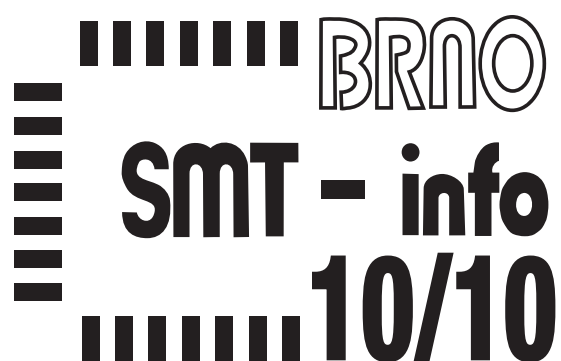




BULLETIN ANOTACÍ
BULLETIN OF ABSTRACTS

PÁJENÍ A TEPELNÉ PROCESY

OPRAVY V SMT

NOVINKY V MIKROELEKTRONICE

67. číslo, Brno, 19.10. 2010
/příloha k pozvánce na akci 10/10/

Vydává: SMT-info konsorcium

ISSN 1211-6947

Obsah / Contents:

strana

J. Popelínský Selektivní pájecí vlna od firmy INTER SELECT <i>Selective Solder Wave from INTER SELECT</i>	3
J. Kazda Metody detekce padělků komponentů Preventivní opatření před nákupem <i>Methods of Counterfeit Components Detection</i> <i>- Preventive Arrangement before Purchase</i>	5
C. Hoppenbrouwers Pájecí pasta CVP-520 v bismutem <i>Solder Paste CVP-520 with Bismuth</i>	7
M. Hurban Multifunkční konvekční pájecí systémy <i>Multifunctional Convection Soldering Systeme</i>	8
C. Hoppenbrouwers Šablony a jejich design <i>Stencils Design</i>	10
P. Heilmann Tepelné procesy spojené s pájením (sušení, vytvrzování, kalení) <i>Thermal Processes Apart from Soldering (drying, curing, hardening tec.)</i>	11
M. Duda Flexibilní přístup k opravám <i>Flexible Access to PCB's Repair</i>	12
V. Sitko Jak čisté je čisté? <i>How Clean is Clean?</i>	14
K. Jurák Elektrostatika – standardní zkušební metody pro specifické aplikace (ANSI-ESDA-IEC) <i>Antistatic –</i> <i>Standard Test Methods for Specific Applications (ANSI – ESDA – IEC)</i>	22
P. Kosina Termodynamic Sensor System	25
Informace o inzerci <i>Advertisement's Informations</i>	27
Inzerce <i>Advertisement</i>	28

Do sborníku mohly být zařazeny pouze anotace a odborné příspěvky, které jsme obdrželi před uzavěrkou Bulletinu.

Uvedené materiály neprošly jazykovou redakcí.



Nová generace systémů pájení selektivní vlnou



Ing. Jiří Popelínský, THONAUER spol.s r.o.

Řada IS - 510

Automatické in-line nebo samostaně stojící systémy s mikro drop fluxerem, horním a spodním ohřevem, a jedním nebo dvěma bezolovnatými pájecími moduly.

Precizní polohovací systém s přesnou opakovatelností používá šnekové pohony a vyžaduje minimální údržbu.



- Automatická výměna 2 van pro různé průměry trysky nebo různé typy cínové lázně
- Automatická přísun drátu do lázně s kontrolou stavu cínu
- Rozpoznávací kamera
- Automatická kontrola prohnutí desek
- Procesní kamera s displejem
- PC s 15" TFT monitorem
- Horní a spodní vyhřívací zóna regulovatelné a hlídání pomocí pyrometru
- Jednoduchý **IS-PhotoScan** Software pro off line programování
- Tvorba programu v řádu minut
- Velice nízké náklady na údržbu
- IPC-A-610D Konforme Lötstellen
- Technologie nesmáčivých trysek pro velmi malé odstupy k sousedním součástkám na desce
- Všechny relevantní parametry jsou kontrolovány
- Dvojnásobná výkon při použití techniky více trysek

Velikost desek: Velikost stroje:	510 x 510 mm 1130x1550x1400 cm
Minimální vzdálenost od ostatních součástí:	1.5 - 3 mm
Přehřev:	Horní: 1.5 - 5.5 KW Spodní: 1,5 - 5.5 KW
Tiegel Volumen:	12 kg každá vana
Tlak dusíku:	4 - 6 bar
Systém fluxu:	Micro Drop Jet Fluxer bezúdržbový
Titanová vana a pumpy pro bezolovnaté použití:	Všechny slitiny
Doba ohřevu:	60 minut
Max. teplota vany:	320°C
Spotřeba dusíku:	1.5 – 3 m3/h , nastavitelné
Tlakový vzduch:	3 bar

Jednotlivé modely:

IS-I-510 Standard

In-line provedení, 1 pájecí modul

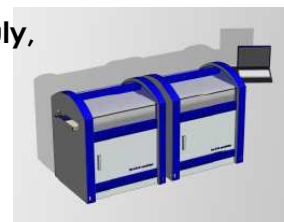
IS-I-510 Double

In-line provedení, 2 pájecí moduly



IS-I-510 Modular

**In-line provedení, až 2 pájecí moduly,
nezávislý přehřev a fluxer**

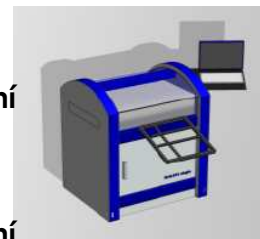


IS-B-510 Single

**samostatně stojící, 1 pájecí modul,
možnost upgrade na in-line provedení**

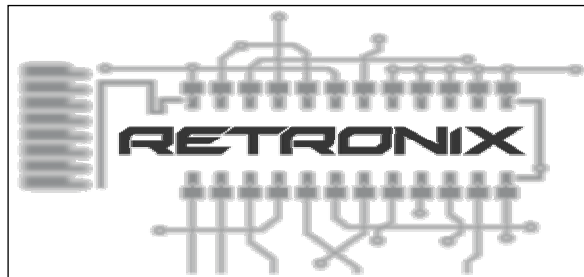
IS-B-510 Double

**samostatně stojící, 2 pájecí moduly,
možnost upgrade na in-line provedení**



THONAUER spol.s r.o. Cacovická 47, 614 00 Brno Tel.: 00420 545243454, Fax.: 00420 545243408

email: info@thonauer.cz, www.thonauer.cz,



**CERTIFIED
COMPONENT
TESTING**

**CERTIFIED
ALLOY
CONVERSION**

**PCB/BGA
REMOVAL
& REPAIR**

**QFP REPAIR
& BGA
REBALLING**

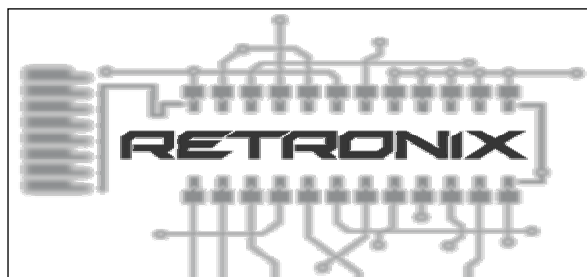
WWW.RETRONIX.COM
WWW.RETRONIXCERTIFIED.COM

A man with a long white beard and a white turban is shown from the chest up. He is holding a glowing orb in front of him with both hands. The orb has a green border and the word "CERTIFIED" at the top and bottom. In the center of the orb is a stylized "R" and the word "RETRONIX". The background is dark and smoky.

www.retronixcertified.com
www.retronix.com

Kontakt : Jan Kazda, Retronix Ltd.

Sales Manager CZ + SK, tel :00420 721 468 259, email : jan.kazda@retronix.com



Padělky komponentů – identifikace, testy

Vzhledem k vyššímu podílu padělaných komponentů na trhu nabízí Retronix testy, které spolehlivě identifikují vadnou nebo padělanou součástku. Tuto službu lze využít buď v Asii

(Test Centre Shenzhen) nebo v Evropě v UK (Test Centre EU).

Testy, které Retronix nabízí :

- Vizuální inspekce
- AOI
- Xray
- De-Caping
- Elektrický test BEST – bez napětí
- Elektrický test BEST – pod napětím
- Continuity test – kontrola připojení čipu k vývodům
- Programování – u pamětí
- Test hlavních funkcí obvodu
- Test pajitelnosti
- XRF

Padělky komponentů – prevence při nákupu

Jedná se o soubor kritérií, jejichž splnění je nutno před nákupem vyžadovat, nejlépe přímo specifikovat na objednávce a od dodavatele si nechat písemně potvrdit.

