



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00279

(22) Data de depozit: 10/05/2017

(41) Data publicării cererii:
29/11/2018 BOPI nr. 11/2018

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

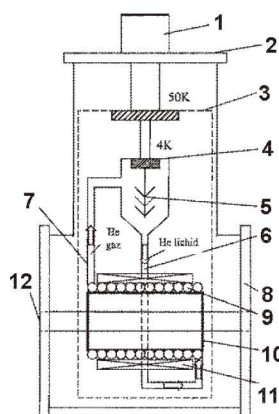
(72) Inventatori:
• DOBRIN ION, STR.BABA NOVAC NR.22,
BL.24 C, SC.B, ET.2, AP.67, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• POPOVICI IULIU ROMEO,
CALEA GRIVIȚEI NR.403, BL.R, SC.C, ET.3,
AP.16, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• DOBRIN ANDREI,
STR. CÂMPIA LIBERTĂȚII NR. 62, BL. G14,
AP. 16, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• ENACHE DAN, STR. CĂLĂRAȘI NR. 24,
FETEȘTI, IL, RO

(54) SISTEM CRIOGENIC DE RĂCIRE A BOBINELOR
SUPRACONDUCTOARE CILINDRICE

(57) Rezumat:

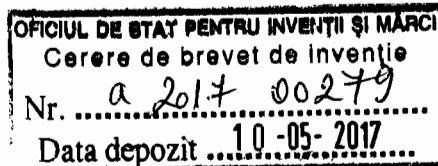
Invenția se referă la un sistem criogenic de răcire a bobinelor supraconductoare, utilizat în domeniul acceleratoarelor de particule. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un criorăcitor (1) având un prim capăt de răcire funcționând la o temperatură de lucru de 50K, cu rolul de a răci un ecran termic (3), în scopul reducerii radiației termice a unui criostat (2), și un al doilea capăt de răcire funcționând la o temperatură de lucru de 4K, cu rolul de a răci o incintă de condensare (4), și niște elemente pentru condensare (5), în scopul condensării heliului gazos, provenit de la răcirea bobinelor supraconductoare (11), în heliu lichid, trecând printr-o serpentină de răcire (9) și niște tuburi de acces pentru heliu gazos (7), respectiv, de scurgere pentru heliu lichid (6), și un canal central (12), acesta din urmă având rolul de a permite accesul particulelor accelerate în zona de câmp magnetic produs, pentru a corecta dimensiunea și forma fluxului de particule, prin acțiunea câmpului magnetic produs de bobinele supraconductoare (11).

Revendicări: 1
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





Sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice

Inventia se refera la un sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice cu aplicatii in domeniul acceleratoarelor de particule.

Se cunosc urmatoarele solutii tehnice:

- Generator supraconductor de camp magnetic intens CBI nr. A / 00352 / 18.05.2012, care se refera la un magnet supraconductor cu doua bobine supraconductoare racite de un criocooler, si protejate la radiatia termica de un ecran termic, totul amplasat intr-o incinta vidata, criostatul prezinta un canal axial care trece prin magnetul supraconductor si un alt canal pentru introducerea probei de studiu;
- Ansamblu magnetic supraconductor dipolar, CBI nr. A / 01071 / 08.11.2010, care contine un magnet supraconductor ce prezinta un canal axial, format din doua bobine supraconductoare amplasate in interiorul miezului de fier si racite de un criocooler;
- Ansamblu bobina supraconductoare si celula de masura, CBI nr. A / 00750 / 28.07.2011 se refera la o bobina supraconductoare plasata intr-un criostat cu celula de masura amplasata coaxial cu bobina supraconductoare, proba supusa masuratorilor este pozitionata exact in centrul bobinei supraconductoare.

Solutiile mentionate prezinta urmatoarele dezavantaje:

- durata mare de racire (3-4 zile);
- racire directa prin conductie termica, cu eficienta redusa.

Se mai cunosc si alte solutii tehnice, utilizate in domeniul acceleratoarelor de particule actuale, ca de exemplu:

Solutii de racire cu heliu lichid care utilizeaza heliul din tancuri de alimentare de mari dimensiuni, care necesita fabrici de lichefiere cu costuri mari si pierderi mari (utilizate de catre CERN- Geneva, FAIR, Darmstadt- Germania, IUCN- DUBN, Rusia).

Aceste solutii prezinta urmatoarele dezavantaje:

- Consum mare de Heliu lichid;
- Consum de azot lichid;
- Pret de cost ridicat;
- Echipamente si tehnologii complexe;
- Riscuri marite pentru personalul de exploatare.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare de forma cilindrica utilizate in acceleratoare de particule pentru generarea de campuri magnetice intense (3-7T), cu diverse geometrii (dipolar, cvadripolar, sextupolar, etc) si destinatii (deviere flux particule, corectare traiectorie flux particule sau corijare dimensiuni si geometrie sectiune flux particule), care realizeaza un circuit inchis pentru heliu, cu condensarea heliului gazos rezultat din procesul de racire a bobinelor supraconductoare.

