



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103932709 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201410145314. 0

CN 101261313 A, 2008. 09. 10,

(22) 申请日 2010. 09. 25

CN 1623504 A, 2005. 06. 08,

(30) 优先权数据

审查员 叶思

2009-223239 2009. 09. 28 JP

2010-182462 2010. 08. 17 JP

(62) 分案原申请数据

201010292692. 3 2010. 09. 25

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 东芝医疗系统株式会社

(72) 发明人 坂仓良知

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李洋 王培超

(51) Int. Cl.

A61B 5/055(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6011394 A, 2000. 01. 04,

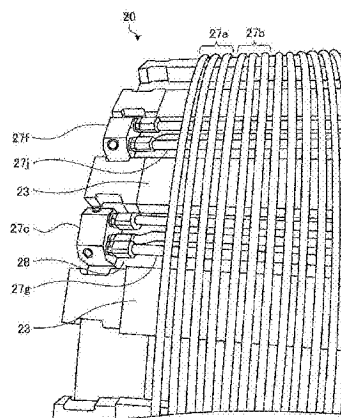
权利要求书1页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

磁共振成像装置

(57) 摘要

本发明提供一种磁共振成像装置。该磁共振成像装置具备：倾斜磁场线圈、线圈冷却管。倾斜磁场线圈向静磁场内放置的被检体施加倾斜磁场。线圈冷却管被设置在倾斜磁场线圈上，通过使冷媒在管内流通从而冷却倾斜磁场线圈。在此，线圈冷却管被设置为在沿着从倾斜磁场线圈的一端向另一端的方向延伸后弯曲，并沿着倾斜磁场线圈的形状返回到一端。



1. 一种磁共振成像装置,其特征在于,包括:
倾斜磁场线圈,该倾斜磁场线圈向静磁场内所放置的被检体施加倾斜磁场;以及
线圈冷却管,该线圈冷却管被设置在上述倾斜磁场线圈上,通过使冷媒在管内流通而
冷却上述倾斜磁场线圈,

上述线圈冷却管被设置为在沿着从上述倾斜磁场线圈的一端向另一端的方向延伸并
在上述倾斜磁场线圈的长度的中央附近折返,并沿着上述倾斜磁场线圈的形状呈螺旋状地
一边卷绕一边返回到上述一端。

2. 根据权利要求1所述的磁共振成像装置,其特征在于,
上述线圈冷却管包含并列配置的多个冷却管,
上述磁共振成像装置还具备分流管,该分流管分流从冷却装置供给的冷媒,并使分流的
冷媒分别流入上述多个冷却管。

3. 根据权利要求1或2所述的磁共振成像装置,其特征在于,
上述线圈冷却管包含第1冷却管和与上述第1冷却管并列设置的第2冷却管,上述第2冷
却管使冷媒在与上述第1冷却管使冷媒流通的方向相反的方向流通。

磁共振成像装置

[0001] 本申请是申请人于2010年9月25日提出的申请号为201010292692.3、发明名称为磁共振成像装置的专利申请的分案申请。技术领域

[0002] 本发明涉及磁共振成像装置。

[0003] 相关申请的交叉引用

[0004] 本申请基于2009年9月28日提交的日本专利申请No.2009-223239以及2010年8月17日提交的日本专利申请No.2010-182462并要求其优先权,其全部内容通过引用结合在本申请中。

背景技术

[0005] 磁共振成像装置为向静磁场内放置的被检体施加高频磁场,检测由于高频磁场的施加从被检体产生的磁共振信号从而生成图像的装置。该磁共振成像装置具备通过向被检体施加倾斜磁场,从而对磁共振信号附加空间位置信息的倾斜磁场线圈。

[0006] 该倾斜磁场线圈由于在摄像中反复地供给脉冲电流而很大地发热。特别是,近年来,随着成像技术的高速化,倾斜磁场的通断的高速化以及倾斜磁场的高强度化成为必须的,从而倾斜磁场线圈的发热更加显著。

[0007] 并且,倾斜磁场线圈的发热有可能对所摄像的图像的画质产生影响,对成为摄像对象的被检体产生痛苦。因此,例如,提出了通过在倾斜磁场线圈的内部所设置的冷却管中使冷媒循环,从而在摄像过程中使倾斜磁场线圈冷却的技术(例如,参照日本特开2006-311957号公报)。

[0008] 然而,在上述以往技术中,如以下说明,存在无法冷却到倾斜磁场线圈的端部的课题。

[0009] 图10为用于说明使用冷却管的以往技术的课题的图。图10示出了形成为大致圆筒状的倾斜磁场线圈的一端的内部的情况。如图10所示,例如,在倾斜磁场线圈1中,冷却管2被设置为在沿着从倾斜磁场线圈1的一端向另一端的方向进入后向外周方向弯曲,然后,沿着倾斜磁场线圈1的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边达到另一端。

[0010] 这种情况下,例如,如图10所示,在倾斜磁场线圈1的端部,形成侵入紧接之后冷却管与第1圈的冷却管所包围的区域3。该区域3由于没有配置冷却管,因此无法通过冷媒被冷却。其结果,例如,无法冷却为了校正摄像区域内的静磁场不均匀性而在倾斜磁场线圈1上配备的多个铁垫片中的、被配备在倾斜磁场线圈1的端部的铁垫片5。

[0011] 另外,在以往技术中,也存在以提高倾斜磁场线圈的冷却效率为目的,使多个冷却管与倾斜磁场线圈并列卷绕的情况。那种情况下,在倾斜磁场线圈的端部,由于为了使多个冷却管弯曲所需要的空间变得更加宽阔,因此无法冷却的区域变得更大。

发明内容

[0012] 本发明涉及的磁共振成像装置,包括:倾斜磁场线圈、线圈冷却管。倾斜磁场线圈向静磁场内放置的被检体施加倾斜磁场。线圈冷却管被设置在上述倾斜磁场线圈上,通过

使冷媒在管内流通从而冷却上述倾斜磁场线圈。在此,上述线圈冷却管被设置为在沿着从上述倾斜磁场线圈的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着上述倾斜磁场线圈的形状返回到上述一端。

[0013] 在下面的描述中将提出本发明的其它目的和优点,部分内容可以从说明书的描述中变得明显,或者通过实施本发明可以明确上述内容。通过下文中详细指出的手段和组合可以实现和得到本发明的目的和优点。

[0014] 发明的效果

[0015] 根据与实施方式相关的磁共振成像装置,可以冷却倾斜磁场线圈直到端部。

附图说明

[0016] 结合在这里并构成说明书的一部分的附图描述本发明当前优选的实施方式,并且与上述的概要说明以及下面的对优选实施方式的详细描述一同用来说明本发明的原理。

[0017] 图1为表示与实施例1相关的MRI装置的结构的结构图。

[0018] 图2为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈的构造的透视图。

[0019] 图3为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈的内部构造的构造图。

[0020] 图4为表示与实施例1相关的屏蔽线圈(shield coil)侧冷却系统的整体结构的透视图。

[0021] 图5为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈的一端的第1冷却管以及第2冷却管的配置的图。

[0022] 图6为表示与实施例2相关的倾斜磁场线圈的构造的透视图。

[0023] 图7为与实施例2相关的RF屏蔽物的外观图。

[0024] 图8为表示与实施例2相关的倾斜磁场线圈的内部构造的构造图。

[0025] 图9为表示与实施例3相关的冷却管的屏蔽线圈侧冷却系统的整体结构的透视图。

[0026] 图10为用于说明使用冷却管的以往技术的课题的图。

具体实施方式

[0027] 以下,根据附图详细说明与本发明相关的磁共振成像装置(以下,称为“MRI(Magnetic Resonance Imaging)装置”)的实施例。另外,并不根据以下所示的实施例来限定本发明。另外,在以下所示的实施例中,针对作为用于冷却倾斜磁场线圈的冷媒使用水(以下,称为“冷却水”)的情况进行说明。

