優れたはんだ付け性と接点特性を兼備した プリント配線板の製造

—無電解 Pd-P 合金めっきプロセスの適用—

古田 博文*, 吉川 翔子*, 城戸 靖彦*, 縄舟 秀美**

Production of PWBs Possessing Both Superior Solderability and Contact Characteristics —Application of an Electroless Pd-P Alloy Plating Process—

Hirofumi FURUTA *, Shouko YOSHIKAWA *, Yasuhiko KIDO * and Hidemi NAWAFUNE **

* シライ電子工業株式会社技術本部 (〒520-23 滋賀県野洲郡野洲町南桜西田井1477-8)

** 甲南大学理学部 (〒658 兵庫県神戸市東灘区岡本8-9-1)

* Shirai Electronics Industrial Co., Ltd. (1477-8 Nishitai Minamizakura, Yasu-cho, Yasu-gun, Shiga 520-23)

** Faculty of Science, Konan University (9-1 Okamoto 8-chome, Higashinada-ku, Kobe-shi, Hyogo 658)

概要 無電解 Pd-P 合金めっきプロセスにより表面処理したプリント配線板について、はんだ付け性および接点特性を検討した。無電解 Pd-P 合金めっきプロセスにより表面処理したプリント配線板は、優れたはんだ付け性および接点特性を兼備し、部品固定強度も大きい。本プロセスは、現行の無電解ニッケルめっき、置換金めっきプロセスと同等以上の特性を有していることがわかった。

Abstract

Solderability and contact characteristic of printed wiring board treated with the electroless Pd-P alloy plating process were investigated. The printed wiring board treated with this process was possessing superior solderability, fixing strength of component mounting parts and contact characteristic. It was found that the process has more solderability and contact characteristic than the now in use of electroless Ni plating and of displacement Au plating process.

1. はじめに

表面実装技術 (SMT) の普及により、PWB 両面への電子部品の高密度実装が可能になった。このような両面実装方式の PWB では、リフローソルダリングや接着剤の硬化のために複数回の熱的履歴が加わる。このため、PWB の導体回路を形成する銅が酸化し、電子部品のはんだ接合不良を引き起こす。これを防止するためには、銅回路表面にプリフラックスを塗布し防錆するプリフラックス法、PWB を溶融はんだに浸せきし、はんだ層を形成するソルダコート法が採用されている。しかしながら、プリフラックス法では、リフローソルダリングなどの複数回の熱的履歴により保護膜としての機能が損なわれ、はんだ付け性の劣化、はんだ付け後の洗浄性が悪くなる

などの欠点がある。一方、ソルダコート法では、はんだ膜厚のばらつきが大きいと、実装部品の装着安定性が悪く、回路ピッチが狭い場合にははんだブリッジを生じやすく、PWB にそりやねじれを生じやすいなどの欠点がある。

カメラ一体型 VTR、携帯用テレビなどのポータブルリビング機器は、製品の高機能化を図りながらコンパクト化される傾向が強く、かつ大量生産が前提となる。この分野における部品実装技術の主流は SMT であり、併せて相互接続を目的とした接点機能が PWB に求められる。このような PWB の製造においては、配線パターンおよびランドピッチの微細化、複数回のリフローソルダリング、実装基板の無洗浄化などの観点から、無電解 Ni めっき—無電解 Au めっきを組み合わせた表面処理方法が適用され

るようになってきた。現在、この目的に使用されている無電解 Au めっきは置換析出タイプのものが主流であり、複数回の熱履歴によって下地金属の表面拡散および酸化により、はんだ付け性および接触抵抗が劣化する傾向がある。

本研究では、無電解 Pd-P 合金めっきプロセスにより表面処理した PWB について、湿度試験、加熱試験後のはんだ付け性および接触抵抗を測定した。また、QFP (Quad Flat Package) などの実装部品の実装状態、実装部品はく離強度およびコネクタ挿抜性について検討し、実用面からの評価をした。

2. 実験方法

無電解 Pd-P 合金めっきの標準めっき条件を表 1 に示した²⁾。検討した無電解 Pd-P 合金めっきの厚さは 0.05、0.1 および 0.3 μm であるが、特性評価において 0.1 と 0.3 μm とではほとんどの場合に有意差が認められなかった。本報の特性評価では、無電解 Pd-P 合金めっき厚さ 0.1 μm におけるデータを示した。また、各種特性の評価において、無電解 Ni-P 合金めっき (厚さ 3 μm) 後に置換 Au めっき (厚さ 0.05 μm) を行った試料を比較対象とした。

