



SUOMI – FINLAND (FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT



F I 000119259B

(10) FI 119259 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.09.2008

(51) Kv.lk. - Int.kl.

G01B 11/00 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20065669

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

18.10.2006

(24) Alkupäivä - Löpdag

18.10.2006

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

19.04.2008

(73) Haltija - Innehavare

1 •Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Vuorimiehentie 5, 02044 VTT, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Keränen,Heimo, Käsikiventie 15, 90240 Oulu, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab

Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

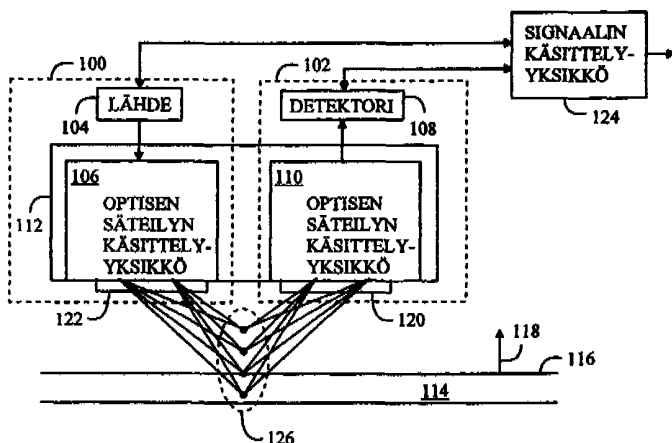
Pinnan ja paksuuden määrittäminen
Bestämning av yta och tjocklek

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 4585349 A, US 5880846 A, US 6327041 A, US 6917421 A, US 2004/0109170 A, US 2006/0012804 A, US 4458152 A, US 5162660 A, US 4936676 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) kohdistaa optisen lähteen (104) säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) mitattavan pinnan (116) normaalin (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa. Mahdollinen polarisaattori (120, 122) polarisoi heijastuneen säteilyn pinnan (116) normaalin (118) suhteen kohtisuoraan suuntaan. Optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) kohdistaa detektorille (108) vastaanottamaansa polarisoitua optista säteilyä, jota se ottaa vastaan mitattavasta kohteesta (114). Signaalkäsittely-yksikkö (124) määrittää detektorin (112) tuottaman signaalin perusteella detektoidusta säteilystä aallonpituuden, jolla säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittää pinnan (116) sijainnin määritetyn aallonpituuden avulla. Mitattaessa kohdetta (114) molemmiin puoliin mitattavan kohteen (114) paksuus on määritettävissä pintojen sijaintien avulla.



En behandlingsenhet (112) för optisk strålning riktar olika våglängder av den optiska källans (104) strålning på ett föremål (114) som skall mätas från en riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas, så att olika våglängder fokuseras på olika höjder i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas. En eventuell polarisator (120, 122) polariserar den reflekterade strålningen i en vertikal riktning i förhållande till ytans (116) normal (118). Behandlingsenheten (112) för optisk strålning riktar till detektor (108) polariserad optisk strålning som den mottagit, vilken strålning den mottar från föremålet (114) som skall mätas. Signalbehandlingsenheten (124) bestämmer på basis av den av detektor (112) alstrade signalen från den detekterade strålningen en våglängd, där strålningens styrka är störst, och bestämmer ytans (116) läge med hjälp av den fastställda våglängden. Då föremålet (114) mäts på båda sidor kan tjockleken av föremålet (114) som skall mätas bestämmas med hjälp av ytornas lägen.

Pinnan ja paksuuden määrittäminen

Ala

Keksinnön kohteena ovat menetelmä määrittää mitattavan kohteen pinta ja menetelmä määrittää mitattavan kohteen paksuus. Lisäksi keksinnön kohteena ovat mittalaite määrittää mitattavan kohteen pinta ja mittalaite määrittää mitattavan kohteen paksuus.

Tausta

Esimerkiksi paperin valmistusprosessissa paperin paksuutta pyritään mittaamaan liikkuvasta paperirainasta. Mittaukseen voidaan käyttää ratkaisuja, joissa mittalaitteen anturi koskettaa paperin pintaa, tai ratkaisuja, joissa anturi ei kosketa pintaa. Pintaa koskettamattomia ratkaisuja ovat esimerkiksi kapasitiiviset mittaukset ja optiset mittaukset. Anturin kosketus mitattavaan pintaan voi aiheuttaa pintavirheitä ja siksi ratkaisuja, joissa anturi koskettaa mitattavan kohteen pintaa, pyritään välttämään.

Mitattavan pinnan määrittämiseksi optisissa mittauksissa on käytetty hyväksi kromaattista aberratiota. Tässä ratkaisussa pintaan fokusoidaan valoa sellaisen optisen elementin läpi, jonka polttoväli on tunnetulla tavalla riippuvainen valon aallonpituudesta. Pinnasta heijastunut valo kerätään koaksiaalisesti samalla optisella elementillä detektorille. Detektori, joka voi olla spektrianalysaattori, analysoi heijastuneen valon spektrin. Se aallonpituus, jolla pinta on parhaiten polttopisteessä, heijastuu tehokkaimmin ja se edustaa spektrissä voimakkainta intensiteettiä. Koska mittalaitteen mitoituksen perusteella on tiedossa, missä tämän aallonpituuden polttopiste on, voidaan tämä perusteella määrittellä pinnan sijainti. Jos pinnan määrittely suoritetaan paperin molemmille pinnoille, voidaan myös mitattavan kohteen paksuus mitata.

Tunnettuun kromaattista aberratiota hyväksikäyttävään ratkaisuun liittyy kuitenkin ongelmia. Kun mitattavana kohteena on diffuusi materiaali, valoa heijastuu pinnan lisäksi myös mitattavan kohteen sisältä. Tämä aiheuttaa mittavirhettä. Esimerkiksi mitattaville kohteille, joihin valo tunkeutuu vähemmän sisälle, mittaus antaa systemaattisesti suuremman paksuuden kuin saman paksuiselle mitattaville kohteille, joihin valo tunkeutuu enemmän. Mittavirhettä on pyritty korjaamaan laskennallisesti muuttamalla mittaustulosta mitattavien kohteiden laadun mukaan. Suuret mittaustulosten korjaukset heikentävät kuitenkin mittaustarkkuutta ja mittausten luotettavuutta eikä ennalta määrittelemättä kohdetta voi tarkasti mitata.

Lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on toteuttaa menetelmä mitattavan kohteen pinnan määrittämiseksi ja menetelmä mitattavan kohteen paksuuden mittaamiseksi ja menetelmät toteuttavat mittalaitteet.

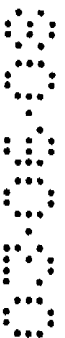
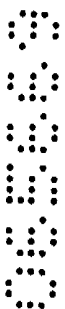
- 5 Tämän saavuttaa mittalaite mitattavan kohteen pinnan määrittämiseksi optisen säteilyn avulla. Mittalaite käsittää optisen lähteen; optisen säteilyn käsittely-yksikön, joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen mitattavan pinnan normaalisti poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan normaalin suunnassa; detektorin, jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan normaalin suunnasta; signaalinkäsittely-yksikön, joka on sovitettu määrittämään detektorin tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään mitattavan pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla.

- Keksinnön kohteena on myös mittalaite mitattavan kohteen paksuuden mittaamiseksi. Mittalaite käsittää ensimmäisen pinnan mittaamista varten:
- 20 optisen lähteen; optisen säteilyn käsittely-yksikön, joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen mitattavan pinnan normaalista poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan normaalin suunnassa; detektorin, jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan normaalin suunnasta; ja signaalinkäsittely-yksikkö on sovitettu määrittämään detektorin tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään mitattavan pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja mittalaite käsittää mitattavan kohteen toisen puolen mittaamista varten: toisen puolen optisen lähteen; toisen puolen optisen säteilyn käsittely-yksikön, joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen toisen mitattavan pinnan normaalista poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille toisen mitattavan pinnan normaalin suunnassa; toisen puolen

detektorin, jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan normaalin suunnasta; ja signaalinkäsittely-yksikkö on sovitettu määrittämään toisen puolen detektorin tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään toisen mitattavan pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja signaalinkäsittely-yksikkö on sovitettu mittaamaan määritettyjen pintojen sijaintien avulla mitattavan kohteen paksuus.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä mitattavan kohteen pinnan määrittämiseksi optisen säteilyn avulla. Menetelmässä kohdistetaan optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen mitattavan pinnan normaalista poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan normaalin suunnassa; otetaan vastaan optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan normaalista; määritetään vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja määritetään mitattavan kohteen pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla.

Keksinnön kohteena on vielä menetelmä mitattavan kohteen paksuuden mittaamiseksi optisen säteilyn avulla. Menetelmässä kohdistetaan optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen ensimmäisen mitattavan pinnan normaalista poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille ensimmäisen mitattavan pinnan normaalin suunnassa; otetaan vastaan optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa ensimmäisen mitattavan pinnan normaalista; määritetään vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja määritetään ensimmäisen mitattavan pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; kohdistetaan optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen toisen mitattavan pinnan normaalista poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille toisen mitattavan pinnan normaalin suunnassa; otetaan vastaan optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa toisen mitattavan pinnan normaalista; määritetään vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja määritetään toi-



sen mitattavan pinnan sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja määritetään mitattavan kohteen paksuus määritettyjen pintojen sijaintien avulla.

Keksinnön edullisia suoritusmuotoja kuvataan epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- 5 Keksinnön mukaisilla menetelmillä ja mittalaitteilla saavutetaan useita etuja. Mittausta häiritsevää mitattavan kohteen sisältä tulevaa diffuusia heijastumista voidaan vähentää. Mitattavan kohteen pinnan samoin kuin paksuuden määrittäminen voidaan näin suorittaa tarkasti diffuusista heijastumisesta huolimatta.

10 **Kuvioluettelo**

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

kuvio 1 esittää mittalaitetta, jonka detektori ottaa vastaan dispersioitua optista säteilyä,

- 15 kuvio 2 esittää mittalaitetta, jonka detektori ottaa vastaan dispersioimatonta optista säteilyä,

kuvio 3 esittää mittalaitetta, joka käsittää heijastimen,

kuvio 4 esittää optisen säteilyn käsittelyosaa,

kuvio 5 esittää optisen säteilyn käsittelyosaa,

- 20 kuvio 6 esittää mittauksen normalisoimista,

kuvio 7 esittää mitattavan kohteen paksuuden mittausta,

kuvio 8 esittää spektrin detektointia säteenjakajan, kahden erilaisen suodattimen ja kahden detektorin avulla,

kuvio 9 esittää suodattimien läpäisyä,

- 25 kuvio 10 esittää detektoitua spektriä,

kuvio 11 esittää esimerkkiä optisen säteilyn moduloinnista,

kuvio 12 esittää mittausta käyttäen polttopisteviivastoa,

kuvio 13 esittää pinnan määrittämenetelmän vuokaaviota, ja

kuvio 14 esittää paksuuden mittaamenetelmän vuokaaviota.

30 **Suoritusmuotojen kuvaus**

Esitettyä ratkaisua voidaan soveltaa erityisesti diffuusien materiaalien mittaamiseen, vaikka mittaus toimii myös ei-diffuuseille materiaaleille. Diffuuseja materiaaleja voivat olla esimerkiksi paperi, tekstiili, diffuusilla materiaalla päällystetty metalli, iho ja erilaisten jauhot, joiden pinta (tai paksuus) halutaan määrittää.

