(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

FI000114877B

(10) **FI 114877 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **14.01.2005**

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

G01N 21/21

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **940891**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **25.02.1994**

(24) Alkupäivä - Löpdag **25.02.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **27.08.1994**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

26.02.1993 JP 5-62581 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nippon Paper Industries Co., Ltd, No. 4-1, Oji 1-chome, Kita-ku, Tokyo 114, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Fukuoka,Kazuhiko, c/o Nishigahara-ryo, 8-24 Nishigahara 2-chome, Kita-ku, Tokyo, JAPANI, (JP)
2 •Inadome,Takeji, 2905-102 Miharacho 1-chome, Tokorozawa-shi, Saitama-ken, JAPANI, (JP)
3 •Abe,Yuji, 329, 3-6 Minamisuna 2-chome, Koto-ku, Tokyo, JAPANI, (JP)
4 •Hatano,Akio, 303, 18-3 Hosoyama 4-chome, Asao-ku Kawasaki-shi, Kanagawa-ken, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

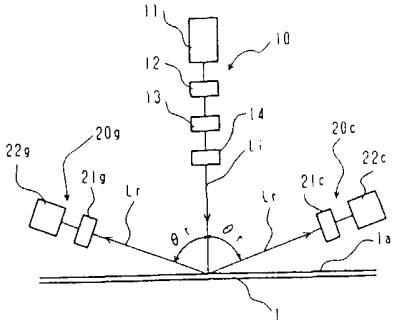
Menetelmä ja laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi
Metod och apparatur för bestämning av fiberorienteringen i papper

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI 45799 C, DE 3413558 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää ja laitetta paikallaan olevan tai paperikoneessa liikkuvan paperin (1) kuituorientaation nopeaa ja tarkkaa määritystä varten. Menetelmä ja laite ovat käyttökelpoisia paperin luokituksessa ja laadunvalvonnassa. Projektori (10) projisoi polaroimattoman valokeilan (Li) kohtisuoraan testattavan paperin pintaan (1a), jonka jälkeen paperin pinnalta heijastuvan valokeilan (Lr) sieppaavat kahdeksan tai enemmän valovastaanotinta (20a-20h), jotka ovat jakautuneet kehälle ympyrässä, joka polaroimattoman valokeilan kohdistuspuolella on saman tason suuntainen kuin paperin pinta ja joka ympyröi pisteen, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa mainitun tason. Näistä valovastaanottimista ulostuloina saatuja valoinformaatioviestejä käsitellään ennalta määrätyn aritmeettisen prosessoinnin mukaan, jotta saataisiin tietoa kuituorientaatio-ominaisuuksista, kuten kuituorientaatioindeksiluku ja kuituorientaatiokulma.



Här behandlas en metod och en apparatur för snabb och noggrann bestämning av fiberorientering i papper (1) som står stilla eller rör sig i en pappersmaskin, och dessa är användbara för klassifieringsstudier och kvalitetskontroll av papper. Projektorn (10) projicerar ett opolariserat ljusknippe (Li) i rät vinkel mot ytan (1a) av pappret som skall testas, och därefter uppfångas ljusknippen (Lr) som reflekterar från papprets yta av åtta eller flera ljusmottagare (20a-20h) fördelade över periferin i en cirkel som på riktningssidan av det opolariserade ljusknippet definieras av planet som är parallellt med pappersytan och omringar punkten i vilken det tidigare nämnda parallella planet skärs av axeln hos det riktade ljusknippet. Ljusinformationssignaler utgående från dessa ljusmottagare utsätts för bestämd aritmetisk processering för att man skall få uppgifter om fiberorienteringsegenskaper såsom fiberorienteringsindextal och fiberorienteringsvinkel.

Menetelmä ja laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi - Metod och apparatur för bestämning av fiberorienteringen i papper

Tämä keksintö koskee menetelmää ja laitetta kuituorientaation määrittämiseksi ja etenkin sellaista menetelmää ja laitetta, jotka sopivat paperinvalmistusprosessissa olevan paperin kuituorientaatio-ominaisuuksien määrittämiseen.

Korkealaatuisen paperin valmistamiseksi on tärkeää määrittää paperin laatu kuten myös valmiina tuotteena saadun paperin kuituorientaatio-ominaisuudet. Keinot tällaisen määrityksen suorittamiseen ovat entuudestaan tuttuja, esimerkiksi japanilaisia patenttihakemuksia käsittelevässä lehdessä numero Hei 4-57983 (1992-57983) julkaistu tieto kosketuksettomasta orientaatiomittarista ja japanilaisia patenttihakemuksia käsittelevässä lehdessä numero Hei 4-113205 (1992-113205) julkaistu tieto kuituorientaation mittauslaitteesta, joissa kummassakin käytetään valokeilan kohdistamista pintaan ja heijastamista testattavan paperin pinnalta.

Edellä mainitussa lehdessä numero 1992-57983 kuvattu laite koostuu yleisesti ottaen projektorista, pyörivästä diafragmamekanismista, jossa on rako, jonka kautta valokeila mainitusta projektorista projisoidaan ja ohjataan ja sen myötä muutetaan kapeaksi suoraksi valokeilaksi (ts. nauhamainen valokeila), joka on muutettavissa pituussuunnassa, ja yhdestä valon vastaanottimesta, jonka tehtävä on vastaanottaa nauhamainen valokeila, joka on kohdistettu paperin pintaan ennalta määrätyssä kulmassa ja sen jälkeen heijastunut paperin pinnalta. Koska tiedetään, että suurin heijastuskerroin saavutetaan, kun nauhamaisen valokeilan pituussuunta vastaa kuitujen orientoitumista (ts. kuitujen orientoitumiskulmaa), määritetään heijastuskertoimen ero mainittuun nauhamaiseen valokeilaan, jonka pituussuunta on muutettavissa, kuituorientaatiota kuvaavan kuituorientaatioindeksin laskemiseksi.

Edellä mainitussa lehdessä numero 1992-113205 kuvattu laite koostuu yleisesti ottaen projektorista, pyörivästä näytealustasta, jonka päälle testattava paperi asetetaan ja valaistaan mainitusta projektorista projisoidulla valokeilalla, ja yhden valon vastaanottimen, joka vastaanottaa paperin pinnalta heijastuvan valokeilan, jolloin kuituorientaatioindeksi ja kuitujen orientoitumiskulma lasketaan heijastuneen valokeilan voimakkuuden ja näytealustan pyörimiskulman pohjalta.

Paperin kuituorientaatio-ominaisuuksien määritystä käytetään ensisijaisesti paperin laadunvalvonnassa, joten tällainen määritys tulisi voida toteuttaa nk. on-line tilassa, paperinvalmistusprosessin aikana. Esimerkiksi paperikoneessa, joka koostuu viira-

osasta, puristusosasta ja kuivatusosasta, on tärkeää, että tällaisen määrityksen tulos heijastuu tehokkaasti materiaalin syöttöön viiraosaan, kuten myös viiraosan toimintaan, koska paperin määräävät orientoitumisominaisuudet syntyvät osittain juuri siinä vaiheessa, kun veteen hajotettu materiaali syötetään viiraosaan, ja osittain materiaalin kulkeutuessa eteenpäin viiraosaa pitkin.

Yksikään edellä mainituista aiemman käytännön mukaisista kuituorientaation mittauslaitteista ei kuitenkaan sovi tällaiseen on-line määritykseen, koska niihin sisältyy pyöriviä osia, minkä vuoksi ne ovat aikaa kuluttavia. Lisäksi, yllä mainittua, lehdessä numero 1992-113205 kuvattua laitetta, johon sisältyy pyörivä näytealusta, on mahdoton käyttää, sillä paperinvalmistusprosessissa olevaa paperirainaa ei voi pyörittää. Tässä laitteessa optista järjestelmää, joka koostuu projektorista ja valon vastaanottimesta, voitaisiin ehkä pyörittää näytealustan sijaan samanlaisen optisen vaikutuksen aikaansaamiseksi. Paperiraina kuitenkin liikkuu samalla, kun optinen järjestelmä pyörii, joten mittauspiste liikkuu myös ja vaikeuttaa saman pisteen mittaamista. Paperikoneessa liikkuvan paperirainan kuituorientaatiota ei näin ollen voida määrittää tarkoin. Myös edellä mainitussa, lehden numero 1992-57983 mukaisessa laitteessa nauhamaista valokeilaa pyöritetään, minkä vuoksi paperikoneessa liikkuvan paperirainan kuituorientaatiota on vaikea määrittää tarkoin.

Tämän keksinnön päätavoitteena on tuoda esille menetelmä ja laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi siten, että orientaatio-ominaisuudet voidaan määrittää on-line, jotta määrityksen tulos voidaan syöttää takaisin paperikoneelle ja sen myötä valmistaa korkealuokkaista paperia.

Edellä mainittu tavoite saavutetaan tämän keksinnön erään näkökulman mukaan paperin kuituorientaation määritykseen käytettävällä menetelmällä, jossa polaroimaton valokeila projisoidaan kohtisuoraan paikallaan olevan tai liikkuvan paperin pintaan, vastaanotetaan mainitulta paperin pinnalta heijastuva valokeila lähes samalla hetkellä kahdeksassa tai useammassa kohdassa, jotka ovat jakautuneet ympyrän kehälle, joka ympyrä on samantasoinen sen paperipinnan kanssa, jota vasten mainittu polaroimaton valokeila kohdistetaan kohdassa, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa mainitun tason, ja lasketaan paperin kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksi ja kuituorientaatiokulma mainitun heijastuneen valokeilan voimakkuuden pohjalta. Jos mainittu määritys halutaan tehdä etenkin paperikoneessa liikkuvalle paperille, mainittu tavoite saavutetaan tämän keksinnön erään toisen näkökulman mukaan menetelmällä, jossa paperin kuituorientaatio määritetään on-line projisoimalla polaroimaton valokeila kohtisuoraan paperikoneessa liikkuvan paperin pintaan, vastaanottamalla mainitulta paperipin-

nalta heijastuva valokeila lähes heti kahdeksassa tai useammassa kohdassa, jotka ovat jakautuneet ympyrän kehälle, joka ympyrä on samantasoinen sen paperipinnan kanssa, jota vasten mainittu polaroimaton valokeila kohdistetaan kohdassa, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa mainitun tason, ja pyyhkäisemällä mainitulla polaroimattomalla valokeilalla valaistun paperinpinnan kohta mainitun paperikoneen poikittaissuunnassa, ja laskemalla paperin kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksi ja kuituorientaatiokulma mainitun heijastuneen valokeilan voimakkuuden pohjalta.

