

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
11 **DE 3134337 A1**

51 Int. Cl. 3:
H01J3/04
H 01 J 37/08
H 01 J 27/02
H 01 J 49/10

21 Aktenzeichen: P 31 34 337.6
22 Anmeldetag: 31. 8. 81
43 Offenlegungstag: 24. 3. 83

71 Anmelder:
Technics GmbH Europa, 8011 Kirchheim, DE

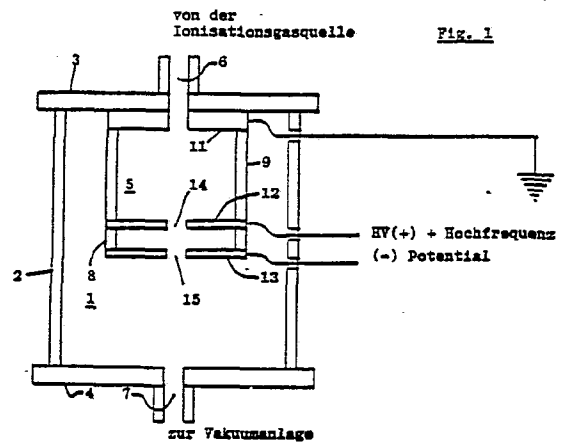
72 Erfinder:
Liebel, Gerhard, 8000 München, DE

DE 3134337 A1

Patentbesitz

54 **Ionenstrahlkanone**

Die Erfindung betrifft eine Ionenstrahlkanone mit einem Paar Elektroden zum Anlegen einer hochfrequenten Hochspannung zum Ionisieren eines Ionisationsgases, wobei erzeugte Ionen durch eine in Ionenstrahlrichtung hinter dem Elektrodenpaar angeordnete Extraktionselektrode extrahiert werden. (31 34 337)



DE 3134337 A1

BOETERS, BAUER & PARTNERPATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYSTHOMAS-WIMMER-RING 14
D-8000 MÜNCHEN 22PAO BOETERS, BAUER & PARTNER
THOMAS-WIMMER-RING 14, D-8000 MÜNCHEN 22DIPL.-CHEM. DR. HANS D. BOETERS
DIPL.-ING. ROBERT BAUER
MÜNCHENDIPL.-ING. VINCENZ V. RAFFAY
DIPL.-CHEM. DR. THOMAS FLECK
HAMBURG

TELEFON: (089) 22 78 87

TELEX: 5 24 878 rtm

TELEGRAMME: PROVENTION, MÜNCHEN

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Ionenstrahlkanone mit einer Ionisationskammer, die mit einem Ionisationsgaseinlaß und -auslaß, einem Elektrodenpaar zur Ionisation des Ionisationsgases und einer Ionenstrahldurchlässigen Extraktionselektrode versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Elektrodenpaar um zwei sich in Ionenstrahlrichtung gegenüberliegende Elektroden (11, 12; 21, 22) zum Anlegen einer hochfrequenten Hochspannung handelt und daß die Extraktionselektrode (13; 23) in Ionenstrahlrichtung hinter dem Elektrodenpaar angeordnet ist.

2. Ionenstrahlkanone nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- (a) daß die in Ionenstrahlrichtung erste Elektrode (11; 21) als Masse schaltbar ist oder
 - (b) daß die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode (12; 22) als Masse schaltbar ist.

3. Ionenstrahlkanone nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode (12; 22) und die Extraktionselektrode (13; 23) jeweils mit ein oder mehreren Ionenstrahldurchlässen (14, 15; 24, 25) versehen sind, die fluchtend angeordnet sind.

4. Ionenstrahlkanone nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Extraktionselektrode (23) hinsichtlich ihres Abstands zur in Ionenstrahlrichtung zweiten Elektrode (22) verschiebbar angeordnet ist.

