BRNO

SMT – info

10/22

BULLETIN ANOTACÍ

BULLETIN OF ABSTRACTS

PÁJENÍ A TEPELNÉ PROCESY

ČIŠTĚNÍ DPS

NOVINKY V MIKROELEKTRONICE

VADY PÁJENÉHO SPOJE

88. číslo, Brno, 18. 10. 2022
(příloha k pozvánce na akci 10/22)

Vydává: SMT-info konsorcium

ISSN 1211-6947

Obsah / *Contents:* strana

K. Dušek
Tepelné procesy a jejich vliv u pájení přetavením 5
Thermal processes and their effect in reflow soldering
- vyzvaná přednáška

M. Abel
Měření 2D/3D na osazených a neosazených DPS na digitálním mikroskopu Sanxo 8
2D/3D measuring of assembled and non assembled PCBs with digital microscope SANXO

P. Lacko
Technologie laserového pájení JAPAN UNIX 10
Technology of laser soldering JAPAN UNIX

O. Šimek
Desky plošných spojů pro složitá propojení a pro termální management součástek 13
PCBs for complicate interconnection and thermal management of components

M. Rieger
Rozdíl mezi statickým a dynamickým mícháním dvoukomponentních materiálů pro aplikaci .. 15 zalévacích nebo teplovodivých materiálů
Difference between static and dynamic mixing of 2K materials for potting and thermal interface applications

M. Hurban
Přenos tepla v konvekčních pájecích systémech 17
Heat transfer in convection soldering systems

V. Sítko
Kvalita čištění velmi složitých sestav a automatizace procesu 18
Quality of cleaning very complicated assemblies and process automatization

M. Drlík
Revoluční způsob kontroly ochranných laků na DPS 23
Revolution inspection method of protective coatings on PCB

P. Bettinec
3 strategie jak si v roce 2022 poradit s voidy 24
3 strategies to overcome BTC voiding in 2022

M. Abel
Validace procesu ručního pájení pomocí stanice Hakko FN-1010 25
Validation of manual soldering process with soldering station Hakko FN-1010

B. Gyorffy
UV a UV LED vytvrditelné materiály pro selektivní lakování DPS 27
UV and UV LED curable materials for PCB conformal coating

J. Dokoupil
Heating Factor 29
Heating Factor

Informace o inzerci **32**
Advertisement´s Informations

Inzerce **33**
Advertisement

Do sborníku mohly být zařazeny pouze anotace a odborné příspěvky, které jsme obdrželi před uzávěrkou Bulletinu.
Uvedené materiály neprošly jazykovou redakcí.

Tepelné procesy a jejich vliv u pájení přetavením

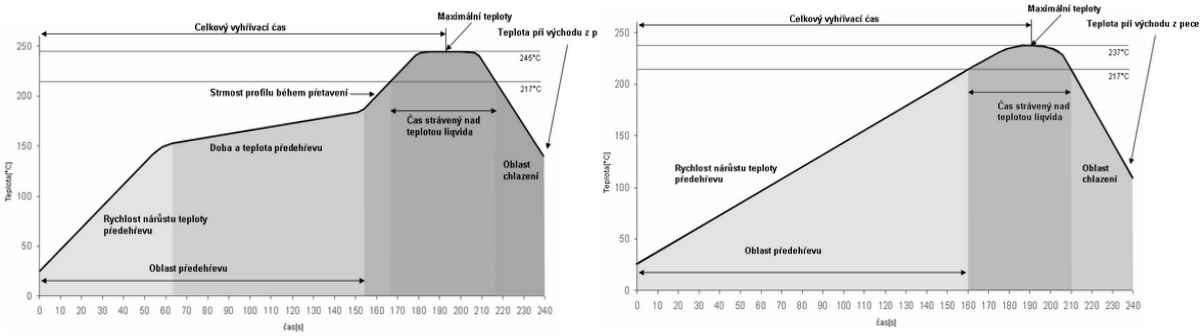
Karel Dušek, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektrotechnologie

Tento příspěvek se zabývá vybranými vlivy teplených procesů se kterými se můžeme setkat při pájení přetavením.

Při procesu pájení přetavením jsou součástky osazeny do předem nanesené pájecí pasty, kterou je zapotřebí zahřát nad teplotu tání pájecí slitiny v pastě obsažené. Výrobci pájecí pasty udávají, jaký by měl být průběh teploty v čase (tzv. teplotní profil), aby došlo ke správnému zapájení. V praxi se používají dva základní typy teplotních profilů:

- Teplotní profil sedlového typu - Ramp Soak Spike (RSS)

- Teplotní profil, kde dochází k lineárnímu růstu teploty až k nastavené cílené teplotě: Ramp To Spike (RTS)

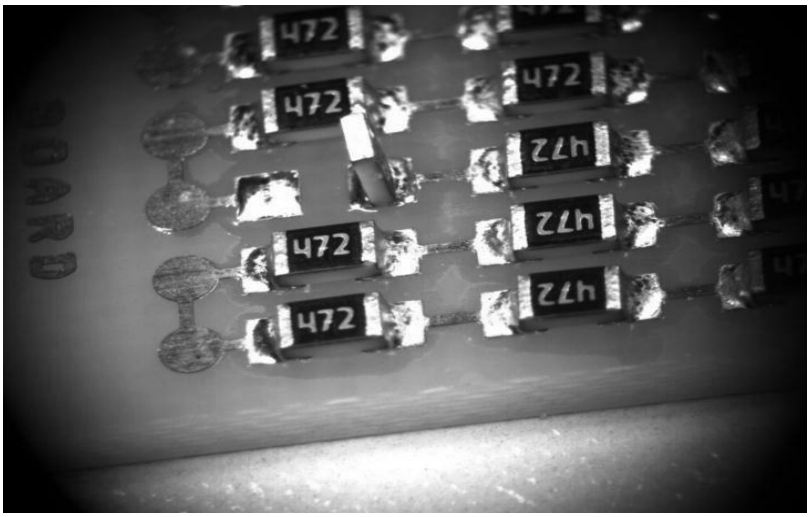


Obr. 1: a) teplotní profil sedlového typu - Ramp Soak Spike (RSS), b) teplotní profil, kde dochází k lineárnímu růstu teploty až k nastavené cílené teplotě: Ramp To Spike (RTS)

Teplotní profil sedlovitého tvaru (RSS) není vhodné používat s chemikáliemi rozpustnými ve vodě, kdy muže v sedlovité zóně předehřev způsobit přílišné odpařování tavidlových složek a tím poté nedojde ke správnému smočení pájecích plošek roztavenou slitinou. Oproti tomu teplotní profil s lineárním nárůstem teploty (RTS) je možné použít téměř pro jakoukoliv pájecí pastu, vede k lesklejším spojům a menším problémům s pájitelností, protože vlivem kratšího časového úseku před přetavením nedochází k přílišnému odpařování složek pájecí pasty.

Teplotní profil sedlového typu by měl být využíván zejména v případech kde by mohly nastat problémy s tepelnou kapacitou součástek, důvodem je to, aby se pájecí pasta u osazených míst začala přetavovat zhruba ve stejnou dobu. Přetavení pájecí pasty u součástek ve stejnou dobu, je důležité zejména u dvou vývodových SMD (Surface Mount Devices) součástek menších rozměrů, které jsou náchylné na tzv. tombstoning - efekt náhrobního kamene (viz obr. 2). Tento efekt nastane mezi dvěma pájecími ploškami, pokud se pájecí pasta na jedné straně začne vlivem rozdílných teplot přetavovat dříve nežli na straně druhé. Kroutící moment způsobený smáčecími silami způsobí nadzvednutí součástky.

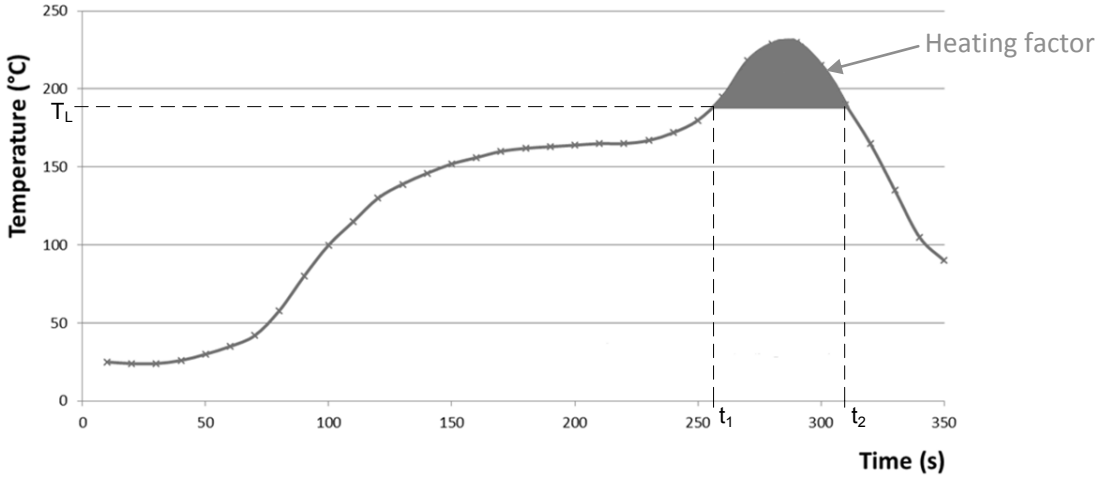
Pro minimalizaci efektu náhrobního kamene je vhodné snížit gradient ohřevu, než dojde k tavení slitiny v pájecí pastě.



Obr. 2: Efekt náhrobního kamene (tombstoning)

Teplotní profil a jeho nastavení může ovlivňovat některé negativní aspekty jako je například množství voidů v pájeném spoji, vznik náhrobního kamene (tombstoning), rozstřik tavidla do okolí, špatné vyvzlínání pájecí slitiny, průhyb součástí díky rozdílné tepelné roztažnosti, tloušťku intermetalické vrstvy apod.

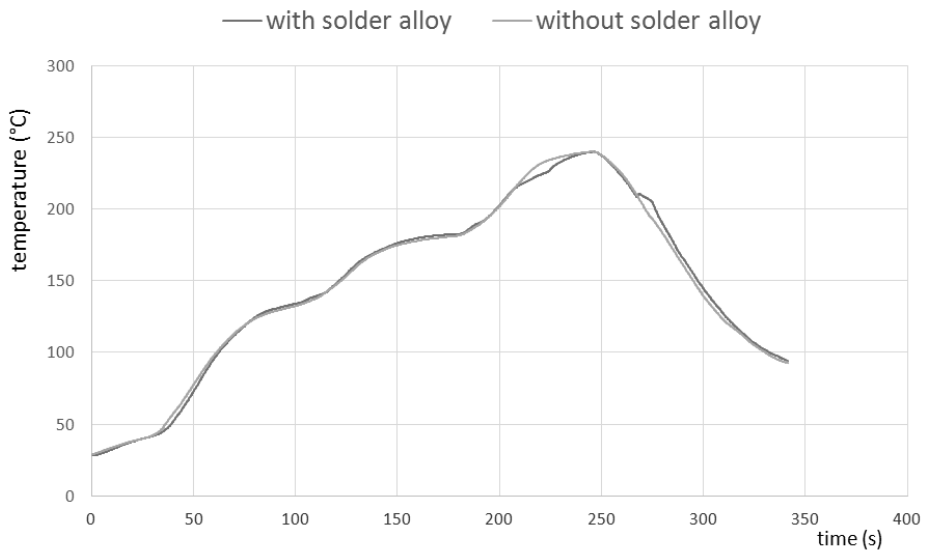
Dalším parametrem teplotního profilu, který byl zaveden s ohledem na výslednou tloušťku intermetalických vrstev po procesu pájení je tzv. „heating factor" – jedná se o plochu nad teplotou pájecí slitiny, viz obr. 3. Studie uvádějí, že s vyšší hodnotou heating factoru je tloušťka intermetalické vrstvy větší. [1]



Obr. 3: Znázornění „heating factoru"

Nejenom nastavení teploty v peci, ale i geometrie pece, technologie pájení a teplené vlastnosti osazené desky plošného spoje mají vliv na výslednou teplotu v daném místě na desce plošného spoje. Proto je mnohdy zapotřebí měřit teplotu na konkrétních částech

osazené desky plošného spoje. V některých případech je možné pomocí precizního měření termočlánky (které je zapotřebí umístit do navrtaných otvorů pod pájecími ploškami) dokonce zjistit, kdy na desce plošného spoje dochází k tání, respektive tuhnutí pájecí slitiny. Zde lze s výhodou využít vlastnosti pájecích slitin, jež obsahují poměrně značné množství cínu, který při tání pájecí slitiny pohltí skupenské teplo tání (dojde lokálně k poklesu teploty), zatímco při tuhnutí uvolní skupenské teplo, které má za následek lokální nárůst teploty v okolí pájeného spoje [2]. Situace, jak vypadá teplotní profil na pájecích ploškách bez pájecí pasty, respektive s pájecí pastou je znázorněná na obrázku 4.



Obr. 4: Naměřený teplotní profil u pájecích plošek bez, respektive s pájecí slitinou.

Tímto způsobem lze například u součástek, kde dochází k efektu náhrobního kamene jasně stanovit, jaká je časová prodleva mezi přetavením pájecí slitiny na příslušných pájecích ploškách. Latentní teplo, které je nejprve absorbováno při procesu tání a poté uvolněno při procesu tuhnutí, má vliv nejenom na okolní teplotu, ale má také vliv na termo-mechanické pochody v okolí spoje. Tyto a další aspekty budou představeny podrobněji v rámci přednášky.

[1] P. Veselỳ *et al.*, „Solder joint quality evaluation based on heating factor", *Circuit World*, 2018.

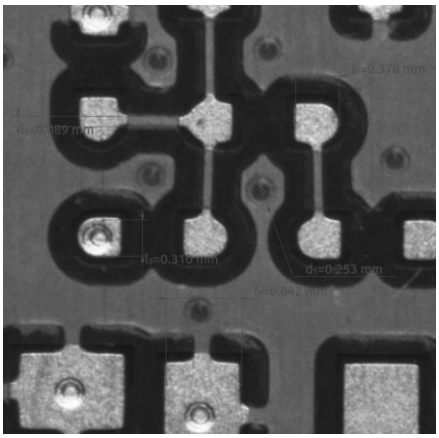
[2] K. Dušek, V. Zahradník, P. Veselỳ, D. Bušek, a M. Plaček, „Released of Latent Heat from Solder Joints to Surrounding During Solidification of Solder Alloy-Experimental Study", in *2019 42nd International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*, 2019, s. 1–4.

