



(10) **DE 11 2012 005 734 B4** 2019.08.29

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 005 734.1**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/070784**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/126135**  
(86) PCT-Anmeldetag: **20.12.2012**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.08.2013**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **13.11.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.08.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 21/027** (2006.01)  
**G03F 1/80** (2012.01)  
**G03F 7/20** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**13/402,068**                      **22.02.2012**    **US**

(73) Patentinhaber:  
**GLOBALFOUNDRIES Inc., Grand Cayman, KY**

(74) Vertreter:  
**Richardt Patentanwälte PartG mbB, 65185  
Wiesbaden, DE**

(72) Erfinder:  
**Arnold, John C., c/o IBM Corporation, Albany,  
N.Y., US; Burns, Sean D., c/o IBM Corporation,  
Hopewell Junction, N.Y., US; Holmes, Steven J.,**

**c/o IBM Corporation, Albany, N.Y., US; Horak,  
David V., c/o IBM Corporation, Albany, N.Y.,  
US; Sankarapandian, Muthumanickam, c/o IBM  
Corporation, Albany, N.Y., US; Yin, Yunpeng, c/o  
IBM Corporation, Albany, N.Y., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2009 000 625</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 279 234</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Lithographieprozess und Lithographische Struktur mit doppelter Hartmaske**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bilden einer Struktur, das aufweist:

Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht (20) aus einem dielektrischen Material sowie eine erste metallische Hartmaskenschicht (40) beinhaltet;

Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster;

Bilden von wenigstens einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht (70) über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht;

Bilden eines ersten Kombinationsmusters, das ein erstes lithographisches Muster sowie ein zweites lithographisches Muster in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht (70) beinhaltet, wobei das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster mittels unterschiedlicher Ätzprozesse in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert werden;

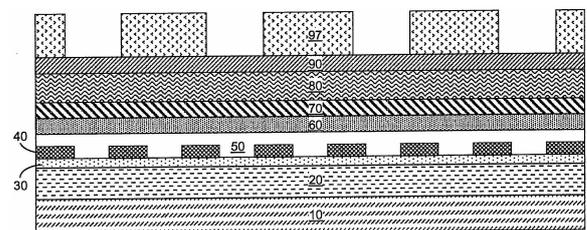
Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein;

Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) (80) über der zweiten metallischen Hartmas-

kenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels eines ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird;

Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und

Abscheiden einer zweiten OPL (180) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei ...



**Beschreibung**

## VERWEIS AUF EINE VERWANDTE ANMELDUNG

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht den Nutzen der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 13/402068 mit dem Titel „DUAL HARD MASK LITHOGRAPHY PROCESS“, die am 22. Februar 2012 eingereicht wurde, deren Inhalt durch Verweis in seiner Gesamtheit hierin aufgenommen ist.

## HINTERGRUND

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Verfahren zum Bilden von lithographischen Mustern und im Besonderen auf Verfahren zum Bilden von lithographischen Mustern, bei denen metallische Doppelschicht-Hartmasken eingesetzt werden, sowie auf Strukturen, um dieselben zustande zu bringen.

**[0003]** Eine Lithographie mit einer einzelnen Belichtung, die eine Lichtquelle mit einer Wellenlänge von 193 nm einsetzt, nähert sich beim Drucken von Elementen mit einem Rastermaß von weniger als 80 nm ihrer Grenze. Um Elemente mit einem Rastermaß von weniger als 80 nm zu drucken, wurden daher Verfahren mit einer zweifachen Belichtung vorgeschlagen.

**[0004]** Durchkontakt-Verfahren mit einer zweifachen Belichtung, wie sie auf dem Fachgebiet bekannt sind, setzen eine organische Planarisierungsschicht (OPL, Organic Planarization Layer) ein, um sich zwei lithographische Muster einzuprägen, die durch zwei unterschiedliche Kombinationen von lithographischer Belichtung und Entwicklung und einem Ätzvorgang zum Transfer des Musters in die organische Planarisierungsschicht hinein transferiert werden. Während der zweiten Muster-Dreifachschicht-Lithographie wird das erste Muster, das sich in der unteren OPL eingeprägt hat, mit der oberen OPL-Schicht gefüllt, und folglich muss das erste Muster während des Transfers des zweiten Musters in die untere OPL hinein erneut geöffnet werden. Da die OPL-Dicke, die zu entfernen ist, in den ersten Mustern sowohl die untere OPL als auch die obere OPL beinhaltet, muss die OPL-Ätzzeit in den ersten Mustern während des Transfers des zweiten Musters in die untere OPL hinein 100 % länger als in dem zweiten Muster sein. Aus diesem Grund ist die Wiedergabetreue des Muster-Transfers einem Kompromiss bezüglich des Musters unterworfen, das zuerst transferiert wird. Im Einzelnen tendieren die Durchkontaktöffnungen, die aus dem zweiten Muster erlangt werden, dazu, während des Transfers des ersten Musters in die organische Planarisierungsschicht hinein breiter zu werden und Unregelmäßigkeiten zu entwickeln. Daher besteht der Wunsch nach einem Verfahren, zwei Muster mit einer hohen Wiedergabetreue zu

transferieren, um ein Kombinationsmuster zu bilden, das sublithographische Elemente beinhaltet.

**[0005]** Die DE 10 2009 000 625 A1 betrifft Strukturen und ein Verfahren zum Bilden von Metallisierungsschichten auf einer Halbleiterkomponente offenbart. Das Verfahren umfasst das Ätzen eines Metallleitungsgrabens unter Verwendung einer Metallleitungs- und das Ätzen eines Durchkontaktierungsgrabens unter Verwendung einer Durchkontaktierungs- und das Ätzen eines Durchkontaktierungsgrabens nach dem Ätzen des Metallleitungsgrabens. Der Durchkontaktierungsgraben wird nur in der Metallleitungs- und der Durchkontaktierungs- und das Ätzen eines Durchkontaktierungsgrabens gemeinsamen Regionen geätzt.

**[0006]** Die US 2010 / 0 279 234 A1 betrifft Verfahren zum Bilden einer doppelten Struktur zur Strukturierung, wobei das Verfahren umfasst: Bilden einer Hartmaskenschicht über einem Substrat; Bilden einer entwickelbaren unteren Antireflexionsschicht über der Hartmaskenschicht; Bilden einer ersten lichtempfindlichen Schicht über der entwickelbaren unteren Antireflexionsschicht; Belichten der ersten lichtempfindlichen Schicht; Entwickeln der ersten lichtempfindlichen Schicht zum Bilden eines ersten Musters und Entwickeln der dBARC-Schicht; und Ätzen des ersten Musters in die Hartmaskenschicht, um ein erstes Muster von Öffnungen in der Hartmaskenschicht zu bilden, wobei die Hartmaskenschicht mit einer milden Säurelösung geätzt wird.

## KURZDARSTELLUNG

**[0007]** Eine erste metallische Hartmaskenschicht wird über einer dielektrischen Zwischenverbindungsebenen-Schicht abgeschieden und mit einem Leitungsmuster strukturiert. Wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material, eine zweite metallische Hartmaskenschicht, eine erste organische Planarisierungsschicht sowie ein erstes Photoresist werden über der ersten metallischen Hartmaskenschicht angebracht. Das erste Photoresist wird mit einem ersten Durchkontaktmuster strukturiert, das in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird, wobei die obere dielektrische Schicht in der wenigstens einen dielektrischen Schicht als die Ätzstoppschicht dient. Nach einem Entfernen der ersten organischen Planarisierungsschicht werden eine zweite organische Planarisierungsschicht und ein zweites Photoresist angebracht. Das zweite Photoresist wird mit einem zweiten Durchkontaktmuster strukturiert, das in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird. Die zweite metallische Hartmaskenschicht beinhaltet ein erstes Kombinationsmuster aus dem ersten und dem zweiten Durchkontaktmuster, das in wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material hinein transferiert wird, wobei die zweite metallische Schicht als die Ätzmaskenschicht verwendet wird. Ein zweites Kombinationsmuster, welches das erste Kombi-

nationsmuster mit den Gebieten der Öffnungen in der ersten metallischen Hartmaskenschicht begrenzt, wird in die dielektrische Zwischenverbindungsebenen-Schicht transferiert, um darin ein Kombinations-Durchkontaktmuster zu bilden. Das Leitungsmuster kann nachfolgend in den oberen Anteil der dielektrischen Zwischenverbindungsebenen-Schicht hinein transferiert werden.

**[0008]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Bilden einer Struktur: Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material und eine erste metallische Hartmaskenschicht beinhaltet; Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster; Bilden von wenigstens einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht; Bilden eines ersten Kombinationsmusters, das ein erstes lithographisches Muster und ein zweites lithographisches Muster lediglich in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht beinhaltet, wobei das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster mittels unterschiedlicher Ätzprozesse in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert werden; Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein; Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels eines ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird; Entfernen der ersten oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und Abscheiden einer zweiten OPL über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels eines zweiten Ätzvorgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

**[0009]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Bilden einer Struktur: Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material und eine erste metallische Hartmaskenschicht beinhaltet; Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster; Bilden von wenigstens einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht und einer ersten Photoresistschicht über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht; Bilden eines ersten lithographischen Musters in der ersten Photoresistschicht und Transferieren des ersten lithographischen Musters mittels eines ersten Ätzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein; Bilden einer zweiten Photoresistschicht über der zweiten metallischen Hartmas-

kenschicht; Strukturieren eines zweiten lithographischen Musters in der zweiten Photoresistschicht und Transferieren des zweiten lithographischen Musters mittels eines zweiten Ätzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein, wobei ein erstes Kombinationsmuster, welches das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster beinhaltet, in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht gebildet wird; Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein; Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels des ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird; Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und Abscheiden einer zweiten OPL über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels des zweiten Ätzvorgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

**[0010]** Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren zum Bilden einer Struktur: Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material und eine erste metallische Hartmaskenschicht beinhaltet; Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster; Bilden von wenigstens einer weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material, einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht sowie einer ersten Photoresistschicht über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht; Bilden eines ersten lithographischen Musters in der ersten Photoresistschicht und Transferieren des ersten lithographischen Musters mittels eines ersten Ätzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein; Bilden einer zweiten Photoresistschicht über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; Strukturieren eines zweiten lithographischen Musters in der zweiten Photoresistschicht und Transferieren des zweiten lithographischen Musters mittels eines zweiten Ätzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein, wobei ein erstes Kombinationsmuster, welches das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster beinhaltet, in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht gebildet wird; Transferieren des ersten Kombinationsmusters durch die wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material hindurch; Transferieren des zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein; Abscheiden einer ersten orga-

nischen Planarisierungsschicht (OPL) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels des ersten Ätzzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird; Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und Abscheiden einer zweiten OPL über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels des zweiten Ätzzvorgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

**[0011]** Gemäß sogar einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird eine lithographische Struktur bereitgestellt, die beinhaltet: eine Schicht aus einem dielektrischen Material, die sich auf einem Substrat befindet; eine erste metallische Hartmaskenschicht, die wenigstens ein Leitungsmuster beinhaltet und sich über der Schicht aus einem dielektrischen Material befindet; wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material, die sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht befindet; eine zweite metallische Hartmaskenschicht, die sich auf der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material befindet und wenigstens einen Satz von wenigstens einer Öffnung beinhaltet, der einem ersten lithographischen Muster entspricht; eine organische Planarisierungsschicht, die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht befindet und wenigstens einen Graben beinhaltet, der einem zweiten lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet; und eine Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht, die sich über der organischen Planarisierungsschicht befindet und die das zweite lithographische Muster beinhaltet.

**[0012]** Gemäß noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet eine lithographische Struktur: eine Schicht aus einem dielektrischen Material, die sich auf einem Substrat befindet; eine erste metallische Hartmaskenschicht, die wenigstens ein Leitungsmuster beinhaltet und die sich über der Schicht aus einem dielektrischen Material befindet; wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material, die sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht befindet; eine zweite metallische Hartmaskenschicht, die sich auf der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material befindet und die wenigstens einen Satz von wenigstens einer Öffnung beinhaltet, der einem ersten lithographischen Muster entspricht; eine organische Planarisierungsschicht, die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht befindet; sowie eine Antireflexbeschichtung (ARC), die sich auf der organischen Planarisierungsschicht befindet und die wenigstens einen Graben beinhaltet, der einem zweiten

lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet.

#### Figurenliste

**Fig. 1A** ist eine Draufsicht auf eine erste exemplarische Struktur nach einer Bildung und einer Strukturierung einer ersten metallischen Hartmaskenschicht.

**Fig. 1B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 1A**.

**Fig. 2A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einer Bildung eines Stapels aus einer unteren Planarisierungsschicht und einer oberen dielektrischen Schicht, einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht, einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL), einer ersten Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht sowie einer ersten Photoresistschicht und einem lithographischen Strukturieren der ersten Photoresistschicht mit einem ersten lithographischen Muster.

**Fig. 2B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 2A**.

**Fig. 3A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer des ersten lithographischen Musters durch die erste ARC-Schicht und die erste OPL hindurch.

**Fig. 3B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 3A**.

**Fig. 4A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer des ersten lithographischen Musters in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein.

**Fig. 4B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 4B**.

**Fig. 5A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einer Entfernung der ersten OPL.

**Fig. 5B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 5A**.

**Fig. 6A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach der Bildung einer zweiten OPL, einer zweiten ARC-Schicht sowie einer zweiten Photoresistschicht und einem lithographischen Strukturieren der zweiten Photoresistschicht mit einem zweiten lithographischen Muster.

**Fig. 6B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 6A**.

**Fig. 7A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer des zweiten lithographischen Musters durch die zweite ARC-Schicht und die zweite OPL hindurch.

**Fig. 7B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 7A**.

**Fig. 8A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer des zweiten lithographischen Musters in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein.

**Fig. 8B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 8B**.

**Fig. 9A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einer Entfernung der zweiten OPL.

**Fig. 9B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 9A**.

**Fig. 10A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer eines ersten Kombinationsmusters in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht durch die obere dielektrische Schicht hindurch.

**Fig. 10B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 10A**.

**Fig. 11A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einer Entfernung der zweiten metallischen Hartmaskenschicht.

**Fig. 11 B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 11A**.

**Fig. 12A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer eines zweiten Kombinationsmusters, das ein Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des Musters in der ersten metallischen Hartmaskenschicht ist, in eine Zwischenverbindungsebenen-Schicht aus einem dielektrischen Material hinein.

**Fig. 12B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 12A**.

**Fig. 13A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einer Entfernung der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, der oberen dielektrischen Schicht sowie der unteren Planarisierungsschicht.

**Fig. 13B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 13A**.

**Fig. 14A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach einem Transfer des Musters in der ersten metallischen Hartmaskenschicht in einen oberen Anteil der Zwischenverbindungsebenen-Schicht aus einem dielektrischen Material hinein.

**Fig. 14B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 14A**.

**Fig. 15A** ist eine Draufsicht auf die erste exemplarische Struktur nach der Bildung von Doppel-Damaszener-Leitungs-Durchkontaktstrukturen innerhalb der Zwischenverbindungsebenen-Schicht aus einem dielektrischen Material.

**Fig. 15B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der ersten exemplarischen Struktur von **Fig. 15B**.

**Fig. 16A** ist eine Draufsicht auf eine zweite exemplarische Struktur.

**Fig. 16B** ist eine vertikale Querschnittsansicht entlang der Ebene B - B' der zweiten exemplarischen Struktur von **Fig. 16A**.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0013]** Wie vorstehend angegeben, bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf Verfahren zum Bilden von lithographischen Mustern, die Doppelschicht-Hartmasken einsetzen, sowie auf Strukturen, um dieselben zustände zu bringen, die nunmehr mit begleitenden Figuren detailliert beschrieben werden. Es ist zu erwähnen, dass gleiche und entsprechende Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden. Die Zeichnungen sind nicht maßstabsgetreu.

