

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 03 C / 322 148 0
(31) 48644A/87

(22) 24.11.88
(32) 27.11.87

(44) 07.02.90
(33) IT

(71) siehe (73)
(72) Sebastiano, Francesco; Massarelli, Liberto, IT
(73) Società Italiana Vetro-SIV-S. p. A., 66050 San Salvo CH, IT
(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas

(55) Abscheidung, dünne Schicht, transparenter Stoff, Glas, Katodenzerstäubung, Atom, Ion, Katodenplatte, Parallelepiped, Vakuum, Gas, Spannung
(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas. Die mit der dünnen Schicht überzogenen transparenten Stoffe, wie Glastafeln oder Glasscheiben sind beispielsweise für Fenster in Gebäuden und in Kraftfahrzeugen einsetzbar. Die Abscheidung soll mittels einer Katodenzerstäubung erreicht werden, wobei die dünne Schicht aus Atomen gebildet werden soll, die aus der die Bildung der Schicht bewirkenden Katoden herausgelöst wurden und gleichzeitig ein Beschuß derselben mit Ionen erfolgt. Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel für die Erzeugung von Atomen separate Katodenplatten umfassen, von denen jede so angeordnet ist, daß sie mit der angrenzenden Katodenplatte einen Winkel von 90° einschließen und sie ein rechtwinkliges Parallelepiped bilden. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Vakuum erzeugt und anschließend ein Gas bei einem Druck von 10,1 bis 10,2 Pascal eingeleitet sowie die Katode und die Anode mit einer Spannung von 200 V bis 1 000 V gespeist. Fig. 1