Měření 2D/3D na osazených a neosazených DPS na digitálním mikroskopu SANXO

Přesná optická měření na DPS a metalografických výbrusech digitálním mikroskopem Sanxo

Ing.Martin Abel

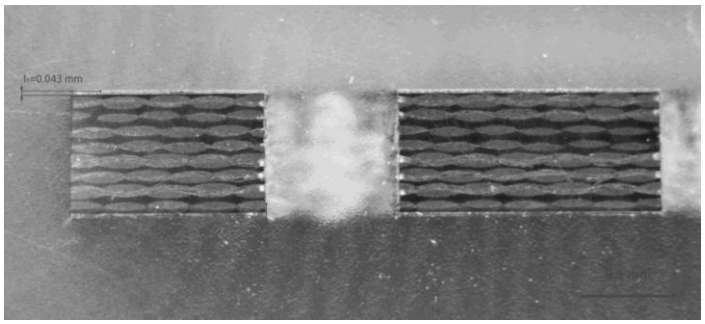
Při výrobě neosazených a osazených desek s plošnými spoji je nutné kontrolovat úspěšnost jednotlivých výrobních operací. Správné vzdálenosti a šířky spojů, průměry otvorů a jejich pokovení, pokrytí nepájivou maskou jsou velmi důležité ukazatele optimalizované výroby. Digitální kamera Sanxo s vestavěnými funkcemi měření 2D a simulací 3D umožňuje kontrolu rozměrů na neosazených a osazených deskách s plošnými spoji.



Měření pájecích plošek na neosazené desce s plošnými spoji.

Kontrola neosazených desek s plošnými spoji

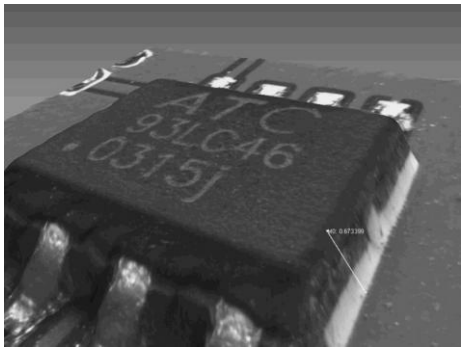
Základní kontrolou je elektrická a optická kontrola. V případě optické kontroly je možné využít automatických zařízení nebo digitální mikroskop s měřicím softwarem. Mikroskop můžeme využít na 2D měření nebo měření na metalografickém výbrusu. Metalografický výbrus umožňuje charakterizovat vady, jako jsou lomy, delaminace, integrita pokovení průchozích otvorů, dále pak špatná pájitelnost, inter-metalické vrstvy, řezy součástek, kontaktů apod.



Ukázka metalografického výbrusu s vyznačenými rozměry.

Digitální mikroskop s vestavěnými měřicími funkcemi Sanxo umožňuje prakticky všechna myslitelná měření. A jaké jsou možnosti měření pro kontrolu neosazených a osazených desek plošnými spoji?

- struktura základního plátovaného materiálu - dutiny, delaminace, skleněné vlákno, kvalita pryskyřice
- tloušťka základního plátovaného materiálu, plátování mědi (praskliny), žárově nanesené vrstvy pájky (HAL)
- tloušťka galvanicky nanesených vrstev Cu, Sn, Ni, Au (zaleptání)
- tloušťka nepájivé masky (nepájivého laku)
- tloušťka vodičů (podleptání a kovové převisy)
- kvalita vrtání (průchozí otvory) - přemazy pryskyřice, rozšíření mědi do vnitřních vrstev
- kvalita DPS s průchozími otvory - dutiny, praskliny v pokovení, otřepy, výčnělky, šířka plošky mezikruží, zeslabené pokovení v otvoru
- kvalita zapájeného otvoru, kvalita pokovení konektoru
- kvalita a poloha zapájených součástek - v otvoru i na DPS
- defekty DPS a pájení po osazení součástkami
- struktura vodiče po krimpování, nepokovené /pokovené/ otvory

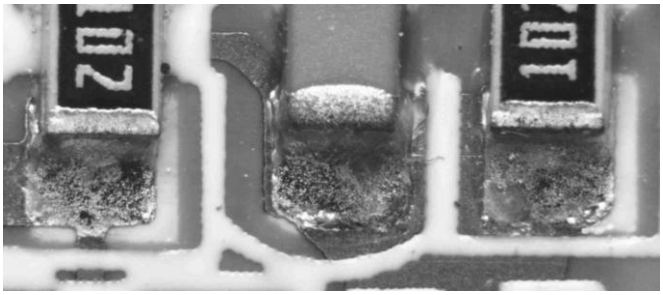


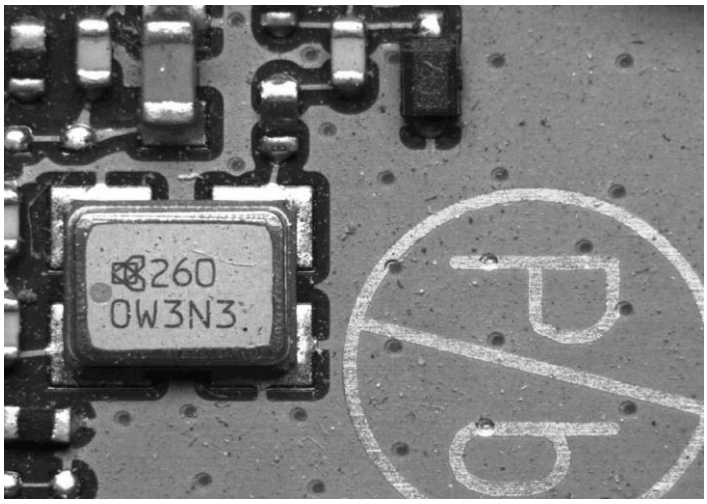
Zobrazení 3D umožňuje měření výšky součástek, pájecí pasty, apod.

Přínos optické kontroly s měřením rozměrů

Digitální mikroskop s měřicími funkcemi je ideální přístroj pro oddělení kvality, pracoviště oprav, vstupní/výstupní kontrolu apod. Níže uvedené body nabízí přehled využití digitálního mikroskopu.

- kontrola kvality základních plátovaných materiálů
- kontrola stěžejních operací při výrobě DPS (mezioperační a výstupní kontrola kvality)
- kontrola technických parametrů v konkrétním místě na základní nebo osazené DPS
- vyhodnocení defektů vzniklých při výrobě DPS a po osazení elektronickými součástkami
- přesná měření zadaných parametrů s možností zhotovení fotodokumentace
- porovnání kvality nových a použitých DPS v různých provozních zařízeních
- ověření kvality zapájeného spoje
- odhalení chyb při pájení
- zkvalitnění výroby – snížení zmetkovosti
- snížení počtu reklamací


Zobrazení pájených spojů SMD



2D zobrazení s vysokou hloubkou ostrosti.

Digitální mikroskop je vybaven měřicími funkcemi v základní sestavě a není potřeba žádných licencí. Digitální mikroskop Sanxo je zcela autonomní zařízení a **nevyžaduje IT technika k instalaci software s měřicími funkcemi.** Rovněž digitální mikroskopu nebude vyžadovat žádné placené aktualizace software.
Digitální mikroskop Sanxo není určen výhradně na měření, ale je možné jej využít pro pájení malých SMD a dílů, běžnou kontrolu materiálu.

Jistě bude zajímat potencionální uživatele cena sestavy digitálního mikroskopu s integrovanými funkcemi. Cena je opravdu příjemná a bezkonkurenční na evropském trhu.

www.abetec.cz/sanxo

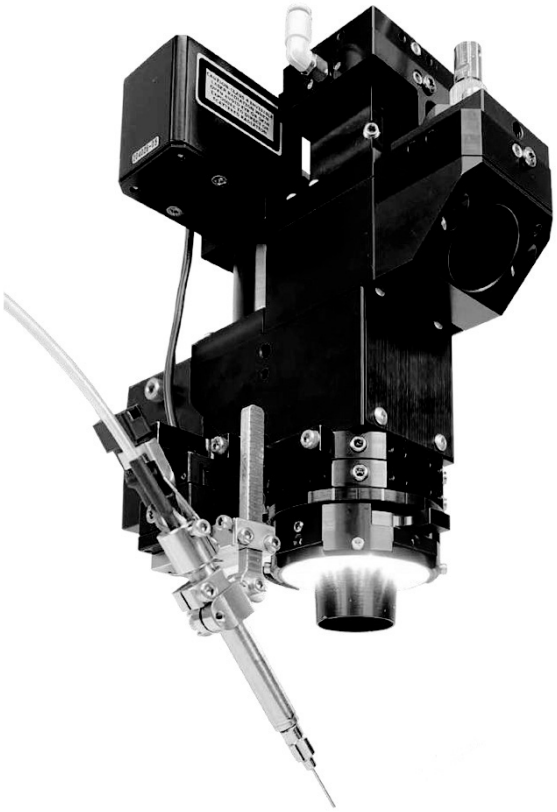
The Intelligent Solutions Company
www.quiptech.com

Ing. Peter Lacko
+420 604216050
placko@quiptech.com

Technologie laserového pájení JAPAN UNIX

"Laserové pájení“ Přesně zaměřený ohřev je ideální pro ultrajemné díly nebo montáž s vysokou hustotou.

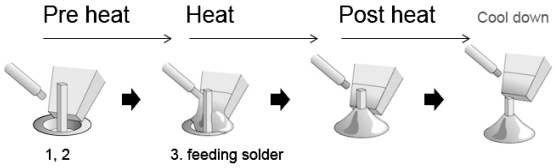
Laserové pájení se nyní dostává do pozornosti jako nová metoda pájení. Protože se však jedná o novou průmyslovou techniku ve srovnání s běžným pájením lišící se principem ohřevu, proto nemůže jednoduše nahradit pájení železným hrotem. Bez pochopení a řádného využití technických charakteristik pájení laserem i železným hrotem je stabilita a kvalita pájení nedosažitelná. Tento popis vysvětlí principy laserového pájení a také body pro jeho použití, na které je potřeba brát zřetel.



Mechanismus procesu laserového ohřevu, „povrchový ohřev“ se liší od procesu „přenosu tepla“ železem

V procesu pájení ohřevem existují tři základní kroky: první „předehřívá“ pájecí body, druhý „zahřívá“, pro roztavení pájky a třetí jako „dodatečný ohřev“ pro nastavení tvaru. Tímto způsobem pracuje laserové pájení i pájení železným hrotem, ale teorie tepelné přeměny obou metod je odlišná. K výběru nejvhodnější metody pro požadovaný výsledek, je nezbytné porozumět rozdílům metod pájení.
Proces ohřevu pájením železným hrotem se provádí podle následujících kroků.

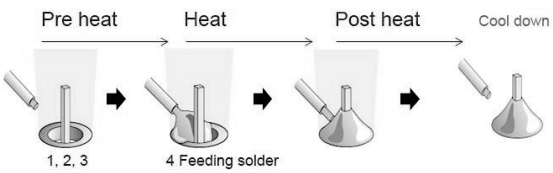
1. Zahřívání železného hrotu na nastavenou teplotu.
2. K ohřevu pájecího místa se použije železný hrot. Teplota fúze kolem bodů
3. Přiložení pájecího drátu



Obr.1 Proces ohřevu pájením železným hrotem

Na druhé straně proces zahřívání laserovým pájením funguje následujícím způsobem.

1. Použití laseru na pájecí bod
2. V oblasti pájeného bodu je vyvíjeno teplo
3. Povrch podložky se zahřívá na teplotu tavení
4. Přiložení pájky



Obr. 2 Proces zahřívání laserovým pájením

Při metodě pájení železným hrotem se jeho teplo přenáší přes železný hrot (přenos tepla), zatímco laserové pájení produkuje teplo na aplikovaných bodech (povrchové zahřívání).

Na základě těchto metod se pájení železem ve většině případů nezahřívá nad nastavenou teplotu, avšak pokud budeme v procesu nadále pokračovat, prohřeje se i okolní prostředí. Naproti tomu laserové pájení lokálně ohřívá pouze aplikovanou oblast.

Při pájení absorbovaná energie okamžitě zvyšuje teplotu místa. Tím pádem jakákoliv nedbalost rychle povede k přehřátí. Z toho vyplývá, že k řádnému laserovému pájení jsou nutné odborné znalosti a zkušenosti v oblasti pájení i laserové technologie.

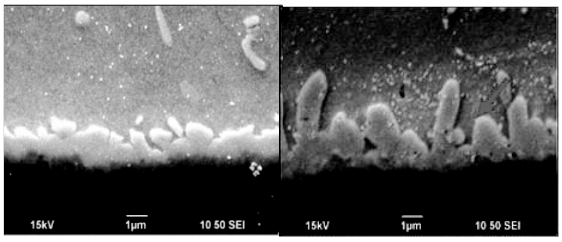
	Laser	Hrot
Tepelná přeměna	Zahřívání povrchu	Přenos tepla
Zahřívaná oblast	Omezený	Difuzní
Čas ohřevu	Okamžitý	Pomalý
Teplota	Nepřetržitý růst	Nepokračuje v růstu

Tabulka 1: Rozdíly v principech ohřevu pájení laserem a železným hrotem

Síla/spolehlivost klesá, pokud je teplota příliš vysoká nebo příliš nízká

Protože se složení pájky mění na základě podmínek zahřívání, nelze dosáhnout dostatečné pevnosti ani spolehlivosti bez pájení při správné teplotě.

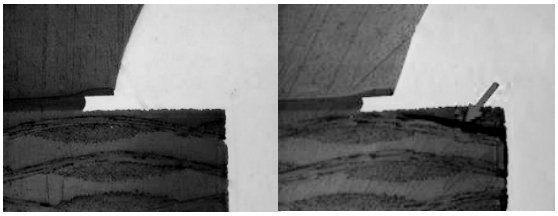
Například při správné teplotě pájky, se její vnitřní složení většinou nemění. Při příliš vysoké teplotě pájení se však v důsledku změn složení snižuje pevnost a spolehlivost.



Obrázek 3. Porovnání změn složení na základě pájení

* Obrázek nalevo, správný ohřev, zobrazuje správné množství intermetalických sloučenin, zatímco obrázek napravo, přehřátý, zobrazuje hypertrofii intermetalických sloučenin.

Navíc se likvidita toku mění v závislosti na teplotě. Při správném zahřátí pájka teče nejprve do pájených bodů a průchozích otvorů, odstraňuje nečistoty a oxidy v oblasti a zlepšuje pájecí kompatibilitu. Naopak při přehřátí se pájka přesune do průchozích otvorů a zastaví další tok samotné pájky. Přehřátí navíc snadno poškodí desky s plošnými spoji a uvnitř zanechá trhliny.



Obr. 4 Porovnání účinků pájecí teploty uvnitř substrátu

* Obrázek nalevo, správný ohřev, nevykazuje žádné poškození desek plošných spojů, zatímco obrázek napravo, přehřátí, ukazuje výskyt trhlin (šipka) na vnitřní straně substrátu.

