

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4157184号
(P4157184)

(45) 発行日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008. 7. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 29/861 (2006. 01)

H O 1 L 29/91 D

H O 1 L 29/06 (2006. 01)

H O 1 L 29/06 3 O 1 D

H O 1 L 29/47 (2006. 01)

H O 1 L 29/48 F

H O 1 L 29/872 (2006. 01)

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-36251
 (22) 出願日 平成10年2月18日 (1998. 2. 18)
 (65) 公開番号 特開平11-233795
 (43) 公開日 平成11年8月27日 (1999. 8. 27)
 審査請求日 平成16年7月28日 (2004. 7. 28)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100070437
 弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高耐圧半導体素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板と、

この基板上に絶縁膜を介して形成された第1導電型の高抵抗半導体からなる活性層と、

この活性層内に形成された第1導電型の第1の不純物領域と、

前記活性層内に形成された第2導電型の第2の不純物領域と、

前記第1の不純物領域内に形成された高濃度の第1導電型の第3の不純物領域と、

前記第1の不純物領域内に形成された高濃度の第2導電型の第4の不純物領域と、

前記第2の不純物領域内に形成された高濃度の第2導電型の第5の不純物領域と、

前記第3の不純物領域および第4の不純物領域にコンタクトする第1の電極と、

前記第2の不純物領域及び前記第5の不純物領域にコンタクトする第2の電極と、

を具備し、

前記第1の電極は、前記第3の不純物領域および第4の不純物領域にオーミックコンタクトし、前記第2の電極は、前記第2の不純物領域にショットキーコンタクトするとともに前記第5の不純物領域にオーミックコンタクトすることを特徴とする高耐圧半導体素子

。

【請求項 2】

前記第1の不純物領域の終端部における湾曲部分に、前記第3および第4の不純物領域が交互に放射状に配置していることを特徴とする請求項1に記載の高耐圧半導体素子。

【請求項 3】

10

20

前記第2の不純物領域の終端部に、前記第5の不純物領域が所定の間隔を隔てて放射状に配置していることを特徴とする請求項1又は2に記載の高耐圧半導体素子。

【請求項4】

前記第2の不純物領域の拡散深さは、 $2\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の高耐圧半導体素子。

【請求項5】

前記第3の不純物領域、第1の不純物領域および活性層は、直線上に配置されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の高耐圧半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、誘電体分離構造の高耐圧半導体素子に係り、特に、誘電体分離基板を用いた高耐圧半導体素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

誘電体分離基板を用いた横型ダイオードとして、従来、図15に示すような構造を有するものが提案されている。図15は、かかる従来の誘電体分離基板を用いた横型ダイオードを示す断面図である。

【0003】

図15において、半導体基板1と高抵抗のn型半導体基板2を、間に絶縁膜3を介して積層して誘電体分離基板が構成されている。このような誘電体分離基板の高抵抗のn型半導体基板2の表面に、p型のアノード領域4、n型のカソード領域5が形成され、またアノード領域4とカソード領域5それぞれに、 n^+ 型不純物領域6と p^+ 型不純物領域7が選択的に形成されている。更に、アノード領域4内の n^+ 型不純物領域6、 p^+ 型不純物領域7の表面に、アノード電極8が形成され、双方にオーミックコンタクトし、カソード領域5内の n^+ 型不純物領域6、 p^+ 型不純物領域7にカソード電極9が形成され、双方にオーミックコンタクトしている。

20

【0004】

このような図15に示す構造の横型ダイオードにおいて、半導体基板2の厚さが $15\mu\text{m}$ のとき、逆回復時間 t_{rr} は、 $t_{rr} = 0.18\mu\text{sec}$ と高速となるが、逆回復耐量(I_{MAX})は、 $I_{MAX} = 0.5\text{A}$ と低く、壊れ易くなってしまう。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の誘電体分離基板を用いた横型ダイオードでは、アノード領域4の n^+ 型の不純物領域6により寄生サイリスタが形成され、このサイリスタがラッチアップして、逆回復耐量(I_{MAX})が低くなり、壊れ易くなるという問題があった。

【0006】

本発明は、かかる問題点を考慮してなされたもので、誘電体分離基板を用いた、逆回復耐量(I_{MAX})が高く、壊れにくい高耐圧半導体素子を提供することを目的とする。

