

## Ressourcenschonende Nachbearbeitung von Leiterplatten

von

**Dirk Kaschel**

APL Oberflächentechnik GmbH, Deutschland

### Zusammenfassung

APL Oberflächentechnik GmbH ist ein Dienstleister für funktionelle Oberflächen in der Elektronik- und Leiterplattenindustrie. APL hat sich auf chemisch Zinn (**iSn – immersion Sn**) spezialisiert und vertreibt diese Oberfläche unter dem Produktnamen smarttin®. Zusätzlich wird auch das Refreshen von iSn-Leiterplatten angeboten. Dieses Verfahren ermöglicht nicht mehr- bzw. schlecht lötbare Leiterplatten ohne großen Aufwand in einen lötfähigen Zustand zu versetzen. 2014 wurde ein weiterer Nachbearbeitungsschritt, der sogenannte FinalClean Prozess, eingeführt. Dieser ermöglicht das Wiederherstellen der Lötbarkeit von ENIG und ENEPIG Oberflächen ohne Einsatz von Stripp-Chemikalien. Diese beiden Nachbearbeitungsverfahren ermöglichen eine ressourcenschonende Wiederverwendung von Leiterplatten, da diese Verfahren ohne größeren Aufwand eine Erfolgsquote von >95% erzielen.

### Kurzbiografie

Dirk Kaschel schloss 1994, im Anschluss an eine Ausbildung zum Oberflächenbeschichter (vormals Galvaniseur), seine Techniker Ausbildung an der Fachschule für Leiterplatten- und Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd als Staatlich Geprüfter Techniker Fachrichtung Leiterplattentechnik ab. Im Anschluss arbeitete er 4 Jahre bei der Firma ppe in Schopfheim (Vorgänger der heutigen Würth-Elektronik). Er war dort in den Bereichen Durchmetallisierung, Leiterbildaufbau und Edelmetallbeschichtung tätig. Weiter leitete er das Analytiklabor sowie den Abwasserbehandlungsbereich. Seit 1998 ist er bei der Firma APL in Lörrach als technischer Leiter der Bereiche Produktion und Qualität beschäftigt.

### 1 Einleitung

Das Aufbringen einer Endoberfläche auf Leiterplatten ist einer der letzten Schritten des Herstellungsprozesses von Leiterplatten. Die Endoberfläche verhindert das Oxidieren des darunter liegenden Kupfers und gewährleistet die nachfolgende Verarbeitung (Löten, Bonden, Kontaktieren, Einpressen) einer Leiterplatte über eine gewisse Zeit. Die Reinheit und Sauberkeit der Endoberfläche spielt dabei eine enorme Rolle. Ist die Sauberkeit, durch ionogene Verunreinigungen, Reststoffe oder andere Verunreinigungen nicht gegeben, kommt es häufig zu Problemen und/ oder Feldausfällen. Des Weiteren kann die Leiterplatte oft nicht mehr verarbeitet werden wenn die vorgegebene maximale Lagerzeit überschritten wurde. Sind die Leiterplatten einmal hergestellt und bereits beschichtet gibt es oft nur die Möglichkeit die Endoberfläche mit sehr großem Aufwand ab zu stripfen und neu zu beschichten oder die Leiterplatte zu verschrotten. Beide Vorgänge sind sehr kostenintensiv und teilweise sehr umweltschädlich. Hinzukommt dass die Leiterplatte einem enormen Stress ausgesetzt ist, was letztlich zum Ausfall der Leiterplatte führen kann.

Mittlerweile gibt es für bestimmte Endoberflächen Nachbearbeitungsverfahren die auf den Einsatz von schädlichen Chemikalien weitestgehend verzichten. Durch einfache Prozesse können die Leiterplatten so gerettet werden. Diese Verfahren können jedoch nur auf bestimmten Endoberflächen angewandt werden. Das Refreshen wird nun seit mehr als fünf Jahren bei APL Oberflächentechnik angeboten und ist auch durch internationale Unternehmen (EMS) qualifiziert. Das nachfolgende Dokument dient zur Erklärung ressourcenschonender Aufarbeitung von Leiterplatten.

