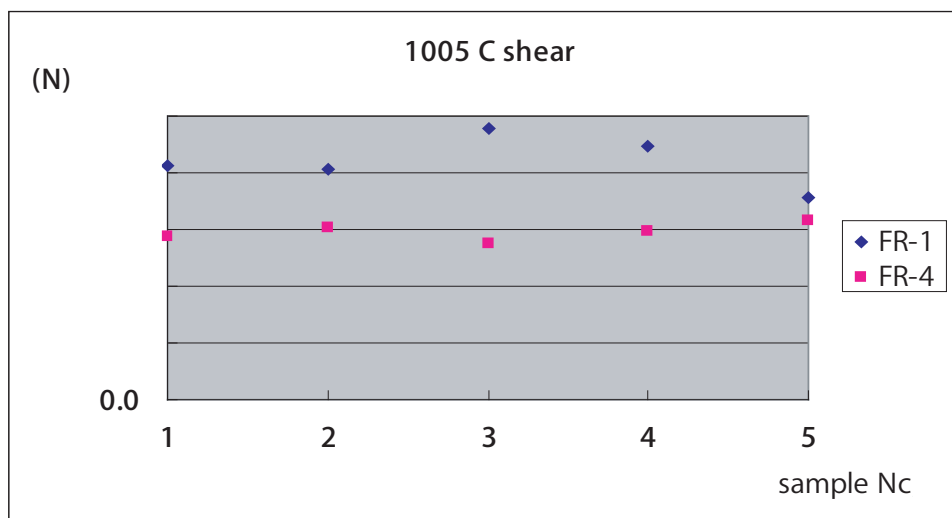
パイオニア要求仕様と基板メーカー生産能力の調整、量産を見越した品質の安定化のため、数度にわたり工場監査を実施し、指摘→是正確認を繰り返した。特にFR-1に関しては銀ペースト工程管理を改善させた。メーカー選定においては数度のチェックポイントを設定し、WGメンバーに加え、調達部門(海外現法)も加わり、基板品質のみならずコスト、デリバリー、対応の良し悪しなど総合的に判断した。

8. 基板受け入れ品質保証体制構築、基板量産品質フォロー

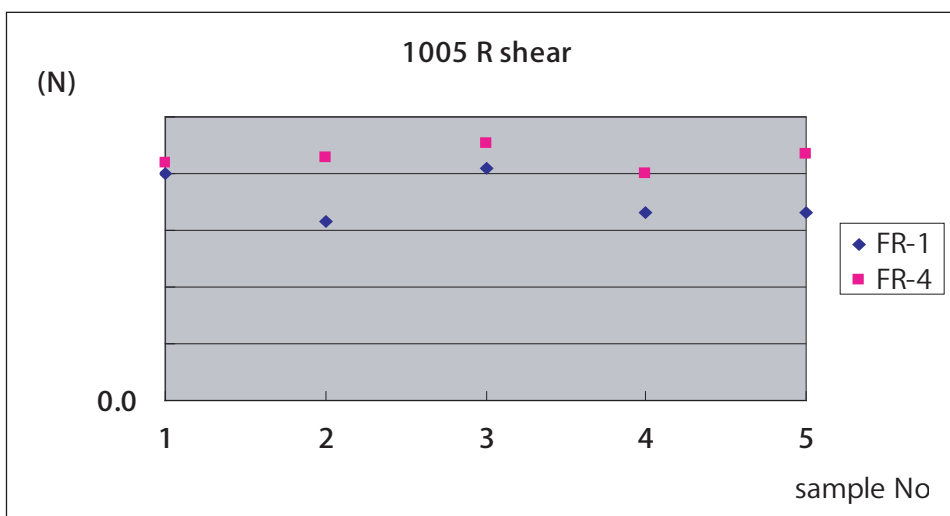
量産におけるリアルタイム管理実施のため、海外現法に品質保証体制を構築した。表4に基板メーカーの、表5当社の管理パラメータを明確化し、現地スタッフに対して、メーカー対応が可能になるべく我々から指導を実施した。量産導入後は現地スタッフがメーカー指導を実施し、現在も継続している。



(a) DSP lead peel での強度の比較結果



(b) 1005 C shear での強度の比較結果



(c) 1005 R shear での強度の比較結果

図7 FR - 1とFR - 4の比較

9. 量産効率化検討

量産導入当初はデリバリーショート、品質悪化のリスク回避のため、FR-1のみにせずFR-4併用生産を予定した。生産条件に差異があるとライン切り替えが発生するため、管理上機種番号を異にする必要がある。そのため管理工数削減などの効率化を目的として、リフロー炉設定の共用化を検討した。同一のリフロー炉の設定でFR-1、FR-4両方の基板の温度プロファイルが規定範囲に入り、さらにスペックに対してマージンがあればOKと目標設定して、実際に測定を行った。結果はピーク温度がそれぞれの基板でスペック上限下限ギリギリとなり、マージンなしで共用不可能と判断した。量産開始当初は1機種のみを生産に対して管理工数が発生してしまうが、デリバリー、生産品質で問題ないことを確認しつつ、徐々にFR-1の比率を上げていくことでロスをなくした。