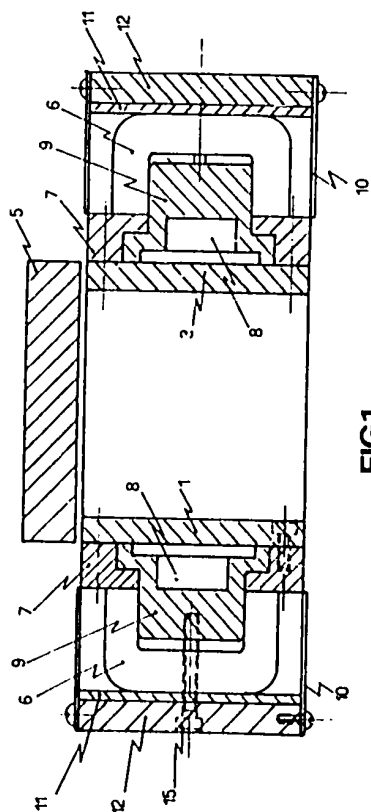


FIG. 1

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas mittels einer Katodenzerstäubung, welche Mittel für die Erzeugung von Atomen, die für die Bildung der dünnen Schicht auf der Oberfläche des transparenten Stoffes dienen, Mittel für die Erzeugung von magnetischen Feldern sowie Mittel für die Kühlung und ihre Stützung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel für die Erzeugung von Atomen separate Katodenplatten (1; 2; 3; 4) umfassen, von denen jede so angeordnet ist, daß sie mit der angrenzenden Katodenplatte (1; 2; 3 oder 4) einen Winkel von 90° einschließen, und sie ein rechtwinkliges Parallelepiped bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie sämtliche Mittel für die Erzeugung von Atomen und Ionen umfaßt, wobei die Atome und Ionen in einer ausreichenden Menge erzeugt werden, um eine dünne Schicht auf einem Stoff zu bilden und eine Ionenblindung zu bewirken.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie eine als ebene Platte ausgebildete Anode (5) aufweist, welche eine Seite des rechtwinkligen Parallelepipeds bildet, wobei der zu beschichtende Stoff sich zu der Anode in einer gegenüberliegenden Position und parallel zu derselben befindet.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Katodenplatten (1; 2; 3; 4) aus dem gleichen Material wie die abzuscheidende dünne Schicht bestehen.
5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie eine zweite Anode (13) aufweist, die parallel zu der ersten Anode (5) und auf der gleichen Seite wie der zu beschichtende Stoff angeordnet und mit einem Schlitz (16) versehen ist, durch den ein Atom- und Ionenstrom fließt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß parallel zu der zweiten Anode (13) eine Elektrode (14) auf der gleichen Seite wie der zu beschichtende Stoff angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Katodenplatten (1; 2; 3; 4) einen beliebigen Krümmungsradius aufweisen, wobei sich ihre Konkavität auf der Innenseite des Parallelepipeds befindet.
8. Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere Glas, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung enthaltende Metall- oder Glaskammer ein Vakuum erzeugt, und anschließend in diese ein Gas bei einem Druck von 10,1 bis 10,2 Pascal eingeleitet sowie eine Katode und die Anode mit einer Spannung von 200V bis 1000V gespeist werden, wobei ein Atom- und Ionenstrom gleichzeitig in einer Menge emittiert, die ausreicht, um eine dünne Schicht auf der Oberfläche des Stoffes abzuscheiden und durch die so erzeugten Ionen einen Beschuß durchzuführen.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein gleichzeitig aus der gleichen Quelle herrührender Ionen- und Atomstrom auf eine begrenzte Fläche des zu beschichtenden Stoffes fokussiert wird, um eine dünne Schicht mit einer sehr hohen Haftung und gleichförmigen Qualität herzustellen.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas. Die mit der dünnen Schicht überzogenen transparenten Stoffe, wie Glastafeln oder Glasscheiben sind beispielsweise für Fenster in Gebäuden und in Kraftfahrzeugen einsetzbar.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, auf transparente Stoffe, wie Glas eine dünne Schicht aufzubringen. Unter einer dünnen Schicht ist dabei ein Film zu verstehen, der aus geeigneten Stoffen, im allgemeinen Metallen mit einer Dicke von einigen Zehnteln bis einigen Hundertsteln Å gebildet wird und als Überzug auf den Oberflächen eines Stoffes wie Glas abgeschieden wird, um diese Oberfläche mit modifizierten physikalischen, mechanischen, elektrischen oder optischen Eigenschaften, zu versehen. Hierfür sind bereits eine große Anzahl von Verfahren und Vorrichtungen bekannt.

Nachstehend wird besonders auf Vorrichtungen und Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht mittels Katodenzerstäubung verwiesen. Auf diesem Gebiet der Technik steht eine große Anzahl von Patenten und bibliographischen Verweisen zur Verfügung. Derartige Patente sind die US-P 2146025, 3282816, 3400066, 4041353, die ein Verfahren für die Abscheidung eines Metalls auf einem Stoff beschreiben sowie die Vorrichtungen für die Durchführung des Verfahrens. Die US-P 3616450 und 3711398 erläutern den Aufbau einer Vorrichtung für die Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem Stoff unter Verwendung einer zylinderförmigen Katode mit einer Anode auf einer Seite und dem zu beschichtenden Stoff auf der gegenüberliegenden Seite. Bei dieser Vorrichtung erzeugen die sich von der Innenwand des Zylinders herauslösenden Atome eine dünne Schicht auf der Oberfläche eines im rechten Winkel zur Achse des Zylinders angeordneten Stoffes. In dem US-Patent 3878085 wird eine Vorrichtung für die Abscheidung einer dünnen Schicht auf ebenen Flächen beschrieben, die mit einer Katode arbeitet, die die Form einer einzelnen elliptisch gestalteten flachen Platte hat und damit einen verbesserten Wirkungsgrad der Abscheidung aufweist. In demselben Patent werden auch die Vorteile beschrieben, die aus der Verwendung von mit magnetischen Feldern verbundenen Katoden herrühren und die darin bestehen, daß die zur Erzeugung der elektrischen Entladung erforderliche Spannung reduziert wird. Andere Darstellungen von Vorrichtungen für die Abscheidung von dünnen Schichten auf Stoffe werden in den US-P 4060470 und 4472259 beschrieben.

Verfahren für die Abscheidung von dünnen Schichten mittels Katodenzerstäubung wird auch in dem von L. Holland verfaßten Text „Vacuum Deposition of Thin Films“ (Vakuumaufdampfung von Dünnschichten), Seite 401 bis 460, beschrieben, der von Chapman and Hall Ltd. herausgegeben wurde, und in dem Text von L. I. Maissel, R. Clang „Handbook of Thin Film Technology“ (Handbuch der Dünnschichttechnik), Seite 3-1/4-44, herausgegeben von McGraw Hill.

