



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 362 358 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.08.2005 Patentblatt 2005/33

(21) Anmeldenummer: **02708289.0**

(22) Anmeldetag: **16.01.2002**

(51) Int Cl.7: **H01J 23/027**, H01J 23/033

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/000363

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/063652 (15.08.2002 Gazette 2002/33)

(54) **KOLLEKTOR MIT EINER KOLLEKTORWAND UND EINER KOLLEKTORSPULENGRUPPE FÜR EIN GYROTRON**

COLLECTOR WITH A COLLECTOR WALL AND A COLLECTOR COIL GROUP FOR A GYROTRON
COLLECTEUR AVEC UNE PAROI DE COLLECTEUR ET UNE GROUPE DE BOBINES DE COLLECTEUR POUR UN GYROTRON

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR

(30) Priorität: **07.02.2001 DE 10105441**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(73) Patentinhaber: **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH**
76133 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder: **PIOSCYK, Bernhard**
76356 Weingarten (DE)

(74) Vertreter: **Rückert, Friedrich, Dr.**
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Patente und Lizenzen
Weberstrasse 5
76133 Karlsruhe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 780 970

- **G.LING, B. PIOSCYK, M.K.THUMM: "A New Approach for a Multistage Depressed Collector for Gyrotrons" IEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, Bd. 28, Nr. 3, Juni 2000 (2000-06), Seiten 606-613, XP001080020**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 245656 A (TOSHIBA CORP), 19. September 1997 (1997-09-19)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 362 358 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kollektor mit einer Kollektorwand und einer Kollektorspulengruppe für eine Gyrotron. Die Spulengruppe ist zur Achse des Gyrotrons im Kollektorbereich coaxial angebracht. Mit ihr wird im Bereich des Kollektors ein zur Achse rotationssymmetrisches Magnetfeld örtlich vorgegebener Stärke, bzw. mit einem vorgegebenen axialen Feldstärkeverlauf erzeugt, mit dem das Auftreffgebiet an der Innenwand des Kollektors des im Gyrotron erzeugten Elektronenhohlstrahls in einem vorgegebenen Bereich eingestellt werden kann.

[0002] Die verbleibende Energie des Elektronenhohlstrahls wird auf der Wand des Kollektors dissipiert. Die Trajektorien des Elektronenhohlstrahls werden durch den Verlauf der magnetischen Flussflächen wesentlich bestimmt. Die Hauptprobleme eines Kollektors in einem Hochleistungs-gyrotron bestehen in der Verteilung der Strahlleistung entlang der Kollektoroberfläche.

[0003] Um die Leistungsdichte an der Kollektorwand im zeitlichen Mittel zu reduzieren, wird bei Gyrotrons, insbesondere Hochleistungs-gyrotrons, wie beispielsweise für die Aufheizung magnetisch eingeschlossener Plasmen für die Kernfusion notwendig, das Auftreffgebiet des Elektronenhohlstrahls an der Innenwand des Kollektors über einen axialen Bereich hin und her bewegt, auch Wobbeln genannt. Dies wird bisher durch das in zylindrischen, coaxial außen um den Kollektor angebrachten Kollektorspulen erzeugte, zur Achse rotationssymmetrische Magnetfeld bewirkt. Hierzu werden die entsprechenden Kollektorspulen mit einem Gleich- und/oder Wechselstrom erregt.

[0004] Die Wobbel- oder Pulsationsfrequenz ist in existierenden Gyrotronsystemen durch den Skineffekt auf typischerweise etwa 10 Hz begrenzt, und zwar abhängig von der Dicke der Kollektorwand. Die Wandstärke ist wegen der hohen Leistungsdichten in Hochleistungs-gyrotrons typischerweise 10 mm. Wegen des großen Durchmessers des Kollektors eines solchen Gyrotrons - etwa 400 mm und mehr - erreichen die den Kollektor teilweise ummantelnden Kollektorspulen beträchtliche Abmessungen.

