

Pekka Kanamäki

Kiekkokoodinlukukamera

anodisen bondauksen piikiekkujen paritukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Insinöörityö

5.3.2017

Tekijä(t) Otsikko	Pekka Kanamäki Kiekkokoodinlukukamera anodisen bondauksen paritukseen
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liitettä 5.3.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Kari Salmi Prosessi-insinööri Suvi Särkijärvi
<p>Insinöörityön tavoitteena on luoda Murata Electronicsin elementtivalmistukseen anodisen bondauksen piikiekkujen paritustyövaiheeseen automaattinen kameralukija.</p> <p>Työssä käytettiin IOSS WID110 Wafer ID Reader -kameraa. Kamera lukee paritettavien kiekkojen kiekkokoodin piikiekkon pinnasta ja siirtää kiekkokoodin 100 %:n tarkkuudella koottujen kiekkojen parituksen aloitusportaaliin.</p> <p>Kiekkokoodinlukukamera on suunniteltu niin, että kuvausolosuhteet, mm. etäisyys, kulma ja valotusarvo pysyvät stabiilina pitkänkin käytön aikana, eivätkä operaattorit pysty vahingossa muuttamaan asetuksia pieleen. Telineiden säätö on helppoa ja tarkkaa. Kiekkokoodi pystytään lukemaan sekä flätin keskeltä että vasemmasta laidasta. Kiekkokoodinlukukamera ei aiheuta partikkeliriskiä. Kuvaussysteemistä ei aiheudu partikkeli- tai naarmuuntumisriskiä kiekkoille. Kuvaustapahtuma ei saa vaurioittaa herkkiä rakennekiekkoja sekä kuvaussysteemi on helposti puhdistettavissa.</p> <p>Kiekkokoodinlukukameran kuvaus on nopea, tarkka ja luotettava. Anodisen bondauksen parituksen työvaiheeseen tulee tämän myötä uusi prosessivaihe, joka otetaan käyttöön turvallisesti tilapäisellä työohjeella, jolla ohjeistetaan operaattoreita kamerasäätöä mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Kiekkokoodin käsittelyä ei tule enempää, sillä voisi aiheuttaa riskin kiekkojen rikkoontumiselle, koska aikaisemmin kiekot on jouduttu nostamaan kasetista kiekkopinseteillä ja tarkistamaan visuaalisesti kiekkojen koodi.</p> <p>Paritettavat kiekot nostetaan kamerasäätöalustalle ja painetaan laukaisinta, jolloin kiekkokoodi siirtyy luotettavasti koottujen kiekkojen aloitusportaaliin, missä kootulle kiekolle luodaan oma kiekkokoodi ja portaali tekee vähennyksen kiekkovarastosta.</p>	
Avainsanat	Kiekkokoodi, kamera ja piikiekkokoodi

Author(s) Title	Pekka Kanamäki Wafer code reading camera for anodic bonding pairing
Number of Pages Date	32 pages + 1 attachment 5.3.2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Kari Salmi, Principal Lecturer Suvi Särkijärvi, Process engineer
<p>The objective of this thesis was to create automatic wafer code reading camera for element manufacturing, the anodic bonding pairing phase at Murata Electronics.</p> <p>The camera used was an IOSS WID110 Wafer ID Reader camera. It reads the wafer codes on the surface of the wafers to be paired and transfers the codes with a 100% accuracy to the start portal for assembled wafer pairs.</p> <p>The wafer and camera is designed so that the shooting conditions for example, distance, angle, and exposure value will remain stable for a long period of use and the operators will are not be able to accidentally change the settings wrong. Stand adjustment adjustment is easy and accurate. Wafer code can be read in the middle of the flat and on the left side of the flat. The wafer stand does not wear and pose any particle risk. The system does not cause a particle or scratch risk for the wafers. Reading the codes does not damage the delicate structure of the reels, and the system is easy to clean.</p> <p>The wafer code reading camera is fast, accurate and reliable. The pairing stage of the anodioc bonding process will gain a new work phase, which will be introduced with temporary work instructions, which in great detail instruct the operators how to use the camera. There will be no further wafer processing which could pose a risk to wafers to failure because the wheels have previously had to be lifted from.</p> <p>Paired wafers are lifted to the camera stand, and the shutter button is pressed, when the wafer-code moves to the start portal for reliably assembled wafers, the portal creates a new code for the assembled wafer and makes a deduction in the wafer storage.</p>	
Keywords	Wafer code, camera and silicon wafer

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	4
2	MEMS -teknologia	5
2.1	MEMS yleisesti	5
2.2	Elementtivalmistus	6
2.3	Anodinen bondaus lyhyesti	9
3	Työvaiheet	11
3.1	Yksittäisten piikiekkojen paritus	11
3.2	Paritettavien piikiekkojen kohdistus	13
3.3	Anodinen bondaus	14
3.4	Stabilointipaisto	14
3.5	Akustinen mikroskooppitarkastus (SAM)	14
4	Kiekkokoodinlukukamera	15
5	Kuvausteline	16
5.1	Ominaisuudet ja rajoitteet	16
5.2	Sijoittaminen tuotantoon	17
6	Kamera-asetusten optimointi	18
6.1	Valoasetusten säätö	18
6.2	Laitteen käyttö	20
6.3	Kiekkokoodin tunnistus	21
6.4	Aloituspöytä	22
7	Testiajosuunnitelma	23
7.1	Laitteistotestaus	23
7.2	Tilapäinen työohje	23
8	Ongelmatilanteet	24

8.1	Oikean valotusasetuksen optimointi	24
8.2	Mekaaniset ongelmat	25
8.3	Käyttäjäystävällisempi kuvausteline	25
8.4	Web-portaaliongelmat	26
9	Yhteenveto ja päätelmät	27
	Lähteet	28
	Liitteet	29

Lyhenteet ja määritelmät

ASIC	Mikropiiri johon on integroitu anturien vaatima liitännäiselektronikka
AVI	Automatic visual inspection. Automaattinen visuaalinen tarkastus
Bump	Liikerajoitin, joka estää massan osumasta elektrodiin
Chip	Kootusta kiekosta sahattu yksittäinen anturi
DLC	Diamond like carbon. Timantin kaltainen hiili
EM	Element manufacturing. Elementtivalmistus
Flätti	Tasainen osa kiekon reunassa
Gridi	Metalloidun urat joita pitkin virta kulkee kiekolle
Hillockit	Metallikalvoja, jotka ovat profiililtaan kumpumaisia
MEMS	Micro Electro Mechanical System. Mikroelektromekaaninen systeemi
OCR	Optical character recognition. Tekstintunnistus
ROI	Region of interest. Tarkastettava alue kiekolla
SAM	Scanning acoustic microscope. Akustinen mikroskooppi
WAVI	Wafer automatic visual inspection. Kiekon automaattinen visuaalinen tarkastus

1 Johdanto

Murata Electronics Oy (MFI) on nykyisin yksi maailman johtavista piimikromeekaanisten (MEMS) anturien kehittäjistä ja valmistajista. Antureilla mitataan mm. kiihtyvyyttä, liikettä, kallistusta ja kulmanopeutta. Anturisovelluksien tärkeimpiä alueita ovat autoteollisuus, terveysteknologia, kuljetusvälineet, erilaiset teolliset käyttökohteet ja kulutuselektronikka. Murata Electronics Oy on globaali markkinajohtaja autoteollisuuden pienkiihtyvyyssanturien sekä sydämentahdistimien toimittajana.