**[0014]** Bezugnehmend auf die **Fig. 1A** und **Fig. 1B** beinhaltet eine erste exemplarische Struktur einen Stapel von unten nach oben aus einem Substrat **10**, einer Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material, einer dielektrischen Hartmaskenschicht **30** sowie einer ersten metallischen Hartmaskenschicht **40**. Das Substrat **10** kann ein Halbleitersubstrat sein, das wenigstens eine Halbleitereinheit (nicht gezeigt), wie beispielsweise einen Feldeffekttransistor, einen Übergangstransistor, eine Diode, einen Kondensator, einen Induktor, einen Widerstand, eine optoelektronische Einheit oder irgendwelche anderen Halbleitereinheiten beinhaltet, die auf dem Fachgebiet bekannt sind. Das Substrat **10** kann optional wenigstens eine Metall-Zwischenverbindungsstruktur beinhalten, die Metallleitungen und/oder Metall-Durchkontakte beinhaltet, die in wenigstens einer darunter liegenden Zwi-

schenverbindungsebenen-Schicht aus einem dielektrischen Material eingebettet sind (nicht explizit gezeigt).

**[0015]** Die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material kann eine unstrukturierte Schicht aus einem dielektrischen Material sein und kann jegliches dielektrische Material beinhalten, das Metall-Zwischenverbindungsstrukturen einbetten kann. Zum Beispiel kann die Zwischenverbindungsebenen-Schicht aus einem dielektrischen Material Siliciumoxid, Siliciumnitrid, Siliciumoxynitrid, poröses oder nicht poröses Organosilicat-Glas, ein poröses oder nicht poröses, durch Rotationsbeschichtung aufgebracht dielektrisches Material beinhalten. Die Dicke der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material kann von 50 nm bis 1.000 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können. Die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material kann mittels chemischer Gasphasenabscheidung (CVD) oder Rotationsbeschichtung gebildet werden.

**[0016]** Die dielektrische Hartmaskenschicht **30** ist eine optionale Schicht. Die dielektrische Hartmaskenschicht **30** kann weggelassen werden, wenn die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material eine ausreichende mechanische Beanspruchbarkeit aufweist, um einem Planarisierungsprozess standzuhalten. Wenn zum Beispiel ein oberer Anteil der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** der dielektrischen Maske Siliciumoxid, Siliciumnitrid oder Siliciumoxynitrid beinhaltet, kann die dielektrische Hartmaskenschicht **30** weggelassen werden. Die dielektrische Hartmaskenschicht **30** kann ein Material beinhalten, das aus Siliciumoxid, Siliciumnitrid, Siliciumoxynitrid, einem dielektrischen Metalloxid oder einer Kombination derselben ausgewählt ist. Die dielektrische Hartmaskenschicht **30** kann zum Beispiel mittels chemischer Gasphasenabscheidung, atomarer Schichtabscheidung und/oder physikalischer Gasphasenabscheidung gebildet werden. Die Dicke der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** kann von 5 nm bis 50 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0017]** Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** beinhaltet wenigstens ein metallisches Material und beinhaltet optional ein organisches metallisches Material. Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** beinhaltet ein Material, das eine Ätzselektivität bezüglich der Materialien der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** und der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material bereitstellt.

**[0018]** In einem Beispiel besteht die erste metallische Hartmaskenschicht **40** aus wenigstens einem

metallischen Material. Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** kann zum Beispiel eines oder mehrere von TiN, TaN, WN, Ti, Ta und W beinhalten.

**[0019]** In einem weiteren Beispiel beinhaltet die erste metallische Hartmaskenschicht **40** wenigstens ein metallisches Material und ein organisches Material, wie beispielweise ein Polymer. Das wenigstens eine metallische Material kann eines oder mehrere von Ta, Ti, W, TaN, TiN und WN beinhalten. Das wenigstens eine metallische Material kann innerhalb einer Matrix aus dem organischen Material verteilt sein. Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** kann zum Beispiel ein metall-organisches Antireflexbeschichtungs(ARC)-Material beinhalten, wie beispielsweise ein ARC-Material, das Ti beinhaltet.

**[0020]** Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** kann mittels chemischer Gasphasenabscheidung (CVD), physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) oder Rotationsbeschichtung gebildet werden. Die Dicke der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** kann von 5 nm bis 50 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0021]** Die erste metallische Hartmaskenschicht **40** wird im Anschluss mit wenigstens einem Leitungsmuster strukturiert. Wie hierin verwendet, bezieht sich ein Leitungsmuster auf ein Muster, das wenigstens ein Paar von parallelen Leitungskanten beinhaltet, die durch eine Öffnung dazwischen getrennt sind. Das wenigstens eine Leitungsmuster kann mittels eines einzelnen lithographischen Prozesses, der eine Anbringung eines Photoresists, eine lithographische Belichtung sowie eine Entwicklung des Photoresists mit einem lithographischen Muster beinhaltet, und eines Transfers des lithographischen Musters von dem Photoresist in die erste metallische Hartmaskenschicht **40** hinein sowie einer Entfernung des Photoresists gebildet werden.

**[0022]** Alternativ kann das wenigstens eine Leitungsmuster mittels einer Vielzahl von lithographischen Prozessen gebildet werden. Jeder der Vielzahl von lithographischen Prozessen beinhaltet eine Anbringung eines Photoresists, eine lithographische Belichtung und Entwicklung des Photoresists mit einem lithographischen Muster und einen Transfer des lithographischen Musters von dem Photoresist in die erste metallische Hartmaskenschicht **40** hinein sowie eine Entfernung des Photoresists. Jedes lithographische Muster unter der Vielzahl von lithographischen Prozessen kann unterschiedlich sein. In einem Beispiel kann das wenigstens eine Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** einen sublithographischen Abstand aufweisen, wenn eine Vielzahl von lithographischen Prozessen eingesetzt wird, um das wenigstens eine Leitungsmuster zu bilden. Wie hierin verwendet, bezieht sich ein sublithogra-

phisches Element auf ein Element mit einer Abmessung, die kleiner als die Abmessung eines minimalen Elements ist, das durch einen einzelnen lithographischen Belichtungsprozess gedruckt werden kann. Ab dem Jahr **2012** beträgt das minimale Rastermaß, das mittels eines einzelnen lithographischen Belichtungsprozesses gedruckt werden kann, etwa 80 nm.

**[0023]** Bezugnehmend auf die **Fig. 2A** und **Fig. 2B** werden wenigstens eine Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material, eine zweite metallische Hartmaskenschicht **70**, eine erste organische Planarisierungsschicht (OPL) **80**, eine erste Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht sowie eine erste Photosistschicht **97** sequentiell abgeschlossen.

**[0024]** Die wenigstens eine Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material kann ein Stapel aus einer Vielzahl von Schichten aus dielektrischen Materialien oder eine einzelne Schicht aus einem dielektrischen Material oder eine Kombination aus einer organischen Planarisierungsschicht und einer Schicht aus einem dielektrischen Material sein. Die wenigstens eine Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material kann zum Beispiel ein Stapel aus einer unteren Planarisierungsschicht **50** und einer oberen dielektrischen Schicht **60** sein.

**[0025]** In einem Beispiel beinhaltet die untere Planarisierungsschicht **50** wenigstens eines von einem selbst-planarisierenden organischen Planarisierungsmaterial oder amorphem Kohlenstoff. Das selbst-planarisierende organische Planarisierungsmaterial kann eine Polymerschicht mit einer geringen Viskosität derart sein, dass das Material der unteren Planarisierungsschicht **50** fließt, um vertiefte Bereiche, d.h. die Gräben, die innerhalb der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** ausgebildet sind, bei Anbringung oder Abscheidung zu füllen. Das selbst-planarisierende organische Planarisierungsmaterial kann irgendein Material sein, das für eine organische Planarisierungsschicht in Lithographie-Verfahren mit Dreifachschichten eingesetzt wird, die auf dem Fachgebiet bekannt sind. Die untere Planarisierungsschicht **50** kann zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung oder chemischer Gasphasenabscheidung gebildet werden. Die Dicke der unteren Planarisierungsschicht **50** kann von 50 nm bis 200 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können. Die obere dielektrische Schicht **60** kann eine Schicht aus Siliciumoxid oder eine Silicium enthaltende Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht sein. Die Schicht aus Siliciumoxid kann zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung oder mittels chemischer Gasphasenabscheidung abgeschlossen werden. Die Silicium enthaltende ARC-Schicht kann mittels Rotationsbeschichtung abgeschlossen werden. Die Dicke der oberen dielektrischen Schicht **60** kann von 10 nm bis 100 nm betra-

gen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0026]** Die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** beinhaltet wenigstens ein metallisches Material und beinhaltet optional ein organisches Material. Die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** beinhaltet ein Material, das eine Ätzselektivität bezüglich der Materialien der wenigstens einen Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material bereitstellt.

**[0027]** In einem Beispiel besteht die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** aus wenigstens einem metallischen Material. Die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** kann zum Beispiel eines oder mehrere von TiN, TaN, WN, Ti, Ta und W beinhalten.

**[0028]** In einem weiteren Beispiel beinhaltet die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** wenigstens ein metallisches Material und ein organisches Material, wie beispielsweise ein Polymer. Das wenigstens eine metallische Material kann eines oder mehrere von Ta, Ti, W, TaN, TiN und WN beinhalten. Das wenigstens eine metallische Material kann innerhalb einer Matrix aus dem organischen Material verteilt sein. Die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** kann zum Beispiel ein metall-organisches Antireflexbeschichtungs(ARC)-Material sein, wie beispielsweise ein ARC-Material, das Ti beinhaltet.

**[0029]** Die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** kann mittels chemischer Gasphasenabscheidung (CVD), physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) oder Rotationsbeschichtung gebildet werden. Die Dicke der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** kann von 5 nm bis 50 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0030]** Die erste organische Planarisierungsschicht (OPL) **80** wird zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** gebildet. Die erste OPL **80** beinhaltet ein selbst-planarisierendes organisches Planarisierungsmaterial, das eine Schicht aus einem Polymer mit einer geringen Viskosität sein kann. Das selbst-planarisierende organische Planarisierungsmaterial kann irgendein Material sein, das in Lithographie-Verfahren mit Dreifachschichten, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, für eine organische Planarisierungsschicht eingesetzt wird. Die Dicke der ersten OPL **80** kann von 100 nm bis 200 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0031]** Die erste Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht **90** ist eine optionale Schicht und kann zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung gebildet werden. Die erste ARC-Schicht **90** kann irgendein Antireflex-Material beinhalten, das auf dem Fachgebiet

bekannt ist, und kann Silicium und/oder ein organisches Material beinhalten. Die Dicke der ersten ARC-Schicht **90** kann von 10 nm bis 100 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0032]** Die erste Photoresist-Schicht **97** wird zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung direkt auf der ersten ARC-Schicht **90** oder direkt auf der ersten OPL **80** angebracht. Die Dicke der ersten Photoresistschicht **97** kann von 50 nm bis 600 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können. Die erste Photoresist-Schicht **97** kann eine Schicht aus einem Photoresist sein, das sensitiv gegenüber tiefer Ultraviolett(DUV)-Strahlung, extremer Ultraviolett(EUV)- oder mittlerer Ultraviolett(MUV)-Strahlung ist, wie auf dem Fachgebiet bekannt, oder kann ein Elektronenstrahl-Resist sein, das sensitiv gegenüber einer Strahlung von energetischen Elektronen ist.

**[0033]** Die erste Photoresistschicht **97** wird mittels einer lithographischen Belichtung und Entwicklung mit einem ersten lithographischen Muster strukturiert. Das erste lithographische Muster kann ein Durchkontakt-Muster sein, das Formen für eine Vielzahl von ersten Durchkontaktöffnungen beinhaltet. Die Formen für die Vielzahl von ersten Durchkontaktöffnungen können Kreise und/oder Ellipsen beinhalten. In einem Beispiel kann die Vielzahl von ersten Durchkontaktöffnungen Durchkontaktöffnungen beinhalten, die minimale druckbare Abmessungen für irgendeine gegebene Form, z.B. einen Kreis mit einer minimalen druckbaren Abmessung oder eine Ellipse mit einer minimalen druckbaren Abmessung, für irgendeine gegebene Exzentrizität aufweisen. In einem Beispiel kann die Vielzahl von ersten Durchkontaktöffnungen eine oder mehrere einer Ellipse beinhalten, die eine kleine Halbachse  $b$  in einer Richtung parallel zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** aufweist und eine große Halbachse in der Richtung senkrecht zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** aufweist. Eine Wahl der kleinen Halbachse  $b$  in der Richtung parallel zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** ermöglicht eine nachfolgende Bildung einer Durchkontaktöffnung, die eine Breite in der Senkrechten zu der Richtung der Metallleitungen aufweist, die geringer als der minimale druckbare Durchmesser für einen Kreis in einem lithographischen Muster ist. In einem Beispiel können die Durchkontakte lediglich innerhalb der Metallgräben in die dielektrische Schicht **20** hinein transferiert werden. Diese Struktur wird hierin als „selbst-ausgerichtete Durchkontakte“ bezeichnet, d.h. Durchkontakte, die selbstausgerichtet zu den Metallgräben sind.

**[0034]** Bezugnehmend auf die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** wird das erste lithographische Muster in der ersten Photoresist-Schicht **97** durch einen Satz von wenigstens einem Ätzprozess, der hierin kollektiv als ein „erster Ätzvorgang“ bezeichnet wird, in darunter liegende Schichten hinein transferiert. Im Einzelnen wird das erste lithographische Muster in der ersten Photoresist-Schicht **97** in die erste ARC-Schicht **90** hinein transferiert, indem die erste Photoresist-Schicht **97** während eines ersten Schrittes des ersten Ätzvorgangs als eine Ätzmaske eingesetzt wird. Die Anteile der ersten ARC-Schicht **90**, die unter Öffnungen in der ersten Photoresistschicht **97** liegen, werden durchgeätzt, und das erste lithographische Muster wird nachfolgend während eines zweiten Schrittes des ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL **80** hindurch transferiert. Oberseiten der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** werden am Boden von jedem der Durchkontakte physisch freigelegt, der während des zweiten Schrittes des ersten Ätzvorgangs innerhalb der ersten OPL gebildet wird.

**[0035]** Der erste Schritt und der zweite Schritt des ersten Ätzvorgangs können zum Beispiel mittels eines anisotropen Ätzvorgangs durchgeführt werden, wie beispielsweise eines reaktiven Ionen-Ätzvorgangs. Es können wenigstens eines von Fluorkohlenstoff-Gasen und/oder wenigstens ein Hydrofluorcarbonat-Gas und/oder Sauerstoff und/oder Stickstoff eingesetzt werden, um den Transfer des ersten lithographischen Musters von der ersten Photoresist-Schicht **97** in die erste OPL **80** hinein zu bewirken. Der erste Schritt und der zweite Schritt des ersten Ätzvorgangs können den gleichen Chemismus oder unterschiedliche Chemismen einsetzen und können den gleichen oder einen unterschiedlichen Druck und/oder die gleiche oder eine unterschiedliche Temperatur einsetzen. In einem Beispiel kann die erste ARC-Schicht **90** während des Transfers des ersten lithographischen Musters in die erste OPL **80** hinein als eine Ätzmaske fungieren.

**[0036]** Bezugnehmend auf die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** wird das erste lithographische Muster in der ersten OPL **80** und der ersten ARC-Schicht **90** während eines dritten Schrittes des ersten Ätzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein transferiert. Der dritte Schritt des ersten Ätzvorgangs enthält Halogen-Gase und/oder Edelgase. In einem Beispiel enthält der dritte Schritt des ersten Ätzvorgangs  $\text{Cl}_2$  und Ar. Oberseiten der wenigstens einen Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material werden an dem Boden von jedem der Durchkontakte in der ersten OPL **80** am Ende des dritten Schrittes des ersten Ätzvorgangs physisch freigelegt, jedoch nicht durchgeätzt. Im Einzelnen ist die obere dielektrische Schicht in der wenigstens einen dielektrischen Schicht (**50**, **60**) eine Ätzstopp-Schicht. In einem Beispiel kann die erste ARC-Schicht **90** während

des dritten Schrittes des ersten Ätzzvorgangs aufgebraucht werden.