35

Tarkastellaan nyt esitettyä ratkaisua kuvion 1 avulla, jossa mittalaite käsittää toisistaan erilliset lähetinosan 100 ja vastaanotinosan 102. Lähetinosa 100 käsittää optisen lähteen 104 ja ensimmäisen optisen säteilyn käsittelyosan 106. Optisella säteilyllä tarkoitetaan tässä hakemuksessa sähkömagneettista säteilyä, jonka aallonpituuskaista sijoittuu välille ultraviolettista säteilystä (aallonpituus noin 50 nm) infrapunaiseen säteilyyn (aallonpituus noin 1 mm). Vastaanotinosa 102 käsittää detektorin 108 ja toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110. Optisen säteilyn käsittelyosat 106 ja 110 muodostavat optisen säteilyn käsittely-yksikön 112, jossa optisen säteilyn käsittelyosa 106 kohdistaa optisesta lähteestä 104 tulevan optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen 114 mitattavan pinnan 116 normaalista 118 poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistetaan (fokusoidaan) eri korkeuksille mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Vaikka pinta olisi karhea, kuten se usein voi ollakin, normaalilla tarkoitetaan keskimääräistä normaalin suuntaa, joka saadaan esimerkiksi keskiarvoistamalla tai muuten keskimääräistämällä suuri joukko edustavia normaaleja. Osa aallonpituuksista voi kohdistua mitattava kohteen 114 yläpuolelle ja osa sen sisään. Optinen säteily voidaan hajottaa erillisiksi aallonpituuksiksi esimerkiksi prisman tai hilan avulla optisen säteilyn käsittelyosassa 106. Kohdistaminen puolestaan voidaan suorittaa yhden tai useamman linssin tai peilin avulla fokusoimalla eri aallonpituudet eri fokuksipisteisiin 126.

Mittalaite käsittää ainakin yhden polarisaattorin 120, 122. Koska vain yhdellä polarisaattorillakin voidaan toimia, ei lähetinosan 100 polarisaattoria 122 välttämättä tarvita, vaan voidaan käyttää polarisaattoria 120 polarisoimaan mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suuntaan nähden kohtisuoraan. Tällöin optisen säteilyn sähkökentän värähtelyllä on pinnan 116 normaalin 118 suunnan suhteen kohtisuora komponentti. Useita polarisaattoreita käytettäessä kaikkien polarisaattoreiden polarisaatiosuunnat ovat samat. Yksi tai useampi polarisaattori vai-mentaa mitattavan kohteen 114 sisältä tulevaa optista säteilyä, koska mitattavan kohteen 114 sisällä polarisaatio heikkenee tai häviää. Pinnasta heijastuva optinen säteily polarisoituu tai säilyttää polarisaation.

Heijastumisella tarkoitetaan tässä hakemuksessa peiliheijastusta ja hajaheijastusta, joissa heijastuminen voi tapahtua sileästä pinnasta tai karhasta pinnasta. Lisäksi heijastumisella tarkoitetaan tässä hakemuksessa myös mitattavan kohteen sisältä siroavaa, taittuvaa ja heijastuvaa säteilyä. Optinen

säteily voidaan eräässä toimintamuodossa kohdistaa pintaan ja ottaa vastaan Brewsterin kulmassa, jolloin optinen säteily tehokkaimmin polarisoituu pinnasta heijastuessaan.

Optisen säteilyn käsittely-yksikön 112 optisen säteilyn käsittelyosa
5 110 voi fokusoida vastaanottamansa polarisoidun optisen säteilyn yhden tai useamman linssin tai peilin avulla detektorille 118. Optisen säteilyn käsittely-osa 110 ja detektori 108 on suunnattu ja optisen säteilyn käsittelyosan 110 ja detektorin 108 numeerinen aukko on mitoitettu siten, että polarisoitua optista säteilyä voidaan ottaa vastaan ainakin mitattavasta kohteesta 114 tapahtuvan
10 peiliheijastuksen suunnasta. Kuvion 1 mukaisessa ratkaisussa dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituuksien polttopisteet ovat rinnakkain detektorilla 108. Tästä syystä kuvion 1 mukaisessa ratkaisussa voidaan eri aallonpituudet detektoida esimerkiksi rividetektorilla. Näin kukin aallonpituus kohdistuu rividetektorin yhdelle detektorielementille.

15 Detektorin 108 optisesta säteilystä muodostama sähköinen signaali voidaan syöttää signaalinkäsittely-yksikköön 124, joka voi määrittää vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituuden, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin. Samoin signaalinkäsittely-yksikkö 124 voi määrittää mitattavan kohteen 114 pinnan 116 sijainnin määritetyn aallonpituuden avulla.
20 Mitattavan pinnan 116 sijainnin määrittäminen perustuu siihen, että ennalta tiedetään, mille etäisyydelle kukin aallonpituus fokusoituu, ja oletetaan, että voimakkaimmin heijastuu se aallonpituus, joka heijastuu fokuksesta.

Kuvio 2 esittää ratkaisua, jossa myös toinen optisen säteilyn käsittelyosa 110 käsittää dispersiivisen komponentin, kuten prisman tai hilan, jolla
25 voidaan optisen säteilyn eri teitä kulkevat aallonpituudet koota yhteen. Tällöin eri aallonpituudet tulevat samaan polttopisteeseen detektorille 108 ja detektorina 108 voi olla yksikin elementti.

Kuvio 3 esittää ratkaisua, jossa mittalaite käsittää optisen säteilyn käsittely-yksiköltään 112 yhteisen lähetinosan 100 ja vastaanotinosan 102.
30 Tässä ratkaisussa optisen säteilyn kulku optiselta lähteeltä 104 mitattavalle kohteelle 114 ja edelleen optisen säteilyn käsittelyosaan 110 tapahtuu samalla tavalla kuin kuvion 2 tapauksessakin. Kertaalleen mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily ei nyt kuitenkaan etene suoraan detektorille 108, vaan mittalaite käsittää heijastimen 300, joka heijastaa mitattavasta kohteesta
35 114 heijastuneen optisen säteilyn takaisin mitattavalle kohteelle 114 siten, että optinen säteily heijastuu edelleen mitattavasta kohteesta 114 toisen optisen

säteilyn käsittelyosan 110 kautta kohti ensimmäistä optisen säteilyn käsittelyosaa 106 ja siitä edelleen kohti optista lähdettä 104. Kuvion 3 mukaisessa ratkaisussa mittalaite käsittää säteenjakajan 302, joka suuntaa ainakin osan kohti optista lähdettä 104 suunnatusta optista säteilystä detektorille 108. Säteenjaka-

5 kaja 302 voi olla polarisoiva säteenjakaja, jolloin säteenjakaja 302 polarisoi myös mitattavaan kohteeseen 114 kohdistuvan optisen säteilyn ja jolloin erillisiä polarisaattoreita 120, 122 ei tarvita. Säteenjakaja 302 voi tällöin myös kohdistaa kaiken vastaanottosuunnassa tulevan polarisoidun optisen säteilyn detektorille 108.

10 Vaihtoehtoisesti säteenjakaja 302 voi perustua pelkästään optisen tehon jakamiseen halutussa suhteessa, jolloin eroaviin optisiin säteisiin pyritään usein saamaan sama teho. Tällöin jompaakumpaa erillistä polarisaattoria 120, 122 tarvitaan.

Kuvio 4 esittää optisen säteilyn käsittelyosaa 106. Optisesta lähteestä 104 tulevan optisen säteilyn eri aallonpituuksien kohdistamiseksi eri tavalla mitattavaan kohteeseen 114 ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa 106 voi käsittää kromaattisesti dispersiivisen komponentin 400, joka on sovitettu dispersioimaan mitattavaan kohteeseen 114 suunnattu optinen säteily epäaksiaalisesti. Siten optinen säteily dispersoidaan dispersiivisellä komponentilla 20 400 ensimmäisen optisen säteilyn käsittelyosan 106 optisesta akselista 402 poikkeavassa suunnassa, jolloin dispersio eli aallonpituuksien jakauma on ainakin osittain suuntautunut mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suuntaan. Fokuspisteiden suunnan ei tarvitse olla yhdensuuntainen pinnan 116 normaalin 118 kanssa, mutta yhteinen vektorikomponentti suunnilla on (eli fokuspisteet eivät ole vaakasuorassa eivätkä optisella akselilla). Kuvion 4 mukaisessa ratkaisussa dispersiivinen komponentti 400 sijaitsee kahden fokuoivan linssin 25 404, 406 välissä. Linssit 404, 406 muodostavat fokusointikomponentin 408. Linssien 404, 406 välissä optisesta lähteestä 104 tuleva säteily voi olla kolli- moitu. Dispersiivinen komponentti 400 yhdessä fokusointikomponentin 408 kanssa voi fokusoida optisen lähteen 104 optisen säteilyn eri aallonpituudet eri 30 korkeuksille mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Dispersioivana komponenttina 400 voi olla prisma tai hila ja linssien sijaan tai lisäksi voidaan käyttää fokuoivia peilejä. Kumpikin linssi 404, 406 voidaan korvata linssiyhdistelmällä, peilillä, peilien yhdistelmällä tai näiden yhdistelmällä.

35 Kuvio 5 esittää optisen säteilyn käsittelyosaa 110. Mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily voidaan fokusoida detektorille 108 fo-



kusointikomponentilla 508, joka käsittää linssit 504, 506. Tällöin toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110 fokuksipiste voi olla mitattavalla pinnalla 116 tai sen lähellä. Ilman dispersiivista komponenttia 500 syvyysterävyyden tulee olla riittävän hyvä fokuksipisteen ympäristössä.

- 5 Optisen säteilyn käsittelyosa 110 voi käsittää myös dispersiivisen komponentin 500, joka poistaa dispersion ja mahdollistaa eri optisia polkuja kulkeneiden aallonpituuksien yhdistämisen samaan fokukseen. Tällöin toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110 edessä olevat fokuksipisteet voivat olla samoissa kohdissa, joihin ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa 106 fokusoi
10 eri aallonpituudet (ks. esim. kuvio 1). Tällöin heijastuminen mitattavalta pinnalta 116 tapahtuu tehokkaasti. Dispersiivista komponenttia 500 käytettäessä erilleen dispersoidut aallonpituudet fokuksituvat toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110 taakse samaan polttopisteeseen esimerkiksi detektorille 108 ja detektointi voidaan suorittaa yhdellä detektorielementillä. Käytettäessä heijastinta
15 300 heijastin 300 voi sijaita toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110 fokuksessa tai optinen säteily voidaan heijastaa suoraan takaisin toisen optisen säteilyn käsittelyosan 110 takaosasta (linssistä 506) kohti mitattavaa kohdetta 114. Ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa 106 ja toinen optisen säteilyn käsittelyosa 110 voivat olla samanlaisia, mutta linssien 404, 406 voimakkuusarvot ja
20 dispersiivinen komponentti 400 voivat olla myös erilaisia.

- Toinen optisen säteilyn käsittelyosa 110 voi käsittää toisen dispersiivisen komponentin 500, joka poistaa dispersiivisuuden mitattavasta kohteesta 114 heijastuneesta optisesta säteilystä. Toinen optisen säteilyn käsittelyosa 110 voi fokusoida optisen säteilyn dispersioimattomassa muodossa detektorille
25 108.

- Siinä toimintamuodossa (ks. kuvio 2), jossa vain optisen säteilyn käsittelyosassa 106 on dispersiivinen komponentti 400 ja heijastinta 300 ei käytetä, detektorina 108 voi olla rividetektor, jonka kullekin elementille kohdistuu dispersioimattoman optisen säteilyn eri aallonpituus. Tässä tapauksessa
30 kuten yleensäkin yksittäisellä aallonpituudella tarkoitetaan kapeaa aallonpituuden kaistaa, joka on vain osa mittaускаistasta. Kapeana kaistana voi pitää esimerkiksi pienempää kuin yksi viidesosa koko mittaускаistasta. Usein kapea kaista on vain nanometrien tai kymmenien nanometrien levyinen. Kapea kaista voidaan määrittellä halutun mittaustarkkuuden perusteella tai sen voi määrätä
35 mittalaitteiden ja komponenttien mittaustarkkuus.

Siinä toimintamuodossa (ks. kuvio 3), jossa käytetään heijastinta 300, heijastin 300 voi heijastaa optisen säteilyn takaisin optisen säteilyn käsittelyosan 110 kautta mitattavaan kohteeseen 114. Tällöin toinen optisen säteilyn käsittelyosa 110 voi fokusoida optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeuksille mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Kun molemmat optisen säteilyn käsittelyosat 106 ja 110 käsittävät dispersiiviset komponentit 400 ja 500 detektorille 108 kohdistuu dispersioimatonta optista säteilyä.

