

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5602607号  
(P5602607)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.CI.

HO 1 H 33/664 (2006.01)

F 1

HO 1 H 33/664

D

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-279135 (P2010-279135)  
 (22) 出願日 平成22年12月15日 (2010.12.15)  
 (65) 公開番号 特開2012-129057 (P2012-129057A)  
 (43) 公開日 平成24年7月5日 (2012.7.5)  
 審査請求日 平成25年11月5日 (2013.11.5)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (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 100088199  
 弁理士 竹中 岳生  
 (74) 代理人 100094916  
 弁理士 村上 啓吾  
 (72) 発明者 安部 淳一  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空バルブ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空容器内に、接離自在に設けられた一対の主電極、及びこの一対の主電極の背面部に設けられそれぞれ電極軸を有するコイル電極を収めた真空バルブであって、上記コイル電極は、上記電極軸の径方向に独立して設けられた複数の通電腕と、この通電腕の先端から更に周方向に延設された円弧状コイル部と、この円弧状コイル部の先端に設けられ上記主電極の裏面に当接してこの主電極と導通する導通部とを有すると共に、上記主電極の表面部には、他方の主電極と接離可能な突出状接点を設け、

この突出状接点は、上記通電腕と円弧状コイル部によって区画された区域において、上記電極軸の軸心を中心とし且つ上記通電腕の中央までの距離を半径とする円と、上記円弧状コイル部が形成する円周角の中心線とが交わる交点を中心として形成され且つ上記通電腕及び上記円弧状コイル部とに内接する円と対応する位置に配置され、

上記主電極には、上記突出状接点の内側周面の外接箇所から、隣接する上記導通部の方向に向かって延び主電極外周縁部に達するスリットを設け、このスリットと、隣接する上記導通部、上記円弧状コイル部、上記通電腕とによって通電路を形成したことを特徴とする真空バルブ。

## 【請求項 2】

上記主電極には、上記突出状接点の周面2箇所の外接箇所から、隣接する上記導通部の方向に向かって平行して延び主電極外周縁部に達する2筋のスリットを設け、この2筋のスリットと、隣接する上記導通部、上記円弧状コイル部、上記通電腕とによって通電路を

形成したことを特徴とする請求項 1 記載の真空バルブ。

【請求項 3】

上記スリットは、溝状にしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の真空バルブ。  
。

【請求項 4】

一対の上記主電極は、同形状としたことを特徴とするとする請求項 1 又は請求項 2 記載の真空バルブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

この発明は、電力系統において、回路の開閉に用いられる真空遮断器の真空バルブに関するものである。

【背景技術】

【0002】

真空バルブの遮断性能を向上させるため縦磁界を利用する縦磁界電極は、例えば特許文献 1、2 に開示されている。特許文献 1 に記載されたものは、筒状絶縁物とフランジで形成された容器が真空中に保たれ、その内部には、固定接点と可動接点が対向して配置されている。固定側の電極にコイル導体を備えるとともに、可動側の電極にもコイル導体を備えている。両コイル導体は、軸中心から半径方向に伸びた腕の先端に、周方向に伸びるコイルを取り付けたものであり、このコイルに電流が周方向に流れることにより、アーケーに対して平行な磁界（縦磁界）が発生する。このようにしてアーケーに縦磁界を加えると、荷電粒子を径方向に拡散させることでアーケーを安定させ、その結果、電流密度を小さくして電極部の局所的な温度上昇を抑え、遮断能力を増大させることができる。

20

特許文献 2 に記載されたものは、低サージ材料から形成された突出部を備えた接点としている。この部分にアーケーを点弧させることで裁断電流が小さくなるため、サージ電圧が低い真空バルブとなる。

特許文献 3 に記載されたものは、接点がコイル分流腕部のコイル円弧部が連結されていない側面に接するかもしくは僅かに離れ、電極体の半径の 1 / 2 以上外側でかつ電極面板からはみ出さないようにし、しかも複数のものが電極体と同心上に配置され、この接点の最寄のコイル分流腕部と反対側に接点と僅かに離れて半径方向に直線状に伸びるスリットが電極体及び電極面板に設けられた真空バルブである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 57 - 199126 号公報

