

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2017-510935
(P2017-510935A)

(43) 公表日 平成29年4月13日 (2017.4.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 B 3/52 (2006.01)	H O 1 B 3/52 C	4 F 0 7 2
B 2 9 B 15/10 (2006.01)	B 2 9 B 15/10	4 L 0 5 5
D 2 1 H 13/16 (2006.01)	D 2 1 H 13/16	5 G 3 0 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-548076 (P2016-548076)	(71) 出願人 505005049 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ ム センター
(86) (22) 出願日 平成27年1月27日 (2015. 1. 27)	(74) 代理人 100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(85) 翻訳文提出日 平成28年9月2日 (2016. 9. 2)	(74) 代理人 100107456 弁理士 池田 成人
(86) 国際出願番号 PCT/US2015/012983	(74) 代理人 100128381 弁理士 清水 義憲
(87) 国際公開番号 W02015/113013	(74) 代理人 100162352 弁理士 酒巻 順一郎
(87) 国際公開日 平成27年7月30日 (2015. 7. 30)	
(31) 優先権主張番号 61/931, 792	
(32) 優先日 平成26年1月27日 (2014. 1. 27)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
(31) 優先権主張番号 62/105, 780	
(32) 優先日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変圧器などの電気機器用の電気絶縁材料及び導電体被覆材

(57) 【要約】

物品は、完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、無機充填剤、及びポリマーバインダーを含む。本物品は、セルロースを実質的に含まなくともよい、液体充填変圧器などの電気機器用の電気絶縁飽和不織布シートとして形成することができる。

【選択図】 図 1

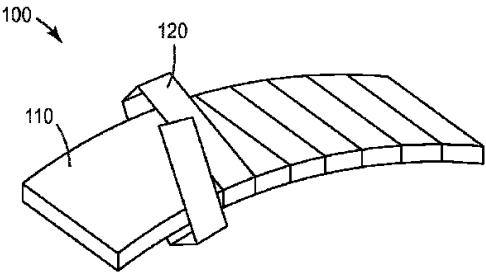


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維と、
無機充填剤と、
ポリマーバインダーと、を含む、物品。

【請求項 2】

不織布シートとして形成された、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 3】

前記無機充填剤が、カオリン粘土、タルク、マイカ、炭酸カルシウム、シリカ、アルミナ、アルミナ三水和物、モンモリロナイト、スメクタイト、ベントナイト、イライト、クロライト、セピオライト、アタパルジャイト、ハロイサイト、パーミキュライト、ラボナイト、レクトライト、パーライト、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ホウ素、及びこれらの組み合わせのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の物品。

10

【請求項 4】

前記無機充填剤がカオリン粘土を含む、請求項 3 に記載の物品。

【請求項 5】

前記カオリン粘土が、水洗浄されたカオリン粘土、層間剥離されたカオリン粘土、焼成されたカオリン粘土、及び表面処理されたカオリン粘土のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 4 に記載の物品。

【請求項 6】

前記ポリマーバインダーがラテックス系材料を含む、請求項 1 に記載の物品。

20

【請求項 7】

前記ポリマーバインダーが、アクリルラテックス、ニトリルラテックス、及びスチレンアクリルラテックスのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 8】

高温のオイルに対する耐性を有するバインダー繊維を更に含む、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 9】

前記バインダー繊維が P P S 繊維を含む、請求項 9 に記載の物品。

【請求項 10】

約 20% ~ 約 50% の完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維を含み、前記%が重量%である、請求項 1 に記載の物品。

30

【請求項 11】

約 40% ~ 約 60% のカオリン粘土と、
約 5% ~ 約 20% のポリマーバインダーと、
約 0% ~ 約 20% の P P S 繊維と、を含み、前記%が重量%である、請求項 10 に記載の物品。

【請求項 12】

前記物品がセルロースを実質的に含まない、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 13】

前記物品が非吸湿性である、請求項 1 に記載の物品。

40

【請求項 14】

請求項 1 に記載の物品により被覆された導電体を含む、電気機器。

【請求項 15】

変圧器、モーター、及び発電機のうちの 1 つを含む、請求項 14 に記載の電気機器。

【請求項 16】

液体充填変圧器を含む、請求項 15 に記載の電気機器。

【請求項 17】

完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維を含む電気絶縁材料を含む、オイル充填変圧器。

50

【請求項 18】

前記電気絶縁材料が、無機充填剤及びポリマーバインダーを更に含む、請求項 17 に記載のオイル充填変圧器。

【請求項 19】

前記電気絶縁材料が、約 20%～約 50%の完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維と、約 40%～約 60%のカオリン粘土と、約 5%～約 20%のポリマーバインダーと、約 0%～約 20%の PPS 繊維とを更に含み、前記%が重量%である、請求項 18 に記載のオイル充填変圧器。

