



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 37 262 T2 2007.11.08

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 926 723 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 37 262.6

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 830 626.4

(96) Europäischer Anmeldetag: 26.11.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 30.06.1999

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 17.01.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 08.11.2007

(51) Int Cl.⁸: H01L 21/74 (2006.01)

H01L 23/48 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

STMicroelectronics S.r.l., Agrate Brianza,
Mailand/Milano, IT

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(74) Vertreter:

PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR,
80801 München

(72) Erfinder:

Mastromatteo, Ubaldo, 20010 Cornaredo, IT;
Murari, Bruno, 20052 Monza, IT

(54) Bezeichnung: Herstellungsverfahren für einen Vorder-Hinterseiten-Durchkontakt in mikro-integrierten Schaltungen

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Herstellungsverfahren für Vorder-Hinterseiten-Durchkontakte in mikrointegrierten elektronischen Schaltungen.

[0002] Wie bekannt ist, erfordert das Kontaktieren von mikrointegrierten elektronischen Schaltungen Kontaktpads bzw. -lötaugen, welche auf der Vorderseite des Wafers zu bilden sind, auf welchem die Komponenten integriert sind, welche die elektronischen Schaltungen bilden und welche an die externen Anschlussstifte über das Bonden mit Drähten angeschlossen sind.

[0003] Es ist auch bekannt, dass das fortlaufende Reduzieren der Abmessungen und das entsprechende Erhöhen der Komponentenanzahl, welche in ein und demselben Chip integriert werden können, ein Erhöhen der Anzahl von Stiften und der entsprechenden Kontaktlötaugen mit sich bringt, welche für das externe Anschließen des Chips erforderlich sind.

[0004] Folglich nimmt der erforderliche Raum für die Zwischenverbindungen einen größer werdenden großen Bruchteil der Chipfläche ein. Um dieses Problem zu vermeiden, müssten die aktuellen Abmessungen der Lötaugen zum Bonden und der Raum zwischen ihnen vermindert werden; es gibt jedoch begrenzende Faktoren (Minimalabmessungen des Drahtes zum Bonden; mechanische Justiertoleranzen der Drähte auf den Lötaugen), welche dazu führen, dass die Minimalabmessungen der Flächen der Lötaugen einige zehn Mikrometer sind. Diese Abmessungen sind besonders groß im Vergleich zu den minimalen lithographischen Abmessungen, welche in der Größenordnung von einem Zehntel Mikrometer sind.

[0005] Es ist deshalb wünschenswert, in der Lage zu sein, die Lötaugen auch in unterschiedlichen Bereichen des Bauelements bzw. der Schaltung, wie z.B. auf der Rückseite, anzutragen; auf der anderen Seite ist dies aufgrund der Notwendigkeit, die Verbindungen von den leitenden Regionen der Schaltung zu isolieren, nicht leicht zu erreichen, um zuverlässige elektrische Verbindungen zwischen der Vorderseite der Schaltung, auf welcher die elektrischen Verbindungsleitung verlaufen, und der Rückseite, auf welcher die Lötaugen angeordnet werden würden, zu erzeugen, und um Arbeitsschritte zu verwenden, welche mit den herkömmlichen Standardverfahrensschritten kompatibel sind.

[0006] Die Anordnung der Kontaktlötaugen auf der Rückseite des Chips ist auch in jenen Fällen wünschenswert, wie z.B. bei Tintenstrahldruckköpfen, in denen es notwendig ist, eine obere Fläche zu haben, welche vollständig eben und frei von Bereichen ist, welche auch nur teilweise herausragen (aufgrund der Bereiche zum Bonden), beispielsweise um ein häufig

ges Reinigen der oberen Oberfläche zu gestatten.

[0007] In der FR-A-0 363 256 wird ein Verfahren zum Herstellen elektrischer Verbindungen durch ein Substrat entsprechend der Präambel des Anspruchs 1 beschrieben.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren zu liefern, welches es gestattet, dass die Kontaktlötaugen auf der Rückseite des Wafers angeordnet werden, wenn die Komponenten fertiggestellt werden.

[0009] Die Erfindung liefert ein Verfahren zum Bilden von Vorder-Hinterseiten-Durchkontakten in mikrointegrierten elektronischen Schaltungen und eine mikrointegrierte elektronische Schaltung, welche damit erhalten wird, wie dies in Anspruch 1 definiert ist.

