(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 028 925 A1** 2005.04.28

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 028 925.5**
(22) Anmeldetag: **15.06.2004**
(43) Offenlegungstag: **28.04.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H01L 23/522**

(30) Unionspriorität:
2003/292166 12.08.2003 JP

(71) Anmelder:
Renesas Technology Corp., Tokio/Tokyo, JP; Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma, Osaka, JP

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

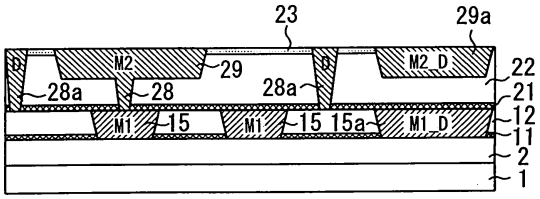
(72) Erfinder:
Tomita, Kazuo, Chiyoda, Tokio, JP; Hashimoto, Keiji, Chiyoda, Tokio, JP; Nishioka, Yasutaka, Chiyoda, Tokio, JP; Matsumoto, Susumu, Oaza Kadoma, Osaka, JP; Sekiguchi, Mitsuru, Oaza Kadoma, Osaka, JP; Iwasaki, Akihisa, Oaza Kadoma, Osaka, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Zwischenverbindungsstruktur mit Pseudo-Durchkontakten**

(57) Zusammenfassung: Erste Verdrahtungen (15) sowie erste Pseudo-Verdrahtungen (15a) sind in einer auf einem Substrat (1) gebildeten p-SiOC-Schicht (12) gebildet. Es ist eine p-SiOC-Schicht (22) vorhanden, und auf der p-SiOC-Schicht (22) ist eine Abdeckschicht (23) gebildet. Eine Doppeldamaszener-Verdrahtung, die mit den ersten Verdrahtungen (15) sowie mit zweiten Verdrahtungen (29) verbundene Durchkontakte (28) beinhaltet, ist in der Abdeckschicht (23) und der p-SiOC-Schicht (22) gebildet. Pseudo-Durchkontakte (28a) sind peripher von isolierten Durchkontakten (28) gebildet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Zwischenverbindungsstruktur und betrifft im spezielleren eine Zwischenverbindungsstruktur einer elektronischen Vorrichtung, die durch eine Halbleitervorrichtung mit Pseudo- bzw. Schein-Durchkontakten verkörpert wird.

[0002] **Fig.** 12 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer herkömmlichen Hableitervorrichtung. **Fig.** 13 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie F-F' der **Fig.** 12 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0003] Wie in den **Fig.** 12 und 13 gezeigt ist, sind Doppeldamaszener-Zwischenverbindungen gebildet, die mit ersten Verdrahtungen (M1) **15** verbundene Durchkontakte **28** sowie mit den Durchkontakten **28** verbundene zweite Verdrahtungen (M2) **29** aufweisen. Zum Eliminieren einer Dichte-Differenz zwischen den Verdrahtungsstrukturen sind ferner erste Pseudo-Verdrahtungen **15a** peripher von den ersten Verdrahtungen **15** gebildet, und zweite Pseudo-Verdrahtungen **29a** sind peripher von den zweiten Verdrahtungen **29** gebildet.

Stand der Technik

[0004] In den letzten Jahren hat die Miniaturisierung von Halbleitervorrichtungen ein damit verbundenes Problem der Verdrahtungssignalverzögerung verursacht. Zur Lösung eines derartigen Problems wird Kupfer (Cu) als Verdrahtungsmaterial verwendet, und eine dielektrische Schicht mit niedrigem k-Wert bzw. eine dielektrische Schicht mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante (k) wird für dielektrische Zwischenlagenschichten verwendet (siehe zum Beispiel die Veröffentlichung "K. Higashi et al., Proceedings of the 2002 International Interconnect Technology Conference, Seiten 15–17").

[0005] Wenn jedoch die Dimension von Durchkontakten verringert wird, so wird die Dichtedifferenz zwischen isolierten Durchkontakten und dichten Durchkontakten auf Grund des Nahwirkungseffekts vergrößert. Ferner werden bei der Bildung von Durchkontakten unter Verwendung einer dielektrischen Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante als dielektrischer Zwischenlagenschicht sowie bei Verwendung eines chemisch verstärkten Resists, wie zum Beispiel eines KrF-Resists und eines ArF-Resists, als Maske die Probleme einer Durchkontakt-Widerstandserhöhung sowie das Auftreten von Drahtbruch, insbesondere in isolierenden Durchkontakten, durch Säure des chemisch verstärkten Resists hervorgerufen.

[0006] Mit anderen Worten, es entsteht ein Problem durch das Auftreten eines Phänomens, das als "Resist-Vergiftung" bekannt ist, in Durchkontakten, insbesondere in isolierten Durchkontakten. Diese Probleme werden häufig hervorgerufen, wenn eine Abdeckschicht, die unterschiedliche Isolierschichten beinhaltet, auf einer dielekrischen Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet wird, um das Auftreten von Hitzeschäden an der dielektrischen Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante zu verhindern.

[0007] Zusätzlich wird zum Beispiel bei elektronischen Geräten, wie Hochtechnologie-Logikschaltungsprodukten, die Source-Spannung vermindert, um den Stromverbrauch zu reduzieren. Aus diesem Grund entsteht häufig ein Problem von Fehlfunktionen auf Grund von externem Rauschen.

Aufgabenstellung

[0008] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Lösung der vorstehend geschilderten Probleme sowie in der Angabe einer neuartigen und nützlichen Zwischenverbindungsstruktur.

[0009] Ein spezielleres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, das Auftreten von Resist-Vergiftung bei der Bildung von Durchkontakten in einer dielektrischen Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante zu verhindern. Ein weiteres spezielleres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung einer Zwischenverbindungsstruktur mit großem Spielraum gegen externes Rauschen.

[0010] Erreicht werden die vorstehend genannten Ziele der vorliegenden Erfindung durch eine Zwischenverbindungsstruktur, wie sie im Anspruch 1 angegeben ist.

[0011] Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung weist die Zwischenverbindungsstruktur erste Verdrahtungen auf, die auf einem Substrat gebildet sind. Eine dielektrische Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante ist auf den ersten Verdrahtungen gebildet, wobei die dielektrische Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante eine Dielektrizitätskonstante von 3 oder weniger aufweist. Durchkontakte sind in der dielektrischen Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet und mit der ersten Verdrahtung verbunden. Zweite Verdrahtungen sind auf den Durchkontakten gebildet und mit den Durchkontakten verbunden. Pseudo-Durchkontakte sind peripher von einem isolierten Durchkontakt der Durchkontakte gebildet.

[0012] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiel

[0013] Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfin-

dung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen anhand mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0014] **Fig.** 1 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0015] **Fig.** 2A und 2B Schnittdarstellungen entlang der Linie A-A' der **Fig.** 1 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist;

[0016] **Fig.** 3A bis 3F Schnittdarstellungen zur Erläuterung des Verfahrens zum Herstellen der in **Fig.** 2A dargestellten Zwischenverbindungsstruktur;

[0017] **Fig.** 4 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] **Fig.** 5 eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B' der **Fig.** 4 zur Darstellung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist;

[0019] **Fig.** 6 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0020] **Fig.** 7 eine Schnittdarstellung entlang der Linie C-C' der **Fig.** 6 zur Darstellung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist;

[0021] **Fig.** 8 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0022] **Fig.** 9 eine Schnittdarstellung entlang der Linie D-D' der **Fig.** 8 zur Darstellung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist;

[0023] **Fig.** 10 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0024] **Fig.** 11 eine Schnittdarstellung entlang der Linie E-E' der **Fig.** 10 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist;

[0025] **Fig.** 12 eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer herkömmlichen Halbleitervorrichtung; und

[0026] **Fig.** 13 eine Schnittdarstellung entlang der Linie F-F' der **Fig.** 12 zur Darstellung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0027] Im folgenden werden Grundlagen und Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Begleitzeichnungen beschrieben. Diejenigen Elemente und Schritte, die mehreren der Zeichnungen gemeinsam sind, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei auf redundante Beschreibungen hierfür verzichtet werden kann.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0028] Als Erstes wird eine Zwischenverbindungsstruktur erläutert.