【請求項 20】

前記電気絶縁材料がセルロースを実質的に含まない、請求項 17 に記載のオイル充填変圧器。

10

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔技術分野〕

本発明は、電気絶縁用途に適した電気絶縁材料に関する。詳細には、本発明は、液体充填変圧器などの変圧器に適した電気絶縁導電体被覆材料に関する。

【0002】

〔背景〕

電気モーター、発電機、及び変圧器などの電気機器は、隣り合った導電体同士を絶縁するために何らかの形の誘電体絶縁をしばしば必要とする。

20

【0003】

従来の絶縁材料の 1 つに、液体充填変圧器にしばしば用いられるセルロース系材料であるクラフト紙がある。しかしながら、セルロース紙は、高い吸湿性、分解時の水の生成、及び限定された熱性能といったいくつかの短所を有している。現在の液体充填変圧器は、その設計上の製品寿命の全体を通じて高い信頼性で動作するためには、含水量が 0.5 重量%未満である必要がある。液体充填変圧器中の水の汚染は、電氣的損失及び放電活性の増大による性能の低下につながる。セルロース紙は水に対するその強い親和性（吸湿性）のために、液体充填変圧器の製造者に、これらの材料を液体充填変圧器内への最終的な組み付けに先立って乾燥させることに多大な時間及びエネルギーを費やさせる。水分の存在はセルロースの分解を更に加速させ、分解生成物としての更なる水の放出につながる。

30

【0004】

セルロース紙の他の主要な欠点としては、その限定された熱安定性がある。標準的なクラフト紙の耐熱クラスは 105 であり、高耐熱クラフト紙の耐熱クラスは 120 である。クラフト紙で絶縁された液体充填変圧器の最大作動温度は、クラフト紙の熱性能によって制限される。

【0005】

〔概要〕

特定の電気絶縁用途において、電気機器用途で適当な性能を実現する、より低い吸湿性及びより高い熱安定性を有する材料が求められている。

40

【0006】

本発明の材料は、電氣的要素の絶縁を必要とする、変圧器、モーター、発電機、及びその他の装置において電氣的要素を絶縁するのに適している。詳細には、かかる材料は、液体充填変圧器及び他の液体充填電氣的要素用の絶縁導電体被覆材として適当である。一態様では、かかる材料は、液体充填変圧器用の導電体被覆材として使用することができる。

【0007】

本発明の少なくとも一部の実施形態は、より低い吸湿性を有する絶縁材料を提供する。本発明の少なくとも一部の実施形態は、従来のセルロース系クラフト紙と比較した場合に望ましい熱安定性を有する電気絶縁飽和不織布シート材料を提供する。

【0008】

50

本発明の少なくとも１つの実施形態は、無機充填剤、完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、及びポリマーバインダーを含む物品を提供する。別の態様では、本物品は、飽和不織布シートとして形成される。別の態様では、本物品は、高温のオイルに対する耐性を有するバインダー繊維を更に含むことができる。例えば、本物品は、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）バインダー繊維を含むことができる。

【０００９】

別の態様では、無機充填剤は、カオリン粘土、タルク、マイカ、炭酸カルシウム、シリカ、アルミナ、アルミナ三水和物、モンモリロナイト、スメクタイト、ベントナイト、イライト、クロライト、セピオライト、アタパルジャイト、ハロイサイト、パーミキュライト、ラポナイト、レクトライト、パーライト、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ホウ素、及びこれらの組み合わせの少なくとも１つを含む。

10

【００１０】

別の態様では、無機充填剤はカオリン粘土を含む。更なる態様では、カオリン粘土は、水洗浄されたカオリン粘土、層間剥離されたカオリン粘土、焼成されたカオリン粘土、及び表面処理されたカオリン粘土のうちの少なくとも１つを含む。

【００１１】

別の態様では、ポリマーバインダーはラテックス系材料を含む。更なる態様では、ポリマーバインダーは、アクリルラテックス、ニトリルラテックス、及びスチレンアクリルラテックスのうちの少なくとも１つを含む。

【００１２】

別の態様では、本物品は、約２０％～約５０％の完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維を含む。更なる態様では、本物品は、約４０％～約６０％のカオリン粘土及び約５％～約３０％のポリマーバインダーを含む。別の態様では、本物品は、約０％～約２０％のＰＰＳバインダー繊維を更に含む。これらの％は重量％である。

20

【００１３】

別の態様では、本物品はセルロースを実質的に含まない。

【００１４】

別の態様では、本物品は非吸湿性である。

【００１５】

本発明の別の実施形態は、電気機器用の絶縁導電体被覆材であって、上記の物品を含む、絶縁導電体被覆材を提供する。電気機器は、変圧器、モーター、及び発電機のうちの１つを含む。一態様では、電気機器は、液体充填変圧器を含む。