10. 量産導入後の生産品質確認

量産導入後、生産品質について従来製品(基板はFR-4)との比較を継続している。現状は有意差なしで推移している。

11. まとめ

- FR-1基板で1005チップ、0.4mmピッチICを使用して量産を行う場合の基板寸法精度(版ズレ)の公差スペックを、社内の生産品質と基板メーカーの製造能力の双方を考慮して決定した。
- 品質面に課題がある基板では想定される不良率からスペックを決め、それに対して基板メーカーの指導を実施し、量産品質の維持を図ること、またその組織体制を強化することが肝要である。
- パイオニア生産サイドにおいて、生産品質向上がトッププライオリティーであることはいうま

表3 4社比較

各社	不良個所の写真	備考
A社		<p>TH内Agペーストの断線、TH基材内でのマイグレーション</p> <p><外観></p> <ul style="list-style-type: none"> 「オーバーコートの不ずれ」「レジストムラ(不十分)」が顕著。 GER外の項目はあるが4社中では良好。 <p><断面></p> <ul style="list-style-type: none"> Agペーストのボイド、多数、出来栄は悪い。 クラック 最長で250μm (HF材、一般材: 128μm) ペーストのボイド、基材による差異はなし。 クラック、HF材の方が顕著。 <p>ヒートサイクル後も同様。基材クラック、HF材が顕著。一般: 72μm, HF: 255μm</p>
B社		<p>マイグレーション、実装不良</p> <p><外観></p> <ul style="list-style-type: none"> 懸念事項多数。 「Agペーストのはみだし」は、隣接する配線との間隔が不十分となり、吸湿した際マイグレーションの危険あり。 「ランド汚れ(塩素検出)」は実装へ影響する可能性高い。ランドには、レジストと思われる付着物も多く認められた。レジストをふき取った様な跡あり。 異物や取り扱いによる傷も認められ、雑な印象。 外観上の出来栄は悪い。 <p><断面></p> <ul style="list-style-type: none"> クラック 最長で約190μm (一般材、HF材: 100μm) クラックは、一般材の方が顕著。HF材は少ない。 <p>ヒートサイクル後、基材クラックは、一般、HF、大差なし。一般: 140μm, HF: 130μm</p>
C社		<p>実装不良</p> <p><外観></p> <ul style="list-style-type: none"> 「ランドの汚れ(レジスト付着)」「オーバーコート下部導路の汚れ」 HF材ではランドがレジストによる1/3程度覆われている箇所あり。実装へ影響及ぼす可能性が高い。 オーバーコート下部導路の汚れは、詳細不明。 異物や取り扱いによる傷も認められ、雑な印象。 <p><断面></p> <ul style="list-style-type: none"> Agペースト中、細かなボイドあり。 Agペースト中にレジストと思われる異物あり。 基材のクラックはほとんどなし。(一般材、HF材共に、50μm程度) <p>ヒートサイクル後も同様。基材による差異はなし。共に50μm程度。</p>
D社		<p>実装不良</p> <p>●抵抗値のばらつきに関連するような差異は認められなかった。</p> <p><外観></p> <ul style="list-style-type: none"> 「ランドの汚れ(レジスト付着)」が顕著。ランド部に付着したものを拭き取った様な痕跡あり。 THエッジバリは、何らかにより基板から外れた際には短絡不良に繋がる可能性もある。 外観上指摘事項多数。出来栄は悪い。 <p><断面></p> <ul style="list-style-type: none"> HF材TH部内壁にレジストの付着が認められた。(Hバー部のみ) Agペーストのボイドあり。(HF材のみ、程度は軽い。) クラックは最長で約126μm (一般材、HF材: 約100μm) <p>ヒートサイクル後、同様。基材による差異はなし。リフロー後、同様。基材による差異はなし。一般150μm、HF150μm、リフロー後、同様。基材による差異はなし。一般150μm、HF160μm</p>

でもないが、効果的な設計コスト削減案に対しては、チェックポイント、リカバリー案を設定した上でトライすることがビジネス的観点からも必要である。

産部 生産技術センター 馬見塚尚志, 品質管理部 解析評価センター 吉田清美, 黒川貴子, H B G 生産統括部 第2生産技術部 武笠大助, 十和田パイオニア 第1製造部 中野渡雅彦, P T D 生産技術部 金澤浩司, 各氏の協力を感謝します。

9. 謝辞

FR-1基板の高密度実装量産化については、先にも述べたようにDVR-S 16(R 13) APQPの分化組織である銀スルー基板ワーキンググループによって達成されたものである。以下がその主要メンバーである。

H B G コンポーネンツ事業部 第3技術部 赤羽伸, 田中純二, H B G 生産統括部 部品技術部 矢澤直樹, 調達本部 H E 調達部 榛原洋一, 技術生

筆者紹介

吉野利明 (よしの としあき)

