

(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2020-510283

(P2020-510283A)

(43) 公表日 令和2年4月2日 (2020. 4. 2)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
<b>H01B 17/56</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H01B 17/56</b>	<b>A</b>		<b>5G333</b>
<b>H02K 3/30</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02K 3/30</b>			<b>5H604</b>
<b>H02K 3/34</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02K 3/34</b>	<b>C</b>		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

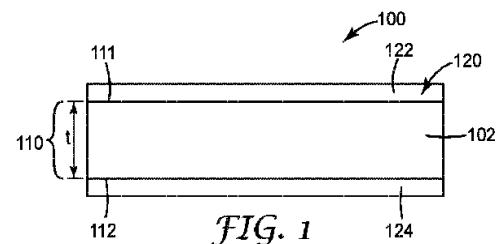
(21) 出願番号	特願2019-548429 (P2019-548429)	(71) 出願人	505005049
(86) (22) 出願日	平成30年3月9日 (2018. 3. 9)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(85) 翻訳文提出日	令和1年9月5日 (2019. 9. 5)		ズ カンパニー
(86) 国際出願番号	PCT/US2018/021736		アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
(87) 国際公開番号	W02018/165544		-3427, セント ポール, ポスト オ
(87) 国際公開日	平成30年9月13日 (2018. 9. 13)		フィス ボックス 33427, スリーエ
(31) 優先権主張番号	62/469, 713		ム センター
(32) 優先日	平成29年3月10日 (2017. 3. 10)	(74) 代理人	100110803
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 赤澤 太朗
		(74) 代理人	100135909
			弁理士 野村 和歌子
		(74) 代理人	100133042
			弁理士 佃 誠玄
		(74) 代理人	100171701
			弁理士 浅村 敬一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気絶縁材料

## (57) 【要約】

電気絶縁材料が本明細書で記載される。電気絶縁材料は、絶縁性コア層と、絶縁性コア層の第1主面上にコーティングされた少なくとも1つの硬化エポキシ層と、を含む。いくつかの態様では、例示的な電気絶縁材料は、絶縁性コア層の第2主面上にコーティングされた第2の硬化エポキシ層を更に含んでもよい。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

絶縁性コア層と、前記絶縁性コア層の第 1 主面上にコーティングされた少なくとも 1 つの硬化エポキシ層と、を含み、前記絶縁性コア層は、積層接着剤によって絶縁フィルムの第 1 表面に取り付けられた不織布材料の第 1 層を含む積層体である、可撓性電気絶縁材料。

**【請求項 2】**

前記少なくとも 1 つの硬化エポキシ層の第 1 層は、不織布材料の前記第 1 層の露出表面上にコーティングされている、請求項 1 に記載の絶縁材料。

**【請求項 3】**

前記少なくとも 1 つの硬化エポキシ層の第 1 層は、前記フィルムの露出表面上にコーティングされている、請求項 1 又は 2 に記載の絶縁材料。

**【請求項 4】**

前記絶縁性コア層は、ポリマーフィルムの第 2 表面に取り付けられた不織布材料の第 2 層を更に含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 5】**

前記少なくとも 1 つの硬化エポキシ層は、前記コア層の両主面上にコーティングされている、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 6】**

絶縁フィルム層と、前記絶縁フィルム層の主面上に配置された第 1 の硬化エポキシ層と、前記第 1 の硬化エポキシ層の露出表面上に配置された第 1 の不織布材料層と、を含む、可撓性電気絶縁材料。

**【請求項 7】**

前記絶縁フィルムの前記第 2 主面上に配置された第 2 の硬化エポキシ層を更に含む、請求項 6 に記載の絶縁材料。

**【請求項 8】**

前記第 2 の硬化エポキシ層の露出表面上に配置された第 2 の不織布材料層を更に含む、請求項 7 に記載の絶縁材料。

**【請求項 9】**

前記硬化エポキシ層は、脂環式エポキシ樹脂と、硬化剤と、アルミニウム三水和物と、を含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 10】**

前記硬化エポキシ層は、15 ~ 50 重量%の脂環式エポキシ樹脂と、10 ~ 50 重量%の無水物硬化剤と、10 ~ 70 重量%のアルミニウム三水和物と、を含む、請求項 9 に記載の絶縁材料。

**【請求項 11】**

前記硬化エポキシ層は、20 ~ 46 重量%の脂環式エポキシ樹脂と、14 ~ 40 重量%の無水物硬化剤と、14 ~ 60 重量%のアルミニウム三水和物と、から実質的に形成される、請求項 9 に記載の絶縁材料。前記硬化エポキシ層は、0 ~ 2 重量%の促進剤を更に含む得る。

**【請求項 12】**

前記不織布材料は、ポリフェニレンスルフィド不織布材料及びナイロン不織布材料のうちの 1 つを含む、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 13】**

前記絶縁フィルムは、ポリイミドフィルム及びポリエチレンナフタレートフィルムのうちの 1 つを含む、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 14】**

少なくとも約 350 V の比較トラッキング指数を有する、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

**【請求項 15】**

10

20

30

40

50

前記絶縁材料は、モータコイルのスロットに適合するように構成された三次元形状に形成されている、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の絶縁材料。

