

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】令和6年11月15日(2024.11.15)

【国際公開番号】WO2023/171562

【出願番号】特願2024-506281(P2024-506281)

【国際特許分類】

H 0 2 K 3/30(2006.01)

H 0 2 K 3/34(2006.01)

H 0 1 B 17/56(2006.01)

H 0 1 F 5/06(2006.01)

H 0 1 F 27/32(2006.01)

10

【F I】

H 0 2 K 3/30

H 0 2 K 3/34 C

H 0 1 B 17/56 A

H 0 1 F 5/06 S

H 0 1 F 27/32 1 4 0

【手続補正書】

20

【提出日】令和6年9月11日(2024.9.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電材を絶縁するための絶縁材であって、

前記絶縁材は、少なくとも1つの絶縁層と、少なくとも1つの空隙層とを含み、前記導電材を固定しており、

30

前記少なくとも1つの空隙層は、熱可塑性樹脂と複数の強化繊維とで構成され、前記複数の強化繊維の間で空隙が形成され、

絶縁材中の空隙層が有する空隙率 Y [%] と、絶縁材中の絶縁層の厚さ X [μm] とが、下記式(1)：

$$0.01 \leq Y/X \leq 4.75 \quad (1)$$

を満たす、絶縁材。

【請求項2】

請求項1に記載の絶縁材であって、前記強化繊維が、ガラス繊維、液晶ポリエステル繊維、アラミド繊維および炭素繊維からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁材。

40

【請求項3】

請求項1または2に記載の絶縁材であって、前記少なくとも1つの絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂で構成される、絶縁材。

【請求項4】

請求項1または2に記載の絶縁材であって、前記少なくとも1つの前記絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートおよび液晶ポリエステルからなる群から選択される少なくとも一種の熱可塑性樹脂で構成される、絶縁材。

50

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が融点または軟化点 T_i を有する熱可塑性樹脂で構成され、前記少なくとも 1 つの空隙層が、融点または軟化点 T_b を有する熱可塑性樹脂で構成され、 $T_i < T_b$ である、絶縁材。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの空隙層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁材。

【請求項 7】

請求項 1 または 2 に記載の絶縁材であって、回転電機に用いられる、絶縁材。

10

【請求項 8】

請求項 7 に記載の絶縁材を少なくとも一部に含む、回転電機。

【請求項 9】

周方向に沿ってティースおよびスロットを交互に有するステータコアと、前記ステータコアに装着されたコイルと、を備える回転電機のステータであって、前記スロットの内周面と前記コイルとの間に請求項 7 に記載の絶縁材を備える、回転電機のステータ。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの絶縁層と、少なくとも 1 つの膨張性層とを少なくとも含む絶縁シートであって、

20

前記少なくとも 1 つの膨張性層は、熱可塑性樹脂と複数の強化繊維とで構成され、前記強化繊維同士が複数の交点を有し、少なくともその交点の一部が熱可塑性樹脂で接着されており、前記強化繊維全体の体積に対する、下記式(2)で規定される湾曲度が 1.004 以上の強化繊維の体積含有率が 20 vol% 以上である、絶縁シート。

$$\text{湾曲度} = \text{繊維長} / \text{繊維両端の最短距離} \quad (2)$$

【請求項 11】

請求項 10 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの膨張性層について、当該膨張性層の体積に対する、湾曲度が 1.004 以上の強化繊維の体積含有率が 3 ~ 50 vol% である、絶縁シート。

【請求項 12】

30

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記強化繊維の平均繊維長が 3 ~ 100 mm である、絶縁シート。

【請求項 13】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記強化繊維が、ガラス繊維、液晶ポリエステル繊維、アラミド繊維および炭素繊維からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

【請求項 14】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、少なくとも一方の表面に金属と接着性を有する樹脂が露出している、絶縁シート。

【請求項 15】

40

請求項 14 に記載の絶縁シートであって、前記金属と接着性を有する樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

【請求項 16】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂で構成される、絶縁シート。

【請求項 17】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの前記絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、ポリエーテルイミド、ポリエチレ

