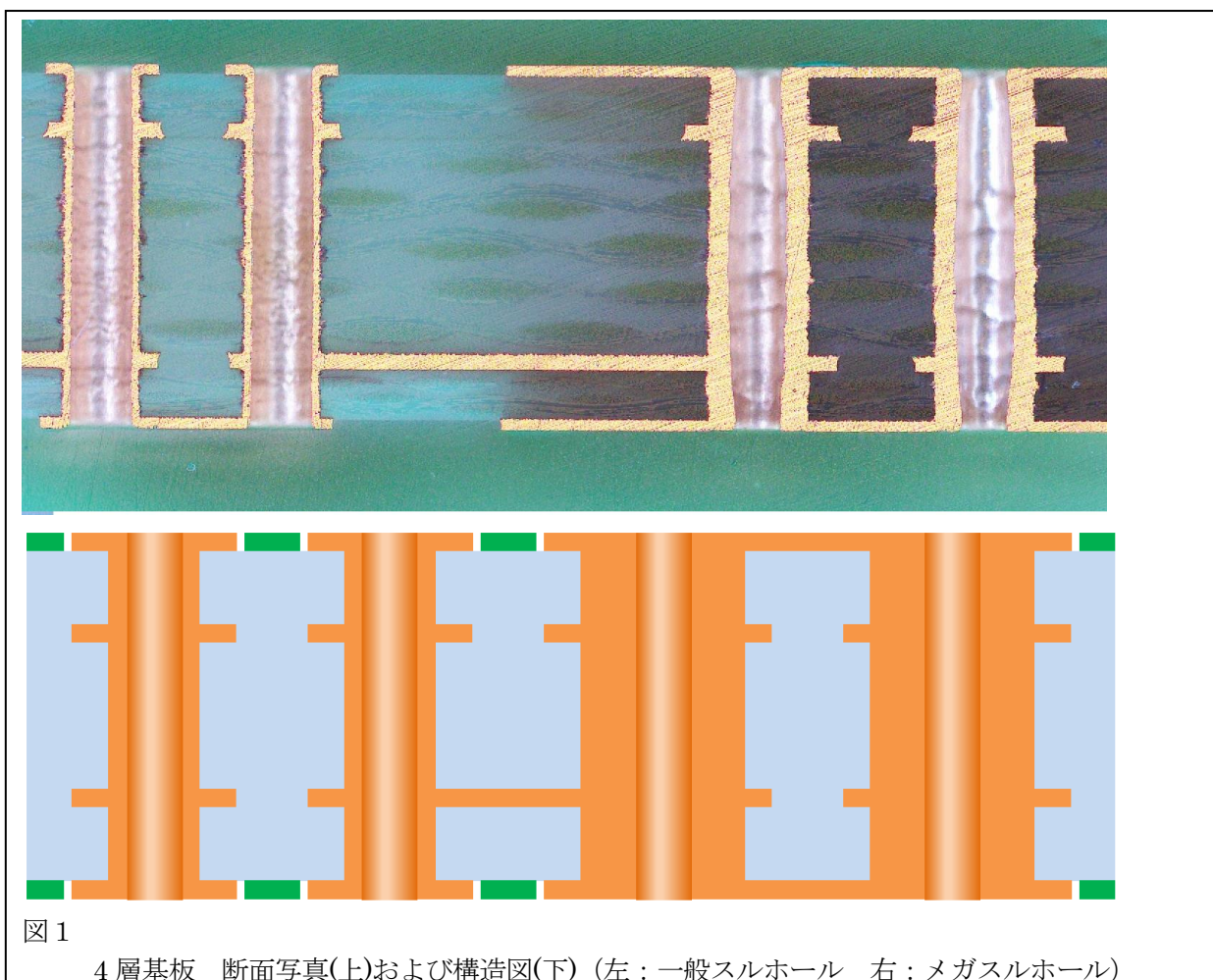


1 はじめに

電子デバイスの設計開発において熱対策がますます重要になっている事は論を俟たないが、発熱部品への対策としては銅ピンをスルホールに挿入する銅インレイや、熱伝導率を高めた樹脂の開発が進んでいる一方で、一般的には低コストで実装が可能な従来技術であるスルホールもしくはレーザービアでのサーマルビアの設計が多用されている。