【0007】

40

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、半導体基板と、この基板上に絶縁膜を介して形成された第1導電型の高抵抗半導体からなる活性層と、この活性層内に形成された第1導電型の第1の不純物領域と、前記活性層内に形成された第2導電型の第2の不純物領域と、前記第1の不純物領域内に形成された高濃度の第1導電型の第3の不純物領域と、前記第1の不純物領域内に形成された高濃度の第2導電型の第4の不純物領域と、前記第2の不純物領域内に形成された高濃度の第2導電型の第5の不純物領域と、前記第3の不純物領域および第4の不純物領域にコンタクトする第1の電極と、前記第2の不純物領域及び前記第5の不純物領域にコンタクトする第2の電極とを具備し、前記第1の電極は、前記第3の不純物領域および第4の不純物領域にオーミックコンタクトし、前記第2の電極は、

50

前記第2の不純物領域にショットキーコンタクトするとともに前記第5の不純物領域にオーミックコンタクトすることを特徴とする高耐圧半導体素子を提供する。

【0009】

以上のように構成される本発明の高耐圧半導体素子では、第2の不純物領域には第1導型の不純物領域が存在せず、第2の不純物領域は第2の電極とショットキーコンタクトしているか、または第2の不純物領域の表面不純物濃度が $2.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ であるため、寄生サイリスタが形成されず、寄生サイリスタがラッチアップして逆回復耐量(I_{MAX})が低くなることがない。

【0010】

従って、本発明によると、誘電体分離基板を用いた、逆回復耐量(I_{MAX})が高く、壊れにくい高耐圧半導体素子を得ることが出来る。

10

なお、第1の不純物領域の終端部に第3の不純物領域およびコンタクトホールが形成されていない場合には、第1の不純物領域の終端部にキャリアが蓄積され易く、高注入の際インパクトイオン化の発生が中電圧においても生じてしまうため、高耐圧を得ることが困難となる。

【0011】

この問題を解決するためには、第1の不純物領域の終端部における湾曲部分に、第3および第4の不純物領域が交互に放射状に配置している構成を採ることが好ましい。また、第2の不純物領域内に高濃度の第2電型の第5の不純物領域を形成し、第2の不純物領域の終端部に第5の不純物領域が所定の間隔を隔てて放射状に配置する構成とすることも可能である。

20

【0012】

このようにすることにより、終端部におけるキャリアの注入を抑えることが可能となる。また、上述の本発明の高耐圧半導体素子では、第2の不純物領域の表面不純物濃度を $2.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-2}$ 以下とすることにより、所定値以上の逆回復耐量(I_{MAX})を得ることが出来るが、第2の不純物領域の拡散深さを $2 \mu\text{m}$ 以下とすることによっても、所定値以上の逆回復耐量(I_{MAX})を得ることが可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

30

図1は本発明の一実施形態に係る横型ダイオードを示し、(a)は断面図、(b)は平面図である。なお、(a)は(b)のA-A'線に沿った断面図である。

【0014】

図1に示すように、半導体基板10上に、間に絶縁膜12を介して、高抵抗のn型半導体基板11を形成して、誘電体分離基板が構成されている。この誘電体分離基板の高抵抗のn型半導体基板11の表面部分には、p型のアノード領域13およびn型のカソード領域14が形成されている。また、アノード領域13には、p⁺型の不純物領域15が選択的に形成され、n型のカソード領域14には、n⁺型の不純物領域16とp⁺型の不純物領域17が形成されている。

【0015】

40

図1(b)に示すように、アノード領域13のp⁺型の不純物領域15は短冊状に形成され、カソード領域14のn⁺型の不純物領域16とp⁺型の不純物領域17は短冊状に交互に形成されている。

【0016】

p⁺型の不純物領域15の表面にはアノード電極18が形成され、このアノード電極18は、アノード領域13にはショットキーコンタクトし、p⁺型の不純物領域15にはオーミックコンタクトしている。また、n⁺型の不純物領域16およびp⁺型の不純物領域17の上にはカソード電極19が形成され、双方にオーミックコンタクトしている。

【0017】

素子周辺部は、アノード電極18がアノード領域13とp⁺型の不純物領域15に端まで

50

コンタクトしており、カソード電極 18 が n^+ 型の不純物領域 16 と p^+ 型の不純物領域 17 に端までコンタクトしている。

【0018】

図 1 (b) において、参照符号 20 は、カソード電極 19 と n^+ 型の不純物領域 16 ならびに p^+ 型の不純物領域 17 とを接続するためのコンタクトホール、およびアノード電極 18 とアノード領域 13 ならびに p^+ 型の不純物領域 15 とをそれぞれを接続するためのコンタクトホールを示す。

