



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107431440 B

(45)授权公告日 2019.10.25

(21)申请号 201680016169.3

(22)申请日 2016.03.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107431440 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(30)优先权数据
14/661,468 2015.03.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/021350 2016.03.08

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/148981 EN 2016.09.22

(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 马丁·J·沃斯

(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 杜诚 杨铁成

(51)Int.Cl.

H02M 7/217(2006.01)

H02M 7/06(2006.01)

H02M 3/155(2006.01)

H01F 27/245(2006.01)

H01F 27/28(2006.01)

H01F 38/14(2006.01)

(56)对比文件

US 4048605 A, 1977.09.13,

CN 103339844 A, 2013.10.02,

US 2013/0170264 A1, 2013.07.04,

审查员 凌玮杰

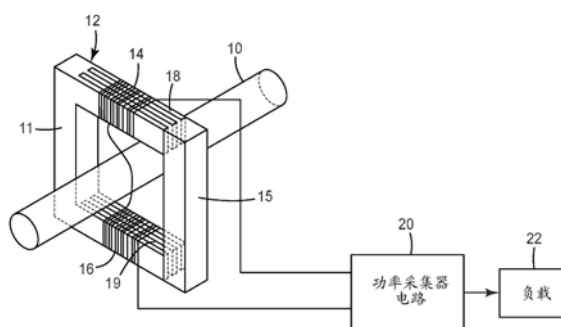
权利要求书1页 说明书3页 附图6页

(54)发明名称

具有功率限制能力的感应功率采集器

(57)摘要

本发明公开一种功率采集器,具有被构造成用于感应耦合到电流导体的电流变压器和用于向负载传送功率的电路。变压器芯具有连接在一起并且在交错部分处能够彼此分离的两个区段,从而允许变压器围绕电流导体安装。电路包括耦合到变压器的整流器以及串联耦合在整流器和负载之间的晶体管。晶体管接收来自整流器的输出电流并且向负载提供功率。电阻器耦合到晶体管和负载,并且晶体管和电阻器在宽泛的导体线路电流范围内提供对负载的功率的限制。



1. 一种功率采集器,包括:

变压器,所述变压器具有芯和围绕所述芯的线圈,其中所述芯具有交错部分,并且所述变压器被构造成用于感应耦合到电流导体,其中所述芯包括第一区段和第二区段,所述第一区段在所述交错部分处能够与所述第二区段分离,并且所述交错部分包括所述第一区段上的第一突出部和所述第二区段上的第二突出部,所述第一突出部与所述第二突出部交错,其中所述线圈围绕所述交错部分;

整流器,所述整流器耦合到所述线圈;

晶体管,所述晶体管串联耦合在所述整流器和负载之间,其中所述晶体管接收来自所述整流器的输出电流并且向所述负载提供功率;和

电阻器,所述电阻器耦合到所述晶体管和所述负载,

其中所述晶体管和所述电阻器在所述电流导体内的特定电流范围内提供对所述负载的所述功率的限制。

2. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述整流器包括二极管桥接器。

3. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述晶体管包括耗尽型晶体管。

4. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述电阻器串联耦合在所述晶体管和所述负载之间。

5. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述负载包含并联电容器。

6. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述负载包含并联齐纳二极管。

7. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述电阻器与所述负载并联耦合。

8. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中芯包括层压钢板。

9. 根据权利要求1所述的功率采集器,其中所述交错部分由矩形突出部组成。

具有功率限制能力的感应功率采集器

背景技术

[0001] 功率采集器是电网监测设备的必要部件。电力工业越来越多地追求电网监测以改善电网可靠性并且减少与电力中断和故障相关的责任。功率采集器可以用于从现有的公用设施网络基础设施发电,以便为用于电网监测的传感器和相关联的设备提供功率。

