



SUOMI—FINLAND

(FI)

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

**[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 57991**

**C (45) Patentti myönnetty 10 11 1980
Patent meddelat**

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ D 21 H 1/02

(21) Patentihakemus — Patentansökaning	761521
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	28.05.76
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	28.05.76
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	01.12.76
(44) Nähtävöispanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.07.80
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	30.05.75

USA(US) 582521

- (71) The Procter & Gamble Company, 301 East Sixth Street, Cincinnati, Ohio 45202, USA(US)
- (72) George Morgan, Jr., Cincinnati, Ohio, Thomas Floyd Rich, Cincinnati, Ohio, USA(US)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Pehmeä absorbenttipaperi, jonka bulkki on korkea, ja menetelmä sen valmistamiseksi - Mjukt absorbenttpapper med hög bulk och förfarande för framställning av detsamma

Tämä keksintö koskee parannuksia märkämenetelmällä valmistettavaan huovikera-
rainojen valmistusprosesseihin, erityisesti valmistettaessa pehmeitä, kuohkeita
ja imukykyisiä paperilaatuja, jotka sopivat käytettäväksi kasvopaperina, käsi-
pyyhepaperina ja toilettipaperina. Erityisesti tämä keksintö koskee kerrostetun
yhdistelmärainan aikaansaamista, joka on muodostettu erillisistä kuitulietteistä,
joka kerrostettu raina saatetaan sen jälkeen vastaamaan avosilmukaisen verkko-
kuivatus/kuviopainatuskankaan pintaa antamalla nestevoiman vaikuttaa rainaan ja
joka sen jälkeen termisesti esikuivataan mainitulla kankaalla osana matalatiheyk-
sisen paperin valmistusprosessia. Kerrostettu raina voi olla kerrostettu kuitu-
tyypin suhteen tai eri kerrosten kuitupitoisuus voi olla oleellisesti sama.

Odottamatta arkeilla, jotka on valmistettu käsittelemällä tässä kuvatun
kaltaista märkää, kerrostettua paperirainaa, on parantunut bulkki ja paksuus ver-
rattuna samalla tavoin valmistettuihin, kerrostamattomiin struktuureihin, jotka
koostuvat samanlaisten kuitujen homogeenisestä seoksesta. Lisäksi tämän keksinnön
mukaisilla paperiarkeilla havaitaan yleensä olevan parantunut pehmeys ja kosketel-
tavuusvaikutelma, erityisesti arkin pinnalla, jossa on erillisiä kuitukuvioita,

rivejä, jotka ulkonevat siitä, sekä parantunut kokonaistaipuisuus ja laskeutuvuus. Johtuen tämän keksinnön mukaisten kerrostettujen paperiarkkien suuremmasta huokos-tilavuudesta, so. pienemmästä kokonaistiheydestä, ne soveltuvat myös erityisen hyvin pehmeiksi, bulkkisiksi paperiarkeiksi, joilla on parantunut imukyky.

Kasvopaperi-, käsipyyhe- ja toilettipaperituotteissa käytettävien papereiden tavanomaisessa valmistuksessa on tavallista suorittaa ennen kuivausta yksi tai useampia kokonaispuristustoimenpiteitä paperirainan koko pinnalle sen ollessa tasoviiralla tai muulle arkin muodostuspinnalle. Tavanomaisessa tapauksessa näihin kokonaispuristustoimenpiteisiin kuuluu paperinvalmistushuovalle tuetun määrän paperirainan saattaminen alttiiksi paineelle, joka on kehitetty vastakkaisilla mekaanisilla laitteilla, esim. valsseilla. Puristus saa yleensä aikaan mekaanisen vedenpoiston, rainanpinnan tasoituksen ja vetolujuuden lisääntymisen kolmoisvaikutuksen. Useimmissa alan aikaisemmissa prosesseissa paineen annetaan vaikuttaa jatkuvasti ja tasaisesti huovan koko pinnan poikki. Vetolujuuden kasvua tällaisissa alan aikaisemmissa paperinvalmistusprosesseissa seuraa kuitenkin jäykkyyden ja kokonaistiheyden kasvu.

Sitäpaitsi tällaisten tavanomaisella tavalla muodostettujen, puristettujen ja kuivattujen paperirainojen pehmeys pienenee ei vain siksi, että niiden jäykkyys kasvaa lisääntyneen kuitujen välisen vetysitoutumisen seurauksena, vaan myös koska niiden puristuvuus pienenee niiden kasvaneen tiheyden seurauksena. Kreppausta on pitkään käytetty aikaansaamaan paperirainassa vaikutuksen, joka katkaisee ja murtaa monia kuitujen välisiä sidoksia, jotka jo ovat muodostuneet rainassa. Paperinvalmistuskuitujen kemiallista käsittelyä niiden kuitujen välisen sitoutumiskapasiteetin pienentämiseksi on myös käytetty alan aikaisemmassa paperinvalmistustekniikassa.

Merkittävä edistysaskel matalatiheyksisten paperiarkkien valmistuksessa esitetään US-patentissa 3 301 746, joka on julkaistu nimellä Sanford et al. 31. tammikuuta 1967. Edellä mainitussa patentissa esitetään menetelmä bulkkisen paperin valmistamiseksi esikuivaamalla raina termisesti ennalta määrättyyn kuitukonsistenssiin sen ollessa tuettu kuivaus/kuviopainatuskankaalle ja painamalla kankaan ristikuvio kudokseen ennen lopullista kuivausta. On suositeltavaa suorittaa rainalle kreppaus kuivausrummulla sellaisen paperin valmistamiseksi, jolla on haluttu pehmeys-, bulkki- ja imukykyominaisuuksien yhdistelmä.

Muita paperinvalmistusprosesseja, joilla vältetään rainan koko pinnan tiivistyminen ainakin siihen saakka, kunnes raina on termisesti esikuivattu, esitetään US-patentissa 3 812 000, joka on julkaistu nimellä Salvucci Jr. et al. 21. toukokuuta 1974; US-patentissa 3 821 068, joka on julkaistu nimellä Shaw 28. kesäkuuta 1974; ja US-patentissa 3 629 056, joka on julkaistu nimellä Forrest 21. joulukuuta 1971.

Kaikissa edellä mainituissa patenteissa on esitetty matalatiheyksisten paperien valmistusprosesseja ja tuotteita, joissa raina ei ole kerrostettu. Nyt on yllättäen keksitty, että paperinvalmistuskuitujen kerrostamista kerrostetun rainan muodostamiseksi voidaan käyttää erityisesti hyödyksi matalatiheyksisten paperien valmistusprosessien yhteydessä. Tämä toteutetaan saattamalla raina nestevoimien alaiseksi samalla, kun sitä tuetaan apuna olevalle kuivaus/kuviopainatuskankaalle suhteellisen pienissä kuitukonsistenseissä pehmeiden, bulkkisten ja imukykyisten paperiarkkien valmistamiseksi, joilla on poikkeuksellisen suuri paksuus ja poikkeuksellisen alhainen tiheys, sanottujen paperiarkkien ollessa erityisen sopivia käytettäväksi kasvopaperi-, käsipyyhe- ja vastaavissa tuotteissa.

Tämän keksinnön mukaisesti aikaansaadaan pehmeä absorbenttipaperi, jonka bulkki on korkea ja jonka neliömassa kreppaamattomassa tilassa on $8-65 \text{ g/m}^2$ ja joka käsittää kuiturakenteen, joka on osittain siirtynyt arkkia vastaan kohtisuoraan olevassa tasossa sellaisilla alueilla jotka vastaavat sen verkkokankaan silmukakuviota, jolla paperiraina on termisesti esikuivattu.

Keksinnön mukaiselle absorbenttipaperille on tunnusomaista, että sillä on yhtenäinen sideainevapaa struktuuri, jossa joukko erilaista kuitutyyppejä olevia kerrostettuja kuitukerroksia (25, 26, 223, 224, 226) on keskinäisessä kosketuksessa pinta-alojensa pääosalta ja että yhden tai useamman kerroksen keskinäinen osittainen siirtymä koostuu kuitujen uudelleen orientoitumisen pienistä erillisistä poikkeutetuista alueista tasossa, joka on kohtisuoraan arkin muun osan kuituja vastaan, jolloin mainittujen erillisten uudelleen orientoituneiden alueiden lukumäärä on $15-560$ yhtä cm^2 kohden kreppaamatonta paperia.

Menetelmä keksinnön mukaisen absorbenttipaperin valmistamiseksi käsittää seuraavat vaiheet: muodostetaan märkä paperiraina, joka koostuu vähintään kahdesta päällekkäin kerrostetusta kuitukerroksesta, jotka ovat kosketuksessa toisiinsa; raina kannatetaan verkkokankaalla, jonka silmukkaluku on $15-560 \text{ mesh/cm}^2$; raina kuivataan arkin muodostamiseksi.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle absorbenttipaperin valmistamiseksi on tunnusomaista, että märkä paperiraina kankaalla ollessaan saatetaan nestepaineeron alaiseksi, jolloin vähintään yksi kerrostetuista kuitukerroksista siirtyy osittain rainaa vastaan kohtisuoraan olevassa tasossa pieniksi erillisiksi poikkeutetuiksi alueiksi, jotka vastaavat kankaan silmukoita ja että rainan kuivaaminen arkinmuodostusta varten suoritetaan ilman, että poikkeutetut alueet järjestyvät uudelleen.

Keksinnön erityisen suositeltavassa toteutusmuodossa aikaansaadaan pehmeä, bulkkinen ja imukykyinen paperiarkki, jonka toinen pinta koostuu etupäässä suhteellisen pitkistä paperinvalmistuskuiduista ja jonka vastakkainen pinta koostuu etupäässä suhteellisen lyhyistä paperinvalmistuskuiduista, jolla arkilla on

yllättäen pienempi tiheys kuin samalla tavoin valmistetuilla, kerrostamattomilla alan aikaisemmalla paperiarkilla, joka koostuu mainittujen pitkien ja lyhyiden paperinvalmistuskuitujen homogeenisestä seoksesta, ilman vastaavaa menetystä kokonaisvetolujuudessa.

Erilaisia keksinnön toteutusmuotoja kuvataan jäljempänä viitaten liitteenä oleviin piirroksiin, joissa kuvio 1 on kaavamainen esitys suositeltavasta paperikoneen sovellutuksesta, joka sopii tämän keksinnön matalatiheyksisen, kaksikerroksisen paperin valmistukseen;

kuvio 2 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu poikkileikkausvalokuva käsiarkista, joka on otettu kohdasta, joka vastaa leikkausviivaa 3-3 kuviossa 1 ja joka kuvaa yleisesti kuivaus/kuviopainatuskankaan puristus- tai tunkeutumisastetta kerrostamattoman alan aikaisemman paperirainan vaikutuksesta, joka koostuu suhteellisen pitkien havupuumassa- ja suhteellisen lyhyiden lehtipuumassakuitujen homogeenisestä secksesta;

kuvio 3 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu poikkileikkausvalokuva käsiarkista, joka on otettu kohdasta, joka vastaa leikkausviivan 3-3 kohtaa kuvassa 1 ja joka kuvaa kuivaus/kuviopainatuskankaan puristumis- tai tunkeutumisastetta kerrostetun rainan vaikutuksesta, joka koostuu pääasiassa rainan pinnalla olevista suhteellisen lyhyistä lehtipuumassakuiduista, joka raina on kosketuksessa kuivaus/kuviopainatuskankaan kanssa, ja pääasiassa suhteellisen pitkistä havupuumassakuiduista sen vastakkaisella pinnalla;

kuvio 4 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva alan aikaisemman kreppipaperiarkin kangaspuolelta, joka arkki on valmistettu US-patentin 3 301 746 mukaisesti sanotun arkin ollessa muodostettu yhdestä, homogeenisesti sekoitetusta lietteestä, joka sisältää suunnilleen 50 prosenttia havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja;

kuvio 5 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 4 esitetystä kreppipaperiarkista, joka kuva on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 4 leikkausviivaa 5-5;

kuvio 6 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva keksinnön mukaisesta kerrostetun kreppipaperiarkin erään toteutusmuodon kangaspuolelta, joka arkki on valmistettu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti arkin ollessa muodostettu kahdesta identtisestä lietteestä, joilla on oleellisesti sama kuitupitoisuus, kummankin lietteen sisältäessä noin 50 % havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja homogeenisena seoksena;

kuvio 7 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 6 esitetystä kerrostetusta kreppipaperiarkista, joka kuva on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 6 leikkausviivaa 7-7;

kuvio 8 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva keksinnön kerrostetun kreppipaperiarkin toisen toteutusmuodon kangaspuolelta, joka arkki on valmistettu yleisesti kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti, arkin ollessa muodostettu havupuukuitulietteestä sen kangaspuolella ja lehtipuukuitulietteestä viirapuolella, ja arkin kokonaiskuitupitoisuuden ollessa suunnilleen 50 prosenttia havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja;

kuvio 9 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 8 esitetystä kerrostetusta kreppipaperiarkista, joka valokuva on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 8 leikkausviivaa 9-9;

kuvio 10 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva keksinnön kerrostetun kreppipaperiarkin toisen toteutusmuodon kangaspuolelta, joka arkki on valmistettu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti, arkin ollessa muodostettu havupuukuitulietteestä viirapuolella ja lehtipuukuitujen lietteestä kangaspuolella ja arkin kokonaiskuitupitoisuuden ollessa noin 50 % havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja;

kuvio 11 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 10 esitetystä kerrostetusta kreppipaperiarkista, joka valokuva on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 10 leikkausviivaa 11-11;

kuvio 12 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva keksinnön kreppaamattoman kerrostetun paperirainan kangaspuolelta, jonka rainan kuitukoostumus ja kerrosorientointi on samanlainen kuin kuviossa 10 esitetyllä paperiarkilla, joka raina on poistettu kuivaus/kuviopainatuskankaalta ennen sen tiivistämistä kankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välissä;

kuvio 13 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 12 esitetystä kreppaamattomasta, kerrostetusta paperirainasta, joka kuvio on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 12 leikkausviivaa 13-13;

kuvio 14 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva kuviossa 12 esitetyn tyyppisen kerrostetun paperirainan kangaspuolelta rainan ollessa tiivistetty kuivaus/kuviopainatuskankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välissä ja lopuksi kuivattu ja krepattu;

kuvio 15 on suurennettu poikkileikkausvalokuva kuviossa 14 esitetystä kreppipaperiarkista, joka valokuva on otettu koneen poikkisuunnassa pitkin kuvion 14 leikkausviivaa 15-15;

kuvio 16 on noin 100 kertaa todellisesta koosta suurennettu perspektiivi-
valokuva eräästä tulivuorimaisesta kartiorakenteesta, joka on muodostettu keksinnön mukaisessa kreppaamattomassa, kerrostetussa paperirainassa; ja

kuvio 17 on kaavamainen osaesitys paperikoneen suositeltavasta toteutusmuodosta, joka sopii keksinnön mukaisen matalatiheyksisen, kolmikerroksisen kuitu-

rainan valmistukseen.

Kuvio 1 on kaavamainen esitys paperikoneen suositeltavasta toteutusmuodosta keksinnön mukaisen matalatiheyksisen, monikerroksisen paperiarkin muodostamiseksi. Kuviossa 1 esitetty paperikoneen peruseriaatekuva on US-patentin 3 301 746 mukainen, joka patentti on julkaistu nimellä Sanford et al. 31. tammi-kuuta 1967. Kuviossa 1 esitetyssä paperikoneessa käytetään kuitenkin ylimääräistä perälaatikko- ja arkinmuodostussysteemiä kuiturainan muodostamisen mahdollistamiseksi, joka raina voi olla kerrostettu kuitutyypin suhteen.

Kuviossa 1 esitetyssä toteutusmuodossa paperinvalmistusraaka-ainetta, joka koostuu etupäässä suhteellisen pitkistä paperinvalmistuskuiduista, so. mieluummin havupuumassakuiduista, joiden keskimääräinen pituus on vähintään noin 0,20 cm ja mieluummin välillä noin 0,20-0,30 cm, syötetään perälaatikosta 1 hienoverkkoiselle tasoviiralle 3, jota tukee rintatela 5. Muodostetaan märkä paperiraina 25, joka koostuu pitkistä paperinvalmistuskuiduista, ja tasoviira 3 kulkee viirapöytien 13 ja 14 yli, jotka ovat toivottavia, mutta eivät välttämättömiä. Paperiraina 25 ja tasoviira 3 kulkevat sitten useiden imulaatikoiden 18 ja 20 yli veden poistamiseksi rainasta ja rainan kuitukonsistenssin lisäämiseksi.