[0010] Zum Verständnis der Erfindung wird nun eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben, anhand eines nicht erschöpfenden Beispiels, mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, in welchen:

[0011] [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) Querschnitte durch einen Wafer aus Halbleitermaterial bei aufeinander folgenden Herstellungsschritten entsprechend dem vorliegenden Verfahren zeigen.

[0012] Ein Herstellungsprozess mit zwei Metallebenen wird nachfolgend beschrieben, obwohl die Erfindung sogar auch auf Verfahren mit einer unterschiedlichen Anzahl von Metallebenen (eins, drei) anwendbar ist.

[0013] In [Fig. 1](#) wurde ein Halbleitermaterial-(Silizium-)Wafer **1** den bekannten Produktionsschritten zum Bilden von mikroelektronischen Komponenten ausgesetzt; speziell wurde in dem gezeigten Beispiel in einem Substrat **2** aus einem ersten leitenden Typ, z.B. P, eine Komponente **3**, welche einen Graben **4** mit einer zweiten Leitfähigkeit beinhaltet, in diesem Fall mit einem N-Typ, gebildet; eine Lochisolierschicht **6** (typischerweise durch zwei überlagerte Schichten gebildet) wurde auf der Oberfläche **5** des Substrats wachsen gelassen oder aufgebracht; innerhalb dieser Schicht wurden Kontaktelktroden **7** aus metallischem Material gebildet, wobei von einer ersten Metallebene oder Metallschicht aus begonnen wurde, um wenigstens eine der verschiedenen Baulemente, welche die mikrointegrierte elektronischen Schaltung durch Anschlussleitungen (nicht gezeigt) bilden, zu verbinden.

[0014] Es folgt ein reinigender Ätzschritt auf der rückwärtigen Oberfläche **10** und dann wird eine Schirmschicht **11** aufgebracht, um den Wafer **1** während eines Schrittes des Laserstrahlbohrens zum Bilden der Durchkontakte abzuschirmen. Spezieller ausgedrückt, ein Metallmaterial, welches in der Lage

ist, das Laserlicht zu reflektieren, wird zu diesem Zweck benutzt; beispielsweise kann Chrom benutzt werden. Die dazwischen liegende Struktur der [Fig. 2](#) wird damit erhalten.

[0015] Ein rückwärtiger Maskierschritt (und auch optional ein Maskierschritt auf der Vorderseite, falls dies nötig sein sollte) wird dann durchgeführt, und das Material der abschirmenden Schicht **11** wird von den Bereichen entfernt, wo die Löcher der Durchkontakte zu bilden sind. Der Wafer **1** wird dann von der Rückseite aus mit Hilfe eines Laserstrahls gebohrt. Speziell verursacht der Laserstrahl ein Verdampfen des Siliciums auf dem Substrat **2** von Bereichen, welche nicht durch die abschirmende Schicht **11** bedeckt sind, welche an der Lochisolierschicht **6** stoppt, welche nicht die Laserstrahlung absorbiert. Deshalb ist es wesentlich, Metallbereiche zu vermeiden, welche sich über die obere Oberfläche des Wafers bei dem Bohrbereich erstrecken, um zu verhindern, dass Bohrennergie auf die Metallbereiche durchgelassen wird, und um damit eine Beschädigung derselben zu vermeiden. In diesem Schritt schädigen keinerlei Fehljustierungen zwischen dem Laserstrahl und dem Bereich des Wafers **1**, welcher nicht durch die Abschirmschicht **11** bedeckt ist, den Wafer **1** dank der reflektierenden Eigenschaften der Abschirmschicht **11**. Die dazwischenliegende Struktur der [Fig. 3](#), in welcher das Loch in dieser Phase erhalten wird, wird durch **12** gekennzeichnet und wird damit erhalten.