メイコーでは従来技術として広く使用されている貫通基板のサーマルビアをより高性能化する技術として、スルホールの銅めっき厚を通常の 3 倍以上厚くする技術（メガスルホール™）を開発した。構造図を図 1 および図 2 に示す。メガスルホール™では一般的なスルホール同様に電流と熱の経路として機能し、かつ圧倒的な放熱性能を実現した。メガスルホール™は高性能なサーマルビアとして基板設計に組み込むことが可能であり、従来の基板設計と高い親和性を有することで、特別なデザインルールは不要である。また、既存の生産設備を活用して生産する事が可能であることから、量産性に優れた基板技術として期待できる。信頼性評価試験でも優れた結果を残しており、広く産業界で活用できる技術であることから、事例を交えて紹介を行う。



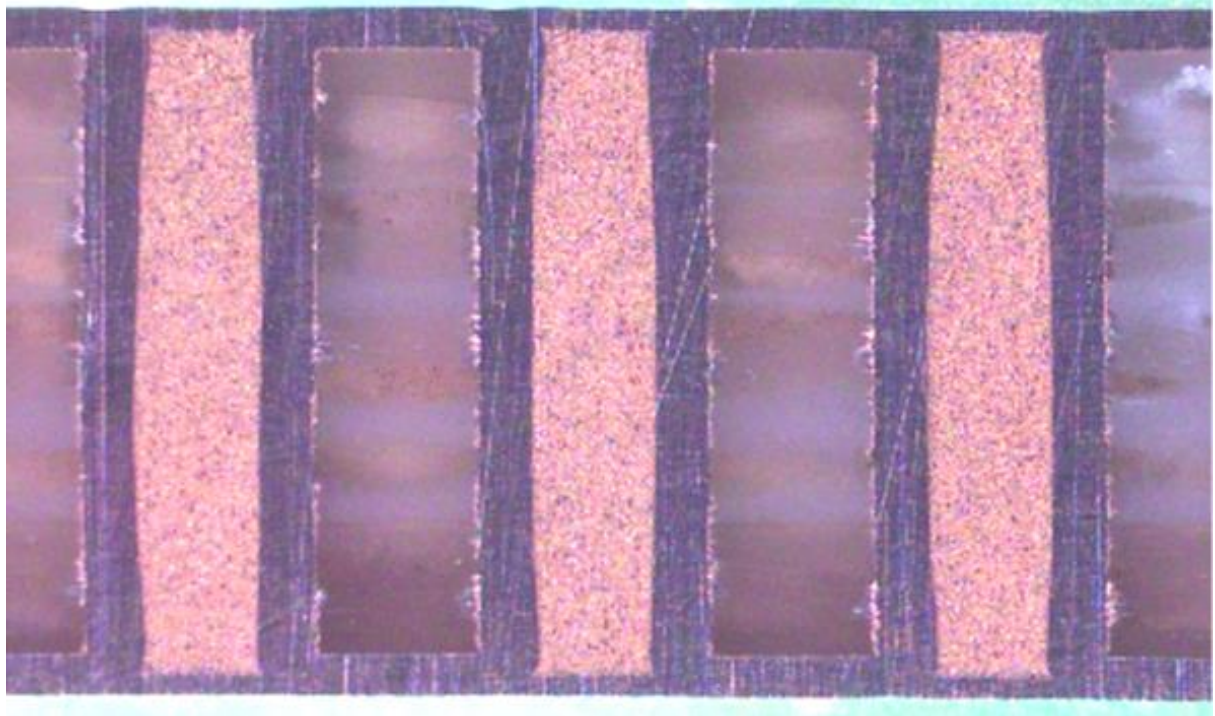


