



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 046 101 A1** 2009.04.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 046 101.6**

(22) Anmeldetag: **05.09.2008**

(43) Offenlegungstag: **02.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 27/146** (2006.01)

**H01L 31/113** (2006.01)

**H01L 21/8249** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**10-2007-0090866 07.09.2007 KR**

**10-2008-0059721 24.06.2008 KR**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,  
 Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

(71) Anmelder:

**Dongbu Hitek Co., Ltd., Seoul, KR**

(72) Erfinder:

**Hwang, Joon, Cheongju, Chungbuk, KR**

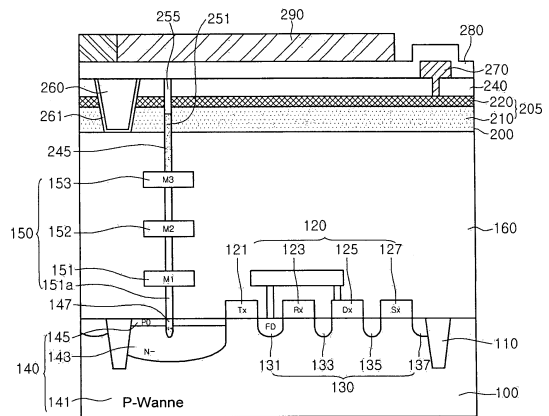
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Bildsensor und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Bildsensor bereitgestellt. Der Bildsensor kann einen Auslese-Schaltkreis auf einem ersten Substrat enthalten. Ein Zwischenschicht-Dielektrikum wird auf dem ersten Substrat ausgebildet und enthält darin eine untere Leitung. Eine kristalline Halbleiterschicht wird mit dem Zwischenschicht-Dielektrikum verbunden. Eine Fotodiode kann in der kristallinen Halbleiterschicht ausgebildet werden und enthält einen ersten Störstellen-Bereich und einen zweiten Störstellen-Bereich. Ein Durchkontaktierungs-Loch kann ausgebildet werden, das die kristalline Halbleiterschicht und das Zwischenschicht-Dielektrikum durchläuft, um die untere Leitung freizulegen.

Ein Zapfen wird innerhalb des ersten Durchkontaktierungs-Lochs ausgebildet, um nur mit der unteren Leitung und dem ersten Störstellen-Bereich verbunden zu werden. Ein Bauelemente-Isolations-Bereich kann in der kristallinen Halbleiterschicht ausgebildet werden, um die Fotodiode entsprechend der Bildpunkt-Einheiten zu trennen.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND

**[0001]** Ein Bildsensor ist ein Halbleiterbauelement zur Umwandlung eines optischen Bildes in ein elektrisches Signal. Bildsensoren können grob in Bildsensoren mit ladungsgekoppelten Bauelementen (CCD) und in Komplementär-Metall-Oxid-Halbleiter-(CMOS)-Bildsensoren (CIS) klassifiziert werden.

**[0002]** In einem Bildsensor wird in einem Substrat, in dem sich ein Auslese-Schaltkreis befindet, unter Verwendung von Ionenimplantation eine Fotodiode ausgebildet. Da sich die Abmessungen einer Fotodiode immer mehr verringern, um die Anzahl von Bildpunkten zu erhöhen, ohne die Chipfläche zu vergrößern, verringert sich die Fläche eines Licht empfangenden Teilbereichs, so dass sich die Bildqualität verschlechtert.

**[0003]** Da sich die Stapelhöhe nicht so viel verringert, wie sich die Fläche des Licht empfangenden Teilbereichs verringert, verringert sich auch die Anzahl der Photonen, die auf den Licht empfangenden Teilbereich einfallen, durch Beugung des Lichtes, Beugungsscheibchen (Airy Disk) genannt.

**[0004]** Als Alternative zur Beseitigung dieser Einschränkung wurde der Versuch unternommen, eine Fotodiode unter Verwendung von amorphem Silizium (Si) auszubilden, oder einen Auslese-Schaltkreis in einem Si-Substrat auszubilden und eine Fotodiode auf dem Auslese-Schaltkreis unter Verwendung eines Verfahrens, wie z. B. Wafer-Wafer-Bonden, auszubilden (als "Dreidimensionaler (3D) Bildsensor" bezeichnet). Die Fotodiode ist durch eine Metallleitung mit dem Auslese-Schaltkreis verbunden.

**[0005]** Eine Verbindungs-Oberfläche eines Wafers, der einen Schaltkreis enthält, hat zwei Arten von Schichten, die ein Material für eine Leitung und ein Zwischenschicht-Dielektrikum an einer Wafer-zu-Wafer-Verbindungs-Schnittstelle umfassen.

**[0006]** Da nach der verwandten Technik die Materialien der Schnittstelle nicht einheitlich sind (dasselbe Material an der Oberfläche), kann sich die Verbindungskraft verringern, und folglich kann ein Dunkelstrom erzeugt werden.

**[0007]** Auch kann nach der verwandten Technik durch das Ätzen eines Grabens in einem Shallow-Trench-Isolation-Prozess (STI) zur Bauelemente-Isolation zwischen Bildpunkten ein Dunkel-Defekt in einer Fotodiode erzeugt werden, was zu einer unvollständigen Bauelemente-Isolation zwischen den Bildpunkten führt.

**[0008]** Nach der verwandten Technik tritt, da sowohl

Source, als auch Drain des Transfer-Transistors des Auslese-Schaltkreises stark mit N-Typ-Fremdatomen dotiert sind, ein Ladungs-Verteilungs-Phänomen auf. Wenn das Ladungs-Verteilungs-Phänomen auftritt, wird die Empfindlichkeit eines ausgegebenen Bildes verringert und es kann ein Bildfehler erzeugt werden. Ebenfalls kann nach der verwandten Technik, da eine Fotoladung sich nicht schnell zwischen der Fotodiode und dem Auslese-Schaltkreis bewegt, ein Dunkelstrom erzeugt werden, oder die Sättigung und die Empfindlichkeit verringern sich.

## KURZE ZUSAMMENFASSUNG

**[0009]** Ausführungen der vorliegenden Erfindung liefern einen Bildsensor, der die Verbindungskraft einer Verbindungsfläche bei einer Wafer-zu-Wafer-Verbindungs-Operation erhöhen kann, während eine vertikale Integration eines Substrates angewendet wird, in dem ein Auslese-Schaltkreis ausgebildet ist, und eine Fotodiode und ein Verfahren zu deren Herstellung.

**[0010]** In einer Ausführung kann ein Bildsensor umfassen:

Ein erstes Substrat, das einen Auslese-Schaltkreis enthält;  
 ein Zwischenschicht-Dielektrikum auf dem ersten Substrat, wobei das Zwischenschicht-Dielektrikum darin eine untere Leitung enthält;  
 eine kristalline Halbleiterschicht auf dem Zwischenschicht-Dielektrikum;  
 eine Fotodiode in der kristallinen Halbleiterschicht, wobei die Fotodiode einen ersten Störstellen-Bereich und einen zweiten Störstellen-Bereich enthält;  
 ein erstes Durchkontaktierungs-Loch, das die kristalline Halbleiterschicht und das Zwischenschicht-Dielektrikum durchläuft, um die untere Leitung freizulegen;  
 einen Zapfen im ersten Durchkontaktierungs-Loch, um eine Verbindung mit nur der unteren Leitung und dem ersten Störstellen-Bereich herzustellen; und  
 einen Bauelemente-Isolations-Bereich in der kristallinen Halbleiterschicht, wobei der Bauelemente-Isolations-Bereich die Fotodiode für jede Bildpunkt-Einheit trennt.

**[0011]** In einer anderen Ausführung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Bildsensors:

Ausbilden eines Auslese-Schaltkreises in einem ersten Substrat; Ausbilden eines Zwischenschicht-Dielektrikums, das eine untere Leitung enthält, auf dem ersten Substrat;  
 Ausbilden eines zweiten Substrates, das eine kristalline Halbleiterschicht enthält;  
 Ausbilden einer Fotodiode, die einen ersten Störstellen-Bereich und einen zweiten Störstellen-Bereich enthält, in der kristallinen Halbleiterschicht;  
 Verbinden des Zwischenschicht-Dielektrikums des ersten Substrates mit der kristallinen Halbleiter-

schicht des zweiten Substrates;  
Trennen des zweiten Substrates, so dass die Fotodiode auf dem ersten Substrat freigelegt ist;  
Ausbilden eines ersten Durchkontaktierungs-Lochs, das die Fotodiode und das Zwischenschicht-Dielektrikum durchläuft, um die untere Leitung freizulegen;  
Ausbilden eines Zapfens im ersten Durchkontaktierungs-Loch, so dass der Zapfen mit der unteren Leitung und dem ersten Störstellen-Bereich verbunden ist; und  
Ausbilden eines Bauelemente-Isolations-Bereichs in der kristallinen Halbleiterschicht, so dass die Fotodiode entsprechend der Bildpunkt-Einheit getrennt ist.

[0012] Die Details einer oder mehrerer Ausführungen werden in den begleitenden Zeichnungen und der unten stehenden Beschreibung dargelegt. Weitere Eigenschaften sind aus der Beschreibung und den Zeichnungen, sowie aus den Ansprüchen ersichtlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) sind Querschnitts-Ansichten, die einen Herstellungsprozess eines Bildsensors gemäß einer Ausführung zeigen.

[0014] [Fig. 14](#) ist teilweise detaillierte Ansicht eines Bildsensors gemäß einer anderen Ausführung.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0015] Ausführungen eines Bildsensors und ein Verfahren zu dessen Herstellung gemäß einer Ausführung werden mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen im Detail beschrieben.

