



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 043 100 A1** 2009.03.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 043 100.9**

(22) Anmeldetag: **10.09.2007**

(43) Offenlegungstag: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/8238** (2006.01)

H01L 27/105 (2006.01)

H01L 21/336 (2006.01)

H01L 29/78 (2006.01)

(71) Anmelder:

Qimonda AG, 81739 München, DE

(74) Vertreter:

Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:

**Goldbach, Matthias, Dr., 01127 Dresden, DE;
 Dreeskornfeld, Lars, 01109 Dresden, DE;
 Landgraf, Erhard, 01099 Dresden, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE10 2005 054218 A1

US 71 69 675 B2

US 69 36 505 B2

Peng-Shiu Chen [u.a.]: "Removal of end of range de

fect in Ge+ pre-amorphized Si by carbon ion implan

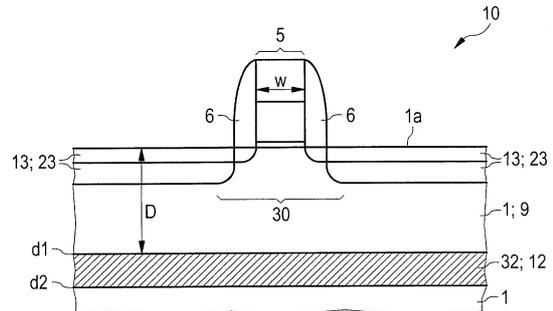
tation". In: J. Appl. Phys., Bd. 85, Nr. 6, 1999, S. 3114-3119;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines integrierten Schaltkreises und integrierter Schaltkreis**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung eines integrierten Schaltkreises, umfassend das Ausbilden zumindest eines strukturierten Gatestapels auf einem Substrat, das eine Substratoberfläche aufweist, Ausbilden eines amorphen Substratbereichs in dem Substrat durch Implantieren eines ersten Materials in das Substrat, Implantieren eines Getter-Materials zur Ausbildung eines Getter-Bereichs innerhalb des amorphen Substratbereichs, Ausbilden von Dotierstoffdiffusionsgebieten, die von der Substratoberfläche in das Substrat hineinreichen, durch Implantieren eines zweiten Materials und thermisches Rekristallisieren des amorphen Substratbereichs.



Beschreibung

Kurze Beschreibung der Figuren

[0001] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines integrierten Schaltkreises gemäß einer Ausführungsform,

[0002] [Fig. 1A](#) zeigt eine schematische Draufsicht auf den integrierten Schaltkreis der [Fig. 1](#),

[0003] die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) zeigen Querschnittsansichten einer Ausführungsform eines integrierten Schaltkreises während einiger Verfahrensschritte eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform,

[0004] [Fig. 4A](#) zeigt ein Konzentrationsprofil eines Getter-Materials in einem Substrat entlang einer lateralen Richtung,

[0005] [Fig. 4B](#) zeigt einen optionalen Schritt einer thermischen Behandlung,

[0006] [Fig. 4C](#) zeigt einen optionalen Schritt des Implantierens eines nicht dotierenden Materials,

[0007] die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) zeigen Querschnittsansichten einer Ausführungsform eines integrierten Schaltkreises während weiterer Schritte des Verfahrens und die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) zeigen eine beispielhafte Ausführungsform hinsichtlich der Ausbildung dotierter Implantationsgebiete.

Detaillierte Beschreibung

[0008] [Fig. 1](#) zeigt einen integrierten Schaltkreis **10** gemäß einer Ausführungsform. In der Querschnittsansicht der [Fig. 1](#) ist ein Substrat **1** dargestellt, das eine Substratoberfläche **1a** aufweist. Die Substratoberfläche **1a** kann eine Hauptfläche des Substrats, das heißt eine Fläche sein, an der eine Vielzahl von Transistoren und anderen Bauelementen auszubilden ist, um einen integrierten Schaltkreis zu erhalten. Das Substrat **1** ist aus einem Substratmaterial gebildet. Der integrierte Schaltkreis **10** weist zumindest einen auf dem Substrat **1** angeordneten strukturierten Gatestapel **5** auf. Der integrierte Schaltkreis **10** weist weiterhin eine vergrabene Getterschicht **32** sowie Dotierstoffimplantationsgebiete **23** auf. Gemäß einer Ausführungsform kann ein Transistor **30** an dem zumindest einen strukturierten Gatestapel **5** ausgebildet sein.

[0009] Der strukturierte Gatestapel **5** enthält eine Gateoxidschicht **2**, mindestens eine leitfähige Gate-schicht **3** und eine Gateisolationsschicht **4**. An entgegengesetzten Seiten des strukturierten Gatestapels können Spacer **6** vorgesehen sein. Der strukturierte Gatestapel **5** besitzt eine Breite w (von beispielsweise zwischen 70 Nanometern und 20 Nanometern) in

lateraler Richtung x . Die Höhe des strukturierten Gatestapels (seine vertikale Abmessung in Richtung senkrecht zur Substratoberfläche **1a**) kann zwischen 100 und 200 Nanometern liegen. Jedoch können ebenso auch andere Abmessungen für die Breite und die Höhe des strukturierten Gatestapels gewählt werden. Die Höhe des mindestens einen strukturierten Gatestapels kann so groß gewählt werden, dass die Amorphisierungstiefe in dem Substrat größer gewählt werden kann, ohne dass das Gateoxid einem Beschuss mit Ionen ausgesetzt wird, wobei die Gateoxidschicht **2** durch die Schichten **3** und **4** von dem implantierten Präamorphisierungsmaterial geschützt wird, das in das Substrat mit einer größeren Implantationsenergie implantiert wird.

[0010] Der integrierte Schaltkreis der Ausführungsform der [Fig. 1](#) umfasst eine vergrabene Getterschicht **32** mit einem Getter-Material **12**. Die vergrabene Getterschicht **32** ist in einem Abstand D von der Substratoberfläche **1a** angeordnet. Die vergrabene Getterschicht **32** kann zwischen einer ersten Substrattiefe $d1$ und einer zweiten Substrattiefe $d2$ angeordnet sein. Die vergrabene Getterschicht **32** dient dazu, das oberhalb der Getterschicht **32** angeordnete Substratmaterial von End-of-range-Defekten zu schützen, die innerhalb oder unterhalb der (das heißt tiefer als die) Getterschicht angeordnet sind. weiterhin ist die Getterschicht **32** in vertikaler Richtung in einer solchen Tiefe angeordnet, dass Zwischengitteratome des Substratmaterials, die während der Ausbildung der Dotierstoffimplantationsgebiete **23** durch das Implantieren versetzt worden sind, ebenfalls innerhalb oder unterhalb der Getterschicht **32** angeordnet sind. Dementsprechend kann die vergrabene Getterschicht relativ nahe an der Substratoberfläche angeordnet sein. Der Abstand D zwischen der Getterschicht **32** und der Substratoberfläche **1a** kann beispielsweise zwischen 50 und 300 Nanometer betragen. Jedoch können ebenso auch andere Abmessungen gewählt werden. Die Getterschicht **32** kann als Getter-Material **12** beispielsweise Kohlenstoff enthalten. Alternativ kann die Getterschicht **32** als Getter-Material **12** ebenso Sauerstoff oder Fluor enthalten. Jedoch können ebenso auch andere Materialien für das Getter-Material **12** verwendet werden.

[0011] Der integrierte Schaltkreis **12** weist auf entgegengesetzten des strukturierten Gatestapels **5** Dotierstoffimplantationsgebiete **23** auf. Die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** können beispielsweise Source/Drain-Implantationsgebiete, LDD-Gebiete (Lightly Doped Drain-Gebiete, das heißt Gebiete desselben Dotierstofftyps, aber geringerer Tiefe des Dotierstoffprofils als die Source/Drain-Implantationsgebiete) oder Kontaktimplantationsgebiete sein. Insbesondere können die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** eines oder mehrerer dieser Arten von Implantationsgebieten umfassen. Beispielsweise sind in [Fig. 1](#) flachere LDD-Gebiete (die unterhalb der Spacer **6**

verlaufen) wie auch geringfügig tiefere Source/Drain-Implantationsgebiete dargestellt. Beliebige Atome des Substratmaterials, die infolge der Implantation des zweiten Materials **13**, welches die Dotierstoffimplantationsgebiete bildet, von ihren ursprünglichen Positionen verschoben wurden, sind innerhalb der vergrabenen Getterschicht **32** oder unterhalb der vergrabenen Getterschicht **32** angeordnet. Dementsprechend trennt die vergrabene Getterschicht **32** die aktiven Gebiete des Transistors **30** und das oberhalb der vergrabenen Getterschicht angeordnete Substratmaterial von jeglichen Zwischengitteratomen des Substratmaterials. Dadurch werden Leckströme beträchtlich verringert. Der integrierte Schaltkreis **10** der [Fig. 1](#) kann ein beliebiger integrierter Schaltkreis sein, in dem die "Transient Enhancing Diffusion" (TED) verringert werden soll. Beispielsweise kann der integrierte Schaltkreis ein Logikschaltkreis oder ein Speicherbauteil sein. Der integrierte Schaltkreis **10** kann einen Supportbereich für ein Speicherzellenfeld oder für einen beliebigen anderen Bereich des integrierten Schaltkreises umfassen.

[0012] In dieser Anmeldung werden durchweg dieselben jeweiligen Bezugszeichen verwendet, um ein beliebiges Element in den Figuren zu bezeichnen.

[0013] [Fig. 1A](#) zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Beispiel einer Ausführungsform eines integrierten Schaltkreises **10**. Der integrierte Schaltkreis **10** kann zumindest einen Transistor **30** umfassen, der an dem zumindest einen Gatestapel ausgebildet ist. Der zumindest eine Transistor, der an dem zumindest einen Gatestapel ausgebildet ist, kann beispielsweise in einem Logikbereich **29** des integrierten Schaltkreises **10** vorgesehen sein.

[0014] Der integrierte Schaltkreis kann jede beliebige Art von integriertem Schaltkreis, beispielsweise ein logischer integrierter Schaltkreis sein. Der integrierte Schaltkreis **10** kann einen Logikschaltkreis **29** umfassen, kann jedoch ebenso mindestens einen weiteren Schaltkreisbereich umfassen. Beispielsweise kann der integrierte Schaltkreis **10** ebenso mindestens ein Speicherzellenfeld **28** umfassen. Der Logikschaltkreis **29** kann beispielsweise ein Supportbereich oder ein Peripheriebereich für mindestens ein Speicherzellenfeld **28** sein. Jedoch braucht der integrierte Schaltkreis **10** kein Speicherbauteil zu sein. Stattdessen kann der integrierte Schaltkreis **10** ebenso ein logischer integrierter Schaltkreis sein.

[0015] Die [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) zeigen eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Ausbilden eines integrierten Schaltkreises. Gemäß [Fig. 2](#) wird zumindest ein strukturierter Gatestapel **5** auf dem Substrat **1** ausgebildet. Das Substrat **1** kann ein Halbleitersubstrat sein. Das Substrat **1** enthält ein Substratmaterial, beispielsweise ein Halbleitermaterial. Das Substrat besitzt eine Substratoberfläche **1a**, auf der der zu-

mindest eine strukturierte Gatestapel **5** ausgebildet ist.

