

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET  
KØBENHAVN

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 154952 B



(21) Patentansøgning nr.: 0470/75

(51) Int.Cl.<sup>4</sup> D 21 H 5/24

(22) Indleveringsdag: 10 feb 1975

(41) Alm. tilgængelig: 12 aug 1975

(44) Fremlagt: 09 jan 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 11 feb 1974 US 441177

(71) Ansøger: \*DENNISON MANUFACTURING COMPANY; 300 Howard Street; Framingham; Massachusetts 01701, US

(72) Opfinder: Frank L. \*Mussoni; US, Gary A. \*Withrow; US

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

(54) Fremgangsmåde til fremstilling af et elektrisk isolerende papirprodukt

(56) Fremdragne publikationer

SE pat. nr. 192162

US pat. nr. 951954, 1772185

DK 154952 B

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til fremstilling af et elektrisk isolerende papirprodukt. Ved den typiske fremstilling af kreppapir bliver det sluttelige produkt i almindelighed ikke kalandreret, men i de få tilfælde, hvor en kalandrering finder sted, er der kun tale om en meget moderat kalandrering, som i intet tilfælde har mere end en negligerbar virkning på massefylden af det sluttelige produkt. Konventionelt kalandreret krep-papir har været anvendt i vidt omfang som elektrisk isolering på anvendelsesområder, hvor der hersker lave elektriske spændinger. Typiske eksempler herpå er på telefonområder, hvor den spænding, som hersker, sædvanligvis er under 24 volt, og på automobilområdet, hvor spændin-

gerne er af størrelsesordenen 12 volt. Det konventionelt fremstillede, kalandrerede krep-papir, som anvendes til isolation, er ikke anvendeligt på områder, hvor der hersker høj spænding, f. eks. i forbindelse med transformatorer, som transformerer høj energi, hvor den elektriske spænding er af størrelsesordenen ti tusind volt.

Det er opfindelsens formål at angive en fremgangsmåde til fremstilling af et elektrisk isolerende papirprodukt, der er anvendeligt som isolationsmateriale på anvendelsesområder, hvor spændingen er så høj som af størrelsesordenen ti tusind volt.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er ejendommelig ved det i den kendetegnende del af krav 1 angivne. Det har overraskende vist sig, at papirproduktet fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, der foreligger i form af et krep-papir, som er komprimeret i forhold til basispapiret før krep-processen, afviger principielt fra det konventionelle krep-papir i den forstand, at det besidder helt andre elektriske isolationsegenskaber; især viser prøver med Gurley-densometer, at produktet er af en kvalitet, der muliggør, at det kan modstå yderst høje spændinger, såsom dem, der forekommer, når det elektriske potential er af størrelsesordenen ti tusind volt.

Det er ganske vist fra USA patentskrift nr. 951 954 og 1 772 185 kendt, at man først kan kreppe papir og dernæst komprimere det således, at der opnås et glat produkt, ligesom det fra svensk patentskrift nr. 192 162 er kendt at fremstille en ikke kreppet, bøjelig papirbane ved under krympning at udsætte banen for et tryk af samme størrelsesorden som det, der anvendes ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, men det er ikke kendt, at man ved kalandrering kan komprimere det intermediære kreppapir til en masse pr. volumenenhed, der er lig med eller større end massen pr. volumenenhed, og at der herved opstår et produkt, der udviser uventet gode elektriske isolationsegenskaber.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen gennemføres således ved at udsætte basispapir eller en lagerpapirvare for en krepbehandling og ved derpå at kalandrere papiret, således at dets sluttelige massefylde er lig med eller større end den initiale massefylde.

Det resulterende krep-produkt har en ønskværdig massefylde i intervallet mellem 0,8 og 1,2 g/cm<sup>3</sup> og en forøget Gurley densometeraflæsning, og det udviser gode mekaniske og elektriske egenskaber som flexibilitet, strækkelighed og isolationsevne.

