

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 751290 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 751290

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
D21F

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 29.04.1975

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 29.04.1975

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 04.11.1975

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet - Priority

03.05.1974 US 466663

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Albany International Corp., Appleton Wisconsin, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Curtis, Donald R., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Widen, Christian B., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Tasoviirapaperikoneen viira

Vira för planvirapappersmaskin

Kudottu Fourdrinier-paperinvalmistushihna - Vävd Fourdrinier-papperstillverkningsvira

Keksinnön kohteena on kudottu Fourdrinier-paperinvalmistushihna, joka on tehty koneensuuntaisista ja koneen suuntaan nähden poikittaisista lämpökäsiteltyä, synteettistä, yksisäikeistä polyesterimateriaalia olevista langoista, joiden koneensuuntaisten langojen kimmomoduli, niiden ollessa kudotussa ja lämpökäsitellyssä tilassa, on suurempi kuin $0,070 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 10 % venymää kohden.

Paperinvalmistukseen käytettävässä tasoviirakoneessa puukuidusta koostuva paperimassaseos syötetään liikkuvalla yhtäjaksoiselle hihnalle 1. viiralle. Sen tukirakenteena ja käyttövoimana ovat koneeseen liittyvät telat. Paperinvalmistushihna voidaan tehdä määrätynpituudesta kudotusta kankaasta, jonka päät on liitetty toisiinsa, jolloin on saatu yhtäjaksoinen hihna, tai se voidaan kutoa kangaspuissa kutomakoneessa jo heti yhtäjaksoisena hihnana.

Kuvio 1 esittää tyypillisen tasoviirakoneen paperinmuodostusosastoa. Paperinvalmistushihna on toisesta päästään pantu rintatelan ja toisesta päästään taas huopautustelan päälle viimeksimainitun pannessa hihnan liikkeelle. Paperinvalmistushihnan yläpuoli on

paperinmuodostuspinta (alempana siitä käytetään nimitystä paperinvalmistusrata) ja se liikkuu rekisterivalssien, imuputkien ja imulaatikoiden päällä. Paperimassaseos syötetään paperinvalmistushihnalle painelaatikosta. Massa muodostuu jatkuvaksi radaksi, kun vesi poistetaan siitä sen kulkiessa hihnalla huopautustelaa saakka ja siirtyessä siitä edelleen koneen puristusosastoon puristamista ja muuta lisäkäsittelyä varten. Paperinvalmistushihnan palautusosa siirtyy huopautustelalta viiran palautusrullien kautta edelleen säädettävälle kiristystelalle, joka sijaitsee rintatelan ja huopautustelan välissä.

Suurien paperikoneiden käytön lisääntyminen on aiheuttanut sen, että tasoviirakoneet ovat 100-120 jalan pituisia (n. 30-36 m) (paperinvalmistushihnan ympärysmittan ollessa tällöin 200-240 jalkaa (n. 60-72 m)) ja 400 tuumaa (1016 cm) leveitä, ja hihnan liikkuesssa jopa 5000 jalan (1524 m) minuuttinopeudella.

Jotta paperinvalmistushihna toimisi kunnolla ja kestäisi riittävän kauan, sen on oltava mitoiltaan stabiili sekä koneen pitkittäis- että poikittaissuunnassa ("koneen pitkittäissuunnalla" tarkoitetaan hihnan liikkumissuuntaa rintatelasta huopautustelaa, nuoli A kuvassa 1 ja "koneen poikittaissuunnalla" taas edelliseen nähden kohtisuoraa suuntaa). Hihnan mitoituksen epätasaisuus koneen pitkittäissuunnassa aiheuttaa hihnan venymisen, ja mitoituksen epätasaisuus koneen poikittaissuunnassa saa taas aikaan hihnan kutistumisen leveyssuunnassa.

Paperinvalmistushihnan venymisominaisuudet tulevat kysymykseen asennettaessa hihnaa koneeseen ja myös paperikoneen ollessa varsinaisessa käytössä. Hihna asennetaan koneeseen tavallisesti siten, että koneen rintatela käännetään alas tai kone puretaan osittain, jonka jälkeen hihna pannaan paikalleen ja kiristetään koneeseen määrättyyn jännitykseen. Paperikoneet pystyvät "imemään" tietyn määrän hihnan venymistä: 85 paperikonetta käsittäneessä tutkimuksessa saatiin selville, että 40 %:lla koneita hihnan venyvyysskapasiteetti oli alle 0,5 %, 28 %:lla 0,5-0,75 % ja 22 %:lla 0,75-1 %, ja lopuilla eli 10 %:lla taas yli 1 %. Jos paperinvalmistushihnan venymä on suurempi kuin ao. koneen kiristyskapasiteetti, hihnan on oltava lyhyempi kuin koneen minimipituus ja koneeseen asennettava hihna on venytettävä. On kuitenkin tärkeää, että hihnan venymä saadaa pidetyksi mahdollisimman alhaisena, niin ettei hihna pääse käytössä venymään tarpeettomasti. Hihna on koneen käydessä kiristettyä. Hihnan paperinvalmistusosan kireys on tällöin suurempi kuin

sen palautusosan kireys. Pienkuormituskoneiden hihnan jännitys on normaalisti 30-40 naulaa pituusyksikkönä ilmaistua tuumaa kohden eli PLI (n. 0,535 - 0,714 kg pituusyksikkönä ilmaistua senttimetriä kohden) paperinvalmistusosassa ja 15-20 PLI palautusosassa. Keski-kuormituskoneissa hihnan jännitys on paperinvalmistusosassa 50-60 PLI ja noin 25 PLI palautusosassa ja suurkuormituskoneissa vastaavasti 70-80 PLI paperinvalmistusosassa ja n. 35 PLI palautusosassa.

Paperikoneen käydessä syntyvät jännitykset pyrkivät venyttämään paperinvalmistushihnaa. Jos hihnan venymä vastaa koneen kiristyskapasiteettia, kiristystela voidaan säätää siten, että hihnan kireys pysyy sopivana. Mutta jos hihnan venymä on suurempi kuin koneen kiristyskapasiteetti, hihnan jatkuva venyminen aiheuttaa kiristyksen pienentymisen, mistä on taas seurauksena hihnan luistaminen, jolloin konetta ei voida käyttää suunnitellulla nopeudella. Jo pienikin hihnan luistaminen voi aiheuttaa paperinvalmistuksessa vaikeuksia, esim. paperin repeämistä, kun paperirata siirtyy hihnalta puristusosaan. Lisäksi hihna voi luistaessaan vahingoittua. Jos hihnan luistamista esiintyy ajoittain, hihnalla valmistetussa paperiradassa esiintyy painoeroja: paperimassaseos virtaa nimittäin painelaatikosta paperinvalmistushihnalle vakionopeudella, jolloin hihnan nopeuden vaihtelut aiheuttavat muutoksia paperin painossa, koska viiralle tulevan massan määrä vaihtelee hihnan nopeudesta riippuen. Jos hihna luistaa oikein paljon, niin se voi jäädä kokonaan "jumiin" koneeseen, jolloin painelaatikosta hihnalle syötettävä paperimassa virtaa hihnan yli lattialle. Jos hihna luistaa tuntuvasti, se on luonnollisesti heti vaihdettava. Jo vähäisempikin hihnan luistaminen edellyttää hihnan vaihtamista, koska luistavalla hihnalla ei tietystikään pystytä normaaliin valmistukseen. Aivan vähäinenkin hihnan luistaminen nopeuttaa sen kulumista, vaikka sillä ei itse valmistusprosessiin nähden olisikaan vielä haitallista vaikutusta.

Paperinvalmistushihnan mittojen muuttuminen koneen pitkitäissuunnassa ilmenee hihnan leveyden pienentymisenä valmistuksen aikana. Leveyden pienentymiseen liittyy samalla muutos hihnassa koneen pituussuunnassa olevien jännitettyjen säikeiden ja hihnan poikkitaissuuntaisten säikeiden välillä. Kun paperinvalmistushihna venyy kiristettynä ollessaan, niin se kutistuu eli kapenee vastavasti leveyssuunnassa. Kapearataisessa paperikoneessa tästä ei yleensä aiheudu hankaluuksia, mutta sen sijaan leveärataisessa koneessa syntyy jo melkoisia vaikeuksia. Hihna voi kutistua leveyssuunnassaan

jopa 0,3 %, niin että 300 tuuman (762 cm) levyinen hihna kutistuu tällöin jo melkein tuuman (2,54 cm). Kun paperinvalmistushihnan leveys muuttuu hihnan paperinvalmistusosassa (suurjännitys) suuremaksi hihnan palautusosaan siirryttäessä (pienjännitys), hihnaan muodostuu palautusosassa harja, ellei koneeseen asenneta levityslaitetta, esim. Bowd-telaa tai ellei po. paperinvalmistushihna ole jo alunperin leveydeltään mahdollisimman vähän kutistuvaa rakennetta. Harja syntyy yleensä hihnan keskelle ja johtuu siitä, että hihna ei ehdi palautua ao. leveyteensä ennen kuin se menee koneen ensimmäisen palautustelan yli. Koska hihnan leveyden muutoksesta johtuvan ylimääräisen materiaalin on mentävä jonnekin, se muodostuu yleensä koholle tulevaksi osaksi l. harjaksi. Jos kone ehtii pyöriä muutaman minuutin siten, että hihnassa on em. harjakohta, paperirataan tulee tästä selvästi havaittava jälki, ja lopulta hihna tulee harjakohdaltaan käyttökelvottomaksi. Vaikkakin tämä vaikeus pystytään eliminoimaan Bowd-telaa käyttämällä, tästä syntyy kuitenkin lisää huoltotoimenpiteitä, sillä po. telan kumipäällyste joudutaan vaihtamaan usein. Sitäpaitsi Bowd-telaa ei pystytä asentamaan haluttuun asentoon kaikkiin koneisiin, tai tämä työ on ainakin hyvin vaikeasti suoritettavissa. Monet paperinvalmistajat eivät halua käyttää koneissaan ^B Bowd-telaa juuri siihen liittyvien ylimääräisten huoltotoimenpiteiden vuoksi ja lisäksi koska paperinvalmistushihnaa vaihdettaessa joudutaan käyttämään useita lisälaitteita.

