



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114731071 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 08

(21) 申请号 202080082459.4

(22) 申请日 2020.11.12

(30) 优先权数据

62/941,266 2019.11.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.05.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/060215 2020.11.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/108140 EN 2021.06.03

(71) 申请人 米沃奇电动工具公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 A·贝尔

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 杨杰 黄健

(51) Int.Cl.

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 1/04 (2006.01)

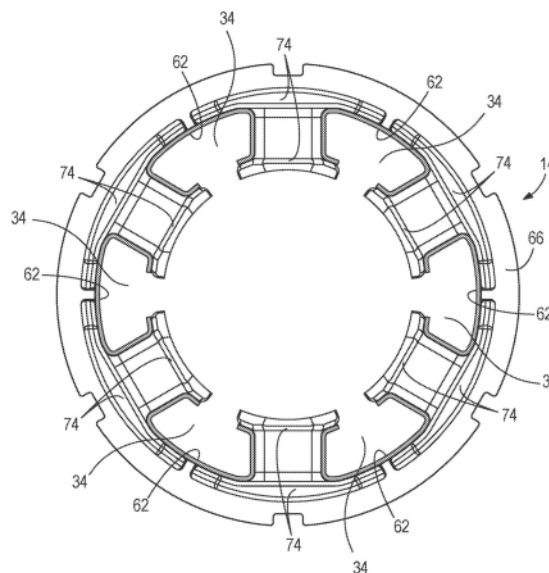
权利要求书3页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

用于电机的定子

(57) 摘要

一种定子包括定子芯,该定子芯具有环形部分和从环形部分径向向内延伸的多个齿,使得在每对相邻的齿之间限定槽。这些齿中的每个齿包括面向相反方向的一对侧表面。该定子芯还包括该环形部分上的多个内表面,每个内表面布置在该多个齿中的两个相邻的齿的相对的侧表面之间。该定子还包括多个导热的基于碳纤维的绝缘条。每个绝缘条布置在这些槽中的一个槽中以用于覆盖两个相邻的齿的内表面和相对的侧表面。该定子还包括围绕这些相应的齿缠绕的多个绕组。



1. 一种定子,该定子包括:

定子芯,该定子芯包括

环形部分,

从该环形部分径向向内延伸的多个齿,使得在每对相邻的齿之间限定槽,其中,这些齿中的每一个齿包括面向相反方向的一对侧表面,以及

该环形部分上的多个内表面,每个内表面布置在两个相邻的齿的相对的侧表面之间;

多个导热的基于碳纤维的绝缘条,每个绝缘条布置在这些槽中的一个槽中以用于覆盖两个相邻的齿的内表面和相对的侧表面;以及

多个绕组,该多个绕组围绕这些相应的齿缠绕。

2. 如权利要求1所述的定子,进一步包括第一绝缘端盖和第二绝缘端盖,该第一绝缘端盖邻近该定子芯的第一端部,该第二绝缘端盖邻近该定子芯的相反的第二端部。

3. 如权利要求2所述的定子,其中,该第一绝缘端盖和该第二绝缘端盖覆盖该定子芯上的该多个齿中的每个齿的相反端部,并且其中,这些绝缘条覆盖该多个齿的相对的侧表面,使得这些齿中的每个齿的相反端部和这些齿中的每个齿的轴向长度被该第一绝缘端盖和该第二绝缘端盖以及这些绝缘条共同覆盖。

3. 如权利要求1所述的定子,其中,这些绝缘条中的每个绝缘条由一个层形成。

4. 如权利要求1所述的定子,其中,这些绝缘条中的每个绝缘条由第一层和第二层形成。

5. 如权利要求5所述的定子,其中,该第一层是导热的,该第二层是电绝缘的。

6. 如权利要求1所述的定子,其中,这些绝缘条中的每个绝缘条包括粘合剂材料,该粘合剂材料被配置成将这些绝缘条中的每个绝缘条相应地粘附到这些内表面中的一个内表面以及与该相应的内表面相邻的侧表面中的每个侧表面上。

7. 一种定子,该定子包括:

定子芯,该定子芯包括

环形部分,

从该环形部分径向向内延伸的第一齿,该第一齿包括第一侧表面,

从该环形部分径向向内延伸的第二齿,该第二齿包括第二侧表面,其中在该第一齿与该第二齿之间限定槽,以及

内表面,该内表面在该第一侧表面与该第二侧表面之间布置在该环形部分上;

位于该槽内的导热的基于碳纤维的绝缘条,该绝缘条用于覆盖该内表面、该第一侧表面和该第二侧表面;

第一绕组,该第一绕组围绕该第一齿缠绕;以及

第二绕组,该第二绕组围绕该第二齿缠绕。

8. 如权利要求7所述的定子,其中,该第二齿包括与该第二侧表面面向相反方向的第三侧表面,其中该定子芯包括从该环形部分径向向内延伸的第三齿,该第三齿包括第四侧表面,其中在该第二齿与该第三齿之间限定第二槽,其中该定子芯包括在该第三侧表面与该第四侧表面之间布置在该环形部分上的第二内表面,其中第二导热的基于碳纤维的绝缘条位于该第二槽内用于覆盖该第二内表面、该第三侧表面和该第四侧表面,并且其中第三绕组围绕该第三齿缠绕。

