

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4374097号
(P4374097)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 5/055 (2006.01)

A61B 5/05 331

G01R 33/3815 (2006.01)

G01N 24/06 510D

H01F 6/00 (2006.01)

H01F 7/22 ZAAA

請求項の数 11 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-216255

(22) 出願日

平成11年7月30日(1999.7.30)

(65) 公開番号

特開2000-152922(P2000-152922A)

(43) 公開日

平成12年6月6日(2000.6.6)

審査請求日

平成18年7月26日(2006.7.26)

(31) 優先権主張番号

09/127499

(32) 優先日

平成10年7月31日(1998.7.31)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(73) 特許権者 390041542

ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
GENERAL ELECTRIC COMPANYアメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1番

(74) 代理人 100137545

弁理士 荒川 聰志

(72) 発明者 ウィリアム・ルイス・AININGER
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、
フローレンス、ハンプトン・ポイント・ド
ライブ、3241番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ゼロボイルオフ超伝導磁石用の幅広い多層断熱プランケット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴イメージングに適した、防熱板およびクライオジエン圧力容器を包囲する真空容器を含む、超伝導磁石内に使用するための断熱材において、

互いに隣接して位置づけられた断熱性の多層プランケットであって、

各プランケットは低伝導性のスペーサ材で分離された低熱放射率の材料の複数の間隔をおかれた層を取付中に各層が相対的に移動するこ^ととないように一緒に固定して含んでおり、プランケットの隣接する縁部は継ぎ目を形成していてその接合部がプランケットの連続する層でオフセットされている、前記プランケットと、

前記プランケットの遠隔端同士を閉じて前記多層プランケットを通しての熱伝達を最小にするために、前記遠隔端の継ぎ目ににおいて隣接する前記低放射率材の層の上に付着され、プランケットの複数の層の上に配置された低放射率の材料の接着性ストリップと、
を含む、断熱材。

【請求項 2】

前記低放射率材がアルミニウムおよびアルミナライスマイラからなる群から選ばれる、請求項1記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 3】

低伝導性のスペーサ材で分離された低熱放射率の材料の前記複数の間隔をおかれた層を貫通する複数の熱的に非伝導性のステークによって一緒に固定されている、請求項2記載の超電導磁石断熱材。

10

20

【請求項 4】

前記ステークが前記層を相対的に移動しないよう固定するために使用され、そして前記ステークは前記隣接する縁部に隣接した領域の外にそして前記ストリップを超えて位置づけられている、請求項 3 記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 5】

前記ステークはその両端で T - 形をしていて、前記間隔をおかれた層の頂部および底部を超えて延びている、請求項 4 記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 6】

前記ストリップが自己接着性ストリップであり、該自己接着性ストリップが剥離裏打ちを含んでおり、実質的にその半分が前記プランケットの前記遠隔端の一つに接着されていて、前記プランケットが前記真空容器内に位置づけられるときに前記遠隔端と一緒に固定するのに他の半分が利用できる、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の超電導磁石断熱材。

10

【請求項 7】

低放射率の材料の前記シートの少なくとも幾つかにガス抜きスリットが与えられている、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 8】

隣接する層における前記ガス抜きスリットが互いにオフセットされ、閉じこめられたガスの逃避のための曲がりくねった間接的な通路が提供される、請求項 7 記載の超電導磁石断熱材。

20

【請求項 9】

前記低伝導性のスペーサ材がスパンボンドされたポリエステルであり、低放射率層に結合されていない、請求項 8 記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 10】

各プランケットの複数の層が突き合わされ、そして前記ストリップが隣接する反射層の複数の対の上にあり、

隣接する反射層の 1 層以上が前記層間の接合部の両面に当てられた前記ストリップを含んでいる、請求項 4 記載の超電導磁石断熱材。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の超電導磁石断熱材を据付する方法であって、

取付中に前記多層プランケットの各層が相対的に移動することができないように、また、前記接合部が前記プランケットの連続する層でオフセットされるように固定して前記多層プランケットを形成する段階と、

