



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **280 226 A3**

4(51) C 30 B 25/12

PATENTAMT der DDR

(21) WVP C 30 B / 310 057 7

(22) 08.12.87

(45) 04.07.90

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

(72) Vehlgut, Rüdiger, Dipl.-Ing.; Hantschmann, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., DD

(54) **Überzug auf Graphitkörnern für die Halbleiterfertigung**

(55) Mikroelektronik; Halbleitertechnik; chemische Gasphasenabscheidung (CVD); plasmagestützt; Graphit-Scheibenträger; Versiegelung

(57) Die Erfindung betrifft einen Überzug auf Graphitkörpern zu ihrer Versiegelung. Diese Graphitkörper werden in der Halbleiterfertigung als Scheibenträger in plasmagestützten CVD-Anlagen verwendet. Erfindungsgemäß besteht der Überzug mindestens aus einer Schicht aus dotiertem amorphem Silicium von 1...5 µm Dicke, die an den Graphitkörper angesintert ist. Der Schichtwiderstand des Überzuges beträgt 50...350 Ohm pro Quadrat. Dieser Überzug kann in der gleichen plasmagestützten CVD-Anlage hergestellt werden, in der der mit dem erfindungsgemäßen Überzug versiegelte Graphitkörper als Scheibenträger für die zu behandelnden Halbleiterscheiben verwendet wird. Durch den erfindungsgemäßen Überzug wird erreicht, daß die Homogenität von mit plasmagestützter CVD abgeschiedenen Schichten wesentlich verbessert ist.

Patentansprüche:

1. Überzug auf Graphitkörpern für die Halbleiterfertigung zum Versiegeln dieser Graphitkörper mit Silicium und/oder Siliciumverbindungen zum Einsatz in der plasmagestützten chemischen Gasphasenabscheidung (CVD), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Überzug mindestens aus einer Schicht von etwa 1 ... 5 µm Dicke aus dotiertem amorphem Silicium besteht, daß die Schicht einen Schichtwiderstand von etwa 50 ... 350 Ohm pro Quadrat hat und daß die Schicht angesintert ist.
2. Überzug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium unmittelbar auf dem Graphitkörper aufgebracht ist.
3. Überzug nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium mit Phosphor dotiert ist.
4. Überzug nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß über der Schicht aus dotiertem amorphem Silicium eine Schicht aus Phosphorsilikatglas von etwa 2 ... 5 µm Dicke angeordnet ist.
5. Überzug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß über der Schicht aus Phosphorsilikatglas eine Siliciumnitridschicht von etwa 0,2 ... 0,5 µm Dicke angeordnet ist.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Überzug auf Graphitkörpern zu ihrer Versiegelung, die in der Halbleiterfertigung als Trägerkörper für die Halbleiterscheiben vorzugsweise in Plasma-CVD-Anlagen dienen. Mit dem erfindungsgemäßen Überzug versehene Scheibenträger werden bei der Fertigung integrierter Schaltkreise, insbesondere hochintegrierter Schaltkreise, verwendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Fertigung von Halbleiterbauelementen wird zur Abscheidung von Schichten, beispielsweise isolierenden Schichten, auf den Halbleiterscheiben als Standardverfahren die CVD (Chemical Vapor Deposition = chemische Gasphasenabscheidung) eingesetzt. Die Zuführung der erforderlichen Aktivierungsenergie für die chemische Reaktion erfolgt durch Wärme und/oder ein Niederdruckplasma. In den CVD-Anlagen sind die Halbleiterscheiben auf Scheibenträgern angeordnet, die unter anderem aus Reinstgraphit bestehen und mit einem Silicium- oder Siliciumkarbidüberzug versiegelt sind (Schade, Halbleitertechnologie Band 1, VEB Verlag Technik, Berlin, 1981, S. 149), um die Ausdiffusion der immer noch vorhandenen Verunreinigungen zu verhindern und auf diese Weise die Konzentration der Verunreinigungen in den abgeschiedenen Schichten unterhalb vorgeschriebener Grenzen zu halten. Infolge der prozeßbedingten Temperaturwechselbelastung treten jedoch im Laufe der Zeit in den Überzügen Mikrorisse und Poren auf, durch die dann Verunreinigungen diffundieren. Es ist also erforderlich, die Scheibenträger aus Graphit nach einer bestimmten Benutzungsdauer erneut zu versiegeln.

Es ist ein Verfahren zur Gasabscheidung dichter Siliciumkarbid-Schichten bekannt (DE-AS 2 131 407; C23 C - 11/08), nach dem auf dem Graphitsubstrat zunächst bei etwa 1000 °C eine 1 ... 10 µm dicke Pyrographitschicht abgeschieden wird. Danach erfolgt eine Siliciumabscheidung bei einer Temperatur von mindestens 1420 °C aus Silan oder einem Siliciumhalogenid in einer Wasserstoffatmosphäre bis zur Umwandlung der gesamten Pyrographitschicht in Siliciumkarbid. Nachteilig ist, daß derart hohe Temperaturen Anlagen erfolgen, die bei der Fertigung von Halbleiterbauelementen nicht üblich sind. Zur Versiegelung der Scheibenträger ist daher eine kostenaufwendige spezielle CVD-Anlage für höhere Temperaturen erforderlich.

