

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4504233号  
(P4504233)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 23/40	(2006.01) HO 1 L 23/40 D
HO 1 L 23/48	(2006.01) HO 1 L 23/48 G
HO 1 L 29/744	(2006.01) HO 1 L 29/74 C
HO 1 L 21/52	(2006.01) HO 1 L 21/52 J

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-70463 (P2005-70463)  
 (22) 出願日 平成17年3月14日 (2005.3.14)  
 (65) 公開番号 特開2006-253533 (P2006-253533A)  
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006.9.21)  
 審査請求日 平成19年11月28日 (2007.11.28)

(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 100101454  
 弁理士 山田 卓二  
 (74) 代理人 100112911  
 弁理士 中野 晴夫  
 (72) 発明者 田口 和則  
 福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号  
 福菱セミコンエンジニアリング株式会社内  
 審査官 長谷部 智寿

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体装置およびその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置であって、

半導体素子が形成された半導体基板と、

該半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、

該半導体素子のゲートに接続された円板状のゲートリングと、

該ゲートリングを両面から挟む円筒状の絶縁容器と、

該カソード電極の周囲に接続された円板状のカソードフランジとを含み、

該カソードフランジに円板状のカソード端子が接合され、該カソード端子と該ゲートリングとの間にゲートドライブユニットが接続され、

該カソード端子が、該カソードフランジと接合される領域に貫通孔を有し、該貫通孔を介して該カソード端子と該カソードフランジとを接合する半田を補充できることを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置。

## 【請求項 2】

アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置であって、

半導体素子が形成された半導体基板と、

該半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、

該半導体素子のゲートに接続された円板状のゲートリングと、

10

20

該ゲートリングを両面から挟む円筒状の絶縁容器と、  
 該カソード電極の周囲に接続された円板状のカソードフランジとを含み、  
 該カソードフランジに円板状のカソード端子が接合され、該カソード端子と該ゲートリングとの間にゲートドライブユニットが接続され、  
 該カソード端子が、該カソードフランジと接合される領域に該カソード端子を挟む爪部を有することを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置。

## 【請求項 3】

上記カソードフランジが上記絶縁容器に取り付けられ、上記カソード端子が該絶縁容器と反対側の該カソードフランジに接合されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のゲート転流型ターンオフ半導体装置。 10

## 【請求項 4】

アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置であって、  
 半導体素子が形成された半導体基板と、  
 該半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、  
 該半導体素子のゲートに接続された円板状のゲートリングと、  
 該ゲートリングを両面から挟む円筒状の絶縁容器とを含み、  
 該カソード電極の周囲に円板状のカソード端子が接合され、該カソード端子と該ゲートリングとの間にゲートドライブユニットが接続されることを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置。 20

## 【請求項 5】

上記該カソード電極の周囲に溝部が設けられ、該溝部に上記カソード端子が嵌るように接合されたことを特徴とする請求項 4 に記載のゲート転流型ターンオフ半導体装置。

## 【請求項 6】

アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置であって、  
 半導体素子が形成された半導体基板と、  
 該半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、  
 該半導体素子のゲートに接続された円板状の第 1 ゲートリングと、  
 該第 1 ゲートリングと重ねられて接合された第 2 ゲートリングと、  
 該第 1 ゲートリングと該第 2 ゲートリングとを両面から挟む円筒状の絶縁容器とを含み、  
 該カソード電極の周囲に円板状のカソード端子が接合され、該第 2 ゲートリングに円板状のゲートフランジが接合され、該カソード端子と該ゲートフランジとの間にゲートドライブユニットが接続されることを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置。 30

## 【請求項 7】

上記カソードフランジおよび上記ゲートフランジが、上記ゲートドライブユニットと接合される部分より上記半導体基板側において U 字ベント部を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のゲート転流型ターンオフ半導体装置。

## 【請求項 8】

上記カソードフランジまたは上記ゲートフランジが、上記ゲートドライブユニットと接合される部分より上記半導体基板側において U 字ベント部を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のゲート転流型ターンオフ半導体装置。 40

