



OULUN YLIOPISTO
UNIVERSITY of OULU



PAINETTAVA ELEKTRONIIKKA

Korkean lämpötilan painettava elektroniikka

© Jari Hannu, Oulun yliopisto

VALMISTUSMENETELMÄN VAIKUTUKSET MATERIAALIVALINTOIHIIN

Elektroniikan komponentit
ovat kiinteitä

Painomenetelmät vaativat
nestemäiset lähtöaineet



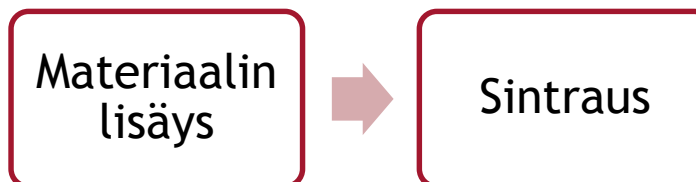
PAKSUKALVOTEKNOLOGIA

- Painettua elektroniikkaa Oulussa jo 1970-luvulla
- Teknologia piirilevytuotannon ja ohutkalvoteknologian välillä
- Kuten painettu elektroniikka, paksukalvotekniikka on lisäävä menetelmä
 - Lisätään materiaalia pohjalle, jotta saadaan piiri aikaiseksi
- Pääasiassa keraamisia komponentteja
- Mahdollistaa monikerroskomponenttien rakentamisen
- Piirilevyteknologiaan verrattuna pystytään monipuolisesti tuottamaan myös passiivikomponentteja

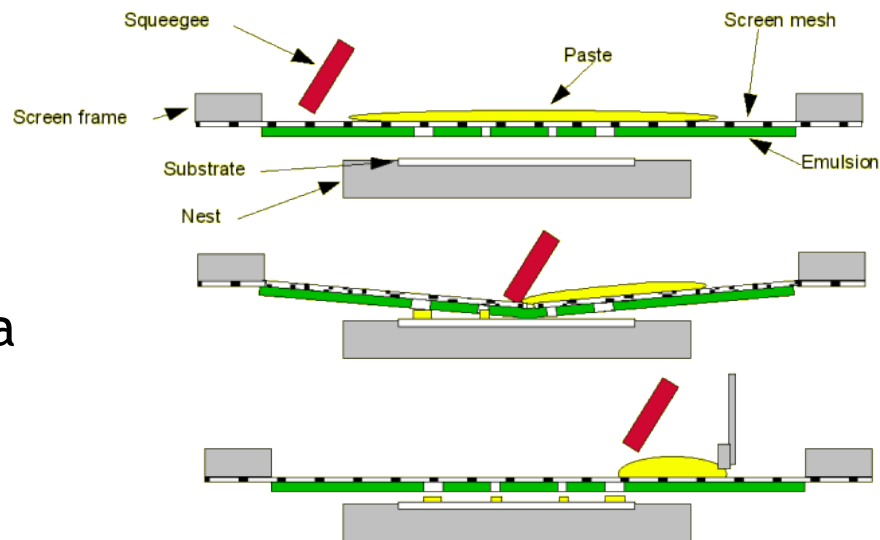


PAKSUKALVOTEKNOLOGIA

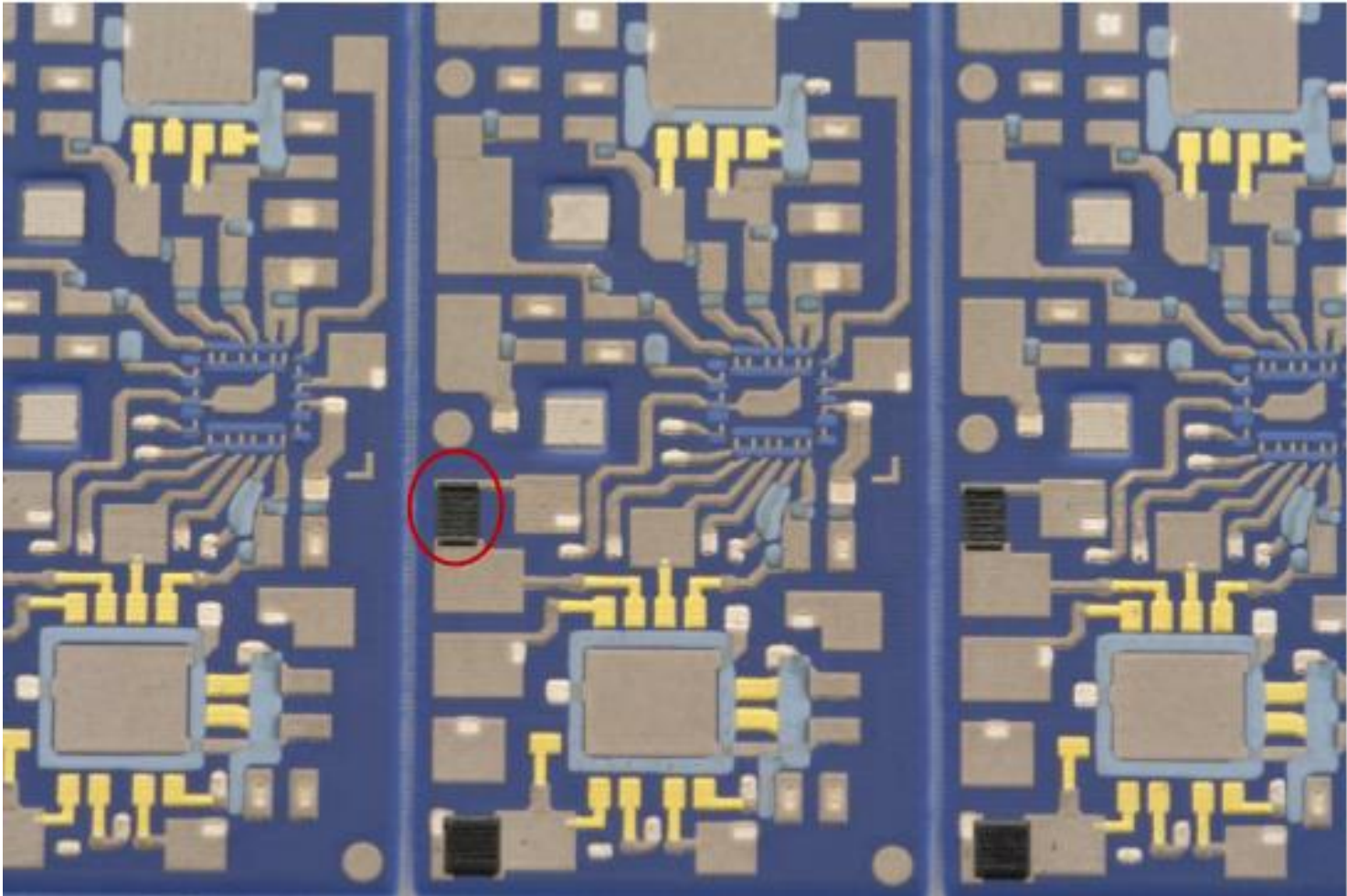
- Paksukalvoprosessi:



- Materiaalin lisäys tehdään yleisimmin silkipainotekniikalla (screen printing)
- Sintrauksessa käytetään korkeata lämpötilaa
 - Tyypillisesti yli 500 °C



PAKSUKALVOTEKNOLOGIA



PAKSUKALVOTEKNOLOGIA - MATERIAALIT

- Paksukalvotekniikassa käytetään epäorgaanisia toiminnallisia materiaaleja keraamisubstraateilla (pohjamateriaali)
- Sintrauksen (lämpökäsittely) jälkeen toiminnalliset materiaalit ja substraatti ovat kuin yhtä kiinteää materiaalia
- Substraattina käytetään yleisimmin alumina (alumiinioksidi, Al_2O_3)
 - Puhtausaste jopa 99,6%
 - Partikkelikoko 3-5 μm
 - Standardi sintrauslämpötila 850 °C
- Muita materiaaleja alumiininitriiti, lasi, pinnoitettu teräs, epoksi, synteettinen timantti...



PAKSUKALVOTEKNOLOGIA - MATERIAALIT

- Musteiden sijaan paksupainoprosessissa puhutaan pastoista
- Pastasta muodostetaan piirikuva tai komponentin rakenne
 - Johtimet
 - Kulta (Au), Platina (Pt), Hopea (Ag), Kupari (Cu), Nikkeli (Ni)
 - Vastukset
 - Ruthenium, iridium ja rhenium, $\text{Bi}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$, RuO_2
 - Dielektriset (ylityksiin ja kondensaattoreihin)
 - BaTiO_3 , lasi, lasikeraamit



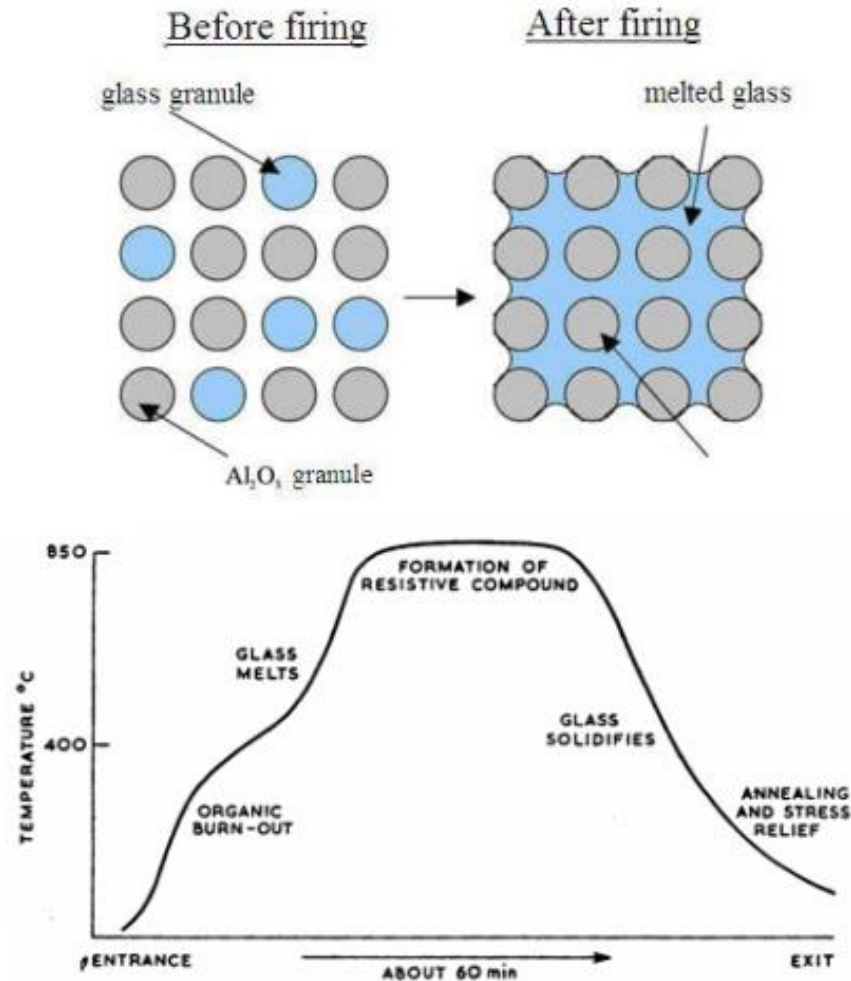
PAKSUKALVOTEKNOLOGIA - MATERIAALIT

- Pastan koostumus
 - Korkeampiin lämpötiloihin keraamipohjaisia
 - Mataliin lämpötiloihin polymeeripohjaisia
 - Orgaaniset, polymeereihin perustuvat pastat ovat erinomaisia eristeitä
- Kolme pääkomponenttia
 1. **Funktionaalinen osa:** puhdasta metallia tai metallioksidea
 - Johtava, eriste, resistiivinen
 2. **Sidososa:** lasisulate
 - Sitoo pastan substraattiin
 3. **Liute/apuaine:** orgaaninen liuotinaine
 - Liuottaa ja sitoo pastan nesteeksi



PAKSUKALVOTEKNOLOGIA - MATERIAALIT

- Painamisen jälkeen täytyy sintrata, jotta musteesta tulee kiinteä kalvo
- Toiminnalliset partikkelit sidotaan yhteen substraattiin lasisulatteella
- Orgaaninen liuotinisäaine haihtuu pois sintrauksen aikana
- Pastan valmistajat määrittelevät sintrausprofiilit, joiden maksimilämpötila vaihtelee 500-1000 °C välillä

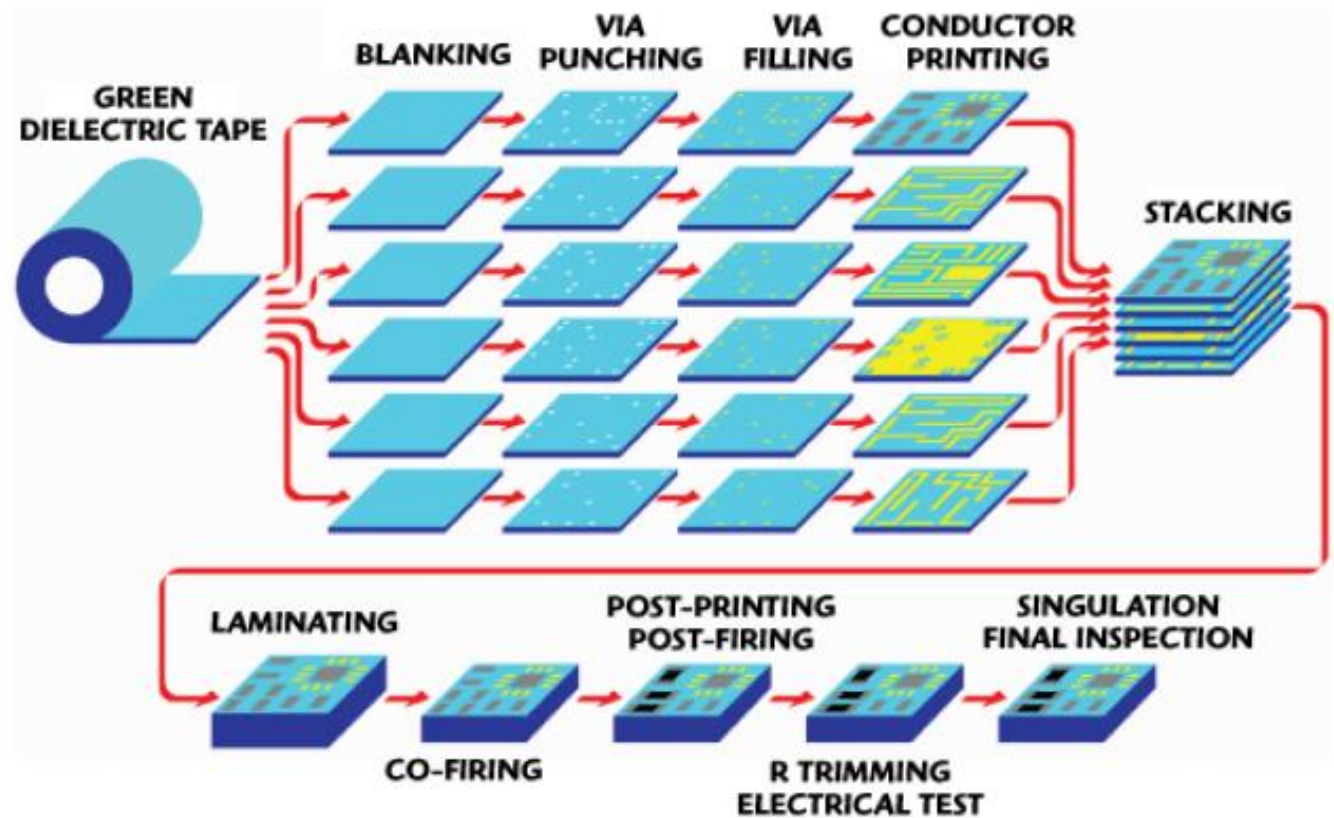


LTCC-PROSESSI

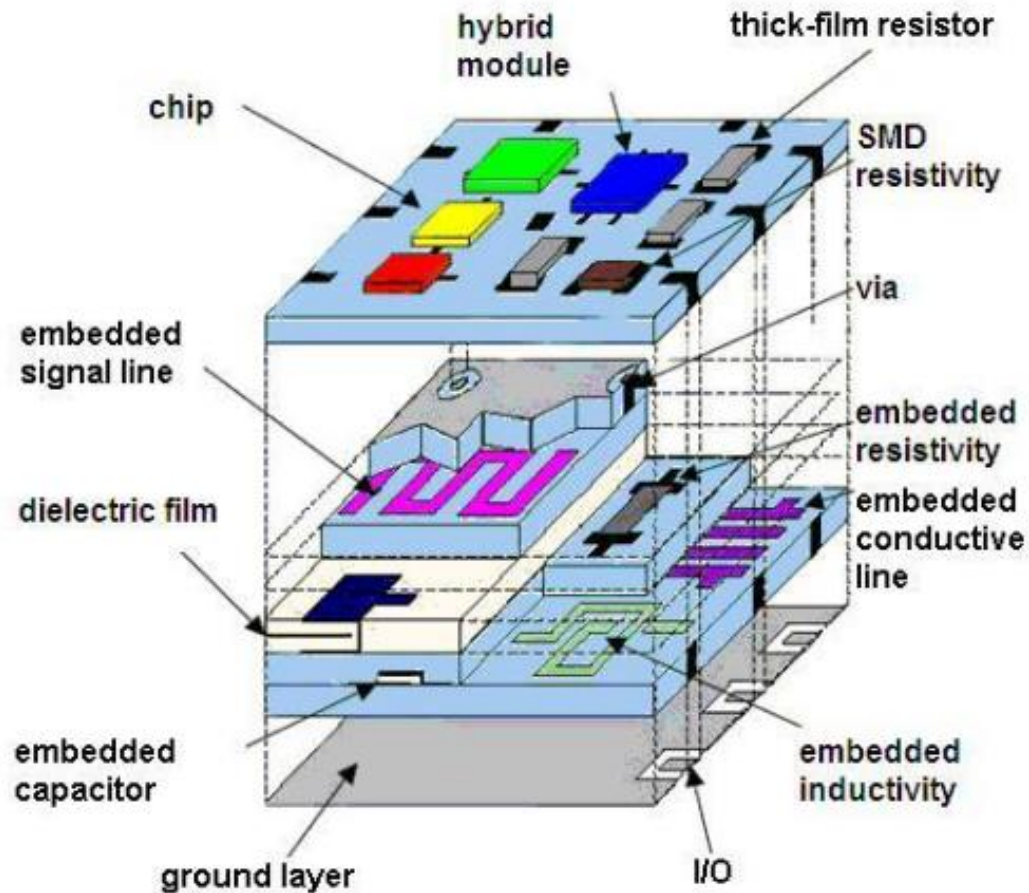
Paksukalvoprosessi on kehittynyt mm. LTCC-tekniikkaan

Mahdollistaa hyvin monimutkaisia monikerrosrakenteita

Sovellukset mm. korkean taajuuden tutkat



PAKSUKALVOTEKNOLOGIA



MATALAN LÄMPÖTILAN SINTRAUS

- Joustavat ja taivuteltavat substraatit, joita käytetään matalan lämpötilan painettavassa elektroniikassa eivät kestä korkean lämpötilan prosessointia
- Tämä estää lasien ym. käytön lisäaineina musteille
 - Johtimien resistiivisyys kasvaa
 - Rajapinta substraatin ja painetun kuvion välillä heikkenee
- Eli yleensä toiminnallisuus ja luotettavuus heikkenee



