



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 61365

C (45) Patentti myönnetty 12 07 1982
Patent meddelat
(51) Kv.lk./Int.Cl.³ H 01 B 3/52, D 21 H 5/00

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	791455
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	07.05.79
(23) Alkuperäisyys — Giltighetsdag	07.05.79
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	27.04.80
(44) Nähtävölkäpanon ja kuul.julkalsun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.82
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	26.10.78
26.10.78 USSR(SU) 2674052, 2674053	

- (71) Malinskaya Bumazhnaya Fabrika imeni 50-Letia Velikoi Oktyabrskoi Sotsialisticheskoi Revoljutsii, ulitsa Gagarina, 2, Malin Zhitomirskoi oblasti, USSR(SU)
- (72) Lev Nikolaevich Tkach, Malin Zhitomirskoi oblasti, Jury Nikolaevich Prikhodko, Malin Zhitomirskoi oblasti, Leonid Moiseevich Vaisman, Kiev, Vladimir Ilich Soldatenko, Malin Zhitomirskoi oblasti, Vasily Vasilievich Kostjuchenko, Malin Zhitomirskoi oblasti, USSR(SU)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Selluloosapohjainen sähköneristysaine ja menetelmä sen valmistamiseksi - Elektriskt isoleringsmaterial på cellulosabasis och process för framställning därav

Keksinnön kohteena on sähköneristysaineita ja menetelmiä niiden valmistamiseksi sekä erityisesti selluloosapohjainen sähköneristysaine ja menetelmä sen valmistamiseksi.

Tällaisilla aineilla on jatkuvasti kasvava tarve (sähköneristyspaperi ja -kartonki) huolimatta siitä, että tekopolymeereihin, keramiikkaan jne. pohjautuvat sähköneristysaineet saavat yhä lisääntyvää käyttöä.

Tästä huolimatta, mitä pääeristysominaisuuksiin ja pidentyneeseen kestävyYTEEN laajalla toimintalämpötilojen alueella tulee, eivät selluloosapohjaiset sähköneristysaineet täytä sähkö- ja radioteknillisen teollisuuden niiden laadulle asettamia kasvavia vaatimuksia.

Eräs dielektrisistä pääominaisuuksista ovat eristeen tehohäviöt eristimissä, jotka toimivat vaihtovirtapiireissä, kuten esimerkiksi välikerroksina paperikondensaattoreissa tai kaapeleissa. Laadullisesti nämä häviöt arvioidaan eristehäviökertoimenä, jota jatkossa merkitään $tg\delta$. Mitä pienempi tämä parametri on sitä, pienempi osa sähköenergiasta kuluu lämpöhäviöihin ja sitä käyttövarmempi ja pitkäikäisempi on tuote, jossa sähköneristysainetta käytetään.

Toinen tärkeä sähköneristysaineiden ominaisuus on niiden ominaisvastus, mitattuna tavallisesti ohmi·cm:ssä.

Edellä mainitut dielektriset ominaisuudet vaikuttavat kolmannen tärkeään parametriin, nimittäin sähkölujuuteen. Tämä vaikutus on sitä voimakkaampi, mitä vähemmän pysyviä $tg\delta$ ja ominaisvastus ovat toimintalämpötila-alueella ja mitä selvempi niiden muutos käytön aikana on. Niinpä on esimerkiksi osoitettu, että selluloosan vanhentumisesta johtuva lisäys $tg\delta$:ssa johtaa lämpötilan nousuun kondensaattorin sisällä, mikä vuorostaan kiihdyttää selluloosan vanhentamista ja aiheuttaa edelleen lisäystä $tg\delta$:ssa ja lämpötilassa kunnes tapahtuu lämpöläpilyönti ja kondensaattori tai kaapeli lakkaavat toimimasta. Ominaisvastuksen aleneminen tapahtuu, kun käyttölämpötila joistakin muista syistä kasvaa.

Tunnettuja alalla ovat edelleen eräät sähköneristysaineet, jotka pohjautuvat selluloosaan, sekä menetelmät niiden valmistamiseksi tähdäten $tg\delta$:n pysyvyyden ja ominaisvastuksen parantamiseen. Tunnetut menetelmät käsittävät vaiheet paperimassan valmistamiseksi, rainan muodostamisen, puristamisen ja kuivaamisen. Ionisten eristyshäviöiden vähenemiseen päästään lisäämällä kemiallisia reagensseja paperimassaan, esimerkiksi sinkkisuoloja (keksijän todistus, SSSR no 540.003) ja magnesiumsuoloja (keksijän todistus, SSSR no 300562).

Väheneminen sähköneristysaineen $tg\delta$:ssa havaitaan kuitenkin ainoastaan korotetuissa lämpötiloissa ($80-140^{\circ}\text{C}$) ja se on hyvin pieni alemmissa lämpötiloissa ($30-80^{\circ}\text{C}$).

Alalla tunnetaan myös sähköneristysaine, joka pohjautuu modifioituun selluloosaan, sekä menetelmä sen valmistamiseksi.

Modifioituna selluloosana käytetään boryloitua selluloosaa, joka on saatu käsittelemällä selluloosaa boorihapon, urean ja booraksin seoksen sulatteella $180-260^{\circ}\text{C}$:ssa ja senjälkeen pesemällä

vedellä reagoimaton boorihappo pois (keksijän todistukset SSSR not 303390 ja 536275). Tällä tunnetulla menetelmällä saadulla sähköneristysaineella on alentuneet dipoli-eristyshäviöt, kun taas ioniset eristyshäviöt pysyvät muuttumattomina. Lisäksi tämä menetelmä on teknologisesti monimutkainen eikä ole käytännössä käyttökelpoinen.

