



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

88941

C (15) Patentti myönnetty
Patent meddelat SG 07 1003

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

D 21F 1/02, 1/06

(21) Patentihakemus - Patentansökning	860272
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	21.01.86
(24) Alkupäivä - Löpdag	21.01.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	23.07.86
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.04.93
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
22.01.85 US 693920 P	

(71) Hakija - Sökande

1. **Measurex Corporation, One Results Way, Cupertino, Cal. 95014, USA, (US)**

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. **Aral, Gurcan, 1040 November Drive, Cupertino, Cal. 95014, USA, (US)**
2. **Balakrishnan, Ramesh, 259 Santa Rita, Palo Alto, Cal. 94301, USA, (US)**

(74) Asiamies - Ombud: **Berggren Oy Ab**

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä levyaineen paksuutta säättävän elimen ohjaamiseksi
Förfarande för styrning av ett organ som reglerar tjockleken av skivmaterial

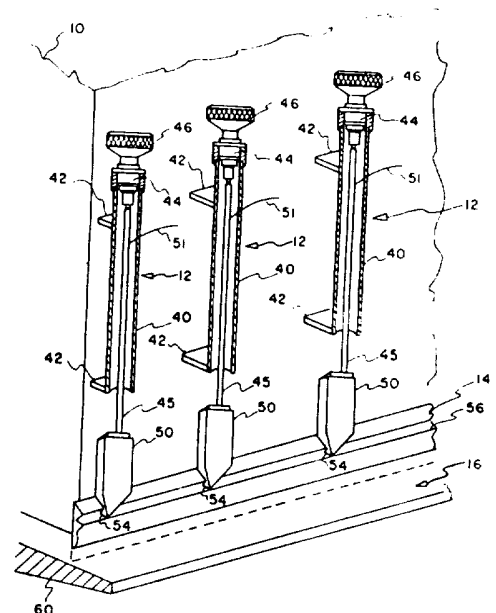
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 0041486 (D 21F 7/06), US A 3413192 (162-259), US A 4406740 (D 21F 1/06)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä paksuutta säättävän elimen, kuten säätötankoihin (45) liitetyn kärkilistan (14) säätämiseksi. Menetelmä käsittää kärkilistan (14) halutun muodon määrittämisen sekä säätötankojen (45) tarvittavien liikkeiden määrittämisen perustuen kärkilistan ja säätötankojen fysikaalisiin ominaisuuksiin.

Ett förfarande för styrning av ett tjockleksreglerande organ, såsom en spetslist (14) kopplad till reglerstavar (45). Förfarandet innefattar bestämmande av den önskade konfigurationen hos spetslisten (14) och bestämning av de erforderliga rörelserna hos reglerstavarna (45) baserat på de fysikaliska egenskaperna hos spetslisten och reglerstavarna.



Menetelmä levyaineen paksuutta säättävän elimen ohjaamiseksi

5 Esillä oleva keksintö koskee menetelmää paksuutta säättävän elimen, kuten paperin tapaisen arkkimateriaalin muodostumista säättävän kärkilistan muodon ohjaamiseksi, joka paksuutta säättävä elin on kytketty joukkoon toimielimiä niiden ohjaamiseksi, jossa mainittujen toimielinten toimintaa säättävät anturit, joihin vaikuttaa arkkimateriaalin tai paperin tila.

10

Erilaisia levyaineita valmistetaan saattamalla juoksevassa tilassa oleva aine virtaamaan säädetyllä tavalla kuljettimelle tai sentapaiselle. Esimerkiksi muovikalvoa valmistetaan pursottamalla kuumennettua muovia suulakkeen läpi kuljetushihnalle. Samalla tavalla valmistetaan paperia usein saattamalla paperimassa virtaamaan perälaatikosta liikkuvalle viiralle. Kun valmistetaan levyaineita käytetään normaalisti paksuutta säättävää elintä sen varmistamiseksi, että arkin paksuus pysyy olennaisesti yhdenmukaisena sekä arkin kulkusuunnassa että siihen nähden poikittaisessa suunnassa. Paperin ollessa kyseessä voidaan paksuutta säättävää elintä kutsua kärkilistaksi ja muovien kohdalla paksuutta säättävää elintä voidaan kutsua suulakkeeksi. Kummassakin tapauksessa säädetään paksuutta säättävän elimen sijaintia toimielimillä, jotka paperinvalmistuksessa käsittävät säätötankoja.

