



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1833345 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200480022823. 9

H02K 1/27(2006. 01)

(22) 申请日 2004. 07. 12

H02K 9/16(2006. 01)

(30) 优先权数据

H02K 5/15(2006. 01)

60/486, 831 2003. 07. 10 US

H02K 3/24(2006. 01)

H02K 21/22(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2006. 02. 09

CN 1286821 A, 2001. 03. 07, 说明书第 11 页  
倒数第 4 行至说明书第 13 页第 1 行、附图 1.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/022628 2004. 07. 12

同上.

(87) PCT申请的公布数据

W02005/008860 EN 2005. 01. 27

CN 2190835 Y, 1995. 03. 01, 全文.

FR 2536222 A1, 1984. 05. 18, 全文.

(73) 专利权人 磁应用股份有限公司

地址 美国科罗拉多州

US 2002/0053838 A1, 2002. 05. 09, 说明书第  
0026-0043 段、附图 1-4.

DE 19513134 A1, 1996. 10. 10, 全文.

(72) 发明人 C·Y·拉封泰尼 H·C·斯科特

审查员 王健

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱慰民

(51) Int. Cl.

H02K 1/20(2006. 01)

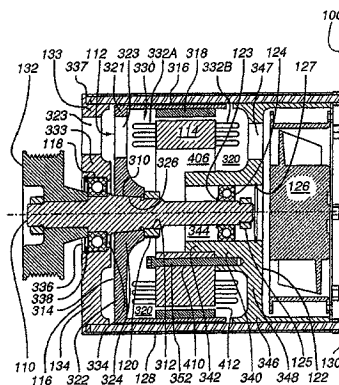
权利要求书 4 页 说明书 23 页 附图 43 页

(54) 发明名称

紧凑的大功率交流发电机

(57) 摘要

一用来在机械能和电能之间进行转换的装置,其特别地适于用作汽车用途的紧凑的大功率发电机,以及“可移去和更换”地翻新现有的车辆。该装置包括一带有永久磁体的转子、一带有绕组的定子,以及一冷却系统。本发明揭示了各种机构,其通过最大程度地减小转子位移和吸收超过允许值的转子位移来防止转子磁体与定子冲撞。冷却系统引导冷却剂流动,与绕组和磁体中的至少一个形成热力接触,冷却系统包括至少一个通过定子芯的通道。描述了各种敞开的和闭合的冷却系统。例如,通过疏松地卷绕绕组端部匝、利用非对称的气流源,和/或引导冷却剂通过延伸通过定子的管道以与绕组形成热力接触,由此便于实现冷却。



1. 一种功率转换装置,包括:

一转子,包括一圆柱形壳体 and 设置在圆柱形壳体内部的预定数量的永久磁体,并且转子适于围绕圆柱形壳体轴线转动,

一定子,包括一内芯和至少一个导电绕组,

内芯包括一大致圆柱形的外周表面,以及形成在其中的预定数量的槽;

绕组通过槽围绕内芯卷绕;

定子同心地设置在转子壳体内,使定子内芯的周缘表面靠近转子磁体设置,与磁体分离一预定的间隙距离,这样,转子和定子的相对运动致使磁体发出的磁通与定子绕组互相作用并在定子绕组内感应出电流;

定子绕组包括从内芯向外延伸的端部匝,在端部匝和内芯之间提供空间;以及

一冷却系统,引导冷却剂流与绕组和磁体中的至少一个形成热力接触,冷却系统包括至少一个通过定子内芯的通道。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括一端板,其中:

定子安装在端板上;以及

转子安装成相对于端板可转动。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,冷却系统还包括至少一个第一通道,其通过端板通道并与定子内芯通道流体地连通。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,冷却系统还包括至少一个第一通道,其通过转子并与定子内芯通道流体地连通。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,冷却系统还包括一安装成随转子转动的风扇,所述风扇被设置成移动冷却剂通过定子内芯通道。

6. 如权利要求 3 所述的装置,其特征在于,冷却剂是空气,冷却系统还包括一强制空气供应源,其设置成将空气移动通过端板通道和定子内芯通道。

7. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括至少一个缓冲器,其设置成防止转子位置响应于外力移动而比预定距离更靠近定子,这样,可避免磁体和定子之间的冲撞。

8. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,还包括一可转动地偶联到端板的轴,转子偶联到轴以便随轴一起转动。

9. 如权利要求 8 所述的装置,其特征在于:

轴包括一锥形部分,其设置在相对于定子的一预定位置处的轴的两端之间,锥形部分的直径具有一预定的锥度;

转子包括一中心通孔,其具有一对应于轴的锥形部分的预定锥度;以及

轴轴颈地通过转子锥形孔,以使轴锥形部分被接纳在转子孔内,锥形转子孔和锥形轴部分的合作,使转子相对于轴和定子定位。

10. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,强制的空气供应源包括一相对于转子的转动不同步的风扇。

11. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,冷却系统包括一导管,其延伸通过定子内芯通道并与绕组进行热力接触。

12. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,定子槽和转子磁体的至少一个的部署是相对于定子轴线倾斜一预定量。

13. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,冷却系统包括一导管,其延伸通过定子内芯通道并与绕组端部匝进行热力接触。

14. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,还包括一传热、电气绝缘的元件,其连接导管和绕组端部匝。

15. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,导管连同绕组端部匝被一传热、电气绝缘材料封闭。

16. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,绕组端部匝设置在通过定子内芯通道的冷却剂流的路径内。

17. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,还包括冷却风扇,风扇热力上连接到导管。

18. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,冷却剂是液体。

19. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,定子绕组包括弯曲到冷却剂流路径内的端部匝,所述冷却剂流通过定子内芯通道。

20. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,冷却剂是空气,还包括一强制空气供应源,其设置来移动空气通过定子内芯通道。

21. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,还包括一轴、第一和第二端板,以及一外壳,其中:

转子壳体、定子内芯和外壳与轴同心;

轴可转动地偶联到第一和第二端板;

定子安装在第二端板上;以及

转子偶联到轴上,以便在第一和第二端板之间并外壳内转动。

22. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于:

轴包括一锥形部分,其设置在相对于定子一预定位置处的轴的两端之间,锥形部分的直径具有一预定的锥度;

转子包括一中心通孔,其具有对应于轴的锥形部分锥度的一预定的锥度;以及

轴轴颈地通过转子锥形孔,以使轴锥形部分被接纳在转子孔内,锥形转子孔和锥形轴部分的合作,使转子相对于轴和定子定位。

23. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于:

转子包括一端帽以及一预定数量的永久磁体,永久磁体设置在外壳的内部;

壳体和端帽形成为一体的单元。

24. 如权利要求 23 所述的装置,其特征在于,转子和轴形成为一体的单元。

25. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于:

转子包括一端帽以及一预定数量的永久磁体,转子的圆柱形壳体具有第一和第二端,永久磁体设置在壳体的内部靠近第二端,

转子端帽同心地安装在轴上以便随轴转动,并连接到壳体的第一端,以使壳体相对于轴同轴地设置,端帽和轴的连接位于轴上的一预定的轴向位置处;且转子端帽的轮廓形成这样:端帽与轴连接之处和磁体之间的轴向距离小于磁体和转子壳体第一端之间的轴向距离,在接纳绕组的定子内芯槽附近的壳体内部的轴向长度大于在轴附近的壳体内部的轴向长度。

26. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于,冷却剂系统还包括一通道,该通道通过转子与定子内芯通道流体地连通。

27. 如权利要求 22 所述的装置,其特征在于,通道设置成引导冷却剂流通过定子内芯通道,与绕组的至少一部分热力接触,通过转子通道而与磁体形成热力接触。

28. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于,还包括对应的系杆,系杆与第一和第二端板合作,压迫第一和第二端板抵靠外壳。

29. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于,第二端板包括至少一个通过其间的端板通道,与定子内芯通道流体地连通,以允许冷却剂流动。

30. 如权利要求 29 所述的装置,其特征在于,冷却剂是空气,冷却系统还包括一强制空气供应源,其设置来移动空气通过端板通道和定子内芯通道。

31. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,强制空气供应源相对于轴不同步。

32. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,强制空气供应源包括一电风扇。

33. 如权利要求 32 所述的装置,其特征在于,电风扇安装在第二端板上。

34. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,强制空气供应源包括一与第二端板连通的导管,以从远离第二端板的一位置提供空气。

35. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,第一端板密封,第二端板具有分离的第一和第二端板通道,还包括一导管,该导管包括一双壁通气管,通气管具有一与第一端板通道连通的第一通风孔,以及一与第二端板通道连通的第二通风孔,设置强制空气供应源,致使通过通气管的一个通风孔吸入空气,空气移动通过第一端板通道以及第二端板通道中的一个,并通过另一通气管的通风孔排出。

36. 如权利要求 35 所述的装置,其特征在于,强制空气供应源包括一风扇,风扇具有对应的相对间隔开的同心设置的叶片,一个叶片定位成驱动空气进入第一端板通道内,与吸气通气管的通风孔连通,而另一个叶片定位成从第二端板通道排出空气。

37. 如权利要求 30 所述的装置,其特征在于,强制空气供应源包括一风扇,风扇设置成随轴而转动。

38. 如权利要求 29 所述的装置,其特征在于,

第一端板包括一与转子通道流体地连通的端板通道,

一第一冷却剂流路径通过定子内芯通道和转子通道,设置在所述第二端板的至少一个端板通道和所述第一端板的端板通道之间,

一第二冷却剂流路径通过转子壳体和外壳之间的空间,设置在所述第二端板的至少一个端板通道和所述第一端板的端板通道之间。

39. 如权利要求 29 所述的装置,其特征在于,

第二端板包括第一和第二通道;

一冷却剂流路径设置在第二端板的所述第一和第二通道之间,通过定子内芯通道、转子通道、以及转子壳体和外壳之间的空间。

40. 如权利要求 21 所述的装置,其特征在于,所述第一和第二端板被密封,而所述外壳包括一热交换器。

41. 如权利要求 40 所述的装置,其特征在于,包括一内部风扇,风扇设置成随所述轴转动,以便通过定子内芯和转子循环冷却剂,并与热交换器形成接触。

42. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,冷却系统还包括以下中的至少一个:  
松弛地卷绕的绕组端部匝,其从设置在通过定子内芯通道的气流的路径内向外延伸;  
通道通过转子以便在转子壳体的部分上引导一部分气流通过定子内芯通道,与磁体形成热力接触;

一气流源相对于转子的转动不同步;

偏转器用来引导一部分气流通过定子内芯通道,与绕组端部匝和磁体中的至少一个形成热力接触;

一管道延伸通过定子内芯通道并与绕组端部匝形成热力接触;以及

一管道与定子内芯通道连通,以便从一远处源头提供空气。

43. 一种功率转换装置,包括:

第一和第二端板;

一轴,可转动地偶联到第一和第二端板;

一圆柱形外壳,设置成与轴同心,并介于第一和第二端板之间和偶联到第一和第二端板;

一转子,包括一圆柱形壳体,设置成与轴同心,并介于第一和第二端板之间和位于外壳内,转子偶联到轴上以便随轴转动,

转子包括设置在壳体内部上的一预定数量的永久磁体;

一定子,包括一内芯和至少一个导电绕组,

内芯具有一大致圆柱形的外周缘表面,其中形成有预定数量的槽,使绕组通过槽围绕内芯卷绕,定子绕组包括从内芯向外延伸的端部匝,在端部匝和内芯之间提供空间;

定子内芯固定到第二端板,使周缘表面设置成与靠近转子磁体与转子壳体同心,并位于其内部,与磁体分离一预定的间隙距离,以使定子和转子的相对运动在磁体和定子绕组之间造成电磁的互相作用。

44. 如权利要求 43 所述的装置,其特征在于,还包括一用来引导冷却剂流在绕组上流动的冷却系统,包括至少一个通过转子的通道和至少一个通过定子内芯的通道。

45. 如权利要求 43 所述的装置,其特征在于,还包括至少一个缓冲器,其设置成防止转子的位置响应于外力而比一预定距离更靠近定子移动,这样可避免磁体和定子之间的冲撞。

46. 如权利要求 43 所述的装置,其特征在于,第一和第二端板各包括一中心孔,中心孔具有一设置在其中的轴承以便同心地接纳轴,以及一与中心孔同心的零件用来定位和安装外壳,第二端板包括一与孔同心的中心轮毂,其沿第一端板的方形轴向地突出,定子内芯固定到第二端板的轮毂。

47. 一种功率转换装置,包括:一轴、一定子、以及一转子;轴、定子和转子同轴地设置,使转子安装在轴上,定子包括至少一个绕组,转子包括靠近定子设置的多个永久磁体,并与定子分离一预定的间隙距离,这样,转子和定子的相对运动造成从磁体发出的磁通与定子绕组相互作用,并在定子绕组内感应出电流,其中:

定子包括一内芯,内芯包括前和背侧面以及大致圆柱形的外周缘表面,表面内形成有预定数量的槽,定子绕组围绕内芯卷绕,使绕组通过槽围绕内芯卷绕,定子绕组包括从内芯向外延伸的端部匝,在端部匝和内芯之间提供空间,由此,便于在绕组内产生的热量的耗散。

## 紧凑的大功率交流发电机

### [0001] 相关申请

[0002] 本申请要求对由发明人 Charles Y. Lafontaine 和 Harold C. Scott 于 2003 年 7 月 10 日提交的美国专利临时申请系列 No. 60/486, 831 的优先权。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及机械能和电能之间转换的机器, 具体来说, 涉及一使用适用于汽车用途的永久磁体的紧凑的大功率交流发电机。

### 背景技术

[0004] 一发电机通常包括一安装在转动轴上并相对于一静止的定子同心地设置的转子。或者, 一静止的转子可同心地定位在一转动的定子内。诸如一发动机或涡轮机那样的一外部能源通常直接地或通过诸如一皮带轮那样的中间系统驱动转动元件。定子和转子都具有一系列磁极, 转子或定子产生一磁场, 该磁场与其它结构的极上的绕组线圈互相作用。由于磁场切割绕组线圈, 所以, 产生电流, 其提供给一合适的负载。该感应的电流通常施加到一桥式整流器, 有时进行调整并作为一输出提供。在某些情形中, 调整的输出信号施加到一变换器以提供一交流电 (AC)。

[0005] 反过来, 如果一合适的电信号施加到绕组线圈, 则该装置就可起作一电动机。

[0006] 传统上, 用于汽车用途上的发电机通常包括: 一安装在发动机外部上的外壳; 一容纳在外壳内的具有 3 相绕组的定子, 一皮带传动的爪极型 (例如, Lundell) 转子可转动地支承在定子内的外壳中。然而, 这样传统的爪极型发电机的功率输出正比于发电机的尺寸; 为了提高功率输出, 传统发电机的尺寸必须显著地增大。因此, 车辆内的空间限制使得这样的发电机难于用作高功率输出, 例如, 5kW 的应用, 诸如用于空调、冰箱, 或通讯装置的供电的应用。此外, 爪极型发电机的缺点还在于, 电压的调整是通过调整转动场来实现。这样的调整影响所有的绕组。因此, 电压的调整和个别绕组的控制不能实行。

[0007] 此外, 爪极型转子、承载绕组相对较重 (通常包括重达发电机总重量的一半), 并形成很大的惯性。每次发动机加速时, 这样的惯性对发动机有效地呈现一载荷。这趋于降低发动机的效率, 导致燃料额外地消耗。发电机转动部件质量和直径的减小将导致减小发动机须克服的总的惯性, 由此, 提高燃料的经济性。一永久磁体发电机理想地定位以便减小总的惯量。与传统的 Lundell 发电机相比, 转动部件的质量和直径减小, 同时, 提供一等量的功率。

[0008] 机动车辆发电机中惯量的减小还转换为发动机加速发电机所需要马力的减小。可以想见, 马力的减少则可作用于车辆的传动系, 导致更多的马力推动车辆。例如, 对于必须对付限制赛车发动机产生马力规定的赛车工程师来说, 其尤感兴趣于这一点。即使驱动轮子的马力方面有稍许的改进, 也可产生巨大的竞技利益。

[0009] 此外, 在诸如电动的或混合型车辆的应用中, 这样的惯量可存在众多问题。混合型车辆利用一汽油发动机在高于预定阈值的速度下推进车辆, 例如, 30kph 的速度 (通常对应

于汽油发动机最有效的 RPM 的范围)。同样地,在所谓“轻度混合型”中,采用一起动发电机,当驾驶员踩下加速器踏板时,该起动发电机提供一起始的推进爆发力,而当车辆因交通而停车时,便于关闭车辆发动机以节约燃油和降低排放。这样的轻度混合型系统通常考虑使用一高压(例如,42 伏)电气系统。在此系统中的发电机必须能对电池充电达到能驱动起动发电机的足够程度,以便在相继的停车之间(尤其是,停停开开的交通车辆)提供起动的爆发力。因此,需要有一相对大功率、低惯量的发电机。

[0010] 一般来说,需要有附加的电力用来对控制和驱动系统、车辆的空调和其它应用供电。这对于娱乐车辆、诸如冷藏车的工业运输应用、建筑应用和军事应用尤其是如此。

[0011] 例如,在汽车工业中,存在着一种趋势利用智能的电控制和驱动系统,而不是机械的或液压的控制和驱动系统来降低对车辆发动机的动力载荷并提高燃料经济性。可结合以下的部件来使用这样的系统,例如,驾驶操纵的伺服机构(其通常仅在需要操纵纠正时才起作用)、避震器(使用对于路面和速度条件的反馈来调整避震器的刚度),以及空调器(在最小速度时保持恒定温度所需要的压缩机的运行)。使用这样的电控制和驱动系统会趋于增加对车辆电功率系统的要求。

[0012] 同样地,人们希望移动的制冷系统也是电气驱动的。例如,通过在变速的情况下(与车辆发动机的 rpm 无关)驱动制冷系统可提高效率。此外,利用电气驱动系统,对连接各种部件的软管,例如,压缩机(发动机上)、冷凝器(设置成暴露于空气中)以及蒸发单元(位于冷隔间内),可用类似于家用冰箱或空调器的电气驱动密封系统代替。因此,在如此应用中的车辆电功率系统应能对需电气驱动的单元提供所需要的电功率水平。

[0013] 对于“可移去和更换”的大功率发动机还有一种特殊的需要来翻新现有的车辆。通常在车辆的发动机室内只有有限的空间量来容纳发电机。除非更换的发电机适合于可供的空间内,否则,如果可能的话,则安装相当复杂,通常需要移去诸如散热器、缓冲器等的主要部件,以及额外的支架、皮带和硬件的设施。因此,要求更换发电机适合于所提供的原始空间,并接口于原来的硬件。

[0014] 一般地来说,永久磁体发电机是众所周知的。这样的发电机利用永久磁体产生要求的磁场。永久磁体发电机趋于比传统绕组磁场发电机重量轻和体积小。永久磁体发电机的实例描述在以下美国专利中:1997 年 4 月 29 日授予 Scott 等人的美国专利 5,625,276;1998 年 1 月 6 日授予 Scott 等人的美国专利 5,705,917;1999 年 3 月 23 日授予 Scott 等人的美国专利 5,886,504;1999 年 7 月 27 日授予 Scott 等人的美国专利 5,929,611;2000 年 3 月 7 日授予 Scott 等人的美国专利 6,034,511;以及 2002 年 8 月 27 日授予 Scott 等人的美国专利 6,441,522。

[0015] 尤其是,轻和紧凑的永久磁体发电机可利用一“外部”永久磁体转子和一“内部”定子来实现。转子包括一中空的圆柱形外壳,其带有设置在圆柱形外壳内表面上的高能永久磁体。定子同心地设置在转子壳内。转子围绕定子的转动致使转子磁体发出的磁通与定子绕组互相作用并在定子绕组内感应出电流。如此一发电机的实例描述在上述 1998 年 1 月 6 日授予 Scott 等人的美国专利 5,705,917 和 1999 年 7 月 27 日授予 Scott 等人的美国专利 5,929,611 中。

[0016] 这样的永久磁体发电机中的定子合适地包括合适形状和化学成分个别的薄钢片叠合,然后,它们用焊接或用环氧树脂连接在一起而形成带有用来接纳绕组的齿槽的一

圆柱体。堆叠起来的各自层叠薄片沿轴向和转动方向对齐地定位,这样,合成的状态或齿槽沿轴向对齐(布置)。由轴向对齐齿槽产生的输出功率波其特性是方波。

[0017] 然而,在使用依赖于与输出同步的控制系统的应用中,有利地是使功率输出波具有斜坡侧以提高控制定时。

[0018] 根据转子速度由永久磁体发电机供应的电力变化很大。在许多应用中,由于汽车中发动机速度变化,或载荷特性的变化,所以转子速度的变化很普遍。因此,通常采用一电子控制系统。永久磁体发电机和用于其的控制系统的实例描述在上述的1997年4月29日授予 Scott 等人的美国专利 5,625,276 中,其它控制系统的实例描述在2000年1月25日授予 Anderson 等人的美国专利 6,018,200 中。