Tämän keksinnön tavoitteena on poistaa edellä mainitut haitat.

Keksinnön päätavoitteena on, valitsemalla uusi kemiallinen reagenssi paperimassan tai paperirainan käsittelymiseksi, aikaansaada selluloosapohjainen sähköneristysaine, joka parantaa tg:n ja ominaissähkövastuksen arvoja.

Keksinnön tavoitteeseen päästään valmistamalla selluloosapohjainen sähköneristysaine, joka sisältää 0,02-1,1 paino-% booria absoluuttisen kuivasta aineesta laskettuna.

Menetelmä selluloosapohjaisen sähköneristysaineen valmistamiseksi käsittää vaiheet, joissa selluloosapohjainen paperimassa valmistetaan ja muodostetaan rainaksi, puristamisen, käsittelyn kemiallisella reagenssilla, kuivaamisen ja lopullisen aineen valmistamisen; keksinnön mukaisesti käytetään kemiallisena reagenssina boorihappoa tai booriyhdistettä, joka muodostaa boorihappoa reagoidessaan veden kanssa, jolloin näitä reagensseja käytetään joko erikseen tai yhdessä ja määrissä, jotka takaavat lopullisessa tuotteessa booripitoisuuden väliltä 0,02-1,1 paino-% laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Paperimassan tai paperirainan kemiallisella reagenssilla käsittelyn yksinkertaistamiseksi on sopivaa käyttää boorihappoa vesipitoisen liuoksensa tai vesi/alkoholi-liuoksensa muodossa. Boorihapon käyttö vesi/alkoholiliuoksen muodossa tekee mahdolliseksi saada paperi, jolla on käytännöllisesti muuttumaton tiheys ilman huomattavaa muodonmuudosta, mikä sulkee pois myöhemmän paperiarkkien kutistumisen erikoislaitteissa.

Boorihappoa veden kanssa reagoidessaan muodostavana booriyhdisteenä on edullista käyttää boorihapon anhydridiä, metaboorihappoa tai trietyyliboraattia, on tarkoituksenmukaista käyttää booriyhdistettä alkoholiuoksensa muodossa paperimassan tai paperirainan parempaa käsittelyä varten.

Yhdisteet, joita käytetään kemiallisena reagenssina, nimittäin boorihappo tai boorihappoa veden kanssa reagoidessaan muodostavat booriyhdisteet, joita reagensseja voidaan käyttää yksinään tai yhdis-

telmänä, voidaan lisätä sekä paperimassan valmistusvaiheessa että ennen puristus- tai kuivausvaihetta.

Ehdotettu menetelmä toteutetaan seuraavalla tavalla.

Paperimassa, joka pääaineosana sisältää puu- tai puuvillaseluloosaa, valmistetaan jollakin alan tunnetuista menetelmistä.

Jo paperimassan valmistusvaiheessa boorihappoa tai sellaisia booriyhdisteitä kuin boorihapon anhydridiä, metaboorihappoa, trietyliboraattia tai niiden seoksia voidaan lisätä massaan. Boorihappo liukenee veteen tullen mukaan paperimassan koostumukseen, kun taas boorihapon anhydridi, metaboorihappo tai trietyliboraatti reagoivat veden kanssa antaen boorihappoliuoksen. Boorihapon tai jonkun booriyhdisteen tai niiden seoksen määrä lasketaan siten, että taataan lopputuotteeseen booripitoisuus välillä 0,02-1,1 paino-% absoluuttisen kuivasta aineesta laskettuna.

Boorihappoa ja booriyhdisteitä voidaan käyttää sekä kiteisessä tilassaan että liuosten muodossa.

On tarkoituksenmukaista käyttää boorihappoa vesipitoisena tai vesi/alkoholi-liuoksena ja booriyhdistettä alkoholiliuoksena.

Saatu paperimassa huopautetaan rainan muodostusta varten jollakin tavanomaisista menetelmistä; muodostettu raina puristetaan ja kuivataan käyttäen paperitehtaissa tavallisesti käytettyä laitteistoa. Kun halutaan sähköneristysainetta, jolla on suurentunut tiheys, paperiraina kalanteroidaan.

Boorihapon, booriyhdisteen tai niiden seoksen mukaantuominen on mahdollista muissa prosessin vaiheissa, jotka seuraavat paperimassan valmistusta ja rainanmuodostusta, nimittäin ennen puristusta tai kuivausta.

Boorihapon tai booriyhdisteiden tuominen paperimassaan tai rainoihin ei ainoastaan vähennä ionisia eristyshäviöitä sähköneristysaineessa, vaan myös dipolisia eristyshäviöitä sekä stabiloi absoluuttisen kuivan sähköneristysaineen $tg\delta$ -arvoa laajalla lämpötila-alueella. Niinpä esimerkiksi välillä 60-120°C, kun booripitoisuus sähköneristyspaperissa on 0,27-0,45 paino-%, $tg\delta$ on käytännöllisesti katsoen vakio.

Kun booripitoisuus absoluuttisen kuivassa sähköneristysaineessa kasvaa 1,1 paino-%:iin, muuttuu $tg\delta$ eri lämpötiloissa vain vähäisesti.