図 2

2層基板穴埋め蓋めつき仕様 断面図

2 特徴と仕様

(1) 特徴

①メガスルホールの特徴としてまず挙げられるのはスルホールに厚くつけた銅めっきである。一般的なスルホールが $20\mu\text{m}$ から $25\mu\text{m}$ 程度の銅めっき厚みであるのに対して、メガスルホールでは $90\mu\text{m}$ 以上の銅めっき厚みを確保している。このため、一般的なスルホールに比して 3 倍以上のスルホール銅膜厚の断面積を有する事で、効果的に熱を逃がすことが可能である。熱抵抗値の比較に関しては図3に示す。

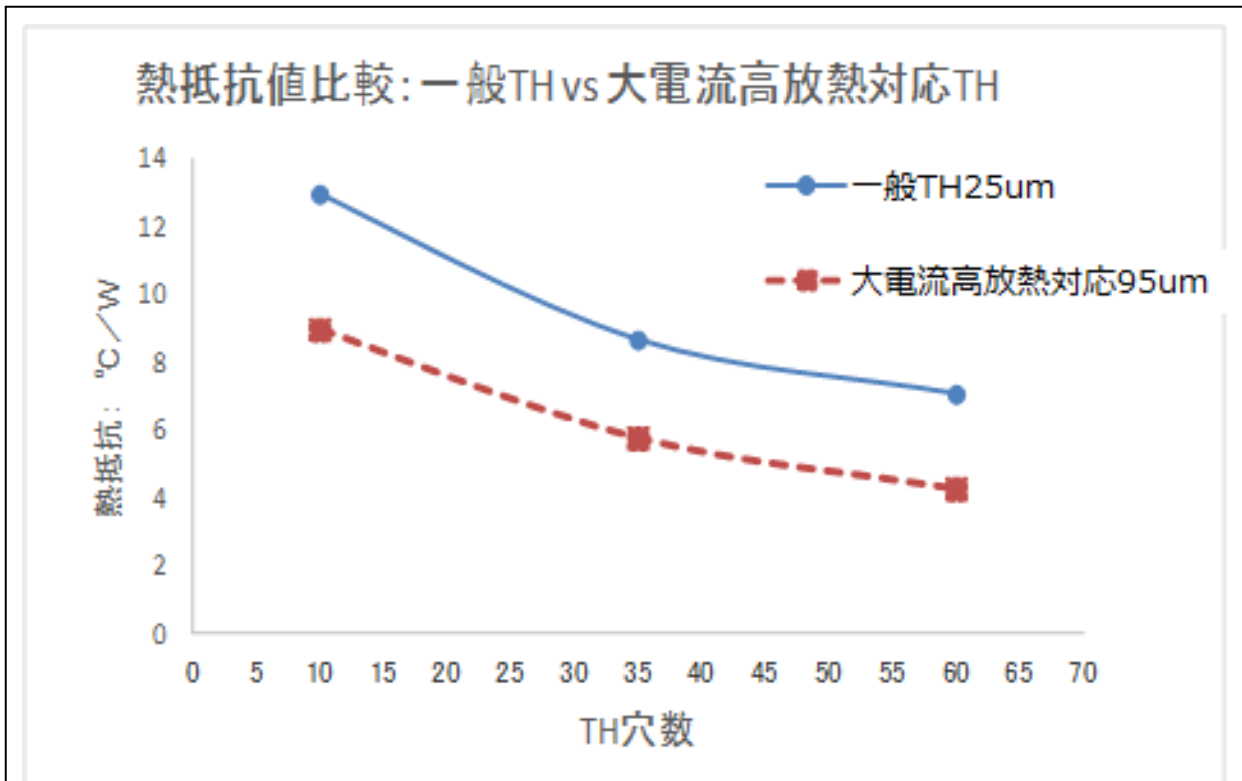


図3

熱抵抗値比較
(測定機器: Siemens 社 T3Ster)