**[0037]** Bezugnehmend auf die **Fig. 5A** und **Fig. 5B** wird jeglicher verbliebene Anteil der ersten OPL **80** oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** zum Beispiel mittels Veraschen entfernt. Die Entfernung der ersten OPL **80** ist selektiv bezüglich der Materialien der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** und bezüglich des oberen Anteils der wenigstens einen Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material.

**[0038]** Bezugnehmend auf die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** werden eine zweite OPL **180**, eine zweite ARC-Schicht **190** sowie eine zweite Photoresistschicht **197** sequentiell über der strukturierten zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** gebildet. Die zweite OPL **180** wird zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** gebildet. Die zweite OPL **180** beinhaltet ein selbst-planarisierendes organisches Planarisierungsmaterial, das eine Schicht aus einem Polymer mit einer geringen Viskosität sein kann. Das selbst-planarisierende organische Planarisierungsmaterial kann irgendein Material sein, das in Lithographie-Verfahren mit Dreifachschichten, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, für eine organische Planarisierungsschicht eingesetzt wird. Das Material der zweiten OPL **180** kann das gleiche wie das Material der ersten OPL **80** sein oder kann sich von diesem unterscheiden. Die Dicke der zweiten OPL **180** kann, wie von oberhalb der Oberseite der strukturierten zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** aus gemessen, von 50 nm bis 200 nm betragen, wengleich auch geringere oder größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0039]** Die zweite ARC-Schicht **190** ist eine optionale Schicht und kann zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung gebildet werden. Die zweite ARC-Schicht **190** kann irgendein Antireflex-Material beinhalten, das auf dem Fachgebiet gekannt ist, und kann Silicium und/oder ein organisches Material beinhalten. Die Dicke der zweiten ARC-Schicht **190** kann von 10 nm bis 100 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können.

**[0040]** Die zweite Photoresistschicht **197** wird zum Beispiel mittels Rotationsbeschichtung direkt auf der zweiten ARC-Schicht **190** oder direkt auf der zweiten OPL **180** angebracht. Die Dicke der zweiten Photoresistschicht **197** kann von 50 nm bis 600 nm betragen, wengleich auch geringere und größere Dicken eingesetzt werden können. Die zweite Photoresistschicht **197** kann eine Schicht aus einem Photoresist sein, das sensitiv bezüglich tiefer Ultraviolett(DUV)-Strahlung, extremer Ultraviolett(EUV)- oder mittlerer Ultraviolett(MUV)-Strahlung ist, wie auf dem Fachge-

biet bekannt, oder kann ein Elektronenstrahl-Resist sein, das sensitiv bezüglich einer Strahlung von energetischen Elektronen ist.

**[0041]** Die zweite Photoresistschicht **197** wird mittels einer lithographischen Belichtung und Entwicklung mit einem zweiten lithographischen Muster strukturiert. Das zweite lithographische Muster kann ein Durchkontaktmuster sein, das Formen für eine Vielzahl von zweiten Durchkontaktöffnungen beinhaltet. Die Formen für die Vielzahl von zweiten Durchkontaktöffnungen können Kreise und/oder Ellipsen beinhalten. In einem Beispiel kann die Vielzahl von zweiten Durchkontaktöffnungen Durchkontaktöffnungen beinhalten, die minimale druckbare Abmessungen für jegliche gegebene Form aufweisen. In einem Beispiel kann die Vielzahl von zweiten Durchkontaktöffnungen eine oder mehrere einer Ellipse sein, die eine kleine Halbachse  $b$  in einer Richtung parallel zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** aufweist und eine große Halbachse in der Richtung senkrecht zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** aufweist. Eine Wahl der kleinen Halbachse  $b$  in der Richtung parallel zu der Längsrichtung der Leitungen in dem wenigstens einen Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** ermöglicht eine nachfolgende Bildung einer Durchkontaktöffnung mit einer Breite in der Senkrechten zu der Richtung der Metalleitungen, die geringer als der minimale druckbare Durchmesser für einen Kreis in einem lithographischen Muster ist. Im Besonderen werden die Durchkontakte lediglich innerhalb der Metallgräben in die dielektrische Schicht **20** hinein transferiert. Mit anderen Worten wird dies als selbst-ausgerichtete Durchkontakte bezüglich der Metallgräben bezeichnet.

**[0042]** Bezugnehmend auf die **Fig. 7A** und **Fig. 7B** wird das zweite lithographische Muster in der zweiten Photoresistschicht **197** durch einen Satz von wenigstens einem Ätzprozess, der hierin kollektiv als ein „zweiter Ätzzvorgang“ bezeichnet wird, in darunter liegende Schichten hinein transferiert. Im Einzelnen wird das zweite lithographische Muster in der zweiten Photoresistschicht **197** in die zweite ARC-Schicht **190** hinein transferiert, indem die zweite Photoresistschicht **197** während des ersten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs als eine Ätzmaske eingesetzt wird. Die Anteile der zweiten ARC-Schicht **190**, die unter Öffnungen in der zweiten Photoresistschicht **197** liegen, werden durchgeätzt, und das zweite lithographische Muster wird nachfolgend während eines zweiten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs durch die zweite OPL **180** hindurch transferiert. Oberseiten der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** werden an dem Boden jedes Grabens, der während des zwei-

ten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs innerhalb der zweiten OPL **180** gebildet wird, physisch freigelegt.

**[0043]** Der erste Schritt und der zweite Schritt des zweiten Ätzzvorgangs können zum Beispiel mittels eines anisotropen Ätzzvorgangs bewerkstelligt werden, wie beispielsweise eines reaktiven Ionenätzvorgangs. Wenigstens eines von Fluorkohlenstoffgasen und/oder wenigstens ein Hydrofluorcarbonatgas und/oder Sauerstoff und/oder Stickstoff können eingesetzt werden, um den Transfer des zweiten lithographischen Musters von der zweiten Photoresistschicht **197** in die zweite OPL **180** hinein zu bewerkstelligen. Der erste Schritt und der zweite Schritt des zweiten Ätzzvorgangs können den gleichen Chemismus oder unterschiedliche Chemismen einsetzen und können den gleichen oder einen unterschiedlichen Druck und/oder die gleiche oder eine unterschiedliche Temperatur einsetzen. In einem Beispiel kann die zweite ARC-Schicht **190** während des Transfers des zweiten lithographischen Musters in die zweite OPL **180** hinein als eine Ätzmaste fungieren.

**[0044]** Die erste exemplarische Struktur am Ende des zweiten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs, wie in den **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellt, ist eine lithographische Struktur, die eine Schicht aus einem dielektrischen Material, d.h. die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material, die sich auf dem Substrat **10** befindet; die erste metallische Hartmaskenschicht **40**, die das wenigstens eine Leitungsmuster beinhaltet und die sich über der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material befindet; wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material, d.h. den Stapel aus der unteren Planarisierungsschicht **50** und der oberen dielektrischen Schicht **60**, der sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** befindet; und die zweite metallische Hartmaskenschicht **70**, die sich auf der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material befindet und die wenigstens einen Satz von wenigstens einer Öffnung beinhaltet, der dem ersten lithographischen Muster entspricht; sowie eine organische Planarisierungsschicht beinhaltet, d.h. die zweite OPL **180**, die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** befindet und die wenigstens einen Durchkontakt beinhaltet, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet. Die lithographische Struktur beinhaltet des Weiteren eine Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht, d.h. die zweite ARC-Schicht **190**, die sich über der zweiten OPL **180** befindet und die das zweite lithographische Muster beinhaltet.

**[0045]** Bezugnehmend auf die **Fig. 8A** und **Fig. 8B** wird das zweite lithographische Muster in der zweiten OPL **180** und der zweiten ARC-Schicht **190** wäh-

rend eines dritten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein transferiert. Der dritte Schritt des zweiten Ätzzvorgangs enthält Halogen-Gase und/oder Edelgase. In einem Beispiel enthält der dritte Schritt dieses zweiten Ätzzvorgangs Cl<sub>2</sub> und Ar. Oberseiten der wenigstens einen Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material werden an dem Boden von jedem Durchkontakt in der zweiten OPL **180** am Ende des dritten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs physisch freigelegt, jedoch nicht durchgeätzt. Im Einzelnen wirkt die obere dielektrische Schicht in der wenigstens einen dielektrischen Schicht (**50, 60**) als eine Ätzstoppschicht. In einem Beispiel kann die zweite ARC-Schicht **190** während des dritten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs verbraucht werden.

**[0046]** In der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** wird mittels einer Kombination des ersten Ätzzvorgangs und des zweiten Ätzzvorgangs ein erstes Kombinationsmuster gebildet, welches das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster beinhaltet. Das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster werden mittels der gleichen oder mittels unterschiedlicher Ätzprozesse in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein transferiert. Im Einzelnen wird das erste lithographische Muster mittels des ersten Ätzzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein transferiert, und das zweite lithographische Muster wird mittels des zweiten Ätzzvorgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein transferiert. Das erste Kombinationsmuster ist die Vereinigung des ersten lithographischen Musters und des zweiten lithographischen Musters.

**[0047]** Die erste exemplarische Struktur am Ende des zweiten Schrittes des zweiten Ätzzvorgangs, wie in den **Fig. 8A** und **Fig. 8B** dargestellt, ist eine lithographische Struktur, die eine Schicht aus einem dielektrischen Material, d.h. die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material, die sich auf dem Substrat **10** befindet; die erste metallische Hartmaskenschicht **40**, die das wenigstens eine Leitungsmuster beinhaltet und die sich über der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material befindet; wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material, d.h. den Stapel aus der unteren Planarisierungsschicht **50** und der oberen dielektrischen Schicht **60**, der sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** befindet; und die zweite metallische Hartmaskenschicht **70**, die sich auf der wenigstens einen Schicht (**50, 60**) aus einem dielektrischen Material befindet und einen Satz von wenigstens einer Öffnung, der dem ersten lithographischen Muster entspricht, und einen Satz von wenigstens einer weiteren Öffnung beinhaltet, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht; sowie eine organische Planarisierungsschicht beinhaltet, d.h. die zwei-

te OPL **180**, die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** befindet und die wenigstens einen Durchkontakt beinhaltet, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet. Der Satz von wenigstens einer Öffnung in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70**, der dem ersten lithographischen Muster entspricht, ist mit der zweiten OPL **180** gefüllt, und der Satz von wenigstens einer weiteren Öffnung in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70**, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht, ist nicht mit der zweiten OPL **180** gefüllt.

**[0048]** Bezugnehmend auf die **Fig. 9A** und **Fig. 9B** wird jeglicher verbliebene Anteil der zweiten OPL **180** oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** zum Beispiel mittels Veraschen entfernt. Die Entfernung der zweiten OPL **280** ist selektiv bezüglich der Materialien der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** und bezüglich des oberen Anteils der wenigstens einen Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material.

**[0049]** Bezugnehmend auf die **Fig. 10A** und **Fig. 10B** wird das erste Kombinationsmuster durch die wenigstens eine Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material hindurch transferiert, indem ein weiterer Ätzzvorgang eingesetzt wird, der hierin als ein „dritter Ätzzvorgang“ bezeichnet wird. Der dritte Ätzzvorgang kann ein anisotroper Ätzzvorgang sein, wie beispielsweise ein reaktiver Ionen-Ätzzvorgang. In einem Beispiel setzt der dritte Ätzzvorgang die strukturierte zweite metallische Hartmaskenschicht **70** als eine Ätzmase ein und setzt die untere Planarisierungsschicht **50** als eine Stoppschicht ein. Bis zum Ende dieses dritten Ätzzvorgangs ist die untere Planarisierungsschicht **50** nicht durchgeätzt.

**[0050]** Bezugnehmend auf **Fig. 11A** und **Fig. 11 B** wird die zweite metallische Hartmaske **70** entfernt, indem ein Ätzzvorgang eingesetzt wird. Dieser Ätzzvorgang kann ein trockener Plasma-Ätzzvorgang oder eine nasse Behandlung sein, die selektiv gegenüber der wenigstens einen dielektrischen Schicht (**50**, **60**) sind. In einem Beispiel kann dieser Ätzzvorgang einen Chemismus eines Plasma-Ätzzvorgangs verwenden, der Halogen-Gase und/oder Edelgase enthält. In einem Beispiel enthält dieser Chemismus eines trockenen Plasma-Ätzzvorgangs Cl<sub>2</sub> und Ar oder Cl<sub>2</sub> und He.

**[0051]** In einem weiteren Beispiel kann die wenigstens eine dielektrische Schicht (**50**, **60**) lediglich eine dielektrische Schicht enthalten. In diesem Beispiel unterscheidet sich die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** von der ersten metallischen Schicht **40**. In einem Beispiel ist die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** eine Ti enthaltende ARC-Schicht, und die erste metallische Schicht **40** setzt TiN ein. Der

dritte Ätzzvorgang setzt die strukturierte zweite metallische Hartmaskenschicht **70** als eine Ätzmase ein und setzt die erste metallische Schicht **40** als eine Stoppschicht ein. In diesem Beispiel wird die zweite metallische Hartmaske **70** nach wie vor nach dem dritten Ätzzvorgang entfernt. In einem Beispiel wird die zweite metallische Hartmaske **70** mittels eines nassen Chemismus entfernt, der selektiv gegenüber der ersten metallischen Hartmaske **40**, der einzelnen Schicht der dielektrischen Schicht zwischen den zwei metallischen Hartmaskenschichten und der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** sowie der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material ist.

**[0052]** Bezugnehmend auf die **Fig. 12A** und **Fig. 12B** wird das zweite Kombinationsmuster in die dielektrische Hartmaskenschicht **30** und die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material hinein transferiert, indem noch ein weiterer Ätzzvorgang eingesetzt wird, der hierin als ein „vierter Ätzzvorgang“ bezeichnet wird. Der vierte Ätzzvorgang kann ein anisotroper Ätzzvorgang sein, wie beispielsweise ein reaktiver Ionen-Ätzzvorgang. Der vierte Ätzzvorgang setzt die Kombination der wenigstens einen dielektrischen Schicht (**50**, **60**) und der ersten metallischen Hartmaske **40** als die Ätzmase ein. Somit ätzt der Ätzz-Chemismus des vierten Ätzzvorgangs die dielektrischen Materialien der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** sowie der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material und ist selektiv bezüglich der ersten metallischen Hartmaske **40**.

**[0053]** Physisch freigelegte Anteile der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** werden durchgeätzt, und physisch freigelegte Oberflächen der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material werden vertikal vertieft, um Durchkontakte **21** mit einer ersten Tiefe d<sub>1</sub> von der Oberseite der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material aus zu bilden. Somit kann das zweite Kombinationsmuster bis zu der ersten Tiefe d<sub>1</sub> innerhalb der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material transferiert werden. Die erste Tiefe d<sub>1</sub> kann geringer als die oder gleich der Dicke t der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material sein.

**[0054]** Bezugnehmend auf die **Fig. 13A** und **Fig. 13B** wird die wenigstens eine dielektrische Schicht (**50**, **60**) oberhalb der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** entfernt. In einem Beispiel wird, wenn die wenigstens eine dielektrische Schicht (**50**, **60**) eine untere organische Planarisierungsschicht **50** und eine obere dielektrische Schicht **60** enthält, die dielektrische Schicht **60** während des Ätzzvorgangs der dielektrischen Hartmaskenschicht **30** und der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus

einem dielektrischen Material opfernd entfernt. Die untere Planarisierungsschicht **50** kann verascht werden, indem ein Sauerstoff enthaltendes Plasma eingesetzt wird. In einem weiteren Beispiel kann, wenn die wenigstens eine dielektrische Schicht (**50**, **60**) lediglich eine einzelne Schicht aus einer dielektrischen Schicht enthält, diese einzelne Schicht aus einer dielektrischen Schicht mittels einer nassen Behandlung entfernt werden, wie beispielsweise eines Ätzzvorgangs mit verdünnter HF.

