

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-201417

(P2004-201417A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int.Cl.⁷

H02K 3/40

H02K 3/34

F I

H02K 3/40

H02K 3/34

テーマコード (参考)

5H604

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-367406 (P2002-367406)

(22) 出願日 平成14年12月19日 (2002.12.19)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 100088199

弁理士 竹中 孝生

(74) 代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄

(74) 代理人 100093562

弁理士 児玉 俊英

(74) 代理人 100094916

弁理士 村上 啓吾

(72) 発明者 築地 真

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

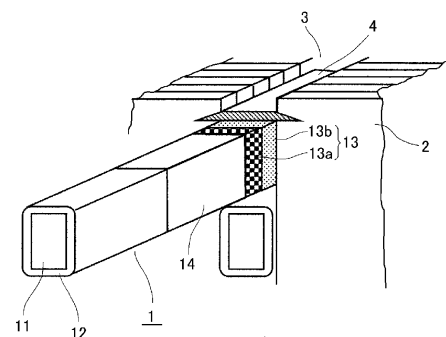
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子コイル

(57) 【要約】

【課題】樹脂漏れを防いで低抵抗コロナシールド層直下のボイド形成を抑制するとともに、表面の低抵抗コロナシールド層の傷つきに伴う絶縁露出による放電を抑制できる信頼性の高い回転電機の固定子コイルを提供する。

【解決手段】コイル導体11のまわりに巻回された対地主絶縁層12の外周部にコロナシールド層13を備えたものにおいて、上記コロナシールド層は上記対地主絶縁層の外周部に巻回された第1の低抵抗コロナシールド層13aと、この第1の低抵抗コロナシールド層の外周部に巻回された第2の低抵抗コロナシールド層13bからなり、これら第1および第2の低抵抗コロナシールド層の一方を低抵抗フィルムテープ13Fによって構成した。



1: 固定子コイル
2: 固定子鉄心
3: スロット部
11: コイル導体
12: 対地主絶縁層
13a: 第1の低抵抗コロナシールド層
13b: 第2の低抵抗コロナシールド層

【選択図】

図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル導体のまわりに巻回された対地主絶縁層の外周部にコロナシールド層を備えたものにおいて、上記コロナシールド層は上記対地主絶縁層の外周部に巻回された第 1 の低抵抗コロナシールド層と、この第 1 の低抵抗コロナシールド層の外周部に巻回された第 2 の低抵抗コロナシールド層からなり、これら第 1 および第 2 の低抵抗コロナシールド層の何れか一方は低抵抗フィルムテープからなることを特徴とする回転電機の固定子コイル。

【請求項 2】

上記第 2 の低抵抗コロナシールド層として、低抵抗フィルムテープを用いてなることを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機の固定子コイル。

10

【請求項 3】

上記低抵抗フィルムテープは、熱収縮性の低抵抗フィルムテープであることを特徴とする請求項 2 に記載の回転電機の固定子コイル。

【請求項 4】

上記第 1 の低抵抗コロナシールド層として、低抵抗フィルムテープを用い、上記第 2 の低抵抗コロナシールド層として、低抵抗クロステープまたは低抵抗不織布テープを用いてなることを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機の固定子コイル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

この発明は、回転電機の固定子コイルに係り、特に高電圧回転電機における固定子鉄心のスロット部に対応する位置に設けられる低抵抗コロナシールド装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

固定子鉄心のスロット部に収納して使用される回転電機の固定子コイルは、コイル導体の外周部に、耐部分放電特性に優れた例えばマイカテープなどを巻回して対地主絶縁層を形成し、さらにこの対地主絶縁層の外周部におけるスロット部に収納される部分に、固定子鉄心との間の放電を防ぐ低抵抗コロナシールド層を設け、しかる後、全体をエポキシ樹脂などの絶縁樹脂を真空加圧含浸し、さらに、加熱硬化処理を行って形成される。

30

【0003】

上記コイル導体に印加される高電圧を鉄心との間で絶縁している対地主絶縁層に空隙やボイドなどの欠陥が存在すると、これらの欠陥部分で放電が発生し、対地主絶縁層の絶縁破壊や絶縁寿命に悪影響を及ぼす恐れがある。このため、上記低抵抗コロナシールド層として、液状の樹脂を透過しないフィルムテープ材を対地主絶縁層の外周部に半重ね巻きにして巻回し、加熱硬化処理するときに含浸樹脂の流出を防ぎ、対地主絶縁層にボイドなどの欠陥が極力生じないようにしている。（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2002-27695 号公報（第 4 頁、図 1）