[0029] **Fig.** 1 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die **Fig.** 2A und 2B zeigen Schnittdarstellungen entlang der Linie A-A' der **Fig.** 1 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0030] Im folgenden wird die Zwischenverbindungsstruktur unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 und **Fig.** 2A erläutert.

[0031] Eine HDP-Oxidschicht als dielektrische Zwischenlagenschicht **2** ist auf einem Substrat **1** gebildet. Hierbei handelt es sich bei dem Substrat **1** zum Beispiel um einen p-leitenden Siliziumwafer mit einem spezifischen Widerstand von 10 Ω·cm. Eine p-SiC-Schicht ist als Stoppschicht **11** auf der HDP-Oxidschicht **2** gebildet, und eine p-SiOC-Schicht ist als dielektrische Schicht **12** mit niedriger Dielektrizitätskonstante auf der p-SiC-Schicht **11** gebildet.

[0032] Erste Verdrahtungen (M1) **15** sind in der p-SiC-Schicht **11** und der p-SiOC-Schicht **12** gebildet, und erste Schein- bzw. Pseudo-Verdrahtungen (M1_D) **15a** sind peripher von den ersten Verdrahtungen **15** gebildet. Die ersten Pseudo-Verdrahtungen **15a** weisen eine Abmessung von beispielsweise 1 μm × 1 μm auf und sind mit einer Mittenbeabstandung von 2 μm gebildet.

[0033] Eine p-SiC-Schicht als Stoppschicht **21** ist auf der p-SiOC-Schicht **12**, den ersten Verdrahtungen **15** und den ersten Pseudo-Verdrahtungen **15a** gebildet, und die p-SiOC-Schicht als dielektrische Schicht **22** mit niedriger Dielektrizitätskonstante ist

auf der p-SiC-Schicht **21** gebildet. Wie in **Fig.** 2A gezeigt ist, ist auf der p-SiOC-Schicht 22 eine Abdeckschicht **23** gebildet.

[0034] Die Abdeckschicht **23** ist vorhanden, um das Entstehen von Hitzeschäden an der dielektrischen Schicht **22** mit niedriger Dielektrizitätskonstante zu verhindern, und bei dieser Abdeckschicht **23** handelt es sich um eine isolierende Schicht eines Typs, der von der dielektrischen Schicht **22** mit niedriger Dielektrizitätskonstante verschieden ist. Wie später noch ausführlich beschrieben wird, kann die Abdeckschicht **23** schließlich durch ein chemisch-mechanisches Polierverfahren entfernt werden, wie dies in **Fig.** 2B dargestellt ist.

[0035] Doppeldamaszener-Verdrahtungen **28** und **29**, die mit den ersten Verdrahtungen **15** verbundene Durchkontakte **28** und mit den Durchkontakten **28** verbundene zweite Verdrahtungen **29** beinhalten, sind in der Abdeckschicht **23**, der p-SiOC-Schicht **22** und der p-SiC-Schicht **21** gebildet.

[0036] Peripher von den isolierten Doppeldamaszener-Verdrahtungen **28** und **29** sind Pseudo-Durchkontakte **28a**, die mit keinerlei Verdrahtungen verbunden sind, sowie zweite Pseudo-Verdrahtungen **29a** gebildet. Die Pseudo-Durchkontakte **28a** weisen zum Beispiel eine Abmessung von 0,15 μm auf und sind mit einer Mittenbeabstandung von 0,5 μm gebildet. Die zweiten Pseudo-Verdrahtungen **29a** weisen zum Beispiel eine Abmessung von 1 μm × 1 μm auf und sind mit einer Mittenbeabstandung von 2 μm gebildet.

[0037] Im folgenden wird ein Verfahren zum Herstellen der vorstehend beschriebenen Zwischenverbindungsstruktur unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens erläutert.

[0038] Die **Fig.** 3A bis 3F zeigen den Prozeß betreffende Schnittdarstellungen zur Erläuterung des Verfahrens der in **Fig.** 2A gezeigten Zwischenverbindungsstruktur.

[0039] Zuerst wird ein Graben (nicht gezeigt) mit einer Tiefe von beispielsweise 300 nm in einem Substrat **1** unter Verwendung eines STI-Verfahrens bzw. eines flachen Grabenisolierverfahrens gebildet.

[0040] Als Nächstes wird eine Oxidschicht **2** (die im folgenden als "HDP-Oxidschicht" bezeichnet wird) mit einer Dicke von 1000 mm auf dem Substrat **1** gebildet, und zwar unter Verwendung eines HDP-CVD-Verfahrens bzw. eines chemischen Abscheideverfahrens zum Abscheiden von HDP aus der Dampfphase, und die HDP-Oxidschicht **2** wird unter Verwendung eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens um 300 nm poliert bzw. abgetragen. Als Nächstes wird eine p-SiC-Schicht **11** mit einer Dicke von beispielsweise 50 nm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens auf der HDP-Oxidschicht **2** gebildet.

[0041] Anschließend wird eine p-SiOC-Schicht **12** mit einer Dicke von beispielsweise 400 nm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens darauf gebildet, und die p-SiOC-Schicht **12** wird unter Verwendung eines chemisch-mechanischen Poliererfahrens um 150 nm poliert. Ferner wird eine chemisch verstärkte Resiststruktur **13** (im folgenden einfach als "Resiststruktur" bezeichnet) zum Bilden von ersten Verdrahtungen sowie von ersten Pseudo-Verdrahtungen gebildet. Dadurch erhält man eine Struktur, wie sie in **Fig.** 3A dargestellt ist.

[0042] Wie in **Fig.** 3B gezeigt ist, werden erste Verdrahtungen **15** und erste Pseudo-Verdrahtungen **15a** in der p-SiOC-Schicht **12** und der p-SiC-Schicht **11** unter Verwendung eines Damaszener-Verfahrens gebildet. Genauer gesagt, es werden Öffnungen **14** und **14a** in der p-SiOC-Schicht **12** und der p-SiC-Schicht **11** durch Trockenätzen unter Verwendung der Resiststruktur **13** gebildet.

[0043] Dann werden in diesen Öffnungen **14** und **14a** Barrierenmetalle, beispielsweise Ta/TaN-Schichten mit jeweils einer Dicke von 10 nm/10nm gebildet, und eine Cu-Impfschicht mit einer Dicke von beispielsweise 100 nm wird durch Sputtern auf das Barrierenmetall aufgebracht, und Cu mit einer Dicke von 500 nm wird durch Plattieren aufgebracht. Anschließend wird unnötiges Kupfer und Barrierenmetall unter Verwendung eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens entfernt.

[0044] Wie in **Fig.** 3C gezeigt ist, wird eine p-SiC-Schicht **21** mit einer Dicke von beispielsweise 50 nm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet, und eine p-SiOC-Schicht **22** mit einer Dicke von beispielsweise 600 nm wird darauf unter Verwendung eines CVD-Verfahrens gebildet, und die p-SiOC-Schicht **22** wird unter Verwendung eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens um 200 nm poliert bzw. abgetragen.

[0045] Anschließend wird eine Abdeckschicht **23** mit einer Dicke von beispielsweise 50 nm bis 200 nm unter Verwendung eines CVD-Verfahrens auf der p-SiOC-Schicht **22** gebildet. Ferner wird eine Resiststruktur **24** zum Bilden von Durchkontakten/Pseudo-Durchkontakten auf der Abdeckschicht **23** gebildet.

[0046] Wie in **Fig.** 3D gezeigt ist, wird eine Durchkontakt-Öffnung **25** (Verbindungsöffnung), die bis zu der Oberfläche der Stoppschicht **21** reicht, in der Abdeckschicht **23** und der p-SiOC-Schicht 22 durch Trockenätzen unter Verwendung der Resiststruktur **24** als Maske gebildet, und Pseudo-Durchkontakt-Öff-

nungen **25a** werden peripher von einer isolierten Durchkontakt-Öffnung **25** gebildet.

[0047] Wie in **Fig.** 3E gezeigt ist, wird als Nächstes die Stoppschicht **21** einem Trockenätzvorgang unterzogen, um die Durchkontakt-Öffnung **25** zu verlängern um die Durchkontakt-Öffnung **25** mit der ersten Verdrahtung **15** zu verbinden. Dann wird eine Resiststruktur **26** auf der Abdeckschicht **23** einschließlich der Innenseite der Pseudo-Durchkontakt-Öffnungen **25a** gebildet. Auf diese Weise werden Resist-Durchkontakte gebildet, wobei es sich um mit dem Resist gefüllte Pseudo-Durchkontakt-Öffnungen **25a** handelt.

