

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 4 月 16 日(16.04.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/053374 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 17/60 (2006.01) H02K 3/30 (2006.01)
H01F 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/077108
- (22) 国際出願日: 2014 年 10 月 9 日(09.10.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-212223 2013 年 10 月 9 日(09.10.2013) JP
- (71) 出願人: 日立化成株式会社(HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宋 士輝(SONG, Shihui); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 山本 貴耶(YAMAMOTO, Takaya); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 竹澤 由高(TAKEZAWA, Yoshitaka); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都

新宿区新宿 4 丁目 3 番 1 7 号 特許業務法人太陽国際特許事務所 Tokyo (JP).

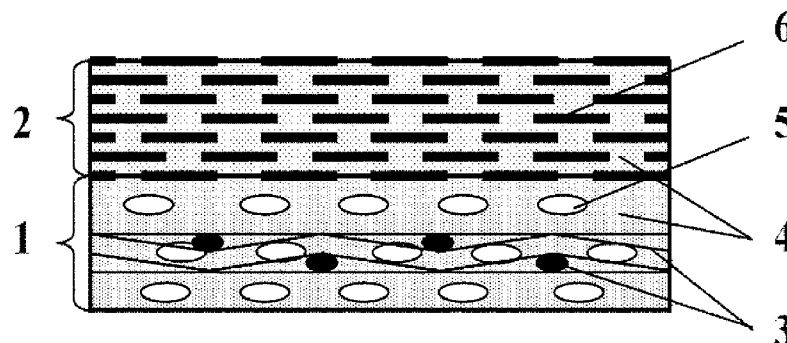
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PREPREG MICA TAPE AND COIL USING SAME

(54) 発明の名称: プリプレグマイカテープ及びそれを用いたコイル



(57) Abstract: A prepreg mica tape having: a backing material (3); a boron-nitride-containing layer (1) containing boron nitride particles (5) and a first resin (4), and provided on one surface of the backing material (3); and a mica-containing layer (2) containing mica (6) and a second resin (4), and provided on the surface of the backing material (3) on which the boron-nitride-containing layer (1) is provided.

(57) 要約: 裏打ち材 (3) と、裏打ち材 (3) の一方の面上に設けられ、窒化ホウ素粒子 (5) と第一の樹脂 (4) とを含む窒化ホウ素含有層 (1) と、裏打ち材 (3) の窒化ホウ素含有層 (1) の設けられる側の面上に設けられ、マイカ (6) と第二の樹脂 (4) とを含むマイカ含有層 (2) と、を有するプリプレグマイカテープ。

WO 2015/053374 A1

明 細 書

発明の名称： プリプレグマイカテープ及びそれを用いたコイル
技術分野

[0001] 本発明は、プリプレグマイカテープ及びそれを用いたコイルに関する。

背景技術

[0002] 絶縁層を備えるコイルの外側に水素ガス又は空気を通して冷却する間接冷却の方式を採用する発電機分野では、コイルの絶縁層の厚み方向の高熱伝導化が望まれている。

[0003] コイルの絶縁層として、樹脂とマイカと裏打ち材とからなるプリプレグマイカテープがよく用いられている。前記プリプレグマイカテープの熱伝導率を高めるためには、多くの場合、テープの中に樹脂及びマイカよりも熱伝導率の高い無機フィラーを加える手法が用いられている。

また、コイルへのテーピング作業の容易性の観点から、プリプレグマイカテープには柔軟性を求められる場合がある。

[0004] 例えば、特開 2005-199562 号公報の表 1、実施例 3 及び実施例 4 には、マイカの中に無機フィラーとして熱伝導率の高いアルミナが充填されたマイカテープが開示されており、 $0.32\text{ W/m}\cdot\text{K}\sim 0.36\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の熱伝導率を有するマイカテープが得られるとされている。

[0005] また、特開 2000-116047 号公報の表 1 及び実施例 1～実施例 7 には、樹脂の中に無機フィラーとして熱伝導率の高いアルミナが充填されたマイカテープが開示されており、 $0.40\text{ W/m}\cdot\text{K}\sim 0.60\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の熱伝導率を有するマイカテープが得られるとされている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] これまでのマイカテープの高熱伝導化の手法としては、特開 2005-199562 号公報及び特開 2000-116047 号公報に記載されている通り、マイカ層又は樹脂中にマイカ及び樹脂よりも高い熱伝導率を有するア

ルミナを充填する手法が一般的である。しかし、このような手法には、三つの課題があると考えられる。

[0007] 一つ目の課題は、マイカ層にアルミナを含有させるために、マイカ片とアルミナ粒子とを混合したスラリーを抄紙機等により抄造する手法が用いられる場合、アルミナ粒子が網目から抜け落ちやすい。そのため、アルミナ含有のマイカペーパーの抄造作業は困難であり、製造コストが上がることである。

[0008] 二つ目の課題は、マイカ及び樹脂に比べてアルミナの熱伝導率は高いが、アルミナを充填したマイカテープの熱伝導率の向上効果は実際それほど顕著ではないことである。例えば、特開2005-199562号公報では、アルミナを充填したマイカテープの熱伝導率は $0.4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ も達成できていない。高熱伝導無機フィラーを添加しない従来品は、熱伝導率が $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 程度であると知られている。従来品に比較して2倍以上の熱伝導率が得られなければ、実用性の観点から見ると、マイカテープにアルミナ粒子を充填することは、あまり意味がない。

[0009] 三つ目の課題は、アルミナの添加でマイカテープの熱伝導率は若干高くなるが、マイカテープに要求される他の特性が損なわれやすいことである。例えば、アルミナを充填したマイカテープは硬くなるため、コイルへのテーピング作業は困難になる。また、鱗片状のマイカ片に比べ、通常球状のアルミナ粒子を添加すると、電流のパスが短くなるため、マイカテープの絶縁耐電圧が低下することがある。さらに、アルミナの誘電率が大きいため、電気絶縁材料の用途としては好ましくない。一方、アルミナ粒子がマイカ片間に混入した場合、アルミナ粒子はトリイ劣化を抑制できないため、マイカ層のトリイ劣化を抑制する効果が低下し、従来のコイルより課電劣化寿命が短くなることがあった。このため、実機でこれらのコイルを使用することは困難であった。

[0010] 上述のように、これまでにアルミナを添加したマイカテープが多く検討されていたが、前記の三つの課題が存在するため、アルミナの添加による高熱

伝導マイカテープは実機に適用するのは困難であった。

[0011] 特開2000-116047号公報では、アルミナの代わりに無機フィラーとして熱伝導率のより高い窒化ホウ素（BN）を添加したマイカテープについても検討されたが、 $0.40\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の熱伝導率しか得られなかった。

[0012] また、BNを添加しても、従来品の2倍以上、すなわち $0.6\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有しつつ、他の機械特性、電気特性等を損なわないマイカテープの開発には至っていないのが現状であった。

