

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 277 521 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **06.11.91** 51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05H 7/04**

21 Anmeldenummer: **88100522.7**

22 Anmeldetag: **15.01.88**

54 **Synchrotronstrahlungsquelle mit einer Fixierung ihrer gekrümmten Spulenwicklungen.**

30 Priorität: **28.01.87 DE 3702388**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.08.88 Patentblatt 88/32**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**06.11.91 Patentblatt 91/45**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

56 Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 195 926**  
**EP-A- 0 265 797**  
**DE-A- 3 148 100**  
**DE-A- 3 703 938**  
**DE-A- 3 704 442**

73 Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-  
SCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**W-8000 München 2(DE)**

72 Erfinder: **Marsing, Helmut**  
**Lärchenweg 8**  
**W-8524 Neunkirchen(DE)**  
Erfinder: **Jahnke, Andreas, Dr.**  
**Tannenweg 4**  
**W-8550 Forchheim(DE)**

**EP 0 277 521 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Synchrotronstrahlungsquelle mit mindestens einem gekrümmten Abschnitt ihrer Teilchenbahn, in dem vorgesehen sind

- eine Magneteinrichtung mit supraleitenden Spulenwicklungen, die zu beiden Seiten der von einer Strahlführungskammer umgebenen Teilchenbahn liegen und in mindestens einem Kryostaten mit einem Vakuummantel angeordnet sind,
- mindestens eine radial oder tangential nach außen hin führende Austrittsöffnung der Strahlführungskammer für die Synchrotronstrahlung

und

- eine Vorrichtung zur mechanischen Fixierung der supraleitenden Spulenwicklungen.

Eine derartige Synchrotronstrahlungsquelle ist aus der DE-OS 35 30 446 bekannt.

In einem Synchrotron können bekanntlich elektrisch geladene Teilchen wie Elektronen oder auch Protonen dadurch auf hohe Energie beschleunigt werden, daß sie auf einer gekrümmten Bahn in Umlauf gebracht und wiederholt durch einen Hochfrequenz-Beschleunigungshohlraum einer Beschleunigungsstrecke hindurchgeführt werden. Dabei werden bei einem Elektronen-Synchrotron die Elektronen bereits nahezu mit Lichtgeschwindigkeit in die Beschleunigungsstrecke eingeleitet; es ändert sich somit bei fester Umlauffrequenz nur noch ihre Energie. Die Synchrotronstrahlung, d.h. die relativistische Strahlungsemission der Elektronen, die nahezu mit Lichtgeschwindigkeit umlaufen und durch Ablenkung in einem magnetischen Feld einer Magneteinrichtung auf einer Kreisbahn gehalten werden, liefert eine Röntgenstrahlung mit paralleler Strahlungscharakteristik und großer Intensität. Diese Synchrotronstrahlung kann vorteilhaft für eine Röntgenstrahl-Lithographie verwendet werden, welche bei einer Herstellung von integrierten Schaltkreisen zur Erzeugung von Strukturen, die kleiner als  $0,5 \mu\text{m}$  sind, geeignet ist. Dabei trifft die parallele Röntgenstrahlung im nutzbaren Wellenbereich von etwa  $2 = 0,2$  bis  $2 \text{ nm}$  auf eine abzubildende Maske, hinter der sich in unmittelbarem Abstand eine zu belichtende Halbleiterfläche befindet.

Aus der eingangs genannten DE-OS ist eine Ausführungsform eines Elektronen-Synchrotrons vom sogenannten Rennbahn-Typ zu entnehmen, das eine Teilchenbahn mit abwechselnd geraden und gekrümmten Bahnabschnitten aufweist. Der Krümmungsradius ist dabei durch das Gleichgewicht zwischen Zentrifugalkraft und Lorentzkraft im Magnetfeld von Dipolmagneteinrichtungen festgelegt, die jeweils zu beiden Seiten der Teilchenbahn gekrümmte supraleitende Spulenwicklungen enthal-

ten. In jeder dieser Magneteinrichtungen sind die einzelnen Dipolspulenwicklungen zusammen mit einer Gradientenspule in einem Kryostaten angeordnet, der im gekrümmten Bahnabschnitt auch die evakuierte Strahlführungskammer, in welcher die Elektronen umlaufen, auf Tieftemperatur hält. Den geraden Abschnitten der Beschleunigungsstrecke sind ein Elektroneninjektor, mit dem die Elektronen in die Beschleunigungsstrecke eingeleitet werden, sowie Einrichtungen zur Elektronenbeschleunigung zugeordnet.

