

放熱銅片埋め込み型プリント板の製造技術

Technology for Manufacturing Printed Circuit Board with Embedded Copper Heat Sink Chips

光 島 毅 鈴木 高 志 板 垣 隆 菊 池 彰 彦
Takeshi Mitsushima Takashi Suzuki Takashi Itagaki Akihiko Kikuchi

特集
2

高品質、高信頼性を実現する製造技術

要 旨

近年、当社で使用する半導体デバイスは、高機能化、高密度化によりその発熱量は年々増加の傾向にある。そのため、部品個々の発生する熱を効率良く放熱させる技術は必須となってきた。

従来はデバイスを直接ヒートシンクに接触、放熱させていたが、プリント配線板の内部に放熱構造を持たせることにより、「放熱効果の向上」「加工費の削減」「性能の安定」を実現できる。この製造方法・製造技術について述べる。

Abstract

In recent years, the increasing functionality and density of semiconductor devices has led to a steady increase in the amount of heat that the devices generate. Because of this, technology that efficiently dissipates the heat generated by each individual part is becoming indispensable.

Conventionally, devices are attached directly to heat sinks, which dissipate excess heat. However, creating a heat dissipation structure inside of the Printed Circuit Board increases heat dissipation, reduces manufacturing costs, and stabilizes performance. This paper explains the methods and technology used to create this internal heat dissipation structure.

1. まえがき

近年、半導体デバイスは高機能化、高密度化によりその発熱量は年々増加の傾向にある。そのため、部品個々の発生する熱を効率良く放熱させる技術は必須となってきた。

デバイスの温度上昇を抑える事は

- ・信頼性が向上する（デバイスの寿命が延びる）
- ・性能の向上につながる。

というメリットがある。

従来はデバイスを直接ヒートシンクに接触し放熱させていたが、プリント配線板（以下、プリント板と略す）の内部に放熱構造を持たせることにより、「放熱効果の向上」「加工費の削減」「性能の安定」を実現できる。

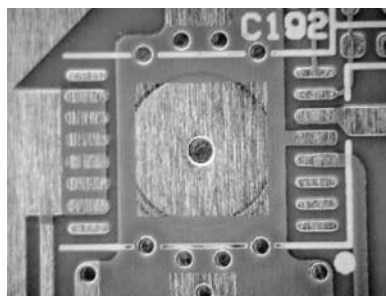


図1 銅片埋め込みプリント板

Fig.1 PCB with embedded copper chip

2. 銅片埋め込みプリント板製造

2.1 概要

銅片埋め込みプリント板とは、多層基板に銅片を埋め込み、その一部を表面に露出させて部品のランドとして使用する、熱伝導性と放熱効果を高めたプリント板である（図1）。

現在、銅片埋め込みプリント板は携帯電話基地局用アンテナ等に採用されており、銅片部にはFET（Field effect transistor:電界効果トランジスタ）、終端抵抗器等の発熱部品が実装されている（図2）。

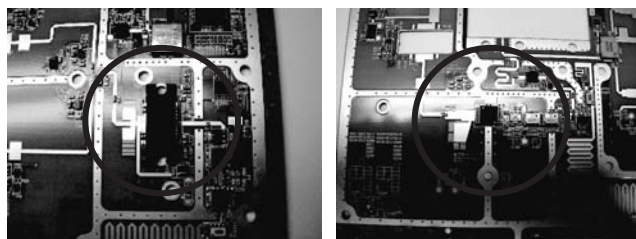


図2 部品実装後の状態

Fig.2 Configuration of installed parts

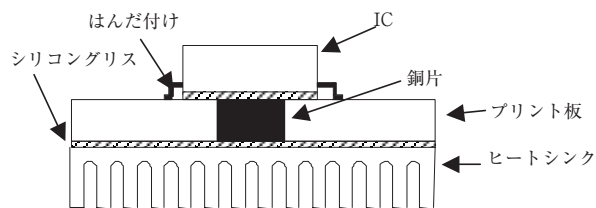


図3 部品実装断面状態

Fig.3 Cross-section of installed parts

図3のように、デバイスの発熱を熱伝導率の良い銅片を介してプリント板の裏面に伝え、裏面からヒートシンクを接触させることで効率的な放熱を行うことができる（プリント板、ヒートシンク間はシリコングリスを塗布）。