[0013] 本発明は、高い熱伝導率を有し、良好な柔軟性及び高い絶縁耐電圧を兼ね備えるプリプレグマイカテープ並びにそれを用いたコイルを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 前記課題を達成するための具体的手段は以下の通りである。

<1> 裏打ち材と、前記裏打ち材の一方の面上に設けられ、窒化ホウ素と第一の樹脂とを含む窒化ホウ素含有層と、前記裏打ち材の前記窒化ホウ素含有層の設けられる側の面上に設けられ、マイカと第二の樹脂とを含むマイカ含有層と、を有するプリプレグマイカテープ。

[0015] <2> 前記裏打ち材の一方の面上に、前記窒化ホウ素含有層と前記マイカ含有層とがこの順に設けられる<1>に記載のプリプレグマイカテープ。

[0016] <3> 前記マイカを、JIS標準篩を用いて篩い分けしたときの粒子径が 2.8 mm 以上のマイカ片の割合が、 $50\text{ 質量}\%$ 以上である<1>又は<2>に記載のプリプレグマイカテープ。

[0017] <4> 前記窒化ホウ素の平均粒子径が、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下である<1>～<3>のいずれか1つに記載のプリプレグマイカテープ。

[0018] <5> <1>～<4>のいずれか1つに記載のプリプレグマイカテープの積層体である絶縁層を備えるコイル。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、高い熱伝導率を有し、良好な柔軟性及び高い絶縁耐電圧

を兼ね備えるプリプレグマイカテープ並びにそれを用いたコイルを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施例1～実施例4のプリプレグマイカテープを表す概略断面図である。

[図2]比較例1のプリプレグマイカテープを表す概略断面図である。

[図3]比較例2～比較例3のプリプレグマイカテープを表す概略断面図である。

[図4]比較例4のプリプレグマイカテープを表す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明のプリプレグマイカテープ及びそれを用いたコイルについて詳細に説明する。

なお、本明細書において「工程」との語は、独立した工程だけではなく、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の所期の目的が達成されれば、本用語に含まれる。また「～」を用いて示された数値範囲は、「～」の前後に記載される数値をそれぞれ最小値及び最大値として含む範囲を示す。さらに組成物中の各成分の含有量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数の物質の合計量を意味する。また、本明細書において「層」との語は、平面図として観察したときに、全面に形成されている形状の構成に加え、一部に形成されている形状の構成も包含される。

[0022] <<プリプレグマイカテープ>>

本発明のプリプレグマイカテープは、裏打ち材と、前記裏打ち材の一方の面上に設けられ、窒化ホウ素と第一の樹脂とを含む窒化ホウ素含有層と、前記裏打ち材の前記窒化ホウ素含有層の設けられる側の面上に設けられ、マイカと第二の樹脂とを含むマイカ含有層と、を有する。

[0023] 本発明のプリプレグマイカテープは、高い熱伝導率を有し、良好な柔軟性及び高い絶縁耐電圧を兼ね備えるものである。本発明のプリプレグマイカテ

ープが高い熱伝導率を有し、良好な柔軟性及び高い絶縁耐電圧を兼ね備える理由は明確ではないが、以下のように推察される。

本発明のプリプレグマイカテープは、窒化ホウ素と第一の樹脂とを含む窒化ホウ素含有層を有するところ、窒化ホウ素は高い熱伝導性を示すフィラーであるため、窒化ホウ素を含む窒化ホウ素含有層を有する本発明のプリプレグマイカテープは、高い熱伝導率を有すると推察される。

また、窒化ホウ素はアルミナに比較して硬度がおよそ半分以下であるため、アルミナを高熱伝導フィラーとして用いたマイカテープに比較して、良好な柔軟性を示すようになると推察される。

さらに、窒化ホウ素含有層とマイカ含有層とを個別に設けることで、窒化ホウ素粒子がマイカ片間に混入するのを防止することができる。窒化ホウ素粒子がマイカ片間に混入すると、電流のパスが短くなるためマイカテープの絶縁耐電圧が落ちることがある。しかし、本発明のプリプレグマイカテープでは窒化ホウ素粒子がマイカ片間に混入するのが防止されるため、電流のパスが短くなりにくい。そのため、本発明のプリプレグマイカテープは高い絶縁耐電圧を備えるようになると推察される。

さらに、窒化ホウ素含有層とマイカ含有層とを共に裏打ち材の一方の面上に設けることで、本発明のプリプレグマイカテープの他方の面には裏打ち材が設けられているため、本発明のプリプレグマイカテープをコイル等にテーピングする際の作業性が向上する。

[0024] 本発明のプリプレグマイカテープはレジンリッチマイカテープとも言われる。すなわち、樹脂を含む組成物がプリプレグマイカテープ全体に予め多量に含有されており、含浸ワニス注入不要とするものである。この樹脂を含む組成物の含有率は、特開2010-193673号公報に記載されるように、一般的にプリプレグマイカテープ総質量に対しておよそ15質量%～50質量%の範囲で使用用途に応じて設定される。

プリプレグマイカテープをコイル等にテーピングする際、張力をかけながらプリプレグマイカテープをコイル等に巻き付けることができるので、この

張力に起因する圧縮力が、プリプレグ状態の窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層に加わる。これにより、プリプレグマイカテープを巻き付けられたコイル等を加熱処理等する際に窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層に存在する樹脂成分の移動がより効果的に行われ、マイカ含有層のマイカ密度及び窒化ホウ素含有層の窒化ホウ素密度は高くなるので、本発明のプリプレグマイカテープの絶縁材としての電気絶縁性、及び窒化ホウ素の有する特性（例えば、熱伝導率）をより効果的に発揮させることができる。

[0025] 本発明のプリプレグマイカテープの厚みは、 $200\mu\text{m}\sim 400\mu\text{m}$ が好ましく、 $250\mu\text{m}\sim 350\mu\text{m}$ がより好ましい。

プリプレグマイカテープの平均厚みは、マイクロメーター（MDC-SB、株式会社ミットヨ）を用いて10点の厚みを測定し、その算術平均値として求める。

[0026] <プリプレグマイカテープの層構成>

本発明のプリプレグマイカテープの構成は、裏打ち材と、裏打ち材の一方の面上に設けられる窒化ホウ素含有層と、裏打ち材の窒化ホウ素含有層の設けられる側の面上に設けられるマイカ含有層と、を有するものであればよく、必要に応じてその他の層を有していてもよい。また、裏打ち材の一方の面上に設けられる窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層の順番は特に限定されるものではなく、裏打ち材、窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層の順に構成されてもよいし、裏打ち材、マイカ含有層及び窒化ホウ素含有層の順に構成されてもよい。

