

## 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

### 「新材料採用の失敗事例と教訓」

大島 隼三  
(C-NET 理事)

失敗は成功の母

シリーズ 5

#### 電気抵抗値を持った黒色のマーキング

1978年(昭和53年)頃のことである。当時、T社の産業用プリント配線板の表面処理仕様は、はんだめっきスルーホールか銅めっきスルーホールでした。

産業用プリント配線板のマーキングの色は発注するセット事業部によって異なり、当時は緑色のソルダーレジスト上には白色か黄色のマーキングでした。ソルダーレジストの無いはんだめっき仕様には黒色のマーキングを指定するセット事業部もありました。その頃、企業ではVA(Value Analysis)・CD(Cost Down)活動とTQC(Total Quality Control)活動が盛んになり始めていました。

発注側の各事業部から発注量拡大をバックに毎年ごとCD要請があり、プリント配線板製造工場でも購入材料のCDの必要がありました。そのような折、基板材料を扱っていない塗料メーカーから単価の安いマーキングインクの売り込みがありました。その中に黒色マーキングインクがあり、導入試験をおこなったところ印刷性と密着性・耐久テストの結果が良好だったため、担当技術者の提案どおり、安価な黒色マーキングインクに変更されました。しばらくして、品質保証担当だった私のデスクにセット事業部・実装ラインから「絶縁性に問題があるらしい基板が実装試験で発生中」と電話がありました。早速、実装ラインへ伺うと同じ型番の実装基板10枚(全数)の同一回路間に絶縁不良が発生していました。従来のケースでは、絶縁不良基板が数枚なら汚れが原因かも知れないが、実装中の基板全数が特定回路間の絶縁不良はナゾめいた現象でした。

そこで実装をしていないプリント配線板の問題回路パターン間をチェックしたところ、僅かな絶縁不良が確認されまし

た。なんと黒いマーキング単体をテスターでチェックすると僅かながら電気抵抗がありました。同一基板内の回路パターンをまたがない他の黒いマーキング個体からも同じ電気抵抗値が確認されました。有り得ないことと思いつつ、実装ラインを緊急停止いただくと共に、直ちに原因解析調査を開始しました。

すでに社外顧客に納品されたものや実装ライン仕掛かり～完成品、さらには基板工場の工程仕掛かりまでを含めると約30型番・合計2,000枚が印刷され、その半数はセット事業部へ納品済みでした。実装前の1,500枚は全て破棄処分、実装ラインの仕掛かり基板の回路パターン間にまたがりそうな黒色マーキングの印刷箇所は1～2箇所/枚でした。

問題箇所は修正ナイフを用い物理的に黒色マーキングを除去できました。最大の課題は社外顧客に納品された稼働機器中の実装基板でした。

当時の産業用プリント配線板のパターン幅は0.4mm位で、目視でも良く見えました。黒色マーキングが回路パターン間をまたいだ(絶縁不良)のは印刷ずれがあった場合のみでしたが、実装後の最終試験を通った納品基板は回路間をまたいでいなくとも「印刷ずれ程度の確認」と共に「マーキング～回路パターン間の間隙部分を確認⇒間隙部を修正」する必要がありました。

幸い実装された機器が輸出対象品ではなかったため、約1ヶ月をかけた国内各地を保守サービスマンに同行し、施設の止まる夜間に実装基板を機器から取り出し外観検査⇒修正を行いました。この対策後は、黒色マーキングに起因するサイトクレームは一切なく安堵したが苦い思い出があります。

電気抵抗値を生んだ原因は、新しく採用された黒色マーキングへ顔料として添加したカーボンにありました。事後、あらためて“カーボンの種類と性質”を学習してみました。これを簡単に紹介すると、炭素材料にはダイヤモンド、鉛筆の芯や抵抗体に使われているグラファイト、サッカーボール状のフラーレン、筒状のカーボンナノチューブ、結晶性の低い非晶質などと種類が多く、ダイヤモンドは電気を通さないが、グラファイトなど大部分のカーボンは電気を通します。これは炭素原子の並び方によって電気の流れ易さ(電導度)が異なるからだそうです。

また、合成樹脂にグラファイトを練り込んだインクの電気抵抗値は、グラファイトの種類と添加量によって異なります。プリント配線板用インクの要求特性項目を知

らない塗料メーカーは、要求試験項目に電気特性試験を組込まず、一方において新規に採用した基板メーカーの若い技術者も“コストと使い勝手の良さ”だけで採用したことに問題があったのです。塗料ならすべて絶縁体との思い込みがありました。

当時、基板工場トップが半導体部門育ちだったため、米国の先端的QAシステム運用を経験していました。現在では国内ならどこの基板工場でも品質ISOの認証取得がなされ、組織的QAシステムを構築していますが、38年前の基板工場ではトップ主導のもと、“三権分立の品質認定システム”と“初物認定制度”の導入を初めて行なったのです。

三権分立とは、日本では司法府(最高裁)・立法府(国会)・行政府(内閣)が互いにチェックしあう体制を言いますが、モノづくりでは司法府(品質保証部)・立法府(技術部)・行政府(製造部)となります。具体的には安定な品質維持を図るため、新規な技術・材料・設備などの新規導入時に於いて、技術・品質・製造部門の三者が必ず集まって“検討⇒認定⇒実施(フォロー)”を行う新QAシステムを実施しました。

さらには社内取り決め以上の難易度を有するプリント配線板受注品には必ず「初物基板認定規定」を適用し、加工工程ごとの品質記録を記入(半製品と一緒にトラベルする作業伝票へ)し、出荷前には特別な品質チェックを行い、問題有り時は必ずアクション⇒フォローする取り決めであった。以上の対策は「品質認定制度」の名称で標準化され、改善されながら現在も継承されています。

小さな企業では、職場トップ主導のもとスピード重視のあまり、つい独断即決がちです。材料と設備の新規導入・工程変更などについては、立場の異なるメンバー(品質・技術・製造)が集まって検討し意見を交わし合い、必ず認定を確認の上で実施する。同様に難易度の高い受注品には「仕様の事前検討⇒加工⇒検査⇒結果確認⇒出荷」(初物認定制度)を適用すれば、失敗ケースは格段と少なくなり、同時に担当者も経験を積み育つものです。

#### 失敗から得た教訓：

・製造ラインへ新しいものを安易に採用すると、思わぬトラブルを招く。新規にまたは改善された設備・材料・方法を導入するときには、立場の異なる部門が参加しそれぞれの立場から検討を行いチェックすると、問題点が見え、採用時のトラブルを最小限に止められる。(三人寄れば文殊の知恵)

・製造ラインへインポートするものは、段階を追って確認しながら採用する。新規にまたは改善された設備・材料・方法を導入するときには、認定の前に ①少量テスト⇒評価 ②本番開始⇒評価 の手順を経ることが基本である。