

(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2020-4580

(P2020-4580A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.  
H01T 4/12 (2006.01)

F I  
H01T 4/12

テーマコード (参考)

F

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-121926 (P2018-121926)  
(22) 出願日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)

(71) 出願人 000006264  
三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
(74) 代理人 100120396  
弁理士 杉浦 秀幸  
(72) 発明者 黛 良享  
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ  
テリアル株式会社 中央研究所内  
(72) 発明者 酒井 信智  
茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ  
テリアル株式会社 中央研究所内

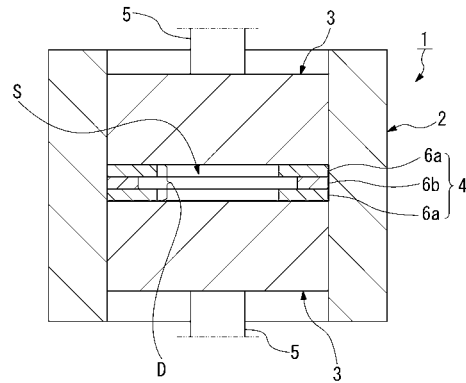
(54) 【発明の名称】 サージ防護素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 非常に狭いギャップを低コストで作製可能であるサージ防護素子及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 絶縁性管2と、絶縁性管の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止する一対の封止電極3と、一対の封止電極の間で一部を放電空間Sとして空けた状態で一対の封止電極の対向面に挟まれて一対の封止電極の間隔を規定する間隔調整部4とを備え、間隔調整部が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層6a, 6bを少なくとも1つ備えている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

絶縁性管と、

前記絶縁性管の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止する一对の封止電極と

、  
一对の前記封止電極の間で一部を放電空間として空けた状態で一对の前記封止電極の対向面に挟まれて一对の前記封止電極の間隔を規定する間隔調整部とを備え、

前記間隔調整部が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層を少なくとも1つ備えていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のサージ防護素子において、

前記絶縁性薄膜層が、一对の前記封止電極の少なくとも一方の対向面に成膜されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のサージ防護素子において、

前記絶縁性管が、円筒状であり、

前記絶縁性薄膜層が、前記絶縁性管の内周面に外周縁が接触した円環状に形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のサージ防護素子において、

前記絶縁性管が、円筒状であり、

前記間隔調整部が、前記対向面の中央部分に配され、

前記絶縁性薄膜層が、互いに軸線が共通した円形状に形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載のサージ防護素子において、

前記間隔調整部が、前記対向面に互いに間隔を空けて複数分割されて形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のサージ防護素子において、

前記間隔調整部が、前記絶縁性管の軸線方向に積層され少なくとも1つが前記絶縁性薄膜層である複数の薄膜層を備え、

複数の前記薄膜層のうち少なくとも1つにおいて、前記放電空間に接する周縁部が、積層される他の前記薄膜層と異なる形状とされ、

前記間隔調整部の前記放電空間に接する周縁部に、段差部が形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載のサージ防護素子において、

前記間隔調整部が、導電性材料で形成された機能性層を備えていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載のサージ防護素子において、

前記機能性層が、金属で形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 9】

請求項 7 に記載のサージ防護素子において、

前記機能性層が、イオン源材料で形成されていることを特徴とするサージ防護素子。

## 【請求項 10】

請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載のサージ防護素子において、

前記機能性層が、導電性材料で形成された機能性シートであることを特徴とするサージ防護素子。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載のサージ防護素子において、前記絶縁性薄膜層が、絶縁性材料中に導電性粒子を含有していることを特徴とするサージ防護素子。

**【請求項 1 2】**

請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載のサージ防護素子において、前記絶縁性管が、ガラス管であることを特徴とするサージ防護素子。

**【請求項 1 3】**

請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載のサージ防護素子を製造する方法であって、  
一対の封止電極の少なくとも一方の対向面に一対の前記封止電極の間隔を規定するための間隔調整部を部分的に形成する間隔調整部形成工程と、

10

一対の前記封止電極で絶縁性管の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止すると共に、一対の前記封止電極の間で一部を放電空間として空けた状態で一対の前記封止電極の対向面により前記間隔調整部を挟む封止工程とを有し、

前記間隔調整部形成工程が、一対の前記封止電極の少なくとも一方の対向面に直接又は他の薄膜層を介して絶縁性材料で絶縁性薄膜層を少なくとも 1 つ成膜する成膜工程を有していることを特徴とするサージ防護素子の製造方法。

**【請求項 1 4】**

請求項 1 3 に記載のサージ防護素子の製造方法において、

前記成膜工程で、前記対向面に直接又は他の薄膜層に前記絶縁性薄膜層となる絶縁性材料を含有するペーストを部分的に塗布して前記絶縁性薄膜層を形成することを特徴とするサージ防護素子の製造方法。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、落雷等で発生するサージから様々な機器を保護し、事故を未然に防ぐのに使用するサージ防護素子及びその製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

電話機、ファクシミリ、モデム等の通信機器用の電子機器が通信線との接続する部分、電源線、アンテナ或いは CRT、液晶テレビおよびプラズマテレビ等の画像表示駆動回路等、雷サージや静電気等の異常電圧（サージ電圧）による電撃を受けやすい部分には、異常電圧によって電子機器やこの機器を搭載するプリント基板の熱的損傷又は発火等による破壊を防止するために、サージ防護素子が接続されている。

30

**【0003】**

従来、例えば特許文献 1 には、ガラス管内で対向する金属部材の間に導電被覆した部材を挟んだマイクロギャップ式サージ防護素子が記載されている。このマイクロギャップ式サージ防護素子では、導電被覆した部材の中央に数  $\mu\text{m}$  ~ 数十  $\mu\text{m}$  のスリット（ギャップ）を設け、規定の電圧以下では対向する金属部材間に電流が流れない構造となっている。そして、設定した電圧を超えると、スリット間にアーク放電が発生し、対向する金属部材間に電流が流れるようになっている。

