

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 146 757

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

Int. Cl.³

(11)	146 757	(45)	04.03.81	3(51)	C 23 C 15/00
(21)	WP C 23 C / 211 645	(22)	19.03.79		

(71) siehe (72)

(72) Dintner, Helmut, Dr. Dipl.-Phys.; Elbinger, German, Dr. Dipl.-Phys.; Goedicke, Klaus, Dipl.-Phys.; Heisig, Ullrich, Dr. Dipl.-Phys.; Henneberger, Jürgen, Dipl.-Chem.; Pfeil, Georg; Steinhauer, Ingo, Dipl.-Phys.; Vogler, Gerold, Dr. Dipl.-Phys.; Wiebicke, Georg, Dipl.-Phys., DD

(73) siehe (72)

(74) Kombinat VEB Keramische Werke Hermsdorf, Büro für Schutzrechte, 6530 Hermsdorf, Friedrich-Engels-Straße 79

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Hochrateherstellung hochreiner Verbindungsschichten

(57) Die erfindungsgemäße Lösung findet Anwendung bei der Herstellung hochreiner stöchiometrischer Verbindungsschichten, wie z.B. aus Al_2O_3 , welche bevorzugt bei der Herstellung mikroelektronischer Bauelemente als Maskierungs- bzw. Passivierungsschichten Verwendung finden. Die Aufgabe, derartige Schichten unter Verwendung reaktiver dc-Zerstäubungstechniken bei unkritischem Reaktivgaspartialdruck herzustellen, wird dadurch gelöst, daß zwecks Erzeugung eines starken Gradienten des Partialdruckes des Reaktivgases in geeigneter Entfernung vom Target, vorzugsweise von einem Drittel bis der Hälfte des Abstandes Target-Substrat reaktivgasabsaugende Mittel bevorzugt in Form sich während des Zerstäubungsprozesses ständig regenerierender Adsorptionsflächen angebracht werden und das Reaktivgas bevorzugt in der Nähe der zu beschichtenden Substrate in den Rezipienten eingeleitet wird.

Titel der Erfindung

Verfahrenen und Vorrichtung zur Hochrateherstellung hochreiner Verbindungsschichten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Hochrateherstellung hochreiner Verbindungsschichten. Die erfindungsgemäße Lösung findet Anwendung beim reaktiven Zerstäuben insbesondere unter Verwendung von dc-Hochratezerstäubungsanlagen und dient zur Herstellung hochreiner stöchiometrischer Verbindungsschichten, wie z. B. aus Al_2O_3 , welche bevorzugt bei der Herstellung mikroelektronischer Bauelemente als Maskierungs- bzw. Passivierungsschichten Verwendung finden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Herstellung von Schichten aus chemischen Verbindungen, wie z. B. Oxiden und Nitriden, sind Verfahren bekannt, unter Anwendung derer man z. T. auch stöchiometrisch zusammengesetzte Schichten erhält. Zu diesem Zweck wird vorrangig die HF-Zerstäubung von Targets, die bereits aus einer den abzuscheidenden Schichten entsprechenden Verbindungen bestehen, eingesetzt. Wegen der geringen Zerstäubungsrate derartiger Targets muß mit hoher HF-Leistung zerstäubt werden, um ausreichend hohe Schichtwachstumsraten zu erhalten. Dabei erhitzen sich die Substrate jedoch derart stark, daß die wachsende Schicht beeinflußt wird und man deshalb zwangsläufig nur geringe HF-Leistungen einspeisen kann, wodurch die erreichbaren Zerstäubungs- und Schichtwachstums-

