



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103621176 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201280027893. 8

(22) 申请日 2012. 05. 30

(30) 优先权数据

2011-128713 2011. 06. 08 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 12. 06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/063888 2012. 05. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/169398 JA 2012. 12. 13

(73) 专利权人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府大阪市

专利权人 国立大学法人京都大学

(72) 发明人 冈崎徹 松尾哲司 美船健

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 王伟 安翔

(51) Int. Cl.

H05B 6/02(2006. 01)

F03D 9/00(2006. 01)

F03D 9/02(2006. 01)

H05B 6/10(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2005011625 A, 2005. 01. 13, 权利要求
1, 3, 6, 0031 段, 附图 1.

JP 3955888 B2, 2007. 08. 08, 权利要求
1-10, 附图 1, 2.

W0 2011045999 A1, 2011. 04. 21, 说明书
0017, 0020, 0030 段.

审查员 李慧

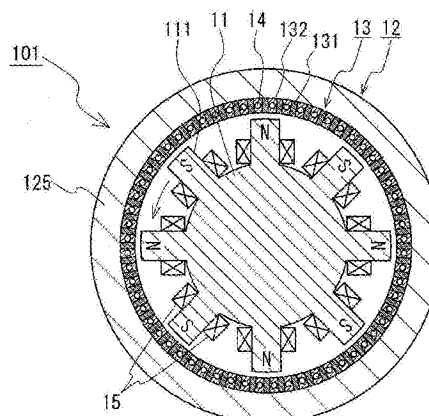
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

感应加热装置和包括该感应加热装置的发电
系统

(57) 摘要

在本发明中, 一种感应加热装置(101)设置有具有旋转轴的转子(11)和具有加热部(13)的定子(12), 所述加热部(13)与所述转子(11)间隔布置。所述转子(11)设置有产生所述加热部(13)的方向上的磁通的线圈(15)。所述加热部(13)由包括磁性材料和导电材料的复合材料形成, 并且具有磁性材料部(131)和导电材料部(132)组合而成的结构。当线圈(15)处在与加热部(13)对向的位置时, 加热部(13)中的磁性材料部(131)的横截面面积小于由线圈产生的磁通链的面积, 并且导电材料部(132)布置成围绕磁性材料部(131)的外周。加热部(13)设置有流路(14), 热介质流过该流路(14)。



1. 一种对热介质进行加热的感应加热装置,包括:

转子,所述转子具有旋转轴;和

定子,所述定子具有与所述转子间隔布置的加热部,

所述转子中设置有磁通产生部,所述磁通产生部与所述加热部对向,并且所述磁通产生部产生所述加热部的方向上的磁通,

所述加热部由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成,并且具有由磁性材料部和导电材料部组合而成的结构,

当所述磁通产生部位于与所述加热部对向的位置时,所述磁性材料部的横截面面积小于由所述加热部中的所述磁通产生部产生的磁通链的面积,

所述导电材料部被布置成围绕所述磁性材料部的外周,和

所述加热部中设置有流路,所述热介质在所述流路中循环。

2. 根据权利要求1所述的感应加热装置,其中,当所述磁通产生部位于与所述加热部对向的位置时,所述加热部的、出现来自所述磁通产生部的磁通链的区域中存在多个所述磁性材料部。

3. 根据权利要求1或2所述的感应加热装置,其中,所述磁性材料部具有圆形或多边形的横截面形状。

4. 根据权利要求1或2所述的感应加热装置,其中,所述磁通产生部产生的磁通是由线圈产生的磁通。

5. 根据权利要求1或2所述的感应加热装置,其中,所述导电材料部由铝基材料形成。

6. 根据权利要求1或2所述的感应加热装置,其中,所述旋转轴与风力涡轮机连接,并且

风能被用作使所述转子旋转的机械动力。

7. 一种发电系统,包括:

根据权利要求1或2所述的感应加热装置;和

发电部,所述发电部将由所述感应加热装置加热的所述热介质的热能转换成电能。

感应加热装置和包括该感应加热装置的发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种感应加热装置,该感应加热装置通过利用感应加热来对热介质进行加热,并且本发明涉及一种包括该感应加热装置的发电系统。

背景技术

[0002] 已经提出了利用感应加热(涡流)的加热装置作为对水进行加热的装置(例如,参看 PTD1)。在 PTD1 中描述的涡流加热装置包括:可旋转的转子,该转子具有布置在其外周的永磁体;和由导电材料制成的加热部,该加热部被固定到转子的外侧,且在该加热部中形成有流路以允许水在流路内部循环。当转子旋转时,由围绕转子的外周的永磁体产生的磁力线(磁通)穿透加热部地运动,这致使涡流将在加热部中产生,以对加热部本身进行加热。因此,在加热部中产生的热能被传递到在流路内部循环的水,以对水进行加热。

[0003] 上述技术的首要目的是,通过利用诸如风能或类似的能源来供应热水,并且近年来,类似地利用诸如风能、水能、潮汐能等可再生形式的能源的发电系统日益受到关注。

[0004] 例如, NPD1 到 NPD3 描述了与风力发电相关的技术。风力发电通过利用风使风力涡轮机旋转从而驱动发电机来产生电能,并且风力发电将风能转换成旋转能以获得转换后能源作为电能。风力发电系统大体具有以下结构,在该结构中,机舱建立在塔顶上,并且水平轴风力涡轮机(旋转轴大体与风向平行的风力涡轮机)附接到机舱。机舱容纳:增速机,该增速机输出风力涡轮机的旋转轴的提高了的转速;和发电机,该发电机由增速机的输出来驱动。增速机能够将风力涡轮机的转速提高到发电机的转速(例如 1:100),并且与变速箱合并。

[0005] 近年来,存在增加风力涡轮机(风力发电系统)的尺寸以减少发电成本的趋势,并且一种具有 120m 或更大的风力涡轮机直径、5MW 的每涡轮机输出的等级的风力发电系统已经投入使用。出于对许多这种大风力发电系统的巨大尺寸和巨大重量的构造的考虑,该风力发电系统被建造在海洋上。

[0006] 而且,在风力发电中,因为发电输出(发电量)随不同的风能而变化,所以将电能存储系统与风力发电系统建立在一起以在蓄电池中存储不稳定的电能,以便平滑输出。

[0007] 引用列表

[0008] 专利文献

[0009] PTD1:日本专利特开 No. 2005-174801

[0010] 非专利文献

[0011] NPD1:

[0012] “风力发电(01-05-01-05)”,[在线],ATOMICA,[于 2011 年 2 月 2 日检索],因特网<网址:<http://www.rist.or.jp/atomica/>>

[0013] NPD2:

[0014] “斯巴鲁风力涡轮机”,[在线],富士重工,[于 2011 年 2 月 2 日检索],因特网<网址:<http://www.subaru-windturbine.jp/windturbine/>>

[0015] NPD3:

[0016] “风能讲义”, [在线], 三菱重工, [于 2011 年 2 月 2 日检索], 因特网 <网址: http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_kouza.html>