Dnes se požaduje výměna pájení železným hrotem za laserové pájení, jednoduše kvůli technologickým výhodám a malé údržbě. Avšak bez pochopení charakteristických vlastností laseru pro pájecí aplikaci může být výhoda laseru ztracena.

Výhody laserového pájení

Pokud předem pečlivě nastavíte podmínky ohřevu, tak může být laserové pájení doplněno operacemi, které jsou obtížné/nemožné pájením železným hrotem.

★ Speciální atributy laserového pájení

1. Bezkontaktní provoz na desce plošných spojů, čímž se snižují fyzické škody

2. Stabilní pájení je možné a automatizovatelné díky efektivnímu způsobu ohřevu a podávání pájky.

3. Snadná údržba (většinou není nutná)

4. Je možné přesné pájení (vhodné pro mikropájení, při kterém je železo kvůli vysoké hustotě nedostupné)

Absolutní výhodou laserového pájení je jeho „bezkontaktní provoz“. Není v kontaktu s deskami plošných spojů ani s elektronickými součástkami, pájení se provádí bez fyzického poškození. Ohřev je efektivní a zaměřený na dané místo a je také další výhodou, která je použitelná pro úzká a těsná místa. Kromě toho je potřeba méně spotřebního materiálu, jako jsou železné hroty, čímž je výrazně snížena každodenní údržba.

2 body pro výběr laserového pájení nebo pájení železným hrotem

Laserové pájení je relativně nová technologie, ale není náhradou pájení železným hrotem. Tato technika jako pájení již byla potvrzena, ale je důležité zvolit vhodné metody a techniky pájení na základě pochopení teorie tepelné výměny a použitelnosti pro konkrétní objekty.

Pájení hrotem	Laserové pájení
Nejlepší pro díly s vysokou tepelnou kapacitou	Nejlepší pro ultrajemné díly
Jednoduchá kontrola teploty pájení během provozu	Možnost pájení v úzkých nebo složitých dílech.

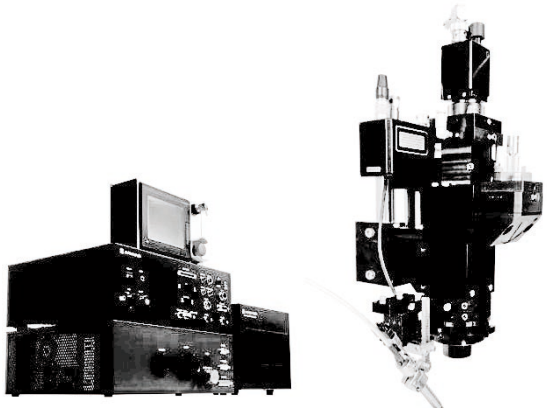
Tabulka 2: Body pro výběr mezi laserovým pájením a pájením železným hrotem

Pájení železným hrotem fyzicky omezuje velikost hrotu a struktura elektronických součástek. Tohle však již pro laserové pájení není problém. Laserové pájení se dobře hodí pro úzké a složité práce, kde se díly na desce plošných spojů s vysokou hustotou téměř dotýkají.

Provoz, který vyžaduje vysokou tepelnou kapacitu, pracuje s velkými součástkami. U vysoce reflexních materiálů se díky svým technickým vlastnostem laser hůře zahřívá. Mechanismus přenosu tepla pájení železným hrotem je tedy klasický, ale stále účinně přijímaný pro výrobu komponentů s dobrou tepelnou kapacitou na desce.

Rozšíření technického využití laseru

Po úspěšné komercializaci laserového pájení byla technologie přijata výrobci elektroniky, jako jsou chytré telefony, lékařské přístroje a mnoho dalšího. Současně, japonská pájecí laboratoř sbírající údaje o bezpečnosti, spolehlivosti a síle fúzí prostřednictvím skutečných inspekcí a hodnocení, prokázala hodnotu laserové technologie, kterou si osvojila pro pájecí provoz. Pokud máte jakékoli problémy s pájením, kontaktujte nás.



Obr. 5 Laserový pájecí systém (vlevo přístroj a pájecí hlava)

Obr. 6 Laserový pájecí robot typu SCARA (vlevo) nebo stolní typ (vpravo)

Youtube kanál Japan Unix:

The most advanced laser soldering solution in the world :

https://www.youtube.com/watch?v=vuQLbCMaC9Y

Desky plošných spojů pro složitá propojení a pro termální management součástek

Ing.Oldřich Šimek

PragoBoard s.r.o., CEO

simek.o@pragoboard.cz

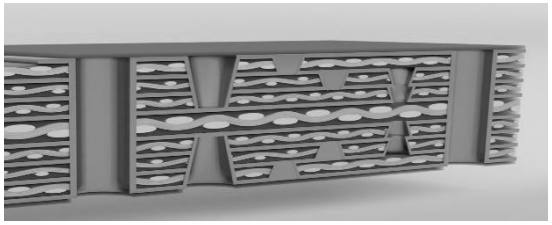
Složitá propojení

Soustavný vývoj součástkové základny elektronických výrobků přináší s sebou také potřebu vývoje propojovacích technologií. Neustále se zmenšující vzdálenost připojovacích plošek čipů a jejich zmenšující se velikost stávají se výzvou pro výrobce plošných spojů. Klíčovými parametry generujícími zvýšené požadavky na rozlišení struktur desek plošných spojů jsou:

- rozměry pouzder BGA: použití BGA s roztečí 0,65 mm a méně vyžaduje použití HDI technologie
- zmenšování rozměrů pasivních součástek
- zvyšování pracovních frekvencí součástek – požadavky na impedanční přizpůsobení
- zvětšující se ztrátové výkony součástek na jednotku plochy

Čím se HDI technologie vyznačují?

- Umožňují zvýšenou hustotu propojení zmenšením otvorů, plošek a vodičů
- Dovolují vytvořit propojení mezi vrstvami pomocí MicroVia přímo v BGA nebo SMD plošce
- Zlepšují integritu signálu díky zkráceným signálovým cestám
- Zajišťují lepší termální management součástek
- Zvyšují spolehlivost DPS použitím lepší technologie namísto volení kompromisů u existujících návrhových pravidel



- Zmenšují rozměry DPS
- Snižují počet vrstev
- Mohou zjednodušit stackup

Výroba HDI desek plošných spojů vyžaduje splnění řady předpokladů. Mezi ně patří:

- Výběr vhodného materiálu: nízký útlum signálu, nízká roztažnost se změnou teploty
- Mechanické vrtání malých otvorů, typicky 0,15 mm
- Vysoce kvalitní prokovení otvorů s malými rozdíly tloušťky na povrchu, dodržení impedančních parametrů
- Precizní definice obrazce, požadované tolerance šířky vodičů jsou +/- 10%
- Vrtání slepých µVIA otvorů laserem
- Vyplňování pohřbených VIA otvorů keramickou pastou a slepých stacked µVIA mědí

- Velmi přesná registrace nepájivé masky, typicky s otevřením do 30µm.
- Velmi kvalitní provedení finální povrchové ochrany, případné použití moderních alternativních procesů, zajišťující dokonalou pájitelnost i nejmenších plošek.

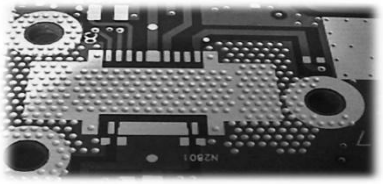
Jedny z nejkomplexnějších konstrukcí v oblasti složitých propojení jsou desky plošných spojů používající v konstrukci pevné a pružné materiály, tzv. Rigid-Flex. Při jejich výrobě se využívají všechny výše uvedené předpoklady a technologie, velice složitá je technologická příprava výroby.

Termální management součástek

Cílem je optimální vyzáření potřebného ztrátového tepla ze součástek mimo konstrukci

Nejběžnějšími způsoby jsou:

- Skupina prokovených otvorů, tzv Thermal VIA Farm. Jedná se o nejjednodušší způsob. Přenos tepla je lokální v oblasti soustředěných otvorů
- Desky s kovovou základnou, materiál je hliník nebo měď. Desky mohou být vyrobeny na základním substrátu nebo přes tepelně vodivý prepreg nalisovány na kovovou podložku. Zvláštní variantou jsou desky s tzv. Copper Pillars
- Zalisované měděné prvky – embedded copper coins



Všechny tyto varianty mají různé hodnoty tepelné vodivosti a záleží na požadavcích na velikost odváděného tepelného výkonu.

Amtest Czech Republic, s.r.o.
Ječná 29a
62100 Brno, Czech Republic
Telephone: +420 541 634 353
www.amtest-group.cz

Rozdíl mezi statickým a dynamickým mícháním dvou komponentních materiálů pro aplikaci zalévacích nebo teplo vodivých materiálů

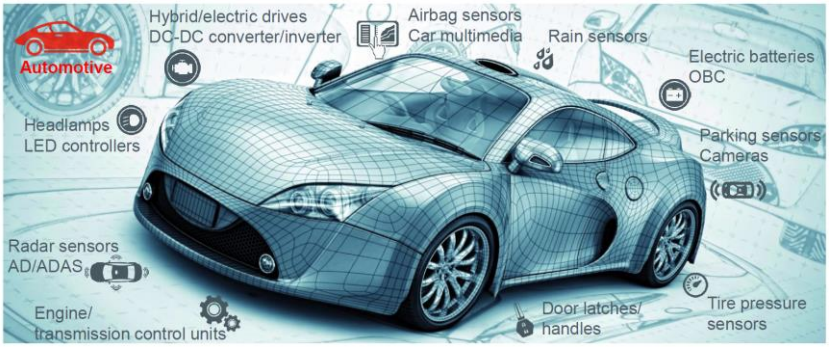
Markus Rieger, BDTRONIC,
Jiří Vondráček, AMTEST GROUP

Společnost bdtronic je celosvětově působící společnost v oblasti dávkování jednosložkových (1K) a dvousložkových (2K) materiálů, modifikaci povrchů pomocí plazmy a impregnace cívek v elektrických pohonech.

Existují různé principy míchání 2K materiálů pro zalévání a dávkování teplo vodivých materiálů. Na trhu jsou v současné době dva různé principy: **statické** a **dynamické** míchání.

Otázkou vždy je, která metoda míchání je pro konkrétní materiál a aplikaci ta správná. Odpověď je jednoduchá: neexistuje žádná správná technologie míchání 2K materiálů. Existuje pouze vhodná technologie s ohledem na použitý materiál a proces. Pro dokonalý výsledek dávkování je však rozhodující nejen technologie míchání, ale také správná a efektivní příprava materiálu a průběžná kontrola procesu.

Přednáška popisuje, jaká kritéria mají vliv na výběr míchacího systému, jaký je rozdíl mezi oběma technologiemi a jak optimálně připravit materiál i jak řídit celý proces dávkování.



Amtest Czech Republic, s.r.o.
Ječná 29a
62100 Brno, Czech Republic
Telephone: +420 541 634 353
www.amtest-group.cz

Manual work station

Process integration module

Semi-automatic machine

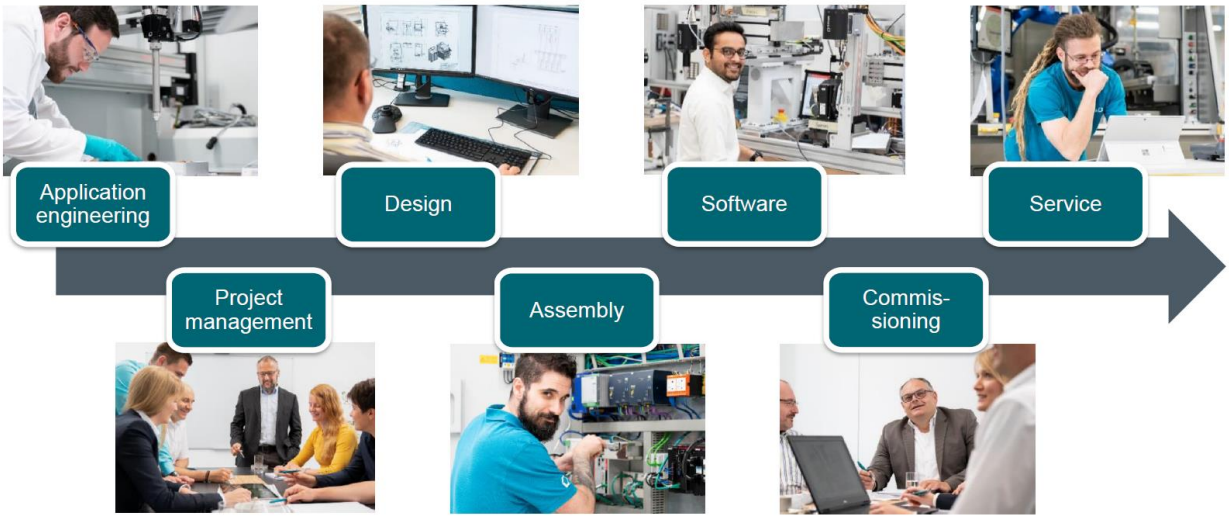
Automatic dispensing cell

Vacuum potting machines

Plasma activation

COMPANY
SERVICES

bdtronic



Přenos tepla v konvekčních pájecích systémech

Milan Hurban, rehm TS

V současné době se nucený konvekční ohřev stal důležitou součástí našeho každodenního života. Můžeme se setkat se spoustou různých druhů nucené konvekce, např. v oblasti průmyslu (konvekční pájecí pece, tepelné žíhání, sušení barev atd.) i v domácnosti (klimatizační systémy, fritézy, vysoušeče vlasů atd.).

V každém případě je cílem zmíněných aplikací ohřát nebo ochladit (přenést teplo) nějaký druh pevného materiálu či sestavy prvků. Pokud bychom chtěli prozkoumat tento proces ohřevu nebo chlazení pomocí modelování a simulace, potřebujeme nejdříve znát fyzikální parametry tohoto ohřevu, jako je rychlost, tlak a hustota prostorového proudění, spolu s rozložením teplot a koeficienty přenosu tepla na různých bodech vyhřívané konstrukce. Tyto hodnoty se ale dynamicky mění a tak je přesný výpočet značně komplikovaný.

