



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **258 681 A1**

4(51) H 01 L 21/302

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 01 L / 288 675 0	(22)	02.04.86	(44)	27.07.88
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71) VEB Mikroelektronik „Karl-Marx“ Erfurt, Rudolfstraße 47, Erfurt, 5010, DD

(72) Nitzsche, Walter, Dipl.-Kristall.; Kirscht, Fritz-Günter, Dr. rer. nat. Dipl.-Kristall.; Hansch, Clemens, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zum Herstellen getterfähiger und formstabiler Halbleiterscheiben

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln von insbesondere Siliziumscheiben großer Durchmesser, daß sie während des Herstellungsprozesses mikroelektronischer Bauelemente getterfähig sind und insbesondere bezüglich einer Durchbiegung formstabil bleiben. Ziel ist es, Getterfähigkeit und Formstabilität zu verbessern, während es die Aufgabe ist, ein Verfahren dazu anzugeben, das in den Herstellungsprozeß mikroelektronischer Bauelemente gut einzuordnen ist. Erfindungsgemäß ist die Aufgabe dadurch gelöst, daß einmalig oder mehrmalig vorzugsweise eine Siliziumnitridschicht auf die Rückseite der Halbleiterseite aufgebracht und in Form konzentrischer Streifen strukturiert wird. Danach wird eine Temperaturbehandlung bei 800...1230 °C über 1...20 Stunden mit Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten von 5...10 K/min durchgeführt. Die Temperaturbehandlung kann während eines Hochtemperaturprozeßschrittes durchgeführt werden. Streifenbreite und Streifenabstand der Siliziumnitridstreifen betragen 10...500 µm und können über den Radius der Halbleiterscheibe variiert werden.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zum Herstellen getterfähiger und formstabiler Halbleiterscheiben, insbesondere Siliziumscheiben großer Durchmesser, indem auf der Rückseite der Halbleiterscheibe eine dünne Schicht arteigenen Materials oder eines Reaktionsproduktes arteigenen Materials mit einem Nichtmetall aufgebracht und eine Temperaturbehandlung durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß einmalig oder mehrmalig die Schicht mit einer Dicke von mindestens 300 nm aufgebracht wird, daß die Schicht in Form konzentrischer Streifen strukturiert wird und daß die Temperaturbehandlung bei 800 ... 1 230 °C währen einer Dauer von 1 ... 20 Stunden, beispielsweise in inerter Atmosphäre, mit einer Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit von 5 ... 10 K/min durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Schichtmaterial Siliziumnitrid verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schichtabscheidung und Schichtstrukturierung vor dem ersten Hochtemperaturprozeßschritt erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schichtabscheidung und Schichtstrukturierung, gegebenenfalls mit veränderter Breite und Abstand der Streifen, nach dem vollständigen oder partiellen Entfernen rückseitiger Deckschichten, insbesondere Oxydschichten, vor weiteren Hochtemperaturprozeßschritten wiederholt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht derart strukturiert wird, daß Streifenbreite und Streifenabstand 10 ... 500 µm betragen und Streifenbreite und Streifenabstand gegebenenfalls über den Radius der Halbleiterscheibe variiert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperaturbehandlung während eines Hochtemperaturprozeßschrittes erfolgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln von Halbleiterscheiben, so daß sie während des Herstellungsprozesses mikroelektronischer Bauelemente getterfähig sind und bezüglich ihrer Form, insbesondere der Durchbiegung, stabil bleiben. Das Verfahren wird vorzugsweise bei der Herstellung mikroelektronischer Bauelemente auf Siliziumscheiben großer Durchmesser angewendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Getterung schnell diffundierender Verunreinigungen in Halbleiterscheiben, insbesondere von Schwermetallen, ist es bekannt, auf der Rückseite der für die Fertigung von Halbleiterbauelementen vorgesehenen Einkristallscheiben dünne Schichten aus arteigenem Material in mikrokristalliner bis amorpher Form oder als Reaktionsprodukt dieses Materials mit verschiedenen Nichtmetallen, beispielsweise Nitrid, Oxyd oder Karbid, zu bilden (DE-OS 1816083; 12 g — 17/34).