Japanilainen komponenttivalmistaja Murata osti entisen VTI Technologies Oy:n (VTI) koko osakekannan tammikuussa 2012, jolloin VTI siirtyi Muratan omistukseen. Yhtiön nimi muutettiin Murata Electronics Oy:ksi toukokuussa 2012. [1]

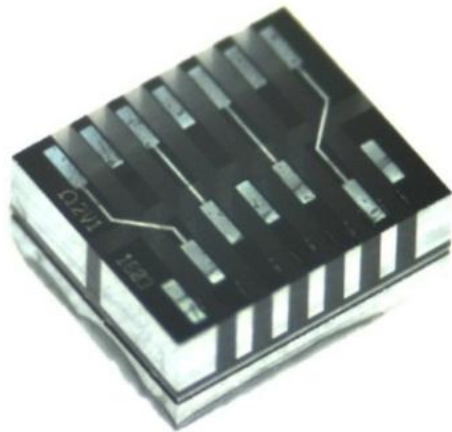
Tässä insinööriyössä kehitettiin Muratan elementtivalmistuksen (EM) anodisen bondauksen piikiekkojen paritusvaiheeseen kiekkokoodinlukukamera, joka pystyy lukemaan paritettavien kiekkojen koodin piikiekon pinnalta ja siirtää automaattisesti kiekkokoodin koottujen kiekkojen aloitusportaaliin. Aloitusportaali luo bondattavien, koottujen kiekkojen kiekkokoodin, jotta kiekon jäljitettävyyttä säilyy sekä paritettavat kiekot vähenevät varastosta oikein.

Työn tavoitteena on korvata operaattorin manuaalisesti tulkitsema kiekkokoodin luku aloitusportaaliin automaattisella kiekkokoodinlukukameralla, jonka tulee olla 100-prosenttisen luotettava. Tällä päästään eroon operaattoriviheistä, joita sattuu, kun kiekon koodit tulkitaan joskus väärin, jolloin on riski, että huonoja elementtejä päätyy asiakkaan sovelluksiin jos kiekot luetaan väärin.

2 MEMS -teknologia

2.1 MEMS yleisesti

MEMS eli micro electro mechanical systems tarkoittaa mikromekaanista systeemiä. Piirteet eli rakenteet ovat usein mikrometrin kokoluokassa. Electro Mechanical tarkoittaa sähkömekaanista systeemiä, joka muuttaa joko mekaanista voimaa sähköiseksi suureeksi, kuten anturin tai sähköisen suureen liikkeeksi. Anturi voi olla myös molempia. Esimerkiksi gyroskooppi (kuva 1) -kulmanopeusanturin ideana on sekä tuottaa liikettä että saada aikaan liikettä ja mitata myös muunlaista liikettä. System eli järjestelmä sisältää usein toiminnallisia osia, kuten massat, jouset, runko, kaksi kapasitanssia ja liitosalueet. [2, s. 37 - 47.]



Kuva 1. Muratan Omega niminen gyroskoopianturi [3]

2.2 Elementtivalmistus

Elementtivalmistus jakautuu kiekko- ja anturivalmistukseen. Kiekkovalmistukseen kuuluu oksidointi-, plasma- (kuivaetsaus), KOH- (märkäetsaus) litografia- ja metallointisolut. Anturivalmistukseen kuuluu bondaus-, sahaus-, lasitus-, höyrystys- ja probaus solut sekä endcapin kokoonpanolinja, jossa valmistetaan antureita sydämentahdistimiin. [3]

Tuotanto tapahtuu puhdashuoneessa, jonka hiukkaspitoisuus, kosteus ja lämpötila ovat tarkasti kontrolloituja (kuva 2). Puhdashuonetilan puhtaustaso ilmoitetaan puhdistiluokan avulla. Muratalla puhdistilat ovat välillä ISO4 - ISO8.

ISO 14644-1:2010 puhdistilaluokat

ISO luokan numero	Suurin sallittu hiukkaspitoisuus (hiukkasta/m ³ ilmaa)					
	≥ 0,1 μm	≥ 0,2 μm	≥ 0,3 μm	≥ 0,5 μm	≥ 1 μm	≥ 5 μm
ISO luokka 1	10					
ISO luokka 2	100	24	10			
ISO luokka 3	1 000	237	102	35		
ISO luokka 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO luokka 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	
ISO luokka 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO luokka 7				352 000	83 200	2 930
ISO luokka 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO luokka 9				35 200 000	8 320 000	293 000

Kuva 2. Puhdistilaluokkien taulukko [4]

Oksidoinnissa kasvatetaan kiekon pinnalle piidioksidi (SiO₂) kerros. Piidioksidia käytetään märkäsyövytysmaskina KOH:ssa ja maskina piin plasmaetsauksessa. Oksidoinnissa kiekkoille kasvatetaan myös piinitridiä (Si₃N₄), joka toimii myös märkäsyövytysmaskina ja LOCOS prosessin (local oxidation of silicon) maskina. Piitä syövytetään KOH:lla tai plasmalla kuvioitu oksidi suojaa haluttuja kohtia piistä, jolloin ne eivät etsaunu. Näin voidaan tehdä erilaisia rakenteita piikiekolle. [3]

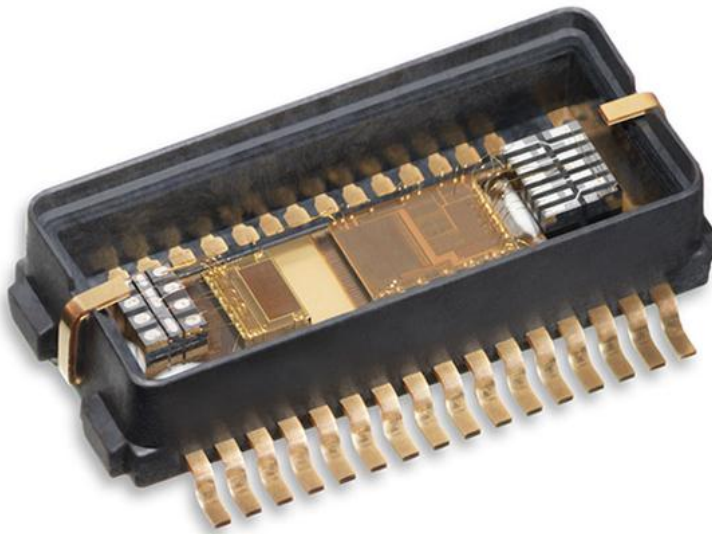
Litografiassa kiekkojen pintaan levitetään valoherkkä resisti, eli filmi, johon valotetaan haluttu kuvio. Kehityksessä valoa saaneet osat filmistä liukenevat pois. Filmin valottumaton osa toimii maskina alla olevan kalvon, esimerkiksi oksidin syövytyksessä. Valotuksessa siirretään kromikuvioidulla lasimaskilla oleva maskikuva kiekolle. [3]

Tämän jälkeen metalloinnissa prosessoidaan kansi- ja pohjakiekolle elektrodi, joka reagoivat massan liikkeisiin. Elektrodit muodostetaan piikiekolle kasvattamalla piikiekon pintaan DLC kalvo. [3]

Kun yksittäiset kiekot on prosessoitu, kiekot tulevat anodiseen bondaukseen, jossa yksittäiset kiekot bondataan (liitetään yhteen) kokonaiseksi kiekkopaketiksi. Anodisen bondauksen jälkeen kiekot menevät sahauksen soluun, jossa sahataan yhteen bondattu kiekkopaketti yksittäisiksi anturielementeiksi. [3]