Kuvio 6 esittää mittauksen referenssin mittausta. Koska lähteen 104 eri aallonpituuksien intensiteetit eivät ole tasajakautuneet, vaan eri aallonpituuksilla voi olla eri intensiteetti, lähteen 104 intensiteettijakauma aallonpituuden funktiona voidaan mitata. Tällöin lähteen 600 ja optisen säteilyn käsittelyosan 106 välissä voi olla referenssisäteenjakaaja 600, joka ohjaa osan lähteen 104 lähettämästä optisesta säteilystä referenssidetektorille 602, joka muuntaa vastaanottamansa optisen säteilyn sähköiseksi signaaliksi. Säteenjakaaja 600 voi myös olla osa optisen säteilyn käsittelyosaa 106. Signaalinkäsittely-yksikkö 124 ottaa vastaan sähköisen signaalin. Koska signaalinkäsittely-yksikkö 124 ottaa vastaan myös detektorilla 108 muodostetun kohteen 114 mittaussignaalin, signaalinkäsittely-yksikkö 124 voi normalisoida detektorilla 108 suoritettua mittauksen referenssidetektorilla 602 suoritettulla mittauksella. Normalisointi voi tarkoittaa esimerkiksi detektorilla 108 saatujen intensiteettien jakamista referenssidetektorilla 602 mitatuilla intensiteeteillä. Referenssisäteenjakaaja 600 voi olla sama kuin kuviossa 3 oleva suuntaava säteenjakaja 302. Suuntaava säteenjakaja 302 voi toimia myös referenssisäteenjakaajana 600.

Kuviossa 6 on myös esitetty eräs toimintamuoto, jolla voidaan kompensoida mitattavan kohteen 114 väri tai yleisesti ottaen mitattavan kohteen 114 heijastusvaste. Optisella yksiköllä 604 voidaan kohdistaa lähteen 104 tuottamaa optista säteilyä dispersioimattomassa muodossa mitattavaan kohteeseen 114, josta heijastunut optinen säteily voidaan ottaa vastaan toisella optisella yksiköllä 606, joka käsittää detektorin. Optinen yksikkö 606 voi muodostaa heijastuneen säteilyn spektrin, jota signaalinkäsittely-yksikkö 124 voi mitata. Optinen yksikkö 606 voi syöttää mittauksen mukaisen sähköisen signaalin signaalinkäsittely-yksikköön 124, joka voi normalisoida detektorilla 108 saadun mittaustuloksen ainakin yhdellä seuraavista: referenssidetektorin 124 mittaustuloksella, optisen yksikön 606 mittaustuloksella.

Kuvio 7 esittää erästä toimintamuotoa, jossa mitattavan kohteen molempia pintoja 116, 116B mitataan edellä kuvatulla tavalla. Tällöin optisesta

lähteestä kohdistetaan optista säteilyä optisen säteilyn käsittelyosan 106 läpi mitattavaan kohteeseen 114 siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri etäisyyksille mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Optinen säteily heijastuu mitattavasta kohteesta 114 optisen säteilyn käsittelyosaan 110 esimerkiksi polarisaattorin 120 läpi. Myös molempia polarisaattoreita 120, 122 voidaan käyttää. Optisen säteilyn käsittelyosa 110 kohdistaa heijastuneen optisen säteilyn detektorille 108. Detektori 108 syöttää mittaussignaalin signaalinkäsittely-yksikölle 124 pinnan määrittystä varten. Optisen lähteen 104 intensiteettikauma aallonpituuksien suhteen voidaan mitata käyttäen säteenjakajaa 600, referenssidetektoria 602 ja signaalinkäsittely-yksikköä 124. Yhden tai useamman polarisaattorin 120, 122 sijaan tai lisäksi voi säteenjakaja 600 olla polarisaattori.

Vastaavasti mitattavan kohteen 114 toinen pinta 116B voidaan määrittää kohdistamalla optisen lähteen 104B ja optisen säteilyn käsittely-yksikön 106B muodostamat eri aallonpituudet fokukseen eri etäisyyksille mitattavan pinnan 116B normaalin 118B suunnassa. Optinen säteily heijastuu mitattavasta kohteesta 114 optisen säteilyn käsittelyosaan 110B esimerkiksi polarisaattorin 120B läpi. Myös molempia polarisaattoreita 120B, 122B voidaan käyttää. Optisen säteilyn käsittelyosa 110 kohdistaa heijastuneen optisen säteilyn detektorille 108B. Detektori 108 syöttää mittaussignaalin signaalinkäsittely-yksikölle 124 pinnan määrittystä varten. Optisen lähteen 104B intensiteettikauma aallonpituuksien suhteen voidaan mitata käyttäen säteenjakajaa 600B, referenssidetektoria 602B ja signaalinkäsittely-yksikköä 124. Yhden tai useamman polarisaattorin 120B, 122B sijaan tai lisäksi voi säteenjakaja 600B olla polarisaattori 302B. Kukin mitattavan kohteen alapuolella oleva lohko 104B – 110B, 120B, 122B, 600B, 602B on samanlainen kuin viitenumeroilla 104 – 110, 120, 122, 600, 602 kuvatut lohkot kuvioissa 1 – 6. Luonnollisesti myös kuvion 7 lohkot 104 – 110, 120, 122, 600, 602 ovat samanlaisia kuin edellä olevissa kuvioissa, mutta kuvion 7 yläpuolisen mittausosan ei tarvitse olla samanlainen kuin alapuolisen mittausosan. Esimerkiksi mitattavan kohteen yläpuolella voidaan käyttää molempia polarisaattoreita, mutta mitattavan kohteen alapuolella voidaan käyttää vain yhtä polarisaattoria 120B. Kuviossa 7 on esitetty, että sekä mitattavan kohteen yläpuolella että alapuolella on kuviota 2 vastaava mittausperiaate. Luonnollisesti joko yläpuolella tai alapuolella tai molemmissa voidaan käyttää myös kuvion 3 mukaista mittausperiaatetta, jossa hyödynnetään heijastinta 300.

Kun yläpinnan paikka h_1 on määritetty yläpuolisen mittausosan suhteen ja alapinnan paikka h_2 on määritetty alapuolisen mittausosan suhteen ja kun tiedetään pinnan yläpuolisen mittausosan ja pinnan alapuolisen mittausosan ennalta määrätty etäisyys H toisistaan, voidaan mitattavan kohteen 114 paksuus T määrittää esimerkiksi vähentämällä mittausosien etäisyydestä H pois pintojen paikkojen arvot h_1 ja h_2 eli $T = H - (h_1 + h_2)$.

Kuvio 8 esittää detektointia kahden detektoriosan avulla. Detektori 108 voi käsittää detektorisäteenjakaajan 800, joka jakaa tunnetussa suhteessa sille mitattavasta kohteesta 114 tulevan optisen säteilyn kahdelle detektoriosalle 802, 804. Detektoriosien 800, 802 edessä on suodattimet 806, 808, jotka suodattavat detektoreille tulevaa säteilyä kuvion 9 mukaisesti. Ratkaisua voidaan soveltaa myös referenssidetektorilla 602.

Kuvio 9 esittää suodattimien päästökäyriä aallonpituuden suhteen. Pystyakselilla on intensiteetti I ja vaaka-akselilla on aallonpituus λ . Käyrä 900 esittää suodattimen 806 vastetta aallonpituuden suhteen ja käyrä 902 esittää suodattimen 808 vastetta aallonpituuden suhteen. Suodatin 806 voi päästää heikommin lävitseen lyhyellä aallonpituudella kuin pitkällä aallonpituudella ja suodatin 808 tälle päinvastaisesti voi päästää heikommin lävitseen pitkällä aallonpituudella kuin lyhyellä aallonpituudella ja käyrät voivat olla lineaarisia. Yleisesti suodattimen 806 vaste on erilainen kuin suodattimen 808 vaste mittauksessa käytetyllä kaistalla. Kun kullakin aallonpituudella kummankin detektorin detektoima optinen teho (tai intensiteetti) summataan yhteen ja jaetaan detektoitujen optisten tehojen erotuksella, on näin muodostetuista suhteellisista intensiteeteistä suurimman suhteellisen intensiteetin kohdalla se aallonpituus, joka heijastui mitattavan kohteen 114 pinnasta 116. Matemaattisesti laskenta-kaava voidaan merkitä esimerkiksi seuraavasti: $P_{\text{suht}} = \frac{P_{\text{detA}} - P_{\text{detB}}}{P_{\text{detA}} + P_{\text{detB}}}$, missä P_{suht}

tarkoittaa suhteellista intensiteettiä (tai tehoa), P_{detA} tarkoittaa detektorin 800 detektoimaa tehoa ja P_{detB} tarkoittaa detektorin 802 detektoimaa tehoa. Yksinkertaisemmin suhteelliset intensiteetit voidaan muodostaa jakamalla kummankin detektorin detektoimat tehot keskenään eli $P_{\text{suht}} = \frac{P_{\text{detA}}}{P_{\text{detB}}}$.

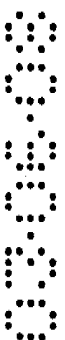
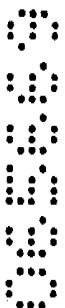
Kuvio 10 esittää mitattua spektriä, jossa näkyy intensiteetti I aallonpituuden λ funktiona. Kun signaalinkäsittely-yksikkö 124 löytää aallonpituuden λ_{max} , jolla intensiteetti on suurin, voidaan mitattavan pinnan 116 (tai 116B) etäisyys mittalaitteen ennalta määrätystä pisteestä määrittää esimerkiksi lineaarisella laskentaoperaatiolla $h_1 = k \cdot \lambda_{\text{max}}$, missä k on ennalta määrätty vakio.

Riippuvuus suurimman intensiteetin aallonpituudesta $\lambda_{\max}$ voi olla myös epälineaarinen, mutta pinnan sijainnin määrittämiseksi riittää, että riippuvuus on tunnettu.

Kuvio 11 esittää esimerkkiä optisen säteilyn moduloinnista. Lähteen
 5 104 lähettämää optista säteilyä voidaan moduloida. Modulointi voidaan suorittaa mekaanisella, elektro-optisella, magneto-optisella tai akusto-optisella katkojalla/modulaattorilla tai modulointi voidaan suorittaa elektronisesti (esimerkiksi diodissa). Modulointi voi olla aikajakoista, jolloin optinen lähde 104 lähettää optisia pulsseja säännön mukaisesti, valesatunnaisesti tai satunnaisesti. Säännön mukainen pulssitus voi tarkoittaa ennalta määrätyn pulssikuvion 1100 toistuvaa, säännöllistä lähettämistä tai yksinkertaisimmillaan pulssien lähettämistä halutulla taajuudella. Ennalta määrätyn pulssikuvion pulssien etäisyys toisistaan voi olla säännöllinen tai epäsäännöllinen. Pulssien välissä optinen lähde 104 ei lähetä optista säteilyä ollenkaan tai optisten
 10 pulssien välinen optinen teho on pienempi kuin pulssin aikana. Signaalinkäsittely-yksikkö 124 voi ohjata modulointia ja signaalinkäsittely-yksikkö 124 voi vastaavasti ja synkronoidusti demoduloida detektorilta 108 tulevaa signaalia. Käytettäessä modulointia häiriöiden vaikutus mittaukseen vähenee. Hyödyllistä moduloinnin käyttö voi olla mitattaessa mitattavaa
 15 kohdetta 114 molemmilta puoliltaan. Tällöin optista säteilyä voidaan kohdistaa mitattavan kohteen 114 eri puolille eri aikaan tai käyttäen erilaista modulaatiota. Näin vastakkaiselta puolelta tuleva optinen säteily ei häiritse mittausta.

Kuvio 12 esittää erästä toimintamuotoa, jossa optisen säteilyn käsittelyosa 106 fokusoivien optisten komponenttien 404, 406 ja dispersiivisen
 25 komponentin 400 avulla voi muodostaa polttopisteiden sijaan polttoviivaston 1200, jossa kukin aallonpituus on fokusoitu omalle viivalleen. Tällöin lähde voi olla pistemäinen tai viivamainen lähde. Fokusoivina komponentteina 404, 406 voidaan käyttää esimerkiksi pallopintaisia linsejä tai joissain tapauksissa myös sylinterilinssejä. Vastaavalla tavalla optisen säteilyn käsittelyosa 110 voi
 30 käsittää optiset komponentit 504, 506 ja dispersiivisen komponentin 500, joilla polttopisteviivasto 1200 on jakautunut mitattavan pinnan 116 normaalin suuntaan.