H B G 生産統括部 第1生産技術部。基板実装工程設計に従事。

表4 基板メーカーへの仕様

No.	管理パラメータ	基板メーカーでの品質管理			
		管理方法	抜き取り水準	判定基準	異常時の処置
1	TH抵抗	4穴の合成抵抗測定(2箇所) 基板の対角にテストパターン設置	Lot毎の 最初,中央,最後 各5シート	4穴でB以下	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
2	版ズレ (Lotのワークシート管理) レジスト、パターン、外形の 相対位置	①テストパターンの目視検査 ②抜き取り出荷検査で、寸法測定	①全数 ②Lot毎の 最初と最後各5 シート	①テストパターン限度内 ②2次元の測定器で測る (X,Y) 公差±A以下	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
3	絶縁抵抗	電気チェッカーにより, パターン間絶縁を確認	全数	10MΩ以上	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
4	反り	①全数検査,矯正後の再検査 ②出荷検査で,反り測定	①全数 ②Lot毎の各5 シート	納入仕様の規格値	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
5	THの断面観察	Lotで抜き取り測定観察	Lot毎の 最初,最後 各3穴	ポイド,密着性,クラック程度 (工程変動の予兆管理)	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
6	銀ペーストの はみ出し	目視全検査	全数	はみ出し無きこと	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
7	外観 (キズ,異物,印刷,クラック)	①目視全検査 ②抜き取り出荷検査	①全数 ②Lot毎の 最初と最後各5枚	納入仕様の規格値	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
8	半田付け性	半田濡れ広がり確認	Lot毎 各1シート	赤目無き事	解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
9	基板膨れ(吸湿)	含水率の測定 ベーキングした後の重量変化で確認	Lot毎 各1シート		解析,波及性在庫調査と是正を行い, 直ちに報告 必要に応じて出荷済み品の処置
10	デイリー Lot 番号				

表5 当社の仕様

No	管理パラメータ	パイオニア、広通側での品質管理					
		管理	測定方法	抜き取り水準	判定基準	バラつき管理	仕様への反映
1	TH抵抗	受入れ検査で測定 メーカーデータと同様であれば、メーカーデータ確認に移行する アッセイ熱履歴後の広通でチェッカーでも確認したい メーカーへ迅速なフィードバックが必要	4穴の合成抵抗測定 2箇所 基板の対角にテストパターン設置 アッセイのF U N Cチェッカーで熱履歴後も測定し流出予防する	Lot毎の 最初、中央、最後 各5シート F U N Cチェッカーは全数	4穴でB以下	B1に対し Cpk 2.0以上	基板図面注記に反映
2	版ズレ (Lotのワークシート管理 レジスト、パターン、外形の 相対位置)	導入当初は受入れ検査で2次元測定 メーカーデータと同様であれば、メーカーデータ確認に移行する メーカーへ迅速なフィードバックが必要	①テストパターンの目視検査 ②2次元測定器で実測 (ピッチの厳しいC周辺) 1 C 自挿目標のランドと 基板のクリーム半田印刷の目標ランド の距離を測定	①全数 ②Lot毎の 最初と最後各5シート	①テストパターン限度内 ②2次元の測定器で測 る (X,Y) 公差±A以下	Cpk1.0以上	基板図面注記に反映
3	絶縁抵抗	受入れ検査で測定 アッセイ熱履歴後の広通でチェッカーでも確認したい メーカーへ迅速なフィードバックが必要	テストランド間測定 熱履歴を与えてからF U N Cチェッカー でも確認	Lot毎 最初と最後 各5シート F U N Cチェッカーは全数	10MΩ以上	Cpk 2.0以上	基板図面注記に反映
4	反り	受入れ検査でゲージ確認 メーカーへ迅速なフィードバックが必要	抜き取り実測 抜き取りで大きいものを弾く	Lot毎 各5シート (その後の実力により適 正化)	納入仕様の規格値		納入仕様規定参照
5	THの断面観察	受入れ検査でメーカーデータ監視 メーカーへ迅速なフィードバックが必要		Lot毎	ポイド、密着性、クラック ク程度 工程パトロールの頻度 参考にするか		
6	銀ペーストの はみ出し	受入れ検査で目視確認 メーカーへ迅速なフィードバックが必要	5倍程度の拡大鏡で目視	Lot毎	はみ出し無きこと スレマーカー範囲内		納入仕様規定参照
7	外觀 (キズ、異物、印刷、クラック)	受入れ検査で目視確認 メーカーへ迅速なフィードバックが必要	5倍程度の拡大鏡で目視	Lot毎	納入仕様の規格値		
8	半田付け性	メーカーデータ監視、 広通で、アッセイ後確認、 情報を入力して、メーカーへ迅速な フィードバックが必要		Lot毎			
9	基板膨れ (吸湿)	メーカーデータ監視、 広通で、アッセイ後確認、 情報を入力して、メーカーへ迅速な フィードバックが必要		Lot毎			
10	デイリーLot番号	広通とPTDで、ロットトレースを実施	二桁数字で日にちを、 使用するエリアに入れる 基板メーカー毎に打診				各メーカーの密番読み方を 基板図面注記に反映