## 【請求項 9】

アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置の製造方法であって、  
 半導体素子が形成された半導体基板と、  
 該半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、  
 該半導体素子のゲートに接続された円板状のゲートリングと、  
 該ゲートリングを両面から挟む円筒状の絶縁容器と、 50

該カソード電極の周囲に接続された円板状のカソードフランジとを組み立てた状態で加熱装置に入れて、該カソード電極と該カソードフランジとの間に配置した接合材を溶かし、続いて該接合材を冷却して固化することにより該カソード電極と該カソードフランジとを接合することを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、ゲート転流型ターンオフ半導体装置に関し、特に、放熱効率を高めたゲート転流型ターンオフ半導体装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

ゲート転流型ターンオフ半導体装置（以下、「GCT半導体装置」という。）は、ゲートターンオフサイリスタ（以下、「GTOサイリスタ」という。）に比較して、スナバ回路が不要で、スナバ損失がないという利点がある。

図17は、全体が1000で表される、従来構造のゲート転流型ターンオフ半導体装置の断面図であり、図18は、底面図である。

**【0003】**

GCT半導体装置1000は、半導体基板1を有する。半導体基板1には、ゲート転流型ターンオフサイリスタ（図示せず）が形成されている。半導体基板1の両面は、それぞれゲート転流型ターンオフサイリスタのアノードとカソードになっている。

半導体素子1のアノード電極側には、熱緩衝板2を介してアノード電極3が載置されている。更に、アノード電極3の上にはアノードフィン電極4が載置されている。

一方、半導体素子1のカソード電極側には熱緩衝板5を介してカソード電極6が載置されている。更に、カソード電極6の上にカソードフィン電極7が載置されている。

アノード電極3の周囲にはアノードフランジ8が配置され、カソード電極6の周囲にはカソードフランジ9が配置されている。

**【0004】**

半導体基板1のゲート部（図示せず）には、リングゲート10を介してゲートリング11が電気的に接続されている。リングゲート10は、板バネ12により半導体基板1のゲート部に押しつけられる。

ゲートリング11の上下には、セラミック筒13、14が取り付けられている。また、セラミック筒13、14には、フランジ15、16が取り付けられている。

フランジ15とカソードフランジ9と、フランジ16とアノードフランジ8とは、それぞれ接続されている。

また、半導体基板1の周囲には、保護用ゴム17が設けられている。

**【0005】**

更に、GCT半導体装置1000では、カソード電極6とカソードフィン電極7との間に、カソードキャップ20が挟み込まれている。かかるカソードキャップ20は、GCT半導体装置1000を駆動させるゲートドライブユニット（GDU）基板（図示せず）に接続される。ゲートドライブユニット（GDU）基板は、ゲートリング11とカソードキャップ20との間に挿入され、それぞれに設けられたネジ孔にネジ止めされる。

**【0006】**

GCT半導体装置1000は、例えばスタックに組み込まれ、アノードフィン電極4とカソードフィン電極7との間に圧力をかけることによりそれぞれの構成部品が固定される。

**【0007】**

このようなGCT半導体装置1000では、GTOサイリスタに比較して、ゲート配線のインダクタンスを100分の1程度に低減してターンオフ時のゲート逆電流上昇率（ $d_i G Q / d t$ ）を大幅に上昇させ、主電流の殆どを短時間でゲート回路に流す（転流させる）ことができる。このため、半導体基板の局部破壊を防止し、制御電流の大容量化、高

10

20

30

40

50

速スイッチングが可能となる（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2001-217265号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

G C T 半導体装置1000では、カソード電極6とカソードフィン7との間にカソードキャップ20が挟まれているため、接続部において熱抵抗が大きくなり、十分な放熱効果が得られなかった。

【0009】

そこで、本発明は、カソードキャップの熱抵抗を低減し、放熱特性を向上させたG C T半導体装置の提供を目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、アノード電極とカソード電極との間に流れる電流をゲート電極に転流させてターンオフさせるゲート転流型ターンオフ半導体装置であって、半導体素子が形成された半導体基板と、半導体基板を挟んで対向配置されたアノード電極およびカソード電極と、半導体素子のゲートに接続された略円板状のゲートリングと、ゲートリングを両面から挟む略円筒状の絶縁容器と、カソード電極の周囲に接続された略円板状のカソード法兰ジとを含み、カソード法兰ジに略円板状のカソード端子が接合され、カソード端子とゲートリングとの間にゲートドライブユニットが接続されることを特徴とするゲート転流型ターンオフ半導体装置である。 20

