

Sušení desek plošných spojů

Autoři : G. Schubert , Th. Schönfeld, A. Friedrich, SMT & HYBRID GmbH
 Vzniklo ve spolupráci s TOTECH EU – Super Dry



Know-how in thermischen Prozessen

Weltneuheit
Vakuumlöten PLUS

Besuchen Sie uns in
 Halle A4, Stand 159
 produktion-muenchen
 10.-12. November 2009

Reflow-Lötsysteme
 Sondermaschinen
 UV-Anlagen
 Vakuumanlagen
 Rechneranlagen
 Test- und Messanlagen

SMT Maschinen- und Anlagenbau (SMT) KG · Rosenfeld 17
 D-41327 Neukirchen, Tel. +49-20932-2010, info@smv-verlag.de

ORGAN DER FACHVERBÄNDE

FED ZVEI VAL
 E jrus DVS

Neue Rubrik
BAUELEMENTE

BAUELEMENTE
DESIGN
+ BESTÜCKUNG
+ PACKAGING
+ FORSCHUNG & TECHNOLOGIE

10
 OKTOBER 2009
 SEITEN 2137-2444
 DRUCK 11

ISSN 1439-7505
 0-49475

Fachzeitschrift für Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik

187 Jahre Eugen G. Leuze Verlag KG - 1902 - 2009 - www.leuze-verlag.de

Sušení desek plošných spojů

Autoři : G. Schubert , Th. Schönfeld, A. Friedrich, SMT & HYBRID GmbH

1. Úvod - natištěné desky plošných spojů jako součástky citlivé na vlhkost

Před výzkumem spočívají ještě následující cíle popsané níže :

Deska plošných spojů je integrovanou strukturou z kovu a plastu. Protože nejpoužívanější součástky jsou uzavřeny v plastu, absorbují vodu. Když jsou rychle ohřívány, např. při technologii pájení, je všeobecně známo, že obsažená voda se odpařuje tak prudce, až dochází k destrukci. Základním předpokladem před procesem pájení desky je tedy její vysušení.

Výrobci desek plošných spojů dosud významně váhají poskytovat doporučení k vysoušení jejich produktů. Informace uveřejněné v ZVEI [1] bývají také nedostatečné. Základním problémem je vysoká teplota doporučovaná pro zahřátí. Pokud je použita, dochází k delaminaci a poškození desek. Dále může vznikat i koroze a formování intermetalických fází kovových povrchů.

Následující pozorování zjišťují, zda při šetrném sušení při teplotách 45°C nebo 60°C, a při nízké relativní vlhkosti lze dosáhnout stejných výsledků jako při sušení při vysokých teplotách.

Průmysl dnes nabízí sušící kabinety, které jsou vhodné pro rychlé sušení při relativní vlhkosti pod 1%.

2. Standardy a doporučení pro sušení součástek

Standard **IPC/JEDECJ-STD-033B.1** („Manipulace, balení, odesílání a rozmístění součástek citlivých na vlhkost pro povrchovou montáž“ [2]), nabízí řadu alternativ pro zahřívání/sušení součástek. Rozsah je rozšířen od nízkých až po vysoké teploty. Nehledě na závislost tloušťky plastu okolo čipu, doby regenerace při výrobních podmínkách, je nad veškerá určení třída vlhkosti.

Mezi dalšími faktory, na které by mělo být poukázáno, je, že zahřívání při vysokých teplotách >125°C / <5%RH v peci, již vede ke kontaktní korozi a formování intermetalických fází kovových povrchů. A vystavení desek takové teplotě po dobu delší než 96 hodin způsobuje škodu, která vzbuzuje pochybnost o možnosti pájení v dostatečně vysokém standardu.

