



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102945722 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 27

(21) 申请号 201210488830. 4

(22) 申请日 2012. 11. 27

(71) 申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路 2019 号

(72) 发明人 张正臣 许皆平 李炜 崔剑
李明 江勇

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 邓琪

(51) Int. Cl.

H01F 6/06 (2006. 01)

G21K 1/00 (2006. 01)

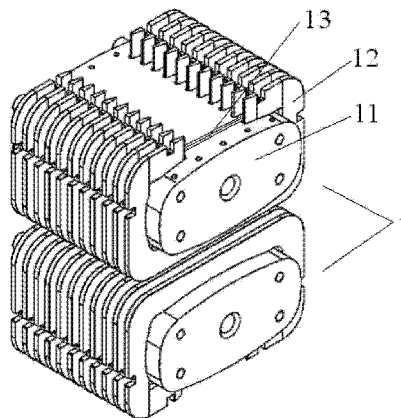
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种二硼化镁超导波荡器

(57) 摘要

本发明涉及一种二硼化镁超导波荡器,包括两列纵向间隔且平行排列的超导线圈阵列,每列所述超导线圈阵列包括一高导磁线圈骨架、轴向间隔且相互平行地围绕设置在所述高导磁线圈骨架表面的 $2n+1$ 个导磁挡板,以及绕制在所述高导磁线圈骨架表面并位于相邻两个导磁挡板之间的 $2n$ 个二硼化镁超导线圈绕组,其中, n 为自然数;以及向所述二硼化镁超导线圈绕组供电的直流电源,该直流电源的电流方向以使两个相邻所述二硼化镁超导线圈绕组产生的磁感应强度大小相同、方向相反的方式设置。本发明通过采用了二硼化镁超导材料,其超导临界温度较高,因此其运行温度较高,从而有效降低了制冷费用;同时通过采用整体式的线圈骨架,提高了波荡器磁场周期长度的精度。



1. 一种二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述波荡器包括:

两列纵向间隔且平行排列的超导线圈阵列,每列所述超导线圈阵列包括一高导磁线圈骨架、轴向间隔且相互平行地围绕设置在所述高导磁线圈骨架表面的 $2n+1$ 个导磁挡板,以及绕制在所述高导磁线圈骨架表面并位于相邻两个导磁挡板之间的 $2n$ 个二硼化镁超导线圈绕组,其中, n 为自然数;以及

向所述二硼化镁超导线圈绕组供电的直流电源,该直流电源的电流方向以使两个相邻所述二硼化镁超导线圈绕组产生的磁感应强度大小相同、方向相反的方式设置。

2. 根据权利要求 1 所述的二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述高导磁线圈骨架的表面为平滑过渡的曲面,且所述表面上开设有用于嵌置所述导磁挡板的凹槽。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述导磁挡板为 C 形的导磁挡板,且所述两列超导线圈阵列上的导磁挡板的开口相背设置。

4. 根据权利要求 3 所述的二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述高导磁线圈骨架为一体成型的柱状体。

5. 根据权利要求 1、2 或 4 所述的二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述两列超导线圈阵列之间的间隙的取值范围为 $5 \sim 10\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求 5 所述的二硼化镁超导波荡器,其特征在于,所述自然数 n 的取值范围为 $5 \sim 200$ 。

一种二硼化镁超导波荡器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种二硼化镁超导波荡器。

背景技术

[0002] 波荡器是一种产生周期磁场的设备,是同步辐射装置和自由电子激光装置中的核心部件。电子束通过波荡器产生的周期磁场时,发出的 X 射线发生干涉,从而得到高亮度的准单色光。

[0003] 目前,国内同步辐射光源主要使用的是常温稀土永磁波荡器,其主要局限在于:其所能达到的磁感应强度较低,并且磁场大小调节比较麻烦。导致上述局限的原因在于:常温稀土永磁波荡器受稀土永磁材料本身所能达到的最大剩磁限制,磁场强度大小已经达到了极限;目前周期长度为 25 毫米的常温稀土永磁波荡器的磁感应强度可以达到 0.94 特斯拉;而国外研究机构正在研究基于铌钛 (NbTi) 超导材料的波荡器,其主要局限在于:铌钛超导材料的超导临界温度很低,需要运行在 4.2K 的温度下,因此所需的制冷费用较高。

[0004] 另外,常温稀土永磁波荡器的磁感应强度的大小需要通过机械结构调节永磁块之间的距离来调节,因此需要非常精密和复杂的机械调节机构来实现。而且,由于此类波荡器中的线圈阵列通常由多个绕制有线圈的骨架排列而成,而每个骨架的尺寸需要做到完全一致,否则会严重影响波荡器的磁场周期长度的精度,因此对其加工工艺的要求很高,从而也就存在了制造成本提高的问题。