Toista paperinvalmistusraaka-ainetta, joka koostuu etupäässä suhteellisen lyhyistä paperinvalmistuskuiduista, so. mieluummin lehtipuumassakuiduista, joiden keskimääräinen pituus on noin 0,0-0,15 cm, syötetään toisesta perälaatikosta 2 toiselle hienoverkkoiselle tasoviiralle 4, jota tukee rintatela 9. Muodostetaan toinen märkä paperiraina 26, joka koostuu lyhyistä paperinvalmistuskuiduista, ja tasoviira 4 kulkee viirapöytien 15 ja 16 ja useiden imulaatikoiden 22 ja 24 yli rainan kuitukonsistenssin lisäämiseksi.

Märkä lehtipuura 26 ja tasoviira 4 kulkevat sen jälkeen tasoviiran palautustelojen 10 ja 11 ympäri ja rainan 26 uloin pinta on suositeltavaa saattaa läheiseen kosketukseen havupuukuiturainan 25 uloimman pinnan kanssa molempien rainojen ollessa pienimmässä mahdollisessa kuitusakeudessa tehokkaan sitoutumisen varmistamiseksi rainojen välillä. Edellä mainittu siirto tapahtuu mieluummin kuitusakeuksilla noin 3-20 %. Alle 3 %:n kuitusakeuksilla tiivistämätön paperiraina vahingoittuu helposti siirrettäessä sitä hienoverkkoiselta tasoviiralta toisen kuiturainan pinnalle, kun taas yli noin 20 %:n kuitusakeuksilla käy vaikeammaksi sitoa varmasti vastakkaiset kerrokset yhtenäiseksi rakenteeksi pelkätään antamalla nestepaineen vaikuttaa siihen.

Lehtipuukuiturainan 26 siirto havupuukuiturainan 25 uloimmalle pinnalle on suositeltavaa suorittaa tyhjää käyttäen. Haluttaessa höyrysuihkuja, ilma-suihkuja jne voidaan käyttää joko yksin tai yhdessä tyhjän kanssa märän rainan siirron aikaansaamiseksi. Kuten kuviossa 1 esitetään tämä toteutetaan keksinnön mukaisessa suositeltavassa toteutusmuodossa kiinteän imusiirtolaatikon 6 ja valin-

naisen uritetun höyrysuuttimen 53 välissä. Tässä kohdassa märkä lehtipuukuituraina 26 siirretään ylimmältä tasoviiralta 4 märän havupuukuiturainan 25 uloimmalle pinnalle yhdistelmärainan 27 muodostamiseksi, joka on oleellisesti kerrostettu kuitutyypin suhteen. Siirron jälkeen yhdistelmärainan 27 siirretään useiden imulaatikoiden 29, 31 ja 33 yli kokonaiskuitusakeuden lisäämiseksi ja yhtenäiseksi rakenteeksi muodostamiseksi. Lehtipuukuiturainan 26 siirron jälkeen ylempi tasoviira 4 kulkee tasoviiran palautustelan 12 ympäri ja sopivan puhdistuksen, ohjauksen ja vedon jälkeen, joita ei ole esitetty, se palaa ylimmälle rintatelalle 9.

Kuten kuviossa 1 on esitetty yhdistelmärainan 27 kuljetetaan tasoviiralla 3 viiran palautustelan 7 ympäri ja saatetaan kosketukseen karkeampiverkkoisen kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 kanssa, jonka alapinta 37b rajoittuu tyhjöimukenkään 36 sillä tavoin, että yhdistelmärainan 27 yksi pinta 27 a, so. pinta, joka sisältää etupäässä lyhyitä paperinvalmistuskuituja, saatetaan kosketukseen kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 rainaa tukevan pinnan 37 a kanssa. Haluttaessa laitteisto voidaan varustaa uritetulla höyrysuuttimella 35 rainan siirron auttamiseksi kankaalle. Rainan pinnasta 27a, joka koskettaa kankaan 37 rainaa tukevaa pintaa 37 a, käytetään jäljempänä mukavuussyistä nimitystä rainan kangaspuoli, kun taas tasoviiraa 3 koskettavasta rainan pinnasta käytetään jäljempänä nimitystä rainan viirapuoli 27b.

Koska bulkin ja paksuuden kasvut, jotka aikaansaadaan keksinnön mukaisesti valmistetuissa monikerroksisissa arkeissa, johtuvat pääasiassa yhdistelmärainan 27 kangaspuolella olevien kuitujen uudelleenorientoitumisesta ja tunkeutumisesta kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 aukkoihin, märän yhdistelmäpaperirainan 27 siirto tasoviiralta 3 kankaalle 37 on erittäin kriittinen. Nyt on huomattu, että merkittävä määrä kuitujen uudelleenorientoitumista ja kuitujen tunkeutumista kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 seula-aukkoihin voidaan yleensä saavuttaa käyttämällä kuviossa 1 esitetyn kaltaista tyhjöimukenkää 36 yhdistelmärainan kuitusakeuksilla noin 5-25 %. Alle noin 5 %:n kuitusakeuksilla yhdistelmärainan 27 lujuus on vähäinen ja se vahingoittuu helposti siirron aikana hienoverkkoiselta tasoviiralta karkeampiverkkoiselle kuivaus/kuviopainatuskankaalle pelkästään käyttämällä nestepainetta tyhjö, höyrysuihkujen, ilmasuihkujen jne muodossa.

Tyhjööä käytettäessä rainaan vaikuttavan tyhjön tulee olla riittävä saamaan rainan kangaspuolella olevat kuidut orientoitumaan uudelleen ja tunkeutumaan kankaan aukkoihin, mutta ei liian suuri, jotta se ei poistaisi huomattavaa määrää kuituja rainan kangaspuolelta vetämällä ne täydellisesti kankaan seula-aukkojen läpi ja tyhjöimukenkään. Vaikka todellinen rainaan vaikuttava tyhjön taso halutun

kuidun uudelleenorientoitumis- ja kuidun tunkeutumisasteen saavuttamiseksi vaihtelee riippuen sellaisista tekijöistä kuten rainan koostumuksesta, imukengän muodosta, koneen nopeudesta, kankaan mallista ja mesh-luvusta, kuitusakeudesta siirron aikana jne., on saavutettu hyvät tulokset käyttäen tyhjötasoja noin 130-381 mm elohopeaa.

Vaikka ei haluta sitoutua tähän teoriaan, kuitujen uudelleenorientoitumisen ja kuitujen tunkeutumisen suuremman asteen, jotka selittävät paksuuden kasvun, so. keksinnön mukaisten monikerroksisten paperiarkkien tiheyden laskun, uskotaan johtuvan yhdistelmärainan kerrosten pyrkimyksestä erottua toisistaan ja reagoida sarjana heikompia erillisiä rainoja niiden ollessa kosteita, ainakin niiden kuitujen taipumisen ja uudelleen paikalleen asettumisen suhteen. Näin ollen nestepaineen vaikutus kerrostettuun paperirainaan suhteellisen pienellä kuitusakeudella, kun rainaa tuetaan kuivaus/kuviopainatuskankaalla, johtaa kankaan kanssa kosketuksessa olevien kuitujen suurempaan tunkeutumisasteeseen kankaan aukkoihin.

Kuvio 2 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu poikkileikkausvalokuva kerrostamattomasta alan aikaisemmasta käsiarkista 55, joka koostuu suhteellisen pitkien paperinvalmistuskuitujen ja suhteellisen lyhyiden paperinvalmistuskuitujen homogeenisesta seoksesta poikkileikkauskuvan ollessa otettu kohdasta, joka vastaa kuvion 1 leikkausviivan 3-3 kohtaa. Esitetty nimenomainen kuivaus/kuviopainatuskangas on puolitoimikasviirakudos, jota kangasta on käsitelty yleisesti Peter G. Ayers'in US-patentin no 3 905 863, julkaistu 16. syyskuuta 1975, mukaisesti. Samat pääperiaatteet ovat kuitenkin samalla tavoin sovellettavissa mihin tahansa rei'itettyyn kankaaseen, joka soveltuu rainan termiseen esikuivaukseen ja/tai kuviopainatukseen yleisesti edellä mainitun Sanford et al:in patentin mukaisesti. Kuvion 2 suurennettu poikkileikkaus kuvaa alan aikaisemman kerrostamattoman rainan pyrkimystä käyttäytyä yhtenäisenä rakenteena ja rainan kangaspuolella 55a olevien satunnaisesti jakautuneiden paperinvalmistuskuitujen pyrkimystä yhdistyä kankaan aukkojen yli, jotka ovat muodostuneet toisiaan leikkaavista ja vierekkäisistä kude- ja loimimonofilamenteistä. Kuten kuviosta 2 myös voidaan nähdä kerrostamattoman rainan 55 viirapuoli 55b säilyy oleellisesti tasomaisena ja jatkuvana. Tässä käytetyn kangassanaston mukaisesti kudefilamentit ovat niitä, jotka kulkevat yleensä koneen poikkisuunnassa, kun taas loimifilamentit ovat niitä, jotka kulkevat yleensä konesuunnassa.

Kuvio 3 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu poikkileikkausvalokuva keksinnön mukaisesta kerrostetusta käsiarkista 27 poikkileikkauksen ollessa otettu kohdasta, joka vastaa kuvion 1 leikkausviivan 3-3 kohtaa. Yhdistelmärainan 27 lyhytkuituinen osa 26 on osittain muutettu rainaa vastaan kohti-

suorassa tasossa pieniksi erillisiksi suunnasta poikkeutetuiksi alueiksi, jotka vastaavat kuivaus/kuviopainatuskankaassa olevia aukkoja, kun taas pitkäkuituinen osa 25 pysyy oleellisesti tasomaisena ja jatkuvana aikaansaaden täten lujuutta ja yhtenäisyyttä tuloksena oleviin paperiarkkeihin 27. Kuten kuvioista 3 käy ilmi rainan pinnalla olevilla lyhyillä paperinvalmistuskuiduilla, jotka ovat kosketuksessa kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 rainaa tukevan pinnan 37a kanssa, on pienempi taipumus yhdistyä kankaassa olevien aukkojen poikki.

Keksinnön mukaisen erityisen suositeltavassa toteutusmuodossa kankaalle on luonteenomaista diagonaalinen vapaa väli, so. yhdessä tasossa oleva etäisyys mitattuna projisoidun kankaan aukon yhdestä kulmasta diagonaalisesti sen vastakkaiseen kulmaan, noin 0,013-0,203 cm ja edullisesti noin 0,023-0,137 cm ja kankaan mesh-luku noin 15-560 aukkoa/cm², so. kankaassa on 4-24 filamenttia/cm sekä kone- että poikkisuunnassa. Erityisen edulliset tulokset on saavutettu keksintöä toteutettaessa ristikuviolla, joka on saatu aikaan kuvioissa 2 ja 3 esitetyn tyyppisen puolitoimikaskuivaus/kuviopainatuskankaan nurjalla puolella.

Kuviossa 3 esitetyn tyyppisessä pitkäkuitu/lyhytkuiturainatoteutusmuodossa on suositeltavaa, että kuivaus/kuviopainatuskankaan diagonaalinen vapaa väli on pienempi kuin keskimääräinen kuitupituus rainan lyhytkuituisessa kerroksessa. Jos diagonaalinen vapaa väli on suurempi kuin keskimääräinen kuitupituus rainan lyhytkuituisessa kerroksessa, kuidut tulevat liian helposti vedetyiksi kankaan aukkojen läpi, kun se saatetaan nestepaineen alaiseksi, mikä pienentää lopullisten arkkien bulkkia ja paksuutta. Toisaalta kankaan diagonaalinen vapaa väli on mieluummin suurempi kuin noin kolmasosa ja kaikkein edullisimmin suurempi kuin noin puolet keskimääräisestä kuitupituudesta rainan lyhytkuituisessa kerroksessa lyhyiden kuitujen yhdistymisen minimoimiseksi kankaan filamenttien poikki. Lisäksi kankaan diagonaalinen vapaa väli on mieluummin pienempi kuin noin kolmasosa keskimääräisestä kuitupituudesta rainan pitkäkuituisessa kerroksessa pitkien kuitujen yhdistymisen edistämiseksi ainakin kankaan yhden filamenttiparin poikki. Näin ollen kuviossa 3 esitetyn tyyppisessä rainatoteutusmuodossa lyhyet kuidut pyrkivät orientoitumaan uudelleen ja tunkeutumaan kankaan aukkoihin märän kerrosetun rainan siirron aikana kuivaus/kuviopainatuskankaalle, kun taas pitkät kuidut pyrkivät yhdistämään aukot ja pysymään oleellisesti yhdessä tasossa.

Kuten tässä esityksessä on aikaisemmin viitattu, kuvioidut erilliset alueet, jotka vastaavat kankaan aukkoja ja jotka kohoavat ulospäin kuviossa 3 yleisesti esitetyn tyyppisen rainan kangaspuolelta, omaksuvat tyypillisesti täysin suljettujen tyynyjen, kartiomaisesti ryhmittyneiden kuitujonojen tai niiden yhdistelmän muodon. Rainan viirapuolella, joka säilyy oleellisesti jatkuvana ja tasomaisena, on keskeytymätön kuvioitu pinta, joka muistuttaa pikeetekstiiliä.

Kuvio 12 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva

kreppaamattoman kerrostetun paperirainan 100 kangaspuolesta 100a, joka raina on edellä kuvattua tyyppiä ja joka on saatettu nestepaineen alaiseksi ja termisesti esikuivattu 31 x 25 puolitoimikaskuivaus/kuviopainatuskankaalla, joka on valmistettu edellä mainitussa Peter G. Ayers'in patentissa kuvatulla tavalla, ja poistettu kankaalta ennen sen tiivistämistä kankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välissä. Raina 100 koostuu suunnilleen 50 %:sta havupuukuituja ja 50 %:sta lehtipuukuituja, lehtipuukuitukerroksen 103 (kuvio 13) sijaitessa rainan kangaspuolella 100a ja havupuukerroksen 102 sijaitessa rainan viirapuolella 100b. Kudefilamenttien kuviot 104, jotka kulkevat yleensä koneen poikkisuunnassa ja loimifilamenttien kuviot 105, jotka kulkevat yleensä konesuunnassa, ovat molemmat selvästi näkyvissä kuviossa 12. Kuten kuvioista 13 myös ilmenee, lyhytkuituisten kerrosten 103 erilliset alueet ovat kohtisuorasti suunnasta poikkeutettuja rainan pitkäkuituisista kerroksista 102 erillisten alueiden ollessa taipuvaisia kietoutumaan kankaan filamenttien ympärille, kun ne saatetaan nestepaineen alaisiksi, jolloin ne muodostavat tulivuorimaisia rakenteita 101, jotka koostuvat etupäässä lyhyistä kuiduista, jotka kulkevat yleensä rainaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Kuva 16 on noin 100 kertaa todellisesta koosta suurennettu perspektiivi- valokuva tulivuorimaisesta kartiorakenteesta 100, joka on sitä tyyppiä, joka on muodostunut kuvioissa 12 ja 13 esitetyn, oleellisesti tiivistämättömän, kerrostetun paperirainan 100 lehtipuukuitukerrokseen 103. Havupuukuitukerroksen 102 jatkuvuus tulivuorimaisen rakenteen pohjalla on selvästi nähtävissä. Näin ollen saadun kerrostetun paperirainan kangaspuolella on kuivaus/kuviopainatuskankaan rainaa tukevan pinnan negatiivikuva, kun taas kerrostetun paperirainan pikeemäisellä viirapuolella on ainakin jossain määrin kankaan rainaa tukevan pinnan positiivikuva.

Koska kerrostetun rainan pitkäkuituinen kerros säilyy oleellisesti jatkuvana ja tasomaisena, tuloksena olevien lopullisten paperiarkkien kokonaisvetolujuus ja yhtenäisyys eivät eroa merkittävästi samalla tavoin valmistetuista kerrostamattomista arkeista, jotka on muodostettu samanlaisten kuitujen yhdestä homogeenisesti sekoitetusta lietteestä. Lyhyiden kuitujen erillisten rivien uudelleen orientoituminen ja suunnasta poikkeaminen rainan tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa johtaa kuitenkin tällaisten kerrostettujen paperiarkkien kokonaisbulkin ja paksuuden merkittävään kasvuun. Johtuen kerrostettujen arkkien suuremmasta välitiloja muodostavasta huokostilavuudesta, so. pienemmästä kokonaistiheydestä, niillä on parantunut kokonaisimukyky parantuneen taipuisuuden, laskeutuvuuden ja kokoonpuristuvuuden lisäksi. Tällaisilla valmiilla paperiarkeilla katsotaan yleensä olevan merkittävästi parantunut kosketeltavuusvaikutelma rainan kangaspuolella samoin kuin parantunut kokonaispehmeys. Tämän uskotaan johtuvan ei vain lyhyiden

kuitujen uudelleen orientoitumisesta ja eristäytymisestä rainan kangaspuolelle, vaan myös rainan tiheyden kokonaispienenemästä. Kuten kuviossa 13 voidaan nähdä, tällaisilla kerrostetuilla arkeilla on tiheysgradientti arkin toiselta puolelta toiselle, mikä johtaa nesteen absorptiogradienttiin, joka saa arkin toisen puolen tuntumaan kuivemmalta kosketukselle kuin toisen puolen. Tämä johtuu siitä, että neste siirtyy kapillaarivetovoiman vaikutuksesta vähemmän tiheältä arkin lyhytkuituiselta puolelta arkin tiheämmälle pitkäkuituiselle puolelle ja pysyy siellä johtuen edullisen kapillaarikogradientin olemassaolosta näiden kahden kerroksen välillä.

