



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 71018  
**UTLÄGGNINGSSKRIFT**

C (45) Patentti pyydetty  
Patent beviljat 07 10 1983

(51) Kv.lk.4/Int.Cl.4 G 01 N 29/02

**SUOMI—FINLAND**

**(FI)**

**Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

|                                                                                             |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| (21) Patenttihakemus — Patentansökning                                                      | 832483   |
| (22) Hakemispäivä — Ansökningsdag                                                           | 06.07.83 |
| (23) Alkupäivä — Giltighetsdag                                                              | 06.07.83 |
| (41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig                                                   | 07.01.85 |
| (44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkalsun pvm. —<br>Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad | 18.07.86 |
| (86) Kv. hakemus — Int. ansökan                                                             |          |
| (32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet                                          |          |

- (71) Valmet Oy, Punanotkonkatu 2, 00130 Helsinki, Suomi-Finland(FI)
- (72) Antti Lehtinen, Jyväskylä, Seppo Lepistö, Palokka, Suomi-Finland(FI)
- (74) Forssén & Salomaa Oy
- (54) Ultraäänikaikuluotaukseen perustuva menetelmä rainan muodostuksen ja/tai massasuspensiovirtauksen seuraamiseksi paperikoneen viiraosalla ja/tai perälaatikossa, menetelmää soveltava laite sekä menetelmän ja/tai laitteen käytöt - Förfarande baserande sig på ekolodning med ultraljud, för att följa med banbildningen och/eller massasuspensionsströmmen på en viradel och/eller i en inloppslåda i en pappersmaskin och anordning för tillämpning av förfarandet samt användning av förfarandet och/eller anordningen

(57) Tiivistelmä

Ultraäänikaikuluotaukseen perustuva menetelmä rainanmuodostukseen ja/tai massasuspensiovirtauksen seuraamiseksi paperikoneen viiraosalla ja/tai perälaatikossa. Menetelmässä perälaatikon virtauskanavan seinämän ja/tai muodostusviiran (10) yhteydessä on sarja ultraääniantureita (100), joilla massasuspensioon kohdistetaan ultraäänikenttä ja havaitaan massasuspensiosta (W) saatavia kaikusignaaleja. Antureiden sarja (101-100+N) toimii akustisten linsien periaatteella siten, että antureiden (100) fokus pisteet (AV) on sijoitettu massasuspensiovirtauksen poikkisuunnassa ja/tai -kerroksen (W) pakusuunnassa (X) niin, että saadaan informaatiota kuitukimpuista (F), ilmakuplista, sakeusvaihteluista ja/tai vastavista parametreista ja niiden vaihteluista massasuspensiovirtauksen poikkisuunnassa ja/tai massasuspensiokerroksen (W) pakusuunnassa. Lisäksi esitetään menetelmää soveltava laite ja sen sekä menetelmän uudet käytöt.

## (57) Sammandrag

Förfarande som baserar sig på ultraljudsekolodning för att följa banformningen och/eller massasuspensionsströmningen på en viradel och/eller i en inloppslåda i en pappersmaskin. I anslutning till väggen av en inloppslådas strömningsskanalens och/eller i anslutning till formningsviran (10) finns en serie ultraljudsgivare (100), med vilka man riktar ett ultraljudsfält i massasuspensionen och observerar eko-signaler från massasuspensionen (W). Givarserien (101-100+N) fungerar enligt principen med akustiska linser på sådant sätt, att givarnas (100) fokuspunkter ( $\Delta V$ ) har placerats i massasuspensionsströmmens tvärriktning och/eller i -skiktets (W) tjockleksriktning (X) så att man får information om fiberknippen (F), luftbubblor, grumlighetsförändringar och/eller motsvarande parametrar och förändringar av dessa i massasuspensionsströmmens tvärriktning och/eller i massasuspensions-skiktets (W) tjockleksriktning. Dessutom presenteras en anordning för att utföra förfarandet och nya användningsområden av anordningen och förfarandet.

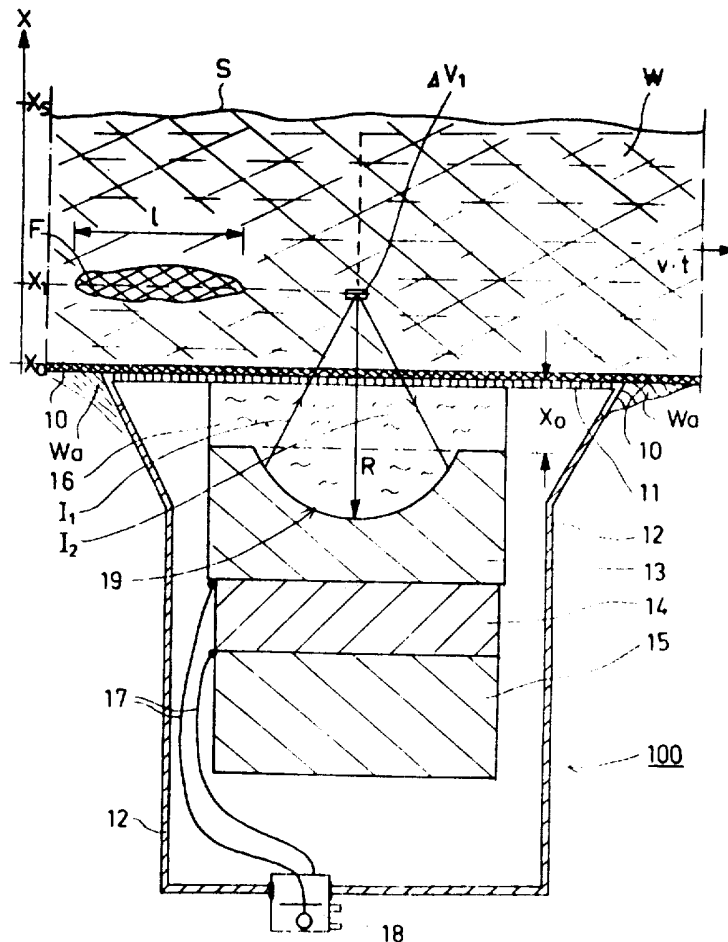


FIG. 1

Ultraäänikaikuluotaukseen perustuva menetelmä rainan muodostuksen ja/tai massasuspensiovirtauksen seuraamiseksi paperikoneen viiraosalla ja/tai perälaatikossa, menetelmää soveltava laite sekä menetelmän ja/tai laitteen käytöt

Förfarande baserande sig på ekolodning med ultraljud, för att följa med banbildningen och/eller massasuspensionsströmmen på en viradel och/eller i en inloppslåda i en pappersmaskin och anordning för tillämpning av förfarandet samt användning av förfarandet och/eller anordningen

Keksinnön kohteena on ultraäänikaikuluotaukseen perustuva menetelmä rainanmuodostuksen ja/tai massasuspensiovirtauksen seuraamiseksi paperikoneen viiraosalla ja/tai perälaatikossa, jossa menetelmässä perälaatikon virtauskanavan seinämän ja/tai muodostusviiran tai viirojen yhteyteen järjestetään sarja ultraääniantureita, joilla massasuspensioon kohdistetaan ultraäänikenttä ja havaitaan massasuspensiosta saatavia kaikusignaaleja.

