

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 143 542

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 143 542 (44) 27.08.80 3(51) H 01 L 21/22
(21) WP H 01 L / 212 718 (22) 08.05.79

(71) siehe (72)

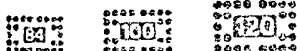
(72) Seckel, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Leyffer, Wolfgang, Dipl.-Chem.,
DD

(73) siehe (72)

(74) Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, BfN/S, 9010 Karl-
Marx-Stadt, PSF 964

(54) Quellscheiben zur Dotierung von Halbleiterscheiben

(57) Die erfindungsgemäßen Quellscheiben zur Dotierung von Halbleiterscheiben finden in der Halbleitertechnik Anwendung. Das Ziel der Erfindung besteht darin, Quellscheiben zur Dotierung von Halbleiterscheiben mit Hilfe in der Halbleitertechnologie bekannter und vorhandener Vorrichtungen und Verfahren kostengünstig herzustellen. Die Aufgabe der Erfindung besteht in der unkomplizierten Herstellung von Quellscheiben, welche bei geeigneter Anordnung eine mehrfach wiederholbare Dotierung der Halbleiterscheiben zulassen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem auf eine Trägerscheibe, die bezüglich ihrer Form der zu dotierenden Halbleiterscheibe angepaßt ist und hohen Temperaturen ausgesetzt werden kann, eine dotantenhaltige Schicht abgeschieden wird. Zwischen Trägerscheibe und dotantenthaltiger Schicht kann auch eine Zwischenschicht angeordnet sein.



8 Seiten

AtEP 857

Quellscheiben zur Dotierung von Halbleiterscheiben

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Herstellung von Quellscheiben, die zur Dotierung von Halbleiterscheiben geeignet sind und in der Halbleitertechnik Anwendung finden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Dotierung von Halbleiterscheiben erfolgt gewöhnlich durch Abscheidung einer dotantenthaltigen Oxidschicht auf der Halbleiterscheibe und anschließender oder parallel ablaufender Reduktion der Oxidverbindung unter Freisetzung des Dotanten an der Grenzfläche Oxidschicht-Halbleiterscheibe. Auf Grund des Konzentrationsgefälles kommt es bei hohen Temperaturen zu einer Diffusion dieser Dotanten in die Halbleiterscheibe.

Zur Dotierung von Halbleiterscheiben kommen auch Quellscheiben zum Einsatz. Diese Quellscheiben sind mehrfach verwendbar. Für die Erzeugung von p-leitenden Gebieten muß bisher zwischen Bornitrid(BN)-Quellscheiben und Glas-Keramik-Quellscheiben unterschieden werden.

Die BN-Quellscheiben bestehen vorwiegend aus Bor und Stickstoff und müssen zwecks Bildung von B_2O_3 vor ihrem Einsatz thermisch oxydiert werden.

Goldsmith, Olmstead und Scott (RCA Review, 28 (1967) 344) sowie Rupprecht und Stach (Journal of Electrochem. Soc. 120 (1973) No. 9, 1266 - 1271) beschreiben die Verwendung dieser BN-Quellscheiben bei der Dotierung von Siliziumscheiben.

Die Glas-Keramik-Quellscheiben bestehen vorwiegend aus Oxiden, so u. a. aus SiO_2 , Al_2O_3 und B_2O_3 . Die Zusammensetzung, Herstellung und Eigenschaften derartiger Quellscheiben wird von Rapp in den US-PS 3 962 000 und 3 998 667 beschrieben. In einer Arbeit von Steslow, Rapp und White (Solid State Technology (1975) 31 - 34) werden die Möglichkeiten des praktischen Einsatzes vorgestellt.

Nachteilig ist bei den BN-Quellscheiben die Forderung, nach bestimmten Zeiten die Quellscheiben durch eine thermische Oxydation zu regenerieren.