[0016] Die Abschirmschicht **11** wird dann entfernt, und eine Lochisolierschicht **15**, vorzugsweise aus einem Oxid, wird gebildet. Die lochisolierende Schicht **15** wird vorzugsweise durch Ablagern einer konformen Siliciumoxidschicht (LPCVD – Low Pressure Chemical Vapour Deposition bzw. chemisches Bedampfen bei niedrigem Druck und bei niedriger Temperatur, unterhalb von 400°C), erhalten, welche exakt dem Profil der Struktur unterhalb folgt; dieses Aufbringen kann beispielsweise in einer Ozonatmosphäre ausgeführt werden, wobei eine AMT P5000-Maschine benutzt wird, um so eine Oxidschicht mit wenigstens 1 µm Dicke wachsen zu lassen. Falls gewünscht wird, eine thermische Oxidation für das Isolieren der Löcher zu nutzen, würde es notwendig sein, mit dieser Oxidation vor dem Öffnen der Kontakte auf der Vorderseite des Wafers fortzufahren und die erste metallische Schicht abzulagern. In beiden Fällen bedeckt die lochisolierende Schicht **15** die seitliche Wand des Loches **12** und die hintere Oberfläche **10** des Wafers **1** vollständig. Die leitende Schicht **16**, welche vorgesehen ist, die Durchkontakte zu bilden, wird dann auf der Oberseite der lochisolierenden Schicht **15** gebildet; spezieller ausgedrückt, die leitende Schicht **16** ist aus Metall und kann durch zwei unterschiedliche Metallschichten erhalten werden, beispielsweise einer ersten Metallschicht, welche durch CVD (chemisches Bedampfen) für das Begünstigen des Anheftens und des gleichmäßigen

Bedeckens der Wand des Laches **12** abgeschieden wird, und einer zweiten Metallschicht, welche durch Elektroplattieren wachsen gelassen wird, um so ein schnelles Wachsen zu erhalten. Spezieller ausgedrückt, das über CVD abgelagerte Metall kann Aluminium, Kupfer, Wolfram oder Titan sein, und die durch Elektroplattieren gewachsene Schicht kann Kupfer sein. Alternativ kann die zweite Metallschicht aus elektrolos goldplattiertem Nickel (Ni/Au) sein.

[0017] Die Struktur der [Fig. 4](#) wird am Ende des Schrittes des Bildens der leitenden Schicht **16** erhalten.

[0018] Eine Maske wird dann zum Bilden der rückwärtigen Lötaugen aufgebracht. Diese Maske, welche mit **20** in [Fig. 5](#) bezeichnet ist, ist aus einer photoempfindlichen Klebefolie oder aus einem nichtflüssigen klebenden Material gebildet, welches an der rückwärtigen Oberfläche des Wafers **1** haftet und mit Hilfe herkömmlicher photolithographischer Technik definiert sein kann, analog zu Photoresist, um die Maske **20** mit der gewünschten Form zu bilden; da sie nicht flüssig ist, bedeckt sie das Loch **12**, ohne es zu penetrieren. Die Maske **20** bedeckt die Bereiche der leitenden Schicht **16**, wo die Kontaktlötaugen (Bereich **21**) und das Loch **12** zu bilden sind; nachfolgendes Ätzen der Metallschicht **16** dort, wo sie nicht bedeckt ist, gestattet demnach, dass Metall entfernt wird, wo es keinen Nutzen bringt, wodurch die dazwischen liegende Struktur der [Fig. 5](#) gebildet wird.

[0019] Nach dem Entfernen der Maske **20** wird eine rückwärtige Schutzschicht **22** aufgebracht (wie z.B. eine Nitrid- oder BPSG-Bohrphosphorsiliciumglas-Schicht mit einer Dicke von 2 µm), welche die gesamte hintere Oberfläche bedeckt, wie in [Fig. 6](#) gezeigt wird. Es werden dann Schritte zum Öffnen der Pfade von der Vorderseite aus ausgeführt, vorzugsweise indem eine Doppelmaske benutzt wird, um einen sanften Stufe zu bilden. Im Einzelnen wird eine erste Maske (nicht gezeigt) aufgebracht, welche die gesamte obere Oberfläche abdeckt und Öffnungen an den Löchern **12** besitzt; durch Benutzen dieser Maske wird ein Teil der Dicke der lochisolierenden Schicht **6** entfernt, z.B. die Hälfte; eine zweite Maske (nicht gezeigt) wird dann aufgebracht, welche Öffnungen an den Löchern **12** besitzt, jedoch mit einem Durchmesser, kleiner als die erste Maske; die verbleibende Dicke der Lochisolierschicht **6** und der Bereich der Lochisolierschicht **15** am Boden des Laches **12** werden dann entfernt. Die zwei Schritte des Entfernens werden vorzugsweise durch Nassätzen ausgeführt. Nach dem Entfernen der zwei Masken wird die Struktur der [Fig. 7](#) erhalten, wobei die Doppelstufe des Weges **23**, welcher in der Lochisolierschicht **6** gebildet ist, klar sichtbar ist. In dieser Situation hat sich die leitende Schicht **16** als zugänglich von der Vorderseite ergeben. Außerdem werden in diesem Schritt Teile der Lochisolierschicht **6**, wo die