Sistem criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca, este alcatuit dintr-un crioracitor cu rolul de a raci atat incinta de condensare si elementele pentru condensare la temperatura de 4K in scopul condensarii heliului gazos in heliu lichid, de catre capul de racire de 4K cat si ecranul termic la temperatura de 50K prin intermediul capului de racire de 50K cu scopul de a reduce radiatia termica a criostatului (aflat la temperatura de 300K) catre: incinta de condensare, serpentina de racire pentru bobinele supraconductoare si tuburile de acces heliu gaz respectiv de scurgele heliu lichid si canalul central; un criostat cu rolul de a izola termic intregul sistem prin vidare la o presiune de ordinul $10^{-5} \dots 10^{-6}$ torr.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- Elimina consumul de heliu gazos/lichid prin utilizarea lui intr-un circuit inchis;
- Simplificare constructiva cu eliminarea vaselor Dewar pentru stocarea Heliului lichid si a sistemelor de transvazarea a acestuia;
- Nu necesita consum de agenti criogenici;
- Necesita doar utilizarea curentului electric;
- Functionare economica cu fiabilitate ridicata;
- Elimina riscurile de accidentare a personalului operator si a pericolului de afixiere, marind siguranta in exploatare.

Se da in continuare un exemplu de realizare al inventiei in legatura cu fig. 1 care reprezinta:

fig. 1 – schema de principiu a sistemului, conform inventiei;

Sistemul criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice, conform inventiei, este alcatuit din:

- **Crioracitor 1**, este un dispozitiv care functioneaza in ciclu inchis cu heliu gaz, si realizeaza prin destindere adiabatica, racirea a doua capete: primul capat ajunge la o temperatura de lucru de 50K iar cel de-al doilea capat, ajunge la o temperatura de lucru de 4K. La primul capat de racire, este cuplat un ecran termic 3, care are rolul de a izola incinta de condensare Heliu 4 de radiatia termica a criostatului 2. Cel de-al doilea capat de racire este cuplat la incinta de condensare a heliului 4, si la elementele de condensare 5.
- **Criostatul crioracitorului 2** este o incinta vidata realizata din otel inoxidabil si prevazuta la interior cu pereti dubli, pentru vidarea lor in scopul asigurarii unei izolatii termice fata de exterior, si care asigura si sustinerea mecanica a crioracitorului 1.
- **Ecranul termic 3** este destinat preluarii influxurilor termice radiative si conductive dinspre exterior (criostatul 2) spre zona incintei de condensare 4. Este alcatuit dintr-o carcasa cilindrica de cupru cu grosimea de 1mm.
- **Incinta de condensare a heliului 4**, are rolul de a condensa heliul gazos prin intermediul tubului de acces heliu gaz 7, provenit de la racirea bobinelor supraconductoare 11 si de colectare a heliului lichid provenit din condensarea

gazului in elementele de racire 5, prin intermediul tubului de scurgere 6, catre serpentina de racire 9. Este alcatuita dintr-o carcasa din otel inoxidabil si este supusa unei de presiuni de maxim 1,5 atm.

- **Elementele de condensare 5**, au forma conica si sunt realizate din cupru cu grosime de 0,2-0,5 mm, montate pe un suport cilindric de cupru 5.a., care are rolul de racire a acestora la temperatura de 4K, prin contactul direct cu capatul rece de 4K a crioracitorului 2. Elementele de condensare 5 au rolul de a condensa gazul de heliu si de a colecta heliul lichid obtinut.
- **Criostatul bobinelor supraconductoare 8** este o incinta din otel inoxidabil cu pereti dubli vidati, pentru asigurarea izolarii termice de mediul ambiant a ansamblului de bobine supraconductoare 11. Incinta este de asemenea vidata, la un nivel minim de 10^{-5} torr pentru evitarea conductiilor termice in gaz.
- **Serpentina de racire 9**, este realizata dintr-un tub de otel inox cu un numar de de spire corespunzator lungimii bobinelor supraconductoare si asigura racirea prin transfer termic conductiv a bobinelor supraconductoare 11, si a suportului bobinelor supraconductoare 10 la temperatura de lucru 4.2 – 5 K; in cazul concret al exemplului de realizare, s-au folosit un numar de 26 spire.
- **Bobinele supraconductoare cilindrice 11**, realizate din sarma supraconductoare de tip NbTi (diametru 0,1- 1mm, temperatura critica 9K), sub forma planara, se amplaseaza direct pe serpentina de racire 9 prin trecerea de la forma planara la forma cilindrica a bobinelor supraconductoare. Acestea pot fi dipolare, cvadripolare sau sextupolare, functie de scopul urmarit (tipul de camp magnetic generat – dipolar, cvadripolar, sextupolar).
- **Canalul de trecere 12**, realizat din otel inoxidabil, are rolul de a permite accesul particulelor accelerate in zona de camp magnetic produs, cu scopul corectarii dimensiunilor si formei fluxului de particule, prin actiunea campului magnetic produs de bobinele supraconductoare 11.

