

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7537525号  
(P7537525)

(45)発行日 令和6年8月21日(2024.8.21)

(24)登録日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(51)国際特許分類

F I

C 0 8 G 59/20 (2006.01)

C 0 8 G 59/20

C 0 8 L 91/00 (2006.01)

C 0 8 L 91/00

C 0 8 L 63/10 (2006.01)

C 0 8 L 63/10

C 0 8 J 5/24 (2006.01)

C 0 8 J 5/24

C F C

H 0 2 K 3/30 (2006.01)

C 0 8 J 5/24

C E R

請求項の数 10 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-577895(P2022-577895)

(86)(22)出願日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(86)国際出願番号 PCT/JP2021/002915

(87)国際公開番号 WO2022/162805

(87)国際公開日 令和4年8月4日(2022.8.4)

審査請求日 令和5年6月15日(2023.6.15)

(73)特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74)代理人 110003199

弁理士法人高田・高橋国際特許事務所

(72)発明者 大澤 あずさ

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

三菱電機株式会社内

審査官 藤井 明子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 絶縁樹脂組成物、硬化物、回転機用コイル、および回転機

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

硬化加熱温度において硬化する絶縁樹脂組成物であり、

1分子中にエポキシ基およびメタ(アクリロイル)基の両方を有する熱硬化性樹脂、ならびに前記硬化加熱温度以上で揮発する単官能性ビニル系モノマーを含むワニス成分と、硬化剤および反応開始剤と、

液状パラフィンと、

を含み、

前記液状パラフィンの配合量は、前記ワニス成分全体の0.008wt%以上4wt%以下である、

絶縁樹脂組成物。

## 【請求項2】

前記液状パラフィンは、 $C_nH_{2n+2}$ で表される鎖状飽和炭化水素からなる

請求項1に記載の絶縁樹脂組成物。

## 【請求項3】

前記液状パラフィンは、前記単官能性ビニル系モノマーの沸点でも完全には揮発しない

請求項1または請求項2に記載の絶縁樹脂組成物。

## 【請求項4】

前記単官能性ビニル系モノマーは、前記液状パラフィンの分散媒として用いられ、

前記液状パラフィンは、超音波によって分散媒中に均一分散されている

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物。

【請求項 5】

前記液状パラフィンの配合量は、前記ワニス成分全体の 1 w t % 以上 4 w t % 以下である  
請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物。

【請求項 6】

前記単官能性ビニル系モノマーの配合量は、前記ワニス成分全体の 4 5 w t % 以上 8 5 w t % 以下である

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物。

【請求項 7】

粘度が 1 0 m P a ・ s 以上 2 1 0 m P a ・ s 以下である

10

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物を硬化させた硬化物。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の絶縁樹脂組成物を含浸させた回転機用コイル。

【請求項 10】

ロープ式エレベーターのかごを駆動させる巻上機に用いられる回転機であり、

請求項 9 に記載の回転機用コイルを用いた固定子

を備える回転機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、絶縁樹脂組成物、硬化物、回転機用コイル、および回転機に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、無溶剤型ワニス組成物の例を開示する。無溶剤型ワニス組成物は、1 分子中に 2 個以上のメタ（アクリロイル）基を有する熱硬化性樹脂と、1 分子中にエポキシ基およびメタ（アクリロイル）基の両方を有する熱硬化性樹脂と、単官能性ビニル系モノマーと、を含む。無溶剤型ワニス組成物は、回転機のコイルにおいて絶縁性の保持および機械的強度の維持のために用いられる。無溶剤型ワニス組成物は、無溶剤型ワニス組成物が入れられた含浸槽にコイルを浸漬する浸漬法などによってコイルに浸漬させられる。単官能性ビニル系モノマーは、コイルへの含浸性を高めるために絶縁樹脂組成物の粘度を低下させる反応性希釈剤として用いられる。コイルに含浸させられた絶縁樹脂組成物は、硬化炉において加熱されて硬化することで硬化物となる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本特許第 6 5 3 2 5 3 7 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の無溶剤型ワニス組成物などの絶縁樹脂組成物において、硬化炉での加熱中に単官能性ビニル系モノマーの一部が揮発することがある。この場合に、揮発して硬化炉内に充満した単官能性ビニル系モノマーが硬化物の表面に再付着することがある。これにより、硬化物の表面にべたつきが残ることがある。

【0005】

本開示は、このような課題の解決に係るものである。本開示は、硬化物の表面指触性をより高められる絶縁性樹脂組成物およびその硬化物、表面指触性のよい回転機用コイルおよびそれを用いた回転機を提供する。

50

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本開示に係る絶縁性樹脂組成物は、硬化加熱温度において硬化する絶縁樹脂組成物であり、1分子中にエポキシ基およびメタ（アクリロイル）基の両方を有する熱硬化性樹脂、ならびに前記硬化加熱温度以上で揮発する単官能性ビニル系モノマーを含むワニス成分と、硬化剤および反応開始剤と、液状パラフィンと、を含み、前記液状パラフィンの配合量は、前記ワニス成分全体の0.008wt%以上4wt%以下である。

**【0007】**

本開示に係る硬化物は、上記の絶縁樹脂組成物を硬化させたものである。

**【0008】**

本開示に係る回転機用コイルは、上記の絶縁樹脂組成物を含浸させたものである。

**【0009】**

本開示に係る回転機は、ロープ式エレベーターのかごを駆動させる巻上機に用いられる回転機であり、上記の回転機用コイルを用いた固定子を備える。

**【発明の効果】****【0010】**

本開示に係る絶縁性樹脂組成物であれば、硬化物の表面指触性がより高められる。また、回転機用コイルの表面指触性がより高められる。

**【図面の簡単な説明】****【0011】**

【図1】実施の形態1に係る絶縁樹脂組成物が硬化している状況の例を示す概念図である。

【図2】実施の形態1に係る巻上機の断面図である。

**【発明を実施するための形態】****【0012】**

実施の形態1.

以下、本開示の対象を実施するための形態について説明する。なお、本開示の対象は以下の実施の形態に限定されることなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲において、実施の形態の任意の構成要素の変形、または実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。また、本開示における実施の形態および実施例は、すべての点で例示であり、制限的に解釈されるべきものではない。

**【0013】**

実施の形態1において、硬化性の絶縁樹脂組成物（X）およびその硬化物（Y）を説明する。また、絶縁樹脂組成物（X）を用いた回転機用コイルおよびこれを固定子に用いた回転機の説明も行う。

**【0014】****1. 絶縁樹脂組成物（X）**

実施の形態1の絶縁樹脂組成物（X）は、ワニス成分（Z）と、硬化剤および反応開始剤（C）と、液状パラフィン（D）と、を含む。ワニス成分（Z）は、エポキシ基およびメタ（アクリロイル）基の両方を有する熱硬化性樹脂（A）と、硬化加熱温度以上で揮発する単官能性ビニル系モノマー（B）と、を含む。ここで、メタ（アクリロイル）基とは、アクリロイル基またはメタクリロイル基を表す。また、本開示において「x～y」を用いて表される数値範囲は、下限値xおよび上限値yを含む数値範囲を表す。

**【0015】**

絶縁性樹脂組成物（X）は、例えばコイルにおいて絶縁性の保持および機械的強度の維持のためなどに用いられる。当該コイルが適用される機器は、特定の機器に限定されない。当該コイルは、例えばモーターなどの電動機、または発電機などの回転機に適用される。当該コイルは、例えばエレベーターの巻上機、または電動圧縮機などに適用される。絶縁性樹脂組成物（X）は、例えば絶縁性樹脂組成物（X）が入れられた含浸槽にコイルを浸漬する浸漬法などによってコイルに浸漬させられる。コイルに含浸させられた絶縁樹脂組成物（X）は、硬化炉において加熱されて硬化することで硬化物（Y）となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