[0019] 然而,在这样的永久磁体发电机中,效率反比于磁体与定子分离的“气隙”。这样的气隙通常在千分之20至40英寸的范围内。由于这样紧的间隙/容差,作用在发电机上的外力所造成的转子的位移,使得永久磁体发电机特别容易在磁体和定子之间造成破坏性的干扰(冲撞)。在车辆的应用中,由于发动机振动(尤其是,柴油机起动时),其涉及到横向颠簸的路面或地形,以及其它类型的冲击,相当严重的外力是很常有的事情。因此,需要有这样的发电机,其中转子位移为最小,且其包括一吸收转子超常位移并防止转子磁体与定子冲撞的机构。

[0020] 已知有使用发动机轴端部处的锥形来对中一附件,例如,将割草机刀片附连到一发动机轴上。传统上,这样的锥形仅设置在轴端上。一轴向锥形孔设置在轴端表面内。该附件包括一带有对应锥形孔的轮毂。然而,锥形孔通常只延伸到附连轮毂的半途(相对于通孔);其有效地是一直径比其小的通孔的埋头孔。通过一穿过附件轮毂孔并旋入到轴端表面内孔中的螺栓,将该附件固定到轴上。锥形连接趋于将附件对应在轴上,然而,轴端上的附件实际上是悬臂的,并易于发生振动。

[0021] 此外,由紧凑的大功率发电机产生的热量也可造成诸多问题。这在相对低的发电机转速 rpm 下产生相当水平功率的情形中尤其是如此,一般地,由风扇移去的空气量正比于风扇转速的平方。由于发电机正变得越来越紧凑和高效,所以,产生相当的热量。永久磁体由于过热特别易于损坏;在高载荷和高温的条件下,这样的磁体可变得退磁。同样地,用于控制器内的电子部件易于热损坏。因此,必须采取策略来耗散热量聚集。

[0022] 已知在发电机设备中有使用空气流来冷却发热元件(例如,整流器)。这样冷却的实例描述在上述1999年7月27日授予 Scott 等人的美国专利 5,929,611 中,传统上,空气流是由安装转子的轴所驱动的一风扇提供的。然而,在各种汽车应用中,大量的热是在低转速 rpm 情况下产生的。

[0023] 一般来说,可采取直径上可观的减小来实现惯量有效地减小。这趋于在小惯量发电机中对于冷却形成一种迫切的需要。这些发电机在质量和总尺寸方面的减小致使利用传统的冷却方法变得不可行。

[0024] 在面对某些元件进行冷却会有害于发电机运行的情形中,需要使永久磁体发电机完全地被密封起来的冷却技术。这对于军事的或经受苛刻多尘的环境尤其重要,由于磁体对于大部分沙尘中可见的含铁颗粒具有亲和性,所以,所述恶劣环境不利于磁体。

[0025] 对于发电机还需要其不仅能适应功率水平,而且要适应车辆使用所赋予的空间和崎岖不平的限制条件。例如,车辆的操作趋于产生垂直于转子轴线的力,这些力有时足以造



成转子和定子的冲撞。转子和定子的分离只有一很小的气隙,且外力趋于造成超过气隙的转子横向运动,则将造成显著的干扰。

## 发明内容

[0026] 本发明提供在机械能和电能之间进行转换的特别有优点的机器。

[0027] 本发明的各方面提供一使用永久磁体的紧凑的功率转换装置,其不仅能适应功率水平,而且要适应车辆使用所赋予的空间和崎岖不平的限制条件。本发明的另一方面提供一“可移去和更换”的大功率发动机以翻新现有的车辆。

[0028] 本发明的其它方面提供一使用永久磁体的紧凑的大功率转换装置,其中,转子位移最小,且其包括一吸收转子超常位移并防止转子磁体与定子冲撞的机构。

[0029] 根据本发明的另一方面,一功率转换装置包括一转子、一定子以及一冷却系统。

[0030] 转子包括一圆柱形外壳和设置在圆柱形外壳内部的预定数量的永久磁体,并且转子适于围绕圆柱形外壳轴线转动。

[0031] 定子包括一内芯和至少一个导电绕组。内芯包括一大致圆柱形的外周表面,其带有形成在其中的预定数量的槽。绕组通过槽围绕内芯卷绕。

[0032] 定子同心地设置在转子外壳内,使定子内芯的周缘表面靠近转子磁体设置,与磁体分离开一预定的间隙距离,这样,转子和定子的相对运动致使磁体发出的磁通与定子绕组互相作用并在定子绕组内感应出电流。

[0033] 冷却系统引导冷却剂流与绕组和磁体中的至少一个形成热力接触,冷却系统包括至少一个通过定子内芯的通道。

[0034] 根据本发明的其它方面,通过以下一个或多个措施来促进冷却:疏松地卷绕绕组端部匝,以有效地增加绕组的表面面积;在至少一部分的定子绕组上方(较佳地通过绕组的疏松卷绕的端部匝)建立一导向的空气流;在元件上方引导一部分气流与磁体热力接触;从相对于安装转子的轴不同步的气源(例如,一电风扇)中提供气流;以及引导冷却剂流体流与绕组端部匝形成热力接触。

[0035] 附图的简要说明

[0036] 下面将结合附图中诸图描述本发明,其中,相同的标号表述相同的零件,其中:

[0037] 图1是根据本发明一发电机的第一实施例的前视图(为清晰起见,绕组已移去)。

[0038] 图2是图1发电机的侧视图。

[0039] 图3是图1和2的发电机(沿图2的线BB截取)的示意的截面图(其中绕组示意地示出)。

[0040] 图4A是图1、2和3的发电机(沿图2的线CC截取)的示意的截面图(为清晰起见,其中绕组仅示意地示出)。

[0041] 图4B是图1、2和3的发电机(沿图2的线CC截取)的示意的截面图(为清晰起见,其中绕组仅示意地示出),发电机经修改以使系杆位于壳体外面。

[0042] 图4C是图4A一部分的详细放大图。

[0043] 图4D是一轴向地和转动地对齐的定子芯的立体图。

[0044] 图4E是一斜向定子芯立体图。

[0045] 图4F是图4E的斜向定子芯安装的详细的截面图。

- [0046] 图 4G 是采用带有轴向对齐边缘的磁体的转子的立体图。
- [0047] 图 4H 是采用带有斜向边缘的磁体的转子的立体图。
- [0048] (图 4A-4F 统称为图 4)
- [0049] 图 5A、5B 和 5C(统称为图 5) 是转子响应于外力发生运动的示意图。
- [0050] 图 6A、6B、6C、6D、6E、6F 和 6G(统称为图 6) 是用来防止根据本发明的发电机转子和定子之间毁灭性干扰的机构的各自实施例的示意的截面图。
- [0051] 图 7A 是使用一带有一锥形端帽的转子的发电机的示意的截面图,该端帽用来减小转子响应于外力发生的位移。
- [0052] 图 7B 是示出转子摆动的运动图。
- [0053] 图 7C 是使用一带有一横截面面积增加很大的锥形端帽的转子的发电机的示意的截面图,该端帽用来减小转子响应于外力发生的位移。
- [0054] 图 7D 是使用一带有一焊接的转子外壳的转子的发电机的示意截面图。
- [0055] 图 7E 是使用一铸造为一单一单元的转子和轴的发电机的示意截面图。
- [0056] 图 8 是使用图 7A 的转子的发电机的示意截面图(局部),以及用来防止图 6 毁灭性干扰的各种机构的组合。为清晰起见已夸大附图的各种图中的间隙空间。
- [0057] 图 9A 是根据本发明一个方面的使用空气冷却的发电机的示意截面图。
- [0058] 图 9B 是根据本发明另一个方面的使用空气冷却磁体和使用流体冷却线圈端部匝的发电机的示意截面图。
- [0059] 图 9C 是根据本发明一个方面的使用独特地在一密封的发电机内流体冷却的发电机的示意截面图。
- [0060] 图 9D 是传热的胶囊密封材料、流体冷却的发电机内的冷却管和传热翅片的结构详细截面图。
- [0061] 图 9E 是流体冷却的发电机内的冷却管的合适路线的详图。
- [0062] 图 10A 是轴向对齐的定子和定子绕组的端部匝的简化的示意俯视图。
- [0063] 图 10B 是斜向定子和定子绕组的端部匝的简化的示意俯视图。
- [0064] 图 11 是定子的一部分和定子绕组的端部匝的简化的示意立体图,使定子绕组的端部匝弯入空气流中。
- [0065] 图 12 是使用热交换器和内部和外部风扇的一密封的发电机单元的第一实施例的示意截面图。
- [0066] 图 13A 和 13B(统称为图 13) 是一热交换器的各自实施例的示意图。
- [0067] 图 14 是带有通过一气室供应的外部空气流的一密封的发电机单元的第一实施例的示意截面图。
- [0068] 图 15 是带有通过一双壁通气管供应的外部空气流的一局部密封的发电机单元的第一实施例的示意截面图。
- [0069] 图 16A 和 16B(统称为图 16) 是使用一优化风扇的各自实施例的图 15 的发电机的示意截面图。
- [0070] 图 17 是使用一优化风扇的另一实施例的图 15 的发电机的示意截面图。
- [0071] 图 18A、18B 和 18C(统称为图 18) 是适用于图 15 的发电机的气流过滤策略的对应实施例的示意图。

[0072] 图 19 是一适用于使用一横向于发电机轴线的空气导管的图 15 的发电机的风扇外壳的后视图。

[0073] 图 20A、20B 和 20C 是分别适用于图 16 和 17 的优化风扇的过滤器系统的示意图。

[0074] 图 21A 是安装在空气冷却的发电机端板内的电气部件的示意的侧视截面图。

[0075] 图 21B 是图 21A 的安装件的示意的后视截面图（从图 21A 的 A-A 方向截取）。

[0076] 图 22A 是示出安装在一空气冷却发电机的风扇外壳内的电气部件的示意的侧视截面图。

[0077] 图 22B 是图 22A 的电气部件安装件的立体图。

[0078] 图 23A 是示出安装在一享有发电机流体冷却的端部匝流体冷却的发电机内的电气部件的截面图。

[0079] 图 23B 是示出安装在一享有发电机流体冷却的所有流体冷却的发电机内的电气部件的截面图。

### 具体实施方式

[0080] 现参照图 1、2、3 和 4，一在机械能和电能之间实施转换的装置，例如，根据本发明的各种方面的发电机 100 包括：一轴 110，较佳地包括一锥形突出部分 310 和一螺纹部分 312；一转子 112；一定子 114；一前端板 116；一前轴承 118；一防松螺母 120；一后端板 122；一后轴保持环 123；一后轴承 124；一后防松螺母 125；一后端板保持环 127；一电风扇 126；一外壳 128 和对应的系杆 130。转子 112 安装在轴 110 上以便随轴转动。定子 114 紧密地接纳在转子 112 内，与转子 112 分离一小的气隙 412。前端板 116、前轴承 118、后轴承 124、后端板 122、外壳 128 和系杆 130 作为一支承组件进行合作，以使轴 110、转子 112 和定子 114 保持对齐。轴 110 由轴承 118 和 124 保持，两个轴承分别安装在前端板 116 和后端板 122 上，并可转动地保持和对齐轴，使其与端板同心和垂直。转子 112 安装成在轴 110 上转动，通过与锥形轴部分 310 合作确定地予以定位。后端板 122 安装和定位定子 114，以使其定位在转子 112 内并合适地与轴 110 和转子 112 对齐。外壳 128 具有垂直于其轴线（最好是圆柱形）的端面，并设置在前端板 116 和后端板 122 之间。系杆 130 压迫端板 116 和 122 抵靠在外壳 128 上，保持部件呈平直和对齐。

[0081] 在一典型的汽车发电机应用中，一皮带轮 132 安装在轴 110 端部上。动力从发动机（未示出）通过合适的皮带传动（未示出）传输到皮带轮 132 和轴 110。轴 110 又致使转子 112 围绕定子 114 转动。转子 112 产生一磁场，该磁场与定子 114 上的绕组互相作用。由于磁场的磁力线切割绕组，因而产生电流，电流供应到一合适的负载上。感应电流通常施加到一桥式整流器，有时进行调制，形成为一输出。在某些情形中，调制的输出信号施加到一变换器以提供一交流电（AC）输出。

[0082] 一般地，轴 110 是一预定直径（例如，3/4 英寸）的圆柱，带有接纳皮带轮 132（7/8 英寸），以及前轴承 118（例如，1 1/4 英寸），转子 112（锥形部分 310）和防松螺母 120（螺纹部分 312，例如，1 英寸）的较大的直径部分。锥形突出部分 310 设置在轴 110 上的一预定位置并具有一预定的锥度，即，其直径从一最小直径（基本上等于螺纹部分 312 的直径）起每单位长度增加一预定量，合适地在这样的范围内，即，每 7 英寸长度增加 1 英寸至每 16 英寸长度增加 1 英寸，较佳地是每英尺增加 1 英寸。锥形部分 310 较佳地保持在相当接近

的公差,即,正或负 0.004。选择该锥度确保在轴 110 和转子 112 之间有充分的表面面积接触,同时,仍提供直径的足够变化,以防止一旦固定后转子不希望的轴向运动。

[0083] 转子 112 较佳地包括一端板 314、一圆柱形壳体 316 和设置在壳体 316 的内部侧壁内的一预定数量(例如,12 对)的交替极性的永久磁体 318。图 7D 和 7E 详细示出端板 314 和圆柱形壳体 316 的变化结构。

[0084] 转子端帽 314 合适地基本上敞开,包括一周缘部分 321、对应的交叉臂 322 和一中心轮毂 324 以提供与轴 110 的连接。各自的空气通道 323 设置通过端帽 314,与周缘部分 321、相邻的交叉臂 322 和中心轮毂 324 交界。如果需要的话,交叉臂 322 可构造成风扇的叶片以便于冷却内部腔室 320。如下文中更完整地解释的,转子轮毂 324 包括一通孔 326,其具有对应于轴部分 310 锥度的一预定锥度(例如,每英尺 1 英寸)。在组装中,轴 110 轴颈地通过孔 326,这样,轴的锥形部分 310 接纳在孔 326 内就在螺纹的轴部分 312 的前面。螺纹的轴部分 312 与防松螺母 120 合作,以确定地将转子 112 定位在轴 110 上。一般地,交叉臂 322 的厚度选择得尽可能薄(以将重量和材料成本减到最小),同时,仍能承受预期的载荷,在其最薄处合适的范围在 3/8 英寸至 5/8 英寸内。由于转子壳体 316 从端帽 314 起实际上呈悬臂状态,所以,必要的厚度正比于壳体 316 的长度。转子轮毂 324 在孔 326 附近,其合适的厚度应足以提供与锥形轴部分 310 足够的表面接触,合适地应为 1 1/2 英寸的量级。

[0085] 圆柱形转子壳体 316 由“软磁”(磁通量相对容易透过)材料(例如,无铅钢)形成为一预定外直径和厚度。一般地,为了使功率输出最大,在对发电机 100 给定适合的总体尺寸限制下,要求由磁体 318 的内表面形成的圆直径  $D_{AG}$ (图 4)(在本文中有时称之为气隙直径)尽可能大。例如,在许多汽车应用中,发电机 100 必须长度不大于 5 英寸直径不大于 5 英寸,以便能配合在可供的空间内。壳体 316 的厚度选择得尽可能薄(以将重量和材料成本减到最小),同时,仍能承受预期的载荷,磁体 318 发出的磁通密度不饱和壳体。壳体 316 的厚度合适地在 1/8 至 1/2 英寸的范围内,通常在 3/16 至 1/4 英寸的范围内,且在图 1-4 的实施例中,为 3/16 英寸。

[0086] 磁体 318 较佳地包括高能产出的磁体,其具有的磁通密度至少在 5 千高斯的量级,较佳地在 8 至 11 千高斯范围内,且合适地由诸如钕铁硼,或钐钴那样的稀土合金形成。这样的稀土材料通常极其昂贵,因此,要求最大程度地减小使用的材料量。然而,同时,要求产生相当高的磁通密度。在优选的实施例中,磁体 802 相当地薄,例如,在 0.1 至 0.15 英寸厚的量级上,但具有一相当大的面积,其为 0.75 英寸宽乘以近似 1 英寸至 2.5 英寸长,以将使用的高能产出的磁体量减到最小。

[0087] 磁体 318 可用任何合适的方式固定到壳体 316。例如,磁体 318 可胶合在壳体 316 上。磁体 318 部署在壳体 316 内部上的优点在于,磁力特别地趋于将磁体 318 固定到壳体 316;即使在粘结剂失效的情况下磁体也将趋于保持在其固有的位置上。如果需要的话,在功率密度较小而可被接受的某些应用中,可使用软磁结果的磁极 318A 来代替一组永久磁体的磁极。

[0088] 定子 114 合适地包括一内芯 328 和导体绕组 330(图 3,仅示意地显示)。如图 4 清晰地所示,内芯 328 大致地呈圆柱形,具有一沿轴向成钝锯齿形的外周缘表面,即,包括一预定数量的齿 402 和槽 404。内芯 328 较佳地基本上敞开(如下面讨论的全流体冷却的发电机除外)使一中心孔 406 由内芯 328 的圆柱形内部表面 407 形成。

[0089] 内芯 328 的一实施例合适地包括从表面 407 沿径向向内延伸的交叉臂 408。交叉臂 408 合适地包括轴向通孔 410 以便于将内芯 308 安装在后端板 122 上。如图 3 清晰地所示,定子内芯 328 可以通过轴颈地穿过孔 410 的对应的螺栓 352 固定到后端板 122,并固定在攻丝的孔 350 内。

[0090] 内芯 328 合适地包括多个软磁材料薄片的叠合的堆叠,例如,非定向的低损耗(无铅)钢的软磁材料,它们切割或冲切成要求的形状,诸软磁材料薄片对齐并连接在一起(例如,用焊接或环氧树脂在一精密夹具内连接在一起,以将分离的层叠保持在预定的对齐中)。一般地,各自的层叠沿轴向地和转动向地对齐,以使合成的状态或齿和槽呈笔直对齐(设置),如图 4D 所示,平行于内芯轴线。

[0091] 然而,在使用依赖于与输出同步的控制系统的应用中,有利地是,使输出功率波具有一特殊的波形,例如,斜坡侧波形以提高控制的定时。这可在转子磁体和内芯齿之间建立渐进的(逐渐的)互相作用来实现。例如,通过使用相对于磁体 318 具有倾斜边缘的齿和槽,可提供这样渐进的互相作用,例如,显现为大致的螺旋形。在一叠合的内芯中,如此的齿和槽可这样形成:各个相继叠合片采取稍微的和渐进的径向倾斜,这样,在焊接和环氧树脂连接后的纯效果是这样一叠合的重叠,其在一给定齿的径向位置中,从叠合的重叠的前面到后面偏移一预定量。在优选的实施例中,该偏移相当于一个齿(例如,前面上的第  $n$  齿与后面上的第  $n+1$  齿对齐)。预定的偏移量合适地是高达近似地相当于一个齿的任何的偏移,较佳的范围是相当于近似 0.01 齿到 1 齿。内芯 328 的这样一“倾斜内芯”实施例的实例 329 示于图 4E 中(当另有具体说明的除外,下文中涉及到内芯 328 是指内芯沿轴向对齐的实施例 328 和倾斜的实施例 329)。

[0092] 如图 4F 所示,如果交叉臂 408 略去的话,例如,如在倾斜内芯 329 中,则内芯 328 可使用一合适的安装环 412 固定到后端板 122,安装环包括一与螺栓 352(代替交叉臂 408)合作的定位台肩和通孔 416(对应于交叉臂孔 410)。在大多数情形中,施加到安装螺栓 352 的足够的扭矩将足以防止内芯 328 相对于安装环 412 和后端板 122 转动。然而,如果需要的话,可采用一合适的紧固方法(例如,环氧树脂、销,或键)来帮助防止使用时叠合的堆叠的转动。

[0093] 也可通过使磁体 318 的边缘相对于定子齿倾斜一预定量,来提供转子磁体和内芯齿之间的渐进(逐渐)的互相作用。例如,一使用带有倾斜边缘的磁体的转子示于图 4H 中。为了进行对比,一使用带有轴向对齐边缘的磁体的转子示于图 4G 中。如在倾斜内芯的情形中,预定的偏移量是可高达相当于近似一个齿的合适的任何偏移,较佳的范围是相当于近似 0.01 齿到 1 齿。

