



Fatlum Feka

Combo3-tuotteen laserpuhdistuksen vaikutus kontaktiresistanssiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinööriyö

01.04.2024

Tiivistelmä

| | |
|-----------------------|--|
| Tekijä: | Fatlum Feka |
| Otsikko: | Combo3-tuotteen laserpuhdistuksen vaikutus kontaktiresistanssiin |
| Sivumäärä: | 25 sivua |
| Aika: | 01.04.2024 |
| Tutkinto: | Insinööri (AMK) |
| Tutkinto-ohjelma: | Konetekniikan tutkinto-ohjelma |
| Ammatillinen pääaine: | Koneautomaatio |
| Ohjaajat: | Laitevastaava Petri Kärkkäinen Lehtori Heikki Paavilainen |

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Murata Electronics Oy. Työn tavoitteena oli testata laserpuhdistettuja daisy chain -komponentteja ja selvittää, mikä vaikutus sillä on kontaktiresistanssiin.

Ongelmana on, että komponentin tinapinnoitetut juotosjalat oksidoituvat. Kalibroidessa testipinnit oksidoituivat kontaktoidessaan komponentin kanssa. Tämä aiheuttaa testipinnien kontaktiongelmia ja kalibrointilaitte joudutaan tyhjentämään, jolloin huolto tekee huoltotoimenpiteet testipinneille. Huoltotoimenpiteenä on testipinnien harjaus messinkiharjalla ja laserpuhdistus. Tämä toistuva toimenpide hidastaa tuotantoa ja ei ole hyväksi testipinneille pidemmällä ajanjaksolla.

Insinöörityö perustuu selvitystyöhön vaihtoehtoiseen ratkaisuun, jossa testipinnien laserpuhdistuksen sijaan komponenttien juotosjalat laserpuhdistetaan. Tämän tarkoituksena on puhdistaa komponentin juotosjalkojen pintakerros tinaoksidista ja näin testipinnit eivät pääsisi oksidoitumaan, kun komponentin juotosjalkojen pinta on puhdistettu oksidista.

Testitulokset eivät olleet toivottu. Komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistus ei tuottanut pienempiä kontaktiresistanssiarvoja kuten oli toivottu.

Työ oli tärkeä toimeksiantajalle, sillä kontaktiongelmien Combo3-tuotteen testauksessa on iso ongelma. Kokeilu oli uusi idea ja tulos poissulkee yhden mahdollisuuden, joka olisi voinut olla ratkaisuna tähän nykyiseen ongelmaan.

Opinnäytetyön suorittamiseen tarvittiin osaamista erilaisista laitteista, sekä käyttöliittymistä.

Avainsanat: Kontaktiresistanssi, daisy chain, laserpuhdistus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Fatlum Feka
Title: Combo3-product's Laser-cleaning Effect on Contact Resistance
Number of Pages: 25 pages
Date: 1 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Machine Automation
Supervisors: Petri Kärkkäinen, Equipment control Engineer
Heikki Paavilainen, Senior Lecturer

This thesis was commissioned by Murata Electronics Oy. The aim of the thesis was to test laser-cleaned daisy chain components and to discover the effect it has on contact resistance.

The issue is that the tin-plated soldering feet of the component oxidise. During calibration, the test pins oxidise when in contact with the component. This causes contact problems with the test pins and the calibrating device must be emptied, at which point maintenance personnel will perform repairs on the test pins. The maintenance procedure consists of brushing the test pins with a brass brush as well as laser-cleaning. This repetitive procedure slows down production and has negative effect on the test pins over time.

The engineering thesis tests an alternative solution, where instead of laser-cleaning the test pins, the soldering feet of the components are laser-cleaned instead. The purpose of this is to clean the surface layer of the component's solder feet from tin oxide. The goal is to prevent the test pins from oxidising once the component surface has been cleaned.

The test result did not yield the desired outcome. Laser-cleaning of the components' solder feet did not produce lower contact resistance values as anticipated. The experiment was a new idea, and the result eliminates one possibility that could have been a solution to this current problem.

Keywords: Contact resistance, daisy chain, laser cleaning

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 1.1 | Murata Electronics Oy | 1 |
| 1.2 | Opinnäytetyön tärkeys toimeksiantajalle | 2 |
| 1.3 | Opinnäytetyön tavoite | 3 |
| 2 | Taustatietoa testauksesta, laitteista ja tuotteesta | 4 |
| 2.1 | Laserpuhdistus | 4 |
| 2.2 | TruMark Station 5000 | 5 |
| 2.3 | Combo3-tuote | 6 |
| 2.4 | Kalibrointilaite Selene | 6 |
| 2.5 | Testiajossa suoritettava daisy chain -mittaus | 8 |
| 3 | Työn suoritus | 11 |
| 3.1 | Laserille annetut parametrit | 11 |
| 3.2 | Lasertoiminnon CAD-malli sekä liikeradan sekvenssi | 13 |
| 3.3 | Testausajo | 16 |
| 4 | Testitulokset | 19 |
| 4.1 | Paistounittettujen ja paistounittamattomien erien testitulokset | 22 |
| 5 | Yhteenveto | 24 |
| | Lähteet | 26 |

Lyhenteet

MEMS: *Micro Electro Mechanical Systems*, mikropiirijärjestelmä.

AMB: Huoneenlämpötesti 25°C.

HOT: Kuumatesti 120°C.

COLD: Kylmätesti -40°C.

Laser: *Light amplification by stimulated emission of radiation*.

XP100: Kalibraattorin liike 100 astetta sekunnissa positiiviseen suuntaan.

XM100: Kalibraattorin liike 100 astetta sekunnissa negatiiviseen suuntaan.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Murata Electronics Oy, jonka testausalueen tuotantotiloissa työ suoritettiin. Kyseisellä tuotannon testausalueella, missä Combo3-tuotteita kalibroidaan, on ilmennyt odottamattomia haasteita, jotka vaativat enemmän huoltotoimenpiteitä kuin alun perin oletettiin tuotteen saapuessa tuotantoon. Tämä haaste hidastaa merkittävästi tuotantoprosessia, sillä laitteet joutuvat huoltoon korjauksen ajaksi.

Ongelmana on tinapinnoitettujen komponenttien juotosjalkojen oksidoituminen. Testipinnien ja komponentin välisessä kontaktissa, testipinneihin tarttuu oksidoinut tinaa. Tämän seurauksena huonokuntoiset testipinnit aiheuttavat kontaktivikaan viittavia hylkäyksiä, joka aiheuttaa saantohukkaa ja hankaloittaa tuotannon sujuvuutta. Nykyinen ratkaisu on puhdistaa testipinnit messinkiharjalla ja lasersäteellä. Tähän huoltotoimenpiteeseen menee aikaa noin 50 minuuttia yhteensä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia vaihtoehtoisia menetelmiä, jossa perehdytään komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistuksen vaikutukseen kontaktiresistanssiin. Työssä tarkoituksena on tutkia testipinnien ja komponentin juotosjalkojen välistä kontaktiresistanssia ja vertailla laserpuhdistettujen ja puhdistamattomien tuotteiden eroa. Tällä pyritään tehokkaampaan ja kestävämpään ratkaisuun kontaktiongelmien parantamiseksi Combo3-tuotteen tuotantoprosessissa.

1.1 Murata Electronics Oy

Murata Electronics Oy, osa Murata Manufacturing Co., Ltd. -konsernia, on suomalainen elektroniikkayritys ja yksi maailman johtavista elektroniikkakomponenttien valmistajista. Yritys keskittyy MEMS-anturien suunnitteluun, kehittämiseen ja valmistukseen, toimien päätehtaalla Vantaalla. Tällä hetkellä Muratalla on 983 työntekijää Suomessa. [1.]