[0028] 首先,使用图1,针对与实施例1相关的MRI装置100的结构进行说明。图1为表示与实施例1相关的MRI装置100的结构的结构图。如同图所示,该MRI装置100具有静磁场磁铁10、倾斜磁场线圈20、RF线圈30、床板40、倾斜磁场电源50、发送部60、接收部65、序列控制装置70、计算机系统80、冷却装置90。

[0029] 静磁场磁铁10具有形成为大致圆筒状的真空容器11与在真空容器中被浸渍在冷却液中的超导线圈12,在作为摄像区域的孔(bore)(静磁场磁铁10的圆筒内部的空间)内产生静磁场。

[0030] 倾斜磁场线圈20形成为大致圆筒状,被设置在静磁场磁铁10的内侧。该倾斜磁场线圈20为普通的ASGC(Actively Shielded Gradient Coil:自屏蔽型倾斜磁场线圈),具有

主线圈(main coil)21与屏蔽线圈22。主线圈21通过从倾斜磁场电源50供给的电流,向被检体P施加在X轴、Y轴、Z轴方向上强度变化的倾斜磁场。屏蔽线圈22通过利用从倾斜磁场线圈20供给的电流在主线圈21的外侧产生磁场,从而遮蔽由主线圈21产生的倾斜磁场。

[0031] 在此,在主线圈21与屏蔽线圈22之间,形成垫片托盘插入引导件23。在该垫片托盘插入引导件23中,插入有收纳了用于校正孔内的静磁场的不均匀性的铁垫片25的垫片托盘24。另外,针对该倾斜磁场线圈20的构造,后面进行详细说明。

[0032] RF线圈30在倾斜磁场线圈20的内侧,以隔着被检体P相对的方式被固定。该RF线圈30根据从发送部60发送的RF脉冲向被检体P施加高频磁场。另外,RF线圈30接收由于氢原子核的激励从被检体P放出的磁共振信号。

[0033] 床板40向水平方向可移动地被设置在未图示的床上,摄影时载置被检体P向孔内移动。倾斜磁场线圈电源50根据来自序列控制装置70的指示,向倾斜磁场线圈20供给电流。

[0034] 发送部60根据来自序列控制装置70的指示,向RF线圈30发送RF脉冲(pulse)。接收部65检测由RF线圈30所接收到的磁共振信号,并对序列控制装置70发送使检测出的磁共振信号数字化取得的原始数据。

[0035] 序列控制装置70在计算机系统80的控制下,通过分别驱动倾斜磁场电源50、发送部60以及接收部65进行被检体P的扫描。并且,序列控制装置70进行扫描的结果,当从接收部65发送原始数据时,将其原始数据发送至计算机系统80。

[0036] 计算机系统80控制MRI装置100整体。例如,经由输入部由操作者受理摄像条件的输入,根据所受理的摄像条件使序列控制装置70执行扫描。另外,计算机系统80根据从序列控制装置70发送的原始数据重建图像。另外,计算机系统80在显示部上显示重建的图像。

[0037] 冷却装置90向倾斜磁场线圈20内设置的冷却管供给冷却水。具体而言,冷却装置90向倾斜磁场线圈20具有的第1冷却管以及第2冷却管分别供给冷却水。在此,冷却装置90以使第1冷却管内流动的冷却水的方向与第2冷却管内流动的冷却水的方向成为相反方向的方式,向各冷却管供给冷却水。另外,在本实施例1中,针对作为冷媒使用冷却水的情况进行说明,但也可以使用其他种类的冷媒。

[0038] 其次,使用图2以及图3,针对倾斜磁场线圈20的构造进行说明。图2为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈20的构造的透视图。如图2所示,倾斜磁场线圈20具有分别形成为大致圆筒状的主线圈21以及屏蔽线圈22。在此,在主线圈21与屏蔽线圈22之间,形成多个垫片托盘插入引导件23。

[0039] 垫片托盘插入引导件23是在倾斜磁场线圈20的两端面形成开口的贯通孔,形成在倾斜磁场线圈20的整个长度方向。该垫片托盘插入引导件23在主线圈21与屏蔽线圈22所夹着的区域中,以互相平行的方式在圆周方向上等间隔地形成。并且,在该垫片托盘插入引导件23中,插入有垫片托盘24。

[0040] 垫片托盘24使用作为非磁性且非导电性材料的树脂来制作,形成大致棒状。在该垫片托盘24中,收纳有规定数量的铁垫片25。并且,垫片托盘24被插入到垫片托盘插入引导件23内,分别被固定在倾斜磁场线圈20的中央部。

[0041] 另外,虽然图2中省略了图示,但是在倾斜磁场线圈20中,沿着圆筒形状,呈螺旋状埋设有多个冷却管。图3为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈20的内部构造的构造图。图3示出了倾斜磁场线圈20的一部分。在图3中,上侧面示出了倾斜磁场线圈20的外周面,下侧

面示出了倾斜磁场线圈20的内周面。在此,在倾斜磁场线圈20的内侧,形成放置被检体的摄像区域。

[0042] 如图3所示,具体而言,在倾斜磁场线圈20中,在垫片托盘插入引导件23与主线圈21之间,埋设有主线圈侧冷却系统26。另外,在垫片托盘插入引导件23与屏蔽线圈22之间,埋设有屏蔽线圈侧冷却系统27。在此,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27分别具有呈螺旋状埋设的多个冷却管。

[0043] 具体而言,主线圈侧冷却系统26具有第1冷却管和与第1冷却管并列那样设置的第2冷却管。第1冷却管在规定的方向(图3所示的实线箭头方向)使冷却水循环,第2冷却管在与第1冷却管使冷却水循环的方向相反的方向(图3所示的虚线箭头方向)使冷却水循环。另外,屏蔽线圈侧冷却系统27也一样,具有第1冷却管与第2冷却管。针对该主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27的结构,后面进行详细说明。

[0044] 这样,在倾斜磁场线圈20中,在主线圈21与铁垫片25之间配置主线圈侧冷却系统26,在屏蔽线圈22与铁垫片25之间配置屏蔽线圈侧冷却系统27。并且,主线圈侧冷却系统26与屏蔽线圈侧冷却系统27以隔着铁垫片25的方式分别被配置。由此,由主线圈21以及屏蔽线圈22产生的热很难传递到铁垫片25。

[0045] 其次,使用图4以及图5,针对主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27的结构进行说明。另外,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27由于分别具有一样的结构,因此在此举例说明屏蔽线圈侧冷却系统27。

[0046] 图4为表示与实施例1相关的屏蔽线圈侧冷却系统27的透视图。如图4所示,屏蔽线圈侧冷却系统27具有分别呈螺旋状形成的3条第1冷却管27a和、与第1冷却管27a并列那样设置的3条第2冷却管27b。在此,在第1冷却管27a以及第2冷却管27b的端部,分别设置分流或合流冷却水的集管(分流管)。另外,集管使用黄铜等金属来形成。

[0047] 具体而言,在第1冷却管27a的一端部,设置有入口侧集管27c,在另一端部设置有出口侧集管27d。在此,入口侧集管27c分流从冷却装置90供给的冷却水,并使分流的冷却水分别流入3条第1冷却管27a。另外,出口侧集管27d合流从3条第1冷却管27a流出的冷却水并返回到冷却装置90。另外,图4所示的实线箭头示出了第1冷却管27a内流动的冷却水的流向。

[0048] 同样,在第2冷却管27b的一端部,设置有入口侧集管27e,在另一端部设置有出口侧集管27f。在此,入口侧集管27e分流从冷却装置90供给的冷却水,并使分流的冷却水分别流入3条第2冷却管27b。另外,出口侧集管27f合流从3条第2冷却管27b流出的冷却水并返回到冷却装置90。另外,图4所示的虚线箭头示出了第2冷却管27b内流动的冷却水的流向。