9. 如权利要求8所述的定子,进一步包括第一绝缘端盖和第二绝缘端盖,该第一绝缘端盖邻近该定子芯的第一端部,该第二绝缘端盖邻近该定子芯的相反的第二端部。

10. 如权利要求9所述的定子,其中,该第一绝缘端盖和该第二绝缘端盖覆盖该定子芯上的该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的相反端部,并且其中,该第一绝缘条覆盖该第一侧表面和该第二侧表面,并且该第二绝缘条覆盖该第三侧表面和该第四侧表面,使得该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的相反端部和该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的轴向长度被该第一绝缘端盖和该第二绝缘端盖以及该第一绝缘条和该第二绝缘条共同覆盖。

11. 如权利要求7所述的定子,其中,该绝缘条由一个层形成。

12. 如权利要求7所述的定子,其中,该绝缘条由第一层和第二层形成。

13. 如权利要求12所述的定子,其中,该第一层是导热的,该第二层是电绝缘的。

14. 如权利要求7所述的定子,其中,该绝缘条包括粘合剂材料,该粘合剂材料被配置成将该绝缘条粘附到该内表面以及邻近该内表面的该第一侧表面和该第二侧表面中的每个侧表面上。

15. 一种定子,该定子包括:

定子芯,该定子芯包括

环形部分,

从该环形部分径向向内延伸的第一齿,该第一齿包括第一侧表面、第一端部表面、以及与该第一端部表面相反的第二端部表面,

从该环形部分径向向内延伸的第二齿,该第二齿包括:面向该第一齿的第一侧表面的第二侧表面;与该第二侧表面面向相反方向的第三侧表面;第一端部表面;以及与该第一端部表面相反的第二端部表面,

从该环形部分径向向内延伸的第三齿,该第三齿包括:面向该第二齿的第三侧表面的第四侧表面;第一端部表面;以及与该第一端部表面相反的第二端部表面,

第一内表面,该第一内表面在该第一侧表面与该第二侧表面之间布置在该环形部分上,

第二内表面,该第二内表面在该第三侧表面与该第四侧表面之间布置在该环形部分上;

第一导热的基于碳纤维的绝缘条,其覆盖该第一侧表面、该第一内表面和该第二侧表面;

第二导热的基于碳纤维的绝缘条,其覆盖该第三侧表面、该第二内表面和该第四侧表面;

第一绝缘端盖,该第一绝缘端盖被配置成覆盖该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的第一端部表面;

第二绝缘端盖,该第二绝缘端盖被配置成覆盖该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的第二端部表面;以及

围绕该第二齿缠绕的绕组,该绕组接触该第一绝缘条、该第一绝缘端盖、该第二绝缘条以及该第二绝缘端盖,使得该绕组不接触该第二齿的第二侧表面、第一端部表面;不接触该第二齿的第三侧表面或第二端部表面。

16. 如权利要求15所述的定子，

其中，该第三齿包括面向与该第四侧表面相反方向的第五侧表面，

其中，该定子芯进一步包括：

从该环形部分径向向内延伸的第四齿，该第四齿包括：面向该第三齿的第五侧表面的第六侧表面；第一端部表面；以及与该第一端部表面相反的第二端部表面，以及

第三内表面，该第三内表面在该第五侧表面与该第六侧表面之间布置在该环形部分上，

其中，该第一绝缘端盖被配置成覆盖该第四齿的第一端部表面，其中，该第二绝缘端盖被配置成覆盖该第四齿的第二端部表面，并且其中，该定子进一步包括

第三导热的基于碳纤维的绝缘条，其覆盖该第五侧表面、该第三内表面和该第六侧表面，

围绕该第三齿缠绕的第二绕组，该第二绕组接触该第二绝缘条、该第一绝缘端盖、该第三绝缘条以及该第二绝缘端盖，使得该第二绕组不接触该第三齿的第四侧表面、第一端部表面；不接触该第三齿的第五侧表面或第二端部表面。

17. 如权利要求15所述的定子，其中，该绝缘条由一个层形成。

18. 如权利要求15所述的定子，其中，该绝缘条由第一层和第二层形成。

19. 如权利要求18所述的定子，其中，该第一层是导热的，该第二层是电绝缘的。

20. 如权利要求15所述的定子，其中，该绝缘条包括粘合剂材料，该粘合剂材料被配置成将该绝缘条粘附到该第一侧表面、该第一内表面和该第二侧表面。

## 用于电机的定子

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年11月27日提交的美国临时专利申请号62/941,266的优先权,该专利申请的全部内容通过援引并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及电机,并且更特别地涉及用于电机的定子。

### 背景技术

[0004] 无刷电机包括定子和转子,定子通常静止地固持在壳体内,转子延伸穿过定子。在运行中,电流被引导穿过定子的多个绕组以产生旋转磁场,从而向转子施加使其相对于定子旋转的扭矩。绕组的电阻导致热量形式的能量损失,这可能对电机的长期性能产生不利影响。

### 发明内容

[0005] 在一方面,本发明提供一种定子,该定子包括定子芯,该定子芯包括环形部分和从环形部分径向向内延伸的多个齿,使得在每对相邻的齿之间限定槽。这些齿中的每个齿包括面向相反方向的一对侧表面。该定子芯还包括该环形部分上的多个内表面,每个内表面布置在该多个齿中的两个相邻的齿的相对的侧表面之间。该定子还包括多个导热的基于碳纤维的绝缘条。每个绝缘条布置在这些槽中的一个槽中以用于覆盖两个相邻的齿的内表面和相对的侧表面。该定子进一步包括围绕这些相应的齿缠绕的多个绕组。