Alun perin vuonna 1991 nimellä VTI Technologies Oy perustettu yritys siirtyi EQT-pääomasijoitusyhtiön omistukseen vuonna 2002. Vuonna 2012 Murata Manufacturing Co., Ltd. hankki VTI Technologiesin ja uudisti sen nimen Murata Electronics Oy:ksi. [2.]

Murata Electronics Oy:n tuotevalikoimaan kuuluvat kiihtyvyyssanturit, kallistusanturit ja kulmanopeusanturit, jotka kaikki perustuvat MEMS-teknologiaan. Yritys nauttii maailmanlaajuisesta mainetta erityisesti autoteollisuuden kiihtyvyyssanturien valmistajana ja se on myös merkittävä toimija terveysteknologian ja teollisuuden anturimarkkinoilla. [1.]



Kuva 1. Murata Electronics Oy Vantaan toimipiste [2].

1.2 Opinnäytetyön tärkeys toimeksiantajalle

Opinnäytetyö on tärkeä siksi, että se pyrkii ratkaisemaan ongelman, joka hidastaa merkittävästi tuotantoa Murata Electronics Oy:n testausalueella Combo3-tuotteen kohdalla. Nykyinen käytäntö testipinnien laserpuhdistuksessa aiheuttaa ajanhukkaa ja resurssien tuhlausta. Tutkimalla vaihtoehtoisia menetelmiä, jossa keskitytään tuotteen komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistukseen, voimme löytää tehokkaamman tavan estää testipinnien oksidoitumista ja siten vähentää kontaktivikaan viittaavien hylkäysten määrää ja säästää huoltotiimin

resursseja. Tämä puolestaan parantaisi tuotannon sujuvuutta ja säästäisi aikaa ja kustannuksia yritykselle.

1.3 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia vaihtoehtoista menetelmää, jossa komponenttien juotosjalkoja laserpuhdistetaan. Työssä tutkitaan, kuinka komponentin juotosjalkojen laserpuhdistus vaikuttaa testipinnien ja komponentin väliseen kontaktiin mittaamalla kontaktiresistanssiarvoja daisy chain -testiajolla. Tarkoituksena on selvittää, voiko tämä vaihtoehtoinen menetelmä tarjota tehokkaamman ja kestävämmän ratkaisun verrattuna nykyiseen testipinnien laserpuhdistuskäyttöön. Työn päämääränä on parantaa tuotannon sujuvuutta säästämällä aikaa ja kustannuksia yritykselle ja samalla vähentää kontaktivikaan liittyvien hylkäysten määrää.

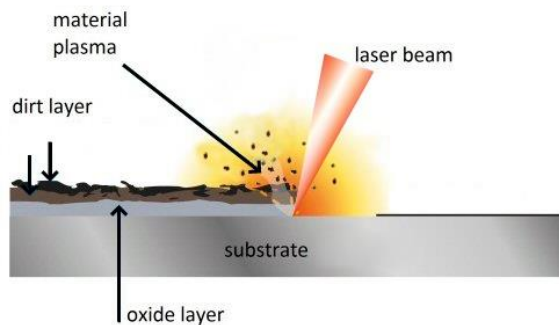
2 Taustatietoa testauksesta, laitteista ja tuotteesta

Tässä osiossa käydään läpi testiajon menetelmät, käytetyt laitteet ja tuote.

2.1 Laserpuhdistus

Laserpuhdistuksella tarkoitetaan menetelmää, jossa työkappaleen epäpuhtauksien pinnalta poistamiseen käytetään lasersädettä. Menetelmän tarkoituksena on olla vahingoittamatta työkappaletta prosessissa. Laserpuhdistusprosessissa lasersäde kohdennetaan työkappaleen pinnalle, jolloin materiaali poistuu lasersäteen höyrystämänä ja osittain paineaallon vaikutuksesta. Paineaalto syntyy höyrystämisen ja lämpöjännityksen avulla. [4.]

Laserpuhdistuksella on monta etua pintojen puhdistamiseen muihin puhdistusmenetelmiin verrattuna. Laserpuhdistus on nopea ja sitä on mahdollista räätälöidä sekä automatisoida tarpeen mukaan. Puhdistusmenetelmänä se on ympäristöystävällinen, koska pintojen puhdistukseen ei käytetä kemikaaleja tai muita puhdistusnesteitä. [5.]



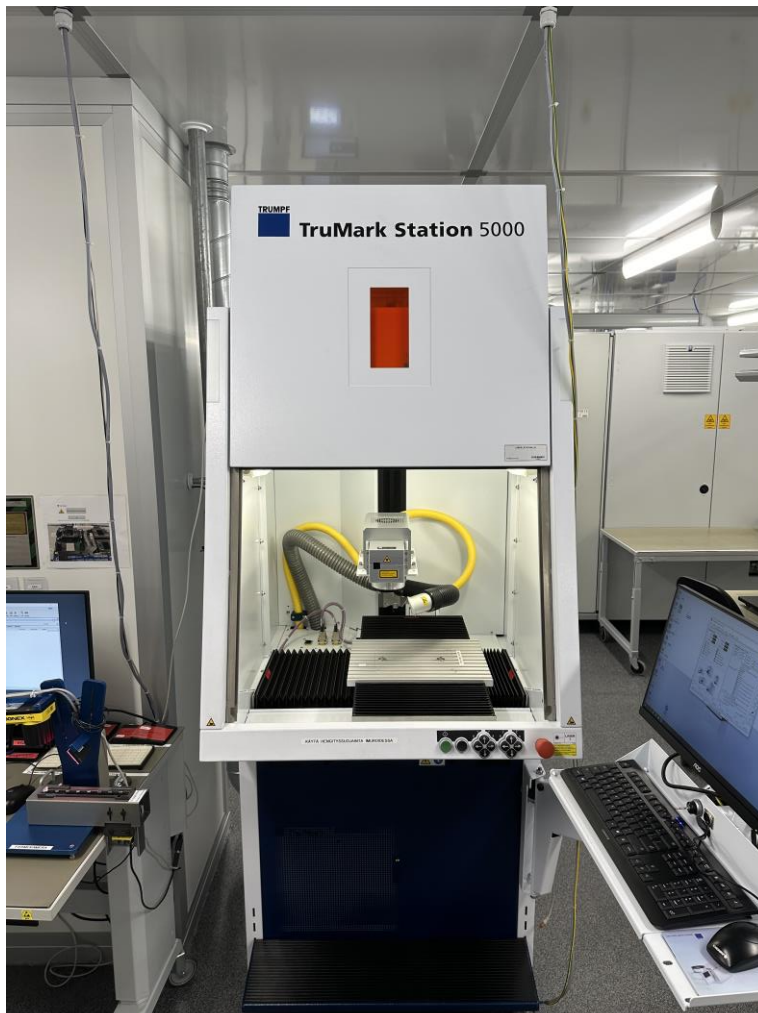
Kuva 2. Laserpuhdistuksen toimintaperiaate [6].

2.2 TruMark Station 5000

Laitteella muun muassa merkataan laserilla tuotteeseen 2D-matriisi, Murata-logo, tuotetyyppi ja sarjanumero komponentin kannelle.

Combo3-tuotteen testausprosessissa laitetta käytetään Selene-kalibrointilaitteen testipinnien laserpuhdistukseen. Testipinnien laserpuhdistuksessa kuluu aikaa noin 23 minuuttia.

Laitetta käytetään tässä insinööriyössä leadfreimissä olevien komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistukseen.