【請求項 16】

前記三次元形状は、U 字形断面、楕円形断面、矩形断面、及びダブテール断面のうちの 1 つを有するチャンネルである、請求項 13 に記載の絶縁材料。

【請求項 17】

前記絶縁材料の端部は、一方又は両方の端部で折り返されて、前記三次元形状を補強するカフを形成する、請求項 13 又は 14 に記載の絶縁材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電気装置に使用するための電気絶縁材料に関する。特に、絶縁材料は、少なくとも 1 つのエポキシ層を含む可撓性材料である。一態様では、例示的な絶縁材料は、熱的性能、機械的性能、耐薬品性、及び / 又は誘電特性を改善した電気装置又はモータのスロットライナーに使用することができる。

【背景技術】

【0002】

回転電動機又は電動モータは、自動車用途、航空宇宙用途、工業用途などの多種多様な用途に使用される。回転電動機又はモータは、ステータと、電気エネルギーを機械エネルギーに変換するためにステータに対して回転するロータと、を含む。回転電動機はまた、ロータとステータとの間の相対回転により機械エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機を含むことができる。

20

【0003】

電動モータ、発電機、及び変圧器などの電気機器又は電気機械は、多くの場合、ある電圧の導体を別の電圧の導体から分離するために、及び / 又は電気部品を機械的に保護するために、何らかの形態の誘電絶縁体を必要とする。

【0004】

例えば、発電機は、ロータとステータとの間の相対回転の結果として、機械エネルギーを電気エネルギーに変換する。ステータは、典型的には、歯の間にスロットを備える複数の離間した歯を有するステータコアを含む。ワイヤコイルは、スロット内のステータコアの歯の周囲に巻回される。絶縁スロットライナーの形態の誘電絶縁体は、ステータスロット内に設けることができ、ステータコアからワイヤコイルを電氣的に絶縁することができる。同様に、ロータはまた、ロータのロータスロット内でスロットライナーを使用して、ロータコイルをロータコアから電氣的に絶縁することができる。

30

【0005】

従来のスロットライナーとしては、マイカ系絶縁材料などの充填材料、ポリイミドフィルムなどの単層フィルム、又は不織布材を有するフィルムの積層体、例えば、ポリイミドフィルムの両面に配置されたポリフェニレンスルフィド不織布材を有する積層材料を挙げることができる。スロットライナーは、いくつかの厳密な機械的特性、化学的特性、熱的特性、及び誘電特性を満たす必要がある。従来のスロットライナー材料は、必要な要件の全てを満たすことが困難である。

40

【0006】

例えば、高温環境で使用される回転式電動機は、適切な耐熱性のスロットライナーを必要とする。マイカフレークを樹脂結合剤中で組み合わせるマイカ系絶縁材料が使用されてきた。これらのマイカ系材料は、脆性であり、製造中のステータ又はロータのいずれかのスロットへの挿入中に破断し得る。加えて、マイカ系材料の耐熱性は、樹脂結合剤の耐熱性と同様にあまり良好ではない。これらのマイカ系材料の脆さに対処するために、補強樹脂層をマイカ系材料に加えることができる。しかしながら、マイカ系と補強層との間の熱膨張係数が不一致であるため、補強層とマイカ系材料との分離を引き起こし、電気装置の熱的性能を低下させる場合がある。

50

## 【 0 0 0 7 】

電気装置及びモータに使用するための、より耐久性のあるスロットライナー材料が必要とされている。

## 【 発 明 の 概 要 】

## 【 0 0 0 8 】

電気絶縁材料が本明細書に記載される。電気絶縁材料は、絶縁性コア層と、絶縁性コア層の第1主面上にコーティングされた少なくとも1つの硬化エポキシ層と、を含む。いくつかの態様では、例示的な電気絶縁材料は、絶縁性コア層の第2主面上にコーティングされた第2の硬化エポキシ層を更に含んでいてもよい。

## 【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態では、コア層は絶縁フィルムを含む。他の実施形態では、コア層は、絶縁フィルム層と、絶縁フィルム層の第1表面上に配置された少なくとも1つの不織布層と、を含む。

## 【 0 0 1 0 】

本明細書で使用するとき、

「直接結合された」とは、接着剤層を使用せずに層を接合することを指す。

## 【 0 0 1 1 】

本発明の上記の概要は、本発明の例示的な実施形態の各々又はあらゆる実施態様を記載しようと意図するものではない。以下の図面及び発明を実施するための形態は、これらの実施形態をより具体的に例示する。

## 【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明は添付図面を参照して更に説明される。

【 図 1 】 本発明の一実施形態による、第1の例示的なスロットライナーの層構造を示す概略図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態による、第2の例示的なスロットライナーの層構造を示す概略図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態による、第3の例示的なスロットライナーの層構造を示す概略図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態による、第4の例示的なスロットライナーの層構造を示す概略図である。

## 【 0 0 1 3 】

本発明は様々な変更及び代替形態が可能であるが、本発明の詳細を、例として図面で示すとともに詳細に説明する。しかしながら、その意図は、記載された特定の実施形態に本発明を限定することにはないことを理解するべきである。むしろ逆に、添付の「特許請求の範囲」において記載される発明の範囲を逸脱することなく、あらゆる変更、均等物、及び代替物が含まれることを意図している。