发明内容

[0017] 技术问题

[0018] 然而, 在如上述 PTD1 中所描述的常规感应加热装置中, 加热部由诸如不锈钢、铝合金等的单一导电材料形成, 因此, 不能获得足够的热能(发热量), 而热介质(例如, 诸如水的流体)不可以加热到期望的温度。

[0019] 同时, 在众所周知的风力发电系统中, 将电能存储系统建立成平滑输出, 并且该电能存储系统需要诸如转换器等部件以在蓄电池中存储电能。这使得该系统更复杂, 并增加能量损耗。而且, 在大风力发电系统的情形下, 需要蓄电池具有与发电量相应的大容量, 这增加了整个系统的成本。

[0020] 而且, 在风力发电系统中的许多故障是由增速机的故障而导致的, 更具体地, 是由变速箱的故障而导致的。如果变速箱有故障, 该故障通常通过更换新变速箱来处理; 然而, 当机舱建立在塔顶上时, 变速箱的附接/移除需要大量的时间和精力。因此, 近年来, 还出现了无齿轮变速风力发电机, 该无齿轮变速风力发电机不需要增速机。

[0021] 在无齿轮发电机的情形下, 特别地, 发电机的极数增加了(多级发电机); 然而, 与使用增速机的情形相比, 这增加了发电机的尺寸和重量。具体地, 对于 5MW 级的大风力发电系统, 发电机的重量确信超过 300 吨(300000 公斤), 这使得难以在机舱中放置发电机。

[0022] 鉴于以上情形完成了本发明, 并且本发明的一个目的是提供一种感应加热装置, 该感应加热装置获得增加的发热量, 并且具有适于对热介质进行加热的性能。本发明的另一个目的是, 提供一种包括上述感应加热装置的发电系统。

[0023] 问题的解决方案

[0024] 由于在设计感应加热装置时对进一步增加发热量进行了反复试验, 所以本发明人计算出了, 在从外部施加了周期性变化的磁场(磁通)的导电材料(加热部)中, 热能根据以下数学表达式产生:

[0025] [数学表达式 1]

$$[0026] \quad W = (\sigma \omega^2 \delta / 4k^2) B_{1y}^2 = (\delta / 4) \sigma v^2 B_{1y}^2 = \sigma (\pi f_0 R)^2 \delta B_{1y}^2 = (\pi f_0 R)^2 [\sigma / (n \pi f_0 \mu)]^{1/2} B_{1y}^2$$

[0027] 在数学表达式的右侧, f_0 是频率, R 是加热部的内径, n 是磁极数目, σ 是加热部的导电率, μ 是加热部的导磁率, 而 B_{1y} 是在加热部中的磁场强度。而且, ω 是角速度 ($\omega = 2\pi f_0$), δ 是加热部的表面厚度 ($\delta = [2 / (\omega \mu \sigma)]^{1/2}$), k 是波数 ($k = n/R$), 而 v 是速度 ($v = \omega/k$)。本发明人还从该数学表达式发现, 通过以高导磁率 (μ) 和高导电率 (σ) 的材料形成加热部, 有效地提高了发热量。应该注意的是, 在数学表达式的右边, 即使 μ 包括在分母中但发热量 (W) 随着 μ 变高而增加的原因是, 数学表达式中的 B_{1y} 由 μH_{1y} 表示, 因此在分子中仍保留有 μ 的 $3/2$ 次方。 H_{1y} 是加热部中的磁场。这里, 在上述数学表达式 1 中不使用 H_{1y} 作为表示符号的原因是, 它是能够被实际测量的磁通密度, 而在数

学表达式 1 中的表示符号被确信是更易于实际使用的。基于上述发现完成了本发明。

[0028] 根据本发明的感应加热装置是对热介质进行加热的装置,包括具有旋转轴的转子,和具有与转子间隔布置的加热部的定子。磁通产生部设置在转子中,以与加热部对向,该磁通产生部产生加热部的方向上的磁通。加热部由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成,并且具有由磁性材料部和导电材料部组合而成的结构。当磁通产生部位于与加热部对向的位置时,磁性材料部的横截面面积小于由加热部中的磁通产生部产生的磁通链的面积,并且导电材料部被布置成围绕磁性材料部的外周。在加热部中设置有流路,热介质在流路中循环。

[0029] 在以单一材料形成加热部的情形下,一般地,因为没有 μ 和 σ 都高的材料,所以难以按照设计获得最优材料。对于上述结构,因为加热部由具有高 μ 的磁性材料和具有高 σ 的导电材料构成的复合材料形成,所以能够通过自由选择加热部的 μ 和 σ 来进行设计,以便提高发热量。而且,当磁通产生部处于和加热部对向的位置时,磁性材料部的横截面面积小于由在加热部中的磁通产生部产生的磁通链的面积。此时,在加热部的、出现来自磁通产生部的磁通链的区域中,将磁性材料部和导电材料部混合以调整 μ 和 σ 。例如,磁性材料部可以形成有圆柱形或板形形状,以与由磁通产生部产生的磁通的方向(即,加热部的厚度方向)平行地从一个端面延伸到另一个端面。

[0030] 作为形成磁性材料部的磁性材料,优选地选择具有高 μ 的材料,例如,当以相对导磁率计算时 μ 为 1000 或更大的磁性材料。磁性材料的具体示例包括铁、镍、钴、硅钢、坡莫合金、铁素体等。作为形成导电材料部的导电材料,优选地选择具有高 σ 的材料,例如, σ 为 $3 \times 10^7 \text{S/m}$ 或更大的导电材料。导电材料的具体示例包括诸如铝、铜等的金属以及它们的合金。然而,应当注意的是,选择不同材料用于磁性材料和导电材料,并且,作为磁性材料和导电材料的组合的一个示例,可以选择铁基材料作为磁性材料,并且可以选择铝基或铜基材料作为导电材料。铝基或铜基材料是优选的,因为其还具有优良的导热性,并且流路优选设置在由导电材料形成的导电材料部中,热介质在该流路中循环。具体地,当导电材料部由铝基材料形成时,加热部能够更轻,因此实现感应加热装置的减重。热介质的示例包括诸如水、油、液态金属(Na、Pb 等)、熔盐等的液体和气体。

[0031] 而且,因为流路设置在固定而不旋转的加热部中,因此不必使用允许流路的旋转运动的旋转接头,以用于将流路与跟流路连通的供应/排出管连接以从外部供应热介质和排出热介质,从而通过简单结构实现了稳固连接。具体地,例如,确信的是,在热介质是水(蒸汽)的情形下,当加热热介质时,在 600°C 时在流路中的压力增加到大约 25MPa (250 大气压)。如果加热部(流路)旋转,则需要能够承受该压力的特殊的旋转接头;然而,当加热部固定而不旋转时,则不需要旋转接头,并且甚至通过使用简单方法,例如焊接,就能够实现将供应/排出管与流路连接的足够稳固的连接结构。

[0032] 在根据本发明的感应加热装置的一种形式中,当磁通产生部位于与加热部对向的位置时,多个磁性材料部可以存在于加热部的、出现来自磁通产生部的磁通链的区域中。