Nach der US-PS 3372671 ist es bekannt, auf Graphitkörpern Siliciumkarbid-Schichten von 25,4 ... 254 µm Dicke aus der Gasphase abzuscheiden, damit diese Schichten dicht sind. Derart dicke Schichten haben jedoch den Nachteil, daß sie wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Graphit und Siliciumkarbid bevorzugt zur Rißbildung neigen.

Es ist ebenfalls bekannt, Siliciumkarbid-Schichten von 10 ... 100 µm Dicke aus der Gasphase durch Reduktion von kohlenstoff- und siliciumhaltigen Verbindungen, beispielsweise $C H_3 Si Cl_3$, abzuscheiden. Derart dicke Schichten haben jedoch den Nachteil - wie schon dargelegt -, daß sie bevorzugt zur Rißbildung neigen.

Nach der DE-OS 2 739 258 (C23 C - 11/08) ist es bekannt, auf Kohlenstoffkörper eine Schutzschicht aus kohlenstoffhaltigem Siliciumkarbid von 5 ... 100 µm Dicke und kohlenstoffhaltigem Siliciumnitrid von 10 ... 1500 µm Dicke aufzubringen. Zum Aufbringen der Siliciumkarbid-Schicht werden Temperaturen über 1250 °C benötigt, die bei der Fertigung von Halbleiterbauelementen nicht üblich sind, so daß eine kostenaufwendige spezielle CVD-Anlage erforderlich ist. Weiterhin treten die oben beschriebenen Nachteile dicker Schichten auf.

Nach der DD-PS 133072 (B01 J - 17/28) ist es schließlich bekannt, mehrschichtige Überzüge für Graphitheizer in CVD-Anlagen zu verwenden. Ein Überzug besteht abwechselnd aus jeweils mehreren Schichten von Polysilicium einer Korngröße von 10 ... 20 nm und 2 ... 15 µm Dicke und von einem amorphen Isolatormaterial, beispielsweise Siliciumoxid oder Siliciumnitrid, einer Dicke von 0,4 ... 1,2 µm. Die Anzahl der Schichten muß mindestens vier betragen. Nachteilig ist neben dem hohen Aufwand zum Erzeugen der Schichten die mit der Anzahl der Schichten steigende Dicke des Überzuges mit den bereits beschriebenen Nachteilen.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, Überzüge auf Graphitkörpern für die Halbleiterfertigung hinsichtlich Dichtigkeit und Herstellbarkeit zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Überzug auf Graphitkörpern für die Halbleiterfertigung anzugeben, der in einer für die Fertigung von Halbleiterbauelementen üblichen CVD-Anlage hergestellt werden kann, der bei nur geringer Dicke dicht ist und der eine verbesserte Homogenität der Schichtabscheidung bei der Halbleiterfertigung gestattet.

Erfindungsgemäß ist die Aufgabe, einen Überzug auf Graphitkörpern für die Halbleiterfertigung zum Versiegeln dieser Graphitkörper mit Silicium und/oder Siliciumverbindungen zum Einsatz in der plasmagestützten chemischen Gasphasenabscheidung (CVD) anzugeben, dadurch gelöst, daß der Überzug mindestens aus einer Schicht von etwa 1...5 µm Dicke aus dotiertem amorphem Silicium besteht, daß die Schicht einem Schichtwiderstand von etwa 50...350 Ohm pro Quadrat hat und daß die Schicht angesintert ist.

Es ist zweckmäßig, daß die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium unmittelbar auf dem Graphitkörper aufgebracht ist.

Es ist zweckmäßig, daß die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium mit Phosphor dotiert ist.

Es ist auch zweckmäßig, daß über der Schicht aus dotiertem amorphem Silicium eine Schicht aus Phosphorsilikatglas von etwa 2...5 µm Dicke angeordnet ist.

Es ist dann schließlich zweckmäßig, daß über der Schicht aus Phosphorsilikatglas eine Siliciumnitridschicht von etwa 0,2...0,5 µm Dicke angeordnet ist.

Die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium wird bekanntermaßen mittels einer Niederdruck-CVD, vorzugsweise mittels einer plasmagestützten CVD, in inerter Atmosphäre bei einem Druck von etwa 100...350 Pa, bei einer Temperatur des Graphitkörpers von etwa 325...475°C und bei Strömungsmengen von etwa 40...150 ml/min Silan, etwa 5...50 ml/min Phosphin und etwa 500...2000 ml/min Stickstoff als Trägergas hergestellt.

