

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3545384号
(P3545384)

(45) 発行日 平成16年7月21日(2004.7.21)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

A 6 1 B 5/055
G O 1 R 33/3815
G O 1 R 33/3875
G O 1 R 33/421
H O 1 F 5/00A 6 1 B 5/05 3 3 2
H O 1 F 5/00 Z A A C
H O 1 F 7/20 C
A 6 1 B 5/05 3 6 2
G O 1 N 24/06 5 1 O C

請求項の数 8 (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-533445(P2001-533445)
 (86) (22) 出願日 平成12年10月12日(2000.10.12)
 (65) 公表番号 特表2003-512872(P2003-512872A)
 (43) 公表日 平成15年4月8日(2003.4.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2000/003918
 (87) 国際公開番号 W02001/031361
 (87) 国際公開日 平成13年5月3日(2001.5.3)
 審査請求日 平成14年6月24日(2002.6.24)
 (31) 優先権主張番号 9925169.6
 (32) 優先日 平成11年10月26日(1999.10.26)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

(73) 特許権者 592245719
 オックスフォード マグネット テクノロ
 ジー リミテッド
 イギリス国オックスフォード、アインシャ
 ム、フオーフ ロード (番地なし)
 (74) 代理人 100088454
 弁理士 加藤 紘一郎
 (72) 発明者 クルイブ, マーセル, ジャン, マリイ
 イギリス国 オックスフォードシャー オ
 ウエックス1 4 ビーイー オックスフォ
 ード キネトン・ロード 4
 (72) 発明者 シャイク, アブダルバサド
 イギリス国 ミドルセックス ユウビー6
 8 デイジイ グリーンフォード ラング
 デイル・ガーデンズ 27 エイ
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良型磁気コイル成形器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

M R I 装置に用いる磁気コイル組立体であって、 成形器(20)と、環状の駆動コイル(12)と、環状の補償コイル(14)とを備え、成形器(20)は、駆動コイルを支持する手段と、補償コイルを支持する手段とを有し、 駆動コイルは、成形器(20)上に配置されて、第1の方向に電流が流れることにより磁場(B)を発生させ、 補償コイルは、成形器(20)上に配置されて、駆動コイルと共通の軸(Z)を有し、この補償コイルには、第1の方向とは反対の第2の方向にさらに別の電流が流れ、 補償コイルの直径は駆動コイルより小さく、成形器は実質的に磁気飽和状態の強磁性材料より成り、 成形器は、補償コイルが成形器の方へ共通軸から半径方向外方へ磁氣的に誘引されるように、補償コイルの軸方向の側部(141、143)と半径方向の側部(142)とを包む構成であることを特徴とする磁気コイル組立体。

【請求項 2】

遮蔽コイル(16)と、遮蔽コイルを支持する手段(163、164)とをさらに備え、遮蔽コイルは、成形器(20)上に配置され、組立体から磁場が漏洩するのを減少するように構成されている請求項1の組立体。

【請求項 3】

駆動コイルは、成形器(20)の方へ、軸(Z)方向へ磁氣的に誘引される上記請求項のうち任意の請求項の組立体。

【請求項 4】

10

20

強磁性材料は鉄である上記請求項のうち任意の請求項の組立体。

【請求項 5】

駆動コイル (1 2) は超伝導コイルである上記請求項のうち任意の請求項の組立体。

【請求項 6】

各々が上記請求項のうち任意の請求項に記載された一对の組立体が、共通軸 (Z) の周りにおいて、平行な平面内に配置されているため、平行な平面間に、共通軸に平行な方向へ、駆動コイルにより一次磁場が発生される M R I 装置。

【請求項 7】

上記請求項のうち任意の請求項の磁気コイル組立体に用いる強磁性材料の成形器。

【請求項 8】

請求項 7 に記載された強磁性材料の成形器を有する M R I 装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

本発明は、磁気コイル成形器の改良に関し、さらに詳細には、磁気共鳴イメージング (M R I) 装置に用いる改良型磁気コイル成形器に関する。

【 0 0 0 2 】

適当な磁気特性を有する超伝導線を成形器の周りに巻回して磁気コイルを製造することが知られている。コイルを成形器の周りに巻回した後、成形器を取り外すか、または成形器をその位置に置いたままにする。