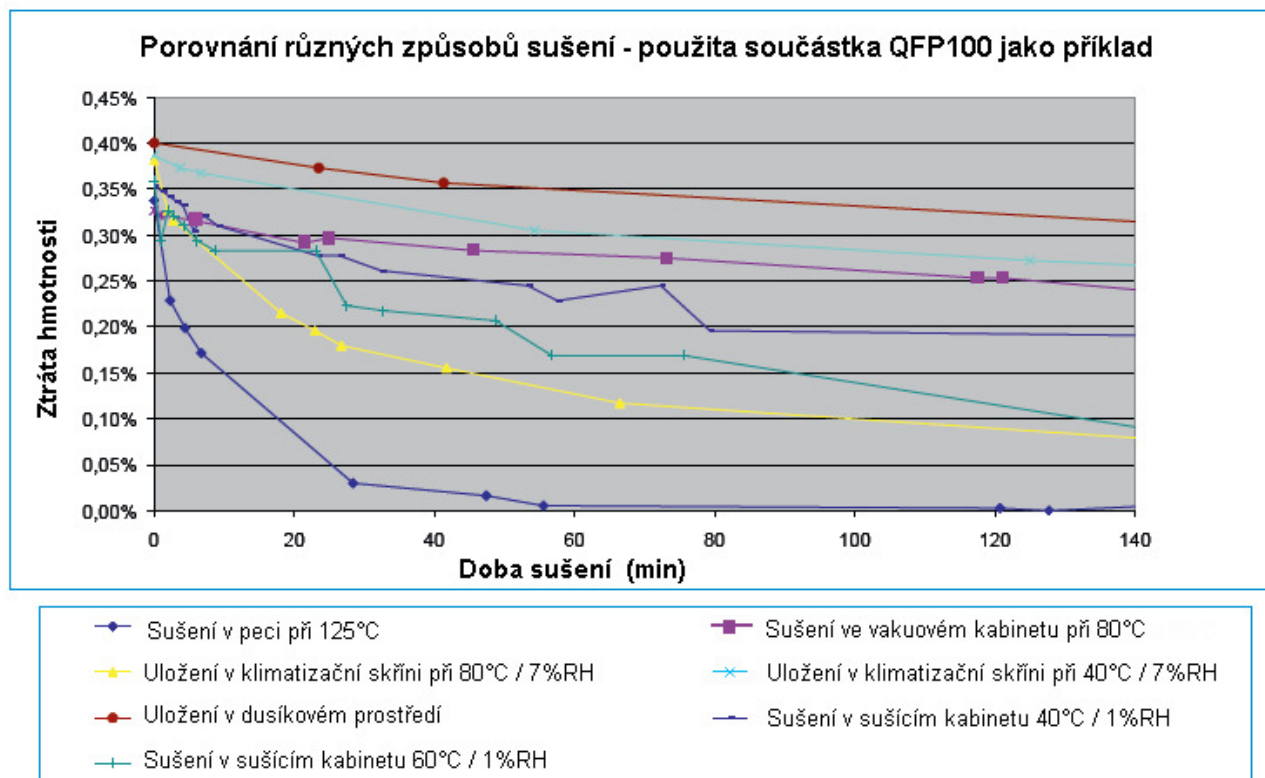
3. Sušící metody testované na součástkách QFP100

Jako standardní součástka byl první testován typ - QFP 100. Zajímavé byly výsledky odpařování při použití různých metod zahřívání a sušení. Použity byly následující metody:

1. Sušení v peci při 125°C
2. Sušení v N₂ kabinetu při 20°C/ <1% RH
3. Sušení ve vakuovém kabinetu při 10 mbar
4. Sušení v klimatizované komoře při 40°C/7% RH
5. Sušení v klimatizované komoře při 80°C/7% RH
6. Sušení v sušícím kabinetu při 45°C/< 1% RH
7. Sušení v sušícím kabinetu při 60°C/< 1% RH

Přibližně 50 vzorků bylo nejprve zvlhčeno do bodu nasycení v klimatizované komoře při 85°C/85% RH. Změny obsahu vlhkosti byly určeny ve všech třídách zvážením na velice precizních vahách (přesnost 0,01g). Když bylo asymptoticky dosaženo určeného bodu, započalo sušení. Úbytek vlhkosti byl vyjádřen procentní změnou minimální hmotnosti.

Graf níže ukazuje výsledky výzkumu



Obr.1 Různé sušící metody při použití QFP100 jako vzorku

Srovnání N₂ kabinetu, vakuového kabinetu a klimatizované komory při 40°C/7% RH ukazuje pouze mírný propad sušící křivky, a proto pro skladování (udržování při výrobní prodlevě) je nejvhodnější použití N₂ kabinetu. Další skupina (sušící kabinet při 45°C/<1%RH, sušící kabinet při 60°C/<1%RH a klimatizovaný kabinet při 80°C/<7%RH) docílí dobrých sušících vlastností, a proto představuje nejzajímavější skupinu sušících metod, zatímco sušící kabinet byl vyloučen pro vysokou energetickou náročnost. Sušící kabinet nabízí fyzickou proceduru a zařízení, kdy vlhkost (voda) je z okolí součástek odebírána prostřednictvím rekuperační jednotky. Tím představuje vynikající kabinet s izolací stěnami. To umožňuje kabinetu používat teplotu sušení až 65°C s poměrně nízkým teplotním únikem. Ve fázi zotavování je vlhkost (voda) odváděna mimo rekuperační jednotku do okolního prostředí. SMT&HYBRID, sušící kabinet pracuje při 45°C a teplota stoupá až k 60°C.