30

該形成されたプランケットで前記防熱板又は前記圧力容器 4 を包囲する段階と、

該包囲したプランケットの前記遠隔端同士を突合せる段階と、

該突合された前記遠隔端同士を前記接着性ストリップにより接合する段階と、

を含む方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の背景】**

本発明は磁気共鳴イメージング（以後、"MRI" と呼ぶ）用のヘリウム冷却式超伝導磁石アセンブリのための熱的に効率的な断熱性プランケットに係わり、より詳しくは、生じたヘリウムガスを再凝縮して液体ヘリウムに戻すための再凝縮器を利用した MRI 装置に適した改善された多層の広いプランケットに係わる。

40

【0002】

周知のように、液体ヘリウムのようなクライオジエンを含有するクライオスタットまたは圧力容器内に封入するなどにより極めて低温の環境に置くことによって超電導磁石を超伝導性にできる。沸騰するヘリウムによって与えられる極低温は、コイルに当初接続されていた（比較的短期間）電源が切断された後に、低温の磁石コイル内に電気抵抗が存在しないために、磁石のコイルを通して電流を維持し、これにより強い磁界を維持している。超伝導磁石アセンブリは MRI の分野に広い用途がある。

50

【0003】

世界中においてM R I設備に液体ヘリウムを定常に提供する備えをすることは困難でそして費用のかかることが証明され、その結果例えば生じたヘリウムガスを再凝縮して再循環するなどして沸騰する液体ヘリウムを補給する必要性を最小にすることに向けてかなりの研究開発努力がなされた。また、液体ヘリウムの必要な貯蔵供給物を4 K付近の（即ち絶対ゼロに近い）極低温に貯蔵する際に遭遇する困難および貯蔵タンクにある液体ヘリウムの一部をM R I超伝導磁石内の液体ヘリウム供給源に定期的に移送する関連した問題を回避することが望ましい。

【0004】

典型的なM R I磁石では、その主超伝導磁石コイルは容器の軸に沿った中心領域にイメージングボアを区画している円筒形のクライオジエン圧力容器内に封入されている。この圧力容器を真空容器が包囲しており、これら二つの容器の間の空間にある機械的クライオクーラーが沸騰によって生ずるヘリウムガスを再凝縮して液体ヘリウムに戻してヘリウム容器内に再導入して再使用するための冷却を提供する。

10

【0005】

ヘリウムガスを再凝縮して液体ヘリウムに戻す超伝導磁石はしばしばゼロボイルオフ（zero boiloff:ZBO）磁石と呼ばれる。このようなZ B O磁石では、熱損失を最小にするため真空容器とヘリウム圧力容器の間、およびまた再凝縮器と圧力容器の間の再凝縮器の周囲に断熱が設けられる。機械的クライオクーラーはしばしばその冷却能力に負担を課せられており熱損失はこのような装置の適当なあるいは効率的な運転を妨げるので、このようなZ B O装置では高い効率の断熱が極めて重要である。加えて、このような断熱は同時に又超電導磁石の排気中にプランケット内に閉じこめられている空気または諸々のガスを逃避させる熱的に効率的な道を提供すべきである。

20

【0006】

M R I超電導磁石はボア内に患者を収容するために必然的に極めて大きく、従って例えば典型的には外径2メートルおよび長さ2メートルを有する圧力容器を包囲する広いプランケットが必要とされる。しかし、十分に広い断熱性のプランケットは取り扱いが厄介であり製造が難しい。

【0007】

しかるに、高度に反射性で、非常に薄く、片側または両側がアルミナイズされたプラスチックフィルムは60インチまでの幅でしか市販されていない。M R I超電導磁石に使用するためには、必要とされる多層断熱プランケットの幅は頻繁には60インチより広い利用幅であり、しばしば80-100インチ程に広い。その上、多層断熱プランケット間の接合部に受け入れ難い熱損失なしにはプランケットの接合は困難であることが証明されている。加えて、このようなプランケットに断熱および遮蔽が必要とされる一方で、アルミナイズされたフィルム層の間に介在する断熱スペーサ相中に閉じこめられた何等かの空気または諸々のガスの逃避または排気のための通路を提供することも重要である。

30

【0008】

接合部での受け入れ難い熱損失を回避する試みとしては、磁石内の防熱板のような円筒状部品の周りにプランケットを螺旋状に巻いたり、隣接するフィルムの縁部を間に挟んだ配列が含まれるが、重なった継ぎ目でプランケットの厚さは二重になっている。