Dieses Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß die durch eine elektrische Entladung erzeugten Gasionen in Richtung der Katode beschleunigt und durch Aufprall auf dieselben Atome herausgelöst werden, die auf der Oberfläche des Stoffes abgeschieden werden und somit die gewünschte Schicht bilden.

Die Haftung der so erzielten Beschichtungen ist jedoch nicht ausreichend, um ein Produkt guter Qualität zu garantieren, besonders, wenn die dünne Schicht direkt in Kontakt mit der äußeren Umwelt abgeschieden wird.

Dieser Nachteil stellt eine erhebliche Einschränkung für die kommerzielle Verwendung eines Produktes wie Glasaufbauten oder Glasscheiben für Fenster von Gebäuden und Kraftfahrzeugen, die mit solchen dünnen Schichten versehen sind, dar.

J. S. Williams und J. M. Poate beschreiben in ihrem Buch „Ion Implantation and Beam Processing“ (Ionenimplantations- und -strahlprozesse), herausgegeben von Academic Press (Seite 189 bis 259), einen an Laborprüfkörpern durchgeführten Versuch, nach dem, wenn ein Ionenbeschuss auf die Schicht durchgeführt wird, während diese durch die Wirkung der aus der Katode herausgelösten Atome gebildet wird, eine Dünnschicht gewonnen wird, die Haftungs- und Gleichmäßigkeitscharakteristika aufweist, die weit höher liegen, als die bis dahin bekannten Werte.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas, so auszubilden, daß die Abscheidung in wirtschaftlicher Weise auch auf großflächige Produktion möglich ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere auf Glas mittels einer Katodenzerstäubung, welche Mittel für die Erzeugung von Atomen, die für die Bildung der dünnen Schicht auf der Oberfläche des transparenten Stoffes dienen, Mittel für die Erzeugung von magnetischen Feldern sowie Mittel für die Kühlung und ihre Stützung aufweist, zu schaffen, wobei die dünne Schicht aus Atomen gebildet wird, die aus der die Bildung der Schicht bewirkenden Katoden herausgelöst werden, und gleichzeitig ein Beschuss derselben mit Ionen erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Mittel für die Erzeugung von Atomen separate Katodenplatten umfassen, von denen jede so angeordnet ist, daß sie mit der angrenzenden Katodenplatte einen Winkel von 90° einschließen und sie ein rechtwinkliges Parallelepiped bilden.

In weiterer Ausbildung der Erfindung umfaßt die Vorrichtung sämtliche Atome und Ionen, in einer ausreichenden Menge werden sie erzeugt, um eine dünne Schicht auf einem Stoff zu bilden und eine Ionenbindung zu bewirken.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung eine als ebene Platte ausgebildete Anode auf, welche eine Seite des rechtwinkligen Parallelepipeds bildet, wobei der zu beschichtende Stoff sich zu der Anode in einer gegenüberliegenden Position und parallel zu derselben befindet.

Die Katodenplatten sollten dabei aus dem gleichen Material, wie die abzuscheidenden Schichten bestehen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Vorrichtung eine zweite Anode aufweist, die parallel zu der ersten Anode und auf der gleichen Seite wie der zu beschichtende Stoff angeordnet und mit einem Schlitz versehen ist, durch den ein Atom- und Ionenstrom fließt.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß parallel zu der zweiten Anode eine Elektrode auf der gleichen Seite wie der zu beschichtende Stoff angeordnet ist.

Es ist auch möglich, daß die Katodenplatten einen beliebigen Krümmungsradius aufweisen, wobei sich ihre Konkavität auf der Innenseite des Parallelepipeds befindet.