30

【００１６】

本発明の別の実施形態は、完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維を有する電気絶縁導電体被覆材を含むオイル充填変圧器を提供する。別の態様では、電気絶縁導電体被覆材は、無機充填剤及びポリマーバインダーを更に含む。更なる態様では、オイル充填変圧器は、約２０％～約５０％の完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、約４０％～約６０％のカオリン粘土、及び約５％～約３０％のポリマーバインダーを含み、ただし各％は重量％である。更なる態様では、電気絶縁飽和不織布材料はセルロースを実質的に含まない。

40

【００１７】

本明細書において使用するところの、

「セルロースを実質的に含まない」とは、セルロース系材料の含有量が１０重量％未満である、好ましくはセルロース系材料の含有量が５重量％未満である、より好ましくはセルロース系材料の含有量がごく微量である、最も好ましくはセルロース系材料をまったく含まないことを意味する。

【００１８】

「非吸湿性」とは、相対湿度５０％での含水量が５重量％未満である、より好ましくは相対湿度５０％での含水量が１．５重量％未満である、更により好ましくは相対湿度５０％での含水量が１重量％未満であることを意味する。

50

【 0 0 1 9 】

本発明の上記の「発明の概要」は、本発明の開示される各実施形態又はすべての実現形態について説明することを目的としたものではない。以下の説明では、本発明の実施形態をより具体的に説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明を、一部において非限定的な実施例を参照しながら、また本発明の図面を参照しながら説明する。

【 図 1 】 本発明の一態様に基づく飽和不織布シートを含む導電体被覆材を有する被覆された導電体の概略図である。

10

【 0 0 2 1 】

本発明には様々な改変及び代替的な形態が可能であるが、それらの詳細を例として図面に示したものであり、また下記に詳細に説明するものである。しかしながら、その目的とするところは、本発明を、説明される特定の実施形態に限定することではない点は理解されるべきである。逆に、その目的とするところは、添付の特許請求の範囲により定義される本発明の範囲内に含まれるすべての改変物、均等物、及び代替物を網羅することにある。

【 0 0 2 2 】

[詳細な説明]

以下の説明文では、他の実施形態も想到され、本発明の範囲から逸脱することなく、これを実施しうる点は理解されるべきである。したがって、以下の説明文は、限定的な意味で解釈されるべきではない。

20

【 0 0 2 3 】

特に断りがない限り、本明細書及び特許請求の範囲で使用される要素の大きさ、量、及び物理的特性を表わすすべての数値は、いずれの場合においても「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでないことが示されない限り、本明細書及び添付の特許請求の範囲に記載される数値パラメータは、当業者が本明細書に開示される教示内容を用いて得ようとする所望の特性に応じて変わりうる近似的な値である。端点による数値範囲の使用には、その範囲内のすべての数及び任意の数値が含まれる（例えば、1～5には1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、及び5が含まれる）。

30

【 0 0 2 4 】

本発明の少なくとも1つの実施形態は、完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、無機充填剤、及びポリマーバインダーを含む物品を提供するものである。本物品は、変圧器、モーター、発電機などの電気機器用の絶縁飽和不織布シートとして形成することができる。電気機器は、しばしば、絶縁（誘電体）液又は流体で充填される。液体充填電気機器で使用される一般的な流体としては、鉱物油、天然エステルオイル、合成エステルオイル、シリコンオイルなどが挙げられる。本物品は、液体充填変圧器、液体充填ケーブル、及び液体充填スイッチギアなどの液体充填電気機器用の絶縁飽和不織布シートとして形成することができる。その結果、液体充填電気機器はセルロースを実質的に含まないものとなりうる。

40

【 0 0 2 5 】

本発明の少なくとも一部の実施形態は、従来のセルロース系クラフト紙と比較してより低い吸湿性、より高い熱安定性、及びより高い熱伝導率を有する電気絶縁導電体被覆材を提供する。

【 0 0 2 6 】

少なくとも一部の実施形態は、カーディング処理を用いた後、コーティングで飽和させることによって形成することができる絶縁材料を提供する。これにより、絶縁飽和シートは、電気機器用途で許容される厚さ／薄さ、強度、可撓性、及び伸長度を有することができる。

50

【 0 0 2 7 】

セルロース系クラフト紙は、長年にわたって液体充填変圧器業界で使用されてきたが、高い吸湿性、加水分解のされやすさ、及び限定的な高温性能がその短所として知られている。セルロースを使用せず、その代わりに完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、より詳細にはカオリン粘土などの無機充填剤と完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維との組み合わせを物品中に使用することによって、標準的なクラフト紙と比較してより低い吸湿性、より高い熱安定性、及びより高い熱伝導率を有する電気絶縁不飽和不織布シートが示された。

