



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115667706 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202180041989.9

(22) 申请日 2021.05.21

(30) 优先权数据

20179660.4 2020.06.12 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/063603 2021.05.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/249743 EN 2021.12.16

(71) 申请人 西门子歌美飒可再生能源公司

地址 丹麦布兰德

(72) 发明人 K·F·F·雷格纳

M·B·S·斯蒂芬森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 邹愉 郭帆扬

(51) Int.Cl.

F03D 9/25 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

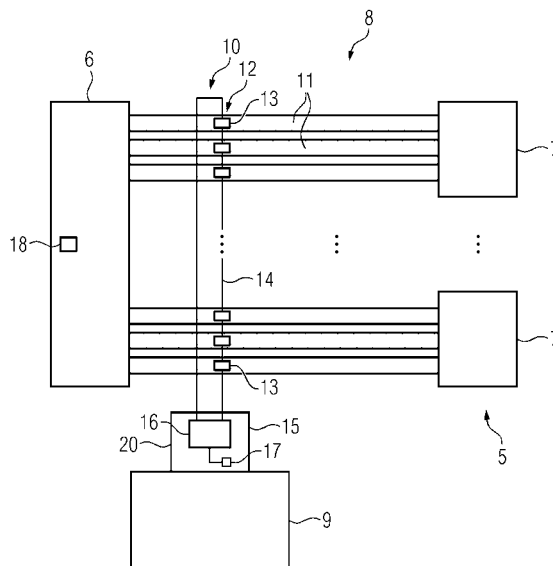
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

具有发电组件的风力涡轮机和用于检测这种风力涡轮机中的故障状况的方法

(57) 摘要

一种风力涡轮机(1),具有发电组件(5)和用于控制所述发电组件(5)的控制装置(9),所述发电组件(5)包括发电机(6)、连接到所述发电机(6)的至少一个转换器(7)和过热检测装置(10),其特征在于,所述过热检测装置(10)包括:-处于所述发电组件(5)的不同位置处的至少两个温度感测元件(12),其中,所述温度感测元件(12)沿信号线(14)串联连接,以提供公共传感器信号,并且各自适于在所述公共传感器信号中指示超过它们位置处的相应临界温度,以及-用于评估所述公共传感器信号的检测单元(15),所述检测单元(15)被连接到所述信号线(14)。



1. 一种风力涡轮机(1), 具有发电组件(5)和用于控制所述发电组件(5)的控制装置(9), 所述发电组件(5)包括发电机(6)、连接到所述发电机(6)的至少一个转换器(7)和过热检测装置(10),

其特征在于, 所述过热检测装置(10)包括:

- 处于所述发电组件(5)的不同位置处的至少两个温度感测元件(12), 其中, 所述温度感测元件(12)沿信号线(14)串联连接, 以提供公共传感器信号, 并且各自适于在所述公共传感器信号中指示超过它们位置处的相应临界温度, 以及
- 用于评估所述公共传感器信号的检测单元(15), 所述检测单元(15)被连接到所述信号线(14)。

2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述检测单元(16)或者所述检测单元(15)所连接到的所述风力涡轮机(1)的所述控制装置(9)适于在所述公共传感器信号中检测到超过至少一个所述临界温度的情况下, 执行至少一种措施。

3. 根据权利要求1或2所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述温度感测元件(12)为PTC热敏电阻(13), 其中, 切换PTC热敏电阻(13)的转变温度为所述临界温度。

4. 根据权利要求3所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述检测单元(15)包括电阻测量电路(16), 以用于测量沿所述信号线(14)的所述温度感测元件(12)的电阻。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述发电组件(5)包括相连接器(11), 以连接到所述至少一个转换器(7), 其中, 温度感测元件(12)位于每个相连接器(11)处。

6. 根据权利要求5所述的风力涡轮机, 其特征在于, 为每个转换器(7)设置三个相连接器(11), 和/或所述发电组件(5)包括多个、特别是6个至15个转换器(7)。