## 2 Welche etablierten Endoberflächen werden derzeit vom Markt angeboten?

| Endoberfläche<br>Applikation | iSn*<br>Sn:<br>1,0 µm | ENIG*<br>Ni: 4-7 µm<br>Au: <0,1 µm | ENEPIG*<br>Ni: 5 µm<br>Pd: 0,1 µm<br>Au: <0,1 µm | OSP*<br>0,3 µm | iAg*<br>0,15 –<br>0,45 µm | HAL*<br>1-20 µm |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--|----------------|---------------------------|-----------------|
| Bleifrei Löten               | ■                     | ■                                  | ■  | ■              | ■                         | ■               |
| Al-Drahtbonden               | ◆                     | ■                                  | ■  | ◆              | ▼                         | ◆               |
| Au-Drahtbonden               | ◆                     | ▼                                  | ■  | ◆              | ▼                         | ◆               |
| Cu-Drahtbonden               | ◆                     | ◆                                  | ▲  | ◆              | ▼                         | ◆               |
| Cu/Pd-Drahtbonden            | ◆                     | ◆                                  | ■  | ◆              | ▼                         | ◆               |
| Einpressen                   | ■                     | ▼**                                | ▼**  | ▼**            | ▼**                       | ▼**             |
| Hochfrequenz-<br>technik     | ■                     | ●                                  | ●  | ■              | ■                         | ■               |
| Feinleiter                   | ■                     | ▼                                  | ▼  | ■              | ■                         | ◆               |
| Planarität                   | ■                     | ■                                  | ■  | ■              | ■                         | ◆               |
| Lagerzeit                    | 12 Monate             | 12 Monate                          | 12 Monate  | 6 Monate       | 6 Monate                  | 12 Monate       |

■ = sehr gut ▲ = gut ● = geeignet ▼ = schlecht ◆ = sehr schlecht

\*iSn: immersion Zinn (chemisch Zinn)

\*ENIG: electroless Nickel/ Immersion Gold (chemisch Nickel/ Gold)

(\*\*Gefahr der Rissbildung der Kupfermetallisierung in den Bohrungen, aufgrund der hohen Härte von Nickel)

\*ENEPIG: electroless Nickel/ electroless Palladium/ immersion Gold (chemisch Nickel/ Palladium/ Gold)

(\*\*Gefahr der Rissbildung der Kupfermetallisierung in den Bohrungen, aufgrund der hohen Härte von Nickel)

\*OSP: Organic Surface Protection (organische Oberflächenpassivierung)

(\*\*Gefahr der Kontaktkorrosion in der Bohrung nach erstem Reflow (Schicht ist nicht mehr 100% dicht). Es kann sich ein galvanisches Element zwischen Kupferhülse und Pin ausbilden)

\*HAL: Hot Air Leveling (Heißluftverzinng)

(\*\*Gefahr der Spanbildung beim Einpressen aufgrund von inhomogener Schichtdicken, des Weiteren kommt es zu stark schwankenden Einpresskräfte aufgrund unterschiedlichen Schichtdicken)

\*iAg: immersion Silber (chemisch Silber)

(\*\*Gefahr der Kontaktkorrosion zwischen Silberschicht und Pin und/ oder Sulfidkorrosion der freiliegenden Silberflächen in der Bohrung)

## 3 Welche Endoberflächen lassen sich nachbearbeiten?

Tabelle 1: Folgende Oberflächen lassen sich nachbearbeiten:

|        |  |
|--------|--|
| iSn    | Qualifizierter Prozess; Im Einsatz seit 2010 – smarttin® Refresh Verfahren |
| ENIG   | Qualifizierter Prozess; Im Einsatz seit 2014 – FinalClean Verfahren        |
| ENEPIG | Qualifizierter Prozess; Im Einsatz seit 2014 – FinalClean Verfahren        |
| OSP    | Etablierung und Validierung des Prozesses läuft                            |
| iAg    | Mit Einschränkungen möglich (auf Anfrage)                                  |
| HAL    | Wird von APL Oberflächentechnik GmbH nicht angeboten                       |

#### 4 Wie können iSn-LP nachbearbeitet werden?

Aufgrund der Bildung von intermetallischen Phasen zwischen der iSn Schicht und dem Kupfer können Leiterplatten nach Überlagerung oder auch mit kontaminierten iSn Oberflächen oft nicht mehr gelötet werden. Mit dem iSn Nachbearbeitungsverfahren, dem sogenannten Refresh Verfahren, können Leiterplatten mit Lötproblemen wieder in einen lötfähigen Zustand versetzt werden. Das Nachbearbeiten ist ein "Zinn-auf-Zinn Verfahren", ein vorheriges Strippen ist nicht notwendig. APL hat in den vergangenen fünf Jahren eine Erfolgsrate von >95% erzielt. Bei APL läuft das Verfahren unter dem Namen „smartin® Refresh“.

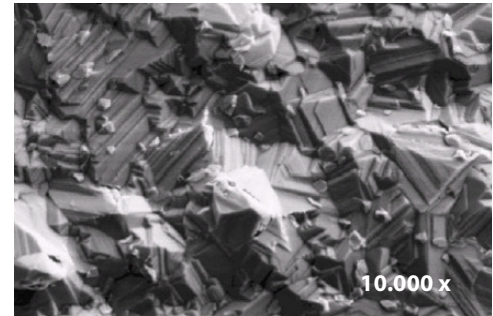


Abb. 1: Kupfer + smarttin®

#### 5 Was sind intermetallische Phasen?

Intermetallische Phasen entstehen durch Diffusion aus mindestens zwei Ausgangsmetallen (hier Kupfer und Zinn). Dabei diffundiert das Kupfer in die Zinnschicht, es bilden sich zwei Phasen  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  (zinnreich) und  $\text{Cu}_3\text{Sn}$  (zinnarm). Die intermetallischen Phasen bilden sich dabei schon während der iSn Abscheidung. Das Wachstum der Phase ist abhängig von Zeit und Temperatur und somit ein natürlich ablaufender physikalischer Prozess. Durch das Wachstum der intermetallischen Phase kann, nach Ablauf der maximalen Lagerzeit, Kupfer an die Oberfläche der iSn Schicht gelangen. Dabei kann Kupferoxid an der Oberfläche auftreten und die Leiterplatten sind dann nur noch schlecht oder gar nicht mehr lötfähig.