Die Schicht aus dotiertem amorphem Silicium ist derart mit Phosphor dotiert, daß sich nach einer Wärmebehandlung in inerter Atmosphäre bei etwa 900°C während einer Dauer von etwa 30 Minuten ein Schichtwiderstand von etwa 50...350 Ohm pro Quadrat einstellt.

Das Ansintern der Schicht aus dotiertem amorphem Silicium auf dem Graphitkörper erfolgt in inerter Atmosphäre bei einer Temperatur von etwa 1000...1200°C während einer Dauer von etwa 0,5...5 Stunden.

Der erfindungsgemäße Überzug hat den Vorteil, daß er in der gleichen CVD-Anlage hergestellt werden kann, in der der mit dem erfindungsgemäßen Überzug versiegelte Graphitkörper als Scheibenträger für die zu behandelnden Halbleiterscheiben verwendet wird. Es ist also eine kostengünstige Herstellung des erfindungsgemäßen Überzuges möglich, da keine kostenaufwendigen speziellen CVD-Anlagen für höhere Temperaturen benötigt werden. Die geringe Dicke des erfindungsgemäßen Überzuges bringt weiterhin den Vorteil, daß nur eine geringe Neigung zur Rißbildung besteht, so daß der Überzug über eine größere Anzahl von Temperaturzyklen bei der Behandlung von Halbleiterscheiben dicht ist. Durch die dadurch erhöhte Reinheit bei der CVD, insbesondere bei der plasmagestützten CVD, erfolgt eine Ausbeutesteigerung bei der Fertigung integrierter Schaltkreise, insbesondere bei der Fertigung hochintegrierter Schaltkreise mit kleinen Strukturabmessungen.

Weiterhin wurde gefunden, daß bei der Plasma-CVD unter Verwendung von mit dem erfindungsgemäßen Überzug versehenen Scheibenträgern die Homogenität der auf der Halbleiterscheiben abgeschiedenen Schichten sowohl bezogen auf die einzelne Halbleiterscheibe als auch auf die Charge bedeutend besser war als bei der Verwendung von Scheibenträgern mit dem üblichen Siliciumkarbid-Überzug. Außerdem wurde gefunden, daß die Reproduzierbarkeit der Schichtabscheidung durch die Verwendung von Scheibenträgern mit dem erfindungsgemäßen Überzug bedeutend verbessert wurde. Die Folge davon ist eine Ausbeutesteigerung bei der Fertigung integrierter Schaltkreise.

Ein weiterer Vorteil ist, daß nach Entfernen eines nicht mehr dichten Überzuges beinahe beliebig oft ein erfindungsgemäßer Überzug wieder auf dem Graphitkörper aufgebracht werden kann.

Es wird vermutet, daß die verbesserte Homogenität der auf den Halbleiterscheiben abgeschiedenen Schichten mittels Plasma-CVD auf die elektrische Leitfähigkeit des Überzuges aus dotiertem amorphem Silicium zurückzuführen ist, obwohl Überzüge aus Siliciumkarbid ebenfalls elektrisch leitfähig sind.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Ein zu versiegelnder Scheibenträger aus Reinstgraphit wird nach den üblichen Reinigungsschritten in eine Plasma-CVD-Anlage eingebracht. Nach dem Evakuieren der Anlage wird der zu versiegelnde Scheibenträger auf 425°C erwärmt. Bei einem Druck von etwa 150 Pa und Strömungsmenge von 500 ml/min Stickstoff, 60 ml/min Silan und 10 ml/min Phosphin wird dotiertes amorphes Silicium abgeschieden. Die Abscheiderate beträgt etwa 15 nm/min, so daß nach 70 Minuten eine Schichtdicke von etwa 1 µm erreicht wird. Anschließend erfolgt eine Wärmebehandlung in inerter Atmosphäre bei 900°C während einer Dauer von 30 Minuten.

Zur Bestimmung des Schichtwiderstandes wird eine oxidierte Siliciumscheibe mitgeführt. Nach der Wärmebehandlung soll der Schichtwiderstand etwa 350 Ohm pro Quadrat betragen.

Die Abscheidung der Schicht aus dotiertem amorphem Silicium kann auch in einer Niederdruck-CVD-Anlage ohne Plasmaunterstützung erfolgen.

Wird der versiegelte Scheibenträger in CVD-Anlagen ohne Plasmaunterstützung verwendet, so kann zur Erhöhung der Einsatzdauer des Scheibenträgers über der Schicht aus dotiertem amorphem Silicium eine Schicht aus Phosphorsilikatglas von etwa 2...5 µm Dicke abgeschieden werden, die auch noch zusätzlich mit einer Schicht aus Siliciumnitrid von etwa 0,2...0,5 µm Dicke bedeckt werden kann.

Bei der Verwendung der Scheibenträger in CVD-Anlagen ohne Plasmaunterstützung kann anstelle der dotierten amorphen Siliciumschicht auch eine Schicht aus undotiertem amorphem Silicium oder polykristallinem Silicium verwendet werden.