[0048] Als Nächstes werden Öffnungen **27** und **27a** (Gräben für Verdrahtungen) in der Abdeckschicht **23** und der p-SiOC-Schicht **22** durch Trockenätzen unter Verwendung der Resiststruktur **26** als Maske gebildet. Dann wird ein Barrierenmetall (Ta/TaN = 10 nm/10 nm) in den Öffnungen **27** und **27a** gebildet, eine Cu-Impfschicht mit einer Dicke von 100 nm wird durch Sputtern auf das Barrierenmetall aufgebracht, und Cu mit einer Dicke von 500 nm wird durch Plattieren aufgebracht. Anschließend wird unnötiges Kupfer und Barrierenmetall unter Verwendung eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens entfernt.

[0049] Auf diese Weise erhält man die Struktur, wie sie in **Fig.** 3F gezeigt ist. Mit anderen Worten, es werden Doppeldamaszener-Verdrahtungen **28** und **29** gebildet, die die mit den ersten Verdrahtungen **15** verbundenen Durchkontakte **28** sowie die mit den Durchkontakten **28** verbundenen zweiten Verdrahtungen **29** beinhalten. Ferner sind Pseudo-Durchkontakte **28a** peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** gebildet, und zweite Pseudo-Verdrahtungen **29a** sind peripher von der zweiten Verdrahtung **29** gebildet.

[0050] Alternativ hierzu kann die Abdeckschicht **23** entfernt werden, wenn das Cu und das Barrierenmetall einem chemisch-mechanischen Polierverfahren unterzogen werden. Mit anderen Worten, es ist in der in **Fig.** 2B dargestellten Weise das Vorhandensein der Abdeckschicht **23** in der fertigen Zwischenverbindungsstruktur optional (das gleiche gilt für die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele 2 bis 5). Selbst wenn die Abdeckschicht **23** entfernt wird, lassen sich äquivalente Vorrichtungseigenschaften wie in dem Fall erzielen, in dem die Abdeckschicht **23** bestehen bleibt (**Fig.** 2A).

[0051] Bei dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel werden Pseudo-Durchkontakte **28a** peripher von einem isolierten Durchkontakt **28** in der p-SiOC-Schicht **22** gebildet, bei der es sich um eine dielektrische Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante handelt. Dabei haben die Erfinder festgestellt, daß das Auftreten von Resist-Vergiftungen verhindert werden kann, wenn der isolierte Durchkontakt **28** in der dielektrischen Schicht **22** mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet wird.

[0052] Da ferner eine Dichtedifferenz zwischen isolierten Durchkontakten und dichten Durchkontakten auf Grund des Nahwirkungseffekts unterbunden ist, wird ferner die Steuerbarkeit hinsichtlich der Dimensionen der Durchkontakte **28** verbessert.

[0053] Da bei dem ersten Ausführungsbeispiel das Öffnungsverhältnis der Durchkontakte hoch ist, kann der Endpunkt des Ätzvorgangs zum Bilden von Durchkontakt-Öffnungen **25** und **25a** in stabiler Weise festgestellt werden. Dadurch können fehlerhafte Öffnungen oder sich durch die darunter liegenden Schichten hindurch erstreckende Durchkontakt-Öffnungen verhindert werden, und es kann ein breiter Prozeßspielraum sichergestellt werden.

[0054] Da ferner die Bildung von Pseudo-Durchkontakten das Belegungsverhältnis von Durchkontakten zu der Struktur gleichmäßig macht, kann das Auftreten von Erosionen und Eindellungen während des Polierens von Durchkontakten (Stopfen) verhindert werden.

[0055] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist zwar die Dimension der Pseudo-Durchkontakte mit 0,15 µm beschrieben worden, jedoch lassen sich die vorstehend beschriebenen Effekte erzielen, solange die Abmessung der Pseudo-Durchkontakte das 1- bis 10-fache der Mindestabmessung des Durchkontakts **28** beträgt. Auch ist die Mittenbeabstandung der Pseudo-Durchkontakte nicht auf 0,5 µm begrenzt, sondern kann gewählt werden, wenn das Belegungsverhältnis der Durchkontakte zu der Struktur innerhalb eines Bereichs von 0,5 % bis 30 % konstant ist.

[0056] Die Formgebung der Pseudo-Durchkontakte ist nicht auf die Formgebung mit quadratischem Öffnungsquerschnitt begrenzt, wie dies in **Fig.** 1 gezeigt ist, sondern die vorstehend beschriebenen Effekte lassen sich auch mit zylindrischen Formgebungen oder geschlitzten Formgebungen mit rechteckigen Öffnungsquerschnitten erzielen (das gleiche gilt auch für die im folgenden zu beschreibenden Ausführungsbeispiele 2 bis 5).

[0057] Obwohl p-SiOC-Schichten als dielektrische Schichten **12** und **13** mit niedriger Dielektrizitätskonstante (k) verwendet werden, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf begrenzt, sondern es kann jede beliebige dielektrische Schicht mit niedriger Dielektrizitätskonstante verwendet werden, solange die Dielektrizitätskonstante der dielektrischen Schicht **3** oder weniger beträgt. Ferner können auch dielektrische Schichten mit ultraniedriger Dielektrizitätskonstante, wie zum Beispiel poröse Schichten, Anwendung finden.

[0058] Obwohl p-SiC-Schichten als Stoppschichten **11** und **21** verwendet werden, können auch p-SiN-Schichten verwendet werden, und es können auch laminierte Schichten aus p-SiC-Schichten und p-SiN-Schichten verwendet werden. Ferner ist die Stoppschicht nicht unbedingt erforderlich, wenn ein ausreichendes Selektivitätsverhältnis zu den darunter liegenden Schichten sichergestellt werden kann.

[0059] Obwohl W oder Cu als Material für die Durchkontakte (Stopfen) verwendet wird, können auch andere leitfähige Materialien, wie zum Beispiel TaN, TiN, Ta und Ti oder Laminate daraus verwendet werden (das gleiche gilt wiederum für die nachfolgend zu beschreibenden Ausführungsbeispiele 2 bis 5).

Zweites Ausführungsbeispiel

[0060] **Fig.** 4 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig.** 5 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie B-B' der **Fig.** 4 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0061] Obwohl bei dem ersten Ausführungsbeispiel Pseudo-Durchkontakte **28a**, die nicht mit den ersten und zweiten Verdrahtungen **15** und **29** verbunden sind, peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** angeordnet sind, sind bei dem zweiten Ausführungsbeispiel mit den ersten Verdrahtungen **15** verbundene Pseudo-Durchkontakte **28b** peripher von dem isolierten Scheinkontakt **28** angeordnet.

[0062] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel lassen sich somit äquivalente Effekte erzielen, wie diese auch bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielt werden.

[0063] Ferner kann bei dem zweiten Ausführungsbeispiel die Verwendung des Doppeldamaszener-Verfahrens die Spannungsmigration der ersten und der zweiten Verdrahtungen **15** und **29**, die eine große Verdrahtungsbreite aufweisen, reduzieren.

[0064] Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel sind zwar die Pseudo-Durchkontakte **28b** nur mit den ersten Verdrahtungen **15** verbunden, jedoch können die Pseudo-Durchkontakte auch nur mit den zweiten Verdrahtungen **29** verbunden sein, und es kann auch eine Mischung dieser Pseudo-Durchkontakte peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** vorhanden sein.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0065] **Fig.** 6 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung. **Fig.** 7 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie C-C' der **Fig.** 6 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0066] Obwohl bei dem ersten Ausführungsbeispiel Pseudo-Durchkontakte **28a**, die nicht mit den ersten und den zweiten Verdrahtungen **15** und **29** verbunden sind, peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** angeordnet sind, sind bei dem dritten Ausführungsbeispiel Pseudo-Durchkontakte **28c**, die sowohl mit den ersten Pseudo-Verdrahtungen **15a** als auch den zweiten Pseudo-Verdrahtungen **29a** verbunden sind, peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** angeordnet.

[0067] Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel lassen sich somit wiederum die gleichen Effekte wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielen.

[0068] Zusätzlich können auch ein Ansteigen des Durchkontakt-Widerstands sowie fehlerhafte Verdrahtungen auf Grund von Spannungsmigration im wesentlichen ohne Erhöhung der Schaltungskapazität unterbunden werden.

[0069] Zusätzlich kann bei dem dritten Ausführungsbeispiel die Verwendung des Doppeldamaszener-Verfahrens die Spannungsmigration der ersten und der zweiten Verdrahtungen **15** und **29**, die eine große Verdrahtungsbreite aufweisen, reduzieren.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0070] **Fig.** 8 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur bei einer Halbleitervorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig.** 9 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie D-D' der **Fig.** 8 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0071] Wie in den **Fig.** 8 und 9 gezeigt, sind bei einer Zwischenverbindungsstruktur gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel Pseudo-Durchkontakte **28a**, die weder mit den ersten Verdrahtungen **15** noch mit den zweiten Verdrahtungen **29** verbunden sind, Pseudo-Durchkontakte **28b**, die mit den ersten Verdrahtungen **25** verbunden sind, sowie Pseudo-Durchkontakte **28c**, die sowohl mit ersten Pseudo-Verdrahtungen **15a** als auch zweiten Pseudo-Verdrahtungen **29a** verbunden sind, peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** angeordnet. Das heißt mit anderen Worten, daß alle Pseudo-Durchkontakte **28a**, **28b** und **28c** der ersten drei Ausführungsbeispiele Anwendung finden.

[0072] Gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel können somit die gleichen Wirkungen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielt werden. Das vierte Ausführungsbeispiel ist geeignet für die Reduzierung von Spannungsmigration, insbesondere wenn Verdrahtungen **15** und **29** mit großer Verdrahtungsbreite gebildet werden.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0073] **Fig.** 10 zeigt eine schematische Draufsicht zur Erläuterung einer Zwischenverbindungsstruktur einer Halbleitervorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig.** 11 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie E-E' der **Fig.** 10 zur Erläuterung der Zwischenverbindungsstruktur, die unter Verwendung eines Doppeldamaszener-Verfahrens gebildet ist.

[0074] Bei dem vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel sind erste und zweite Pseudo-Verdrahtungen **15a** und **29a** mit einer Größe von 1 μm × 1 μm peripher von den ersten und zweiten Verdrahtungen **15** und **29** ausgebildet, wobei die Verdrahtungen **15a** und **29a** mit Pseudo-Durchkontakten **28c** verbunden sind.

[0075] Bei dem fünften Ausführungsbeispiel, wie es in den **Fig.** 10 und 11 gezeigt ist, sind erste Pseudo-Verdrahtungen **15d**, die Leitungsstrukturen mit einer Leitungsbreite von 0,5 μm aufweisen, in einer Mittenbeabstandung von 2 μm peripher von den ersten Verdrahtungen **15** ausgebildet. Ferner sind zweite Pseudo-Verdrahtungen **29b**, die Leitungsstrukturen mit einer Leitungsbreite von 0,5 μm beinhalten, in einer Mittenbeabstandung von 2 μm peripher von den ersten Verdrahtungen **15** derart ausgebildet, daß sie die ersten Pseudo-Verdrahtungen **15d** schneiden.

[0076] Ferner sind Pseudo-Durchkontakte **28d** an den Schnittpunkten der ersten Pseudo-Verdrahtungen **15d** und der zweiten Pseudo-Verdrahtungen **29d** angeordnet. Dadurch wird das Potential der Pseudo-Struktur, die die ersten und die zweiten Pseudo-Verdrahtungen **15d** und **29d** sowie die Pseudo-Durchkontakte **28d** beinhaltet, ausgeglichen. Ferner war mindestens eine der ersten und der zweiten Pseudo-Verdrahtungen **15d** und **29d** sowie der Pseudo-Durchkontakte **28d** mit Massepotential verbunden.

[0077] Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel 5 sind die ersten Pseudo-Verdrahtungen **15d** und die zweiten Pseudo-Verdrahtungen **29d** in einem Gittermuster angeordnet, und Pseudo-Durchkontakte **28d** sind an den Schnittpunkten davon angeordnet. Da bei dem fünften Ausführungsbeispiel Pseudo-Durchkontakte **28d** peripher von dem isolierten Durchkontakt **28** angeordnet sind, lassen sich wiederum die gleichen Effekte wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielen.

[0078] Ferner sind bei dem fünften Ausführungsbeispiel Pseudo-Strukturen **15b**, **28b** und **29b**, die durch die Pseudo-Durchkontakte **28d** das gleiche Potential haben, an optionalen Stellen mit Massepotential verbunden. Da die Schaltungsstrukturen **15**, **28** und **29** durch diese Pseudo-Strukturen **15d**, **28d** und **29d** abgeschirmt sind, kann eine Fehlfunktion der Schaltungsstrukturen auf Grund von externem Rauschen unterbunden werden. Dadurch lassen sich eine Zwischenverbindungsstruktur mit einem großen Spielraum gegen externes Rauschen sowie ein entsprechendes Herstellungsverfahren schaffen.

Bezugszeichenliste

1	Substrat
2	dielektrische Zwischenlagenschicht
11, 21	Stoppschicht (p-SiC)
12, 22	dielektrische Schicht (p-SiOC)
23	Abdeckschicht
13, 24, 26	Resiststruktur
15, 29	Verdrahtungen
15a, 29a, 15b; 29b	Pseudo-Verdrahtungen
25	Durchkontakt-Öffnungen
25a	Pseudo-Durchkontakt-Öffnungen
27, 27a	Öffnungen
28	Durchkontakte
28a; 28b; 28c; 28d	Pseudo-Durchkontakte

Patentansprüche

1. Zwischenverbindungsstruktur, die folgendes aufweist:
erste Verdrahtungen (**15**), die auf einem Substrat (**1**) gebildet sind;
eine dielektrische Schicht (**22**) mit niedriger Dielektrizitätskonstante, die auf den ersten Verdrahtungen (**15**) gebildet ist, wobei die dielektrische Schicht (**22**) eine Dielektrizitätskonstante von 3 oder weniger aufweist;
Durchkontakte (**28**), die in der dielektrischen Schicht (**22**) mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet sind und mit den ersten Verdrahtungen (**15**) verbunden sind;
zweite Verdrahtungen (**29**), die auf den Durchkontakten (**28**) gebildet sind und mit den Durchkontakten (**28**) verbunden sind; und
Pseudo-Durchkontakte (**28a**), die peripher von einem isolierten Durchkontakt der Durchkontakte (**28**) gebildet sind. (**Fig.** 1–11).

2. Zwischenverbindungsstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß eine Abdeckschicht (**23**) auf der dielektrischen Schicht (**22**) mit niedriger Dielektrizitätskonstante ge-

bildet ist,
und daß die zweite Verdrahtung (**29**) in der Abdeckschicht (**23**) und der dielektrischen Schicht (**22**) mit niedriger Dielektrizitätskonstante gebildet ist. (**Fig.** 2A).

3. Zwischenverbindungsstruktur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß erste Pseudo-Verdrahtungen (**15b**) peripher von den ersten Verdrahtungen (**15**) gebildet sind,
daß zweite Pseudo-Verdrahtungen (**29b**) peripher von den zweiten Verdrahtungen (**29**) gebildet sind,
und daß die Pseudo-Durchkontakte (**28d**) mit den ersten und den zweiten Pseudo-Verdrahtungen (**15b**, **29b**) verbunden sind und die mit den Pseudo-Durchkontakten (**28d**) verbundenen ersten oder zweiten Pseudo-Verdrahtungen (**15b**, **29b**) mit Massepotential verbunden sind. (**Fig.** 10 und 11).

4. Zwischenverbindungsstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Pseudo-Durchkontakte schlitzförmig ausgebildet sind.

5. Zwischenverbindungsstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dimension der Pseudo-Durchkontakte das 1- bis 10-fache der Mindestdimension der Durchkontakte beträgt.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

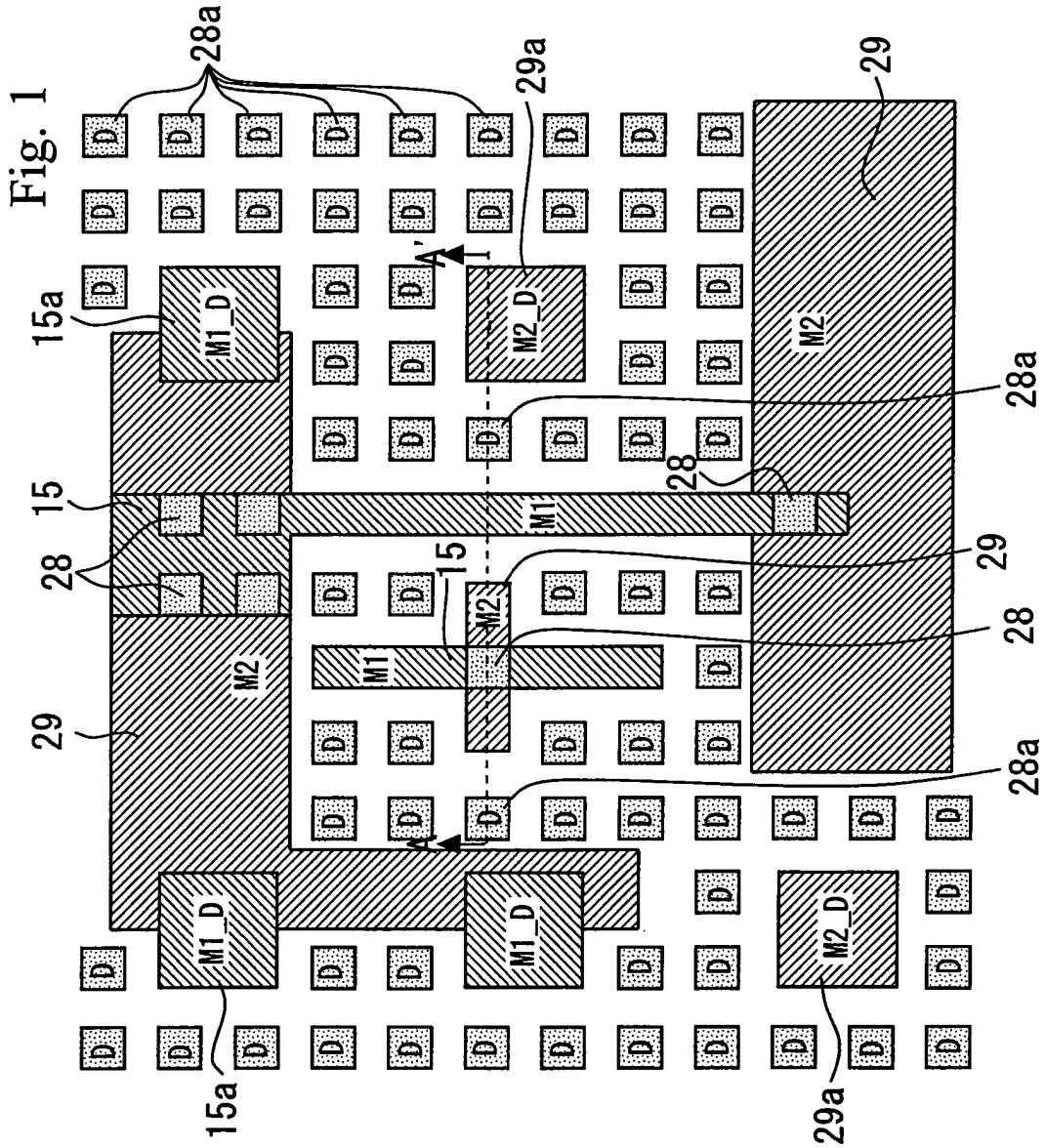


Fig. 2A

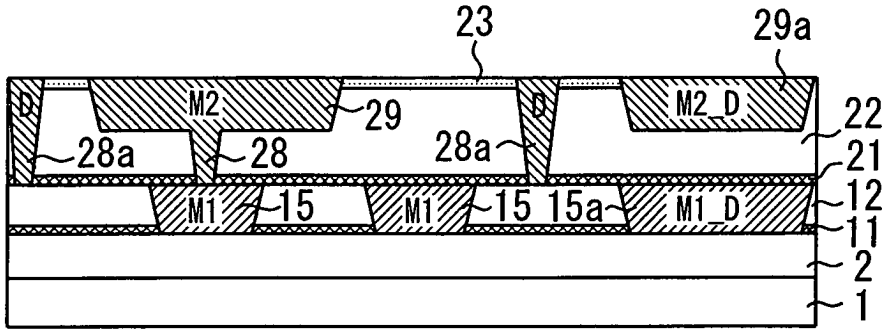

23
29a
D
M2
29
D
M2_D
22
28a
28
28a
21
M1
15
M1
15 15a
M1_D
12
11
2
1

Fig. 2B

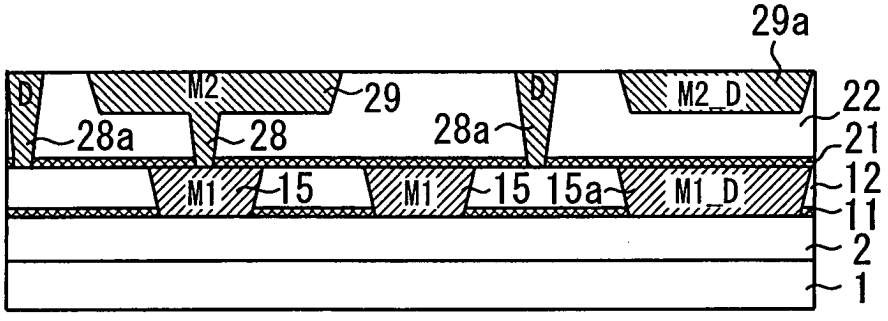