Die Erfindung umfaßt weiterhin ein Verfahren zur Abscheidung einer dünnen Schicht auf einem transparenten Stoff, insbesondere Glas, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß in einer die Vorrichtung enthaltenden Metall- oder Glaskammer ein Vakuum erzeugt wird und anschließend in diese ein Gas bei einem Druck von 10,1 bis 10,2 Pascal eingeleitet sowie die Katode und die Anode mit einer Spannung von 200V bis 1000V gespeist werden, wobei ein Atom- und Ionenstrom gleichzeitig in einer Menge emittiert, die ausreicht, um eine dünne Schicht auf der Oberfläche des Stoffes abzuscheiden und durch die so erzeugten

Ionen einen Beschuß durchzuführen.

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit besteht darin, daß ein gleichzeitig aus der gleichen Quelle herrührender Ionen- und Atomstrom auf eine begrenzte Fläche des zu beschichtenden Stoffes fokussiert wird, um eine dünne Schicht mit einer sehr hohen Haftung und gleichförmigen Qualität herzustellen.

Durch die erfindungsgemäße Lösung ist es möglich, dünne Schichten auf einen Stoff beliebiger Art aufzutragen und dabei eine Haftung und Gleichförmigkeit zu erreichen, die die Verwendung der Schichten auch unter Umweltbedingungen gewährleistet.

Außerdem ist es durch die erfindungsgemäße Lösung möglich, aufgrund der großen Ionenerzeugung durch die Vorrichtung, den zu beschichtenden Stoff in einer relativ großen Entfernung anzuordnen.

Weiterhin kann die Menge des in die Vorrichtung eingespeisten Gases reduziert werden, wobei sich dieses auf die Reinheit der Schicht selbst vorteilhaft auswirkt.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: die Seitenansicht einer Vorrichtung zum Abscheiden einer dünnen Schicht im Schnitt;

Fig. 2: die Draufsicht nach Fig. 1;

Fig. 3: die Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung im Schnitt.

In Figur 1 und 2 umfaßt die Vorrichtung eine Anode 5, welche als ebene Platte ausgebildet ist, die elektrisch mit dem positiven Anschlußkontakt einer elektrischen Energieversorgung verbunden ist, die in der Figur nicht dargestellt ist sowie vier Katodenplatten 1; 2; 3; 4, die elektrisch mit dem negativen Anschlußkontakt der gleichen Energieversorgung mittels geeigneter Verbindungselemente verbunden sind.

Die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 bilden mit der Anode 5 jeweils einen Winkel von 90° und schließen mit der angrenzenden Katodenplatte 1; 2; 3 oder 4 einen Winkel von 90° ein. Durch diese Anordnung bilden die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 ein rechtwinkliges Parallelepiped, dessen vertikale Wände durch die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 gebildet werden und dessen horizontalen Stirnflächen die einen offen und die anderen durch die Anode 5 geschlossen sind.

Die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 bestehen aus dem gleichen Material, da sie zum Abscheiden einer dünnen Schicht auf den transparenten Stoff dienen.

Die Dauermagnete 6 und die magnetischen Pole 7, die dazu dienen, den magnetischen Ring zu schließen, sind um die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 angeordnet.

Das deionisierte Kühlwasser strömt in einem Kanal 8, um die Temperatur der Katodenplatten 1; 2; 3; 4 innerhalb annehmbarer Grenzen zu halten.

Der Kanal 8 ist an einer Seite durch die inneren Flächen der Katodenplatten 1; 2; 3; 4 verschlossen und auf der anderen Seite durch eine Auflage 9, die den Dauermagnet 6 mittels Schrauben 15 hält.

Aus Metall bestehende Äquipotentialflächen 10, die ebenfalls durch Schrauben 15 befestigt sind, dienen dem Zweck, eine innere elektrische Entladung zu vermeiden, während eine magnetische Metallplatte 11 den äußeren Verschuß des magnetischen Stromkreises bildet. Die Vorrichtung weist außerdem Metallteile 12 zu ihrer Stützung auf, die ebenfalls eine äquipotentielle Funktion haben. Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 wird in eine nicht dargestellte Kammer aus Glas oder Metall angeordnet, in der ein Vakuum erzeugt wird. Anschließend wird ein Gas bei einem Druck von 10,1 bis 10,2 Pascal eingeleitet und die Katodenplatten 1; 2; 3; 4 werden mit einer Spannung von 200V bis 1000V gespeist.