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来の低抵抗コロナシールド装置を施した回転電機の固定子コイルでは、加熱硬化処理するときに含浸樹脂が貫通できない低抵抗フィルムテープを用いていることにより、対地主絶縁層の樹脂漏れによるボイドの発生は低減される。しかしながら、低抵抗コロナシールド層を形成するフィルムテープはクロスや不織布に比較して引き裂きなどに弱いので、スロット部へのコイル収納時や移動時、コイル結線時などの組立作業時に、フィルムテープ層表面やフィルムテープそのものが傷つき易い。

【0006】

このため、低抵抗層が傷ついたり剥がれたりすることがあるほか、フィルムテープの低抵抗

50

抗コロナシールド層や低抵抗フィルム自身が傷ついて絶縁部が露出した場合には、鉄心との間で放電が発生し、この放電によって絶縁露出部周囲の低抵抗コロナシールド層もダメージを受けて低抵抗コロナシールド層が消失し、さらに大きな放電が発生する恐れがあるという問題点があった。

【0007】

この発明は、上述のような従来の高電圧回転電機における固定子コイルの樹脂漏れや低抵抗コロナシールド層の傷つきによって発生する放電の課題を解決するためになされたものであり、加熱硬化時の樹脂漏れを防いで低抵抗コロナシールド層直下のボイド形成を抑制するとともに、表面の低抵抗コロナシールド層の傷つきに伴う絶縁露出による放電を抑制できる信頼性の高い回転電機の固定子コイルを提供することを目的とするものである。

10

【0008】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る回転電機の固定子コイルは、コイル導体のまわりに巻回された対地主絶縁層の外周部にコロナシールド層を備えたものにおいて、上記コロナシールド層は上記対地主絶縁層の外周部に巻回された第1の低抵抗コロナシールド層と、この第1の低抵抗コロナシールド層の外周部に巻回された第2の低抵抗コロナシールド層からなり、これら第1および第2の低抵抗コロナシールド層の何れか一方を低抵抗フィルムテープとするようにしたものである。

【0009】

【発明の実施の形態】

20

実施の形態1.

図1、図2、および図3は、この発明の実施の形態1に係る回転電機の固定子コイルを示すもので、図1は表面コロナシールド装置の部分を模式的に示す要部斜視図、図2はスロット部における絶縁構造を模式的に示す要部断面図、図3は図2における最外層の重ね代を変えた場合を模式的に示す要部断面図である。なお、各図を通じて、同一もしくは相当部分には同一符号を付している。

【0010】

図に示すように、固定子コイル1は、固定子鉄心2に設けられたスロット部3に收容され、その端部はスロット部3の外側に延びている。上記固定子コイル1は、素線導体が複数束ねられた（詳細図示省略）コイル導体11と、このコイル導体11の周囲を覆うように巻回された対地主絶縁層12と、この対地主絶縁層12のスロット部3に納められる部分の外周部に巻回された低抵抗コロナシールド層13と、上記対地主絶縁層12のスロット部3から突出した部分に低抵抗コロナシールド層13と接続するように巻回された高抵抗コロナシールド層14からなっている。

30

【0011】

上記低抵抗コロナシールド層13は、固定子コイル1の表面のコロナ放電を防止するための表面コロナシールド装置として設けられたものであり、対地主絶縁層12のまわりに巻回された第1の低抵抗コロナシールド層13aと、さらにその外周部に巻回された第2の低抵抗コロナシールド層13bからなっている。なお、4は固定子コイル1をスロット部3内に保持するための楔である。

40

【0012】

表面コロナシールド層である上記第1および第2の低抵抗コロナシールド層13a、および13bの一方には、液状の樹脂を透過しないフィルムを基材とするテープ材が用いられ、他方には液状の樹脂の透過を許す例えばクロス、不織布などの一般的な液体透過性の薄葉材を基材とするテープ材が用いられる。

【0013】

上記フィルム材として好ましく用いることができるものとしては、例えばポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリテトラフルオロエチレンなどの絶縁性、耐熱性に優れた一般的なフィルム材を上げることができる。また、上記液体透過性の薄葉材としては、例えばガラスクロス、およびポリアミドなどの織布あるいは不織布などの