[0006] 在另一方面,本发明提供一种定子,该定子包括定子线圈,该定子线圈包括环形部分和从环形部分径向向内延伸的第一齿。第一齿包括第一侧表面。定子芯进一步包括从环形部分径向向内延伸的第二齿。第二齿包括第二侧表面,使得在第一齿与第二齿之间限定槽。定子芯还包括内表面,该内表面在该第一侧表面与该第二侧表面之间布置在该环形部分上。定子进一步包括位于该槽内的导热的基于碳纤维的绝缘条,该绝缘条用于覆盖该内表面、该第一侧表面和该第二侧表面。定子进一步包括围绕该第一齿缠绕的第一绕组以及围绕该第二齿缠绕的第二绕组。

[0007] 在又另一方面,本发明提供一种定子,该定子包括定子芯,该定子芯包括环形部分和从环形部分径向向内延伸的第一齿。该第一齿包括第一侧表面、第一端部表面、以及与该第一端部表面相反的第二端部表面。定子芯还包括从环形部分径向向内延伸的第二齿。该第二齿包括:面向该第一齿的第一侧表面的第二侧表面;与该第二侧表面面向相反方向的第三侧表面;第一端部表面;以及与该第一端部表面相反的第二端部表面。定子芯还包括从环形部分径向向内延伸的第三齿。该第三齿包括:面向该第二齿的第三侧表面的第四侧表面;第一端部表面;以及与该第一端部表面相反的第二端部表面。定子芯还包括第一内表面和第二内表面,该第一内表面在该第一侧表面与该第二侧表面之间布置在该环形部分上,该第二内表面在该第三侧表面与该第四侧表面之间布置在该环形部分上。该定子进一步包

括：第一导热的基于碳纤维的绝缘条，其覆盖该第一侧表面、该第一内表面和该第二侧表面；第二导热的基于碳纤维的绝缘条，其覆盖该第三侧表面、该第二内表面和该第四侧表面；第一绝缘端盖，其被配置成覆盖该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的第一端部表面；第二绝缘端盖，其被配置成覆盖该第一齿、该第二齿和该第三齿中的每个齿的第二端部表面；以及绕组，该绕组围绕该第二齿缠绕。该绕组接触该第一绝缘条、该第一绝缘端盖、该第二绝缘条以及该第二绝缘端盖，使得该绕组不接触该第二齿的第二侧表面、第一端部表面；不接触该第二齿的第三侧表面或第二端部表面。

[0008] 通过考虑以下详细说明和附图，本发明的其他特征和方面将变得清楚。

## 附图说明

[0009] 图1是电机的分解示意图。

[0010] 图2是图1的电机的定子的立体图。

[0011] 图3是图2的定子的定子芯的立体图。

[0012] 图4是图2的定子的立体图，其中移除了绕组。

[0013] 图5是图2的定子的平面图，其中移除了绕组。

[0014] 图6是示出了使用纸或硬纸板作为与图2的定子的槽绝缘的测试数据的曲线图。

[0015] 图7是示出了使用导热的基于碳纤维的绝缘条作为与图2的定子的槽绝缘的测试数据的曲线图。

[0016] 图8是根据本发明实施例的图2的定子的绝缘条的截面视图。

[0017] 图9是根据本发明实施例的图2的定子的绝缘条的截面视图。

[0018] 图10是根据本发明实施例的图2的定子的绝缘条的截面视图。

[0019] 在详细解释本发明的任何实施例之前，将理解，本发明在其应用方面不限于在以下描述中阐述或在附图中展示的部件的构造和布置细节。本发明能够具有其他实施例并且能够以各种方式来实践或实施。并且，应理解的是，本文所使用的措辞和术语是为了说明的目的而不应视为限制性的。

## 具体实施方式

[0020] 例如，图1示意性地展示了一种用于动力工具的无刷直流 (DC) 电机10。电机10包括定子14和转子18。在运行中，电流被引导穿过定子14的多个绕组以产生旋转磁场，从而向转子18施加使其相对于定子14旋转的扭矩。

[0021] 如图2和图3所示，定子14包括定子芯24，该定子芯具有环形部分26和从环形部分26径向向内延伸的多个齿30，使得在每对相邻的齿30之间限定槽34。如图3所示，环形部分26具有第一端面38和相反的第二端面42。每个齿30具有面向相反方向的一对侧表面46、第一端部表面50和相反的第二端部表面54。环形部分26还包括多个内表面58，其中每个内表面58布置在两个相邻的齿30的相对的侧表面46之间。由此，每个槽34由环形部分26的内表面58和两个相邻的齿30的侧表面46界定的空间来限定。

[0022] 参考图4和图5，在形成定子14时，多个柔性的导热的基于碳纤维的绝缘条62布置在定子芯24的相应的槽34中。具体地，每个绝缘条62覆盖两个相邻的齿30的相对的侧表面46以及在相对的侧表面46之间延伸的内表面58，使得每个绝缘条62布置在一对相邻的齿30

之间。

[0023] 在一些实施例中,例如图8所示的实施例,绝缘条62包括粘合剂材料63或粘合剂层,该粘合剂材料或粘合剂层将每个绝缘条62粘附到内表面58以及两个相邻的齿30的相对的侧表面46上。在一些实施例中,比如图9所示的实施例,每个绝缘条62由单层材料64形成。在其他实施例中,比如图10所示的实施例,每个绝缘条62由两层材料形成,即第一导热层65和第二电绝缘层67。在一些实施例中,由于存在碳纤维,绝缘条62的颜色是黑色的。绝缘条62可以由不同材料形成。以下在表1中示出这三种材料以及它们相应的特性。