Lisäksi keksinnön kohteena on myös keksinnön mukaista menetelmää soveltava laite.

Keksinnön kohteena on myös keksinnön menetelmän ja laitteen uudet käytöt.

On ennestään tunnettua mitata ultraäänikaikumenetelmällä paperikoneen viiraosalla viiran päällä olevan massakerroksen paksuutta sijoittamalla anturikide viiran alle, jolloin viiran alapinnassa oleva vesikalvo toimii akustisen kontaktin antajana. Tämän tunnetun tekniikan osalta viitataan hakijan suomalaisiin patentteihin n:ot 35 621 ja 35 622.

Ennestään tunnetaan ns. akustisiin linsseihin perustuvia akustisia mikroskooppeja, joiden rakenteen ja toimintaperiaatteen osalta viitataan esimerkkinä artikkeliin Scientific American, Oct. 1979 "The Acoustic Microscope", Calvin F. Quate, ss. 58-65.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on kehittää uusi ultraäänikaiku-  
luotaukseen perustuva menetelmä ja laite sekä näiden käytöt, joilla  
saadaan informaatiota esim. perälaatikossa virtaavasta massasuspensiosta  
tai viiran päälle tai kahden viiran väliin muodostetusta massasuspen-  
siokerroksesta.

Rainanmuodostuksen hallinta paperikoneella on valmistettavan paperin  
ominaisuuksien ja laadun kannalta ratkaisevan tärkeä. Rainanmuodostuksen  
perustana on osaltaan perälaatikon läpi kulkeva massasuspensiovirtaus.  
Eräitä tärkeitä rainan formaatioon vaikuttavia parametrejä ovat massan  
sakeus ja sen jakautuminen massasuspensiokerroksen paksuussuunnassa,  
massasuspensiokerroksessa olevat ilmakuplat ja kokonaisilmapitoisuus.  
Tärkeitä on myös tietää kuitukimppujen eli flokkien määrä ja kokoja-  
kautuma massasuspensiovirtauksen tai -kerroksen eri kohdilla.

Esillä oleva keksintö esittää uuden menetelmän ja laitteen sekä näiden  
käytöt, joilla saadaan aikaan entistä enemmän ja entistä käyttökelpoi-  
sempaa informaatiota massasuspensiovirtauksesta ja/tai massasuspensio-  
kerroksesta, josta viiralle tai kahden viiran välissä muodostetaan kuitu-  
turaina.

Nykyaikaiset painomenetelmät ja painokoneet asettavat entistä suurempia  
vaatimuksia paperille, sen rakenteelle ja pintaominaisuuksille. Tähän  
kehitystyöhön keksinnön menetelmän ja laitteen on tarkoitus tarjota te-  
hokas työkalu, jolla saadaan runsaasti ja tarkkaa informaatiota massa-  
suspensiovirtauksista ja rainanmuodostuksen eri vaiheista ja niiden eri  
parametreista.

Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi keksinnön menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmässä sovelletaan anturijärjestelyä tai antureiden sarjaa, joka toimii akustisten linssien periaatteella ja että anturitai niiden sarjan eri antureiden fokuspisteet on sijoitettu massasuspensiovirtauksen poikkisuunnassa ja/tai -kerroksen paksuussuunnassa niin, että saadaan informaatiota kuitukimpuista, ilmakuplista, sakeusvaihteluista tai vastaavista parametreista ja niiden vaihteluista massasuspensiovirtauksen olennaisesti poikkisuunnassa ja/tai massasuspensiokerroksen paksuussuunnassa.

Keksinnön mukaisen laitteen ensimmäiselle suoritustavalle on puolestaan  
pääasiallisesti tunnusomaista se, että laite käsittää kombinaationa

5 ultraääniantureiden sarjan, jossa kullakin anturilla on keskenään eri  
pituinen fokuointietäisyytensä;

mainittuihin antureihin kytketyt pulssigeneraattorit;

10 mikroprosessoriyksikön;

sekvenssigenaattorin, joka ohjaa mainittuja pulssigeneraattoreita ja  
jota puolestaan ohjaa mainittu mikroprosessori;

15 vahvistus, tasasuuntaus ja suodatusyksiköt, joita ohjaa mainittu mikro-  
prosessori; ja

mainittuun mikroprosessoriin kytketyn mittaustulosten ilmaisu- ja/tai  
analyysiyksikön.

20 Keksinnön mukaisen laitteen toiselle suoritustavalle on pääasiallisesti  
tunnusomaista se, että laite käsittää kombinaationa

25 ultraäänianturin tai -antureita, jonka/joiden polttoväli ja fokuointi-  
etäisyys on järjestetty mekaanisesti ja/tai elektronisesti säädettäväksi  
tutkittavan massasuspensiokerroksen paksuussuunnassa;

mainittuun anturiin kytketyt pulssigeneraattorit;

30 mikroprosessoriyksikön;

sekvenssigenaattorin tai vastaavan, joka ohjaa mainittuja pulssigene-  
raattoreita ja jota puolestaan ohjaa mainittu mikroprosessori;

35 vahvistustasasuuntaus- ja suodatusyksiköt, joita ohjaa mainittu mikro-  
prosessori; ja

mainittuun mikroprosessoriyksikköön kytketyn mittaustulosten ilmaisu-  
ja/tai analyysiyksikön.

5 Keksinnön mukaiselle käytölle on puolestaan pääasiallisesti tunnusomais-  
ta se, että laitetta käytetään

kuitukimppujen läpimittojen ja/tai jakautumien rekisteröintiin paperi-  
koneen perälaatikolla tai muodostusviiran päällä ja/tai kahden muodos-  
tusviiran välissä olevan rainan paksuussuunnassa ja/tai,

10

massasuspensiokerroksessa tai -virtauksessa olevien ilmakuplien rekiste-  
röintiin ja/tai,

massasuspensiokerroksen tai -virtauksen sakeuden tai sakeusvaihteluiden  
15 rekisteröintiin ja/tai,

anturi- ja mittauslaitteena paperikoneen erilaisissa säätöjärjestelmissä  
ja/tai

20 tutkimuslaitteena paperikoneisiin liittyvässä tutkimus- ja kehitystyös-  
sä.