Sahauksen jälkeen kiekot matkaavat freimille teipattuna höyrystykseen. Höyrystyksessä yksittäisen anturin sahatulle sivulle höyrystetään metalliset kontaktipadit ulkoista virransyöttöä ja kontrollointia varten. Lopuksi anturielementit testataan probauksessa automaattiprobereilla. Probereilta tallentuu tietokantaan kiekkokartta, jossa näkyy hyvät ja huonot elementit. [3]

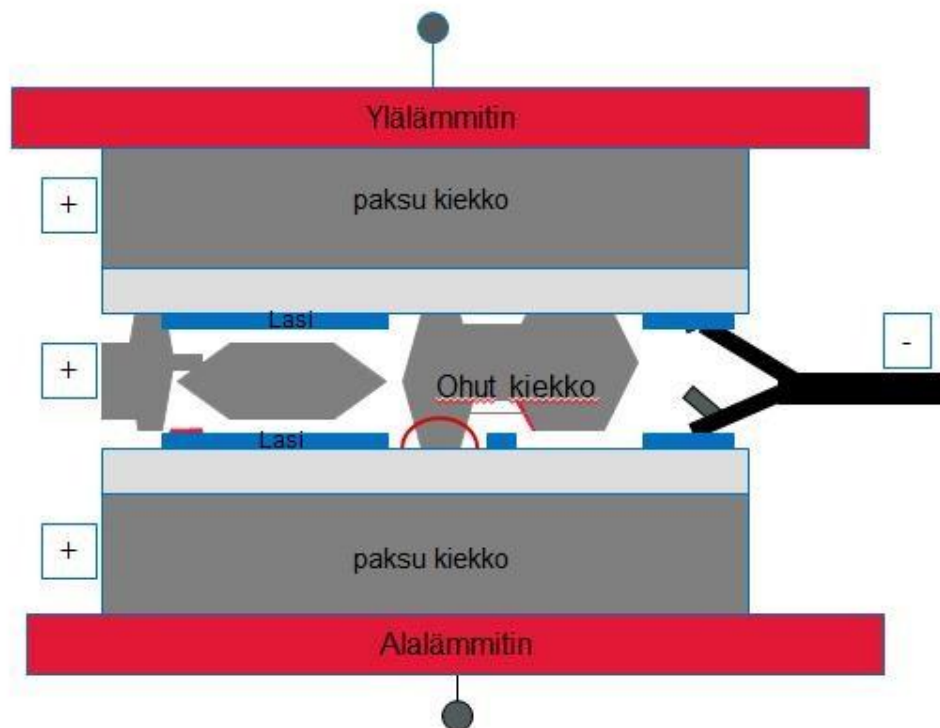
Probauksen ja hyväksynnän jälkeen kiekot ovat valmiina pakattavaksi ja lähetettäväksi komponenttivalmistukseen, jossa elementit asennetaan koteloihin (kuva 3).



Kuva 3. Komponenttivalmistuksessa valmistettava cobra-anturi, jossa on kaksi elementtiä ja kaksi ASIC-piiriä

2.3 Anodinen bondaus lyhyesti

Anodisessa bondauksessa kansikiekon lasin ja rakennekiekon piin välille muodostetaan luja kemiallinen liitos. Korkeassa lämpötilassa kytketään positiivinen jännite piin ja negatiivinen jännite lasin puolelle. Silloin virta alkaa kulkea lasin ja piin kontaktissa olevien alueiden kautta. Kuvassa 4 on esitetty piirroskuva kolmen kiekon anodisesta bondauksesta. Natrium- ja kaliumionit pakenevat piin ja lasin rajapinnasta, ja vapaat happiatomit kulkeutuvat rajapintaan. Rajapintaan syntyy piioksidia piiatomien muodostaessa kovalenttisia sidoksia hapen kanssa. [5]



Kuva 4. Mallikuva kolmen piikiekon yhteen bondauksesta. [6]

Liittämiseen tarvitaan kiillotetut, sileät pinnat, sopiva lämpötila 350-550 °C ja tarpeeksi korkea jännite lasin ja piin välille. Lämpötila on tärkeä bondausparametri. Hillockien kasvu bondauksen aikana asettaa ylärajan lämpötilalle, jonka on arvioitu olevan 500 °C.

Anodiseen bondaukseen soveltuvat tietyt johtavuudeltaan sopivat borosilikaattilasit. Johtavuuden aiheuttavat lähinnä natrium- ja kaliumionit.

Bondauksen aikana keskikiekkko (ohutkiekko) on maadoitettu ja paksujen kiekkojen ylä- ja alapuolet on maadoitettu bonderin alustassa. Gridi ja paksun kiekon lasi biasoidaan negatiiviseen jännitteeseen.

Tyypillinen bondausjännite on ns. gridibondauksella 50-250 V ja perinteisemmällä pistemäisellä kontaktilla lasikiekkoon jopa 1000 V, bondausaika 10-30 min.

Kansi- ja pohjakiekkolle on muodostettu elektrodit ja niiden väliin kohdistetaan rakennekiekkko, johon on muodostettu massat ja jouset. Kiekoille on muodostettu rakenteet edellisissä työvaiheissa ja anodisessa bondauksessa kiekot liitetään eli bondataan yhdeksi kiekkopaketiksi. [7]

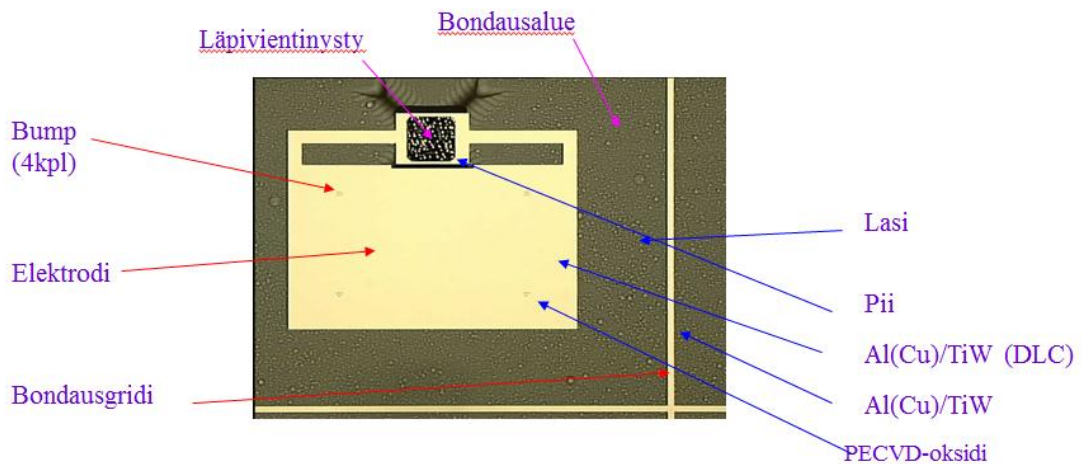
3 Työvaiheet

3.1 Yksittäisten piikiekkojen paritus

Parituksessa sopivat kiekot valitaan paritusportaalin sekä tuotannonohjaustyökalujen avulla. Kiekkoja valitaan kaksi tai kolme tuotteesta riippuen. Parituksen yhteydessä kiekkopaketille luodaan yksilöity kootun kiekon kiekkokoodi. Kiekkokoodi on kiekon jäljitettävyydestä tuotannossa. Kuvassa 5 on mikroskooppikuva yhdestä elektrodista, jossa ilmenee mitä elektrodille muodostetaan.

