



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 652 148 A5

⑤① Int. Cl.4: C 23 C 14/22
H 01 L 21/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 9477/80

⑫② Anmeldungsdatum: 22.12.1980

⑫③ Priorität(en): 21.12.1979 US 106343

⑫④ Patent erteilt: 31.10.1985

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.10.1985

⑫⑦ Inhaber:
Varian Associates, Inc., Palo Alto/CA (US)

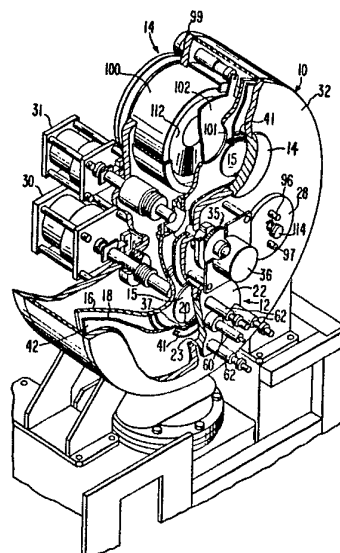
⑫⑦ Erfinder:
Turner, Frederick Thomas, Sunnyvale/CA (US)
Hutchinson, Martin Albert, Santa Clara/CA (US)
Shaw, Raymond Howard, Palo Alto/CA (US)
Lamont, Lawrence Turner, jun., Mountain
View/CA (US)

⑫⑦④ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑫⑤④ **Vorrichtung zum Beschichten von Plättchen.**

⑫⑤④ Eine Kammer (10) weist mehrere Behandlungsstationen (14, 28) auf, von denen mindestens eine mit einer Sprüheinrichtung (100) versehen ist. Weiter ist eine Beschickungsschleuse (12) und eine intermittierend drehbare, stehend angeordnete Plättchentragplatte (18) vorhanden, die zum Transportieren der zu beschichtenden Plättchen (15) nacheinander von der Beschickungsschleuse zu den Behandlungsstationen in der Kammer angeordnet ist. Die Tragplatte (18) ist mit Öffnungen (37) versehen, von denen jede ein Plättchen aufnimmt, die mittels ihres Randes elastisch durch Klammern (20) unterstützt werden. In der Kammer befindet sich eine Druckplatte (16), die an die Tragplatte gegenüber dem Eingang (23) der Kammer angepresst werden kann, um die Öffnung der Tragplatte gegenüber der Kammer abzudichten, während ein Mikroplättchen eingeführt bzw. entnommen wird. Ausserdem ist eine Tür (22) zum Verschliessen der Kammer vorhanden, die mit einer Einrichtung (60, 62) versehen ist, die zum Erfassen eines Plättchens dient. Beim Schliessen der Tür (22) wird jeweils ein Plättchen in die genannten Klammern (20) eingeführt. Beim Öffnen der Tür (22) wird durch die genannte Einrichtung ein beschichtetes Plättchen entnommen. In jedem Zeitpunkt sind in der Kammer nur wenige Plättchen irgendeiner Gefahr ausgesetzt und das Eindringen von Verunreinigungen sowie Störungen bezüglich der Atmosphäre in der Kammer sind weitgehend ausgeschaltet.

Derartige Anlagen werden insbesondere zur Beschichtung von Halbleitern und Mikroschaltungen mit Metall eingesetzt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Beschichten einzelner Plättchen in einer evakuierten, ein inertes Gas enthaltenden Kammer, gekennzeichnet durch wenigstens eine ringförmige Quelle (100) zum Abgeben von Beschichtungsmaterial, die einen grösseren Durchmesser hat als eines der Plättchen (15) sowie eine Einrichtung (18, 20) zum Unterstützen jeweils eines einzigen Plättchens in ortsfester Lage gegenüber der Quelle in einem Abstand, der kleiner ist als der Durchmesser der Quelle, so dass es möglich ist, auf dem Plättchen einen Überzug niederzuschlagen, ohne dass eine Relativbewegung zwischen dem Plättchen und der Quelle durchgeführt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Plättchen (15) auf einer Flachseite aus Stufen und Rillen bestehende Muster aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Unterstützen des Plättchens die Quelle (100) in einem Abstand von dem Plättchen unterstützt, der zwischen dem 0,4- und 0,9-fachen des Quelldurchmessers liegt, wobei der Durchmesser des Plättchens maximal etwa dem 0,7-fachen des Quelldurchmessers entspricht, so dass sich eine lückenlose Überdeckung der Oberflächen der Stufen und Rillen erzielen lässt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, zum Sprühbeschichten der Plättchen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer eine Eintrittsöffnung (23) aufweist, dass die Unterstützungseinrichtung eine innere Tragplatte (18), die in der Kammer (10) nahe der Eintrittsöffnung (23) angeordnet ist und Klammernbaugruppen (20) aufweist, welche jeweils ein Plättchen (15) lösbar und elastisch erfassen, so dass ein schnelles Einführen eines Plättchens in die Kammer und ein schnelles Entnehmen des Plättchens aus der Kammer möglich ist, dass die Sprühquelle (100) in der Kammer angeordnet ist und eine Kathode (112) von kreisrunder Umrissform aufweist zum Abgeben von Beschichtungsmaterial an das Plättchen entsprechend einem Muster, das sich demjenigen einer verteilten ringförmigen Quelle annähert, dass die Unterstützungseinrichtung (18, 20) das Plättchen während des Beschichtungsvorgangs ortsfest in seiner Lage hält, so dass die Sprühquelle in einem Abstand von einem Plättchen (15) angeordnet ist, der kleiner ist als der Durchmesser der Quelle, und dass eine Beschickungsschleuse (12) vorhanden ist, die mit der Eintrittsöffnung (23) der Kammer (10) und der Unterstützungseinrichtung (18, 20) zusammenarbeitet, um jeweils ein einzelnes Plättchen über die Eintrittsöffnung einzuführen, wobei der Unterdruck in der Kammer (10) aufrechterhalten bleibt, so dass sich der Aufwand zum Evakuieren der Kammer und die Gefahr einer Verunreinigung verringern.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Kammer zum Aufrechterhalten eines ständig geregelten Unterdruckes ausgebildet ist, und eine Tür (22) zum Abdichten der Eintrittsöffnung (23) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühquelle (100) an einer Beschickungsstation in der Kammer angeordnet ist, dass die Beschickungsschleuse (12) mit einem Bauteil, der in der Kammer bewegbar ist, um die Unterstützungseinrichtung (18, 20) gegenüber dem verbleibenden Teil des Innenraums der Kammer abzudichten, wenn die Tür (22) geöffnet ist, so dass das Plättchen und die Unterstützungseinrichtung gegenüber der Unterdruck-Atmosphäre in der Kammer während des Einführens und Entnehmens des Plättchens isoliert ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumkammer (10) zum kontinuierlichen Aufrechterhalten einer geregelten Unterdruck-Atmosphäre eine Eintrittsöffnung (23) und eine Tür (22) zum Abdichten der Eintrittsöffnung aufweist, die dazu dient, jeweils ein einzelnes Plättchen (15) aufzunehmen, dass die Unterstützungseinrichtung (20) in der Kammer nahe der Eintrittsöffnung

(23) angeordnet ist zum lösbaren und elastischen Erfassen des Randes jeweils eines der Plättchen und zum Unterstützen des Plättchens in einer der Eintrittsöffnung benachbarten und dazu parallelen Ebene, dass eine Beschickungsschleuse (12) vorhanden ist, die sich innerhalb der Kammer hinter der Unterstützungseinrichtung erstreckt und dazu dient, die Unterstützungseinrichtung (20) gegenüber dem verbleibenden Teil der Kammer abzudichten, wenn die Tür (22) geöffnet ist, um das Einsetzen des Plättchens in die Unterstützungseinrichtung bzw. das Entnehmen des Plättchens zu ermöglichen, dass die genannte Quelle eine Beschichtungsmaterialquelle (100) ist, die sich innerhalb der Kammer erstreckt, um das Beschichten jeweils eines einzigen der Plättchen zu ermöglichen, wobei die Unterstützungseinrichtung (20) das Plättchen während des Beschichtungsvorganges ortsfest und in unmittelbarer Nähe der Quelle unterstützt, so dass Veränderungen bezüglich der Unterdruck-Atmosphäre in der Kammer infolge des Einführens des Plättchens auf einem Minimum gehalten werden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das zu beschichtende Plättchen kreisrund ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kammer (10) Mittel (25) zum Aufrechterhalten einer geregelten Unterdruck-Atmosphäre zugeordnet sind, dass die Kammer eine Eintrittsöffnung (23) und eine Tür (22) zum Abdichten der Eintrittsöffnung aufweist, dass in der Kammer eine Tragplatte (18) mit mehreren Öffnungen (37) zum Aufnehmen je eines der Plättchen drehbeweglich montiert ist, dass jede der genannten Öffnungen (37) der Tragplatte (18) durch Drehen derselben bezüglich der Eintrittsöffnung und nachfolgende Bearbeitungsstationen (14, 28, 29) in Deckung bringbar ist, dass mindestens die eine Sprühquelle (100) in der Kammer an einer der Behandlungsstationen angeordnet ist und eine Kathode (112) mit kreisrunder Umrissform aufweist zum Abgeben von Beschichtungsmaterial in Form eines Musters, das zumindest angenähert demjenigen einer verteilten ringförmigen Quelle entspricht, dass der Durchmesser der Kathode grösser ist als derjenige des Plättchens, dass die Unterstützungseinrichtung die genannte Tragplatte (18) und am Rand der Öffnungen (37) derselben angeordnete Mittel (20) zum elastischen Halten der Plättchen innerhalb der Öffnungen umfasst, dass eine innerhalb der Eintrittsöffnung (23) und der Tragplatte (18) angeordnete und bezüglich derselben axial bewegliche Druckplatte (16) vorhanden ist zum Abdichten einer der Öffnungen (37) der Tragplatte (18), wenn die betreffende Öffnung auf die Eintrittsöffnung (23) ausgerichtet und die Tür (22) zum Einbringen und Entnehmen von Plättchen geöffnet ist, so dass eine Beschickungsschleuse (12) von minimalem Rauminhalt gebildet ist, und dass eine Einrichtung (35) zum schrittweisen Drehen der Tragplatte (18) vorhanden ist, so dass jede der Öffnungen (37) der Tragplatte (18) zu jeder Behandlungsstation (14, 28, 29, 130) verbringbar ist, um die bei der Beschickungsschleuse (12) aufgenommenen Plättchen nacheinander zu jeder der Behandlungsstationen und die beschichteten Plättchen wieder zur Beschickungsschleuse zu befördern.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckplatte (16) relativ zur Tragplatte (18) zwischen einer Freistellung und einer Blockierstellung beweglich ist, dass in der Freistellung die Tragplatte (18) zum Verbringen der Öffnungen (37) derselben in Ausrichtung mit den Behandlungsstationen und der Eintrittsöffnung (23) frei drehbar und in Blockierstellung durch die Druckplatte (16) an eine Vorderwand (32) der Kammer (10) zum dichten Verschluss der Eintrittsöffnung angedrückt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an einer der Behandlungsstationen einer Einrichtung (92) zur Wärmeübertragung mittels eines Gases angeordnet ist, und dass in der Blockierstellung der Druckplatte (16) das

Plättchens durch eine Klammernbaugruppe (20) innerhalb der bezüglich der Wärmeübertragungseinrichtung (92) ausgerichteten Öffnung (37) der Tragplatte (18) zum Ermöglichen der Wärmeübertragung durch das Gas benachbart zur Wärmeübertragungseinrichtung gehalten ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Tür (22) zum Abdichten der Beschickungsschleuse (12) nach aussen während dem Beschichtungsvorgang dient und Mittel (60, 62, 64) zum Einsetzen und Entnehmen der Plättchen in bzw. aus den Haltemitteln (20) in den Öffnungen (37) der Tragplatte (18) aufweist, und dass die Einsetz- und Entnahmemittel während dem Beschichtungsvorgang zurückgezogen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1 für die kontinuierliche Einzelbehandlung der Plättchen in der Form von ebenen Substraten in einer geregelten Unterdruck-Atmosphäre, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (10) eine erste Öffnung (23) in einer ersten Wand (32) und eine Tür (22) zum Verschliessen dieser Öffnung aufweist, dass mindestens eine Substrat-Behandlungseinrichtung (128) einer Wand der Kammer angeordnet ist und mindestens eine Behandlungsstation der Kammer in einem Abstand von der ersten Öffnung (23) bildet, dass in der Kammer eine bewegbare Tragplatte (18) angeordnet ist, die zwischen der ersten Öffnung und der Behandlungsstation bewegbar ist, dass die Tragplatte mindestens zwei Öffnungen (37) aufweist, zwischen denen ein erster Abstand vorhanden ist, damit sich die zwei Öffnungen der Tragplatte auf die erste Öffnung und die Behandlungsstation ausrichten lassen, dass Klammern (53) am Rand jeder Öffnung der Tragplatte (18) zum lösbaren und elastischen Erfassen je eines der Substrate angeordnet sind, und dass eine in der Kammer angeordnete Schliesseinrichtung (16, 38) zum Abdichten einer der Öffnungen der Tragplatte vorhanden ist, wenn diese Öffnung auf die erste Kammeröffnung ausgerichtet ist, wobei die Schliesseinrichtung die Öffnung gegenüber der Kammer jeweils dann abdichtet, wenn die Kammertür geöffnet wird, um das Einbringen bzw. Entnehmen eines Substrats gegenüber den Klammern zu ermöglichen, wobei die Schliesseinrichtung zusammen mit der Kammertür eine Beschickungsschleuse (12) abgrenzt, so dass die geregelte Atmosphäre in der Kammer beim Einbringen und Entnehmen von Plättchen nur in einem minimalen Ausmass gestört wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die einzelnen Plättchen durch mehrere Behandlungsstationen, die sich in einer geregelten Unterdruck-Atmosphäre befinden, hindurchgeführt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Kammer (10) eine vordere Platte (32) und eine hintere Platte (99) aufweist, dass eine Mittelachse (36) die vordere Platte durchsetzt, welche mindestens eine gegenüber der Mittelachse versetzte erste Öffnung (23) aufweist, dass Mittel (25) zum ständigen Aufrechterhalten der Unterdruck-Atmosphäre in der Kammer während des Betriebs vorhanden sind, dass auf der vorderen Platte (32) eine Tür (22) zum Abdichten der ersten Öffnung (23) bewegbar gelagert ist, dass in der Kammer eine um die Mittelachse drehbare Tragplatte (18) angeordnet ist, die mehrere in gleichmässigen Abständen verteilte, gegenüber der Mittelachse versetzte Öffnungen (37) aufweist, welche jeweils zu der Öffnung (23) der vorderen Platte (32) passen und auf sie ausrichtbar sind, dass in der Kammer zwischen der Tragplatte und der hinteren Platte eine axial bewegliche Druckplatte (16) angeordnet ist, die mindestens eine gegenüber der Mittelachse versetzte Öffnung (101) aufweist, welche allgemein zu mindestens einer der Öffnungen der Tragplatte passt und auf sie ausrichtbar ist, dass eine Hauptbehandlungseinrichtung (14) auf der hinteren Platte (99) gegenüber der Mittelachse versetzt in Fluchtung mit der Öffnung (101) der Druckplatte angeordnet ist, dass Klam-

mern (20) über den Umfang jeder Öffnung (37) der Tragplatte (18) verteilt sind zum elastischen und lösbaren Erfassen der Plättchen (15) an ihrem Rand, dass eine Einrichtung (35) zum Drehen der Tragplatte und Verbringen einer der gewählten Öffnung (37) derselben in Deckung mit der ersten Öffnung (23) der vorderen Platte (36) vorhanden ist, woraufhin nach einer Pause die Tragplatte gedreht wird, um die gewählte Öffnung der Hauptbehandlungseinrichtung gegenüberzustellen, dass eine Einrichtung (30, 31) vorhanden ist zum Anpressen der Druckplatte (16) an der Tragplatte (18) an die vordere Platte (32) immer dann, wenn die Tür (22) geöffnet werden soll, um zusammen mit der Tür eine Beschickungsschleuse (12) abzugrenzen, die gegenüber der Unterdruck-Atmosphäre in der Kammer (10) abgedichtet ist, um das Einbringen eines der Plättchen zu ermöglichen, und dass eine Einrichtung zum Evakuieren der Beschickungsschleuse und zum Verringern des darin herrschenden Druckes vorhanden ist, so dass nur die Plättchen selbst in die Vorrichtung eingebracht und kontinuierlich unmittelbar von der Kammer aufgenommen werden.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1; insbesondere eine Vorrichtung zum Metallisieren einzelner Plättchen in einem kontinuierlichen Arbeitsgang.

Während des letzten Jahrzehnts haben sich die Verfahren zum Herstellen von Halbleiterplättchen schnell weiterentwickelt. Die einzelnen Mikroschaltkreise wurden fortschreitend verkleinert, so dass sich auf einem Plättchen mit bestimmten Abmessungen eine ständig grösser werdende Anzahl solcher Schaltkreise unterbringen lässt. Ferner kommen ständig Plättchen von grösserem Durchmesser in Gebrauch. Vor einigen Jahren waren Plättchen mit einem Durchmesser von etwa 50 mm in Gebrauch, und Plättchen mit einem Durchmesser von etwa 75 mm wurden als gross betrachtet. Neuerdings werden Plättchen mit einem Durchmesser von etwa 100 mm verwendet, und es wird angenommen, dass in einigen Jahren Plättchen mit einem Durchmesser von etwa 125 mm verwendet werden. Die Verkleinerung der Abmessungen der einzelnen Schaltkreise hat in Verbindung mit der Vergrösserung der Abmessungen der Plättchen zu einer erheblichen Steigerung des wirtschaftlichen Wertes der einzelnen Plättchen geführt, und daher ist es neuerdings erforderlich, die Behandlung und Metallisierung entsprechend zu verbessern.

Bei den meisten Verfahren zum Herstellen von Halbleitervorrichtungen und Mikroschaltkreisen ist es erforderlich, auf einem Halbleiterplättchen, auf dem sich die Mikroschaltkreise befinden, jeweils einen Metallüberzug von hoher Qualität zu erzeugen. Ob ein solcher Überzug als Überzug von hoher Qualität betrachtet wird, richtet sich natürlich nach der Ausbeute an brauchbaren Mikroschaltkreisen, die aus einem Plättchen hergestellt werden, sowie danach, ob die Schaltkreise hohen militärischen oder industriellen Anforderungen entsprechen oder nur geringere Ansprüche der Verbraucher und Bastler zu befriedigen brauchen. Zwar ist es schwierig, eine quantitative Aussage zu machen, doch wird allgemein angenommen, dass die Qualität eines Metallüberzugs und damit sowohl die Ausbeute als auch die Güte der fertigen Erzeugnisse eine Funktion der nachstehend genannten Faktoren ist: Gleichmässigkeit der Überdeckung der obersten ebenen Hauptfläche des Plättchens (Überdeckung in der Ebene), Ausmass der Verunreinigung des fertigen Überzugs, Ausmass der durch Rückstände hervorgerufenen Defekte, Symmetrie und Homogenität, d.h. die Vermeidung des Ent-

stehens von Schichten sowie die Art der Verteilung der Verunreinigungen in dem Film, ferner das Ausmass der Reproduzierbarkeit und Regelbarkeit, insbesondere der Temperaturen während des Beschichtungsvorgangs sowie Überdeckung von Stufen, d.h. die Kontinuität und Gleichmässigkeit des Überzugs nicht nur bei der Hauptebene, sondern auch an den seitlichen und unteren Flächen bei Stufen, Rillen, Vertiefungen und erhabenen Teilen, aus denen sich die Mikroschaltkreise zusammensetzen.

Manche dieser Forderungen lassen sich schwerer erfüllen, oder sie sind von kritischer Bedeutung als andere, oder es wird bis jetzt angenommen, dass zu ihrer Erzielung bestimmte spezialisierte Behandlungsschritte erforderlich sind. Wegen der gegebenen geometrischen Verhältnisse hat es sich z.B. als besonders schwierig erwiesen, auch Stufen mit einem Überzug zu bedecken. Die Seitenwände der Stufen und Rillen verlaufen gewöhnlich im rechten Winkel zur obersten Fläche der Hauptebene des Plättchens, und sie können gegenüber dem Mittelpunkt des Plättchens sowohl nach innen als auch nach aussen gerichtet sein. Die Erzeugung eines Überzugs auf solchen Flächen, insbesondere den nach aussen gerichteten, bei gleichzeitiger Bedeckung der ebenen Flächen ist offensichtlich eine besonders schwierige Aufgabe; jedoch ist die Überdeckung solcher Stufen von besonderer Bedeutung bezüglich der Qualität der gesamten Metallisierung. Bis jetzt wird allgemein angenommen, dass es zur Erzielung der erforderlichen Gleichmässigkeit der Überdeckung der ebenen Flächen sowie der Stufen erforderlich ist, eine Relativbewegung zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung während des Beschichtungsvorganges herbeizuführen.