[0002] 功率采集器使用电功率的感应变换。感应变压器利用如麦克斯韦方程所描述的电磁现象。最常见的实施方式包括具有相对固定的效率并且因此具有恒定的输入与输出功率比的变压器。在这种情况下,传送的输入(初级)功率自动耦合到所需(次级)功率,并且这种恒定比可以从瓦特扩展到兆瓦特。

[0003] 因此,需要一种改善的功率采集器,特别是在宽泛的主要线路电流范围内提供相对固定的功率输出的功率采集器。

发明内容

[0004] 符合本发明的功率采集器包括变压器,该变压器具有带有交错部分的芯和围绕芯的线圈,其中变压器被构造成用于感应耦合到电流导体。整流器耦合到线圈,并且晶体管串联耦合在整流器和负载之间。晶体管接收来自整流器的输出电流并且向负载提供功率。电阻器耦合到晶体管和负载,并且晶体管和电阻器在电流导体内的特定电流范围内提供对负载的功率的限制。

附图说明

[0005] 附图并入本说明书并构成本说明书的一部分,并且连同具体实施方式一起阐明本发明的优点和原理。在附图中,

[0006] 图1是功率采集器的框图;

[0007] 图2是用于实现具有电流感测的功率采集器的电路图;

[0008] 图3是用于实现具有电压感测的功率采集器的电路图;

[0009] 图4是用于功率采集器的变压器的侧视图;

[0010] 图5是组装的变压器的顶视图;

[0011] 图6是拆卸的变压器的顶视图;

[0012] 图7是当由U形部分和I形部分组成时拆卸的变压器芯的透视图;并且

[0013] 图8是功率采集器的示例性实现方式的输出功率的图。

具体实施方式

[0014] 电力工业越来越期望电网性能监测以减少电力中断和灾难性故障的责任。从电网收集的数据的收集和通信对于一个此类设备需要大约10瓦的适量的功率。这个量的功率最便利地从载流导体感应地采集。

[0015] 本发明的实施方案解决了涉及例如可在大约50至1000安培或甚至更高变化的主要导体电流的大范围内进行变换约10瓦特的或多或少的固定次级功率的挑战。功率采集器

电路在如此大的电流范围内保持相对恒定的功率传送。该变换对于低线路电流应该是有效的,并且对于较高的线路电流应该变得越来越低效。另外的方面涉及用于较高线路电流的辅助性负载的功率转移,使得所需的基本电路功率尽可能保持恒定。可以根据例如由采集器电路供电的部件产生其它量的相对固定的输出功率。

[0016] 图1是功率采集器的框图。功率采集器包括变压器12和向负载22提供功率的功率采集器电路20。变压器12位于主要线路导体10的周围,并且与其感应耦合。变压器12包括由第一区段11和第二区段15组成的芯。该芯包括串联耦合在一起的第一线圈14和第二线圈16。线圈14和16可以用包在芯的部分上的绝缘电导体诸如铜线来实现。区段11和15在第一交错部分18和第二交错部分19处连接在一起。功率采集器电路20电耦合到线圈14和16,接收来自线圈的电流,并且将相对恒定的功率传送给负载22。

[0017] 图2和图3是用于实现电流感测和电压感测两种配置的功率采集器电路20的电路图。如图2和图3所示,电路20包括实现为二极管桥接器24的整流器,该整流器与变压器12并联耦合。变压器12感应耦合到具有线路电流 $I_{\text{线路}}$ 的主要线路导体10。耗尽型晶体管26具有耦合到二极管桥接器24并且接收来自二极管桥接器24的电流信号 I_d 的漏极端子,向负载22提供功率的源极端子,以及耦合到可变电阻器(电位差计) R_p 的栅极端子。在图2的电流感测配置中,晶体管26的源极端子与感测电阻器 R_s 和负载22串联耦合,并且可变电阻器 R_p 与感测电阻器 R_s 并联耦合。在图3的电压感测配置中,晶体管26的源极端子与负载22串联耦合,并且可变电阻器 R_p 与负载22并联耦合。功率采集器电路20被构造成用于迫使变压器芯(区段11和15)饱和,以便在宽泛的线路电流 $I_{\text{线路}}$ 范围内提供对负载22的功率输出的限制。另外,功率采集器的这种特定配置可以提供从主要电流导体采集功率的相对低成本的解决方案。