40

【0009】

二重の厚さは空間が貴重とされる場所にM L Iを圧縮せずに対応しなければならないので、多層プランケットの厚さの増大は超伝導M R I磁石、特に患者用ウォームボアでは不利である。ウォームボアで1/2インチの半径が節約できたら、得られるより小さい直径の超伝導コイルはより少ない超伝導ワイヤを使用し、4,000フィートまでの超伝導ワイヤが節約される。

【0010】

【発明の要約】

従って、Z B O超電導磁石に使用するのに十分な広さを有し、しかも改善された断熱およ

50

び閉じこめられたガスの逃避用通路を提供し、そして製造および据え付けが容易にできる改善された断熱性プランケットが特に必要とされており、更に接合部を介しての熱漏洩が最小とされたプランケットの隣接する遠隔端に対する接合部を提供することも必要とされている。

【0011】

本発明の一形態によれば、それぞれ断熱層で分離されたアルミナイズシートを含む多層プランケットを接合することによって広い断熱性プランケットが提供される。シートおよび層の交互の対が互いにオフセットされ、複数のT-形の熱的に低いまたは最小の伝導性のステークがこれらの層の相対的な移動を防ぐ一方、プランケットを通しての熱伝達を最小にしている。より広いプランケットを提供するプランケットの接合は隣接するアルミナイズ層間にオフセットされた交互の接合部およびガス抜きスリットを提供する。これにより熱損失が最小にされる一方で、超電導磁石の真空容器の排気中断熱層中の残留ガスの排気を可能にする。プランケットが超電導磁石のクライオジエン圧力容器のような部品の周りに位置づけられるととき接合されたプランケットの遠隔端に剥離裏打ちを有する自己接着性アルミナイズストリップを施して遠隔端を固定して追加の接合部を形成する。アルミナイズストリップは接合されたプランケットの隣接端のアルミナイズ層の幾つかの隣接シートに当たられる。

10

【0012】

【図面と発明の記述】

最初に第1図を参照すると、MRI超電導磁石装置10はヘリウムのような液体クライオジエン46を含みそして真空容器2によって包囲されているヘリウム圧力容器4を含んでおり、ヘリウム容器と真空容器の間には熱隔離性防熱板6が挿入されている。クライオクーラー12(Gifford-Mahonのクライオクーラーでよい)はスリーブ8、18、23内で真空容器2中を延びており、クライオクーラーの低温端をスリーブ内に真空容器2内の真空を壊すことなく選択的に位置づけることができ、クライオクーラーのモータ9によって発生される熱は真空容器の外にあるようにされている。クライオクーラー12は組合せ転移フランジ21でクライオクーラースリーブアセンブリ8、18、23内に据え付けられ、そしてボルト82および関連する座金(図示せず)で固定されている。

20

【0013】

クライオクーラー12の第一段ヒートステーション16は銅製第一段熱スリーブまたはヒートシンク18と接触しており、ヒートシンク18は銅製ブレード可撓性熱カップリング22および24、並びに隔離防熱板6上の銅製熱ブロック26および28を通して熱的に接続されていて、防熱板を約60Kの温度に冷却して、ヘリウム容器4と真空容器2との間に活性な熱隔離を与えている。

30

【0014】

クライオクーラー12の第二段ヒートステーション30の底面はインジウムガスケット29に接触していて、インジウムガスケットの対向面上に位置づけられているヒートシンク11に4Kの温度を効率的に提供している。

【0015】

ヒートシンク11に熱的に接続されこれより下方に延びてヘリウム再凝縮チャンバ38があり、これは銅のような熱伝導性の高い材料からできており、ヒートシンク11と熱的に接觸された複数の実質的に平行の熱伝達ブレートまたは表面42を含み、ヘリウム圧力容器4からのヘリウムガス流の通路をこれらのブレートの表面間に形成している。

40

【0016】

MRI磁石装置10に極低温を与えるときの液体ヘリウムの沸騰により液体ヘリウム供給源46の液体ヘリウム表面レベル44の上にヘリウムガス40が形成される。ヘリウムガス40はヘリウムガス通路50を通ってヘリウム再凝縮チャンバまたはキャニスター38の上方部分41の内部に至る。冷却された熱伝達ブレート42の間を通過する冷却されたヘリウムガス40は再凝縮されて液体ヘリウムとなりヘリウム再凝縮チャンバ38の底部領域48内に集められる。こうして再凝縮された液体ヘリウムは次いでヘリウム帰還ライン

