

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4269859号  
(P4269859)

(45) 発行日 平成21年5月27日 (2009.5.27)

(24) 登録日 平成21年3月6日 (2009.3.6)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14	K
GO 1 T 1/24 (2006.01)	GO 1 T 1/24	
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14	C
HO 1 L 31/09 (2006.01)	HO 1 L 31/00	A
HO 4 N 5/32 (2006.01)	HO 4 N 5/32	

請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-317965 (P2003-317965)  
 (22) 出願日 平成15年9月10日 (2003.9.10)  
 (65) 公開番号 特開2005-86059 (P2005-86059A)  
 (43) 公開日 平成17年3月31日 (2005.3.31)  
 審査請求日 平成16年7月14日 (2004.7.14)

前置審査

(73) 特許権者 000001993  
 株式会社島津製作所  
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地  
 (74) 代理人 100098671  
 弁理士 喜多 俊文  
 (74) 代理人 100102037  
 弁理士 江口 裕之  
 (74) 代理人 100149962  
 弁理士 阿久津 好二  
 (72) 発明者 佐藤 賢治  
 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
 社島津製作所内  
 (72) 発明者 鈴木 準一  
 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
 社島津製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線の入射により電荷を生成する放射線感応型の半導体と、前記放射線感応型の半導体の表側へ面状に形成され、一部を外側に張り出させたリード線接続領域を有するバイアス電圧印加用の共通電極を備え、放射線感応型の半導体の表側には放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられており、前記リード線接続領域が緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されていて、バイアス電圧給電用のリード線が前記リード線接続領域に接続されていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項2】

請求項1に記載の放射線検出器において、放射線検出有効エリア内に設定された1次元状ないし2次元状マトリクス配列で複数の収集電極が表面に形成されるとともに各収集電極で収集される電荷の蓄積・読み出し用電気回路が配設されているアクティブマトリクス基板を備えていて、アクティブマトリクス基板の収集電極の形成面側に放射線感応型の半導体が積層されている放射線検出器。

【請求項3】

請求項1または2に記載の放射線検出器において、バイアス電圧給電用のリード線と共通電極の接続が導電ペーストによってなされている放射線検出器。

【請求項4】

請求項1から3のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線感応型の半導体と共通電極の間にキャリア選択性の中間層が形成されていて、キャリア選択性の中間層の上に

緩衝用台座が設けられている放射線検出器。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線感应型の半導体が、高純度アモルファスセレン ( a - S e ) , N a のアルカリ金属や C l のハロゲンもしくは A s や T e をドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体 , C d T e , C d Z n T e , P b I <sub>2</sub> , H g I <sub>2</sub> , T l B r の非セレン系多結晶半導体のうちのいずれかである放射線検出器。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の放射線検出器において、キャリア選択性の中間層は、厚さが 0 . 1 μ m ~ 1 0 μ m の範囲であり、 S b <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , Z n T e , C e O <sub>2</sub> , C d S , Z n S e , Z n S の多結晶半導体 , N a のアルカリ金属や C l のハロゲンもしくは A s や T e をドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体のうちのいずれかである放射線検出器。

10

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の放射線検出器において、緩衝用台座がエポキシ樹脂 , ポリウレタン樹脂 , アクリル樹脂の硬質樹脂材料を用いて形成されている放射線検出器。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の放射線検出器において、緩衝用台座の高さが 0 . 2 m m ~ 2 m m の範囲であり、緩衝用台座の側壁に台座外側に向かって厚みが次第に減るように構成された下り傾斜の台座用傾斜部が設けられていて、共通電極が放射線検出有効エリアから台座用傾斜部の表面を伝って緩衝用台座の上へ延びている放射線検出器。

20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の放射線検出器において、前記緩衝用台座と台座用傾斜部とを少なくとも覆うように硬質樹脂材料を用いてオーバーコートする放射線検出器。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線が放射線検出有効エリアに入射する際に共通電極の端縁部および緩衝用台座に当たるのを避けるコリメータを備えている放射線検出器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、放射線の入射により電荷を生成する放射線感应型の半導体を備えていて、医療分野 , 工業分野 , さらに、原子力分野などに用いられる直接変換タイプの放射線検出器に係り、特に放射線感应型の半導体へバイアス電圧を印加するための共通電極にバイアス電圧給電用のリード線を接続することに起因する性能低下を防止するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

直接変換タイプの放射線 ( 例えば X 線 ) 検出器は、放射線 ( 例えば X 線 ) がまず光に変換された後で変換光がさらに光電変換で電気信号に変換される間接タイプの検出器と違って、入射した放射線 ( 例えば X 線 ) が放射線感应型の半導体により直に電気信号に変換される。

40

【0003】

この直接変換タイプの放射線検出器は、図 1 1 に示すように、多数の収集電極 ( 図示省略 ) が放射線検出有効エリア S A 内に設定された 2 次元マトリックス配列で表面に形成され、放射線の入射に伴って各収集電極で収集される電荷の蓄積・読み出し用電気回路 ( 図示省略 ) が配設されているアクティブマトリックス基板 5 1 と、アクティブマトリックス基板 5 1 の収集電極形成面側に積層され、放射線の入射により電荷を生成する放射線感

50

応型の半導体 5 2 と、放射線感应型の半導体 5 2 の表側へ面状に積層形成されているバイアス電圧印加用の共通電極 5 3 とを備え、共通電極 5 3 の表面にバイアス電圧給電用のリード線 5 4 が接続されている。

【 0 0 0 4 】

直接変換タイプの放射線検出器による放射線検出の際は、バイアス供給電源から供給されるバイアス電圧がバイアス電圧給電用のリード線 5 4 を経由してバイアス電圧印加用の共通電極 5 3 に印加される。バイアス電圧を印加した状態で、放射線の入射に伴って放射線感应型の半導体 5 2 で生成されて各収集電極で収集される電荷が、コンデンサやスイッチング素子および電気配線等からなる蓄積・読み出し用電気回路によって、各収集電極毎の放射線検出信号として取り出される。