[0016] Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, wird eine Gateoxidschicht **2** auf der Substratoberfläche **1a** und mindestens eine leitfähige Gateschicht **3** auf der Gateoxidschicht **2** ausgebildet. Weiterhin wird eine Gateisolationsschicht **4** auf der leitfähigen Gateschicht **3** ausgebildet. Anschließend werden zumindest die Gateisolationsschicht **4** und die leitfähige Gateschicht **3** strukturiert, wodurch mindestens ein strukturierter Gatestapel **5** gebildet wird, der oberhalb der Substratoberfläche **1a** das Gateoxid **2**, die leitfähige Gateschicht **3** und die Gateisolationsschicht **4** enthält. Die Gateoxidschicht kann beispielsweise aus Siliziumdioxid bestehen und die leitfähige Gateschicht kann beispielsweise Polysilizium oder – alternativ oder zusätzlich – eine Metallschicht umfassen. Jedoch können andere Arten von Materialien ebenso eingesetzt werden. Die Dicke der mindestens einen leitfähigen Gateschicht **3** kann zwischen 50 und 200 Nanometer, beispielsweise 100 Nanometer gewählt werden. Jedoch können andere Werte für die Dicke ebenso gewählt werden. Die mindestens eine leitfähige Gateschicht kann eine Polysiliziumschicht und eine oberhalb der Polysiliziumschicht angeordnete Metallschicht umfassen, wobei beide Schichten beispielsweise eine Dicke von 50 Nanometern besitzen. Jedoch können ebenso auch andere numerische Werte für die Dicke eingesetzt werden. Die Gateisolationsschicht kann eine Siliziumnitridschicht sein und kann eine Dicke von zwischen 50 und 200 Nanometern, beispielsweise von 100 Nanometern besitzen. Jedoch können andere Beträge für die Dicke ebenso eingesetzt werden. Durch Strukturieren zumindest der Schichten **4** und **3** entsteht ein strukturierter Gatestapel mit einer Breite w . Die Breite w des mindestens einen strukturierten Gatestapels **5** kann beispielsweise zwischen 25 Nanometern und 100 Nanometern betragen. Jedoch kann auch ein außerhalb dieses Bereichs liegender Wert der Breite w gewählt werden. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, kann das Material des Substrats **1** ein kristallines Substratmaterial **9** sein.

[0017] Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, kann ein erstes Material wie beispielsweise Germanium, Silizium, Argon, Krypton oder Xenon oder irgendein anderes Material, das nicht zur Ausbildung von n-dotierten oder p-dotierten Substratbereichen in dem Substrat führt, in das Substrat implantiert werden. Die Implantation kann beispielsweise entlang der negativen vertikalen Richtung-z durchgeführt werden. Die Implantation des ersten Materials **11** dient dazu, das Substratmaterial **9** ([Fig. 2](#)) zu amorphisieren, wodurch zumindest in einem Bereich zwischen der Substratoberfläche **1a** und einer Amorphisierungstiefe d_0 ein amorphes Substratmaterial **8** entsteht. Beispielsweise kann die Amorphisierungstiefe größer als das doppelte der Breite w des strukturierten Gatestapels **5**

sein und vorzugsweise zwischen dem vierfachen und dem achtfachen der Breite des strukturierten Gatestapels **5** betragen. Beispielsweise kann eines der Materialien Germanium, Silizium, Argon, Krypton oder Xenon (oder ein beliebiges anderes Material, das keine n-dotierten oder p-dotierten Substratbereiche bildet) in das Substrat implantiert werden, etwa bis zu einer maximalen Tiefe von ungefähr 150 Nanometern. Die Implantationsdosis des ersten Materials, etwa Germanium, kann beispielsweise zwischen 10^{13} und 10^{16} Atomen pro Quadratcentimeter, vorzugsweise zwischen 10^{14} und $5 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ gewählt werden. Die Implantationsenergie kann beispielsweise zwischen 50 und 250 keV gewählt werden. Angesichts des Umstands, dass die Amorphisierungstiefe d_0 beispielsweise mindestens doppelt so groß wie die Breite w des strukturierten Gatestapels **5** sein kann, bewirkt der amorphisierte Bereich aus amorphem Substratmaterial **8** eine vollständige Abschirmung der Bodenfläche des strukturierten Gatestapels von dem nicht-amorphisierten, kristallinen Substratmaterial **9**, das unterhalb der Amorphisierungstiefe weiter besteht. Insbesondere in einer Substrattiefe, die beinahe so groß wie (jedoch kleiner als) die Amorphisierungstiefe d_0 ist, ist das Substratmaterial, das durch den strukturierten Gatestapel **5** abgeschattet wird (das heißt Substratmaterial, das in lateraler Richtung x in derselben lateralen Position angeordnet ist wie der Gatestapel **5**), amorphisiert oder zumindest frei von End-of-range-Defekten. End-of-range-Defekte sind Defekte in einem Kristallgitter, die von der teilweisen Amorphisierung eines ehemals einkristallinen Substratmaterials herrühren. In einem einkristallinen Substrat liegt ein einkristallines Kristallgitter vor, das aus den Atomen des Substratmaterials gebildet ist. Infolge der Amorphisierung eines Teils des Substrats (etwa des Substratbereichs zwischen der Substratoberfläche **1a** und der Amorphisierungstiefe d_0 in [Fig. 3](#)) tritt in dem nicht-amorphisierten Substratmaterial eine Vielzahl von Defekten in dem nicht-amorphisierten Substratbereich nahe der Phasengrenze zwischen der kristallinen Phase und der amorphen Phase auf. Solche End-of-range-Defekte können, wenn sie in der Nähe eines aktiven Gebiets (etwa beispielsweise eines Kanalgebiets oder von Source/Drain-Gebieten eines Transistors) angeordnet sind, Leckströme erzeugen, die die Performance des Transistors verschlechtern, insbesondere wenn sie sich der Substratoberfläche nähern. In [Fig. 3](#) jedoch sind alle End-of-range-Defekte **33** in einem Abstand von der Substratoberfläche **1a** angeordnet, der mindestens so groß oder größer ist als d_0 , was der Amorphisierungstiefe entspricht.

[0018] In [Fig. 3](#) kann ebenso ein oberer Teilbereich des strukturierten Gatestapels **5** amorphisiert werden. Beispielsweise können die Gateisolationsschicht **4** und ein oberer Teilbereich der mindestens einen leitfähigen Gateschicht **3** amorphisiert werden. Jedoch wird das Gateoxid **2** vorzugsweise mithilfe

der mindestens einen leitfähigen Gateschicht **3** und der Gateisolationsschicht **4**, die oben auf der Gateoxidschicht **2** angeordnet sind, vor einem Beschuss mit Ionen geschützt.

[0019] Gemäß [Fig. 4](#) wird ein Getter-Material **12** in das Substrat implantiert. Das Getter-Material kann Kohlenstoff sein. Alternativ kann das Getter-Material Sauerstoff oder Fluor sein. Alternativ können ebenso andere Materialien verwendet werden. Das Material in dem Substrat **1** kann durch das Implantieren des Getter-Materials **12** bis zu einem gewissen Ausmaß verdichtet werden. Das Getter-Material **12** wird in das Substrat **1** in eine Substrattiefe implantiert, die zwischen einer ersten Substrattiefe d_1 und einer zweiten Substrattiefe d_2 reicht. Dadurch wird das Getter-Material **12** so implantiert, dass es in einem Abstand D von der Substratoberfläche **1a** angeordnet ist. Die erste Tiefe d_1 (die der minimalen Tiefe des Getter-Materials **12** entspricht, das in das Substrat implantiert oder auf andere Weise eingebracht wird) ist kleiner als die Amorphisierungstiefe d_0 . Weiterhin kann auch die zweite Substrattiefe d_2 (die der maximalen Tiefe des Getter-Materials **12** entspricht) ebenfalls kleiner als die Amorphisierungstiefe d_0 gewählt werden. Dementsprechend wird vorzugsweise das Getter-Material **12** in einen Teilbereich des amorphen Substratbereichs **21** implantiert, wie in [Fig. 3](#) dargestellt. Das Getter-Material **12** bildet einen Getter-Bereich **22** (zwischen der ersten Tiefe d_1 und der zweiten Tiefe d_2), in welchem das Substratmaterial (beispielsweise ein Halbleitermaterial) zusätzlich das Getter-Material **12** enthält. In einem späteren Schritt der vorliegenden Ausführungsform des Verfahrens wird der Getter-Bereich (in [Fig. 4](#) mit **22** bezeichnet), der das Getter-Material **12** enthält, nach einer thermischen Behandlung eine vergrabene Getterschicht **32** bilden ([Fig. 4B](#) und [Fig. 5](#)). Die vergrabene Getterschicht **32** schirmt das oberhalb der Getterschicht **32** angeordnete Substratmaterial von jeglichen Zwischengitteratomen ab, die von End-of-range-Defekten herrühren, die innerhalb oder unterhalb der Getterschicht **32** angeordnet sind. In dem in [Fig. 4](#) dargestellten Stadium des Verfahrens jedoch ist das Substratmaterial des amorphen Substratbereichs **21** und des Getter-Bereichs **22** (der innerhalb des amorphen Substratbereichs **21** angeordnet ist) noch amorph, wie durch das Bezugszeichen **8** angedeutet. Dementsprechend bewirkt die Implantation des ersten Materials **11** in [Fig. 3](#) eine Präamorphisierung (beispielsweise vor dem Implantieren des Getter-Materials und vor weiteren Verfahrensschritten, die nachstehend erläutert werden).

[0020] Das Getter-Material **12** kann beispielsweise in eine Tiefe zwischen $d_1 = 50$ Nanometer und $d_2 = 300$ Nanometer implantiert werden. Die erste Substrattiefe d_2 kann zwischen einer Tiefe liegen, die mindestens so groß ist wie die Breite w des strukturierten Gatestapels **5** (beispielsweise größer als das doppel-

te der Breite w) und einer Tiefe, die kleiner ist als das sechsfache der Breite w des strukturierten Gatestapels. Das Getter-Material kann insbesondere Kohlenstoff sein, der mit einer Dosis von zwischen 10^{14} und 10^{15} Atomen pro Quadratzentimeter implantiert wird. Die Implantationsenergie kann beispielsweise zwischen 20 und 30 keV gewählt werden. Jedoch können ebenso auch andere Bereiche, Abmessungen und Materialien gewählt werden. Das Getter-Material **12** kann beispielsweise in ähnlicher Weise wie das erste Material **11** in Richtung senkrecht zur Substratoberfläche implantiert werden.

[0021] [Fig. 4A](#) zeigt ein Konzentrationsprofil einer Konzentration C des Getter-Materials **12** in dem Substrat, aufgetragen entlang der lateralen Richtung x in einer Substrattiefe d ([Fig. 4](#)). Die Tiefe d entspricht der Tiefe maximaler Konzentration des Getter-Materials **12** in vertikaler Richtung senkrecht zur Substratoberfläche a . Die Tiefe d ist größer als die erste Tiefe d_1 , aber kleiner als die zweite Tiefe d_2 . [Fig. 4A](#) zeigt den Verlauf der Konzentration C des Getter-Materials **12** in lateraler Richtung x in Abhängigkeit von der lateralen Position in dem Substrat **1**. Wie aus [Fig. 4A](#) ersichtlich, entspricht seitlich außerhalb des strukturierten Gatestapels **5** (mit der Breite w) die Konzentration des Getter-Materials in der Tiefe d im Wesentlichen einer maximalen Konzentration C_0 . In einem Substratbereich, der durch den strukturierten Gatestapel **5** abgeschattet wird und im Wesentlichen der Breite w des strukturierten Gatestapels **5** entspricht, ist die Konzentration C des Getter-Materials **12** verringert. In einem zentrierten Bereich unterhalb des strukturierten Gatestapels **5** besitzt die Konzentration des Getter-Materials **12** ein lokales Minimum C_m . Jedoch ist die Konzentration des Getter-Materials an dem lokalen Minimum C_m endlich, das heißt größer als Null. Dementsprechend ist, obwohl die Konzentration C des Getter-Materials **12** bis zu einem gewissen Ausmaß in dem zentrierten Bereich unterhalb des strukturierten Gatestapels verringert ist, der Getter-Bereich **22** (der das in das Substratmaterial implantierte Getter-Material **12** enthält) unterhalb des strukturierten Gatestapels **5** kontinuierlich (anstatt unterbrochen), da die Konzentration des Getter-Materials **12** (wie beispielsweise Kohlenstoff) lediglich auf das lokale Minimum C_m (in lateraler Richtung) verringert ist, jedoch nicht Null beträgt. Der Getter-Bereich **22**, der durch das implantierte Getter-Material **12** gebildet wird, trennt daher den oberen Teil des Substrats (der in einer Tiefe kleiner als die Substrattiefe d_1 angeordnet ist) von sämtlichen End-of-range-Defekten, die in dem nicht-amorphisierten Substratmaterial **9** unterhalb der Amorphisierungstiefe d_0 vorhanden sein könnten. Die Tiefe d oder die minimale Tiefe d_1 des Getter-Bereichs **22** mit dem Getter-Material kann beispielsweise zwischen dem Doppelten der Breite des strukturierten Gatestapels **5** und dem sechsfachen der Breite w des strukturierten Gatestapels **5** gewählt werden. Wie in

[Fig. 3](#) wird auch in [Fig. 4](#) die Gateoxidschicht durch die mindestens eine leitfähige Gateschicht **3** und durch die Gateisolationsschicht **4** vor einer Implantation (des Getter-Materials **12**) geschützt.