【 0 0 2 8 】

本明細書に述べられる物品及び電気絶縁材料は、変圧器の製造者に、従来のクラフト紙で絶縁された変圧器ユニットを、オイルを含浸する前に乾燥させるために通常行われる、多大な時間及びエネルギーを費やす現在の乾燥サイクルを減らすことを可能ならしめるものである。これらの乾燥サイクルは、ユニットの設計及びサイズに応じて12時間から数日間続く場合がある。更に、クラフトセルロース紙は吸湿性であるばかりでなく、セルロースの経時変化及び実際の分解によって副生成物として水を生成し、この水によって変圧器のオイルの絶縁品質が更に低下しうる。

【 0 0 2 9 】

上記に述べたように、電気絶縁飽和不織布材料は、ポリビニルアルコール(PVOH)繊維を含んでいる。1つの例では、電気絶縁飽和不織布材料は、約20重量%～約50重量%の完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維を含む。「完全加水分解型」とは、繊維に含まれる未加水分解型酢酸ビニル単位が5%未満であり、したがってその加水分解度が少なくとも95%であることを意味する。完全加水分解型ポリビニルアルコールは、通常、230～245 範囲の融点を有する。より好ましくは、完全加水分解型繊維は、高い引張強さ(>6g/デニール)を有する。完全加水分解型の高い引張強さを有するポリビニルアルコール繊維は、通常、室温では水に不溶である。これに対して、加水分解度の低いポリビニルアルコール繊維は、通常、180～190 の範囲の融点を有し、室温で水に可溶である。これらの部分加水分解型PVOH繊維は、通常はバインダー繊維として使用される。

【 0 0 3 0 】

更に、電気絶縁飽和不織布シートは無機充填剤を含む。一態様では、適当な無機充填剤としては、これらに限定されるものではないが、カオリン粘土、タルク、マイカ、炭酸カルシウム、シリカ、アルミナ、アルミナ三水和物、モンモリロナイト、スメクタイト、ペントナイト、イライト、クロライト、セピオライト、アタパルジャイト、ハロイサイト、バーミキュライト、ラボナイト、レクトライト、パーライト、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ホウ素、及びこれらの組み合わせが挙げられる。無機充填剤は表面処理されてもよい。適当なカオリン粘土の種類としては、これらに限定されるものではないが、水洗浄されたカオリン粘土、層間剥離されたカオリン粘土、焼成されたカオリン粘土、及び表面処理されたカオリン粘土が挙げられる。1つの例では、電気絶縁材料は、約0重量%～約60重量%のカオリン粘土を含む。より好ましくは、電気絶縁材料は、約40重量%～約60重量%のカオリン粘土を含む。

【 0 0 3 1 】

更に、電気絶縁飽和不織布シートはポリマーバインダーを含む。適当なポリマーバインダーとしてはラテックス系材料を含むものでありうる。別の態様では、適当なポリマーバインダーとしては、これらに限定されるものではないが、アクリルラテックス、ニトリルラテックス、スチレンアクリルラテックス、及び天然ゴムラテックスが挙げられる。1つの例では、電気絶縁材料は、約5重量%～約30重量%のポリマーバインダーを含む。一部の好ましい実施形態では、電気絶縁材料は、約5重量%～約20重量%のポリマーバインダーを含む。

【 0 0 3 2 】

場合により、電気絶縁材料は更なる繊維を更に含んでもよい。一部の実施形態では、更

10

20

30

40

50

なる繊維は非晶質の非延伸繊維を含む。１つの例では、更なる繊維は、高温のオイルに耐性を有するバインダー繊維を含む。一部の実施形態では、電気絶縁材料は、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）繊維を含む。更なる態様では、電気絶縁材料は、ＰＰＳ／ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）２成分繊維などの２成分繊維を含む。１つの例では、電気絶縁材料は、約０重量％～約３０重量％のＰＰＳ繊維を含む。他の例では、電気絶縁材料は、約０重量％～約２０重量％のＰＰＳ繊維を含む。