②メガスルホールでは選択的に銅めっきを行う事が可能となっており、任意のスルホールのみ厚付け銅めっきを実施する事が可能である。すなわち、同一基板上のスルホールにおいて、2種類の銅めっき厚みを持たせることが可能である。

③表層のパターンについては一般的な厚銅回路をもつ基板では表層の銅厚みが厚くなってしまふ事から、ファインパターンの形成が困難になるという問題がある。メガスルホールにおいては、表層の銅めっき厚を厚くすることなく、任意のスルホールのみ銅めっき厚を付与するため、表層パターンは標準的な銅厚みとすることでファインパターンの形成が可能である。

④メガスルホールにおいては一般的なスルホールと同様に内層の銅回路への導通が銅めっきによって確保されており、内層銅回路への電流および熱の経路として利用する事が可能である。熱容量を上げるために内層に厚銅箔を使用する事例が昨今では増加しているが、メガスルホールと内層の厚銅箔回路を併用する事で、より効果的な電流および熱への対策が可能となる。

⑤瞬間的に大きな電流が流れる際に、一般的なスルホールでは抵抗によるパルスノイズが発生する事があるが、大電流を流せるメガスルホールを用いる事で、ノイズを抑制する事が可能である。

⑥銅ピンを使った銅インレイは工法的に1ピン毎に加工する事になるため、ピン数が増加する事で比例的に加工コストが上昇する事になる。一方でメガスルホールにおいては、加工コストは穴数は関係なしに一定の追加コストで加工が可能である。その為、大きな放熱性や大電流が要求される基板仕様においても、低コストでの対応が可能である。

⑦銅ピンを使った加工において、特にかしめ工法では銅ピンと銅ピンの間の間隙に制約があり、高密度に配置する事が困難である。それに対してメガスルホールでは、一般的なスルホールと同様であり、高密度化が可能である。

⑧銅ピンを使った基板では銅ピンの保持力を維持するために板厚の制約があるが、メガスルホールでは一般的なスルホールと同様である為、薄板対応が可能である。

⑨スルホール内への銅めっき膜形成プロセスは従来工法で対応が可能な為、初期投資の負担が抑えられる。

(2) 仕様

メガスルホールの仕様については、表1に記す。

項目	Specification
板厚	0.8 mm～1.6 mm
材料	FR-4、FR-4.1
層数	2層～10層
穴径(キリ)	ø0.4 mm、ø0.6 mm、ø0.8 mm
穴間隙	0.3 mm (穴壁－穴壁)
導体厚 (穴壁)	90µm 以上
導体厚 (内層)	35µm～210µm
電流許容値	1.2A (ø0.4 mm) 2.0A (ø0.6 mm) 3.0A (ø0.8 mm)
その他	樹脂穴埋め並びに蓋めっき対応
	アスペクト比：≥4

表 1

一般的なスルホールではø0.3に対して300mA、ø0.5に対して500mAの電流許容値が言われているが、メガスルホールではø0.4に対して1.2Aの電流許容値となる。