[0022] [Fig. 4B](#) zeigt einen optionalen Schritt einer thermischen Behandlung. Dementsprechend kann das Verfahren nach dem Verfahrensschritt der [Fig. 4](#) mit dem Verfahrensschritt der [Fig. 4B](#) fortgesetzt werden (bevor es beispielsweise mit [Fig. 5](#) fortgesetzt wird). Alternativ kann das Verfahren jedoch nach dem Verfahrensschritt der [Fig. 4](#) auch direkt mit dem Verfahrensschritt der [Fig. 5](#) fortgesetzt werden.

[0023] Wie in [Fig. 4B](#) dargestellt, kann das amorphisierte Substratmaterial **8** einer thermischen Behandlung T ausgesetzt werden und dadurch, durch epitaktisches Rückwachstum in fester Phase, in kristallines Substratmaterial **9** umgewandelt werden. Diese (erste) thermische Behandlung T rekristallisiert das Substratmaterial **8** ([Fig. 4](#)) in dem amorphisierten Substratbereich **21** ([Fig. 4](#)) einschließlich des Getter-Bereichs **22**, beginnend mit der Phasengrenze in der Tiefe d_0 (die der ehemaligen Amorphisierungstiefe entspricht) und fortschreitend in Richtung auf die Substratoberfläche **1a** zu. Während der Rekristallisierung wird jegliches erstes Material (wie etwa beispielsweise Germanium, Silizium, Argon, Krypton oder Xenon oder irgendein anderes geeignetes Material, das keine n-dotierten oder p-dotierten Substratbereiche in dem Substrat bildet) und jegliches Getter-Material (wie beispielsweise Kohlenstoff, Sauerstoff oder Fluor oder irgendein anderes Getter-Material) innerhalb des Kristallgitters an räumlich festgelegten Positionen gebunden. Grundsätzlich unterdrückt die vergrabene Getterschicht **32** die "Transient Enhancing Diffusion" (TED) von Zwischengitteratomen (wie beispielsweise Dotierstoffatome), die andernfalls während der thermischen Behandlung auftreten könnten. Insbesondere wird durch das Rekristallisieren des amorphen Substratmaterials in dem Getter-Bereich **22**, in den das Getter-Material **12** implantiert wurde, eine vergrabene Getterschicht **32** ausgebildet.

[0024] Wenn der Getter-Bereich **22** ([Fig. 4](#)) rekristallisiert wird, der zusätzlich zu dem amorphen Substratmaterial **8** und dem ersten Material **11** das Getter-Material **12** (wie beispielsweise Kohlenstoff) enthält, wird insbesondere eine vergrabene Getterschicht **32** ([Fig. 4B](#)) aus dem Getter-Bereich **22** ([Fig. 4](#)) gebildet, wobei die Getterschicht **32** nun den oberen Bereich des Substrats von jeglichen Zwischengitteratomen abschirmt (die von End-of-range-Defekten **33** herrühren, die innerhalb oder unterhalb der Getterschicht **32** angeordnet sind). Dadurch sind jegliche Zwischengitteratome, die von End-of-range-Defekten herrühren und noch unterhalb der Getterschicht **32** angeordnet sind, nicht mehr in der Lage, in Richtung zur Substratoberfläche

1a zu diffundieren und irgendwelche Leckströme oder eine vorübergehende verstärkte Diffusion (TED) in dem integrierten Schaltkreis zu erzeugen. Nach der thermischen Behandlung enthält die vergrabene Getterschicht **32** ein einkristallines Kristallgitter, in dem Atome des Getter-Materials **12** auf den (statt zwischen den) Gitterpunkten des einkristallinen Gitters angeordnet sind.

[0025] Die thermische Behandlung T in **Fig. 4B** kann beispielsweise bei einer Temperatur unterhalb von 800 Grad Celsius, beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 600 und 800 Grad Celsius und während zehn bis 30 Minuten durchgeführt werden.

[0026] Nach dem zusätzlichen, optionalen Schritt der thermischen Behandlung gemäß **Fig. 4B** – oder alternativ unmittelbar nach dem Schritt der **Fig. 4** – das Verfahren mit weiteren Verfahrensschritten fortgesetzt werden, die in den **Fig. 5** etc. dargestellt sind, um Dotierstoffimplantationsgebiete auszubilden.

[0027] Wie in **Fig. 4C** dargestellt, kann optional ein nicht-dotierendes Material **12a** dicht unter die Substratoberfläche **1a** (beispielsweise bis zu einer Tiefe kleiner als 20 oder kleiner als zehn Nanometer in dem rekristallisierten Substratmaterial) implantiert werden, wodurch eine große Konzentration von Leerstellen (freie Gitterplätze, an denen kein Atom im Kristallgitter vorhanden ist) erzeugt wird. Als nicht-dotierendes Material kann beispielsweise Fluor oder Silizium implantiert werden. Jedoch kann ein beliebiges anderes nicht-dotierendes Material verwendet, um Leerstellen in dem Substrat dicht unterhalb der Substratoberfläche zu erzeugen. Durch das Implantieren des nicht-dotierenden Materials **12a** werden Leerstellen **34** (nahe der Substratoberfläche) und Zwischengitterplätze **35** (tiefer in dem Substrat; innerhalb oder unterhalb der Getterschicht) ausgebildet. Wenn anschließend das zweite Material **13** (etwa p-Dotierstoffe und/oder n-Dotierstoffe) implantiert wird, wird infolge der hohen Konzentration von Leerstellen, die bereits dicht unterhalb der Substratoberfläche vorhanden sind, mühelos ein hoher Aktivierungsanteil erzielt.

[0028] Gemäß **Fig. 5** wird ein zweites Material **13** in das Substrat **1** implantiert, um relativ flache, dotierte Implantationsgebiete **23** in dem Substratbereich nahe der Substratoberfläche **1a** auszubilden. Das Substratmaterial **13** wird unter die Substratoberfläche implantiert, von der Substratoberfläche bis zu einer Substrattiefe d_3 reichend, die kleiner ist als eine Tiefe des Getter-Bereichs **22**. Beispielsweise können flache Dotierstoffimplantationsgebiete **23** mit einer Tiefe von zwischen zwei und zehn Nanometern und mit einem hohen Anteil der Dotierstoffaktivierung gebildet werden. Insbesondere dann, wenn im Schritt der **Fig. 4C** das nicht-dotierende Material **12a** implantiert wurde, wird in **Fig. 6** ein hoher Grad der Akti-

vierung des implantierten zweiten Materials erreicht, und in einer anschließenden thermischen Behandlung (**Fig. 6**) kann ein sehr niedriges thermisches Budget genügen, um sämtliches restliche implantierte zweite Material **13** zu aktivieren.

[0029] Als das zweite Material kann beispielsweise Bor oder Phosphor implantiert werden. Gemäß einer Ausführungsform, die in **Fig. 5** dargestellt ist, können als Dotierstoffimplantationsgebiete **23** beispielsweise LDD-Bereich (Lightly Doped Drain-Bereiche) **24** ausgebildet werden. Alternativ oder zusätzlich können Pocket-Implantationsgebiete **24a** gebildet werden.

[0030] Die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** können Lightly Doped Drain-Gebiete **24**, Pocket-Implantationsgebiete **24a**, Source/Drain-Implantationsgebiete **25** (**Fig. 7**) und/oder Kontaktimplantationsgebiete **26** (**Fig. 7**) umfassen.

[0031] Grundsätzlich wird das zweite Material **13** in dem Substrat auf beiden entgegengesetzten Seiten des Gatestapels **5** implantiert. Gemäß einer Ausführungsform kann ein Transistor an dem Gatestapel **5** ausgebildet werden, wobei die leitfähige Gateschicht **3** als Gate-Elektrode des Transistors dient. Der auszubildende Transistor kann ein Transistor eines Logikschaltkreises sein. Der Logikschaltkreis kann beispielsweise ein Peripherieschaltkreis eines Speicherbauteils sein. Alternativ kann der gesamte integrierte Schaltkreis **10** ein logischer integrierter Schaltkreis sein.

[0032] In den **Fig. 4C** und **Fig. 5** kann die Implantation des nicht-dotierenden Materials und/oder des zweiten Materials **13** in das Substrat so durchgeführt werden, dass Atome des Substratmaterials, die versetzt, das heißt von ihrer ursprünglichen Position in dem Substrat weggestoßen werden, in einem tieferen Substratbereich zu liegen kommen, innerhalb oder unterhalb der vergrabenen Getterschicht **32** mit dem Getter-Material **12** angeordnet ist. Dementsprechend entstehen keine Zwischengitteratome in Substratbereichen zwischen dem Dotierstoffimplantationsgebieten **23** und der vergrabenen Getterschicht **32**. Lediglich die Dotierstoffatome des zweiten Materials **13**, das in die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** implantiert wird, können Zwischengitteratome bilden, die an Positionen zwischen den Gitterplätzen des Kristallgitters innerhalb der Dotierstoffimplantationsgebiete **23** angeordnet sind.

[0033] Da durch das Implantieren des nicht-dotierenden Materials **12a** in **Fig. 4c** (vor dem Implantieren des zweiten Materials **13** in **Fig. 5**) eine große Anzahl von Leerstellen **34** in dem Kristallgitter gebildet werden kann, wird anschließend nur eine geringe Wärmemenge erforderlich sein, um in den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** eine Rekombination verbleibender Zwischengitteratome des zweiten Materi-

als **13** mit den Leerstellen **34** zu erreichen.

[0034] Weiterhin werden infolge der gewählten Implantationsenergie sämtliche verschobenen Atome des Substratmaterials (die von ihren ursprünglichen Positionen innerhalb des Gebietes der hergestellten Dotierstoffimplantationsgebiete **23** weggestoßen wurden) auf Positionen in einer Substrattiefe befördert, die größer ist als die erste Tiefe d_1 , in der die vergrabene Getterschicht **32** mit dem Getter-Material **12** angeordnet ist.

[0035] In der vergrabenen Getterschicht **32**, die nach der jeweiligen ersten Temperaturbehandlung (das heißt nach der Rekristallisierung) gebildet wurde, ersetzt das implantierte Getter-Material Atome des Substratmaterials **9** auf den Kristallgitterplätzen. Solch eine substituierende Getterschicht **32** verhindert sehr effizient eine Diffusion von End-of-range-Defekten und Zwischengitteratomen und fängt diese in räumlich gebundenen Positionen ein.

[0036] Da die thermische Behandlung der [Fig. 4B](#) nicht durchgeführt werden muss, kann das zweite Material **13** ebenso in das nicht-kristallisierte, amorphe Substratmaterial **8** implantiert werden, unmittelbar nach dem Prozessschritt der [Fig. 4](#) (oder nach Durchführung der Schritte der [Fig. 4](#) und [4C](#), ohne dass der Schritt der [Fig. 4B](#) durchgeführt wurde). Insbesondere wenn der Schritt der [Fig. 5](#) unmittelbar nach dem Schritt der [Fig. 4](#) durchgeführt wird, ist das Substratmaterial **8** noch amorph, wenn das zweite Material **13** in dieses implantiert wird.

[0037] Alternativ können, um vor dem Implantieren des zweiten Materials für die Dotierstoffimplantationsgebiete Leerstellen in dem rekristallisierten Substratmaterial **9** auszubilden, die Schritte der [Fig. 4B](#) und [4C](#) nach dem Schritt der [Fig. 4](#), vor Durchführung des Schrittes der [Fig. 5](#) durchgeführt werden. Wenn das zweite Material **13** dann in [Fig. 5](#) implantiert wird, wird ein vergleichsweise hoher Anteil des zweiten Materials aufgrund der vorhandenen Leerstellen, die in dem Schritt der [Fig. 4C](#) gebildet wurden, aktiviert sein. Weiterhin wird ein vergleichsweise geringes thermisches Budget bei dem nachfolgenden Schritt der thermischen Behandlung (beispielsweise in [Fig. 6](#) oder [Fig. 8](#)) erforderlich sein, um das gesamte implantierte zweite Material **13** in den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** vollständig zu aktivieren.