図 1 は、実施の形態 1 に係る絶縁樹脂組成物 ( X ) が硬化している状況の例を示す概念図である。図 1 において、コイル 1 の表面上で硬化する絶縁樹脂組成物 2 の例が示される。硬化炉において、液状パラフィンは、硬化している絶縁樹脂組成物 2 の表面上に薄膜 3 を形成する。これにより、揮発して硬化炉内に充満している単官能性ビニル系モノマー 4 の硬化物への再付着が抑制される。

## 【 0 0 1 7 】

一般に、絶縁樹脂組成物が含浸槽においてコイルに含浸される場合に、含浸槽から引き上げられたコイル、当該コイルの鉄心、およびその他の構成部材などにおいて、余分な絶縁樹脂組成物が付着している。硬化処理において余分な絶縁樹脂組成物が付着したままである場合に、余分な絶縁樹脂組成物は、そのまま硬化してコイルの下部およびその他の構成部材上に塊状硬化物を形成することがある。また、余分な絶縁樹脂組成物は、硬化処理の加熱において粘度が低下することで硬化炉内に垂れ落ちることがある。垂れ落ちた絶縁樹脂組成物は、硬化炉内に塊状硬化物を形成する。コイルなどの構成部材上に形成された塊状硬化物は、硬化収縮などの熱応力によりコイルのエナメル線およびその他の部材を損傷させて絶縁性を低下させる要因になりうる。また、構成部材上に形成された塊状硬化物はコイルなどをハウジングまたは固定部材などに組み込む作業の妨げとなるため、構成部材上に形成された塊状硬化物を除去する作業が必要となる。また、硬化炉内に形成された塊状硬化物を除去する定期的な清掃作業が定期的に必要なとなる。これらの問題は、例えばエレベーターの巻上機などに適用されるような大型の回転機では特に顕著であり、余分な塊状硬化物の形成は抑制されることが好ましい。これらの問題に対応する観点から、実施の形態 1 に係る絶縁樹脂組成物 ( X ) は、含浸槽から引き上げられたコイルに余分に付着しないように、コイルからの液切れがよいことが好ましい。絶縁樹脂組成物 ( X ) の全体の粘度は、コイルなどからの絶縁樹脂組成物 ( X ) の液切れをよくし余分な塊状硬化物の形成を抑制する観点からすると、 $10\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 200\text{ mPa}\cdot\text{s}$  であることが望ましく、好ましくは  $10\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、より好ましくは  $15\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 50\text{ mPa}\cdot\text{s}$  である。

## 【 0 0 1 8 】

## 1.1. 熱硬化性樹脂 ( A )

熱硬化性樹脂 ( A ) は、反応活性基として 1 分子中に 1 個以上のエポキシ基および 1 個以上のメタ ( アクリロイル ) 基の両方を有するものを含めばよく、特定の樹脂に限定されない。熱硬化性樹脂 ( A ) はメタ ( アクリロイル ) 基を反応活性基とし、有機過酸化物から発生する遊離ラジカルを介した付加反応と、エポキシ基を反応活性基とした開環重合の両方による 3 次元架橋反応とが促進される。これにより、硬化反応を促進すること、ならびに硬化物 ( Y ) の耐熱性および機械的強度を高めることができる。

## 【 0 0 1 9 】

熱硬化性樹脂 ( A ) は、反応活性基としてエポキシ基およびメタ ( アクリロイル ) 基の両方を含む樹脂を単独で用いるのもであってもよい。熱硬化性樹脂 ( A ) は、エポキシ基およびメタ ( アクリロイル ) 基の一方または両方を有するその他の樹脂と組み合わせて用いるのもであってもよい。組み合わせて用いられるその他の樹脂は、1 分子中にエポキシ基およびメタ ( アクリロイル ) 基の両方を含むのもであってもよい。組み合わせて用いられるその他の樹脂は、1 分子中にエポキシ基またはメタ ( アクリロイル ) 基のいずれか一方のみを含むのもであってもよい。

## 【 0 0 2 0 】

熱硬化性樹脂 ( A ) は、粘度調整の容易さから、数平均分子量 (  $M_n$  ) が  $15000$  以下、好ましくは  $10000 \sim 100000$  であり、 $60^\circ\text{C}$  での粘度が  $10000\text{ mPa}\cdot\text{s}$  以下であることが望ましい。

## 【 0 0 2 1 】

絶縁樹脂組成物 ( X ) に配合される熱硬化性樹脂 ( A ) のエポキシ当量は、 $500 \sim 5000$  であることが好ましく、より好ましくは  $1000 \sim 4000$  である。エポキシ当量

10

20

30

40

50

を上記の範囲に制御することにより、絶縁樹脂組成物（X）のポットライフを損なうことなく硬化速度を向上させることができ、さらには硬化物（Y）の架橋密度を向上させることができる。

#### 【0022】

##### 1.2. 単官能性ビニル系モノマー（B）

単官能性ビニル系モノマー（B）は、架橋構造の調整の他、主に絶縁樹脂組成物の粘度調整（X）のために用いられる。単官能性ビニル系モノマー（B）は、絶縁樹脂組成物（X）のポットライフを維持するために1分子中の官能基数がひとつである単官能性のものが望ましい。

#### 【0023】

単官能性ビニル系モノマー（B）としては、エーテル結合またはエステル結合を有する低粘度のものが用いられる。絶縁樹脂組成物（X）に用いるのに好ましい単官能性ビニル系モノマー（B）は、ビニル基、アリル基、メタクリロイル基、またはアクリロイル基を有する、ヒドロキシアルキル類、アルキル類、脂環類、芳香族類、またはエーテル類のものである。特に、絶縁樹脂組成物（X）では、粘度を調整するため、室温（25℃）での粘度が20 mPa・s以下の低粘度のメタクリルモノマーまたはアクリルモノマーが好ましい。特に、硬化時の高い反応性とポットライフとを両立させる観点から、メタクリロイル基またはアクリロイル基を1つ有する単官能性のビニル系モノマーがより好ましい。これらの単官能性のビニル系モノマーの例としては、2-ヒドロキシエチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、エトキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、4-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、n-オクチルアクリレートなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外のビニル系モノマーを用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。これらの単官能性のビニル系モノマーは、単独の種類が用いられてもよいし、複数の種類が混合されて用いられてもよい。

#### 【0024】

単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量は、コイルなどからの絶縁樹脂組成物（X）の液切れをよくし余分な塊状硬化物の形成を抑制する観点からすると、なるべく多い方が好ましい。一方、単官能性ビニル系モノマー（B）は架橋点の増加に寄与するものの、低分子でありその一部が硬化加熱によって揮発することから、その全量は硬化反応に寄与しない。このため、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量が多すぎると硬化物（Y）の機械的強度は低下しうる。すなわち、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量は、余分な塊状硬化物の抑制および機械的強度の両方について要求される2つの機能を達成できる範囲内に調製する必要がある。余分な塊状硬化物の形成を抑制する観点から、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量は、ワニス成分（Z）全量の45 wt%以上、好ましくは50 wt%以上、より好ましくは55 wt%以上とすることが望ましい。一方、機械的強度の観点から、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量は、ワニス成分（Z）全量の85 wt%以下、好ましくは75 wt%以下、より好ましくは70 wt%以下とすることが望ましい。したがって、要求される2つの機能を両立するために、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量は、ワニス成分（Z）全量の45 wt%～85 wt%であることが望ましく、好ましくは50 wt%～75 wt%、より好ましくは55 wt%～70 wt%である。