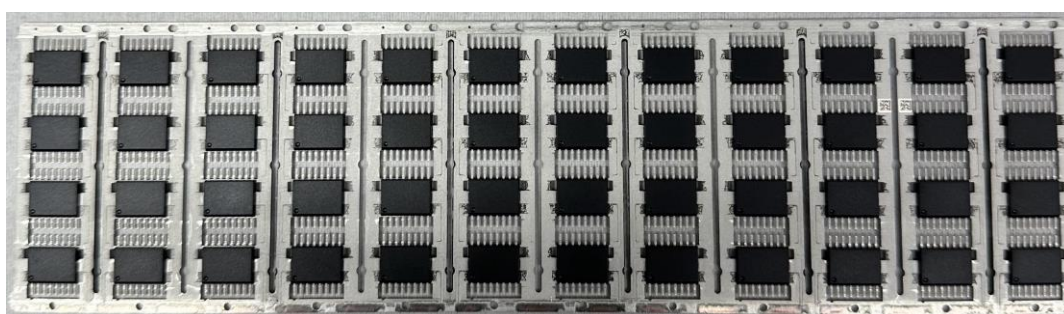


Kuva 3. TruMark Station 5000 -laite.

2.3 Combo3-tuote

Combo3-testauslinjalla testataan ja kalibroidaan Combo3-gyro-antureita. Antureilla pystytään havaitsemaan kulmanopeutta, kiihtyvyyttä ja kallistuskulmaa. Näitä tuotteita käytetään autoteollisuudessa sekä teollisuusalaissa tarvittavissa käyttökohteissa. [7.]

Combo3-leadfreimissä on 48 komponenttia. Yhdessä komponentissa on yhteensä 14 juotosjalkaa.



Kuva 4. Combo3-tuotteen leadfreimi.

Tuotteen kalibrointi ja testaus suoritetaan kalibrointilaitteessa. Leadfreimi siirtyy mittapesään, jonka jälkeen mittapesä sulkeutuu, mahdollistaen kontaktin testipinnien ja tuotteen välillä.

2.4 Kalibrointilaite Selene

Selene on tarkoitettu Combo3- tai vastaavien tuotteiden kalibrointiin ja lämpötilatestaukseen. Laite kalibroi tuotteet tiettyyn arvoon ja testaa niiden toimivuuden eri lämpötiloissa (AMB= 25°C, COLD= -40°C, HOT= 120°C). [8.]

Selenessä on kaksipaikkainen mittapesä, joten laite pystyy testaamaan kahta leadfreimiä samanaikaisesti. Mittapesän tuotepaikka 1:ssä sijoittuvat testipaikat 1–48. Mittapesän tuotepaikka 2:ssa sijoittuvat testipaikat 49–96.



Kuva 5. Combo3-tuotteen kalibrointilaitte Selene_03.

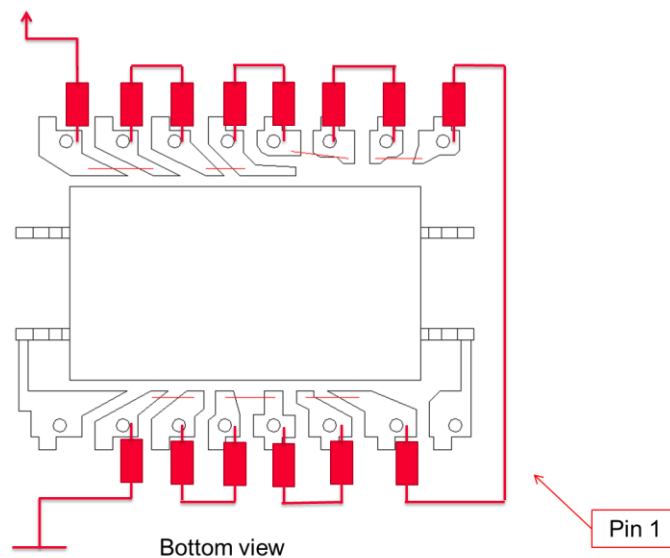
Laite on suunniteltu toimimaan täysin automaattisesti. Makasiini laitetaan lataushihnalle, ja testattuaan leadfreimit siirtyy uuteen makasiiniin ja siitä ulostulo-
hihnalle.



Kuva 6. Makasiini, jossa leadfreimit makasiinissa.

2.5 Testiajossa suoritettava daisy chain -mittaus

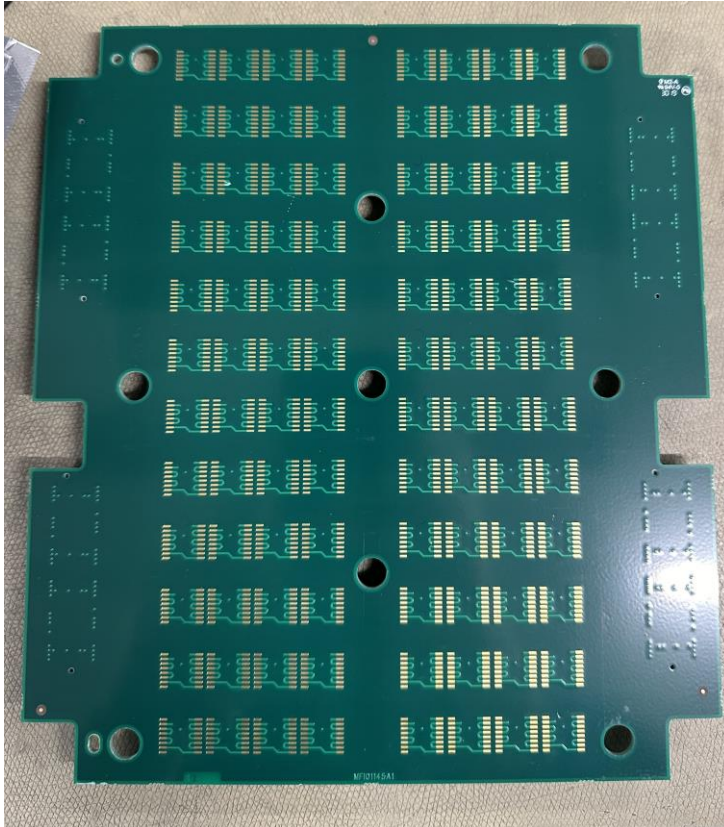
Daisy chain tarkoittaa käytännössä sarjakytkeä. Komponentin juotosjalat on lankabondattu sarjoittamalla, jolloin saadaan mitattua yhden komponentin testipinnien sarjaresistanssi.



Kuva 7. Komponentin juotosjalat on lankabondattu sarjoittamalla daisy chain -testejä varten [9].

Combo3-tuotteen daisy chain -komponentteihin ei ole asennettu mitattavia elementtejä. Daisy chain -tuotteilla tutkitaan testipinnien ja komponentin välistä kontaktiresistanssia.

Tuotannon käytössä olevalla piirilevyllä mitataan elementtejä eli jokaiselta komponentin juotosjalalta pitää saada mittaustulos erikseen. Daisy chain -piirilevyllä kaikki komponentin juotosjalat ovat sarjassa keskenään.



Kuva 8. Daisy chain -kontaktilevyipiiri.

Daisy chain -testiajossa kalibrointilaitte mittaa Combo3-mittapesän tuotepaikka-kohtaisen kontaktiresistanssin. Laitteella mitataan 14 pinnin sarjaresistanssi, kun tulos jaetaan 14:sta, saadaan tulokseksi keskimääräinen kontaktiresistanssi kyseisestä testipinnistä.

Resistanssi eli sähkövastus (Ω), kuvaa johtimen tai muun sähköisen piiriosan kykyä vastustaa sähkövirran kulkua. Testipinnien resistanssin mittaaminen on prosessi, jossa arvioidaan testipinnien kykyä vastustaa sähkövirtaa. Mitä suurempi vastus, sitä pienempi virta. [10.]