本発明のプリプレグマイカテープにおいては、製造の容易性の観点から、裏打ち材の一方の面上に、窒化ホウ素含有層とマイカ含有層とがこの順に設けられることが好ましい。

また、必要に応じて設けられるその他の層としては、裏打ち材の窒化ホウ素含有層等が設けられた側の最表面に設けられる保護層（保護フィルム）、接着層等が挙げられる。

[0027] ー窒化ホウ素含有層ー

本発明に係る窒化ホウ素含有層は、窒化ホウ素と第一の樹脂とを含む。本発明に係る窒化ホウ素含有層は、必要に応じて窒化ホウ素及び第一の樹脂以外のその他の成分を含有してもよい。その他の成分としては、例えば、硬化剤、硬化触媒及び各種添加剤を挙げることができる。

窒化ホウ素含有層の厚みは、特に限定されるものではないが、 $80\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ の範囲が好ましい。

窒化ホウ素含有層の厚みは、走査型電子顕微鏡（SEM）（Philips社、XL30）を用いて、プリプレグマイカテープの断面をプラチナ蒸着後、高真空下、加速電圧 10kV で二次電子像を観察することで求めることができる。

[0028] 窒化ホウ素含有層には、窒化ホウ素以外のその他の無機フィラーが含有されていてもよい。窒化ホウ素含有層に含有される無機フィラーの全量に占める窒化ホウ素の含有率は、 $90\text{質量}\%$ 以上 $100\text{質量}\%$ 以下が好ましく、 $95\text{質量}\%$ 以上 $100\text{質量}\%$ 以下がより好ましく、 $98\text{質量}\%$ 以上 $100\text{質量}\%$ 以下が更に好ましい。窒化ホウ素含有層に窒化ホウ素以外のその他の無機フィラーが含有される場合のその他の無機フィラーとしては、アルミナ、酸化マグネシウム、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、酸化ケイ素等が挙げられる。

[0029] マイカ含有層

本発明に係るマイカ含有層は、マイカと第二の樹脂とを含む。本発明に係るマイカ含有層は、必要に応じてマイカ及び第二の樹脂以外のその他の成分を含有してもよい。その他の成分としては、例えば、硬化剤、硬化触媒及び各種添加剤を挙げることができる。

マイカ含有層の厚みは、特に限定されるものではないが、 $100\mu\text{m}$ ～ $250\mu\text{m}$ の範囲が好ましく、 $110\mu\text{m}$ ～ $230\mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。

マイカ含有層の厚みは、走査型電子顕微鏡（SEM）（Philips社、XL30）を用いて、プリプレグマイカテープの断面をプラチナ蒸着後、

高真空下、加速電圧 10 kV で二次電子像を観察することで求めることができる。

[0030] マイカ含有層中には、マイカ以外のその他の無機フィラー（窒化ホウ素等）が含有されていないことが好ましい。マイカ含有層中に含有される無機フィラーの全量に占めるマイカ以外のその他の無機フィラーの含有率は、3 質量%以下が好ましく、2 質量%以下がより好ましく、1 質量%以下が更に好ましく、0 質量%であることが特に好ましい。

[0031] <プリプレグマイカテープの構成材料>

以下、発明のプリプレグマイカテープを構成する裏打ち材、第一の樹脂、第二の樹脂、窒化ホウ素、マイカ及び必要に応じて用いられるその他の材料について説明する。

[0032] ー裏打ち材ー

本発明で用いられる裏打ち材としては、例えば、有機材料で構成される繊維を全部又は一部用いて得られるクロス（c l o t h）を用いてもよい。クロスを得るのに使用される有機材料としては、アラミド、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル等が挙げられる。有機材料で構成される繊維を一部用いる場合には、有機材料で構成される繊維を縦糸、横糸又はその両方として用いてもよい。有機材料で構成される繊維以外の他の繊維として、ガラス繊維等の無機繊維を用いてもよい。ガラス繊維を用いたガラスクロスと有機高分子フィルムとを併用してもよい。

[0033] ー窒化ホウ素ー

本発明に係る窒化ホウ素含有層に含有される窒化ホウ素としては、六方晶窒化ホウ素（h - B N）、立方晶窒化ホウ素（c - B N）、ウルツ鉱型窒化ホウ素等が挙げられる。これらの中でも、六方晶窒化ホウ素（h - B N）が好ましい。窒化ホウ素は、鱗片状に形成されている窒化ホウ素の一次粒子であっても、このような一次粒子が凝集されて形成された二次粒子であってもよい。

[0034] 窒化ホウ素の平均粒子径は、 $1\ \mu\text{m}$ ～ $40\ \mu\text{m}$ のものが好ましく、 $5\ \mu\text{m}$

～20 μm のものがより好ましく、5 μm ～10 μm のものが更に好ましい。

窒化ホウ素の平均粒子径が1 μm 以上であると、熱伝導率及び絶縁耐電圧がより向上する傾向がある。窒化ホウ素の平均粒子径が40 μm 以下であると、粒子形状の異方性による熱伝導率の異方性が大きくなりすぎるのが抑制できる。

[0035] 窒化ホウ素の平均粒子径は、レーザー回折散乱方式粒度分布測定装置（マイクロトラック MT3000II、日機装株式会社）を用いることで測定可能である。純水中に窒化ホウ素粉末を投入した後に、超音波分散機で分散する。この分散液の粒子径分布を測定することで窒化ホウ素の粒子径分布が測定される。粒子径分布に基づいて、平均粒子径は、小径側からの体積累積50%に対応する粒子径として求められる。

[0036] 本発明においては、窒化ホウ素の1種類を単独で使用してもよいし、2種類以上を併用して用いてもよい。なお、窒化ホウ素を2種類以上併用するとは、例えば、同じ成分で平均粒子径が異なる窒化ホウ素を2種類以上用いる場合、平均粒子径が同じで成分の異なる窒化ホウ素を2種類以上用いる場合並びに平均粒子径及び種類の異なる窒化ホウ素を2種類以上用いる場合が挙げられる。

[0037] 窒化ホウ素の含有率は、本発明のプリプレグマイカテープに含有される裏打ち材とマイカを除く全固形分の合計量に対して、10体積%～50体積%であることが好ましく、15体積%～35体積%であることがより好ましい。窒化ホウ素の含有率が10体積%以上であれば、本発明のプリプレグマイカテープの熱伝導率がより向上する傾向にある。窒化ホウ素の含有率が50体積%以下であれば、窒化ホウ素の樹脂への充填が困難になりにくい傾向にある。

[0038] ー第一の樹脂及び第二の樹脂ー

本発明に係る窒化ホウ素含有層に含有される第一の樹脂は特に限定されるものではない。マイカテープをプリプレグ状態とするため、第一の樹脂とし

て硬化性樹脂を用いることが望ましく、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂及びシリコン樹脂が挙げられる。接着性及び電気絶縁性の観点から、エポキシ樹脂が好ましい。