[0016] [Fig. 13](#) ist eine Querschnitts-Ansicht eines Bildsensors gemäß einer Ausführung.

[0017] Mit Bezug auf [Fig. 13](#) kann ein Bildsensor umfassen: Ein erstes Substrat **100**, das einen Auslese-Schaltkreis **120** enthält; ein Zwischenschicht-Dielektrikum **160** auf dem ersten Substrat, wobei das Zwischenschicht-Dielektrikum darin eine untere Leitung **150** enthält; eine kristalline Halbleiterschicht **200** auf dem Zwischenschicht-Dielektrikum **160**; eine Fotodiode **205** in der kristallinen Halbleiterschicht **200**, wobei die Fotodiode aus einem gestapelten ersten Störstellen-Bereich **210** und einem zweiten Störstellen-Bereich **220** ausgebildet ist; ein Durchkontaktierungs-Loch **245**, das die kristalline Halbleiterschicht **200** und das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** durchläuft, um die untere Leitung **150** freizulegen; einen Zapfen **251**, der innerhalb des ersten Durchkontaktierungs-Lochs **245** ausgebildet ist, um nur mit der unteren Leitung **150** und dem ersten Störstellen-Bereich **210** verbunden zu werden; und einen Bauelemente-Isolations-Bereich **260** in der kristallinen Halbleiterschicht **200**, wobei der Bauelemente-Isolations-Bereich die Fotodiode **205** für jeden Bildpunkt

trennt.

[0018] Ein drittes Metall **153** auf dem obersten Teil der unteren Leitung **150** kann innerhalb des Zwischenschicht-Dielektrikums **160** ausgebildet werden, so dass es nicht offen liegt. Durch Bereitstellung des dritten Metalls **153** mit nicht offen liegender oberster Oberfläche hat die Verbindungs-Oberfläche des ersten Substrates **100** eine Art von Schicht für eine verbesserte Verbindungskraft. Die in der kristallinen Halbleiterschicht **200** ausgebildete Fotodiode **205** kann einen Störstellen-Bereich vom n-Typ **210** und einen Störstellen-Bereich vom p-Typ **220** enthalten. Eine erste Passivierungsschicht **240**, die eine Oxidschicht oder eine Nitridschicht ist, kann auf der kristallinen Halbleiterschicht **200** angeordnet werden, nachdem die kristalline Halbleiterschicht **200** mit dem ersten Substrat **100** verbunden wurde.

[0019] Der Zapfen **251** kann selektiv im ersten Durchkontaktierungs-Loch **245** ausgebildet werden, so dass der erste Störstellen-Bereich **210** der Fotodiode **205** mit der unteren Leitung **150** verbunden ist. Das heißt, da der Zapfen **251** nicht mit dem zweiten Störstellen-Bereich **220** verbunden ist, kann ein elektrischer Kurzschluss der Fotodiode **205** verhindert werden.

[0020] Ein Dielektrikum **255** kann auf dem Zapfen **251** ausgebildet werden, um das erste Durchkontaktierungs-Loch **245** zu füllen.

[0021] Eine obere Elektrode **270** kann in einem zweiten Durchkontaktierungs-Loch **249** der ersten Passivierungsschicht **240** angeordnet werden. Die obere Elektrode **270** kontaktiert den zweiten Störstellen-Bereich **220** durch das zweite Durchkontaktierungs-Loch **249**, um eine elektrische Verbindung mit der Fotodiode **205** herzustellen.

[0022] In dem Bildsensor gemäß der Ausführung wird ein 3D-Bildsensor verwendet, bei dem eine Fotodiode auf einem Auslese-Schaltkreis angeordnet ist, um einen Füllfaktor zu erhöhen. Eine Fotodiode kann auch in der kristallinen Halbleiterschicht ausgebildet werden, um Defekte der Fotodiode zu verringern. Es kann auch eine Bauelemente-Isolationschicht in der kristallinen Halbleiterschicht ausgebildet werden, um Übersprechen und die Erzeugung von Rauschen zu verhindern.

[0023] Gemäß einer Ausführung wird als nächstes ein Bauelement so konstruiert, dass zwischen Source und Drain an Seiten eines Transfer-Transistors Tx eine Potentialdifferenz erzeugt wird, so dass eine Fotoladung vollständig entladen werden kann. Folglich kann, da eine von der Fotodiode erzeugte Fotoladung vollständig in einen Floating-Diffusions-Bereich entladen wird, die Empfindlichkeit eines ausgegebenen Bildes verbessert werden.

**[0024]** Das heißt, es kann ein elektrischer Sperrschicht-Bereich **140** im ersten Substrat **100** ausgebildet werden, in dem der Auslese-Schaltkreis **120** ausgebildet ist, um es zu ermöglichen, dass eine Potentialdifferenz zwischen Source und Drain an den Seiten des Transfer-Transistors Tx **121** erzeugt wird, so dass eine Fotoladung vollständig entladen werden kann. Der Auslese-Schaltkreis **120** kann zum Beispiel einen Transfer-Transistor Tx **121**, einen Reset-Transistor Rx **123**, einen Ansteuer-Transistor Dx **125** und einen Auswahl-Transistor Sx **127** enthalten.

**[0025]** Im Folgenden wird eine Entlade-Struktur einer Fotoladung gemäß einer Ausführung detailliert beschrieben.

**[0026]** Der elektrische Sperrschicht-Bereich **140** kann eine Ionenimplantations-Schicht **143** eines ersten Leitungstyps, die auf einer Wanne **141** eines zweiten Leitungstyps ausgebildet ist (oder auf einer Epitaxieschicht eines zweiten Leitungstyps (nicht gezeigt)), und eine Ionenimplantations-Schicht **145** eines zweiten Leitungstyps, die auf der Ionenimplantations-Schicht **143** des ersten Leitungstyps ausgebildet ist, umfassen. Zum Beispiel kann der elektrische Sperrschicht-Bereich **140** ein PN-Übergang oder ein PNP-Übergang sein, ist aber nicht darauf beschränkt.

**[0027]** Anders als bei einem Knoten des Floating-Diffusions-Bereichs FD **131**, der ein N+-Übergang ist, wird ein PNP-Übergang **140**, der ein elektrischer Sperrschicht-Bereich **140** ist und an den eine angelegte Spannung nicht vollständig übertragen wird, bei einer bestimmten Spannung abgeschnürt. Diese Spannung wird als Haftspannung (Pinning-Spannung) bezeichnet und ist abhängig von den Dotierungs-Konzentrationen des P0-Bereichs **145** und des N-Bereichs **143**.

**[0028]** Insbesondere bewegt sich ein Elektron, das von der Fotodiode **205** erzeugt wird, zum PNP-Übergang **140** und wird zum Knoten des Floating-Diffusions-Bereichs FD **131** übertragen und in eine Spannung umgewandelt, wenn der Transfer-Transistor Tx **121** eingeschaltet wird.

**[0029]** Da ein maximaler Spannungswert des P0/N-/P-Übergangs **140** eine Pinning-Spannung wird, und ein maximaler Spannungswert des Knotens des Floating-Diffusions-Bereichs FD **131** eine Schwellspannung  $V_{th}$  eines Vdd-Rx **123** wird, kann ein Elektron, das von der Fotodiode **205** im oberen Teil eines Chips erzeugt wird, vollständig zum Knoten des Floating-Diffusions-Bereichs FD **131** entladen werden, ohne dass eine Ladungs-Verteilung auftritt, indem eine Potentialdifferenz zwischen den Seiten des Transfer-Transistors Tx **131** implementiert wird.

**[0030]** Das heißt, gemäß einer Ausführung wird der

P0/N-/P-Wannen-Übergang, nicht ein N+/P-Wannen-Übergang, im ersten Substrat ausgebildet, um es zu ermöglichen eine positive (+)-Spannung an den N-Bereich **143** des P0/N-/P-Wannen-Übergangs anzulegen, und während einer Reset-Operation eines aktiven Bildpunkte-Sensors mit 4 Transistoren (APS) eine Massespannung an P0 **145** und die P-Wanne **141** anzulegen, so dass am doppelten P0/N-/P-Wannen-Übergang bei einer vorher festgelegten Spannung oder mehr, wie in einer Transistor-Struktur mit einer bipolaren Sperrschicht (BJT) eine Abschnürung hervorgerufen wird. Dies wird als Haftspannung (Pinning-Spannung) bezeichnet. Daher wird zwischen Source und Drain des Transfer-Transistors Tx **121** eine Potentialdifferenz erzeugt, um ein Ladungs-Verteilungs-Phänomen während der Ein-/Aus-Operationen des Transfer-Transistors Tx zu verhindern.

**[0031]** Daher können, anders als im Fall, in dem eine Fotodiode einfach mit einem N+-Übergang wie in der verwandten Technik verbunden wird, bei Bildsensoren gemäß Ausführungen der vorliegenden Erfindung Einschränkungen, wie Sättigungs-Verringerung und Empfindlichkeits-Verringerung vermieden werden.

**[0032]** In einer weiteren Ausführung kann ein Verbindungs-Bereich **147** eines ersten Leitungstyps zwischen der Fotodiode und dem Auslese-Schaltkreis ausgebildet werden, um einen Pfad für die schnelle Bewegung einer Fotoladung bereitzustellen, so dass eine Dunkelstrom-Quelle minimiert und die Verringerung der Sättigung und die Verringerung der Empfindlichkeit verhindert werden.