7. 根据权利要求5或6所述的风力涡轮机, 其特征在于, 每个连接器(11)的所述临界温度为90℃至200℃。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述连接器(11)为汇流条。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述发电机(6)特别是在其最热位置处还包括至少一个温度传感器(18), 特别是Pt100传感器, 以用于测量温度值, 其中, 所述温度传感器(18)被连接到所述控制装置(9)。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机, 其特征在于, 所述检测单元(15)包括盒状壳体(20), 并且特别是直接通过所述壳体(20)的连接器来连接到所述控制装置(9)。

11. 一种用于检测根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机的发电组件(5)中的故障状况的方法, 其中, 公共传感器信号至少在检测单元(15)中评估, 并且如果所述公共传感器信号指示超过温度感测元件的至少一个位置处的临界温度, 则由所述检测单元(15)和/或控制装置(9)执行至少一种措施。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 所述至少一种措施中的至少一种包括将警报信号输出到外部输出装置, 特别是在所述风力涡轮机(1)的制造商处和/或维护服务处的外部输出装置。

13. 根据权利要求11或12所述的方法, 其特征在于, 所述至少一种措施中的至少一种包括停用和/或断开发电机(6)的至少一个子系统。

具有发电组件的风力涡轮机和用于检测这种风力涡轮机中的故障状况的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有发电组件和用于控制该发电组件的控制装置的风力涡轮机，其中，该发电组件包括发电机、连接到该发电机的至少一个转换器和过热检测装置。本发明还涉及一种用于检测这种风力涡轮机的发电组件中的故障状况的方法。

背景技术

[0002] 风力涡轮机一般包括安装到轮毂的至少两个、通常为三个风力涡轮机叶片。风能使该旋转组件旋转，使得可使用风力涡轮机的发电组件的发电机从该旋转产生电功率。这样的发电机和可选地发电组件的其他部件例如可被收容在机舱中，该机舱被可旋转地安装在风力涡轮机的塔架上。

[0003] 通常，在风力涡轮机的发电机中，产生三相交流电，该交流电不可直接引入到电网中。因此，风力涡轮机的发电组件通常包括一个或多个转换器，发电机被连接到该转换器。该至少一个转换器，也可称为功率调节电路或功率转换器，将发电机频率和电压调整为电网的频率和电压。

[0004] 风力涡轮机还可包括控制装置，其用于控制和/或监测发电组件，特别是执行智能控制。在现有技术中已经提出在发电机的最热点上使用温度传感器，特别是Pt100传感器，以能够保护发电机段和/或作为整体的发电机免于过热。例如，如果超过特定温度，则控制装置可进行相关联的措施，例如停用或断开发电机的至少一个子系统等。

[0005] 然而，在风力涡轮机的发电组件中可能出现的另一个问题是相不平衡的热效应或其他效应。例如，如果某一相的一个或多个电连接至少部分地断开，则可能会发生这种效应。例如，这可能由松动的螺栓或其他安装/连接装置引起。产生的相不平衡导致电气连接的过热，从而缩短发电组件的寿命，造成损坏，并且在最坏的情况下甚至会引发火灾。

[0006] 在现有技术中，在马达领域中，已提出提供马达保护继电器，其针对每一相使用熔断器来防止过电流。虽然此解决方案也可应用于较大的电机，但它会引起发电机中的不平衡，这又导致强烈振动。

[0007] 作为一种用于检测特别是由相不平衡引起的热效应的概念，可能建议针对发电机和至少一个转换器之间的每个电连接使用温度传感器，例如Pt100传感器，以感测由电连接的过载引起的温度升高。然而，现代风力涡轮机通常使用大量的转换器，例如十二个转换器，使得在常见的三相系统中，将需要对三十六个连接关于其温度进行监测。这将导致大量的温度传感器、大量的接线和复杂的计算密集型的测量温度评估，总而言之，导致大工作量和低成本。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的在于在风力涡轮机的发电组件中提供一种可高效实施的、稳健的过热监测。

[0009] 该目的通过提供根据权利要求1的风力涡轮机和根据权利要求11的方法来实现。有利的实施例由从属权利要求来描述。

[0010] 在如最初描述的风力涡轮机中,过热检测装置包括:

- 处于所述发电组件的不同位置处的至少两个温度感测元件,其中,所述温度感测元件沿信号线串联连接,以提供公共传感器信号,并且各自适于在所述公共传感器信号中指示超过它们位置处的相应临界温度,以及

- 用于评估所述公共传感器信号的检测单元,所述检测单元被连接到所述信号线。

[0011] 该检测单元优选地被连接到控制装置,使得风力涡轮机的控制装置可进一步评估由该检测单元提供的信息。特别地,所述检测单元或者所述检测单元所连接到的所述风力涡轮机的控制装置适于在所述传感器信号中检测到超过至少一个临界温度的情况下,执行至少一种措施。例如,这样的措施可包括输出警报信号,特别是在外部的远程输出装置处,例如在风力涡轮机的制造商处和/或维护服务处。此外,措施可包括停用和/或断开发电机的至少一个子系统,以保护发电组件免受损坏和/或火灾。然而,在本发明的最优选应用中,即通过相不平衡来检测过热,作为唯一措施的警报信号已证明是足够的,因为实际的混凝土损坏(concrete damage)并不常见,使得所述故障状况,在这种情况下为至少一个电连接的过热,主要导致发电组件的寿命缩短,如果迅速进行维护,则该寿命缩短可保持很少。

[0012] 本发明是基于如下构思,即:为了风力涡轮机中的某些监测目的,特别是与相不平衡相关的过热,知道在(任意的)其中一个位置处发生过热就足以触发某些措施,特别是通知服务人员维护将是合理的。特别地,临界温度可被分配给每个位置,如果这些位置是等同的,则对于每个位置,该临界温度可以是相似或甚至相同的,例如当监测发电机和转换器之间的电连接时的情况就是如此。温度感测元件被放置在每个位置处。这些温度感测元件全都沿信号线串联连接,该信号线又连接到测量或读取传感器信号的检测单元。如果温度感测元件的温度超过其位置处的临界温度,则每个温度感测元件具有修改由检测单元检测的传感器信号的特性。以这种方式,通过串联连接这些温度感测元件,可以检测温度是否超过临界温度,而无需在每个位置处使用分立的温度传感器。提出了一种简单的安装,其仅产生提供给控制装置的一个信息,而当使用分立的温度传感器时,将需要用于控制装置的大量的接线和输入模块。

[0013] 总之,由于每个发电机仅需要一个输入模块,即一个检测单元,监测以及因此保护发电组件、特别是其电气连接免受包括过热在内的故障状况影响的工作量和成本大大降低。然而,要注意的是,当然,可在风力涡轮机中使用多个过热检测装置,其各自具有沿信号线串联连接到检测单元的至少两个温度感测元件。例如,这样的多个过热检测装置可各自用于该至少一个发电机的子系统和/或用于所采用的不同发电机。在一个实施例中,可通过将串联连接到单个检测单元的相同数量的温度感测元件连接来热监测每个相的每个并联路径,从而同样在这种情况下,减少了硬件和数据存储中的成本和工作量。

[0014] 尽管仅使用一个检测电路,但下至单一位置可检测到例如由于相不平衡引起的热效应,特别是单一电气断开事件,这允许在任何重大事故发生之前及时维修风力涡轮机。也就是说,在相不平衡的情况下,可通过提供快速维护来修复断开,而不会对发电组件、特别是发电机或者发电机与该至少一个转换器之间的电连接造成永久损伤。

[0015] 在一个优选且尤其有利的实施例中,温度感测元件是PTC热敏电阻,其中,切换PTC热敏电阻的转变温度为所述临界温度。PTC热敏电阻是具有正温度系数(PTC)的电阻器,这意味着电阻随温度升高而增加。在这种情况下,使用切换型PTC热敏电阻。这种切换PTC热敏电阻具有转变温度,其也可称为切换温度或居里温度(Curie temperature)。所述转变温度是切换型PTC热敏电阻的电阻开始迅速上升的温度。可用于本发明中的PTC热敏电阻例如可由诸如钛酸钡的多晶陶瓷材料制成。在这种情况下,电导率由掺杂剂提供。在现有技术中,具有在50℃和超过200℃之间的转变温度的切换PTC热敏电阻是已知的。