**[0055]** Bezugnehmend auf die **Fig. 14A** und **Fig. 14B** wird das wenigstens eine Leitungsmuster in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** in einen oberen Anteil der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material hinein transferiert, indem ein weiterer Ätzzvorgang eingesetzt wird, der hierin als ein „fünfter Ätzzvorgang“ bezeichnet wird, bei dem die erste metallische Hartmaskenschicht **40** als eine bei dem Ätzzvorgang maschierende Schicht wirkt. Der fünfte Ätzzvorgang kann ein anisotroper Ätzzvorgang sein, wie beispielsweise ein reaktiver Ionenätzvorgang. Der Transfer des wenigstens einen Leitungsmusters in der ersten metallischen Hartmaskenschicht **40** in den oberen Anteil der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material hinein bildet wenigstens einen Leitungsgraben. Das zweite Kombinationsmuster, das bei den Durchkontakten **21** innerhalb der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material vorliegt, wird weitergehend bis zu einer weiteren Tiefe transferiert, die größer als die zweite Tiefe  $d_2$  ist, und wird während des Transfers des wenigstens einen Leitungsmusters in die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material hinein durch die Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material hindurch geätzt. Innerhalb der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material wird wenigstens ein Doppel-Damaszener-Graben **23** gebildet, in dem wenigstens ein Durchkontakt-Hohlraum integral mit wenigstens einem Leitungs-Hohlraum gebildet wird. Jeder der Durchkontakt-Hohlräume kann sich bis zu der Unterseite der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material erstrecken und auf der Metallleitung darunter aufkommen.

**[0056]** Bezugnehmend auf die **Fig. 15A** und **Fig. 15B** wird wenigstens eine integrierte Leitungs-Durchkontakt-Struktur **28**, bei der wenigstens eine leitfähige Durchkontakt-Struktur integral mit wenigstens einer leitfähigen Leitungs-Struktur gebildet wird, innerhalb des Stapels aus der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material und der optionalen dielektrischen Hartmaskenschicht **30** gebildet. Zum Beispiel kann ein leitfähiges Material innerhalb des wenigstens einen Doppel-Damaszener-Grabens **23** abgeschieden und nachfolgend planarisiert werden, indem ein chemisch-me-

chanisches Polieren (CMP) eingesetzt wird, das die erste Metall-Hartmaskenschicht **40**, die dielektrische Hartmaskenschicht **30** sowie einen oberen Anteil der Zwischenverbindungsebenen-Schicht **20** aus einem dielektrischen Material entfernt.

**[0057]** Die Verfahren der vorliegenden Offenbarung verhindern eine laterale Erweiterung des zweiten lithographischen Musters während des Transfers des ersten lithographischen Musters in die zweite metallische Hartmaskenschicht **70** hinein während des zweiten Ätzzvorgangs, da die zweite OPL **180** die Öffnungen innerhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht **70** bedeckt, die dem ersten lithographischen Muster entsprechen, und dies führt einen Unterschied der OPL-Ätzzdicke zwischen den zwei Sätzen von Mustern von zwei Litho-Belichtungen ein.

**[0058]** Eine zweite exemplarische Struktur kann aus der ersten exemplarischen Struktur abgeleitet werden, indem die wenigstens eine Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material der ersten exemplarischen Struktur durch eine einzelne Schicht aus einem dielektrischen Material substituiert wird, die hierin als eine metallische Zwischen-Hartmasken-Schicht **150** aus einem dielektrischen Material bezeichnet wird. Die **Fig. 16A** und **Fig. 16B** stellen die zweite exemplarische Struktur bei einem Prozessschritt dar, der den **Fig. 6A** und **Fig. 6B** der ersten exemplarischen Struktur entspricht. Für Herstellung der zweiten exemplarischen Struktur können die gleichen Prozessschritte eingesetzt werden wie für Herstellung der ersten exemplarischen Struktur, mit der Ausnahme der Substitution der wenigstens einen Schicht (**50**, **60**) aus einem dielektrischen Material der ersten exemplarischen Struktur durch die metallische Zwischen-Hartmasken-Schicht **150** aus einem dielektrischen Material.

**[0059]** In einem Beispiel kann die metallische Zwischen-Hartmasken-Schicht **150** aus einem dielektrischen Material ein Material aus hydriertem Siliciumnitrid mit einer Zusammensetzung von  $\text{Si}_3\text{H}_x\text{N}_y$  beinhalten, bei dem  $x$  größer als 0 ist und kleiner als 2 ist und  $y$  größer als 2 ist und kleiner als 5 ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bilden einer Struktur, das aufweist:  
Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht (**20**) aus einem dielektrischen Material sowie eine erste metallische Hartmaskenschicht (**40**) beinhaltet;  
Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster;  
Bilden von wenigstens einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht (**70**) über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht;  
Bilden eines ersten Kombinationsmusters, das ein erstes lithographisches Muster sowie ein zweites li-

thographisches Muster in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht (70) beinhaltet, wobei das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster mittels unterschiedlicher Ätzprozesse in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert werden;

Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein;

Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) (80) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels eines ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird;

Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und

Abscheiden einer zweiten OPL (180) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels eines zweiten Ätzvorgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren aufweist:

Beschichten der ersten OPL mit einer ersten Photoresistschicht (97), wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels des ersten Ätzvorgangs von der ersten Photoresistschicht durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird; und

Beschichten der zweiten OPL mit einer zweiten Photoresistschicht (197), wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels des zweiten Ätzvorgangs von der zweiten Photoresistschicht durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, das des Weiteren aufweist:

Abscheiden einer ersten Antireflexbeschichtungs (ARC)-Schicht (90) über der ersten OPL, wobei die erste Photoresistschicht auf der ersten ARC-Schicht gebildet wird, wobei die erste ARC-Schicht während des Transfers des ersten lithographischen Musters in die erste OPL hinein als eine Ätzmaske fungiert; und Abscheiden einer zweiten ARC-Schicht (190) über der zweiten OPL, wobei die zweite Photoresistschicht auf der zweiten ARC-Schicht gebildet wird, wobei die zweite ARC-Schicht während des Transfers des zweiten lithographischen Musters in die zweite OPL hinein als eine Ätzmaske fungiert.

4. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren ein Abscheiden der zweiten metallischen Hartmaskenschicht als eine Schicht aufweist, die wenigstens

ein Metall und wenigstens ein organisches Material aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren ein Abscheiden der zweiten metallischen Hartmaskenschicht als eine Schicht aufweist, die ein metallorganisches Antireflexbeschichtungs(ARC)-Material aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren ein Abscheiden der zweiten metallischen Hartmaskenschicht als eine Schicht aufweist, die wenigstens eines von Ta, Ti, W, TaN, TiN und WN aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, das des Weiteren ein Abscheiden von wenigstens einer weiteren Schicht (50/60, 150) aus einem dielektrischen Material über der ersten metallischen Hartmaskenschicht aufweist, wobei die zweite metallische Hartmaskenschicht auf der wenigstens einen weiteren Schicht (50/60, 150) aus einem dielektrischen Material gebildet wird, wobei das erste Kombinationsmuster nachfolgend durch die wenigstens eine weitere Schicht aus einem dielektrischen Material hindurch transferiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das des Weiteren ein Abscheiden der wenigstens einen weiteren Schicht (50/60) aus einem dielektrischen Material als ein Stapel aus einer oberen dielektrischen Schicht (60) und einer unteren Planarisierungsschicht (50) aufweist, wobei die obere dielektrische Schicht wenigstens eines von Siliciumoxid und einem Silicium enthaltenden Antireflexbeschichtungs(ARC)-Material aufweist und die untere Planarisierungsschicht wenigstens eines von amorphem Kohlenstoff und einem selbst-planarisierenden organischen Material aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, das des Weiteren ein Abscheiden der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material als eine einzelne Schicht (150) aus einem dielektrischen Material aufweist, das ein Material aus hydriertem Siliciumnitrid aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster Durchkontakt-Muster sind und das erste Kombinationsmuster eine Vereinigung des ersten und des zweiten lithographischen Musters ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das zweite Kombinationsmuster bis zu einer ersten Tiefe innerhalb der Schicht aus einem dielektrischen Material transferiert wird und wobei das Verfahren des Weiteren ein Transferieren des wenigstens einen Leitungsmusters in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein aufweist, wobei das zweite Kombinationsmuster des Weiteren während des Transfers des

wenigstens einen Leitungsmusters in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein bis zu einer weiteren Tiefe, die größer als die erste Tiefe ist, innerhalb der Schicht aus einem dielektrischen Material transferiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, das des Weiteren aufweist:

Abscheiden eines leitfähigen Materials innerhalb von wenigstens einem Graben (23), der nach dem Transferieren des zweiten Kombinationsmusters bis in die zweite Tiefe (d2) gebildet wurde; und

Entfernen der ersten metallischen Hartmaskenschicht (40) und des leitfähigen Materials oberhalb der Schicht aus einem dielektrischen Material, wobei wenigstens eine integrierte Leitungs-Durchkontakt-Struktur, die das leitfähige Material aufweist, innerhalb der Schicht aus einem dielektrischen Material gebildet wird.

13. Verfahren zum Bilden einer Struktur, das aufweist:

Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht (20) aus einem dielektrischen Material sowie eine erste metallische Hartmaskenschicht (40) beinhaltet; Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einer Leitungsstruktur;

Bilden von wenigstens einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht (70) sowie einer ersten Photoresistschicht (97) über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht;

Bilden eines ersten lithographischen Musters in der ersten Photoresistschicht und Transferieren des ersten lithographischen Musters mittels eines ersten Ätzworgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein;

Bilden einer zweiten Photoresistschicht (197) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht;

Strukturieren eines zweiten lithographischen Musters in der zweiten Photoresistschicht und Transferieren des zweiten lithographischen Musters mittels eines zweiten Ätzworgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein, wobei ein erstes Kombinationsmuster, welches das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster beinhaltet, in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht gebildet wird;

Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein;

Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) (80) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels des ersten Ätzworgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird;

Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und

Abscheiden einer zweiten OPL (180) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels des zweiten Ätzworgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die erste Photoresistschicht über der ersten OPL gebildet wird, das erste lithographische Muster mittels des ersten Ätzworgangs von der ersten Photoresistschicht durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird, die zweite Photoresistschicht über der zweiten OPL gebildet wird und das zweite lithographische Muster mittels des zweiten Ätzworgangs von der zweiten Photoresistschicht durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

15. Verfahren zum Bilden einer Struktur, das aufweist:

Bilden eines Stapels, der wenigstens eine Schicht (20) aus einem dielektrischen Material sowie eine erste metallische Hartmaskenschicht (40) beinhaltet; Strukturieren der ersten metallischen Hartmaskenschicht mit wenigstens einem Leitungsmuster;

Bilden von wenigstens einer weiteren Schicht (50/60) aus einem dielektrischen Material, einer zweiten metallischen Hartmaskenschicht (70) sowie einer ersten Photoresistschicht (97) über der strukturierten ersten metallischen Hartmaskenschicht;

Bilden eines ersten lithographischen Musters in der ersten Photoresistschicht und Transferieren des ersten lithographischen Musters mittels eines ersten Ätzworgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein;

Bilden einer zweiten Photoresistschicht (197) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht;

Strukturieren eines zweiten lithographischen Musters in der zweiten Photoresistschicht und Transferieren des zweiten lithographischen Musters mittels eines zweiten Ätzworgangs in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein, wobei ein erstes Kombinationsmuster, welches das erste lithographische Muster und das zweite lithographische Muster beinhaltet, in der zweiten metallischen Hartmaskenschicht gebildet wird;

Transferieren des ersten Kombinationsmusters durch die wenigstens eine Schicht aus einem dielektrischen Material hindurch;

Transferieren eines zweiten Kombinationsmusters, das einen Schnitt des ersten Kombinationsmusters und des wenigstens einen Leitungsmusters beinhaltet, in die Schicht aus einem dielektrischen Material hinein;

Abscheiden einer ersten organischen Planarisierungsschicht (OPL) (80) über der zweiten metalli-

schen Hartmaskenschicht, wobei das erste lithographische Muster nachfolgend mittels des ersten Ätzvorgangs durch die erste OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird;

Entfernen der ersten OPL oberhalb der zweiten metallischen Hartmaskenschicht; und

Abscheiden einer zweiten OPL (180) über der zweiten metallischen Hartmaskenschicht, wobei das zweite lithographische Muster nachfolgend mittels des zweiten Ätzvorgangs durch die zweite OPL hindurch in die zweite metallische Hartmaskenschicht hinein transferiert wird.

16. Lithographische Struktur, die aufweist:  
eine Schicht (20) aus einem dielektrischen Material, die sich auf einem Substrat (10) befindet;  
eine erste metallische Hartmaskenschicht (40), die wenigstens ein Leitungsmuster beinhaltet und die sich über der Schicht aus einem dielektrischen Material befindet;  
wenigstens eine weitere Schicht (50/60) aus einem dielektrischen Material, die sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht befindet;  
eine zweite metallische Hartmaskenschicht (70), die sich auf der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material befindet und die wenigstens einen Satz von wenigstens einer Öffnung beinhaltet, der einem ersten lithographischen Muster entspricht;  
eine organische Planarisierungsschicht (180), die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht befindet und die wenigstens einen Graben beinhaltet, der einem zweiten lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet; und  
eine Antireflexbeschichtungs(ARC)-Schicht (190), die sich über der organischen Planarisierungsschicht befindet und die das zweite lithographische Muster beinhaltet.

17. Lithographische Struktur nach Anspruch 16, wobei die zweite metallische Hartmaskenschicht des Weiteren einen Satz von wenigstens einer weiteren Öffnung beinhaltet, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht.

18. Lithographische Struktur nach Anspruch 17, wobei der Satz von wenigstens einer Öffnung, der dem ersten lithographischen Muster entspricht, mit der organischen Planarisierungsschicht gefüllt ist und der Satz von wenigstens einer weiteren Öffnung, der dem zweiten lithographischen Muster entspricht, nicht mit der organischen Planarisierungsschicht gefüllt ist.

19. Lithographische Struktur, die aufweist:  
eine Schicht (20) aus einem dielektrischen Material, die sich auf einem Substrat (10) befindet,

eine erste metallische Hartmaskenschicht (40), die wenigstens ein Leitungsmuster beinhaltet und die sich über der Schicht aus einem dielektrischen Material befindet;

wenigstens eine weitere Schicht (50/60) aus einem dielektrischen Material, die sich auf der ersten metallischen Hartmaskenschicht befindet;

eine zweite metallische Hartmaskenschicht (70), die sich auf der wenigstens einen weiteren Schicht aus einem dielektrischen Material befindet und die wenigstens einen Satz von wenigstens einer Öffnung beinhaltet, der einem ersten lithographischen Muster entspricht;

eine organische Planarisierungsschicht (180), die sich auf der zweiten metallischen Hartmaskenschicht befindet; und

eine Antireflexbeschichtung (ARC) (190), die sich auf der organischen Planarisierungsschicht befindet und die wenigstens einen Graben beinhaltet, der einem zweiten lithographischen Muster entspricht, das sich von dem ersten lithographischen Muster unterscheidet.

20. Lithographische Struktur nach Anspruch 19, wobei die organische Planarisierungsschicht das zweite lithographische Muster beinhaltet.