Vaikka kuviossa 3 yleisesti esitetyn tyyppiset pitkäkuitu/lyhytkuiturainat edustavat keksinnön mukaista suositeltavinta toteutusmuotoa, on yllättäen keksitty, että samanlaisia parannuksia bulkissa ja paksuudessa voidaan myös saavuttaa, vaikkakin vähäisemmässä määrin kerrostamalla pitkien ja lyhyiden kuitujen homogeenisesti sekoitettuja kerroksia toistensa päälle kuvioissa 6 ja 7 esitetyllä tavalla, kerrostamalla samanlaisia pitkäkuituisia kerroksia toistensa päälle, ja jopa kerrostamalla pitkiä ja lyhyitä paperinvalmistuskuituja päinvastaisessa järjestyksessä kuin yllä esitettiin, so. siten, että pitkäkuituinen kerros on rainan kangaspuolella, kuten kuvioissa 8 ja 9 esitetään. On kuitenkin huomattava, että kun kuivaus/kuviopainatuskankaan kanssa kosketuksessa, so. rainan kangaspuolella olevan kerroksen kuitupitoisuus on oleellisesti sama kuin kuivaus/kuviopainatuskankaan vastakkaisen kerroksen, so. rainan viirapuolen kuitupitoisuus, molemmat kerrokset voidaan yleensä muuttaa arkkia vastaan kohtisuorassa tasossa. Viimemainitussa tapauksessa kuitujen kuvioidut erilliset alueet, jotka kohoavat ulospäin arkin kangaspuolelta, voivat synnyttää epäjatkuvuuksia, jotka ulottuvat koko rainan paksuuden läpi, jotka epäjatkuvuudet näkyvät selvemmin saadun paperirakenteen molemmilta puolilta.

Keksinnön mukaiset viimemainitut toteutusmuodot ovat kuitenkin yleensä vähemmän suositeltavia, sillä useimmissa tapauksissa niillä ei ole kaikkia muita erinomaisia ominaisuuksia, joita on kuviossa 3 yleisesti esitetyn tyyppisillä pitkäkuitu/lyhytkuitukerrostetuilla rainoilla.

Sen jälkeen, kun yhdistelmäpaperiraina 27 on siirretty kuivaus/kuviopainatuskankaalle 37, tasoviira 3 kulkee viiran palautustelan 8 ympäri, sopivan puhdistus-, ohjaus- ja kiristyslaitteiden läpi, joita ei ole esitetty ja takaisin alimmalle rintatelalle 5. Kuivaus/kuviopainatuskangas 37 ja kerrostettu paperiraina 27 suunnataan suunnanmuutostelan 38 ympäri ja ne kulkevat kuumailma-, läpipuhalluskuivaajan läpi, jota on kaavamaisesti esitetty kohdissa 45 ja 46, jossa kerrostettu paperiraina esikuivataan termisesti häiritsemättä sen suhdetta kuivaus/kuviopainatuskankaaseen 37. Kuuma ilma on suositeltavaa suunnata kerros-

tetun paperirainan 27 viirapuolelta 27b rainan ja kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 läpi mahdollisen haitallisen vaikutuksen välttämiseksi rainan kangaspuolella 27a sijaitsevien suhteellisen lyhyiden paperinvalmistuskuitujen tunkeutumiseen kankaan aukkoihin. US-patentissa 3 303 576, joka on julkaistu nimellä Sisson 14. helmikuuta 1967, on esitetty suositeltava laitteisto kerrostetun paperirainan 27 termiseksi esikuivaamiseksi. Vaikka tarkka tapa, jolla terminen esikuivaus toteutetaan, ei ole kriittinen, on kriittistä, että määrän paperirainan 27 suhde kuivaus/kuviopainatuskankaaseen 37 ylläpidetään, kun se kerran on vaikiinutettu, ainakin sen aikaa, kun rainan kuitusakeus on suhteellisen pieni.

US-patentin 3 301 746 mukaan termistä esikuivausta on suositeltavaa käyttää rainan kuitusakeuden saamiseksi kosteassa paperirainassa arvoon noin 30-80 %. Kuitenkin Gregory A. Bates'in US-patentista n:o 3 926 716, julkaistu 16. joulukuuta 1975, tiedetään nyt, että niinkin korkeat kuin noin 98 %:n kuduskuitusakeudet ovat mahdollisia.

Termisen esikuivauksen jälkeen haluttuun kuitusakeuteen kuivaus/kuviopainatuskangas 37 ja termisesti esikuivattu yhdistelmäpaperiraina 27 kulkevat oikaisutelan 39 yli, joka estää ryppyjen muodostumisen kuivaus/kuviopainatuskankaaseen, kankaan palautustelan 40 yli ja mieluummin yksisylinterisen kuivausrummun 50 pinnalle. Ruiskutussuuttimia 51 on suositeltavaa käyttää pienen tartunta-ainemäärän ruiskuttamiseen kuivausrummun 50 pinnalle, kuten edellä mainitussa Gregory A. Bates'in patentissa täydellisemmin on esitetty. Kankaan ristikuviota kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 rainaa kannattavalle pinnalle 37a käytetään tämän keksinnön suositeltavassa toteutusmuodossa tiivistämään erillisiä osia termisesti esikuivatusta paperirainasta 27 johtamalla kangas ja raina painetelan 41 ja yksisylinterisen kuivausrummun 51 väliin muodostuvan raon läpi. Sen jälkeen kun raina on siirretty yksisylinteriselle kuivausrummulle 50, kuivaus/kuviopainatuskangas 37 palaa tyhjäimukengälle 36 kankaan palautustelosten 42, 43 ja 44 yli, kuivaus/kuviopainatuskangas pestään puhtaaksi siihen tarttuneista kuiduista vesisuihkuilla 47 ja 48 ja kuivataan imulaatikon 49 avulla sen paluuaikana. Kankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välissä tapahtuvan tiivistämisen jälkeen termisesti esikuivattu kerrostettu paperiraina 27 jatkaa painetelan 41 ja yksisylinterisen kuivausrummun 50 väliin muodostuneesta raosta pitkin yksisylinterisen kuivausrummun 50 ulkokehää lopulliseen kuivaukseen ja on suositeltavaa krepata yksisylinterirummun pinnalta kaavinterän 52 avulla.

Vielä toisessa keksinnön mukaisessa toteutusmuodossa tiivistysvaihe kankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välillä jätetään kokonaan pois. Kosteaa kerrostettu paperiraina 27 kuivataan lopuksi paikallaan suoraan kuivaus/kuviopainatuskankaan 37 pinnalla. Kun kerrostettu paperiraina on poistettu kuivaus/kuviopainatuskankaalta 37, se on suositeltavaa saattaa jonkin alaiseksi niistä lukuisista proses-

seista, jotka on suunniteltu aikaansaamaan hyväksyttävä venymä, pehmeys ja laskeutuvuus lopulliseen arkkiin, esim. mikrokreppaukseen, joka suoritetaan eri tavoin kuormitettujen kumihihnojen ja/tai eri tavoin kuormitetun kumihihnan ja kovan pinnan välissä. Tällaiset mekaaniset mikrokreppausprosessit ovat yleisesti tunnettuja paperiteollisuudessa. Keksinnön mukaisessa erityisen suositeltavassa toteutusmuodossa lopullisesti kuivattu, kerrostettu paperiraina suljetaan vaihtelevilla vetojännityksillä kulkevan kumihihnan ja hihnapyöräpinnan väliin mikrokreppauksen aikaansaamiseksi samanlaisessa systeemissä kuin on esitetty US-patentissa 2 624 245, julkaistu nimellä Cluett 6. tammikuuta 1953 ja joka kansantajuisesti tunnetaan "clupakin" valmistuksena.

Vaikka edellä mainitun ristikuviotiivistysvaiheen poisjättämisellä ja mekaanisen mikrokreppauksen mukaanottamisella saattaa olla haitallinen vaikutus paperiarkkien kokonaisvetolujuuteen, lujuuden pieneneminen ei yleensä ole niin suuri, että se tekisi lopulliset arkit soveltumattomiksi käyttöön nenäliina-, pyyhe- ja vastaavissa tuotteissa. Lisäksi tällaisten kerrostettujen paperiarkkien kokonaisvetolujuutta voidaan normaalisti haluttaessa säätää ylöspäin saattamalla pitemmät paperinvalmistuskuidut lisäjauhatuksen alaiseksi ennen rainan muodostamista, jolloin niiden pyrkimys muodostaa paperinvalmistussidoksia kasvaa. Paperiteollisuudessa hyvin tunnettuja kuivalujuuslisäaineita voidaan myös käyttää tähän tarkoitukseen.

Kuvio 4 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva alan aikaisemman, kerrostamattoman krepatur paperiarkin 60 kangaspuolelta, joka arkki on valmistettu US-patentin 3 301 746 mukaisesti ja muodostettu yhdestä, homogeenisesti sekoitetusta lietteestä, joka sisältää noin 50 % havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja. Arkki saatettiin nestepaineen alaiseksi ja esikuivattiin termisesti 26 x 22 puolitoimikaskuivaus/kuviopainatuskankaalla, joka oli valmistettu edellämämainitussa Peter G. Ayers'in patenttihakemuksessa kuvatulla tavalla, tiivistettiin kankaan ristikuviolla yksisyylinteriselle kuivausrummulle tapahtuneen siirron jälkeen, lopuksi kuivattiin ja krepattiin poistamalla rummulta kaavinterän avulla. Lopullinen arkki sisältää noin 16 prosenttia kreppausta. Kuten kuviossa 5 esitetään, arkilla on pehmeän poimutuksen ulkonäkö, jossa vain pienehkö osa arkin kangaspuolella 60a olevista kuiduista kohoo ulospäin arkin pinnasta, kun sitä katsotaan koneen poikkisuunnassa.

Kuvio 6 on tasovalokuva, joka on suurennettu suunnilleen yhtä paljon kuin kuviossa 4, keksinnön mukaisen kerrostetun, krepatur paperiarkin 70 kangaspuolelta 70a, joka arkki on valmistettu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti ja joka on muodostettu kahdesta samanlaisesta, oleellisesti saman kuitupitoisuuden omaavasta lietteestä, kummankin lietteen sisältäessä noin 50 % havupuu- ja 50 % lehtipuukuituja homogeenisena seoksena. Neliömassat, valmistusolosuhteet, kuivaus/

kuviopainatuskangas ja kreppausaste olivat oleellisesti samat kuin kuvioissa 4 ja 5 esitetyllä kerrostamattomalla alan aikaisemmalla arkilla. Kuten kuvioita 5 ja 7 vertaamalla käy ilmi, kerrostetun arkin kangaspuolella 70a on suurempi määrä sen kuiduista poikkeutettu ulospäin arkin tasosta pois päin olevassa suunnassa. Näin ollen kuvioissa 6 ja 7 esitetyllä kerrostetulla paperiarkilla 70 on suurempi kokonaispaksuus ja tämän seurauksena pienempi tiheys kuin samalla tavoin valmistetuilla, kuvioissa 4 ja 5 esitetyllä kerrostamattomalla alan aikaisemmalla arkilla 60.

Kuvio 8 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva keksinnön mukaisen kerrostetun, krepatun paperiarkin 80 kangaspuolelta 80a, joka arkki on valmistettu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti ja sen ollessa muodostettu havupuukuitujen 80 lietteestä sen kangaspuolella 80a ja lehtipuukuitujen 82 lietteestä sen viirapuolella 80b, arkin kokonaiskuitupitoisuuden ollessa noin 50 % havupuun- ja 50 % lehtipuukuituja. Neliömassat, valmistusolosuhteet, kuivaus/kuviopainatuskangas ja kreppausaste olivat oleellisesti samat kuin kuvioissa 4-7 esitetyillä arkeilla. Kuvioiden 9 ja 5 vertailu osoittaa, että arkin kangaspuolella 80a on suurempi määrä kuiduista poikkeutettu ulospäin suunnassa, joka on yleensä pois päin arkin tasosta. On kuitenkin huomattava, että uudelleen orientoitujen kuitujen poikkeutusaste samoin kuin paikaltaan siirrettyjen kuitujen määrä näyttää olevan vähemmän huomattava kuin kuviossa 7 esitetyllä arkilla 70. Tämän uskotaan johtuvan kuitujen pienemmästä liikkuvuudesta pitkäkuituisessa kerroksessa 83 ja pitkien kuitujen suuremmasta taipumuksesta yhdistyä kuivaus/kuviopainatuskankaan aukkojen poikki verrattuna kerrokseen, joka koostuu joko lyhyistä kuiduista tai lyhyiden ja pitkien kuitujen homogeenisestä seoksesta. Kaikesta huolimatta kuvioissa 8 ja 9 esitetyllä kerrostetulla paperiarkilla 80 on suurempi kokonaispaksuus ja näin ollen pienempi tiheys kuin kuvioissa 4 ja 5 esitetyllä kerrostamattomalla alan aikaisemmalla arkilla 60.

Kuvio 10 on noin 20 kertaa todellisesta koosta suurennettu tasovalokuva kerrostetun, krepatun paperiarkin 90 kangaspuolelta 90a, joka arkki on valmistettu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti ja joka on muodostettu havupuukuitujen 92 lietteestä sen viirapuolella 90b ja lehtipuukuitujen 93 lietteestä sen kangaspuolella 90a arkin kokonaiskuitupitoisuuden ollessa noin 50 % havupuun- ja 50 % lehtipuukuituja. Vaikka neliömassa ja käytetyt valmistusolosuhteet olivat oleellisesti samat kuin kuvioissa 4-9 esitetyillä arkeilla, käytettiin karkeampi-verkkoista 18 x 16 puolitoimikaskuivaus/kuviopainatuskangasta, joka oli valmistettu edellä mainitussa Peter G. Ayers'in patentissa kuvatulla tavalla.

Lopullisesti kuivattu arkki krepattiin noin 20 %:n määrään. Kuvio 11 kuvaa selvästi erillisiä, täysin suljettuja tyyny rakenteita 91, jotka ovat luonteenomaisia

keksinnön mukaiselle suositeltavalle toteutusmuodolle. Erilliset tyhjäksi koverretut tyynyrakenteet 91 ovat muodostuneet arkin viirapuolella 90b olevan pitkäkuituisen kerroksen, joka pysyy oleellisesti tasomaisena ja jatkuvana, ja arkin kangaspuolella olevan lyhytkuituisen kerroksen 93 välille, joka kerros on osittain muutettu arkkiä vastaan kohtisuorassa tasossa pieniksi erillisiksi suunnasta poikkeutetuiksi alueiksi, jotka vastaavat kuivaus/kuviopainatuskankaan aukkoja. Kuvioissa 10 ja 11 esitetyn kerrostetun paperiarkin 90 kasvanut paksuus ja pienempi tiheys käyvät helposti ilmi verrattaessa kuvioissa 4 ja 5 esitettyyn kerrostamattomaan, alan aikaisempaan arkkiin 60. Kuvioiden 4 ja 10 vertailu paljastaa, että kerrostetun arkin 90 kangaspuolella olevat ristikuviot ovat vaikeampia erottaa kuin kerrostamattomalla, alan aikaisemmalla arkilla 60 johtuen kerrostetun rakenteen pienentyneestä kokonaistiheydestä. Kuitujen uudelleenorientoituminen kerrostetun kudoksen 90 lyhytkuituisessa kerroksessa 93 on myös erittäin ilmeinen kuviossa 11. Tässä suhteessa on huomattava, että lyhytkuituisen kerroksen 93 tiheys on pienempi kuin pitkäkuituisen kerroksen 92 tiheys kerrostetussa arkissa, mikä synnyttää edullisen kapillaarikokogradientin arkin kangaspuolen 90a ja arkin viirapuolen 90b välille.