また、本発明に係るマイカ含有層に含有される第二の樹脂は特に限定されるものではない。マイカテープをプリプレグ状態とするため、第二の樹脂として硬化性樹脂を用いることが望ましく、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂及びシリコン樹脂が挙げられる。接着性及び電気絶縁性の観点から、エポキシ樹脂が好ましい。

本発明において、第一の樹脂及び第二の樹脂の種類は、同一であっても異なってもよい。本発明のプリプレグマイカテープの製造の容易性の観点から、第一の樹脂及び第二の樹脂の種類は同一であることが好ましい。

[0039] 第一の樹脂又は第二の樹脂としてエポキシ樹脂を用いる場合、エポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂及び環式脂肪族エポキシ樹脂が挙げられる。中でも、高熱伝導率化の観点からは、ビフェニル基のような自己配列しやすい構造であるメソゲン基を分子内に有するビフェニル型エポキシ樹脂を使用することが好ましい。

本発明でいうメソゲン基とは、エポキシ樹脂が硬化して樹脂硬化物を形成した場合に、樹脂硬化物中に高次構造を形成することができる基をいう。

なお、本発明でいう高次構造とは、エポキシ樹脂の硬化後に分子が配向配列している状態を意味し、例えば、樹脂硬化物中に結晶構造体が存在することをいう。このような結晶構造体は、例えば、直交ニコル下での偏光顕微鏡による観察又はX線散乱スペクトルにより、その存在を確認することができる。

第一の樹脂又は第二の樹脂としてエポキシ樹脂を用いる場合、エポキシ樹脂を一種単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。

[0040] −マイカー

本発明に係るマイカ含有層に含有されるマイカとしては、未焼成硬質集成マイカ、焼成硬質集成マイカ、未焼成軟質集成マイカ、焼成軟質集成マイカ、合成マイカ、フレークマイカ等を用いることができる。これらの中でも、価格及び入手のしやすさの観点からマイカとして未焼成硬質集成マイカを用いることが好ましい。

また、絶縁性向上の観点から、マイカは、JIS標準篩を用いて篩い分けしたときの粒子径が2.8mm以上のマイカ片の割合が、50質量%以上であることが好ましく、55質量%以上であることがより好ましく、60質量%以上であることが更に好ましい。粒子径が2.8mm以上のマイカ片の割合が50質量%以上であれば、フィブリット無しでもマイカペーパーは自立できる。フィブリットを入れない方が熱伝導率に有利である。

[0041] マイカ片の粒子径の測定は、具体的には、下記方法に従って実施する。

純水20gに、測定対象のマイカを1質量%添加し、超音波分散機でマイカを分散して分散液を調製する。分散液をフィルムの上に塗布した後に、フィルムをホットプレートの上に乗せ、110℃で30分乾燥を行う。乾燥後、目視でフィルム上のマイカ片のサイズを観察することでマイカの粒子径を測定する。

また、粒子径が2.8mm以上のマイカ片の割合（質量基準）は、下記方法により測定される。

ロータップ型篩振動機に備え付けた目開き2.8mmのJIS標準篩を用い、これらの篩を15分間に亘って振動（ハンマー打数：60回／分）させながら1.2gのマイカを篩に通して分級し、分級前の試料質量に対する2.8mmの篩に残る粗粒の割合から、2.8mm以上のマイカ片の割合（質量基準）が求められる。

[0042] 本発明においては、マイカの1種類を単独で使用してもよいし、2種類以上を併用して用いてもよい。なお、マイカを2種類以上併用するとは、例えば、同じ成分で平均粒子径が異なるマイカを2種類以上用いる場合、平均粒子径が同じで成分の異なるマイカを2種類以上用いる場合並びに平均粒子径

及び種類の異なるマイカを２種類以上用いる場合が挙げられる。

[0043] ーその他の成分ー

本発明に係る窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層に含有されてもよいその他の成分としては、例えば、硬化剤、硬化触媒及び各種添加剤を挙げることができる。

[0044] (硬化剤)

第一の樹脂又は第二の樹脂として硬化性樹脂を用いた場合、本発明に係る窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層には、硬化性成分として硬化性樹脂に加えて少なくとも１種の硬化剤を更に含むことが好ましい。前記硬化剤としては特に制限はなく、硬化性樹脂の種類に応じて適宜選択できる。

特に、硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合、硬化剤としてはエポキシ樹脂用硬化剤として通常用いられる硬化剤から適宜選択して用いることができる。具体的には、ジシアンジアミド、芳香族ジアミン等のアミン硬化剤；フェノールノボラック、クレゾールノボラック等のフェノール樹脂硬化剤などを挙げることができる。

硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合、該硬化剤とエポキシ樹脂の割合は、当量比（硬化剤／エポキシ樹脂）で０．８～１．２とすることが硬化性、硬化物の電気特性の観点から好ましい。

[0045] (硬化触媒)

第一の樹脂又は第二の樹脂として硬化性樹脂を用いた場合、本発明に係る窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層には、硬化性樹脂の硬化反応又は硬化性樹脂と硬化剤との硬化反応を加速させる目的で硬化触媒を添加してもよい。硬化触媒としては特に制限はなく、硬化性樹脂及び必要に応じて用いられる硬化剤の種類に応じて適宜選択して用いることができる。硬化触媒としては、例えば、トリフェニルホスフィン、トリメチルアミン、２－メチル－４－エチルイミダゾール及びBF₃モノエチルアミンを挙げることができる。

硬化性樹脂がエポキシ樹脂である場合の硬化触媒の含有率は、エポキシ樹脂及び必要に応じて用いられる硬化剤の合計量に対して、通常０．０１質量

%～5質量%添加するのが一般的である。

[0046] (添加剤)

本発明に係る窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層には、各種添加剤を必要に応じて更に含むことができる。その他の添加剤としては、カップリング剤、エラストマ、酸化防止剤、老化防止剤、安定剤、難燃剤、増粘剤等の樹脂組成物に一般に用いられる各種添加剤を挙げることができる。本発明に係る窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層が添加剤を更に含有する場合、これらの添加剤の含有量は本発明の効果を損なわない範囲であれば特に制限されない。

[0047] <プリプレグマイカテープの製造方法>

本発明のプリプレグマイカテープは、いかなる工程を経て製造されたものであってもよく、従来から公知の製造方法を適用することができる。

本発明のプリプレグマイカテープの製造方法の一例としては、樹脂と窒化ホウ素と必要に応じて用いられるその他の材料とが溶剤に混合された窒化ホウ素混合液（BN含有樹脂ワニス）を準備する窒化ホウ素混合液準備工程と、窒化ホウ素混合液を裏打ち材の一方の面上に塗布する塗布工程と、裏打ち材における窒化ホウ素混合液の塗布された面側にマイカペーパーを貼り合わせる貼付工程と、を経る方法が挙げられる。