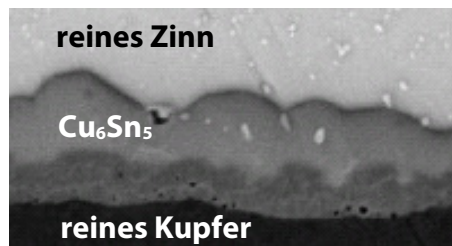


Abb. 2: Schichtaufbau Cu/ Sn

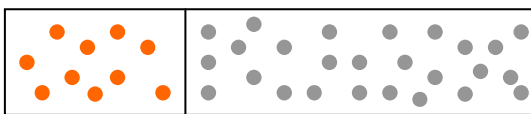


Abb. 3: Schematische Darstellung der Diffusion (links Cu, rechts Sn)<sup>[KAD15]</sup>

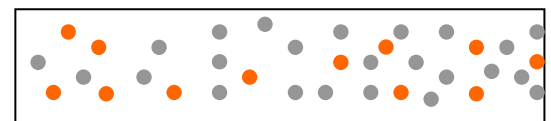


Abb. 4: Schematische Darstellung nach der Diffusion<sup>[KAD15]</sup>

##### 5.1 Wie funktioniert das Verfahren?

Während des smarttin® Refresh Verfahrens werden Kupfer-Verunreinigungen auf/ oder in der ursprünglichen iSn Oberfläche, intermetallische Phasen und undefinierte Zinnoxide entfernt und/ oder aufgelöst. Parallel wird eine frische, reine Zinnschicht (>0,1 µm - max. 0,3 µm), vor allem auf den Stellen auf denen das Kupfer herausgelöst wurde, abgeschieden. In diesem Fall sprechen wir von einem "Selbtheilungsprozess".

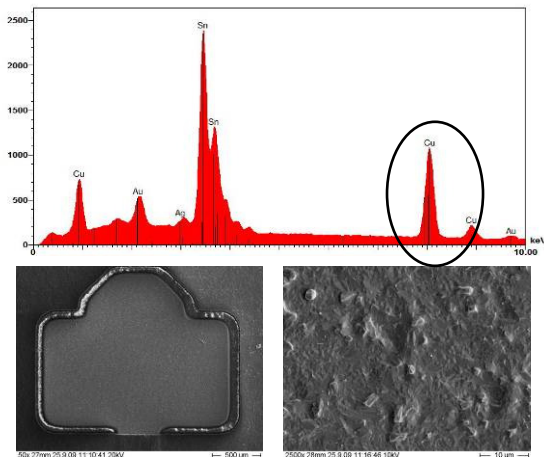


Abb. 5: vor dem smarttin® Refresh<sup>[FRH09]</sup>

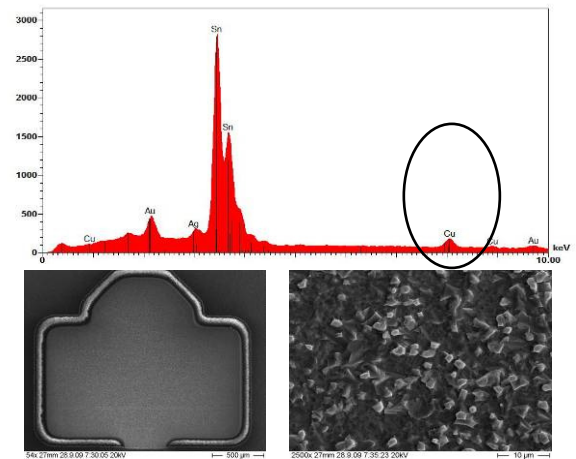


Abb. 6: nach dem smarttin® Refresh<sup>[FRH09]</sup>

## 5.2 Warum und wann wird der smarttin® Refresh Prozess verwendet?

Die Löt- und Einpress-Oberfläche iSn kann generell unter industriellen Bedingungen refreht werden. Der smarttin® Refresh Prozess ist wirtschaftlich, sehr effektiv und verhindert die Verschrottung der Leiterplatten. Der Prozess ist ein gut getestetes und zugelassenes Verfahren und wird täglich für viele namhafte europäische Elektronik-Unternehmen durchgeführt. Dabei werden Leiterplatten mit iSn ein zweites Mal mit einer höheren Geschwindigkeit in der Zinn-Anlage bearbeitet, wodurch Zinn-Oxide und  $\text{Cu}_x\text{Sn}_y$  intermetallische Phasen entfernt werden.<sup>[FRH09, FRH14, ATO11, BOS10]</sup>

