

ANALYSIS OF DEFECTS ON PCB USING X-RAY, 3D SW CERA AND MICRO-SECTIONS

Martin Vala

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xvalam02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Řihák

E-mail: xrihak02@stud.feec.vutbr.cz

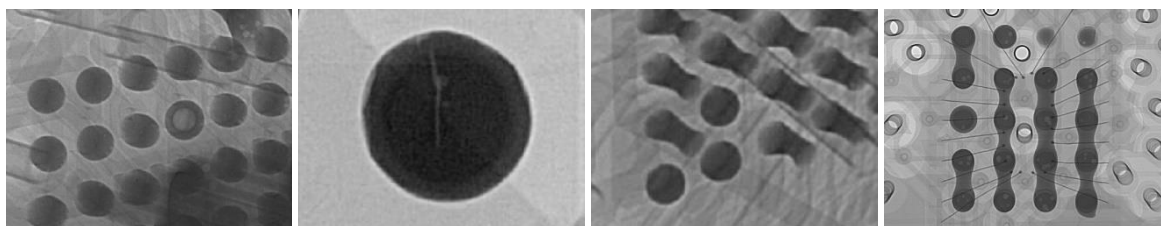
Abstract: This paper deals with detecting of defects on BGA (Ball Grid Array) components using X-ray. Defects are formed through reflow process of BGA components during assembly, but also later due to mechanical and thermal stress. Therefore, there is an overview of defects and methods of diagnosis of BGA packages eg.: modern X-ray defect detection

Keywords: X-ray, Defect, Analysis, X-plane, Void

1. DEFEKTY NA DPS

Defekty vznikají nejčastěji při samotné výrobě zařízení (osazování nebo pájení součástek), ale mohou vznikat i později při používání výrobku. V průběhu životního cyklu je zařízení vystaveno vnějším vlivům okolí např. mechanické nebo tepelné namáhání. Toto namáhání může způsobit vznik nových defektů nebo rozšiřování těch, které vznikly již při výrobě.

Pájený spoj je jedním z kritických míst, kde je statisticky výskyt defektů nejčastější. Pájený spoj, zajišťuje mechanické, ale především elektrické propojení součástky s DPS (deskou plošných spojů). Zapájený spoj také zajišťuje odvod tepla ze součástky, tím se zajistí lepší chlazení čipu. S technologickým vývojem narůstal počet vývodů pouzder, což vedlo ke zmenšování pájených spojů a také umístění vývodů na spodní stranu součástek jak tomu je u BGA pouzder. U těchto pouzder jsou vývody realizovány malými kuličkami pájecí slitiny, které se při přetavení roztaví, smočí pájecí plošku a změní tvar z kuličky na tzv. „soudkovitý tvar“. Typickými defekty v těchto vývodech jsou různé deformace, dutiny (voids), prasklinky (cracks), otevřené spoje (open joints), nebo zkraty (shorting) tzv. můstky (bridging). Nejčastější defekty jsou zachyceny na obrázku 1.



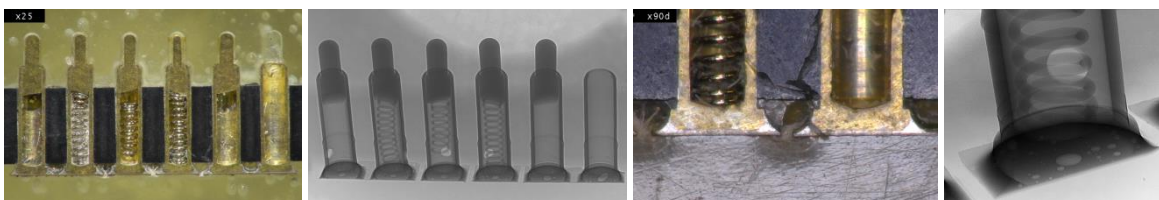
Obrázek 1: Ukázka defektů odhalených pomocí rentgenu NORDSON DAGE XD7600NT (dutina, prasklinka, otevřené spoje, zkraty/můstky)

2. ANALÝZA DEFEKTŮ

Umístěním vývodů na spodní stranu pouzdra se zkomplikovala kontrola kvality pájených spojů. První metodou, kterou jsme schopni kontrolovat pájené vývody BGA pouzder je ERSASCOPE. Jedná se o endoskop se speciální sondou, která snímá obraz pod úhlem 90°. Sondou umístíme mezi DPS a pouzdro, tímto způsobem lze zkontrolovat pouze první řadu kuliček. Nevýhodou je, že nelze odhalit chybějící kuličku v dalších řadách nebo defekty uvnitř jednotlivých vývodů.