25

US-patentissa 3 413 192 selostetaan järjestelmä paksuutta säättävän elimen ohjaamiseksi kun kyseessä on arkkimaisten aineiden valmistus. Patentin mukaan syötetään kuitumaisen paperimassan vesiliuosta perälaatikkoon ja liuos virtaa siten kärkilistanraon läpi jakautuen jatkuvaksi matoksi Fourdrinier-viiralle, joka liikkuu jatkuvasti pois päin perälaatikosta. Kärkilistan sijaintia ohjataan useammalla toimielimellä, jotka ovat liitetyt kärkilistaan sekä perälaatikkoon sijaiten toisistaan erillään pitkin kärkilistan pituutta.

30

35

Edelleen kuivuu paperiliuos patentin mukaan sen kulkiessa pitkin Fourdrinier-viiraa, jonka jälkeen paperirata syöte-

tään puristustelojen väliin kosteuden edelleen poistamiseksi.

5 Rata syötetään tämän jälkeen kuivausosan läpi ja valmis paperirata purkautuu kuivausosasta. Kun kuivunut paperi poistuu kuivausosasta, käytetään sovinnaisesti painoa mittavaa anturia, johon sisältyy ydinsäteilylähde, radan paksuuden mittaamiseksi sen leveyden yli. Mittausanturista saatava informaatio siirretään ohjausjärjestelmään, joka vuorostaan
10 ohjaa purkausraon toimielimiä valmistetun paperin paksuuden pitämiseksi ennakolta annetuissa rajoissa.

Eräs patentissa esitetyn järjestelmän heikkous on se, että ei oteta tarkasti huomioon kärkeilistän ja toimielimien fyysikaalisia ominaisuuksia. Tämä johtaa tiettyihin epätarkkuuksiin järjestelmän toiminnassa.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada järjestelmä ja menetelmä paksuutta säättävän elimen ohjaamiseksi, jossa paksuutta säättävän elimen fysikaaliset ominaisuudet
20 otetaan huomioon ennen kuin järjestelmää käytetään levymäisen aineen valmistuksen ohjaamiseksi. Tämä tavoite on nyt aikaansaatu uudella menetelmällä, jolle pääasiassa on tunnusomaista se, mitä sanotaan patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön muita tavoitteita ja etuja selostetaan seuraavassa selityksessä sekä piirustuksissa, jotka on esitetty esimerkkien muodossa mutta ei rajoittavina keksinnön suhteen, joka
30 sen sijaan määritellään oheisissa patenttivaatimuksissa.

Kuvio 1 on kaaviomainen esitys esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesta paperinvalmistusjärjestelmästä, kuvio 2 on laajennettu osa kuvion 1 esittämästä järjestelmästä ja
35 kuvio 3 on käyrä, joka esittää keksinnön erään suoritusmuodon mukaista toimintaa.

Kuten esitetään kuviossa 1, tämä suoritusmuoto käsittää perälaatikon 10, joka sisältää paperimassaa. Perälaatikkoon 10 kuuluu joukko ohjauseliimiä 12, jotka ovat liitetyt kärkeilistään 14. Kärkeilistan 14 alapuolella sijaitsee kaavinaukko 5 16, jonka läpi paperimassa jakautuu liikkuvalla Fourdrinier-viirille 20. Sovinnaisten paperinvalmistusmenetelmien mukaisesti paperirata 22 käsitellään kuivurissa 24 sekä rullataan senjälkeen kuljetusta varten rullalle 26. Tuntoelin 30 on sijoitettu radan 22 poikki rullan 26 läheisyyteen. Tuntoelin 10 30 on sovinainen eikä sitä tässä selosteta yksityiskohtaisesti. Tuntoelimessä on kaksi anturia, peruspainoanturi 32 ja kosteusanturi 34, jotka liikkuvat edestakaisin liikkuvan radan poikki sekä samanaikaisesti mittaavat radan pinta-alapainoa ja kosteutta. Anturit 32 ja 34 synnyttävät sähkösignaaleja, jotka vastaavat radan mitattuja ominaisuuksia, ja 15 sähkösignaalit siirretään ohjausyksikköön 36. Ohjausyksikkö 36 käsittää tietokoneen, joka käsittelee antureista 32 ja 34 saatua informaatiota, ja ohjausyksikkö käsittää myöskin ohjauseliimiin 12 liitetyt elimet näiden toiminnan säätämiseksi. 20 si.