Selluloosapohjaisella sähköneristysaineella, joka on saatu kuvatulla menetelmällä, on seuraavat teknilliset parametrit:

paksuus, mm	5-500
tilavuuspaino, g/cm ³	0,6-1,35
Booripitoisuus paino-%:na absoluut-	
tisen kuivasta aineesta laskettuna	0,02-1,1
Sähköneristyspuusellusta valmistetun	
kuivan sähköneristyspaperin, jonka ti-	
heys on 0,7 g/cm ³ , tgδ :	

Lämpötila °C	Paperille, joka on valmistettu käyttäen deionoitua vettä	Paperille, joka on valmistettu käyttäen teollisuusvettä, jonka sähkönjohtavuus on n.250 μS/cm ja joka sisältää n.0,5 mg-ek- viv./l natriumsuoloja
30	0,00040	0,00040
60	0,00035	0,00035
100	0,00030	0,00040
120	0,00035	0,00050

Sähköneristyspuusellusta valmistetun kuivan paperin, jonka tiheys on 1,2 g/cm³ tgδ:

Lämpötila °C	Paperille, joka on valmistettu käyttäen deionoitua vettä	Paperille, joka on valmistettu käyttäen teollisuusvettä, jonka sähkönjohtavuus on n.250 μS/cm ja joka sisältää n.0,5 mg- ekviv./l natriumsuoloja
60	0,0008	0,0008
100	0,0008	0,0010
120	0,0008	0,0013

Tämän keksinnön paremmin ymmärtämiseksi annetaan seuraavat spesifiset esimerkit sen toteuttamisesta, valaisevina mutta ei millään lailla keksinnön piiriä rajoittavina, kuten alaan perehtyneelle on selvää.

Esimerkki 1

Sähköneristyspaperia valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristyspuuselluloosasta, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen vettä, josta suolat on poistettu.

Paperimassa valmistetaan rouhimalla laboratoriosekoittimessa 10 g sähköneristyspuuselluloosaa, jonka päälle on kaadettu 0,1 %:ista

vesipitoista boorihapon liuosta, puolen tunnin ajan kierrosnopeudella 1000 r/min ja jauhamalla saatua suspensiota laboratoriojauhimes-
sa 12 tuntia 95 Schopper-Riegler-asteeseen.

Paperimassa laimennetaan sitten 1000 ml:lla vettä, josta suolat on poistettu, minkä jälkeen paperi valmistetaan laboratorio-
laitteella huopauttamalla, puristamalla ja kuivaamalla paperiarkit. Valmistetun paperin tiheys on $0,7 \text{ g/cm}^3$, paksuus $50 \mu\text{m}$ ja se sisältää 0,02 paino-% booria laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Samaa ainetta, samaa menetelmää ja samaa laitteistoa käytetään, mutta käyttäen vettä, josta suolat on poistettu, sähköneristys-
paperin vertailunäytteiden valmistamiseen, joiden tiheys ja paksuus ovat samat kuin boorihappoa sisältävällä paperilla.

Tg δ :n arvo määritetään kummankin paperityypin näytteille seuraavalla tavalla.

Paperinäytteitä kootaan 280-320 μm :n paksuiseksi pakaksi. Pakka puristetaan halkaisijalta 46 mm:n tasoelektrodien välissä $0,2 \text{ kgf/cm}^2$:n paineella ja kuivataan tyhjössä $5,10^{-4} \text{ mm Hg}$:n jäämäpaineessa 125°C :ssa 2 tuntia. Sitten pakat jäädytetään tyhjössä samassa jäämäpaineessa koelämpötilaansa, joka on 30, 60, 100 tai 120°C ja säädetään termostaatilla johonkin näistä lämpötila-arvoista. Sen jälkeen kun elektrodit on yhdistetty Schering-sillan mittaus-
haaraan, testit suoritetaan käyttäen teollista vaihtovirtaa, jonka taajuus on 50Hz jännitteellä $5 \text{ V}/\mu\text{m}$. Tg -arvot luetaan suoraan Schering-sillalta sen jälkeen kun tämä on tasapainoitettu.

Taulukossa 1 on esitetty tg δ :n arvot määritettyinä paperinäytteille, jotka on saatu kuvatus menetelmän mukaisesti.

Taulukko 1

Lämpötila, $^\circ\text{C}$	Näytteiden tg δ	
	booria sisältävinä	vertailu
30	0,00105	0,00105
60	0,00085	0,00085
100	0,00085	0,00085
120	0,0010	0,0012

Esimerkki 2

Sähköneristyspaperi valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristyscelluloosasta, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen deionoitua vettä.

Paperimassa valmistetaan rouhimalla 10 g sähköneristyscelluloosaa, jonka päälle on kaadettu 1000 ml 1,2-%:sta boorihapon vesiliuosta, laboratoriosekoittimessa puoli tuntia kierrosluvulla 1000 r/min ja jauhamalla saatua sulppua laboratoriojauhimesta 16 tuntia 96°SR:een (Schopper-Riegler).

Paperimassa laimennetaan sitten 3000 ml:lla vettä, josta suolat on poistettu, minkä jälkeen paperi valmistetaan laboratorio-laitteella huopauttamalla, puristamalla ja kuivaamalla paperiarkit. Valmistetun paperin tiheys on 0,7 g/cm³, paksuus 50 µm ja se sisältää 0,11 paino-% booria absoluuttisen kuivasta aineesta laskettuna.

