

Haltevorrichtung, Verfahren zu deren Herstellung und Verwendung derselben

Die Erfindung betrifft eine Haltevorrichtung, ein Verfahren zur Herstellung der Haltevorrichtung sowie deren Verwendung.

5

Bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen, insbesondere von Siliziumsolarzellen, werden häufig plasmagetriebene Abscheidungen aus der Gasphase durchgeführt, welche im englischen Sprachraum als plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) bezeichnet werden. Hierbei sind die zu beschichtenden Halbleitersubstrate üblicherweise in Haltevorrichtungen angeordnet. Bei PECVD-Abscheidungen werden regelmäßig sogenannte Boote als Haltevorrichtungen eingesetzt.

15 Bei der industriellen Fertigung von Siliziumsolarzellen werden häufig Siliziumsolarzellensubstrate in diesen Booten, welche teilweise auch als PECVD-Boote bezeichnet werden, angeordnet und im Rahmen einer PECVD-Abscheidung mit einer Antireflexionsschicht aus Siliziumnitrid versehen. Homogene Antireflexionsschichten erhält man jedoch nur, wenn das verwendete Boot
20 zuvor bereits mit einer Siliziumnitridschicht versehen wurde. Üblicherweise werden die eingesetzten Boote daher im Rahmen einer sogenannten Siliziumnitrid-Vorbelegung mit Siliziumnitrid beschichtet, ehe eine Beschichtung von in den Booten angeordneten Solarzellensubstraten mit Siliziumnitrid durchgeführt wird. Als Material für die Boote wird üblicherweise Graphit verwendet. Möglicherweise ist das Erfordernis der Siliziumnitrid-Vorbelegung darauf zurückzuführen, dass die elektrischen Oberflächenwiderstände von Graphit und den Siliziumsolarzellensubstraten zu unterschiedlich sind. Es können jedoch auch
25 30 morphologische oder chemische Gründe, die Porosität des Boot-

materials oder dessen Korngrößenbeschaffenheit eine Rolle spielen. Die Ursachen sind derzeit nicht abschließend geklärt.

Da Siliziumnitrid als Dielektrikum elektrisch isolierend wirkt
5 und für die PECVD-Abscheidung von Siliziumnitrid auf den Siliziumsolarzellensubstraten ein elektrisch leitender Kontakt zwischen dem Boot und den darin angeordneten Siliziumsolarzellensubstraten erforderlich ist, müssen bei der Siliziumnitrid-Vorbelegung diejenigen Bereiche, in welchen die Siliziumsolarzellensubstrate an dem Boot zur Anlage kommen, von der Siliziumnitrid-Vorbelegung ausgespart werden. Dies wird üblicherweise realisiert, indem in diesen Bereichen während der Siliziumnitrid-Vorbelegung Siliziumsubstrate angeordnet werden, welche
10 üblicherweise als Dummy-Wafer bezeichnet werden und in den genannten Bereichen eine Siliziumnitridabscheidung auf Haltenasen oder von den Dummy-Wafern bedeckten Abschnitten der Bootoberfläche weitgehend verhindern. Unter Haltenasen sind dabei Vorsprünge an den Oberflächen der Boote zu verstehen, an welchen die Siliziumsolarzellensubstrate abgestützt werden. Die
15 Haltenasen tragen wesentlich zur elektrischen Kontaktierung bei, da die Siliziumsubstrate während Siliziumnitridabscheidungen häufig nicht mit ausreichender Fläche an dem verwendeten Boot anliegen.

25 Sind bei einer PECVD-Abscheidung sauerstoffhaltige Gase vorhanden, beispielsweise bei einem Einsatz von Lachgas oder Stickstoffmonoxid als Prozessgas, so kann die Siliziumnitrid-Vorbelegung eine Zersetzung der Boote in denjenigen Bereichen, welche während der Siliziumnitrid-Vorbelegung durch die Dummy-Wafer abgeschirmt waren, nicht verhindern. Dies gilt in gleicher Weise für andere Haltevorrichtungen, wie beispielsweise in Schnellbearbeitungsanlagen, sogenannten Rapid Thermal Processing (RTP)-Anlagen verwendete Suszeptoren. Die beschriebene
30

Zersetzung in sauerstoffhaltigen Prozessgasatmosphären führt zum Verschleiß der eingesetzten Haltevorrichtung.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde,
5 eine Haltevorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche in sauerstoffhaltigen Prozessgasatmosphären eine verbesserte Verschleißbeständigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Haltevorrichtung mit den
10 Merkmalen des Anspruchs 1.

Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine aufwandsgünstige Beschichtung von Substraten zu ermöglichen.

15 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Verwendung der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung gemäß Anspruch 8.

Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein aufwandsgünstiges Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung zur Verfügung zu stellen.
20

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 11.

25 Vorteilhafte Weiterbildungen sind jeweils Gegenstand abhängiger Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Haltevorrichtung weist an ihrer Oberfläche eine Beschichtung aus Siliziumkarbid, Glaskohlenstoff oder
30 pyrolytischem Kohlenstoff auf.

Mit derart beschichteten Haltevorrichtungen kann eine erhöhte Verschleißbeständigkeit in sauerstoffhaltigen Prozessgasatmosphären realisiert werden. Dies ist insbesondere bei sauer-

stoffhaltigen Prozessgasatmosphären der Fall, welche unter Verwendung von Lachgas und/oder Stickstoffmonoxid als Prozessgasen gebildet werden.

- 5 Die genannten Beschichtungsmaterialien können grundsätzlich auf jede an sich bekannte Weise aufgebracht werden. Eine Beschichtung aus Glaskohlenstoff kann beispielsweise aufgebracht werden, indem einem Alkoholbad Phenolharzpulver beigemischt und der zu beschichtende Gegenstand in die resultierende Lösung eingetaucht wird. Nachfolgend wird der zu beschichtende Gegenstand auf eine Temperatur von mindestens 600°C erwärmt. Diese Vorgehensweise hat sich insbesondere bei zu beschichtenden Gegenständen aus Graphit bewährt.
- 10
- 15 Vorzugsweise wird eine Beschichtung aus Siliziumkarbid vorgesehen. Siliziumkarbid ist abriebfest und gegenüber Flusssäure beständig. In den meisten Anwendungsfällen bedarf es somit nur sehr selten einer Nachbeschichtung mit Siliziumkarbid. Des Weiteren haftet Siliziumkarbid gut auf Graphit, welches ein
- 20 gängiges Material für in der Halbleitertechnik eingesetzte Haltevorrichtungen ist. Ferner hat sich gezeigt, dass Graphitkörper mit einer Siliziumkarbidbeschichtung einen ähnlichen elektrischen Oberflächenwiderstand aufweisen wie Siliziumsolarzellensubstrate. Dies scheint sich vorteilhaft auf die Eigenschaften von mittels PECVD-Verfahren auf Siliziumsolarzellensubstraten abgeschiedene Schichten auszuwirken. Jedoch können auch morphologische oder chemische Gründe oder die Porosität oder die Korngrößenbeschaffenheit des Graphits hierbei eine Rolle spielen. Jedenfalls hat sich gezeigt, dass die ein-
- 25 gangs beschriebene Siliziumnitrid-Vorbelegung bei siliziumkarbidbeschichteten Haltevorrichtungen, insbesondere bei siliziumkarbidbeschichteten Booten, entfallen kann, ohne dass die Homogenität einer unter Verwendung solch einer Haltevorrichtung abgeschiedenen Siliziumnitridschicht, beispielsweise ei-
- 30

ner Antireflexionsbeschichtung, hierdurch in relevantem Umfang beeinträchtigt wird. Da Siliziumkarbid elektrisch leitfähig ist, werden zudem die oben beschriebenen Dummy-Wafer nicht benötigt. Bei der industriellen Fertigung von Siliziumsolarzellen ist der Bedarf an Dummy-Wafern ein nicht vernachlässigbarer Kostenfaktor, sodass der Einsatz der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung und der damit entfallende Bedarf an Dummy-Wafern eine Reduktion des Fertigungsaufwandes ermöglicht.