**[0033]** Zu diesem Zweck kann gemäß einer Ausführung auf der Oberfläche des P0/N-/P-Übergangs **140** der Verbindungs-Bereich **147** eines ersten Leitungstyps für den ohmschen Kontakt ausgebildet werden. Um zu verhindern, dass der Verbindungs-Bereich **147** des ersten Leitungstyps eine Leckstrom-Quelle wird, kann unterdessen die Breite des Verbindungs-Bereichs **147** des ersten Leitungstyps minimiert werden. Hierdurch kann ein Dunkelstrom des 3D-Bildsensors verringert werden.

**[0034]** Das heißt, ein Grund dafür, nur einen Kontakt bildenden Teil lokal und stark mit N-Typ-Fremdatomen zu dotieren, ist es, die Bildung eines ohmschen Kontaktes zu erleichtern und dabei ein Dunkelsignal zu minimieren. Im Fall einer starken Dotierung des gesamten Transfer-Transistors (Source von Tx) kann ein Dunkelsignal durch eine ungesättigte Bindung der Si-Oberflächenatome vergrößert werden.

**[0035]** Referenznummern in [Fig. 13](#), die nicht erklärt wurden, werden im folgenden Herstellungsverfahren beschrieben.

**[0036]** Im Folgenden wird ein Verfahren zur Herstellung eines Bildsensors gemäß einer Ausführung mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) beschrieben.

**[0037]** Mit Bezug auf [Fig. 1](#) kann ein Auslese-Schaltkreis **120** auf dem ersten Substrat **100** ausgebildet werden.

**[0038]** Eine Bauelemente-Isolationsschicht **110**, die einen aktiven Bereich und einen Feld-Bereich definiert, kann im ersten Substrat **100** ausgebildet werden. Der Auslese-Schaltkreis **120**, der einen Transistor enthält, kann auf dem aktiven Bereich des ersten Substrates **100** ausgebildet werden. Zum Beispiel kann der Auslese-Schaltkreis **120** den Transfer-Transistor Tx **121**, den Reset-Transistor Rx **123**, den Ansteuerungs-Transistor Dx **125** und den Auswahl-Transistor Sx **127** enthalten. Nach dem Ausbilden der Gates für die Transistoren können der Floating-Diffusions-Bereich FD **131** und Ionenimplantations-Bereiche **130**, die Source-/Drain-Bereiche der entsprechenden Transistoren enthalten, ausgebildet werden.

**[0039]** Das Ausbilden des Auslese-Schaltkreises **120** im ersten Substrat **100** kann das Ausbilden des elektrischen Sperrschicht-Bereichs **140** im ersten Substrat **100** und das Ausbilden des Verbindungs-Bereichs **147** eines ersten Leitungstyps zur Verbindung mit der unteren Leitung **150** auf dem elektrischen Sperrschicht-Bereich **140** umfassen.

**[0040]** Der elektrische Sperrschicht-Bereich **140** kann zum Beispiel ein PN-Übergang **140** sein, ist aber nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann der elektrische Sperrschicht-Bereich **140** die Ionenimplantations-Schicht **143** eines ersten Leitungstyps, die auf der Wanne **141** eines zweiten Leitungstyps (oder einer Epitaxieschicht eines zweiten Leitungstyps) ausgebildet ist, und eine Ionenimplantations-Schicht eines zweiten Leitungstyps **145**, die auf der Ionenimplantations-Schicht **143** des ersten Leitungstyps ausgebildet ist, umfassen. In einer Ausführung kann der PN-Übergang **140** der in [Fig. 1](#) gezeigte PO(145)/N-(143)/P-(141)-Übergang sein. Das erste Substrat **100** kann ein Substrat eines zweiten Leitungstyps sein, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

**[0041]** Gemäß einer Ausführung wird der elektrische Sperrschicht-Bereich **140** im ersten Substrat **100** ausgebildet, in dem der Auslese-Schaltkreis **120** ausgebildet wird, um es zu ermöglichen, dass eine Potentialdifferenz zwischen Source und Drain des Transfer-Transistors Tx **121** erzeugt wird, so dass eine Fotoladung vollständig entladen werden kann.

**[0042]** Das heißt, gemäß einer Ausführung wird ein Bauelement so konstruiert, dass zwischen Source und Drain des Transfer-Transistors Tx eine Potentialdifferenz vorliegt, so dass eine Fotoladung vollstän-

dig entladen werden kann. Zum Beispiel kann ein Bauelement so konstruiert werden, dass eine Potentialdifferenz zwischen Source und Drain des Transfer-Transistors Tx erzeugt wird, indem die Dotierungskonzentration des N-Bereichs **143** kleiner als die Dotierungskonzentration des Floating-Diffusions-Bereichs FD **131** gemacht wird.

**[0043]** Als nächstes kann auf dem P0/N-/P-Übergang **140** der Verbindungs-Bereich **147** eines ersten Leitungstyps für den ohmschen Kontakt ausgebildet werden. Zum Beispiel kann ein N+-Bereich **147** für den ohmschen Kontakt auf der Oberfläche des P0/N-/P-Übergangs **140** ausgebildet werden. Der N+-Bereich **147** kann so ausgebildet werden, dass er den P0-Bereich **145** durchläuft und den N-Bereich **143** kontaktiert.

**[0044]** Um zu verhindern, dass der Verbindungs-Bereich **147** des ersten Leitungstyps eine Leckstrom-Quelle wird, kann unterdessen die Breite des Verbindungs-Bereichs **147** des ersten Leitungstyps minimiert werden. Zu diesem Zweck kann eine Zapfen-Implantation durchgeführt werden, nachdem ein Durchkontaktierungs-Loch für einen ersten Metallkontakt **151a** geätzt wurde. In einer alternativen Ausführung können Ionenimplantations-Muster (nicht gezeigt) ausgebildet werden, und dann kann der Verbindungs-Bereich **147** eines ersten Leitungstyps ausgebildet werden, indem die Ionenimplantations-Muster als Ionenimplantations-Maske verwendet werden.

**[0045]** Gemäß Ausführungen wird der Verbindungs-Bereich **147** eines ersten Leitungstyps zwischen der Fotodiode und dem Auslese-Schaltkreis **120** ausgebildet, um einen Pfad für die schnelle Bewegung einer Fotoladung bereitzustellen und somit eine Dunkelstrom-Quelle zu minimieren und die Verringerung der Sättigung und die Verringerung der Empfindlichkeit zu verhindern.

**[0046]** Die untere Leitung **150** und das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** können auf dem ersten Substrat **100** ausgebildet sein. Die untere Leitung **150** kann den ersten Metall-Kontakt **151a**, ein erstes Metall **151**, ein zweites Metall **152** und ein drittes Metall **153** enthalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

**[0047]** Die untere Leitung **150** kann aus verschiedenen leitfähigen Materialien ausgebildet werden, einschließlich Metall, Legierungen und Siliziden. Zum Beispiel kann die untere Leitung **150** aus Aluminium, Kupfer, Kobalt oder Wolfram ausgebildet werden. Das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** kann ausgebildet werden, um das dritte Metall **153** der unteren Leitung **150** komplett zu bedecken. Daher kann, da das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** auf dem ersten Substrat **100** ausgebildet wird, wenn auf dem Zwischenschicht-Dielektrikum **160** ein Planarisie-



rungs-Prozess ausgeführt wird, das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** eine gleichmäßige Oberfläche werden.

**[0048]** Mit Bezug auf [Fig. 2](#) kann ein zweites Substrat **20**, das eine kristalline Halbleiterschicht **200** enthält, bereitgestellt werden. Das zweite Substrat **20** kann ein Einkristall-Substrat oder ein polykristallines Silizium-Substrat sein, und kann ein Substrat sein, das mit p-Typ-Fremdatomen oder n-Typ-Fremdatomen dotiert ist. In einer Ausführung kann die kristalline Halbleiterschicht **200** auf dem zweiten Substrat **20** durch Epitaxie ausgebildet werden.

**[0049]** Mit Bezug auf [Fig. 3](#) wird die Fotodiode **205** in der kristallinen Halbleiterschicht **200** ausgebildet. Die Fotodiode **205** kann einen ersten Störstellen-Bereich **210** und einen zweiten Störstellen-Bereich **220** enthalten. Der erste Störstellen-Bereich **210** kann ausgebildet werden, indem n-Typ-Fremdatome in einen tiefen Bereich der kristallinen Halbleiterschicht **200** implantiert werden (d. h. nahe an das zweite Substrat). Der zweite Störstellen-Bereich **220** kann ausgebildet werden, indem p-Typ-Fremdatome in einen flachen Bereich der kristallinen Halbleiterschicht **200** implantiert werden (d. h. nahe der Oberfläche der kristallinen Halbleiterschicht **200**). Da die Fotodiode **205** einen PN-Übergang hat, kann eine von der Fotodiode **205** erzeugte Fotoladung durch die untere Leitung **150** zum Auslese-Schaltkreis **120** transportiert werden.

**[0050]** Mit Bezug auf [Fig. 4](#) kann eine ohmsche Kontaktschicht **230** ausgebildet werden, indem n-Typ-Fremdatome in hoher Konzentration (n+) in die Oberfläche des ersten Störstellen-Bereichs **210** implantiert werden. Wenn die ohmsche Kontaktschicht **230** auf dem ersten Störstellen-Bereich **210** ausgebildet wird, kann der Kontaktwiderstand der mit der Fotodiode verbundenen Leitung verringert werden. Im Folgenden erfolgt die Beschreibung mit einem Beispiel, bei dem die ohmsche Kontaktschicht **230** weggelassen wird.

**[0051]** Da die Fotodiode **205** in der kristallinen Halbleiterschicht **200** durch Ionenimplantation ausgebildet wird, kann ein Defekt innerhalb der Fotodiode **205** verhindert und die Erzeugung eines Dunkelstroms blockiert werden.