[0024] 表1

特性	材料1	材料2	材料3
厚度 (mm)	3.00+/-10%	2.00+/-10%	1.00+/-10%
容积导热系数 (W/m-K) <sup>2</sup>	<10	<10	<10
热阻抗 ((cm <sup>2</sup> -°C)/W)	>9	>5	>2.8
工作温度范围 (°C)	-40-120	-40-120	-40-120
电介质击穿电压 (V/mil)	传导	传导	PSA绝缘
热膨胀系数 (ppm/°C)	5-15	5-15	5-15
最大压缩 (%)	40-50	40	<20

[0026] 对于材料1至材料3中的每一者,在不同压力下测量热阻抗和压缩百分比(以PSI为单位进行测量),以下在表2中示出其结果。

[0027] 表2

材料	特性	PSI = 5	PSI = 15	PSI = 30	PSI = 50
材料 1	热阻抗 ((cm <sup>2</sup> - °C)/W)	13.6	10	9	NA
	压缩 (%)	10	33	46	NA
材料 2	热阻抗 ((cm <sup>2</sup> - °C)/W)	12	6	4.7	NA
	压缩 (%)	9	28	40	NA
材料 3	热阻抗 ((cm <sup>2</sup> - °C)/W)	8.8	5.5	3.3	2.8
	压缩 (%)	2.5	6.7	17	21

[0029] 对于材料3,热阻抗和压缩百分比是在不同周期测量的,如以下在表3中示出。

[0030] 表3

特性	周期数			
	50	100	150	200
热阻抗 ((cm <sup>2</sup> - °C)/W)	2.4	2.4	2.4	2.4
压缩 (%)	27.5	30	33	33

[0032] 材料1至材料3中的每一者都可从加利福尼亚州圣地亚哥的KULR科技集团有限公司(KULR Technology Group, Inc.)商购获得。

[0033] 参考图2、图4和图5,第一绝缘端盖66由电绝缘材料(例如,塑料)形成并且布置成覆盖定子芯24的第一端部,并且更具体地覆盖环形部分26的第一端面38、以及这些齿30的

第一端部表面50中的每一个。如图2和图4所示,第二绝缘端盖70由电绝缘材料(例如,塑料)形成并且布置成覆盖定子芯24的相反的第二端部,并且更具体地覆盖环形部分26的第二端面42、以及这些齿30的第二端部表面54中的每一个。在所展示的实施例中,第一端盖66和第二端盖70各自包括与齿30的位置相对应的多对书挡部(bookend)74。在一些实施例中,第一端盖66或第二端盖70与绝缘条62之间没有间隙,使得除了每个齿30的内部面78和环形部分26的外部表面82之外,定子芯24没有露出部分。

[0034] 参考图2,在绝缘条62、以及第一端盖66和第二端盖70已经组装到定子芯24之后,绕组22围绕相应的齿30缠绕,从而至少部分地填充每个槽34。由此,每个绕组22围绕齿30的一个侧表面46上的第一绝缘条62、(书挡部74之间的)第一端盖66、齿30的另一侧表面46上的第二绝缘条62、以及(书挡部74之间的)第二端盖70缠绕。因为齿30被相应的绕组22所缠绕的绝缘条62和端盖66、70共同地绝缘,因此绕组22与定子芯24电绝缘。

[0035] 在运行中,当定子14的绕组22被供以电流时,由电阻引起的电损耗产生热量,热量通过绝缘条62、经由相邻的齿30的相对的侧表面46以及环形部分26的内表面58传导到定子芯24中。通过将热量从绕组22传导到定子芯24中,定子芯24起到散热器的作用,该散热器可以将热量从电机10的其他部分(例如,机载电子器件等)吸走,从而改善电机10的长期性能和使用寿命。例如,图6展示了曲线图,该曲线图示出了定子芯(在此测试中由钢制成)和绕组在60秒的时间段内的温度,其中,25安培的电流施加通过绕组,代替导热的基于碳纤维的绝缘条62,当纸或硬纸板被用作槽34的电绝缘时。

[0036] 相比之下,图7展示了曲线图,该曲线图示出了定子芯24(在此测试中由钢制成)和绕组22在60秒的时间段内的温度,其中,25安培的电流施加通过绕组22,当导热的基于碳纤维的绝缘条62用作槽34的电绝缘时,如图2至图5中所展示的实施例示出的。在图7所示的曲线图中,绝缘条62是包括用于电绝缘的聚合物(即,聚酰亚胺)层的多层结构。

[0037] 通过使用导热的基于碳纤维的绝缘条62来代替纸或硬纸板,在60秒的运行时间之后,定子芯24的温度略微升高,从约30°C(使用纸或硬纸板)到40°C(使用导热的基于碳纤维的绝缘条62),这是因为绝缘条62将更多热量从绕组22传导到定子芯24中。然而,通过使用导热的基于碳纤维的绝缘条62来代替纸或硬纸板,在60秒的运行时间之后,绕组22的温度降低近50%,从约137°C(使用纸或硬纸板)到70°C(使用导热的基于碳纤维的绝缘条62)。因为当使用导热的基于碳纤维的绝缘条62时,更高效地将热量从绕组22消散到定子芯24中,所以定子14的整体温度降低,这可以改善电机10的长期性能和使用寿命。同时,通过绕组22的改善的散热,电机10可以在相对较高的功率水平下运行更长时间段。或者,电机10可以在中等或相对较低的功率水平下运行,同时降低定子14上的冷却气流速率(或完全消除冷却气流)。