Jedoch ergeben sich bei einer solchen Bewegung bestimmte Nachteile, insbesondere die erhöhte Gefahr des Entstehens von Rückständen, z.B. durch Ablösen von Niederschlägen aus dem Beschichtungsmaterial bei verschiedenen inneren Teilen der Vorrichtung als Folge der Bewegung, eine Vergrösserung der Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Plättchens durch mechanische Stösse und Vibrationen sowie das Entstehen unsymmetrischer und nicht homogener Niederschläge auf dem Plättchen; hierauf wird weiter unten näher eingegangen. Natürlich richtet sich das Ausmass der Verunreinigung nach der Aufrechterhaltung der Qualität der Unterdruck-Atmosphäre während des Beschichtens sowie nach der Konzentration der Verunreinigungen im Verhältnis zur Geschwindigkeit der Ablagerung. Somit ist es ferner wichtig, für eine ausreichende Entgasung zum Entfernen von Gas und Dämpfen von den Plättchen und den zugehörigen Unterstüzungen, die sich in der Beschichtungskammer befinden, zu sorgen.

Die Art und Weise, in der bis jetzt versucht wird, die Erzielung einer oder mehrerer der vorstehend genannten Eigenschaften sicherzustellen und die Schwierigkeiten und Beurteilungsgrundlagen in Verbindung mit den genannten Kriterien der Qualität der Überzüge werden am besten deutlich, wenn man die beiden Hauptarten von Vorrichtungen zum Aufdampfen im Vakuum betrachtet, die gegenwärtig in Gebrauch sind, um Plättchen zu metallisieren, nämlich die chargenweise Behandlung und die Verwendung einer Beschichtungsschleuse. Zu einer typischen Anordnung zum Behandeln von Chargen gehören eine Pumpstation, eine evakuierbare Glocke, ein Absperrventil zwischen der Pumpstation und der Glocke, Beheizungslampen, eine oder mehrere Sprüheinrichtungen sowie Planetenbewegungen ausführende Vorrichtungen zum Unterstützen der Halbleiterplättchen und zum Drehen derselben oberhalb einer oder mehrerer Sprüheinrichtungen.

Am Beginn eines Beschichtungsvorganges ist das Absperrventil geschlossen, während die Glocke offen ist. Die

Plättchen werden manuell Kassetten entnommen und in die Unterstüzungen eingesetzt, wobei eine Charge z.B. in einem typischen Fall 75 Plättchen mit einem Durchmesser von etwa 75 mm umfasst. Die Unterstüzungen werden dann in die Glocke eingebracht, die Glocke wird geschlossen, und das System wird evakuiert. Nachdem ein vorbestimmter Basisdruck erreicht worden ist, werden die Plättchen dadurch weiter entgast, dass sie mit Hilfe von Heizlampen Strahlungsenergie ausgesetzt werden. In manchen Fällen werden die Plättchen mittels eines Sprüh- und Ätzverfahrens gereinigt, bevor mit der Beschichtung begonnen wird. Ein typischer Überzug besteht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung und wird auf das Plättchen aufgesprüht, um eine zur Herstellung von Verbindungen dienende Metallisierung herbeizuführen. Um die erforderliche Gleichmässigkeit des Überzugs zu erzielen und die Stufen zu überdecken, wird eine Relativbewegung dadurch herbeigeführt, dass die Planetenbewegungen ausführenden Unterstüzungen gedreht werden. Nach dem Beschichten wird eine Abkühlung des Plättchens und der Vorrichtung zugelassen, das Absperrventil wird geschlossen, die Glocke wird zur Atmosphäre entlüftet, dann wird die Glocke geöffnet, die Unterstüzungen werden herausgenommen, und schliesslich werden die Plättchen manuell in Kassetten überführt. Hiermit ist ein typischer Arbeitszyklus abgeschlossen, dessen Dauer etwa 1 Stunde beträgt.

Zwar werden solche Chargensysteme gegenwärtig in grossem Umfang bei der Metallisierung von Halbleiterplättchen angewendet, doch ergeben sich hierbei gewisse Einschränkungen und Nachteile. Beispielsweise ergibt sich bezüglich der relativ grossen Plättchencharge natürlich die Gefahr eines teilweisen oder vollständigen Verlustes, wenn während des Beschichtens eine Störung auftritt. Bei der manuellen Überführung der Plättchen aus Kassetten in die Unterstüzungen besteht eine erhebliche Gefahr einer Verunreinigung und/oder mechanischen Beschädigung. Der Zutritt von Luft zu dem gesamten System innerhalb der Glocke beim Beschicken und Entladen führt zu der Gefahr einer Verunreinigung, und ausserdem werden die Vakuumpumpen in einem erheblichen Massstab durch die notwendige Entgasung beansprucht; die zu entgasenden Flächen der Plättchen allein entsprechen gewöhnlich weniger als etwa 10% der gesamten mit Luft in Berührung kommenden Flächen, die entgast werden müssen. Es ist erforderlich, für die Beschichtung einen grossen Abstand von z.B. 150–360 mm zwischen der Sprüheinrichtung und den Plättchen vorzusehen, damit es bei dem Chargensystem möglich ist, die zahlreichen Plättchen zu beschichten. Dies führt zu niedrigen Beschichtungsgeschwindigkeiten, die bei Sprüheinrichtungen z.B. bei 60 nm/min liegen, so dass eine grössere Gefahr der Vergiftung der Filme durch eine Reaktion mit Hintergrundgasen besteht, und dass sich die Qualität des evakuierten Raums verringert. Zwar wird die Entgasung der Plättchen und der mit Luft in Berührung kommenden Flächen des Systems beschleunigt, wenn man diese Teile mit Hilfe von Heizlampen der Wirkung von Strahlungsenergie aussetzt, doch da sich die Plättchen in nicht genau bestimmter thermischer Berührung mit den Unterstüzungen befinden, sind ihre Temperaturen nicht genau bestimmbar. Ausserdem kann die Wärmequelle normalerweise während des Betriebs der Sprüheinrichtung nicht betrieben werden, so dass sich die Plättchen auf unregelmässige Weise abkühlen, nachdem sie durch eine Vorwärmung auf die gewünschte Temperatur gebracht worden sind. Die Unmöglichkeit der Regelung der Plättchentemperatur während des Beschichtens führt zu einer Begrenzung bezüglich bestimmter Merkmale des Films, die auf zuverlässige und reproduzierbare Weise erzielt werden sollten. Natürlich kann die mechanische Bewegung der Unterstüzungen, die zur

Erzielung eines gleichmässigen Überzugs und zur Überdeckung der Stufen erforderlich ist, dazu führen, dass sich Teilchen des Beschichtungsmaterials ablösen, die sich innerhalb der Vorrichtung an anderen Stellen ausserhalb der Plättchen abgelagert haben, und daher können sich Rückstände auf den Plättchen ablagern, wodurch sich die Ausbeute an einwandfreien Vorrichtungen verringert.

Zu einer typischen Beschickungsschleuse gehören, wie erwähnt, eine Pumpstation, eine evakuierbare Behandlungskammer, ein Absperrventil zwischen der Pumpstation und der Behandlungskammer, eine Heizstation, eine Sprüheinrichtung, eine Beschickungsschleuse und eine Plattentransporteinrichtung. Am Beginn eines Beschichtungsvorganges werden Plättchen manuell einer Kassette entnommen und in eine Metallplatte eingesetzt, die z.B. eine Grösse von 300 × 300 mm hat, und die dann als Träger für die Plättchen dient, während diese die Beschickungsschleuse und die Behandlungskammer durchlaufen. Nach dem Einführen in die Behandlungskammer über die Beschickungsschleuse werden die Platten mit den Plättchen zu der Heizstation transportiert, wo sie mit Hilfe von Strahlungsenergie weiter entgast werden. An der Heizstation kann eine zusätzliche Reinigung der Plättchen mit Hilfe eines Sprüh- und Ätzverfahrens erfolgen. Um einen Metallfilm aufzubringen, wird die Platte mit den Plättchen relativ langsam an der Sprüheinrichtung vorbei bewegt; bei letzterer kann es sich um eine ebene Einrichtung der Magnatron-Bauart handeln, bei der mit einem rechteckigen Erosionsmuster gearbeitet wird, wobei die längere Abmessung des Erosionsmusters grösser ist als die Breite der Platte. Relativ hohe Beschichtungsgeschwindigkeiten von z.B. 1300 nm/min lassen sich erzielen, wenn man die Platte an der Sprüheinrichtung vorbei längs einer Bahn bewegt, die in einem Abstand von mehreren cm von der Sprüheinrichtung verläuft. Nach der Beschichtung werden die Platte und die Plättchen in die Beschickungsschleuse zurückgeführt, um der Behandlungskammer entnommen und dann wieder der Atmosphäre ausgesetzt zu werden. Hierauf werden die Plättchen erneut manuell entnommen und in eine Kassette überführt. Hierdurch wird ein typischer Arbeitszyklus abgeschlossen, der gewöhnlich 10–15 Minuten in Anspruch nimmt. Bei einer anderen Bauart einer Beschickungsschleuse werden die Plättchen von einer ringförmigen Platte aufgenommen, die gegenüber der Sprüheinrichtung gedreht wird. Hierbei läuft jedes Plättchen mehrmals unter der Sprüheinrichtung hindurch, bis sich ein Film von ausreichender Stärke aufgebaut hat.

Bei den vorstehenden Beschickungsschleusen lassen sich einige, jedoch nicht alle Nachteile des Chargensystems vermeiden. In erster Linie ist die Tatsache von Bedeutung, dass es die Benutzung einer Beschickungsschleuse ermöglicht, auf einer Tragplatte angeordnete Plättchen in die Behandlungskammer einzuführen bzw. sie daraus zu entnehmen, ohne dass der Druck in der Behandlungskammer bis auf den Druck der Atmosphäre gesteigert zu werden braucht. Dies führt zu einer weitgehenden Verkleinerung der mit Luft in Berührung kommenden Flächen, die vor dem Aufbringen eines Überzugs entgast werden müssen. Zwar ist es gelegentlich erforderlich, die Behandlungskammer zu öffnen und sie in Verbindung mit der Atmosphäre zu bringen, damit sie gereinigt werden kann, bzw. um die Elektroden zu erneuern, doch sind hierbei die Zeitabstände erheblich grösser als bei Chargensystemen.

Ein weiterer wichtiger Faktor besteht darin, dass bei der Benutzung einer Beschickungsschleuse die Anzahl der Plättchen, bei denen die Gefahr des Entstehens von Ausschuss besteht, erheblich kleiner ist als bei dem Chargensystem, denn im ersteren Fall nimmt die Beschickungsschleuse z.B. 16 Plättchen von 75 mm Durchmesser auf, während bei

dem Chargensystem jeweils gleichzeitig 75 Plättchen von 75 mm Durchmesser behandelt werden. Da die Zahl der jeweils in die Beschickungsschleuse eingebrachten Plättchen im Vergleich zu dem Chargensystem erheblich kleiner ist, ist es nicht erforderlich, einen ebenso grossen Abstand zwischen der Sprüheinrichtung und den Plättchen vorzusehen wie bei dem Chargensystem, so dass sich infolge des geringeren Abstandes zwischen der Sprüheinrichtung und den Plättchen höhere Beschichtungsgeschwindigkeiten ergeben.

Dennoch ergeben sich beim Gebrauch einer Beschickungsschleuse zahlreiche Nachteile. Sowohl bei dem Chargensystem als auch beim Gebrauch einer Beschickungsschleuse werden die Plättchen gewöhnlich manuell zwischen der Aufnahmeplatte und der Kassette bewegt, so dass die Gefahr von Verunreinigungen und Beschädigungen besteht. Zwar ermöglicht es die Beschickungsschleuse, den Zutritt von Luft zu der Behandlungskammer zu vermeiden, doch kommt die Platte zum Aufnehmen der Plättchen bei jedem Beschickungs- und Entnahmevergange mit Luft in Berührung. Daher müssen ihre Flächen ebenfalls entgast werden, so dass sich in dieser Beziehung ein erheblich grösserer Aufwand ergibt, als wenn nur die Plättchen selbst entgast werden müssten. Ferner unterliegen auf der Platte zurückbleibende Spritzer des Beschichtungsmaterials bei wiederholten mechanischen Stössen und unter der Einwirkung von Luft Beanspruchungen, die zum Abblättern führen, so dass unerwünschte Rückstände entstehen. Ebenso wie bei Chargensystemen stehen die Plättchen nach wie vor in unbestimmter thermischer Berührung mit ihrem Träger. Es ist nur eine unzureichende Regelung der Plättchentemperatur während des Entgasens und während des Beschichtens möglich. Die Metallfilme werden unsymmetrisch auf die Plättchen aufgebracht, da sich der auf den Plättchen niedergeschlagene Film je nach der Lage der Plättchen auf der Tragplatte auf unterschiedliche Weise aufbaut, was sich jeweils danach richtet, ob das Plättchen weiter aussen oder weiter innen, d.h. in einem grösseren oder kleineren Abstand von der Sprüheinrichtung, angeordnet ist. Eine Bewegung der Tragplatte während des Beschichtens zur Erzielung einer grösseren Gleichmässigkeit und einer guten Überdeckung der Stufen führt zu einer Erhöhung der Gefahr des Entstehens von abgeblätternen Rückständen und damit einer Verunreinigung der Plättchen. Bei bestimmten Systemen mit einer Beschickungsschleuse werden die Symmetrie und die Homogenität der Überzüge ferner dadurch beeinträchtigt, dass die Plättchen mehrmals unter der Sprüheinrichtung hindurchgeführt werden müssen. Hierbei wird der Metallfilm schichtweise erzeugt, da sich die Beschichtungsgeschwindigkeit nahezu bis auf Null verringert, wenn die Plättchen in einem von der Sprüheinrichtung weiter entfernten Bereich gedreht werden. Diese niedrigen Beschichtungsgeschwindigkeiten führen in solchen Bereichen zu einer erhöhten Gefahr der Verunreinigung als Folge einer Aufnahme von Hintergrundgasen durch den wachsenden Film sowie zu Ungleichmässigkeiten bezüglich der Verteilung von Verunreinigungsstoffen, die vorhanden sein können.

Obwohl eine Beschickungsschleuse jeweils eine erheblich kleinere Anzahl von zu behandelnden Plättchen enthält als ein Chargensystem, bleibt immer noch die Gefährdung einer erheblichen Anzahl von Plättchen erhalten. Im Hinblick hierauf würde es am zweckmässigsten sein, die Plättchen kontinuierlich einzeln nacheinander zu behandeln, doch ergibt sich hierbei ein grosser Zeitaufwand für ein ausreichendes Evakuieren der Schleuse während der Beschickung und Entnahme sowie für die Entgasung der Plättchen und ihrer Unterstützungen in Verbindung mit der Zeit, die benötigt wird, um jedes einzelne Plättchen ausreichend zu beschichten, und daher wird dieses Verfahren der Einzelbehandlung bis jetzt im Vergleich zu Chargensystemen oder

Beschickungsschleusen für eine grosse Anzahl von Plättchen für unzuverlässig gehalten. Zur Vermeidung des Entstehens von Rückständen, die zu einer Verringerung der Ausbeute an einwandfreien Mikroschaltkreisen führen, sowie zur Herabsetzung der Gefahr einer Beschädigung durch mechanische Stösse und Vibrationen würde es ferner erheblich besser sein, wenn die Plättchen während des Beschichtens ortsfest unterstützt werden. Wie erwähnt, hat es sich jedoch gezeigt, dass es hierbei nicht möglich ist, eine ausreichende Gleichmässigkeit der Beschichtung und der Überdeckung von Stufen zu erzielen, da es hierzu gewöhnlich erforderlich ist, eine Relativbewegung zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen herbeizuführen. Schliesslich bestand bis jetzt kein Grund dafür, zu erwarten, dass sich die Reproduzierbarkeit und die Temperatur des Beschichtungsvorgangs bei der Einzelbehandlung von Plättchen besser beherrschen lassen würde als bei dem Chargensystem bzw. bei Benutzung einer Beschickungsschleuse zum Aufnehmen jeweils einer grossen Anzahl von Plättchen.

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die es im Vergleich zu bekannten Vorrichtungen ermöglicht, Plättchen einzeln unter Einhaltung einer höheren Qualität zu beschichten, die es gestattet, im Wege der Metallisierung Beschichtungen zu erzeugen, die erhöhten Anforderungen bezüglich der Überdeckung von Stufen, der Gleichmässigkeit, der Symmetrie, der Gleichmässigkeit, der Vermeidung von Verunreinigungen, der Beschädigung durch Rückstände und der Reproduzierbarkeit entspricht, sowie eine Vorrichtung anzugeben, die es ermöglicht, Plättchen einzeln mit hoher Geschwindigkeit zu beschichten, wobei sich eine verbesserte Überdeckung von Stufen und eine hohe Gleichmässigkeit erzielen lassen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angeführten Merkmale gekennzeichnet.

Zur Vorrichtung zum Beschichten einzelner Plättchen kann eine ringförmige Sprüheinrichtung gehören, von welcher das Beschichtungsmaterial abgegeben wird, und die einen grösseren Durchmesser hat als eines der Plättchen; ferner ist eine Einrichtung vorhanden, die dazu dient, jeweils ein einzelnes Plättchen ortsfest gegenüber der Sprüheinrichtung zu unterstützen, wobei der Abstand dazwischen kleiner ist als der Durchmesser der Sprüheinrichtung; weiterhin ist eine Einrichtung vorhanden, die es ermöglicht, die Sprüheinrichtung und das Plättchen in einer Argonatmosphäre zu halten, deren Druck bis zu 2,66 Pa beträgt, während das Plättchen beschichtet wird. Auf diese Weise lässt sich auf dem Plättchen ein Überzug von hoher Qualität bei guter Gleichmässigkeit unter geringem Zeitaufwand erzeugen, ohne dass eine Relativbewegung zwischen dem Plättchen und der Materialquelle erforderlich ist, wobei sich daher eine einfachere Konstruktion ergibt, und wobei sich die Gefahr der Erzeugung von Rückständen verringert.

Weitere Einzelheiten eines vollautomatischen Systems zum Beschichten der Vakuumbehandlungskammern unter Benutzung einer durch eine Fördereinrichtung angetriebenen Kasette, die mehrere Plättchen enthält, welche beschichtet werden sollen, sind dem US-Patent Nr. 4.311.427 zu entnehmen, in der ein Plättchentransportsystem beschrieben ist. Entsprechend sind weitere Einzelheiten bezüglich der Einrichtung zum elastischen Unterstützen der Plättchen in der Vakuumkammer und der zugehörigen Einrichtungen, die dazu dienen, die Plättchen in bzw. ausser Eingriff mit den Unterstützungen in der Kammer zu bringen, dem US-Patent Nr. 4.306.731 zu entnehmen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine teilweise weggebrochen gezeichnete Schrägan-

sicht, der Vorderseite einer vollständigen erfindungsgemässen Vorrichtung zum Beschichten von Plättchen unter Einschluss der zylindrischen Hauptbehandlungskammer, der Türanordnung am Eingang der zu der Kammer gehörenden Beschickungsschleuse, der vier weiteren Arbeitsstationen der Behandlungskammer sowie Teilen der Einrichtung zum Einbringen und Entnehmen einer Plättchen enthaltenden Kasette;

Fig. 2 eine teilweise weggebrochen gezeichnete vergrösserte Schrägansicht der Behandlungskammer nach Fig. 1, aus der Einzelheiten der Beschickungsschleuse und der Sprühstation ersichtlich sind;

Fig. 3 eine Schrägansicht der Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung nach Fig. 1, die erkennen lässt, auf welche Weise sie mit Kassetten zusammenarbeitet, die stehend angeordnete Plättchen enthält, wobei ferner Einzelheiten der Türbaugruppe der Behandlungskammer erkennbar sind sowie die Art und Weise, auf welche Plättchen zwischen einer Kasette und der Beschickungsschleuse der Kammer bewegt werden;

Fig. 4 einen vergrösserten Axialschnitt der Tür und der Beschickungsschleuse nach Fig. 1 bis 3, aus dem ersichtlich ist, auf welche Weise mit Hilfe der Türbaugruppe jeweils ein Plättchen in die Beschickungsschleuse überführt wird, und auf welche Weise die Schleuse gegenüber den verbleibenden Teilen des Innenraums der Behandlungskammer abgedichtet wird;

Fig. 5 einen Fig. 4 ähnelnden Axialschnitt, der die relative Lage der Teile der Beschickungsschleuse nach dem Abschluss des Eindringens eines Plättchens erkennen lässt;

Fig. 6 einen Fig. 4 und 5 ähnelnden Axialschnitt, der die Anordnung des Plättchens und der Teile der Beschickungsschleuse kurz nach dem Entnehmen eines Plättchens aus der inneren Plättchenunterstützung und vor dem Öffnen der Tür bzw. kurz vor dem Einbringen eines Plättchens in die innere Unterstützung unmittelbar nach dem Schliessen der Tür erkennen lässt;

Fig. 7 einen weiter vergrösserten Teilschnitt längs der Linie 7-7 in Fig. 1, in dem eine in der Kammer nach Fig. 1 angeordnete Plättchenbeheizungsstation dargestellt ist;

Fig. 8 einen weiter vergrösserten Teilschnitt längs der Linie 8-8 in Fig. 1, in dem eine in der Plättchenbehandlungskammer nach Fig. 1 angeordnete Plättchenkühlstation dargestellt ist;

Fig. 9 einen vergrösserten Teilschnitt längs der Linie 9-9 in Fig. 1, in dem die in der Kammer nach Fig. 1 und 2 dargestellte Station zum Besprühen von Plättchen dargestellt ist;

Fig. 10 einen vereinfachten Axialschnitt, in dem insbesondere das Plättchen und die Auffangeinrichtung nach Fig. 9 dargestellt sind, um die räumliche Beziehung, die relative Anordnung und die Abmessungen dieser Teile deutlicher erkennbar zu machen;

Fig. 11 eine grafische Darstellung der Gleichmässigkeit der Dicke des Niederschlags, der auf der ebenen Hauptfläche des Plättchens mit Hilfe der Sprüheinrichtung nach Fig. 9 und 10 erzeugt wird, in Abhängigkeit von der radialen Lage des betrachteten Punktes auf dem Plättchen bei verschiedenen Abständen zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung;

Fig. 12 eine Fig. 11 ähnelnde grafische Darstellung, die jedoch nur für einen bestimmten Abstand zwischen einem Plättchen und der Sprüheinrichtung gilt, wobei eine Kurve für einen Argondruck von 0,266 Pa und die andere Kurve für einen Argondruck von 1,33 Pa gilt;

Fig. 13 eine grafische Darstellung des Bedeckungsgrades der Seitenwände von Rillen innerhalb der Plättchenoberfläche in Abhängigkeit von der radialen Lage des betrachteten Punktes auf dem Plättchen, wobei die Darstellung für

gegenüber dem Mittelpunkt des Plättchens nach aussen gerichtete Seitenwände und für nach innen gerichtete Seitenwände und einen Abstand von etwa 100 mm zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen gilt, und wobei die eine Kurve einem Argondruck von 1,33 Pa und die andere Kurve einem Argondruck von 0,4 Pa zugeordnet ist;

Fig. 14 eine Fig. 13 ähnelnde grafische Darstellung, die für einen Abstand von etwa 75 mm zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen gilt; und

Fig. 15 eine grafische Darstellung der Gleichmässigkeit der Überdeckung einer ebenen Fläche in Abhängigkeit vom Druck der Argonatmosphäre, wobei die eine Kurve für einen radialen Abstand vom Mittelpunkt von etwa 38 mm und die andere Kurve für einen radialen Abstand von etwa 50 mm gilt.

