

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

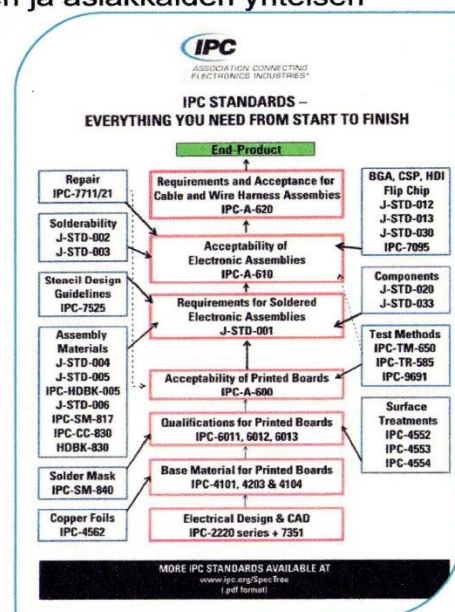
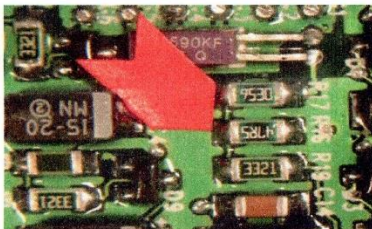
- elektroniikan valmistuksessa **laadunvalvonnalla** ohjataan valmistusprosesseja, havaitaan&raportoidaan materiaali- ja valmistusvirheet sekä varmistetaan vain vaatimustenmukaisten laitteiden pääsy asiakkaille
- elektroniikan luotettavuudella tarkoitetaan laitteen toiminnallisuutta loppuasiakkaalla huomioiden mm. olosuhteet ja käyttöikä
- valmistuslaatu ja tuotteen luotettavuus loppuasiakkaalla korreloivat keskenään!
- valmistuslaadun ja luotettavuuden haasteita:
  - nopeammat tuotekehityssykli; vähemmän aikaa testaamiselle&kehitykselle
  - miniaturisointi; tiheämpi pakkaaminen ja ohuemat rakenteet
  - ympäristön huomiominen; ympäristöystävällisemmät materiaalit ja prosessit
  - hintapaine; laatu ja luotettavuus rakennetaan vaatimusten määrittelyillä
  - alihankinta; audotoinnilla varmistetaan vaatimuksenmukaisuus
  - asiakkaat arvostavat tuotemerkkiä laadun ja luotettavuuden perusteella

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

- Tarkistuskriteerit määritelty kansainvälisessä standardissa JEDEC ANSI/IPC-A-610D, joka on luotu valmistajien ja asiakkaiden yhteisen näkemyksen ylläpitämiseksi ja epäselvyyksien välttämiseksi

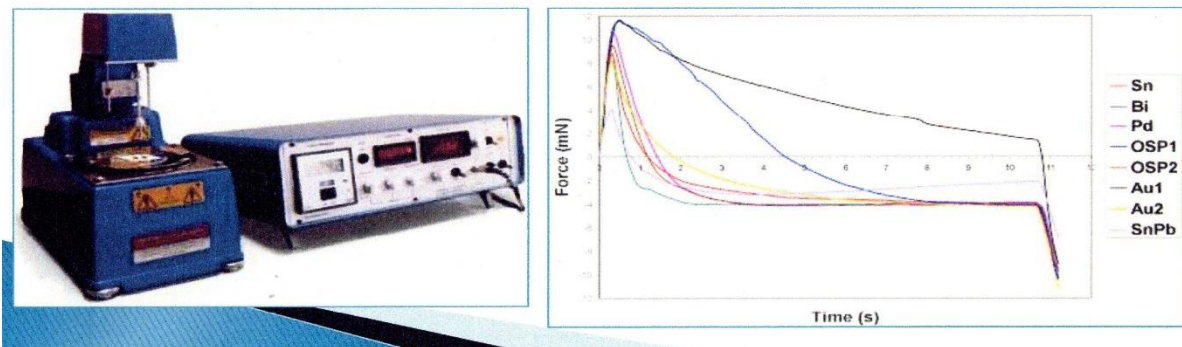
Tarkastuksessa juotosvirheet merkitään punaisella nuolella:



## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

- hyvän juotoksen tunnusmerkit :
  - juote on kostuttanut pinnat
  - juotoksen pinta on viheetön, tasonen ja muodoltaan kovera
  - juotoksen pinta on puhdas ja kirkas
  - ei juotejäämiä purseita, piikejä tai tinapalloja
  - ei huokoisuutta juotoksen pinnalla
- wetting balance testillä voidaan määritellä kontaktipintojen ja juotemateriaalin kostutusvoima

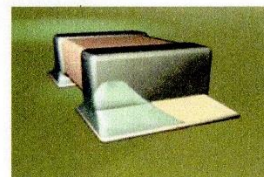


## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

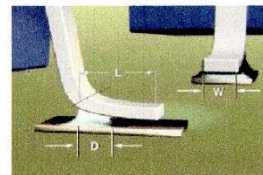
### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

#### Kriteeristön pääkohtia:

- juotosliitos hyväksyttävä kun yli puolet komponentin liitosalueista juottunut



- juotosliitos hyväksyttävä kun vähintään 75% pituudesta on juottunut

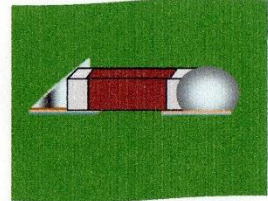
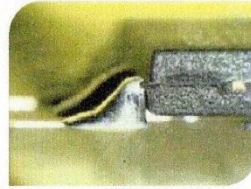




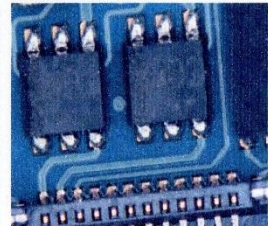
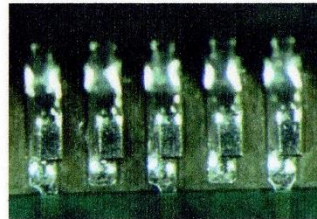
## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

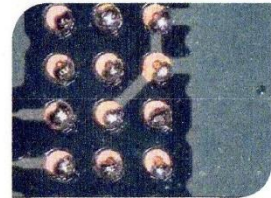
- liikaa juotetta



- paikoitusvirhe, kulmamerkit ei näkyvissä. Yli puolet komponentin jalasta oltava padilla, eikä johdinvälit saa kaventua alle puoleen



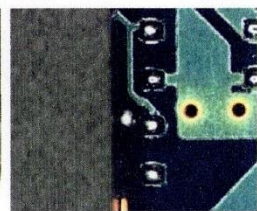
- pastan määrä juotepadilla, rajana 50% pinta-alasta



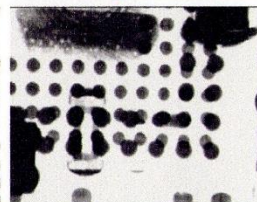
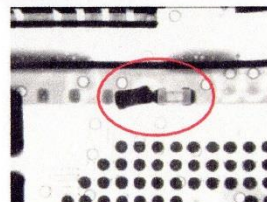
## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

- irtonaiset juotepallot kiellettyjä



- oikosulku kontaktien/komponenttien välillä kielletty



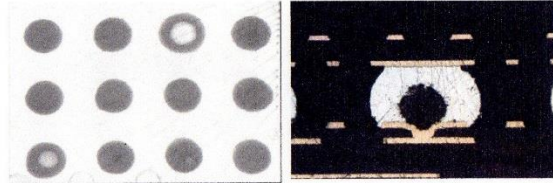
- kylmäjuotos, juotepasta ei ole sulanut



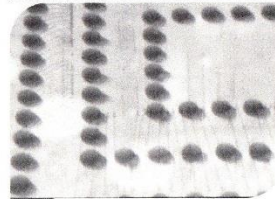
## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

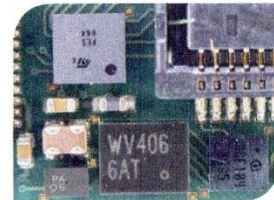
- huokokset juotteen sisällä,  
(alle padin kokoiset,  
yksittäiset sallittu)



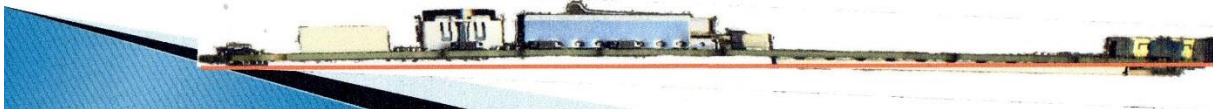
- BGA/CSP paikoitusvirhe



- komponentin suunta oltava suuntamerkin  
tai piirustuksen mukainen



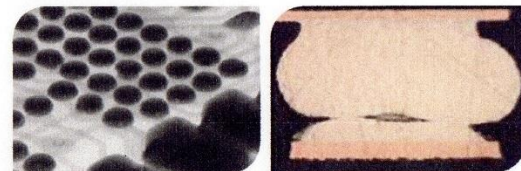
- komponenttilevyn suurin sallittu  
taipuma enintään 0.75% ristimitasta



