

(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/002906 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 41/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069201
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)
- (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 2014-139169 2014 年 7 月 4 日(04.07.2014) JP
- (71) 出願人: 住友ベークライト株式会社(SUMITOMO BAKELITE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1400002 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 Tokyo (JP). 株式会社豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 岡坂 周(OKASAKA, Shu); 〒1400002 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP). 小宮谷 壽郎(KO-

MIYATANI, Toshio); 〒1400002 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP). 小泉 浩二(KOIZUMI, Koji); 〒1400002 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP). 馬場孝幸(BABA, Takayuki); 〒1400002 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住友ベークライト株式会社内 Tokyo (JP). 工藤 英弘(KUDO, Hidehiro); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 吉田 貴司(YOSHIDA, Takashi); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 田中 勝章(TANAKA, Katsufumi); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 佐藤 洋明(SATO, Hiroaki); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 上松 辰哉(UEMATSU, Tatsuya); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING HEAT-GENERATING ELEMENT SEALED ARTICLE

(54) 発明の名称: 発熱体封止物の製造方法

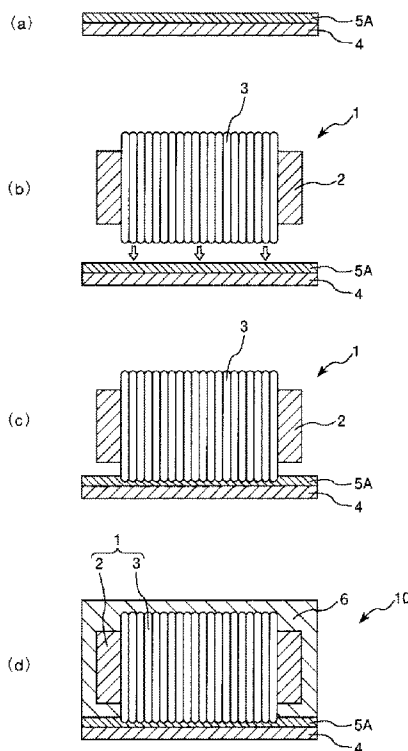


FIG. 4

(57) Abstract: This method for producing an induction device (heat-generating element) sealed article (10) comprises: a step for providing, on one surface of a substrate (4), an uncured layer (5A) made of a first resin composition; a step for bonding an induction device (heat-generating element) (1) to the uncured layer (5A) by placing the induction device (1) on the uncured layer (5A) and heating the uncured layer (5A) while applying pressure such that the substrate (4) and the induction device (1) approach one another across the uncured layer (5A); and a step for obtaining a joining layer (5) that joins the induction device (1) and the substrate (4) by supplying a second resin composition in a molten state onto said one surface side of the substrate (4) so as to cover the uncured layer (5A) and the induction device (1), and then curing or solidifying the uncured layer (5A) while shaping the molten-state second resin composition, and also for obtaining a sealing part (6) that seals the induction device (1) by curing the second resin composition.

(57) 要約: 誘導装置(発熱体) 10 の製造方法は、基板 4 の一方の面に第 1 の樹脂組成物からなる未硬化層 5A を設ける工程と、誘導装置(発熱体) 1 を未硬化層 5A 上に載置し、基板 4 と誘導装置 1 とが未硬化層 5A を介して互いに接近するように加圧しつつ、未硬化層 5A を加熱することにより、誘導装置 1 を未硬化層 5A に貼り合わせる工程と、第 2 の樹脂組成物を溶融させた状態で、未硬化層 5A および誘導装置 1 を覆うように、基板 4 の一方の面側に供給した後、溶融状態の第 2 の樹脂組成物を成形しつつ、未硬化層 5A を硬化または固化させることにより、誘導装置 1 と基板 4 とを接合する接合層 5 を得るとともに、第 2 の樹脂組成物を硬化させることにより、誘導装置 1 を封止する封止部 6 を得る工程とを有する。



(74) 代理人: 朝比 一夫, 外(ASAHI, Kazuo et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋 1 丁目 1 8 番 9 号 西新橋ノアビル4階 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, 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), ヨーロッパ (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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：発熱体封止物の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、発熱体封止物の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球環境保護の観点からハイブリッド自動車が実用化されている。

ハイブリッド自動車は、エンジンおよびモータを駆動源として備え、その一方または双方を用いて走行する自動車である。

[0003] このようなハイブリッド自動車は、バッテリーの直流をインバータで交流に変換し、その交流を走行用のモータに供給している。特に、近年のハイブリッド自動車では、バッテリーおよびモータの小型化のために昇圧コンバータ（DC-DCコンバータ）を備えている。昇圧コンバータは、バッテリーの電圧を昇圧してインバータ（モータ）に供給する役割と、ジェネレータ（モータ）からの回生電流をバッテリー電圧に降圧し、バッテリーに充電を行う役割を持っている。誘導装置は、電気エネルギーを磁気エネルギーとして蓄えることができ、昇圧コンバータが備える部品の一つとして用いられる（例えば、特許文献1参照。）。

[0004] このような誘導装置1は、例えば、図15に示すように、コア部2と、このコア部2に巻回されたコイル3とを有する。このコア部2とコイル3とは、ハウジング70内に配置され、粘着層50を介して、ハウジング70の底部に固定されるとともに、封止材60により封止されている（従来の誘導装置封止物40）。これにより、誘導装置1のコイル3における励磁により生じた熱が、粘着層50を介してハウジング70の底部に伝達される。その結果、誘導装置1において生じた熱が放熱される。

[0005] ここで、かかる構成のハウジング70内での誘導装置1の封止では、封止材60がウレタン樹脂等で構成されている。ハウジング70の底部に粘着層50を介して誘導装置1を載置した状態で、ウレタン樹脂等を含有する液状

材料をハウジング 70 内にポッティング（供給）した後、前記液状材料を乾燥させる。これにより封止材 60 が形成される。

[0006] しかしながら、ウレタン樹脂等を含有する液状材料のポッティング（流し込み）を用いた封止材 60 の形成では、ハウジング 70 内に供給された液状材料を乾燥させるためには長時間を要する。そのため、このような液状材料を乾燥させる工程を省略したいという要求があった。

[0007] なお、このような問題は、誘導装置 1 が封止された封止物に限定されず、例えば、半導体チップのような他の発熱体が封止された封止物についても同様に生じている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2004-241475 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の目的は、発熱体を載置するハウジングへの液状材料の流し込みの工程を経ることなく、優れた熱伝導性および絶縁性をもって発熱体が封止された発熱体封止物を製造することができる発熱体封止物の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] このような目的は、下記（1）～（13）に記載の本発明により達成される。

（1） 基板の一方の面に、主として樹脂材料およびフィラーを含有する第 1 の樹脂組成物からなる未硬化層を設ける工程と、

発熱体を前記未硬化層上に載置し、前記基板と前記発熱体とが前記未硬化層を介して互いに接近するように加圧しつつ、前記未硬化層を加熱することにより、前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程と、

第 1 の熱硬化性樹脂を含有する第 2 の樹脂組成物を溶融させた状態で、前

記未硬化層および前記発熱体を覆うように、前記基板の一方の面側に供給した後、熔融状態の前記第2の樹脂組成物を成形しつつ、前記未硬化層を硬化または固化させることにより、前記発熱体と前記基板とを接合する接合層を得るとともに、前記第2の樹脂組成物を硬化させることにより、前記発熱体を封止する封止部を得る工程とを有することを特徴とする発熱体封止物の製造方法。

[0011] (2) 前記未硬化層は、前記第1の樹脂組成物を前記基板の一方の面に層状に供給した後、前記第1の樹脂組成物を乾燥させることによって、前記基板の一方の面に設けられる上記(1)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0012] (3) 前記樹脂材料は、第2の熱硬化性樹脂である上記(1)または(2)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0013] (4) 前記第2の熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂である上記(3)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0014] (5) 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層は、前記第2の熱硬化性樹脂が半硬化の状態となるように加熱される上記(3)または(4)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0015] (6) 前記未硬化層を加熱する温度は、80℃以上、200℃以下である上記(5)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0016] (7) 前記フィラーは、主として酸化アルミニウムで構成された粒状体である上記(1)ないし(6)のいずれかに記載の発熱体封止物の製造方法。

[0017] (8) 前記第1の熱硬化性樹脂は、フェノール樹脂である上記(1)ないし(7)のいずれかに記載の発熱体封止物の製造方法。

[0018] (9) 前記発熱体は、誘導装置である上記(1)ないし(8)のいずれかに記載の発熱体封止物の製造方法。

[0019] (10) 前記誘導装置は、コア部と、該コア部に線状体を巻回することにより形成されたコイルとを有している上記(9)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0020] (11) 前記線状体を前記コア部に巻回した状態において、前記コイルに間隙が形成されている上記(10)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0021] (12) 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層が前記間隙の一部に入り込むように、前記コイルの一部を前記未硬化層に埋入する上記(11)に記載の発熱体封止物の製造方法。

[0022] (13) 前記接合層および前記封止部を得る工程において、前記間隙の前記未硬化層が入り込んだ部分以外に、前記封止部の一部を充填する上記(12)に記載の発熱体封止物の製造方法。

発明の効果

[0023] 本発明の発熱体封止物の製造方法によれば、発熱体を載置するハウジングへの液状材料の流し込みの工程を経ることなく、発熱体が封止部で封止された発熱体封止物を得ることができる。

[0024] また、本発明の発熱体封止物の製造方法によれば、優れた熱伝導性および絶縁性を発揮する発熱体封止物を得ることができる。

[0025] さらに、本発明の発熱体封止物の製造方法を、発熱体として誘導装置が封止された誘導装置封止物の製造方法に適用すれば、優れた熱伝導性および絶縁性をもって、誘導装置が封止された誘導装置封止物を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明の発熱体封止物の製造方法を用いて製造された誘導装置封止物の実施形態を示す縦断面図である。

[図2]図2は、図1に示す誘導装置封止物のA-A線断面図である。

[図3]図3は、図1に示す誘導装置封止物の誘導装置と接合層との界面付近の部分拡大縦断面図である。

[図4]図4は、本発明の発熱体封止物の製造方法を説明するための図である。

[図5]図5は、本発明の発熱体封止物の製造方法を説明するための図である。

[図6]図6は、実施例に用いた試験片を示す縦断面図である。

[図7]図7は、実施例1Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図8]図8は、実施例2 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図9]図9は、実施例3 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図10]図10は、実施例4 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図11]図11は、実施例5 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図12]図12は、実施例6 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図13]図13は、実施例7 Aの試験片における接合層と封止部との界面付近の電子顕微鏡写真である。

[図14]図14は、実施例1 Bの誘導装置封止物の切断面を示す写真である。

[図15]図15は、従来の誘導装置封止物の実施形態を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の発熱体封止物の製造方法を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

[0028] なお、以下では、本発明の発熱体封止物の製造方法を、発熱体である誘導装置を封止する誘導装置封止物の製造方法に適用した場合を一例に説明する。

[0029] まず、本発明の発熱体封止物の製造方法を説明するのに先立って、本発明の発熱体封止物の製造方法を適用して製造された誘導装置封止物について説明する。

[0030] <誘導装置封止物>

図1は、本発明の発熱体封止物の製造方法を用いて製造された誘導装置封止物の実施形態を示す縦断面図、図2は、図1に示す誘導装置封止物のA-A線断面図、図3は、図1に示す誘導装置封止物の誘導装置と接合層との界面付近の部分拡大縦断面図である。なお、以下では、説明の便宜上、図1な

いし図3中の上側を「上」、下側を「下」とも言う。また、各図では、誘導装置封止物およびその各部を誇張して模式的に図示しており、誘導装置封止物およびその各部の大きさおよびその比率は実際とは大きく異なる。

[0031] 図1～3に示す誘導装置封止物（昇圧コイル封止物）10は、上面（一方の面）に接合層5が形成された基板4と、駆動により発熱し、接合層5を介して基板4に支持された誘導装置（昇圧コイル）1と、接合層5および誘導装置1を覆うことで、誘導装置1を封止する封止部6とを有している。

[0032] 誘導装置1は、電気エネルギーを磁気エネルギーとして蓄えることができるものであり、昇圧コンバータが備える部品の一つとして用いられる。図1、2に示すように、誘導装置1は、コア部2と、このコア部2に巻回されたコイル3とを有している。

[0033] コア部2は、本実施形態では、平面視形状が直線状をなすI型コアで構成される。図1に示すように、本実施形態の誘導装置封止物10では、このコア部2の中心軸が接合層5と平行となるようにして基板4に配置されている。また、コア部2の外周部には、図示しない、絶縁ボビンまたは絶縁紙等を介して、コイル3が設けられている。

[0034] また、このコア部（I型コア）2は、磁性粉末を加圧成形してなる圧粉磁心で構成されており、かかる磁性粉末としては、特に限定されないが、例えば、鉄、鉄－シリコン系合金、鉄－窒素系合金、鉄－ニッケル系合金、鉄－炭素系合金、鉄－ホウ素系合金、鉄－コバルト系合金、鉄－リン系合金、鉄－ニッケル－コバルト系合金および鉄－アルミニウム－シリコン系合金等が挙げられる。

[0035] コイル3は、銅線31の表面を樹脂層32でコーティングすることで得られる線状体を、コア部2に巻回することで形成される。樹脂層32を銅線31の表面に形成することにより、コイル3の絶縁性が保持されている。

[0036] この樹脂層の構成材料としては、特に限定されないが、例えば、ポリエステル樹脂、ポリエステルイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、およびポリウレタン樹脂等が挙げられ、これらのうちの1種または2種

以上を組み合わせる用いることができる。中でも、ポリアミドイミド樹脂であることが好ましい。これにより、銅線 31 の絶縁性、すなわちコイル 3 の絶縁性を確実に確保することができる。また、封止部 6 および接合層 5 に対する密着性を向上させることができる。

[0037] また、樹脂層の厚さは、例えば、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上、 $50\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以上、 $30\ \mu\text{m}$ 以下に設定される。これにより、銅線 31 の絶縁性、すなわちコイル 3 の絶縁性を確実に確保することができる。

[0038] また、コイル 3 は、前述の通り、コア部 2 に巻回することで形成される。コイル 3 の外周側に位置する端面（外周面）33 は、図 3 に示すように、平坦面で構成されている。これにより、接合層 5 に対する接触面積を大きく確保することができる。そのため、接合層 5 に対する密着性が向上する。また、接合層 5 の膜厚を端面 33 が接触する位置において、ほぼ一定に保つことが可能となるため、コイル 3 の基板 4 に対する絶縁性が確実に保持される。

[0039] 基板 4 は、誘導装置 1 を支持し、誘導装置 1 の振動を吸収する。また、かかる基板 4 は、誘導装置 1 で発生した熱をハウジング 7 の底部に伝達して逃がす放熱板としての機能を備えている。

[0040] この基板 4 としては、金属材料で構成される金属板が挙げられる他、シリコンポリマー内にシリカ、アルミナ、窒化ホウ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素化マグネシウム等の熱伝導性フィラーが混合されてなる板材が用いられる。これらの中でも、金属板であることが好ましい。これにより、誘導装置 1 のコイル 3 における励磁により生じた熱を、接合層 5 および基板 4 を介してハウジング 7 の底部 71 側に効率よく伝達する（導く）ことができる。これにより、誘導装置 1 の放熱効率の向上が図られる。

[0041] かかる金属材料としては、特に限定されないが、アルミニウムまたはアルミニウム合金、銅、銅合金、ステンレス材料などを用いるのが好ましい。これらの金属で基板 4 を構成することにより、より優れた熱伝導性を有する基板 4 を得ることができる。

[0042] また、基板4の厚さは、誘導装置1を支持することができれば、特に限定されないが、例えば、 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $30\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。基板4の厚さをこのような比較的薄い数値範囲に設定することにより、誘導装置1の必要な機械的強度を確保しつつ、誘導装置1の小型化を図ることができる。さらに、コイル3における励磁により生じた熱を、接合層5および基板4を介してハウジング7の底部71に効率よく伝達することができる。

[0043] また、基板4の厚さ方向（底部71が位置する方向）に対する熱伝導率は、 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上、 $500\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上、 $400\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下であることがより好ましい。このような基板4は、優れた熱伝導率を有する基板となり、コイル3における励磁により生じた熱を、接合層5および基板4を介してハウジング7の底部71に効率よく伝達することができる。

[0044] 接合層5は、基板4と、この基板4の上側に位置する誘導装置1との間に設けられている。接合層5を介して基板4と誘導装置1とを接合する。

[0045] また、この接合層5は、絶縁性を有している。これにより、基板4と、誘導装置1との絶縁状態が確保される。

[0046] さらに、接合層5は、優れた熱伝導性を発揮するように構成されている。これにより、接合層5は、誘導装置1側の熱を基板4に伝達することができる。

[0047] このような接合層5の熱伝導率は、高いことが好ましく、具体的には、 $1\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上、 $15\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下であることが好ましく、 $5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上、 $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下であることがより好ましい。これにより、接合層5が誘導装置1側の熱を基板4に効率よく伝達される。そのため、誘導装置1のコイル3における励磁により生じた熱を、接合層5および基板4を介してハウジング7の底部71に効率よく伝達することができる。その結果、誘導装置1で生じた熱を効率よくの放熱することができる。

[0048] 接合層5の平均厚さは、特に限定されないが、 $40\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 程度

