



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、  
V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、  
前記V-NW Tr. から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と  
を備える固体撮像装置。

**【請求項 2】**

前記蓄積部は、PN接合部を有さない前記配線層から成る  
請求項 1 に記載の固体撮像装置。

10

**【請求項 3】**

前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、  
前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、  
前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部と  
をさらに備え、  
前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうちの少なくとも一つは、V-NW Tr. から成る  
請求項 2 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 4】**

前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr. のゲートとの間に形成された絶縁膜を  
さらに備える  
請求項 2 に記載の固体撮像装置。

20

**【請求項 5】**

前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr. のゲートとの間に形成された前記絶縁膜は、不純物含有絶縁膜である  
請求項 4 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 6】**

前記転送部を成す前記V-NW Tr. の前記光電変換部に接続されているソースの表面は、前記不純物含有絶縁膜から拡散した不純物によってフェルミ準位がピニングされている  
請求項 5 に記載の固体撮像装置。

30

**【請求項 7】**

前記V-NW Tr. は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものである  
請求項 1 に記載の固体撮像装置。

**【請求項 8】**

固体撮像装置が搭載された電子機器において、  
前記固体撮像装置は、  
入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、  
V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、  
前記V-NW Tr. から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と  
を備える  
電子機器。

40

**【請求項 9】**

前記V-NW Tr. は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものである

50

請求項 8 に記載の電子機器。

【請求項 10】

入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、  
前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、  
前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と、  
前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、  
前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、  
前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部と  
を備え、

前記転送部、前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうち、少なくとも一つは、V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成る  
固体撮像装置。 10

【請求項 11】

基板内に形成される光電変換部と、  
前記光電変換部で発生した電荷を転送するトランジスタと、  
前記基板上に形成され、前記トランジスタに接続された配線層と  
を備え、

前記トランジスタは、前記基板に対して垂直方向に延びる半導体領域と、前記半導体領域を囲んで形成される絶縁膜と、前記半導体領域に対して前記絶縁膜を介して形成されるゲートを有する  
固体撮像装置。 20

【請求項 12】

前記半導体領域は柱状に形成され、  
前記半導体領域の一方は前記配線層に接続され、前記半導体領域の他方は前記光電変換部に接続される  
請求項 11 に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】

前記配線層と前記基板とで形成される容量に前記電荷を蓄積する  
請求項 11 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】 30

【技術分野】

【0001】

本技術は、固体撮像装置、および電子機器に関し、特に、V-NW(Vertical Nano Wire)を用いてTr. (トランジスタ) を形成するようにした固体撮像装置、および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、CMOSイメージセンサの開発分野においては、例えば、微弱な光をフォトン単位で検出するフォトカウンティングを実現するために様々なノイズ低減技術が提案されている。以下、フォトカウンティング等を行う場合の妨げとなるリードノイズについて説明する 40

【0003】

図 1 は、CMOSイメージセンサの構造として主流となっている4Tr.型CIS (CMOS Image Sensor) の一般的な構成例を示す等価回路図である。同図に示されるように、4Tr.型CISは、光電変換部としてのPD (フォトダイオード) 11、転送ゲートTr. 12、電荷蓄積部 13、アンプTr. 14、選択Tr. 15、およびリセットTr. 17を有している。

【0004】

図 2 は、図 1 に示された4Tr.型CISの4種類のTr.を、Si基板に対して平面状に形成した平面Tr.とした場合の断面図を示している。

【0005】 50

同図の場合、電荷蓄積部 13 は、浮遊拡散層（以下、FD（フローティングディフュージョン）と称する）により形成されている。以下、電荷蓄積部 13 を、FD 13 とも称する。また、アンプ Tr. 21 のドレインと選択 Tr. 15 のソースは、n 型拡散層 16 を介して接続されている。

【0006】

ところで、図 1 および図 2 の 4Tr. 型 CIS において発生し得るリードノイズは、FD 13 や各 Tr. の周辺の容量が要因となっていることが知られている。特に FD 13 周辺の容量がリードノイズに大きく寄与しており、FD 13 周辺の容量を削減することによってリードノイズを抑止できることが知られている（非特許文献 1 参照）。

【0007】

FD 13 周辺の容量に関しては、FD 13 を形成する PN 接合部の容量が、FD 13 周辺の容量の 40% 程度を占めてしまう場合があることが分かっている（例えば、非特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献 1】 “Noise Reduction Techniques and Scaling Effects towards Photon Counting CMOS Image Sensors” [Ref.1: Sensors 2016, 16, 514]

【非特許文献 2】 “Analysis and Reduction of Floating Diffusion Capacitance Components of CMOS Image Sensor for Photon-Countable Sensitivity” [Ref.2: Proc. IISW 2015, pp120-123]

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述したように、FD 13 周辺の容量の大部分を、FD 13 を形成する PN 接合部の容量が占めているので、該 PN 接合部の容量を削減すれば、4Tr. 型 CIS におけるリードノイズを抑止できる。しかしながら、FD 13 は Si 基板に PN 接合部を形成することによって成立しているので、その削減には限界がある。よって、リードノイズの抑止にも限界がある。