50

一般的な絶縁材料を上げることができる。

【0014】

また、上記液状の樹脂を透過しないフィルム材、および液状の樹脂の透過を許す薄葉材は、例えばカーボンやグラファイトなどの導電性ないしは半導電性を有する材料の粉末を混入した塗料を塗布もしくは含浸し、あるいは鉄粉、酸化鉄など鉄を主原料とした粉末などを分散させた樹脂を塗布するなどの処理を行なうことにより、導電性が付与され、低抵抗フィルムテープ、低抵抗クロステープ、および低抵抗不織布テープなどに加工して用いられる。例えば含鉄テープなども上記フィルムテープとして用いられるものである。なお、高抵抗コロナシールド層14としては、例えば炭化珪素混入塗料などを用いて形成された従来と同様のものが特別な制限なく用いることができる。

10

【0015】

次に上記構成の回転電機の固定子コイルに樹脂を真空加圧含浸および加熱硬化させるときの絶縁層について、全含浸方式による製造例について説明する。回転機固定子のコイル導体11の周囲にマイカテープを所定回数巻回して所定の厚さにし、しかる後、固定子鉄心2のスロット部3に相当する部位に第1および第2の低抵抗コロナシールド層13a、および13bを形成する。またコイル端部には第1または第2の低抵抗コロナシールド層13a、および13bと接続して高抵抗コロナシールド層14を形成する。

【0016】

このように形成された固定子コイル1を固定子鉄心2のスロット部3に納め、コイル端の導体をそれぞれ接続した後、固定子鉄心2および固定子コイル1全体を一括して含浸タンク（図示省略）に入れ、含浸樹脂を真空加圧含浸する。絶縁層に充分樹脂が含浸してから含浸タンクから取り出し、加熱硬化のために乾燥炉（図示省略）に入れて全体を加熱する。乾燥炉で加熱されると固定子全体の温度が上昇するが、このとき含浸樹脂の温度も上昇する。樹脂は一般的に温度が上がると粘度が低下して流動し易くなる。含浸した樹脂の粘度が低下すると、下層部の対地主絶縁層12に含浸された樹脂が低抵抗コロナシールド層13を通して外部に漏れやすくなる。

20

【0017】

しかし、図1、図2に示した表面コロナシールド装置によれば、第1および第2の低抵抗コロナシールド層13a、および13bの何れか一方が、液状の樹脂を透過しない低抵抗フィルムテープからなるため、温度が上昇して粘度が低下した樹脂は、この低抵抗フィルムテープを貫通する方向への流出が防止される。そのため、低抵抗フィルムテープからなる低抵抗コロナシールド層の下層部の少なくとも対地主絶縁層12からは樹脂がほとんど漏れず、従って対地主絶縁層12にボイドのない固定子コイルを得ることができる。

30

【0018】

なお、図3に示すように、対地主絶縁層12、および表面コロナシールド層13の厚さが厚くなり過ぎないように、第2の低抵抗コロナシールド層13bのテープ相互の重なり幅wを従来の半重ねの場合より小さくして、厚さの増加を抑える構造にしても同様の樹脂漏れの効果は得られる。なおテープは、さらに具体的には例えば25～38mm程度の幅のものが通常使われるが、工作の信頼性から図示の重なり幅wは少なくとも5mm程度を確保することが望ましい。また、同様に第1の低抵抗コロナシールド層13aを形成するテープ相互の重なりを小さくしても効果を損なうことはない。

40

【0019】

さらに、第1および第2の低抵抗コロナシールド層13a、13bともにテープ相互間の重なりを小さくしても同様の効果が期待できる。なお、ここで第1、および第2の低抵抗コロナシールド層の双方をフィルムテープ層とすると、一度に両層ともに傷ついて絶縁が露出する恐れがあること、および、真空加圧含浸時には、導体近傍とともにフィルムテープの重なり部を経由しても樹脂が含浸されるが、二層のフィルムテープ層とした場合は、むしろ表面からの含浸性が著しく阻害されるため好ましくない。

【0020】

上記のように、実施の形態1によれば、加熱硬化過程での樹脂漏れを防ぎ、低抵抗コロナ

50

シールド層直下のボイド形成を抑制するとともに、コイル表面の低抵抗コロナシールド層の傷つきに伴う絶縁露出による放電を抑制した信頼性の高い回転電機の固定子コイルを得ることができる。

【0021】

実施の形態2.