[0016] 于是,检测单元可包括电阻测量电路,以用于测量沿信号线的温度感测元件的电阻。例如,可测量在恒定电流下的电压降,如在现有技术中原则上已知的。作为对传感器信号的评估的结果,测得的电阻可以是提供给控制装置的信息以用于进一步评估,然而,在优选实施例中,检测单元已经适于通过检测电阻的对应升高来检测至少一个切换PTC热敏电阻的切换事件。

[0017] 总之,PTC热敏电阻被串联连接,以检测发电组件的一个或多个位置处是否发生过热,使得不需要分立的温度传感器。可使用电阻的增加来检测超过至少一个临界温度并触发某些措施,例如发送警报信号。

[0018] 在本发明的优选应用中,发电组件可包括相连接器,以将发电机连接到该至少一个转换器,其中,温度感测元件位于每个相连接器处。特别地,可为每个转换器设置三个相连接器。通常,由于发电组件可包括多个、例如六个至十五个转换器,因此存在大量的相连接器,其例如可为汇流条。例如,在具有十二个转换器的风力涡轮机中,可使用三十六个连接器,每个连接器优选地实施为汇流条。在这样的应用中,每个连接器的临界温度可在90℃至200℃、特别是120℃至150℃的区间中选择。

[0019] 如已经指出的,多个这样的过热检测装置可被用于相连接器,但在优选实施例中,一个过热检测装置就足够了。特别地,为了对连接器的专门监测,温度感测元件可仅(排他地)用在发电组件的相连接器处。

[0020] 然而,当然可另外使用用于特别是从发电机获得温度信息的其他装置。例如,在一个实施例中,发电机特别是在其最热位置处还可包括至少一个温度传感器,特别是Pt100传感器,以用于测量温度值,其中,该温度传感器被连接到控制装置。以这种方式,例如可实现对发电组件的智能控制。

[0021] 检测单元可包括盒状壳体,并且可特别是直接通过该壳体的连接器来连接到控制装置。例如,检测单元可通过使用插头作为连接器来直接插入到控制装置的对应插座中。要注意的是,通常,信号线可由任何导线或者特别是单线电缆来实现。

[0022] 本发明还涉及一种用于检测根据本发明的风力涡轮机的发电组件中的故障状况、特别是过热状况的方法,其中,公共传感器信号在检测单元和/或控制装置中评估,并且如果公共传感器信号指示超过温度感测元件的至少一个位置处的临界温度,则由控制装置执行至少一种措施。关于风力涡轮机的所有特征和评述类似地适用于根据本发明的方法,使得可实现相同的优点。

[0023] 特别地,该至少一种措施中的至少一种可包括将警报信号输出到外部输出装置,特别是在风力涡轮机的制造商处和/或维护服务处的外部输出装置。附加地或替代地,该至少一种措施中的至少一种可包括激活和/或断开发电机的至少一个子系统,使得可保护发

电机和/或电连接免受热过载的影响。然而,在监测发电机和该至少一个转换器之间的相连接器处的过热以检测相不平衡的热效应的情况下,甚至可稳健地检测到单个断开事件,使得警报信号足以作为一种措施。

附图说明

[0024] 通过结合附图考虑的以下详细描述,本发明的其他目的和特征将变得显而易见。然而,附图仅是仅出于说明的目的而设计的原理图,并且不限制本发明。附图示出了:

图1:根据本发明的风力涡轮机的原理图,

图2:该风力涡轮机的发电组件的示意图,以及

图3:PTC热敏电阻的电阻-温度图。

具体实施方式

[0025] 图1是根据本发明的风力涡轮机1的原理图。风力涡轮机1包括塔架2,其承载具有轮毂4的机舱3,至少两个风力涡轮机叶片5被安装到该轮毂4。发电组件5被收容在机舱3中,该发电组件5包括发电机6和多个转换器7,为清楚起见,图1中仅示出了其中的一个转换器。发电机6通过三个电连接8来连接到转换器7中的每一个,所使用的三相中的每一相一个。例如,发电机6可包括连接到特定转换器7的子系统。在一个示例中,发电组件5可包括十二个转换器。风力涡轮机1的操作,特别是同样发电组件5的操作,由有时称为“控制器”的控制装置9来控制。