【0019】

図 1 (a) では、 p^+ 型の不純物領域 17 と n^+ 型の不純物領域 16 とは素子長方向に隣接しているように見えるが、実際には、図 1 (b) に示すように、 p^+ 型の不純物領域 17 は不純物領域 16 を介することなく n 型のカソード領域 14 および n 型半導体基板 11 に接続されている。このような構造は、本発明に係る横型ダイオードの一つの特徴をなす。

【0020】

なお、図 1 に示す横型ダイオードでは、高抵抗の n 型半導体基板 11 の厚さを $15\ \mu\text{m}$ 、絶縁膜 12 の厚さを $3\ \mu\text{m}$ にし、 p 型のアノード領域 13 の表面濃度を $5.3 \times 10^{16} \sim 4.1 \times 10^{18}\ \text{cm}^{-2}$ 、 p 型のアノード領域 13 の拡散深さを $0.68\ \mu\text{m} \sim 6.3\ \mu\text{m}$ に設定した。

【0021】

図 2 ~ 5 は、図 1 に示す実施形態を変形した横型ダイオードの平面図及び A - A' 線に沿った断面図である。図 2 に示す横型ダイオードは、図 1 に示す実施形態に係る横型ダイオードにおいて、アノード領域 13 の拡散深さを図 1 に示す横型ダイオードより浅く、表面濃度を高く形成したものである。また、図 3 に示す横型ダイオードは、図 1 に示す横型ダイオードにおいて、アノード領域 13 の拡散深さを図 2 に示す横型ダイオードより浅く、表面濃度を高く形成したものである。

【0022】

図 4 に示す横型ダイオードは、図 3 に示す横型ダイオードにおいて、 p^+ 型の不純物領域 15 のピッチを小さくして形成したものである。アノードの奥行方向の p^+ 型不純物領域 15 の幅は、図 1 ~ 3 では $10\ \mu\text{m}$ であるが、 $2.5\ \mu\text{m}$ と狭くされている。

【0023】

図 5 は、図 3 に示す横型ダイオードにおいて、 p^+ 型の不純物領域 15 を除去したものである。

図 6 は、図 1 に示す横型ダイオードで得られた逆回復耐量 (I_{MAX}) と p 型のアノード領域 13 の拡散深さの関係を示す特性図である。図 6 より、 p 型のアノード領域 13 の拡散深さ $2\ \mu\text{m}$ 以上のときに、 $3\ \text{A}$ 以上の逆回復耐量 (I_{MAX}) を得ることが出来ることがわかる。

【0024】

図 7 は、図 1 に示す横型ダイオードで得られた逆回復耐量 (I_{MAX}) と、 p 型のアノード領域 13 の表面濃度との関係を示す特性図である。図 7 より、 p 型のアノード領域 13 の表面濃度が $2.0 \times 10^{18}\ \text{cm}^{-2}$ 以下のときに、 $3\ \text{A}$ 以上の逆回復耐量 (I_{MAX}) を得ることが出来ることがわかる。

【0025】

このように、 $3\ \text{A}$ 以上の逆回復耐量 (I_{MAX}) を得るためには、 p 型のアノード領域 13 の表面濃度を $2.0 \times 10^{18}\ \text{cm}^{-2}$ 以下とするか、 p 型のアノード領域 13 の拡散深さを $2\ \mu\text{m}$ 以上とするか、いずれかを選択すればよいことがわかる。両方の条件を満たすようにしても、勿論よい。

【0026】

次に、横型ダイオードの終端部における構成について説明する。

図 8 は、本発明の比較例に係る横型ダイオードの周辺部の平面図である。このダイオードの終端部は、アノード側の p^+ 型領域 15 と p 型領域 13 の交互のストライプを湾曲分の

10

20

30

40

50

一部まで形成しており、その上にコンタクトホール20を形成している。また、カソード側の p^+ 型領域17は n^+ 型領域16の中に形成されており、湾曲部分には形成されていない。更に、コンタクトホールは湾曲部分には形成されていない。

【0027】

このような構造の横型ダイオードでは、既に説明したように、終端部にキャリアが蓄積され易く、高注入の際、インパクトイオン化の発生が中電圧においても生じ、高耐圧を得ることが困難である。