#### 【0025】

絶縁樹脂組成物（X）のワニス成分（Z）において、単官能性ビニル系モノマー（B）とあわせて、1分子中に2個以上のメタ（アクリロイル）基またはアリル基を有する多官能性ビニル系モノマーを配合してもよい。多官能性ビニル系モノマーは、反応性希釈剤として絶縁樹脂組成物（X）の低粘度化を可能にする。また、多官能性ビニル系モノマーは、単官能性ビニル系モノマー（B）と異なり反応活性基であるメタ（アクリロイル）基またはアリル基を1分子中に複数含むため、絶縁樹脂組成物（X）の硬化反応において重合に寄与し、概ね完全に反応する。このため、多官能性ビニル系モノマーは、硬化中の揮発

10

20

30

40

50

が少ない。これにより、揮発分による再付着が抑制される。さらに、多官能性ビニル系モノマーの配合は、硬化物（Y）の3次元架橋化を促進させ、硬化物（Y）の耐熱性及び機械的強度を高める効果も有する。多官能性ビニル系モノマーの配合量は、単官能性ビニル系モノマー（B）の配合量を担保できる範囲内であればよく、機械的強度と耐熱性の観点から、ワニス成分（Z）全量の2wt%～20wt%の範囲内であることが望ましい。

#### 【0026】

##### 1.3. 硬化剤および反応開始剤（C）

熱硬化性樹脂（A）および単官能性ビニル系モノマー（B）を硬化させるために、硬化剤および反応開始剤（C）が用いられる。実施の形態1において、硬化剤および反応開始剤（C）として、主にメタ（アクリロイル）基に作用する有機過酸化剤と、エポキシ基用の硬化剤とが、併用される。

10

#### 【0027】

##### 1.3.1. 有機過酸化剤

有機過酸化剤は、主にメタ（アクリロイル）基の反応開始剤として用いられ、当該技術分野において公知のものが用いられる。有機過酸化剤は、10時間半減期温度が40以上のものであれば特に限定されないが、硬化加熱時間の短縮、および硬化加熱温度の調整の点から、10時間半減期温度が100～170であることが好ましい。これらの有機過酸化剤の例としては、ケトンパーオキシド系、パーオキシケタール系、ハイドロパーオキシド系、ジアルキルパーオキシド系、ジアシルパーオキシド系、パーオキシエステル系、パーオキシジカーボネート系の過酸化剤などを用いることができる。これらの有機過酸化剤は、単独で用いられてもよいし、2種類以上を混合して用いられてもよい。このような10時間半減期温度を有する有機過酸化剤の具体例としては、1,1-ジ（t-ブチルパーオキシ）シクロヘキサン、1,1-ジ（t-ヘキシルパーオキシ）シクロヘキサン、1,1-ジ（t-ヘキシルパーオキシ）-3,3,5-トリメチルシクロヘキサン、1,1-ジ（t-ブチルパーオキシ）-2-メチルシクロヘキサン、2,2-ジ（4,4-ジ（ブチルパーオキシ）シクロヘキシル）プロパン、n-ブチル4,4-ジ（t-ブチルパーオキシ）パレラート、2,2-ジ（t-ブチルパーオキシ）ブタン、t-ヘキシルパーオキシイソプロピルモノカーボネート、t-ブチルパーオキシマレイン酸、t-ブチルパーオキシ-3,5,5-トリメチルヘキサン酸、t-ブチルパーオキシラウリン酸、t-ブチルパーオキシイソプロピルモノカーボネート、t-ブチルパーオキシベンゾエート、t-ブチルパーオキシアセテート、t-ヘキシルパーオキシベンゾエート、2,5-ジメチル-2,5-ジ（ベンゾイルパーオキシ）ヘキサン、t-ブチルパーオキシ2-エチルヘキシルモノカーボネート、ジ（2-t-ブチルパーオキシイソプロピル）ベンゼン、ジクミルパーオキシド、ジ-t-ヘキシルパーオキシド、2,5-ジメチル-2,5-ジ（t-ブチルパーオキシ）ヘキサン、ジ-t-ヘキシルパーオキシド、t-ブチルクミルパーオキシド、ジ-t-ブチルパーオキシド、2,5-ジメチル-2,5-ジ（t-ブチルパーオキシ）ヘキサン-3、p-メントンハイドロパーオキシド、t-ブチルパーオキシアリルモノカーボネート、メチルエチルケトンパーオキシド、1,1,3,3-テトラメチルブチルハイドロパーオキシド、t-ブチルハイドロパーオキシド、クミンハイドロパーオキシド、ジイソプロピルベンゼンハイドロパーオキシドなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の有機過酸化剤を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。これらは、単独で用いられてもよいし、2種類以上を混合して用いられてもよい。

20

30

40

#### 【0028】

絶縁樹脂組成物（X）における有機過酸化剤の配合量は特に限定されないが、ワニス成分（Z）の合計100質量部に対して、好ましくは0.1質量部～10質量部であり、より好ましくは、0.5質量部～5質量部である。有機過酸化剤の配合量が0.1質量部未満であると、架橋密度が小さくなり、硬化物に要求される機械的強度が得られない。一方、有機過酸化剤の配合量が10質量部よりも多いと、絶縁樹脂組成物（X）のポットライフが著しく短くなる傾向にある。

50

## 【 0 0 2 9 】

## 1 . 3 . 2 . エポキシ基用の硬化剤

エポキシ基用の硬化剤は、当該技術分野で公知のものが用いられ、例えば、アミン系化合物、ホウ酸エステル化合物、有機金属化合物、有機リン系化合物、第四級アンモニウム塩、第四級ホスホニウム塩、アミン錯体、イミダゾール系化合物、チタンおよびコバルトのような遷移金属を含む化合物、酸無水物、イミダゾール系化合物、ポリメルカプタン系化合物、フェノール類、ルイス酸系、イソシアネート系化合物などが挙げられる。これらは、単独で用いられてもよいし、2種類以上を混合して用いられてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

アミン系硬化剤の具体例としては、第三級アミン、第三級アミン塩が挙げられる。例えば、ラウリルジメチルアミン、N, N - ジメチルシクロヘキシルアミン、N, N - ジメチルベンジルアミン、N, N - ジメチルアニリン、(N, N - ジメチルアミノメチル)フェノール、2, 4, 6 - トリス(N, N - ジメチルアミノメチル)フェノール、1, 8 - ジアザピシクロ[5.4.0]ウンデセン - 7 (DBU)、1, 5 - ジアザピシクロ[4.3.0]ノネン - 5 (DBN)、エチレンジアミン、1, 3 - ジアミノプロパン、1, 4 - ジアミノブタン、ヘキサメチレンジアミン、ジプロピレンジアミン、ポリエーテルジアミン、2, 5 - ジメチルヘキサメチレンジアミン、トリメチルヘキサメチレンジアミン、ジエチレントリアミン、イミノビスプロピルアミン、ビス(ヘキサメチル)トリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、アミノエチルエタノールアミン、トリ(メチルアミノ)ヘキサン、ジメチルアミノプロピルアミン、ジエチルアミノプロピルアミン、メチルイミノビスプロピルアミン、メンセンジアミン、イソホロンジアミン、ビス(4 - アミノ - 3 - メチルジシクロヘキシル)メタン、ジアミノジシクロヘキシルメタン、ビス(アミノメチル)シクロヘキサン、N - アミノエチルピペラジン、3, 9 - ビス(3 - アミノプロピル) - 2, 4, 8, 10 - テトラオキサスピロ[5, 5]ウンデカン、m - キシレンジアミン、メタフェニレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルホン、ジアミノジエチルジフェニルメタン、ジシアンジアミド、有機酸ジヒドラジドなどが挙げられる。第三級アミン塩の例としては、上記した第三級アミンのカルボン酸塩、スルホン酸塩、無機酸塩などが挙げられる。カルボン酸塩としては、オクチル酸塩などの炭素数1 ~ 30 (特に、炭素数1 ~ 10) のカルボン酸の塩 (特に、脂肪酸の塩) などが挙げられる。スルホン酸塩としては、p - トルエンスルホン酸塩、ベンゼンスルホン酸塩、メタンスルホン酸塩、エタンスルホン酸塩などが挙げられる。第三級アミン塩の代表的な具体例としては、1, 8 - ジアザピシクロ[5.4.0]ウンデセン - 7 (DBU) の塩 (例えば、p - トルエンスルホン酸塩、オクチル酸塩) などが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外のアミン系硬化剤を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