Laitteella kokonaisresistanssi koostuu sarjaresistanssin summasta, jonka osia ovat muun muassa mittaaselektronikan ja kontaktipiirilevyn välillä oleva, kontaktilevyipiirin ja testipinnin välillä oleva sekä testipinnin ja tuotteen välillä oleva. Ongelman on todettu olevan juuri testipinnien ja komponentin välisessä

kontaktissa. Tässä työssä perehdytään testipinnien ja tuotteen väliseen kontaktiresistanssiin.

3 Työn suoritus

Työ aloitettiin hakemalla laserille sopivat parametrit. Parametrit haettiin alussa yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa. Komponentin juotosjalkojen kohdalla tavoitteena oli saada aikaan kirkas pinta, jossa oksidoitunut pintakerros poistuu. Parametrien säätö tapahtui vähitellen, muuttaen yhtä parametria kerrallaan, kunnes sopiva lopputulos saavutettiin. Tämä prosessi vaati tarkkuutta ja huolellista säätöä, jotta voitiin varmistua optimaalisesta lopputuloksesta. Vastuullani oli parametrien säätö laserille sekä kouluttautuminen säätöjen tekoon, jotta saataisiin aikaan paras mahdollinen tulos.

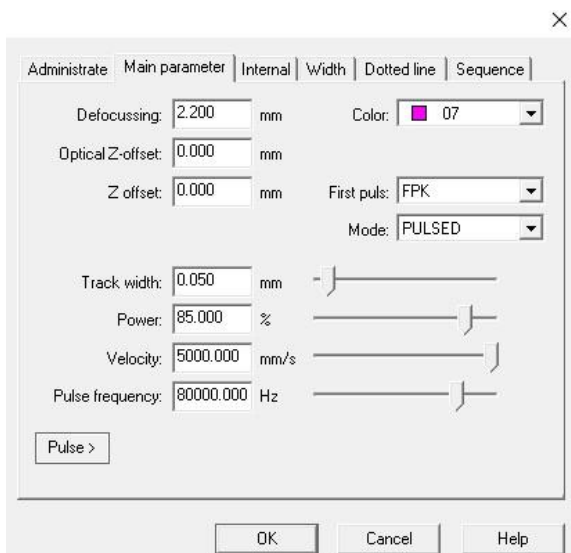
Kun sopivat parametrit löydettiin, joissa komponenttien juotosjalkojen pintakerros on kiiltävä ja oksidoitunut pinta puhdistettu, sovittiin tapaaminen, jossa käytiin läpi työn suunnitelma. Suunnitelmassa käytiin läpi makasiinien testausvaiheet ja miten voitaisiin parhaiten saada dataa laserpuhdistettujen ja puhdistamattomien leadfreimien eroista.

3.1 Laserille annetut parametrit

Laserin tärkeimmät parametrit, joita on säädetty, olivat Velocity, Frequency, Power, Defocus ja Line spacing. Parametrien säätö on erittäin tarkkaa työtä, sillä tämä vaikuttaa puhdistuksen nopeuteen ja tehoon, joka vaikuttaa taas sitten tuotantoon.



Kuva 9. Puhdistetun ja ei-puhdistetun pinnan ero.



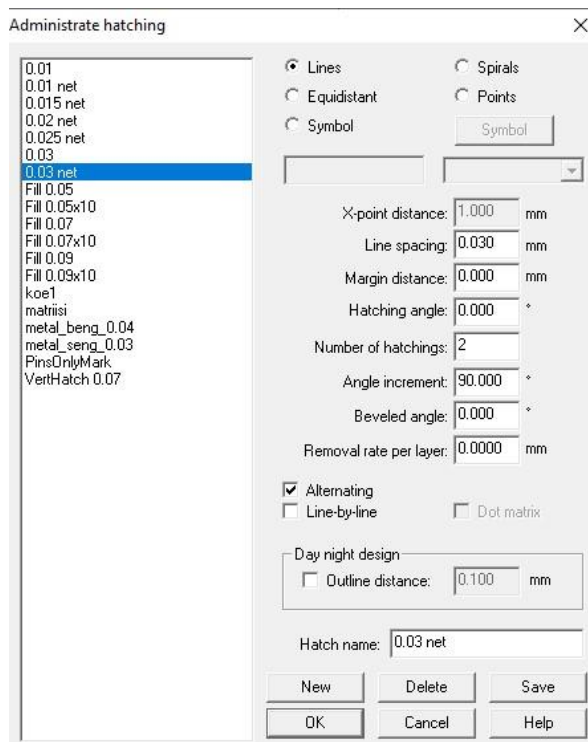
Kuva 10. CAD-mallin main parameter -välilehti.

Defocussing-parametrilla säädetään laserin kohdistuksen korkeutta. Defocussing-parametrilla saadaan haluttuun kohteeseen laajempaa polttoaluetta.

Power-parametrilla säädetään lasertehoa prosentteina.

Velocity-parametrilla säädetään skannausnopeutta millimetri sekunnissa.

Pulse frequency -parametrilla säädetään pulssin toistotaajuus hertseinä.



Kuva 11. CAD-mallin Administrate hatching -välilehti.

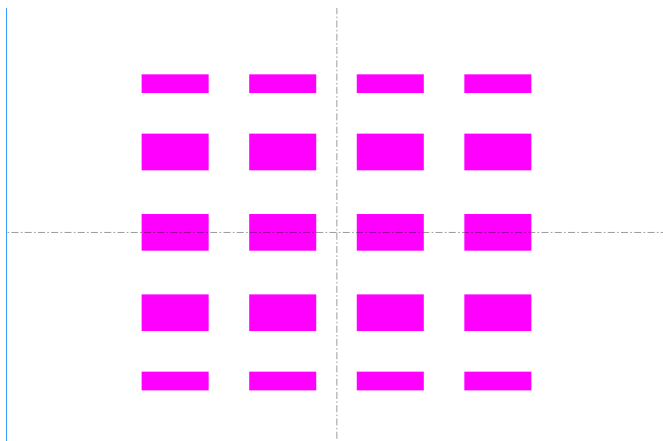
Line spacing -parametrilla säädetään viivojen linjatiheyden arvo millimetreinä.

| System status | | | | | |
|---------------|------|------|------------|-------|----|
| Speed: | 5000 | mm/s | Frequency: | 80000 | Hz |
| Power: | 85 | % | Defocus: | 2.20 | mm |

Kuva 6. Laite näyttää ajon päällä ollessaan nämä parametrit.

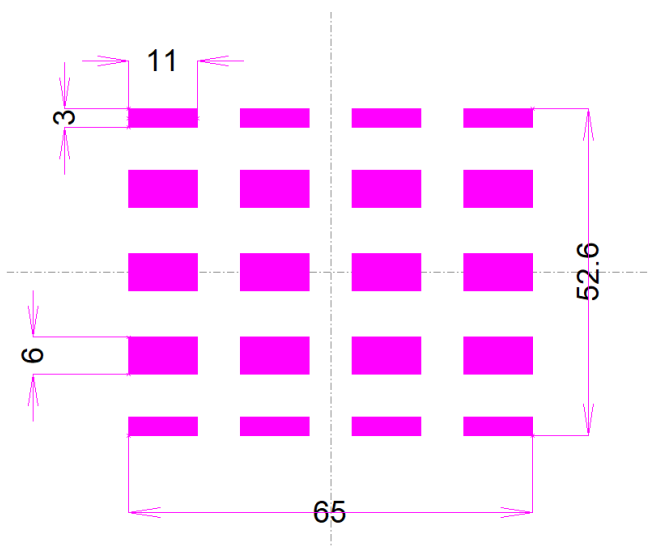
3.2 Lasertoiminnon CAD-malli sekä liikeradan sekvenssi

CAD-mallina käytettiin valmista pohjaa, jota käytettiin testipinnien laserpuhdistuksessa. Testipinnit on suunnattu osumaan komponenttien juotosjalkoihin, joten malli vastaa täysin tarvittavia mittoja ja sijainteja.