[0049] 另外,如图4所示,第1冷却管27a的入口侧集管27c与第2冷却管27b的入口侧集管27e分别被设置在相反侧的端部。另外,第1冷却管27a的出口侧集管27d与第2冷却管27b的出口侧集管27f分别被设置在相反侧。即,第1冷却管27a与第2冷却管27b分别使冷却水在相反方向流通。

[0050] 由此,在第1冷却管27a内流动的冷却水的温度升高的地方,第2冷却管27b内流动的冷却水的温度降低,相反,在第2冷却管27b内流动的冷却水的温度升高的地方,第1冷却管27a内流动的冷却水的温度降低。因此,由于作为屏蔽线圈侧冷却系统27整体,冷却水的温度均匀,因此可以将倾斜磁场线圈20均等地冷却。

[0051] 另外,屏蔽线圈侧冷却系统27具有的各冷却管与各集管分别经由绝缘材料形成的管分别被连接。

[0052] 具体而言,第1冷却管27a的一端部经由绝缘材料形成的管(tube)27g与入口侧集管27c连接。另外,第1冷却管27a的另一端部经由绝缘材料形成的管27h与出口侧集管27d连接。另外,第2冷却管27b的一端部经由绝缘材料形成的管27i与入口侧集管27e连接。另外,第2冷却管27b的另一端部经由绝缘材料形成的管27j与出口侧集管27f连接。

[0053] 这样,通过在屏蔽线圈侧冷却系统27具有的各冷却管与各集管之间设置绝缘材料形成的管,可以防止由屏蔽线圈侧冷却系统27具有的各冷却管形成电闭环。

[0054] 另外,在此,针对使用黄铜等金属形成的集管的情况进行说明,例如,也可以使用特富龙(注册商标)或PET等绝缘材料形成的集管。由此,可以更可靠地防止由各冷却管形成电闭环。

[0055] 并且,在本实施例1中,第1冷却管27a以及第2冷却管27b分别被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。

[0056] 例如,如图4所示,第1冷却管27a以及第2冷却管27b分别被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端A向另一端B的方向延伸到达另一端B后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端A。这样,在使各冷却管弯曲的位置离开卷绕开始的位置,将冷却管呈螺旋状卷回到倾斜磁场线圈20的端部时,可以将冷却管缠绕到靠近倾斜磁场线圈20的端部为止。

[0057] 图5为表示与实施例1相关的倾斜磁场线圈20的一端A的第1冷却管27a以及第2冷却管27b的配置的图。如图5所示,如上述所说明的在配置了第1冷却管27a以及第2冷却管27b时,可以将第1冷却管27a以及第2冷却管27b分别缠绕到入口侧集管27c以及出口侧集管27f的附近为止。由此,可以缩小以往在倾斜磁场线圈20的端部产生的无法被冷却的区域的大小。

[0058] 另外,在此,针对第1冷却管27a以及第2冷却管27b分别被设置为在从一端到达另一端后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端的情况进行了说明。然而,例如,冷却管也可以被设置为沿着从一端向另一端的方向延伸,并在倾斜磁场线圈20的长度的中央附近折返,然后返回到一端。此时,分别从相反的端部开始卷绕第1冷却管27a以及第2冷却管27b。另外,折返各冷却管的位置并不限于倾斜磁场线圈20的长度的中央附近,也可以是从中央附近向任一端部偏离的位置。

[0059] 另外,如图5所示,在倾斜磁场线圈20中,沿着从圆筒的一端向另一端的方向形成多个槽部28。并且,例如,管27g以及第1冷却管27a(未图示)被设置为配置在槽部28内在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。另外,管27j以及第2冷却管27b(未图示)也一样,被设置为配置在其他槽部28内在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。由此,各冷却管被有效配置在倾斜磁场线圈20内。

[0060] 另外,例如,槽部28如图5所示,在倾斜磁场线圈20中所设置的多个垫片托盘插入引导件23之间形成。由此,有效利用以往没有被使用的部分的同时有效冷却铁垫片25。

[0061] 如上所述,在本实施例1中,MRI装置100具有形成为大致圆筒状,向圆筒内产生的静磁场内所放置的被检体施加倾斜磁场的倾斜磁场线圈20、被设置在倾斜磁场线圈20内,通过在使冷却水在管内流通从而冷却倾斜磁场线圈20的主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27。并且,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的冷却管被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。因此,根据本实施例1,由于能够将冷却管缠绕到靠近倾斜磁场线圈20的端部的位置,因此可以冷却倾斜磁场线圈20直到端部。

[0062] 另外,在本实施例1中,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的冷却管被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸到达另一端后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。因此,根据本实施例1,由于冷却管的缠绕作业一次结束,因此可以在倾斜磁场线圈20中容易地配置冷却管。

[0063] 另外,在本实施例1中,倾斜磁场线圈20具有沿着从圆筒的一端向另一端的方向所形成的槽部28。并且,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的冷却管配置在倾斜磁场线圈20具有的槽部28内,并被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。因此,根据本实施例1,由于可以在倾斜磁场线圈20内高效地配置冷却管,因此可以扩大成为摄像区域的孔的口径。

[0064] 另外,在本实施例1中,倾斜磁场线圈20具有多个插入有收纳用于校正静磁场的均匀性的铁垫片25的垫片托盘24的垫片托盘插入引导件23,该垫片托盘插入引导件是在倾斜磁场线圈20的两端面形成开口的贯通孔。并且,配置冷却管的槽部28在上述多个垫片托盘插入引导件23之间形成。因此,根据本实施例1,可以有效地利用以往没有被使用的部分,同时高效地冷却铁垫片25。

[0065] 另外,在本实施例1中,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27分别包含并列配置的多个冷却管,入口侧集管分流从冷却装置90供给的冷却水,并使分流的冷却水分别流入多个冷却管。另外,出口侧集管合流从各冷却管流出的冷却水并返回到冷却装置90。在此,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的各冷却管与入口侧集管以及出口侧集管经由绝缘材料形成的管分别被连接。由此,可以防止由主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的各冷却管形成电闭环。因此,根据本实施例1,能够避免冷却管与倾斜磁场线圈之间的电磁耦合,从而可以使摄像区域内的静磁场的均匀性稳定。

[0066] 另外,在本实施例1中,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27分别包含使冷却水在规定的方向流通的第1冷却管和与第1冷却管并列设置的第2冷却管。并且,第2冷却管使冷却水在与第1冷却管使冷却水流通的方向相反的方向流通。因此,根据实施例1,由于作为主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27整体,冷却水的温度均匀,因此可以均等冷却放置被检体P的摄像区域。

[0067] 另外,在本实施例1中,针对主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27分别具有3条第1冷却管以及第2冷却管的情况进行了说明,但本发明并不仅限于此。例如,在进一步增加了各冷却管的条数时,各冷却管的长度变短即可。其结果,由于抑制各冷却管的压力损失,因此能够增加冷却水的流量。因此,可以更高效地冷却摄像区域。

[0068] 另外,在上述实施例1中,针对主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27具有的冷却管分别被同样卷绕配置的情况进行了说明。然而,主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27的任一方也可以如图4所示被卷绕设置。

[0069] 例如,在倾斜磁场线圈20中,构造上也存在限制可配置冷却管的范围的情况。例如,在形成垫片托盘插入引导件23的间隔狭窄时,图5所示的槽部28的宽度就变小,也有可能无法在槽部28内配置主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27两者的管。在这种情况下,如使主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27的任一方图4所示那样卷绕。