【0010】

また、FD 13 が PN 接合部によって形成されていることにより、PN 接合部の P 型領域と N 型領域の間におけるリーク電流を無くすことができず、暗電流発生の要因にもなっている。

【0011】

なお、上述した課題は、4Tr. 型 CIS に限らず、FD を有する CIS に共通したものである。

【0012】

本技術はこのような状況に鑑みてなされたものであり、FD に起因するリードノイズを抑止できるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本開示の第 1 の側面である固体撮像装置は、入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、V-NW Tr. から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、前記 V-NW Tr. から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部とを備える。

【0014】

前記蓄積部は、PN 接合部を有さない前記配線層から成るようにすることができる。

【0015】

本開示の第 1 の側面である固体撮像装置は、前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部とをさらに備えることができ、前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうちの少なくとも一つは、V-NW Tr. から成るようにすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0016】

本開示の第1の側面である固体撮像装置は、前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr.のゲートとの間に形成された絶縁膜をさらに備えることができる。

## 【0017】

前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr.のゲートとの間に形成された前記絶縁膜は、不純物含有絶縁膜とすることができる。

## 【0018】

前記転送部を成す前記V-NW Tr.の前記光電変換部に接続されているソースの表面は、前記不純物含有絶縁膜から拡散した不純物によってフェルミ準位がピンングされているようにすることができる。

10

## 【0019】

前記V-NW Tr.は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものとすることができる。

## 【0020】

本開示の第2の側面である電子機器は、固体撮像装置が搭載された電子機器において、前記固体撮像装置が、入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、V-NW Tr.から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、前記V-NW Tr.から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部とを備える。

20

## 【0021】

前記V-NW Tr.は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものとすることができる。

## 【0022】

本開示の第3の側面である固体撮像装置は、入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と、前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部とを備え、前記転送部、前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうち、少なくとも一つは、V-NW Tr.から成る。

30

## 【0023】

本開示の第4の側面である固体撮像装置は、基板内に形成される光電変換部と、前記光電変換部で発生した電荷を転送するトランジスタと、前記基板上に形成され、前記トランジスタに接続された配線層とを備え、前記トランジスタは、前記基板に対して垂直方向に延びる半導体領域と、前記半導体領域を囲んで形成される絶縁膜と、前記半導体領域に対して前記絶縁膜を介して形成されるゲートを有する。

## 【0024】

前記半導体領域は柱状に形成され、前記半導体領域の一方は前記配線層に接続され、前記半導体領域の他方は前記光電変換部に接続されているようにすることができる。

40

## 【0025】

前記配線層と前記基板とで形成される容量に前記電荷を蓄積するようすることができる。

## 【発明の効果】

## 【0026】

本技術によれば、リードノイズを抑止することができる。

## 【0027】

本技術によれば、固体撮像装置における光電変換部の面積率を向上させることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】4Tr.型CISの一般的な構成例を示す等価回路図である。

【図2】平面Tr.により4Tr.型CISを形成した場合の垂直方向断面図である。

【図3】本技術を適用した固体撮像装置の垂直方向断面図である。

【図4】本技術を適用した固体撮像装置の上面図である。

【図5】本技術を適用した固体撮像装置の製造工程を示す垂直方向断面図である。

【図6】本技術を適用した固体撮像装置の製造工程を示す垂直方向断面図である。

【図7】本技術を適用した固体撮像装置の製造工程を示す垂直方向断面図である。

【図8】本技術を適用した固体撮像装置の製造工程を示す垂直方向断面図である。

10

【図9】固体撮像装置の第1の変形例を示す垂直方向断面図である。

【図10】固体撮像装置の第2の変形例を示す垂直方向断面図である。

【図11】半導体柱とゲート電極が採用し得る形状の例を示す図である。

【図12】体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

【図13】車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

【図14】車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本技術を実施するための最良の形態（以下、本実施の形態と称する）について、  
 図面を参照しながら詳細に説明する。

20

【0030】

<本実施の形態である固体撮像装置の構成例>

本実施の形態である固体撮像装置は、図1に示された4Tr.型CISの各Tr.を、Si基板に対して垂直方向に形成したV-NW Tr.によって実現したものであり、図3は、該固体撮像装置の構成例を示す垂直方向断面図、図4は該固体撮像装置の構成例を示す上面図である。

【0031】

なお、図3および図4に示す本実施の形態である固体撮像装置の等価回路については、図1に示されたものと共通である。また、本実施の形態である固体撮像装置は、4Tr.型であるが、本技術は4Tr.型以外の固体撮像装置に対しても適用できる。さらに、本実施の形態である固体撮像装置は、正面照射型または裏面照射型のいずれであってもよい。

30

【0032】

ここで、V-NW Tr.とは、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下、望ましくは30[nm]以下の半導体柱を形成し、垂直方向に伸びた半導体柱の一端をTr.のソース(S)、他端をドレイン(D)とし、半導体柱の外周に導通状態を制御するゲート(G)を形成したものである。なお、1つのTr.は、1本のV-NWで形成してもよいし、並列して形成させた複数のV-NWにより形成してもよい。