BOETERS, BAUER & PARTNERPATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYSTHOMAS-WIMMER-RING 14
D-8000 MÜNCHEN 22PA. BOETERS, BAUER & PARTNER
THOMAS-WIMMER-RING 14, D-8000 MÜNCHEN 22DIPL.-CHEM. DR. HANS D. BOETERS
DIPL.-ING. ROBERT BAUER
MÜNCHENDIPL.-ING. VINCENZ v. RAFFAY
DIPL.-CHEM. DR. THOMAS FLECK
HAMBURG

TELEFON: (089) 22 78 87

TELEX: 5 24 878 rmm

TELEGRAMME: PROVENTION, MÜNCHEN

Ionenstrahlkanone

Sharp et al. beschreiben in J. Vac. Sci. Technol. 16 (1970) 1880 (insbesondere Fig. 1) eine Ionenstrahlkanone, bei der ein Plasma mit einem Heizfaden erzeugt wird. Die gebildeten Kationen werden im Feld von permanenten Magneten oder Elektromagneten zusammengehalten und mit Hilfe einer Extraktionselektrode aus der Ionisationskammer extrahiert und in Form ein oder mehrerer Strahlen (4 Strahlen in Fig. 1) auf ein Substrat gerichtet.

Bei dieser bekannten Ionenstrahlkanone befriedigen jedoch folgende Merkmale nicht. Insbesondere infolge des inhomogenen Magnetfeldes, dessen größte Feldliniendichte etwa in der Achse der Ionisationskammer liegt, ist die Gasentladung inhomogen. Dieser Inhomogenität muß durch eine komplizierte und aufwendige Perforation der Extraktionselektrode Rechnung getragen werden. Es lassen sich keine beliebigen Strahlquerschnittsformen und beliebig große Strahlquerschnitte erzielen. Ferner er-

geben sich Beschränkungen hinsichtlich der Wahl und Lebensdauer des Heizfadenmaterials. Reaktive Ionisationsgase können nur begrenzt eingesetzt werden. Neben dem Einsatz von Magneten befriedigt schließlich der Aufwand von vier Stromversorgungen wenig.

Abgesehen davon, daß bei dem bekannten Duoplasmatron kein Heizfaden verwendet wird, sondern der Ionenstrahl mit Hilfe von zwei Plasmen erzeugt wird, weist diese bekannte Vorrichtung entsprechende Nachteile auf (Entwicklung durch u.a. Schott) Diese Nachteile des Stands der Technik werden nun erfindungsgemäß dadurch überwunden, daß man ein Plasma im Feld einer hochfrequenten Hochspannung erzeugt. Dazu wird erfindungsgemäß eine Ionenstrahlkanone mit einer Ionisationskammer vorgesehen, die mit einem Ionisationsgaseinlaß und -auslaß, einem Elektrodenpaar zur Ionisation des Ionisationsgases und einer perforierten, d.h. Ionenstrahldurchlässigen Extraktionselektrode versehen ist, wobei die Ionenstrahlkanone dadurch gekennzeichnet ist, daß es sich bei dem Elektrodenpaar um zwei sich in Ionenstrahlrichtung gegenüberliegende Elektroden zum Anlegen der hochfrequenten Hochspannung handelt und daß die Extraktionselektrode in Ionenstrahlrichtung hinter dem Elektrodenpaar angeordnet ist.

Ogleich das Gebiet der Ionenstrahlkanonen seit vielen Jahren eine lebhafte Entwicklung erfährt, wurden die Gasentladungen bisher nur durch Hochspannungsentladung oder mit Hilfe einer Elektronenemission von Heizfäden vorgenommen. Es hat sich nun jedoch gezeigt, daß sich auch mit einer hochfrequenten Hochspannung eine Ionenstrahlkanone konzipieren läßt, die sich auf allen bekannten Einsatzgebieten der Ionenstrahlkanonen verwenden läßt, beispielsweise:

Ätzen und Aufbringen dünner Schichten bei der Herstellung von integrierten Schaltkreisen, Bubble-Memories, Integrated Optics und ähnliche Applikationen in der Halbleiterbearbeitung;;
Elektronenmikroskopie, z.B. Abdünnen von Präparaten;
Oberflächenbearbeitung, wie Abätzen, Anätzen, Polieren, Strukturieren und Dotieren.