Kuva 7. Laserpuhdistuksessa käytetty CAD-mallin piirros.

Pinkit neliöt ovat alueet, jossa laserpuhdistustoiminto tapahtuu todellisuudessa.



Kuva 8. CAD-mallin mitoitus.

Kuvassa mitoitukset ovat millimetrin tarkkuudella.

Freimijigin mukaan oli tarpeen antaa Y-, X- ja Z-suunnat laserkohdistusta varten. Y-X suuntien arvot saatiin siirtämällä jigiä manuaalisesti laitteessa oikeaan paikkaan käyttämällä pilot laser -toimintoa, jossa aluetta kuvataan punaisella pisteellä. Z-arvo saatiin mittaamalla työntömitalla freimijigin korkeus, jossa leadfreimi oli asetettuna.



Kuva 12. Freimijigi, johon on asetettuna leadfreimi.

Leadfreimi asetetaan kontaktoituva puoli ylöspäin. Näin laserpuhdistetaan se puoli, joka kontaktoituu testipinneihin.

| | | | |
|----|--------|----|--------|
| X: | 62.68 | mm | 62.68 |
| Y: | 117.13 | mm | 117.13 |
| Z: | 11.15 | mm | 11.15 |

Kuva 13. X, Y, Z aloituspaikoitus työn alkaessa.

Työssä vain X-arvo muuttuu, koska jigiä on tarpeen liikuttaa vain sivuttain, jotta laserpuhdistustoiminto onnistuu.

```

; Werkstückprogramm
; verfahren Z-Achse
; Markiere 3 verschiedene Markierdateien
CloseDoor
LaserOn
YA:117.13
ZA:11.15
XA:62.68
Mark:C:\WLF\FAFE\C3_Pin.VLF
XA:134.08
Mark:C:\WLF\FAFE\C3_Pin.VLF
XA:205.48
Mark:C:\WLF\FAFE\C3_Pin.VLF

LaserOff
OpenDoor

```

Kuva 14. Leadfreimin laserpuhdistuksen liikeradan sekvenssi.

Kuvassa 14 esitetään sekvenssi, joka kuvaa leadfreimin laserpuhdistusvaihetta TruMark Station 5000 -laitteella. Kun toiminto käynnistetään, ovi sulkeutuu ja leadfreimi asetetaan koordinaatiston mukaisesti. "Mark" -toiminto sekvenssissä suorittaa laserpuhdistuksen CAD-mallin mukaisesti, puhdistaa komponentin juotosjalat sekä pysty- että vaakasuunnassa. Tämän jälkeen leadfreimi siirtyy X-suunnassa eteenpäin +71,4 mm, jossa suoritetaan samanlainen laserpuhdistustoiminto. Sitten leadfreimi liikkuu vielä kerran X-suunnassa saman verran kuin edellisellä kerralla, jossa toteutetaan sama laserpuhdistustoiminto. Vaaditaan kolme liikettä yhden leadfreimin laserpuhdistukseen. Yhteensä puhdistuksessa kestää noin 80 sekuntia.

3.3 Testausajo

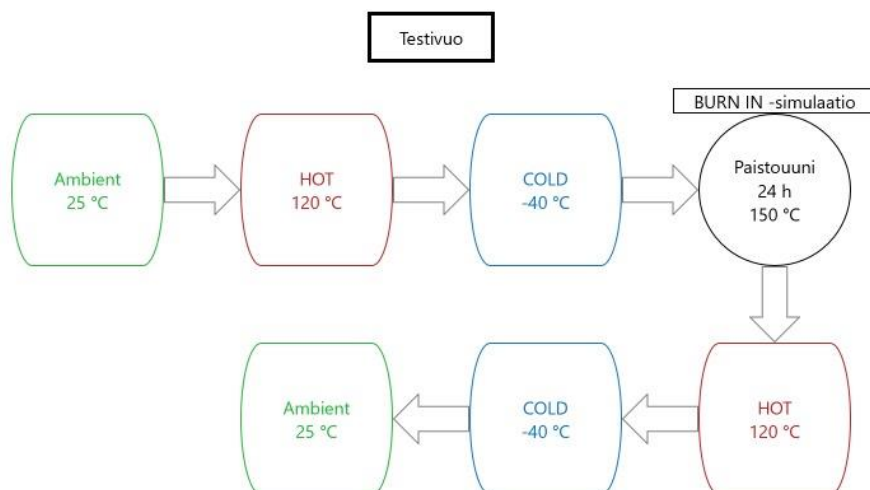
Testausajossa oli käytettävänä kuusi makasiinillisia daisy chain -leadfreimejä, joissa jokaisessa makasiinissa on 20 leadfreimiä. Yhteensä tässä testiajossa käytettiin 120 leadfreimiä. Yhden Combo3-tuotteen leadfreimissä on 48 komponenttia.

Testaus suoritettiin Combo3-tuotteen daisy chain -osilla, ja niiden testaamiseen tarvittiin daisy chain -kontaktikortti. Selene_03-kalibrointilaitteen tuotannossa oleva kontaktikortti otettiin pois ja tilalle laitettiin daisy chain -kontaktikortti testausajaksi. Ennen testiajtoa suoritettiin laserpuhdistus testipinneille, jotta testipinnit ovat puhtaat ja optimaaliset testausta varten. Testiajon aikana ei enää suoritettu laserpuhdistusta.

Työ aloitettiin merkkaamalla sarjanumerot leadfreimeille merkkuslaitteella. Merkkauksen jälkeen kolme erää makasiinia laserpuhdistettiin leadfreimi kerrallaan. Kolme makasiinia jätettiin puhdistamatta.

Laserpuhdistus tapahtui ottamalla leadfreimi makasiinista ja asettamalla jigiiin kontaktoituva puoli ylöspäin. Käyttöliittymään valittiin oikea tiedosto, joka suorittaa laserpuhdistustoiminnon leadfreimin komponenttien juotosjaloille. Laserpuhdistuksen jälkeen leadfreimi asetetaan takaisin makasiiniin ja otetaan seuraava leadfreimi makasiinista laserpuhdistettavaksi.

Erien testaus suoritettiin Selene_03-kalibrointilaitteella. Laserpuhdistetut erät ajettiin laitteella tuotepaikka 1:stä käyttäen, kun taas puhdistamattomat erät ajettiin tuotepaikka 2:sta käyttäen. Tämä toteutettiin ajamalla vuorotellen testejä puhdistetuille ja ei-puhdistetuille leadfreimeille kussakin lämpötilatestauksessa, jotta makasiinit eivät sekoitu keskenään ja, että leadfreimit menevät oikeista tuotepaikoista läpi. Testausajossa on yhteensä seitsemän eri vaihetta erille. Testauksen valmistuessa voitiin helposti vertailla tuotepaikan 1 ja tuotepaikan 2 tuloksia keskenään.



Kuva 15. Testivuo ja lämpötilat, jossa testausvaiheet suoritettiin.

Testaus suoritettiin samoilla vaiheilla kuin Combo3-tuotteiden tuotantoprosessissa, jotka ovat AMB, HOT, COLD, BURN-IN, HOT, COLD, AMB. Burn-In-testausvaihe suoritettiin simuloimalla paistouunia käyttäen, jossa erät olivat 24 tuntia.