Es folgen 16 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

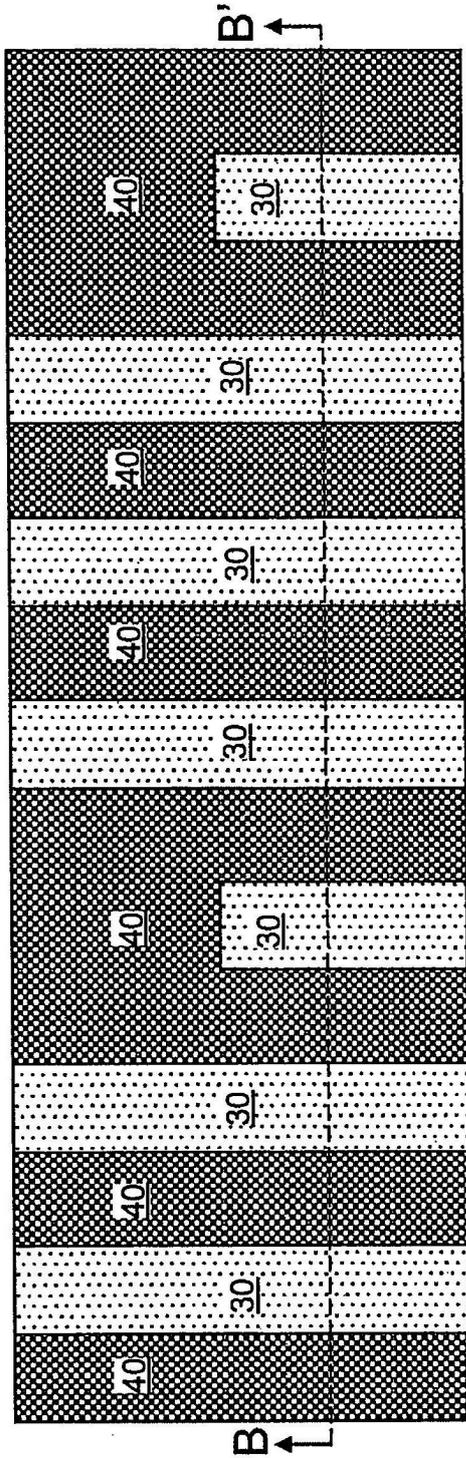


FIG. 1A

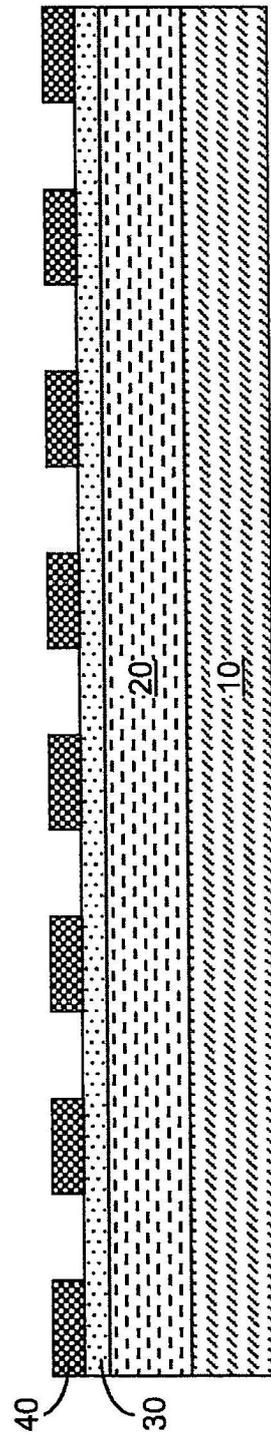


FIG. 1B

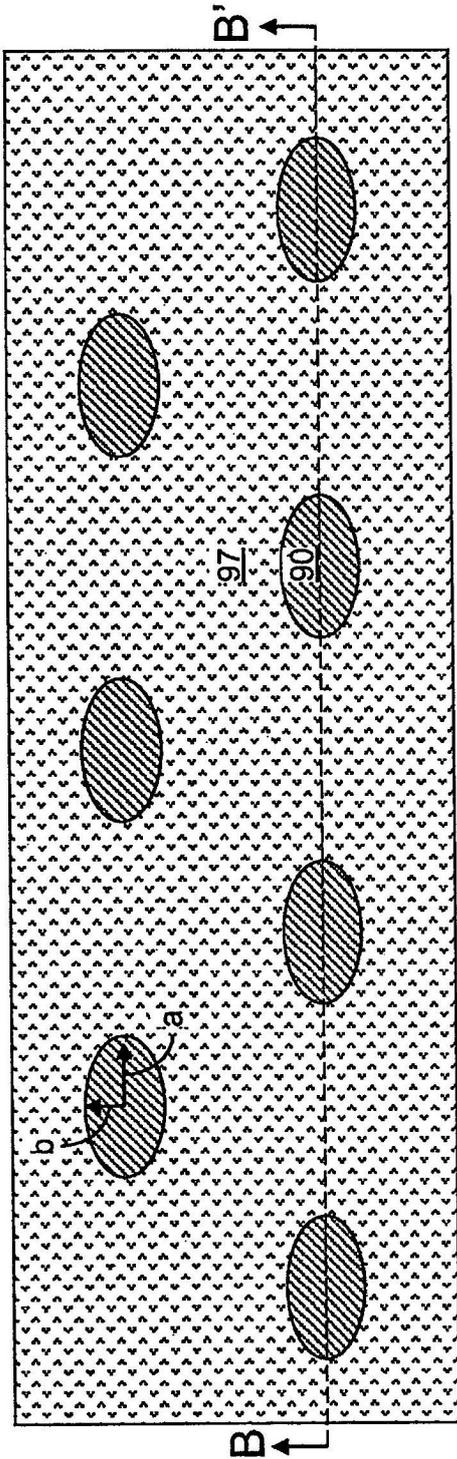


FIG. 2A

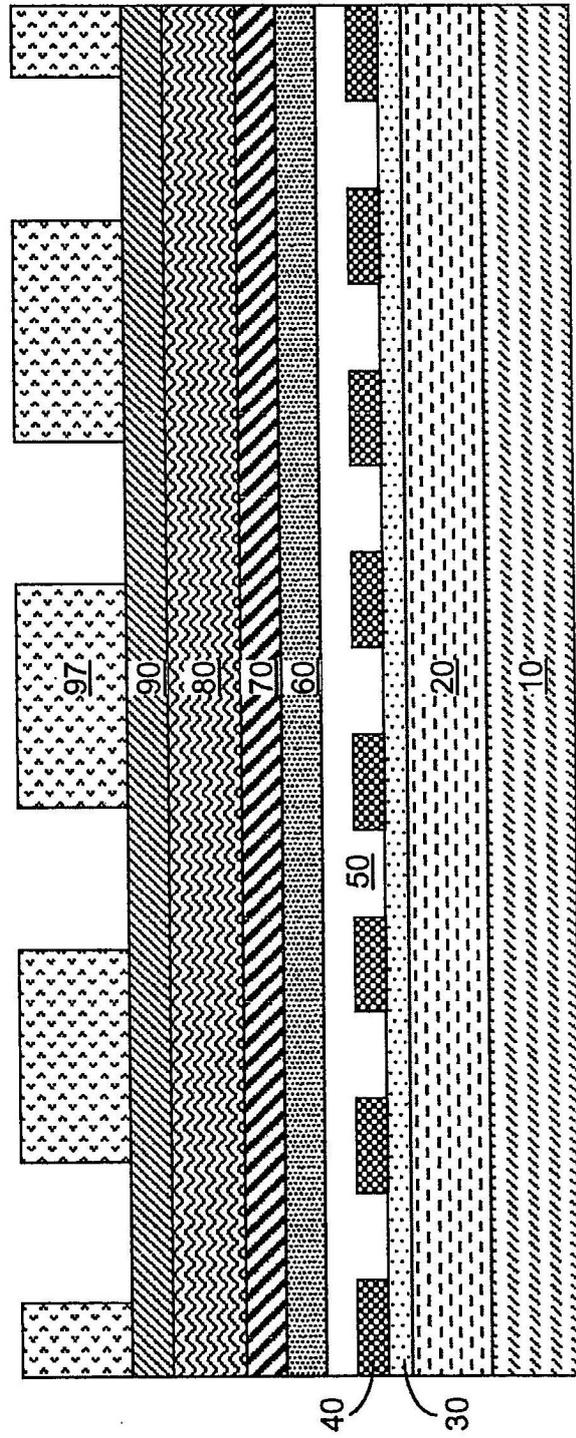


FIG. 2B

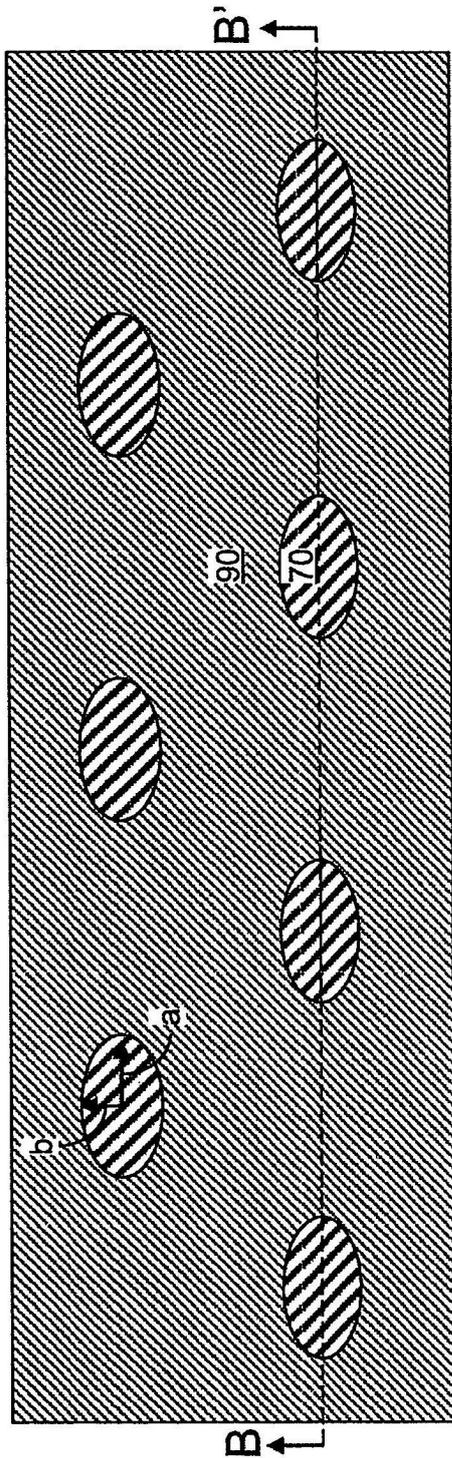


FIG. 3A

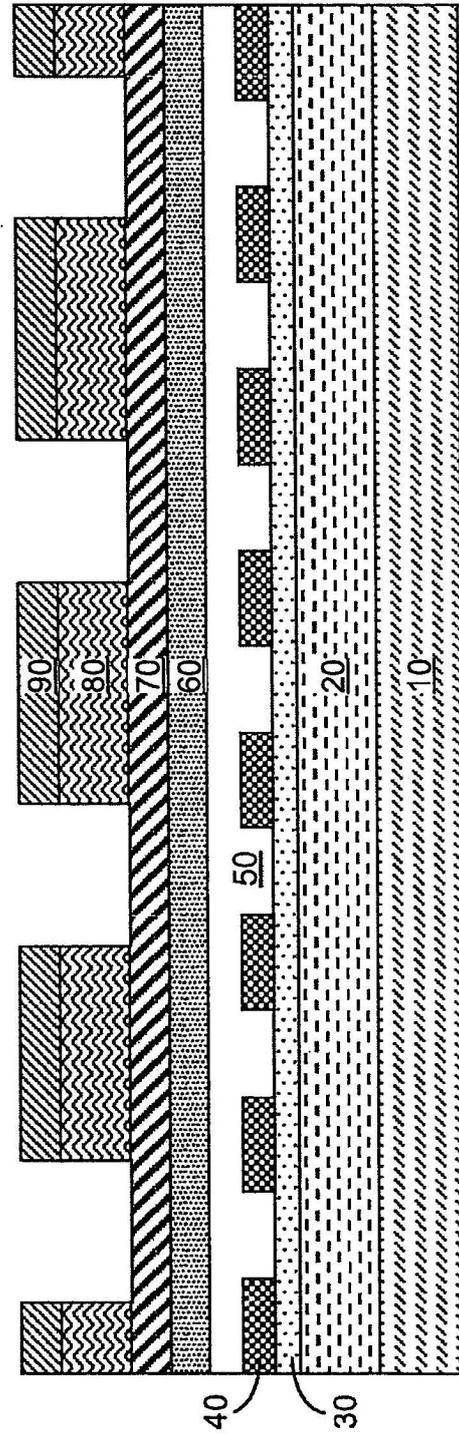


FIG. 3B

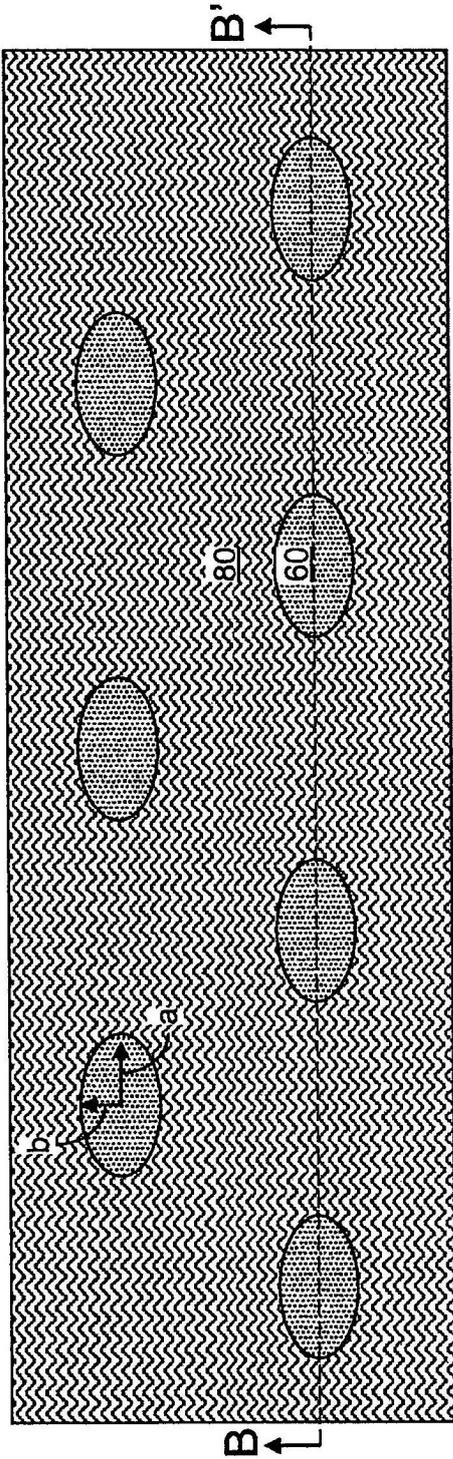


FIG. 4A