【発明の効果】

【0011】

以上のように、本発明にかかるG C T半導体装置では、放熱効率を高くすることができます、制御電流の大容量化、高速スイッチング等が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下に、図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、「上」、「下」、「左」、「右」およびこれらの用語を含む名称を適宜使用するが、これらの方向は図面を参照した発明の理解を容易にするために用いるものであり、実施形態を上下反転、あるいは任意の方向に回転した形態も、当然に本願発明の技術的範囲に含まれる。 30

【0013】

実施の形態1.

図1は、全体が100で表される、本実施の形態1にかかるG C T半導体装置の断面図である。図1中、図17と同一符号は、同一または相当箇所を示す。なお、図1では、アノードフィン電極4、カソードフィン電極7は省略されている。

【0014】

G C T半導体装置100は、半導体基板1を有する。半導体基板1には、ゲート転流型ターンオフサイリスタ（図示せず）が形成されている。半導体基板1の両面は、それぞれゲート転流型ターンオフサイリスタのアノードとカソードになっている。 40

半導体素子1のアノード電極側には、例えばモリブデンからなる熱緩衝板2を介してアノード電極3が載置されている。アノード電極3は、例えば銅からなる。

【0015】

半導体素子1のカソード電極側には、例えばモリブデンからなる熱緩衝板5を介してカソード電極6が載置されている。カソード電極6は、例えば銅からなる。

【0016】

アノード電極3の周囲にはアノード法兰ジ8が設けられ、カソード電極6の周囲にはカソード法兰ジ9が設けられている。アノード法兰ジ8、カソード法兰ジ9は、例えば銅からなる。 50

## 【0017】

半導体基板1のゲート部(図示せず)には、例えばモリブデンからなるリングゲート10を介してゲートリング11が電気的に接続されている。ゲートリング11は、例えば銅からなる。リングゲート10は、板バネ12により半導体基板1のゲート部(図示せず)に押しつけられ、電気的に接続される。

## 【0018】

ゲートリング11の上下には、セラミック筒13、14が銀ろうで取り付けられている。また、セラミック筒13、14には、フランジ15、16が銀ろうで取り付けられている。

フランジ15とカソードフランジ9、フランジ16とアノードフランジ8とは、それぞれ接続されている。10

また、半導体基板1の周囲には、例えばシリコーンゴムからなる保護用ゴム17が設けられている。

## 【0019】

GCT半導体装置100では、カソードフランジ9のカソード電極側(図1では下側)に、リング状のカソード端子30が、半田により接続されている。カソード端子は、例えば銅からなる。

## 【0020】

図2は、カソードフランジ9とカソード端子30との接続部分の拡大図であり、カソードフランジ9とカソード端子30とが、例えばPb-Snからなる半田32により接続されている。20

## 【0021】

カソードフランジ9とカソード端子30との接続には、例えば図3に示されたような組み立て治具150が用いられる。組み立て治具は、ベース板151と、複数のピン152からなり、ピン152にゲートリング11の貫通孔18と、カソード端子30の貫通孔31とを通した状態で位置決めした後、高温槽等の加熱装置に入れて、カソードフランジ9とカソード端子30とを半田で固定する。

## 【0022】

GCT半導体装置100では、ゲートドライブユニット(GDU)基板は、ゲートリング11とカソード端子30との間に挿入され、それぞれに設けられた貫通孔18、31にネジ止めされる。30

## 【0023】

最終的にGCT半導体装置100は、例えばスタックに組み込まれ、アノードフィン電極4とカソードフィン電極7との間に圧力をかけることによりそれぞれの構成部品が固定される。

## 【0024】

このように、本実施の形態1にかかるGCT半導体装置100では、カソード端子30がカソードフランジ9を介してカソード電極6に接続されるため、カソードフランジ9とカソードフィン電極(図示せず)とが直接接続でき、両者の間の熱抵抗が低減できる。この結果、GCT半導体装置100の放熱特性を向上させることが可能となる。40

## 【0025】

実施の形態2.