であるのが好ましく、 $60\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。これにより、接合層5の絶縁性を確保しつつ、誘導装置1の小型化を図ることができる。さらに、接合層5の熱伝導性を向上させることができる。そのため、コイル3における励磁により生じた熱を、接合層5および基板4を介してハウジング7の底部71に効率よく伝達することができる。

[0049] 特に、コイル3の端面33に接合する位置では、接合層5の厚さは、 $30\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $30\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましく、 $30\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ 程度であるのがさらに好ましい。これにより、前記効果をより顕著に発揮させることができる。

[0050] なお、基板4と接合層5の合計の平均厚さは、例えば、 $60\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましく、 $115\mu\text{m}\sim 270\mu\text{m}$ 程度であるのがより好ましい。合計の平均厚さをこのような数値範囲に設定することにより、誘導装置1の必要な機械的強度を確保しつつ、誘導装置1の小型化を図り、かつ、コイル3における励磁により生じた熱を、接合層5および基板4を介してハウジング7の底部71に、より効率よく伝達することができる。

[0051] また、接合層5のガラス転移温度は、好ましくは 100°C 以上、 200°C 以下である。これにより、接合層5の剛性が高まり、接合層5の反りを低減できる。その結果、誘導装置1の基板4に対する位置ずれを抑制することができる。

[0052] なお、接合層5のガラス転移温度は、JIS C 6481に基づいて、以下のようにして計測できる。

[0053] 計測は、動的粘弾性測定装置（ティー・エイ・インスツルメント社製DMA/983）を用いる。窒素雰囲気（ $200\text{ml}/\text{分}$ ）のもと、接合層5に引っ張り荷重をかける。周波数 1Hz 、 -50°C から 300°C の温度範囲、昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ の条件で、ガラス転移温度を測定し、チャートを得る。得られたチャートの $\tan\delta$ のピーク位置よりガラス転移温度 T_g を得る。

[0054] また、接合層5の 25°C の弾性率（貯蔵弾性率） E' は、 10GPa 以上、 70GPa 以下であることが好ましい。これにより、接合層5の剛性が高

まることから、接合層 5 に生じる反りを低減させることができる。その結果、誘導装置（発熱体） 1 と基板 4 との接合信頼性が維持できる。

[0055] なお、上記貯蔵弾性率は、動的粘弾性測定装置で測定することができる。具体的には、貯蔵弾性率 E' は、接合層 5 に引張り荷重をかけて、周波数 1 Hz、昇温速度 5 ～ 10℃/分、-50℃から 300℃の条件で測定した際の、25℃における貯蔵弾性率の値として測定される。

[0056] かかる機能を有する接合層 5 は、樹脂材料を主材料として構成された層内にフィラーが分散された構成をなしている。

[0057] 樹脂材料は、フィラーを接合層 5 内に保持させるバインダーとしての機能を発揮する。そのフィラーは、樹脂材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有している。接合層 5 を、かかる構成とすることにより、接合層 5 の熱伝導率を高めることができる。

[0058] このような接合層 5 は、主として樹脂材料およびフィラーを含有する、接合層形成用樹脂組成物を固化または硬化させることにより形成される固化物または硬化物で構成される。すなわち、接合層 5 は、接合層形成用樹脂組成物を層状に成形した硬化物または固化物で構成されている。

[0059] 以下、この接合層形成用樹脂組成物について説明する。

接合層形成用樹脂組成物（以下、単に「第 1 の樹脂組成物」という）は、上記の通り、主として樹脂材料およびフィラーを含んで構成されている。

[0060] 樹脂材料としては、特に限定されない。かかる樹脂材料としては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂の各種樹脂材料を用いることができる。

[0061] 熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体等のポリオレフィン、変性ポリオレフィン、ポリアミド（例：ナイロン 6、ナイロン 4 6、ナイロン 6 6、ナイロン 6 10、ナイロン 6 12、ナイロン 1 1、ナイロン 1 2、ナイロン 6-1 2、ナイロン 6-6 6）、熱可塑性ポリイミド、芳香族ポリエステル等の液晶ポリマー、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリエーテル、ポリエーテルエーテルケトン

、ポリエーテルイミド、ポリアセタール、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系、ポリブタジエン系、トランスポリイソプレン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうちの１種または２種以上を混合して用いることができる。

[0062] 一方、熱硬化性樹脂（第２の熱硬化性樹脂）としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ポリエステル（不飽和ポリエステル）樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂、ポリウレタン樹脂等が挙げられ、これらのうちの１種または２種以上を混合して用いることができる。

[0063] これらのなかでも、第１の樹脂組成物に用いる樹脂材料としては、熱硬化性樹脂を用いるのが好ましく、さらに、エポキシ樹脂を用いるのがより好ましい。これにより、優れた耐熱性を有する接合層５を得ることができる。また、接合層５を介して基板４と誘導装置１（コイル３）とを強固に接合することができる。そのため、得られる誘導装置封止物１０は優れた放熱性および優れた耐久性を発揮することができる。

[0064] また、エポキシ樹脂は、芳香環構造および脂環構造（脂環式の炭素環構造）の少なくともいずれか一方を有するエポキシ樹脂（Ａ）を含むことが好ましい。このようなエポキシ樹脂（Ａ）を使用することで、接合層５のガラス転移温度を高くするとともに、接合層５の熱伝導性をより向上させることができる。また、基板４および誘導装置１（コイル３）に対する接合層５の密着性を向上させることができる。

[0065] また、芳香環あるいは脂肪環構造を有するエポキシ樹脂（Ａ）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、ビスフェノールＳ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＥ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＭ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＰ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＺ型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、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、テトラフェノール基エタン型ノボラック型エポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂等のアリーラルアルキレン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

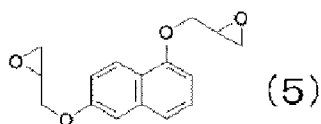
[0066] また、このエポキシ樹脂（A）としては、ナフタレン型エポキシ樹脂であることが好ましい。これにより、接合層5のガラス転移温度をより一層高くでき、接合層5のボイドの発生を抑制することができる。また、熱伝導性をより一層向上でき、かつ絶縁破壊電圧を向上させることができる。

[0067] なお、ナフタレン型エポキシ樹脂とは、ナフタレン環骨格を有し、かつ、グリシジル基を2つ以上有する樹脂を呼ぶ。

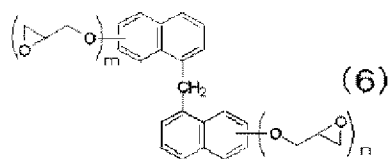
[0068] また、エポキシ樹脂中におけるナフタレン型エポキシ樹脂の含有量は、エポキシ樹脂100質量%に対し、好ましくは20質量%以上、80質量%以下であり、より好ましくは40質量%以上、60質量%以下である。

[0069] ナフタレン型エポキシ樹脂としては、例えば、以下の式（5）～（8）のうちのいずれかの樹脂が挙げられる。

[0070] [化1]



[0071] [化2]

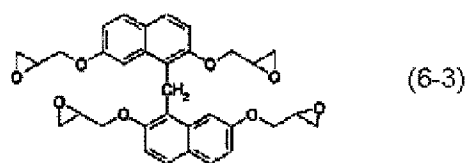
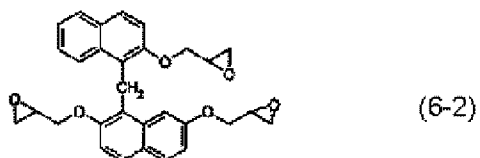
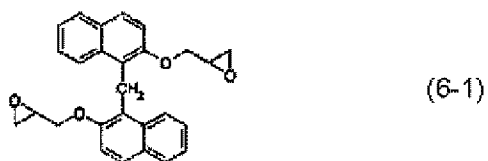


[式中、m、nはナフタレン環上の置換基の個数を示し、それぞれ独立して1～7の整数を示す。]

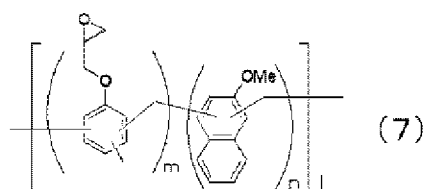
[0072] なお、式（6）の化合物としては、以下のいずれか1種以上を使用するこ

とが好ましい。

[0073] [化3]

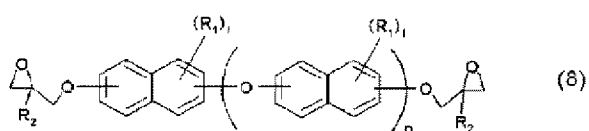


[0074] [化4]



[式中、Meはメチル基を示し、l、m、nは1以上の整数を示す。]

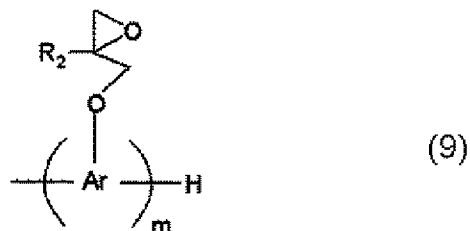
[0075] [化5]



[式中、nは1以上、20以下の整数であり、lは1以上、2以下の整数であり、R₁はそれぞれ独立に水素原子、ベンジル基、アルキル基または下記式(9)で表される置換基であり、R₂はそれぞれ独立に水素原子またはメチル基である。]

[0076]

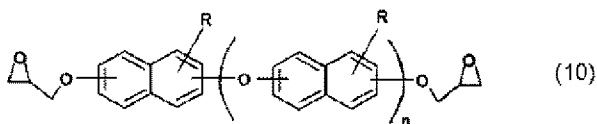
[化6]



[式中、Arはそれぞれ独立にフェニレン基またはナフチレン基であり、R₂はそれぞれ独立に水素原子またはメチル基であり、mは1または2の整数である。]

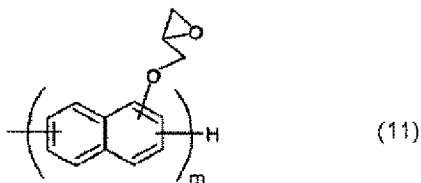
[0077] 式(8)のナフタレン型エポキシ樹脂は、いわゆるナフチレンエーテル型エポキシ樹脂に分類される、この式(8)で表される化合物は、下記式(10)で表される化合物を一例として含む。

[0078] [化7]



[上記式(10)式において、nは1以上、20以下の整数であり、好ましくは1以上、10以下の整数であり、より好ましくは1以上、3以下の整数である。Rはそれぞれ独立に水素原子または下記式(11)で表される置換基であり、好ましくは水素原子である。]

[0079] [化8]

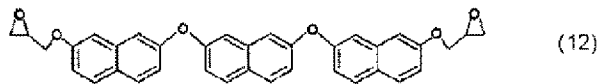


[上記式(11)式において、mは1または2の整数である。]

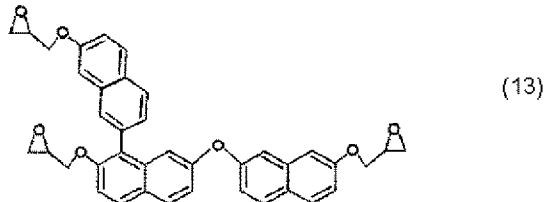
[0080] さらに、上記式(10)で表されるナフチレンエーテル型エポキシ樹脂は、具体的には、例えば、下記式(12)～(16)で表される樹脂を含む。

[0081]

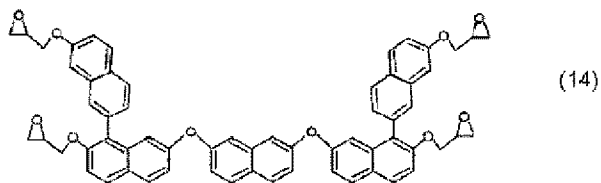
[化9]



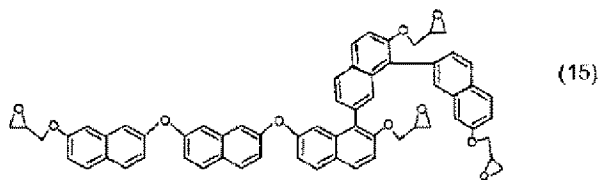
[0082] [化10]



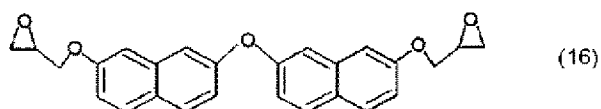
[0083] [化11]



[0084] [化12]



[0085] [化13]



[0086] また、前記樹脂材料の含有量は、第1の樹脂組成物全体（溶剤を除く）の、30体積%以上、70体積%以下であるのが好ましく、40体積%以上、60体積%以下であるのがより好ましい。これにより、優れた機械的強度および優れた熱伝導性を有する接合層5を得ることができる。また、基板4および誘導装置1（コイル3）に対する接合層5の密着性を向上させることができる。

[0087] これに対し、かかる含有量が前記下限値未満であると、樹脂材料の種類によっては、樹脂材料がフィラー同士を結合するバインダーとしての機能を十

分に発揮することができず、得られる接合層 5 の機械的強度が低下するおそれがある。また、第 1 の樹脂組成物の構成材料によっては、第 1 の樹脂組成物の粘度が高くなりすぎて、第 1 の樹脂組成物（ワニス）の濾過作業や層状成形（コーティング）が困難となる。また、第 1 の樹脂組成物のフローが小さくなりすぎて、接合層 5 にボイドが発生するおそれが生じる。

[0088] 一方、かかる含有量が前記上限値を超えると、樹脂材料の種類によっては、接合層 5 の絶縁性を確保しつつ、優れた熱伝導性を有する接合層 5 を得ることが困難となるおそれがある。

[0089] また、樹脂材料がエポキシ樹脂を含む場合、第 1 の樹脂組成物にはフェノキシ樹脂が含まれていることが好ましい。これにより、接合層 5 の耐屈曲性を向上できるため、フィラーを高充填することによる接合層 5 のハンドリング性の低下を抑制することができる。

[0090] また、フェノキシ樹脂を第 1 の樹脂組成物に含むと、第 1 の樹脂組成物の粘度上昇により、プレス時の流動性が低減する。また、フェノキシ樹脂を含む場合には、接合層 5 にボイド等が発生することを抑制することができる。また、接合層 5 と基板 4 および誘導装置 1 との密着性が向上する。これらの相乗効果により、誘導装置封止物 10 の絶縁信頼性および熱伝導性をより一層高めることができる。

[0091] フェノキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノール骨格を有するフェノキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するフェノキシ樹脂、アントラセン骨格を有するフェノキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するフェノキシ樹脂等が挙げられる。また、これらの骨格を複数種有した構造のフェノキシ樹脂を用いることもできる。

[0092] これらの中でも、ビスフェノール A 骨格型またはビスフェノール F 骨格型のフェノキシ樹脂を用いるのが好ましい。ビスフェノール A 骨格とビスフェノール F 骨格とを両方有するフェノキシ樹脂を用いても良い。

[0093] フェノキシ樹脂の重量平均分子量は、とくに限定されないが、 4.0×10^4 以上、 8.0×10^4 以下が好ましい。

- [0094] なお、フェノキシ樹脂の重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）で測定したポリスチレン換算の値である。
- [0095] フェノキシ樹脂の含有量は、例えば、第1の樹脂組成物の全固形分100質量%に対し、好ましくは1質量%以上、15質量%以下、より好ましくは2質量%以上、10質量%以下である。
- [0096] また、かかる第1の樹脂組成物には、前述した樹脂材料の種類（例えば、エポキシ樹脂である場合）等によっては、必要に応じて、硬化剤が含まれる。
- [0097] 硬化剤としては、特に限定されず、例えば、ジシアンジアミド、脂肪族ポリアミド等のアミド系硬化剤や、ジアミノジフェニルメタン、メタンフェニレンジアミン、アンモニア、トリエチルアミン、ジエチルアミン等のアミン系硬化剤や、ビスフェノールA、ビスフェノールF、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、p-キシレン-ノボラック樹脂などのフェノール系硬化剤や、酸無水物類等を挙げることができる。
- [0098] また、第1の樹脂組成物は、さらに硬化触媒（硬化促進剤）を含んでもよい。これにより、第1の樹脂組成物の硬化性を向上させることができる。
- [0099] 硬化触媒としては、例えば、イミダゾール類、1, 8-ジアザビシクロ（5, 4, 0）ウンデセン等アミン系触媒、トリフェニルホスフィン等リン系触媒等が挙げられる。これらの中でもイミダゾール類が好ましい。これにより、特に、第1の樹脂組成物の速硬化性および保存性を両立することができる。
- [0100] イミダゾール類としては、例えば1-ベンジル-2-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-シアノエチル-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-シアノエチル-2-フェニルイミダゾリウムトリメリテイト、2, 4-ジアミノ-6-[2'-メチルイミダゾリル-(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リル-(1')] -

ーエチルー s ートリアジン、2, 4-ジアミノ-6-[2'-エチルー4'-メチルイミダゾリル-(1')]ーエチルー s ートリアジン、2, 4-ジアミノ-6-[2'-メチルイミダゾリル-(1')]ーエチルー s ートリアジンイソシアヌル酸付加物、2-フェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2-フェニルー4, 5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニルー4-メチルー5-ヒドロキシメチルイミダゾール、2, 4-ジアミノ-6-ビニルー s ートリアジン、2, 4-ジアミノ-6-ビニルー s ートリアジンイソシアヌル酸付加物、2, 4-ジアミノ-6-メタクリロイルオキシエチルー s ートリアジン、2, 4-ジアミノ-6-メタクリロイルオキシエチルー s ートリアジンイソシアヌル酸付加物等が挙げられる。これらの中でも2-フェニルー4, 5-ジヒドロキシメチルイミダゾールまたは2-フェニルー4-メチルー5-ヒドロキシメチルイミダゾールが好ましい。これにより、第1の樹脂組成物の保存性を特に向上させることができる。