[0070] 另外,即使在槽部28的宽度充分大的情况下,如图4所示卷绕任一方系统的冷却管与同样卷绕两者系统的冷却管时相比配置冷却管时的作业效率变好。另外,一般而言,在ASGC中,沿着倾斜磁场线圈的圆筒方向在比配置主线圈的范围广的范围内配置屏蔽线圈。因此,在提高冷却效率上希望如图4所示设置至少屏蔽线圈侧冷却系统27的冷却管。

[0071] 其次,针对实施例2进行说明。在实施例1中,针对倾斜磁场线圈20在主线圈21与屏蔽线圈22之间具有冷却管的情况进行了说明。然而,近年来,也有倾斜磁场线圈在主线圈的内周侧还具有冷却管的情况。因此,在实施例2中,针对与实施例1相关的MRI装置100的倾斜磁场线圈20在主线圈21的内周侧还具有冷却管的情况进行说明。

[0072] 图6为表示与实施例2相关的倾斜磁场线圈120的构造的透视图。另外,在此,对于实现与图2所示的各部一样的作用的构成要素,附加同一符号并省略详细说明。如图6所示,在本实施例2中,倾斜磁场线圈120除了具有主线圈21以及屏蔽线圈22之外,还具有RF屏蔽物128。RF屏蔽物128形成为大致圆筒状,被设置在主线圈21的内周侧。

[0073] 图7为与实施例2相关的RF屏蔽物128的外观图。如图7所示,RF屏蔽物128形成为大致圆筒状。在此,RF屏蔽物128例如组合像断面成为半圆状那样被弯曲的2张导体板128a以及128b而形成。另外,在此,针对使用2张导体板的情况进行说明,但RF屏蔽物128也可以使用1张导体板形成,也可以组合3张以上的导体板形成。

[0074] 在此,在本实施例2中,与实施例1一样,在主线圈21的外周侧,接近主线圈21设置主线圈侧冷却系统26。另外,在屏蔽线圈22的内周侧,接近屏蔽线圈22设置屏蔽线圈侧冷却系统27。并且,在本实施例2中,在倾斜磁场线圈120的最内层也设置冷却管。这样,可以通过在倾斜磁场线圈120的最内层也设置冷却管,强化倾斜磁场线圈120的冷却的同时更可靠地抑制放置被检体的摄像区域的温度上升。

[0075] 图8为表示与实施例2相关的倾斜磁场线圈120的内部构造的构造图。如图8所示,在垫片托盘插入引导件23与主线圈21之间,埋设有呈螺旋状形成的主线圈侧冷却系统26。另外,在垫片托盘插入引导件23与屏蔽线圈22之间,埋设有呈螺旋状形成的屏蔽线圈侧冷却系统27。在这些主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27中,从冷却装置90送来的冷却水流入,流入的冷却水在通过各冷却管在倾斜磁场线圈20的内部循环后向倾斜磁场线圈120的外面流出。这样,冷却水通过主线圈侧冷却系统26以及屏蔽线圈侧冷却系统27进行循环,由此冷却主线圈21、屏蔽线圈22以及铁垫片25。

[0076] 另外,在主线圈21的内侧,设置RF线圈侧冷却系统12A。在本实施例2中,RF线圈侧冷却系统12A被设置在主线圈21的内侧所设置的RF屏蔽物128的内侧。该RF线圈侧冷却系统12A具有使用铜呈螺旋状形成的多个冷却管。

[0077] 在此,例如,在主线圈21与RF屏蔽线圈128之间设置冷却管时,由于仅冷却管部分

RF屏蔽物128靠近RF线圈30,因此需要使RF线圈30产生更强的高频磁场。但是,当高频磁场增强时,由于SAR(Specific Absorption Rate:吸收率)增加,因此对于被检体的安全性有可能降低。对此,在本实施例2中,RF线圈侧冷却系统12A由于被设置在RF屏蔽物128的内侧,因此可以在RF屏蔽物128与RF线圈30之间确保充分的距离。由此,由于不需要增强高频磁场的强度,因此可以确保对于被检体的安全性。

[0078] 另外,RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管被形成为具有比主线圈侧冷却系统26具有的冷却管的管径小的管径。进一步,RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管被形成为与主线圈侧冷却系统26具有的冷却管相比螺旋的间隔缩小。并且,RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管分别像断面成为向倾斜磁场线圈20的测定方向被压缩的椭圆那样形成。

[0079] 并且,在RF线圈侧冷却系统12A具有的多个冷却管之间,填充有低电容率的物体12B。在此所说的低电容率的物体是例如特富龙(注册商标)或PET等。

[0080] 由此,可以防止RF线圈侧冷却系统12A具有的各冷却管电结合。

[0081] 另外,在RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管与RF屏蔽物128之间,设置绝缘材料形成的绝缘膜129。在此所说的绝缘材料例如特富龙(注册商标)或PET等。或者,绝缘材料也可以是FRP(Fiberglass Reinforced Plastics)。由此,可以防止RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管与RF屏蔽物128电结合。另外,RF线圈侧冷却系统12A以及主线圈侧冷却系统26以夹着主线圈21的方式分别设置。由此,可以高效地冷却主线圈21。

[0082] 在这种结构中,在本实施例2中,RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管与图4所示的第1冷却管27a以及第2冷却管27b一样地被设置。即,RF线圈侧冷却系统12A具有的冷却管分别被设置为在沿着从倾斜磁场线圈20的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈20的圆筒形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。由此,由于可以将RF线圈侧冷却系统12A具有的各冷却管缠绕到靠近倾斜磁场线圈20的端部的位置,因此可以冷却放置被检体的摄像区域的广阔范围。

[0083] 下面,针对实施例3进行说明。在实施例1以及实施例2中,针对冷却管被卷绕成螺旋状的情况进行了说明,但是冷却管的形状并不仅限于此。因此,在实施例3中,作为另外一例,针对冷却管沿着倾斜磁场线圈20的长度方向折返那样地设置的情况进行说明。

[0084] 图9为表示与实施例3相关的冷却管的屏蔽线圈侧冷却系统的整体结构的透视图。另外,在图9中,只示出了屏蔽线圈侧冷却系统227中所包含的第1冷却管。如图9所示,在本实施例3中,设置3条第1冷却管227a。并且,各第1冷却管227a被设置为如下形状沿倾斜磁场线圈20的周围方向一边错开位置一边进行重复的结构,该形状是指在沿着倾斜磁场线圈20的一端A向另一端B的方向延伸达到另一端B后弯曲,并在沿着从另一端B向一端A的方向延伸到达一端A后进一步弯曲,进一步沿着从一端A向另一端B延伸的方向延伸的形状。

[0085] 在各第1冷却管227a中,冷却水例如像从位于倾斜磁场线圈20的一端A的端部流入,从位于另一端B的端部流出那样流动(参照箭头I以及箭头O)。即,第1冷却管227a从一端部取入冷却水,然后从相反的端部排出。另外,流入各第1冷却管227a的冷却水与实施例1中的第1冷却管27a一样,由入口侧集管分流。另外从各第1冷却管227a流出的冷却水与实施例1中的第1冷却管27a一样,由出口侧集管合流。

[0086] 另外,图9中省略了图示,但在倾斜磁场线圈20中,与实施例1一样,沿着第1冷却管并列设置使冷却水在与第1冷却管相反的方向流通的第2冷却管。另外,在此,针对屏蔽线圈

侧冷却系统进行了说明,但主线圈侧冷却系统中包含的冷却管或RF线圈侧冷却系统中包含的冷却管也可以以图9所示的形状配置。

[0087] 这样,通过在倾斜磁场线圈20的两端部使第1冷却管227a弯曲,从而可以沿着倾斜磁场线圈20的长度方向在整个广阔范围内配置第1冷却管227a。由此,可以冷却倾斜磁场线圈20的广阔范围。

[0088] 另外,在上述实施例1、2以及3中,针对具有形成为大致圆筒状的倾斜磁场线圈的MRI装置进行了说明,但实施例并不仅限于此。例如,即使在产生与被检体的体轴方向垂直的倾斜磁场的、被称为所谓的开放(open)型的MRI装置中,也可以实施上述实施例中所说明的技术。