40

**【0004】**

このサージ防護素子は、ガラス管のガラス軟化による形状変化能と、金属との接合特性とを利用したデバイスであり、量産性にも優れていることから幅広い分野で活用されている。

また、特許文献 2 には、セラミックス又はガラス等で形成された円筒体と、電気絶縁性のリング状スペーサを介在させることにより所定距離の空間を隔てて対峙する一対の電極とを備えたサージ防護素子が記載されている。このようなサージ防護素子のように、対向電極をアルミナ等のセラミックス製円筒体で封止したサージ防護素子はアレスタと呼ばれている。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特公昭63-57918号公報

【特許文献2】特開昭63-318085号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記従来技術には、以下の課題が残されている。

すなわち、ガラス被覆型マイクロギャップ式サージ防護素子は、ガラスと金属部材との接合性が良好であり、ガスの封止性や、大気や水分の遮断性等の優れた信頼性を有しているが、マイクロギャップを構成するスリット幅が狭いと共に、マイクロギャップ周辺を形成している導電性被覆の厚さが数十 $\mu\text{m}$ と薄いため、サージ耐量は1500A程度が限界であった。また、導電性被覆の成膜工程やマイクロギャップを形成するためのレーザ加工工程が必要であり、工程が複雑になると共に作製に時間が掛かり、高コスト化してしまう不都合があった。

10

一方、アレスタ型サージ防護素子は、直径5mmの製品における耐量が2000Aであり、直径8mmの製品における耐量が5000Aであり、ガラス被覆型マイクロギャップ式サージ防護素子よりも高いサージ耐量特性を有している。このようなアレスタ型サージ防護素子は、高信頼性が要求される大型家電、太陽光発電及び上下水道といったインフラ設備向け等に採用されている。なお、アレスタ型サージ防護素子は、金属とセラミックスとの接合において、高価な接合剤（銀系ロウ材）や、ガラス製円筒部材より高価なアルミナ製円筒部材が必要となる。さらに、セラミックスと金属部との接合には非常に高い技術が必要であると共に、電極内部に電極補助材（グラファイト等）を設けたり、電極保護及び放電助長の目的で対向電極表面に誘電材料を付与したりする必要があり、製造工程が複雑となっている。そのため、製造費用がガラス被覆型マイクロギャップ式サージ防護素子と比べて大幅に上昇する傾向にあった。特に、静電気対策に用いる場合には上記マイクロギャップのような非常に狭い間隔で対向する電極を互いに離間させる必要があり、高精度にギャップを設定することが困難であった。

20

さらに、アーク放電により電極部を構成する金属が溶融飛散し、金属成分が絶縁性管の内面に付着することで、一对の封止電極間の絶縁性を悪化させてしまう問題があった。特に、大量の金属成分が絶縁性管の内面に付着すると、絶縁性管の内周面に通電回路が形成されてショートしてしまう場合もあり、その場合はサージ防護素子の寿命と判断されてしまう不都合があった。なお、特許文献2に記載のサージ防護素子では、リング状スペーサが介在しているため、絶縁性管の内周面に金属成分が付着しないが、リング状スペーサの内周面に金属成分が付着して、やはりショートが発生するおそれがあった。また、リング状スペーサを別部材として作製し封止電極間に設置しなければならず、非常に狭いギャップを得ることが困難であった。

30

【0007】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、非常に狭いギャップを低コストで作製可能であるサージ防護素子及びその製造方法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】

【0008】

本発明は、前記課題を解決するために以下の構成を採用した。すなわち、第1の発明に係るサージ防護素子は、絶縁性管と、前記絶縁性管の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止する一对の封止電極と、一对の前記封止電極の間で一部を放電空間として空けた状態で一对の前記封止電極の対向面に挟まれて一对の前記封止電極の間隔を規定する間隔調整部とを備え、前記間隔調整部が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層を少なくとも1つ備えていることを特徴とする。

【0009】

50

このサージ防護素子では、間隔調整部が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層を少なくとも1つ備えているので、一对の封止電極の間に極薄い絶縁性薄膜層を介在させることができ、リング状の部材を介在させる場合に比べて非常に狭いギャップを設定することが可能である。

また、部材を別途用意する必要がなく、成膜によって容易に絶縁性薄膜層を得ることができ、製造コストを大幅に低減することが可能になる。

さらに、アレスタ型の対向電極を採用していることで、小型でありながら高耐量・高信頼性を得ることができる。

#### 【0010】

第2の発明に係るサージ防護素子は、第1の発明において、前記絶縁性薄膜層が、一对の前記封止電極の少なくとも一方の対向面に成膜されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、絶縁性薄膜層が、一对の封止電極の少なくとも一方の対向面に成膜されているので、予め封止電極の対向面に絶縁性薄膜層を成膜しておき、絶縁性薄膜層を形成した封止電極を絶縁性管に挿入して接合するだけで容易に作製することが可能になる。

#### 【0011】

第3発明に係るサージ防護素子は、第1又は第2の発明において、前記絶縁性管が、円筒状であり、前記絶縁性薄膜層が、前記絶縁性管の内周面に外周縁が接触した円環状に形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、絶縁性薄膜層が、絶縁性管の内周面に外周縁が接触した円環状に形成されているので、間隔調整部の内側に放電空間を確保することができる。

#### 【0012】

第4の発明に係るサージ防護素子は、第1又は第2の発明において、前記絶縁性管が、円筒状であり、前記間隔調整部が、前記対向面の中央部分に配され、前記絶縁性薄膜層が、円形状に形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、間隔調整部が、前記対向面の中央部分に配され、絶縁性薄膜層が、円形状に形成されているので、間隔調整部の外側に放電空間を確保することができる。また、対向面中央部分に配された間隔調整部が障壁となり、アーク放電で飛散した金属成分が絶縁性管の半径方向反対側の放電空間にまで飛散することを抑制可能である。