[0101] また、硬化触媒の含有量は、特に限定されないが、樹脂材料100質量部に対して0.01~30質量部程度であるのが好ましく、特に0.5~10質量部程度であるのがより好ましい。かかる含有量が前記下限値未満であると、第1の樹脂組成物の硬化性が不十分となる場合がある。一方、かかる含有量が前記上限値を超えると、第1の樹脂組成物の保存性が低下する傾向を示す。

[0102] また、硬化触媒の平均粒子径は、特に限定されないが、10 μ m以下であることが好ましく、特に1 μ m~5 μ mであることがより好ましい。かかる平均粒子径が前記範囲内であると、特に硬化触媒の反応性に優れる。

[0103] また、第1の樹脂組成物は、さらにカップリング剤を含むことが好ましい。これにより、フィラー、誘導装置1（コイル3）および基板4に対する樹脂材料の密着性をより向上させることができる。

[0104] かかるカップリング剤としては、シラン系カップリング剤、チタン系カップリング剤、アルミニウム系カップリング剤等が挙げられる。これらの中でもシラン系カップリング剤が好ましい。これにより、第1の樹脂組成物の耐

熱性および熱伝導性をより向上させることができる。

[0105] このうち、シラン系カップリング剤としては、例えばビニルトリクロロシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、 β -(3,4エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、N- β -(アミノエチル) γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N- β -(アミノエチル) γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、N- β -(アミノエチル) γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)テトラスルファンなどが挙げられる。

[0106] カップリング剤の含有量は、特に限定されないが、樹脂材料100質量部に対して0.01~10質量部程度であるのが好ましく、特に0.5~10質量部程度であるのがより好ましい。かかる含有量が前記下限値未満であると、前述したような密着性を高める効果が不十分となる場合がある。一方、かかる含有量が前記上限値を超えると、接合層5を形成する際にアウトガスやボイドの原因になる場合がある。

[0107] また、第1の樹脂組成物中のフィラーは、無機材料で構成される。これにより、フィラーは、樹脂材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を発揮する。したがって、このフィラーが第1の樹脂組成物中に分散していることにより、接合層5の熱伝導率を高めることができる。

[0108] このようなフィラーは、無機材料で構成されるフィラーの中でも、酸化アルミニウム(アルミナ、 Al_2O_3)および窒化アルミニウムのうちの少なく

とも1種で構成される粒状体であるのが好ましく、特に、主として酸化アルミニウムで構成された粒状体であるのが好ましい。これにより、優れた熱伝導性（放熱性）および優れた絶縁性を発揮することができる。また、酸化アルミニウムは、汎用性に優れ、安価に入手できる点から、特に好ましく用いられる。

[0109] したがって、以下では、フィラーが、主として酸化アルミニウムで構成された粒状体である場合を一例に説明する。

[0110] フィラーの含有率は、第1の樹脂組成物全体（溶剤を除く）の、30体積%以上、70体積%以下であるのが好ましく、40体積%以上、60体積%以下であるのがより好ましい。かかる範囲のように第1の樹脂組成物におけるフィラーの含有率を高くすることにより、より優れた熱伝導性を有する接合層5を得ることができる。

[0111] これに対し、かかる含有率が前記下限値未満であると、接合層5の絶縁性を確保しつつ、優れた熱伝導性を有する接合層5を得ることが難しい。一方、かかる含有率が前記上限値を超えると、第1の樹脂組成物の構成材料によっては、第1の樹脂組成物の粘度が高くなりすぎて、ワニスの濾過作業や層状への成形（コーティング）が困難となる。また、第1の樹脂組成物のフローが小さくなりすぎて、得られる接合層5にボイドが発生する場合がある。

[0112] なお、第1の樹脂組成物におけるフィラーの含有率を、上記の範囲のように高く設定したとしても、第1の樹脂組成物として、温度25℃、せん断速度1.0rpmの条件での第1の樹脂組成物の粘度をA [Pa・s] とし、温度25℃、せん断速度10.0rpmの条件での第1の樹脂組成物の粘度をB [Pa・s] としたとき、 A/B （チキソ比）が1.2以上、3.0以下なる関係を満足する第1の樹脂組成物を用いることにより、誘導装置封止物10の製造時に、適度な粘度および適度なフロー性を有する第1の樹脂組成物（ワニス）を提供することができる。

[0113] また、このフィラーの含水量は、0.10質量%以上、0.30質量%以下であるのが好ましく、0.10質量%以上、0.25質量%以下であるの

がより好ましく、0.12質量%以上、0.20質量%以下であるのがさらに好ましい。これにより、フィラーの含有量を多くすれば、第1の樹脂組成物は、より適度な粘度およびフロー性を有する。そのため、得られる接合層5中にボイドが発生するのを防止しつつ、優れた熱伝導性を有する接合層5を形成することができる。すなわち、優れた熱伝導性および絶縁性を有する接合層5を形成することができる。

[0114] また、酸化アルミニウムは、通常、水酸化アルミニウムを焼成することにより得られる。得られる酸化アルミニウムの粒状体は、複数の一次粒子で構成される。その一次粒子の平均粒径は、その焼成の条件に応じて設定することができる。

[0115] また、その焼成後に何ら処理されていない酸化アルミニウムは、一次粒子同士が固着により凝集した凝集体（二次粒子）で構成されている。

[0116] そのため、その一次粒子同士の凝集を粉砕により必要に応じて解くことにより、最終的なフィラーが得られる。最終的なフィラーの平均粒径は、その粉砕の条件（例えば時間）に応じて設定することができる。

[0117] その粉砕の際、酸化アルミニウムは極めて高い硬度を有する。そのため、一次粒子同士の固着が解かれていくだけで、一次粒子自体は殆ど破壊されない。したがって、一次粒子の平均粒径は粉砕後においてもほぼ維持されることとなる。

[0118] したがって、粉砕時間が長くなるに従い、フィラーの平均粒径は、一次粒子の平均粒径に近づくことになる。そして、粉砕時間が所定時間以上となると、フィラーの平均粒径は、一次粒子の平均粒径に等しくなる。すなわち、フィラーは、粉砕時間を短くすると主として二次粒子で構成される。粉砕時間を長くするに当たって一次粒子の含有量が多くなる。フィラーは、粉砕時間を最終的に所定時間以上とすると、主として一次粒子で構成されることとなる。

[0119] また、例えば、前述したように水酸化アルミニウムを焼成することにより得られた酸化アルミニウムの一次粒子は、球形ではなく、鱗片状のような平

坦面を有する形状をなしている。そのため、フィラー同士の接触面積を大きくすることができる。その結果、得られる接合層5の熱伝導性を高めることができる。

[0120] さらに、フィラーは、平均粒子径が異なる3成分（大粒径、中粒径、小粒径）の混合物である。さらに、大粒径成分が球状であり、中粒径成分および小粒径成分が多面体状であることが好ましい。

[0121] より具体的には、フィラーは、大粒径酸化アルミニウムと、中粒径酸化アルミニウムと、小粒径酸化アルミニウムとの混合物であることが好ましい。大粒径酸化アルミニウムの平均粒子径が $5.0\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5.0\mu\text{m}$ 以上、 $25\mu\text{m}$ 以下の第1粒径範囲に属し、かつ、円形度が 0.80 以上、 1.0 以下、好ましくは 0.85 以上、 0.95 以下である。中粒径酸化アルミニウムの平均粒子径が $1.0\mu\text{m}$ 以上、 $5.0\mu\text{m}$ 未満の第2粒径範囲に属し、かつ、円形度が 0.50 以上、 0.90 以下、好ましくは 0.70 以上、 0.80 以下である。小粒径酸化アルミニウムの平均粒子径が $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $1.0\mu\text{m}$ 未満の第3粒径範囲に属し、かつ、円形度が 0.50 以上、 0.90 以下、好ましくは 0.70 以上、 0.80 以下ある。

[0122] なお、酸化アルミニウム液を1分間超音波処理することにより、水中に酸化アルミニウムを分散させた後、フィラーの粒子径を、レーザー回折式粒度分布測定装置SALD-7000を用いて測定することができる。

[0123] これにより、大粒径成分の隙間に中粒径成分が充填され、さらに中粒径成分の隙間に小粒径成分が充填される。そのため、酸化アルミニウムの充填性が高められ、酸化アルミニウム粒子同士の接触面積をより大きくすることができる。その結果、接合層5の熱伝導性をより一層向上できる。さらに、接合層5の耐熱性、耐屈曲性、絶縁性をより一層向上できる。

[0124] また、このようなフィラーを用いることにより、接合層5と基板4および誘導装置1との密着性をより一層向上できる。

[0125] これらの相乗効果により、誘導装置封止物10の絶縁信頼性および放熱信

頼性をより一層高めることができる。

[0126] なお、第1の樹脂組成物は、上述した成分に加え、レベリング剤、消泡剤等の添加剤が含まれていてもよい。

[0127] また、第1の樹脂組成物は、例えば、メチルエチルケトン、アセトン、トルエン、ジメチルホルムアルデヒド等の溶剤を含む。これにより、第1の樹脂組成物は、樹脂材料等が溶剤に溶解することにより、ワニスの状態となる。

[0128] なお、このようなワニス状をなす第1の樹脂組成物は、例えば、必要に応じて樹脂材料と溶剤とを混合してワニス状にした後、さらに、フィラーを混合することで得ることができる。

[0129] また、混合に用いる混合機としては、特に限定されないが、例えば、ディスパーザー、複合羽根型攪拌機、ビーズミルおよびホモジナイザー等が挙げられる。

[0130] 封止部6は、接合層5を介して基板4上に配置された誘導装置1を、基板4（接合層5）とともに覆うことで封止（モールド）する。

[0131] これにより、誘導装置1は、基板4上の接合層5と封止部6とで取り囲まれるようにして封止され、誘導装置封止物10における誘導装置1の封止性が確保される。

[0132] また、このように封止部6と接合層5とにより誘導装置1を取り囲むようにして誘導装置1を封止する構成とすることにより、接合層5と封止部6との間での熱線膨張係数の差を小さく設定することができる。そのため、誘導装置1のコイル3における励磁時に、誘導装置1自体が発熱し接合層5および封止部6が加熱された場合に、接合層5と封止部6との間で反りが生じるのを防止することができる。したがって、接合層5と封止部6との間で反りが生じることに起因して、接合層5と封止部6との間で剥離が生じるのを的確に抑制または防止することができる。

[0133] この封止部6は、熱硬化性樹脂（第1の熱硬化性樹脂）を含有する封止部形成用樹脂組成物（以下、単に「第2の樹脂組成物」という）の硬化物で構

成される。

[0134] 以下、この第2の樹脂組成物について説明する。

熱硬化性樹脂は、特に限定されない。かかる熱硬化性樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ユリア（尿素）樹脂、メラミン樹脂のようなトリアジン環を有する樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビスマレイミド（BMI）樹脂、ポリウレタン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン樹脂、ベンゾオキサジン環を有する樹脂、シアネートエステル樹脂等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。これらの中でも、フェノール樹脂を用いるのが好ましい。フェノール樹脂は、良好な流動性を有するため、第2の樹脂組成物の流動性を向上させることができる。これにより、封止部6の形成時において、誘導装置1の形状（特に、コイル3の形状）に依存することなく、誘導装置1を封止することができる。また、誘導装置1および基板4に対する封止部6の密着性を向上させることができる。

[0135] また、フェノール樹脂としては、例えば、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノールA型ノボラック樹脂、アリーラルキレン型ノボラック樹脂のようなノボラック型フェノール樹脂、ジメチレンエーテル型レゾール樹脂、メチロール型レゾール樹脂等の未変性のレゾールフェノール樹脂、桐油、アマニ油、クルミ油等で変性した油変性レゾールフェノール樹脂のようなレゾール型フェノール樹脂等が挙げられる。

[0136] また、ノボラック型フェノール樹脂を用いる場合、第2の樹脂組成物には硬化剤が含まれる。通常、この硬化剤としては、ヘキサメチレンテトラミンが使用される。さらに、ヘキサメチレンテトラミンを用いる場合、その含有量は、特に限定されないが、ノボラック型フェノール樹脂100重量部に対して、10重量部以上、30重量部以下含有することが好ましく、さらに15重量部以上、20重量部以下含有することが好ましい。ヘキサメチレンテトラミンの含有量を上記範囲とすることで、第2の樹脂組成物の硬化物、すなわち封止部6の機械的強度および成形収縮量を良好にすることができる。

[0137] このようなフェノール樹脂の中でも、レゾール型フェノール樹脂を用いるのが好ましい。ノボラック型フェノール樹脂を主成分として用いた場合、上記の通り、硬化剤として通常ヘキサメチレンテトラミンが使用され、ノボラック型フェノール樹脂の硬化時にアンモニアガス等の腐食性ガスが発生する。そのため、これに起因して、誘導装置 1 が備えるコア部 2 およびコイル 3 が腐食するおそれがある。このことから、ノボラック型フェノール樹脂に比較して、レゾール型フェノール樹脂が好ましく用いられる。

[0138] また、レゾール型フェノール樹脂とノボラック型フェノール樹脂とを併用するようにすることもできる。これにより、封止部 6 の強度を高めることができるとともに、靱性をも高めることができる。

[0139] また、上述したように、第 2 の樹脂組成物はエポキシ樹脂を含んでいてもよい。このようなエポキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノール A 型、ビスフェノール F 型、ビスフェノール A D 型のようなビスフェノール型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型、クレゾールノボラック型のようなノボラック型エポキシ樹脂、臭素化ビスフェノール A 型、臭素化フェノールノボラック型のような臭素化型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、トリス（ヒドロキシフェニル）メタン型エポキシ樹脂等が挙げられる。これらの中でも、比較的分子量の低いビスフェノール A 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が好ましい。これにより、封止部 6 の形成時における作業性や成形性をさらに良好にすることができる。また、封止部 6 の耐熱性の面から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、トリス（ヒドロキシフェニル）メタン型エポキシ樹脂が好ましく、特に、トリス（ヒドロキシフェニル）メタン型エポキシ樹脂が好ましい。

[0140] トリス（ヒドロキシフェニル）メタン型エポキシ樹脂を用いる場合、その数平均分子量は、特に限定されないが、500～2000であることが好ましく、700～1400であることがさらに好ましい。

[0141] また、第 2 の樹脂組成物がエポキシ樹脂を含む場合、第 2 の樹脂組成物中

には、硬化剤が含まれることが好ましい。硬化剤としては、特に限定されないが、例えば、脂肪族ポリアミン、芳香族ポリアミン、ジシアミンジアミドのようなアミン化合物、脂環族酸無水物、芳香族酸無水物などの酸無水物、ノボラック型フェノール樹脂のようなポリフェノール化合物や、イミダゾール化合物等が挙げられる。中でも、ノボラック型フェノール樹脂が好ましい。これにより、第2の樹脂組成物の取り扱い、作業性が向上する。また、封環境面において優れた第2の樹脂組成物を得ることができる。

[0142] 特に、エポキシ樹脂として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、トリス（ヒドロキシフェニル）メタン型エポキシ樹脂を用いる場合には、硬化剤として、ノボラック型フェノール樹脂を用いることが好ましい。これにより、第2の樹脂組成物から得られる硬化物の耐熱性を向上させることができる。なお、硬化剤の添加量は特に限定されないが、エポキシ樹脂に対する理論当量比1.0からの許容幅を±10重量%以内であることが好ましい。

[0143] また、第2の樹脂組成物は、上記硬化剤とともに必要に応じて硬化促進剤を含有するものであってもよい。硬化促進剤としては、特に限定されないが、例えば、イミダゾール化合物、三級アミン化合物、有機リン化合物等が挙げられる。硬化促進剤の含有量は、特に限定されないが、エポキシ樹脂100重量部に対して0.1～10重量部であることが好ましく、3～8重量部であることがより好ましい。

[0144] また、第2の樹脂組成物は、充填材として機能する繊維強化材を含むことが好ましい。これにより、封止部6自体で優れた機械的強度と優れた剛性を発揮することができる。

[0145] 繊維強化材としては、特に限定されないが、例えば、ガラス繊維、カーボン繊維、アラミド繊維（芳香族ポリアミド）、ポリ-p-フェニレンベンゾビスオキサゾール（PBO）繊維、ポリビニルアルコール（PVA）繊維、ポリエチレン（PE）繊維、ポリイミド繊維のようなプラスチック繊維、バサルト繊維のような無機繊維およびステンレス繊維のような金属繊維等が挙

げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

[0146] さらに、これらの繊維強化材には、熱硬化性樹脂との接着性を向上させることを目的に、シランカップリング剤による表面処理が施されていてもよい。シランカップリング剤としては、特に限定されないが、例えば、アミノシランカップリング剤、エポキシシランカップリング剤、ビニルシランカップリング剤等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

[0147] これらの繊維強化材のうち、カーボン繊維またはアラミド繊維を用いることが好ましい。これにより、封止部6の機械強度をさらに向上させることができる。特に、カーボン繊維を用いることにより、封止部6の高負荷時における耐摩耗性をさらに向上させることができる。なお、封止部6のさらなる軽量化を図るという観点からは、繊維強化材は、アラミド繊維等のプラスチック繊維であることが好ましい。さらに、封止部6の機械強度を向上させる観点からは、繊維強化材として、ガラス繊維やカーボン繊維等の繊維基材を用いることが好ましい。