[0094] 由合适的绝缘导体(最好是马达用的漆包铜线)形成的绕组 330 设置在内芯 328 上,向外沿着内芯 328 的侧表面围绕预定数量的齿 402,卷绕通过对应的槽 404,然后,返回通过另一槽 404。沿着内芯 328 的侧面在槽 404 外面延伸的绕组 330 的部分在这里分别称之为前侧和后侧端部匝 332A 和 332B(统称为端部匝 332)。传统上,绕组 330 的端部匝 332 紧紧地抽拉抵靠在内芯 328 的侧面上,以便最大程度地减小绕组内的线量(以及阻抗)。然而,如下文中将进一步讨论的,根据本发明的一个方面,通过疏松地卷绕端部匝 332,以使端部匝 332 从内芯 328 向外延伸,在各线和内芯 328 之间提供空气间隙,这样可便于进行冷却。

[0095] 如果需要的话,绕组 330 可如上述授予 Scott 等人的美国专利 5,625,276 中所描述地分成预定数量的相和 / 或分成独立的组。

[0096] 在组装中,定子 114 与转子 112 同轴地设置,并紧密地接纳在转子 112 的内腔 320 内。如下文中将解释的,后端板 122 安装和定位定子 114 以使其合适地对齐在转子 112 的内腔 320 内。定子内芯 328 的周缘表面通过一小的预定气隙 412 与磁体 318 的内表面分离(清晰地示于图 4B 中)。气隙 412 合适地在千分之 20 至 40 英寸的范围内,在图 1-4 的实施例中,在千分之 30 英寸的量级上,例如,千分之 31 英寸。因此,壳体 316 的内直径、磁体 318,以及定子内芯 328 的外直径最好保持靠近的公差以保持对齐。重要地是,转子 112 和定子 114 应小心地对齐,由于外力作用在发电机上引起元件离其正常位置的位移应保持在阈值之下。

[0097] 如上所述,通过一包括前端板 116、前轴承 118、后轴承 124、后端板 122、外壳 128 和系杆 130 的承载结构,实现轴 110、转子 112 和定子 114 的对齐。轴承 118 和 124 事实上在轴 110 和承载结构之间提供对应的转动连接点。轴承 118 和 124 以及轴 110 同心地设置并分别垂直于端板 116 和 122。通过穿过孔 326 的锥形转子轮毂和锥形轴部分 310 的合作,转子 112 较佳地相对于轴 110 确定地定位。定子 114 通过后端板 122 相对于轴 110 和转子 112 定位并与它们对齐。通过外壳 128 和系杆 130 使端板 116 和 122 保持对齐。

[0098] 前端板 116 合适地大致呈圆柱形,其包括:一中心设置的包括一帶有埋头孔 336 的同轴孔 334 的轮毂;一周缘部分 133,其包括离孔 334 中心为预定径向距离设置的对应的(例如,8 个)锥形孔 337,它们以等角距离分布以便接纳系杆 130;以及将周缘部分 133 连接到轮毂 333 并形成对应空气通道 136 的对应的(例如,4 个)交叉臂 134。前端板 116 定尺寸和加工到高要求的公差(例如,对于埋头孔 336 为正或负 0.0008TYP,对于诸如系杆孔 337 型式、外壳台肩、安装孔型式之类的其它零件为 0.005TYP),并合适地由金属形成,例如,铝铸件,且应具有足够的强度抵抗由轴 110 和转子 112 转动产生的转动载荷,以及由于皮带张拉在皮带轮 132 上发生的侧向载荷。前轴承 118 紧密地接纳在埋头孔 336 内,并通过合适的固定环 338 进行合适的固定。因此,前端板 116 将前轴承 118 定位在中心轴 110。

[0099] 后端板 122 承载和定位后轴承 124,安装和定位定子内芯 328,并合适地对风扇 126 提供一安装表面。后端板 122 合适地包括一台阶形的中心轮毂 340,其具有一向前的直径减小的部分 342 和通过其间的中心孔 344,以及一大致圆柱形向后的外部分 346,其较佳地具有与前端板 116 相同的外直径并通过对应的交叉臂 348 连接到轮毂 340。如下文中将进一步描述的,后端板 122 还合适地包括对应的空气通道 347,其由邻近的交叉臂 348、外部 346 和轮毂 340 交界。对应的通孔 350 以与前端板 116 内的攻丝孔 337 相同的离中心的径向距离和角度部署设置在圆柱形的外部 346 中。一对应于定子交叉臂孔 410(或安装轴环孔 416)的预定数量的攻丝孔(例如,4 个)设置在突出部 340 的台阶形表面内。直径减小部分 342 的外直径基本上等于(但略微小于)定子孔 406 的直径,这样,后端板部分 342 可紧密地接纳在定子孔 406 内。后端板 122 定尺寸和加工到高要求的公差(例如,对于中心孔 344 为正或负 0.0008TYP,对于诸如系杆孔 350 型式、外壳台肩、安装孔型式之类的其它零件为 0.005TYP),并合适地由金属形成,例如,铝铸件。后轴承 124 紧密地接纳在后端板轮毂 340 的孔内,并因此对中轴 110。

[0100] 定子内芯 328 安装在轮毂 340 上,使直径减小的轮毂部分 342 接纳在定子孔 406

内,定子后侧壁邻接抵靠轮毂台阶。如果内芯 328 包括交叉臂 408,则交叉臂合适地邻接轮毂 340。如果内芯 328 不包括交叉臂 408,例如,倾斜的内芯 329,则内芯内部表面 407 合适地邻接直径减小的轮毂 342。对应的螺栓 352 轴颈地通过孔 410(或 416)并固定在攻丝孔 350 内,将定子内芯 328 固定到后端板 122。定子 144 由此确定地定位和对齐于轴 110。

[0101] 根据本发明的一个方面,转子 112 确定地定位在轴 110 上并与其对齐。具体来说,如上所述,它包括一带有预定锥度的部分 310(例如,合适地在这样一范围内:每 7 英寸长度为 1 英寸直径至每 16 英寸长度为 1 英寸直径,较佳地为每英尺长度为 1 英寸直径),就在螺纹部分 134 前面介于前轴承 118 和后轴承 124 之间。轴锥形部分 310 的最小直径合适地稍微大于螺纹部分 134 的直径。转子轮毂 324 包括一通孔 326,其具有对应于轴部分 310 的锥度的一预定的锥度。锥形通孔 326 的最大直径对应于(例如,基本上等于或稍许小于)锥形部分 310 的轴的最大直径,而锥形通孔 326 的最小直径对应于(例如,基本上等于或稍许小于)锥形部分 310 的轴的最小直径。轮毂 324 的轴向尺寸应是这样:当完全地座落时,它略微地延伸超过轴部分 310 的端部。在组装中,轴 110 轴颈地通过孔 326,以使轴锥形部分 310 接纳在孔 326 内。螺纹的轴部分 312 与防松螺母 120 合作而强制转子轮毂锥形表面 326 沿轴向与轴部分 132 的锥形表面揩拭地接触,直到两表面相匹配为止。转子 112 因此以强的机械连接精确地定位、对中和对齐在轴 110 上。

[0102] 由于端板 116 和 122 通过外壳 128 和系杆 130 彼此保持对齐,而轴 110(和锥形部分 310)通过轴承 118 和 124 保持与端板 116 和 122 对齐,且定子 114 通过端板 122 确定地定位并与轴 110 对齐,转子 112 在轴 110 上的确定的定位和对中也提供了转子 112 和定子 114 之间相对的定位和对齐。

[0103] 在车辆的应用中,发电机 100 可经受相当严重的加速,由于在转动情形中固有的转动惯量,这种加速趋于造成转子 112 的扭曲和/或位移。这样的加速原因例如有发动机振动(特别是柴油机起动时),涉及到横向的崎岖不平的路面或地形以及其它类型的冲击。永久磁体发电机 100 的效率反比于将磁体与定子分离的“气隙”412 的宽度。如上所述,气隙 412 合适的范围为千分之 20 至 40 英寸,在图 1-4 的实施例中,在千分之 30 英寸的量级上,例如为千分之 31 英寸。转子 112 的位移只需超过气隙 412 的宽度就可造成冲撞和可能的毁坏性干扰。此外,由于各种原因,例如,为最大程度地减小发电机 100 操作中的惯量,需要尽可能地减轻转子 112 的重量。因此,转子 112 趋于因这样的力而易于扭曲。

[0104] 参照图 5A,在没有外力的情况下,转子 112 同心于和垂直于轴 110;转子壳 316 位于与轴 110 同轴的名义的正常位置(用线 502 和 504 表示),而转子端帽 314 的向前边缘(最靠近前端板 116)处于一垂直于轴 110 轴线的名义的正常位置(用线 506 表示)。通常平行于轴 110 的轴线交会的诸外力分量趋于对转子 112 的部署影响很小;转子端帽 314,以及转子轮毂 324、锥形的轴部分 310 和防松螺母 120 的合作足以阻止转子 112 的轴向移动或扭曲,且在任何情形下,对于轴向扭曲总有较大的公差。然而,外力总趋于具有足够的强度与垂直于轴 110 的轴线的部件相遇而扭曲转子 112。除了转子 112 因外力发生挠曲之外,实际上,由于制造过程中的限制(公差),转子 112 趋于形成非常小的不圆度(圆柱壳体 316 将不是绝对平行于轴 110),在转动过程中造成的锥形摆动将偏心地减小气隙。

[0105] 具体来说,当转子壳体 316 经受垂直于轴 110 轴线的加速时,转子壳体 316 趋于保持其圆柱形外形。然而,在转子端帽 314 中显现出一扭曲。事实上,转子 112 在转子端帽

314 和轴 110 的连接处（示意地显示为锚固（悬臂）点 508）呈悬臂状态。响应于垂直加速度，转子 112 事实上围绕锚固点 508 沿力的方向枢转。在转子 112 最远离锚固点 508 的部分（即，壳体 316 的远（后）端）和端帽 314 的外周缘（端帽 314 连接壳体 316）处，经历着离名义的正常位置的最大挠度。如果磁体 318 附近处的挠度超过气隙 412，例如，千分之 31 英寸，则磁体 318 将冲撞定子 114，造成可能的毁坏性干扰。如果不圆度摆动造成超过气隙 412 的对正常的偏移，则会发生同样的问题。

[0106] 例如，如图 5B 所示，响应于以向上的加速度，转子 112 将事实上向下枢转（如图所示，沿顺时针方向）。转子壳 316 的向上侧将朝向轴 110 向内有效地枢转，使远端从名义的正常位置 502 向内偏移一挠曲量 510。端帽 314 的向上周缘同样地朝向其名义的正常位置 506 的后面移动一挠曲量 512。相反，转子壳 316 的向下侧的远端从名义的正常位置 504 向外偏移一挠曲量 514。端帽 314 的向下周缘同样地朝向其名义的正常位置 506 的前面移动一挠曲量 516。由于圆柱形转子壳 316 保持其形状，所以，对应的上和下部分的挠曲量基本上成正比，即，挠曲 510 和 512 基本上分别正比于（且在许多几何形中等于）挠曲 514 和 516。

[0107] 相对方向的力将造成镜面对称的挠曲。例如，如图 5C 所示，响应于一向下的加速度，转子 112 事实上将向上枢转（如图所示，沿逆时针方向）。转子壳 316 的向下侧将朝向轴 110 向内有效地枢转，使远端从名义的正常位置 504 向内偏移一挠曲量 518。端帽 314 的向下周缘同样地朝向其名义的正常位置 506 的后面移动一挠曲量 520。相反，转子壳 316 的向上侧的远端从名义的正常位置 502 向外偏移一挠曲量 522，而端帽 314 的向上周缘同样地朝向其名义的正常位置 506 的前面移动一挠曲量 524。再者，由于圆柱形转子壳 316 保持其形状，所以，对应的上和下部分的挠曲量基本上成正比（且在许多几何形中等于），即，挠曲 518 和 520 基本上分别正比于挠曲 522 和 524。

[0108] 根据本发明的另一方面，在磁体 318 的挠曲超过气隙 412 之前，通过设置一个或多个缓冲器来擒获转子离名义的正常位置的偏移，可防止发生冲撞。缓冲器可设置在转子 112 内部或外部的任一侧或两侧上，与壳体 316 或端帽 314 中的一个或两个互相作用；由于转子壳体 316 保持其形状，所以，防止壳体 316 或端帽 314 的向内或向外偏移超过对应于气隙宽度的预定的限值，将可阻止冲撞的发生。缓冲器由相对光滑和弹性的且具有预定硬度的材料形成，这样，在响应于最大载荷（例如，20g 重力）擒获转子 112 的偏移之前，使其变形不大于一预定量。这样一材料的实例是特富龙、注入玻璃的特富龙以及油浸渍的烧结青铜。缓冲器可设置在后端板 122、前端板 116 或其它支承结构（例如，系杆 130）的零件上，并使用转子 112 的一部分作为承载表面。或者，缓冲器可设置在转子 112 上，并利用支承结构的一零件作为一支承表面，或在某些情形中，可插入在磁体 318 和定子 114 之间的气隙 412 内。缓冲器设置成与合作的承载表面分离一预定量，有时在本文中称之为“支承间隙”，例如，0.01 英寸。选择支承间隙以使支承间隙加上缓冲器的最大变形量小于磁体的气隙 412。此外，与缓冲器互相作用的承载表面可进行处理，例如，最大程度地减小摩擦和/或硬化。例如，可采用铬或某些其它类型的金属锌型的表面。

[0109] 如上所述，通过防止转子壳 316 向内偏移，可避免磁体 318 和定子 114 的冲撞。参照图 6A 和 8，一大致圆柱形的台肩 602 可形成在后端帽 122 上，向前延伸而位于转子壳 316 端部的下面，即，接纳在转子内腔 320 内。台肩 602 的外直径小于转子壳 316 的内直径一预



定量。一圆柱形缓冲器 604 围绕台肩 602 设置。因此,缓冲器 604 的外表面与转子壳 316 同轴,并通过一支撑间隙 606 与转子壳 316 的内表面分离。缓冲器 604 由具有预定硬度的材料形成,这样,在擒获转子壳 316 的偏移之前,使其变形不大于预定量。选择支撑间隙 606 使其足够小于磁体的气隙 412,以使重叠缓冲器 604 的转子壳 316 的内表面与缓冲器 604 接触,在磁体 318 与定子内芯 314 接触之前,即,支撑间隙加上缓冲器 604 的最大变形量小于磁体的气隙 412,发生缓冲器 604 的最大变形。如果需要的话,可在转子壳 316 的承载表面上提供表面处理,例如,铬、金属锌或硬质阳极化处理层 608。

[0110] 或者,如图 6B 所示,一圆柱形的缓冲器 604 具有的外直径基本上等于转子壳 316 的内直径,该缓冲器可附连(例如,胶合)到转子壳 316 的内表面。缓冲器 604A 的内表面通过轴承间隙 606 与后端台肩 602 的外表面(其起作承载表面)分离。如果需要的话,一表面处理 608A 可设置在台肩 602 的承载表面上。

[0111] 在某些应用中,可要求使用一缓冲器(或表面处理),其呈围绕转子壳 316 的嘴被接纳的轴环或套筒的形式。这样一结构的实例示于图 6C 中。一轴环缓冲器 612 具有预定长度和厚度的圆柱形本体 614 和一唇形物 616,缓冲器 612 附连到(例如,用环氧树脂胶合)转子壳 316 的嘴上。轴环缓冲器 612 与后端板 122 合作以防止磁体 318 和定子 114 冲撞。轴环本体 614 与台肩 602(其相对于轴环本体 614 起作一承载表面)的侧壁分离一支撑间隙 606。如果需要的话,轴环唇形物 616 的端表面可与后端板 122 的侧壁合作,与后端板 122 分离一合适的支撑间隙 606A,以提供附加的保护防止转子壳 316 的偏移。

[0112] 一般地,希望设置在转子 112 上尽可能少,以将转子重量和其惯量减到最小。然而,在某些情形中,为组装的方便可采取图 6B 或 6C 的实施例。

[0113] 如上所述,通过防止转子壳 316 向外偏移可避免磁体 318 和定子 114 的冲撞。参照图 6D 和 8,一大致圆柱形的台肩 618 与转子壳 316 同轴,但具有的一内直径比转子壳 316 的外直径大一预定量,该圆柱形台肩 618 设置在后端板 122 上,向前延伸而重叠转子壳 316 的端部。一圆柱形缓冲器 620 附连(例如,胶合)到台肩 618 的内侧壁,与转子壳 316 同轴地定位。缓冲器 620 的内直径比转子壳 316 的外直径大一等于支撑间隙 622 的量。转子壳 316 的外表面起作一承载表面。如果需要的话,一表面处理 608B 可设置在转子壳 316 的承载表面上。

[0114] 缓冲器可设置在其它支撑结构上,并使用转子 112 的一部分作为一承载表面。例如,参照图 6E 和 8,对应的圆柱形缓冲器套筒 624 与一个或多个(最好每个)系杆 130 同轴地设置。选择缓冲器套筒 624 的外直径,以使最靠近转子壳 316 的套筒表面与壳 316 分离一合适的支撑间隙 626。缓冲器套筒 624 可附连到系杆 130,但最好是可转动的,即,起作辘子,以系杆 130 为轴。缓冲器套筒 624 的转动将趋于减小磨损,从而延长缓冲器的寿命。缓冲器套筒 624 的部署至少为围绕转子壳 316 的两组相对的系杆 130(彼此相对  $180^\circ$ ),这趋于平衡从横向于轴 110 的任何方向作用在转子 112 上的力。

[0115] 缓冲器也可以设置在前端板 116 上,面对转子端帽 314 的前表面。参照图 6F 和 8,一环形缓冲器 628 附连(例如,胶合)在前端板 116 的内侧壁上,与转子壳 316 同轴地设置。缓冲器 628 的内和外直径最好选择为对应于(例如,支架)端帽 314 的外周缘。一用于接纳和定位缓冲器 628 的环形凹陷 630 合适地设置在前端板 116 内侧壁内。如果需要的话,其它定位零件(例如,突出部或台肩)也可设置在前端板 116 的内侧壁上以定位缓冲器

628。缓冲器 628 的厚度选择为使相对于转子端帽 314 的面与端帽 314 分离一合适的支承间隙 632。转子端帽 314 前表面（最靠近前端板 116）起作为一承载表面。通过限制转子端帽 314 的前边缘（最靠近前端板 116）与其名义正常位置分离的程度，可避开磁体 318 和定子 114 的冲撞。如果需要的话，可在转子端帽 314 的承载表面上设置表面处理 608B。

[0116] 在某些情形中，可要求在磁体 318 和定子 114 之间的气隙 412 中插入一缓冲器材料的薄带。例如，参照图 6G 和 8，一相当结实的基本上透磁力线的材料薄带 634（例如，特富龙带）沿后边缘（最靠近后端板 122 的边缘）设置在定子 114 的外表面（钝锯齿形圆柱形侧壁）上的气隙 412 内。带 634 由某种材料制成，其在带 634 的给定厚度下具有足够的硬度来避免最大载荷下总的压缩和防止磁体 318 与定子 114 冲击。此外，还要求带 634 显示相当低的摩擦系数。如果需要的话，一铬的表面处理可涂敷到磁体 318 上以进一步减小摩擦。

[0117] 除了通过使用缓冲器来限制转子 112 可偏离其名义的正常位置的程度来防止可能的冲撞之外，还可要求将外力的作用和因制造公差引起的不圆度状态减小到最小。

[0118] 根据本发明的另一方面，转子壳 316（磁体 318）响应于垂直于轴 110 的力分量离名义的正常位置的偏离，以及因部件不圆度引起的摆动，均可通过减小磁体 318 和锚固点之间的轴向距离得以减小。达到这一点的同时，通过构造端帽 314 的轮廓，将转子壳 316 的最前端（最靠近前端板 116）偶联到较靠近壳 316 的内部内的磁体 318 的一锚固点，仍在内腔 320 内对定子绕组 330 提供足够的空间。转子端帽 314 的至少一部分（例如，交叉臂 322）可相对于转子壳 316（和轴 110）交成  $90^\circ$  之外的角度。该倾斜部分可以是直的（例如，使得端帽 314 的一部分大致地呈锥形）或是弧形的（例如，使得端帽 314 的一部分大致呈钟形）。

[0119] 如上所述，转子 112 事实上在转子端帽 314 和轴 110 的连接处（图 5 中的锚固点 508）呈悬臂状态。因外力作用引起的偏离名义的正常位置的最大偏移发生在最远离锚固点的转子 112 的部分处，即，壳 316 和端帽 314 的外周缘（端帽 314 连接壳 316 处）的远（后）端。同样地，因不圆度的摆动引起的偏离正常路径的最大偏离发生在转子 112 最远离锚固点的位置处，即，壳 316 的远（后）端。由于公差引起的不圆度状态导致一偏离壳 316 的名义位置的锥形位移，即，当转子 112 围绕定子 114 上一给定点转动时，转子壳 316 将接近和撤离定子 114 上的该点。定子上的点离枢转点的轴向距离越大，则壳 316 的相对运动越大。例如，如图 7A 和 7B 所示，在离枢转点为轴向距离  $X_1$  处（例如，从一平的轮毂的枢转点 508 到转子壳 316 的后端的轴向距离），因公差引起的不圆度的状态将趋于造成朝向和离开定子的一摆动量  $W_1$ 。然而，在一较小的距离  $X_2$  处（例如，从锥形轮毂的枢转点 708 到转子壳 316 的后端的轴向距离），经历一较小量  $W_2$ 。因此，通过移动锚固点更靠近转子壳 316（和磁体 318）的后端，则可减小磁体 318 和定子 114 附近的摆动。