[0089] 一般而言,开放型的MRI装置具备以隔着放置被检体的摄像空间相对的方式被配置的1对静磁场磁铁、对由静磁场磁铁在摄像空间产生的静磁场附加倾斜磁场的倾斜磁场线圈、向摄像空间内放置的被检体施加高频磁场的RF线圈。例如,1对静磁场被上下配置,在垂直方向产生静磁场。另外,倾斜磁场线圈以及RF线圈分别呈平板状形成,并分别被固定在上下的静磁场磁铁上。

[0090] 并且,在这种开放型的MRI装置中,也存在设置用于冷却倾斜磁场线圈中产生的热的线圈冷却管的情况。例如,在开放型的MRI装置中,例如,线圈冷却管在倾斜磁场线圈的外表面或倾斜磁场线圈内部的同一平面内被配置成螺旋状。此时,例如,线圈冷却管被设置为在沿着从倾斜磁场线圈的一端向另一端的方向延伸后弯曲,并沿着倾斜磁场线圈的平面形状一边呈螺旋状卷绕一边返回到一端。由此,由于能够将冷却管缠绕到靠近倾斜磁场线圈的周缘部的位置,因此可以冷却倾斜磁场线圈的广阔范围。

[0091] 对本发明的几个实施方式进行了说明,但这些实施方式是作为例子而提出的,并不限定发明的范围。这些实施方式能够通过其他方式实施,在不脱离发明的主旨的范围内,可以进行各种省略、置换、变更。这些实施方式或其变形与包含在发明的范围或主旨内一样包含专利要求的范围内所记载的说明与其均等的范围。

[0092] 还有,根据上述实施方式中公开的适宜多个的构成要素的组合,可以形成各种的发明。例如:既可以削除从实施方式中显示的全部构成要素的几个构成要素,又可以适当地组合不同实施方式内的构成要素。

[0093] 本领域技术人员容易想到其它优点和变更方式。因此,本发明就其更宽的方面而言不限于这里示出和说明的具体细节和代表性的实施方式。因此,在不背离由所附的权利要求书以及其等同物限定的一般发明概念的精神和范围的情况下,可以进行各种修改。

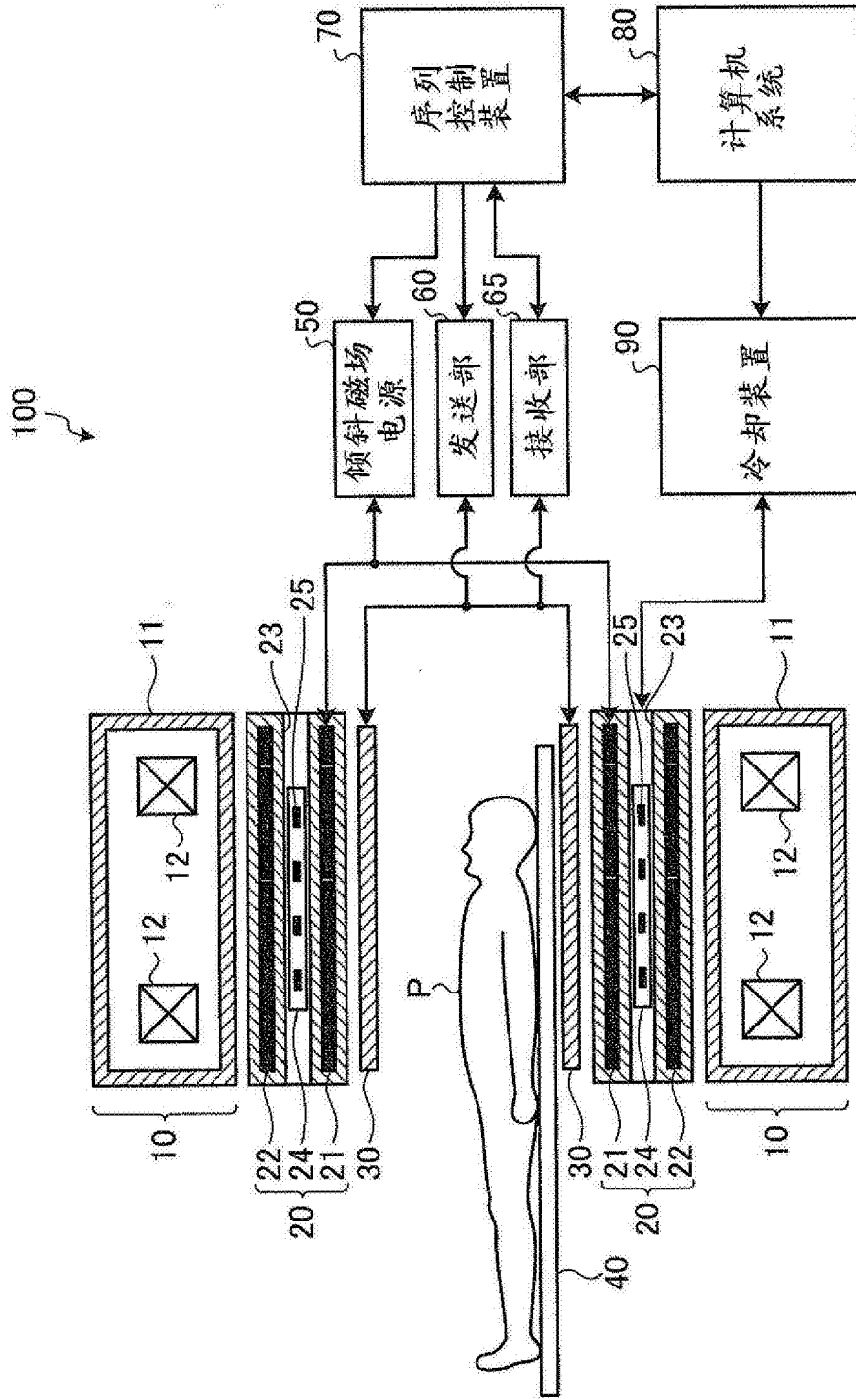


图1

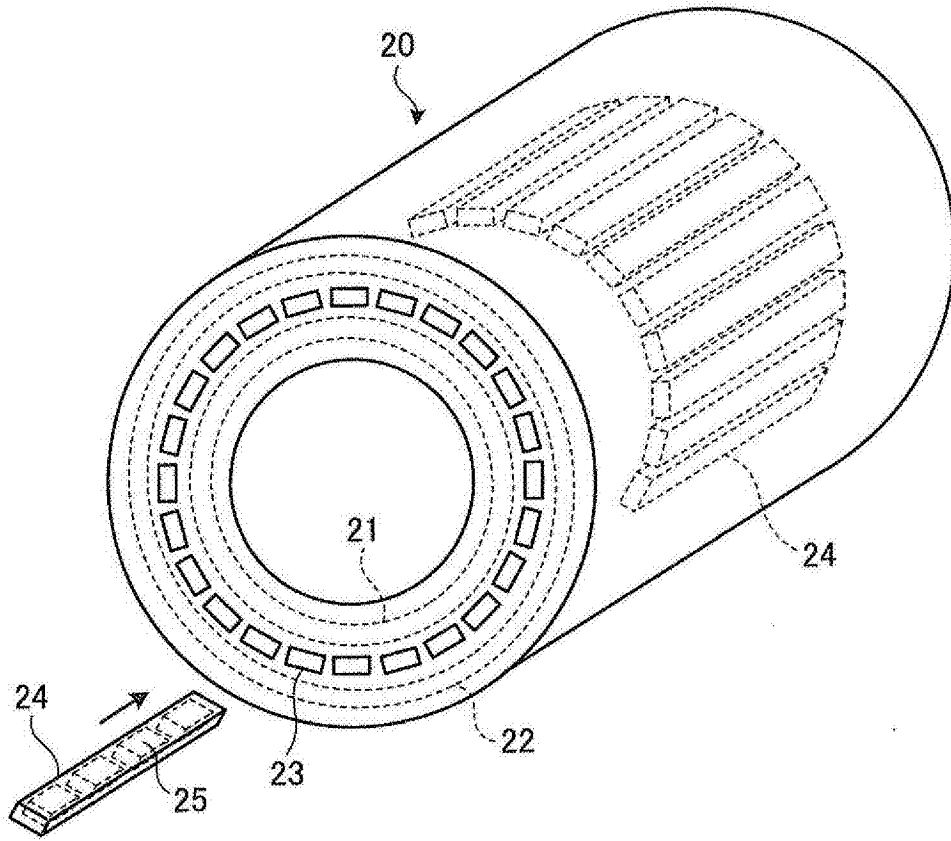


图2

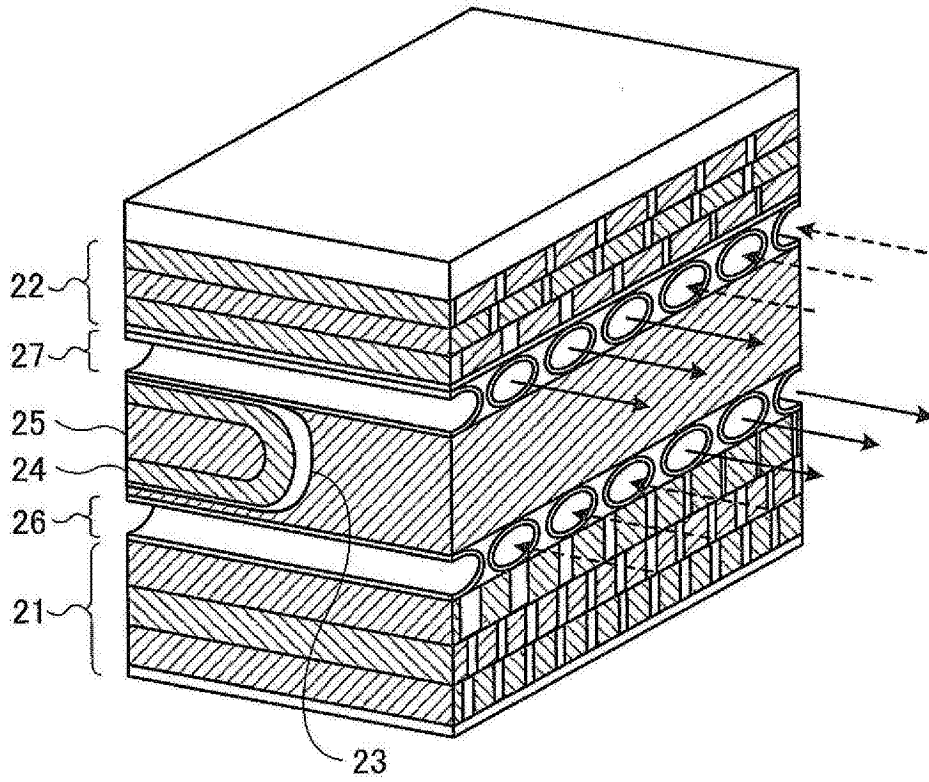


图3