Es ist weiterhin bekannt, zur Getterung von insbesondere Schwermetallen auf der Rückseite der Halbleiterscheibe eine polykristalline Schicht aus Silizium mit einer Korngröße von weniger als etwa 1 µm und einer Schichtdicke von weniger als 5 µm aufzubringen. Die Ablagerung der Verunreinigungen erfolgt bevorzugt an den Korngrenzen und die Getterwirkung bleibt auch während der Hochtemperaturprozesse bis zu 1 200 °C wirksam (DE-OS 2714413; HO1L-21/82; EP 0120830, HO1L-21/322).

Nach dem DD-WP 153939 (HO1L-21/322) ist es bekannt, eine ungeordnete Schicht des Substratmaterials bei Temperaturen unter 400 °C abzuscheiden und zur Getterung eine Temperaturbehandlung bei mindestens 900 °C durchzuführen.

Es ist auch bekannt, auf der Rückseite der Halbleiterscheibe eine Störschicht zu erzeugen, indem Edelgasionen, vorzugsweise Argon-Ionen, implantiert werden, und durch eine Temperaturbehandlung bei mindestens 900 °C die Getterwirkung hervorzurufen (DD-WP 216138; HO1L-21/322; DD-WP 145144; HO1L-21/265).

Zur Reduzierung von Kristallfehlern (Stapelfehlern) ist es auch bekannt, auf der Rückseite der Halbleiterseite polykristalline oder amorphe Siliziumschichten (DE-OS 2738195; HO1L-21/322) oder Siliziumnitrid- oder Aluminiumoxydschichten (DE-OS 2628087; HO1L-21/324) aufzubringen, die mechanische Spannungen erzeugen. Zur Unterstützung der Getterwirkung kann auch noch Phosphor von der Rückseite her eindiffundiert werden.

Alle genannten Maßnahmen haben den Nachteil, daß durch die rückseitigen Schichten und die nachfolgenden Wärmebehandlungen mechanische Spannungen erzeugt werden, die zu undefinierten Krümmungen der Halbleiterscheibe führen. Derartige undefinierten Krümmungen der Halbleiterscheibe führen bei den fotolithografischen Prozessen zu Unschärfen, Geometrie- und Überdeckungsfehlern, die letztendlich zu Ausfällen der Halbleiterbauelemente führen.

In dem DD-WP 228935 (HO1L-21/302) wird vorgeschlagen, durch rückseitige Stör- und/oder Deckschichten, die je nach Art und Dicke Zug- oder Druckspannungen erzeugen, die Halbleiterscheibe in eine engtoleriertere Form zu bringen, so daß die (bauelementeseitige) Vorderseite eine leicht konvexe Wölbung aufweist. Als Deckschichten werden Siliziumverbindungen mit Stickstoff, Kohlenstoff und/oder Sauerstoff verwendet, in die Störschichten durch Implantation von Fremdatomen oder mittels mechanisch abrasiven Eingriffs eingebracht sind. Nachteilig ist die nicht optimale Getterwirkung dieser Schichten.

Zum Herstellen von getterfähigen und formstabilen Halbleiterscheiben wird in dem DD-WP 227559 (HO1L-21/302) vorgeschlagen, in die Rückseite der Halbleiterscheibe mechanisch Gitterstörungen in konzentrischer oder annähernd konzentrischer Form einzubringen und danach eine Schutzschicht oder ein aus mehreren Schichten bestehendes Schutzschichtsystem aus einer Siliziumverbindung aufzubringen, so daß die Vorderseite der Halbleiterscheibe eine leicht konvexe Wölbung aufweist. Nachteilig sind die erforderliche Einscheibenbearbeitung, der hohe apparative Aufwand und der bei der mechanischen Bearbeitung entstehende Siliziumstaub, der sich nur sehr schwer entfernen läßt.

Nach der DE-OS 3304255 (HO1L-21/80) ist es weiterhin bekannt, relativ tiefe und breite Nuten in die Rückseite der Halbleiterscheibe derart einzubringen, daß die Bauelemente auf der Vorderseite oberhalb der Nuten zu liegen kommen. Zur Verbesserung der Getterwirkung wird Phosphor von der Rückseite her eindiffundiert. Nachteilig sind neben dem erheblichen Aufwand für die Herstellung der Nuten die erforderliche Anpassung der Nuten an die Bauelemente und die fehlende Formstabilisierung der Halbleiterscheibe.