Paperikoneessa liikkuvan tai paikallaan olevan paperin kummankin puolen kuituorientaatio-ominaisuuksien eron määrittämiseksi polaroimattomia valokeiloja projisoidaan kohtisuoraan paperin kummallekin pinnalle, sekä huovan että viiran puoleiselle, ja paperin pinnoilta heijastuneet valokeilat vastaanotetaan paperin kummallakin puolella. Mitattava heijastuneen valokeilan voimakkuus on edullisesti sen polaroidun valokeilan voimakkuus, joka värähtelee kohtisuorassa tasoon nähden, mukaan lukien kohdistettavan valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli, tai polaroitu valokeila, joka värähtelee tason suuntaisesti, mukaan lukien kohdistettavan valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli erotettuna paperipinnan heijastamasta valokeilasta. Määrityksen tarkkuuden parantamiseksi paperin pinnalta heijastuva valokeila vastaanotetaan kohdissa, jotka ovat jakautuneet lähes yhtä suurin välein ympyrän kehälle, jonka ympyrän keskipisteenä on kohta, jossa kohdistettavan valokeilan akseli leikkaa mainitun tason, ja ulottuen samansuuntaisesti siihen paperipintaan nähden, johon polaroimaton valokeila kohdistetaan.

Yllä asetettu tavoite saavutetaan tämän keksinnön erään toisen näkökulman mukaan paperin kuituorientaation mittauslaitteella, johon sisältyy projektori, jolla polaroimaton valokeila projisoidaan kohtisuoraan paikallaan olevaan tai liikkuvaan paperipintaan, kahdeksan tai useampia vastaanottimia jakautuneina ympyrän kehälle, joka ympyrä on samassa tasossa kuin paperin pinta sillä puolella, johon mainittu polaroimaton valokeila kohdistetaan kohtaan, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa mainitun tason, jotta voitaisiin vastaanottaa paperin mainitulta tasolta heijastuva valokeila, valoinformaatioprosessori, joka soveltuu prosessoimaan viestiä, joka vastaa kunkin vastaanottimen mittaaman heijastuneen valokeilan voimakkuutta ja syötetään mainittuun prosessoriin valon voimakkuutta vastaavan viestin aikaansaamiseksi, ja aritmeettinen piiri, joka laskee kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksin ja kuituorientaatiokulman mainitun valosta informoivan prosessorin ulostuloviestin pohjalta. Jotta tämän keksinnön mukainen paperin kuituorientaation mittauslaite voitaisiin asentaa paperikoneeseen, laitteeseen sisäl-

tyy projektori polaroimattoman valokeilan projisoimiseksi kohtisuoraan paperikoneessa liikkuvan paperin pintaan, kahdeksan tai useampia vastaanottimia jakaantuneina ympyrän kehälle, joka ympyrä on samassa tasossa kuin paperin pinta sillä puolella, johon mainittu polaroimaton valokeila kohdistetaan kohtaan, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa mainitun tason, ja sisältää myös valokennoja, jotka vastaanottavat paperin mainitulta pinnalta heijastuvan valokeilan, valoinformaatioprosessori, joka soveltuu prosessoimaan viestiä, joka vastaa kunkin vastaanottimen mittaaman heijastuneen valokeilan voimakkuutta ja syötetään mainittuun prosessoriin valon voimakkuutta vastaavan viestin aikaansaamiseksi, ja aritmeettinen piiri, joka laskee kuituorientaatioindeksin ja kuituorientaatiokulman mainitun valoinformaatioprosessorin avulla, ja mainittu projektori ja mainitut vastaanottimet pyyhkäisevät paperin yli paperikoneen poikkisuunnassa.

Paperikoneessa paikallaan olevan tai liikkuvan paperin kummankin pinnan kuituorientaatio-ominaisuuksien eron määrittämiseksi, paperin kummallakin puolella on projektori, joilla viira- ja huopapuolen paperipintoja valaistaan, ja mainitut valovastaanottimet, jotka vastaanottavat paperin pinnoilta heijastuvat valokeilat. Kumpaankaan yllä mainittuun vastaanottimeen ei kuulu polaroijaa tai niihin kuuluu polaroija, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, tai polaroija, jonka tehtävä on erottaa tason suuntaisesti värähtelevä polaroitu valokeila, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien. Määrityksen tarkkuuden parantamiseksi mainitut kahdeksan tai enemmän valon vastaanotinta ovat jakautuneet lähes tasavälein mainitulle kehälle ympyrässä, jonka keskipisteenä on kohta, jossa kohdistetun valokeilan akseli leikkaa tason, joka on samansuuntainen mainitun paperin pinnan kanssa.

Keksinnön mukaan mainittu projektori projisoi polaroimattoman valokeilan kohtisuoraan paperin pintaan ja paperin pinnan heijastaman valokeilan vastaanottamiseen käytetään lukusia valon vastaanottimia, jotka ovat jakautuneet ympyrän kehälle samalle puolelle, johon polaroimaton valokeila kohdistetaan, tasossa, joka on samansuuntainen paperipinnan kanssa kohdassa, jossa mainittu paperipinnan kanssa samansuuntainen taso leikkaa kohdistetun valokeilan akselin niin, että kohdistetun ja heijastuneen valokeilan akselien välinen kulma on sama jokaiselle valovastaanottimelle. Toisin sanoen, epätasaisuus heijastuneen valokeilan voimakkuudessa eri vastaanottimien kohdalla heijastaa paperipinnan orientaatio-ominaisuuksia, ja kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksi ja kuituorientaa-

tiokulma voidaan laskea heijastuneen valokeilan voimakkuuden epätasaisuuden pohjalta.

Lisäksi tämän keksinnön mukaisen laitteen rakennetta voidaan yksinkertaistaa, mikä mahdollistaa heijastuneen valokeilan vastaanottamisen lukuisalla valovastaanottimella lähes samanaikaisesti siten, että sama kohta paperin pinnalla voidaan mitata hyvin nopeasti, koska optinen mittausjärjestelmä ei sisällä pyörivää osaa. Tämän vuoksi laite on helppo asentaa paperikoneeseen suurella nopeudella liikkuvan paperirainan kuituorientaatio-ominaisuuksien määrittämiseksi.

Menetelmää ja laitetta paperin kuituorientaation määrittämiseksi tämän keksinnön mukaan kuvataan erityisen suoritusmuodon osalta ja oheisten kuvioiden avulla, joista:

kuvio 1 on sivukuva mittausjärjestelmästä osana tämän keksinnön mukaista laitetta;

kuvio 1 on tasokuva mittausjärjestelmästä osana tämän keksinnön mukaista laitetta;

kuvio 3 on lohkokaavio, joka kuvaa tapaa, miten valoviesti prosessoidaan aritmeettisesti tämän keksinnön laitteessa;

kuvio 4 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30° käyttämättä polaroijaa valovastaanottimena, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 5 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50° käyttämättä polaroijaa valovastaanottimena, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 6 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 70° käyttämättä polaroijaa valovastaanottimena, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 7 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa kohtisuoraan tasoon nähden värähtelevän polaroidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 8 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa kohtisuoraan tasoon nähden värähtelevän polaroidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 9 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 70° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa kohtisuoraan tasoon nähden värähtelevän polaroidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 10 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa tason suuntaisesti värähtelevän polaroidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 11 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa tason suuntaisesti värähtelevän pola-

roidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 12 on käyrästö, joka kuvaa yhtäältä erään näytteen kuituominaisuuksia tämän keksinnön mukaisella laitteella määritettynä kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 70° käyttämällä valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa tason suuntaisesti värähtelevän polaroidun valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja toisaalta tavanomaisella menetelmällä määritettynä, jossa (a) vastaa orientaatioindeksiarvoja ja (b) orientaatiokulmia;

kuvio 13 on käyrästö, joka kuvaa orientaatioindeksiarvoja, jotka on määritetty tämän keksinnön mukaisella laitteella, joka on asennettu pitkäviiraiseen paperikoneeseen ja jossa mainitussa laitteessa käytetään valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa kohtisuoraan tasoon nähden värähtelevän valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja määritys tehdään kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50°, ja viiran puoleisen paperirainan pinnan mittaustulokset on esitetty paksuna yhtenäisenä käyränä ja huovan puoleisen paperirainan pinnan mittaustulokset on esitetty ohuena yhtenäisenä käyränä; ja

kuvio 14 on käyrästö, joka kuvaa orientaatiokulmia, jotka on määritetty tämän keksinnön mukaisella laitteella, joka on asennettu pitkäviiraiseen paperikoneeseen ja jossa mainitussa laitteessa käytetään valovastaanottimena polaroijaa, joka erottaa kohtisuoraan tasoon nähden värähtelevän valokeilan, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien, ja määritys tehdään kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50°, ja viiran puoleisen paperirainan pinnan mittaustulokset on esitetty paksuna yhtenäisenä käyränä ja huovan puoleisen paperirainan pinnan mittaustulokset on esitetty ohuena yhtenäisenä käyränä.

Seuraavassa kuvattavassa erityisessä suoritusmuodossa on käytetty kahdeksan valovastaanotinta.

Kuviossa 1, joka on sivukuva kuituorientaation mittauslaitteesta, on esitetty projektori 10 kuituorientaatio-ominaisuuksien testauksen kohteena olevan paperin 1 pin-

nan 1a yläpuolella. Projektori 10 käsittää puolijohdelaserin 11, linssin 12, polaroijan 13 ja neljännes värähtelylevyn 14 järjestettynä siten, että puolijohdelaserista 11 lähtevä lasersäde kulkee linssin 12, polaroijan 13 ja neljännes värähtelylevyn 14 läpi ja muodostaa pyöreän polaroidun valokeilan Li. Pyöreä polaroitu valokeila on valokeila, joka etenee suuntaan, johon se on polaroitu, ja sen tulisi erottua niin kutsutusta polaroimattomasta valokeilasta, jolla ei ole polarointiominaisuuksia. Sitä voidaan kuitenkin käytännössä pitää polaroimattomana valokeilana, sillä sen pyörintäkierto suuntaan, johon se pyörii on yleensä jopa vain 10-15 sekuntia. On tietenkin myös mahdollista käyttää vaihtoehtoista projektoria, joka koostuu halogeenilampusta tai vastaavasta, josta lähtee polaroimaton valokeila, ja linssijärjestelmästä, joka toimii tämän polaroimattoman valokeilan kollimaattorina. Projektori 10 sijoitetaan siten, että se projisoi pyöreän polaroidun valokeilan Li kohtisuoraan paperin pintaan 1a.

Kahdeksassa valovastaanottimessa 20a-20h on, kuten kuviossa 2 on esitetty, polaroijat 21a-21h ja valokennot 22a-22h, jotka muuttavat valon voimakkuudet vastaaviksi sähköviesteiksi. Kuten kuviossa 1 on esitetty, nämä valovastaanottimet 20a-20h sijaitsevat tasavälein ympyrän kehällä, joka ympyrä on saman tason suuntainen kuin paperin pinta 1a mainitun tason leikkaavaan pisteeseen nähden ja siihen kohdistetun mainitun pyöreän polaroidun valokeilan Li akseliin nähden. Näiden valovastaanottimien 20a-20h valoa vastaanottavat pinnat on suunnattu mainittua pistettä kohti, jossa mainitun kohdistetun, pyöreän, polaroidun valokeilan Li akseli ja paperin pinta 1a kohtaavat. Mainitusta projektorista 10 lähetetty lasersäde heijastuu paperin pinnasta 1 ja valovastaanottimet 20a-20h vastaanottavat tämän heijastuneen valokeilan Lr.