【0033】

すなわち、図3に示されているV-NW Tr.から成る転送ゲートTr.(TRG)22、アンプTr.(AMP)24、選択Tr.(SEL)25、およびリセットTr.(RST)27は、それぞれ、図1の等価回路における転送ゲートTr.12、アンプTr.14、選択Tr.15、およびリセットTr.17に対応する。

40

【0034】

V-NW Tr.から成る転送ゲートTr.22は、その半導体柱の一端であるソースがSi基板に形成されているPD11に接続され、その半導体柱の他端であるドレインがn型拡散領域(n+)から成るコンタクトを介して電荷蓄積部23に接続されている。転送ゲートTr.22の半導体柱ゲートの外周には、ゲート絶縁膜52(図7)を介して、ゲート電極53(図7)が形成されている。ゲート電極53とPD11との間には、絶縁膜32が形成されている。絶縁膜32には、例えば、ホウ素含有シリコン酸化膜(BSG:Boro-Silicate Glass)が適用できる。

【0035】

50

電荷蓄積部 2 3 は、図 1 に示された等価回路における電荷蓄積部 1 3 に相当する。ただし、図 2 に示された従来の構成では、電荷蓄積部 1 3 は FD であったが、該固体撮像装置では、電荷蓄積部 2 3 は Top Plate の配線層によって形成される。配線層から成る電荷蓄積部 2 3 には、V-NW Tr. である転送ゲート Tr. 2 2 のドレインと V-NW Tr. であるリセット Tr. 2 7 のソースとが接続されている。また、配線層から成る電荷蓄積部 2 3 は、V-NW Tr. であるアンプ Tr. 2 4 のゲート電極に接続されている。

【 0 0 3 6 】

V-NW Tr. であるリセット Tr. 2 7 は、そのソースが電荷蓄積部 2 3 に接続され、ドレインが Si 基板内に形成されている n 型拡散層 (VDD(n+)) 1 8 を介して電源 VDD (不図示) に接続されている。

10

【 0 0 3 7 】

V-NW Tr. であるアンプ Tr. 2 4 は、そのドレインが Top Plate の配線層 2 6 を介して選択 Tr. 2 5 のソースに接続されている。V-NW Tr. である選択 Tr. 2 5 は、そのドレインが Si 基板に形成されている n 型拡散層 (VSL(n+)) 1 9 を介して垂直信号線 VSL (不図示) に接続されている。

【 0 0 3 8 】

アンプ Tr. 2 4、およびリセット Tr. 2 7 の各ゲート電極と n 型拡散層 1 8 との間、並びに、選択 Tr. 2 5 のゲート電極と n 型拡散層 1 9 との間には、絶縁膜 3 1 が形成されている。絶縁膜 3 1 には、例えば、シリコン酸化膜 (NSG: No doped Silicate Glass) が適用できる。

20

【 0 0 3 9 】

図 3 に示された本実施の形態である固体撮像装置では、電荷蓄積部 2 3 を、PN 接合部を有する FD ではなく、PN 接合部を有さない配線層によって形成するようにした。これにより、電荷蓄積部 1 3 を FD によって形成していた従来の場合に比較して、リードノイズの要因となる FD や各 Tr. の周辺の容量を大幅に減らすことができるので、リードノイズを抑止することができる。また、PN 接合部におけるリーク電流が生じないので、暗電流発生を抑止できる。

【 0 0 4 0 】

さらに、各 Tr. を V-NW Tr. によって形成することにより、各 Tr. を平面 Tr. によって形成していた従来の場合に比較して、各 Tr. の専有面積を小さくすることができる。また、さらに、アンプ Tr. 2 4 のドレインと選択 Tr. 2 5 のソースを、配線層 2 6 を介して接続することにより、アンプ Tr. 2 4 および選択 Tr. 2 5 をコンパクトに配置することができる。このように、各 Tr. の小型化や配置の工夫によって、固体撮像装置における PD 1 1 の面積率を向上させることができ、PD 1 1 の受光感度および飽和電子数を向上させることができる。

30

【 0 0 4 1 】

< 本実施の形態である固体撮像装置の製造方法 >

次に、該固体撮像装置の製造方法について、図 5 乃至図 8 を参照して説明する。図 5 乃至図 8 は、該固体撮像装置の製造工程を示す垂直方向断面図である。

【 0 0 4 2 】

始めに、図 5 に示されるように、Si 基板上に PD 1 1 が形成され、さらに、電源 VDD に接続される n 型拡散層 1 8 と、垂直信号線 VSL に接続される n 型拡散層 1 9 が形成される。この後、PD 1 1 の上に、絶縁膜 3 2 として、例えば BSG が形成される。また、n 型拡散層 1 8 および 1 9 の上に、絶縁膜 3 1 として、例えば NSG が形成される。PD 1 1 の上の絶縁膜 3 2 は、BSG の代わりに NSG を形成してもよい。さらに、絶縁膜 3 1 および 3 2 の各 V-NW Tr. を形成する位置に開口部 4 1 が形成される。

40

【 0 0 4 3 】

次に、図 6 に示されるように、絶縁膜 3 1 および 3 2 に形成された開口部 4 1 から、選択エピタキシャル成長によって V-NW を成す半導体柱 5 1 が形成される。