[0048] 樹脂の中に窒化ホウ素を充填するために溶剤で樹脂を希釈してもよい。用いられる溶剤としては、通常用いられる有機溶剤から適宜選択される。具体的には、メチルエチルケトン、メタノール、シクロヘキサノン等の溶剤を挙げることができる。

[0049] 塗布工程において、裏打ち材の一方の面上に窒化ホウ素含有液が塗布され、これが乾燥されることで、本発明に係る窒化ホウ素含有層が形成される。裏打ち材における窒化ホウ素混合液の塗布された面側に貼り合わせられたマイカペーパーに、窒化ホウ素混合液に含まれる樹脂及び必要に応じて用いられるその他の材料を含浸させることで、該マイカペーパーであった箇所が本発明に係るマイカ含有層とされる。

上記工程を経て製造される本発明のプリプレグマイカテープに係る第一の樹脂及び第二の樹脂は、共に、窒化ホウ素混合液に含有される樹脂をその起源とする同じ種類の樹脂とされる。

また、塗布工程において窒化ホウ素混合液が裏打ち材の一方の面上に塗布される際、裏打ち材としてガラスクロス等のクロスを用いた場合、窒化ホウ素混合液の一部が裏打ち材の他方の面側ににじみ出ることがある。これを乾燥させることで裏打ち材の他方の面側にも窒化ホウ素含有層が形成されることがあるが、裏打ち材の他方の面側にも窒化ホウ素含有層が形成されたプリプレグマイカテープも、本発明のプリプレグマイカテープの範囲に含まれる。

[0050] 本発明のプリプレグマイカテープは、コイルの絶縁層の形成に用いることができる。また、本発明のプリプレグマイカテープは、耐熱電気絶縁放熱スパーサーとして、例えばパワートランジスタ放熱用絶縁板において放熱性を向上した材料としても使用することができる。

[0051] <<コイル>>

本発明のコイルは、本発明のプリプレグマイカテープを積層して形成された積層体である絶縁層を備えるものである。

本発明のプリプレグマイカテープを用いて絶縁層を形成する方法としては、例えば、本発明のプリプレグマイカテープを用いてコイルの絶縁層を形成すべき箇所に該テープを巻回させた後、加熱及び加圧するか又は真空処理をした後に加熱及び加圧することにより、窒化ホウ素含有層及びマイカ含有層に含有される第一の樹脂及び第二の樹脂を硬化又は融着させてプリプレグマイカテープを一体化させ、絶縁層を形成する方法が挙げられる。

[0052] 本発明のプリプレグマイカテープは良好な柔軟性を備えることから、該テープを巻回する際の作業性に優れる。また、本発明のプリプレグマイカテープは高い絶縁耐電圧を備えるため、本発明のコイルは絶縁信頼性の点で優れる。さらに、本発明のプリプレグマイカテープは高い熱伝導率を有するため、本発明のコイルを冷却する際、従来では水直接冷却方式が採用されていた

規模のコイルに対しても、水素冷却方式又は空冷方式を採用することができるようになり、コイルの構造を簡素化することが可能となる。

実施例

[0053] 以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0054] <実施例 1>

(1) マイカペーパーの作製

マイカ（粒子径が2.8mm以上のマイカ片の含有率は63質量%）を水中に分散してマイカ粒子とし、抄紙機にて抄造し平均厚み0.13mmのマイカペーパーを作製した。マイカペーパーの平均厚みは、マイクロメーター（株式会社ミットヨ、MDC-SB）を用いて10点の厚みを測定し、その算術平均値として求めた。以下、同様の方法によりマイカペーパーの平均厚みを測定した。

[0055] (2) BN含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）30.8質量部と、硬化触媒としてBF₃モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）1.0質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン（和光純薬工業株式会社）37.2質量部とを混合した。その後、窒化ホウ素31.0質量部（平均粒子径5μm、電気化学工業株式会社、商品名「SP-3」）を加えて更に混合しBN含有樹脂ワニスを得た。

なお、BN含有樹脂ワニスの全固形分体積中の窒化ホウ素の含有率は、35体積%であった。

[0056] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたBN含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは280μmであった。なお、プリプレグマイカテープの平均厚みは、マイクロメーター（株式会社ミット

ヨ、MDC-SB)を用いて10点の厚みを測定し、その算術平均値として求めた。以下、同様の方法によりプリプレグマイカテープの平均厚みを測定した。

[0057] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力10MPa、110℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。なお、マイカテープ硬化物の平均厚みは、マイクロメーター(株式会社ミットヨ、MDC-SB)を用いて10点の厚みを測定し、その算術平均値として求めた。以下、同様の方法によりマイカテープ硬化物の平均厚みを測定した。

[0058] <評価>

上記で得られたプリプレグマイカテープ又はマイカテープ硬化物について、以下のような評価を行った。結果を表1に示す。

[0059] (柔軟性)

得られたプリプレグマイカテープの柔軟性について、JIS C 2116:2011によって測定を行った。測定温度を23±2℃、押込み速さを10mm/minにした。

上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、66N/mで、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0060] (熱伝導率)

得られたマイカテープ硬化物について、熱抵抗装置(ヤマヨ試験器有限会社、YST-901S)を用いて、マイカテープ硬化物の熱抵抗値を測定した。得られた熱抵抗値を逆算することによって、熱伝導率(W/m·K)を算出した。

マイカテープ硬化物の熱伝導率は0.75W/m·Kであった。

[0061] (絶縁破壊電界)

得られたマイカテープ硬化物について、絶縁破壊試験装置(SOKEN絶

縁材料試験システム、DAC-6032C)を用いて絶縁破壊電界を測定した。測定は、直径10mmの円筒電極ではさみ、昇圧速度500V/s、交流50Hz、カットオフ電流10mA、室温(25±1℃)、油中で行った。

マイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、39kV/mmであった。

[0062] <実施例2>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例1と同様に作製した。

[0063] (2) BN含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂(ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」)41.5質量部と、硬化触媒としてBF₃モノエチルアミン(和光純薬工業株式会社)1.3質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン(和光純薬工業株式会社)31.2質量部とを混合した。その後、窒化ホウ素26.0質量部(平均粒子径5μm、電気化学工業株式会社、商品名「SP-3」)を加えて更に混合しBN含有樹脂ワニスを得た。

なお、BN含有樹脂ワニスの全固形分体積中の窒化ホウ素の含有率は、25体積%であった。

[0064] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたBN含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス(株式会社双洋、WEA 03G 103)へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは280μmであった。

[0065] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力10MPa、110℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。

[0066] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施

例 1 と同様にして評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、 76 N/m で、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0067] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、 $0.63\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、 38 kV/mm であった。