29a
D
M2
29
D
M2_D
22
28a
28
28a
21
M1
15
M1
15 15a
M1_D
12
11
2
1

Fig. 3A

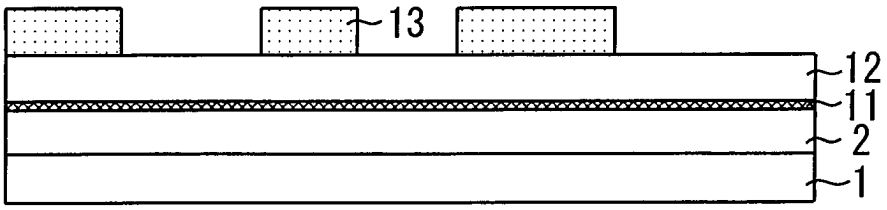


Fig. 3B

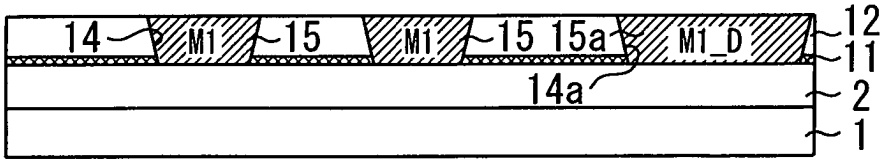


Fig. 3C

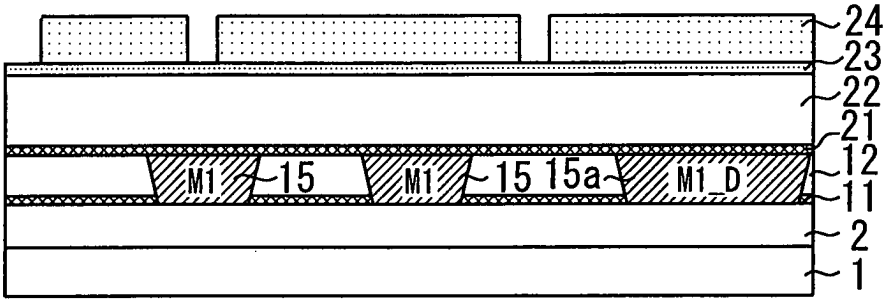


Fig. 3D

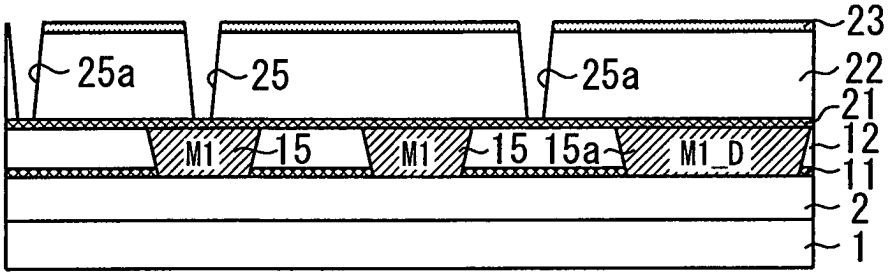


Fig. 3E

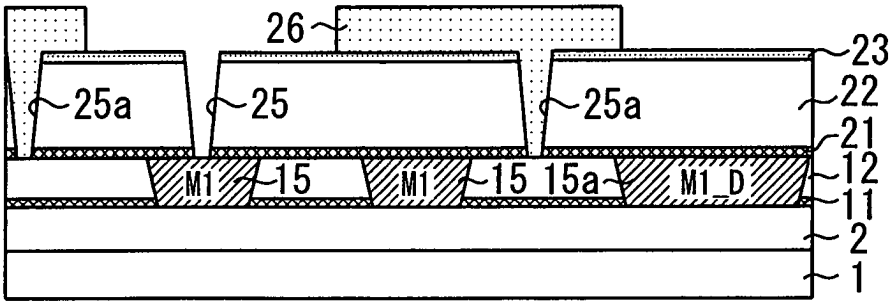


Fig. 3F

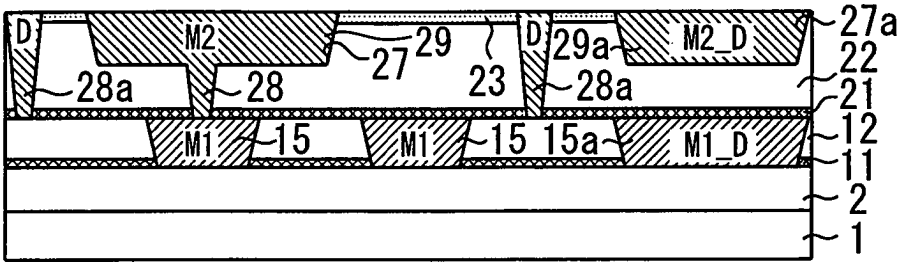


Fig. 4

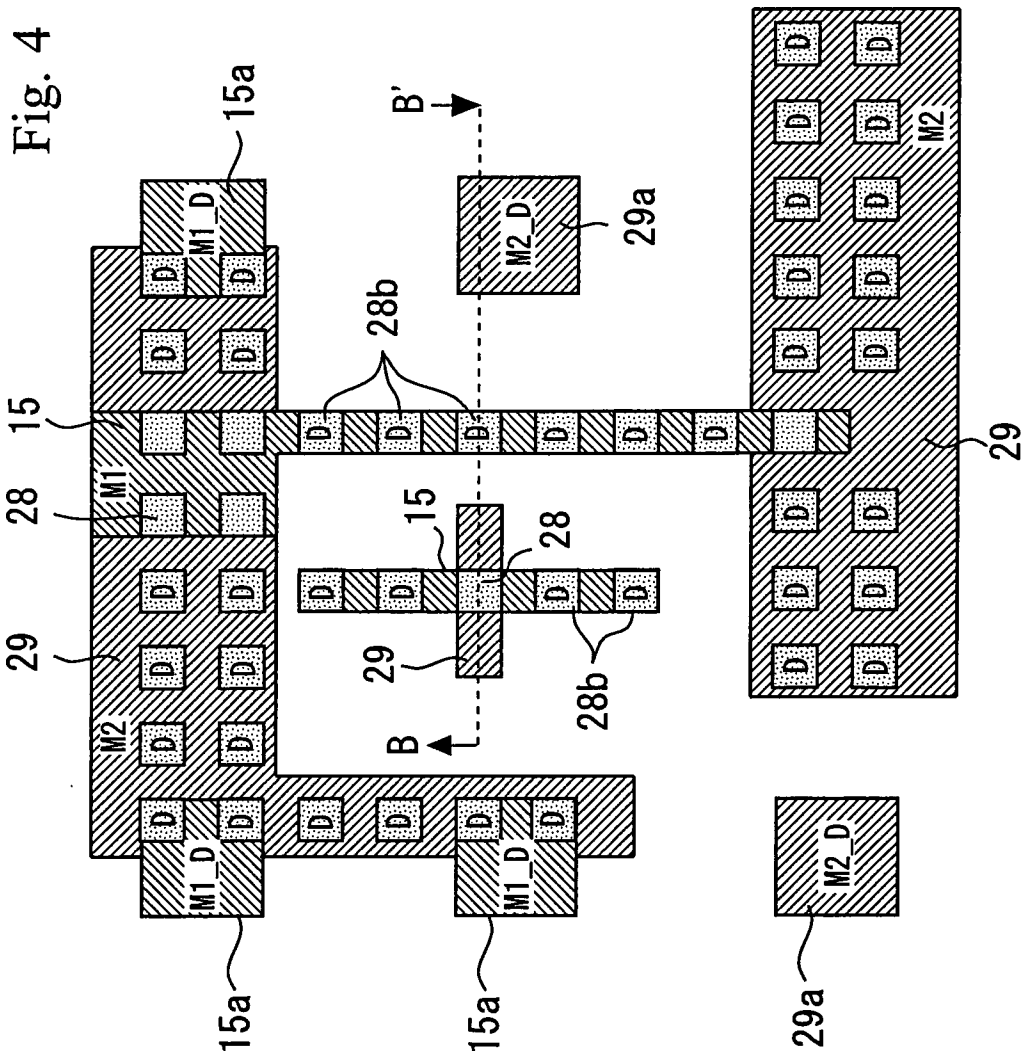


Fig. 5