Noin kymmenen viimeisen vuoden aikana muovin käyttö paperinvalmistushihnojen materiaalina on lisääntynyt. Yleensä on ryhdytty käyttämään muovia yksikuitulankoja, jotka on kudottu halutun kuvion muotoon. Muovihihnoilla onkin useita erittäin hyviä ominaisuuksia, jotka ovat nimenomaan aiheuttaneet niiden käytön lisääntymisen. On arvioitu, että suunnilleen viiden vuoden kuluttua noin 65 % paperikoneita käyttää muovista tehtyjä paperinvalmistushihnoja. Muovihihnat eivät kuitenkaan pysy mitoitukseltaan niin muuttumattomina kuin ennen niitä yleisessä käytössä olleet metallihihnat. Muovihihnan venyminen on näin ollen tietystä kiristyksessä suurempi kuin metallihihnojen venyminen. Tämän vuoksi on suunniteltu useita erilaisia valmistusmenetelmiä, joilla pyritään parantamaan muovihihnan mitanpitävyyttä.

Tyypilliseen muovihihnan valmistukseen kuuluu ensin hihna

käytettävän kankaan kutominen joko yhtenäisenä hihnana tai kankana, minkä jälkeen sille annetaan välittömästi lämpökäsittely. Lämpökäsittelyssä hihnan poikittaiset säikeet kutistuvat, jolloin koneen- 1. pitkittäissuuntaiset säikeet suoristuvat, ja poikittais-säikeiden "kiharuus" lisääntyy. Tämä minimoi puolestaan hihnan kutistumisen koneen käydessä ja minimoi siis hihnan kutistumisen leveyssuunnassa. Lämpökäsittely voidaan ohjata sellaiseen vaiheeseen, jossa koneen pitkittäissuuntaiset kuidut ovat melkein suorina. Kankaan venymisominaisuus vähenee lämpökäsittelystä johtuen myös koneen pituussuunnassa tapahtuvan "kihartumisen" alenemisesta johtuen. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että mitä suurempia koneensuuntaiset säikeet ovat - kun oletetaan, että hihnaan on käytetty sama määrä halkaisijaltaan yhtä suuria säikeitä - sitä vähäisemmäksi hihnan venyminen jää. Tämänäköisestä lämpökäsittelystä käytetään usein nimitystä "off-loom heat setting" (kangaspuista riippumaton lämpökäsittely), koska se suoritetaan kankaan kutomisen tapahduttua irrottamalla kangas kangaspuista ja panemalla se erikoisrakenteiseen lämpökäsittelylaitteistoon, esim. pingotus- 1. kuivauskehyykseen.

Kangaspuiden ulkopuolella tapahtuvan lämpökäsittelyn varjopuolena on kuitenkin se, että kangas kapenee siinä tuntuvasti. Kankaan kutistuminen sen leveyssuunnassa voi olla tällöin jopa 20 %. Kun kankaan leveys mitataan kangaspuissa tai koneessa kudotun leveyden perusteella, leveyden pienentyminen voi olla jopa 25 %. Tämä merkitsee taas sitä, että nykyisin paperikoneissa käytettävien paperinvalmistushihnojen kutomiseen tarvitaan leveämmät kangaspuut. Esim., jos hihnan lopullisen leveyden on oltava 300 tuumaa (762 cm), se on kudottava noin 400 tuuman leveyisenä (1016 cm), mikäli se lämpökäsitetään ("off-loom"-käsittely) kutomisvaiheen jälkeen.

Koska po. lämpökäsittely edellyttää siis leveämpiä kangaspuita ja lämpökäsittelyyn sopivia erikoislaitteita, on kehitetty ns. "on-loom heat setting" (kangaspuissa tapahtuva lämpökäsittely) kudotun paperinvalmistushihnakankaan stabiliteetin parantamiseksi. Tämän menetelmän mukaan kangaspuihin yhdistetään lämpöä synnyttävä laite, joka toimii kangasta kudottaessa ja suorittaa lämpökäsittelyn kankaaseen jo kutomisvaiheessa. Tällainen "on-loom"-käsittely edellyttää kuitenkin suurta kutomisjännitystä, jotta kankaaseen

saadaan jo kangaspuissa tarvittava "kiharuus" pitkittäis- ja poikittaissuuntaisten säikeiden väliin. Tällä lämpökäsittelyllä saadaan aikaan kangas, jonka venymä on käyttökuormituksessa 20 - 30 % suurempi kuin "off-loom"-lämpökäsittelyssä syntyvä. Tällaisen kankaan leveyden kutistuma ei (vaikka kangaspuissa käytettäisiinkin suuria jännityksiä) ole kuitenkaan sama kuin "off-loom"-lämpökäsittelyssä leveyssuunnassa tapahtuva kutistuminen. "On-loom"-lämpökäsittelyn kankaan kutistuminen leveyssuunnassa on suunnilleen kolminkertainen "off-loom"-lämpökäsittelyn kankaan kutistumiseen verrattuna. Niinpä esim. 78-silmäisen kankaan kutistuminen leveyssuunnassa on "on-loom"-käsittelyssä yleensä 0,3 %, kun taas rakenteeltaan samanlaisen kankaan leveyskutistuma on "off-loom"-menetelmää sovellettaessa noin 0,1 %, eikä 0,05 % ole mahdottomuus (jännitystä mitattaessa arvo 30 PLI). "On-loom"-lämpökäsittelyn haittana on lisäksi se, että kangaspuiden fysikaalinen toimintaraja on joissakin tapauksissa saavutettu; syntyy valmistusvaikeuksia jouduttaessa käyttämään laitteiston huippunopeutta. Lisäksi kankaan neliötuumalle tulevien poikittaissäikeiden l. kudelankojen määrä on rajoitettu, niin että kudottaessa voitaisiin päästä tiettyihin toleranssirajoihin vain, jos jännityksiä voitaisiin vaihdella ja jos valmiille kankaalle siitä huolimatta saataisiin hyvät fysikaaliset ominaisuudet.

Nyt esiteltävän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan sellainen Fourdrinier- l. tasoviirakoneen paperinvalmistushihna, jossa on pienempi koneen pitkittäissuuntaisen venymä ja samoin pienempi koneen poikittaissuuntaisen kutistuminen kuin tähän asti tunnetuissa hihnoissa.

Keksinnön mukainen hihna on täsmällisesti sanottuna tunnettu siitä, että poikittaisten lankojen kimmomoduli, niiden ollessa kudotussa ja lämpökäsittelystä tilassa, on pienempi kuin $0,067 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 10 % venymää kohden ja että poikittaisten lankojen murtovenymä on ainakin 90 % niiden kutomattomasta ja lämpökäsittelylemättömästä tilasta.

Keksinnön mukaisen hihnan poikittaissäikeiden "polyvekerakenne" eroaa tuntuvasti tähänastisista, synteettisistä muoveista valmistetuissa paperinvalmistushihnoissa käytetyistä rakenteista.

Polvekkeet, jotka syntyvät keksinnön mukaisen paperinvalmistushihnan poikittaissäikeisiin 1. kudelankoihin, mukautuvat lämpökäsittelyn jälkeen paljon paremmin hihnan pitkittäissäikeisiin 1. loimilankoihin kuin tähänastisten synteettisten paperinvalmistushihnojen ollessa kyseessä.

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 havainnollistaa tyypillisen Fourdrinier- 1. tasoviirakoneen paperinmuodostusosastoa,

kuvio 2 on perspektiivi tasoviirakoneen paperinvalmistushihnasta,

kuvio 3 esittää tavanomaisen viirakankaan poikittaissäikeitä 1. kudelankoja,

kuvio 4 havainnollistaa po. hihnan poikittaissäikeitä 1. loimilankoja,

kuvio 5 esittää tavanomaisen hihnan poikittaissäiettä 1. kudelankaa ennen lämpökäsittelyä,

kuviossa 6 nähdn koneen pitkittäissuuntainen säie 1. loimilanka ennen lämpökäsittelyä,

kuvio 7 esittää kuvion 5 säiettä lämpökäsittelyn jälkeen,

kuviossa 8 on kuvion mukainen 6 loimilanka lämpökäsittelyn jälkeen,

kuviossa 9 nähdään esimerkin 1 mukaisen kankaan poikittais-säie 1. kudelanka,

kuvio 10 esittää po. kankaan loimilankaa,

kuviossa 11 on esimerkin 2 mukaisen kankaan poikittaissuuntainen säie 1. kudelanka,

kuvio 12 havainnollistaa saman kankaan koneensuuntaista säiettä 1. loimilankaa,

kuvio 13 havainnollistaa taas esimerkin 3 mukaisen kankaan poikittaissäiettä 1. kudelankaa,

kuviossa 14 nähdään saman kankaan pitkittäissäie 1. loimilanka,

kuviossa 15 nähdään suurennoksena kuvion 9 mukaisen kankaan lyhyt polveke sekä poikkileikkauksia siitä,

kuvio 16 on suurennos kuvion 3 mukaisen kankaan lyhyestä polvekkeesta sekä poikkileikkauksia siitä, ja

kuvio 17 on koneensuuntainen 1. pitkittäisleikkaus tämän keksinnön mukaan valmistetusta, kaksi kerrosta käsittävästä Fourdrinier- 1. tasoviirakoneen hihnasta.

Selostus suositettavista rakennemuodoista

(1) Selostus testeistä

Tässä selostuksessa ja patenttivaatimuksissa käytetään termejä "kimmomoduli" ("modulus of elasticity") ja "venymä" ("elongation"). Seuraavassa selostetaan näiden molempien suureiden mittaamista.