【００３３】

多くの実施形態において、電気絶縁材料は、飽和不織布シート又はマットとして形成される。一態様では、不織布材料に基づくカーディング処理されたポリビニルアルコール繊維を、無機充填剤及びラテックスバインダーを含むスラリーコーティングで後で飽和する。別の態様では、ポリビニルアルコール繊維とＰＰＳ繊維との組み合わせを含むカーディング処理された不織布マットを、無機充填剤及びラテックスバインダーを含むスラリーコーティングで後で飽和する。カーディング／飽和处理によって、得られるシートを薄く（例えば５ミル（０．１３ｍｍ）未満）、一部の態様では約２～３ミル（０．０５～０．０８ｍｍ）とすることができる。かかるカーディング及びコーティング工程は、従来の方法を用いて行うことができる。１つの方法の例では、短く切断されたポリビニルアルコール繊維がブロワーに搬送された後、カーディング装置に搬送され、繊維が不織布マット又はバットに梳綿される。次いでマットは、強度を与えるために熱でカレンダー加工（例えば熱溶着を用いて）される。他の従来の不織布形成プロセスを用いることもできる。更なる例では、次に、ポリマーラテックス中の無機粘土を含むスラリーが、ワイヤ巻回ロッド（例えばメイヤーロッド）又はカーテンコーティングなどの従来コーティング方法を用いて不織布マットに塗布される。

10

20

【００３４】

代替的な一態様では、不織布の非吸湿性絶縁材料は、無機充填剤、完全加水分解型ポリビニルアルコール繊維、ポリマーバインダー、及び更に高表面積繊維を含むことができる。この材料は、本明細書にその全容を援用するところの米国仮特許出願第６１／９３１，７９２号に述べられるような湿式法（ウェットレイド）を用いて調製することができる。

【００３５】

この結果、電気機器での使用に適した不織布の非吸湿性絶縁材料が得られる。一部の態様では、かかる不織布の非吸湿性絶縁材料を、液体充填変圧器内で導電体被覆材として用いることができる。この電気絶縁材料は、高温のオイルをはじめとする高温の流体に耐性を有する。

30

【００３６】

例えば図１は、本発明の別の態様として、液体充填変圧器などの電気機器における使用に適した絶縁導電体被覆材を示している。代表的な一態様では、変圧器は、オイルで充填された変圧器からなる。

【００３７】

図１では、被覆された導電体１００は、シート１２０によって被覆された長方形の導電体１１０のような導電体を有している。導電体１１０は、任意の従来導電体材料からなるものでよい。導電体１１０は、導電体１１０の周囲に巻かれたシート１２０により、隣接する導電体から電氣的に絶縁されている。シート１２０は、上記に述べた飽和不織布シートを有することができる。このように被覆された導電体１００は、液体（例えばオイル）で充填された配電変圧器又は電源変圧器で使用することができる。更に、本明細書を考慮することで当業者には理解されるように、１つ以上の更なる変圧器要素を、本明細書に述べられる電気絶縁材料から形成することもできる。

40

【００３８】

本明細書に述べられる電気絶縁材料を使用することにより、変圧器はより高い動作クラスで承認され、例えばＩＥＥＥ規格Ｃ５７．１５４－２０１２に合格するように設計することが可能である。

【００３９】

50

下記実施例に示されるように、セルロース及びセルロースペースの変圧器要素を取り除くと、乾燥時間が大幅に短縮されうる。更に、変圧器自体が水の分解を生じにくくなりうる。

【実施例】

【0040】

以下の実施例及び比較例は、本発明の理解を助けるために与えられるものであり、本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。特に断らない限り、すべての部及び百分率は重量基準である。以下の試験方法及び手順をそれに続く代表的実施例及び比較例の評価に用いた。

【0041】

試料の作製

以下のようにして、当該技術分野では周知の方法を用いて、代表的な電気絶縁飽和不織布材料を作製した。

【0042】

実施例1～10の作製に用いたカーディング処理された不織布マットでは、表1に示される繊維の混合物を使用した。各マットの組成を表2に重量パーセント（重量％）で示す。繊維混合物をカーディング装置に通して、表2に示される坪量を有する不織布バットを得た。次いで各不織布バットを、約300°F（149℃）の温度に加熱したスチールロール及び約800 pli（143 kg/cm）のニップ圧力を用い、32フィート/分（9.8 m/分）のライン速度でスチール/コットンニップに通してカレンダー加工した。実施例10は、約410°F（210℃）の温度に加熱したスチールロール及び約800 pli（143 kg/cm）のニップ圧力を用い、75フィート/分（22.9 m/分）のライン速度で2つのスチール/コットンニップに通してカレンダー加工した。

【0043】

カーディング処理された不織布バット（実施例1～9）を、表2に示したおよその温度及び約1000 pli（179 kg/cm）のニップ圧力を用いて、スチール/スチールニップに通して更にカレンダー加工することによって部分的に結合された不織布材料とし、次いでこれをポリマーラテックスバインダー中に分散した粘土のスラリーで飽和させた。表2に示されるように、ブタジエンアクリロニトリル（BAN）ラテックス（エメラルド・パフォーマンス・マテリアルズ社（Emerald Performance Materials）、米国）、又はアクリルラテックス（HYCAR 26362、ルーブリゾール社（Lubrizol Corp））をバインダーとして使用し、層間剥離したカオリン粘土（カミン社（KaMin, LLC）（米国）より販売されるHYDRAPRINT）を粘土として使用した。各実施例の最終的な厚さ（キャリパー）及び坪量を表3に示す。

【0044】

【表1】

表1.

