

Mikko Alanne

HÖYRYFAASIUUNIN KÄYTTÖÖNOTTO

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2005

Osasto	Koulutusohjelma
Tekniikka	Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t)	
Mikko Alanne	
Työn nimi	
Höyryfaasiuunin käyttöönotto	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t)
Elektroniikan tuotantotekniikka	Pekka Juntunen
Aika	Sivumäärä
Kevät 2005	36+5
Tiivistelmä	
Insinöörintyön tarkoituksena oli Kajaanin ammattikorkeakoulun elektroniikan tuotantotekniikan laboratorioon keväällä 2005 koulutus- ja asiakastyökäyttöön hankitun höyryfaasiuunin käyttöönotto. Keskeisimmät tehtävät höyryfaasiuunin käyttöönotossa olivat käyttöohjeen sekä laboratoriotyöohjeiden laatiminen, joiden avulla opiskelijoiden on helppoa tutustua höyryfaasi-tekniikkaan. Käyttöohje on jokaista konetta käyttävää varten ja työohjeita on tarkoitus käyttää osana opiskelijoiden elektroniikan tuotantotekniikan laboratoriotöitä. Työssä on myös käsitelty elektroniikkateollisuuden siirtymistä lyijyttömään prosessiin. Se juuri onkin johtanut höyryfaasiuunien käyttöönottoihin monissa alan yrityksissä. Tässä muutosten mukanaan tuomassa laitteistokannan kehityksessä myös Kajaanin ammattikorkeakoulu haluaa pysyä mukana ja näin ollen tarjota opiskelijoilleen nykyaikaista ajan tasalla olevaa koulutusta.	
Luottamuksellinen	
Kyllä	
Ei X	
Hakusanat	
Insinöörintyö, höyryfaasiuuni, lyijytön juottaminen	
Säilytyspaikka	
Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto	

Faculty of Engineering	Degree programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Mikko Alanne	
Title Introducing a Condensation Soldering Machine	
Optional professional studies Electronic Production	Instructor(s) / Supervisor(s) Pekka Juntunen
Date Spring 2005	Total number of pages 36+5
Abstract The purpose of this Bachelor`s thesis was to get a condensation soldering machine into the use of education. It will also be available for customers. The machine is located in the electronic production laboratory of Kajaani Polytechnic. One part of the thesis was to produce a quick manual of the soldering machine in Finnish. The other part was to make two work instructions of the machine. The manual is for everyone working with the machine. The work instructions will be used in the laboratory work of the students. The adaptation of the electronic production to lead-free in electronic industry was also introduced in the thesis. That is certainly the biggest reason for using a condensation soldering machines in the future. Many companies have already acquired a condensation soldering machine for the part of their production line.	
Confidential Yes No X	
Keywords Final year project, Condensation soldering machine, Lead-free soldering	
Deposited at Library of Kajaani Polytechnic	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	5
2	LYIJYLLINEN JA LYIJYTÖN JUOTOS	6
2.1	Lyijyllinen juotos	6
2.2	Lyijytön juotos.....	7
3	LYIJYTTÖMYYS ELEKTRONIIKKATEOLLISUUDESSA.....	10
3.1	RoHS - direktiivi.....	10
3.2	Siirtyminen lyijyttömään juotosprosessiin	10
3.3	Pienempi prosessi-ikkuna.....	13
3.5	Korjausprosessi.....	14
3.6	Juotoksen visuaalinen tarkastus.....	14
3.7	Muita lyijyttömiä ratkaisuja.....	15
4	RE-FLOW-UUNI	17
5	HÖYRYFAASIUUNI	19
5.1	Yleistä höyryfaasiuunista.....	19
5.2	Historiaa	20
5.3	Galden-neste	20
5.4	Toimintaperiaate.....	20
5.5	ASSCON-höyryfaasiuunit	22
5.6	Höyryfaasiuuni Quicky 450.....	25
5.7	Koneen piirustus.....	26
6	KÄYTTÖOHJE JA TYÖOHJEET	28
6.1	Käyttöohjeen esittely	28
6.2	Tiivistelmä työohjeista	32
7	YHTEENVETO.....	34
	LÄHDELUETTELO	35
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Vuonna 2006 heinäkuussa tapahtuu elektroniikkateollisuudessa hyvin merkittävä muutos, kun paljon puhutun, EU:ssa laaditun RoHS-direktiiviin tuomat muutokset astuvat viimein voimaan. Lyijyttömään tuotantoprosessiin siirtyminen on asettanut monia suuria haasteita alan yrityksille. Komponenttien kiinnittämiseen piirilevylle käytettävät lyijyttömät pastat vaativat merkittävästi korkeampia prosessilämpötiloja kuin pois siirtyvät tina-lyijypohjaiset pastat. Re-flow eli kiertoilmauunia käytettäessä prosessin korkeat huippulämpötilat vaativat erityisesti komponenttien ja piirilevymateriaalien kestävyyttä. Viime aikoina höyryfaasiuunia on ryhdytty käyttämään vaihtoehtoisena prosessimenetelmänä, koska sen erittäin tehokkaan lämmönsiirtokyvyn ansiosta huippulämpötilat uusissa eivät kasva kohtuuttomasti ja näin ollen prosessi on vähemmän riskialtis tuotteen vaurioitumiselle.

Kajaanin ammattikorkeakoulu pyrkii toimintaperiaatteidensa mukaisesti pysymään ajan tasalla uusien muutosten mukana tarjoten opiskelijoille ja yhteistyökumppaneilleen uusinta tekniikkaa ja tietämystä. Näin ollen kohti lyijytöntä tuotantoa varten perustetun KOLTTU-projektiryhmän ehdottamana hankintana elektroniikan tuotantotekniikan laboratorioon hankittiin laboratoriokäyttöön tarkoitettu höyryfaasiuuni, re-flow-uunin ja aaltojuotoskoneen rinnalle. Vuoden 2005 alussa hankittu höyryfaasiuuni Quicky 450 on sekä opetus- että asiakastyökäyttöön hankittu laite. Laitteen valmistaja on saksalainen ASSCON Systemtechnik, ja koneen toimittajana toimii suomalainen Perel Oy.

Koneen saamiseksi tehokkaaseen ja asianmukaiseen käyttöön katsottiin sen käyttöönottoon liittyvien toimenpiteiden soveltuvan hyvin insinööritoimikseen. Tehtävänä oli tarkkailla koneen toimivuutta sekä dokumentointi. Päävaiheet dokumentoinnissa olivat höyryfaasiuunin käyttöohjeen sekä työohjeiden tekeminen. Käyttöohje perustuu koneen englanninkieliseen manuaaliin. Työohjeet ovat opetuskäyttöön tarkoitettuja laboratoriotyöohjeita. Työohjeiden tarkoituksena on perehdyttää höyryfaasiuunin toimintaan ja turvalliseen käyttöön sekä profiilimääritykseen höyryfaasiuunilla. Työohjeiden suoritusta varten tilattiin Criadix Oy:stä piirilevyjä sekä kuparistensiiliä.

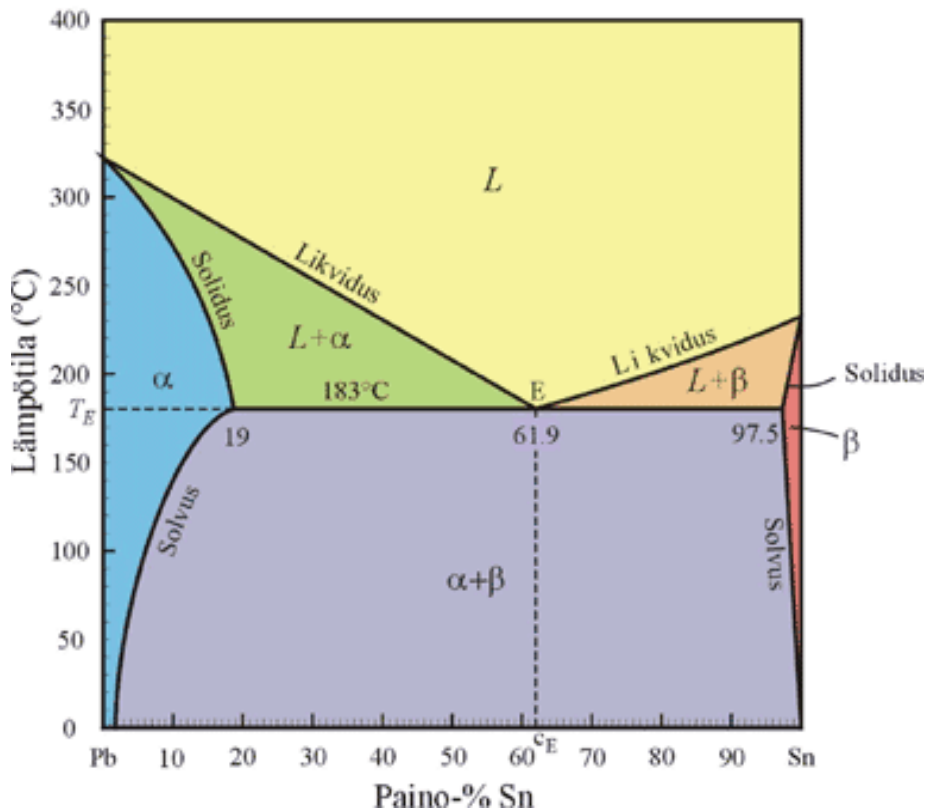
2 LYIJYLLINEN JA LYIJYTÖN JUOTOS

2.1 Lyijyllinen juotos

Sähkö- ja elektroniikkalaitteita on valmistettu vuosikymmeniä pinta- tai läpi liitettävällä komponentit piirilevyihin tinan ja lyijyn juoteseoksilla. Juotteiden sekä komponentti- ja piirilevypinnoitteiden ominaisuuksiin perustuvat kokoonpanoprosessit ovat mahdollistaneet korkean saannon ja kustannustehokkuuden. Tinalyijyseoksen pitkäaikaisen ja monipuolisen käytön takia siitä on paljon kokemusta, minkä ansiosta niillä valmistettujen tuotteiden luotettavuus on ollut hyvä monissa käyttösovelluksissa. [1.]