Na obrázku 2. je sušící kabinet Totech XSD 1404.



Obr. 2: XSD 1404 - sušící kabinet (výrobce Totech)

Křivky sušení naznačují, že významně rychlejší sušení je možné i při 60°C. Teplota v peci 125°C představuje extrémně rychlou sušící metodu, která však už je na limitu a není takovou šetrnou metodou, jaká je popsána výše. Bezpochyby teplota 125°C představuje nejprudší nárůst teploty. Pokud je to nezbytné mohou být součástky ohřáty nanejvýše na 125°C, a to v případě rychlých výrobních dávek. Pozornost musí být věnována tomu, aby kumulovaná doba ohřevu nepřekročila 96 hodin, bez ohledu na jakékoliv další okolnosti [2]. To znamená, že musí být vedena dokumentace během sušení. Absorbce vlhkosti a sušení jsou difúzní procesy a musí odpovídat zákonům o molekulární difúzi [2].

Teoretická pozorování existují, avšak mohou být jen málo použita k určení doby sušení. Je proto potřeba použít zjednodušený postup. Pro sušení je předpoklad, že procento zmenšení hmotnosti by se mělo rovnat přinejmenším 0,1% hmotnosti sušiny [3]. Jako adekvátní kritérium pro sušení je uvažován potřebný čas. Ve výrobní praxi není hodnotícím kritériem pro dobu sušení ani procento počáteční hmotnosti, ani minimum hmotnosti, ale spíše čas, který je k dispozici při srovnávacím testu pro sušení. Tento čas byl definován jako doba sušení.

4. Pokusy při sušení desek plošných spojů

Za prvé - je nezbytné zkusit rozvinout základní metody sušení desek plošných spojů prostřednictvím desek speciálně použitých při těchto pokusech. Zkoumání zde - byť s omezeným spektrem velmi specifických desek představujících pouze začátky experimentů - umožňuje vyvodit odpovědi na některé základní otázky. Po předběžných pokusech popsáných výše byly vybrány experimenty uskutečněné v sušícím kabinetu při 45°C/<1%RH, a také při 60°C/<1%RH, a odpovídajícímu zahřívání, kdy teplota v peci byla 130°C/<5%RH. Metodika byla zachována, jak bylo popsáno výše.

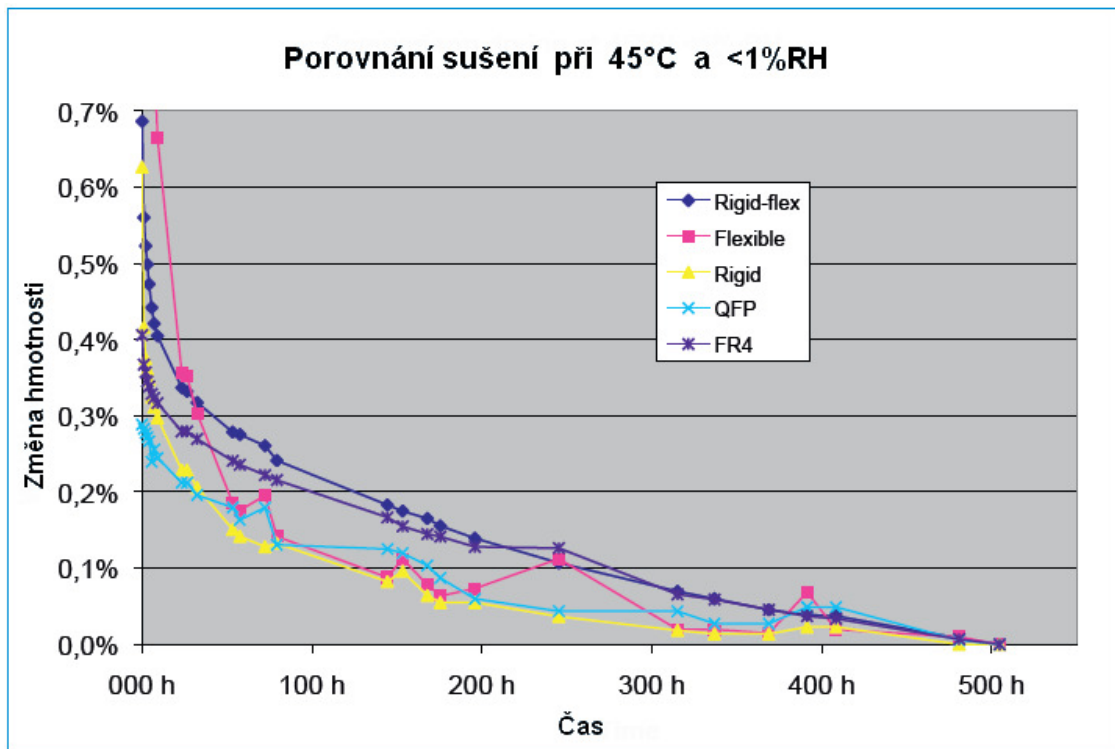
Byly použity následující desky plošných spojů od jediného výrobce:

- | | |
|--|------------------|
| 1. FR4 tuhé desky plošných spojů | 0,4 tloušťka |
| 2. Poddajné třívrstvé desky plošných spojů | 0,3 tloušťka |
| 3. Tuhé-ohebné desky plošných spojů | 0,3/1,4 tloušťka |
| 4. Tuhé dvojevrstvé desky plošných spojů FR4 | 1,6 tloušťka |
| 5. QFP 100 - porovnávací vzorek | |

Desky plošných spojů byly umístěny do speciálních nosičů nebo do výrobních držáků příslušných tvarů. Zvlhčení bylo provedeno stejným způsobem, jak bylo popsáno výše.

Sušení bylo následně provedeno v předem definovaných podmínkách.

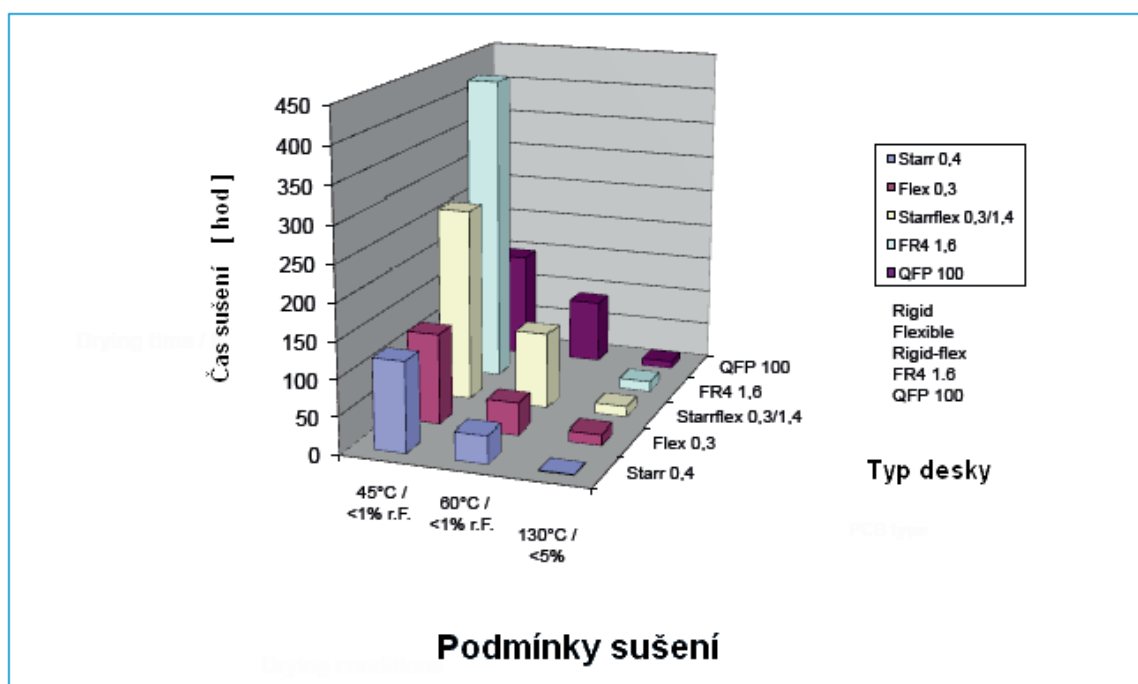
Křivky sušení při 45°C/ <1% relativní vlhkosti jsou na Obr. 3.



Obr. 3: Křivky sušení při 45°C/<1% RH

Křivky sušení při 45°C/<1% RH naznačují závislost na typu desky, kdy se mění hmotnost o 0,1% od doby sušení 120 hodin až po 260 hodin. Výsledky sušení byly shrnuty do barevého grafu na Obr.4.