2.2 層構成

銅片埋め込みプリント板の層構成を図4に示す。放熱用銅片を貫通させ、2枚の内層板をプリプレグ（エポキシ樹脂を含浸させたガラスクロス）にて張り合わせた4層板である。

貫通させた銅片は製造工程における積層プレスの際にプリプレグに含浸されたエポキシ樹脂が熱溶融することにより固定される。

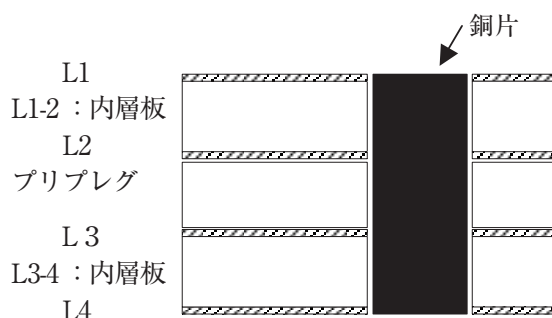


図4 銅片埋め込みプリント板の層構成

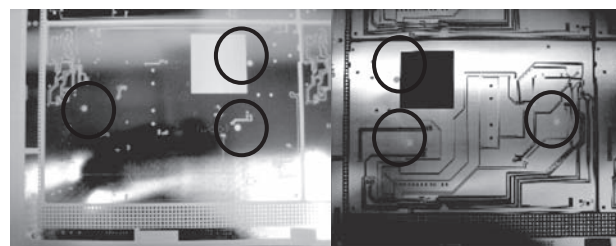
Fig.4 Layer structure of PCB with embedded copper chip

2.3 製造方法

銅片埋め込みプリント板製造工程フローを図7に示す。通常の多層プリント板製造は、各々の内層板を製作し、積み重ねて外層の加工を行う。銅片埋め込みプリント板製造においては通常の工程に対して、銅片の入る穴をあける、穴あけ工程及び銅片の挿入を行う積層プレスに特徴がある。

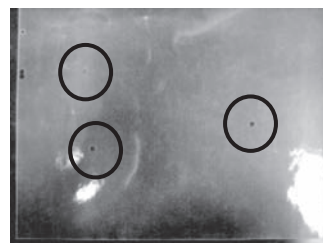
(1) 内層穴あけ

内層板L1-2、内層板L3-4、プリプレグに銅片を入れる貫通穴をあける。同時に内層板にはスルーホール用の内層穴をあける（図5）。



L1-2 内層板

L3-4 内層板



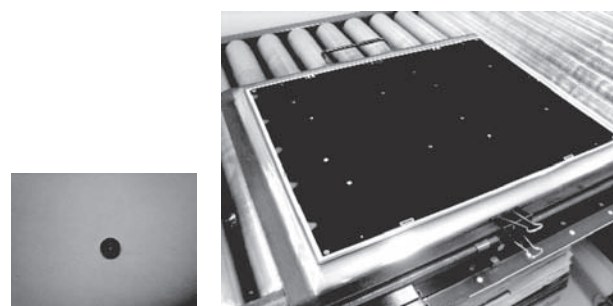
プリプレグ

図5 穴あけの状態図（丸内は銅片用貫通穴）

Fig.5 Layout of punched holes (circles indicate through holes for copper chips)

(2) 積層プレス

銅片を入れ一定枚数を積層後、真空ホットプレス機にてプリプレグを溶融し、銅片周囲に樹脂を流し、多層基板として成型する。銅片は積層プレス時のプリプレグの熱溶融によって固定される（図6）。



銅片

積層状態



図6 銅片埋め込み工程

Fig.6 Copper chip embedding process

積層状態の断面を図8に示す。2枚の内層板とプリプレグを溶着したものに銅片を挿入しさらに離型フィルム（フッ素樹脂フィルム）とステンレス板にて挟んでいく。通常の場合10～12枚積層される。