### 5.2.1 Gründe für das Refresh Verfahren:

- Lötbarkeit reicht für ein mehrmaliges Löten nicht aus
- Original iSn Oberfläche ist überlagert (>6 resp. >12 Monate)
- iSn Schichtdicke ist kleiner als Sollvorgaben (<0,80  $\mu\text{m}$  / <1,00  $\mu\text{m}$ )
- Kupfer-Ablagerung auf der iSn Oberfläche / Zementation
- Ionogene Verunreinigung ist >1,55  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  NaCl-Äquivalent (schlechte Spülqualität)

## 5.3 Untersuchungsreihen Fraunhofer ISIT:

In den Jahren 2009 und 2014 wurden durch das Fraunhofer ISIT Untersuchungen zu refrehten Leiterplatten durchgeführt. Dabei ging es um die Lötbarkeit von chemisch verzinneten (smarttin®) Leiterplatten nach verschiedenen Belastungssimulationen und Lagerzeiten (Echtzeit). Die Erstuntersuchung erfolgte 2009. Um eine Verifikation der Ergebnisse zu erhalten wurde die Untersuchung 2014 wiederholt. Die Testleiterplatten wurden bei der APL mit 0,8  $\mu\text{m}$  Sn beschichtet und ohne Folienverpackung und Klimatechnik im Messlabor für 6 und 12 Monate gelagert. Anschließend wurden die Leiterplatten refreht und anschließend künstlich gealtert. Die künstliche Alterung nach dem Refresh Verfahren ist definiert nach:

- 1 x Reflow Profil abfahren; Peak ~245 °C / ohne Lotpaste
- 2 x Reflow Profil abfahren; Peak ~245 °C / ohne Lotpaste
- 3 x Reflow Profil abfahren; Peak ~245 °C / ohne Lotpaste

Danach wurden die Leiterplatten gelötet und bewertet (3x Reflow- bzw. 2x Reflow/ 1x Wellenlötungen; SAC305 Lot; Peak ~245 °C). Bewertet wurde der Lotdurchstieg durch die Hülsen sowie die Benetzung. Der Lotdurchstieg muss nach IPC-A610D mindestens 75% betragen). Der Lotdurchstieg bei allen getesteten Leiterplatten betrug 100%. Die SMD-Pads zeigen ebenfalls eine sehr gute Benetzung auf.

Das Fraunhofer Institut ISTI urteilt über den Prozess:

„Es lässt sich nachweislich mit dem smartin® Refresh Prozess eine bereits „tote“ chemisch Zinnschicht wieder in einen lötfreudigen Zustand überführen“[FRH09]

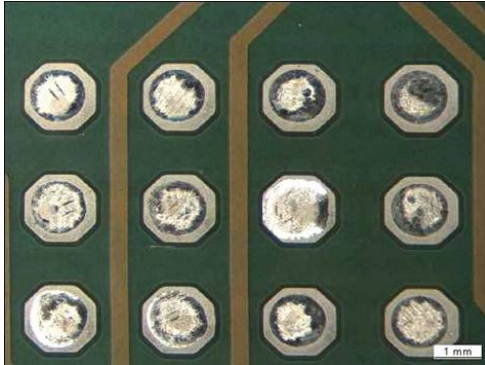


Abb. 7: 6 Monate gelagert + Refresh + 3x Reflow Alterung und anschließende Wellenlötung

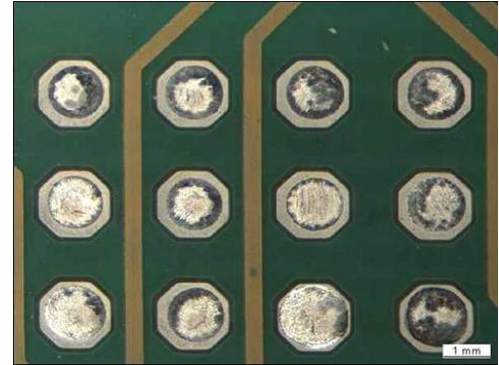


Abb. 8: 12 Monate gelagert + Refresh + 3x Reflow Alterung und anschließende Wellenlötung<sup>[FRH09]</sup>

## 6 Wie können ENIG und ENEPIG Leiterplatten nachbearbeitet werden?

FinalClean ist ein neues Verfahren zur Reinigung und Reaktivierung von verunreinigten, schlecht- bzw. gar nicht mehr lötbaren Leiterplatten (LPs). Es wird ebenfalls bei überlagerten LPs angewendet. FinalClean kann bei ENIG- (electroless nickel/ immersion gold) und ENEPIG- (electroless nickel/ electroless palladium/ immersion gold) Oberflächen verwendet werden.

### 6.1 Wie funktioniert das Verfahren?

Das Verfahren erlaubt die Behandlung in horizontaler Anlagentechnik. Der Prozess beginnt mit einem ultraschallunterstützten Reinigungsmodul, welches Schwefelsäure und *Aurotech FinalClean* (spezielle Lösung) enthält. Diese beiden Komponenten sorgen für eine perfekte Reinigung der LP-Oberfläche. Nach diesem Reinigungsschritt werden die LPs mit vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) mit einer sehr niedrigen Leitfähigkeit gespült, getrocknet und in Luftpolsterfolie verpackt.