【 0 0 4 4 】

50

なお、V-NWの具体的な形成方法については任意であるが、例えば、“Vertical Silicon Nanowire Field Effect Transistors with nanoscale Gate-All-Around” [Ref.3 : Nanoscale Research Letters 2016 11:210]に記載されている方法を適用できる。または、例えば、“Realization of a Silicon Nanowire Vertical Surround-Gate Field Effect Transistors” [Ref.4 : small 2006,2,No.1 pp85-88]に記載されているAu等を用いた選択エピタキシャル成長を用いてもよい。

【0045】

転送ゲート22となるV-NWを成す半導体柱51の下部分については、PD11からの電荷転送が容易となるように濃度勾配を持たせてもよい。

【0046】

各半導体柱51の上部分には、配線層である電荷蓄積部23や配線層26と接続するためのコンタクトとしてn型拡散領域61が形成される。

【0047】

次に、図7に示されるように、各半導体柱51の外周にゲート絶縁膜52が形成された後、その外周にゲート電極53が形成されることにより、V-NW Tr.としての転送ゲートTr.22、アンプTr.24、選択Tr.25、およびリセットTr.27が形成される。

【0048】

最後に、半導体柱51の上部分に形成されたn型拡散領域61の上に膜間絶縁膜（不図示）が形成された後、図8に示されるように、配線層である電荷蓄積部23および配線層26が形成される。

【0049】

なお、PD11の上の絶縁膜32をBSGとした場合、BSG32からB（ホウ素）が拡散されるので、転送ゲートTr.22のソース（半導体柱51の下部）の表面のフェルミ準位をピニングすることができ、ピニングされた領域からの暗電流の発生を抑制できる。

【0050】

また、V-NW Tr.の形成では、従来の平面Tr.を形成する工程で必要であったSi基板に対する不純物のドーピングが行われないので、ドーピングした不純物の揺らぎが要因の一つとされているRTN(Random Telegraph Noise)を低減させることができる。

【0051】

<変形例>

図9は、本実施の形態である固体撮像装置の第1の変形例を示す垂直方向断面図である。

【0052】

該第1の変形例は、固体撮像装置を複数の半導体基板を積層して構成する積層型として、一方の基板にはPD11および転送ゲートTr.22を形成し、それに積層する他方の基板には、その他のTr.（アンプTr.24、選択Tr.25、およびリセットTr.26）を形成する。さらに、配線層から成る電荷蓄積部23を電荷蓄積部23-1と23-2に分割し、それぞれを積層する異なる基板に形成する。そして、異なる基板に形成された電荷蓄積部23-1と電荷蓄積部23-2の対向するそれぞれの面に、例えばCuから成るコンタクトを形成して、両コンタクトを接合して両基板を電氣的に接続する。なお、該コンタクトは、Cuに限定するものではなく任意のメタルを採用できる。

【0053】

該第1の変形例によれば、上述した本実施の形態である固体撮像装置の効果に加え、基板を積層したことにより、固体撮像装置を小型化できる効果を得ることができる。

【0054】

図10は、本実施の形態である固体撮像装置の第2の変形例を示す垂直方向断面図である。

【0055】

該第2の変形例は、固体撮像装置を複数の半導体基板を積層して構成する積層型とし、画素Tr.の構造にV-NW Tr.と従来の平面Tr.を併用したものである。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 6 】

すなわち、一方の基板には、PD 1 1 と、V-NW Tr. から成る転送ゲートTr. 2 2 およびリセットTr. 2 7 と、電荷蓄積部 2 3 と形成し、電荷蓄積部 2 3 は、例えばCuから成るコンタクトを形成する。それに積層する他方の基板には、平面Tr. から成るアンプTr. 1 4 と選択Tr. 1 5 を形成する。さらに、アンプTr. 1 4 のドレインに配線層 2 6 を形成し、配線層 2 6 には、例えばCuから成るコンタクトを形成する。そして、電荷蓄積部 2 3 のコンタクトと、配線層 2 6 のコンタクトを接合して、両基板を電氣的に接続する。なお、該コンタクトは、Cuに限定するものではなく任意のメタルを採用できる。

## 【 0 0 5 7 】

該第 2 の変形例によれば、上述した本実施の形態である固体撮像装置と第 1 の変形例の効果に加え、従来型の平面Tr. を併用できるという効果を得ることができる。

10

## 【 0 0 5 8 】

図 1 1 は、V-NW Tr. を形成する半導体柱 5 1 とゲート電極 5 3 が採用し得る形状の例を示している。

## 【 0 0 5 9 】

同図 A は、半導体柱 5 1 が円柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が円環状に形成されている例を示す。同図 B は、半導体柱 5 1 が円柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が円環の 1 / 2 以上を占めて 1 か所を欠いた形状に形成されている例を示す。同図 C は、半導体柱 5 1 が円柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が円環の 1 / 2 以上を占めて 2 か所を欠いた形状に形成されている例を示す。

