

DESIGN AND REALIZATION OF PULL STRENGTH MEASURE DEVICE FOR SURFACE MOUNT DEVICES

Jan Valíček

Master Degree Programme (5), FEEC BUT

E-mail: xvalic06@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Alexandr Otáhal

E-mail: xotaha00@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: The work deals with the design and manufacture of equipment for testing of solder joints in pull tension. In designing, care was taken to universality of solution. Primarily, the device is intended for testing solder balls of BGA package and outlets of SOIC package. The use of other packages types is dependent on the creation of the special tools. The measured pull strength values are recorded in the personal computer in the form of tables and charts.

Keywords: pull strenght, solder joint, device

1. ÚVOD

Pájený spoj bývá jednou z častých příčin poruchy elektronických zařízení. Hlavním defektem, který způsobí dysfunkci nebo úplnou nefunkčnost, je „studený spoj“. Důvodů vzniku je mnoho, od špatného zapájení (nevhodný pájecí profil, nedostatek tavidla, atd.), až po mechanické namáhání při provozu. Již v procesu výroby lze částečně zjistit vlastnosti a chování spoje z hlediska jakosti a spolehlivosti. Jednou z metod napomáhajících určování vlastností pájeného spoje jsou zkoušky na smykové a tahové namáhání. [1] [2]

Vzhledem k potřebě měření tahové síly v laboratoři mikroelektronických aplikací bylo rozhodnuto o vytvoření nového zařízení, které by splnilo konkrétní požadavky, jako jsou např. minimální síla v tahu 500 N, velikost substrátu až 50x50 mm. Důležitým prvkem při rozhodování byla i cena přístrojů dostupných na trhu, jež se pohybuje v cenách o řád až dva vyšších, než navržené zařízení, jehož hodnota je kolem 30 000 Kč.

Cílem projektu je navrhnout a realizovat poloautomatické zařízení pro zjišťování pevnosti pájeného spoje v tahu, jehož použití bude především na kuličky pouzder BGA a na pouzdra typu SOIC. Možnost testování dalších typů pouzder závisí pouze na vytvoření odpovídajícího nástroje. Komerční přístroje pro určování tahové síly v této kategorii jsou většinou konstruovány s horizontální orientací upínacího stolku, naproti vytvořenému návrhu s vertikální orientací, který umožňuje větší kompaktnost celé měřicí aparatury.

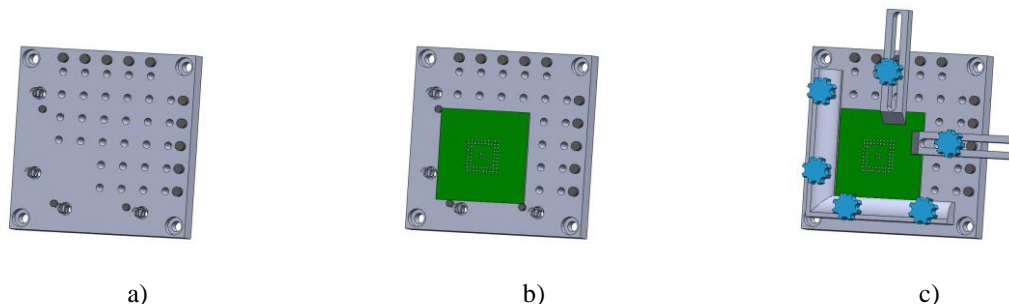
2. NÁVRH A REALIZACE ZAŘÍZENÍ

Model celého zařízení byl vykonstruován v návrhovém programu Solidworks. Při návrhu se počítalo s minimálním bezpečným tahovým zatížením 500 N, což odpovídá maximálnímu měřicímu rozsahu použitého měřidla Test 321.

2.1. UPÍNACÍ STOLEK

Základní požadavek na upínací stůl byla možnost upínání vzorků do velikosti 50x50 mm s tloušťkou do 10 mm.

Realizovaný upínací stolek bez aretačního rámečku, je zobrazen na obrázku 1 a). Zde jsou vidět dorazové kolíky, na které je třeba testovaný vzorek sesouhlasit, viz obrázek 1 b), aby bylo zajištěno jeho spolehlivé upnutí aretačním rámečkem. Kromě aretačního rámečku je stolek opatřen dvojicí univerzálních aretačních nástavců, jejichž prostřednictvím lze upnout substráty různých velikostí. Kompletní upínací stolek i s modelem pouzdra BGA lze vidět na obrázku 1 c).



Obrázek 1: Upínací stolek - a) bez aretačního rámečku, b) s testovacím substrátem, c) s aretačním rámečkem a modelem pouzdra BGA.

2.2. POLOHOVACÍ APARATURA

Komponenty polohovací aparatury byly navrženy tak, aby bylo celé zařízení kompaktní a zároveň mělo dostatečnou přesnost a robustnost. V neposlední řadě byl kladen důraz na efektivní výrobitelnost, neboť miniaturizace by celou aparaturu prodražila.

Aparatura je složena ze dvou o 90° pootočených úrovní rybinového vedení, přičemž je vybavena dostavovacími prvky pro vymezení vůle. Pohyb jednotlivých úrovní je zajištěn šroubem M8x1, který je na jednom konci opatřen maticí převádějící otáčivý pohyb na pohyb lineární. Na druhém konci je šroub uložen v kluzném ložisku a opatřen diskem stupnice s nejmenším rozlišením 0,01 mm.

Polohovací aparatura zprostředkovává přenos sil mezi trhací stolicí a upínacím stolem zároveň umožňuje radiální sesouhlasení vzorku a trhací hlavice v rozsahu 50 mm.