Verbindungen zu der ersten Metallschicht zu bilden sind, entfernt, in dem vorliegenden Beispiel wird eine Öffnung **24** über einem Teil der Elektrode **7** gebildet, wobei die erste Maske nur zum Beispiel benutzt wird.

[0020] Die Schritte zum Bilden der letzten Metallschicht der Einrichtung, der zweiten Metallebene in dem gezeigten Fall, folgen; im Detail wird eine Metallschicht **25** aufgebracht, welche die Öffnung **24** (Bereich **26**) und den Weg **23** (Bereich **27**) füllt und eine direkte elektrische Verbindung zwischen der Elektrode **7** und dem Lötaugenbereich **21** der leitenden Schicht **16** gestattet. Die Struktur der [Fig. 8](#) wird demnach nach dem Gestalten der Metallschicht **25** erhalten.

[0021] Es folgen die gewöhnlichen Schritte zum Vollenden der Schaltung; diese werden nicht gezeigt, sie beinhalten jedoch das Bedecken der Vorderseite mit einer Neutralisierungsschicht, das Maskieren der Rückseite und Vorderseite, um die Schutzschichten von den Lötbereichen zu entfernen (rückwärtiger Bereich **21** in dem gezeigten Beispiel); das Bilden von Erhebungen an den Lötaugenbereichen, etc..

[0022] Die Vorteile des beschriebenen Verfahrens sind wie folgt. Erstens gestattet es, dass Lötaugen auf der Rückseite der Einrichtung gebildet werden, wobei auf der Vorderseite nur ein Bereich von reduzierten Abmessungen erforderlich ist, wo die Wege **23** und die Bereiche **27** zu bilden sind. Außerdem erfordert es keine Modifikation der bekannten Herstellungsschritte für die Einrichtung, sondern nur das Hinzufügen der Schritte des Bohrens und des Bildens der Durchmetalleitungen. Das Bilden des Kontaktes, wenn die Bauteile vollendet sind, stellt sicher, dass die Bauteile nicht beschädigt werden; das Bilden der Lochbeschichtungsisolierschicht stellt ferner die elektrische Isolation zwischen dem Durchkontakt und den leitenden Bereichen der Einrichtung sicher.

[0023] Schließlich ist klar, dass zahlreiche Modifikationen und Variationen an das beschriebene und dargestellte Verfahren hinzugefügt werden können, welche alle in den Umfang der Erfindung fallen, wies sie in den beigefügten Ansprüchen definiert sind. Spezieller ausgedrückt, das Verfahren kann auch, wie aufgeführt, auf Verfahren mit einer einzelnen Metallebene angewendet werden, welche dann aufgebracht werden sollte, nachdem das Loch **12** gebildet wurde, oder auf Verfahren mit mehreren Metallebenen, wobei das Bohren vor dem Aufbringen der letzten Metallebene als letztes stattfinden kann.

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für Vorder-Hinterseiten-Durchkontakte in mikrointegrierten Schaltungen, welches einen Schritt des Bildens eines integrierten elektronischen Bauteils (**3**) in einem Grundkörper (**1**)

aus Halbleitermaterial aufweist, welches eine obere Oberfläche (**5**) und eine hintere Oberfläche (**10**) besitzt,