Zu der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung zum Beschichten von Plättchen gehört eine allgemein zylindrische Vakuumkammer 10 mit fünf Arbeitsstationen, von denen eine mit einer Beschickungsschleuse 12 und eine andere mit einer Beschichtungsstation 14 versehen ist. Weitere in der Kammer 10 angeordnete Teile der Beschichtungseinrichtung sind in Fig. 2 zu erkennen, wo auch ein Plättchen 15 in der Schleuse 12 und ein weiteres Plättchen in der Beschichtungsstation 14 dargestellt ist. Zu den weiteren Teilen gehören eine Druckplatte 16, eine Plättchentragsplatte 18 und mit weiteren Einzelheiten in Fig. 3 dargestellte Klammern-Baugruppen 20, mittels welcher jeweils ein Plättchen innerhalb der Plättchentragsplatte 18 unterstützt wird. Die Türbaugruppe 22, mittels welcher die Eingangsöffnung 23 der Kammer 10 verschlossen wird, und die mit den soeben genannten Teilen zusammenarbeitet, um die Beschickungsschleuse 12 zu bilden, vervollständigt die Hauptteile der Behandlungskammer. Diese Teile sind zusammen mit einer Baugruppe 24 zum Beschicken und Entleeren einer Kassette sowie den verschiedenen Hilfsvakuumpumpen 25 zum Evakuieren der Kammer und der Schleuse sowie den benötigten Steuereinrichtungen sämtlich auf raumsparende Weise in einem Gehäuse 26 untergebracht.

Zu der Vorrichtung gehören zweckmässig mehrere zusätzlich zu der Beschickungsschleuse 12 und der Beschichtungsstation 14 vorgesehene Arbeitsstationen, insbesondere eine Plättchenerhitzungsstation 28, eine Hilfsstation 29 und eine Plättchenkühlstation 130. Alle fünf Arbeitsstationen sind um die Mittelachse 36 der Vakuumkammer herum angeordnet und in gleichmässiger Umfangsabständen verteilt. Jedoch könnte man auch anstelle von fünf Stationen eine grössere oder kleinere Anzahl von Stationen vorsehen. Weiterhin sind mindestens zwei pneumatische Stössel 30 und 31 vorhanden, die gemäss Fig. 2 dazu dienen, die Druckplatte 16 und die Plättchentragsplatte 18 an die Vorderwand 32 der Kammer 10 anzupressen; schliesslich ist eine Einrichtung 35 vorhanden, die dazu dient, die Plättchentragsplatte 18 anzutreiben, die eine kreisrunde Form und nahezu den gleichen Durchmesser wie die Vorderwand 32 hat, so dass diese Platte um die Mittelachse 36 der Vakuumbehandlungskammer gedreht werden kann.

Allgemein gesprochen werden die Plättchen einzeln mit Hilfe der Türbaugruppe 22 der Beschickungsschleuse 12 gegenübergestellt und hierbei innerhalb der Plättchentragsplatte 18 angeordnet. Danach wird das Plättchen nacheinander jeder der Arbeitsstationen zugeführt, wo es erhitzt wird, um die Entgasung abzuschliessen, bzw. wo es gegebenenfalls mit Hilfe eines Sprüh- und Ätzverfahrens gereinigt wird, um dann beschichtet, gegebenenfalls mit einem zweiten Überzug versehen, abgekühlt und schliesslich wieder in die Schleuse 12 überführt zu werden, wo es mit Hilfe der Türbaugruppe 22 der Plättchentragsplatte 18 entnommen wird. Zwar

wird bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung mit einer Drehbewegung und mehreren Behandlungsstationen gearbeitet, doch könnte man die Arbeitsschritte unter Benutzung der Beschickungsschleuse und die Beschichtungsvorgänge ebenso gut auch bei einer Vorrichtung mit einer einzigen Station oder zwei Stationen durchführen, und es wäre auch möglich, auf eine Drehbewegung zu verzichten und die Stationen längs einer geraden Linie anzuordnen.

Betrachtet man nunmehr im einzelnen den Weg eines neu zugeführten Plättchens, ist zu erkennen, dass der Beschickungsschleuse 12, die von einem Plättchen 15 durchlaufen werden muss, um in den evakuierten Teil der Kammer zu gelangen, die grösste Bedeutung zukommt. Die Wirkungsweise der bewegbaren Teile der Schleuse 12 ist insbesondere aus Fig. 4 bis 6 ersichtlich. Wie erwähnt, gehören zu der Schleuse mehrere zu einem Stapel vereinigte Elemente, die zwischen der geschlossenen Tür der Kammer und der Vorderwand der Behandlungskammer sowie der ihre Arbeitsstellung einnehmenden Druckplatte angeordnet sind. Die Beschickungsschleuse umschliesst eine kreisrunde Öffnung 37 der Plättchentragsplatte 18, die innerhalb der Kammer kurz hinter dem Kammereingang 23 angeordnet ist, der zu der Schleuse 12 gehört, wobei sich die Platte 18 allgemein parallel zu der Wand 32 und der in der Kammer hinter der Platte 18 angeordneten Druckplatte 16 erstreckt. Das Plättchen 15 wird auf eine noch zu erläuternde Weise eingeführt und innerhalb der Schleuse sowie der Plattenbaugruppe festgehalten. Bei der geregelten Unterdruck-Atmosphäre, die in der Kammer 10 vorhanden sein kann, wenn eine bestimmte Behandlung eines Plättchens erforderlich ist, kann es sich z. B. um eine Argonatmosphäre oder ein anderes inertes Gas handeln, das unter einem Druck von bis zu 2,66 Pa steht und beim Beschichten der Plättchen verwendet wird. Da die Kammer somit evakuiert ist, muss der Bereich der Schleuse gegenüber den verbleibenden Teilen der Kammer stets dann abgedichtet sein, wenn die Tür 22 geöffnet wird, um den Unterdruck aufrechtzuerhalten. Die Druckplatte 16 dient dazu, den Bereich der Schleuse gegenüber dem Innenraum der Kammer zu isolieren, und ausserdem erfüllt sie verschiedene weitere Aufgaben in Verbindung mit anderen Arbeitsstationen; hierauf wird im folgenden näher eingegangen. Die in die hintere Platte der Behandlungskammer eingebauten pneumatischen Stössel 30 und 31 dienen dazu, die Druckplatte und die Tragsplatte an die Vorderwand 32 der Kammer anzupressen, wobei der pneumatische Stössel 30 in konzentrierter Lage mit der Beschickungsschleuse 12 zusammenarbeitet, um die Schleuse abzudichten. Die Druckplatte 16 und die Vorderwand 32 der Kammer sind mit O-Ringen 38 versehen, die konzentrisch mit dem Kammereingang 23 angeordnet sind und eine Vakuumabdichtung der zu einem Stapel vereinigten Teile der Schleuse bewirken. Die Kammertürbaugruppe 22, die in ihrer geschlossenen Stellung mit abdichtender Wirkung mit der Aussenfläche der Kammervorderwand 32 zusammenarbeitet, ist ebenfalls mit einem O-Ring 39 versehen, um den Unterdruck aufrechtzuerhalten; die Beschickungsschleuse wird somit dadurch vervollständigt, dass der O-Ring 39 den Kammereingang 23 gegenüber der Atmosphäre abdichtet. Fig. 4 und 6 zeigen die vollständige Beschickungsschleuse, wobei sich die Druckplatte 16 in ihrer vorgeschobenen vorderen Stellung befindet, während die Tragsplatte 18 an der Kammerwand 32 anliegt, um die Öffnung 37 zu verschliessen; die Tür 22 ist geschlossen, um den Kammereingang 23 abzudichten und die Schleuse am Rand der Öffnung 37 abzuschliessen, wobei die Schleuse nur die Abmessungen hat, die erforderlich sind, um die Unterbringung eines einzelnen Plättchens zu ermöglichen. Es ist ersichtlich, dass somit eine Schleuse von ungewöhnlich geringer Bauhöhe und kleinem Rauminhalt vorhanden ist,

die durch eine minimale Anzahl von Bauteilen gebildet ist und jeweils ein Plättchen 15 aufnimmt. Bezüglich weiterer Einzelheiten der Beschickungsschleuse sei auf das weiter oben genannte US-Patent Nr. 4.311.427 verwiesen, in der ein Plättchentransportsystem beschrieben ist.

Fig. 5 zeigt die Druckplatte 16 im zurückgezogenen Zustand bzw. in ihrer Ruhestellung, wobei bereits ein Plättchen von der Tragplatte 18 innerhalb der Kammer aufgenommen worden ist.

Mit dieser Beschickungsschleuse von geringer Bauhöhe arbeitet eine Plättchentrageplatte 18 zusammen, die gemäss Fig. 2 mehrere kreisrunde Öffnungen 37 aufweist, die bezüglich ihrer Anzahl und Abstände den Arbeitsstationen in der Kammer 10 entsprechen. Die Öffnungen 37 haben einen grösseren Durchmesser als die Plättchen, sie sind in gleichmässigen Umfangsabständen verteilt, und sie sind in gleich grossen radialen Abständen von der Mittelachse 36 der Behandlungskammer angeordnet. Die schon erwähnten Arbeitsstationen sind entsprechend verteilt, so dass dann, wenn irgendeine der Öffnungen der Plättchentrageplatte 18 auf eine beliebige Arbeitsstation in der Behandlungskammer ausgerichtet ist, die übrigen Öffnungen entsprechend auf die anderen Arbeitsstationen ausgerichtet sind. Wenn ein Plättchen von jeder der Öffnungen der Tragplatte 18 aufgenommen worden ist, können somit sämtliche Plättchen gleichzeitig an den verschiedenen Arbeitsstationen gleichzeitig einer Behandlung unterzogen werden. Auf diese Weise wird jeweils an einer bestimmten Station ein einzelnes Plättchen behandelt, doch gleichzeitig können mehrere weitere Plättchen an den übrigen Arbeitsstationen eine Behandlung erfahren. Während mit Hilfe der Schleuse 12 ein Plättchen entnommen und/oder eingeführt wird, kann somit ein anderes Plättchen an einer Beschickungsstation 14 beschichtet werden, während ein weiteres Plättchen an der Heizstation 28 erhitzt werden kann. Der Antrieb 35 für die Tragplatte 18 wird intermittierend betätigt, um die Tragplatte jeweils bis zur nächsten Arbeitsstation zu drehen, so dass die Plättchen nacheinander allen Behandlungsstationen zugeführt werden, wobei sich die Tragplatte entgegen dem Uhrzeigersinne dreht, bis jeweils ein bestimmtes Plättchen zu der Beschickungsschleuse zurückgeführt wird, der es dann entnommen werden kann.

Während ein Plättchen von einer Arbeitsstation zur nächsten transportiert wird, ist es wichtig, das Plättchen mit Hilfe der Tragplatte 18 so zu unterstützen, dass während dieser Bewegung keine mechanischen Beschädigungen möglich sind, und dass das Plättchen gegen mechanische Stösse, Vibrationen und Reibung geschützt wird. Um dies zu ermöglichen, hat die Öffnung 37 der Tragplatte 18 einen solchen Durchmesser, dass sich innerhalb dieser Öffnung sowohl ein Plättchen als auch mehrere Klammerbaugruppen 20 unterbringen lassen, wobei diese Teile parallel zu der Tragplatte und innerhalb ihres Profils angeordnet sind, um das Plättchen zu schützen. Die Verwendung der eine geringe Bauhöhe aufweisenden, mit dem Rand eines Plättchens zusammenarbeitenden Klammern ist ferner deshalb von Bedeutung, weil sie die Schaffung einer Schleuse 12 von geringer Bauhöhe ermöglicht, wobei das Plättchen innerhalb der Tragplatte 18 von seinem Rand her elastisch in aufrechter Stellung unterstützt wird. Eine besonders zweckmässige Ausführungsform einer solchen Anordnung von Klammern zum Erfassen des Randes eines Plättchens ist in Fig. 4 bis 8 dargestellt; weitere Einzelheiten sind der weiter oben genannten US-Patent Nr. 4.306.731 zu entnehmen, die eine Plättchenunterstützungsbaugruppe betrifft. Es sind insgesamt vier Klammerbaugruppen 20 innerhalb eines zugehörigen Halterings 41 angeordnet, der lösbar mit der scheibenähnlichen kreisrunden Plättchentrageplatte 42 verbunden und jeweils

konzentrisch mit der zugehörigen Plattenöffnung 37 verbunden ist, um einen Bestandteil der vollständigen Plättchentrageplatte 18 zu bilden. Hierbei sind die vier Klammerbaugruppen 20 in Abständen über den Umfang jeder der kreisrunden Öffnungen 37 verteilt. Die Halteringe 41 haben einen U-förmigen Querschnitt und weisen jeweils Flansche 46 und 47 auf, die sich längs des äusseren bzw. inneren Randes erstrecken, wobei die Klammerbaugruppen 20 zwischen den Flanschen vertieft angeordnet sind. Zwar wird es vorgezogen, innerhalb jeder Öffnung 37 vier Klammerbaugruppen zu verwenden, doch könnte man auch nur drei oder mehr als vier Klammern vorsehen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass ein Satz von vier Klammern zuverlässiger arbeitet als drei Klammern.

Gemäss Fig. 3 bis 8 gehören zu jeder Klammerbaugruppe 20 ein Klotz 50 von allgemein rechteckiger Querschnittsform, der aus einem Isoliermaterial bestehen kann, wenn z.B. ein Sprüh-Ätz-Vorgang durchgeführt werden soll, bei dem eine elektrische Isolierung des Plättchens erwünscht ist, sowie eine langgestreckte federnde Klammer 53, die fest um den Klotz 50 herumgelegt ist. Jede Klammer 53 weist an ihrem von dem Klotz abgewandten Ende einen kreisbogenförmig gekrümmten Fingerabschnitt 55 auf, dessen Krümmungsradius so gewählt ist, dass er mit dem Rand eines Plättchens zusammenarbeiten kann. Von dem Klotz 50 weg erstreckt sich ein flacher Abschnitt 56 in einer Ebene, die der Ebene der Plattenöffnung 37 benachbart ist und parallel dazu verläuft. Gegenüber dem flachen Abschnitt 56 ist ein weiterer Abschnitt 57 in Richtung auf die Ebene der Öffnung 37 unter einem stumpfen Winkel abgewinkelt. Bei dieser Anordnung der Klammern sind mehrere gekrümmte Fingerabschnitte 55 über den Umfang eines Kreises verteilt, dessen Durchmesser etwas kleiner ist als derjenige eines typischen Plättchens 15, wobei auch die Klammern innerhalb der Ebene der Plättchentrageplatte 42 angeordnet sind.

Um ein Plättchen in die Schleuse 12 einzuführen, kann man das Plättchen mit der Hand an seinem Rand oder seiner Rückseite erfassen und es in Eingriff mit den Klammern 20 bringen. Hierbei wird jedoch in einem gewissen Ausmass Reibung auf das Plättchen ausgeübt, wenn dieses in Berührung mit den flachen Abschnitten 56 der Klammern kommt, damit die Klammern etwas aufgespreizt werden, so dass sich das Plättchen von den Fingerabschnitten 55 aufnehmen lässt. Damit ein Plättchen eingesetzt werden kann, ohne einer Reibung ausgesetzt zu werden, müssen die Klammern zunächst etwas aufgespreizt werden, und danach kann man sie gegen den Rand des Plättchens zurückfedern lassen, nachdem das Plättchen von der Schleuse 12 aufgenommen worden ist. Zwar ist es möglich, das Plättchen manuell einzuführen und hierbei die Klammern aufzuspreizen, doch ist es bei weitem vorzuziehen, jede Handberührung zu vermeiden und hierdurch die Gefahr von Beschädigungen, Fehlern und Verunreinigungen auszuschliessen. Die Kammertürbaugruppe 22 trägt ein Unterdruck-Spannfutter 60, das gleichachsig mit der Tür angeordnet ist und nahe seinem Umfang mehrere Klammerbetätigungseinrichtungen 62 aufweist. Diese Teile bilden zusammen mit der Baugruppe 24 mit einer zum Beschicken und Entnehmen dienenden Kassette eine automatisierte Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung für die Schleuse 12, bei der jede manuelle Berührung der Plättchen vermieden und der Beschickungsvorgang automatisiert wird.

Gemäss Fig. 1 und 3 ist die Kammertürbaugruppe 22 mit der Vorderwand 32 der Kammer 10 durch ein kräftiges Gelenk 63 mit senkrechter Schwenkachse verbunden, so dass die Tür auf bekannte Weise geöffnet und geschlossen werden kann, um sich nach Bedarf in die gezeigte vollständig geöffnete Stellung bringen zu lassen, bei der die Tür und ihre Innenfläche 64 eine senkrechte Lage einnehmen und sich im rechten Winkel zur Ebene des Kammereingangs 23 und der

Tragplatte 18 erstrecken. Das Unterdruck-Spannfutter 60, das sich längs der Achse der Tür erstreckt, so dass sein aktives Ende einen Bestandteil der Innenfläche 64 der Tür bildet, arbeitet mit einem gegenüber der Innenfläche der Tür stehend angeordneten Plättchen dadurch zusammen, dass es das Plättchen beim Schliessen der Tür mit einem Druck beaufschlagt, woraufhin das Spannfutter in axialer Richtung gegenüber der Innenfläche der Tür in der in Fig. 4 gezeigten Weise ausgefahren wird, um das Plättchen in Eingriff mit den Klammern 20 zu bringen. Hierauf wird das Spannfutter wieder eingefahren, so dass das Plättchen 15 in der Kammer durch die Klammern festgehalten wird, um einer Behandlung unterzogen zu werden; um das Plättchen zu den verschiedenen Arbeitsstationen zu bringen, wird die Tragplatte 18 entsprechend gedreht. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform wird das Plättchen in seiner senkrechten Stellung der Innenfläche 64 der Tür 22 auf eine noch zu erläuternde Weise mit Hilfe der Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung 24 gegenübergestellt.

Es sei bemerkt, dass sich die Anordnung der Beschickungsschleuse, der Plättchentrageplatte und der Türbaugruppe nicht auf eine stehende Anordnung beschränkt, dass es sich hierbei jedoch um eine bevorzugte Anordnung handelt, die dazu beiträgt, zu verhindern, dass sich Rückstände oder Fremdkörper auf irgendwelchen Flächen des Plättchens ablagern. Die Klammerbaugruppen, die Tragplatte und die Beschickungsschleuse nach der Erfindung würden ebenso wie sämtliche Arbeitsstationen auch dann einwandfrei arbeiten, wenn sie liegend angeordnet wären. Zwar ist die Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung 24 nur bei Kassetten verwendbar, in denen die Plättchen stehend angeordnet sind, doch könnte man die Türbaugruppe 22 ebenso gut auch so ausbilden, dass die Plättchen in einer waagrechten Ebene in die Schleuse eingeführt werden, wobei sie jedoch stehend angeordnet sind; zu diesem Zweck wäre es nur erforderlich, die betreffenden Teile auf entsprechende Weise in die Kammerwand einzubauen.