Valovastaanottimien 20a-20h vastaanottama heijastunut valokeila Lr kohdistuu mainittuihin valokennoihin 22a-22h sen jälkeen, kun se on erotettu ennalta määrättynä polaroituna valokeilana kunkin polaroijan 21a-21h läpi. Kohdistetun valokeilan ja heijastuneen valokeilan välinen kulma θr on alueella $0o<\theta r<90o$ ja on edullista valita suhteellisen iso kulma θr ja sen myötä saavuttaa vastaavasti suurempi heijastuskerroin kuitujen orientaation heijastamalle valokeilalle.

Paikallisesti ympyrän kehälle keskitetyillä valovastaanottimilla 20a-20h olisi mahdoton saada tarkkaa tietoa kuituorientaatiosta, sillä vain suunnallisesti yksipuolisia tietoja saataisiin paperipinnasta 1a. On lisäksi tärkeää, että valovastaanottimet 20a-20h järjestetään mainitun ympyrän kehälle melko tasaisin välein. On kuitenkin selvää, että valovastaanottimet 20a-20h voidaan järjestää niin, että heijastuneen valokeilan Lr vastaanottaminen tapahtuu optimaalisesti muuten kuin tasavälein järjes-

tettyjen vastaanottimien kanssa, esimerkiksi kun paperikoneen paperirainan kuituorientaation oletetaan olevan lähes samansuuntainen paperikoneen tuotantosuunnan kanssa.

Kukin polaroija 21a-21h, joka toimii osana kussakin valovastaanottimessa 20a-20h, erottaa polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti siihen tasoon nähden, joka käsittää kohdistetun valokeilan Li akselin ja heijastuneen valokeilan Lr akselin, tai erottaa polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan siihen tasoon nähden, joka käsittää kohdistetun valokeilan Li akselin ja heijastuneen valokeilan Lr akselin. Nimittäin käytettyjen polaroijien 21a-21h tyypistä riippuen mainitut valokennot 22a-22h vastaanottavat vain polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti siihen tasoon nähden, joka käsittää kohdistetun valokeilan Li akselin ja heijastuneen valokeilan Lr akselin, tai vain sellaisen polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan siihen tasoon nähden, joka käsittää kohdistetun valokeilan Li akselin ja heijastuneen valokeilan Lr akselin. Heijastunut valokeila Lr voidaan vaihtoehtoisesti siepata suoraan valokennoihin 22a-22h ilman polaroijia 21a-21h, ja sen vuoksi ilman mainitun polaroidun valokeilan erottamista. Kuituorientaation heijastaman valokeilan heijastuskerroin saavuttaa joka tapauksessa maksimiarvonsa, kun polaroitu valokeila värähtelee kohtisuorassa siihen tasoon nähden, joka käsittää kohdistetun valokeilan Li akselin ja heijastuneen valokeilan Lr akselin, joten on edullista mitata heijastuneen valokeilan Lr voimakkuudet käyttämällä polaroijia 21a-21h, joista kunkin tehtävä on erottaa tällainen polaroitu valokeila.

Kuten kuviosta 3 näkyy, valokennojen 22a-22h ulostulot on liitetty valoinformaatioprosessorin 31 vastaaviin sisäänmenoihin 31a-31h niin, että mainittujen valokennojen 22a-22h vastaanottaman heijastuneen valokeilan Lr voimakkuudet muuttuvat vastaaviksi sähköviesteiksi ja syötetään mainittuun valoinformaatioprosessoriin 31, jossa valon voimakkuutta vastaavat viestit prosessoidaan sopivalla tavalla, jotta saataisiin valoinformaatioviesti, joka sisältää valokennojen 22a-22h vastaanottaman heijastuneen valokeilan Lr voimakkuuden F ja kohdistetun valokeilan Li akselin ympärille muodostetun ympyrän kehällä olevien valokennojen 22a-22h asetuskulman θ. Valoinformaatioprosessorin 31 ulostulopuolelle on kytketty aritmeettinen piiri 32, joka sisään tulevan valoinformaatioviestin pohjalta laskee orientaatioindeksiluvun, joka edustaa paperipinnan 1a kuituorientaation mittaa, ja orientaatiokulman α, joka vastaa kuituorientaation suuntaa paperipinnalla 1a seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$F(\theta) = C (1 + \eta \cos 2 (\theta-\alpha)) \qquad (1)$$

jossa F on valon voimakkuus ja θ on kunkin valovastaanottimen 20a-20h asetuskulma, kuten jo aiemmin on mainittu, ja C on heijastuneen valokeilan keskimääräinen voimakkuus. Yhtälö (1) on osa Fourier-sarjaa, joka on tunnettu jaksollinen funktio, jota yleensä käytetään paperin kuituorientaation arviointiin hankittujen tietojen pohjalta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös muuta funktiota kuin mainittua yhtälöä (1), kuten Von Misesin funktiota tai elliptistä funktiota.

Mainitun aritmeettisen piirin 32 laskemat orientaatioindeksiluku η ja orientaatiokulma α näkyvät näyttölaitteessa 33, kuten CRT-näyttölaitteessa, joka kytketty mainittuun aritmeettiseen piiriin 32, tai tulostuvat mainittuun aritmeettiseen piiriin kytketylle tulostimelle tai piirturille.

Kun edellä kuvatun mukaista paperin kuituorientaation mittauslaitetta käytetään pienen paperinäytteen orientaatio-ominaisuuksien määrittämiseen, näytealustaa, johon näyte on kiinnitetty, voidaan liikuttaa ennalta määrättyyn suuntaan suhteessa paikallaan olevaan laitteeseen tai päinvastoin laitetta voidaan liikuttaa paikallaan olevan näytealustan suhteen, jotta saataisiin halutut tiedot, joiden pohjalta kuituorientaation kaksiulotteinen jakautuma voidaan selvittää. Jos määritys tehdään näytteen kummallekin puolelle, kuituorientaatiojakautuma voidaan mitata näytteen sekä viiran- että huovanpuoleisen sivun osalta, mikä mahdollistaa kuituorientaatiojakautuman eron selvittämisen näytteen molemmilta puolilta saatujen mittaustulosten pohjalta.

Kun kuituorientaatio-ominaisuudet halutaan määrittää paperikoneessa liikkuvalle paperirainalle, paperikoneen vastakkaisilla puolilla on tuet, joiden välillä on ohjauskisko, jota pitkin kuituorientaation mittauslaitetta voidaan liikuttaa paperikoneen yläpuolella. Kuituorientaation mittauslaitetta voidaan ohjata mainittua ohjauskiskoa pitkin koneen poikkisuunnassa, paperirainaa pyyhkien, jolloin paperirainan kuituorientaatio-ominaisuudet voidaan määrittää sekä koneen poikkisuunnassa että koneen suuntaisesti. Laite voi myös olla paperirainan sivulla viiran vieressä ja paperirainan sivulla huovan vieressä ja pyyhkäistä paperirainan yli koneen poikkisuunnassa tarkoituksena määrittää paperirainan kahden pinnan kuituorientaatio-ominaisuuksien välisen eron sekä koneen suuntaisesti että koneen poikkisuuntaisesti. Ilman pyyhkäisytoimintaa paperirainan kuituorientaatio-ominaisuudet voitaisiin mitata ainoastaan koneen suuntaisesti.

Kokeita varten valmistettua kuituorientaation mittauslaitetta käytettiin hankkimaan tietoa kuituorientaatiosta näytteenä olevasta paperiarkista. Kunkin kokeen tuloksia kuvataan seuraavassa.

Koe 1

Puolijohdelaser 11, jonka aallon pituus oli 670 nm ja maksimaalinen ulostulo 20 mW, asennettiin projektoriin 10 ja silikonivalodiodeja käytettiin valokennoina 22 ja PPC-paperin, jonka neliömassa oli 64 g/m2, kuituorientaatio-ominaisuudet määritettiin. Määritys toistettiin ja kutakin määritystä varten käytettyjen valovastaanottimien 20 lukumäärää vaihdeltiin kahdesta kahteenkymmeneen valovastaanottimeen 20. Nämä valovastaanottimet 20 oli sijoitettu lähes tasavälein paperin pinnan kanssa samansuuntaisen ympyrän kehälle. Kussakin käytetyssä valovastaanottimessa 20 oli polaroija 21, jonka tehtävä oli erottaa polaroitu valokeila, joka värähteli kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja kussakin käytetyssä valovastaanottimessa 20 oli polaroija 21, jonka tehtävä oli erottaa polaroitu valokeila, joka värähteli samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien. Näiden määritysten tulokset on esitetty taulukossa 1.

Kohdistetun valokeilan Li akselin ympärille paperin pinnan suuntaisesti muodostuneen ympyrän kehälle tasavälein järjestettyjen lukuisan valovastaanottimen mittaaman heijastuneen valon voimakkuus on kunkin valovastaanottimen 20 asetuskulman jaksollinen funktio (jakso on π), kuten ilmenee taulukosta 1. Orientaatioindeksiarvo ja orientaatiokulma (jaksollisia funktioita), jotka on laskettu kahdeksalla tai useammalla valovastaanottimella 20 saatujen tietojen pohjalta, antavat tarvittavan ja riittävän tarkkuuden. On siis edullista käyttää kahdeksaa tai useampaa valovastaanotinta 20, ja on edullisinta käyttää kahdeksaa valovastaanotinta, jotta tämän keksinnön laite voitaisiin toteuttaa kevyenä ja pienikokoisena on-line laitteena.

Koe 2

Tavanomaista menetelmää noudattaen kokeellisella, suuntatarkkuudella varustetulla paperikoneella valmistettiin näyte (massaliete), johon oli sekoitettu värjättyjä kuituja, arkkirummun eri kierrosluvuilla kuten myös suihkun muodossa syötetyn massalietteen eri nopeuksilla, jotta saataisiin erilaisia kuituorientaatioita, ja kunkin näytteen osalta määritettiin mainittujen värjättyjen kuitujen orientaatio suhteessa mainitun arkkirummun pyörimissuuntaan, sekä myös mainittua orientaatiota edustavien värjättyjen kuitujen lukumäärä. Tämän jälkeen kokeessa 1 käytetyn kaltaista kuituorientaation mittauslaitetta, mutta nyt kahdeksalla valovastaanottimella 20, käytettiin kunkin näytteen testaamiseen vaihtamalla kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välistä kulmaa θ välillä 30°, 50° ja 70°C. Tämän jälkeen määritys tehtiin

kolmelle tapaukselle, joissa kahdeksassa valovastaanottimessa ei ollut polaroijaa 21, jokaisessa valovastaanottimessa 20 oli polaroija 21, jonka tehtävä oli erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja jokaisessa valovastaanottimessa oli polaroija 21, jonka tehtävä oli erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien. Tavanomaisella menetelmällä ja keksinnön mukaisella mittauslaitteella saadut orientaatioindeksiluvut ja orientaatiokulmat on esitetty vertaillen kuvioissa 4-12. Kuvioissa 4-6 on esitetty arvot, jotka on saatu ilman polaroijaa 21 ja kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30°, 50° ja 70°. Kuvioissa 7-9 on esitetty arvot, jotka on saatu käyttämällä polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30°, 50° ja 70°. Kuvioissa 10-12 on esitetty arvot, jotka on saatu käyttämällä polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 30°, 50° ja 70°. Jokaisessa kuviossa 4-12 orientaatioindeksilukujen vertailua kuvaa (a) ja orientaatiokulmien vertailua kuvaa (b).