10

【 0 0 0 5 】

つまり、直接変換タイプの放射線検出器の場合、2次元状マトリックス配列の各収集電極がそれぞれ放射線画像の各画素に対応する電極(画素電極)となっていて、放射線検出有効エリア SA に投影される放射線の2次元強度分布に応じた放射線画像を作成できる放射線検出信号が取り出せる。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、従来の放射線検出器は、バイアス電圧印加用の共通電極 5 3 にバイアス電圧給電用のリード線 5 4 を接続することに起因して性能低下が生じるという問題がある。

20

【 0 0 0 7 】

バイアス電圧給電用のリード線 5 4 には銅線等の硬い金属線が用いられるので、リード線 5 4 を共通電極 5 3 に接続する際に、耐圧不良等の性能低下の原因となる放射線感应型の半導体 5 2 の損傷が起こるのである。特に半導体 5 2 がアモルファスセレンや CdTe, CdZnTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, TlBr 等の非セレン系多結晶半導体である場合には、真空蒸着により大面積で厚膜の放射線感应型の半導体 5 2 を容易に形成できる反面、これらのアモルファスセレンや非セレン系多結晶半導体は比較的柔らかくて傷が付き易いのである。放射線感应型の半導体 5 2 と共通電極 5 3 の間に暗電流低減作用を発揮するキャリア選択性中間層を設ける場合でも、キャリア選択性中間層は半導体 5 2 に比べて厚みが遥かに薄いので、共通電極 5 3 にリード線 5 4 を接続する際に、キャリア選択性中間層や放射線感应型の半導体 5 2 に耐圧不良等の性能低下が生じる。

30

【 0 0 0 8 】

この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、放射線感应型の半導体へバイアス電圧を印加するための共通電極にバイアス電圧給電用のリード線を接続することに起因する性能低下を回避することができる放射線検出器を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、請求項 1 に記載の発明に係る放射線検出器は、放射線の入射により電荷を生成する放射線感应型の半導体と、前記放射線感应型の半導体の表側へ面状に形成され、一部を外側に張り出させたリード線接続領域を有するバイアス電圧印加用の共通電極を備え、放射線感应型の半導体の表側には放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられており、前記リード線接続領域が緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されていて、バイアス電圧給電用のリード線が前記リード線接続領域に接続されていることを特徴とするものである。

40

【 0 0 1 0 】

[ 作用・効果 ] 請求項 1 の発明の放射線検出器によって放射線を検出する場合、バイアス電圧給電用のリード線を経由して一部を外側に張り出させたリード線接続領域を有する共通電極にバイアス電圧が印加される。バイアス電圧を印加した状態で、検出対象の放射

50

線の入射に伴って放射線感应型の半導体で放射線検出信号源としての電荷が生成される。

【0011】

一方、請求項1の発明の放射線検出器では、放射線感应型の半導体の表側では放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられており、緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されているリード線接続領域にバイアス電圧給電用のリード線が接続されているので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられる結果、耐圧不良の原因となる放射線感应型の半導体の損傷を防止することができる。

【0012】

他方、放射線感应型の半導体の損傷を防止する緩衝用台座は、放射線検出有効エリアから外れた位置に設けられているので、緩衝用台座を設けることによって放射線検出機能が損なわれることを防止することができる。

10

【0013】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の放射線検出器において、放射線検出有効エリア内に設定された1次元状ないし2次元状マトリックス配列で複数の収集電極が表面に形成されているとともに各収集電極で収集される電荷の蓄積・読み出し用電気回路が配設されているアクティブマトリックス基板を備えていて、アクティブマトリックス基板の収集電極の形成面側に放射線感应型の半導体が積層されているものである。

【0014】

[作用・効果] 請求項2の発明の放射線検出器で放射線を検出する場合、放射線の入射に伴って放射線感应型の半導体で生成された電荷は、放射線検出有効エリア内に設定された1次元状ないし2次元状マトリックス配列でアクティブマトリックス基板の表面に形成されている各収集電極でそれぞれ収集され、アクティブマトリックス基板の蓄積・読み出し用電気回路によって各収集電極毎の放射線検出信号として送り出される。つまり、請求項2の発明の放射線検出器の場合、放射線検出有効エリアに投影される放射線の1次元強度分布ないし2次元強度分布を検出することができる1次元アレイタイプないし2次元アレイタイプの放射線検出器である。

20

【0015】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の放射線検出器において、バイアス電圧給電用のリード線と共通電極の接続が導電ペーストによってなされているものである。

30

【0016】

[作用・効果] 請求項3の発明の場合、バイアス電圧給電用のリード線と共通電極を電氣的・機械的に接続している導電ペースト中の導電物質が放射線感应型の半導体の側へ移動(マイグレーション)するのを緩衝用台座が阻止するので、導電ペースト中の導電物質のマイグレーションによって電氣的特性が劣化することを回避できる。

【0017】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線感应型の半導体と共通電極の間にキャリア選択性の中間層が形成されていて、キャリア選択性の中間層の上に緩衝用台座が設けられているものである。

40

【0018】

[作用・効果] 請求項4の発明の場合、放射線感应型の半導体と共通電極の間に形成されているキャリア選択性の中間層により暗電流となる方のキャリアの注入が阻止されるので、暗電流を低減することができる。また、キャリア選択性の中間層の上に緩衝用台座が設けられていて、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際にキャリア選択性の中間層以下の膜部分に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられるので、キャリア選択性の中間層以下の膜部分に損傷が生じるのを防止することができる。

【0019】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1から4のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線感应型の半導体が、高純度アモルファスセレン(a-Se)、Naのアルカ

50

リ金属やC lのハロゲンもしくはA sやT eをドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体、C d T e、C d Z n T e、P b I<sub>2</sub>、H g I<sub>2</sub>、T l B rの非セレン系多結晶半導体のうちのいずれかであるものである。

【0020】

〔作用・効果〕請求項5の発明の場合、放射線感応型の半導体である高純度アモルファスセレン(a - S e)、N aのアルカリ金属やC lのハロゲンもしくはA sやT eをドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体、C d T e、C d Z n T e、P b I<sub>2</sub>、H g I<sub>2</sub>、T l B rの非セレン系多結晶半導体は、大面積化適性および厚膜化適性に優れる反面、モース硬度が4以下と柔らかくて傷が付き易いが、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられて傷が