Wie erwähnt, ist es vorzuziehen, zu vermeiden, dass die Plättchen 15 jeweils dadurch in die Klammern 20 der Beschickungsschleuse eingeführt werden, dass man das Plättchen gegen die abgewinkelten Abschnitte 57 der Klammern drückt. Um ein Plättchen so einzuführen, dass es keiner Reibung ausgesetzt wird, ist es erforderlich, zunächst die Klammern etwas aufzuspreizen, woraufhin man sie nach dem Einführen des Plättchens in die Schleuse gegen den Rand des Plättchens zurückfedern lässt. Dies geschieht automatisch, wenn das Plättchen mit Hilfe des Spannfutters 60 eingeführt wird, und zwar durch die vier Klammerbetätigungseinrichtungen 62, die in die Tür 22 eingebaut sind. Jede der Einrichtungen 62 ist so angeordnet, dass sie in Fluchtung mit einer zugehörigen Klammerbaugruppe 20 steht, wenn die Tür geschlossen ist. Wie aus der Fig. 4 ersichtlich, gehört zu jeder Klammerbetätigungseinrichtung 62 ein pneumatischer Zylinder mit einem Betätigungsstift 66, der mit Hilfe des Zylinders axial nach innen und aussen bewegt werden kann und mit Dichtungen versehen ist. Jeder der Stifte 66 steht in Fluchtung mit einem der flachen Klammerabschnitte 56, wenn die Tür 22 geschlossen ist. Die Stifte 66 werden kurz nach dem Einführen eines Plättchens bzw. vor der Entnahme nach innen vorgeschoben. Sobald ein Stift 66 eine Druckkraft auf einen flachen Klammerabschnitt 56 ausübt, wird die Klammer betätigt, um den Fingerabschnitt 55 nach hinten und aussen zu schwenken, so dass sämtliche Klammern freigegeben werden, um das Einsetzen bzw. Entnehmen eines Plättchens zu erleichtern, ohne dass das Plättchen Reibungskräften ausgesetzt wird.

Beim Entnehmen eines Plättchens nach dem Abschluss seiner Behandlung werden diese Arbeitsschritte im entgegen-

gesetzten Sinne durchgeführt, wobei das Spannfutter 60 erneut ausgefahren wird, um die Rückseite des Plättchens mit einem Unterdruck zu beaufschlagen und das Plättchen zu erfassen, wobei die Klammerbetätigungseinrichtungen ebenfalls zur Wirkung gebracht werden, um die Klammern freizugeben, woraufhin die Tür 22 geöffnet wird, während das Spannfutter das Plättchen auf der Innenfläche der Tür mit Hilfe des Unterdrucks festhält, bis das Plättchen mit Hilfe der Einrichtung 24 eingesetzt bzw. entnommen worden ist.

Ist die Tür 22 vollständig geöffnet, kann sie ein Plättchen aufnehmen, das in die Schleuse 12 überführt werden soll, oder die Tür ist soeben geöffnet worden, um der Schleuse ein fertiges Plättchen zu entnehmen, das dann von dem Spannfutter 60 abgegeben werden muss. Um jeweils ein Plättchen der Tür 22 gegenüberzustellen, damit es eingesetzt bzw. entnommen werden kann, ist die Einrichtung 24 mit einer Kasette vorhanden, zu der eine Plättchenhebeeinrichtung 68 und eine Kassettenfördereinrichtung 69 gehören. Unterhalb des Kammereingangs 23 und zu beiden Seiten desselben erstreckt sich die an der Kammerwand 32 befestigte Fördereinrichtung 69, die dazu dient, Plättchen enthaltende Kassetten 70 gemäss Fig. 3 von der rechten Seite des Kammereingangs aus nach links und an dem Eingang vorbei zu bewegen. Die damit zusammenarbeitende Plättchenhebeeinrichtung 68 dient dazu, die Plättchen 15 einzeln den von der Fördereinrichtung 69 mitgeführten Kassetten zu entnehmen, sie nach oben zu bewegen und sie der Arbeitsseite des Spannfutters 60 an der Innenfläche 64 der Tür 22 gegenüberzustellen bzw. die Plättchen nach dem Abschluss ihrer Behandlung von der Tür aus nach unten zu bewegen.

Zu der Fördereinrichtung 69 gehören zwei durch einen Querabstand getrennte parallele Schienen 72 und 73, die sich waagrecht entlang der Vorderseite der Behandlungskammer 10 erstrecken. Diese Schienen dienen zum Unterstützen und Bewegen der Kassetten 70, und ihr Querabstand ist so gewählt, dass die Seitenwände der Kassetten die Schienen übergreifen, so dass die Kassetten entlang den Schienen durch die Fördereinrichtung bewegt werden können. Zum Antreiben der Kassetten dient eine Kette 75 mit verschiedenen Führungen und Zahnradanordnungen, die sich längs der Schiene 72 bewegt. Die Kette ist in gleichmässigen Abständen mit Führungsstiften 76 versehen, die jeweils mit einem dazu passenden Ausschnitt am unteren Rand der Kassettenwand 77 nahe der Schiene 72 zusammenarbeiten. Somit wird die Kasette veranlasst, sich mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Kette in Richtung auf die Hebeeinrichtung 68 zu bzw. von ihr weg zu bewegen. Als Antriebseinrichtung für die Kette 75 ist ein Schrittmotor 80 vorhanden, der es ermöglicht, die Bewegung der Kassetten genau zu steuern, so dass jedes einzelne Plättchen in einer Kasette so angeordnet werden kann, dass mit ihm die Hebeeinrichtung 68 zusammenarbeitet. Mit dem Schrittmotor 80 ist ein Speicher bekannter Art zur Steuerung der Hebeeinrichtung 68 verbunden; in diesem ist die Lage jedes Plättchens in der Kasette gespeichert. Obwohl mehrere weitere Plättchen in die Behandlungskammer 10 eingeführt worden sein können und die Kasette entsprechend nacheinander mehrere Stellungen eingenommen hat, nachdem ein erstes Plättchen aufgenommen worden ist, ist es daher beim Austreten des fertiggestellten ersten Plättchens möglich, den Schrittmotor umzusteuern und ihn zu veranlassen, die erforderliche Anzahl von Schritten auszuführen, damit das fertige Plättchen wieder in seine ursprüngliche Lage gebracht wird, woraufhin der Schrittmotor wieder seine ursprüngliche Stellung einnimmt, um dann die Beschickung fortzusetzen.

Jede Kasette 70 enthält mehrere Plättchen 15, die stehend und gleichachsig in Abständen angeordnet sind; die Kassetten sind sowohl an der Oberseite als auch über einen

erheblichen Teil ihrer Unterseite offen, so dass die Plättchen von oben und unten her zugänglich sind. Die Plättchen müssen so in die Vorrichtung eingebracht werden, dass ihre vorderen Flächen, auf denen die Rillen, Stufen und andere Teile der Mikroschaltkreise angeordnet sind, von der Innenfläche 64 der geöffneten Tür 22 abgewandt sind, während die hinteren Flächen der Plättchen der Tür zugewandt sind. Hierdurch wird gewährleistet, dass dann, wenn das Spannfutter 60 ein Plättchen erfasst, keine Berührung mit der Vorderseite stattfindet, auf der sich empfindlichen Mikroschaltkreise befinden, und dass jedes Plättchen beim Einführen in die Schleuse 12 genau die richtige Lage einnimmt, damit es in der gewünschten Weise mit der betreffenden Behandlungseinrichtung in der Kammer 10 zusammenarbeitet.

Die Hebeeinrichtung 68 ist unterhalb des Kammereingangs 23 auf dessen linker Seite angeordnet und besteht aus einer oberen Führungsplatte 82, einem plattenähnlichen Schieber 83 und einem mit dem unteren Ende des Schiebers gekuppelten Betätigungszyylinder 84. Der Schieber 83 ist so geführt, dass er sich nach oben und unten längs einer senkrechten Bahn bewegen kann, welche die Fördereinrichtung 69 zwischen den Schienen 72 und 73 kreuzt, damit man die Plättchen der Innenfläche 64 der Tür 22 zuführen kann. Ein Führungsschlitz 85 der Führungsplatte 82 kurz unterhalb der Innenfläche der geöffneten Tür bildet die oberste Führung für den Schieber 83, und ein stehend angeordnetes Führungsteil 86 erstreckt sich unterhalb der Fördereinrichtung zu dem Betätigungszyylinder 84, um den Schieber 83 längs seiner senkrechten Bahn zu führen. Die Breite des Schiebers 83 ist kleiner als der Querabstand zwischen den Schienen 72 und 73 und auch kleiner als der Abstand zwischen den Hauptwänden jeder Kassette 70, welche die Schienen 72 und 73 übergreift. Ausserdem ist die Dicke des Schiebers 83 kleiner als der Abstand zwischen je zwei einander in einer Kassette 70 benachbarten Plättchen.

Der Schieber 83 weist an seinem oberen Ende eine kreisboförmige gekrümmte Kante 87 auf, die zur Krümmung eines Plättchens passt und mit einer Nut versehen ist, deren Breite ausreicht, um ein Plättchen aufzunehmen und das Plättchen mit Hilfe seines Randes zu unterstützen. Somit kann sich der Schieber 83 der Hebeeinrichtung zwischen den Führungsschienen 72 und 73 hindurch im rechten Winkel zu der Fördereinrichtung und einer Kassette bewegen, nachdem der Schrittmotor 80 und der Kettenbetrieb 75 ein in einer Kassette enthaltenes Plättchen in Fluchtung mit der Bahn des Schiebers 83 gebracht hat. Gemäss Fig. 3 sind die Kassetten 70 so ausgebildet, dass die Plättchen von unten her zugänglich sind und sich der Schieber 83 vollständig durch die Kassette hindurch bewegen kann. Nachdem der Schrittmotor 80 und die Kette 75 ein in einer Kassette befindliches Plättchen in Fluchtung mit der Bahn des Schiebers 83 gebracht haben, wird der Schieber zwischen den Schienen der Fördereinrichtung hindurch nach oben bewegt, damit das Plättchen von der Nut am oberen Ende 87 des Plättchens aufgenommen wird; nunmehr wird das Plättchen nach oben bewegt, bis es eine konzentrische Lage mit der unmittelbar benachbarten Innenfläche 64 der geöffneten Kammertür 22 einnimmt. Da die Plättchen stehend angeordnet sind, trägt die Schwerkraft dazu bei, die Plättchen auf schonende Weise, jedoch zuverlässig in der Nut am oberen Ende 87 des Schiebers festzuhalten. Eine Berührung mit der empfindlichen Vorderseite des Plättchens, auf der sich die empfindlichen Mikroschaltkreise befinden, wird daher praktisch vollständig vermieden, was im Gegensatz zu Anordnungen steht, bei denen eine automatische Handhabung der Plättchen erfolgt, während diese eine waagrechte Lage einnehmen. Auf diese Weise wird die Gefahr einer Beschädigung oder eines Zerkratzens der Plättchen erheblich verringert.

Sobald das Plättchen an der Tür 22 eintrifft, erfasst das Spannfutter 60 das Plättchen durch Aufbringen von Unterdruck auf seine Rückseite; dann wird der Schieber 83 in dem Führungsschlitz 85 und durch die Kassette 70 hindurch nach unten bewegt, bis er sich wieder unterhalb der Fördereinrichtung 69 befindet. Nunmehr wird die Tür 22 geschlossen, wobei das Plättchen durch das Spannfutter 60 festgehalten wird, um das Plättchen in die Schleuse 12 einzuführen, wobei der Kammereingang 23 gleichzeitig in der beschriebenen Weise geschlossen wird, woraufhin die Behandlung in der Kammer 10 erfolgen kann. Bevor die Behandlung des Plättchens 15 abgeschlossen ist, können weitere Plättchen in die übrigen Öffnungen 37 der Tragplatte 18 eingeführt werden; zu diesem Zweck bewirken der Schrittmotor und die Antriebskette, dass die Kassette um einen Schritt bewegt wird, um das nächste Plättchen über dem Schieber 83 anzuordnen, der dann nach oben bewegt wird, um diese Plättchen nach oben zu bewegen und es gegenüber der geöffneten Tür anzuordnen, deren Spannfutter dann das Plättchen erfasst, um es in die Beschickungsschleuse zu überführen. Nach dem Abschluss der Behandlung des ursprünglichen Plättchens 15, das nacheinander sämtlichen Arbeitsstationen zugeführt worden ist, befindet sich das Plättchen wieder an der Schleuse 12, woraufhin das Spannfutter 60 wieder gegen die Rückseite des Plättchens ausgefahren wird, während die Tür 22 noch geschlossen ist; gleichzeitig bewirken die Klammerbetätigungseinrichtungen 62, dass die Klammern 20 niedergedrückt werden, um sie ausser Eingriff mit dem Plättchen zu bringen, damit dieses mit Hilfe des Spannfutters entnommen werden kann, woraufhin die Tür geöffnet wird und das Plättchen wieder über der Bahn des Schiebers 83 angeordnet ist. In der Zwischenzeit bewegen der Schrittmotor 80 und die Kette 75 die Kassette 70 zurück, so dass das seine ursprüngliche Position einnehmende Plättchen 15 über der Bahn des Schiebers 83 angeordnet wird. Hierauf bewegt sich der Schieber zwischen den Führungsschienen 72 und 73 und durch den Führungsschlitz 85 nach oben, um das Plättchen 15 an dem unteren Teil seines Randes zu erfassen, woraufhin das Spannfutter 60 das Plättchen freigibt, damit der Schieber 83 das Plättchen nach unten bewegen und wieder in seine ursprüngliche Lage in der Kassette bringen kann. Hierauf wird die Kassette in der Vorwärtsrichtung bewegt, damit das nächste Plättchen behandelt werden kann.

Vor dem Anheben der einzelnen Plättchen mit Hilfe der Hebeeinrichtung 68 und vor dem Einbringen in die Beschickungsschleuse ist es erwünscht, dafür zu sorgen, dass alle Plättchen auf eine bestimmte Weise so orientiert werden, dass die normalerweise vorhandenen Führungsanflächungen 91, die sich jeweils längs einer Sehne jedes Plättchens erstrecken, eine solche Lage einnehmen, dass sie sich im obersten Teil der Kassette befinden. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass alle Plättchen gegenüber den Behandlungseinrichtungen in der Kammer 10 die gleiche Lage einnehmen. Wird dafür gesorgt, dass die Führungsanflächungen in eine vorbestimmte Lage gebracht werden, besteht ausserdem Gewähr dafür, dass die Klammern 20 der Tragplatte 18 einwandfrei arbeiten und nicht zufällig eine Anflächung eines Plättchens anstelle eines Teils des kreisbogenförmigen Randes erfassen. Um eine solche gleichmässige Orientierung zu gewährleisten, sind gemäss Fig. 3 zwei parallele Rollen 90 vorhanden, die sich zwischen den Führungsschienen 72 und 73 und parallel zu ihnen erstrecken. Die Rollen 90 sind in der Bahn der Kassetten 70 kurz vor der Hebeeinrichtung 68 angeordnet, so dass die Orientierung der Plättchen abgeschlossen wird, bevor die Plättchen zu der Hebeeinrichtung gelangen. Nachdem eine Kassette über den Rollen 90 angeordnet worden ist, werden die Rollen angehoben und in entgegengesetzten Richtungen gedreht, d.h. die eine im Uhrzeigersinne

und die andere entgegen dem Uhrzeigersinne, wobei sie in leichter Berührung mit den kreisrunden Rändern der Plättchen stehen. Durch die Berührung mit den umlaufenden Rollen 90 werden die Plättchen in den Kassetten gedreht, bis sich die Führungsanflächungen 91 sämtlicher Plättchen jeweils tangential zu den umlaufenden Rollen erstrecken, woraufhin die Berührung mit den Rollen aufgehoben wird; jetzt sind sämtliche Plättchen so angeordnet, dass die Anflächungen 91 nach unten weisen und die Fluchtung miteinander stehen; schliesslich werden die Rollen 90 nach unten zurückgezogen.

Wie erwähnt, wird die Druckplatte 16 immer dann an die Tragplatte 18 und die Kammerwand 32 angepresst, wenn die Tür 22 geöffnet ist, um den evakuierten Innenraum der Kammer gegenüber der Atmosphäre abzusperren. Fig. 4 und 5 zeigen mit weiteren Einzelheiten die relative Anordnung der Druckplatte und der Tragplatte, wobei aus Fig. 4 die Vereinigung der die Schleuse 12 bildenden Teile zu einem Stapel ersichtlich ist, während man in Fig. 5 die relative Anordnung dieser Teile für den Fall erkennt, dass sich die Druckplatte in ihrer zurückgezogenen Stellung befindet. In Fig. 4 befindet sich das Spannfutter 60 in seiner ausgefahrenen Stellung, bei der ein Plättchen 15 von den Klammern 20 aufgenommen worden ist, wobei die Stifte 66 der Klammerbetätigungseinrichtungen 62 teilweise vorgeschoben sind, nachdem sie die Klammern aufgespreizt haben; in Fig. 5 ist das Spannfutter 60 ebenso eingefahren wie die Stifte der Betätigungseinrichtungen, und das Plättchen wird jetzt in der Tragplatte 18 zuverlässig festgehalten. Nachdem die Druckplatte 16 zurückgezogen worden ist, kann das Plättchen jetzt durch eine Drehbewegung zur nächsten Behandlungsstation gebracht werden. In Fig. 6 befindet sich das Spannfutter 60 ebenfalls in seiner zurückgezogenen Stellung, doch ist der Unterdruck weiterhin wirksam, und das Plättchen 15 liegt jetzt an der Innenfläche 64 der Kammertür 22 an. Hierbei handelt es sich natürlich um die Stellung der Teile der Beschickungsschleuse und des Plättchens kurz nach dem Entnehmen des Plättchens aus den Klammern 20 und vor der Entnahme aus der Beschickungsschleuse; alternativ handelt es sich um die Stellung der genannten Teile kurz nach dem Schliessen der Tür, bevor das Spannfutter das Plättchen in seine Lage in der Öffnung 37 der Tragplatte gebracht hat. Die Stifte 66 der Klammerbetätigungseinrichtungen 62 stehen in Berührung mit den Klammern, bevor diese niedergedrückt werden, um sie aufzuspreizen, damit sie ein Plättchen aufnehmen können.

Nach dem Beschicken der Schleuse mit einem Plättchen 15 wird die Schleuse während eines Arbeitszyklus, der erheblich weniger als eine Minute in Anspruch nimmt, vorbereitend auf einen Unterdruck evakuiert, bei dem die Evakuierung immer noch erheblich geringer ist als diejenige der Kammer, wobei jedoch die Atmosphäre in der Kammer nicht erheblich gestört wird, wenn die Druckplatte gemäss Fig. 5 zurückgezogen und das Plättchen 15 zur nächsten Arbeitsstation gedreht wird. Dies lässt sich auf zweckmässige Weise innerhalb einer solchen kurzen Zeit nicht nur deshalb durchführen, weil die Beschickungsschleuse im Vergleich zu der Kammer einen sehr kleinen Rauminhalt hat, der im wesentlichen nur auszureichen braucht, um ein Plättchen aufzunehmen, sondern auch deshalb, weil der Aufwand für die Entgasung im wesentlichen nur durch die Flächen des Plättchens bestimmt wird, da keine Hilfsunterstützung benutzt werden, die ausserhalb der Schleuse betätigt werden müssen, und da in jedem Fall die Oberfläche der das Plättchen in der Kammer unterstützenden Klammern im Vergleich zu den Flächen des Plättchens relativ klein ist. Dies steht im Gegensatz zu bekannten Vorrichtungen, bei denen Platten und andere äussere Unterstützungen in die Beschickungsschleuse

eingeführt werden müssen, wobei diese Einrichtungen eine erhebliche Oberfläche haben, die zu einer erheblichen Vergrösserung des Aufwandes für das Evakuieren führt.

Natürlich trägt der Verzicht auf die Verwendung solcher von aussen her einzuführenden Unterstützungen erheblich zu einer Verringerung der Gefahr einer Verunreinigung bei. Ferner ist zu bemerken, dass sich sogar noch günstigere Bedingungen ergeben, wenn das Plättchen nacheinander verschiedenen Arbeitsstationen zugeführt wird, denn derjenige Teil der Druckplatte im Bereich der Beschickungsschleuse, welcher der Atmosphäre oder der Umgebung der Schleuse ausgesetzt wird, wo die Atmosphäre vorzugsweise aus trockenem Stickstoff besteht, wird nicht zusammen mit dem Plättchen gedreht, sondern er verbleibt innerhalb der Beschickungsstation, er kommt nicht in die Nähe der übrigen Stationen, und ausserdem ist er während des Beschickungsvorganges gegenüber der Kammer abgedichtet.