50

ンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートおよび液晶ポリエステルからなる群から選択される少なくとも一種の熱可塑性樹脂で構成される、絶縁シート。

【請求項 18】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が融点または軟化点 T_i を有する熱可塑性樹脂で構成され、前記少なくとも 1 つの膨張性層が、融点または軟化点 T_b を有する熱可塑性樹脂で構成され、 $T_i < T_b$ である、絶縁シート。

【請求項 19】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの膨張性層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

10

【請求項 20】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が熱可塑性樹脂で構成されており、この絶縁層が、膨張性層との界面に、厚さ $20 \mu\text{m}$ 以下の浸透層を有している、絶縁シート。

【請求項 21】

請求項 10 または 11 に記載の絶縁シート、および / または請求項 10 または 11 に記載の絶縁層および膨張性層をそれぞれ少なくとも 1 層準備する工程と、

前記少なくとも 1 つの膨張性層を形成する熱可塑性樹脂の融点または軟化点 T_b 以上に加熱して、膨張性層を膨張させ、導電材を固定するとともに絶縁する工程と、を備える、絶縁材の製造方法。

20

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

すなわち、本発明は、以下の態様で構成されうる。

〔態様 1〕

導電材を絶縁するための絶縁材であって、

30

前記絶縁材は、少なくとも 1 つの絶縁層と、少なくとも 1 つの空隙層とを含み、前記導電材を固定しており、

前記少なくとも 1 つの空隙層は、熱可塑性樹脂と複数の強化繊維とで構成され、前記複数の強化繊維の間で空隙が形成され、

絶縁材中の空隙層が有する空隙率 $Y [\%]$ と、絶縁材中の絶縁層の厚さ $X [\mu\text{m}]$ とが、下記式 (1) :

$$0.01 < Y / X < 4.75 \quad (1)$$

を満たす、絶縁材。

〔態様 2〕

態様 1 に記載の絶縁材であって、前記強化繊維が、ガラス繊維、液晶ポリエステル繊維、アラミド繊維および炭素繊維からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁材。

40

〔態様 3〕

態様 1 または 2 に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が、任意でフィラー材および / または補強繊維を含む、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂で構成される、絶縁材。

〔態様 4〕

態様 1 または 2 に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの前記絶縁層が、任意でフィラー材および / または補強繊維を含む、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートおよび液晶ポリエステルからなる群から選択される少

50

なくとも一種の熱可塑性樹脂で構成される、絶縁材。

〔態様 5〕

態様 1 ~ 4 のいずれか一態様に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が融点または軟化点 T_i を有する熱可塑性樹脂で構成され、前記少なくとも 1 つの空隙層が、融点または軟化点 T_b を有する熱可塑性樹脂で構成され、 T_i T_b である、絶縁材。

〔態様 6〕

態様 1 ~ 5 のいずれか一態様に記載の絶縁材であって、前記少なくとも 1 つの空隙層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁材。

〔態様 7〕

態様 1 ~ 6 のいずれか一態様に記載の絶縁材であって、回転電機に用いられる、回転電機用絶縁材。

〔態様 8〕

態様 7 に記載の回転電機用絶縁材を少なくとも一部に含む、回転電機。

〔態様 9〕

周方向に沿ってティースおよびスロットを交互に有するステータコアと、前記ステータコアに装着されたコイルと、を備える回転電機のステータであって、前記スロットの内周面と前記コイルとの間に態様 7 に記載の回転電機用絶縁材を備える、回転電機のステータ。

〔態様 10〕

少なくとも 1 つの絶縁層と、少なくとも 1 つの膨張性層とを少なくとも含む絶縁シートであって、

前記少なくとも 1 つの膨張性層は、熱可塑性樹脂と複数の強化繊維とで構成され、前記強化繊維同士が複数の交点を有し、少なくともその交点の一部が熱可塑性樹脂で接着されており、前記強化繊維全体の体積に対する、下記式 (2) で規定される湾曲度が 1.004 以上の強化繊維の体積含有率が 20 vol % 以上 (好ましくは 30 vol % 以上であってもよく、より好ましくは 35 vol % 以上、さらに好ましくは 40 vol % 以上) である、絶縁シート。