[0005] Der Artikel von Ling et al: "A New Approach for a multistage depressed Collector for Gyrotrons" in IEEE Trans. Plasma Sci., Band 28, Nr. 3, Seiten 606-613, beschreibt einen Kollektor für ein Gyrotron mit einer Kollektorwand und einer Kollektorspulengruppe. Die Spulengruppe dieses Kollektors besteht aus mindestens einer solenoidalen Spule, die zu der Achse im Kollektorbereich coaxial angebracht ist. Mit dieser Spulengruppe kann ein zur Formung eines rotationssymmetrischen Elektronenstrahls notwendiger, rotationssymmetrischer Magnetfeldverlauf entlang der Achse eingestellt werden.

[0006] Daraus entstand die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, nämlich die Abmessungen des Kollektors eines Hochleistungs-gyrotron so klein wie möglich zu halten und die zeitgemittelte Leistungsdichte, die momentane Spitzenleistungsdichte und die resultierende Temperaturschwankung unter vertretbarem technischen Aufwand zu minimieren.

[0007] Die Aufgabe wird durch den coaxialen Einbau einer Kollektorspulengruppe aus mindestens einer zylindrischen Spule in den Kollektor gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 vom Aufbau her gelöst. Hierzu hat die Kollektorwand von der abschließenden Stirnseite her eine zur Achse coaxiale hohlzylindrische Einbuchtung, in der die Kollektorspulengruppe, auf einem zylindrischen Spulenwickelkörper sitzend, eingeschoben und zentriert verankert ist. Die magnetfelderzeugenden Spulen, deren Dimensionierung und Lage auf der Achse rechnerisch ermittelt ist, sind axial hintereinander und/oder radial übereinander. Mit dem aufgrund der Rechnungen ermittelten, jeweils notwendigen elektrischen Strom werden die Spulen erregt und erzeugen in ihrer Gesamtheit ein resultierendes, zur Achse rotationssymmetrisches Magnetfeld mit vorgegebenem axialen Verlauf der Magnetfeldstärke, so dass der rotationssymmetrische Elektronenhohlstrahl an dieser Einbuchtung zumindest mit an deren frei ragenden Anfangsbereich kollisionsfrei vorbeigeführt und in einen vorgesehenen Auftreffbereich auf der Kollektorinnenwand gelenkt wird.

[0008] In Anspruch 2 ist ergänzend beschrieben, wie die hohlzylindrische Einbuchtung, in der die Kollektorspulengruppe versenkt ist, in einen externen Kühlkreislauf einbezogen werden kann. Durch den hohlzylindrischen Spulenwickelkörper hindurch führt mindestens ein konzentrisches Rohr. Das einzige oder das äußere von mehreren zumindest berührt den Boden der Einbuchtung. Durch dieses äußere Rohr und die Wand der Einbuchtung kann an der Kollektorspulengruppe vorbei bei radialen Durchgängen am Ende des wickelfreien Spulenkörpers am Boden der Einbuchtung und/oder bei Durchgängen durch den Spulenkörper selbst ein Strömungskanal für ein Kühlmittel eingerichtet werden, wenn das äußere Rohr und die Wand der Einbuchtung an den externen Kühlkreislauf angeschlossen werden.

[0009] In den Ansprüchen 3 und 4 ist je ein Verfahren für die Art der Erregung der Kollektorspulengruppe angegeben:

[0010] Mit dem in Anspruch 3 beschriebenen Verfahren wird das rotationssymmetrische Auftreffgebiet auf der Innenwand des Kollektors gezielt groß gehalten, so dass die auftreffende Elektronendichte und die dadurch hervorgerufene spezifische Belastung der Kollektorwand zumindest erträglich beschränkt bleibt bzw. technisch noch akzeptabel ist. Dies geschieht grundsätzlich dadurch, dass die Spulen nur mit Gleichstrom erregt werden und dadurch ein zeitlich konstantes, räumlich nicht adiabatisches Magnetfeld mit vorgegebenen axialen Feldstärke erzeugt wird, das den Elektronenhohlstrahl einerseits rotationssymmetrisch formt und den Auftreffbereich der Elektronen aufweitet, wodurch die auftreffende Elektronendichte und damit die Leistungsdichte im Auftreffbereich an der Innenwand des Kollektors auf zumindest das technisch erträgliche Maß beschränkt wird. Als Auftreffbereich kommen höchstens die äußere Man-