Piirilevylle liitettävien elektroniikan komponenttien pääasiassa melko alhainen lämpötilakestoisuus rajoittaa juotoslämpötiloja. Lujan ja sähköä johtavan juotosliitoksen muodostavan juoteaineen sulamislämpötilan tulee olla siis melko alhainen, mutta juotoksen mekaanisen kestävyys tulisi silti olla hyvä. Niinpä juoteaineeksi on jo kauan aikaa sitten vakiintunut juuri tinan (Sn) ja lyijyn (Pb) seos.

Kun suhteelliset osuudet ovat tinaa 63 % ja lyijyä 37 %, muodostavat ne yhdessä niin sanotun eutektisen seoksen, jonka sulamislämpötila on noin 183 °C. Eutektisen seoksen erikoisuutena muihin nähden on sen ominaisuus siirtyä kiinteästä olomuodosta suoraan sulaksi saavutettuaan sulamispisteensä, mikä voidaan todeta eutektisestä tasapainopiirroksesta (kuva 1). Seos ei siis käy sulallessaan ollenkaan jähmeässä olomuodossa, mikä on todella hyvä asia juotosliitoksen onnistumisen kannalta.



Kuva 1. Eutektinen tasapainopiirros [2]

2.2 Lyijytön juotos

Lyijyttömien juotteiden tutkimus- ja kehitystyön lähtökohtana on ollut säilyttää eutektiseen tinalyijyjuotteeseen (63Sn37Pb) ja sen muunnelmiin (60Sn40Pb ja 62Sn36Pb2Ag) perustuva valmistusprosessi niin pitkällä kuin mahdollista.

Tavoitteeksi on asetettu niin sanotun drop-in-juotteen löytäminen metallurgisesti mahdollisten seosten joukosta. Tässä tehtävässä ensimmäinen vaatimus on ollut juotteen sulamispisteen säätäminen mahdollisimman lähelle tinalyijyseoksen sulamispistettä (183 °C). Muita vaatimuksia ovat hyvä juotettavuus ja luotettavuuden kannalta riittävät mekaaniset ominaisuudet. Tavoitteiden saavuttamiseksi on tutkittu satoja lyijyttömiä juoteseoksia, mutta näistä vain muutamaiset täyttävät kohtuullisesti edellä mainitut vaatimukset.

Sulamislämpötilojensa perusteella lyijyttömät juotteet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: matalan lämpötilan, välialueen (200 - 227 °C) ja korkean lämpötilan juotteisiin, jotka alkavat sulaa vasta korkeimpien reflow-lämpötilojen (260 °C) yläpuolella. Välialueen juotteita ovat muun muassa eutektiset kaksi-

komponenttiset seokset Sn_{3,5}Ag (221 °C) ja Sn_{0,7}Cu (227 °C) sekä kolmekomponenttiset Sn/Ag/Cu-seokset (217 °C). Muita kaupallisia juotteita ovat Sn/Ag/Bi-seokset ja Sn/Ag/Cu/Sb-juote, joka on suosittu Yhdysvalloissa. Edellä mainitut juotteet on suunniteltu korvaamaan eutektinen tinalyijyjuote, ja siinä tehtävässä ne toimivat varsin hyvin, kun fluksin kemia ja juotosprosessi on säädetty kyseisten juotteiden korkeampien sulamispisteiden mukaisesti. [1.]

Markkinoilla on siis useita erilaisia lyijyttömiä seoksia, jotka pyrkivät ominaisuuksiltaan korvaamaan mahdollisimman hyvin perinteisen tina-lyijy-seoksen. Näistä seoksista Sn/Ag/Cu-seos, joka sisältää tinaa, hopeaa ja kuparia on osoittautunut todella hyväksi vaihtoehdoksi. Eräässä paljon käytettävässä seoksessa aineiden prosentuaaliset osuudet ovat Sn 96,5, Ag 3, Cu 0,5. Sen sulamislämpötila on 217 °C, mikä ei ole vielä kohtuuttoman suuri, mutta vaatii silti todella hyvää lämmönkestävyyttä komponentti- ja piirilevy materiaaleilta reflow uunilla juotettaessa [3]. Re-flow-uunilta vaadittava huippulämpötila on huomattavasti korkeampi kuin käytettävän pastan sulamislämpötila johtuen sen huonosta ja epätasaisesta lämmönsiirtokyvystä.

Lyijyttömien juotepastojen kehityksen alkuvaiheessa juotelitokset sisälsivät varsin paljon huokosia ja muita juotosvirheitä, mutta tänä päivänä parhaat pastat ovat tässä suhteessa tinalyijypastojen veroisia. Lähes eutektisten Sn/Ag/Cu-juotteiden ja vähän vismuttia sisältävien Sn/Ag/Bi-juotteiden mekaaniset ominaisuudet ovat ainakin tinalyijyseosten veroisia; lujuuden sekä virumisen- ja väsymisen kestävyys suhteen jopa paremmat. Tällöin on kuitenkin muistettava, että komponenttiliitosten ominaisuudet riippuvat myös muista seikoista kuin vain juotemateriaalin ominaisuuksista. [1.]

Alla oleva taulukko 1 kuvaa erään lyijyttömän ja lyijyllisen juotteen ominaisuuksien eroja, joista huomattavin prosessin kannalta on sulamispiste.

Taulukko 1. Lyijyttömän SnAg3.8Cu0.7 ja lyijyllisen Sn63Pb37 juotteen ominaisuuksia [4]

Ominaisuus	SnAgCu	SnPb	
Tiheys	7.5g/cm ₃	8.5g/cm ₃	
Ominaislämpökapasiteetti	219J/(kg*K)	150J/(kg*K)	46% suurempi
Lämmön johtavuus	57.26W/(m*K)	50W/(m*K)	
Pintajännitys@260C	548mN/m	481mN/m	14% suurempi
Sulamispiste	217°C	183°C	

3 LYIJYTTÖMYYS ELEKTRONIIKKATEOLLISUUDESSA

3.1 RoHS - direktiivi

EU:n asettama ja 13.2.2003 voimaan tullut RoHS - direktiivi kieltää lyijyn, elohopean, kadmiumin, kuuden arvoisen kromin sekä palonestoaineina toimivien polybromibifenyylin (PBB) ja polybromidifenyylietterin (PBDE) käytön 1.7.2006 alkaen markkinoitavissa elektroniikkateollisuuden tuotteissa. [5.]

Kulutuselektroniikka-tuotteissa ei saa esiintyä lyijyä koostumukseltaan 0,1 - 85 painoprosenttia. Epäpuhtautena lyijyä saa siis olla enintään 0,1 prosenttia, mutta korkealyijyiset juoteseokset sallitaan niin kauan, kunnes niitä korvaava materiaali on kehitetty. [1.]

Näin ollen aikaisemmin juotosliitoksiin pääosin käytetyt tina-lyijy-seokset poistuvat käytöstä ja korvaavien materiaalien etsiminen on vaatinut paljon tutkimustyötä. Kehitystyö tulee varmasti jatkumaan vielä pitkään ja kaikkia aiheutuvia ongelmia, etenkin pitkäaikaisvaikutteisia, ei varmasti ole vielä edes tiedostettu vaan ne havaitaan vasta tulevaisuudessa.

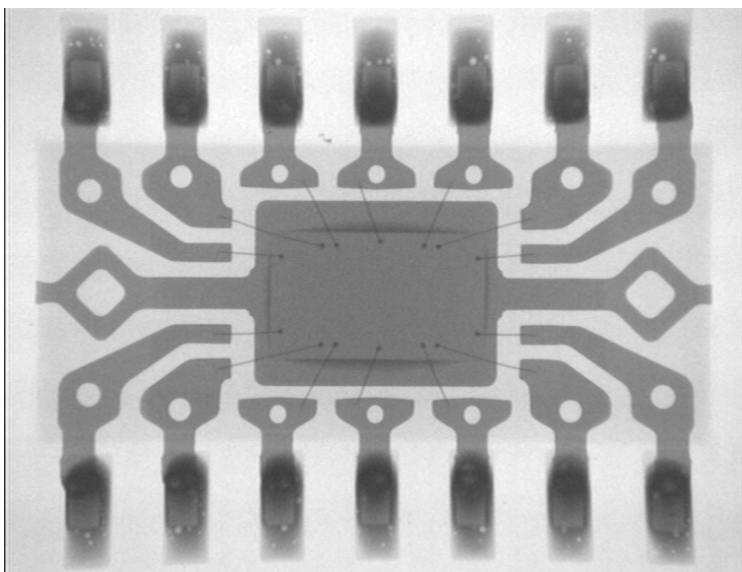
3.2 Siirtyminen lyijyttömään juotosprosessiin

Suurimmat kustannukset lyijyttömään valmistukseen siirryttäessä muodostuvat suunnittelu-, valmistus- ja testausprosessin kehittämisestä sekä käyttöönotosta. Jonkin verran pidentyneestä kokoonpanoajasta voi myös saanto pienentyä aiheuttaen kustannuksia varsinkin alkuvaiheessa.

Erityisesti sellaisten lyijyttömien kokoonpanojen saannon pieneneminen, joissa vikojen korjaus ei ole mahdollista, lisää luonnollisesti kustannuksia. Myös suunnittelukustannukset voivat joidenkin tuotteiden osalta olla hyvinkin merkittäviä. On kuitenkin todennäköistä, että siirtymävaiheen jälkeen lyijyttömän elektroniikan yksikkökustannuksissa päästään varsin lähelle lyijyllisen kokoonpanon kustannuksia. [1.]