[0018] 晶体管26可以简单地用耗尽型N-通道MOSFET来实现。耗尽型MOSFET通常在非常小的漏极-源极通道电阻(通常小于 $0.1\ \Omega$)的情况下传导,使得功率采集器在启动时将总是提供一些功率和低线路电流 $I_{\text{线路}}$ 。对于较大的线路电流 $I_{\text{线路}}$,晶体管26的对应栅极-源极电压 V_{gs} 增加将增加漏极-源极通道电阻并且限制传送到负载的功率。在这种情况下,感测电阻器 $R_s = 1.5\ \Omega$,并且电位差计 $R_p = 10\text{k}\ \Omega$ 。负载可以是能够由采集器电路供电的任何部件。负载设备的示例包括用于智能电网监测的传感器。负载还可包含例如5mF的并联电容器以减少负载上的电压纹波。此外,负载可包含例如15V的并联高瓦特数齐纳二极管,以在例如极高线路电流故障事件期间钳位负载电压。

[0019] 如图1的透视图所示,变压器12具有通过区段11和15的交错改善的芯。具体地,当连接在一起时,交错减少了来自区段11和15之间气隙的不期望的磁阻增加。可以看出,当在长度为 l 和相对芯磁导率 μ_r 的磁通路径中产生气隙 g 时,磁阻乘以因子 M :

$$[0020] \quad M = 1 + (\mu_r - 1) \frac{2g}{l}$$

[0021] 例如,当在长度 $l = 0.5$ 米与相对磁导率 $\mu_r = 5000$ 的连续芯中产生 $g = 50\ \mu\text{m}$ 的小气隙时,磁阻加倍。增加的磁阻降低了低线路电流下的功率传送能力。如下所述的交错减小了磁阻,并且增强了低线路电流下的功率传送能力。

[0022] 图4是用于功率采集器的变压器12的侧视图。图5和图6分别是组装和拆卸的变压器12的顶视图。区段11通过交错部分18和19与区段15耦合。如图5和图6所示,交错部分18包括在区段11和15上的叶包。具体地,区段11上的突出部30与区段15上的突出部31交错。交错

部分19可以与交错部分18相同或相似的方式配置。交错部分优选地具有5-7个叶包,并且图4-图6所示的示例具有五个叶包。代替具有两个交错部分,变压器芯可以具有一个交错部分和另一个非交错部分,诸如平面界面。虽然交错部分18和19示出为矩形突出部,但它们可以具有其它构造,诸如锥形突出部。通过此类交错,沿着芯延伸的假想闭合通量线将不必跨越垂直的芯-间隙界面。相反,通量线可流过叶包之间的非垂直界面。与非交错的情况相比,净效应是磁阻减小。

[0023] 图7是当由U形部分和I形部分组成时拆卸的变压器芯的透视图。这种示例性实现方式使用U形部分来提供突出部30和31,并且使用I形部分32和33将U形部分间隔开,使得突出部30和31可以形成用于交错部分的叶包。U形部分和I形部分中的每个部分可以由层压或以其它方式保持在一起的单片材料或多个片材构成。

[0024] 例如,区段11经由交错部分18和19能够与区段15分离,从而允许变压器12围绕现场的主要线路导体组装。变压器芯可以用例如高磁导率变压器钢的层压板来实现。虽然变压器12被示出具有U形部分和I形部分,但其它构造也是可能的。用于10W、12V情况的变压器的一个具体实施方案具有50/50/5组合,这意味着50匝和50片14密耳厚度的钢具有5个次级层压体,从而提供了约 8cm^2 的变压器芯横截面积。