raten begrenzt werden. Verwendet man statt aus chemischen Verbindungen bestehenden Targets solche, die aus reinen Elementen oder Legierungen bestehen, lassen sich durch reaktive Elementzerstäubung wesentlich höhere Zerstäubungsraten erreichen, wodurch sich auch wesentlich höhere Schichtwachstumsraten ergeben und darüber hinaus eine dc-Zerstäubung mit merklich geringerem Geräteaufwand möglich wird. Es besteht jedoch der Nachteil, daß der Partialdruck der reaktiven Gaskomponente nicht beliebig hoch gewählt werden kann, so daß in den meisten Fällen keine stöchiometrisch zusammengesetzten Schichten erzielt werden. Der maximal mögliche Partialdruck der reaktiven Gaskomponente ist dann erreicht, wenn die Reaktionsgeschwindigkeit der reaktiven Gaskomponente am Target größer als die Zerstäubungsgeschwindigkeit des Targets wird, weil sich dann das Target mit einer chemischen Verbindung, wie z. B. Oxid oder Nitrid des Targetmaterials überzieht, dessen Zerstäubungsrate um den Faktor 10 - 20 geringer ist. Aus diesem Grunde war es bisher nicht möglich, Verbindungsschichten, wie z. B. Oxide oder Nitride, mit hohen Raten unter Verwendung von dc-Zerstäubungstechniken zu zerstäuben. Ferner zeigten die mit niedrigen Raten hergestellten Schichten einen hohen Trägergasanteil in der Schicht, der bei bestimmten Anwendungen unerwünscht ist. (Nowicki, J. Vac. Sci. Technol. 14, 1 (1977) 127/133)

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, die Mängel des Standes der Technik zu umgehen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit Hilfe dessen unter Verwendung reaktiver Elementzerstäubungsverfahren, insbesondere unter Verwendung magnetfeldgestützter Zerstäubungsverfahren des Plasmatrontyps, eine stabile dc-Zerstäubung mit hohen Zerstäubungsraten und somit hohen Wachstumsgeschwindigkeiten und vorzugsweise stöchiometrisch zusammengesetzten, nahezu trägergasfreien che-

mischen Verbindungsschichten, wie z.B. Oxiden und Nitriden, bei unkritischem, in großen Bereichen unabhängig von der Zerstäubungsrate wählbaren Partialdruck der reaktiven Gaskomponenten möglich wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zwecks Erzeugung eines starken Gradienten des Partialdruckes des Reaktivgases in geeigneter Entfernung vom Target, vorzugsweise von einem Drittel bis der Hälfte des Abstandes Target - Substrat, reaktivgasabsaugende Mittel bevorzugt in Form sich während des Zerstäubungsprozesses ständig regenerierender Adsorptionsflächen angebracht werden und das Reaktivgas bevorzugt in der Nähe der zu beschichtenden Substrate in den Rezipienten eingeleitet wird. Durch diese Maßnahmen wird es möglich, in der Targetnähe einen überraschend geringen und in der Nähe der Substrate einen unerwartet hohen Reaktivgaspartialdruck aufrechtzuerhalten, was eine vollständige stöchiometrische Umsetzung des Targetmaterials auf den Substraten bewirkt. Dadurch wird weiterhin eine wesentlich höhere Zerstäubungsrate des Targetmaterials möglich. Dies kann wiederum die Ursache für den überraschend geringen Trägergasanteil in den derart hergestellten Verbindungsschichten sein. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß über einem an sich bekannten Plasmatron beliebiger Bauart, ein dieser Bauart angepaßter Körper, der bevorzugt aus Metall besteht, vorhanden ist, sowie sich im Abstand von vorzugsweise einem Drittel bis der Hälfte des Abstandes Target-Substrat vom Target entfernt befindet und als austauschbare Adsorptionsflächen insbesondere in Form von in Rosten angeordneten Blechen aufgebaut ist, deren Abstand, Höhe und Anzahl durch den aufrechtzuerhaltenden Partialdruckgradienten des Reaktivgases bestimmt ist und die derart angeordnet sind, daß sie die Entladung nicht oder nur unwesentlich beeinflussen. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind seitlich der Entladung und oberhalb des Targets Flächen in Form dünner Bleche angeordnet, die je nach Größe des verwendeten Plasmatrons unterschiedlich gestaltet sind. Insbesondere sind bei Verwendung großer Plasmatrons gitter- oder wabenförmige

Blechanordnungen über dem Target und über dem Plasma auf einem das Target umgebenden zylinderförmigen Körper angebracht. Die Flächennormalen dieser Bleche stehen vorzugsweise senkrecht zur Targetnormalen. Durch diese Bleche wird dann hindurchzerstäubt, wobei sich ein Teil des Targetmaterials auf ihnen abscheidet und dort als Getter für das in Richtung Target diffundierende Reaktivgas wirkt. Trotz dieses Verlustes an Targetmaterial lassen sich erstaunlich hohe Beschichtungs-raten der zu beschichteten Substrate mit Verbindungsschichten erreichen. Es kann weiterhin vorteilhaft sein, die das Getter tragenden Flächen auswechselbar zu gestalten. Ferner ist es vorteilhaft, die über dem Target angebrachten das Getter tragenden Flächen und/oder den sie tragenden zylinderförmigen Körper, falls dieser aus leitfähigem Material besteht, elektrisch positiv vorzuspannen.