【特許文献 2】特開昭 63 - 45722 号公報

【特許文献 3】特開昭 63 - 174232 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

このような真空バルブで使用される縦磁界電極においては、いかに電極構造を変えることで、開極時に発生する真空アーケーを効率良く拡散させて、遮断性能を上げるかが課題となる。この発明は、遮断性能がより向上する電極構造を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明に係わる真空バルブは、真空容器内に、接離自在に設けられた一対の主電極、及びこの一対の主電極の背面部に設けられそれぞれ電極軸を有するコイル電極を収めた真空バルブであって、

上記コイル電極は、上記電極軸の径方向に独立して設けられた複数の通電腕と、この通電腕の先端から更に周方向に延設された円弧状コイル部と、この円弧状コイル部の先端に設

50

けられ上記主電極の裏面に当接してこの主電極と導通する導通部とを有すると共に、上記主電極の表面部には、他方の主電極と接離可能な突出状接点を設け、この突出状接点は、上記通電腕と円弧状コイル部によって区画された区域において、上記電極軸の軸心を中心とし且つ上記通電腕の中央までの距離を半径とする円と、上記円弧状コイル部が形成する円周角の中心線とが交わる交点を中心として形成され且つ上記通電腕及び上記円弧状コイル部とに内接する円と対応する位置に配置され、上記主電極には、上記突出状接点の内側周面の外接箇所から、隣接する上記導通部の方向に向かって伸び主電極外周縁部に達するスリットを設け、このスリットと、隣接する上記導通部、上記円弧状コイル部、上記通電腕とによって通電路を形成したものである。

## 【発明の効果】

10

## 【0006】

この発明の真空バルブによれば、開極当初のアークを速く、発弧位置から離れた箇所に動かすことで、電流ゼロ点での接点表面温度が下がり、また通電電流が増大しても接点表面の温度上昇が抑制され、真空アークが効率良く、拡散するので遮断性能に優れた電極を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】この発明の実施の形態1における真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

## 【図2】この発明の実施の形態1における真空バルブの電極を示す断面図である。

20

【図3】この発明の実施の形態1における真空バルブの電極のコイル導体に流れる電流の様子を示す断面図である。

【図4】この発明の実施の形態1における真空バルブの電極の一部材である接点上を動くアークの様子を示す平面図である。

【図5】この発明の実施の形態2における真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

【図6】この発明の実施の形態3における真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

【図7】この発明の実施の形態4における真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

30

## 【図8】この発明の実施の形態5における真空バルブの接点を示す平面図である。

## 【図9】図8中のX-X線における断面図である。

## 【図10】この発明の実施の形態6における真空バルブの接点を示す平面図である。

## 【図11】従来の真空バルブの一例を示す正面断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

以下、図面に基づいて、この発明の各実施の形態を説明する。

なお、各図間において、同一符号は同一あるいは相当部分を示す。

## 【0009】

実施の形態1。

40

真空バルブに使用される縦磁界電極においては、これまで開極当初に発生するブリッジコラムアークを動かすという観点での検討はされていなかった。

横磁界（スパイラル）電極は、アークを回転させることで電流ゼロ点における接点表面温度を下げるという技術であるが、縦磁界電極は、縦方向（アークに平行な方向）の磁場を加えることでアークを拡散させるという技術であるため、開極当初のアークの動きは余り注目されてこなかったためである。

## 【0010】

また、アークを回転させるスパイラル電極は二方向からアークを観測するが、縦磁界電極で二方向からアークを観測する例は少なく、発弧当初はアークが非常に明るいため、これまでの高速度カメラではハレーションを起こしてしまい観測できなかった。

50

今回、シャッター速度が短い高速度カメラを用いて、二方向から縦磁界電極の真空アークを観測することで、新たに縦磁界電極においても発弧当初のブリッジコラムアークが動きつつ、拡散することが新たに判明した。

更にはこの動きは発弧位置におけるローレンツ力によって、動作速度や移動距離が決まることがわかった。ローレンツ力は横方向の磁場によって決まるが、複数に分割された縦磁界電極の場合、発弧位置によっては固定側、可動側のあるコイル導体に電流が偏って流れるため、磁場分布が非平衡となり縦磁場よりも横磁場の影響を強く受けたためと考えられる。

#### 【0011】

実際に磁界解析を行い、横方向の磁場を計算したところ、コイル部中心の位置でローレンツ力が強くなる。また、コイル部の直上となる接点端部でもローレンツ力が強くなる場合があるが、ローレンツ力の向きから接点上を飛び出す方向となるため、逆にアーク電圧が上昇し、拡散アークとなるまでの時間がかかる。

