

# VOC 対応コンフォーマルコーティング材料を局所的に薄膜塗布出来る自動塗布バルブ

## New selective conformal coating method & valve to printed circuit board for VOC

2014年第28回エレクトロニクス実装学会講演資料

島田隆治 島田陽治

開発製造部

Shimada Appli 合同会社

### 1. コンフォーマルコーティングの課題

湿気や埃を嫌う実装回路基板には、防湿絶縁材料の被覆は信頼性を維持するためには必須であり、特に最近の実装回路基板は、ハンダ表面に発生するウィスパー防止にも防湿絶縁材料の被覆が効果的のため、防湿絶縁材料による被覆の採用が注目されている。この実装された電子基板面に防湿絶縁材を薄く均一に塗布することはコンフォーマルコーティング (Conformal Coating) と呼ばれプリント基板製造業界にすでに普及されている。その被覆に用いられる防湿絶縁材料には、合成樹脂に芳香族系溶剤やケトン系溶剤を半分以上含有した溶剤系防湿絶縁材料が使用されている。それらは従来技術である浸漬法や、刷毛塗り法及びスプレー法によるものが一般的であるが、すでに 20 年前から「エアレススプレイによるフィルムコーティング方法」を使用して、塗布したい箇所への選択塗布が可能なフィルムコーティング方法が、すでにコンフォーマルコーティングで広く採用されているのが現状である。

写真1. コンフォーマルコーティング

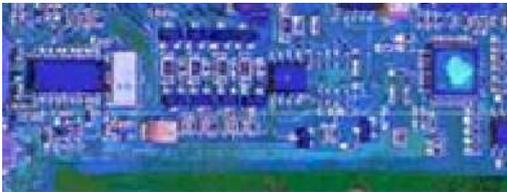
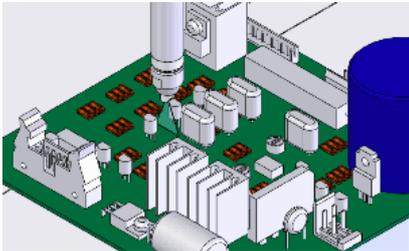


写真2. フィルムコーティング工法



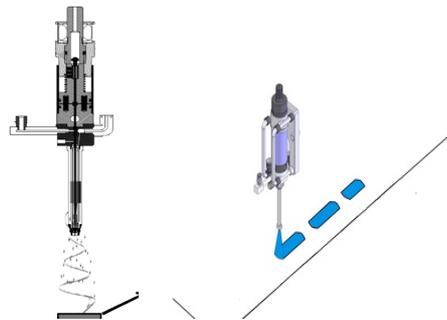
しかし昨今の VOC (volatile organic compounds) 規制による溶剤使用を削減する傾向に際し、脱溶剤系のコンフォーマルコーティング材料である無溶剤系材料の中高粘度防湿絶縁材料の使用や、水性型防湿絶縁材料も開発され販売もされていますが、思ったように使用されていないのがコンフォーマルコーティング市場の現状である。その原因としては、無溶剤系防湿絶縁材料が、粘度が 200 センチポイズ以上という中高粘度のため、上記の従来技術やフィルムコーティング法では見切りの良いパターン形成がされないことや、他スプレー

工法を用いても発泡の問題、乾燥時間が長くなる、塗布された成膜が 100 ミクロン以上になるという必要以上の塗布膜厚を形成する等、品質、生産性、コスト面での諸問題があるためそれ程進展してない。また水性型防湿絶縁材料においても、材料の吐出後に、吐出時の泡の巻き込み発生や、回路基板中にある凹部での液たまり等の未乾燥の問題や、液粒子飛散の発生での飛散問題、均一膜が得られない欠点等で、なかなか広範囲に水性防湿絶縁材料も採用されていない。

### 2. VOC 対応型防湿絶縁材塗布の新方式について

今回弊社開発製造部が、それらの件を鋭意検討した結果、シリコーン等の無溶剤型コンフォーマルコーティング材料や、水性エマルジョン型コンフォーマルコーティング材料を、星形状エアークャップと特殊エクステンションを有する今回開発した低吐出量用噴射バルブ (呼称: FSCC06 セレクティブスプレーコーター) を用いて塗布することで、塗膜欠陥となる発泡やたまり等生ずることなしに均一塗布面を形成することが出来、しかも見切りの良い選択的な塗工が可能となりことを開発した。