[0033] 通过该结构,因为多个磁性材料部存在于加热部的、出现来自磁通产生部的磁通链的区域中,所以获得了磁性材料部呈现为被划分成多个部分的结构。通过减少在加热部中的 μ 和 σ 间的不平衡能够使热分布均衡。而且,例如,通过在磁性材料部之间的导电材料部中设置流路,其中,热介质在流路中循环,能够将热能传递到热介质,从而允许有效地

获得热能。而且,每磁性材料部的重量和尺寸能够减小,因此获得改善了的装配简易性。

[0034] 在根据本发明的感应加热装置的一种形式中,磁性材料部具有圆形或多边形的横截面形状。

[0035] 然而磁性材料部的横截面形状可以是任意形状而不特别限定,例如,其可以是圆形或多边形。能够采用各种形状,并且例如,在圆形形状的情形下,能够采用正圆形形状或椭圆形形状,而在多边形形状的情形下,能够采用三角形形状或四边形形状。特别地,当磁性材料部的横截面形状是具有圆形外周边缘的形状诸如圆形形状时,能够减少齿槽转矩从而获得转子的平滑旋转。应该注意的是,磁性材料部的横截面形状是指与由磁通产生部产生的磁通的方向垂直的横截面的形状。

[0036] 在根据本发明的感应加热装置的一种形式中,磁通产生部产生的磁通可以由线圈产生的磁通。

[0037] 永磁体或线圈(电磁体)可以用作产生磁通的工具。例如,线圈可以是诸如铜线的常规导电线圈,或诸如超导线材的超导线圈。与使用永磁体的情形相比,使用线圈的情形能够产生更强的磁场。具体地,通过增加通过线圈供应的电流能够产生强磁场,并且还能够通过控制所供应的电流来调整磁场的强度。因为发热量与磁场强度的平方成比例,所以能够期望进一步提高发热量。而且,与永磁体相比,线圈不太可能产生由温度升高引起的磁性退化,或者随时间的磁性退化。因此,当磁通产生部产生的磁通是由线圈产生的磁通时,能够通过增加所供应的电流来容易地保持足够的磁场强度,并且能够获得足以将热介质加热到预定温度(例如,100℃到600℃)的性能(热能)。例如,在上面PTD1中描述的感应加热装置中,因为永磁体布置在与加热部对向且在加热部附近的位置,所以由于来自加热部的热能的影响,永磁体的温度容易升高,并且因此,磁性可能退化从而不可以将热介质加热到期望的温度。应该注意的是,直流可以通过线圈以产生直流磁场。

[0038] 而且,在使直流通过线圈以产生直流磁场的情形中,如果使用超导线圈,则电阻变成零,即使大电流通过,大体上在线圈中也没有热能(损耗)产生。因此,与常规导电线圈相比,能够抑制在线圈中由于通过大电流而导致的发热(损耗),并且能够保持极强的磁场而没有任何能量损耗。

[0039] 在根据本发明的感应加热装置的一种形式中,旋转轴可以连接到风力涡轮机,并且可以将风能用作使转子旋转的机械动力。

[0040] 当能够将诸如电动机、发动机等的内燃机用作转子(旋转轴)的机械动力时,优选地利用诸如风能、水能、潮汐能等的可再生能源。利用可再生能源抑制了CO₂的增加,并且,在上述当中,有利地利用风能。

[0041] 根据本发明的发电系统,其特征在于,其包括根据本发明的上述感应加热装置,和将由感应加热装置加热的热介质的热能转换成电能的发电部。

[0042] 该发电系统是之前难以获得的新颖发电系统,该发电系统利用通过使用上述感应加热装置加热的热介质的热能来发电。例如,如果风力涡轮机与感应加热装置的旋转轴连接,并且将风能用作转子的机械动力,则能够将风能转换成旋转能并因而转换成热能,从而获得电能。作为一个示例,水作为热介质可以被加热以产生高温高压蒸汽,并且通过使具有使用蒸汽的蒸汽涡轮机的发电机旋转而产生电能。因为该发电系统具有将热能转换成电能的结构,所以通过使用热能存储设备以热能的形式存储能量能够实现有效且稳定的发电。

而且,能够在热能存储设备中存储热能并且能够同时从热能存储设备中取出发电所需热能的热能存储系统与能量存储系统相比是简单的,并且与能量存储电池相比,热能存储设备是便宜的。而且,不必提供如在常规风力发电系统中的增速机,因此避免了与变速箱有关的故障。

[0043] 发明的有益效果

[0044] 在根据本发明的感应加热装置中,因为加热部由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成,并具有磁性材料部和导电材料部组合而成的结构,所以能够提高发热量。而且,根据本发明的发电系统能够通过发电部将通过利用上述感应加热装置所加热的热介质的热能转换成电能来发电。

附图说明

[0045] 图 1 是根据第一实施例的感应加热装置的示意图,其中图 1 (A) 示出了分解透视图,而图 1 (B) 示出了装配透视图。

[0046] 图 2 是根据第一实施例的感应加热装置的示意图,并且是在与转子的轴向方向垂直的方向上截取的前横截面图。

[0047] 图 3 是局部放大展开透视图,示意性地示出了在根据第一实施例的感应加热装置中的加热部的结构。

[0048] 图 4 是局部放大展开透视图,示意性地示出了在感应加热装置中的加热部的变型。

[0049] 图 5 是局部放大展开平面视图,示意性地示出了在感应加热装置中的流路的变型,其中,图 5 (A) 示出了在图 3 中图示的加热部的结构中的流路的一个示例,而图 5 (B) 示出了在图 4 中图示的加热部的结构中的流路的一个示例。

[0050] 图 6 是示出了根据本发明的发电系统的整体结构的一个示例的示意图。

具体实施方式

[0051] 将使用附图来描述本发明的实施例。

[0052] 在附图中,相同的或相应的部分使用相同的附图标记来标示。

[0053] < 感应加热装置 >

[0054] (第一实施例)

[0055] 根据图 1 到图 3 所述的第一实施例的感应加热装置 101 包括转子 11 和定子 12,定子 12 具有加热部 13。以下将详细地描述感应加热装置 101 的结构。

[0056] 转子 11 具有被以可旋转方式支撑的旋转轴 21,并且具有在轴向方向看形成为齿轮形状的外形,该齿轮形状具有多个在径向方向上凸出的凸起 111。在该示例中,转子 11 具有八个凸起 111,该八个凸起 111 沿周向方向等距地形成。以下将描述的磁通产生部(在该示例中的线圈 15)设置成围绕转子 11 的外周。这里,转子 11 在逆时针方向上旋转(图 2 的箭头示出了旋转方向)。

[0057] 形成转子 11 的材料可以是具有一定机械强度且能够支撑线圈 15 的任意材料,无论它是否是磁性的或非磁性的材料,并且优选是具有优良结构强度和长期耐用性(耐气候性和耐腐蚀性)的材料。材料的示例包括被用作结构材料的复合材料,诸如铁、钢、不锈钢、

