

# VISUAL COMPARISON OF LEAD-FREE CONNECTIONS FOR DIFFERENT MATERIAL COMBINATIONS

**Matěj Šula**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsulam00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Schnederle

E-mail: xschne00@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The work is focus on the visual comparison of solder joint from different material combinations (PCB, ceramic, lead-free solder) with using controlled atmosphere with well-defined amount of residual oxygen. Solder joint is studied using compared with the standard IPC-A-610 and petting measurements.

**Keywords:** lead free, protectiveatmosphere, metallurgicalrefuse, reflowsoldering, wetting, defects, IPC-A-610.

## 1. ÚVOD

Pájení je důležitá část výrobního procesu při produkci elektroniky. Má zásadní vliv na jakost a spolehlivost výsledného zařízení a je třeba věnovat zvýšenou pozornost jeho kontrole. Mezi nejrychlejší způsob kontroly patří vizuální kontrola, kterou se tato práce zabývá. V důsledku schválení normy **WEEE Directive 2003/108/EC a RoHS Directive 2002/95/EC**, která omezuje použití nebezpečných látek v elektrotechnice, se stala optická kontrola mnohem důležitější. Olovnatá pájka  $\text{Sn}_{63}\text{Pb}_{37}$ , která nevyhovuje směrnici, bývá většinou nahrazena bezolovnatou pájkou, které bohužel přináší celou řadu problémů a některými vlastnostmi se stále nevyrovnají pájkám olovnatým, které byly prověřeny dlouholetou praxí. Použitím ochranné atmosféry lze docílit lepších vlastností bezolovnatých pájených spojů, přesto však dochází k defektům, které je třeba odhalovat jak při zavádění výroby, takv jejím průběhu. K tomu slouží vizuální metody kontroly.

Samotné požadavky na vizuální kvalitu spoje jsou uvedeny v normě IPC-A-610, kterou se tato práce také zabývá[1].

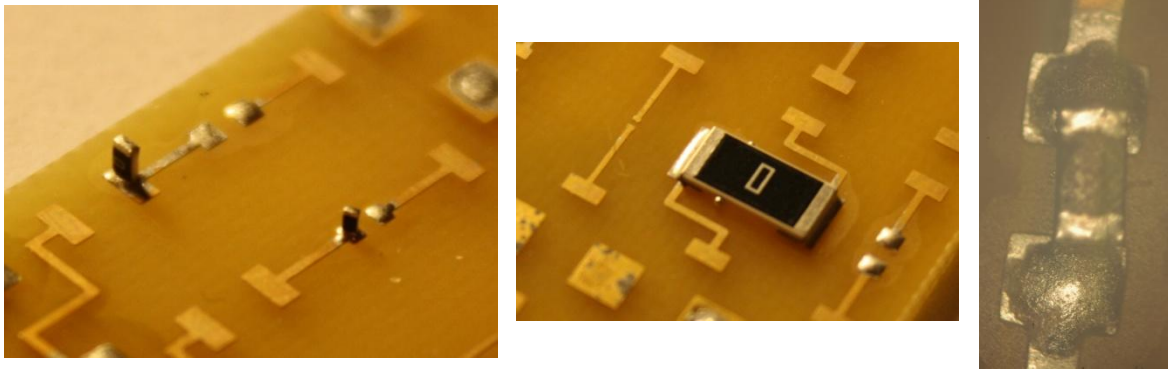
## 2. ZKOUMÁNÍ STRUKTURY A SPOLEHLIVOSTI PÁJENÝCH SPOJŮ

Konečnou kvalitu pájeného spoje určuje mnoho faktorů (výběr základního materiálu, výběr tavidla, výběr pájecí slitiny, teplotní profil a s ním spojený typ pece a použití ochranné atmosféry).

Optické testování lze rozdělit na destruktivní a nedestruktivní testování. Destruktivní testování se využívá zejména při optimalizaci výrobního procesu k bližšímu zjištění vnitřní struktury výsledného spoje. Naopak nedestruktivní testování nám slouží k rychlé a jednoduché kontrole kvality při sériové výrobě[2].