Pojem „konvekce“ znamená pohyb molekul v médiu (kapalina, plyn). Konvekční přenos tepla probíhá jak difúzí, tak náhodným Brownovým pohybem jednotlivých částic v tekutině – a advekcí, v níž hmota resp. teplo je přenášeno ve větším měřítku pohybem tepelných proudů v tekutině. V souvislosti s teplem se termín "konvekce" se používá k označení součtu advektivního a difuzního přenosu (Incropera & De Witt, 1990). Výkon konvekčního vytápění závisí především na součiniteli přenosu tepla a lze jej charakterizovat rychlostí proudění tepla prouděním z ohřívacího média do ohřívaného pevného materiálu (Newtonův zákon) (Castell a kol., 2008; Gao a kol., 2003):

$$\frac{dQ_c}{dt} = F_c = \alpha \cdot A \cdot \left(T_h(t) - T_t(t)\right) \quad [W] \tag{1}$$

kde A je vyhřívaná plocha [m_2], $T_h(t)$ je teplota kapaliny [K], $T_t(t)$ je teplota pevného materiálu [K], α je koeficient přenosu tepla [W/m^2K] na ploše A. Součinitel přenosu tepla lze definovat jako nějaký druh „koncentrovaného parametru“, který je charakterizován hustotou a rychlostí kapaliny (média) použité pro ohřev, intenzitou kontaktu mezi pevnou látkou a tekutinou, včetně drsnosti vyhřívaného povrchu (Kays et al., 2004). Hodnota součinitele přenosu tepla se může pohybovat ve velmi širokém rozsahu, v případě plynů je to typicky mezi 5 a 500 [W/m^2K].

Hlavní vliv na koeficient přenosu tepla mají především parametry proudění plynu (hustota a rychlost). Koeficient přenosu tepla může být také charakterizován hmotnostním průtokem q_m (Tamás, 2004):

$$q_m = \int_A \rho \cdot v \cdot dA \quad [kg/s] \tag{2}$$

kde ρ je hustota tekutiny [kg/m^3], v je rychlost tekutiny [m/s] a A je plocha kde je q_m definován. Jak můžete vidět v rov. (1) výpočet prostupu tepla konvekcí je velmi jednoduchý, pokud bychom znali přesnou hodnotu koeficientu přenosu tepla. Problém je, že ve většině případů tato hodnota není známa. Neexistují explicitní vzorce pro stanovení koeficientu přenosu tepla, jen v některých speciálních případech máme vzorce pro přibližný výpočet. Inoue (Inoue & Koyanagawa, 2005) se pokusil přiblížit parametr α proudu topného plynu ze systému dmychadla s maticí trysek (děrovaná deska) následujícím výrazem:

$$\alpha = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\sqrt{\left(\pi/4\right)\cdot\left(D/l\right)^2}\cdot\left(1-2{,}2\cdot\sqrt{\left(\pi/4\right)\cdot\left(D/l\right)^2}\right)}{1+0{,}2\cdot\left(H/d-6\cdot\sqrt{\left(\pi/4\right)\cdot\left(D/l\right)^2}\right)} \cdot Re^{\frac{2}{3}} \cdot Pr^{0{,}42} \cdot \left[1+\left(\frac{H/d}{0{,}6/\sqrt{\left(\frac{\pi}{4}\right)\cdot\left(D/l\right)^2}}\right)^6\right]^{-0{,}05} \tag{3}$$

kde λ je tepelná vodivost plynu [W/m.K], d je průměr trysek, H je vzdálenost mezi tryskami a cílem [m], r je vzdálenost mezi tryskami v matici [m], Re je Reynoldsovo číslo a Pr je Prandtlovo číslo. Rovnice (3), která je zobrazena výše, byla odvozena ze systematické série experimentů. Bohužel tohle metoda dává pouze průměrnou hodnotu α a neumí se vypořádat se změnami ohřívacího systému (kontaminace, stárnutí atd.). Kromě toho je v mnoha případech obtížné určit přesnou hodnotu některých parametrů, např. rychlost a hustotu plynu (mění se s teplotou), které jsou potřebné pro výpočet čísla Re a Pr. Stejný problém nastává v případě jiných aproximací, např. Dittus–Boelter, Croft–Tebby, Soyars atd.
Jediná schůdná cesta je tak přímé měření koeficientu přenosu tepla.

Firma *Rehm Thermal systems* patří k lídrům v oblasti konvekční pájecí techniky a i podobnými výzkumy optimalizuje svá zařízení, zvláště v době, kdy každá úspora energie je velmi důležitá!

www.rehm-group.com
m.hurban@rehm-group.com

Kvalita čištění velmi složitých sestav a automatizace čistícího procesu

VLADIMÍR SÍTKO
PBT Works s.r.o., 756 61 Rožnov pod Radhoštěm, Lesní 2331, email: info@pbt-works.com
http://www. pbt-works.com

Sestavy se zvlášť vysokou spolehlivostí.

Nejužívanější norma pro hodnocení kvality elektronických sestav - IPC 610 rozlišuje požadavky na spolehlivost třídami.

1 - Spotřební elektronika,

2- Průmyslová elektronika a

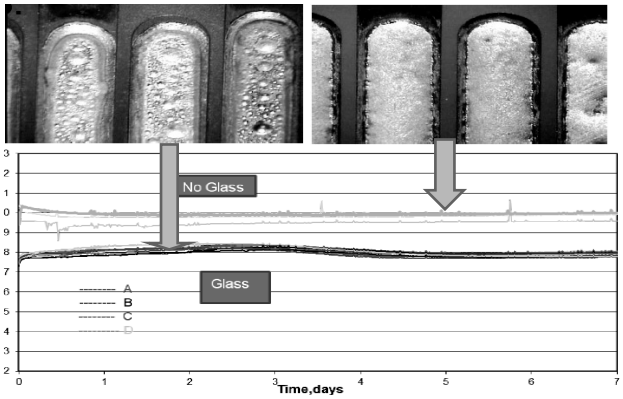
3- Elektronika na jejíž funkci závisí zdraví, nebo životy.

Kromě toho existují normy vojenské a normy pro kosmické aplikace – NASA a ESA (Normy ESSC), které na některé aspekty kvality stanovují jiná měřítka. V poslední době reagovala na tuto skutečnost i IPC a v souboru norem pro neosazené desky plošných pojů se objevil termín Class 3A (Advanced), pro sestavy, jejichž selhání může způsobit extrémně velké škody nebo nebezpečí.

V tomto článku se chci zaměřit na vysoce spolehlivé a složité sestavy a hlavní potíže při jejich čištění po pájení. Krátký přehled metod hodnocení čistoty pro kvalifikaci čistícího procesu pro extrémně spolehlivé sestavy je však plně využitelný i při práci s ne tak kritickými výrobky. Zvláště proto, že nároky na spolehlivost a životnost rostou a roste i složitost prostředí, kde fungují.

Jak se změnily sestavy na DPS.

Chci upozornit na komponenty BTC (- komponenty se spodním připojením). Mají na spodní ploše vývody bez výčnělků (kuliček, nebo sloupků). Kromě faktu, že není vidět pájený spoj přibývá ještě jeden významný rozdíl – tavidlo pájecí pasty na takových pájených spojích se při pájení neodplyní do té miry, jak jsme zvyklí u ostatních komponent. V USA se takovým zbytkům říká " cubic flux residues" – na znamení, že tavidlo absolvovalo pájení v poměrně uzavřeném prostoru.
Studie ukazují [1],[2], že mobilita iontů v takových zbytcích je podstatně větší než u klasických, dobře odplyněných.

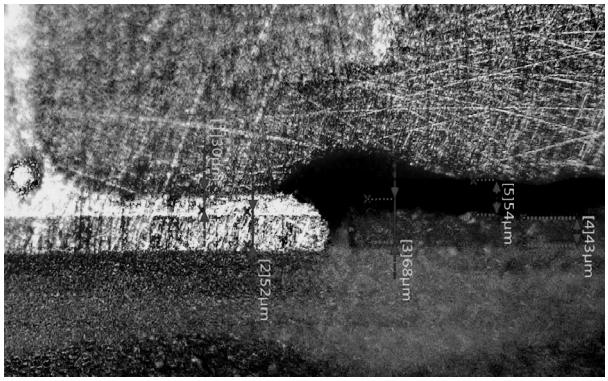


Obr. 1 Hodnoty SIR pro odplyněný a neodplyněný pájený spoj

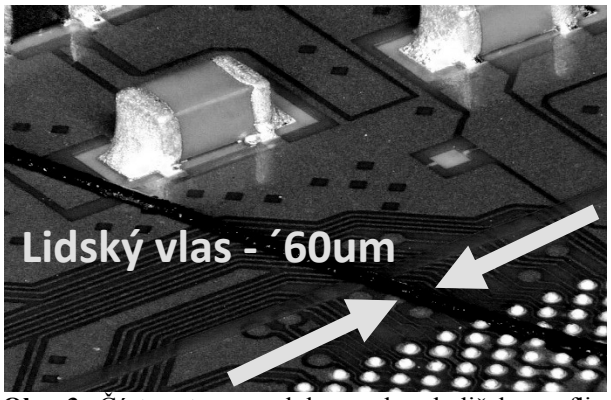
V závislosti na složení tavidel – typu pryskyřice a systému aktivace tavidla, mohou být neodplyněné zbytky vice, nebo méně bezpečné pro sestavy s limitovanou životností. Pokud vyžadujeme extrémní spolehlivost, , nebo dlouhou životnost (pozor, taková životnost je projektována nově i u některých spotřebních výrobků, jako je autoelektronika!) nezbývá, než sestavy čistit.
A jsme u prvního problému.

Čištění pod komponentami.

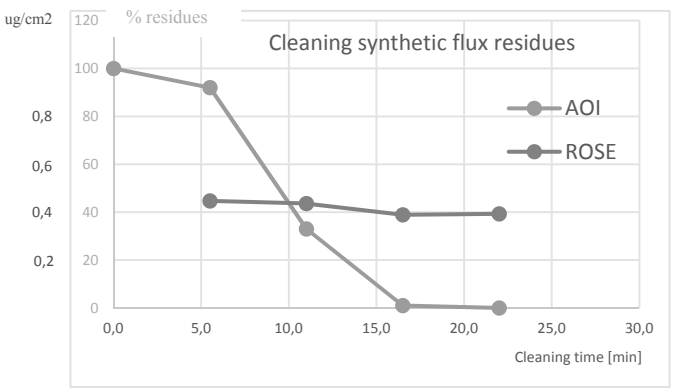
Není pravda že sestava je čistá, pokud nevidím okem zbytky, sestava je čistá, pokud nejsou zbytky tavidel pod komponentami!
Standardní SMD komponenty, při dodržení konstrukčních doporučení, a technologie výroby DPS, mají minimální mezery pod pouzdry řádově 50um. Limitem pro čištění není pouze tloušťka mezery, ale poměr tloušky a velikosti takové mezery. Platí, že čím delší a užší je mezera pod pouzdrem při stejné tloušťce, tím obtížnější je čistění. Tloušťka mezery je převážně definována tloušťkou pájeného spoje SMT (rozměr G podle IPC 610). Správně konstruovaná a vyrobená DPS má úroveň pájecích ploch včetně povrchových úprav v rovině nepájivé masky. To je optimální i pro šablonový tisk. Tloušťka pájky bývá typicky cca 50um, ale v závislosti na hmotnosti komponenty a velikosti kontaktu plochy s terminálem pouzdra, se může tato tloušťka i zmenšovat. Naše pozorování ukazují, že u nětrerých typů komponent (MELF, MLCC kondenzátor), díky konvexnímu tvaru terminálu, může být tloušťka pájeného spoje menší – 20um i pod 10um. Komponenta při pájení plave hlouběji ponořená v pájce. To platí pro "standardní " měřítko SMD. U velmi malých čipů může mezera dosahovat i jednotek um. S ohledem na jejich malý půdorys jsou ale i takové detaily čistitelné



Obr 2: tloušťka pájeného spoje pod MLCC. Nepájivá maska 52um, tloušťka pájky 30um, mezera pod čipem 54um



Obr. 3: Část sestavy modulu s polem kuliček pro flip chip o průměru 60um -



Obr.4: porovnání měření čistoty GTB kontaminometrem (ROSE) a optická kontrola zbytků pod čipy.

Jak čisté je čisté ?

Odpověď na tuto otázku je stále obtížnější. IPC 610 ještě říká, že tavidlové zbytky, které jsou benidní, nejsou na překážku. Vždy se snažme číst normy s informací o její historii. Právě tato kapitola IPC 610 nedoznala změn od verze C až po verzi H.-T.j. přibližně 30 let (!) Je vhodné znát stáří jednotlivých předpisů, nebo testovacích metod!

Dovolím si vyslovit názor.

O dostatečné čistotě elektronické sestavy je možné uvažovat až tehdy, kdy ani pod komponentami není žádný viditelný zbytek tavidlových zbytků nebo jiných nečistot.

V praxi tomu tak není. Dosud však není metoda, která by alespoň odhadem dovolila stanovit, kolik tavidlových zbytků a v jaké formě je ještě bezpečných. A to ani tehdy, pokud přesně známe podmínky provozu takové sestavy.

Metody diagnostiky čistoty

Z hlediska rizika elektrochemické koroze je bezesporu důležitá iontová čistota.

ROSE – Resistivity Of Solder residues Extract

Metoda ze 70. let, oficiálně se již nesmí používat pro kvalifikaci čistícího procesu. Absolutně nevhodná pro posuzování NO- clean sestav (to připomínám jen proto, že se to stále děje). Číslo 1,57ug/ cm2 nemá dnes jakýkoli význam. (viz také [1])

Potíž je v tom, že normy nezakazují tuto metodu používat pro validaci změn procesu a monitorování stability. Takže řada výrobců s ní žije dále a hlídá kvalitu.

Co je ale schopné ROSE uhlídat v rámci čistoty pod SMT komponentami? Odpověď je: NIC !

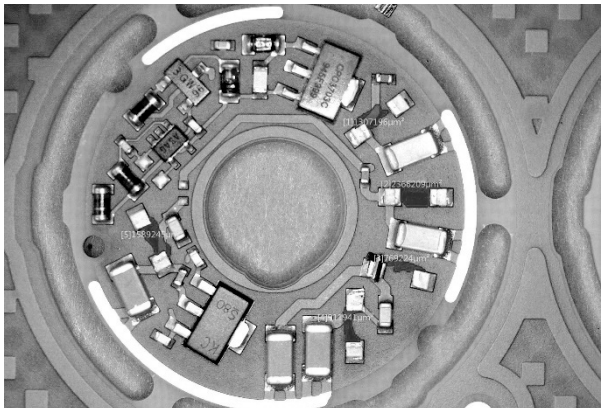
Nasledující graf, (součást jedné naší studie [3]) ukazuje porovnání testu na skleněných maketách SMD sestavy s optickým a ROSE vyhodnocemím zbytkové čistoty, jasně ukazuje, že roztok IPA + vody není schopen vymýt zpod komponent s mezerou 50um zbytkové tavidlo. ROSE to prostě " nevidí".

IC – iontový chromatograf.

Pod dojmem informaci o ROSE přešla řada výrobců sestav při prokazování stability na režim občasného měření IC. Mnozí v IC vidí i jednoznačný nástroj pro kvalifikaci.

Nicméně, ani IC není kvantitativní metoda! Přestože v dokumentu IPC CH65B najdeme tabulku hodnot jednotlivých kationtů, je třeba si uvědomit, že to jsou pouze hodnoty, které "dávají" dobrý výsledek. Tyto hodnoty jsou cca z r. 2011 (tedy již opět staré.)