## 【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

## 【 0 0 1 4 】

以下の「発明を実施するための形態」では、本明細書の一部を形成する添付図面が参照され、本発明が実行され得る特定の実施形態が実例として示される。例示された実施形態は、本発明にかかる全ての実施形態を網羅することを意図するものではない。他の実施形態を利用することもでき、また、構造的又は論理的な変更が、本発明の範囲から逸脱することなくなされ得ることを理解されたい。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で解釈されるべきではなく、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって画定されるものである。

## 【 0 0 1 5 】

本明細書に記載される例示的な絶縁材料では、エポキシコーティング又は層を含むことにより、絶縁スロットライナー材料の熱性能、機械的性能、耐薬品性、及び/又は誘電特性のうちの少なくとも1つを改善することができる。例示的なスロットライナー材料は、

10

20

30

40

50

第1主面及び第2主面を有するコア層と、これらの主面のうちの少なくとも1つの上に配置された硬化エポキシ層と、を含む。

【0016】

コア層の表面上又はフィルム及び/若しくは不織布構成要素の間のエポキシ系コーティング層は、個々のフィルム及び/又は不織布構成要素によってもたらされない特性を向上させるのに役立ち得る。例えば、ポリエチレンナフタレート(PEN)フィルムは、PIフィルムほど耐薬品性ではなく、特定の化学物質に曝露されたときに高温で劣化し得る。エポキシ系コーティング層がPENフィルム層の表面(単数又は複数)上に配置された場合、エポキシコーティングはこの化学物質の浸透に対する障壁として作用して、PENフィルムの劣化を防止又は遅延させることができる。

10

【0017】

別の例では、材料の外部層(単数又は複数)としてエポキシコーティング層を使用することにより、電気絶縁材料の比較トラッキング指数(CTI)評価を改善することができる。CTI評価は、電気絶縁材料の外部の露出層に幾分依存しているため、エポキシ系オーバーコートは、外側表面上に低性能フィルム及び/又は不織布層(単数又は複数)を有する絶縁材料のCTI評価を改善することができる。

【0018】

本明細書に記載される発明は、電動モータの構成要素に絶縁を提供するスロットライナーとして使用するための、ポリマーフィルム(ポリエチレンテレフタレート、ポリアラミドなど)上に硬化エポキシコーティングを含む複合絶縁フィルムである。例示的な電気絶縁材料は、例示的なコーティング層(単数又は複数)を有さない同様の材料と比較して、好適な機械的特性、熱特性、耐摩耗特性、及び耐薬品特性を示す費用効率の高い複合材料である。

20

【0019】

図1~図4は、本開示のスロットライナー用の例示的な可撓性電気絶縁材料の異なる実施形態を示す。図1は、コア層110を有する第1の例示的なスロットライナー100を示す。コア層は、絶縁層102を含み、絶縁層の両面に、第1主面111と、第1主面の反対面に第2主面112と、を有する。エポキシ層120は、各主面上に配置され、すなわち、第1のエポキシ層122は、第1主面上に配置され、第2のエポキシ層124は、第2主面上に配置される。例示的な態様では、エポキシ層の厚さは、約0.5mil~約5mil、好ましくは約1mil~2.5milであり得る。例示的なエポキシ層は、エポキシ樹脂、硬化剤/架橋剤、触媒/促進剤、及びアルミニウム三水和物(ATH)を含み得る。

30

【0020】

例示的な可撓性電気絶縁材料は、モータコイルのスロットに適合するように構成された、シート状、ロール状、又は予め形成された三次元形状で提供され得る。三次元形状は、U字形断面、楕円形断面、矩形断面、及びダブテール断面のうちの1つを有するチャネルであり得る。いくつかの実施形態では、絶縁材料の端部は、一方又は両方の端部で折り返されて、三次元形状を補強するようにカフを形成する。

【0021】

一態様では、この組成物中のエポキシ樹脂は、ビス-フェノール-Aエポキシ、又は変性ビス-フェノール-A、例えば、エポキシフェノールノボラック(novalacs)若しくはエポキシクレゾールノボラック、グリシジルアミン系エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、又はこれらの混合物などに基づくことができる。例示的な硬化剤は、トリメチルヘキサメチレンジアミン及びポリエーテルアミンなどの脂肪族、芳香族、及び脂環式アミン、又はヘキサヒドロ無水フタル酸、ドデシル無水コハク酸、及びメチルテトラヒドロ無水フタル酸などの無水物を含むことができる。いくつかの態様では、硬化促進剤としては、ベンジルジメチルアミン、複素環式アミン、第3級アミン、及び三塩化ホウ素アミン錯体を挙げることができる。所望により、エポキシ層はまた、Huntsman Advanced Materials Americas(the Woodlands, TX)から

40

50

のAraldite（登録商標）DY 040などのポリプロピレングリコール系可撓性付与剤又は同様のポリグリコール及びポリオールを含んでいてもよい。

【0022】

好ましい態様では、エポキシ層は、脂環式エポキシ樹脂及び無水物硬化剤を含む。

【0023】

一態様では、エポキシ層は、エポキシ樹脂及び他の熱硬化性樹脂を含む熱的に安定な及び耐薬品性のポリマーから構成されていてもよい。別の態様では、エポキシ層は、所望により、難燃剤、炭酸カルシウム、マイカ、強化剤、及び可撓性付与剤などの充填剤を含有することができる。