Kuvio 2 esittää ohjauselimien 12 yksityiskohtia. Kuhunkin elimeen 12 sisältyy tukiputki 40, joka on liitetty perälaatikon 10 sivuun asennussangoilla 42. Nostoruuvi 44 on kytketty tukiputken 40 yläpäähän ja nuppi 46 on kytketty ruuvin 25 44 yläpäähän. Nostoruuvin 44 alapäähän on kytketty säätötanko tai toimielin 45, joka sisältää esittämättä jätetyn kuumennuselementin. Säätötanko 45 on ontto ja kuumennuselementti ulottuu olennaisesti säätötangon 45 koko sisäosan pituudelta. Kuumennuselementti käsittää pari sähköisesti eristettyä johdinta niin, että kun niihin kytketään virtaa, johtimet lämpenevät kuumentaen siten säätötankoa. Kuumennuselementtiin on liitetty johdinpari 51, joka ulkonee putkesta 40 liitettäväksi teholähteeseen.

35 Kussakin liitännäselimessä 50 on kierteinen reikä, jota ei ole esitetty ja joka on tehty vastaanottamaan säätötanko 45, ja tangot 45 ovat alapäästä kierteitettyjä niin että ne voi-

daan ruuvata liitoselimiin 50. Kunkin liittimen 50 alaosaan on muodostettu asennusosa 54, joka toimii yhdessä kärkeilistan 14 kanssa.

5 Kun sähkövirtaa kytketään johtimiin 51, kuumenee kuumennuselementti ja se vuorostaan kuumentaa tankoa 45, niin että tämä laajenee ja pitenee pakottaen kärkeilistää 14 alaspäin. Jos toisaalta ei syötetä virtaa, kylmenee kuumennuselementti ja tanko 45 supistuu. Näiden ohjaus-elementtien yksityiskoh-
10 tien suhteen viitataan US-patenttiin 4 406 740.

Kärkeilista 14 ulottuu perälaatikon koko pituudelta ja siinä on olennaisesti tasomainen sivu, joka nojaa tasomaisesti perälaatikon 10 etuseinämää vasten. Kärkeilistan 14 vastak-
15 kainen puoli on kaareva ja siinä on ura 56, joka toimii yhdessä asennuselimen 54 kanssa niin, että liittimen 50 pystysuorat liikkeet johtavat kärkeilistan sen osan vastaaviin pystysuoriin liikkeisiin, johon liitin on kytketty. Kärkeilistan 14 takana on perälaatikon 10 etuseinämässä rako 16,
20 joka sallii massan virrata perälaatikosta muodostuspöydän 60 päällä olevalle viiralle. Näin ollen voidaan havaita, että kärkeilistan 14 alareunan muoto määrää raon 16 läpi virtaavan massan muodon. Tämä tarkoittaa sitä, että jos osaa kärkeilistasta 14 nostetaan, enemmän massaa pääsee virtaamaan raosta
25 16, ja jos kärkeilistan 14 osaa lasketaan kohti muodostuspöytää 60, pienenee rako vastaavasti korkeudeltaan rajoittaen siten massavirtausta aukon läpi. Näin ollen havaitaan, että säätötankojen eli toimielimien 45 toimintaa voidaan käyttää ohjaamaan anturin 32 mittaamaa paperin pinta-alapai-
30 noa.

On huomattu, että toimielimien säätö voidaan edullisesti perustaa tiettyyn informaatioon, joka on ennakolta määrättävissä ennen järjestelmän toimintaa. Ennen järjestelmän toi-
35 mintaa määrätään kaksi matriisia.

$$R_a = \begin{bmatrix} 0 & . & . & . & . & . & . & 0 \\ 1-2 & 1 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 1-2 & 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & 0 & 1-2 & 1 & . \\ 0 & . & . & . & . & . & . & 0 \end{bmatrix}$$

$$[A] = [P_a][D_a], \text{ jossa:}$$

$$P_a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & . & . & . & . & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_a = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & . & . & . & (n-1) \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & . & . & (n-2) \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & . & . & 1 \\ 1 & 1 & . & . & . & . & . & 1 \end{bmatrix}$$

n = kärkilistaan kytkettyjen toimielimien lukumäärä.