[0148] 硬化物中における繊維強化材の含有量は、硬化物全量に対して、例えば、10体積%以上であり、好ましくは20体積%以上であり、さらに好ましくは25体積%以上である。また、硬化物全量に対する繊維強化材の含有量の上限値は、特に限定されないが、好ましくは80体積%以下とされる。これにより、封止部6の機械強さを確実に向上させることができる。

[0149] さらに、第2の樹脂組成物は、充填材として、繊維強化材以外の材料を含んでいてもよい。かかる充填材としては、無機充填材および有機充填材のいずれであってもよい。

[0150] 無機充填材としては、例えば、酸化チタン、酸化ジルコニウム、シリカ、炭酸カルシウム、炭化ホウ素、クレー、マイカ、タルク、ワラストナイト、ガラスビーズ、ミルドカーボン、グラファイト等から選択される1種以上が用いられる。なお、無機充填材としては、酸化チタン、酸化ジルコニウム、

シリカのような金属酸化物が含まれていることが好ましい。これにより、金属酸化物が備える酸化皮膜が不動態化膜としての機能を発揮し、硬化物全体としての耐酸性を向上させることができる。

[0151] また、有機充填材としては、ポリビニールブチラール、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、パルプ、木粉等から選択される１種以上が用いられる。なお、アクリロニトリルブタジエンゴムは、部分架橋構造を有するタイプまたはカルボキシ変性構造を有するタイプの何れであっても良い。これらのうち、硬化物の靱性を向上させる効果がさらに高まるという観点からは、アクリロニトリルブタジエンゴムが好ましい。

[0152] なお、第２の樹脂組成物には、以上に説明した成分の他にも、離型剤、硬化助剤、顔料等の添加剤が添加されていてもよい。

[0153] また、上述したような構成の誘導装置１において、コイル３は、銅線３１と樹脂層３２とからなる線状体を、コア部２に巻回することで設けられている。図３に示すように、コイル３の線状体をコア部２に巻回した状態において、隣接する線状体同士の間には間隙３５が形成される。

[0154] このような間隙３５の一部に、接合層５の一部が入り込んでいる。より具体的には、接合層５が間隙３５の一部に入り込むように、コイル３の一部が接合層５に埋入している。言い換えれば、コイル３の端面３３が接合層５に接合する領域に対応する位置に形成された間隙３５に、接合層５の一部が埋入（充填）されている。これにより、接合層５とコイル３との接触面積が大きくなる。その結果、接合層５と誘導装置１との密着性、および誘導装置１から接合層５への熱伝達性を向上させることができる。また、この場合、端面３３が接合層５に対向する位置では、接合層５の厚さは、その平均厚さと比較して薄くなる。この位置における接合層５の厚さは、 $10\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。これにより、コイル３と基板４との間における絶縁性を確実に確保することができる。

[0155] また、端面３３が接合層５に接合する領域に対応する位置を除く領域、す

なわち、間隙 3 5 の接合層 5 が入り込んだ部分以外に、封止部 6 の一部が充填されている。なお、封止部 6 を構成する第 2 の樹脂組成物がフェノール樹脂を含む場合には、第 2 の樹脂組成物は高い流動性を有する。そのため、封止部 6 を形成する際に、第 2 の樹脂組成物を間隙 3 5 内に確実に充填することができる。これにより、形成された封止部 6 とコイル 3 との接触面積を大きくすることができる。これにより、誘導装置 1 の封止部 6 による封止を、より優れた密着性をもって行うことができる。また、コイル 3 における励磁により生じる振動を低減させることができるため、コイル 3 の励磁時における騒音を軽減させることができるとともに、誘導装置封止物 1 0 の耐久性を向上させることができる。

[0156] さらに、接合層 5 と封止部 6 とが互いに接触して界面が形成されるまで、間隙 3 5 に空隙が形成されることなく封止部 6 が充填されている。そして、この接合層 5 と封止部 6 との界面付近では、接合層 5 に含まれるフィラーが、封止部 6 側に分散していることが好ましい。これにより、接合層 5 と封止部 6 との界面付近において、あたかも接合層 5 と封止部 6 とが混在した状態となり、接合層 5 と封止部 6 との密着性の向上が図られる。そのため、誘導装置封止物 1 0 は、優れた耐久性を発揮することができる。また、接合層 5 に含まれるフィラーが封止部 6 側に分散することにより、接合層 5 と封止部 6 との間の熱伝導性が向上する。これにより、コイル 3 における励磁により生じた熱を、接合層 5 および基板 4 を介して、ハウジング 7 の底部 7 1 への伝達をより効率よく行うことができる。

[0157] 本実施形態では、上述した構成を有する 2 つの誘導装置封止物 1 0 が、放熱性を備える台座として機能する底部 7 1 と、底部 7 1 の縁部で立設する枠体 7 2 とを備えるハウジング 7 内に配置されている。より具体的には、2 つの誘導装置封止物 1 0 が備えるそれぞれのコア部 2 が、互いに平行となるようにハウジング 7 内に並んでいる（図 2 参照。）。このように誘導装置封止物 1 0 において、誘導装置 1 は、接合層 5 および封止部 6 で取り囲まれることで封止される。そのため、単に、ハウジング 7 内に誘導装置 1 を配置する

だけで誘導装置 1 の封止性が確保される。すなわち、ハウジング 7 に対するウレタン樹脂等を含有する液状材料のポッティングを経ることなく、誘導装置 1 の封止性を確保することができる。さらに、底部 7 1 に接する基板 4 が優れた放熱性を有しているため、誘導装置 1 で発生した熱を、接合層 5 と基板 4 とを介して、底部 7 1 に伝達することができる。

[0158] また、底部 7 1 と枠体 7 2 とは、ともに、優れた放熱性を発揮し得るように、絶縁性のアルミニウムやその合金等で構成される。

[0159] なお、本実施形態では、コイル 3 の端面（外周面）3 3 が平坦面で構成される場合について説明したが、これに限定されない。例えば、端面 3 3 が接合層 5 に対向する位置において、端面 3 3 が基板 4 に接触しなければ、端面 3 3 の形状は、円状や長円状をなす湾曲面等で構成されていてもよい。

[0160] 以上のような誘導装置封止物 1 0 は、前述した液状材料の流し込み工程を経ることなく、本発明の発熱体封止物の製造方法を適用することにより製造することができる。以下、この製造方法について説明する。

[0161] <発熱体（誘導装置）封止物の製造方法>

図 4、5 は、本発明の発熱体封止物の製造方法を説明するための図である。なお、以下では、説明の便宜上、図 4、5 中の上側を「上」、下側を「下」とも言う。また、図 4、5 では、発熱体（誘導装置）封止物およびその各部を誇張して模式的に図示しており、誘導装置封止物およびその各部の大きさおよびその比率は実際とは大きく異なる。

[0162] 本発明の発熱体封止物の製造方法は、基板 4 の一方の面に、接合層形成用層 5 A を設ける第 1 の工程 [1] と、誘導装置 1 を基板 4 上の接合層形成用層 5 A に貼り合わせる第 2 の工程 [2] と、接合層形成用層 5 A から接合層 5 を形成する（得る）とともに、接合層 5 および誘導装置 1 を覆うことで誘導装置 1 を封止する封止部 6 を形成する（得る）第 3 の工程 [3] とを有する。

[0163] 以下、これらの工程について、順次説明する。

[1]

まず、基板 4 を用意し、その後、図 4 (a) に示すように、基板 4 上に接合層形成用層（以下、単に「未硬化層」という）5 A を設ける（第 1 の工程）。

[0164] この未硬化層 5 A は、前述したワニス状をなす第 1 の樹脂組成物を基板 4 上に層状に供給した後、第 1 の樹脂組成物を乾燥させることにより得られる。

[0165] そして、この未硬化層 5 A は、後述する工程 [2] および工程 [3] を経ることで、硬化または固化することにより接合層 5 となる層である。

[0166] 第 1 の樹脂組成物の基板 4 への供給は、例えば、コンマコーター、ダイコーター、グラビアコーター等を用いて行うことができる。

[0167] この第 1 の樹脂組成物は以下のような粘度挙動を有することが好ましい。

すなわち、その粘度挙動は、初期温度 60℃、昇温速度 3℃/min、周波数 1 Hz の条件下、動的粘弾性測定装置で第 1 の樹脂組成物を溶融状態まで昇温したときに、昇温初期は溶融粘度が減少し、最低溶融粘度に到達した後、溶融粘度が上昇するような挙動である。そのような最低溶融粘度は、 $1 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上、 $1 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲内であることが好ましい。

[0168] 最低溶融粘度が上記下限値以上であると、樹脂材料とフィラーとが分離し、樹脂材料のみが流動してしまうことを抑制でき、工程 [2] および工程 [3] を経ることにより、より均質な接合層 5 を得ることができる。

[0169] また、最低溶融粘度が上記上限値以下であると、第 1 の樹脂組成物の基板 4 への濡れ性を向上でき、接合層 5 と基板 4 との密着性をより一層向上できる。また、コイル 3 が備える樹脂層 3 2 に対して優れた流動性を示すことから、工程 [2] において、コイル 3 の間隙 3 5 内に未硬化層 5 A の一部を確実に埋入することができる。

[0170] これらの相乗効果により、誘導装置封止物 10 の放熱性および絶縁破壊電圧をより一層向上できる。さらに、誘導装置封止物 10 のヒートサイクル特性をより一層向上させることができる。

[0171] また、第1の樹脂組成物は、最低熔融粘度に到達する温度が60℃以上、100℃以下の範囲内であることが好ましく、75℃以上、90℃以下の範囲内であることがより好ましい。

[0172] さらに、第1の樹脂組成物は、フロー率が15%以上、60%未満であることが好ましく、25%以上、50%未満であることがより好ましい。

[0173] なお、このフロー率は、以下の手順で測定することができる。すなわち、まず、本実施形態の第1の樹脂組成物により形成された樹脂層を有する金属箔を所定のサイズ（50mm×50mm）に裁断する。その後、裁断された金属箔を5～7枚積層して積層体を得る。次に、積層体の重量（測定前重量）を測定する。次に、内部温度を175℃に保持した熱盤間で5分間積層体をプレスした後、プレスした積層体を冷却する。プレスした積層体から流れ出た樹脂を丁寧に落として、冷却された積層体の重量（測定後重量）を再び測定する。フロー率は次式（1）により求めることができる。

$$\text{フロー率（\%）} = (\text{測定前重量} - \text{測定後重量}) / (\text{測定前重量} - \text{金属箔重量}) \quad (1)$$

[0174] 第1の樹脂組成物がこのような粘度挙動を有すると、第1の樹脂組成物を加熱硬化して接合層5を形成する際に、第1の樹脂組成物中に空気が侵入するのを抑制できるとともに、第1の樹脂組成物中に溶けている気体を十分に外部に排出できる。その結果、接合層5に気泡が生じてしまうことを抑制でき、接合層5から基板4へ確実に熱を伝えることができる。また、気泡の発生が抑制されることにより、誘導装置封止物10の絶縁信頼性を高めることができる。また、接合層5と基板4との密着性を向上できる。

[0175] これらの相乗効果により、誘導装置封止物10の放熱性をより一層向上でき、その結果、誘導装置封止物10のヒートサイクル特性をより一層向上させることができる。

[0176] このような粘度挙動を有する第1の樹脂組成物は、例えば、前述した樹脂材料の種類や量、フィラーの種類や量、また、樹脂材料にフェノキシ樹脂が含まれる場合には、その種類や量を適宜調整することにより得ることができ

る。特に、エポキシ樹脂として、ナフタレン型エポキシ樹脂等の流動性の良い樹脂を用いることにより、上記のような粘度特性が得られ易くなる。

[0177] [2]

次に、誘導装置 1 を用意し、その後、図 4 (b) に示すように、基板 4 と誘導装置 1 とが、未硬化層 5 A を介して互いに接近するように、それらを加圧するとともに、未硬化層 5 A を加熱する (第 2 の工程)。

[0178] これにより、未硬化層 5 A に誘導装置 1 が貼り合わされる (図 4 (c) 参照)。

[0179] また、この際、コイル 3 の端面 3 3 が未硬化層 5 A に接合する領域に対応する位置の間隙 3 5 に、未硬化層 5 A の一部が充填される。その結果、未硬化層 5 A に誘導装置 1 がより強固に貼り合わされる。

[0180] ここで、未硬化層 5 A は、未硬化層 5 A が熱硬化性を示す場合には、好ましくは未硬化または半硬化する条件、より好ましくは半硬化する条件で加熱および加圧される。また、未硬化層 5 A が熱可塑性を示す場合には、加熱および加圧により溶融した後、冷却により固化する条件で、加熱および加圧される。これにより、未硬化層 5 A に誘導装置 1 を確実に貼り合わせることができる。

[0181] この加熱および加圧の条件は、例えば、未硬化層 5 A に含まれる第 1 の樹脂組成物の種類によっても若干異なるが、以下のように設定される。

[0182] すなわち、加熱温度は、好ましくは 80 ~ 200℃程度、より好ましくは 170 ~ 190℃程度に設定される。

[0183] また、加圧する圧力は、好ましくは 0.1 ~ 3 MPa 程度、より好ましくは 0.5 ~ 2 MPa 程度に設定される。

[0184] さらに、加熱および加圧する時間は、10 ~ 90 分程度であるのが好ましく、30 ~ 60 分程度であるのがより好ましい。

[0185] これにより、コイル 3 の端面 3 3 が未硬化層 5 A に接合するとともに、コイル 3 の端面 3 3 が未硬化層 5 A に接合する領域に対応する位置の間隙 3 5 に、未硬化層 5 A の一部が充填される (入り込む)。その結果、未硬化層 5

Aに誘導装置1がより強固に貼り合わされる。

[0186] なお、未硬化層5Aが熱硬化性を示す場合、未硬化層5Aを未硬化または半硬化とするかの選択は、次のように行われる。例えば、本工程[2]において、未硬化層5Aに対する誘導装置1の貼り合わせを優先する際には、未硬化層5Aを半硬化の状態とする。一方、次工程[3]において、接合層5と封止部6との界面における密着性を向上させることを優先する際には、未硬化層5Aを未硬化の状態とする。

[0187] [3]

次に、基板4上の未硬化層5Aと誘導装置1とを覆うように封止部6を形成する。

[0188] さらに、この際、接合層形成用層5Aが熱硬化性を示す場合には、未硬化層5Aが硬化することにより接合層5が形成される。また、未硬化層5Aが熱可塑性を示す場合には、溶融後、再度、固化することにより接合層5が形成される（第3の工程）。

[0189] 封止部6を形成する方法としては、本発明では、第2の樹脂組成物を溶融させた状態で、未硬化層5Aおよび誘導装置1を覆うように、基板4の上側に供給した後、この溶融状態の第2の樹脂組成物を圧縮成形しつつ、未硬化層5Aを硬化させる方法が用いられる。これにより、誘導装置1と基板4とを接合する接合層5を得るとともに、第2の樹脂組成物を硬化させることにより誘導装置1を封止する封止部6を得る。かかる方法によれば、誘導装置1を基板4の上側において容易かつ高密度に封止部6で封止することができる。

[0190] 以下、かかる方法を用いて、封止部6を形成する方法について詳述する。

なお、第2の樹脂組成物としては、顆粒状（ペレット状）、シート状、短冊状、または、タブレット状の何れであっても良い。以下では、タブレット状をなす第2の樹脂組成物を用いる場合を一例に説明する。

[0191] [3-1] まず、図5に示すように、成形金型100が備える上型110と下型120とを重ね合わせることで形成されるキャビティ（収納空間

) 121に、基板4上に未硬化層5Aを介して接合された誘導装置1を、誘導装置1が上側になるようにして、収納する。その後、上型110と下型120との型締めを行う。

[0192] そして、タブレット状をなす第2の樹脂組成物130を、上型110が備えるポット111内に収納する。

[0193] [3-2] 次に、成形金型100を加熱して、ポット111内の第2の樹脂組成物130を加熱溶融しつつ、プランジャー112をポット111内に挿入する。これにより、第2の樹脂組成物130を加圧する。

[0194] これにより、溶融状態とされた第2の樹脂組成物130が供給路113を介して、キャビティ121内に移送される。

[0195] [3-3] 次に、プランジャー112をポット111内に挿入することにより、キャビティ121内に収納された基板4を加熱および加圧した状態で、溶融した第2の樹脂組成物130が未硬化層5Aと誘導装置1とを覆うようにキャビティ121内に充填される。

[0196] そして、溶融した第2の樹脂組成物130を硬化させることにより封止部6を形成する。これにより、誘導装置1が封止部6により封止される。

[0197] また、この際、前記工程[2]において、間隙35に未硬化層5Aが入り込んだ部分以外に、封止部6の一部が充填されて形成される。これにより、封止部6とコイル3との接触面積が大きくなることから、誘導装置1の封止部6による封止が、より優れた密着性をもって行われる。

[0198] さらに、この加熱および加圧により、未硬化層5Aが熱硬化性を示す場合には、未硬化層5Aが硬化することにより接合層5が形成される。また、未硬化層5Aが熱可塑性を示す場合には、未硬化層5Aが溶融した後、冷却して再度固化することにより接合層5が形成される。