Bei dieser bekannten Ausführungsform einer Synchrotronstrahlungsquelle ist die Strahlführungskammer in jedem gekrümmten Bahnabschnitt der Teilchenbahn jeweils mit einer schlitzförmigen Austrittsöffnung für die Synchrotronstrahlung versehen. Die Lorentzkräfte der gegenüberliegenden supraleitenden Spulenwicklungen, welche die schlitzförmige Austrittsöffnung zusammendrücken versuchen, müssen deshalb von den Schenkeln einer mechanischen, C- oder U-förmigen Tragkonstruktion aufgenommen werden. Da eine Lageänderung dieser supraleitenden Spulenwicklungen unter der Einwirkung der Lorentzkräfte mit einer entsprechenden Feldverzerrung praktisch ausgeschlossen werden muß, ist eine entsprechende aufwendige mechanische Fixierung dieser Wicklungen unumgänglich. Dies ist aber im Schlitzbereich außerordentlich schwierig. So werden beispielsweise gemäß der DE-PS 35 11 282 die den Schlitz zusammendrückenden Kräfte durch besonders vorgespannte Klammer- und Spannelemente kompensiert.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die Synchrotronstrahlungsquelle der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß eine verhältnismäßig einfache Fixierung der supraleitenden Dipolspulenwicklungen ihrer Magneteinrichtungen im Austrittsbereich der Synchrotronstrahlung zu gewährleisten ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die mit einer entsprechenden Ausgestaltung der Strahlungsquelle verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß auf aufwendige Tragstrukturen im Bereich der insbesondere schlitzförmig gestalteten Austrittsöffnung für die Strahlung bzw. ihres entsprechenden Austrittskanals verzichtet werden kann. Zugleich wird auf verhältnismäßig einfache Weise eine hohe mechanische Steifigkeit des gesamten Aufbaus einer Fixierungsvorrichtung zur Halterung und Abstützung der supraleitenden Wicklungen erreicht. Damit läßt sich auch die Bauhöhe, die abzukühlende Gewichtsmasse und das gespeicherte Volumen an kryogenem Kühlmittel reduzieren.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsge-

mäßigen Synchrotronstrahlungsquelle gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur als Ausführungsbeispiel ein Teil einer Synchrotronstrahlungsquelle gemäß der Erfindung schematisch veranschaulicht ist.

Beim Aufbau der erfindungsgemäßen Strahlungsquelle wird von bekannten Ausführungsformen, insbesondere vom Rennbahn-Typ, ausgegangen (vgl. z.B. DE-PS 35 11 282, DE-OS 35 30 446 oder die Veröffentlichung des "Institute for Solid State Physics" of the University of Tokyo, Japan, Sept. 1984, Ser. B., No. 21, Seiten 1 bis 29 mit dem Titel: "Superconducting Racetrack Electron Storage Ring and Coexistent Injector Microtron for Synchrotron Radiation").

In der Figur ist ein Querschnitt durch die erfindungsgemäße Synchrotronstrahlungsquelle im Bereich ihrer um  $180^\circ$  gekrümmten Teilchenbahn 2 mit einer entsprechenden Magneteinrichtung 3 dargestellt. Der Krümmungsradius ist dabei mit R bezeichnet. Diese Magneteinrichtung enthält zu beiden Seiten der durch die Teilchenbahn 2 aufgespannten, in x-y-Richtung eines rechtwinkligen x-y-z-Koordinatensystems liegenden Äquatorialebene je eine gekrümmte supraleitende Dipolspulenwicklung 4 bzw. 5 und gegebenenfalls noch zusätzliche supraleitende Spulenwicklungen wie z.B. Korrekturspulenwicklungen 4a und 5a. Die supraleitenden Wicklungen werden vorteilhaft in baugleichen oberen und unteren Rahmenstrukturen 7 bzw. 8 gehalten, die in der Äquatorialebene zusammengefügt werden und dabei eine die Teilchenbahn 2 umschließende Strahlführungskammer 10 aufnehmen.