Kuvioissa 4-6 esitetään tulos määrityksestä, jossa ei käytetty polaroijaa 21, ja nähdään, että orientaatioindeksiluvut (a) korreloivat voimakkaasti tavanomaisella menetelmällä saatujen vastaavien arvojen kanssa ja orientaatiokulmat (b) ovat samaa suuruusluokkaa kuin tavanomaisella menetelmällä saadut. Tämän pohjalta voidaan todeta, että näytteiden kuituorientaatio-ominaisuudet määritettiin lähes yhtä tarkasti tämän keksinnön mukaisella kuituorientaation mittauslaitteella, ja suoran linjan (a) gradientti muuttuu jyrkemmäksi kulman θr kasvaessa. Voidaan siis todeta, että paperinäytteistä riippuvat eri kuituorientaatio-ominaisuudet paljastuivat selkeästi tämän keksinnön laitteella. Kuten näiden kuvioiden tiedoista ilmenee sekä tulokset, jotka saatiin käyttämällä polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, kuten kuvioissa 7-9 on esitetty, että tulokset, jotka saatiin käyttämällä polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee saman suuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, kuten kuvioissa 10-12 on esitetty, ovat samankaltaisia kuin tapauksissa, joissa ei käytetty polaroijaa 21.

Tavanomaisella menetelmällä tehty määritys on suora menetelmä, jossa kunkin kuidun orientaatio sekä samaa orientaatiota edustavien kuitujen lukumäärä itse asiassa määritetään, ja tämän keksinnön mukainen määritys on epäsuora menetelmä, jossa kuituorientaatiosta heijastuvan valon voimakkuus mitataan. Kussakin kuviossa orientaatioindeksiluvut vastaavat eri lukuja määritykseen käytetystä menetelmästä riippuen, mutta tämä on merkityksetöntä tarkkuuden osalta niin kauan kun määritetään paperinäytteestä riippuvien kuituorientaatio-ominaisuuksien eroja. Orientaatiokulmien suhteen tavanomaisella menetelmällä saatujen arvojen on oltava samaa luokkaa keksinnön laitteella saavutettujen arvojen kanssa.

Mainittujen kolmen tapauksen vertailu, ts. tapauksen, joissa yhdessä ei käytetty lainkaan polaroijaa 21, toisessa käytettiin polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja kolmannessa käytettiin polaroijaa 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee saman suuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, vertailu kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisellä tietyllä kulmalla θr osoittaa, että kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisestä kulmasta θr riippumatta sellaisen polaroijan 21 käyttö, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, jyrkentää suoran viivan gradienttia ja tekee paperinäytteistä riippuvan kuituorientaatio-ominaisuuksien eron selkeämmäksi. Toisin sanoen, kokeen 2 tuloksen mukaan kuituorientaation mittauslaitteen tulisi edullisesti sisältää valovastaanottimia, joihin sisältyy polaroija 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, ja kohdistetun ja heijastuneen valokeilan kulman θr tulisi olla mahdollisimman suuri.

Koe 3

Kuituorientaatio-ominaisuudet PPC-paperille, jonka neliömassa oli 64 g/m^2 ja joka liikkui pitkäviiraisessa paperikoneessa nopeudella 620 m/min, määritettiin rainan molemmin puolin, ts. sekä viira- että huopapuolelta, käyttämällä kokeessa 1 käytetyn kaltaista kuituorientaation mittauslaitetta, mutta tässä laitteessa oli kahdeksan valovastaanotinta 20, joissa kussakin oli polaroija 21, jonka tehtävä on erottaa polaroitu valokeila, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan Li akseli ja heijastuneen valokeilan Lr akseli mukaan lukien, kohdistetun ja heijastuneen valokeilan välisen kulman θr ollessa 50°. Tässä kokeessa saadut ori-

entaatioindeksiluvut ja orientaatiokulmat on esitetty kuvioissa 13 ja 14. Näissä kuvioissa 13 ja 14 paperin viirapuolen mittausarvot on esitetty paksulla yhtenäisellä viivalla ja huopapuolen mittausarvot ohuella yhtenäisellä viivalla.

Mittausarvot osoittavat, että viirapuolen orientaatioindeksiluvut ovat suurempia kuin huopapuolen ja orientaatiokulmat ovat suurempia huopapuolella kuin viirapuolella.

Kuten edellisestä kuvauksesta ilmenee, tämän keksinnön mukainen menetelmä ja laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi ei ainoastaan salli pyörivän osan poistamista optisesta järjestelmästä, vaan myös nopeasti suoritettavan määrityksen, sillä keksinnön mukaan polaroimaton valokeila kohdistetaan suoraan paperin pintaan ja paperin pinnalta heijastuvan valokeilan vastaanottavat lukuisat valovastaanottimet, jotta kuituorientaatio-ominaisuudet voitaisiin määrittää. Tämän keksinnön mukainen laite on lisäksi helposti pienennettävissä, koska se ei vaadi pyörivää osaa. Tämän keksinnön laitteella aikaansaadaan lisäksi haluttu määritys koskettamatta tai vahingoittamatta paperirainaa.

Koska tämän keksinnön mukainen laite mahdollistaa määritykseen kuluvan ajan huomattavan lyhentämisen, laitteella voidaan helposti ja nopeasti määrittää paperikoneessa suurella nopeudella liikkuvan paperirainan kuituorientaatio-ominaisuudet, ja laite voidaan asentaa paperikoneeseen on-line määrityksen aikaansaamiseksi. Lisäksi paperikoneeseen voidaan asentaa kaksi laitetta paperikoneen kummallekin puolelle keskenään vastakkaiseen asemaan, jotta voitaisiin määrittää ja samalla vertailla kuituorientaatio-ominaisuuksia paperirainan kummallakin puolella, ts. sekä viira- että huopapuolella. Määrityksen tulos on mahdollista palauttaa nopeasti takaisin paperikoneen senhetkiseen toimintatilaan, ja sen myötä parantaa valmistettavan paperin laatua.

Kuituorientaation jakautuma haluttuun suuntaan voidaan lisäksi määrittää kullekin näytearkille ja, kun määritys tehdään samanaikaisesti tietyn näytteen sekä viira- että huopapuolelle, saadaan kyseisen näytearkin kummankin puolen kuituorientaatiojakautuman välinen ero määritettyä. Näitä keksinnön ominaisuuksia voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi näytearkin laadun mittaamiseen ja valvontaan.

Taulukko 1

	Ilman polaroijaa		Käytetään polaroijaa, joka erottaa polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien		Käytetään polaroijaa, joka erottaa polaroidun valokeilan, joka värähtelee saman suuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien	
Valovastaanottimien lukumäärä	**Orientaatioindeksiluku**	**Orientaatiokulma (°)**	**Orientaatioindeksiluku**	**Orientaatiokulma (°)**	**Orientaatioindeksiluku**	**Orientaatiokulma (°)**
2	2,0000	0,0	2,0000	0,0	2,0000	0,0
3	0,0317	-3,0	0,0317	-3,8	0,0247	-3,2
4	0,0597	0,0	0,0711	0,0	0,0467	0,0
5	0,0304	-5,0	0,0357	-4,9	0,0236	-5,2
6	0,0327	-4,2	0,0385	-4,1	0,0260	-3,9
8	0,0305	-5,3	0,0362	-5,0	0,0238	-5,1
9	0,0302	-5,3	0,0359	-5,0	0,0237	-5,2
10	0,0301	-5,2	0.0360	-4,9	0,0238	-5,2
12	0,0301	-5,2	0,0361	-5,0	0,0236	-5,2
15	0,0300	-5,4	0,0359	-5,0	0,0236	-5,2
18	0,0300	-5,4	0,0360	-5,0	0,0237	-5,2
20	0,0300	-5,3	0,0360	-5,0	0,0237	-5,3

114877

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paperin (1) kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa:

suunnataan polaroimaton valonsäde (Li) kohtisuorasti paikallaan olevan tai liikkuvan paperin pintaan (1a);
vastaanotetaan paperin pinnalta heijastuva valonsäde (Lr) suurin piirtein samanaikaisesti kahdeksassa tai useammassa ympyrän kehän eri kohdassa (20a-20h), joka ympyrä sijaitsee mainitun polaroimattoman valonsäteen (Li) tulopuolella paperin pinnan (1a) suuntaisessa tasossa ja ympäröi pistettä, jossa tulevan valonsäteen akseli leikkaa mainitun tason; ja
lasketaan paperin kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksiluku ja kuituorientaatiokulma, heijastuneen valonsäteen (Lr) voimakkuuden pohjalta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että määritys suoritetaan on-line -määrityksenä paperikoneessa liikkuvasta paperista (1) ja että menetelmässä ennen paperin kuituorientaatio-ominaisuuksien laskemista annetaan polaroimattoman valonsäteen (Li) valaiseman paperin pinnan (1a) kohdan pyyhkäistä paperin poikki paperikoneen poikkisuunnassa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että polaroimattomat valonsäteet (Li) suunnataan kohtisuorasti paperin (1) molemmille, huovan ja viiran vastaisille puolille, ja paperin heijastamat valonsäteet (Lr) vastaanotetaan paperin molemmilla puolilla.

4. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että mitattavan heijastuneen valonsäteen (Lr) voimakkuus on sen polaroidun valonsäteen voimakkuus, joka värähtelee kohtisuorasti tulevan valonsäteen (Li) akselin ja heijastuneen valonsäteen (Lr) akselin määräämään tasoon nähden, tai sen polaroidun valonsäteen voimakkuus, joka värähtelee tulevan valonsäteen (Li) akselin ja heijastuneen valonsäteen (Lr) akselin määräämän tason suuntaisesti, polaroidun säteen ollessa erotettu paperin pinnalta (1a) heijastuvasta säteestä (Lr).

5. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että paperin pinnalta (1a) heijastuva valonsäde (Lr) vastaanotetaan kohdissa (20a-20h), jotka ovat lähes tasavälein jakautuneet ympyrän kehälle, joka sijaitsee polaroimattoman valonsäteen (Li) tulo-

puolella paperin pinnan (1a) suuntaisessa tasossa ja ympäröi pistettä, jossa tulevan valonsäteen (Li) akseli leikkaa mainitun tason.

6. Laite paperin (1) kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että siihen sisältyy:

projektori (10) polaroimattoman valonsäteen (Li) suuntaamiseksi kohtisuorasti paikallaan olevan tai liikkuvan paperin pintaan (1a);
kahdeksan tai useampia valovastaanottimia (20a-20h), jotka ovat jakautuneina ympyrän kehälle, joka sijaitsee polaroimattoman valonsäteen (Li) tulopuolella paperin pinnan (1a) suuntaisessa tasossa ja joka ympäröi pistettä, jossa tulevan valonsäteen akseli leikkaa mainitun tason, ja joista kussakin on valokenno (22a-22h), joka vastaanottaa paperin pinnalta (1a) heijastuvan valonsäteen;
valoinformaatioprosessori (31), joka sopivalla tavalla prosessoi kunkin valovastaanottimen (20a-20h) mittaaman, heijastuneen valonsäteen (Lr) voimakkuutta vastaavan signaalin ja antaa ulostulona valon voimakkuudesta informoivan signaalin; ja
aritmeettinen piiri (32), joka laskee kuituorientaatio-ominaisuudet, kuten kuituorientaatioindeksiluvun ja kuituorientaatiokulman mainitun valoinformaatioprosessorin (31) ulostulosignaalin pohjalta.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että projektori (10) on järjestetty suuntaamaan polaroimattoman valonsäteen (Li) kohtisuorasti paperikoneessa liikkuvan paperin (1) pintaan ja että projektori (10) ja mainitut valovastaanottimet (20a-20h) pyyhkäisevät paperin (1) yli paperikoneen poikkisuunnassa.