Basispapiret gøres hensigtsmæssigt bøjeligt ved, at det befugtes i forvejen og behandles med et klæbende materiale. Massen per enhedsareal forøges hensigtsmæssigt ved at folde det behandlede materiale og ved derpå at komprimere det for at forøge massen per volumenenhed.

Man foretager en forudgående befugtning af et basispapir, der er behandlet med en krep-forbindelse, udsat for en krep-behandling og kalandreret. Det resulterende basispapir har hensigtsmæssigt en massefylde i intervallet mellem 0,80 g/cm<sup>3</sup> og 1,2 g/cm<sup>3</sup>, en Gurley-densometer-aflæsning i intervallet mellem 1000 og 10.000 sekunder, en forlængelse i intervallet mellem 10 og 40%, en gennemsnitlig tykkelse i intervallet mellem 0,0064 og 0,011 cm, en brudstyrke i maskinretningen indenfor intervallet mellem 3,6 og 8,9 kg/cm, en Finch kantrivning i maskinretningen i intervallet mellem 4,5 og 11,4 kg, en sejghedsværdi i intervallet mellem 29,8 og ca. 81,9 kg.m/m<sup>2</sup>, en Mullen-explosionsstyrke i intervallet mellem 1,8 og 3,5 kg/cm<sup>2</sup>, glatte overfladeegenskaber og evnen til nøjagtigt at tilpasse sig uregelmæssige overflader.

Papirproduktet har en relativt glat overflade og evnen til nøjagtigt at tilpasse sig uregelmæssigheder i overfladen. Det har særlig anvendelighed som isolationsmateriale. Som sådant kan det pakkes omkring magnettråd, f.eks. i almindelighed i omkring vindinger anbragte lag, der støder op mod hinanden, i oliefyldte transformatorer, eller det kan anvendes i C-formede, longitudinale overlappings spiraler af elektriske motorer og organer.

I almindelighed omfatter fremgangsmåden ifølge opfindelsen en forudgående befugtning og derpå en befugtning af et basispapir for at blødgøre det ved at bringe det i kontakt med en væske, der har et i det væsentlige neutralt pH, at man bringer det befugtede basispapir i kontakt med et krepmateriale, at man fjerner en del

af væsken fra basispapiret, mens man hæver temperaturen til et niveau, der er tilstrækkeligt til at meddele bøjelighed, at man reducerer spændvidden af basispapiret for en given masse deraf, at man komprimerer basispapiret og at man opnår et krepprodukt med en massefylde og voluminøsitet, der i det mindste i det væsentlige er det samme som for basispapiret før krepningen, og som har en relativt glat overlade og en evne til at tilpasse sig til uregelmæssige overflader.

Det kan mere specifikt anføres, at fremgangsmåden omfatter en forudgående befugtning og en befugtning af et basispapir for at blødgøre det, mens man underkaster basispapiret en temperatur i intervallet mellem 10°C og kogepunktet af blødgøringsmidlet, at man bringer det befugtede basispapir i kontakt med et krepningsmiddel i en mængde, der er tilstrækkelig til at bringe basispapiret til at adhærere til en krepningsvalse og muliggøre krusning ved hjælp af et knivblad, der anvendes i samarbejde med valsen, at man fjerner en del af væsken fra basispapiret, mens man hæver temperaturen til en værdi i intervallet mellem 49°C og 88°C til en værdi, der er tilstrækkelig høj til at frembringe bøjelighed, at man reducerer spændvidden af basispapiret for en given masse af materiale, at man komprimerer basispapiret og opnår et kreppeprodukt med i det væsentlige den samme massefylde og voluminøsitet som det ikke kreppepede basispapir. I denne forbindelse bør det bemærkes, at massefylden holdes på i det væsentlige den samme værdi som massefylden af udgangsmaterialet eller at den forøger sin værdi fra den initiale værdi af udgangsmaterialet. Imidlertid bringer man i visse tilfælde voluminøsiteten til at forblive i det væsentlige den samme, og i visse tilfælde bringes den til at vokse, selv om massefylden i det væsentlige forbliver den samme; d.v.s. det således dannede produkt kan have en gennemsnitlig tykkelse, der varierer fra 0,0064 cm til 0,011 cm.