### 6.2 Was passiert auf der Leiterplatten-Oberfläche?

ENIG/ ENEPIG ist eine direkte, stromlose Nickel-Abscheidung auf Kupfer. Neben der Nickel-Schicht ist eine Gold-Beschichtung auf der Oberfläche erforderlich. Der chemische Gold Prozess ist ein Austausch-Verfahren von Nickel und Gold. Während des chemischen Verfahrens ersetzt ein Goldatom zwei Nickelatome, welches in manchen Fällen zu einer falschen Positionierung des Goldatoms führt.

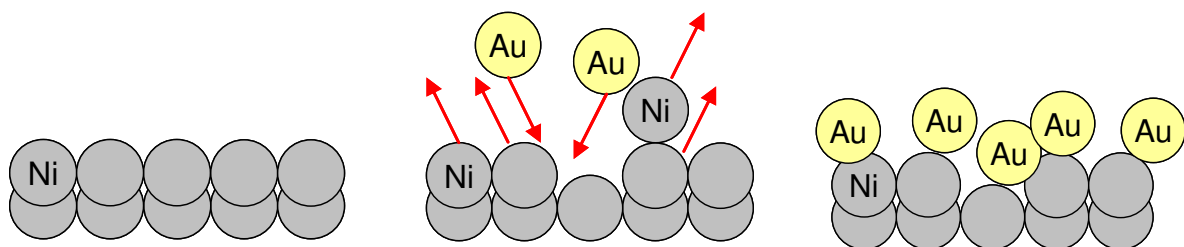


Abb. 1: schematische Beschreibung des stromlosen Ni/ chemisch Au Prozess<sup>[ATM11]</sup>

Nach der Nickel/ Gold-Beschichtung werden die LPs gespült und getrocknet. Während weiterer Prozessschritte (Transport, Lagerung) können die LPs Umwelteinflüssen wie Temperatur und Feuchtigkeit ausgesetzt sein, was zu einer künstlichen Alterung führen

kann. Durch die Einwirkung von Umwelteinflüssen kann Nickeloxyd auf der Goldoberfläche auftreten.

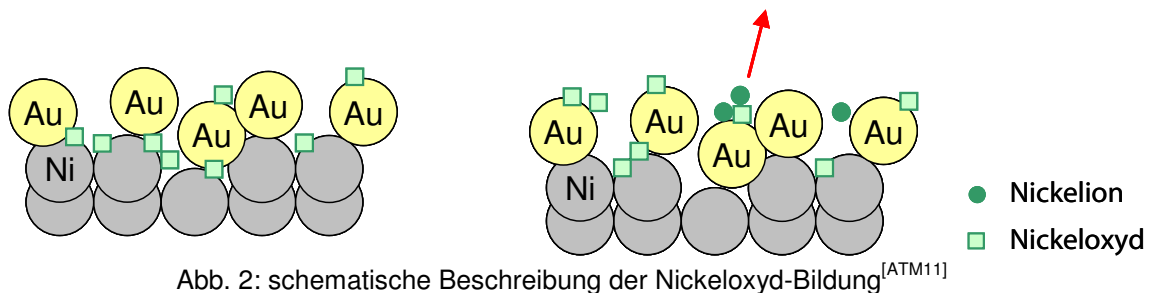


Abb. 2: schematische Beschreibung der Nickeloxyd-Bildung<sup>[ATM11]</sup>

Nickeloxyd wird durch korrosive Medien aufgelöst, so dass Nickel in ionogener Form an die Oberfläche diffundiert. Auf der Goldoberfläche tritt wieder Nickeloxyd auf. *Aurotech FinalClean* enthält spezielle Chemikalien, welche die Oberfläche vollständig benetzen. Schwefelsäure und *Aurotech FinalClean* lösen ultraschallunterstützt das Nickeloxyd von der Gold-Schicht.

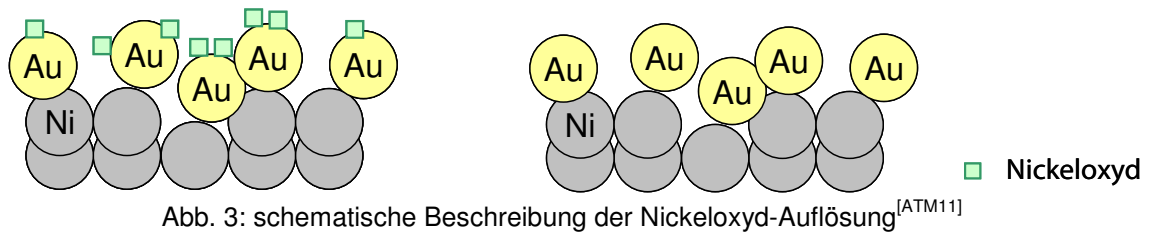


Abb. 3: schematische Beschreibung der Nickeloxyd-Auflösung<sup>[ATM11]</sup>

Anschließend werden die LPs in einer 4-fach VE-Wasser Kaskade gespült. Dies führt zu einem einwandfreien Spülergebnis. Nach dem Spülen werden die LPs horizontal getrocknet.