Die erfindungsgemäße Ionenstrahlkanone bietet dabei u. a. folgende Vorteile:

1. Wesentlich homogenere Gasentladung durch gleichmäßiges Hochfrequenzfeld;
2. Höhere Strahlstromdichte.
3. Da kein Heizfaden vorgesehen wird, lassen sich auch reaktive Ionisationsgase verwenden. Beispielsweise lassen sich F_2 , Cl_2 , H_2 , O_2 , Edelgase und Freone als Ionisations- und Beschußgase verwenden, die neue Prozeßmöglichkeiten, Anisotropie u. s. w. bieten.
4. Flache Bauart.
5. Magnetfelder entfallen.
6. Da nicht in einem (zwangsläufig) inhomogenen Magnetfeld gearbeitet werden muß, lassen sich beliebige Strahlquerschnittsformen und beliebig große Strahlquerschnitte erreichen.
7. Die Stromversorgung ist einfacher.
8. Der Gesamtaufbau der Ionenstrahlkanone ist einfacher und damit kostensparend.
9. Hohe Variabilität bezüglich der Materialien zum Aufbau der Ionisationskammer und der Extraktionselektrode.

Gemäß einer Ausführungsform ist die in Ionenstrahlrichtung erste Elektrode als Masse schaltbar und gemäß einer anderen Ausführungsform ist die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode als Masse schaltbar.

Bei einer weiteren Ausführungsform sind die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode und die Extraktionselektrode jeweils mit ein oder mehreren Ionenstrahldurchlässen versehen, die fluchtend angeordnet sind. Eine analoge Ausbildung ist Sharp et al., loc. cit. Fig. 1 für jeweils vier Perforationen zu entnehmen.

Schließlich ist bei einer Ausführungsform die Extraktionselektrode hinsichtlich ihres Abstands zur in Ionenstrahlrichtung zweiten Elektrode verschiebbar angeordnet.

- K. 3
6

Die erfindungsgemäße Ionenstrahlkanone wird beispielsweise bei einer Spannung im Bereich von 0,5 bis 10 kV und vorzugsweise 1 bis 2 kV, einer Hochfrequenz im Bereich von 10 bis 2×10^6 kHz (NF: 10 bis 450 kHz, RF: 450 bis 2×10^6 kHz) und vorzugsweise 10^3 bis 10^5 kHz (etwa $2,7 \times 10^4$ kHz) und einem Druck im Bereich von 10^{-3} bis 10^{-6} und vorzugsweise 10^{-4} bis 10^{-5} Torr betrieben. Für die Extraktionselektrode wählt man ein gegenüber der in Ionenstrahlrichtung zweiten Elektrode negatives Potential im Bereich von 0 bis 10 000 V und vorzugsweise 500 bis 1000 V.

Nachstehend wird die Erfindung durch Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Ionenstrahlkanone, bei der die in Ionenstrahlrichtung erste Elektrode als Masse geschaltet ist; und Fig. 2 eine erfindungsgemäße Ionenstrahlkanone, bei der die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode als Masse geschaltet und die Extraktionselektrode gegenüber dieser zweiten Elektrode verschiebbar angeordnet ist.

Die in Fig. 1 dargestellte Ionenstrahlkanone 1 wird durch einen Zylinder 2 gebildet, der an seinen beiden Enden durch Flansche 3, 4 verschlossen ist. Der Zylinder 2 und die Flansche 3, 4 können aus Edelstahl bestehen. Die eigentliche Ionisationskammer 5 befindet sich in der Ionenstrahlkanone 1 und wird von einem Zylinder 9 aus beispielsweise Glas gebildet, dessen Stirnseiten durch Elektroden 11, 12 verschlossen sind. Die in Ionenstrahlrichtung erste Elektrode 11 sitzt auf dem Flansch 3 auf. Beide Elektroden 11, 12 sind mit jeweils einer Perforation versehen, wobei die Perforation der Elektrode 11 den Ionisationsgaseinlaß 6 des Flansches 3 verlängert. In Ionenstrahlrichtung ist hinter der Elektrode 12 eine Extraktionselektrode 13 angeordnet. Diese Extraktionselektrode 13 wird durch Konsolen 8 getragen und gegenüber der Elektrode 12 isoliert, wobei die Konsolen 8 vom Zylinder 9 getragen werden. Die Extraktionselektrode 13 ist mit einer Perforation 15 versehen, die mit der Perfora-