#### 【0012】

すなわち、これまで検討されてこなかった縦磁界電極における開極当初の発弧箇所が重要な役割を果たすことになる。発弧位置を制御することで、発弧当初のアークを速く、発弧位置から離れた箇所に動かすことで、接点表面の温度上昇を防ぎ、アークを効率良く拡散させることができるので、遮断性能をあげることが可能となる。

#### 【0013】

図1は、この実施の形態1に係る真空バルブの電極の一部材である接点2を示す平面図で、図2はその断面図である。

この発明に係る真空バルブは、図11に示した従来の真空バルブと同様に、真空容器内に、接離自在に設けられた一対の主電極（以下接点という）2、及びこの一対の接点2の背面部に設けられ、それぞれ電極軸（以下電極棒という）3、3d、3eを有するコイル電極（以下コイル導体という）1で構成されている。なお、図11中、10は絶縁円筒、11はベローズ、12はシールド、13dは固定側フランジ、13eは可動側フランジである。

#### 【0014】

図1、図2において、コイル導体1は、電極棒3から直交する方向、すなわち電極棒3の径方向に配設された複数の通電腕（以下コイル腕という）1aと、このコイル腕の先端から更に周方向に弧状に延設された円弧状コイル部1bと、この円弧状コイル部1bの先端に設けられ接点2の裏面に当接してこの接点と導通する導通部（以下通電面という）1cなどにより構成されている。

接点2は、突出状接点（接点突出部）2aを有し、この突出状接点2aは、接点2の表面部に他方の接点2と接離可能な状態で設けられ、その配置位置は、コイル腕1aと円弧状コイル部1bによって区画された区域において、コイル導体1における弧となる円弧状コイル部1bの円周角中心線S1と、電極棒3から径方向（放射状）に延びるコイル腕1aの中心（中央）S2と電極棒3の軸心Cとの距離を半径Rとする円E1との交点S3を中心として、コイル導体1の内周（コイル腕1a及び円弧状コイル部1b）と接する距離を半径rとした円E2の直上となる対応位置である。

さらに、コイル導体1の内部には、接点2の裏面に当接してコイル導体1の底面と接点2とを結合する補強部材4が収納されている。

#### 【0015】

補強部材4は、円板の下に丸棒が接続された構造からなり、補強部材4に電流が流れることで、コイル導体1に流れる電流が低減して、磁場を低下させることを防ぐため、導電率が低く、強度が高い材料で形成され、コイル導体1に設けられた円形の穴4aによって位置決めされる。電極棒3は、円柱状の金属棒で、コイル導体1と接続される。

#### 【0016】

図3は、この実施の形態1に係る電極において、コイル導体1及び接点2を流れる電流と接点上で発弧したアーク5に働くローレンツ力の態様を説明するための図で、図4は接

10

20

30

40

50

点表面における発弧位置からのアークの態様を説明する図である。

図3に示すように、電流は電極棒3e、コイル導体（コイル腕1a、円弧状コイル部1b、通電面1c）1、接点2の順に流れる。突出状接点2aの突出面でアーク5が発弧した場合は、対向する各電極における接点2の表面上をコの字形に電流が流れることになり、接点上を流れる電流による磁場によってアーク5は図3で示した向きにローレンツ力が働き、その方向に動く。

#### 【0017】

電流経路として、コの字が最長となるのは中央部で発弧した場合であるが、この場合は4箇所の通電部から均等に電流が流れるため、各々打ち消しあい中央で発弧した場合、ローレンツ力はゼロとなってしまう。すなわち、発弧位置はなるべく中央から離れた位置でありつつも、コの字の影響も強く受ける箇所とすることが望ましい。10

また、コイル導体1は、通電経路となり、その直上の磁場が弱くなるため発弧位置としては適さない。

よって最適な発弧位置としては、中心からなるべく離れた位置でありつつも、コの字経路が最長となり、コイル導体1の直上では無い箇所、すなわち、電極棒3の軸心Cを中心とし且つコイル腕1aの中央（中心）S2までの距離を半径Rとする円E1と、円弧状コイル部1bが形成する円周角の中心線S1とが交わる交点S3を中心として形成され且つコイル腕1a及び円弧状コイル部1bとに内接する円E2（半径r）の中心が望ましいが、一点で発弧する形状とすると数回発弧させた場合に溶融してしまうため、上記の円E2の内部で発弧させる構造が望ましい。20

#### 【0018】

接点2の表面上におけるアーク5の動きを示したのが図4で、発弧したアーク5は接点2の表面上を動きつつ拡散していく。

なお、一対の接点（主電極）2及びコイル導体（コイル電極）1は、図3に示すように同じ形状になされている。

#### 【0019】

実施の形態2.