Während ein Plättchen der Beschickungsschleuse 12 zugeführt bzw. entnommen wird, befindet sich gemäss Fig. 4 die Druckplatte in ihrer vorderen Arbeitsstellung, so dass die Tragplatte 18 an die Vorderwand 32 der Kammer angepresst wird; entsprechend presst die Druckplatte das Plättchen an den übrigen Stationen gegen entsprechende Teile dieser Stationen. Beispielsweise ist an der Plättchenheizstation 28, d.h. der nächsten Station jenseits der Beschickungsstation 12, gemäss Fig. 7 eine Heizeinrichtung 92 vorhanden, die die Entgasung fördert. Zu der Heizeinrichtung 92 gehört eine zylindrische Unterstüzung 93, die einen etwas kleineren Durchmesser hat als die Plättchen und als Heizelement 94 eine keramische Scheibe aufweist, in die ein Widerstandsdraht so eingebettet ist, dass sich die Aussenfläche der Scheibe auf regelbare Weise erhitzen lässt, so dass ihre gesamte ebene Fläche auf eine im wesentlichen gleichmässige Temperatur gebracht wird. Die Plättchenheizeinrichtung 92 ist auf der Vorderwand 32 der Behandlungskammer unter dichtem Abschluss in einer Öffnung so angeordnet, dass die beheizte Fläche des Heizelements 94 etwas gegenüber der Ebene der Vorderwand 32 vorspringt. Ist die Druckplatte 16 entlastet, ist sie in einem solchen Abstand von der Vorderwand der Kammer angeordnet, dass sich die Heizfläche nicht in unmittelbarer Nähe der Tragplatte 18 bzw. eines von ihr aufgenommenen Plättchens befindet. Nimmt jedoch die Druckplatte 16 ihre vordere Arbeitsstellung ein, wird die Tragplatte 18 an die Vorderwand 32 der Kammer angepresst, so dass sich ein sehr geringer Abstand zwischen der Heizfläche und dem an der Heizstation angeordneten Plättchen ergibt, wobei jedoch gemäss Fig. 7 keine Berührung mit der Heizfläche stattfindet.

In einer Unterdruck-Atmosphäre wird Wärme in erster Linie durch Strahlung übertragen. Siliziumplättchen mit einer P-Dotierung, die bei der Herstellung von Halbleitervorrichtungen in grossem Umfang verwendet werden, sind für Infrarotstrahlung ziemlich durchlässig. Daher ist die Geschwindigkeit der Erhöhung der Plättchentemperatur so gering, dass es nicht möglich ist, eine höhere Entgasungsgeschwindigkeit während des kurzen Entgasungsvorgangs zu erzielen, der bei der erfindungsgemässen Vorrichtung erforderlich ist. Da sich die Plättchen nicht bewegen, während sie sich an der Heizstation 28 befinden, ist es zweckmässig, den Übergang von Wärme von dem Heizelement 94 zu dem Plättchen 15 durch die Verwendung eines Gases als Wärmeträger zu beschleunigen. Zu diesem Zweck wird gemäss Fig. 7 durch eine zentral angeordnete Rohrleitung 114 ein Teil des Argongases, das für den Betrieb der Sprüheinrichtung verwendet wird, unmittelbar in den Raum zwischen dem Heizelement 94 und dem Plättchen 15 einzuführen. Die Übertragung von Wärme wird dadurch bewirkt, dass Argonatome abwechselnd auf heisse und kalte Flächen auftreffen. Um

eine ausreichende Wärmeübertragung zu gewährleisten, ist es erforderlich, das Argon der Heizstation 28 unter einem Druck im Bereich von etwa 13,3–133 Pa zuzuführen, der somit um eine bis zwei Größenordnungen höher ist als der normale Druck des Argons in der Hauptkammer, der etwa 1,33 Pa beträgt.

Zu der Plättchenheizeinrichtung 92 gehört ferner eine Stützplatte 98, an der gemäss Fig. 7 die zylindrische Unterstützung 93 befestigt ist. Zwischen der Stützplatte 98 und der Kammerwand 32 ist ein O-Ring 115 zum Aufrechterhalten des Unterdrucks angeordnet. Um eine Verschlechterung der Dichtungseigenschaften des O-rings 115 als Folge einer Überhitzung durch das Heizelement 94 zu vermeiden, sind Rohrleitungen 96 und 97 vorhanden, die in die Stützplatte 98 eingebaut sind und dazu dienen, ein Kühlmittel durch die Stützplatte hindurchzuleiten, um diese Platte zu kühlen und den O-Ring 115 gegen eine Überhitzung zu schützen.

In manchen Anwendungsfällen ist es erwünscht, die Plättchen an der Heizstation mit Hilfe einer Hochfrequenz-Sprüh- und -Ätzverfahrens zu erhitzen und zu reinigen, wobei Verfahren bekannter Art angewendet werden. Um ein solches Verfahren während der kurzen Zykluszeit durchzuführen, die bei der erfindungsgemässen Vorrichtung eingehalten werden muss, kann die Zufuhr von Hochfrequenzenergie dazu führen, dass die Temperatur des Plättchens auf einen unerwünschten oder zu hohen Wert ansteigt. Dieses Problem kann wiederum weitgehend durch die Verwendung eines Gases als Wärmeträger gelöst werden, wobei in diesem Fall Wärme aus dem Plättchen abgeführt und einem gekühlten Bereich zugeführt wird.

Eine geeignete Plättchenkühleinrichtung 118 ist in Fig. 8 dargestellt; hierzu gehört ein zylindrisches Bauteil 119 zum Abführen von Wärme, das auf einer Stützplatte 120 angeordnet ist. Zwischen der Stützplatte 120 und der Kammerwand 32 ist ein O-Ring 121 zum Halten des Unterdrucks angeordnet.

Um die Temperatur des Wärmeabführungsteils 119 auf einem hinreichend niedrigen Wert zu halten, sind Rohrleitungen 128 und 129 vorhanden, die sich durch die Stützplatte 120 zu dem Bauteil 119 erstrecken, damit es möglich ist, ein Kühlmittel zirkulieren zu lassen, wodurch die Temperatur auf dem gewünschten Wert gehalten wird. Das Wärmeabführungsteil 119 hat eine ebene Fläche 125, die in einem kleinen Abstand von dem Plättchen 15, d.h. ausser Berührung mit diesem, angeordnet ist, wenn sich die Druckplatte 16 in ihrer vorderen Arbeitsstellung befindet. Gemäss Fig. 8 ist eine zentral angeordnete Rohrleitung 126 vorhanden, die es ermöglicht, einen gewissen Teil des Argongases, das für den Betrieb der Sprüheinrichtung benötigt wird, unmittelbar in den Raum zwischen dem Bauteil 119 und dem Plättchen 15 einzuleiten. Durch das Einführen von Argongas wird die Abkühlungsgeschwindigkeit gesteigert, da eine grössere Wärmemenge von dem Plättchen 15 zu dem Bauteil 119 abgeführt wird, und zwar ebenso wie der Wärmetransport von dem Heizelement 94 zu dem Plättchen 15 an der Heizstation 28 gesteigert wird, wie es weiter oben anhand von Fig. 7 beschrieben ist.

Bei der nächsten Station, zu der das Plättchen transportiert wird, handelt es sich um die Beschichtungsstation 14, die auf der Rückwand 99 der Kammer angeordnet ist, und für welche die Druckplatte eine runde Öffnung 101 aufweist, damit es mit Hilfe der Sprüheinrichtung 100 möglich ist, unmittelbar ein Plättchen zu beschichten, das mit Hilfe der Tragplatte 18 der Beschichtungsstation gegenübergestellt worden ist. Ferner ist ein Verschluss 102 vorhanden, damit das Beschichtungsmaterial während der Drehung der Tragplatte, und wenn sich an der Beschichtungsstation kein Plättchen befindet, aufgefangen werden kann. Fig. 9 zeigt die

Beziehung zwischen den Teilen der Beschichtungsstation 14. Fig. 9 zeigt die Teile kurz vor dem Augenblick, in dem die Druckplatte 16 in ihre vordere Stellung gebracht wird, um die Tragplatte 18 an die Vorderwand 32 der Kammer anzupressen. Somit befindet sich das Plättchen während des Beschichtens im Vergleich zu seiner Ruhestellung nach Fig. 9 in einem kleineren Abstand von der Vorderwand, so dass das Plättchen konzentrisch mit der Sprüheinrichtung 100 fest in seiner Lage gehalten wird.

Ein Hauptvorteil der Unterstützung des Plättchens mit Hilfe seines Randes und der Einzelbehandlung beim Beschichten wird nunmehr ersichtlich. Bekanntlich führt die Anwendung des Sprühverfahrens, mittels dessen ein metallischer Überzug auf die Vorderseite des Plättchens aufgebracht wird, zu einer weiteren Erhitzung des Plättchens, so dass eine erhöhte Entgasung des Plättchens gerade im ungünstigsten Zeitpunkt erfolgt. Jedoch führt der kleine Abstand zwischen der Sprüheinrichtung 100 und dem Plättchen 15, der die Erzielung einer hohen Beschichtungsgeschwindigkeit von etwa 1000 nm/min ermöglicht, in Verbindung mit der Verringerung der Gefahr einer Verunreinigung durch die Vermeidung der Verwendung äusserer Plättchenunterstützungen und wegen des Nichtvorhandenseins weiterer Plättchen, die unmittelbar vor der Vorderseite des Plättchens zusätzliche Entgasungsprodukte abgeben, sowie mit der Tatsache, dass die von der Rückseite abgegebenen Entgasungsprodukte mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die die Sprüheinrichtung umgebenden Abschirmungsteile auftreffen, zu einer erheblichen Verringerung der Konzentration der bei der Entgasung freiwerdenden Verunreinigungsstoffe, die sich auf der Vorderseite des Plättchens ablagern könnten; dies steht im Gegensatz zu den bis jetzt bekannten Vorrichtungen. Bei den älteren chargenweise arbeitenden Vorrichtungen sowie bei Beschichtungsschleusen bekannter Art sind einander jeweils mehrere Plättchen benachbart, die z.B. auf einer Tragplatte angeordnet sind, wobei die geometrischen Verhältnisse der Sprüheinrichtung und der Plättchen gewöhnlich derart sind, dass sich die Plättchen nicht einzeln abschirmen lassen, um zu bewirken, dass sich die Verunreinigungen mit dem Beschichtungsmaterial vereinigen statt sich auf der Oberfläche der Plättchen abzulagern.

Weitere Vorteile ergeben sich daraus, dass die Metallisierung jedes einzelnen Plättchens durchgeführt wird, während sich das Plättchen in einer senkrechten Lage befindet, wobei das Plättchen keine Bewegung ausführt. Es liegt auf der Hand, dass dann, wenn irgendwelche Rückstände oder teilchenförmiges Material in der Vorrichtung vorhanden sind, die Gefahr, dass solche Stoffe auf einer senkrechten Plättchenfläche zur Ruhe kommen, erheblich geringer ist als bei einem liegend angeordneten Plättchen. Die Tatsache, dass während des Metallisierungsvorganges in der Kammer keinerlei Bewegung stattfindet, bedeutet, dass keine Stösse oder Vibrationen auftreten, die zum Entstehen von Rückständen führen könnten, z.B. durch das Ablösen von Metallisierungsmaterial, das auf Plättchenträgerkonstruktionen, Abschirmungen und andere ähnliche Flächen gelangt ist. Ferner wird bei der erfindungsgemässen Vorrichtung die Beanspruchung solcher Ablagerungen von Beschichtungsmaterial auf Abschirmungen und anderen inneren Teilen der Kammer dadurch weiter verringert, dass ein wiederholter Zutritt von Luft vermieden wird, dass sich die mechanischen Beanspruchungen dadurch verringern, dass es nicht erforderlich ist, Bewegungen zu unterbrechen, sowie dadurch, dass man mit einer kleineren Anzahl bewegbarer Bauteile auskommt. Die sehr kleine Abmessungen aufweisenden Klammerbaugruppen 20, welche das Plättchen unterstützen, werden während des normalen Betriebs nicht der Berührung mit Luft ausgesetzt, denn in der Beschichtungsschleuse ist normalerweise

eine Atmosphäre aus trockenem Stickstoff vorhanden, d.h. Feuchtigkeit enthaltende Luft wird ferngehalten.

Der geringe Abstand zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung sowie das Fehlen jeder Bewegung des Plättchens bieten weitere Vorteile bezüglich der erwünschten Eigenschaften und der Homogenität der aufgetragenen Filme. Die örtliche Beschichtungsgeschwindigkeit an einem bestimmten Punkt auf der Plättchenoberfläche richtet sich nach dem Abstand vom Mittelpunkt und nach der Topografie der Fläche, d.h. danach, ob die Fläche an dem betreffenden Punkt eben ist, oder ob es sich um eine Seitenwand oder den Boden einer Stufe oder Rille handelt, oder ob die betreffende Seitenwand nach innen oder aussen gerichtet ist; hierauf wird im folgenden näher eingegangen. Da sich das Plättchen gegenüber der Sprüheinrichtung nicht bewegt, spielt sich die Beschichtung an jedem Punkt mit einer konstanten Geschwindigkeit ab, d.h. wenn man annimmt, dass der Sprüheinrichtung je Zeiteinheit eine konstante Energie Menge zugeführt wird, ergibt sich eine gleichbleibende Beschichtungsgeschwindigkeit. Daher ist die Dicke des Niederschlags an verschiedenen Punkten von unterschiedlicher Topografie radialsymmetrisch zu einer gemeinsamen Achse, auf der die Sprüheinrichtung und das Plättchen konzentrisch angeordnet sind.

Wie erwähnt, richtet sich der Grad der Verunreinigung des Überzugs nach relativen Geschwindigkeiten, mit denen auf die Plättchenoberfläche die Moleküle der eine Verunreinigung bewirkenden Hintergrundgase, z.B. Sauerstoff, sowie Atome des versprühten Beschichtungsmaterials, z.B. Aluminium, eintreffen. Wenn die Teildrücke der eine Verunreinigung bewirkenden Hintergrundgase während der Beschichtung mit konstanter Geschwindigkeit konstant bleiben, ergibt sich eine homogene örtliche Verunreinigung des Überzugs über dessen gesamte Dicke.

Im Gegensatz hierzu lässt sich dies bei den bekannten Beschichtungsschleusen nicht erreichen, bei denen eine Bewegung des Plättchens gegenüber der Sprüheinrichtung zu Beschichtungsgeschwindigkeiten führt, die während der Beschichtungszeit variieren. Dies führt dann zu Ungleichmässigkeiten bezüglich der Verunreinigung des Überzugs während des Wachstums des Films, wodurch wiederum die Ausbeute an einwandfreien Halbleitervorrichtungen verringert wird, die sich aus dem Plättchen herstellen lassen. Bei den bekannten Vorrichtungen, bei denen die Plättchen mehrmals an der Sprüheinrichtung vorbeigeführt werden, wird der Metallfilm schichtweise erzeugt, und dies führt wiederum zu einer unerwünschten Schichtung bei dem Verunreinigungsprofil.

Gemäss Fig. 9 weist die Sprüheinrichtung 100 auf ihrer Abgabeseite ein ringförmiges Bauteil 112 auf, das in Fig. 9 nur mit gestrichelten Linien angedeutet ist, dessen Einzelheiten dagegen aus der Querschnittsdarstellung in Fig. 10 ersichtlich sind. Eine solche Sprüheinrichtung ist z.B. in der US-PS 4.100.055 beschrieben. Solche Sprüheinrichtungen werden von der Varian Associates, Inc. unter der gesetzlich geschützten Bezeichnung «S-Gun» auf den Markt gebracht. Bei solchen Sprüheinrichtungen zum Erzeugen von Überzügen wird von einer magnetisch eingeschlossenen bzw. zusammengehaltenen Gasentladung Gebrauch gemacht, und es ist erforderlich, eine einem Unterdruck ausgesetzte inerte Gasatmosphäre zu verwenden, die z.B. aus Argon besteht. Ferner kann man andere Sprüheinrichtungen mit solchen ringförmigen Fangelektroden verwenden, z.B. eine ebene Magnetronquelle.

Bei der Gasentladung entstehende positive Ionen treffen auf die Fangelektrode 112 der Sprüheinrichtung auf, die aus dem Material besteht, aus dem ein Überzug erzeugt werden soll, z.B. aus Aluminium. Somit wird dieses Material von

dem Bauteil 112 aus nach aussen abgesprüht. Der Sprühvorgang wird in der Unterdruck-Atmosphäre in der Vakuumkammer 10 durchgeführt, in der das vorherrschende Gas normalerweise Argon ist, das unter einem sehr niedrigen Druck zugeführt wird, um die Gasentladung aufrechtzuerhalten.

Der Druck des Argons, der erforderlich ist, um die Entladung aufrechtzuerhalten, liegt gewöhnlich im Bereich von 0,266–2,66 Pa, und, wie nachstehend erläutert, hat es sich gezeigt, dass die Qualität des Überzugs durch den Gasdruck beeinflusst wird. Es hat sich gezeigt, dass es sich bei dem zur Unterhaltung der Entladung benötigten Argon zweckmässig um einen Teil des Argon handeln kann, das den verschiedenen Plattenbehandlungsstationen zugeführt wird; wie es weiter oben in Verbindung mit der Plättchenheizstation 28 und der Plättchenkühlrichtung 118 beschrieben worden ist.

Gemäss Fig. 9 und 10 kann man die Sprüheinrichtung oder Quelle 100 als ringförmige Quelle mit einem Innendurchmesser und einem Aussendurchmesser sowie einem die beiden Durchmesser verbindenden Profil betrachten, das umgekehrt kegelförmig ist und einen mittleren Kegelwinkel von etwa 30°C aufweist. Es sei bemerkt, dass es sich bei dem Ausdruck «kegelförmig» um eine Annäherung handelt, denn in der Praxis wird das Profil des Bauteils 112 während seiner Lebensdauer in einem erheblichen Ausmass erodiert. Fig. 10 zeigt in einer Überlagerung sowohl ein typisches Profil eines neuen Bauteils 112 als auch das Profil des gleichen Bauteils am Ende seiner nutzbaren Lebensdauer. Ausserdem sind zahlreiche Abänderungen des Profils möglich, wie es z.B. in der US-PS 4.100.055 beschrieben ist; weiterhin gibt es bestimmte brauchbare ringförmige Materialquellen, z.B. solche in Form eines ebenen Magnetrons, die nicht ein solches allgemein konisches Profil besitzen.

Trotz dieser Erosion wird ein erheblicher Teil des von dem Bauteil 112 abgegebenen Materials immer noch nach innen in Richtung auf die Achse der Quelle bewegt, und zwar auch dann, wenn das Ende ihrer Lebensdauer nahezu erreicht ist. Ausserdem wird eine gewisse Materialmenge, die aus den stärker erodierten tieferen Teilen des Bauteils stammt, und die nach aussen abgegeben wird, in der Praxis von den erodierten Seitenflächen aufgefangen, von denen aus das Material erneut allgemein nach innen abgesprüht werden kann. Trotz dieser Erosion kann man daher feststellen, dass die Anordnung als ringförmige Quelle arbeitet und praktisch die Form eines umgekehrten Kegels hat. Es wird angenommen, dass diese Gestalt zu einem höheren Wirkungsgrad bezüglich der Ausnutzung des abgesprühten Materials im Vergleich zu einer ebenen Abgabefläche führt. Es wird angenommen, dass dies seine Ursache darin hat, dass ein grösserer Teil des abgesprühten Materials wegen der konischen Form allgemein nach innen bewegt wird, so dass ein grösserer Teil auf dem Plättchen niedergeschlagen wird, statt nutzlos auf die Abschirmung zu gelangen.

Gemäss Fig. 9 wird das Plättchen 15 konzentrisch mit der Sprüheinrichtung 100 und parallel dazu festgehalten, während der Überzug erzeugt wird, wobei das Plättchen innerhalb der relativ dünnen Tragplatte 18 mit Hilfe der Klammern 20 elastisch unterstützt wird. Diese Beziehungen werden im folgenden anhand der schematischen Darstellung in Fig. 10 näher betrachtet, die dazu beiträgt, den wirksamen Abstand x zwischen dem Bauteil 112 und dem Plättchen, den wirksamen Quellendurchmesser D_s und den radialen Abstand r vom Mittelpunkt des Plättchens aus zu definieren. Beim Definieren dieser Grössen ist es zweckmässig, eine effektive Ebene P_s zu identifizieren, wie sie am Ende der Lebensdauer des Bauteils 112 vorhanden ist, wobei die oberhalb und unterhalb dieser Ebene erodierten Materialmengen gleich gross sind.

Ferner ist es zweckmässig, den wirksamen Quellendurch-

messer D_s zu definieren, dass am Ende der Lebensdauer des Bauteils 112 die ausserhalb dieses Durchmessers erodierte Materialmenge gleich der innerhalb dieses Durchmessers erodierten Materialmenge ist. Somit stellt x analytisch den Abstand zwischen dem Plättchen und der Ebene P_s dar. Bei einer typischen Sprüheinrichtung 100, wie sie im Handel erhältlich ist, kann der tatsächliche Aussendurchmesser etwa 130 mm und der tatsächliche Innendurchmesser etwa 54 mm und die Höhe gemäss Fig. 10 etwa 22 mm betragen. Bei dem dargestellten Erosionsmuster beträgt somit der effektive Durchmesser D_s etwa 117 mm. Ferner ist ersichtlich, dass die wirksame Ebene P_s der Sprüheinrichtung um etwa 12,7 mm tiefer liegt als die Oberkante der noch nicht erodierten Elektrode.