10

【0021】

また、請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の放射線検出器において、キャリア選択性の中間層は、厚さが0.1 μm ~ 10 μmの範囲であり、S b<sub>2</sub> S<sub>3</sub>、Z n T e、C e O<sub>2</sub>、C d S、Z n S e、Z n Sの多結晶半導体、N aのアルカリ金属やC lのハロゲンもしくはA sやT eをドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体のうちのいずれかであるものである。

【0022】

〔作用・効果〕請求項6の発明の場合、キャリア選択性の中間層は厚さが0.1 μm ~ 10 μmであるので、放射線検出を妨げずに暗電流を十分に抑制できる。中間層の厚さが0.1 μm未満では暗電流を十分に抑制できない傾向が現れ、逆に厚さが10 μmを越えると放射線検出の妨げになる傾向が現れる。

20

【0023】

また、キャリア選択性の中間層であるS b<sub>2</sub> S<sub>3</sub>、Z n T e、C e O<sub>2</sub>、C d S、Z n S e、Z n Sの多結晶半導体、N aのアルカリ金属やC lのハロゲンもしくはA sやT eをドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体は大面積化適性に優れる反面、厚みが薄くて傷の心配があるが、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃を緩衝用台座が和らげるので、キャリア選択性の中間層以下の膜部分に損傷が生じるのを防止できるので、キャリア選択性の中間層の大面積化が容易に図れる

30

【0024】

また、請求項7に記載の発明は、請求項1から6のいずれかに記載の放射線検出器において、緩衝用台座がエポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂の硬質樹脂材料を用いて形成されているものである。

【0025】

〔作用・効果〕請求項7の発明の場合、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂の(硬化後の硬度が高い)硬質樹脂材料を用いて形成されている緩衝用台座は、シリコン樹脂や合成ゴム系のような軟質材料に比べ伸縮し難くて緩衝機能に優れるので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃を十分に和らげることが

40

【0026】

また、請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の放射線検出器において、緩衝用台座の高さが0.2 mm ~ 2 mmの範囲であり、緩衝用台座の側壁に台座外側に向かって厚みが次第に減るように構成された下り傾斜の台座用傾斜部が設けられていて、共通電極が放射線検出有効エリアから台座用傾斜部の表面を伝って緩衝用台座の上へ延びているものである。

【0027】

〔作用・効果〕請求項8の発明の場合、緩衝用台座の高さが0.2 mm ~ 2 mmの範囲であるので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が十

50

分に和らげられると同時に、緩衝用台座の処で共通電極の導通信頼性が高い。緩衝用台座の高さが0.2mm未満では厚み不足で歪み易くて十分な緩衝機能を確保できない傾向が現れ、逆に2mmを越えると共通電極の段切れによる導通不良が起こり易くて導通信頼性が低下する傾向が現れる。また、共通電極は緩衝用台座の側壁の下り傾斜の台座用傾斜部の表面を伝って延びることによって、緩衝用台座上へ徐々に登ってゆくかたちとなるので、緩衝用台座の処で共通電極の段切れが起こることを確実に回避することができる。

【0028】

また、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の放射線検出器において、前記緩衝用台座と台座用傾斜部とを少なくとも覆うように硬質樹脂材料を用いてオーバーコートするものである。

10

【0029】

〔作用・効果〕請求項9の発明の場合、バイアス電圧給電用のリード線の接続部分がオーバーコートによって固定されて保護されるので、リード線の取り出し等の外的力が加わっても、緩衝用台座および台座用傾斜部上の共通電極に亀裂を引き起こすような力は加わらず、安定したバイアス電圧を供給することができる。

【0030】

また、請求項10に記載の発明は、請求項1から9のいずれかに記載の放射線検出器において、放射線が放射線検出有効エリアに入射する際に共通電極の端縁部および緩衝用台座に当たるのを避けるコリメータを備えているものである。

20

【0031】

〔作用・効果〕請求項10の発明の場合、コリメータによって放射線が電界が集中する共通電極の端縁部および緩衝用台座に放射線が当たらずに放射線検出有効エリアに入射するので、電界が集中する共通電極の端縁部および緩衝用台座に放射線が当たって検出器の故障を引き起こすような不測の大電流が流れることを防止できる。

【0032】

また、請求項11に記載の発明は、放射線の入射により電荷を生成する放射線感応型の半導体と、前記放射線感応型の半導体の表側へ面状に形成されているバイアス電圧印加用の共通電極を備え、放射線感応型の半導体の表側には放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられており、バイアス電圧印加用の共通電極が緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されていて、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極の表面のうちの緩衝用台座の上に位置する部分に接続されており、前記緩衝用台座は、放射線検出エリアから外れておりかつ前記共通電極が形成される領域の一部に形成されており、当該緩衝用台座のあるところでは共通電極の端縁部が緩衝用台座に乗り上げており、緩衝用台座以外のところでは、電極外側に向かって厚みが次第に増えるように構成された上り傾斜の電極用傾斜部が電気絶縁性の高分子材料で共通電極の周縁に沿って形成されているとともに共通電極の端縁部が電極用傾斜部に乗り上げているものである。

30

【0033】

〔作用・効果〕請求項11の発明の場合、放射線の入射に伴って電荷が生成される放射線感応型の半導体の表側では放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられていて、緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されているバイアス電圧印加用の共通電極の表面のうちの緩衝用台座の上に位置する部分にバイアス電圧給電用のリード線が接続されているので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられる結果、性能低下の原因になる放射線感応型の半導体の損傷を防止できる。また、放射線感応型の半導体の損傷を防止する緩衝用台座は、放射線検出有効エリア外にあるので、緩衝用台座を設けることで放射線検出機能が損なわれることが防止できる。

40

また、緩衝用台座は、放射線検出エリアから外れておりかつ共通電極が形成される領域の一部に形成されており、共通電極の端縁部は電気絶縁性の緩衝用台座や電気絶縁性の高分子材料の電極用傾斜部に乗り上げていて、共通電極の端縁部での電界の集中が緩和され

