

# Hardware minőségellenőrzése az elektronikai gyártási folyamat során

Ondrésik Tamás, O0QUL3

- A számítógépek és minden egyéb elektronikai termék áramköreinek gyártása közben számos tesztelő és vizsgáló folyamat van beiktatva
- Ezek pl.
  - Automatikus Optikai Vizsgálatok (AOI)
  - Automatikus Röntgen Vizsgálat (AXI)
  - Tűágyas tesztelés (ICT)
  - Flying Probe
  - Funkcionális teszt (FT)
  - Peremfigyelés (JTAG)
  - Környezeti Stressz Teszt (ESS)
  - HALT teszt

# Automatikus Optikai Vizsgáló (AOI)

- A gyártás során legkorábban alkalmazott vizsgáló berendezés
- Stencilnyomtató után a pasztavastagság ellenőrzésére
- Alkatrész beültető berendezés után
- Újraömlesztéses kemence után



# Automatikus Optikai Vizsgálat (AOI)

- Előnyei
  - Kiszűrhető a nem megfelelő forrasztópaszta a lemezen
  - Kiszűrhető a hibásan beültetett alkatrész
  - Kategorizálni tudja a paneleket és alkatrészeket hibás és jó kategóriákba
  - Még időben információt szolgáltat a hibáról így csökken a selejtarány
  - Magas szinten automatizálható, több fázisba is beilleszthető
- Hátrányai
  - Az AOI gépek hátránya, hogy nem tudják az optikailag nem látható forrasztási kötések vizsgálni
  - Ilyenek pl. a BGA tokozású alkatrészek, vagy a több rétegű áramkörök belső rétegeiben keletkezett hibák
  - Néha előfordul, hogy a helyesen beültetett alkatrészt hibásnak jelzi, ezek az ún. pszeudo-hibák

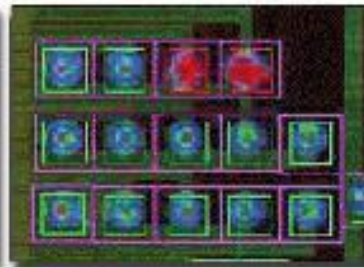
# Automatikus Optikai Vizsgálat (AOI)