【 0 0 0 3 】

さらに、駆動コイルと呼ぶことの多い一对の磁気コイルを用いて、M R I 装置用として好適な均質な一次磁場を発生させることが知られている。

【 0 0 0 4 】

また、電流の流れる方向が駆動コイルとは反対の一对の補償用磁気コイルを用いることも知られている。補償コイルは、一次磁場の均質性を改善する磁場を発生する。

米国特許第 5 , 4 0 2 , 0 9 4 号は、駆動コイルが環状の強磁性成形器の中心内に、また、この環状成形器内の溝に大きい直径の補償コイルが取り付けられた、マンモグラフィのための M R I 磁石を開示している。

【 0 0 0 5 】

図 1 は公知の一对の磁気コイル成形器 1 0 a 、 1 0 b を示す。これらの成形器は、ステンレス鋼のような非強磁性材料で作られる。成形器 1 0 a 上には、駆動コイル 1 2 a と、補償コイル 1 4 a とが配置されている。同様に、成形器 1 0 b 上には、駆動コイル 1 2 b と、補償コイル 1 4 b とが配置されている。これらの成形器は、平行な平面内に位置し、共通の中心軸 Z を有する。コイル 1 2 a 、 1 2 b の半径は、コイル 1 4 a 、 1 4 b よりも大きい。当該技術分野で知られているように、このように駆動コイルを配置すると、中心軸 Z に平行な一次磁場 B が発生する。コイル 1 4 a 、 1 4 b は、よく知られた、一次磁場 B の均質性改善効果のある補償磁場を発生する。成形器間の空間には、これらの成形器に平行な平面内に、患者 3 5 が横たわっている。

【 0 0 0 6 】

公知の磁気コイルタイプのシステムには、圧壊作用のある過大なフープ応力が生じるという技術上の問題点が存在する。これは、駆動コイルと、これに対応する補償コイルとの間の反発力が大きい時に生じるが、補償コイルが中心軸の方へ圧壊するのを防止するために、補償コイルを実質的に機械的に支持することが必要である。

【 0 0 0 7 】

圧壊作用のあるフープ応力を減少するには、駆動コイルの直径を補償コイルに対して増加すればよい。しかしながら、これには、M R I 装置の視野を減少させるという負の効果がある。

【 0 0 0 8 】

従って、本発明の目的は、補償コイルにかかる圧壊フープ応力を減少させるコイル成形器を提供することにある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本発明のさらに別の目的は、コイルのピーク磁場を減少することにより、コイルの超伝導線の最大許容電流を増加させるコイル成形器を提供することにある。有利なことに、これにより、所望の磁場強さを得るに必要な超伝導線の量を減少できる。

【 0 0 1 0 】

本発明のさらに別の目的は、よりコンパクトなMRI装置を容易に構成できる成形器を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

本発明によると、MRI装置に用いる磁気コイル組立体であって、成形器と、環状の駆動コイルと、環状の補償コイルとを備え、成形器は、駆動コイルを支持する手段と、補償コイルを支持する手段とを有し、駆動コイルは、成形器上に配置されて、第1の方向に電流が流れることにより磁場を発生させ、補償コイルは、成形器上に配置されて、駆動コイルと共通の軸を有し、この補償コイルには、第1の方向とは反対の第2の方向にさらに別の電流が流れ、補償コイルの直径は駆動コイルより小さく、成形器は実質的に磁気飽和状態の強磁性材料より成り、成形器は、補償コイルが成形器の方へ共通軸から半径方向外方へ磁氣的に誘引されるように、補償コイルの軸方向の側部と半径方向の側部とを包む構成であることを特徴とする磁気コイル組立体が提供される。

本発明の主要な利点及び特徴を説明したが、添付図面を参照しながら好ましい実施例についての以下の詳細な説明を読めば、本発明の理解がさらに深まるであろう。

【 0 0 1 2 】

図2において、コイル成形器20は、駆動コイル12、補償コイル14及び遮蔽コイル16に対して機械的支持を与える。これらのコイルは、当該技術分野で周知の態様で成形器に巻回される。これらのコイルは、超伝導磁気コイルである。成形器の形状は、できるだけ多量の成形器がコイルを取り囲むように選択される。例えば、駆動コイル12の軸方向の側部121と、半径方向の側部124とは成形器により包まれている。補償コイル14の軸方向の側部141、143と、半径方向の側部142とは成形器により包まれている。遮蔽コイル16の軸方向の側部163と、半径方向の側部164とは成形器により包まれている。駆動コイル12、補償コイル14及び遮蔽コイル16の動作及び機能は、当該技術分野において周知である。