Kimmomoduli, josta tässä selostuksessa käytetään joskus vain nimitystä moduli, määrätään tukimalla eri materiaalien vetokuormitusvenymäkäyrää. Tätä suuretta käytetään verrattaessa toisiinsa eri materiaaleja, kun ne kudottu ja lämpökäsitelty, jolloin ne ovat kutistetuissa tilassa. Koska tällöin esiintyvät polvekkeet ovat geometriselta muodoltaan erilaisia, venymisen alkuvaiheessa ei tällöin esiintyvän taipumisen vuoksi voida suorittaa suoranaista vertailua. Sen vuoksi vasta sitten, kun kutistuma 1. polveke on käytännöllisesti katsoen "vedetty ulos" eri näytteistä, ja kun nämä on pingotettu lineaarisiksi elementeiksi, pystytään suorittamaan eri materiaalien välinen tasapäinen vertailu. Tässä edellytetty moduli mitattiin käyttämällä 2 tuuman (5,08 cm) nimellismittaista (tai kutistettua) näytettä Instron-vetolujuusmittarissa. Leuan nopeus oli tällöin 2 tuumaa (5,08 cm) minuutissa. Sen jälkeen piirrettiin tangentti kuormitusvenymäkäyrään sillä venymällä, jolla kutistuma 1. polveke oli juuri poistettu. Tämä venymäarvo määrättiin tutkimalla suoraan visuaalisesti näytettä suurennuslasilla po. näytteen ollessa parhaillaan venymisvaiheessa. Modulua koskevaa laskelmaa, kun on kysymys tästä venymisasteesta, on korjattava siitä syystä, että kutistumisen 1. polvekkeen poistumiskohdassa näytteen todellinen mittauspituus 1. lineaarinen pituus koestuslaitteen leukojen välissä poikkeaa hieman eri näytteiden kohdalla, koska polvekekutistumisessa esiintyy eroja. Tiedot annetaan jokaisesta materiaalista suoritettujen 5 kokeen keskiarvona psi-lukuna (naula/neliötuuma) 10 % venymistä kohden (psi/10 % venyminen). Paperinvalmistushihna 10 voidaan tehdä ao. tarkoitukseen sopivilla kangaspuilla kudotusta kankaasta, jonka päät on liitetty toisiinsa piste-

viivoilla 13 esitetyllä tavalla, jolloin on saatu yhtenäinen hihna. Hihna voidaan myös jo heti alunperin kutoa yhtenäisenä ao. kangaspuissa. Kun hihna tehdään kankaasta, jonka päät on yhdistettävä toisiinsa, kangaspuihin pannaan loimilangat pituussuunnassa niisir ryhmän läpi. Loimilangat nousevat ja laskevat sitten kudottaessa niisien liikkeestä johtuen etukäteen valitun kudontamallin mukaan, jolloin saadaan kolmikulmaiset viriöt 1. sukkulan kulkutiet loimilankojen välissä. Kudelangat ovat syöstävässä 1. sukkulassa ja liikkuvat tällöin poikittain kangaspuissa sekä menevät viriöiden läpi, jotka ovat muodostuneet loimilankojen nousevan ja laskevan liikkeen ansiosta. Tämän jälkeen luha alkaa liikkua ja lyö kudelangat viriöiden kärkeen. Kun viirakangas kudotaan tällä tavalla, loimilangoista tulee valmiissa viirassa koneen- 1. pitkittäissuuntaisia säikeitä, ja kudelangat muodostavat taas valmiin paperinvalmistushihnan poikittaiset säikeet. Jos hihna 10 kudotaan yhtäjaksoisena, kudelangat tulevat yhdestä tai useammasta syöstävästä, ja kutominen tapahtuu yhtäjaksoisena loimilankojen ympäri, jotka ovat pituussuunnassa kangaspuissa. Yhtäjaksoisena kudottu materiaali leikataan sitten yhdensuuntaisesti viiran kudelankoihin nähden, niin että kudelangat muodostavat valmiissa hihnassa koneen- 1. pituussuuntaiset säikeet ja loimilangat taas poikittaissäikeet.

Loimi- ja kudelangat kudotaan yhteen erilaisina toistuvina kuviomalleina. Palttinasiidoksessa ("plain weave") kudelanka menee vuoron perään toisen loimilangan yli ja toisen ali. Sen sijaan toimikaskudoksessa (twill) (joskus käytetään myös nimitystä "semi-twill" 1. puolitoimikas) jokainen kudelanka menee ensin kahden loimilangan päältä ja sitten seuraavan loimilangan ali. Neliniitisessä kudonnassa jokainen kudelanka menee vuorotellen yhden loimilangan yli ja sitten kolmen seuraavan loimilangan ali. Ns. "full-twill"-kudonnassa jokainen kudelanka menee taas vuoronperään kahden loimilangan yli ja sitten kahden loimilangan ali.

Kudottaessa kide- ja loimilangat "lyhenevät", ts. ne muodostavat polvekkeita. Kudelangat (koneen suuntaan nähden poikittaiset langat) ovat viiraksi kudottavassa, kangaspuissa lämpökäsiteltävässä kankaassa yleensä polvekkeiltaan suurempia kuin loimilangat (koneensuuntaiset säikeet), joihin muodostuu vain sen verran polykkeita, että kankaan molemmat päät pystytään liittämään

yhteen. Yhtäjaksoisena kudotussa viirakankaassa ja kutomisen jälkeen molemmista päistään yhteen liitettävässä kankaassa, jonka lämpökäsittely on tapahtunut kangaspuista erillisenä ("off-loom"), poikittaissäikeissä on enemmän polvekkaita kuin pitkittäis- 1. koneensuuntaisissa säikeissä, jotka voivat olla suoria tai melkein suoria.

(3) Tähän asti käytetyt paperinvalmistushihnat

Kuviot 3 ja 4 havainnollistavat kude- ja loimilankoja eräässä aikaisemmin yleisesti käytetyssä paperinvalmistushihnassa joka on tehty nyt käsiteltävänä olevan keksinnön haltijan toimesta. Kangas on kudottu tällöin "sileänä" kangaspuissa ja siitä on liittämällä sen molemmat päät yhteen muodostettuja yhtäjaksoinen hihna. Kuvissa 3 ja 4 esitetty kangas on ns. "neliniitistä" kudontaa. Siinä jokainen kudelanka menee vuorotellen yhden loimilangan yli ja sen jälkeen kolmen seuraavan loimilangan alitse. Kuvissa esitetyt osat havainnollistavat kangasta, joka on kudottu polyesteri-yksikuitulangasta. Loimilangan halkaisija on 0,20 mm ja kudelangan halkaisija on 0,25 mm. Silmäkoko on 78 x 57 millä tarkoitetaan taas sitä, että kankaassa on 78 loimilankaa tuuman pituisella osalla (n. 30 loimilankaa senttimetrillä) ja 57 kudelankaa tuumaa kohden (n. 22 kudelankaa senttimetrillä). Loimilangat kiristettiin kangaspuihin pituussuunnassa jännityksen ollessa tällöin 350 g säiettä kohden. Lämpökäsittely suoritettiin kangaspuissa 390°F (199°C) lämpötilassa.

Kuvassa 3 näkyvässä kudelangassa on vuorollen pitkiä ja lyhyitä polvekkeita. Jos tarkastellaan ensin lyhyitä polvekkeita S, voidaan panna merkille, että polvekkeen S muoto on sellainen, että siinä on kaltevat kylkiosat, jotka on yhdistetty toisiinsa kaarevuussäteeltään verrattain suurella kaariosalla. Pitkässä polvekkeessa L on suurempi kaarevuussäde kuin polvekkeessa S. Kudelangan polvekkeen suuruuden mittana on tässä tasoero, joka on määritetty kudelangan pitkän polvekkeen pohjapinnan ja viereisen loimilangan pohjapinnan välisenä korkeuserona. Se on merkitty P:llä kuvassa 3. Tässä rakenne-esimerkissä käytetyn materiaalin kohdalla po. tasoero oli 0,0031 tuumaa (0,0079 cm). Kudelangan polveke oli tällöin viereisen loimilangan alapuolella. Kun tällainen hihna asennetaan paperikoneeseen, sen pitkäpolvekekudepinta tulee kulutuspinnaksi.

Kuvissa 3 ja 4 näkyvässä kangasrakenteessa venymä oli 50 PLI:n kuormituksella n. 1,36 %. Kudelankana oli yleisesti tällaiseen tarkoitukseen käytetty polyesterikuitu. Kudelangan (kutistettuna ja lämpökäsiteltynä) kimmomoduli oli $1,78 \times 10^4$ psi ($0,125 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymistä kohden. Valmistukseen käytetyn yksisäiemateriaalin murtovenymä oli n. 48 % ennen kutomista.

Kuvissa 5-8 on leikkaukset eräästä muusta tavanomaisesta paperinvalmistushihnarakenteesta. Hihna on tällä kertaa kuitenkin valmistettu kankaasta, joka on lämpökäsitelty "off-loom"-menetelmällä kutomisen tapahduttua. Kuvissa 5-8 näkyvän kankaan kude- ja loimimateriaali ja kudoksen vastasivat kuvissa 3-4 havainnollistettuja. Kangaspuilla kudottuna kankaan silmäluku oli 65 x 57 neliötuumalla. Kuvissa 5 ja 6 nähdään kude- ja loimirakenteet kutomisen jälkeen, mutta kuitenkin ennen kankaan lämpökäsittelyä. Kun näitä kuvia verrataan toisiinsa, voidaan todeta, että tässä vaiheessa kudelangat l. poikittaissuuntaiset säikeet ovat kutistuneet vähemmän kuin loimi- l. koneensuuntaiset säikeet. Kutomisen jälkeen kangas pantiin pingotus- l. levityslaitteeseen 400-450°F lämpökäsittelyyn (n. 204-232°C) kiristettynä. Tällöin ns. kutistusvaihto (crimp interchange) sai aikaan silmäluvun muuttumisen, niin että se oli 75 x 55 neliötuumaa kohden, mikä merkitsee taas sitä, että kangas kutistui n. 15 % lämpökäsittelyssä. Tämä aiheutti taas huomattavan muutoksen kude- ja loimilankamateriaalien muodossa, mikä on esitetty kuvissa 7 ja 8. Verrattaessa kuvia 7 ja 5 keskenään voidaan havaita, että kude- l. poikittaissuuntaisessa langassa on nyt suuremmat polvekkeet. Vertailemalla taas kuvia 8 ja 6 voidaan todeta, että loimi- l. koneensuuntaiset langat ovat tulleet suuremmiksi. Nämä kuvat havainnollistavat siis selvästi kude- ja loimilankojen välillä lämpökäsittelyn aikana tapahtuvaa tuntuva polvekerakenteen muutosta. Kun verrataan kuvien 7 ja 3 kudelangojen muotoa toisiinsa, nähdään, että kuvassa 7 näkyvissä lyhyissä polvekkeissa S on nyt paljon jyrkemmät sivut ja sen vuoksi lyhyempi kaarevuussäde kuvassa 3 esitetyn kankaan kudelangojen lyhyisiin polvekkeisiin verrattuna. Kuvien 5-8 esittämän kankaan venymä on 50 PLI:n arvolla 1,1 %. Kudotun ja lämpökäsitellyn kudelangan kimmomoduli on noin $1,18 \times 10^4$ psi (noin $0,083 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden. Ennen kutomisen aloittamista kudelangan murtovenymä oli n. 48 %.