図5は、実施の形態2に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

この実施の形態2に係る接点2は、コイル導体1における弧となる部分（円弧状コイル部1b）の円周角中心S1と、電極棒3から径方向（放射状）に延びるコイル腕1aの中心S2と電極中心Cとの距離を半径Rとする円E1との交点S3を中心として、コイル導体1の内周（コイル腕及び円弧状コイル部）と接する距離を半径rとした円E2の直上に突出状接点2aが設けられている。30

この実施の形態2では、実施の形態1と比較して突出状接点2aの面積が広くなり接触抵抗が低減するので、通常の真空バルブが閉状態において温度上昇を抑えられる。

#### 【0020】

実施の形態3.

図6は、実施の形態3に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

この実施の形態3に係る接点2には、通電面1cの電極棒3側となる端部から突出状接点2aの中心側となる端部までのスリット2bが設けられている。

すなわち、スリット2bは、突出状接点内側周面の外接箇所から、隣接する通電面1cの方向に向かって延び接点2の外周縁部（コイル腕1aと通電面1cの境目と対応する外周部）に達する1筋のスリットであり、このスリット2bと、隣接する通電面1c、円弧状コイル部1b、コイル腕1aとによって通電路が形成されている。

この実施の形態3は、通電面1cから突出状接点2aまでの通電経路が定まるため、漏れ電流が無くなり、より効率的にローレンツ力が働くようになり、発弧したアークをより素早く、発弧位置から離れた箇所に移動させることができるので、電流ゼロ点での接点表面温度が下がり、遮断性能が良い真空バルブができる。40

## 【0021】

## 実施の形態4.

図7は、実施の形態4に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

この実施の形態4に係る接点2には、実施の形態3から更にコイル先端側の通電面1c端部から、突出状接点2aの接点外周側となる端部までのスリット2cを設ける。

すなわち、この実施の形態4では、2筋のスリットが設けられ、2筋のスリット2b、2cは、突出状接点周面の2箇所の外接箇所から、隣接する通電面1cの方向に向かって平行して伸び接点2の外周縁部（通電面1cの両側）に達する状態で設けられ、この2筋のスリット2b、2cと、隣接する通電面1c、円弧状コイル部1b、コイル腕1aとによって通電路が形成されている。

この実施の形態4では、通電面1cから突出状接点2aまでの通電経路が実施の形態3より明確に定まるため、漏れ電流が無くなり、より効率的にローレンツ力が働くようになり、アークを速く、発弧位置から離れた箇所に移動させることができる。

## 【0022】

## 実施の形態5.

図8は、実施の形態5に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

図9は、この実施の形態5に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す断面である。

図8、図9に示す実施の形態5に係る接点2には、通電面1cの電極棒3側となる端部から突出状接点2aの中心側となる端部までの溝2dが接点2のコイル導体1側の背面に設けられている。

すなわち、実施の形態3のスリット2bの対応位置に、1筋の溝状スリット2dを設けたものである。

この実施の形態5では、通電面1cから突出状接点2aまでの通電経路が定まるため、漏れ電流が無くなり、より効率的にローレンツ力が働くようになり、発弧したアークをより素早く、発弧位置から離れた箇所に移動させることができるので、電流ゼロ点での接点表面温度が下がり、遮断性能が良い真空バルブができ、また接点裏であるため、接点上のスリットを無くしたことでスリットを設けた場合よりも接点表面の電界が下がるので、より定格電圧が高い真空バルブにも適用することができる。

## 【0023】

## 実施の形態6.

図10は、実施の形態6に係る真空バルブの電極の一部材である接点を示す平面図である。

この実施の形態6に係る接点2には、実施の形態5から更にコイル先端側の通電面1c端部から、突出部2aの接点外周側となる端部までのスリット2eを接点2のコイル導体1側の背面に設ける。