[0025] 在功率采集器的示例性实现方式中,调节电位差计 R_p ,使得对于如图8所示的特定线路电流获得期望的功率电平。在大的线路电流范围内,功率限制清晰可见,其中传送负载功率接近10W。直接来自变压器的总功率将总是随着线路电流的增加而增加,但对于负载功率,一些轻微的功率降低对高线路电流可见。由于当芯在(50/60Hz)周期内饱和的时间的一部分在较高的线路电流下增加,因此这种降低是芯在较短时间期间以线性方案运行的结果。

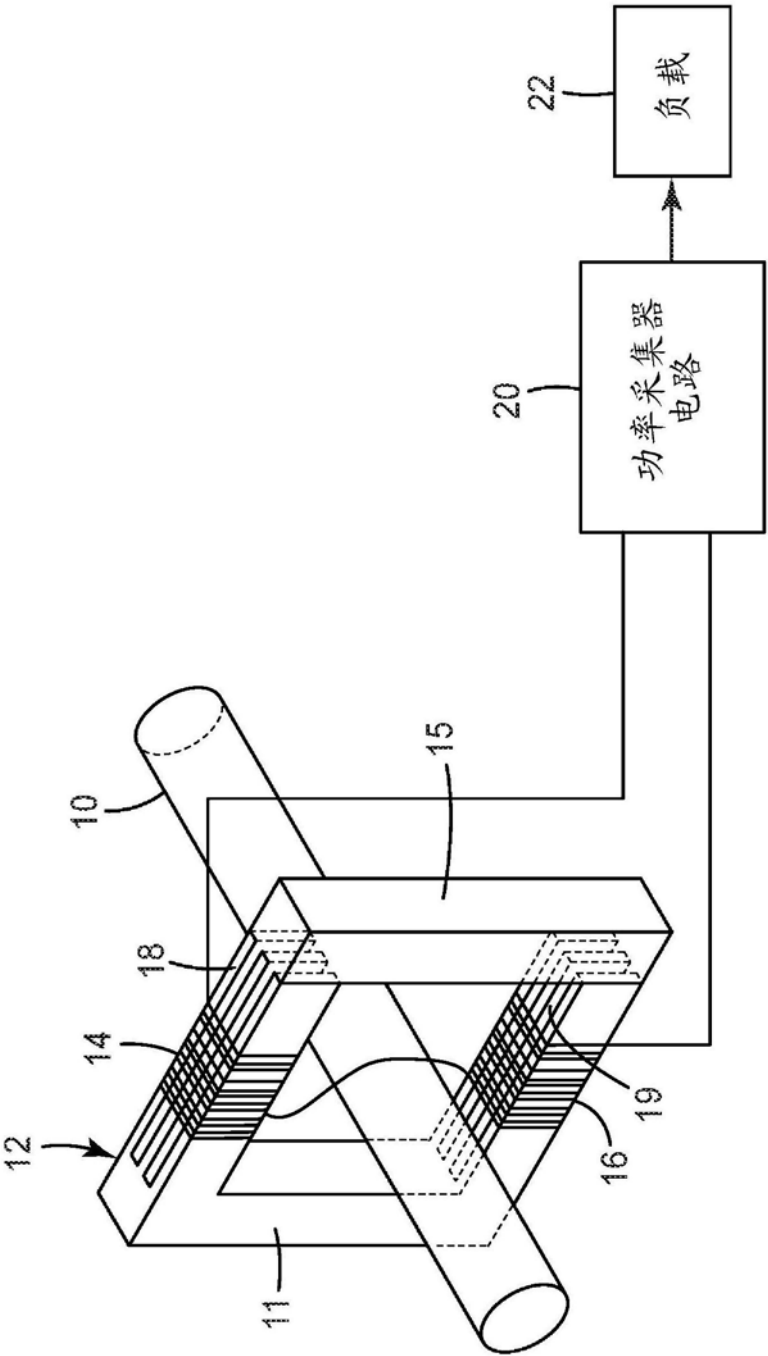