#### 【0013】

第5の発明に係るサージ防護素子は、第1又は第2の発明において、前記間隔調整部が、前記対向面に互いに間隔を空けて複数分割されて形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、間隔調整部が、前記対向面に互いに間隔を空けて複数分割されて形成されているので、分割された間隔調整部の間隔を空けるほど一对の封止電極間の放電空間を広く設けることが可能になる。

#### 【0014】

第6の発明に係るサージ防護素子は、第1から第5の発明のいずれかにおいて、前記間隔調整部が、前記絶縁性管の軸線方向に積層され少なくとも1つが前記絶縁性薄膜層である複数の薄膜層を備え、複数の前記薄膜層のうち少なくとも1つにおいて、前記放電空間に接する周縁部が、積層される他の前記薄膜層と異なる形状とされ、前記間隔調整部の前記放電空間に接する周縁部に、段差部が形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、間隔調整部が、積層された複数の薄膜層を備え、複数の薄膜層のうち少なくとも1つにおいて、放電空間に接する周縁部が、積層される他の薄膜層と異なる形状とされ、間隔調整部の放電空間に接する周縁部に、段差部が形成されているので、アーク放電で飛散した金属成分が間隔調整部の周縁部に付着しても段差部があるために付着金属による通電回路が形成され難く、ショートしてしまうことを抑制することができる。

また、段差部によって間隔調整部の周縁部を介した封止電極間の沿面距離が長くなり、

10

20

30

40

50

この点でも付着金属による通電回路が形成され難くなる。なお、従来の一物物のスペーサでは、周縁部を加工して段差部を形成することが困難であるが、本発明のサージ防護素子では、形状の異なる複数の薄膜層を積層することで、狭いギャップ間でも段差部を得ることが容易である。

さらに、薄膜層の積層数で一对の封止電極間のギャップを容易に調整することができ、作製が容易で低コストである。

【0015】

第7発明に係るサージ防護素子は、第6の発明において、前記間隔調整部が、導電性材料で形成された機能性層を備えていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、間隔調整部が、導電性材料で形成された機能性層を備えているので、絶縁性薄膜層によって封止電極間の絶縁性を確保すると共に、導電性を有する機能性層によって放電特性を調整することが可能になる。

10

【0016】

第8の発明に係るサージ防護素子は、第7の発明において、前記機能性層が、金属で形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、機能性層が、金属で形成されているので、飛散した金属成分が金属の機能性層に付着し易くなり、絶縁性薄膜層に付着することを抑制可能である。

【0017】

第9の発明に係るサージ防護素子は、第7の発明において、前記機能性層が、イオン源材料で形成されていることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、機能性層が、イオン源材料で形成されているので、アーク放電のトリガとしての放電補助機能を有した機能性層とすることができる。

20

【0018】

第10の発明に係るサージ防護素子は、第7から第9の発明のいずれかにおいて、前記機能性層が、導電性材料で形成された機能性シートであることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、機能性層が、導電性材料で形成された機能性シートであるので、成膜が困難な材料であっても別途シート化して機能性シートとして薄膜層に重ねることができる。

【0019】

第11の発明に係るサージ防護素子は、第1から第10の発明のいずれかにおいて、前記絶縁性薄膜層が、絶縁性材料中に導電性粒子を含有していることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、絶縁性薄板が、絶縁性材料中に導電性粒子を含有しているので、絶縁性薄板中のイオン源材料等の導電性粒子により、絶縁性薄板自体がアーク放電のトリガとしての放電補助機能等を有することができる。

30

【0020】

第12の発明に係るサージ防護素子は、第1から第11の発明のいずれかにおいて、前記絶縁性管が、ガラス管であることを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子では、絶縁性管が、ガラス管であるので、アルミナ等のセラミックスに比べて安価に作製できると共に、高いガス封止性及び水分等の遮断性により優れた信頼性が得られる。

40

【0021】

第13の発明に係るサージ防護素子の製造方法は、第1から第12の発明のいずれかのサージ防護素子を製造する方法であって、一对の封止電極の少なくとも一方の対向面に一对の前記封止電極の間隔を規定するための間隔調整部を部分的に形成する間隔調整部形成工程と、一对の前記封止電極で絶縁性管の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止すると共に、一对の前記封止電極の間で一部を放電空間として空けた状態で一对の前記封止電極の対向面により前記間隔調整部を挟む封止工程とを有し、前記間隔調整部形成工程が、一对の前記封止電極の少なくとも一方の対向面に直接又は他の薄膜層を介して絶縁性材料で絶縁性薄膜層を少なくとも1つ成膜する成膜工程を有していることを特徴とする

50

。

すなわち、このサージ防護素子の製造方法では、間隔調整部形成工程が、一对の封止電極の少なくとも一方の対向面に直接又は他の薄膜層を介して絶縁性材料で絶縁性薄膜層を少なくとも1つ成膜する成膜工程を有しているので、パターンングにより容易に薄く多様な形状で絶縁性薄膜層を形成できると共に、非常に狭いギャップを設けることができる。

【0022】

第14の発明に係るサージ防護素子の製造方法は、第13の発明において、前記成膜工程で、前記対向面に直接又は他の薄膜層に前記絶縁性薄膜層となる絶縁性材料を含有するペーストを部分的に塗布して前記絶縁性薄膜層を形成することを特徴とする。

すなわち、このサージ防護素子の製造方法では、成膜工程で、前記対向面に直接又は他の薄膜層に絶縁性薄膜層となる絶縁性材料を含有するペーストを部分的に塗布して絶縁性薄膜層を形成するので、ペースト塗布によるパターンングで簡易かつ容易に絶縁性薄膜層を成膜することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、以下の効果を奏する。

すなわち、本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法によれば、間隔調整部が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層を少なくとも1つ備えるので、リング状の部材を介在させる場合に比べて非常に狭いギャップを設定することが可能であると共に、低コストで作製でき、小型でありながら高耐量・高信頼性を得ることができる。