Das Reinigungsverfahren aktiviert die Edelmetall Oberfläche, wodurch sie wieder lötbar wird. Die weiteren Bestückungs- und Lötprozesse können nach dem FinalClean Prozess ohne Probleme erfolgen. Die Lagerzeit sollte so kurz wie möglich gehalten werden um eine erneute Oxidation auf der LP-Oberfläche zu verhindern.

### 6.3 Wie sieht es in der Praxis aus?

Vor und nach dem FinalClean Prozess wurden LPs der gleichen Charge (DC4299) gelötet. Die nachfolgenden Bilder zeigen eine verbesserte Lötung an 15 Jahre alten LPs. Diese wurden bei Raumtemperatur, ohne Verpackung und ohne spezielle klimatische Konditionen gelagert. Die folgenden Bilder wurden bei APL mittels Stereomikroskop und gleicher Vergrößerung erstellt.

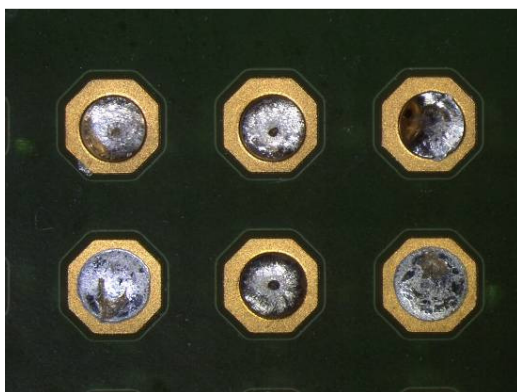


Abb. 4: vor dem FinalClean



Abb. 5: nach dem FinalClean

Alle LPs zeigen ein besseres Lötresultat. Der Lotdurchstieg der LP-Bohrungen ist nach dem FinalClean Prozess deutlich besser als der von den nicht gereinigten LPs.

#### 6.4 Wie sieht das Ergebnis einer analytischen Untersuchung aus?

Aus derselben Charge (DC4299) wurde zusätzlich zur Lötung bei 3 LPs eine Oberflächenanalyse durchgeführt. Dabei wurde zuerst die Schichtdicke des NiP/ Au Schichtaufbaus mittels X-Ray XULM (Fischer GmbH) ermittelt. Anschließend wurden die LPs an ein unabhängiges Labor zur XPS-Messung (Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie) gesendet. Nach ihrer Untersuchung wurden diese LPs wieder an APL zurück geschickt um sie mittels FinalClean zu reinigen, zu reaktiveren und einzuschumpfen. Danach wurden diese LPs für weitere Analysen (an derselben Stelle) erneut an das Labor geschickt.

Tabelle 2: Schichtdicken der analysierten LP

|             | NiP [ $\mu\text{m}$ ] | Au [ $\mu\text{m}$ ] |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Test LP – 1 | 3,657                 | 0,127                |
| Test LP – 2 | 3,572                 | 0,125                |
| Test LP – 3 | 3,637                 | 0,133                |

Tabelle 3: Analysenergebnisse der XPS-Messung in Atomprozent<sup>[ATU15]</sup>

vor dem FinalClean Prozess:

|             | Na   | Ni   | O     | N    | C     | Cl   | Br   | S    | Si   | Au    |
|-------------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| Test LP – 1 | -/-  | 4,19 | 19,96 | 1,89 | 59,43 | 0,08 | -/-  | 0,98 | 1,19 | 11,14 |
| Test LP – 2 | -/-  | 5,49 | 22,65 | 1,89 | 56,97 | -/-  | -/-  | 1,81 | -/-  | 9,34  |
| Test LP – 3 | 0,36 | 3,43 | 19,68 | 1,73 | 62,84 | 0,23 | 0,08 | 1,00 | 0,98 | 8,43  |

nach dem FinalClean Prozess:

|             | Na   | Ni   | O     | N    | C     | Cl  | Br  | S    | Si   | Au    |
|-------------|------|------|-------|------|-------|-----|-----|------|------|-------|
| Test LP – 1 | -/-  | 0,85 | 14,07 | 1,32 | 53,14 | -/- | -/- | 2,84 | 1,20 | 19,48 |
| Test LP – 2 | 0,28 | 1,11 | 17,45 | 0,83 | 50,19 | -/- | -/- | 2,67 | 1,52 | 18,79 |
| Test LP – 3 | -/-  | 0,29 | 11,67 | 1,28 | 61,19 | -/- | -/- | 2,17 | 0,65 | 17,04 |

Das Ergebnis der Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie zeigt eine deutliche Abnahme der Elemente Ni und O, dies bestätigt wiederum die Funktionsweise des FinalClean Prozesses. Nickeloxid wird durch den FinalClean Prozess von der Oberfläche entfernt, was die verbesserte Lötbarkeit erklärt. Die Analysen-Ergebnisse zeigen auch einen höheren Gehalt an Gold, dieser hohe Gehalt ist durch die fehlende Nickeloxidschicht begründet. Elemente wie N, S, Si sind Spuren der Luftpolsterfolie durch das Einschumpfen.