Sähköneristyspaperin vertailunäytteet saadaan samasta aineesta samalla menetelmällä ja samalla laitteistolla, mutta käyttäen deionoitua vettä. Vertailupaperin tiheys ja paksuus ovat samat kuin boorihappoa sisältävällä paperilla.

tgδ -arvo määritetään kummankin tyyppin paperinäytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Tgδ :n määritetyt arvot on annettu taulukossa 2.

Taulukko 2

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	Booria sisältävät	vertailu
30	0,0009	0,00105
60	0,0007	0,00085
100	0,0007	0,00090
120	0,0007	0,0012

Esimerkki 3

Sähköneristyspaperi valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristyscelluloosasta, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen deionoitua vettä.

Paperimassa saadaan rouhimalla 10 g sähköneristyscelluloosaa, jonka päälle on kaadettu 100 ml 28-%:sta boorihapon vesiliuosta ja 900 ml deionoitua vettä, laboratoriosekoittimessa puoli tuntia nopeudella 1000 r/min.

Laimentaminen ja paperinäytteiden valmistus sekä booria sisältämättömän sähköneristyspaperin vertailunäytteiden valmistus suoritetaan seuraamalla esimerkissä 2 kuvattua menettelyä. Näytteiden paksuus on $50\text{ }\mu\text{m}$, tiheys $0,7\text{ g/cm}^3$ ja booripitoisuus 0,25 paino-% laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Kummankin paperityypin näytteet testataan seuraamalla esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

$Tg\delta$:lle määritetyt arvot on annettu taulukossa 3.

Taulukko 3

Lämpötila, °C	Näytteiden $tg\delta$	
	Booria sisältävät	vertailu
30	0,0006	0,00105
60	0,0005	0,00085
100	0,0005	0,00090
120	0,0005	0,0012

Esimerkki 4

Sähköneristyspaperi valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristysselluloosasta, joka on saatu havupuusilkipaperista käyttäen deionoitua vettä.

Laboratoriopaperinäytteiden valmistukseen käytetään paperimassaa, joka sisältää 2 % selluloosaa ja joka on valmistettu teollisissa olosuhteissa. 100 g paperisulppua jauhetaan laboratoriojauhimessa $96,5^\circ\text{SR}$:een. Sitten massaan lisätään 30 g boorihappoa ja seoksen tilavuus täydennetään 1000:ksi lisäämällä deionoitua vettä. Senjälkeen kun laimennettua paperimassaa on sekoitettu 3 minuuttia valmistetaan sähköneristyspaperin näytteet huopauttamalla, puristamalla ja kuivaamalla paperiarkit laboratorion paperinmuodostuslaitteella. Näytteiden paksuus on $50\text{ }\mu\text{m}$, niiden tiheys on $0,7\text{ g/cm}^3$ ja ne sisältävät 1,1 paino-% booria laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Sähköneristyspaperin vertailunäytteitä, jotka eivät sisällä booria, saadaan samalla tavalla, mutta käyttäen deionoitua vettä pelkästään. $Tg\delta$ mitataan seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Näille paperinäytteille määritetyt $tg\delta$ -arvot on annettu taulukossa 4.

Taulukko

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	Booria sisältävät vertailu	
30	0,00050	0,00105
60	0,00040	0,00085
100	0,00035	0,00090
120	0,00040	0,00120

Esimerkki 5

Kondensaattoripaperia, joka on valmistettu teollisissa olosuhteissa käyttäen deionoitua vettä prosessin kaikissa vaiheissa ja jonka neliömetripaino on 13 g/m², kosteus 8 % ja tiheys 0,8 g/cm³, kostutetaan boorihapon 8-%:sella vesiliuoksella 26 %:n kosteuspi-toisuuteen.

Kosteutettu paperi kalanteroidaan tiheyteen 1,2 g/cm³ ja kuiva-taan. Vertailunäytteitä valmistetaan samasta paperista, joka on kostutettu pelkästään deionoidulla vedellä.

Saadut näytteet saatetaan testattaviksi. Tgδ-arvot määritetään seuraamalla esimerkissä 1 kuvattua menettelyä. Muut seuraavat esi-tetyt tekniset parametrit saadaan tunnetuin menetelmin.

Sähköneristyspaperin koe- ja vertailunäytteiden parametrit on annettu taulukossa 5.

Taulukko 5

n:t	Parametri	Näytteet	
		booria sisältävät	vertailu
1	2	3	4
1.	paksuus, μm	10,6	10,4
2.	tiheys, g/cm ³	1,20	1,19
3.	katkeamispituus, km	9,6	9,7
4.	vesiuutteen ominaisjohtavuus μS/cm moduulilla 1:50	11	10
5.	vesiuutteen pH	6,8	7,0
6.	läpilyöntijännite yhdelle pape- rikerrokselle, V	490	490
7.	eristehäviö kerroin kuiyalle paperille lämpötilassa °C		

1	2	3	4
	30	0,0012	0,0020
	60	0,00095	0,00165
	100	0,00095	0,018
	120	0,0010	0,0023
8.	kuivan, paperin ominaisvas- tus, ohmi, cm 120°C:ssa		2,8x10 ¹⁵
9.	eristevakio		3,1
10.	trikloorifenyyliä kylläste- tyn paperin eristehäviö ker- roin (pienikokoisissa konden- saattoreissa lämpötilassa) °C		
	20	0,0021	0,0035
	60	0,0018	0,0030
	100	0,0017	0,0032
	120	0,0020	0,0040
11.	booripitoisuus laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta, paino-%		0

Esimerkki 6

Kondensaattoripaperia, joka on valmistettu teollisissa olosuh-
teissa käyttäen kaikissa vaiheissa vettä, jonka sähkönjohtokyky
on n. 250 μ S/cm ja joka sisältää 0,5 mg-ekviv./l natriumsuoloja ja
jonka paperin tiheys on 0,76 g/cm³, kostutetaan boorihapon 8-%:sella
vesiliuoksella 25 %:n kosteuspitoisuuteen, kalanteroidaan tiheyteen
1,2 g/cm³ ja kuivataan.