Keksinnössä on ennestään tunnettu ympyrälevyn muotoinen pietsosähköinen  
kide korvattu koveralla, fokusoivalla ultraäänikiteellä niin, että ult-  
25 raääni-impulssi voidaan kohdistaa pieneen tilavuuselementtiin massasus-  
pensiokerroksen tai -virtauksen sisälle haluttuun kohtaan esim. viiran  
pinnasta lukien. Näin ollen voidaan riittävän tiheään toistuvalla ultra-  
äänikaikuluotauksella yksityiskohtaisesti seurata massakerroksen pieni-  
mittakaavaista sakeusvaihtelua ennestään tunnetun optisen pohjanmittarin  
30 toiminnan tapaan anturikiteen polttovälin määräämässä kohdassa massan  
sisällä. Käyttämällä riittävän korkeataajuisia kidettä saadaan "poltto-  
pisteen" tilavuus erittäin pieneksi (yhden aallonpituuden kertaluokkaa)  
sekä luotauksen toistotaajuuksia riittävän korkeaksi, niin että pienimpien-  
kin kuitukasautumien eli flokkien aiheuttamat sakeusvaihtelut voidaan  
35 rekisteröidä.

Käyttämällä keksinnön mukaisesti samanaikaisesti useita eri polttovälin omaavia fokusoituja ultraääniantureita voidaan rainanmuodostustapahtumaa jatkuvasti seurata viiraosalla sen eri kohdissa kvantitatiivisesti eri kerroksissa alapinnasta yläpintaan saakka. Koska nykyisin on saata-

5 vissa hyvin pienen polttovälin omaavia antureita, voidaan tällä tavoin mennä myös kahden viiran väliin ja rekisteröidä keksinnön menetelmällä rainanmuodostus kaksiviiraformereissa aina "kuivaviivalle" saakka, minkä jälkeen rainassa on liian paljon ilmaa, että ultraääni voisi siinä edetä.

10

Antureista saatujen kaikuintensiteettivaihtelujen antama informaatio käsitellään esim. mikroprosessoreilla eri tarkoituksiin sopivaksi siten, että tulokseksi saadaan esim:

15

- eri flokkikokojen suhteellinen määrä massan eri kerroksissa
- rainan sakeus sen eri kerroksissa
- mahdollisten ilmakuplien rekisteröinti eri kerroksissa
- tulosten esittäminen tv-monitorissa, joka havainnollistaa kerroskuvauksella rainanmuodostustapahtuman.

20

Sopivimmat kidegeometriat, taajuudet ja lähetinvastaanotin-kideyhdistelmät vaihtelevat sovellutuskohteen mukaisesti.

25

Keksinnön avulla saadaan mahdollisimman täydellinen kuva rainanmuodostustapahtumasta alkaen jo perälaatikosta esim. sen huuliosalta ja päättyen "kuiva"- alueelle. Täten voidaan entistä tehokkaammin kehittää paperikoneen viiraosan rakennetta rainanmuodostuksen optimoimiseksi. Keksinnön menetelmää ja laitetta voidaan käyttää myös paperikoneen eri osien säätöön ja on-line mittauksiin.

30

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oikeiden piirustuksen kuviossa esitettyyn keksinnön erääseen sovellutusesimerkkiin, jonka yksityiskohtiin keksintöä ei ole rajoitettu.

35

Kuvio 1 esittää kaaviollisesti poikkileikkauskuvana keksinnössä sovellettavaa fokusoivaa ultraäänianturia.

Kuvio 2 esittää kaaviollisesti ultraäänianturisarjan sovitusta viiran yhteyteen sekä mittauslaitteen elektroniikkaosan lohkokaaviota.

5 Kuviossa 1 keksinnön mukainen anturi 100 on sovitettu anturin ohi nopeu-  
della v kulkevan muodostusviiran 10 yhteyteen. Viiran 10 päällä on mas-  
sasuspensiokerros W, jonka paksuussuuntaa on merkitty x:llä. Massasus-  
pensiokerroksesta W muodostetaan viiran 10 päälle sinänsä tunnetusti  
paperi- tai kartonkiraina veden poistuessa viiran 10 silmien läpi.  
10 Massasuspensiokerroksen W yläpintaa on merkitty S:llä. Massasuspensio-  
kerroksessa W on kuituja, lisä- ja täyteaineita sekä vettä.

15 Rainanmuodostuksessa yleisesti tapahtuu niin, että massasuspensiokerros  
W alkaa ensin tietyssä määrin huopautua viiraa 10 vasten olevalta puo-  
leltaan, jonka huopautuneen kerroksen läpi vesi poistuu edelleen. Huo-  
pautumisella tarkoitetaan sitä, että kuituverkosto "lukkiutuu" niin,  
että kuidut eivät pääse ainakaan merkittävässä määrin liikkumaan tois-  
tensa suhteen.

20 Keksinnön mukaisessa, myöhemmin tarkemmin selostettavassa menetelmässä  
käytetään fokusoivaa ultraäänianturia 100, joka käsittää tavanomaisen  
pietsosähköisen kiteen 14 ja sen päälle sijoitetun, esimerkiksi alumiini-  
a olevan akustisen lissin 13, jossa on linssimäinen pinta 19, joka on  
esim. olennaisesti pallokalotin muotoinen. Tämän pinnan 19 yläpuolella  
on vesitila 16, jossa oleva vesi tai muu sopiva neste, kuten öljy toimii  
25 kytkentänesteenä. Anturin 100 yläpuolen suojakalvo 11 toimii muodostus-  
viiran 10 alapintaa vasten. Viiran 10 läpi poistuva vesi, jota on havain-  
nollistettu viittein Wa, toimii luontaisesti kytkentänesteenä, jonka avul-  
la saadaan aikaan luotettava akustinen kytkentä ultraäänikiteen 15 ja  
massasuspensiokerroksen W välille.

30 Anturin 100 muodolle on tärkeätä se, että sen yläpinta (suojakalvo 11) on  
suora ja reunat terävät. Näin saadaan tiukka akustinen kytkentä viiraan  
ja väliin muodostuva nestekalvo kuten vesikalvo toimii tehokkaasti. Joka  
tapauksessa ilman kulkeutuminen viiran 10 ja anturin väliin on estettävä,  
35 sillä ilma tuhoaa hyvän akustisen kytkennän.

Fokusoiva anturi 100 keskittää ultraääni-impulssinsa tiettyyn, pienet dimensiot omaavaan tilaelementtiin  $\Delta V_1$  massasuspensiokerroksen W sisällä. Kuviossa 1 tilaelementin  $\Delta V_1$  etäisyyttä viiran 10 tasosta on merkitty  $X_1$ :llä. Massasuspensiokerroksen W paksuutta on merkitty  $X_s$ :llä.

5

Keksintö perustuu ultraäänikaikuluotaukseen ja fokusoivien antureiden 100 sarjan (akustisten linssien) käyttöön siten, että linssipinnalle 19 palautuva kaiku heijastuu pääasiallisesti juuri linssien 19 fokussista, siis tilaelementistä  $\Delta V_1$ , jonka fysikaalisista parametreista täten saadaan informaatiota.

10

Kuviossa 1 on kaaviollisesti esitetty kuitukimppu eli flokki F etäisyydellä  $X_1$  viirasta 10. Flokin F pituutta on merkitty  $l$ :llä. Rainan W edetessä nopeudella  $v$  ultraäänianturin 100 fokuksen kohdalla olevan tilaelementin  $\Delta V_1$  ohi, saadaan flokin kohdalta aikana  $t_0 = l/v$  voimakkaampi kaiku, mihin perustuen flokki, siis sen pituus  $l$  ja sijainti paksuussuunnassa  $X_1$  saadaan havaituksi.