10 Unter Siliziumkarbid beziehungsweise einer Siliziumkarbidbeschichtung ist vorliegend zu verstehen, dass das eingesetzte Material beziehungsweise die betroffene Beschichtung im Wesentlichen aus Siliziumkarbid besteht. Eine vollkommene Reinheit des Werkstoffes ist nicht erforderlich. Verunreinigungen, 15 Fremdmaterialeinträge an Grenzflächen oder anderes können in praktisch üblichen Mengen vorhanden sein.

Werden erfindungsgemäße Haltevorrichtungen bei Siliziumnitridabscheidungen eingesetzt, so wird auch auf der verwendeten Haltevorrichtung Siliziumnitrid abgeschieden. Nach einer gewissen Anzahl von Abscheidungen kommt es zu Abplatzungen von Siliziumnitridteilen von der Haltevorrichtung. Hierdurch kann die Qualität der Siliziumnitridschicht beeinträchtigt werden, welche auf einem in der Haltevorrichtung angeordneten Objekt abgeschieden wird. Aus diesem Grund werden Haltevorrichtungen von Siliziumnitridabscheideanlagen üblicherweise nach einer gewissen Zahl von Abscheidungen zurückgeätzt. Es hat sich gezeigt, dass bei der Verwendung einer erfindungsgemäßen Haltevorrichtung die Zahl der möglichen Abscheidungen, bevor ein 25 nächster Rückätzschritt erforderlich ist, gegenüber bislang bekannten Haltevorrichtungen erhöht werden kann. Dies ist insbesondere bei Haltevorrichtungen der Fall, welche eine Beschichtung aus Siliziumkarbid aufweisen. Die höhere Zahl der mit einer Haltevorrichtung bis zum nächsten Rückätzvorgang 30

durchführbaren Siliziumnitridabscheidungen ermöglicht in der industriellen Anwendung, beispielsweise bei der industriellen Solarzellenfertigung, eine weitere Reduktion des Fertigungsaufwandes.

5

Ist die Haltevorrichtung mit einer Beschichtung aus pyrolytischem Kohlenstoff versehen, so ergibt sich gegenüber einer Beschichtung mit Glaskohlenstoff bei hohen Temperaturen von bis zu 1100°C eine verbesserte Resistenz gegenüber Sauerstoff und Sauerstoffradikalen. Eine pyrolytisch abgeschiedene Kohlenstoffschicht kann durch eine Infiltration mit pyrolytisch abgeschiedenem Kohlenstoff kombiniert werden. Eine derartige Kombination haftet sehr gut auf Graphit und ist sehr dicht. Ferner weist sie gegenüber einer einfachen pyrolytisch abgeschiedenen Kohlenstoffschicht eine deutlich härtere Oberfläche auf und ist resistenter gegenüber Sauerstoff und Sauerstoffradikalen. Derartige Haltevorrichtungen sind dementsprechend verschleißfester gegenüber mechanischen Beanspruchungen und widerstandsfähiger gegenüber einer Zersetzung in sauerstoffhaltigen Prozessumgebungen.

20

Eine Weiterbildung sieht vor, dass die Haltevorrichtung überwiegend aus Graphit oder Glas besteht. Vorzugsweise besteht sie, abgesehen von der Beschichtung, vollständig aus Graphit oder Glas. Bei dem genannten Glas kann es sich insbesondere um ein Quarzglas handeln. In der Praxis hat sich, insbesondere bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen, Graphit besonders bewährt, weswegen dieses Material besonders bevorzugt wird.

25

30

Die Beschichtung ist vorteilhaftweise unmittelbar auf einem Kernmaterial der Haltevorrichtung angeordnet. Vor- oder Zwischenbeschichtungen können auf diese Weise entfallen.