[0120] 参照图 7A，摆动减小的转子 712 包括一具有一轮毂 724 的端帽 714，轮毂 724 建立一设置在转子壳 316 的内部内的锚固（悬臂）点 708。锚固点 708 沿着轴 110 的轴线从壳 316 的前边缘（最靠近前端板 116）向后位移一预定距离  $D_1$ 。在典型的汽车应用中，壳 316 的直径合适地在 2 1/2 至 5 英寸的范围内，且较佳地为 4 1/2 英寸；壳 316 的长度合适地在 3 至 6 英寸的范围内，且较佳地为 5 英寸。距离  $D_1$  合适地在 1/2 至 1 英寸的范围内，且较佳地为 3/4 英寸。在某些军事和商用车辆（例如，Hummer）中，壳 316 的直径合适地在 5 至 8

英寸的范围内,且较佳地为 6 1/2 英寸;而壳 316 的长度合适地在 5 1/2 至 10 英寸的范围内,且较佳地为 7 英寸;距离 D1 合适地在 3/4 至 2 英寸的范围内,且较佳地为 1/2 英寸。

[0121] 转子端帽 714 的轮廓构造成将壳 316 的前端连接到轮毂 724,而同时在内腔 320 内提供足够的空间以容纳定子绕组 330。例如,在图 7A 的实施例中,端帽 714 包括一锥形部分 726(其可包括多个孔(例如,3 个)以便提供预期倾斜的交叉臂),以及将交叉臂 722 连接到壳 316 前端的一大致环形的周缘部分 728。该周缘部分 728 从壳 316 朝向轴 110 垂直地延伸一预定的距离,合适地在 1/2 至 2 英寸的范围内,且较佳地为 3/4 英寸。内腔室 320 因此进一步向前延伸到定子内芯 328 的钝锯齿形外边缘和绕组 330 的附近。

[0122] 图 7C 示出一类似于图 7A 所示的轮毂,例外的是,外表面 729 垂直地与轴 110 相遇,这大大地增加横截面的面积。这可提高端帽 714 的强度,有助于它更好地抵抗如图 5 所示的挠度。在图 7C 中,壳 316 焊接到端帽 714。

[0123] 图 7D 示出形成为单一的一体单元 732 的端帽 714 和壳 316。单元 732 进行合适的铸造然后机加工,这可进一步提高其强度。单元 732 还可完全从一单一的钢坯中加工出来。

[0124] 图 7E 示出所有三个铸件(端帽 714、壳 316 和轴 110),然后加工成一单一单元 733。该结构允许达到最大强度和对齐,因为轴的部分和内部壳两者将一起进行加工以将摆动减小到最小。该结构还具有减少零部件组装时间的优点。单元 733 还可完全从一单一的钢坯中加工出来而不需进行铸造。

[0125] 如图 8 示意地所示,各种缓冲器可与轮廓的转子端帽一起组合起来使用。

[0126] 如上所述,由紧凑的大功率发电机产生的热量也可造成诸多问题。定子绕组由合适的绝缘导线,例如,电机用的漆包铜线形成,并通过定子内芯周缘内的对应槽和大约预定数量的齿进行卷绕。当转子相对于定子转动时,由转子磁体产生的磁场与绕组互相作用,导致电流产生。然而,绕组具有一种特性,即,电流流过绕组会产生热量,该热量必须消散掉。传统上,绕组围绕定子内芯紧密地卷绕,以尽可能减小绕组的长度和与此相关的阻抗,实施冷却的气流由输入到转子的电动势所驱动的风扇提供,例如,离开转子所附连的轴。因此,在低速 rpm 下没有气流供应。

[0127] 然而,在各种汽车应用中,例如,混合型的车辆,要求有相当高水平的功率,因此,在低速 rpm 下,例如,在惰转速度下,也可发生对冷却的高要求。在以下情形中尤其是这种情况,当采用起动发电机或其它电机以在驾驶员踩下加速踏板时来提供推进的爆发力时,当车辆因交通而停车时,便于关闭车辆发动机以节约燃料和降低排放。此外,在紧凑的大功率发电机中,在相对小的区域内产生显著的热量水平。发电机部件的空气冷却功效是流过发电机空气量的函数。对于给定的功率输出来说,紧凑的大功率发电机中对气流的可供横截面面积小于传统发电机中可供的横截面面积。因此,空气冷却变得低效。然而,永久磁体由于过热特别容易损坏;在高载荷、高温条件下,这样的磁体可变得退磁。同样地,用于控制器内的电子部件易于热损坏。因此,传统的冷却技术对于这样紧凑的大功率的发电机显得冷却不够充分,尤其是在汽车应用中。

[0128] 根据本发明的其它方面,通过以下中的一项或多项可便于冷却:疏松地卷绕绕组端部匝 332 以增加绕组 330 的表面面积;在定子绕组的至少一部分上建立引导的气流(较佳地通过绕组的疏松卷绕的端部匝);引导元件上方的一部分气流与磁体 318 形成热力接触(例如,在转子壳 316 上)以便冷却磁体 318;从气体源提供气流,该气体源相对于其上

安装转子的轴不同步,例如,一电风扇;以及引导冷却剂流体流与端部匝 332 形成热力接触(较佳地通过包括设置在多环路中的一个或多个部分的传热导管,其基本上与定子内芯同心并与前端匝 332A 和 / 或后端匝 332B 形成热力接触)。

[0129] 如以上结合图 3 和 4 所述,绕组 330 沿着内芯 328 的侧面向外围绕预定数量的齿 402 卷绕通过对应的槽 404,形成一端部匝 332,然后,返回通过另一槽 404。具体来说,参照图 9A、10A 和 10B,各个绕组 330 包括个别股线的绝缘导线(例如,电机用的漆包铜线)的至少相关一束。与传统实践对照不同之处在于,端部匝 332 疏松地卷绕在定子内芯侧面周围,在各束和内芯侧面之间形成气隙(而不是拉紧绕组端部匝紧靠在定子内芯的侧面上,以便尽可能减小成本和阻抗)。与由敞开的绕组结构的暴露表面面积提供的提高的冷却容量相比,超越定子疏松地延伸的绕组端部匝所固有的效率低下已被确定是无关重要的。较佳地,如图 10A 所示,对应的端部匝 332 离定子侧面 328 变距离地延伸,对于气流呈现一格子形的结构。端部匝 332 从定子侧面 328 合适地延伸不同的距离,其范围从 0 至 1 1/2 英寸,且较佳地为 1/4 至 1 英寸。例如,相邻的端部匝将递增地向外延伸不同的距离,例如,1 1/2 英寸的增量,以便逐渐地从定子伸出。在图 10 的实施例中,一第一端部匝 1002 偏离定子侧面 328 为一近似的第一预定距离,例如,1/2 英寸。下一个邻近的端部匝 1004 偏离定子侧面 328 为一近似的递增的距离,例如,3/4 英寸。同样地,下一个邻近的端部匝 1006 偏离定子侧面 328 为一近似的另一递增的距离,例如,1 英寸。然后,该型式合适地重复。该结构对于图 10B 所示的倾斜的内芯 329 同样地有效。

[0130] 如果需要的话,格子型式也可这样地建立:对应的端部匝与各相位有关地偏离定子侧面 328 一不同的偏移距离;对于三相系统来说,相位 A、B 和 C 的端部匝合适地分别具有近似为 1/2 英寸、3/4 英寸和 1 英寸的偏离距离。

[0131] 参照图 9A,通过使用一冷却系统,一冷却空气流被引导在定子绕组 330 的上方(较佳地通过疏松卷绕的前侧和后侧端部匝 332A 和 332B),所述冷却系统包括一位于后端板 122 内的空气通道 902(与相邻的后端板交叉臂 348、外部分 346 和轮毂 340 交界)、定子中心孔 406、转子空气通道 323,以及前端板空气通道 136。如图 9A 的实施例中所示,借助于合适的相对部署或轮廓,并与一后偏转器 904 合作,从后端板空气通道 902 退出的空气被引导鼓吹到绕组 330(后侧端部匝 332B)上。同样地,如图 9A 的实施例中所示,借助于合适的相对部署或轮廓,并与一前偏转器 906 合作,从定子中心孔 406 退出的空气被引导鼓吹到绕组 330(前侧端部匝 332A)上。最好采用一安装在后端板 122 背部上的非同步的强制空气源,例如,电风扇 126。在优选的实施例中,也安装一传统的风扇 908 用来随轴 110 在皮带轮 132 和前端板 116 之间转动。较佳地选择好横截面、轮廓(匝和边缘)以及各种空气通道的相对部署,以使空气速度减到最小而端部匝 332 上的气流达到最大。

[0132] 具体来说,冷却空气大致地用箭头 910 表示(较佳地是从非同步风扇 126 送出的强制空气),该冷却空气通过端板空气通道 902 引入到发电机 100 内。气流 910 鼓吹在后偏转器 904 上,并重新引入到一径向向外的方向;另外流动通过定子中心孔 406 的空气向外和围绕定子内芯 328 流动。在优选的实施例中,向外重新引导的空气鼓吹和流过绕组 330 的后侧疏松卷绕的后侧端部匝 332B 之间的空间。空气流 910 然后分成各自的气流 914 和 916。在退出端部匝 332B 之后,气流 914 流过定子中心孔 406,鼓吹在前偏转器 906 上,并被导向通过前侧疏松地卷绕的端部匝 332A、转子通道 323,然后,通过前端板 116 中的空气通道 136

退出发电机。气流 914 包括大批的空气流 910, 因为定子中心孔 406 代表了最大直径的路径, 因此, 路径的阻力最小。气流 916 在退出后侧端部匝 332B 之后围绕转子壳 316 的外部流动, 然后, 通过前端板 116 中的空气通道 136 退出发电机 100。气流 916 对磁体 318 提供冷却。

[0133] 后偏转器 904 包括一相对鼓吹的气流 910 呈一预定轮廓的元件, 以便重新定向流到绕组 330 (较佳地是后侧端部匝 332B) 上的气流, 以耗散绕组 330 中产生的热量。选择直径和偏转器 904 的预定的轮廓, 可有效地重新定向空气尽可能多地通过绕组, 而在空气速度中不形成太大的下跌。后偏转器 904 合适地是一带有中心孔的大致锥形或盘形元件, 同心地设置在后端板轮毂 340 上, 并设置有面向气流的顶部。当气流退出后端板空气通道 902 时, 后偏转器 904 沿径向向外延伸到气流 910 的路径内, 较佳地, 处于定子中心孔 406 的外周缘处或刚好在其下面。后偏转器 904 可以由任何合适的相对刚性的材料形成, 例如, 金属板, 或塑料板, 或可与后端板 122 一体地形成。使用一分离的偏转器部件还是一体地形成在端板 122 内的一偏转器零件, 这两者之间的选择主要是一成本的问题。

[0134] 前偏转器 906 同样地包括一相对鼓吹的气流 914 呈一预定轮廓的元件, 以便重新定向流到绕组 330 (较佳地是前侧端部匝 332A) 上的气流, 以耗散绕组 330 中产生的热量。选择直径和偏转器 906 的预定的轮廓, 可有效地重新定向空气尽可能多地通过绕组, 而在空气速度中不形成太大的下跌。偏转器 906 合适地包括一带有中心孔的大致锥形或盘形元件, 并设置有面向气流的顶部。前偏转器 906 与转子轮毂 324 (轴 110) 同心, 合适地随转子 112 转动, 并沿径向向外延伸进入从定子中心孔 406 退出的气流 914 的路径内。前偏转器 906 可以由任何合适的相对刚性的材料形成, 例如, 金属板, 或塑料板, 或可与转子 112 或防松螺母 120 一体地形成。使用一分离的偏转器部件还是一体地形成在转子 112 或防松螺母 120 内的一偏转器零件, 这两者之间的选择主要是一成本的问题。在图 9A 的实施例中, 前偏转器 906 合适地具有一外直径, 以使外周缘延伸大约 3/4 的路程就进入定子中心孔 406 内。

[0135] 如果需要的话, 除了 (或在某些情形中代替) 偏转器 906 和 904 之外, 传热效率可通过将端部匝 332 弯折到气流中得到提高。具体来说, 参照图 11, 端部匝 332 可向内弯折超过定子中心孔 406 的周缘并进入到流过孔的空气路径内。

[0136] 如上所述, 在图 9A 的实施例中, 传统的同步风扇 908 安装成随轴 110 在皮带轮 132 和前端板 116 之间转动。事实上, 风扇 908 形成一抽吸空气通过发电机 100 的真空。然而, 发电机 100 能够在惰转, 或刚好惰转之上的速度时产生高水平的功率。随轴 110 同步转动的风扇 908 通常不能提供足够的气流在如此的条件下用来冷却。由轴 110 同步地运行的电风扇 126 提供一轴向的冷却, 提供一正压来推空气通过发电机 100。

[0137] 如上所述, 风扇 126 安装在后端板 122 的背面。一般地, 要求通过发电机 100 的气流为最大。因此, 在发电机 100 给定尺寸的限制下, 较佳地选择风扇 126, 使其提供最大的每分钟立方英尺 (CFM) 和零压力。可以采用商业上出售的风扇。然而, 风扇 126 较佳地是永久磁体风扇, 叶片直径接近发电机外壳 128 的直径。

[0138] 除了强制空气外或代替强制的空气, 使用流体用于冷却可在以下操作条件下具有优点: 低的空气流, 或极端炎热、多沙、潮湿, 或其它恶劣条件。

[0139] 例如, 在某些情形中, 有利地是, 用流体冷却线圈端部匝 332 来补充空气的冷却。一般地, 引导冷却剂流体与端部匝 332 形成热力接触, 同时, 保持电气绝缘。例如, 冷却剂流

体可以通过传热导管传送,导管包括设置在与前端部匝 332A 和 / 或后端部匝 332B 的热力接触中的一部分或多部分。导管部分合适地顺从端部匝 332 的形状,例如,包括大致圆形或螺旋形环路,其大致与靠近端部匝设置的定子内芯同心。导管可由任何传热材料形成,该材料能经受住发电机中存在的高温且与选定的冷却剂不起反应。例如,合适的材料包括铜和铝管。导管较佳地通过电气绝缘的热导体(例如,工程环氧树脂)在热力学上连接到相邻的端部匝。冷却剂流体可以是任何的流体,最好是具有合适热和流动特性的液体。其中一个实例是传统的发动机冷却剂。在车辆应用中,发动机冷却剂最好可在流出散热器之后立即引入到发电机内。

[0140] 参照图 9B 和 9E,在优选实施例中,引导冷却剂流体通过导管(例如,铜管)918 与端部匝 332 形成热力接触。导管 918 合适地包括一入口 922,朝向轴向的部分 950、958 和 966,朝向径向的部分 952、956、960 和 964,以及环形的部分 954 和 962。环形部分 954 和 962 各合适地包括围绕定子内芯 328 的轴线对中的一个或多个圆形或螺旋形匝,使直径对应于由端部匝 332 形成的环面(例如,由槽 404 的底部和内芯 328 的外周缘交界的)。导管部分 952、954 和 956 合适地全部设置在一垂直于定子内芯 328 轴线的平面内(平行于前面),就在前端部匝 332A 的前面。导管部分 960、962 和 964 同样合适地全部设置在一垂直于定子内芯 328 轴线的平面内(平行于背面),就在后端部匝 332B 的后面。轴向部分 950 和 958 合适地延伸通过定子中心孔 406。轴向部分 950 和 966 合适地延伸通过后端板内通道 902。冷却剂在入口 922 处引入,然后,顺次流过部分 950、952、954、956、958、960、962、964 和 966,然后,通过一出口 924 退出。

[0141] 导管 918 用电气绝缘、导热材料 920(例如,工程环氧树脂)热力学上连接到端部匝 332。材料 920 合适地封闭端部匝 332、环形部分 954 和 962,以及一部分径向部分 952、956、960 和 964。材料 920 将从端部匝 332 发出的热传导到冷却剂,同时,提供电气绝缘。

[0142] 在图 9B 的实施例中,利用气流 916 冷却磁体 318。气流 916 围绕转子壳 316 的外部流动,然后,通过前端板 116 内的空气通道 136 退出发电机 100。气流由风扇 908 供应。可使用一如图 9A 所示的非同步的风扇 126 来提高对磁体 318 的冷却。

[0143] 如果需要的话,也可使用流过导管 918 的冷却剂来冷却磁体 318 以允许形成一基本上封闭的系统。一由流过导管 918 的冷却剂冷却的气流被引导朝向横贯的磁体 318。

[0144] 参照图 9C 和 9D,设置对应的热传导的热交换风扇 922,并热力学上连接到导管 918。风扇 922 合适地纳入在导热的封闭 920 中。风扇 922 合适地沿径向延伸到中心孔 406 内。

[0145] 对应的叶片设置在转子 112 的前面上以形成一离心式风扇 926。风扇 926 产生一气流 916;空气通过定子内芯中心孔 406 抽出,在热交换风扇 922 上通过转子 112 的端板内的孔 323,然后,强制围绕转子壳 316 外部流动。气流围绕转子壳 316 外面流动之后,通过通道 928 被引导返回到中心孔 406。围绕转子壳 316 外面的气流,横贯嵌入在封闭 920 中的热交换风扇,携带走由磁体 318 产生的热量。因此,冷却管 918 内流动的流体冷却剂携带走由定子 328 的绕组和磁体 318 产生的热量。

[0146] 由于不再需要从外部源来进行空气循环,所以,发电机可使用 O 形环 930 和塞子 932 进行合适的密封。如果不是所有的污染有害于永久磁体发电机的操作,则这对充分的密封具有优点。如果需要的话,可设置一位于发电机最下位置点的单向阀或隔膜(未示出),以帮助排出可能积存的水。在需要较大气流的情形中,可安装一异步风扇 126。

[0147] 在某些情形中,例如,在多沙、潮湿或其它恶劣条件下,一空气冷却的发电机可相对于潜在的外部污染进行密封。根据本发明的另一方面,通过在起作为一热交换器的发电机外壳上建立分离的内和外冷却气流,由此可提供一密封的空气冷却发电机。内和外气流合适地由内和外风扇提供。内气流被引导通过定子线圈、转子的上方,以及热交换器的内部,以将热量从线圈和磁体传输到热交换器。外气流被引导在热交换器外部的上方以耗散热量。如果需要的话,外气流源可远离发电机定位,例如,通过供气系统或通气管进行设置。

[0148] 参照图 12,一密封的发电机 1200 的第一实施例包括:轴 110;一密封的前端板 1202;前轴承 118;定子 114;一面向前的转子 1204;防松螺母 120;一内风扇 1206;后轴承 124;一密封的后端板 1208;一热交换器 1210;一外风扇 1212,以及一带有一空气入口 1214 的风扇外壳 1213。(在此实施例中,如图 4 所示,系杆 130(未示出)可设置在外面)前端板 1202 合适地包括一台阶形中心轮毂 1214(通常类似于图 3 实施例中的后端板轮毂 340),用来安装和定位前轴承 118 和定子内芯 328。轴 110 的锥形部分 310 设置在离前端板 1202 为预定轴向距离处(通常对应于转子 1204 的轴向长度)。转子 1204 基本上与转子 112 相同,但将轮毂 324 的锥形部分反过来以便适应转子 112 的面向前的部署。如同图 3 的实施例,转子 1204 安装成可在轴 110 上转动,通过轮毂 324 和轴的锥形部分 310 合作,转子确定地位于轴 110 上并与其对齐,定子 114 紧密地接纳在转子 1204 内,与转子 1204 分离一小气隙 412。热交换器 1210 呈大致的圆柱形,与轴 110 同轴地设置并位于转子壳 316 的外面。前端板 1202、轴承 118 和 124、热交换器 1210 和后端板 1208 提供一包围定子 114、转子 1204 和内风扇 1206 的密封的隔间。

[0149] 参照图 12 和 13A,热交换器 1210 合适地包括一圆柱形分离器(壳体)1216,并分别承载沿径向延伸的内和外风扇 1218 和 1220,所有的都处于热力接触中。热交换器 1210 合适地用导热材料(例如,铝或钢)一体地挤压成形。或者,如图 13B 所示,为了便于构造,热交换器 1210 可由用第一材料(例如,钢)形成的单独的圆柱形外壳制成,还带有多个(例如,12 个,图中仅示出一个)用一第二材料(例如,铝)形成的单独的(合适地挤压成形的)翅片部分 1218A(各在一预定弧上延伸),其覆盖圆柱 1216 的内面,以及多个(例如,12 个,图中仅示出一个)单独的(合适地挤压成形的)翅片部分 1220A,其覆盖圆柱 1216 的外面。例如,可采用 12 个 30° 的翅片部分或 4 个 90° 的翅片部分。对应的翅片部分 1216A 和 1220A 合适地用一粘结剂(其保持足够的柔性以适应第一和第二材料不同的热膨胀率)固定在壳 1216 上并与其热力接触。