50

るので、共通電極の端縁部や緩衝用台座に放射線が入射した時に検出器の故障を引き起こすような不測の大電流が流れるのを防止することができる。

【発明の効果】

【0034】

この発明に係る請求項1の発明の放射線検出器の場合、放射線の入射に伴って電荷が生成される放射線感応型の半導体の表側では放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられていて、緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されているリード線接続領域にバイアス電圧給電用のリード線が接続されているので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられる結果、性能低下の原因になる放射線感応型の半導体の損傷を防止できる。また、放射線感応型の半導体の損傷を防止する緩衝用台座は、放射線検出有効エリア外にあるので、緩衝用台座を設けることで放射線検出機能が損なわれることが防止できる。

10

また、この発明に係る請求項11の発明の放射線検出器の場合、放射線の入射に伴って電荷が生成される放射線感応型の半導体の表側では放射線検出有効エリアから外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座が設けられていて、緩衝用台座の上の少なくとも一部を覆うかたちで形成されているバイアス電圧印加用の共通電極の表面のうちの緩衝用台座の上に位置する部分にバイアス電圧給電用のリード線が接続されているので、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座によって和らげられる結果、性能低下の原因になる放射線感応型の半導体の損傷を防止できる。また、放射線感応型の半導体の損傷を防止する緩衝用台座は、放射線検出有効エリア外にあるので、緩衝用台座を設けることで放射線検出機能が損なわれることが防止できる。さらに、共通電極の端縁部は電気絶縁性の緩衝用台座や電気絶縁性の高分子材料の電極用傾斜部に乗り上げていて、共通電極の端縁部での電界の集中が緩和されるので、共通電極の端縁部や緩衝用台座に放射線が入射した時に検出器の故障を引き起こすような不測の大電流が流れるのを防止することができる。

20

【0035】

よって、請求項1の発明の放射線検出器によれば、放射線感応型の半導体の表面側のバイアス電圧印加用の共通電極にバイアス電圧給電用のリード線を接続することに起因して生じる性能低下を回避することができる。

また、請求項11の発明の放射線検出器によれば、放射線感応型の半導体の表面側のバイアス電圧印加用の共通電極にバイアス電圧給電用のリード線を接続することに起因して生じる性能低下を回避することができるのに加えて、共通電極の端縁部や緩衝用台座に放射線が入射した時に検出器の故障を引き起こすような不測の大電流が流れるのを防止することができる。

30

【実施例1】

【0036】

この発明の放射線検出器の実施例を図面を参照して説明する。図1は実施例1に係る直接変換タイプの放射線検出器（以下、適宜「検出器」と略記）の要部構成を示す平面図、図2は実施例1の検出器の要部構成を示す断面図、図3は実施例1の検出器のアクティブマトリクス基板まわりの電気回路を示すブロック図、図4は実施例1の検出器のアクティブマトリクス基板の構成を示す模式的断面図、図5は実施例1の検出器における1個の放射線検出ユニットの電氣的等価回路図である。

40

【0037】

実施例1の放射線検出器は、図1および図2に示すように、放射線の入射により電荷を生成する放射線感応型の半導体1と、放射線感応型の半導体1の表側へ面状に形成されているバイアス電圧印加用の共通電極2を備え、共通電極2の表面にバイアス電圧給電用のリード線3が接続されている。また、実施例1の検出器の場合、図3に示すように、多数の収集電極5が放射線検出有効エリアSA内に設定された2次元状マトリクス配列でもって、図4に示すように表面に形成されているとともに各収集電極5で収集される電荷の蓄積・読み出し用電気回路6が配設されているアクティブマトリクス基板4を備えてい

50

て、放射線感应型の半導体 1 がアクティブマトリクス基板 4 の収集電極 5 の形成面側に積層されているのに加えて、放射線感应型の半導体 1 と共通電極 2 の間にはキャリア選択性の中間層 7 が形成され、放射線感应型の半導体 1 と収集電極 5 の間にはキャリア選択性の中間層 8 が形成されている。

#### 【 0 0 3 8 】

アクティブマトリクス基板 4 に配設されている蓄積・読み出し用電気回路 6 はコンデンサ 6 A やスイッチング素子としての T F T ( 薄膜電界効果トランジスタ ) 6 B およびゲート線 6 a , データ線 6 b などからなり、各収集電極 5 ごとに 1 個のコンデンサ 6 A と 1 個の T F T 6 B が配備されている。また、アクティブマトリクス基板 4 の蓄積・読み出し用電気回路 6 の周りにはゲートドライバ 9 と電荷電圧変換型増幅器 1 0 およびマルチプレクサ 1 1 に加えて A / D 変換器 1 2 が別デバイスとして外付けのかたちで配備接続されている。なお、ゲートドライバ 9 や電荷電圧変換型増幅器 1 0 、マルチプレクサ 1 1 、 A / D 変換器 1 2 の一部または全部が外付けではなくて、アクティブマトリクス基板 4 に内蔵のかたちで搭載されていてもよい。

10

#### 【 0 0 3 9 】

実施例 1 の検出器による放射線検出の際は、バイアス供給電源によって出力される数千ボルト ~ 数十キロボルト程度のバイアス電圧がバイアス電圧給電用のリード線 3 を経由して共通電極 2 に印加される。バイアス電圧が印加された状態で、検出対象の放射線の入射に伴って放射線感应型の半導体 1 で電荷が生成されるとともに半導体 1 で生じた電荷が ( 詳しくは各収集電極 5 へ移動することで収集電極 5 に電荷が誘起するかたちで ) 各収集電極 5 ごとに収集される一方、各収集電極 5 で収集される電荷は、アクティブマトリクス基板 4 の蓄積・読み出し用電気回路 6 等により収集電極 5 毎の放射線検出信号として取り出される。

20

#### 【 0 0 4 0 】

具体的には、ゲートドライバ 9 からゲート線 6 a 経由で読み出し信号が各 T F T 6 B のゲートに順番に与えられると同時に、読み出し信号が与えられている各 T F T 6 B のソースに繋がっているデータ線 6 b がマルチプレクサ 1 1 に順に切り換え接続されるのにしたがって、コンデンサ 6 A に蓄積された電荷が、 T F T 6 B からデータ線 6 b を経て電荷電圧変換型増幅器 1 0 で増幅された上でマルチプレクサ 1 1 により各収集電極 5 毎の放射線検出信号として A / D 変換器 1 2 に送り出されてデジタル化される。