telwand, die Stirnwand und die Oberfläche der Einbuchtung des Kollektors in Betracht. In diesem gleichstromerregten Fall braucht die Wandstärke der Einbuchtung nicht dünn sein, da das Magnetfeld nicht zeitlich pulsiert und damit auch kein Skineffekt auftritt.

[0011] In Anspruch 4 wird ein zeitlich pulsierendes Magnetfeld zur periodischen Hin und Herbewegen der Lage des Auftreffgebiets an der Innenwand des Kollektors eingesetzt. Dazu werden eine oder mehrere Spulen der Spulengruppe zusätzlich zum jeweiligen Wechselstrom mit einem jeweils vorgegebenen Gleichstrom erregt, um eine geforderte rotationssymmetrische Formung des Elektronenhohlstrahls einzustellen. Durch die Erregung von mindestens einer Spule der Spulengruppe an entsprechender axialer Position mit einem Wechselstrom wird im vorgesehenen Kollektorbereich ein zeitliches Pulsieren des Magnetfelds erzeugt, das ein Hin und Herbewegen des ringförmigen, rotationssymmetrischen Auftreffgebiets auf der Innenwand des Kollektors zwischen zwei Positionen bewirkt. Und zwar pulsiert der Elektronenhohlstrahl mit seiner eingepprägten radialen Ausdehnung beim Durchlaufen des pulsierenden Magnetfelds im Kollektorbereich im Takt der Wechselstromfrequenz so, dass sein ringförmiges coaxiales Auftreffgebiet höchstens zwischen zwei axialen Positionen auf der Mantelwand des Kollektors oder zwischen zwei radialen Positionen auf der Stirnwand, wobei beide radialen Positionen stets einen größeren Radius als den der Einbuchtung haben, oder zwischen einer Position auf der Mantelwand des Kollektors und einer radialen Position außerhalb der Einbuchtung auf der Stirn des Kollektors in dem Rhythmus der Wechselstromfrequenz hin und her wandert.

[0012] Hieraus ergeben sich verschiedene Vorteile, nämlich:

- Die geringere Wandstärke der Kapselung der Kollektorspulengruppe lässt wegen des Skineffekts ein Pulsieren des Magnetfeldes mit höherer Frequenz zu. Eine geringere Stärke der Wand kann gewählt werden, weil sie nicht vom primären Elektronenstrahl getroffen wird und daher nur eine geringe thermische Belastung erfährt.
- Das höherfrequente Pulsieren des durch die Spulengruppe erzeugten Magnetfelds bewirkt entsprechend ein schnelleres Hinundherwandern zwischen zwei Endpositionen des Auftreffgebiets des Elektronenhohlstrahls auf der Innenwand des Kollektors. Damit lässt sich die Amplitude der Oszillationen der Oberflächentemperatur erniedrigen.
- Die Abmessungen der innen liegenden Spulengruppe ist wesentlich kleiner als die einer entsprechend leistungsfähigen außen liegenden. Daher wird das Gewicht und der Leistungsverbrauch der Kollektorspulengruppe erheblich reduziert.

[0013] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung weiter erläutert. Die Zeichnung besteht aus 2 Figuren. Es zeigt:

Figur 1 den axialen Schnitt durch den Kollektor des Gyrotrons,
Figur 2 die Potentiallinien und Trajektorien des Elektronenhohlstrahls.