### 2.1. POŽADAVKY NĀPÁJENÝ SPOJ DLE IPC-A-610

Požadavky na vizuální kvalitu pájeného spoje definuje mezinárodní norma IPC-A-610. Tato norma určuje přesně do jaké míry je možné poškozený spoj použít a co je už charakterizováno jako defekt. Příkladem defektu vzniklý při pájení testovacích desek je znázorněn na Obrázek 1a). Jedná se o tombstoning (náhrobní kámen), vadu, kdy se SMD součástka na jedné straně zvedne. Tento jev je způsoben nerovnováhou silových momentů při přetavení.



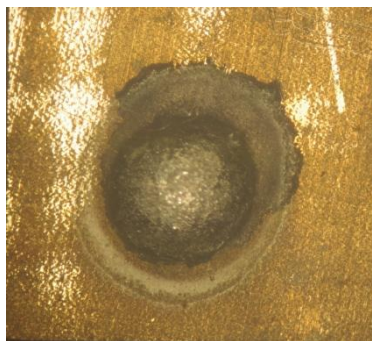
**Obrázek 1:** Příklad defektů dle normy IPC-A-610a) Tombstoning b) Kuličky pájky c) posunutí součástky.

## 2.2. ZKOUMANÍ SMÁČENÍ PÁJKY

Nedestruktivní metoda, jejíž princip spočívá v nanesení přesně stanoveného objemu pájecí pasty na testovací plošky a následné přetavení v našem případě bez tavidla. Po přetavení se pájka rozteče.



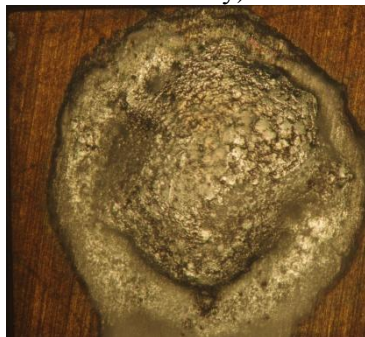
a) SAC305 (bez ochranné atmosféry)



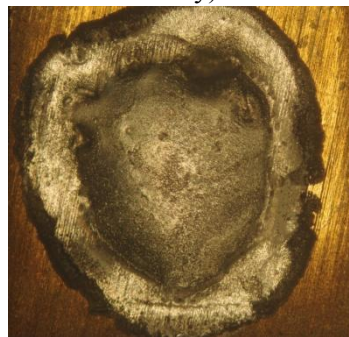
b) SN100C (bez ochranné atmosféry)



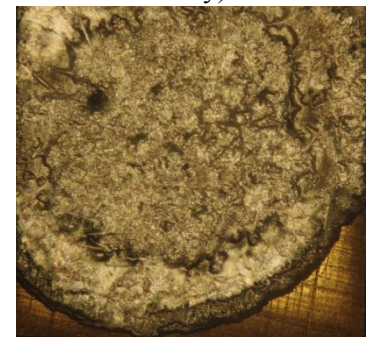
c) SnPbAg (bez ochranné atmosféry)



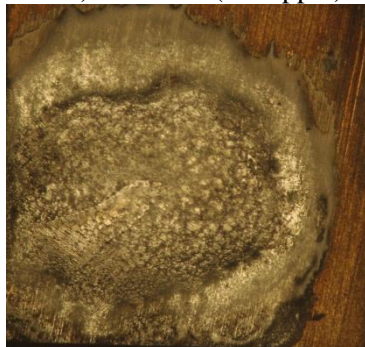
d) SAC305 (5000ppm)



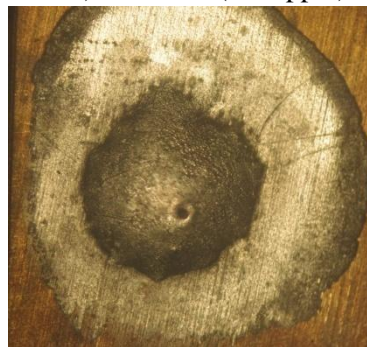
e) SN100C (5000ppm)



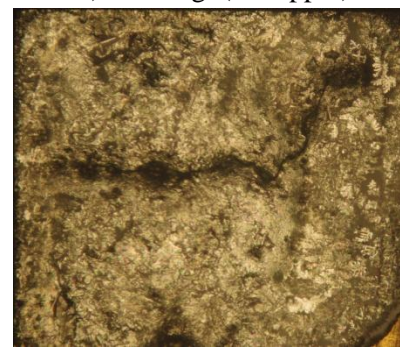
f) SnPbAg (1000ppm)