Das Gas wird ionisiert, wodurch zwischen der plattenförmigen Anode 5 und den Katodenplatten 1; 2; 3; 4 eine elektrische Entladung erzeugt wird. Während der Entladung werden die Gasionen in Richtung der Katodenplatten 1; 2; 3; 4 beschleunigt, und wenn sie dann mit ihnen in Berührung geraten, werden ein oder mehrere Atome durch den Aufprall ausgestoßen. Die so herausgelösten Atome werden dann in die umgekehrte Richtung mit einer Energie geschleudert, die im Verhältnis zu der der einfallenden Ionen steht, wobei sie hauptsächlich auf die gegenüberliegende Wand in einem auf 30° beschränkten Winkel gerichtet sind. Folglich endet der Weg der Atome im allgemeinen an der gegenüberliegenden Katodenplatte 1; 2; 3; 4 und sie kehren in umgekehrter Richtung wieder zurück, vorausgesetzt, sie treffen nicht auf andere Teilchen.

Durch dieses Zurückprallen ist es äußerst wahrscheinlich, daß die Atome auf Gaselektronen auftreffen, welche das Plasma bilden, und sie können wiederum ionisiert werden. Ein großer Anteil der Ionen wird somit zwischen den Katodenplatten 1; 2; 3; 4 gebildet, und sie werden durch die positive Ladung der Anode 5 in die Richtung der gegenüberliegenden Öffnung und dann auf den Stoff gerichtet, auf dem sie gleichzeitig mit den Atomen niedergeschlagen werden, um die gewünschte Schicht zu erzeugen.

Zur Erzielung einer ausreichenden Ionisation der Atome und damit einer ausreichenden Menge Ionen, um die gewünschte Dicke der Dünnschicht zu erzeugen, wird der Abstand zwischen den einander am nächsten liegenden Katodenplatten 1 und 3 unter 70mm gehalten. Weiterhin ist das Verhältnis dieses Abstandes zur Höhe der Katodenplatten 1 und 3 mit 1:1 bis 1:2 anzusetzen. Wie bereits zuvor geschildert, stellt die Erfindung einen gleichmäßigen Fluß von Ionen und Atomen aus der gleichen Quelle zur Verfügung, durch den der Niederschlag beschichtete Produkte hergestellt werden, die auch vorteilhaft mit der äußeren Umwelt in Berührung gebracht werden können. Derartige Produkte können mit Dünnschichten überzogene Glastafeln oder Glasscheiben sein wie sie für Fenster in Gebäuden und in Kraftfahrzeugen einsetzbar sind.

Nach einem in Figur 3 dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel in der die Elemente ähnlich oder identisch mit den zuvor beschriebenen sind, sind diese der Einfachheit halber mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet wie bei der in Figur 1 und 2 dargestellten Vorrichtung, wobei eine zweite Anode 13 in paralleler Anordnung zu Anode 5 hinzugefügt werden kann und die Anode 13 mit einer anderen Spannung als die der Anode 5 separat gespeist wird.

Die zweite Anode 13 besteht aus zwei Teilen 13'; 13'' zwischen denen sich ein Schlitz 16 befindet, durch den der Ionenstrom konzentriert wird.

Hinter der zweiten Anode 13 ist eine zusätzliche Elektrode 14 angeordnet, die dem Zweck dient, die Ionen herauszulösen und gleichzeitig zu beschleunigen.

Die Elektrode 14 wird durch eine negative Spannung von 5kV bis 500kV⁺ gespeist, um die Ionen anzuziehen und zu beschleunigen.