[0014] Als Beispiel wird die Auslegung für einen 2,2 MW, einstufig vorgespannten Kollektor gemäß Figur 1 herangezogen. Die elektrische Isolation des einstufigen Kollektors ist am äußeren Umfang links von der inneren zylindrischen Einbuchtung angenommen. Die beiden Figuren zeigen auch nur den gesamten Kollektorbereich. Die übrigen Baugruppen des Gyrotrons sind nicht angedeutet. Die Elektronenstrahlerzeugung und der Resonator des Gyrotrons würden sich links im Bild vom Anfang des Kollektors an anschließen.

[0015] Die Auslegung ist nicht auf die einstufige Vorspannung beschränkt. Sie kann auch ähnlich für nicht vorgespannte sowie für mehrstufig, beispielsweise zweistufig vorgespannte Kollektoren durchgeführt werden.

[0016] Die Konturmaße des coaxial aufgebauten Kollektors sind hier beispielsweise: größte lichte Weite 520 mm, Länge 1360 mm. In das coaxiale Innere des vom Resonator kommenden Elektronenhohlstrahls ragt die hohlzylindrische Einbuchtung der dortigen Kollektorwand, die wie an anderer Stelle auch vorzugsweise aus Kupfer ist, andere, technisch geeignete Materialien sind nicht ausgeschlossen, dort aber im Gegensatz zur Außenwand mit hier 10 mm nur 3 mm Wandstärke hat, da dort ja keine Belastung durch den Elektronenhohlstrahl auftritt. Diese Einbuchtung ist an der Stirnwand des Kollektors angeschweißt oder hart angelötet. Für den reinen Experimentierbetrieb kann es nützlich sein, wenn die Einbuchtung mit einem Flansch versehen an der Stirnwand auch vakuumdichtbar angeschraubt werden kann.

[0017] In das Innere dieser Einbuchtung ist die Kollektorspulengruppe auf einem Spulenkörper gewickelt, eingeschoben und am Boden und an der Kollektorstirnwand zentriert. Die Spulengruppe besteht hier aus vier Solenoiden, einem ersten mit dickem Wickel, dem Resonatorausgang am nächsten liegenden. An diesen schließt sich ein weiteres innen liegendes Solenoid mit schwächerem Wickel als dem ersten bis an die Stirnwand an, das auf einem Wickelkörper mit größerer lichter Weite sitzt. Über diesen zweiten Solenoiden sind zwei weitere Solenoiden mit jeweils dünnerem Wickel geschoben, die den zweiten Solenoiden teilweise ummanteln und sich selber überlappen.

[0018] Das erste Solenoid ist vorgesehen, bei einem Betrieb wobbelndem Elektronenstrahl also pendelndem Auftreffgebiet auf dem Kollektor, mit einem Gleichstrom und addierten Wechselstrom erregt zu werden. Die drei andern Solenoide sollen hier nur mit Wechselstrom erregt werden. Die Erregerströme sind als Beispiel in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Abhängig von der Auslegung und der Höhe der Feldstärke entlang der Achse sind eventuell andere Spulendimensionen und Erregungsströme notwendig.

[0019] Der Kollektorspulengruppe ist über einen Flansch an der Stirnwand des Kollektors angeschraubt und am Boden der Einbuchtung über einen Flanscheinbau zentriert. Der Flanscheinbau hat radiale Löcher, so dass ein Kühlkreislauf eingerichtet werden kann, bei dem das Kühlmittel die Innenwand der Einbuchtung und die Spulengruppe oberflächlich berührt.

[0020] Die Auslegung des coaxialen Magnetsystems wurde derart durchgeführt, dass der wobbelnde Elektronenhohlstrahl einen axialen Auftreffbereich von hier etwa 680 mm hat. In Figur 2 ist der Fall eines einstufig vorgespannten Kollektors mit der abbremsenden Spannung am Eingang des Kollektors dargestellt, und zwar mit Potentiallinien links im Bild und Strahltrajektorien. Die Trajektorien für den Strahl sind für die Positionen der maximale Auslenkungen in der Richtung zum Resonator (schließt sich links im Bild an) und in der entgegengesetzten Richtung eingetragen. Dazwischen wobbelt der Hohlstrahl hin und her. Da die Situation dort rotationssymmetrisch ist, genügt die Halbbilddarstellung des Schnittes durch die dortige Achse, der Rotationsachse, des Gyrotrons im Kollektorbereich. Hier ist das in den Kollektor ragende Außenrohr des gekapselten Kollektorspulensystems nur mehr durch seine Außenkontur angedeutet. Das felderzeugende Magnetsystem ist aus der Figur 1 zu entnehmen.

[0021] Die beispielhaften Spulenparameter sind für diese Auslegung unten in der Tabelle zusammengefasst. Die Angaben sind geometrische Abmessungen der Teilsulen. Die Größen haben folgende Bedeutung: Z_m = axiale Mitte einer Spule, R_m = radiale Mitte einer Spule, dz = axiale Länge, dr = radiale Breite, j = mittlere Stromdichte in A/cm², wobei durch alle Teilsulen ein Wechselstrom $j_{1coll} = j_{2coll} = j_{3coll} = j_{4coll} = 200$ A/cm² und mit einem durch Spule COL 4 zusätzlich fließenden Gleichstrom $j_{4dc} = 100$ A/cm². Der Koordinatennullpunkt ($Z_m = 0$) ist am Eingang des Kollektors.

Tabelle:

Spule	Z_m /cm	R_m /cm	dz /cm	dr /cm	j /A/cm ²
COL 1	93.0	6.80	88.0	1.8	j_{1coll}
COL 2	93.0	7.85	68.0	0.3	j_{2coll}
COL 3	103.0	8.30	60.0	0.6	j_{3coll}
COL 4	43.0	6.80	12.0	3.6	$j_{4coll} + j_{4dc}$

[0022] Das axiale Verschieben des Auftreffgebiets des Elektronenhohlstrahls sowie das Aufweiten und Zusammenziehen wird durch das Anlegen eines Wechselstroms an die Spulen bewirkt. Zur Formung des magnetischen Felds im Innern des Kollektors wird die Spule am Boden der Einbuchtung (COL4 in der Tabelle) mit einem Gleichstrom von 100 A/cm² zusätzlich erregt. Die Gesamtleistung für die Kollektorspulen beträgt etwa 1,5 kW, wenn für die Wicklungen ein Füllfaktor von 0,5 angenommen wird. Bei der Wanddicke von 3 mm ist ein Pulsieren bis etwa 50 Hz möglich. Die Skineindringtiefe von 9,28 mm bei 50 Hz schlägt sich in einer Dämpfung des Magnetfelds Kollektorraum um 28% nieder.

[0023] Die erzielte Verbesserung drückt sich in diesem Fall folgendermaßen aus:

Das Maximum der momentanen Leistungsdichte auf der Kollektorwand ist etwa 3,5 kW/cm² im Fall der niedrigsten Strahlposition.

Die zeitgemittelte Verteilung der Belastung entlang der Kollektoroberfläche erreicht bei der niedersten Strahlposition ein Maximum von 530 W/cm²

[0024] Eine Erhöhung der Wobelfrequenz des Auftreffgebiets führt zu einer Reduzierung der Amplitude der zeitlichen Variation der Oberflächentemperatur. In dem vorgestellten Beispiel beträgt die maximale Oszillation der Oberflächentemperatur des Kollektors bei der Wobelfrequenz von 50 Hz etwa 77°C. Das ist eine erhebliche Verbesserung im Vergleich zu 170°C bei einer um den Kollektor liegenden Spulengruppe, die nur mit 10 Hz pulsierend betrieben werden kann.

