

(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2017-188625

(P2017-188625A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1G 4/18 (2006.01)	HO1G 4/24 301A	5E082
HO1G 13/00 (2013.01)	HO1G 4/24 301F	
HO1G 4/32 (2006.01)	HO1G 13/00 391Z	
	HO1G 4/32 301A	
	HO1G 4/32 301B	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-78183 (P2016-78183)
 (22) 出願日 平成28年4月8日 (2016.4.8)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (74) 代理人 100105463
 弁理士 関谷 三男
 (74) 代理人 100129861
 弁理士 石川 滝治
 (72) 発明者 齊藤 孝博
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5E082 AB04 EE07 FG06 FG34 PP10

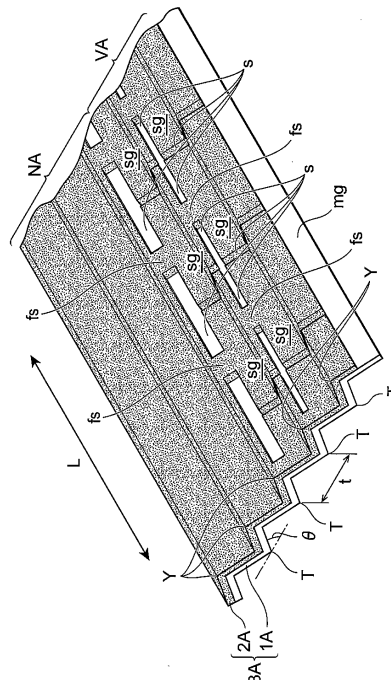
(54) 【発明の名称】 金属化フィルムコンデンサとその製造方法、および金属化フィルム積層体

(57) 【要約】

【課題】金属化フィルムの巻き直し加工性に優れ、自己回復機能の高い金属化フィルムコンデンサとその製造方法、および、この金属化フィルムコンデンサを構成する金属化フィルムを提供する。

【解決手段】複数の非蒸着スリット s 、および非蒸着スリット s 間に介在するヒューズ部 f_s を備えた金属蒸着膜 2A、2B と、ポリフッ化ビニリデン (PVDF) 製の誘電体フィルム 1A、1B と、からなる2つの金属化フィルム 3A、3B が重ね合わされ、巻き回されて形成される、巻回し型の金属化フィルムコンデンサ 100 に適用される金属化フィルム 3A、3B であって、金属化フィルム 3A、3B は、巻き直し方向 L に直交する断面形状が、傾斜した山部 Y と谷部 T が連続した形状を成しており、複数の金属化フィルム 3A、3B の山部 Y 同士が対応し、谷部 T 同士が対応して積層されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜と、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムと、からなる2つの金属化フィルムが重ね合わされ、巻き回されて形成されている金属化フィルム柱体と、

前記金属化フィルム柱体の2つの電極取り出し面に形成されている金属溶射部と、

それぞれの前記金属溶射部に接合されている外部引き出し端子と、からなり、

前記金属化フィルムは、巻き回し方向に直交する断面形状が、傾斜した山部と谷部が連続した形状を有しており、

複数の前記金属化フィルムの山部同士が対応し、谷部同士が対応して積層されている、金属化フィルムコンデンサ。

10

【請求項 2】

前記山部の水平線からの傾斜角度が60度以上である請求項1に記載の金属化フィルムコンデンサ。

【請求項 3】

ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムの表面に、複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜を形成して金属化フィルム中間体を製作し、

前記金属化フィルム中間体に対し、該金属化フィルム中間体が巻き回し方向に直交する断面形状を、傾斜した山部と谷部が連続した形状にして金属化フィルムを製作する第1のステップ、

20

2つの前記金属化フィルムを、山部同士を対応させ、谷部同士を対応させて積層し、巻き回して金属化フィルム柱体を製作する第2のステップ、

前記金属化フィルム柱体の2つの電極取り出し面に金属溶射部を形成し、該金属溶射部に外部引き出し端子を接合して金属化フィルムコンデンサを製造する第3のステップからなる、金属化フィルムコンデンサの製造方法。

【請求項 4】

複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜と、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムと、からなる2つの金属化フィルムが重ね合わされ、巻き回されて形成される、巻回し型の金属化フィルムコンデンサに適用される金属化フィルム積層体であって、

30

前記金属化フィルムは、巻き回し方向に直交する断面形状が、傾斜した山部と谷部が連続した形状を有しており、

複数の前記金属化フィルムの山部同士が対応し、谷部同士が対応して積層されている金属化フィルム積層体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属化フィルムコンデンサと、金属化フィルムコンデンサの製造方法、およびこの金属化フィルムコンデンサに適用される金属化フィルム積層体に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