Mittauksessa käytettävää kukin aallonpituus voidaan kohdistaa mitattavaan kohteeseen 114 samanaikaisesti tai eriaikaisesti. Aallonpituudet voidaan kohdistaa mitattavaan kohteeseen 114 pienissä ryhmissä (tai kaistoissa)
 35 tai kukin aallonpituus kerrallaan. Kukin aallonpituus tai aallonpituuksien kaista



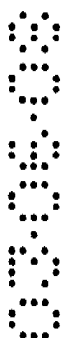
voidaan muodostaa sopivien, vaihdettavien tai säädettävien suodattimien avulla tai optisen lähteen kaistaa voidaan pyyhkäistä mittauskaistan yli. Esimerkiksi ledin kaista voi olla 20 nm ja sitä voidaan pyyhkäistä mittauskaistan yli, joka voi olla esimerkiksi 500 nm - 650 nm. Myös laserin monokromaattista aallonpituutta voidaan pyyhkäistä esimerkiksi kymmenien tai satojen nanometrien yli.

Optinen lähde 104 voi käsittää esimerkiksi hehkulampun, kaasupurkauslampun, halogeenilampun, ledin, aallonpituudeltaan säädettävän laserin jne. Optinen lähde 104 voi käsittää myös optisen kuidun, jolloin varsinainen optista säteilyä generoiva yksikkö voi olla kaukana optisen säteilyn käsittely-yksiköstä 106 ja mitattavasta kohteesta 114.

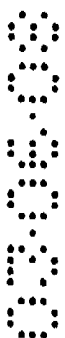
Detektori 108 voi puolestaan käsittää esimerkiksi minkä tahansa spektrin muodostavan laitteen, kuten spektrografin. Detektori voi käsittää myös kuvion 8 mukaisessa ratkaisussa esimerkiksi PIN-diodin, APD-diodin (Avalanche Photo Diode), LDR:n (Light Dependent Resistor), valomonistinputken, CCD-kennon (Charge Coupled Device), CMOS-kennon (Complementary Metal Oxide Semiconductor), pyroilmaisimen tms. Myös detektori 108 voi käsittää kuidun, jolla optinen säteily voidaan siirtää varsinaiseen detektoivaan yksikköön.

Kuvio 13 esittää vuokaaviota menetelmästä määrittää mitattavan kohteen pinta. Askeleessa 1300 optisen säteilyn eri aallonpituudet kohdistetaan mitattavaan kohteeseen 114 mitattavan pinnan 116 normaalista 118 poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Askeleessa 1302 mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily voidaan polarisoida mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suhteen kohtisuoraan suuntaan. Askeleessa 1304 polarisoitua optista säteilyä otetaan vastaan ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan 116 normaalista 118. Askeleessa 1306 vastaanotetusta optisesta säteilystä määritetään aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin. Askeleessa 1308 mitattavan kohteen 114 pinnan 116 sijainti määritetään määritetyn aallonpituuden avulla.

Kuvio 14 esittää vuokaaviota menetelmästä määrittää mitattavan kohteen paksuus. Askeleessa 1400 optisen säteilyn eri aallonpituudet kohdistetaan mitattavaan kohteeseen 114 ensimmäisen mitattavan pinnan 116 normaalista 118 poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille ensimmäisen mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suunnassa. Askeleessa 1402 mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily voidaan polarisoida ensimmäisen mitattavan pinnan 116 normaalin 118 suhteen



- kohtisuoraan suuntaan. Askeleessa 1304 polarisoitua optista säteilyä otetaan vastaan ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa ensimmäisen mitattavan pinnan 116 normaalista 118. Askeleessa 1406 vastaanotetusta optisesta säteilystä määritetään aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin. Askeleessa 1408 ensimmäisen mitattavan pinnan 116 sijainti määritetään määritetyn aallonpituuden avulla. Askeleessa 1410 optisen säteilyn eri aallonpituudet kohdistetaan mitattavaan kohteeseen 114 toisen mitattavan pinnan 116B normaalista 118B poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille toisen mitattavan pinnan 116B normaalin 118B suunnassa. Askeleessa 1412 mitattavasta kohteesta 114 heijastunut optinen säteily voidaan polarisoida toisen mitattavan pinnan 116B normaalin 118B suhteen kohtisuoraan suuntaan. Askeleessa 1414 polarisoitua optista säteilyä otetaan vastaan ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa toisen mitattavan pinnan 116B normaalista 118B. Askeleessa 1416 vastaanotetusta optisesta säteilystä määritetään aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin. Askeleessa 1418 toisen mitattavan pinnan 116B sijainti määritetään määritetyn aallonpituuden avulla. Askeleessa 1420 mitattavan kohteen 114 paksuus määritetään määritettyjen pintojen 116, 116B sijaintien avulla.
- 20 Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkeihin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut niihin, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten puitteissa.



Patenttivaatimukset

1. Mittalaite mitattavan kohteen pinnan määrittämiseksi optisen säteilyn avulla, t u n n e t t u siitä, että mittalaite käsittää

optisen lähteen (104);

5 optisen säteilyn käsittely-yksikön (112), joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen (104) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) mitattavan pinnan (116) normaalista (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa;

10 detektorin (108), jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta (114) ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnasta;

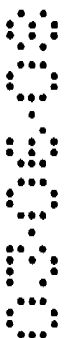
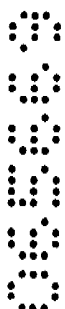
15 signaalinkäsittely-yksikön (124), joka on sovitettu määrittämään detektorin (112) tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään mitattavan pinnan (116) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla.

20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että mittalaite käsittää ainakin yhden polarisaattorin (120, 122, 302), joista ainakin yksi polarisaattori (120, 122, 302) on sovitettu polarisoimaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suhteen kohtisuoraan suuntaan.

25 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) käsittää ensimmäisen optisen säteilyn käsittelyosan (106) optisen säteilyn kohdistamiseksi mitattavaan kohteeseen (114) ja toisen optisen säteilyn käsittelyosan (110) kohdistaa mitattavasta kohteesta (114) heijastunutta optista säteilyä detektorille (108).

30 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) käsittää ensimmäisen optisen säteilyn käsittelyosan (106), toisen optisen säteilyn käsittelyosan (110), heijastimen (300) ja suuntaavan säteenjakajan (302);

ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) on sovitettu kohdistamaan optista säteilyä mitattavaan kohteeseen (114);



toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) on sovitettu kohdistamaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily heijastimeen (300), joka on sovitettu heijastamaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily takaisin mitattavaan kohteeseen (114) toisen optisen säteilyn käsittelyosan (110) kautta, joka on sovitettu kohdistamaan optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) mitattavan pinnan (116) normaalista (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa yhden aallonpituuden fokusoituessa mitattavalle pinnalle (116);

10 ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) on sovitettu kohdistamaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily kohti optista lähdettä (104); ja

suuntaava säteenjakaja (302) on sovitettu suuntaamaan ainakin osan optista lähdettä (104) kohti suunnatusta optista säteilystä detektorille
15 (108).

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että säteenjakaja (302) on sovitettu toimimaan polarisaattorina.

6. Patenttivaatimuksen 3 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää dispersiivisen
20 komponentin (400), joka on sovitettu dispersoimaan mitattavaan kohteeseen (114) suunnattu optinen säteily kromaattisesti epäaksiaaliseen suuntaan;

ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää ensimmäisen fokusointikomponentin (408), joka on sovitettu fokusoimaan epäaksiaalisesti dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeudelle mitattavan
25 kohteen (114) pinnan (116) normaalin (118) suunnassa; ja

toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) käsittää toisen dispersiivisen komponentin (500), joka on sovitettu poistamaan dispersointi mitattavasta kohteesta (114) heijastuneesta optisesta säteilystä; ja

toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) käsittää toisen fokusointikomponentin (508), joka on sovitettu fokusoimaan optisen säteilyn dispersioimattomassa muodossa detektorille (108).
30

7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää dispersiivisen

komponentin (400), joka on sovitettu dispersoimaan mitattavaan kohteeseen suunnattu optinen säteily kromaattisesti epäaksiaaliseen suuntaan;

ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää ensimmäisen fokusointikomponentin (408), joka on sovitettu fokusoimaan epäaksiaalisesti dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeudelle mitattavan kohteen (114) pinnan (116) normaalin (118) suunnassa; ja

toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) käsittää toisen fokusointikomponentin (508), joka on sovitettu fokusoimaan optisen säteilyn dispersoidussa muodossa detektorille (108).

10 8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää dispersiivisen komponentin (400), joka on sovitettu dispersoimaan mitattavaan kohteeseen suunnattu optinen säteily kromaattisesti epäaksiaaliseen suuntaan;

ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) käsittää ensimmäisen fokusointikomponentin (408), joka on sovitettu fokusoimaan epäaksiaalisesti dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeudelle mitattavan kohteen (114) pinnan (116) normaalin (118) suunnassa; ja

toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) käsittää toisen dispersiivisen komponentin (500), joka on sovitettu poistamaan dispersointi mitattavasta kohteesta (114) heijastuneesta optisesta säteilystä ja dispersoimaan heijastimesta (300) heijastunut säteily kromaattisesti epäaksiaaliseen suuntaan;

toinen optisen säteilyn käsittelyosa (110) käsittää toisen fokusointikomponentin (508), joka on sovitettu fokusoimaan heijastimesta (300) heijastuneen, epäaksiaalisesti dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa;

ensimmäinen optisen säteilyn käsittelyosa (106) on sovitettu poistamaan mitattavasta kohteesta (114) heijastuneesta optisesta säteilystä dispersointi; ja

suuntaava säteenjakaja (302) on sovitettu kohdistamaan dispersioimaton optinen säteily detektorille (108).

9. Patenttivaatimuksen 4 mukainen mittalaite, t u n n e t t u siitä, että detektori (108) on rividetektori, jonka kullekin elementeille kohdistuu dispersioimattoman optisen säteilyn eri aallonpituus.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että mittalaite käsittää referenssisäteenjakaajan (302, 600) ja referenssidetektorin (602);

referenssisäteenjakaaja (302, 600) on sovitettu ohjaamaan osan optisen lähteen (104) mitattavaan kohteeseen (114) lähettämästä optisesta säteilystä referenssidetektorille (602), joka on sovitettu syöttämään vastaanotta-
5 maansa optista säteilyä vastaavan sähköiseksi signaalin signaalinkäsittely-yksikköön (124); ja

signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu normalisoimaan detek-
10 torin (108) detektoimien aallonpituuksien voimakkuudet referenssidetektorin 602 detektoimilla aallonpituuksien voimakkuuksilla.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että suuntaava säteenjakaja (302) on sovitettu toimimaan referenssisäteenjaka-
kajana.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu moduloimaan optista lähde-
15 (104) ja demoduloimaan detektorilta (108) tulevaa signaalia, joka vastaa detek-
toitua optista säteilyä.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että detektori (108) käsittää ensimmäisen detektoriosan (802), toisen detekto-
20 riosan (804), detektorisäteenjakaajan (800), ensimmäisen suodattimen (806) ja
toisen suodattimen (808);

ensimmäisen suodattimen (806) vaste on sovitettu olemaan erilai-
nen kuin toisen suodattimen (808) vaste mittaускаistalla;

detektorisäteenjakaaja (800) on sovitettu jakamaan mitattavasta koh-
25 teesta (114) heijastuneen optisen säteilyn siten, että osa optisesta säteilystä
kohdistuu ensimmäiselle detektoriosalla (802) ensimmäisen suodattimen (806)
kautta ja osa optisesta säteilystä kohdistuu toiselle detektoriosalle (804) toisen
suodattimen (808) kautta; ja

30 signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu määrittämään ensim-
mäisen detektoriosan (802) ja toisen detektoriosan (804) detektoimista optisten
säteilyjen suhteesta aallonpituus, jolla on suurin voimakkuus.