Provedli jsme studii [6], nakolik dokáže přípravný postup pro IC (80°C, IPA + voda, 1 hod) vymýt zbytky tavidel zpod čipů.



Obr. 5 Velikosti ploch tavidlových zbytků pod komponentami po čištění (červeně)

Na deskách podle Obr. 5 (180 ks) jsme provedli měření velikosti ploch tavidlových zbytků. Sestavy byly čištěny při různých parametrech.

Na všech sestavách jsme kompletně sejmuli komponenty a měřili velikosti ploch (obr. 5), kde ještě zůstaly tavidlové zbytky. Některé sestavy byly podrobeny předtím IC testu. Proti předpokladu, že takové desky budou po IC testu zcela čisté, nebo alespoň viditelně čistší – nebyly. Statistickými testy jsme prokázali, že se hodnoty množství zbytků neliší od hodnot na deskách, které IC testem neprošly. IC nemůže být kvantitativním testem – nerozpustí všechny zbytky. Jako poznámku uvádím, že všechny vzorky se s rezervou vešly do " kriterií"; která jsou uváděna pro IC test – tedy desky byly "oficiálně" čisté !!

Řada publikací již dnes uvádí že IC test je dobrým kvalitativním testem, který může pomoci najít původ iontových zbytků, resp, stanovit jejich character.

V žádném případě nelze ale použít samostatně jako kvalifikační kriterium.
Je o řád lepším prostředkem pro sledování stability čistícího procesu , než ROSE, jeho citlivost pro zbytky v mezerách pod 20um je ale velmi omezená.

GTB AOI (Glass Test Board Automatic Optical Inspection)

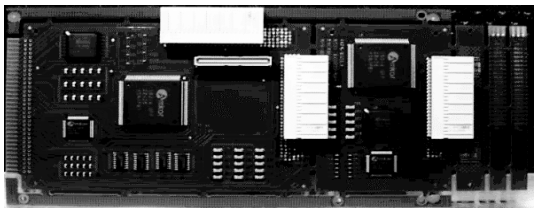
Tuto zkratku jsme vytvořili pro naši metodu sledování stability čistícího procesu pomocí kalibračních testovacích skleněných desek s přesně montovanými čipy. Není to metoda pro kvalifikaci, nicméně je určena a vyvinuta speciálně pro sledování zbytků v mezerách pod čipy. V řadě studií, které jsme provedli, prokázala velku citlivost a opakovatelnost. Podrobně je popsána v publikaci [5].

Skleněná testovací deska je podplněna tavidlem, projde reflow a přidá se k vsázce prověřovaného čistícího procesu. Zbytky po čištění jsou vyhodnoceny optickým testerem. Není použito stejné tavidlo, jako tavidlo v procesu ale process s GTB je naladěn tak, aby za mycí čas testovaného procesu dospěl cca k 50% zbytků pod čipy GTB. To je stav, kdy každá změna parametrů procesu se projeví s největším účinkem na množství zbytků na GTB a s velkou linearitou.. Je tak možné monitorovat rovněž vyčerpání čistidla. Prokázali jsme, že pouhé udržování koncentrace čistidla na nominální hodnotě nemusí stačit pro vyhovující čištění. Výsledek, čištění je dán i stupněm nasycení čistidla a stupněm vyčerpání jeho alkality. To jsou parametry, které zatím na strojích nikdo měřit neumí. Kvalita mytí je nepřímo dána množstvím pájecí pasty, která do procesu přichází (ve formě přetavených pájených spojů). Pravidelné testování pomocí GTB umožní využít kapacity čistidla na maximum bez rizika ztráty kvality čištění. Tento způsob monitorování stability nyní nabízíme zájemcům jako službu.

Obr 6: Skleněná testovací deska (GTB) a optické testovací zařízení VERINAS pro měření zbytků pod komponentami.

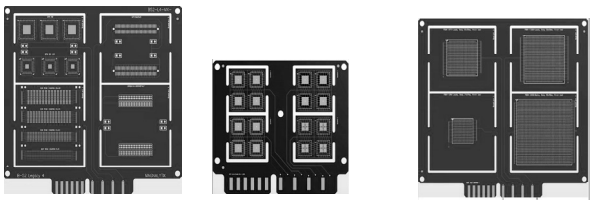
SIR – testování povrchového odporu.

Tato metoda je stěžejní při kvalifikaci nových procesu čištění, lze stejně tak dobře použít pro kvalifikaci procesů s NO-clean technologií. Základní kriteria testu pro neosazenou desku B24 jsou popsána v IPC J- STD 004 (004 B).Metoda dle J- STD 004B je vhodná pro charakterizaci čistitelnosti pájecích past a jejich zbytků. Test pro osazené testovací desky je v normě IPC9202. Kromě desky B52 tam definované, existuje řada dalších testovacích desek různých institucí a velkých výrobců. B52 je stále široce rozšířená, má potíž, že vznikla v r.2011 a neobsahuje BTC komponenty. Její modifikace, pocházející z NPL (Anglie) má přidány QFN.
Deska je osazena a zapájena (ev. + čištěna) technologií, kterou chceme kvalifikovat. Poté se podrobí testu dle IPC 9202 (168hod, 90% vlhkosti, 40°C s periodickým měřením odporu po 20 min.)
Hranice přijatelného výsledku je odpor vzorků na všech kanálech > 10^8 Ohm. Protože tato metodika je již více než 10 let stará, kloní se někteří uživatelé k hranici 10^9 , nebo i 10^{10} Ohm. Nová verze této normy vyjde pravděpodobně ještě letos.

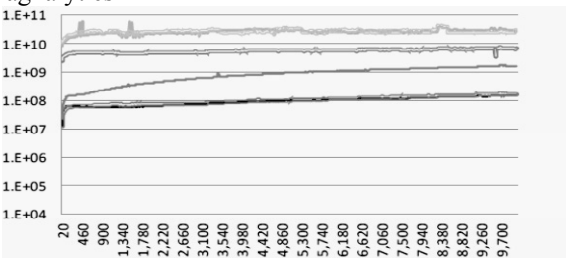


Obr 7: Kompletní deska B52, včetne odlamovacíxh kuponů pro IC a verifikaci čistoty substrátu

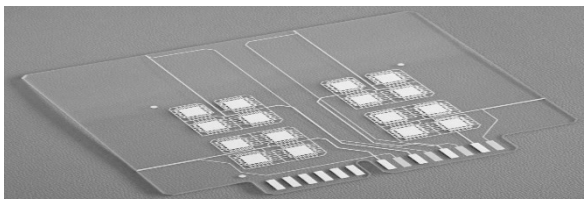
V loňském roce byla publikována studie [4] která ukazuje na možné použití takové metody i na validaci změn a kontrolu stability, což pro vysoké náklady a dlouhou dobu vyhodnocení (1 týden) nebylo dříve myslitelné. Jde o zkrácené testy SIR na dobu 2 hod. Byla prokázána dostatečná statistická shoda s výsledky po 2 hod a po 168 hod pro účely hlídání stability procesu. Testy nejsou prováděny na vzorcích B52 ale na vzorcích různých provedení, co nejblíže vystihující nejproblematičtější komponenty použité na výrobku. Takové vzorky jsou velmi vhodné i pro kvalifikaci, zvláště proto, že mohou vystihovat přesněji součástkovou základnu kvalifikovaného produktu Tuto strategii vyvinula fy Magnalytics (USA). Již od letošního roku máme možnost u ní takové testy zadávat, v příštím roce budeme mít potřebnou techniku i materiál pro vzorky u nás v PBT Works.



Obr.8: ukázka některých typů SIR testovacích desek fy Magnalytics

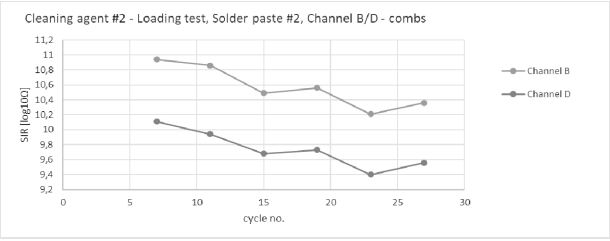


Obr.10: ukázka záznamu testu SIR dle IPC 9202
Jednotlivé křivky záznamu jsou signály od jednotlivých komponent.



Obr. 11: Skleněná deska pro testování SIR – společný projektu fy PBT a Magnalytics.
V blízké budoucnosti bude možné výsledky SIR podepřít optickým testováním.

Testování neiontových zbytků.
Výše uvedené metody neumí detekovat organické zbytky, které jsou neiontové, nebo slabě iontové. Tyto zbytky snižují povrchové napětí a způsobuji problémy s adhezí lakových vrstev a lepidel. (ne vždy lze použít plazmové čištění, nebo aktivaci povrchu jako u lakování plastů.) Zásadně vadí při difuzním kontaktování. Rovněž sestavy pro optické aplikace, nebo sestavy které mají pracovat ve vakuu, musí být prosty jakýchkoli lehce zplynovatelných zbytků. U mechanických a elastomerových dílů lze provést odplynění – při zvýšené teplotě 130 – 150°C po řadu hodin. U kompletních sestav takový process nemusí být v souladu s limity polovodičových komponent. Ukazuje se [7], že neiontové zbytky mají negativní vliv i na povrchový izolační odpor sestav, již pri výstupu z čistícího procesu.

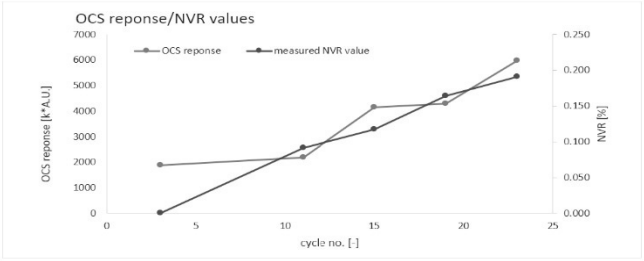


Obr 13: Postupně klesající povrchové odpory 6 vzorků, čištěných v silně zatíženém procesu (ekvivalent 200 g pájecí pasty / cyklus. Vodivost posledníhco oplachu vždy <0,1uS, Pokles SIR způsoben nárůstem neiontových zbytků.

Jak vyrobit kvalitu?

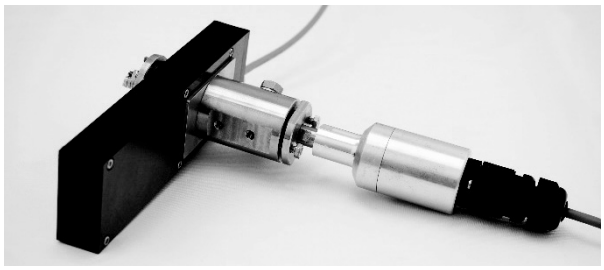
Dosud popsané metody jsou laboratorní, vyžadují zvláštní vybavení a jen výjimečně se dají aplikovat přímo v provozu. Zaměřujeme se na zlepšení kontinuální diagnostiky čistícího procesu tak, aby informace o kvalitě byla k dispozici v reálném čase, přímo na stroji.

Jak zajistit, organickou čistotu?
Dosavadní stav techniky je takový, že čistící stroje měří pouze vodivost oplachových lázní. Neiontové, nebo slabě iontové organické nečistoty však mají vliv na konečnou kvalitu čistoty. Poslední oplachy je možné vybavit sensory organických zbytků. Nejznámější takovým senzorem pro vysoce čisté vody je např. Total Organic Carbon Monitor od fy Mettler Toledo s rozsahem měření 0,05 – 1000 ppb. Vyžaduje kvalitu vody >0,5MOhm. To je pro elektronické sestavy na deskách plošných spojů přece jen zatím mimo praktický rozsah.
V loňském roce jsme dokončili vývoj čidla pro monitorování neiontových nečistot z rozsahem detekce cca 50- 200ppb až jednotky %. – Organic Carbon Sensor (OCS) Naše čidlo je postaveno na jiném principu, lze integrovat na čistící zařízení. Dovoluje detekovat jak pravé roztoky, tak emulze, nebo směsi roztoků a emulzí ve vodě. Lze použít dokumentaci kvality oplachů, pro monitorování stavu filtrů s aktivním uhlím, a v neposlední řadě i pro monitorování stavu odpadních vod z procesu. Tento system je patentován. V letošním roce jsme prokázali možnost jeho aplikace i pro měření saturace mycích roztoků.



Obr. 14: postupné sycení mycího prostředku, monitorované čidlem OCS a referenčním měření neodpařitelného zbytku (NVR) podle standardní metodiky.

Monitorování nasycení je velmi významné použití čidla OCS. Kromě koncentrace je saturace základním parametrem, který určuje, zda jsou v daném čase a za daných podmínek zbytky rozpuštěny, nebo ne. Kromě zajištění kvality přináší i ekonomické a ekologické benefity, protože dokáže využít chemii čistidla zcela, bez rizika nekvality.

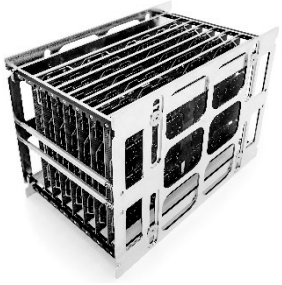


Obr 15: čidlo OCS (Organic Carbon Sensor) fy PBT Works

Automatizace čistícího procesu
Automatizace znamená u čistění především zaručení standardních postupů, tedy kvality.

Manipulace s výrobky
Stroje nové platformy HyperSWASH a HyperCLEAN umožňují jednoduché navázání na robotické systémy, nebo integraci s převážením vsázky pomocí AGV. Vlastní naložení a vyložení zajišťuje stroj sám.
Pokud je čištění v procesu přímo za SMD linkou, je velmi racionální čištění v magazínech, které jsou přímo nakládány deskami na standardních linkových

nakladačích. Tak může vzniknou zcela bezobslužný provoz.



Obr.16 Univerzální kazeta pro čištění přímo od linky SMD

Obr. 17 Zakládání kazet do stroje cobotem přímo od linkového zakladače

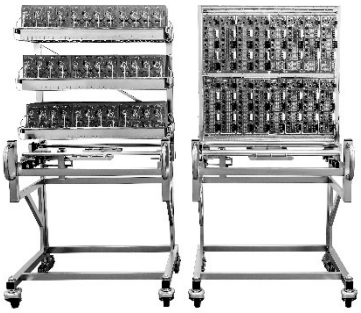
Automatizace údržby

Veškeré činosti spojené s doplňováním médií mohou dnes automatizovány, tato automatizace vyžaduje napojení příslušných čidel (měření koncentrace, resp saturace čistidla, hladinoměrů s průběžným odečtem hladiny nebo měření kvality vod.