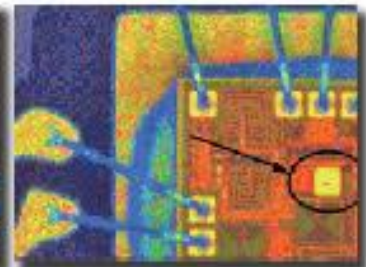
*No stick*



*Missing wires*



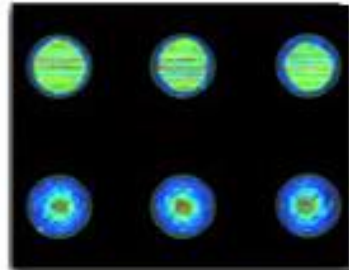
*Bump defects*



*Missing bonds*



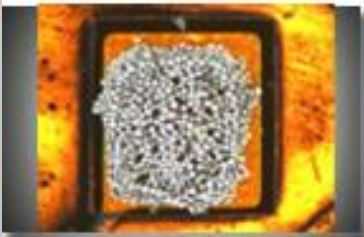
*Underfill*



*BGA / Flip Chip*



*Contamination*



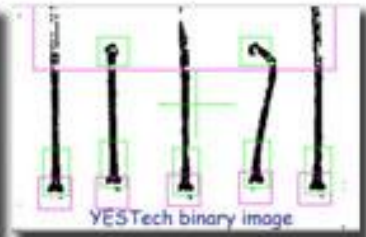
*Epoxy / paste*



*Waffle packs*



*Die defects*



*Bonds on thickfilm*

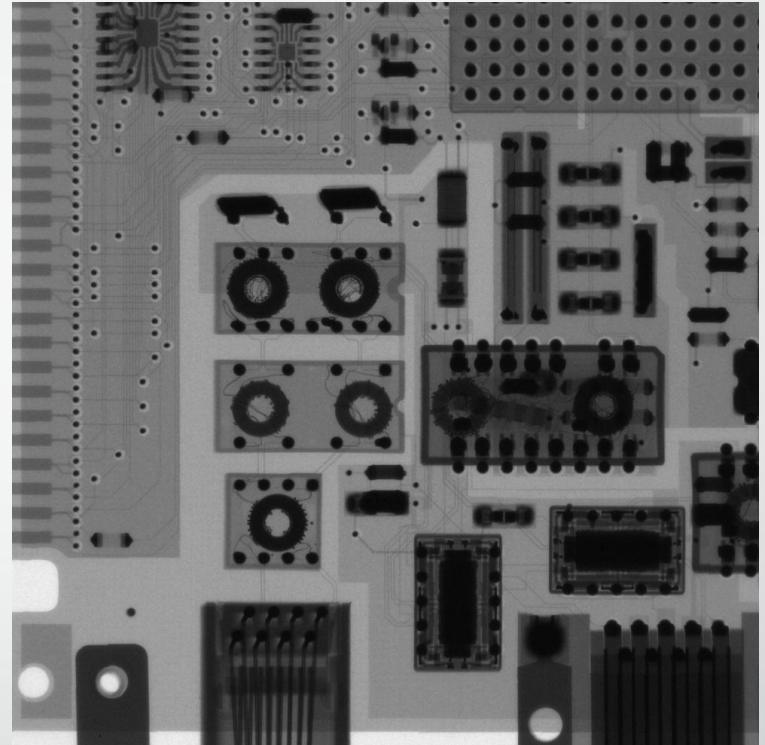
# Automatikus Röntgen Vizsgálat (AXI)

- Az integrált áramkörök megjelenésével olyan hibák is előkerültek, amelyek az AOI berendezésekkel már nem tárhatók fel
- Ilyenek a BGA tokozású alkatrészek lábkivezetéseinek vizsgálata, a flip chip alkatrészek vizsgálata, többrétegű áramkörök belső rétegeinek vizsgálata
- Alkatrészhiány, alkatrész pozíció megváltozása
- kivezetések csatlakozásának ellenőrzése
- forraszanyag eloszlása
- rövidzár ellenőrzése, vezetőpálya szakadás
- furatok ellenőrzése



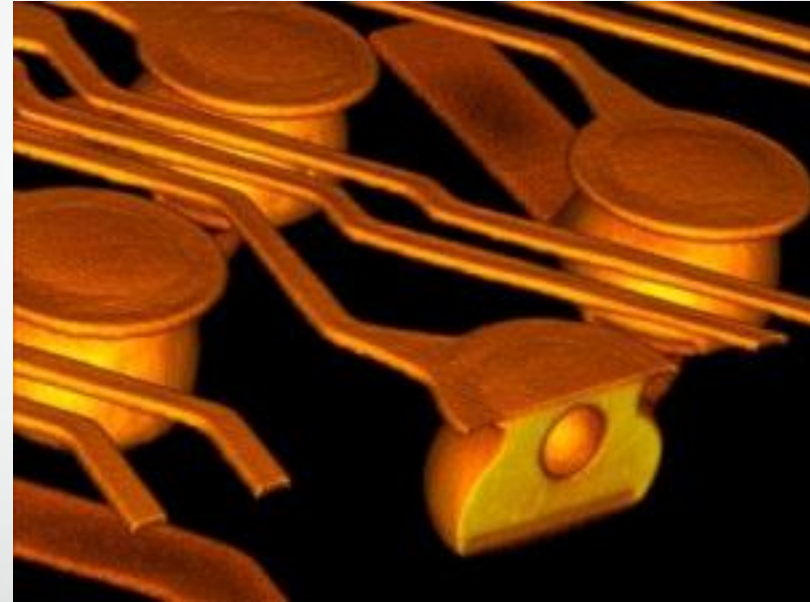
# Automatikus Röntgen Vizsgálat (AXI)

- 2D képalkotás – radioszkópia
  - céltárgy rögzítve van és így halad át rajta a röntgensugár
  - Előnye a gyors képalkotás, amely lehetővé teszi a vizsgált folyamatok valós időben történő megfigyelését.
  - Hátránya viszont a kétdimenziós kép, amely csak egy adott szemszögből ad képet a céltárgyról, így a hibák felismerhetősége romlik.