湾曲度 = 繊維長 / 繊維両端の最短距離 (2)

〔態様 11〕

態様 10 に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの膨張性層について、当該膨張性層の体積に対する、湾曲度が 1.004 以上の強化繊維の体積含有率が 3 ~ 50 vol % (好ましくは 5 ~ 45 vol %、より好ましくは 10 ~ 40 vol %) である、絶縁シート。

〔態様 12〕

態様 10 または 11 に記載の絶縁シートであって、前記強化繊維の平均繊維長が 3 ~ 100 mm である、絶縁シート。

〔態様 13〕

態様 10 ~ 12 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記強化繊維が、ガラス繊維、液晶ポリエステル繊維、アラミド繊維および炭素繊維からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

〔態様 14〕

態様 10 ~ 13 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、少なくとも一方の表面に金属と接着性を有する樹脂が露出している、絶縁シート。

〔態様 15〕

態様 14 に記載の絶縁シートであって、前記金属と接着性を有する樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

〔態様 16〕

態様 10 ~ 15 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの

10

20

30

40

50

絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂で構成される、絶縁シート。

〔態様 17〕

態様 10 ~ 15 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの前記絶縁層が、任意でフィラー材および/または補強繊維を含む、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートおよび液晶ポリエステルからなる群から選択される少なくとも一種の熱可塑性樹脂で構成される、絶縁シート。

〔態様 18〕

態様 10 ~ 17 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が融点または軟化点 T_i を有する熱可塑性樹脂で構成され、前記少なくとも 1 つの膨張性層が、融点または軟化点 T_b を有する熱可塑性樹脂で構成され、 $T_i < T_b$ である、絶縁シート。

10

〔態様 19〕

態様 10 ~ 18 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの膨張性層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルイミド、液晶ポリエステル、ポリカーボネートおよびフェノキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種である、絶縁シート。

〔態様 20〕

態様 10 ~ 19 のいずれか一態様に記載の絶縁シートであって、前記少なくとも 1 つの絶縁層が熱可塑性樹脂で構成されており、この絶縁層が、膨張性層との界面に、厚さ $20 \mu\text{m}$ 以下の浸透層を有している、絶縁シート。

20

〔態様 21〕

態様 10 ~ 20 のいずれか一態様に記載の絶縁シート、または態様 10 ~ 20 のいずれか一態様に記載の絶縁層および膨張性層をそれぞれ少なくとも 1 層準備する工程と、前記少なくとも 1 つの膨張性層を形成する熱可塑性樹脂の融点または軟化点 T_b 以上に加熱して、膨張性層を膨張させ、導電材を固定するとともに絶縁する工程と、を備える、絶縁材の製造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

30

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

図 3 A は、本発明の第 1 の実施態様の絶縁材 10 を形成する方法の一例を説明するための一部概略断面図である。絶縁材 10 は、絶縁シート 30 を絶縁シート 30 の厚さ方向に膨張させることにより形成される。図 3 A の左側は、スロット部 8 の内周面と、コイル 6 との間に絶縁シート 30 が挿入されている状態を示しており、図 3 A の右側は、絶縁シート 30 が加熱により膨張し、絶縁材 10 となり、スロット部 8 内周面とコイル 6 との間に介在して、コイル 6 を固定している状態を示している。また、図 3 B は、図 3 A の概略断面図の一部拡大概略断面図である。

40

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

図 3 B は、スロット部 8 内周面とコイル 6 との間に挿入された絶縁シート 30 を示すための概略拡大図である。図 3 B に示すように、絶縁シート 30 は、絶縁層 33 と膨張性層 35 とを有しており、絶縁層 33 は絶縁材 10 の絶縁層 13 に対応し、膨張性層 35 は絶縁材 10 の空隙層 15 に対応している。