図4は、この発明の実施の形態2になる高電圧回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である。この実施の形態2では、第2の低抵抗コロナシールド層13bを、液体樹脂を実質的に透過しない低抵抗フィルムテープ13Fによって構成し、第1の低抵抗コロナシールド層13aはガラスクロス、ポリアミド織布など樹脂の透過を許す基材を用いた低抵抗クロステープ、または低抵抗不織布テープによって構成したものである。

10

【0022】

上記のように、第2の低抵抗コロナシールド層13bを低抵抗フィルムテープ13Fによって形成した場合には、真空加圧含浸後の加熱硬化過程で、該低抵抗フィルムテープ13F層に覆われる第1の低抵抗コロナシールド層13aと、その下層の対地主絶縁層12からの樹脂漏れが防止される。このため、テープの重ね部に段差で形成される略三角形の多数の小さな空間は含浸樹脂によって略完全に充填された樹脂充填部15となり、ボイドは形成されない。

【0023】

一方、第2の低抵抗コロナシールド層13bと鉄心2との間の樹脂は、やや漏れてボイド16が形成される恐れがあるが、このボイド16は同電位である鉄心2と第2の低抵抗コロナシールド層13bとで囲まれるため放電が発生することはない。また、作業時に第2の低抵抗コロナシールド層13bが若干傷つくようなことがあったとしても、その下層に低抵抗クロステープや低抵抗不織布テープからなる第1の低抵抗コロナシールド層13aが設けられているため、対地主絶縁層12の表面が直接露出することではなく、鉄心2との間で放電が発生することは防止される。

20

【0024】

また、第2の低抵抗コロナシールド層13bが若干傷ついた場合、傷ついた部位の直下の第1の低抵抗コロナシールド層13aでは、他の部位に比較して若干樹脂漏れが懸念され、樹脂漏れ防止の効果がやや減ずる恐れがあるが、低抵抗コロナシールド層が一層しかない場合に比較すると、絶縁が剥き出しにならないため、部分放電特性は大きく改善される。

30

【0025】

なお、上記低抵抗フィルムテープ13Fの表面に設けられる低抵抗層17は、第1および第2の低抵抗コロナシールド層13a、13bの電位を固定子鉄心2と同電位とする必要があるため、図に示すように低抵抗フィルムテープ13Fの両面に形成したものを用いる必要がある。なお、フィルムテープの基材は、上記実施の形態1と全く同様の、例えばポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリテトラフルオロエチレンなどのフィルム材を好ましく使用できる。

【0026】

実施の形態3.

40

上記図4に示す第2の低抵抗コロナシールド層13bを、熱収縮性を有する低抵抗フィルムテープ13Fを用いて形成した他は、実施の形態2と全く同様にして回転電機の固定子コイルを得た。なお、上記熱収縮性の低抵抗フィルムテープ13Fとしては、樹脂が硬化を開始する温度よりも低い温度で熱収縮が開始する特性を持つフィルムテープ、例えば収縮性のポリエチレンテレフタレート、ポリテトラフルオロエチレン、シリコンなどのフィルムテープを好ましく用いることができる。

【0027】

上記実施の形態3によれば、含浸樹脂の硬化処理過程で固定子コイルの温度が上昇したときに、第2の低抵抗コロナシールド層13bとしての熱収縮性の低抵抗フィルムテープ13Fが収縮することにより、テープとテープの間が密着し、第1の低抵抗コロナシールド

50

層 1 3 a とその下にある対地主絶縁層 1 2 からの樹脂漏れが実施の形態 2 よりもさらに効果的に防止できるという効果が得られる。

【0028】

実施の形態 4.

図 5 は、この発明の実施の形態 4 になる高電圧回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である。この実施の形態 4 では、第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a を、積層方向に液状樹脂を透過しない低抵抗フィルムテープ 1 3 F によって形成し、最外層である第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 b を、ガラスクロスなどを基材とする低抵抗クロステープまたはポリアミド不織布などを基材とする低抵抗不織布テープなどの積層方向に液状樹脂の透過を許すテープ層としたものである。

10

【0029】

この実施の形態 4 においては、第 1 と第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a、1 3 b 間、および第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 b と鉄心 2 間の樹脂は、やや樹脂漏れが生じて若干のボイド 1 6 を形成するが、第 1、および第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a、1 3 b とともに鉄心 2 と同じ電位となるため、第 1、および第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a、1 3 b と鉄心 2 間に形成されたボイド 1 6 は同電位で囲まれることになり、このボイド 1 6 により放電が発生することはない。