铝合金、镁合金、GFRP（玻璃纤维增强塑料）、CFRP（碳纤维增强塑料）等。

[0058] 在该示例中，转子 11（包括凸起 111）由非磁性材料形成。当将常规导电线圈用作线圈 15 时，转子 11 优选由磁性材料形成。另一方面，当使用超导线圈时，转子 11 可以由磁性材料或非磁性材料形成。

[0059] 加热部 13 与转子 11 间隔开地布置在转子 11 的在径向方向上的外侧，并且被形成圆柱形以围绕转子 11 的周边。加热部 13 固定到不旋转的定子 12。

[0060] 线圈 15 被缠绕和固定到转子 11 的各个凸起 111 上，以便与加热部 13 对向，并且线圈 15 表示磁通产生部，该磁通产生部产生转子 11 的径向方向（加热部 13 的方向）上的磁通。而且，未示出的直流电源与各个线圈 15 连接。在该示例中，通过控制供应到各个线圈 15 的直流电的方向来确定将被生成的磁场（磁通）的方向，并且相邻的线圈 15 具有彼此不同的极性（参看图 2）。每个线圈 15 均是超导线圈，并被未示出的、围绕其周边的冷却套覆盖，并通过被冷却而保持超导状态。可以将常规导电线圈用作线圈 15，且可以使用永磁体替代线圈 15。例如，可以通过经由集电环将线圈 15 与外部电源连接来将电流供应到线圈 15。

[0061] 由线圈 15 产生的磁通通过加热部 13。加热部 13 由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成，并且具有磁性材料部 131 和导电材料部 132 组合而成的结构。在该示例中，包含铁的铁基材料被选为磁性材料，而包含铝的铝基材料或包含铜的铜基材料被选为导电材料，磁性材料部 131 由铁基材料形成，导电材料部 132 由铝基或铜基材料形成。

[0062] 在加热部 13 中，当线圈 15 处在与加热部 13 对向的位置时，磁性材料部 131 的横截面面积小于由线圈 15 产生的磁通链的面积（与在本示例中的凸起 111 的横截面面积一致）。这时，在加热部 13 的、出现来自线圈 15 的磁通链的区域中，磁性材料部 131 和导电材料部 132 混合，并且多个磁性材料部 131 分散开（参看图 2）。

[0063] 现在，详细地描述加热部 13 的结构。如图 3 所示，磁性材料部 131 是具有圆形横截面形状的圆柱形构件，导电材料部 132 布置成围绕磁性材料部 131 的外周。而且，磁性材料部 131 形成为在加热部 13 的厚度方向上从内周表面延伸到外周表面，并且在加热部 13 的轴向方向上等距布置。多个这种磁性材料部 131 的列还等距布置在加热部 13 的整个圆周上，并且导电材料部 132 一体地形成为围绕每个磁性材料部 131。

[0064] 流路 14 设置在加热部 13 中，加热介质在该流路 14 中循环。在本示例中，通过在周向方向上彼此相邻的磁性材料部 131 之间、在导电材料部 132 内部形成通孔来设置线状流路 14（参看图 3）。例如，在该情形下，流路 14 可以具有加热介质从一端供应而从另一端排出的结构，或者流路 14 可以具有如下结构，在该结构中，流路 14 的一端附接到连接该流路 14 与另一流路 14 的连接管，并且加热介质从该流路 14 的另一端供应而通过连接管从另一流路 14 的另一端排出。即，前者的结构是单向流路，而后者的结构是环向流路。与前者的结构相比较，通过后者的结构，能够延长热介质的加热距离。

[0065] 而且，在本示例中，定子 12 具有由磁性材料制成的圆柱形轭部 125，并且轭部 125 布置在加热部 13 的、与具有转子 11 的一侧相对的一侧上（加热部 13 的外周）。磁性材料部 131 连接到轭部 125 并且通过轭部 125 彼此联接。

[0066] 隔热材料（未示出）可以布置成围绕加热部 13 的外周。在该情形下，例如，隔热材料可以设置在加热部 13 的内周表面和外周表面上，并且在加热部 13 的除了形成有流路 14 的区域之外的端面区域中。隔热材料的示例包括石棉、玻璃棉、泡沫塑料、砖、陶瓷等。

[0067] 接下来,将详细地描述感应加热装置 101 中的对热介质进行加热的机构。

[0068] 在感应加热装置 101 中,激励线圈 15 以在转子 11 的径向方向上产生磁通,并且磁通通过加热部 13。当线圈 15 处在与加热部 13 对向的位置时,大量磁通通过加热部 13 的、出现来自线圈 15 的磁通链的区域,从而导致增强的磁场。相反,当线圈 15 未处在与加热部 13 对向的位置时,通过加热部 13 的、出现来自线圈 15 的磁通链的区域的磁通的量减少,从而导致减弱的磁场。然后,当线圈 15 与转子 11 一起旋转时,该线圈 15 相对于加热部 13 移动,这导致通过加热部 13 的整个圆周的磁通变化,使得施加到加热部 13 的磁场周期性地变化。因此,在加热部 13 中产生涡流以对加热部 13 进行加热,并且在流路内部的热介质被该热能加热。

[0069] 这里,因为在感应加热装置 101 中的加热部 13 由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成,所以能够实现通过调整加热部 13 的 μ 和 σ 来增加发热量的设计,因而提高了发热量。而且,因为多个磁性材料部 131 分散在加热部 13 的、出现来自线圈 15 的磁通链的区域中,并且磁性材料部 131 均匀地布置在整个加热部 13 上,所以总体上在加热部 13 中的 μ 和 σ 之间不存在不平衡,从而使加热部 13 的热分布是均衡的。而且,因为流路 14 在周向布置的磁性材料部 131 之间设置在导电材料部 132 中,所以热能被传递到热介质,并且能够有效地获得热能。而且,因为磁性材料部 131 通过由相同的磁性材料制成的轭部 125 联接,所以流过磁性材料部 131 (加热部 13) 的磁通的量能够增加,并且因此,还能够期望提高发热量。

[0070] 另外,因为在感应加热装置 101 中的相邻的线圈 15 具有彼此不同的极性,所以磁通(磁场)的方向在与 N 极的线圈 15 对向的情形和与 S 极的线圈 15 对向的情形之间是不同的。当 N 极的线圈 15 处在与加热部 13 对向的位置时,磁通(磁场)的方向是从内周侧到外周侧(在径向方向上的 + 方向)。另一方面,当 S 极的线圈 15 处在与加热部 13 对向的位置时,磁通(磁场)的方向是从外周侧到内周侧(在径向方向上的 - 方向)。即,当线圈 15 与转子 11 一起旋转时,磁通(磁场)的方向变化同时周期性地反转。

[0071] 而且,磁性材料部 131 具有圆形的横截面形状,这减小了齿槽转矩,因此获得了转子的平滑结构。

[0072] (第一变型)

[0073] 通过根据上述第一实施例的感应加热装置 101,如图 3 图示,已经描述了在加热部 13 中的磁性材料部 131 是具有圆形横截面形状的圆柱形构件的情形;然而磁性材料部 131 的形状不局限于此。例如,磁性材料部 131 可以是具有多边形横截面形状的棱柱形的构件。

