

Válasz Dr. Géczy Attilának a „Folyasztószer-minimalizált forrasztás autóipari elektronikai termékekhez” című PhD értekezésem bírálatára

Először is szeretném megköszönni, hogy ezúttal is időt és energiát szentelt doktori disszertációm alapos elolvasására és értékelésére. Külön köszönöm az értékes észrevételeket és kérdéseket, amelyek hozzájárulnak munkám további pontosításához és elmélyítéséhez.

Az alábbiakban igyekeztem minden kérdésre részletes és átgondolt választ adni. Bízom benne, hogy ezek hozzájárulnak a dolgozat megítéléséhez, és elfogadhatónak találja a magyarázataimat.

1. Kérdés: *A 2.3-as pontban azt írja [144] összegzésénél: " a folyasztószer-mentes forrasztást maradványmentes forrasztást tesznek lehetővé, ezek alkalmazásával mechanikai nyíróerő és zárványképződés szempontjából hasonló vagy akár jobb minőségű kötések érhetők el, mint a hagyományos folyasztószeres eljárásokkal." A mechanikai nyíróerőt hogyan befolyásolhatja a flux (ha befolyásolja)? Milyen szempontokat tudna felsorolni?*

- Folyasztószer hiányában a forrasztási folyamat során nem jut a rendszerbe oldószer vagy egyéb illékony komponens, így a párolgásból származó gőzképződés minimális. Ennek következtében alacsonyabb a zárványképződés valószínűsége, a zárványmentes forrasztási kötés pedig kedvezőbb mechanikai tulajdonságokat eredményez, különösen a szilárdság és a megbízhatóság szempontjából.

A mechanikai nyíróerőt a folyasztószer hatása csak közvetetten befolyásolja. A folyasztószer által végzett felületi tisztítás növeli azon terület nagyságát, amelyen a forrasztóanyag elterülhet, és ahol intermetallikus réteg (IMC) kialakulása végbemehet. A megnövekedett kötési felület pedig közvetlenül hozzájárul az illesztés mechanikai szilárdságának növekedéséhez. Ezen tisztítóhatás javítása, valamint ennek következtében az intermetallikus réteg, és a forraszkötés kialakulására szolgáló terület növelése a hangyasavas eljárás, illetve a formálógáz plazmakezelés célkitűzései között is központi szerepet játszik.

2. Kérdés: A Labview szoftver milyen algoritmust használ a dendritek hosszának méréséhez?

Be tudná mutatni részletesebben a módszert?

- A LabVIEW szoftver képalapú hosszmeret-kiértékeléséhez a Vision Development Module (VDM) nevű képfeldolgozó kiegészítőcsomagot használtam, amelynek beépített Clamp Horizontal Max alprogramját (subVI) alkalmaztam élkeresésre és a leghosszabb dendrit határainak meghatározására. Az alprogram a két detektált él közötti távolságot pixelben számítja ki. Az élkeresés egy előzetesen meghatározott érdeklődési területen (ROI) belül, egymással párhuzamos vonalak mentén történik. A vizsgálati vonalak sűrűségét a Subsampling ratio paraméter határozza meg, amely a vonalak közötti távolságot pixelben adja meg.

Az alprogram az egyes vonalak mentén haladva az éleket úgy detektálja, hogy egy előre beállított számú pixel (a Filter width paraméterrel meghatározott ablakméret) intenzitásértékeit átlagolja, majd kiszámítja a szomszédos átlagok közötti különbséget. Amennyiben ez a különbség meghaladja az előre definiált Contrast értéket, a program azt élként azonosítja.

3. Kérdés: A vízcsepp tesztekhez az IPC B25A tesztmintáját adaptálta. A B25A egy több mintás kártya, esetleg a többi tesztmintának lehetett volna-e hasznát venni a kísérleteknél?

- Az átütési feszültség méréséhez, valamint a vízcsepp tesztekhez az IPC B25A szabványos tesztkártyán található egyik mintázattípus lett adaptálva. A teljes szabványos tesztkártya helyett kizárólag e kiválasztott mintázat alapján készült, szerzőtársaim által tervezett, saját fejlesztésű tesztáramkör került legyártásra, amely a 3.1.1 és 3.2.1 fejezetekben ismertetett geometriai kialakítást tartalmazza, így a szabványos kártya további mintázatai nem álltak rendelkezésre.

A tesztek kialakításához szükséges mérőkártyák tervezésekor a mérőrendszer kialakítása és optimalizálása, és lehető legegyszerűbb megvalósítása volt az elsődleges szempont.

4. Kérdés: "SEM képen a sérülés felnagyított része látható, ahol az erodált felszín és a kráterek, mint sötét foltok láthatók..." Előfordulhat, hogy ezen egyenetlenségek korábban is jelen voltak a vezetősávon? (Pl. PCB gyártás pontatlansága miatt?) Hogy pont azért alakult ki ott az átütés, mert esetleg valamilyen maszkillesztési probléma, szennyeződés, vagy bevonati hiba miatt lett egyenetlen a felület?

- Egyetértek az észrevétellel, az említett jelenség valóban előfordulhat. A pályák kialakítási technológiájából adódóan a strukturák szélei vékonyabbak és ennek következtében sérülékenyebbek. Ez a hatás elsősorban a széleken válik érzékelhetővé.

Őszinte köszönettel tartozom Opponens Úr részletes bírálatáért és támogató hozzáállásáért, amelyek jelentős mértékben segítették munkám fejlesztését.

Zalaegerszeg, 2025. 07. 07.

Kocsis Eszter

Kocsis Eszter

PhD jelölt