14. Mittalaite mitattavan kohteen paksuuden mittaamiseksi, tun-
n e t t u siitä, että mittalaite käsittää ensimmäisen pinnan mittaamista varten:

optisen lähteen (104);

optisen säteilyn käsittely-yksikön (112), joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen (104) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) mitattavan pinnan (116) normaalista (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa;

detektorin (108), jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112) on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta (114) ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnasta; ja

signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu määrittämään detektorin (112) tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään mitattavan pinnan (116) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja

mittalaite käsittää mitattavan kohteen (114) toisen puolen mittaamista varten:

toisen puolen optisen lähteen (104B);

toisen puolen optisen säteilyn käsittely-yksikön (112B), joka on sovitettu kohdistamaan optisen lähteen (104B) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) toisen mitattavan pinnan (116B) normaalista (118B) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille toisen mitattavan pinnan (116B) normaalin (118B) suunnassa;

toisen puolen detektorin (108B), jolle optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112B) on sovitettu kohdistamaan vastaanottamaansa optista säteilyä, jota optisen säteilyn käsittely-yksikkö (112B) on sovitettu ottamaan vastaan mitattavasta kohteesta (114) ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan (116B) normaalin (118B) suunnasta; ja

signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu määrittämään toisen puolen detektorin (112B) tuottaman signaalin perusteella detektoidusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla optisen säteilyn voimakkuus on suurin, ja määrittämään toisen mitattavan pinnan (116B) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja

signaalinkäsittely-yksikkö (124) on sovitettu mittaamaan määritettyjen pintojen (116, 116B) sijaintien avulla mitattavan kohteen (114) paksuus.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen mittalaite, tunnettu siitä, että mittalaite käsittää ainakin yhden polarisaattorin (120, 122, 302), joista ainakin yksi polarisaattori (120, 122, 302) on sovitettu polarisoimaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suhteen kohtisuoraan suuntaan; ja mittalaite käsittää ainakin yhden toisen puolen polarisaattorin (120B, 122B, 302B), joista ainakin yksi toisen puolen polarisaattori (120, 122, 302) on sovitettu polarisoimaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily toisen mitattavan pinnan (116B) normaalin (118B) suhteen kohtisuoraan suuntaan.

10 16. Menetelmä mitattavan kohteen pinnan määrittämiseksi optisen säteilyn avulla, tunnettu siitä, että

kohdistetaan (1300) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) mitattavan pinnan (116) normaalista (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet fokusoituvat eri korkeuksille mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa;

otetaan vastaan (1304) optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa mitattavan pinnan (116) normaalista (118);

määritetään (1306) vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja

20 määritetään (1308) mitattavan kohteen (114) pinnan (116) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että polarisoidaan (1302) mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suhteen kohtisuoraan suuntaan.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että dispersoidaan mitattavaan kohteeseen (114) suunnattu optinen säteily kromaattisesti epäaksiaaliseen suuntaan;

fokusoidaan epäaksiaalisesti dispersoidun optisen säteilyn eri aallonpituudet eri korkeudelle mitattavan kohteen (114) pinnan (116) normaalin (118) suunnassa yhden aallonpituuden fokusoituessa mitattavalle pinnalle (116).

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että poistetaan dispersointi vastaanotetusta optisesta säteilystä;

määritetään dispersoimattomasta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin.

20. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että määritetään dispersoidusta vastaanotetusta optisesta säteilystä aallon-
5 pituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin.

21. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että heijastetaan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily takaisin mitattavaan kohteeseen (114) siten, että optinen säteily heijastuu mitattavasta kohteesta (114) kohdistuksessa käytettyyn mainittuun mitattavan
10 pinnan (116) normaalista (118) poikkeavaan suuntaan; ja ohjataan mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily vastaanotettavaksi.

22. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ohjataan osa optisen lähteen (104) mitattavaan kohteeseen (114) lähettämästä optisesta säteilystä referenssidetektorille (602);
15 syötetään referenssidetektorin (602) vastaanottamaa optista säteilyä vastaava sähköinen signaali signaalinkäsittely-yksikköön 124; ja normalisoidaan signaalinkäsittely-yksikkössä (124) detektorin (108) detektoimien aallonpituuksien voimakkuudet referenssidetektorin 602 detektoimilla aallonpituuksien voimakkuuksilla.

20 23. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että moduloidaan optisen lähteen (104) lähettämää optista säteilyä ja demoduloidaan modulointia vastaavasti detektoitua signaalia.

24. Menetelmä mitattavan kohteen paksuuden mittaamiseksi optisen säteilyn avulla, t u n n e t t u siitä, että
25 kohdistetaan (1400) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) ensimmäisen mitattavan pinnan (116) normaalista (118) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille ensimmäisen mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suunnassa; otetaan vastaan (1404) optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen
30 suunnasta, joka poikkeaa ensimmäisen mitattavan pinnan (116) normaalista (118);

määritetään (1406) vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja

määritetään (1408) ensimmäisen mitattavan pinnan (116) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla;

- 5 kohdistetaan (1410) optisen säteilyn eri aallonpituudet mitattavaan kohteeseen (114) toisen mitattavan pinnan (116B) normaalista (118B) poikkeavasta suunnasta siten, että eri aallonpituudet kohdistuvat eri korkeuksille toisen mitattavan pinnan (116B) normaalin (118B) suunnassa;

otetaan vastaan (1414) optista säteilyä ainakin peiliheijastuksen suunnasta, joka poikkeaa toisen mitattavan pinnan (116B) normaalista (118B);

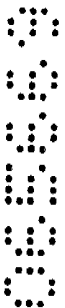
- 10 määritetään (1416) vastaanotetusta optisesta säteilystä aallonpituus, jolla vastaanotetun optisen säteilyn voimakkuus on suurin; ja

määritetään (1418) toisen mitattavan pinnan (116B) sijainti määritetyn aallonpituuden avulla; ja

määritetään (1420) mitattavan kohteen (114) paksuus määritettyjen pintojen (116, 116B) sijaintien avulla.

- 15 25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polarisoidaan (1412) mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily toisen mitattavan pinnan (116B) normaalin (118B) suhteen kohtisuoraan suuntaan; ja

- 20 polarisoidaan (1402) mitattavasta kohteesta (114) heijastunut optinen säteily ensimmäisen mitattavan pinnan (116) normaalin (118) suhteen kohtisuoraan suuntaan.



Patentkrav

1. Mätanordning för bestämning av en yta hos ett objekt som skall mätas med hjälp av optisk strålning, kännetecknad av att mätanordningen omfattar

5 en optisk källa (104);

en behandlingsenhet (112) för optisk strålning, vilken är anordnad att rikta olika våglängder av den optiska källans (104) optiska strålning mot ett objekt (114) som skall mätas från en riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas så att olika våglängder fokuseras på olika höj-
10 der i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

en detektor (108), till vilken behandlingsenheten (112) för optisk strålning är anordnad att rikta optisk strålning som den mottagit, vilken optisk strålning behandlingsenheten (112) för optisk strålning är anordnad att motta från objektet (114) som skall mätas åtminstone från spegelreflexionens riktning
15 som avviker från riktningen för normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

en signalbehandlingsenhet (124), som är anordnad att på basis av en signal som en detektor (112) alstrar bestämma den våglängd för den detekterade optiska strålningen, på vilken den optiska strålningens styrka är störst, och bestämma läget för ytan (116) som skall mätas med hjälp av den bestäm-
20 da våglängden.

2. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att mätanordningen omfattar åtminstone en polarisator (120, 122, 302), varav åtminstone en polarisator (120, 122, 302) är anordnad att polarisera den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118) för ytan (116) som skall mätas.
25

3. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att behandlingsenheten (112) för optisk strålning omfattar en första behandlingsdel (106) för optisk strålning för att rikta optisk strålning mot objektet (114) som skall mätas och en andra behandlingsdel (110) för optisk strålning för att rikta den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas till detektorn (108).
30

4. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att behandlingsenheten (112) för optisk strålning omfattar en första behandlingsdel (106) för optisk strålning, en andra behandlingsdel (110) för optisk strålning, en reflektor (300) och en riktande strålfördelare (302);

5 den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning är anordnad att rikta optisk strålning mot objektet (114) som skall mätas;

den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning är anordnad att rikta den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas till reflektorn (300), som är anordnad att reflektera den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas tillbaka till objektet (114) som skall mätas via den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning, vilken är anordnad att rikta den optiska strålningens olika våglängder mot objektet (114) som skall mätas från en riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas så att olika våglängder fokuseras på olika
10 höjder i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas, varvid en våglängd fokuseras på ytan (116) som skall mätas;

den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning är anordnad att rikta den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas mot den optiska källan (104); och

20 den riktande strålfördelaren (302) är anordnad att rikta åtminstone en del av den mot den optiska källan (104) riktade optiska strålningen till dektorn (108).

5. Mätanordning enligt patentkrav 2, kännetecknad av att strålfördelaren (302) är anordnad att fungera som en polarisator.

6. Mätanordning enligt patentkrav 3, kännetecknad av att den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en dispersiv komponent (400) som är anordnad att dispergera optisk strålning som är riktad mot objektet (114) som skall mätas kromatiskt i en icke axiell riktning;

30 den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en första fokuseringskomponent (408) som är anordnad att fokusera den icke axiellt dispergerade optiska strålningens olika våglängder på olika höjd i riktning med normalen (118) för ytan (116) av objektet (114) som skall mätas; och

35 den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning omfattar en andra dispersiv komponent (500) som är anordnad att avlägsna dispergering

från den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas; och

den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning omfattar en andra fokuseringskomponent (508) som är anordnad att fokusera den optiska strålningen i icke dispergerad form till detektorn (108).

7. Mätanordning enligt patentkrav 3, kännetecknad av att den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en dispersiv komponent (400) som är anordnad att dispergera optisk strålning som riktats mot objektet som skall mätas kromatiskt i en icke axiell riktning;

den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en första fokuseringskomponent (408) som är anordnad att fokusera den icke axiellt dispergerade optiska strålningens olika våglängder på olika höjd i riktning med normalen (118) för ytan (116) av objektet (114) som skall mätas; och

den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning omfattar en andra fokuseringskomponent (508) som är anordnad att fokusera den optiska strålningen i dispergerad form till detektorn (108).

8. Mätanordning enligt patentkrav 4, kännetecknad av att den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en dispersiv komponent (400) som är anordnad att dispergera optisk strålning som är riktad mot objektet (114) som skall mätas kromatiskt i en icke axiell riktning;

den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning omfattar en första fokuseringskomponent (408) som är anordnad att fokusera den icke axiellt dispergerade optiska strålningens olika våglängder på olika höjd i riktning med normalen (118) för ytan (116) av objektet (114) som skall mätas; och

den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning omfattar en andra dispersiv komponent (500) som är anordnad att avlägsna dispergering från den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas och dispergera den från reflektorn (300) reflekterade strålningen kromatiskt i en icke axiell riktning;

den andra behandlingsdelen (110) för optisk strålning omfattar en andra fokuseringskomponent (508) som är anordnad att fokusera den från reflektorn (300) reflekterade, icke axiellt dispergerade optiska strålningens olika våglängder på olika höjder i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

den första behandlingsdelen (106) för optisk strålning är anordnad att avlägsna dispergering från den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas; och

den riktande strålfördelaren (302) är anordnad att rikta den icke dispergerade optiska strålningen till detektorn (108).

9. Mätanordning enligt patentkrav 4, kännetecknad av att detektorn (108) är en raddetektor, till vilken raddetektors varje element en olika våglängd av den icke dispergerade optiska strålningen riktas.

10

10. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att mätanordningen omfattar en referensstrålfördelare (302, 600) och en referensdetektor (602);

referensstrålfördelaren (302, 600) är anordnad att styra en del av den optiska strålningen som den optiska källan (104) sänt mot objektet (114) som skall mätas till referensdetektorn (602) som är anordnad att mata en signal som motsvarar den optiska strålningen som den mottagit som elektrisk till signalbehandlingsenheten (124); och

signalbehandlingsenheten (124) är anordnad att normalisera de av detektorn (108) detekterade våglängdernas styrkor med hjälp av de av referensdetektorn (602) detekterade våglängdernas styrkor.

11. Mätanordning enligt patentkrav 10, kännetecknad av att den riktande strålfördelaren (302) är anordnad att fungera som en referensstrålfördelare.

12. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att signalbehandlingsenheten (124) är anordnad att modulera den optiska källan (104) och demodulera en från detektorn (108) kommande signal som motsvarar den detekterade optiska strålningen.

