

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. März 2004 (04.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/019133 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G03F 7/20**

Stefan [DE/DE]; Hoyerswerdaer Str. 29, 01099 Dresden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002471

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Juli 2003 (22.07.2003)

(74) **Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
102 37 508.9 16. August 2002 (16.08.2002) DE

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

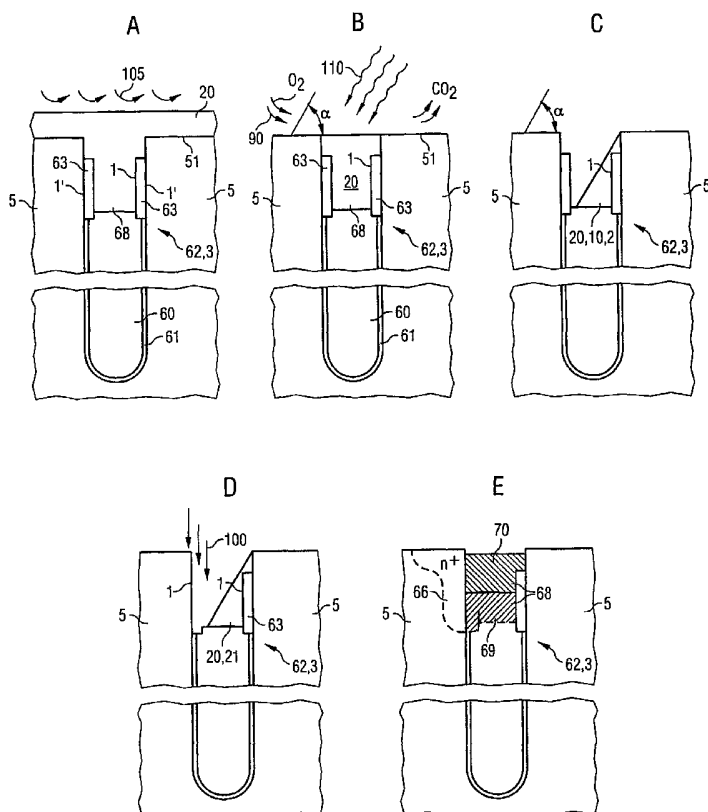
(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): MOLL, Peter** [DE/DE]; Nordstr. 22b, 01099 Dresden (DE). **TEGEN,**

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD FOR FORMING A MASKING LAYER ON A SUBSTRATE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM BILDEN EINER MASKIERSCHICHT AUF EINEM SUBSTRAT



(57) **Abstract:** Disclosed is a method for forming a masking layer on a substrate (5) comprising a structural element (3, 62) which is provided with at least one sidewall (1), is used for masking a physical or chemical process (100), and is formed in a raised or recessed manner on or in the substrate (5). The inventive method comprises the following steps: the substrate (5) is provided with a surface and said structural element (3, 62); a layer (20) of a material that is chemically transformable under the influence of light, e.g. amorphous carbon, is deposited on the substrate (5) such that the structural element (3, 62) is substantially covered by said material; a first light source is adjusted relative to the substrate such that a light beam (110) which is generated by means of said light source hits the surface of the substrate (5) at an oblique first angle (?) that is different from 90 degrees; the layer (20) is exposed for a first time by means of the adjusted light source such that a portion (21) of the layer, which is located on the first sidewall (1) that lies opposite the light source, remains unexposed in a shaded area of the structural element (3, 62); the exposed layer (20) that lies outside the shaded area is removed such that the unexposed portion (21) of the layer (20) remains as a masking layer (10); the subsequent physical or chemical process (100) is carried out.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



---

**(57) Zusammenfassung:** Ein Verfahren zum Bilden einer Maskierschicht auf einem Substrat (5) mit einem wenigstens eine Seitenwand (1) umfassenden Strukturelement (3, 62) zur Maskierung eines physikalischen oder chemischen Prozesses (100), wobei das Strukturelement (3, 62) erhaben auf oder vertieft in dem Substrat (5) gebildet ist, umfaßt die Schritte: Bereitstellen des Substrats (5) mit einer Oberfläche und dem Strukturelement (3, 62), Abscheiden einer Schicht (20) eines unter Lichteinfluß chemisch umwandelbaren Materials, beispielsweise amorphen Kohlenstoffs, auf das Substrat (5), so daß das Strukturelement (3, 62) von dem Material im wesentlichen bedeckt ist, Einstellen einer ersten Lichtquelle relativ zum Substrat, so daß ein durch die Lichtquelle erzeugter Lichtstrahl (110) unter einem schrägen ersten Winkel ( $\alpha$ ) auf die Oberfläche des Substrats (5) trifft, welcher von 90 Grad verschieden ist, Erstes Belichten der Schicht (20) mittels der eingestellten Lichtquelle, so daß ein Teil (21) der Schicht an der von der Lichtquelle abgewandten ersten Seitenwand (1) in einem Schattenbereich des Strukturelementes (3, 62) unbelichtet bleibt, Entfernen der belichteten Schicht (20) außerhalb des Schattenbereiches, so daß der unbelichtete Teil (21) der Schicht (20) als Maskierschicht (10) zurückbleibt, Durchführen des nachfolgenden physikalischen oder chemischen Prozesses (100).

## Beschreibung

### Verfahren zum Bilden einer Maskierschicht auf einem Substrat

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bilden einer Maskierschicht auf einem Substrat mit einem wenigstens eine Seitenwand umfassenden Strukturelement zur Maskierung eines physikalischen oder chemischen Prozesses, wobei das Strukturelement erhaben auf oder vertieft in dem Substrat gebildet ist.

Maskierschichten werden im Bereich der Halbleiterherstellung verwendet, um mittels in lithographischer Projektion definierter Flächen einen nachfolgenden chemischen oder physikalischen Prozeß vorzubereiten. Bei solchen Prozessen kann es sich beispielsweise um einen Ätzprozeß handeln, durch welchen in isotroper oder anisotroper Weise eine Struktur in eine unterliegende Schicht eingeätzt werden soll. Ätzschritte können in chemischen, physikalischen oder auch gemischten Verfahren durchgeführt werden.

Maskierschichten werden aber auch für den Einsatz im Bereich der Implantation von Halbleitermaterialien zur Dotierung von Schichten verwendet. Die Maskierschichten dienen dazu, nur bestimmte, ausgewählte Bereiche zu dotieren.

Nach Durchführung des chemischen oder physikalischen Prozesses werden die Maskierschichten üblicherweise wieder entfernt. Beispiele von Maskierschichten stellen fotoempfindliche, organische Lacke dar, welche unmittelbar in einem lithographischen Projektionsschritt mit anschließender Entwicklung strukturiert werden. Es kommen aber auch sogenannte Hartmasken in Betracht, welche aus einem gegenüber einem anderen Material in einem Ätzprozeß hochselektiv entfernbaren Material bestehen und mittelbar über den Zwischenschritt der Bildung einer fotoempfindlichen Lackmaske strukturiert werden.

Aufgrund des Erfordernisses, besonders hohe Dichten von Strukturanordnungen auf einem Halbleitersubstrat zu erreichen, wie dies im allgemeinen bei Halbleiterprodukten der Fall ist, werden Strukturelemente auf dem Substrat oftmals asymmetrisch ausgebildet, um beispielsweise elektrische Kontakte bzw. Isolation zu benachbarten Strukturelementen zu erreichen, wobei dies möglichst platzsparend erfolgen soll. Ein Beispiel stellt die sogenannte „single sided strap formation“ (SSSF) zur Anbindung eines Grabenkondensators an einen planaren Auswahltransistor beziehungsweise eines Grabenkondensator mit einem vertikalen Transistor dar. Dabei ist ein einseitiger Kontakt in dem Graben zu bilden, während auf den komplementären gegenüberliegenden Seiten der Grabeninnenwand Isolationsschichten beziehungsweise -krägen zur Isolierung von benachbarten Gräben einzurichten sind.

Da solche Gräben eine laterale Ausdehnung besitzen, welche oftmals im Bereich der minimal mit einem Belichtungsgerät erzielbaren Strukturbreiten liegen, stellt sich eine lithographische Prozeßführung auf nur einer Seite des Grabens besonders schwierig dar.

Teilweise können die dabei entstehenden Strukturierungsprobleme durch die Einführung einer weiteren Maskenebene umgangen werden. In einigen Fällen ist es auch möglich, eine sogenannte Schrägimplantation, eine Implantation, welche unter einem schrägen, von 90 Grad verschiedenen Winkel durchgeführt wird, zu benutzen. Dies ist aufgrund von hohen Aspektverhältnissen aber nicht immer durchführbar.

In jedem Falle, besonders bei der Einführung einer neuen Maskenebene, werden erhebliche Kosten generiert.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, bei dem auf einem Substrat gebildete Strukturelemente mit asymmetrischen Eigenschaften physikalischer oder chemischer Art ausgebildet werden können, wobei eine verringerte Zahl von Prozeßschritten notwendig ist

und der Kosten- und Zeitaufwand für die Durchführung des Prozesses reduziert wird.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Bilden einer Maskierschicht auf einem Substrat mit einem wenigstens eine Seitenwand umfassenden Strukturelement zur Maskierung eines physikalischen oder chemischen Prozesses, wobei das Strukturelement erhaben auf oder vertieft in dem Substrat gebildet ist, umfassend die Schritte: Bereitstellen des Substrats mit einer Oberfläche und dem Strukturelement, Abscheiden einer Schicht eines oder mehrerer Materialien aus der Gruppe umfassend Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Photoempfindlicher Lack, PMMA, auf das Substrat, so daß das Strukturelement von dem Material im wesentlichen bedeckt ist, Einstellen einer ersten Lichtquelle relativ zum Substrat, so daß ein durch die Lichtquelle erzeugter Lichtstrahl unter einem schrägen ersten Winkel auf die Oberfläche des Substrats trifft, welcher von  $90^\circ$  verschieden ist, erstes Belichten der Schicht des organischen Materials mittels der eingestellten Lichtquelle, so daß ein Teil der Schicht an der von der Lichtquelle abgewandten ersten Seitenwand in einem Schattenbereich des Strukturelementes unbelichtet bleibt, Entfernen der belichteten Schicht außerhalb des Schattenbereiches, so daß der unbelichtete Teil der Schicht als Maskierschicht zurückbleibt, Durchführen des nachfolgenden physikalischen oder chemischen Prozesses.

Dem Verfahren zufolge wird eine asymmetrische Ausbildung einer Struktur in einem chemischen oder physikalischen Prozeß erreicht, indem der Lithographieschritt selbst, d.h. die Belichtung unter einem schrägen Einfallswinkel auf das Substrat mit dem Strukturelement ausgeführt wird. Unter dem schrägen Einfallswinkel weist ein Strukturelement wenigstens eine Seitenwand auf, so daß auf oder neben der der Lichtquelle abgewandten Seitenwand des Strukturelementes ein Schattenwurf entsteht.

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Das Strukturelement ist erhaben auf dem Substrat gebildet. In diesem Fall führt die von der Lichtquelle abgewandte Seitenwand des Strukturelementes zu einem Schattenwurf auf dem Substrat. Es bleibt demnach ein Raumbereich neben dem erhabenen Strukturelement unbelichtet.

2. Das Strukturelement ist vertieft im Substrat gebildet. In diesem Fall führt die von der Lichtquelle abgewandte Seitenwand zu einem Schattenwurf innerhalb des Strukturelementes, so daß beispielsweise der Boden der Vertiefung sowie der untere Bereich des vertieften Elementes abgeschattet werden.

Durch Aufbringen einer fotoempfindlichen, d.h. unter Lichteinfluß verbrennbaren oder chemisch umwandelbaren Schicht auf das Substrat und das Strukturelement wird diese Schicht in dem durch die schräge Beleuchtung definierten Bereich belichtet, während sie in den genannten Schattenbereichen unbelichtet bleibt. In den belichteten Bereichen kann die Schicht nach einer chemischen Umwandlung entfernt werden, so daß in den unbelichteten Bereichen die bis dahin unveränderte Schicht zurückbleibt. Diese steht somit bei vorhandener Selektivität gegenüber einem chemischen oder physikalischen Prozeß als Maskierschicht zur Verfügung. Dieser Prozeß kann nun insbesondere in gewöhnlicher Form senkrecht zum Substrat ausgeführt werden, ohne daß zusätzliche Lithographieschritte für eine asymmetrische Ausbildung des Strukturelementes notwendig wären.

Eine fotoempfindliche Schicht unterliegt einer Änderung ihrer chemischen Eigenschaften unter Einstrahlung von Licht. Es kann sich hier allgemein um chemische Umwandlungsprozesse oder auch speziell um eine licht-induzierte Verbrennung handeln.

Im Falle des erhabenen Strukturelementes wird die Maskierschicht an der von der Lichtquelle abgewandten Seitenwand ne-

ben dem Strukturelement gebildet. Ein neben dem Strukturelement liegender Bereich kann somit gegenüber einem nachfolgenden chemischen oder physikalischen Prozeß maskiert werden, beispielsweise einer Implantation. Im Falle des vertieften Strukturelements, etwa eines Grabens in dem Substrat, welcher Grabeninnenwände aufweist, wird die Maskierschicht innerhalb des Grabens an der von der Lichtquelle abgewandten Seitenwand als Grabeninnenwand gebildet. Insbesondere wird dadurch die der Seitenwand gegenüberliegende Grabeninnenwand des Grabens zumindest in einem oberen Bereich, dessen Größe von dem Einfallswinkel der Bestrahlung abhängt, belichtet. Somit kommt es zu einer asymmetrischen Ausbildung der Maskierschicht innerhalb des Grabens, so daß der nachfolgende chemische oder physikalische Prozeß asymmetrisch auf die Grabeninnenwände einwirkt. Dies gilt auch dann, wenn der nachfolgende Prozeß aus senkrechter Richtung auf das Substrat und dem Graben einwirkt.

Hierbei ist nicht ausgeschlossen, daß auch der nachfolgende Prozeß unter einem schrägen Einfallswinkel ausgeführt werden kann. Insbesondere können sich hierbei weitere vorteilhafte Kombinationen von Einfallswinkeln ergeben.

Der Begriff "Substrat" ist derart zu verstehen, daß auch unterliegende Schichten auf welchen oder in denen das Strukturelement gebildet ist, eingeschlossen sind. Beispielsweise kann das erfindungsgemäße Verfahren auch auf einem Graben in einer isolierenden Schicht angewendet werden, welche sich in einer Schichtfolge oberhalb eines monokristallinen Siliziumsubstrates angeordnet ist.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird als fotoempfindliche Schicht Kohlenstoff eingesetzt. Vorzugsweise wird der Kohlenstoff als amorphe Schicht auf das Substrat gebracht und durch eine Bestrahlung mit hinreichend großer Energie in den belichteten Bereichen zur Verbrennung gebracht. Es ist aber auch möglich, den

Kohlenstoff etwa in Form von Graphit, Fullerenen, etc. aufzubringen. Auch andere, unter Zuführung von Verbrennungsgasen wie Sauerstoff, Fluor, Wasserstoff, etc., zu flüchtigen Gasen verbrennbare Materialien wie Schwefel, Phosphor, etc. sind erfindungsgemäß für die Abscheidung zur Bildung einer Maskierschicht einsetzbar. Die Verbrennungsgase werden aus der Prozeßkammer, in welcher die Belichtung durchgeführt wird, im wesentlichen rückstandsfrei abgeführt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird als Prozeßgas, mit welchem der Kohlenstoff verbrannt wird, Sauerstoff verwendet. Der Sauerstoff kann in beliebiger Form vorliegen, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform als Luftsauerstoff. Es ist jedoch auch möglich, der Prozeßkammer reinen Sauerstoff, Ozon, Kohlenmonoxid, etc. zuzuführen, mit welchen der amorphe Kohlenstoff beispielsweise zu Kohlendioxid verbrannt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird als Lichtquelle eine solche mit genügender, d. h. zur Aktivierung des Oxidationsprozesses notwendiger Photonenenergie verwendet. Die Wellenlänge sollte vorzugsweise im UV-Wellenlängenbereich liegen. Insbesondere stellt eine Lichtquelle mit 248 nm eine bevorzugte Ausführungsform dar, da entsprechende Lichtquellen in der Halbleiterlithographie häufig verwendet werden und daher erprobt sind.

Erfindungsgemäß ist es auch möglich, einen fotoempfindlichen organischen Lack, wie etwa den chemisch verstärkten Lack (CARL, chemically amplified resist layer) zu verwenden, um eine Schrägbelichtung gemäß der vorliegenden Erfindung durchzuführen. Der Vorteil eines Nachfolgeprozesses, welcher selbstjustiert durchgeführt werden kann, d.h. ohne daß ein weiterer Lithographieschritt unter Bildung einer Maskierschicht durchgeführt werden muß, ist auch hier gegeben. Bei Verwendung eines fotoempfindlichen Lackes ist allerdings zu beachten, daß gegenüber der vorteilhaften Verbrennung des

amorphen Kohlenstoffes ein zusätzlicher Entwicklerschritt zur Entfernung des Lackes in den belichteten Bereichen notwendig ist.

Der besondere Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß die Belichtung als selbstjustierter Prozeß durchgeführt werden kann. Die Unterteilung in belichtete und unbelichtete Bereiche auf dem Substrat wird durch Schattenbildung der Seitenwände hervorgerufen. Es ist somit nicht notwendig, eine Maske für die Belichtung einzusetzen. Hingegen sollte die Lichtquelle einen gerichteten Lichtstrahl, vorzugsweise eine paralleles Strahlenbündel, auf das Substrat werfen. Bei der Lichtquelle kann es sich auch um einen Laser oder einen Ionen-/Elektronenstrahlquelle handeln, welche nur Ausschnitte auf dem Substrat abrastert.

Die vorliegende Erfindung soll nun anhand zweier Ausführungsbeispiels mit Hilfe von Zeichnungen näher erläutert werden. Darin zeigen:

Figur 1 eine Abfolge von erfindungsgemäßen Prozeßschritten zur Ausbildung eines einseitigen Strap-Kontaktes,

Figur 2 eine weitere Abfolge von erfindungsgemäßen Prozeßschritten zur einseitigen Dotierung eines Gate-Anschlusses.

Ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Figur 1 dargestellt. Es soll ein einseitiger Kontakt zur elektrischen Anbindung eines Grabenkondensators beispielsweise an einem planaren Auswahltransistor (nicht in Figur 1 gezeigt) auf dem Substrat gebildet werden. Figur 1a zeigt einen Grabenkondensator 3, 62, welcher in einem Substrat 5 gebildet ist. Der Grabenkondensator 62 weist ein Kondensatordielektrikum 61 und eine elektrisch leitende Füllung 60 in einem unteren und einem mittleren Bereich auf. In einem oberen Bereich ist ein Isolationskragen 63 rundum an den Grabeninnenwänden

1' gebildet. Auf dem Substrat 5, welches beispielsweise monokristallines Silizium umfaßt, ist eine Schicht 20 aus amorphem Kohlenstoff gebildet. Die Dicke der Schicht 20 ist derart gewählt, daß der obere Bereich des Grabens 62 im Inneren der durch den Isolationskragen 63 gebildeten Öffnung 68 vollständig mit amorphem Kohlenstoff verfüllt ist.

Durch einen chemisch-mechanischen Polierschritt 105 wird die Oberfläche der Schicht 20 umfassend amorphem Kohlenstoff planarisiert und dabei soweit gedünnt, daß die Schicht 20 auf der horizontalen Oberfläche 51 des Substrates 5 entfernt wird. Dieser Schritt ist allerdings nicht zwingend erforderlich.

Das Ergebnis zeigt Figur 1b. Als nächster Schritt wird Licht der Wellenlänge von z. B. 365 nm unter einem Winkel  $\alpha$  in einem Beleuchtungsschritt 110 mit  $\alpha = 60^\circ$  auf die Oberfläche 51 des Substrates gestrahlt. In dem oberen Bereich 68 des Grabens 62 wird dabei der amorphe Kohlenstoff mit gleichzeitig zugeführtem Sauerstoff zu Kohlendioxid verbrannt und dies aus der Prozeßkammer abgeführt. Durch die schräge Einstrahlung 110 bildet sich an der Seitenwand 1 wie in Figur 1c zu sehen ist, ein Schattenbereich 10, in welchem die Schicht 20 als unbelichteter Teil 21 zurückbleibt.

Anschließend wird ein anisotroper Ätzschritt 100 ausgeführt, welcher das Oxid des Isolationskragens 63 selektiv gegenüber dem Silizium des Substrates 5 und dem unbelichteten amorphem Kohlenstoff 20 entfernt (Figur 1d). Die der Seitenwand 1 gegenüberliegende Grabeninnenwand 1' des Substrates ist nun freigelegt.

Nach dem Ätzen 100 wird eine zweite Belichtung 111 durchgeführt, welche die Schicht 20 mit dem unbelichteten Teil 21 des amorphem Kohlenstoffs verbrennt. Vorzugsweise wird der Einfallswinkel  $\alpha'$  der zweiten Belichtung zu  $90^\circ$  relativ zum Substrat gewählt, damit der Kohlenstoff rückstandsfrei ver-

brannt wird. Eine weitere Möglichkeit der Kohlenstoffentfernung ist der Lackstrip im Sauerstoffplasma.

Der obere Bereich 68 des Grabens kann nun mit einer elektrisch leitenden Füllung 69, etwa dotiertes Polysilizium verfüllt werden, wobei sich ein Kontakt 66 in einem Ausdiffusionsprozeß einseitig in dem Substrat an der Grabeninnenwand des Grabenkondensators 62 bildet. Abschließend wird ein Dekkel 70, welcher beispielsweise aus einem Oxid gebildet ist, auf der leitenden Füllung 69 angeordnet.

Ein zweites Ausführungsbeispiel ist in Figur 2 gezeigt. Ein Gatekontakt 50 umfassend ein Gateoxid 51, eine Schicht elektrisch leitender Polysiliziumschicht 52, eine Schicht Wolfram-Silizids 53 sowie eine Nitridkappe 54 auf dem Substrat 5 angeordnet. Der Gateanschluß 50 weist seitlich Oxid-Spacer 55 auf. Eine Schicht Materials 20 umfassend amorphen Kohlenstoff ist auf dem Substrat 5 und dem Gateanschluß 50 angeordnet, so daß die Gateleiterbahn 50 vollständig bedeckt ist. In einem chemisch-mechanischen Polierschritt 106 wird die Schicht 20 soweit rückplanarisiert, daß die Nitridkappe 54 der Gateleiterbahn 50 freigelegt wird. In einem Belichtungsschritt 110 wird Licht z. B. der Wellenlänge 365 nm unter einem Winkel  $\alpha$  von 50° auf die Oberfläche der Schicht 20 gestrahlt (Figur 2b).

Der amorphe Kohlenstoff verbrennt dabei mit zugeführtem Sauerstoff zu Kohlendioxid außerhalb eines Schattenbereiches 10, welcher durch eine der durch einen Oxid-Spacer gebildeten Seitenwand des Gateanschlusses 50 aufgrund des schrägen Einfallwinkels  $\alpha$  der Strahlung 110 gebildet wird.

In einem nachfolgenden Implantationsschritt 100 wird ein Substratbereich neben einer der Seitenwand 1 gegenüberliegenden zweiten Seitenwand 2 des Gateanschlusses 50 dotiert (Figur 2c).

Durch einen Lackstrip oder einen zweiten Belichtungsschritt 111, welcher senkrecht zur Oberfläche des Substrates ausgeführt wird, wird der Rest der Schicht 20 unter Sauerstoffzugabe zu Kohlendioxid verbrannt und somit entfernt (Figur 2d). Der Vorteil dieses Verfahrens ist, daß wie in Figur 2c zu sehen ist, durch eine senkrechte Implantation 100 der Kanalbereich unter dem Gateanschluß 3, 50 nicht unnötig verkleinert wird, wie dies bei einer Schrägimplantation der Fall wäre.

## Bezugszeichenliste

- 1 Seitenwand, von der Lichtquelle abgewandt
- 1' Grabeninnenwand
- 5 Substrat
- 3 Strukturelement
- 10 Maskierschicht
- 20 organisches Material, amorpher Kohlenstoff
- 21 unbelichteter Teil der Maskierschicht
- 50 Gate-Leiterbahn als Strukturelement
- 51 Oberfläche des Substrats
- 62 Grabenkondensator als Strukturelement
- 63 Isolationkragen
- 68 oberer Bereich des Grabens
- 69 elektrisch leitende Füllung, Poly-Silizium
- 70 Oxiddeckel
- 90 Sauerstoffatmosphäre
- 105 CMP
- 110 erste Belichtung
- 111 zweite Belichtung
- 120 Implantation

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Bilden einer Maskierschicht (10) auf einem Substrat (5) mit einem wenigstens eine Seitenwand (1) umfassenden Strukturelement (3) zur Maskierung eines physikalischen oder chemischen Prozesses (100), wobei das Strukturelement (3) erhaben auf oder vertieft in dem Substrat (5) gebildet ist, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen des Substrats (5) mit einer Oberfläche und dem Strukturelement (3),
- Abscheiden einer Schicht (20) eines oder mehrerer unter Lichteinfluß chemisch umwandelbarer Materialien aus der Gruppe umfassend Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Photoempfindlicher Lack, PMMA, auf das Substrat (5), so daß das Strukturelement (3) von dem Material im wesentlichen bedeckt ist,
- Einstellen einer ersten Lichtquelle relativ zum Substrat, so daß ein durch die Lichtquelle erzeugter Lichtstrahl (110) unter einem schrägen ersten Winkel ( $\alpha$ ) auf die Oberfläche des Substrats (5) trifft, welcher von 90 Grad verschieden ist,
- Erstes Belichten der Schicht (20) des unter Lichteinfluß chemisch umwandelbaren Materials mittels der eingestellten Lichtquelle, so daß ein Teil (21) der Schicht an der von der Lichtquelle abgewandten ersten Seitenwand (1) in einem Schattenbereich des Strukturelementes (3) unbelichtet bleibt,
- Entfernen der belichteten Schicht (20) außerhalb des Schattenbereiches, so daß der unbelichtete Teil (21) der Schicht (20) als Maskierschicht (10) zurückbleibt,
- Durchführen des nachfolgenden physikalischen oder chemischen Prozesses (100).

2. Verfahren nach Anspruch 1

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- ein zweites Belichten (111) der Maskierschicht (10) mittels der ersten oder einer weiteren Lichtquelle unter einem zweiten Winkel ( $\alpha'$ ) durchgeführt wird,
- die Maskierschicht (10) anschließend entfernt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
als Schicht (20) des Materials amorpher Kohlenstoff ab-  
geschieden wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- für die erste und/oder die zweite Belichtung ein Licht-  
strahl mit einer Wellenlänge von weniger als 365 ( ) Nanome-  
tern verwendet wird, und
- die Schritte des Entferns der belichteten Bereiche der  
Schicht mittels Verbrennens des Kohlenstoffs aufgrund des  
Lichtstrahls (110) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
während des Schrittes der ersten und/oder zweiten Belichtung  
dem Substrat eine Sauerstoffatmosphäre (90) zugeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Sauerstoffatmosphäre (90) während der Belichtung (110) zu  
einem Sauerstoffplasma angeregt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Strukturelement (3) ein erhaben auf dem Substrat (5) ge-  
bildeter Gate-Leiterbahn (50) zur Bildung eines planaren Aus-  
wahltransistors ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß

als nachfolgender Prozeß eine senkrecht zu der Oberfläche des Substrates gerichtete Ionenimplantation (120) in das Substrat durchgeführt wird, wobei der unbelichtet gebliebene Teil der Schicht des unter Lichteinfluß chemisch umwandelbaren Materials an der Seitenwand des erhabenen Gate-Anschlusses (50) als Maske für die senkrechte Implantation (120) dient.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Strukturelement ein vertieft im Substrat gebildeter Graben (60) mit Grabeninnenwänden zur Bildung eines Speicherknotens ist, wobei die Seitenwand eine Grabeninnenwand auf einer Seite des Grabens ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Grabeninnenwand mit der Seitenwand auf der einen Seite in einem oberen Bereich des Grabens durch einen Isolationskragen gebildet wird,
- die erste Schicht auf dem Isolationskragen abgeschieden wird,
- nach der ersten Belichtung (110) der Schicht (20) ein Ätzprozeß zur Entfernung des Isolationskragens an einer der Seitenwand (1) gegenüberliegenden Seitenwand der Grabeninnenwand durchgeführt wird,
- nach der zweiten Belichtung (111) und dem Entfernen der Schicht (20) der Graben mit einem leitenden Material zur Herstellung einer elektrisch leitenden Verbindung zu dem Substrat verfüllt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
als Schicht des unter Lichteinfluß chemisch umwandelbaren Materials ein photoempfindlicher Resist auf dem Substrat und dem Strukturelement abgeschieden wird, wobei die Schritte des Entferns der Schicht mittels einer Entwicklung des belichteten Resists durchgeführt wird.

FIG 1A

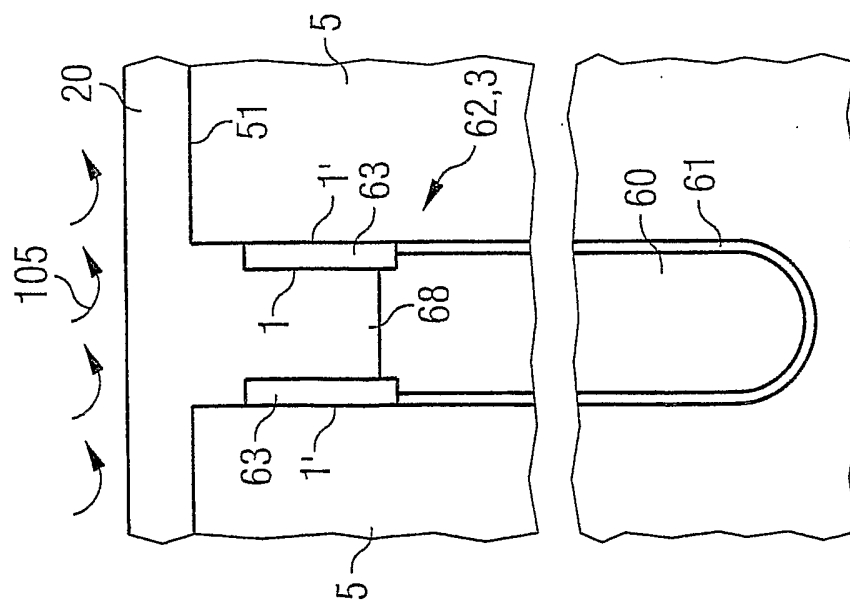


FIG 1B

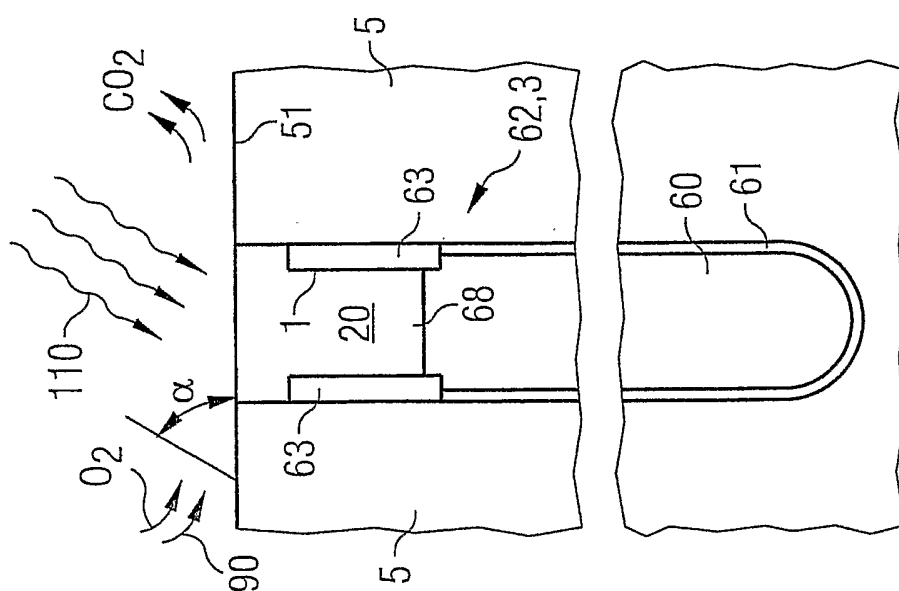


FIG 1C

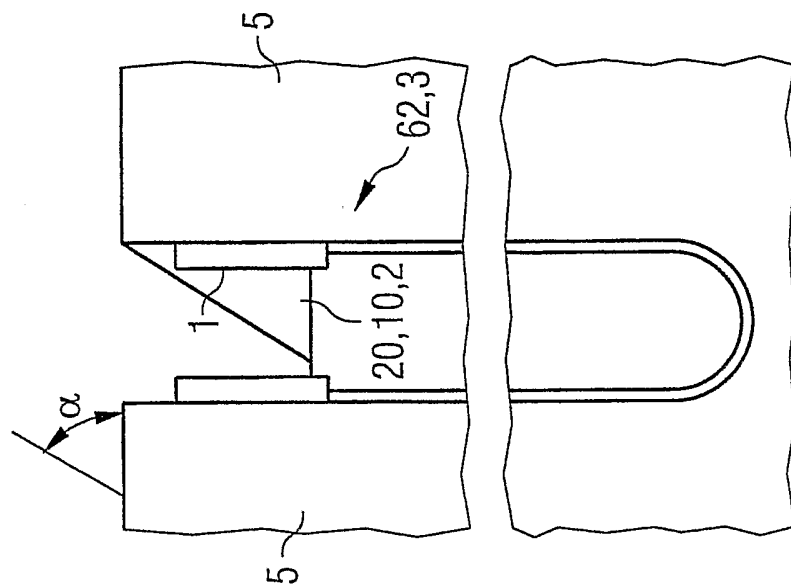


FIG 1E

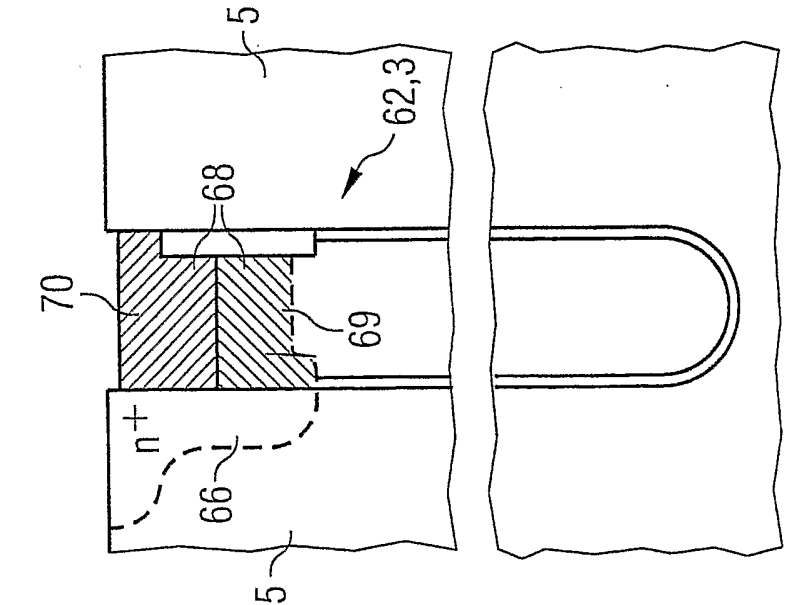


FIG 1D

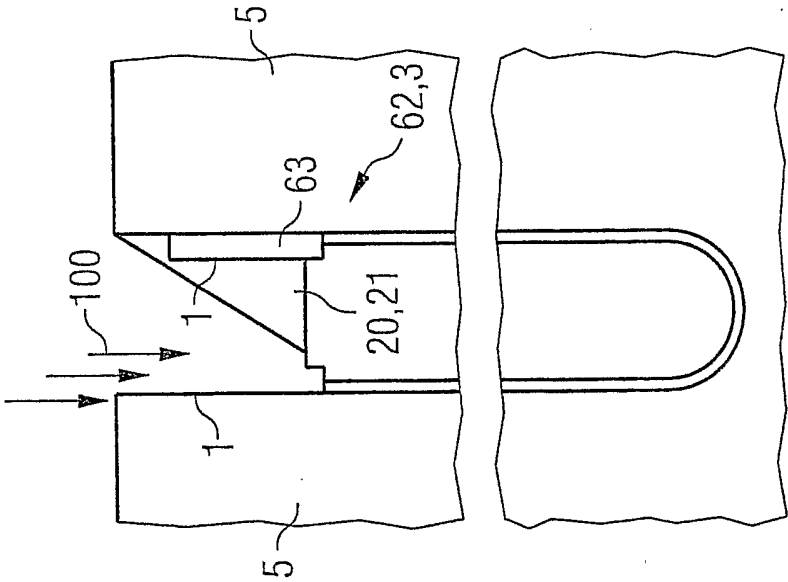


FIG 2A

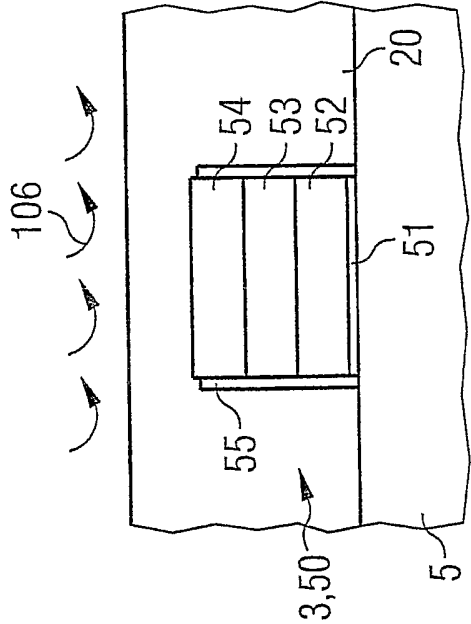


FIG 2B

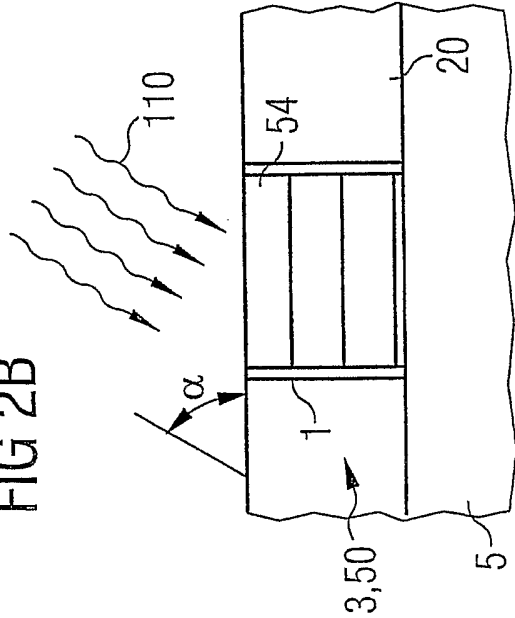


FIG 2C

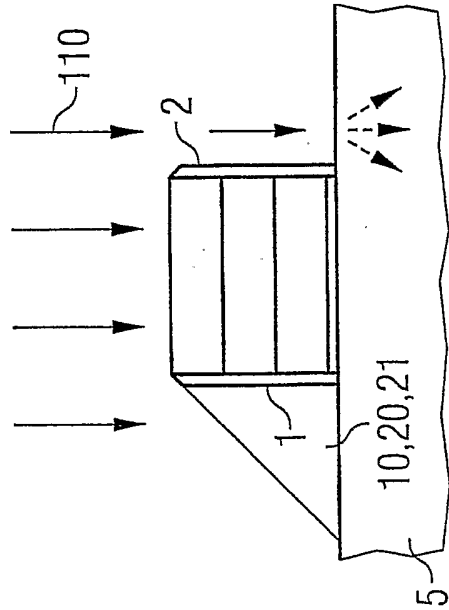


FIG 2D