たとえば車両用のインバータ回路等には耐電圧が高く、温度特性や周波数特性に優れた金属化フィルムコンデンサが適用されている。従来の金属化フィルムコンデンサは、金属化フィルムを巻き回してなる巻回し型のものが一般的であり、さらには、コンデンサの絶縁破壊状態を解消する自己回復機能を備えたものも開発されている。その構成を図7、8を参照して説明する。

【0003】

図7には、二種類の金属化フィルムc1、c2を示している。一方の金属化フィルムc

50

1 は、誘電体フィルム a 1 と、非蒸着スリット s と絶縁マージン m g を備えた金属蒸着膜 b 1 とから構成されており、他方の金属化フィルム c 2 も同様に、誘電体フィルム a 2 と、非蒸着スリット s と絶縁マージン m g を備えた金属蒸着膜 b 2 とから構成されており、金属化フィルム c 1、c 2 は、絶縁マージン m g を相互に反対側に備えている。

【0004】

金属化フィルム c 1、c 2 を構成する金属蒸着膜 b 1、b 2 においては、複数の非蒸着スリット s が間隔を置いて形成され、非蒸着スリット s の端部間には幅の狭いヒューズ部 f s が形成され、各非蒸着スリット s で包囲された複数のセグメント s g に分割されている。

【0005】

金属化フィルム c 1、c 2 を双方の絶縁マージン m g が積層方向で一致しないように積層して二枚一对の金属化フィルム d を形成し、この二枚一对の金属化フィルム d を図 8 で示すように巻き回すことによって金属化フィルム柱体 K が形成される。さらに、金属化フィルム柱体 K の両端の二つの電極取り出し面には金属溶射部 e (メタリコン電極) が形成され、この金属溶射部 e にはんだ層 g を介して外部引き出し端子 f (バスバー) が接続されることにより、金属化フィルムコンデンサ C が形成される。

【0006】

なお、特許文献 1 には、図 7 で示すように、非蒸着スリットおよび絶縁マージンを備えた金属蒸着膜と誘電体フィルムとから構成される金属化フィルムと、絶縁マージンのみを備えた金属蒸着膜と誘電体フィルムとから構成される金属化フィルムとを積層して二枚一对の金属化フィルムを構成し、この二枚一对の金属化フィルムを積層もしくは巻き回すことによって形成される金属化フィルムコンデンサが開示されている。

【0007】

金属化フィルム c 1、c 2 において、金属蒸着膜 b 1、b 2 のうち、絶縁マージン m g と反対側の端部は金属溶射部 e と接し、一方で絶縁マージン m g のある端部は当該絶縁マージン m g によって金属溶射部 e との接触が遮断されている。また、金属蒸着膜 b 1、b 2 のうちで金属溶射部 e に密着している端部は、電極接触を保証するために他の部位よりも厚めのいわゆるヘビーエッジとなっており、たとえば、金属蒸着膜の一般部の厚みが数十 nm 程度である場合に、ヘビーエッジの厚みはその倍程度に調整されている。なお、金属化フィルムコンデンサ C がさらに不図示のケース内に収容され、ケース内に形成された不図示のモールド樹脂体にて封止された構造のものも一般的である。

【0008】

金属化フィルム c 1、c 2 を構成する金属蒸着膜 b 1、b 2 においては、金属蒸着膜 b 1、b 2 が複数の非蒸着スリット s で包囲された複数のセグメント s g に分割されるものの、非蒸着スリット s の間にヒューズ部 f s (この部分は蒸着部分である) が存在していることにより、ヒューズ部 f s を介して隣接するセグメント s g 同士が電氣的に導通可能な状態となっている。

【0009】

ヒューズ部 f s はあるセグメント s g が絶縁破壊状態となった際にこのセグメント s g と隣接するセグメント s g の導通を遮断する機能を備えている。すなわち、あるセグメント s g における誘電体が欠損等することで絶縁破壊が生じ、下層のセグメント s g と導通してしまう絶縁破壊が生じると、ヒューズ部 f s を介して絶縁破壊状態のセグメント s g に流入する電流量が増加する。

【0010】

ヒューズ部 f s を流れる電流量が増加することによってヒューズ部 f s の温度が上昇してヒューズ部 f s の金属蒸着膜が蒸発飛散し、結果として絶縁破壊状態のセグメント s g は隣接するセグメント s g から隔離される。このように、絶縁破壊状態にあるセグメント s g を隣接するセグメント s g から隔離してフィルムコンデンサの絶縁破壊状態を解消する機能が自己回復機能である。

【0011】

10

20

30

40

50

上記自己回復機能を保証するに当たり、金属化フィルム間のガス抜け性の確保が重要となる。ここで、金属化フィルム間の「ガス」とは、絶縁破壊部の誘電体フィルムと金属蒸着膜が蒸散して発生する高温のガスを意味している。上下のフィルム同士が接触し、密着度が高い状態においてガスが発生すると、ガスが十分に抜けずに滞留し、滞留ガスは局所的にさらに高温化し、フィルムを溶融しながらショートに至り得る。