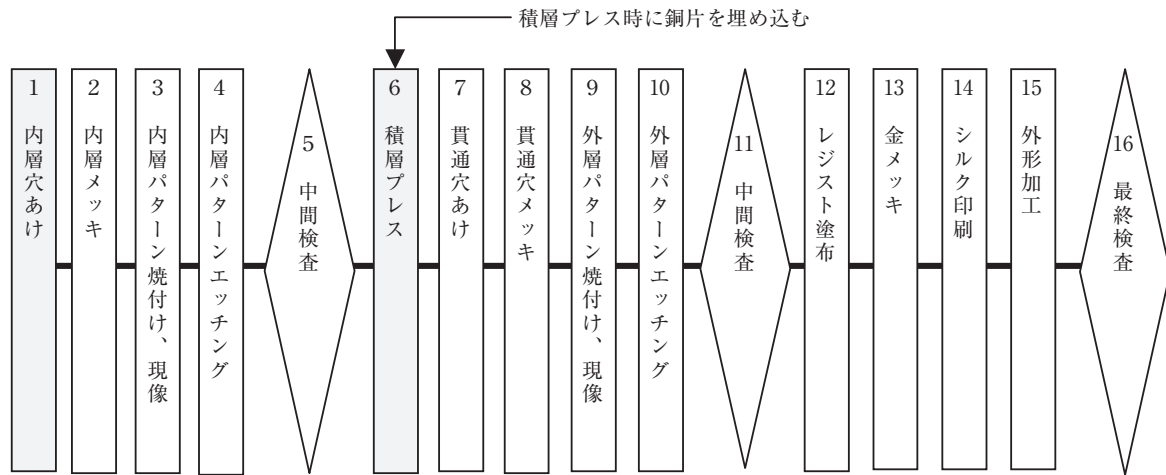


図7 銅片埋込プリント板製造工程フロー

Fig.7 Production line for Printed Circuit Board with embedded copper chips

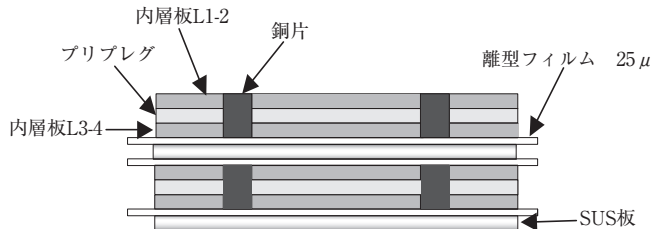


図8 積層状態断面

Fig.8 Cross-section of stacked layers

2.4 効果

プリント板の貫通スルーホールを利用した放熱と銅片埋め込みプリント板による放熱を比較した(図9, 図10)。その結果は表1のように、銅片埋め込みプリント板はスルーホール放熱に対し部品表面温度上昇を約半分に抑えることが可能となった。

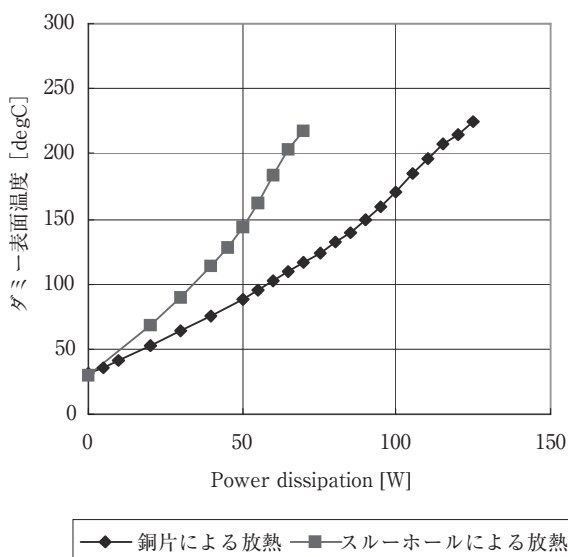
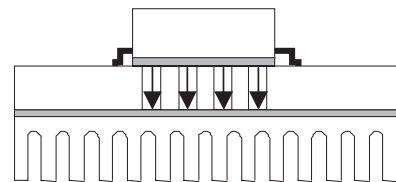
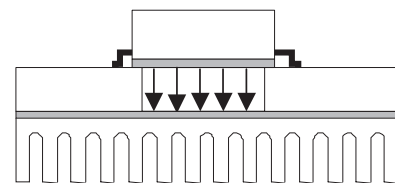