[0199] なお、未硬化層5Aが熱硬化性を示す場合、前記工程[2]において、未硬化または半硬化の未硬化層5Aを形成することで、本工程[3]において、未硬化層5Aが硬化する際に、接合層5に含まれるフィラーを、封止部6側に分散させることができる。これにより、接合層5と封止部6との界面付

近において、接合層 5 と封止部 6 とが混在した状態となる。その結果、接合層 5 と封止部 6 との密着性の向上が図られる。そのため、優れた耐久性を発揮する誘導装置封止物 10 を得ることができる。

[0200] かかる工程における加熱および加圧の条件は、特に限定されないが、例えば、以下のように設定される。

[0201] すなわち、加熱温度は、好ましくは 80～200℃程度、より好ましくは 170～190℃程度に設定される。

[0202] また、加圧する圧力は、好ましくは 2～10MPa 程度、より好ましくは 3～7MPa 程度に設定される。

[0203] さらに、加熱および加圧する時間は、1～60分程度であるのが好ましく、3～15分程度であるのがより好ましい。

[0204] 温度、圧力および時間にかかる条件に設定することにより、接合層 5 と封止部 6 との界面付近において、接合層 5 に含まれるフィラーが封止部 6 側に分散して接合層 5 と封止部 6 とが混在した状態で、接合層 5 と封止部 6 とが形成される。そのため、接合層 5 と封止部 6 との密着性を向上させることができる。

[0205] また、第 2 の樹脂組成物 130 の溶融粘度は、175℃において、10～3000Pa・s 程度であるのが好ましく、30～2000Pa・s 程度であるのがより好ましい。これにより、接合層 5 と封止部 6 とで取り囲むようにして誘導装置 1 をより確実に封止することができる。さらに、コイル 3 が備える樹脂層 32 に対して優れた流動性を示すことから、コイル 3 の間隙 35 内にも封止部 6 をより確実に充填することができる。

[0206] なお、175℃における溶融粘度は、例えば、島津製作所製の熱流動評価装置（フローテスタ）により測定することができる。

[0207] また、プランジャー 112 をポット 111 内に挿入することにより生じる圧力により、基板 4 は、下型 120 が備えるキャビティ 121 の底面に押し付けられるのが好ましい。これにより、溶融した第 2 の樹脂組成物 130 の基板 4 の下面に対する回り込みが防止される。その結果、基板 4 の下面にお

ける封止部 6 の形成が的確に抑制または防止される。よって、基板 4 の下面において封止部 6 が形成されることに起因する基板 4 の熱伝導性の低下を的確に抑制または防止することができる。

以上のような工程を経て、誘導装置封止物 10 が製造される。

[0208] なお、本実施形態では、工程 [2] と、工程 [3] との別工程で行うこととした。しかし、これに限定されず、例えば、ポット 111 内への第 2 の樹脂組成物 130 の装填を省略して状態で、プランジャー 112 をポット 111 内に挿入することで、誘導装置 1 の基板 4 に対する押圧を実施することが可能であれば、工程 [2] と工程 [3] とを、キャビティ 121 内で一括して実施するようにしてもよい。

[0209] かかる構成の誘導装置封止物 10 は、ハウジング 7 内に配置された状態で、例えば、ハイブリット自動車や、電気自動車等が備える昇圧コンバータの一部品として搭載される。

[0210] 以上、本発明の発熱体封止物の製造方法を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。

[0211] 例えば、本発明の発熱体封止物の製造方法は、任意の目的で、工程 [1] の前工程、各工程 [1] ～ [3] 同士の間が存在する中間工程、または工程 [3] の後工程を追加するようにしてもよい。

[0212] また、本発明の発熱体封止物の製造方法を用いて形成される発熱体封止物（誘導装置封止物）を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成と置換することができる。また、本発明の発熱体封止物に任意の構成物が付加されていてもよい。

[0213] また、本発明の発熱体封止物の製造方法で製造される発熱体封止物は、前述した実施形態の発熱体封止物、すなわち、誘導装置封止物に限定されないことはいうまでもない。本発明は、発熱体としてのサーミスタのような抵抗、トランス、コイル、スイッチなどのリレー素子、コンデンサー、ダイオードパワー MOSFET、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）のようなパワートランジスタ、および、これらを組み合わせたパワーモジュール

ル、レギュレーター（整流器）、LED（発光ダイオード）、LD（レーザーダイオード）、有機EL素子のような発光素子、LSI、CPUのような集積回路素子、温度センサ、ならびに、モータ、バッテリーパック等を封止する発熱体封止物に適用することができる。

実施例

[0214] 以下、本発明の具体的な実施例について説明する。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

[0215] 1. 試験片の製造

以下のようにして試験片を製造した。

[0216] （実施例1A）

1. 1 第1の樹脂組成物（ワニス）の調製

[1] まず、ビスフェノールF／ビスフェノールA型フェノキシ樹脂（三菱化学製、4275、重量平均分子量 6.0×10^4 、ビスフェノールF骨格とビスフェノールA骨格の比率＝75：25）40.0質量部、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（DIC製、850S、エポキシ当量190）55.0質量部、2-フェニルイミダゾール（四国化成製2PZ）3.0質量部、シランカップリング剤としてγ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン（信越シリコン製KBM-403）2.0質量部を秤量した。これらをシクロヘキサノン400質量部に溶解し、混合させて混合液を得た。高速攪拌装置を用い混合液を攪拌することで、樹脂材料を含むワニスを得た。

[0217] [2] 次に、アルミナ（日本軽金属製、平均粒径A $3.2 \mu\text{m}$ 、一次粒径B $3.6 \mu\text{m}$ 、平均粒径A／一次粒径B＝0.9の市販品（Lot No. Z401））800gを秤量した。次に、純水1300mLが収納されたプラスチック製容器内にアルミナを投入してアルミナ溶液を得た。その後、直径50mmの羽根を備えるディスパーザー（特殊機化工業社製、「R94077」）を用いて、回転数5000rpm×攪拌時間15分間の条件で、アルミナ溶液を攪拌した。これにより、アルミナを水洗した。

[0218] その後、アルミナ溶液を15分間静置し、上澄み液を得た。次に、50m

1の上澄み液をスポイトで採取し、ろ過してろ過液を得た。その後、ろ過液のpHを測定した。そのpH値が7.0となるまで、上澄み液をデカンテーションで除去した。その後に、前記アルミナの水洗を複数回行なった。

[0219] [3] 次に、上述したように水洗が施されたアルミナを、20分間放置した。その後に、上澄み液をデカンテーションで除去した。その後、そのプラスチック製容器にアセトン1000mLを投入して、アルミナとアセトンとの混合液を得た。その後、前記ディスペーザーを用いて、回転数800rpm×攪拌時間5分間の条件でアルミナとアセトンとの混合液を攪拌した。

そして、アルミナとアセトンとの混合液を12時間放置し、上澄み液を得た。その後に、上澄み液を除去した。

[0220] [4] 次に、上澄み液が除去された後のアルミナをステンレスバットに移した。全排気型箱型乾燥機（タバイ社製、「PHH-200」）を用いて、乾燥温度40℃×乾燥時間1時間の条件でアルミナを乾燥することで、洗浄アルミナ（フィラー）を得た。

[0221] その後、この洗浄アルミナを、200℃×24時間の条件で乾燥させた後、85℃×85%RHの条件で放置した。こうして、洗浄アルミナの含水率を0.18質量%とした。

[0222] なお、このアルミナの含水量は、示差熱天秤装置（TG-DTA）を用いて測定した25℃と500℃における質量の差により計算された。

[0223] [5] 次に、前記工程[1]で予め用意した樹脂材料を含むワニスに、洗浄アルミナ（505.0質量部）を、ディスペーザー（特殊機化工業社製、「R94077」）を用いて、回転数1000rpm×攪拌時間120分間の条件で混合した。これにより、アルミナの樹脂固形分比83.5重量%（60.0体積%）の第1の樹脂組成物を得た。

[0224] 1.2 基板上への未硬化層の成膜

幅260mm、厚さ35μmのロール状銅箔（日本電解製、YGP-35）の粗化面に、上記1.1で得られた第1の樹脂組成物をコンマコーターにて塗布した。100℃で3分、150℃で3分の条件で第1の樹脂組成物を

加熱乾燥することで、基板（銅箔）上に厚さ100 μ mの未硬化層を形成した。

[0225] なお、かかる条件で第1の樹脂組成物を乾燥させることにより、未硬化層は、半硬化の状態となっている。積層体を縦65mm×横100mmにカットして基板とした。

[0226] 1. 3 タブレット状をなす第2の樹脂組成物の調製

ジメチレンエーテル型レゾール樹脂（住友ベークライト製R-25）30部、メチロール型レゾール樹脂（住友ベークライト製PR-51723）7部、ノボラック型樹脂（住友ベークライト製A-1084）4部、水酸化アルミニウム15部、ガラス繊維（日東紡績製）10部、焼成クレ-12部、有機質充填材、硬化促進剤、離型剤、顔料他22部を配合して混合物を得た。次に、加熱ロールにより混合物を混練して混練物を得、混練物を冷却した。その後、混練物を粉砕して得られた粉砕物をタブレット化することにより、タブレット状をなす第2の樹脂組成物を得た。

[0227] なお、レゾール型フェノール樹脂としては、以下のようにして得られたジメチレンエーテル型のレゾール型フェノール樹脂（固形）を主成分として用いた。まず、還流コンデンサー攪拌機、加熱装置、真空脱水装置を備えた反応釜内に、フェノール（P）とホルムアルデヒド（F）とをモル比（F/P）=1.7で仕込んだ。この反応釜に酢酸亜鉛をフェノール100重量部に対して0.5重量部添加して混合物を得た。次に、この混合物のpHを5.5に調整し、還流反応を3時間行った。その後、真空度100Torr、温度100℃で2時間水蒸気蒸留を行って未反応フェノールを除去した。さらに、真空度100Torr、温度115℃で1時間反応させることによりジメチレンエーテル型のレゾール型フェノール樹脂を得た。このジメチレンエーテル型のレゾール型フェノール樹脂の数平均分子量は、800であった。

[0228] 1. 4 未硬化層上への封止部の形成

図5に示すような成形装置を準備する。まず、成形金型100が備えるキャビティ121に、未硬化層が形成された基板を、未硬化層が上側になるよ

うに収納した。その後、ポット 1 1 1 内にタブレット状をなす第 2 の樹脂組成物を収納した。

[0229] 次に、ポット 1 1 1 内の第 2 の樹脂組成物を加熱溶融しつつ、プランジャー 1 1 2 をポット 1 1 1 内に挿入した。これにより、第 1 の樹脂組成物が加熱および加圧された状態で、溶融した第 2 の樹脂組成物が未硬化層を覆うようにキャビティ内に充填した。これにより、未硬化層上に溶融した第 2 の樹脂組成物を供給した。

[0230] そして、溶融した第 2 の樹脂組成物と、未硬化層とを硬化させることにより、基板に、接合層と封止部とがこの順で積層された実施例 1 A の試験片を得た。

[0231] なお、第 2 の樹脂組成物および未硬化層を硬化させる際の条件は、以下のよう設定した。

[0232] ・加熱温度 : 1 7 5 °C
・加圧時の圧力 : 5 . 0 M P a
・加熱／加圧時間 : 3 分

[0233] (実施例 2 A ～ 7 A)

前記 1 . 2 において成膜する未硬化層の硬化の状態、前記 1 . 4 において封止部を形成する際の条件を表 1 に示すように変更したこと以外は、前記実施例 1 A と同様にして、実施例 2 A ～ 7 A の試験片を得た。

[0234]

[表1]

	接合層形成用層の 硬化の状態	加圧時の 圧力	加熱／加圧 時間
実施例1A	半硬化	5.0MPa	3分
実施例2A		2.5MPa	
実施例3A		5.0MPa	10分
実施例4A		2.5MPa	
実施例5A		10.0MPa	
実施例6A	完全硬化	5.0MPa	
実施例7A		2.5MPa	

[0235] 2. 試験片の評価

各実施例の試験片について、それぞれ、その厚さ方向に沿って切断した。その後、得られた切断面の接合層と封止部との界面付近を、電子顕微鏡を用いて観察した。

[0236] この電子顕微鏡による観察により得られた、各実施例の試験片における前記界面付近の電子顕微鏡写真を図7～13に示す。

[0237] 図7～13に示す電子顕微鏡写真から明らかなように、各実施例では、接合層と封止部との界面において、空隙が形成されることなく、接合層と封止部とが優れた密着性をもって接合されていた。

[0238] 特に、未硬化層を半硬化状態とした実施例1A～5Aでは、接合層5に含まれるフィラーが封止部6側に分散しており、接合層と封止部とがより優れた密着性をもって接合される結果となった。

[0239] なお、加圧時の圧力を2.5MPaとした実施例2A、4A、7Aでは、接合層5中に若干のボイドの発生が認められた。

[0240] 3. 誘導装置封止物の製造

以下のようにして誘導装置封止物を製造した。

[0241] (実施例 1 B)

3. 1 第 1 の樹脂組成物（ワニス）の調製

前記実施例 1 A と同様にして、第 1 の樹脂組成物を調製した。

[0242] 3. 2 基板上への未硬化層の成膜

前記実施例 1 A と同様にして、基板上に未硬化層を成膜した。

[0243] 3. 3 基板上の未硬化層への誘導装置の貼り合わせ

コア部とコイルとを有する誘導装置（図 1 参照）を用意した。この誘導装置と基板とが、未硬化層を介して互いに接近するように加圧するとともに加熱することで、未硬化層に誘導装置を貼り合わせた。

なお、未硬化層に誘導装置を貼り合わせる際の条件は、以下のように設定した。

[0244] ・加熱温度 : 180℃

・加圧時の圧力 : 1 MPa

・加熱／加圧時間 : 60分

[0245] 3. 4 タブレット状をなす第 2 の樹脂組成物の調製

前記実施例 1 A と同様にして、タブレット状をなす第 2 の樹脂組成物を調製した。

[0246] 3. 5 誘導装置封止物の形成

成形金型 100 が備えるキャビティ 121 に、未硬化層を介して基板上に貼り合わせられた誘導装置を、誘導装置および未硬化層が上側になるように収納したこと以外は、前記実施例 1 A と同様にして、図 1 に示す構成をなす誘導装置封止物を得た。

[0247] 4. 誘導装置封止物の評価

実施例 1 B の誘導装置封止物について、基板の厚さ方向に沿って切断し、得られた切断面を、電子顕微鏡等を用いて観察した。

[0248] この電子顕微鏡等による観察により得られた、実施例 1 B の誘導装置封止物における切断面の写真を図 14 に示す。

[0249] 図14に示す電子顕微鏡写真等から明らかなように、実施例1Bの誘導装置封止物では、線状体同士の間形成される間隙のうち、コイルの端面（外周面）が接合層に接合する領域に対応する位置に形成された間隙に、接合層の一部が埋入していた。

また、間隙の接合層が埋入していない領域には、封止部の一部が充填されていた。

[0250] さらに、コイルの端面が接合層に接合する領域では、接合層がコイルの端面により、接合層の厚さ方向において分断されることなく、基板とコイルの端面との間には接合層が存在している結果となった。

産業上の利用可能性

[0251] 本発明の発熱体封止物の製造方法によれば、発熱体を載置するハウジングへの液状材料の流し込みの工程を経ることなく、発熱体が封止部で封止された発熱体封止物を得ることができる。また、本発明の発熱体封止物の製造方法によれば、優れた熱伝導性および絶縁性を発揮する発熱体封止物を得ることができる。さらに、本発明の発熱体封止物の製造方法を、発熱体として誘導装置が封止された誘導装置封止物の製造方法に適用すれば、優れた熱伝導性および絶縁性をもって、誘導装置が封止された誘導装置封止物を得ることができる。したがって、本発明は、産業上の利用可能性を有する。

請求の範囲

- [請求項1] 基板の一方の面に、主として樹脂材料およびフィラーを含有する第1の樹脂組成物からなる未硬化層を設ける工程と、
- 発熱体を前記未硬化層上に載置し、前記基板と前記発熱体とが前記未硬化層を介して互いに接近するように加圧しつつ、前記未硬化層を加熱することにより、前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程と、
- 第1の熱硬化性樹脂を含有する第2の樹脂組成物を溶融させた状態で、前記未硬化層および前記発熱体を覆うように、前記基板の一方の面側に供給した後、溶融状態の前記第2の樹脂組成物を成形しつつ、前記未硬化層を硬化または固化させることにより、前記発熱体と前記基板とを接合する接合層を得るとともに、前記第2の樹脂組成物を硬化させることにより、前記発熱体を封止する封止部を得る工程とを有することを特徴とする発熱体封止物の製造方法。
- [請求項2] 前記未硬化層は、前記第1の樹脂組成物を前記基板の一方の面に層状に供給した後、前記第1の樹脂組成物を乾燥させることによって、前記基板の一方の面に設けられる請求項1に記載の発熱体封止物の製造方法。
- [請求項3] 前記樹脂材料は、第2の熱硬化性樹脂である請求項1または2に記載の発熱体封止物の製造方法。
- [請求項4] 前記第2の熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂である請求項3に記載の発熱体封止物の製造方法。
- [請求項5] 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層は、前記第2の熱硬化性樹脂が半硬化の状態となるように加熱される請求項3または4に記載の発熱体封止物の製造方法。
- [請求項6] 前記未硬化層を加熱する温度は、80℃以上、200℃以下である請求項5に記載の発熱体封止物の製造方法。
- [請求項7] 前記フィラーは、主として酸化アルミニウムで構成された粒状体で