50

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

図4は、強化繊維の湾曲度を説明するための概念図である。図4に示すように、膨張性層中で、強化繊維は略中央部を中心として弓なり形状を有していると仮定する。この場合、上記式(2)における繊維長とは、繊維の湾曲形状に沿った長さ L を示し、繊維両端の最短距離とは、繊維両端の2点を結ぶ直線の距離 L_0 を示す。なお、湾曲した強化繊維としては、図4のように弓なり形状に限定されず、山形の形状でも良いし、波形でも良い。

10

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

膨張性層は、膨張性層の全重量に対する、熱可塑性樹脂の重量含有率が40～85wt%であることが好ましい。より好ましくは45～82wt%、さらに好ましくは50～80wt%、さらにより好ましくは52～75wt%であってもよい。熱可塑性樹脂の量が少ないと溶融熱可塑性樹脂の接着の寄与が小さくなるため、補強力または固定力が不十分となるおそれがある。なお、膨張性層に含まれる熱可塑性樹脂として、複合シートとしての不織布の製造に必要なに応じて用いられるバインダー成分を含んでいてもよい。

20

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

< 膨張性層前駆体 >

このような膨張性層は、膨張性層前駆体から形成される。具体的には、膨張性層を形成する方法は、強化繊維と熱可塑性樹脂とを含む膨張性層前駆体を準備する工程と、前記膨張性層前駆体を前記熱可塑性樹脂の融点または軟化点以上に加熱し、厚さ方向に圧力をかけて熱プレスする工程と、圧力をかけたまま、前記熱可塑性樹脂の融点または軟化点より低い温度まで冷却する工程と、を少なくとも備えていてもよい。特定の湾曲度を有する強化繊維が特定量存在する膨張性層を製造するためには、所望の膨張性層の目付や厚さ等に応じて後述の製造条件を適宜調整する必要があるが、例えば、膨張性層前駆体中の強化繊維の割合や熱プレスに供する膨張性層前駆体の枚数、熱プレスの条件等を調整することにより強化繊維の湾曲度を調整することが可能である。

30

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0113

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0113】

[膨張性層全体に対する熱可塑性樹脂の含有率]

熱可塑性樹脂の含有率は、全強化繊維の含有率を、全体の割合を100%として差し引いた値として算出した。

40

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 1 5 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 0 】

[実施例 6]

膨張性前駆体の作製工程において、目付を 80 g/m^2 とした以外は実施例 1 と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、 $226 \mu\text{m}$ 、絶縁材の厚さは $439 \mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、押抜荷重試験用サンプルの隙間高さ h を $240 \mu\text{m}$ とした以外は、実施例 1 と同様に評価を行い、評価結果を表 3 および 4 に示す。

なお、空隙層空隙率 / 絶縁層厚さ (Y/X) は、押抜荷重試験用サンプルの値により評価した。ただし、絶縁破壊電圧については、膨張後の押抜荷重試験用サンプルについて絶縁破壊電圧を測定することが困難であるため、無荷重下で膨張させたサンプルについて絶縁破壊電荷を評価した。以下、実施例 7 ~ 14 についても同様である。

【 手続補正 10 】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 5 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 1 】

[実施例 7]

絶縁シートの作製工程にて、絶縁層を市販の P E I フィルム (三菱ケミカル株式会社製、スペリオ U T F タイプ 厚さ $50 \mu\text{m}$ 、軟化点 (T_i) 217) を絶縁層としたこと以外は実施例 1 と同様にして絶縁材を得た。得られた絶縁シートの厚さは、 $158 \mu\text{m}$ 、絶縁材の厚さは $249 \mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、実施例 1 と同様に評価を行い、評価結果を表 3 および 4 に示す。

【 手続補正 11 】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 5 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 2 】

[実施例 8]

絶縁シートの作製工程にて、絶縁層を市販の P E I フィルム (三菱ケミカル株式会社製、スペリオ U T F タイプ 厚さ $200 \mu\text{m}$ 、軟化点 (T_i) 217) を絶縁層としたこと以外は実施例 1 と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、 $245 \mu\text{m}$ 、絶縁材の厚さは $335 \mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、押抜荷重試験用サンプルの隙間高さ h を $250 \mu\text{m}$ とした以外は、実施例 1 と同様に評価を行い、評価結果を表 3 および 4 に示す。