## 【 0 0 3 1 】

ホウ酸エステルの例としては、ホウ酸トリメチル、ホウ酸トリエチル、ホウ酸トリプロピル、ホウ酸トリブチル、環状ホウ酸エステル化合物などが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外のホウ酸エステルを用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

## 【 0 0 3 2 】

有機金属化合物の例としては、オクチル酸亜鉛、オクチル酸錫、ナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、ステアリン酸スズ、ステアリン酸亜鉛、アルミニウムアセチルアセトン錯体などが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の有機金属化合物を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

## 【 0 0 3 3 】

有機リン系化合物の例としては、テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィンなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の有機リン系化合物を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

第四級アンモニウム塩の例としては、塩化テトラメチルアンモニウム、臭化テトラメチルアンモニウム、ヨウ化テトラメチルアンモニウム、塩化テトラエチルアンモニウム、臭化テトラエチルアンモニウム、ヨウ化テトラエチルアンモニウム、塩化テトラブチルアンモニウム、臭化テトラブチルアンモニウム、ヨウ化テトラブチルアンモニウム、塩化トリエチルベンジルアンモニウム、臭化トリエチルベンジルアンモニウム、ヨウ化トリエチルベンジルアンモニウム、塩化トリエチルフェネチルアンモニウム、臭化トリエチルフェネチルアンモニウム、臭化トリエチルフェネチルアンモニウムなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の第四級アンモニウム塩を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

10

## 【 0 0 3 5 】

第四級ホスホニウム塩の例としては、塩化テトラブチルホスホニウム、ヨウ化テトラブチルホスホニウム、酢酸テトラブチルホスホニウム、塩化テトラフェニルホスホニウム、臭化テトラフェニルホスホニウム、ヨウ化テトラフェニルホスホニウム、塩化エチルトリフェニルホスホニウム、臭化エチルトリフェニルホスホニウム、ヨウ化エチルトリフェニルホスホニウム、酢酸エチルトリフェニルホスホニウム、リン酸エチルトリフェニルホスホニウム、塩化プロピルトリフェニルホスホニウム、臭化プロピルトリフェニルホスホニウム、ヨウ化プロピルトリフェニルホスホニウム、塩化ブチルトリフェニルホスホニウム、臭化ブチルトリフェニルホスホニウム、ヨウ化ブチルトリフェニルホスホニウムなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の第四級ホスホニウム塩を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

20

## 【 0 0 3 6 】

アミン錯体の例としては、三フッ化ホウ素、三塩化ホウ素及び三臭化ホウ素のようなハロゲン化ホウ素とアミン化合物との錯体であるハロゲン化ホウ素アミン錯体などが挙げられる。ここで、アミン化合物の例としては、トリメチルアミン、トリ - n - プロピルアミン、N, N - ジメチルオクチルアミン、N, N - ジメチルベンジルアミンなどの脂肪族三級アミン類、N, N - ジメチルアニリンなどの芳香族三級アミン類、1位がアルキル化された置換又は無置換のイミダゾールあるいはピリジンなどの複素環三級アミン類、モノエチルアミン、n - ヘキシルアミンなどの脂肪族一級アミン類、ベンジルアミンなどの芳香環を含む脂肪族一級アミン類、アニリンなどの芳香族一級アミン類、ピペリジンなどの二級アミン類などが挙げられる。ハロゲン化ホウ素アミン錯体の代表的な具体例としては、三フッ化ホウ素モノエチルアミン錯体、三フッ化ホウ素ジエチルアミン錯体、三フッ化ホウ素イソプロピルアミン錯体、三フッ化ホウ素クロロフェニルアミン錯体、三フッ化ホウ素 - トリアリルアミン錯体、三フッ化ホウ素ベンジルアミン錯体、三フッ化ホウ素アニリン錯体、三塩化ホウ素モノエチルアミン錯体、三塩化ホウ素フェノール錯体、三塩化ホウ素ピペリジン錯体、三塩化ホウ素硫化ジメチル錯体、三塩化ホウ素N, N - ジメチルオクチルアミン錯体、三塩化ホウ素N, N - ジメチルドデシルアミン錯体、三塩化ホウ素N, N - ジエチルジオクチルアミン錯体などが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外のアミン錯体を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

30

40

## 【 0 0 3 7 】

イミダゾール系化合物の例としては、2 - メチルイミダゾール、2 - フェニルイミダゾール、2 - ウンデシルイミダゾール、2 - ヘプタデシルイミダゾール、1, 2 - ジメチルイミダゾール、2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール、2 - フェニル - 4 - メチルイミダゾール、1 - ベンジル - 2 - フェニルイミダゾール、1 - ベンジル - 2 - メチルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - メチルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - フェニルイミダゾール、1 - シアノエチル - 2 - ウンデシルイミダゾール、1 - (2 - シアノエチル) - 2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール、2, 4 - ジアミノ - 6 (2' - メチルイミダゾール (1')) エチル - s - トリアジン、2, 4 - ジアミノ - 6 (2' - ウンデシルイミダゾール (1')) エチル - s - トリアジン、2, 4 - ジアミノ - 6 (2' - エチル, 4 - メ

50

チルイミダゾール(1')エチル-s-トリアジン、2,4-ジアミノ-6(2'-メチルイミダゾール(1'))エチル-s-トリアジン・イソシアヌル酸付加物、2-メチルイミダゾールイソシアヌル酸の2:3付加物、2-フェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2-フェニル-3,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニル-4-ヒドロキシメチル-5-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニル-3,5-ジシアノエトキシメチルイミダゾールなどが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外のイミダゾール系硬化剤を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

#### 【0038】

酸無水物系硬化剤の具体例としては、たとえば、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水メチルナジック酸などが挙げられる。ただし、これらは、あくまで例示に過ぎない。これら以外の酸無水物系硬化剤を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

10

#### 【0039】

上記のエポキシ基用の硬化剤の配合量は、熱硬化性樹脂(A)の種類、および硬化剤の種類などに応じて、適宜調整されうる。硬化剤の配合量は、熱硬化性樹脂(A)のエポキシ当量に対して、好ましくは0.5当量以上2当量以下程度である。硬化剤の配合量が0.5当量未満であると、熱硬化性樹脂(A)の硬化が十分進行しない可能性もある。硬化剤の配合量が2当量を超えると、硬化物の耐熱性、機械的特性等が低下する可能性もある。

#### 【0040】

20

##### 1.3.3. エポキシ基用の反応促進剤

上記のエポキシ基用の硬化剤に加え、硬化反応を促進するため、あるいは制御するため、硬化促進剤が併用されてもよい。硬化促進剤としては、たとえば、第三級アミンおよびその塩、四級アンモニウム化合物、イミダゾール、アルカリ金属アルコキシドなどが挙げられる。ただし、これらはあくまで例示に過ぎない。これら以外の硬化促進剤を用いたからといって、本開示の趣旨を逸脱するわけではない。