[0150] 热交换器 1210 与转子壳 316 同轴地设置并沿径向从转子壳 316 朝向外。对应的轴向槽 1226 形成在相邻的内翅片 1218、外壳 1216 和转子壳 316 的外表面之间。如下文中将解释的,通过槽 1226 的气流将热量从转子 112 和绕组 330 传输到内翅片 1218(和壳 1226)。然后,热量从翅片 1218 传输到外翅片 1220。外翅片 1220(和壳 1216)上的气流用来耗散热量。

[0151] 如图 12 所示,热交换器 1210 较佳地包括一圆柱形的外盖 1222,以便于气流在外翅片 1220 上流动。盖 1222 与分离器(壳)1216 同轴地且沿径向在热交换器外翅片 1220 外面设置。盖 1222 合适地嵌套在外风扇外壳 1213 内,并合适地固定在其后端,且在其前端处为热交换器 1210 提供一出口 1224。与风扇外壳 1213 内部连通的对应的轴向槽 1228 因此形成在相邻的外翅片 1220、壳 1216 和热交换器盖 1222 之间。

[0152] 合适地附连到转子 112 或与转子 112 一体形成的内风扇 1212, 产生一内部气流, 其朝向定子线圈 330 ( 较佳地通过端部匝 332)、转子 112 上方, 并通过热交换器 1210 的内部槽 1226。具体来说, 内部风扇 1212 构造成向外推进空气, 在转子 112 内部形成一负压, 一大致用箭头 1230 表示的气流被强制通过槽 1226, 冷却转子壳 316 ( 和磁体 318), 并将热量传输到内部热传导翅片 1218 和壳 1216。气流 1230 退出槽 1226 流过后侧端部匝 332A 进入到定子中心孔 406 内。退出定子中心孔 406 的后侧的气流被引导流过后侧的端部匝 332B。这可使用一偏转器 1232 合适地实施。气流流过端部匝 332B 之后, 气流流过转子孔 323, 并用风扇 1206 进行再循环。定子线圈 330 和磁体 318 内的热量由此得到耗散并传输到热交换器的内部翅片 1218。翅片 1218 与壳 1216 和外部翅片 1220 形成热力接触, 以使热量从翅片 1218 传输到外部翅片 1220。外部翅片 1220 ( 和壳 1216) 上的气流用来耗散热量。

[0153] 外翅片 1220 上方的气流 1234 由外风扇 1212 合适地产生。通过入口 1214 提供的外部空气通过风扇 1212 的转动在外壳 1213 的内部向外推, 并强制通过槽 1228, 最终通过出口 1224 退出。如果需要的话, 可在出口 1224 和风扇外壳空气入口 1214 上方设置过滤器 ( 未示出)。

[0154] 在某些情形中, 可要求使用来自远离密封发电机单元的一气源的加压的外部空气。这样一实施例 1400 显示在图 14 中。密封的发电机 1400 基本上类似于发电机 1200, 例外之处在于, 代替用专用的外部风扇 1212 进行驱动, 发电机 1400 使用一后外壳 1402, 其内部与热交换器外部槽 1228 连通, 并与一增压通风系统 1404 和一诸如远处风扇 1406 那样的合适的远处加压空气源合作。外部气流 1234 由远处风扇 1406 供应, 其被引导通过增压通风系统 1404, 通过外壳 1402 的内部和槽 1228, 最终通过出口 1224 退出。

[0155] 本发明的一替代的实施例特别地适用于多沙、潮湿或其它恶劣条件下, 其使用一局部密封的发电机, 该发电机与一双壁通气管合作, 以从远处条件不太恶劣的源头提供一冷却空气。参照图 15, 一局部密封的发电机 1500 与一通气管 1502 合作。发电机 1500 在大多数方面合适地类似于图 1-4 所述的发电机 100。然而, 前端板 116A ( 类似于前端板 116) 和前轴承 118A ( 类似于前轴承 118) 被密封, 后端板 122A ( 类似于后端板 122) 除了空气通道 902 之外还包括一组单独的外侧空气通道 1504, 且 ( 与图 4 实施例相同) 系杆 130 设置在外壳 128 的外面。此外, 发电机 1500 包括一空气坝 1506, 以分离对应的气流, 这将在下文中描述。空气坝 1506 合适地由毡呢形成, 或与后端板 122A 一体地形成。

[0156] 通气管 1502 合适地包括基本上垂直的、大致圆柱形的内和外烟囱部分 ( 分别为 1512A、1514A) 以及横向的内和外连接部分 ( 分别为 1512B、1514B), 其分别由内和外壁 1512 和 1514 形成。对于任何给定的安装来说, 垂直和横向部分的数量保持尽可能最少 ( 即, 最少的弯头数量), 以使空气的速度达到最大。内壁 1512 ( 和靠近内部连接部分 1512B 的嘴) 设置在端板的内和外通道 902 和 1504 之间; 内壁 1512 的外直径合适地小于或等于通道 1504 的内直径, 且内壁 1512 的内直径大于或等于通道 902 的外直径。一与端板外通道 1504 连通的入口气道 1516 形成在内壁 1512 和外壁 1514 之间。一与端板内通道 902 连通的出口气道 1520 形成在内壁 1512 内。入口气道 1516 和出口气道 1520 合适地分别用第一和第二空气过滤器 1518 和 1522 盖上。输入过滤器 1518 事实上净化引入到发电机内的空气。输出过滤器 1522 在发电机不运行时防止灰尘通过排气管进入发电机内。内部烟囱部分 1512A 合适地延伸超过由外壁 1514 形成的外烟囱部分 1514A。入口气道 1516 和出口气道 1520 的



嘴（过滤器 1518 和 1522）都设置在预定的高度上，对应于安装发电机 1500 的车辆将要迈过的最大水深。一合适的偏转器 1524 合适地设置在空气通道 902 之间，以便最大程度地减小将从输出气道 1520 排出的空气引入到入口气道 1516 内。

[0157] 通气管 1502 利用一适配器板 1503 固定到发电机 1500 的后端板 122A。在图 15 的实施例中，通气管 1502 和端板 122A 用系杆 130 固定。或者，外连接部分 1514B 的嘴可用力配合在后端板 122A 的周缘上，如果需要的话，用金属条带予以固定。在任何情况下，可较佳地使用合适的密封剂、密封垫或 O 形环（未示出）以建立一基本上防水的密封。电风扇 126 合适地设置在内部连接部分 1512B 的内部的适配器板 1503 上（带有对应通过其间的空气通道的合适的盘形），使叶片布置成在转子 112 内部形成一负压。

[0158] 风扇 126 沿着一冷却剂路径循环空气以形成通过转子和定子的冷却气流 1526，空气通过过滤器 1518 和入口气道 1516 吸入，流过横向外连接部分 1514B、后端板 122A 内的外空气通道 1504、外壳 128 和转子壳 316 的外部之间的空间、端部匝 332A 上方的转子端帽 314 内的通道 323，通过端部匝 332B 上方的定子内芯 328 的孔 406，通过后端板 122A 内的内部空气通道 902，通过风扇 126，以及通过通气管内部连接部分 1512B、输出气道 1520 和过滤器 1522。发电机 1500 因此是局部密封，并可浸没在高达由通气管 1502 形成的深度的水中。

[0159] 风扇 126 可以是一传统的电风扇。然而，可要求风扇 126 提供的冷却剂循环达到最大。一永久磁体风扇的设计对于小的能量输入开发出非常高的马力，并便于用大直径的叶片来提高空气速度和压力，同时，显现相对小的轴向尺寸。

[0160] 因此，需要有一种用于可供空间内特别优化的风扇。现参照图 16A，这样一风扇的第一实施例 1600A 包括：一定子框架 1602；一定子内芯 1604 和绕组 1606；前和后风扇轴承 1608 和 1610；以及一风扇 1612。定子框架 1602 合适地包括一大致圆柱形本体 1615 和合适地包括中心地设置在其中的风扇轴承 1608 和 1610。定子框架 1602 合适地与轴 110 同心地固定在后端板 122A。风扇定子内芯 1604 合适地呈大致圆柱形并围绕定子框架本体 1615 设置。

[0161] 风扇 1612 合适地包括用工程塑料、铝或其它合适材料铸造的风扇本体 1614，一风扇转子 1616，以及一固定用的紧固件 1618。风扇本体 1614 合适地包括一带有一垂直的中心内部轴 1624（由轴承 1608 和 1610 保持可转动）的中心轮毂 1623，其通过形成对应通道 1626 的对应交叉臂连接到本体 1614。通道 1626 与通气管内连接部分 1512B 连通。如果需要的话，一合适地由毡呢或低摩擦的材料形成的空气坝 1625 可设置在通气管内壁 1512 和风扇转子端帽 1612 之间，以最大程度地减小输入和输出通道之间的空气运动。

[0162] 风扇转子 1616 合适地（即，用环氧树脂或其它合适的固定方法）固定到风扇本体 1614 的过程包括将对应的磁体 1632 设置在其内部。磁体 1632 紧密靠近风扇定子内芯 1604 设置，仅分离一小气隙，以便与风扇定子绕组 1606 电磁地互相作用；电信号施加到绕组 1606 导致磁体 1632 相对运动，和由此风扇 1612 的运动。电力可从发电机 1500 产生的电力内部地供应，或可从外部电源（例如，一车辆电池）供应。设置风扇叶片 1634，从通气管的外部连接部分 1514B 通过后端板外通道 1504 移动空气。通过设置最大可能直径的叶片，可提供最大的空气运动和气压。风扇叶片推气流 1526 通过后端板 122A 内的外空气通道 1504。如结合图 15 所描述的，气流 1526 然后循环通过发电机 1500 内部，然后，通过

后端板 122A 内的内部空气通道 902, 通过风扇 1600 的通道 1626 退出, 并通过合适地固定在适配器板 1503A 的通气管内部连接部分 1512B、输出气道 1520 和过滤器 1522 排出 (如结合图 15 所描述的)。

[0163] 如果需要的话, 风扇叶片可构造成具有相应的不同倾斜部分, 其与端板内和外通道 902 和 1504 对齐, 以便推空气进入到通道 1504 内, 而将空气抽出通道 902。参照图 17, 一包括这样一叶片的风扇 1700 合适地大致类似于风扇 1600。然而, 风扇 1700 利用更紧凑的定子框架 1702 (合适地没有空气通道), 且风扇转子 1704 分别包括同心的内和外圆柱 1706 (类似于圆柱形本体 1630) 和 1708。一第一组风扇叶片 1710 (基本上类似于叶片 1634) 设置在外圆柱 1708 的外面 (将其连接到一外圆柱 1709)。一第二组风扇叶片 1712 连接圆柱 1706 和 1708。

[0164] 外圆柱 1708 合适地与内通气管壁 1512 同心并具有与其大致相同的直径。设置风扇叶片 1710 (类似于图 16 的实施例中的叶片 1634), 以从通气管外部连接部分 1514B 通过后端板外通道 1504 移动空气。圆柱 1706 和 1708 设置成使端板内通道 902 被圆柱支承 (例如, 圆柱 1706 的外直径小于或等于通道 902 的内直径, 而通道 902 的外直径小于或等于外圆柱 1708 的内直径)。与风扇叶片 1710 相比, 风扇叶片 1712 显现一反向角, 以使负压产生在通道 902 处 (即, 通过通道 902 将空气从发电机 1500 中抽出)。靠近端板 122A 的风扇转子 1614A 的侧面合适地保持紧的公差, 并与端板 122A 分离仅一相当小的气隙 1714, 合适地在 0.01 英寸至 0.05 英寸的范围, 且较佳地为 0.03 英寸。气隙 1714 足够小以致通道之间的任何空气的迁移可以忽略。当风扇转动时, 它沿相对反向形成压力, 外环空气进入而内环空气流出发电机, 这形成冷却发电机所需要的空气流动。

[0165] 在多沙、灰尘、潮湿或其它恶劣条件中 (例如, 沙漠或农业应用), 可要求过滤引入到发电机内的空气。灰尘和空气携带的污染物是潜在的研磨剂, 且沙砾通常携带铁的化合物, 它们会积聚在永久磁体上 (发电机和 / 或风扇内)。事实上, 可采用一输入过滤器来净化引入到发电机内的空气。当发电机不使用时, 使用一输出过滤器来阻止灰尘通过排气管进入发电机。可采用任何合适的过滤策略, 较佳地, 考虑将引入到发电机入口的排出空气减到最小。例如, 在图 18A 的实施例中, 风扇 1600B (使叶片布置成在发电机 1500 内形成负压) 设置在一外壳 1800 内, 其包括一中心圆柱形管道和一同心的盘形偏转器 1808。风扇 126 合适地同心地安装在框架 126A 上的管道 1802 内 (合适地具有一外周缘, 其与管道 1802 的内部相一致, 以便通过其间)。框架 126A 可与外壳 1800 一体形成。管道 1802 合适地靠近端板 122A 的侧壁设置在一端上并在另一端上关闭, 管道 1802 同心地设置在端板内和外通道 902 和 1504 之间; 管道 1802 的外直径合适地小于或等于通道 1504 的内直径, 而管道 1802 的内直径大于或等于通道 902 的外直径。管道 1802 形成对应的输入和输出气道 1810 和 1804。位于管道 1802 内部的输出气道 1804 与发电机端板 122A 内的内通道 902 连通, 并通过一嘴 1805 沿径向排出。一与管道 1802 同心的环型空气过滤器 1806 设置在输出气道 1804 的嘴处。偏转器 1808 围绕管道 1802 的外部设置, 并提供一面向前的嘴 1812。一与管道 1802 同心的环型空气过滤器 1814 设置在输入气道 1810 内。偏转器 1808 与管道 1802 合作而形成输入气道 1810。带有面向前的嘴 1812 的偏转器 1808 趋于将引入到发电机 1500 内的排出空气减到最小。

[0166] 通过空气入口引入到发电机 1500 内的排出空气也可通过空气入口和出口的相对

部署而减到最小。例如,在图 18B 和 18C 中,输入气道在管道 1802 外面沿径向打开,而输出气道在后面沿轴向打开。在图 18B 的实施例中,输入和输出过滤器 1814 和 1806 都是环型过滤器。管道 1802 包括一台阶形(直径增加)部分 1802B,其侧壁与端板 122A 合作以形成输入气道。在图 18C 的实施例中,输入过滤器 1814 是一环型过滤器,而输出过滤器 1806 是一平板型过滤器。在此情形中,输入气道由设置在管道 1802 外面与端板 122A 合作的一环形板 1820 形成。如果需要的话,管道 1802 和板 1820 可形成为风扇框架 126A 的一体部分。

[0167] 有时需要从远离发电机的部位吸入空气,例如,发电机附近的环境空气温度高于要求的温度。在图 15 的实施例中,这可利用一附连到后面且初始地沿径向从发电机延伸的通气管来实现。在某些应用中,自由空间的轴向范围受到限制,且要求提供一相对于发电机轴线横向地延伸的空气吸入管道。参照图 19,这样一横向地引出管道的发电机合适地大致类似于图 18C 的实施例,例外的是,使用一具有切向延伸的延伸部 1904 的导管 1902,其合适地盖上一空气过滤器 1906,而不是使用板 1820 和环型过滤器 1812。

[0168] 过滤器也可使用图 16 和 17 的最佳的风扇。例如,参照图 20A,风扇 1600 可同心地设置在一大致圆柱形的风扇外壳 2000 内。外壳 2000 合适地包括一同心的内圆柱形壁 2002,其向内延伸并终止的风扇转子端帽 1614 附近,与端帽 1614 仅分离一小的间隙 2004。壁 2002 的直径合适地是转子本体 1630 和空气通道 1626 的中间值,较佳地,使外直径等于本体 1630 的直径。壁 2002 形成对应的输入和输出气道 2006 和 2008。间隙 2004 足够小以致气道 2006 和 2008 之间的任何空气的迁移可以忽略。位于壁 2002 外面的输入气道 2006 与风扇叶片 1634 连通,最终与端板外通道 1504 连通,并包括一适于接纳与壁 2002 同心的环型空气过滤器 2010 的入口。位于壁 2002 内部的输出气道 2008 与风扇 1600 的通道 1626、1620 和 1622 连通,最终与发电机端板 122A 内的内通道 902 连通。输出气道 2006 延伸通过一过滤器,其合适地是一平板型过滤器。考虑到风扇气流 2010 反向的能力,可考虑使用柔性的橡胶管 2012 或其它合适的材料将气道 2008 延伸到一环境更加友好的部位,用冷却的空气输送给发电机 1500,而不是取自靠近发电机的非常恶劣条件下的空气。同样地,参照图 20B,风扇 1700 也可同心地设置在风扇外壳 2000 内。在如此的情形中,内圆柱形壁 2002 对齐于风扇转子外圆柱 1708;壁 2002 的外直径合适地等于圆柱 1709 的外直径。

[0169] 如上所述,发电机定子绕组内感应出的电流通常施加到一桥式整流器,有时进行调整并作为一输出提供。在某些情形中,调整的输出信号施加到一变换器以提供一交流电输出(AC)。此外,可使用电子控制系统来调节转子速度的变化或载荷特性的变化。应用在这样的电子系统内的部件趋于易遭受热损坏。因此,要求将电子部件(尤其是,在操作过程中产生热量的那些部件)设置在最冷空气路径内的模具浇铸的热沉内,例如,在空气入口的附近。例如,参照图 21A 和 21B,产生热量的电子部件 2100 安装在(压入)一热沉 2102 上,热沉又安装在发电机端板 121A 内的空气通道 1504 内。热沉 2102 由轻的传热材料,例如,铝,来形成(例如,金加工或挤压成形),并包括一主肋 2104 带有横向的(例如,垂直的)冷却翅片 2106 以及在两端的对应的紧固接片 2108。部件 2100 合适地安装在主肋 2104 上。热沉 2102 轮廓适于配合在端板通道 1504 内,以使冷却空气流(表示为标号 1526)在翅片 2106 上和翅片之间流过。用对应的螺钉 2110 通过接片 2108 并旋入端板 121A 内,热沉 2102 合适地固定到端板 121A。

[0170] 或者,承载电子部件的热沉可设置在与发电机合作的风扇外壳(例如,1800、

2000)、通气管(例如,1502)、送风系统(例如,1402)等的输入气道内。例如,部件2200可安装在一热沉2202上,热沉又安装在风扇外壳2000的输入气道2006内。热沉2202合适地呈梳子形,由轻的传热材料,例如,铝,来形成(例如,金加工或挤压成形),并具有一底部2204和横向的(例如,垂直的)冷却翅片2206。部件2200合适地安装在底部2204上。冷却气流1526通过对应的冷却翅片2206流过过滤器2010,通过后端板通道1504进入发电机内。

[0171] 在一诸如结合图12-14所描述的实施例那样的密封单元中,发热的功率部件最好设置在密封发电机的外面,例如,在一设置在外部槽1228内的热交换器盖222上的热沉上。

[0172] 参照图23A和23B,发热的电子部件可安装在一热板上,在其使用图9B和9C所描绘的发电机冷却剂流体,在进入发电机之前,冷却的流体流过热板2302。发热部件2303合适地固定在热板2302上。应注意到,在图23B中,通过将2302和2303定位在发电机外面,可保持发电机的密封。

[0173] 尽管本发明已结合各种示范的实施例进行了描述,但本发明不局限于所示特定的形式,在不脱离本发明精神的前提下,可以想像到还可形成本发明的其它实施例。根据如附后的权利要求书所表达的本发明,在部件、材料、数值、结构及设计和布置的其它方面可以作出各种变化。

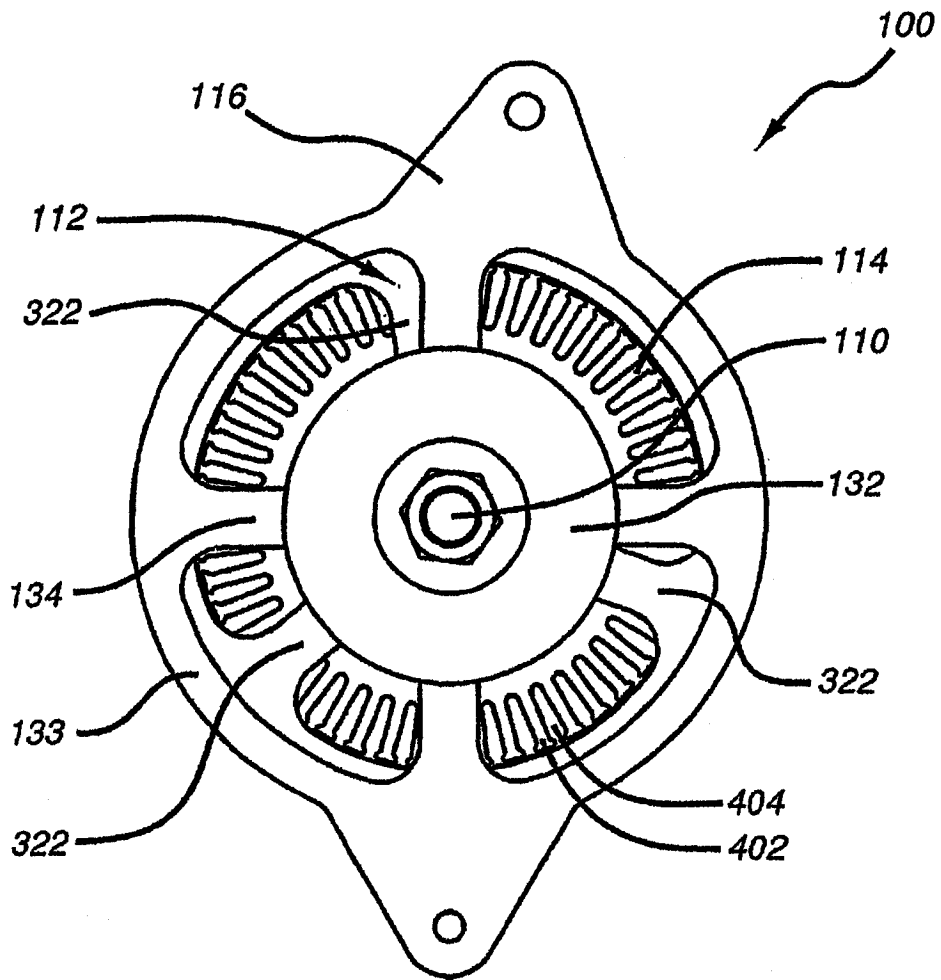


图 1

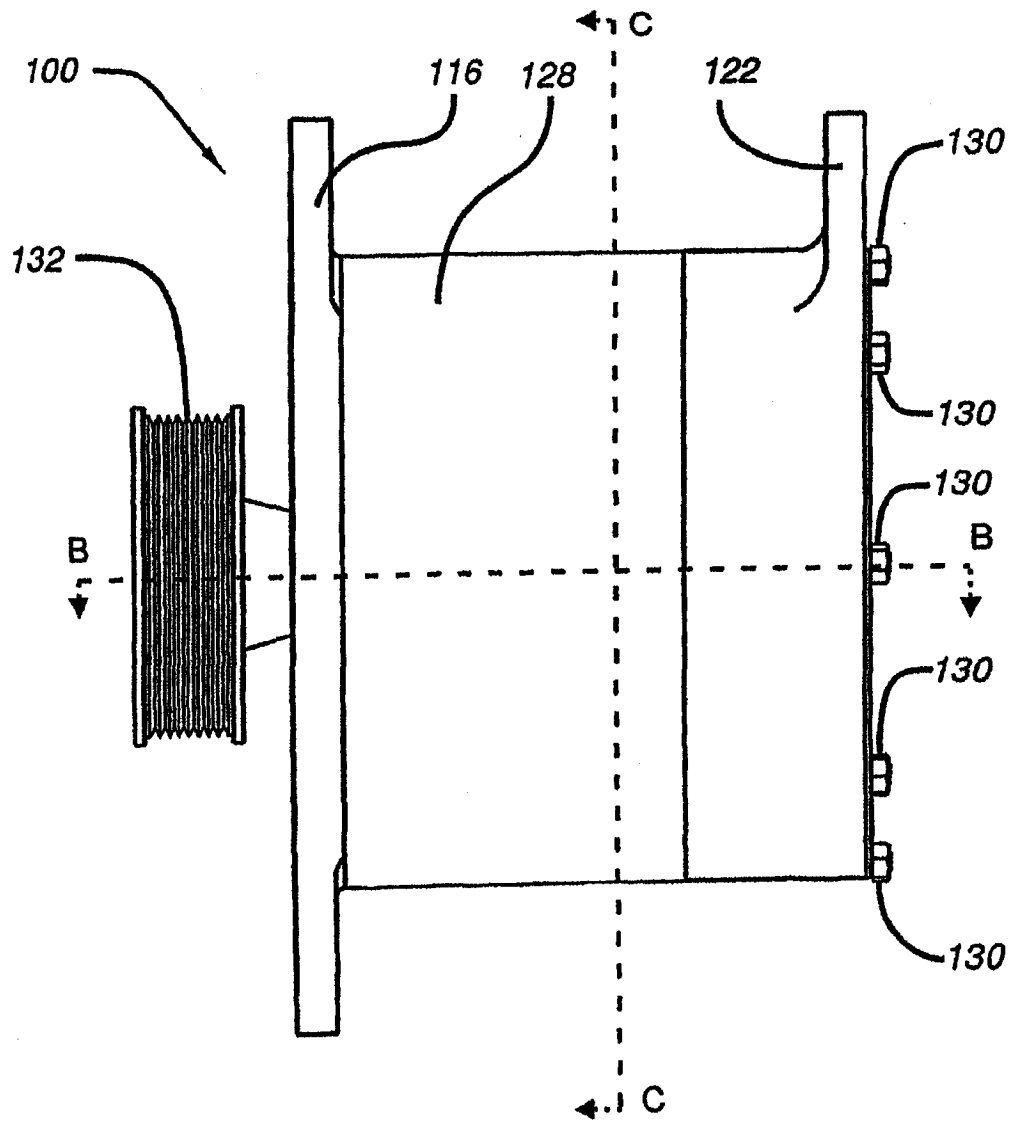


图 2

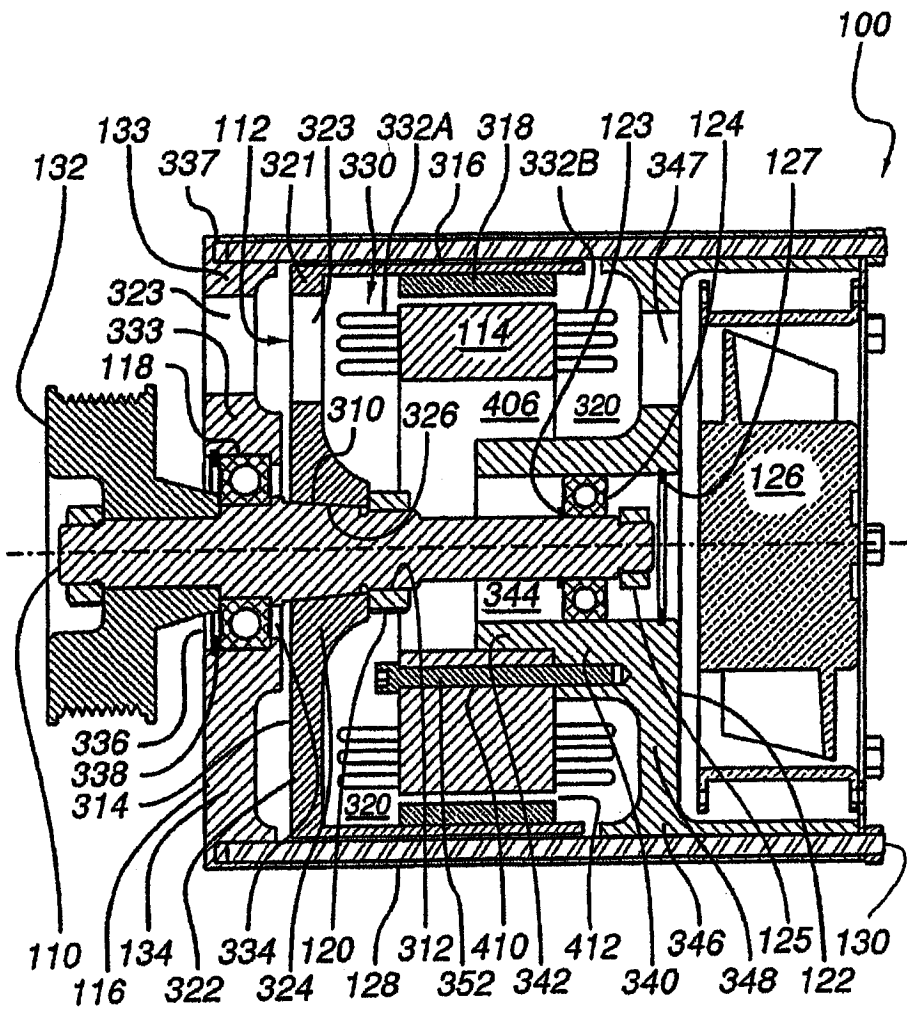


图 3

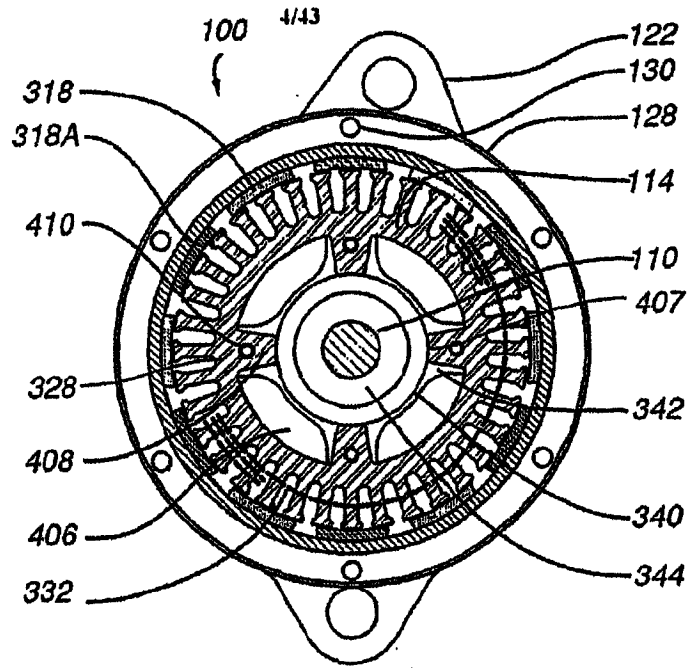


图 4A

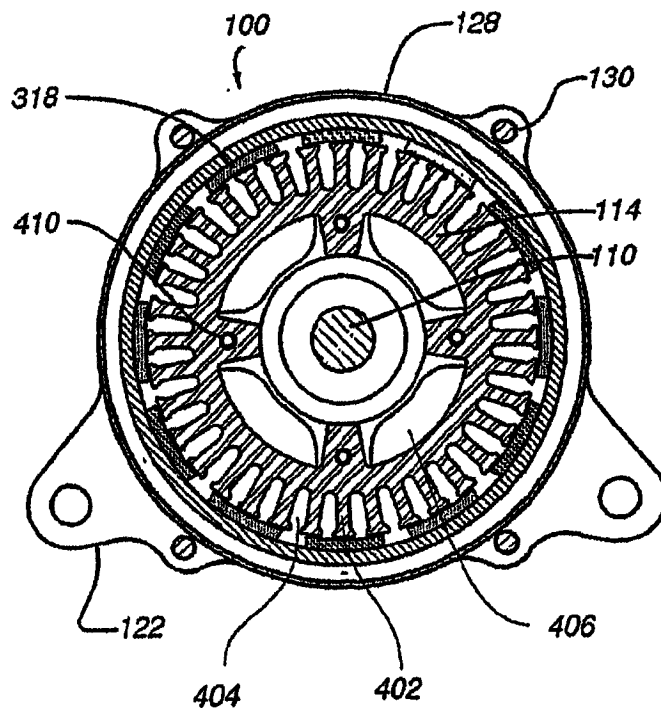


图 4B



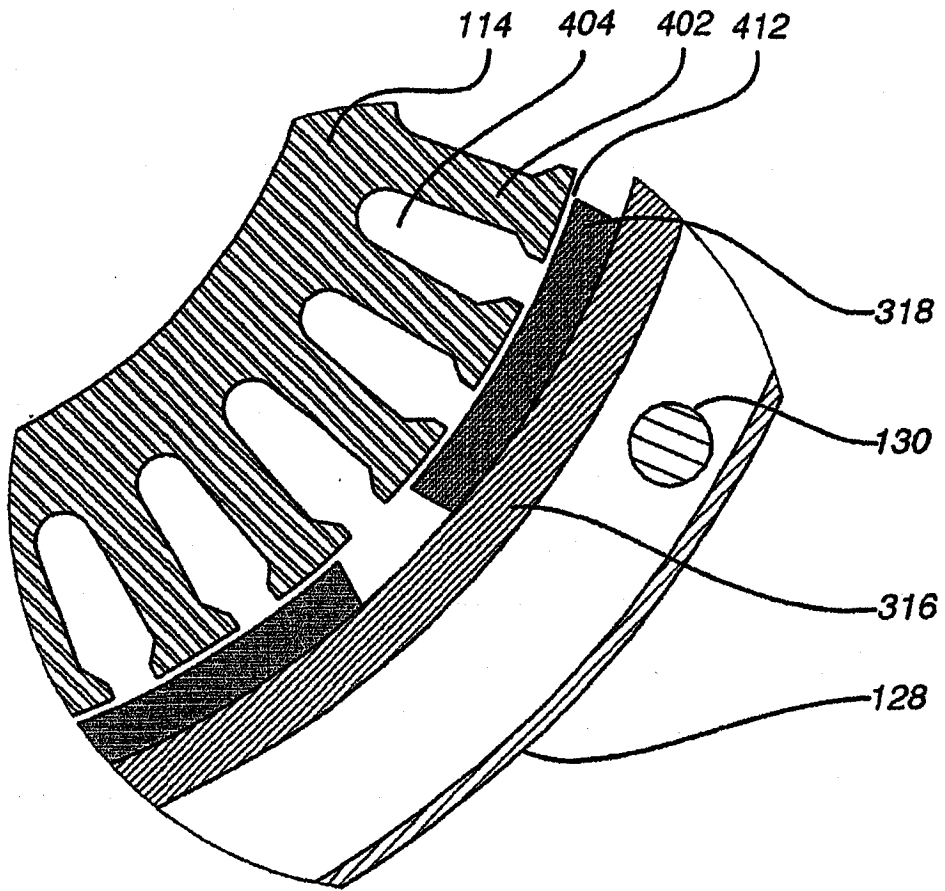


图 4C

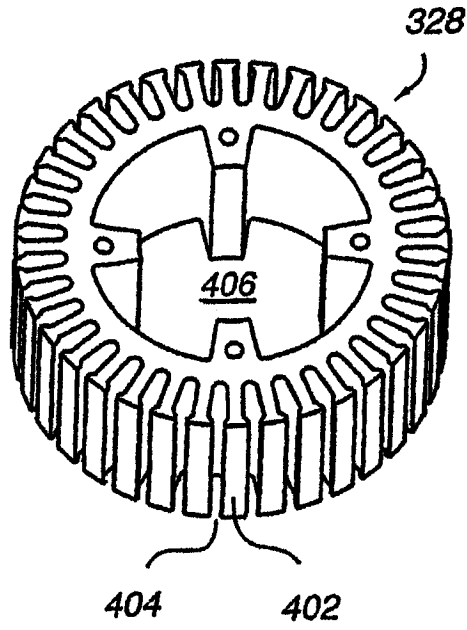


图 4D

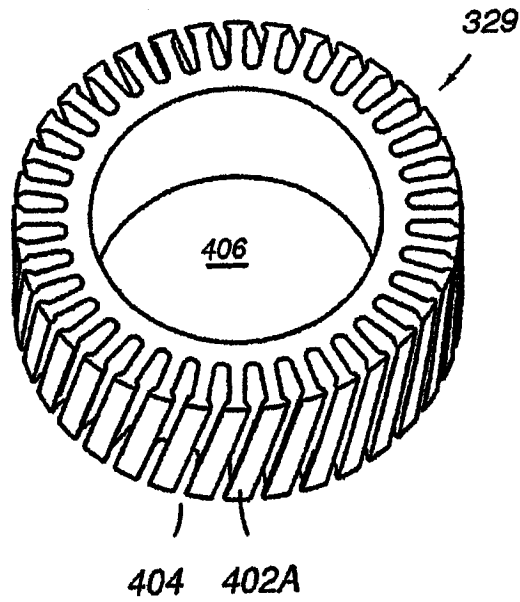


图 4E

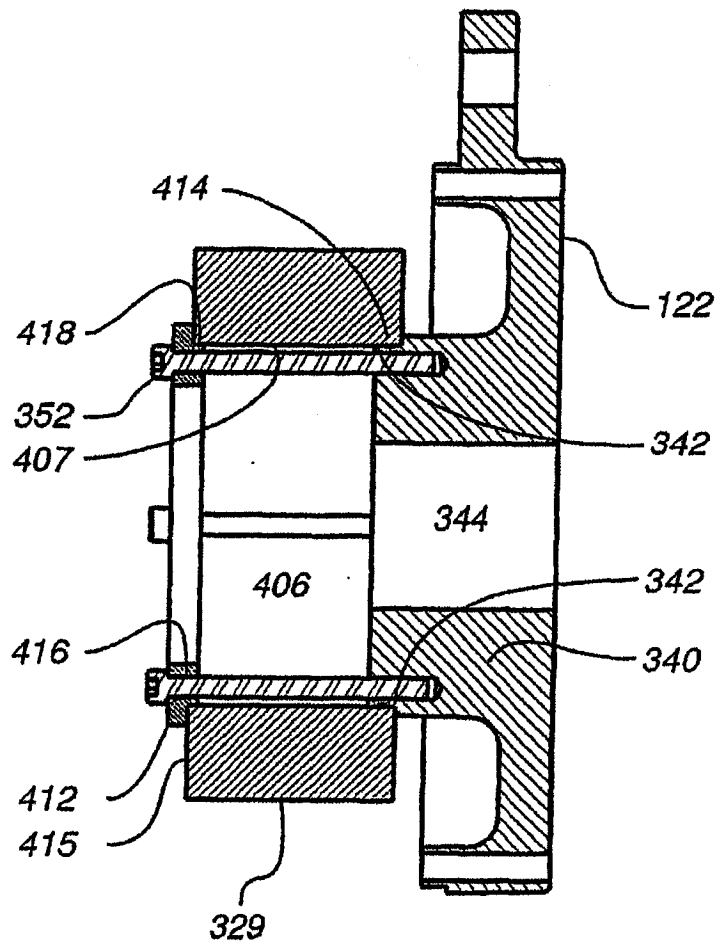


图 4F

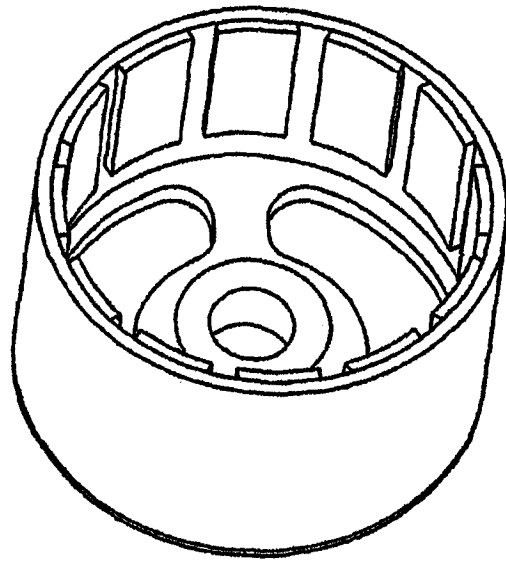


图 4G

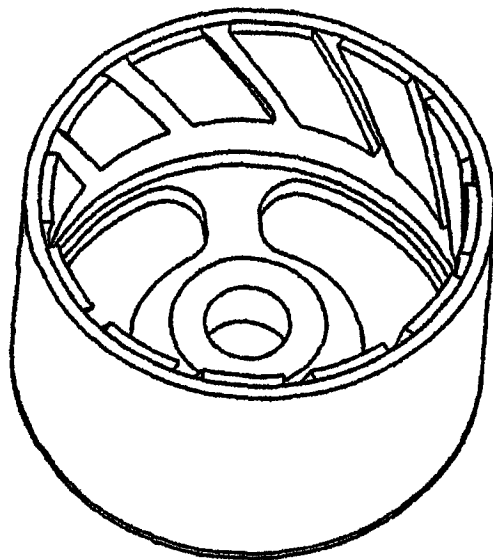


图 4H



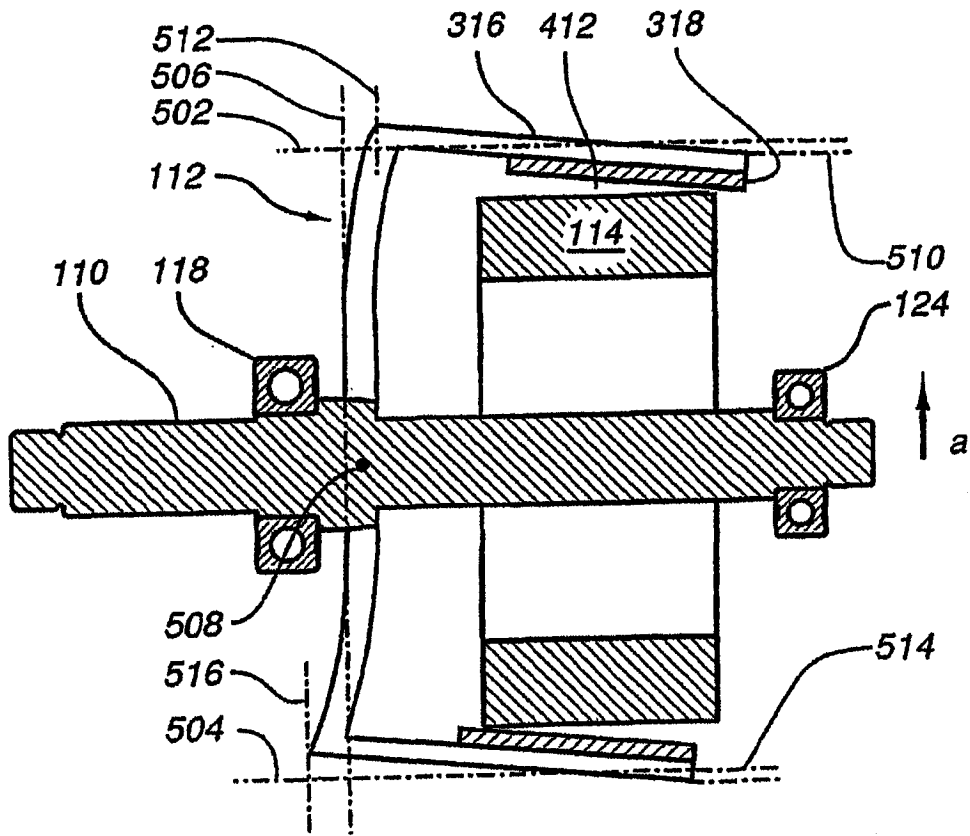


图 5B

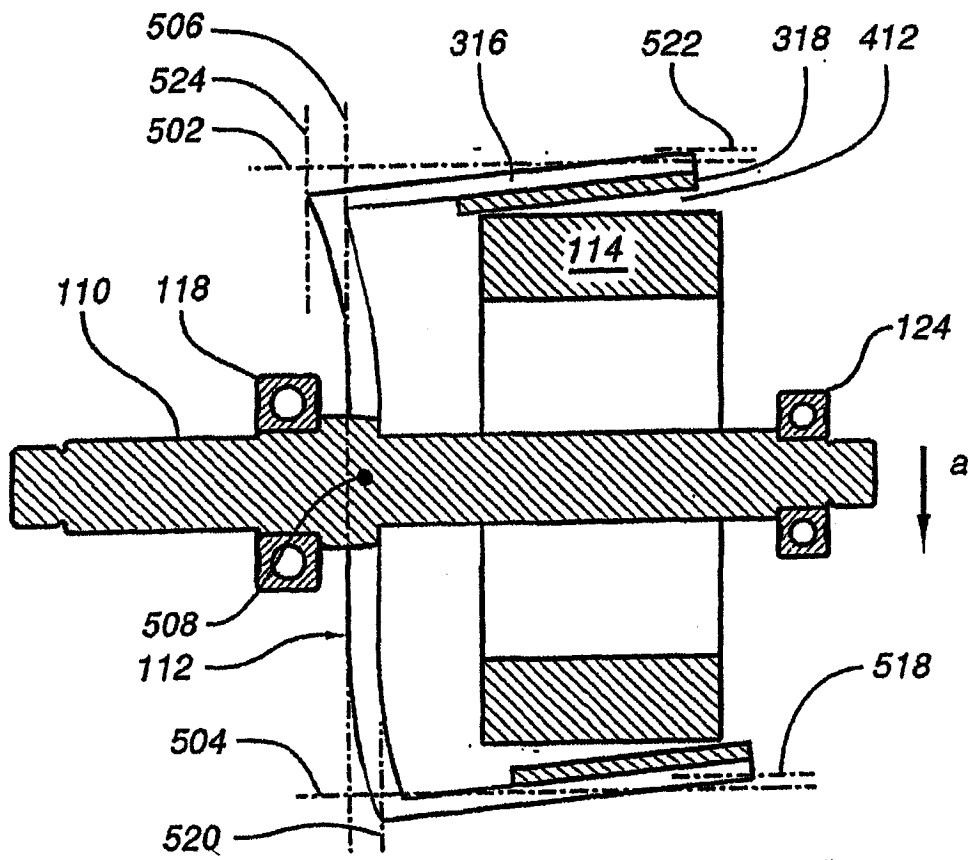
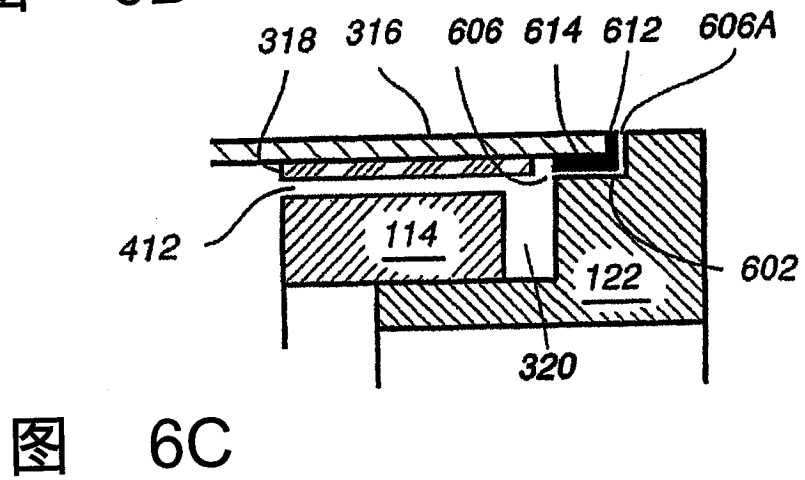
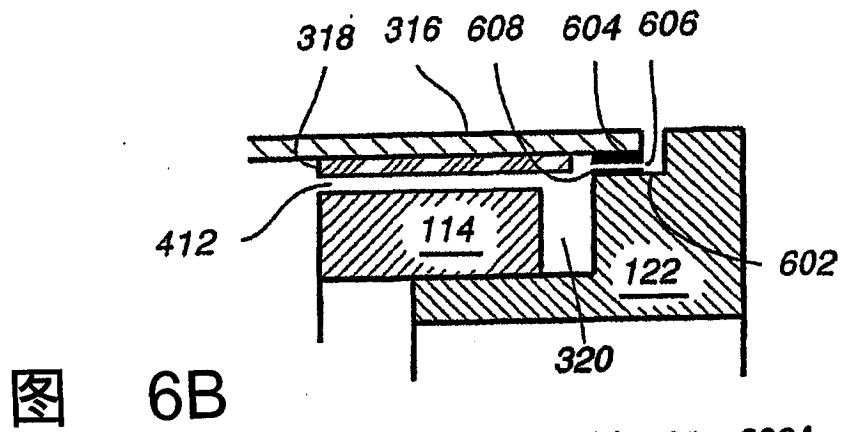
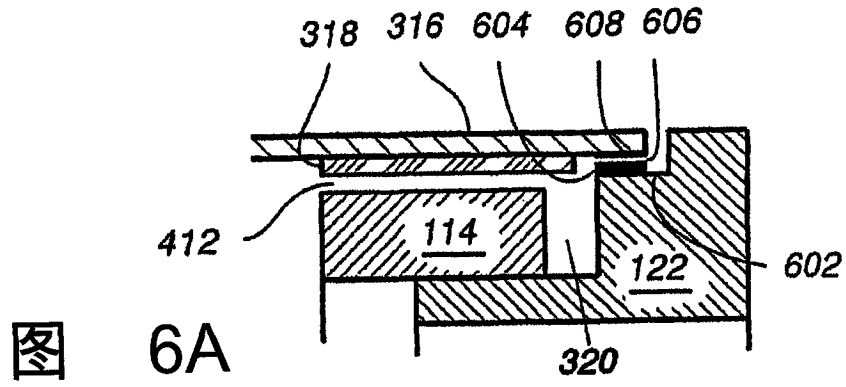