[0026] 风力涡轮机1可以是直接驱动式风力涡轮机,或者可包括收容在机舱3中的齿轮箱。

[0027] 在任何情况下,发电组件5还包括过热检测装置10,其用于针对由相不平衡、例如由至少一个电连接8的断开引起的热效应来监测电连接8。

[0028] 将参照图2更详细地描述过热检测装置10。如图2中所示,发电机6通过相连接器11来连接到转换器7,该相连接器11在这种情况下为汇流条。在每个汇流条上,定位有温度感测元件12,在该实施例中为PTC热敏电阻13。

[0029] 图3示出了PTC热敏电阻13的电阻-温度图,其中电阻在对数刻度上示出。如可以看到的,PTC热敏电阻13可具有略微为负的温度系数直到最小电阻点 $R_{\min}$,从该点开始出现略微为正的溫度系数直到转变温度 T_c 。在该转变温度处,发生电阻的急剧上升。例如,该转变温度可被定义为电阻是最小电阻值的两倍时的温度,如图3中示例性示出的。

[0030] 在该实施例中,相当于相连接器11的临界温度的转变温度在90℃至200℃的区间中,例如为120℃或150℃。

[0031] 因此,如果相应的相连接器11的温度上升到转变温度 T_c 以上,则PTC热敏电阻的电阻切换为非常高的值,使得该PTC热敏电阻也被称为切换型PTC热敏电阻 (switching-type PTC thermistor) 或简称为切换PTC热敏电阻 (switching PTC thermistor) 13。

[0032] 如从图2可以看出,温度感测元件12全都沿信号线14串联连接,该信号线14可以是简单的导线或单线电缆。信号线14开始和结束于检测单元15处,该检测单元15包括用于测量沿信号线14的电阻的电阻测量电路16。例如,可通过该电阻测量电路来测量在强制恒定电流时的电压。显然,如果对于至少一个PTC热敏电阻13超过了临界温度,则沿信号线14的

传感器信号将会改变,这是因为沿整个信号线14的电阻将强烈增加。也就是说,所有温度感测元件12共享公共传感器信号,这是因为不需要检测超过临界温度的确切位置。换言之,知道相连接器11中的至少一个处发生过热就足以推断存在需要维护的故障状况。

[0033] 检测单元15还可包括用于评估该公共传感器信号的微控制器17,在这种情况下该公共传感器信号被处理以导出信息,然后该信息被传输到连接的控制装置9。这样的过热信息可包括实际测量的电阻,但在优选情况下为二进制过热信号,从而指示存在(高电阻,特别是超过阈值)还是不存在(低电阻)过热。

[0034] 如果检测到过热,则向外部的远程输出装置输出警报信号,使得可在例如风力涡轮机的制造商和/或维护服务处输出警报。

[0035] 因此,过热检测装置10允许及早检测到至少一个断开事件,使得通常不需要断开和/或停用发电机6或发电机6的至少一个子系统,这是因为保留有足够的时间来解决故障状况,例如重新连接断开的相连接器11。

[0036] 要注意的是,还可在风力涡轮机1中提供进一步的热管理,例如通过在发电机6的最热点以及可能的其他位置处使用温度传感器18,例如Pt100传感器。如可以看到的,过热检测装置10被限于相连接器11。然而,可提供用于相连接器11的不同子集的多个过热检测装置10,或者甚至可为发电组件5的其他组位置和/或部件提供附加的过热检测装置10。

[0037] 尽管参考优选实施例详细地描述了本发明,但本发明并不受所公开的示例限制,在不脱离本发明的范围的情况下,技术人员能够从所公开的示例得到其他变型。

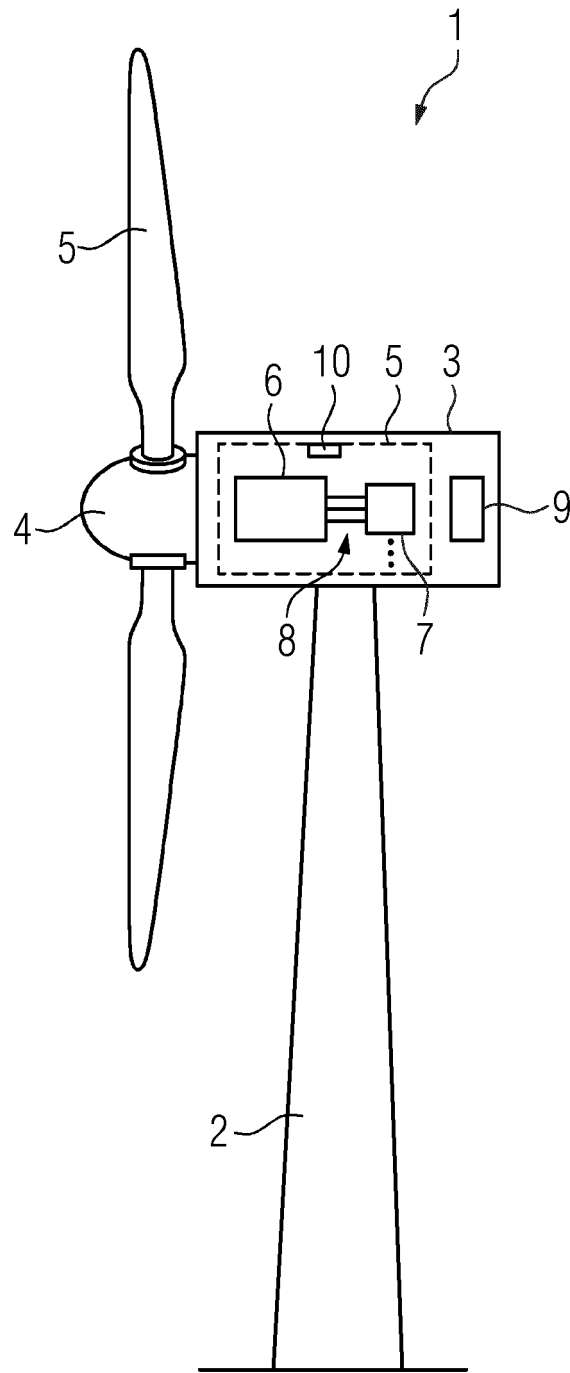