# Automatikus Röntgen Vizsgálat (AXI)

- 3D képalkotás – Tomográfia
  - alkalmazásakor a céltárgyat átvilágítás közben elforgatjuk.
  - A forgatás közben több száz felvétel készül, amelyeket számítógéppel összeillesztve megalkothatjuk a tárgy háromdimenziós képét.
  - Az így kapott kép sokkal részletesebb és a felbontása is nagyobb, mint a kétdimenziós változaté.
  - Hátránya viszont, hogy valós idejű megfigyelésre nem alkalmas.



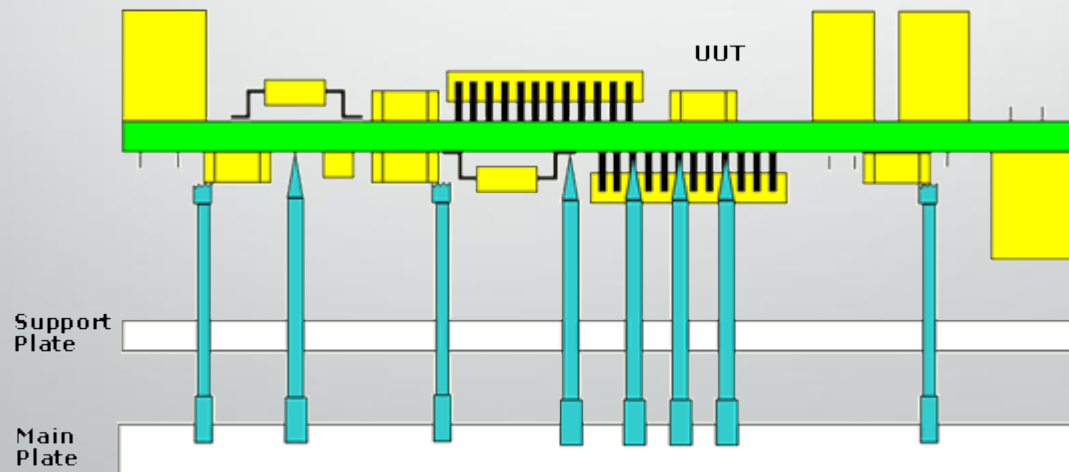


# Tűágyas Tesztelés – In Circuit Test (ICT)

- Az ICT tesztállomások alapját a berendezésben található relékártyák és a tesztelendő áramkörhöz elkészített specifikus tűágy képezi
- Az egész rendszert egy vezérlő PC-n futó szoftver irányítja
- A tesztelés során képesek külön letesztelni minden egyes áramköri elemet
- Nem az egész áramkört helyezik feszültség alá, hanem csak a tesztelt alkatrészt

# Tűágyas Tesztelés – In Circuit Test (ICT)

- A rendszer legfontosabb eleme a Fixture (Befogó) ami a tesztelendő áramkör befogására szolgál
- Ez biztosítja a kontaktust az áramkör tesztpontjai és a rendszer között
- A befogó mechanikai szilárdságát fém keret biztosítja
- A tűágy epoxigyantában van elhelyezve mátrix alakban



# Tűágyas Tesztelés – In Circuit Test (ICT)

- Az ICT előnyei
  - Az ICT lerövidíti a sok bemenetű és sok belső tároló elemet tartalmazó áramkörök teljes vizsgálatát, így növeli a termelékenységet.
  - Nagyon gyors tesztelés, minden tesztelési pont egyidejű elérése.
  - A hiba egyszerűen és egyértelműen kimutatható, akár egy tesztelés után.