30

#### 【 0 0 4 1 】

実施例 1 の検出器から送り出された放射線検出信号は、例えば、実施例 1 の検出器が X 線透視撮影装置に装備されている場合であれば、さらに後段の画像処理回路へ送られて 2 次元 X 線透視画像等に仕上げられる。

#### 【 0 0 4 2 】

つまり、実施例 1 の検出器は、 2 次元状マトリクス配列の各収集電極 5 がそれぞれ放射線画像の各画素に対応する電極 ( 画素電極 ) となっていて、放射線検出有効エリア S A に投影される放射線の 2 次元強度分布に応じた放射線画像を作成できる放射線検出信号が取り出せる 2 次元アレイタイプの検出器である。

#### 【 0 0 4 3 】

さらに付言すれば、実施例 1 の検出器は、図 5 に示す等価回路の放射線検出ユニット ( 放射線検出素子 ) が放射線検出有効エリア S A に縦横の格子状ラインに沿って 2 次元状マトリクス状に展開配置されている検出器とみることができる。

40

#### 【 0 0 4 4 】

以下、実施例 1 の検出器の各部構成をより具体的に説明する。

実施例 1 の検出器は、放射線感应型の半導体 1 の表側には放射線検出有効エリア S A から外れた位置に電気絶縁性の緩衝用台座 1 3 が設けられており、バイアス電圧印加用の共通電極 2 が緩衝用台座 1 3 の上の大部分を覆うかたちで形成されていて、バイアス電圧給電用のリード線 3 が共通電極 2 の表面のうちの緩衝用台座 1 3 の上に位置する部分に接続されていることを構成上の顕著な特徴としている。すなわち、実施例 1 の場合には、キャ

50

リア選択性の中間層 7 が設けられているので、緩衝用台座 1 3 は中間層 7 の上に平面形状が略楕円状に形成されている一方、共通電極 2 の一部が放射線検出有効エリア S A から連続的に緩衝用台座 1 3 の上に張り出して長方形のリード線接続領域 2 A を一体的に有するように電極用金属薄膜（例えば金薄膜）が形成されているのである。銅線等のリード線 3 は導電ペースト（例えば銀ペースト）1 4 によってリード線接続領域 2 A の表面に接続されている。なお、キャリア選択性の中間層 7 が設けられていない時は、共通電極 2 や緩衝用台座 1 3 は放射線感応型の半導体 1 の表面上に直に形成されることになる。

【 0 0 4 5 】

したがって、実施例 1 の検出器の場合、バイアス電圧給電用のリード線 3 が共通電極 2 の表面に接続される際に直下のキャリア選択性の中間層 7 やその下の放射線感応型の半導体 1 に加わる衝撃が緩衝用台座 1 3 によって和らげられるので、キャリア選択性の中間層 7 や放射線感応型の半導体 1 の損傷を防止できる。また、放射線感応型の半導体 1 やキャリア選択性の中間層 7 の損傷を防ぐ緩衝用台座 1 3 は、放射線検出有効エリア S A 外にあるので、緩衝用台座 1 3 を設けることで放射線検出機能が損なわれることはない。

【 0 0 4 6 】

よって、実施例 1 の検出器によれば、放射線感応型の半導体 1 へバイアス電圧を印加するための共通電極 2 にバイアス電圧給電用のリード線 3 を接続することに起因する性能低下を回避することができる。

【 0 0 4 7 】

加えて、実施例 1 の検出器の場合、バイアス電圧給電用のリード線 3 と共通電極 2 を電氣的・機械的に接続している導電ペースト 1 4 中の導電物質が放射線感応型の半導体 1 の側へ移動（マイグレーション）するのを緩衝用台座 1 3 が阻止するので、導電ペースト 1 4 中の導電物質のマイグレーションによって電氣的特性が劣化することを回避することもできる。

【 0 0 4 8 】

緩衝用台座 1 3 の高さは 0 . 2 mm ~ 2 mm の範囲が適当である。この範囲であれば、バイアス電圧給電用のリード線が共通電極に接続される際に加わる衝撃が十分に和らげられ、同時に緩衝用台座の処で共通電極の導通信頼性が十分となる。緩衝用台座 1 3 の高さが 0 . 2 mm 未満では厚み不足で歪み易くて十分な緩衝機能を確認できない傾向が現れ、逆に 2 mm を越えると共通電極 2 の段切れによる導通不良が起こり易くて導通信頼性が低下する傾向が現れる。

【 0 0 4 9 】

また、実施例 1 の検出器では、図 2 に示すように、緩衝用台座 1 3 の側壁に台座外側に向かって厚みが次第に減るように構成された下り傾斜の台座用傾斜部 1 3 A が緩衝用台座 1 3 の周囲を一巡するかたちで設けられていて、共通電極 2 が放射線検出有効エリア S A から台座用傾斜部 1 3 A の表面を伝って緩衝用台座 1 3 の上へ延びている。したがって、共通電極 2 は緩衝用台座 1 3 の側壁に設けられている下り傾斜の台座用傾斜部 1 3 A の表面を伝って延びることによって緩衝用台座 1 3 の上へ徐々に登ってゆくかたちとなる結果、緩衝用台座 1 3 の処で共通電極 2 の段切れが起こることを確実に回避することができる。

【 0 0 5 0 】

もし共通電極 2 に段切れがあると、導通不良によるバイアス電圧の降下が生じるので、共通電極 2 における放射線検出有効エリア S A の部分にはリード線接続領域 2 A に印加されるのと同じ電圧が印加されず、バイアス電圧が不足する事態を招くことになるので、共通電極 2 の段切れは阻止しなければならない。

【 0 0 5 1 】

また、緩衝用台座 1 3 はエポキシ樹脂，ポリウレタン樹脂，アクリル樹脂等の硬化後の硬度が高い硬質樹脂材料を用いて形成されていることが好ましい。硬質樹脂材料製の緩衝用台座 1 3 は伸縮し難くて緩衝機能に優れているので、バイアス電圧給電用のリード線 3 が共通電極 2 に接続される際に加わる衝撃を十分に和らげることができる。