ある請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 8] 前記第 1 の熱硬化性樹脂は、フェノール樹脂である請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 9] 前記発熱体は、誘導装置である請求項 1 ないし 8 のいずれか一項に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 10] 前記誘導装置は、コア部と、該コア部に線状体を巻回することにより形成されたコイルとを有している請求項 9 に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 11] 前記線状体を前記コア部に巻回した状態において、前記コイルに間隙が形成される請求項 10 に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 12] 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層が前記間隙の一部に入り込むように、前記コイルの一部を前記未硬化層に埋入する請求項 11 に記載の発熱体封止物の製造方法。

[請求項 13] 前記接合層および前記封止部を得る工程において、前記間隙の前記未硬化層が入り込んだ部分以外に、前記封止部の一部を充填する請求項 12 に記載の発熱体封止物の製造方法。

補正された請求の範囲
[2015年11月11日(11.11.2015) 国際事務局受理]

- 【請求項 1】 (補正後) 基板の一方の面に、主としてエポキシ樹脂およびフィラーを含有する第 1 の樹脂組成物からなる未硬化層を設ける工程と、
- 発熱体を前記未硬化層上に載置し、前記基板と前記発熱体とが前記未硬化層を介して互いに接近するように加圧しつつ、前記未硬化層を加熱することにより、前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程と、
- フェノール樹脂を含有する第 2 の樹脂組成物を溶融させた状態で、前記未硬化層および前記発熱体を覆うように、前記基板の一方の面側に供給した後、溶融状態の前記第 2 の樹脂組成物を成形しつつ、前記未硬化層を硬化させることにより、前記発熱体と前記基板とを接合する接合層を得るとともに、前記第 2 の樹脂組成物を硬化させることにより、前記発熱体を封止する封止部を得る工程とを有することを特徴とする発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 2】 前記未硬化層は、前記第 1 の樹脂組成物を前記基板の一方の面に層状に供給した後、前記第 1 の樹脂組成物を乾燥させることによって、前記基板の一方の面に設けられる請求項 1 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 3】 (補正後) 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層は、前記エポキシ樹脂が半硬化の状態となるように加熱される請求項 1 または 2 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 4】 (補正後) 前記未硬化層を加熱する温度は、80℃以上、200℃以下である請求項 3 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 5】 (補正後) 前記フィラーは、主として酸化アルミニウムで構成された粒状体である請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 6】 (補正後) 前記発熱体は、誘導装置である請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の発熱体封止物の製造方法。

- 【請求項 7】 (補正後) 前記誘導装置は、コア部と、該コア部に線状体を巻回することにより形成されたコイルとを有している請求項 6 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 8】 (補正後) 前記線状体を前記コア部に巻回した状態において、前記コイルに間隙が形成される請求項 7 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 9】 (補正後) 前記発熱体を前記未硬化層に貼り合わせる工程において、前記未硬化層が前記間隙の一部に入り込むように、前記コイルの一部を前記未硬化層に埋入する請求項 8 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 10】 (補正後) 前記接合層および前記封止部を得る工程において、前記間隙の前記未硬化層が入り込んだ部分以外に、前記封止部の一部を充填する請求項 9 に記載の発熱体封止物の製造方法。
- 【請求項 11】 (削除)
- 【請求項 12】 (削除)
- 【請求項 13】 (削除)

条約第19条（1）に基づく説明書

補正後の請求項1の発熱体封止物の製造方法では、接合層を構成する第1の樹脂組成物がエポキシ樹脂およびフィラーを含有しており、封止部を構成する第2の樹脂組成物がフェノール樹脂を含有している。

かかる製造方法では、第2の樹脂組成物がフェノール樹脂を含有することにより、第2の樹脂組成物の流動性が向上し、封止部を形成する際に、発熱体の形状に依存することなく、発熱体を封止することができる（本願明細書の段落0134）。また、第1の樹脂組成物がエポキシ樹脂を含有することにより、接合層の耐熱性を向上させることができる（段落0063）。さらに、第1の樹脂組成物中のエポキシ樹脂の含有量が、フィラーに比べて少ない場合であっても、発熱体と基板との密着性を向上させることができる。

一方、文献1－4には、電子部品等を基板に接着固定する接合層の構成材料および封止材料として、本件のような材料（エポキシ樹脂、フェノール樹脂）の組み合わせを用いることについて何ら開示されていない。

[図3]

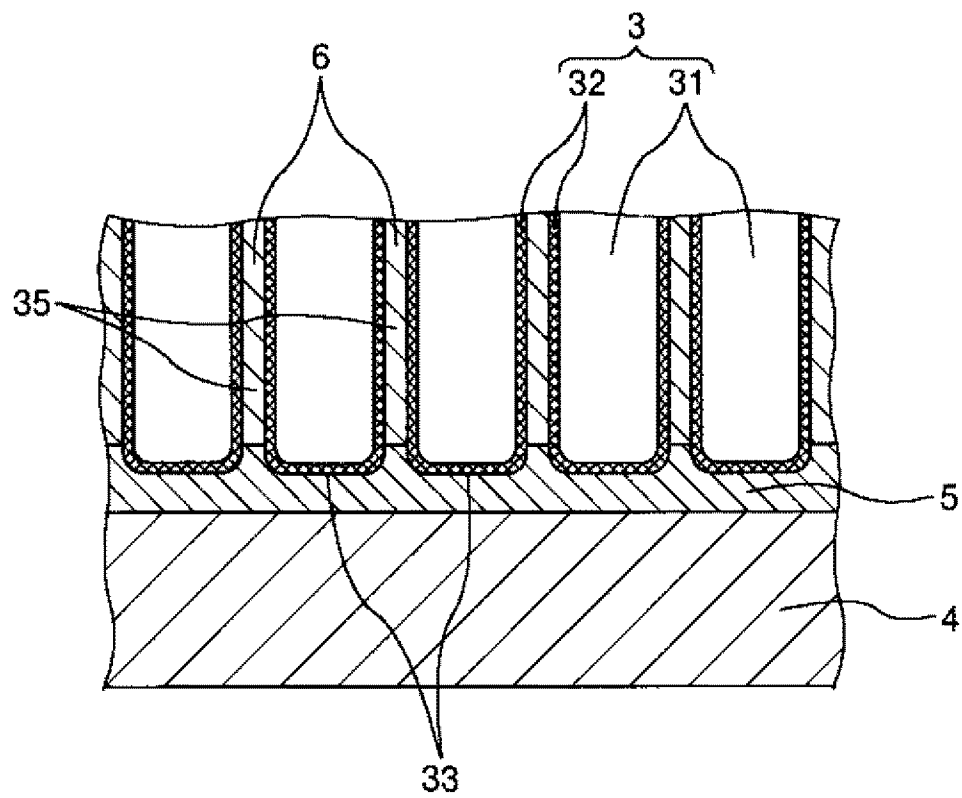


FIG.3

[図4]

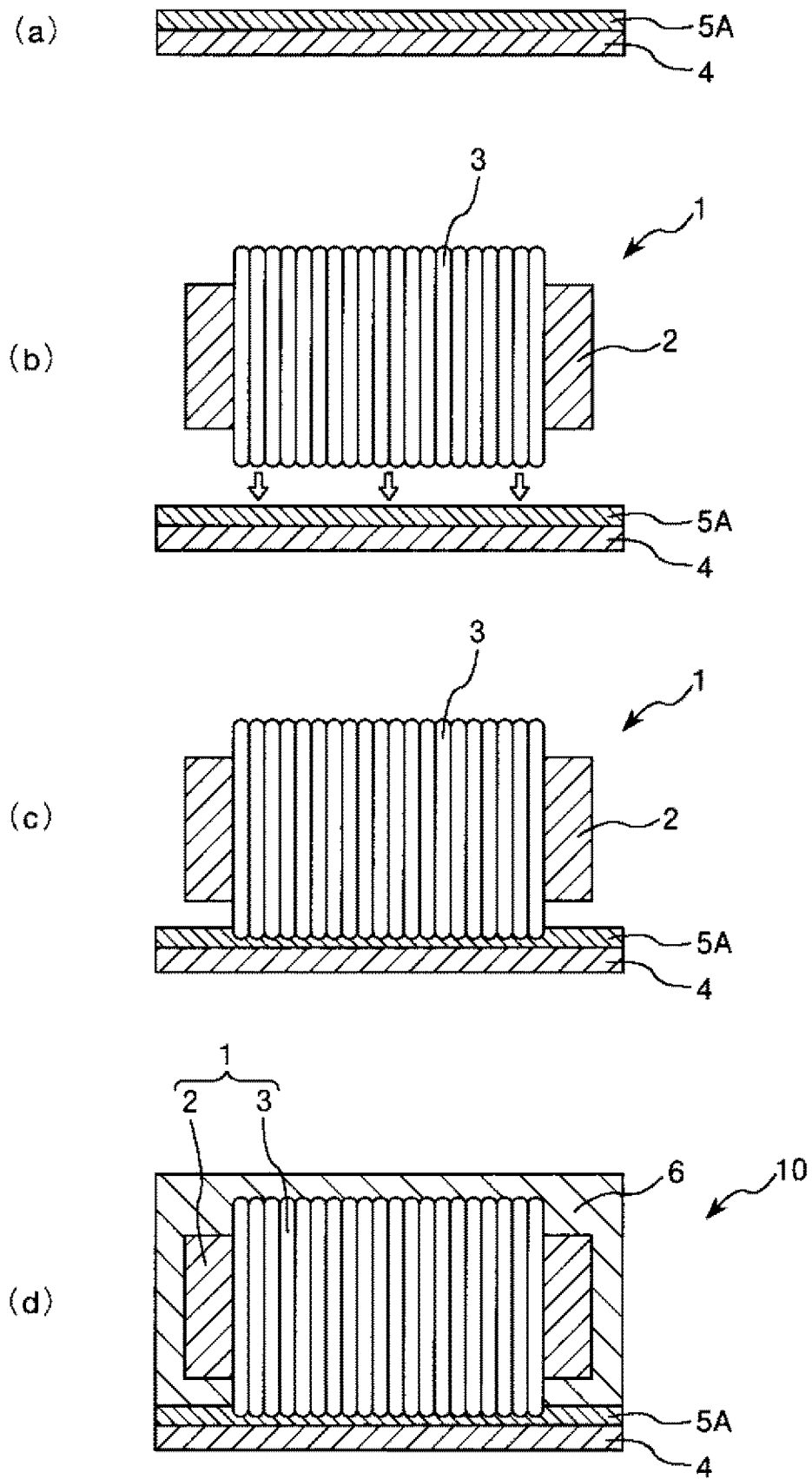


FIG. 4

[図5]

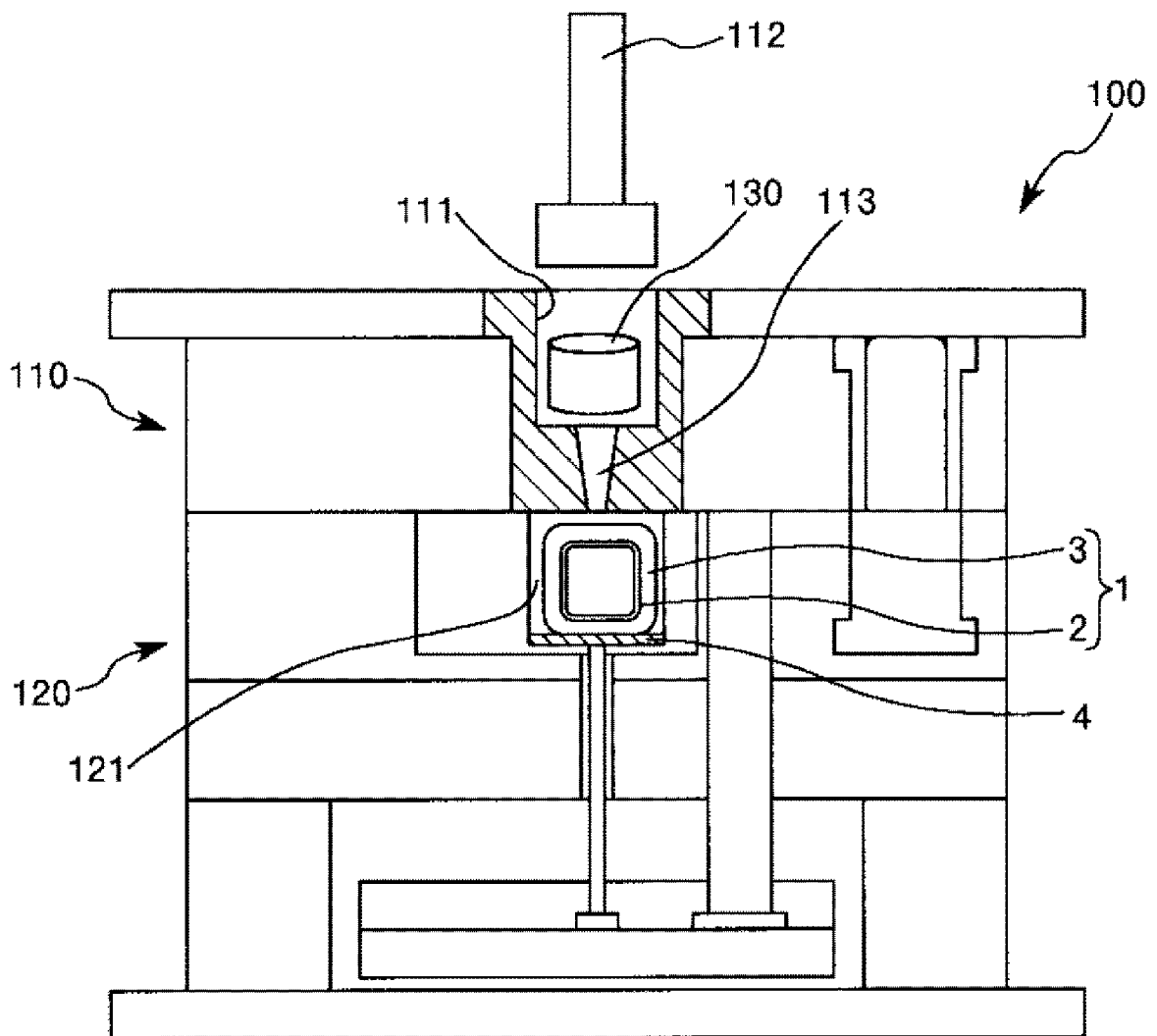


FIG.5

[図6]

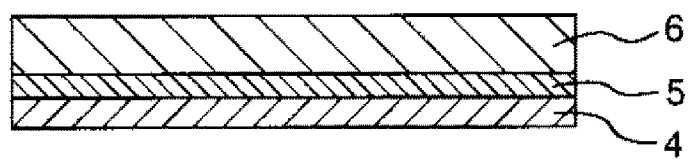


FIG.6

[図7]

実施例 1 A

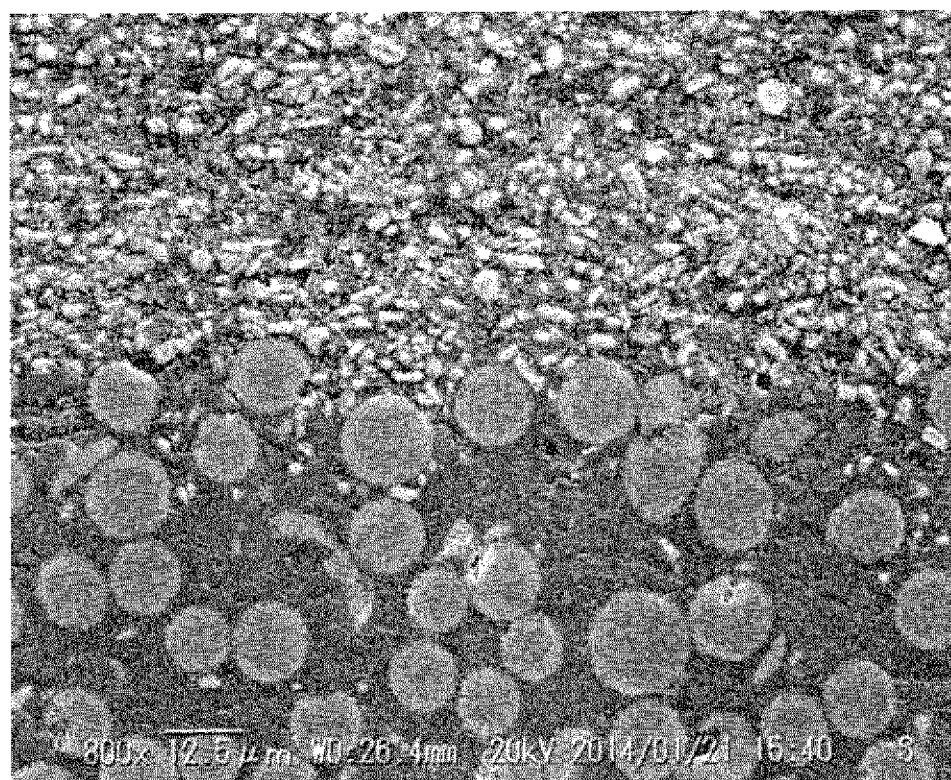
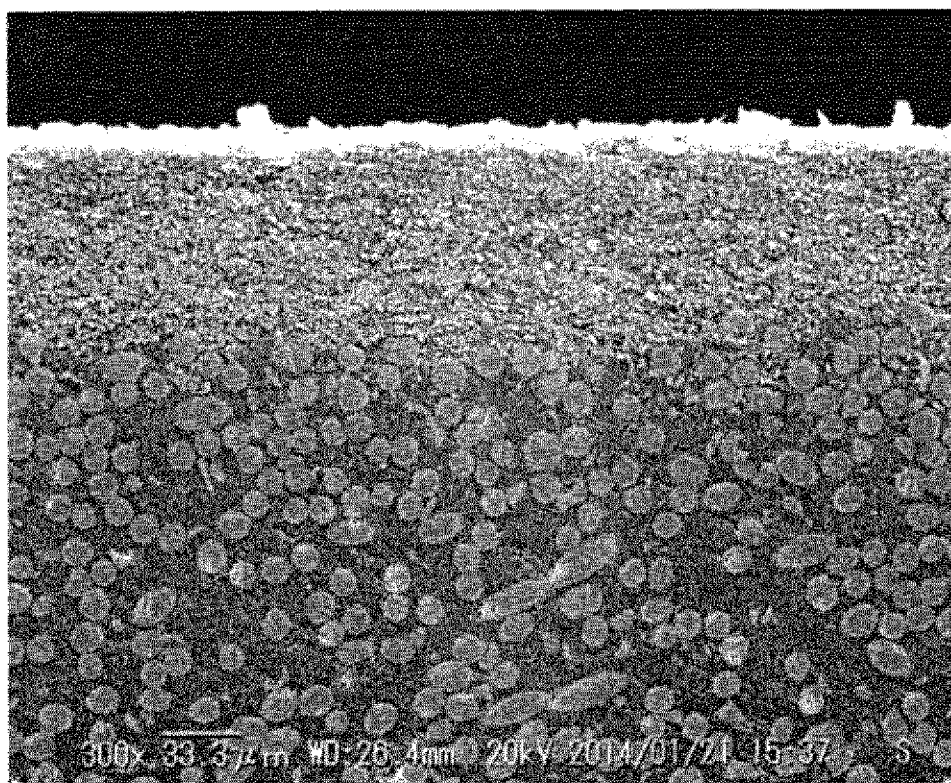