【0030】

また、上記第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a より下部の対地主絶縁層 1 2 は、該第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a がフィルムテープで構成されているため樹脂漏れは防止される。このため、テープの段差で形成される略三角形の多数の小さな空間は含浸樹脂によって充填された樹脂充填部 1 5 となり、ボイドは形成されないため、この部分では部分放電は発生しない。

20

【0031】

なおこのとき、第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 b はガラスクロスや不織布で形成されており、フィルムテープより引き裂きなどに強いので、第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a である低抵抗フィルムテープ 1 3 F 層の機械的な保護層としても機能している。

【0032】

上記のように、実施の形態 4 によれば、低抵抗フィルムテープ 1 3 F からなる第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a により、対地主絶縁層 1 2 のボイド発生が防止され、第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 b により、第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a を形成する低抵抗フィルムテープ 1 3 F が保護された信頼性の高い回転電機の固定子コイルが得られる効果がある。

30

【0033】

実施の形態 5.

図 6 は、この発明の実施の形態 5 になる高電圧回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である。図に示すように、この実施の形態 5 では、第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a として、片面のみに低抵抗層 1 7 が施された低抵抗フィルムテープ 1 3 F が用いられている。なお、片面のみに低抵抗層 1 7 を形成したフィルムテープを用いるときは、低抵抗層 1 7 を第 2 の低抵抗コロナシールド層 1 3 b と接触する向きに、すなわち、低抵抗層 1 7 を外側にして巻回する必要がある。

40

【0034】

上記のように、実施の形態 5 によれば、第 1 の低抵抗コロナシールド層 1 3 a として用いる、低抵抗フィルムテープ 1 3 F が、片面のみに低抵抗層 1 7 を施したものでよいので、上記実施の形態 4 の効果に加え、材料費を安価にできるという更なる効果が期待できる。

【0035】

ところで上記実施の形態の説明では、液体樹脂を透過し得るコロナシールド層の基材として、ガラスクロスや不織布を用い、液体樹脂を透過させないコロナシールド層の基材として、ポリエチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリテトラフルオロエチレンなどのフィルム材を例示したが、これらのみに限定されるものではない。また、熱

50

収縮性のフィルム材、導電性ないしは半導電性を付与する材料なども、上記例示したもの
に限定されるものでないことは言うまでもない。その他、この発明の精神の範囲内で種々
の変形や変更ができることは当然である。

【0036】

【発明の効果】

この発明は以上説明したように、対地主絶縁層の外周部に第1および第2の低抵抗コロナ
シールド層を順次設け、何れか一方を液状樹脂を透過しないフィルムテープによって形成
するようにしたことにより、対地主絶縁層の樹脂漏れを防いでボイド形成を抑制するとと
もに、コイル表面部の低抵抗コロナシールド層の傷つきに伴う絶縁露出による放電を抑制
した信頼性の高い回転電機の固定子コイルを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1による回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す要部斜視図で
ある。