8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että paperilla (1) on huovanpuoleinen pinta ja viiranpuoleinen pinta ja että paperin kummallakin puolella on projektori (10) paperin kummankin pinnan valaisemiseksi ja valovastaanottimet (20a-20h) paperin kummankin pinnan heijastamien valonsäteiden vastaanottamiseksi.

9. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 6-8 mukainen laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että kukin valovastaanottimista (20a-20h) sisältää polaroijan (21a-21h), joka erottaa heijastuneesta valonsäteestä (Lr) polaroidun valonsäteen, joka värähtelee kohtisuorasti tai samansuuntaisesti tulevan valonsäteen (Li) akselin ja heijastuneen valonsäteen (Lr) akselin määräämään tasoon nähden.

10. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 6-9 mukainen laite paperin kuituorientaation määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että mainitut vähintään kahdeksan valovastaanotinta (20a-20h) ovat jakautuneina tasavälein ympyrän kehälle, joka sijaitsee polaroimattoman valonsäteen (Li) tulopuolella paperin pinnan (1a) suuntaisessa tasossa ja ympäröi pistettä, jossa tulevan valonsäteen (Li) akseli leikkaa mainitun tason.

Patentkrav

1. Metod för bestämning av fiberorienteringen i papper (1), **kännetecknad** av att den innefattar stegen att:

avge en opolariserad ljusstråle (Li) vinkelrätt mot en pappersyta (1a) som är stillastående eller rörlig;
huvudsakligen i samma ögonblick uppfånga en ljusstråle (Lr) reflekterad av papperets yta vid åtta eller fler ställen (20a-20h) fördelade utefter omkretsen av en cirkel som, på den infallande sidan av den opolariserade ljusstrålen (Li), befinner sig i ett plan som sträcker sig parallellt med pappersytan (1a) och omkring en punkt vid vilken en axel av den infallande ljusstrålen skär nämnda plan, och
beräkna fiberorienteringsegenskaper för papperet såsom fiberorienteringsindexvärde och fiberorienteringsvinkel ur den reflekterade ljusstrålens (Lr) intensitet.

2. Metod för bestämning av fiberorienteringen av papper enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att bestämningen utförs i realtid under det att papperet rör sig i en pappersmaskin, och att i metoden före steget att beräkna fiberorienteringsegenskaperna för papperet en fläck på ytan (1a) på papperet som är belyst av den opolariserade ljusstrålen (Li) bringns att svepa vinkelrätt mot pappersmaskinen.

3. Metod för bestämning av fiberorienteringen av papper enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** av att opolariserade ljusstrålar (Li) avges vinkelrätt mot båda ytorna av papperet riktade mot filten respektive viran, och ljusstrålarna (Lr) som reflekteras av papperet fångas på respektive sidor av papperet.

4. Metod för bestämning av fiberorienteringen i papper enligt något av patentkraven 1 till 3, **kännetecknad** av att intensiteten hos den reflekterade ljusstråle (Lr) som skall mätas är intensiteten av den polariserade ljusstråle som oscillerar vinkelrätt mot ett plan som innefattar en axel av den infallande ljusstrålen (Li) och en axel av den reflekterade ljusstrålen (Lr) eller den polariserade ljusstråle som oscillerar parallellt med det plan som innefattar en axel av den infallande ljusstrålen (Li) och

en axel av den reflekterade ljusstrålen (Lr), varvid den polariserade strålen är separerad från den stråle (Lr) som reflekteras av pappersytan (1a).

5. Metod för bestämning av fiberorienteringen i papper enligt något av patentkraven 1 till 4, **kännetecknad** av att ljusstrålen (Lr), som reflekteras av pappersytan (1a) fångas på ställen (20a-20h), som är fördelade med huvudsakligen lika vinkelmässiga intervall omkring omkretsen av en cirkel som, på den infallande sidan av den opolariserade ljusstrålen (Li), är bildad i ett plan som sträcker sig parallellt med pappersytan (1a) omkring den punkt vid vilken axeln för den infallande ljusstrålen (Li) skär nämnda plan.

6. Apparat för bestämning av fiberorienteringen i papper (1), **kännetecknad** av att apparaten innefattar:

projektororgan (10) för att avge en opolariserad ljusstråle (Li) vinkelrätt mot en yta (1a) av ett papper som befinner sig stillastående eller i rörelse;
åtta eller fler ljusmottagande organ (20a-20h) fördelade utefter omkretsen av en cirkel som, på den infallande sidan av den opolariserade ljusstrålen (Li), befinner sig i ett plan som sträcker sig parallellt med papperets yta (1a) omkring en punkt vid vilken en axel av den infallande ljusstrålen skär nämnda plan och var och en innefattande fotokonduktiva element (22a-22h) för att fånga en ljusstråle (Lr) som reflekterats av papperets yta (1a);
en ljusinformationsprocessor (31), som på ett lämpligt sätt behandlar en signal som representerar intensitet hos den reflekterade ljusstrålen (Lr) mätt med var och en av de ljusmottagande organen (20a-20h), och avger en ljusintensitetsinformationssignal; och
en aritmetisk krets (32) för att beräkna fiberorienteringsegenskaper såsom ett fiberorienteringsindexvärde och en fiberorienteringsvinkel från utgångssignalen från ljusinformationsprocessorn (31).

7. Apparat för bestämning av fiberorienteringen i papper enligt patentkrav 6, **kännetecknad** av att projektororganet (10) avger den opolariserade ljusstrålen (Li) vinkelrätt mot en yta på papperet (1) som rör sig i en pappersmaskin och vari projektororganet (10) och nämnda ljusmottagande organ (20a-20h) avsöker papperet (1) i maskinens tvärled.

8. Apparat för bestämning av fiberorienteringen i papper enligt patentkrav 6 eller 7, **kännetecknad** av att papperet (1) har en filtside-yta och viraside-yta och att projektororganet (10) tillhandahålls på båda sidor av papperet för att belysa respektive

pappersytor och ljusmottagande organ (20a-20h) för att infånga ljusstrålar reflekterade av respektive ytor.

9. Apparat för bestämning av fiberorientering i papper enligt något av patentkraven 6 till 8, **kännetecknad** av att vart och ett av de ljusmottagande organen (20a-20h) innefattar en polarisator (21a-21h) anpassad för att från den reflekterade ljusstrålen (Lr) reflektera den polariserade ljusstråle som oscillerar vinkelrätt mot eller parallellt med ett plan innefattande en axel av den infallande ljusstrålen (Li) och en axel av den reflekterade ljusstrålen (Lr).

10. Apparat för bestämning av fiberorienteringen i papper enligt något av patentkraven 6 till 9, **kännetecknad** av att nämnda åtminstone åtta ljusmottagande organ (20a-20h) är fördelade med lika vinkelmässiga intervall på omkretsen av en cirkel som på den infallande sidan av den opolariserade ljusstrålen (Li) befinner sig i ett plan som sträcker sig parallellt med pappersytan (1) omkring den punkt vid vilken den infallande ljusstrålens (Li) axel skär nämnda plan.

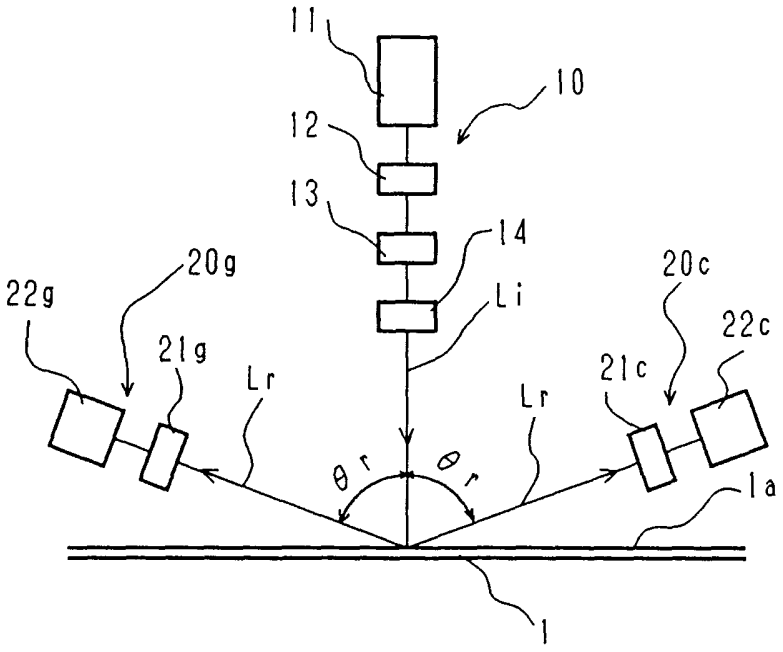

11
10
12
13
14
Li
20g
22g
21g
Lr
20c
22c
21c
Lr
θr
θr
1a
1

FIG. 1

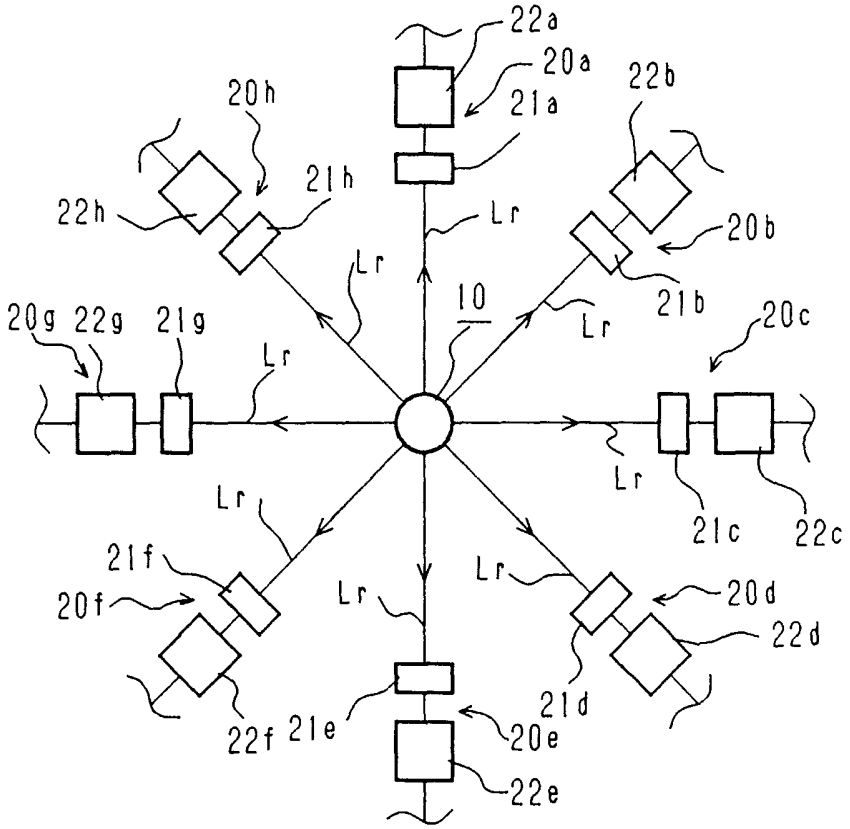

22a
20a
21a
20h
22b
21h
22h
Lr
20b
Lr
21b
10
20g
22g
21g
Lr
20c
Lr
21c
22c
Lr
21f
Lr
20d
20f
Lr
22d
21d
22f
21e
20e
22e