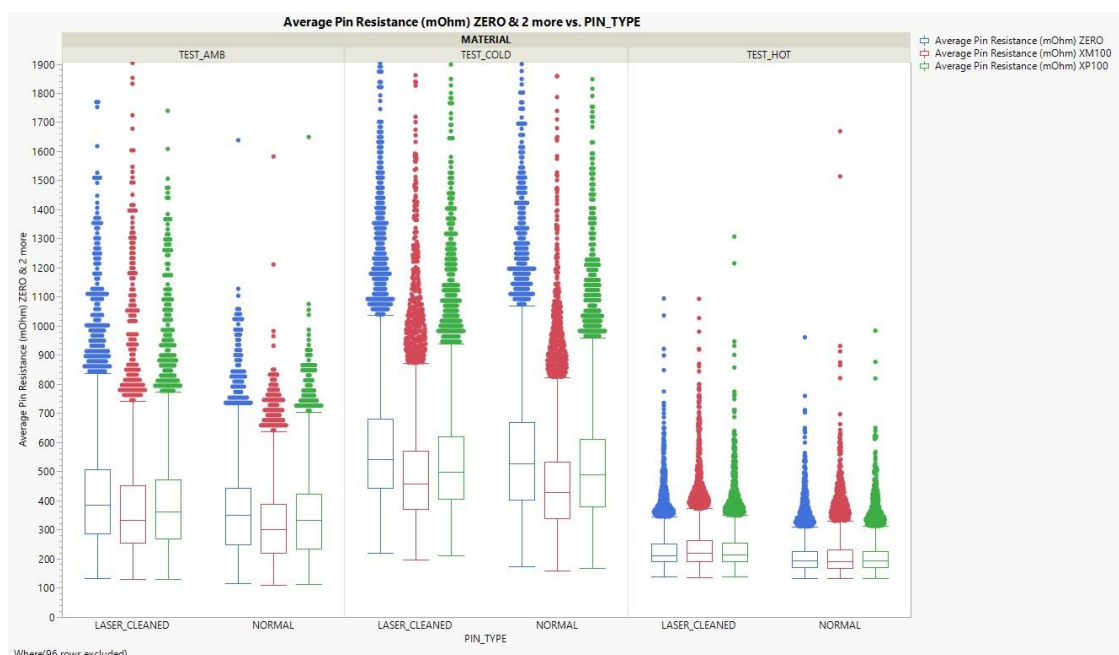
Poikkeuksena kaksi makasiinia, joita ei käytetty paistouunissa. Yksi laserpuhdistettu makasiini ja yksi puhdistamaton makasiini. Tämän tarkoitus oli verrata paistouunissa ja ei-paistouunissa käytyjen erien eroja ja onko Burn-In-testausvaiheella vaikutusta kontaktiongelmiin.

4 Testitulokset

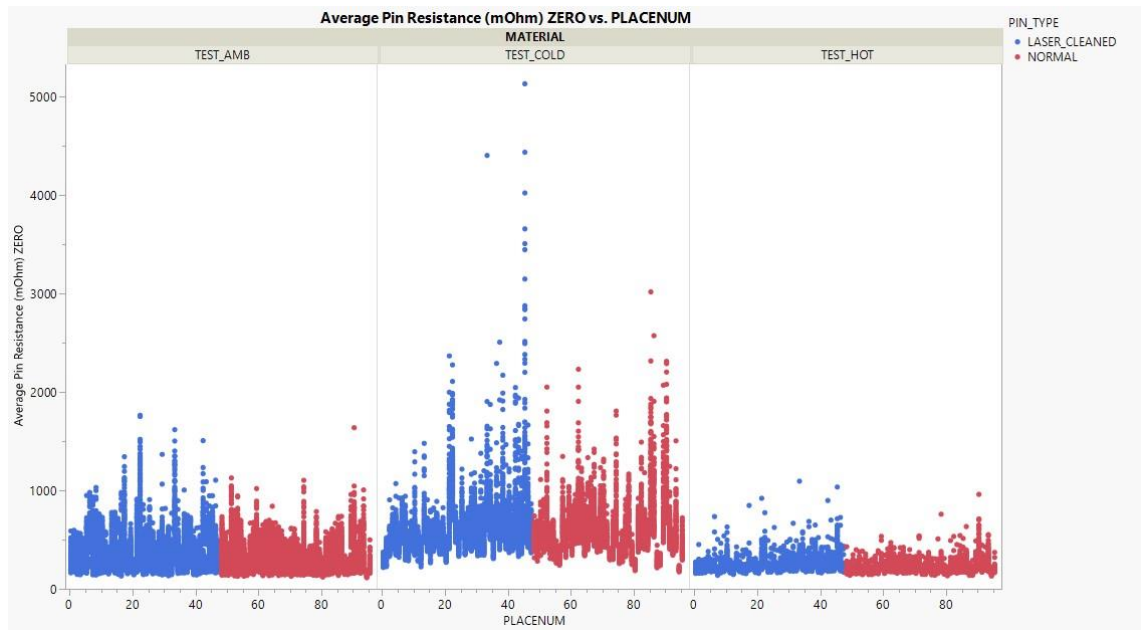
Testitulosten data-analyysi suoritettiin JMP-sovelluksesta. Data-analyysiin liittyvät kuvaajat on pyydetty tuotekehityksen tiimiltä, jolla on lisenssi JMP-sovellukseen. JMP on tietojen analysointityökalu, jota käytetään datan analysointiin ja visualisointiin. [11.]

Testitulokset eivät olleet toivottu. Komponenttien juotosjalkojen pintakerroksen laserpuhdistamisen jälkeen oletettiin, että kontaktiresistanssiarvo olisi pienempi puhdistetuilla kuin puhdistamattomilla erillä. Mitä isompi kontaktiresistanssiarvo, sen huonompi kontakti testipinnien ja komponentin välillä.

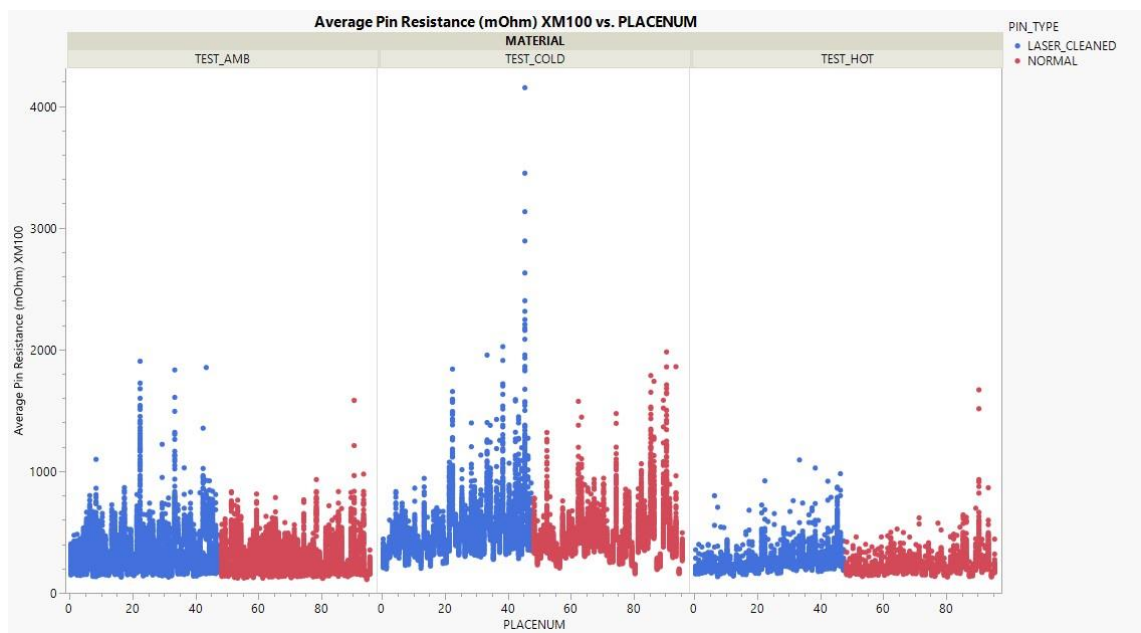
Puhdistettujen ja puhdistamattomien komponenttien tuloksissa ei näyttäisi olevan suurta eroa. Jos jotain pitäisi huomioida, niin puhdistus saattoi jopa heikentää testipinnien ja tuotteen välistä kontaktointia. Tämä oli yllättävä, mutta hyödyllinen tulos kontaktiongelmien selvittelyjen jatkotutkimuksia varten.