【 0 0 1 3 】

成形器は、強磁性材料で作られる。この好ましい実施例の強磁性材料は、鉄である。当業者であればわかるように、ニッケル、コバルト、ホルミウムまたはそれらの合金のような他の強磁性材料を、本発明の範囲から逸脱することなしに、使用できる。

【 0 0 1 4 】

超伝導コイルを多量の強磁性材料で包む効果は、コイル内に発生されるピーク磁場を減少することである。ピーク磁場が低いと、コイルの超伝導線に大きい電流を流すことができる。従って、所望の磁場を発生するためにコイルに必要な超伝導線の量が減少する。これにより、コイルのコストが実質的に減少する。あるいは、非強磁性材料の成形器と、コイルとにより発生可能な一次磁場よりも、強磁性材料の成形器と、同じコイルとで発生させる一次磁場の方が大きい。

【 0 0 1 5 】

図2の成形器20は、各コイルの周りの成形器の量を最大限にして、各コイルが発生するピーク磁場を減少させ、それにより各コイルの製造に必要な線の量を減少するように設計されている。コイルから離れた部分の成形器の質量は、成形器の重量を減らして、材料コストを節約するために、最小限に抑えられている。成形器20の特定の形状は、駆動コイルが発生する一次磁場の均質性を最大限にするように選択される。

【 0 0 1 6 】

成形器20はさらに、補償コイル14の圧壊作用のあるフープ応力を減少する働きがある。補償コイル14は、固有の傾向として圧壊し易い。図2において、破線18で囲む領域を、実質的に磁気飽和状態にする。こうすると、補償コイル14は、矢印17で示すよう

10

20

30

40

50

に、強磁性材料の成形器 20 へ、半径方向外方へ、磁氣的に誘引される。このため、補償コイルにかかる圧壊フープ応力が減少するという有利な効果が得られ、機械的支持を増加する必要はない。

【0017】

コイル 12、14、16 は、好ましくは、超伝導コイルであるため、何らかの温度制御を必要とする。超伝導コイルの温度を制御する好ましい方法は、コイルをクライオスタット内に配置することである。コイルが成形器に近接しているため、成形器もまた、温度制御の必要がある。これは、超伝導コイルを制御すると同じ手段で行なうこともできるが、成形器を、例えばペルチェ装置により別個に温度制御してもよい。

【0018】

図 3 において、図示の MRI 装置 30 は、一対の強磁性材料の成形器 20 a、20 b を有する。強磁性材料の成形器 20 a、20 b は、一対の駆動コイル 12 a、12 b、一対の補償コイル 14 a、14 b 及び一対の遮蔽コイル 16 a、16 b を備えている。図 1 に示すように、これらの成形器は平行な平面内に位置し、共通の中心軸 Z を有する。駆動コイルは、中心軸に平行な平面内に一次磁場 B を発生する。補償コイルは、一次磁場の強さを増加させ且つ一次磁場の均質性を改善する作用のある別の磁場を発生する。遮蔽コイルは、MRI 装置の周りの領域への磁場の漏洩を減少する作用がある。患者 35 は、一対の成形器 20 a と、20 b との間の、成形器の平面に平行な平面内に配置される。

【0019】

成形器に強磁性材料を用いると、駆動コイルが発生する一次磁場の大きさが 30 % も増加する。駆動コイル 12 a、12 b は、矢印 37 a、37 b に示すように軸方向内方に互いに誘引される。磁気飽和状態の強磁性材料の成形器を用いることにより、駆動コイルもまた、矢印 38 a、38 b で示すように、それぞれの成形器の方へ、軸方向外方へ、誘引される。強磁性材料の成形器のサイズが十分であれば、成形器の方へ、外方へ向かう各駆動コイルの誘引力は、内方へ、互いに近付く方向へ向かう駆動コイルの誘引力よりも大きい。有利な点は、これにより、各駆動コイルの機械的支持条件が軽減されることである。さらに、これにより、駆動コイルを軸方向において、より近接して配置できる。例えば、成形器 20 a を、中心軸 Z に沿い、成形器 20 b に近付けることができる。これは、一次磁場の効率を改善し、駆動コイルにより生じる負の二次的効果を減少するという有利な効果がある。さらに、これにより、駆動コイルの直径を減少できる。例えば、非強磁性材料の成形器と、直径 2.5 メートルの駆動コイルとを備えた MRI 装置は、強磁性材料の成形器と、直径が 2 メートル未満の駆動コイルとを備えた MRI 装置と実質的に同じ磁場効率を有する。よく知られているように、駆動コイルの直径を小さくできれば、MRI 装置のサイズ及びコストを全体的に減少することができる。