- Durchbohren dieses Grundkörpers (**1**) von der Rückseite mit Hilfe eines Laserstrahls, um ein Durchgangsloch (**12**) in dem Grundkörper (**1**) zu bilden;
 - Bilden einer Lochisolierschicht (**15**) aus elektrisch isolierendem Material, welches die seitlichen Wände des Durchgangsloches bedeckt;
 - Bilden eines Durchkontaktbereichs (**16**) aus leitendem Material, welches seitlich die Loch-isolierende Schicht bedeckt und welches wenigstens ein Teil (**21**) besitzt, welches sich oben auf der hinteren Oberfläche (**10**) des Grundkörpers (**1**) erstreckt; und
 - Bilden einer Anschlussstruktur (**25**), welche sich oben auf der oberen Oberfläche (**5**) des Grundkörpers zwischen und im elektrischen Kontakt mit dem Durchkontaktbereich (**16**) und dem elektronischen Bauteil (**3**) erstreckt;
- gekennzeichnet durch die Schritte:
- vor dem Bilden des Durchgangslochs, Bilden einer Abschirmschicht (**11**), welche reflektierende Eigenschaften besitzt, auf der hinteren Oberfläche (**10**) des Grundkörpers,
 - Entfernen dieser Abschirmschicht (**11**) von dem Bereich, wo das Durchgangsloch zu bilden ist, wobei das Durchbohren dort ausgeführt wird, wo die Abschirmschicht (**11**) entfernt wurde; und
 - nach dem Bilden eines Durchkontaktbereichs (**16**) Bilden einer Schutzschicht (**22**) des Loches.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmschicht (**11**) aus Metall ist.

3. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens einer Loch-isolierenden Schicht (**15**) den Schritt des Bildens einer Siliciumoxidschicht aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens einer Siliciumoxidschicht (**15**) den Schritt des Aufbringens einer angepassten CVD-Oxidschicht aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens einer Siliciumoxidschicht (**15**) den Schritt des Wachsenlassens einer Oxidschicht aus Ozon aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens eines Durchkontaktbereichs (**16**) den Schritt des Aufbringens einer Metallkontakte schicht auf der Rückseite aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Durchkontaktbereichs (**16**) aus Aluminium, Kupfer, Wolfram, Titan

ausgewählt wird, und dadurch, dass der Schritt des Aufbringens einer Metallkontaktechicht mit Hilfe von CVD ausgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Schritt des Aufbringens einer Metallkontaktechicht (16) ein Schritt des Wachsenlassens von Metallmaterial durch Elektroplattierung folgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schritt des Formens der Metallkontaktechicht mit einer photoempfindlichen Klebefolie oder einer nichtflüssigen klebenden Materialmaske, um die rückwärtigen Kontaktlötaugen (21) zu bilden, nach dem Schritt des Aufbringens einer Metallkontaktechicht (16) ausgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens einer Schutzschicht (22) den Schritt des Aufbringens einer Passivierungsschicht aufweist, welche seitlich den Durchkontaktbereich (16) und die hintere Oberfläche des Grundkörpers (1) bedeckt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (22) aus Siliciumnitrid, -oxynitrid, Siliciumglas und Polyimid ausgewählt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Bildens einer Anschlussstruktur (25) die Schritte aufweist:

- Bilden von Öffnungen (23, 24) in einer isolierenden Schicht (6), welche die obere Oberfläche (5) des Grundkörpers (1) bedeckt, wobei wenigstens eine erste (23) der Öffnungen mit der Öffnung (12) ausgerichtet ist und wobei ein Teil des Durchkontaktbereichs (16) und eine zweite (24) der Öffnungen mit einem leitenden Bereich (7) des elektronischen Bauteils (3) ausgerichtet ist; und
- Bilden einer elektrischen Metallanschlussleitung (25), welche sich zwischen der ersten (23) und der zweiten (24) Öffnung erstreckt und welche elektrisch den Durchkontaktbereich (16) und den leitenden Bereich (7) verbindet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass es eine einzelne obere Metallschicht aufweist, und dadurch, dass der Schritt des Bildens einer elektrischen Anschlussleitung (25) den Schritt des Aufbringens einer einzelnen Metallschicht auf der isolierenden Schicht und das Formen der einzelnen Metallschicht aufweist, um Kontaktelektroden für das elektronische Bauteil und die Anschlussstruktur zu bilden.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass es wenigstens eine untere Metallebene und eine obere Metallebene auf der oberen

Oberfläche des Grundkörpers aufweist; dadurch, dass vor dem Schritt des Bildens eines Durchgangsloches der Schritt des Formens einer Metallschicht ausgeführt wird, um innerhalb der isolierenden Schicht Kontaktelektroden (7) für das elektronische Bauteil (3) zu bilden, und dadurch, dass der Schritt des Bildens einer Anschlussstruktur (25) die Schritte des Aufbringens einer zweiten Metallschicht auf der Isolierschicht (6) und das Formen der zweiten Metallschicht aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