图1

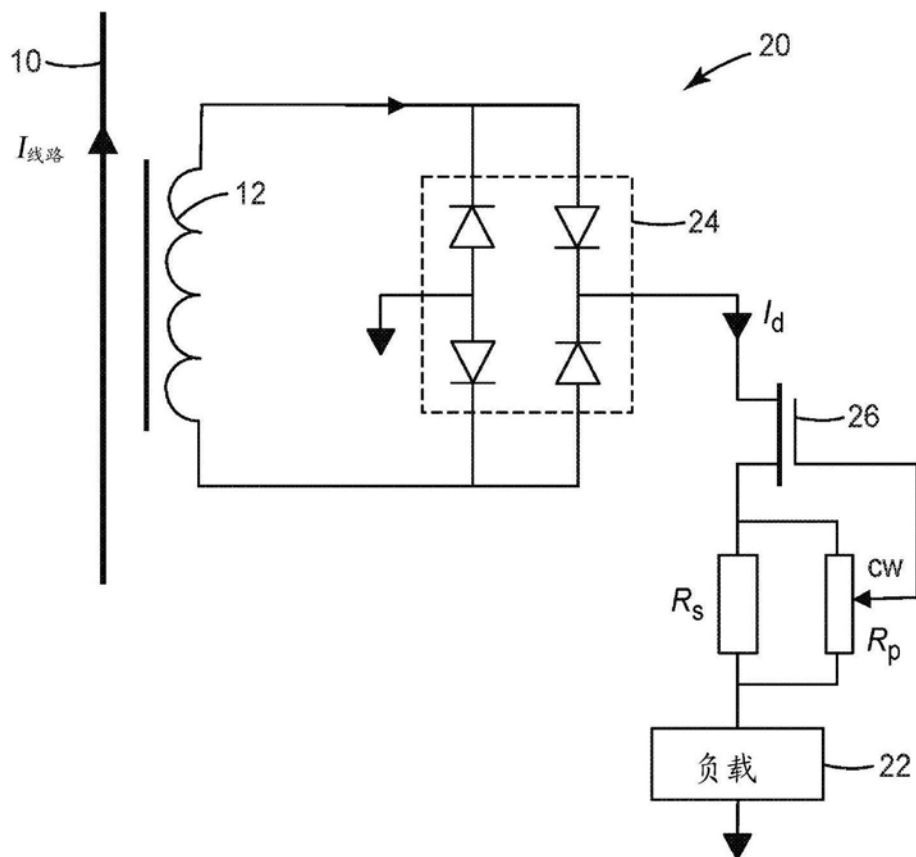


图2

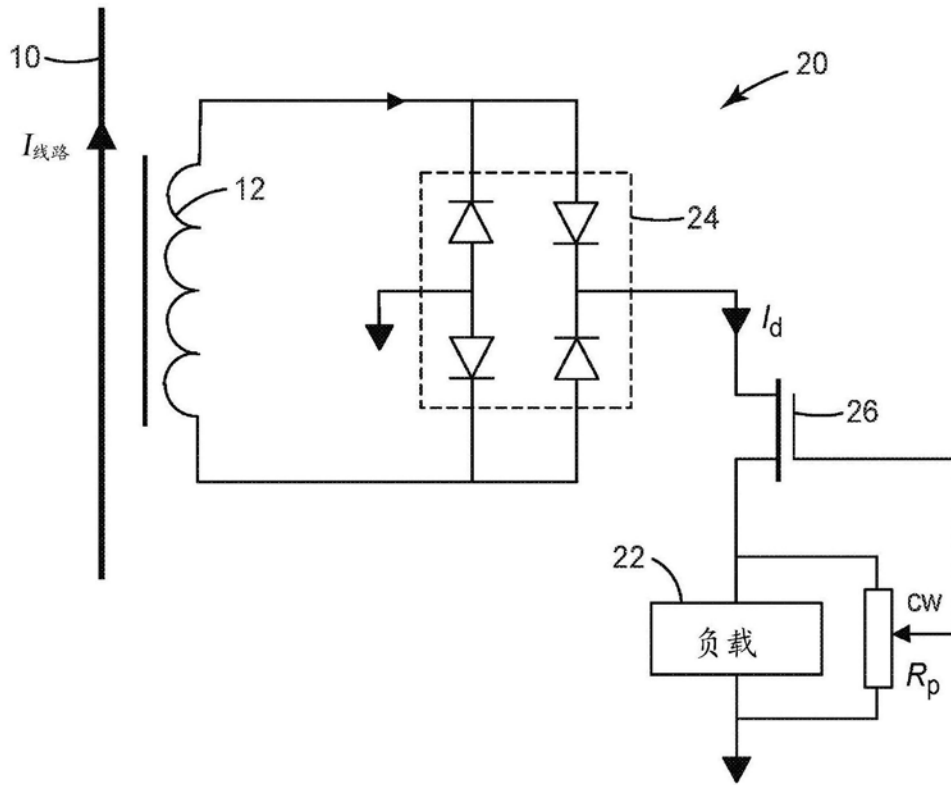


