

# A?

Aalto-yliopisto  
Sähkötekniikan  
korkeakoulu

# Piirilevyn valmistus & juottaminen

*ELEC-D0301 Protopaja*  
*Juha Biström*

# Piirilevyn valmistusmenetelmät

- Jyrsiminen
- Syövyttäminen
- Teollinen valmistus

# Jyrsiminen

- Piirilevyllä valmis kuparipinta yhdellä tai kahdella puolella
- Erityisellä piirilevyjyrsimellä poistetaan kupari mekaanisesti sieltä, mihin sitä ei haluta
- Komponenttien, läpivientien ja kiinitysreikien poraaminen
- Levyjen jyrsiminen irti
- Valmistustiedostot (yleensä Gerber-formaatissa) muutetaan liikeradoiksi ja lähetetään jyrsimelle erityisellä ohjelmistolla
  - Myös jyrsimen ohjaus, paikoitus, työkalunvaihdot jne. tehdään samalla ohjelmistolla
- Varsin hyvä tulos, jyrsintäaika riippuu radikaalisti poisjyrsittävän kuparin ja tarvittavien eri jyrsin-/poranterien määrästä

# Syövyttäminen

- Piirilevyllä valmis kuparipinta, kupari pinnoitettu suojalakalla valmiiksi tai itse pinnoittamalla
  - Lakka suojaa kuparia syövytyksessä
  - Pajalla valmiiksi lakattuja levyjä
- Suoialakka aktivoidaan UV-valolla valotusmaskin läpi
- Aktivoitu suoialakka poistetaan (kehitetään) NaOH-liuoksella
- Paljaaksi jäänyt kupari syövytetään pois natriumpersulfaatti- tai ferrikloridiliuoksella

# Syövyttäminen

- Vältä ohuita vetoja, kapeita välejä, läpivientejä ja pieniä juotospadeja
  - Syöpyvät helposti poikki tai kiinni toisiinsa, lähtevät helposti irti piirilevystä
  - Kuparivedoissa sopiva minimi lienee jossakin 0,4-0,5 mm tienoilla
- Valotusmaski tulostetaan piirtoheitinkalvolle tai paperille **peilikuvana**
  - Painomuste lähempänä lakkapintaa, vähentää valon siroamista epätoivotulle alueelle kalvon tai paperin läpi kulkiessa
- Lakan suojana oleva muovi poistetaan ja piirilevy asetetaan kohdistettujen kalvojen kera valotuslaitteeseen
  - Valotusaika kalvolla ~4-5 min ja paperilla ~6-8 min
- Valotettu piirilevy kehitetään NaOH-liuoksessa
  - Liuoksen käyttöasteesta riippuen noin 0,5-4 min, visuaalinen havainnointi
  - Kehitteen liike nopeuttaa kehittymistä ja helpottaa havainnointia → huljuttele astiaa

# Syövyttäminen

- Kehityksen jälkeen piirilevy huuhdellaan vedellä
- Piirilevy laitetaan syövytykseen, kuplitus päälle
  - Syövytys noin 15-90 min, riippuen liuoksen käyttöasteesta ja kehityksen onnistumisesta
- Piirilevy huuhdellaan vedellä
- Lopuksi jäljelle jäänyt suojalakka poistetaan asetonilla
  - Mahdollistaa juottamisen, juote ei tartu lakattuun pintaan
  - Suojalakan voi poistaa myös vasta ennen juotosta, jolloin kupari ei hapetu
    - Ei oikeasti mitään merkitystä ns. kuivissa sisätiloissa kohtuullisessa ajassa
  - Kannattaa tehdä ennen reikien poraamista

# Teollisesti valmistaminen

- Piirilevy tilataan firmalta
  - JLCPCB ja Seeedstudio todettu hyväksi, JLCPCB jonkun verran nopeampi
  - Toimitusajat viikon luokkaa
- Valmistajan speksit varmistettava nettisivuilta ennen suunnittelua
- KiCadista (vast.) generoidaan Gerberit ja poraustiedosto firman ohjeiden mukaan
- Yleensä tiedostot kerätään ZIP-pakettiin lähetettäväksi
- Huomattavasti siistimpi lopputulos kuin syövyttämällä
- Tarkemmat ohjeet: ks. Wiki

# Juottaminen

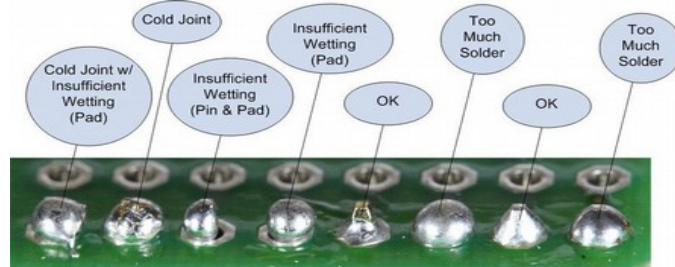
- Juottaessa sulatetaan metallia juotoskohtaan sähköisen kontaktin varmistamiseksi
  - Mekaaninen liitos syytä varmistaa muilla keinoin, erityisesti johtimia liittäessä
  - Pintaliitoskomponentit liitetään pelkällä juotteella
- Liitos lämmitetään perinteisesti juottimella, kuumailmalla tai ns. juotosuunissa
  - Joidenkin osien juottamiseen vaaditaan kuumailman tai uunin käyttöä, jotkut osat (esim. jotkut ledit) eivät kestä kuin juottimella juottamisen



# Juottaminen

- Kolvilla
  - Kolvi sisään (molemmat pinnat lämpimäksi) → tina sisään (sopiva määrä)  
→ tina pois → kolvi pois
  - Toimii erinomaisesti myös pastalla juottamiseen
- Kuumailmalla
  - Useimmiten vaatii tinapastan käyttöä
  - Juotoskohdan ympäristö suojattava tarvittaessa
  - Myös keskellä komponenttia olevien padien juottamiseen
- Uunilla
  - Pasta levitetään levyille, komponentit asetellaan pastaan, levy komponentteineen kuumennetaan uunissa
  - Vain levyn yläpuolella oleville komponenteille! (Alapuolella olevat tippuvat levyiltä uunissa)
  - Herkät komponentit voidaan juottaa kolvilla erikseen uunittamisen jälkeen

# Onnistunut juotos



- Juotos epäonnistuu helposti, jos juotoslämpötila on väärä
  - Riippuu myös juotteen koostumuksesta
  - Liian vähä lämpö aiheuttaa huonon juotoksen, liika lämpö vahingoittaa piirilevyä (kupari irtoaa, komponentti palaa) ja polttaa fluksin pois ennenaikaisesti
- Myös juotteen määrä on tärkeää saada oikein
- Juoksute (fluksi) auttaa juotoksen onnistumisessa
  - Puhdistaa juotospinnat ja juoksuttaa tinan juotosalueelle
- Juoksutetta voidaan lisätä myös erikseen
  - Juoksutetta saa kynässä, purkissa ja tuubissa
  - Juoksute palaa pois lämmittäessä → näkyvä savu (myös epäterveellistä ja pahan hajuista)

# Juotteet

- Elektroniikassa yleisimmät juotteet
  - Sn63Pb37 → sulamispiste 183 °C (eutektinen seos)
  - Sn60Pb40 → sulamispiste 180-190 °C
  - Sn99Cu1 → lyijytön, sulamispiste korkeampi, merkittävästi vaikeampi juottaa
  - Myös runsaasti muita seoksia
- Elektroniikkatinassa mukana myös juoksute
  - Saatavissa myös erikseen lisättävää
- Juotospasta tahnamaista juoksutetta, jossa pieniä tinapalloja
  - Purkissa ja ruiskussa, ruiskusta kätevä levittää annostelulaitteella

# Juotteen poisto

- Komponenttien irroitukseen tai epäonnistuneen juotoksen korjaamiseen
- Tinaimupumpulla, tinaimusukalla tai imukolvilla
  - Monijalkaiset pintaliitoskomponentit usein helpointa irrottaa kuumailmakolvilla lämmittämällä ja siivoamalla padit jälkeenpäin tinaimusukalla