[0074] 而且,磁性材料部 131 可以是板状构件,如图 4 所示。在如图 4 所示的加热部 13 的结构中,磁性材料部 131 是具有四边形横截面形状的板形构件,导电材料部 132 布置成围绕磁性材料部 131 的外周。磁性材料部 131 形成为在加热部 13 的厚度方向上从内周表面延伸到外周表面,并且被布置在与加热部 13 的轴向方向平行的竖立位置中。多个磁性材料部 131 还等距布置在加热部 13 的整个圆周上,并且导电材料部 132 一体地形成为围绕每个磁性材料部 131。在该情形下,磁性材料 131 布置为与加热部 13 的轴向方向平行;然而它们也可以布置为朝着加热部 13 的轴向方向倾斜。而且,磁性材料 131 可以布置为与加热部 13 的轴向方向垂直,并且磁性材料部 131 可以布置在加热部 13 的轴向方向上。

[0075] 而且,在磁性材料部 131 是圆柱形构件的情形下,虽然在如图 3 所示的加热部 13

的结构中,磁性材料部 131 布置成与加热部 13 的轴向和周向方向对齐,但是它们也可以以交错模式布置(之字形模式)。

[0076] (第二变型)

[0077] 通过根据上述第一实施例的感应加热装置 101,如图 3 所示,已经描述了线状流路 14 设置成与加热部 13 的轴向方向平行的情形;然而,流路 14 的形状不限于此。例如,在图 3 中图示的加热部 13 的结构中,如图 5 (A) 所示,流路 141、142 可以设置成,以蛇形线的形式在彼此相邻的磁性材料部 131 之间在轴向方向上经过导电材料部 132 的内部。而且,流路 141、142 设置在加热部 13 的厚度方向上的不同位置中。应当注意的是,图 5 (A) 是当从加热部 13 的转子 11 侧看时,即,从内周表面侧看时,在图 3 中示出的加热部 13 的展开图(图 5 (B)也是一样)。而且,如 5 (B)所示,流路 14 可以设置成以蛇形线的形式,在周向方向上彼此相邻的磁性材料部 131 之间在周向方向上绕过导电材料部 132。

[0078] <发电系统>

[0079] 接下来,将使用图 6 来描述根据本本本发明的发电系统的整个结构的一个示例。在图 6 中示出的发电系统 P 包括感应加热装置 10、风力涡轮机 20、热能存储设备 50 和发电部 60。风力涡轮机 20 附接到建立在塔 91 的顶部上的机舱 92,并且感应加热装置 10 被容纳在机舱 92 中。热能存储设备 50 和发电部 60 建立在建造在塔 91 的底部(基部)上的建筑 93 中。下面将详细地描述发电系统 P 的结构。

[0080] 感应加热装置 10 是根据本发明的感应加热装置,并且例如,根据上述第一实施例的感应加热装置 101 能够用作感应加热装置 10。转子轴 21 的另一端直接联接到下述风力涡轮机 20,并且风能用作使转子旋转的机械动力。这里,描述热介质是水的情形的示例。

[0081] 风力涡轮 20 机具有水平延伸的旋转轴 21 用作中心,并且三个叶片 201 径向附接到旋转轴 21 的结构。在风力发电系统的输出超过 5MW 的情形下,风力涡轮 20 的直径大约为 120m 或更大,并且转速大约为 10 到 20rpm。

[0082] 感应加热装置 10 的流路与供水管 73 和输送管 51 连接,该供水管 73 将水供应到感应加热装置 10,而输送管 51 将通过感应加热装置 10 加热的水输送到热能存储设备 50。然后,通过感应加热装置 10,由设置在转子中的磁通产生部产生磁通,并且随着转子旋转,通过与转子间隔布置的加热部的磁通变化。这致使将在加热部中产生的涡流对加热部进行加热,因此加热在流路的内部的水。因为加热部 13 由磁性材料和导电材料构成的复合材料形成,所以感应加热装置 10 提供增加的发热量,并且例如,能够将作为热介质的水加热到高达 100 到 600℃ 的温度。而且,因为感应加热装置 10 具有使得加热部(流路)不旋转的结构,所以不需要旋转接头来连接流路与输送管 51 和供水管 73,并且例如能够通过使用焊接以简单的结构实现稳固的连接。

[0083] 通过使用感应加热装置 10 将水加热到适于发电的温度(例如,200 到 350℃),发电系统 P 产生高温高压水。通过将感应加热装置 10 和热能存储设备 50 联接的输送管 51,高温高压水被输送到热能存储设备 50。热能存储设备 50 存储通过输送管 51 输送的高温高压水的热能,并且使用热交换器将发电需要的蒸汽供应到发电部 60。可替代地,蒸汽可以由感应加热装置 10 产生。

[0084] 例如,蒸汽蓄积器,使用熔盐、油等的显热型存储设备,或利用高熔融点的熔盐的相变的潜热型存储装置能够用作热能存储设备 50。显热型存储方法存储在热能存储材料的

相变温度下的热能,并且因此,与潜热型存储方法相比,一般具有窄的热能存储温度带,并且具有高的热能存储密度。

[0085] 发热部 60 具有蒸汽轮机 61 和发电机 62 组合而成的结构,并且当蒸汽轮机 61 通过热能存储设备 50 供应的蒸汽而被旋转时,发电机 62 被驱动以产生电能。

[0086] 被输送到热能存储设备 50 的高温高压水或蒸汽在冷凝器 71 中冷却并变回水。水然后被输送到泵 72,在泵 72 处水变成高压水,通过供水管 73 并被输送到感应加热装置 10,由此进行循环。

[0087] 使用发电系统 P,通过利用可再生能源(例如,风能)作为机械动力获得旋转能而产生热能,并且通过将热能存储在热能存储设备中而产生电能。以这种方法,不使用昂贵的蓄电池就能够实现符合需求的稳定的发电。而且,不必提供如在常规风力发电系统中的增速机,因此避免了与变速箱有关的故障。而且,通过例如,经由输送管,将热介质的热能供应到建立在塔的底部(基部)上的发电部,不必将发电部容纳在机舱中,因此实现了建立在塔顶上的机舱的尺寸和重量的减小。

[0088] 虽然在上述发电系统中已经描述了将水用作热介质的情形,但是具有比水高的导热性的液态金属也可以用作热介质。

[0089] 这种液态金属的一个示例可以是液态金属钠。在使用液态金属作为热介质的情形下,例如,可以通过如下方法产生蒸汽:使用液态金属作为接受来自加热部的热能的初级热介质,并且借助于具有通过输送管输送的液态金属的热能的热交换器来加热第二热介质(水)。

[0090] 在使用在常压下具有超过 100℃的沸点,例如油、液态金属、熔盐等作为热介质的情形下,当热介质被加热到预定温度时,与水相比,能够容易地抑制由在流路的内部的热介质的汽化引起的内部压力的增加。