【0012】

ここで、図9を参照して絶縁破壊時に発生するガスが十分に抜けずに滞留することを説明する。同図で示すように、絶縁破壊部ZHにおいてヒューズ部が溶断した際に発生したガスGaは、絶縁破壊部ZHの側方の誘電体フィルムと金属蒸着膜の密着部Mによって側方へ抜け出ることが遮られ、絶縁破壊部ZH付近で滞留するものである。このガスの滞留によって滞留ガスが局所的にさらに高温化し、積層している複数のフィルムを連続的に溶融させ得る（いわゆる多層溶融）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2004-200588号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

ところで、当該技術分野においては金属化フィルムコンデンサの小型化が重要な解決課題となっているが、金属化フィルムコンデンサの小型化を図るには、金属化フィルムの高誘電率化が有効であり、そのための方策として、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）にたとえば高誘電率のフィラーが含有された素材からなる誘電体フィルムを適用する方策がある。

20

【0015】

しかしながら、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムは摩擦係数が低いために上記する絶縁破壊時に発生するガスによって膨らみ易く、この膨らんだ空間にガスが溜まり、溜まったガスが十分に抜けずに滞留し易いことから、自己回復機能が低いといった課題を有している。

【0016】

また、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムは摩擦係数が低くて滑りやすいことから、金属化フィルムコンデンサを形成し難いといった課題を有している。

30

【0017】

より具体的には、金属化フィルムを巻き回して金属化フィルム柱体を形成しようとした際に、摩擦係数の低い誘電体フィルムが当該誘電体フィルムの幅方向（巻き回し方向と直交する方向）に滑り易く、金属化フィルムの巻き回し加工が困難になるというものである。

【0018】

本発明は上記する問題に鑑みてなされたものであり、自己回復機能の高い金属化フィルムコンデンサとその製造方法、および、巻き回し加工性に優れた金属化フィルム積層体を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

前記目的を達成すべく、本発明による金属化フィルムコンデンサは、複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜と、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムと、からなる2つの金属化フィルムが重ね合わされ、巻き回されて形成されている金属化フィルム柱体と、前記金属化フィルム柱体の2つの電極取り出し面に形成されている金属溶射部と、それぞれの前記金属溶射部に接合されている外部引き出し端子と、からなり、前記金属化フィルムは、巻き回し方向に直交する断面形状が、傾斜した山部と谷部が連続した形状を有しており、複数の前記金属化フィルムの山部同士が対応し、谷部同士が対応して積層されているものである。

50

【0020】

本発明の金属化フィルムコンデンサは、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムを構成要素としながら、金属化フィルムの巻き回し方向（長手方向）に直交する断面形状を、傾斜した山部と谷部が連続した形状とし、複数の金属化フィルムの山部同士を対応させ、谷部同士を対応させて積層したことにより、絶縁破壊時に発生するガスによるガス圧が金属化フィルムに作用した際に金属化フィルムが膨らみ難くなり、ガスの滞留が抑制される結果、自己回復機能が高くなるものである。

【0021】

また、金属化フィルムの巻き回し時に誘電体フィルムがその幅方向に滑るのを山部と谷部から構成される断面にて抑制するものである。

10

【0022】

金属化フィルムの断面形状が山部と谷部が連続した形状であることから、積層された金属化フィルム同士がその幅方向にずれ難くなることに加えて、山部の水平線からの傾斜角度が θ の場合に、金属化フィルムをその幅方向に滑らそうとする力（ずらそうとする力）が水平方向の $\cos \theta$ 倍となることにより、滑らそうとする力が低減される結果、金属化フィルムが滑り難くなる。

【0023】

そして、このように金属化フィルムが滑り難くなることにより、金属化フィルムの巻き回し加工性が良好になる。なお、補足的に説明すると、巻回し型の金属化フィルムコンデンサゆえに、複数の金属化フィルムは巻き回し方向（長手方向）にはずれ難いことから、金属化フィルムが幅方向（短手方向）にずれ難くなればその良好な巻き回し加工性が担保されることになる。

20

【0024】

ここで、誘電体フィルムは、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）のみから形成されるものの他にも、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）に強誘電体であるチタン酸バリウム（BT0: BaTiO₃）等のフィラーが含有された素材から形成されるものであってもよい。

【0025】

また、前記山部の水平線からの傾斜角度 θ を60度以上とするのが好ましい。

【0026】

本発明者等によれば、金属化フィルムが良好な巻き回し加工性を有すること、および、金属化フィルムコンデンサが良好な自己回復性を有すること、のためには、金属化フィルムの静止摩擦係数を0.8以上にするのがよいことが特定されている。

30

【0027】

ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムの静止摩擦係数が0.4程度であることも本発明者等によって特定されており、したがって、誘電体フィルムの滑り難さが2倍になれば実質的に静止摩擦係数0.8の滑り難さに相当することになる。

【0028】

山部の水平線からの傾斜角度 θ を60度とした場合、金属化フィルムが側方にずれようとする力は、 $\cos 60^\circ = 1/2$ となり、滑らそうとする力が1/2となることから、誘電体フィルムの静止摩擦係数が0.4を2倍にしたことと実質的に同じになる。この試算結果より、山部の水平線からの傾斜角度 θ を60度以上に規定している。

40

【0029】

また、2つの金属化フィルムを積層した後に金属化フィルムの断面形状を山部と谷部が連続した形状に加工するのは実質的に困難であることから、金属化フィルムの断面形状を山部と谷部が連続した形状に加工した後に、2つの金属化フィルムを積層することになる。この場合、金属化フィルム同士の位置合わせ精度が0.5mm程度であることが特定されており、したがって、山部の幅をこの位置合わせ精度0.5mm以上の幅に設定するのが望ましい。

【0030】

また、本発明は金属化フィルムコンデンサの製造方法にも及ぶものであり、この製造方

50

法は、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムの表面に、複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜を形成して金属化フィルム中間体を製作し、前記金属化フィルム中間体に対し、該金属化フィルム中間体が巻き回し方向に直交する断面形状を、傾斜した山部と谷部が連続した形状にして金属化フィルムを製作する第1のステップ、2つの前記金属化フィルムを、山部同士を対応させ、谷部同士を対応させて積層し、巻き回して金属化フィルム柱体を製作する第2のステップ、前記金属化フィルム柱体の2つの電極取り出し面に金属溶射部を形成し、該金属溶射部に外部引き出し端子を接合して金属化フィルムコンデンサを製造する第3のステップからなるものである。

【0031】

第1のステップでは、誘電体フィルムの表面に金属蒸着膜を形成して金属化フィルム中間体を製作した後、たとえば、ジグザグ状の凹凸を備えた上下の回転ロール内に金属化フィルム中間体を通過させることにより、傾斜した山部と谷部が連続した断面形状の金属化フィルムを製作することができる。

【0032】

第2のステップでは、山部と谷部が連続した形状の断面を有する2つの金属化フィルムを山部同士を対応させ、谷部同士を対応させて積層し、巻き回すことで金属化フィルム柱体を製作する。

【0033】

この巻き回しにおいては、既述するように、積層された金属化フィルム同士がずれ難くなることに加えて、金属化フィルムを幅方向に滑らそうとする力が低減されることにより、良好な巻き回し加工性が得られ、効率的で高精度な巻き回し加工が実現される。

【0034】

第3のステップでは、金属化フィルム柱体の電極取り出し面にアルミニウムや亜鉛等を溶射して金属溶射部を形成する。

【0035】

さらに、形成された金属溶射部の表面に、棒状や板状のバスバーなどからなる外部引き出し端子をはんだ層を介して接続等することにより、金属化フィルムコンデンサが製造される。

【0036】

また、本発明は金属化フィルム積層体にも及ぶものであり、この金属化フィルム積層体は、複数の非蒸着スリット、および非蒸着スリット間に介在するヒューズ部を備えた金属蒸着膜と、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムと、からなる2つの金属化フィルムが重ね合わされ、巻き回されて形成される、巻回し型の金属化フィルムコンデンサに適用される金属化フィルム積層体であって、前記金属化フィルムは、巻き回し方向に直交する断面形状が、傾斜した山部と谷部が連続した形状を有しており、複数の前記金属化フィルムの山部同士が対応し、谷部同士が対応して積層されているものである。

【0037】

本発明の金属化フィルム積層体によれば、その構成要素である各金属化フィルムの断面形状が山部と谷部が連続した形状を有していることにより、金属化フィルム積層体を巻き回し加工する際に双方の金属化フィルムがずれ難いことから、巻き回し加工性が良好になる。なお、製造工程中にヒューズ部にクラックを生じさせ難くする観点から、金属化フィルム積層体におけるヒューズ部の位置は、山部や谷部の頂部ではなく、傾斜面上にあることが好ましい。また、放熱性の観点から、一つの面においてヒューズ部が一例配設されているのが好ましい。

【発明の効果】

【0038】

以上の説明から理解できるように、本発明の金属化フィルムコンデンサとその製造方法、および金属化フィルム積層体によれば、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）製の誘電体フィルムを構成要素としながら、金属化フィルムの巻き回し方向に直交する断面形状を、傾斜

10

20

30

40

50

した山部と谷部が連続した形状とし、複数の金属化フィルムの山部同士を対応させ、谷部同士を対応させて積層したことにより、金属化フィルムの巻き回し時の良好な巻き回し加工性が保証され、金属化フィルムコンデンサの自己回復機能を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の金属化フィルムコンデンサの製造方法の第1のステップを説明した模式図であって、製作されたフィルム中間体を示した図である。

【図2】図1に続いて金属化フィルムコンデンサの製造方法の第1のステップを説明した模式図であり、(a)は金属化フィルムの製作方法を説明した図であり、(b)は(a)のb矢視図である。

【図3】製作された金属化フィルムを示した模式図である。

【図4】金属化フィルムコンデンサの製造方法の第2のステップを説明した模式図であって、2つの金属化フィルムを積層する状況を示した図である。

【図5】図4に続いて金属化フィルムコンデンサの製造方法の第2のステップを説明した模式図であって、積層された金属化フィルムを巻き回しする状況を示した図である。

【図6】金属化フィルムコンデンサの製造方法の第3のステップを説明した模式図であって、製作された金属化フィルムコンデンサを示した図である。

【図7】従来のも金属化フィルムコンデンサを構成する2枚の金属化フィルムを積層する前の状態を示した模式図である。

【図8】従来のも金属化フィルムコンデンサの実施の形態を示した縦断面図である。

【図9】従来のも金属化フィルムコンデンサの一部が絶縁破壊し、発生したガスが滞留している状態を説明した図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、図面を参照して本発明の金属化フィルム、金属化フィルムコンデンサとその製造方法の実施の形態を説明する。

【0041】

(金属化フィルム、金属化フィルムコンデンサとその製造方法の実施の形態)

図1, 2はその順に本発明の金属化フィルムコンデンサの製造方法の第1のステップを説明した模式図であり、図3は製作された金属化フィルムを示した模式図である。また、図4, 5はその順に金属化フィルムコンデンサの製造方法の第2のステップを説明した模式図であり、図6は金属化フィルムコンデンサの製造方法の第3のステップを説明した模式図であって、製作された金属化フィルムコンデンサを示した図である。

【0042】

まず、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)製の誘電体フィルム1A'、1B'の表面にそれぞれ、金属蒸着膜2A'、2B'を形成して金属化フィルム中間体3A'、3B'を製作する。

【0043】

金属化フィルム中間体3A'は、誘電体フィルム1A'と、非蒸着スリットsおよび絶縁マージンmgを備えた金属蒸着膜2A'とから構成されており、他方の金属化フィルム中間体3B'も同様に、誘電体フィルム1B'と、非蒸着スリットsおよび絶縁マージンmgを備えた金属蒸着膜2B'とから構成されており、絶縁マージンmgが相互に反対側に配設されたものである。

【0044】

金属蒸着膜2A'、2B'のうち、非蒸着スリットsやヒューズ部fsを具備するスリット形成領域VAはいわゆるパターン蒸着にて誘電体フィルム1A'、1B'の表面にそれぞれ形成され、非蒸着スリットsやヒューズ部fsを具備しないスリット非形成領域NAはいわゆるベタ蒸着にて誘電体フィルム1A'、1B'の表面にそれぞれ形成される。なお、非蒸着スリットsのパターン形状は図示例に何等限定されるものではなく、多様なパターン形状が適用可能である。

10

20

30

40

50

【0045】

誘電体フィルム1A'、1B'は、上記するようにポリフッ化ビニリデン(PVDF)から形成されるが、より詳細には、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)のみから形成されるもの以外にも、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)に強誘電体であるチタン酸バリウム(BTO: BaTiO)等のフィラーが含有された素材から形成できる。

【0046】

また、金属蒸着膜2A'、2B'は、アルミニウムや亜鉛などを誘電体フィルム1A'、1B'の表面に蒸着することで形成される。

【0047】

金属化フィルム中間体3A'、3B'を構成する金属蒸着膜2A'、2B'のスリット形成領域VAにおいては、複数の非蒸着スリットsが間隔を置いて形成され、非蒸着スリットsの端部間には幅の狭いヒューズ部fsが形成され、各非蒸着スリットsで包囲された複数のセグメントsgに分割されている。

10

【0048】

次に、図2(a)、(b)で示すように、複数の回転ロールRを備え、ジグザグ状の凹凸を備えた上下の回転ロールPR1、PR2を備えた製造装置に金属化フィルム中間体3A'を移動させ(X1方向)、回転ロールPR1、PR2内に金属化フィルム中間体3A'を通過させることにより、図3で示すように巻き回し方向Lに直交する断面形状がジグザグ状の金属化フィルム3Aを製作する。なお、金属化フィルム中間体3B'も同様の方法によって金属化フィルム3Bが製作される。

20

【0049】

図3において、誘電体フィルム1Aと金属蒸着膜2Aから構成される金属化フィルム3Aは、巻き回し方向Lに直交する断面形状が、傾斜した山部Yと谷部Tが連続した形状を呈している。

【0050】

ここで、山部Yの水平線からの傾斜角度は60度以上に設定されており、山部Yの幅tは0.5mm以上に設定されている(以上、第1のステップ)。

【0051】

次に、図4で示すように、2つの金属化フィルム3A、3Bを、山部Y同士を対応させ、谷部T同士を対応させて積層し、図5で示すように金属化フィルム積層体4を構成し、金属化フィルム積層体4を巻き回す。

30

【0052】

この巻き回しに当たり、巻き回し力Pで金属化フィルム積層体4を巻き回すと、金属化フィルム積層体4には、巻き回し方向Lに直交する金属化フィルム積層体4の幅方向へ、金属化フィルム3A、3Bを滑らそうとする力Fが作用する。

【0053】

しかしながら、金属化フィルム3A、3Bの断面形状がジグザグ状であることから、積層された金属化フィルム3A、3B同士がその幅方向にずれ難くなる。

【0054】

さらに、山部Yが水平線から傾斜角度で傾斜していることから、金属化フィルム3A、3Bをその幅方向に滑らそうとする力Fが水平方向のcos倍となって($F' = F \cos$)低減される結果、金属化フィルム3A、3Bは滑り難くなる。

40

【0055】

なお、軽減された金属化フィルム3A、3Bを滑らそうとする力F'に対し、金属化フィルム3A、3B同士は摩擦力 $F'' = \mu F'$ (μ : 静止摩擦係数)で抵抗する。

【0056】

ここで、本発明者等によれば、金属化フィルム3A、3Bが良好な巻き回し加工性と高い自己回復機能を有するためには、金属化フィルム3A、3Bの静止摩擦係数を0.8以上にするのがよいことが特定されている。ポリフッ化ビニリデン(PVDF)製の誘電体フィルム1A、2Aにおいては静止摩擦係数が0.4程度である。したがって、誘電体フィルム1

50

A, 2 A の滑り難さが2倍になれば実質的に静止摩擦係数0.8の滑り難さに相当することになる。

【0057】

山部 Y の水平線からの傾斜角度 を60度とした場合、金属化フィルム 3 A, 3 B が側方にずれようとする力 F は、 $\cos 60^\circ = 1/2$ となり ($F' = 1/2 \times F$)、滑らそうとする力 F' が1/2となることから、誘電体フィルム 1 A, 2 A の静止摩擦係数が0.4を2倍にしたことと実質的に同じになる。

【0058】

金属化フィルム積層体 4 を巻き回すことにより、金属化フィルム柱体 1 0 が製作される(以上、第2のステップ)。

10

【0059】

この金属化フィルム柱体 1 0 の両端の電極取り出し面に対し、アルミニウムや垂鉛などからなる金属溶射部 2 0 を形成し、形成された金属溶射部 2 0 の表面に棒状や板状のバスターなどからなる外部引き出し端子 4 0 をはんだ層 3 0 を介して接続することにより、図6で示すように、金属化フィルムコンデンサ 1 0 0 が形成される(以上、第3のステップ)。

【0060】

図示する金属化フィルムコンデンサ 1 0 0 では、複数の金属化フィルム 3 A, 3 B が山部 Y 同士および谷部 T 同士で係合していることから、絶縁破壊時に発生するガスによるガス圧が金属化フィルム 3 A, 3 B に作用した際に金属化フィルム 3 A, 3 B が膨らみ難くなり、ガスの滞留が抑制される結果、自己回復機能が高くなる。

20

【0061】

(金属化フィルムコンデンサの加工性と自己回復性を検証した実験とその結果)

本発明者等は、金属化フィルムコンデンサの加工性と自己回復機能を検証する実験をおこなった。以下、表1に、実施例1~3と比較例1~3の仕様と、加工性および自己回復性に関する実験結果を示す。

【0062】

[表1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	比較例 1	比較例 2	比較例 3
材料	コンポジット PVDF+BT0	コンポジット PVDF+BT0	コンポジット PVDF+BT0	ポリマー PP	コンポジット PVDF+BT0	コンポジット PVDF+BT0
表面粗さ Ra (nm)	20~30	20~30	20~30	20~30	20~30	15
静止 摩擦係数	0.5	0.5	0.5	1.5~3.0	0.5	1
弾性率 (GPa)	2	2	2	2	2	2
断面形状 ジグザグ の有無	有り	有り	有り	無し	無し	無し
山部の幅 (mm)	1	2	1	—	—	—
山部の 角度(°)	60	60	45	—	—	—
山部の 範囲	全面	全面	全面	—	—	—
加工性	○	○	○	○	×	○
自己 回復性	○	○	△	○	×	×
備考				体格大		

10

20

30

40

50

【0063】

表1において、「断面形状ジグザグ」とは、山部と谷部が連続した形状を意味している。また、「山部の角度」とは、金属化フィルムコンデンサの山部の水平線からの傾斜角度を意味している。また、「山部の範囲」における「全面」とは、複数の山部と谷部が連続し、断面の全てが山部の水平線に対して傾斜していることを意味している。また、加工性の判断基準として、規定された位置精度で金属化フィルムを素子化できた場合を○とし、素子化できなかった場合を×としている。また、自己回復性の判断基準として、完成品に電圧印加し、金属化フィルムに絶縁破壊を生じさせた際に金属蒸着膜のヒューズが作用して絶縁回復した場合を○、絶縁回復しなかった場合を×、熱負荷次第で絶縁回復の有無が生じる場合を△としている。

【0064】

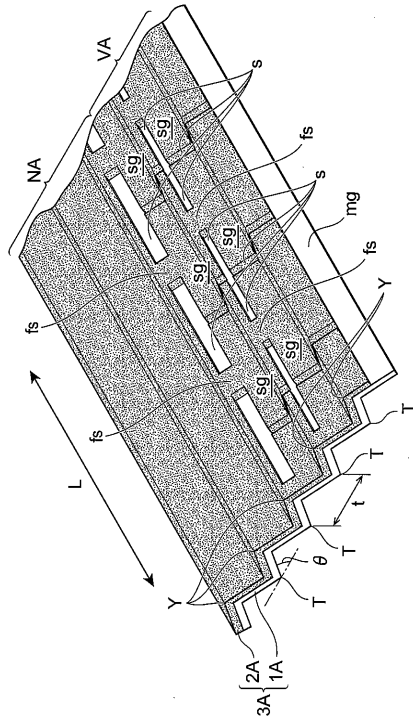
表1より、実施例1、2では、加工性、自己回復性ともに良好な結果が得られている。

【0065】

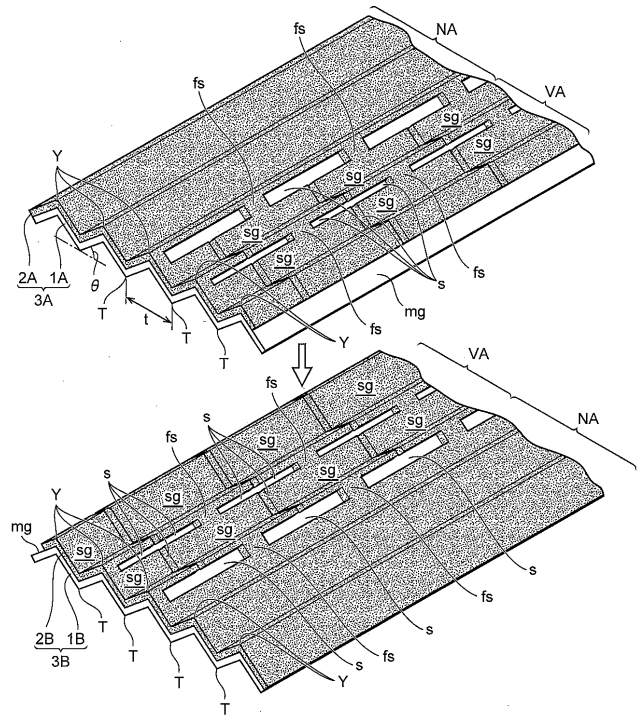
また、実施例3では、加工性は良好なものの、実施例1、2に比して山部の角度が小さいことから金属化フィルムが若干滑り易くなる結果、熱負荷次第で絶縁回復の有無が生じた。