[0038] Wie in [Fig. 6](#) dargestellt, kann das Substrat einer thermischen Behandlung ausgesetzt werden. Sofern ein vorheriger Schritt einer thermischen Behandlung wie in [Fig. 4B](#) durchgeführt wurde, dient der Schritt der thermischen Behandlung der [Fig. 6](#) zum Rekristallisieren des Substrats und zum Ausbilden der vergrabenen Getterschicht **32** durch Kristallisieren des Substratmaterials, welches das Get-

ter-Material enthält.

[0039] Alternativ kann, sofern schon die vorherige thermische Behandlung gemäß [Fig. 4B](#) durchgeführt wurde (sodass das Substrat bereits rekristallisiert ist), die thermische Behandlung der [Fig. 6](#) zur Aktivierung der Dotierstoffe des zweiten Materials **13** in den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** dienen. Dann ist eine relativ geringe Wärmemenge erforderlich, um einen großen Anteil der Dotierstoffatome (wie B oder P) zu aktivieren, da wegen der großen Konzentration von Leerstellen **34** in den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** und von Atomen des zweiten Materials **13** (B oder P), die an Zwischengitterpositionen zwischen den Gitterplätzen in den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** angeordnet sind, eine Rekombination vieler Leerstellen und Zwischengitteratomen miteinander mühelos erreicht wird. Entsprechend der hohen Konzentration von Leerstellen und Dotierstoffatomen des zweiten Materials **13** dicht unter der Substratoberfläche ist lediglich eine niedrigere Temperatur und eine geringere Wärmemenge erforderlich, um die Dotierstoffatome des zweiten Materials **13** innerhalb der Dotierstoffimplantationsgebiete **23** zu aktivieren. Weiterhin werden ein hoher Aktivierungsgrad des zweiten Materials und ein steileres Dotierungsprofil erreicht. Insbesondere können sehr flache, seichte Dotierstoffimplantationsgebiete **23** mit einem geringeren thermischen Budget als herkömmlich und mit steilerem Gradienten der Dotierstoffkonzentration zwischen den Dotierstoffimplantationsgebieten **23** und des Substratmaterials unterhalb der Dotierstoffimplantationsgebiete **23** ausgebildet werden.

[0040] Weiterhin werden jegliche Zwischengitteratome des Substratmaterials, die von ihrer ursprünglichen Position innerhalb der Dotierstoffimplantationsgebiete **23** verschoben beziehungsweise weggestoßen wurden, Positionen in Substrattiefen besetzen, die größer sind als die erste Substrattiefe d_1 . Dementsprechend werden sie in festen Positionen innerhalb oder unterhalb der vergrabenen Getterschicht **32** gegettert beziehungsweise eingefangen werden. Dementsprechend wird in dem Substratbereich zwischen der Substrattiefe d_1 und der Substratoberfläche **1a** die Konzentration bestehender Zwischengitteratome des Substratmaterials, die zu Leckströmen beitragen könnten, verringert.

[0041] Die (zweite) thermische Behandlung T, die in [Fig. 6](#) dargestellt ist, kann bei einer Temperatur unterhalb von 700 Grad Celsius, beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 500 Grad Celsius und 700 Grad Celsius durchgeführt werden.

[0042] Wie oben herausgestellt, können gemäß dieser und weiterer Ausführungsformen mehrere Effekte hinsichtlich Dotierungsprofile und der Positionen beliebiger beibehaltener Zwischengitteratome und End-of-range-Defekte gemeinsam erreicht werden.

Weiterhin ist festzuhalten, dass ungeachtet des speziellen Beispiels der [Fig. 5](#), in dem die durch das zweite Material **13** gebildeten Dotierstoffimplantationsgebiete **23** LDD-Gebiete **24** sind, die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** alternativ auch Source/Drain-Implantationsgebiete oder Kontaktimplantationsgebiete oder Pocket-Implantationsgebiete sein können. Ebenso können alternativ diese Ausführungsformen miteinander kombiniert werden. Insbesondere können Source/Drain-Implantationsgebiete zusätzlich zu den LDD-Gebieten **24** in [Fig. 5](#) gebildet werden, wie nachstehend in Bezug auf [Fig. 7](#) erläutert.

[0043] Wie in [Fig. 6](#) (?) werden mit einer geringeren Menge erforderlicher Wärme ultraflache Junctions beziehungsweise Diffusionsgebiete und eine verbesserte Aktivierung der Dotierstoffe erreicht.

[0044] Optional kann das Verfahren, wie in [Fig. 7](#) dargestellt, fortgesetzt werden, indem weiterhin das zweite Material **13** implantiert wird, um zusätzliche weitere Dotierstoffimplantationsgebiete **23**, etwa Source/Drain-Implantationsgebiete **25** und/oder Kontaktimplantationsgebiete **26** auszubilden. Wie in [Fig. 5](#) kann für das zweite Material **13** beispielsweise Bor B oder Phosphor P gewählt werden. Vorzugsweise können vor dem Durchführen der Implantation gemäß [Fig. 7](#) Spacer **6** auf entgegengesetzten Seitenwänden des mindestens einen strukturierten Gatesapels **5** ausgebildet werden. Anschließend wird die Implantation durchgeführt, wodurch beispielsweise Source/Drain-Implantationsgebiete **25** und/oder Kontaktimplantationsgebiete **26** ausgebildet werden. Wiederum kann zunächst ein Schritt des Erzeugens von Leerstellen durch vorheriges Im-Plantieren eines nicht-dotierenden Materials **12a** (wie in dem Schritt der [Fig. 4B](#)) durchgeführt werden, bevor das zweite Material in [Fig. 7](#) implantiert wird (das heißt zwischen den Schritten der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#)). Die gemäß [Fig. 7](#) implantierten Atome des zweiten Materials **13** (und/oder das zuvor implantierte nicht-dotierende Material) können wiederum Leerstellen **34** in den jeweiligen Dotierstoffimplantationsgebieten **23**, **25**, **26** erzeugen. Weiterhin können Atome des Substratmaterials, die von ihrer früheren Position in den Dotierstoffimplantationsgebieten verschoben wurden, Zwischengitteratome in einer größeren Substrattiefe erzeugen. Jedoch kann die Implantation in [Fig. 7](#) (und in dem optionalen, vorherigen Schritt des Implantierens des nicht-dotierenden Materials) so durchgeführt werden, dass alle Gitteratome, die durch Verschiebung von Substratmaterialatomen gebildet wurden, innerhalb oder unterhalb der vergrabenen Getterschicht **32**, die das Getter-Material **12** enthält, zu liegen kommen. Die Getterschicht schützt wiederum das aktive Gebiet von solchen Zwischengitteratomen. Weiterhin ist wegen der großen Konzentration von Gitterplatzleerstellen **23** und von Zwischengitteratomen des zweiten Materials **13** innerhalb der neu

gebildeten Dotierstoffimplantationsgebiete **23**; **25**, **26** wieder nur eine sehr geringe Menge an Wärme erforderlich, um die Dotierstoffatome des zweiten Materials **13** an den Leerstellen zu platzieren und dadurch das zweite Material **13** zu aktivieren.

[0045] Die weitere (dritte) thermische Behandlung T ist in [Fig. 8](#) dargestellt. Die thermische Behandlung T kann bei einer Temperatur unterhalb 700 Grad Celsius, beispielsweise bei einer Temperatur zwischen 500 Grad Celsius und 700 Grad Celsius durchgeführt werden. Nach dieser thermischen Behandlung T ist sämtliches zweites Material, das in den Dotierstoffimplantationsgebieten **25**, **26** vorhanden ist, aktiviert (wie schon vorher mit dem zweiten Material **13** in [Fig. 6](#) geschehen). Weiterhin werden keine weiteren Zwischengitteratome im oberen Substratbereich zwischen der ersten Substrattiefe d1 der Getterschicht **32** und der Substratoberfläche angelagert. Stattdessen wurden die meisten Zwischengitteratome **13**, die von End-of-range-Defekten **33** herrühren, bereits in der Getterschicht **32** gegettert oder in einem Substratbereich, der tiefer als die Getterschicht **32** liegt, eingefangen, bevor die Rekristallisierung durch die erste thermische Behandlung erfolgte.

[0046] Dementsprechend können sehr flache bzw. seichte und hoch aktivierte Dotierstoffimplantationsgebiete **23** erreicht werden, ohne dass eine übermäßige Hitzeanwendung erforderlich ist. Beispielsweise wird zum Ausbilden von Kontaktimplantation eine große Menge von Dotierstoffen der Kontaktimplantationsgebiete **26** effizient aktiviert, ohne dass die Notwendigkeit besteht, das Substrat bis über 700 Grad Celsius zu erhitzen. Weiterhin kann, sofern der integrierte Schaltkreis ein Speicherzellenfeld umfasst, ein Final Furnace Anneal (FFA) durch die thermische Behandlung T der [Fig. 6](#) und/oder die thermische Behandlung T der [Fig. 8](#) ersetzt werden, was jede zusätzliche thermische Behandlung zu einem späteren Stadium des Verfahrens erübrigt. Dementsprechend wird die für Bildung der Source/Drain-Implantationsgebiete **25** (HDD; Highly Doped Drain Regents) keine zusätzliche thermische Behandlung erforderlich sein, die ungewollt einen Teil der aktivierten Dotierstoffatome deaktivieren könnte.

[0047] Wie aus den hier offenbarten Ausführungsformen ersichtlich wird, wird ein sehr effektives Engineering von Dotierstoffprofilen und Defektverteilungen erreicht. Insbesondere werden End-of-range-Defekte sowie Gitteratome von einem oberen Substratbereich, der zwischen der vergrabenen Getterschicht **32** und der Substratoberfläche **1a** angeordnet ist, ferngehalten. Weiterhin werden auf einfache Weise hochaktivierte Dotierstoffimplantationsgebiete **23** ausgebildet, die keine Zwischengitteratome oberhalb der Getterschicht **32** erzeugen. Entsprechend dem großen Gehalt an aktivierten Dotierstoffatomen des zweiten Materials **13** werden steilere Flanken eines

Dotierstoffprofils des zweiten Materials **13** erreicht. Dementsprechend wird ein großer Anteil von supersaturierten beziehungsweise übersättigten Dotierstoffatomen des zweiten Materials **13** innerhalb der flachen Dotierstoffimplantationsgebiete **23** auf einfache Weise durch die in den Dotierstoffgebieten **23** erzeugten Leerstellen aktiviert. Es gibt keine in den Raumladungszonen um die Dotierstoffimplantationsgebiete **23** herum erzeugten Defekte. Insbesondere werden, sofern ein Transistor an dem strukturierten Gatestapel **5** ausgebildet wird, Leckströme beträchtlich verringert und die Transient Enhancing Diffusion (TED) unterdrückt.

[0048] Der rekristallisierte Substratbereich bleibt frei von End-of-range-Defekten und Zwischengitteratomen und die vergrabene Getterschicht **32** schützt und trennt den Substratbereich oberhalb der vergrabenen Getterschicht von End-of-range-Defekten.

[0049] Selbstverständlich kann die Reihenfolge der Maßnahmen zur Durchführung des Verfahrens verändert werden. Beispielsweise kann die Reihenfolge des Implantierens des zweiten Materials **13**, des Implantierens des Getter-Materials **12** und der Durchführung des thermischen Rekristallisierens in beliebiger Weise vertauscht werden. Beispielsweise kann das zweite Material **13** nach der thermischen Behandlung implantiert werden, optional gefolgt durch eine weitere thermische Behandlung.

[0050] Weiterhin kann das Getter-Material vor dem Implantieren des ersten Materials, das die Amorphisierung bewirkt, implantiert werden. Die thermische Behandlung und das Implantieren des zweiten Materials können in beliebiger zeitlicher Reihenfolge aufeinander folgen.

[0051] Weiterhin können die Ausbildung des Gatestapels und das Implantieren des Getter-Materials zuerst, vor dem Amorphisieren durchgeführt werden. Die thermische Behandlung und das Implantieren des zweiten Materials können in beliebiger Reihenfolge aufeinander folgen.

[0052] Diese und andere Beispiele der Ausführungsform hinsichtlich der zeitlichen Reihenfolge der Verfahrensschritte sind in den beigefügten Ansprüchen beansprucht.