Siirtyminen lyijyttömään tuotantoon vaatii yrityksiltä paljon. Lähes kaikki toiminnot on arvioitava uudelleen. Henkilöstön koulutusta tarvitaan mahdollisten uusien laitteiden hallitsemiseksi sekä uusien materiaalien ja toimintatapojen perehdyttämiseksi. Esimerkiksi komponenttivalintojen suunnittelussa vaaditaan uudet menetelmät. [6.]

Koska juotusmateriaalit vaihtuvat, kaikki prosessivaiheet ja niissä käytettävät parametrit on tarkasteltava uudelleen. Jokaiselle tuotteelle pitäisi löytää vähintään yhtä hyvä valmistusprosessi kuin mitä niillä on ennen ollut käytössä. Suurimmat haasteet kohdistuvatkin uuniprosesseihin. Komponenttien soveltuvuus ja erilaisten materiaalien käyttäytyminen lyijyttömässä prosessissa vaikuttavat tuotteen pitkäaikaisuuteen, mikä on huomioitava arvioitaessa kokonaisluotettavuutta. Komponentit saattavat kärsiä vaurioita liian korkeasta lämpötilasta. Esimerkiksi kuvassa 2 olevan komponentin sisällä olevat langat voivat katketa, jolloin komponentti menettää toimintakykynsä. Tämän vuoksi monet liitosmateriaalien valmistajat, komponenttien valmistajat ja prosessialan ammattilaiset ovat jo pitkään tutkineet uusien materiaalien ja prosessien toimivuutta. Voidaankin sanoa, että valmistautuminen muutokseen on jollakin tasolla alkanut jo useita vuosia vuotta sitten. Laadun varmistaminen ja tarkastustoimenpiteet vaativat myös uusia menetelmiä siirryttäessä lyijyttömyyteen.

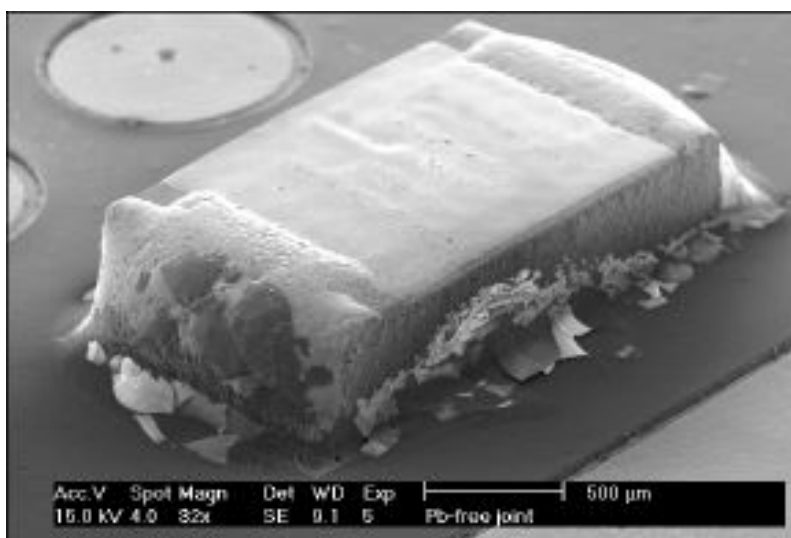


Kuva 2. SO14-komponentin rakenne röntgenkuvassa

Uusien lyijyttömien juotteiden, komponenttien ja piirilevyjen metallointien välisiä reaktioita ja niiden synnyttämiä mikrorakenteita ei tunneta kovin hyvin, eikä myöskään juoteliitosten käyttäytymistä kuormituksissa. Myös lyijyttömissä liitoksissa käytön aikana tapahtuvista mikrorakenteellisista muutoksista ja niiden vaikutuksista kokoonpanon luotettavuuteen tiedetään melko vähän. [1.]

Odotettavissa on, että elektroniikkatuotteissa käytetyt juoteliitokset joutuvat tulevaisuudessa vastaanottamaan suhteellisesti yhä suurempia mekaanisia, termisiä ja sähköisiä kuormituksia, koska liitosten tilavuudet pienenevät jatkuvasti. Siksi on tärkeätä, että erityisesti juoteliitosten eikä vain juotemateriaalien ohjaavat mikrorakenteelliset muutokset tunnetaan mahdollisimman perusteellisesti. Ne määräävät viime kädessä komponenttien sähköisten liitosten luotettavuuden käytössä. [1.]

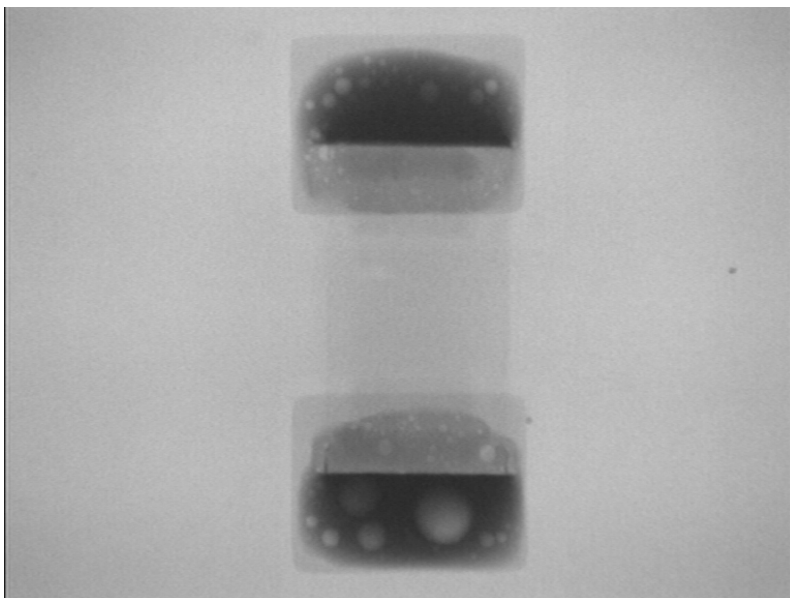
Lyijyttömyyden vaikutus pastanpainoon on vähäinen. Juoksutteen vaihtuminen on muuttanut pastojen reologisia ominaisuuksia kuten viskositeettia. Kuvassa 3 pasta on noussut komponentin päälle, mikä ei ole onnistuneen juotoksen merkki. Kyseinen virhe voidaan välttää optimoimalla prosessia. Komponenttien ladontavaiheessa on oleellista, että pasta säilyttää painon jälkeisen muotonsa ja tahmeutensa, jotta myös pienimpien komponenttien ladonta onnistuu.



Kuva 3. Mikroskooppikuva lyijyttömästä juotoksesta [7]

3.3 Pienempi prosessi-ikkuna

Tina-lyijy-seosta käytettäessä juotetaan noin 20 - 25 C°:n yllilämmöllä verrattuna sulamispisteeseen, jotta varmistettaisiin hyvä kostuvuus ja vältettäisiin kylmät juotokset ja "voidit" eli kaasukuplat juotosten sisällä kuten kuvassa 4. Samoin lyijyttömässä juotoksessa on käytettävä sulamispistettä korkeampaa lämpötilaa, mutta lämpötila-arvojen säätömahdollisuudet ovat paljon rajoittuneemmat. Tämä niin sanottu pienempi prosessi-ikkuna johtuu pienemmästä erosta komponenttien lämmönsietokyvyn ja lyijyttömän metalliseoksen sulamispisteen välillä. Siispä lämpötilan tarkka hallinta on edellytys onnistuneelle lyijyttömälle juottamiselle.



Kuva 4. Kaasukuplia lyijyttömässä juotteessa röntgenkuvassa

3.4 Komponenttien ladonta ja kohdistus

Perinteisessä prosessissa hieman vinossa oleva komponentti pyrkii suoristumaan sulan juotteen pintajännityksen ansiosta. Lyijyttömän juotteen itsekohdistusominaisuus huonosti asettuneelle komponentille on huonompi, mikä asettaa entistä kovemmat tarkkuusvaatimukset piirilevyn kohdistukselle ladonnan aikana. Todennäköisin syy tähän on lyijyttömän juotteen vaatima uudentyypinen "fluxi-kemia". Myös pastan mahdollisesti huonompi tahma-

voima, jolla komponentit pysyvät paikoillaan ennen juotosta, saattaa aiheuttaa ladontaparametrien säätöä tarkemmaksi. [3.]

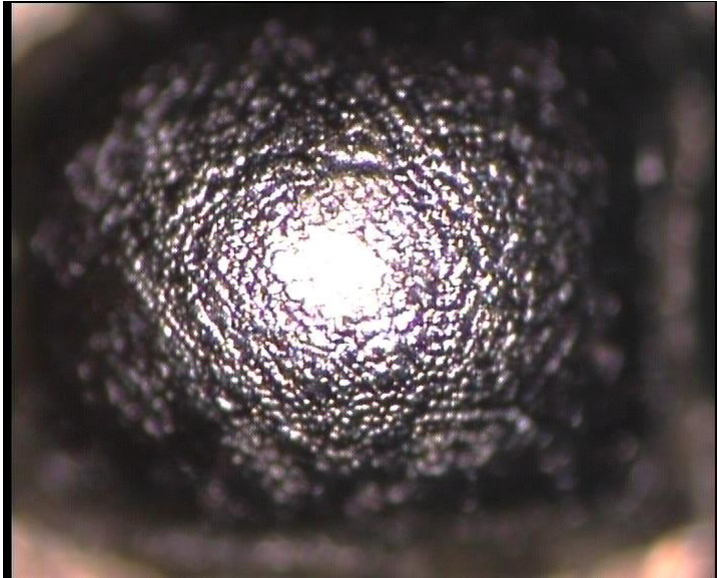
3.5 Korjausprosessi

Lyijyttömän juotteen korkeampi sulamislämpötila vaikeuttaa suurimassaisten komponenttien korjausjuottamista. Prosessin on oltava tehokas, sillä liian pitkä lämmitys voi aiheuttaa pastan enneaikaisen kuivumisen. [4]