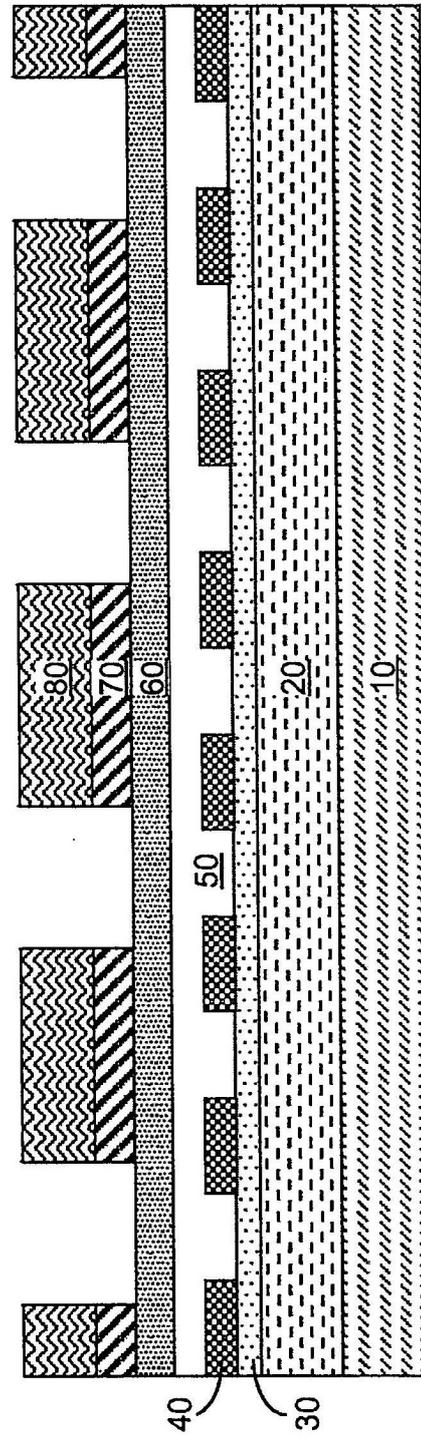


FIG. 4B

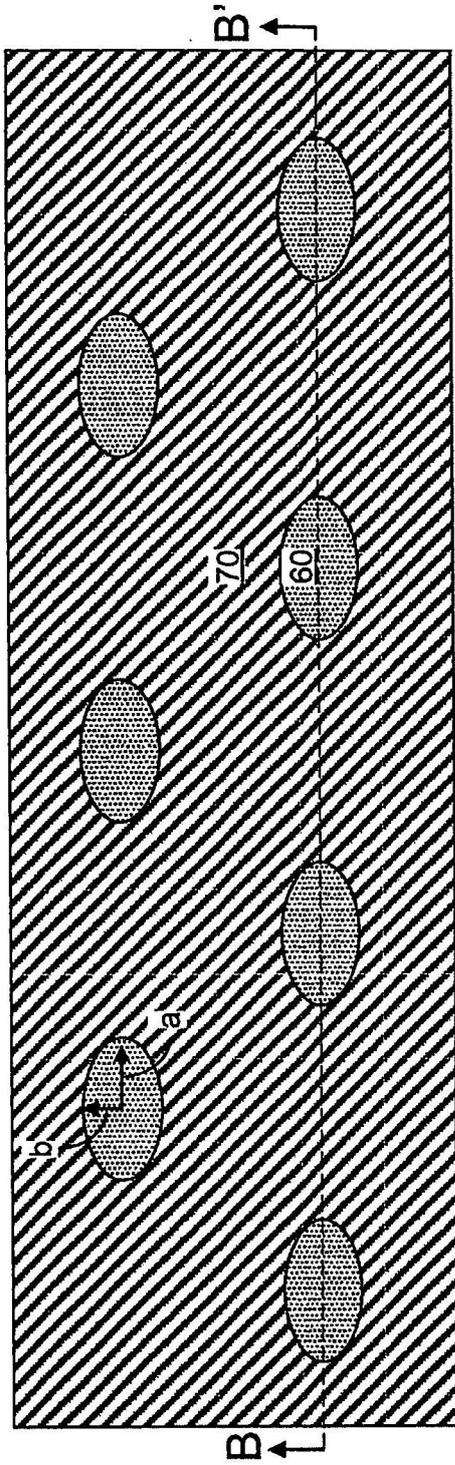


FIG. 5A

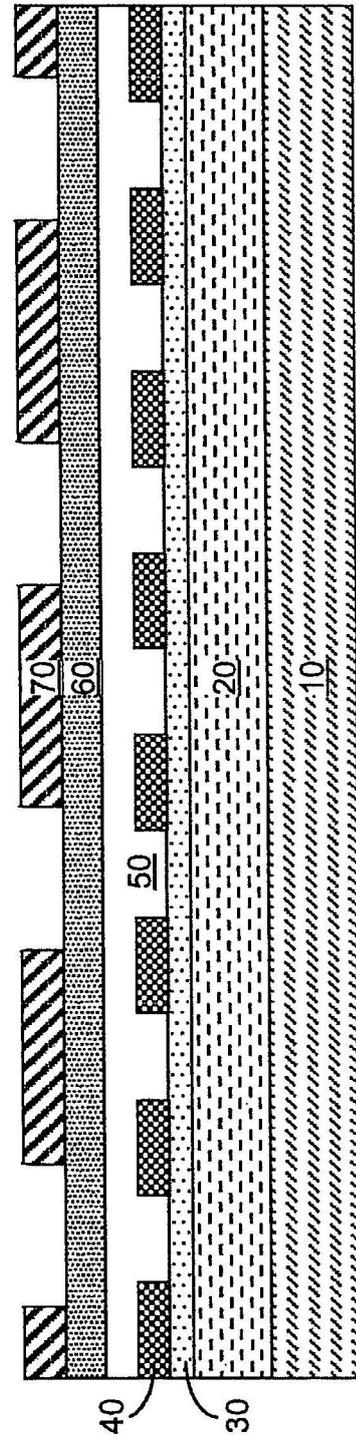


FIG. 5B

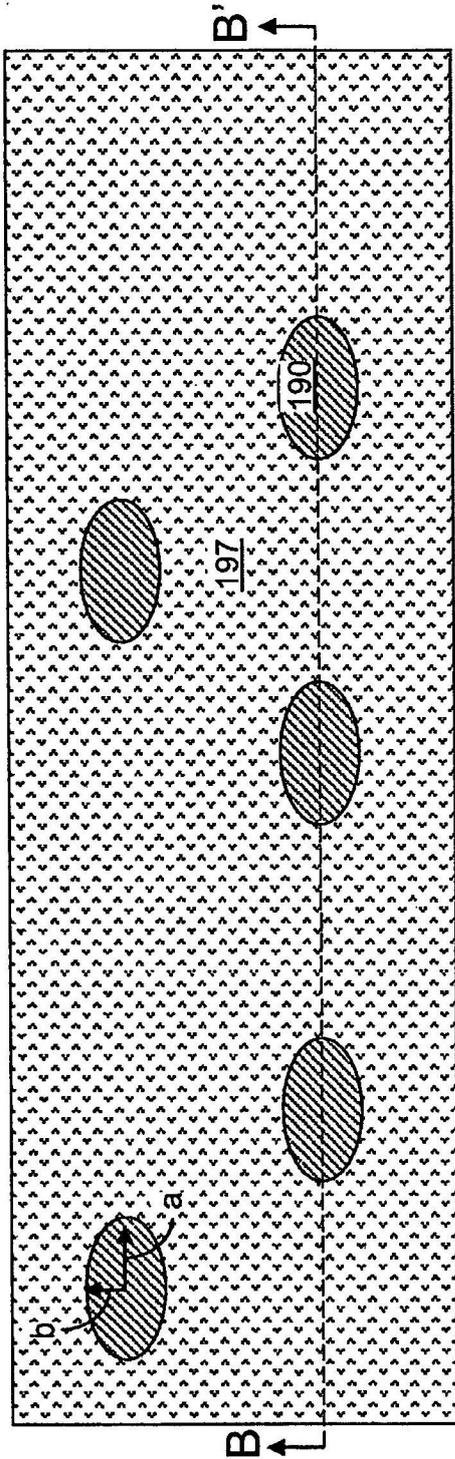


FIG. 6A

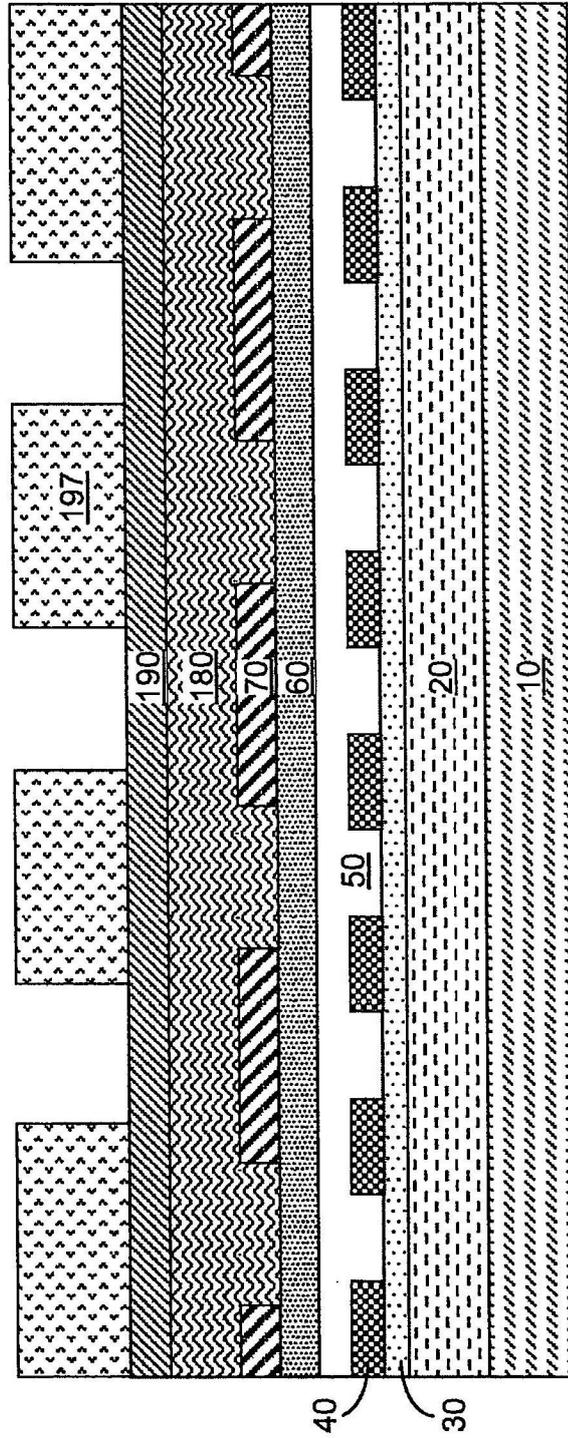


FIG. 6B

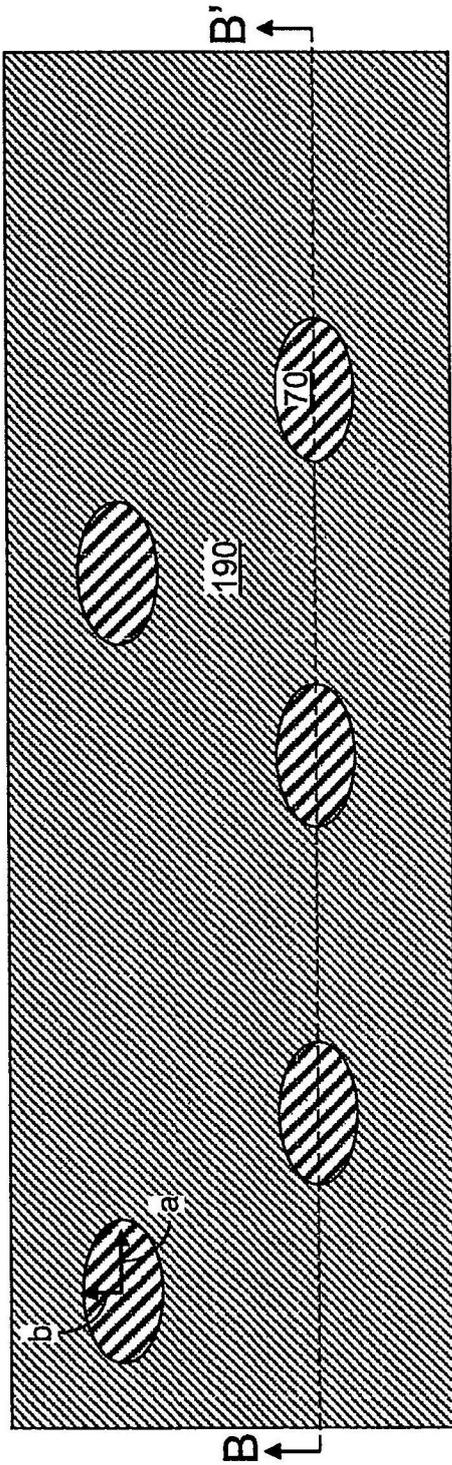


FIG. 7A

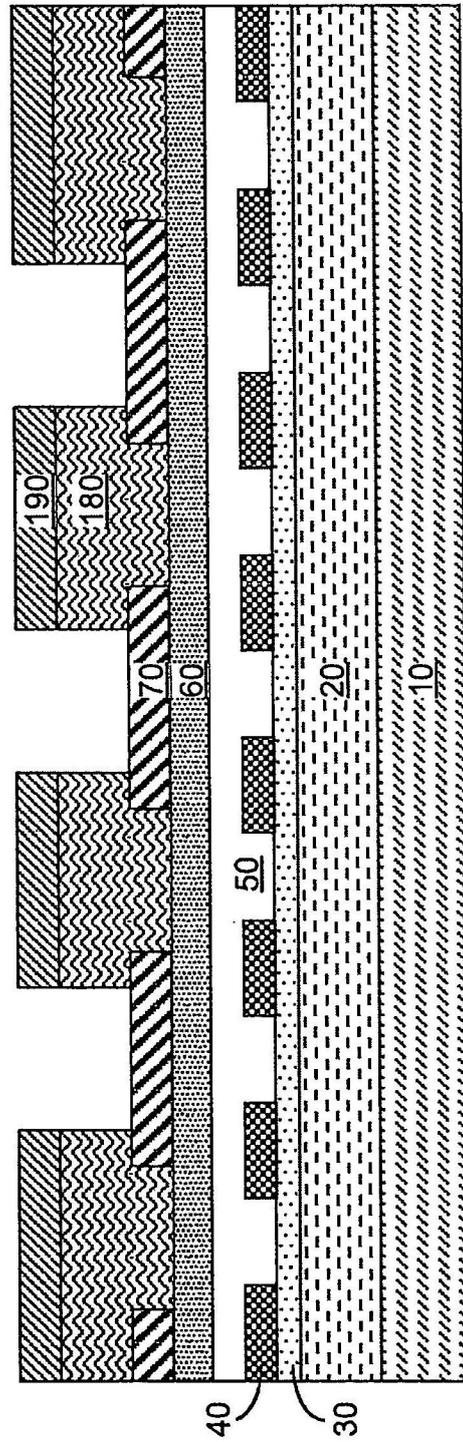


FIG. 7B

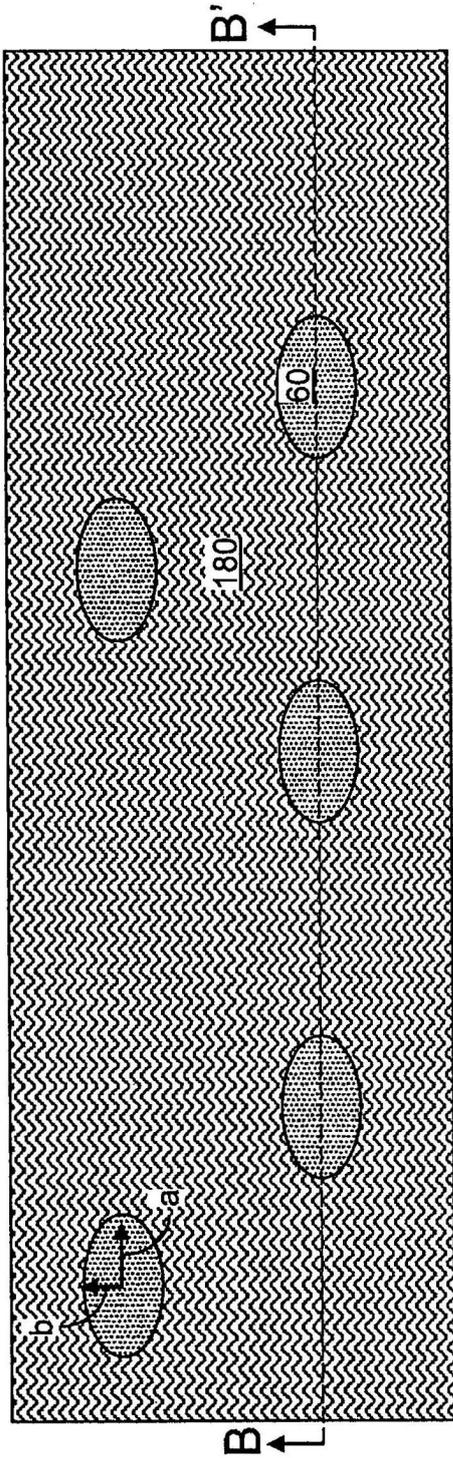


FIG. 8A

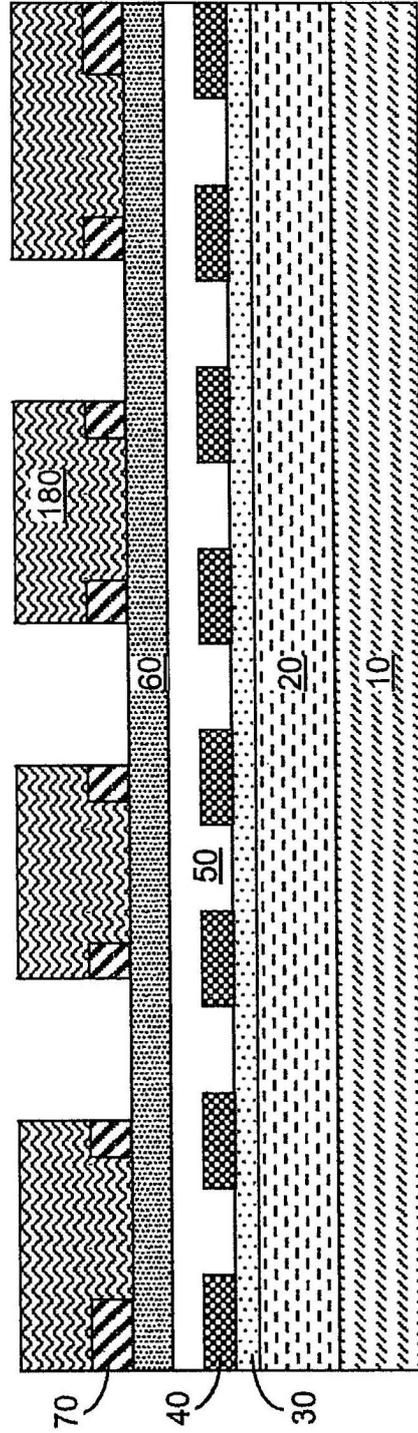


FIG. 8B

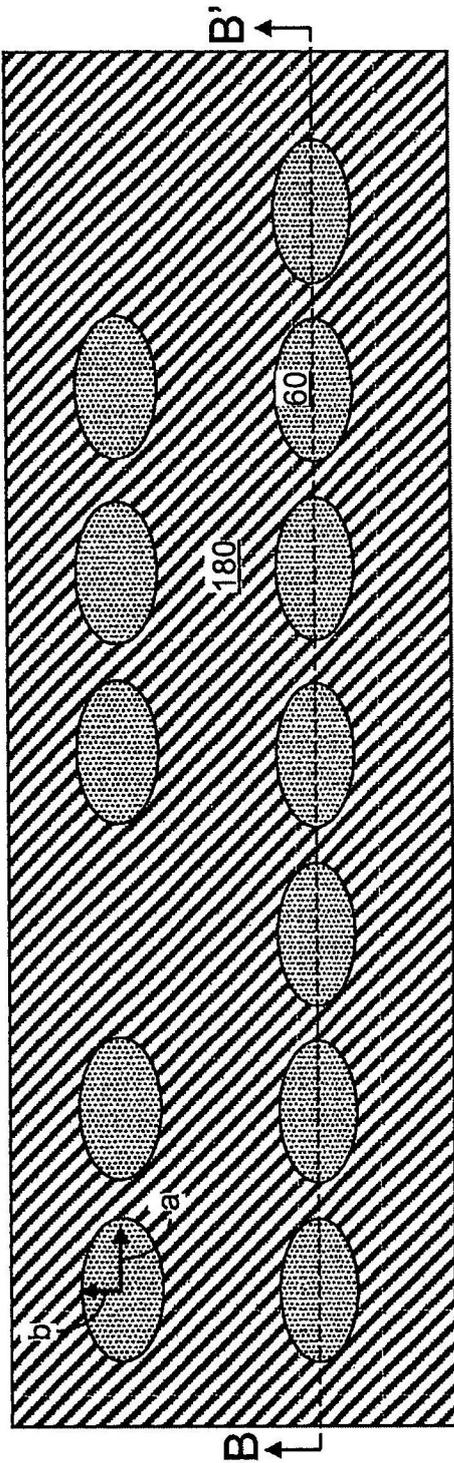


FIG. 9A

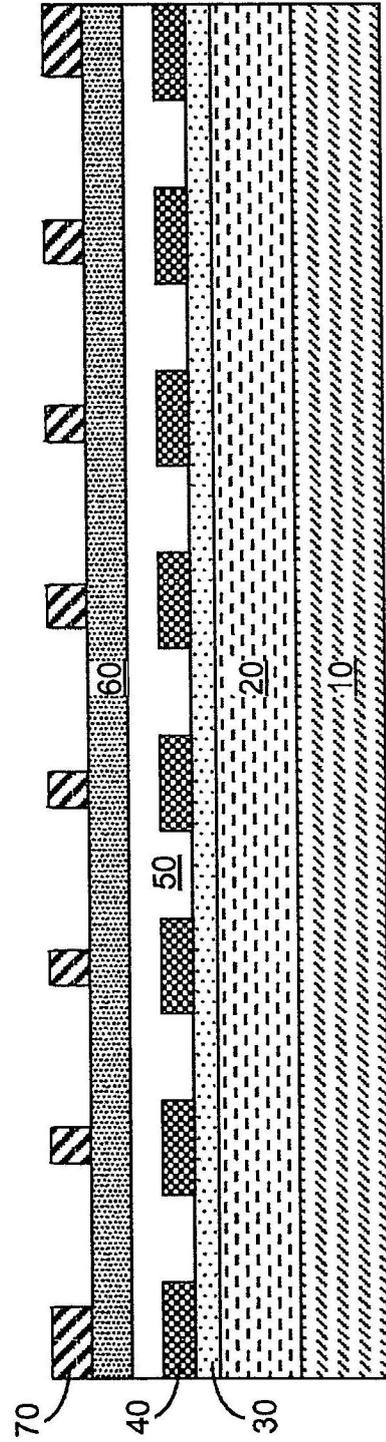


FIG. 9B

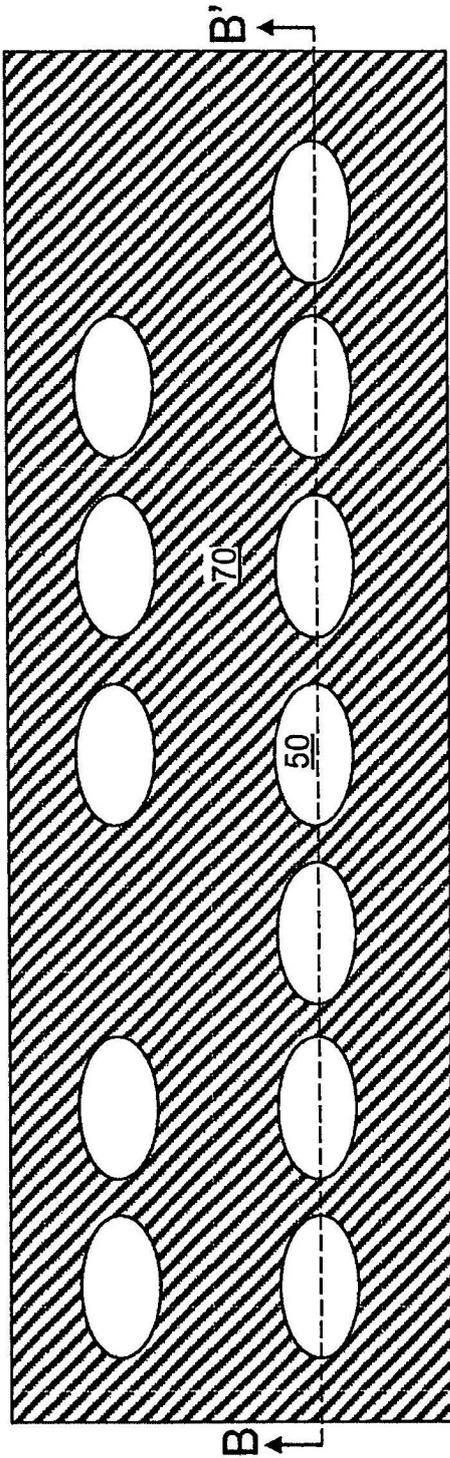


FIG. 10A

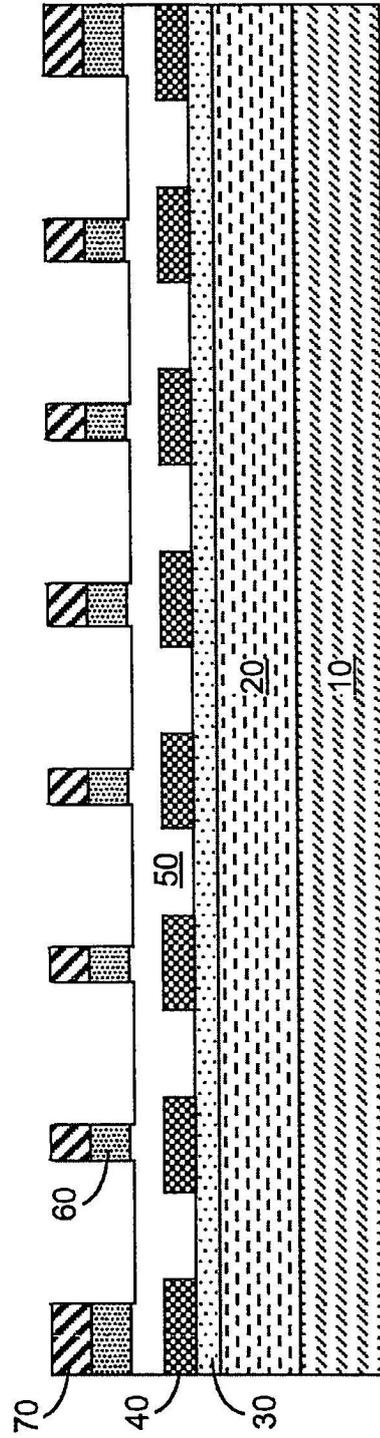


FIG. 10B

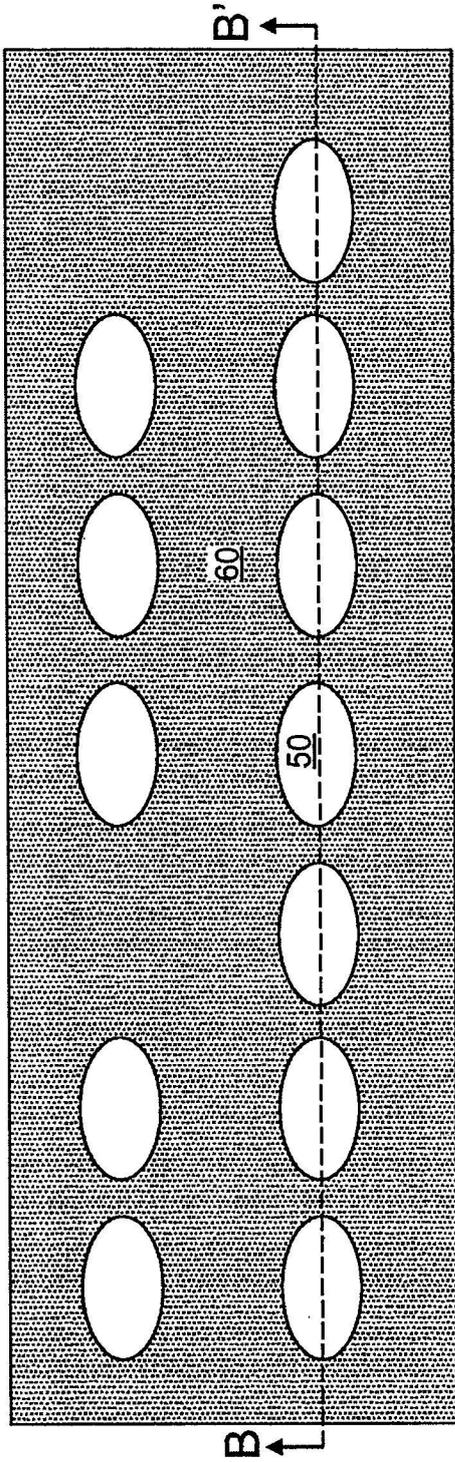


FIG. 11A

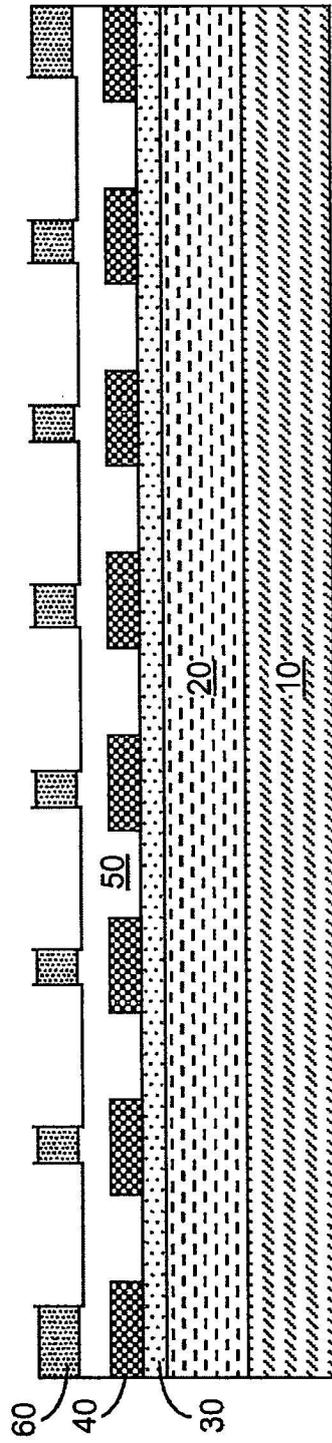


FIG. 11B

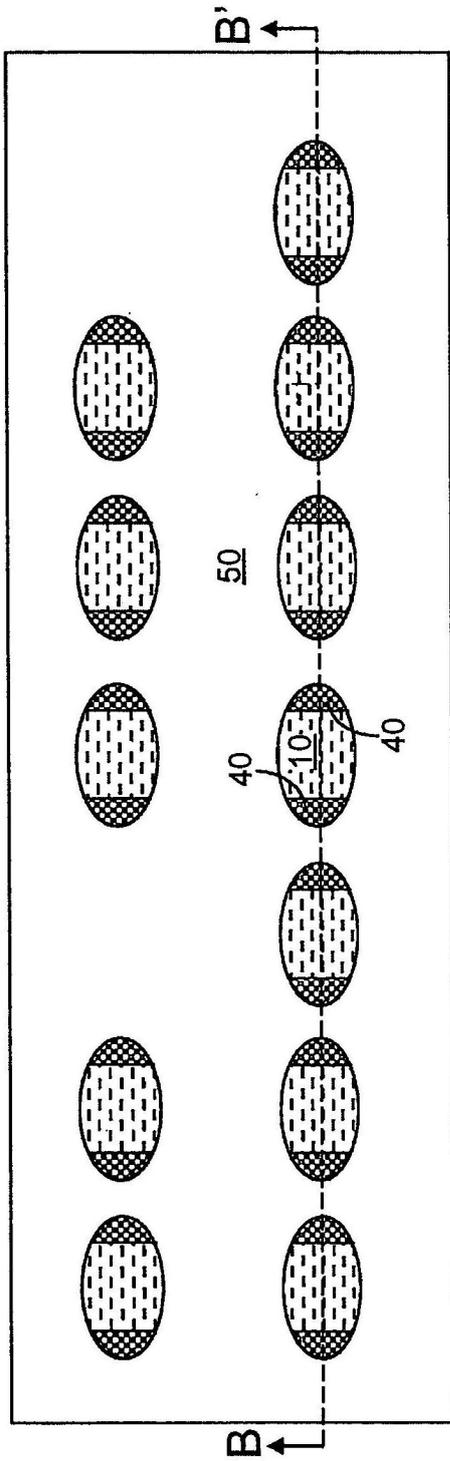


FIG. 12A

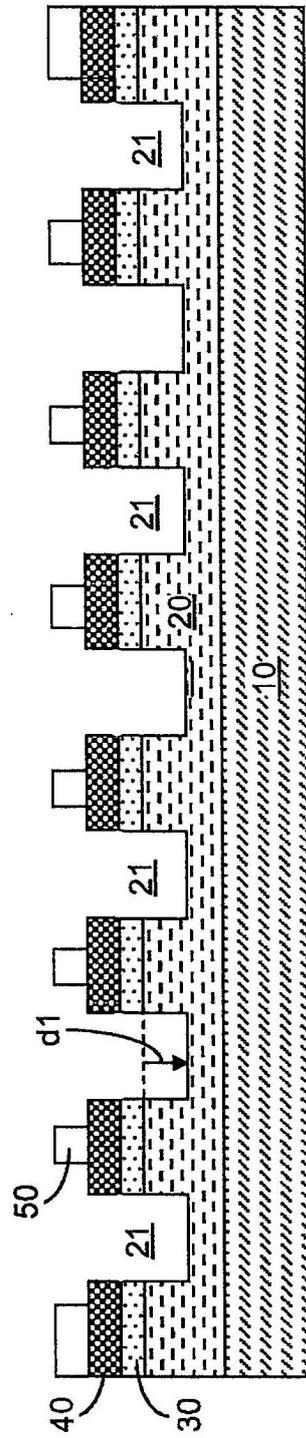