【0028】

図9は、このような図8に示す構造の横型ダイオードの問題点を解決するものであって、終端部に蓄積されるキャリアを掃き出す構造を有している。即ち、図8に示す横型ダイオードと同様、アノード側の p^+ 型領域15と p 型領域13の交互のストライプを湾曲分の一部まで形成する一方、コンタクトホール20を p 型領域13上に広く形成している。また、カソード側は、湾曲部分全体に p^+ 型領域17と n^+ 型領域16とが交互に配置した構造とし、キャリアの注入を抑えるようにしている。

【0029】

図10は、アノード側の湾曲部にも、 p^+ 型領域15と p 型領域13の交互のストライプを形成し、その上にコンタクトホール20を形成している。

図11は、図8に示す構造の横型ダイオードの逆電流回復波形、図12は、図9に示す構造の横型ダイオードの逆電流回復波形をそれぞれ示す。図12から、 t_{rr} は220ns、 Q_{rr} は $7.5 \times 10^{-8} A \cdot sec$ となり、それぞれ12%、32%減少したことがわかった。また、図9に示す構造の横型ダイオードの耐圧は500V以上であった。

【0030】

次に、図13は、アノード側の湾曲部分に p^+ 型領域15を設けていない例を示す。このような構成の横型ダイオードでは、図8に示す構成の横型ダイオードよりも、キャリアをより多く掃き出すようにしている。

また、図14は、 p^+ 型領域15を外側のみに形成し、 p 型領域13を広く設計した例を示す。

【0031】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、 p 型のアノード領域13をアノード電極とショットキーコンタクトさせるか、または p 型のアノード領域13の表面濃度を $2.0 \times 10^{18} cm^{-2}$ とすることにより、或いは p 型のアノード領域13の拡散深さを2 μm 以上とすることにより、誘電体分離基板を用いた、逆回復耐量(I_{MAX})が高く、壊れにくい高耐圧半導体素子を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る横型ダイオードの平面図及びA-A'線に沿った断面図。