15

Pietsokiteen 14 akustiseen linssiin 13 nähden vastakkaiselle puolelle on sovitettu taustakappale 15, joka vaimentaa kiteen 14 aperiodiseksi. Taustakappaleen 15 materiaalina käytetään esimerkiksi muovia (sopiva on esim. ARALDIT-muovi(TM)), johon on sekoitettu sopivassa suhteessa wolframijauhetta. Näin aikaansaadaan voimakkaasti vaimentava tausta. Anturi 100 on sijoitettu runkokoteloon 12, jonka yhteydessä on sähköinen liitin 18, johon on liitetty kiteeseen 14 kytketyt johtimet 17. Akustisen linssin 13 linssipinta 19 omaa kaarevuussäteen  $R$ , joka määrää linssin 13 fokuksen sijainnin  $x$ -akselin suunnassa.

20

25

Kuviossa nuoli  $I_1$  havainnollistaa anturista lähtevää ultraäänikenttää ja  $I_2$  tilavuuselementistä  $\Delta V_1$  heijastuvaa kaikua. Käytännössä sekä lähtevä ultraäänikenttä että kaiku kohdistuvat keilamaisesti fokukseen ja heijastuvat siitä vastaavasti keilamaisesti linssipinnalle 19. Jos linssipinta 19 on pallopinta, on fokus  $\Delta V_1$  pieni rengas- tai palloelementti. Voidaan myös käyttää ympyräsylinteripinnan osan muotoista akustista linssiä, jonka fokus on vastaavasti viivamainen, joka viiva on sopivimmin kohtisuorassa massasuspensiokerroksen W etenemissuuntaan  $v \cdot t$  nähden.

30

35

Mitä suurempaa ultraäänen taajuutta  $f$  käytetään, sitä pienempi fokus ja tarkempi resoluutio saadaan aikaan. Käytännössä keksinnön mukaisessa menetelmässä käytetyn ultraäänen taajuus on yleensä alueella  $f = 4-20$  MHz.

- 5 Kuten myöhemmin kuvion 2 selostuksen yhteydessä tarkemmin selviää, käytetään keksinnössä ultraääniantureiden 100 sarjaa, jossa eri ultraääniantureilla 100 on eri pituiset fokusetäisyydet, jotka jakautuvat sopivimmin tasavälein massasuspensiokerroksen  $W$  paksuudelle  $X_s$ .
- 10 Koska massasuspension  $W$  kerrospaksuudet  $X_s$  ovat yleensä varsin pieniä, tyypillisesti esim. välillä 2-50 mm, on anturin 100 fokusetäisyyden oltava varsin lyhyt. Fokusetäisyyden  $X_1$  tekeminen kovin lyhyeksi saattaa kuitenkin tuottaa käytännön vaikeuksia. Tämän johdosta kuvion 1 mukaisesti akustisen linssin 13,19 päällä on käytetty vesiviivettä, siis vesitilaa 16, joka on suojakalvon 11 alapuolella ja jonka avulla fokus-
- 15 etäisyys tulee kasvatetuksi mitalla  $X_o$ .

- Keksinnössä käytettävä ultraäänianturi voi olla esim. seuraavassa viitteessä esitetyn kaltainen: IEEE 1982, Ultrasonics Symposium (San Diego)
- 20 Proceedings Vol 2: "Elastic Constants Measurement in the Acoustic Microscope", D.A. Sinclair, I.R. Smith ja H.K. Wickramasinghe ss. 644-649.

- Seuraavassa selostetaan kuvioon 2 viitaten keksinnön mukaisen menetelmän kokonaistoteutus sekä siihen kuuluva elektroniikkaosa.
- 25

- Kuvion 2 mukaisesti kuviossa 1 esitettyjä ultraäänikiteitä 100 on liitetty viiran 10 kulkusuunnassa peräkkäin ja/tai rinnakkain  $N$  kappaletta. Antureita on merkitty kuviossa 2 viitenumeroin 101,102,103...100+N.
- 30 Kullakin kiteellä 101-100+N on oma fokuksensa eri etäisyyksillä  $X_n$  massasuspensiokerroksen  $W$  paksuussuunnassa  $X$ . Anturin 101 fokusetäisyyttä on merkitty  $X_1$ :llä, anturin 102  $X_2$ :lla, anturin 103  $X_3$ :lla ja anturin 100+N  $X_N$ :llä. Ensimmäisen anturin 101 fokusointietäisyys  $X_1$  on viiran 10 läheisyydessä, kun taas viimeisen anturin 100+N fokusointietäisyys on
- 35 massasuspensiokerroksen  $W$  yläpinnalla  $S$  tai sen läheisyydessä. Täten saadaan keksinnön mukaista menetelmää käyttäen tutkittavat tilaelementit, joihin anturien 101-100+N fokukset on keskitetty, siis tilaelemen-

tit  $\Delta V_1, \Delta V_2, \Delta V_3 \dots \Delta V_N$ , sijoitetuksi riittävän pienin portain  $\Delta X$  massasuspensiokerroksen  $W$  paksuussuunnassa  $X$ . Näin ollen keksinnön mukaisesti saadaan massasuspensiokerros  $S$  ultraäänikaikuluodatuksi kerroskuvauksen periaatteella.

5

Anturit 101-100+N on sovitettu runkoon 90, joka on sijoitettu viiran 10 alapuolelle. Runko 90 voidaan järjestää traversoimaan paperikoneen poikkisuunnassa niin, että saadaan informaatiota ja rainanmuodostukseen liittyvien parametrien rekisteröintiä myös massasuspensiokerroksen  $W$  ja viiran 10 poikkisuunnassa.

10

Toinen mahdollisuus on sijoittaa anturisarjoja 101-100+N useita rinnakkain ja suorittaa havainnointia käymällä läpi kukin anturisarja ajallisesti peräkkäin.

15

Kuvion 2 mukaisesti laitteen elektroniikkaosaan kuuluu mikroprosessori 30, jonka tehtäväksi on järjestetty suuri osa laitteen toimintaan ja sen ohjaukseen liittyvistä toiminnoista. Mikroprosessori 30 ohjaa perustaa-juudellaan sekvenssigeneraattoria 20, joka puolestaan ohjaa pulssigeneraattoreita 21,22,23, joita on  $N$  kappaletta kuvion 2 mukaisesti kytkettynä toimimaan peräkkäin. Pulssigeneraattorit 21,22,23... antavat herätteen ultraääniantureille 101-100+N. Antureilta 101-100+N saatavat kaikupulssit johdetaan esivahvistimille 31,32,33..., joita on myös  $N$  kappaletta. Esivahvistimissa 31,32,33... kaikupulssisignaalit vahvistetaan ja johdetaan aikaohjatuille vahvistimille 41,42,43..., joita mikroprosessori 30 ohjaa. Vahvistimien 41,42,43... annot on kytketty lohkokin 51,52,53..., jotka kuvaavat tasasuuntausta, alipäästösuodatusta ja vahvistusta (skaalaus). Lohkojen 51,52,53... annot on puolestaan kytketty lohkojen 61,62,63 ottoihin. Lohkot 61,62,63... kuvaavat Sample & Hold-vahvistimia, joiden annot on kytketty mikroprosessoriin 30.