#### 【0041】

硬化促進剤の配合量は、熱硬化性樹脂(A)の質量に対して、好ましくは0.01質量%以上30質量%以下程度(より好ましくは0.05質量%以上20質量%以下程度)である。配合量が0.01質量%未満であると、促進効果が小さいこともある。配合量が30質量%を超えると、絶縁樹脂組成物(X)の保存安定性、および硬化物(Y)の成形性などが低下する可能性もある。

30

#### 【0042】

##### 1.4. 液状パラフィン(D)

液状パラフィン(D)は、絶縁樹脂組成物(X)の硬化反応中に硬化物(Y)の表面に薄膜を形成し、揮発して硬化炉内に充満した単官能性ビニル系モノマー(B)の硬化物(Y)表面への付着を防止する効果を発現させるために添加される。

#### 【0043】

液状パラフィン(D)は、室温において液状のものであれば特に限定されない。液状パラフィン(D)は、例えばnを整数として $C_nH_{2n+2}$ で表される鎖状飽和炭化水素化合物からなる。整数nは、例えば20以上である。液状パラフィン(D)の融点は、例えば30以下である。液状パラフィン(D)は、単官能性ビニル系モノマー(B)の沸点でも完全には揮発しない。すなわち、液状パラフィン(D)は、単官能性ビニル系モノマー(B)の沸点においても、絶縁樹脂組成物(X)およびその硬化物(Y)の表面に薄膜を形成できる程度に残留するものであればよい。例えば、液状パラフィン(D)の融点は、単官能性ビニル系モノマー(B)の沸点より高い。液状パラフィン(D)の例として、流動パラフィン、ミネラルオイル、リキッドパラフィン、ホワイトミネラルオイルなどが挙げられる。

40

#### 【0044】

液状パラフィン(D)は、熱硬化性樹脂(A)および単官能性ビニル系モノマー(B)

50

の混合物に直接添加してもよいが、分散性の観点から、単官能性ビニル系モノマー（B）を分散媒として予め分散させてから混合することが好ましい。なお、液状パラフィン（D）は、室温25における粘度が10 mPa・s～200 mPa・sのものが好ましい。

【0045】

液状パラフィン（D）の配合量は、ワニス成分（Z）全量の5 wt%以下、好ましくは3 wt%以下、より好ましくは0.01 wt%～1 wt%が望ましい。配合量が0.01 wt%未満では、単官能性ビニル系モノマー（B）の再付着を防ぐに十分な塗膜を形成することが難しい。一方、配合量が5 wt%を超えると硬化物（Y）の機械的強度および耐熱性に影響を与える。

【0046】

2. 絶縁樹脂組成物（X）およびその硬化物（Y）の製造方法

2.1. 絶縁樹脂組成物（X）

絶縁樹脂組成物（X）は、以下の製造方法により製造することができる。（A）～（D）の配合量は、実施例および比較例に記載された量とする。また、混合方法は、当該技術分野において公知のものを活用でき、均一に混合できるものであれば特に限定されない。

【0047】

（a）液状パラフィン溶液の調整

単官能性ビニル系モノマー（B）の全量または分取した一部に液状パラフィン（D）を添加し、超音波により均一分散する。

【0048】

（b）絶縁樹脂組成物（X）の調整

上記（a）で調整した液状パラフィン溶液および熱硬化性樹脂（A）を混合し、これに硬化剤および反応開始剤（C）を均一に混合する。

【0049】

なお、絶縁樹脂組成物（X）のワニス成分（Z）に多官能性ビニル系モノマーを配合する場合に、多官能性ビニル系モノマーは、例えば上記（b）において液状パラフィン溶液とともに熱硬化性樹脂（A）に混合される。

【0050】

2.2. 硬化物（Y）

硬化物（Y）は、絶縁樹脂組成物（X）の硬化物である。硬化物（Y）は、典型的には、絶縁樹脂組成物（X）を加熱することにより生成される。硬化物（Y）は、用途に応じて、様々な形態、形状で使用される。硬化物（Y）は、例えば、含浸、塗布、注型、またはシート成形などの各種成形方法により、所望の形状に成形されうる。

【0051】

硬化物（Y）は、絶縁性能および耐熱性に優れる。そのため硬化物（Y）は、絶縁性能および耐熱性の少なくとも一方が必要される用途に好適である。硬化物（Y）は、たとえば、回転機、送変電機器などの重電機器の絶縁部材に好適である。絶縁部材としては、たとえば、ワニス、絶縁塗料、ケーブル被覆材料、絶縁シート、封止材料などが挙げられる。

【0052】

硬化物（Y）を回転機のコイルに絶縁樹脂組成物（X）を含浸させて硬化させたものとする場合に、調整工程により調整された絶縁樹脂組成物（X）のコイルへの含浸工程が実施される。含浸工程における含浸方法は特に限定されないが、含浸工程の前に予熱工程および空冷工程が実施される。また、含浸工程の後に除滴工程を経て加熱硬化工程が実施される。

【0053】

予熱工程は、エナメル線などのコイルの巻線の耐クレージング性向上を目的としたアニール処理を行う工程である。予熱工程において、コイルは所定の温度で加熱される。予熱工程における加熱温度はクレージング性を向上できる温度であれば特に限定されないが、例えば150で処理が行われる。

【0054】

10

20

30

40

50

空冷工程は、絶縁樹脂組成物（X）の温度上昇を抑制するため、所定の温度までコイルを冷却する工程である。絶縁樹脂組成物（X）のポットライフに影響のない温度範囲であれば冷却後の温度は特に限定されないが、例えば40～60の温度範囲が適している。

#### 【0055】

含浸工程において、浸漬、滴下、加圧含浸、真空含浸などの当該技術分野で公知の処理方法によって絶縁樹脂組成物（X）がコイルに含浸させられる。例えばコイルが大型の回転機に適用されるものである場合に、コイルの内部まで絶縁樹脂組成物（X）を含浸させるため、一般に浸漬、または加圧・真空含浸による含浸が行われる。浸漬含浸が行われる場合に、絶縁樹脂組成物（X）を満たした含浸槽にコイルが静かに浸漬される。浸漬時間は特に限定されないが、巻線されたエナメル線間および構成部材中に付着した空気が浸漬中に気泡となって表面に浮上してくるので、これらの気泡の発生がなくなるまで浸漬することが望ましい。気泡発生が落ち着くまでの時間はコイルのサイズによって異なるが、浸漬時間は10分～60分程度、製造工程の効率化すなわち短時間化の観点からは、約15分～45分程度が望ましい。浸漬時間が10分未満ではコイルの全体に樹脂が浸透せず、気泡発生の収束する60分を超えて浸漬してもコイル内に浸透する絶縁樹脂組成物（X）の量は増えないためである。含浸温度、すなわち含浸槽中の絶縁樹脂組成物（X）の温度は、硬化による増粘が始まらない温度域であれば特に限定されず、一般に室温25～60に設定される。実施の形態1に係る絶縁樹脂組成物（X）は粘度が低いため、室温25での含浸も可能である。含浸工程によって、コイルは、巻線の間などに絶縁樹脂組成物（X）が入り込んだ状態となる。