**[0052]** Mit Bezug auf [Fig. 5](#) werden das erste Substrat **100**, das das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** enthält, und das zweite Substrat **20**, das die kristalline Halbleiterschicht **200** enthält, miteinander verbunden.

**[0053]** Wenn das erste Substrat **100** und das zweite Substrat **20** miteinander verbunden werden, wird die Oberfläche des Zwischenschicht-Dielektrikums **160** und der erste Störstellen-Bereich **210** (oder die ohm-

sche Kontaktschicht **230**, falls verwendet) der Fotodiode **205** verbunden.

**[0054]** Insbesondere, da das Zwischenschicht-Dielektrikum **160** des ersten Substrates **100** eine planarisierte Oberfläche hat, die keine Metalleitung offen legt, und die Oberfläche der kristallinen Halbleiterschicht **200** des zweiten Substrates **20** eine planarisierte Oberfläche hat, kann sich die Verbindungskraft zwischen dem ersten Substrat **100** und dem zweiten Substrat **200** erhöhen.

**[0055]** Mit Bezug auf [Fig. 6](#) kann das zweite Substrat **20** entfernt werden, so dass die Fotodiode **205** auf dem ersten Substrat **100** bleibt. In einer Ausführung kann ein Teil des zweiten Substrates **20** unter Verwendung eines Messers entfernt werden, so dass die Fotodiode **205** freigelegt werden kann.

**[0056]** Mit Bezug auf [Fig. 7](#) wird eine erste Passivierungsschicht **240** auf der kristallinen Halbleiterschicht **200** ausgebildet. Zum Beispiel kann die erste Passivierungsschicht **240** eine Oxidschicht oder eine Nitridschicht sein, und kann insbesondere eine Niedrigtemperatur-Oxidschicht sein.

**[0057]** Mit Bezug auf [Fig. 8](#) kann ein erstes Durchkontaktierungs-Loch **245**, das das dritte Metall **153** des ersten Substrates **100** freilegt, ausgebildet werden. Das erste Durchkontaktierungs-Loch **245** kann ausgebildet werden, indem Teile der ersten Passivierungsschicht **240**, der kristallinen Halbleiterschicht **200** und des Zwischenschicht-Dielektrikums **160** entfernt werden. Dann wird das dritte Metall **153** innerhalb des Zwischenschicht-Dielektrikums **160** freigelegt. Zum Beispiel kann das erste Durchkontaktierungs-Loch **245** ausgebildet werden, indem ein Fotolack-Muster auf der ersten Passivierungsschicht **240** ausgebildet und ein Nassätz- oder ein Trockenätz-Prozess durchgeführt wird.

**[0058]** Mit Bezug auf [Fig. 9](#) kann eine Metallschicht **250** innerhalb des ersten Durchkontaktierungs-Lochs **245** ausgebildet werden. Die Metallschicht **250** wird innerhalb des ersten Durchkontaktierungs-Lochs **245** ausgebildet, um die untere Leitung **150** mit der Fotodiode **205** zu verbinden. Zum Beispiel kann die Metallschicht **250** ausgebildet werden, indem leitfähige Materialien, einschließlich Aluminium, Kupfer, Titan und Wolfram abgeschieden und planarisiert werden.

**[0059]** Mit Bezug auf [Fig. 10](#) kann ein Zapfen **251** von der Metallschicht **250** ausgebildet werden, indem ein Ätzprozess auf der Metallschicht **250** durchgeführt wird. Der Zapfen **251** wird ausgebildet, um im Teil der Fotodiode **205** nur den ersten Störstellen-Bereich **210** zu kontaktieren, um eine von der Fotodiode **205** erzeugte Fotoladung zur unteren Leitung **150** zu übertragen.

[0060] Der Zapfen **251** kann ausgebildet werden, indem der obere Bereich der Metallschicht **250** durch Nass- oder Trockenätzen entfernt wird. Dann wird ein erstes Durchkontaktierungs-Loch-Muster **247** auf dem Zapfen **205** ausgebildet, um den zweiten Störstellen-Bereich **220** und eine Seitenwand **240** der ersten Passivierungsschicht **240** offen zu legen.

[0061] Da der Zapfen **251** keinen Kontakt zum zweiten Störstellen-Bereich **220** der Fotodiode **205** hat, kann ein Kurzschluss der Fotodiode **205** verhindert werden.

[0062] Mit Bezug auf [Fig. 11](#) werden die Lücken des ersten Durchkontaktierungs-Loch-Musters **247** mit einem Dielektrikum **255** gefüllt. Das Dielektrikum **255** kann aus demselben Material ausgebildet werden wie die erste Passivierungsschicht **240**.

[0063] Mit Bezug auf [Fig. 12](#) kann in einer Ausführung ein Bauelemente-Isolationsbereich **260** in der ersten Passivierungsschicht **240** und in der kristallinen Halbleiterschicht **200** ausgebildet werden. Der Bauelemente-Isolationsbereich **260** kann durch einen Shallow-Trench-Isolation-Prozess (STI) ausgebildet werden, oder er kann durch Ionenimplantation ausgebildet werden. Im Fall, dass der Bauelemente-Isolationsbereich **260** ein STI ist, kann eine Deckoxidschicht **261** auf dem Bauelemente-Isolationsbereich **260** ausgebildet werden.

[0064] Folglich wird der Bauelemente-Isolationsbereich **260** in der kristallinen Halbleiterschicht **200** ausgebildet, um die Fotodiode **205** für jede Bildpunkt-Einheit zu trennen.

[0065] Als nächstes kann eine obere Elektrode **270** auf der ersten Passivierungsschicht **240** ausgebildet werden, um die Fotodiode **205** elektrisch anzuschließen. Die obere Elektrode **270** kontaktiert einen Teil des zweiten Störstellen-Bereichs **220** der Fotodiode **205** durch das zweite Durchkontaktierungs-Loch **249**, das in der ersten Passivierungsschicht **240** ausgebildet ist. In einer Ausführung kann die obere Elektrode **270** auch ausgebildet werden, indem eine obere Elektrodenschicht (nicht gezeigt) auf der ersten Passivierungsschicht **240** ausgebildet wird, die das zweite Durchkontaktierungs-Loch **249** enthält, und dann ein Teil der oberen Elektrodenschicht auf einem Bereich der Bildpunkt-Einheit entfernt wird. Obwohl nicht gezeigt, kann das zweite Durchkontaktierungs-Loch **249** für jede Fotodiode **205** für jede Bildpunkt-Einheit getrennt durch den Bauelemente-Isolationsbereich **260** ausgebildet werden.

[0066] Da die obere Elektrode **270** selektiv auf einem Teil der Fotodiode **205** ausgebildet werden kann, hat die obere Elektrode **270** keinen Einfluss auf einen Licht empfangenden Bereich der Fotodiode.

[0067] Mit Bezug auf [Fig. 13](#) kann eine zweite Passivierungsschicht **280** ausgebildet werden, indem eine Nitridschicht oder eine Oxidschicht auf der ersten Passivierungsschicht **240** abgeschieden wird, auf der die obere Elektrode **270** ausgebildet ist. Auch kann ein Farbfilter **290** auf einem Teil der zweiten Passivierungsschicht **280** ausgebildet werden, der der Fotodiode für eine Bildpunkt-Einheit entspricht.

[0068] Entsprechend dem Verfahren zur Herstellung des Bildsensors werden das erste Substrat, das die untere Leitung enthält, und die kristalline Halbleiterschicht, die die Fotodiode enthält, durch einen Verbindungs-Prozess miteinander verbunden, so dass eine vertikale Integration erzielt werden kann.

[0069] Gemäß einer Ausführung wird auch, da die Fotodiode oben auf dem ersten Substrat ausgebildet wird, die Brennweite der Fotodiode verringert, um die Lichtempfangsrate zu verbessern.

[0070] Durch die Bereitstellung der vertikalen Integration können zusätzliche Schaltkreise auf dem Chip mit dem ersten Substrat integriert werden, um die Leistungsfähigkeit des Bildsensors zu erhöhen. Zusätzlich dazu kann eine weitere Miniaturisierung eines Bauelementes erzielt werden, und die Herstellungskosten können verringert werden.

[0071] Gemäß Ausführungen kann auch eine Fotodiode ausgebildet werden, indem Ionen in ein getrenntes Substrat implantiert werden, so dass Defekte innerhalb der Fotodiode verringert werden können.

[0072] Gemäß einer Ausführung kann, weil ein Bauelemente-Isolationsbereich so ausgebildet werden kann, dass die Fotodiode für jede Bildpunkt-Einheit getrennt ist, Übersprechen und die Erzeugung von Rauschen verringert werden.

[0073] Gemäß Ausführungen kann auch, weil durch die gleichmäßigen Oberflächen des ersten Substrates und des zweiten Substrates eine feste Verbindungs-Oberfläche erzielt wird, wenn der Verbindungs-Prozess durchgeführt wird, die Zuverlässigkeit des Bildsensors verbessert werden.

[0074] [Fig. 14](#) ist eine Querschnitts-Ansicht eines Bildsensors gemäß einer anderen Ausführung.

[0075] Mit Bezug auf [Fig. 14](#) kann ein Bildsensor umfassen: Ein erstes Substrat **100**, das eine Leitung **150** und einen Auslese-Schaltkreis **120** enthält; und eine kristalline Halbleiterschicht **200**, die eine Fotodiode **205** und einen Bauelemente-Isolationsbereich **260** auf dem Auslese-Schaltkreis **120** enthält. Der Auslese-Schaltkreis **120** des ersten Substrates **100** kann umfassen: einen elektrischen Sperrschicht-Bereich **140**, der im ersten Substrat **100** ausgebildet ist; und einen Verbindungsbereich **148** eines ersten Lei-

tungstyps, der an einer Seite des elektrischen Sperrschicht-Bereichs mit der Leitung **150** verbunden ist.