Například :

- Byly součástky uchovávány v rámci ESD, MSD pravidel ?
- Jsou komponenty v originálním balení, nové nebo již použité ?
- Jsou součástky stále spolehlivě pajitelné dle normy ?
- atd

www.retronixcertified.com
www.retronix.com

Kontakt : Jan Kazda, Retronix Ltd.

Sales Manager CZ + SK, tel :00420 721 468 259, email : jan.kazda@retronix.com

A low melting point, lead-free no clean solder paste to eliminate wavesoldering.

/ C. Hoppenbrouwers, COOKSON ELECTRONICS/

Low temperature (<170°C peak reflow temperature) lead free solder paste has 3 significant process advantages:

1.Elimination of a Wave or Selective Soldering process step while preventing damage to temperature sensitive components and connectors

2.Significant reduction in reflow process cycle time

3.Reduced Energy Consumption and a lot more.....

Cookson's world class phase gate product development process began with a rigorous set of product specifications based on the voice of our customers. Exhaustive lab and field testing have resulted in a robust, high yield product that can solve one or more of the challenges associated with lead free, mixed technology (Surface Mount and Through Hole) soldering. You can count on the complete support of Cookson's global team of technical experts, whenever and however you need us. It's the kind of support you would expect from a company that's remained dedicated to serving the needs of the Global circuit assembly market for over 50 years.

www.ermeg.cz

Multifunkční konvekční pájecí systémy

Dr. Hans Bell, Rehm TS Blaubeuren/M. Hurban, Rehm CZ

Už od 90-tých let minulého století jsou plně konvekční pájecí systémy převažující technologií v oblasti pájení. Konvekci rozumíme přenos tepla pomocí proudící kapaliny nebo plynu. Konvekce neprobíhá samovolně, zpravidla jsou v zařízeních vestavěné ventilátory, které vytvářejí proudění. Mluvíme tedy o vynucené konvekci. Konvekční stroje jsou postaveny na bázi několika topných zón, na rozdíl od pájení v parách, kde se zpravidla jedná o jednu pracovní komoru.

Přenos tepla lze popsat rovnicí $Q=h \cdot A \cdot t \cdot \Delta T$, kde h je koeficient přenosu tepla, A povrch DPS (m^2), t je čas a ΔT je rozdíl teplot mezi T_{pece} a T_{DPS} .

Je několik základních věcí, které ovlivňují přenos tepla. Tou první je rychlost proudění plynu (médiu) v konvekční peci. Výše zmíněný koeficient h dosahuje v pecích hodnot zhruba od 25 do 70 $W/m^2 \cdot K$. Se zvyšujícím se prouděním stoupá i přenos tepla, ale je třeba dát pozor na možnost odfouknutí malých součástek, proto se zařízení vybavují řízením ventilátorů.

Rychlost proudění samozřejmě ovlivňuje i teplotní gradient ohřevu a proto nelze zvyšovat přenos tepla nad jisté meze. Také rozdíly v nastavení jednotlivých zón (sousedních) mohou ovlivňovat gradient ohřevu a v nastavení profilu se s tím musí počítat. Někteří výrobci elektroniky používají poměrně velký odstup teplot mezi zónami, např. mezi posledním předehřevem a peak zónou. Fyzikálně je problém docílit třeba rozdílu teplot kolem 100°C mezi zónami, které jsou od sebe vzdáleny cca 10 cm. Tam používá fa rehm chytré řešení s trubicí chlazení posledního předehřevu, přes jejíž stěnu se odvádí nadbytečné teplo, které se do zóny dostává z peak zóny. Toto řešení umožňuje signifikantním způsobem zvýšit odstup teplot mezi zónami.

Dnes v podstatě už všichni výrobci používají u svých pecí dolní topení v celé délce procesní komory. Především v souvislosti s bezolovnatým pájením to nabývá významu. Dolní předehřev výrazně pomáhá při účinnějším ohřevu DPS, např. u součástek 0603 tento rozdíl teplot součástky může být až kolem 11°C. I u větších součástek je efekt dolního ohřevu patrný. Rychlejší ohřev, při dodržení max. gradientu, umožňuje také kratší výrobní takt pájecí pece.

Nejen ohřev, ale i chlazení z jedné či obou stran má velký vliv na DPS. Chlazení jen z jedné strany, zvláště u komplexních, vícevrstevných DPS může způsobovat prohnutí substrátu a v extrémním případě jej poškodit. Výrazně menší mechanický stres pro DPS představuje chlazení z obou stran.

Profilování je otázkou několika základních parametrů – teploty a rychlosti posuvu transportního systému.

A právě rychlost transportu může být využita pro paralelní proces pájení s olovem a bez olova. Použije se nastavení profilu pro jeden z procesů a vhodnou volbou rychlosti u dvojitého nezávislého transportu lze dosáhnout vhodného profilování pro oba procesy v jednom zařízení. V případě menšího počtu DPS pro některý z procesů lze výrobu provádět paralelně bez nutnosti přestavování zařízení (úspora času atd.).

Velmi důležitou otázkou u moderních pájecích systémů je odstranění fluxu a jiných nečistot z procesní komory. První teplotní oblastí, kdy se uvolňují rezidua z DPS a pájecí pasty jsou již teploty kolem 65 – 70°C. Další pak v největší míře v oblasti peak zóny. První místo, kde potom zbytky fluxu apod. kondenzují, je chladicí zóna. Ta však zpravidla nestačí na odstranění všech reziduí a hlavně je až na konci zařízení. Potřebujeme odstraňovat zbytky po celé délce procesní komory. Jedním ze starších systémů byl tzv. cyklon, kruhová kónická nádoba ve které se na ochlazených stěnách srážely zbytky fluxu. Protože se odsávání zbytků provádělo už v několika částech procesní komory, byl účinek výrazně lepší než jen u chladicí zóny. Dalším stupněm byl tzv. gaswasher, kdy znečištěné plyny (vzduch nebo dusík)

„probublávaly“ přes kapalinu a tak se čistily. V součinnosti s filtry a chladiči dosahoval tento systém velmi dobrých výsledků.

V nejnovějších zařízeních firmy Rehm se používá systém pyrolýzy, neboli tepelného štěpení dlouhých uhlovodíkových molekul za pomoci vysoké teploty (kolem 500°C). Z několika zón se odsává znečištěná atmosféra a po zahřátí na teplotu 500°C v pyrolitickém reaktoru dojde „ke zkrácení“ dlouhých molekul uhlovodíků. Výsledkem je šedivý prášek, který se shromažďuje v porézním materiálu filtru pyrolýzy. Obrovskou výhodou tohoto systému je velmi dlouhý interval údržby, který přesahuje půl roku. Poté se jednoduchou výměnou filtračního materiálu obnoví funkce celé jednotky. Vše je hlídáno pomocí SW a obsluha se tak nemusí o nic starat.

Nestále se zvyšující požadavky na kvalitu výroby v souvislosti s objemem produkce vyžadují stálé vylepšování pájecích zařízení. Firma Rehm Thermal Systems patří k leaderům tohoto vývoje..

Stencils are not just a metal plate with holes.

/ C. Hoppenbrouwers, COOKSON ELECTRONICS/

- **High Repeatability:** ALPHA® Stencils are made anywhere in the world, anytime, using the exact same manufacturing standard to deliver consistent performance. In addition, the use of our stencil engineering system, ALPHA DIMENSIONS™ ensures that identical customer-approved aperture modifications are applied, regardless of where the stencil is fabricated.
- **High Accuracy:** ALPHA® Stencils are produced against demanding process capability specifications for positional and size accuracy (see Product Specifications Table).
- **Ultimate Availability:** Our global manufacturing network provides fast-turnaround lead times when and where required. Our ALPHA DIMENSIONS™ system can prepare jobs regardless of location.
- **Fine-pitch Printing:** ALPHA® CUT Laser Cut technology is targeted for print applications down to 16 mil (0.4 mm) pitch.
- **Predictable Printing Results:** Proprietary internal testing provided us with exceptional insight into the science behind the printing. Our database with more than 12 million data points allowed us to quantify the effects of taper, surface finishes, positional accuracy and area ratio. This knowledge allows us to provide exceptional guidance to customers to help ensure consistent and predictable print results.
- **One-Stop-Shop:** Working with Cookson Electronics, gives you also access to in-house manufactured advanced ALPHA® FORM Electroform or multi level stepped stencil design without changing supplier. The industry standard, ALPHA TETRA™ Frame System, is available through all our offices in the world.