[0038] 在以下的权利要求中阐述了本发明的多种不同特征。

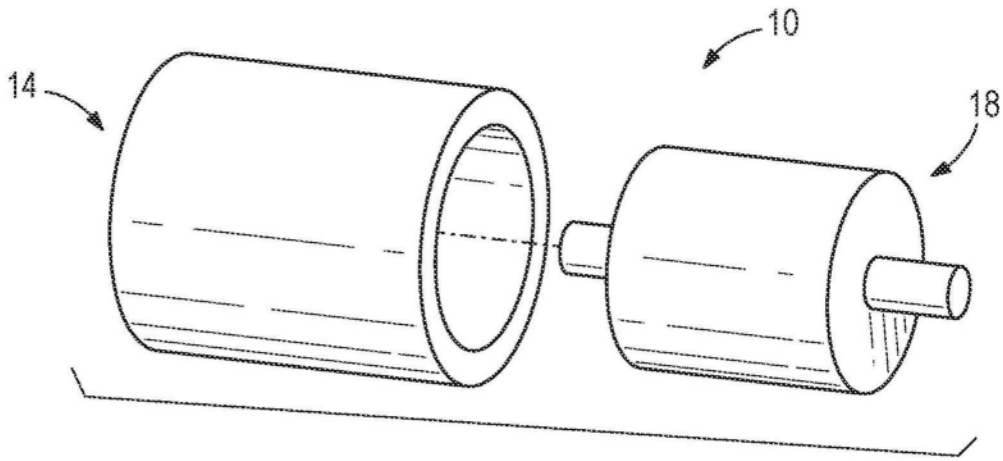


图1

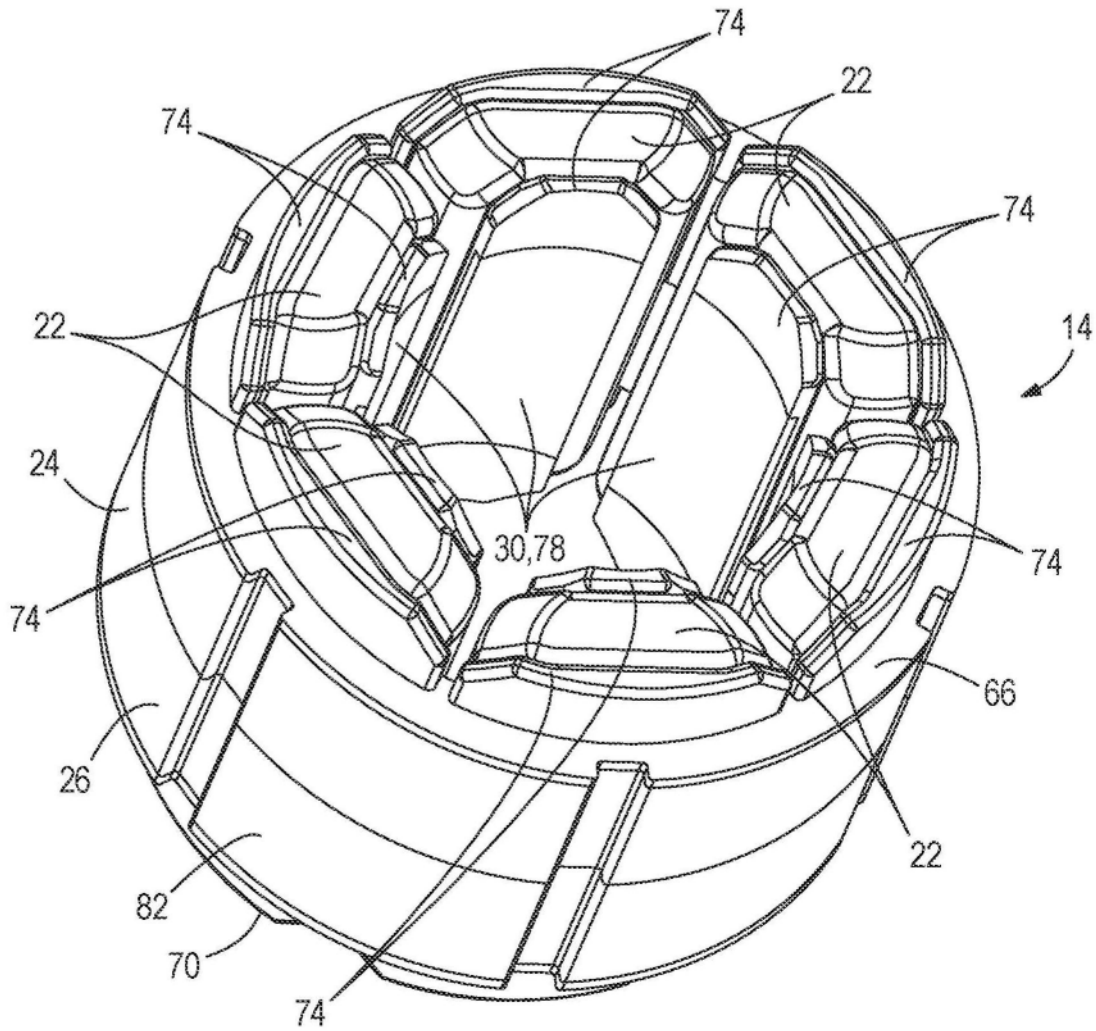


图2