Kuvio 14 on tasovalokuva, joka on suurennettu suunnilleen samassa määrin kuin kuviot 10 ja 12, kuvioissa 12 ja 13 esitetyn tyyppisen kerrostetun, krepatun paperirainan 100 kangaspuolelta 100a sen jälkeen, kun se on tiivistetty kankaan polvekkeiden ja kuivausrummun välissä, lopullisesti kuivattu ja krepattu kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti. Kuvioissa 14 ja 15 esitetty valmis kerrostettu arkki 100 sisältää noin 20 % kreppausta. Kerrostettu arkki 100 on samanlainen kuin kuvioissa 10 ja 11 esitetty kerrostettu arkki 90, mutta kuvioissa 10 ja 11 esitetyt täysin suljetut tyynymäiset rakenteet 91 ovat puhjenneet muodostaen tulivuorimaiset kartiorakenteet 101 arkin kangaspuolelle 100a. On kuitenkin huomattava, että kuvioissa 14 ja 15 esitetyn arkin pitkäkuituinen kerros 102 säilyy oleellisesti tasomaisena ja jatkuvana. Näin ollen kuvioissa 14 ja 15 esitetty keksinnön toteutusmuoto on yksinkertaisesti kuvioissa 10 ja 11 esitetyn toteutusmuodon muunnos, jossa lyhytkuituiselle kerrokselle 103 on tapahtunut täydellisempi uudelleenorientoituminen ja suurempi tunkeutuminen kuivaus/kuviopainatuskankaan aukkoihin.

Kuviossa 11 esitettyjen tyynymäisten rakenteiden 91 ja/tai kuvioissa 13, 15 ja 16 esitettyjen tulivuorimaisten kartiorakenteiden 101 muodostuminen keksinnön mukaisessa pitkäkuitu/lyhytkuitutoteutusmuodossa, joka on yleisesti esitetty kuviossa 3, on etupäässä funktio diagonaalisen vapaan raon ja kuitupituuden välisestä suhteesta, yhdistelmärainan kuitusakeudesta, kun raina saatetaan nestepaineen alaiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalla, ja märkään paperirainaan

vaikuttavasta nestepaineasteesta. Nyt on edelleen havaittu, että ei ole epätavallista, että keksinnön mukaisissa kerrostetuissa arkeissa esiintyy sekä kuviossa 11 esitettyjä tyynymäisiä rakenteita 91 että kuviossa 15 esitettyjä tulivuorimaisia kartiorakenteita yhdessä arkissa.

Koska parantuneen bulkin ja paksuuden edut, jotka saadaan kerrostamalla paperinvalmistuskuidut keksinnön mukaisesti, riippuvat etupäässä vuorovaikutuksesta rainan kangaspuolella olevan kuitukerroksen ja sen verkkomaisen kuivaus/kuviopainatuskankaan välillä, jolla raina saatetaan nestepaineen alaiseksi ja jolla se termisesti esikuivataan, mitä tahansa alan aikaisempien muodostuslaitteiden lukumäärää voidaan käyttää kerrostetun rainan alkumuodostukseen.

On myös huomattava, että keksintö voidaan toteuttaa laitteistolla käyttämällä joko yhtä sisäisesti jaettua perälaatikkoa tai kahta erillistä perälaatikkoa ja muodostamalla monikerroksinen paperiraina suoraan kuivaus/kuviopainatuskankaalla, kuten US-patentin 3 301 746 kuviossa 2 ehdotetaan. Koska tähän viime-mainittuun prosessiin ei liity rainan siirtoa hienoverkkoiselta tasomuodostusviiralta karkeampiverkkoiselle kuivaus/kuviopainatuskankaalle, kuten kuviossa 1 esitetään, nestepaineen, mieluummin tyhjän muodossa, annetaan vaikuttaa suoraan siihen ennen rainan termistä esikuivausta. Edellä mainituin poikkeuksin tämä muunnos on kaikissa muissa suhteissa identtinen kuvion 1 yhteydessä kuvattujen prosessien kanssa.

Keksintö on suositeltavinta toteuttaa paperiarkeilla, joiden kreppaamaton kuiva neliömassa on noin 8-65 ja kaikkein mieluummin välillä noin 11-41 g/m² riippuen halutusta tuotepainosta ja tuotteen aiotusta käytöstä. 8-65 g:n neliömassa-alueeseen liittyvien irtopainotiheyksien alue on tyypillisesti välillä noin 0,020-0,200 g/cm³, kun taas 11-40 g:n neliöpainoalueeseen liittyvien irtopainotiheyksien alue on tyypillisesti välillä n. 0,025-0,130 g/cm³, irtopainotiheyksien ollessa mitattu kalanteroimattomassa tilassa 12,4 g/cm²:n kuorman alaisena. Yleensä irtopainotiheys on ainakin jossain määrin suhteessa paperiarkin neliömassaan. Ts. irtopainotiheys pyrkii kasvamaan neliömassan kasvaessa, mutta ei välttämättä lineaarisena funktiona.

Keksinnön mukaisten lopullisten arkkien venymisominaisuuksia voidaan vaihdella halutulla tavalla riippuen niiden aiotusta käytöstä, kuivaus/kuviopainatuskankaan sopivalla valinnalla ja vaihtelemalla arkeille suoritettun mekaanisen kreppauksen tai mikrokreppauksen määrää.

Koska keksinnön mukaisten kerrostettujen pitkäkuitu/lyhytkuitupaperiarkkien bulkin ja paksuuden kasvuun vaikuttaa suurella määrällä rainan lyhytkuituisen kerroksen avustus, hakemuksen tekijät ovat todenneet, että kuohkeuden ja paksuuden maksimikasvu ja näin ollen kokonaistihedden maksimilaskun toteuttamiseksi,

yhdistelmärainan lyhytkuituisen kerroksen tulee mieluummin muodostaa vähintään noin 20 % rainan koko täysuunikuivapainosta, so. rainan painosta 100 %:n kuitusakeudella, ja on kaikkein mieluummin noin 40-60 % rainan koko täysuunikuivapainosta, erityisesti kun kyse on rainoista neliömassa-alueen alapäässä. Nyt on edelleen havaittu, että kun lyhytkuituinen kerros käsittää yli noin 80 % kudoksen koko täysuunikuivapainosta, saadun paperirakenteen kokonaisvetolujuus laskee. Näin ollen keksinnön mukaisessa suositeltavimmassa toteutusmuodossa lyhytkuituinen kerros muodostaa noin 20-80 % ja kaikkein mieluummin noin 40-60 % kudoksen koko täysuunikuivapainosta.

Yhdistelmärainan pitkäkuituisen kerroksen saastumisella lyhyillä paperinvalmistuskuiduilla ei ole mitään selviä negatiivisia vaikutuksia lopullisiin arkkeihin ainakaan ennenkuin lyhyiden kuitujen pitoisuus pitkäkuituisessa kerroksessa tulee niin suureksi, että se aiheuttaa vetolujuuden huononemista. Nyt on kuitenkin todettu, että päinvastainen ei pidä paikkaansa. Johtuen ilmeisesti pitempien paperinvalmistuskuitujen pienemmästä liikkuvuudesta ja niiden lisääntyneestä taipumuksesta yhdistyä kuivaus/kuviopainatuskankaan toisiaan leikkaavien ja vierekkäisten filamenttien poikki ja pienentää täten kuitujen uudelleenorientoitumisen ja tunkeutumisen määrää kankaan aukkoihin, on havaittu toivottavaksi keksinnön mukaisessa suositeltavimmassa toteutusmuodossa ylläpitää sellaista erotusastetta lyhytkuituisen ja pitkäkuituisen kerroksen välillä, että korkeintaan noin 30 % ja kaikkein mieluummin korkeintaan noin 15 % pitkistä paperinvalmistuskuiduista on läsnä etupäässä lyhyitä paperinvalmistuskuituja sisältävässä kerroksessa. Kun lyhytkuituisen kerroksen ristiinsaastumisaste pitkillä kuiduilla kasvaa tämän tason yläpuolelle, toivotut parannukset bulkissa ja paksuudessa, jotka ovat luonteenomaisia keksinnön mukaisille kerrostetuille pitkäkuitu/lyhytkuitupaperiarkeille, tulevat jonkin verran vähemmän ilmeisiksi.

Tässä esitetty keksintö voidaan haluttaessa laajentaa matalatiheyksisiin, monikerroksisiin paperirakenteisiin, jotka koostuvat esim. pitkäkuituisesta kerroksesta, joka sijaitsee lyhytkuituisten kerrosten parin välissä, parantuneen kosketeltavuusvaikutelman ja pintakuivuuden aikaansaamiseksi arkin molemmille pinnoille.

Kuvio 17 on kaavamainen osaesitys tällaisen kolmikerroksisen rainan muodostamiseen tarkoitettun prosessin eräästä toteutusmuodosta. Sisäisesti jaettuun kaksoisviiraperälaatikkoon 201 syötetään erillisiä kuitulietteitä niin, että perälaatikon 207 ylin osa sisältää etupäässä lyhyitä paperinvalmistuskuituja, kun taas perälaatikon alin osa 205 sisältää pääasiassa pitkiä paperinvalmistuskuituja. Kerrostettu liete lasketaan rakoon, joka muodostuu telojen 239, 241, 243, 244 ja 245 ympäri toimivan hienoverkkoisen tasoviiran 240 ja karkeampisilmukaisen kuviopainatuskankaan 246 välillä, jota on tässä kuvattu telojen 247,

249 ja 250 ympäri toimivana. Lyhytkuituinen kerros 223 ja pitkäkuituinen kerros 224 sulautuvat riittävästi yhteen rajapinnaltaan muodostaen yhtenäisen rainan 225, joka on kerrostunut kuitutyyppin mukaan. Kerrostettu raina 225 saatetaan jäämään kosketukseen kuviopainatuskankaan 246 rainaa tukevan pinnan 246a kanssa nestepaineen vaikutuksesta rainaan hienoverkkoisen tasoviiran 240 ja karkeampi-verkkoisen kuviopainatuskankaan 246 välisessä erotuskohdassa. Tämä on suositeltavaa toteuttaa tyhjö-pick-up'in 248 avulla, joka koskettaa kuviopainatuskankaan alapintaan 246b. Haluttaessa laitteisto voidaan varustaa valinnaisesti myös uritetulla höyry- tai ilmasuuttimella 242. Koska kerrostetun rainan 225 kuitusakeus on suhteellisen alhainen tässä pisteessä, nestepaineen vaikutus rainaan aiheuttaa yllä kuvatulla tavalla kuitujen uudelleenorientoitumista ja kuitujen tunkeutumista kankaan aukkoihin rainan lyhytkuituisessa kerroksessa 223.

Haluttaessa voidaan kerrostetun rainan 225 kuitusakeutta edelleen nostaa imulaatikoiden 218 ja 220 avulla sen lähentämiseksi lehtipuukerroksen 226 kuitusakeutta siirtokohdassa. Lehtipuukuitukerros on suositeltavaa muodostaa toisen perälaatikon 202, hienosilmukaisen tasoviiran 204, viirapöytien 215 ja 216 ja imulaatikoiden 222 ja 224 avulla, jotka ovat kuvion 1 yhteydessä yleisesti kuvattua tyyppiä. Lehtipuukuitukerros 226 siirretään hienoverkkoiselta tasoviiralta 204 kerrostetun rainan 225 pitkäkuituiselle kerrokselle 224 kolmikerroksisen rainan 227 muodostamiseksi oleellisesti samalla tavoin kuin kuviossa 1 on esitetty. Imusiirtolaatikkoa 206 on suositeltavaa käyttää kosketuksessa kuviopainatuskankaan alapinnan 246b kanssa siirron aikaansaamiseksi. Haluttaessa laitteisto voidaan varustaa myös uritetulla höyry- tai ilmasuuttimella 253.

Siirron jälkeen kolmikerroksisen kerrostetun rainan 227 kuitusakeutta on suositeltavaa nostaa suositeltavan alueen yläpäähän, so. kaikkein mieluummin tasolle noin 20-25 % imulaatikoiden 229, 231 ja 233 avulla. Tämä on yleensä toivottavaa kerrostetun rainan lyhytkuituisessa kerroksessa 223 olevien suunnasta poikkeutettujen alueiden häiriön minimoimiseksi kudoksen siirron aikana kuivaus/kuviopainatuskankaalle 237. Keksinnön mukaisessa suositeltavimmassa toteutusmuodossa kuivaus/kuviopainatuskangas 237 on rakenteeltaan oleellisesti identtinen kuviopainatuskankaan 246 kanssa. Kuten kuviossa 17 esitetään kolmikerroksisen rainan siirto kuviopainatuskankaalta 246 kuivaus/kuviopainatuskankaalle 237 on suositeltavinta toteuttaa tyhjö-pick-up'in 236 avulla, joka koskettaa kuivaus/kuviopainatuskankaan 237 alapintaa 237b. Koska höyrysuihkut, ilmasuihkut jne. pyrkivät häiritsemään rainan lehtipuukuitukerroksessa 223 olevia suunnasta poikkeutettuja alueita, on suositeltavaa olla käyttämättä tällaisia siirtoapulaitteita tässä nimenomaisessa kohdassa.

Kolmikerroksisen kerrostetun rainan 227 siirron jälkeen kuivaus/kuviopainatuskankaan rainaa tukevalle pinnalle 237a raina voidaan termisesti esikuivata

ja viimeistellä samalla tavoin kuin kuvion 1 yhteydessä kuvattu kaksikerroksinen raina.

Bulkin ja paksuuden parannusten maksimoimiseksi kolmikerroksisessa paperiarkissa, kuten kuviossa 17 esitettyssä on suositeltavaa kuivata raina täydellisesti kuivaus/kuviopainatuskankaalla 237 tiivistämättä rainaa kankaan polvekkeiden ja joustamattoman pinnan välissä termisen esikuivauksen jälkeen.

Edellä kuvattu kolmikerroksinen toteutusmuoto on suositeltavinta toteuttaa paperiarkeilla, joiden kuiva, kreppaamaton neliömassa on noin $13-65 \text{ g/m}^2$ riippuen halutusta tuotepainosta ja tuotteen aiotusta käytöstä. Tällaisten kolmikerroksisten paperiarkkien irtopainotiheydet ovat tyypillisesti noin $0,020-0,200 \text{ g/cm}^3$.

Tällä keksinnöllä on erittäin laaja sovellutusala valmistettaessa yhteisiä paperiarkkeja, joilla on samanlaiset tai erilaiset pintaominaisuudet sen vastakkaisilla puolilla, yhdisteltäessä erittäin matala tiheys ja hyväksyttävä vetolujuus yhteen ja samaan paperirakenteeseen jne. Yleensä keksintö antaa paperinvalmistajalle suuremman vapauden erikoissovittaa haluttujen, mutta aikaisemmin yhteensopimattomien arkkioinaisuuksien yhdistelmä yhdeksi yhtenäiseksi paperirakenteeksi.

Vaikka edellä oleva kuvaus koskee erityisesti luonnon paperinvalmistuskuitujen käyttöä, alaan perehtyneet oivaltavat helposti, että keksintö voidaan samalla tavoin toteuttaa kerrostettaessa synteettisiä paperinvalmistuskuituja tai jopa luonnon ja synteettisten paperinvalmistuskuitujen yhdistelmiä lopullisten arkkien valmistamiseksi, joilla on erittäin suuri bulkki ja matala tiheys, samoin kuin muitakin erityisen haluttuja ominaisuuksia.

Seuraavassa esitetyt esimerkit kuvaavat bulkin kasvua ja tiheyden piene-
nemistä ilman, että keksinnön mukaisesti valmistettujen kerrostettujen paperiarkkien kokonaisvetolujuus alenee, verrattuna alan aikaisempaan kerrostamattomaan paperiarkkiin, joka on valmistettu samalla tavoin yhdestä lietteestä, joka koostuu samanlaisten paperinvalmistuskuitujen homogeenisesta seoksesta.

Jokainen seuraavista esimerkeistä toteutettiin kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti. Kaikki esimerkkituotteet saatettiin nestepaineen alaiseksi, esikuivattiin termisesti ja niille suoritettiin tiivistys kankaan ristikuvioiden ja kuivausrummun välissä 26×22 polyesteristä valmistetulla puolitoimikaskuviopainatuskankaalla, jossa yhteisen kude- ja loimimonofilamentin halkaisija oli noin $0,056 \text{ cm}$ ja mitattu diagonaalinen vapaa rako oli noin $0,061 \text{ cm}$, jota kangasta oli käsitelty yleisesti edellä mainitun Peter G. Ayers'in patenttihakemuksen mukaisesti. Kankaan ristikuviopainatusala käsitti noin $39,1 \%$ kudoksen pinnasta. Jokaisen arkin kokonaiskuitupitoisuus koostui noin 50% :sta jauhettuja havupuumassakuituja, joiden keskipituus oli noin $0,246 \text{ cm}$, ja 50% :sta jauhamattomia

lehtipuomassakuituja, joiden keskipituus oli noin 0,089 cm. Jokaiselle kuivaus/kuviopainatuskankaalle tuetulle paperirainalle suoritettiin tiivistys kankaan ristikuvioilla painetelan avulla, joka toimii yksisylinteristä kuivausrumpua vasten noin paineella 300 naulaa lineaarista tuumaa kohti. Jokainen arkki tartutettiin yksisylinterirummun pinnalle edellä mainitun Gregory A. Bates'in patenttihakemuksen mukaisesti ja lopuksi kuivatut arkit poistettiin kuivausrummun pinnalta kaavinterän avulla, jolla oli 30^o:n kaltevuus, lopullisten arkkien valmistamiseksi, jotka sisälsivät noin 20 % kreppausta. Esimerkkien krepitut neliömassat pidettiin mahdollisuuksien rajoissa vakiona todellisten arvojen vaihdella suunnilleen välillä 23,2-23,9 g/m².