[0076] Diese Ausführung kann die technischen Charakteristiken der Ausführungen, die mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 13](#) beschrieben wurden, übernehmen.

[0077] Gemäß einer Ausführung wird ein Bauelement so konstruiert, dass eine Potentialdifferenz zwischen Source und Drain eines Transfer-Transistors Tx erzeugt wird, so dass eine Fotoladung vollständig entladen werden kann. Folglich kann, da eine von der Fotodiode erzeugte Fotoladung vollständig in einen Floating-Diffusions-Bereich entladen wird, die Empfindlichkeit eines ausgegebenen Bildes erhöht werden.

[0078] Gemäß einer Ausführung wird auch ein Ladungs-Verbindungs-Bereich zwischen der Fotodiode und dem Auslese-Schaltkreis ausgebildet, um einen Pfad für die schnelle Bewegung einer Fotoladung bereitzustellen, so dass eine Dunkelstrom-Quelle minimiert wird und die Verringerung der Sättigung und die Verringerung der Empfindlichkeit verhindert werden kann.

[0079] Anders als in der oben beschriebenen Ausführung zeigt die Ausführung in [Fig. 14](#) einen Verbindungsbereich eines ersten Leitungstyps **148**, der an einer Seite des elektrischen Sperrschicht-Bereichs **140** ausgebildet ist.

[0080] Gemäß einer Ausführung kann ein N+-Verbindungsbereich **148** für einen ohmschen Kontakt auf dem P0/N-/P-Übergang **140** ausgebildet werden. An dieser Stelle kann ein Prozess zum Ausbilden des N+-Verbindungsbereichs **148** und eines M1C-Kontaktes **151a** für eine Leckstrom-Quelle sorgen, da das Bauelement mit einer an den P0/N-/P-Übergang **140** angelegten Rückwärts-Vorspannung arbeitet, so dass ein elektrisches Feld EF auf der Si-Oberfläche erzeugt werden kann. Ein Kristalldefekt, der während des Prozesses zum Ausbilden des Kontaktes innerhalb des elektrischen Feldes erzeugt wird, dient als Leckstrom-Quelle.

[0081] Auch gemäß einer Ausführung wird im Fall, dass der N+-Verbindungsbereich **148** auf der Oberfläche des P0/N-/P-Übergangs **140** ausgebildet wird, durch den N+/P0-Übergang **148/145** ein elektrisches Feld hinzugefügt. Dieses elektrische Feld dient auch als Leckstrom-Quelle.

[0082] Daher stellt eine weitere Ausführung der vorliegenden Erfindung ein Layout bereit, in dem ein erster Kontakt-Zapfen **151a** in einem aktiven Bereich ausgebildet wird, der nicht mit einer P0-Schicht dotiert ist, sondern einen N+-Verbindungsbereich **148** enthält. Dann wird durch den N+-Verbindungsbereich

**148** der erste Kontakt-Zapfen **151a** mit der N-Sperrschicht **143** verbunden.

[0083] Gemäß einer solchen Ausführung wird das elektrische Feld auf der Si-Oberfläche nicht erzeugt, was dazu beitragen kann, einen Dunkelstrom eines dreidimensionalen integrierten CIS zu reduzieren.

[0084] In der vorliegenden Beschreibung bedeutet jeder Verweis auf "eine Ausführung", "Ausführung", "beispielhafte Ausführung" usw., dass ein spezielles Merkmal, eine Struktur oder eine Eigenschaft, welches bzw. welche in Verbindung mit der Ausführung beschrieben wird, in mindestens einer Ausführung der Erfindung enthalten ist. Das Auftreten derartiger Ausdrucksweisen an verschiedenen Stellen in der Beschreibung verweist nicht notwendig sämtlich auf die gleiche Ausführung. Ferner sei bemerkt, dass, wenn ein besonderes Merkmal, eine Struktur oder eine Eigenschaft beschrieben wird, es sich innerhalb des Bereichs der Möglichkeiten eines Fachmanns befindet, ein derartiges Merkmal, eine Struktur oder ein Kennmerkmal in Verbindung mit anderen der Ausführungen zu bewirken.

[0085] Obwohl Ausführungen mit Bezug auf eine Anzahl erläuternder Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, sei bemerkt, dass zahlreiche weitere Abwandlungen und Ausführungen durch Fachleute entworfen werden können, welche unter Prinzip und Umfang der vorliegenden Offenbarung fallen. Insbesondere sind viele Änderungen und Abwandlungen der Bauteile und/oder der Anordnungen der fraglichen Kombinationsanordnung innerhalb des Umfangs der Offenbarung, der Zeichnungen und der beigefügten Ansprüche möglich. Zusätzlich zu Änderungen und Abwandlungen der Bauteile und/oder der Anordnungen sind alternative Verwendungen gleichfalls für Fachleute ersichtlich.

## Patentansprüche

1. Ein Bildsensor, umfassend:  
 Ein erstes Substrat, das einen Auslese-Schaltkreis enthält;  
 ein Zwischenschicht-Dielektrikum auf dem ersten Substrat, wobei das Zwischenschicht-Dielektrikum darin eine untere Leitung enthält;  
 eine kristalline Halbleiterschicht auf dem Zwischenschicht-Dielektrikum;  
 eine Fotodiode in der kristallinen Halbleiterschicht, wobei die Fotodiode einen ersten Störstellen-Bereich und einen zweiten Störstellen-Bereich enthält;  
 ein erstes Durchkontaktierungs-Loch, das die kristalline Halbleiterschicht und das Zwischenschicht-Dielektrikum durchläuft, um die untere Leitung freizulegen;  
 einen Zapfen im ersten Durchkontaktierungs-Loch, der die untere Leitung mit dem ersten Störstellen-Bereich verbindet, wobei die oberste Oberfläche des



Zapfens sich unter dem zweiten Störstellen-Bereich befindet; und  
einen Bauelemente-Isolations-Bereich in der kristallinen Halbleiterschicht, wobei der Bauelemente-Isolations-Bereich die Fotodiode entsprechend der Bildpunkt-Einheit trennt.

2. Der Bildsensor gemäß Anspruch 1, der ferner eine Passivierungsschicht auf der kristallinen Halbleiterschicht enthält.

3. Der Bildsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, der ferner ein Dielektrikum auf dem Zapfen enthält, wobei das Dielektrikum das erste Durchkontaktierungs-Loch füllt.

4. Der Bildsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Auslese-Schaltkreis einen elektrischen Sperrschicht-Bereich im ersten Substrat enthält, wobei der elektrische Sperrschicht-Bereich folgendes umfasst:

Einen Ionenimplantations-Bereich eines ersten Leitungstyps im ersten Substrat; und  
einen Ionenimplantations-Bereich eines zweiten Leitungstyps auf dem Ionenimplantations-Bereich des ersten Leitungstyps.

5. Der Bildsensor gemäß Anspruch 4, ferner umfassend einen Verbindungsbereich eines ersten Leitungstyps, der elektrisch mit der unteren Leitung auf dem elektrischen Sperrschicht-Bereich verbunden ist.

6. Der Bildsensor gemäß Anspruch 5, wobei der elektrische Sperrschicht-Bereich einen PNP-Übergang umfasst.

7. Der Bildsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Auslese-Schaltkreis so konstruiert ist, dass zwischen Source und Drain eines Transistors eine Potentialdifferenz erzeugt wird.

8. Der Bildsensor gemäß Anspruch 7, wobei der Transistor einen Transfer-Transistor umfasst, und eine Ionenimplantations-Konzentration der Source des Transistors kleiner ist als eine Ionenimplantations-Konzentration eines Floating-Diffusions-Bereichs am Drain des Transistors.

9. Der Bildsensor gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8, ferner umfassend einen Verbindungsbereich eines ersten Leitungstyps, der elektrisch mit der unteren Leitung an einer Seite des elektrischen Sperrschicht-Bereichs verbunden ist.

10. Ein Verfahren zur Herstellung eines Bildsensors, wobei das Verfahren folgendes umfasst:  
Ausbilden eines Auslese-Schaltkreises auf einem ersten Substrat;  
Ausbilden eines Zwischenschicht-Dielektrikums, das

eine untere Leitung enthält, auf dem ersten Substrat;  
Ausbilden eines zweiten Substrates, das eine kristalline Halbleiterschicht enthält;  
Ausbilden einer Fotodiode, die einen ersten Störstellen-Bereich und einen zweiten Störstellen-Bereich enthält, in der kristallinen Halbleiterschicht;  
Verbinden des Zwischenschicht-Dielektrikums des ersten Substrates mit der kristallinen Halbleiterschicht des zweiten Substrates;  
Trennen des zweiten Substrates, so dass die Fotodiode auf dem ersten Substrat freigelegt ist;  
Ausbilden eines ersten Durchkontaktierungs-Lochs, das die Fotodiode und das Zwischenschicht-Dielektrikum durchläuft, um die untere Leitung freizulegen;  
Ausbilden eines Zapfens im ersten Durchkontaktierungs-Loch, so dass der Zapfen mit der unteren Leitung und dem ersten Störstellen-Bereich verbunden ist; und  
Ausbilden eines Bauelemente-Isolations-Bereichs in der kristallinen Halbleiterschicht, so dass die Fotodiode entsprechend der Bildpunkt-Einheit getrennt ist.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, das ferner umfasst, nach dem Trennen des zweiten Substrates eine erste Passivierungsschicht auf der kristallinen Halbleiterschicht auszubilden.

12. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 11, wobei das Ausbilden des Zapfens folgendes umfasst:

Entfernen eines Teils der kristallinen Halbleiterschicht und eines Teils des Zwischenschicht-Dielektrikums, um das erste Durchkontaktierungs-Loch auszubilden, das die untere Leitung frei legt;  
Füllen des ersten Durchkontaktierungs-Lochs mit einer Metallschicht; und  
Entfernen eines Teils der Metallschicht, um den zweiten Störstellen-Bereich an Seiten des ersten Durchkontaktierungs-Lochs freizulegen.

13. Das Verfahren gemäß Anspruch 12, das ferner umfasst, nach dem Ausbilden des Zapfens einen verbleibenden Bereich des ersten Durchkontaktierungs-Lochs mit einem Dielektrikum zu füllen.

14. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei der Bauelemente-Isolations-Bereich unter Verwendung eines Shallow-Trench-Isolation-Prozesses ausgebildet wird.

15. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei der Bauelemente-Isolations-Bereich unter Verwendung eines Ionenimplantations-Verfahrens ausgebildet wird.

16. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei das Ausbilden des Auslese-Schaltkreises auf dem ersten Substrat es umfasst, einen elektrischen Sperrschicht-Bereich im ersten Substrat auszubilden, wobei das Ausbilden des elektrischen

Sperrschicht-Bereichs im Substrat folgendes umfasst:

Ausbilden eines Ionenimplantations-Bereichs eines ersten Leitungstyps im ersten Substrat; und  
Ausbilden eines Ionenimplantations-Bereichs eines zweiten Leitungstyps auf dem Ionenimplantations-Bereich des ersten Leitungstyps.

17. Das Verfahren gemäß Anspruch 16, das ferner umfasst, einen Verbindungsbereich eines ersten Leitungstyps, der mit der unteren Leitung auf dem elektrischen Sperrschicht-Bereich verbunden ist, auszubilden.

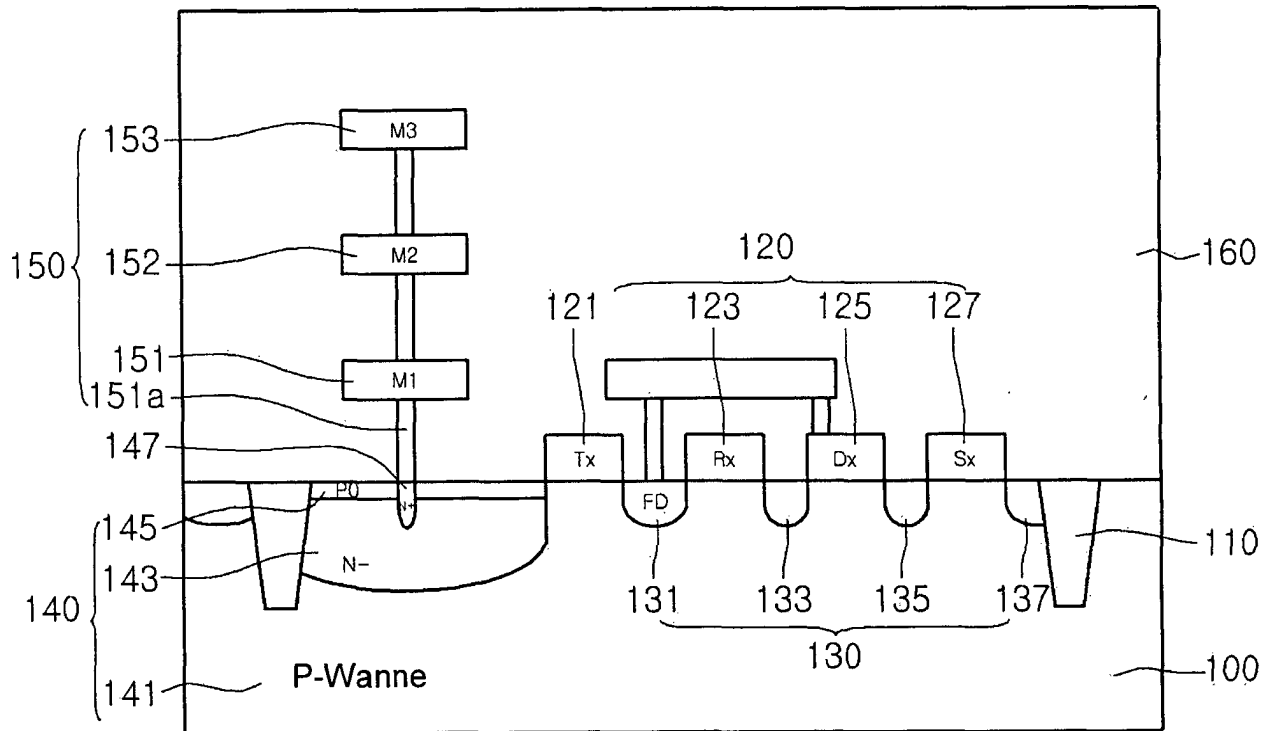
18. Das Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei das Ausbilden des Verbindungsbereichs des ersten Leitungstyps ausgeführt wird, nachdem eine Kontakt-Ätzung für die untere Leitung durchgeführt wurde.

19. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 18, das ferner umfasst, einen Verbindungsbereich eines ersten Leitungstyps auszubilden, der mit der unteren Leitung an einer Seite des elektrischen Sperrschicht-Bereichs verbunden ist.

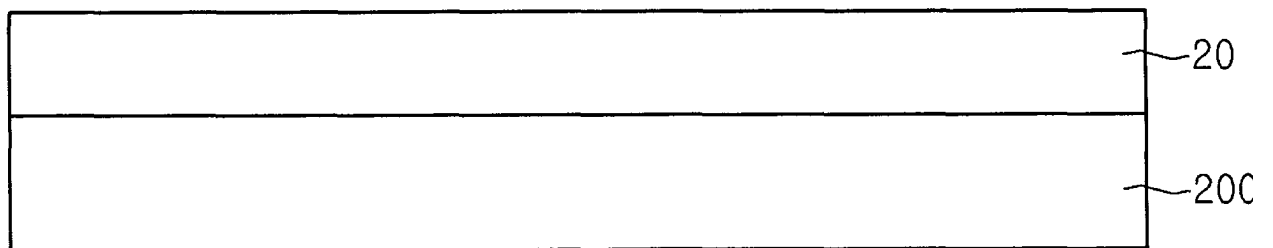
20. Verfahren gemäß Anspruch 19, wobei der Verbindungsbereich des ersten Leitungstyps zwischen einem Bauelemente-Isolations-Bereich des ersten Substrates und dem elektrischen Sperrschicht-Bereich ausgebildet wird und den Bauelemente-Isolations-Bereich des ersten Substrates und den Sperrschicht-Bereichs kontaktiert.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