Innerhalb dieser evakuierten Kammer 10 erstreckt sich die Teilchenbahn 2 durch eine etwa rechteckige Aperturfläche 11 hindurch, in der ein Dipolfeld B hinreichender Qualität ausgebildet ist. Die Kammer 10 geht radial oder tangential nach außen hin in eine äquatoriale, einseitig offene Austrittskammer 12 mit einer Austrittsöffnung oder -mündung 13 für die durch einen Pfeil 14 angedeutete Synchrotronstrahlung über. Die Austrittskammer mit einer senkrechten, d.h. in z-Richtung weisenden Ausdehnung a kann insbesondere schlitzförmig ausgebildet sein, wobei der entsprechende Schlitz den gesamten  $180^\circ$ -Bogen des gekrümmten Teilchenbahnabschnittes ausmachen kann. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine derartige Austrittskammer angenommen.

Die einzelnen supraleitenden Dipolspulenwicklungen 4 und 5 befinden sich in azimuth umlaufenden Spulenkörpern 16, die in ein oberes bzw. unteres Rahmenstück 17 bzw. 18 der jeweiligen Rahmenstruktur 7 bzw. 8 eingepaßt sind und in z-Richtung senkrecht zur äquatorialen x-y-Ebene mit Schrauben 19 gehalten werden. Der Wicklungsauf-

bau kann dabei vorteilhaft von dem jeweiligen Nutengrund des Spulenkörpers in Richtung auf die Äquatorialebene hin als auch in umgekehrter Richtung erfolgen. Hierbei sichert je ein abgestuft ausgeführtes Klammerteil 21 bzw. 22 die exakten Abstände der jeweiligen Wicklungskanten zur Äquatorialebene einerseits und erhöht andererseits durch einen Formschluß mit den Spulenkörpern 16 und den Rahmenstücken 17 bzw. 18 die Steifigkeit der gesamten Konstruktion im Hinblick auf die radial gerichteten Lorentzkräfte. Die Klammerteile 21 und 22 können außerdem mit Hilfe von Schrauben 23 und 24 die einzelnen Wicklungen verdichten und somit Leiterbewegungen im Betrieb der Magneteinrichtung 3, die zu einem vorzeitigen, unerwünschten Übergang des supraleitenden Materials in den normalleitenden Zustand, d.h. zu einem sogenannten Quenchen der Wicklungen führen können, verhindern. Hierzu dienen auch Druckleisten 37 am jeweiligen Nutengrund, die über Schrauben 38 gegen die jeweiligen Wicklungsteile zu pressen sind.

Die Rahmenstücke 17 und 18 der Rahmenstrukturen 7 und 8 werden mit Hilfe von Paßstiften 25 und Schrauben 26 auf einem jeweiligen oberen bzw. unteren Plattenelement 28 bzw. 29 in dort eingefrästen Nuten fixiert. Damit ist eine sehr genaue Positionierung der einzelnen supraleitenden Spulenwicklungen 4, 5 sowie gegebenenfalls 4a, 5a zur Teilchenbahn 2 gewährleistet.

Der kraftschlüssige Zusammenbau der oberen und unteren Rahmenstrukturen 7 und 8 erfolgt im Bereich einer direkten gegenseitigen vertikalen Kraftabstützung mit Hilfe von Schrauben 31 und Gewindestangen 32.

Am peripheren Außenrand der Magneteinrichtung 3 im Bereich der schlitzförmigen Austrittsöffnung 13 für die Synchrotronstrahlung 14 werden die oberen und unteren Plattenelemente 28 und 29 der Rahmenstrukturen 7 bzw. 8 gegen ringartige, kraftübertragende Verteilerstücke 34 und 35 mit Schrauben 36 verspannt. Zwischen den einander zugewandten Teilen dieser Verteilerstücke 34 und 35 hindurch erstreckt sich die schlitzartige Austrittskammer 12 mit ihrer Austrittsöffnung 13 nach außen. Dabei ist der gegenseitige Abstand und eine Kraftabstützung zwischen den Verteilerstücken 34 und 35 und somit auch zwischen den Spulenwicklungen über mindestens ein insbesondere säulenartiges Stützelement 40 gewährleistet. Dieses Stützelement soll sich erfindungsgemäß in dem isolierenden Vakuum eines in der Figur nicht dargestellten Kryostaten radial weiter außen als die Mündung der Austrittsöffnung 13 befinden. Da die Verteilerstücke 34 und 35 in dem Kryostaten Teile eines kalten Heliumgehäuses 42 zur Aufnahme von die supraleitenden Spulenwicklungen kühlendem flüssigen Helium darstellen, befindet sich auch das zwischen ihnen verlaufende Stützelement 40 etwa

auf dieser Temperatur.