図4は、全体が40で表されるカソード端子を用いた場合の、GCT半導体装置100の底面図である。

カソード端子40では、カソードフランジ9に半田で接続される領域に、複数の貫通孔41が設けられている。

## 【0026】

このように、カソード端子40に複数の貫通孔41を設けることにより、カソード端子40とカソードフランジ9とを半田で接続した場合に、貫通孔41を通して半田の延びを検査することができる。そして、半田が不足している場合には、貫通孔41から半田を追50

加供給することができる。これにより、カソード端子 40 とカソードフランジ 9 との接続を確実にできる。

#### 【0027】

##### 実施の形態 3 .

図 5 は、全体が 50 で表されるカソード端子を用いた場合の、GCT 半導体装置 100 の底面図であり、図 6 は、図 5 を A - A 方向に見た場合の部分断面図である。

カソード端子 50 では、カソードフランジ 9 に半田で接続される領域に、環状の爪部 51 が設けられている。

#### 【0028】

図 6 に示すように、A - A 断面において爪部 51 は曲げられて、カソードフランジ 9 を下方から挟む。一方、B - B 断面（図示せず）では爪部 51 は曲げられず、フランジ 15 を上方から挟む。このように、爪部 51 は、曲げられた領域（図 5 の実線部分）と曲げられない部分（図 5 の点線部分）とを交互に備え、これにより、カソードフランジ 9 とフランジ 15 とを挟み込む。

#### 【0029】

爪部 51 およびカソード端子 50 と、カソードフランジ 9 およびフランジ 15 との間は、半田 31 で接続される。

#### 【0030】

なお、爪部 51 を備えたカソード端子 50 は、直径方向に 2 分割されており、GCT 半導体装置の側面から挟み込むように取り付けられる。

10

20

#### 【0031】

このように、爪部 51 を備えたカソード端子 50 を用いることにより、カソード端子 50 とカソードフランジ 9 との接続を確実にできる。また、温度サイクル等によりストレスに対して耐久性が高く、信頼線の高い GCT 半導体装置が得られる。

#### 【0032】

##### 実施の形態 4 .

図 7 は、全体が 200 で表される、本実施の形態 4 にかかる GCT 半導体装置の断面図である。図 7 中、図 17 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。なお、図 7 では、アノードフィン電極 4、カソードフィン電極 7 は省略されている。

#### 【0033】

30

図 8 の部分断面図に示すように、本実施の形態 4 にかかる GCT 半導体装置 200 では、カソード電極 6 の側面に、カソード端子 55 の接合部 56 が、半田 57 により接続されている。他の構造は、上述の GCT 半導体装置 100 と同じである。

#### 【0034】

かかる構造を用いることにより、GCT 半導体装置 200 では、カソード端子 55 の取り付けが容易になる。特に、図 3 に示すように、GCT 半導体装置 100 を裏向けることなく、カソード端子 55 の接続が可能となる。

#### 【0035】

また、カソード電極 6 とカソード端子 55 とが直接接続されるため、電気抵抗が小さくなる。

40

#### 【0036】

##### 実施の形態 5 .

図 9 は、全体が 300 で表される、本実施の形態 5 にかかる GCT 半導体装置の断面図である。図 9 中、図 17 と同一符号は、同一または相当箇所を示す。なお、図 9 では、アノードフィン電極 4、カソードフィン電極 7 は省略されている。

#### 【0037】

図 10 の部分断面図に示すように、本実施の形態 5 にかかる GCT 半導体装置 300 では、カソード電極 6 の側面に溝部 61 が設けられ、カソード端子 60 が溝部 61 に挿入されて、ろう材 62 で接続されている。

#### 【0038】

50

図11に示すように、溝部61に差し込むために、カソード端子60は半径方向に2分割されている。他の構造は、上述のGCT半導体装置100と同じである。

#### 【0039】

かかる構造を用いることにより、GCT半導体装置300では、カソード端子60の取り付けが容易になる。特に、カソード端子60とカソード電極6とをろう材62を用いて接続することにより、接続強度を向上させることができる。