K údržbě patří i čištění. Stroje nové platformy mohou být vybaveny automatickým čištěním čerpacích nádrží. To je specielně účinné v okruzích oplachu, kde dochází ke znečišťování stěn a vybevení nádrží přebytkem rozpuštěných tavidlových zbytků , vypadlých z emulze při snížení koncentrace čistidla.

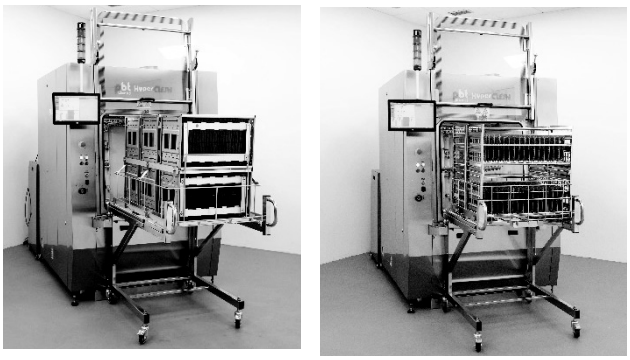
Flexibilita

Stroje nové platformy jsou stavěny jako flexibilní, s lehce vyměnitelnými postřikovými nastavci. U Hyper SWASH je tak do 5 min možná změna z přímého postřiku na postřik v koších, nebo kazetách. Podle složitosti sestav a rozpustnosti tavidlových zbytků je možné použít vhodnou konfiguraci stroje.



Obr. 18: přípravky pro mytí v koších a rámech Hyper SWASH na vozících.

Stroj Hyper CLEAN může být dodán s oscilačním košem – pro čištění velkého množství sestav . Potom je schopen dávat capacity srovnatelné s in- line čistícími stroji při mnohem menší podlahové ploše i spotřebě energií. Jiná konfigurace – bez oscilace koše - má celkovou velikost komory vhodnou pro čištění největších kondenzátních chladičů nebo velkého množství pájecích přípravků. S ohledem na prostor je vhodná i pro rychlé čištění přepravních kazet.



Obr. 19 Hyper CLEAN v různých konfiguracích – údržbové mytí (vlevo a mytí sestav (vpravo).

Literatura:

[1] Douglass Pauls (Rockwell Collins May 2017) – An Overview on Global Change in Ionic Cleanliness

[2] Karen Tellefsen (MacDermid Alpha) SMTAI October 2020

[3] Vladimír Sítko. (Conference SMTA Illinois Nov 2021) Validation of changes and monitoring cleaning process stability according to J-STD 001 H chapter 8

[4] Mike Bixenmann, Mark Mc Mean , Vladimir Sítko - (Professional development course APEX 2021 PD28) Designing Reliable Electronics in Accordance with IPC J-STD-001H ~ Section 8 Cleanliness

[5] Vladimír Sítko: (Conference SMTA Illinois Nov 2021) Online monitoring of non-ionic impurities in rinsing of cleaned PCBA

[6] Vladimír Sítko (Conference SMTAI Illinois 2021) Importance of good design for cleaning.

[7] Vladimír Sítko, Mike Bixenmann (Konference SMTAI Minneapolis 2022) Engineering cleaning agent study as a function of Rinsing under low Profile componen

Revoluční způsob kontroly ochranných laků na DPS

V oblasti Inspekčních technologií pro výrobu elektroniky jsme za posledních 10-12 let nebyli svědky ničeho převratného, co by přineslo výraznou změnu či revoluci do daného odvětví. SPI i AOI zařízení používají stále stejné principy a ani v oblasti RTG strojů nedošlo k nijak dramatickým objevům, které by posunuly hranice současné technologie o výrazný kus dál. Jakoby se zdálo, že vývoj tohoto odvětví stagnuje. Výrobci sice neustále své stroje vylepšují a posouvají směrem k lepší přesnosti, rychlosti i spolehlivosti, ale na poli vývoje se nic zásadního nemění.

Za určitý zlom v této stagnaci lze tedy právem považovat novinku, kterou představila v loňském roce jihokorejská firma Koh Young. Tato celosvětově nejúspěšnější značka na poli optických inspekcí s více jak 20 tisící prodanými 3D stroji přišla se zcela novou patentovanou platformou, která dokáže měřit ve 3D transparentní materiály na deskách plošných spojů. Typicky tedy ochranné laky, a případně i encapsulanty a underfilly (sem transparentní materiály).

Měřící princip je založen na laserové interferometrii a je speciálně upraven pro potřeby matriálů používaných v SMT průmyslu. Pro potřeby reálné výroby Koh Young připravil inline verzi umožňující 2D i 3D kontrolu - model Neptune C+, a pro laboratoře a kontrolní pracoviště kvality pak existuje stolní varianta Neptune T. Výstup na in-line stroji se podobá AOI inspekci včetně možnosti review stanice. Stolní verze pak připomíná svým výstupem pracoviště analytického RTG s Laminografií. Je na ní možné provádět manuální měření a virtuální řezy podobně jako v programech pro CT analýzu.

Společnost IMT je schopna ve spolupráci s firmou KY zajistit předvedení obou dvou modelů a poskytnout detailní informace k oběma zařízením. V případě zájmu nás konstatujte skrze naše webové stránky www.imtts.cz

Tři strategie jak si v roce 2022 poradit s voidy

Jen Fijalkowski
Timothy O'Neill
Carlos Tafoya
AIM
Cranston, RI

Abstrakt
Návrháři plošných spojů stále více používají BTC komponenty (součástky s ploškou pod tělem komponentu) kvůli jejich nízké ceně, malé velikosti a solidní spolehlivosti. Tyto součástky s kombinací beznožičkových vývodů a plošky pod tělem komponentu staví výrobce plošných spojů před výzvy v podobě naklápění komponentu, nedostatečného smáčení, obtížné vizuální kontroly a především tvorby voidů na ploškách pod tělem komponenu. Voidy v pájeném spoji větších rozměrů mohou být těžko predikovatelné a obtížně se dosahuje požadované míry kvůli rozmanitosti proměnných, které jejich tvorbu ovlivňují. Tato studie zkoumá a vyhodnocuje 3 následující způsoby redukce voidů u BTC komponentů: Implementace revolučních pájecích past s nízkou voidovitostí, využití nových upravených teplotních profilů a kreativní úpravu apertur v planžetách. Tato studie navazuje na předchozí práci, která se úzce zabývala zkoumáním designu apertur v šabloně pro tisk I/O plošek. Výsledky potvrzují, že koncový uživatel je schopný konzistentně a opakovaně snížit voidy u BTC komponentů pod 5%.

Validace procesu ručního pájení pomocí stanice Hakko FN-1010

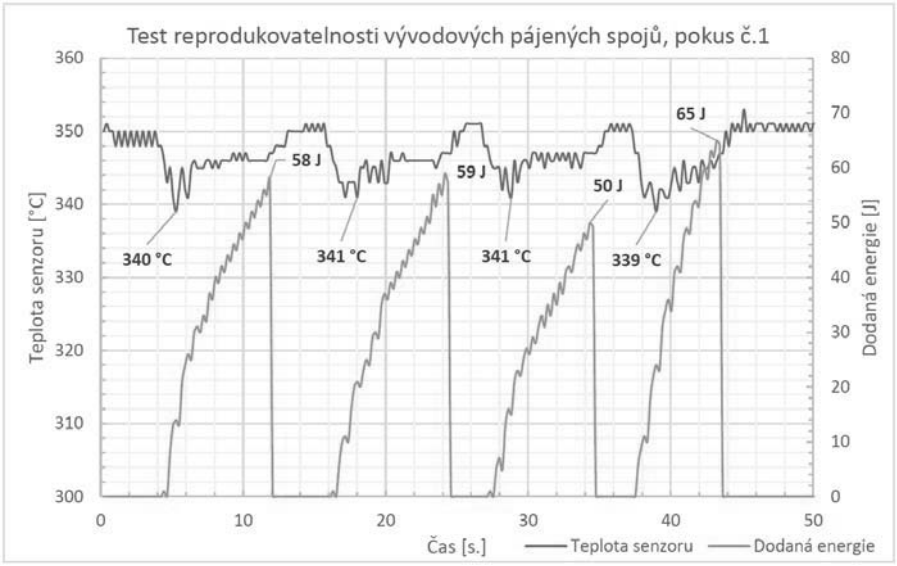
(Hodnocení kriterií přijatelnosti pájeného spoje pomocí IoT pájecí stanice)

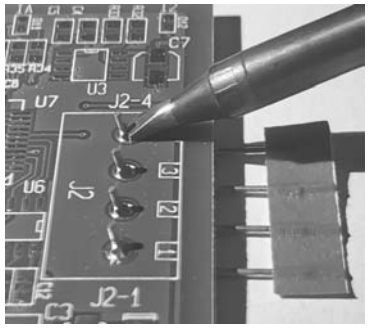
Ing. Martin Abel

Kritéria přijatelnosti pájeného spoje jsou uvedena v normě IPC-610 příslušné verze. Je možné říci, že většina výrobních firem se touto normou řídí nebo ji využívá jako zdroj pro vlastní firemní směrnice. Norma je vlastně dokonalý katalog chyb pájení, vždy u každého typu spoje jsou určeny meze, za jakých podmínek je spoj akceptovatelný.

Validace procesu ručního pájení

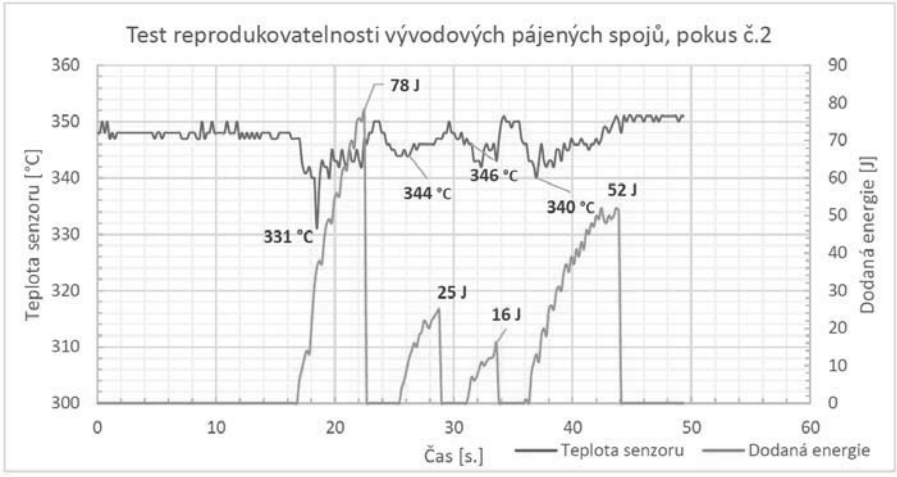
Přijatelnost pájených spojů lze rovněž stanovit přímo pomocí pájecí stanice. Příklad pájení čtyř identických pájených spojů. Čtyři spoje byly pájeny stejnou teplotou, stejným pájecím hrotem. Níže uvedený graf ukazuje ideální průběh pájení pájeného spoje. Operátor zcela bezchybně zapájel čtyři spoje což je ověřitelné optickou kontrolou.

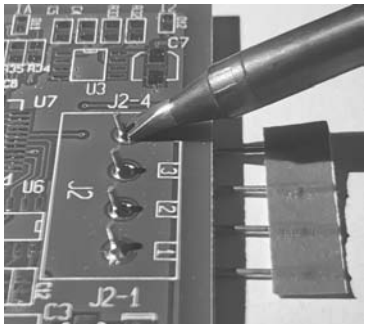




Pájení čtyř pájení spojů kvalifikovaným operátorem.

Druhý graf prezentuje pájení stejných spojů, ale operátor nebyl schopen pájet bezchybně. Graf prezentuje špatnou práci operátora. Neshodné spoje samozřejmě je možné ihned vidět okem nebo lupou.





Pájení čtyř pájení spojů NEkvalifikovaným operátorem.

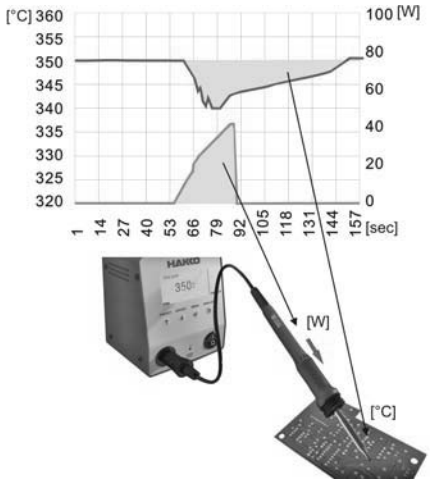
Z výše uvedeného je jasné, že kvalitu spoje jsme schopni definovat BEZ následné optické kontroly.

Akceptování pájených spojů lze s úspěchem využít pro hodnocení operátorů. Pájecí stanice Hakko FN-1010 může být s výhodou k objektivnímu přezkoušení operátorů ručního pájení. Operátor během zkoušky zapájí několik spojů a zkoušející ihned vidí kvalitu pájení.

Pájecí stanice Hakko FN-1010 je v kategorii IoT, tzn. je schopna ihned v reálném čase předat informace do běžného PC nebo notebooku, kde budou zaznamenaná a hodnocena. Okamžitý sběr a hodnocení dat procesu pájení v reálném čase dává nebývalé možnosti kontroly kvality pájených spojů.

Hodnocení kritérií přijatelnosti pájeného spoje pomocí IoT pájecí stanice Hakko FN-1010

Pro moderní pájecí stanice jsou měřitelné dvě veličiny: teplota pájecího hrotu a energie dodaná do pájecího hrotu a tím i do pájeného spoje resp. do místa pájení. Následující graf představuje průběh pájení v reálném čase.



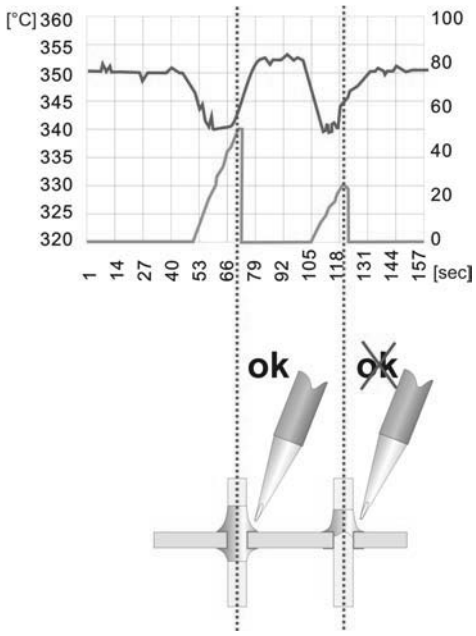
Modrá křivka prezentuje teplotu měřenou přímo na pájecím hrotu, kterým se provádí pájený spoj. Oranžová křivka prezentuje energii, která je spotřebována na dodání tepelné energie do pájeného spoje, tedy do místa pájení.