Vorteilhafterweise erstreckt sich die Beschichtung über die gesamte Oberfläche der Haltevorrichtung, sodass die erhöhte Verschleißbeständigkeit über die gesamte Oberfläche der Haltevorrichtung hinweg vorliegt. Ist die Haltevorrichtung als Graphitboot ausgeführt, so erstreckt sich die Beschichtung vorzugsweise über sämtliche elektrisch leitfähigen Oberflächenanteile des Graphitboots.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsvariante ist als Beschichtung eine Siliziumkarbidbeschichtung vorgesehen mit einer Dicke von weniger als 25 μm . Vorzugsweise ist die Dicke geringer als 10 μm und besonders bevorzugt weist die Dicke einen Maximalwert von 10 μm und einem Minimalwert von 1 μm auf. Im letztgenannten Fall variiert die Dicke der Siliziumkarbidbeschichtung somit in einem Intervall mit einer unteren Intervallgrenze von 1 μm und einer oberen Intervallgrenze von 10 μm . Es hat sich gezeigt, dass bei derart ausgestalteten Siliziumkarbidbeschichtungen die Verschleißbeständigkeit der Haltevorrichtung besonders effizient erhöht werden kann.

In einer Ausgestaltungsvariante ist die Haltevorrichtung als Boot für Dampfabscheideanlagen ausgeführt. Bei den Dampfabscheideanlagen kann es sich um physikalische (physical vapour deposition - PVD) oder chemische Dampfabscheideanlagen (chemical vapour deposition - CVD) handeln. Vorzugsweise ist das Boot dazu geeignet, Siliziumsubstrate aufzunehmen. Besonders bevorzugt wird das Boot derart ausgelegt, dass es zur Verwendung in PECVD-Anlagen geeignet ist.

In einer anderen Ausführungsvariante ist die Haltevorrichtung als Suszeptor für RTP-Öfen ausgeführt. Unter RTP-Öfen sind dabei Öfen zu verstehen, welche zur schnellen thermischen Bearbeitung (rapid thermal processing) von Gegenständen, insbesondere von Halbleitersubstraten, geeignet sind. PRT-Öfen werden

häufig mittels Halogenlampen beheizt und ermöglichen ein sehr schnelles Erwärmen des Gegenstandes.

Die erfindungsgemäße Verwendung sieht vor, dass eine als Boot
5 für Dampfabscheideanlagen ausgeführte Haltevorrichtung bei einer plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase als Haltevorrichtung für Substrate verwendet wird. Auf diese Weise können die Substrate aufwandsgünstig beschichtet werden, da die Haltevorrichtung eine erhöhte Verschleißbeständigkeit in sauerstoffhaltiger Prozessgasatmosphäre aufweist.
10

Vorzugsweise wird die Haltevorrichtung für Siliziumsubstrate und besonders bevorzugt für Siliziumsolarzellensubstrate verwendet. Auf diese Weise kann, insbesondere bei der Verwendung
15 von Booten, bei welchen die Beschichtung aus Siliziumkarbid gebildet ist, im Falle einer Siliziumnitridabscheidung auf eine Siliziumnitrid-Vorbelegung verzichtet und von einem Einsatz von Dummy-Wafern abgesehen werden. Diese Sachverhalte wurden oben bereits im Zusammenhang mit der Haltevorrichtung näher
20 erläutert. Im Ergebnis können somit Siliziumsubstrate, beziehungsweise Siliziumsolarzellensubstrate, aufwandsgünstiger beschichtet werden.

Vorteilhafterweise wird daher bei der plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase Siliziumnitrid oder Siliziumoxinitrid auf den Substraten abgeschieden, vorzugsweise Siliziumnitrid. Insbesondere bei einer Abscheidung auf Siliziumsubstraten, beziehungsweise Siliziumsolarzellensubstraten, kann
25 auf diese Weise eine deutliche Reduktion des Fertigungsaufwands bewirkt werden.
30

Aufgrund der erhöhten Verschleißbeständigkeit der Haltevorrichtung in einer sauerstoffhaltigen Prozessgasatmosphäre kann das Boot besonders vorteilhaft verwendet werden bei denjenigen

PECVD-Abscheidungen, bei welchen zumindest zeitweise eine sauerstoffhaltige Prozessgasatmosphäre ausgebildet wird. Insbesondere im Fall einer Verwendung von Graphitbooten ist dies von Vorteil, da auf diese Weise deren Verschleiß verringert werden kann. Bei PECVD-Siliziumoxidabscheidungen hat sich die Verwendung des Bootes daher als vorteilhaft erwiesen.