20

25

30

Mikroprosessorilohko 30 kuvaa myös tarpeellisia Interfaceja, siis ottoja ja antoja sekä D/A- ja A/D-muuntimia. Mikroprosessori 30 on yhdistetty monitoriin 50, jolla saatu informaatio muutetaan optisesti havaittavaan muotoon. Monitoriin 50 on kytketty printteri 60 tai vastaava, josta saadaan havaittujen parametrien sopiva printtaus  $P$ . Lisäksi mikroprosessoriin 30 on kytketty FFT-prosessori (FFT= Fast Fourier Transform) ja flok-

35

kikokoanalyysin suorittava taajuusanalysaattori 70. Laitteen tehonsyöttö-yksikköä kuvaa lohko 80.

Kuvion 2 mukaisesti on ajateltu käytettäväksi antureiden 100 sarjaa  
5 101-100+N, jolla kullakin anturilla 100 on oma polttovälitietäisyytensä  $X_1-X_N$ . Keksinnössä voidaan kuitenkin soveltaa optiikasta tunnettua Fresnelin linssin tapaista akustista linssijärjestelyä, jossa on koaksiaaliset koverat rengaspinnat, joilla kullakin on oma polttovälinsä, siis eri fokuointipisteensä.

10 Keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen yhteydessä voidaan soveltaa myös korrelaatiotekniikkaa esim. niiden periaatteiden mukaisesti, joita on esitetty FI-patenttihakemuksessa n:o 813259 (Eino Härkönen). Tämän hakemuksen mukainen kaikuluotausmenetelmä on tarkoitettu massasuspensio-  
15 virtauksen nopeuden mittaamiseen esim. paperikoneen perälaatikon jakoputkistossa, mutta vastaavaa korrelaatiotekniikkaa voidaan soveltaa myös esillä olevassa keksinnössä.

Keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta voidaan käyttää myös paperi-  
20 koneen perälaatikossa esim. sen huulikartiossa massasuspensiovirtauksen sakeusvaihteluiden ja/tai turbulenssin havainnointiin. Tällöin keksinnön mukainen anturisarja tai paperikoneen poikkisuunnassa useita rinnakkaisia anturisarjoja sovitetaan esim. huulikartio-osan seinämän yhteyteen ja näistä anturisarjoista kohdistetaan fokuoituja ultra-  
25 ääni-impulssisarjoja massasuspensiovirtauksen poikkisuunnassa, sopivimmin tasajaolla edellä selostettujen periaatteiden mukaisesti. Keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta voidaan käyttää myös perälaatikon muiden massasuspensiovirtauskanavien yhteydessä, esim. jakotukissa, jakoputkistossa, tasauskammiossa ja/tai turbulenssigeneraattorissa, etenkin  
30 perälaatikon tutkimus- ja kehitystyön yhteydessä.

Keksinnön periaatteista ja sovellutuskohteista mainittakoon vielä seuraava. Kuten kuvion 1 yhteydessä selvitettiin, saadaan flokkien koko (kuviossa 1 flokin F pituus 1) rekisteröidyksi flokin antaman kaiku-  
35 signaalin keston  $T_0$  perusteella. Pääperiaatteena on se, että mitä enemmän kuituja anturin 100 fokuksen kohdalla olevassa tilaelementissä  $\Delta V$  on, sitä suurempi on ultraäänikaivun intensiteetti. Kaikusignaalien

integraali kuvaa sakeutta, koska integrointiaika, siis kunkin anturin 100 herätepulssin ja kaikupulssin mittausaika on varsin lyhyt.

5      Keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteella voidaan myös havaita massasuspensiokerroksessa W olevien ilmakuplien määrä, koko ja jakautuma. Tämä tieto on tärkeä käytännön paperintekijälle. Mainitusta tiedosta voidaan myös laskea massasuspensiokerroksen W ilmapitoisuus. Ilmakuplien läpimitta on yleensä luokkaa n. 0,1 mm. Täten keksinnön mukaisen laitteen resoluutio riittää ilmakuplienkin havaitsemiseen. Keksinnön mukainen menetelmä ja laite tarjoaa tärkeän työkalun paperikoneen kehitystyössä.

15      Paperikoneella keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta voidaan käyttää osana suljetuissa säätöjärjestelmissä. Keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen avulla voidaan osaltaan ohjata retentioaineiden määrää, säätää rintapöydän vedenpoistoa ja perälaatikon syöttökulmia sekä massan kokonaissakeutta. Sovellettaessa keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta kaksiviiraosilla, voidaan keksintöön perustuen säätää vedenpoistoa eri suuntiin, kun saadaan tietoa sakeusjakautumasta massasuspensiokerroksen W paksuussuunnassa X.

20      Kussakin anturisarjassa 90 on antureita 100 useita. Yleensä anturien lukumäärä N on välillä  $N = 5-20$ , sopivimmin  $N \approx 10$ .

25      Yhden mittaussekvenssin aika T on siis yhden luotauksen ottama aika on luokkaa  $T = 10^{-3} - 10^{-5}$  s. Keksinnön menetelmässä akustisten linssien polttopisteen tilavuuselementin V dimensiot ovat käytetyn aallonpituuden luokkaa. Jos käytetyn ultraäänen taajuus  $f = n. 10$  MHz, tämä vastaa resoluutiota n. 0,1 mm, jolloin pystytään ilmaisemaan pienimmätkin kuitukimput eli flokit. Ennestään tunnetun optisen flokkimittarin resoluutio on ollut luokkaa 0,2 mm ja tällä on pystytty rekisteröimään myös viiran markkeeraus.

35      Eräs keksinnön vaihtoehtoinen toteutus on sellainen, että edellä selostetun anturisarjan, jossa käytetään kiinteäpolttovälisiä antureita, asemesta käytetään viiran tasoon nähden periodisesti liikuteltavaa anturia, jossa polttopisteen etäisyyttä viirapinnasta, siis massakerroksen paksuussuun-

- nassa, voidaan säätää. Käytännössä tämä säätö voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että anturin ja viiran välisen kontaktinestepatsaan korkeutta säädetään anturia laskemalla tai nostamalla sitä ympäröivässä lieriössä sopivaa värähtelymekanismeja käyttäen. Toinen vaihtoehtoinen mahdollisuus on
- 5 korvata edellä mainittu kiteen mekaaninen siirto käyttämällä paikallaan olevaa kidettä, joka on järjestetty sinänsä tunnetulla tavalla elektronisesti fokusoitavaksi massasuspensiokerrosten eri kohtien tutkimista varten.
- 10 Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella.