Esimerkki 1

Alan aikaisempi kerrostamaton paperiarkki valmistettiin US-patentin 3 301 746 mukaisesti. Kuituliete koostui homogeenisesti sekoitetuista havupuusta ja lehtipuukuiduista, joihin havupuukuituihin oli kulutettu jauhatusta 0,48 hevosvoimapäivää/tonni. Homogeenisesti sekoitettu liete johdettiin hienoverkkoiselle tasoviiralle yhtenäisen, kerrostamattoman rainan muodostamiseksi. Rainan kuitusakeus kohdassa, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 9,2 %. Pick-up'in imu, joka oli noin 243,8 mm elohopeaa, kohdistettiin märkään paperirainaan siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle. Raina esikuivattiin termisesti kankaalla noin 97,1 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Esimerkki 2

Valmistettiin kaksikerroksinen paperiarkki kuvion 1 yhteydessä esitetyn prosessin mukaisesti. Ensimmäinen kuituliete, joka koostui homogeenisesti sekoitetuista havupuomassa- ja lehtipuomassakuiduista, joihin havupuukuituihin oli kohdistettu jauhatusta 0,56 hevosvoimapäivää/tonni, johdettiin hienoverkkoiselle tasoviiralle ensimmäisen kuiturainan muodostamiseksi. Koostumukseltaan identtinen toinen kuituliete johdettiin toisesta perälaatikosta toiselle hienoverkkoiselle tasoviiralle toisen kuituseoksen muodostamiseksi. Toinen kuituraina yhdistettiin sen jälkeen ensimmäiseen kuiturainaan, kun molemmat rainat olivat suhteellisen alhaisessa kuitusakeudessa, kaksikerroksisen märän paperirainan muodostamiseksi kuviossa 1 kuvatun prosessin mukaisesti. Kaksikerroksisen rainan kuitusakeus kohdassa, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 9,9 %. Pick-up'in imu noin 246,4 mm elohopeaa kohdistettiin kosteaan paperirainaan siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle. Raina esikuivattiin termisesti kankaalla noin 94,9 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Esimerkki 3

Valmistettiin kaksikerroksinen paperiarkki kuvion 1 yhteydessä kuvatus ja esitetyn prosessin mukaisesti. Ensimmäinen kuituliete, joka koostui lehtipuumassakuiduista, johdettiin hienoverkkoiselle tasoviiralle ensimmäisen kuiturainan muodostamiseksi. Toinen kuituliete, joka koostui havupuumassakuiduista, joihin oli kohdistettu jauhatus 0,44 hevosvoimapäivää/tonni, johdettiin toisesta perälaatikosta toiselle hienoverkkoiselle tasoviiralle toisen kuiturainan muodostamiseksi. Toinen kuituraina yhdistettiin sen jälkeen ensimmäiseen kuiturainaan, kun molemmat rainat olivat suhteellisen alhaisessa kuitusakeudessa, kaksikerroksisen määrän paperirainan muodostamiseksi kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti. Kaksikerroksisen rainan kuitusakeus kohdassa, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 9,6 %. Suunnilleen 241,3 mmHg:n pick-up'in imu kohdistettiin kosteaan paperikudokseen siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle. Raina siirrettiin kankaalle siten, että havupuukuitukerros saatettiin kosketukseen kankaan rainaa tukevan pinnan kanssa. Raina esikuvattiin termisesti kankaalla noin 94,2 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Esimerkki 4

Valmistettiin kaksikerroksinen paperiarkki kuvion 1 yhteydessä esitetyn prosessin mukaisesti. Ensimmäinen kuituliete, joka koostui havupuukuiduista, joihin oli kohdistettu jauhatus 0,48 hevosvoimapäivää tonnia kohti, johdettiin hienoverkkoiselle tasoviiralle ensimmäisen kuiturainan muodostamiseksi. Toinen kuituliete, joka koostui lehtipuumassakuiduista, johdettiin toisesta perälaatikosta toiselle hienoverkkoiselle tasoviiralle toisen kuiturainan muodostamiseksi. Toinen kuituraina yhdistettiin sen jälkeen ensimmäiseen kuiturainaan, kun molemmat rainat olivat suhteellisen alhaisessa kuitusakeudessa, kaksikerroksisen, kerrotetun määrän paperirainan muodostamiseksi kuviossa 1 esitetyn prosessin mukaisesti. Kaksikerroksisen rainan kuitusakeus kohdassa, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 8,9 %. Suunnilleen 254,0 mmHg:n pick-up- imu kohdistettiin määrälle paperirainalle siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle. Raina siirrettiin kuivaus/kuviopainatuskankaalle siten, että sen lehtipuukuitukerros saatettiin kosketukseen kankaan rainan tukevan pinnan kanssa. Raina esikuvattiin termisesti kankaalla noin 89,4 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Esimerkki 5

Valmistettiin kaksikerroksinen paperiarkki samalla tavoin kuin esimerkissä 4, mutta valmistusolosuhteita vaihdeltiin seuraavasti: (1) havupuumassakuituihin

kohdistettiin jauhatus 0,40 hevosvoimapäivää tonnia kohti; (2) kaksikerroksisen rainan kuitusakeus kohdassa, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 9,6 %; (3) noin 127,0 mmHg:n pick-up-imu kohdistettiin märkään paperirainaan siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle; ja (4) raina esikuivattiin termisesti kankaalla noin 85,0 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Esimerkki 6

Valmistettiin kaksikerroksinen paperiarkki samalla tavoin kuin esimerkissä 4, mutta valmistusolosuhteita vaihdeltiin seuraavasti: (1) havupuumassa-kuituihin kohdistettiin jauhatus 0,40 hevosvoimapäivää tonnia kohti; (2) kaksikerroksisen rainan kuitusakeus pisteessä, jossa se siirrettiin tasoviiralta kuivaus/kuviopainatuskankaalle, oli noin 16,5 %; (3) noin 241,3 mmHg:n nosto-pick-up-imu kohdistettiin märkään paperirainaan siirron aikaansaamiseksi kuivaus/kuviopainatuskankaalle; ja (4) raina esikuivattiin termisesti kankaalla noin 84,5 %:n kuitusakeuteen ennen sen ristikuviotiivistystä yksisylinterikuivaajalle siirron jälkeen. Saadun paperiarkin ominaisuudet esitetään taulukoissa I ja II.

Taulukoissa I ja II esitetyt eri esimerkkituotteille suoritettut vertailukokeet tehtiin seuraavasti:

Kuivapaksaus

Tämä saatiin moottoroidulla mikrometrillä Model 549 M, jollainen on saatavissa Testing Machines Inc. - yhtiöltä, Amityville, Long Island, New York. Tuotenäytteet alistettiin 12,4 g/cm²:n kuormituksen alaisiksi halkaisijaltaan 5 cm:n alasimen alle. Mikrometri nollattiin, jotta varmistuttaisiin, ettei mitään vierasta ainetta ollut alasimen alla ennen näytteiden asettamista mitattaviksi, ja kalibroitiin oikeiden lukemien varmistamiseksi. Mittaukset luettiin suoraan mikrometriasteikolta ja ilmoitetaan mm:nä.

Laskettu tiheys

Jokaisen näytearkin tiheys laskettiin jakamalla näytearkin neliömassa näytearkin paksuudella mitattuna 12,4 g/cm²:n kuormituksella.

Kuivavetolujuus

Tämä saatiin Thwing-Albert Model QC-vetolujuusmittarilla, jollainen on saatavissa Thwing-Albert Instrument Company-yhtiöltä, Philadelphia, Pennsylvania. Mitoiltaan 2,5 cm x 15,2 cm näytteet leikattiin sekä kone- että poikkisuunnassa. Neljä näyteliuskaa asetettiin toistensa päälle ja pantiin vetokoneen leukoihin, jotka oli asetettu 5 cm:n mittapituudelle. Palkin nopeus kokeen aikana oli 10 cm/min. Lukemat otettiin suoraan koneessa olevasta digitaalisesta tulostuksesta murtumishetkellä ja jaettiin neljällä yksityisen näytteen vetolujuuden saamiseksi. Tulokset ilmoitetaan yksikkönä g/cm.

Venymä

Venymä on arkin konesuuntainen ja poikkisuuntainen venyminen prosenteissa mitattuna murtumishetkellä ja se luetaan suoraan toisesta Thwing-Albert-vetokoneessa olevasta digitaalisesta tulostuksesta. Venymälukemat otettiin samanaikaisesti vetolujuuslukemien kanssa.

Repäisyjuvuus konesuunnassa

Tämä saatiin kapasiteetiltaan 200 gramman Elmendorf Model 60-5-2-repäisyjuvuuslaitteella, jollainen on saatavissa Thwing-Albert Instrument Company-yhtiöltä, Philadelphia, Pennsylvania. Koe on suunniteltu mittaamaan repäisyjuvuutta arkeissa, joissa repeämä on aloitettu. Tuotenäytteet leikattiin 6,4 cm x 7,6 cm kokoon 6,4 cm:n dimension ollessa suunnattu näytteiden konesuunnan kanssa yhdensuuntaisesti. Kahdeksan tuotenäytettä pinottiin päällekkäin ja kiristettiin koelaitteen leukoihin siten, että repäisyjuvuunta tuli suunnatuksi yhdensuuntaisesti 6,4 cm:n dimension kanssa. 1,3 cm pitkä leikkaus tehtiin sitten näytepinon alimpaan reunaan yhdensuuntaisesti repäisyjuvuunnan kanssa. Mallia 65-1 oleva digitaalinen tulostusyksikkö, joka myöskin on saatavissa Thwing-Albert Instrument Company-yhtiöltä, nollattiin ja kalibroitiin käyttäen Elmendorf No. 60 - kalibrointipainoa ennen kokeen aloittamista. Lukemat otettiin suoraan digitaalisesta tulostusyksiköstä ja sijoitettiin seuraavaan yhtälöön:

$$\text{Repäisyjuvuus} = \frac{\text{Repäisylaitteen kapasiteetti (g)} \quad \text{Lukema digitaalisesta tulostusyksiköstä (\%)}}{\text{Koestettujen tuoteliuskosten lukumäärä}} \times \frac{1}{100}$$

Tulokset ilmoitetaan yksikkönä g/liuska tuotetta.

Handle-0-Meter-arvo

Tämä saatiin Catalog No. 211-3 Handle-0-Meter-laitteella, jollainen on saatavissa Thwing-Albert Instrument Company-yhtiöltä, Philadelphia, Pennsylvania. Handle-0-Meter-arvot ilmaisevat arkin jäykkyyttä ja liukukitkaa, jotka puolestaan ovat suhteessa käsituntuun, pehmeeseen ja laskeutuvuuteen. Tuotenäytteet leikattiin 11,4 cm x 11,4 cm kokoon ja kaksi näytettä asetettiin toistensa viereen raon poikki, jonka leveys oli 0,64 cm jokaisessa kokeessa. Handle-0-Meter-arvot konesuunnassa saatiin suuntaamalla tuotenäytteiden konesuunta yhdensuuntaiseksi Handle-0-Meter-terän kanssa, kun taas Handle-0-Meter-arvot poikkisuunnassa saatiin suuntaamalla tuotenäytteiden poikkisuunta yhdensuuntaiseksi Handle-0-Meter-terän kanssa.

Handle-0-Meter-tulokset ilmoitetaan grammoissa.

Taivutusjäykkyys ja taipumismoduli

Niiden arkkimominaisuuksien määrittäminen, jotka ovat suhteessa kosketeltavuusvaikutelmaan ja laskeutuvuuteen suoritettiin tekstiilikoestuksen mukaisesti. Kankaan käsituntu koskee materiaalin tunto- tai kosketeltavuusvaikutelmaa ja riippuu siten kosketuksen herkkyydestä. Kun kankaan käsituntu on ratkaistu, käytetään hyväksi jäykkyyden tai taipuisuuden, kovuuden tai pehmeiden ja karkeuden tai sileyden aistimuksia. Laskeutuvuudella on melko erilainen merkitys ja hyvin laajasti se on kankaan kyky omaksua miellyttävä ulkonäkö käytössä. Kokemus on tekstiiliteollisuudessa osoittanut, että kankaan jäykkyys on avaintekijä käsitunnun ja laskeutuvuuden tutkimisessa.

Eräs tekstiiliteollisuuden suunnittelema mittari jäykkyyden mittaamiseksi on Shirley-jäykkyydsmittari. Esimerkeissä 1-6 yllä kuvattujen paperinäytteiden poimutus- ja pintatuntuominaisuuksien vertailemiseksi rakennettiin Shirley-jäykkyydsmittari paperinäytteiden "taipumusvakuuden" määrittämiseksi ja tämän jälkeen "taivutusjäykkyyden" ja "taipumismodulin" arvojen laskemiseksi.

Shirley-jäykkyydsmittaria kuvataan menetelmässä ASTM Standard Method No. 1388. Mittarin vaakasuoraa koroketta tukee kaksi sivupalaa, jotka on tehty muovista. Sivupaloihin on kaiverrettu osoitusviivat $41 \frac{1}{2}^{\circ}$:n standardi taipumakulmaan. Mittariin on kiinnitetty peili, joka tekee käyttäjälle mahdolliseksi seurata molempia osoitusviivoja sopivasta asennosta. Mittarin skaala on jaettu sentteihin. Skaalaa voidaan käyttää mallineena koekappaleiden leikkaamisessa a.o. kokoon.

Kokeen suorittamiseksi suorakulmainen paperisuikale $15,2 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$ leikataan samaan kokoon kuin mitta-asteikko ja sitten sekä mitta-asteikko että koekappale siirretään korokkeelle koekappale alimmaisena. Molempia työnnetään hitaasti eteenpäin. Paperisuikale alkaa painua alaspäin korokkeen reunan yli, kun mitta-asteikko ja koekappale siirtyvät eteenpäin. Skaalan ja koekappaleen liikettä jatketaan, kunnes koekappaleen kärki peilistä katsoen leikkaa molemmat osoitusviivat. Ylityksen määrä "}" voidaan välittömästi lukea mitta-asteikon merkistä, joka on vastapäätä korokkeen sivulle kaiverrettua nollaviivaa.

Johtuen siitä, että paperi omaksuu pysyvän taipuman sen jälkeen, kun sille on suoritettu tällainen jäykkyysoe, neljää erillistä koekappaletta käytettiin paperin jäykkyyden testaamiseen tiettyä akselia pitkin ja sen jälkeen laskettiin keskiarvo kyseiselle akselille. Näytteet leikattiin sekä kone- että poikkisuunnassa. Sekä kone- että poikkisuunnassa saaduista tuloksista laskettiin keskimääräinen ylitysarvo "}" kullekin paperinäytteelle.

Taipumisvakuus "c" määritellään näiden kokeiden tarkoituksia varten paperin vakuudeksi, joka taipuu omasta painostaan tietyn määrän. Jäykkyydsmitta määrää

poimutuslaadun. Laskelma on seuraava:

"c" = "λ" cm x f (θ), jossa

$$f(\theta) = (\cos 1/2 \theta \div 8 \tan \theta)^{1/3} \text{ ja}$$

"λ" = kunkin paperinäytteen keskimääräinen ylitysarvo yllä määritellyllä tavalla.

Kun kyseessä on Shirley Stiffness-koestuslaite, kulma $\theta = 41 \ 1/2^\circ$, jossa kulmassa f (θ) tai f (41 1/2°) = 0,5. Tämän vuoksi yllä oleva laskelma yksinkertaistuu muotoon:

$$"c" = "λ" \times (0,5) \text{ cm.}$$

Taivutusjäykkyys "G" on jäykkyyden mitta, joka liittyy käsituntuun.

Taivutusjäykkyyden "G" laskeminen tässä tapauksessa käy seuraavasti: "G" = (kyseessä olevan paperinäytteen neliömassa g/m²) x "c" mg-cm, jossa

"c" = kyseessä olevan paperinäytteen taipumispituus yllä määritellyllä tavalla ilmoitettuna cm:inä.

Taipumismoduli "q" on esimerkeissä ilmoitetussa muodossa riippumaton koestetun suikaleen dimensioista ja sitä voidaan pitää materiaalin "sisäisenä jäykkyytenä". Tämän vuoksi tätä arvoa voidaan käyttää verrattaessa sellaisten materiaalien jäykkyyttä, joilla on eri paksuudet. Sen laskemiseksi paperinäytteen paksuus tai mikrometrilukema mitattiin 12,4 g/cm²:n paineella eikä 70 g/cm²:n paineella, kuten ASTM Standard Method No. 1388 ehdottaa. 12,4 g:n paksuusmittauspainetta käytettiin, jotta minimoitaisiin mahdollinen taipumus murtaa arkki, mikä tekisi erot eri esimerkkien välillä epäselviksi.