Obr. 4: Specifický čas pro sušení desek plošných spojů



Z uvedených čárových grafů lze zjistit tyto poznatky :

Sušení čtyř různých typů desek plošných spojů v sušícím kabinetu a v peci ukazuje, že tři metody sušení desek (při 45°C/<1% RH, při 60 °C/<1% RH a při 130°C/ 5% RH) jasně demonstrují soustavné prodlužování doby sušení, a to podle tloušťky desky a podle podmínek sušení.

Následující vzájemný základní vztah může být odvoditelný:

- | | | | |
|--------------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| 1. Ohebný (polyimid) | < 0.4 mm | 45 °C/<1% RH - 150 h | 60 °C/<1% RH - 82 h |
| 2. Tuhý-flexibilní (ohebný polyimid) | <1.4/0.3mm | 45 °C/<1% RH - 300 h | 60 °C/<1% RH - 150 h |

Sušení při 130 °C způsobilo deplanaci u všech typů desek, což neospravedlní ani použitá sušící metoda. Zjištěno i vnitřní poškození desek, což bylo celkem očekáváno. Navíc u této metody musí být jednotlivé desky při sušení umístěny přesně ve vodorovné poloze.

Sušení při 130 °C může způsobovat problémy při sušení větších výrobních dávek.

5. Závěr

Různé metody tepelného ošetření součástek reprezentují úvodní zkoušky, které měly sloužit k nalezení vhodné metody sušení. Ty ukážou následující vlastnosti:

1. Uskladnění v dusíku, uskladnění v klimatizované testovací komoře při 40°C/7 % RH a ošetření v komoře s vakuem 10 mbar nemá žádný sušící účinek. Dusíková skříň je vhodná jen pro uskladnění.
2. Uskladnění v klimatizované testovací komoře při 80°C/7% RH, v suché skříni při 45°C/<1% RH, a nebo v suché skříni při 60°C/<1% RH demonstrovalo různý sušící účinek. Klimatizovaná testovací komora je nevhodná vzhledem k vysoké spotřebě energie na straně jedné, a k vysokému stupni technického vybavení, a tím k jeho vysoké ceně na straně druhé. Zatímco suchá skříň, ovládaná rekuperační jednotkou, je dobře uzpůsobena k velice šetrnému sušení součástek.
3. Uskladnění při 125°C vykazuje nejkratší dobu sušení, avšak je nevhodné kvůli poškození pájených desek. Sušení čtyř různých druhů desek v suché skříni a v peci ukazuje, že tři metody sušení (při 45°C/<1% RH, při 60°C/<1% RH a při 130°C/5% RH) ukazuje viditelně soustavné prodlužování doby sušení podle tloušťky desek a podmínek sušení.

Následující vzájemný základní vztah může být odvoditelný:

- | | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------|---------------------|
| 1. Ohebný (polyimid) | < 0,4 mm | 45°C/<1% RH - 150 h | 60°C/<1% RH - 82 h |
| 2. Tuhý-flexibilní (ohebný polyimid) | <1,4/0,3mm | 45°C/<1% RH - 300 h | 60°C/<1% RH - 150 h |

Sušení při 130 °C způsobilo deplanaci u všech typů desek, což neospravedlní ani použitá sušící metoda. Tyto výsledky odrážejí podmínky pro zkoušené specifické desky a mohou být zevšeobecněny pouze za předpokladu dostatečného statistického podložení.

6. Použitá literatura

- [1] Richtwerte / Empfehlung des ZVEI, Fachverband der Leiterplattenindustrie ,
- [2] IPC/JEDEC J-STD-033B.1 „Handhabung, Verpackung, Versand und Einsatz feuchtigkeits-/reflowempfindlicher Bauelemente“ ,
- [3] Gerhard Kurpiela, Totech Europe BV, „Besonderheiten bei der Lagerung bleifreier Bauelemente“

7. Poděkování

Náš speciální dík patří společnosti AT&S za zapůjčení desek plošných spojů.

Sušící kabinety XSD s rekuperační jednotkou vyrábí firma :



TOTECH EU
De Linge 28
NL-8253 PJ Dronten
Tel. +31 321 330239
www.totech.eu.com

a do České republiky a na Slovensko výhradně dodává firma :



AMTECH, spol. s r.o., Banskobystrická 141
office: Palackého třída 153b, 621 00 Brno
tel. : +420 541 225 215
fax : +420 541 228 285
www.amtech.cz
E-mail : amtech@amtech.cz