したがって、本発明に係るサージ防護素子は、小型かつ安価で高信頼性の製品が要求される電気機器の電源回路部や通信回路部用などに好適である。特に、本発明のサージ防護素子は、基板実装用として静電気対策を含む幅広い用途に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第1実施形態において、サージ防護素子を示す軸線方向の断面図である。

【図2】第1実施形態において、サージ防護素子を示す分解斜視図である。

【図3】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第2実施形態において、サージ防護素子を示す軸線方向の断面図である。

【図4】第2実施形態において、サージ防護素子を示す分解斜視図である。

【図5】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第3実施形態において、サージ防護素子を示す軸線方向の断面図である。

【図6】第3実施形態において、サージ防護素子を示す分解斜視図である。

【図7】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第4実施形態において、サージ防護素子を示す軸線方向の断面図である。

【図8】第4実施形態において、サージ防護素子を示す分解斜視図である。

【図9】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第5実施形態において、サージ防護素子を示す軸線方向の断面図である。

【図10】第5実施形態において、サージ防護素子を示す分解斜視図である。

【図11】本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第6実施形態において、各絶縁性薄膜を通る切断面でのサージ防護素子を示す断面図である。

【図12】第6実施形態において、間隔調整部を成膜した封止電極を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明に係るサージ防護素子及びその製造方法の第1実施形態を、図1及び図2を参照しながら説明する。なお、以下の説明に用いる各図面では、各部材を認識可能又は認識容易な大きさとするために縮尺を適宜変更している。

【0026】

本実施形態のサージ防護素子1は、図1及び図2に示すように、絶縁性管2と、絶縁性

10

20

30

40

50

管 2 の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止する一对の封止電極 3 と、一对の封止電極 3 の間で一部を放電空間 S として空けた状態で一对の封止電極 3 の対向面に挟まれて一对の封止電極 3 の間隔を規定する間隔調整部 4 とを備えている。

【 0 0 2 7 】

上記間隔調整部 4 は、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層 6 a , 6 b を少なくとも 1 つ備えている。

また、間隔調整部 4 は、絶縁性管 2 の軸線方向に積層され少なくとも 1 つが絶縁性薄膜層 6 a , 6 b である複数の薄膜層を備えている。

【 0 0 2 8 】

複数の薄膜層のうち少なくとも 1 つは、放電空間 S に接する周縁部が、積層される他の薄膜層と異なる形状とされ、間隔調整部 4 の放電空間 S に接する周縁部に、段差部 D が形成されている。

上記絶縁性管 2 は、円筒状であり、鉛ガラス等のガラス管で形成されている。なお、絶縁性管 2 は、安価で封止性等に優れたガラス管で形成することが好ましいが、アルミナなどの結晶性セラミックス材で形成しても構わない。

【 0 0 2 9 】

上記絶縁性管 2 内に封入される放電制御ガスは、不活性ガス等であって、例えば H e , A r , N e , X e , K r , S F 6 , C O 2 , C 3 F 8 , C 2 F 6 , C F 4 , H 2 , 大気等及びこれらの混合ガスが採用される。

上記封止電極 3 は、例えばジユメット線 , 4 2 アロイ ( F e : 5 8 w t % , N i : 4 2 w t % ) , C u 等で円柱状に形成されている。

なお、本実施形態では、一对の封止電極 3 が絶縁性管 2 の内側に入り込んで両端開口部を閉塞している。

各封止電極 3 には、外側に突出したリード線 5 の基端部が埋め込まれている。

【 0 0 3 0 】

複数の薄膜層 ( 絶縁性薄膜層 6 a , 6 b ) は、絶縁性管 2 の内周面に外周縁が接触した円環状に形成され、複数の薄膜層 ( 絶縁性薄膜層 6 a , 6 b ) のうち少なくとも 1 つ ( 絶縁性薄膜層 6 b ) の内径が、他の薄膜層 ( 絶縁性薄膜層 6 a ) と異なり、間隔調整部 4 の内周面に、段差部 D が形成されている。

【 0 0 3 1 】

すなわち、本実施形態の間隔調整部 4 は、封止電極 3 の対向面に直接成膜された内径の小さな絶縁性薄膜層 6 a と、絶縁性薄膜層 6 a よりも内径の大きな絶縁性薄膜層 6 b とが交互に軸線方向に重ねられた 3 層の薄膜層で構成されている。

このように内径の異なる円環状の絶縁性薄膜層 6 a , 6 b が交互に重ねられていることで、内径の大きな絶縁性薄膜層 6 a に対して内方に内径の小さな絶縁性薄膜層 6 a の内周縁部が半径方向外方に凹んだ状態となり、段差部 D が間隔調整部 4 の内周面に形成される。また、間隔調整部 4 の内側に、略円盤状の放電空間 S が形成される。

【 0 0 3 2 】

なお、間隔調整部 4 は、厚さが例えば 2 0 0 ~ 8 0 0 μ m となるように、積層する複数の薄膜層 ( 絶縁性薄膜層 6 a , 6 b ) の厚さと積層数とが設定される。すなわち、間隔調整部 4 の厚さが封止電極間距離となる。

また、封止電極 3 の対向面の面積に対して、間隔調整部 4 の対向面に対する設置面積は 5 0 % 以内に設定することが好ましい。すなわち、間隔調整部 4 の設置面積を 5 0 % 以内としたのは、5 0 % を超えると十分な放電空間 S が確保できないためである。

【 0 0 3 3 】

本実施形態のサージ防護素子 1 の製造方法は、一对の封止電極 3 の少なくとも一方の対向面に一对の封止電極 3 の間隔を規定するための間隔調整部 4 を部分的に形成する間隔調整部形成工程と、一对の封止電極 3 で絶縁性管 2 の両端開口部を閉塞して内部に放電制御ガスを封止すると共に、一对の封止電極 3 の間で一部を放電空間 S として空けた状態で一对の封止電極 3 の対向面により間隔調整部 4 を挟む封止工程とを有している。