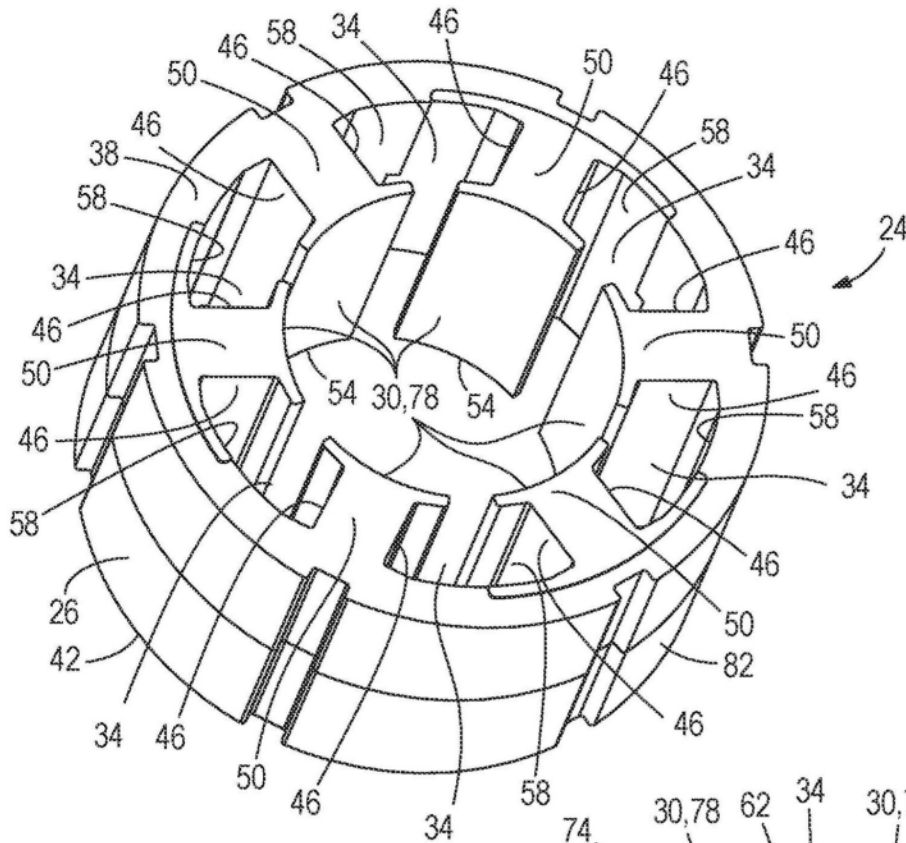


图 3

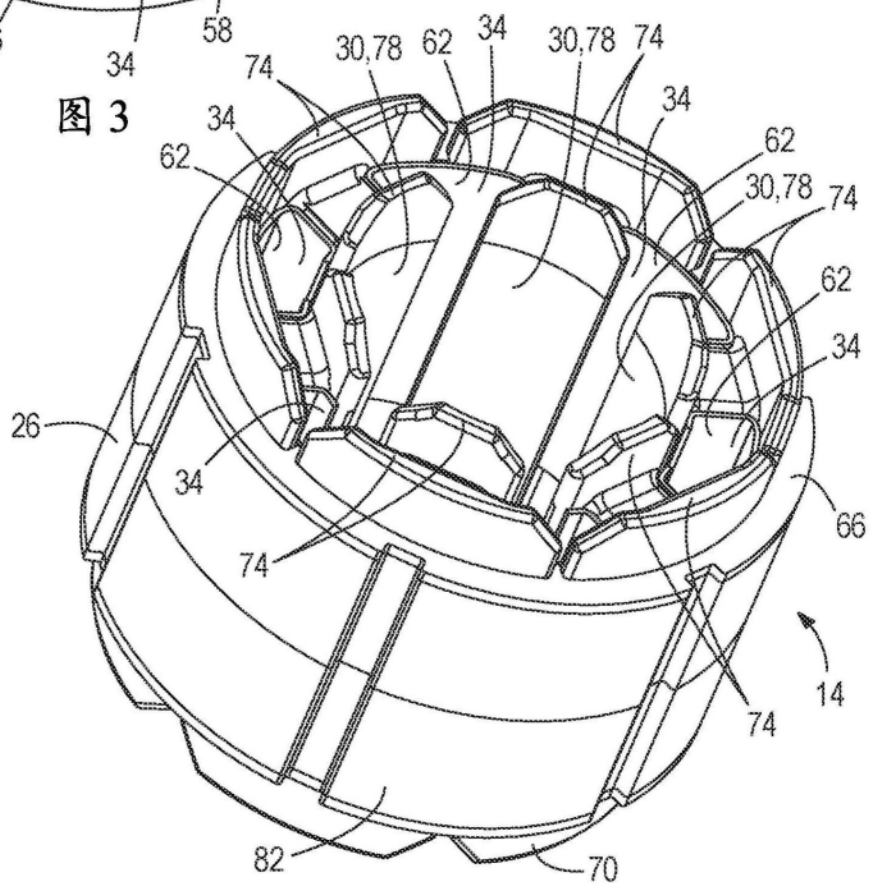


图 4

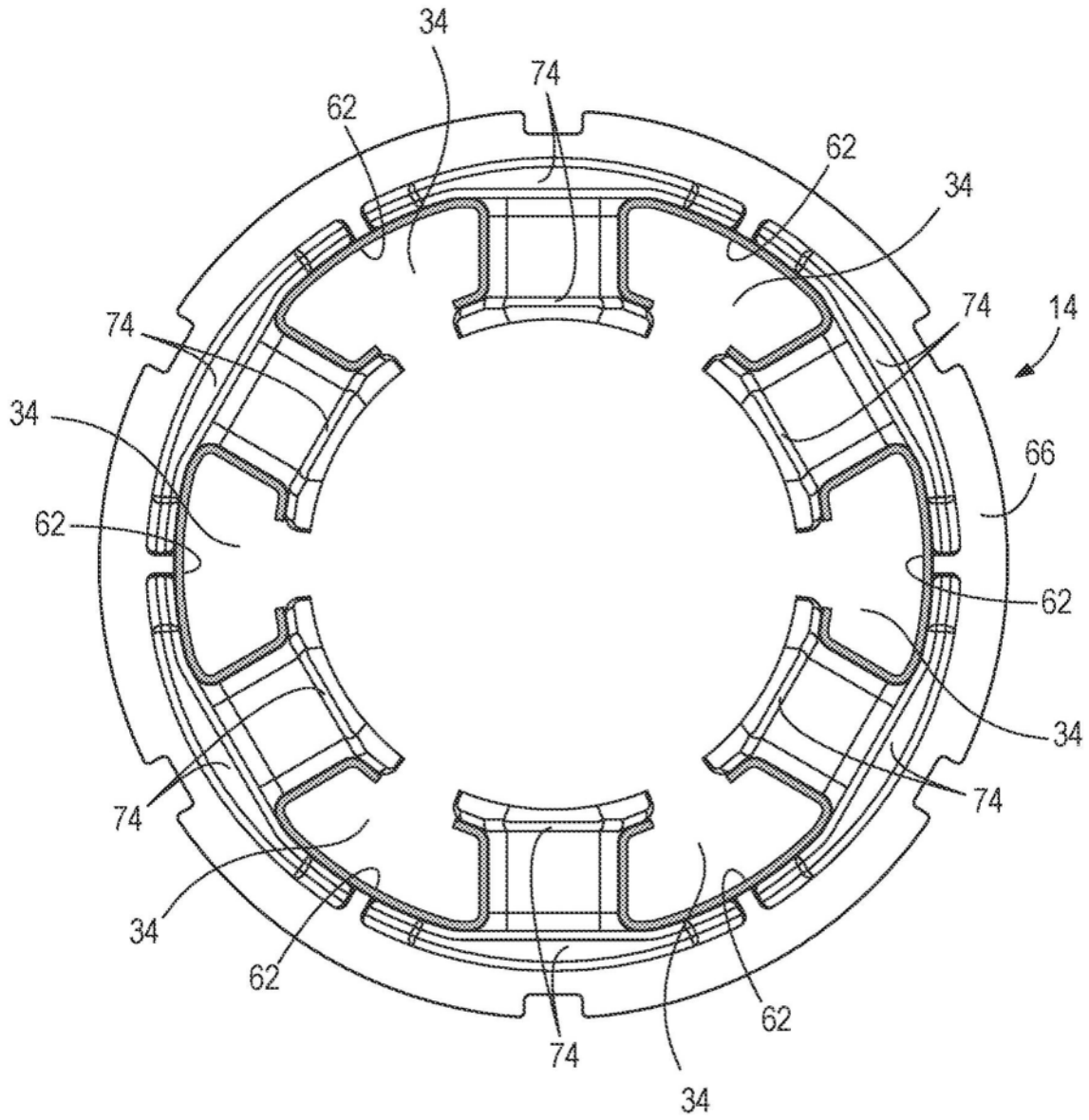