Patentansprüche

1. Kollektor mit einer Kollektorwand und einer Kollektorspulengruppe für eine Gyrotron, wobei die Kollektorspulengruppe aus mindestens einer solenoidalen Spule besteht, die zu der Achse im Kollektorbereich coaxial angebracht ist, mit der der zur Formung des rotationssymmetrischen Elektronenhohlstrahls notwendige, mit ihr erzeugte rotationssymmetrische Magnetfeldverlauf entlang der Achse eingestellt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kollektorwand von der abschließenden Stirnseite her ins Kollektorinnere eine zu der Achse coaxiale hohlzylindrische Einbuchtung hat, in die die Kollektorspulengruppe, auf einem zylindrischen Spulenwickelkörper sitzend, eingeschoben und zentriert ist, und
 10 die magnetfelderzeugenden Spulen axial hintereinander und/oder radial übereinander gewickelt sind, so dass, mit dem jeweils vorgegebenen elektrischen Strom erregt, ein axialer Verlauf der Magnetfeldstärke über die Länge des Kollektors derart eingestellt werden kann, dass der rotationssymmetrische Elektronenhohlstrahl eingepprägter radialer Ausdehnung in einen vorgesehenen rotationssymmetrischen Auftreffbereich auf der Innenseite der Kollektorwand gelenkt wird.
2. Kollektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den hohlzylindrischen Spulenwickelkörper hindurch mindestens ein konzentrisches Rohr ragt und zumindest das äußere den Boden der Einbuchtung fluiddicht berührt, so dass dieses und die Wand der Einbuchtung in einen Kühlmittelkreislauf einbezogen werden kann.
3. Verfahren zum elektrischen Betreiben des Kollektors nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulen der Kollektorspulengruppe jeweils mit einem vorgegebenen Gleichstrom derart erregt werden, dass der rotationssymmetrische Elektronenhohlstrahl eingepprägter radialer Ausdehnung beim Durchlaufen des **dadurch** erzeugten Magnetfelds im Kollektorraum rotationssymmetrisch geformt wird, und zwar derart, dass sich seine Auftrefffläche auf dem Kollektor höchstens über die äußere Mantelwand, die Stirnwand und die Mantelwand der Einbuchtung erstreckt.
4. Verfahren zum elektrischen Betreiben des Kollektors nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulen der Kollektorspulengruppe mit einem Wechselstrom vorgegebener Amplitude und Frequenz und mit einem Gleichstrom vorgegebener Stromstärke erregt werden, so dass der rotationssymmetrische Elektronenhohlstrahl eingepprägter radialer Ausdehnung beim Durchlaufen des **dadurch** erzeugten pulsierenden Magnetfelds rotationssymmetrisch derart pulsierend geformt wird, dass sein ringförmiges coaxiales Auftreffgebiet höchstens
 30 zwischen zwei axialen Positionen auf der äußeren Mantelwand des Kollektors oder
 35 zwischen zwei radialen Positionen auf der Stirnwand, wobei beide radialen Positionen stets einen größeren Radius als den der Einbuchtung haben, oder
 zwischen einer Position auf der Innenseite der äußeren Mantelwand des Kollektors und einer radialen Position außerhalb der Einbuchtung auf der Stirn des Kollektors
 im Rhythmus der Wechselstromfrequenz hin und her wandert.

Claims

1. Collector with a collector wall and a collector coil assembly for a gyrotron, with the collector coil assembly consisting of a solenoid coil at least that is arranged coaxially to the axis in the collector region and generates the rotation-symmetric magnetic field required for the rotation-symmetric hollow electron beam and by means of which this magnetic field can be adjusted along the axis, **characterized by** the front collector wall being provided with a hollow cylindrical recess that is coaxial to the axis and by the collector coil assembly that is fixed onto a cylindrical coil winding body being shifted into and centered in this recess,
 50 the field-generating coils being wound axially in series and/or radially on top of each other, such that, when excited by a given electric current, an axial magnetic field can be adjusted over the length of the collector, as a result of which the rotation-symmetric hollow electron beam of radial extension is deflected into a designated rotation-symmetric area of incidence on the inner side of the collector wall.
2. Collector according to Claim 1, **characterized by** at least one concentric tube protruding through the hollow cylindrical coil winding body and, in case of more than one tube, the outer tube at least contacting the bottom of the recess in a fluid-tight manner, as a result of which this outer tube and the wall of the recess can be integrated in the coolant circuit.