	繊維の説明	デニール	長さ (mm)	繊維の引張強さ (g/デニール)	製品 名称/供給元
A	完全加水分解型PVOH	1.5	38	12.5	KURALON EQ2、 株式会社クラレ、日本
B	完全加水分解型PVOH	1.4	38	10.5	Minifibers社、米国
C	PPS/PET 2成分繊維	3	38	4	Fiber Innovation Technology社、米国
D	PPS、非延伸バインダー	2.7	50	1.4	NEXYLENE S970、 EMS-GRILTECH社、スイス
E	完全加水分解型PVOH	1.5	51	13	Minifibers社、米国

【0045】

【表 2】

表2.

	繊維の組成 (wt%)	パットの坪量 (g/m ²)	スチール/ スチールカレンダー ロールの温度	スラリー
実施例1	100% B	26	400° F (204°C)	100/20粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例2	100% B	26	400° F (204°C)	100/40粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例3	100% B	26	400° F (204°C)	100/60粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例4	100% A	25	400° F (204°C)	100/60粘土/ アクリルラテックス
実施例5	100% B	26	400° F (204°C)	100/60粘土/ アクリルラテックス
実施例6	75% B+25% C	27	400° F (204°C)	100/60粘土/ アクリルラテックス
実施例7	25% D+75% F	40	385° F (196°C)	100/30粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例8	25% D+75% F	40	405° F (207°C)	100/30粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例9	100% E	40	405° F (207°C)	100/30粘土/ブタジエン アクリロニトリルラテックス
実施例10	80%E+20%D	36	NA	100/30粘土/ アクリルラテックス

10

【0046】

【表 3】

表3.

	最終坪量		厚さ	
	g/yd ²	g/m ²	mil	μm
実施例1	53	63	2.1	53
実施例2	51	61	2.1	53
実施例3	52	62	2.2	56
実施例4	64	77	2.6	66
実施例5	54	65	2.3	58
実施例6	60	72	2.6	66
実施例7	96	115	3.9	99
実施例8	82	98	4.0	102
実施例9	62	74	2.7	69
実施例10	72	86	3.1	79

20

30

【0047】

比較例CE1及びCE2は、市販の高耐熱セルロース系クラフト紙を購入した状態で用いた。CE1の厚さは10mil(254ミクロン(μm))であり、CE2の厚さは3mil(76μm)であった。高耐熱クラフト紙は、紙の分解速度を低下させるように化学的に改質されたものである。

【0048】

試験方法

機械方向(MD)の引張強さ及びMD伸長率を、ASTM D-828-97(2002)「伸長速度一定の装置を使用した紙及び板紙の引張特性の標準的試験方法(Standard Test Method for Tensile Properties of Paper and Paperboard Using Constant-Rate-of-Elongation Apparatus)」に記載される手順に従って測定した。各試料の試験片を、初期の引張特性について試験した後、170の鉱物油中で異なる長さの時間にわたってエイジングさせた。再び引張特性を測定し、伸張保持率及び引張強さ保持率を、エイジングを行う前の初期測定値の比率(%)として計算した。

40

【0049】

ASTM D-924(2008)「電気絶縁液の誘電正接(又は力率)及び比誘電率の標準的試験方法(Standard Test Method for Dissipation Factor(or Power Factor) and Relative Permittivity of Electrical Insulating Liquids)」に述べられるようにし

50

て、固体絶縁体を 100 の鉱物油中で 168 時間エイジングした後、鉱物油の誘電正接を測定することによって、オイル相溶性を評価した。

【0050】

以下の手順に従い、改変した ASTM D 5470 - 06 熱流計を使用して試料の熱伝導率を測定した。直径 2 インチ (5 cm)、長さ約 3 インチ (7.6 cm) の高温及び低温の測定バーに、等間隔で配された 6 個の熱電対を、最初の熱電対がバー間の界面から 5.0 mm の位置となるようにして設けた。各バーは真鍮で形成されたものであり、参照熱伝導率は $130 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ($1.3 \text{ W/cm} \cdot \text{C}$) であった。測定バーの接触面は約 5 ミクロン以内で平行であり、試験中に試料にかかる力はおよそ 120 N であった。試料の厚さは、試験中に公称精度 2 ミクロンのデジタル変位トランスデューサによって測定した。