[0091] 应当注意的是,本发明不限于前述的实施例,并且在不脱离本发明的主旨的情况下能够对本发明进行适当地修改。例如在加热部中的磁性材料部和导电材料部的形状或材料,以及例如流路的形状能够被酌情修改。

[0092] 根据本发明的感应加热装置不仅能够用于利用可再生能源的发电系统,而且,例如能够用于热水供应系统、加热系统等。而且,根据本发明的发电系统能够有利地用于使用可再生能源的领域中。

[0093] 附图标记列表

[0094] 10、101:感应加热装置;P:发电系统;11:转子;111:凸起;12:定子;125:轭部;13:加热部;131:磁性材料部;132:导电材料部;141、141、142:流路;15:磁通产生部(线圈);21:旋转轴;20:风力涡轮机;201:叶片;50:热能存储设备;51:输送管;60:发电部;61:蒸汽轮机;62:发电机;71:冷凝器;72:泵;73:供水管;91:塔;92:机舱;93:建筑。

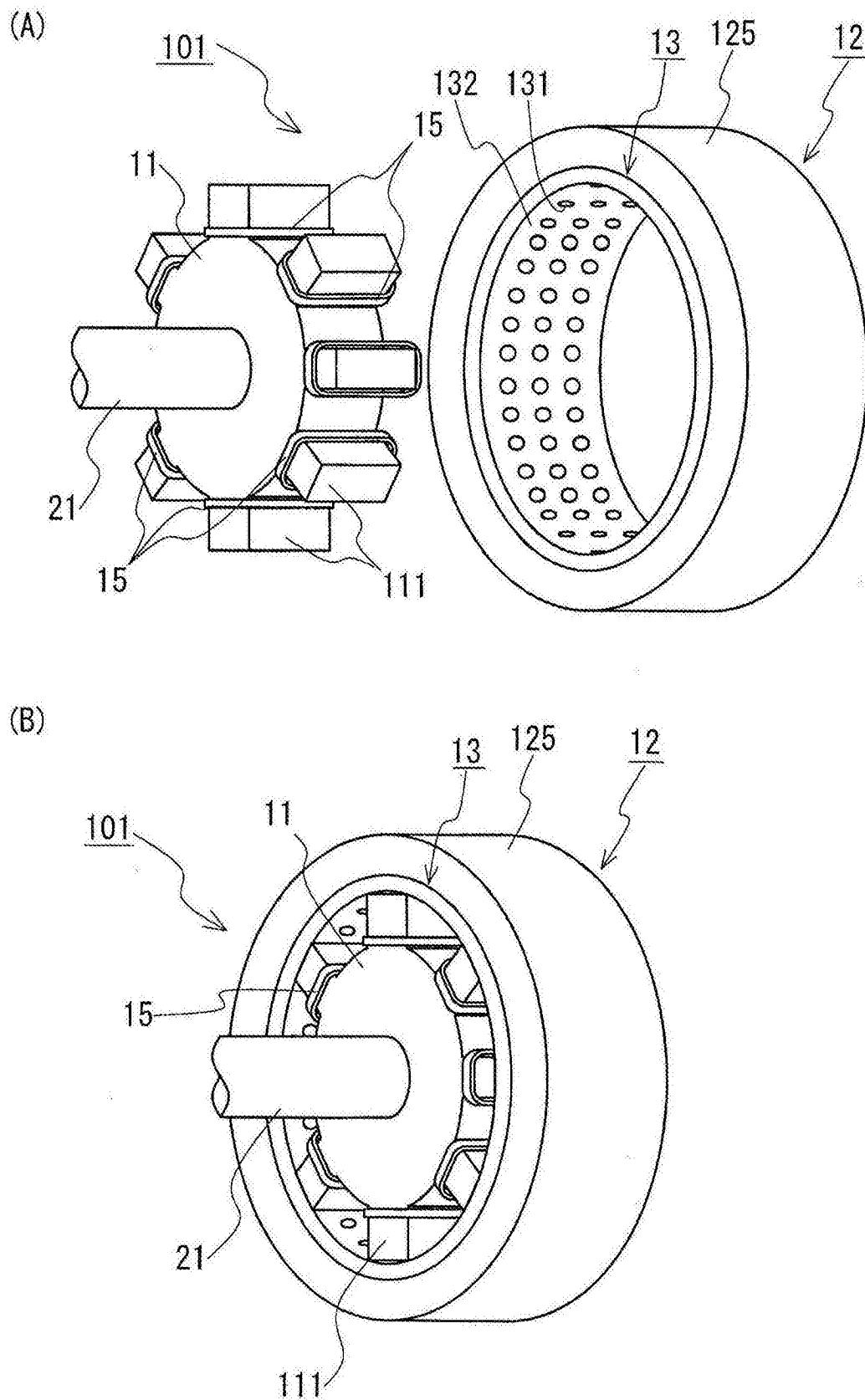


图 1