Kiekot prosessoidaan 12-25 kiekon erissä, joista valitaan kullekin kiekolle määritetyt parit bondauksen paritusvaiheeseen, jonka jälkeen kiekot kohdistetaan.

Valmiit paksut kiekot tulevat metalloinnista AVI- (automatic visual inspection) tai WAVI (wafer automatic visual inspection) -tarkastuksesta. Kiekoille on muodostettu metalloinnissa lasin päälle elektrodit, bumpit ja gridiverkosto (kuva 5), jonka avulla jännite johdetaan kiekolle. [8]

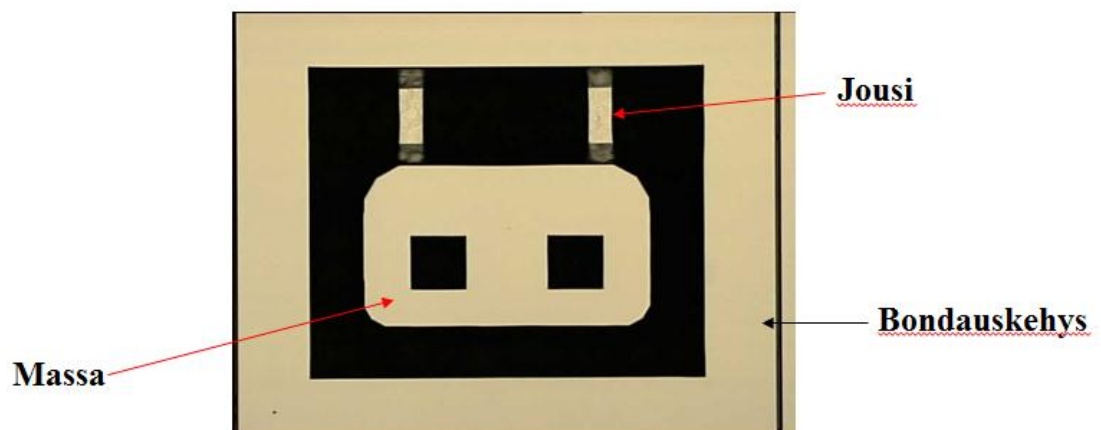


Kuva 5. Valmiin paksun kiekon yksi elektrodi ja bondausgridi. [8]

Kiekoille muodostetaan rakenteita aikaisemmissa työvaiheissa kuvioimalla litografiassa haluttuja muotoja ja etsaamalla joko kuiva etsaamalla plasmalla tai märkä etsaamalla kaliumhydroksidilla.

Valmiit ohuet kiekot tulevat oksidoinnista tai WAVIlta. Kiekoille on muodostettu massat, jouset ja bondausurat.

Kuvassa 6 on mikroskooppikuva yhdestä anturista, johon on muodostettu massa, jouset ja bondauskehys. [8]

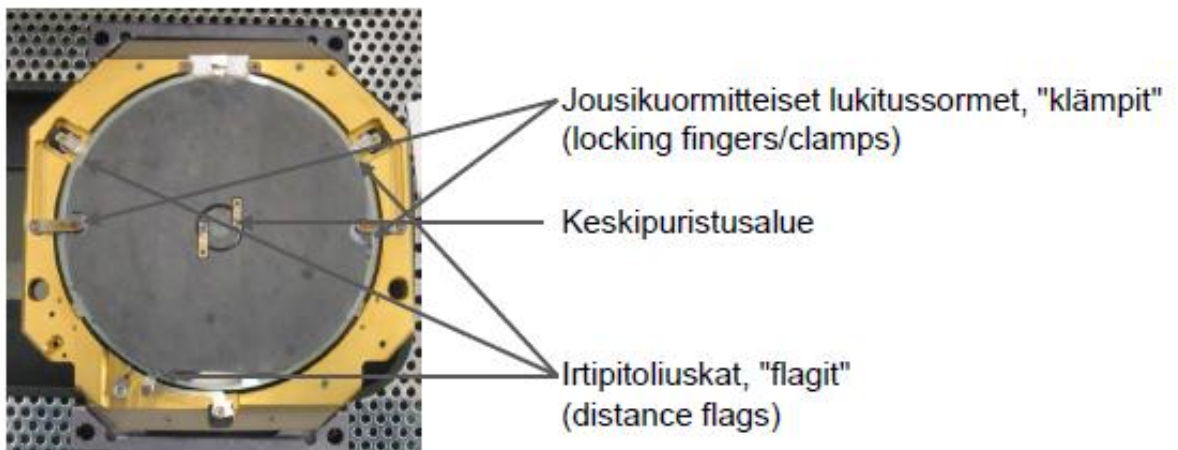


Kuva 6. Valmis ohutkiekko, jolle on aiemmissa työvaiheissa muodostettu massa, jousuet ja bondauskehys, jotka ovat piitä.[8]

3.2 Paritettävien piikiekkojen kohdistus

Kiekot kohdistetaan bondauksessa käytettävään jigiiin (kuva 7) kohdistusmerkkien avulla tarkasti toisiinsa nähden. Ohuen ja viimeisen paksun kiekon väliin laitetaan flagit (metalliset erotuspalat) erottamaan kiekot toisistaan. Flagien avulla rakennekiekko pysyy paikallaan kohdistuksen aikana. Flagien ansiosta kiekkojen välistä poistuu bondauksen alkuvaiheessa kosteutta ja mahdollisia jäämiä. Lisäksi kiekkojen väliin saadaan haluttu bondauspaine ja -kaasu (argon).

Lopuksi kiekkopaketti kiinnitetään jigiiin clampeilla eli puristimilla, että kiekko ei pääse liikkumaan enää kohdistuksen jälkeen. Perinteisellä kohdistustavalla kiekot paritetaan ensin portaalin avulla, ja kohdistetaan sitten manuaalisesti. Tällöin operaattori lataa kiekot yksi kerrallaan jigille. [8]



Kuva 7. Jigi eli alusta jolle kiekot kohdistetaan. [7, s 390 - 407]

3.3 Anodinen bondaus

Kiekkopaketin väliin laitetaan kontaktiliuska, jonka avulla jännite johdetaan kiekkoille. Kiekkopaketin päälle asetetaan grafiittilevy, joka jakaa maadoituksen ja lämpöä ylimpään kiekkoon. Täydellisessä bondauksessa piin ja lasin rajapinta katoaa. [8]

3.4 Stabilointipaisto

Bondauksen jälkeen osa kiekkoista menee uuneihin noin 180 asteeseen 6, 12 tai 24 tunniksi. Stabilointipaistolla vakautetaan antureiden sisäpintojen koostumusta. Toisena vaikutuksena epävakaat anturit saadaan poikkeamaan Vbias-jännitteeltään muista kiekon antureista, jolloin ne pystytään hylkäämään probauksessa (anturien sähköinen testaus), jossa anturit testataan sähköisesti.

Vbias-jännite on probauksessa antureista mitattava parametri, joka mitataan erikseen massan ja molempien elektrodien väliltä. Bondauslämpötila vaikuttaa suoraan Vbias-jännitteen arvoihin. [8]

3.5 Akustinen mikroskooppitarkastus (SAM)

MFI:lla SAM:a käytetään bondausrajapinnan tarkastamiseen. SAM:n toiminta perustuu korkeataajuiseen ultraääneen (mekaaniseen värähtelyyn). Ultraäänen keskitaajuus on 175 MHz. Ultraääni heijastuu materiaalirajapinnoista, etenkin epäjatkuvuuskohdista, käytännössä siis bondautumattomista alueista.