【0024】

前述の実施形態のいずれかの硬化エポキシ層は、脂環式エポキシ樹脂、硬化剤、及びアルミニウム三水和物を含んでいてもよい。例示的な態様では、硬化エポキシ層は、15～50重量%の脂環式エポキシ樹脂と、10～50重量%の無水物硬化剤と、10～70重量%のアルミニウム三水和物と、を含む。好ましくは、硬化エポキシ層は、20～46重量%の脂環式エポキシ樹脂と、14～40重量%の無水物硬化剤と、14～60重量%のアルミニウム三水和物と、から本質的になり得る。硬化エポキシ層は、0～2重量%の促進剤を更に含んでいてもよい。

【0025】

コア層は、絶縁フィルム、絶縁不織布材、又は複数の層の絶縁フィルム及び/若しくは不織布材を含む積層体であってもよい。コア層は、コア層の厚さtによって特徴付けることができる。例示的な態様では、コア層の厚さは、約3mil～約10mil、好ましくは約5mil～8milであり得る。本発明で使用可能な例示的な絶縁フィルムとしては、DuPont（Wilmington, DE）から入手可能なKapton（登録商標）ポリイミド（PI）フィルムなどのポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンナフタレート（PEN）フィルム、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム、ポリアミド-イミドフィルム、ポリカーボネート（PC）フィルム、及び多層PEN/ポリメチルメタクリレート（PMMA）フィルムを挙げることができる。例示的な不織布材としては、ナイロン不織布材、ポリフェニレンスルフィド（PPS）不織布材、ナイロン不織布材、パラアラミド及び/又はメタアラミド不織布材、アクリル不織布材、メラミン不織布材、ガラス不織布材、ポリオレフィン不織布材、ポリイミド不織布材、並びにポリエチレンテレフタレート（PET）不織布材を挙げることができる。

【0026】

例示的なスロットライナーは、約5mil～約12mil、好ましくは約6.0mil～10milの総厚を有し得る。

【0027】

図2は、積層コア層210を有するスロットライナー用の第2の例示的な可撓性電気絶縁材料200の層構造を示す概略図である。例示的な実施形態では、コア層210は、中央フィルム層202と、中央フィルム層に接着剤層207、209で積層された2つの不織布層204、206と、を含む。エポキシ層220は、コア層の各主面上に配置され、すなわち、第1のエポキシ層222は、第1主面上に配置され、第2のエポキシ層224は、コア層210の第2主面上に配置される。

【0028】

接着剤層207、209は、任意の好適な接着剤であってもよい。例えば、接着剤は、水系又は溶媒系であってもよい。接着剤は、任意の好適な組成物を有してもよい。接着剤は、感圧接着剤、ホットメルト接着剤、熱硬化性接着剤、又は他の硬化性接着剤若しくは樹脂を含んでもよい。好適な組成物の例としては、アクリル、スチレン、及びポリエステルが挙げられる。所望により、及び好ましくは、難燃剤を接着剤に添加してもよい。難燃剤は、任意の好適な材料であってもよい。好適な難燃性材料の例としては、金属水酸化物及び金属三水和物、例えば、それぞれ、水酸化マグネシウム（ $Mg(OH)_2$ ）及びアルミニウム三水和物が挙げられる。難燃剤は、最大約70重量%、好ましくは最大60重量%

10

20

30

40

50

の接着剤を含んでいてもよい。難燃剤を添加しすぎると、接着剤の接着特性が低下する。任意の表面処理を、フィルム層及び／又は不織布層のいずれかの表面上で実施して、これらの層への接着剤の結合強度を向上させることができる。接着剤を、フィルム層にナイフコーティング、ロールコーティング、又はスプレー塗布して、続いて接着剤コーティングされた表面上に不織布材を積層することができる。あるいは、接着剤を、不織布材層の表面上にスプレーコーティングすることができ、次いでフィルム層の両面に積層することができる。

#### 【0029】

本実施形態のコア層は、中央フィルム層及び2つの外側不織布層を有するものとして説明されているが、当業者であれば、各層で使用される材料は、フィルム層又は不織布層のいずれであってもよく、積層コア層は、所与の用途によって必要に応じて2つ以上の別個の層を含み得ることを認識するであろう。

#### 【0030】

スロットライナー用の例示的な可撓性電気絶縁材料300の代替的な実施形態では、図3に示すように、コア層の様々な層又は副層を共に接合するために接着剤は塗布されない。代わりに、不織布層（単数又は複数）304、306及びフィルム層（単数又は複数）302は、熱及び圧力のみでカレンダー加工することによって結合されて、コア層310を形成する。前述のように、2つのエポキシ層322、324をコア層の外側表面に適用することができる。

#### 【0031】

図4は、コア層410がエポキシ層420によって2つの外層に結合されている、スロットライナー用の第4の例示的な可撓性電気絶縁材料400の層構造を示す。例えば、不織布外層404、406は、エポキシ層422、424によってフィルムコア層402に結合することができる。

#### 【0032】

一実施形態では、可撓性電気絶縁材料は、絶縁性コア層と、絶縁性コア層の第1主面上にコーティングされた少なくとも1つの硬化エポキシ層と、を含んでいてもよく、絶縁性コア層は、積層接着剤によって絶縁フィルムの第1表面に取り付けられた不織布材の第1層を含む積層体である。