Zur Reduzierung von Stapelfehlern auf der Vorderseite von Halbleiterscheiben ist es schließlich bekannt (Mada, Y.; Jap. Journ. of Appl. Phys. 21 [1982] 11, pp L 683-684), unterschiedlich große Quadrate aus einer Siliziumnitridschicht auf der Rückseite der Halbleiterscheibe zu erzeugen. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß die Form der Halbleiterscheibe damit nicht beeinflusst werden kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Formstabilität von Halbleiterscheiben, insbesondere großer Durchmesser, bei guter Getterwirksamkeit gegen Verunreinigungen und Stapelfehlerkeime zu verbessern.

Wesen der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein in den Herstellungsprozeß mikroelektronischer Bauelemente gut einzuordnendes Verfahren zum Herstellen getterfähiger und formstabiler Silizium-Halbleiterscheiben, insbesondere großer Durchmesser, anzugeben, so daß Getterfähigkeit und Formstabilität auch über mehrere Hochtemperaturprozesse gewährleistet sind.

Erfindungsgemäß ist die Aufgabe, ein Verfahren zum Herstellen getterfähiger und formstabiler Halbleiterscheiben, insbesondere Siliziumscheiben großer Durchmesser, anzugeben, indem auf der Rückseite der Halbleiterscheibe eine dünne Schicht arteigenen Materials oder eines Reaktionsproduktes arteigenen Materials mit einem Nichtmetall aufgebracht und eine Temperaturbehandlung durchgeführt wird, dadurch gelöst, daß einmalig oder mehrmalig die Schicht mit einer Dicke von mindestens 300 nm aufgebracht wird, daß die Schicht in Form konzentrischer Streifen strukturiert wird und daß die Temperaturbehandlung bei 800... 1230 °C während einer Dauer von 1... 20 Stunden, beispielsweise in inerte Atmosphäre, mit einer Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit von 5... 10 K/min durchgeführt wird.

Es ist zweckmäßig, daß als Schichtmaterial Siliziumnitrid verwendet wird.

Es ist zweckmäßig, daß die Schichtabscheidung und Schichtstrukturierung vor dem ersten Hochtemperaturprozeßschritt erfolgt.

Es ist ferner zweckmäßig, daß die Schichtabscheidung und Schichtstrukturierung, gegebenenfalls mit veränderter Breite und Abstand der Streifen, nach dem vollständigen oder partiellen Entfernen rückseitiger Deckschichten, insbesondere Oxydschichten, vor weiteren Hochtemperaturprozeßschritten wiederholt wird.

Es ist auch zweckmäßig, daß die Schicht derart strukturiert wird, daß Streifenbreite und Streifenabstand 10... 500 µm betragen und Streifenbreite und Streifenabstand gegebenenfalls über den Radius der Halbleiterscheibe variiert werden.

Es ist schließlich zweckmäßig, daß die Temperaturbehandlung während eines Hochtemperaturprozeßschrittes erfolgt.

Die streifenförmigen Schichtbereiche aus Siliziumnitrid üben lokale Zugspannungen auf angrenzende Bereiche der Scheibenrückseite aus, die in ihrer Überlagerung tendenziell zur Ausbildung bauelementeseitig stärker konvex geformter Scheiben führen, bezogen auf die Ausgangsform. Durch die thermische induzierten Kantenversetzungen erfolgt eine Stabilisierung dieses angestrebten Zustandes. Eine Steuerung der Versetzungsbildung erfolgt durch die Variation des Abstandes A und der Breite B der Streifen im Zusammenwirken mit der thermischen Belastung, so daß versetzungsbehaftete Scheibenbereiche über jeweils realisierte Versetzungslaufwege L festgelegt werden. Eine gleichmäßige Versetzungsverteilung im Sinne einer optimalen Getterwirksamkeit wird somit über zwei Grenzfälle möglich:

— Bei einmaliger Schichtabscheidung mit $2L \geq A$ bei $B \approx 1/2A$

— Bei n-maliger Schichtabscheidung mit $2 \sum L_n \geq A$ bei $B \approx 1/nA$.