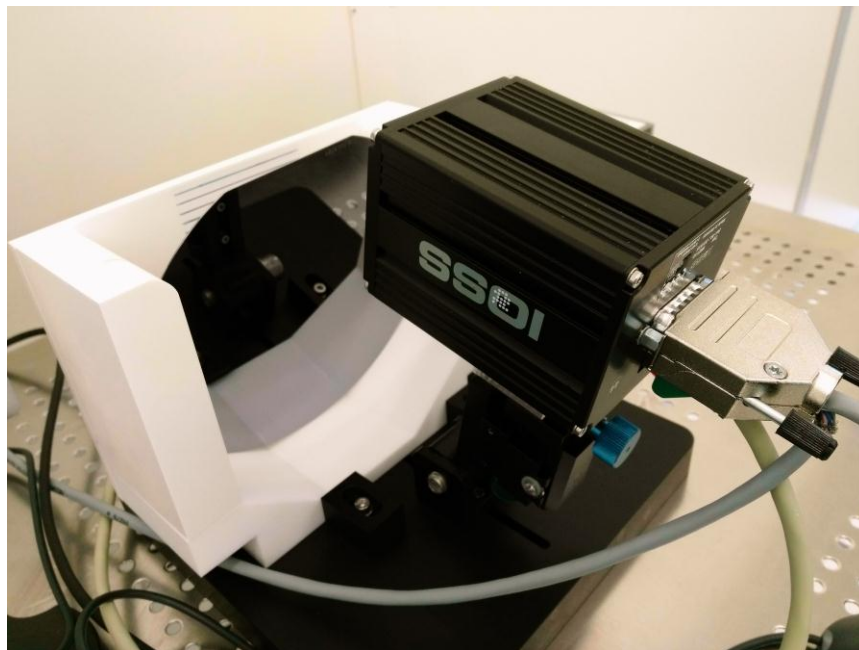
SAM:ssa on neljä mittapäätä, jotka liikkuvat kiekon päällä (skannaavat). Kiekkokuva muodostuu siis paloittain. Mittapäät vuorotellen lähettävät ja vastaanottavat signaaleja. [8]

4 Kiekkokoodinlukukamera

IOSS WID110 -kiekkokoodinlukija (kuva 9) on kehitetty mm. puolijohdeteollisuuden haastaviin koodintunnistuksen työtehtäviin. Kamera on helppo lukea OCR-tekstintunnistusmerkinnät, viivakoodit ja 2D-koodimerkinnät riippumatta merkintöjen tekniikasta.

Kiekkokoodit voidaan lukea vaikka hämärässä tuotantotilassa tai -laitteessa sekä värillisillä pinnoitteilla luodut tuotantokiekot prosessin aikana. Koodit voidaan helposti lukea, vaikka ne ovat vähäkontrastiset, osittain vaurioituneet tai sijaitsevat missä päin kiekkoa tahansa.

Optiikka, valaistus, kamera, prosessori ja erilaiset rajapinnat on integroitu pieneen, mustaan alumiinikoteloon. Kamera sekä järjestelmä on helppo asentaa myös ahtaisiin tiloihin. [9]



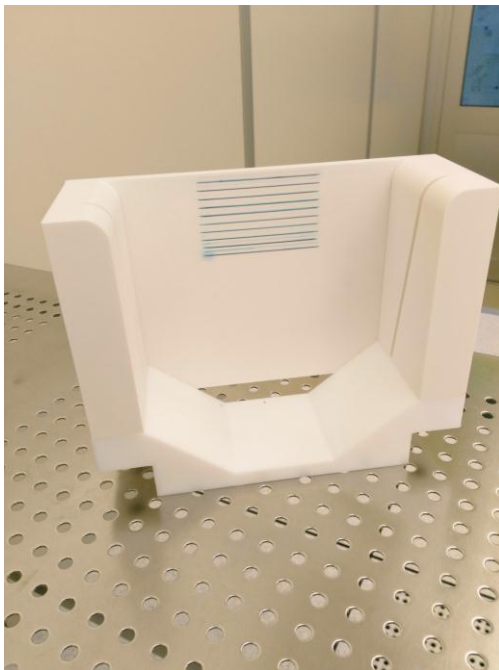
Kuva 9. IOSS WID110 -kiekkokoodinlukukamera ja kiekkoteline

5 Kuvausteline

5.1 Ominaisuudet ja rajoitteet

Kiekko- ja kamerateline (kuva 10), on suunniteltu niin, että:

- kuvausolosuhteet (etäisyydet, kulmat jne.) pysyvät stabiilina pitkänkin käytön aikana, eivätkä operaattorit pysty vahingossa tönäisemään asetuksia pieleen
- kiekkokoodi pystytään lukemaan sekä flätin keskeltä että vasemmasta laidasta
- kiekkoteline ei kulu ja aiheuta partikkeliriskiä
- kuvaussysteemistä ei aiheudu partikkeli/naarmuuntumisriskiä kiekkoille
- kuvaustapahtuma ei saa vaurioittaa herkkiä rakennekiekkoja
- kuvaussysteemi on helposti puhdistettavissa



Kuva 10. Kuva telineestä johon kiekko asetetaan luettavaksi.

5.2 Sijoittaminen tuotantoon

Kiekkokoodinlukukamera sijoitetaan tuotannossa bondauksen parituksen työpisteelle. Kiekkokoodinlukukamera, kamerateline sekä prosessiyksikkö tulevat samalle pöydälle, jossa kiekot fyysisesti paritetaan.

Parituksessa oleva työpöytä vaihdetaan isompaan pöytään, että saadaan tarpeeksi tilaa kameralle sekä muille tarvittaville työvälineille. Lisäksi varmistetaan, että työtilan layout on hyvin suunniteltu, koska tila on ahdas ja pyritään välttämään tilanteita, että operaattori työskennellessään osuu vahingossa tuotantokiekkoihin tai kameraan.

Uusi pöytä tulee myös maadoittaa, ettei työvaiheessa purkaudu staattista sähköä tuotantokiekoille. Staattinen sähkönpurkaus aiheuttaa tuotteissa piileviä vikoja, jotka eivät jää välttämättä kiinni elementtivalmistuksessa vaan saattavat ilmetä vasta myöhemmin jopa asiakkaan sovelluksessa.