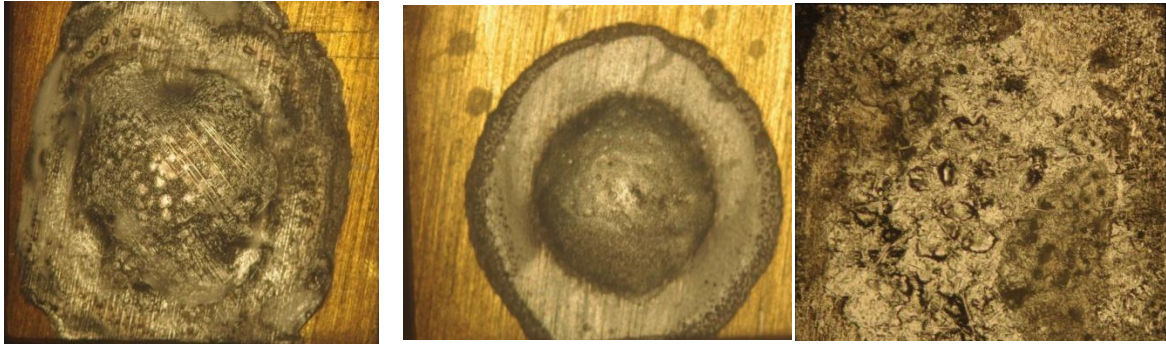
g) SAC305 (1000ppm)



h) SN100C (1000ppm)



ch) SnPbAg (1000ppm)



i) SAC305 (100ppm)

j) SN100C (100ppm)

k) SnPbAg (100ppm)

**Obrázek 2:** Smočení různých druhů pájek při rozdílné koncentraci zbytkového O<sub>2</sub>

Použité pájecí pasty:

SAC305 - Almit LFM- 4 8W TM-HP ( L )

SN100C – Cobar SN100C-XF3

SnPbAg – Kester R256 - Sn<sub>62</sub>Pb<sub>36</sub>Ag<sub>02</sub>

### 2.3. NÁVRH TESTOVACÍ DESKY

K vytvoření návrhu testovací desky byl použit návrhový program Eagle. Deska je navržena ohledem na metody testování. Všechny použité rozměry jsou dány knihovnou rlc.lib a splňují požadavky IPC-A-610. Deska je osazena SMD součástkami v provedení pouzder 1206, 0402, 0603 a obsahuje deset plošek pro měření roztečení pájky.

### 2.4. MĚŘÍCÍ APARATURA

Jedná se o upravený exsikátor podobný vsázkové přetavovací peci ochrannou atmosférou. Jádrem zařízení je výhřevná destička s topným tělesem o výkonu 1000W s napájením 230V. Ze spodní měřicí aparatury je otvor pro přívod ochranné atmosféry, boční ventil slouží k analýze/měření zbytkového O<sub>2</sub> av horní části měřicí aparatury je vývěva sloužící k odvodu přebytečné atmosféry. Chlazení destičky je realizováno pomocí vodního chlazení v kombinaci s ventilátory, tak aby byl dosažen teplotní profil stanovený výrobcem.

## 3. ZÁVĚR

V práci se zaměřuji na vizuální zkoumání kvality plošného spoje pro různé materiálové kombinace. Jako základní materiál je použit FR-4 s povrchovou úpravou ENIG. Použité pájecí slitiny jsou SAC305, SN100C a SnPbAg. Tyto materiálové kombinace jsou pájeny v dusíkové ochranné atmosféře s přesně danou koncentrací kyslíku 1000ppm, 5000ppm a 100ppm. Rozdíl mezi koncentrací 1000ppm a 100ppm je minimální až zanedbatelný. Naopak při zbytkové koncentraci O<sub>2</sub> 5000ppm je roztékavost o polovinu horší jak při 1000ppm.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu FEKT-S-11-5 Výzkum excelentních technologií pro 3D pouzdření a propojování.

## REFERENCE

- [1] HILL, M. IPC-A-610, Revision D. Northbrook, Illinois, 2000. 420s. ISBN 1-580982-32-8
- [2] Starý, J. Bezolovnaté pájení – materiálová a procesní kompatibilita v inertní a inertně/redukční atmosféře. Disertační práce, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2005. 103s.