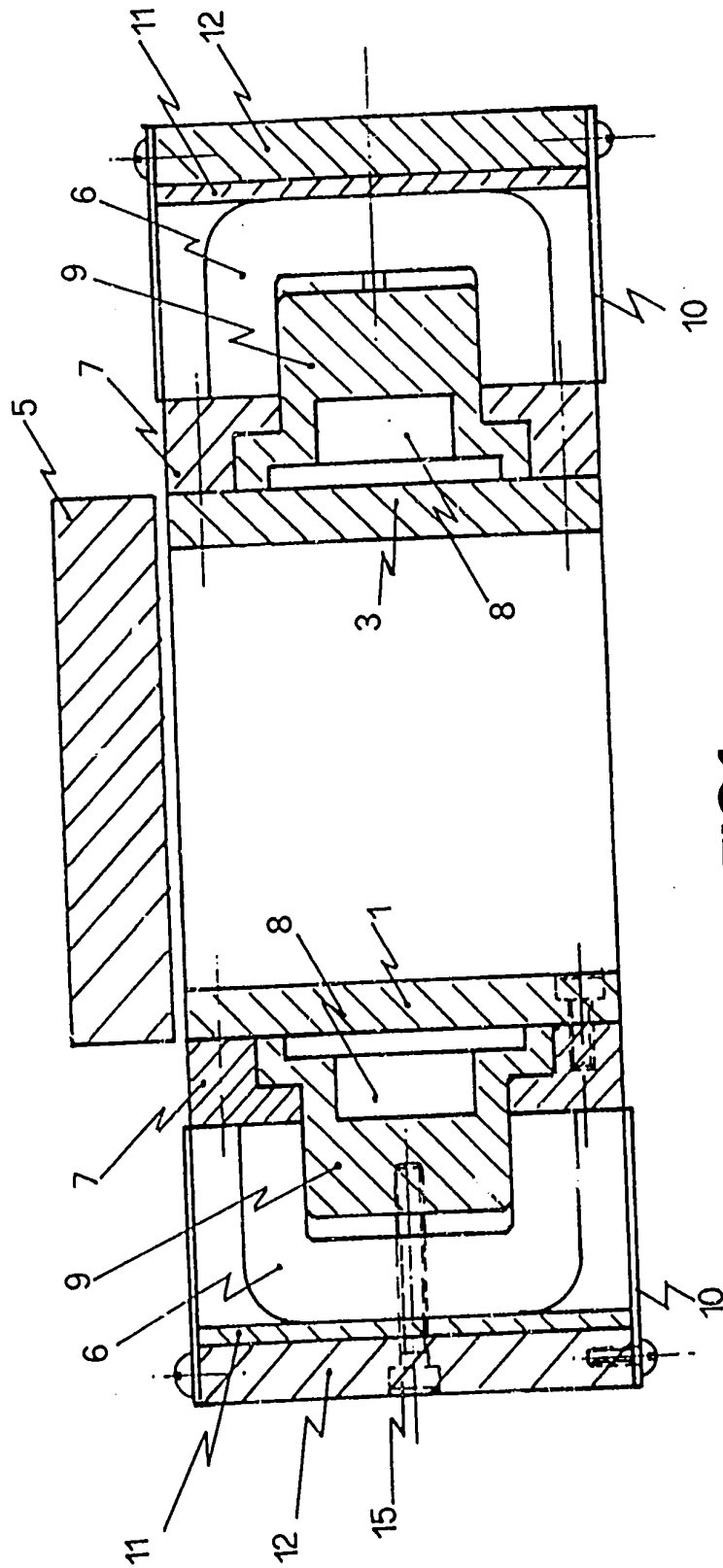
Die Anode 13 und die Elektrode 14 bilden praktisch ein System elektrischer Linsen, so daß die Ionen zusätzlich zur Beschleunigung auch noch fokussiert werden können.

Durch eine wie in Figur 3 dargestellte Vorrichtung ist es möglich, einen viel größeren inneren und fokussierten Ionenbeschuß zu erreichen, der die Möglichkeit eröffnet, die Haftung der Dünnschicht auf dem Stoff besonders bei begrenzten Flächen zu verbessern.

Neben den beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung sind auch weitere Variationen und Modifikationen derselben möglich.

Es ist beispielsweise möglich, anstelle von ebenen Katodenplatten 1 und 3 entsprechend den Figuren 1 bis 3 Katodenplatten 1 und 3 mit beliebigen Krümmungsradien anzuordnen, wobei die Katodenplatte 1 mit ihrer konkaven Form der Katodenplatte 3 gegenüber angeordnet ist und umgekehrt.