- 5 -

7

tion 14 der Elektrode 12 fluchtet. Die Elektrode 12 und die Extraktionselektrode 13 brauchen nicht nur jeweils eine Perforation aufzuweisen, sondern können jeweils mehrere Perforationen aufweisen, die wiederum miteinander fluchten können. So können die beiden Elektroden 12, 13 netz- oder gitterförmig ausgebildet sein. Die Elektrode 11 ist als Masse geschaltet. An die Elektrode 12 ist ein hochfrequentes Hochspannungspotential und an die Elektrode 13 ein demgegenüber negatives Potential angelegt. Die in Fig. 1 dargestellten drei elektrischen Leitungen sind jeweils isoliert durch die Zylinderwandung der Ionenstrahlkanone 1 geführt. Der Fachmann ist mit der Wahl geeigneter Materialien für die Elektroden eines hochfrequenten Hochspannungsfeldes und für Extraktionselektroden vertraut. Der durch die Perforation 15 austretende Ionenstrahl kann auf ein Substrat gerichtet werden, das zwischen der Perforation 15 und dem Ionisationsgasauslaß 7 angeordnet wird.

Die in Fig. 2 dargestellte Ionenstrahlkanone ist abgesehen von den folgenden Abänderungen identisch aufgebaut. Diese Abänderungen bestehen darin, daß an die in Ionenstrahlrichtung erste Elektrode 21 die hochfrequente Hochspannung angelegt ist. Sofern der mit dem Ionisationsgaseinlaß versehene Flansch der Ionenstrahlkanone nicht aus einem isolierenden Material besteht, sitzt die Elektrode 21 auf einem Isolator 10 auf, der von einem Flansch getragen wird. Entsprechend ist die in Ionenstrahlrichtung zweite Elektrode 22 als Masse geschaltet. Die Extraktionselektrode 23 besitzt ein gegenüber der Elektrode 22 negatives Potential. Die Extraktionselektrode 23 ist auf Führungsstäben (Isolatoren) ~~29~~verschiebbar gelagert, die von der Elektrode 22 bzw. dem Zylinder der Ionisationskammer getragen werden.

-8-
Leerseite

3134337

von der Ionisationsgasquelle

Fig. 1

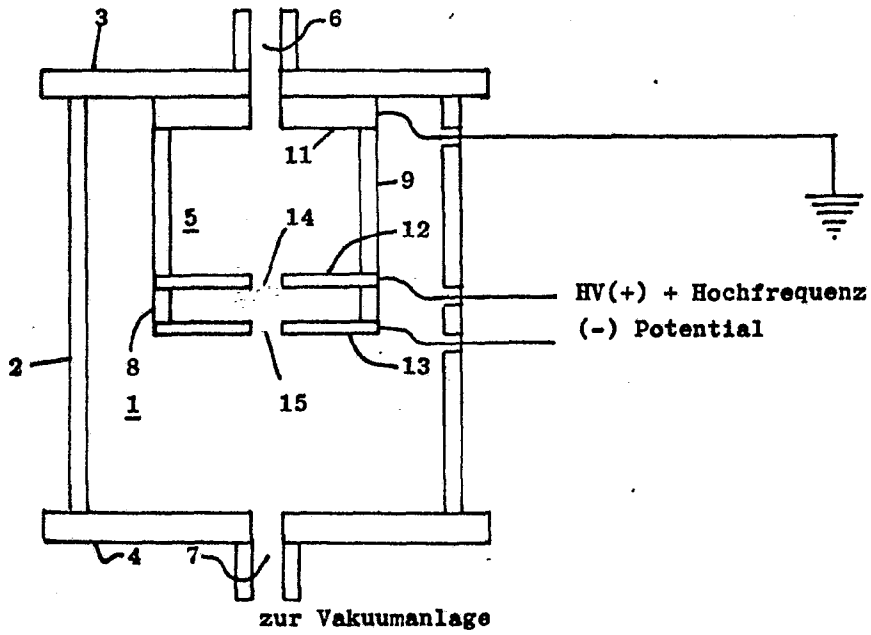


Fig. 2