Samaa paperia, joka on kostutettu ainoastaan teollisuusvedellä,
käsittelään samalla tavalla ja käytetään vertailunäytteiden valmis-
tukseen.

Saadut näytteet saatetaan testisarjaan ja tulokset on annettu
taulukossa 6.

Taulukko 6

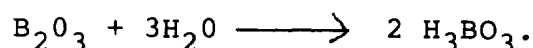
n:ot	Parametri	Näytteitä	
		booria sisältävät	vertailu
1	2	3	4
1.	paksuus, μm	8,2	8,2
2.	tiheys, g/cm^3	1,20	1,20
3.	katkeamispituus, km	9,7	9,5
4.	vesiuutteen ominaissähkönjohtavuus, $\mu\text{S/cm}$, moduulilla 1,50	33	26
5.	vesiuutteen pH	7,3	7,6
6.	yhden paperikerroksen läpilyöntijännite, V	400	400
7.	kuivan paperin eristehäviökerroin lämpötilassa, $^{\circ}\text{C}$		
	30	0,0010	0,0023
	60	0,0008	0,0019
	100	0,0010	0,0032
	120	0,00135	0,0068
8.	kuivan paperin ominaisvastus 120°C :ssa, ohmi. cm	$6,1 \cdot 10^{15}$	$2,8 \cdot 10^{14}$
9.	kuivan paperin eristevakio	2,7	3,1
10.	triklooridifenyyllillä kyllästetyn paperin eristehäviökerroin (pienikokoisissa kondensaattoreissa) lämpötilassa, $^{\circ}\text{C}$		
	20	0,0021	0,0035
	60	0,0018	0,0032
	100	0,0018	0,0046
	120	0,0025	0,0081
11.	booripitoisuus, paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta	0,45	0

Esimerkki 7

Sähköneristyspaperia, joka pohjautuu puhtaaseen sähköneristys-selluloosaan, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen deionoitua vettä, valmistetaan seuraavalla tavalla.

Paperimassaa, joka on valmistettu teollisissa olosuhteissa ja jossa on 0,23 paino-% sellua ja joka on jauhettu 96^oSR:een otetaan paperikoneen painelaatikosta. Lisätään 14 g boorihapon anhydridiä 1000 ml:aan tätä paperimassaa ja seosta sekoitetaan 3 minuuttia.

Paperimassaan lisätty boorihapon anhydridi reagoi sulpuissa olevan veden kanssa seuraavan reaktion mukaisesti:



Kuvatulla tavalla käsitellystä paperimassasta valmistetaan sähköneristyspaperinäytteet laboratorion paperinmuodostuslaitteella huopauttamalla puristamalla ja kuivaamalla paperiarkit.

Saadun paperin paksuus oli 50_u, tiheys 0,7 g/cm³ ja booripitoisuus 0,9 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Sähköneristyspaperin vertailunäytteitä, jotka eivät sisällä booria, valmistetaan samalla menetelmällä mutta lisäämättä boorihapon anhydridiä, ja samalla laitteistolla.

Tg₆ määritetään valmistetuille näytteille seuraamalla esimerkiksi 1 kuvattua menettelyä; sen arvot on luetteloitu taulukossa 7.

Taulukko 7

Lämpötila, °C

Näytteiden tg₆

	booria sisältävät	vertailu
30	0,0005	0,00105
60	0,0004	0,0085
100	0,0004	0,00090
120	0,0004	0,0012

Esimerkki 8

Sähköneristyspaperin näytteitä, jotka sisältävät 0,9 paino-% booria, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta, ja vertailunäytteitä ilman booria valmistetaan seuraamalla esimerkissä 7 kuvattua menettelyä, käyttäen boori-yhdisteenä metaboorihappoa.

Metaboorihappo reagoi paperisulpun sisältämän veden kanssa muodostaen boorihappoa seuraavan kaavan mukaisesti:



Sitten määritetään taulukossa 8 annetut $tg\delta$ -arvot näytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Taulukko 8

Lämpötila, °C	Näytteiden $tg\delta$	
	booria sisältävät	vertailu
30	0,0005	0,00105
60	0,0004	0,00085
100	0,0004	0,0009
120	0,0004	0,0012

Esimerkki 9

Sähköneristyspaperia valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristyscelluloosasta, joka on saatu havupuusilkki-paperista käyttäen deionoitua vettä.

Paperimassa valmistetaan rouhimalla 20 g sähköneristyscelluloosaa, jonka päälle on kaadettu 1000 ml deionoitua vettä, laboratoriosekoittimessa puoli tuntia kierrosluvulla 1000 r/min ja jauhamalla saatua sulppua laboratorijauhimesta 12 tuntia 95°SR:een.