图3

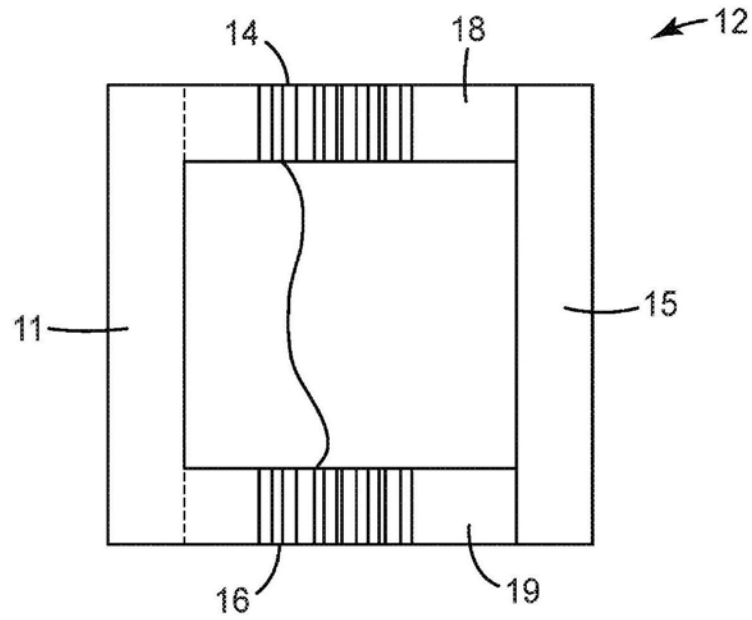


图4

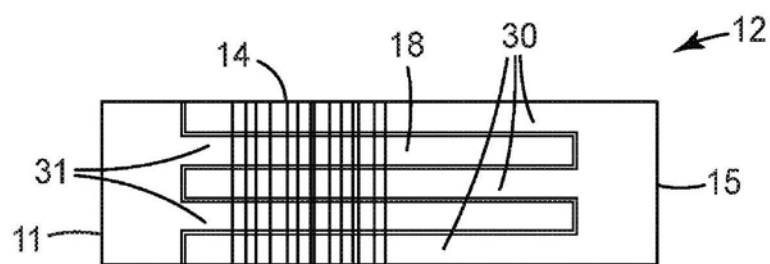


图5

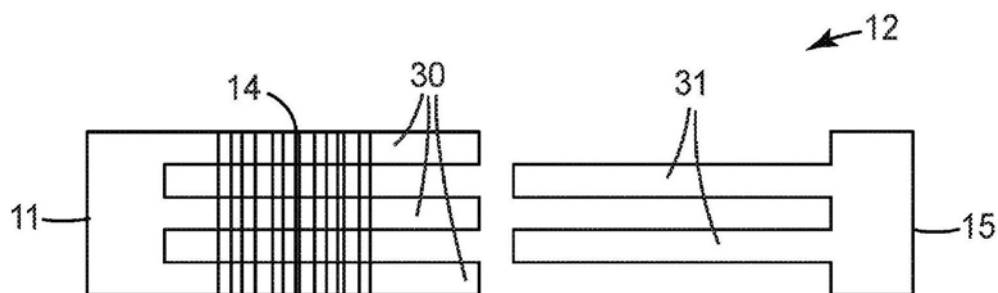


图6

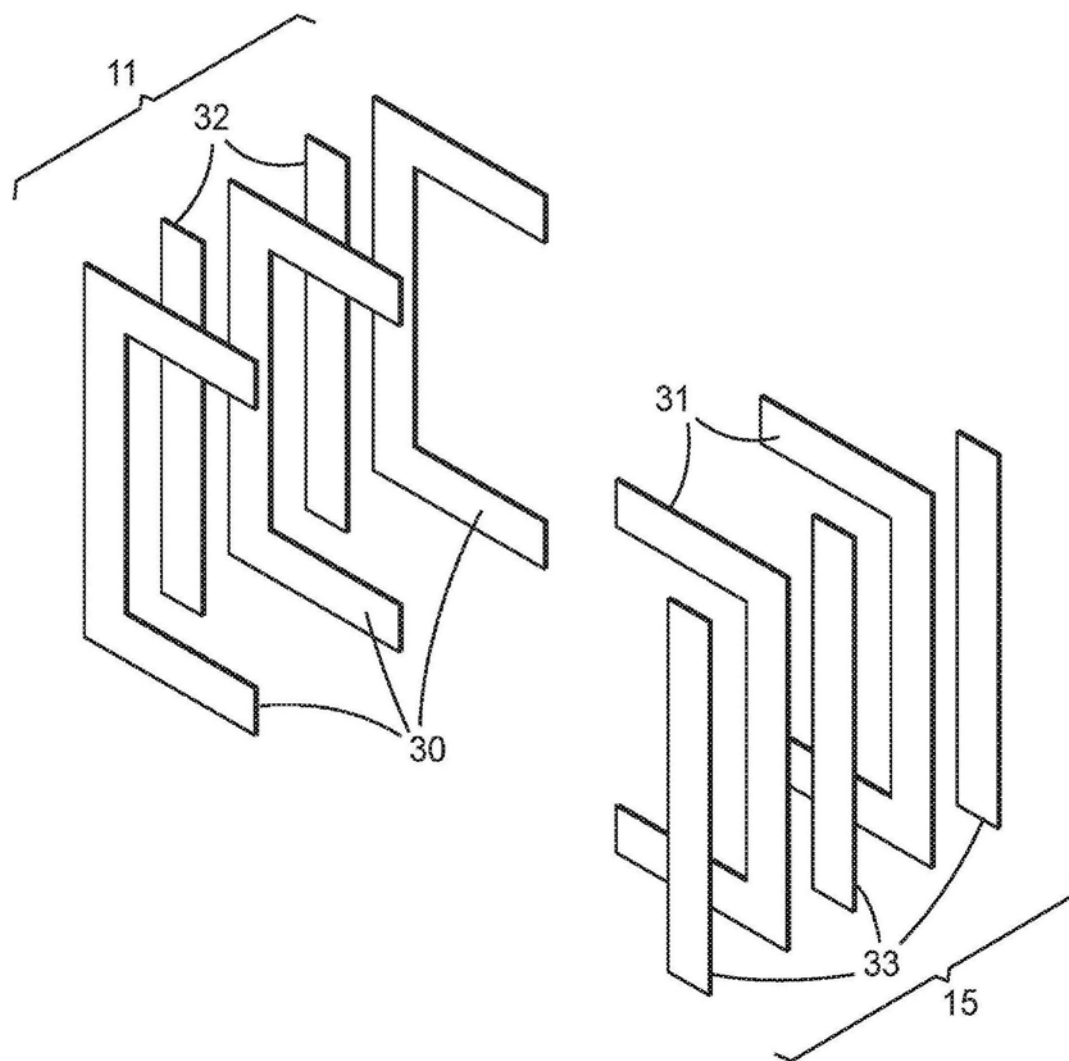


图7

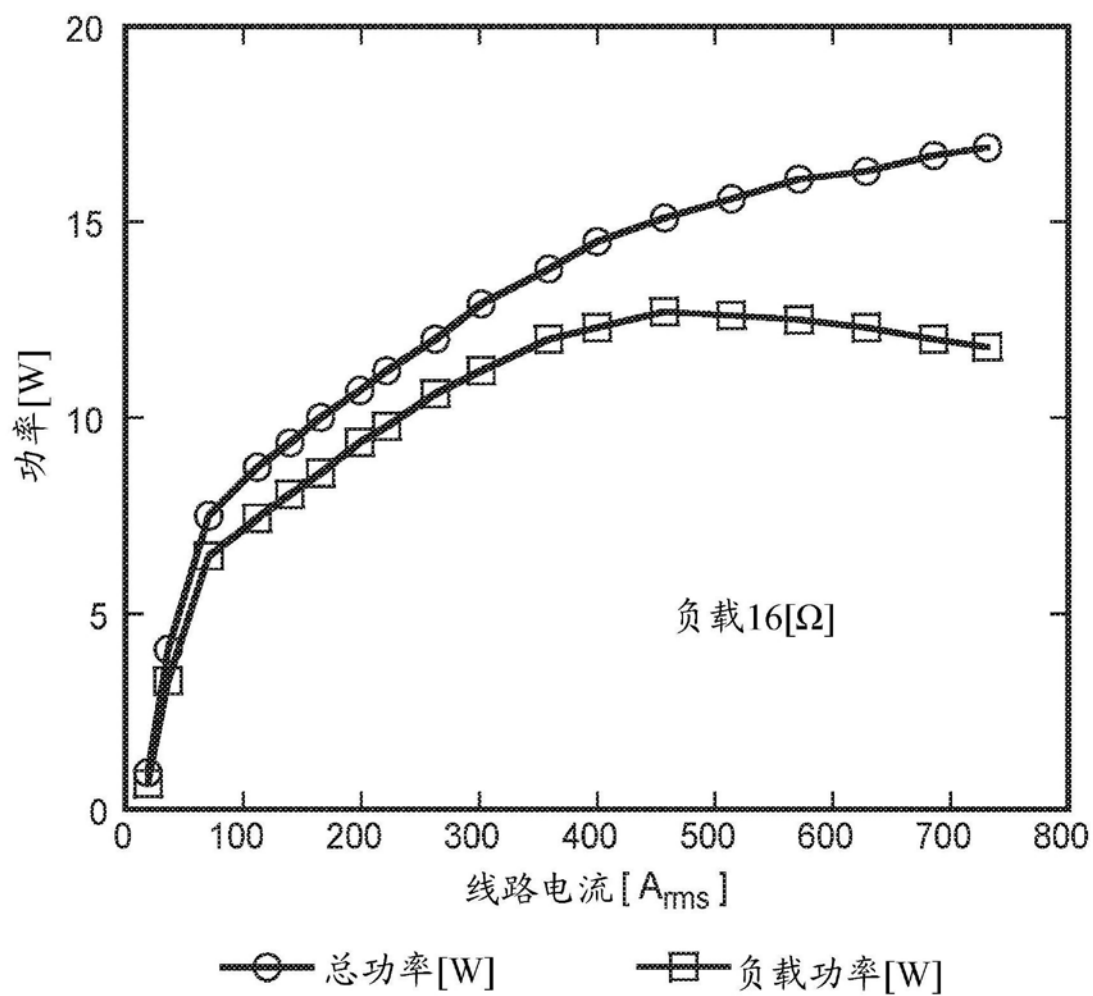


图8