Caracteristicile sistemului criogenic de racire sunt urmatoarele:

- Crioracitor de tip Gifford-McMahon, cu doua trepte de racire: treapta 1 cu o putere termica de 35W si o temperatura finala de 50K si respectiv treapta a doua de racire, cu o putere termica de 1,5W si o temperatura de lucru de 4K.
- Sistemul functioneaza in circuit inchis, heliul gazos aflandu-se la o presiune de 1 atm, asigurand un debit de 0,2 - 0,5 l/ora.

Sistemul criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice, conform inventiei, functioneaza astfel:

Incinta criostatului 2 se videaza la o presiune de 10^{-5} - 10^{-6} mbar. Se pune in functiune crioracitorul 1, se asteapta un interval de 8-10 ore pentru racirea crioracitorului la temperaturile de lucru (50K respectiv 4K). Heliul gazos introdus in prealabil in

circuitul format de serpentina de racire 9 si respectiv tuburile de scurgere 6 si respectiv de acces gaz 7 impreuna cu incinta de condensare heliu 4, se va condensa in forma lichida si se va scurge prin tubul de scurgere 6, catre serpentina de racire a bobinelor supraconductoare 9. Datorita transferului termic din serpentina de racire 9, lichidul se va evapora si va trece in faza de gaz, intorcandu-se astfel in incinta de condensare 4, prin intermediul tubului de acces 7. Astfel, procesul de condensare a heliului gazos este reluat si o noua cantitate de heliu lichid va ajunge in serpentina de racire 9. Procesul de racire astfel descris va continua pana la atingerea temperaturii finale de 4,2K pentru bobinele supraconductoare cilindrice 11.

Solutia constructiva de racire indirecta (prin intermediul serpentinei de racire 9) a bobinelor supraconductoare 11 cu ajutorul heliului lichid produs in incinta de condensare 4, permite functionarea bobinelor supraconductoare cilindrice 11 in stare supraconductoare stabila (4,2K). De asemenea, exista posibilitatea utilizarii canalului central 12 la temperaturi de ~ 100 K pentru trecerea fluxului de particule accelerate.

Revendicare

Sistemul criogenic de racire a bobinelor supraconductoare cilindrice, caracterizat prin aceea ca, este alcatuit dintr-un crioracitor (1) cu rolul de a raci atat incinta de condensare (4) si elementele pentru condensare (5) la temperatura de 4K in scopul condensarii heliului gazos in heliu lichid, de catre capul de racire de 4K cat si ecranul termic (3) la temperatura de 50K prin intermediul capului de racire de 50K cu scopul de a reduce radiatia termica a criostatului (2) (aflat la temperatura de 300K) catre: incinta de condensare (4), serpentina de racire (9) pentru bobinele supraconductoare (11) si tuburile de acces heliu gaz (7) respectiv de scurgele heliu lichid (6) si canalul central (12); un criostat (2) cu rolul de a izola termic intregul sistem prin vidare la o presiune de ordinul $10^{-5} \dots 10^{-6}$ torr.

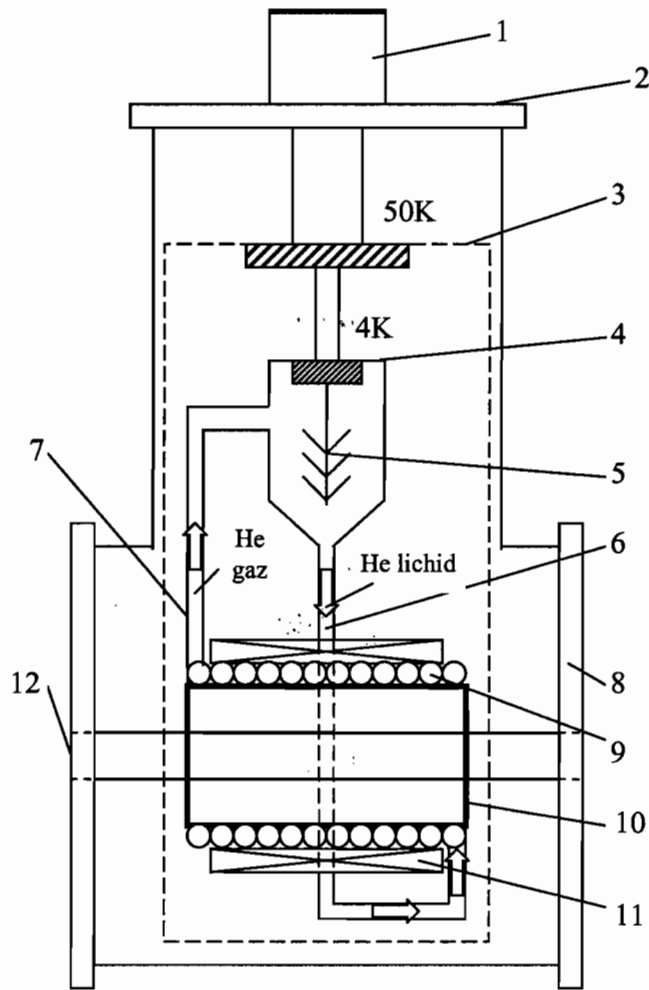


Fig. 1.