Edellä mainittuihin matriiseihin päästään kuvaamalla kärkilistaa elastisena palkkina, jota tukevat elastiset tuet ja joka on kuormitettuna toimielimien kohdalla. Tällaisia järjestelmiä on tarkasti analysoitu mekaanisen ja rakennustekniikan laskennoissa, ja useita approksimaatioita tunnetaan hyvin. Erikoisesti perälaatikon kärkilistan ohjausta varten on tässä valittu approksimaatio, jossa käsitellään kärkilistaa ohuena, joustavana palkkina, jolloin sen taipumat ovat pieniä sen muihin mittoihin nähden. Tämä mahdollistaa kaarevuussäteen approksimoinnin palkin kussakin kohdassa arvoksi $1/R = y''$, jossa y on taipuma, sekä mahdollistaa momentin M ja säteen välisen yhteyden ilmaistavaksi yhtälöllä

$M = E I y''$, jossa E on kimmomoduuli ja I on hitausmomentti. Käytännössä ovat kaavintangot 45 suhteellisen ohuet ja joustavat. Tämä mahdollistaa sen kohtuullisen olettamuksen, että tangot aiheuttavat vain voimia ja niiden aikaansaamat momentit ovat olemattomia. Kärkilistan vierekkäisten toimielimien välisten segmenttien käyttäytyminen voidaan ilmaista momentteina, jotka vaikuttavat kunkin segmentin kahteen päähän. Kahden vierekkäisen segmentin viereisten päiden tulee taata kärkilistan jatkuvuus, ja näin ollen tulee viereisten päiden olla yhteneviä sekä sijainnin että kaltevuuden suhteen. Tällä tavalla voidaan ilmaista $(n-1)$ yhteyttä, jossa (n) on kärkilistan pituutta pitkin olevien tankojen määrä ja l on tankojen välinen välimatka, seuraavasti:

$$l_i M_i + 2 (l_i + l_{i+1}) M_{i+1} + l_{i+1} M_{i+2} \\ = (6 E I / (l_i + l_{i+1})) (l_{i+1} Y_i - (l_i + l_{i+1} + l_i) \cdot Y_{i+1} + l_i Y_{i+2})$$

Momentit syntyvät etupäässä niistä voimista, jotka tangot aiheuttavat, ja ne voidaan ilmoittaa $(n-1):n$ yhtälön avulla seuraavasti:

$$M_i - M_{i+1} = l_1 F_1 + l_2 F_2 + \dots + l_{i+1} F_{i+1}$$

Tasapainotilassa on kaikkien kärkilistaan vaikuttavien voimien summa nolla, mikä voidaan ilmaista seuraavasti

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

Koska voimat esiintyvät tankojen kuormituksen johdosta, aiheuttaen näiden muodonmuutoksia käytännöllisesti katsoen elastisesti, saadaan

$$F_i = k_i (z_i - y_i)$$

Tämä yhtälöryhmä voidaan ratkaista niin, että saadaan tarvittava tankojen siirtymä (z_i) , joka johtaa kärkilistan vastaavaan muotoon (y_i) .

Voidaan nähdä, että matriisit R_a , A , P_a ja D_a perustuvat siihen olettamukseen, että tankojen välimatka on sama; kaikki kärkeilistään kohdistuva voima vaikuttaa tankoihin ja tangot ovat identtisiä. Siinä tapauksessa, että jokin tai kaikki
 5 näistä olettamuksista eivät toteudu, voidaan laskea toisenlaisia matriiseja. Joka tapauksessa on havaittu, että käytännössä edellä mainitut matriisit ovat sovellettavissa useimmissa käytännön tapauksissa.

10 Kun on ensin määrätty matriisit A ja R_a on myöskin määrättävä järjestelmän tiettyjä fysikaalisia parametreja. Erikoisesti seuraavat parametrit on määrättävä fysikaalisten ko-keiden tai laitevalmistajan antamien informaatioiden perusteella.

