

TGVガラスへのCu湿式めっき

江東電気株 高山 昌敏^{*1} Takayama Masatoshi
井上 浩徳^{*2} Inoue Kotoku

*1 デバイス本部表面処理デバイス 部長
*2 デバイス本部表面処理デバイス チーフ
〒332-0031 埼玉県川口市青木4-14-2 ☎048-255-5211

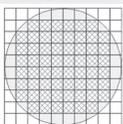
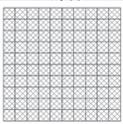
はじめに

スパッタによるドライプロセスシード層を必要とせず、通常のプリント配線板へのCuめっき膜形成と同様な湿式Cuめっき法を応用することで、ガラス表面平滑性を維持したまま、密着性に優れた実使用対応可能な金属皮膜形成方法を実用化した。

ガラス基板の特性と電子関連用途

ガラス基板は優れた耐熱性と耐薬品性、高い透明性と非常に滑らかな表面を有し、多くの工業製品に使用されており、シリコンと同等の熱膨張率を持ちながら、シリコンよりも優れた電気的特性も有する。シリコンウエハと比較して基材費が安く、基板の大面积化が容易で、生産性が高いパネルレベル実装に対応した角型パネル化も可能である。TGV(Through Glass Via)によるガラスイン

表1 シリコンとガラスの特性比較

	シリコン	ガラス
電気抵抗率(Ωmm)	2.5~0.5 k	~10 ¹⁵
誘電率	11.7	5.2
熱膨張率(ppm)	3	3~4
基板厚	200~700um	50~700um
サイズ	≦12 inch	パネル
個片取り数		

ターポーザの開発が行われている^{1)~7)}。ガラスの高い絶縁性、低い伝送挿入損失といった特徴から、5G対応のRF部品とアンテナ、オプトデバイスの基板としても優れた特性を持つ。

このように素晴らしい特性を有するガラス材料であるが、量産化への技術課題の一つとして、ガラスと密着性に優れた金属皮膜形成が難しいことが挙げられ、さまざまな検討がなされている^{8)~13)}。実装用インターポーザ材料について、ガラスとシリコンの特性比較を表1に示す。TGV基板の用途提案当初は、コストが高いSiインターポーザの低コスト代案対応用途が見受けられたが、TGVに関する技術的課題などから、超多ピンのSiインターポーザの用途よりも、ビア数が少ないガラスの特徴を活用した、用途展開が先に進んでいる。一部で、技術誇示として超多ピンTGVの発表などもあるが、その実現には、まだしばらく時間を要する。

具体的なガラスの特性を活用したTGV基板用途としては、RF用やMEMS電子部品、アンテナ、フォトニクス分野、医療用途が、すでに実用化段階ないしは一部実用化されている。とくに5G対応のRF用電子部品、MEMSスイッチ部品、アンテナは、ガラス素材の有効性を強く示している。RF用電子部品については、TGV活用3Dインダクタがある。米国Qualcomm社と第66回ECTC(Electronic Components & Technology Conference)2016実装学会にて、共同発表を行った3D構造RF IPD(Integrated Passive Device)デバイス

を図1に示す。Cu配線形成後のイメージであるが、TGV8穴を介してソレノイドを形成している。1つのデバイスに巻き数が異なるソレノイドを複数形成し、後工程で形成されるキャパシタの組合せにより、複数のLCフィルターを形成している。

また、アンテナについては、小型でありながら、変化の少ない寸法位置形状精度、吸湿の影響がないといった観点から、5G対応や高精度システム用途などについては、ガラスを使ったTGV基板が有機基板よりも圧倒的優位な立場にあり、すでに実用化領域にある。

さらに、フォトニクス分野では、アンテナと同様、寸法位置形状精度の確保、吸湿の影響低減に加えて、低熱伝導性による熱遮断性も、設計上重要なポイントになる。一部は熱をよく伝え、一部は熱を伝えない基板が必要になる。今後の多機能高性能カメラでは、基板がそらない、伸び縮みしないことがとても重要になる。とくに複数タイプの異なるセンサを実装し、その画像データを組み合わせ合わせて判定する方式では、現行セラミックパッケージでは限界が近づいている。

このように従来の樹脂基板やセラミックス基板にはない優れた特性を有するガラス基板が、今まさに注目されている。

ガラス上への金属皮膜形成法のタイプ

従来法としては、スパッタリングを始めとしたドライプロセスによる金属皮膜形成法が主流であるが、真空もしくは減圧下での処理が基本となり、両面膜形成対応では量産性に問題がある。加えて、アスペクト比の高いビアの内部側壁への均一な成膜には課題が多い。

そのため、量産性に優れ、TGVなどの狭小領域でも均一な成膜が可能で密着性に優れた湿式めっき法が注目されている。さらに、ガラスインターポーザ、RF部品、オプトデバイスなどへの適応を考えた場合、ガラス-金属界面の平滑性を保った状態で、密着性に優れ、10 μ m厚以上の銅皮膜形成が可能であることが求められている。

しかしながら、ガラスは難めっき素材であり、湿式めっき法ではこれらの要求を達成することは困難であった。従来、湿式法によるガラス上へ金

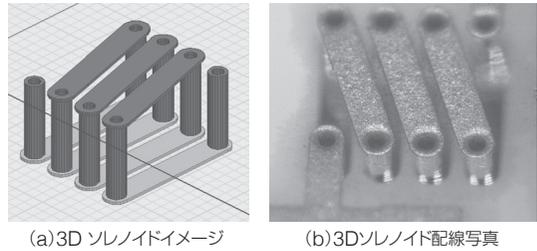


図1 3D RF IPD

属皮膜形成には、ガラス基材表面の粗化が必要なエッチング法が用いられてきたが、ガラス特有の平滑性、透明性を損ない、近年の高周波領域での電気特性が求められる用途には不向きである。

ガラス基材表面に1 μ m~数十 μ mオーダーの凹凸を形成した上に金属皮膜を形成することで、そのアンカー効果により密着性を得ている場合もある。フッ化物によるエッチング、ブラスト、レーザーなどの物理的手法が、採用されているが、ガラス表面平滑性を保持した金属皮膜形成が求められ、湿式法でのガラス上金属皮膜形成手法について、さまざまな方法が検討されている。

ガラス基材表面に形成した酸化物を密着層として、無電解めっき、もしくは電気めっきにより金属皮膜形成は可能である。ゾルゲル法や硝酸-亜硝酸反応法などの液相法によって、TiO₂、ZnOなどの酸化物膜を形成する手法は、ガラス基材の表面平滑性を損なうことなく、密着性を得ることができるが、工程の複雑さ安定性などで、まだ改良が必要と言われている。

ガラス基材表面への粗化処理を行うことなく、無電解めっき、もしくは電気めっきによる金属膜形成も試行されており、Ni-P、Cuなどの単層膜もしくは複数の金属皮膜を重ねた多層膜を成膜し、金属皮膜形成後に高圧力、高電圧印可、熱処理などの後処理と併用することで、より高い密着性を得る手法も報告されている。

無電解Ni-Pめっき皮膜をガラス上に形成し、テープ試験などの結果からも十分な密着力を有することは確認されているが、Cu膜の下地層としてNi-Pめっき膜を用いた場合、加熱もしくは経時的変化によるP偏析により、密着力が低下することが報告されている。高周波特性の観点やメディカル用途では、Ni材には懸念点がある。ステイン法