Ved udøvelsen af fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan man anvende et stort sortiment af befugtning- og/eller blødgøringsmidler, når de blot har et i det væsentlige neutralt pH. Eksempler på forbindelser er vand, blandinger af vand og opløsningsmidler, der er blandbare med vand, såsom de lavere primære alkoholer, her-

under methyl-, ethyl-, propyl- og butylalkohol, og lignende.

Som ved blødgøringsmidlerne er det også muligt at anvende et bredt sortiment af krepningsmaterialer, der bør være materialer, der påvirker adhæsionen af basispapiret til en krepningsvalse, idet basispapiret samtidigt får mulighed for at blive kruset ved hjælp af et knivsblad, der anvendes sammen med krepningsvalsen. I almindelighed omfatter sådanne krepningsmaterialer naturligt forekommende og syntetiske adhærerende materialer, der ikke på skadelig måde påvirker egenskaberne af det færdige produkt. Eksempler på krepningsmaterialer er casein, animalsk lim, stivelse, dextrin, carboxymethylcellulose og lignende. Den foretrukne krepningsforbindelse er carboxymethylcellulose alene, hvilken hvad angår egenskaber er af lignende art som arkformet cellulosemateriale.

Ved udøvelsen af fremgangsmåden kan kompressionen af det behandlede basispapir gennemføres over et relativt bredt interval, men den bør gennemføres ved tryk, der er tilstrækkelige til i det væsentlige at bibeholde den initiale, gennemsnitlige tykkelse af basispapiret, mens samtidigt i det væsentlige den samme massefyldte bibeholdes i det sluttelige produkt som i det initiale basispapir eller massefylden forøges i forhold til den initiale værdi deraf. I denne forbindelse kan man anvende tryk i et interval fra 35,7 kg/lineær cm til 107,2 kg/lineær cm, fortrinsvis 53,6 til 89,4 kg/lineær cm.

Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan man anvende et bredt sortiment af kendte udgangsmaterialer. I almindelighed omfatter sådanne udgangsmaterialer enhver kendt papirsort, hvad enten den er fremstillet under anvendelse af cylindermetoder eller Fourdrinier-metoder, når blot udgangsmaterialet har en omtrentlig massefylde på 0,9, en tykkelse i intervallet mellem 0,0064 cm til 0,011 cm og evnen til at blive kruset. Selvom man foretrækker papirarter, der indeholder naturlige fibre, kan man yderligere anvende sådanne, som indeholder syntetiske fibre eller blandinger af både naturlige og syntetiske fibre, når blot de ikke på skade-

lig måde påvirker de ønskede fysiske og elektriske egenskaber. Som følge deraf må det forstås, at betegnelsen "cellulosemateriale" i denne forbindelse omfatter materialer, der indeholder naturlige fibre, syntetiske fibre og blandinger af fibre.

Skønt et celluloseprodukt fremstillet ifølge opfindelsen har fysiske egenskaber, der ligger indenfor de brede intervaller, der er angivet i det foregående, omfatter foretrukne egenskaber massefylde i et interval på fra  $0,90 \text{ g/cm}^3$  til  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , forlængelse i et interval fra 15% til 30%, brudstyrke i maskinretningen i et interval fra 4,47 til 8,04 kg/cm, Finch kantrivning i maskinretningen i et interval mellem 6,8 til 11,4 kg, sejhedsværdi i et interval fra 37,2 til 92,2 kg.m/m<sup>2</sup> og Mullen explosionsstyrke i et interval fra 2,1 til 3,2 kg/cm<sup>2</sup>. Det bør dog bemærkes, at man opnår et passende produkt, når massefylden er større end  $0,80 \text{ g/cm}^3$ , og fortrinsvis  $0,95 \text{ g/cm}^3$ , forlængelsen er større end 10%, idet den fortrinsvis ligger i et interval mellem 15 og 25%, den gennemsnitlige tykkelse er 0,0076 cm, brudstyrken i maskinretningen er 4,5 kg/cm, Finch kantrivning i maskinretningen er mindst 6,8 til 9,1 kg, og Mullen explosionsstyrken er mindst  $2,5 \text{ kg/cm}^2$ .