Näin valmistettu paperisulppu laimennetaan 1000 ml:lla deionoitua vettä, minkä jälkeen paperiarkki saadaan laboratoriolaitteella huopauttamalla ja puristamalla.

Puolta määrää paperiarkista käsitellään 10 ml:lla hienonnetun boorihapon 0,1-%:sta vesiliuosta, jolloin boorihappo levitetään tasaisesti paperiarkin koko pinnalle. Toistetun puristamisen ja kuivaamisen jälkeen valmistuu sähköneristyspaperi, jonka paksuus on 50 μ m, tiheys 0,7 g/cm³ ja joka sisältää 0,04 paino-% booria laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Jäljellejäänyt puolikas paperiarkista kuivataan ja käytetään sähköneristyspaperin vertailunäytteiden valmistamiseen, jotka eivät sisällä booria ja joilla on sama paksuus ja tiheys.

Taulukoissa 9 annetut $tg\delta$ -arvot on määritetty kummankin paperityypin näytteille seuraamalla esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Taulukko 9

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	booria sisältävät	vertailu
30	0,0010	0,0011
60	0,0008	0,00085
100	0,0010	0,0012
120	0,0010	0,0012

Esimerkki 10

Sähköneristyspaperin näytteitä, joita on käsitelty boorihapolla, ja sähköneristyspaperin vertailunäytteitä, jotka eivät sisällä booria, valmistetaan seuraamalla esimerkissä 9 kuvattua menettelyä. Näytteiden paksuus on 50 µm ja niiden tiheys on 0,7 g/cm³.

Paperiarkkia käsitellään boorihapon 6-%:sella vesiliuoksella sähköneristyspaperin näytteiden valmistamiseksi. Saadut näytteet sisältävät 0,91 paino-% booria, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Taulukossa 10 annetut tgδ -arvot määritetään kummankin paperityypin näytteille.

Taulukko 10

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	booria sisältävät	vertailu
60	0,0004	0,00085
100	0,00035	0,0009
120	0,0004	0,0012

Esimerkki 11

Kaapelisähköneristyspaperin näytteitä valmistetaan teollisissa olosuhteissa puhtaasta sähköneristyscelluloosasta, jota saadaan havupuu-silkipapereista käyttäen deionoitua vettä. Näytteiden valmistusprosessissa käytetty paperimassa on myös saatu käyttäen deionoitua vettä. Näytteiden paksuus on 120 µm ja niiden tiheys on 0,80 g/cm³.

Saadut näytteet upotetaan 5 sekunniksi boorihapon 6-%:seen vesiliuokseen ja kuivataan. Kuivattujen näytteiden tiheys on $0,7 \text{ g/cm}^3$ ja booripitoisuus 1,1 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Taulukossa 11 annetut $\text{tg}\delta$ -arvot on määritetty keksinnön mukaisesti boorihapolla käsitellyn kaapelipaperin näytteille ja booria sisältämättömän alkuperäisen kaapelipaperin näytteille. $\text{Tg}\delta$ määritetään seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Lämpötila, °C	<u>Taulukko 11</u>	
	Näytteiden $\text{tg}\delta$	
	booria sisältävät	vertailu
60	0,0008	0,0018
100	0,0009	0,0025
120	0,001	0,0049

Esimerkki 12

Massa, joka sisältää 2,0 paino-% sähköneristyscelluloosaa, valmistetaan teollisissa olosuhteissa, käyttäen deionoitua vettä, puhtaasta sähköneristyscelluloosasta, jolloin selluloosa on saatu havupuusilkipaperista myös käyttäen deionoitua vettä, Senjälkeen kun edellä mainittu massa on jauhettu 96°SR :een, otetaan kaksi 250 g:n erää. 100 ml 0,08-%:sta aktiivisen aluminium γ -oksidin vesipitoista suspensiota ja 50 ml 28-%:sta boorihappoliuosta lisätään ainoastaan 100 ml 0,08-%:sta aktiivisen aluminium γ -oksidin vesipitoista suspensiota.

Kummankin annoksen tilavuus täydennetään edellä mainittujen aineosien lisäämisen jälkeen 1000 ml:ksi deionoidulla vedellä, sekoitetaan 5 minuuttia kierrosluvulla 1000 r/min ja näin saatu paperimassa käytetään sähköneristyspaperinäytteiden valmistamiseksi, joissa on 0,55 paino-% booria, huopattamalla, puristamalla ja kuivaamalla paperiarkit laboratoriolaitteella sekä myös näytteiden valmistamiseen paperista, joka ei sisällä booria. Kaikkien näytteiden paksuus on $50 \mu\text{m}$ ja tiheys $0,7 \text{ g/cm}^3$.

Taulukossa 12 annetut $\text{tg}\delta$ -arvot määritetään kaikille näytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Taulukko 12

Lämpötila, °C

Näytteiden η_{sp}/c

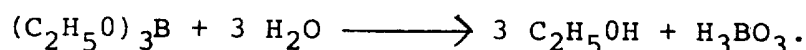
	booria sisältävät	vertailu
60	0,00045	0,0009
100	0,00040	0,0010
120	0,00045	0,00115

Esimerkki 13

Sähköneristyspaperi valmistetaan laboratorio-olosuhteissa puhtaasta sähköneristysselluloosasta, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen deionoitua vettä.