## Patenttivaatimukset

1. Ultraäänikaikuluotaukseen perustuva menetelmä rainanmuodostuksen ja/tai massasuspensiovirtauksen seuraamiseksi paperikoneen viiraosalla ja/tai perälaatikossa, jossa menetelmässä perälaatikon virtauskanavan seinämän ja/tai muodostusviiran (10) tai viirojen yhteyteen järjestetään sarja ultraääniantureita (100), joilla massasuspensioon kohdistetaan ultraäänikenttä ja havaitaan massasuspensiosta (W) saatavia kaikusignaaleja, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä sovelletaan anturijärjestelyä tai antureiden sarjaa (101-100+N), joka toimii akustisten linssien periaatteella ja että anturin tai niiden sarjan eri antureiden (100) fokuksipisteet ( $\Delta V$ ) on sijoitettu massasuspensiovirtauksen poikkisuunnassa ja/tai -kerroksen (W) paksuussuunnassa (X) niin, että saadaan informaatiota kuitukimpuista (F), ilmakuplista, sakeusvaihteluista tai vastaavista parametreista ja niiden vaihteluista massasuspensiovirtauksen olennaisesti poikkisuunnassa ja/tai massasuspensiokerroksen (W) paksuussuunnassa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että anturisarjassa (90) on eri fokuksitaisyyden ( $X_1-X_N$ ) omaavien antureiden lukumäärä  $N = 5-20$ , sopivimmin n. 10.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetyn ultraäänen taajuus  $f$  on alueella 4 MHz - 20 MHz.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että fokusoiva pietsosähkökide (14), jolla ultraäänikenttä synnytetään, on järjestetty toimimaan sekä lähettimenä että massasuspensiovirtauksesta tai -kerroksesta (W) heijastuneen ultraäänikaiun vastaanottimena.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä käytetään ultraääniantureiden sarjaa (101-100+N,90), jossa kullakin anturilla on oma fokuksintietäisyytensä ( $X_1, X_2, X_3 \dots X_N$ ), jotka massasuspensiokerrosta (W) kaikuluodattaessa on sijoitettu sopivalle jaolle esim. tasajaolle ( $\Delta X$ ) massasuspensiokerroksen (W) paksuussuunnassa (X).

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ultraäänianturin tai -antureiden polttopisteen etäisyyttä tutkittavan massakerroksen paksuussuunnassa säädetään anturin paikkaa mekaanisesti periodisesti muuttamalla ja/tai fokusoimalla anturikidettä elektronisesti eri polttoväleille.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän soveltamiseen tarkoitettu laite, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää kombinaationa

ultraääniantureiden (100) sarjan (101-100+N,90), jossa kullakin anturilla (100) on keskenään eri pituinen fokusointietäisyytensä (R);

mainittuihin antureihin (100) kytketyt pulssigeneraattorit (21,22,23...); mikroprosessoriyksikön (30);

sekvenssigeneraattorin (20), joka ohjaa mainittuja pulssigeneraattoreita (21,22,23...) ja jota puolestaan ohjaa mainittu mikroprosessori (30);

vahvistus-, tasasuuntaus- ja suodatusyksiköt (31,32,33...,41,42,43...,51,52,53...,61,62,63...), joita ohjaa mainittu mikroprosessori (30); ja

mainittuun mikroprosessoriin (30) kytketyn mittaustulosten ilmaisu- ja/tai analyysiyksikön (50,60,70).

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kussakin fokusoivassa ultraäänianturissa (100) sen pietsosähköisen kiteen (14) toiselle puolelle on kytketty akustinen linssi (13,19), jossa on kovera tietyn fokusointietäisyyden (R) omaava linssipinta (19), ja että mainitun kiteen (14) akustiseen linssiin (13) nähden vastakkaiselle puolelle on järjestetty taustakappale (15), joka vaimentaa mainitun kiteen (14) aperioidiseksi.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että kunkin kiteen (100) runkokoteloon (12) on kytketty suojakal-

vo (11), joka on järjestetty toimimaan muodostusviiran (10) sisäpintaa vasten siten, että mainitun viiran (10) kautta poistuva vesi toimii akustisena kytkentänesteenä.

5 10. Jonkin patenttivaatimuksen 7-9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että fokuointietäisyyden pidentämiseksi akustisen linssin (13) linssipinnan (19) yhteyteen on sijoitettu nestetila (16), jonka läpi fokuoitu ultraääni-impulssit sekä kaikusignaalit on sovitettu kulkemaan linssipinnalta (19) ja linssipinnalle (19).

10

11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän soveltamiseen tarkoitettu laite, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää kombinaationa

15

ultraäänianturin tai -antureita, jonka/joiden polttoväli ja fokuointietäisyys on järjestetty mekaanisesti ja/tai elektronisesti säädettäväksi tutkittavan massasuspensiokerroksen paksuussuunnassa;

mainittuun anturiin kytketyt pulssigeneraattorit (21,22,23...);

20

mikroprosessoriyksikön (30);

sekvenssigeneraattorin (20) tai vastaavan, joka ohjaa mainittuja pulssigeneraattoreita (21,22,23...) ja jota puolestaan ohjaa mainittu mikroprosessori (30);

25

vahvistus tasasuuntaus- ja suodatusyksiköt, joita ohjaa mainittu mikroprosessori (30); ja

30

mainittuun mikroprosessoriyksikköön (30) kytketyn mittaustulosten ilmaisu- ja/tai analyysiyksikön (50,60,70).

35

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää mekanismin, jolla periodisesti muutetaan anturin polttopisteen etäisyyttä ja anturin säteilypinnan ja tutkittavan kohteen välisen kontaktinestekerroksen vahvuutta.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän ja/tai jonkin

patenttivaatimuksen 7-12 mukaisen laitteen käyttö

5 kuitukimppujen läpimittojen ja/tai jakautumien rekisteröintiin paperi-  
koneen perälaatikolla tai muodostusviiran (10) päällä ja/tai kahden  
muodostusviiran välissä olevan rainan paksuussuunnassa ja/tai,

massasuspensiokerroksessa (W) tai -virtauksessa olevien ilmakuplien  
rekisteröintiin ja/tai,

10 massasuspensiokerroksen tai -virtauksen sakeuden tai sakeusvaihteluiden  
rekisteröintiin ja/tai,

anturi- ja mittauslaitteena paperikoneen erilaisissa säätöjärjestelmissä  
ja/tai

15

tutkimuslaitteena paperikoneisiin liittyvässä tutkimus- ja kehitystyös-  
sä.