10

20

30

40

50

## 【0034】

上記間隔調整部形成工程は、一对の封止電極3の少なくとも一方の対向面に直接又は他の薄膜層を介して絶縁性材料で絶縁性薄膜層6a, 6bを少なくとも1つ成膜する成膜工程を有している。

上記成膜工程では、前記対向面に直接又は他の薄膜層に絶縁性薄膜層6a, 6bとなる絶縁性材料を含有するペーストを部分的に塗布して絶縁性薄膜層6a, 6bを形成する。

上記ペーストとしては、例えばペースト主剤としてセラミックス, ガラス, 樹脂粉末等を含有したものが採用される。

## 【0035】

本実施形態では、一对の封止電極3における対向面の両方に上記ペーストを円環状に塗布してパターンングし、対向面上に内径の小さな絶縁性薄膜層6aを直接成膜し、その後、一对の封止電極3における対向面の一方に上記ペーストを円環状に塗布してパターンングし、対向面上に内径の大きな絶縁性薄膜層6bを直接成膜する。

このように絶縁性薄膜層6a, 6bを成膜した一对の封止電極3を、図2に示すように、絶縁性管2に挿入して互いに3層の絶縁性薄膜層6a, 6bを挟んだ状態に対向させ、熱処理により絶縁性管2と封止電極3とを接合することで、間隔調整部4を有したサージ防護素子1が作製される。

## 【0036】

このように本実施形態のサージ防護素子1では、間隔調整部4が、絶縁性材料で成膜された絶縁性薄膜層6a, 6bを少なくとも1つ備えているので、一对の封止電極3の間に極薄い絶縁性薄膜層6a, 6bを介在させることができ、リング状の部材を介在させる場合に比べて非常に狭いギャップを設定することが可能である。

また、部材を別途用意する必要がなく、成膜によって容易に絶縁性薄膜層6a, 6bを得ることができ、製造コストを大幅に低減することが可能になる。

さらに、アレスタ型の対向電極を採用していることで、小型でありながら高耐量・高信頼性を得ることができる。

特に、絶縁性管2が、ガラス管であるので、アルミナ等のセラミックスに比べて安価に作製できると共に、高いガス封止性及び水分等の遮断性により優れた信頼性が得られる。

## 【0037】

また、間隔調整部4が、積層された複数の薄膜層(絶縁性薄膜層6a, 6b)を備え、複数の薄膜層(絶縁性薄膜層6a, 6b)のうち少なくとも1つにおいて、放電空間Sに接する周縁部が、積層される他の薄膜層と異なる形状とされ、間隔調整部4の放電空間Sに接する周縁部に、段差部Dが形成されているので、アーク放電で飛散した金属成分が間隔調整部4の周縁部に付着しても段差部Dがあるために付着金属による通電回路が形成され難く、ショートしてしまうことを抑制することができる。

## 【0038】

また、段差部Dによって間隔調整部4の周縁部を介した封止電極3間の沿面距離が長くなり、この点でも付着金属による通電回路が形成され難くなる。なお、従来の一物物のスペーサでは、周縁部を加工して段差部を形成することが困難であるが、本実施形態のサージ防護素子1では、形状の異なる複数の薄膜層(絶縁性薄膜層6a, 6b)を積層することで、狭いギャップ間でも段差部Dを得ることが容易である。

## 【0039】

さらに、薄膜層(絶縁性薄膜層6a, 6b)の積層数で一对の封止電極3間のギャップを容易に調整することができ、作製が容易で低コストである。

また、円環状である複数の薄膜層(絶縁性薄膜層6a, 6b)のうち少なくとも1つ(絶縁性薄膜層6b)の内径が、他の薄膜層(絶縁性薄膜層6a)と異なり、間隔調整部4の内周面に、段差部Dが形成されているので、間隔調整部4の内側に段差部Dで囲まれた放電空間Sを確保することができる。

## 【0040】

また、本実施形態のサージ防護素子1の製造方法では、間隔調整部形成工程が、一对の

10

20

30

40

50

封止電極 3 の少なくとも一方の対向面に直接又は他の薄膜層を介して絶縁性材料で絶縁性薄膜層 6 a , 6 b を少なくとも 1 つ成膜する成膜工程を有しているため、パターンングにより容易に薄く多様な形状で絶縁性薄膜層 6 a , 6 b を形成できると共に、非常に狭いギャップを設けることができる。

【 0 0 4 1 】

特に、成膜工程で、前記対向面に直接又は他の薄膜層に絶縁性薄膜層 6 a , 6 b となる絶縁性材料を含有するペーストを部分的に塗布して絶縁性薄膜層 6 a , 6 b を形成するので、ペースト塗布によるパターンングで簡易かつ容易に絶縁性薄膜層 6 a , 6 b を成膜することができる。

なお、ペースト塗布法としては、スクリーン印刷法、スタンプ転写法、凸版(活版)印刷法、オフセット印刷法等が採用できる。

【 0 0 4 2 】

次に、本発明に係るサージ防護素子の第 2 ~ 第 6 実施形態について、図 3 ~ 図 1 2 を参照して以下に説明する。なお、以下の各実施形態の説明において、上記実施形態において説明した同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

第 2 実施形態と第 1 実施形態との異なる点は、第 1 実施形態では、円環状の複数の薄膜層(絶縁性薄膜層 6 a , 6 b )を重ねて間隔調整部 4 を構成しているのに対し、第 2 実施形態のサージ防護素子 2 1 は、図 3 及び図 4 に示すように、円形状の複数の薄膜層(絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b )を重ねて間隔調整部 2 4 を構成している点である。

すなわち、第 2 実施形態では、間隔調整部 2 4 が、封止電極 3 の対向面の中央部分に配され、複数の薄膜層(絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b )が、互いに軸線が共通した円形状に形成されている。

【 0 0 4 4 】

なお、第 2 実施形態では、間隔調整部 2 4 が、積層された 3 層の薄膜層(絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b )で構成されている。