#### 【0040】

##### 実施の形態6.

図12は、全体が400で表される、本実施の形態6にかかるGCT半導体装置の断面図である。図12中、図17と同一符号は、同一または相当箇所を示す。なお、図12では、アノードフィン電極4、カソードフィン電極7は省略されている。

10

#### 【0041】

図13の部分断面図に示すように、本実施の形態6にかかるGCT半導体装置400では、フランジ15の上面(セラミック筒13側)にカソード端子70がろう材71で接続されている。他の構造は、上述のGCT半導体装置100と同じである。

カソード端子70は、セラミック筒13にゲートリング11やフランジ15等を取り付ける際に、同時に取り付けておく。

#### 【0042】

このように、予めカソード端子70をフランジ15に取り付けておくことにより、GCT半導体装置400の組み立て工程が簡素化できる。

20

#### 【0043】

##### 実施の形態7.

図14は、全体が500で表される、本実施の形態7にかかるGCT半導体装置の断面図である。図14中、図17と同一符号は、同一または相当箇所を示す。なお、図14では、アノードフィン電極4、カソードフィン電極7は省略されている。

#### 【0044】

図14に示すように、本実施の形態7にかかるGCT半導体装置500では、セラミック筒14に、ゲートリング81を予め取り付けておく。また、セラミック筒13の上側に、ゲートリング82とゲートフランジ90を、セラミック筒13の下側に、カソードフランジ9を、予め取り付けておく。取り付けには、例えばろう材が用いられる。

30

#### 【0045】

構成部品の組み立ては、セラミック筒13にバネ材12を装填した後、セラミック筒14を載せ、ゲートリング81、82を溶接してゲートリング80とする。ゲートリング80と、アノードフランジ(アノードフランジ8とフランジ16)は、カソードフランジ9より外径が小さいため、GCT半導体装置500を裏返すことなく、組み立て工程を行うことができる。

#### 【0046】

##### 実施の形態8.

図16は、本実施の形態にかかるカソードフランジおよび/またはゲートフランジの部分断面図であり、例えば、図15のゲートフランジ90に相当する断面図である。フランジ95は、ドーナツ形状である。

40

#### 【0047】

図16に示すように、カソードフランジおよび/またはゲートフランジが、ゲートドライブユニットと接合される部分より半導体基板側に、垂直断面がU字型の曲げ部(U字ベント)を有することにより、カソードフランジやゲートフランジが弾性を有する。かかる弾性を有することにより、取り付け誤差による応力や熱ストレスによる変形応力等を吸収することができ、信頼性の高いカソードフランジやゲートフランジを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】本発明の実施の形態1にかかるGCT半導体装置の断面図である。

50

【図2】本発明の実施の形態1にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図3】本発明の実施の形態1にかかるGCT半導体装置の側面図である。

【図4】本発明の実施の形態2にかかるGCT半導体装置の底面図である。

【図5】本発明の実施の形態3にかかるGCT半導体装置の底面図である。

【図6】本発明の実施の形態3にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図7】本発明の実施の形態4にかかるGCT半導体装置の断面図である。

【図8】本発明の実施の形態4にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図9】本発明の実施の形態5にかかるGCT半導体装置の断面図である。

【図10】本発明の実施の形態5にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図11】本発明の実施の形態5にかかるGCT半導体装置の底面図である。 10

【図12】本発明の実施の形態6にかかるGCT半導体装置の断面図である。

【図13】本発明の実施の形態6にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図14】本発明の実施の形態7にかかるGCT半導体装置の断面図である。

【図15】本発明の実施の形態7にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図16】本発明の実施の形態8にかかるGCT半導体装置の部分断面図である。