図9 放熱効果の比較

Fig.9 Comparison of heat dissipation effect

貫通スルーホールによる放熱
($\phi 0.6$ ピッチ1.4)

銅片による放熱

図10 銅片埋込基板と貫通スルーホール基板

Fig.10 PCB with embedded copper chips and PCB with through holes

表1 銅片埋込基板と貫通スルーホール基板の比較

Table 1 Comparison between PCB with embedded copper chips and PCB with through holes

	温度 (°C)	熱抵抗 (°C/W)
貫通スルーホールによる放熱	183	2.18
銅片による放熱	102	0.84

(60W時)

3. 信頼性

異種材料接合部分の信頼性(膨張率の違いによる応力)を、高温と低温を短時間に繰り返す冷熱衝撃試験を実施し、確認した。

3.1 試験方法

表2の基板を-30°C ~ +85°C, 1サイクル1時間にて最大1500サイクル実施した。

表2 試験基板の仕様

Table 2 Specification of examination PCB

内層板	高周波基板材 + ガラスエポキシ FR-4材
プリプレグ	ガラスエポキシFR-4材
仕様	テンテイング
層数	4 層
銅片サイズ	φ5.8×0.9mm
銅片加工方法	旋盤切削
板厚	0.9mm
表面処理	金フラッシュ

関連特許出願 登録済 1 件（登録番号3922642）

用 語 一 覧

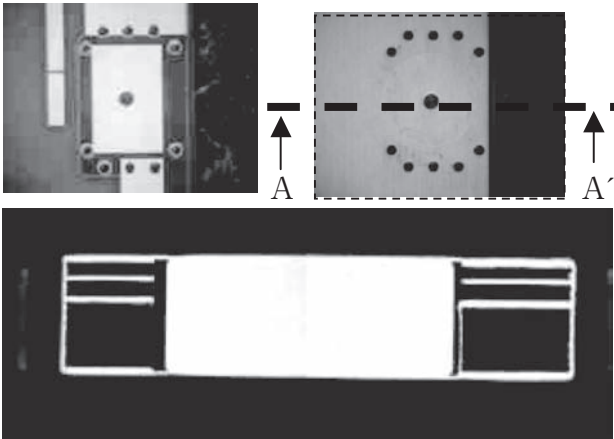
プリプレグ : ガラスクロス布にエポキシ樹脂を含浸させた基板中間材料
スルーホール : プリント基板の各層を接続するために作った垂直の穴
金フラッシュ : 薄付けの金メッキ

試料は250サイクル毎に取り出し、外観検査および断面カットによる内部観察を実施した。

3.2 試験結果

冷熱衝撃試験によるひび割れ（亀裂）の発生はなく、また銅片とメッキの剥れ（メッキ層の浮き）はない。異種材料接合部の経年に対する信頼性が確認された。試験後の断面を図11に示す。

銅片メッキ間の剥がれ及びひび割れは見られない。



A - A' 断面

図11 1500サイクル実施後状態

Fig.11 Condition after execution of 1500 cycles

4. あとがき

この銅片埋め込みプリント板は比較的簡単な構造にて高い放熱効果が得られた。また信頼性の高さも確認できた。現在のところ実用化されている銅片の形状は「丸」のみであるが、今後様々なデバイス形状及び更なる放熱効果の向上に対応する為、小判型等の銅片形状にも取り組んでいく。（小判型については信頼性評価を残し、製造可能である）また層構成において現在は2コア4層板のみであるが、今後は6層板、8層板への応用及び将来的なコストダウンを絡めて両面板への展開等も視野に入れていく予定である。

最後に、本稿作成に当たり、多大なるご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝いたします。