



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2004 002 156 T5** 2006.09.14

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/048342**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2004 002 156.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2004/033417**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.10.2004**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.05.2005**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **14.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/768** (2006.01)

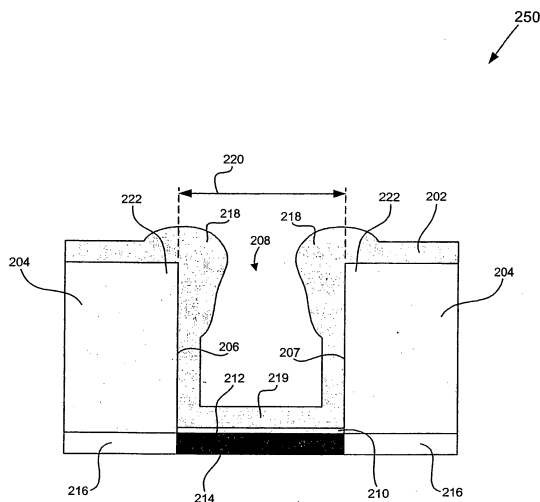
(30) Unionspriorität:
10/705,631 08.11.2003 US
(71) Anmelder:
**Advanced Micro Devices, Inc., Sunnyvale, Calif.,
US**

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**
(72) Erfinder:
**Hopper, Dawn. M., San Jose, Calif., US; Kinoshita,
Hiroyuki, Sunnyvale, Calif., US; Woo, Christy,
Cupertino, Calif., US**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Verhindern der Vergrößerung einer Kontaktlochbreite während der Kontakttherstellung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einer Silizidschicht (214), die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Abscheiden (150) einer Barrierenschicht (202) auf Seitenwänden (206, 207) eines Kontaktlochs (208) und auf einer natürlichen Oxidschicht (210), die an einer Unterseite des Kontaktlochs (208) angeordnet ist, wobei die Seitenwände (206, 207) durch das Kontaktloch (208) in einer dielektrischen Schicht (204) definiert sind;
Entfernen (152) eines Bereichs (219) der Barrierenschicht (202) und der natürlichen Oxidschicht (210), die an der Unterseite des Kontaktlochs (208) angeordnet sind, um die Silizidschicht (214) freizulegen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen das Gebiet der Halbleiterbauteilherstellung. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung das Gebiet der Kontaktherstellung für Halbleiterbauelemente in einem Halbleiterchip.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Kontakte bzw. Kontaktgebiete werden u. a. dazu verwendet, Verbindungen zwischen einem Transistorgebiet in einem Halbleiterchip und einer Metallverbindungsschicht herzustellen, die über dem Transistorgebiet angeordnet ist. Um eine hohe Schaltdichte zu erreichen, müssen diese Kontakte, die im Allgemeinen ein großes Aspektverhältnis aufweisen, innerhalb einer kleinen Fläche des Halbleiterchips angeordnet werden können, ohne dass diese einander berühren oder anderweitig stören. Somit ist es wichtig, die Kontaktlochbreite während der Herstellung der Kontakte zu steuern, um damit einen Kontakt mit einer ausreichend geringen Breite zu ermöglichen.

[0003] Während eines konventionellen Kontaktfertigungsprozesses wird ein Kontaktloch typischerweise durch Lithographie definiert und in einer Oxidschicht geätzt, die beispielsweise über einem Transistorgebiet eines Halbleiterchips angeordnet ist. Das sich ergebende Kontaktloch kann über einer Silizidschicht gebildet werden, die beispielsweise mit einem Source- oder Drain-Bereich in dem Transistorgebiet des Halbleiterchips verbunden sein kann. Das Kontaktloch wird dann mit einer Barrierenschicht beschichtet, das ein Metall, etwa Titan, aufweist und wird mit einem Metall gefüllt, etwa Wolfram, um einen Kontakt herzustellen. Bevor jedoch die Barrierenschicht an den Seitenwänden des Kontaktlochs und auf der Silizidschicht, die an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, abgeschieden werden kann, muss zunächst eine natürliche Oxidschicht entfernt werden, die sich über der Silizidschicht bildet. In dem konventionellen Kontaktherstellungsprozess wird die natürliche Oxidschicht typischerweise durch Anwenden eines Sputter-Ätzprozesses mit Argon entfernt.

[0004] Während des Sputter-Ätzprozesses werden auch die oberen Eckenbereiche der Oxidschicht, die das Kontaktloch definieren, zusammen mit der natürlichen Oxidschicht geätzt, so dass dadurch eine Vergrößerung der Breite der Oberseite des Kontaktloches hervorgerufen wird. Als Folge davon weist der Kontakt, der nach dem Füllen des Kontaktloches mit Wolfram gebildet wird, eine ungewollte große Breite im Vergleich zu der anfänglichen Breite des strukturierten Kontaktloches auf.

[0005] Es besteht daher ein Bedarf im Stand der Technik für ein Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einem Transistorgebiet eines Halbleiterchips, wobei eine unerwünschte Vergrößerung einer Kontaktlochbreite während der Herstellung des Kontakts vermieden wird.

[0006] Überblick Die vorliegende Erfindung richtet sich an ein Verfahren zur Verhinderung eines Anstiegs der Kontaktlochbreite während der Kontaktherstellung. Die vorliegende Erfindung löst das Problem im Stand der Technik und stellt ein Verfahren zur Herstellung eines Kontaktes über einem Transistorgebiet eines Halbleiterchips bereit, das eine unerwünschte Vergrößerung der Kontaktlochbreite während der Kontaktherstellung verhindert.

[0007] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Kontaktes über einer Silizidschicht, die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, den Schritt des Abscheidens einer Barrierenschicht an Seitenwänden eines Kontaktloches und auf einer natürlichen Oxidschicht, die an einer Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, wobei die Seitenwände durch das Kontaktloch in einer dielektrischen Schicht definiert sind. Beispielsweise kann die Barrierenschicht Titan/Titanitrid und die dielektrische Schicht kann ein PECVD-Oxid sein. Der Schritt des Abscheidens der Barrierenschicht auf den Seitenwänden des Kontaktlochs und auf der natürlichen Oxidschicht kann so optimiert werden, dass die Barrierenschicht eine größere Dicke an der Oberseite des Kontaktloches als an der Unterseite des Kontaktloches aufweist.

[0008] Gemäß dieser anschaulichen Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Entfernen eines Bereichs der Barrierenschicht und der natürlichen Oxidschicht, die an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, um die Silizidschicht freizulegen. Beispielsweise können der Bereich der Barrierenschicht und der natürlichen Oxidschicht, die an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet sind, durch Anwenden eines Sputter-Ätzprozesses entfernt werden. Das Kontaktloch weist eine elektrische Kontaktbreite auf, wobei die elektrische Kontaktbreite durch den Sputter-Ätzprozess nicht vergrößert wird. Die dielektrische Schicht umfasst obere Eckengebiete, die benachbart zu dem Kontaktloch angeordnet sind, wobei die oberen Eckengebiete der dielektrischen Schicht während des Schritts zum Entfernen des Bereichs der Barrierenschicht und der natürlichen Oxidschicht, der an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, nicht geätzt werden. Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann beim Studium der folgenden detaillierten Beschreibung und der begleitenden Zeichnungen offenkundig.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] [Fig. 1](#) ist ein Flussdiagramm, das den beispielhaften Verfahrensschritten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht.

[0010] [Fig. 2a](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 1](#) bearbeitet wird.

[0011] [Fig. 2b](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 1](#) bearbeitet wird.

[0012] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaften Verfahrensschritten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht.

[0013] [Fig. 4a](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 3](#) bearbeitet wird.

[0014] [Fig. 4b](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 3](#) bearbeitet wird.

[0015] [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm, das beispielhaften Verfahrensschritten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht.

[0016] [Fig. 6a](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 5](#) bearbeitet wird.

[0017] [Fig. 6b](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils einer Scheibe, die gemäß einer Ausführungsform der Erfindung entsprechend gewissen Schritten des Flussdiagramms in [Fig. 5](#) bearbeitet wird.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0018] Die vorliegende Erfindung richtet sich an ein Verfahren zum Verhindern einer vergrößerten Kontaktlochbreite während der Herstellung eines Kontakts in einem Halbleiterchip. Die folgende Beschreibung enthält spezielle Informationen, die sich auf die Implementierung der vorliegenden Erfindung beziehen. Der Fachmann erkennt, dass die vorliegende Erfindung in einer anderen Weise eingerichtet werden kann, als dies in der vorliegenden Anmeldung speziell erläutert ist. Ferner sind einige spezielle Details der Erfindung nicht erläutert, um die Erfindung nicht unnötig zu verdunkeln.

[0019] Die Zeichnungen in der vorliegenden Erfindung und die dazugehörige detaillierte Beschreibung richten sich lediglich an beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung. Der Kürze halber sind andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht speziell in der vorliegenden Anmeldung beschrieben und sind auch nicht im speziellen in den vorliegenden Zeichnungen dargestellt.

[0020] [Fig. 1](#) zeigt ein Flussdiagramm, das ein beispielhaftes Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einem Transistorgebiet in einem Halbleiterchip gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Gewisse Details und Merkmale, die dem Fachmann auf dem Gebiet vertraut sind, sind in dem Flussdiagramm **100** weggelassen. Beispielsweise kann ein Schritt aus einem oder mehreren Teilschritten bestehen oder es können eine spezielle Anlage oder spezielle Materialien erforderlich sein, wie dies im Stand der Technik bekannt ist. Die Schritte **150** und **152**, die in dem Flussdiagramm **100** angezeigt sind, sind ausreichend, um eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zu beschreiben, wobei andere Ausführungsformen der Erfindung andere Schritte anwenden können, als in dem Flussdiagramm **100** gezeigt sind. Zu beachten ist, dass die in dem Flussdiagramm **100** gezeigten Prozessschritte an einer Scheibe ausgeführt werden, die vor dem Schritt **150** ein Kontaktloch, das in einer dielektrischen Schicht gebildet ist, und eine natürliche Oxidschicht aufweist, die über einer Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, wobei die dielektrische Schicht und die Silizidschicht über einem Transistorgebiet eines Substrats (in der Figur nicht gezeigt) angeordnet sein können. Strukturen **250** und **252** in den [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) zeigen das Ergebnis des Ausführens der Schritte **150** und **152** des Flussdiagramms **100** an einer Struktur, die ein in einer dielektrischen Schicht gebildetes Kontaktloch, die über einem Transistorgebiet eines Substrats angeordnet ist (in den Figuren nicht gezeigt), aufweist, wie dies zuvor erläutert ist.

[0021] Es sei nun auf den Schritt **150** in [Fig. 1](#) und die Struktur **250** in [Fig. 2a](#) verwiesen; im Schritt **150** des Flussdiagramms **100** wird eine Barrierenschicht **202** über einer dielektrischen Schicht **204** an Seitenwänden **206** und **207** eines Kontaktlochs **208** und über einer natürlichen Oxidschicht **210**, die an der Unterseite **212** des Kontaktlochs **208** und ferner über einer Silizidschicht **214** angeordnet ist, abgeschieden. Wie in [Fig. 2a](#) gezeigt ist, liegt die dielektrische Schicht **204** über der dielektrischen Schicht **216**, die über einem Transistorgebiet eines Substrats (in [Fig. 2a](#) nicht gezeigt) angeordnet ist. Die dielektrische Schicht **204** kann Siliziumdioxid aufweisen, das beispielsweise in einem plasmaunterstützten chemischen Dapfabscheide- („PECVD“) Prozess abgeschieden werden kann. Siliziumdioxid, das in einem PECVD-Prozess abgeschieden wird, wird auch als

„PECVD“-Oxid in der vorliegenden Anmeldung bezeichnet. Die natürliche Oxidschicht **210** liegt über der Silizidschicht **214** an der Unterseite **212** des Kontaktlochs **208** und kann thermisch gewachsenes Oxid aufweisen. Beispielsweise kann die natürliche Oxidschicht **210** eine Dicke von 10,0 Angstrom bis 50,0 Angstrom aufweisen. Die Barrierenschicht **202** kann an den Seitenwänden **206** und **207** des Kontaktlochs **208** über der natürlichen Oxidschicht **210** und über der dielektrischen Schicht **204** in einer bekannten Weise abgeschieden werden und kann Titan/Titannitrid („Ti/TiN“) aufweisen. In anderen Ausführungsformen weist die Barrierenschicht **202** eine andere Kombination aus Metallen oder ein geeignetes einzelnes Metall auf. In der vorliegenden Ausführungsform wird das Abscheiden der Barrierenschicht **202** so optimiert, dass Bereiche **218** der Barrierenschicht **202**, die benachbart zu oberen Eckengebieten **222** an der Oberseite des Kontaktlochs **208** angeordnet sind, eine größere Dicke als ein Bereich **219** der Barrierenschicht **202** besitzen, der an der Unterseite **212** des Kontaktlochs **208** angeordnet ist. Als Folge liefern die Bereiche **218** der Barrierenschicht **202** einen ausreichenden Schutz für die oberen Eckengebiete **222** der dielektrischen Schicht **204** während eines nachfolgenden Sputter-Ätzprozesses. Die Kontaktlochbreite **220**, die die Strecke zwischen den Seitenwänden **206** und **207** des Kontaktloches **208** ist, wird auch als „elektrische Kontaktbreite“ in der vorliegenden Anmeldung bezeichnet. Gemäß [Fig. 2a](#) wird das Ergebnis des Schritts **150** des Flussdiagramms **100** durch die Struktur **250** dargestellt. Es sei nun auf den Schritt **152** in [Fig. 1](#) und die Struktur **252** in [Fig. 2b](#) verwiesen; im Schritt **152** des Flussdiagramms **100** werden der Bereich **219** der Barrierenschicht **202** und die natürliche Oxidschicht **210**, die an der Unterseite **212** des Kontaktlochs **208** angeordnet sind, entfernt, um die Silizidschicht **214** freizulegen. Der Bereich **219** der Barrierenschicht **202**, der an der Unterseite **212** des Kontaktlochs **208** angeordnet ist, und die natürliche Oxidschicht **210** können durch Anwendung eines Sputter-Ätzprozesses entfernt werden, der Argon („Ar“) aufweisen kann. Der Sputter-Ätzprozess entfernt auch Bereiche der Barrierenschicht **202**, die an der Oberseite der Seitenwände **206** und **207** aufgebracht sind. Da jedoch die Bereiche **218** der Barrierenschicht **202** (in [Fig. 2a](#) gezeigt) eine ausreichende Dicke aufweisen, um obere Eckengebiete **222** der dielektrischen Schicht **204** zu schützen, werden die oberen Eckengebiete **222** während des Sputter-Ätzprozesses nicht geätzt. Als Folge davon wird die Kontaktlochbreite **220** während des Sputter-Ätzprozesses nicht vergrößert. Das Kontaktloch **208** kann mit einem Metall, etwa Wolfram, in einem nachfolgenden Schritt gefüllt werden, um die Kontaktherstellung abzuschließen. Gemäß [Fig. 2b](#) wird das Ergebnis des Schritts **152** des Flussdiagramms **100** durch die Struktur **252** dargestellt.

[0022] Somit wird in der Ausführungsform der vorlie-

genden Erfindung in [Fig. 1](#) durch Bilden der Barrierenschicht **202** vor dem Durchführen eines Sputter-Ätzprozesses zum Entfernen der natürlichen Oxidschicht **210** und durch Optimieren der Herstellung der Barrierenschicht **202** erfindungsgemäß ein Ätzen der oberen Eckengebiete **222** der dielektrischen Schicht **204** verhindert. Als Folge davon kann erfindungsgemäß vorteilhafterweise ein Kontakt erreicht werden, der eine Kontaktlochbreite aufweist, die während des Herstellungsprozesses für den Kontakt nicht vergrößert wird.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt ein Flussdiagramm zur Darstellung eines beispielhaften Verfahrens zur Herstellung eines Kontakts über einem Transistorgebiet einer Scheibe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Gewisse Details und Merkmale, die dem Fachmann auf dem Gebiet vertraut sind, sind in dem Flussdiagramm **300** weggelassen. Beispielsweise kann ein Schritt aus einem oder mehreren Teilschritten bestehen oder kann spezielle Anlagen oder Materialien erfordern, wie dies im Stand der Technik bekannt ist. Die Schritte **350** und **352**, die in dem Flussdiagramm **300** gekennzeichnet sind, sind ausreichend, um eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zu beschreiben, wobei in anderen Ausführungsformen der Erfindung andere Schritte im Vergleich zu den in dem Flussdiagramm **300** gezeigten Schritten eingesetzt werden können. Zu beachten ist, dass die in dem Flussdiagramm **300** gezeigten Bearbeitungsschritte an einer Schreibe ausgeführt werden, die vor dem Schritt **350** ein Kontaktloch aufweist, das in einer dielektrischen Schicht ausgebildet ist, und eine natürliche Oxidschicht aufweist, die über einer Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, wobei die dielektrische Schicht und die Silizidschicht über einem Transistorgebiet eines Substrats (in der Figur nicht gezeigt) angeordnet sein können. Die Strukturen **350** und **352** in den [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) zeigen das Ergebnis des Ausführens der Schritte **350** und **352** des Flussdiagramms **300** an einer Struktur mit einem in einer dielektrischen Schicht gebildeten Kontaktloch, die über einem Transistorgebiet eines Substrats angeordnet ist (in den Figuren nicht gezeigt), wie dies zuvor erläutert ist.

[0024] Es sei nun auf den Schritt **350** in [Fig. 3](#) und die Struktur **450** in [Fig. 4a](#) verwiesen; im Schritt **350** des Flussdiagramms **300** wird eine natürliche Oxidschicht **410**, die über einer Silizidschicht **414** angeordnet ist, an einer Unterseite **412** eines Kontaktlochs **408** durch Anwenden eines reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozesses **430** entfernt. Zu beachten ist, dass, obwohl die natürliche Oxidschicht **410** im Schritt **350** entfernt wird, die natürliche Oxidschicht **410** in [Fig. 4a](#) gezeigt ist, um die vorliegende Ausführungsform der Erfindung besser darzustellen. In [Fig. 4a](#) entsprechen die dielektrischen Schichten **404** und **416**, Seitenwände **406** und **407**, das Kontaktloch

408, die natürliche Oxidschicht **410** und die Silizidschicht **414** in der Struktur **450** den dielektrischen Schichten **204** und **216**, den Seitenwänden **206** und **207**, dem Kontaktloch **208**, der natürlichen Oxidschicht **210** und der Silizidschicht **214** in der Struktur **250** in [Fig. 2a](#). In der vorliegenden Ausführungsform weist die dielektrische Schicht **404** ein PECVD-Oxid auf, das in einem Ausheizprozess nach dem Abscheiden davon (d. h. des PECVD-Oxids) ausgehärtet werden kann. Somit ist die dielektrische Schicht **404** wesentlich härter als die natürliche Oxidschicht **410**, die Siliziumoxid aufweist, das thermisch bei Raumtemperatur gewachsen ist. Wenn folglich die natürliche Oxidschicht **410** weggeätzt wird (d. h. entfernt wird) durch den reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozess, d. h. durch den reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozess **430**, werden obere Eckengebiete **422** der dielektrischen Schicht **404**, die an den Oberseiten der Seitenwände **406** angeordnet sind, nicht geätzt. Somit wird die Kontaktlochbreite **420**, die dem Abstand zwischen den Seitenwänden **406** und **407** des Kontaktlochs **408** entspricht, für das Ausführen des reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozesses **430** nicht vergrößert. Die Kontaktlochbreite **420** ist ähnlich zu der Kontaktlochbreite **220** in [Fig. 2a](#) und wird auch als "elektrische Kontaktbreite" in der vorliegenden Anmeldung bezeichnet. Gemäß [Fig. 4a](#) ist das Ergebnis des Schritts **350** des Flussdiagramms **300** durch die Struktur **450** repräsentiert.

[0025] Es sei weiter auf den Schritt **352** in [Fig. 3](#) und die Struktur **452** in [Fig. 4b](#) verwiesen; im Schritt **352** des Flussdiagramms **300** wird eine Barrierenschicht **432** an den Seitenwänden **406** und **407** des Kontaktlochs **408** über der Silizidschicht **414**, die an der Unterseite **412** des Kontaktlochs **408** angeordnet ist, und über der dielektrischen Schicht **404** abgeschieden. Die Barrierenschicht **432** kann in bekannter Weise abgeschieden werden und kann Ti/TiN aufweisen. In anderen Ausführungsformen weist die Barrierenschicht **432** eine andere Kombination aus Metallen oder ein geeignetes einzelnes Metall auf. Das Kontaktloch **408** wird in einen nachfolgenden Schritt mit einem Metall, etwa Wolfram, gefüllt, um die Herstellung des Kontakts abzuschließen. Gemäß [Fig. 4b](#) ist das Ergebnis des Schritts **352** des Flussdiagramms **300** durch die Struktur **452** dargestellt.

[0026] Somit liefert in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in [Fig. 3](#) durch Anwenden eines reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozesses zum Entfernen einer natürlichen Oxidschicht an der Unterseite eines Kontaktlochs vor dem Abscheiden einer Barrierenschicht in den Kontaktloch die vorliegende Erfindung vorteilhafterweise einen Kontakt, der eine Kontaktlochbreite aufweist, die sich während des Herstellens des Kontakts nicht vergrößert.

[0027] [Fig. 5](#) zeigt ein Flussdiagramm, in welchem ein beispielhaftes Verfahren zur Herstellung eines

Kontakts über einem Transistorgebiet einer Scheibe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt ist. Gewisse Details und Merkmale, die dem Fachmann auf diesem Gebiet vertraut sind, sind in dem Flussdiagramm **500** weggelassen. Beispielsweise kann ein Schritt aus einem oder mehreren Teilschritten bestehen oder kann spezielle Anlagen oder Materialien, wie dies im Stand der Technik bekannt ist, erfordern. Die Schritte **550** und **552**, die in dem Flussdiagramm **500** angezeigt sind, sind ausreichend, um eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zu beschreiben, wobei in anderen Ausführungsformen der Erfindung andere Schritte angewendet werden können, als sie in dem Flussdiagramm **500** gezeigt sind. Zu beachten ist, dass die in dem Flussdiagramm **500** gezeigten Bearbeitungsschritte an einer Scheibe ausgeführt werden, die vor dem Schritt **550** ein in einer dielektrischen Schicht gebildetes Kontaktloch und eine natürliche Oxidschicht aufweist, die über einer Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, wobei die dielektrische Schicht und die Silizidschicht über einem Transistorgebiet eines Substrats (in den Figuren nicht gezeigt) angeordnet sein können. Die Strukturen **550** und **552** in den [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) zeigen das Ergebnis des Ausführens der Schritte **550** und **552** des Flussdiagramms **500** an einer Struktur mit einem Kontaktloch, das in einer dielektrischen Schicht gebildet ist, die über einem Transistorgebiet eines Substrats (in den Figuren nicht gezeigt) angeordnet ist, wie dies zuvor erläutert ist.

[0028] Es sei nun auf den Schritt **550** in [Fig. 5](#) und die Struktur **450** in [Fig. 4a](#) verwiesen; im Schritt **550** des Flussdiagramms **500** wird eine Barrierenschicht **602** an Seitenwänden **606** und **607** eines Kontaktlochs **608** über einer natürlichen Oxidschicht **610**, die an einer Unterseite **612** des Kontaktlochs **608** angeordnet ist, und über einer dielektrischen Schicht **604** abgeschieden, die über einer dielektrischen Schicht **616** angeordnet ist. Der Schritt **550** in [Fig. 4](#) entspricht dem Schritt **350** in [Fig. 3](#). Insbesondere entsprechen die Barrierenschicht **602**, die dielektrischen Schichten **604** und **616**, die Seitenwände **606** und **607**, das Kontaktloch **608**, die natürliche Oxidschicht **610**, die Unterseite **612**, die Silizidschicht **614**, Bereiche **618**, ein Bereich **619**, eine Kontaktlochbreite **620** und obere Eckengebiete **622** in der Struktur **650** in [Fig. 6a](#) der Barrierenschicht **202**, den dielektrischen Schichten **204** und **216**, den Seitenwänden **206** und **207**, dem Kontaktloch **208**, der natürlichen Oxidschicht **210**, der Unterseite **212**, der Silizidschicht **214**, den Bereichen **218**, dem Bereich **219**, der Kontaktlochbreite **220** und den oberen Eckengebieten **222** in der Struktur **250** in [Fig. 2a](#). Somit wird ähnlich zu der Kontaktlochbreite **220** in [Fig. 2a](#) auch die Kontaktlochbreite **420** als eine „elektrische Kontaktbreite“ in der vorliegenden Anmeldung bezeichnet. Ähnlich zu der Barrierenschicht **202** in [Fig. 2a](#) kann die Abscheidung der Barrierenschicht **602** in der vorliegen-

den Ausführungsform so optimiert werden, dass die Bereiche **618** der Barrierenschicht **602**, die benachbart zu oberen Eckenbereichen **222** an der Oberseite des Kontaktlochs **608** angeordnet sind, eine größere Dicke aufweisen als der Bereich **619** der Barrierenschicht **602**, der an der Unterseite **612** des Kontaktlochs **608** angeordnet ist. Gemäß [Fig. 6a](#) wird das Ergebnis des Schritts **550** des Flussdiagramms **550** durch die Struktur **650** repräsentiert.

[0029] Es sei weiter auf die Schritte **552** in [Fig. 5](#) und die Struktur **652** in [Fig. 6b](#) verwiesen; im Schritt **552** des Flussdiagramms **550** wird ein simultaner Sputter-Ätz/Abscheide-Prozess ausgeführt, um die natürliche Oxidschicht, die über der Silizidschicht **614** angeordnet ist, an der Unterseite **612** des Kontaktlochs **608** zu entfernen. In dem simultanen Sputter-Ätz/Abscheide-Prozess kann Argon zum Sputter-Ätzen verwendet werden und anschließend kann Ti/TiN an den Seitenwänden **606** und an der Unterseite **612** des Kontaktlochs **608** abgeschieden werden, indem beispielsweise eine Sputter-Abscheide-technik eingesetzt wird. Der simultane Sputter-Ätz/Abscheide-Prozess kann ein geeignetes Sputter-Ätz/Abscheide-Verhältnis anwenden, so dass die natürliche Oxidschicht **610** geätzt wird (d. h. entfernt wird). Beispielsweise kann das Verhältnis von Argon und Ti/TiN-Molekülen eingestellt werden, um ein Sputter-Ätz/Abscheide-Verhältnis von 1,0 bis 2,0 zu erreichen. Somit kann durch Anwenden eines Sputter-Ätz/Abscheide-Verhältnisses von größer 1,0 in der vorliegenden Ausführungsform eine Entfernung der natürlichen Oxidschicht **610** erreicht werden, während die oberen Eckenbereiche **622** der dielektrischen Schicht **604** geschützt werden, indem Ti/TiN an den Seitenwänden **606** und **607** des Kontaktlochs **608** wieder abgeschieden wird. Das Kontaktloch **608** kann dann mit einem Metall, etwa Wolfram, in einem nachfolgenden Schritt zur Vervollständigung der Herstellung des Kontakts gefüllt werden. Gemäß [Fig. 6b](#) ist das Ergebnis des Schritts **552** des Flussdiagramms **550** durch die Struktur **652** repräsentiert.

[0030] Somit wird in der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in [Fig. 5](#) durch Anwenden eines simultanen Sputter-Ätz/Abscheide-Prozesses erfindungsgemäß das Entfernen einer natürlichen Oxidschicht an der Unterseite eines Kontaktloches, das über einer Silizidschicht angeordnet ist, erreicht, während eine unerwünschte Vergrößerung der Kontaktlochbreite während des Herstellens des Kontakts vermieden wird.

[0031] Wie somit zuvor erläutert ist, wird in Ausführungsformen der Erfindung in den [Fig. 1](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) durch geeignetes Auswählen der Reihenfolge und der Techniken für Sputter-Ätz- und Barrierenschicht-Abscheide-Prozesse erfindungsgemäß das Entfernen einer natürlichen Oxidschicht an der Unter-

seite eines Kontaktloches erreicht, während ein ungewolltes Vergrößern der Kontaktlochbreite während des Herstellens des Kontakts vermieden wird. Im Gegensatz dazu wird in einem konventionellen Kontaktherstellungsprozess, in welchem ein Ar-Sputter-ätzprozess zum Entfernen einer natürlichen Oxidschicht vor dem Abscheiden einer Barrierenschicht angewendet wird, zu einer unerwünschten Vergrößerung der Kontaktlochbreite.

[0032] Aus der obigen Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung geht hervor, dass diverse Techniken zum Verwirklichen der Konzepte der vorliegenden Erfindung angewendet werden können, ohne von deren Schutzbereich abzuweichen. Obwohl die Erfindung mit spezieller Bezugnahme auf gewisse Ausführungsformen beschrieben ist, erkennt der Fachmann, dass Änderungen in Form und Detail vorgenommen werden können, ohne von dem Grundgedanken und dem Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Die beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen sind in jeder Hinsicht als lediglich anschaulich und nicht einschränkend zu betrachten. Es sollte beachtet werden, dass die Erfindung nicht auf die speziellen beispielhaften beschriebenen Ausführungsformen eingeschränkt ist, sondern dass viele Änderungen, Modifizierungen und Ergänzungen möglich sind, ohne dass vom Schutzbereich der Erfindung abgewichen wird.

[0033] Somit ist ein Verfahren zum Vermeiden des Vergrößerns einer Kontaktlochbreite während der Herstellung eines Kontakts beschrieben.

Figurenbeschreibung

[Fig. 1](#)

150 Abscheiden einer Barrierenschicht an Seitenwänden des Kontaktlochs über der natürlichen Oxidschicht, die über einer Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, und über einer dielektrischen Schicht

152 Entfernen eines Bereichs der Barrierenschicht und der natürlichen Oxidschicht, die an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet sind, um die Silizidschicht freizulegen

[Fig. 3](#)

350 Entfernen der natürlichen Oxidschicht, die über der Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, durch Anwenden eines reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozesses

352 Abscheiden einer Barrierenschicht an Seitenwänden des Kontaktlochs über der Silizidschicht, die an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, und über einer dielektrischen Schicht

Fig. 5

550 Abscheiden einer Barrierenschicht an Seitenwänden des Kontaktlochs über einer natürlichen Oxidschicht, die an einer Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, und über einer dielektrischen Schicht.

552 Ausführen eines gleichzeitigen Sputter-Ätz/Abscheide-Prozesses, um eine natürliche Oxidschicht, die über einer Silizidschicht an der Unterseite des Kontaktlochs angeordnet ist, zu entfernen.

Zusammenfassung

[0034] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einer Silizidschicht (**214**), die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, den Schritt des Abscheidens einer Barrierenschicht (**202**) auf Seitenwänden (**206, 207**) des Kontaktlochs (**208**) und auf einer natürlichen Oxidschicht (**210**), die an einer Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet ist, wobei die Seitenwände (**206, 207**) durch das Kontaktloch (**208**) in einer dielektrischen Schicht (**204**) definiert sind. Der Schritt des Abscheidens (**150**) der Barrierenschicht (**202**) auf den Seitenwänden (**206, 207**) des Kontaktlochs (**208**) und auf der natürlichen Oxidschicht (**210**) kann so optimiert werden, dass die Barrierenschicht (**202**) an einer Oberseite des Kontaktlochs (**208**) eine größere Dicke aufweist als an der Unterseite des Kontaktlochs (**208**). Gemäß dieser beispielhaften Ausführungsform umfasst das Verfahren ferner das Entfernen (**152**) eines Bereichs (**219**) der Barrierenschicht (**202**) und der natürlichen Oxidschicht (**210**), die an der Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet sind, um die Silizidschicht (**214**) freizulegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einer Silizidschicht (**214**), die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Abscheiden (**150**) einer Barrierenschicht (**202**) auf Seitenwänden (**206, 207**) eines Kontaktlochs (**208**) und auf einer natürlichen Oxidschicht (**210**), die an einer Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet ist, wobei die Seitenwände (**206, 207**) durch das Kontaktloch (**208**) in einer dielektrischen Schicht (**204**) definiert sind;

Entfernen (**152**) eines Bereichs (**219**) der Barrierenschicht (**202**) und der natürlichen Oxidschicht (**210**), die an der Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet sind, um die Silizidschicht (**214**) freizulegen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Entfernen (**152**) des Bereichs (**219**) der Barrierenschicht (**202**) und der natürlichen Oxidschicht (**210**), die an der Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet

sind, Anwenden eines Sputter-Ätzprozesses umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die dielektrische Schicht (**204**) obere Eckengebiete (**222**) aufweist, die benachbart zu dem Kontaktloch (**208**) angeordnet sind, wobei die oberen Eckengebiete (**222**) der dielektrischen Schicht (**204**) während des Entfernens (**152**) des Bereichs (**219**) der Barrierenschicht (**202**) und der natürlichen Oxidschicht (**210**), der an der Unterseite des Kontaktlochs (**208**) angeordnet sind, nicht geätzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Kontaktloch (**208**) eine elektrische Kontaktbreite (**220**) aufweist, und wobei die elektrische Kontaktbreite (**220**) durch den Sputter-Ätzprozess nicht vergrößert wird.

5. Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einer Silizidschicht (**414**), die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Entfernen (**350**) einer natürlichen Oxidschicht (**410**), die über der Silizidschicht (**414**) an einer Unterseite eines Kontaktlochs (**408**) angeordnet ist, durch Anwenden eines reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozesses (**430**), wobei Seitenwände (**406, 407**) durch das Kontaktloch (**408**) in einer dielektrischen Schicht (**404**) definiert sind, und wobei die dielektrische Schicht (**404**) obere Eckengebiete (**422**) aufweist, die benachbart zu dem Kontaktloch (**408**) angeordnet sind;

Abscheiden (**352**) einer Barrierenschicht (**432**) auf den Seitenwänden (**406, 407**) des Kontaktlochs (**408**) und über der Silizidschicht (**414**).

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der reaktive Wasserstoffvorreinigungsprozess (**430**) die oberen Ecken (**422**) der dielektrischen Schicht (**404**) nicht ätzt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Kontaktloch (**408**) eine elektrische Kontaktbreite (**420**) aufweist, und wobei die elektrische Kontaktbreite (**420**) durch den reaktiven Wasserstoffvorreinigungsprozess (**430**) nicht vergrößert wird.

8. Verfahren zur Herstellung eines Kontakts über einer Silizidschicht (**514**), die in einem Halbleiterchip angeordnet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Abscheiden (**555**) einer Barrierenschicht (**602**) auf Seitenwänden (**606, 607**) eines Kontaktlochs (**608**) und auf einer natürlichen Oxidschicht (**610**), die an einer Unterseite des Kontaktlochs (**608**) angeordnet ist, wobei die Seitenwände (**606, 607**) durch das Kontaktloch (**608**) in einer dielektrischen Schicht (**604**) definiert sind, und wobei die natürliche Oxidschicht (**610**) über der Silizidschicht (**614**) angeordnet ist;

Entfernen **(552)** der natürlichen Oxidschicht **(610)**, die über der Silizidschicht **(614)** an der Unterseite des Kontaktlochs **(608)** angeordnet ist, durch Anwenden eines Sputter-/Ätz-Abscheide-Prozesses.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei Entfernen **(552)** der natürlichen Oxidschicht **(610)**, die über der Silizidschicht **(614)** angeordnet ist, an der Unterseite des Kontaktlochs **(608)** umfasst: simultanes Sputter-Ätzen der Barrierenschicht **(602)** und der natürlichen Oxidschicht **(610)** und Abscheiden von Titan/Titanitrid auf der Barrierenschicht **(602)**.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Kontaktloch **(608)** eine elektrische Kontaktbreite **(620)** aufweist, und wobei die elektrische Kontaktbreite **(620)** durch den Sputter-Ätz-Abscheide-Prozess nicht vergrößert wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

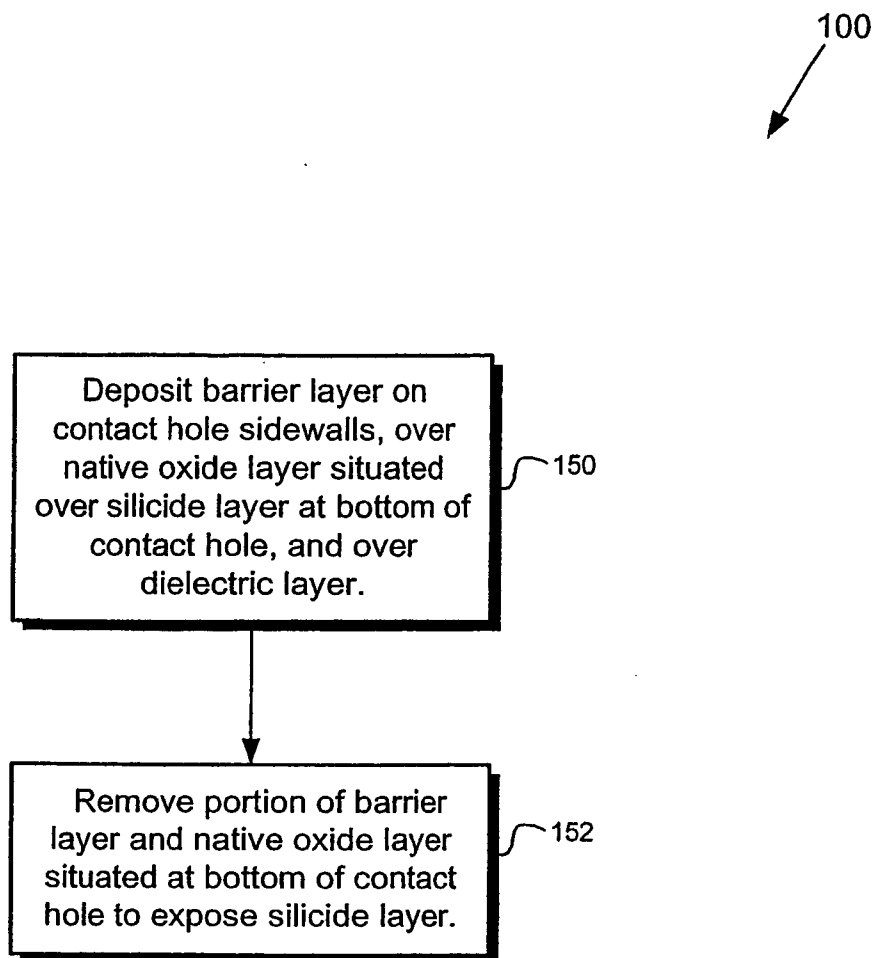


Fig. 1

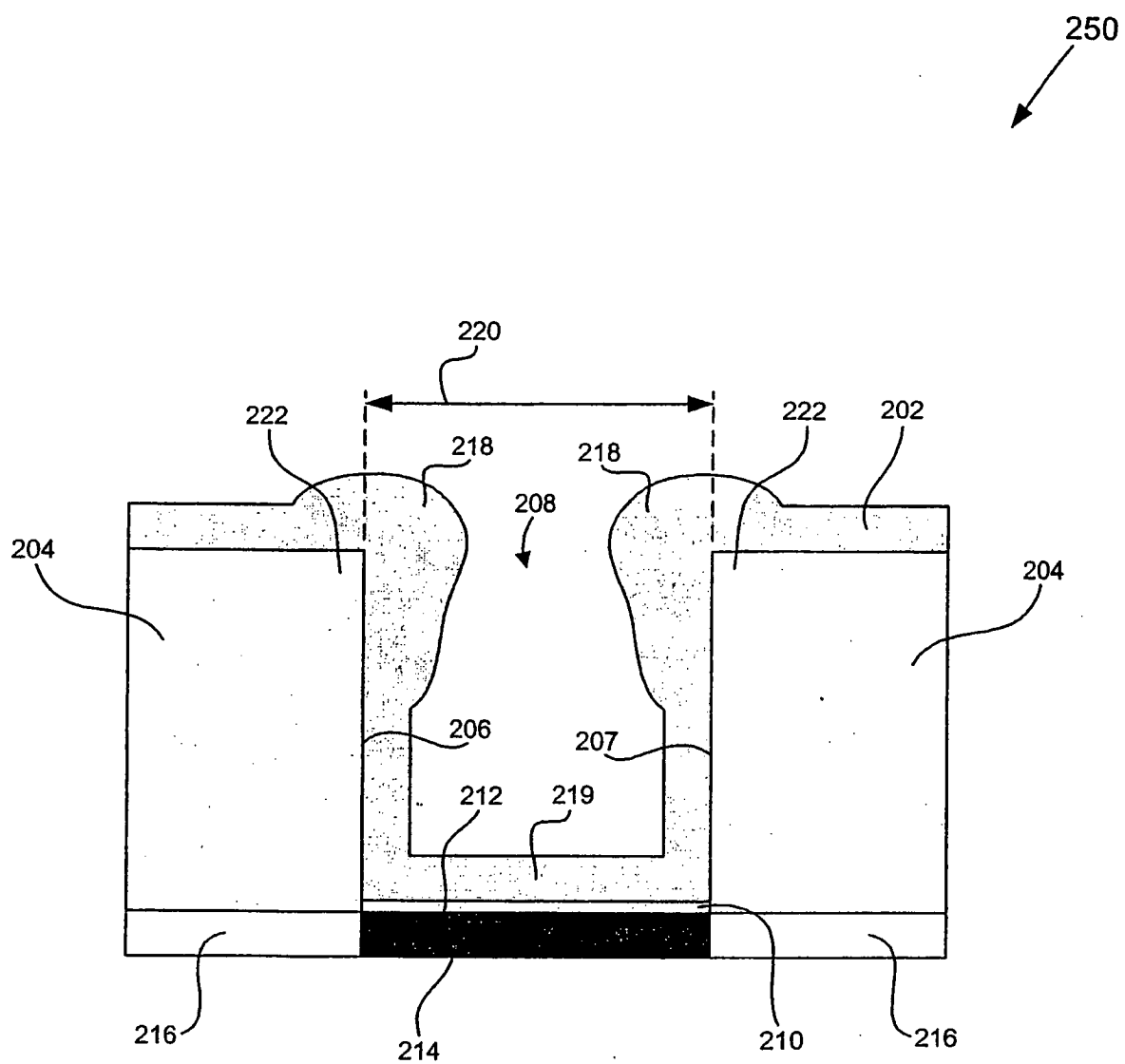


Fig. 2A

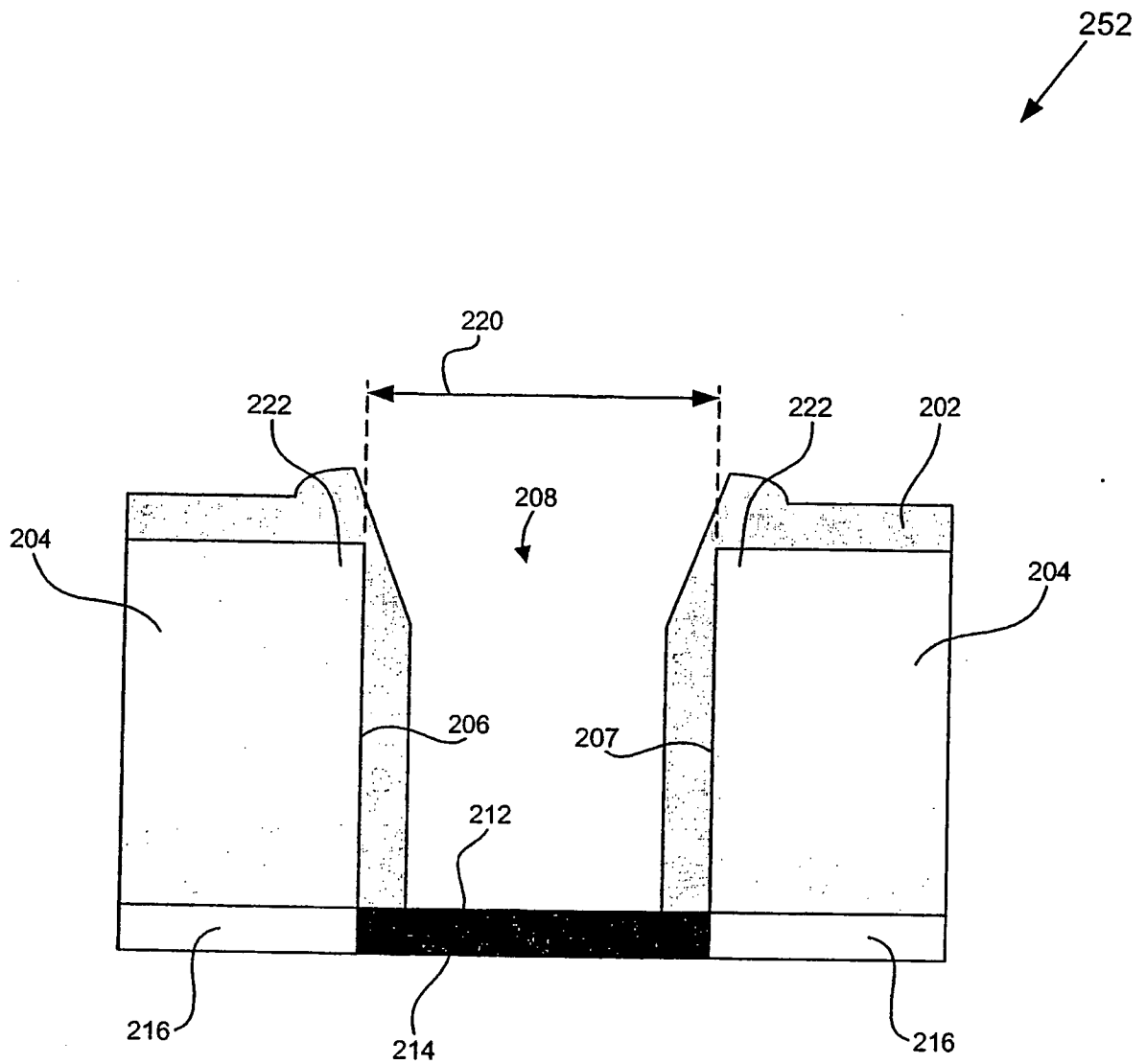


Fig. 2B

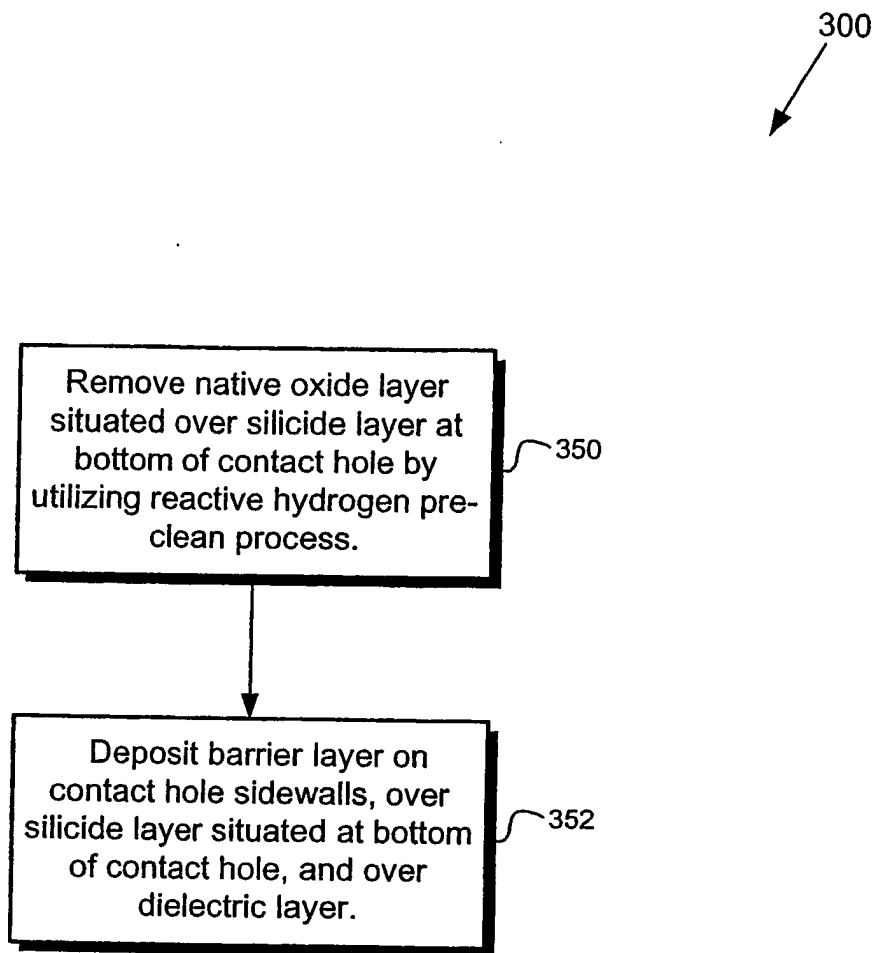


Fig. 3

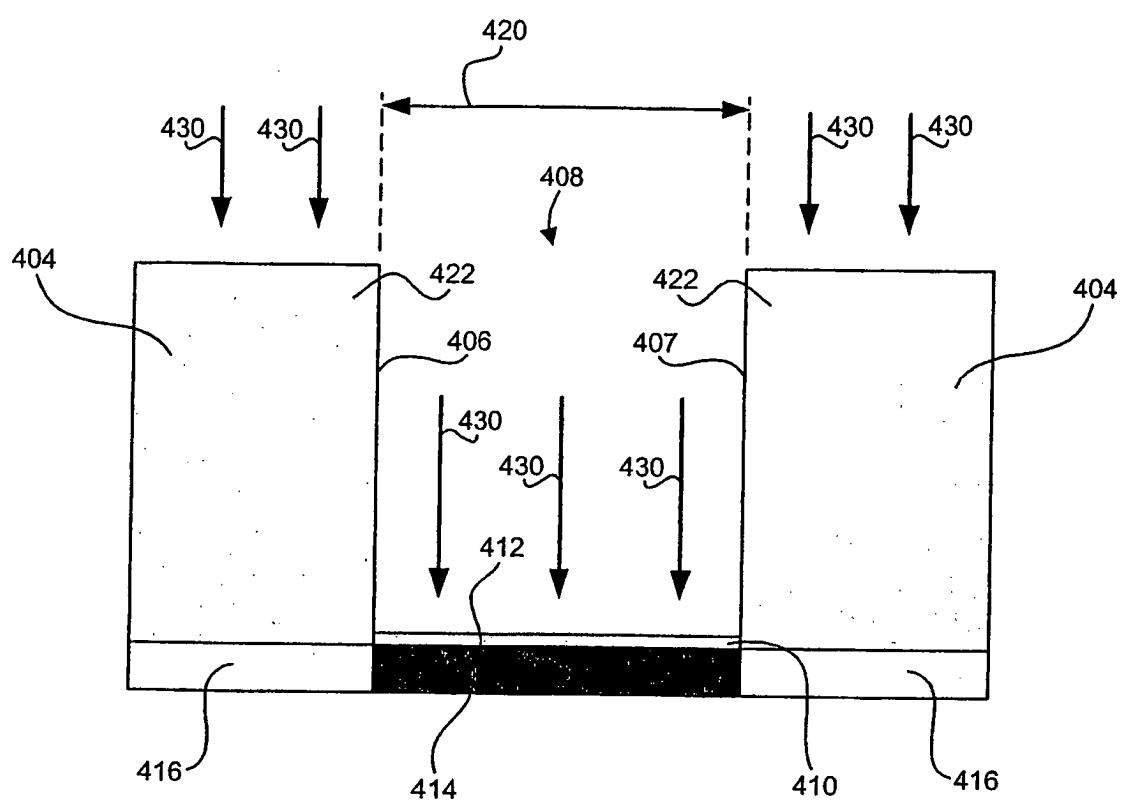


Fig. 4A

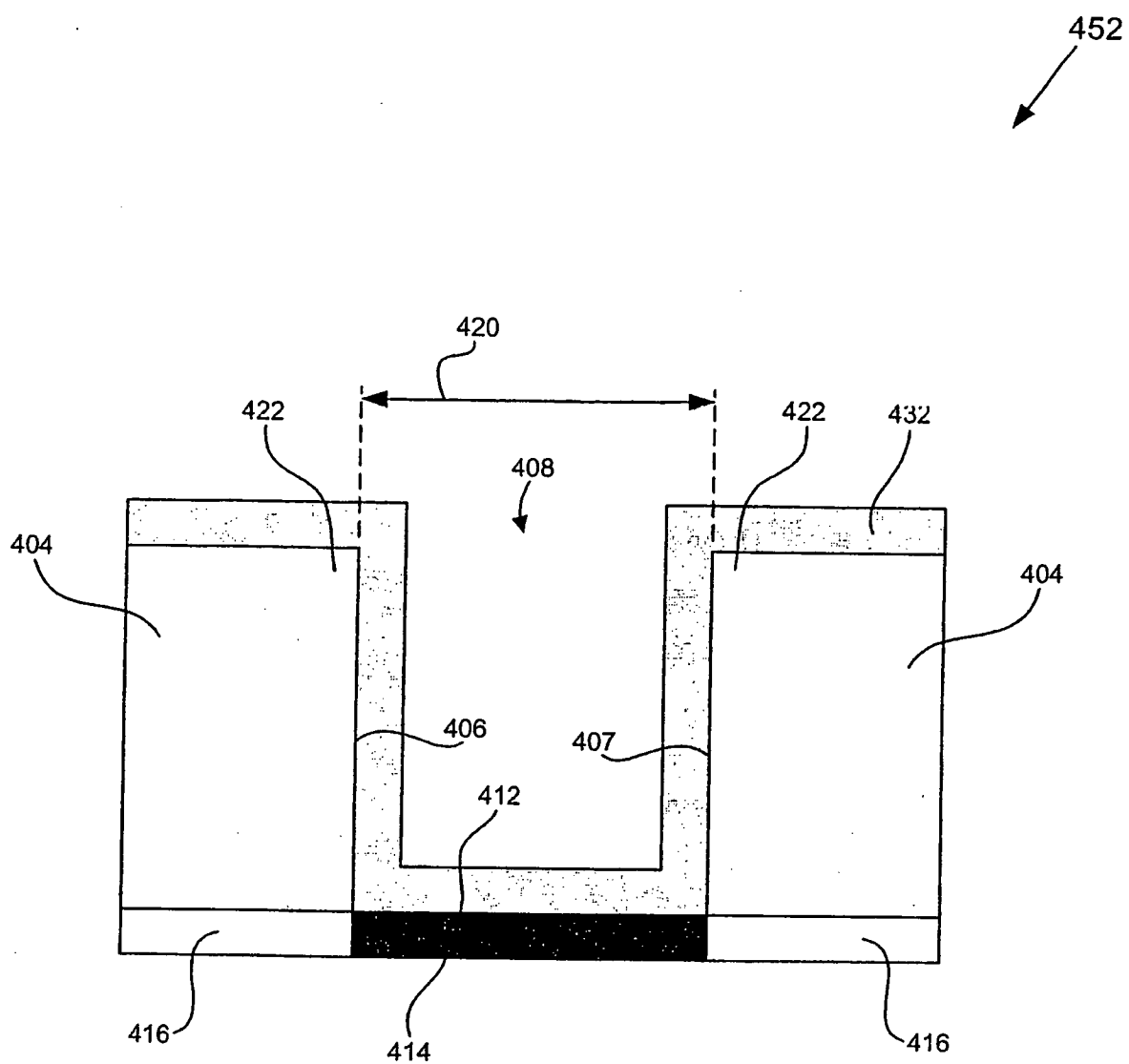


Fig. 4B

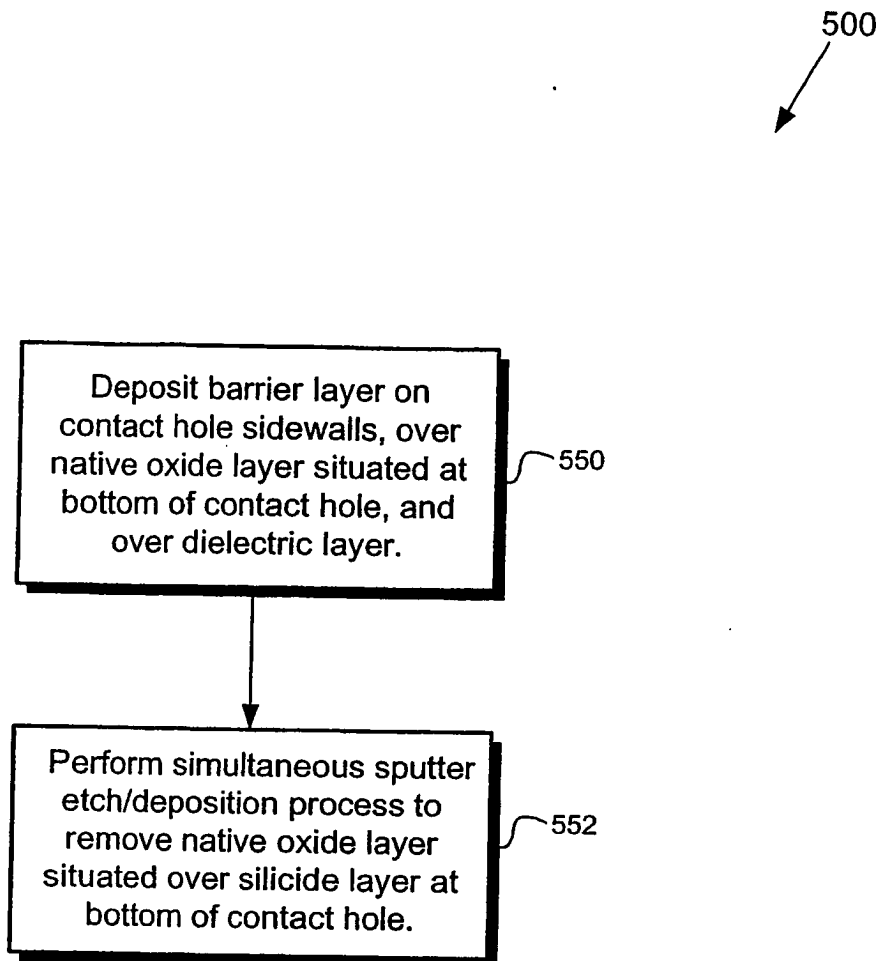


Fig. 5

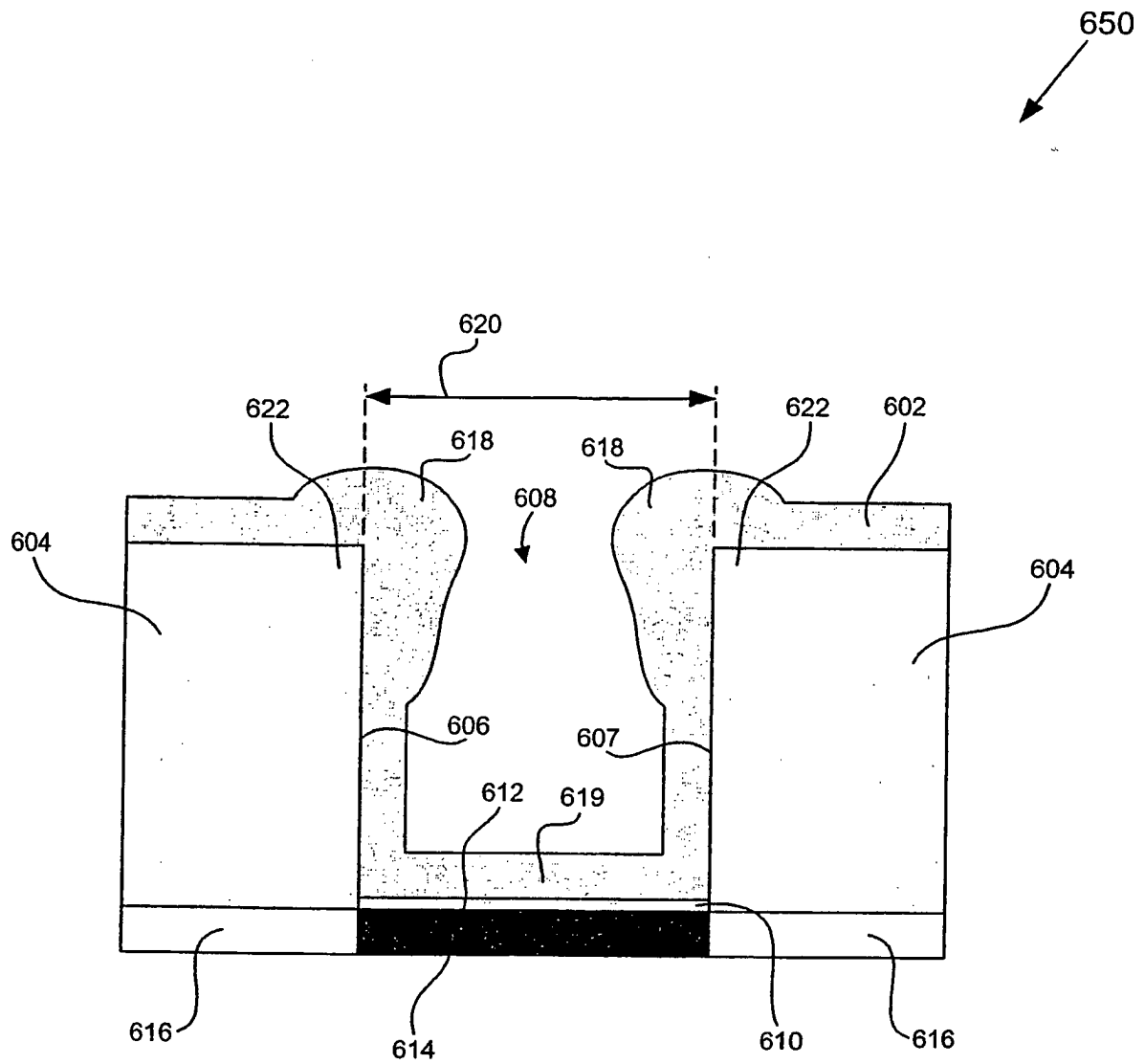


Fig. 6A

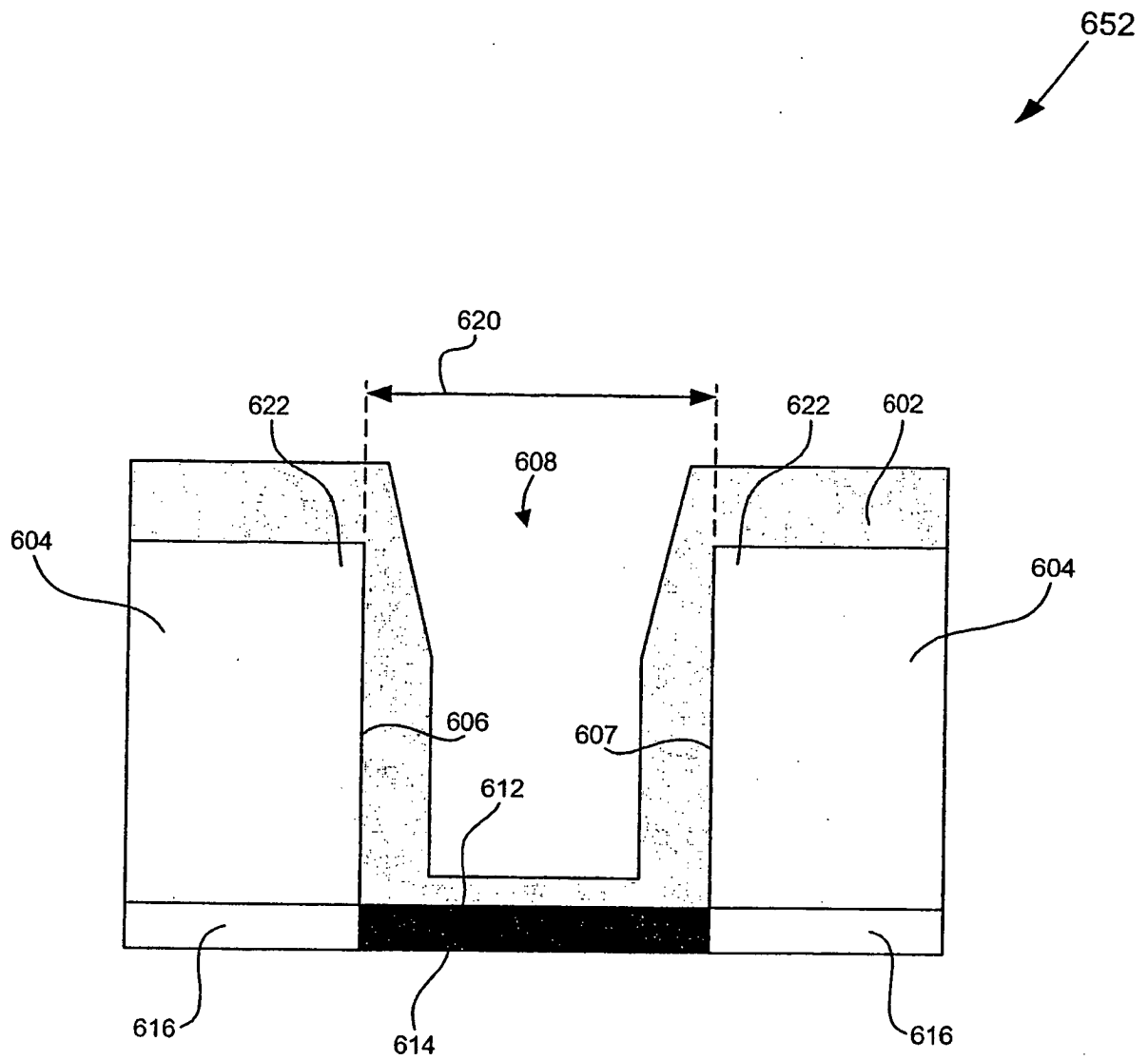


Fig. 6B