发明内容

[0005] 为了解决上述现有技术存在的问题,本发明旨在提供一种二硼化镁超导波荡器,以克服现有的常温稀土永磁波荡器磁场大小调节不灵活、铌钛超导波荡器运行温度较低以及制造成本高的缺点,实现灵活调节磁场大小,减少运行和加工成本的目的。

[0006] 本发明所述的一种二硼化镁 (Mg_2B) 超导波荡器,包括:

[0007] 两列纵向间隔且平行排列的超导线圈阵列,每列所述超导线圈阵列包括一高导磁线圈骨架、轴向间隔且相互平行地围绕设置在所述高导磁线圈骨架表面的 $2n+1$ 个导磁挡板,以及绕制在所述高导磁线圈骨架表面并位于相邻两个导磁挡板之间的 $2n$ 个二硼化镁超导线圈绕组,其中, n 为自然数;以及

[0008] 向所述二硼化镁超导线圈绕组供电的直流电源,该直流电源的电流方向以使两个相邻所述二硼化镁超导线圈绕组产生的磁感应强度大小相同、方向相反的方式设置。

[0009] 在上述的二硼化镁超导波荡器中,所述高导磁线圈骨架的表面为平滑过渡的曲面,且所述表面上开设有用于嵌置所述导磁挡板的凹槽。

[0010] 在上述的二硼化镁超导波荡器中,所述导磁挡板为 C 形的导磁挡板,且所述两列超导线圈阵列上的导磁挡板的开口相背设置。

[0011] 在上述的二硼化镁超导波荡器中,所述高导磁线圈骨架为一体成型的柱状体。

[0012] 在上述的二硼化镁超导波荡器中,所述两列超导线圈阵列之间的间隙的取值范围

为 5 ~ 10mm。

[0013] 在上述的二硼化镁超导波荡器中,所述自然数 n 的取值范围为 5 ~ 200。

[0014] 由于采用了上述的技术解决方案,本发明通过采用了二硼化镁超导材料制成的线圈绕组,由于这种超导材料的超导临界温度为 39K,比常规的铌钛超导材料的超导临界温度高 9K,因此使该线圈绕组的运行温度较高,从而有效降低了制冷费用;而且,由于二硼化镁超导材料的价格较低,因此可以降低制造成本;同时,由于本发明采用了整体式的线圈骨架,从而可以有效提高波荡器的磁场周期长度的精度并减少加工成本;另外,本发明产生的磁场大小可以通过调节线圈的激励电流的大小来实现,因此使本发明的调节非常方便。本发明适用于同步辐射装置和自由电子激光装置。

附图说明

[0015] 图 1 是本发明一种二硼化镁超导波荡器的结构示意图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述。

[0017] 如图 1 所示,本发明,即一种二硼化镁超导波荡器,包括:

[0018] 两列纵向间隔且平行排列的超导线圈阵列 1,每列超导线圈阵列 1 包括一高导磁线圈骨架 11、轴向间隔且相互平行地围绕设置在高导磁线圈骨架 11 表面的 $2n+1$ 个导磁挡板 12,以及绕制在高导磁线圈骨架 11 表面并位于相邻两个导磁挡板 12 之间的 $2n$ 个二硼化镁超导线圈绕组 13,其中, n 为自然数 (n 的取值范围一般为 5 ~ 200);以及

[0019] 向二硼化镁超导线圈绕组 13 供电的直流电源(图中未示),该直流电源的电流方向以使两个相邻二硼化镁超导线圈绕组 13 产生的磁感应强度大小相同、方向相反的方式设置。

[0020] 本发明中,高导磁线圈骨架 1 为采用高导磁材料一体成型的柱状体,其横截面为近似跑道形,其表面为平滑过渡的曲面,且该表面上开设有用于嵌置导磁挡板 12 的凹槽(图中未示)。

[0021] 本发明中,导磁挡板 12 呈 C 形,且两列超导线圈阵列 1 上的导磁挡板 12 的开口相背设置,导磁挡板 2 采用高导磁材料制成,可以作为磁极把二硼化镁超导线圈绕组 13 产生的磁场引导到两列超导线圈阵列 1 之间的间隙(即束流通道区)中,其厚度和高度取决于波荡器的磁场周期长度和磁感应强度。

[0022] 本发明中,二硼化镁超导线圈绕组 13 由多根二硼化镁材质的超导线绕制而成,由于高导磁线圈骨架 1 的表面是平滑过渡的曲面,因此使二硼化镁超导线圈绕组 13 能在张力的作用下紧贴高导磁线圈骨架 1 的表面。

[0023] 本发明中,每个导磁挡板 12、该导磁挡板 12 两侧相邻的两个二硼化镁超导线圈绕组 13、以及这两个二硼化镁超导线圈绕组 13 两侧相邻的各半个导磁挡板 12(即,具有一半厚度的导磁挡板 12)组成波荡器的一个周期单元,每个周期单元的磁场周期长度的取值范围一般为 10 ~ 20mm。