(4) Nyt käsiteltävän keksinnön mukainen kangas

Nyt käsiteltävänä oleva keksintö koskee Fourdrinier- 1. taso- viirakoneissa käytettäviä paperinvalmistushihnoja ja nimenomaan näinä käytettävää kangasta, Siinä poikittaissuuntaiset säikeet 1. kudelangat, jotka poikkeavat muodoltaan kuvissa 3-8 esitetyistä kudelangoista, on saatu aikaan käyttämällä kudelankamateriaalin vastaavista ominaisuuksista. Tarkemmin sanottuna tämän keksinnön mukaisissa Fourdrinier-hihnoissa kudelankoina käytetyissä polyesterimateriaaleissa on tuntuvasti suurempi murtovenymä ennen kutomisvaihetta kuin tavanomaisessa kudemateriaalissa. Lisäksi po. keksinnön mukaisten hihnojen polyesteristä valmistetut kudelangat ovat suoritettuina kimmomoduliltaan paljon pienemmät (mittaus suoritettu valmiiksi kudotusta ja lämpökäsitellystä kankaasta) kuin tähän mennessä valmistettujen viirakankaiden kudelankojen moduli.

Seuraavissa esimerkeissä on käytetty erilaisia polyesterimateriaaleja poikittaissäikeinä 1. kudelankoina kudottaessa kuvioltaan samanlaisia Fourdrinier-kankaita ja käytettäessä samaa loimimateriaalia kuin kuvissa 3-8 havainnollistetuissa kankaissa. Esimerkeissä mainittujen kudelankojen halkaisija on 0,25 mm ja loimilankojen halkaisija taas 0,20 mm. Kankaat kudottiin normaalin kankaan tapaan ja lämpökäsiteltiin kangaspuissa 390°F (199°C) lämpötilassa. Esimerkit 1-5 havainnollistavat kuormitetussa kankaassa tapahtuvaa venymisen pienentymistä, mihin keksinnöllä pyritään, ja esimerkit 6-8 havainnollistavat puolestaan haluttua leveyssuunnassa tapahtuvan kutistumisen pienentymistä esimerkissä 9 olevaan aikaisempaan rakenteeseen verrattuna. Tähän on päästy taas soveltamalla keksinnön edellyttäviä rakenteita.

Esimerkki 1

Yksisäikeinen polyesterilanka, jonka venymä oli n. 111 %, kudottiin Fourdrinier-kankaan kuteeksi. Loimilankojen jännitys oli kangaspuissa 175 g lankaa kohden. Valmiin kankaan silmäkoko oli 79 x 51, ts. 79 loimilankaa ja 51 kudelankaa tuumaa kohden. Valmiin kankaan venymä oli 1,02 % ja tasoero P taas 0,0044 tuumaa (0,0112 cm) Kankaan kudelankarakenteen muoto vastasi kuvassa 9 ja loimilanka kuvassa 10 esitettyä.

Esimerkki 2

Yksisäikeinen polyesterilanka, jonka venymä oli n. 105 %, kudottiin Fourdrinier-kankaan kuteeksi. Kankaan silmäkoko oli 79 x 55 neliötuumaa kohden. Jokaisen loimilangan jännitys kangaspuissa oli 300-310 g. Kankaan venymä oli 1,02 %. Tasoero P oli 0,0044 tuumaa (0,0112 cm). Kankaaksi kudottujen kudelankojen muoto vastasi kuvassa 11 ja loimilankojen muoto kuvassa 12 näkyvää.

Esimerkki 3

Yksisäikeinen polyesterilanka, jonka venymä oli n. 96 %, kudottiin Fourdrinier-kankaan kudelangaksi. Kankaan silmäkoko oli 79 x 55 tuumaa kohden. Loimilankojen jännitys kangaspuissa oli 340-350 g lankaa kohden. Kankaan venymä oli 1,11 % ja tasoero P 0,0038 tuumaa (0,0096 cm). Kankaan kudelankarakenne vastasi kuvassa 13 ja loimilankojen muoto kuvassa 14 esitettyä.

Esimerkki 4

Fourdrinier- 1. tasoviirakangas, jonka silmäkoko oli 79 x 55 neliötuumaa kohden, kudottiin yksisäikeisestä polyesterilangasta (kudelanka ja loimilanka), jonka venymä ennen kutomista oli n. 125 %, langan jännityksen ollessa 200-210 g. Kankaan venymä oli 1,2 % ja tasoero P 0,0039 tuumaa (0,0099 cm). Kankaan kude- ja loimilankojen muoto vastasi kuvissa 9-14 esitettyä.

Esimerkki 5

Kankaan venymä vaihtelee yleensä loimilankoihin kohdistetusta jännityksestä johtuen, kun kutominen suoritetaan tavallisen kankaan tapaan. Esimerkin 2 mukaisen kankaan venymä oli näin ollen 1,13 % silmäluvun ollessa 78 x 56 neliötuumaa kohti ja loimilankojen jännityksen 250-260 g säiettä kohti. Tasoero oli 0,0040 tuumaa (0,0102 cm). Kun silmäluku oli 79 x 53 neliötuumaa kohden ja loimilangan jännitys 200-210 g, kankaan venymä oli 1,3 % ja tasoero 0,0034 tuumaa (0,0086 cm). Esimerkin 3 mukaisen kankaan venymä oli 1,16 %, kun kankaan silmäluku oli kudottaessa 78 x 56 neliötuumaa kohden ja loimilangan jännitys 280-290 g. Tasoero oli 0,0034 (0,0086 cm). Kankaan venymä vähenee yleensä kangaspuiden loimilankojen jännitystä lisättäessä, kudelankojen lyhyet polvekkeet muodostuvat terävämmiksi, niiden sivuosat pystymmiksi ja niiden käyrä osa kaarevuussäteeltään lyhyemmäksi.

Nyt on huomattava, että keksinnön mukaisten Fourdrinier-kankaiden poikittaissäikeisiin käytettyjen materiaalien kimmomoduli on tuntuvasti alhaisempi valmiin lämpökäsitellyn kankaan ollessa kyseessä kuin aikaisemmin yleisesti käytetyissä kudelangoissa, jotka on esitetty kuvissa 3-8. Taulukko 1 havainnollistaa tätä selvästi.

Taulukko 1

<u>Poikittais-suuntainen lankamateriaali</u>	<u>Kimmomoduli</u>
Esimerkki 1	$0,82 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,058 \times 10^4$ kg/cm ²)
Esimerkki 2	$0,85 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,060 \times 10^4$ kg/cm ²)
Esimerkki 3	$0,88 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,062 \times 10^4$ kg/cm ²)
Esimerkki 4	$0,72 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,051 \times 10^4$ kg/cm ²)
Kuvat 3-4	$1,78 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,125 \times 10^4$ kg/cm ²)
Kuvat 5-8	$1,18 \times 10^4$ psi/10 % venymä ($0,083 \times 10^4$ kg/cm ²)

Em. viirakankaiden koneensuuntaisten lankojen kimmomoduli (psi/10 % venymä) oli korkeampi kuin poikittaissuuntaisissa langoissa. Mittaukset suoritettiin kauttaaltaan sellaisella venymällä, jossa langat olivat käytännöllisesti katsoen suorat.

Esimerkki 1: $2,81 \times 10^4$ psi ($0,198$ kg/cm²). Esimerkki 2: $3,02 \times 10^4$ psi ($0,212$ kg/cm²). Esimerkki 3: $2,71 \times 10^4$ psi ($0,190$ kg/cm²). Kuvat 5-8: $3,56 \times 10^4$ psi ($0,25$ kg/cm²).

Esimerkeissä 6-9 on esitetty leveyssuunnassa tapahtuvaa kutistumista koskevia tietoja Fourdrinier-hihnoista, jotka oli valmistettu normaaliin tapaan kudotusta viirakankaasta ja liitetty sitten päistään yhtenäiseksi hihnaksi. Esimerkeissä 6-8 olevat kankaat on valmistettu nyt käsiteltävän keksinnön mukaisesti, kun sen sijaan esimerkissä 9 mainittu kangas on tavanomaista jo ennestään sovellettua tyyppiä. Jokaisessa esimerkissä hihnat kudottiin $78 \times 55 + 2$ silmäkokona. Loimilankojen halkaisija oli 0,20 mm ja venymä 20 % ennen kutomista. Kankaat lämpökäsiteltiin kangaspuissa ("on loom"-menetelmä) 390°F (199°C) lämpötilassa.

Esimerkki 6

Tässä esimerkissä käytettiin esimerkissä 1 selostettua kudelankaa. Loimilankojen jännitys oli kudottaessa 190-210 g. Valmiin kankaan venymä oli 1,05 %. Hihnan leveyssuuntainen kutistuma oli taas 0,111 %.

Esimerkki 7

Esimerkin 2 mukaisella kudelangalla kudottiin kangas, jossa loimilankojen jännitys oli 310 g. Valmiin kankaan venymä oli 1,08 % ja hihnan leveyssuuntainen kutistuma 0,081 %.

Esimerkki 8

Esimerkin 3 mukaisella kudelangalla kudottiin kangas, jossa loimilankojen jännitys oli 350 g lankaa kohden. Valmiin hihnan venymä oli 1 % ja leveyssuuntainen kutistuma 0,240 %.

Esimerkki 9

Kudelangat vastasivat Fourdrinier-hihnoissa aikaisemmin käytettyä materiaalia, ts. yksisäikeistä polyesterilankaa, jonka venymä oli kutomattomana n. 48 %. Valmiin viirakankaan loimilankojen jännitys oli 350 g lankaa kohden. Valmiin hihnan venymä oli keskimäärin 1,35 % ja leveyssuuntainen kutistuma 0,30 %.