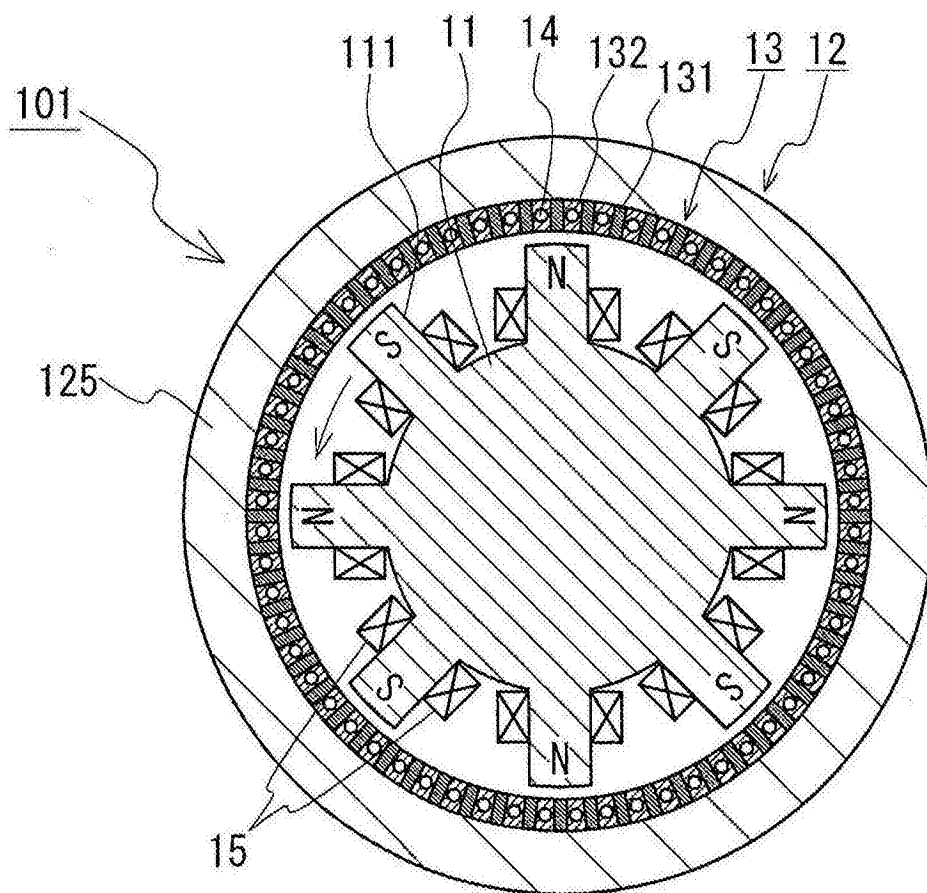


图 2

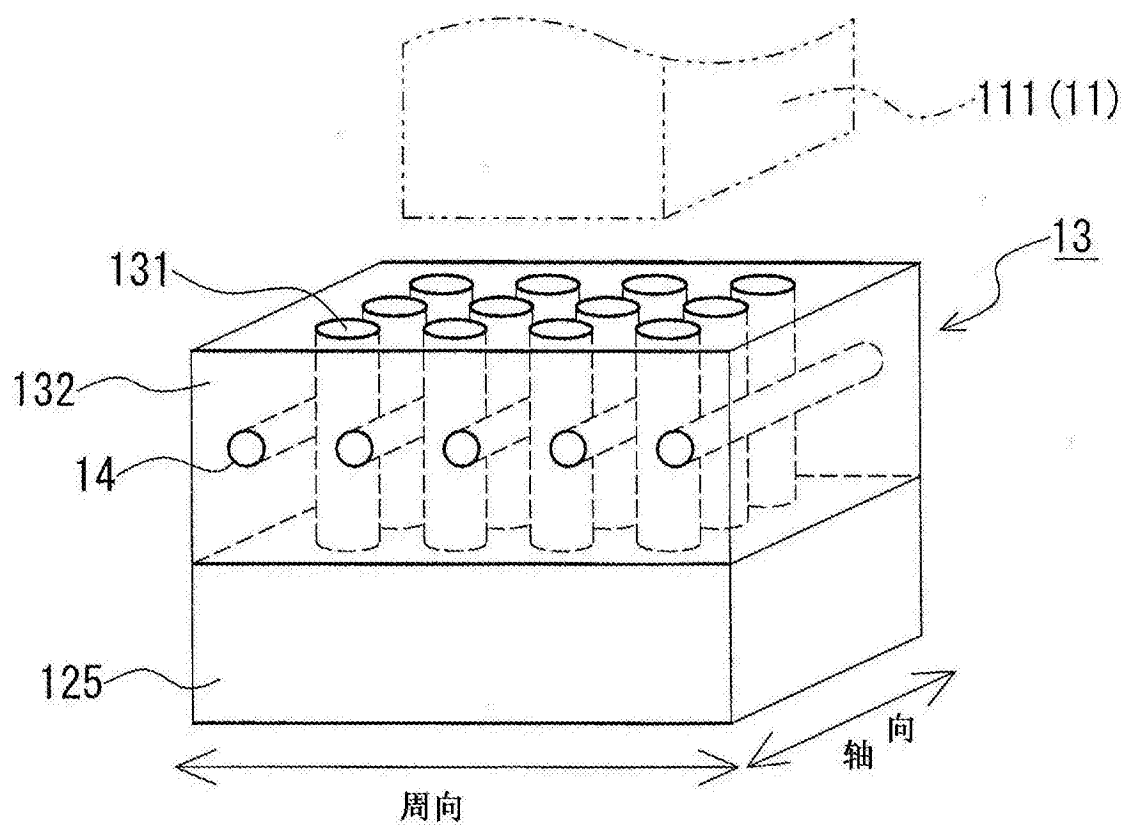


图 3

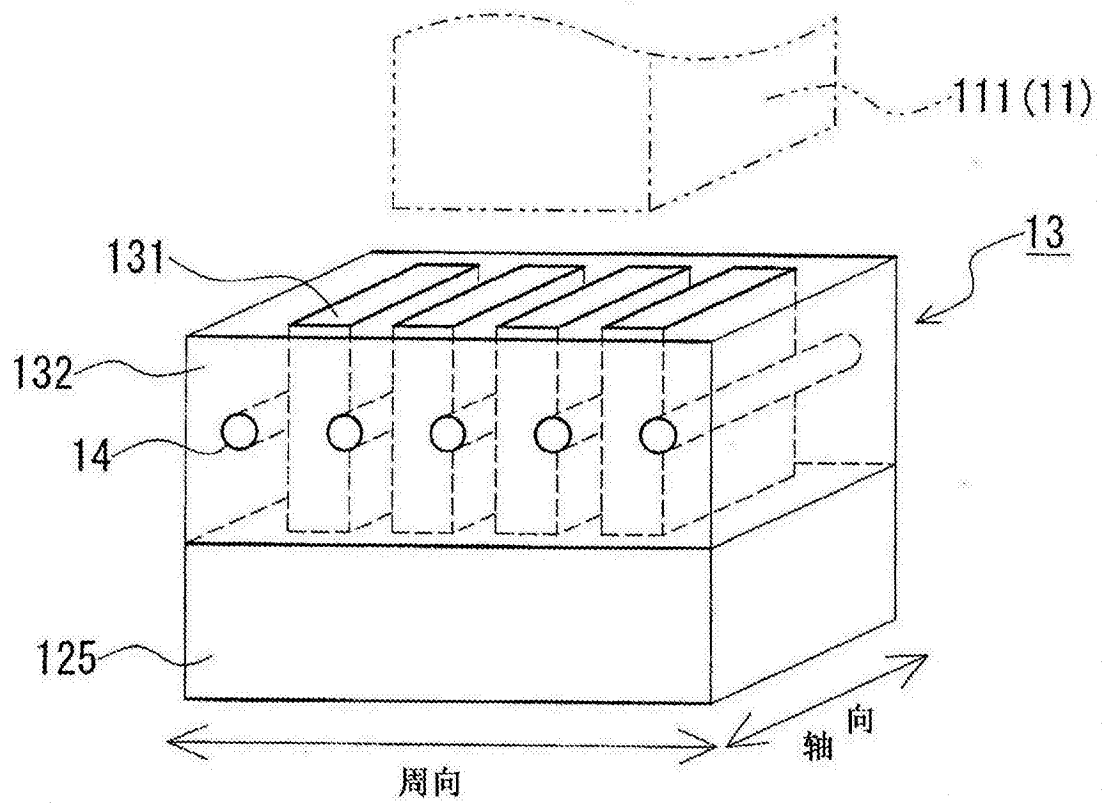


图 4

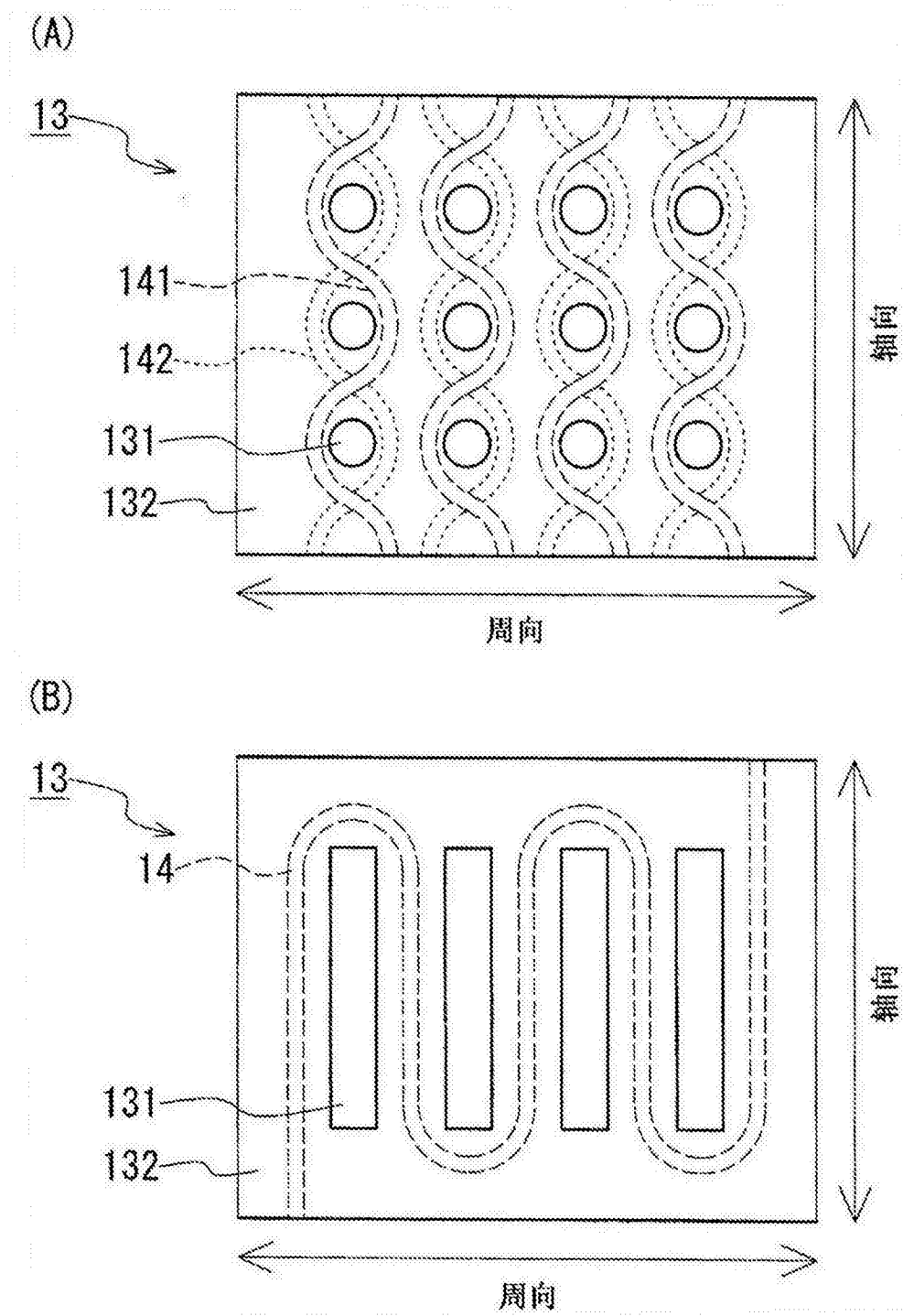


图 5

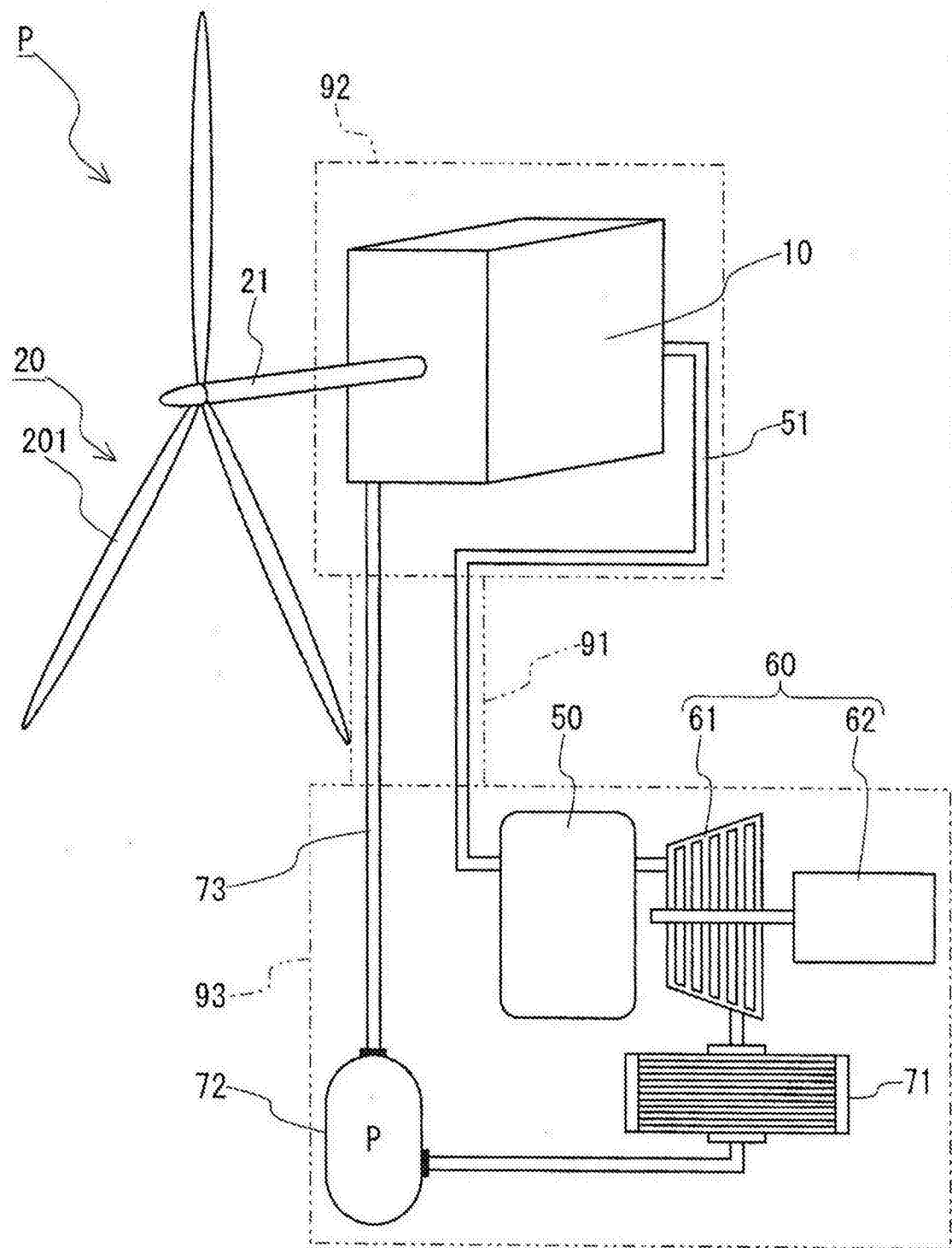


图 6