すなわち、実施の形態4のスリット2b、2cの対応位置に、2筋の溝状スリット2d、2eを設けたものである。

実施の形態6では、通電面1cから突出状接点2aまでの通電経路が実施の形態5よりさらに明確に定まるため、漏れ電流が無くなり、より効率的にローレンツ力が働くようになり、アークを速く、発弧位置から離れた箇所に移動させることができ、接点上のスリットを無くしたことで電界が低減するので、定格電圧が高い真空バルブとすることができます。

## 【符号の説明】

## 【0024】

1 コイル導体（コイル電極）

1a コイル腕（通電腕）

1b 円弧状コイル部

10

20

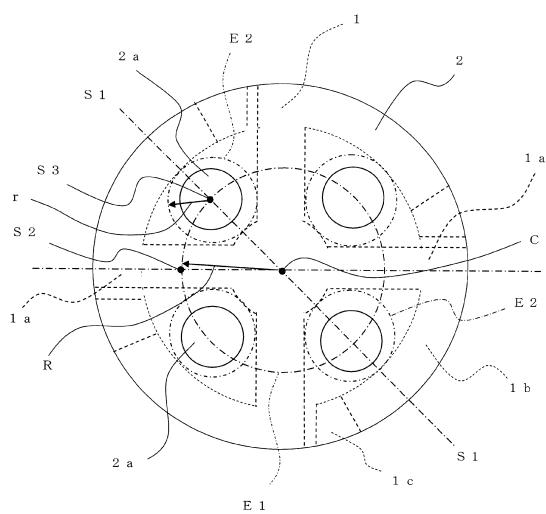
30

40

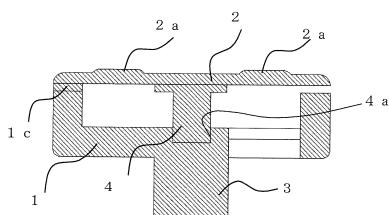
50

- 1 c 通電面（導通部）  
 2 接点（主電極）  
 2 a 突出状接点（突出面、接点突出部）  
 2 b スリット  
 2 c スリット  
 2 d 溝  
 2 e 溝  
 3 電極棒（電極軸）  
 3 d 固定側電極棒  
 3 e 可動側電極棒 10  
 4 補強部材  
 4 a 円形の穴  
 5 アーク  
 1 0 絶縁円筒  
 1 1 ベローズ  
 1 2 シールド  
 1 3 d 固定側フランジ  
 1 3 e 可動側フランジ  
 S 1 円弧状コイル部の円周角中心線  
 S 2 コイル腕 1 a の中心（中央） 20  
 E 1 電極棒の軸心 C と S 2 との距離を半径 R とする円  
 S 3 S 1 と E 1 との交点  
 E 2 コイル導体 1 の内周と接する距離を半径 r とした円。