Ausführungsbeispiel

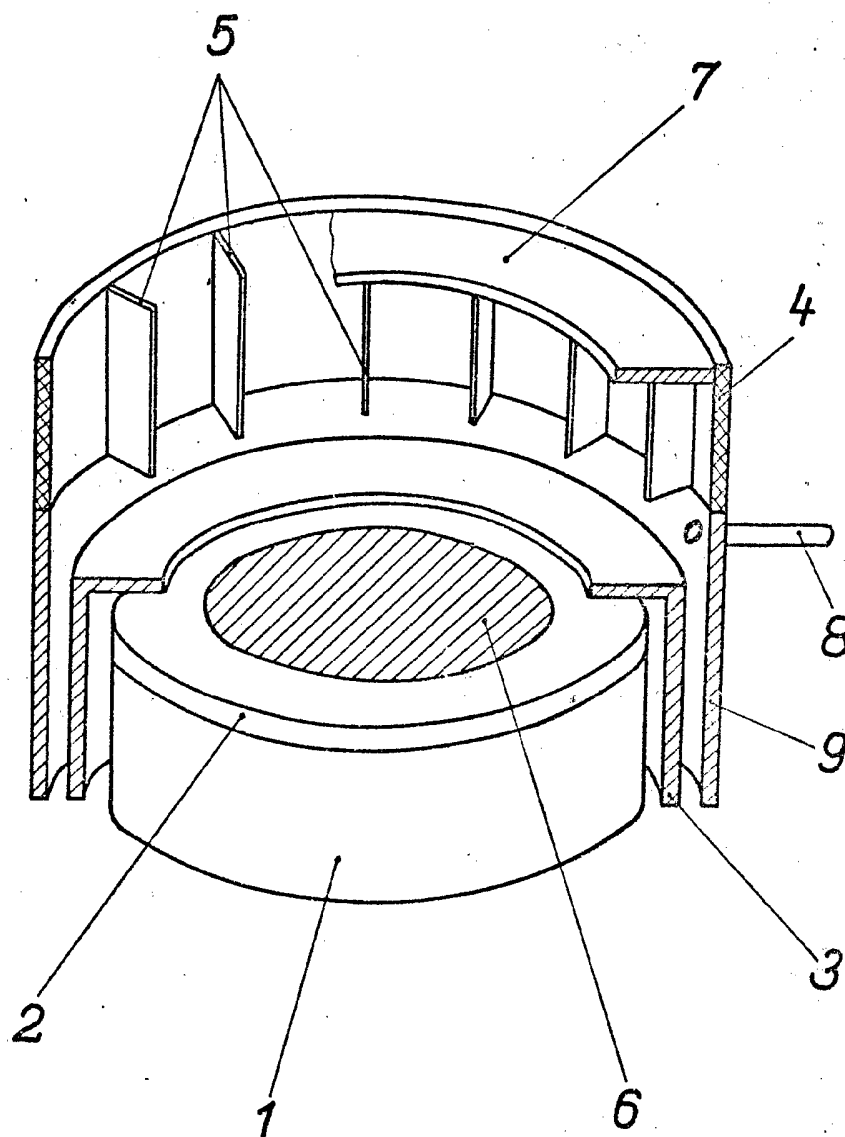
Zur näheren Illustration der erfindungsgemäßen Lösung möge folgendes Ausführungsbeispiel dienen. Auf einem Grundkörper 1, welcher ein Magnetsystem vom Plasmatrontyp enthält, ist das Target 2 von etwa 8 cm Durchmesser angebracht (Fig. 1). Über das Target 2 greift am Rand das Anodenblech 3 und die Entladung nimmt die Fläche 6 ein, von der die Ionen aus der Entladung Targetmaterial abstäuben. Senkrecht über dem Target 2 befindet sich im Abstand von 10 cm das Substrat, welches in Fig. 1 und Fig. 2 nicht mit abgebildet ist, das mit einem Teil des abgestäubten Targetmaterials beschichtet wird und in dessen Nähe das reaktive Gas (z. B. O_2) zuströmt. Das Zerstäubungsgas, im allgemeinen Argon, wird oberhalb des Targets durch einen Stutzen 8 zugeführt. Der zylinderförmige Außenmantel 9 des Plasmatrons wird durch den Kondensationszylinder 4, an dem radial nach innen weisende Blechfahnen 5 und als Abschluß nach oben ein Abdeckring 7 angebracht sind, verlängert. Der Kondensationszylinder 4 mit den Blechfahnen 5 und dem Abdeckring 7 ist wegschwenkbar, so daß er, mit einer kurzen Unterbrechung des Zerstäubungsprozesses, weggeschwenkt und durch eine unbeschichtete Vorrichtung ersetzt werden kann. Mit dieser Vorrichtung wurden bei einem Druck von 10^{-2} Torr