#### 7 Warum müssen OSP beschichtete LP nachbearbeitet werden?

Die OSP Beschichtung (organic surface preservation) ist eine organische Beschichtung aus substituierten Imidiazolen basierende organische Lösung. Die Chemie reagiert mit dem Kupfer und bildet eine dicht schließende Schutzschicht aus. Zur Beschichtung mit OSP werden horizontale Anlagen verwendet. Die üblichen Schichtdicken der OSP Schutzschicht betragen zwischen 0,2  $\mu\text{m}$  und 0,6  $\mu\text{m}$ . Die maximale Lagerzeit wird in der Regel mit ca. 6 Monaten angegeben. Ist die maximale Lagerzeit der Schicht von 6 Monaten überschritten kann die Schicht ihre schützenden Eigenschaften verlieren und es ist möglich, dass Kupfer punktuell frei an der Oberfläche liegt und oxidiert. Werden bei der Erstbeschichtung mit OSP die Parameter nicht exakt eingehalten kann es ebenfalls zu Lötproblemen mit der Schicht kommen. Die Trocknungstemperaturen bei der Erstbeschichtung müssen strikt eingehalten werden. Weichen diese ab ist die Schicht bei zu geringen Temperaturen sehr „schwammig“,

bei zu hohen Temperaturen wird die Schicht „glasig“. Das kann dazu führen, dass die Performance der OSP Schicht abnimmt. Das Arbeitsfenster der Endoberflächen wie iSn oder ENIG ist bei OSP kleiner. Ein OSP Refresh ist grundsätzlich angezeigt bei Überlagerung sowie schlechter Lötperformance.

### 7.1 Wie funktioniert das Verfahren?

Bei der OSP Erstbeschichtung werden die LPs üblicherweise gereinigt und das freiliegende Kupfer micro geätzt. Der Kupferabtrag beträgt dabei  $\leq 1 - 2 \mu\text{m}$ . Anschließend wird in einem 2-stufigen Arbeitsschritt die OSP-Schicht erzeugt. Dabei reagiert die Prozesschemie direkt mit dem Kupfer und bildet eine ca.  $0,2 - 0,6 \mu\text{m}$  dicke organische Schutzschicht aus. Nach sehr guter Spülung mit sauberem Wasser und guter Trocknung ist der Prozess fertig. Die Prozessierung erfolgt in horizontaler Anlagentechnik.

### 7.2 Was passiert auf der Leiterplatten-Oberfläche?

Beim OSP Refresh muss die vorhandene OSP Schicht zuerst entfernt<sup>1</sup> und das Kupfer nochmals schwach micro geätzt werden. Der Kupferabtrag beträgt dabei  $\leq 1,0 \mu\text{m}$ . Die Auflösung/ Zerstörung der OSP Schicht sowie die Neubeschichtung erfolgt in horizontalen Anlagen. Der Vorteil des OSP Refresh ist, geringer Kupferabtrag  $\leq 1,0 \mu\text{m}$ , wenig Stress auf Basismaterial und Lötstopmmaske, sowie schnelle Verfügbarkeit und Kosteneinsparungen.

## 8 Was sind die Vorteile des smarttin® Refresh-, FinalClean- und OSP Refresh Prozesses?

### Technologische und ökologische Vorteile

#### smarttin® Refresh:

- Der smarttin® Refresh Prozess ist zugelassen und wird in Europa von der Leiterplatten-, Automobil-, Telekommunikations-, OEM-Industrie sowie von vielen nationalen/ internationalen Handelsunternehmen genutzt.
- Kein Verschrotten von LPs mit schlechter iSn Oberfläche
- Sehr effiziente Ausbeute von  $\geq 95\%$
- Schnelle Verfügbarkeit. Wenn nötig können kleine LP-Mengen innerhalb 1-2 Tagen zurückgeschickt werden.
- Die Sauberkeit der refresheten LPs kann durch unsere Spültechnologie auf unter  $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  NaCl-Äquivalent reduziert werden.

#### FinalClean:

- Gold muss nicht von der LP-Oberfläche entfernt werden
- Sehr einfaches Verfahren um die Oberfläche wieder zu aktivieren. Eine Neubeschichtung von Nickel und Gold ist nicht notwendig.
- Sehr geringer Stress auf Basismaterial und Lötstopplack
- Hocheffektives Verfahren
- Erfolgsquote  $\geq 95\%$
- Der Reinigungsprozess enthält keine kritischen und umweltschädlichen Materialien (Cyanid) wie es bei einer Neubeschichtung der Fall wäre.
- Weniger Wasserverbrauch durch einfacheres und kürzeres Verfahren
- Weniger Energieverbrauch durch niedrigere Prozesstemperatur

<sup>1</sup> Die Ablösung der OSP Schicht erfolgt mit starken Säuren und Oxidationsmitteln.