#### 【0033】

いくつかの態様では、少なくとも1つの硬化エポキシ層の第1層は、不織布材の第1層の露出表面上にコーティングされ、他の態様では、少なくとも1つの硬化エポキシ層の第1層は、フィルムの露出表面上にコーティングされる。

#### 【0034】

別の実施形態では、可撓性電気絶縁材料は、絶縁性コア層と、絶縁性コア層の第1主面上にコーティングされた少なくとも1つの硬化エポキシ層と、を含んでいてもよく、絶縁性コア層は、積層接着剤によって絶縁フィルムの第1表面に取り付けられた不織布材の第1層を含む積層体であり、不織布材の第2層は、ポリマーフィルムの第2表面に取り付けられている。

#### 【0035】

代替の態様では、2つの前述の実施形態のいずれかは、コア層の両主面上にコーティングされた少なくとも1つの硬化エポキシ層を有していてもよい。

#### 【0036】

更に別の実施形態では、可撓性電気絶縁材料は、絶縁フィルム層と、絶縁フィルム層の主面上に配置された第1の硬化エポキシ層と、第1の硬化エポキシ層の露出表面上に配置された第1の不織布材料層と、を含む。所望により、第2の硬化エポキシ層は、絶縁フィルムの第2主面上に配置される。あるいは、上記の絶縁材料は、第2の硬化エポキシ層の露出表面上に配置された第2の不織布材料層を更に含んでいてもよい。

#### 【0037】

前述の実施形態のいずれかの硬化エポキシ層は、脂環式エポキシ樹脂、硬化剤、及びア

10

20

30

40

50

ルミニウム三水和物を含んでいてもよい。例示的な態様では、硬化エポキシ層は、15～50重量%の脂環式エポキシ樹脂と、10～50重量%の無水物硬化剤と、10～70重量%のアルミニウム三水和物と、を含む。好ましくは、硬化エポキシ層は、20～46重量%の脂環式エポキシ樹脂と、14～40重量%の無水物硬化剤と、14～60重量%のアルミニウム三水和物と、から本質的になり得る。硬化エポキシ層は、0～2重量%の促進剤を更に含んでいてもよい。

#### 【0038】

前述の実施形態のいずれかの絶縁フィルムは、ポリイミドフィルム及びポリエチレンナフタレートフィルムのうちの1つを含むことができ、不織布材は、ポリフェニレンスルフィド不織布材及びナイロン不織布材のうちの1つを含むことができる。

10

#### 【0039】

前述の実施形態のいずれかの絶縁材料は、少なくとも約350Vの比較トラッキング指数を有する。別の態様では、前述の実施形態のいずれかの絶縁材料は、少なくとも約575Vの比較トラッキング指数を有する。

#### 【0040】

前述の実施形態のいずれかの絶縁材料は、モータコイルのスロットに適合するように構成された三次元形状に形成することができ、三次元形状は、U字形断面、楕円形断面、矩形断面、及びダブテール断面のうちの1つを有するチャネルである。いくつかの態様では、三次元形状の絶縁材料は、一方又は両方の端部で折り返されて、三次元形状を補強するようにカフを形成する。

20

#### 【実施例】

#### 【0041】

これらの実施例は説明目的のためのものに過ぎず、添付の「特許請求の範囲」の範囲を限定することを意図するものではない。本明細書の実施例及び他の箇所における全ての部、百分率、比等は、別段の指定がない限り、重量によるものである。

#### 【0042】

#### 【表1】

#### コーティング材料

エポキシ280	3M Company (St. Paul, MN) から入手可能なScotchcast (商標) 電気用樹脂280
脂環式エポキシ	Araldite (登録商標) CY 5622としてHuntsman Advanced Materials Americas (the Woodlands, TX) から入手可能な疎水性液体変性脂環式エポキシ樹脂 (ジグリシジルエステル)
C-7-2エポキシ	ALPS Chemicals Manufacturing Company, Ltd. (Japan) からのアミン硬化性エポキシ樹脂
DDSA	Structure Probe, Inc. (West Chester, PA) から入手可能なSPI-Chem DDSA (ドデシル無水コハク酸)、CAS番号26544-38-7
促進剤	Huntsman Advanced Materials Americas (the Woodlands, TX) から促進剤DY 062として入手可能な第3級アミン系促進剤
ATH1	J.M. Huber Corporation (Atlanta, GA) からHYMOD (登録商標) M632アルミナ三水和物として入手可能なアルミナ三水和物
ATH2	Showa Denko (Japan) からH-32Iとして入手可能なアルミナ三水和物
クロム触媒	Cr <sup>+3</sup> 触媒

30

40

#### 【0043】



【表 2】

## コア層材料

PI1	Dupont(Wilmington,DE)から100 HN Kapton(登録商標)フィルムとして入手可能な1milのポリイミドフィルム
PI2	Tianjin Tianyuan Electronic Material Co.,Ltd.(Japan,製品番号は6052)から入手可能な2milのポリイミドフィルム
PEN	DuPont Teijin Films U.S.Limited Partnership(Chester,VA)からTEONEX(登録商標) Q51として入手可能な1mil又は1.5milの二軸延伸ポリエチレンナフタレートフィルム
NNW	CEREX Advanced Fabrics,Inc.(Cantonment,FL)からCerex 23030として入手可能なナイロン不織布
PPS	2.2milのポリフェニレンスルフィド不織布は、3M Company(St.Paul,MN)からの既存の熱シールド製品としての不織布の、より薄いバージョンである。
アクリル接着剤	Dow Chemical Company(Midland,MI)からROBOND(商標)L-330/CR-9-101積層接着剤として入手可能な水系アクリル積層接着剤