Argon Al_2O_3 -Schichten mit einer Beschichtungsrate von 25 Å/s und einer Entladungsleistung von 40 W/cm² hergestellt. Der Sauerstoffpartialdruck in der Nähe des Substrates beträgt ca. 10^{-3} Torr und die Substrattemperatur 150 °C. Zwischen dem Substrat und dem Target wurde mittels der beschriebenen Vorrichtung ein Sauerstoffpartialdruckgradient von etwa 10^{-4} Torr/cm aufrecht erhalten, der Argongehalt der Al_2O_3 -Schicht betrug weniger als 0,3 Atomprozent. Bei Hochratezerstäubungsquellen mit einem großen Durchmesser wird diese Anordnung der Pumpfläche im allgemeinen nicht genügen. In diesem Fall ist vorteilhafterweise eine Anordnung entsprechend Fig. 2 zu wählen. Bei dieser Anordnung sind die Blechfahnen 5 in Form eines Rostes oder einer Wabe oberhalb des Targets angebracht, so daß durch die Adsorptionsflächen hindurchgestäubt wird. Abstand und Höhe der Flächen 5 müssen dabei so gewählt werden, daß die Diffusion des reaktiven Gases zum Target weitestgehend unterbunden und trotzdem möglichst wenig zerstäubtes Material auf den Adsorptionsflächen niedergeschlagen wird. Auch hier ist die Vorrichtung so angeordnet, daß der Kondensationszylinder 4 mit dem Rost bzw. der Wabe weggeschwenkt und gegen einen unbenutzten Kondensationszylinder ausgetauscht werden kann. Bei gleicher Größe des Grundkörpers der Hochratezerstäubungsquelle (Durchmesser ca. 8 cm) wie im ersten Ausführungsbeispiel kann man mit der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung, die eigentlich für größere Hochratezerstäubungsquellen vorgesehen ist, ein um den Faktor 10 größeren Sauerstoffpartialdruckgradient aufrecht erhalten. An die die Adsorptionsflächen tragenden Blechanordnungen nebst dem Kondensationszylinder kann vorteilhafterweise eine gegenüber der Erde elektrisch positive Spannung angelegt werden.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Hochrateherstellung hochreiner Verbindungsschichten, insbesondere zur Herstellung stöchiometrisch zusammengesetzter Schichten unter Verwendung an sich bekannter Vakuumzerstäubungsverfahren, dadurch gekennzeichnet, daß zwecks Erzeugung eines starken Gradienten des Partialdruckes des Reaktivgases in geeigneter Entfernung vom Target vorzugsweise von einem Drittel bis der Hälfte des Abstandes Target-Substrat reaktivgasabsaugende Mittel bevorzugt in Form sich während des Zerstäubungsprozesses ständig regenerierender Adsorptionsflächen angebracht werden und das Reaktivgas bevorzugt in der Nähe der zu beschichtenden Substrate in den Rezipienten eingeleitet wird.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß über einem an sich bekannten Plasmatorn beliebiger Bauart, ein dieser Bauart angepaßter Körper, der bevorzugt aus Metall besteht, vorhanden ist, sowie sich im Abstand von vorzugsweise einem Drittel bis der Hälfte des Abstandes Target-Substrat vom Target entfernt befindet und als austauschbare Adsorptionsflächen insbesondere in Form von in Rosten angeordneten Blechen aufgebaut ist, deren Abstand, Höhe und Anzahl durch den aufrechtzuerhaltenden Partialdruckgradienten des Reaktivgases bestimmt ist und die derart angeordnet sind, daß sie die Entladung nicht oder nur unwesentlich beeinflussen.
3. Vorrichtung nach Punkt 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionsflächen und/oder der sie tragende zylinderförmige Körper elektrisch positiv vorgespannt sind.