Esimerkeissä 6-8 mainituissa kankaissa kude- ja loimilankojen polvekkeiden muoto vastasi pääasiassa kuvissa 9-14 esitettyä.

Esimerkki 10

Edellä esitetyt esimerkit ovat koskeneet vain yhden kerroksen käsittäviä Fourdrinier-hihnoja, mutta po. keksintöä voidaan soveltaa myös kaksi kerrosta käsittäviin hihnoihin. Tällainen hihnarakenne esitetään kuvassa 17. Se on tehty ns. seitsemänniittisen kuviona (muitakin kudontakuviota voidaan käyttää), jonka silmäluku on 143 x 92 neliötuumalle. Nyt on huomattava, että kankaassa on kaksi kankaan poikkimenevää poikittaissuuntaista l. kudelankakerrosta. Koneen pituussuuntaiset langat ja poikittaissuuntaiset langat olivat halkaisijaltaan 0,20 mm. Loimena käytettiin edellisissä esimerkeissä mainittua materiaalia ja kuteena esimerkissä 1 mainittua. Kankaan kulutuskestävyys ja kitkakerroin testattiin hankamalla keraamista sylinteriä kangasta vasten. Kangas oli tällöin kuormitettuna ja siihen kohdistettiin kuluttavia l. hiovia hiukkasia käsittävä seos. Kankaan jännitys pidettiin vakiona, ja sylinterin käyttölaitteen hevosvoimamäärä mitattiin. Koestusta jatkettiin sitten niin kauan, että näyte oli kulunut aivan loppuun. Tämän

esimerkin mukaisen kankaan kulutuskestävyys oli 85 % suurempi kuin samassa kangasrakenteessa, joka oli saatu aikaan kuvan 3 esittämää aikaisempaa kuderakennetta käyttäen. Kitkakerroin oli myös 20 % pienempi. Tämän esimerkin mukainen kangas lämpökäsiteltiin kutomisen tapahduttua n. 350°F (177°C) lämpötilassa.

Nyt selostettavan keksinnön mukaiset Fourdrinier-hihnat (esimerkit 1-8 ja 10) on tehty käyttämällä polyesteriloomilankoja, joiden venymä on ennen kutomista verrattain alhainen (murtovenymä n. 15-25 %), ja polyesterikudelankoja, joiden venymä on kutomattomana suhteellisen korkea (murtovenymä ainakin n. 90 %), joissakin tapauksissa jopa 95-130 %. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että tavanomaisten, tähän tarkoitukseen käytettyjen kudelankojen murtovenymä on tavallisesti 40-50 %. Kudottuna ja lämpökäsiteltynä po. keksinnön mukaisten Fourdrinier-kankaiden kudelankojen kimmomoduli on alle $0,95 \times 10^4$ psi ($0,067 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden, varsinkin noin $0,55-0,90 \times 10^4$ psi ($0,039 - 0,063 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohti. Kuten jo edellä mainittiin, esimerkkien 1-4 mukaisen kudelankojen moduli vaihteli $0,75 - 0,88 \times 10^4$ psi ($0,051 - 0,062 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden. Esimerkin 4 mukaisen kudelangon kimmomoduli oli kutomisen jälkeen suoritetun lämpökäsittelyn tapahduttua (käsittelylämpötila tällöin 375°F eli 191°C) $0,55 \times 10^4$ psi ($0,039 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että aikaisemmin käytettyjen kudemateriaalien kimmomoduli oli yli 1,0, lähinnä noin $1,18 - 1,78 \times 10^4$ psi ($0,083-0,125 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden lämpökäsittelyn jälkeen. Nyt esiteltävän keksinnön mukaisessa rakenteessa käytetyt polyesterimateriaalit on valmistettu yleistarkoituksiin käytettävästä teollisesta tai autonrenkaiden valmistukseen käytettävästä polyesteristä, jonka ominaisviskositeetti voi vaihdella 0,6-0,96, esimerkiksi polyeteenitereftalaatista (polyetyleenitereftalaatti). Materiaali suulakepuristettiin sulana n. 300°C lämpötilassa tavanomaisella suulakepuristuslaitteella "sulakehäräyspumppuja" ja kehrusuulakkeita käyttämällä sekä suorittamalla jäähdyttäminen sitten vesikylvyssä. Tähän vaiheeseen saakka valmistusprosessi vastaa tavanomaisten, Fourdrinier-viirakankaiden valmistamiseen käytettyjen polyestereiden valmistusprosessia. Kuitenkin valmistuksen tämän vaiheen jälkeen tavanomaisille polyestereille käytetään korkeaa vetosuhdetta (n. 5:1). Veto suoritetaan yleensä kahtena vaiheena:

ensimmäinen veto n. 90°C lämpötilaisessa kuumassa ilmassa tai kuumassa vedessä ja toinen veto taas noin 6° korkeammassa lämpötilassa, jonka jälkeen suoritetaan kutistaminen n. 225°C lämpötilassa. Sen sijaan keksinnön mukaisten kudemateriaalien veto suoritetaan kuumassa vedessä 90°C lämpötilassa vetosuhteen ollessa kuitenkin alhaisempi eli noin 3,3:1. Tällä pyritään 50-70 gramman vetojännitykseen, niin että vetäminen voidaan suorittaa ilman "kaulan" muodostumista. Polyesterin kuivaaminen tapahtuu lämpimässä ilmassa 45°C lämpötilassa.

Tämän keksinnön mukaisen viirakankaan kudelangat muodostavat kudottuina erilaisen polvekerakenteen kuin aikaisemmin käytetyt kudelangat. Tämä käy parhaiten selville kuvista 15 ja 16. Kuvassa 15 nähdään tyypillinen lyhyt kudepolveke S. Kyseessä ovat esimerkiksi 1-8 mukaiset viirakankaat. Po. kuvassa on lisäksi useita polvekkeesta otettuja leikkauksia. Nyt on ennen muuta huomattava, että polvekkeen sivuosat ovat melko suorat. Ne liittyvät toisiinsa käyrällä osalla, jolla on pien kaarevuussäde. Kun tarkastellaan lähemmin kudosta, voidaan todeta, että polvekeosissa langan poikkileikkausmuoto "litistyy" tuntuvasti. Kuten kuvassa 15 kohdissa a-d esitetään, lanka on ensin poikkileikkausmuodoltaan pyöreä ja muuttuu sitten vähitellen ellipsinmuotoiseksi. Se on litteimmillään lyhyen polvekkeen S:n huipulla, kuten leikkauksesta d voidaan havaita. Kuva 16 havainnollistaa lyhyttä polvekettä S kuvien 3 ja 4 esittämällä tavalla valmistetun kankaan kudelangassa. Tämän polvekkeen sivuosat ovat loivemmat kuin vastaavat kohdat kuvassa 15. Sivuosat toisiinsa liittävä kaarevan osan kaarevuussäde on myös suurempi kuin kuvan 15 vastaava kahta. Kuvan 16 leikkaukset 3-h havainnollistavat kuinka lanka on ensin poikkileikkaukseltaan pyöreä (e) ja muuttuu sitten ellipsinmuotoiseksi, jossa on nyt kuitenkin enemmän "pyöreyttä" kuin kuvan 15 esittämän lankapolvekkeen vastaavissa osissa. (Kuvien 15 ja 16 leikkaukset otettiin suoristetun kudotun säikeen mikrovalokuvista, mutta ne vastaavat myös valmista tuotetta.) Nyt voidaan siis todeta, että kuvan 15 loimilangassa on lyhyen polvekkeen kohdalla poikkileikkauksella varsin huomattava distorsio 1. vääntymä, mikä on kuvan 16 havainnollistamassa tavanomaisessa polvekkeessä paljon pienempi. Po. distorsioaste voidaan mitata karkeasti käyttämällä apuna eniten taipuneiden osien pisimmän ja lyhyemmän akselin välistä suhdetta. Onkin laskettu, että kuvan 15

kudelangan elliptisyyssuhde oli noin 2.1, mutta sen sijaan kuvassa 16 vain n. 1,5. Jos tarkastellaan edelleen kuvaa 15, voidaan todeta lisäksi, että kudelangon muodostuessa litteäksi ulkopinnaltaan leikkauksessa b, litteys on leikkauksessa d sen sijaan vastakkaisella l. sisäpuolella, kun kudelanka menee loimilangan yli. Tasoero P havainnollistaa vielä lisäksi sen, että esimerkkien 1-8 mukaisten kankaiden polvekkeet ovat jyrkemmät kuin kuvissa 3 ja 4 näkyvät polvekkeet. P:n kasvaessa kudelanka siirtyy vielä enemmän loimilangan yli, mikä saa taas aikaan geometrialtaan terävämmän polvekkeen. Seuraava taulukko havainnollistaa tätä P:n muutosta.

Taulukko 2

Kangas	Tasoero P	P:n prosenttinen kasvu ⁽¹⁾
kuva 3	0,0031 tuumaa (0,0079 cm)	---
esimerkki 1	0,0044 tuumaa (0,0112 cm)	42 %
esimerkki 2	0,0044 tuumaa (0,0112 cm)	42 %
esimerkki 3	0,0038 tuumaa (0,0096 cm)	23 %

(1) mittaus suoritettu vertaamalla kuvan 3 kankaan P:hen.

Keksinnön mukaisten kudelankasäikeiden erikoisen polvekemuodon uskotaan vähentävän kuormituksessa tapahtuvaa venymistä. Lisäksi edellä on selostettu keksinnöllä aikaansaatavaa leveyssuuntaista kutistumisen pienentymistä ja myös muita Fourdrinier-hihnojen kannalta tärkeitä tekijöitä.