【図2】本発明の変形例に係る横型ダイオードの平面図及びA-A'線に沿った断面図。

【図3】本発明の変形例に係る横型ダイオードの平面図及びA-A'線に沿った断面図。

【図4】本発明の変形例に係る横型ダイオードの平面図及びA-A'線に沿った断面図。

【図5】本発明の変形例に係る横型ダイオードの平面図及びA-A'線に沿った断面図。

【図6】図1に示す横型ダイオードの I_{MAX} と p 型アノード領域の拡散深さとの関係を示す特性図。

【図7】図1に示す横型ダイオードの I_{MAX} と p 型アノード領域の表面濃度の関係を示す特性図。

【図8】比較例に係る横型ダイオードの周辺部の平面図。

【図9】本発明の他の実施形態に係る横型ダイオードの周辺部の平面図。

【図10】本発明の他の実施形態に係る横型ダイオードの周辺部の平面図。

【図11】図8に示す構造の横型ダイオードの逆電流回復波形を示す図。

【図12】図9に示す構造の横型ダイオードの逆電流回復波形を示す図。

【図 1 3】本発明の他の実施形態に係る横型ダイオードの周辺部の平面図。

【図 1 4】本発明の他の実施形態に係る横型ダイオードの周辺部の平面図。

【図 1 5】従来の横型ダイオードの平面図及び A - A' 線に沿った断面図。

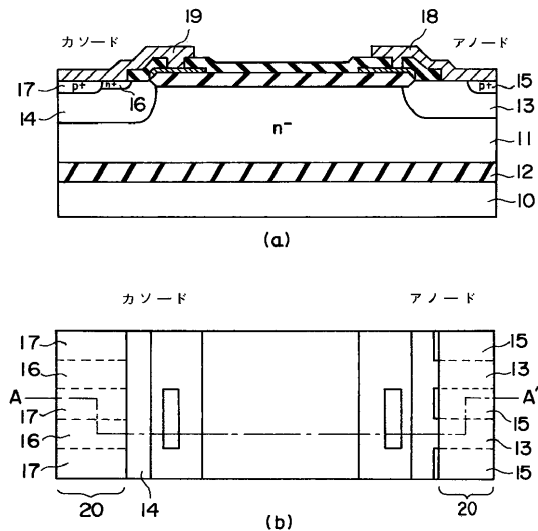
【符号の説明】

- 1 ... 半導体基板
- 2 ... 高抵抗の n 型半導体基板
- 3 ... 絶縁膜
- 4 ... p 型アノード領域
- 5 ... n 型カソード領域
- 6 ... n⁺ 型不純物領域
- 7 ... p⁺ 型不純物領域
- 8 ... アノード電極
- 9 ... カソード電極
- 10 ... 半導体基板
- 11 ... 高抵抗の n 型半導体基板
- 12 ... 絶縁膜
- 13 ... p 型アノード領域
- 14 ... n 型カソード領域
- 15 ... p⁺ 型不純物領域
- 16 ... n⁺ 型不純物領域
- 17 ... p⁺ 型不純物領域
- 18 ... アノード電極
- 19 ... カソード電極
- 20 ... コンタクトホール。

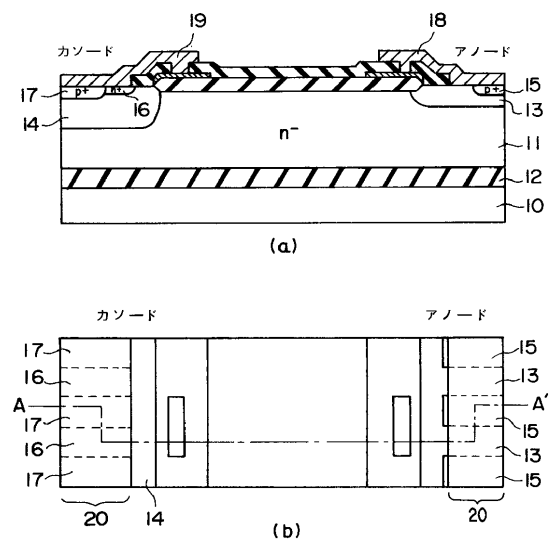
10

20

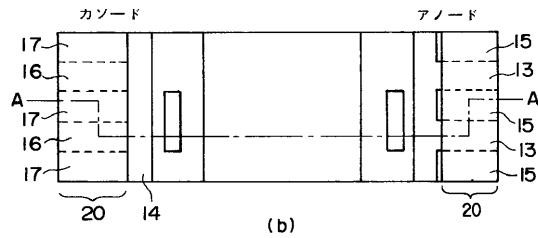
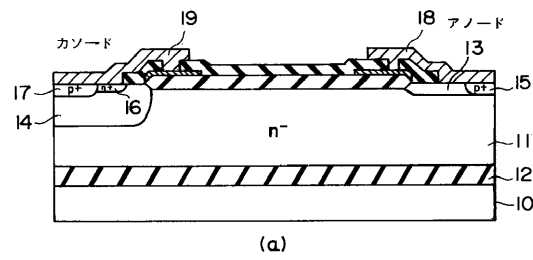
【図 1】



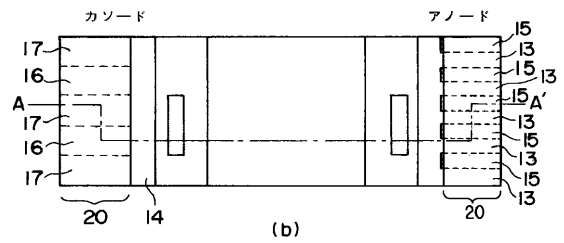
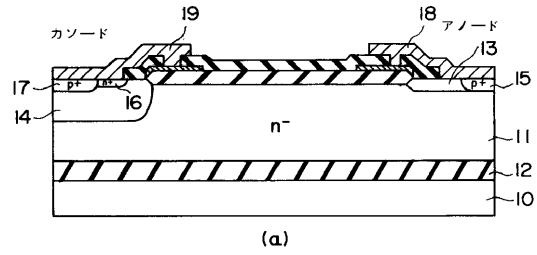
【図 2】



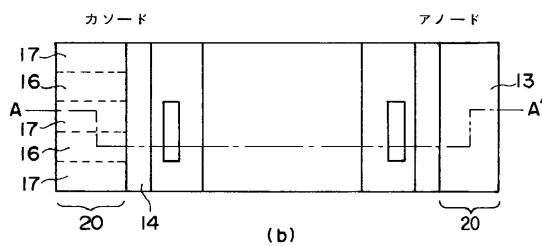
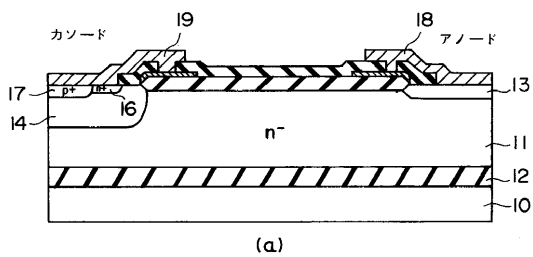
【図 3】