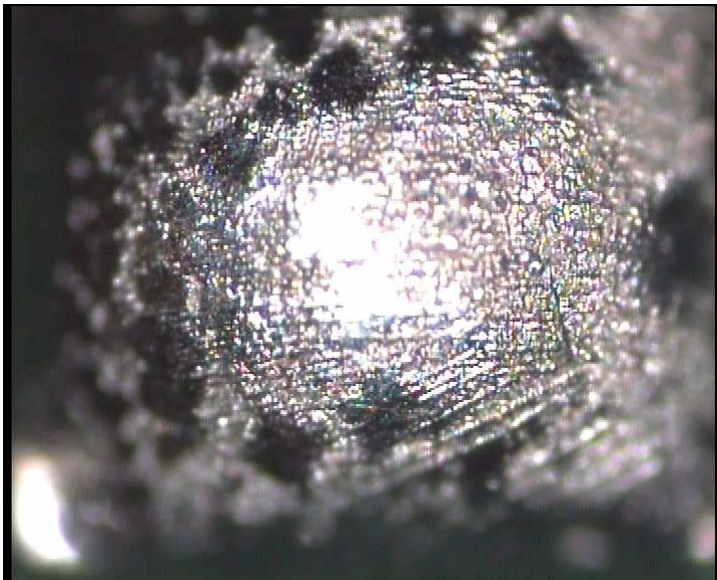
Korjausprosessissa viallinen komponentti pitää irrottaa ja juotospinnat puhdistaa. Tämän jälkeen uusi komponentti kohdistetaan ja juotetaan paikoilleen. Lyijyttömässä korjausjuottamisessa edellä mainitut toimenpiteet vaativat erityistä tarkkuutta ja lämpötilan tarkka ja tehokas hallinta on tärkeää pienentyneen prosessi-ikkunan takia. Lisääntyneet vaatimukset ovatkin johtaneet korjausasemien kehittelyyn ja hyviin tuloksiin on päästy. Eräs toimiva keino on käyttää piirilevyn lämmittämiseen sen alapuolella olevaa infrapunälämmitintä ja komponenttia lämmitetään sen yläpuolelta kuumailmalla. Lämpötilaa hallitaan niin sanotun monivöhykeprofiilin avulla. Menetelmällä saadaan parhaimmillaan onnistuneita juotoksia pitämällä juotospisteiden lämpötilat erittäin tasaisina sekä komponentin päällä oleva lämpötila sallituissa rajoissa. [8.]

3.6 Juotoksen visuaalinen tarkastus

Lyijyttömät juotospinnat ovat erilaisia kuin lyijyllisten Sn/Pb-juotosten kirkkaat ja tasaiset pinnat. Tämä aiheuttaakin muutoksia juotosten visuaaliseen tarkastukseen. Lyijyttömille juotoksille on asetettava omat tarkastuskriteerinsä. Uusien tarkastusmääritelmien opetteleminen vaatii koulutusta ja harjoittelua. Lyijyttömän juotoksen pinta on yleensä himmeä ja raemainen, kuten kuvassa 5, tai rosoinen sekä pinnassa saattaa olla valkoinen huntu. Kuvassa 6 juotteessa näkyvät mustat läikät taas eivät kuulu onnistuneeseen juotokseen vaan kyseessä on juotosta heikentävä tinarutto. Tinan määrän kasvu on yksi juotteen visuaalisen muutoksen aiheuttaja. Jähmettyessä tina kutistuu, joten pinnasta ei tulekaan enää tasaisen kiiltävä. [9.]



Kuva 5. Lyijyttömän juotteen appelsiinimainen pinta



Kuva 6. Tinaruttoa juotteessa

3.7 Muita lyijyttömiä ratkaisuja

Tavallisten juotteiden rinnalla käytetään myös sähköjohtavia liimoja lähinnä erikoissovelluksiin. Ne voidaan painaa pastojen tapaan, dispensoida tai asettaa filminä kontaktialueiden päälle, minkä jälkeen ne lämpökovetetaan. Liimat ovat lyijyttömiä ja juoksutteettomia materiaaleja, joissa sähköä johtavana täyteaineena voi olla esimerkiksi hopeahileitä tai metalloituja polymeeripartikkeleita.

Liimat eivät vaadi niin korkeaa lämpötilaa kuin tavalliset juotosseokset, ne sopivat hyvin yhteen eri materiaalien kanssa ja jäännösjännitykset ovat pienemmät. Edellä mainitut seikat tekevät sähköä johtavista liimoista mielenkiintoisen vaihtoehdon erikoissovelluksiin. [1.]

On kehitetty myös toisenlaisia lyijyttömiä ja juoksutteettomia ratkaisuja, jotka eivät perustu metallienvälisten reaktiokerrosten muodostumiseen kuten tavanomainen juottaminen, vaan metallurgisesti yhteensopivien pinnoitemateriaalien yhteensulautumiseen. Uudet ratkaisut tarjoavat monia teknisiä etuja, mutta eivät korvaa juottamista elektroniikan tärkeimpänä liittämismenetelmänä. [1.]

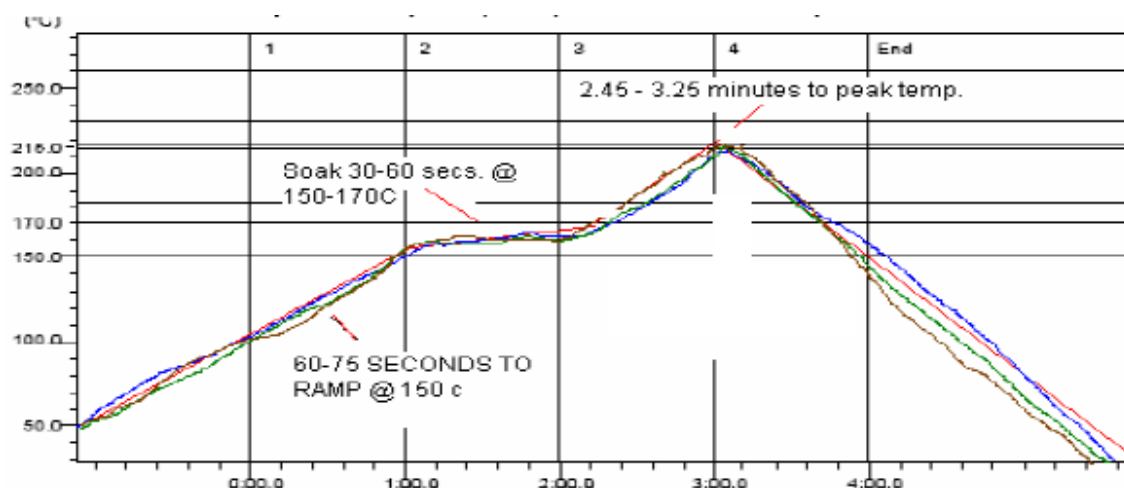
4 RE-FLOW-UUNI

Re-flow- eli kiertoilmauunissa on useita vyöhykkeitä, jotka jokainen on erikseen säädettävissä. Piirilevy liikkuu uunin kaikkien vyöhykkeiden läpi ketjun varassa. Kuvassa 7 on 8-vyöhykkeinen re-flow uuni, jota ohjataan tietokoneen avulla. Kyseinen uuni vie melko ison osan tuotantolinjan pituudesta. Mikäli halutaan hapeton prosessi, täytyy uuniin syöttää typpeä erillisestä typpisäiliöstä.

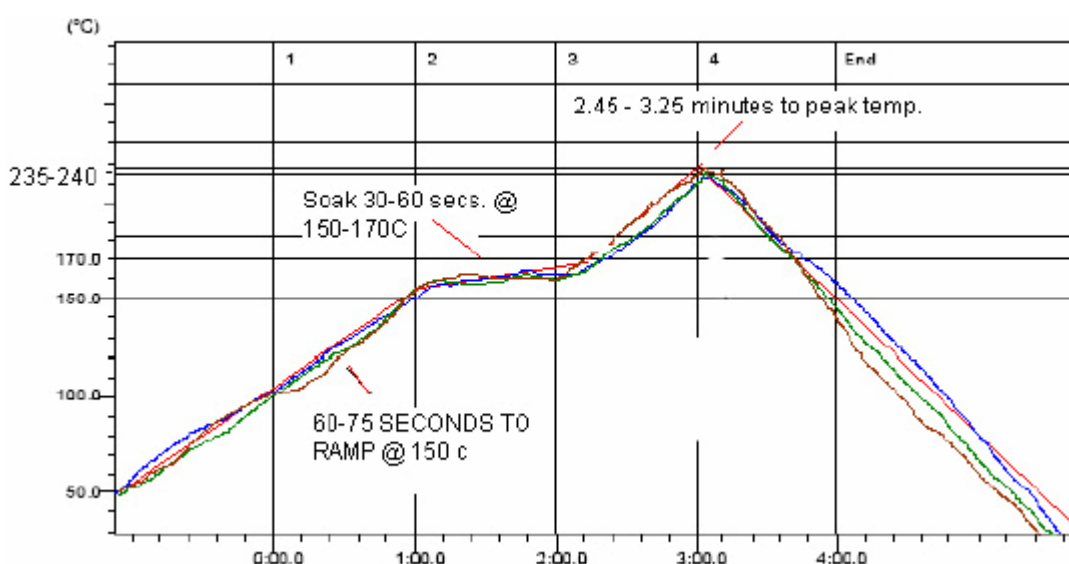


Kuva 7. Re-flow-uuni

Re-flow-uunien lämpöprofiilit ovat hieman monimutkaisempia kuin höyryfaasi-uuneissa. Kuvissa 7 ja 8 ovat erään pastanvalmistajan suositusprofiilit kyseisille pastoille käytettäessä re-flow-uunia. Profiilien alku osassa on nousuvaihe, jota seuraa tasausvaihe. Seuraavana toinen nousuvaihe kohti huippulämpötilaa, jolloin juote saavuttaa sulan olomuodon niin sanotussa re-flow-vaiheessa. Lopuksi jäähdytysvaihe. Jokaisen vaiheen kesto sekä lämpötilan nousunopeus ovat hyvin tärkeitä tekijöitä juotoksen onnistumisen kannalta. Lopulliseen profiiliin täytyy ottaa huomioon myös piirilevyn ja komponenttien lämmönsietokyky. Perinteisessä kiertoilmauunissa todelliset lämpötilat joudutaan säätämään huomattavasti pastan sulamispistettä korkeammalle, jotta itse juote saavuttaisi profiilimukaisen lämpötilan. Tämä johtuu uunin huonosta lämmönjohtokyvystä sekä lämmönhukasta. Lämmönluvutuskerroin kiertoilmauunilla on noin 30 - 120. Lyijyttömien juotteiden korkeammat sulamispisteet aiheuttavatkin suuria ongelmia re-flow-uunia käytettäessä.