# Tűágyas Tesztelés – In Circuit Test (ICT)

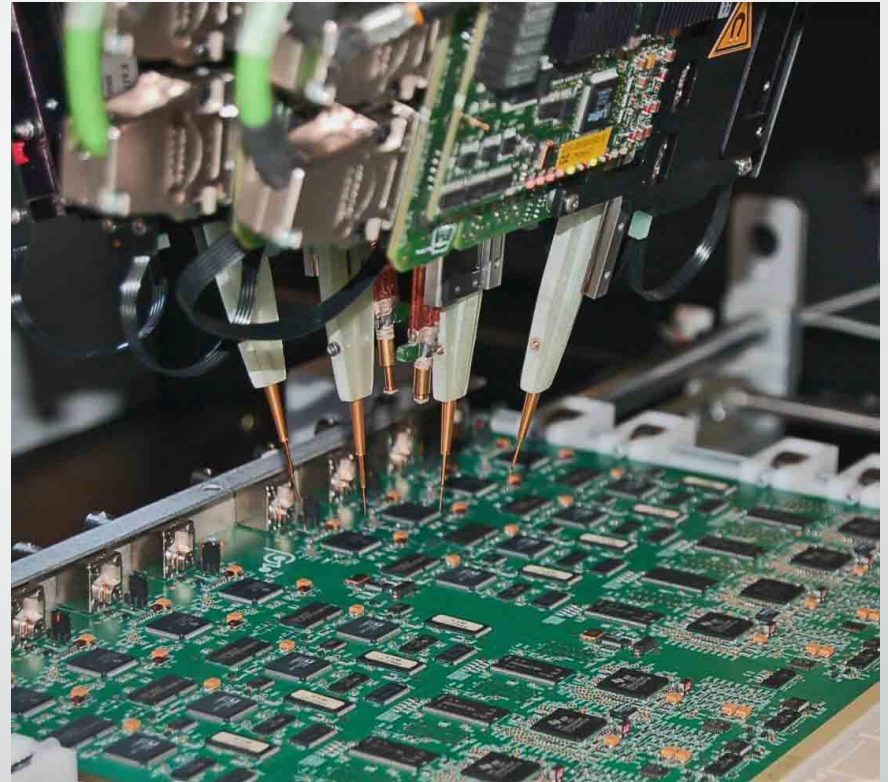
- Az ICT hátrányai
  - Az ICT-hez szükséges olyan tesztpontok létrehozása, amelyek a későbbiekben semmilyen feladatot nem látnak el.
  - A tűágy pontosan megfelel az alkatrészek elhelyezésének és a NYÁK rajznak, tehát minden gyártott paneltípushoz külön tűágyat kell készíteni
  - Az SMT alkatrészek méretei egyre csökkennek és elhelyezkedési sűrűségük egyre nő, így a tesztpontok elhelyezése egyre nehezebb.
  - Az ICT csak készterméket tud vizsgálni, kizárólag hibadetektálásra alkalmas, megelőzésre nem.
  - A dinamikus hiba nem észlelhető, mivel nem funkcionális tesztelés történik.
  - Az elektromos kontaktusok minősége nem ellenőrizhető.
  - A párhuzamosan kapcsolt alkatrészek csak akkor tesztelhetők egy elemként, ha típusuk megegyezik. A különböző típusú, de párhuzamosan kapcsolt elemek tesztelése külön lehetséges.

# Flying Probe tesztelési módszerek

- A Flying Probe tesztelés a tűágyashoz hasonló, azonban itt mozgó szondákat alkalmaznak
- Egy robotkar mozgatja a szondákat és rászúr a mérőpontokra
- Költséghatékonyabb módszer, nincs szükség tűágy elkészítéséhez
- A CAD adatok importálása után gyorsan elkészíthető a mérőprogram