図1. 今回開発した低吐出量用噴射バルブ



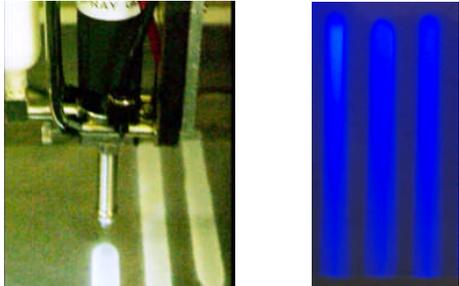
本塗工方式は、従来の塗工技術の問題点に鑑みてなされたもので、実装回路基板の防湿を必要とする部位又は表面に、無溶剤型及び水性型コンフォーマルコーティング材料を、塗布ムラなく、液の飛散もなく、条件次第でマスキングもすることなしで選択的な塗布が出来る。また塗布付着効率は、フィルム塗布工法に匹敵するほど低下することなく、しかも溶剤系コンフォーマルコーティング材料を塗布すると同様の乾燥時間も得られ、均一に薄膜形成できるコンフォーマルコーティングの製造方法を提供することを可能とした。

### 3. 新方式による具体的手段

前述した幾つかの課題解決のために、粘度 20 ~ 600 セ

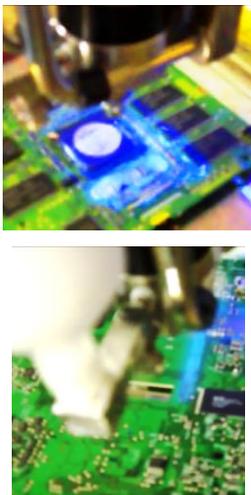
ンチボイズの無溶剤型又は水性エマルジョン型の VOC タイプコンフォーマルコーティング材料を、星形状エアークャップと特殊エクステンションを有する今回開発した低吐出量用噴射バルブで、連続動作での吐出だけでなく、断続吐出方式のパルス吐出塗布との併用動作によって実装回路基板に所定の箇所へ100ミクロン以下の薄い膜厚で選択塗布することが可能となった。

写真3. 開発塗布バルブでのストライブ塗布



開発した低吐出量用噴射バルブの吐出ノズル口径は直径0.1~0.5mmのノズルで、極微細に霧化させて、見切りが鮮明な薄い塗布パターンを形成するために、霧化用15度から25度の角度で、傾斜集束する構造を有するスクリー延伸部及び星形状エアークャップと、先端角度が5°~20°を有したニードル体を有する鋭角な角度と極細小径を有する小径ノズルを有し、霧化用エクステンションアダプターの流路により発生する霧化が、空中滞留時間が従来より高い微粒化の促進と、指向性ある霧化旋回流を形成し、液粒は凹凸のある被塗物に過度な跳ね返りなく付着して、見切り塗布に好適となった。それは液粒子の微粒化と液粒子の飛散を抑え、またノズル先端に防湿絶縁材料が付着して液体粒子の固化によるノズルつまり防止にも好適であるため、安定した塗布が実現した。結果として50~1000センチボイズの粘度の液体材料を、幾つかの塗布条件の変更で飛散のない50ミクロン以下の緻密な成膜を形成して選択的塗布が前記の自動塗布バルブ及びその付属システムにより可能となった。(特許申請済)

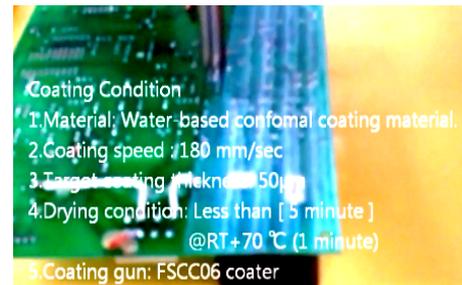
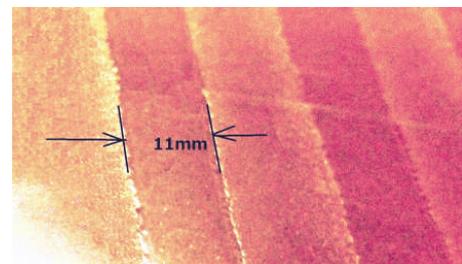
写真4. 水性防湿絶縁剤を実装基板への塗布例



#### 4. 新方式による具体的な塗布結果

VOC タイプコンフォーマルコーティング材料は、一般的な塗布スプレー工法等では水性の特徴である表面張力により泡が生じやすく、微粒化促進による液の飛散も生じた乾燥が遅いために液タレ、液たまりも生じて、塗布されたコーティング層が一様でなく、選択的な塗布は不可能でした。これに対して前記自動塗布バルブによる塗布方式は、星形状エアークャップと特殊エクステンションの液滴旋回運動で70ミクロン以下の均一液微粒子を形成させ、塗膜に要する必要な液滴量だけを、12mm以下の塗布パターン幅を形成して、実装回路基板面から7mm~50mm高さより連続又は断続パルスのコーティングすることで、液粒は適正な粘度アップを形成して、塗膜の液垂れなく均一に成膜した。