6 Kamera-asetusten optimointi

6.1 Valoasetusten säätö

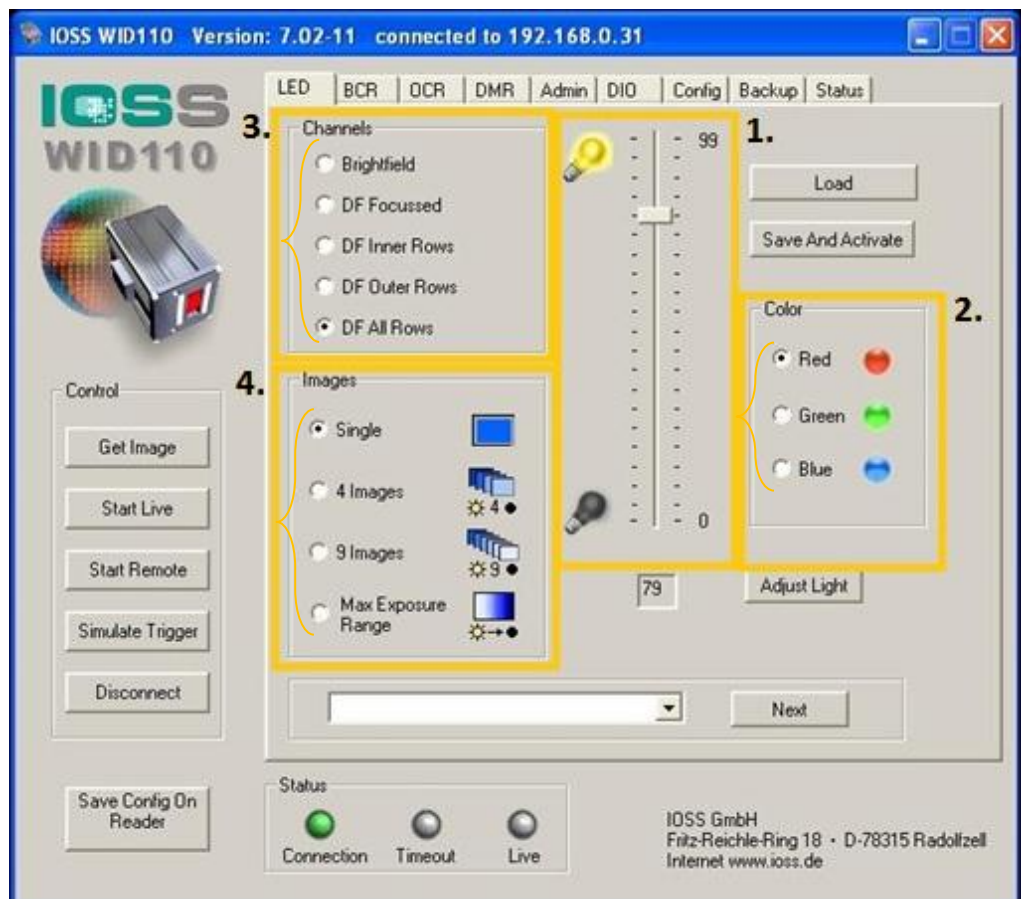
Järjestelmässä on 5 erilaista valaistustilaa, jotka voidaan säätää käyttämään punaista, vihreää tai sinistä valoa. Järjestelmässä on 1 kirkas aluetila ja 4 tumma-aluealuetilaa. Kirkas aluetilassa luettava alue näkyy tummana vaalealla taustalla, kun taas tumma-aluealuetiloissa luettavat kirjaimet näkyy kuvassa kirkkaampana. Kiekkokoodin luettavuudesta ja selkeydestä riippuen säädetään valaistusasetukset sopivaksi.

Järjestelmällä on olemassa yhteensä 15 eri tilaa valaistukselle, jotka voidaan erikseen ohjelmoida kirkkauden tarpeen mukaan.

Valotusasetus säädetään niin, että samalla asetuksella kamera tunnistaa kaikki tuotantokiekot. Operaattorin ei tarvitse muuttaa asetuksia prosessin aikana. [10]

Valaistuksen asetus koostuu neljästä komponentista (kuva 11):

- kirkkauden määrä alue 1
- valon väri (punainen, vihreä tai sininen) alue 2
- valaistustyyppi (kanavat: kirkas alue tai tumma-alue) alue 3
- kuvan tallennusohjelmiston parametrit (yksinkertainen tai moni ruutuinen), joiden kirkkaus vaihtelee ja ohjelma kaappaa tunnistettavimman kuvan. alue 4



Kuva 11. IOSS WID110 -kameran ohjelman asetukset

6.2 Laitteen käyttö

Kiekkokoodinlukukameran käyttö on helppoa ja turvallista kun tarvittavat optimoinnit ja riittävä määrä testejä on kokeiltu kameralla. Laitteen käyttöönotossa on ilmennyt muutamia haastavia ongelmia, mutta operaattoreille kiekkokoodinlukukameran koulutus ja mukaan ottaminen osaksi prosessia nopeuttaa tuotantoa.

Kameralle on luotu muutama testiympäristö, joilla kokeillaan kiekon koodin tunnistamista eri valotusasetuksilla. Tuotanto käytössä kameran softaan ei tarvitse vaihtaa ohjelmaa, vaan samalla valotusasetuksella pystyy kuvaamaan kaikki tuotantokiekot laadusta riippumatta. Koodi (RJ52L0209) luetaan kiekon pinnalta, josta kamera siirtää koodin reader image pop up -ikkunaan (kuva 12).

Kamera lukee kiekkokoodin kiekon pinnasta ja syöttää sen automaattisesti kootun kiekon aloituksen web-portaaliin, jossa portaali vielä tarkistaa varastosta, että kyseisen kiekon koodi täsmää ja kyseinen kiekko on bondauksen varastossa. Operaattori kuittaa kiekkokoodin oikeaksi jolloin kulutus tapahtuu varastosta ja portaali luo kootulle kiekolle kiekkokoodin. [11]

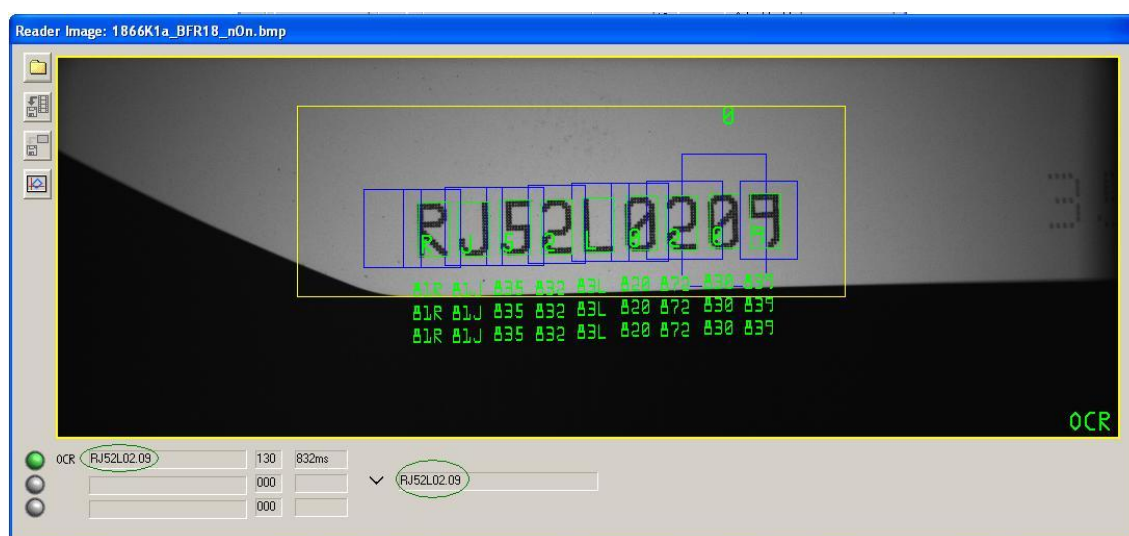


Kuva 12. IOSS WID110 kiekkokoodinlukijan näyttö

6.3 Kiekkokoodin tunnistus

Tuoteperheestä riippuen kiekkojen pinta heijastaa eri lailla valoa, mikä hankaloittaa löytämään yhden oikean valotusasetuksen, joka sopii kaikille tuoteperheille ja kaikille kiekkoille riippumatta pinnan laadusta. Kiekkokoodin koodeissa on myös eroja mm. pikselien koossa ja määrässä, koska kiekkojen pinnoituksissa on eroja sekä koodit ovat eripituisia tuotteista riippuen. Kiekkokoodit tehdään piikiekon pintaan oksidoinnissa coder-laitteella.

