

 12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 21 Anmeldenummer: 80105360.4

 Int. Cl.³: **H 01 J 27/18**
H 05 H 1/50

 22 Anmeldetag: 08.09.80

 30 Priorität: 03.11.79 DE 2944467

 71 Anmelder: **Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH**
Weberstrasse 5
D-7500 Karlsruhe 1(DE)

 43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.81 Patentblatt 81/19

 72 Erfinder: **Bechthold, Volker, Dr. Dipl.-Phys.**
Heckerstrasse 18
D-7500 Karlsruhe(DE)

 84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

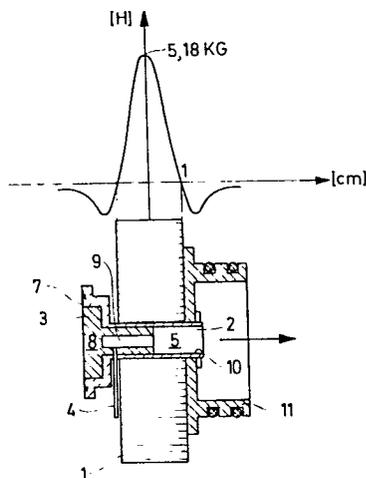
 72 Erfinder: **Friedrich, Ludwig, Dr. Dipl.-Phys.**
Klosestrasse 23
D-7500 Karlsruhe(DE)

 72 Erfinder: **Möllenbeck, Josef, Phys.- Ing.**
Stuttgarter Strasse 33
D-7514 Leopoldshafen(DE)

 72 Erfinder: **Ziegler, Peter**
Kirchbachstrasse 44
D-7580 Bühl 18(DE)

 54 Plasma- und Ionenquelle.

 57 Die Erfindung betrifft eine Plasma- und Ionenquelle, bei der in einem begrenzten Volumen mittels der Elektronenzyklotronresonanz ein Plasma mittels eines Magnetfeldes, der Einstrahlung von Mikrowellen und der Zuführung des zu ionisierenden Gases erzeugt wird. Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht nunmehr darin, eine Plasma- und Ionenquelle zu bieten, bei der hohe Ionendichten in einem wohldefinierten Bereich erzielt werden und neben der Beschränkung der Entladung die erforderliche elektrische Leistung auf den geringen Verbrauch des Mikrowellengenerators beschränkt wird. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die Verwendung eines Permanentmagneten (1) mit einer axialen Bohrung (2), in die sowohl die Mikrowellen (3) als auch das Gas (3) einbringbar ist.



EP 0 028 303 A2

- 1 -

Plasma- und Ionenquelle

Die Erfindung betrifft eine Plasma- und Ionenquelle,
bei der in einem begrenzten Volumen mittels der
Elektronenzyklotronresonanz ein Plasma mittels eines
Magnetfeldes, der Einstrahlung von Mikrowellen und
5 der Zuführung des zu ionisierenden Gases erzeugt wird.

Die Elektronenzyklotronresonanz (ECR) eignet sich ganz
besonders dafür, einfach und betriebssicher ein Plasma
zu erzeugen, indem in einem gasgefüllten Volumen ein
10 Magnetfeld erzeugt und resonante elektrische Hochfre-
quenzleistung eingestrahlt wird. Die Frequenz f und
das Magnetfeld B ergeben sich aus folgender Beziehung:

$$15 \quad f(\text{HZ}) = 2,8 \cdot 10^6 B(\text{Gauß})$$

Werden hohe Elektronendichten in der Entladung ange-
strebt, so ist neben großer Hf-Leistung auch eine hohe
Frequenz erforderlich, beispielsweise 10 - 20 GHz Mikro-
wellen für Elektronendichten von $10^{12}/\text{cm}^3$. Die er-
20 forderlichen Magnetfelder liegen im Bereich von 4 - 8
KG.

Für Anwendungen in Ionenquellen oder Plasmainjektoren
ist es aus Gründen der Strahlqualität günstig, wenn mit
25 einem möglichst kleinen Plasmavolumen mit hoher Elek-
tronendichte als Ionenlieferant ausgekommen werden kann,
um die geforderte Strahlintensität zu erreichen.
Praktisch bedeutet das, daß das für die ECR erforderliche

- 2 -

hohe Magnetfeld nur in einem Raum von wenigen mm³ benötigt wird. Trotzdem ist es in der Fachwelt bisher üblich in allen Anordnungen (z.B. "An Electron Cyclotron Resonance (ECR) Multiply Charged Ion Source",
5 JEEE Transaction on Nuclear Science, Vol. NS.-26, No.2, April 1979, S. 2120-2126) ein großvolumiges Magnetfeld mittels wassergekühlter, stromdurchflossener Kupfer-
spulen zu erzeugen, die koaxial um einem Vakuumgefäß angeordnet sind. Das Vakuumgefäß wird so dimensioniert,
10 daß einerseits eine noch ausreichende Sauggeschwindigkeit erreicht und andererseits die elektrische Leistung zur Aufrechterhaltung des magnetischen Feldes
möglich gering wird. Dies führt zu Anordnungen mit einer Leistung von 50 bis 200 kW.