Die Präparation der Glas-Keramik-Quellscheiben ist mit einem hohen technischen Aufwand verbunden. Das Prinzip beider Varianten, die Erzeugung einer B_2O_3 -haltigen Atmosphäre im Diffusionssystem, bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Dotierung der im Diffusionsrohr vorhandenen Halbleiterscheiben.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, Quellscheiben zur Dotierung von Halbleiterscheiben mit Hilfe in der Halbleitertechnologie bekannter und vorhandener Vorrichtungen und Verfahren kostengünstig herzustellen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist die unkomplizierte Herstellung von Quellscheiben, welche bei geeigneter Anordnung eine mehrfach wiederholbare Dotierung der Halbleiterscheiben zulassen. Als Dotanten kommen die in der Halbleitertechnologie bekannten Elemente in Frage. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß auf eine Trägerscheibe, die bezüglich ihrer Form der zu dotierenden Halbleiterscheibe angepaßt ist und hohen Temperaturen ausgesetzt werden kann, eine dotantenhaltige Schicht abgeschieden wird. Diese Beschichtung kann auch beidseitig erfolgen.

Durch den Hochtemperaturprozeß kann eine Verbindung zwischen der dotantenhaltigen Schicht infolge deren Aufschmelzens und der Trägerscheibe entstehen. Das Einbringen einer als Barriere wirkenden Zwischenschicht kann die mit dem Aufschmelzen verbundene Verdünnung der dotantenhaltigen Schicht reduzieren, so daß eine Erhöhung der Lebensdauer zu erwarten ist.

Als Zwischenschichten eignen sich u. a. SiO_2 -, Si_3N_4 - und Al_2O_3 -Schichten, welche durch CVD- oder Zerstäubungsprozesse abgeschieden werden.

Als Trägerscheiben eignen sich Halbleiterscheiben, z. B. Siliziumscheiben, aber auch mit Passivierungsschichten, wie Isolator- oder schwerschmelzenden Metallschichten versehene Siliziumscheiben. Ebenfalls ist die Verwendung von Trägerscheiben möglich, die keine Reaktionen mit den abgeschiedenen dotantenhaltigen Schichten aufweisen. Hierzu ist z. B. das von den SOS-Bauelementen bekannte Saphir oder Spinell zu rechnen. Auch Keramikscheiben können als Trägerscheiben Verwendung finden. Auf diese Trägerscheiben werden die dotantenhaltigen Schichten aufgebracht. Als Schichtmaterial dienen SiO_2 oder Isolatoren, wie z. B. Al_2O_3 oder Si_3N_4 , denen der entsprechende Dotant, z. B. Bor, Phosphor oder Arsen beigelegt wird. Die Abscheidung von dotantenhaltigen Schichten mit mehreren Komponenten läßt eine Reduzierung der Dotantenkonzentration zu. Es ist ebenfalls möglich, eine Schicht aus einem Dotantenoxid, z. B. B_2O_3 , aufzubringen. Die Dicke der dotantenhaltigen Schicht sollte größer als 100 nm sein. Ihre Quellwirksamkeit ist dabei von der Dicke und den Diffusionsparametern abhängig.

Für die Beschichtung eignen sich CVD-Verfahren unter Verwendung von gasförmigen oder flüssigen Ausgangssubstanzen. Die Abscheidung kann sowohl bei Normaldruck als auch bei niedrigem Druck (LPCVD) erfolgen. Desgleichen eignen sich Zerstäubungsverfahren, die vom spin-on-Verfahren bekannten Silica-

filme sowie die Sedimentation geeigneter Dotantenoxide. Tritt eine Verarmung an Dotanten in der abgeschiedenen dotantenhaltigen Schicht auf, so kann diese abgeätzt werden. Danach ist eine erneute Beschichtung der Trägerscheibe möglich.

Die Anordnung Quellscheibe - Halbleiterscheibe wird in einer geeigneten Anlage Temperaturen von 1000 K bis 1500 K ausgesetzt. Bedingung ist, daß das System dotantenhaltige Schicht - Trägerscheibe mehreren Temperaturzyklen widersteht.

Die Diffusion kann unter Schutzgas oder im Vakuum ausgeführt werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es soll z. B. eine borhaltige Quellscheibe für die Erzeugung einer p-leitenden Schicht in einer Siliziumscheibe hergestellt werden. Die Diffusion erfolgt in der beschriebenen und für Quellscheiben bekannten Weise.