[0053] Die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) zeigen eine Ausführungsform des Implantierens des zweiten Materials, welches beispielsweise zumindest eines von einem p-Dotierstoff p und einem n-Dotierstoff n, etwa Bor und Phosphor enthalten kann. An jedem strukturierten Gatestapel auf dem Substrat kann durch das Implantieren des zweiten Materials **13** ein Transistor ausgebildet werden.

[0054] An dem jeweiligen Gatestapel auszubilden-

den Transistor können Dotierstoffimplantationsgebiete **23** auf beiden entgegengesetzten Seiten des jeweiligen strukturierten Gatestapels **5** vorgesehen sein.

[0055] Wie in den [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) dargestellt, können mindestens zwei strukturierte Gatestapel (oder, im Allgemeinen, eine Vielzahl von ersten Gatestapeln und eine weitere Vielzahl von zweiten Gatestapeln) auf dem Substrat ausgebildet werden, um einen CMOS-Schaltkreis zu erhalten, beispielsweise für einen Logikbereich, wobei das Halbleiterbauteil **1** einen ersten Substratbereich **40** und einen zweiten Substratbereich **50** umfasst, die jeweils mindestens einen jeweiligen Gatestapel tragen. Für jede Art von Dotierstoffimplantationsgebiet **23**, das zu implantieren ist (etwa Source/Drain-Implantationsgebiete **25**, Kontaktimplantationsgebiete **26**, LDD-Gebiete **24** oder Pocket-Implantationsgebiete **24a**; siehe [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#)) können zwei jeweilige Implantationsschritte durchgeführt werden, wobei jeder Implantationsschritt Dotierstoffe in einem jeweiligen (ersten oder zweiten) Substratbereich **40** oder **50** implantiert und wobei beide jeweilige Implantationsschritte gemeinsam einen Schritt des Implantierens des zweiten Materials in das Substrat ergeben. Das zweite Material enthält dementsprechend sowohl einen p-Dotierstoff p und einen n-Dotierstoff n, wie beispielsweise Bor und Phosphor, wobei auf jedem der beiden Substratbereiche **40**, **50** eine der beiden Dotierstoffarten implantiert wird.

[0056] Dementsprechend enthält das zweite Material **13** sowohl den implantierten p-Dotierstoff p und den implantierten n-Dotierstoff n. Dadurch kann ein integrierter CMOS-Schaltkreis gebildet werden.

[0057] Beispielsweise kann, wie in [Fig. 9A](#) dargestellt, in dem ersten Substratbereich **40** eine Maske M auf dem ersten Substratbereich **40** gebildet werden, bevor entweder der p-Dotierstoff oder der n-Dotierstoff in den zweiten Substratflächenbereich **50**, der von dem ersten Substratflächenbereich **50** verschieden ist, implantiert wird. In dem Beispiel der [Fig. 9A](#) wird beispielsweise ein p-Dotierstoff in den zweiten Substratbereich **50** implantiert. Beispielsweise können p-dotierte Source/Drain-Gebiete eines p-MOSFET implantiert oder auf andere Weise eingebracht werden. Anschließend kann die Maske M von dem ersten Substratflächenbereich **40** entfernt werden.

[0058] Wie in [Fig. 9B](#) dargestellt, wird nach dem Entfernen der Maske M von dem ersten Substratbereich **40** eine weitere Maske M' auf dem zweiten Substratbereich **50** ausgebildet und der jeweils andere Dotierstoff (p-Dotierstoff oder n-Dotierstoff) in die ersten Substratbereiche **40** implantiert. In dem Beispiel der [Fig. 9B](#) wird beispielsweise ein n-Dotierstoff in dem ersten Substratbereich **40** implantiert. Beispiels-

weise können n-dotierte Source/Drain-Gebiete als n-MOSFET implantiert oder auf andere Weise eingebracht werden. Schließlich kann die weitere Maske M' von dem zweiten Oberflächenbereichen **50** entfernt werden.

[0059] In dieser Weise kann jede Art von Dotierstoffimplantationsgebieten **23** in beiden Substratbereichen **40, 50** ausgebildet werden und kann somit Dotierstoffe beiderlei Dotierstofftyps umfassen, wobei jeder Typ in jeweils einen (den ersten oder den zweiten Substratbereich **40, 50**) implantiert wird. Dadurch kann ein CMOS-Schaltkreis hergestellt werden.

Bezugszeichenliste

1	Substrat
1a	Substratoberfläche
2	Gateoxidschicht
3	leitfähige Gateschicht
4	Gateisolationsschicht
5	strukturierter Gatestapel
6	Spacer
8	amorphes Substratmaterial
9	kristallines Substratmaterial
10	integrierter Schaltkreis
11	erstes Material
12	Getter-Material
12a	nicht-dotierendes Material
13	zweites Material
21	amorpher Substratbereich
22	Getter-Bereich
23	Dotierstoffimplantationsgebiet
24	LDD-Gebiet
24a	Pocket-Implantationsgebiet
25	Source/Drain-Implantationsgebiet
26	Kontaktimplantationsgebiet
28	Speicherzellenfeld
29	logischer Schaltkreis
30, 30'	Transistor
32	vergrabene Getterschicht
33	End-of-range-Defekt
34	Leerstelle
35	Zwischengitteratom
40	erster Substratflächenbereich
50	zweiter Substratflächenbereich
C	Konzentration
C0	maximale Konzentration
Cm	minimale Konzentration
D	Abstand
d	Tiefe
d0	Amorphisierungstiefe
d1	erste Substrattiefe
d2	zweite Substrattiefe
d3	dritte Substrattiefe
d4	vierte Substrattiefe
d5	fünfte Substrattiefe

d6	sechste Substrattiefe
M	Maske
M'	weitere Maske
T	thermische Behandlung
w	Breite
x	laterale Richtung
z	vertikale Richtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines integrierten Schaltkreises (**10**), wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- Ausbilden zumindest eines strukturierten Gatestapels (**5**) auf einem Substrat (**1**), das eine Substratoberfläche (**1a**) aufweist,
- Ausbilden eines amorphen Substratbereichs (**21**) in dem Substrat (**1**) durch Implantieren eines ersten Materials (**11**) in das Substrat (**1**),
- Implantieren eines Getter-Materials (**12**) zur Ausbildung eines Getter-Bereichs (**22**) innerhalb des amorphen Substratbereichs (**21**) und
- Kristallisieren des amorphen Substratbereichs (**21**) durch eine thermische Behandlung und Ausbilden von Dotierstoffimplantationsgebieten (**23**), die von der Substratoberfläche (**1a**) aus in das Substrat (**1**) hineinreichen, durch Implantieren eines zweiten Materials (**13**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der amorphe Substratbereich (**21**) sich von der Substratoberfläche (**1a**) aus bis zu einer Amorphisierungstiefe (**d0**) in dem Substrat erstreckt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Implantieren des zweiten Materials (**13**) ein nicht-dotierendes Material (**12a**) implantiert wird, wodurch Fehlstellen in Substratbereichen, in denen die Dotierstoffimplantationsgebiete (**23**) auszubilden sind, ausgebildet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Getter-Bereich (**22**) tiefer in dem Substrat (**1**) angeordnet ist als eine erste Substrattiefe (**d1**), wobei die erste Substrattiefe (**d1**) größer ist als das Doppelte einer Breite (**w**) des strukturierten Gatestapels (**5**).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Getter-Bereich (**22**) zwischen einer ersten Substrattiefe (**d1**) und einer zweiten Substrattiefe (**d2**) angeordnet ist, wobei die zweite Substrattiefe (**d2**) kleiner ist als die Amorphisierungstiefe (**d0**) des amorphen Substratbereichs (**21**).

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Substratmaterial in einem Gebiet, das in einer lateral zentrierten Position unterhalb des strukturierten Gatestapels (**5**) angeordnet ist, zumin-

dest in einer Tiefe, die annähernd der zweiten Substrattiefe (d2) entspricht, jedoch kleiner als diese ist, durch das Implantieren des ersten Materials (11) amorphisiert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material (1) mindestens eines der Materialien Germanium, Silizium, Argon, Krypton, Xenon oder ein anderes Material, welches keine n-dotierten oder p-dotierten Gebiete in dem Substrat erzeugt, umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Getter-Bereich (22), der das Getter-Material (12) enthält, eine vergrabene Schicht bildet, die sich in lateraler Richtung ohne Unterbrechung unterhalb des strukturierten Gastapels (5) erstreckt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 8, dadurch gekennzeichnet, dass die vergrabene Schicht seitlich außerhalb des strukturierten Gastapels (5) eine maximale Konzentration (C0) des Getter-Materials (12) enthält und in einem zentrierten Bereich, der unterhalb des strukturierten Gastapels (5) vorbeiführt, eine Konzentration (C) des Getter-Materials (12) enthält, die kleiner ist als die maximale Konzentration (C0), aber größer als Null ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass amorphisiertes Substratmaterial (8) durch die thermische Behandlung in kristallines Substratmaterial (9) rekristallisiert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Konzentration (C0) des Getter-Materials (12) so gewählt wird, dass das Getter-Material (12) vollständig in dem rekristallisierten Substratmaterial (9) löslich ist, wobei die maximale Konzentration (C0) vorzugsweise kleiner ist als drei Gewichtsprozent des Substratmaterials.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Konzentration (C0) des Getter-Materials (12) zwischen $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ und $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$, vorzugsweise zwischen einmal $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ und $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ gewählt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Getter-Material (12) Kohlenstoff implantiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Getter-Material (12) Sauerstoff oder Fluor implantiert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material (13) in das amorphisierte Substratmaterial (8) implantiert wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material (13) in das Substratmaterial implantiert wird, nachdem das Substratmaterial durch eine erste thermische Behandlung rekristallisiert wird und/oder nachdem ein nicht-dotierendes Material (12a), das Fehlstellen in dem Substratmaterial erzeugt, implantiert wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausbilden der Dotierstoffimplantationsgebiete (23) das Ausbilden von Source/Drain-Implantationsgebieten (25), Kontaktimplantationsgebieten (26), LDD-Gebieten (24) und/oder Pocket-Implantationsgebieten (24a) auf entgegengesetzten Seiten des zumindest einen strukturierten Gastapels (5) umfasst.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material (13) einen p-Dotierstoff (p) und/oder einen n-Dotierstoff (n) enthält.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material (13) zum Ausbilden eines integrierten CMOS-Schaltkreis sowohl den p-Dotierstoff (p) als auch den n-Dotierstoff (n) umfasst, wobei das Implantieren des zweiten Materials (13) Folgendes umfasst:

- Bereitstellen einer Maske (M) auf ersten Substratflächenbereichen (40) und Implantieren entweder des p-Dotierstoffs oder des n-Dotierstoffs in zweite Substratflächenbereiche (50), die von den ersten Substratflächenbereichen (40) verschieden sind, und Entfernen der Maske (M) von den ersten Substratflächenbereichen (40), und
- Bereitstellen einer weiteren Maske (M') auf den zweiten Substratflächenbereich (50) und Implantieren des jeweils anderen Dotierstoffs des p-Dotierstoffs oder des n-Dotierstoffs in die ersten Substratflächenbereiche (40).

20. Integrierter Schaltkreis (10) mit:
- einem Substrat (1), das eine Substratoberfläche (8) besitzt und ein Substratmaterial (9) enthält,
 - mindestens einem strukturierten Gastapel (5),
 - einer vergrabenen Getterschicht (32), die in dem Substrat in einer Tiefe unterhalb der Substratoberfläche (1a) angeordnet ist und unterhalb des strukturierten Gastapels (5) verläuft,
 - Dotierstoffimplantationsgebieten (23), die in dem Substrat (1) auf entgegengesetzten Seiten des zumindest einen strukturierten Gastapels (5) angeordnet sind, wobei die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) von der Substratoberfläche (1a) in das Substrat (1) hineinreichen,
 - wobei die vergrabene Getterschicht (32) ein in dem Substratmaterial angeordnetes Getter-Material (12) enthält und
 - wobei die Getterschicht (32) sich in lateraler Rich-

tung kontinuierlich unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) erstreckt.

21. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration (C) des Getter-Materials (12) in der Getterschicht (32) in lateraler Richtung ein lokales Minimum (C_m) in einer zentrierten Position unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) aufweist.

22. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration des Getter-Materials (12) an dem lokalen Minimum (C_m) größer als Null ist.

23. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Getter-Material (12) Kohlenstoff ist.

24. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Getter-Material (12) Sauerstoff oder Fluor ist.

25. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Getterschicht 32 seitlich außerhalb des strukturierten Gatestapels (5) eine maximale Konzentration (C₀) des Getter-Materials (12) enthält, die zwischen $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ und $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$, vorzugsweise zwischen $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ und $5 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ beträgt.

26. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Getterschicht (32) in einem Abstand (D) von der Substratoberfläche angeordnet ist, der größer ist als das Doppelte der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5), aber kleiner als das sechsfache der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5).

27. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) ein erstes Material (11) zwischen der Substratoberfläche (1a) und der Getterschicht (32) enthält, wobei das Getter-Material (12) der Getterschicht (32) von dem Substratmaterial (9) und von dem ersten Material (11) verschieden ist.

28. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material (11) mindestens eines der Materialien Germanium, Silizium, Argon, Krypton, Xenon oder eines anderen Materials, das in das Substrat implantierbar ist, ohne n-dotierte oder p-dotierte Bereich zu erzeugen, umfasst.

29. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) Source/Drain-Implantationsgebiete (25), Kontaktimplantationsgebiete (26), LDD-Gebiete (24) und/oder Po-

cket-Implantationsgebiete (24a) umfassen.

30. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) von der Substratoberfläche (1a) bis zu einer Tiefe (d₃) in das Substrat (1) hineinreichen, die kleiner ist als die Tiefe (D) der vergrabenen Getterschicht (32).

31. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Getterschicht (32) das Substratmaterial (9), das zwischen der Substratoberfläche (1a) und der Getterschicht (32) angeordnet ist, von End-of-range-Defekten trennt.

32. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 20 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) zumindest einen an dem mindestens einen strukturierten Gatestapel (5) ausgebildeten Transistor (30; 30') aufweist.

33. Verfahren zur Herstellung eines integrierten Schaltkreises (10) wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

– Ausbilden mindestens eines strukturierten Gatestapels (5) auf einem Substrat (1), das eine Substratoberfläche (1a) aufweist

– Implantieren eines ersten Materials (11) in das Substrat (1) zum Ausbilden eines amorphen Substratbereichs (21) und Implantieren eines Getter-Materials (12) zum Ausbilden eines Getter-Bereichs (22) innerhalb des amorphen Substratbereichs (22) und

– Implantieren eines zweiten Materials (13) zum Ausbilden von Dotierstoffimplantationsgebieten (23), die von der Substratoberfläche (1a) in das Substrat (1) hineinreichen, und Anwenden einer thermischen Behandlung zum Rekristallisieren des Substratmaterials und/oder zum Aktivieren des zweiten Materials (13) in den Dotierstoffimplantationsgebieten (23).

34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) bis zu einer Amorphisierungstiefe (d₀) amorphisiert wird, die größer ist als die Tiefe des Getter-Bereichs (22), und dass das Getter-Material (12) Kohlenstoff, Sauerstoff und/oder Fluor umfasst.

35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass der amorphe Substratbereich (21) durch eine thermische Behandlung vor dem Implantieren des zweiten Materials (13) rekristallisiert wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Rekristallisieren des amorphen Substratbereichs, bevor das zweite Material (13) implantiert wird, ein nicht-dotierendes Material (12a) in das Substrat implantiert wird.

37. Verfahren zur Herstellung eines integrierten Schaltkreises (10), wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- Ausbilden mindestens eines strukturierten Gatestapels (5) auf einem Substrat (1) und Ausbilden eines Getter-Bereichs (22) in dem Substrat (1) durch Implantieren eines Getter-Materials (12),
- Ausbilden eines amorphen Substratbereichs (21) in dem Substrat (1) durch Implantieren eines ersten Materials (11) in das Substrat (1), wodurch der Getter-Bereich (22) amorphisiert wird, und
- Ausbilden von Dotierstoffimplantationsgebieten (23), die von der Substratoberfläche (1a) in das Substrat (1) hineinreichen, durch Implantieren eines zweiten Materials (13) und Durchführen zumindest einer thermischen Behandlung.

38. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material (13) zwischen einer ersten thermischen Behandlung und einer weiteren, zweiten thermischen Behandlung implantiert wird.

39. Integrierter Schaltkreis (10) mit:

- zumindest einem strukturierten Gatestapel (5), der auf einem Substrat (1) angeordnet ist,
- einer vergrabenen Getterschicht (32), die in dem Substrat (1) in einem Abstand (D) unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) vorbeiführt,
- Dotierstoffimplantationsgebieten (23; 24, 24a, 25, 26), die in dem Substrat (1) auf entgegengesetzten Seiten des strukturierten Gatestapels (5) angeordnet sind, wobei die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) benachbart zu einer Substratoberfläche (1a), die den strukturierten Gatestapel (5) trägt, angeordnet sind, und
- einer vergrabenen Getterschicht (32), die ein Getter-Material (12) enthält, wobei die Konzentration des Getter-Materials (12) in lateraler Richtung ein lokales Minimum (Cm) aufweist, das in einer lateral zentrierten Position unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) angeordnet ist, wobei die Konzentration des Getter-Materials (12) an dem lokalen Minimum (Cm) größer als Null ist.

40. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Getter-Material (12) Kohlenstoff, Sauerstoff oder Fluor ist.

41. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Getterschicht (32) in einem Abstand (D) von der Substratoberfläche angeordnet ist, der größer ist als das Doppelte der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5), aber kleiner als das Sechsfache der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5).

42. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 39 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) ein erstes Material (11), vorzugswei-

se Germanium, Argon, Krypton oder Xenon, in einer Substrattiefe zwischen der Substratoberfläche (1a) und der Getterschicht (32) enthält.

43. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) Source/Drain-Implantationsgebiete (25), LDD-Gebiete (24), Pocket-Implantationsgebiete (24a) und/oder Kontaktimplantationsgebiete (26) umfassen.

44. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 39 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) mindestens einen an dem strukturierten Gatestapel (5) ausgebildeten Transistor (30) aufweist, wobei der Transistor (30) ein Transistor eines Logikschaltkreises oder eines CMOS-Bauteils ist.

45. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass der Logikschaltkreis ein Peripheriegebiet einer flüchtigen oder nicht-flüchtigen Speichervorrichtung ist.

46. Integrierter Schaltkreis (10) mit:

- einem Substrat (1), das eine Substratoberfläche (1a) aufweist und ein Substratmaterial (9) enthält,
- mindestens einem strukturierten Gatestapel (5), der eine Breite (w) in lateraler Richtung parallel zur Substratoberfläche (1a) besitzt,
- einer vergrabenen Getterschicht (32), die in dem Substrat (1) in einem Abstand (D) von der Substratoberfläche (1a) angeordnet ist und unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) vorbeiführt,
- Dotierstoffimplantationsgebieten (23; 24, 24a, 25, 26), die in Substraten (1) auf entgegengesetzten Seiten des zumindest einem strukturierten Gatestapels (5) angeordnet sind,
- wobei der Abstand (D) der vergrabenen Getterschicht (32) von der Substratoberfläche (1a), in Richtung senkrecht zur Substratoberfläche (1a), größer ist als die Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5) in lateraler Richtung.

47. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (D) der vergrabenen Getterschicht (32) von der Substratoberfläche (1a) zwischen dem anderthalbfachen und dem sechsfachen der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5), vorzugsweise zwischen dem doppelten und dem vierfachen der Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5) liegt.

48. Integrierter Schaltkreis nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, dass der strukturierte Gatestapel (5) in vertikaler Richtung (z) eine Ausdehnung zwischen dem 0,2-fachen und dem 1,2-fachen des Abstandes (D) der vergrabenen Getterschicht (32) von der Substratoberfläche (1a) besitzt.

49. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 46 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag der Ausdehnung des strukturierten Gatestapels (5) in vertikaler Richtung (z), im Verhältnis zur Breite (w) des strukturierten Gatestapels (5), ein Abmessungsverhältnis vorgibt, wobei das Abmessungsverhältnis zwischen 1 und 4, vorzugsweise zwischen 1,5 und 2,5 beträgt.

50. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 46 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass der strukturierte Gatestapel (5) eine leitfähige Gate-schicht (3) und/oder eine Gateisolationsschicht (4) aufweist.

51. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 46 bis 50, dadurch gekennzeichnet, dass die vergrabene Getterschicht (32) ein in dem Substrat angeordnetes Getter-Material (12) enthält, wobei das Getter-Material (12) tiefer als die Dotierstoffimplantationsgebiete (23) in dem Substrat angeordnet ist.

52. Integrierter Schaltkreis nach einem der Ansprüche 46 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration des Getter-Materials (12) in lateraler Richtung ein lokales Minimum (C_m) aufweist, das in einer lateral zentrierten Position unterhalb des strukturierten Gatestapels (5) angeordnet ist, wobei die Konzentration des Getter-Materials (12) an dem lokalen Minimum (C_m) größer als Null ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