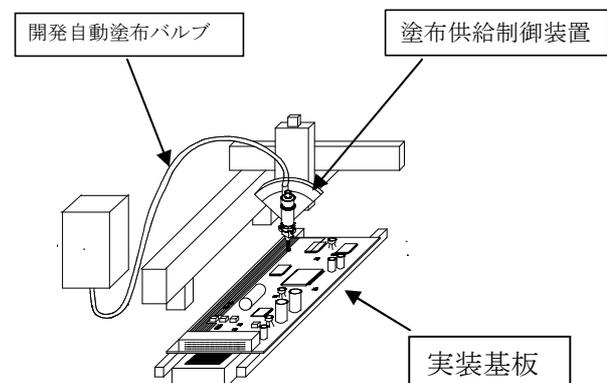
写真5. 水性コンフォーマルコーティング材料の1パターン幅とエアコート



(WF-100水性防湿絶縁剤、500CPS、NV50%)

自動塗布する際に必要とするマニプレーターは、一般的な動作速度400mm/sec以下のXYZの3軸型マニプレーターを使用した。動作エリアは、防爆対策不要のため安全衛生面で大幅コストダウンの可能にもなる。

図2. 自動塗布装置の例



上記のように構成されたスクリー溝を有するエクステンションとエアキャップを有した塗布バルブの液体スプレーによる得た霧化パターンとの1ストローク連続動作の塗布結果を下記に説明する。

室温：21℃～23℃、湿度36%～50%

＜使用した絶縁剤＞水性防湿絶縁剤材料（第一工業製薬（株）製）粘度：700センチポイズにて固形分50重量%の材料。

比重：1、

＜使用した塗布バルブ＞F SCC06 セレクティブスプレーコーター。

＜吐出ヘッドと被塗物間の仕様＞

写真5に示されるように、実装回路基板の代わりにフラット面上に塗膜状態確認、膜厚測定にOHPシートを乗せ測定。

＜塗布動作仕様＞X方向ストローク：160mm、X方向相対速度：80mm/秒、塗布ヘッド角度：90°（垂直）

塗布ヘッドと被塗物間距離：20mm、30mm、40mm、50mm。

＜低吐出量液体材料噴射バルブのスプレー条件仕様＞

霧化エア圧力0.35Mpa

マイクロジャスト量2mmのストローク開度

スプレー動作中の霧化エアON時間15ms 液吐出開始より先に動作させ、ストローク終了時手前で液吐出OFFを15ms早く終了させる動作。

以上の条件で連続スプレー塗布も実施した。基板面上に乗せたOHPシートには、常温状態のままと予め加温して、シート表面温度を50℃～55℃として測定した。結果を表1に示す。

写真6. 水性材料での塗布パターンとノズル距離の関係例

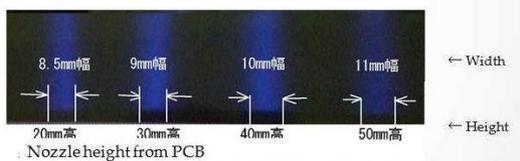


表1.

共通条件:

室温22℃湿度50%、連続塗布、霧化エア圧力0.35Mpa、  
マイクロジャスト量2mmのストローク開度、相対速度:140mm/秒

	実施例1-1	実施例1-2	実施例1-3	実施例1-4
防湿絶縁剤材料の実測粘度 CPS/固形分%	500/45	500/45	500/45	500/45
塗布ヘッドと基板間距離 mm	20	30	40	50
有効塗布幅 mm	10~11	10~12	11~13	13~14
室温保持での 塗布後指触乾燥時間 分	6~9	6~9	5~8	4~6
塗布中被塗物加温、塗 布後常温保持指触乾 燥時間 分	3~5	2~5	2~4	2~3
乾燥後膜厚 μm	24~25	21~23	19~22	17~20
乾燥膜状態(泡の有無)	無	無	無	無
塗布幅端部から飛散距離 mm	2	2	3	4