Mit der so aus den Rahmenstrukturen 7 und 8, den kraftübertragenden Verteilerstücken 34 und 35 sowie dem mindestens einen Stützelement 40 ausgebildeten mechanischen Fixierungsvorrichtung ist folglich eine verhältnismäßig einfache und sichere Abstützung und Halterung der zu beiden Seiten der Äquatorialebene liegenden supraleitenden Spulenwicklungen zu gewährleisten. Hierbei können vertikale Lorentzkräfte der Wicklungen über Gewindestangen 44 in das jeweilige obere und untere Plattenelement 28 bzw. 29 der entsprechenden Rahmenstrukturen 7 bzw. 8 eingeleitet werden. D.h., bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der mechanischen Fixierungsvorrichtung werden die vertikalen Kräfte auf kurzen Wegen über das mindestens eine außen liegende kalte Stützelement 40 abgefangen.

Eine merkliche Behinderung der aus der Austrittsöffnung 13 austretenden Synchrotronstrahlung 14 muß dabei nicht in Kauf genommen werden, da für eine hinreichende Abstützung über das eine Stützelement 40 oder über eine geringe Anzahl derartiger Stützelemente nur ein verhältnismäßig kleiner Platzbedarf besteht. Der hierdurch abzuführende Leistungsteil der Synchrotronstrahlung beträgt demnach nur Bruchteile der Gesamtstrahlung.

Vorteilhaft wird der auf das mindestens eine Stützelement 40 auftreffende Anteil der Synchrotronstrahlung 14 von einem Strahlungsabsorber 46 abgefangen, der zweckmäßig gekühlt wird. Als bevorzugtes kryogenes Kältemittel ist hierzu flüssiger Stickstoff anzusehen, der durch einen entsprechenden Kühlkanal 47 des Absorbers geleitet wird. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Absorber das Stützelement 40 ringförmig umschließen. Er weist auf seiner der Synchrotronstrahlung zugewandten Seite eine strahlabsorbierende Schildwand 48 auf, die vorteilhaft aus einem gut wärmeleitenden Material wie z.B. Kupfer ausgeführt ist.

Wie ferner aus der Figur hervorgeht, gewährleistet die erfindungsgemäße Ausgestaltung der mechanischen Fixierungsvorrichtung eine verhältnismäßig kleine radiale Stützweite  $w$  an den beiden Plattenelementen 28 und 29 der Rahmenstrukturen 7 und 8. Dies hat zur Folge, daß auch nur entsprechend geringe Plattendicken dieser Teile erforderlich sind und somit die gesamte Bauhöhe der Magneteinrichtung 3 begrenzt ist. Damit ist aber auch die abzukühlende Masse der Magneteinrichtung vorteilhaft entsprechend klein zu halten.

Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion besteht in der Möglichkeit, die in der Figur nicht ausgeführten Aufhängungs- und Positionierelemente der Magneteinrichtung innerhalb eines ebenfalls nicht dargestellten Vakuumgehäuses direkt an den Verteilerstücken 34 und 35 und damit in unmittelbarer

Nähe zu den supraleitenden Spulenwicklungen anzusetzen. Dies bringt eine entsprechend hohe Positioniergenauigkeit der Wicklungen zur Teilchenbahn mit sich und erlaubt den Einsatz dünner Gehäusewände im Deckel- und Bodenbereich des Helium-Gehäuses 42.