Kiekkot luetaan kameralla OCR-asetuksella, jolle määritetään yhden merkin luettava alue eli ROI. Lukijalle määritetään tunnistettavien merkkien määrä (kuva 13). [12]



Kuva 13. Kiekkokoodinlukijalle on määritetyt tunnistusalueet ja merkkien määrä.

6.4 Aloitusportaali

Anodisen bondauksen parituksen työvaiheessa operaattorit valitsevat varastosta paritettavat kiekot ja parittavat oikeat kiekot kootuiksi kiekkoiksi. Eristä valitaan tuotteesta riippuen rakennekiekko ja kansiekko tai osalla tuoteperheistä pohjakiekko, rakennekiekko ja kansiekko. Erät nostetaan puskurihyllystä parituksen työpisteen pöydälle, jossa itse paritus kiekkoille tehdään.

Kootun kiekon aloitusportaalissa operaattori valitsee version, johon tuote aloitetaan. Portaalista näkee myös kiekkojen varastosaldon ja erät, joista paritettavat kiekot valitaan kootuksi kiekoksi (kuva 14).

muRata

Kootun kiekon aloitus

Käytä edellisiä valintoja
Tyhjennä valinnat

Tuote: RJ3 Bardus2.3, AZ1512 pad, R-11_thick, SCRUB_03, AB align IR

Materiaalitiedot: [+]
Versio: 30

Initiaalit: PIHR OK Kanamäki, Pekka

Kulutettavat kiekot:
Valmiiksi kohdistetut kiekkopaketit: [+]

	Materiaalierä	Kiekko
kansi:	R11M01	Valitse kiekko
rakenne:	RJ51L01.1	RJ51L01.1

Kuva 14. Kootun kiekon aloitusportaali, jossa kiekot paritetaan. Vihreällä ympyröidylle alueelle luetaan kiekkokameralla kiekkokoodi. Portaali luo paritettaville kiekkoille kootun kiekon kiekkokoodin, johon jää kiekkojen kaikista vaiheista jäljitettävyys.

7 Testiajosuunnitelma

7.1 Laitteistotestaus

Laitteistotestauksen aikana testataan asennetun järjestelmän tietokoneiden, ohjaimien, verkon ja kenttälaitteiden mekaaninen ja sähköinen toimivuus esim. tarkistamalla kuvaustoiminnon kulku kameran ja tietokoneen välillä. Sen jälkeen järjestelmä on valmis toiminnallista testausta varten.

Kiekkokoodinlukeminen aloitetaan kuvan kirkkauden, laadun ja fokuksion optimoisella jokaiselle tuoteperheelle sopivaksi. Tavoitteena on ettei operaattorin tarvitse säätää valoja tai fokusta tuoteperheestä riippumatta vaan kaikki tuotteet voi lukea samalla asetuksella.

Kiekkokoodinlukemisen testaukseen luodaan ensin testikiekkvoja, joilla kokeillaan ennen tuotantoon ottoa, että kamera lukee kiekkokoodin sadan prosentin varmuudella ja siirtää kiekkokoodin web-portaaliin sekä tekee vähennyksen kiekkojen varastosta oikein.

7.2 Tilapäinen työohje

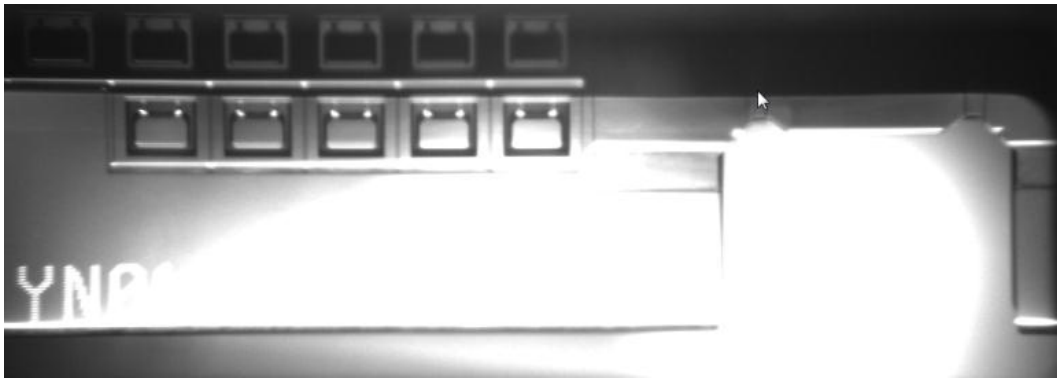
Tilapäisellä työohjeella ohjeistetaan operaattoreita käyttämään kiekkokoodinlukukameraa paritusvaiheessa oikein. Tilapäinen työohje on voimassa kuukauden, jonka aikana operaattorit käyttävät kameraa kiekkokoodien lukemiseen ohjeen osoittamalla tavalla. Uusi prosessi otetaan tuotantokäyttöön, jonka aikana operaattorit tekevät havaintoja toimivuudesta ja käytettävyydestä ja antavat siitä palautetta. Operaattoreiden tekemien havaintojen perusteella tehdään muutoksia, jotta uusi prosessi olisi mahdollisimman mukava ja helppo käyttää.

Tilapäisellä työohjeella otetaan uusi prosessi turvallisesti käyttöön sekä tehdään tarvittavia muutoksia. Kun tilapäinen työohje kuukauden jälkeen umpeutuu, prosessia joko parannellaan, mikäli se ei ole tarpeeksi luotettava tai otetaan virallisella työohjeella kokoaikaiseen tuotantokäyttöön bondauksen prosessivuohon.

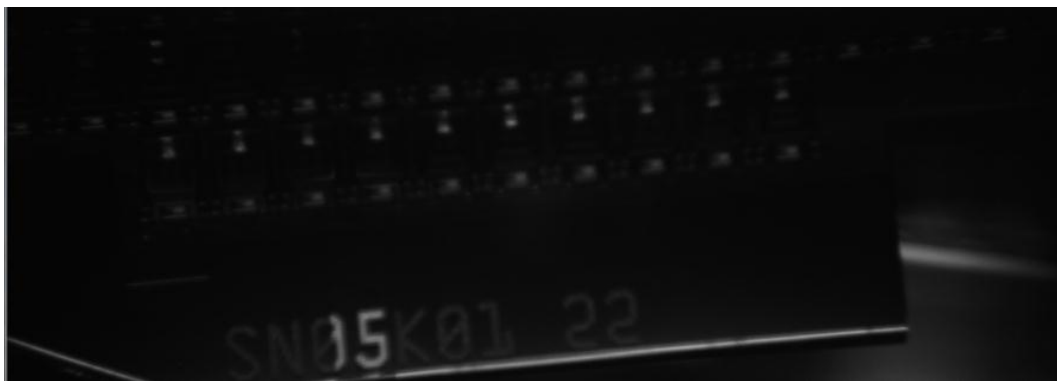
8 Ongelmatilanteet

8.1 Oikean valotusasetuksen optimointi

Kuvattavan kiekkokoodin valotusasetuksen löytäminen kaikille kiekkoille sopivaksi oli aluksi haastavaa. Jollain kiekkoilla kuva ylivalottunut, kuten kuvassa 15, eikä tunnistanut mitään tekstiä tai numeroita kiekon pinnalta, ja joillain kiekkoilla kuva oli liian tumma, kuten kuvassa 16 eikä kuvasta saanut mitään selvää.