Kuva 8. Suositusprofiilit lyijyllisille pastoille Sn63/Pb37 ja Sn62/Pb36Ag2 [10]



Kuva 9. Suositusprofiili SnAgCu-pastalle [10]

Re-flow-uunilla saadaan hyviä tuloksia sekä tarkasti määriteltä haluttu profiili perinteisiä lyijypitoisia pastoja käytettäessä. Lyijyllistä pastaa käytettäessä re-flow-uunin tehot joutuvat koetukselle huippulämpötilojen kohotessa. Halutun profiilin aikaansaamiseksi ja yleensäkin lämpötilan saavuttamiseksi tarpeeksi korkeiksi juotteessa on joidenkin vyöhykkeiden lämpötilojen oltava jopa yli 300 °C. Toinen mahdollisuus on hidastaa kuljetinta, jolloin lämpö ehtii paremmin vaikuttaa. Pitempi aika kuumassa kuitenkin myös kasvattaa komponenttien vaurioitumisen riskiä.

5 HÖYRYFAASIUUNI

5.1 Yleistä höyryfaasiuunista

Höyryfaasiuunia käytetään elektroniikkateollisuudessa pintaliitoskomponenttien juottamiseen hyödyntämällä kuuman höyryn erittäin tehokasta lämmönsiirto-kykyä. Lämmönluvutuskerroin on noin 400 - 700. Etenkin lyijyttömässä juotosprosessissa se on osoittanut kyvykkyytensä lujien juotosliitosten aikaansaamiseksi. Juotostilanne on täysin hapeton johtuen höyryn suuresta molekyyli-massasta. Höyryfaasiuuni sopii kaikille pastoille, juoksutuille ja piirikortti-materiaaleille [11]. Uunit vievät yleensä vähemmän tilaa verrattuna monen metrin pituisiin re-flow-uuneihin ja etenkin laboratoriokäyttöön soveltuvat höyryfaasiuunit mahtuvat hyvin pieniin tiloihin ja silti niillä saadaan aikaiseksi yhtä hyviä tuloksia juotosten suhteen. Kuvassa 10 on höyryfaasiuunilla tehdyn laboratoriotutkimustyön tulosta.



Kuva 10. Höyryfaasiuunilla tehty lyijytön juotos

5.2 Historiaa

Höyryfaasiuunit eivät ole mikään uusi keksintö, vaan ne ovat kehitelty 15 - 20 vuotta sitten, jolloin niissä käytetyt höyrystettävät aineen olivat myrkyllisiä [11]. Nykyisin käytettävät nesteet ovat melko vaarattomia ja myös muista höyryfaasiuunin haittapuolista on päästy eroon ja hyvät ominaisuudet ovat säilyneet. Parin viime vuoden aikana höyryfaasiuunit ovat nousseet vahvaksi vaihtoehdoksi perinteisille re-flow-uuneille. Syy tähän on juuri lyijyttömyyteen siirtyminen, joka nostaa prosessissa tarvittavan lämpötilan kohtuuttoman suureksi re-flow-uunissa.

5.3 Galden-neste

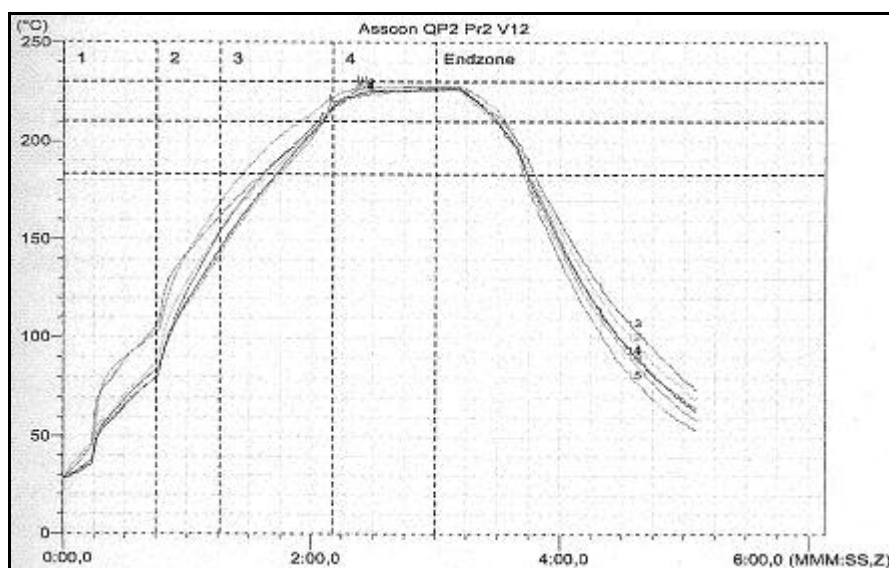
Galden(R) on monissa höyryfaasiuuneissa käytettävän nesteen kauppanimi. Nesteitä on saatavilla eri kiehumispisteillä riippuen käytettävän pastan sulamislämpötilasta. Nesteen kiehumispisteen on oltava korkeampi kuin pastan sulamispisteen. Saatavilla on nesteitä eri kiehumispisteillä väliltä 165 °C - 265 °C. Galden-nesteen käyttötarkoitus höyryfaasiuunissa on siis toimia lämmönjohdinaineena juotosprosessissa. Yli 95 % nesteen koostumuksesta on Perfluoropolyeetteriä. Asetusten 807/2001 mukaan tuotetta ei ole luokiteltu vaaralliseksi. Neste saattaa muodostaa palaessaan myrkyllisiä fluoriyhdisteitä, joten nesteen kuumentamista on vältettävä yli 290 °C:n. Kemikaalin vaarallisuudesta ympäristölle ei ole tietoa, mutta nesteen jätteet on hävitettävä voimassa olevien jätehuoltomääräysten mukaisesti. Myös terveyteen vaikuttavat tiedot ovat puutteelliset, mutta aineen hajoamistuotteiden tiedetään ärsyttävän voimakkaasti silmiä ja ihoa. Ainetta tulee käsitellä varovasti ja se varastoidaan kuivassa ja viileässä paikassa. [12.]

5.4 Toimintaperiaate

Höyryfaasiuunin teräsastiassa oleva Galden-neste kuumennetaan sen alapuolella olevan lämmittimen avulla. Saavutettuaan kiehumispisteensä neste höyrystyy ja kuumaa höyryä nousee ylöspäin kohti koneen kuljettimella olevaa

piirilevyä. Suuren molekyylimassan omaava ja 0 ppm happea sisältävä höyry työntää lisääntyessään kevyemmät kaasut pois, mikä estää liitosten hapettumisen juotostilanteessa. Höyry kondensoituu piirilevylle ja siinä oleville komponenteille luovuttaen lämpöä hyvin tasaisesti. Lämmön vaikutuksesta piirilevyn ja komponenttien välissä oleva pasta sulaa. Kun piirilevy komponentteineen on saavuttanut höyryn lämpötilan, jatkaa höyry kulkuaan ylöspäin, jossa lämpötilanturi tunnistaa höyryn ja käynnistää jäähdytyksen. Tuloksena piirilevylle saadaan lujat ja sähköä johtavat liitokset.

Prosessissa käytettävän höyrystämisenesteen kiehumispisteen on oltava suurempi kuin käytettävän pastan metalliseoksen sulamispiste, sillä höyryn lämpötila on sama kuin nesteen kiehumispiste. Tämän vuoksi saatavilla on useita eri kiehumispisteen omaavia nesteitä. Yleensä lyijyttömässä juotoksessa käytettävän nesteen kiehumispiste on 230 °C ja lyijyllisessä juotoksessa 200 °C [13].



Kuva 11. Höyryfaasiuunin lämpöprofiili [13]

Edellä oleva lämpöprofiili on tyypillinen höyryfaasiuuneissa. Profiilista on havaittavissa, että käytetyn Galden-nesteen kiehumispiste on 230 °C, jota huippulämpötila ei ylitä missään vaiheessa. Tärkeitä seikkoja profiilissa ovat lämpötilan nousunopeus ja sula-aika 4. vyöhykkeellä. Tärkeää on myös lämpötilan hallittu lasku. Re-flow-uuneille tyypillinen tasausaika puuttuu höyryfaasiuunilla juotettaessa ja nousuvaihe onkin lähes lineaarinen alusta sulaan vaiheeseen. Saata-

villa on erillisiä esilämmityskammioita, mikäli lämpötilan nousu on muutoin liian nopea käytettävälle pastalle. Eri puolille piirilevyä asetut lämpötila-anturit kuvaavat höyryfaasiuunin tarkkuutta etenkin huippulämpötilassa. Ylikuumenemisvaaraa ei siis ole mikäli tuotteen osat vain kestävät käytettävän pastan sulamislämpötilan. Nousuvaiheessa 1-3 vyöhykkeellä hitaammin lämpiävät anturit kuvaavat luonnollisesti juotteen lämpötilaa, sillä lämpö kondensoituu ensimmäisenä piirilevyyn ja suuriin komponentteihin (kuva 11).

5.5 ASSCON-höyryfaasiuunit

Koneiden ohjelmointi on tehty mahdollisimman helpoksi käyttäjän kannalta. Ohjelmointiparametreja, joilla lämpöprofiliin voidaan vaikuttaa, on hyvin vähän. Koneet kuluttavat suhteellisen vähän energiaa ja lämmönhukka on pieni.