#### 【0056】

加熱硬化工程において、含浸工程でコイルに含浸させられた絶縁樹脂組成物（X）は、硬化炉において加熱されて硬化することで硬化物（Y）となる。加熱硬化工程の硬化加熱温度は、絶縁樹脂組成物（X）に添加した反応開始剤の反応開始温度（半減期温度）以上であれば特に限定されず、一般に130～180であり、好ましくは140～170である。一般に、加熱硬化工程において必要な硬化加熱時間は、樹脂の硬化速度、コイルへの付着量、および原料組成などによって変化する。また、硬化に必要な硬化加熱時間は温度に依存し、一般に高温である方が硬化に至るまでの時間が短い。このため、硬化加熱温度および硬化加熱時間は、絶縁樹脂組成物（X）の組成に応じて完全硬化するのに必要な温度および時間に設定される。ここで、硬化加熱温度または硬化加熱時間が不十分である場合に、絶縁樹脂組成物（X）は完全硬化に至らず未硬化部分が発生することがある。このとき、電気的特性、および機械的特性などの種々の特性が低下することがある。一方、硬化加熱温度または硬化加熱時間が過剰である場合に、硬化加熱による架橋反応のバランスがくずれ、硬化物（Y）にクラックが発生する原因となることがある。硬化加熱温度および硬化加熱時間は、これらの問題が生じない範囲で設定される。実施の形態1に係る絶縁樹脂組成物（X）は、硬化加熱温度が130～180のとき、硬化加熱時間が30分～8時間で完全硬化する。硬化加熱時間が30分未満の場合に、絶縁樹脂組成物（X）は完全硬化に至らない。一方、機械的強度すなわち電線の固着強度は、硬化後徐々に発現および向上し、所定の時間、ここでは4時間以降で収束する傾向にある。したがって、完全硬化および機械的強度の収束の観点からは、硬化加熱時間は好ましくは1時間～4時間、より好ましくは1時間～2時間である。加熱硬化工程によって、コイルは、巻線の間などにおいて硬化物（Y）が硬化した状態となる。

#### 【0057】

### 2.3. 回転機用コイルおよびこれを用いた回転機の固定子

実施の形態1の絶縁樹脂組成物（X）は、例えばロープ式エレベーターの巻上機用の大型の回転機などに適用される。図2は、実施の形態1に係る巻上機の断面図である。

#### 【0058】

図2に示される巻上機10は、回転部11と、ブレーキ部12と、モーター部13と、を備える。

#### 【0059】

10

20

30

40

50

回転部 11 は、綱車 14 と、回転子 15 と、ブレーキディスク 16 と、回転軸 17 と、を備える。綱車 14、回転子 15、およびブレーキディスク 16 は、回転軸 17 によって同軸上に結合されている。綱車 14 において、図示されない主ロープが巻き掛けられる。主ロープに支持される図示されないエレベーターのかごは、主ロープおよび綱車 14 の摩擦によって駆動させられる。

【0060】

ブレーキ部 12 は、図示されない可動なブレーキシューを備える。ブレーキ部 12 は、ブレーキシューをブレーキディスク 16 に押し当てることにより発生する摩擦によって、回転部 2 を制動する力を発生させる。

【0061】

モーター部 13 は、フレーム 18 と、固定子 19 と、を備える。固定子 19 は、圧入または焼嵌めによりフレーム 18 に固定されている。固定子 19 は、円環状の鉄芯 20 を備える。鉄芯 20 の各々のティースにおいて、巻線 21 が巻かれている。また、巻線 21 および鉄芯 20 は、インシュレーター 22 によって絶縁されている。また、巻線 21 は、インシュレーター 22 によって固定される。各々のティースに巻かれた巻線 21 は、設定された順に互いに接続され、通電によって磁束を発生させる。

【0062】

固定子 19 は、例えば次の手順を含む方法などによって製造される。まず、エナメルで絶縁被覆された素線を用意する。素線は導電性を有する。素線の材質は、例えば、銅、アルミニウム、銀などである。エナメルの種類は、特に限定されないが、ポリエステルイミド、ポリアミドイミド、ポリアミドなどが組み合わせて使用される。これらのエナメルによる絶縁被覆の層において、絶縁耐圧を向上させるための無機フィラーが含まれていてもよい。これらのエナメル線は一般に市販されているモーターコイル用のものを用いることができる。このような絶縁被覆されたエナメル線を鉄芯 20 の各々のティースに巻き回して巻線 21 とする。その後、前述の含浸工程の方法によって巻線 21 に絶縁樹脂組成物 (X) を含浸し、加熱硬化工程によって絶縁樹脂組成物 (X) を硬化させる。

【0063】

絶縁樹脂組成物 (X) のコイルへの含浸性を高めるために粘度を低下させる反応性希釈剤として低分子量の単官能性ビニル系モノマー (B) が用いられているため、コイル長が長くコイルの厚みが厚い大型の回転機のコイルであっても絶縁樹脂組成物 (X) は内部まで含浸しやすい。絶縁樹脂組成物 (X) の粘度が低い余分な塊状硬化物の形成が抑制され、かつ、液状パラフィン (B) が形成する薄膜によって硬化物 (Y) の表面指触性がより高められる。これにより、大型の回転機の製造性が向上する。

【0064】

### 3. 実施例

以下、実施例を挙げて実施の形態 1 を説明する。なお、以下の例は本開示の対象を限定するものではない。

【0065】

#### 3.1. 絶縁樹脂組成物 (X) およびその硬化物 (Y) の製造

各実施例および各比較例の絶縁樹脂組成物 (X) およびその硬化物 (Y) を以下のように製造した。

【0066】

##### 3.1.1. 材料の準備

以下の材料を準備した。

##### ・熱硬化性樹脂 (A)

1 分子中にエポキシ基およびメタ (アクリロイル) 基の両方を有し、数平均分子量が約 2000 で 60 における粘度が約 3900 mPa・s である熱硬化性樹脂

##### ・単官能性ビニル系モノマー (B)

##### 2 - ヒドロキシエチルメタクリレート (2 - HEMA)

##### ・多官能性ビニル系モノマー

10

20

30

40

50

1 分子中に 2 個以上のメタ（アクリロイル）基またはアリル基を有する多官能性ビニル系モノマー（25 での粘度が 5 m P a ・ s であるネオペンチルグリコールジメタクリレート）

・硬化剤および反応開始剤（C）

硬化剤：オクチル酸亜鉛

反応開始剤：2，5 - ジメチル - 2，5 - ジ（t - ブチルペロキシ）ヘキサン

・液状パラフィン（D）

流動パラフィン、固形パラフィン（比較例）

【0067】

3.1.1.1. 実施例1～実施例26

実施例1～実施例26の配合量を表1に示す。表1において、液状パラフィン（D）および反応開始剤の重量百分率（wt%）は、熱硬化性樹脂（A）、単官能性ビニル系モノマー（B）、および多官能性ビニル系モノマーからなるワニス成分（Z）全体に対する重量の比率を表す。また、表1において、1phrは、熱硬化性樹脂（A）および単官能性ビニル系モノマー（B）の合計100質量部に対して1質量部の硬化剤を配合する配合量を表す。