Keksinnön mukaiset Fourdrinier-hihnat voidaan valmistaa minikälaisena kudontana ja silmäkokona tahansa ts. Fourdrinier- l. tasoviirakoneille yleensä käytettävänä rakenteina. Kankaan loimi- ja kudelankojen halkaisija ja tyyppi voivat vaihdella (esim. voidaan käyttää yksinäisiä ^{knitu} lankoja, kierrettyjä l. kerrattuja lankoja jne.). Piirustuksissa esitettyjen yksikerroshihnojen lisäksi voidaan valmistaa myös kaksi kerrosta käsittäviä Fourdrinier-hihnoja. Po. keksinnön mukaan on valmistettu hyviksi havaittuja Fourdrinier-hihnoja esim. seuraavina kokoina: hihnojen leveys 136-270 tuumaa (n. 345-686 cm), suunniteltu paperikoneille, joiden nopeudet vaihtelevat 1500-2700 jalkaa (n. 457-823 m) minuutissa. Loimilankojen halkaisijat ovat olleet 0,17-0,30 mm ja kudelankojen halkaisijat vastavasti 0,20-0,35 mm. Kankaiden silmäluku voi vaihdella yleensä

40-100 ja kudelankojen halkaisija noin 0,125 - 0,45 mm.

Keksinnön mukaisiin Fourdrinier-hihnoihin liittyy useita huomattavia etuja, jotka koituvat sekä hihnojen että paperin valmistajan hyödyksi. Hihnojen valmistaja pystyy tekemään nyt Fourdrinier-hihnan, jonka koneensuuntainen venymä on pieni ja jossa on lisäksi alhainen leveyssuuntainen kutistumisaste. Tähän päästään taas käyttämällä kangaspuissa niille kulloinkin mahdollisia loimilankajännityksiä. Kangaspuita ei siis tarvitse ylikuormittaa. Ne eivät näin ollen vahingoitu. Hihnoja valmistettaessa pystytään siis saamaan aikaan Fourdrinier-hihna, jossa on nämä toivotut hyvät ominaisuudet, säilyttämällä tällöin kuitenkin sellainen kangasrakenne, jonka loimilanka on siinä määrin kiharrettu, että saadaan aikaan saumattava hihnamateriaali, joten hihnat voidaan valmistaa tavalliseen tapaan litteänä kudotusta kankaasta. Toisaalta keksintö mahdollistaa myös yhtäjaksoisena kudottavan viirahihnan. Lisäksi Foudrinier-hihnojen valmistaja pystyy saamaan aikaan halutuntyyppisen viirakankaan joutumatta turvautumaan kutomisvaiheen jälkeen tapahtuvaan lämpökäsittelyyn. Tällöin ei myöskään tarvita lisälaitteita eikä niiden edellyttämää lisäkäsittelyä, vaan vastaava viirakangas saadaan aikaan kangaspuissa tapahtuvaa lämpökäsittelyä käyttäen. Keksinnön mukaiset viirakankaat voidaan haluttaessa luonnollisesti valmistaa myös siten, että niiden lämpökäsittely tapahtuu kutomisvaiheesta erillisenä, ts. "off-loom"-käsittelynä. Lisäetuna keksinnön mukaiselle viirakangasrakenteelle voidaan vielä mainita, että leveät Fourdrinier-hihnat voidaan kutoa tavalliseen tapaan kangaspuissa, joihin on järjestetty lämpökäsittelylaitteet, ilman että kangas joudutaan kutomaan 20-30 % sen lopullista leveyttä leveämpänä. Tällä tavoin viirakankaiden kutomiseen ennestään käytettävien kangaspuiden kapasiteettia voidaan tuntuvasti lisätä, ts. niillä pystytään nyt kutomaan leveille paperikoneille sopivia viirakankaita.

Edellä selostettujen Fourdrinier-hihnojen normaalia pienempiä venymäarvo käy parhaiten selville vertaamalla esimerkkien 1-3 mukaisten viirakankaiden venymisarvoja kuvien 3-4 esittämien tavantomaisten viirakankaiden venymisarvoihin seuraavan taulukon 3 avulla.

Taulukko 3

Kangas	Venymä	Venymän prosenttinen aleneminen ⁽¹⁾
Kuvat 3-4	1,36 %	----
Esimerkki 1	1,03 %	25 %
Esimerkki 2	1,02 %	25 %
Esimerkki 3	1,11 %	18 %

(1) Määrätty vertaamalla kuvien 3-4 havainnollistaman viirakankaan venymämäärään.

Lisäksi on huomattava, että esimerkeissä 1-3 esitettyjen viirakankaiden venymä on yhtä suuri tai pienempi kuin kuvissa 5-8 esitettyjen, kutomisen jälkeen lämpökäsiteltyjen viirakankaiden venymä (se oli 1,1 %).

Seuraavassa taulukossa 4 esitetään parannus, joka saadaan aikaan keksinnön mukaisen viirakankaan leveyssuuntaisen kutistumisen pienentymisenä qheti kutomiseen liittyvää eli ns. "on-loom"-lämpökäsittelyä soveltamalla.

Taulukko 4

Hihna	Leveyssuuntainen kutistuminen	Leveyssuuntaisen kutistumisen prosenttinen aleneminen (1)
esimerkki 9	0,30 %	----
esimerkki 6	0,11 %	63 %
esimerkki 7	0,081 %	73 %
esimerkki 8	0,240 %	20 %

(1) Määrätty esimerkin 9 mukaisen hihnan leveyssuuntaiseen kutistumaan nähden.

Esimerkkien 6-8 mukaisten hihnojen leveyssuuntaisen kutistuman pienentyminen on todella tuntuva, joten tällaisia hihnoja voidaan käyttää paperikoneissa ilman Bowd-telaa tai muita vastaavia lisälaitteita. Lisäksi, po. hihnojen valmistuksessa voidaan soveltaa "on-loom"- eli kutomiseen liittyvää lämpökäsittelyä, jolloin valmiiden viirakankaiden 1. hihnojen leveyssuuntainen kutistuma vastaa kutomisen jälkeen suoritettulla 1. "off-loom"-lämpökäsittelyllä valmistettuja kankaita. Näin ollen nimenomaan esimerkkien 6 ja 7 mukaisten hihnojen leveyssuuntainen kutistuma on samaa suuruusluokkaa tai joissakin tapauksissa vielä vähemmän kuin "off-loom"-käsittelyn saaneen viirakankaan leveyskutistuma.

Edellä selostettujen rakenteellisten etujen vuoksi Fourdrinier-viirakangas saadaan nyt kestävänsä enemmän kuin aikaisemmin, joten hihnaa ei jouduta vaihtamaan yhtä usein kuin ennen.

Tämä on tietysti edullista paperin valmistajan kannalta, koska viirahihnojen käyttökustannukset jäivät alhaisemmiksi. Lisäksi viiran vaihtamisesta johtuvat seisokit jäivät myös lyhyemmiksi.

Edellä taulukossa 2 esiintyvä lisääntynyt tasoero P merkitsee taas sitä, että kudelangkoihin tulee nyt enemmän polvekkeita, joihin kulumisen kohdistuu ennen loimilankojen kulumista. Po. tasoero P on paperinvalmistushihnan kulutuspinalla, joka kulkee eri telojen, imulaatikoiden ja muiden paperikoneen laitteiden yli. Eräänä esimerkkinä voidaan mainita, että 54 x 38 silmäkokoa oleva hihna, jonka leveys on 177 tuumaa (n. 450 cm) ja pituus 128 jalkaa (n. 39 metriä) asennettiin "Kraft"-paperikoneeseen ja liikkui 2000 jalan (n. 608 metrin) minuuttinopeudella.

Hihna oli valmistettu halkaisijaltaan 0,30 mm loimi- ja 0,35 mm kudelangasta. Materiaali ja kudonta olivat samat kuin esimerkissä 1. Kankaan venymä oli 0,86 % ja leveyssuuntainen kutistuma 0,109 %. Kuvien 3-4 mukaisen tavanomaisen viirakankaan keskimääräinen kestoikä oli ollut koneessa 35 päivää, mutta sen sijaan keksinnön mukaisella viirahihnalla päästiin jo 70 päivän käyttöikäen, jolloin hihna vioittui koneen toimintahäiriöstä johtuen. Hihnaa ei jouduttu, siis vaihtamaan vielä tuolloinkaan siinä esiintyvän kulumisen vuoksi, vaan siis paperikoneen häiriön vuoksi. Hihnasta po. 70 päivän käytön jälkeen suoritettut laboratoriokokeet osoittivat, että hihnan käyttöiästä oli jäljellä vielä 41 %, joten sitä olisi voitu käyttää yli 100 päivää, ellei vahinkoa olisi sattunut. Toisessa esimerkissä 78 x 52 -silmainen (lankamäärä neliötuumalle) hihna, jonka loimilankojen halkaisija oli 0,20 mm ja kudelangkojen halkaisija 0,25 mm (kuvien 3-4 mukainen rakenne), asennettiin paperikoneeseen, jossa se kesti 60 päivää, minkä jälkeen se oli kulunut käyttökelvottomaksi. Sitä vastoin rakenteeltaan samanlainen viirahihna, jonka kudelanka vastasi esimerkkiä 1, asennettiin samaan koneeseen ja se kesti siinä 121 päivää, minkä jälkeen se jouduttiin vaihtamaan. Kestoikä oli siis kaksinkertainen tässä tapauksessa. Hihnan venymä oli 1,2 % ja leveyssuuntainen kutistuma 0,111 %.