Et celluloseholdigt isolationsprodukt fremstillet ifølge opfindelsen kan anvendes på mange forskellige måder, men det er særligt anvendeligt til indpakning af magnettråd anvendt i oliefyldte transformatorer, hvor man møder tilstande, der involverer store elektriske spændinger, og til indpakning af spiraler, der anvendes i elektriske motorer og organer, hvor man ønsker fleksible isolationer. I denne forbindelse udviser isolationsprodukterne fremstillet ifølge opfindelsen uventede egenskaber.

F.eks. falder massefylden generelt i forbindelse med fremstilling af kreppt papir så meget som 100%, og voluminøsiteten forøges væsentligt. I modsætning dertil udviser som anført i det foregående produktet fremstillet ifølge opfindelsen en massefylde, der praktisk talt kan være den samme som massefylden af udgangsmaterialerne; d.v.s. et fladt cellulosebasisark og en tykkelse eller voluminøsitet, der kan være i det væsentlige uændret i forhold til udgangsmaterialet. Gurley-densometer-aflæsningen forøges fra et

interval mellem 500 og 1500 sekunder til et interval mellem 1000 og 10.000 sekunder. Samtidigt har produktet en glat overflade, en ret stor forlængelse og elasticitet og evnen til at tilpasse sig nøjagtigt til uregelmæssige overflader uden spaltning eller rivning. Dette står i modsætning til for tiden kendte isolationsmaterialer.

Når et isolationsprodukt af et cellulosemateriale undersøges i oliefyldte transformatorer og i elektriske spiraler til automobiler, viste det sig desuden, at et isolationsprodukt af cellulosemateriale fremstillet ifølge opfindelsen, som havde en massefylde på  $0,95 \text{ g/cm}^3$ , en forlængelse på 15 til 25%, en tykkelse på  $0,0076 \text{ cm}$ , en brudstyrke i maskinretningen på  $4,5 \text{ kg/cm}$ , en Finch kantrivning i maskinretningen på  $8,2 \text{ kg}$ , en sejghedsværdi på  $52,1 \text{ kg.m/m}^2$ , og en Mullen explosionsstyrke på  $2,8 \text{ kg/cm}^2$  fremstillet ud fra kreppet papir med en initial massefylde på  $0,9 \text{ g/cm}^3$  og en gennemsnitlig tykkelse på  $0,0076 \text{ cm}$  udviste udmærkede egenskaber under normale driftsbetingelser. Når yderligere et sådant materiale blev indpakket omkring magnetisk tråd med ringe diameter i et forhold, hvor de enkelte lag støder op til hinanden, bevirkede elasticitetsegenskaberne af papiret, at enhver mulighed for dannelse af spalter, iturivning og lignende i det væsentlige blev elimineret. Når yderligere produktet fremstillet ifølge opfindelsen blev påført på en spiraltråd med ringe diameter med en konfiguration svarende til en overlappende C-form, kunne det færdigt samlede produkt bøjes og/eller deformeres til forskellige konfigurationer uden at der dannedes spalter i vindingsisolationen eller uden at der forekom andre skader. Imidlertid vil dette isolationsmateriale, der under sin normale brug ikke udviser en elasticitet og strækkelighed eller styrke som produktet fremstillet ifølge opfindelsen, ikke kunne anvendes uden at det er tydeligt, at der fremkommer spaltedannelse og iturivning og lignende, og som følge deraf vil den tydelige mulighed for, at der forekommer fysiske skader under de påfølgende fremstillings- og samleoperationer, kunne føre til kortslutning under faktisk brug.