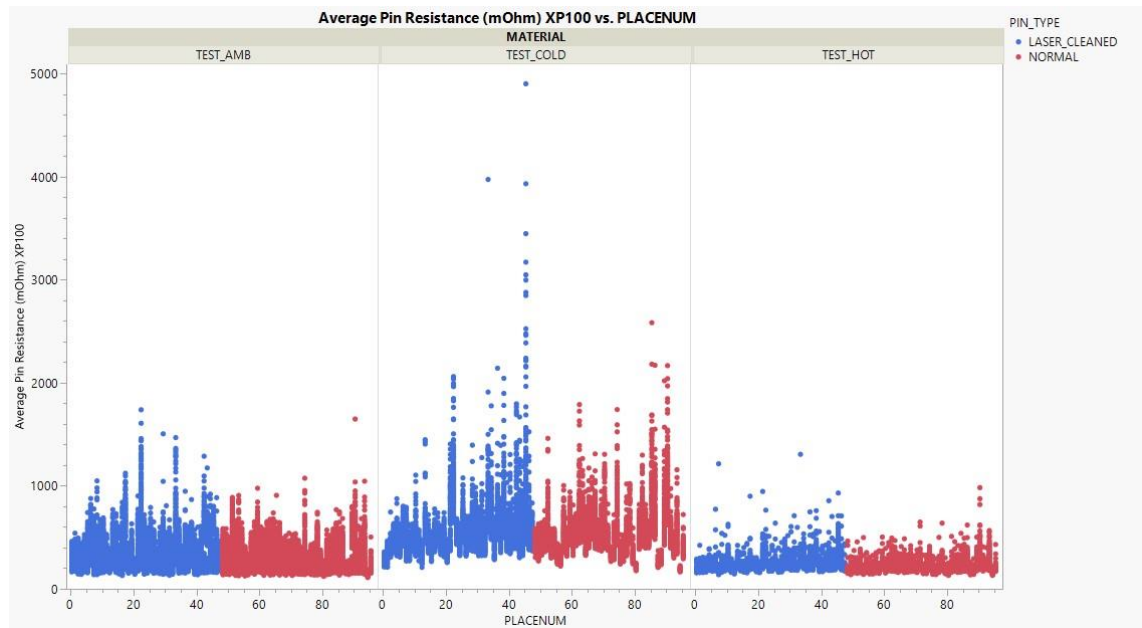
Kuva 16. Keskiarvo kontaktiresistanssin tuloksista milliohmeina.



Kuva 17. Kontaktiresistanssin paikkakohtaiset arvot milliohmeina kalibraattorin ollessa nollakulmassa.



Kuva 18. Kontaktiresistanssin paikkakohtaiset arvot milliohmeina kalibraattorin XM100 käännessä.



Kuva 19. Kontaktiresistanssin paikkakohtaiset arvot milliohmeina kalibraattorin XP100 käännessä.

Testiajossa mittapesästä meni läpi yhteensä 720 leadfreimiä. Tuotepaikka 1:stä läpäisi 320 leadfreimiä ja tuotepaikka 2:sta 320 leadfreimiä. Tuotepaikka 1:ssä sijaitsevat paikat 1–48, kun taas tuotepaikka 2:ssa paikat 49–98.

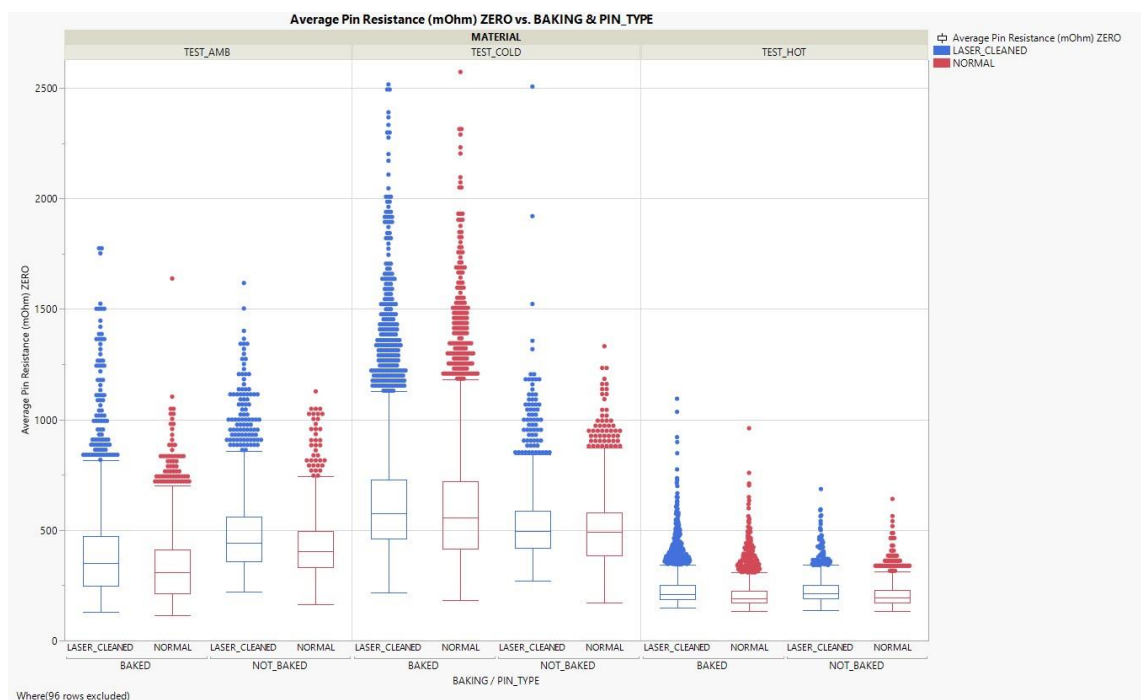
Kuvissa 17–19 siniset pisteet osoittavat laserpuhdistettujen komponenttien paikkakohtaista kontaktiresistanssinarvoa, kun taas punaiset pisteet osoittavat puhdistamattomien paikkakohtaista kontaktiresistanssinarvoa. Kylmä-, kuuma- ja huoneenlämpötilassa tehtyjä testausajoja verrataan keskenään, jotta voidaan havaita kontaktiresistanssin muutoksia eri lämpötiloissa.

Testin tuloksista käy ilmi, että kontaktointi on heikoimmillaan kylmässä ja parhaimmillaan kuumassa. Laserpuhdistettujen ja puhdistamattomien komponenttien kontaktiresistanssissa ei ole merkittävää eroa. Puhdistamattomilla komponenteilla on hieman pienempi kontaktiresistanssiarvo, mikä viittaa siihen, että laserpuhdistuksella ei ollut parantavaa vaikutusta tässä testiajossa.

4.1 Paistouunitettujen ja paistouunittamattomien erien testitulokset

Neljä makasiinia kävi paistouunivaiheen ja kaksi makasiinia ei käynyt tätä vaihetta. Tarkoitus oli saada dataa, josta näkee paistouunituksen vaikutuksen kontaktiin.