Paperimassa valmistetaan rouhimalla 10 g sähköneristysselluloosaa, jolle on kaadettu 1000 ml vettä, josta suolat on poistettu, laboratoriosekoittimessa puoli tuntia kierrosluvulla 1000 r/min ja jauhamalla saatua massaa laboratoriojauhimesta 16 tuntia 96°SR:een. Näin saatu paperimassa laimennetaan 3000 ml:lla vettä, josta suolat on poistettu, massaan lisätään sitten 75 g trietyyliboraattia ja seosta sekoitetaan 5 minuuttia.

Trietyyliboraatti reagoi paperimassassa olevan veden kanssa antaen boorihappoa seuraavan reaktion mukaisesti:



Tämän jälkeen paperimassa käytetään sähköneristyspaperin näytteiden valmistamiseksi, joiden tiheys on 0,7 g/cm³, paksuus 50 µm ja booripitoisuus 0,37 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Sähköneristyspaperin vertailunäytteet valmistetaan samasta aineesta samalla laitteistolla ja samalla menetelmällä. Vertailunäytteiden paksuus ja tiheys ovat samat kuin boorihappoa sisältävillä näytteillä.

η_{sp}/c -arvot määritettiin kummankin paperityypin näytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä. Saadut arvot on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13

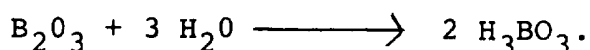
Lämpötila, °C	Näytteiden tg δ	
	booria sisältävät	vertailu
30	0,00050	0,00105
60	0,00040	0,00085
100	0,00035	0,00090

Esimerkki 14

Sähköneristyspaperi, joka pohjautuu puhtaaseen sähköneristys-selluloosaan, joka on saatu havupuusilkkipaperista käyttäen deionoitua vettä, valmistetaan seuraavalla tavalla.

Paperimassa, joka on valmistettu teollisissa olosuhteissa ja joka sisältää 0,23 paino-% selluloosaa ja joka on jauhettu 96°SR:een, otetaan paperikoneen painelaatikosta. Seos, joka sisältää boorihappoa 5 g ja boorihapon anhydridia 1,4 g, lisätään sekoittaen 1000 ml:aan tätä paperimassaa ja sekoittamista jatketaan 3 minuuttia.

Edellä mainittu boorihapon anhydridi, joka lisättiin paperimassaan, reagoi sen sisältämän veden kanssa muodostaen boorihappoa seuraavan kaavan mukaisesti:



Sähköneristyspaperin näytteet valmistetaan edellä kuvatulla tavalla käsitelystä paperimassasta laboratoriopaperinmuodostuslaitteella huopauttamalla, puristamalla ja kuivaamalla paperiarkki. Näytteiden paksuus on 50 μm, niiden tiheys on 0,7 g/cm³ ja booripitoisuus 0,27 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

Sähköneristyspaperin vertailunäytteet, joilla on sama paksuus ja tiheys, mutta jotka eivät sisällä booria, saadaan samalla laitteistolla samalla menetelmällä lukuunottamatta vaihetta, jossa boorihappo ja boorihapon anhydridi lisätään.

Taulukossa 14 annetut tg δ-arvot määritetään näiden paperien näytteille.

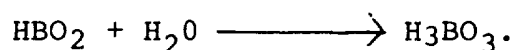
Taulukko 14

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	booria sisältävät	vertailu
30	0,00070	0,00105
60	0,00060	0,00085
100	0,00055	0,00090
120	0,00055	0,00120

Esimerkki 15

Sähköneristyspaperin näytteet, jotka sisältävät 0,45 paino-% booria, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta, ja vertailunäytteet, joissa ei ole booria, valmistetaan seuraten esimerkissä 14 kuvattua menetelmää, mutta käyttäen boori-yhdisteenä seosta, jossa on boorihappoa 7,5 g ja metaboorihappoa 3,5 g.

Metaboorihappo reagoi paperisulpun sisältämän veden kanssa muodostaen boorihappoa seuraavan kaavan mukaisesti:



Taulukossa 15 esitetyt tgδ -arvot määritetään kaikille paperille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

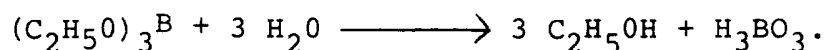
Taulukko 15

Lämpötila, °C	Näytteiden tgδ	
	booria sisältävät	vertailu
30	0,00050	0,00105
60	0,00040	0,00085
100	0,00040	0,00090
120	0,00040	0,0012

Esimerkki 16

Sähköneristyspaperin näytteet, jotka sisältävät 0,35 paino-% booria, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta, ja vertailunäytteet, jotka eivät sisällä booria, on valmistettu seuraten esimerkissä 14 kuvattua menettelyä käyttäen boori-yhdisteenä seosta, jossa on boorihappoa 5 g ja trietyyliboraattia 12 g.

Trietyyliboraatti reagoi paperimassan sisältämän veden kanssa muodostaen boorihappoa seuraavan kaavan mukaisesti:



Taulukossa 16 esitetyt $\text{tg}\delta$:n arvot on määritetty kummankin paperityypin näytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Taulukko 16

Lämpötila, °C

Näytteiden $\text{tg}\delta$

	booria sisältävät	vertailu
30	0,00055	0,00105
60	0,00045	0,00085
100	0,00045	0,00090
120	0,00045	0,00120

Esimerkki 17

Sähköneristyspaperia valmistetaan laboratoio-olosuhteissa seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä puhtaasta sähköneristys-selluloosasta, joka on saatu havupuusilkipapereista käyttäen vettä, josta suolat on poistettu.