Es hat sich nunmehr überraschenderweise gezeigt, dass das Beschichten von Halbleiterplättchen unter Erzielung einer sehr guten Gleichmässigkeit in einer Ebene und einer hervorragenden Überdeckung von Stufen möglich ist, wenn das Plättchen während des Beschichtens gegenüber der Sprüheinrichtung 100 in Ruhe bleibt, und dass sich dies innerhalb einer relativ kurzen Beschichtungszeit von etwa einer Minute erreichen lässt, wenn bestimmte geometrische und räumliche Beziehungen eingehalten werden, und wenn ein geeignetes inertes Gas vorhanden ist, das unter einem geeigneten Druck steht. Diese Vorbedingungen für die Erzielung einer sehr hohen Gleichmässigkeit und einer hervorragenden Überdeckung von Stufen sowie die Verbesserungen, die sich durch Enthaltung der richtigen Grössen erreichen lassen, sind in Fig. 11 bis 15 grafisch dargestellt. Es sei bemerkt, dass der Ausdruck «Gleichmässigkeit» in der nachstehenden Beschreibung und den zugehörigen Figuren das Verhältnis zwischen der Dicke des Überzugs an einem bestimmten Punkt innerhalb der Fläche und der Dicke am Mittelpunkt des Plättchens bezeichnet. Mit anderen Worten, die Gleichmässigkeit wird als Einheit bezüglich des Mittelpunktes des Plättchens angegeben.

Fig. 11 und 12 zeigen die Gleichmässigkeit der Dicke des Überzugs auf der obersten Hauptebene des Plättchens 15 als Funktion des radialen Abstandes r des betrachteten Punktes in Zoll vom Mittelpunkt des Plättchens, wobei die Gleichmässigkeit ein in der erwähnten Weise normalisiertes relatives Mass ist. Fig. 11 zeigt vier Kurven, die für einen Abstand zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen von 50 bzw. 75 bzw. 100 mm gelten. Die Argonatmosphäre in der Kammer steht hierbei unter einem Druck von 0,4 Pa. In Fig. 12 gelten die beiden Gleichmässigkeitskurven für einen Abstand x zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen von 100 mm, doch gilt die eine Kurve für einen Druck der Argonatmosphäre von 0,266 Pa, während die andere Kurve für einen Druck der Argonatmosphäre von 1,33 Pa gilt.

Fig. 11 zeigt die überraschende Tatsache, dass die Gleichmässigkeit des Überzugs innerhalb der ebenen Fläche des Plättchens 15 sehr gut ist, und zwar selbst dann, wenn keine Relativbewegung zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen stattfindet, solange der wirksame Durchmesser D_s der Sprüheinrichtung grösser ist als der Durchmesser D_w des Plättchens. Genauer gesagt ist gemäss Fig. 11 die Gleichmässigkeit der Überdeckung der ebenen Fläche besser als $\pm 15\%$, solange x annähernd im Bereich von 0,4 D_s bis 1,1 D_s liegt, wenn x eine Strecke von 50–125 mm bezeichnet und D_s die Grösse 117 mm hat, und solange der grösste Plättchendurchmesser D_{wmax} kleiner ist als etwa 0,9 D_s (oder als ein Wert von r , der gleich dem halben Plättchendurchmesser ist, d.h. etwa 53 mm bei einem wirksamen Durchmesser D_s der Quelle von 117 mm).

Innerhalb der vorstehenden Grenzen ergeben sich sogar noch bessere Toleranzen innerhalb bestimmter Bereiche des Plättchendurchmessers. Beispielsweise ist innerhalb des

Bereichs von Verhältnissen zwischen dem Plättchendurchmesser und dem Quellendurchmesser von bis zu etwa 0,65 bzw. bei einem radialen Abstand r von bis zu 38 mm die Gleichmässigkeit besser als $\pm 8\%$. Mit anderen Worten, innerhalb eines Plättchendurchmessers von 75 mm und bei einem wirksamen Quellendurchmesser von 117 mm sowie unter der Annahme eines Drucks der Argonatmosphäre von 0,4 Pa ist die Gleichmässigkeit in der Ebene besser als $\pm 8\%$, und zwar ohne Rücksicht darauf, welcher Abstand x zwischen der Quelle und dem Plättchen innerhalb des Bereichs von 0,4–1,1 D_s gewählt wird. Wenn man den Abstand x zwischen der Quelle und dem Plättchen auf den Bereich von etwa 0,4 bis 0,9 D_s beschränkt, wobei x zwischen 50 und 100 mm liegt und D_s etwa 117 mm beträgt, wird die Gleichmässigkeit in einer Ebene gemäss Fig. 11 weiter auf einen Wert gesteigert, der besser ist als $\pm 5\%$.

Die vorstehenden Zahlenwerte für die Gleichmässigkeit in einer Ebene werden durch den Druck der Argonatmosphäre beeinflusst, in der die Beschichtung durchgeführt wird, doch gelten trotzdem die genannten überraschenden Ergebnisse bezüglich der Gleichmässigkeit. Zur Veranschaulichung des Einflusses des Drucks zeigt Fig. 12, was sich beispielsweise bei einem Abstand x von 100 mm zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen und einem Aussendurchmesser der Sprüheinrichtung von 125 mm abspielt, wobei der wirksame Quellendurchmesser D_s die Grösse von 117 mm hat, für zwei verschiedene Bedingungen, und zwar einen Druck der Argonatmosphäre von 0,266 Pa und einen Druck von 1,33 Pa. Es ist ersichtlich, dass bei einem Argondruck von 0,266 Pa eine Gleichmässigkeit von $\pm 10\%$ bis zu einem maximalen Plättchendurchmesser von etwa 109 mm bzw. einem radialen Abstand r von etwa 56 mm erzielt wird. Erhöht man den Argondruck auf 1,33 Pa, wird der maximale Durchmesser, bis zu dem die gleiche Gleichmässigkeit von $\pm 10\%$ erreicht wird, um etwa 16% auf etwa 91 mm verringert, wobei ein radialer Abstand r von etwa 46 mm vorhanden ist. Alternativ ist zu erkennen, dass bei einem Plättchendurchmesser von 75 mm die Gleichmässigkeit bei einem Argondruck von 0,266 Pa etwa $\pm 4\%$ beträgt, und dass sich bei einem Argondruck von 1,33 Pa eine Gleichmässigkeit von etwa $\pm 7\%$ ergibt; in beiden Fällen handelt es sich für zahlreiche Halbleiterplättchen um hervorragende Ergebnisse.

Fig. 15 ist eine weitere Darstellung des Einflusses des Drucks der Argonatmosphäre. In Fig. 15 ist für einen Abstand von 100 mm zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen die Gleichmässigkeit der Überdeckung einer ebenen Fläche als Funktion des Argondrucks bei zwei radialen Abständen r von 38 bzw. 50 mm dargestellt. Wie erwartet, zeigt der radial am weitesten innen liegende Punkt die höchste Gleichmässigkeit, doch ergeben sich ähnliche Unterschiede innerhalb des Bereiches der Argondrucke. Es ist ersichtlich, dass zwischen Druckwerten von 0 und 0,665 Pa die Änderung bei beiden radialen Abständen am schnellsten erfolgt. Zwischen etwa 0,665 und 2 Pa ändert sich jedoch die Gleichmässigkeit nur sehr wenig, und zwar in beiden Fällen nur in der Grössenordnung von einigen Prozent. Somit ist ersichtlich, dass die Gleichmässigkeit bei einer ebenen Fläche für Änderungen des Argondrucks zwischen 0,665 und 2 Pa nicht sehr empfindlich ist; hierbei handelt es sich um eine überraschende Tatsache, die Bedeutung gewinnt, wenn die Überdeckung von Stufen optimiert werden soll, die in einem erheblich grösseren Ausmass durch Änderungen des Argondrucks beeinflusst wird, wie es in folgenden näher erläutert ist.

Soll ein in jeder Beziehung befriedigender Überzug erzeugt werden, ist es wichtig, dass die Seitenwände von Rillen und Stufen innerhalb der ebenen Hauptfläche des Plättchens 15 einen Überzug von ausreichender Stärke erhalten. Unter den

Seitenwänden sind Flächen zu verstehen, die allgemein im rechten Winkel zur ebenen Hauptfläche des Plättchens verlaufen. Der Grad der Überdeckung von Stufen lässt sich nur schwer vorschreiben und messen. Die Hersteller von Halbleitervorrichtungen benutzen in erster Linie Abtastelektronenmikroskope als Hilfsmittel zur wenigstens subjektiven Abschätzung der Überdeckung von Stufen in bestimmten Anwendungsfällen.

Bis jetzt hat die Erfahrung ergeben, dass es notwendig ist, eine Relativbewegung zwischen den Plättchen und der Sprüheinrichtung herbeizuführen, damit eine ausreichende Gleichmässigkeit und Überdeckung von Stufen erreicht wird. In einer neueren Arbeit von I.A. Blech, D.B. Fraser und S.E. Haszko, «Optimization of Al step coverage through computer simulation and electron microscopy», J. Vac. Sci. Technol. 15, S. 13–19 (Januar–Februar 1978) wird über eine hervorragende Übereinstimmung zwischen Computersimulationen des Aufbringens von Metallfilmen und mit Hilfe von Abtastelektronenmikroskopen hergestellten Lichtbildern berichtet, die die Überdeckung von Stufen zeigen, wenn ein Elektronenstrahlverdampfer in Verbindung mit einer Planetenbewegungen ausführenden Vorrichtung benutzt wird, wobei eine Beschichtung von nicht erhitzten Substraten erfolgt. Zwar handelt es sich bei der gemäss dem Bericht verwendeten Quelle um eine thermische Verdampfungsquelle mit kleiner Oberfläche, während bei der erfindungsgemässen Vorrichtung eine ringförmige Sprüheinrichtung 100 verwendet wird, und die erfindungsgemässe Quelle ist orstfest und in einem kleinen Abstand von dem Plättchen angeordnet, doch sind in dem Bericht betrachteten geometrischen Verhältnisse ziemlich aufschlussreich. Zwar müsste die Beschichtung verschiedener Flächen mit Hilfe der erfindungsgemässen Sprüheinrichtung erheblich besser sein als bei einer zentral angeordneten Quelle mit kleiner Oberfläche entsprechend dem Bericht, doch zeigen die Gesichtspunkte, die in dem genannten Bericht geprüft werden, dass bei Plättchenabmessungen von praktischem Interesse im Vergleich zum Durchmesser der ringförmigen Sprüheinrichtung eine Abschirmung auftreten würde, die ausreicht, um die Möglichkeit der Erzielung einer ausreichenden Überdeckung von Stufen innerhalb des grössten Teils eines Plättchens ernsthaft zu bezweifeln. Überraschenderweise lässt sich jedoch gemäss der Erfindung eine sehr gute Überdeckung von Stufen erzielen. Zwar führen viele der Einzelheiten, die vorstehend anhand von Fig. 11 und 12 beschrieben worden sind, und bei denen sich eine gute Gleichmässigkeit bezüglich der Überdeckung ebener Flächen ergibt, auch zu einer guten Überdeckung von Stufen, doch war es möglich, bestimmte Bereiche und Werte des Abstandes zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen sowie bezüglich des Verhältnisses zwischen den Durchmessern des Plättchens und der Sprüheinrichtung zu identifizieren, die eine noch bessere Überdeckung gewährleisten; Entsprechendes gilt für bestimmte Bereiche und Werte des Drucks der Argonatmosphäre in der Beschichtungsvorrichtung.

Fig. 13 und 14 tragen dazu bei, diese optimalen Parameter zu ermitteln, wobei die Messungen bezüglich der Dicke der Überdeckung von Seitenwänden als Funktion des radialen Abstandes r vom Mittelpunkt des Plättchens aufgetragen sind. Alle Angaben für jeden radialen Abstand sind auf die Dicke des Niederschlags bezogen, der in dem betreffenden radialen Abstand in einer ebenen Fläche entsteht. Es sei bemerkt, dass die waagrechte Achse jeder grafischen Darstellung Werte zeigt, die auf beiden Seiten der senkrechten Achse liegen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass physikalisch betrachtet eine bestimmte Rille eines Plättchens Seitenwände haben kann, die sowohl dem Mittelpunkt des Plättchens zugewandt als auch an dem Mittelpunkt abgewandt sind. Es

ist nicht überraschend, dass die nach aussen weisenden Flächen im allgemeinen einen erheblich dünneren Überzug erhalten als die nach innen gerichteten Flächen, obwohl beide Flächen den gleichen radialen Abstand r vom Mittelpunkt des Plättchens haben. Diese Tatsache spiegelt sich in Fig. 13 und 14 wider, so dass die Darstellung auf der linken Seite der senkrechten Achse radialen Abstände von Seitenwänden entspricht, die nach aussen gerichtet sind, während der rechte Teil der Darstellung für Seitenwände gilt, die nach innen gerichtet sind. Ferner ist zu bemerken, dass in senkrechter Richtung die Überdeckung der Seitenwände als Prozentsatz der Überdeckung einer ebenen Fläche dargestellt ist. Beide grafischen Darstellungen zeigen jeweils eine Kurve für einen Argondruck von 0,4 Pa bzw. von 1,33 Pa, wobei Fig. 13 für einen Abstand x von 100 mm zwischen der Sprüheinrichtung und dem Substrat und Fig. 14 für einen Abstand x von 75 mm gilt.

Wie die Kurven ohne weiteres erkennen lassen, besteht ein weiteres unerwartetes Ergebnis darin, dass die Überdeckung der Seitenwände bei den nach aussen gerichteten Flächen, bei denen stets grössere Schwierigkeiten auftreten, in einem sehr weitgehenden Ausmass verbessert wird, wenn man den Druck der Argonatmosphäre von 0,4 auf 1,33 Pa erhöht. Dies gilt für einen Bereich von Abständen zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen in dem Fall, dass dieser Abstand etwa 75 bzw. etwa 100 mm beträgt. Gemäss Fig. 14, wo ein Abstand x von 75 mm vorhanden ist, wird die Überdeckung der Seitenwände z.B. von weniger als 4% auf nahezu 12% in einem radialen Abstand von 50 mm gesteigert, was dem Rand eines Plättchens mit einem Durchmesser von 100 mm entspricht, sowie von 15% auf 20% am Rand eines Plättchens von 75 mm Durchmesser. Gemäss Fig. 13, d.h. wenn ein Abstand x von 100 mm vorhanden ist, wird die Überdeckung der Seitenflächen am Rand eines Plättchens von 75 mm Durchmesser von etwa 9% auf etwa 17% verbessert. Wiederum ist es ersichtlich, dass die gleichen allgemeinen Abstände zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen und die gleichen Beziehungen zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung, bei denen sich gezeigt hat, dass sich eine gute Überdeckung ebener Flächen ergibt, auch zu einer guten Überdeckung der Seitenflächen führen, insbesondere wenn ausreichende Sorgfalt darauf verwendet wird, die günstige Wirkung eines erhöhten Drucks der Argonatmosphäre bezüglich einer Verbesserung der Überdeckung der nach aussen bzw. innen gerichteten Seitenflächen innerhalb eines Bereichs zu berücksichtigen, innerhalb dessen keine schwerwiegende Verschlechterung der Gleichmässigkeit der Überdeckung einer ebenen Fläche eintritt.

Innerhalb dieser allgemeinen Parameter sind noch spezielle Bereiche vorhanden, die bezüglich der Erzielung einer optimalen Überdeckung von Seitenwänden von Interesse sind. Insbesondere bei Abständen x zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen von 0,4 bis 0,9 D_s (d.h. von 50–100 mm unter der Annahme eines wirksamen Quelldurchmessers D_s von 117 mm) und bei Plättchendurchmessern bis zu etwa 0,7 D_s (bzw. bis zu $D_w = 81$ mm, unter der Annahme eines wirksamen Quelldurchmessers D_s von 177 mm) lässt sich in einer ebenen Fläche nicht nur eine Gleichmässigkeit des Niederschlags erzielen, die besser ist als $\pm 10\%$, sondern auch die Mindestüberdeckung von Seitenwänden beträgt mindestens 10% der Überdeckung bei ebenen Flächen oder darüber, solange der Druck der Argonatmosphäre in der Nähe von 1,33 Pa gehalten wird. Bestimmte Bereiche innerhalb der vorstehenden Grenzen erweisen sich als noch vorteilhafter. Gemäss Fig. 13 und 14 beträgt bei einem Abstand x zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen von 75 mm die Überdeckung von Seitenflächen mindestens 20% der Überdeckung einer ebenen Fläche bis

zum Rand eines Plättchens von 75 mm Durchmesser, während bei $x = 100$ mm die Überdeckung von Seitenflächen unter sonst gleichen Bedingungen mindestens 17% beträgt.

Aus den vorstehenden Angaben lässt sich für einen Argondruck von 1,33 Pa während des Beschichtens und bei Abständen x zwischen der Sprüheinrichtung und dem Substrat im Bereich von 0,4–0,9 D_s die nachstehende Tabelle zusammenstellen.

Tabelle I

Gleichmässigkeit bei ebenen Flächen	Mindestüberdeckung von Seitenwänden	Grösster Durchmesser von Halbleiterplättchen oder anderen Substraten (D_{wmax})
Besser als $\pm 20\%$	-	$D_{wmax} = 107 \text{ mm} = 0,9 D_s$
Besser als $\pm 10\%$	Über 10%	$D_{wmax} = 81 \text{ mm} = 0,7 D_s$

Ähnliche Ergebnisse lassen sich bei Plättchen mit einem Durchmesser von 100 bzw. 125 erzielen. Beispielsweise muss zur Erzielung einer Gleichmässigkeit von über $\pm 10\%$ und einer Überdeckung von Seitenwänden über 10% der wirk-same Durchmesser D_s der Sprüheinrichtung mindestens 145 mm bei Plättchen von 100 mm Durchmesser bzw. mindestens 180 mm bei Plättchen mit 125 mm Durchmesser betragen. Natürlich ist es auch möglich, Plättchen mit einem Durchmesser von 75 bzw. 100 mm unter Verwendung von Sprüheinrichtungen zu beschichten, die für Plättchen von 125 mm Durchmesser bestimmt sind. Bei einem ununterbrochenen Fertigungsablauf kann es jedoch im Hinblick auf eine wirtschaftliche Ausnutzung des Materials der Sprüheinrichtungen zweckmässig sein, Sprüheinrichtungen zu verwenden, deren Abmessungen dem Durchmesser der betreffenden optimal angepasst sind.

Es wird angenommen, dass ein Teil der beobachteten Verbesserungen bezüglich der Überdeckung von Seitenflächen bei zunehmendem Druck der Argonatmosphäre darauf zurückzuführen ist, dass Kollisionen zwischen den versprühten Metallatomen und den Atomen des Argongases stattfinden, die in dem Raum zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen vorhanden sind. Zerstäubte Atome werden somit durch eine «Gasstreuung» um Ecken und über Kanten hinweg bewegt, so dass sie in Bereiche gelangen, die durch eine Schattenwirkung gegen eine Beschichtung entlang der Sichtlinie geschützt werden. Mit Hilfe eines Abtastelektrenmikroskops hergestellte Bilder zeigen tatsächlich, dass die Werte für die Überdeckung von Stufen, die sich bei einem Argondruck von 1,33 Pa erzielen lassen, erheblich besser sind als die bei einem Argondruck von 0,266 Pa erzielbaren.

Ferner ist bekannt (siehe z.B. die weiter oben genannte Arbeit von Blech u.a.), dass sich die Überdeckung von Stufen verbessern lässt, indem die Substrate während des Beschichtens mit Aluminium auf Temperaturen in der Grössenordnung von 300°C erhitzt. Diese günstige Wirkung ergibt sich aus der erhöhten Beweglichkeit der Aluminiumatome während des Filmwachstums bei erhöhten Temperaturen. Bei dem kleinen Abstand zwischen der Sprüheinrichtung und dem Plättchen, mit dem gemäss der Erfindung gearbeitet wird, und da sich weder die Sprüheinrichtung noch das Plättchen während des Beschichtens bewegt, werden hohe Beschichtungsgeschwindigkeiten erzielt, und bei einem Wert von 1000 nm/min wird eine erhebliche Wärmemenge erzeugt. Beispielsweise hat die Kondensationswärme von Aluminium zuzüglich der kinetischen Energie der zerstäubten Atome, die zur Oberfläche eines Plättchens gelangen, bei dieser Beschichtungsgeschwindigkeit annähernd einen Wert von 0,2 W/cm². Die hierbei eintretende Temperaturer-

höhung eines typischen Halbleiterplättchens während einer Beschichtungszeit von 1 min kann bis zu 200°C betragen. Somit kann eine solche Erhöhung der Plättchentemperatur während des Beschichtens bei einem Abstand und bei ortsfester Anordnung der Sprüheinrichtung und des Plättchens in der erfindungsgemässen Vorrichtung zu einer Wanderung von Aluminium beitragen, die in einem solchen Ausmass stattfindet, dass sie sich bezüglich der Überdeckung von Stufen günstig auswirkt. Die zusätzliche Zufuhr von Wärme kann zu einer noch weiteren Verbesserung der Überdeckung von Stufen führen. Jedoch war es bis jetzt nicht möglich, eine gleichmässige Erhitzung von zu beschichtenden Plättchen auf genau regelbare Weise zu erreichen und möglichst grosse Vorteile zu erzielen. Bei den bekannten Vorrichtungen stehen die Plättchen in einer unbestimmten thermischen Berührung mit der Plättchentragkonstruktion. Eine enge Koppelung zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung ist bis jetzt die Ausnahme und nicht etwa die Regel, und bei einem einzelnen Plättchen werden keine sehr hohen Beschichtungsgeschwindigkeiten erreicht. Die Regelung der Plättchentemperaturen während der Behandlung lässt bis jetzt viel zu wünschen übrig.