【図2】実施の形態1による回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である
。

【図3】実施の形態1における最外層のテープの重ね代を小さくした回転電機の固定子コ
イルを模式的に示す要部断面図である。

【図4】実施の形態2による回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である
。

【図5】実施の形態4による回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である
。

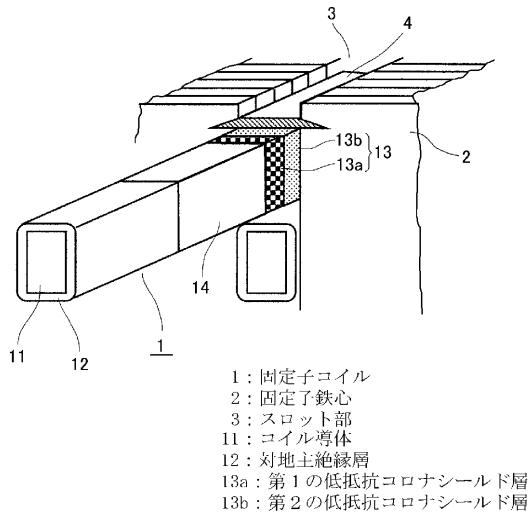
20

【図6】実施の形態5による回転電機の固定子コイルの要部を模式的に示す断面図である
。

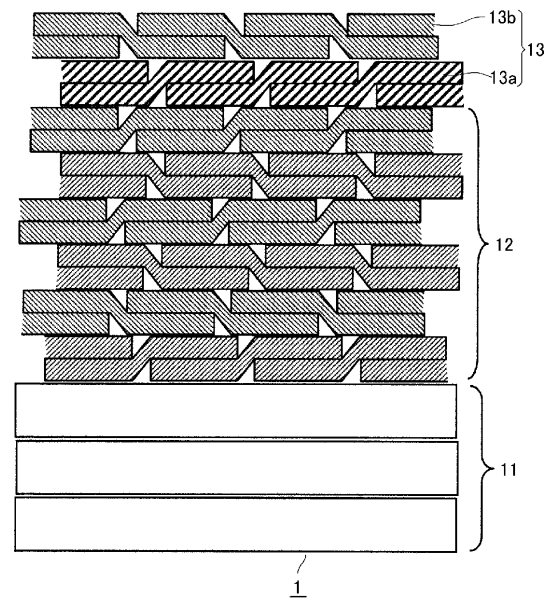
【符号の説明】

1 固定子コイル、 2 固定子鉄心、 3 スロット部、 4 楔、 11 コイル導体
、 12 対地主絶縁層、 13 低抵抗コロナシールド層、 13a 第1の低抵抗コ
ロナシールド層、 13b 第2の低抵抗コロナシールド層、 13F 低抵抗フィルム
テープ、 14 高抵抗コロナシールド層、 15 樹脂充填部、 16 ボイド、 1
7 低抵抗層。

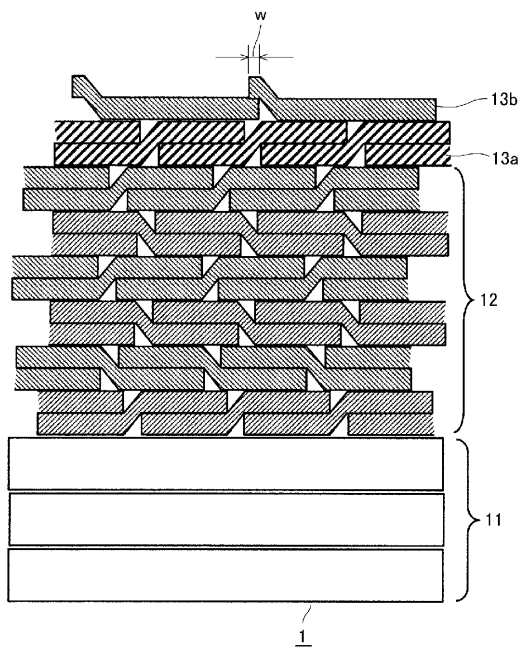
【図 1】



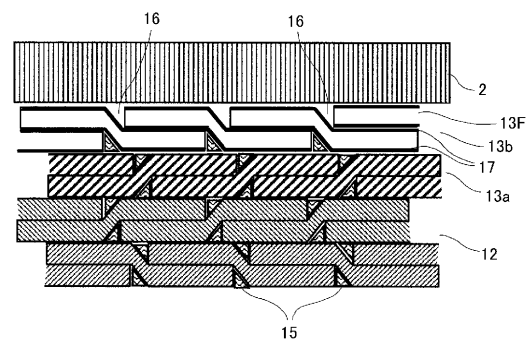
【図 2】



【図 3】

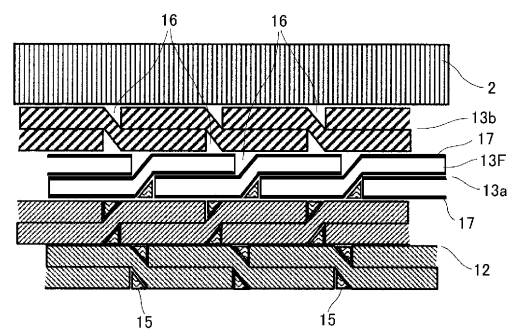


【図 4】

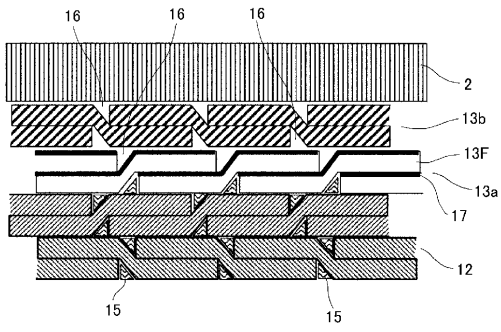


13F: 低抵抗フィルムテープ

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 拓之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 住田 昭
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 川本 政幸
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H604 AA01 AA05 AA08 BB14 CC01 CC05 CC15 DB25 DB26 PB03
PD06 PD07 QA06