Laserpuhdistetuista kaksi erää kävi paistouunissa ja yksi erä ei käynyt. Näiden erien välillä verrattiin kontaktiresistanssiarvoja keskenään. Samaa dataa haettiin myös puhdistamattomille erille, 2 erää kävi paistouunissa, yksi erä ei käynyt.

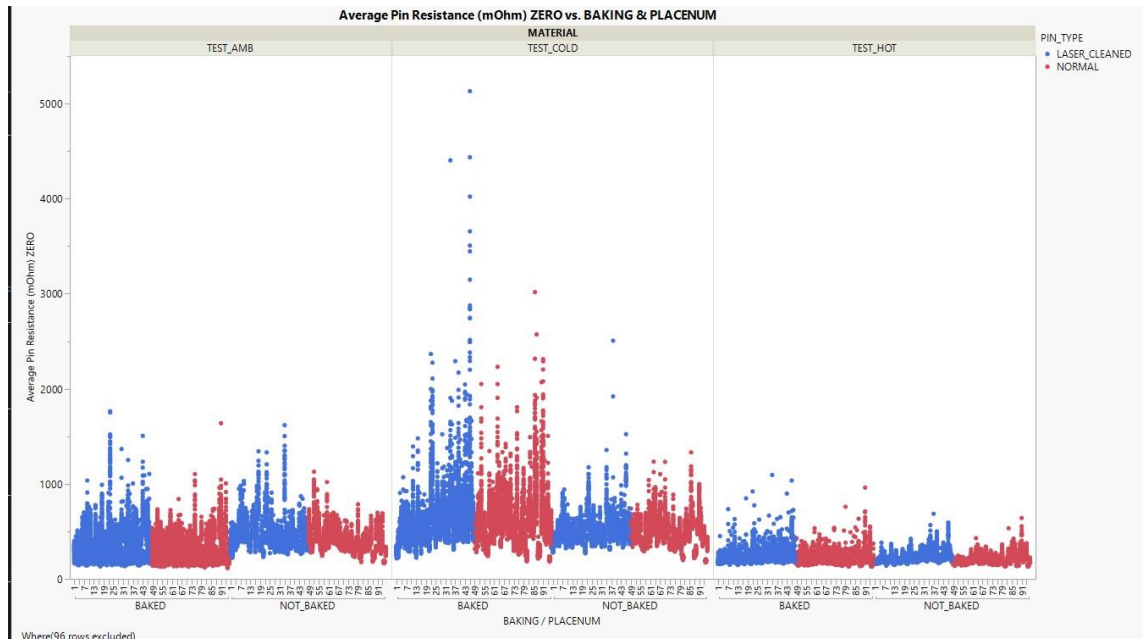


Kuva 20. Paistouunitettujen ja paistouunittamattomien tuotteiden kontaktiresistanssin tuloksien erot milliohmeina kalibraattorin nollakulmassa.

Kuvassa 20 siniset pisteet kuvastavat puhdistettujen komponenttien kontaktiresistanssiarvoja, kun taas punaiset pisteet edustavat puhdistamattomien komponenttien kontaktiresistanssiarvoja.

Tuloksista nähdään, että paistouunitettujen ja paistouunittamattomien erien välillä on ero. Paistouunituksella on haitallinen vaikutus tuotteen kontaktiin. Tämä

vaikutus korostuu erityisesti kylmätestivaiheessa, mutta ilmenee myös kuuma- ja huoneenlämpö-testivaiheissa.



Kuva 21. Paistouunitettujen ja paistouunittamattomien erot, jossa paikkakohtaiset kontaktiresistanssiarvot milliohmeina.

5 Yhteenveto

Tavoitteena oli selvittää komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistuksen vaikutus kontaktiresistanssiin. Testiajossa käytettiin daisy chain -tuotteita, joilla saatiin mitattua kontaktiresistanssiarvoja.

Testiajossa mitattiin laserpuhdistettuja ja puhdistamattomia tuotteita, jonka jälkeen vertailtiin kontaktiresistanssiarvoja keskenään.

Tutkimus oli hyödyllinen ja tärkeä yritykselle, sillä siitä saatiin uutta tietoa mahdollisesta keinosta vähentää kontaktiongelmiä Combo3-tuotteen testauksessa. Tutkimustyö tuotti toimeksiantajalle ensimmäiset mittaukset laserpuhdistetuilla tuotteilla ja saatiin uutta tietoa tinapinnoitettujen komponenttien juotosjalkojen tuottamiin ongelmiin niiden oksidoitumisen vuoksi. Laserpuhdistus ei vaikuttanut auttavan tässä ensimmäisessä testissä, mutta hyvällä jatkosuunnitelmalla projektia voisi varmasti jatkaa ja tutkia lisää. Olisi hyvä tietää, miksi laserpuhdistuksella ei ollut parantavaa vaikutusta kontaktiin.

Uskon, että parempi olisi löytää toinen ratkaisu, millä parantaa kontaktiongelmiä, kuin tämä komponenttien juotosjalkojen laserpuhdistusmenetelmä. Ensimmäiset testit osoittivat, että tällä ei ole ollut parantavaa vaikutusta kontaktiongelmille.

Vaihtoehtoisia keinoja kontaktiongelman parantamiseksi voisi olla esimerkiksi testipinnimateriaalin vaihtaminen, testipinnan profiilin muuttaminen, plasmapuhdistuksen käyttö tai kemiallinen puhdistus tuotteen jaloille tai testipinneille.

Työ oli erittäin opettavainen. Lopputyössä käytettiin erilaisia laitteita ja sovelluksia. Laserparametrien säätö vaati tarkkaa työtä, jotta löytyi optimaalinen tulos, jolla lähteä tekemään testausajoa. Testausajon suorittaminen vaati osaamista laitteiden käyttöliittymän kanssa, sekä huoltotoimenpiteitä virhetilanteiden sattuessa.

Toimeksiantajalta sain paljon tukea ja kannustusta erilaisissa oppimistilanteissa sekä työn suorittamisessa.

Lähteet

1. Murata Electronics Oy. 2024. Verkkoaineisto. <<https://muratafinland.com/murata-electronics-yrityksena/>> Luettu 12.1.2024
2. NCC. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.ncc.fi/projektit/murata/>> Luettu 1.3.2024.
3. Murata Manufacturing Co., Ltd. 2012. Verkkoaineisto. <<https://corporate.murata.com/en-eu/newsroom/news/company/general/2012/0525>> Luettu 12.1.2024
4. Ionix. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.ionix.fi/teknologiat/lasertyosto/laserpuhdistus/>> Luettu 28.1.2024
5. Hantencnc. 2024. Verkkoaineisto. <<https://hantencnc.com/fi/blog/laser-cleaning-applications-and-advantages>> Luettu 28.1.2024
6. Laserax. 2024. Verkkoaineisto. <<https://www.laserax.com/blog/how-does-laser-cleaning-work>> Luettu 28.1.2024
7. Murata Electronics Oy. 2024. Combo3- tuote. Yrityksen sisäinen aineisto. Murata Electronics Oy. Luettu 1.3.2024
8. Murata Electronics Oy. 2024. Kalibrointilaite Selene. Yrityksen sisäinen aineisto. Murata Electronics Oy. Luettu 1.3.2024
9. Murata Electronics Oy. 2024. Daisy chain komponentti. Yrityksen sisäinen aineisto. Murata Electronics Oy. Luettu 15.4.2024
10. Fluke Corporation. 2024. Verkkoaineisto. <Mitä on resistanssi? | Fluke> Luettu 12.2.2024

11. JMP Statistical Discovery LLC. 2024. Verkkoaineisto.

<https://www.jmp.com/en_us/software/data-analysis-software.html> Luettu

22.2.