图 5C





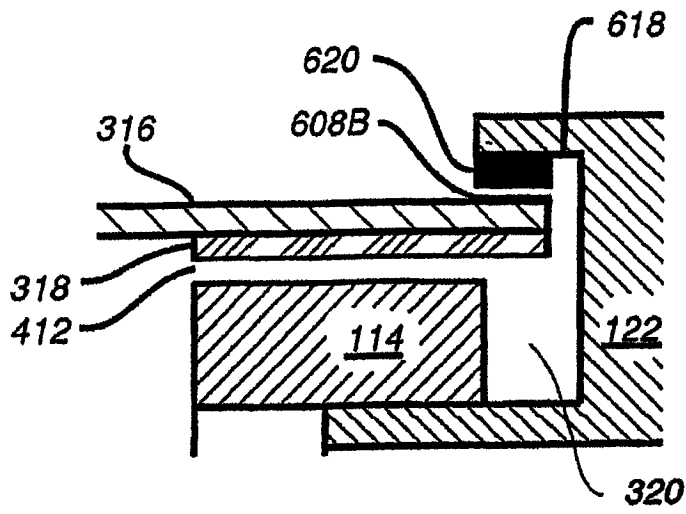


图 6D

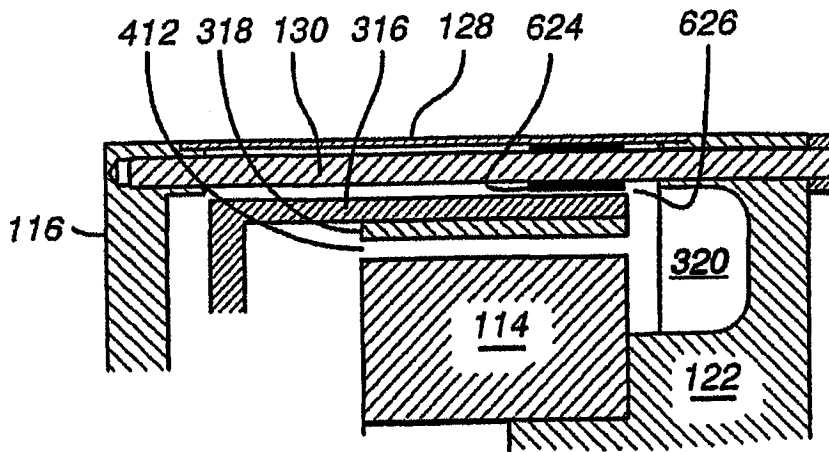


图 6E

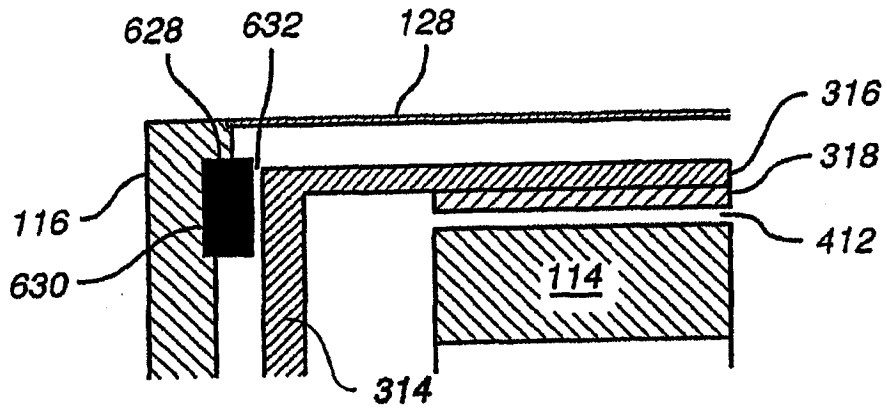


图 6F

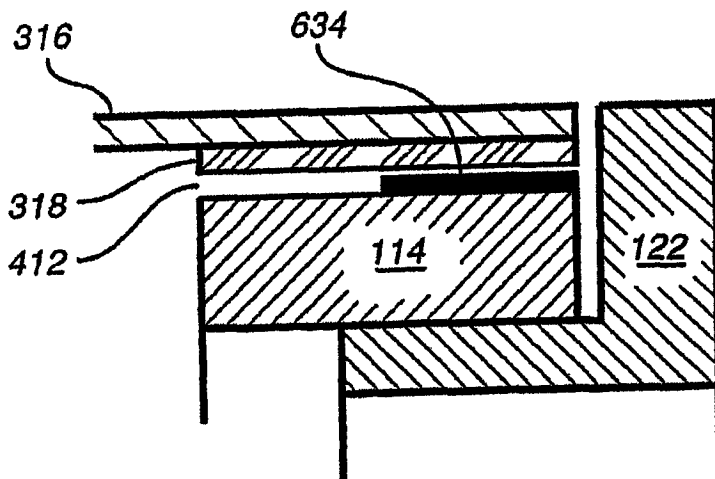


图 6G

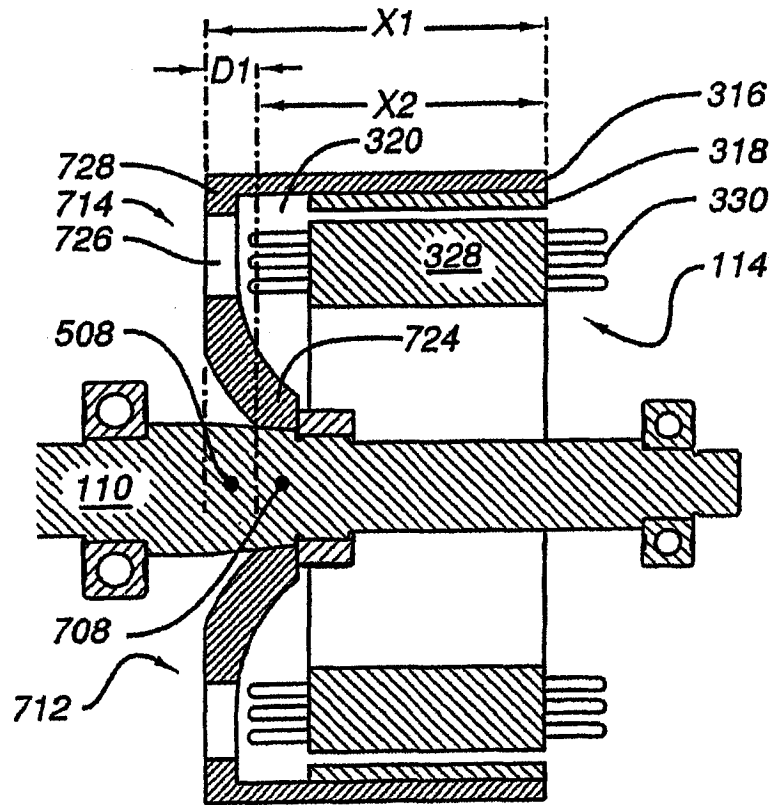


图 7A

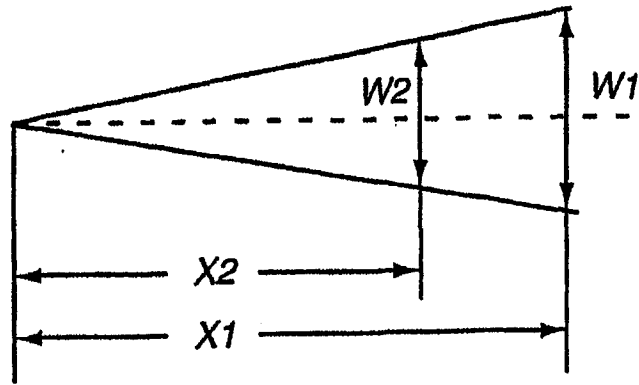


图 7B

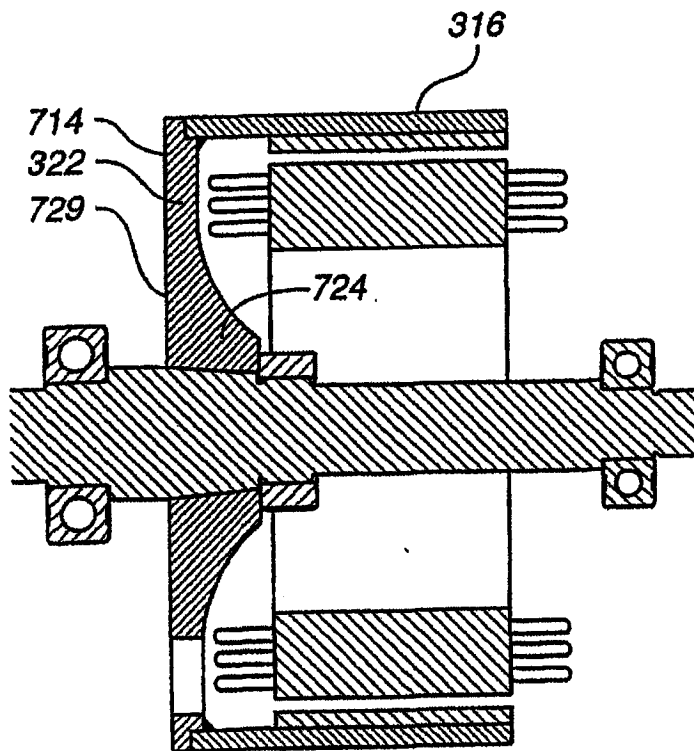


图 7C

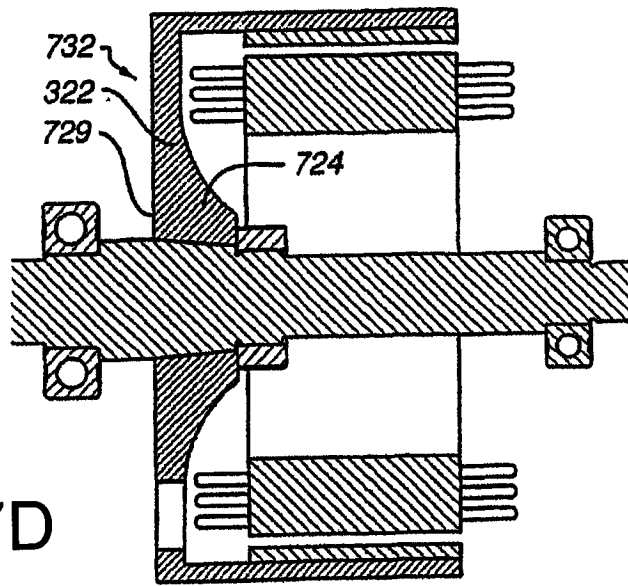


图 7D

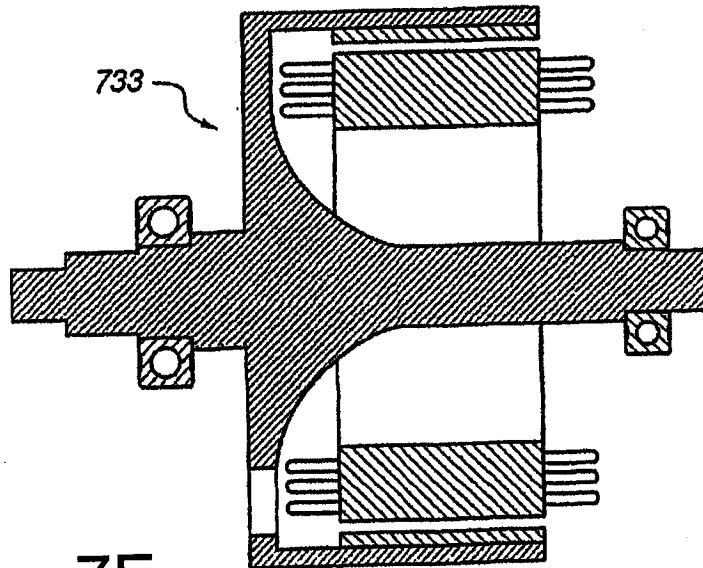


图 7E

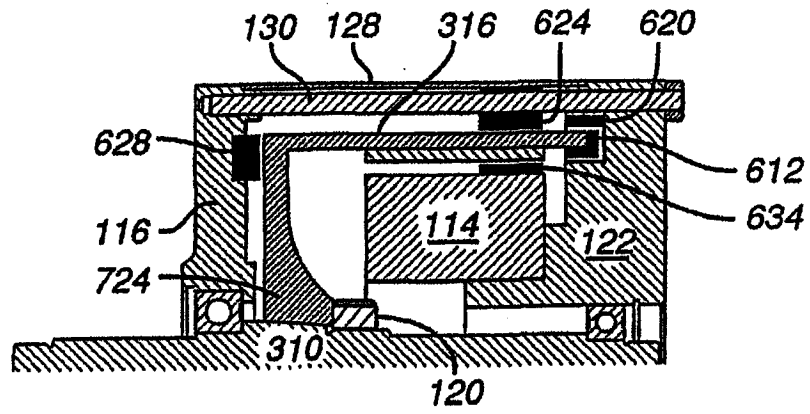


图 8

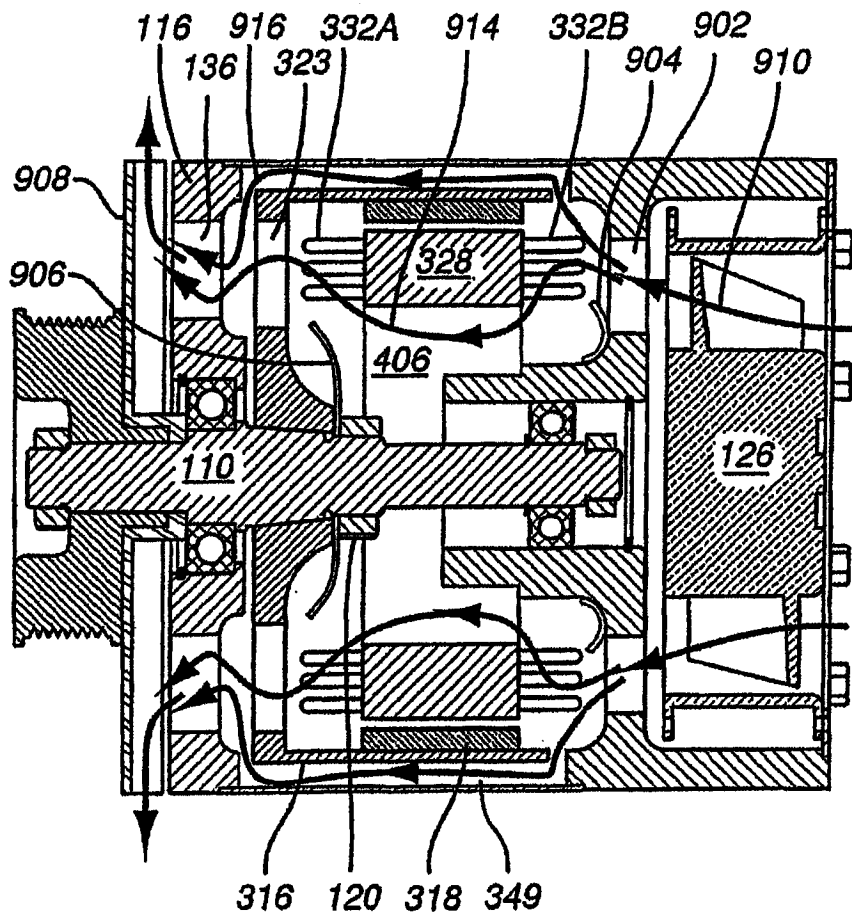