FIG. 12B

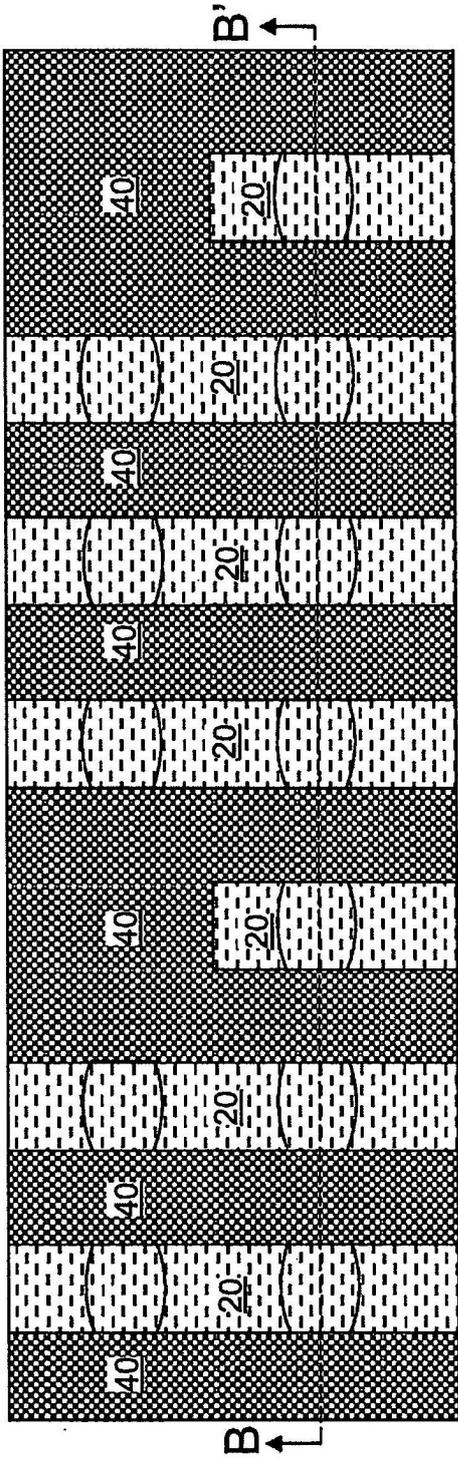


FIG. 13A

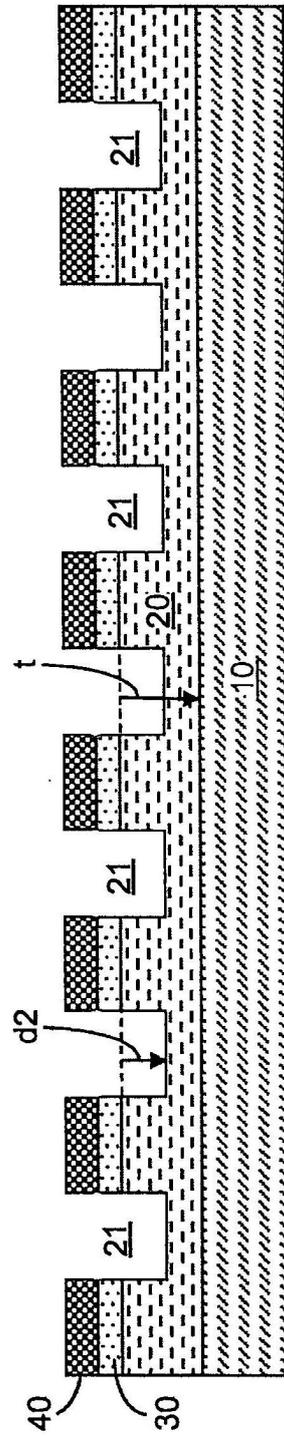


FIG. 13B

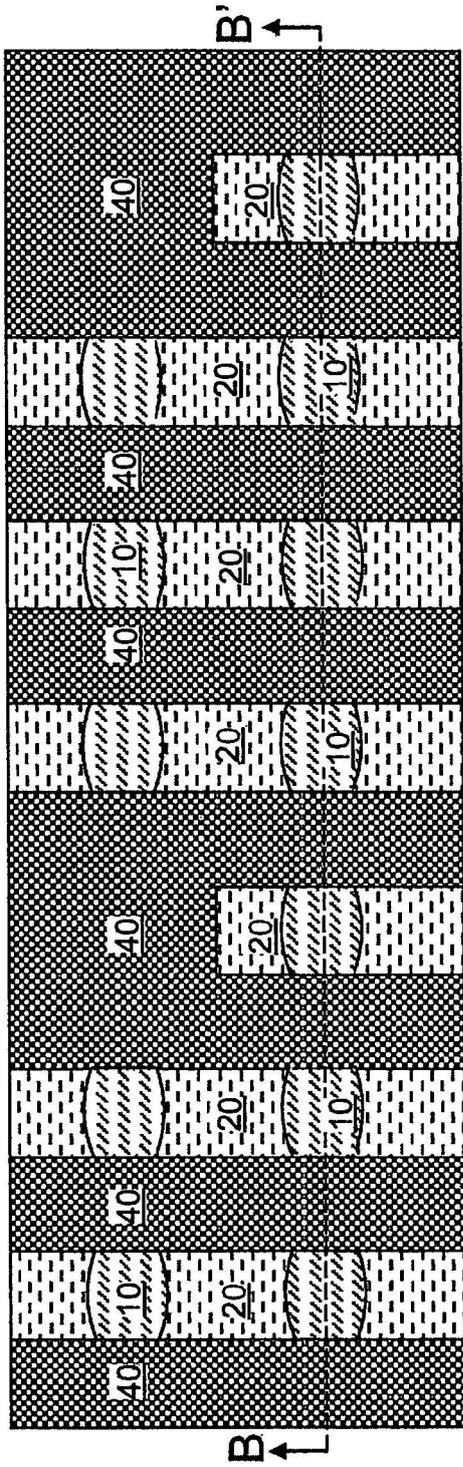


FIG. 14A

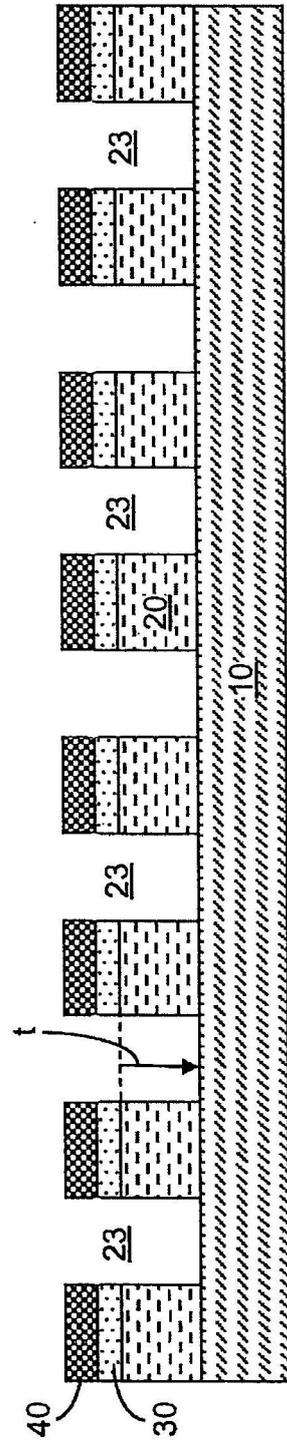


FIG. 14B

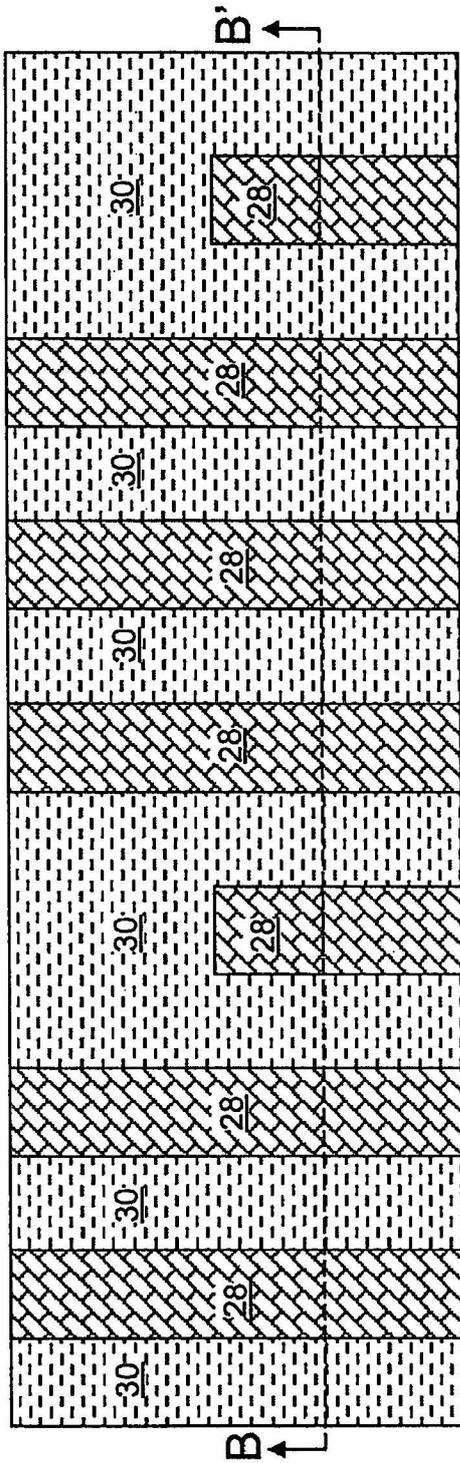


FIG. 15A

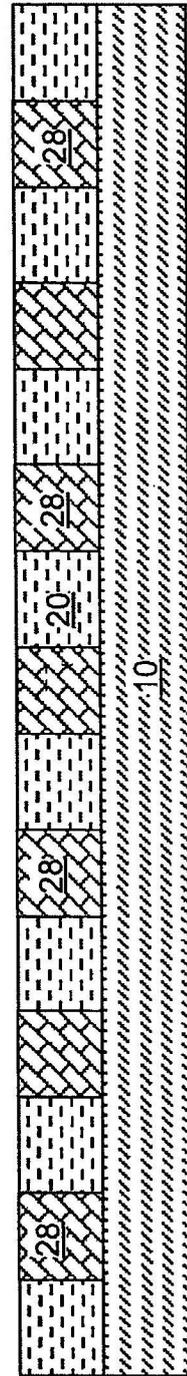


FIG. 15B

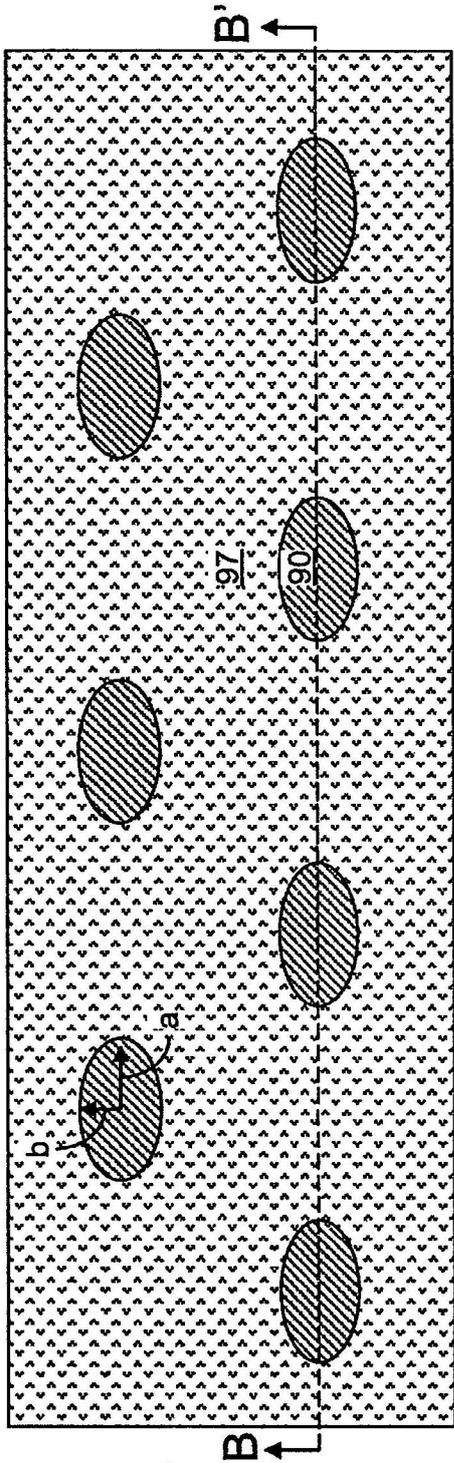


FIG. 16A

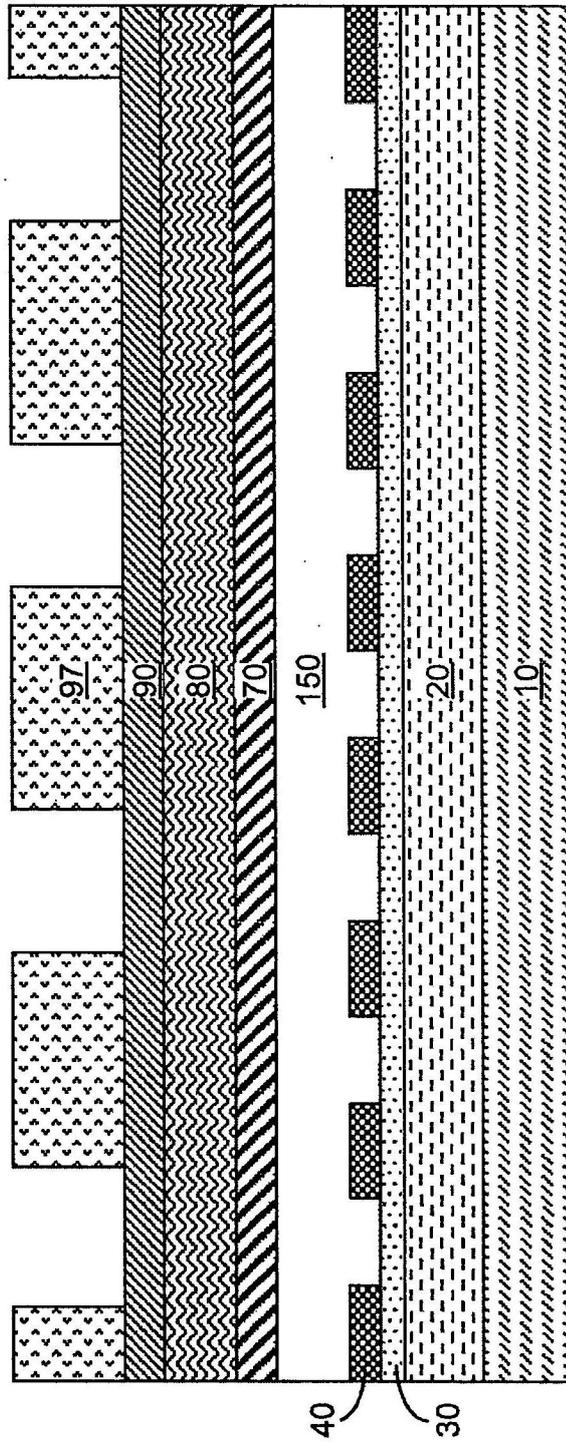


FIG. 16B