50

54中を重力によって流れて液体ヘリウム供給源46に戻るが、この際ヘリウム再凝縮チャンバ38がヘリウム容器内の液体ヘリウム通路58より高く位置づけられていることに注意されたい。

【0017】

その結果、MRI技術界で周知の方法により矢印62で一般的に示されている冷却によって、MRI磁石装置10の動作中に、液体ヘリウム46は超電導磁石コイルアセンブリ（概して60として示されている）を超伝導温度に冷却し、その結果液体ヘリウム46が沸騰しへリウム表面レベル44の上方にヘリウムガス40が生成される。しかしながら、ヘリウムガス40は、多くのMRI装置で通常されているように周囲の環境37に排気される代わりに、再凝縮されて液体ヘリウムに戻されて記述のような方法で液体ヘリウムとして液体ヘリウム供給源46に帰還される。

10

【0018】

多層断熱プランケット34および36が防熱板6および真空容器2の間の空間および防熱板とヘリウム容器4との間の空間に与えられて、ヘリウム容器4を真空容器2から熱的に更に隔離している。断熱プランケット35が再凝縮チャンバ38とヘリウム容器4との間に与えられて、特にクライオクーラースリーブ13を温暖化するクライオクーラー12の取り出しありサービスの間において、再凝縮チャンバ38を熱的に隔離する。超断熱材34および36は以下に記述されるように広いアルミナイズされた多層断熱プランケットである。

20

【0019】

次に第2図を参照すると、断熱プランケット84および86は例えば60, 73, 74, 76, 77, 79, 80, 88および90のような低放射率25ゲージの薄いアルミナイズマイラまたはアルミニウムの熱反射性シートの複数のシートまたは層（20あるいはそれ以上）を含んでおり、これらを例えばスパンボンドポリエステルの62のような低伝導性材スペーサシートが分離しており、スパンボンドポリエステルはアルミナイズマイラまたはアルミニウムシートに結合されておらず、それらの個別で相対的な移動を潜在的に可能にしている。しかしながら、取扱中に層のこののような相対的な移動を防ぐためにそれらはナイロンのような非伝導性材料の複数のステーク69によって一緒に保持されている。ステーク69は衣料工業に使用されている“T”バーステークに類似していてよい。取扱および据付中の層60および62の滑りおよび移動を防ぐためにプランケットと一緒に保持する他の方法にはPET（ポリエチレンテレフタレート）の糸による縫い付けおよび超音波溶接が含まれる。

30

【0020】

MRI用途に対する特有の据付要件である必要な追加のプランケット幅を得るために、プランケット84および86は以下に記載されるようにして一緒に接合される。

【0021】

隣接する頂部層の反射シート60は接合部70で合わさることに気付かれたい。しかし、隣接する反射シートの次に低い層73および74と低伝導性の分離スペーサシート71は接合部75が接合部70からオフセットされるようにオフセットされている。同様にして、反射シートの次に低い層76および77は接合部75からオフセットされており接合部70に整列した接合部78で合わされている。例えば79および80のような反射シートの続く層の残りは例えば81のような接合部で合わされ、このように反射シートの連続する接合部は断熱性プランケットをオフセットの配列で交互に配置し重ねて形成しており、このオフセット配列では隣接する反射シートの接合部は互いに隣接して位置づけられず重ならない。このオフセットは図6の拡大上面図によって示されており、隣接または連続する接合部を通して熱が漏洩するのを防ぐために連続する接合部70および75が6-12インチオフセットされているのがわかる。このような配列では、T-バーステーク69を（図2に示されているように）接合部70, 75, 78および81の外の列において、プランケット84および86をステークで止め、増大された厚さあるいは追加の熱漏洩の接合部を持たない増大された広さのプランケットを形成することが可能である。しかしながら

40

50

ら、薄いマイラまたはアルミナイズシートの熱反射テープタブ72を少なくとも外方即ち外側の接合部70および92の上に置いて使用し(図2参照)これらのテープタブを反射シート60および60並びに88および90にそれぞれまたがせることにより追加の強度および断熱を得ることができる。