**OSP:**

- Sehr einfaches Verfahren um LP wieder in einen lötfähigen Zustand zu versetzen
- Sehr geringer Stress auf dem Basismaterial und Lötstopplack
- Sehr plane Oberfläche auch nach zweiter OSP-Beschichtung

**Wirtschaftliche Vorteile**

**smartin® Refresh:**

- Sehr hohes Kosteneinsparpotential. Der Refresh-Preis liegt bei  $\leq 10\%$  im Verhältnis zu den gesamten LP-Kosten.
- In ca.  $>85\%$  der Refresh-Aufträge ist das Refresh Verfahren viel günstiger als neue LPs zu produzieren und an den OEM zu senden.
- Kostenvergleich: Neubeschaffung von 6-Lagen Multilayer (ML-6) und 4-Lagen Multilayer (ML-4) gegenüber den Kosten des smartin® Refresh Prozesses.  
Maße: 233,4 x 160 mm; Anz.: 1.000 Stk
- Faktor Zeit: LPs können kurzfristig prozessiert werden.

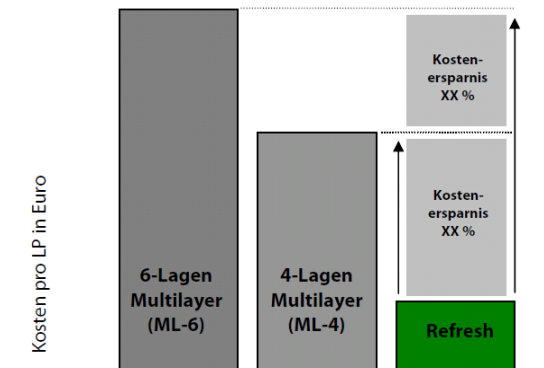


Abb. 9: Darstellung der Kostenverhältnisse

**FinalClean und OSP:**

- FinalClean: Kosteneffizient durch kürzeren Prozess im Vergleich zu einer neuen Nickel-Gold-Beschichtung.
- Keine Neubeschaffung von LPs notwendig, da die vorhandenen wieder verwendet werden können.
- Faktor Zeit: LPs können kurzfristig prozessiert werden.

**9 Zusammenfassung**

Die Technologie von APL steht im Einklang mit gesellschaftspolitischen Leitlinien zum Qualitäts- und Umweltschutz. APL möchte und wird diesen übergeordneten Leitlinien nicht nur durch ihr Qualitäts- und Umweltmanagement entsprechen, sondern aktiv einen Beitrag zur nachhaltigen Schonung und Verbesserung der Ressourcen Boden, Luft und Wasser leisten. APL möchte auch beim Thema Umweltschutz die Balance halten und legt großen Wert auf einen schonenden Umgang mit ihren Ressourcen. Um die eigenen hohen Anforderungen zu erfüllen, hat APL ein umfassendes Umweltmanagementsystem aufgebaut. Es entspricht den Anforderungen der internationalen Norm 14001:2004.

Dank dieser drei Verfahren ist es nun auch möglich ressourcenschonende Oberflächenbehandlungen anzubieten, die den Kunden und der Umwelt einen Mehrwert bieten. Auf den Einsatz von kritischen Chemikalien wird bei diesen Prozessen weitestgehend verzichtet. Es wird nur ein sehr geringer Teil an Energie und Wasser benötigt im Gegensatz zu der Herstellung und Beschichtung neuer Leiterplatten. Einen Mehrwert bieten diese drei Verfahren dem Kunden allemal, da auf eine Neubeschaffung der Leiterplatten verzichtet werden kann und die bereits hergestellten Leiterplatten wieder verwendet werden können. Dadurch entstehen im Vergleich zur Neubeschaffung große Kostenvorteile dem Kunden gegenüber.

**Quellenverzeichnis:**

- [ATM11] Atotech Deutschland GmbH; Mechanismus saurer Reiniger, 03.08.2011
- [ATO11] Atotech Deutschland GmbH; PS report no. 060411; FIB Panels after 1 year stored.pdf; 2011
- [ATU14] ATU GmbH, Untersuchungsbericht 1412001, 06.02.2015
- [BOS10] Bosch Automotive Electronics, Untersuchungsbericht 100121, Bosch\_APL\_iSn\_Refresh; 2010
- [FRH09] Fraunhofer ISIT Untersuchungsreihe; Bericht / Projekt 09-39456, 2009
- [FRH14] Fraunhofer ISIT Untersuchungsreihe; Bericht / Projekt 11-397142, 2014
- [KAD08] Kaschel Dirk, Plus 10/2008 - 2111-2114, Refreshen von chemisch Zinn-Schichten, 2008
- [KAD15] Kaschel Dirk; Intermetallische Kupfer / iSn Phase (Diffusionsschicht); APL, 2015