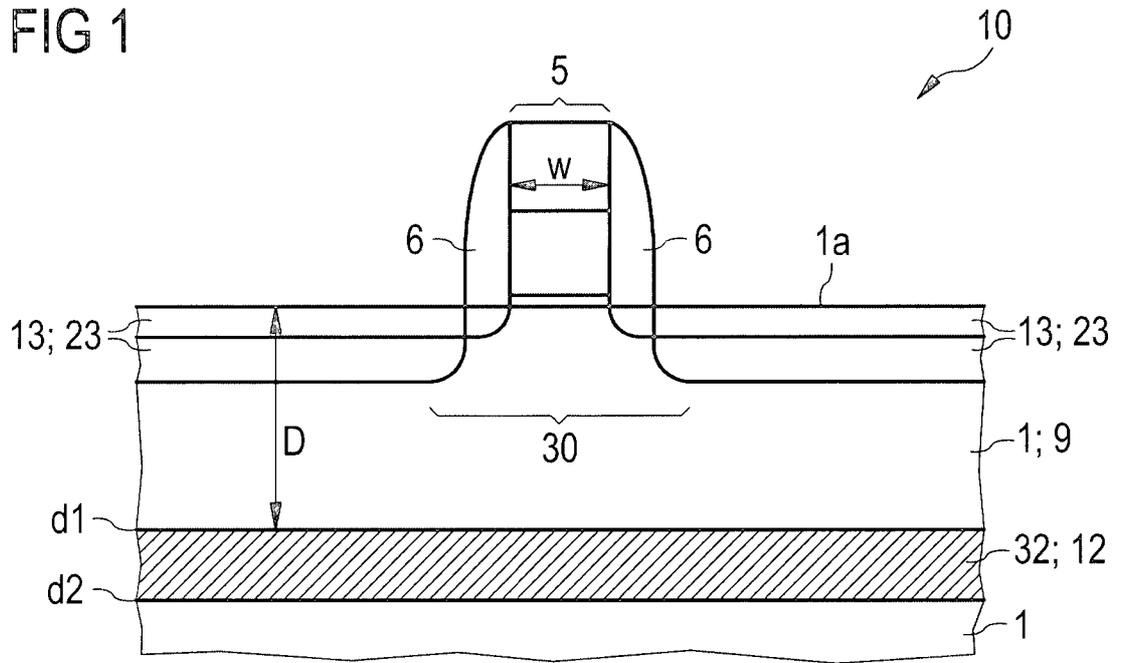


FIG 1A

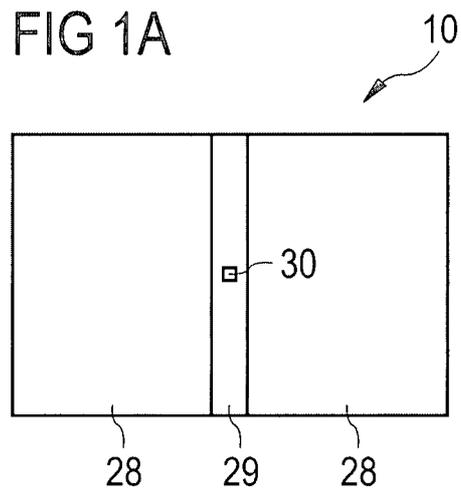


FIG 2

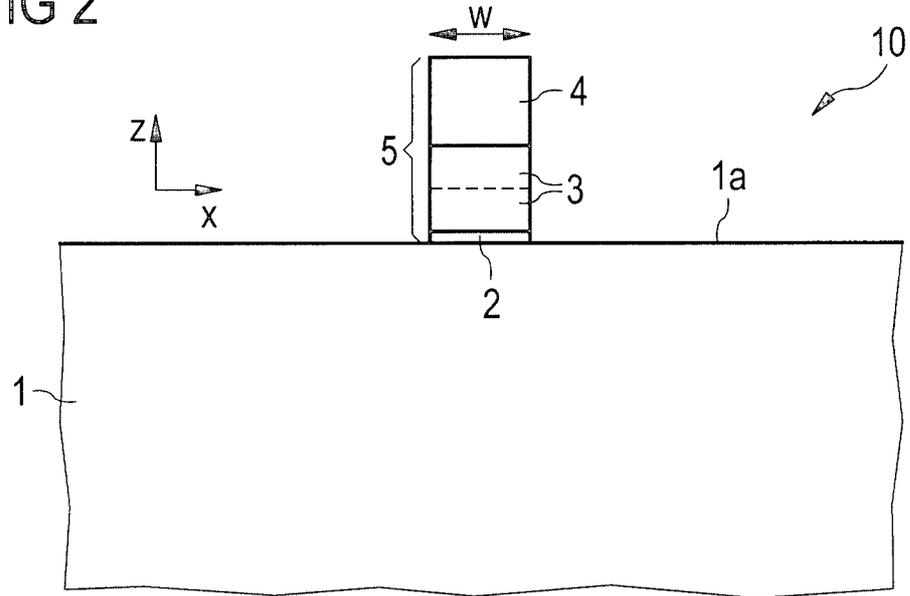


FIG 3

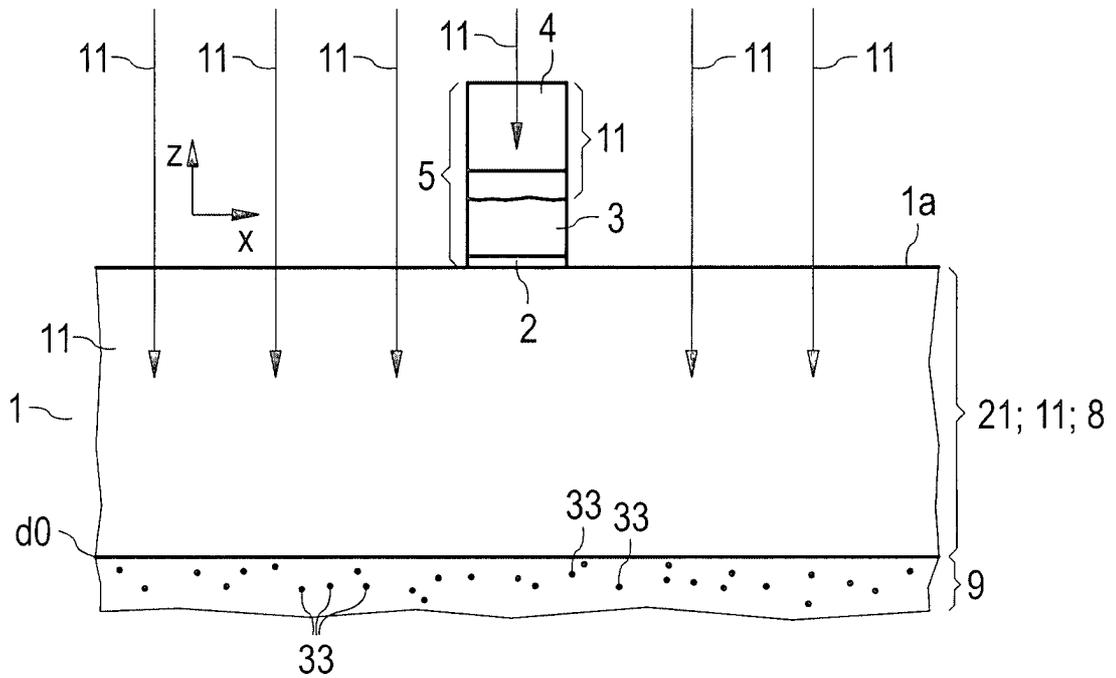


FIG 4

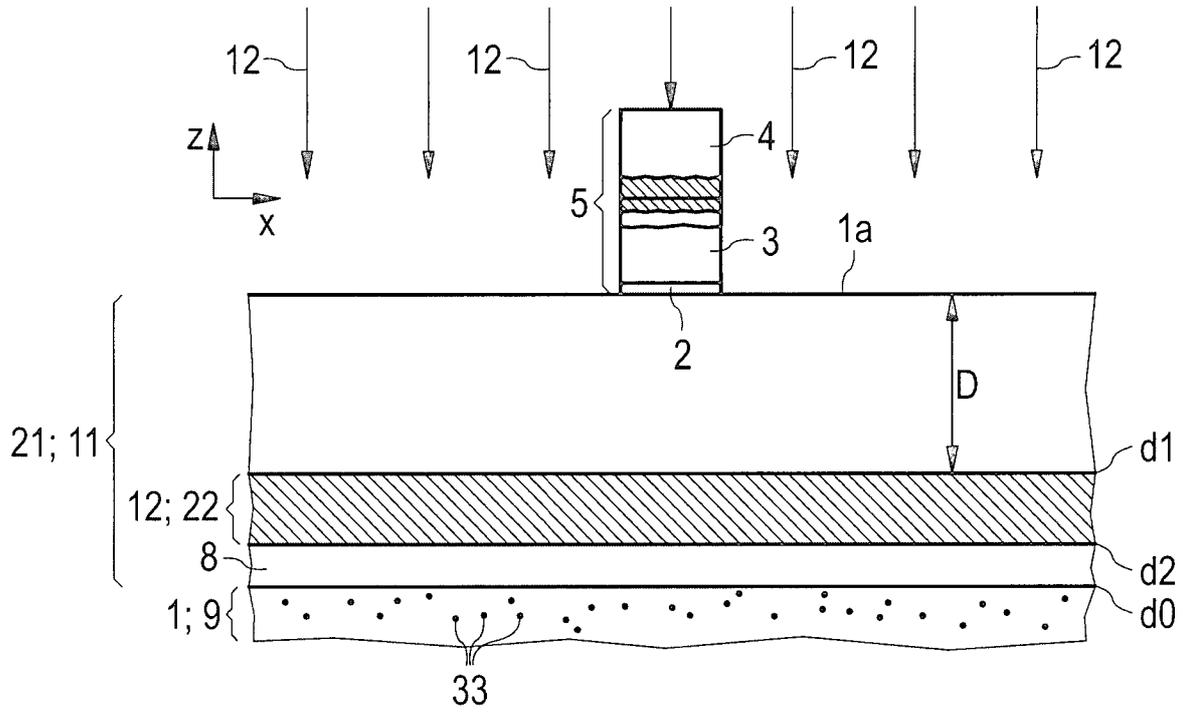


FIG 4A

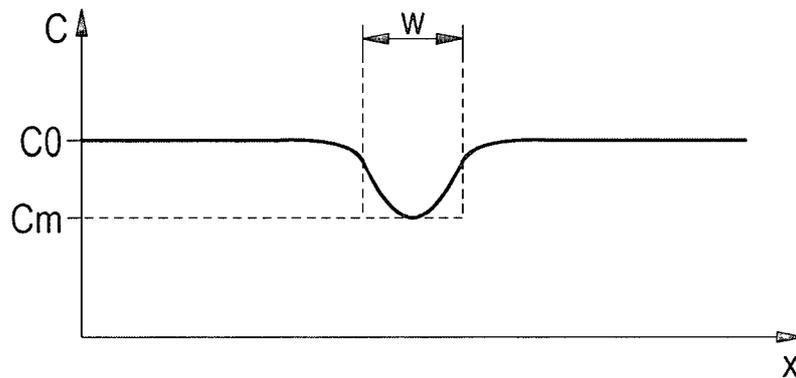


FIG 4B