Vlivem nedostatků první jmenované nedestruktivní metody se k analýze defektů začalo využívat rentgenové záření, které dokáže odhalit i vnitřní defekty pájených spojů. Rentgenová defektoskopie je založena na schopnosti RTG záření pronikat (prostupovat) zkoumaným předmětem. S průchodem záření přes předmět dochází k pohlcení části tohoto záření podle druhu materiálu, z kterého je předmět vyroben a jeho tloušťky. Materiály s vyšším protonovým číslem více pohlcují rentgenové záření. A k většímu útlumu záření dojde i při průchodu přes silnější vrstvy materiálu. Prošlé paprsky dopadají na detektor, díky kterému získáváme výsledný obraz zkoumaného předmětu. Obraz má světlejší a tmavší místa, které odpovídají množství rentgenového záření, které v daném místě prošlo předmětem. Z průběhu těchto změn absorbovaného záření určíme makroskopické defekty, jakými jsou neviditelné trhliny a dutiny, které bychom jiným způsobem nezjistili.

Část vnitřních defektů je obtížně zjištělná i za použití rentgenu, proto je další používanou metodou mikrovýbrus. Tato metoda je časově náročnější a je destruktivní, což je její hlavní nevýhodou. Mikrovýbrus je však v některých případech nenahraditelný. Analyzovaná část DPS se musí vyříznout, zalít do fixační hmoty a po vytvrdnutí hmoty se takto připravený vzorek brousí a leští do doby, než se dostaneme do požadovaného místa, kde se nachází zkoumaný defekt. Příkladem je zhotovený mikrovýbrus „pogo“ konektoru na obrázku 2, kdy na RTG snímku není vidět prasklina.



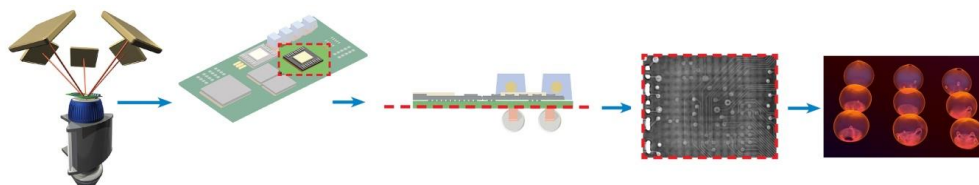
Obrázek 2: Mikrovýbrus a RTG snímek „pogo“ konektoru s prasklinou spoje

3. RENTGEN NORDSON DAGE

Společnost Sanmina má k dispozici rentgen od firmy NORDSON DAGE s modelovým označením XD7600NT. Uvnitř zařízení je radiační komora, ve které jsou tři nejdůležitější části rentgenu, kterými jsou zdroj RTG záření, pracovní stůl a detektor RTG záření. Statický zdroj rentgenového záření je umístěn ze spodní strany pohyblivého pracovního stolu rentgenu, na který se umísťují analyzované vzorky. Nad stolem je pohyblivý panelový CMOS detektor, který snímá množství prošlého záření a umožňuje přenášet obraz v reálném čase a ve vysokém rozlišení přímo k obsluze rentgenu. Celé zařízení je odstíněno a zkonstruováno tak, aby rentgenové záření neohrožovalo obsluhu ani nikoho jiného v okolí. Je využito mnoho ochranných prvků např. bezpečnostní dvířka apod.