15

E , kärkeilistan kimmomoduli;
 I , kärkeilistan poikkileikkaushitausmomentti;
 k , säätötangon 45 jousivakio;
 l , säätötankojen välinen etäisyys.

20

Kun kerran tämä informaatio on määrätty tai laskettu, siirretään informaatio ohjausyksikön 36 tietokoneeseen. Tämän jälkeen järjestelmä voidaan asentaa kentälle sekä käyttää seuraavan yhtälön mukaan:

25

$$\bar{Z} = [A]^{-1} \frac{6EI}{kl^3} [R_a] + [J] \bar{Y}$$

30

Tässä yhtälössä $\bar{Z}$ on säätötangon tarvittavaa liikettä kuvaava vektori ja $\bar{Y}$ on kunkin toimielimen kohdalla olevan pak-
 suutta säätävän elimen tarvittavia siirtymiä kuvaava vekto-
 ri, J = identtisyysmatriisi ja muut muuttujat ovat edellä
 selostetut. Yleisemmin todettuna ovat tarvittavat säätötan-
 gon liikkeet funktioita tarvittavista siirtymistä ja järjes-
 35 telmän fysikaalisista parametreista, ts.

$$\bar{Z} = f(\bar{Y}, E, I, k, l)$$

Tietyissä olosuhteissa voi olla tarkoituksenmukaista määrätä parametrit E, I, k laitevalmistajan antamien tietojen perusteella. Tällaisissa tapauksissa voi kentällä toimiva operaattori käyttää seuraavaa menetelmää parametrin c kehittämiseksi, jota voidaan käyttää edellä mainittujen parametrien asemesta. Erikoisesti viitaten kuvioon 3 on kehitetty sarja käyriä, jotka osoittavat tangon numeroa verrattuna kärkilistan poikkeamaan kun yhtä tankoa, esimerkiksi tankoa 10 liikutellaan tiettyyn suuntaan. Testit ovat osoittaneet, että jos parametrillä c on tietty arvo, esimerkiksi C1, ja tankoa 10 siirretään matka X1, niin silloin tangon 10 alueella oleva kärkilista siirtyy käyrän C1 osoittamalla tavalla. Samoin mikäli tanko 10 siirtyy matkan X2, niin tangon 10 vieressä oleva kärkilista siirtyy käyrän C2 mukaisesti, ja jos parametrillä c on arvo C3 ja tanko 10 siirtyy matkaan X3, silloin kärkilista siirtyy käyrän C3 mukaisesti. Kun kerran parametri c on määrätty, voidaan käyttää seuraavaa yhtälöä järjestelmän ohjaamisessa.

$$\bar{Z} = [A]^{-1} c[Ra] + [J] \bar{Y}$$

On ymmärrettävää, että joskin tässä on ajateltu määrätyn tyyppistä toimielintä, keksintöä voidaan yhtä hyvin soveltaa muuntyyppisillä toimielimillä. Esimerkiksi muovipursottimet sekä muut arkkimateriaalien valmistusmenetelmät, jotka käyttävät tässä ajateltua toimielintyyppiä tai hydraulisesti käytettyjä tai moottorikäyttöisiä toimielimiä, ovat sopivia keksinnön soveltamiseksi.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paksuutta säättävän elimen, kuten paperin (22) tapaisen arkkimateriaalin muodostumista säättävän kärkilistan (14), muodon ohjaamiseksi, joka paksuutta säättävä elin (14) on kytketty joukkoon toimielimiä (12) niiden ohjaamiseksi, jossa mainittujen toimielinten (12) toimintaa säättävät anturit (32, 34, 36), joihin vaikuttaa arkkimateriaalin tai paperin (22) tila, tunnettu siitä, että:

a) määrätään ainakin yksi matriisi modelloimalla mainittua paksuutta säättävää elintä (14) ja toimielinjärjestelmää (12) elastisena systeeminä,

b) määritetään toimielinten (12) ne liikkeet, jotka vaaditaan paksuutta säättävän elimen (14) toivotun muodon oleelliseksi säilyttämiseksi mainitun ainakin yhden määrätyn matriisin perusteella ja

c) määrätään mainitun ainakin yhden matriisin määrittelyn jälkeen seuraavat parametrit; toimielinten (12) jousivakiot, paksuutta säättävän elimen (14) kimmomoduli, paksuutta säättävän elimen (14) poikkileikkauksen hitausmomentti ja toimielinten (12) väliset etäisyydet.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että toimielinten (12) niiden liikkeiden määrääminen, joita tarvitaan paksuutta säättävän elimen (14) toivotun muodon oleelliseksi säilyttämiseksi, on seuraavan kaavan mukainen:

$$\bar{Z} = [A]^{-1} \frac{6EI}{kl^3} [R_a] + [J] \bar{Y}$$

jossa:

$\bar{Z}$ = tarvittavat toimielinten (12) liikkeet,
 $\bar{Y}$ = paksuutta säättävän elimen (14) tarvittavat liikkeet

kunkin toimielimen (12) kohdalla,

E = paksuutta säättävän elimen (14) kimmomoduli,

I = paksuutta säättävän elimen (14) poikkileikkauksen hitausmomentti,

k = toimielimen (12) jousivakio,
 l = toimielinten (12) välinen etäisyys,
 $[A]$ = ensimmäinen ennalta määrätty matriisi,
 $[J]$ = identtisyysmatriisi,
 5 $[R_a]$ = toinen ennalta määrätty matriisi.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

10 $[A] = [P_a][D_a]$, jossa:

$$P_a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & . & . & . & . & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_a = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & . & . & . & (n-1) \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & . & . & (n-2) \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & . & . & 1 \\ 1 & 1 & . & . & . & . & . & 1 \end{bmatrix}$$

25 n = toimielimien (12) lukumäärä.

30 4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

$$R_a = \begin{bmatrix} 0 & . & . & . & . & . & . & 0 \\ 1-2 & 1 & 0 & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 1-2 & 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & 0 & 1-2 & 1 & . \\ 0 & . & . & . & . & . & . & 0 \end{bmatrix}$$

Patentkrav

1. Förfarande för styrning av formen hos ett tjockleksreglerande organ såsom en spetslist (14), avsedd att kontrollera formationen av arkmaterial såsom papper, i vilket det

5 tjockleksreglerande organet (14) kopplats till många manövreringsorgan (12) för manövrering, och i vilket verksamheten hos manövreringsorganen (12) kontrolleras av kontrollorgan (32, 34, 36), som reagerar på arkmaterialalets eller papprets (22) tillstånd, **kännetecknat** av att:

- 10 a) åtminstone en matris bestämmes inom modellering av nämnda tjockleksreglerande organ (14) och manövreringssystemet (12) som ett elastiskt system,
- b) de rörelser hos manövreringsorganen (12) bestämmes, som behövs för att väsentligen upprätthållande önskad form hos
- 15 det tjockleksreglerande organet (14) på basen av nämnda åtminstone ena matris och
- c) följande parametrar bestämmes efter bestämningen av nämnda åtminstone ena matris, nämligen: manövreringsorganens (12) fjäderkonstanter, det tjockleksreglerande organets (14)
- 20 elasticitetsmodul, tröghetsmomentet hos det tjockleksreglerande organets (14) tvärsnitt, och avstånden mellan manövreringsorganen (12).

2. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av att regleringen av rörelsen hos de manövreringsorgan (12), som behövs för väsentligt upprätthållande av önskad form hos det

25 tjockleksreglerande organet (14), sker enligt följande formel

30

$$\bar{Z} = [A]^{-1} \frac{6EI}{kl^3} [R_a] + [J] \bar{Y}$$

där:

35 $\bar{Z}$ = de önskade rörelserna hos manövreringsorganen (12),

$\bar{Y}$ = de behövliga rörelserna hos det tjockleksreglerande organet (14) vid ifrågavarande manövreringsorgan (12),

E = elasticitetsmodulen hos det tjockleksreglerande organet (14),

I = tröghetsmomentet hos tvärsnittet av det tjockleksreglerande organet (14),

k = manövreringsorganets (12) fjäderkonstant,

l = avståndet mellan manövreringsorganen (12),

5 [A] = den första förutbestämda matrisen,

[I] = en identitetsmatris,

[R_a] = den andra förutbestämda matrisen.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, **kännetecknat** av att

[A] = [P_a] [D_a], där:

$$P_a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & . & . & . & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & . & . & . & . & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_a = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 & . & . & (n-1) \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & . & (n-2) \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & . & . & . & . & 1 \\ 1 & 1 & . & . & . & . & 1 \end{bmatrix}$$

n = antalet manövreringsorgan (12).