图5

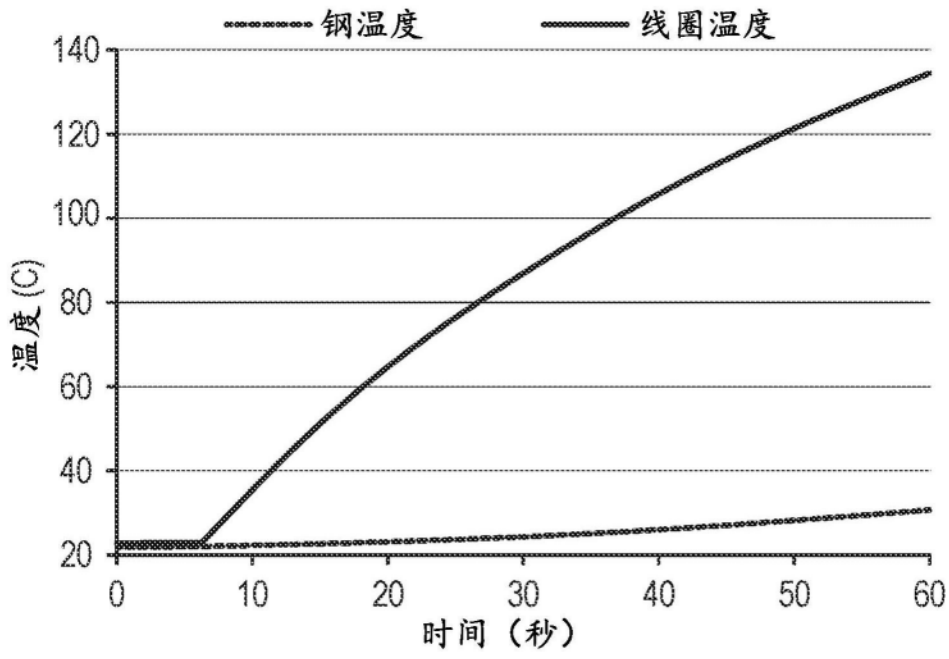


图6

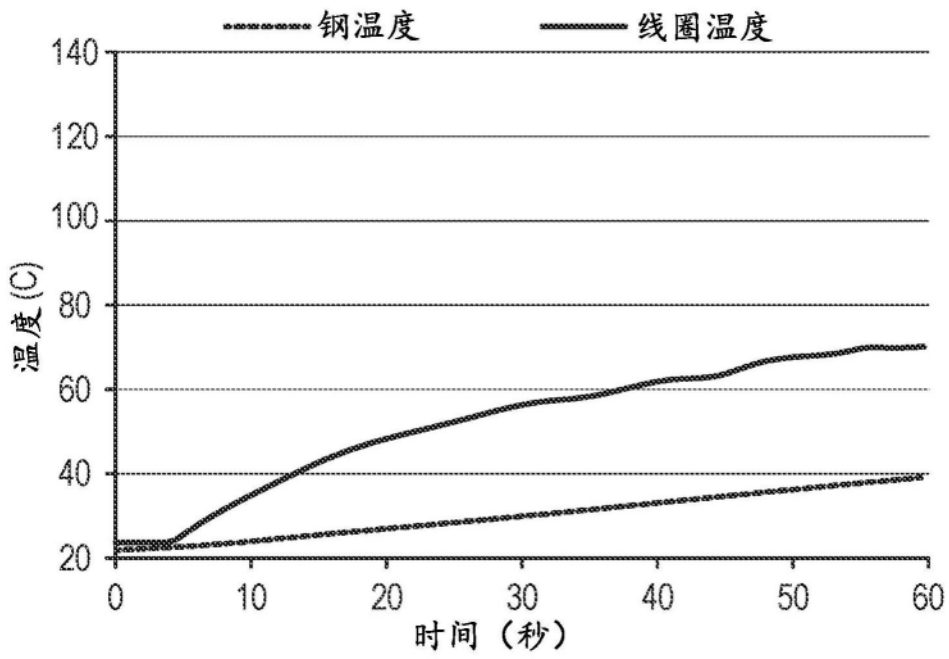


图7