Sitten osa näytteistä hienonnetaan tasaisesti boorihapon 40-%:sen vesi/alkoholi-liuoksen kanssa (painosuhte vesi/alkoholi on 6:4) määrässä 0,5 g liuosta/g absoluuttisen kuivaa paperia. Sitten näytteet kuivataan. Booripitoisuus on 0,36 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta paperista; paperin tiheys on 0,7 g/cm³ ja paksuus 50 µm.

Taulukossa 17 esitetyt $\text{tg}\delta$:n arvot määritetään käsitellyille ja käsittelemättömille näytteille seuraamalla esimerkissä 1 kuvattua menettelyä.

Taulukko 17

Lämpötila, °C

Näytteiden tgδ

	booria sisältävät	vertailu
30	0,0006	0,00105
60	0,0005	0,00085
100	0,0005	0,0009
120	0,0005	0,0012

Esimerkki 18

Sähköneristyspaperi valmistetaan laboratorio-olosuhteissa seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä puhtaasta sähköneristys-selluloosasta, jota on saatu havupuusilkkipaperista.

Sitten osaa näytteistä käsitellään boorihapon 3-%:sella vesi/alkoholi-liuosella (alkoholi/vesi-painosuhte on 14:1) 1 ml:n määrällä liuosta/g absoluuttisen kuivaa paperia. Booripitoisuus paperissa on 0,54 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta paperista.

Taulukossa 18 luetellut tgδ :n arvot määritetään käsitellyn ja käsittelemättömän paperin näytteille seuraten esimerkissä 1 kuvattua menettelyä. Paperin tiheys on 0,7 g/cm³ ja paksuus 50,um.

Taulukko 18

Lämpötila, °C

Näytteiden tgδ

	booria sisältävät	vertailu
30	0,0005	0,00105
60	0,0004	0,00085
100	0,0004	0,0009
120	0,0004	0,0012

Patenttivaatimukset:

1. Selluloosapohjainen sähköneristysaine, t u n n e t t u siitä, että se sisältää 0,02 - 1,1 paino-% booria, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

2. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen selluloosapohjaisen sähköneristysaineen valmistamiseksi, joka menetelmä käsittää vaiheet, joissa selluloosapohjainen paperimassa valmistetaan, paperimassa huopautetaan rainan muodostamiseksi, puristetaan, kuivataan ja saadaan lopullinen tuote, t u n n e t t u siitä, että kemiallisena reagenssina käytetään boorihappoa tai jotakin boori-yhdistettä, joka muodostaa boorihappoa reagoidessaan veden kanssa, jolloin näitä reagensseja käytetään joko erikseen tai yhdistelmänä ja määrissä, jotka takaavat boori-pitoisuudeksi lopullisessa tuotteessa 0,02 - 1,1 paino-%, laskettuna absoluuttisen kuivasta aineesta.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että boorihappoa käytetään vesi- tai vesi/alkoholiliuoksensa muodossa.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että boori-yhdisteenä käytetään boorihapon anhydridiä, metaboorihappoa tai trietyyliboraattia.

5. Patenttivaatimuksen 2 ja 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että booriyhdistettä käytetään alkoholiliuoksensa muodossa.

6. Jonkun patenttivaatimuksien 2-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kemiallisena reagenssina käytetyt yhdisteet lisätään paperimassan valmistusvaiheessa.

7. Jonkun patenttivaatimuksien 2-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kemialliseksi reagenssiksi valitut yhdisteet lisätään ennen puristusvaihetta.

8. Jonkun patenttivaatimuksen 2-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kemiallisena reagenssina käytetyt yhdisteet lisätään ennen kuivausvaihetta.

Patentkrav:

1. Elektriskt isoleringsmaterial på cellulosabasis, k ä n n e t e c k n a t därav, att det innehåller från 0,02 till 1,1 vikt-% bor, beräknat på absolut torrt material.

2. Förfarande för framställning av det elektriska isoleringsmaterialet på cellulosabasis enligt patentkravet 1, vilket förfarande omfattar stegen, där man framställer en pappersmassa på cellulosabasis, på vira bildar bana av pappersmassan, pressar, torkar och producerar den slutliga produkten, k ä n n e t e c k n a t därav, att som kemisk reagens används borsyra eller en borförening som bildar borsyra då den reageras med vatten, varvid reagenserna används antingen separat eller i kombination och i mängder som i det slutliga materialet säkerställer en borhalt av från 0,02 till 1,1 vikt-% beräknat på absolut torrt material.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att borsyran används i form av sin vatten- eller vatten/alkohollösning.

4. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att som borförening används borsyraanhydrid, metaborsyra eller trietylborat.

5. Förfarande enligt patentkraven 2 och 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att borföreningen används som sin alkohollösning.

6. Förfarande enligt patentkraven 2-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att föreningarna som används som kemisk reagens tillsätts vid framställningssteget av pappersmassan.

7. Förfarande enligt patentkraven 2-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att föreningarna som används som kemisk reagens introduceras före pressningssteget.

8. Förfarande enligt patentkraven 2-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att föreningarna som används som kemisk reagens introduceras före torkningssteget.

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer