

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5805865号
(P5805865)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl.

H02G 15/08 (2006.01)

F 1

H02G 15/08

請求項の数 24 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-517791 (P2014-517791)
 (86) (22) 出願日 平成24年7月4日 (2012.7.4)
 (65) 公表番号 特表2014-518500 (P2014-518500A)
 (43) 公表日 平成26年7月28日 (2014.7.28)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2012/063041
 (87) 國際公開番号 WO2013/004748
 (87) 國際公開日 平成25年1月10日 (2013.1.10)
 審査請求日 平成26年2月4日 (2014.2.4)
 (31) 優先権主張番号 61/504,342
 (32) 優先日 平成23年7月5日 (2011.7.5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 594075499
 アーベーベー・リサーチ・リミテッド
 A B B R E S E A R C H L T D.
 スイス国、ツェーハー - 8050 チ
 ューリヒ、アフォルテルンシュトラーゼ
 44
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電場制御デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高電圧部品の高電圧活電部(1)に電気的に接続される内側偏向部(4)と、
 前記高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の前記高電圧活電部(1)に、前記内側偏向部又は接続部を介して接続され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層と、前記絶縁層と、前記半導体層または導体層との交差位置における外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と、

を備える、高電圧部品における電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、

前記第1の区画の一部は、前記内側偏向部の下方で延び、

前記絶縁層は、前記内側偏向部と接触するとともに前記内側偏向部の上方で延びる、ことを特徴とする、デバイス。

【請求項 2】

10

20

前記第1の区画は、前記第2の区画の最小厚さよりも薄い最大厚さを有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記第1の区画は、実質的に一定の厚さの薄い均一層である、請求項2に記載のデバイス。

【請求項4】

高電圧部品の高電圧活電部(1)に電気的に接続される内側偏向部(4)と、

前記高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の前記高電圧活電部(1)に、前記内側偏向部又は接続部を介して接続され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、10

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層と、前記絶縁層と、前記半導体層または導体層と、の交差位置における外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と、

を備える、高電圧部品における電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、20

前記第1の区画の一部は、前記内側偏向部の下方で延び、

前記第1の区画の一部は、前記第2の区画に向かう方向で徐々に減少する厚さを有する
、

ことを特徴とする、デバイス。

【請求項5】

徐々に減少する厚さを有する前記第1の区画の前記一部は、前記内側偏向部の端部に配置される、請求項4に記載のデバイス。

【請求項6】

徐々に減少する厚さを有する前記第1の区画の前記一部は、前記第2の区画に向かう方向で前記内側偏向部の端部から離れて配置される、請求項4に記載のデバイス。30

【請求項7】

前記第1の区画の別の一部は、前記内側偏向部と接触するとともに前記内側偏向部の上方で延びる、請求項4から6のいずれかに記載のデバイス。

【請求項8】

前記絶縁層は前記内側偏向部と接触するとともに前記内側偏向部の上方で延びる、請求項4から6のいずれかに記載のデバイス。

【請求項9】

接続部を備え、前記接続部を介して前記内側偏向部が前記高電圧部品の前記高電圧活電部に電気的に接続される、請求項1から8のいずれかに記載のデバイス。

【請求項10】

前記内側偏向部の下方で延びる前記第1の区画の前記一部は、前記接続部だけと、前記内側偏向部だけと、または、前記接続部および前記内側偏向部の両方と接する、請求項9に記載のデバイス。40

【請求項11】

前記絶縁層(6)の一部が前記内側偏向部の下方で延びる、請求項9に記載のデバイス。。

【請求項12】

前記第3の区画は、前記外側三重点から前記一端部へと延びており、

前記第2の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記外側三重点に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する先細電場制御形状を有する、請求項1から11のいず50

れかに記載のデバイス。

【請求項 1 3】

前記第 3 の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有する、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載のデバイス。

【請求項 1 4】

厚さが前記一端部に向かう方向で徐々に減少する前記第 3 の区画の前記部分は、前記外側三重点から前記高電圧部品の接地部(8)の端部へと延びる、請求項 1 3 に記載のデバイス。

【請求項 1 5】

前記厚さの減少する割合が、前記一端部に向かう方向で減少していく、請求項 1 3 または 1 4 に記載のデバイス。 10

【請求項 1 6】

前記抵抗層は前記外側三重点において最も厚い、請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載のデバイス。

【請求項 1 7】

前記デバイスは追加の高電圧部品における電場を制御するために配置され、

前記内側偏向部は前記追加の高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続され、

前記抵抗層(5)は、前記追加の高電圧部品に沿って配置され、追加の一位置において前記追加の高電圧部品の前記高電圧活電部に電気的に接続され、一他端部において前記追加の高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合され、 20

前記絶縁層(6)は、前記抵抗層の前記追加の一位置から前記一他端部に向かって少なくとも延びつつ前記抵抗層の前記一他端部に到達することなく途切れ、

前記半導体層または前記導体層(7)は、前記絶縁層上に配置され、前記抵抗層の前記追加の一位置から前記一他端部に向かって少なくとも延び、前記絶縁層の前記端部を過ぎ、前記絶縁層が前記抵抗層の前記一他端部に至らないことで、前記抵抗層と、前記絶縁層と、前記半導体層または前記導体層と、の交差位置における追加の外側三重点を定め、

前記抵抗層は、前記追加の一位置から前記一他端部に向かって見られたときに、隣接する第 4 の区画と、第 5 の区画と、第 6 の区画とを有し、

前記第 4 の区画の一部が前記内側偏向部の下方で延びる、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載のデバイス。 30

【請求項 1 8】

前記高電圧部品および前記追加の高電圧部品はそれぞれ高電圧ケーブルであり、

前記デバイスはケーブル結合部で前記高電圧ケーブルを結合するために提供される、請求項 1 7 に記載のデバイス。

【請求項 1 9】

前記高電圧部品は、高電圧ケーブル、開閉装置、または真空遮断器であり、

前記デバイスは、ケーブル終端部で前記高電圧ケーブルを終端するために、または、ブッシングとして用いられるために提供される、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載のデバイス。

【請求項 2 0】

前記デバイスは、定格 3 0 0 kV 以上または任意選択的に定格 5 0 0 kV 以上であるとともに任意選択的に直流高電圧部品である高電圧部品における電場を制御するために提供される、請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載のデバイス。 40

【請求項 2 1】

高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の高電圧活電部(1)に、内側偏向部又は接続部を介して電気的に接続されるように適合され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、 50

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層と、前記絶縁層と、前記半導体層または導体層との交差位置における外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と

を備える、高電圧部品における電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、

前記第3の区画は、前記外側三重点から前記一端部へと延び、

前記第3の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有し、

前記第3の区画の前記厚さは、

C_1 および C_2 を定数とし、かつ、 x を前記外側三重点からの長手方向距離とした場合に、 $t = C_1 e^{-C_2 x}$ におおよそ従って、または、

A、B、C、...を定数とした場合に、

【数1】

$$t = Ax^{-1} + Bx^{-2} + Cx^{-3} + \dots$$

におおよそ従って、

前記一端部に向かう方向で減少する、

ことを特徴とする、デバイス。

【請求項22】

厚さが前記一端部に向かう方向で徐々に減少する前記第3の区画の前記部分は、前記外側三重点から前記高電圧部品の接地部(8)の端部へと延びる、請求項21に記載のデバイス。

【請求項23】

前記厚さの減少する割合が、前記一端部に向かう方向で減少していく、請求項21または22に記載のデバイス。

【請求項24】

前記第3の区画の前記厚さは、多項式におおよそ従って、前記外側三重点に向かう方向で増加する、請求項21から23のいずれかに記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、電場制御に関する。

【背景技術】

【0002】

高電圧部品において電場を制御するデバイスであって、高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続される内側偏向部と、高電圧部品に沿って配置され、一位置において内側偏向部に電気的に接続され、一端部において高電圧部品の接地部に電気的に接続されるよう適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層と、抵抗層上に配置され、抵抗層の一位置から一端部に向かって少なくとも延びつつ抵抗層の一端部に到達することなく途切れる絶縁層と、絶縁層上に配置される半導体層であって、抵抗層の一位置から一端部に向かって少なくとも延び、絶縁層の端部を過ぎることで、抵抗層、絶縁層、および半導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層とを備えるデバイスが知られている。

【0003】

この種類のデバイスは、例えばWO00/74191A1によって知られている。この種類のデバイスは、電場が重要である場合に電場を分布させるために用いられ、それによつて、電場の集中を回避し、ケーブルなどの異なる種類の機器の損傷を回避する。活電部と接地との間の電位は、抵抗層を形成する適切な抵抗を有する材料によって分布される。

10

20

30

40

50

抵抗性電場制御と、抵抗層によって得られた適切な幾何学的電場制御とを組み合わせることで、有害な電荷蓄積の危険性、および、ケーブルなどの部品にそれの電圧の急速な変化で生じる大きなストレスの危険性が、抵抗層による抵抗性電場制御だけを有するデバイスなどに対して低減されている。

【0004】

また、EP1870975Aには、高電圧部品において電場を制御するためのこの種類のデバイスが開示されており、そのデバイスは、電場制御用の抵抗層と、抵抗層上に配置される絶縁層と、絶縁層上に配置される半導体層または導体層とを備えている。3つの層は三重点で交わり、その三重点で絶縁層は途切れる。抵抗層と絶縁層との間のインターフェースは、三重点において、半導体層または導体層に対して $60^\circ \sim 120^\circ$ の角度となっている。10

【発明の概要】

【0005】

HVDC（高電圧直流）機器の定格電圧は非常に大きいため、対応する電圧レベルを備えたケーブル結合部やケーブル終端部が必要とされる。高電圧という用語は、36kV以上の電圧を称しているが、より高い、例えば300kV超やさらには500kV超などの数百kVの電圧を称することもよくある。

【0006】

直流機器に関する主な課題は、公称直流電圧のほぼ2倍のストレス要件と、例えばスイッチングサージや雷インパルスなどの、重畠された過渡電圧のある直流電圧のストレス要件との組み合わせである。一定に印加される直流電圧については、材料の導電性が支配的なパラメータである。過渡については、加えて誘導率を考慮する必要がある。最悪の状況は、直流電場の重畠および反対極性の高速過渡に見られる。その場合、異常なストレスが、空間電荷抵抗および容量性電場分布の重畠によってもたらされる。これは、過渡と直流印加電圧とについて、別個に全体として異なるストレス分布を引き起こす可能性がある。20

【0007】

しかしながら、相違する層に用いられる材料に依存する所定の限度を超えて、電圧用、具体的には直流電圧用の公知の電場制御デバイスを使用すると、そのデバイスは損傷されるため、このようなデバイスを高電圧のレベルに対して用いることを制限してしまう。

【0008】

そのため、すでに公知とされている電場制御デバイスより高い電圧、具体的には、より高い直流電圧に損傷することなく用いることができる電場制御デバイスを提供することが目的である。30

【0009】

一態様では、高電圧部品において電場を制御するデバイスは、高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続される内側偏向部と、高電圧部品に沿って配置され、一位置において高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続され、一端部において高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層と、抵抗層上に配置され、抵抗層の一位置から一端部に向かって少なくとも延びつつ、例えば先細電場制御形状によって、抵抗層の一端部に到達することなく途切れる絶縁層と、絶縁層上に配置される半導体層または導体層であって、抵抗層の一位置から一端部に向かって少なくとも延び、絶縁層の端部を過ぎることで、抵抗層、絶縁層、および半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層とを備える。抵抗層は、非直線的な電流電圧特性を呈し、一位置から一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、また、第1の区画の一部が内側偏向部の下方で延びる。40

【0010】

電場制御デバイスは、それを介して内側偏向部が高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続される接続部を備えてもよく、その場合、内側偏向部の下方で延びる第1の区画の一部は、接続部だけと、内側偏向部だけと、または、接続部および内側偏向部の両方と接し50

てもよい。内側偏向部の下方で延びる第1の区画の一部は、例えば内側偏向部の延在部のうちの10%、20%、30%、または40%の少なくとも下側といつたかなりの距離を、内側偏向部の下側に延びてもよい。

【0011】

別の態様では、高電圧部品において電場を制御するデバイスは、高電圧部品に沿って配置され、一位置において高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続されるように適合され、一端部において高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層と、抵抗層上に配置され、抵抗層の一位置から一端部に向かって延びつつ、例えば先細電場制御形状によって、抵抗層の一端部に到達することなく途切れる絶縁層と、絶縁層上に配置される半導体層または導体層であって、抵抗層の一位置から一端部に向かって少なくとも延び、絶縁層の端部を過ぎることで、抵抗層、絶縁層、および半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層とを備える。抵抗層は、非直線的な電流電圧特性を呈し、一位置から一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、また、第3の区画は外側三重点から一端部へと延び、第2の区画は、少なくともその実質的な部分において、外側三重点に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する先細電場制御形状を有する。10

【0012】

さらに別の態様では、高電圧部品において電場を制御するデバイスは、高電圧部品に沿って配置され、一位置において高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続されるように適合され、一端部において高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層と、抵抗層上に配置され、抵抗層の一位置から一端部に向かって延びつつ、例えば先細電場制御形状によって、抵抗層の一端部に到達することなく途切れる絶縁層と、絶縁層上に配置される半導体層または導体層であって、抵抗層の一位置から一端部に向かって延び、絶縁層の端部を過ぎることで、抵抗層、絶縁層、および半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層とを備える。抵抗層は、非直線的な電流電圧特性を呈し、一位置から一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、また、第3の区画は外側三重点から一端部へと延び、第2の区画は、少なくともその一部において、一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有する。20

【0013】

厚さが一端部に向かう方向で徐々に減少する第3の区画の部分は、第3の区画の主要部に沿って延びてもよい。さらに、厚さの減少する割合が、一端部に向かう方向で減少してもよい。

【0014】

上記の電場制御デバイスは、定格300kV以上または任意選択的に定格500kV以上であるとともに任意選択的に直流高電圧部品である高電圧部品で、電場を制御するために提供されてもよい。

【0015】

電場制御デバイスの主な課題は、直流に関しては、インターフェースを傾斜させること、および、熱暴走を回避することであり、交流に関しては、電場をバルク破壊強度未満かつインターフェース破壊強度未満に保つことであり、また、反対極性の過渡に関しては、重畠された電場をバルク破壊強度未満に保つことである。40

【0016】

この明細書で開示された電場制御デバイスは、重要な個所における電場を低減し、重要な個所における破壊強度を増加し、重要な個所における散逸される電力を低減する。

【0017】

さらなる特徴および利点は、以下に記載される実施形態の詳細な説明と、添付の図1～図7とから明らかになろう。なお、それらの説明および図面は、例のために示されただけであるため、限定期的ではない。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【図2】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【図3】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【図4】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

10

【図5】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【図6】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【図7】一実施形態による、電場を制御するデバイスが設けられたケーブル結合部の概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0019】

同一の参照符号が、様々な実施形態の同一または同様の構成部品、部分、詳細部などを示すために、図面を通じて用いられている。

20

【0020】

図1は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図である。高電圧ケーブル結合部12は、それぞれケーブル結合部12用に適切に準備されているケーブル導体1と、ケーブル絶縁体2と、半導体接地層8とから成る高電圧ケーブルを備えている。接続部3が、電流接続デバイスとして設けられている。

【0021】

電場制御デバイスは、内側偏向部4と、抵抗性電場勾配層5と、絶縁層6すなわち結合絶縁部と、半導体層7すなわちケーブル結合部12のマントル(mantle)とを備えることができる。

【0022】

30

内側偏向部4は、ケーブル結合部12の取り付けの間、接続部3を介して、高電圧ケーブルのケーブル導体1に電気的に接続される。そのために、接続部3は導電性である。内側偏向部4は電気的に半導電性である。例えばケーブル結合部12のマントルである半導体層7と、半導体接地層8とは、代わりに、電気的に導電性の材料から成っていてもよい。

【0023】

抵抗性電場勾配層5は、非直線的な電流電圧特性を有し、電場制御の目的のために適合されている。ケーブル結合部12の製作の間、抵抗性電場勾配層5は、高電圧ケーブルのケーブル絶縁体2に沿って配置され、一端部(図1における右側)において、高電圧ケーブルの半導体接地層8に電気的に接続される。一位置(図1における左側)において、抵抗性電場勾配層5は、内側偏向部4に電気的に接続され、それによって高電圧ケーブルのケーブル導体1に電気的に接続されることになる。

40

【0024】

絶縁層6は、抵抗性電場勾配層5の上に配置され、抵抗性電場勾配層5の一位置から一端部に向かって少なくとも延びつつ、例えば先細電場制御形状によって、抵抗性電場勾配層5の一端部に到達することなく途切れている。半導体層7は、絶縁層6の上に配置され、抵抗性電場勾配層5の一位置から一端部に向かって少なくとも延び、絶縁層6の端部を過ぎる。それによって、外側三重点11を、抵抗性電場勾配層5、絶縁層6、および半導体層7の交差位置に定めることができる。

【0025】

50

高電圧ケーブルの半導体接地層 8 は、例えば図 1 の右手において、半導体層 7 に電気的に接続され得る。

【 0 0 2 6 】

抵抗性電場勾配層 5 は、その一位置から一端部に向かって（図 1 における左側から右側）見られたときに、隣接する第 1 の区画 5 a と、第 2 の区画 5 b と、第 3 の区画 5 c を有し、第 3 の区画 5 c は外側三重点 11 から抵抗性電場勾配層 5 の一端部へと延びている。

【 0 0 2 7 】

抵抗性電場勾配層 5 の第 1 の区画 5 a の一部が、図 1 で見ることができるように、内側偏向部 4 と接触するとともに内側偏向部 4 の下方で延びている。しかしながら、内側偏向部 4 の下方で延びている第 1 の区画 5 a の一部は、本実施形態では、接続部 3 と接触するほど長く延びてはいない。10

【 0 0 2 8 】

図 1 で見ることができるように、抵抗性電場勾配層 5 の第 1 の区画 5 a の別の一部が、内側偏向部 4 と接触するとともに内側偏向部 4 の上方で延びている。

【 0 0 2 9 】

抵抗性電場勾配層 5 の形状は、直流電場による重畠された電場を効果的に防ぐとともに、反対極性の過渡が高速になりすぎると効果的に防ぐ。

【 0 0 3 0 】

高電圧ケーブルおよび電場制御デバイスは、長手方向において回転対称軸線 10 を有する円筒対称形のデバイスであり得ることは理解されるべきである。高電圧ケーブルおよび電場制御デバイスの構成部品の各々は、長手方向の対称軸線 10 の周りに回転対称である。20

【 0 0 3 1 】

そのため、上に配置される、上方に配置される、上部に配置されるなどの表現は、外側または何らかの外側に配置されるとして理解することができ、一方、下方に配置される、下に配置されるは、内側または何らかの内側に配置されるとして理解することができる。

【 0 0 3 2 】

さらに、径方向に鏡面対称面 9（つまり、面の垂直ベクトルが軸線方向に延びている）があり、その面では、高電圧ケーブルおよび電場制御デバイスの構成部品は、（径方向対称面 9 の左側に）ケーブル結合部 12 の第 2 の高電圧ケーブルと電場制御デバイスの構成部品とを受け入れるために鏡写しにされ、それらはケーブル結合部 12 の製作の間にその高電圧ケーブルに接続される。30

【 0 0 3 3 】

そのため、位置、端部、隣接などの表現は、長手方向の位置、長手方向の端部、長手方向における隣接として理解され得る。

【 0 0 3 4 】

したがって、ケーブル結合部 12 の製作の間、内側偏向部 4 は、接続部 3 を介して、第 2 の高電圧ケーブルのケーブル導体に電気的に接続され、抵抗性電場勾配層 5 は、第 2 の高電圧ケーブルのケーブル絶縁体に沿って配置され、第 2 の端部において、第 2 の高電圧ケーブルの半導体接地層に電気的に接続される。第 2 の位置（図 1 における径方向対称面 9 の左側）において、抵抗性電場勾配層 5 は、内側偏向部 4 に電気的に接続され、それによって高電圧ケーブルのケーブル導体 1 に接続されることになる。40

【 0 0 3 5 】

絶縁層 6 は、抵抗性電場勾配層 6 上に配置され、抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の位置から第 2 の端部に向かって少なくとも延びつつ、例えば先細電場制御形状によって、抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の端部に到達することなく途切れている。半導体層 7 は、絶縁層 6 上に配置され、抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の位置から第 2 の端部に向かって少なくとも延び、絶縁層 6 の端部を過ぎ、抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の端部に至らない。それによって、第 2 の外側三重点を、第 2 の高電圧ケーブルにおいて、抵抗性電場勾配層 5 、絶縁層 6 、お50

より半導体層 7 の交差位置に定めることができる。

【 0 0 3 6 】

抵抗性電場勾配層 5 は、その第 2 の位置から第 2 の端部に向かって見られたときに、隣接する第 4 の区画と、第 5 の区画と、第 6 の区画とを有し（図示せず）、第 4 の区画の一部が、内側偏向部 4 と接触するとともに内側偏向部 4 の下方で延びている。

【 0 0 3 7 】

以下においては、ケーブル結合部 1 2 の各々は、図 1 ~ 図 5 に示した部分だけを参照して説明されることは理解されるだろう。当業者であれば、デバイスは、長手方向の対称軸線 1 0 の周りに回転対称であり、径方向対称面 9 において鏡写しとされていることを理解できる。

10

【 0 0 3 8 】

抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の区画 5 b は、外側三重点 1 1 に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する先細電場制御形状を有することができ、一方、抵抗性電場勾配層 5 の第 1 の区画 5 a は、実質的に一定の厚さの薄い均一層であり得る。外側三重点 1 1 に向かう方向で徐々に増加する厚さは、抵抗性電場勾配層 5 の第 2 の区画 5 b の全体または少なくとも実質的な一部において存在できる。

【 0 0 3 9 】

従来技術のデバイスと比較して、抵抗性電場勾配層 5 は、第 1 の区画 5 a と、第 1 の区画 5 a に最も近い第 2 の区画 5 b の一部とにおいて、局所的に小さくされている。それによつて、抵抗性電場勾配層 5 の抵抗損失が低減されることで、熱の発生を制限している。

20

【 0 0 4 0 】

さらに、抵抗性電場勾配層 5 の厚さを薄くして内側偏向部 4 を場合によっては覆う薄い層を得ることで、追加的な容量性 / 屈折性の電場勾配効果が得られるが、これは、周囲の材料と比較してより高い誘導率の抵抗性電場勾配層 5 の材料であるためである。高速の過渡のためにより大きなエプシロンを用いることは、非直線的な抵抗性の傾斜を屈折性 / 容量性の電場傾斜と組み合わせることによって得られる。

【 0 0 4 1 】

さらに、抵抗性電場勾配層 5 の第 3 の区画 5 c は、少なくともその実質的な部分において、抵抗性電場勾配層 5 の一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有することができる。

30

【 0 0 4 2 】

厚さが抵抗性電場勾配層 5 の一端部に向かう方向で徐々に減少する第 3 の区画 5 c の一部は、第 3 の区画 5 c の主要部に沿って延びることができ、好ましくは、外側三重点 1 1 から高電圧ケーブルの半導体接地層 8 の端部が配置される位置へと延びることができる。厚さの減少は、好ましくは曲線を描くようになれる。高電圧ケーブルの半導体接地層 8 の上方では、第 3 の区画 5 c の厚さは好ましくは一定であり、それゆえ、一定はゼロであつても、つまり、抵抗層が半導体接地層 8 の方向においてなくなつてもよい。

【 0 0 4 3 】

厚さの減少する割合は、一端部に向かう方向で減少してもよい。また、一端部に向かう方向での距離の関数としての厚さの導関数がより大きいことは、よくない可能性がある。

40

【 0 0 4 4 】

厚さ t は、抵抗性電場勾配層 5 の一端部に向かう方向において、 $t = C_1 e^{-C_2 x}$ におおよそ従つて徐々に減少してもよい。ここで、 C_1 および C_2 は定数であり、 x は外側三重点 1 1 からの長手方向の距離である。

【 0 0 4 5 】

代替えとして、厚さは、例えば次の数式の等比級数形式によって近似され得る関数形式におおよそ従つて減少してもよい。

【数1】

$$t = Ax^{-1} + Bx^{-2} + Cx^{-3} + \dots$$

【0046】

ここで、A、B、C、...は定数である。

【0047】

さらに代替えとして、厚さは、次の数式によって近似され得る関数形式におおよそ従つて減少してもよい。

【数2】

10

$$T = c_1 * \exp [c_2 / (1 - x / c_3)]$$

【0048】

または

【数3】

$$T = -c_1 * \sqrt{(1 - (x/c_2)^2)} + c_3$$

【0049】

20

ここで、C₁、C₂、およびC₃は定数であり、xは外側三重点11からの長手方向の距離である。

【0050】

さらに代替えとして、厚さは、多項式におおよそ従つて、右から左へと増加してもよい。

【0051】

30

第3の区画5cにおいて抵抗性電場勾配層5が楔またはストレスコーンといった表面形状であることで、外側三重点11と半導体接地層8との間の距離が増加させられ、それによって、ケーブル絶縁体2と抵抗性電場勾配層5との間のインターフェースと、抵抗性電場勾配層5と結合絶縁部6との間のインターフェースとで、軸線方向の電場に影響を与えている。軸線方向において電場を十分に分布させるために、ある程度の長さに延ばすことが必要である。

【0052】

さらに、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aは、抵抗性電場勾配層5の第2の区画5bの最小厚さよりも薄い最大厚さを有する最大厚さを有してもよく、また、抵抗性電場勾配層5は、外側三重点11において最も厚くてもよい。

【0053】

40

図2は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、内側偏向部の径方向に延びる端部側と上側とが抵抗性電場勾配層5によって覆われていない点において、図1の電場制御デバイスとは異なっている。代わりに、絶縁層6が、内側偏向部4と接触しており、径方向に延びる端部側で内側偏向部4の上部に延びている。

【0054】

抵抗性電場勾配層5の電場勾配材料は、空間電荷場をもたらす。内側偏向部の上部の抵抗性電場勾配層5を省略することによって、内側偏向部4などの重要な個所における空間電荷場が低減される。

【0055】

50

別の代替案は、内側偏向部の径方向に延びる端部側と上側とが抵抗性電場勾配層5によって一部だけ覆われている点、つまり、抵抗性電場勾配層5が内側偏向部4の上部において徐々になくなる点において、図1の電場制御デバイスとは異なっている電場制御デバイスを提供することである。

【0056】

図3は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、内側偏向部4の下方で延びる、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部が、接合部3と接触するとともに接合部3の上部に一部が配置されるようにさらに延びている点において、図2の電場制御デバイスとは異なっている。

【0057】

このような対策によって、電気的な破壊の危険性が抑えられる。

【0058】

図4は、電場制御デバイス

デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部が、第2の区画5bに向かう方向で徐々に減少する厚さを有しており、この一部が内側偏向部4の端部に配置されている点において、図1の電場制御デバイスとは異なっている。これによって、抵抗性電場勾配層5のあらゆる鋭利な縁が回避され、代わりに、図4で見ることができるように、抵抗性電場勾配層5の滑らかな上面が得られる。

10

【0059】

抵抗性電場勾配層の図4の形によって、直流電場に起因し、過渡に発生する電場を、バルク破壊強度未満に保つことができる。

【0060】

図5は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部が、第2の区画5bに向かう方向で徐々に減少する厚さを有しており、この一部が第2の区画5bに向かう方向で内側偏向部4の径方向に延びる端部から離れて配置されている点において、図1の電場制御デバイスとは異なっている。

20

【0061】

図5の電場制御デバイスは、より簡単でよりシンプルであり、そのため、他の図示した電場制御デバイスと比較して製造するのがより安価である。

【0062】

図6は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部と絶縁層6の一部との両方が、内側偏向部4の下方で延びている点において、図1の電場制御デバイスとは異なっている。抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部は、内側偏向部4まで延びていないが、接続部3と接触しているだけである。

30

【0063】

図7は、電場制御デバイスが設けられたケーブル結合部12の概略断面図であり、この電場制御デバイスは、抵抗性電場勾配層5の第1の区画5aの一部が、内側偏向部4へと延びているため、接合部3と内側偏向部4とに接触している点において、図6の電場制御デバイスとは異なっている。

【0064】

抵抗層5は、代替えとして、接続部3と内側偏向部4との間を鏡面対称面9までずっと延びていてもよいことは理解されるだろう。

40

【0065】

さらに代替えとして、抵抗層5は、接続部3の上部において、鏡面対称面9までずっと延びていてもよく、内側偏向部4はなくてもよい。

【0066】

実施形態の各々において、内側偏向部は、なくてもよく、代替えとして、絶縁材料、すなわち絶縁層6が作られるのと同じ材料から作られてもよい。

【0067】

高電圧ケーブル結合部12は、交流電圧または直流電圧を送ることができる。

【0068】

50

一般的に、電場制御デバイスは、ケーブル結合部、ケーブル終端部、およびケーブル接続部などの様々な高電圧部品で使うことができるが、開閉装置および真空遮断器におけるブッシングとしても使うことができる。ここでは、図面で示されるような鏡面对称が必要とは限らない。軸線方向において、デバイス全体が図面で示されている。

【0069】

有利には、上記で開示された電場制御デバイスは、定格 300 kV 以上または任意選択的に定格 500 kV 以上であるとともに任意選択的に直流高電圧部品である高電圧部品で、電場を制御するために提供されてもよい。

【0070】

本発明は、上記で説明した実施形態に限定されることは決してなく、その非常に様々な変形態様は、添付の特許請求の範囲に定められるような本発明の基本的な概念から逸脱することなく、当業者には明らかであろう。

【0071】

主クレームに従属するクレームで開示される様々な特徴が、別の主クレームの特徴と同様の方法で追加的に組み合わされ得ることは、さらに理解されるだろう。

以下に、本願出願時の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 高電圧部品の高電圧活電部(1)に電気的に接続される内側偏向部(4)と、前記高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の前記高電圧活電部(1)に接続され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるよう適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって少なくとも延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層、前記絶縁層、および前記半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と

を備える、高電圧部品において電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、

前記第1の区画の一部が前記内側偏向部の下方で延びることを特徴とする、デバイス。

[2] 接続部を備え、前記接続部を介して前記内側偏向部が前記高電圧部品の前記高電圧活電部に電気的に接続される、前記[1]に記載のデバイス。

[3] 前記内側偏向部の下方で延びる前記第1の区画の前記一部は、前記接続部だけと、前記内側偏向部だけと、または、前記接続部および前記内側偏向部の両方と接する、前記[2]に記載のデバイス。

[4] 前記絶縁層(6)の一部が前記内側偏向部の下方で延びる、前記[2]に記載のデバイス。

[5] 前記第1の区画の別の一部が前記内側偏向部と接触するとともに前記内側偏向部の上方で延びる、前記[1]から[4]のいずれかに記載のデバイス。

[6] 前記絶縁層は前記内側偏向部と接触するとともに前記内側偏向部の上方で延びる、前記[1]から[4]のいずれかに記載のデバイス。

[7] 前記第1の区画は、前記第2の区画の最小厚さよりも薄い最大厚さを有する、前記[1]から[6]のいずれかに記載のデバイス。

[8] 前記第1の区画は、実質的に一定の厚さの薄い均一層である、前記[7]に記載のデバイス。

[9] 前記第1の区画の一部は、前記第2の区画に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する、前記[1]から[6]のいずれかに記載のデバイス。

[10] 徐々に増加する厚さを有する前記第1の区画の前記一部は、前記内側偏向部の端

10

20

30

40

50

部に配置される、前記[9]に記載のデバイス。

[11]徐々に増加する厚さを有する前記第1の区画の前記一部は、前記第2の区画に向かう方向で前記内側偏向部の端部から離れて配置される、前記[9]に記載のデバイス。

[12]前記第3の区画は、前記外側三重点から前記一端部へと延びてあり、前記第2の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記外側三重点に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する先細電場制御形状を有する、前記[1]から[11]のいずれかに記載のデバイス。

[13]前記第3の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有する、前記[1]から[12]のいずれかに記載のデバイス。

[14]厚さが前記一端部に向かう方向で徐々に減少する前記第3の区画の前記部分は、前記外側三重点から前記高電圧部品の接地部(8)の端部へと延びる、前記[13]に記載のデバイス。

[15]前記厚さの減少する割合が、前記一端部に向かう方向で減少していく、前記[13]または[14]に記載のデバイス。

[16]前記抵抗層は前記外側三重点において最も厚い、前記[1]から[15]のいずれかに記載のデバイス。

[17]前記デバイスは追加の高電圧部品で電場を制御するために配置され、前記内側偏向部は前記追加の高電圧部品の高電圧活電部に電気的に接続され、前記抵抗層(5)は、前記追加の高電圧部品に沿って配置され、追加の一位置において前記追加の高電圧部品の前記高電圧活電部に電気的に接続され、一他端部において前記追加の高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合され、

前記絶縁層(6)は、前記抵抗層の前記追加の一位置から前記一他端部に向かって少なくとも延びつつ前記抵抗層の前記一他端部に到達することなく途切れ、

前記半導体層または前記導体層(7)は、前記絶縁層に配置され、前記抵抗層の前記追加の一位置から前記一他端部に向かって少なくとも延び、前記絶縁層の前記端部を過ぎ、前記抵抗層の前記一他端部に至らないことで、前記抵抗層、前記絶縁層、および前記半導体層または前記導体層の交差位置で追加の外側三重点を定め、

前記抵抗層は、前記追加の一位置から前記一他端部に向かって見られたときに、隣接する第4の区画と、第5の区画と、第6の区画とを有し、

前記第4の区画の一部が前記内側偏向部の下方で延びる、前記[1]から[16]のいずれかに記載のデバイス。

[18]前記高電圧部品および前記追加の高電圧部品はそれぞれ高電圧ケーブルであり、前記デバイスはケーブル結合部で前記高電圧ケーブルを結合するために提供される、前記[17]に記載のデバイス。

[19]前記高電圧部品は、高電圧ケーブル、開閉装置、または真空遮断器であり、前記デバイスは、ケーブル終端部で前記高電圧ケーブルを終端するために、または、ブッシングとして用いられるために提供される、前記[1]から[16]のいずれかに記載のデバイス。

[20]前記デバイスは、定格300kV以上または任意選択的に定格500kV以上であるとともに任意選択的に直流高電圧部品である高電圧部品で、電場を制御するために提供される、前記[1]から[19]のいずれかに記載のデバイス。

[21]高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の高電圧活電部(1)に電気的に接続されるように適合され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層、前

記絶縁層、および前記半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と

を備える、高電圧部品において電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、

前記第3の区画は、前記外側三重点から前記一端部へと延び、

前記第2の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記外側三重点に向かう方向で徐々に増加する厚さを有する先細電場制御形状を有する

ことを特徴とする、デバイス。

[22] 高電圧部品に沿って配置され、一位置において前記高電圧部品の高電圧活電部(1)に電気的に接続されるように適合され、一端部において前記高電圧部品の接地部に電気的に接続されるように適合される、電場制御の目的のために適合された抵抗層(5)であって、非直線的な電流電圧特性を有する抵抗層(5)と、 10

前記抵抗層上に配置され、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延びつつ前記抵抗層の前記一端部に到達することなく途切れる絶縁層(6)と、

前記絶縁層上に配置される半導体層または導体層(7)であって、前記抵抗層の前記一位置から前記一端部に向かって延び、前記絶縁層の端部を過ぎることで、前記抵抗層、前記絶縁層、および前記半導体層または導体層の交差位置で外側三重点を定める半導体層または導体層(7)と

を備える、高電圧部品において電場を制御するデバイスにおいて、

前記抵抗層は、前記一位置から前記一端部に向かって見られたときに、隣接する第1の区画と、第2の区画と、第3の区画とを有し、

前記第3の区画は、前記外側三重点から前記一端部へと延び、

前記第3の区画は、少なくともその実質的な部分において、前記一端部に向かう方向で徐々に減少する厚さを有する

ことを特徴とする、デバイス。

[23] 厚さが前記一端部に向かう方向で徐々に減少する前記第3の区画の前記部分は、前記外側三重点から前記高電圧部品の接地部(8)の端部へと延びる、前記[22]に記載のデバイス。

[24] 前記厚さの減少する割合が、前記一端部に向かう方向で減少していく、前記[22]または[23]に記載のデバイス。 30

[25] 前記第3の区画の前記厚さは、C₁およびC₂を定数とし、かつ、xを前記外側三重点からの長手方向距離とした場合に、t = C₁e^{-C₂x}}におおよそ従って、または、A、B、C、...を定数とした場合に、

【数4】

$$t = Ax^{-1} + Bx^{-2} + Cx^{-3} + \dots$$

におおよそ従って、前記一端部に向かう方向で減少する、前記[22]から[24]のいずれかに記載のデバイス。

[26] 前記第3の区画の前記厚さは、多項式におおよそ従って、前記外側三重点に向かう方向で増加する、前記[22]から[25]のいずれかに記載のデバイス。 40

【図1】

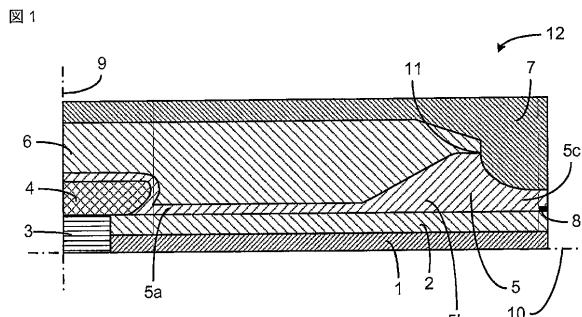


Fig. 1

【図3】

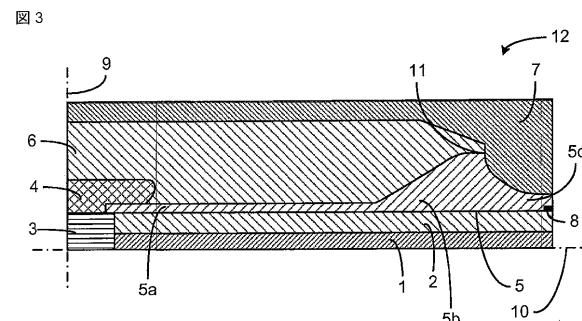


Fig. 3

【図2】

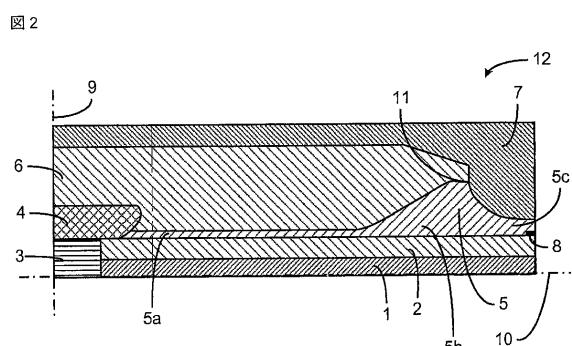


Fig. 2

【図4】

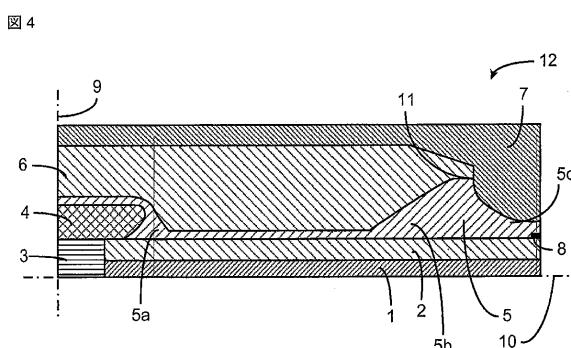


Fig. 4

【図5】

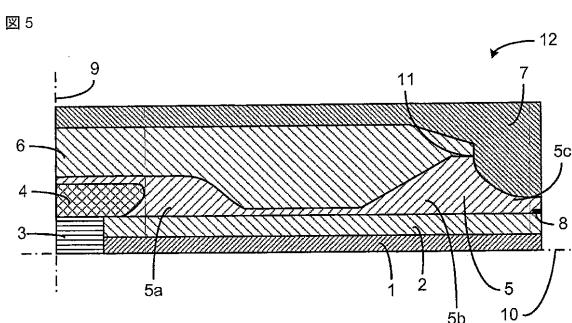


Fig. 5

【 図 7 】

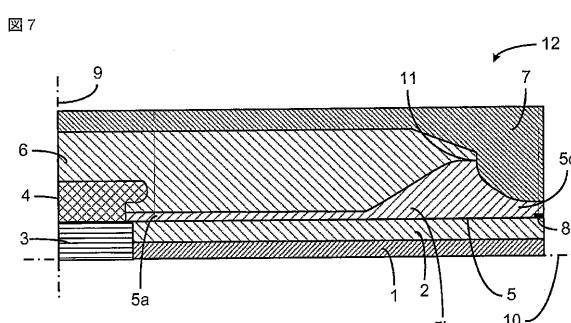


Fig. 7

【図6】

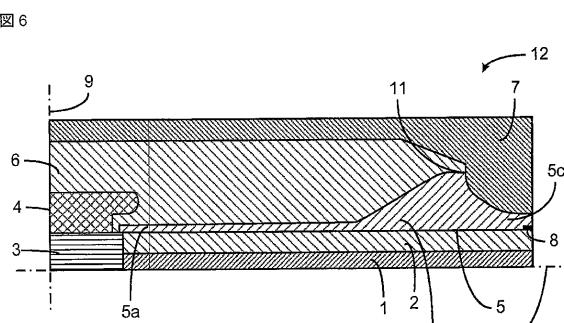


Fig. 6

フロントページの続き

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(72)発明者 ラップ、ハンス
スウェーデン国、エス 441 95 アリングソース、リアーハラベゲン 41
(72)発明者 リ、ミン
スウェーデン国、エス 723 41 ベステロース、ヘグバイ・スコグスペク 1
(72)発明者 ウンジェ、ミカエル
スウェーデン国、エス 722 46 ベステロース、フリティガ・リサス・ベク 29
(72)発明者 ゲフベルト、ウノ
スウェーデン国、エス 723 49 ベステロース、スポーツフィスカーガタン 49
(72)発明者 サルトゼル、マルクス
スイス国、シーエイチ 5442 フィスリスバッハ、スタインツケルシュトラーセ 13

審査官 木村 励

(56)参考文献 特表2009-542173(JP,A)
特開平7-31044(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02G 15/08