**FIG. 1**



**FIG. 2**

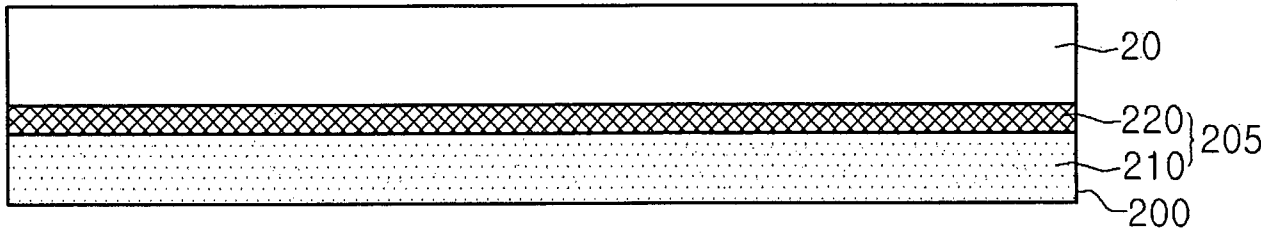


FIG. 3

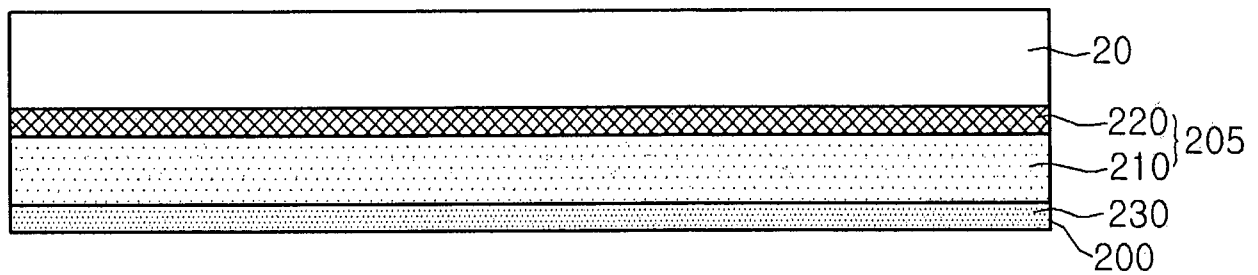


FIG. 4

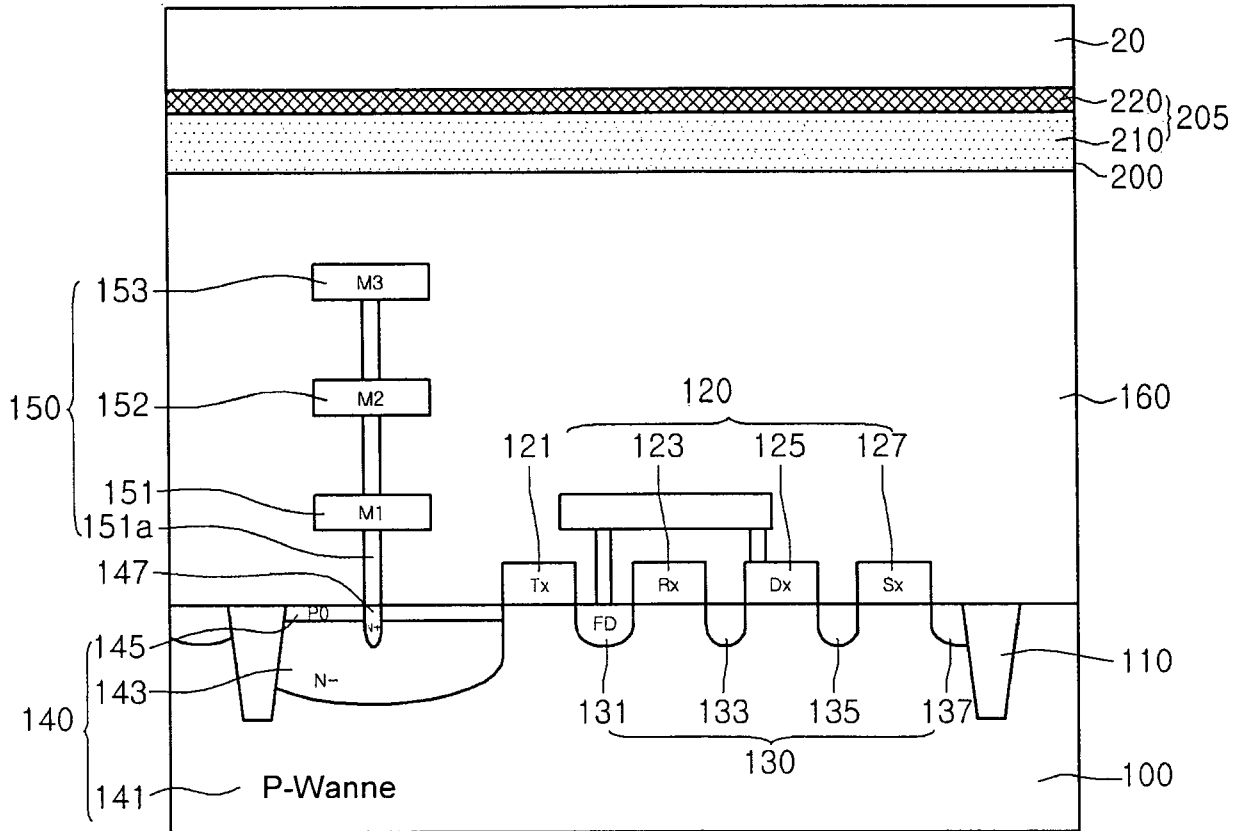


FIG. 5

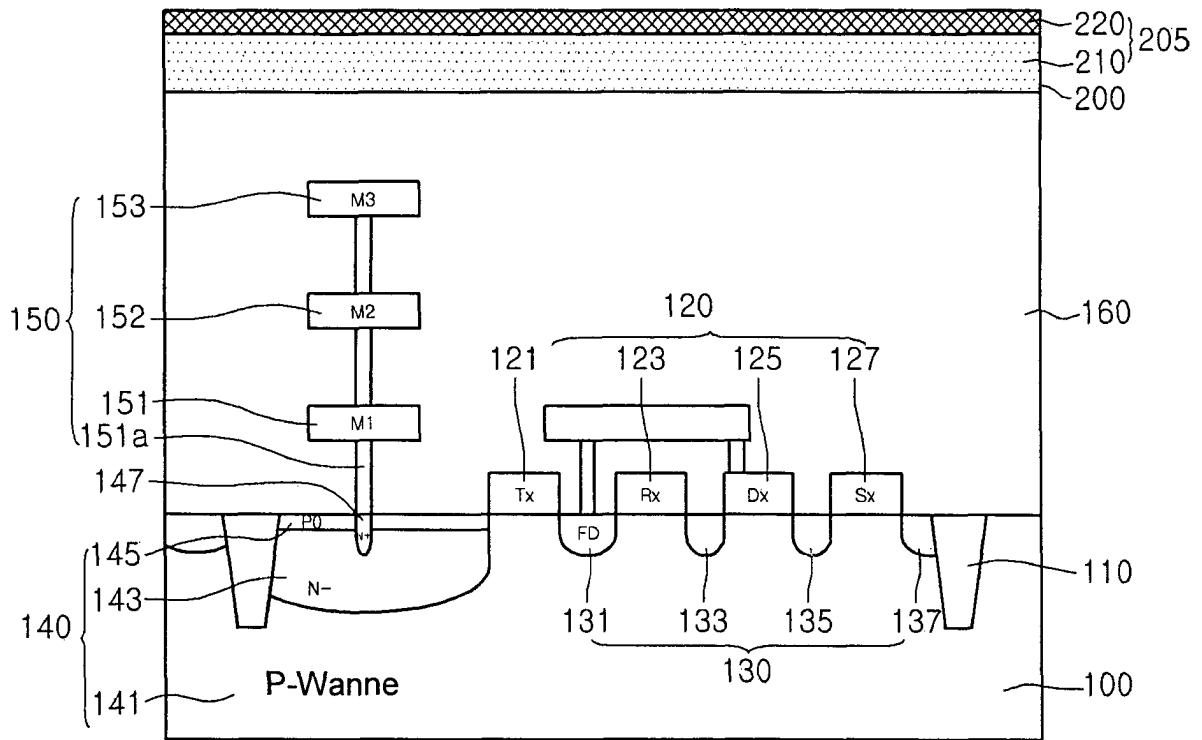


FIG. 6

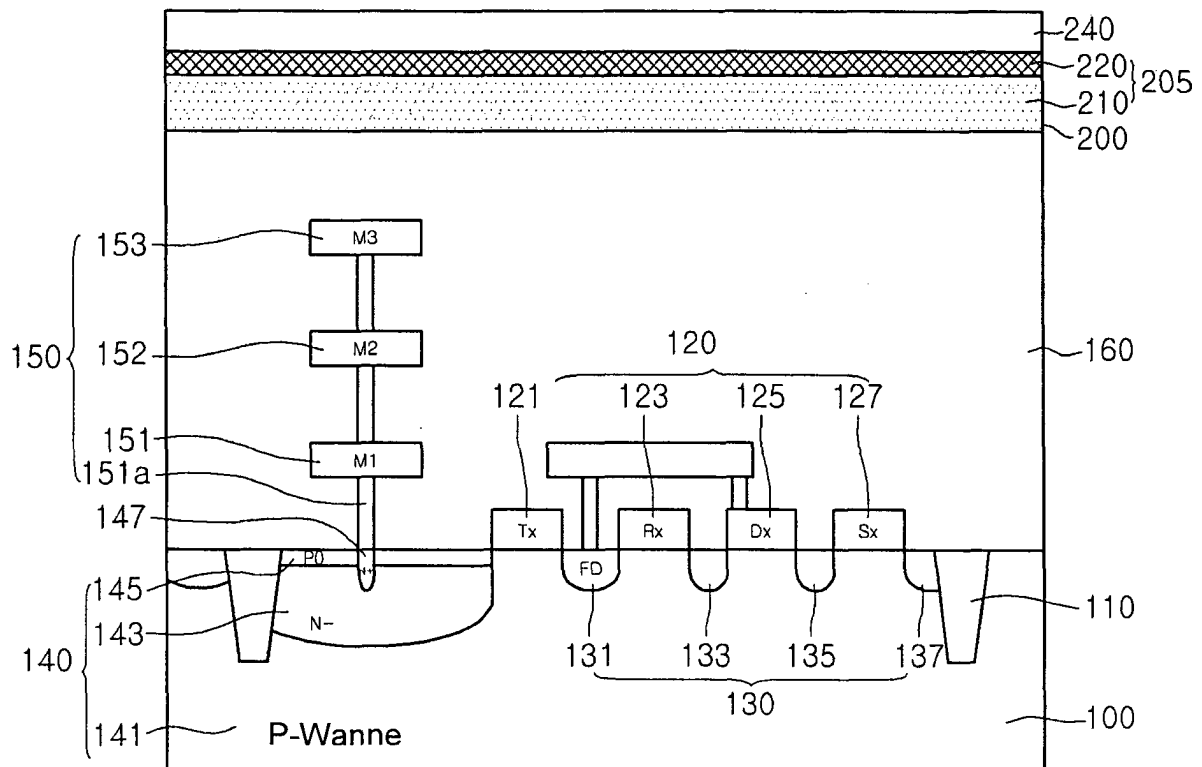
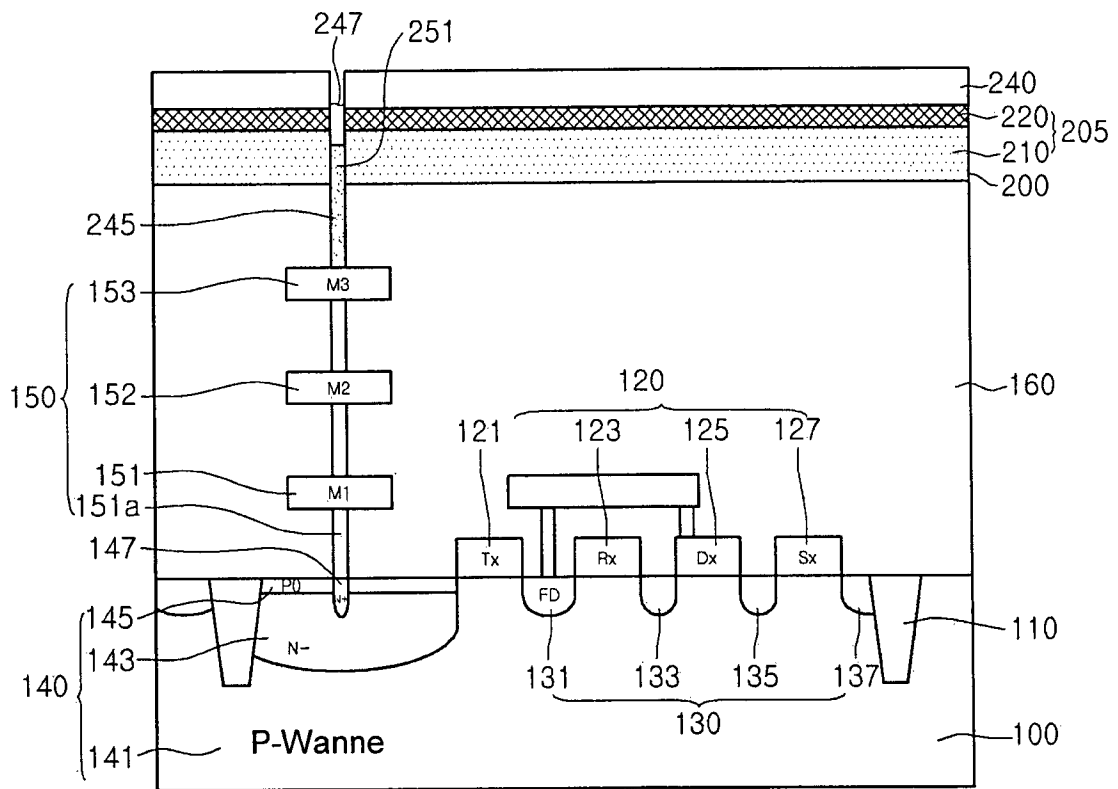