13. Mätanordning enligt patentkrav 1, kännetecknad av att detektorn (108) omfattar en första detektordel (802), en andra detektordel (804), en detektorstrålfördelare (800), ett första filter (806) och ett andra filter (808);

det första filtrets (806) svar är anordnat att vara olik det andra filtrets (808) svar på mätfältet;

detektorstrålfördelaren (800) är anordnad att fördela den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas så att en del av den optiska strålningen riktas mot den första detektordelen (802) via det första filtret (806) och en del av den optiska strålningen riktas mot den andra detektordelen (804) via det andra filtret (808); och

signalbehandlingsenheten (124) är anordnad att bestämma våglängden med den största styrkan på grundval av förhållandet mellan den första detektordelens (802) och den andra detektordelens (804) detekterade optiska strålningar.

10

14. Mätanordning för mätning av tjocklek hos ett objekt som skall mätas, kännetecknad av att mätanordningen för mätning av en första yta omfattar:

en optisk källa (104);

15

en behandlingsenhet (112) för optisk strålning, vilken är anordnad att rikta olika vågländer av den optiska källans (104) optiska strålning mot ett objekt (114) som skall mätas från en riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas så att olika våglängder fokuseras på olika höjder i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

20

en detektor (108), till vilken behandlingsenheten (112) för optisk strålning är anordnad att rikta den optiska strålningen som den mottagit, vilken optisk strålning behandlingsenheten (112) för optisk strålning är anordnad att motta från objektet (114) som skall mätas åtminstone från spegelreflexionens riktning som avviker från riktningen för normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

25

en signalbehandlingsenhet (124) som är anordnad att på basis av en signal som en detektor (112) alstrar bestämma den våglängd för den detekterade optiska strålningen, på vilken den optiska strålningens styrka är störst, och bestämma läget för ytan (116) som skall mätas med hjälp av den bestämda våglängden; och

30

mätanordningen omfattar för mätning av en andra sida av objektet (114) som skall mätas:

en optisk källa (104) för den andra sidan;

35

en behandlingsenhet (112B) för optisk strålning för den andra sidan, vilken är anordnad att rikta olika vågländer av den optiska källans (104B) optiska strålning mot objektet (114) som skall mätas från en riktning som avviker

från normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas så att olika våglängder fokuseras på olika höjder i riktning med normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas;

5 en detektor (108B) för den andra sidan, till vilken behandlingsenheten (112B) för optisk strålning är anordnad att rikta den optiska strålningen som den mottagit, vilken optisk strålning behandlingsenheten (112B) för optisk strålning är anordnad att motta från objektet (114) som skall mätas åtminstone från spegelreflexionens riktning som avviker från riktningen för normalen (118B) för ytan (116B) som skall mätas;

10 en signalbehandlingsenhet (124) är anordnad att på basis av en signal som detektorn (112B) den andra sidan alstrat bestämma den våglängd för den detekterade optiska strålningen, på vilken den optiska strålningens styrka är störst, och bestämma läget för den andra ytan (116B) som skall mätas med hjälp av den bestämda våglängden; och

15 signalbehandlingsenheten (124) är anordnad att med hjälp av de bestämda ytornas (116, 116B) lägen mäta tjockleken hos objektet (114) som skall mätas.

20 15. Mätanordning enligt patentkrav 14, kännetecknad av att mätanordningen omfattar åtminstone en polarisator (120, 122, 302), varav åtminstone en polarisator (120, 122, 302) är anordnad att polarisera den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118) för ytan (116) som skall mätas; och mätanordningen omfattar åtminstone en polarisator (120B, 122B, 302B) för
25 den andra sidan, varav åtminstone en polarisator (120, 122, 302) för den andra sidan är anordnad att polarisera den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas.

30 16. Förfarande för bestämning av en yta hos ett objekt som skall mätas med hjälp av optisk strålning, kännetecknat av att

den optiska strålningens olika våglängder riktas (1300) mot objektet (114) som skall mätas från en riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas så att olika våglängder fokuseras på olika höjder i riktning med normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;
35

optisk strålning mottas (1304) åtminstone från spegelreflexionens

riktning som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas;

hos den mottagna optiska strålningen bestäms (1306) en våglängd, på vilken den mottagna optiska strålningens styrka är störst; och

5 läget för ytan (116) av objektet (114) som skall mätas bestäms (1308) med hjälp av den bestämda våglängden.

10 17. Förfarande enligt patentkrav 16, kännetecknat av att den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas polariseras (1302) i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118) för ytan (116) som skall mätas.

15 18. Förfarande enligt patentkrav 16, kännetecknat av att den mot objektet (114) som skall mätas riktade optiska strålningen dispergeras kromatiskt i en icke axiell riktning;
den icke axiellt dispergerade optiska strålningens olika våglängder fokuseras på olika höjd i riktning av normalen (118) för ytan (116) av objektet (114) som skall mätas, varvid en våglängd fokuseras till ytan (116) som skall mätas.

20 19. Förfarande enligt patentkrav 17, kännetecknat av att dispergeringen avlägsnas från den mottagna optiska strålningen;
hos den icke dispergerade optiska strålningen bestäms en våglängd, på vilken den optiska strålningens styrka är störst.

25 20. Förfarande enligt patentkrav 17, kännetecknat av att hos den dispergerade mottagna optiska strålningen bestäms en våglängd, på vilken den mottagna optiska strålningens styrka är störst.

30 21. Förfarande enligt patentkrav 16, kännetecknat av att den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas reflekteras tillbaka till objektet (114) som skall mätas så att den optiska strålningen reflekteras från objektet (114) som skall mätas i nämnda riktning som använts vid riktningen och som avviker från normalen (118) för ytan (116) som skall mätas; och den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som
35 skall mätas styrs att mottas.

22. Förfarande enligt patentkrav 16, kännetecknat av att en del av den optiska strålningen som den optiska källan (104) sändt mot objektet (114) som skall mätas styrs till en referensdetektor (602);

5 en elektrisk signal som motsvarar den av referensdetektorn (602) mottagna optiska strålningen matas till en signalbehandlingsenhet (124); och de av detektorn (108) detekterade våglängdernas styrkor normaliseras i signalbehandlingsenheten (124) med hjälp av de av referensdetektorn (602) detekterade våglängdernas styrkor.

10 23. Förfarande enligt patentkrav 16, kännetecknat av att den av den optiska källan (104) sända optiska strålningen moduleras och en detekterad signal som motsvarar moduleringen demoduleras.

24. Förfarande för mätning av tjockleken av ett objekt som skall mätas med hjälp av optisk strålning, kännetecknat av att

15 den optiska strålningens olika våglängder riktas (1400) mot objektet (114) som skall mätas i en riktning som avviker från normalen (118) för en första yta (116) som skall mätas så att de olika våglängderna riktas på olika höjder i riktning med normalen (118) för den första ytan (116) som skall mätas;

20 optisk strålning mottas (1404) åtminstone från spegelreflexionens riktning, vilken avviker från normalen (118) för den första ytan (116) som skall mätas;

hos den mottagna optiska strålningen bestäms (1406) en våglängd, på vilken den optiska strålningens styrka är störst; och

25 läget för den första ytan (116) som skall mätas bestäms (1408) med hjälp av den bestämda våglängden;

den optiska strålningens olika våglängder riktas (1410) mot objektet (114) som skall mätas i en riktning som avviker från normalen (118B) för en andra yta (116B) som skall mätas så att de olika våglängderna riktas på olika höjder i riktning av normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas;

30 optisk strålning mottas (1414) åtminstone från spegelreflexionens riktning, vilken avviker från normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas;

35 hos den mottagna optiska strålningen bestäms (1416) en våglängd, på vilken den optiska strålningens styrka är störst; och

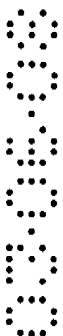
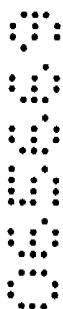
läget för den andra ytan (116B) som skall mätas bestäms (1418) med hjälp av den bestämda våglängden; och

tjockleken hos objektet (114) som skall mätas bestäms (1420) med hjälp av läget för de bestämda ytorna (116, 116B).

5

25. Förfarande enligt patentkrav 24, kännetecknat av att den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas polariseras (1412) i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118B) för den andra ytan (116B) som skall mätas; och

10 den optiska strålningen som reflekterats från objektet (114) som skall mätas polariseras (1402) i en vinkelrät riktning i förhållande till normalen (118) för den första ytan (116) som skall mätas.