10

## 【0044】

## 試験方法

## 引張特性

MTS Systems Corporation(Eden Prairie, MN)から入手可能なMTS Insight 5引張試験機のジョーに15mm×200mmの試料を配置した。ジョーのギャップは180mmであり、引張り速度は200mm/分であった。引張強度及び破断伸度を測定した。

## 【0045】

## 比較トラッキング指数(CTI)試験

比較トラッキング指数(CTI)は、Yamayoshi Kenki(Japan)から入手可能なYST-112耐トラッキング性試験機を使用して、IEC-60112法にしたがって測定した。試験片の厚さは、コーティングされたフィルムの個々のピースを積み重ねることにより3mmであった。この方法で議論した溶液Aは、約0.1質量%の分析試薬グレードの無水塩化アンモニウム(NH<sub>4</sub>Cl)(99.8%純度)を、脱イオン水中に溶解することによって得られ、これは、1mS/m以下の導電率を有し、室温で(3.95±0.05)オーム・mの抵抗率であった。積層フィルムの上面に、2つの白金電極を4.0±1.0mmの間隔距離で配置した。50液滴法を利用した。

20

## 【0046】

## 耐薬品性

15mm×200mmの試験試料を、150で250時間、オートマチックトランスミッションフルード(Automatic transmission fluid、ATF)中に浸した。引張強度及び破断伸度を、ATF中での経時劣化前後で、同様の試料で測定した。

30

## 【0047】

## コーティング配合物

## エポキシA1

100部の脂環式エポキシ(22.1重量%)、80部のドデシル無水コハク酸(17.7重量%)、2部の三元アミン促進剤(0.4重量%)、及び270部のATH1(59.7重量%)を合わせ、スピードミキサー内で、2500rpmで2分間均質になるまで混合した。コーティングを促進するために、必要に応じて5~6%のヘプタンを添加して、エポキシ配合物の粘度を低下させた。

40

## 【0048】

## エポキシA2

エポキシA2は、同一プロセスによって生成されたが、21.6重量%の脂環式エポキシ、19.5重量%のDDSA、0.4重量%の三元アミン促進剤、及び58.5重量%のATH1の組成を有した。コーティングを促進するために、必要に応じて5~6%のヘプタンを添加して、エポキシ配合物の粘度を低下させた。

## 【0049】

## エポキシB

50

100部のC-7-2エポキシ樹脂及び37部の硬化剤を合わせ、スピードミキサー内で、2500rpmで2分間均質になるまで混合した。コーティングを促進するために、必要に応じて5~6%のヘプタンを添加して、エポキシ配合物の粘度を低下させた。

【0050】

エポキシC1

100部(40重量%)のエポキシ280及び150部(60重量%)のATH1を合わせ、スピードミキサー内で、2000rpmで2分間均質になるまで混合した。

【0051】

コーティングを促進するために、必要に応じて10%のヘプタンを添加して、エポキシ配合物の粘度を低下させた。

【0052】

エポキシD

39.7重量%のエポキシ280、0.8重量%のクロム触媒、及び59.5重量%のATHを合わせ、スピードミキサー内で、2500rpmで1分間均質になるまで混合した。コーティングを促進するために、必要に応じて5~6%のメチルエチルケトンを添加して、エポキシ配合物の粘度を低下させた。

【0053】

コア層材料の調製

ポリフェニレンスルフィド/ポリイミド/ポリフェニレンスルフィド積層体(PPS-PI-PPS)

1milのDupont 100HNポリイミドフィルムを、Robond L-330水系アクリル積層接着剤で、PIフィルムの第1の面にCR-9-101触媒を用いてグラビアコーティングした。第1の2.2milのPPS系不織布を、約205の温度、17.5N/mmの圧力、及び13.7m/分のラインスピードで、ゴムロールとスチールロールとの間でPIフィルム上に積層した。積層プロセスの2回目のパスを反対面を実施して、PIベースフィルムの両面にPPSを積層した。

【0054】

ポリフェニレンスルフィド/ポリエチレンナフタレート/ポリフェニレンスルフィド積層体(PPS-PEN-PPS)

1milのPENフィルムを、Robond L-330水系アクリル積層接着剤で、PENフィルムの第1の面にCR-9-101触媒を用いてマイヤーバーコーティングした。第1の2.2milのPPS系不織布を、約120の温度、5.25N/mmの圧力、及び1.5m/分のラインスピードで、ゴムロールとスチールロールとの間でPENフィルム上に積層した。積層プロセスの2回目のパスを反対面を実施して、PENベースフィルムの両面にPPSを積層した。

【0055】

ナイロン/PEN/ナイロン

1milのQ51 PENを、積層接着剤として、Robond L-330水系アクリル積層接着剤で、DOW CR-9-101触媒を用いてマイヤーバーコーティングした。ナイロン不織布(Nylon nonwoven、NNW)を、約120の温度、5.25N/mmの圧力、及び1.5m/分のラインスピードで、PENフィルム上に積層した。実験室規模の積層プロセスの2回目のパスを反対面を実施して、PENベースフィルムの両面にNNWを積層した。