FIG. 7

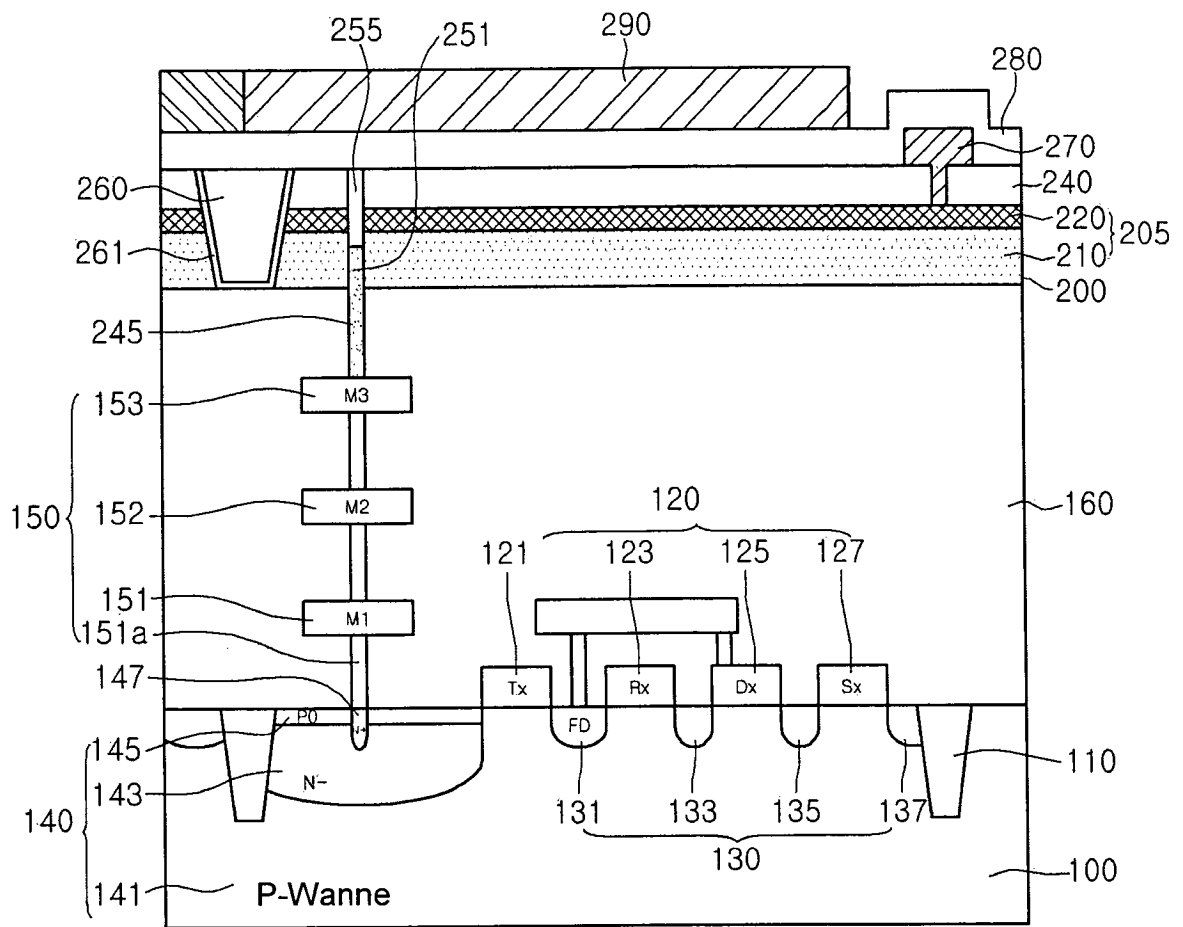






**FIG. 10**





**FIG. 13**

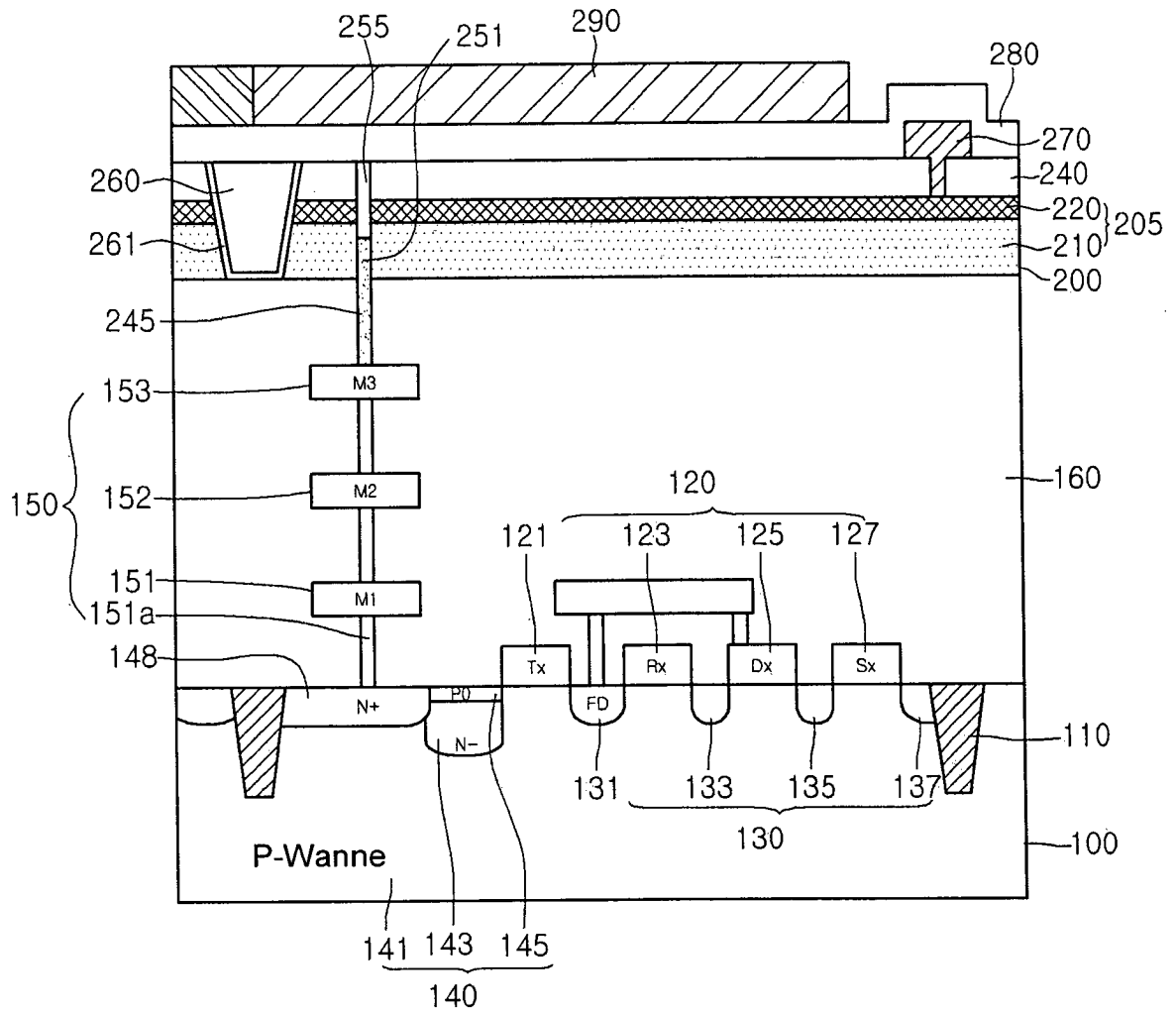


FIG. 14