【0022】

図5に示されているように、反射シート60の1つ以上のガス抜きスリットまたは開口61を接合部70に実質的に平行に延ばし、超電導磁石装置10の超伝導動作を開始する前に真空容器2(図1参照)を排気するときにスペーサシート62内に閉じこめられた何等かの残留空気またはガスの逃避あるいは排気を可能にする。連続する反射シートのオフセットにより70および75のような接合部がオフセットされたと同じ方法で通気スリットをオフセットするように、類似の通気スリット61を73, 74; 76, 77; 79, 80; および88, 90(図2参照)のような反射シートに設ける。これによって閉じこめられたガスの逃避のための曲がりくねった間接的な通路が提供されるが、多層プランケット84および86を通る直接の熱開口は回避される。ガスはまたプランケット84および86の隣接層間の70および75のような接合部を通して逃げることができるが、これらの開口は説明の目的上図中では特に大きくして示されていることを認識されたい。

10

【0023】

プランケット84および86と一緒に接合して特殊な据付のためのより広いプランケットを形成し、この組み合わせたプランケットを適当な超電導磁石10の部品の周りに覆った(例えば防熱板6および圧力容器4を包囲するために図1でプランケット34および36によって示されているように)後、それらの遠隔端が図3、4および5によって示されているように突合せ接合およびテープタブにより接合される。

20

【0024】

図3、4および5は多層断熱性プランケット84および86の遠隔端における接合部を示している。図3、4および5を参照すると、プランケット84および86はできるだけ近づけて突き合わされており、図3および5では接合部または継ぎ目70の間隔は誇張されている。低放射率の反射アルミナイズシート(図5ではこれらの全てが60として示されている)の複数の隣接端が、隣接する反射シート60の継ぎ目領域の上に延びる重ねられたテープタブまたはストリップ72によって一緒に接合されている。図5では隣接するシート60の複数ではあるが幾つかだけがストリップによって一緒に固定されていることに気付かれない。ある据付によっては真空容器2から防熱板6(図1参照)への熱伝達を最小にするのに最も効果的となる継ぎ目でのエンクロージャを形成するためにアルミナイズ反射シート60の殆どのあるいは全ての隣接する対ですら接合することが望ましいかもしれない。

30

【0025】

図4に最も良く示されているように、テープタブ72は両面アルミナイズされたマイラテープ74の片面に適当な接着剤80, 82を含んでおり、これらはタブの接着剤80, 82側面の中心79からテープの縁部まで延びる剥離裏打ち76, 78によって保護されており、これによりタブの選択的な除去が可能となっている。これにより剥離裏打ちの片側半分の除去または露出を可能にして、多層プランケット84のアルミナイズシート60へ付着するために接着剤80を露出し、その後で剥離裏打ちの残り78を逐次除去してプランケット86の隣接するアルミナイズシートヘテープまたはストリップ74を固定するために接着剤の残部82を露出する。タブ72は必要とされる程度の断熱性およびプランケット構造一体性を確保するために如何なる数のアルミナイズシート60上にも与えることができる。1つ以上の遠隔縁部上に予めテープタブ72が据え付けられた84のようなプランケットは、86のような隣接するプランケットを接合して据え付け熱漏洩の低いシールを提供する速度と容易さとを大いに増すことであろう。これは、上記に図2に関して記載されたように既に接合されている多層プランケットの遠隔端を接合するためおよび図1の断熱性プランケット34および36のような多層プランケットを磁石装置10内に据え付けた後に遠隔接合部が達成される場合に特に適用しうる。