20

## 【 0 0 6 0 】

同図 D は、半導体柱 5 1 が矩形柱の角を丸めた略矩形柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が矩形環状に形成されている例を示す。同図 E は、半導体柱 5 1 が略矩形柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が矩形環の 1 / 2 以上を占めて 1 か所を欠いた形状に形成されている例を示す。同図 F は、半導体柱 5 1 が略矩形柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が矩形環の 1 / 2 以上を占めて 2 か所を欠いた形状に形成されている例を示す。同図 G は、半導体柱 5 1 が略矩形柱状であり、半導体柱 5 1 の外周に絶縁膜 5 2 を介してゲート電極 5 3 が矩形環の 1 / 2 以上を占めて 4 隅を欠いた形状に形成されている例を示す。

30

## 【 0 0 6 1 】

なお、半導体柱 5 1 およびゲート電極 5 3 が採用し得る形状は、同図した例に限定するものではなく、楕円柱、三角形以上の多角形柱やその角を丸めた略多角形であってもよい。

## 【 0 0 6 2 】

< 体内情報取得システムへの応用例 >

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

## 【 0 0 6 3 】

図 1 2 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

40

## 【 0 0 6 4 】

体内情報取得システム 1 0 0 0 1 は、カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 と、外部制御装置 1 0 2 0 0 とから構成される。

## 【 0 0 6 5 】

カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡 1 0 1 0 0 は、撮像機能及び無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の

50

外部制御装置 10200 に順次無線送信する。

【0066】

外部制御装置 10200 は、体内情報取得システム 10001 の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置 10200 は、カプセル型内視鏡 10100 から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示せず）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

【0067】

体内情報取得システム 10001 では、このようにして、カプセル型内視鏡 10100 が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得ることができる。

【0068】

カプセル型内視鏡 10100 と外部制御装置 10200 の構成及び機能についてより詳細に説明する。

【0069】

カプセル型内視鏡 10100 は、カプセル型の筐体 10101 を有し、その筐体 10101 内には、光源部 10111、撮像部 10112、画像処理部 10113、無線通信部 10114、給電部 10115、電源部 10116、及び制御部 10117 が収納されている。

【0070】

光源部 10111 は、例えば LED (light emitting diode) 等の光源から構成され、撮像部 10112 の撮像視野に対して光を照射する。

【0071】

撮像部 10112 は、撮像素子、及び当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光（以下、観察光という）は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部 10112 では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部 10112 によって生成された画像信号は、画像処理部 10113 に提供される。

【0072】

画像処理部 10113 は、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等のプロセッサによって構成され、撮像部 10112 によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部 10113 は、信号処理を施した画像信号を、RAW データとして無線通信部 10114 に提供する。

【0073】

無線通信部 10114 は、画像処理部 10113 によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ 10114A を介して外部制御装置 10200 に送信する。また、無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から、カプセル型内視鏡 10100 の駆動制御に関する制御信号を、アンテナアンテナ 10114A を介して受信する。無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から受信した制御信号を制御部 10117 に提供する。

【0074】

給電部 10115 は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発生した電流から電力を再生する電力再生回路、及び昇圧回路等から構成される。給電部 10115 では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

【0075】

電源部 10116 は、二次電池によって構成され、給電部 10115 によって生成された電力を蓄電する。図 12 では、図面が煩雑になることを避けるために、電源部 10116 からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部 10116 に蓄電された電力は、光源部 10111、撮像部 10112、画像処理部 10113、無線通信部 10114、及び制御部 10117 に供給され、これらの駆動に用いられ得る。

10

20

30

40

50

## 【0076】

制御部10117は、CPU等のプロセッサによって構成され、光源部10111、撮像部10112、画像処理部10113、無線通信部10114、及び、給電部10115の駆動を、外部制御装置10200から送信される制御信号に従って適宜制御する。

## 【0077】

外部制御装置10200は、CPU、GPU等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置10200は、カプセル型内視鏡10100の制御部10117に対して制御信号を、アンテナ10200Aを介して送信することにより、カプセル型内視鏡10100の動作を制御する。カプセル型内視鏡10100では、例えば、外部制御装置10200からの制御信号により、光源部10111における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置10200からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部10112におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置10200からの制御信号により、画像処理部10113における処理の内容や、無線通信部10114が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。

10

## 【0078】

また、外部制御装置10200は、カプセル型内視鏡10100から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR(Noise reduction)処理及び/又は手ブレ補正処理等）、並びに/又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の信号処理を行うことができる。外部制御装置10200は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。あるいは、外部制御装置10200は、生成した画像データを記録装置（図示せず）に記録させたり、印刷装置（図示せず）に印刷出力させてもよい。

20

## 【0079】

以上、本開示に係る技術が適用され得る体内情報取得システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部10112に適用され得る。

30

## 【0080】

< 移動体への応用例 >

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

## 【0081】

図13は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

## 【0082】

車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図13に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F(Interface)12053が図示されている。

40

## 【0083】

駆動系制御ユニット12010は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット12010は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達する

50

ための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

【0084】

ボディ系制御ユニット12020は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット12020は、キーレスエントリーシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット12020には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット12020は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

10

【0085】

車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット12030には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

【0086】

撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

20

【0087】

車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

30

【0088】

マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS(Advanced Driver Assistance System)の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

【0089】

また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

40

【0090】

また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット12020に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