10

20

30

40

50

## 【0052】

台座用傾斜部13Aの方は緩衝用台座13と同じ硬質樹脂材料で形成されていてもよいし、シリコン樹脂や合成ゴム系の軟質高分子材料で形成されていてもよい。

## 【0053】

放射線感応型の半導体1は、高純度アモルファスセレン(a-Se)、Na等のアルカリ金属やCl等のハロゲンもしくはAsやTeをドーブしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体、CdTe、CdZnTe、PbI<sub>2</sub>、HgI<sub>2</sub>、TlBr等の非セレン系多結晶半導体などが、大面積化適性および厚膜化適性に優れるので好ましい。これらの半導体は、普通モース硬度が4以下と柔らかくて傷が付き易いのであるが、バイアス電圧給電用のリード線3が共通電極2に接続される際に加わる衝撃が緩衝用台座13によ

10

## 【0054】

アクティブマトリックス基板4では、図4に示すように、ガラス基板等の絶縁基板の上に、蓄積・読み出し用電気回路6用のコンデンサ6AやTF<sub>6</sub>Bが形成されているとともにゲート線6a、データ線6bが格子状に形成され、さらに表面に収集電極5が2次元状マトリックス配列で形成されている。そして、アクティブマトリックス基板4の収集電

20

## 【0055】

実施例1の検出器の場合、キャリア選択性の中間層7、8を設けることにより暗電流を低減することができる。ここで言うキャリア選択性とは半導体中の電荷移動媒体(キャリア)である電子と正孔とで、電荷移動作用への寄与率が著しく異なる性質を指す。

## 【0056】

半導体1とキャリア選択性の中間層7、8の組み合わせ方としては、次のような態様が挙げられる。共通電極2に正のバイアス電圧を印加する場合には、キャリア選択性の中間層7に電子の寄与率が大きい材料を使用する。これにより共通電極2からの正孔の注入が

30

## 【0057】

逆に、共通電極2に負のバイアス電圧を印加する場合には、キャリア選択性の中間層7に正孔の寄与率が大きい材料を使用する。これにより共通電極2からの電子の注入が阻止され、暗電流を低減することができる。キャリア選択性の中間層8には正孔の寄与率が大きい材料を使用する。これにより収集電極5からの電子の注入が阻止され、暗電流を低減することができる。

## 【0058】

なお、この発明の検出器では、キャリア選択性の中間層を必ず設ける必要はなく、中間層7、8の一方または両方が省かれていてもよい。

40

## 【0059】

キャリア選択性の中間層7、8は、厚さが0.1μm~10μmの範囲が適当である。中間層7、8の厚さが0.1μm未満では暗電流を十分に抑制できない傾向が現れ、逆に厚さが10μmを越えると放射線検出の妨げとなる傾向、例えば感度が低下する傾向が現れる。

## 【0060】

また、キャリア選択性の中間層7、8に用いられる半導体としては、Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、ZnTe、CeO<sub>2</sub>、CdS、ZnSe、ZnS等の多結晶半導体、Na等のアルカリ金属や

50

C1等のハロゲンもしくはAsやTeをドープしたセレンおよびセレン化合物のアモルファス半導体が大面積化適性に優れるものとして挙げられる。これらの半導体は厚みが薄くて傷が付き易いのであるが、バイアス電圧給電用のリード線3が共通電極2に接続される際に加わる衝撃を緩衝用台座13によって和らげて傷が付くのを回避できるので、キャリア選択性の中間層7,8の大面積化が容易に図れる。

【0061】

中間層7,8に用いられる半導体のうち、電子の寄与が大きいものとして、n型半導体である $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{CdSe}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{ZnS}$ のような多結晶半導体や、アルカリ金属やAsやTeをドープして正孔の寄与率を低下させたアモルファスSe等のアモルファス体が挙げられる。

10

【0062】

また、正孔の寄与が大きいものとして、p型半導体である $\text{ZnTe}$ のような多結晶半導体や、ハロゲンをドープして電子の寄与率を低下させたアモルファスSe等のアモルファス体が挙げられる。

【0063】

さらに、 $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ,  $\text{CdTe}$ ,  $\text{CdZnTe}$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{HgI}_2$ ,  $\text{TlBr}$ や、ノンドープのアモルファスSeまたはSe化合物の場合、電子の寄与が大きいものと正孔の寄与が大きいものとの両方がある。これらの場合、製膜条件の調節で電子の寄与が大きいものでも、正孔の寄与が大きいものでも、選択形成できる。

【0064】

なお、実施例1の変形例を図6および図7に示す。図6は検出器の要部構成を示す平面図、図7は検出器の要部構成を示す断面図である。図1,図2と相違する点は、緩衝用台座13と台座用傾斜部13Aとを覆うように硬質樹脂材料を用いてオーバーコート部17を設けたことである。それ以外の構成については実施例1と同じである。

20

【0065】

オーバーコート部17は、図6および図7では、放射線検出有効エリアSA付近まで覆っているが、緩衝用台座13と台座用傾斜部13Aとを少なくとも覆えばよい。オーバーコート部17を形成する硬質樹脂材料としては、台座用傾斜部13Aでも述べたようにエポキシ樹脂, ポリウレタン樹脂, アクリル樹脂等が挙げられる。つまり、台座用傾斜部13Aを硬質樹脂材料で形成する場合には、同じ材料を用いてオーバーコート部17を形成すればよい。

30

【0066】

変形例の場合、バイアス電圧給電用のリード線3の接続部分がオーバーコート部17によって固定されて保護されるので、バイアス電圧給電用のリード線3の取り出し等の外的力が加わっても、緩衝用台座13および台座用傾斜部13A上の共通電極2に亀裂を引き起こすような力は加わらず、安定したバイアス電圧を供給することができる。