Im Gegensatz zu bekannten Vorrichtungen werden die Plättchen in der erfindungsgemässen Vorrichtung einer Einzelbehandlung unterzogen. Ausserdem werden die Plättchen fest in ihrer Lage gehalten, während sie sich an den verschiedenen Behandlungsstationen befinden, und mit Ausnahme der mit der Beschickungsschleuse versehenen Station werden sie in einem kleinen Abstand davon unterstützt. Da die Plättchen jeweils mit Hilfe ihres Randes unterstützt werden, sind ausserdem beide Flachseiten jedes Plättchens für eine Behandlung zugänglich. Ein Vorteil dieser Merkmale besteht darin, dass es jetzt möglich ist, eine Einrichtung wie die in Fig. 7 bei 92 dargestellte vorzusehen, um die Temperatur der einzelnen Plättchen an jeder Behandlungsstation zu regeln. Insbesondere wird eine Temperaturregelung gemäss der Erfindung in der vorstehend beschriebenen Weise mit Hilfe eines Wärmetransports durch ein Gas erreicht, wie es bezüglich der Plättchenheizstation 28 und der Plättchenkühl-einrichtung 118 beschrieben worden ist. Diese Massnahmen ermöglichen es, die Probleme zu vermeiden, die sich beim Erhitzen bzw. Abkühlen eines Plättchens in einer evakuierten Kammer ergeben, und zwar dadurch, dass ein Teil des Argongases, von dem in jedem Fall eine bestimmte Menge für den Betrieb der Sprüheinrichtung benötigt wird, in den Raum hinter der Rückseite des Plättchens eingeleitet wird, wie es weiter oben beschrieben ist. Solche Einrichtungen zum Beheizen oder Abkühlen der Plättchen können auch an anderen Stellen benutzt werden, z.B. an der eigentlichen Beschichtungsstation. Es ist bekannt, dass nicht nur die Überdeckung von Stufen, sondern auch verschiedene Filmeigenschaften, z.B. das Reflexionsvermögen, der Widerstand und der Kontaktwiderstand, durch die Plättchentemperatur während der Behandlung beeinflusst werden. Zur gleichmässigen und reproduzierbaren Erzielung eines bestimmten Satzes von erwünschten Filmeigenschaften ist es erforderlich, dass sich die Plättchentemperaturen während des gesamten Behandlungszyklus auf reproduzierbare Weise regeln lassen. Gemäss der vorstehenden Beschreibung werden gemäss der Erfindung Massnahmen angegeben, die es ermöglichen, ständig und auf reproduzierbare Weise einen bestimmten Satz von erwünschten Filmeigenschaften einschliesslich der Überdeckung von Stufen dadurch zu erreichen, dass die Temperatur jedes Plättchens während des gesamten Behandlungszyklus geregelt wird.

Gemäss Fig. 1 handelt es sich bei der nächsten Station, der das Plättchen 15 zugeführt wird, um eine zweite Beschichtungsstation 128. In manchen Fällen müssen auf dem

Plättchen 15 nacheinander zwei verschiedene Metalle niedergeschlagen werden; das erste Metall wird an der ersten Beschichtungsstation 14 und das zweite Metall an der zweiten Beschichtungsstation 128 aufgebracht. Wird nur ein einziges Metall verwendet, wird die zweite Beschichtungsstation 128 nicht in Betrieb gesetzt. Alternativ kann man die Station 128 verwenden, um die Menge des versprühten Materials zu verdoppeln, so dass sich eine Verdoppelung der Lebensdauer der ringförmigen Sprühelektroden 112 ergibt. Es ist möglich, beide Beschichtungsstationen gleichzeitig zu betreiben, wobei z.B. jede Station jeweils mit der halben normalen Beschichtungsgeschwindigkeit arbeitet. Alternativ kann man natürlich auch nur eine Beschichtungsstation allein benutzen, z.B. bis das Ende der Lebensdauer der Sprühelektrode erreicht ist, woraufhin die andere Beschichtungsstation in Betrieb genommen wird.

Bei der nächsten Station, der das Plättchen 15 zugeführt wird, handelt es sich um die Abkühlungsstation 130. Wenn die Temperatur des Plättchens nicht zu hoch ist, wenn es zu der Abkühlungsstation gelangt, kann die normale Abstrahlung von Wärme ausreichen, um die Temperatur des Plättchens so weit herabzusetzen, dass das Plättchen am Ende der Abkühlung der Vakuumkammer gefahrlos entnommen werden kann. Lässt sich eine ausreichende Abkühlung durch Wärmeabstrahlung allein nicht erreichen, kann man die Plättchenkühlleinrichtung 118 nach Fig. 8 benutzen, wie es weiter oben bezüglich des Abkühlens von Plättchen an der Heizstation während des Hochfrequenz-Sprühvorgangs beschrieben ist. Auch in diesem Fall kann die Benutzung von Wärmeleitung bei der Kühlstation 130 einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass sich eine kurze Behandlungsdauer ergibt, wie es bei der erfindungsgemässen Vorrichtung erforderlich ist.

Bei der letzten Station, zu der das Plättchen 15 gebracht wird, handelt es sich um die Beschickungsschleuse 12, der das fertige Plättchen entnommen wird, um mit Hilfe der Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung 24 wieder dem gleichen Schlitz der Kassette 70 zugeführt zu werden, dem das Plättchen ursprünglich entnommen wurde. Dieser Vorgang ist weiter oben mit weiteren Einzelheiten beschrieben.

Zu der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung gehören mehrere Behandlungsstationen zum Beheizen, Beschichten, Kühlen und dgl. sowie eine Plättchentrageplatte 18, mittels welcher die Plättchen einzeln nacheinander den verschiedenen Stationen zugeführt werden. Der Grundgedanke, die Plättchen jeweils einzeln zu behandeln und jedes Plättchen orstfest in einem kleinen Abstand von

der Sprüheinrichtung anzuordnen, bietet zahlreiche Vorteile.

Für bestimmte Anwendungsfälle sieht die Erfindung eine alternative Ausführungsform vor, bei welcher das Plättchen oder ein anderes Substrat während der Behandlung in fester Verbindung mit der Tür der Behandlungsschleuse bleibt, so dass auf die Verwendung einer Plättchentrageplatte verzichtet werden kann. Ein Schieberventil auf der einem hohen Vakuum ausgesetzten Seite der Schleuse stellt eine Verbindung zwischen dem Plättchen und der Sprüheinrichtung her. Zu einem typischen Arbeitszyklus können z.B. die folgenden Schritte gehören:

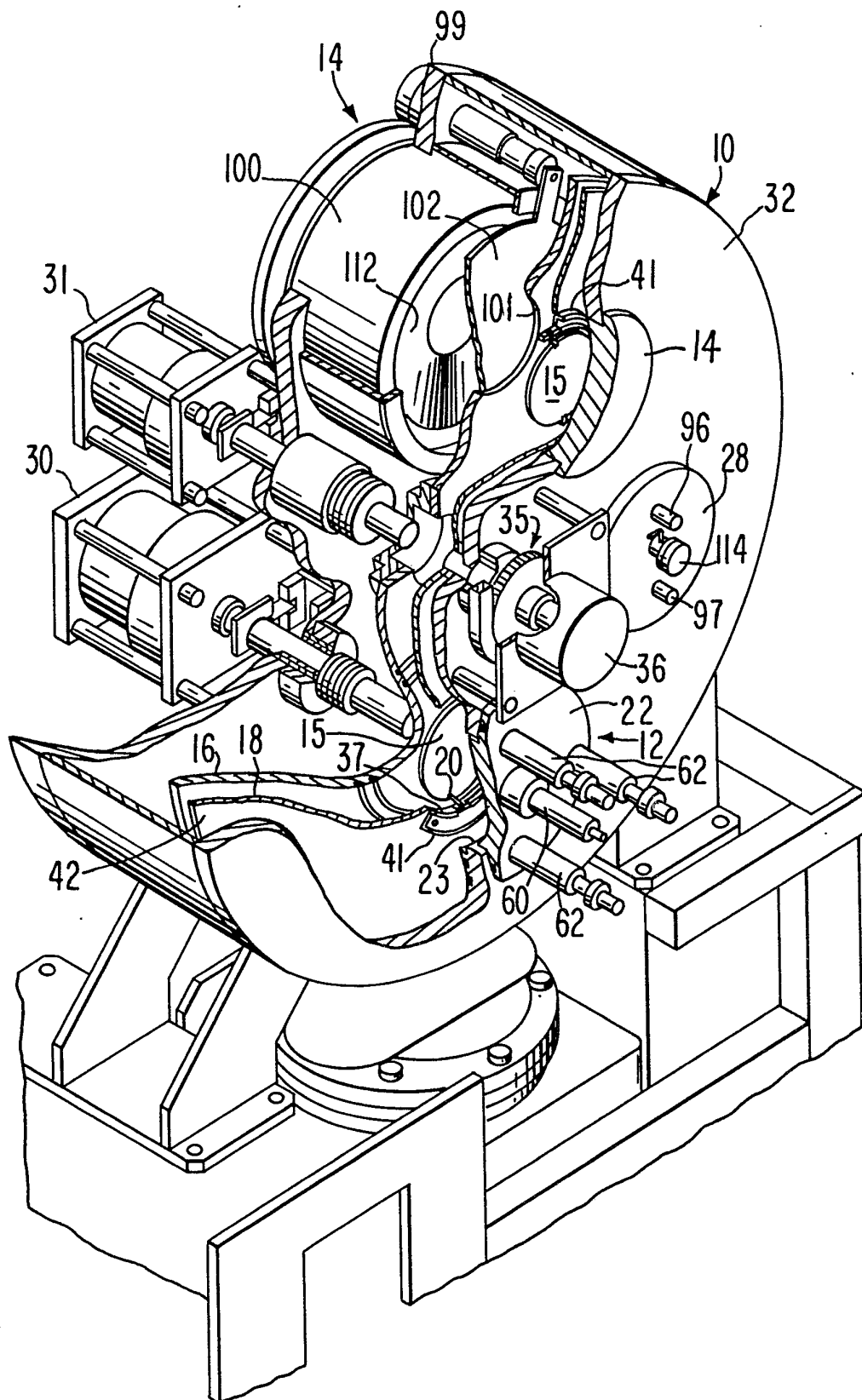
Einbringen eines Plättchens, Erhitzen des Plättchens (oder alternativ Durchführung eines Hochfrequenzsprühvorgangs), Beschichten des Plättchens mittels einer Sprüheinrichtung, Abkühlen des Plättchens und schliesslich Entnahme des Plättchens. Hierbei könnte man auf vorteilhafte Weise von der Abfuhr von Wärme mit Hilfe von Gas Gebrauch machen, um die Erhitzung oder Abkühlung zu beschleunigen und die Plättchentemperatur während des Beschichtens zu regeln. Zwar fehlt dieser abgeänderten Ausführungsform zum Teil die Vielseitigkeit und die hohe Produktionsgeschwindigkeit, die sich bei der zuerst beschriebenen Ausführungsform erreichen lassen, doch bietet sie verschiedene vorteilhafte Merkmale, denn sie ist von einfacher Konstruktion, sie arbeitet zuverlässig, die Plättchen brauchen innerhalb der evakuierten Kammer nicht evakuiert zu werden, und in jedem Augenblick ist jeweils nur ein Plättchen einer Gefährdung ausgesetzt, womit in dieser Beziehung ein Minimum erreicht ist.

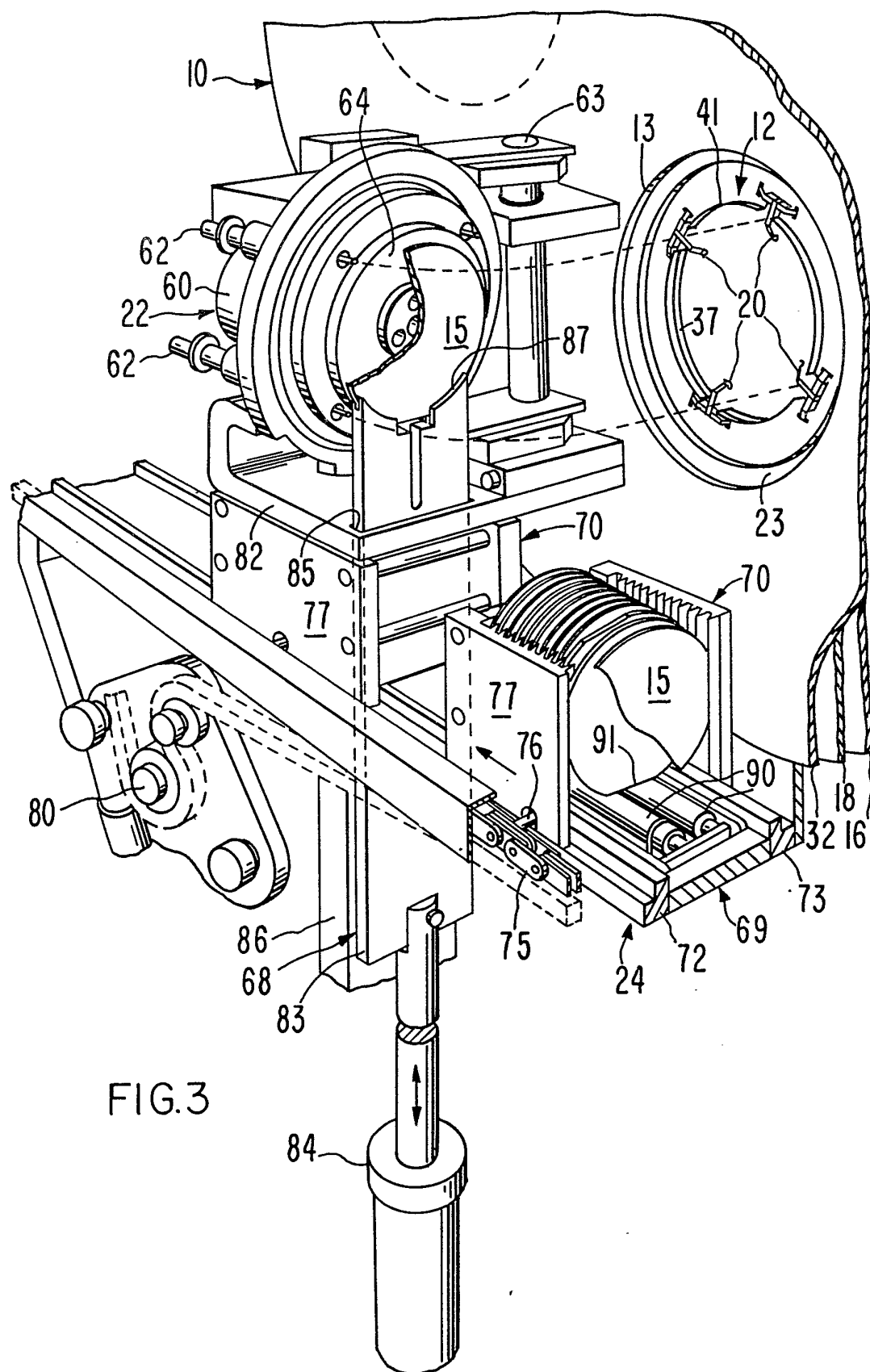
Bei der bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung wird das Plättchen 15 der Innenfläche der Kammertür 22 in senkrechter Lage gegenübergestellt, um von dem Unterdruck-Spannfutter 60 erfasst zu werden. Das Spannfutter 60 und die Klammerbetätigungseinrichtung 62 sind in die Kammertür 22 eingebaut. Bei der Kammertür 22 handelt es sich um die äussere Tür der Beschickungsschleuse 12.

In manchen Fällen kann es erwünscht sein, die Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung für die Plättchen getrennt von der Einrichtung zum Abdichten des evakuierten Raums anzuordnen.

Bei einer weiteren Ausführungsform wird daher die Beschickungs- und Entnahmeeinrichtung nach dem Einbringen eines Plättchens in die Trageplatte 18 zurückgezogen, woraufhin eine zusätzliche, mittels O-Ringen abgedichtete Tür in ihre Arbeitsstellung gebracht wird, um die Beschickungsschleuse auf der Aussenseite abzudichten.

FIG. 2





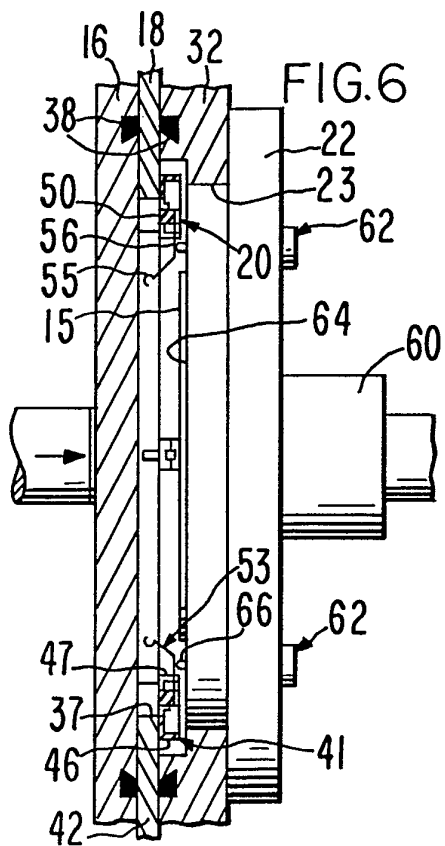
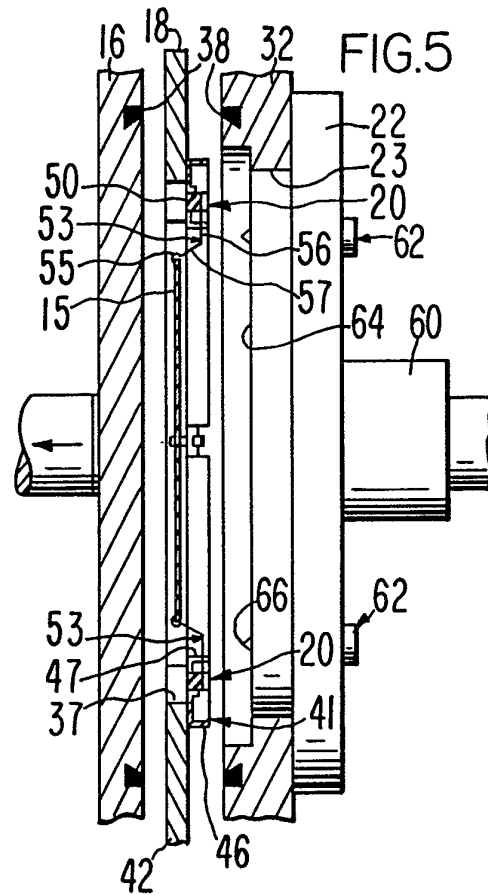