40

50

【0026】

上記に記載したように接合された 84 および 86 のような多層断熱プランケットは防熱板 6 または圧力容器 4 および真空容器 2 (図1参照) のような異なる温度にある 2 つの表面間の熱漏洩に対して効果的な断熱を提供し、また真空容器を排気して超電導磁石 10 を超伝導にする間に断熱性プランケット内に閉じこめられた如何なるガスに対して逃避の通路をも提供する。このような多層断熱材は高度の真空環境 (1×10^{-4} トル) で使用されるときは熱を遮断するのに極めて効率的である。従って、これはクライオクーラー 12 の能力がヘリウムガスを適当に再凝縮し液体ヘリウムに戻して超電導磁石に再使用することを可能にする際その限界の負担を担わされることになりかねないMRI超電導磁石 10 のような極低温用途において極めて重要である。各低放射率層 60 は非冷却防熱板として働き、その効率は表面放射率に比例している。低伝導率スペーサ 62 は隣接する層間の接触を最小にする。各層が異なる温度で効果的に動作するので、これにより伝導熱の伝達は最小になる。真空容器 2 内の高度の真空は層 60 間の如何なる残留ガスを通じての熱の伝導を最小にし、割れ目あるいは継ぎ目が適当に閉じられていないと極小さなこのような継ぎ目あるいは割れ目ですらプランケットの主表面域を通して伝達される全熱を容易に超えうる熱の漏洩を起こしうるのでテープタブ 72 はプランケット 84 および 86 の間の継ぎ目を効果的に閉じる。自己接着性タブ 72 は、現行の閉鎖配備、特に超電導磁石 10 の組立または据付の間に継ぎ合わせが達成されるときに現在遭遇しているような飽き飽きするような時間のかかる仕事をせずとも超電導磁石断熱プランケットに対して効果的なクロージュアを提供する。隣接するシート 60 を取扱いそして接合する余地を与るためにテープタブ 72 は略 2 インチ幅であり、ステーク 69 は略 12 インチ間隔で位置づけられる。

【0027】

図5は複数のアルミナ化テープタブ 72 を隣接するアルミナ化シート 60 の单一表面上に置いて使用することを例示しており、一方図3は隣接するアルミナ化シートに関してテープタブを異なる位置づけにしていることを例示している。図3を参照すると、テープタブ 63 は隣接するアルミナ化反射シート 60 の底部表面上に位置づけられており、一方テープタブ 65 および 67 は隣接する反射シート 60 の頂部および底部の両表面上に置かれていることに気づかれない。テープタブ 57 および 59 は、テープタブ 65 および 67 と同様に、隣接する反射シート 60 の頂部および底部の両方の上に置かれる。しかし、タブ 57 および 59 はその後に隣接するプランケット端 68 に固定されるプランケット端 66 に最初に固定されるように示されているのに対して、テープタブ 65 および 67 の場合にはテープタブ 65 は最初にプランケット端 66 に固定され一方テープタブ 67 は最初にプランケット端 68 に固定されており、仕上がり接合部 57, 59 と仕上がり接合部 65, 67 は本質的に同じに提供される。このように、テープタブの最初の固定は接合される断熱性プランケット端のいずれでもよく、あるいは幾つかのテープタブを最初に断熱性プランケットの両方に置くことができる。交互の反射層 60 および断熱層 62 は一緒に結合されていないので、ステーク 69 の間の領域ではこれらは自由に移動し分離される。その結果、例えば中間のテープタブ 72 を利用することが望ましいときには、このテープタブを隣接する反射層に固定する間この固定されるタブの上にある反射および断熱層 60, 62 を簡単に押してずらすことができる。説明を容易にするため、固定される反射層 60 に対するテープタブ 72 の当初の位置は図3では隣接する層を押しのけることなく示されている。

【0028】

以上のように、本発明は市場で製造され入手できるものより広く、このようなより広いプランケットを必要とする超電導磁石、特に残留熱漏洩に非常に敏感で熱漏洩があるとその中の再凝縮装置の実際的あるいは効率的な運転ができなくなる可能性のあるゼロボイルオフ磁石に使用するのに適した断熱性プランケットを提供する。本発明は多層プランケットの継ぎ目を熱的に効率的にシールし同時に閉じこめられたガスが逃避する通路を提供する迅速で、安価で、簡単な配列を提供している。

【0029】

10

20

30

40

50

本発明はその或る好適な実施の態様に関して記載されたが、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、構成、配列および部品の組合せの詳細および使用される材料のタイプに種々の変更をなし得ることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を導入した単純化した形で示されているMRI超電導磁石の一部の部分断面図である。