15

Eine solche Anordnung von Spulen liefert zwangsläufig im Vakuumgefäß eine ausgedehnte Fläche, auf der das Magnetfeld der Resonanzbedingung genügt. Es entstehen dadurch lästige (parasitäre) unerwünschte Entladungen,
20 die besondere Maßnahmen zur Einschränkung des Plasmas auf den gewünschten Ort erfordern.

Der Transport des Plasmas von der Erzeugung bis zur Nutzung erfolgt durch Diffusion entlang dem aus der
25 Resonanzzone schwach abfallenden Magnetfeld, was von einer Spulenanordnung direkt geliefert wird.

Die der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe besteht nunmehr darin, eine Plasma- und Ionenquelle zu bieten,

bei der hohe Ionendichten in einem wohldefinierten Bereich erzielt werden und neben der Beschränkung der Entladung die erforderliche elektrische Leistung auf den geringen Verbrauch des Mikrowellengenerators beschränkt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe ist im Merkmal des Anspruches 1 beschrieben. Die Merkmale der übrigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder.

10

Wird, wie erfindungsgemäß geschehen, ein steiler Abfall des Magnetfeldes nach der Resonanz in Kauf genommen, so kann die gesamte Anordnung wesentlich vereinfacht werden, da ein geeignet dimensionierter ringförmiger

15

Permanentmagnet verwendbar ist. Dieser hat eine axial-zylindrische Bohrung, auf deren Achse die Resonanzfeldstärke erreicht wird und deren Durchmesser groß genug gewählt ist, so daß die Mikrowellen bis zur Resonanzstelle vordringen können.

20

Es läßt sich so eine sehr kompakte Anordnung erhalten, die entweder in die Wand oder sogar vollständig in eine Pumpkammer eingesetzt werden kann. Experimente haben gezeigt, daß in einem axialen Abstand von mehr als

25

10 cm von der Bohrung mit einer Sonde noch ein Ionenstrom von mehreren mA pro cm² nachzuweisen ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mittels der Figur näher erläutert.

- 4 -

Die Figur zeigt im Schnitt die Plasma- und Ionenquelle und darüber aufgezeichnet den Verlauf des Magnetfeldes H über die Achse (in mm) der Bohrung 2. Diese Bohrung 2 befindet sich in der Mitte des ringförmigen Permanentmagneten 1 aus SmCo_5 -Material. Dieser Magnet 1 mit einem Durchmesser von 70 mm und einer Dicke von 20 mm ist in der Lage, im Mittelbereich 5 der Achsialbohrung 2 ein magnetisches Feld (Maximum) von 5,18 kG zu erzeugen.

10

Die Mikrowellen 3 und das Gas 4 (zu ionisierendes Medium) werden über den Einsatz an den Magneten 1 bzw. in den Resonanzbereich 5 eingeführt. Die Mikrowellen mit 14,5 GHz werden an den Flansch 7 (UG 419/U) herangeführt und über den Einsatz 8 aus BN (mit $\epsilon = 5$) dem Bereich 5 zugeleitet. Der Einsatz 8 weist eine Innenbohrung 9 auf, die mit der Zuleitung 4 für das Gas in Verbindung steht und in den Bereich 5 hineinreicht.

20 Die Achsialbohrung 2 ist mit einer Hülse 10 aus nichtmagnetischem Material ausgekleidet, die sowohl mit dem Flansch 7 für die Mikrowelle 3 als auch einem Verbindungsflansch 11 zu einem nicht näher dargestellten Vakuum- bzw. Beschleunigungssystem in Verbindung steht.

- 1 -

Kernforschungszentrum
Karlsruhe GmbH

Karlsruhe, 2.09.1980
PLA 7957 Ga/hr

Patentansprüche:

1. Plasma- und Ionenquelle, bei der in einem be-
grenzten Volumen mittels der Elektronzyklotronre-
5 sonanz ein Plasma mittels eines Magnetfeldes, der
Einstrahlung von Mikrowellen und der Zuführung des
zu ionisierenden Gases erzeugt wird, gekennzeichnet
durch die Verwendung eines Permanentmagneten (1)
mit einer axialen Bohrung (2), in die sowohl die
10 Mikrowellen (3) als auch das Gas (4) einbringbar
ist.

2. Plasma- und Ionenquelle nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Permanentmagnet (1) in einem
15 Bereich der axialen Bohrung (2) ein Maximum des
Magnetfeldes erzeugt und daß die Mikrowellen (3)
und das Gas (4) in diesen Bereich einbringbar sind.

3. Plasma- und Ionenquelle nach Anspruch 1 und 2, da-
20 durch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (1)
aus SmCo_5 - Material besteht.

1/1