#### Patentansprüche

1. Synchrotronstrahlungsquelle mit mindestens einem gekrümmten Abschnitt ihrer Teilchenbahn, in dem vorgesehen sind
  - eine Magneteinrichtung mit supraleitenden Spulenwicklungen, die zu beiden Seiten der von einer Strahlführungskammer umgebenen Teilchenbahn liegen und in mindestens einem Kryostaten mit einem Vakuumgehäuse angeordnet sind,
  - mindestens eine radial oder tangential nach außen hin führende Austrittsöffnung der Strahlführungskammer für den Synchrotronstrahl
 und
  - eine Vorrichtung zur mechanischen Fixierung der supraleitenden Spulenwicklungen,**dadurch gekennzeichnet**, daß am peripheren Außenrand der Magneteinrichtung (3) die Fixierungsvorrichtung mindestens ein radial weiter außen als die Austrittsöffnung (13) für die Synchrotronstrahlung (14) liegendes, im wesentlich senkrecht zur Strahlungsrichtung wirkendes Stützelement (40) aufweist, das gegenüber der Synchrotronstrahlung (14) durch einen Strahlungsabsorber (46) abgedeckt ist.
2. Synchrotronstrahlungsquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mindestens eine Stützelement (40) innerhalb des Vakuumgehäuses des Kryostaten angeordnet ist.
3. Synchrotronstrahlungsquelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mindestens eine Stützelement (40) thermisch an ein Gehäuse (42) zur Aufnahme des die supraleitenden Spulenwicklungen (4, 5, 4a, 5a) kühlenden kryogenen Mediums angekoppelt ist.
4. Synchrotronstrahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mindestens eine Stützelement (40) säulenartig ausgebildet ist.
5. Synchrotronstrahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mechanische Fixierungsvorrichtung zwei zumindest weitgehend baugleiche Rah-

- menstrukturen (7, 8) aufweist, die in einer durch die Synchrotronstrahlung (14) festgelegten Strahlungsebenen, d.h. Äquatorialebene, zusammenzufügen sind.
6. Synchrotronstrahlungsquelle nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rahmenstrukturen (7, 8) Rahmenstücke (17 bzw. 18) enthalten, welche die supraleitenden Spulenwicklungen (4 bzw. 5) aufnehmende Spulenkörper (16) sowie die Spulenwicklungen dort mechanisch sichernde Klammerteile (21, 22) aufweisen.
7. Synchrotronstrahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rahmenstrukturen (7, 8) jeweils mit einem Plattenelement (28 bzw. 29) verbunden sind, wobei sich diese Plattenelemente (28, 29) an ihrem peripheren Außenrand über das mindestens eine Stützelement (40) kraftmäßig abstützen.
8. Synchrotronstrahlungsquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strahlungsabsorber (46) zumindest im Bereich der auftreffenden Synchrotronstrahlung (14) aus einem thermisch gut leitenden Material einer Schildwand 48 besteht.
9. Synchrotronstrahlungsquelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strahlungsabsorber (46) zusätzlich gekühlt ist.
10. Synchrotronstrahlungsquelle nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strahlungsabsorber (46) als rohrförmiger Kühlkanal (47) für ein kryogenes Medium wie flüssigen Stickstoff ausgebildet ist.

### Claims

1. A synchrotron radiation source with at least one curved section in its particle track, in which there are provided,
- a magnetic device having superconducting coil windings, which lie on both sides of the particle track, the track being surrounded by a beam guiding chamber, and which are arranged in at least one cryostat with a vacuum housing,
  - at least one outlet opening of the beam guiding chamber, for the synchrotron beam, leading radially or tangentially outward and
  - a device for mechanical fixing of the superconducting coil windings,
- characterised in that on the peripheral outer edge of the magnetic device (3) the fixing device has at least one supporting element (40) lying radially further outward than the outlet opening (13) for the synchrotron radiation (14) and acting substantially perpendicular to the radiation direction, which element is shielded from the synchrotron radiation (14) by a radiation absorber (46).
2. A synchrotron radiation source according to claim 1, characterised in that at least one supporting element (40) is arranged within the vacuum housing of the cryostat.
3. A synchrotron radiation source according to claim 1 or 2, characterised in that at least one supporting element (40) is coupled thermally to a housing (42) for receiving the cryogenic medium cooling the superconducting coil windings (4,5,4a,5a).
4. A synchrotron radiation source according to one of claims 1 to 3, characterised in that at least one supporting element (40) is formed in the shape of a column.
5. A synchrotron radiation source according to one of claims 1 to 4, characterised in that the mechanical fixing device has two at least largely structurally similar frame structures (7,8) which are to be joined in a radiation plane, i.e. equatorial plane, determined by the synchrotron radiation (14).
6. A synchrotron radiation source according to claim 5, characterised in that the frame structures (7,8) contain frame pieces (17 or 18), which have coil bodies (16) receiving the superconducting coil windings (4 or 5) as well as clamping parts (21,22) mechanically securing the coil windings there.
7. A synchrotron radiation source according to one of claims 1 to 6, characterised in that the frame structures (7,8) are connected to respective plate elements (28 or 29), these plate elements (28,29) supporting themselves forwise at their peripheral outer edges by means of the said at least one supporting element (40).
8. A synchrotron radiation source according to one of claims 1 to 7, characterised in that the radiation absorber (46) consists at least in the region of the incident synchrotron radiation (14) of a shield wall 48 of a good thermally-conducting material.