## Patentkrav

1. Förfarande som baserar sig på ultraljudsekolodning för att följa  
 banformningen och/eller massasuspensionsströmningen på en viradel och/  
 eller i en inloppslåda i en pappersmaskin, vid vilket förfarande en  
 serie ultraljudsgivare (100) anordnas i anslutning till väggen av  
 5 inloppslådans strömningskanal och/eller i anslutning till formningsviran  
 (10) eller virorna, med vilka givare man riktar ett ultraljudsfält på  
 massasuspensionen och observerar ekosignaler från massasuspensionen (W),  
 k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet använder sig av  
 ett givararrangemang eller en givarserie (101-100+N) som fungerar enligt  
 10 principen för akustiska linser och att fokuspunkterna ( $\Delta V$ ) hos givaren  
 eller de olika givarna (100) i en givarserie har placerats i massa-  
 suspensionsströmmens tvärriktning och/eller i -skiktets (W) tjockleks-  
 riktning (X) så att man får information om fiberknippen (F), luftbubblor,  
 grumlighetsförändringar och/eller motsvarande parametrar och förändringar  
 15 av dessa i huvudsakligen massasuspensionsströmmens tvärriktning och/eller  
 i massasuspensionsskiktets (W) tjockleksriktning.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att  
 i givarserien (90) är antalet N givare med olika fokaldistans ( $X_1-X_N$ )  
 20 5-20, lämpligast ca. 10.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t  
 därav, att den använda frekvensen f på ultraljudet är inom området  
 4 MHz-20 MHz.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t  
 därav, att den fokuserande piezoelektricitetskristallen (14), med vilken  
 ultraljudsfältet skapas, är anordnad att fungera både som en sändare  
 och som en mottagare av ultraljudsekot som reflekterats från massasuspen-  
 30 sionsströmningen eller -skiktet (W).

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t  
 därav, att man vid förfarandet använder sig av en serie ultraljudsgivare  
 (101-100+N,90), i vilken varje givare har sitt eget fokuseringsavstånd  
 35 ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ ), vilka vid ekolodning av massasuspensionsskiktet (W) är

placerade i en lämplig fördelning t.ex. en jämn fördelning (X) i massasuspensionsskiktets (W) tjockleksriktning (X).

5 6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att man i tjockleksriktningen av massakiktet, som skall undersökas reglerar avstånden hos ultraljudsgivarens eller -givarnas brännpunkt, genom att mekaniskt periodiskt ändra givarens plats och/eller genom att elektroniskt fokusera givarkristallen på olika brännvidder.

10 7. Anordning avsedd att tillämpa förfarandet enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar följande som en kombination

15 en serie  $(101-100+N, 90)$  ultraljudsgivare (100), i vilken serie varje givare (100) har sinsemellan olika långa fokuseringsavstånd (R);

till nämnda givare (100) kopplade pulsgeneratorer (21,22,23...);

20 en mikroprocessorenhet (30);

en sekvensgenerator (20), som styr nämnda pulsgeneratorer (21,22,23...) och som i sin tur styrs av nämnda mikroprocessor (30);

25 förstärknings-, likriktnings- och filtreringsenheter (31,32,33..., 41,42, 43...,51,52,53...,61,62,63...), som styrs av nämnda mikroprocessor (30); och

30 en till nämnda mikroprocessor (30) kopplad detektor- och/eller analysenhet (50,60,70) för mätresultaten.

8. Anordning enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a d därav, att till varje fokuserande ultraljudsgivare (100) har man på andra sidan om dess piezoelektriska kristall (14) kopplat en akustisk lins (13,19), som har en konkvav linsyta (19) med givet fokuseringsavstånd (R), och att man på den i förhållande till den akustiska linsen (13) motsatta sidan om nämnda kristall (14) har anordnat ett bakgrundsstycke (15), som dämpar nämnda kristall (14) så att den blir aperiodisk.

9. Anordning enligt något av patentkraven 7 eller 8, k ä n n e t e c k -  
n a d därav, att till stomhuset (12) av varje kristall (100) är kopplad  
en skyddsmembran (11), som är anordnad att fungera mot formningsvirans  
(10) inneryta på sådant sätt, att vattnet som avlägsnar sig via nämnda  
5 vira (10) fungerar som en akustisk kopplingsvätska.

10. Anordning enligt något av patentkraven 7-9, k ä n n e t e c k n a d  
därav, att man för att förlänga fokuseringsavsåndet har i anslutning till  
den akustiska linsens (13) linsyta (19) placerat ett vätskeutrymme (16),  
10 genom vilket de fokuserade ultraljudsimpulserna samt ekosignalerna är  
anpassade att röra sig från och till linsytan (19).

11. Anordning avsedd att tillämpa förfarandet enligt något av patent-  
kraven 1-6, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar  
15 följande som en kombination

en eller flera ultraljudsgivare, vars brännvidd och fokuseringsavstånd  
är anordnad att regleras mekaniskt och/eller elektroniskt i det under-  
sökta massasuspensionsskiktets tjockleksriktning;

20 till nämnda givare kopplade pulsgeneratorer (21,22,23...);

en mikroprocessorenhet (30);

25 en sekvensgenerator (20) eller motsvarande, som styr nämnda pulsgenera-  
torer (21,22,23...) och som i sin tur styrs av nämnda mikroprocessor  
(30);

30 förstärknings-, likriktnings- och filtreringsenheter, som styrs av  
nämnda mikroprocessor (30);

en till nämnda mikroprocessorenhet (30) kopplad detektor- och/eller  
analysenhet (50,60,70), för mätresultaten.

35 12. Anordning enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav,  
att anordningen omfattar en mekanism, med vilken man periodiskt ändrar  
brännpunktens avstånd hos givaren och tjockleken av kontaktskiktet

mellan givarens strålningsyta och det undersökta objektet.

13. Användningen av förfarandet enligt något av patentkraven 1-6 och/eller anordningen enligt något av patentkraven 7-12

5

för registrering av tvärsnitten och/eller fördelningen av fiberknippena vid pappersmaskinens inlopplåda eller på formningsviran och/eller i tjocklekstriktningen av banan mellan två formningsviror och/eller,

10 för registrering av luftbubblor i massasuspensionsskiktet (W) eller -strömningen och/eller,

för registrering av grumligheten eller grumlighetsförändringarna i massasuspensionsskiktet eller -strömningen och/eller,

15

som en givar- och mätaranordning i olika reglersystem hos en pappersmaskin och/eller

20 som en forskningsanordning vid forsknings- och utvecklingsarbete som berör pappersmaskiner.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

