

先人の知恵を次世代に

特定非営利活動法人サーキットネットワーク(C-NET)では、次世代に伝えるべきプリント配線板と実装関連の内容をアーカイブにする。プリント配線板と実装業界で活躍された関係者へインタビューを実施し、銅張積層板やプリント配線板関係の黎明期の状況や失敗から学んだ教訓などを順次、掲載。

失敗事例から学ぶ

「スルーホールめっきの失敗事例と教訓」

大島 鎌三
(C-NET 理事)

失敗は成功の母

シリーズ 6

めっきの水洗水に起因した品質トラブル

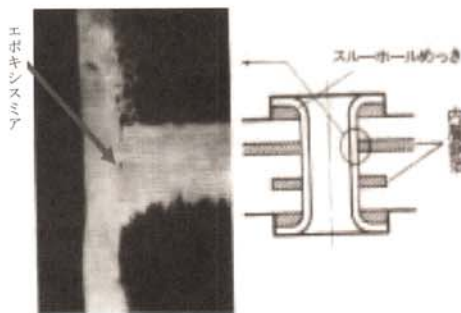
昭和46年(1971)頃の話である。T社の産業用プリント配線板・専門工場は多摩川に近い場所に作られた。多摩川の伏流水は水質が良く、ウイスキーやビールが造られるほどである。基板専門工場と言っても発足間もない頃は、各事業分門から集められた技術者と作業員はみな若く経験不足の方々が多かった。一週間の夏休みが終わった3日目のことでした。ソルダーレジスト工程のロット試験として作業員がテープ密着テストを行ったところ、ソルダーレジストが剥がれず配線パターンの銅めっき部分が積層板銅箔面から見事に剥がれていた。

そこで、各工程にある仕掛かり品の“銅めっき密着程度と工程ごとの加工記録”を調べたところ、夏休み後の初日午前中のめっきロットに銅めっき剥がれが集中していた。原因を調べて行くとメッキ前の水洗槽の内壁面が、「水垢でヌルヌルしていた」との報告があった。班長の指示で、2日以上以上の連休の場合には水洗槽の水を抜き、使用時には水洗槽の内壁を洗ってから使用するようと言われていたが、新人作業員は夏休み前からの水洗槽の水を交換せずそのまま作業に入っていた。たつぷりと水垢を含んだ水洗槽で加工基板を洗って？から銅めっきを施した訳である。今では昔話したが、経験不足の職場リーダーと新人作業員が組み合わせればあり得るケースだった。当時は、めっき工程の簡単な作業標準はあったが、設備のきめ細かい保守基準はなかった。

類似したトラブルもあって、水洗槽管理は作業標準に盛り込まれ、設備管理記録も実施された。一方でめっき品質のロット管理ときめ細かいトレーサビリティシステムも導入され、銅めっき剥がれは姿を消し昔話しとなった。

スルーホールめっきと内層接続部の密着不良(図1)が品質チェックのクロスセ

クションで確認された。



内層接続部とスルーホールめっきの密着不良

当初の多層プリント配線板は4層が多く、内層銅箔厚さは70 μ m仕様だった。70 μ mの内層銅箔は穴あけドリルの管理と内層パターンが電源とアース回路だったためか内層接続不良の発生は全くなかった。1973年(昭和48年)頃から、6層の多層プリント配線板受注が増え始めた。この内層銅箔の厚さは35 μ m、3層と4層は電源とアース回路、1・2層と5・6層は配線パターン幅0.3mmで、ランド径1.5mm/穴径0.8mmの仕様が多かった。

ワークボードの製品箇所から外れた部分に品質チェック用のトラベルテストピースを配置し、このトラベルテストピースを出荷前に抜き取りでクロスセクションし、スルーホール部の断面から「エポキシスミアの発生有無」や「ヒートショック後の内層接続部損傷(めっき密着レベル)」を観察し品質保証の一端としていた。