Taipumismoduli "q" esitetään kaavalla:

$$"q" = 732 \times "G" \div "g"^3 \text{ kg/cm}^2,$$

jossa "G" on kyseessä olevan paperinäytteen taivutusjäykkyys yllä määritellyllä tavalla ilmoitettuna yksikköinä mg-cm, ja "g" on kyseessä olevan paperinäytteen paksuus tai mikrometrilukema ilmoitettuna 0,025 mm:einä, kun se on saatettu 12,4 g/cm²:n paineen alaiseksi.

Tulokset kokeista, jotka on suoritettu näytepaperiarkeilla, jotka on valmistettu yllä kuvattujen ajojen aikana, ilmoitetaan alla olevissa esimerkeissä taivutusjäykkyyden "G" ja taipumismodulin "q" muodossa, joilla molemmilla on tekemistä sekä poimutuksen että kosketeltavuusvaikutelman kanssa. Alemmat taivutusjäykkyyden ja taipumismodulin arvot osoittavat yleensä parantunutta poimutusta ja kosketeltavuusvaikutelmaa.

Puristustyö-arvo

Esimerkkien taulukoissa alla ilmoitetut CWV-luvut määrittelevät sellaisen paperiarkin puristusmuodonmuutosominaisuudet (sienimäisyys on osa koko pehmeysvaikutelmasta henkilölle, joka käsittelee paperia), jota on kuormitettu sen

vastakkaisilta tasopinnoilta. CWV-arvon merkitys on paremmin ymmärrettävissä kuvittelemalla, että CWV-luku edustaa kokonaistyötä, joka vaaditaan yhden tasaisen paperiarkin pintojen puristamiseen sisäänpäin toisiaan kohti $19,4 \text{ g/cm}^2$:n yksikkökuormaan saakka. Suoritettaessa edellä mainittua puristuskoetta paperiarkin paksuus pienenee ja tehdään työtä. Tämä työ tai kulutettu energia on samanlainen kuin se työ, jonka tekee henkilö, joka pusertaa tasaisen paperiarkin tasaisia pintoja peukalonsa ja etusormensa välissä saadakseen vaikutelman sen pehmeystä. Hakemuksen tekijät ovat havainneet, että CWV-luvut ovat vastaavuussuhteessa pehmeysvaikutelman kanssa, jonka henkilö saa käsitellessään paperiarkkia.

Instron-koestuslaitetta Model No. TM käytettiin CWV-lukujen mittaamiseen asettamalla yksi 26 cm^2 :n paperiarkki puristuslevyjen väliin. Näytettä kuormitettiin sitten sen tasaisilta vastakkaisilta pinnoilta nopeudella $0,25 \text{ cm}$ puristusmuodonmuutosta minuutissa, kunnes kuormitus neliösenttimetriä kohti saavutti $19,4 \text{ g}$.

Instron-koestuslaite on varustettu piirturiyksiköllä, joka muodostaa kokonaisuuden arkin pintojen puristusliikkeestä ja hetkellisestä kuormituksesta antaen kokonaistyön senttimetri-grammoissa, joka vaaditaan $19,4 \text{ g/cm}^2$:n kuormituksen saavuttamiseen. Tämä työ, joka ilmoitetaan cm-grammoina 26 cm^2 :iä kohti arkin pinta-alaa, on tässä käytetty CWV-luku. Korkeampi CWV-luku ilmaisee yleensä kyseessä olevan pehmeämmän arkin.

Puristusmoduli

Puristusmoduli on alla olevissa esimerkeissä ilmoitettuna yleensä samanlainen kuin kimmomoduli, jota kuvataan sivuilla 7-05 ja 7-06 Kent'in käsikirjassa Mechanical Engineer's Handbook, 11. painos, joka julkaisu liitetään täten viitteenä tähän esitykseen. Puristusmodulia voidaan pitää materiaalin "sisäisenä puristuskestoisuutena" sen jännitys-venymäkäyrän kulloisessakin pisteessä, joka syntyy koemenettelyn aikana määritettäessä CWV-arvoja yllä kuvatulla tavalla.

Edellä mainitun julkaisun mukaisesti kimmomoduli tai puristusmoduli "E" saadaan yhtälöstä:

$$E = \frac{P\lambda}{Ae}$$

jossa "P" on käytetty voima, " λ " on testattavan näytteen pituus, "A" on testattavan näytteen poikkipinta-ala ja "e" on näytteen saatu kokonaisuodonmuutos.

Määritettäessä puristusmodulia paperinäytteille testattavan materiaalin kimmoraja on erittäin alhainen. Tämän vuoksi yllä olevaa yhtälöä modifioitiin seuraavasti:

$$E = \frac{(\Delta P) \zeta}{A (\Delta e)}$$

jossa " (ΔP) " on se differentiaalivoima, joka on määrätty piirtämällä tangentti-suora jännitys-venymäkäyrään ennalta määrätyle käytetylle kuormitusarvolle (tässä tapauksessa 400 g) ja ulottamalla tangenttisuora ennalta määrätyle etäisyydelle käytetyn kuormitusarvon molemmille puolille (tässä tapauksessa 300-500 g) differentiaalivoiman " (ΔP) " aikaansaamiseksi (tässä tapauksessa 200 g); " ζ " on testattavan paperinäytteen paksuus mitattuna käytetyllä kuormitusarvolla (tässä tapauksessa 400 g); "A" on testattavan paperinäytteen pinta-ala (tässä tapauksessa 26 cm²); ja " (Δe) " on testattavan näytteen differentiaalinen muodonmuutos määriteltynä edellämmainitun tangenttisuoran päätepisteistä (so. muodonmuutos mitattuna 300 g:n kuormituksella miinus muodonmuutos mitattuna 500 g:n kuormituksella).

Alemmat puristusmoduli-arvot ovat yleensä toivottavia nenäliinoissa ja terveystuotteissa, koska ne osoittavat pienentynttä kokoonpainumiskestokykyä kuormituksilla, joita tällaisiin rakenteisiin normaalisti kohdistetaan.

Imukyky

Eräs puoli paperiarkin kokonaisabsorptiokyvystä on sen vedenimemiskyky. Tätä koetta käytettiin määrittämään kunkin näytearkin kykyä absorboida vettä määrätyle virtausnopeudella määrätylessä ajassa. Tuotenäytteet leikattiin 6,5 cm x 6,5 cm kokoon, pinottiin 8 päällekkäin ja asetettiin imukykymittarin kaltevasoiseen polyuretaanipitimeen. Sekä näytteen että polyuretaanipitimen paino määrättiin ennen näytteen kostutusta. Näytteet asetettiin polyuretaanipitimeen siten, että niiden poikkisuunta suunnattiin yhdensuuntaiseksi kaltevan tason kanssa. Vettä syötettiin kaltevan tason yläpähän 500 ml/min:n säädetyllä nopeudella yhden minuutin ajan. Kyllästetyn näytteen annettiin jäädä kaltevaan polyuretaanipitimeen vielä 45 sekunniksi sen jälkeen, kun vesi oli suljettu pois, jona aikana ylimääräinen vesi poistettiin pitimestä varoen koskettamasta kyllästettyä näytettä. Polyuretaanipitimen ja kyllästetyn näytteen paino mitattiin sen jälkeen. Näytteen imemä vesimäärä määrättiin vähentämällä polyuretaanipitimen ja näytteen kuivapaino polyuretaanipitimen ja näytteen märkäpainosta. Koska näytteen kuivapaino oli myös tunnettu, suoritettiin seuraava laskelma:

$$\text{Tuotteen yksikköä kohti imeytynyt vesimäärä} = \frac{\left[\begin{array}{l} \text{Tunnetun näytemäärän absorboima veden} \\ \text{kokonaismäärä (g)} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{l} \text{Näytteen tunnetun määrän} \\ \text{kuivapaino (g)} \end{array} \right]}$$

Tulokset ilmoitetaan grammoina absorboitunutta vettä/gramma näytettä.

Inemismoisuus

Toinen puoli paperiarkin kokonaisabsorptiokyvystä on sen vedenimemismoisuus. Tämä koe suoritettiin mittaamalla sekunneissa aika, joka tarvitaan 0,10 ml:lle tislattua vettä, jotta se imeytyisi yhteen 6,5 cm x 6,5 cm arkkinäytteeseen käytettäessä Reid-tyyppistä mittaria, jollaista kuvataan yksityiskohtaisesti S.G. Reid'in artikkelissa "A Method for Measuring the Rate of Absorption of Water by Creped Tissue Paper", joka löytyy julkaisun Pulp and Paper Magazine of Canada, Vol 68, No. 3 Convention Issue, 1967 sivuilta T-115 - T-117. Kokeet suoritettiin avaamalla samanaikaisesti kalibroidun pipetin ja näytettä koskettavan kapillaarikärjen välillä sijaitseva sulkuhana ja käynnistämällä sekuntikello, seuraamalla veden tasoa pipetissä, kun vettä absorboitui näytteeseen ja pysäyttämällä kello, kun tarkalleen 0,10 ml vettä oli valunut kalibroidusta pipetistä. Lukemat otettiin suoraan kellosta ja ilmoitetaan sekunteina. Lyhyemmät ajat osoittavat suurempaa vedenimemismoisuutta.

Jokainen taulukoissa I ja II edellä kuvattujen kokeiden avulla vertailtu tuoteomismoisuus perustui kaikkien niiden kokeiden keskiarvoon, jotka itse asiassa suoritettiin kyseisessä esimerkissä.

Taulukko I

	Neliömassa krepetussa tilassa m ²	Paksuus mm (12,4 g/cm ² :n kuormalla)	Laskettu tiheys (g/cm ³ 12,4 g/ cm ² :n kuormalla)	Kuivaveto- lujuus ko- nesuunnassa (g/cm)	Kuivaveto- lujuus poikkisuun- nassa (g/cm)	Venymä kone- suun- nassa (%)	Venymä poikki- suunnas- sa (%)	Repäi- syljuus konesuun- nassa (g/ liuska)	H-O-M kone- suun- nassa (g)	H-O CD (gm)
Esimerkki I	23,6	0,455	0,0518	126	54	32,4	9,0	9	31	7
Esimerkki II	23,6	0,498	0,0473	68	33	30,8	11,7	7	13	6
Esimerkki III	23,6	0,508	0,0464	103	43	35,7	9,6	10	12	5
Esimerkki IV	23,2	0,521	0,0446	135	67	35,8	10,0	10	11	4
Esimerkki V	23,4	0,490	0,0478	130	62	35,0	9,7	11	13	4
Esimerkki VI	23,9	0,518	0,0461	120	64	32,9	9,2	10	8	4

Taulukko II

Taivutus- jäykkyyys (mg-cm)	Taipumis- moduli (kg/cm ²)	Puristustyö- arvo (cm-g/ 26 m ² arkin pinta-ala)	Puristus- moduli (g/cm ²)	Imukyky (g vettä/g kuitua)	Imemisnopeus (aika sekunneissa 0,10 ml:n tiislatus- vesimäärän imemi- seen)
27,9	3,81	2,454	154	15,7	12,9
15,6	1,45	3,673	101	17,5	8,7
17,1	1,56	2,573	146	17,9	15,7
18,8	1,59	3,068	127	18,9	12,7
18,3	1,86	2,586	130	20,1	14,0
23,2	2,00	2,713	119	20,4	12,8

Esimerkki I

Esimerkki II

Esimerkki III

Esimerkki IV

Esimerkki V

Esimerkki VI

Taulukoissa I ja II esitettyjen valmiiden arkkien ominaisuuksien vertailu osoittaa selvästi keksinnön mukaisten kerrostettujen paperiarkkien kasvannutta paksuutta ja pienentyntä tiheyttä verrattuna samalla tavoin valmistettuun, alan aikaisempaan kerrostamattomaan arkkiin, jolla on vertailukelpoinen neliömassa. Tämä heijastuu edelleen niiden parantuneena imukyknä. Kuten taulukoista I ja II voidaan nähdä keksinnön mukaisten kerrostettujen paperiarkkien kokonaisvetolujuus- ja venymäominaisuudet ovat yleensä vertailukelpoisia painavamman, kerrostamattoman, alan aikaisemman rakenteen vastaavien ominaisuuksien kanssa. Lisäksi tällaisilla arkeilla on pienemmät Handle-O-Meter-, taivutusjäykkyys-, taipumismoduli- ja puristusmoduliarvot sekä suuremmat puristustyöarvot, jotka kaikki osoittavat parantunutta pehmeyttä, laskeutuvuutta, joustavuutta ja kosketeltavuusvaikutelmaa.

Patenttivaatimukset:

1. Pehmeä absorbenttipaperi, jonka bulkki on korkea ja jonka neliömassa kreppaamattomassa tilassa on $8-65 \text{ g/m}^2$ ja joka käsittää kuiturakenteen, joka on osittain siirtynyt arkkia vastaan kohtisuoraan olevassa tasossa sellaisilla alueilla, jotka vastaavat sen verkkokankaan silmukkakuviota, jolla paperiraina on termisesti esikuivattu, t u n n e t t u siitä, että paperilla on yhtenäinen sideainevapaa struktuuri, jossa joukko erilaista kuitutyyppejä olevia paperikoneen märkääpääosassa kerrostettuja kuitukerroksia (25, 26, 223, 224, 226) on keskinäisessä kosketuksessa pinta-alojensa pääosalta ja että yhden tai useamman kerroksen keskinäinen osittainen siirtymä koostuu kuitujen uudelleen orientoitumisen pienistä erillisistä poikkeutetuista alueista tasossa, joka on kohtisuoraan arkin muun osan kuituja vastaan, jolloin mainittujen erillisten uudelleen orientoituneiden alueiden lukumäärä on $15-560$ yhtä cm^2 kohden kreppaamatonta paperia.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että erillisillä poikkeutetuilla alueilla kuitutiheys on alhaisempi kuin arkin muussa osassa.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää kaksi kerrostettua kuitukerrosta (25, 26), jotka ovat osittain siirtyneet arkkia vastaan kohtisuoraan olevassa tasossa, jolloin toinen (25) mainituista kerroksista on oleellisesti tasomainen ja jatkuva.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että osittain poikkeutettu kerros (26) koostuu sellaisista lehtipuuta olevista kuiduista, joiden pituus on vähintään $0,2 \text{ cm}$, edullisesti $0,2-0,3 \text{ cm}$.
5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että vähintään osa kerroksen (26) poikkeutetuista alueista yhdessä tasomaisen kerroksen (25) kuitujen kanssa muodostavat rakenteen, joka poikkileikkauksessa näyttää kokonaan suljetuilta tyynyiltä (91) tai tulivuorimaisilta kartioilta (101).
6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että lyhyistä kuiduista koostuvan osittain poikkeutetun kerroksen (26) kuivapaino on $20-80 \%$, edullisesti $40-60 \%$, laskettuna paperin kuivapainosta.
7. Jonkin patenttivaatimuksen 4-6 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että lyhyistä kuiduista koostuva kerros (26) sisältää enintään 30 paino-%, edullisesti enintään 15 paino-% pitkiä kuituja, joista kerros (25) on muodostettu.
8. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen absorbenttipaperi, t u n n e t t u siitä, että se käsittää kolme erilaista kerrosta (223, 224, 226), joista kumpikin ulommainen kerros on siirtynyt pieniksi erillisiksi poikkeutetuiksi alueiksi ja

keskimmäinen kerros (224) on oleellisesti tasomainen ja jatkuva.

9. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen absorbenttipaperin valmistamiseksi, joka menetelmä käsittää seuraavat vaiheet: muodostetaan märkä paperiraina, joka koostuu vähintään kahdesta päällekkäin kerrostetusta kuitukerroksesta, jotka ovat kosketuksessa toisiinsa; raina kannatetaan verkkokankaalla, jonka silmukkaluku on $15-560 \text{ mesh/cm}^2$; raina kuivataan arkin muodostamiseksi, t u n n e t t u siitä, että märkä paperiraina kankaalla ollessaan saatetaan nestepaine-eron alaiseksi, jolloin vähintään yksi kerrostetuista kuitukerroksista siirtyy osittain rainaa vastaan kohtisuoraan olevassa tasossa pieniksi erillisiksi poikkeutetuiksi alueiksi, jotka vastaavat kankaan silmukoita ja että rainan kuivaaminen arkinmuodostusta varten suoritetaan ilman, että poikkeutetut alueet järjestyvät uudelleen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että märkä paperiraina saatetaan nestepaine-eron alaiseksi rainan kuitukonsistenssin ollessa enintään 25 %, edullisesti enintään 20 %.