Lükon Thermal Solutions AG
Hauptstrasse 63
Postfach 144
CH-2575 Täuffelen

Telefon +41 (0)32 396 06 06
Telefax +41 (0)32 396 06 05
www.lukon.ch · info@lukon.ch



Thermal Solutions

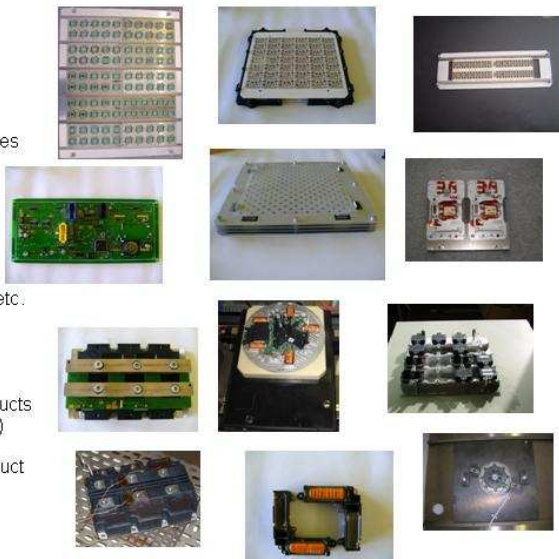
Thermal Processes Besides Soldering (in electronic production)

Fields of Application

Thermal Processes at 50 – 200 °C for Time > 20 minutes

Examples:

- Hardening of Underfill Material at Computer Processors – or at Leadframes
- Tempering of Coated Foils (Piezo-Actor production or Medicals)
- Drying of Lacquer at PCBs
- Drying of Filling Materials like Silicone etc.
- Curing of Glues at Housings/Cases
- Low Gradient Heating of Finished Products for Thermal Testing (e.g. active burn-in)
- Drying of Epoxy Coating at a 7 kg Product



Thermal Solutions

2

Products – Vertical Inline Ovens for Continuous Production

Compact Pro



Vertical Pro

Vertical Pro plus



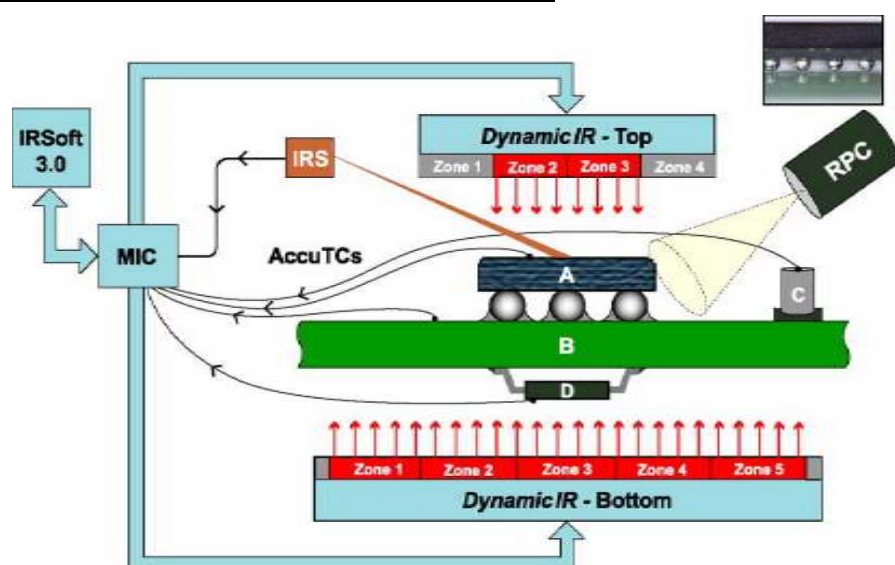
Thermal Solutions

3

Flexibilní přístup k opravám DPS (p. Wolpert Dietmar; překlad M. Duda)

Firma Ersa GmbH patří k předním výrobcům pájecí techniky jak v oblasti strojů pro hromadné pájení, tak i v oblasti drobné ruční pájecí techniky a opravářských stanic. V řadě segmentů patří mezi průkopníky nových technologií a v řadě z nich je synonymem spolehlivosti a kvality. Mezi ty první patří i opravářské stanice na principu IR technologie ohřevu. Firma Ersa velmi rychle pochopila možnosti využití infraohřevu v opravářské praxi a jako první se vydala cestou využití bezpečného středovlnného IR ohřevu z horní i spodní strany DPS. Dnes, na základě svých dlouholetých zkušeností, může nabídnout celé spektrum opravářských systémů pro různě náročné opravy nejrozličnějších typů DPS. Mezi hlavní přednosti těchto systémů patří univerzálnost, flexibilita vůči sortimentu součástek a definované pájení.

Princip automatického IR dynamického ohřevu:



Rework systémy Ersa umožňují především velmi dobře modelovat jejich výkon. Využívají velkých rozměrů svých IR zářičů (závisí na zvoleném modelu), které lze ale velmi jednoduše plošně korigovat a směřovat výkon na zvolené lokální místo. Technologie ohřevu s využitím středovlnného IR zabezpečuje homogenní distribuci tepelné energie na zvolené místo, což je důležité pro dokonalé prohřátí i větších součástek pro minimální ΔT !

Výkon spodního i horního IR zářiče je automaticky regulován na základě měření teploty na povrchu součástky (bezkontaktně) nebo na zvoleném místě v bezprostřední blízkosti opravované součástky (dotykově pomocí TC termočlánku). Tento zpětnovazební element dovoluje velmi přesně sledovat nastavený pájecí profil, je možnost nastavit požadovaný gradient nárůstu pájecí teploty včetně potřebných časů. Podobně lze nastavit zpomalení procesu pro dokonalé prohřátí součástky a aktivaci tavidla, i modelovat plochý peak s libovolným časem. Výhodou je práce s reálnými hodnotami teplot. Dalším technologickým zpětnovazebním členem je vizualizace procesu pomocí RPC kamery, která je součástí kompletního systému. RPC kamera se rovněž využívá pro přesnou kalibraci měřené teploty v rámci pájecího/odpájecího profilu. Díky této funkci máme tedy možnost nejen proces pájení pozorovat v reálném čase, ale i moment přetavení pájecí slitiny zkalibrovat podle předvolených hodnot. Tento přístup má řadu výhod, m.j. je velice snadné odladit pájecí proces i hned „na první pokus“ i na velmi složitých DPS, které mohou mít např. velkou hodnotu, a kde se předpokládá, že nesmí být zničeny.

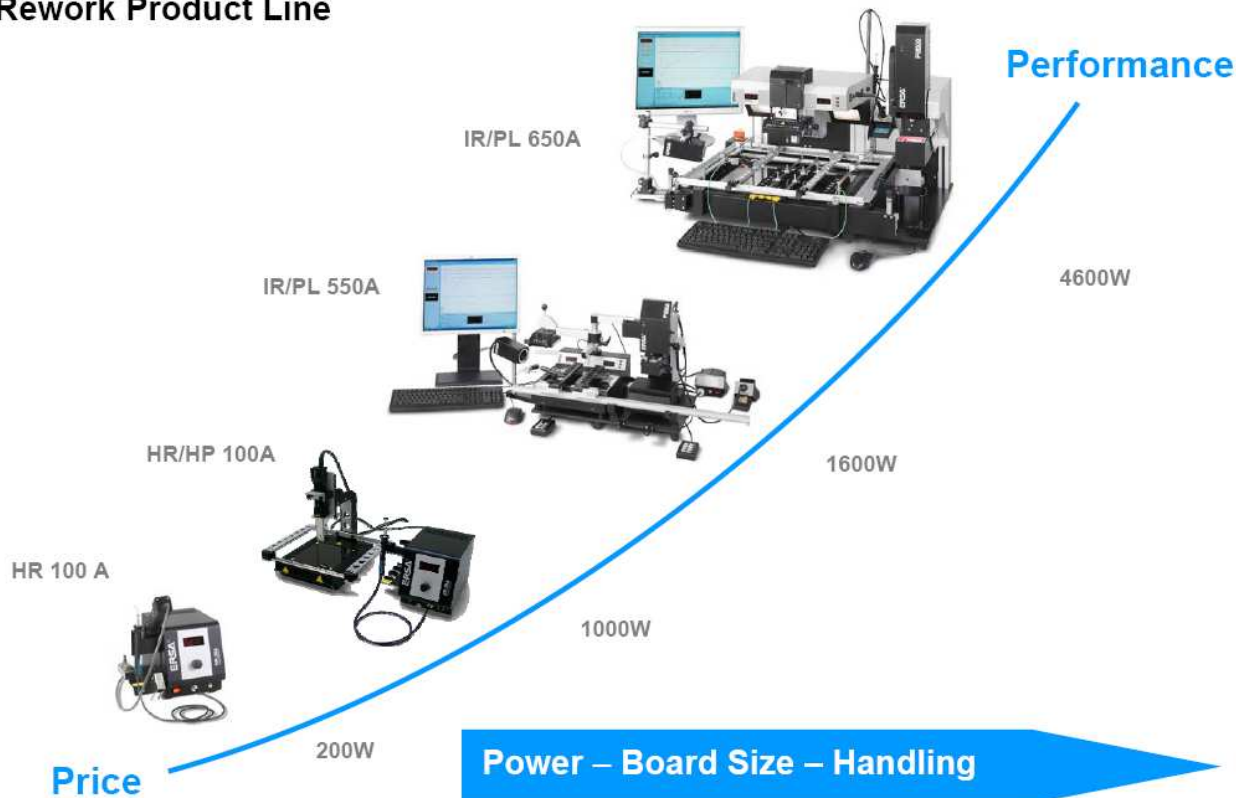
Zkalibrované pájecí profily jsou uloženy v rámci softwaru v databázi včetně veškerých doplňujících informací (fotografie DPS, instrukce, komentáře, doporučení, technické datasheety) a jsou připraveny pro opětovné použití i v relativně daleké budoucnosti.