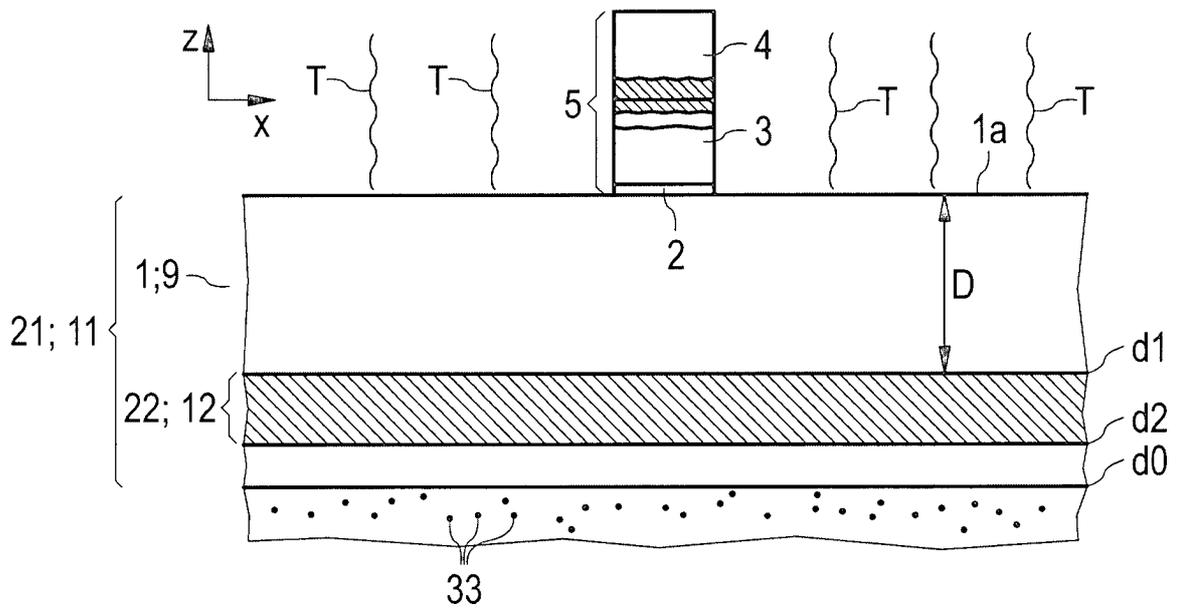


FIG 5

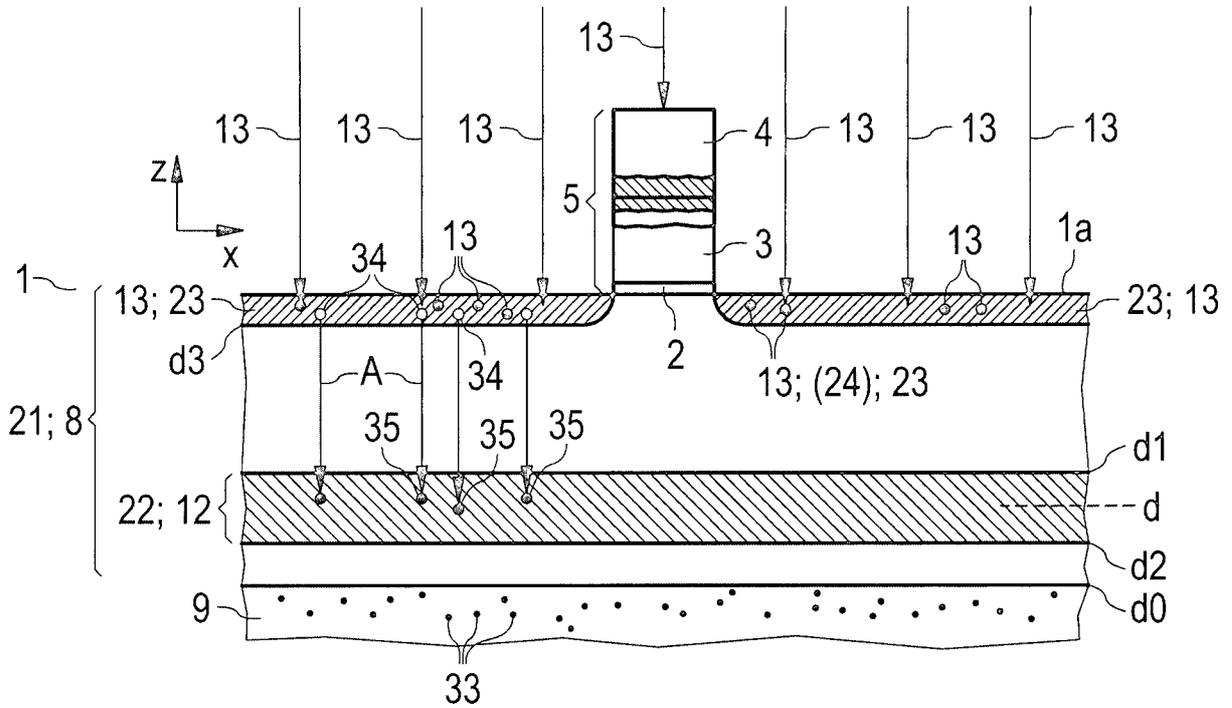


FIG 6

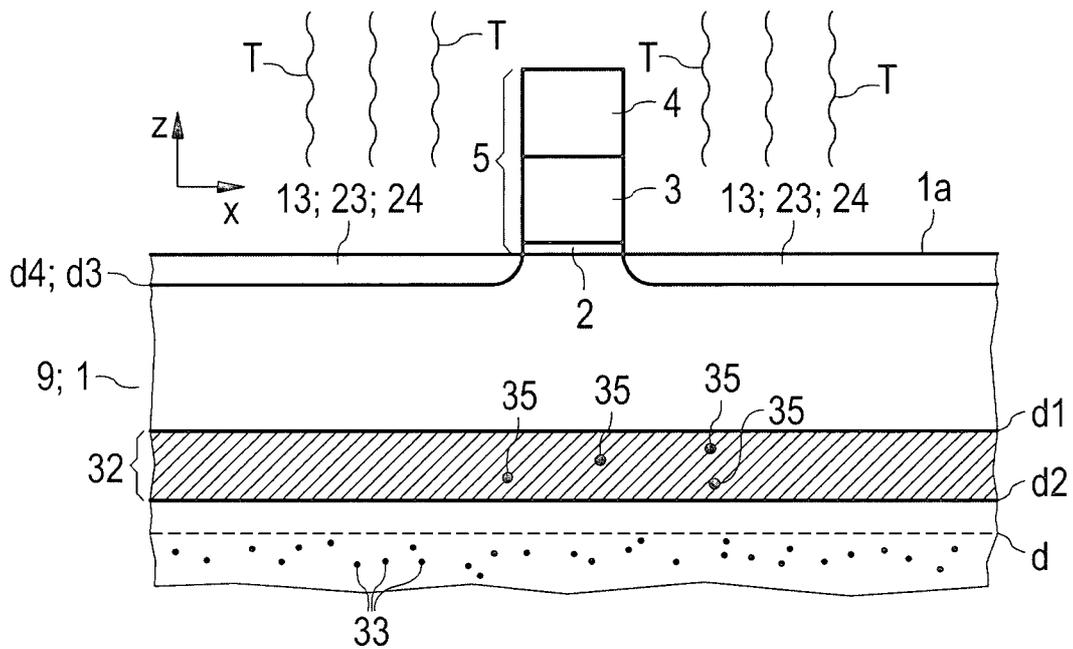


FIG 7

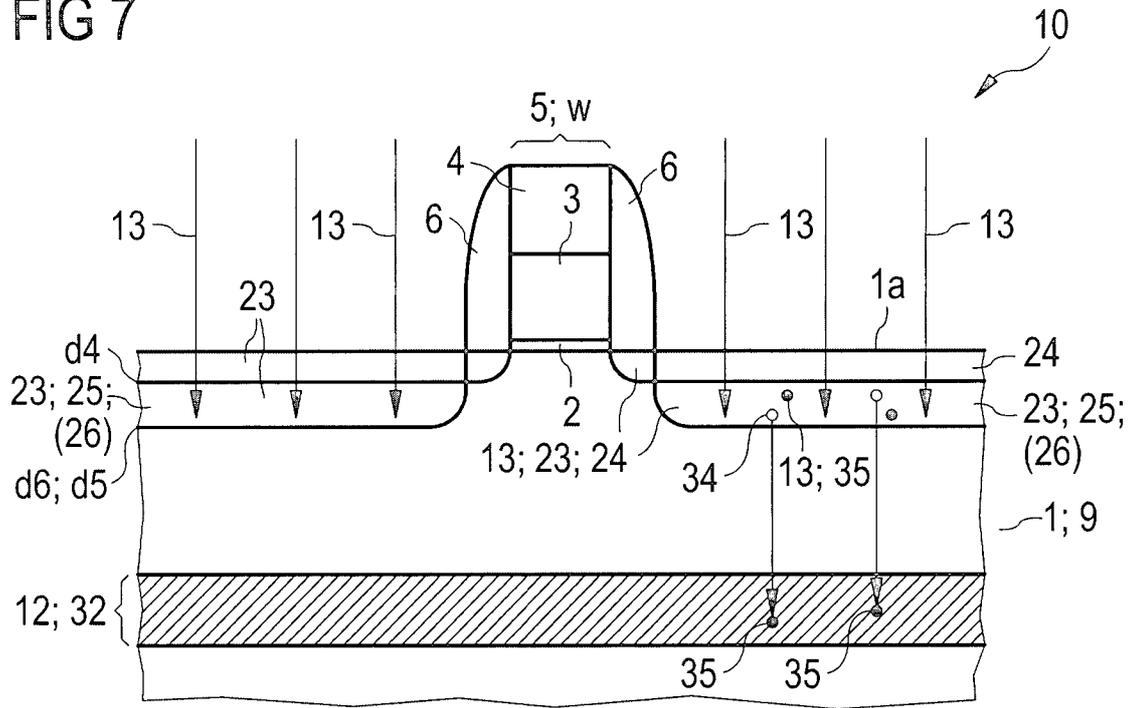


FIG 8

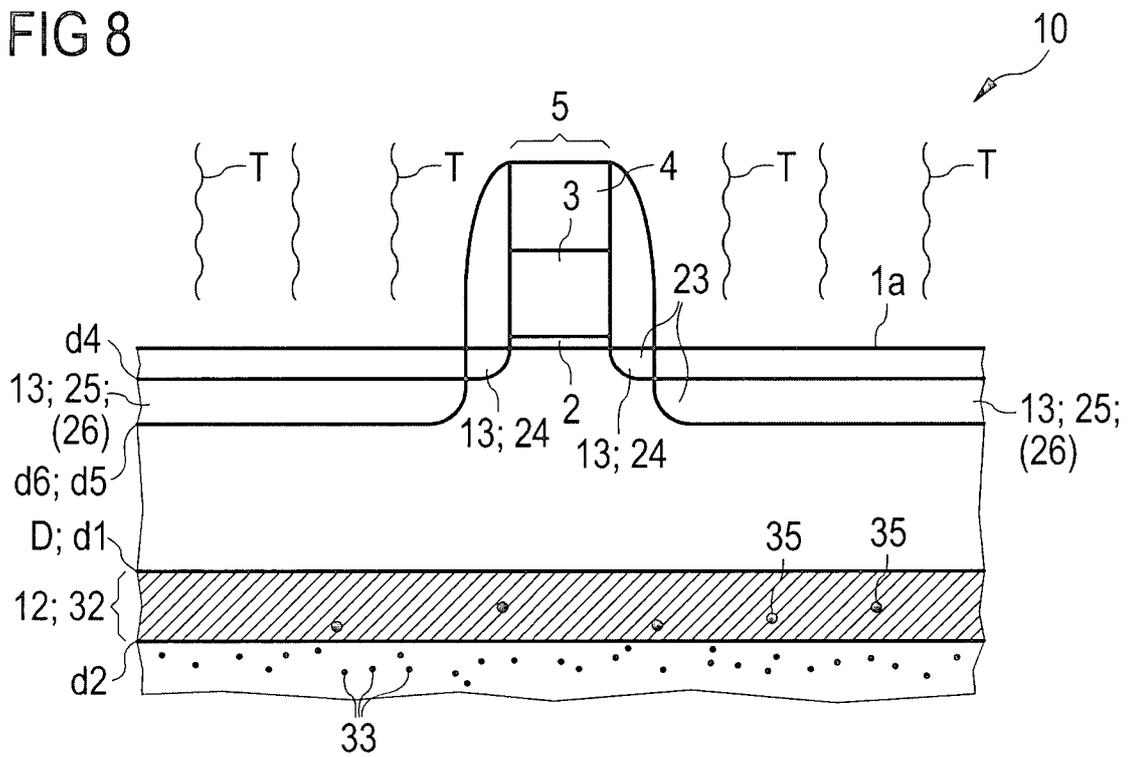


FIG 9A

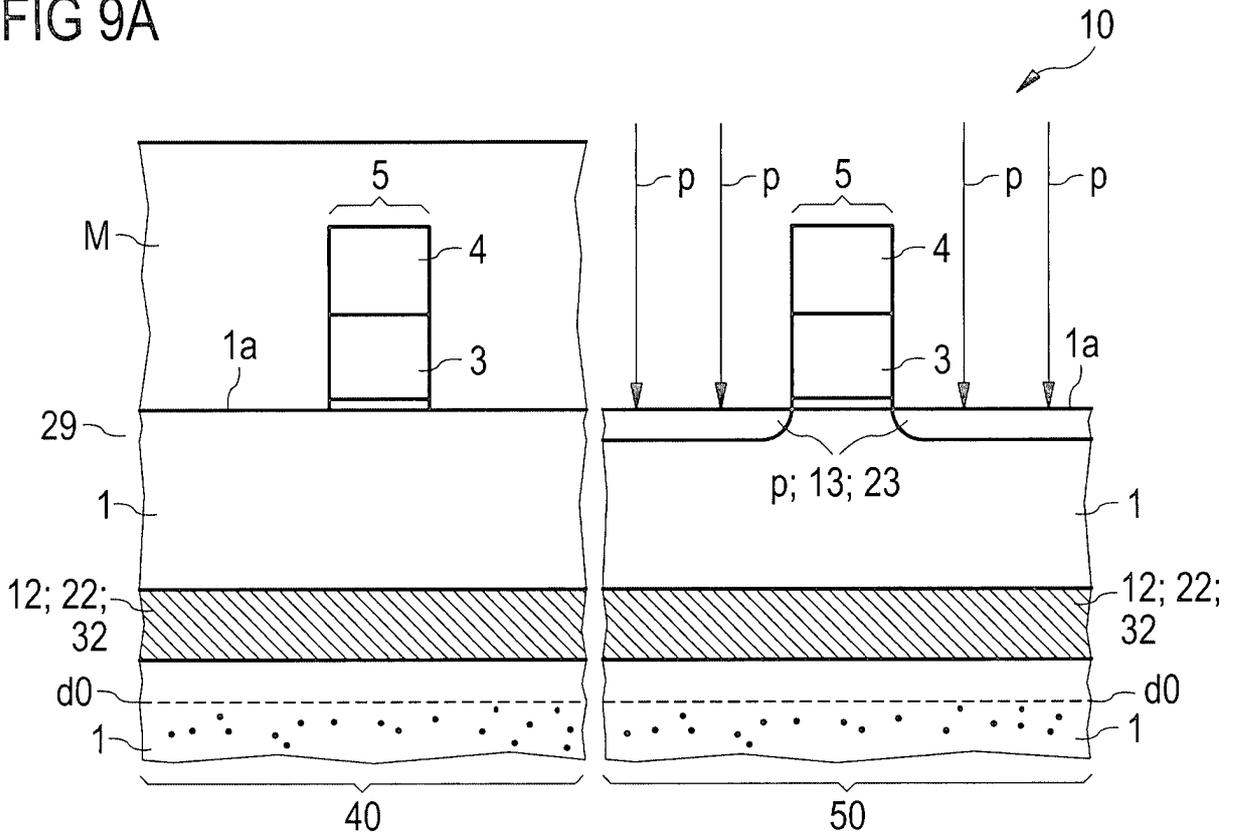


FIG 9B