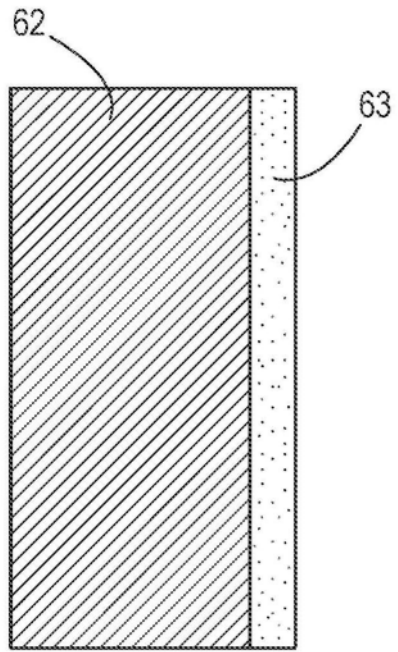


图8

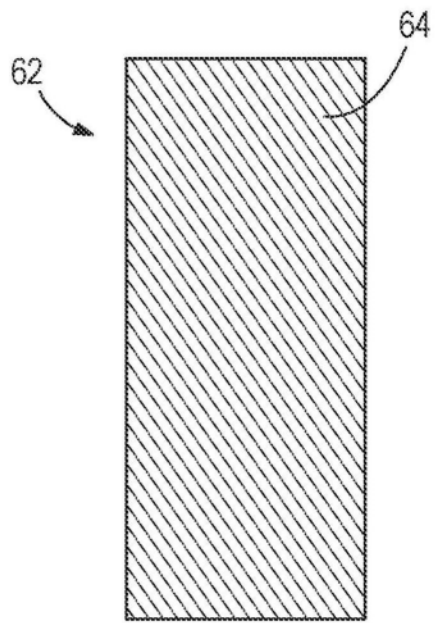


图9

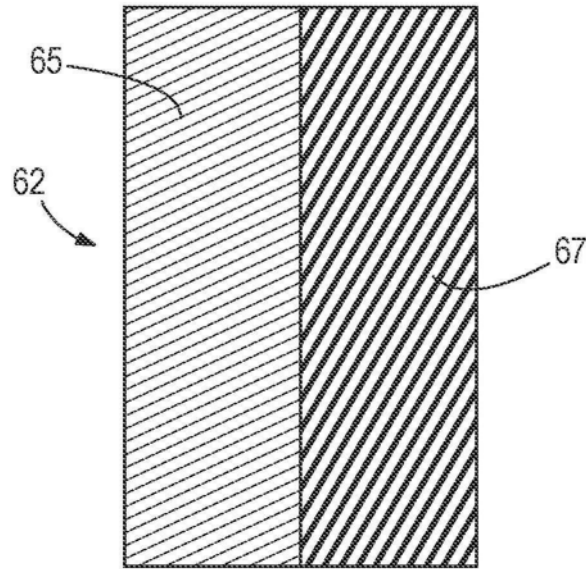


图10