【図2】接合されたブランケット間のブランケット継ぎ目の詳細を示している図1の断熱性ブランケットの拡大した部分を示す図である。

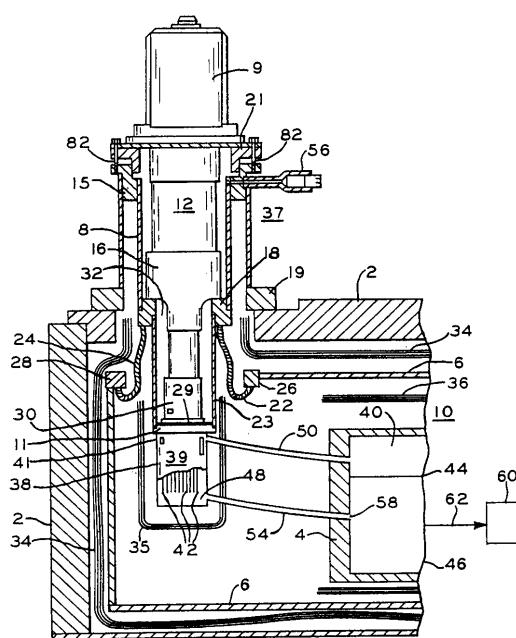
【図3】プランケットの遠隔端を固定するためにプランケットの隣接する反射シートの間の複数の接合部を固定する手段を例示している図1の断熱性プランケットの継ぎ目の拡大され簡略にされた図である。

【図4】図3の一部を拡大した図である。

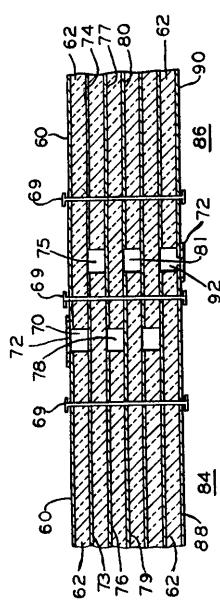
【図5】図3の簡略にされた図の斜視図である。

【図6】図2の一部の拡大された上面図である。

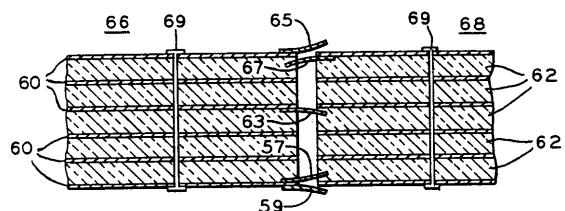
( 1)



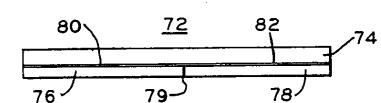
〔 2 〕



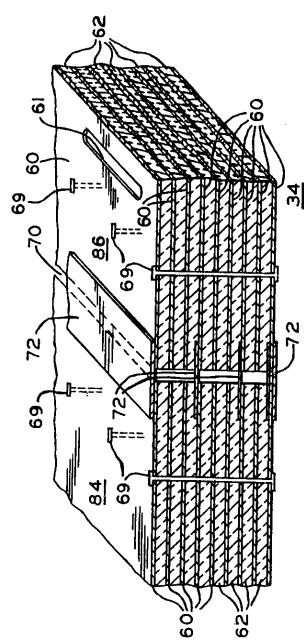
【図3】



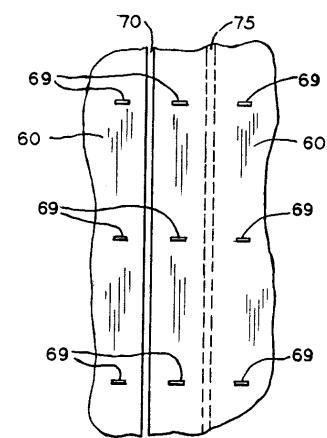
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 フィリップ・ウィリアム・エッケルス

アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、エベンザー・チェイス・ドライブ、33
22番

(72)発明者 マイケル・ローレン・クリール

アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、フローレンス、サウス・ローズマリー・アヴェニュー、
2405番

審査官 谷垣 圭二

(56)参考文献 特開平03-282097(JP, A)

実開平02-004097(JP, U)

特開平07-280170(JP, A)

実開昭56-84190(JP, U)

実開平6-30140(JP, U)

特開平8-296787(JP, A)

特開昭57-15192(JP, A)

特開平9-109323(JP, A)

特開平4-116907(JP, A)

特開平3-66997(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/055

G01R 33/3815

H01F 6/00

F16L 59/00-59/22