【0068】

【表1】

No.	(A)熱硬化性樹脂 重量部	(B)2-HEMA 重量部	多官能モノマー 重量部	(C)硬化剤/反応開始剤 1phr/0.4wt%	(D)パラフィン ワニスに対する配合量[wt%]	全体粘度 [mPa・s]	評価結果				判定
							両立性	ツララ	強度	指触性	
実施例1	73	21	6	1phr/0.4wt%	1	210	△	△	◎	○	△
実施例2	50	30	20		1	210	△	△	◎	○	△
実施例3	51	44	5		1	45	△	△	◎	○	△
実施例4	35	51	14		1	45	○	○	◎	○	○
実施例5	44	53	3		1	35	○	○	◎	○	○
実施例6	30	58	12		1	35	◎	◎	◎	○	◎
実施例7	37	61	2		1	22	◎	◎	◎	○	◎
実施例8	25	65	10		1	22	◎	◎	◎	○	◎
実施例9	29	68	3		1	13	◎	◎	◎	○	◎
実施例10	20	72	8		1	13	○	◎	◎	○	○
実施例11	15	84	1		1	11	△	◎	△	○	△
実施例12	10	86	4		1	11	△	◎	△	○	△
実施例13	47	43	10		1	43	△	△	△	○	△
実施例14	3	87	10		1	10	△	△	△	○	△
実施例15	37	61	2		0.008	22	◎	◎	◎	△	△
実施例16	37	61	2		1.2	22	◎	◎	◎	○	△
実施例17	37	61	2		2.9	22	◎	◎	◎	○	△
実施例18	37	61	2		4	22	○	◎	○	○	△
実施例19	37	61	2		5.3	22	△	◎	△	○	△
実施例20	37	61	2		7	22	△	◎	△	○	△
実施例21	37	61	2		15	22	△	◎	△	○	△
実施例22	37	61	2		1	22	◎	◎	○	○	△
実施例23	37	61	2		1	22	◎	◎	○	○	○
実施例7相当	37	61	2		1	22	◎	◎	◎	○	◎
実施例24	37	61	2		1	22	◎	◎	◎	○	◎
実施例25	37	61	2		1	22	◎	◎	◎	○	◎
実施例26	37	61	2	1	22	◎	◎	◎	○	◎	
比較例1	37	61	2	0	210	◎	◎	◎	×	×	
比較例2	37	61	2	1	210	◎	◎	◎	×	×	

【0069】

表1に示される配合量に従って、熱硬化性樹脂（A）、単官能性ビニル系モノマー（B）、多官能性ビニル系モノマー、ならびに硬化剤および反応開始剤（C）を秤量した。実施例1～実施例26において、硬化剤の配合量は1phr、反応開始剤の配合量は0.4wt%である。次いで、表1に示される配合量に従い流動パラフィン（D）を秤量して単官能性ビニル系モノマー（B）に分散させ、液状パラフィン溶液を調製した。次いで、秤量した熱硬化性樹脂（A）、多官能性ビニル系モノマー、硬化剤および反応開始剤（C）、ならびに調整した液状パラフィン溶液を全て混合し、均一に攪拌することにより、絶縁樹脂組成物（X）を得た。

【0070】

3.1.1.2. 比較例1

表1に示される配合量に従って、実施例1～実施例26と同様の手法で絶縁樹脂組成物を調製した。表1に示されるように、比較例1は、液状パラフィン（D）を含まないこと

以外の材料の配合を実施例 7 と同一にした例である。

【 0 0 7 1 】

3 . 1 . 1 . 3 . 比較例 2

表 1 に示される配合量に従って、実施例 1 ~ 実施例 2 6 と同様の手法で絶縁樹脂組成物を調製した。表 1 に示されるように、比較例 2 は、液状パラフィン ( D ) の代わりに固形パラフィンを 1 w t % 含むこと以外の材料の配合を実施例 7 と同一にした例である。固形パラフィンとして、室温 2 5 °C において固体の形状をとる、すなわち融点が 2 5 °C より高いパラフィンを用いている。比較例 2 では、単官能性ビニル系モノマー ( B ) に均一分散させるため、固形パラフィンを粉砕して用いている。

【 0 0 7 2 】

3 . 2 . 評価

以下のようにして、絶縁樹脂組成物 ( X ) およびその硬化物 ( Y ) を評価した。

【 0 0 7 3 】

3 . 2 . 1 . 粘度

E 型粘度計により、絶縁樹脂組成物 ( X ) の粘度を測定した。室温における測定の結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 4 】

3 . 2 . 2 . 機械的強度 (ヘリカルコイル固着力)

線径 1 mm のマグネットワイヤ ( 日立金属製 K M K - 2 0 E ) を用い、J I S C 3 2 1 6 - 1 および 6 に準拠した方法で、試験片とするヘリカルコイルを作製した。次いで、このヘリカルコイルを 1 5 0 °C で 1 2 0 分間加熱することで予熱処理し、室温まで冷却した。これらのヘリカルコイルを絶縁樹脂組成物 ( X ) 中に静かに浸漬し、1 分間静置した後引き上げ、加熱炉内に適度な間隔を保って吊り下げた。これらのコイルを所定の時間加熱し、絶縁樹脂組成物 ( X ) を硬化させた。硬化加熱温度は 1 5 0 °C とした。硬化加熱時間は、実施例 1 ~ 実施例 2 1 ならびに比較例 1 および比較例 2 では 1 時間、実施例 2 5 では 2 5 分、実施例 2 3 では 3 0 分、実施例 2 4 では 1 2 0 分、実施例 2 5 では 1 8 0 分、実施例 2 6 では 2 4 0 分とした。加熱硬化して得られたヘリカルコイルにつき、オートグラフ ( 強度試験機 ) にて 3 点曲げ試験を実施した。評価の結果を表 1 の「強度」の欄に示す。表 1 において、1 0 0 N 未満を △ 、 1 0 0 N 以上 1 5 0 N 未満を ○ 、 1 5 0 N 以上を ⊙ とした。

【 0 0 7 5 】

3 . 2 . 3 . 塊状硬化物の形成の抑制

図 2 に示される固定子 1 9 を模擬したサンプルを用意し、絶縁樹脂組成物 ( X ) に含浸および硬化させた後、巻き回した巻線 2 1 を模擬する部分の下側 ( コイルエンド ) およびインシュレーター 2 2 を模擬する部分に形成される塊状硬化物の厚みを測定した。評価の結果を表 1 の「ツララ」の欄に示す。表 1 において、1 0 mm 以上を ⊙ 、 2 mm 以上 1 0 mm 未満を △ 、 2 mm 未満を △ とした。

【 0 0 7 6 】

なお、機械的強度および塊状硬化物の形成の抑制の両立が求められることから、これら特性の両立性を評価した。評価の結果を表 1 の「両立性」の欄に示す。表 1 において、機械的強度および塊状硬化物の形成の抑制の特性の両方が ⊙ のとき ⊙ 、これらの特性のいずれか一方が △ のものを △ 、これらの特性のいずれか一方が △ のものを △ とした。

【 0 0 7 7 】

3 . 2 . 4 . 指触性

上記のヘリカルコイルおよび固定子 1 9 を模擬したサンプルのコイルまたは構成部材の表面に形成された絶縁樹脂組成物 ( X ) の硬化物 ( Y ) を指触し、指の付着の有無により指触性を評価した。評価の結果を表 1 の「指触性」の欄に示す。表 1 において、指に絶縁樹脂組成物 ( X ) が液状またはゲル状で付着するものを x 、タック性は感じられるが指への付着はないものを △ 、タック性がなくサラサラで指への付着のないものを ⊙ とした。

【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

### 3.3. 結果と考察

表1から分かるように、実施例1～実施例26は、比較例1および比較例2に比べて指触性が改善されている。これは、液状パラフィン(D)が硬化物(Y)の表面に薄膜を形成し、表面から内部にかけて濃度傾斜を持ちながら分布することにより、硬化炉内に充満した単官能性ビニル系モノマー(B)の再付着を抑制したことによると考えられる。

【0079】

実施例7および比較例1の結果に基づき、液状パラフィン(D)の有無の影響について考察する。比較例1は液状パラフィン(D)を含まないため硬化物(Y)の表面に液状パラフィン(D)の薄膜が形成されず、硬化加熱温度において揮発した単官能性ビニル系モノマー(B)の硬化物の表面への付着が抑制されなかったものと考えられる。また、実施例7および比較例1に単官能性ビニル系モノマー(B)として用いている2-HEMAは、吸水性の性質を有する。このため、比較例1においては、揮発した2-HEMAの再付着が抑制されないことのみならず、表面に再付着した2-HEMAが冷却後の空気中の水分の吸着することによっても指触性が悪化したものと考えられる。