3. Process for the electric operation of the collector according to one of Claims 1 and 2, **characterized by** the coils of the collector coil assembly being excited by a given direct current, such that the rotation-symmetric hollow electron beam of radial extension is provided with a rotation-symmetric shape while passing the thus generated magnetic field in the collector area, such that the beam's area of incidence on the collector extends over the outer shell wall, the front wall, and the shell wall of the recess at the maximum.
4. Process for the electric operation of the collector according to one of Claims 1 and 2, **characterized by** the coils of the collector coil assembly being excited by an alternating current of given amplitude and frequency and by a direct current of given intensity, such that the rotation-symmetric hollow electron beam of radial extension is given a rotation-symmetric and pulsing shape when passing the thus generated pulsing magnetic field, as a result of which its annular coaxial area of incidence moves in the rhythm of the alternating current frequency either between two axial positions on the outer shell wall of the collector or between two radial positions on the front wall, with both radial positions always having a larger radius than that of the recess, or between a position on the inner side of the outer shell wall of the collector and a radial position outside of the recess on the front of the collector.

Revendications

1. Collecteur avec une paroi de collecteur et un groupe de bobines collectrices pour un gyrotron, le groupe de bobines collectrices se composant d'au moins une bobine solénoïdale disposée coaxialement par rapport à l'axe dans la zone du collecteur, qui permet de régler l'allure du champ magnétique à symétrie de révolution, nécessaire à la formation du faisceau électronique creux le long de l'axe, produite avec celle-ci, **caractérisé en ce que** la paroi de collecteur possède un creux coaxial à l'axe, à la forme d'un cylindre creux, allant du côté frontal terminal jusqu'à la partie intérieure du collecteur, dans laquelle le groupe de bobines collectrices, placé sur un corps d'enroulement de bobines cylindriques, est inséré et centré, et que les bobines produisant les champs magnétiques sont enroulées axialement les unes derrières les autres et/ou radialement les unes sur les autres, de sorte que, excitées par le courant électrique respectif donné, une allure axiale de l'intensité du champ magnétique peut être réglée sur la longueur du collecteur de telle façon que le faisceau électronique creux à symétrie de révolution et dimension radiale mémorisée est dirigé vers une zone d'impact prévue, à symétrie de révolution, sur la face intérieure de la paroi du collecteur.
2. Collecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un tube concentrique dépasse à travers le corps d'enroulement de bobines à cylindre creux et que du moins le tube extérieur touche le fond du creux d'une manière étanche aux fluides, de sorte que celui-ci et la paroi du creux peuvent être intégrés dans un circuit d'agent réfrigérant.
3. Procédé d'exploitation électrique du collecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les bobines du groupe de bobines collectrices sont excitées chacune par un courant continu prédéfini tel que le faisceau électronique creux à symétrie de révolution de dimension radiale mémorisée est formé dans le volume du collecteur par symétrie de révolution, lors de la traversée du champ magnétique ainsi généré, de telle façon que sa surface d'impact sur le collecteur s'étend au maximum sur la paroi externe de la gaine, la paroi frontale et la paroi de gaine du creux.
4. Procédé d'exploitation électrique du collecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les bobines du groupe de bobines collectrices sont excitées par un courant alternatif d'amplitude et de fréquence données et par un courant continu d'ampérage donné, de sorte que le faisceau électronique creux à symétrie de révolution et de dimension radiale mémorisée est formée de mode pulsatoire à symétrie de révolution de telle façon que son domaine d'impact coaxial annulaire bascule au rythme de la fréquence de courant alternatif au maximum entre deux positions axiales sur la paroi extérieure de la gaine du collecteur ou entre deux positions radiales sur la paroi frontale, les deux positions radiales ayant toujours un rayon supérieur à celui du creux, ou entre une position sur la face intérieure de la paroi extérieure de la gaine du collecteur et une position radiale à l'extérieur du creux sur le front du collecteur.