Optimaalisen prosessin takaavia toimintoja ovat: OFP (oxygen-free-process) eli hapeton juotosprosessi, ASB (automatic-solder-break), jonka avulla kone tunnistaa automaattisesti valmiin juotosprosessin, TGC (temperature-gradient-control) porrastaa lämpötilan joustavasti esilämmitysvyöhykkeellä sekä OPC (optical-process-control) mahdollistaa prosessin visuaalisen tarkkailun. Lämpötilanmittaukseen käytettävässä profiointilaitteessa ei tarvita lämpösuojausta, eikä profiointilaitteen massaa tarvitse ottaa huomioon profiloinnissa, sillä mittauslaite on juotuskammion ulkopuolella. [14].

Vaikka höyryfaasikoneiden hapeton juotosprosessi vähentää huomattavasti ”voidien” eli kaasukuplien määrää juotoksissa, osaan koneista on myös saatavilla sisällä oleva erillinen vakuumikammio, jonka avulla juotoksia heikentävät kaasukuplat saadaan täysin pois. Lyijytöntä pastaa käytettäessä eräs ongelmistahan onkin juuri voidien lisääntyminen, mikä korostaa entisestään vakuumin option hyödyllisyyttä.

Saatavilla on myös kaikkiin ASSCON-höyryfaasijuotuskoneisiin soveltuva komponenttien irrotuslaite monimutkaisille komponenteille.

Konetyypit

Laboratoriokoneita käytetään yksittäisten tuotteiden pintaliitosjuotoksiin ja korjaustoimenpiteisiin irrotus- ja uudelleen juottamalla komponentteja sekä uusien tuotteiden testaukseen. Laboratorioissa näiden koneiden käyttötarkoitus on pääosin lämpöprofiilien tarkkailu, juotospastojen ja piirikorttien laaduntarkkailu sekä laadun ja juotosprosessien testaus. Quicky 300 (kuva 12) -mallissa on manuaalinen kuljetin ja suurin mahdollinen piirilevykoko on 300 x 300 mm. Quicky 450 (kuva 12) -mallissa suurin mahdollinen piirilevykoko on 450 x 450 mm.



Kuva 12. Quicky 300 ja 450

VP1000 (kuva 13) on niin sanottu Batch-kone, jota käytetään pienissä ja keski-suurissa sarjoissa sekä myös laboratorioissa. Siinä on automaattinen nesteen suodatus ja tuotantotiedon tallennus. Piirilevyjen kuljetus tapahtuu paletti-alustalla.



Kuva 13. VP1000

VP1000 on saatavilla myös syöttö- ja purkukuljettimilla varustettuna, jolloin siitä tulee inline-kone. VP1000-inline (kuva 14) -koneessa on SMEMA-liityntä ja kuljettimet ovat manuaalisesti säädettäviä hihnakuljettimia. Vakuumioption käyttömahdollisuus. Inline-koneet soveltuvat suurille sarjoille pieneen ja keskisuureen tuotantoon ja ne toimivat täysin automaattisesti. VP1000:ssa maksimi piirilevy-

koko on erikoistilauksesta jopa 1500 x 1000 mm. VP1000-Inline mallissa suurin piirilevykoko on 500 x 600 mm.



Kuva 14. VP 1000-inline

VP2000 (kuva15) on inline-kone suureen tuotantoon. Siinä on VP1000:n ominaisuuksien lisäksi automaattinen kuljettimen leveyden säätö, ketjukuljetin ja se kykenee nopeampaan tuotantoon. Maksimipiirilevykoko erikoistilauksesta 1000 x 500mm.



Kuva 15. VP 2000

Edellisten koneiden muunnokset VP6000, VP6000-inline ja VP2000-vakuumi sisältävät vakuumioption, jolla avulla saadaan juotoksiin tulevat haitalliset kaasukuplat eliminoitua. Tämä ominaisuus on tärkeä etenkin korkean suorituskyvyn omaaville komponenteille. Lisäksi on olemassa massatuotantokone (kuva16) hybridi- ja tehölähdetuotantoon, joka on mahdollista integroida tuotantolinjaan. Siinä on myös typpisuojat lataus- ja jäähdytysalueella.



Kuva 16. Massatuotantokone

5.6 Höryfaasiuuni Quicky 450

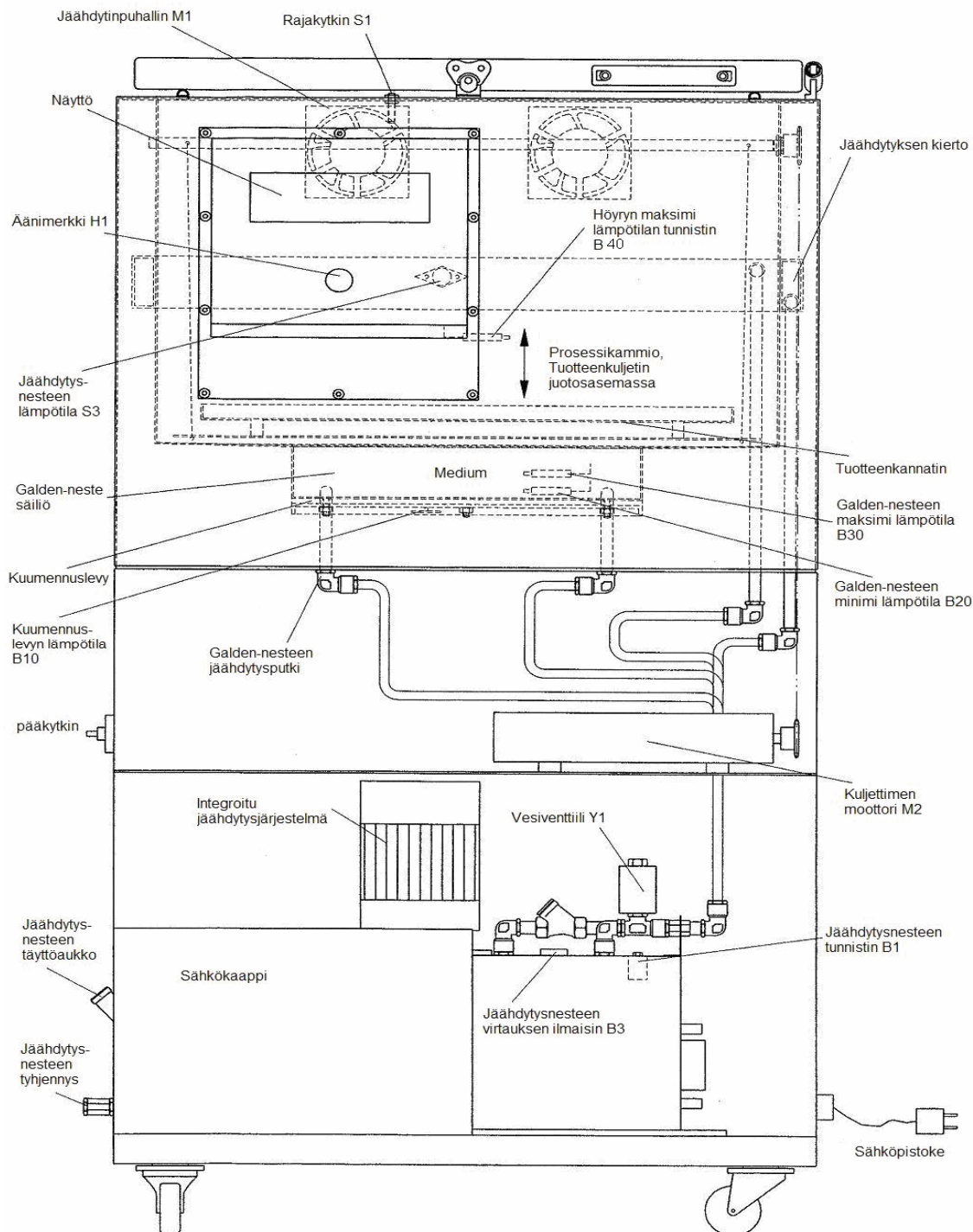
Kajaanin ammattikorkeakouluun hankittu höryfaasiuuni Quicky 450 (kuva 17) on siis laboratoriokäyttöön tarkoitettu juotosuunijärjestelmä. Kone vie melko pienen lattiapinta-alan verraten muihin tuotantolaitteisiin. Laitteessa on integroitu jäähdytysjärjestelmä, joka toimii täysin automaattisesti. Jäähdytysnesteinä käytetään tislattua vettä, jossa on 20 % glykolia. Varsinainen prosessitoiminto ja myös Galden-nesteen tunnistus ovat automaattisia. Lämpötilan profilointimittauslaitteiston käyttö on mahdollista. Mittauslaitteistoa ei tarvitse laittaa prosessikammioon, vaan se voi sijaita uunin ulkopuolella, jolloin erillistä lämpösuojausta ei tarvita. Höyrystysnesteen ominaisuuksien vuoksi uunilla saadaan hapeton lämmitys- ja juotosprosessi, mikä edesauttaa hyvään lopputulokseen. Kone soveltuu kaikille käytössä oleville pastatyypeille, joten lyijytön juotos on mahdollista ilman rajoituksia lähinnä koneen lämmityskapasiteetin ja eri kiehumispisteillä saatavien Galden-nesteen johdosta. Uunissa on myös säädettävissä oleva lämpötilan porrastus.



Kuva 17. Höryfaasiuuni Quicky 450

5.7 Koneen piirustus

Kuvassa 18 näkyvät koneen keskeisimmät osat. Automaattista toimintaa ohjaa sähkökaapissa oleva logiikkayksikkö antureiden ja kytkinten avustuksella.