3.1. METODA X-PLANE

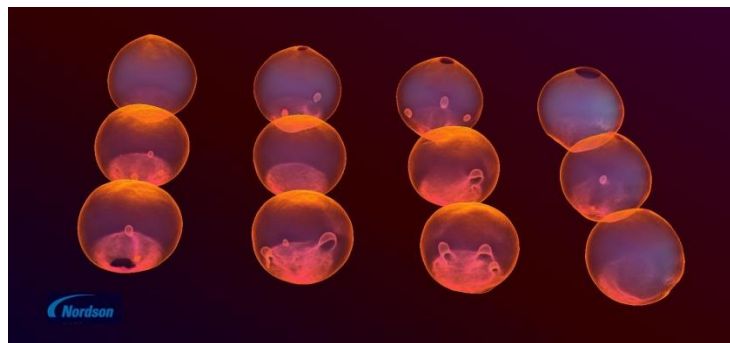
X-plane je metoda snímání určená pro sestavení 2D nebo 3D modelu vnitřních struktur součástek a pájených spojů BGA. Výsledným 2D výstupem je soubor ve formátu JPEG, nebo při použití pokročilého softwaru CERA i 3D model ve video formátu AVI. Vytvoření modelu je možné díky složení více snímků jednoho vzorku. Tato metoda vytvoří řezy diagnostikovaného vzorku. Jejich počet se dá nastavit od 36 do 720 snímků pod úhly 30° až 60°. Ze sestavených modelů lze určit polohu a velikost dutin a kontrolu jednotlivých vrstev DPS, pájeného spoje nebo čipu. Princip funkce metody X-plane je naznačen na obrázku 3. Snímač rotuje okolo vzorku v rozsahu celých 360° pod nastaveným úhlem a pořizuje množství snímků.



Obrázek 3: Princip metody X-plane

3.2. 3D REKONSTRUKCE DEFECTŮ POMOCÍ SOFTWARE CERA

Software CERA vyvinula společnost DAGE ve spolupráci se společností SIEMENS a slouží k 3D rekonstrukci dat získaných metodou X-plane, která byla popsána v předešlém odstavci. Touto metodou se získávají raw data, která se používají jako vstupní informace pro software CERA. Ten umožňuje řadu základních funkcí nezbytnou pro vytvoření 3D modelu jako je např.: příprava raw dat, korekce špatných pixelů, korekce intenzity záření, další různé filtry, online rekonstrukce, vizualizace průběhu rekonstrukce a další pokročilé funkce. Pro názornou představu výsledný výstup softwaru CERA po zpracování dat získaných rentgenem XD7600NT je na obrázku 4.



Obrázek 4: 3D model vývodu BGA pouzdra s vnitřními defekty

4. ZÁVĚR

Hledání a oprava defektů je časově a finančně mnohdy náročná. Proto je nejlepší způsob defektům předcházet. To lze z velké části ovlivnit při výrobě, když se správně nastaví výrobní proces, budou použity kvalitní komponenty, materiály a velká pozornost bude věnována pájecímu procesu, který ovlivňuje přímo výslednou kvalitu pájeného spoje. Ovšem jak bylo zmíněno, defekty vznikají i během života výrobku, proto se jich nelze zcela vyvarovat a jejich diagnostika a oprava je zapotřebí. Vhodnou metodou je použití rentgenu, protože lze kontrolovat všechny řady vývodů, jejich tvar a hlavně vnitřní strukturu, v které se často vyskytují dutiny ovlivňující spolehlivost pájeného spoje. Rentgen se řadí mezi nedestruktivní diagnostiku, takže nedochází k poškození analyzovaného výrobku a jeho velkou výhodou je, že s jeho pomocí lze kontrolovat jak kovové tak i nekovové materiály a předměty. V případech, kdy základní RTG kontrola neodhalila defekt spoje byl zhotoven mikrovýbrus, který potvrdil, že některé vnitřní defekty rentgen nezobrazuje. Další práce se proto zaměří na použití 3D rekonstrukce RTG snímků, aby se dal vyvodit závěr jestli 3D modely defektů budou schopny nahradit destruktivní metodu zhotovování mikrovýbrusů.

ACKNOWLEDGEMENT

Tento příspěvek vznikl díky podpoře společnosti Sanmina-SCI Czech Republic s.r.o., která mi umožnila využívat nejmodernější zařízení této firmy. Především přístup k rentgenu XD7600NT napomohl ke zpracování mé diplomové práce a k vytvoření tohoto příspěvku.

REFERENCE

- [1] SZENDIUCH, Ivan. Základy technologie mikroelektronických obvodů a systémů. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2006, 379 s. ISBN 80-214-3292-6.
- [2] AGE PRECISION INDUSTRIES LIMITED. NORDSON XD7600NT: uživatelská příručka. 2004.
- [3] BERNARD, D. X-RAY inspection criteria and common defect analysis. 2006.
- [4] ČEZ a.s, Rentgenové záření [online]. [cit. 2015-12-02] Dostupné z: <<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/histor.htm>>