10

【0051】

測定バーが平衡状態に達した時点で、デジタル変位トランスデューサを 0 に合わせた。飽和不織布材料の試料をガラスビン中で絶縁オイル中に浸漬した後、真空オープン中、真空下で、室温 (25) にて脱気した。オイルで飽和させた試料をオイルから取り出し、下側の測定バー上に置いた。オイルは、接触熱抵抗を除去するための界面流体として機能した。測定バーを閉じ、通常の力を加えた。測定バーに流れる熱流及び試料の厚さの測定を、一般的には約 30 分間である試験時間の全体を通じて行った。約 10 分以内に概ね平衡状態に達した。

【0052】

次いで、試料の熱伝導率 (k) を、試料の厚さ (L)、測定バーの熱伝導率 (k_m)、測定バーの温度勾配 (dT/dX)、及び試料にわたって外挿した温度差 ($T_u - T_l$) から計算した。

20

【0053】

【数 1】

$$k = \frac{k_m(dT/dx)}{(T_u - T_l)/L}$$

【0054】

ASTM D 149 - 09 「商用電源周波数における固体電気絶縁材料の絶縁破壊電圧及び絶縁破壊強度の標準的試験方法 (Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Breakdown Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies)」に従って絶縁耐力を測定した。

30

【0055】

結果

表 4 ~ 6 に、電気絶縁飽和不織布材料及び高耐熱クラフト紙 (CE 1) の引張強さ保持率及び伸長率 (%) を、170 の鉱物油中でのエイジング時間の関数として示す。

【0056】

実施例 1 ~ 10 はいずれも、それらの薄さにもかかわらず、およそ 241 lb/inch (4.2 N/mm) の目標範囲内の十分に高い引張強さを示した。表 4 に示されるように、実施例 1 ~ 3 はいずれも、170 の鉱物油中での 12 週間のエイジング後に 50 % よりも大きい引張強さ保持率を示した。100 で実施例 10 とエイジングした鉱物油の誘電正接を測定した場合に十分なオイル相溶性の結果が得られた。これに対して、CE 1 は、その MD の引張強さのほとんどすべてを失い、170 のオイル中での 12 週間のエイジング後にエイジング前のその引張強さのわずかに 3 % しか保持しなかった。更に、CE 1 を 12 週間エイジングしたオイルも、実施例 1 ~ 3 のオイルと比較して顕著に暗く、かつ濁っており、クラフト紙の分解生成物の存在を示している。

40

【0057】

実施例 1 ~ 10 はいずれも、導電体被覆材用途における一般的な最低要求条件である 5 % よりも高い伸長率を示した。(表 5 ~ 6 を参照) CE 1 は、わずか 2.3 % の伸長率を

50

示している。一般的に、クラフト紙の伸長率を約 5 % に高めるためにはクラフト紙に水分を加える必要がある点に留意されたい。

【 0 0 5 8 】

【 表 4 】

表 4.

実施例	MDの引張強さ、lb/in (N/mm)				MDの引張強さ、保持率 (%)		
	初期値	3週	6週	12週	3週	6週	12週
1	19.2 (3.36)	23.6 (4.13)	21.5 (3.77)	18.6 (3.26)	123%	112%	97%
2	27.3 (4.78)	28.1 (4.92)	26.3 (4.61)	19.5 (3.41)	103%	96%	70%
3	33.9 (5.94)	28.1 (4.92)	24.7 (4.33)	20.4 (3.57)	83%	73%	60%
CE1	174 (30.5)			6(1.05)			3%

10

【 0 0 5 9 】

【 表 5 】

表 5.

実施例	MDの伸長率 (%)				MDの伸長保持率 (%)		
	初期	3週	6週	12週	3週	6週	12週
1	9.2	9.6	6.9	5.4	104%	75%	59%
2	11.7	10.5	7.1	3.1	90%	61%	26%
3	13.6	11.5	5.7	4	85%	42%	29%
CE1	2.3			0.5			22%

20

【 0 0 6 0 】

【 表 6 】

表 6.

	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
初期のMDの引張強さ、 lb/in (N/mm)	23.5 (4.12)	25 (4.38)	26.2 (4.59)	31.4 (5.50)	26.5 (4.64)	18.3 (3.20)	39 (6.83)
170℃の鉱物油中で 20日間エイジングした 場合のMDの引張強さ、 lb/in (N/mm)	24.8 (4.34)	24.7 (4.33)	24.1 (4.22)	31 (5.43)	31 (5.43)		37.9 (6.64)
引張強さ保持率 (%)	106%	99%	92%	99%	117%		97%
MDの伸長率	10.7	12.2	10.4	9.1	6.7	8.8	7.0
170℃の鉱物油中で 20日間エイジングした 場合のMDの伸長率	8.8	6.2	5.4	7	8		6.9
伸長保持率 (%)	82	51	52	77	119		99

30

【 0 0 6 1 】

50 % 相対湿度 (RH) 及び 95 % RH で CE 1 及び CE 2 と比較した場合の実施例 10 のより低い吸湿性が、表 7 に示される結果より明らかである。

40

【 0 0 6 2 】

【 表 7 】

表 7.