Součástí opravářských systémů ERSA je i pracoviště, a přitom velmi jednoduchý systém upevnění DPS ze spodní i horní strany. Samotná fixace DPS v procesu oprav je velmi důležitá a je nutné zabezpečit dokonalou rovnost opravované plochy během celého pájecího procesu. Zejména větší formáty DPS jsou náchylné na zvlnění a tepelnou roztažnost, což může hrát velmi nepříjemnou roli při pájení velkoplošných a BGA pouzder. Tady účinně pomáhá i předeřtání DPS ze spodní strany (nikoliv pouze místo opravy!), aby se prohnutí desek minimalizovalo!

Vedle pájecího modulu je k dispozici i precizní osazovací poloautomat, který slouží pro zpětné osazení součástek na DPS. Umožňuje se součástkou rotovat, jemně nastavovat v ose X,Y vůči desce s připravenými očištěnými pájecími ploškami. U nejvyšší řady lze osazovací modul naučit i najíždět do přesných pozic vůči opravované DPS. To je důležité při zpětném osazení BGA pouzder nebo QFN součástek po nanesení pájecí pasty ze spodní strany.

ERSA opravářské systémy nabízejí uživateli vše, co je potřeba pro provedení bezpečné a reprodukovatelné opravy DPS v reálném čase při dodržení té nejvyšší kvality pájení. To dokládá i celá řada instalací u velkých producentů DPS, kde systémy pracují běžně ve třísměnných provozech s vysokou definovatelností celého procesu, ale i u firem vysloveně opravářského charakteru (opravy mobilních telefonů, počítačových desek ap.) s velkou různorodostí součástek i přístupů k opravě, kde prokazují své výjimečné schopnosti díky své flexibilitě a snadné nastavitelnosti.

Rework Product Line



Jak čisté je čisté

(a jak čistého dosáhnout)

(Tento článek je věnován těm, kteří vstupují do oblasti čištění elektronických sestav, ale i těm, kteří tak již dlouho činí a nejsou si jisti jaká že to kritéria pro čistotu vlastně platí a kdy je elektronická sestava bezpečně čistá)

S rostoucími nároky na elektronické sestavy se otázka čištění, na řadu let potlačená nástupem NO-clean technologie, znovu vynořuje do popředí. Důvody jsou prosté:

- Vyšší nároky na SIR (povrchově izolační odpory) v souvislosti s nižšími používanými úrovněmi signálů v obvodech)
- Pronikání elektronických řídicích a kontrolních prvků i tam, kde to dříve bylo s ohledem na prostředí nemožné.
- Zmenšující se detaily na elektronických sestavách (malé čipy, BGA, CSP obvody, mikronektory SMD)

Zde všude funguje bezoplachová technologie jen podmíněně – buďto hned po zpracování (nedostatečné izolační odpory), nebo v čase – degradace pryskyřice uvolňuje iontové nečistoty a vytváří podmínky pro dendritický růst – spolu s kondenzační vlhkostí a vhodným elektropotenciálem.

Proto se výrobci sestav III třídy dle IPC, ale v poslední době i nižších tříd téměř výhradně orientují na technologie, které jsou zakončený čištěním.

Právě v oboru čištění DPS je zakořeněno mnoho pověr, pramenících ze závažných nedostatků v přehledu a znalostech těch, kteří technologii provozují, nebo pořizují.

- Řada výrobců a jejich zákazníků pokládá za čisté vše, co je pohledově čisté. Tento přístup má oprávnění tam, kde v podstatě o nic nejde, tj. tam, kde sestava má jen působit dojem pořádku a pečlivosti při zpracování, zakrýt zásahy po opravách, nebo přepracování. Pokud takové sestavy nejsou vystaveny tzv. kondenzačním stavům – tj. přechodům teplot, resp. vlhkostním šokům a nemůže se na nich nikdy srážet vlhkost, nejde o žádný závažný problém a taková sestava má naději na dlouhou odolnost a životnost.. (Je třeba si jen klást poctivě otázku, kdy jsou kondenzační stavy na 100% vyloučeny.)
- Ti, kteří přistupují k výrobě s větší závažností (protože jejich sestavy jsou náročnější, nebo se již s korozí DPS v poli setkali, nebo jejich zákazníci mají jasná kritéria) Žádají iontovou čistotu.

Co je to iontová čistota, jak se měří a jaké jsou hranice?

Přímé metody měření:

Pojem iontová čistota znamená, že na povrchu sestavy, nebo v jejích povrchových i hloubkových vrstvách nejsou látky, které mají elektronovou aktivitu a mohou se uvolnit.

Mohou to být disociované kyseliny, zásady, soli i organické radikály (např. z nedokončené polymerace.) Všechny tyto látky mohou s vlhkostí vytvářet dielektrika a způsobit pohyb iontů kovů, které finálně -hnány rozdílem potenciálů - postaví vodivé můstky mezi elektrodami (vodiči) na elektronické sestavě.

Jak se iontová nečistota měří?

Téměř všichni si vzpomenou na pojem ionograf, nebo kontaminometr. Ne všichni dovedou definovat, jak takový systém pracuje a co vlastně měří.

Skutečnost je podstatně složitější .

V normách je zakotveno 7 metod, založených na různých přístrojích nebo i jen laboratorním vybavení:

1. ROSE (Resistivity Of Solvent Extract) metoda – laboratorní metoda měření.

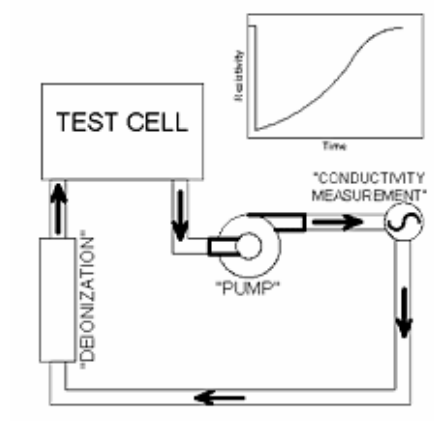
DPS je omyta přesným množstvím přesně připraveného roztoku DI vody a izopropanolu. Existují dvě normy na koncentraci IPA: 75 hmotnostních % ve vodě a 50 hmotnostních % ve vodě. DI voda musí mít min 6 MOhm/cm – 25 MOhm/cm. Po stanovené době se měří vodivost roztoku a srovnává se s kalibračním měřením, kdy se stejná testovací lázeň kontaminuje přesným množstvím NaCl (odtud údaje iontové nečistoty v ekvivalentu $\mu\text{g NaCl /sq inch}$, resp na cm^2 .

K tomu perlička: mnoho z nás si vzpomene na magickou hodnotu $1,56\mu\text{g/cm}^2$, nebo $10\mu\text{g/sqinch}$. Jak tato mez vznikla? Traduje se historka, že komise pro tvorbu MIL norem tehdy (někdy v r. 1927) zasedala u jednoho ze členů na chatě v horách. Pánové se dlouho radili a pak se shodli na tom, „že s takovou hodnotou to většinou dobře vychází.“ Nic proti tomu – v podstatě jsou všechny podobné meze založeny na zkušenostech. Uvádím to jen proto, aby bylo jasno, že to není nějaká mez, seslaná absolutně shůry a je nutné se zabývat i náročností sestav a jejich aplikací, než se jakákoli hranice stanoví. Ony ty sestavy v roce, kdy se taková mez přijala, přece jen vypadaly asi poněkud odlišně od těch dnešních.....takže obezřetně!

2. Ionograf

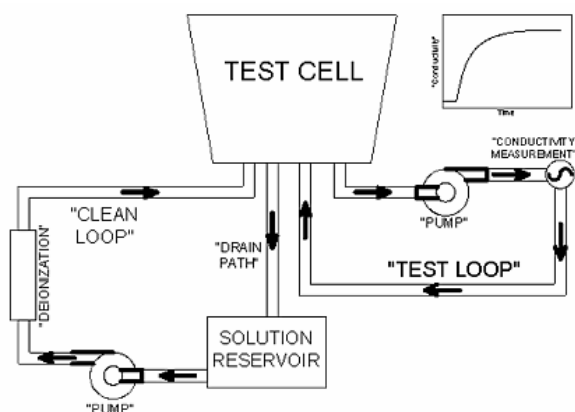
Dynamická měřicí metoda – testovací roztok je kontinuálně regenerován – z rychlosti regenerace roztoku se vzorkem a konečné hodnoty vodivosti roztoku se počítá ekvivalent solnosti.

Ionografická měření se provádějí buďto za studena, nebo při zvýšené teplotě (větší citlivost



3. Omegametr

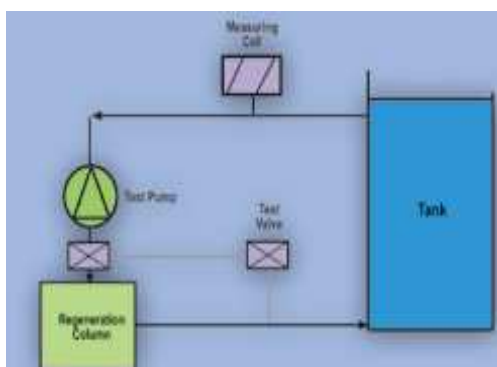
Statická měřicí metoda - statická metoda. Při níž se roztok DI vody a izopropanolu připraví v přístroji cirkulací přes speciální vysoce výkonné iontoměniče (hodnota cca 20mOhm). Po dosažení požadované hodnoty se iontoměničové kolony oddělí z okruhu a roztok se vystaví působení vzorku. Hodnota vodivosti postupně klesá (typicky asymptoticky k nějaké ustálené hodnotě. Která je výsledkem měření. Kalibrace opět pomocí NaCl, výsledky v ekv ug NaCl/plochu



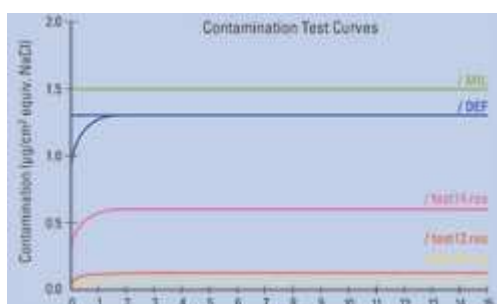
4. Kontaminometr –

Statická měřicí metoda – princip podobný jako u Omegametry

Schéma přístroje



Charakteristická křivka měření



5. Ionex 2000 – dynamické měření

6. Zero Ion – dynamické měření

Z výše uvedeného vyplývá že s ohledem na rozdílná uspořádání měření nelze výsledky z jednotlivých přístrojů přesně srovnávat. Všechny jsou sice kalibrovány stejně – pomocí NaCl, ale postupy měření, tj. koncentrační gradienty a rychlosti omývání vzorku jsou rozdílné, (u některých metod se extrakce provádí za zvýšené teploty) což v praxi

znamená, že výsledky jednotlivých měření nejsou ani lineárně závislé a prakticky se nedají porovnávat.

Uvádí se, (NAWC - Naval Air Weapon Center USA) že

- Metoda ROSE má hranici: 10ug/sqinch
- Zero Ion 37 ug/sqinch
- Ionograph 20 ug/sqinch
- Omegameter 14 ug/sqinch

Proto je velmi praktické zeptat se vždy na metodu, kterou se měřilo, pokud se hodnoty ekvivalentu solnosti kdekoli v kritériích objeví.

Další omezení všech těchto metod, závažné co do důsledků, je, že měří jen průměrnou hodnotu kontaminace. V praxi jsou kritická místa převážně pod součástkami, konektory a volná plocha DPS tak kritické nejsou. Zda ta, či jiná čistící metoda funguje i v kritických místech, nebo ne, zjistíme měřením iontové kontaminace jen velmi omezeně.

Poznámka. V ČR existuje ještě specifická – historická metoda, která byla před cca 40 lety zavedena v n.p. Tesla – to je měření podobné, jako ROSY metoda, ale pouze výluhem DI vody. Tehdy se tato metoda používala pro indikaci nečistot po kyselém procesu pájení (v podstatě ZnCl roztokem) a měla své opodstatnění, protože většina iontových nečistot byla po procesu volná, ve vodě rozpustná. Použití takové metody pro dnešní technologii (tj. pryskyřičnou, resp. technologii na bázi syntetických pryskyřic pájenou sestavu je však zcela zcestné. Izopropanol, který je bez výjimky u všech ostatních metod používán, je rozpouštědlo pro nepochybně složku nečistot a teprve jeho působením se iontové nečistoty mohou v měření zobrazit po uvolnění z vazby v pryskyřici.

Pro výše uvedená omezení byla vyvinuta další řada metod na chemických, nebo fyzikálních principech:

1. **Testování organické povrchové kontaminace.** (metoda podle IPC TM 650 2.3.38)

Jde o rozpuštění organických nečistot silným rozpouštědlem a jejich depozici na skleněný substrát. V jednoduché podobě se provádí optické hodnocení, lze však provést i refrakční měření pomocí infra- spektrometru na tenké vrstvě nečistot (IPC TM 650 2.3.39)

2. **Rozpuštění organických zbytků bezvodým izopropanolem a následná chemická detekce kalafuny** (IPC TM-650 2.3.27)

3. SEM analýza + RTG spektroskopie

4. Měření povrchového napětí měřením krajního úhlu.

Provádí se pod optickým měřicím profiloměrem, který měří kontaktní úhel definované kapaliny na očištěném povrchu

5. Měření povrchového napětí pomocí inkoustů s definovaným povrchovým napětím.

Zkouší se postupně skupina inkoustů, až po takový, který se nerozlévá do plochy, ale vytvoří kapky – jednoduchá a rychlá dílenská metoda pro stanovení čistoty při konformním lakování (definuje přilnavost)

Tyto metody jsou užitečné zvláště tam, kde organické zbytkové znečištění povrchu je závažnou vadou pro další procesy (lakování, bondování)

6. Indikace aktivních zbytků na DPS

Chemická indikační metoda pro stanovení zbytků karboxylových kyselin v bílých zbytcích. (Podle IPC 610E mohou být bílé zbytky akceptovány, pokud nejsou aktivní – tato metoda aktivní zbytky indikuje zbarvením reagentu, nakápnutého na zkoumané místo. Výhodou je lokální indikace a nedestruktivní metodika, nevýhodou laboratorní manipulace s roztokem. Takovou indikační sadu dodává fy ZESTRON. (PBT)

7. Indikace organických zbytků

Chemická indikační metoda na rozpoznání organických zbytků v bílých zbytcích. Dokáže vyčlenit organické polymery od solí. Jednoduchá metoda při klasifikaci bílých zbytků. Indikační sadu pro praktické použití dodává fy ZESTRON (PBT)

Nepřímé metody měření.

To jsou metody, které sice neměří znečištění v nějakých fyzikálních jednotkách, zato však měří, nebo zjišťují jeho účinky. Tím se maximálně přibližují praxi

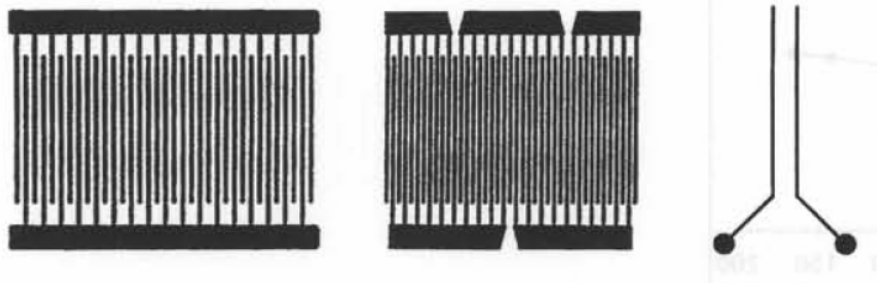
1. Vizuální metody

- Hodnocení možné delaminace vrstev, adhesních problémů
- Kalibrační merita čištění pod součástkami PBT

Na modelech skleněných substrátech + keramických čípech je AOI zařízením přesně vyhodnocován poměrný zbytek pryskyřic pod testovacími čipy. Porovnáním čistících parametrů při takové kalibraci a čištění skutečné DPS lze s velkou přesností stanovit požadované parametry, stav stroje a čistícího procesu dlouhodobě i při vývoji nových speciálních technologií.

2. Korozivita tavidla

Laboratorní zkouška – je-li zjištěna velká korozní odolnost tavidla v extrémních podmínkách, je předpoklad, že sestavy budou odolné.



3. SIR testy

Testuje se na zvláštních destičkách – hřebíncích, které mohou být buď speciálně připraveny, nebo, jako součást technologického okraje DPS procházejí celým procesem. Měří se statický odpor testovacího vzorku

4. Test elektromigrace – podle IPC TM-650 2.5.27, 2.6.14.1

Hřebínkové vzorky jsou podrobeny vlhkostrnímu testu a odpor měřen po testu, nebo, i během testu. Toto průběžné měření je důležité zvláště u sestav s bezolovnatými slitinami SAC, neboť dendrity Ag, rostou velmi jemné a v okamžiku spojení většinou přehoří, takže při klasickém testu SIR, nebo testování až po vyjmutí z komory nemusí být indikovatelné.

5. Test povrchového odporu

Testy, prováděné čtyřbodovou sondou – většinou se používají na kontaktních pozlacených ploškách

6. Testy pážitelnosti (podle J- STD 003 pro DPS)

Zbytkové nečistoty mohou význačně hájitelnost ovlivnit.

7. Testy kontaktovatelnosti

Provádí se testerem pevnosti kontakovaných spojů po procesu kontaktování

Stav normalizace u nás a v EU.

V současné době není k dispozici evropská norma, která by uceleně metodiku popisovala. Jediná příbuzná norma z oboru je ČSN EN 61191-1(Požadavky na pájené elektrické a elektronické sestavy používající povrchové a obdobné montážní technologie) se odvolává na IPC-TM-650 s tím, že metodika podle IPC bude zapracována do norem IEC.

Jediná ucelená metodika, která se k otázce čištění a klasifikace čistoty vztahuje, je IPC, konkrétně metodická příručka TM-650, na kterou navazují konkrétní postupy a popisy metod.

Jak prakticky postupovat.

Vzhledem k tomu, že výše popisované metody jsou vesměs náročné na provedení i vyhodnocení a kalibraci, je vhodné svěřit měření kvalifikované laboratoři (u nás snada pracoviště při Západočeské Univerzitě, nebo VUT v Brně, resp se obrátit na Laboratoře v zahraničí.

Pokud jde o orientační vyhodnocení, je k dispozici i pracoviště v PBT v Rožnově p.R, vybavené optickými metodami a kontaminometrem CM 11, spolupracuje úzce s velmi dobře vybavenou laboratoří fy ZESTRON, vybavenou prakticky vším, co na tomto poli existuje, včetně chromatografu, kterým je nejdetailněji možné povahu , resp. složení a tím i původ nečistot analyzovat. Přirozeně, v tomto speciálním případě samotný přístroj nestačí, je nutno mít i odborníky s dlouholetou praxí v oboru, aby měření mělo dostatečnou vypovídací hodnotu.

Pokud se jedná o vážné úkoly v oblasti čistoty, doporučujeme provést vždy zkoušky elektromigrace, nebo stárnutí vlastních sestav v klimatických testech a současně nakalibrovat některou z rychlých- provozních metod – jako např kontaminometrické měření, měření povrchového napětí, nebo SIR test.

Každá metoda, která je založená pouze na nějaké hranici iontové čistoty, bez znalosti, proč je taková, nebo jiná hranice přípustná, je pouze „výstřel do tmy“ s nadějí, že „to vyjde“.

Jak čistoty dosáhnout.

Podobně , jako v oblasti vlastního měření, je informační prostor zaplaven řadou pověr, zde navíc zkreslených nejrůznějšími obchodními slogany – protože přece jde o to, prodat čistící zařízení – a to se daří hlavně pokud je stroj hezký, objevuje se na mnoha reklamách, poskytuje „okem rozpoznatelnou“ čistotu a hlavně „je co nejlevnější a používá co nejlevnější čistící prostředek“.

K tomu jen několik poznámek:

Cena, kterou uživatel zaplatí, není jen investiční cena a cena za litr čisticího.

Je to celková cena procesu, přepočtená nakonec na cenu do jedné sestavy, která je čištěna.

K tomu nedílně patří takové údaje, jako spotřeba čisticího (závislá konstrukci stroje ale i na volatilitě čisticího – tj. kolik se čisticího v procesu a jak snadno odpaří.)

Spotřeba stroje nepřímo úměrně souvisí s pořizovací cenou stroje. Lze postavit stroj „jednoduchý“, který sice myje (pokud nezkoumáme detailně jak důkladně , jak dlouho, jak

pod součástkami a s jakými iontovými zbytky), ale díky zjednodušené konstrukci má limity v omezení spotřeby.

Podobně levné čističlo může být sice levně v Kč/ltr ale může se ho spotřebovat v procesu o několik desítek % více, buď příliš rychlým vyčerpáním, nebo odparem, nebo vysokým výnosem kvůli neoptimálnímu povrchovému napětí. Jsou i horší vlastnosti – nevhodné čističlo může poškozovat ultrazvukové měniče přílišnou náchylností ke kavitaci a podobně i sestavy při stejných vlastnostech. (známe konkrétní případy...)

Jaké jsou základní zásady pro efektivní čištění

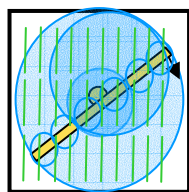
1. Vhodná volba čističla

- Dostatečná, ale ne nadměrná „aktivita“ čističla. Příliš aktivní čističla sice při srovnávacích testech rychle čistí, ale zpravidla (u technologie na vodní bázi) mají velkou spotřebu, problémy s kompatibilitou některých dílů na DPS i na stroji a vyžadují zvýšené odsávání. – proces je drahý.
- Minimální možný podíl organických rozpouštědel v systému na vodní bázi. Pokud to není splněno, zpravidla vysoké hodnoty oxidovatelných organických zbytků v oplachových vodách, nedovolí oplachy vypouštět, ale musí se likvidovat. – proces je drahý

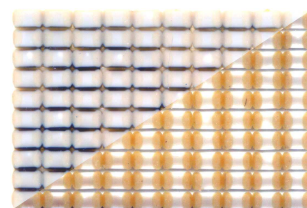
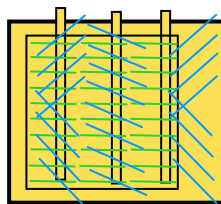
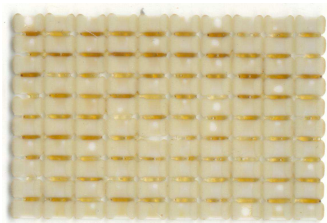
(Umíme stavět zcela uzavřené stroje, jejich provoz má ale přesná pravidla a režimy, pokud mají fungovat optimálně a s nejmenšími náklady.)

2. Vhodná konstrukce stroje

- Maximální dynamika postřiku, nebo postřiku pod hladinou. Dokáže účinně zrychlit čistící proces a kompenzuje nižší aktivitu čističel – v sumě zvyšuje hospodárnost.
- Optimalizované postřikové pole – zde je maticové, nebo postupné přímočaře oscilující pole trysek podstatně výhodnější, než, reaktivní silou neřízené otáčivé rozvodnice (ramena) s tryskami. Ty jsou sice výrobně levné, nemají však šanci na rovnoměrné pokrytí postřikového pole. V důsledku prodlužují cyklus, což není jen otázka energie za čerpání, ale i spotřeby čističla odparem a možných problémů s kompatibilitou v důsledku příliš dlouhých čistících časů.