FIG. 2

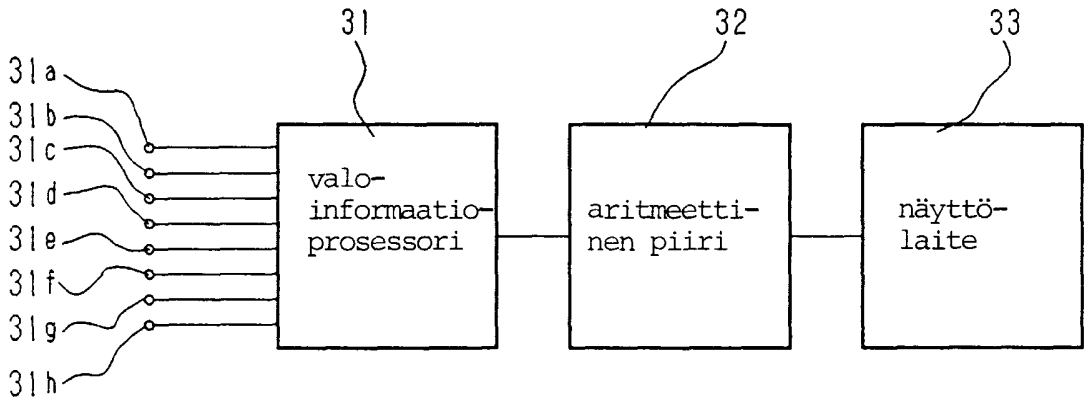
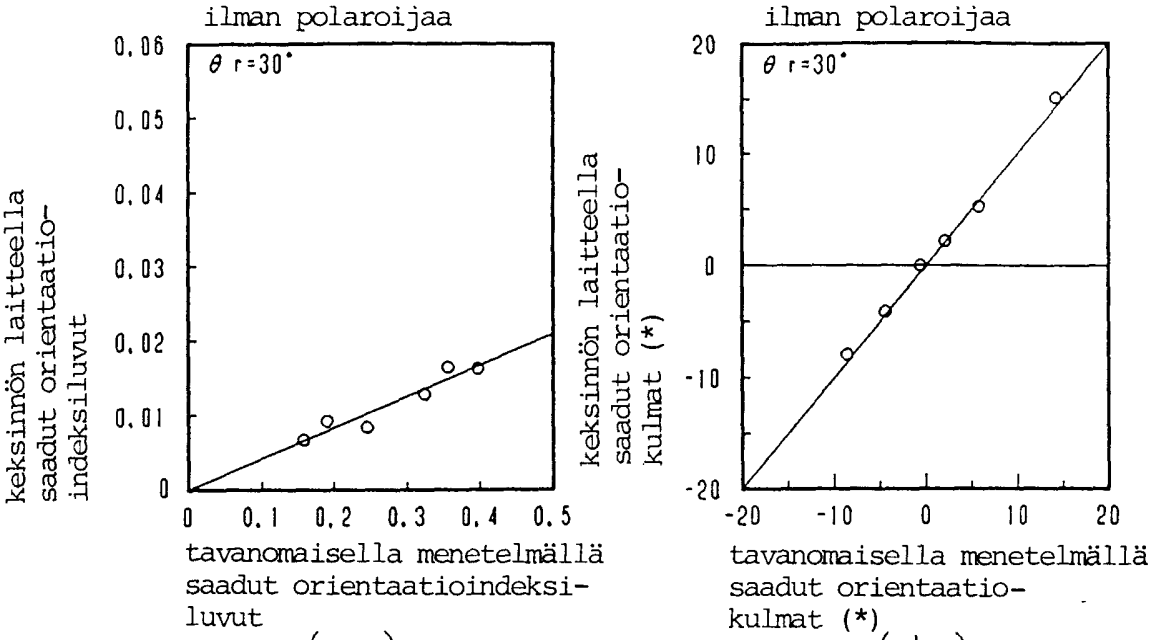
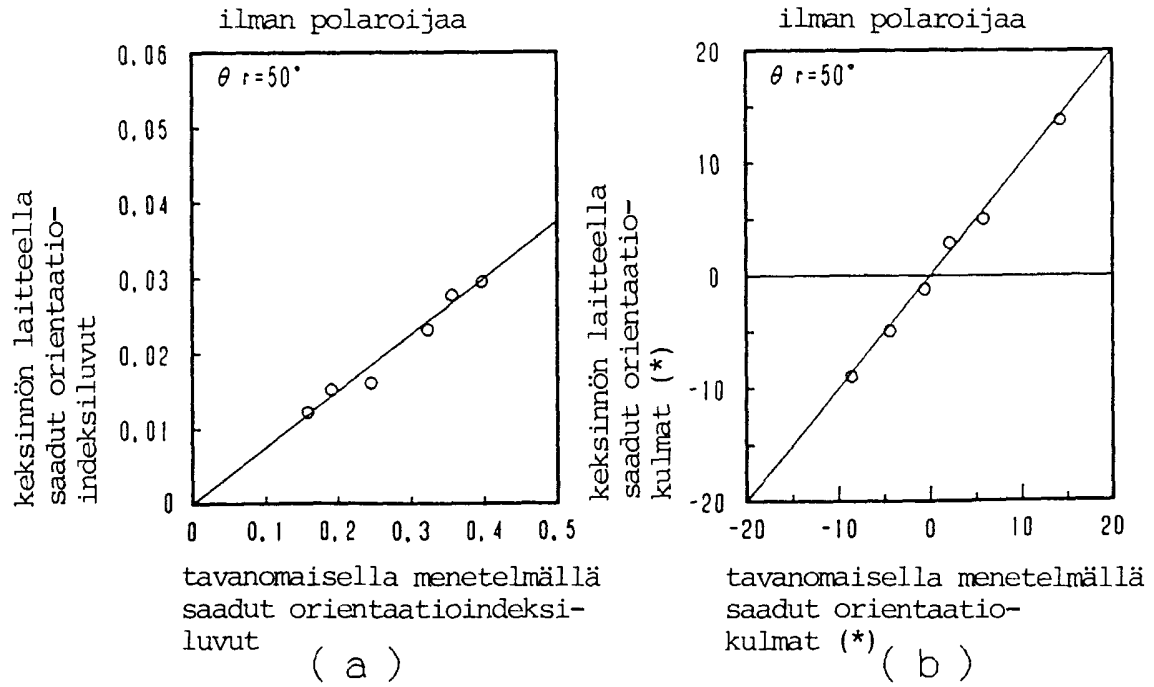

31
32
33
31a
31b
31c
31d
31e
31f
31g
31h
valo-
informaatio-
prosessori
aritmeetti-
nen piiri
näyttö-
laite

FIG. 3


ilman polaroijaa
θ r=30°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-indeksiluvut
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatioindeksi-luvut
(a)
ilman polaroijaa
θ r=30°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-kulmat (*)
20
10
0
-10
-20
-20 -10 0 10 20
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatio-kulmat (*)
(b)

F I G. 4


ilman polaroijaa
θ r=50°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-indeksiluvut
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatioindeksi-luvut
(a)
ilman polaroijaa
θ r=50°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-kulmat (*)
20
10
0
-10
-20
-20 -10 0 10 20
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatio-kulmat (*)
(b)

F I G. 5

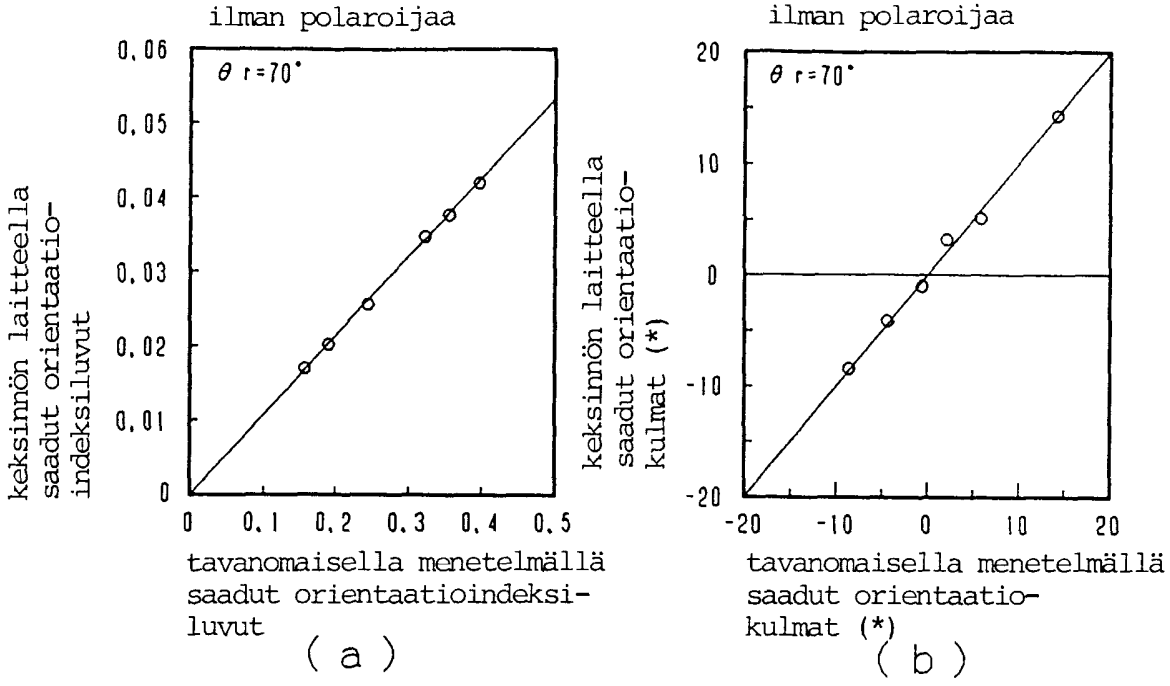

ilman polaroijaa
θ r=70°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-indeksiluvut
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatioindeksi-luvut
(a)
ilman polaroijaa
θ r=70°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-kulmat (*)
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatio-kulmat (*)
(b)