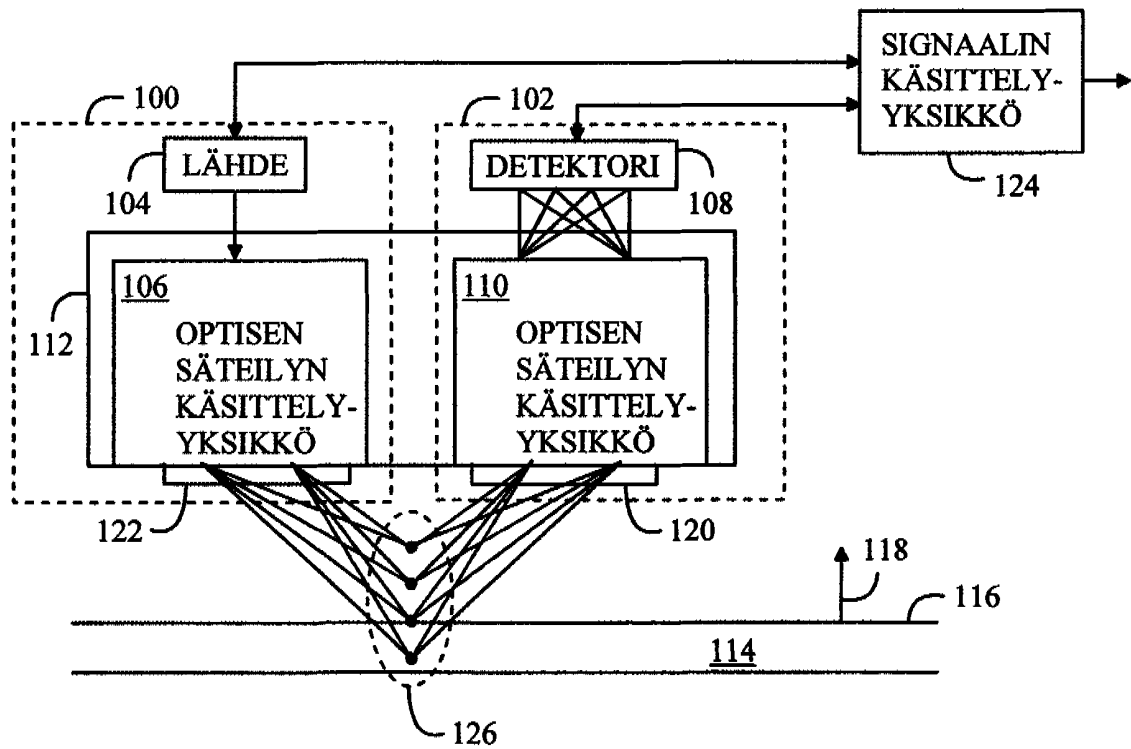


FIG. 1

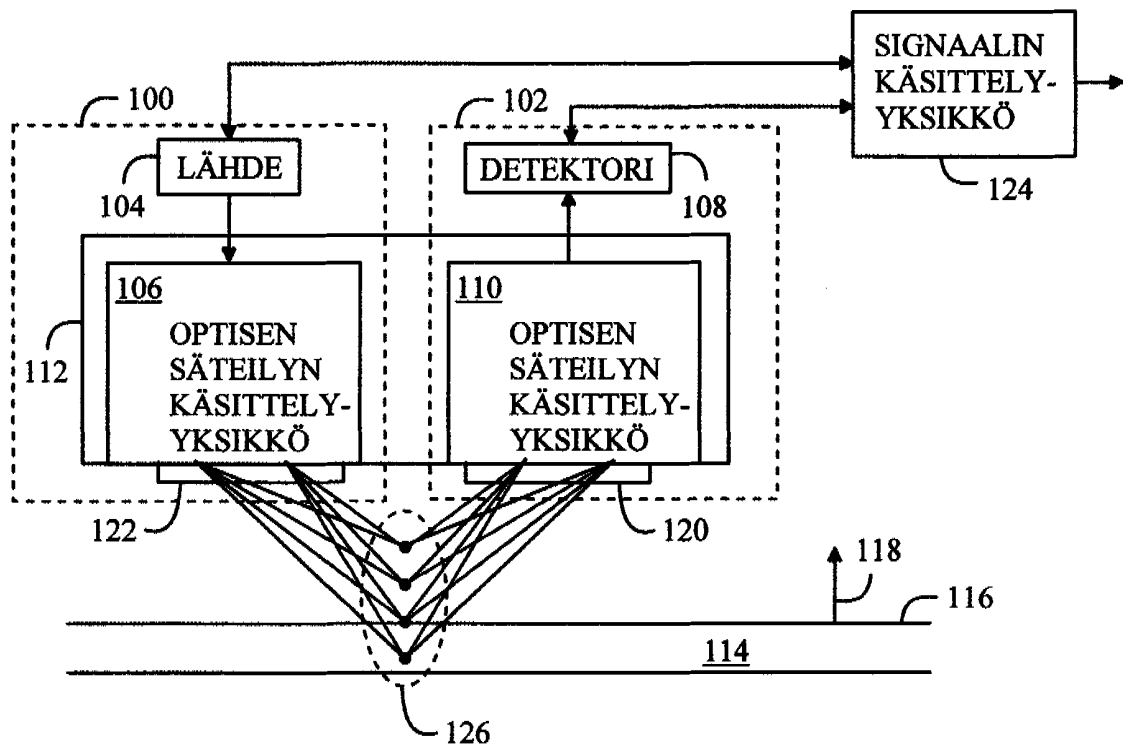


FIG. 2

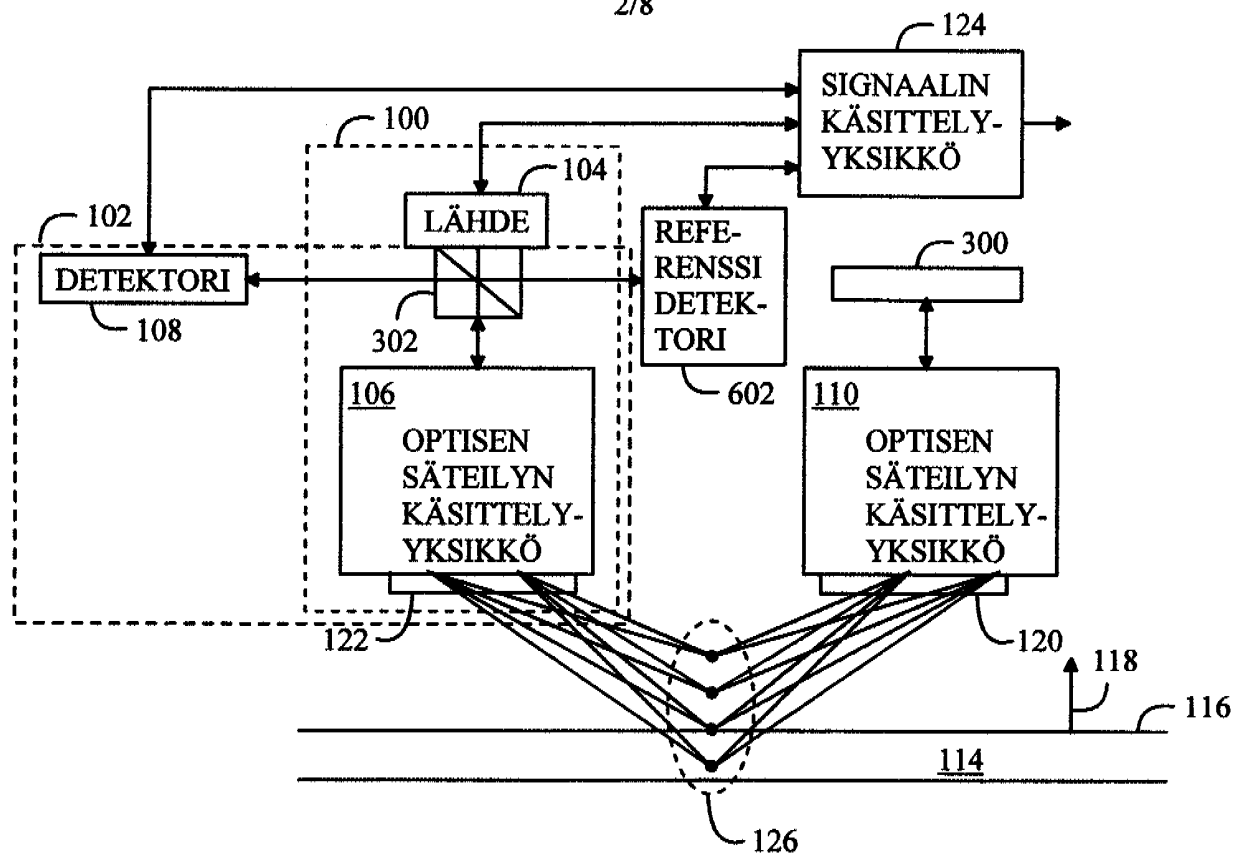


FIG. 3

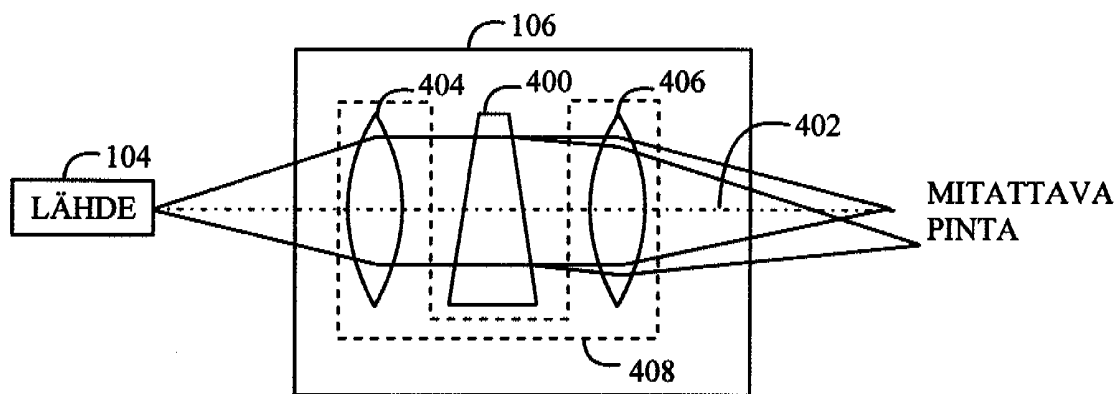


FIG. 4

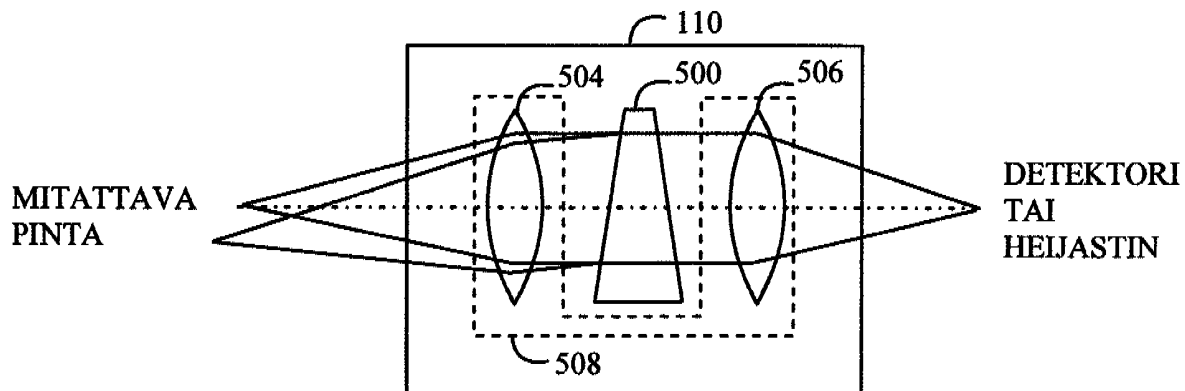


FIG. 5

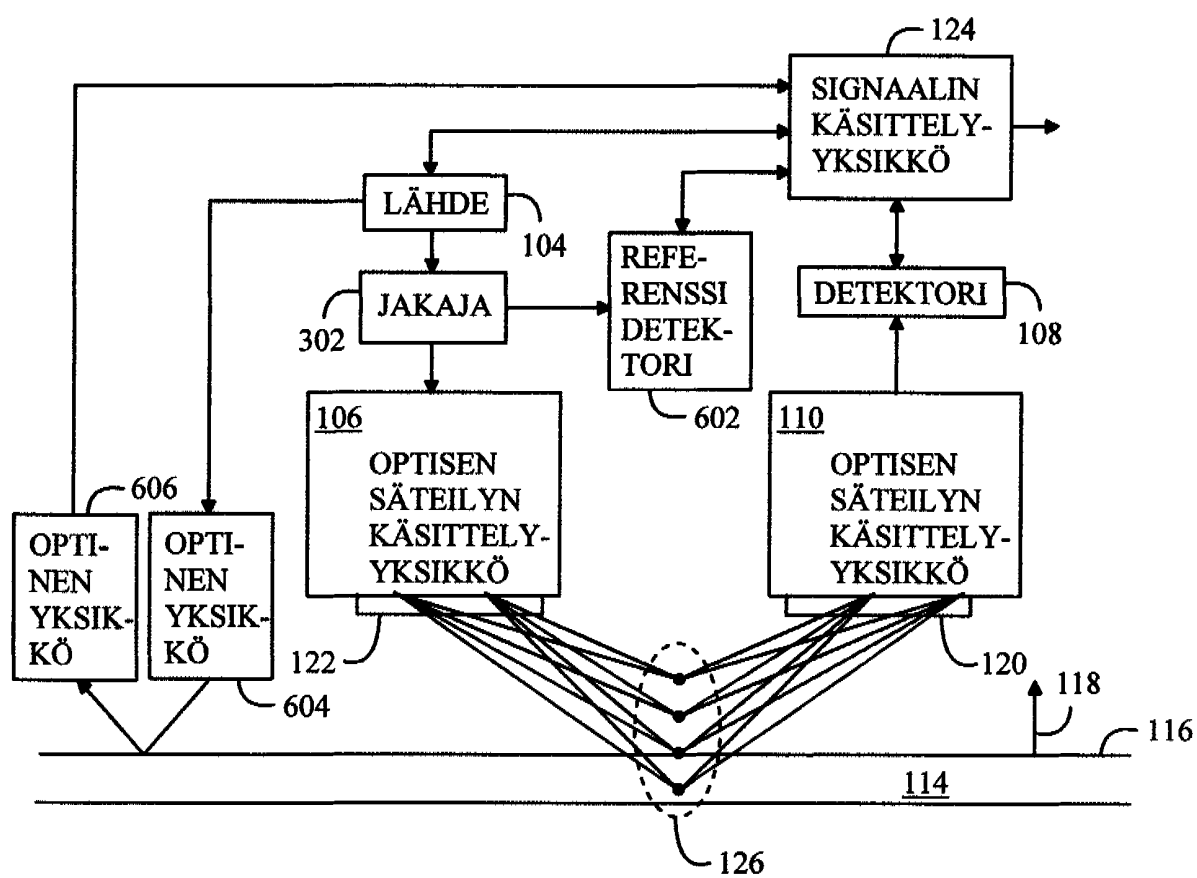


FIG. 6

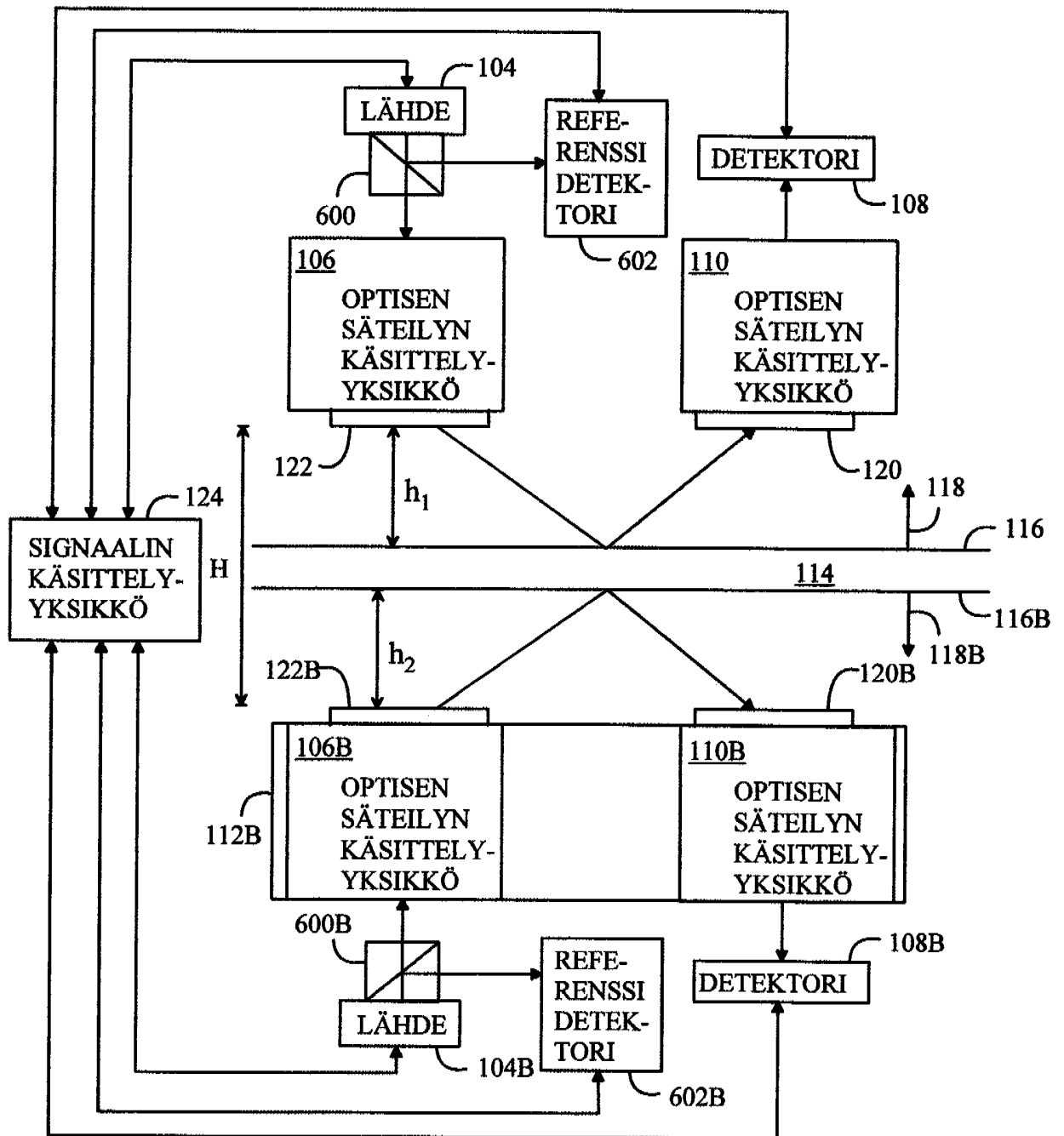


FIG. 7

5/8