【0020】

有利なことに、強磁性材料の成形器は、磁場の漏洩を減少させるため、MRI 装置の遮蔽コイルの必要条件を軽減する作用がある。

【0021】

磁場強さを小さくしなければならない MRI 装置では、強磁性材料の成形器が存在すると、補償コイルの必要性を軽減するか排除することができる。

【0022】

当業者であればわかるように、図示説明した実施例に対して、本発明の範囲から逸脱することなしに種々の変形例及び設計変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、公知の一対の磁気コイル成形器を示す。

【図 2】図 2 は、強磁性材料のコイル成形器を示す。

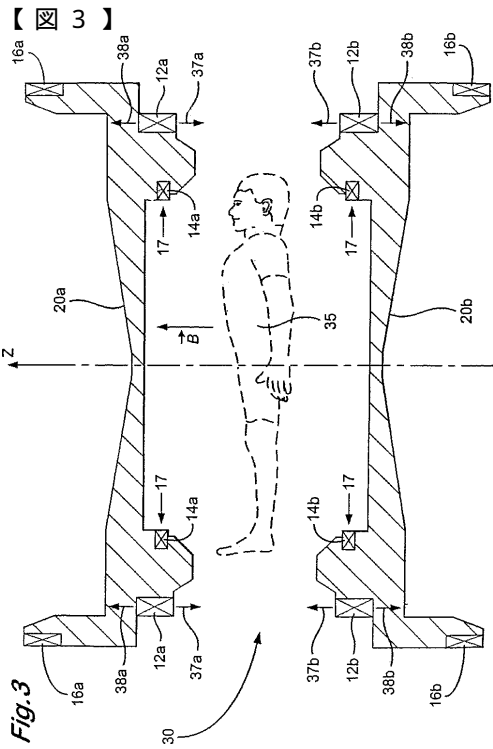
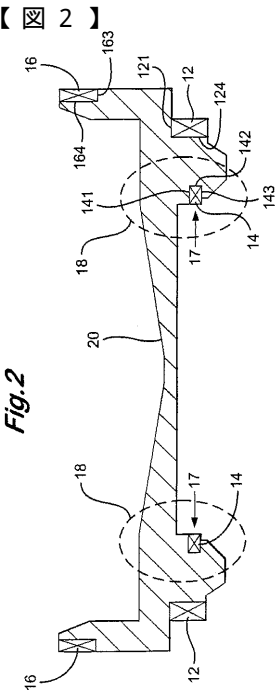
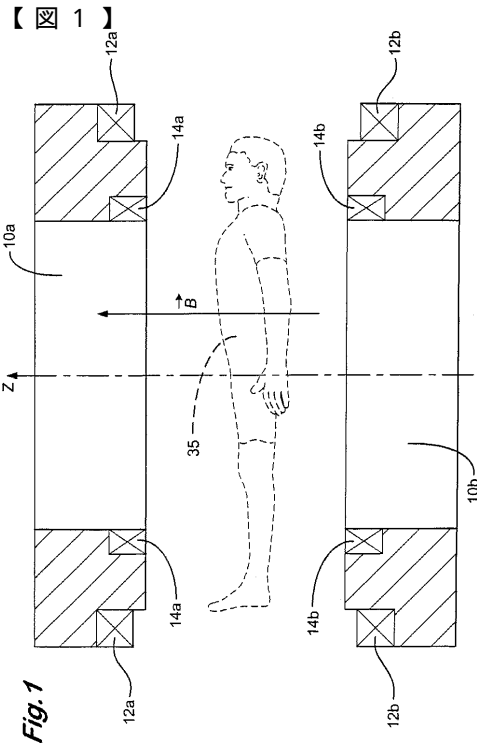
【図 3】図 3 は、図 2 に示す強磁性材料のコイル成形器を組み込んだ MRI 装置を示す。

10

20

30

40



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I
H 0 1 F 7/20	G 0 1 N 24/06 5 2 0 J
	G 0 1 N 24/02 5 4 0 A

審査官 伊藤 幸仙

(56) 参考文献 米国特許第 0 5 4 0 2 0 9 4 (U S , A)
特表平 0 7 - 5 0 8 8 5 7 (J P , A)
欧州特許出願公開第 1 2 2 4 4 8 5 (E P , A 1)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
A61B 5/055