V reálném čase situace vypadá takto: pájecí hrot s pevně nastavenou teplotou (modrá křivka) se dotkne pájeného spoje, ihned klesne jeho teplota, neboť dojde k jeho ochlazení (modrá křivka poklesne). Zároveň však zdroj pájecí stanice prudce zvyšuje dodávku tepelné energie do pájecího hrotu a tím opětovně začne stoupat teplota pájecího hrotu.

Jsou tedy dvě veličiny, které mohou charakterizovat tvorbu pájeného spoje v reálném čase.

Zpracovatel desek s plošnými spoji by určitě uvítal okamžité vyhodnocení kvality pájeného spoje bez optické kontroly. Pájecí stanice, která je schopna předat informace o průběhu v reálném času může být právě tou technologií (IoT), která poskytne okamžitou informaci o pájeném spoji.

Následující graf představuje hodnocení dvou pájených spojů klasické vývodové technologie. K hodnocení jsou použity veličiny v reálném čase: teplota pájecího hrotu a spotřeba elektrické energie pájecího hrotu (pájedla) v reálném čase.



Vlevo je představené pájení dvou po sobě jdoucích pájených spojů. První spoj je zapájen bezchybně a druhý již ne.

Graf zcela jasně ukazuje, jak probíhalo pájení. První spoj byl dokonale prohřátý, tj. byl uskutečněn při optimální dodávce energie (tepla) a optimálního průběhu teploty na pájecím hrotu (na špičce hrotu). Druhý pájený spoj již nebyl dokonale prohřátý a je zcela evidentně vidět, že nebyla dostatečná dodávka energie (tepla) do místa pájení.

Také plochy pod jednotlivými křivkami jsou různé.

Operátor nebo robot?

Možnost okamžité kontroly/hodnocení kvality pájeného spoje nabízí i využití u pájecích robotů. Ano, je to tak, pájecí robot pracuje nezpochybnitelně podle zadaných instrukcí. Je přesně definované množství pájky, které jde do místa pájení, úhel pod jakým je spoj realizován, délka pájení, atd. Ze vstupů je tedy velmi snadné zjistit nebo predikovat, který spoj může vykazovat neshody.

U operátora je stále přítomen lidský faktor, který může zkreslit výsledek. Doposud však neexistoval žádný nástroj, který by upozornil operátora, že jeho výsledek práce vykazuje neshodu. Nástroj, který ihned řekne operátorovi, "děláš chybu!".

www.hakko.cz

Amtest Czech Republic, s.r.o.
Ječná 29a
62100 Brno, Czech Republic
Telephone: +420 541 634 353
www.amtest-group.cz

UV a UV LED vytvrditelné materiály pro selektivní lakování DPS

Balint Gyorffy, HUMISEAL,
Richard Ďuriš, AMTEST GROUP

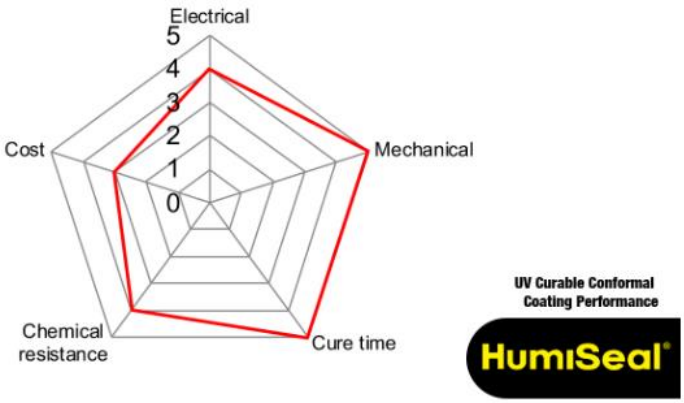
Společnost Humiseal je výrobcem laků a nátěrů používaných k ochraně elektronických obvodů proti prostředí, ve kterém pracují. Vyrábí různé produkty s použitím akrylových, polyuretanových, syntetických pryžových, UV vytvrzovaných a silikonových materiálů. Společnost Humiseal vyvíjí a vyrábí tyto materiály již více než 70 let.

Přibližně před 20. lety, kdy se objevily první UV zářením vytvrzovatelné laky. V té době byla UV vytvrzovatelná technologie považována za novou generaci laků, a to především díky svým výhodám, jako je téměř okamžité a konzistentní vytvrzení, vynikající ochrana proti vlhkosti a nulový obsah těkavých organických látek.

Společnost HumiSeal vyvinula řadu UV vytvrzovaných laků, které jsou v rámci odvětví jedinečné a které zahrnují:

- 100 % pevných látek s minimálním dopadem na životní prostředí
- vynikající přilnavost k široké škále běžně používaných pájecích rezistů
- vysoká odolnost proti IR (izolační odolnost) a MIR (odolnost proti vlhkosti) odolnost vůči široké škále rozpouštědel
- Velká flexibilita při širokém rozsahu teplot
- Sekundární mechanismus vytvrzování vlhkostí pro stíněné oblasti

Klíčové vlastnosti konformního povlaku vytvrzovaného UV zářením



Amtest Czech Republic, s.r.o.
Ječná 29a
62100 Brno, Czech Republic
Telephone: +420 541 634 353
www.amtest-group.cz

Produktové řady a jejich klíčové vlastnosti:

HumiSeal® UV20GEL

Produkty řady UV20 jsou určeny k ochraně elektronických zařízení a desek plošných spojů proti vibracím a mechanickým nárazům. Dvojí vytvrzování (UV záření a vlhkost), Jednosložkový gel s vysokým obsahem pevných látek. Vynikající chemická odolnost, pružnost a odolnost proti vlhkosti.

HumiSeal® UV40

Jednosložkové laky a gely s vysokým obsahem pevných látek, které se vytvrzují dvojím způsobem (UV zářením a vlhkostí). Vyznačují se vynikající chemickou odolností, tvrdostí povrchu, pružností a odolností proti vlhkosti. Výrobky UV40 jsou již více než deset let základem v tomto odvětví.

HumiSeal® UV50

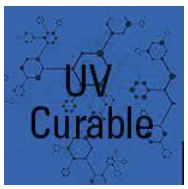
Jednosložkové laky s vysokou pevností a vyšší flexibilitou a dvojím vytvrzováním (UV záření a vlhkost). Vyznačují se vynikající chemickou odolností, tvrdostí povrchu, pružností a odolností proti vlhkosti. Výrobky UV 50 vykazují lepší tepelnou odolnost a odolnost proti mechanickým nárazům.

HumiSeal® UV500

Laky Humiseal řady UV500 představují třetí generaci UV materiálů v technologii ochrany desek plošných spojů. Řada UV500 navazuje na nejlepší vlastnosti předchozích skupin výrobků, včetně UV40 a UV50, a zlepšuje parametry v řadě klíčových vlastností. Poskytují dosud nejlepší parametry v oblasti odolnosti proti deformaci nebo praskání při vysokocyklových tepelných a mechanických rázových testech. Výrobky UV500 byly navrženy tak, aby se rovněž daly snadněji aplikovat.

HumiSeal® UVA300

Řada jednosložkových laků s vysokým obsahem pevných látek. UVA300 je vytvrzovaná LED diodami a duálním vytvrzováním (UV záření a vlhkost). Vyznačuje se vynikající chemickou odolností, tvrdostí povrchu, pružností a odolností proti vlhkosti. Výrobky UVA 300 potřebují ke svému vytvrzení výrazně méně energie ve srovnání s tradičními materiály.



Heating factor

Jakub Dokoupil

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vysoké učení technické v Brně

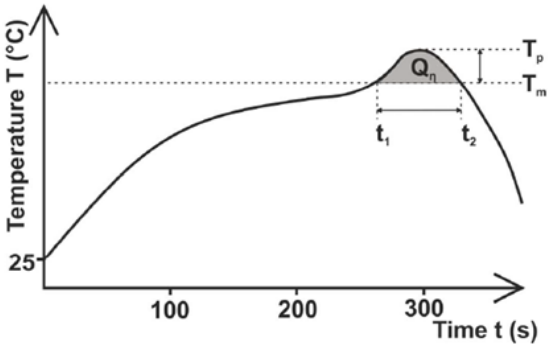
Hlavní funkcí pájeného spoje (v elektronice) je zaručit spolehlivé elektrické, tepelné a mechanické spojení nosného substrátu a elektronické součástky. Spolehlivost, a tedy i životnost pájeného spoje, závisí na jeho odolnosti proti působení vnějších vlivů, jako je například mechanické a tepelné namáhání, vlhkost apod. [1]

Mezi parametry pájeného spoje, které výrazně ovlivňují jeho spolehlivost, patří tloušťka a složení intermetalických sloučenin (IMC). Tyto sloučeniny vznikají v pájeném spoji během chemického smáčení pájeného povrchu roztavenou pájkou a pokračují mechanismem rozpouštění a difuze během procesu pájení a tuhnutí s následným mechanismem difuze v tuhé fázi. Na jednu stranu je vytvoření IMC vrstvy důležité pro dosažení správného metalurgického propojení, na druhou stranu jsou jejich struktura, fyzikální a chemické vlastnosti odlišné od původních prvků, což má za následek vznik křehkých vrstev, které jsou náchylné (zejména u IMC vytvořených na rozhraní pájeného substrátu a pájky nebo pájky a vývodu součástky) ke tvorbě strukturálních defektů. [1]

Jedním z procesních parametrů, který ovlivňuje formování a růst IMC vrstev, je tzv. heating faktor Q_η, neboli integrál dodaného tepla. Heating faktor je definován jako množství tepla, které je dodáno do prostředí pájeného spoje v čase, kdy se pájka nachází nad teplotou tavení. Graficky je heating faktor zobrazen na obrázku 1 a lze ho popsat rovnicí (1): [2]

$$Q_\eta = \int_{t1}^{t2} (T(t) - T_m) dt, \tag{1}$$

kde Q_η je hodnota heating faktoru [s°C], T_m je teplota tavení pájky [°C].



Obrázek 1: Příklad teplotního profilu s vyznačenou plochou heating faktoru [převzato z 2]

Z hlediska dosavadního stupně poznání leží výzkum týkající se heating faktoru spíše na okraji akademického zájmu v oblasti elektrotechnologie. V prvním desetiletí stávajícího století se výzkumem heating faktoru zabýval zejména tým doktora Bo Tao z univerzity ve Wuhanu, který nejprve zkoumal závislost růstu tloušťky IMC vrstev na hodnotě heating faktoru pro systém μBGA kuliček tvořených Sn63Pb37 pájkou a měděnými pájecími ploškami bez povrchové úpravy [3]. Výsledky ukazují, že růst IMC probíhá lineárně, až do oblasti saturace IMC vrstvy.

Studie se dále zabývala zkoumáním vzorků, které se skládaly z SMD rezistorů a FR-4 substrátu s měděnými ploškami bez povrchové úpravy, které prodělaly teplotní cyklování.

Následně pomocí změny elektrického odporu byla analyzována střední doba do selhání pájeného spoje (MTTF – Mean Time To Failure). Výsledky ukazují, že z hlediska spolehlivosti pájeného spoje v závislosti na tepelném namáhání je vhodné udržovat hodnotu heating faktoru na co nejnižší hodnotě.

Tým doktora Bo se dále zabýval zkoumáním vlivu vibrací na spolehlivost pájeného spoje pro různé hodnoty heating faktoru. [3] Vzorky byly opět tvořeny μBGA kuličkami zapájenými slitinou Sn63Pb37 na substrátu FR-4 s měděnými ploškami bez povrchové úpravy. Bylo zjištěno, že střední doba do poruchy (a tedy i spolehlivost) v závislosti na heating faktoru nejprve roste do určité hraniční hodnoty, která se pro testovaný systém pohybuje okolo 500 s°C a následně klesá.

Tyto výsledky byly z části ověřeny vědeckým týmem složeným z výzkumníků z ČVUT v Praze a VUT v Brně [4] pro slitinu SAC305 a povrchovou úpravu OSP na 0805 SMD rezistorech. Zkoumané vzorky byly zapájeny teplotními profily s 5 různými hodnotami heating faktoru. Pomocí mechanické zkoušky ve střihu bylo provedeno ověření mechanických vlastností pájených spojů, kdy vzorky s hodnotou heating faktoru 490 sK vykazovaly nejvyšší pevnost.

Stejné testy byly ve studii provedeny pro povrchovou úpravu ENIG (ve spojení s SAC305 slitinou). Výsledky ukazují, že růst IMC vrstvy je 5× rychlejší než u povrchové úpravy OSP. Co se týče výsledků pevnosti pájených spojů ve střihu, zde byl pozorovatelný hned od počátku testování pokles v pevnosti s rostoucí hodnotou heating faktoru. Tento rozdíl je způsoben rozdílným složením IMC vrstev, které se tvoří v prostředí pájeného spoje.

Studie zkoumala i kombinaci eutektické slitiny Bi58Sn42 a povrchové úpravy ENIG a imerzní cín (ImSn), kde jsou z hlediska pevnosti ve střihu odlišné výsledky. Pro kombinaci Bi52Sn48 slitiny s úpravou ImSn je chování obdobné jako pro kombinaci SAC305/OSP a Sn63PB37/měď – nejprve dochází ke zvyšování pevnosti pájeného spoje do určité hraniční hodnoty heating faktoru, a poté dochází k poklesu pevnosti. Hraniční hodnota se ovšem posunula výše (ve studii 745 sK), což bude způsobeno celkově menším tepelným namáháním během pájení, jelikož porovnávané slitiny, mají výrazně odlišné teploty tavení. Výsledky pro kombinaci s úpravou ENIG, jsou odlišné. Pevnost spoje rostla v celém sledovaném rozsahu heating faktorů, což bude nejspíše také zapříčiněno celkově menším tepelným namáháním během pájení.

Z výše uvedených výsledků studií vyplývá, že při tvoření teplotního profilu pro pájení přetavením je pro dosažení co nejvyšší spolehlivosti vyráběného zařízení potřeba znát i jeho provozní podmínky a na jejich základě volit vhodnou hodnotu heating faktoru.

Literatura

[1] LIN, Kwang-Lung. Solder materials. New Jersey: World Scientific, 2018. WSPC series in advanced integration and packaging. ISBN 978-981-3237-60-5.

[2] Tao, B., Wu, Y., Ding, H., & Xiong, Y. L. (2006). A quantitative method of reliability estimation for surface mount solder joints based on heating factor Q η. Microelectronics Reliability, 46(5-6), 864-872.