【 手続補正 12 】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 5 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 5 3 】

[実施例 9]

絶縁シートの作製工程にて、絶縁層を市販の P E I フィルム (三菱ケミカル株式会社製、スペリオ U T F タイプ 厚さ $20 \mu\text{m}$ 、軟化点 (T_i) 217) を絶縁層としたこと以外は実施例 1 と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、 71

10

20

30

40

50

μm 、絶縁材の厚さは $124\mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、押抜荷重試験用サンプルの隙間高さ h を $100\mu\text{m}$ とした以外は、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0154

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0154】

[実施例10]

(絶縁層の作製)

絶縁シートの作製工程にて、市販のPEIフィルム(三菱ケミカル株式会社製、スペリオUTFタイプ 厚さ $50\mu\text{m}$ 、軟化点(T_i) 217)とガラス繊維織物(ユニチカ株式会社製、IPC規格1037相当)を、PEIフィルム/ガラス繊維織物/PEIフィルムの順に積層し、テストプレス機(北川精機製「KVHC-II」)を用いて、積層方向に対して 1.5MPa にて加圧しながら、 300 で1分間加熱し、熱圧着させた後、加圧を維持したまま、室温まで冷却し、絶縁層を作製した。得られた絶縁層の厚さは、 $98\mu\text{m}$ であった。

(絶縁シートの作製)

その後、実施例1と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、 $144\mu\text{m}$ 、絶縁材の厚さは $208\mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0157

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0157】

得られた膨張性層を、市販の液晶ポリエステルフィルム(株式会社クラレ製、ベクスターCTF 厚さ $100\mu\text{m}$ 、融点(T_i) 280)を絶縁層として、膨張性層/LCPフィルム/膨張性層となるように積層し、テストプレス機(北川精機製「KVHC-II」)を用いて、積層方向に対して 5MPa にて加圧しながら、 240 で5分間加熱し、熱圧着させた後、加圧を維持したまま、室温まで冷却し、絶縁シートを作製した。得られた絶縁シートの厚さは、 $151\mu\text{m}$ であった。その後実施例1と同様にして、絶縁材を作製した。得られた絶縁材の厚さは $181\mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0158

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0158】

[実施例12]

得られた膨張性層を、 260 で5分間加熱し、熱圧着させた以外は実施例11と同様にして、絶縁シート、絶縁材を作製した。得られた絶縁シートの厚さは、 $148\mu\text{m}$ 、絶縁材の厚さは $166\mu\text{m}$ であった。

得られた絶縁材について、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

10

20

30

40

50

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0159

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0159】

[実施例 13]

膨張性前駆体の作製工程において、熱可塑性繊維をPP繊維とした以外は実施例2と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、149 μ mであった。その後、得られた絶縁シートを、膨張性層を構成する熱可塑性樹脂の融点（ T_b ：161）

10

以上である190に設定した送風定温恒温器（ヤマト科学株式会社製「DN411H」）中に入れて10分加熱後、取り出して25まで冷却することで、絶縁材を得た。得られた絶縁材の厚さは203 μ mであった。

得られた絶縁材について、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0160

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0160】

[実施例 14]

膨張性前駆体の作製工程において、熱可塑性繊維をPA6繊維とした以外は実施例2と同様にして、絶縁シートを得た。得られた絶縁シートの厚さは、145 μ mであった。その後、得られた絶縁シートを、膨張性層を構成する熱可塑性樹脂の融点（ T_b ：225）

20

以上である260に設定した送風定温恒温器（ヤマト科学株式会社製「DN411H」）中に入れて10分加熱後、取り出して25まで冷却することで、絶縁材を得た。得られた絶縁材の厚さは222 μ mであった。

得られた絶縁材について、実施例1と同様に評価を行い、評価結果を表3および4に示す。

30

【手続補正 18】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1A

【補正方法】変更

【補正の内容】

40

50

【 図 1 A 】