[0068] <実施例 3>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例 1 と同様に作製した。

[0069] (2) BN含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）
24.5質量部と、硬化触媒として BF_3 モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）0.8質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン（和光純薬工業株式会社）49.8質量部とを混合した。その後、窒化ホウ素24.9質量部（平均粒子径 $2\text{ }\mu\text{m}$ 、電気化学工業株式会社、商品名「SP3-7」）を加えて更に混合しBN含有樹脂ワニスを得た。

なお、BN含有樹脂ワニスの全固形分体積中の窒化ホウ素の含有率は、35体積％であった。

[0070] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたBN含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは $280\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[0071] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力 10 MPa 、 110°C で10分加熱した。その後、圧力 10 MPa 、 170°C で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは

180 μm であった。

[0072] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例1と同様にして評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、59 N/mで、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0073] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、0.67 W/m $\cdot$ Kであった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、37 kV/mmであった。

[0074] <実施例4>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例1と同様に作製した。

[0075] (2) BN含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）34.1質量部と、硬化触媒としてBF₃モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）1.1質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン（和光純薬工業株式会社）43.2質量部とを混合した。その後、窒化ホウ素21.6質量部（平均粒子径2 μm 、電気化学工業株式会社、商品名「SP3-7」）を加えて更に混合しBN含有樹脂ワニスを得た。

なお、BN含有樹脂ワニスの全固形分体積中の窒化ホウ素の含有率は、25体積%であった。

[0076] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたBN含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅30 mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは280 μm であった。

[0077] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力10 MPa、11

0℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。

[0078] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例1と同様にして評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、62N/mで、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0079] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、0.61W/m・Kであった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、36kV/mmであった。

[0080] <比較例1>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例1と同様に作製した。

[0081] (2) フィラー未含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）100質量部と、硬化触媒としてBF₃モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）3質量部とを混合してフィラー未含有樹脂ワニスを得た。

[0082] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたフィラー未含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。その後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは280μmであった。

[0083] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力10MPa、110℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。

[0084] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例 1 と同様に評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、 95 N/m で、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0085] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、 $0.30\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、 35 kV/mm であった。

[0086] <比較例 2>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例 1 と同様に作製した。

[0087] (2) アルミナ含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）25.2質量部と、硬化触媒として BF_3 モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）0.8質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン（和光純薬工業株式会社）27.8質量部とを混合した。その後、アルミナ46.2質量部（平均粒子径 $3\text{ }\mu\text{m}$ 、電気化学工業株式会社、商品名「AA3」）を加えて更に混合しアルミナ含有樹脂ワニスを得た。

なお、アルミナ含有樹脂ワニスの全固形分体積中のアルミナの含有率は、35体積％であった。

[0088] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたアルミナ含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたマイカテープの平均厚みは $280\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[0089] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力 10 MPa 、 110°C で10分加熱した。その後、圧力 10 MPa 、 170°C で60分加熱し

、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは $180\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[0090] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例 1 と同様に評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、 300 N/m で、硬くてコイルへのテーピングはできなかった。

[0091] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、 $0.41\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、 30 kV/mm であった。

[0092] <比較例 3>

(1) マイカペーパーの作製

マイカペーパーを実施例 1 と同様に作製した。

[0093] (2) アルミナ含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）
35.1 質量部と、硬化触媒として BF_3 モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）1.1 質量部と、溶剤としてメチルエチルケトン（和光純薬工業株式会社）24.0 質量部とを混合した。その後、アルミナ 39.8 質量部（平均粒子径 $3\text{ }\mu\text{m}$ 、電気化学工業株式会社、商品名「AA3」）を加えて更に混合しアルミナ含有樹脂ワニスを得た。

なお、アルミナ含有樹脂ワニスの全固形分体積中のアルミナの含有率は、25 体積% であった。

[0094] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたアルミナ含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらにマイカペーパーと貼り合わせた。乾燥後、幅 30 mm に切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたプリプレグマイカテープの平均厚みは $280\text{ }\mu\text{m}$ であった。

[0095] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力 10 MPa 、 11

0℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。

[0096] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例1と同様にして評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、250N/mで、硬くてコイルへのテーピングはできなかった。

[0097] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、0.35W/m・Kであった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、31kV/mmであった。

[0098] <比較例4>

(1) BN含有マイカペーパーの作製

マイカ（粒子径が2.8mm以上のマイカ片の含有率は63質量%）と窒化ホウ素（平均粒子径5μm、電気化学工業株式会社、商品名「SP-3」）とを水中に分散し、抄紙機にて抄造し厚み0.13mmのBN含有マイカペーパーを作製した。この場合、窒化ホウ素の充填率は、窒化ホウ素とマイカの体積和に対して35体積%であった。

[0099] (2) フィラー未含有樹脂ワニスの調製

エポキシ樹脂（ダウ・ケミカル日本株式会社、商品名「DEN438」）100質量部と、硬化触媒としてBF₃モノエチルアミン（和光純薬工業株式会社）3質量部とを混合してフィラー未含有樹脂ワニスを得た。

[0100] (3) プリプレグマイカテープの作製

得られたフィラー未含有樹脂ワニスをロールコーターでガラスクロス（株式会社双洋、WEA 03G 103）へ塗布し、さらに前記BN含有マイカペーパーと貼り合わせた。この場合、プリプレグマイカテープに含有される裏打ち材とマイカを除く全固形分の合計量に対して、窒化ホウ素の含有率は35体積%であった。その後、幅30mmに切断しプリプレグマイカテープを形成した。得られたマイカテープの平均厚みは280μmであった。

[0101] (4) プリプレグマイカテープの硬化物の作製

上述の方法によって得たプリプレグマイカテープを圧力10MPa、110℃で10分加熱した。その後、圧力10MPa、170℃で60分加熱し、マイカテープの硬化物を得た。得られたマイカテープ硬化物の平均厚みは180μmであった。

[0102] 得られたプリプレグマイカテープ及びマイカテープ硬化物について、実施例1と同様にして評価した。上記で得られたプリプレグマイカテープの柔軟性は、80N/mで、取り扱いが良好でテーピング作業時における支障が生じなかった。

[0103] また、得られたマイカテープ硬化物の熱伝導率は、0.40W/m・Kであった。

また、得られたマイカテープ硬化物の絶縁破壊電界は、34kV/mmであった。

[0104] 図1に、実施例1～実施例4のプリプレグマイカテープを表す概略断面図を示す。図2に、比較例1のプリプレグマイカテープを表す概略断面図を示す。図3に、比較例2～比較例3のプリプレグマイカテープを表す概略断面図を示す。図4に、比較例4のプリプレグマイカテープを表す概略断面図を示す。

図1～図4において、符号1は窒化ホウ素含有層を、符号2はマイカ含有層を、符号3は裏打ち材を、符号4は樹脂（第一の樹脂及び第二の樹脂）を、符号5は窒化ホウ素粒子を、符号6はマイカを、符号7はアルミナ含有層を、符号8はアルミナ粒子を、符号9は窒化ホウ素含有マイカ含有層を、各々表す。