FIG.7

[図8]

実施例 2 A

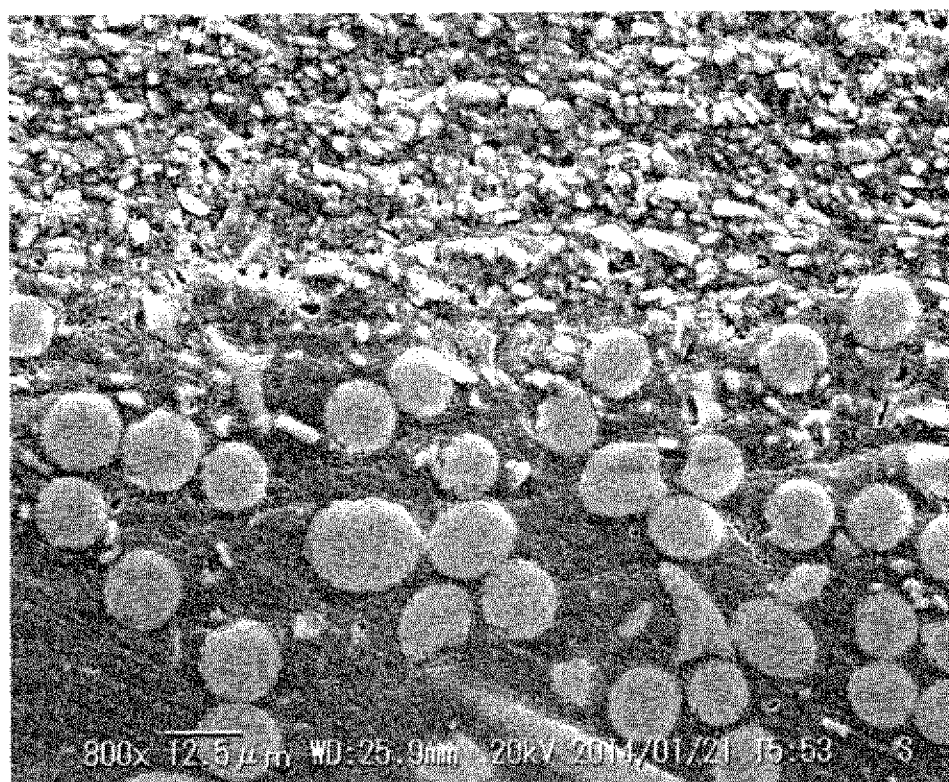
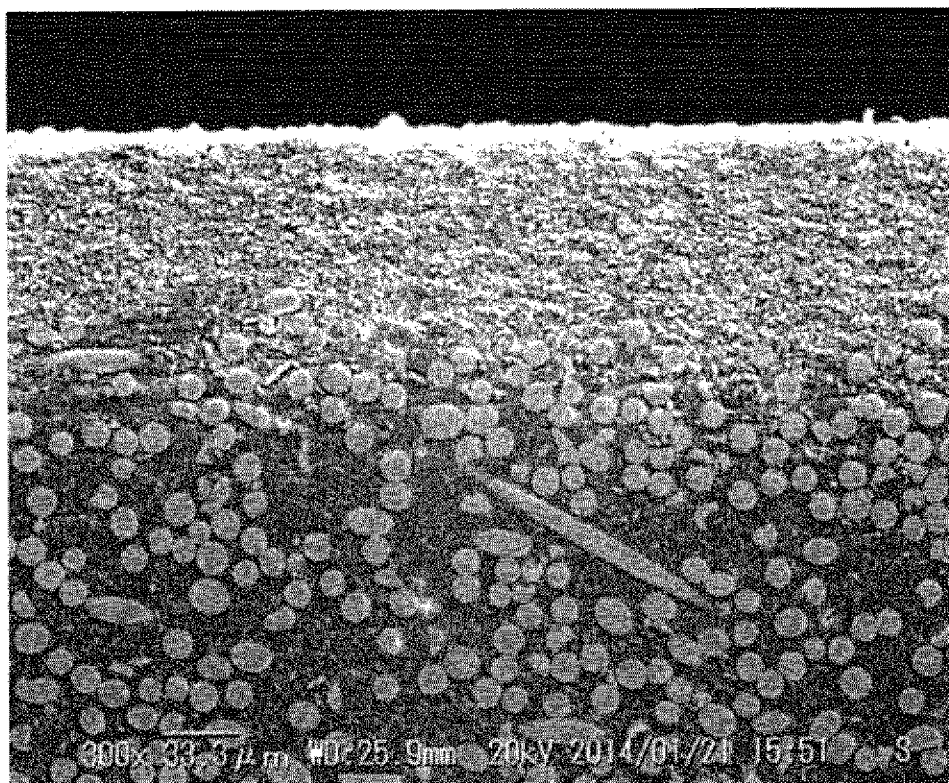


FIG.8

[図9]

実施例 3 A

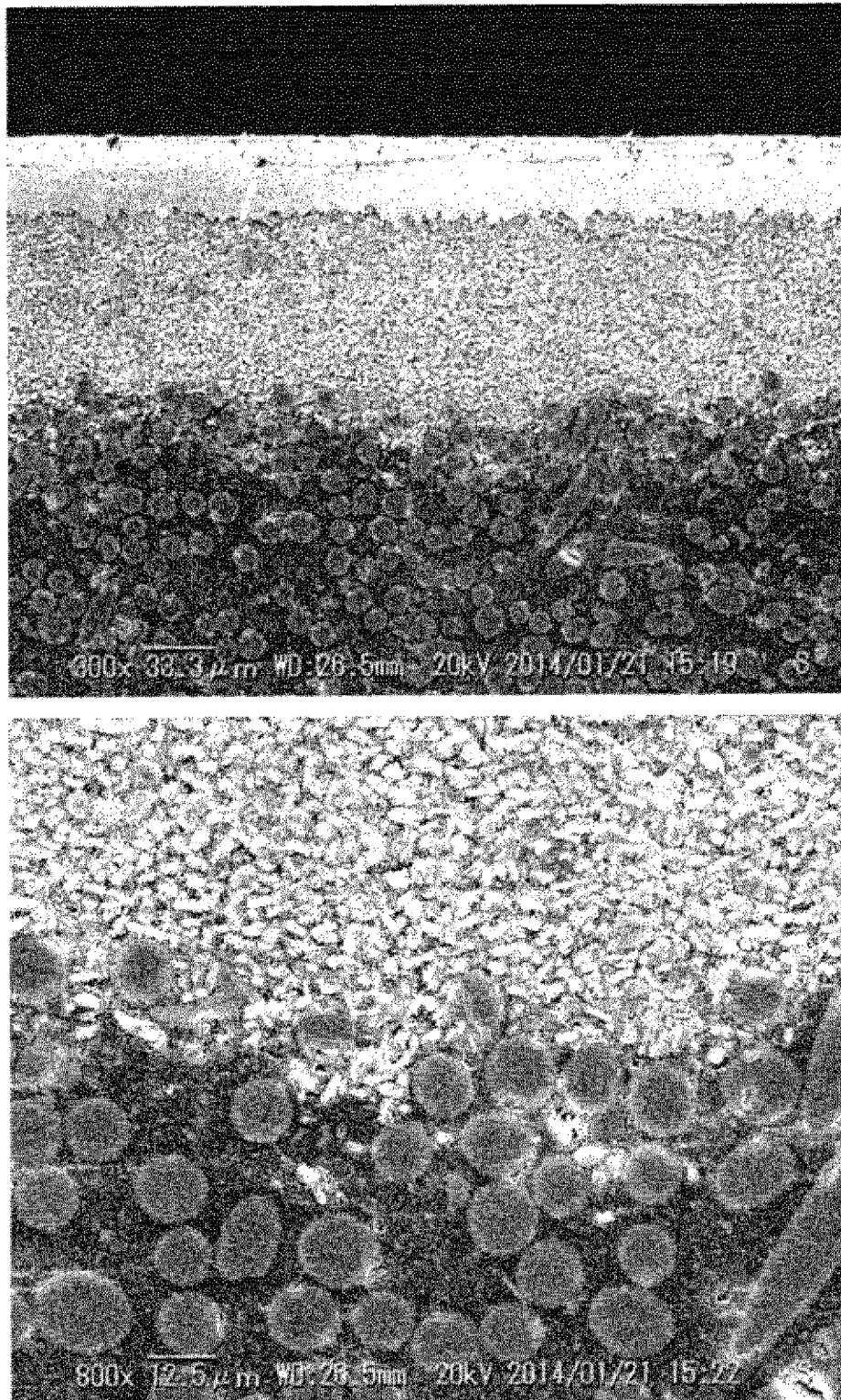


FIG.9

[図10]

実施例 4 A

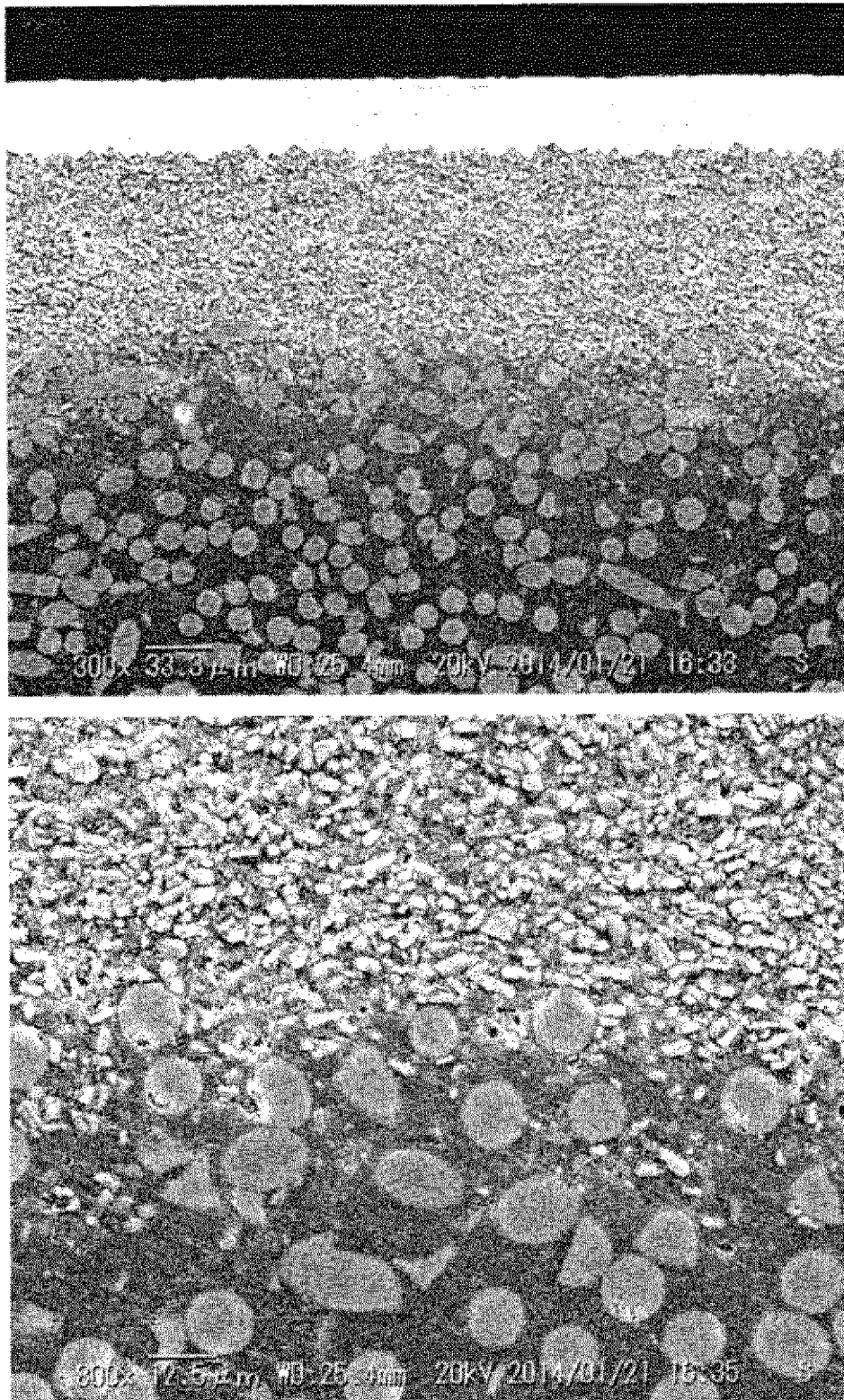


FIG.10

[図11]

実施例 5 A

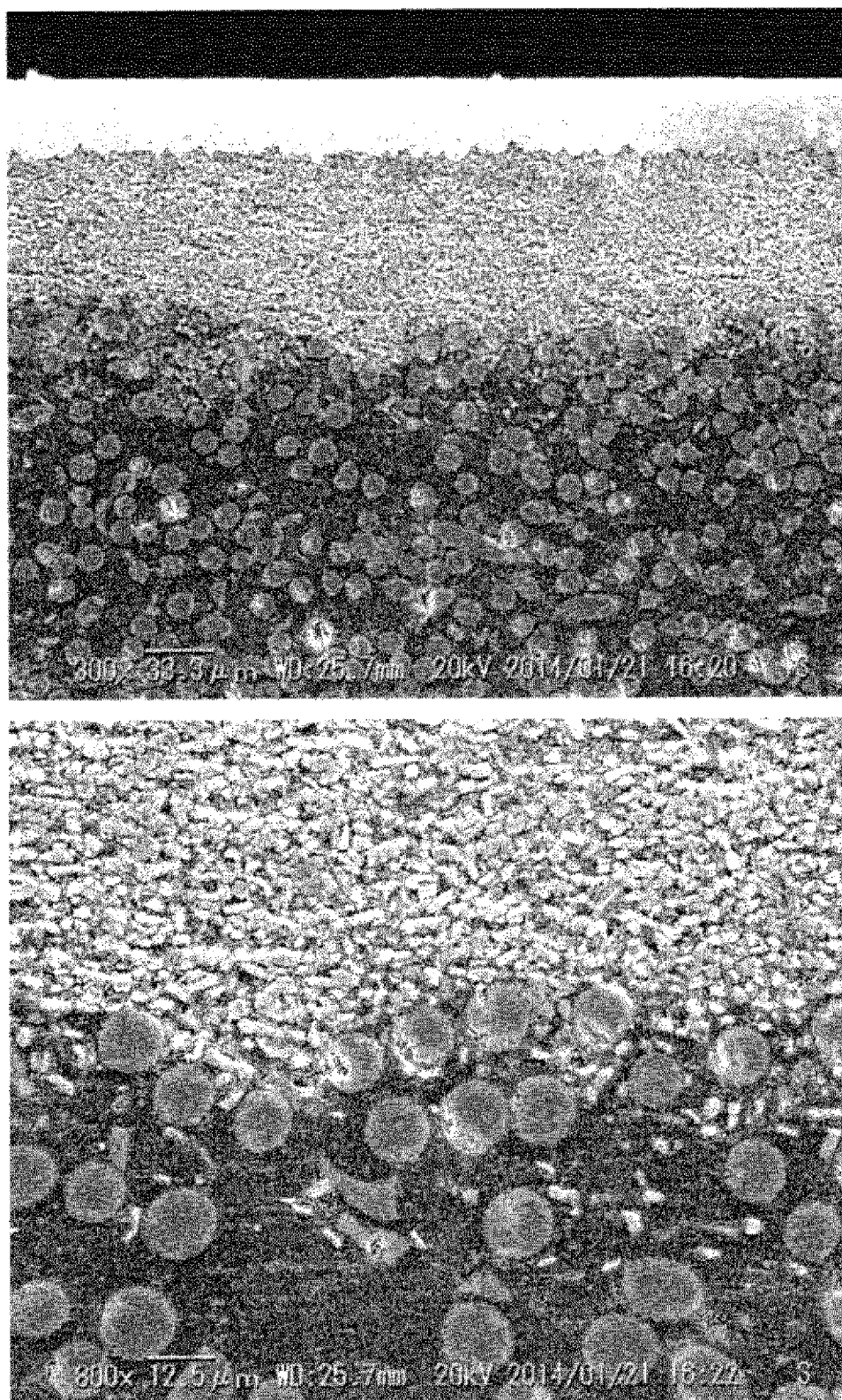


FIG.11

[図12]