このように間隔調整部 2 4 が対向面の中央部分に配されることで、間隔調整部 2 4 の外側に、略円環状の放電空間 S が形成される。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の間隔調整部 2 4 は、封止電極 3 の対向面に直接成膜された外径の大きな絶縁性薄膜層 2 6 a と、絶縁性薄膜層 2 6 a よりも外径の小さな絶縁性薄膜層 2 6 b とが交互に軸線方向に重ねられた 3 層の薄膜層で構成されている。

このように外径の異なる円形状の絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b が交互に重ねられていることで、外径の大きな絶縁性薄膜層 2 6 a に対して外径の小さな絶縁性薄膜層 2 6 b の周縁部が半径方向内方に凹んだ状態となり、段差部 D が間隔調整部 2 4 の内周面に形成される。また、間隔調整部 2 4 の外側に、略円環状の放電空間 S が形成される。

【 0 0 4 6 】

第 2 実施形態では、一对の封止電極 3 における対向面の両方に上記ペーストを円形状に塗布してパターンングし、対向面上に外径の大きな絶縁性薄膜層 2 6 a を直接成膜し、その後、一对の封止電極 3 における対向面の一方に上記ペーストを円形状に塗布してパターンングし、対向面上に外径の小さな絶縁性薄膜層 2 6 b を直接成膜する。このように絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b を成膜した一对の封止電極 3 を、図 4 に示すように、絶縁性管 2 に挿入して互いに絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b を挟んだ状態に対向させ、熱処理により絶縁性管 2 と封止電極 3 とを接合することで、間隔調整部 2 4 を有するサージ防護素子 2 1 が作製される。

【 0 0 4 7 】

このように第 2 実施形態のサージ防護素子 2 1 では、円環状である複数の薄膜層(絶縁性薄膜層 2 6 a , 2 6 b )のうち少なくとも 1 つ(絶縁性薄膜層 2 6 b )の外径が、他の薄膜層(絶縁性薄膜層 2 6 a )と異なり、間隔調整部 2 4 の外周面に、段差部 D が形成されているので、間隔調整部 2 4 の外側に放電空間 S を確保することができる。また、対向

10

20

30

40

50

面中央部分に配された間隔調整部材 2 4 が障壁となり、アーク放電で飛散した金属成分が絶縁性管 2 の半径方向反対側の放電空間 S にまで飛散することを抑制可能である。

【 0 0 4 8 】

次に、第 3 実施形態と第 1 実施形態との異なる点は、第 1 実施形態では、全ての薄膜層が絶縁性薄膜層 6 a , 6 b であるのに対し、第 3 実施形態のサージ防護素子 3 1 では、図 5 及び図 6 に示すように、間隔調整部 3 4 が、絶縁性材料で形成された薄膜層である絶縁性薄膜層 6 a , 6 b と、導電性材料で形成された機能性層 3 6 とを備えている点である。

【 0 0 4 9 】

上記機能性層 3 6 は、導電性材料で形成された機能性シートである。

特に、第 3 実施形態では、機能性層 3 6 が、金属のシートで形成されている。

10

この機能性層 3 6 は、例えば封止電極 3 と同じ 4 2 アロイや Cu 等の金属で形成されている。

本実施形態では、機能性層 3 6 が絶縁性薄膜層 6 a と同形状に形成され、一对の絶縁性薄膜層 6 b の間に挟まれて積層されている。したがって、機能性層 3 6 は、上下の絶縁性薄膜層 6 b から半径方向内方に突出した状態とされる。

【 0 0 5 0 】

すなわち、第 3 実施形態では、第 2 実施形態と同様に一对の封止電極 3 の一方における対向面に絶縁性薄膜層 6 a 及び絶縁性薄膜層 6 b を成膜しておくと共に、一对の封止電極 3 の他方における対向面に絶縁性薄膜層 6 a を成膜し、図 6 に示すように、成膜した一对の封止電極 3 の間に機能性層 3 6 を配した状態で、一对の封止電極 3 を絶縁性管 2 に挿入して互いに絶縁性薄膜層 6 a , 6 b 及び機能性層 3 6 を挟んだ状態で対向させ、熱処理により絶縁性管 2 と封止電極 3 とを接合することで、間隔調整部 3 4 を有したサージ防護素子 3 1 が作製される。

20

【 0 0 5 1 】

このように第 3 実施形態のサージ防護素子 3 1 では、間隔調整部 3 4 が、導電性材料で形成された薄膜層である機能性層 3 6 を備えているので、絶縁性薄膜層 6 a , 6 b によって封止電極 3 間の絶縁性を確保すると共に、導電性を有する機能性層 3 6 によって放電特性を調整することが可能になる。

特に、第 3 実施形態では、機能性層 3 6 が、金属で形成されているので、飛散した金属成分が金属の機能性層 3 6 に付着し易くなり、絶縁性薄膜層 6 a , 6 b に付着することを抑制可能である。

30

【 0 0 5 2 】

また、機能性層 3 6 が、機能性シートであるので、成膜が困難な材料であっても別途シート化して機能性シートとして薄膜層に重ねることができる。特に、成膜では上下の薄膜層に対して半径方向内方に突出した薄膜層を得ることが難しいのに対し、シート状の機能性層 3 6 であれば、半径方向内方に突出させることができる。

【 0 0 5 3 】

次に、第 4 実施形態と第 3 実施形態との異なる点は、第 3 実施形態では、金属の機能性層 3 6 を採用しているのに対し、第 4 実施形態のサージ防護素子 4 1 では、図 7 及び図 8 に示すように、間隔調整部材 4 4 の機能性層 4 6 が、イオン源材料で形成されている点である。

40

すなわち、第 4 実施形態の機能性層 4 6 は、イオン源材料であって電子放出能が封止電極 3 よりも高い材料、例えば炭素材料で形成された円形状の放電補助部である。機能性層 4 6 は、例えば円形状のグラファイトシートである。