Hierzu  Seiten Zeichnungen



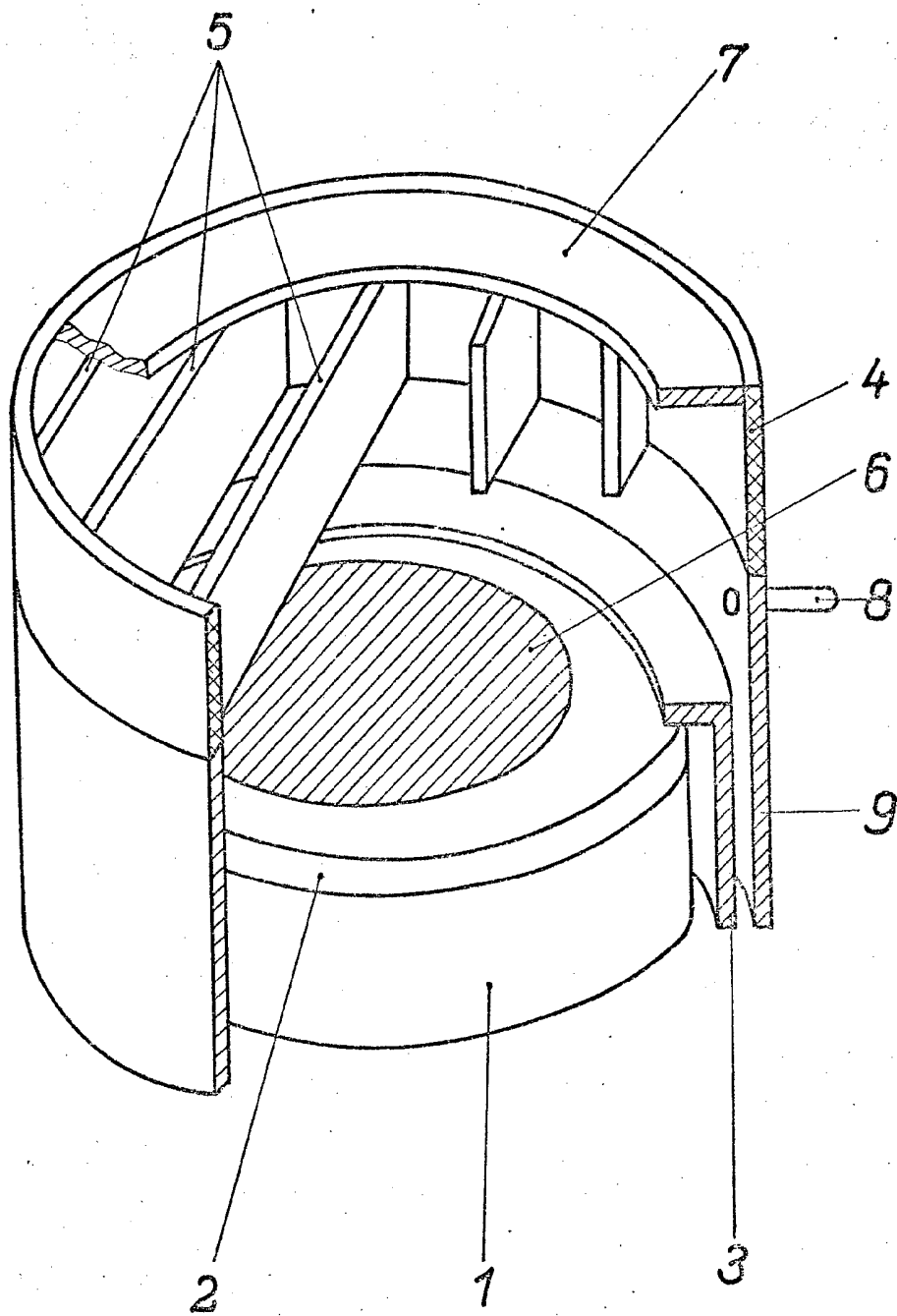


Fig. 2