FIG. 6

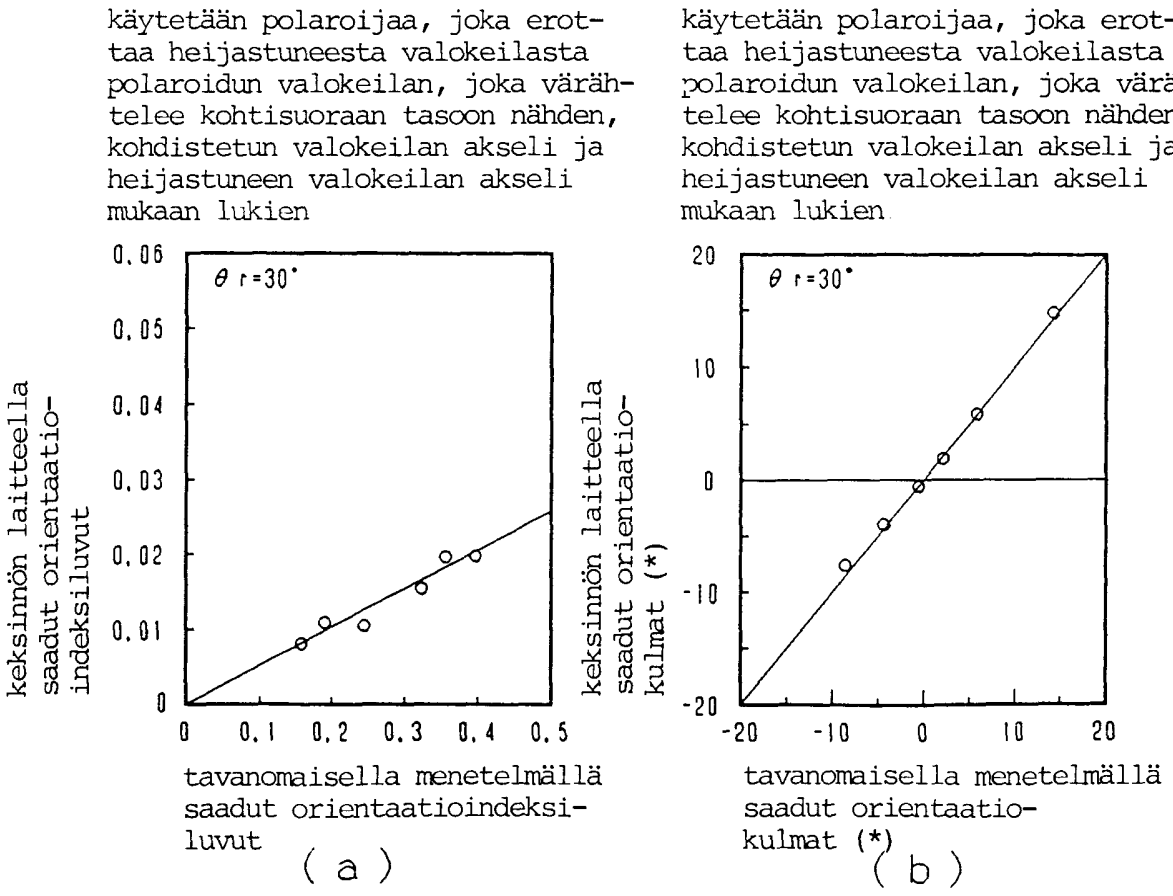
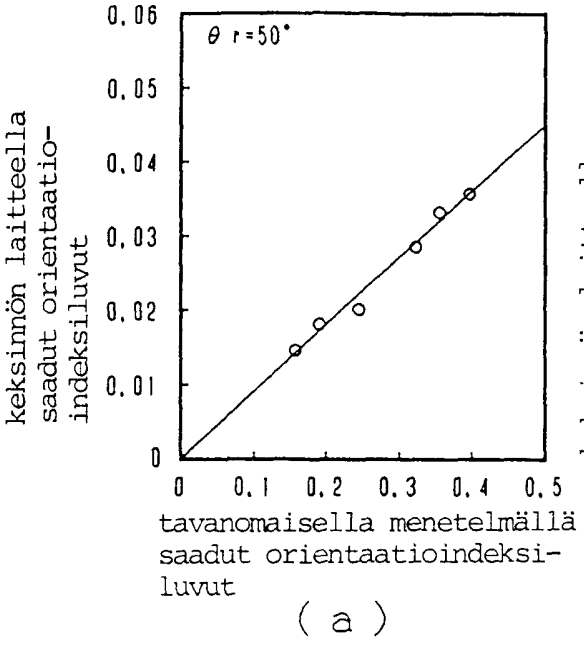

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien
θ r=30°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-indeksiluvut
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatioindeksi-luvut
(a)
käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien
θ r=30°
keksinnön laitteella saadut orientaatio-kulmat (*)
tavanomaisella menetelmällä saadut orientaatio-kulmat (*)
(b)

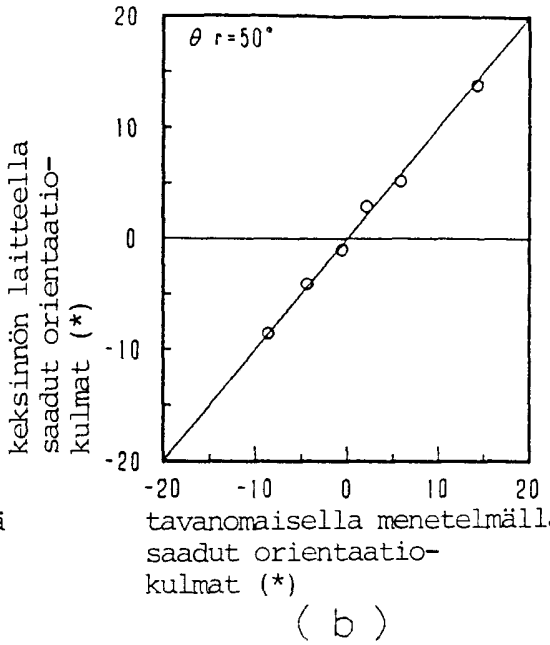
FIG. 7

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(a)

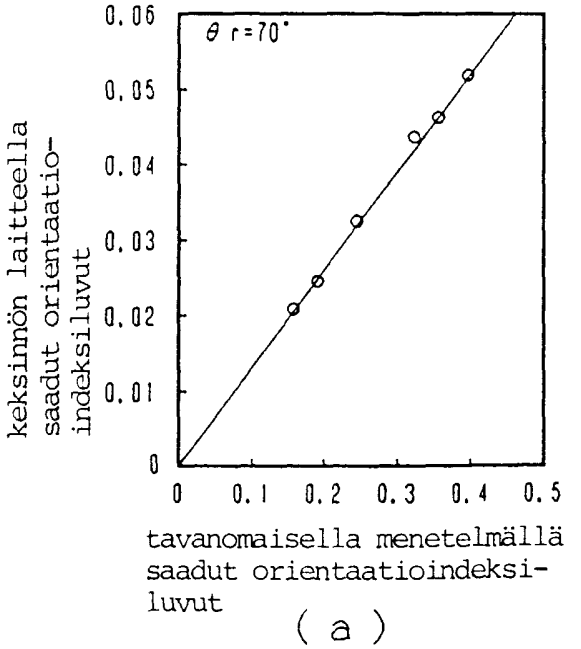
käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(b)

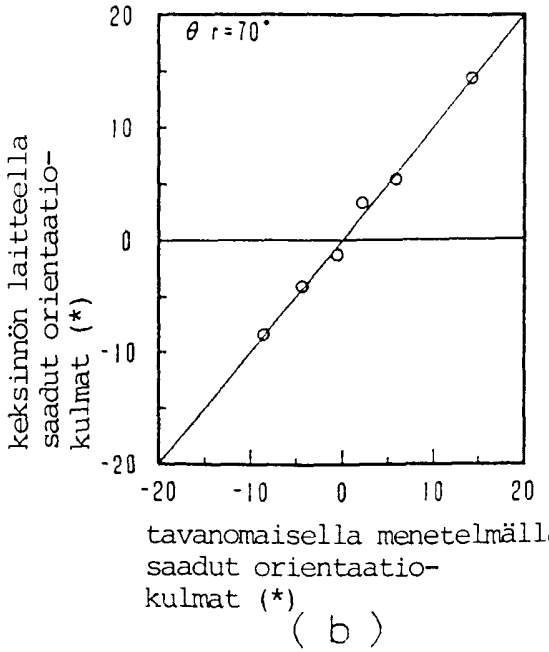
FIG. 8

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(a)

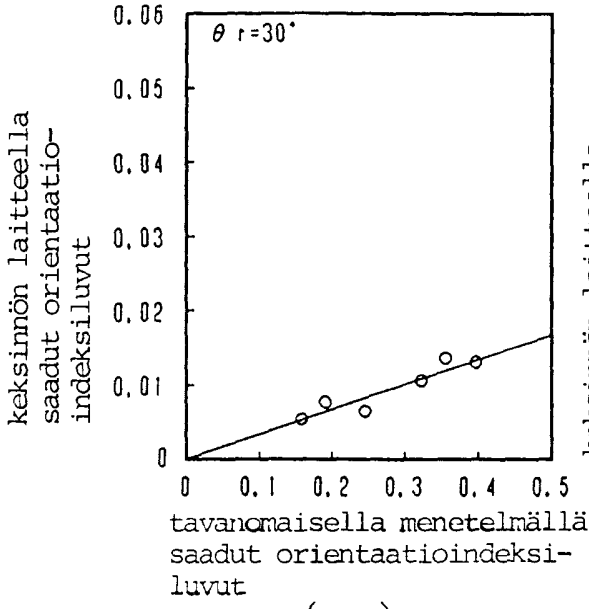
käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee kohtisuoraan tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(b)

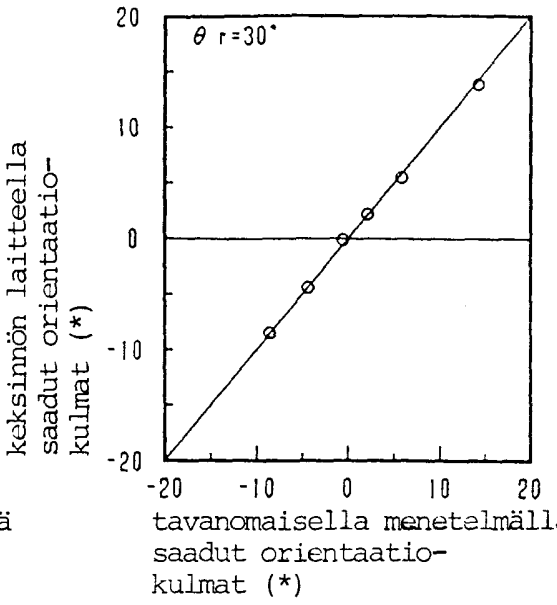
FIG. 9

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(a)