【実施例2】

【0067】

実施例2に係る放射線検出器を図面を参照して説明する。図8は実施例2の放射線検出器の要部構成を示す断面図である。

40

【0068】

実施例2の検出器は、図8に示すように、放射線が放射線検出有効エリアSAに入射する際に共通電極2の端縁部および緩衝用台座13に当たるのを避けるコリメータ15が放射線の入射側に配備されている他は、実施例1の検出器と同一のものであるので、相違する点だけを説明し、共通する点の説明は省略する。

【0069】

実施例2の検出器では、共通電極2の端縁部や緩衝用台座13の側壁部のところでバイアス電圧の印加に伴って生じる電界が集中しており、共通電極2の端縁部や緩衝用台座13の側壁部のところに放射線が当たると検出器の故障(特に蓄積・読み出し用電気回路6用のTF6Bの破壊)を引き起こすような不測の大電流が流れることがある。

50

## 【 0 0 7 0 】

そこで、実施例 2 の場合、コリメータ 1 5 の開口部 1 5 A を放射線が共通電極 2 の端縁部および緩衝用台座 1 3 に当たらず、ちょうど放射線検出有効エリア S A に入射するように開設している。その結果、実施例 2 の検出器の場合、放射線が共通電極 2 の端縁部および緩衝用台座 1 3 に当たらないので、電界が集中する共通電極 2 の端縁部および緩衝用台座 1 3 に放射線が当たって検出器の故障を引き起こすような不測の大電流が流れることを防止できる。

## 【 実施例 3 】

## 【 0 0 7 1 】

実施例 3 に係る放射線検出器を図面を参照して説明する。図 9 は実施例 3 の検出器の要部構成を示す平面図、図 1 0 は実施例 3 の検出器の共通電極の端縁部まわりを示す部分断面図である。

10

## 【 0 0 7 2 】

実施例 3 の検出器は、図 9 に示すように、緩衝用台座 1 3 のあるところでは共通電極 2 の端縁部が台座用傾斜部 1 3 A の表面を伝って緩衝用台座 1 3 に乗り上げており、緩衝用台座 1 3 以外のところでは、電極外側に向かって徐々に厚みが次第に増えるように構成された上り傾斜の電極用傾斜部 1 6 が電気絶縁性の高分子材料で共通電極 2 の周縁に沿って形成されているとともに共通電極 2 の端縁部が電極用傾斜部 1 6 に乗り上げている他は、実施例 1 の検出器と同一のものであるので、相違する点だけを説明し、共通する点の説明は省略する。

20

## 【 0 0 7 3 】

電極用傾斜部 1 6 は、台座用傾斜部 1 3 A と同様のエポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂等の硬質樹脂材料や、或いはシリコン樹脂や合成ゴム系のような軟質高分子材料によって形成されている。

## 【 0 0 7 4 】

このように、実施例 3 の検出器の場合、共通電極 2 の端縁部は電気絶縁性の緩衝用台座 1 3 や電気絶縁性の高分子材料の電極用傾斜部 1 6 に乗り上げていて、共通電極の端縁部での電界集中が緩和されるので、共通電極 2 の端縁部や緩衝用台座 1 3 に放射線が入射した時に検出器の故障（特に蓄積・読み出し用電気回路 6 用の T F T 6 B の破壊）を引き起こすような不測の大電流が流れるのを確実に防止することができる。

30

## 【 0 0 7 5 】

この発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。

## 【 0 0 7 6 】

( 1 ) 実施例 1 ~ 3 の検出器は、2次元アレイタイプであったが、この発明の放射線検出器は、収集電極が1次元状マトリックス配列で形成されている1次元アレイタイプでもよいし、放射線検出信号取り出し用の電極が1個だけの非アレイタイプでもよい。

## 【 0 0 7 7 】

( 2 ) 実施例 1 ~ 3 の検出器の場合、ゲートドライバ 9 と電荷電圧変換型増幅器 1 0 およびマルチプレクサ 1 1 に加えて A / D 変換器 1 2 が配備されていたが、ゲートドライバ 9、電荷電圧変換型増幅器 1 0、マルチプレクサ 1 1 および A / D 変換器 1 2 の一部または全部が配備されていない他は、各実施例 1 ~ 3 と同様の構成の検出器が、変形例として挙げられる。

40

## 【 0 0 7 8 】

( 3 ) 実施例 1 ~ 3 の検出器の場合、共通電極 2 は緩衝用台座 1 3 のところに部分的に張り出しているだけであったが、共通電極 2 は緩衝用台座 1 3 の在るところだけでなく、緩衝用台座 1 3 のないところにも張り出していて、例えば共通電極 2 が全周にわたって放射線検出有効エリアからリード線接続領域 2 A と並ぶ位置まで張り出している構成であってもよい。

## 【 0 0 7 9 】

50

(4) 実施例 2, 3 も、実施例 1 の変形例と同じように緩衝用台座 13 と台座用傾斜部 13A とを少なくとも覆うように硬質樹脂材料を用いてオーバーコートすればよい。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図 1】実施例 1 の検出器の要部構成を示す平面図である。