【0080】

実施例7および比較例2の結果に基づき、パラフィンの形態の影響について考察する。比較例2のパラフィン溶液の濃度は実施例7のパラフィン溶液の濃度と同一であるが、比較例2においては室温25℃で固体の形状をとる固形パラフィンが用いられている。比較例2では固形パラフィンを粉碎して用いているが、液状パラフィン(D)と異なり均一分散させることが難しい。このため、比較例2においては硬化物の表面のパラフィン薄膜の形成が不均一となり、期待する指触性改善の効果が得られなかったものと考えられる。

【0081】

実施例1～実施例14の結果に基づき、単官能性ビニル系モノマー(B)の配合量の影響について議論する。単官能性ビニル系モノマー(B)の配合量は、実施例1～実施例3、および実施例13においてワニス成分(Z)全量の45wt%未満、実施例4、実施例5、および実施例10において50wt%～75wt%、実施例11、実施例12、および実施例14において84wt%以上である。実施例1～実施例3、および実施例13において、機械的強度は判定の良好な強度を得られる一方、塊状硬化物の厚みは10mmを超える。実施例11、実施例12、および実施例14において、塊状硬化物の厚みは2mm以下と良好である一方、機械的強度は低下し判定となる。これらに対し、実施例4、実施例5、および実施例10において、機械的強度および塊状硬化物の形成の抑制のいずれにおいても以上の特性が得られ、両者のバランスが最もよい結果となった。これは、上述のように、単官能性ビニル系モノマー(B)が絶縁樹脂組成物(X)の粘度を低下させ液切れ性の向上に寄与し塊状硬化物の形成を抑制する効果を持つ一方、低分子量でありかつ硬化加熱中に揮発する性質によって硬化物(Y)の機械的強度を低下させてしまうためである。すなわち、塊状硬化物の形成の抑制と機械的強度とが単官能性ビニル系モノマー(B)の配合量に依存したトレードオフの関係にあることに起因する。本開示における鋭意検討の結果、これらの両特性の両立には、単官能性ビニル系モノマー(B)の配合量はワニス成分(Z)全量の44wt%～84wt%であればよく、好ましくは51wt%～72wt%、より好ましくは58wt%～68wt%であることが明らかになった。

【0082】

実施例15～実施例21の結果に基づき、液状パラフィン(D)の配合量について議論する。液状パラフィン(D)の配合量は、実施例15においてワニス成分(Z)全量の0.01wt%未満、実施例16および実施例17において1wt%～3wt%、実施例18および実施例19において3wt%～6wt%、実施例20および実施例21において6wt%を超える。いずれの場合の硬化物(Y)も、比較例1および比較例2と比べて優れた指触性を示している。一方、実施例15において、指触後に指への付着はないもののタック性が感じられた。これは配合量が少なすぎるため、タック性のない指触性を確保するのに十分なパラフィン薄膜が得られなかったためと推測できる。実施例20および実施例21において、指触性は良好であったが、機械的強度の低下と外観の不均一さ(まだら

10

20

30

40

50

模様)が見られた。実施例18および実施例19のとき、指触性は良好ながら他の特性への影響がないことが明らかになった。本開示における鋭意検討の結果、液状パラフィン(D)の配合量は、ワニス成分(Z)全量の5.3wt%以下、好ましくは2.9wt%以下、より好ましくは0.008wt%~1.2wt%が望ましいことが明らかになった。

#### 【0083】

実施例22~実施例26の結果に基づき、硬化加熱時間の影響について議論する。硬化加熱時間は、実施例22において25分、実施例23において30分、実施例24において120分、実施例25において180分、実施例26において240分とした。比較のため、同一の配合で硬化加熱時間を60分とした実施例7相当の結果を、表1において実施例22~実施例26に並べて示す。いずれの実施例においても、100N以上の機械的強度が得られている。一方、機械的強度の数値に着目すると、硬化加熱時間60分から機械的強度が約200Nに達し、それより長い硬化加熱時間において機械的強度の上昇は飽和している。製造工程および品質管理上の観点からは、高い機械的強度が発現してから機械的強度の上昇の飽和が確認できる時間に設定することが望ましい。本開示における鋭意検討の結果、硬化加熱時間は、好ましくは1時間~4時間、より好ましくは1時間~2時間であることが明らかになった。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0084】

本開示に係る回転機は、ロープ式エレベーターの巻上機に適用できる。本開示に係るコイルは、当該回転機に適用できる。本開示に係る絶縁樹脂加工物およびその硬化物は、当該コイルの絶縁性の保持および機械的強度の維持などに適用できる。

#### 【符号の説明】

#### 【0085】

1 コイル、 2 絶縁樹脂組成物、 3 薄膜、 4 単官能性ビニル系モノマー、 10 巻上機、 11 回転部、 12 ブレーキ部、 13 モーター部、 14 綱車、 15 回転子、 16 ブレーキディスク、 17 回転軸、 18 フレーム、 19 固定子、 20 鉄芯、 21 巻線、 22 インシュレーター

10

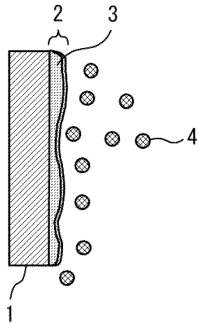
20

30

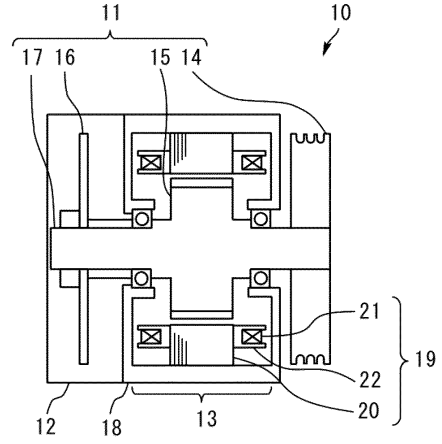
40

50

【図面】  
【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
	<b>H 0 2 K</b>	<b>15/12 (2006.01)</b>	H 0 2 K	3/30
	<b>B 6 6 B</b>	<b>11/08 (2006.01)</b>	H 0 2 K	15/12
			B 6 6 B	11/08
				D
				A
(56)参考文献	特許第 6 5 3 2 5 3 7 ( J P , B 2 )			
	特開 2 0 1 5 - 1 6 8 7 7 5 ( J P , A )			
	特開 2 0 0 6 - 3 3 0 3 0 1 ( J P , A )			
	特開平 0 9 - 2 3 9 7 5 6 ( J P , A )			
	特開昭 5 6 - 0 0 8 4 1 8 ( J P , A )			
	特開昭 5 3 - 1 1 9 9 4 9 ( J P , A )			
	特開 2 0 0 8 - 1 7 9 7 9 6 ( J P , A )			
(58)調査した分野	(Int.Cl. , D B 名)			
	C 0 8 G	5 9 / 0 0 - 5 9 / 7 2		
	C 0 8 L	1 / 0 0 - 1 0 1 / 1 4		
	C 0 8 K	3 / 0 0 - 1 3 / 0 8		
	C 0 8 F	2 / 0 0 - 2 / 6 0		
	C 0 8 J	5 / 2 4		
	H 0 2 K	3 / 3 0、1 5 / 1 2		
	B 6 6 B	1 1 / 0 8		