【図17】従来のGCT半導体装置の断面図である。

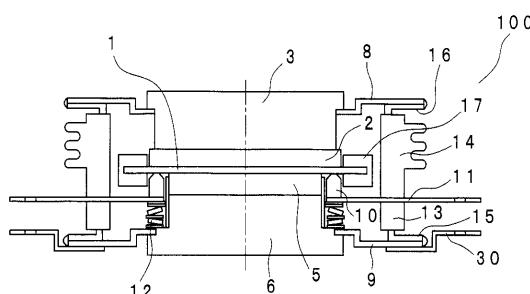
【図18】従来のGCT半導体装置の底面図である。

【符号の説明】

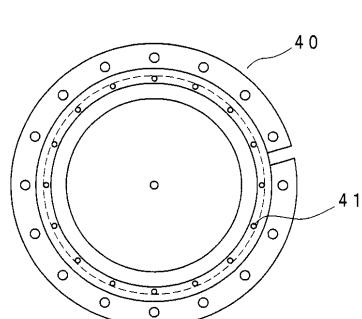
【0049】

1 半導体基板、2 熱緩衝板、3 アノード電極、5 熱緩衝板、6 カソード電極  
、8 アノードフランジ、9 カソードフランジ、10 リングゲート、11 ゲートリング、12 板バネ、13 セラミック筒、14 セラミック筒、15 フランジ、16 フランジ、17 保護用ゴム、30 カソード端子、100 GCT半導体装置。 20