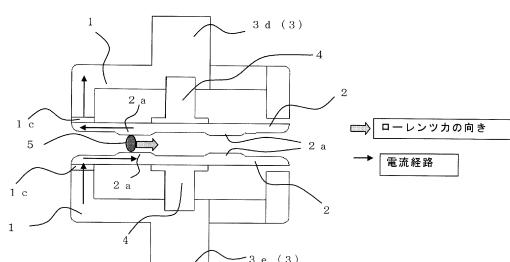
【図 1】



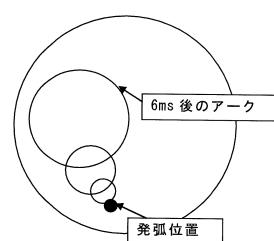
【図 2】



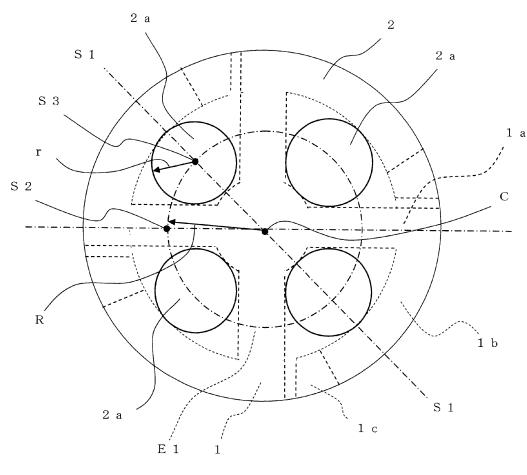
【図 3】



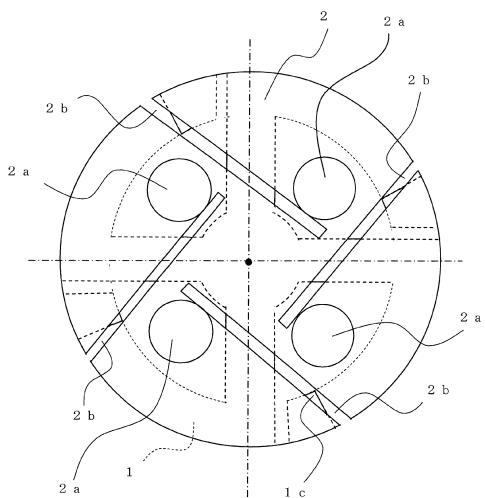
【図 4】



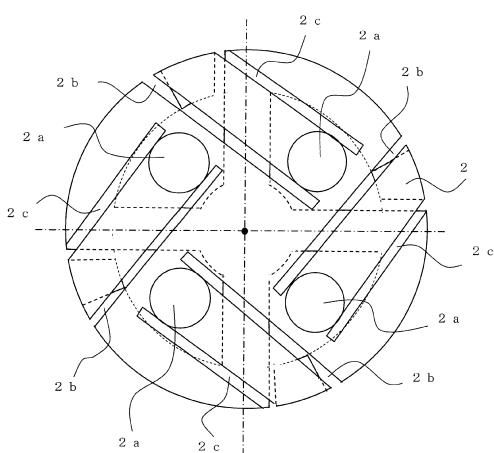
【図5】



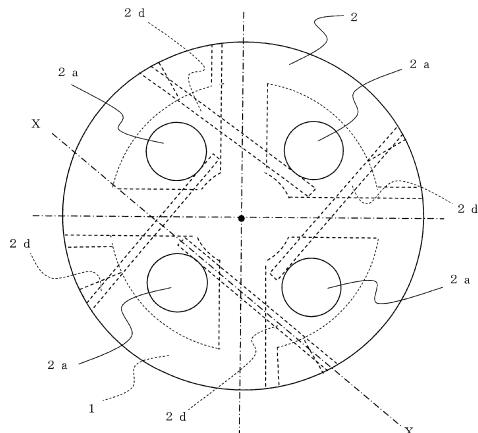
【図6】



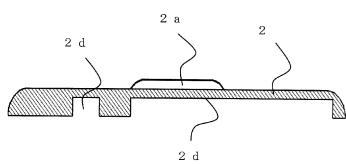
【図7】



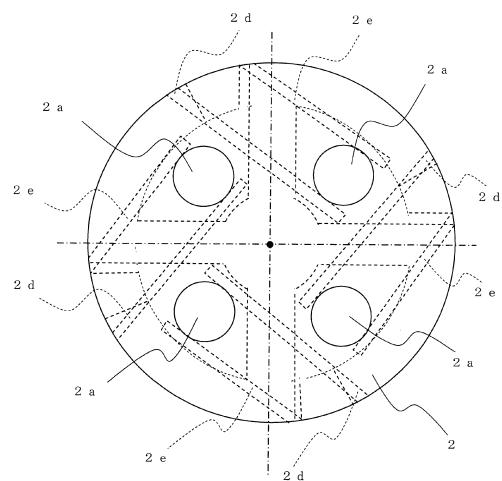
【図8】



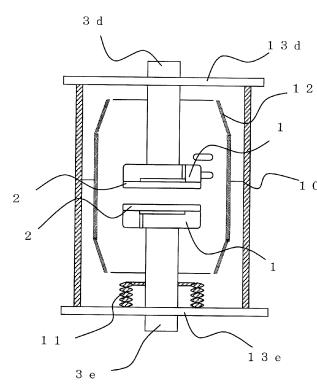
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 月間 満

東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 佐藤 伸治

東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 吉田 友和

東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

審査官 出野 智之

(56)参考文献 特開昭 55 - 088223 (JP, A)

特開平 02 - 270233 (JP, A)

特開昭 63 - 078417 (JP, A)

実開昭 55 - 175946 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 33/664