トラベルテストピースへのヒートショックはホットオイル浸漬作業において、オイル浸漬後の溶剤洗浄作業が煩雑なため、ルーチンの品質管理は簡易方式として260 $^{\circ}$ Cのはんだ槽に切り取ったトラベルテストピースを「5秒間フロート加熱 \rightarrow 空冷、これを5回反復」した後、スルーホール断面の顕微鏡観察をしていた。参考までに、この方法は銅めっきがはんだに食われる(拡散)ため、はんだめっき仕様の銅めっき厚測定には不向きである。

多層プリント配線板の量産化が進み始めた頃、はんだ槽によるヒートショック処理後の配線パターン層に於いて、内層接続部に銅めっき剥がれらしい現象がときどき確認され、技術陣による原因究明が開始された。260 $^{\circ}$ C 5回はんだ熱処理後の観察では「エポキシスミアと銅メッキ剥がれの判別」は難しい。同じワークボードから複数の試料を作ってはんだフロート処理前・後を比較するが、はんだめっき仕様ではフュージング処理が加わると、その症状判別は難しかったとの記憶がある。

エポキシスミアが内層接続部に発生したとき、穴径0.8mm位のケースであれば実体顕微鏡でスミア発生有無(穴あけ直後の観察で)を確認できた。しかし、銅めっき剥がれの

原因が、「水洗水の影響か、無電解めっきや電気めっきの前処理浴から影響か」の判定は難しく、建浴や水洗作業を「井水 \rightarrow 純水への切り替え」により対策を施した工程もあった。内層接続部の強度へ影響を及ぼす要因は、エポキシスミア付着を除くと、10数工程を要する無電解銅めっきと電気銅めっき工程と推察されるが、余りにも沢山の処理工程が存在する。なお、エポキシスミア除去と無電解・電気銅めっきに使用する複数の処理浴の影響を無視すれば、水洗工程の影響だけに絞られるがこれも仮定だけの話である。

多層プリント配線板の量産化は進むが、スポット的に発生する内層接続部の銅めっき密着不足の原因究明は進まず、「穴あけ工程のドリル摩耗管理」及び「エポキシスミアを化学的に除去する方向」並びに「銅めっき・キー工程への純水採用」へ対策を進め工程は安定した。しかしピンポイントの原因究明は不発に終わった。

工程が安定したとは、前述した出荷前の品質管理として行っていた「トラベルテストピース」を「260 $^{\circ}$ Cのはんだ槽に5秒間フロート加熱 \rightarrow 空冷、これを5回反復」した後のクロスセクションにおいて内層接続不良が無かったからである。申し添えておきますが、MILスペック(米国軍用規格)等のヒートショックテストには充分耐え、各種品質保証試験にはいつも合格でした。さらに多層プリント配線板の内層接続不良に起因する顧客クレームは20年間以上無かったことも申し添えておきます。

古き時代を振り返りみて、国内における多層プリント配線板製造は、接続の信頼性を損なう恐れのある加工工程について「最良の品質が保てるであろうと想定した加工工程を設定・管理・継続」し、高い信頼性の維持を計ってきたからと推測します。私たちは“品質は工程で作る”を合言葉の職場で育ってきましたが、この思いは「ものづくり日本の伝統」として次の世代も継続していただきたいと思っています。

失敗から得た教訓:

- ・作業の標準化と新人作業員への導入教育徹底。
作業の手順は、明確な決め事がなければ作業者が代わるたびに変わる。そのために作業を標準化し順守させることが大切です。とくに新人へは導入教育を実施し記録することが重要な要件となります。

- ・“品質は工程で作る”の意は、製造ラインにおいて“工程管理の徹底で品質をキープする”ことです。
プリント配線板の製造ラインは多くの工程から成り立っています。各工程で間違いなく処理を行うことにより良い品質はキープされるが、各工程には作業を支える付帯施設の管理項目が沢山あり、手を抜かないことです。
例えば、電気めっきであれば、めっき作業を正しく行うと共に、めっき槽を支えるめっき浴の組成分析・薬液補正、活性炭ろ過、電極の保守、めっき治具の保守などを決められた手順で確実に保全・管理する工程管理が大切な要件となります。良い品質は沢山の工程管理を標準化し、これをきちんと守って生まれるのです。