11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaihe, jossa raina kuivataan järkähdyttämättä poikkeutettuja alueita, käsittää märän paperirainan termisen esikuivauksen kuitukonsistenssiin vähintään 30 %, edullisesti 30-98 %, esikuivatun rainan erillisten alueiden saattamisen komprimoinnin alaiseksi kankaan polvekkeiden ja perään antamattoman pinnan välillä, termisesti esikuivatun rainan tartuttamisen kuivatussyylinterin pinnalle ja lopuksi esikuivatun rainan kuivaamisen arkin muodostamiseksi.

Patentkrav:

1. Mjukt absorbentpapper, vilket har en hög bulk och en ytvikt i okräppat tillstånd av $8-65 \text{ g/m}^2$ och vilket omfattar en fiberstruktur, vilken är delvis förskjuten i ett plan lodrätt mot arket på områden motsvarande maskmönstret i en nätduk, på vilken pappersbanan har förtorkats termiskt, k ä n n e t e c k n a t därav, att pappret har en enhetlig bindemedelfri struktur, vari en mängd vid pappersmaskinens våtparti lagrade fiberskikt (25, 26, 223, 224, 226) är i ömsesidig kontakt över huvuddelen av deras ytor och att den ömsesidiga delvisa förskjutningen av ett eller flera skikt består av små enskilda avlänkta områden av fiberorientering i ett plan lodrätt mot fibrerna i arkets återstående del, varvid antalet av de nämnda omorienterade områdena är $15-560$ per cm^2 okräppat papper.

2. Absorbentpapper enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att fibertätheten på de enskilda avlänkta områdena är lägre än i arkets återstående del.

3. Absorbentpapper enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar två lagrade fiberskikt (25, 26), vilka är delvis förskjutna i ett plan lodrätt mot arket, varvid det ena (25) av de nämnda skikten är väsentligen plant och kontinuerligt.

4. Absorbentpapper enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att det delvis avlänkta skiktet (26) består av fibrer av lövved, vilka har en längd av minst $0,2 \text{ cm}$, företrädesvis $0,2-0,3 \text{ cm}$.

5. Absorbentpapper enligt patentkravet 3 eller 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att minst en del av de avlänkta områdena i skiktet (26) tillsammans med fibrerna i det plana skiktet (25) bildar en struktur, vilken i tvärsnitt ser ut såsom helt slutna kuddar (91) eller vulkanartade koner (101).

6. Absorbentpapper enligt patentkravet 4 eller 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att det delvis avlänkta skikt (26) som består av korta fibrer har en torrsvikt av $20-80 \%$, företrädesvis $40-60 \%$, beräknat på papprets torrsvikt.

7. Absorbentpapper enligt något av de föregående patentkraven 4-6, k ä n n e t e c k n a t därav, att det skikt (26) som består av korta fibrer innehåller högst $30 \text{ vikt-}\%$, företrädesvis $15 \text{ vikt-}\%$ av långa fibrer, vilka skiktet (25) är formad av.

8. Absorbentpapper enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar tre olika skikt (223, 224, 226), varav de båda yttre skikten är förskjutna i små enskilda avlänkta områden och det mellersta skiktet (224) är väsentligen plant och kontinuerligt.

9. Förfarande för framställning av ett absorbentpapper, vilket förfarande omfattar följande steg: man formar en våt pappersbana bestående av minst två på varandra lagrade fiberskikt, vilka är i kontakt med varandra; banan uppbäres på en nätduk med maskantal av 15-560 mesh/cm²; banan torkas för att åstadkomma arkformning, k ä n n e t e c k n a t därav, att den våta pappersbanan utsättes för en vätsketryckskillnad medan densamma befinner sig på duken, varvid minst en av de lagrade skikten förskjutes delvis i ett plan lodrätt mot banan till små enskilda avlänkta områden motsvarande maskorna i duken och att torkning av banan för åstadkommande av arkformning utföres sålunda, att de avlänkta områdena icke omordnas.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att den våta banan utsättes för en vätsketryckskillnad vid en fiberkonsistens av högst 25 %, företrädesvis högst 20 %.

11. Förfarande enligt patentkravet 9 eller 10, k ä n n e t e c k n a t därav, att steget, vari banan torkas utan att störa de avlänkta områdena, omfattar en termisk förtorkning av pappersbanan till en konsistens av minst 30 %, företrädesvis 30-98 %, utsättande av de enskilda områdena i den förtorkade banan för komprimering mellan buktingarna i banan och en yta, vilken icke ger efter, häftning av den termiskt förtorkade banan vid ytan av en torkcylinder och slutligen torkning av den termiskt förtorkade banan för åstadkommande av arkformning.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Förbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 455 895 (D 21 H 1/02).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 18 390 (D 21 H 1/04), 18 773 (D 21 H 1/02). Sveitsi-Schweiz(CH) 585 313 (D 21 H 1/02), USA(US) 3 424 643 (B 32 B 5/12), 3 905 863 (D 21 H 5/24).