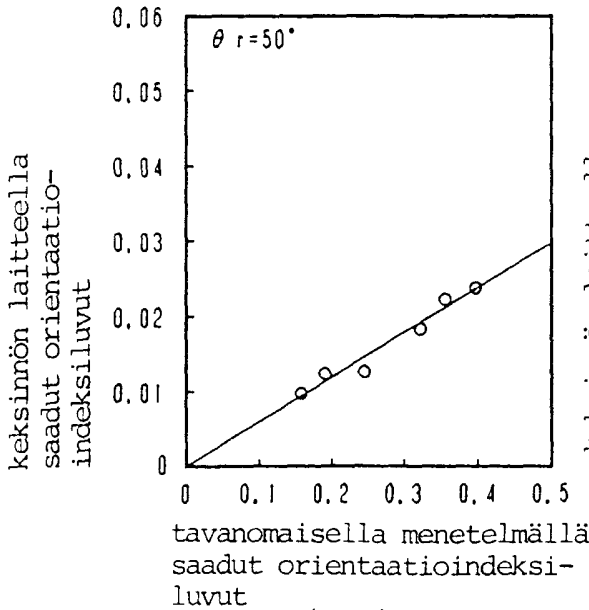
käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(b)

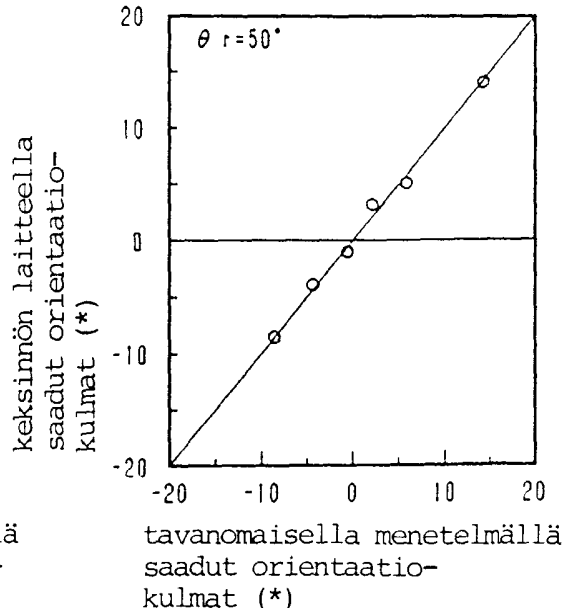
FIG. 10

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(a)

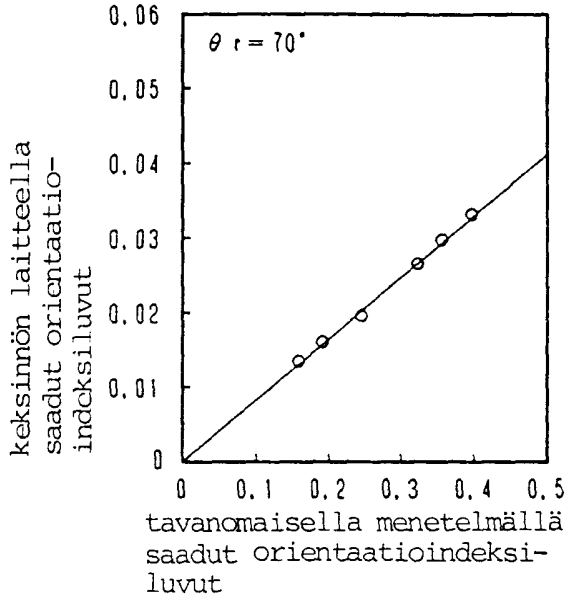
käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(b)

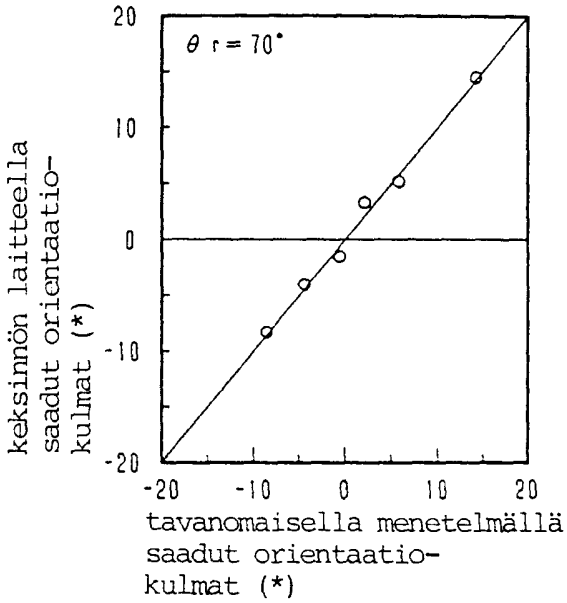
FIG. 11

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(a)

käytetään polaroijaa, joka erottaa heijastuneesta valokeilasta polaroidun valokeilan, joka värähtelee samansuuntaisesti tasoon nähden, kohdistetun valokeilan akseli ja heijastuneen valokeilan akseli mukaan lukien



(b)

FIG. 12

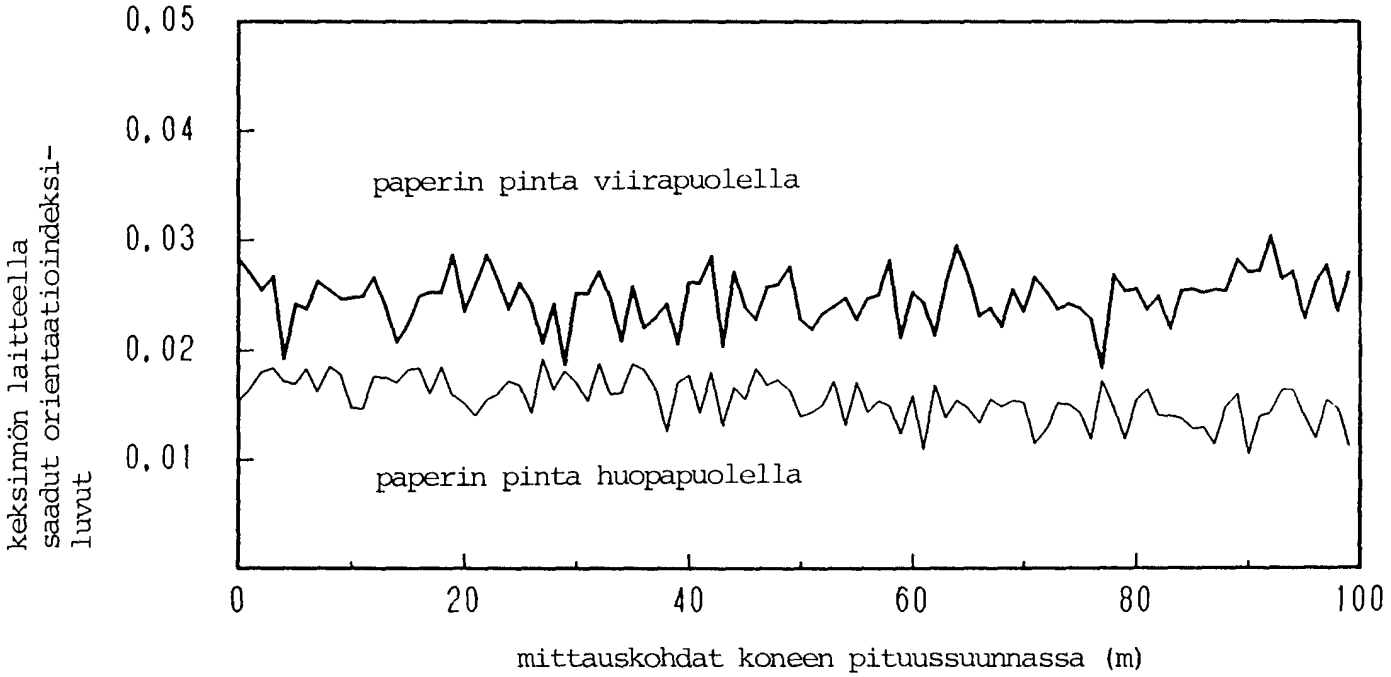

0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
keksinnön laitteella saadut orientaatioindeksi-luvut
paperin pinta viirapuolella
paperin pinta huopapuolella
0
20
40
60
80
100
mittauskohdat koneen pituussuunnassa (m)

FIG. 13

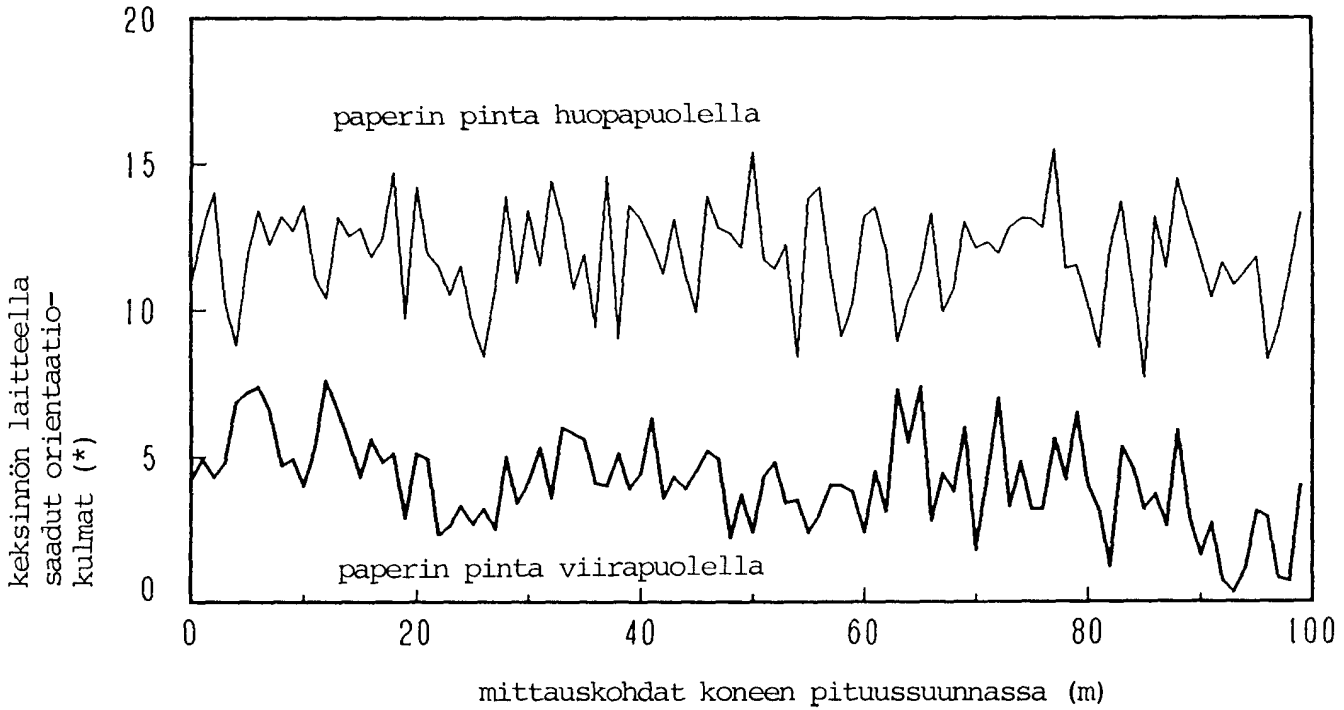

20
15
10
5
0
keksinnön laitteella saadut orientaatio-kulmat (*)
paperin pinta huopapuolella
paperin pinta viirapuolella
0
20
40
60
80
100
mittauskohdat koneen pituussuunnassa (m)

FIG. 14