50

## 【0091】

音声画像出力部12052は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図13の例では、出力装置として、オーディオスピーカ12061、表示部12062及びインストルメントパネル12063が例示されている。表示部12062は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。

## 【0092】

図14は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

## 【0093】

図14では、撮像部12031として、撮像部12101、12102、12103、12104、12105を有する。

## 【0094】

撮像部12101、12102、12103、12104、12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102、12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

## 【0095】

なお、図14には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112、12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102、12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

## 【0096】

撮像部12101ないし12104の少なくとも一つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも一つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

## 【0097】

例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化(車両12100に対する相対速度)を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度(例えば、0km/h以上)で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御(追従停止制御も含む)や自動加速制御(追従発進制御も含む)等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

## 【0098】

例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両12100の周辺の障害物を、

10

20

30

40

50

車両12100のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ12051は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ12061や表示部12062を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット12010を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

【0099】

撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部12101ないし12104の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ12051が、撮像部12101ないし12104の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部12052は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部12062を制御する。また、音声画像出力部12052は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部12062を制御してもよい。

10

【0100】

以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部12031に適用され得る。

20

【0101】

なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0102】

本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、  
V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、  
前記V-NW Tr. から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と  
を備える固体撮像装置。

30

(2)

前記蓄積部は、PN接合部を有さない前記配線層から成る  
前記(1)に記載の固体撮像装置。

(3)

前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、  
前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、  
前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部と  
をさらに備え、  
前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうちの少なくとも一つは、V-NW Tr. から成る  
前記(1)または(2)に記載の固体撮像装置。

40

(4)

前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr. のゲートとの間に形成された絶縁膜をさらに備える  
前記(1)から(3)のいずれかに記載の固体撮像装置。

(5)

前記光電変換部と前記転送部を成す前記V-NW Tr. のゲートとの間に形成された前記絶縁

50

膜は、不純物含有絶縁膜である

前記(4)に記載の固体撮像装置。

(6)

前記転送部を成す前記V-NW Tr.の前記光電変換部に接続されているソースの表面は、前記不純物含有絶縁膜から拡散した不純物によってフェルミ準位がピニングされている

前記(5)に記載の固体撮像装置。

(7)

前記V-NW Tr.は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものである

10

前記(1)から(6)のいずれかに記載の固体撮像装置。

(8)

固体撮像装置が搭載された電子機器において、

前記固体撮像装置は、

入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、

V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成り、前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、

前記V-NW Tr. から成る前記転送部のドレインに接続された配線層から成り、前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と

を備える

20

電子機器。

(9)

前記V-NW Tr.は、基板に対して垂直方向に直径50[nm]以下の半導体柱を形成し、前記半導体柱の一端をソース、他端をドレインとし、前記半導体柱の外周に導通状態を制御するゲートを形成したものである

前記(8)に記載の電子機器。

(10)

入射光に応じて電荷を発生、保持する光電変換部と、

前記光電変換部に保持されている前記電荷を転送する転送部と、

前記転送部によって転送された前記電荷を蓄積する蓄積部と、

30

前記蓄積部に蓄積された前記電荷をリセットするリセット部と、

前記蓄積部に蓄積された前記電荷を電気信号に変換する変換部と、

前記変換部によって変換された前記電気信号を選択的に後段に出力する選択部と

を備え、

前記転送部、前記リセット部、前記変換部、または前記選択部のうち、少なくとも一つは、V-NW Tr. (Vertical Nano Wireトランジスタ) から成る

固体撮像装置。

(11)

基板内に形成される光電変換部と、

前記光電変換部で発生した電荷を転送するトランジスタと、

40

前記基板上に形成され、前記トランジスタに接続された配線層と

を備え、

前記トランジスタは、前記基板に対して垂直方向に延びる半導体領域と、前記半導体領域を囲んで形成される絶縁膜と、前記半導体領域に対して前記絶縁膜を介して形成されるゲートを有する

固体撮像装置。

(12)

前記半導体領域は柱状に形成され、

前記半導体領域の一方は前記配線層に接続され、前記半導体領域の他方は前記光電変換部に接続される

50

前記(11)に記載の固体撮像装置。

(13)

前記配線層と前記基板とで形成される容量に前記電荷を蓄積する

前記(11)または(12)に記載の固体撮像装置。

【符号の説明】

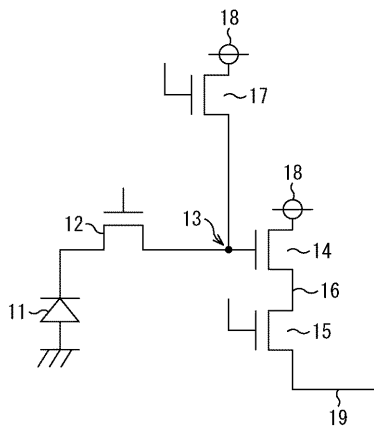
【0103】

11 PD, 12 転送ゲートTr., 13 FD, 14 アンプTr., 15 選択Tr.,  
 16 n型拡散領域, 17 リセットTr., 18 n+型拡散層, 19 n+型拡散層,  
 22 読出しTr., 23 電荷蓄積部, 24 アンプTr., 25 選択Tr.,  
 26 配線層, 27 リセットTr., 31 絶縁膜, 32 絶縁膜, 41 開口部,  
 51 半導体柱, 52 絶縁膜, 53 ゲート電極, 61 n型拡散領域