(postřikové pole rotačního ramena
s nerovnoměrnou intenzitou čištění)



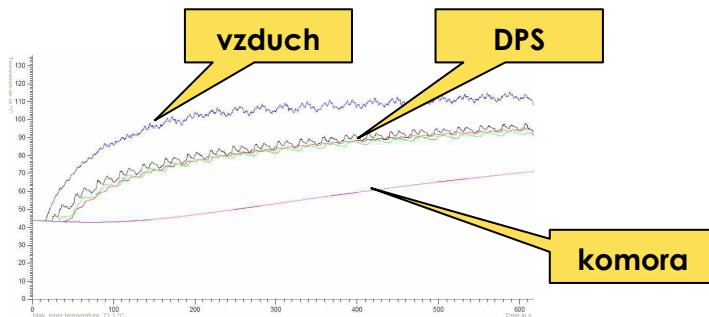
(Postřikové pole maticové s oscilací košea
výsledek čištění pod čipy – test metodika)

- Optimalizovaný tvar a konstrukce čistící komory, pro postřik ve vzduchu prakticky hermeticky uzavřené provedení se servoventily odsávání nejlépe přímo ve stěně komory, tak že není smáčeno odsávací potrubí.



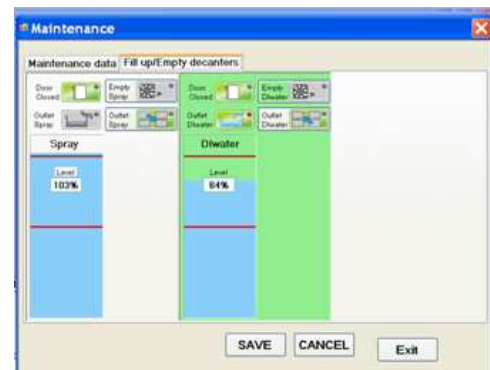
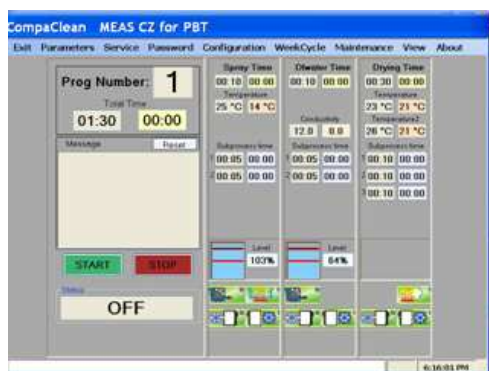
Rychlý servoventil odsávání ve stěně
komory

- d. Optimalizované sušení – tedy nejen zahřátí sestavy, ale opravdové vytvoření termodynamických podmínek, aby sušení probíhalo co nejrychleji.



Při sušení horkým nožem není zahřívána komora – úspory času a energie

- e. Jednoduché, ale dostatečné řízení procesu. Pokud možno všechny procesní parametry monitorovány. K tomu patří i tlaky na tryskách (nejen před filtry), teploty, adaptivní řízení trvání procesu, monitorování procesních parametrů a monitorování stavů stroje. Vhodně řešený software umožňuje v daleko větší míře optimalizovat proces při extrémně obtížných úlohách. Dokumentace hodnot – traceability se stává u řady výroby běžným požadavkem.



To vše stojí peníze, které se ale za života stroje mnohonásobně vrátí v provozních úsporách. Se zájemci jsme schopni provést detailní propočty nákladovosti procesů a nabídnou optimální řešení.

Naše téměř 20- leté zkušenosti a instalace procesů ve více než 30 zemích prakticky po celém světě i u renomovaných firem v leteckém, zbrojním, lékařském ,automobilovém průmyslu i u „obyčejných zákazníků“ jsou důkazem, že zkušenosti, získané za tuto dlouhou dobu dokážeme kreativně up



Elektrostatika - Standardní zkušební metody pro specifické aplikace

(ANSI – ESDA – IEC) (Karel Jurák, Praha, SMT_INFO oct2010)



ANSI/ESD S1.1-2006.

ESD Association Standard

for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items – Wrist Straps

IEC 61340-4-6 (2010-01)

Elektrostatika –

Část 4-6: Standardní zkušební metody pro specifické aplikace – Náramky

Základní termíny		Zkoušení náramku s kabelem a osobou
Wrist strap	náramek + uzemňovací kabel	
Wrist strap system	náramek + uzemňovací kabel + osoba	
Cuff	náramek	
Ground cord	uzemňovací kabel	
Evaluation testing	„typové“ zkoušky	
Acceptance testing	přejímací zkoušky	
Functional testing	funkční zkoušky	
Current-limiting resistance	rezistance omezující proud	
Resistance range	rozsah rezistance	
Strain relief	odlehčení pnutí	
Breakaway force	síla pro odtržení	

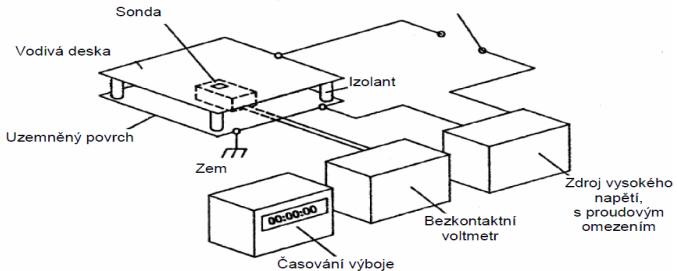
Metody zkoušení

- Zkoušení náramku s kabelem – kontinuita a rezistence
- Zkoušení rezistance náramku (interní a externí)
- Požadavky na velikost náramku
- Síla pro odtržení
- Integrita propojení
- Možnost prodloužení uzemňovacího kabelu
- Zkouška životnosti na ohyb
- Identifikace výrobce
- Identifikace nestandardní hodnoty rezistance
- Rezistance náramku s kabelem
- Kontrola kontinuity sestavy

ANSI/ESD STM3.1-2006.**ESD Association Standard Test Method
for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items – Ionization**

IEC 61340-4-7 (2010-01)

Elektrostatika –**Část 4-7: Standardní zkušební metody pro specifické aplikace – Ionizace**

Air ionization	ionizace vzduchu	Komponenty monitoru s nabitou deskou
radioactive emission	radioaktivní záření	
high-voltage corona from a.c. electric fields	korona – střídané pole	
high-voltage corona from d.c. electric fields	korona – stejnosměrné pole	
soft X-ray emission	měkké rentgenové záření	

Základní termíny

Air Conductivity	vodivost vzduchu
Air Ions	ionty vzduchu (cca 10 molekul iontu kyslíku nebo dusíku)
Charge Decay	pokles náboje (odvádění + neutralizace)
Charge Induction	nabíjení indukci (redistribuce náboje v izolovaném vodiči)
Charged Plate Monitor	monitor s nabitou deskou
Compressed Gas Ionizer	ionizátor stlačeného vzduchu
Corona	korona (ionizace lokalizovaným elektrickým polem)
Decay Rate	rychlost poklesu
Discharge Time	doba vybíjení
Emitter	emitér (hrot, drátek)
Horizontal Laminar Flow	horizontální laminární tok (neturbulentní)
Ion Balance	iontová rovnováha (viz napětí offsetu)
Ionizer	ionizátor
Isolated Conductor	izolovaný vodič
Offset Voltage	napětí offsetu (napětí na izolovaném vodiči v ionizovaném prostředí)
Peak Offset Voltage	špičková hodnota napětí offsetu (impulzní ionizátor)
Room Ionization	ionizace místnosti
Worksurface Ionization	ionizace pracovního povrchu

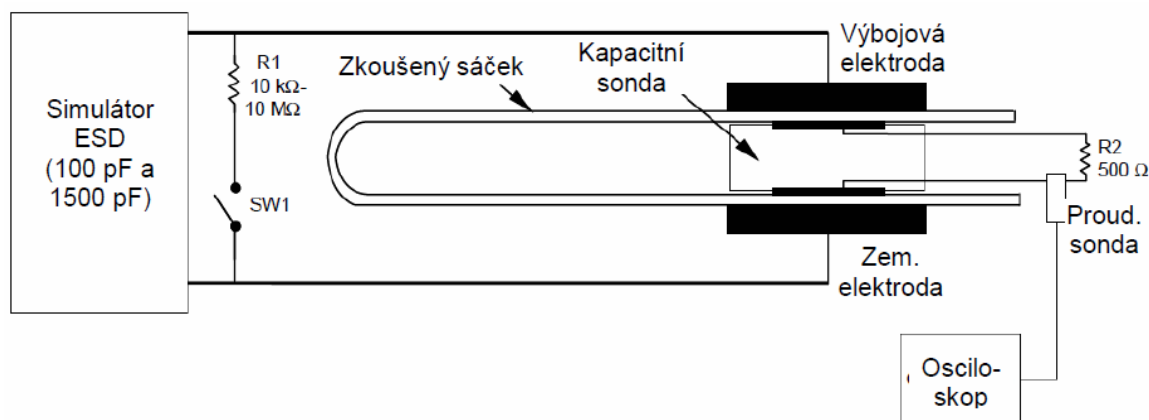
ANSI/ESD STM11.31-2006.**ESD Association Standard Test Method
for Evaluating the Performance of Electrostatic Discharge Shielding Materials – Bags**