# Flying Probe tesztlési módszerek

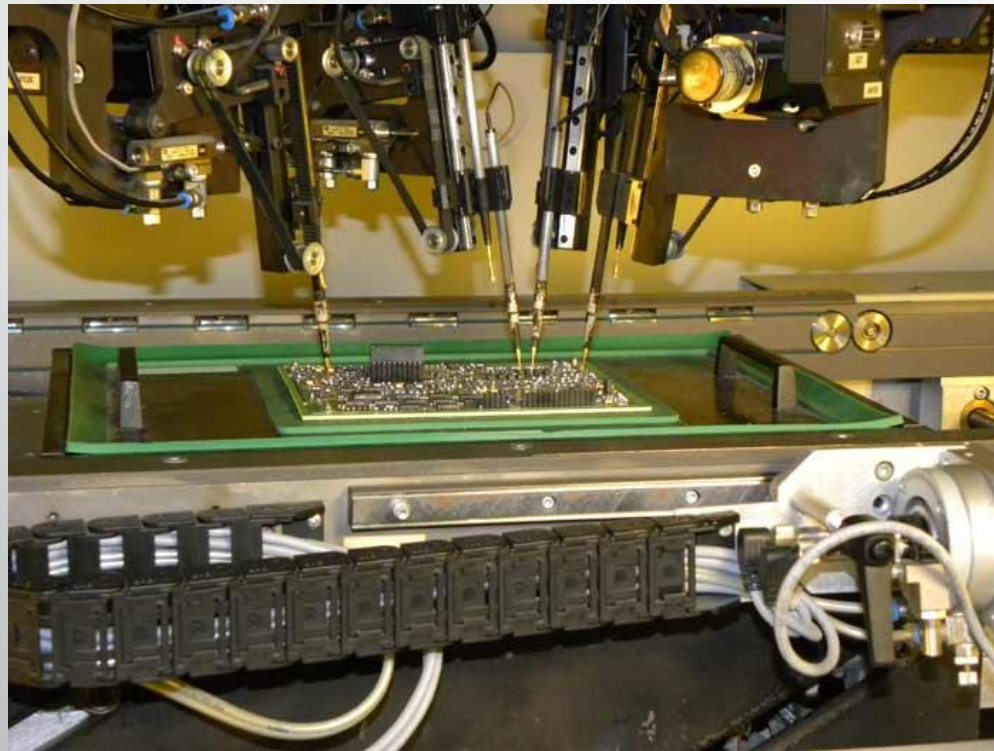
- Az FP előnyei
  - A rendszer nagyon rugalmas, több termék tesztelésére alkalmas.
  - Nincs szükség befogóra, így olcsóbb eljárás.
  - Az SMT áramkörök kontaktusai egyenesen elérhetőek.
  - A tesztprogramok gyorsan változtathatóak, így a nyomtatott áramkör megváltozása esetén, alacsonyabbak fejlesztési/karbantartási költségek





# Flying Probe tesztelési módszerek

- At FP hátrányai
  - Korlátozások a digitális tesztekénél.
  - Nagyobb a tesztelési idő, mint a standard ICT berendezéseknél, ezért kisebb a termelékenysége.



# Funkcionális tesztelés

- Ez nem más mint az áramkör szintű tesztelés, az áramkör valós funkcióit tesztelik
- Bemenetek gerjesztése, kimenetek figyelése
- Egy meghatározott jelsorozattal mérik le az összes bemenetet
- A jelsorozat szimulálja a leendő valós jeleket a használat során

# Peremfigyeléses tesztelés - Boundary Scan (JTAG)

- A boundary scan olyan tesztelési módszer, amely egy áramkörön található összeköttetéseknek, vagy egy integrált áramkör al-blokkjainak vizsgálatát végzi
- Gyakran alkalmazzák hibakeresési módszerként, amely IC-k lábkievezetéseinek állapotát figyeli, feszültség mérésre vagy egy IC-ben található al-blokk analizálására
- Az áramkörhöz a JTAG porton keresztül csatlakozva mérhetünk