表1において、無機フィラーとは、BN又はアルミナをいい、マイカを除く。

[0105]

[表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
無機フィラー種類	BN				無	アルミナ		BN
マイカ含有層/ 無機フィラー含有層	独立				—	独立		一体化
無機フィラー平均粒径 (μm)	5	5	2	2	—	3	3	5
無機フィラー添加量 (体積%)	35	25	35	25	0	35	25	35
柔軟性(N/m)	66	76	59	62	95	300	250	80
熱伝導率(W/m・K)	0.75	0.63	0.67	0.61	0.30	0.41	0.35	0.40
絶縁破壊電界(kV/mm)	39	38	37	36	35	30	31	34

[0106] 表1から明らかなように、本発明によれば、プリプレグマイカテープの無機フィラー含有層に無機フィラーとして窒化ホウ素を充填し、無機フィラー含有層とマイカ含有層とを独立して設けることで、 $0.6\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上の高い熱伝導率を有しつつ、コイルへのテーピング作業は良好で、高い絶縁破壊電圧を両立できる高熱伝導性のプリプレグマイカテープを得られることがわかる。

尚、日本出願2013-212223の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれる。また、本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

符号の説明

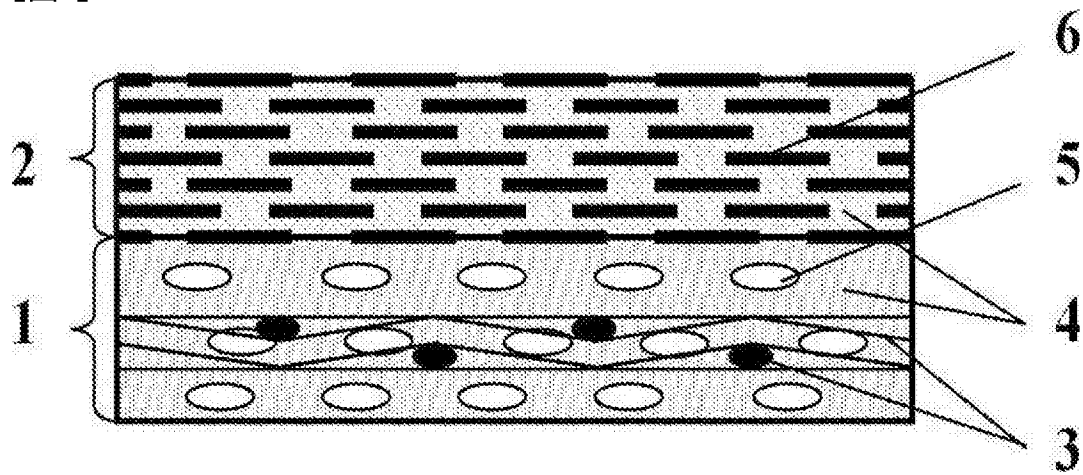
- [0107] 1 窒化ホウ素含有層
 2 マイカ含有層
 3 裏打ち材
 4 樹脂（第一の樹脂及び第二の樹脂）
 5 窒化ホウ素粒子
 6 マイカ

- 7 アルミナ含有層
- 8 アルミナ粒子
- 9 窒化ホウ素含有マイカ含有層

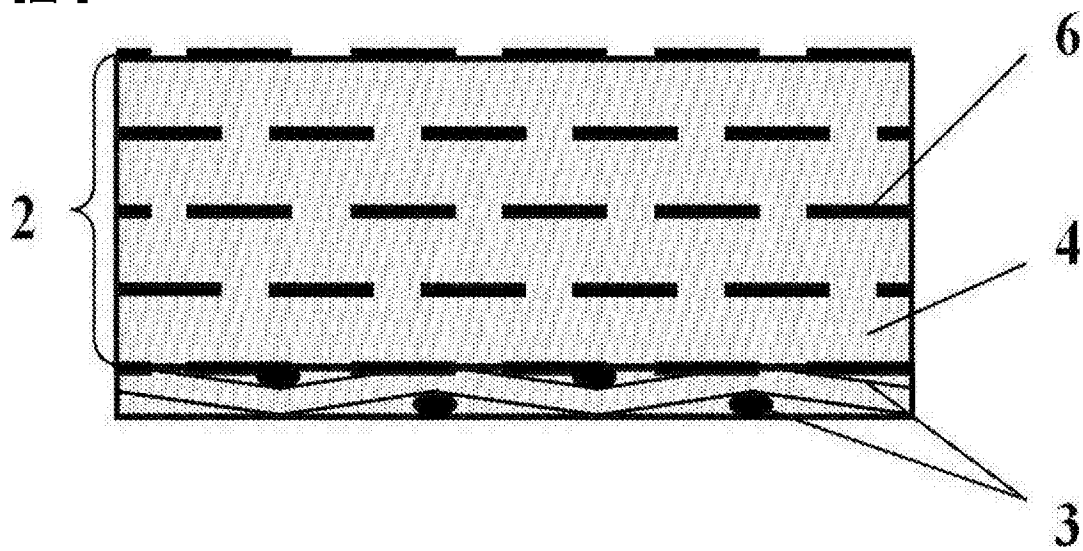
請求の範囲

- [請求項1] 裏打ち材と、
 前記裏打ち材の一方の面上に設けられ、窒化ホウ素と第一の樹脂とを含む窒化ホウ素含有層と、
 前記裏打ち材の前記窒化ホウ素含有層の設けられる側の面上に設けられ、マイカと第二の樹脂とを含むマイカ含有層と、
 を有するプリプレグマイカテープ。
- [請求項2] 前記裏打ち材の一方の面上に、前記窒化ホウ素含有層と前記マイカ含有層とがこの順に設けられる請求項1に記載のプリプレグマイカテープ。
- [請求項3] 前記マイカを、JIS標準篩を用いて篩い分けしたときの粒子径が2.8mm以上のマイカ片の割合が、50質量%以上である請求項1又は請求項2に記載のプリプレグマイカテープ。
- [請求項4] 前記窒化ホウ素の平均粒子径が、1 μ m以上40 μ m以下である請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のプリプレグマイカテープ。
- [請求項5] 請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のプリプレグマイカテープの積層体である絶縁層を備えるコイル。