1. Beispiel:

Die Abscheidung der borhaltigen Schicht auf einer p-leitenden Siliziumscheibe erfolgt durch einen CVD-Prozeß bei ca. 1000 K unter Verwendung von Trimethylborat. Als Trägergas für das bei Raumtemperatur flüssige Trimethylborat kommt Stickstoff zum Einsatz. Diesem in einem speziellen Gefäß mit Trimethylborat angereicherten Gas wird Sauerstoff zugesetzt und das Gasgemisch in den Reaktor geleitet. Durch die Temperaturerhöhung kommt es zur Oxydation des Trimethylboratdampfes, und es entsteht eine B_2O_3 -Schicht auf der Trägerscheibe.

2. Beispiel:

Auf eine Saphirscheibe wird eine Borsilikatglasschicht beidseitig durch CVD aufgebracht. Diese dotantenhaltige Schicht läßt sich durch eine Abscheidung bei 700 K unter Verwendung von Silan, Diboran, Argon und Sauerstoff herstellen. Die Wahl

des Verhältnisses von SiH_4 zu B_2H_6 läßt eine Variation der Dotantenkonzentration zu.

3. Beispiel:

Auf eine Siliziumträgerscheibe wird als Diffusionsbarriere eine Si_3N_4 -Schicht mit einer Dicke von 300 nm durch ein CVD-Verfahren abgeschieden. Weiterhin wird diese Anordnung mit einem Borsilikatfilm beschichtet. Die Beschichtung erfolgt unter Verwendung eines bei Raumtemperatur flüssigen Borsilikatfilmes, indem auf die rotierende Trägerscheibe die Dotantenverbindung analog zum Fotolack aufgebracht und das Lösungsmittel durch einen Temperprozeß beseitigt wird.

4. Beispiel:

Die Abscheidung der dotantenhaltigen Schicht soll durch Sedimentation erfolgen. Ausgangsmaterial ist eine Suspension von B_2O_3 . Die Suspension wird auf die Trägerscheibe aufgetragen und das Lösungsmittel verdampft. Nach geeigneter Temperung steht die B_2O_3 -Schicht als Dotantenquelle zur Verfügung.

Erfindungsanspruch

1. Quellscheibe zur Dotierung von Halbleiterscheiben, die bezüglich ihrer Form der zu dotierenden Halbleiterscheibe angepaßt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Quellscheibe aus einer temperaturbeständigen Trägerscheibe besteht, die mit einer dotantenhaltigen Schicht oder einer Anordnung von Zwischenschicht und dotantenhaltiger Schicht versehen ist.
2. Quellscheibe nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerscheibe beidseitig beschichtet ist.
3. Quellscheibe nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägerscheibe eine Halbleiterscheibe Verwendung findet.
4. Quellscheibe nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägerscheibe eine Saphir- oder Spinellscheibe Verwendung findet.
5. Quellscheibe nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägerscheibe eine Keramikscheibe Verwendung findet.
6. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Schichtmaterial SiO_2 verwendet wird.
7. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Schichtmaterial eine Isolatorschicht, insbesondere Al_2O_3 oder Si_3N_4 , verwendet wird.
8. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schicht ein Dotant, insbesondere Bor, Phosphor oder Arsen beigefügt wird.
9. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die abgeschiedene Schicht aus einem Dotantenoxid, insbesondere B_2O_3 , besteht.
10. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidung der dotantenhaltigen Schicht durch CVD, vorzugsweise LPCVD, erfolgt.

11. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidung der dotantenthaltigen Schicht durch Aufbringen von Silicafilmen nach dem spin-on-Verfahren oder durch Zerstäubung erfolgt.
12. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidung der dotantenthaltigen Schicht durch Sedimentation erfolgt.
13. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration der Dotanten in der abgeschiedenen Schicht durch die Wahl der Abscheidebedingungen variiert wird.
14. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der dotantenthaltigen Schicht größer als 100 nm ist.
15. Quellscheibe nach Punkt 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht nach Verarmung an Dotanten entfernt und die Trägerscheibe erneut beschichtet wird.
16. Quellscheibe nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Zwischenschicht eine Passivierungsschicht, vorzugsweise SiO_2 , Si_3N_4 oder Al_2O_3 , verwendet wird.
17. Quellscheibe nach Punkt 1, 2 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidung der Zwischenschicht durch thermische Oxydation, CVD oder Zerstäubung erfolgt.