Die Vorteile, welche die erfindungsgemäße Verwendung bietet, stellen sich nach jetzigem Kenntnisstand unabhängig davon ein, ob die Beschichtung in etwa bei Atmosphärendruck oder geringeren Druckwerten erfolgt, unabhängig davon ob es sich um eine ionische oder radikale Beschichtungsart handelt und auch unabhängig von der verwendeten Plasmafrequenz. Besonders bewährt hat sich die erfindungsgemäße Verwendung in Verbindung mit Plasmafrequenzen kleiner als 400 kHz und ganz besonders in Verbindung mit einer Plasmafrequenz von 40 kHz sowie in Verbindung mit einer Plasmafrequenz von 13,56 kHz oder 2,45 GHz.

Das Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Haltevorrichtung sieht vor, mittels einer chemischen Abscheidung aus der Gasphase Siliziumkarbid als Beschichtung auf einem Volumenmaterial der Haltevorrichtung abzuscheiden.

Unter dem Begriff des Volumenmaterials ist vorliegend das Material zu verstehen, aus dem die Haltevorrichtung vor Aufbringung der Beschichtung besteht. Sofern die Haltevorrichtung vor dem Aufbringen der Beschichtung nicht aus einem einheitlichen Material besteht, umfasst der Begriff des Volumenmaterials somit sämtliche Materialien, aus denen die Haltevorrichtung zu diesem Zeitpunkt besteht, mit Ausnahme von Fügeelementen wie beispielsweise Distanzelementen oder Verbindungselementen. Insbesondere sind etwaige zuvor bereits aufgebrachte Zusatzbeschichtungen eingeschlossen.

Mit dem beschriebenen Verfahren kann die Haltevorrichtung aufwandsgünstig mit der Beschichtung versehen werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Haltevorrichtung zur Verwendung in einer CVD-Anlage vorgesehen ist. Denn in diesem Fall kann diese CVD-Anlage, die beispielsweise als PECVD-Anlage ausgeführt sein kann, sowohl zur Beschichtung der Haltevorrichtung verwendet werden wie auch zur Beschichtung von später in der Haltevorrichtung angeordneten Gegenständen. Bei diesen Gegenständen kann es sich zum Beispiel um Substrate handeln. Eine derartige Beschichtung der Haltevorrichtung mit Siliziumkarbid ist wesentlich aufwandsgünstiger als eine externe CVD-Abscheidung. Bereits vorhandene CVD-, beziehungsweise PECVD-, Anlagen müssen in der Regel nur geringfügig modifiziert werden um die Siliziumkarbidabscheidung zu ermöglichen. Im Falle einer bereits für eine Siliziumnitridabscheidung angeordneten PECVD-Anlage ist beispielsweise lediglich eine Zuführvorrichtung für Methan zusätzlich vorzusehen.

Vorteilhafterweise wird die Beschichtung auf einem Volumenmaterial abgeschieden, welches überwiegend, vorzugsweise vollständig, aus Graphit oder Glas besteht. Diese Materialien haben sich in der Praxis bewährt und können in vielen Anwendungsfällen als Haltevorrichtungen eingesetzt werden, insbesondere in Anwendungsfällen der Halbleiterbauelementfertigung. Besonders bevorzugt wird ein überwiegend oder vollständig aus Graphit bestehendes Volumenmaterial beschichtet, da dieses Material für den Einsatz in PECVD-Anlagen aufgrund seiner elektrischen Leitfähigkeit im Regelfall besser geeignet ist.

Die Abscheidung des Siliziumkarbids erfolgt bevorzugt mittels einer plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase oder in anderen Worten mittels einer PECVD-Abscheidung. Für die Abscheidung wird vorteilhafterweise ein direktes Plasma an einer Oberfläche der Haltevorrichtung ausgebildet. Dies hat sich

insbesondere als dann als vorteilhaft erwiesen, wenn das direkte Plasma an einer Graphitoberfläche ausgebildet wird.

5 Für die Abscheidung des Siliziumkarbids kann ein unter Verwendung von Methan und Silan gebildetes Plasma verwendet werden. Vorzugsweise kommt ein Plasma zum Einsatz, welches aus Methan und Silan gebildet wird.

10 In einer vorteilhaften Ausführungsvariante wird das abgeschiedene Siliziumkarbid verdichtet. Dies kann beispielsweise mittels eines Ionenbombardements bewirkt werden und wird besonders bevorzugt mittels eines Plasmas realisiert. Besonders bewährt hat sich in diesem Zusammenhang ein Niederfrequenzplasma mit einer Plasmafrequenz kleiner als 400 kHz.

15

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Soweit zweckdienlich, sind hierin gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt - auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. 20 Die bisherige Beschreibung wie auch die nachfolgende Figurenbeschreibung enthalten zahlreiche Merkmale, die in den abhängigen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale wie auch alle übrigen oben und in der nachfolgenden Figurenbeschreibung offenbarte Merkmale wird der Fachmann jedoch auch Einzelnen betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfügen. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit der Haltevorrichtung und/oder dem Verfahren 25 und/oder der Verwendung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar. Es zeigen:

30

Figur 1 Ein Ausführungsbeispiel einer als Boot für Dampfabscheideanlagen ausgeführten Haltevorrichtung in schematischer Darstellung

Figur 2 Ein Ausführungsbeispiel einer als Suszeptor für RTP-Öfen ausgeführten Haltevorrichtung in schematischer Darstellung

Figur 3 Schematische Teilschnittdarstellung durch die Haltevorrichtung gemäß Figur 2 beziehungsweise durch die Haltevorrichtung aus Figur 1

Figur 4 Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens

Figur 5 Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verwendung

Figur 1 illustriert in einer schematischen Perspektivdarstellung ein Ausführungsbeispiel einer als Boot 10 für Dampfabscheideanlagen, vorliegend für eine PECVD-Anlage, ausgeführten Haltevorrichtung. Das Boot 10 ist dazu geeignet, Siliziumsubstrate und insbesondere Siliziumsolarzellensubstrate aufzunehmen und ist in an sich bekannter Weise aus mehreren Platten 14a, 14b, 14c sowie weiteren Platten zusammengesetzt. Zur Aufnahme von Siliziumsubstraten sind für jedes der Siliziumsubstrate drei Haltenasen 16 vorgesehen.

Das Volumenmaterial des Bootes 10 besteht im Ausführungsbeispiel der Figur 1, abgesehen von Isolatoren 15, aus Graphit, auf welchem unmittelbar eine Beschichtung 12 aus Siliziumkarbid angeordnet ist. Anstelle von Siliziumkarbid könnte auch

Glaskohlenstoff oder pyrolytischer Kohlenstoff vorgesehen sein.

Die Beschichtung 12 erstreckt sich, abgesehen von den als Abstandshaltern und somit als Distanzelemente verwendeten Isolatoren 15, über die gesamte Oberfläche des Bootes 10 und weist eine Dicke zwischen 1 μm und 10 μm auf.

Figur 2 zeigt in einer schematischen Aufsichtsdarstellung ein Ausführungsbeispiel einer als Suszeptor 50 für RTP-Öfen ausgeführten Haltevorrichtung in schematischer Darstellung. Der Suszeptor 50 weist an seiner Oberfläche eine Beschichtung 12 aus Siliziumkarbid auf, welche sich über die gesamte Oberfläche des Suszeptors 52 erstreckt und eine Dicke zwischen 1 μm und 10 μm aufweist. Abgesehen von der Beschichtung 52 besteht der Suszeptor vollständig aus Graphit oder Glas. Anstelle der Beschichtung 52 aus Siliziumkarbid kann die Beschichtung auch aus Glaskohlenstoff oder pyrolytischem Kohlenstoff gebildet sein.

20

Die Beschichtung 52 ist unmittelbar auf einem Volumenmaterial des Suszeptors 50 angeordnet, welches in der erwähnten Weise aus Graphit oder Glas besteht. Dies wird nachfolgend näher anhand der Darstellung in Figur 3 erläutert.

25

Figur 3 zeigt eine schematische Teilschnittdarstellung durch den Suszeptor 50 aus Figur 2, beziehungsweise durch das Boot 10 aus Figur 1. Im Falle des Boots 10 aus Figur 1 könnte Figur 3 beispielsweise einen Teilschnitt durch die Platte 14a darstellen. Figur 3 zeigt ein Volumenmaterial 60, welches an allen Oberflächen mit einer Beschichtung 62 versehen ist. Wird Figur 3 als Teilschnittdarstellung durch das Boot 10 aus Figur 1 aufgefasst, so stellt die Beschichtung 62 die Siliziumkarbidbeschichtung 52 aus Figur 1 dar und bei dem Volumenmaterial

60 handelt es sich um Graphit. Wird Figur 3 andererseits als Teilschnittsdarstellung durch Figur 2 aufgefasst, so stellt die Beschichtung 62 die Beschichtung 52 aus Siliziumkarbid dar und das Volumenmaterial 60 ist Graphit oder Glas. In den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 3 stellt das Volumenmaterial 60 jeweils auch das Kernmaterial des Bootes 10 beziehungsweise des Suszeptors 50 dar. Vor- oder Zwischenbeschichtungen sind nicht vorhanden.

Figur 4 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei diesem wird zunächst eine Haltevorrichtung, beispielsweise ein Boot oder ein Suszeptor, in eine PECVD-Anlage eingebracht 70. Im Weiteren wird in der PECVD-Anlage unter Verwendung von Silan und Methan ein direktes Plasma an einer Oberfläche der Haltevorrichtung ausgebildet 72. Es erfolgt eine Abscheidung 74 von Siliziumkarbid mittels einer plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase. Darüber hinaus wird das abgeschiedene Siliziumkarbid durch Ionenbombardement verdichtet 76. Die hierfür eingesetzten Ionen werden vorzugsweise mittels eines Niederfrequenzplasmas Plasma erzeugt.

Figur 5 illustriert in einer Prinzipdarstellung ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verwendung. Hierbei wird eine als Boot für Dampfabscheideanlagen ausgeführte Haltevorrichtung mit Siliziumsolarzellensubstraten beladen und in eine PECVD-Anlage eingebracht 90. In dieser PECVD-Anlage wird eine sauerstoffhaltige Prozessgasatmosphäre ausgebildet 92, in welcher im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Siliziumoxinitridschicht auf den Siliziumsolarzellensubstraten ausgebildet wird. Im Weiteren wird eine silan- und stickstoffhaltige Prozessgasatmosphäre ausgebildet und hierin Siliziumnitrid in Gestalt einer siliziumnitridhaltigen Schicht auf den Siliziumsolarzellensubstraten abgeschieden 93. In dem dargestellten

Ausführungsbeispiel der Figur 5 wird als Boot das in Figur 1 dargestellte, mit einer Beschichtung 12 aus Siliziumkarbid versehene und ein Volumenmaterial aus Graphit aufweisende Boot 10 verwendet, sodass das Boot 10 gegenüber einem vorzeitigen Verschleiß in der sauerstoffhaltigen Prozessgasatmosphäre durch die Beschichtung 12 aus Siliziumkarbid geschützt ist. Wie oben dargelegt wurde, kann bei dieser Ausführungsvariante auf eine Siliziumnitrid-Vorbelegung des Bootes 10 ebenso verzichtet werden wie auf den materialaufwändigen Einsatz von Dummy-Wafern. Das Ausführungsbeispiel der Figur 5 ermöglicht somit eine aufwandsgünstige Beschichtung der Siliziumsolarzellensubstrate mit Siliziumnitrid, beispielsweise als Antireflexionsbeschichtung.