[0024] 在本实施例中,以 5 个周期(即 $n = 5$)的二硼化镁超导波荡器为例,取磁场周期长度为 16mm,其中,二硼化镁超导线圈绕组 13 的宽度为 5mm,每个导磁挡板 12 的厚度为 3mm,

导磁挡板 13 的数量为 11 个,从而形成 10 个用于设置二硼化镁超导线圈绕组 13 的间隙,两列超导线圈阵列 1 之间的间隙为 9mm(两列超导线圈阵列 1 之间的间隙的一般取值范围为 5-10mm)。

[0025] 在制造过程中,首先采用高导磁材料做为线圈骨架,并在线圈骨架表面通过刻槽安装导磁挡板,然后把二硼化镁超导线圈绕在线圈骨架表面由相邻两个导磁挡板形成的间隙中形成线圈绕组,其每层圈数和层数可根据所需波荡器的磁感应强度参数而定,磁感应强度越大,则所需的每层圈数和层数也就越多。

[0026] 在使用过程中,需要把超导线圈阵列 1 放置在由制冷机产生的低温环境中,温度必须低于二硼化镁材料的超导临界温度,以保证线圈处于超导状态,然后采用直流电源通过电流引线给二硼化镁超导线圈绕组 13 通电。二硼化镁超导线圈绕组 13 产生的磁场被二硼化镁超导线圈绕组 13 之间的导磁挡板 12 引导到两列超导线圈阵列 1 之间的间隙(即束流通道区),从而形成周期磁场,用于偏转电子束。当电子束流从两列二硼化镁超导线圈阵列之间通过时,发出的 X 射线发生干涉,从而得到高亮度的准单色光。

[0027] 综上所述,本发明的波荡器产生的磁场大小可以通过调节二硼化镁超导线圈绕组的激励电流的大小来实现,因此调节非常方便;同时,由于采用了二硼化镁超导材料,其运行温度可以在 4.2K 和 39K 之间根据实际需要选择,和低温超导波荡器相比,其运行温度较高,因此制冷费用较低;而且,由于二硼化镁超导材料的价格较低,可以降低制造成本;同时,由于本发明采用整体加工的方法制造线圈骨架,从而可以有效提高波荡器的磁场周期长度的精度,进一步降低加工费用。

[0028] 以上所述的,仅为本发明的较佳实施例,并非用以限定本发明的范围,本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰,皆落入本发明专利的权利要求保护范围。本发明未详尽描述的均为常规技术内容。

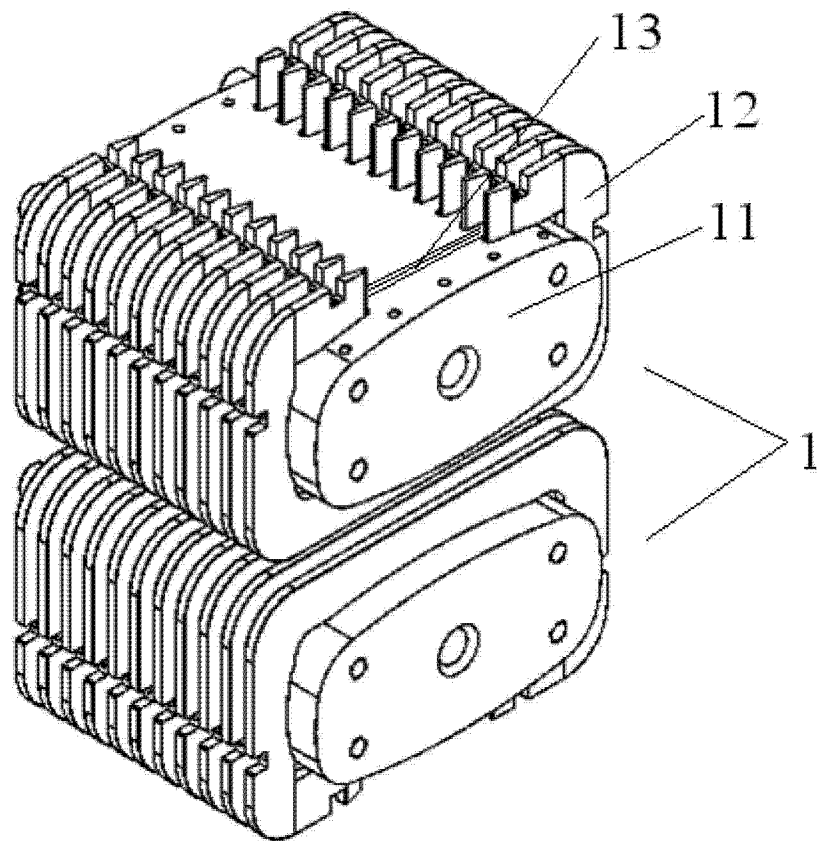


图 1