2.1 はんだ付け性および接触抵抗

はんだ付け性および接触抵抗の測定には、厚さ 25~30 μm のパネル銅めっきを行った両面銅張積層板 (FR-4、板厚 0.6mm) を 25×25mm に切断後、無電解 Pd-P 合金めっきを行ったものを試験片として使用した。このように調製した試験片について、湿度試験 (温度 60°C、相対湿度 90%) および加熱試験 (温度 230、250°C、大気雰囲気) に伴うはんだ付け性および接触抵抗の経時変化を測定した。

はんだ付け性はメニスコグラフ法により評価した。

ポストフラックスにはタムラ化研製 CRF-5V (塩化物含有量 0.08wt%) を使用し、はんだ温度 230°C、浸せき時間 10s、浸せき速度 25mm/s、浸せき深さ 8mm の条件下でゼロクロスタイムを測定した。

接触抵抗は四端子法により、リード線、コネクタなどの固有抵抗を除外し、接触荷重 20、50 g における電気抵抗値を測定した。

2.2 部品実装状態および実装部品はく離強度
部品実装状態は、配線パターン、ソルダレジストパターンを形成後、無電解 Pd-P 合金めっきを行った PWB (図 1a) に、QFP などの表面実装部品をリフローソルダリングで接合し (図 1b)、パットおよび部品リードのはんだ接合状態を SEM により観察した。

実装部品のはく離強度は、実装後の PWB を所定回数の温度サイクル試験 (-55°C、15min→85°C、15min) 後、QFP の継ぎ手部 (はんだめっき仕上げ、継ぎ手

(a) Before mount

(b) After mount

Fig. 1 Printed wiring board treated with electroless Pd-P alloy plating process.

Table 1 Standard plating condition of electroless Pd-P alloy plating.

PdCl ₂	0.01mol/L
Ethylenediamine	0.08mol/L
Thiodiglycolic acid	30mg/L
NaH ₂ PO ₂ · H ₂ O	0.06mol/L
pH	6-8
Bath temperature	50°C
Deposition rate	1 $\mu\text{m}/\text{h}$

Fig. 2 Schematic diagram of peel strength measurement.

長さ0.50mm, リード幅0.25mm)を図2に示した方法で引張試験を行い, 90°はく離強度を測定した。

2.3 コネクタ挿抜性

無電解 Pd-P 合金めっきを施した PWB の端子部に, カードコネクタ (Ni 2 μ m+Au0.3 μ m仕上げ) を装着し, 装着初期および所定回数の挿抜を繰り返した後の, PWB とコネクタ間の電気抵抗値を四端子法により測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 はんだ付け性および接触抵抗

湿度試験に伴うはんだ付け性の変化を図3に示した。無電解 Pd-P 合金めっきを施した試料では, 湿度

Fig. 3 Changes in solderability with humidity cabinet testing. (60°C, relative humidity 90%)

試験に伴い若干の増減を繰り返しながら, 徐々にゼロクロスタイムが増大する傾向が認められた。しかし, 1000時間の湿度試験後においても初期値に対する増大度は1.1倍程度であり, はんだレベラやプリフラックス処理と比較しても, はんだ付け性の劣化の度合いはきわめて小さい。一方, 無電解 Ni-P 合金めっき後に置換 Au めっきを施した試料では, ゼロクロスタイムの初期値が若干大きく, 24時間の湿度試験後から急激に増大し, 湿度試験に伴うはんだ付け性の急激な劣化が認められた。

加熱試験に伴うはんだ付け性の変化を表2に示した。230°C, 10minおよび30minの加熱試験では, 無電解 Pd-P 合金めっきを施した試料および無電解 Ni-P 合金めっき後に置換 Au めっきを施した試料ともに, ゼロクロスタイムは3s程度であり, 加熱時間に伴うはんだ付け性の劣化はほとんど認められなかった。しかし, 250°C, 30minの加熱試験においては, 無電解 Pd-P 合金めっきを施した試料ではゼロクロスタイムの増大が認められた。これは, Niバリア層の有無に関係し, 厚さ3 μ mの無電解 Ni-P 合金めっきを下地めっきとし, これに無電解 Pd-P 合金めっきを施した試料では, いずれの加熱条件においてもゼロクロスタイムが低下した。

湿度試験に伴う接触抵抗の変化を図4に示した。無電解 Pd-P 合金めっきを施した試料は, 無電解 Ni-P 合金めっき後に置換 Au めっきを施した試料と比較して接触抵抗が小さく, 湿度試験に伴う劣化がほとんど認められなかった。荷重20gの場合にも, 400hの湿度試験後において, 接触抵抗値は1m Ω 以下であり, 優れた接点特性を示した。一方, 無電解 Ni-P 合金めっき後に置換 Au めっきを施した試料では, 湿度試験に伴う接触抵抗の急激な増大が認めら

Table 2 Changes in solderability with heat testing.