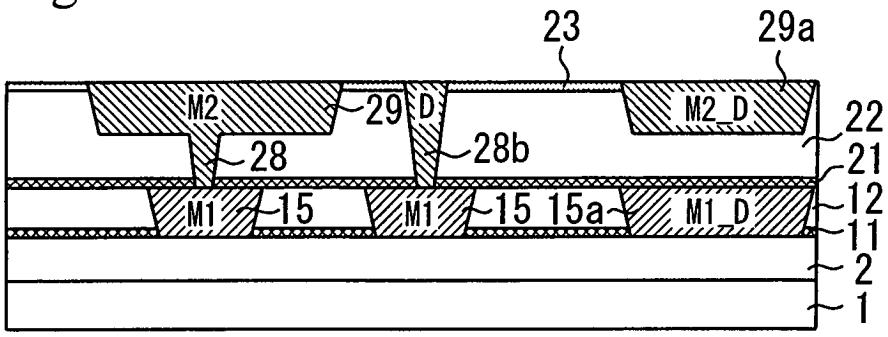


Fig.6

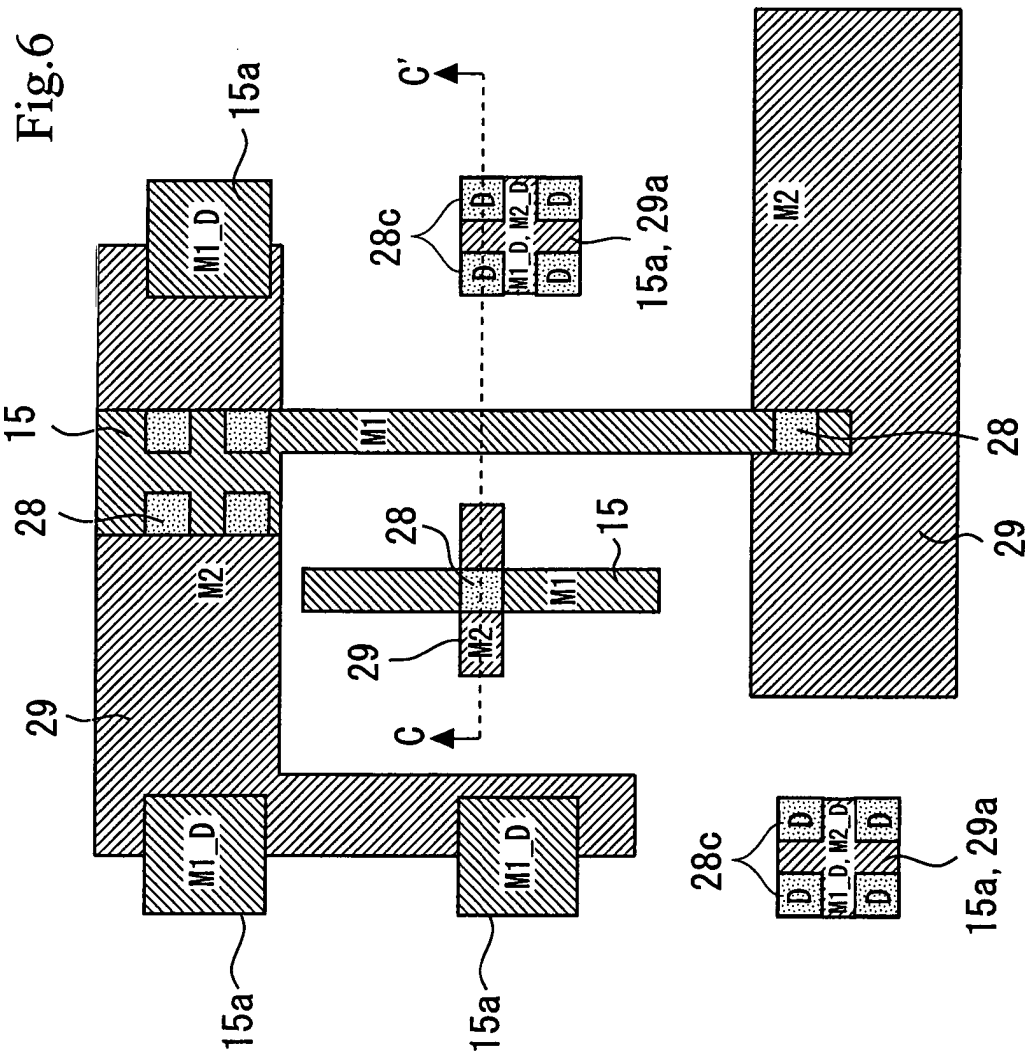


Fig. 7

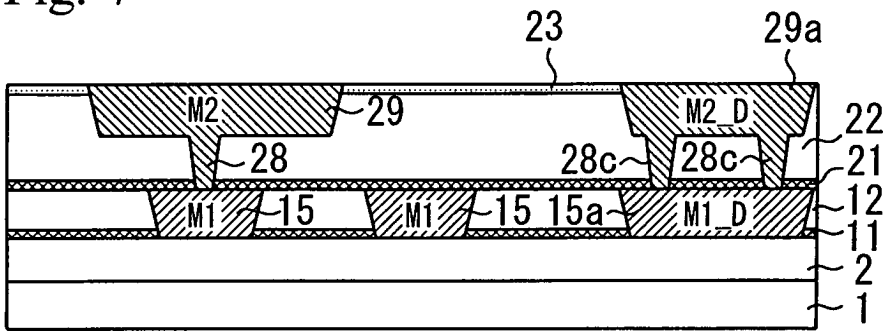


Fig. 8

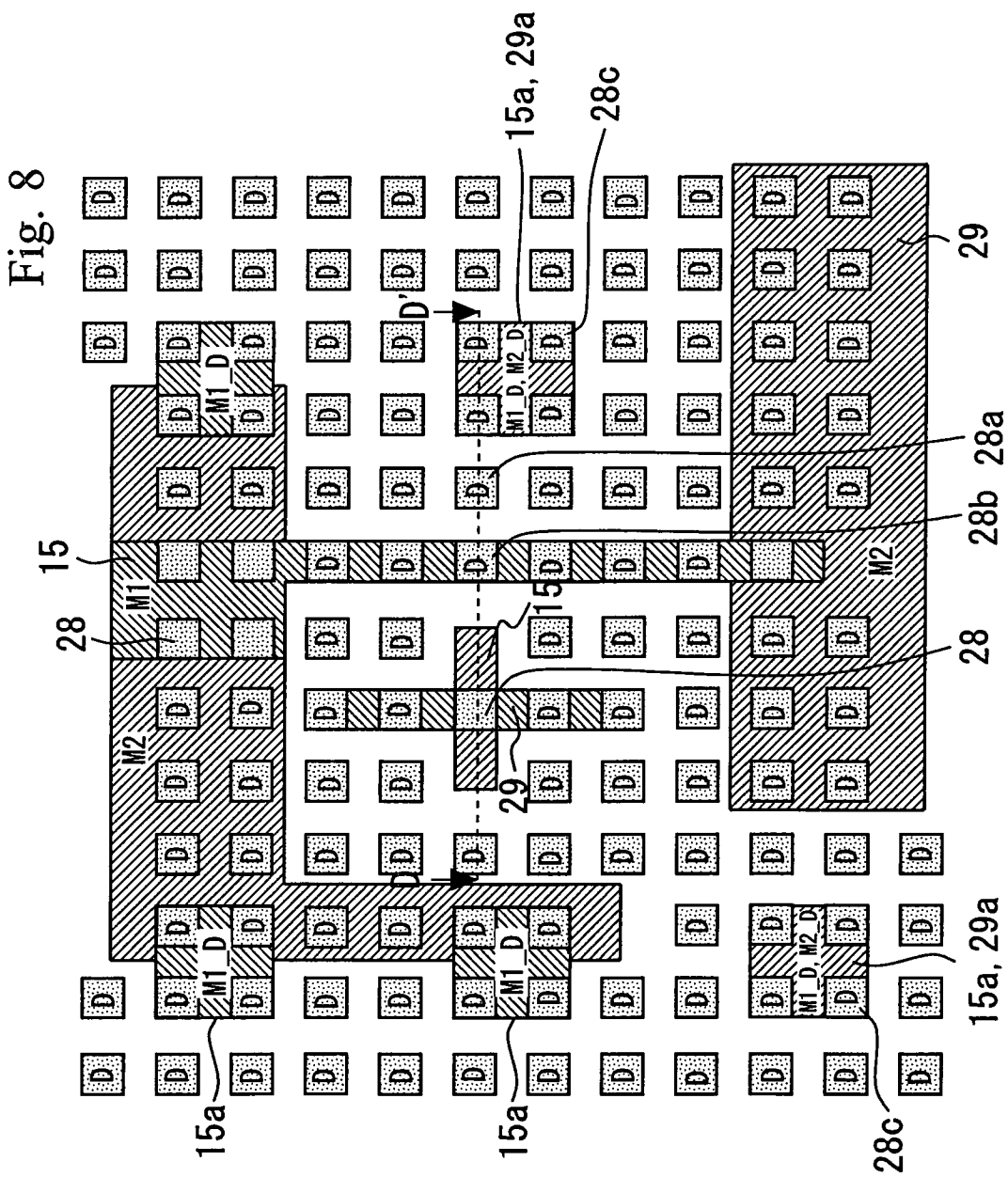

15a, 29a
28c
29
D'
M1_D
M1_D, M2_D
28a
28b
15
M1
28
M2
15
28
29
D
M1_D
M1_D
M1_D, M2_D
15a, 29a
15a
15a
28c

Fig. 9

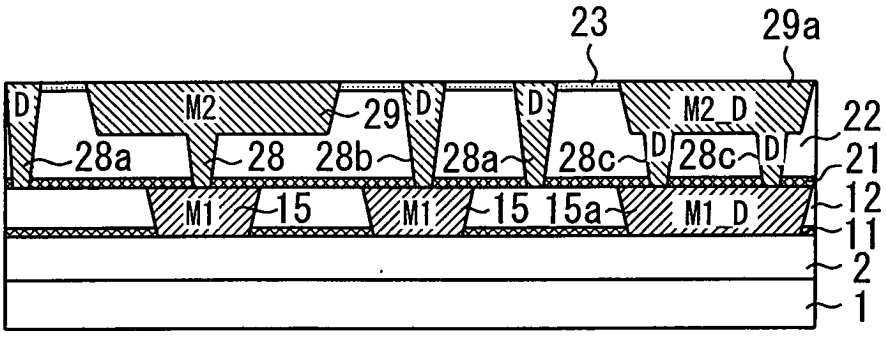

23
29a
D
M2
29
D
D
M2_D
22
28a
28
28b
28a
28c
D
28c
D
21
M1
15
M1
15
15a
M1_D
12
11
2
1