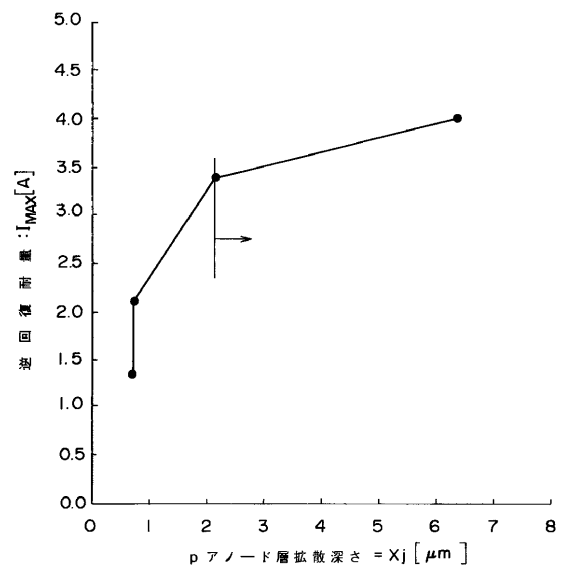
【図 4】



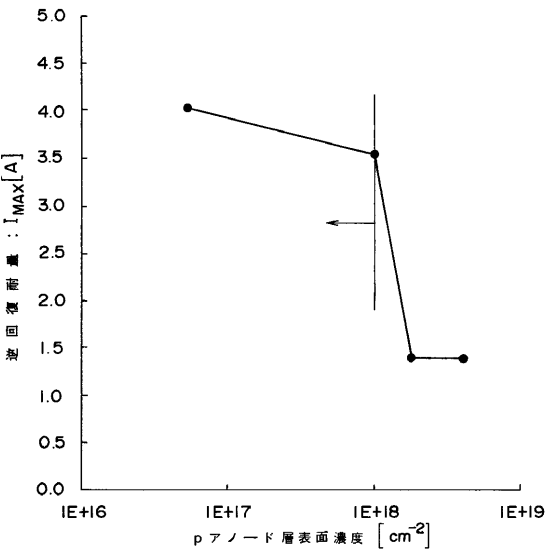
【図 5】



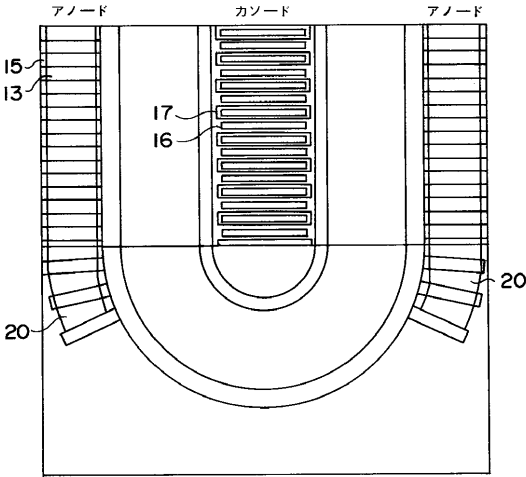
【図 6】



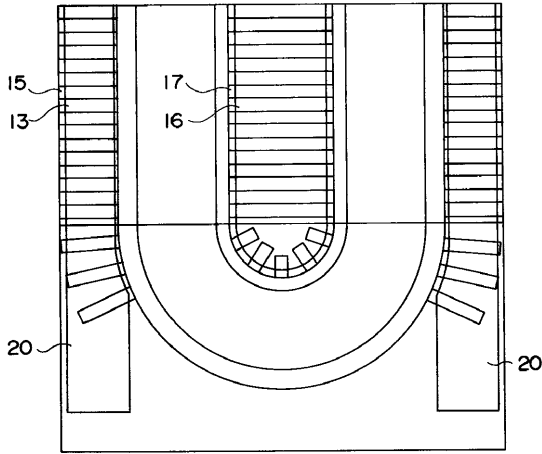
【図 7】



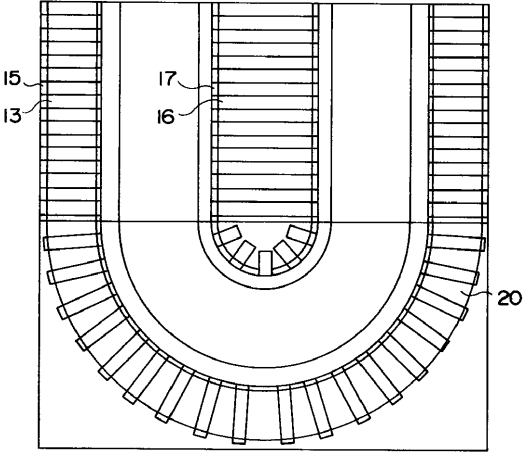
【図 8】



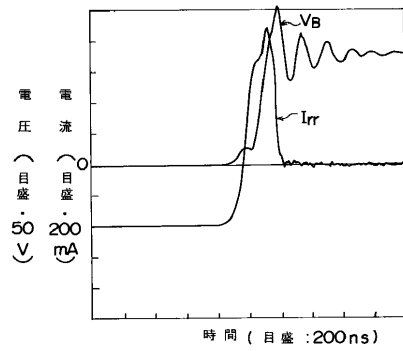
【図 9】



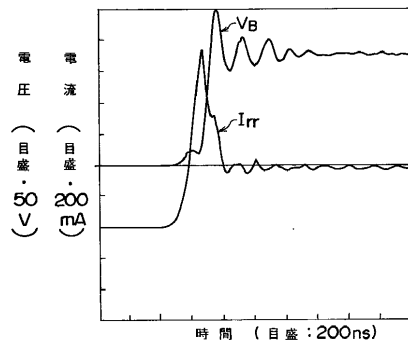
【図 10】



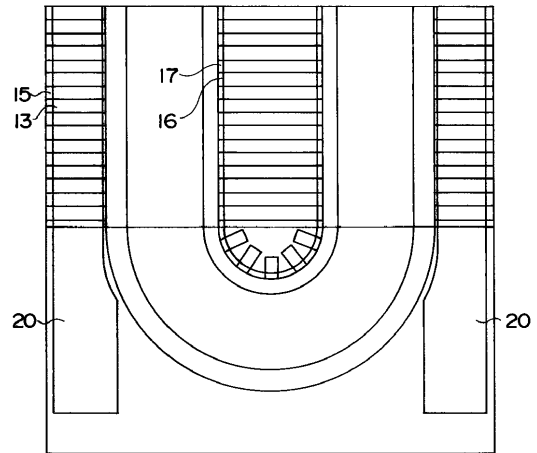
【図 1 1】



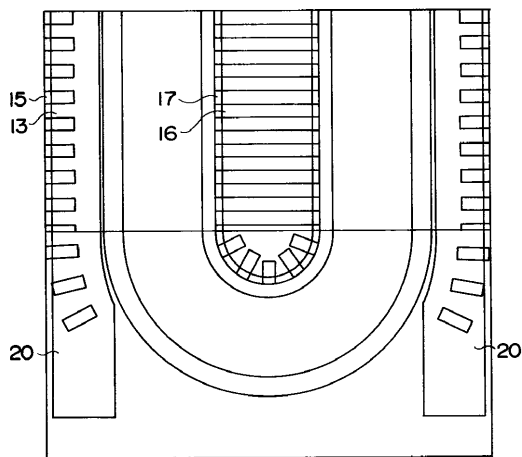
【図 1 2】



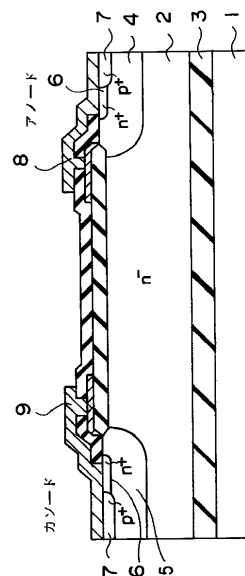
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 平山 敬三
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 舟木 英之
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 鈴木 史人
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 中川 明夫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

審査官 河口 雅英

- (56)参考文献 特開平06-318714(JP,A)
特開平08-316480(JP,A)
特開平06-188406(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/861
H01L 29/06
H01L 29/47
H01L 29/872