【 0 0 5 4 】

このサージ防護素子 4 1 では、過電圧又は過電流が侵入すると、まず放電補助部となる機能性層 4 6 と封止電極 3 との間で初期放電が行われ、この初期放電をきっかけに、さらに放電が進展すると、一方の封止電極 3 から他方の封止電極 3 へアーク放電が行われる。

このように第 4 実施形態のサージ防護素子 4 1 では、機能性層 4 6 が、イオン源材料で形成されているので、アーク放電のトリガとしての放電補助機能を有した機能性層とする

50

ことができる。

【0055】

次に、第5実施形態と第1実施形態との異なる点は、第1実施形態では、間隔調整部4が、絶縁性管2の軸線方向に積層された絶縁性薄膜層6a, 6bである複数の薄膜層で構成されているのに対し、第5実施形態のサージ防護素子51は、図9及び図10に示すように、間隔調整部54が、一方の封止電極3の対向面に成膜された1層の絶縁性薄膜層56だけで構成されている点である。

【0056】

すなわち、第5実施形態では、サージ防護素子51を作製する際に一方の封止電極3の対向面にだけ絶縁性薄膜56の単層を成膜しておき、この封止電極3と他方の封止電極3とを絶縁性管2内で互いに突き合わせることで、絶縁性薄膜56一層の厚さだけでギャップを構成している。

10

【0057】

また、第5実施形態では、間隔調整部材54を構成する1層の絶縁性薄膜層56が、絶縁性材料中に導電性粒子Cを含有している点でも第1実施形態と異なっている。

すなわち、第5実施形態の絶縁性薄膜層56は、全体として絶縁性を維持している状態でイオン源材料等の導電性粒子Cを分散状態で含んでいる。

例えば、絶縁性薄膜層56は、絶縁性材料中にイオン源材料である炭素粒子を導電性粒子Cとして含有させており、一部の導電性粒子Cが内周面に露出している。本実施形態では、導電性粒子Cを含有させたペーストを封止電極3の対向面に塗布することで絶縁性薄膜層56を成膜する。

20

【0058】

このように第5実施形態のサージ防護素子51では、絶縁性薄膜層56が、封止電極3の対向面に成膜されているので、予め封止電極3の対向面に絶縁性薄膜層56を成膜しておき、絶縁性薄膜層56を形成した封止電極3を絶縁性管2に挿入して接合するだけで容易に作製することが可能になる。

また、絶縁性薄膜層56が、絶縁性材料中に導電性粒子Cを含有しているので、絶縁性薄膜層56中のイオン源材料等の導電性粒子Cにより、絶縁性薄膜層56自体がアーク放電のトリガとしての放電補助機能等を有することができる。

【0059】

30

次に、第6実施形態と第5実施形態との異なる点は、第5実施形態では、円環状の間隔調整部54を一对の封止電極3の対向面間に設けているのに対し、第6実施形態のサージ防護素子61では、図11及び図12に示すように、間隔調整部64が、封止電極3の対向面に互いに間隔を空けて複数分割されて形成されている点である。

すなわち、第6実施形態では、間隔調整部64が一方の封止電極3の対向面上に互いに均等な間隔を空けて配されて成膜された3つの小さな円形状又はドット状の絶縁性薄膜66に分割されている。

【0060】

なお、第6実施形態の絶縁性薄膜56は、絶縁性材料中に導電性粒子Cを含有していない。

40

このように第6実施形態のサージ防護素子61では、間隔調整部64が、封止電極3の対向面に互いに間隔を空けて複数分割されて形成されているので、分割された間隔調整部64(絶縁性薄膜66)の間隔を空けるほど一对の封止電極3間の放電空間Sを広く設けることが可能になる。

【0061】

なお、本発明の技術範囲は上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、上記各実施形態のように絶縁性薄膜層をペースト塗布法によって成膜することが好ましいが、スパッタリング等の他の成膜方法を採用しても構わない。

また、上記実施形態では、機能性シートの機能性層を採用したが、他の薄膜層と同様に

50

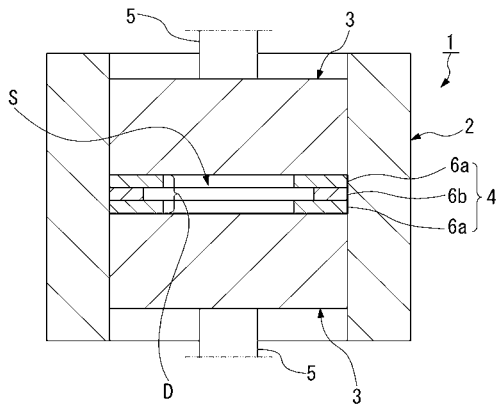
ペースト塗布法によって機能性層を成膜しても構わない。

【符号の説明】

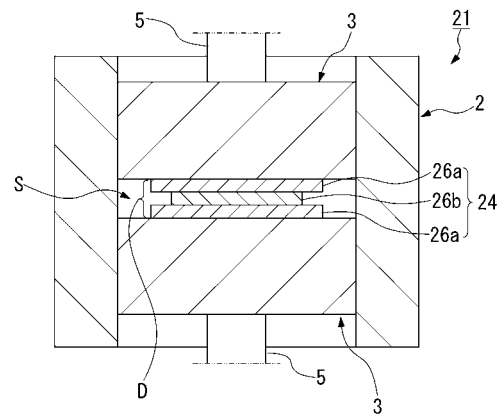
【0062】

1, 21, 31, 41, 51, 61 ... サージ防護素子、2 ... 絶縁性管、3 ... 封止電極、  
4, 24, 34, 44, 54, 65 ... 間隔調整部、6a, 6b, 26a, 26b, 56,  
66 ... 絶縁性薄膜層、36, 46 ... 機能性層、C ... 導電性粒子、S ... 放電空間