Ki^tkkakertoimen pienentyminen ja kulutuskestävyyden lisääntyminen esimerkin 10 mukaisessa kaksikerroshihnassa ovat myös lisäetuja tämän keksinnön mukaisesti valmistetulle Fourdrinier-viirahihnalle. Näitä tuloksia ei osattu arvata etukäteen, joten kyseessä ovat jo edellä mainittujen etujen - mitanpitävyys ym. - lisäksi

vielä huomattavat lisäedut. Seuraavassa esitetään tästä eräs esimerkki; 3-niitinen Fourdrinier-viirakudos (siinä jokainen kudelanka menee kahden loimilangan yli ja sitten kahden seuraavan loimilangan ali) valmistettiin tavanomaisesta yksisäikeisestä polyesteristä, kuten kuvissa 3-4 esitetään. Silmäluku oli 55×36 neliötuumaa kohti. Loimilankojen halkaisija oli 0,30 mm ja kudelankojen vastavasti 0,35 mm. Kangasta ei voitu hyväksyä sille aiottuun käyttöön, koska sen venymä oli 1,14 % ja sen loimilankojen polvekkeet kulutuspinnassa tulivat 0,0024 tuumaa (n. 0,0060 cm) kudelankojen polvekkeiden yli, jolloin ne joutuivat muodostamaan varsinaisen kulutuspinnan, vaikka se on tavallisesti kudelankojen muodostama. Sama viirakangas kudottiin sitten tämän keksinnön mukaisesta polyesterikudelangasta, jonka venymä oli noin 105-110 %. Silmäkoko oli sama, loimilankojen halkaisija 0,27 mm ja kudelankojen halkaisija 0,35 mm. Loimilankojen jännitys oli 600 g lankaa kohden. Valmiin kankaan venymä oli vain 0,80 %. Vielä tärkeämpää on, että keksinnön mukaisessa viirakankaassa kudelankapolvekkeet tulivat kulutuspinnassa loimilankojen polvekkeiden yläpuolelle tällöin syntyneen tasoeron P:n ollessa 0,0031 tuumaa (n. 0,0079 cm). Kankaan kulumispinnassa tapahtui siis täydellinen muutos: kudelangat muodostivat nyt kulutuspinnan eivätkä loimilangat kuten tavanomaisessa viirahihnassa. Vaikka valmistukseen käytettiin ohuempaa loimilankaa, kankaasta tuli tuntuvasti parempi, niin että se voidaan hyväksyä kaupalliseen käyttöön ko. kudontana. Tässäkin tapauksessa keksinnön mukaisella rakenteella ja menetelmällä saatiin siis aikaan ominaisuuksiltaan kokonaan uusi ja parempi Fourdrinier-viirakangas.

Edellä oleva selostus on siis kosketellut rakenteeltaan uudentyyppejä Fourdrinier-hihnoja, jotka on valmistettu lämpökäsittelyinä synteettisestä muovimateriaalista (kudel- ja loimilangat periaatteessa samaa materiaalia). Kudelangat ovat yksisäikeisiä. Niiden kimmomoduli on alle $0,95 \times 10^4$ psi ($0,067 \times 10^4$ ^{kg/cm²}) 10 % venymää kohden. Loimilangat ovat taas samoin yksisäikeisiä - polyesteriä - jotka soveltuvat kudottaviksi em. kudelankojen kanssa. Loimilankojen kimmomoduli on taas suurempi kuin n. $1,0 \times 10^4$ psi ($0,070 \times 10^4$ ^{kg/cm²}) 10 % venymää kohden. Em. kimmomoduli

mitattiin kudotuista lämpökäsitellyistä langoista, kun ne oli vedetty suoriksi. Kudelankojen kimmomodulin erityisalueena voidaan pitää keksinnön mukaisessa rakenteessa n. $0,55 - 0,90 \times 10^4$ psi ($0,039 - 0,063 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden. Koneensuuntaisten 1. loimilankojen kimmomodulin on oltava suurempi kuin kudelankojen, ja nimenomaan suurempi kuin noin $1,0 \times 10^4$ psi ($0,070 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohti. Koneensuuntaiset 1. loimilangat, joiden kimmomodulit ovat noin $2,71 - 3,56 \times 10^4$ psi ($0,190 - 0,25 \times 10^4$ kg/cm²) 10 % venymää kohden, esitetään taulukossa 1, vaikkakin loimilankoja, joiden modulit vaihtelevat em. alueen ylä- ja alapuolella, voidaan pitää keksinnön mukaisiin viirakankaaisiin sopivina. Nyt on lisäksi huomattava, että em. modulilukemissa voi olla ± 5 % virhealue. Sen vuoksi po. lukujen edessä käytetään "noin"-sanaa ilmaisemaan tällaista kokeissa mahdollisesti esiintyvää virhettä. Kaikki moduli-arvot on mitattu kudotun, lämpökäsitellyn langan venymän perusteella välittömästi sen jälkeen kun lanka on vedetty suoraksi siinä olevan "kiharuuden" poistamiseksi kokonaan. Keksinnön mukainen Fourdrinier-hihna voidaan kutoa kaikkina yleensä Fourdrinier-kankaissa käytettyinä kudontamalleina. Lisäksi se voi olla joko yksi- tai kaksikerroksinen (ts. kudelangat ovat kahtena kerroksena).

Patenttivaatimus:

Kudottu Fourdrinier-paperinvalmistushihna, joka on tehty koneensuuntaisista ja koneen suuntaan nähden poikittaisista lämpökäsiteltyä, synteettistä, yksisäikeistä polyesterimateriaalia olevista langoista, joiden koneensuuntaisten lankojen kimmomoduli, niiden ollessa kudotussa ja lämpökäsitellyssä tilassa, on suurempi kuin $0,070 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 10 % venymää kohden, t u n n e t t u siitä, että poikittaisten lankojen kimmomoduli, niiden ollessa kudotussa ja lämpökäsitellyssä tilassa, on pienempi kuin $0,067 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 10 % venymää kohden ja että poikittaisten lankojen murtovenymä on ainakin 90 % niiden kutomattomasta ja lämpökäsittelemättömästä tilasta.

Patentkrav:

Vävd Fourdrinier-papperstillverkningsvira tillverkad av i maskinriktningen respektive tvärriktningen sig sträckande, av värme-
~~behandlat~~ ^{behandlat} ~~härdat~~, syntetiskt polyesterenkelfibermaterial bestående ~~strängar~~ ^{trådar},
 varvid de i maskinriktningen sig sträckande ~~strängarna~~ ^{trådarna} i sina vävda
 och värme~~härdat~~ ^{behandlade} tillstånd har en elasticitetsmodul, som är större
 än $0,070 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ per 10 % ~~förlängning~~ ^{förlängning}, k ä n n e t e c k n a d
 därav, att de i tvärriktningen sig sträckande trådarna i sina vävda
 och värme~~härdat~~ ^{behandlade} tillstånd har en elasticitetsmodul, som är mindre
 än $0,067 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ per 10% ~~förlängning~~ ^{förlängning} och att de i tvärriktning
 gen sig sträckande trådarna har en ~~förlängning vid brott~~ ^{brötförstärkning} på åtmins-
 tone 90 % i sina icke-vävda och icke-värme~~härdat~~ ^{behandlade} tillstånd.