【0056】

試験試料の調製

エポキシコーティングを、ナイフコータを使用して、コア層材料の第1の面にコーティングした。実施例1の場合、エポキシ層を150で15分間又は20分間硬化させた。各面のコーティング厚さは、1.0~1.5milであった。使用される試験方法によって規定されるように、試料を適切なサイズに切断した。同一のエポキシコーティングプロセスをコア層の第2の面を実施して、両面エポキシコーティングされた電気絶縁材料を得

10

20

30

40

50

た。

【 0 0 5 7 】

表 1 は、試験片の組成、並びにコア層の外面上にコーティングされた 2 つの硬化エポキシ層を有する試料及び比較実施例の引張試験及び C T I 試験の結果を示す。表 2 に A T F 耐薬品性試験結果を示す。

【 0 0 5 8 】

【表 3】

表 1.

	コア層	コーティング 配合物	引張強度 (N/15mm)	破断伸度 (%)	150Vでの CTI	350Vでの CTI	575Vでの CTI
C1	PI2	--				不合格	
C2	PPS-PI1-PPS	--	140	37	合格	不合格	
C3	PPS-PEN-PPS	--	132	27		不合格	
実施例 1	PI2	エポキシ C				合格	
実施例 2	PPS-PI-PPS	エポキシ A1	177	24	合格	合格	不合格
実施例 3	PPS-PEN-PPS	エポキシ A1	169	25		合格	合格
実施例 4	PPS-PI-PPS	エポキシ B	177	24		合格 (300V)	
実施例 5	ナイロン-PEN- ナイロン	エポキシ A2					合格

10

【 0 0 5 9 】

【表 4】

表 2.

			経時劣化前		ATF中での経時劣化後 (150℃で250時間)	
	コア層	コーティング 配合物	引張強度 (N/15mm)	破断伸度 (%)	引張強度 (N/15mm)	破断伸度 (%)
C3	PPS-PEN-PPS	--	132	27	128	16
実施例 3	PPS-PEN-PPS	エポキシ A1	169	25	179	25

20

【 0 0 6 0 】

別の実験では、エポキシ C 混合物を、コンマコーターを使用して、T i a n j i n T i a n y u a n E l e c t r o n i c M a t e r i a l C o . , L t d . ( J a p a n , 製品番号は 6 0 5 2 ) からの 2 m i l のポリイミドフィルムの片面にコーティングし、オープン内で、1 2 0 で 2 ~ 3 時間硬化した。調製した試料のコーティング面上で C T I を試験した。エポキシコーティングの厚さの範囲を適用し、試験して、外側コーティングの厚さの関数として 3 5 0 V での C T I 性能の改善を示した。C T I 結果は、表 3 に見ることができる。上記実施例 1 の値もまた含まれる。

30

【 0 0 6 1 】

【表 5】

表 3.

	厚さ	350VでのCTI	滴下の数
実施例 6a	0.6mil	不合格	37
実施例 6b	0.8mil	不合格	44
実施例 6c	1.2mil	不合格	42
実施例 6d	1.8mil	合格	50
実施例 1	1.6mil	合格	50

40

【 0 0 6 2 】

内部硬化エポキシ層を有する絶縁材料 ( 実施例 7 )

1 m i l の D u p o n t 1 0 0 H N ポリイミドフィルムコア層を、実験室規模のナイフコタを用いて、エポキシ D でコーティングした。ナイロン不織布層を埋め込み、湿潤エポキシコーティングの表面に巻いた。次いで、エポキシコーティング層を 1 5 0 で 1

50

5 分間硬化した。同一のエポキシコーティング及び埋め込みプロセスをコア層の第 2 の面で実施して、内部硬化エポキシ層によってポリイミドコア層に接着した不織布ナイロン表面層を有する電気絶縁材料を得た。この材料は、350V 及び 575V の両方で CTI 試験を合格した。対照的に、対応するコーティングされていないナイロン / PI / ナイロンは、150V では CTI を合格したが、350V では不合格であった (9 滴)。

#### 【0063】

エポキシ配合物中の充填剤の効果 (実施例 8 ~ 実施例 14)

前述のように、異なる ATH 充填剤使用量のエポキシ配合物を用いて、一連の実施例を調製した。前述のように、これらの配合物を PPS - PEN - PPS 積層体の両面にコーティングし、硬化させた。各コーティングされた積層体についての、接着剤配合情報及び比較の指数 (CTI)、絶縁破壊電圧 (Dielectric Breakdown Voltage、DBV)、引張強度、並びに破断伸度を表 4 に示す。表 4 の比較実施例 C4 は、コーティングされていない 1mil の PEN フィルムである。

#### 【0064】

#### 【表 6】

表 4.