	含水率		
	実施例 10	CE1	CE2
50% RH	1.2%	6.4%	5.9%
95% RH	2.6%	27%	

【 0 0 6 3 】

表 8 に示されるように、実施例 10 は、CE 1 及び CE 2 と比較してより高い熱伝導率

50

を有しており、空气中及び鉱物油中での実施例 10 の絶縁耐力は CE 1 よりいずれも高くなっている。

【 0 0 6 4 】

【 表 8 】

表 8.

	実施例 10	CE 1	CE 2
鉱物油中での熱伝導率 ($W/m-K$)	0. 278	0. 240	0. 259
鉱物油中での絶縁耐力 ($V/mil(kV/m)$)	1630 ($64. 2 \times 10^3$)	1450 ($57. 1 \times 10^3$)	
空气中での絶縁耐力 ($V/mil(kV/m)$)	300 ($11. 8 \times 10^3$)	232 ($9. 13 \times 10^3$)	

10

【 0 0 6 5 】

以上、好ましい実施形態を説明する目的で、具体的な実施形態を本明細書において図示、説明したが、当業者であれば、本発明の範囲を逸脱することなく、広範な代替的かつ／又は同等の実現形態によって図示及び説明した特定の実施形態を置き換えることが可能である点は認識されるところであろう。本出願は、本明細書で検討した好ましい実施形態のあらゆる適合例又は変形例を網羅することを目的としたものである。したがって、本発明が特許請求の範囲及びその均等物によってのみ限定される点は明白に意図されるところである。

20

【 図 1 】

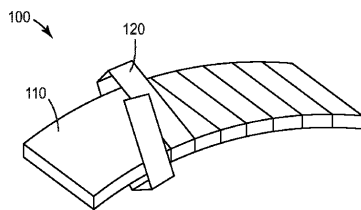




FIG. 1

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2015/012983
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01B 3/02(2006.01)i, H01B 7/02(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01B 3/02; B32B 5/26; B32B 29/02; B32B 23/04; B32B 23/08; B32B 7/02; B32B 29/00; D21H 13/26; D21H 17/34; H01B 7/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & keywords: fully-hydrolyzed polyvinyl alcohol fiber, inorganic filler, polymer binder, kaolin clay, PPS fiber, transformer, insulation		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012-082180 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 21 June 2012 See abstract; p.4, lines 14-23; p.6, lines 9-26; p.9, lines 4-6; claims 1-10.	1-20
Y	US 3903352 A (SUTER et al.) 2 September 1975 See abstract; claims 1-12.	1-20
A	WO 03-104559 A1 (FIBERMARK, INC.) 18 December 2003 See abstract; claims 1-13.	1-20
A	US 5368929 A (PARKER et al.) 29 November 1994 See abstract; claims 1-6.	1-20
A	WO 2007-140008 A2 (DOW REICHOLD SPECIALTY LATEX, LLC) 6 December 2007 See abstract; claims 1-7.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 April 2015 (14.04.2015)		Date of mailing of the international search report 14 April 2015 (14.04.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82 42 472 7140		Authorized officer KIM, Seung Beom Telephone No. +82-42-481-3371 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2015/012983

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012-082180 A1	21/06/2012	CA 2820194 A1 CN 103260869 A EP 2651633 A1 JP 2014-506199 A KR 10-2014-0034127 A MX 2013006553 A SG 190977 A1 TW 201237890 A US 2012-0156956 A1	21/06/2012 21/08/2013 23/10/2013 13/03/2014 19/03/2014 15/07/2013 31/07/2013 16/09/2012 21/06/2012
US 3903352 A	02/09/1975	None	
WO 03-104559 A1	18/12/2003	AU 2003-240573 A1 US 2003-226649 A1	22/12/2003 11/12/2003
US 5368929 A	29/11/1994	None	
WO 2007-140008 A2	06/12/2007	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ターピン, ロバート エイチ.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
スリーエム センター

(72)発明者 ホアン, ミッチェル ティー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
スリーエム センター

(72)発明者 スタンクス, デイヴィッド エス.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427
スリーエム センター

F ターム(参考) 4F072 AA02 AA08 AB04 AB05 AB29 AD05 AD09 AE06 AF06 AG03
AG07 AH03 AH31 AK05 AK20 AL14
4L055 AF21 AG11 AG12 AG13 AG14 AG17 AG18 AG25 AG26 AG27
AG63 AG71 AG74 AG77 AG97 AH01 AH37 EA04 EA32 FA19
GA39
5G305 AA03 AB01 CA05 CC02 CC04 CD01