Kuva 18. Quicky 450:n piirustus

Tarkennuksia koneen piirustukseen:

Rajakytkin S1

Pysäyttää juotosprosessin ja käynnistää jäähdytyksen

Jäähdytinpuhallin M1

Käynnistyy rajakytkimen S1 vaikutuksesta

Höyryn maksimilämpötilan tunnistin B40

Kytkee rajakytkimen S1 lämpötilan saavutettua asetetun maksimiarvon, näytöllä oikeanpuoleisin lämpötila-arvo.

Kuumennuslevyn lämpötila B10

Ilmaisee koneen näytöllä vasemmalla olevan lämpötilan.

Galden-nesteen minimi- ja maksimilämpötilat B20 ja B30

Mittaa mediumnesteen lämpötilan, joka näkyy näytöllä keskimmäisenä lukuna.

Jäähdytyksen kierto

Integroidun jäähdytysjärjestelmän putkisto kuljettaa jäähdytysnestettä ympäri konetta jäähdyttäen tehokkaasti myös Galden-nesteen.

Jäähdytysnesteen virtauksen ilmaisin B3

Hälyttää esimerkiksi jäähdytysnesteen suuttimen jumiuduttua.

Jäähdytysnesteen tunnistin B1

Varmistaa, että jäähdytysnestettä on tarpeeksi.

Kuljettimen moottori M2

Moottori liikuttaa ketjun avulla vaijerin varassa olevaa kuljetinta.

Tuotteen kannatin

Ritilä johon piirilevy asetetaan, suurin sallittu piirilevykoko 450 x 450 mm.

6 KÄYTTÖOHJE JA TYÖOHJEET

Tässä luvussa esitellään lyhyesti käyttöohjetta sekä kahta erilaista työohjetta, jotka tehtiin käyttöönoton yhteydessä. Niiden avulla koneen käyttöön ja toimintoihin on helppoa tutustua. Tämän luvun tarkoituksena on myös esitellä tarkemmin koneen toimintaa.

Varsinaiset työohjeet sekä käyttöohje löytyvät elektroniikan tuotantotekniikan laboratoriosta.

6.1 Käyttöohjeen esittely

Käyttöohje perustuu pääosin koneen valmistajan englanninkielisestä manuaalista laadittuun suomenkieliseen tiivistelmään, jossa olennaiset käyttöä koskevat asiat on esitetty selkeästi. Ohjauspaneelissa olevien painikkeiden ohjeistus puuttui kokonaan koneen manuaalista, joten ne täytyi selvittää itse. Käyttöohjeessa käydään läpi myös koneen antamia virheilmoituksia ja niiden yleisimmät syyt sekä toimenpiteet vian korjaamiseksi. Loppuosassa käsitellään höyryfaasiuunin huoltotoimenpiteitä.

Käyttöohjeen keskeinen sisältö:

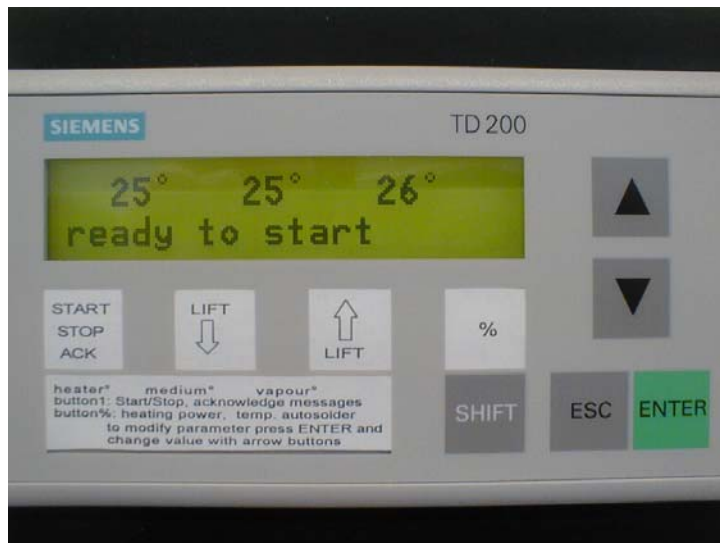
Ohjauspaneeli

Quicky 450:n ohjauspaneeli on hyvin helppokäyttöinen ja yksinkertainen. Painikkeita ja säädettäviä parametreja on vähän, sillä koneen toiminta on melko automatisoitua.

Näytöllä olevat lämpötila-arvojen merkitykset vasemmalta oikealle: (Kuva 19).

1. Lämmitin
2. Galden-neste
3. Höyry

Höyryn lämpötila-arvo näytöllä ilmaisee lämpötilaa kammion yläosan anturissa, joka myös määrittää juotosprosessin automaattisen lopetuksen.



Kuva 19. Ohjauspaneeli

START / STOP / ACK – painike

Juotosprosessin käynnistys ja manuaalinen pysäytys sekä viestien kuittaus

LIFT ⬇ - painike

Kuljettimen manuaalinen ajo alaspäin

LIFT ⬆ - painike

Kuljettimen manuaalinen ajo ylöspäin

% - painike

Lämmittimen teho sekä höyryn maksimilämpötila juotosprosessin automaattiselle lopetukselle

ENTER – painike

Aktivoi parametrin muutosta varten

▲ - painike

Muuttaa valitun arvon suuremmaksi

▼ - painike

Muuttaa valitun arvon pienemmäksi

SHIFT + %

Kielen vaihto englanti / saksa

Työkierron päävaiheet:

1. Avataan koneen kansi ja asetetaan piirilevy kuljettimen kannattimelle.
2. Suljetaan kansi.
3. Asetetaan lämmittimelle haluttu lämpötilan voimakkuus.
4. Asetetaan lämpötilaraja automaattista juotosvaiheen lopetusta varten.
5. Näytöllä ilmoitus "ready to start ". Käynnistetään prosessi ohjauspaneelin start/stop – painikkeella.
6. Tuotteen kuljetin liikkuu automaattisesti alaspäin juotosalueelle. Näytöllä teksti "waiting for vapour".
7. Koneen lämmettyä höyry kondensoituu tuotteeseen ja luovuttaa lämpö-energiansa piirilevylle. Näytöllä teksti "heating". Juotostuotteeseen ei tule hapettumista, koska höyry on kemiallisesti "inertti" ja näin ollen estää hapen pääsyn alueelle. Lämpötila määrittyy nesteen kiehumispisteen mukaan ja sitä ei voida ylittää.
8. Kun tuote on saavuttanut vallitsevan lämpötilan, jatkaa höyry kulkuaan ylöspäin. Höyryn saavuttaessa tunnistimen lämmittimet kytkeytyvät pois

päältä ja jäähdytysvesiventtiili avautuu (näytöllä teksti "cooling 80 s."), minkä jälkeen "evaporate 100 s..".

9. Höyrykaton rajakytkin ei ole välttämättä ainoa juotosprosessin katkaisija. Myös koneen käyttäjä voi varmistaa optimaalisen prosessin työkierron manuaalisella pysäytyksellä.
10. Höyry romahtaa vesijäähdytysventtiilin avauduttua. Tuotteeseen jäänyt medium haihtuu täysin tuotteeseen jääneen lämmön vaikutuksesta.
11. Kuljettimen tuotealusta liikkuu jäähdytyskohtaan.
12. Jäähdytysprosessin jälkeen ilmestyy näytölle viesti "please take out pcb". Samanaikaisesti kone antaa äänimerkin.
13. Avataan kansi ja poistetaan piirilevykokoonpano.

Tarkennuksia työkierron vaiheisiin

Automaattinen höyrystysnesteen tunnistus

Kone tunnistaa automaattisesti Galden-nesteen tyyppin höyryn lämpötilan tunnistuksen avulla ennen varsinaista juotosprosessia.

Juotosprosessin automaattinen lopetus

Juotosprosessi keskeytyy automaattisesti, kun B40-sensorin lämpötila saavuttaa sille asetetun arvon. Painamalla %-painiketta kahdesti päästään tilaan, jossa lopetusarvon voi vaihtaa. Tämä arvo säilyy myös koneen sulkemisen jälkeen.

Juotosprosessin manuaalinen lopetus

Juotosprosessi voidaan lopettaa manuaalisesti start/stop-painikkeesta 45 - 90 sekunnin kuluttua koko levyn lämpenemisestä.

6.2 Tiivistelmä työohjeista

Ensimmäisellä sivulla ovat turvallisuusohjeet vaaratilanteiden välttämiseksi. Seuraavana kerrotaan lyhyesti kyseisen työn päällimmäinen tarkoitus eli tavoite. Johdanto-osuus on molemmissa sama. Siinä esitellään höyryfaasiuuni Quicky 450:n ominaisuuksia, jotka ovat tämän kirjoituksen luvussa 5.5 tulleet jo tutuiksi. Sitten luetellaan työssä tarvittavat välineet, jotka poikkeavat hieman toisistaan töiden välillä. Työn määritysosiossa työn vaiheet käydään lyhyesti läpi, ja valmistelevat työt ovat ennen varsinaista työn suoritusta tehtäviä asioita. Valmistelevia töitä ovat höyryfaasiuunin käyttöohjeisiin sekä turvallisuusohjeisiin tutustuminen, uunin käynnistäminen ja yhden syklin eli työkierron ajo ilman piirilevyä, jolloin uuni tunnistaa Galden-nesteen tyyppin. Näin saadaan myös optimaalisempi profiilimukainen juotosprosessi sekä vertailukelpoisemmat lämpöprofiilit toisessa työssä. Työohjeessa 2 myös profilointilaitteen asetusten säätö kuuluu valmisteleviin töihin. Työohjeissa työn suoritus selostetaan vaiheittain. Lopuksi on muutamia aiheeseen liittyviä kysymyksiä.

Ensimmäisen työohjeen keskeisimmät asiat:

Laboratoriotyössä on tavoitteena perehtyä höyryfaasiuunin turvalliseen ja oikeaoppiseen käyttöön.

Työssä tarvittavat välineet:

- Höyryfaasiuuni Quicky 450
- Uunin käyttöohje
- Piirilevy
- SMD-palakomponentteja
- Stensiili
- Lyijytöntä pastaa
- Suojakäsineet

Tehtävän määrittäminen

Pintaliitoskomponentit liitetään piirilevyille höyryfaasiuunilla käyttäen lyijytöntä pastaa. Koneen tarvitsemat parametrit ovat valmiiksi määritetty käytettävän pastan perusteella, joten lämpöprofiilia ei tarvitse itse mitata. Piirilevyn pastausta tehdään pastanpainokoneella stensiilin läpi ja komponenttien ladonta suoritetaan DIMA käsijuotosasemalla. Lopuksi tarkistetaan aikaansaadun juotoksen pinnanlaatu visuaalisesti sekä kaasukuplien eli ”voidien” osalta X-ray:llä.

Toisen työohjeen keskeisimmät asiat:

Toisessa laboratoriotyössä on tavoitteena perehtyä höyryfaasiuunin turvalliseen ja oikeaoppiseen käyttöön sekä höyryfaasiuunin lämpöprofiilinmäärittämiseen lyijyttömällä pastalla.

Työssä tarvittavat välineet

- Höyryfaasiuuni Quicky 450
- Uunin käyttöohje
- Piirilevy, jossa on termoparit juotettuna
- M.O.L.E. –lämpöprofiilin mittauslaite
- Suojakäsineet

Tehtävän määrittäminen

Työssä pyritään saamaan haluttu lämpöprofiili uunin parametreja säätämällä. Profiili mitataan M.O.L.E.-mittauslaitteella. Mittalaite on kytkettynä johdinten avulla höyryfaasiuunin prosessissa ajettavaan piirilevyyn, johon juotetut termoparit mittaavat lämpötilaa. Mittalaite on uunin ulkopuolella toisin kuin re-flow-uunia profiloimassa. Prosessin jälkeen tarkastetaan ajettu lämpöprofiili lukemalla

mittalaitteen rekisteröimät tiedot tietokoneella olevan Super M.O.L.E-ohjelman avulla.

7 YHTEENVETO

Perel Oy:n toimittama ASSCON-höyryfaasiuunin käyttöönotto Kajaanin ammattikorkeakoulussa sujui lähes ongelmitta. Galden-nesteen mittaputken löystymisen johdosta tarkastusmerkki näytti aluksi väärin, niinpä nestettä ei ollut tarpeeksi ja kone hälytti virheilmoitusta. Nesteen lisäämisen jälkeen kaikki toimi kuitenkin mallikkaasti. Englanninkielisestä manuaalista oli korvaamaton apu käyttöohjetta laadittaessa, ja suomenkielisten käännöksiä tekeminen oli ajoittain haastavaa. Työohjeiden suoritusta varten tilattu stensiili asetettiin kehykseen, jotta se toimisi pastanpainokoneen kanssa. Myöhemmin huomattiin piirilevyjen olevan liian kapeita kyseisen pastanpainokoneen kuljettimen parametreille, joten pastanpaine joudutaan näin ollen suorittamaan käsin. Työohjeet muodostavat yhdessä laajan kokonaisuuden kattaen tärkeimmät tuotantoprosessin vaiheet, joita höyryfaasiuuniin yhteydessä tarvitaan.

Lyijyttömyyteen siirtymisen vuoksi uunin hankkiminen koululle on mielestäni itsestäänselvyys. Sen edut lyijyttömässä prosessissa ovat todella kilpailukykyiset ja sen ovat huomanneet monet elektroniikkateollisuuden yrityksetkin. Kymmenkertainen lämmönsiirtokyky antaa höyryfaasiuunille etulyöntiaseman verrattuna re-flow-uuniin prosessi-ikkunan pienentyessä lyijyttömyyden johdosta. Tosin monet uskovat vielä vanhaan laitteistoon ja seuraavat sivusta kehityksen etenemistä, mikä toisaalta on ymmärrettävää, sillä uuden höyryfaasiuunilaitteiston hankkiminen ei varmasti ole helppoa etenäkään pienelle yritykselle. Se vaatii henkilöstön kouluttamista, tuotteiden profiloimista sekä tuotantoon liittyvää optimointia. Samaan aikaan painavat päälle RoHS-direktiivin mukanaan tuomat vaatimukset.

Tuotteiden suunnittelu, valmistus ja testaus asettavat monia haasteita, sillä tuotteen luotettavuuden tärkeyttä ei varmaan voida liioitella. Tutkimustyö on tärkeää ilman prosessimuutoksiakin lisääntyvän kilpailun ja tekniikan nopean kehityksen takia kulutuselektroniikkamarkkinoilla. Höyryfaasiuunien lopulliseen menestymiseen vaikuttaa varmasti paljon sekä komponentti- että

piirilevyvalmistajien onnistuminen kestävämpien materiaalien kehittämisessä. Ainakin tällä hetkellä höyryfaasiuuni valtaa alaa, ja voidaan sanoa, että se on tulevaisuuden juotosteknologiaa.

LÄHDELUETTELO

- 1 Kivilahti, J. Mattila, T. Lyijy poistuu juotoksista, 2003. [www-dokumentti] <<http://www.proessori.fi/es03/arkisto/LYIJY.HTM>>. (Luettu 15.2.2005)
- 2 Binäärinen tasapainopiirros, Eutektinen tasapainopiirros. [www-dokumentti] <http://butler.cc.tut.fi/~juhan/vmv_2002/vmv_3_5_1.html>. (Luettu 15.2.2005)
- 3 Liukkonen, T. Pintaliitoskomponenttien itsekeskittyminen reflow-juotoksessa siirryttäessä lyijyttömään prosessiin. Teoksessa Tuominen, A. Määttänen, K. Näykki, H. New EXploratory Technologies. TUCS National Publication 2004. Lyijyttömyyden konferenssi.
- 4 Saastamoinen, P. Lyijyttömän tuotteen korjausprosessi. Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 5 Kallio, K. Mitä tekisin välillä Q4/04-Q2/06. Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 6 Tupola, H. Siirtyminen lyijyttömään juotosprosessiin pienyritysten kannalta – mistä apua? Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 7 Lyijytön juote. Kuva unleaded [www-dokumentti] <<http://www.proessori.fi/es99/Unleaded.htm>>. (Luettu 15.2.2005)
- 8 Nylund, N. Lyijytön SMD-korjaus. Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 9 Åsten, A. Lyijyttömän (SAC) juotoksen visuaalinen tarkastus – onko mahdollinen, onko tarpeen? Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 10 AIM solder yrityksen kotisivut, tekniset tiedot [www-dokumentti] <http://www.aimsolder.com/tds_page_paste.cfm>. (Luettu 15.2.2005)
- 11 Stenman, T. Höyryfaasimenetelmän ja perinteisen konvektiomenetelmän erot lyijyttömässä re-flow-juottamisessa. Teoksessa New EXploratory Technologies.
- 12 Galden-nesteen käyttöturvallisuustiedote 15.10.2004, Perel Oy.
- 13 Honkonen, J. Uuden sukupolven höyryfaasiuottaminen, ratkaisu tulevaisuuden haasteisiin. Teoksessa New EXploratory Technologies.

14 ASSCON Condensation - Soldering Machine Quicky 450 User`s Manual.

LIITTEET

- A. Kansilehti: käyttöohje
- B. Kansilehti: työohje 1
- C. Kansilehti: työohje 2
- D. Koneen fyysiset mitat ja tekniset tiedot
- E. Turvallisuusohjeet

KÄYTTÖOHJE: Höryfaasiuuni Quicky 450

O:\laatujaar\tute\kayttoohjeet\

Condensation- Soldering Machine Quicky 450



Version pvm	Muutos
20.2.2005	Asiakirja luotu, Mikko Alanne

TYÖOHJE: Höyryfaasiuuni

O:\laatuja\r\ute\tyoohjeet\

Condensation- Soldering Machine Quicky 450



Version pvm	Muutos
20.2.2005	Asiakirja luotu, Mikko Alanne

TYÖOHJE: Höyryfaasiuuni 2

O:\laatujaar\tute\tyoohjeet\

**Condensation- Soldering Machine
Quicky 450**

Version pvm	Muutos
20.2.2005	Asiakirja luotu, Mikko Alanne

Koneen fyysiset mitat ja tekniset tiedot

Leveys	600 mm
Pituus	635 mm
Korkeus	1135 mm
Paino	180 kg
Virrankulutus	400V / 50Hz
Teho	3,5 kW
Tehon keskiarvo täydellä kuormituksella	1,5 kW
Prosessilämpötila	100 - 260 °C
Prosessiaika	noin 6 min
Max. tuotteen koko	450 x 450 mm
Max. tuotteen korkeus	60 mm
Galden-nesteen täyttömäärä	2,5 kg

TURVALLISUUSOHJEET

Varmistaaksesi laitteen vaivattoman ja turvallisen käytön perehdy seuraaviin turvallisuusohjeisiin huolellisesti:

Älä missään tapauksessa kosketa koneen sisälle tai avaa kantta koneen ollessa kuuma.

Höyry on näkymätöntä ja saattaa aiheuttaa hyvin vakavan palovamman.

Käytä tarkoitukseen soveltuvia puuvillahansikkaita poistaessasi tuotetta.

Älä koskaan ylitä prosessin suositusarvoja.

Konetta tulee käyttää vain siihen koulutuksen saanut henkilö.

Koneesta poistetut piirilevyn kannatin sekä myös piirilevy ovat yhä kuumia.

VAROITUS, PALOVAMMAN VAARA!

Korjaa välittömästi mahdolliset virheet ja koneeseen tulleet viat.

Älä käytä konetta, jossa seinämät ovat vaurioituneen tai ikkuna haljennut.

Konetta ei saa avata ennen kuin se on jäähtynyt kunnolla.

Vain koulutettu ja siihen hyväksytty henkilö saa suorittaa huoltotoimenpiteet.

Suorittaessasi koneen sähkö- sekä mekaanisten osien huoltotoimenpiteitä varmista, että kone on kytketty pois virtalähteestä.

Vaihda Galden-neste vain kun päävirtakytkin on kiinni.