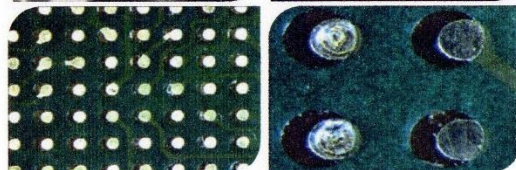
## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.1 Juotosten visuaalinen tarkastus ja tarkistuskriteerit

- juotepallo ei kontaktissa padiin



- piirilevyn juotemaskin paikoitus  
(maskin ei sallittu olla padin  
kanssa päällekkäin)



- komponentti fyysisesti rikkontunut



- komponentin / piirilevyn delaminaatio





## **10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS**

### **10.2 Mekaanikan laatu**

- laatu voidaan mitata asiakastyytyväisyydellä
- mekaniikan laatu voidaan jakaa seuraavasti:
  - visuaalinen laatu, loppuasiakkaalle näkyvät pinnat
    - materiaali- ja muotovirheet (muoviosien ruiskupuristusvirheet, metallien valuviheet jne)
    - pinnoitus- ja värisävyvirheet (maalausviat, anodisointi-viat jne)
    - kokoonpanovirheet (aliosien väliset raot, virheasento, naarmut jne)
    - ylimääräiset partikkelit (epäpuhtaudet, sormenjäljet)
  - mittatarkkuus
    - 2D-piirustuksen mukaiset mitat ja toleranssit (Cpk)
    - 3D-mallin muoto

## **10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS**

### **10.2 Mekaanikan laatu**

- muu vaatimustenmukaisuus
  - pinnoitteiden ja materiaalien kesto (kulutus, kemikaalit)
  - liitosten lujuus
  - toiminnalliset vaatimukset
- tarkastusolosuhteet vaikuttavat tulkintaan, varsinkin visuaalilaadussa
  - riittävä valaistus
  - tarkasteluetaisyys
  - taustan väri (optisten osien tapauksessa valkoinen/musta)
  - tarkasteltavan osan peilaaminen (esim. pinnan muotovirheet)
  - tarkastajan harjaantuneisuus ja tarkastuskriteerien tuntemus

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.3 Prosessien kontrollointi

- prosessien kontrolloiminen on osa massatuotannon laadunvarmistamista
- **Control Plan** -dokumentilla määritellään prosessivaiheittain
  - kone, laite tai työkalu jolla ko.vaihe tehdään
  - olosuhteet (valaistusvaatimus, puhdastila tms)
  - vaatimukset (mitta, ulkonäkövaatimus tms)
  - kriteerit, hyväksyntäraajat
  - tarkastaja, tarkastusmenetelmä, kirjanpito ja tarkastustiheys
  - virheen aiheuttamat toimenpiteet
- $C_{pk}$  indeksillä kuvataan prosessin kyvykkyyttä vaatimusrajoissa
- **SPC** (Statistical Process Control) tarkoittaa tilastollista prosessinohjausta



Microsoft Office  
el 97-2003 Worksh



Microsoft Office  
Excel Worksheet

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.3 Prosessien kontrollointi

- **AQL** (Acceptance Quality Level) tilastollinen menetelmä massatuotannon laadun määrittämiseksi **otosmenetelemällä** jossa huomioidaan:
  - tuotantoerän koko ja tarkastustaso
  - näytekoko
  - laatutaso eli AQL-luku
  - hyväksymisluku ja hylkäämisluku
  - luottamusväli
- **Auditoinnilla varmistetaan** että dokumentaatio on vaaditulla tasolla ja että valmistus ja tarkastukset tapahtuvat dokumenttien mukaisesti
  - järjestelmäauditointi, laajimmillaan koko yrityksen toimintaa
  - prosessiauditointi, yksittäistä prosessia
  - tuotekohtainen auditointi, prosessien tuotekohtaisia asioita

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.4 FMEA

• **FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis) määrittelee prosessivaiheittain:

- potentiaaliset virhemahdollisuudet
- potentiaaliset virheen seuraukset → virheiden vakavuus (0-10p)
- virheiden potentiaaliset syyt → virhesyiden todennäköisyys (0-10p)
- prosessin tarkastusmenetelmät → havaitsemisen helppous (0-10p)
- RPN-luvut; riskien priorisointi kertomalla yhteen yo.pisteet
- pahimmille virheille korjaavat toimenpiteet sekä tarvittaessa tarkastuksen ja toimenpiteiden määrittelemisen Control Planiin

Process Function Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls - Prevention - Detection	Detection	RPN
010 - Wind wire around index finger									
001 - Coil diameter	Diameter too large	- Coil hits battery during operation - Rotor is short because too much material is used in coils	8	U	Wire wound loosely	3	- Char Control 1: Measure with gage.	4	96
	Diameter too small	- Weak motor - Difficult removal from finger	6		Finger too small	4		3	72

## 10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS

### 10.5 Sähköinen testaus

- testauksen tarkoituksena on estää viallisen tuotteen päätyminen asiakkalle
- testauksen avulla saadaan myös tietoa prosessin kyvykkyydestä ja vaihteluista
- toimiva testausjärjestelmä on osa laatujärjestelmää ja sisältää:
  - *testaussuunitelman* joka miel. suunniteltu tuotekehityksen yhteydessä ja määrittää mitä testataan sekä kuka, miten ja millä testaa
  - *dokumentoinnin* eli testausraportoinnin joka identifioi testatun yksilön, testaajan, olosuhteet, lopputuloksen ja toimenpiteet.
  - *analysoinnin* jossa (laatupäällikkö) systemaattisesti tutkii raportit ja tarvittaessa ohjaa/ohjeistaa prosessissa. Palaute on ulotettava alihankintaketjuihin saakka.
- testaus on usein kannattavinta tehdä mahd. aikaisin prosessissa, viallisten valmistaminen syö testausta edeltävien vaiheiden kapasiteettia, kallista



## **10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS**

### **10.5 Sähköinen testaus**

- pelkkä lopputestaus riittää vain mikäli prosessi on kyvykäs lähes virheettöömään valmistukseen.
- yleisimpiä testausmenetelmiä:
  - visuaalinen testaus
    - silmämääräinen tarkistus (juotosvirheet, mekaniikan virheet)
    - konenäkö (AOI, Automated Optical Inspection): vaatii ohjelmoinnin, kone vertaa testattavaa yksilöä referenssikuvaan
      - puuttuvat komponentit
      - virheellinen sijainti, polariteetti
      - juottosvirheet, oikosulut
      - komponenttien tunnistus

## **10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS**

### **10.5 Sähköinen testaus**

- fysikaalinen testaus tarkoittaa rakenteen tarkastusta:
  - röntgen (xray)
  - laser
  - ultra-ääni
  - infrapuna
- funktionaalinen testaus: todetaan laitteen vaatimustenmukainen toiminta, yleensä valmistuslinjan viimeisinä vaiheina, testaajana ihminen tai testilaite joka simuloi käyttäjää. Voidaan jakaa myös osiin, tavoittena löytää virheet mahdollisimman aikasessa vaiheessa
- itsetestaus (self test): levy testaa itse itsensä erillisellä testiohjelmalla, edullinen, nopea ja yksinkertainen, muttei poista funktionaalisen testaamisen tarvetta



## **10. LAADUNVALVONTA JA LUOTETTAVUUS**

### **10.5 Sähköinen testaus**

- Neulapeti-testaus (Bed of nails/In-circuit-test): komponenttilevyjen testaukseen, testipiikit painetaan yhtäaikaaisesti joko komponentin jalkoihin tai testipisteisiin ja testaussekvenssin mukaisesti piikkien välillä tehdään sähköisiä testejä, vikapaikka paljastuu tarkasti
- Boundary-scan testit: piireihin sisällytetään testirakenteita, joiden avulla voidaan hallita piirin tuloja ja lähtöjä erillisien väylän avulla, useimmat modernit IC-piirit tukevat vakiona, edullinen mutta aikavievä, testaus huomioitava suunnitteluvaiheessa, menetelmä kuvattu IEEE 1149.1/4 – standardeissa
- Burn-in testit, esim lämpökäsittelyllä suoritetaan komponenttien vanhentaminen ja lyhytikäisten yksilöiden pois suodattaminen