10

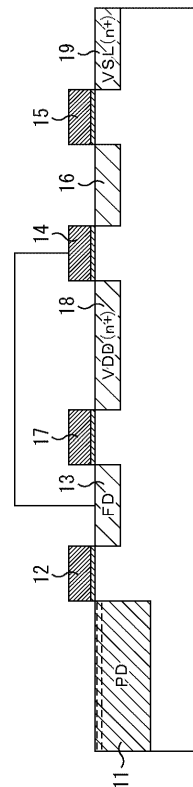
【図1】

FIG. 1



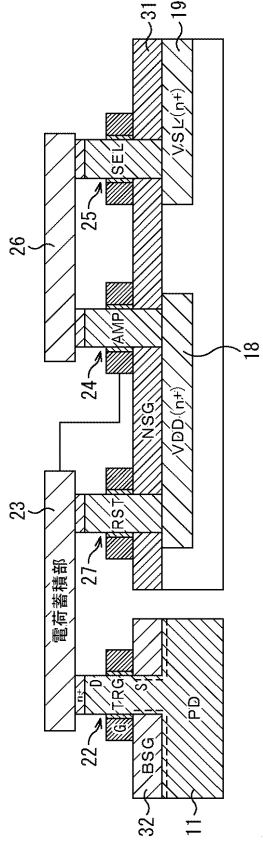
【図2】

FIG. 2

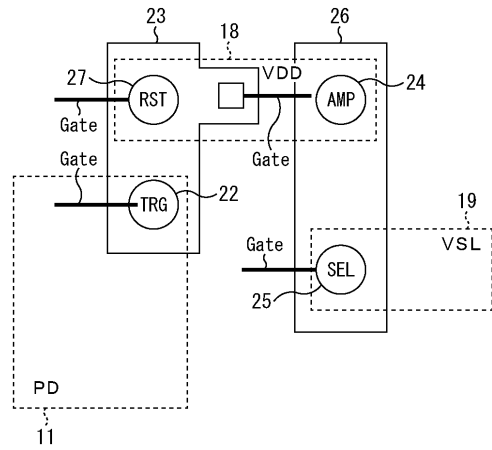




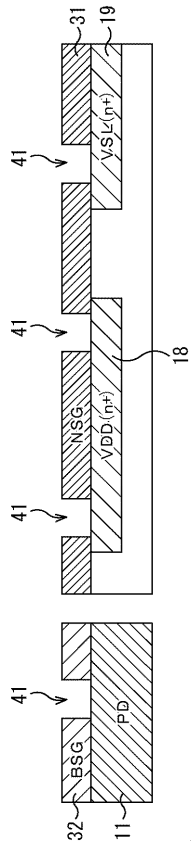
【 図 3 】  
FIG. 3



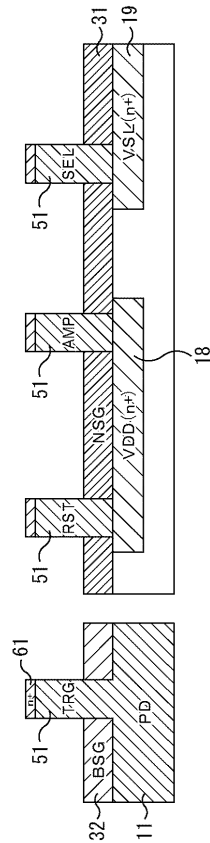
【 図 4 】  
FIG. 4



【 図 5 】  
FIG. 5

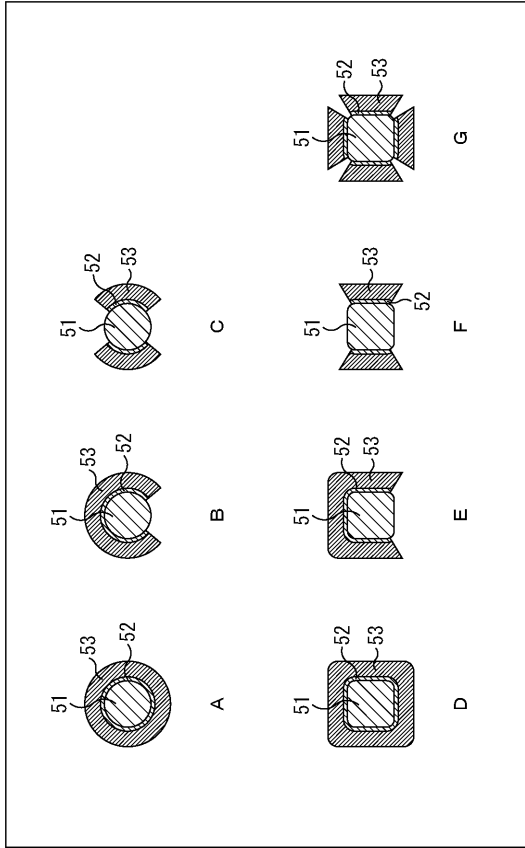


【 図 6 】  
FIG. 6

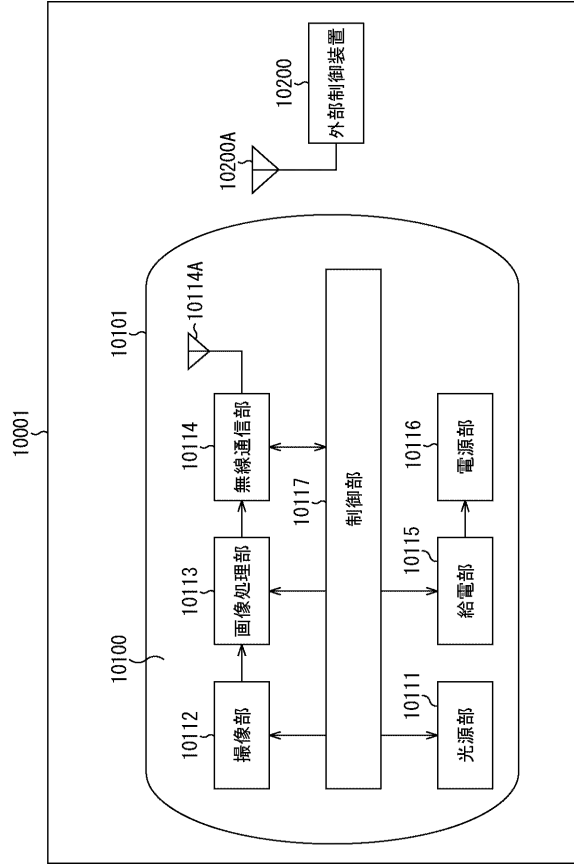