[3] Tao, B., Yin, Z., Ding, H., & Wu, Y. (2008). Mechanical reliability estimation for μBGA solder joints based on heating factor Qη. Paper presented at the Proceedings, 2008 International Conference on Electronic Packaging Technology and High Density Packaging, ICEPT-HDP 2008, doi:10.1109/ICEPT.2008.4607120

[4] Veselý, P., Horynová, E., Starý, J., Bušek, D., Dušek, K., Zahradník, V., . . . Dosedla, M. (2018). Solder joint quality evaluation based on heating factor. Circuit World, 44(1), 37-44. doi:10.1108/CW-10-2017-0059

Informace o inzerci:

Ceník inzertních služeb:

Inzerce v bulletinu

Velikost inzerátu do 1/2 strany formátu A4 (Č/B)	1200,- Kč
Velikost inzerátu jedné strany formátu A4 (Č/B)	2400,- Kč
Vložení dodaných firemních materiálů 1 list A4 (s vyvázáním)	1200,- Kč
Vložení dodaných firemních materiálů (bez vyvázání)	1000,- Kč

Materiály dodávejte, prosím, s maximálním kontrastem.
Kvalita zveřejněných inzerátů odpovídá kvalitě Vámi dodaných podkladů.

Materiály, určené k uveřejnění v bulletinu, nám můžete dodat v tištěné podobě (ve formátu A4) nebo zaslat e-mailem na adresu info@smtinfo.cz nebo smtinfocz@gmail.com.

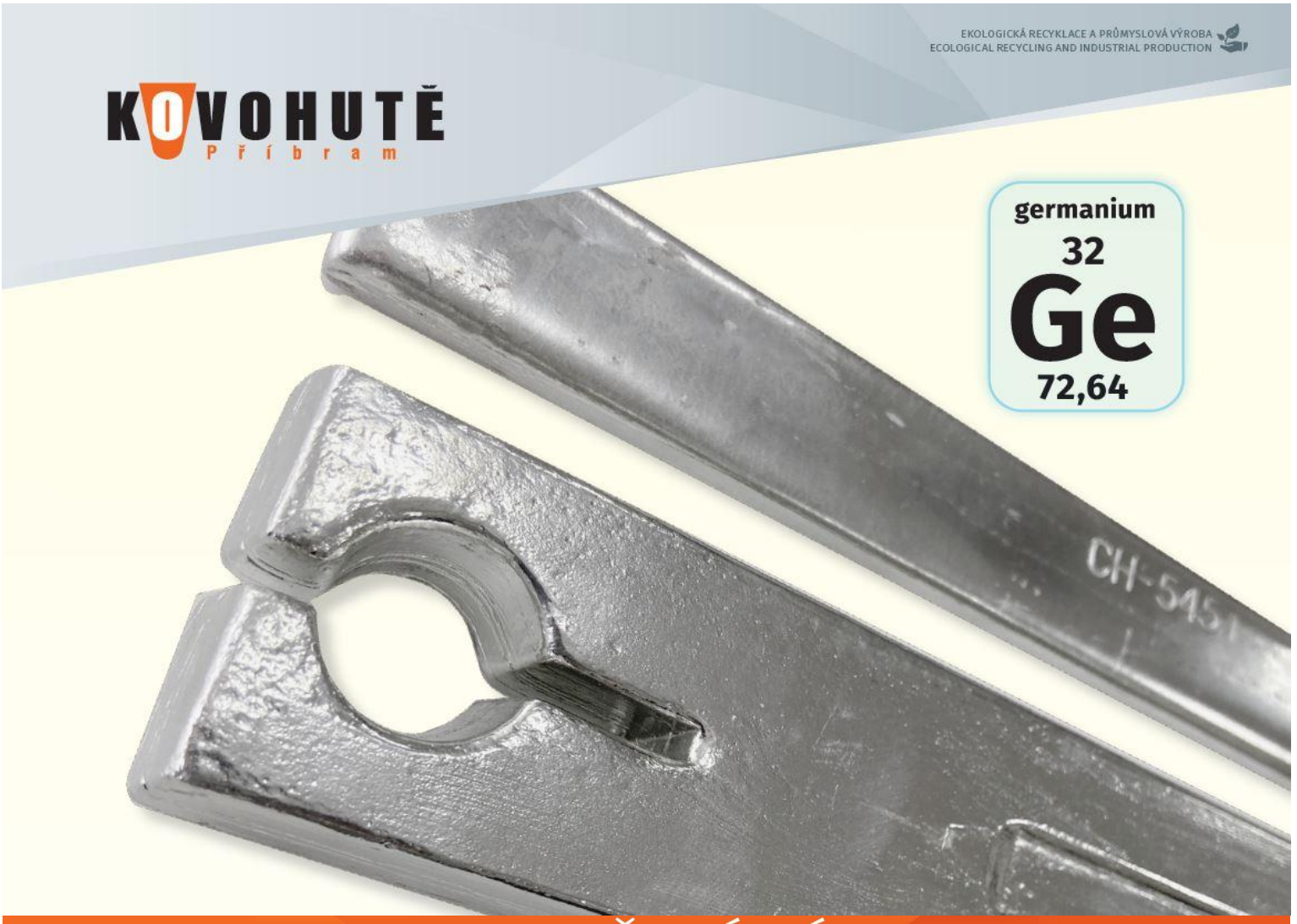
Připravované akce:

SMT-INFO 02/2023 **7. února 2023**

- **NÁVRHOVÉ SYSTÉMY DPS**
- **VÝROBA DPS A DEFEKTY**
- **KOMPLEXNÍ VÝROBNÍ LINKY MODERNÍCH MONTÁŽÍ**
- **INSPEKČNÍ SYSTÉMY**
- **CHEMIE PRO MONTÁŽNÍ TECHNOLOGIE**

EKOLOGICKÁ RECYKLACE A PRŮMYSLOVÁ VÝROBA
ECOLOGICAL RECYCLING AND INDUSTRIAL PRODUCTION

KOVOHUTĚ Příbram



sOlder®Ge
sOlder®Ge 0,2Cu
sOlder®Ge 0,7Cu

MĚKKÉ PÁJKY
S OBSAHEM GERMANIA

SOFT SOLDERS
CONTAINING GERMANIUM

BEZOLOVNATÉ PÁJKY PRO STROJNÍ A SELEKTIVNÍ PÁJENÍ V ELEKTRONICE. VHODNÉ PRO DOPLŇOVÁNÍ PÁJECÍCH LÁZNÍ.

Pájky sOlder®Ge obsahují malé množství germania, které snižuje oxidaci při pájení. Jsou vhodné zejména pro pájení vlnou a pro selektivní pájení. Použitím této slitiny v lázni se minimalizuje rozpouštění mědi a tím pádem i riziko snížení elektrické a tepelné vodivosti pájených spojů. Díky minimálnímu rozpouštění mědi je i životnost lázně výrazně vyšší, což přispívá i k úspoře nákladů spojených s výměnou lázní. Tyto pájky patří díky svým jedinečným vlastnostem mezi nejpoužívanější bezolovnaté pájky.

TYPICKÉ SLOŽENÍ / TYPICAL COMPOSITION (%)					
Druh pájky / Type of solder		Cu	Ni	Ge	Sn
S-SnNiGe	"Standard"	max. 0,1	0,04 - 0,06	0,005 - 0,01	zbytek / rest
	"Plus"	max. 0,1	0,1 - 0,2	0,005 - 0,01	zbytek / rest
S-SnCu0,2NiGe		0,05 - 0,4	0,04 - 0,06	0,005 - 0,01	zbytek / rest
S-SnCu0,7NiGe		0,5 - 0,75	0,04 - 0,06	0,005 - 0,01	zbytek / rest

DOPROVODNÉ PRVKY / ACCOMPANYING ELEMENTS (MAX.)										
Pb	Sb	Bi	Au	Ag	Cd	In	Al	As	Fe	Zn
0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,002	0,03	0,001	0,03	0,02	0,001

CLEANTEX® a.s.
je držitelem certifikátu systému jakosti
ČSN EN ISO 9001:2016
IČO: 25302655 DIČ: CZ25302655

Olomoucká 26, 796 01 Prostějov - CZ
tel.: +420 582 335 576
fax: +420 582 331 004
e-mail: cleantex@cleantex.cz
http://www.cleantex.cz

ESD ANTISTATICKÉ ODĚVY A DALŠÍ VYBAVENÍ PRO ESD PROSTŘEDÍ

Základní informace o společnosti

Společnost CLEANTEX a.s. vznikla z Výzkumného ústavu oděvního Prostějov v roce 1996. Zabývá se výrobou opakovaně použitelných ESD pracovních oděvů a oděvů pro čisté prostory, současně dodává ostatní doplňky pro tato specifická výrobní prostředí.
Našimi odběrateli jsou nejen tuzemské firmy, ale také zahraniční podniky z Německa, Anglie, Švýcarska, Francie, Španělska, Dánska, Rakouska, Maďarska, Slovenska, Polska, Litvy, Lotyšska, atd.
Neustálý technický výzkum a vývoj je zárukou vysoké užitné hodnoty.

ESD pracovní oděvy

Jedná se o speciální pracovní oděvy do provozů EPA, ve kterých je třeba zajistit ochranu citlivých součástek před elektrostatickými výboji a poli (ESD). Tyto oděvy jsou vyrobeny ze směsových tkanin PES/bavlna nebo z úpletů s převládajícím podílem bavlny a podílem elektro-vodivých vláken na bázi uhlíku. Používají se v následujících oborech: elektronika, automobilový průmysl, letecký průmysl, montáže elektronických přístrojů, atd.

Parametry ESD oděvů CLEANTEX® odpovídají s rezervou požadavkům normy: ČSN EN 61340-5-1.

Vlastnosti spolehlivých ESD antistatických oděvů

- nízké nabíjení při používání i za podmínek nízké relativní vlhkosti (12% r.v.)
- excelentní hodnoty povrchové rezistance i po opakovaném praní (i po 50 cyklech údržby)
- funkční vodivost přes šité švy
- trvanlivost

Pracovníci firmy CLEANTEX® Vám poradí a doporučí vhodné ESD oděvy.
Nabízíme Vám kvalitu a odbornost.

CLEANTEX ® a.s.

EN ISO 9001:2016
VAT no.: CZ25302655

Olomoucká 26, 796 01 Prostějov - CZ
tel.: +420 582 335 576
fax: +420 582 331 004
e-mail: cleantex@cleantex.cz
http://www.cleantex.cz

VYBAVENÍ PRO ESD PROSTŘEDÍ

ESD ODĚVY

ESD PLÁŠŤ

Barvy:

ESD BLŮZA

Barvy:

ESD KALHOTY

Barvy:

ESD KALHOTY S LACLEM

Barvy:

ESD ČEPICE

Barvy:

ESD VESTA

verze: žlutá nebo dle EN 20471

ESD T-SHIRT
(krátký rukáv)

Barvy:

ESD POLOKOŠILE
(krátký rukáv)

Barvy:

ESD POLOKOŠILE
(dlouhý rukáv)

Barvy:

ESD MIKINA

Barvy:

ESD MIKINA SE ZIPEM

Barvy:

ESD ZIMNÍ ČEPICE

Barvy:

ESD ZIMNÍ BUNDA KRÁTKÁ

Barvy:

ESD ZIMNÍ VESTA

Barvy:

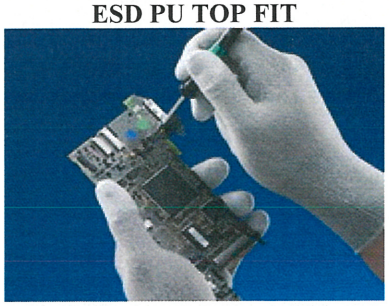
ESD ZIMNÍ BUNDA DLOUHÁ

Barvy:

Oděvy jsou certifikovány na shodnost s normami ČSN EN 61340-5-1 .

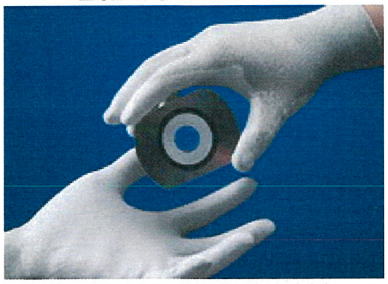
ESD RUKAVICE

ESD PU TOP FIT



Nylonový bezešvý úplet, s uhlíkovým vláknem, konečky prstů máčeny v PU
Velikosti: S,M,L,XL,XXL

ESD PU PALM FIT



Nylonový bezešvý úplet, s uhlíkovým vláknem, dlaň a prsty máčeny v PU
Velikosti: S,M,L,XL,XXL

ESD TYP R4

Polyesterové rukavice s uhlíkovým vláknem v proužcích po 10 mm
Velikosti: S,M,L,XL

ESD TYP R14

Polyesterové rukavice s uhlíkovým vláknem v proužcích po 10 mm, PU terčíky na dlani
Velikosti: S,M,L,XL

PU TOP FIT

Nylonový bezešvý úplet, nejsou antistatické, konečky prstů máčeny v PU
Velikosti: S,M,L,XL,XXL

PU PALM FIT

Nylonový bezešvý úplet, nejsou antistatické, dlaň a prsty máčeny v PU
Velikosti: S,M,L,XL,XXL

ESD OBUV

TYP 10/21-22 ESD

Barvy:

TYP 10/31-32 ESD

Barvy:

TYP CL1023 ESD

Barvy:

Model : 01, S1

TYP 10/81-82 ESD

Barvy:

Obuv ve velikostech 3 – 13

ESD POLOBOTKY

ESD ZEMNÍCÍ KOMPONENTY

KABLÍKY

NÁRAMKY

ZEMNÍCÍ PATA

ZEMNÍCÍ PÁSKY JEDNORÁZOVÉ

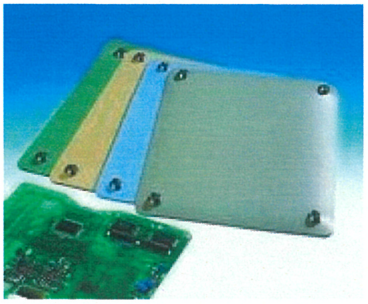
ZEMNÍCÍ NÁVLEK JEDNORÁZOVÝ

ESD PÁSKY

ESD SÁČKY

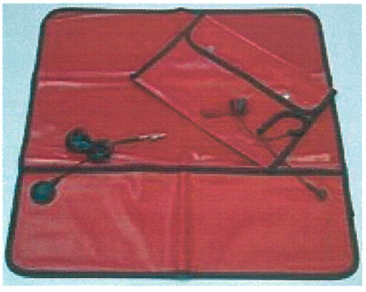
TESTERY

ESD PODLOŽKY



<u>Další:</u>
ESD potahy na židle
ESD závěsy
ESD překrytí

ESD SERVISNÍ SADA



CLEANTEX – VÁŠ DODAVATEL KVALITNÍCH ESD ODĚVŮ A VYBAVENÍ

BULLETIN ANOTACÍ
88. číslo, Brno 18. 10. 2022
ISSN 1211-6947

Vydává: SMT-info konsorcium
Odborná redakční rada: Ing. Jiří Starý
Tisk: NOVPRESS s.r.o.