実施例 6 A

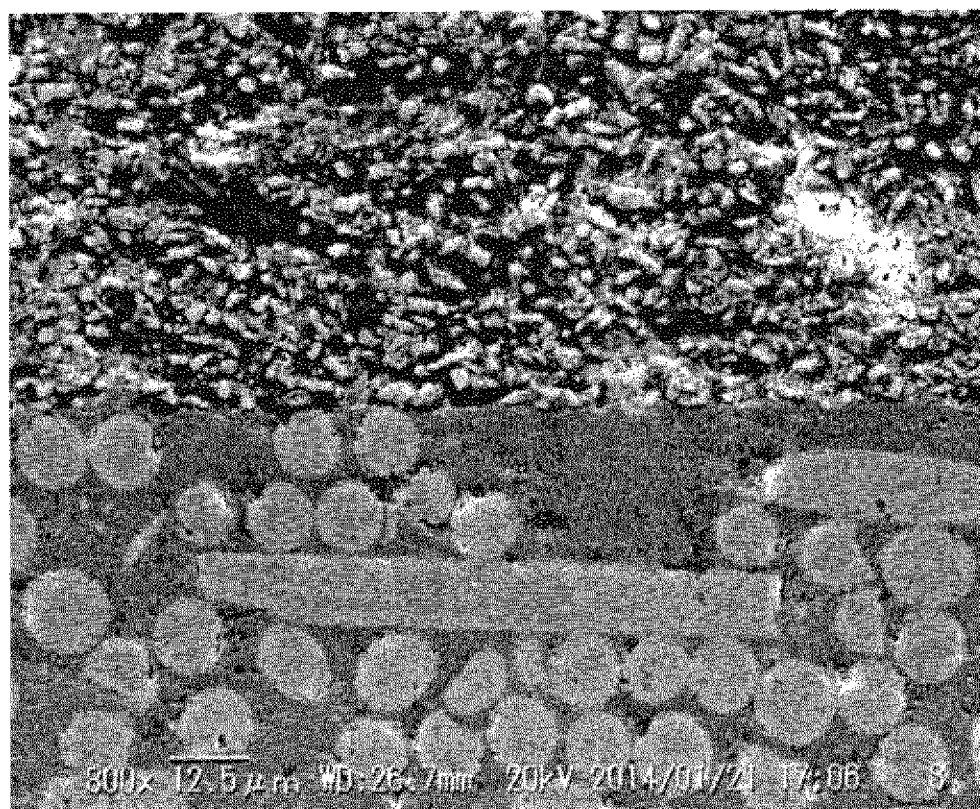
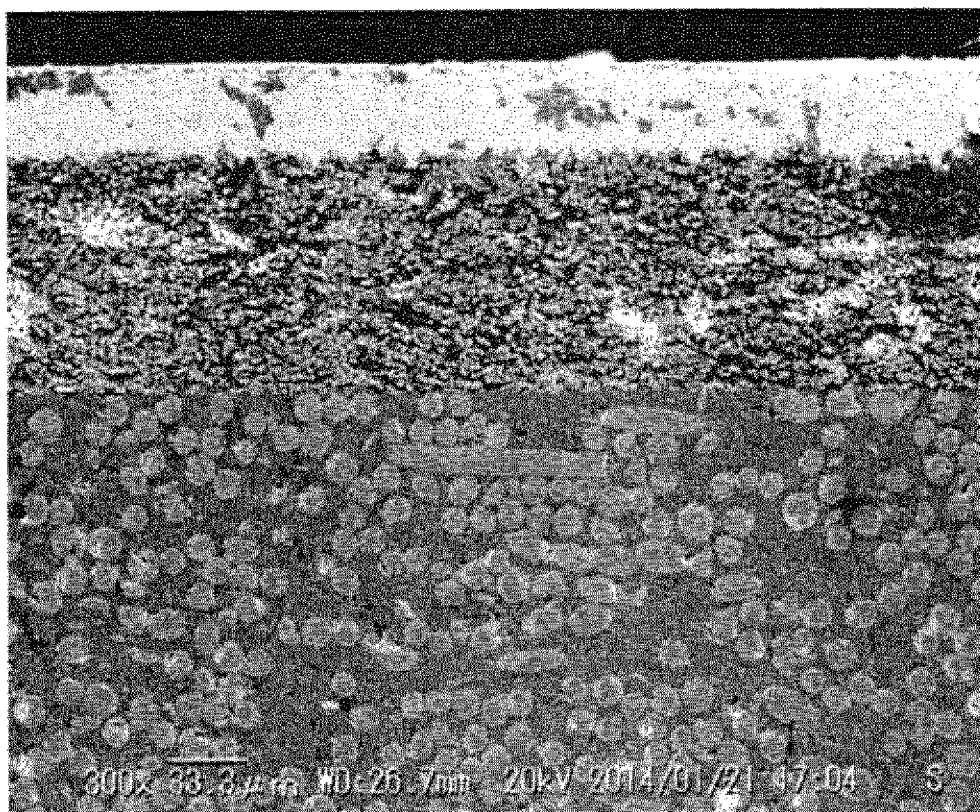


FIG.12

[図13]

実施例 7 A

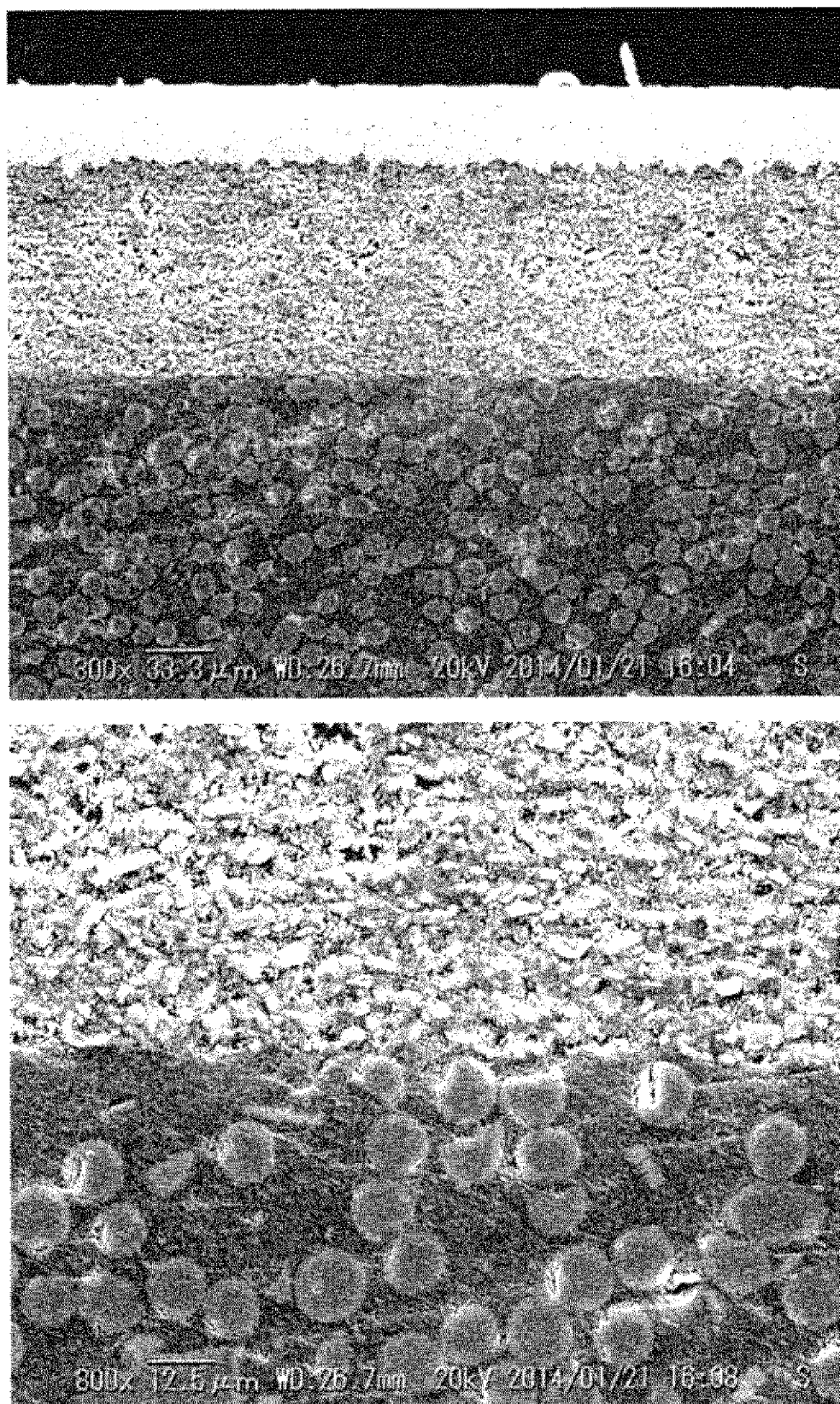


FIG.13

[図14]

実施例 1 B

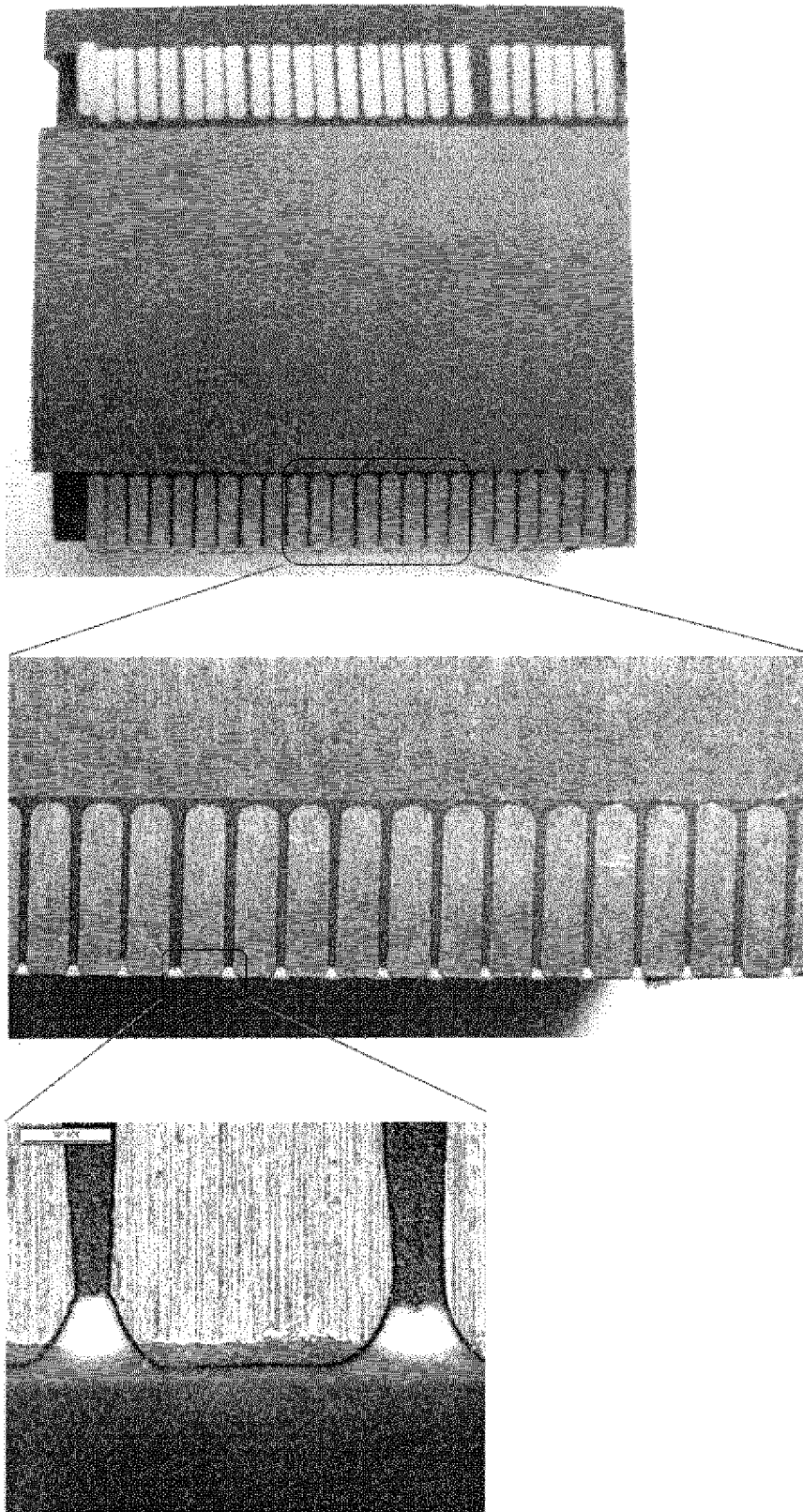


FIG.14

[図15]

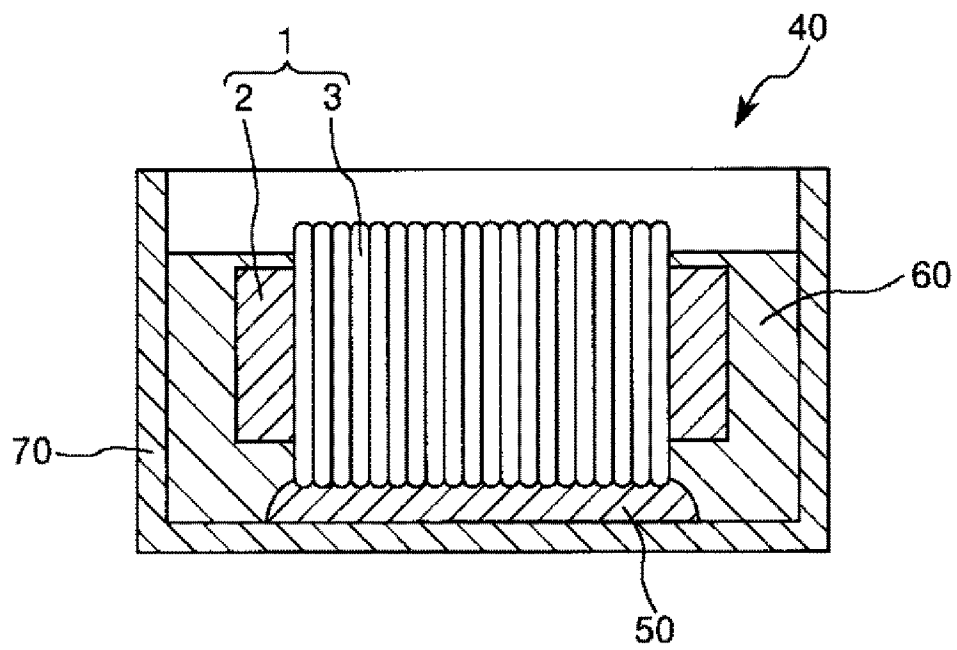


FIG.15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F41/12(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)

H01F41/12

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/039268 A1 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 29 March 2012 (29.03.2012), paragraphs [0083] to [0098]; fig. 6 & JP 2013-30721 A & JP 2013-30731 A & JP 2013-30732 A & JP 2013-30733 A & US 2013/0182478 A1 & DE 112011103165 T & CN 103125004 A	1-13
Y	JP 2010-177713 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraphs [0022] to [0036]; fig. 1 to 4 & JP 2009-81423 A & JP 2009-302563 A & US 2009/0084596 A1	1-13



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
04 September 2015 (04.09.15)

Date of mailing of the international search report
15 September 2015 (15.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069201

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-53521 A (Toyota Motor Corp.), 20 March 2014 (20.03.2014), paragraphs [0036] to [0045] (Family: none)	1-13
Y	JP 2012-89812 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 10 May 2012 (10.05.2012), paragraphs [0041] to [0053] & KR 10-1109356 B1	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F41/12(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. H01F41/12

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

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
Y	WO 2012/039268 A1（住友電気工業株式会社）2012.03.29, 段落[0083]-[0098], 図 6 & JP 2013-30721 A & JP 2013-30731 A & JP 2013-30732 A & JP 2013-30733 A & US 2013/0182478 A1 & DE 112011103165 T & CN 103125004 A	1-13
Y	JP 2010-177713 A（太陽誘電株式会社）2010.08.12, 段落[0022]-[0036], 図 1-4 & JP 2009-81423 A & JP 2009-302563 A & US 2009/0084596 A1	1-13

☒ 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

0 4 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 9 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

堀 拓也

5 D

4 4 4 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

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
Y	JP 2014-53521 A (トヨタ自動車株式会社) 2014. 03. 20, 段落[0036]-[0045] (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2012-89812 A (サムソン エレクトロメカニクス カンパニー リミテッド.) 2012. 05. 10, 段落[0041]-[0053] & KR 10-1109356 B1	1-13