In diesem Fall kann auch der maximale Abstand zwischen den inneren Flächen der Katodenplatten 1 und 3 geringer als 70 mm sein und das Verhältnis von diesem Abstand und der Höhe der Katodenplatten von 1:1 bis 1:2 reichen.



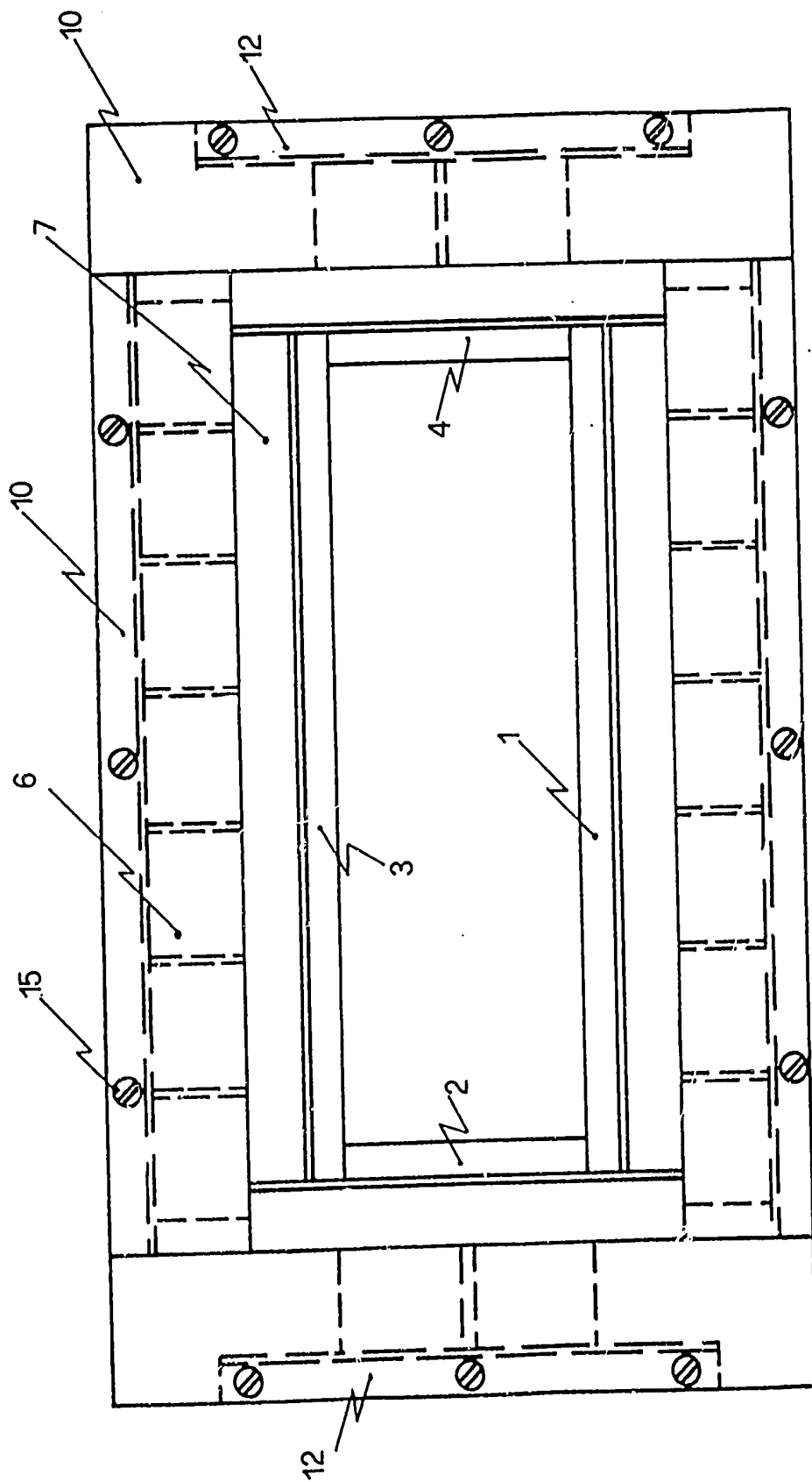


FIG.2