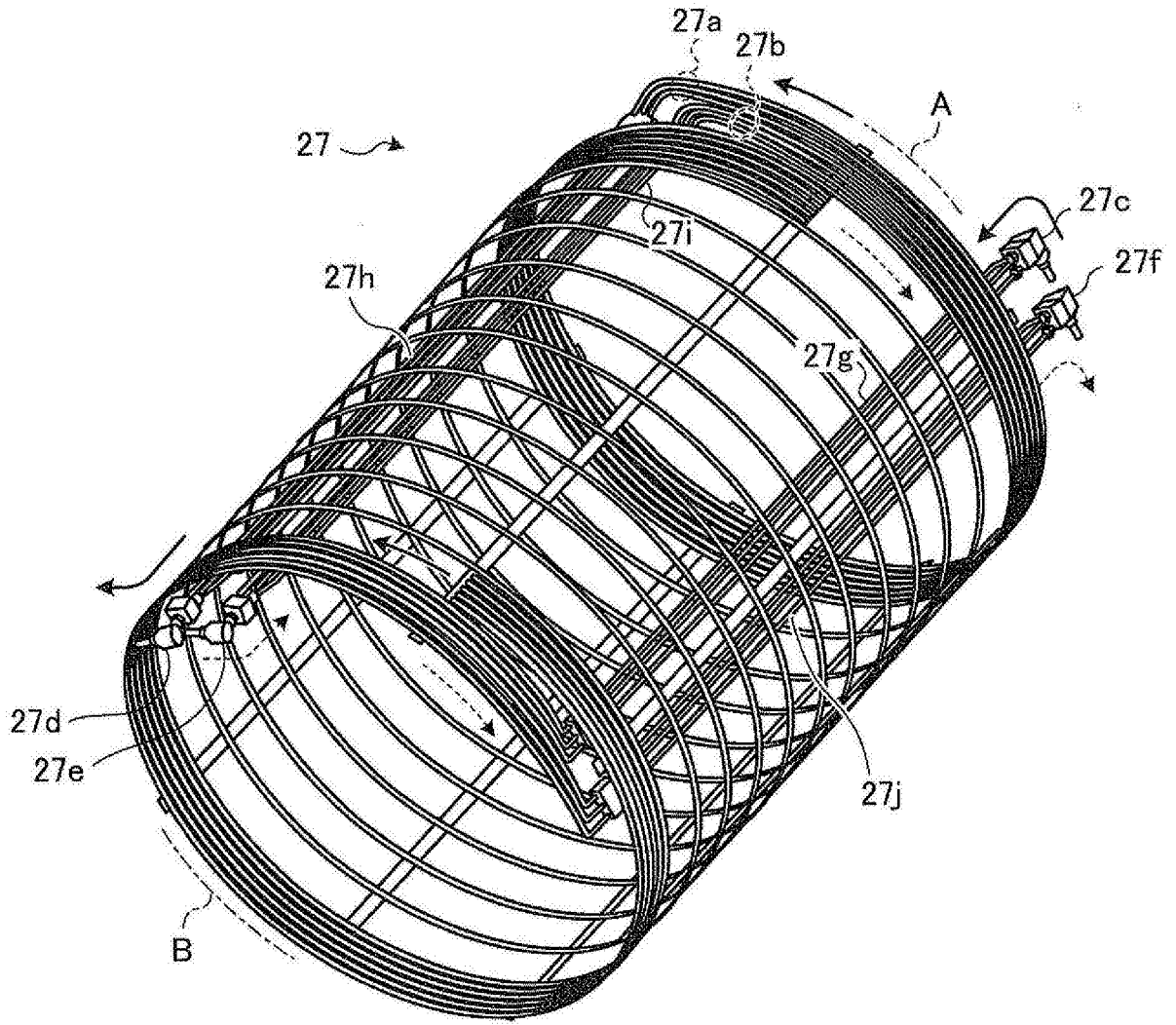


图4

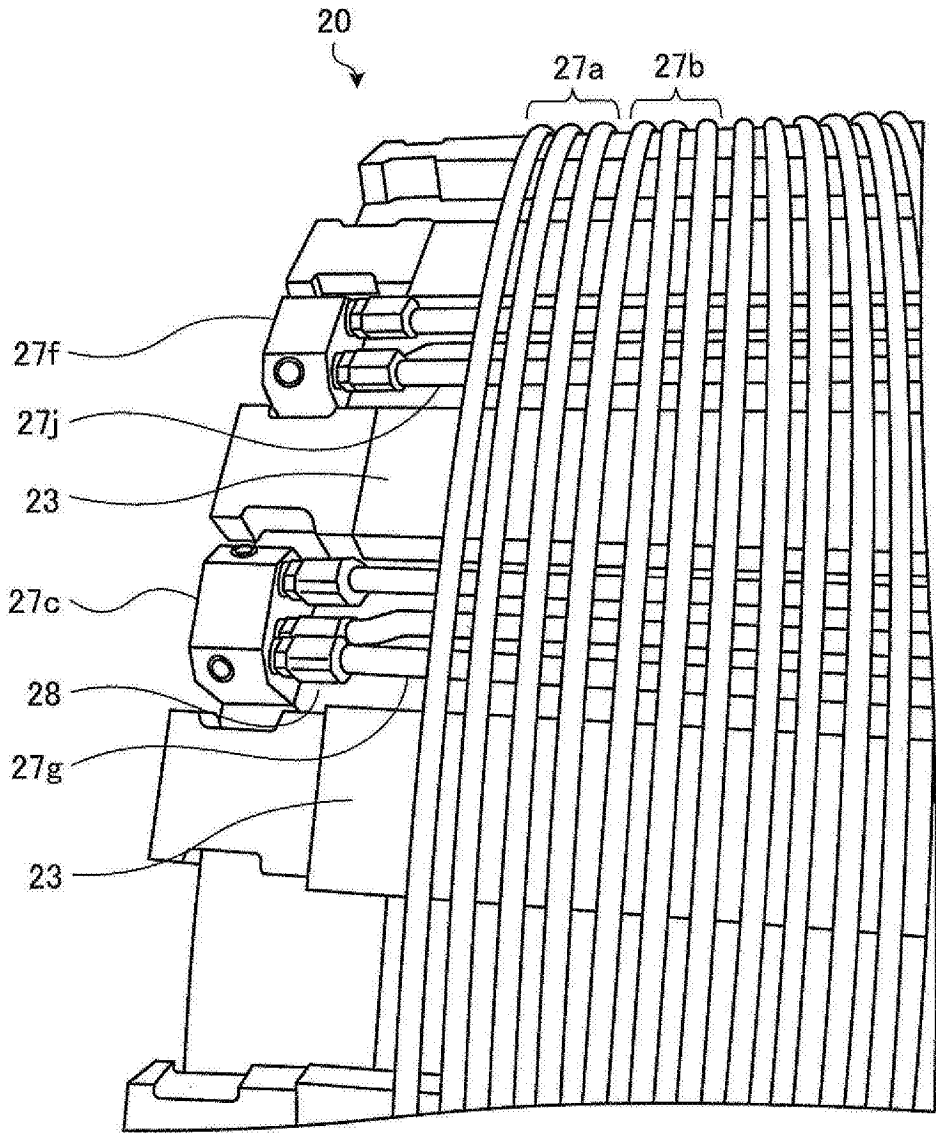


图5

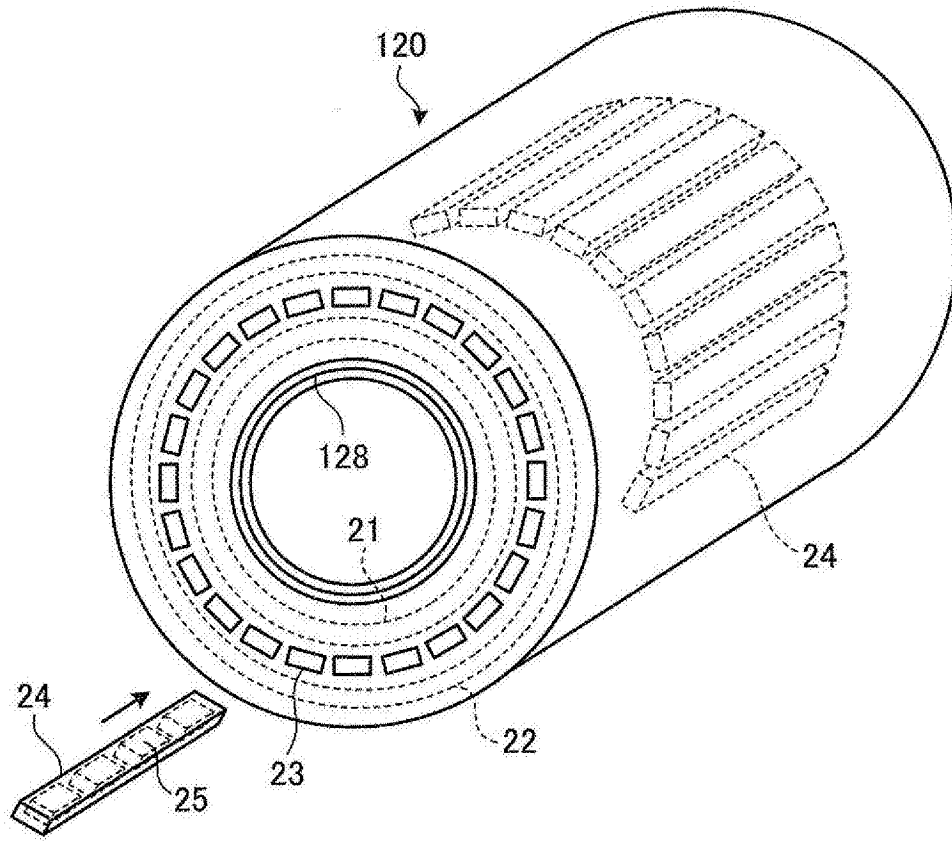


图6

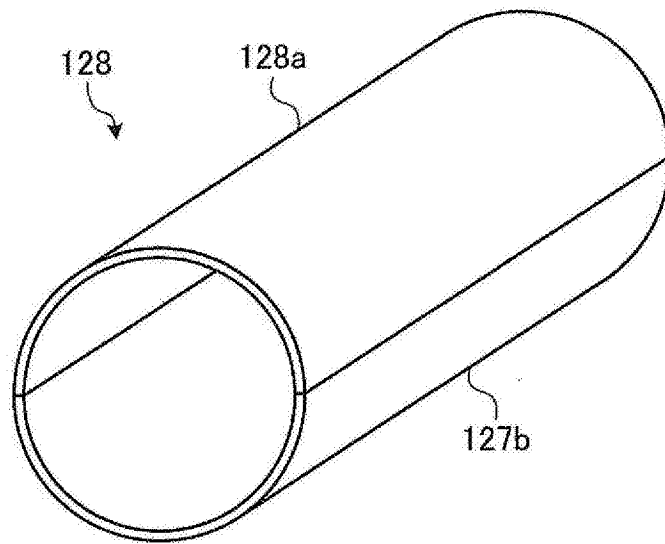