Forsøg på basispapir og kreppapir fremstillet ifølge opfindelsen udviste følgende Gurley densometer-aflæsninger:

Forhold mellem Gurley-densometer og processtadium

Stadium	Position på valsen										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Basis- papir	814	758	654	695	644	673	631	553	579	600	558
Slutte- ligt pro- dukt	2777	2438	2494	2538	2236	1615	2168	2331	1762	2024	3023

Gennemsnit: Basispapir - 651

Slutteligt produkt - 2319

Skønt denne opfindelse i almindelighed er blevet beskrevet i forbindelse med anvendelsen til isolation af elektriske vindinger, må det forstås, at produkterne fremstillet ifølge opfindelsen kan anvendes på ethvert sted, hvor et relativt stærkt, men tyndt, fleksibelt, strækkeligt papir er ønsket. Når produktet anvendes som elektrisk isolator, kan det yderligere behandles med en eller flere nitrogen-donor-forbindelser for at vise degraderingen af materialet, når det udsættes for elektriske, termiske og fysiske spændinger over lange tidsrum. Sådanne nitrogen-donor-forbindelser kan påføres på det celluloseholdige isolerende produkt ved påsprøjtning, dypning eller føring af produktet gennem et bad. Blandt sådanne nitrogen-donor-forbindelser, der kan anvendes, kan anføres dicyandiamid, triethanolemin, melamin, acrylonitril og lignende materialer.

Som andre fordele i forbindelse med cellulosematerialet fremstillet ifølge opfindelsen og fremgangsmåden til fremstilling deraf kan man anføre, at fremgangsmåden kan gennemføres under anvendelse af kommercielt tilgængeligt materiale. Som eksempler herpå kan anføres for-befugtere, krepningsvalser, krepningsblade, tørrere, kalandere, skæreorganer og lignende. I almindelighed omfatter et sådant apparat et forbefugtningsorgan, en glat, understøttende krepningsvalse, et krepningsblad og apparater som en tørrer, en kalender og et skæreorgan, der er anordnet på den måde, hvorpå de normalt anvendes ved fremgangsmåden til fremstilling af krepningsmaterialer.

De ovenfor angivne numeriske værdier, som skal beskrive forskellige fysiske egenskaber, fremkom ved at følge de almindeligt anerkendte og accepterede metoder fra American Society for Testing and Materials og Technical Association of the Pulp and Paper Industry, især følgende:

Massefylde	A.S.T.M.	D202-72a	våd basis
Forlængelse	A.S.T.M.	D202-72a	D828
Tykkelse	A.S.T.M.	D202-72a	Metode D
Brudstyrke i maskinretning	A.S.T.M.	D202-72a	D828
Finch kantrivning	A.S.T.M.	D827-71	
Sejghed (Tensil energiabsorption)	T.A.P.P.I.		T494-05-70
Mullen explosionsstyrke	A.S.T.M.		D774-71

## P a t e n t k r a v :

-----

1. Fremgangsmåde til fremstilling af et elektrisk isolerende papirprodukt, k e n d e t e g n e t ved,
  - (a) at man befugter et basispapir for at gøre det bøjeligt,
  - (b) at man udsætter basispapiret for en krepningsbehandling, hvorved man forøger massen pr. arealenhed, og hvorved der dannes et intermediært papir, og
  - (c) at man uden forringelse kalandrerer det intermediære papir således, at massen pr. volumenenhed forøges til en værdi, der er lig med eller større end massen pr. volumenenhed af basispapiret, således at man forøger Gurley-densometerverdierne af basispapiret fra en værdi i intervallet mellem 500 og 1500 sekunder til en værdi i intervallet mellem 1000 og 10.000 sekunder.
  
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at trin (a) omfatter, at man blødgør basispapiret med en væske, bestående af vand og opløsningsmidler, der er blandbare med vand, hvorved disse opløsningsmidler omfatter lavere primære alkoholer, såsom ethylalkohol.
  
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at blødgøringen gennemføres ved en temperatur i intervallet mellem ca.  $10^{\circ}$  C og omkring kogepunktet af blødgøringsmidlet.
  
4. Fremgangsmåde ifølge krav 1 - 3, k e n d e t e g n e t ved, at basispapiret er et celluloseark.