—

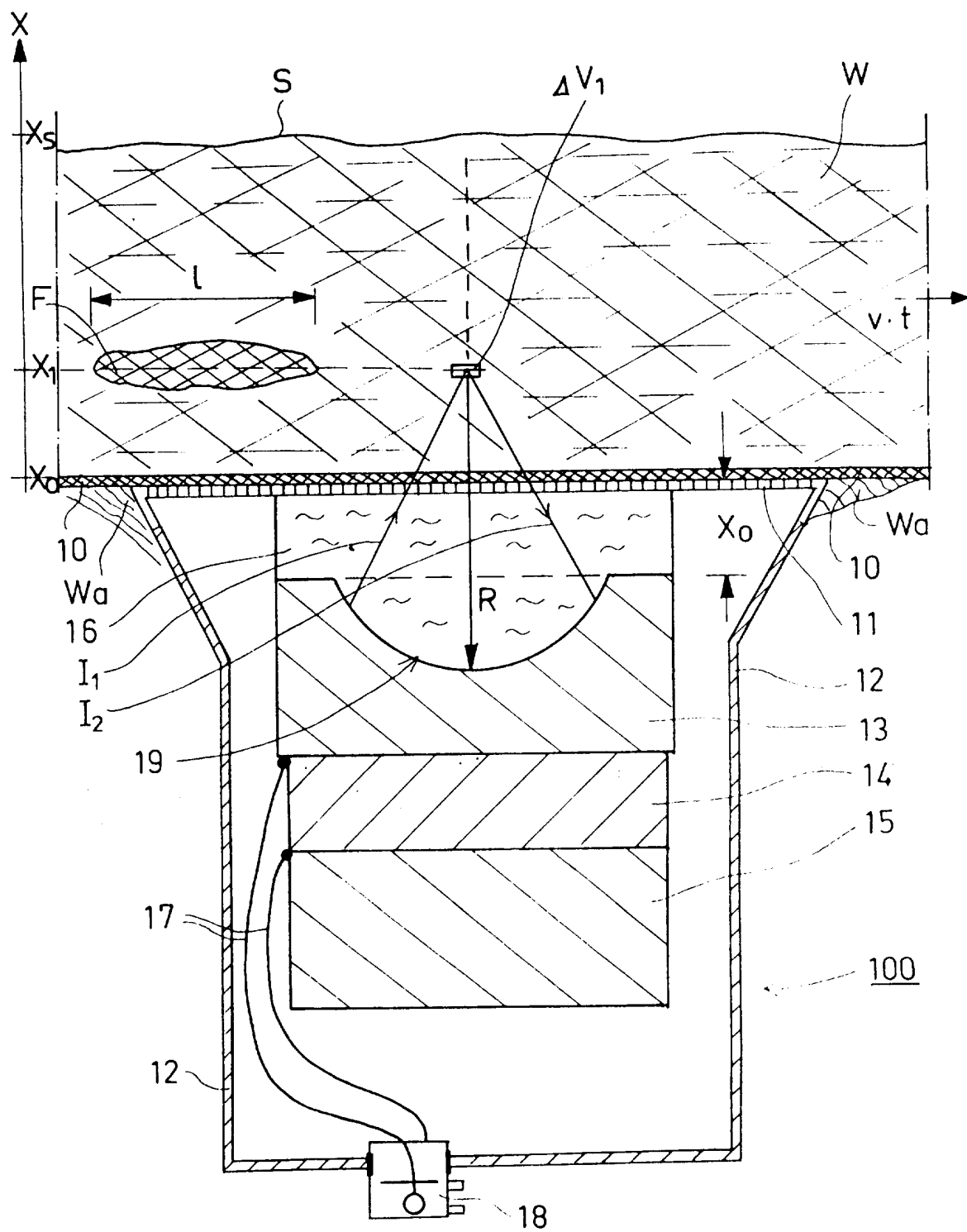


FIG. 1

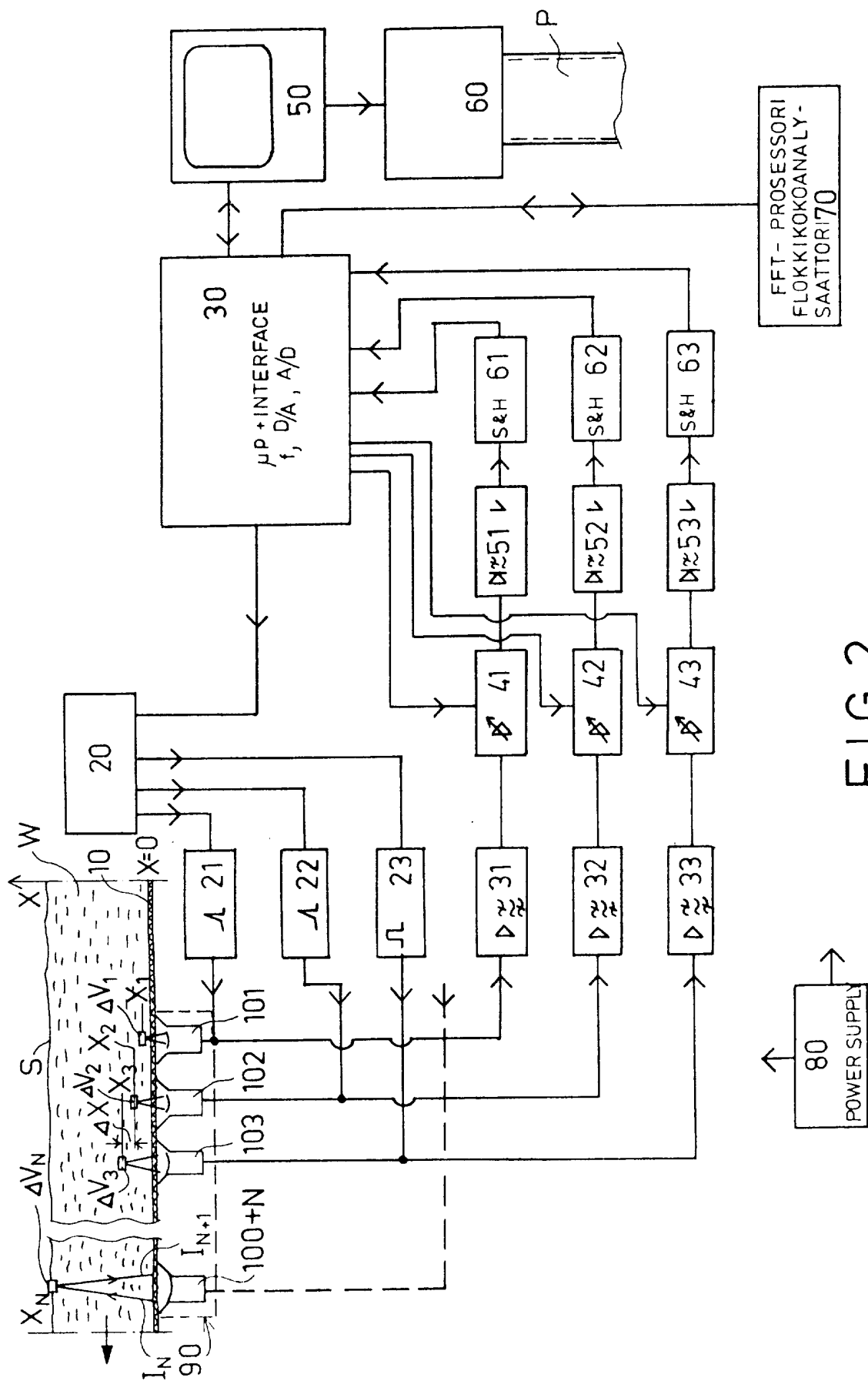


FIG. 2