Heating temp.	230°C		250°C	
Heating time	10min	30min	10min	30min
Electroless Ni-P Displacement Au	2.5	2.5	2.8	3.0
Electroless Pd-P	2.8	2.9	2.3	3.7
Electroless Ni-P	1.6	1.3	1.8	1.7
Electroless Pd-P				

Numerical value : Zero cross time (s)

Fig. 4 Changes in contact resistance with humidity cabinet testing.

れた。

3.2 部品実装状態および実装部品はく離強度

部品実装後のパットおよび実装部品リードのはんだぬれ状態を図5に示した。これは、無電解Pd-P合金めっきおよび無電解Ni-P合金めっき後に置換Auめっきを施したPWBのQFP実装部に、0.5mmピッチでクリームはんだを印刷し、QFPをPWB両面にリフローソルダリングをしたものである。いずれの場合にも、良好なはんだフィレットを形成しており、はんだぬれ状態にも差異が認められなかった。また、図6に示したチップ部品の場合にも、PWB両面ともにはんだぬれ状態は良好であり、高密度両面実装に十分対応できることがわかった。

温度サイクル試験に伴う実装部品はく離強度の変化を図7に示した。温度サイクル試験前のはく離強度は、無電解Pd-P合金めっきおよび無電解Ni-P合金めっき後に置換Auめっきを施した試料ともに約3.6kgf/0.25mmの値を示したが、温度サイクル試験に伴い、無電解Ni-P合金めっき後に置換Auめっきを施した試料では、はく離強度が若干低下する傾向が認められた。しかし、無電解Pd-P合金めっきを施した試料では、温度サイクル試験に伴うはく離強度の劣化が認められず、実装部品のはく離強度に関しても問題のないことがわかった。

Electroless Pd-P

Electroless Ni-P
Displacement Au

Fig. 5 Solder fillet for leaded joints.

3.3 コネクタ挿抜性

カードコネクタに、無電解Pd-P合金めっきおよび無電解Ni-P合金めっき後に置換Auめっきを施したPWBを繰り返し挿抜した場合の、接触抵抗の変化を図8に示した。無電解Ni-P合金めっき後に置換Auめっきを施したPWBの場合には、挿抜に伴い接触抵抗が増大する傾向が認められた。しかし、無電解Pd-P合金めっきを施したPWBの場合には、挿抜に伴う接触抵抗の劣化が認められなかった。また、20回の挿抜後にも表面状態の変化が認められなかったことから、接点特性にも問題のないことがわかった。

4. まとめ

無電解Pd-P合金めっきプロセスにより表面処理したPWBについて、湿度試験、加熱試験後のはんだ

付け性、接触抵抗の評価および QFP などの実装部品の実装状態、実装部品はく離強度、コネクタ挿抜性などの実用性に関する評価をした結果をまとめて表

3 に示した。
無電解 Pd-P 合金めっきプロセスにより表面処理した PWB は、優れたはんだ付け性および接点特性

Electroless Pd-P

Electroless Ni-P
Displacement Au

Fig. 6 Solder fillet for leadless joints.

Fig. 7 Changes in peel strength of leaded joints with thermal cycling test.
(85°C, 15min ⇄ -55°C, 15min)

Fig. 8 Changes in contact resistance with the number of mating and unmating cycles.

Table 3 Performance summary and acceptability.

Surface treatment	Electroless Ni-P (3~5μm) Displacement Au (0.05μm)	Electroless Pd-P (0.10μm)	Electroless Pd-P (0.30μm)
Characteristic			
Solderability (moisture resistance)	△	◎	◎
Solderability (thermal resistance)	○	△	○
Reflow soldering	◎	◎	◎
Fixing strength	○	◎	◎
Contact resistance (moisture resistance)	△	◎	◎
Contact resistance (mating and unmating)	○	◎	◎

を兼備し、部品固定強度も大きいことが確認できた。これらの特性は、SMT 対応性および相互接続を目的とした接点機能が要求される、カメラ一体型 VTR、携帯用テレビなどのポータブルリビング機器で使用される PWB に必須条件である。このような PWB の表面処理方法に要求される品質項目（耐熱はんだ性、はんだぬれ性、部品装着安定性、無洗浄対応など）は、ますます厳しくかつ重要になってくるものと考えられる。表 3 に示した結果は、無電解 Pd-P 合金めっきプロセスが、これらの要求に十分対応できることを示唆している。

謝 辞

本研究に際し、多大のご協力をいただいた石原薬品株式会社 特命開発グループの皆さまに感謝します。
(1993.6.14-受理)

文 献

- 1) 石原薬品株式会社：技術資料“ユニコン無電解パラジウムーリン APP プロセス”，(1991)
- 2) 水本省三，縄舟秀美，内田 衛，芳賀正記：“エチレンジアミン錯体浴からの無電解 Pd-P 合金めっき”，表面技術，**40**，477 (1989)