图7

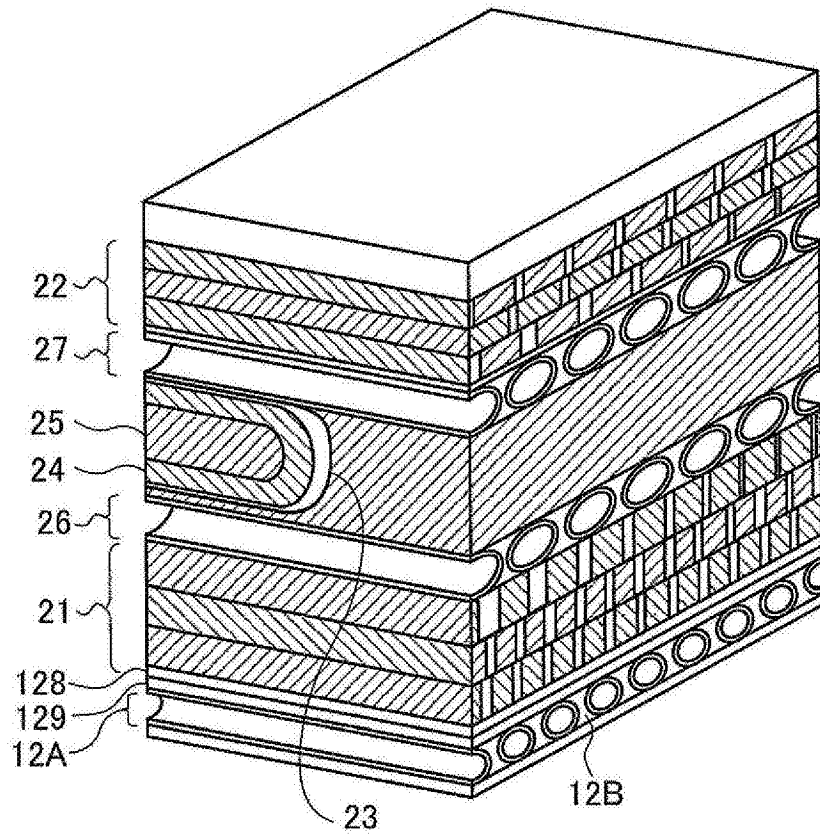


图8

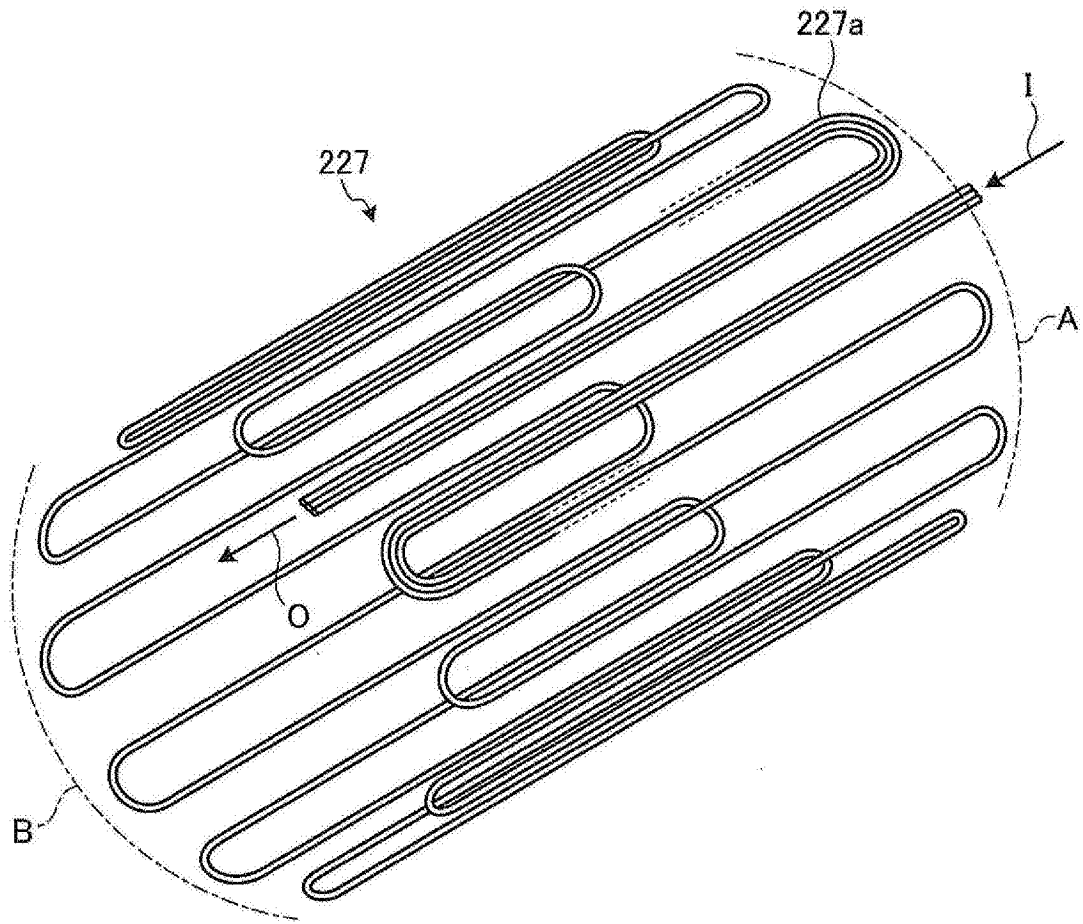


图9

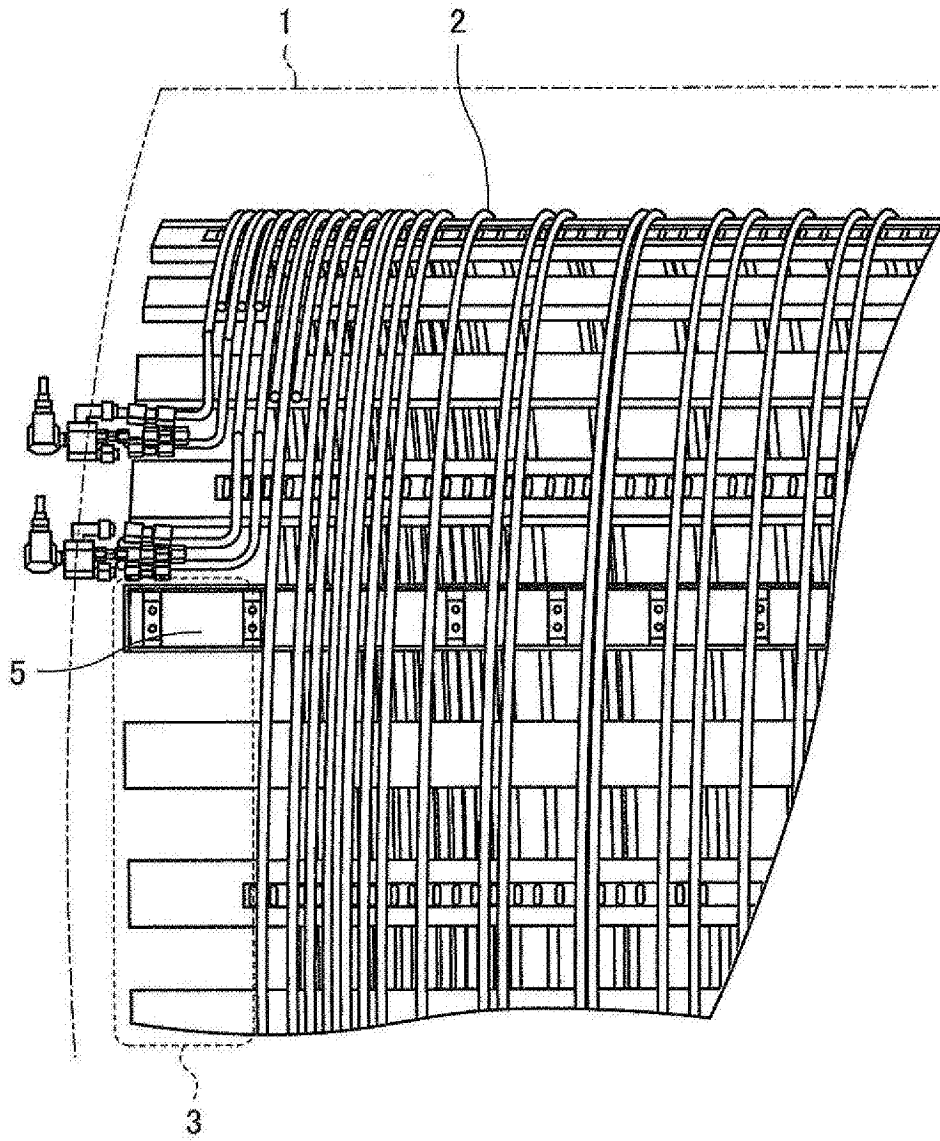


图10