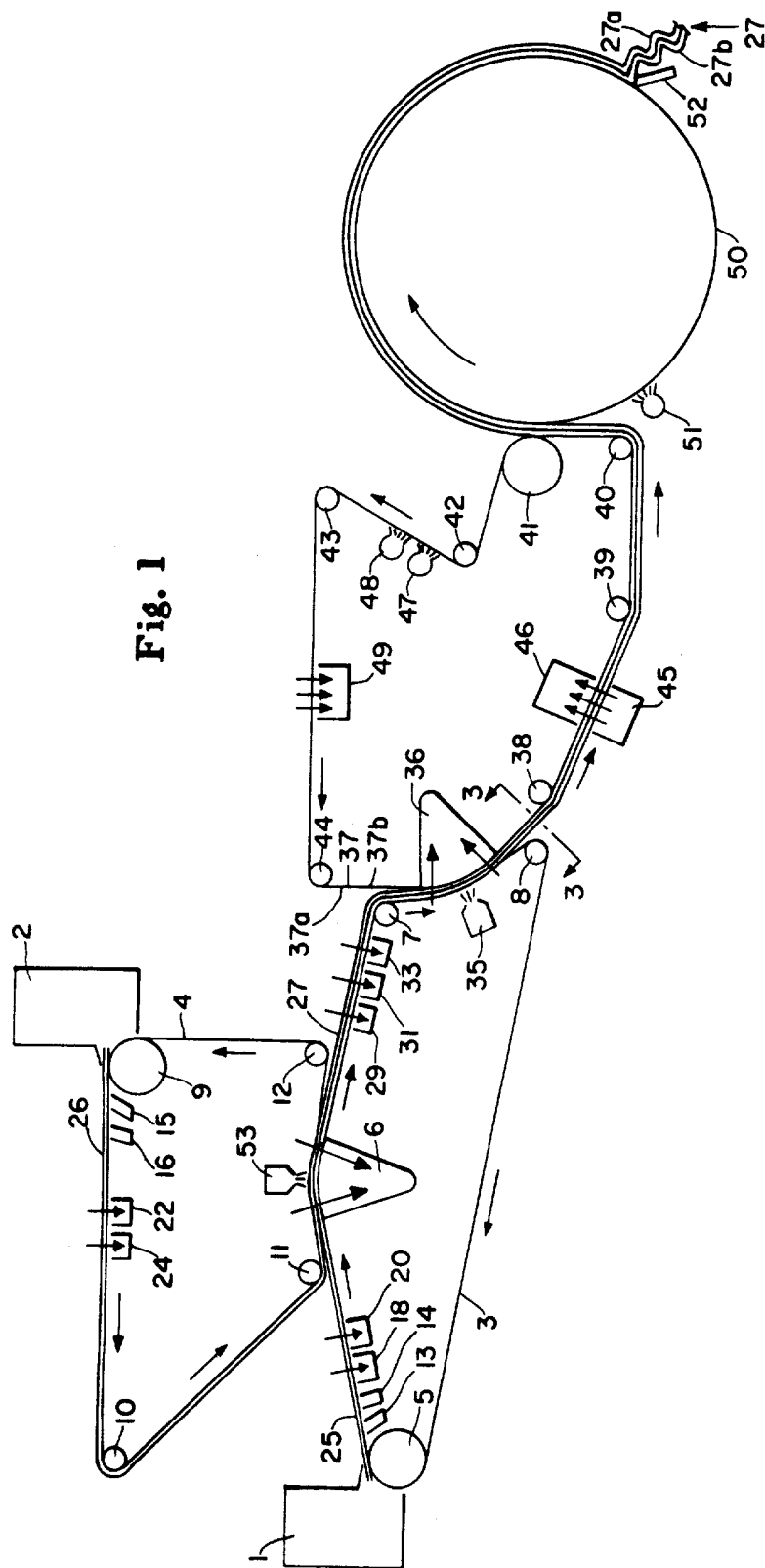


Fig. 1

Fig. 2

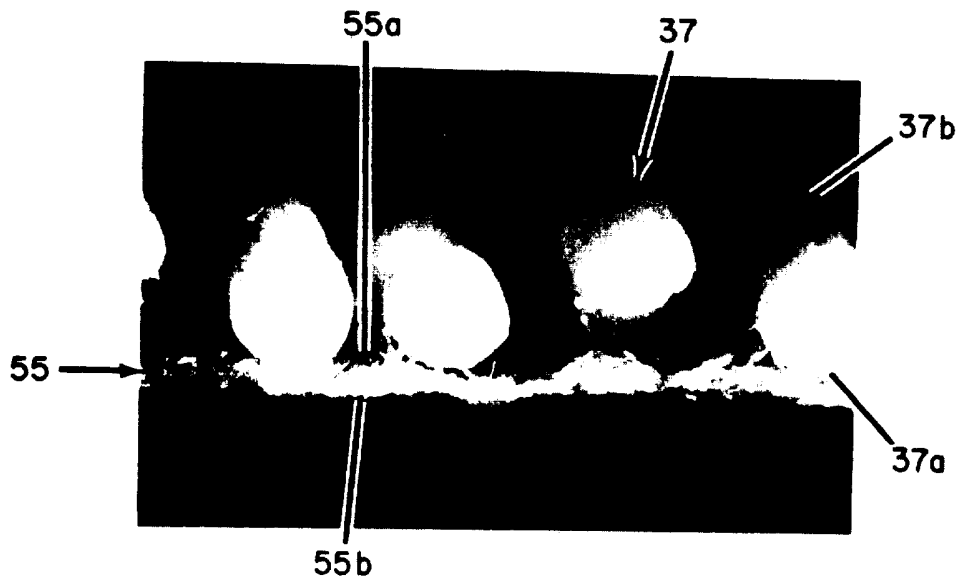


Fig. 3

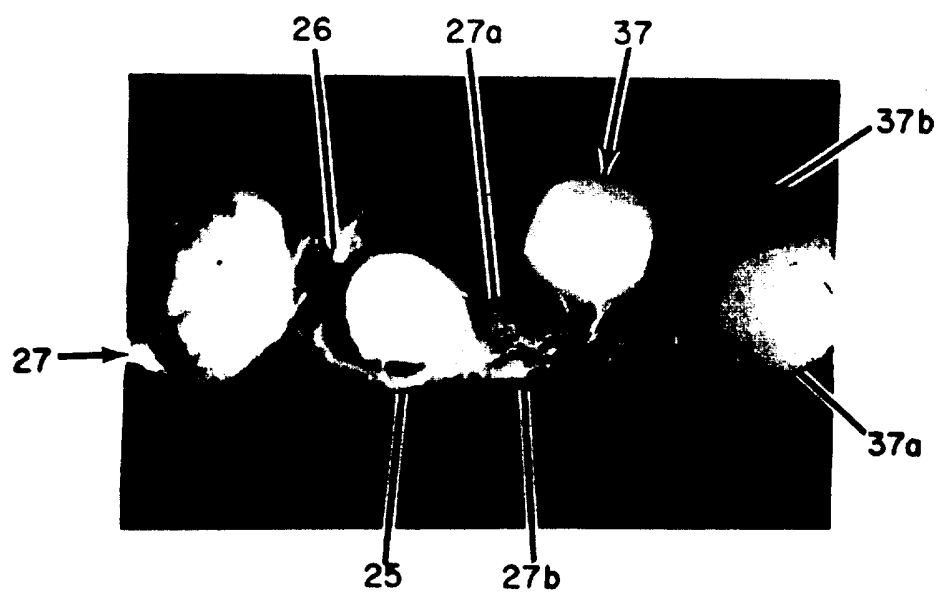


Fig. 4



Fig. 5

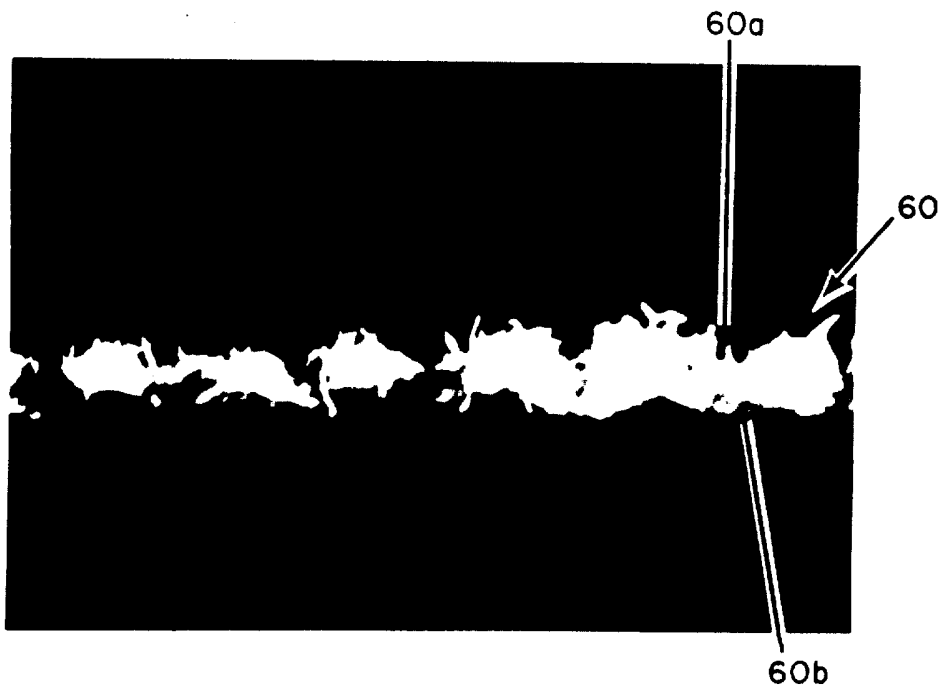


Fig. 6



Fig. 7

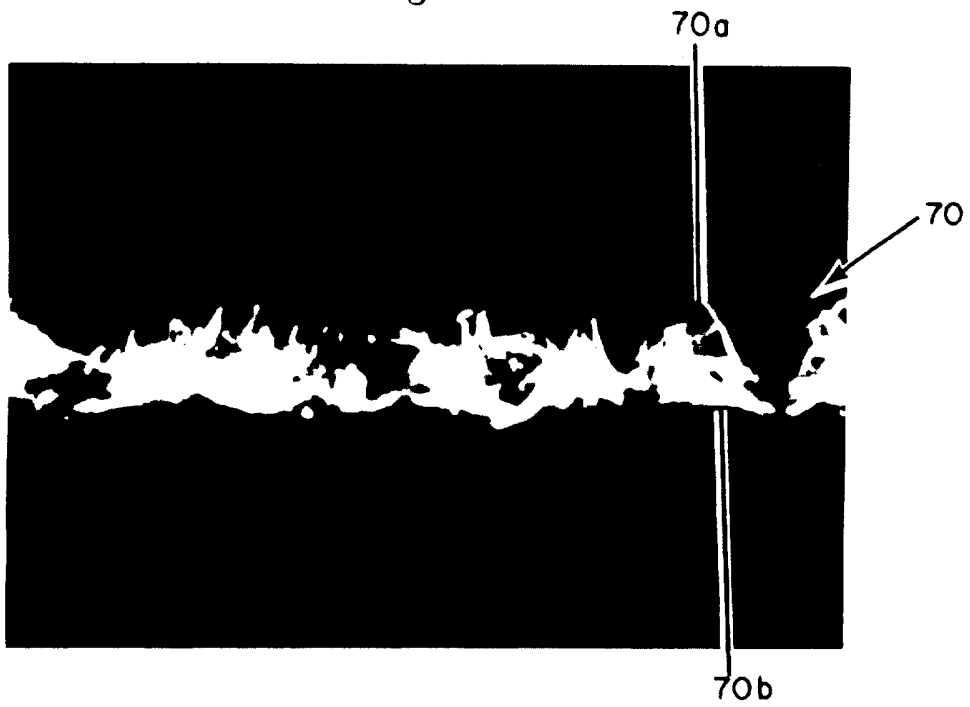


Fig. 8



Fig. 9

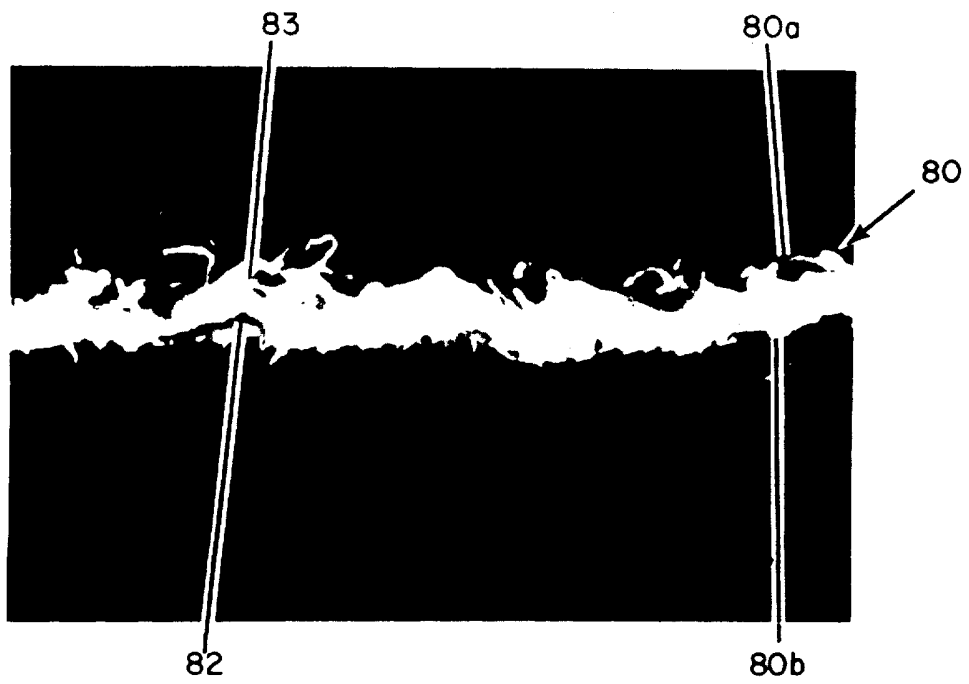


Fig. 10



Fig. 11

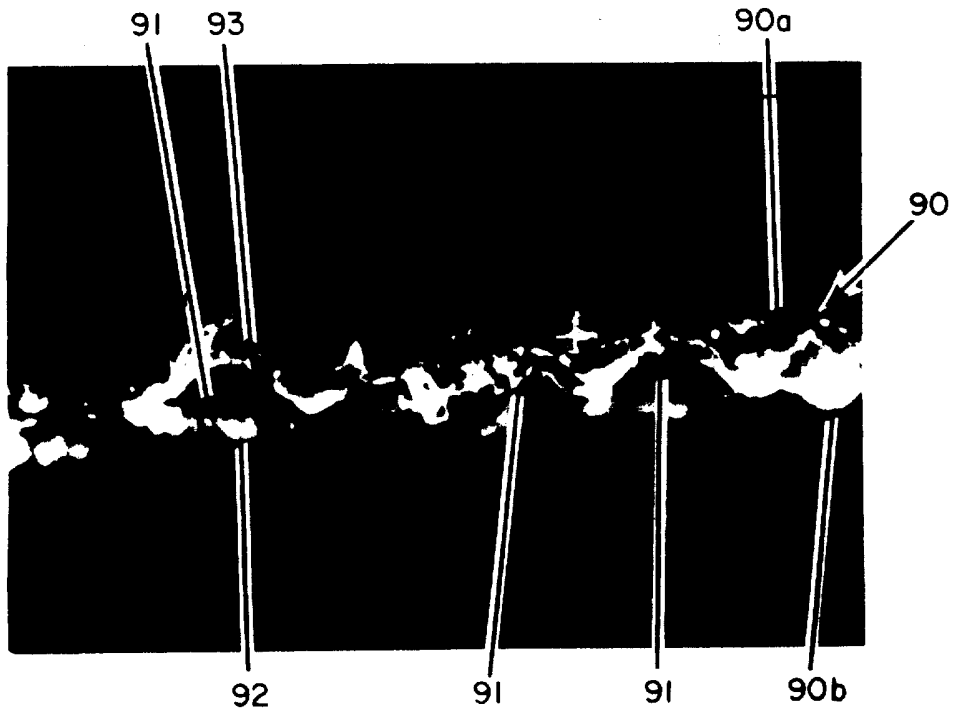


Fig. 12

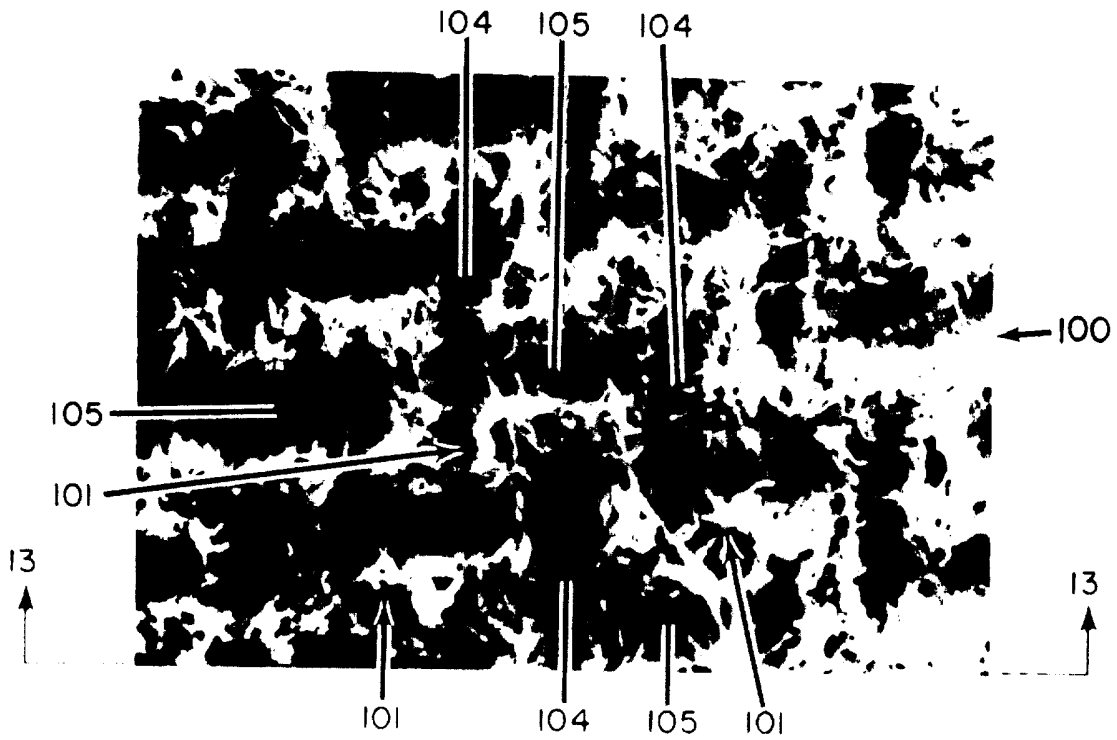


Fig. 13

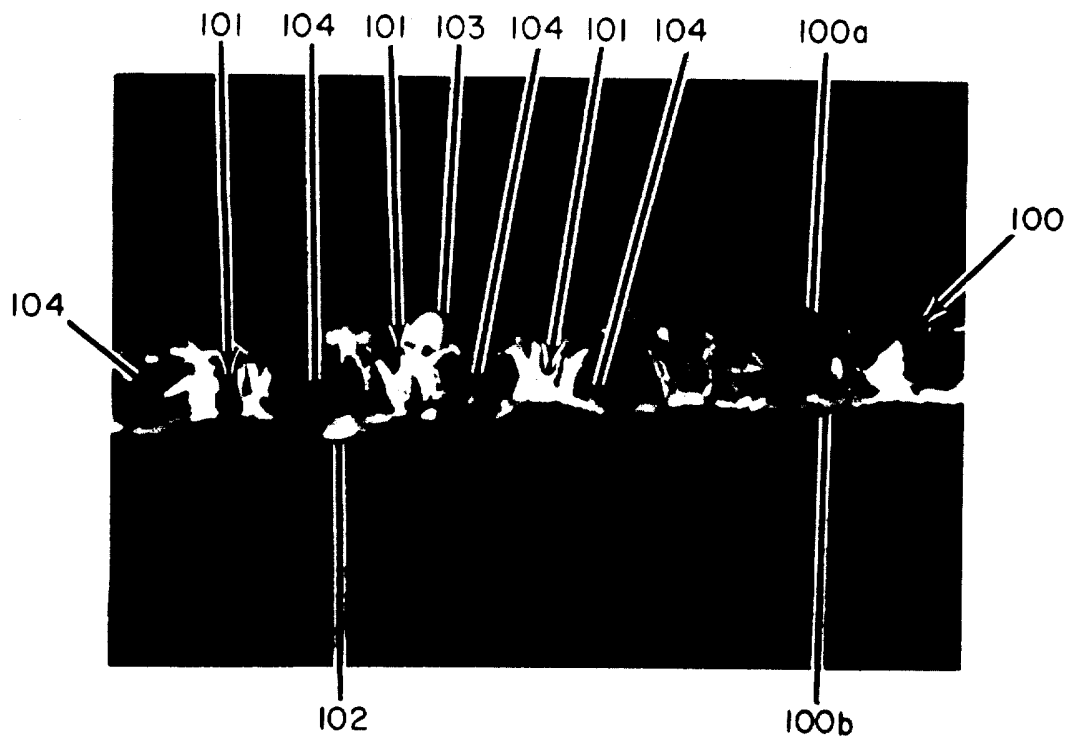


Fig. 14

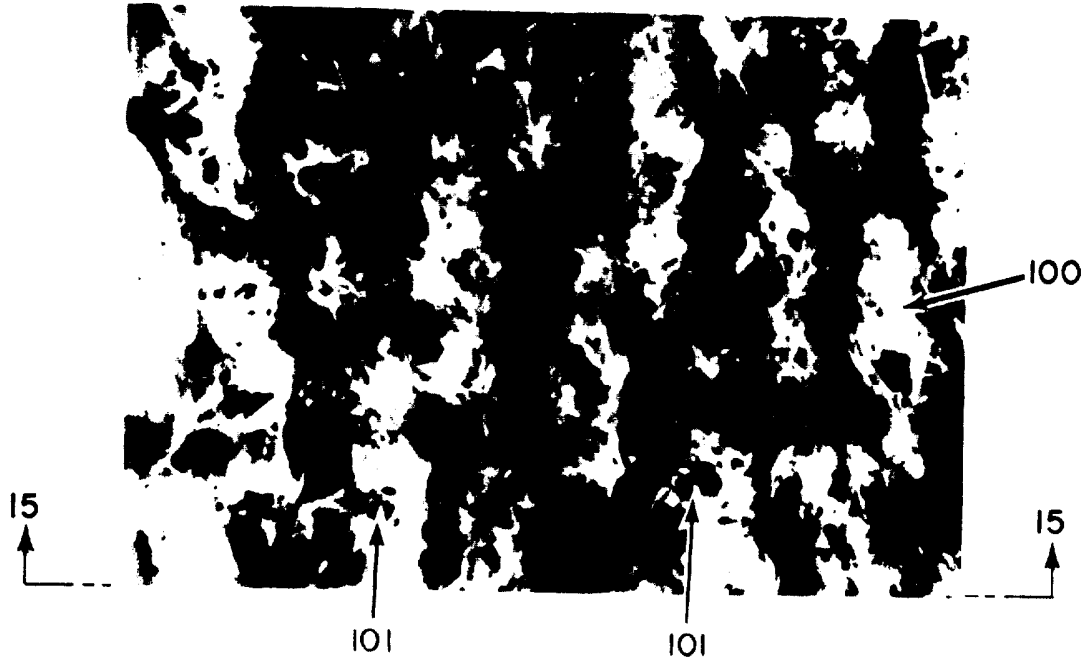


Fig. 15

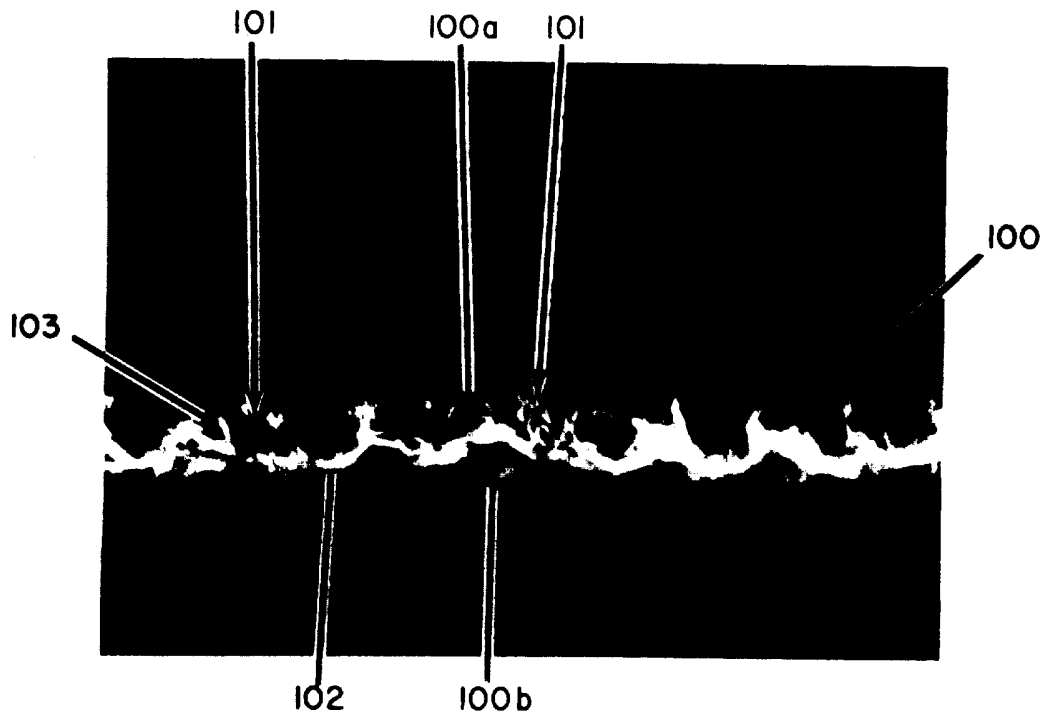


Fig. 16

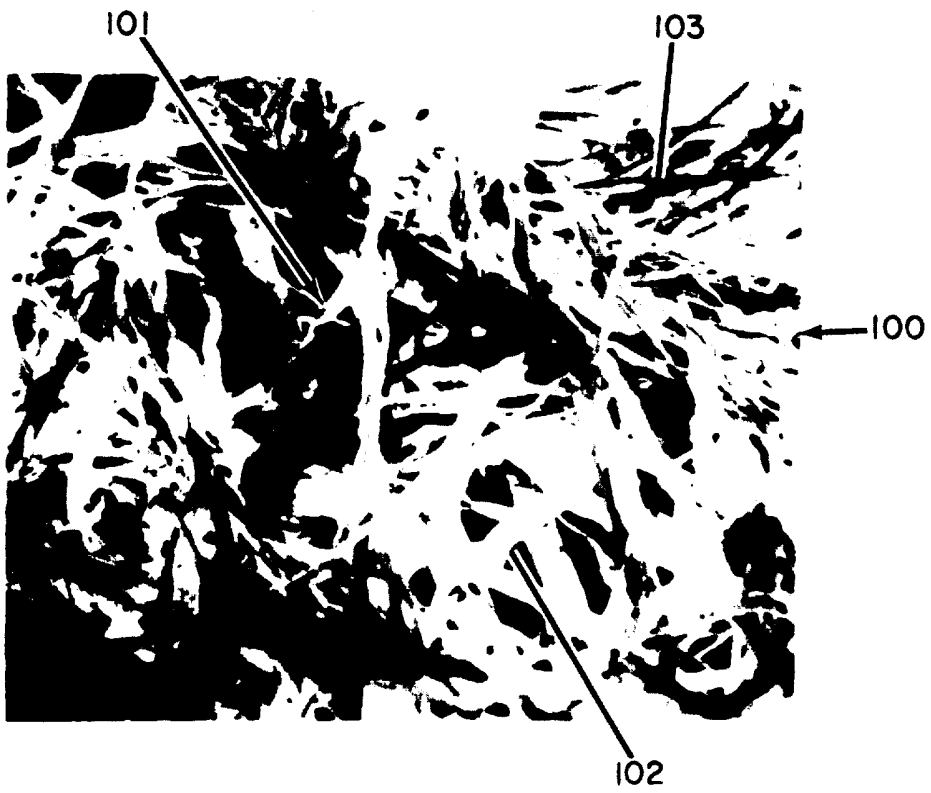


Fig. 17