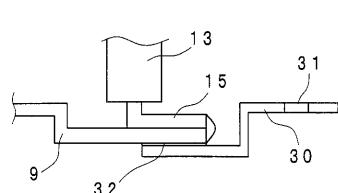
【図1】



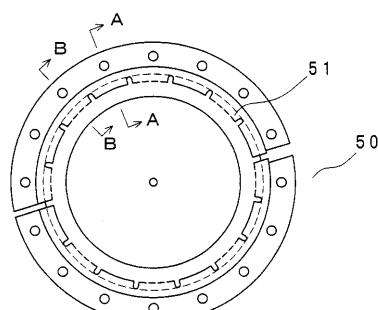
【図4】



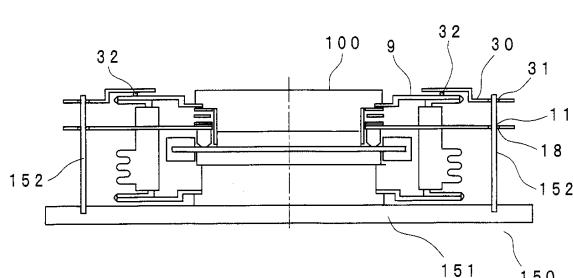
【図2】



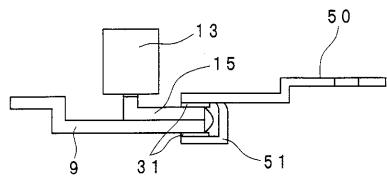
【図5】



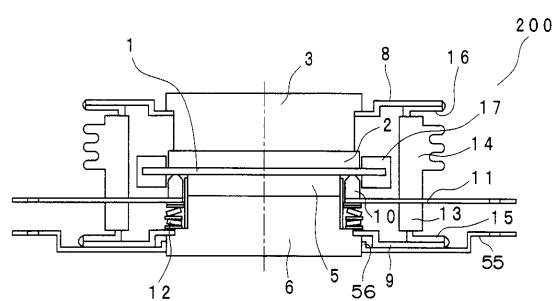
【図3】



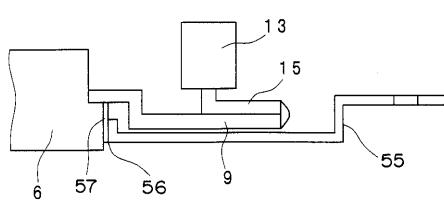
【図6】



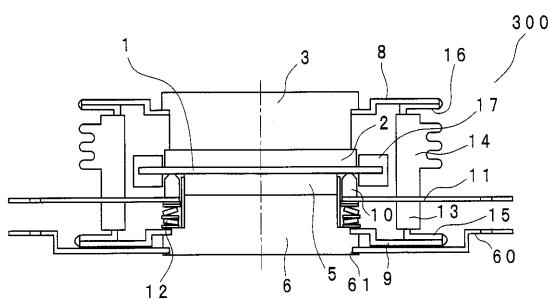
【図7】



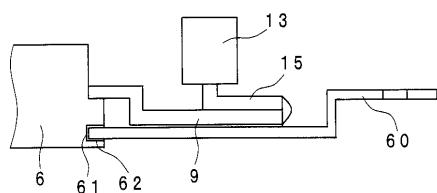
【図8】



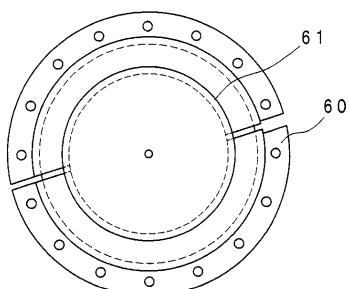
【図9】



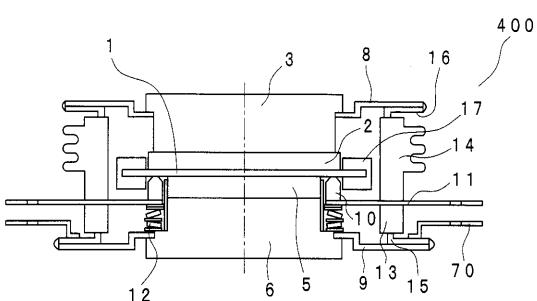
【図10】



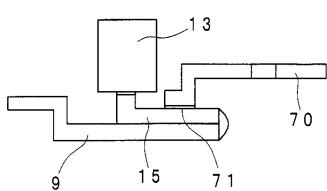
【図11】



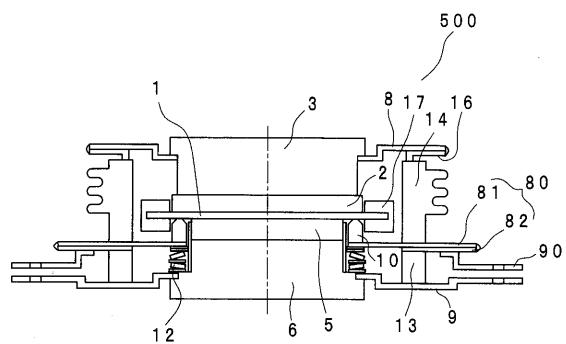
【図12】



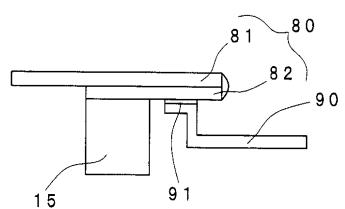
【図13】



【図14】



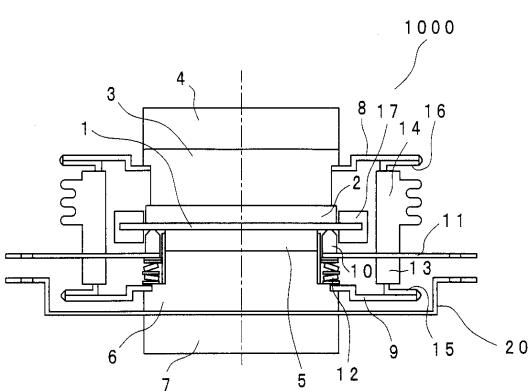
【図15】



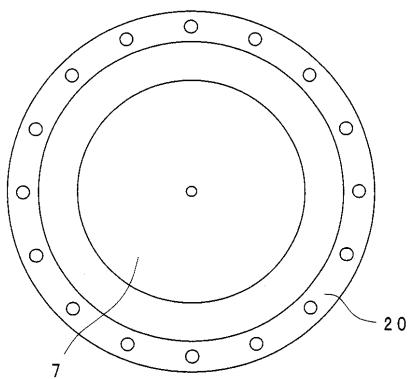
【図16】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-077350(JP,A)  
特開2003-289138(JP,A)  
特開2000-049330(JP,A)  
特開平08-330572(JP,A)  
特開平11-261049(JP,A)  
特表2002-501306(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/34-23/473  
H01L 23/48  
H01L 29/744  
H01L 21/52  
H01L 25/04  
JSTPlus (JDreamII)