Eine mehrmalige Schichtabscheidung ist erforderlich, wenn eine kontinuierliche Getterwirksamkeit aufrecht erhalten werden soll oder wenn die Getterwirksamkeit im Herstellungsprozeß der Halbleiterbauelemente durch Erzeugen zusätzlicher Defekte erhöht werden soll. Durch die Variation von Streifenabstand A — auch in Verbindung mit einer Variation der Streifenbreite B — über den Radius der Halbleiterscheibe ist es möglich, die Verformung der Halbleiterscheibe durch die auftretenden thermomechanischen Spannungen in die angestrebte leicht konvexe Form der bauelementetragenden Vorderseite zu bringen, indem beispielsweise zum Scheibenrand hin der Streifenabstand A größer als im Scheibenzentrum gewählt wird.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind die gute Einstellbarkeit der Form der Halbleiterscheibe, die gute Getterwirksamkeit und die Möglichkeit, diese Maßnahmen während des Herstellungsprozesses der Halbleiterbauelemente zu wiederholen. Damit ist nicht nur eine Erhaltung, sondern sogar eine Erhöhung der Getterwirksamkeit während des Herstellungsprozesses möglich. Weiterhin ist von Vorteil, daß das erfindungsgemäße Verfahren nur Verfahrensschritte erfordert, die auch bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen angewendet werden. Es ist also kein zusätzlicher apparativer Aufwand erforderlich und das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich gut in den Bauelementeherstellungsprozeß integrieren oder anpassen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden.

In einer MOS-Technologie werden Siliziumscheiben von 100 mm Durchmesser verwendet. Diese Scheiben werden nach der üblichen Reinigung rückseitig in einem CVD-Reaktor mit Siliziumnitrid von 500 nm Dicke beschichtet. In einem fotolithografischen Prozeß wird die Siliziumnitridschicht strukturiert, so daß konzentrische Streifen mit folgenden Abmessungen entstehen:

- Im zentralen Bereich bis zu einem Radius von 15 mm Streifenbreite und Streifenabstand 30 µm
- Im anschließenden Bereich bis zum Scheibenrand Streifenbreite und Streifenabstand von 30 µm kontinuierlich bis auf 300 µm anwachsend.

Danach wird die in der MOS-Technologie übliche Startoxydation durchgeführt, in der beispielsweise das Feldoxyd gebildet wird. Dazu werden die Halbleiterscheiben in inerter Atmosphäre mit 6K/min bis 1000°C aufgeheizt, anschließend über eine Dauer von mehreren Stunden oxydiert und danach wieder mit 6K/min abgekühlt. Der Oxydationsprozeß dient also gleichzeitig zur Temperaturbehandlung der Halbleiterscheiben. Durch dieses Verfahren entstehen an den Kanten der Siliziumnitridstreifen Versetzungslaufwege von etwa 10 µm, ohne daß Gleitversetzungen von dem Scheibenrand her induziert werden, die für die späteren Bauelemente schädlich wären.

Danach erfolgt der übliche MOS-Prozeß bis zum Öffnen der Kontaktfenster. Nach dem Öffnen der Kontaktfenster ist die Rückseite wieder frei von Oxydschichten und — je nach angewandtem Ätzverfahren — auch frei von den Siliziumnitridstreifen. Zur Auffrischung der Getterwirksamkeit kann die Halbleiterseite erneut mit Siliziumnitrid von etwa 500 nm Dicke beschichtet werden. In einem fotolithografischen Prozeß wird die Siliziumnitridschicht wiederum strukturiert, daß konzentrische Streifen entstehen. Es ist jedoch vorteilhaft, daß diese Streifen nur eine Breite von etwa 10 µm besitzen und daß diese Streifen nur an den Stellen ausgebildet werden, die bei der ersten Strukturierung der Siliziumnitridschicht nicht von Siliziumnitrid bedeckt waren. Eine anschließende prozeßtypische Temperung in Inertgas aktiviert weitere Kantenversetzung an den neu erzeugten Siliziumnitridstreifen, so daß eine Erhöhung der Getterwirksamkeit eintritt.