### 5. 今回発明した自動塗布バルブの特 徴

開発した塗布バルブを使用して中高粘度材料を塗布した結果、下記のような効果が得られた。

- ・ 無駄な材料を浪費することなく VOC 型コンフォーマルコ

ーティング材料の使用効率の大幅改善と、見切りの良いパターンで限定塗布が可能で、高微粒化により乾燥時間も50%以下の大幅短縮が実現した。

- ・ 容易に分解組立が出来るので、接液部のメンテナンス等が容易でスムーズであった。従来より80%削減。

- ・ 新たなノズル構造により VOC 型コンフォーマルコーティング材料の空気によるゲル化を防ぎ吐出安定性が図れた。

- ・ 1g/min の微量からニードルのアジャスト開度にて塗布量調整が可能となった。

- ・ 塗布エリアは直径8mm 程度の小エリアから大型基板や連続ロールのような被塗物でも塗布が可能となった。（塗布ガン動作装置併用にて）

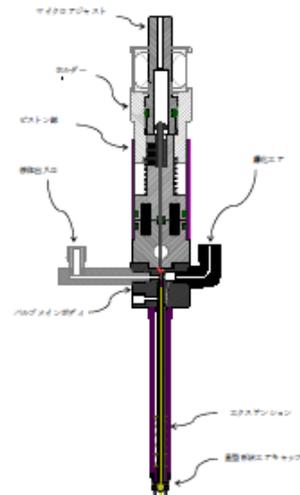
- ・ 液体供給方法も塗布要求条件に応じて各種選定が可能となった。（シリンジ供給、圧送タンク、循環ポンプ等）

- ・ 水性エマルジョン材料の弱点である乾燥速度をより大幅に促進した。

写真7. 開発した塗布バルブとノズル先端部



図3. 塗布バルブ断面図



## 6.環境への配慮

塗着効率が高いのでCO<sub>2</sub>発生の溶剤使用量の削減や、微粒化が悪いと言われる水性エマルジョンの液体もスプレーが可能で、低公害のVOC対策用液体材料の薄膜スプレー塗布が可能となり危険物となる有機溶剤の大幅削減が可能となる。また塗布効率が100%近く高いので吐出量が少なくすみ、コーティングワークセル内部の臭気対策のための排気量も削減し、消防対策の必要がないメリットが生まれる。低吐出量の実現で、塗布ロボットによる塗布速度を従来より20%以上遅くすることが出来、コスト削減、騒音等の生産環境の改善につながる。

## 7.本装置及び工法の優位性、新規性

現在、有機溶剤を半分以上含有の溶剤系コンフォーマルコーティング材料が多くの実装基板メーカーで使用され、浸漬、刷毛塗り、スプレー及び選択塗布可能なフィルム塗布方法等が利用されているが、VOC型の水性材料や高粘度無溶剤系材料等は、発泡や液飛散、必要以上の厚膜になり、乾燥が遅い等の問題があった。VOC型材料を環境改善と、基板品質性能アップのために、薄膜で塗布禁止部に飛散無く選択的に自動塗布し速乾のニーズは、市場潜在ニーズである。今回の発明は、塗布必要部位に、VOC型防湿材料を塗布ムラ、液飛散なくマスク無しで選択コーティングが可能で乾燥時間も大幅に短縮する。

## 8.その他の応用例

マスキングを使用しないで帯状に塗装することも可能となるため、コンフォーマルコーティングだけでなく中高粘度の接着剤や、水性塗料を使用している外壁材などで見られる格子状の意匠塗装、缶のストライプ状の色分け塗装等に適用でき、下記のように広範囲の産業分野で応用可能となる。

- (1)水性エマルジョン型接着剤や各種機能性材料のストライプコーティング
- (2)シランカップリング材料等のナノオーダーの薄膜セレクトタイプコーティング
- (3)小型部品等への部分コーティング。等

## 9.本装置及び工法の優位性、新規性

現在、有機溶剤を半分以上含有の溶剤系コンフォーマルコーティング材料が多くの実装基板メーカーで使用され、浸漬、刷毛塗り、スプレー及び選択塗布可能なフィルム塗布方法等が利用されているが、VOC型の水性材料や高粘度無溶剤系材料等は、発泡や液飛散、必要以上の厚膜になり、乾燥が遅い等の問題があった。VOC型材料を環境改善と、基板品質性能アップのために、薄膜で塗布禁止部に飛散無く選択的に自動塗布し速乾のニーズは、市場潜在ニーズである。今回の発明は、塗布必要部位に、VOC型防湿材料を塗布ムラ、液飛散なくマスク無しで選択コーティングが可能で乾燥時間も大幅に短縮する。

## 10.Shimada Appli 合同会社とは？

Shimada Appli 合同会社は、2011年に起業したベンチャ

ー企業で、40余年の塗布乾燥技術の経験を基に、次世代向け表面処理技術を探求すべく会社を設立。今年2期目で、コア技術としての低吐出用精密スプレーガンを、半導体、MEMS、PCB関連業界、電池関連業界、バイオ食品業界等に販売している。

写真8. 塗布バルブの応用例 マスクレス塗布



2色ドラム缶



食品部分塗布



建材模様塗装



デバイスへの局所薄膜塗布

講演者名	エレクトロニクス実装学会 会員 島田隆治
所属先	Shimada Appli 合同会社 代表社員
住所	埼玉県川口市上青木 3-12-18 SAITEC660
電話	048-269-7703
FAX	048-875-2811
E-Mail	tshimada@shimadaappli.com