Fig. 10

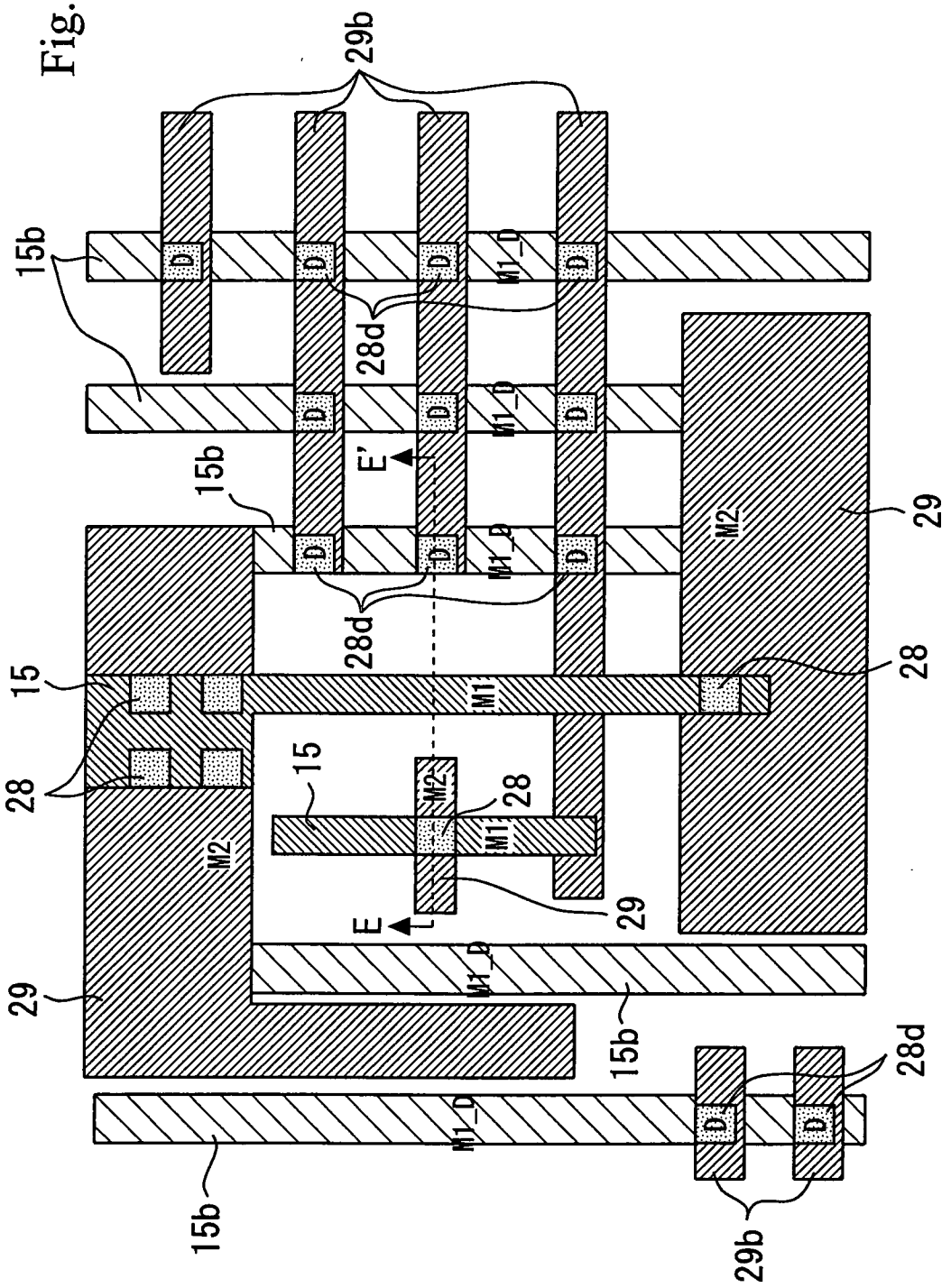


Fig. 11

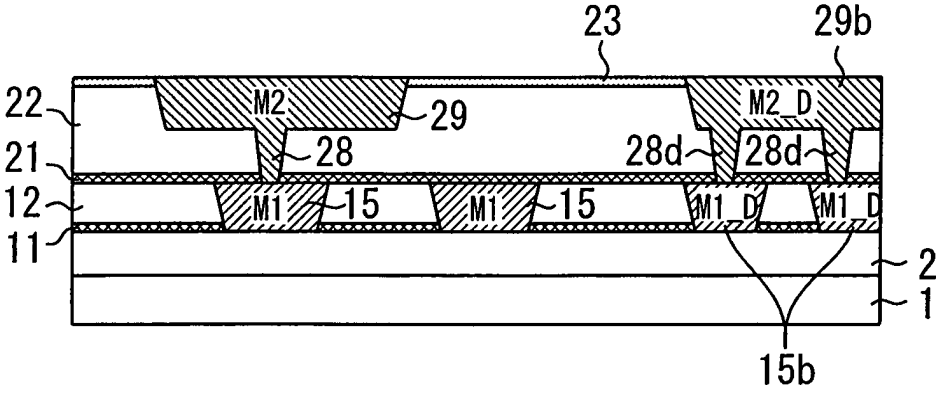


Fig. 12

STAND DER TECHNIK

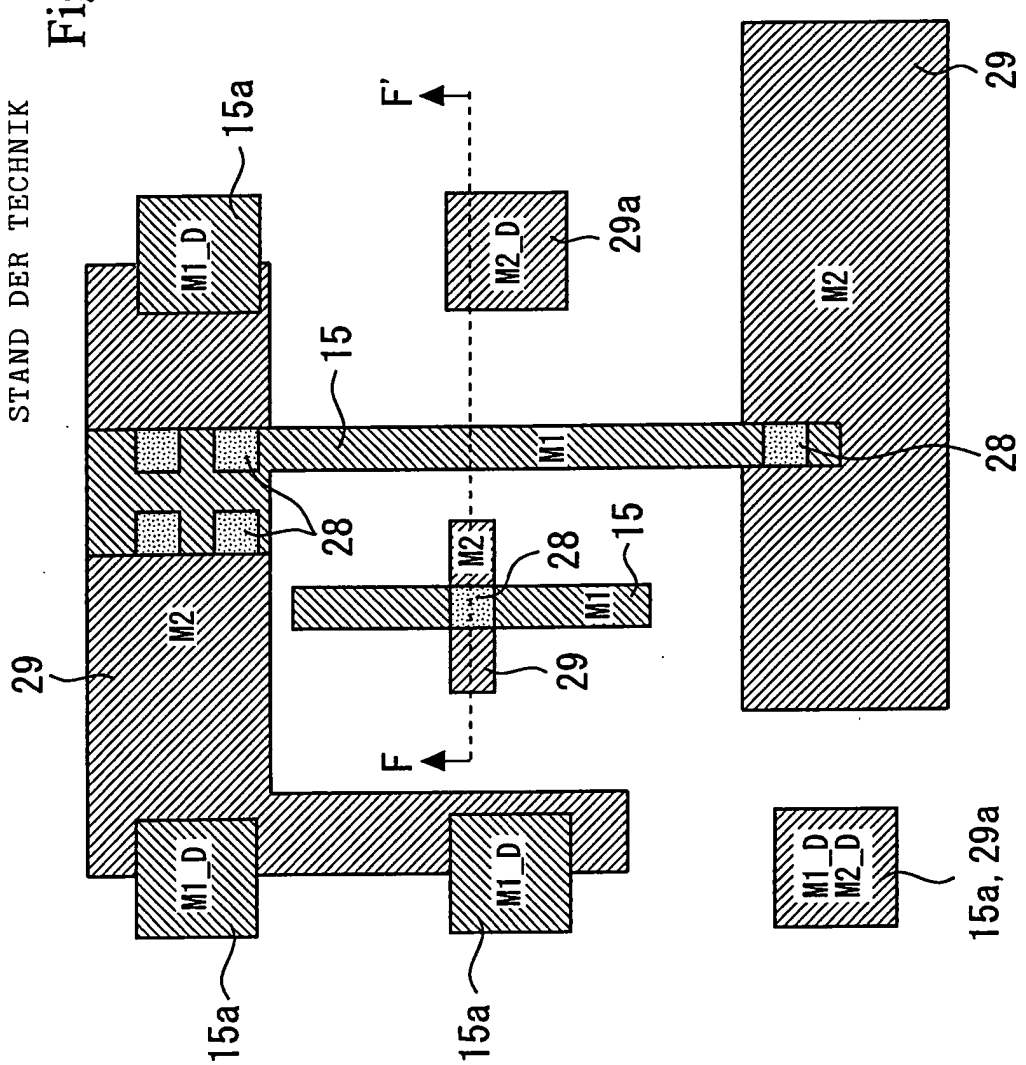


Fig. 13 STAND DER TECHNIK