9. A synchrotron radiation source according to claim 8, characterised in that the radiation absorber (46) is cooled additionally.
10. A synchrotron radiation source according to claim 9, characterised in that the radiation absorber (46) is formed as a tubular cooling channel (47) for a cryogenic medium, such as liquid nitrogen.

### Revendications

1. Source de rayonnement synchrotron avec au moins une section courbe de sa trajectoire des particules, dans laquelle sont prévus
- un dispositif magnétique à enroulements des bobines supraconducteurs qui se situent de part et d'autre de la trajectoire des particules qui est entourée par une chambre de guidage des rayons et qui sont disposés dans au moins un cryostat à carter sous vide,
  - au moins une ouverture dirigée radialement ou tangentiellement vers l'extérieur et ménagée dans la chambre de guidage des rayons pour le rayonnement synchrotron,
- et
- un dispositif pour fixer mécaniquement les enroulements des bobines supraconducteurs,
- caractérisée par le fait qu'au bord périphérique extérieur du dispositif magnétique (3), le dispositif de fixation comporte au moins un élément d'appui (40) qui est situé radialement plus à l'extérieur que l'ouverture de sortie (13) pour le rayonnement synchrotron, qui agit essentiellement suivant une direction perpendiculaire à la direction du rayonnement (14), et qui est recouvert, pour ce qui concerne le rayonnement synchrotron (14), par un absorbeur de rayonnement (46).
2. Source de rayonnement synchrotron selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit au moins un élément d'appui (40) est disposé à l'intérieur du carter sous vide du cryostat.
3. Source de rayonnement synchrotron selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que ledit au moins un élément d'appui (40) est couplé à un carter (42) servant à recevoir le milieu cryogène qui refroidit les enroulements des bobines supraconducteurs (4, 5, 4a, 5a).
4. Source de rayonnement synchrotron selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée

par le fait que ledit au moins un élément d'appui (40) est réalisé sous la forme d'une colonne.

5. Source de rayonnement synchrotron selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que le dispositif mécanique de fixation comporte au moins deux structures en forme de cadres (7, 8), de construction au moins très largement identiques, et assemblées selon un plan de rayonnement, c'est-à-dire selon un plan équatorial, déterminé par le rayonnement synchrotron (14).
6. Source de rayonnement synchrotron selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les structures en forme de cadres (7, 8) contiennent des pièces de cadres (17, 18) qui comportent des corps de bobines (16) qui reçoivent les enroulements des bobines supraconducteurs (4, 5) ainsi que des éléments de brides (21, 22) qui y fixent mécaniquement les enroulements des bobines.
7. Source de rayonnement synchrotron, selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée par le fait que les structures en forme de cadres (7, 8) sont chacune reliées à un élément de plaque (28, 29), ces éléments de plaque (28, 29) prenant appui, du point de vue des forces et au niveau de leur bord périphérique extérieur, par l'intermédiaire dudit au moins un élément d'appui (40).
8. Source de rayonnement synchrotron selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait que l'absorbeur de rayonnement (46) est constitué, au moins dans la zone d'incidence du rayonnement synchrotron (14), avec un matériau, thermiquement bon conducteur, d'une paroi-écran (48).
9. Source de rayonnement synchrotron selon la revendication 8, caractérisée par le fait que l'absorbeur de rayonnement (46) est, de plus, refroidi.
10. Source de rayonnement synchrotron selon la revendication 9, caractérisé par le fait que l'absorbeur de rayonnement (46) est réalisé sous la forme d'un canal de refroidissement (47), de forme tubulaire, pour un milieu cryogène tel que l'azote liquide.