2.3. TRHACÍ STOLICE

Provedení trhací stolice bylo realizováno s ohledem na účel použití zařízení. Trhací stolice spojuje dohromady pohyblivou část, upínací stolek a polohovací aparaturu s měřidlem Test 321. Měřidlo je v upevňovacím držáku variabilně nastavitelné v rozsahu vzdálenosti až 120 mm od upínacího stolu. Pohyb testovaného vzorku zajišťuje krokový motor s pomocí kuličkového šroubu. Rozsah pohybu je 70 mm, což pro účel trhání SMD součástek více než dostačuje.

Při konstrukci trhací stolice byly použity průmyslové díly:

- lineární vedení Hiwin HGV15CC;
- kuličkový šroub SCR01605;
- kuličková matice SFI s čtyřmi kuličkovými drahami;
- pevné uložení kuličkového šroubu BK-10;
- a krokový motor s integrovaným enkodérem.

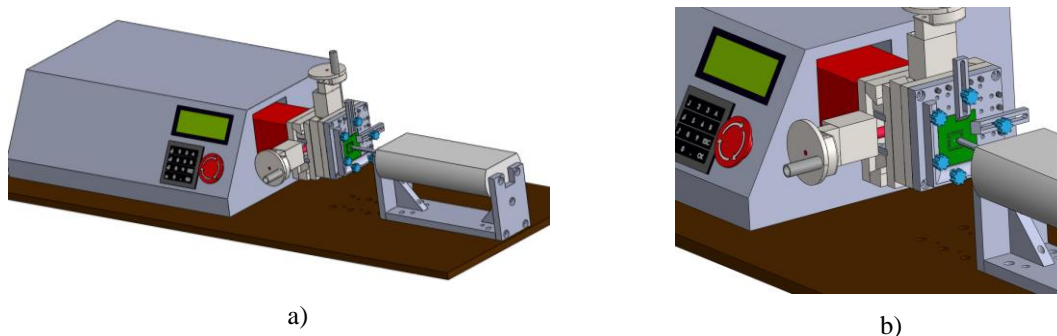
Pro konstrukci nosné základní desky byl zvolen materiál textit, který má dobré mechanické vlastnosti a vzhledem k potřebě transportu i příznivou hmotnost.

2.4. ELEKTRONICKÁ ČÁST

Elektronická část byla navržena a sestavena ze spínaného průmyslového zdroje 24V-14,5A, z měniče LM2596T, který poskytuje 12 V pro napájení relé a obvodu termočlátku. Dále z dvojice

stabilizátorů 7809 a 7805, které jsou využity jako napájení měřidla Test 321, respektive napájení mikrokontroleru Atmega324. Pro ovládání tohoto mikrokontroleru slouží maticová klávesnice 4x4, která obsahuje kromě číslic pro zadávání hodnoty a rolování v menu (tlačítka 2 a 8), tlačítek pro potvrzení (OK) a pro návrat (ESC), i tlačítka A, B pro vyvolání zrychlené volby. Tlačítko A slouží pro spuštění testování, tlačítko B pro návrat na definovanou vzdálenost od substrátu, v které jsou testované prvky upínány do trhací kleštiny. Jako zobrazovací jednotka je použit display 4x20, který aplikaci plně dostačuje a má i dostatečnou rezervu pro možné budoucí rozšíření. Základem výkonové části pro ovládání krokového motoru je integrovaný obvod Toshiba TB6560AHQ. Zpětnou vazbu krokového motoru zajišťuje enkodér integrovaný na krokovém motoru. Dalšími kontrolními senzory jsou dva koncové spínače pro zastavení pohybu trhací stolice v krajních polohách a jeden přesný koncový spínač pro rychlé nastavení pracovní polohy. Samozřejmě nechybí ani bezpečnostní vypínač STOP.

Elektronická část také zajišťuje odesílání naměřených hodnot do počítače přes USB rozhraní. V počítači pak dochází k vykreslení průběhu působící tahové síly do grafu a zaznamenání její maximální hodnoty. Celá koncepce zařízení je zobrazena na obrázku 2 a), na obrázku 2 b) pak detail trhací hlavice a upnutý model pouzdra BGA v upínacím stolku.



Obrázek 2: Trhací stolice - a) celé zařízení, b) detail na upínací stolek s upnutým modelem BGA.

3. ZÁVĚR

V rámci projektu bylo navrženo a realizováno zařízení pro testování pevnosti pájeného spoje tahovou silou. Celý projekt byl realizován z dílčích částí, ve kterých byla realizována jak mechanická, tak elektronická část zařízení. Konečným výstupem projektu je kompletní zařízení pro testování pevnosti pájených spojů namáhaných na tah, kdy naměřené výsledky jsou přenášeny přes rozhraní USB do počítače k dalšímu zpracování.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantového projektu FEKT-S-11-5/96 "Výzkum excelentních technologií pro 3D pouzdření a propojování elektronických čipů a obvodů". Dále také za finanční podpory CEITEC (Středoevropský technologický institut) a CZ.1.05/1.1.00/02.0068.

REFERENCE

- [1] MANKO, Howard H. Soldering handbook for printed circuits and surface mounting: design, materials, processes, equipment, trouble-shooting, quality, economy, and line management. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, c1995, xvii, 523 p. ISBN 04-420-1206-3.
- [2] Sweatman, K., Suenaga, S., Nishimura, T.: Strength of Lead-free BGA Spheres in High Speed Loading [online], [cit. 24-3-2013]. Dostupné na www.smtnet.com/library/files/upload/Strength_of_Lead_free_BGA_Spheres_in_High_Speed>Loading.pdf