图 1

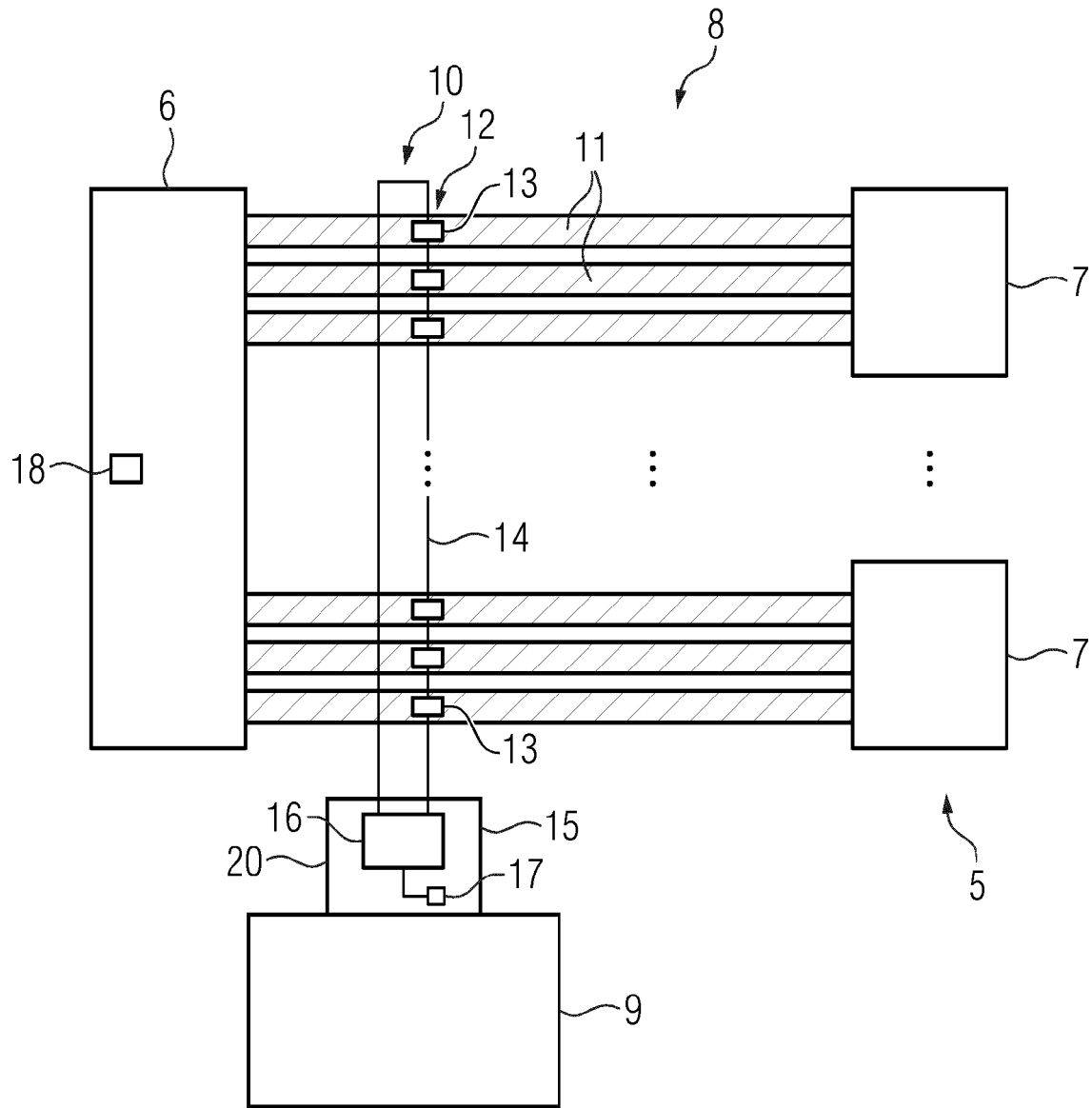


图 2

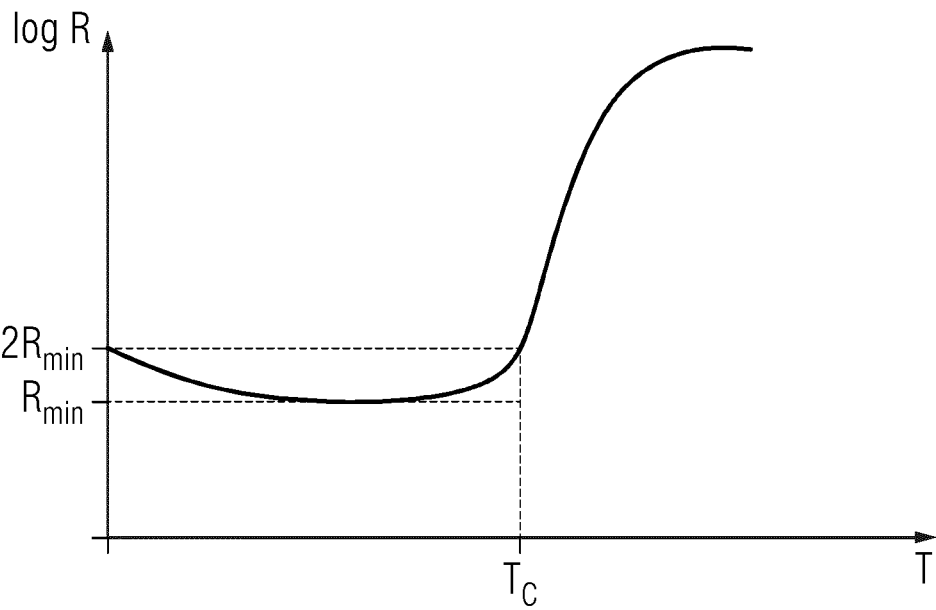


图 3