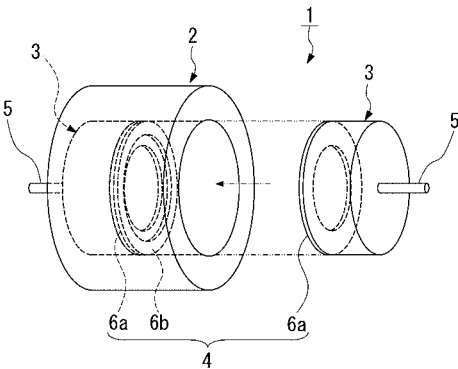
【図1】



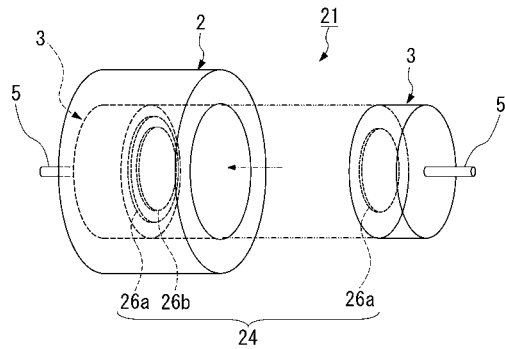
【図3】



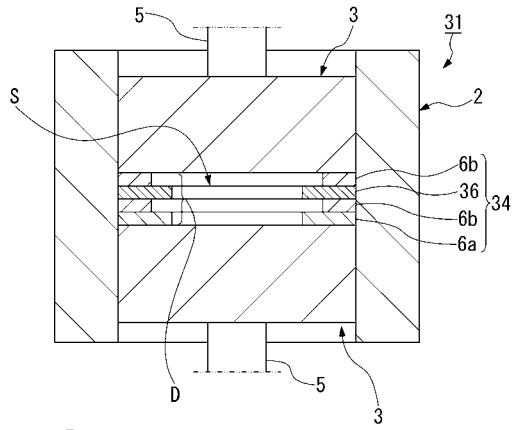
【図2】



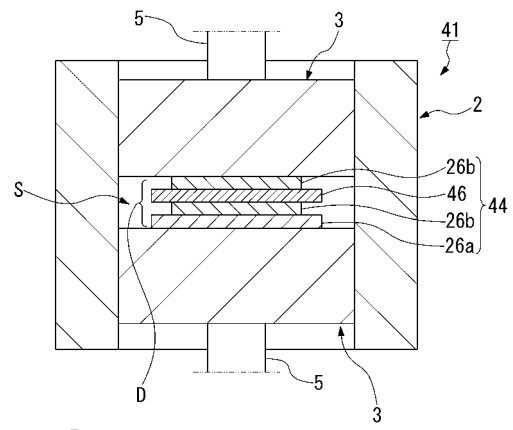
【図4】



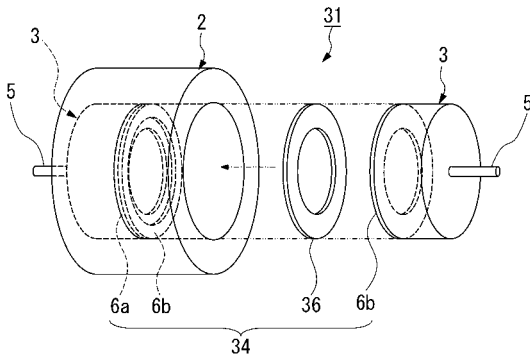
【 図 5 】



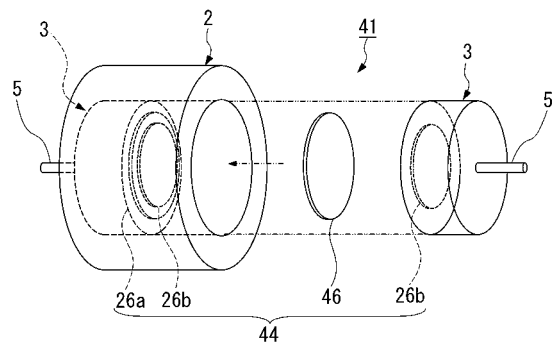
【 図 7 】



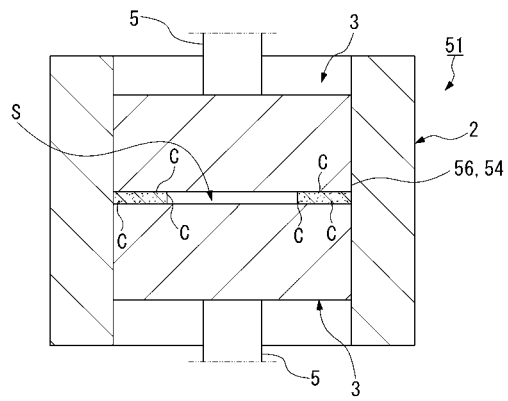
【 図 6 】



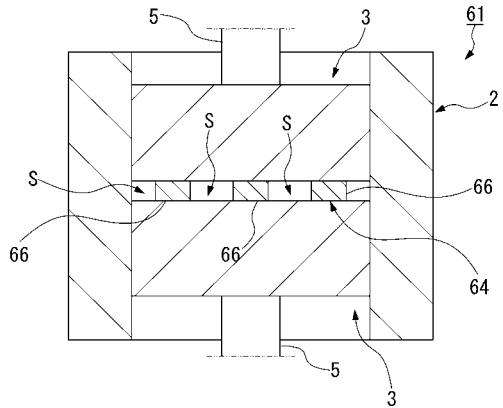
【 図 8 】



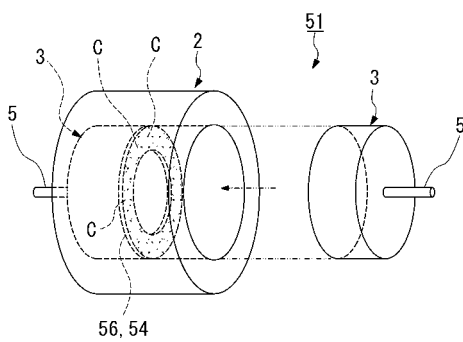
【 図 9 】



【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