【図 2】実施例 1 の検出器の要部構成を示す断面図である。

【図 3】実施例 1 の検出器のアクティブマトリクス基板まわりの電気回路を示すブロック図である。

【図 4】実施例 1 の検出器のアクティブマトリクス基板の構成を示す模式的断面図である。

10

【図 5】実施例 1 の検出器における 1 個の放射線検出ユニットの電気的等価回路図である。

【図 6】実施例 1 に係る変形例の検出器の要部構成を示す平面図である。

【図 7】実施例 1 に係る変形例の検出器の要部構成を示す断面図である。

【図 8】実施例 2 の検出器の要部構成を示す断面図である。

【図 9】実施例 3 の検出器の要部構成を示す平面図である。

【図 10】実施例 3 の検出器の共通電極の端縁部まわりを示す部分断面図である。

【図 11】従来の放射線検出器の概略構成を示す断面図である。

【符号の説明】

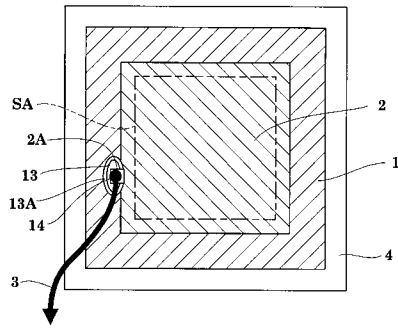
【0081】

20

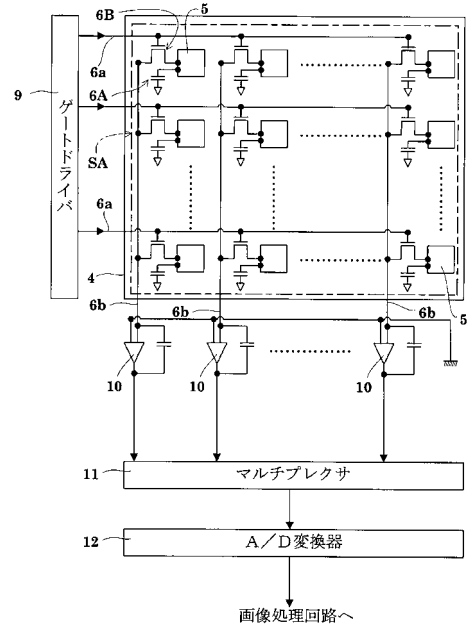
- 1 ... 放射線感応型の半導体
- 2 ... (バイアス電圧印加用の) 共通電極
- 2A ... (共通電極における) リード線接続領域
- 3 ... (バイアス電圧給電用の) リード線
- 4 ... アクティブマトリクス基板
- 5 ... 収集電極
- 6 ... 蓄積・読み出し用電気回路
- 7 ... キャリア選択性の中間層
- 13 ... 緩衝用台座
- 13A ... 台座用傾斜部
- 14 ... 導電ペースト
- 15 ... コリメータ
- 16 ... 電極用傾斜部
- SA ... 放射線検出有効エリア

30

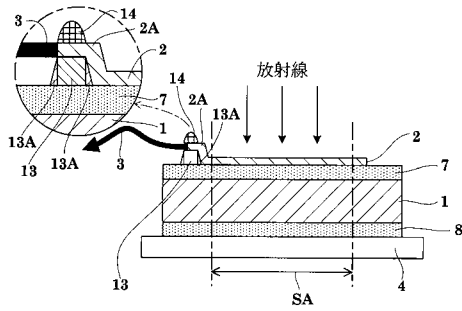
【図1】



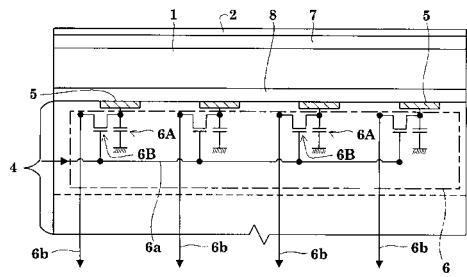
【図3】



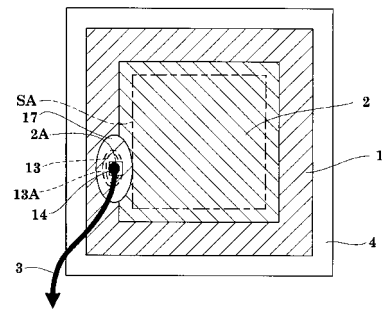
【図2】



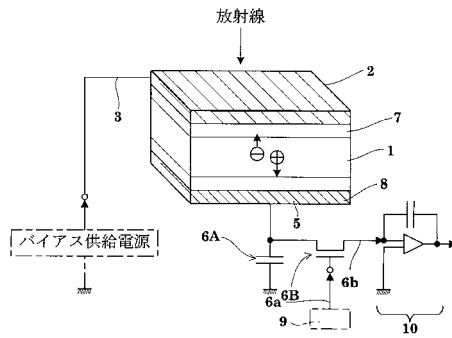
【図4】



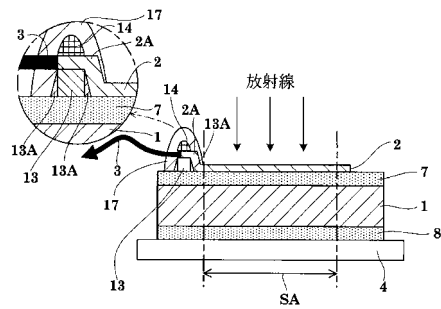
【図6】



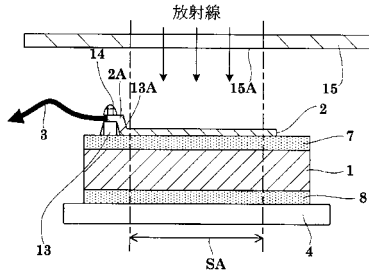
【図5】



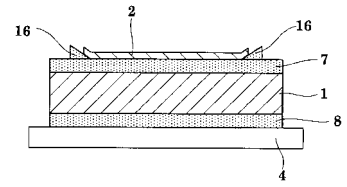
【図7】



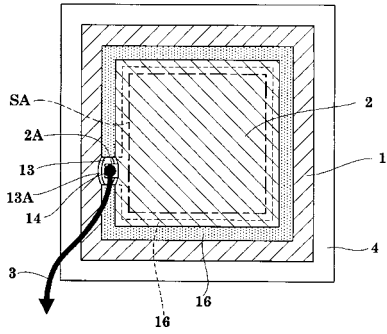
【図 8】



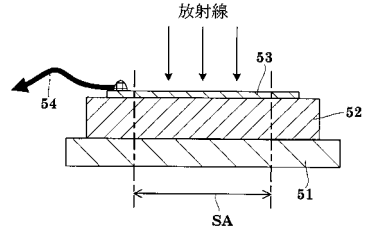
【図 10】



【図 9】



【図 11】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 4 N 5/335 (2006.01) H 0 4 N 5/335 U

(72)発明者 長舟 伸也  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内  
(72)発明者 渡谷 浩司  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内  
(72)発明者 岸本 栄俊  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内

審査官 恩田 春香

(56)参考文献 特開2003-133575(JP,A)  
特開2001-298172(JP,A)  
特開2001-330676(JP,A)  
特開2002-207082(JP,A)  
特開2002-082175(JP,A)  
特開平11-211837(JP,A)  
特開2000-241556(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8  
G 0 1 T 1 / 2 4