Fig. 1

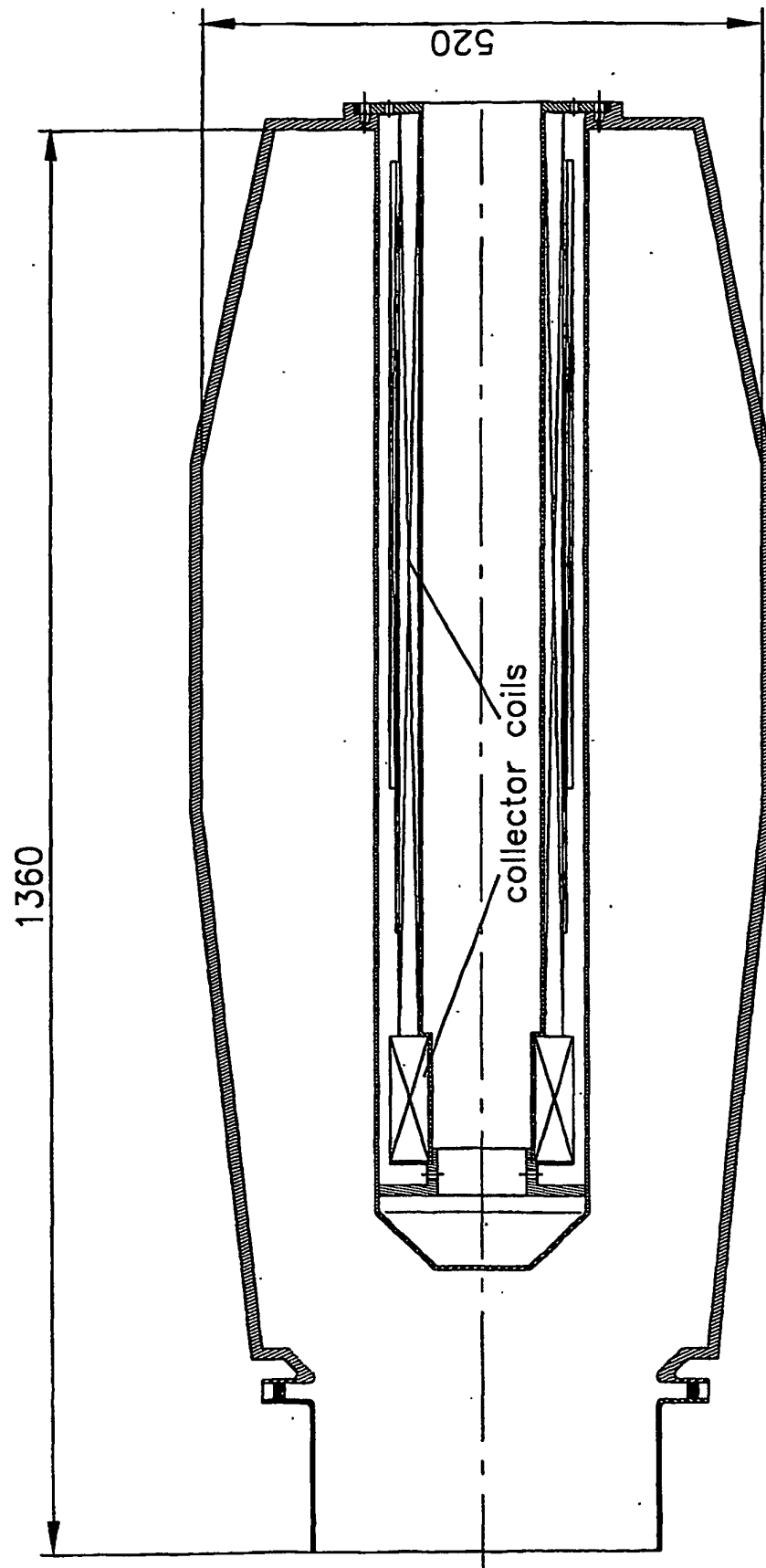


Fig. 2