	脂環式 エポキシ	DDSA	促進剤	ATH1	575Vでの CTI	DBV (KV)	引張強度 (N/15mm)	破断伸度 (%)
C3	0	0	0	0	不合格	8.6	132	27
C4	0	0	0	0	不合格	7	93	45
実施例 8	54.95	43.96	1.10	0	不合格	14	178	45
実施例 9	45.87	36.70	0.92	16.51	合格	13.9	169	43
実施例 10	39.37	31.50	0.79	28.35	合格	14.1	179	37
実施例 11	34.48	27.59	0.69	37.24	合格	12.6	176	45
実施例 12	30.67	24.54	0.61	44.17	合格	12.1	176	39
実施例 13	25.13	20.10	0.50	54.27	合格	10.3	178	38
実施例 14	22.12	17.70	0.44	59.73	合格	8.3	168	41

#### 【0065】

表 5 は、実施例 12 及び C3 の更なる経時劣化結果を示す。試料を別々に、1000 時間、180 の空气中で経時劣化させ、150 の自動車トランスミッションフルード (Automotive Transmission Fluid、ATF) 中で経時劣化させた。

#### 【0066】

#### 【表 7】

表 5.

経時劣化試験	試料	引張強度 (N/15mm)	破断伸度 (%)	DBV (KV)
180℃の空气中(1000時間)	C3	79	2	9.4
180℃の空气中(1000時間)	実施例 12	188	28	10.0
150℃のATF中(1000時間)	C3	118	11	9.8
150℃のATF中(1000時間)	実施例 12	145	25	13.6

#### 【0067】

表 4 は、エポキシコーティングされた積層体 (実施例 12) は空气中又は ATF 中のいずれかでの高温で 1000 時間の経時劣化後でさえも、その元の材料特性 (例えば、破断伸度) の 60% 超が保持されることを示す。絶縁破壊強度及び引張強度などのいくつかの材料特性は、空气中又は ATF 中のいずれかでの高温で 1000 時間の経時劣化後でさえも、その元の材料特性 (例えば、破断伸度) の少なくとも 80% が保持された。

#### 【0068】

本明細書を踏まえれば、本発明が対象とする当業者には、等価なプロセスを含む本明細書で記載された例示的な電気絶縁材料の様々な変形例、並びに本発明が適用可能であり得る多数の構造が容易に明らかとなるであろう。

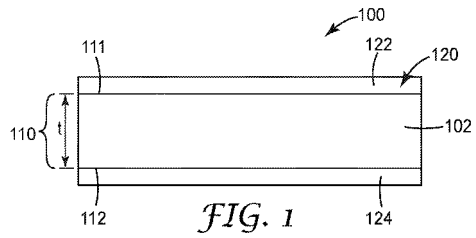
10

20

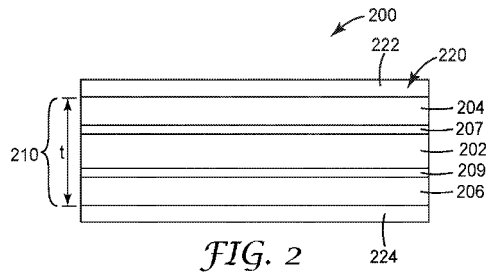
30

40

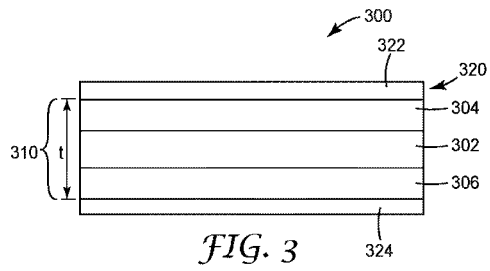
【図 1】



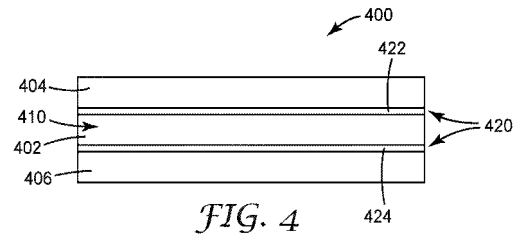
【図 2】



【図 3】



【図 4】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2018/021736

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01B3/00  
ADD.

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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94/09497 A1 (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 28 April 1994 (1994-04-28) claims 1-10	1-17
X	----- EP 0 217 311 A2 (KANEKAFUCHI CHEMICAL IND [JP]) 8 April 1987 (1987-04-08) claims 1-16 -----	1-3,5-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2018

Date of mailing of the international search report

20/06/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lehnert, Andreas

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2018/021736

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 9409497	A1	28-04-1994	CA	2144418 A1		28-04-1994
			CN	1086626 A		11-05-1994
			EP	0680657 A1		08-11-1995
			JP	H08502527 A		19-03-1996
			WO	9409497 A1		28-04-1994
-----						
EP 0217311	A2	08-04-1987	CA	1284089 C		14-05-1991
			DE	3689501 D1		17-02-1994
			DE	3689501 T2		11-08-1994
			EP	0217311 A2		08-04-1987
			US	4803115 A		07-02-1989
-----						

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(72)発明者 高木 秀治

東京都品川区北品川 6 - 7 - 2 9

(72)発明者 ウォン, シビル ズィー.

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

(72)発明者 ランバート, ロバート エル., ジュニア.

アメリカ合衆国, テキサス州 7 8 7 3 4, オースティン, ティモシー サークル 5 0 0 5

(72)発明者 バンディオパダヤイ, プラディーブ ケー.

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

(72)発明者 マホーニー, デイビッド ヴィー.

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

F ターム(参考) 5G333 AA03 AB08 CB01 CB12 DA04

5H604 CC05 CC13 DA01 DA06 DA13 DA15 DA16 DA17 DA19 DA20

DA21 DA22 DB02 DB15 DB17 DB18 DB26 DB30 PB03