Kuva 15. Liian kirkas valaistusasetus



Kuva 16. Liian tumma valotusasetus

8.2 Mekaaniset ongelmat

Kiekon tulee olla oikeassa kulmassa ja tietyllä etäisyydellä, että kamera pystyy helposti fokusoimaan kaikki kiekot tarkasti. Kiekkokoodi ei ole kaikilla kiekkoilla aina samassa paikassa, mikä aluksi toi haasteita telineen suunnittelussa. Suurimmassa osassa kiekkoista koodi on vasemmassa reunassa flätillä, mutta joillain kiekkoilla koodi on keskellä flättiä, eli kiekkoja ei pysty lukemaan telineen ollessa samassa kohdassa.

Koodin laatu vaihtelee tuotteesta riippuen. Laserilla tehdyt koodit ovat tarkkoja, ja niiden pikselikokoa ja tarkkuutta pystytään muuttamaan. Syövytyksellä tehdyt kiekkokoodit on epätarkkoja, eikä niiden laatuun voi vaikuttaa olennaisesti. [13, s. 68 - 71]

8.3 Käyttäjäystävällisempi kuvausteline

Kehitetään kuvaustelinettä mukavammaksi käyttää, ettei operaattorin tarvitse taivuttaa kättä asetellessa kiekkoa telineeseen eivätkä kädet väsy.

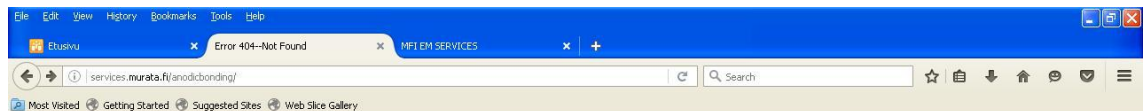
Herkimpien kiekkojen massat eivät saa pudota tai vaurioitua kiekkoa laskiessa telineeseen. Pyritään välttämään mitään kolahduksia käsitellessä kiekkoa telineessä.

Kiekkoteline itsessään ei saa aiheuttaa partikkeleita kiekkoille.

8.4 Web-portaaliongelmät

Isoimmaksi ongelmaksi vastaan tuli web-portaalin ja kamerasoitan kommunikaatio. Kiekkokoodin lukeminen onnistuu loistavasti notepad- sekä microsoftword -ohjelmaan, mutta ongelmia ilmeni, kun luettiin verkkoympäristössä kiekkoja web-portaaliin.

Kun kiekkokoodia yritetään lukea kootun kiekon aloitusportaaliin, web sivu hyppää yhden tai kaksi askelta taaksepäin tai antaa virheilmoituksen (kuva 17) ettei tunnista nettisivua. Syyksi epäillään että koodia luettaessa kun painetaan laukaisinta, niin ohjelma painaa itse ohjelma lähettää komentosarjan, joka vastaa joko enter tai backspace -näppäintä. Nettisivu palaa edelliselle sivulle tai lukee koodin kahdesta neljään ensimmäistä merkkiä ja painaa enteriä ennen aikoja ja antaa virheilmoituksen.



Error 404--Not Found

From RFC 2068 Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1:

10.4.5 404 Not Found

The server has not found anything matching the Request-URI. No indication is given of whether the condition is temporary or permanent.

If the server does not wish to make this information available to the client, the status code 403 (Forbidden) can be used instead. The 410 (Gone) status code SHOULD be used if the server knows, through some internally configurable mechanism, that an old resource is permanently unavailable and has no forwarding address.



Kuva 17. Kiekkokoodia luettaessa web-portaaliin, sivu antaa kuvan virheilmoituksen.

9 Yhteenveto ja päätelmät

Kiekkokoodinlukukamera ratkaisee osan ongelmista MFI:llä. Aikaisemmin operaattori valitsi itse manuaalisesti web-portaalissa pudotusvalikosta paritettavat kiekot vertaillen kiekon flättiosassa olevaa koodia ja pudotusvalikossa olevia kiekkokoodeja. Kootun kiekon aloitusportaali antaa pudotusvalikossa kaikki kyseiseen erään kuuluvat kiekot, joten riski valita väärä kiekkokoodi on ilmeinen, ja muutamia tämänkaltaisia virheitä on kyseisessä työvaiheessa sattunutkin.

Operaattorin valitessa oikean kiekkokoodin pudotusvalikosta sattui joskus virheitä, että nolla muistuttaa kahdeksaa tai numerot kuusi ja yhdeksän menivät sekaisin, koska koodia joskus luetaan joskus kiekkopinsettiotteesta johtuen ylösalaisin.

Kiekkokoodinlukukamera lukee 100 %:n varmuudella koodin oikein. Koodin luku on luotettava, isoimmat ongelmat ovat web-portaalissa ja tiedon siirrossa, koska verkkoympäristö on epäluotettava eikä kommunikoi täysin täydellisesti kamerasoitan kanssa.

Kameran luotettavuus ja helppo käytettävyys ei hidasta tuotantoajoa. Operaattoreiden kokemuksen perusteella prosessia tullaan vielä parantamaan sekä kameratelinettä tullaan kehittämään vielä turvallisemmaksi ja helpommaksi käyttää. Sekä pyritään vähentämään kiekkojen käsittelyä työvaiheessa ja varmistetaan, ettei teline tai käsittelyvaihe aiheuta vaurioita tai partikkeleita tuotantokiekoille.

Lähteet

- 1 Murata MFI. Verkkodokumentti. <http://www.murata.com/en-us/about/company/muratalocations/europe/mfi/overview> Luettu 1.8.2016
- 2 Baxter Larry K. 1997 Capacitive Sensors. Design and applications.
- 3 Kiekkorakenne koulutuspaketti. Powerpoint dokumentti. Murata electronics Oy
- 4 Puhastilaluokkien taulukko. Verkkodokumentti. <<https://www.slideshare.net/HeidiTuomi/puhastilatekniikan-perusteet>> Luettu 12.12.2016
- 5 Knowles, K.M, Helvoort, A.T.J.: Anodic bonding. International Materials Reviews, vol. 51, No. 5, 2006.
- 6 Valkola Antti. 2009. Anodisen bondauksen prosessiparametrien optimointi Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.
- 7 Truchard James. Measurement and automation catalog. (2006)
- 8 Bondauksen prosessiperehdytys. Powerpoint dokumentti. Murata electronics Oy
- 9 WID110: kiekkojen Tunnistusjärjestelmä. Verkkodokumentti. <http://www.ioss.de/en/code-reading-systems/fixmount-reader/wafer-identification-re>. Luettu 15.9.2016
- 10 WID110 Wafer ID Reader manual 2013, Version 7.2.4 / 02.04.13
- 11 Innovatiivinen robotiikka kiekkojen ID lukeminen. Verkkodokumentti. <http://www.innovativerobotics.com/site2011/Product-Wafer-ID-Reader.html> Luettu 10.12.2016
- 12 Kiekkojen lukijan rajapintojen tunnistus. Verkkodokumentti. http://www.httgroup.eu/divisions/wafer_reader/wafer_reader.php?id=11 Luettu 2.12.2016
- 13 Ajo Risto, 2001 Suomen automaation tuki Oy. Laatu automaatiassa.

Liitteet

Liite 1. TILAPÄINEN TYÖOHJE NRO: 1780 Rev. 1. Kiekkokoodinlukukamera