【0066】

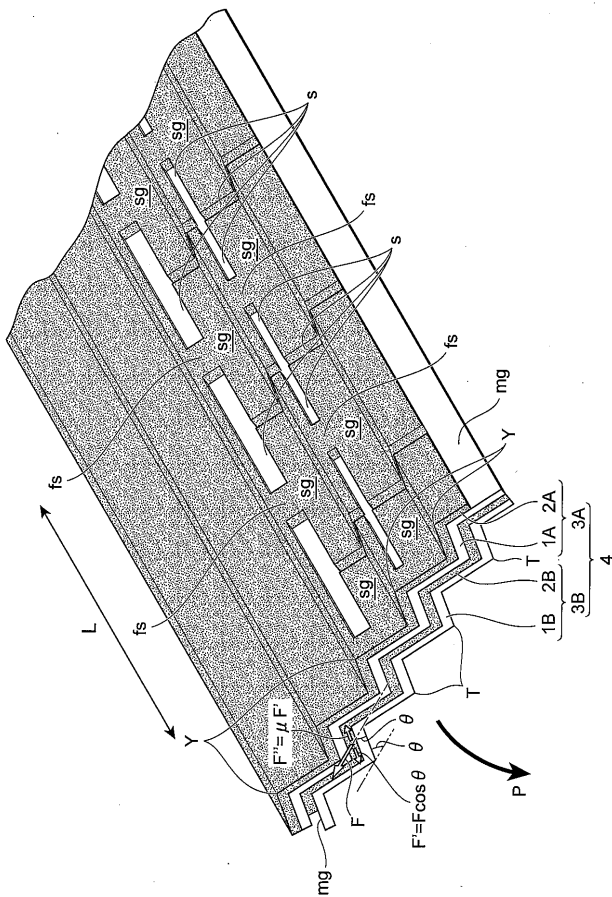
【 図 3 】



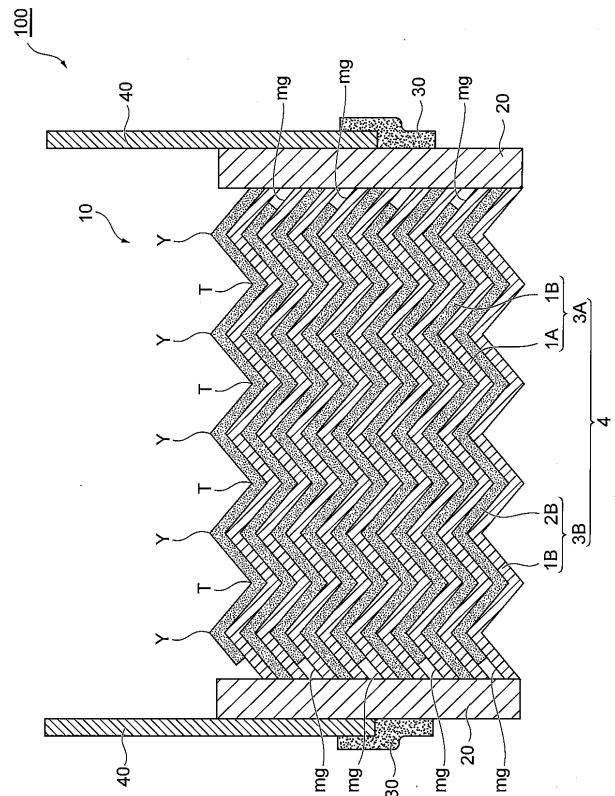
【 図 4 】



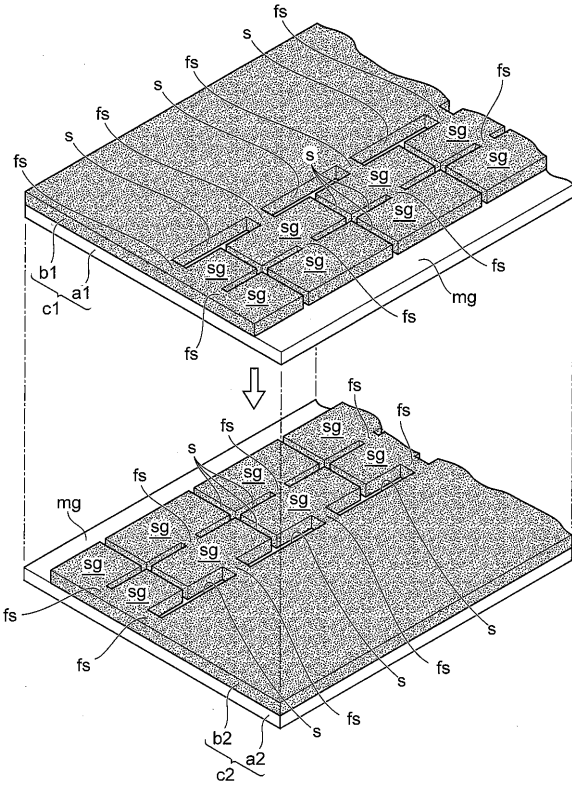
【 図 5 】



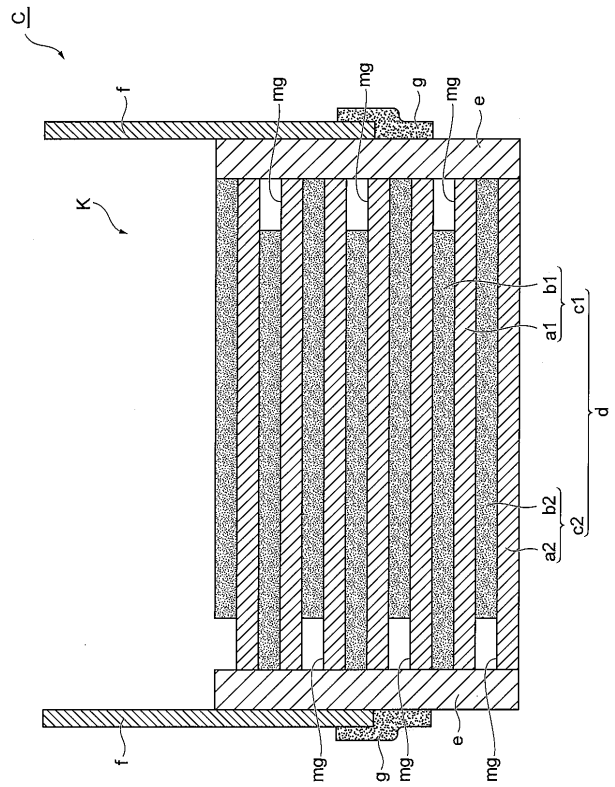
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