4. Förfarande enligt patentkravet 2, **kännetecknat** av att

$$R_a = \begin{bmatrix} 0 & . & . & . & . & . & 0 \\ 1-2 & 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & 1-2 & 1 & 0 & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & 0 & 1-2 & 1 \\ 0 & . & . & . & . & . & 0 \end{bmatrix}$$

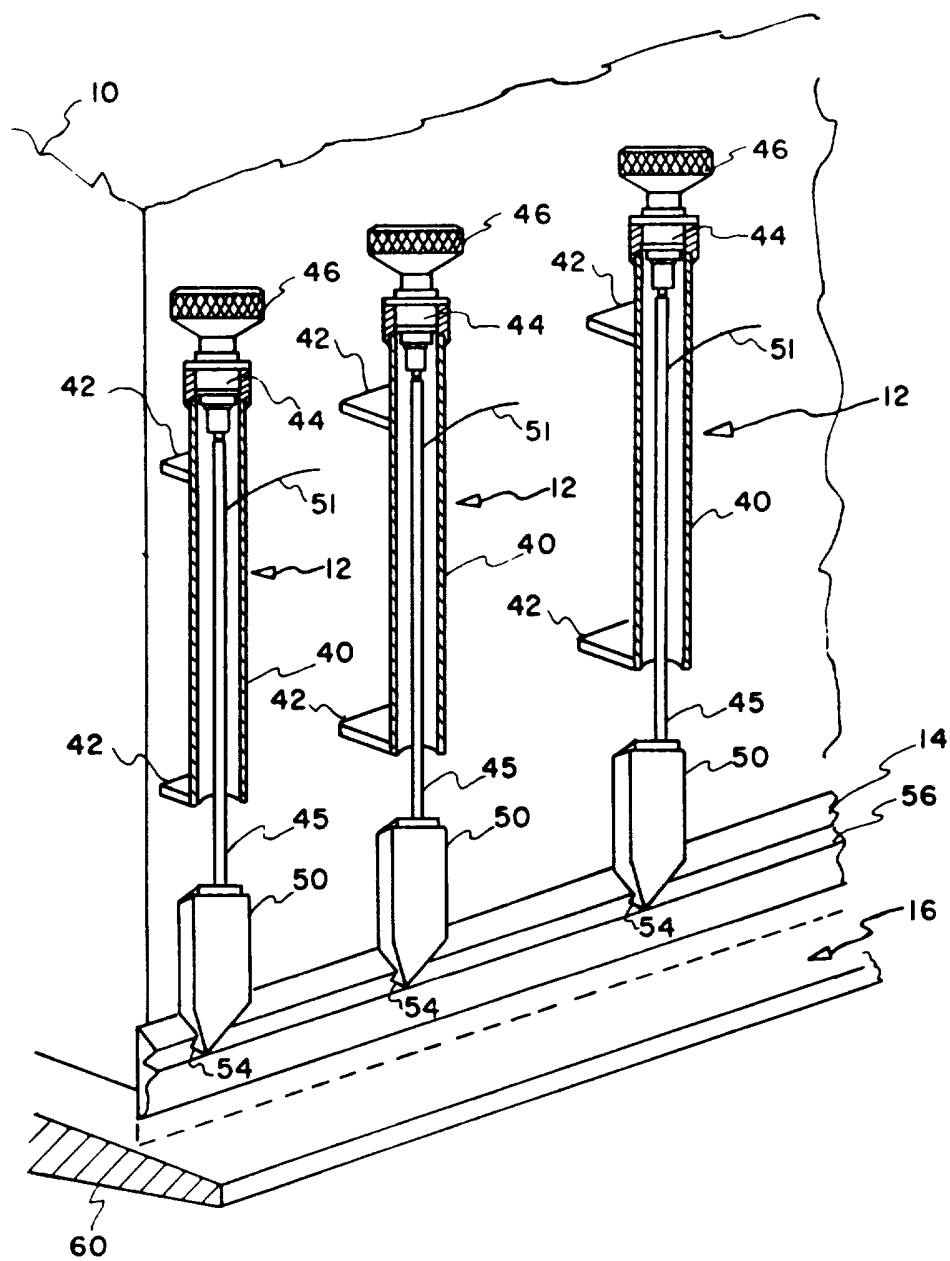


FIG. 2

3/3

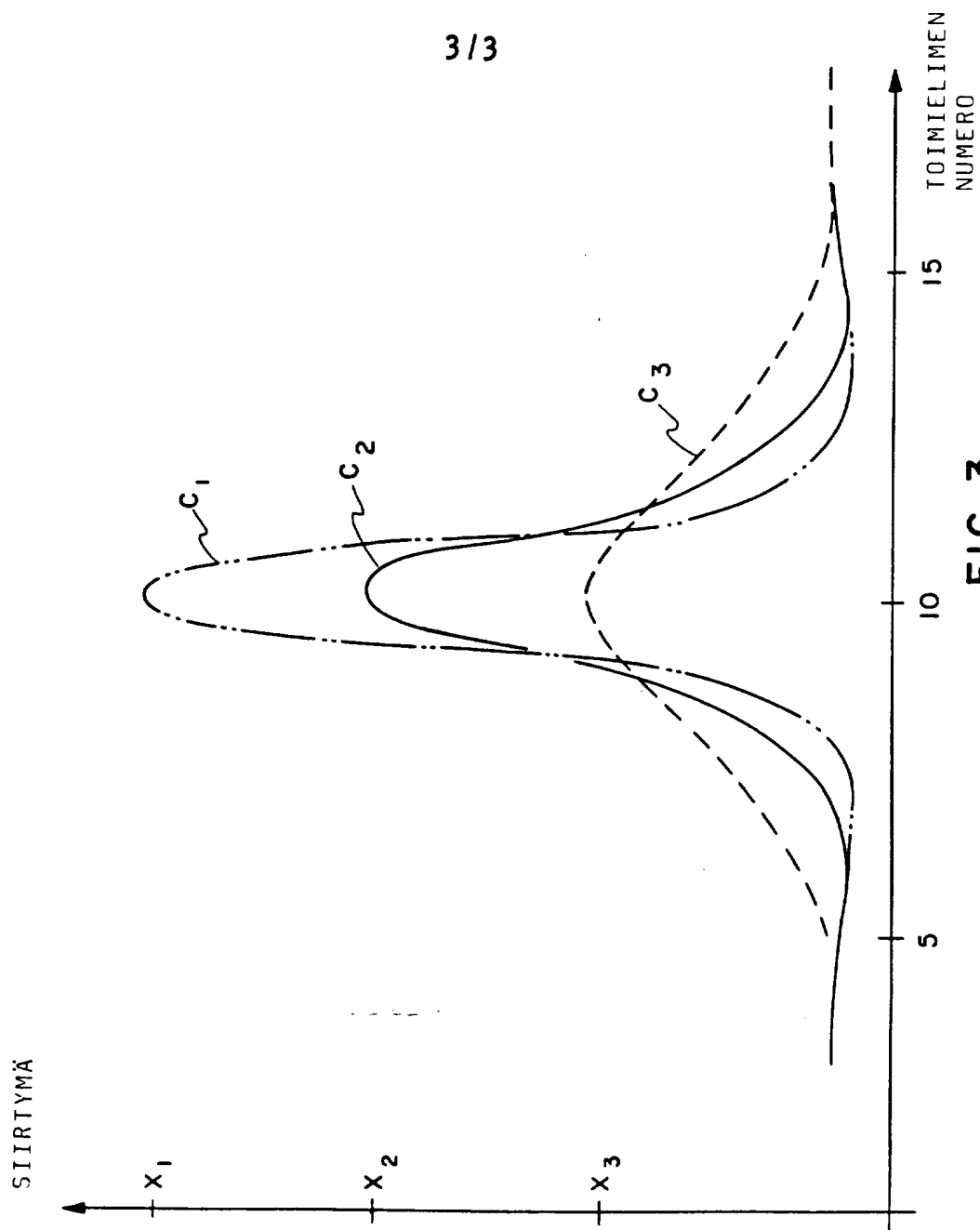


FIG. 3