FIG.7

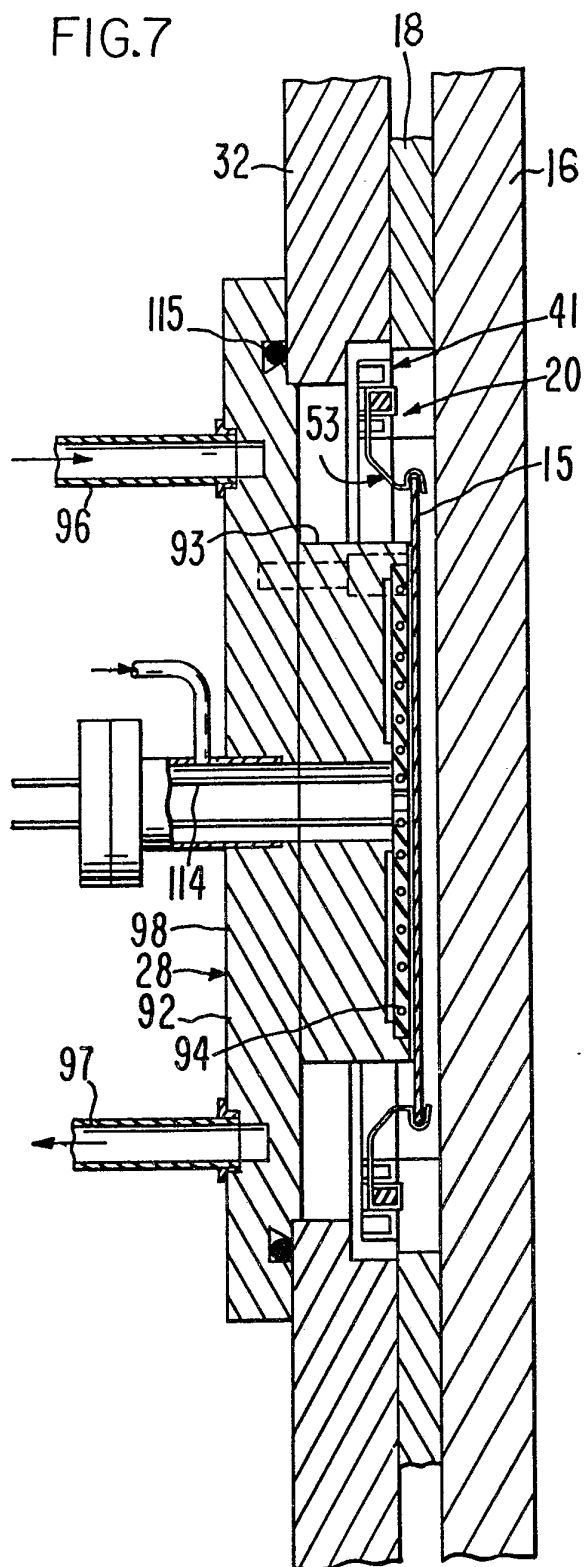
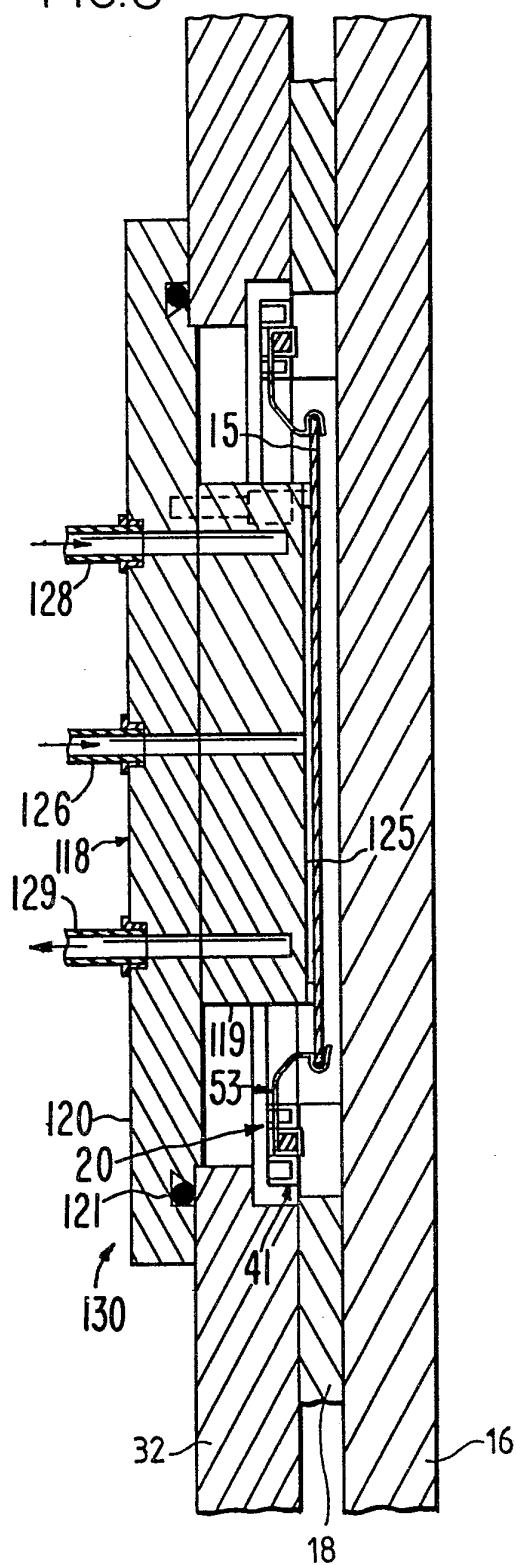
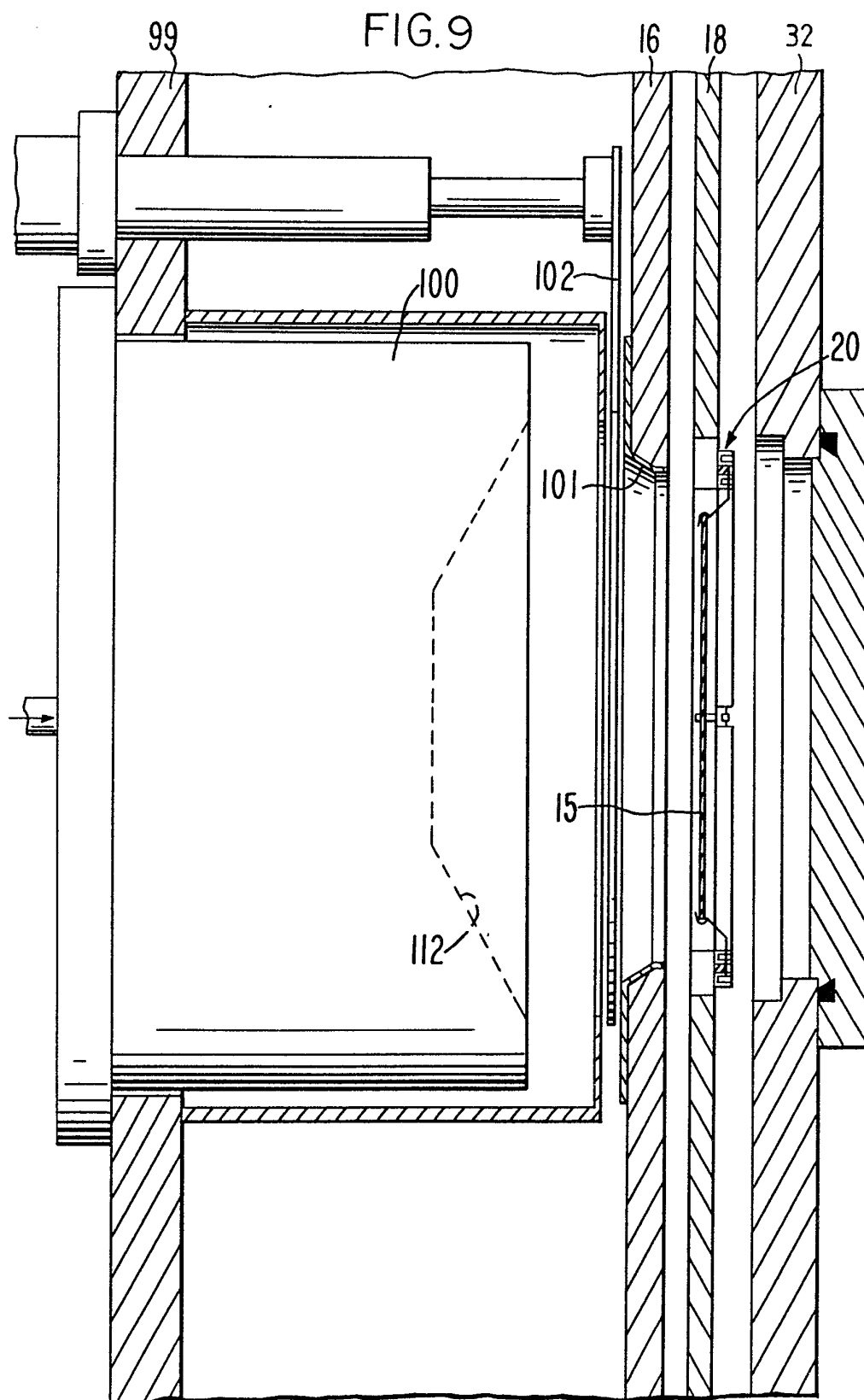


FIG.8





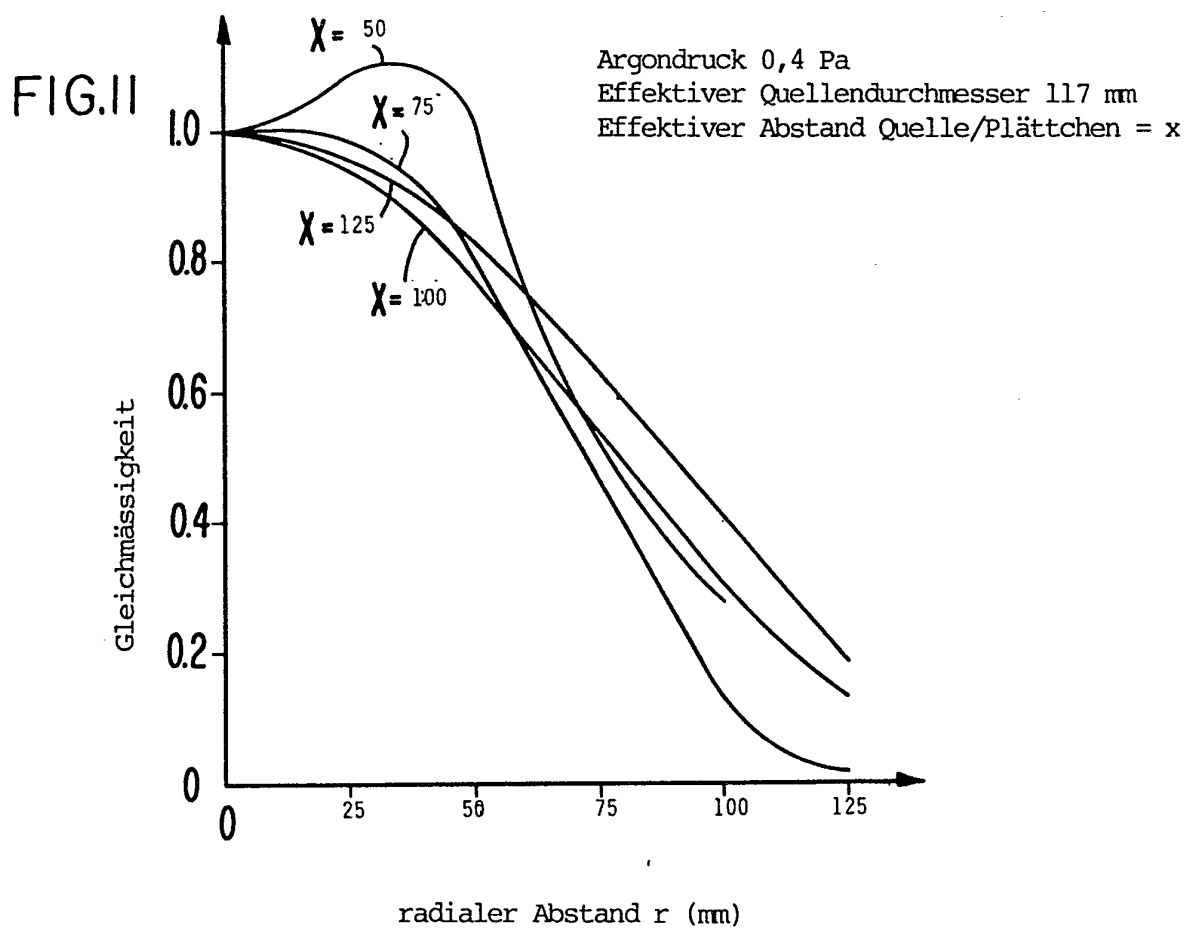
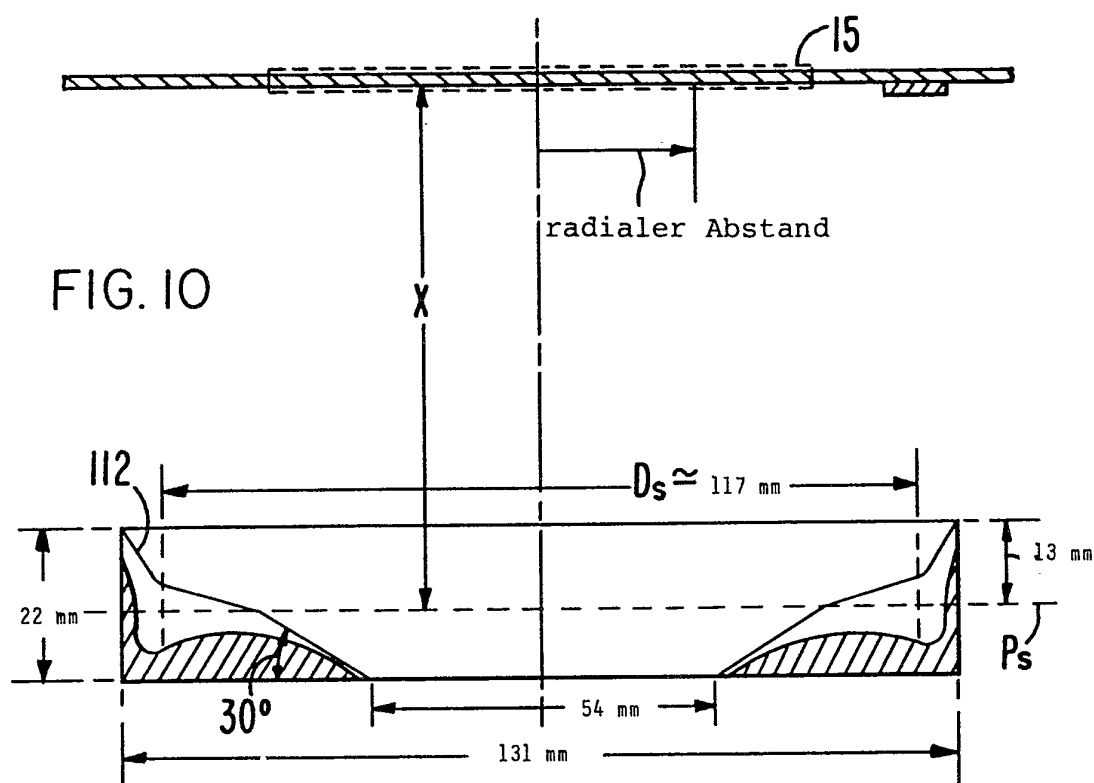


FIG.12

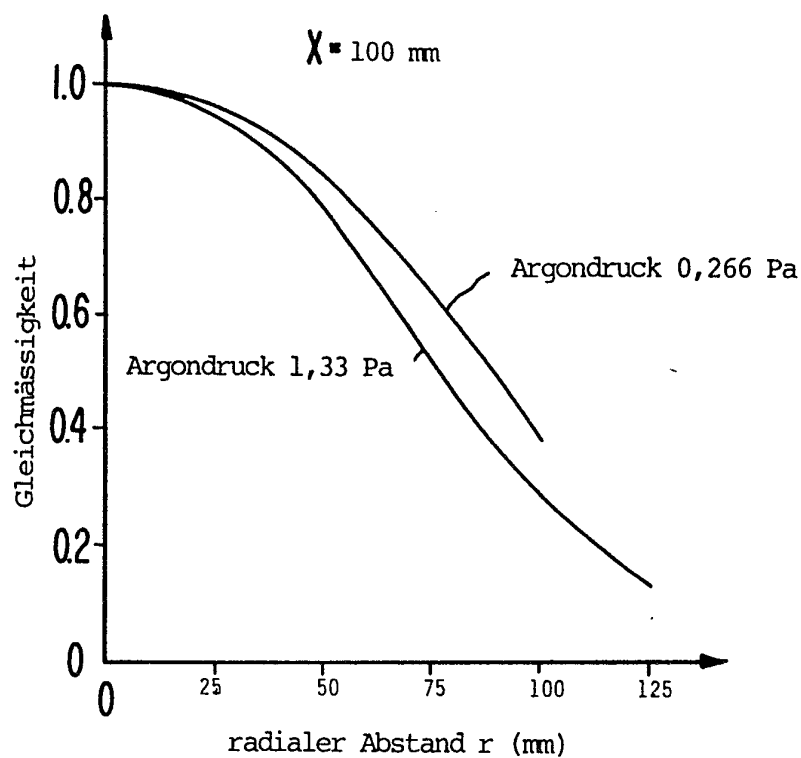


FIG.13

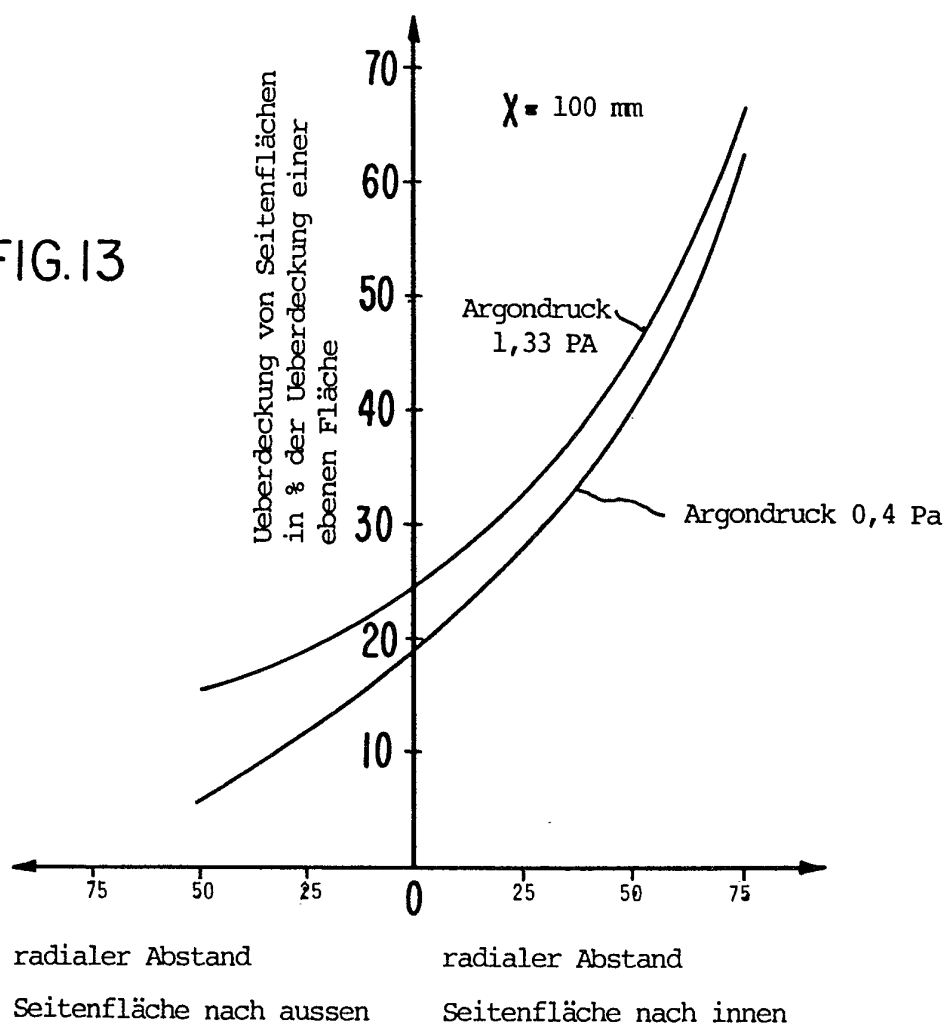


FIG. 14

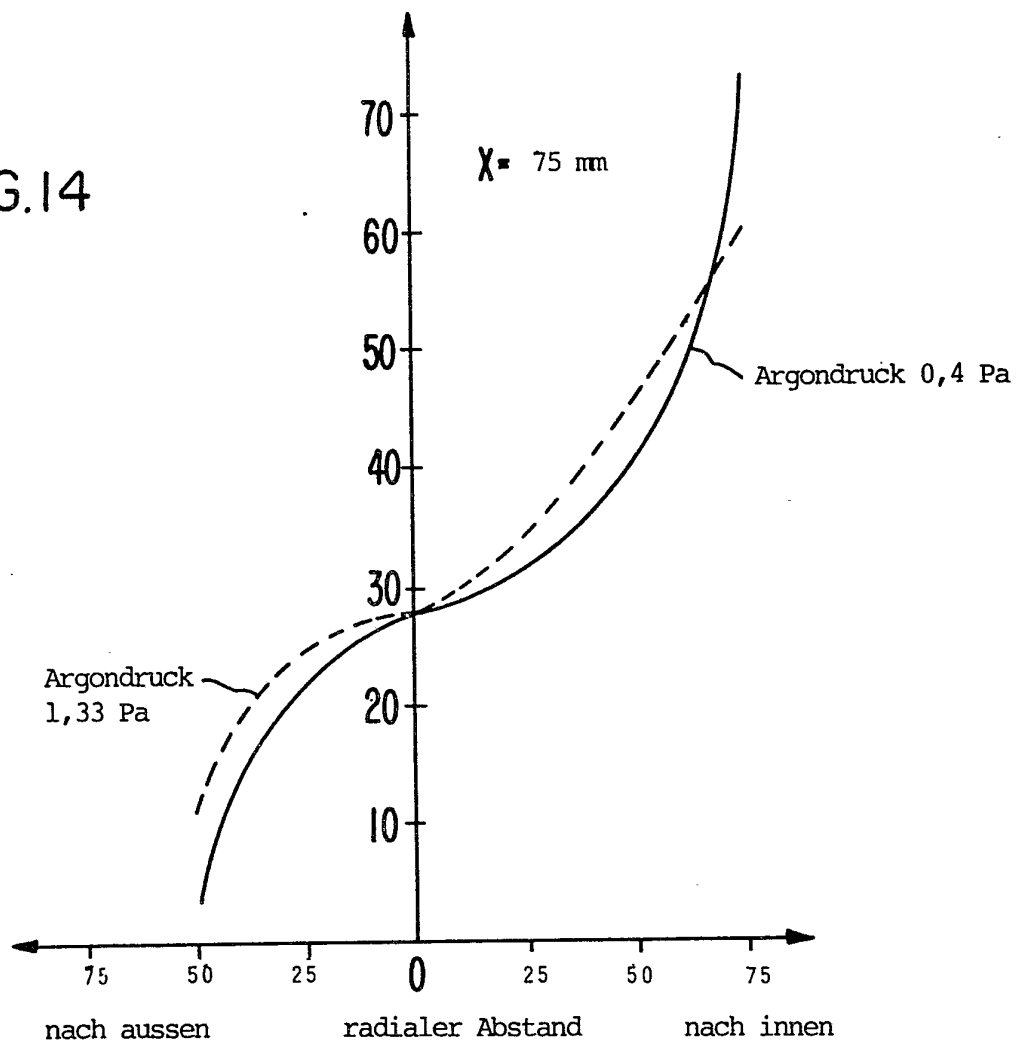


FIG. 15