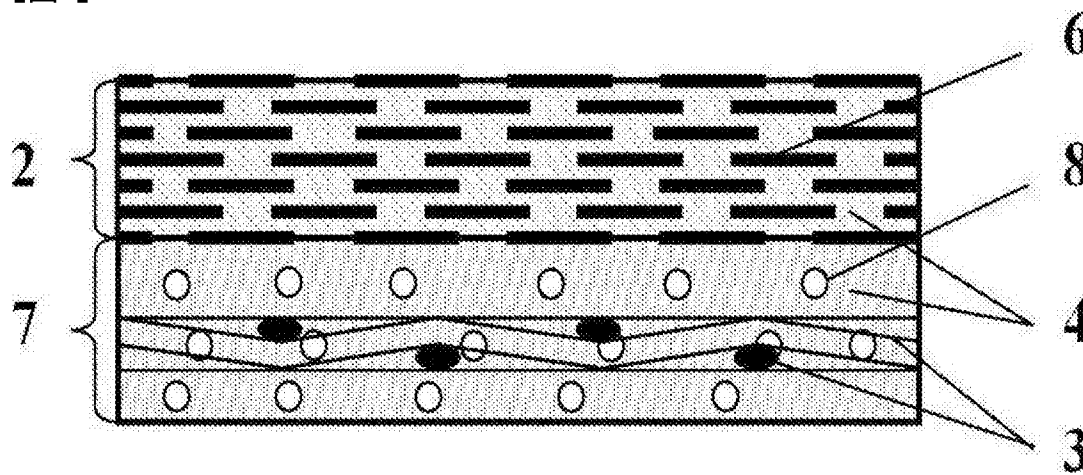
[図1]



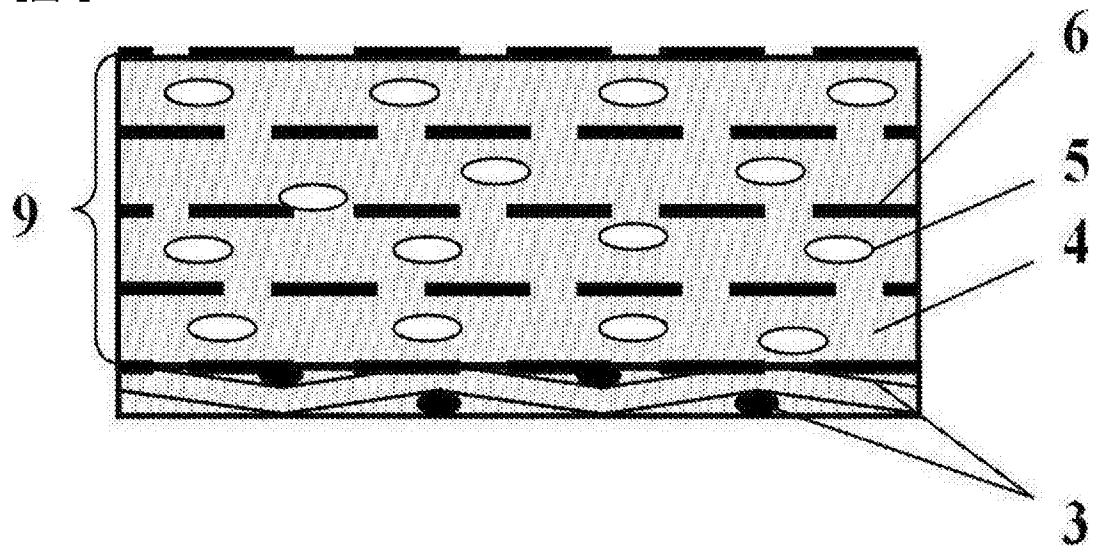
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/077108

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B17/60(2006.01)i, H01F5/06(2006.01)i, H02K3/30(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)

H01B17/60, H01F5/06, H02K3/30

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-27819 A (Toshiba Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), claim 1; examples; fig. 4 (Family: none)	1-2, 4-5 3
X Y	JP 9-45133 A (Japan Mica Industrial Co., Ltd.), 14 February 1997 (14.02.1997), claims 1 to 7; examples (Family: none)	1-2, 4-5 3
A	JP 2012-244861 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), claim 1; carrying-out mode; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5

☒ 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 December 2014 (17.12.14)

Date of mailing of the international search report
06 January 2015 (06.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/077108

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-116047 A (Hitachi, Ltd.), 21 April 2000 (21.04.2000), examples 8, 9 (Family: none)	1-5
A	JP 2002-93257 A (Japan Mica Industrial Co., Ltd.), 29 March 2002 (29.03.2002), claims 1 to 10; examples (Family: none)	1-5
Y	JP 4-162312 A (Okabe Mica Co., Ltd.), 05 June 1992 (05.06.1992), examples (Family: none)	3
Y	JP 56-159011 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 December 1981 (08.12.1981), page 3, upper right column to lower left column; examples (Family: none)	3
Y	JP 57-172607 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 October 1982 (23.10.1982), page 2, lower left column (Family: none)	3
E,A	JP 5611485 B1 (Mitsubishi Electric Corp.), 22 October 2014 (22.10.2014), claim 1; carrying-out mode; fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2008-220095 A (Toshiba Corp.), 18 September 2008 (18.09.2008), entire text; fig. 1 & US 2009/0072654 A1 & EP 1968168 A1 & CN 101262152 A	1-5
A	JP 2010-166809 A (Toshiba Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2012-175799 A (Toshiba Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), claims 1 to 5; fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2010-158113 A (Toshiba Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), claim 1; fig. 2 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01B17/60(2006.01)i, H01F5/06(2006.01)i, H02K3/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01B17/60, H01F5/06, H02K3/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2008-27819 A（株式会社東芝）2008.02.07, 請求項1、実施例、 図4（ファミリーなし）	1-2, 4-5 3
X Y	JP 9-45133 A（株式会社日本マイカ製作所）1997.02.14, 請求項1 －7、実施例（ファミリーなし）	1-2, 4-5 3
A	JP 2012-244861 A（三菱電機株式会社）2012.12.10, 請求項1、実 施の形態、図1, 2（ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

結城 佐織

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4 X

3 1 3 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-116047 A (株式会社日立製作所) 2000.04.21, 実施例 8, 9 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-93257 A (株式会社日本マイカ製作所) 2002.03.29, 請求項 1-10、実施例 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 4-162312 A (株式会社岡部マイカ工業所) 1992.06.05, 実施例 (ファミリーなし)	3
Y	JP 56-159011 A (三菱電機株式会社) 1981.12.08, 第 3 頁右上欄～左下欄、実施例 (ファミリーなし)	3
Y	JP 57-172607 A (三菱電機株式会社) 1982.10.23, 第 2 頁左下欄 (ファミリーなし)	3
E, A	JP 5611485 B1 (三菱電機株式会社) 2014.10.22, 請求項 1、実施の形態、図 3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2008-220095 A (株式会社東芝) 2008.09.18, 全文、図 1 & US 2009/0072654 A1 & EP 1968168 A1 & CN 101262152 A	1-5
A	JP 2010-166809 A (株式会社東芝) 2010.07.29, 請求項 1、図 1 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2012-175799 A (株式会社東芝) 2012.09.10, 請求項 1-5、図 3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2010-158113 A (株式会社東芝) 2010.07.15, 請求項 1、図 2 (ファミリーなし)	1-5