IEC 61340-4-7 (2010-01)

Elektrostatika –**Část 4-8: Standardní zkušební metody pro specifické aplikace –
Odstínění výboje – Sáčky**

Základní termíny

Electrostatic Shield	elektrostatické stínění (omezuje pronikání elst pole)
Electrostatic Discharge Shield	odstínění elktrostatického výboje (omezuje pronikání proudu a elmg pole)



Potřebné vybavení

ESD simulator	simulátor ESD
Waveform verification equipment	zařízení pro ověření časového průběhu
- Oscilloscope	- osciloskop
- Current probe	- proudová sonda
- High voltage resistor	- vysokonapěťový rezistor
Capacitive probe	kapacitní sonda
Bag size	velikost sáčku
Computer/software	počítač/software
Environmental chamber	klimatizační komora

ANSI/ESD STM2.1-1997.

ESD Association Standard Test Method

for the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items – Garments

IEC 61340-4-9 (2010-01)

Elektrostatika –

Část 4-9: Standardní zkušební metody pro specifické aplikace – Oděvy

Základní termíny		Zkoušení rezistance mezi rukávy
garment system	sestava oblečení (elektricky propojené díly oděvu)	
point-to-point resistance	rezistance mezi body	
sleeve-to-sleeve resistance	rezistance mezi rukávy	
static control garments	oděv pro potlačování elektrostatických jevů	

TERMODYNAMIC SENSOR SYSTEM

Petr Kosina, Petr Zapletal, Michal Řezníček

Ústav Mikroelektroniky, FEKT VUT v Brně
Technická 350/10, 616 00 Brno, Česká republika
tel.: +420 541 146 392, email: xkosin03@stud.feec.vutbr.cz

Abstract

The paper is focused on thermodynamic system (TDS) that is suitable for small changes measuring of investigated quantity with the help of temperature measuring. It concerns of passive system that does not interfere or affect measured quantity. Therefore TDS can be used in biomedicine (measuring e.g. blood flow without its degradation caused by heating) or in industry for temperature measuring on PCB. TDS sensitivity was tested and evaluated on small flows measuring. Mechanical part was realized in LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) technology that allows exploiting very good properties of ceramic substrate.

Key words: thermodynamic, sensor, LTCC, flow

1 Introduction

TDS is assembled from thermodynamic sensor, which is initialized by thermo-dependent resistors in balance involvement. This circuit allows very small change of liquid temperature, material or system measuring. Output quantity TDS is voltage, which equals a half of input voltage at temperature 20°C and when the temperature is changed the voltage grows or falls. With the help of this direction can be finally established, it means that output quantity is a voltage vector. Disadvantage of TDS is the need of long time for stabilizing measuring system. It means that this system is not suitable for fast measuring changes in very short time interval. It is much more suitable for slow and continual changes. Now it's clear that TDS is suitable for e.g. flow measuring, as it was tested on. [1] [2]

2 Thermodynamic system description

Thermodynamic system can be divided into first and second order. The number of order gives number of thermo-dependent elements. As thermo-dependent resistors were used two thin-layer platinum SMD resistors Pt100 and Pt1000. Operation amplifier was chosen OP177, It is a precise low-noise amplifier. Trimmer 2kΩ has been used for setting up a half of supply voltage. [3]

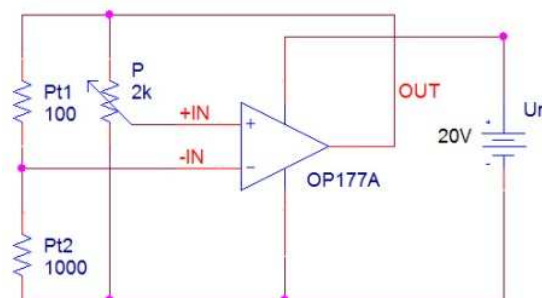


Fig. 1.1: The circuit of the first order thermodynamic sensor

3 Using TDS for very small flow measuring

It is suitable to use ceramic materials for mechanical parts realization. Ceramic materials have a good thermo-conductivity. LTCC was used at construction of sensor's mechanical parts and it allows creating 3-D structures. In this case the structure was created of five layers with micro-channel in it. Input and output were conducted away over cut holes on substrate surface. (See Fig. 1.2). Mechanical parts of structure were cut into particular layers using laser ALS 300 (company AUREL).

Thermo-dependent resistors were fixed by thermo-conduct wrapper also on substrate surface. It was done in places, where the micro-channel was under surface. Water was used for testing sensitivity of TDS. Water was forced in peristaltic pump. The speed was changed and the quantum of changes was measured. The speed change was carried on in 60 seconds intervals. After this interval (60 seconds were found experimentally) TDS was stabilized. Varieties of different micro-channel widths (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mm) were tested and the best width was found 1.0 mm. Measured signal was almost linear except overshoots that were created by peristaltic pump. Final graph is in the figure 1.3.



Fig. 1.2: The mechanical part of the thermodynamic flow sensor in LTCC technology (without temperature sensors)

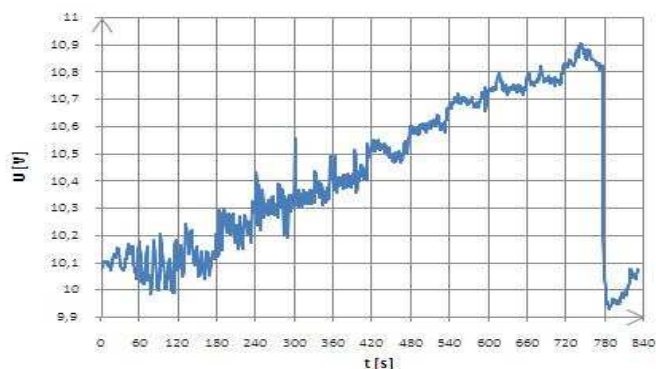


Fig. 1.3: The graph for micro-channel 1.0 mm

Acknowledge

Funding for this research was obtained through the grant project from the Czech Ministry of Education MSM 0021630503 MIKROSYN "New Trends in Microelectronic Systems and Nanotechnologies" and research grant project FEKT-S-10-18 "3D structures and packages with embedded components" and this research has been supported by the Czech Ministry of Industry and Trade in the frame MPO TIP FR-TI1/072 as well.

References

- [1] IMANAKA, Yoshihiko. *Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology*. Japan: Springer, 2005. 229 s. ISBN 0387231307.
- [2] HUSÁK, Miroslav. *Mikrosenzory a mikroaktuátory*. 1. vyd. Praha: Academia, 2008. 544 s. Gerstner; sv. 3. ISBN 978-80-200-1478-8.
- [3] DAŘO, Stanislav; BEJČEK, Ludvík; PLATIL, Antonín. *Senzory neelektrických veličin: Měření průtoku a výšky hladiny*. Vyd. 1. Praha: BEN - technická literatura, 2005. 448 s. ISBN 80-7300-156-X.

Informace o inzerci:

Ceník inzertních služeb:

Inzerce v bulletinu

Velikost inzerátu do 1/2 formátu A4	1000,- Kč
Velikost inzerátu ve formátu A4	2000,- 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), na disketě nebo zaslat e-mailem na adresu smtinfo@nexta.cz.

Připravované akce:

SMT-INFO 02/2011 15. únor 2011

- **NÁVRHOVÉ SYSTÉMY DPS**
- **KOMPLEXNÍ VÝROBNÍ LINKY MODERNÍCH MONTÁŽÍ**
- **INSPEKČNÍ SYSTÉMY**

BULLETIN ANOTACÍ
67.číslo, Brno 19.10.2010
ISSN 1211-6947

Vydává: SMT-info konsorcium

Odborná redakční rada:

Ing.Jiří Starý

Redaktor:

Marie Měřínská