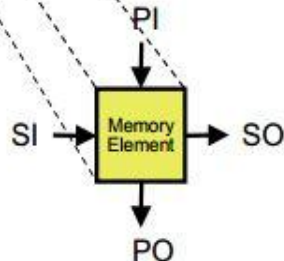
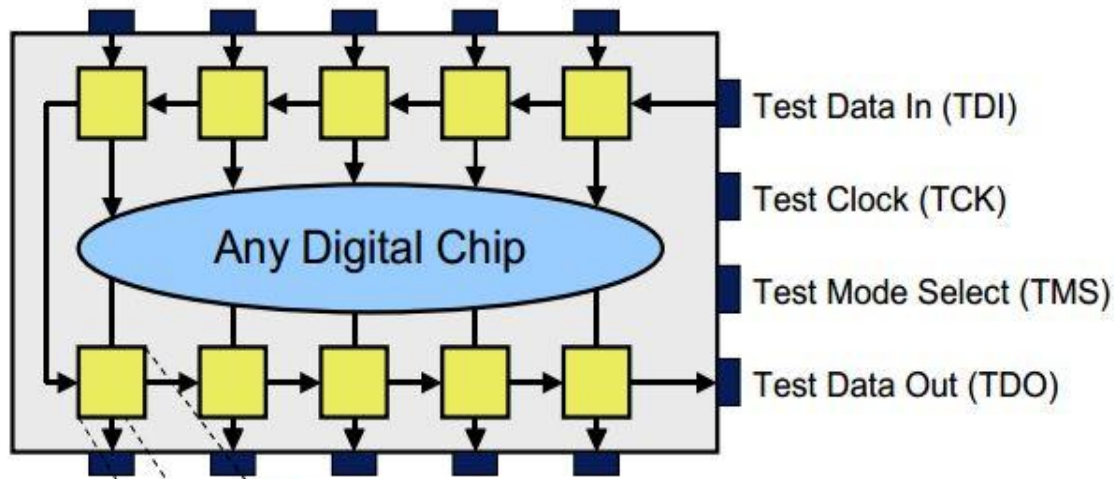
# Peremfigyeléses tesztelés - Boundary Scan (JTAG)

- Számos korszerű elektronikai elembe (processzorokba, FPGA-kba) már a gyártás során beintegrálnak egy szabványos áramköri megoldást, amely az elektronikai elem beültetése után lehetőséget nyújt az áramkör külső környezetének vizsgálatára.
- Előnyei
  - nincs szükség egyedileg kialakított mechanikus, tűágyas csatlakozásra
  - A tesztelés mellett a peremfigyelés használható a panelen lévő áramköri elemek programozására is
  - Kevesebb mérőfej szükséges
  - Lényegesen alacsonyabb költség

# Peremfigyeléses tesztelés - Boundary Scan (JTAG)

- Az integrált áramkörnek azt a részét, amely az eredeti logikai funkciókat valósítja meg, **mag-logikának** nevezzük
- Az áramköri kivezetés („IC-láb”) és a mag-logika közé beiktatódnak a vizsgálat céljára szolgáló **peremfigyelő-cellák**
- A PF-cellák léptetőregiszter jellegű felfűzésével keletkezik a **PF-regiszter**

# Peremfigyeléses tesztelés - Boundary Scan (JTAG)



Each boundary-scan cell can:

- o **Capture** data on its parallel input PI
- o **Update** data onto its parallel output PO
- o **Serially scan** data from SO to its neighbor's SI
- o Behave **transparently**: PI passes to PO
- o Note: all digital logic is contained inside the boundary-scan register



# Környezeti Stressz Teszt (ESS)

- A kész berendezéseket működés közben vizsgálják
- A környezeti tényezőket változtatják a teszt közben szélsőséges határok között
- Főleg ipari célra tervezett eszközöknél alkalmazott teszt módszer
- Alkalmazott változók
  - Hőmérséklet
  - Vibráció
  - Nyomás
  - Rugalmasság

# Highly Accelerated Life Test (HALT)

- Hasonló mint az ESS teszt
- Szintén működés közben vizsgálják az áramkört, azonban a be és kimenetek között is beavatkoznak
- Általában direkt túllépik a normál működési paramétereket, a maximális tűrés letesztelésére
- Alacsony terhelési szint alkalmazása, majd folyamatos terhelés emelés az első meghibásodásig
- Meghibásodást okozó alkalmazási és környezeti hatások meghatározása
- A terhelés és a teszt határértékeinek meghatározása és alkalmazása