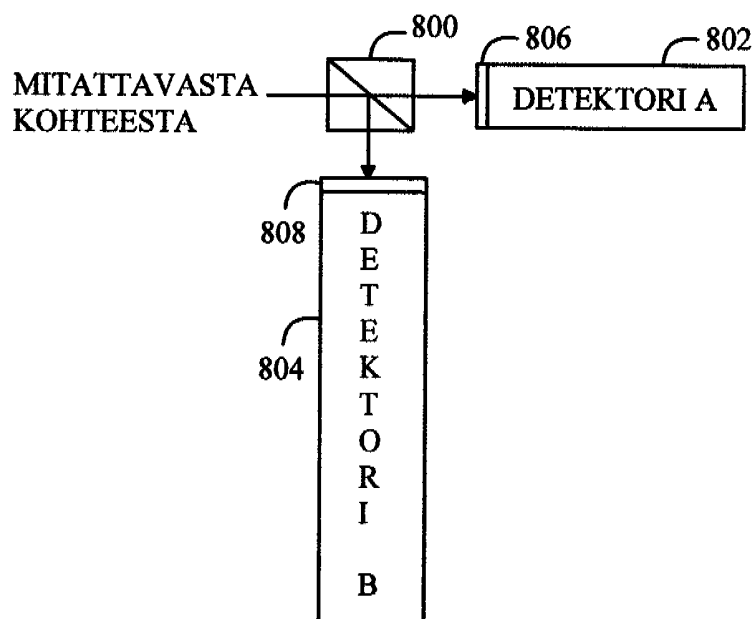


FIG. 8

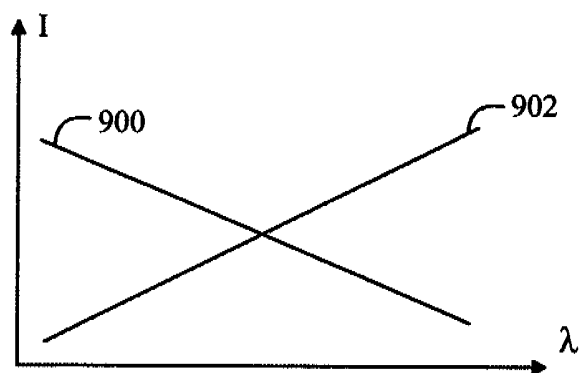


FIG. 9

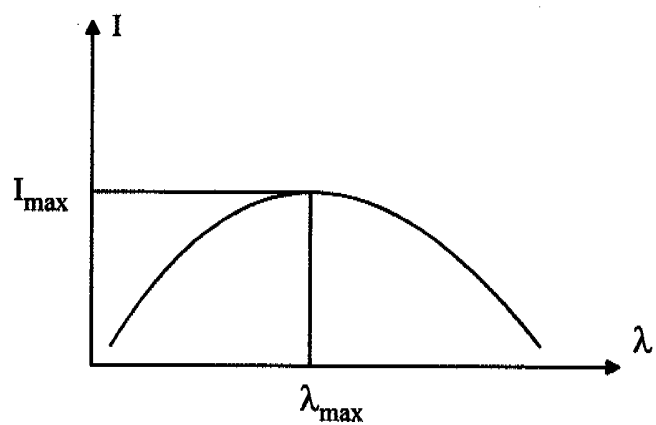


FIG. 10

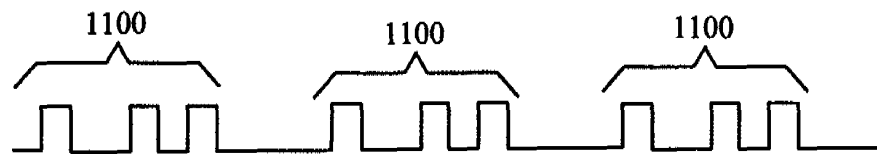


FIG. 11

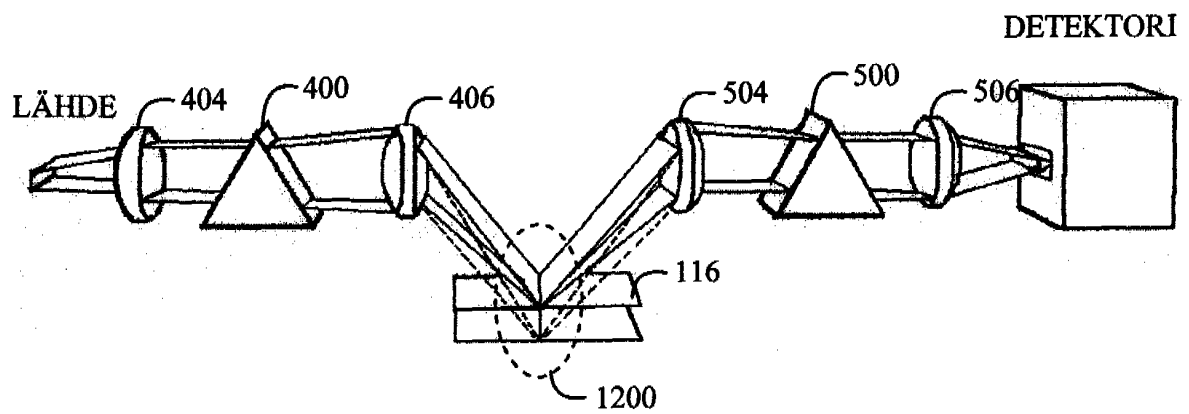


FIG. 12

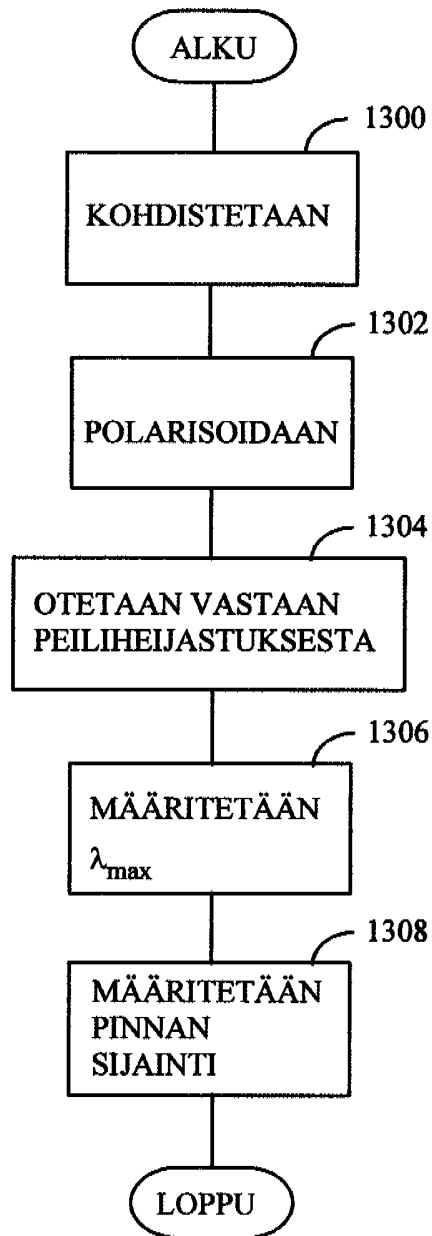


FIG. 13

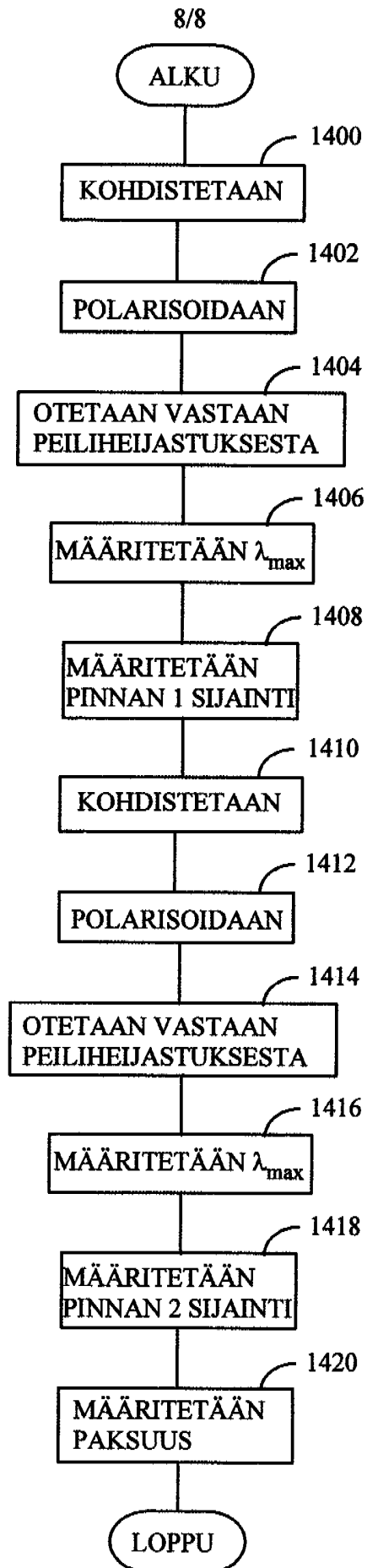


FIG. 14