Fig. 1

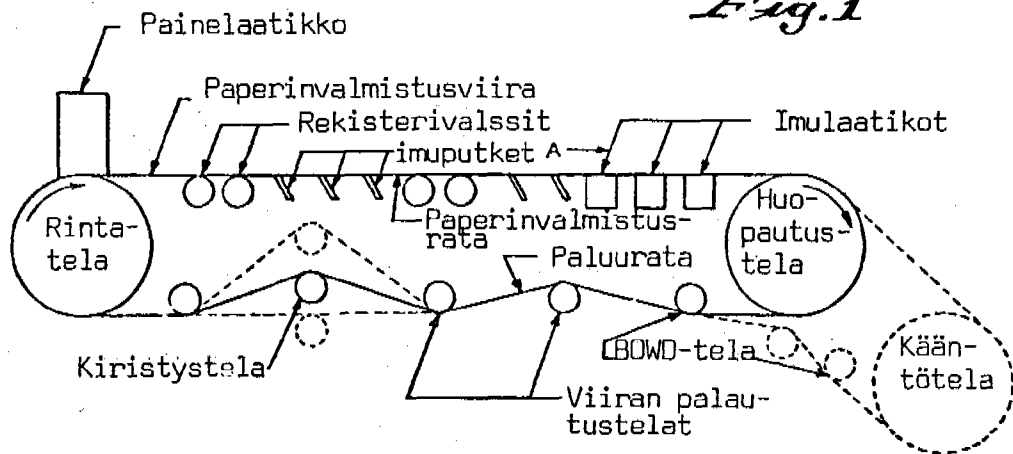


Fig. 2

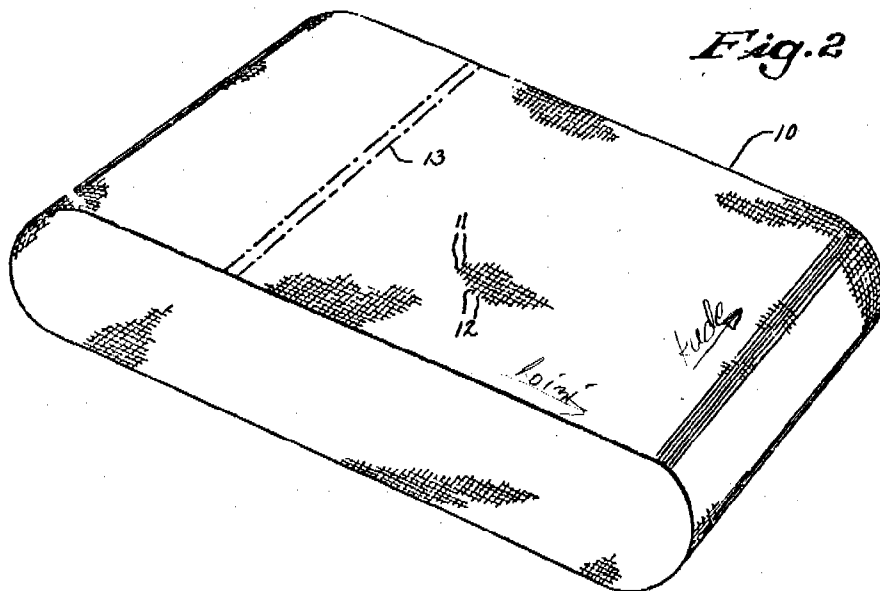
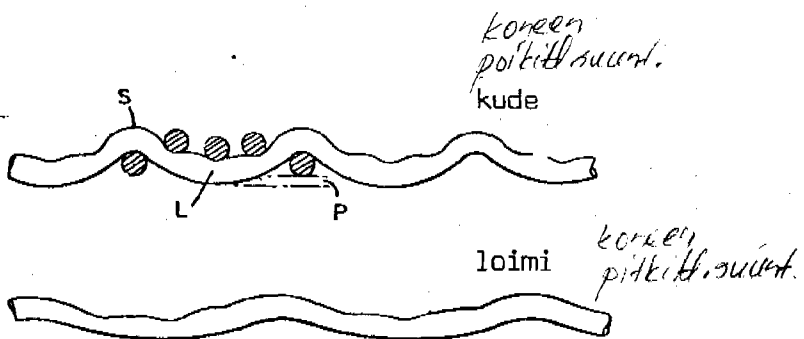
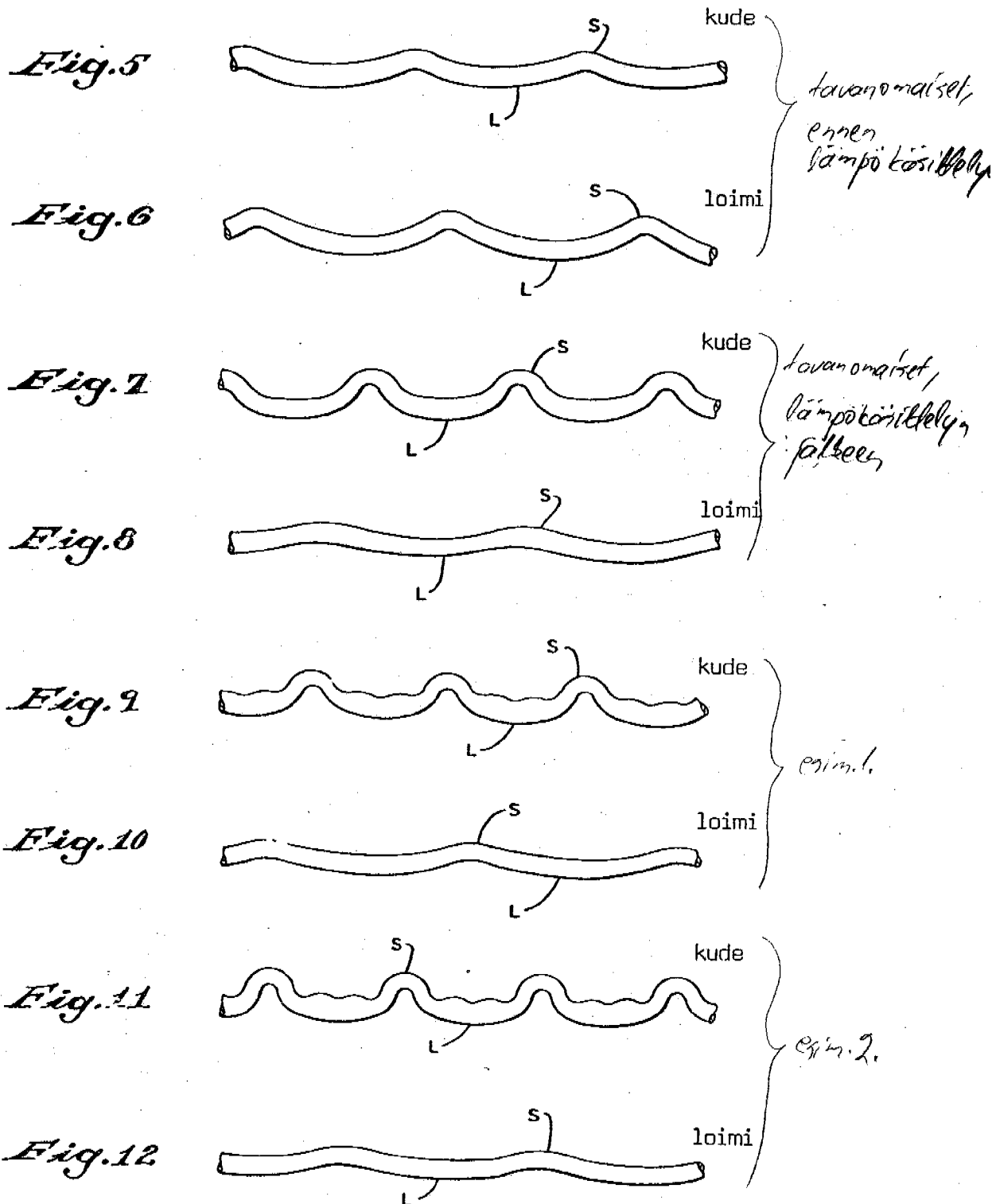


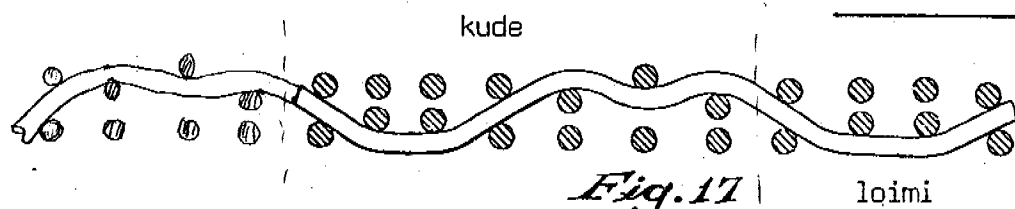
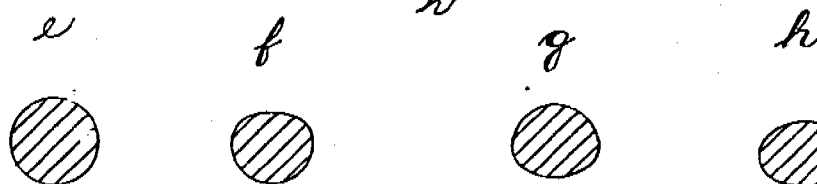
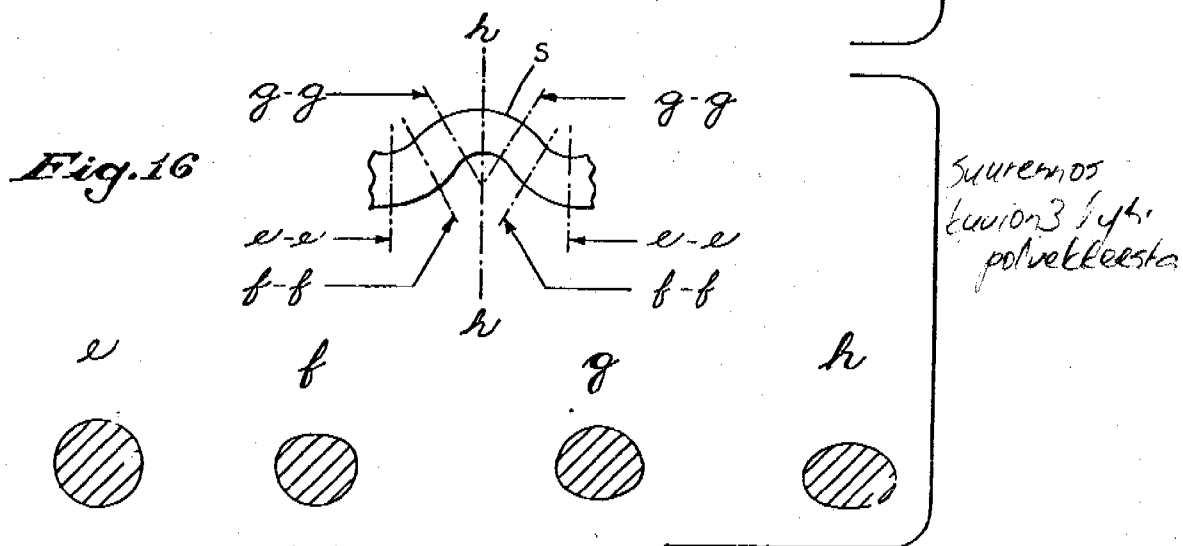
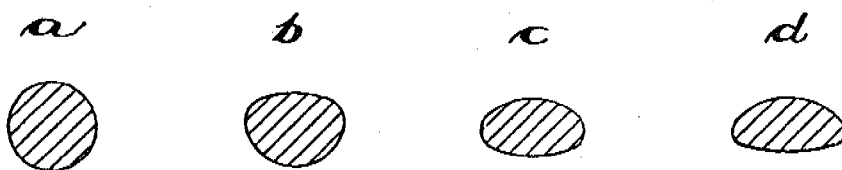
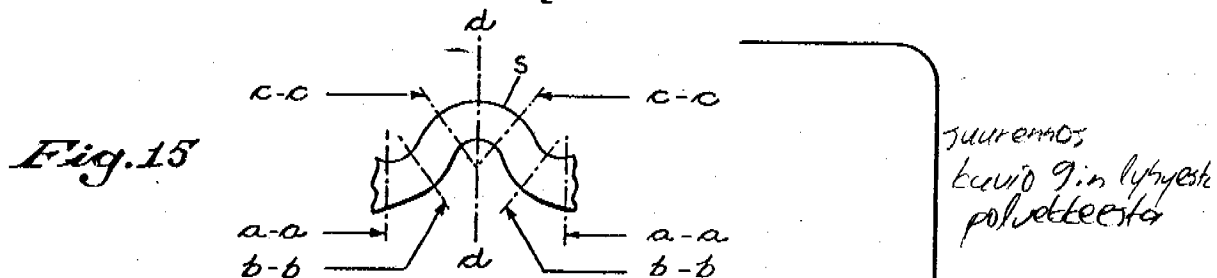
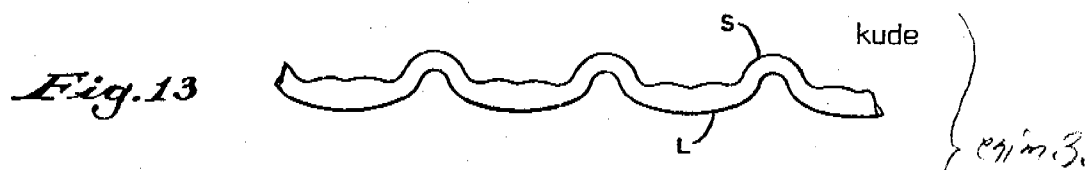
Fig. 3

lavanomaisen viira

Fig. 4







Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patent-
ansökningar: _____

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja - Ansökningspublikationer,
utläggings- och patenskrifter: _____

Suomi - Finland _____

Iso-Britannia - Storbritannien _____

Norja - Norge _____

Ranska - Frankrike _____

Ruotsi - Sverige _____

Saksa - BRD - Tyskland _____

Sveitsi - Schweiz _____

Tanska - Danmark _____

USA _____

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

*Wochenblatt für Papierfabrikation 96 n:o 2, ss. 56, 58.
(Jan 31, 1968)*

15.3.1983

[Signature]

Allekirjoitus

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja
vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P