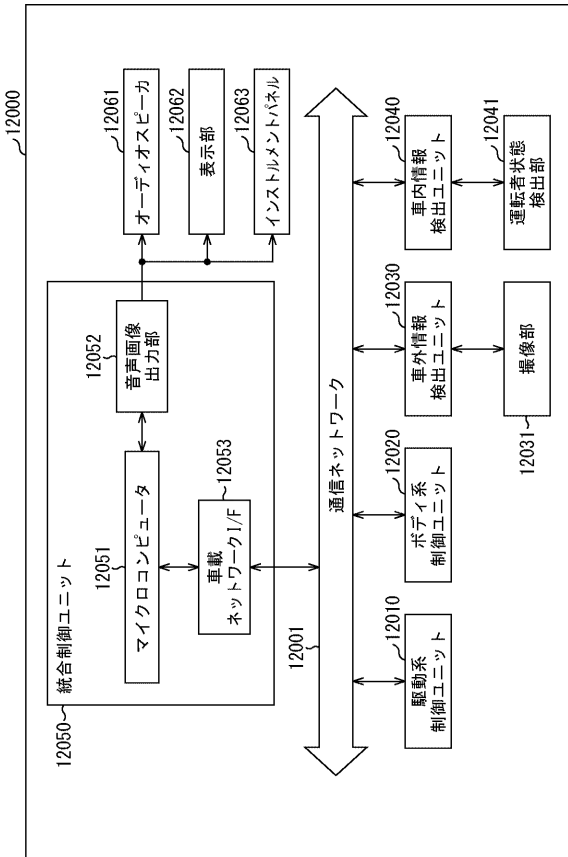
【図 1 1】  
FIG. 11



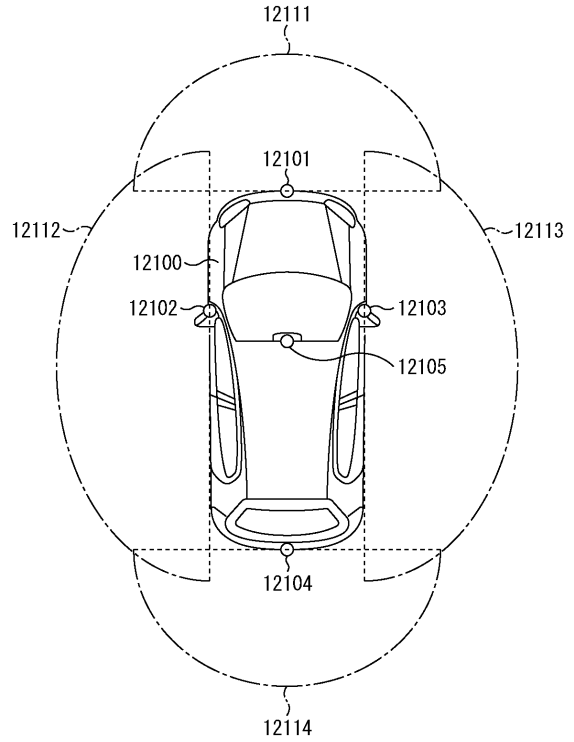
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 江尻 洋一

神奈川県厚木市旭町四丁目1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内

(72)発明者 本庄 亮子

神奈川県厚木市旭町四丁目1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AB01 BA14 CA03 CB01 DD04 DD12 EA01 EA14

5C024 CX32 CY47 GX02 GX16 GX18 GY31 GY39 GY41