(3) 信頼性評価試験結果

メガスルホールは一般的なスルホール同様の信頼性を有している。図4に冷熱衝撃試験結果を示す。

冷熱衝撃試験 -65°C(30分)⇔+125°C(30分) 500サイクル

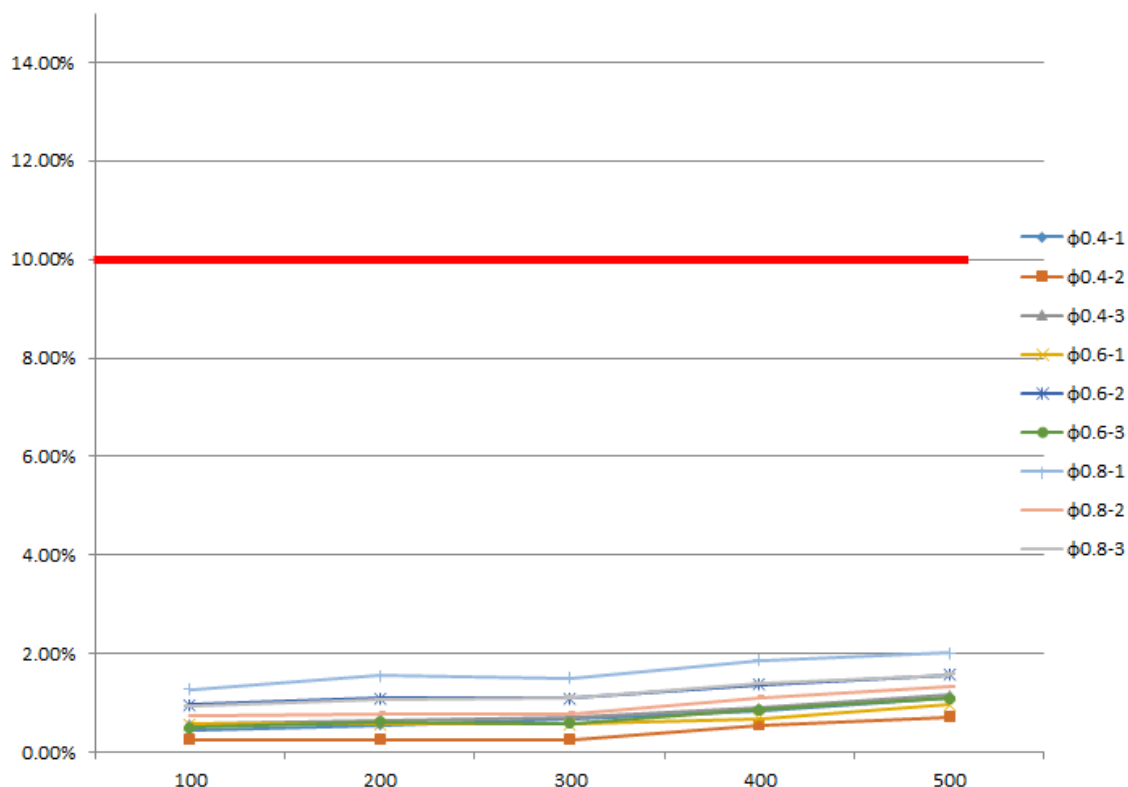


図 4

信頼性試験評価結果

導通抵抗変化率は 500 サイクル経過後も大きく増加しておらず問題なし。

CCL: Panasonic R-1755E、PP: Panasonic R-1650E

(4) 用途

大電流および高放熱が必要とされる基板に汎用的に適用することが可能である。より一層活用の進むパワー半導体が採用される用途として、EV などの車載用途や電源関係でのインバーター、コンバーターなどが挙げられる。また、従来は通常の制御基板と放熱用のメタルベース基板などを組み合わせていた電動パワステ (EPS) などの用途において、基板の一枚化が期待できる。

3. まとめ

メガスルホールは選択的に大電流および高熱量を導通するスルホールを形成する技術である。一般的に使われているスルホールを高性能化する事で、既存の基板構造やデザインルールを大きく変えることなく、大電流・高放熱を実現した基板を設計する事を可能とした。品質についても一般的なスルホール同等の信頼性を確保できている事が確認出来ている。2019 年からサンプル基板の出荷を開始しており、顧客による評価にて銅インレイとの比較検討の上で良好な結果を納めたため、小規模ながら 2020 年度後半での量産が決定した。メーカーでは 2020 年度中での量産ライン構築に向けた準備を始めており、産業界で広く活用される技術として期待したい。