Bezugszeichenliste

	10	Boot
	12	Beschichtung
5	14a	Platte
	14b	Platte
	14c	Platte
	15	Isolator
	16	Haltenasen
10		
	50	Suszeptor
	52	Beschichtung
	60	Volumenmaterial
15	62	Beschichtung
	70	Einbringen Haltevorrichtung in PECVD-Anlage
	72	Ausbilden Plasma unter Verwendung von Silan und Methan
	74	Abscheiden Siliziumkarbid aus Gasphase
20	76	Verdichten Siliziumkarbid durch Ionenbombardement mittels des Plasmas
	90	Beladen Boot mit Siliziumsolarzellensubstraten und Einbringen in PECVD-Anlage
25	92	Ausbilden sauerstoffhaltige Prozessgasatmosphäre und Abscheiden von Siliziumnitrid
	93	Ausbilden silan- und stickstoffhaltige Prozessgasatmosphäre und Abscheiden von Siliziumnitrid

Patentansprüche

1. Haltevorrichtung (10; 50),
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Haltevorrichtung (10; 50) an ihrer Oberfläche eine Beschichtung (12; 52) aus Siliziumkarbid, Glaskohlenstoff oder pyrolytischem Kohlenstoff aufweist.
2. Haltevorrichtung (10; 50) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Haltevorrichtung (10; 50) überwiegend, vorzugsweise bis auf die Beschichtung (12; 52) vollständig, aus Graphit oder Glas besteht.
3. Haltevorrichtung (10; 50) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung (62) unmittelbar auf einem Kernmaterial (60) der Haltevorrichtung (10; 50) angeordnet ist.
4. Haltevorrichtung (10; 50) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung sich über die gesamte Oberfläche der Haltevorrichtung (50) erstreckt.
5. Haltevorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass als Beschichtung (12; 52) eine Siliziumkarbidbeschichtung vorgesehen ist mit einer Dicke von weniger als 25 µm, vorzugsweise von weniger als 10 µm, und besonders bevorzugt mit einer Dicke mit einem Maximalwert von 10 µm und einem Minimalwert von 1 µm.

6. Haltevorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Haltevorrichtung (10) als Boot (10) für Dampfabscheideanlagen ausgeführt ist, welches vorzugsweise dazu
5 geeignet ist, Siliziumsubstrate aufzunehmen.
7. Haltevorrichtung (50) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Haltevorrichtung (50) als Suszeptor (50) für RTP-
10 Öfen ausgeführt ist.
8. Verwendung (90, 92) eines Bootes (10) nach Anspruch 6 bei einer plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase als Haltevorrichtung (10) für Substrate, vorzugsweise für Siliziumsubstrate und besonders bevorzugt für Siliziumsolarzellensubstrate.
15
9. Verwendung (90, 92) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase Siliziumoxid, Siliziumoxinitrid oder Siliziumnitrid auf den
20 Substraten abgeschieden wird (92), vorzugsweise Siliziumnitrid.
10. Verwendung (90, 92) nach einem der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der plasmagetriebenen Abscheidung aus der Gasphase
25 zumindest zweitweise eine sauerstoffhaltige Prozessgasatmosphäre ausgebildet wird (92).
11. Verfahren zur Herstellung einer Haltevorrichtung (10; 52) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mittels einer chemischen Abscheidung aus der Gasphase
(14) Siliziumkarbid als Beschichtung (12; 52, 62) auf einem
Volumenmaterial (60) der Haltevorrichtung (10; 50) abge-
5 schieden wird (14).

12. Verfahren nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Beschichtung (12; 52; 62) auf einem Volumenmateri-
al (60) abgeschieden wird (14), welches überwiegend, vor-
10 zugsweise vollständig, aus Graphit oder Glas besteht.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Abscheidung (14) mittels einer plasmagetriebenen
Abscheidung aus der Gasphase erfolgt.

15 14. Verfahren nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das für die Abscheidung (14) verwendete Plasma in Ges-
talt eines direkten Plasmas an einer Oberfläche der zu be-
schichtenden Haltevorrichtung (10; 52) ausgebildet wird.

20 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass für die Abscheidung (14) ein unter Verwendung von Me-
than und Silan gebildetes (12) Plasma verwendet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das abgeschiedene Siliziumkarbid verdichtet wird (16),
vorzugsweise durch Ionenbombardement und besonders bevor-
zugt mittels eines Plasmas.