图 9A

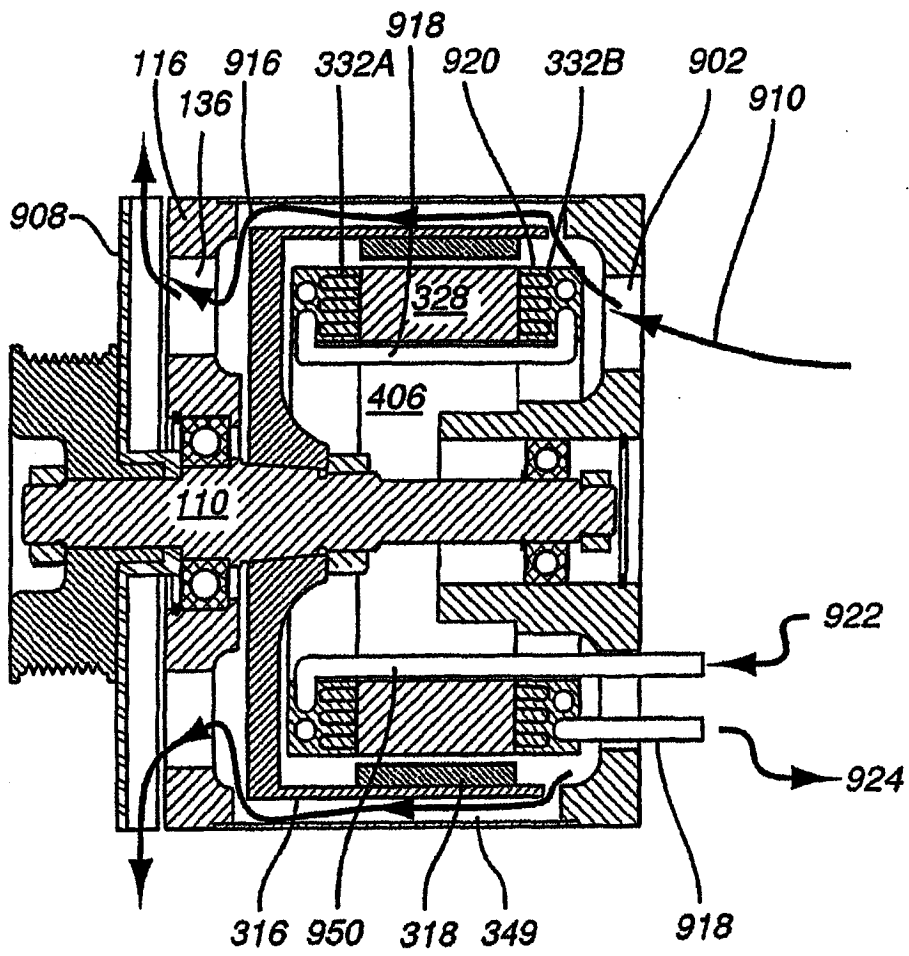


图 9B



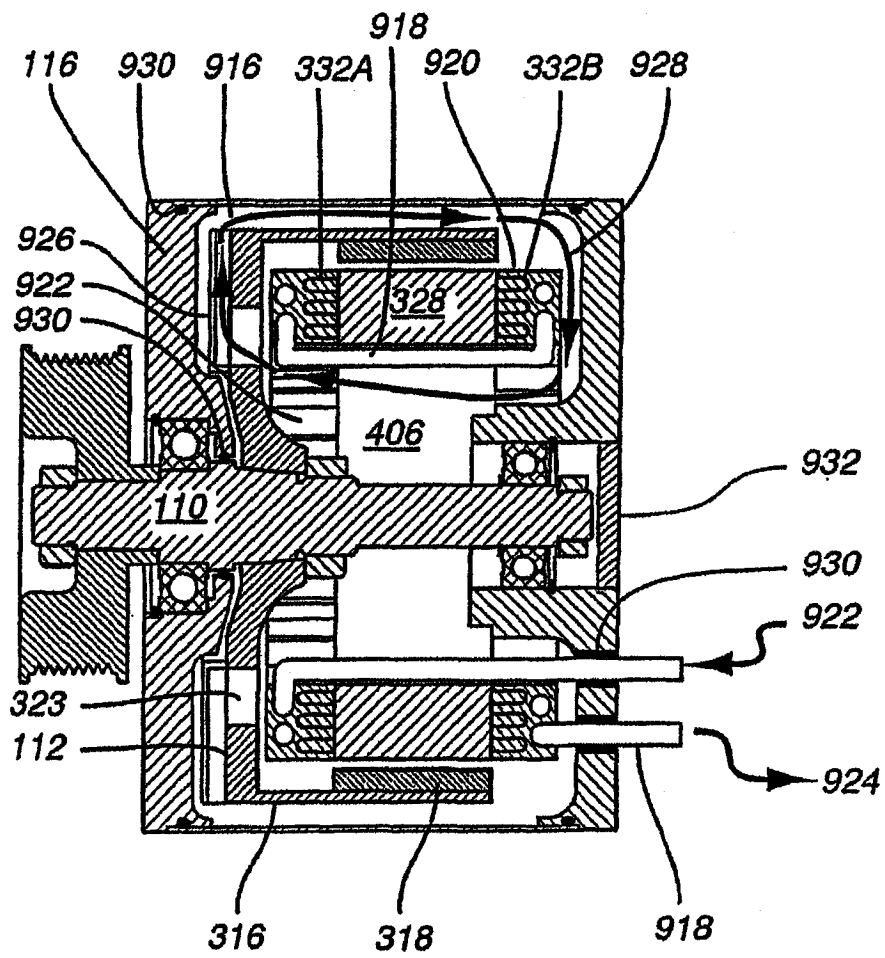


图 9C

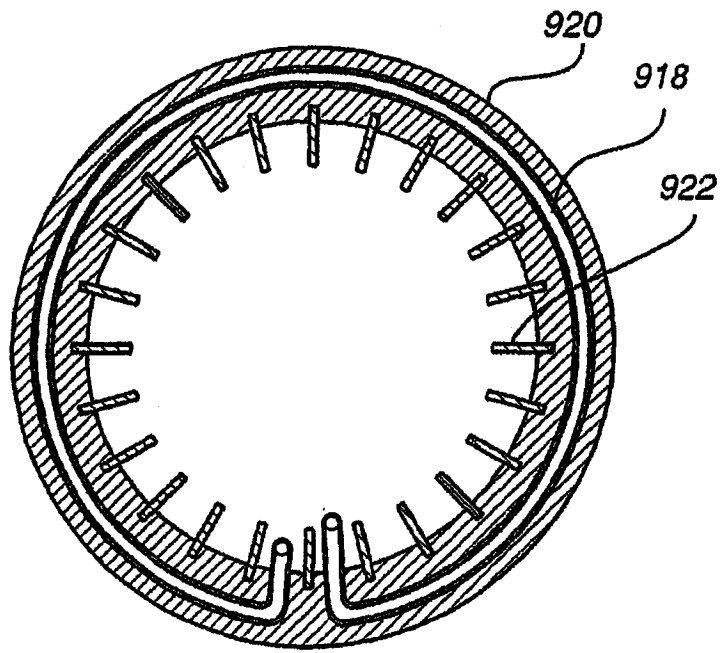


图 9D

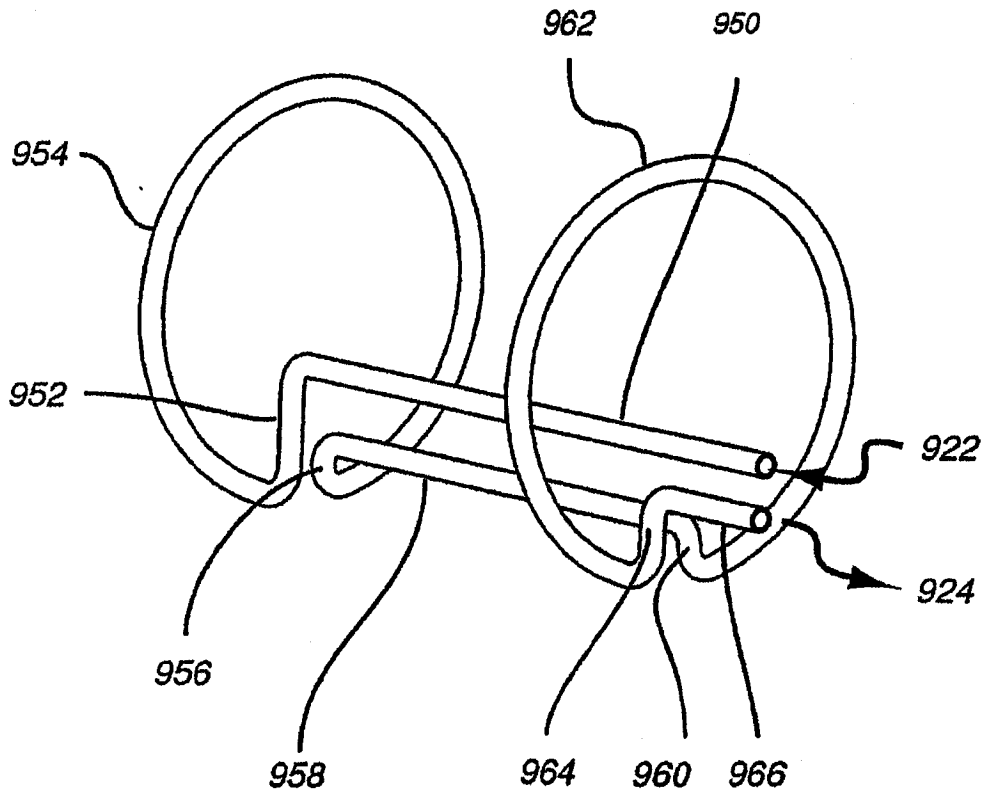


图 9E

图 10A

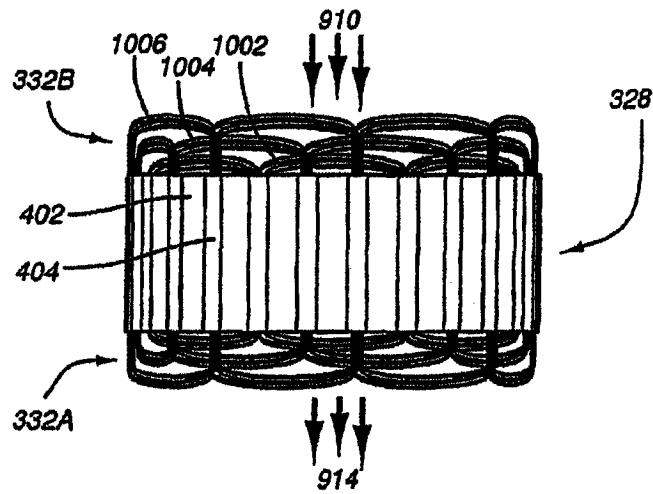


图 10B

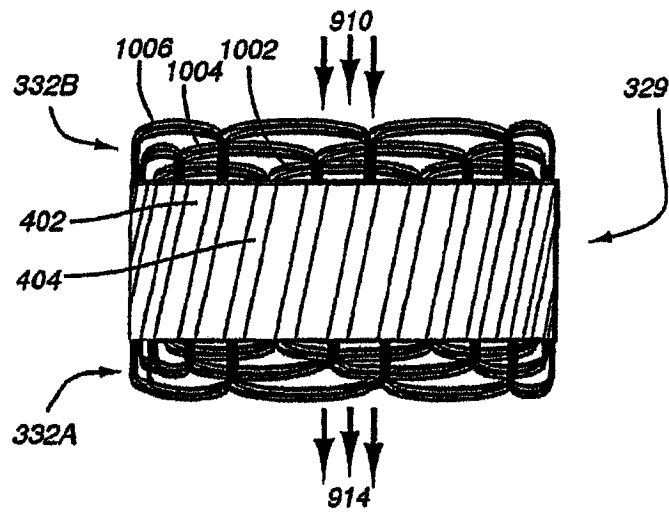
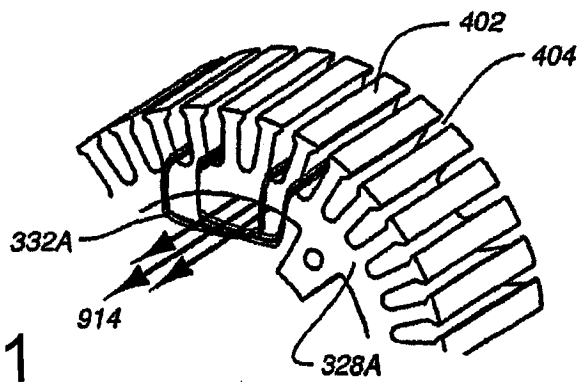


图 11



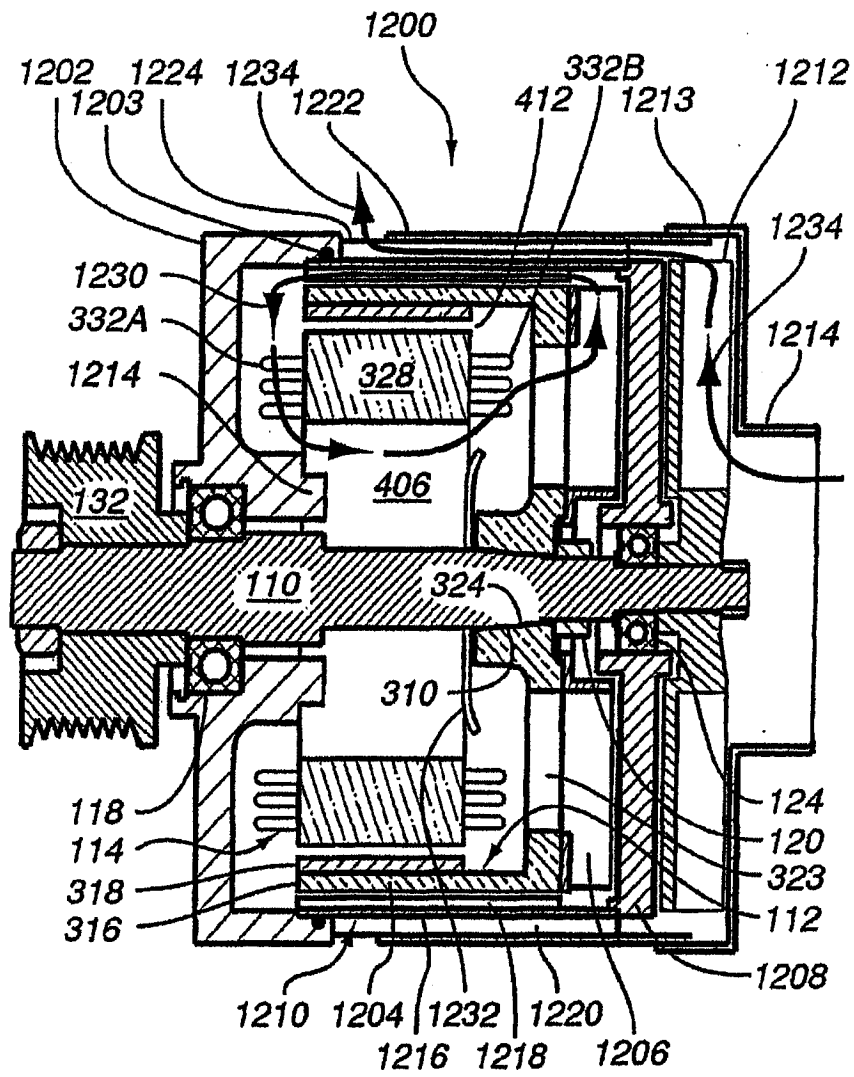


图 12

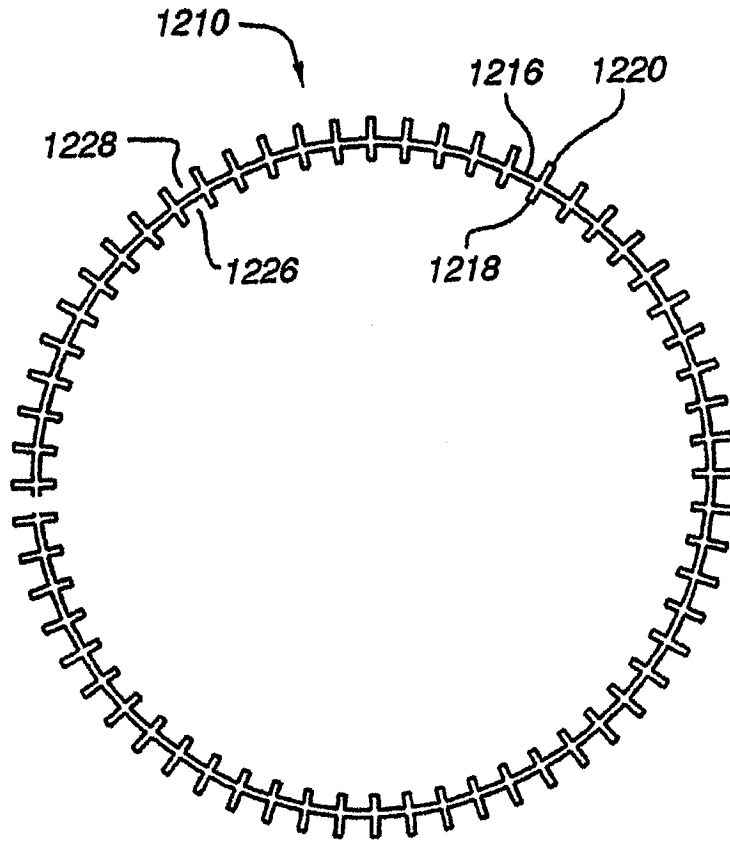


图 13A

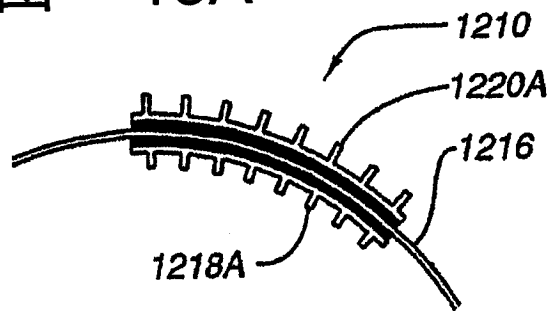


图 13B

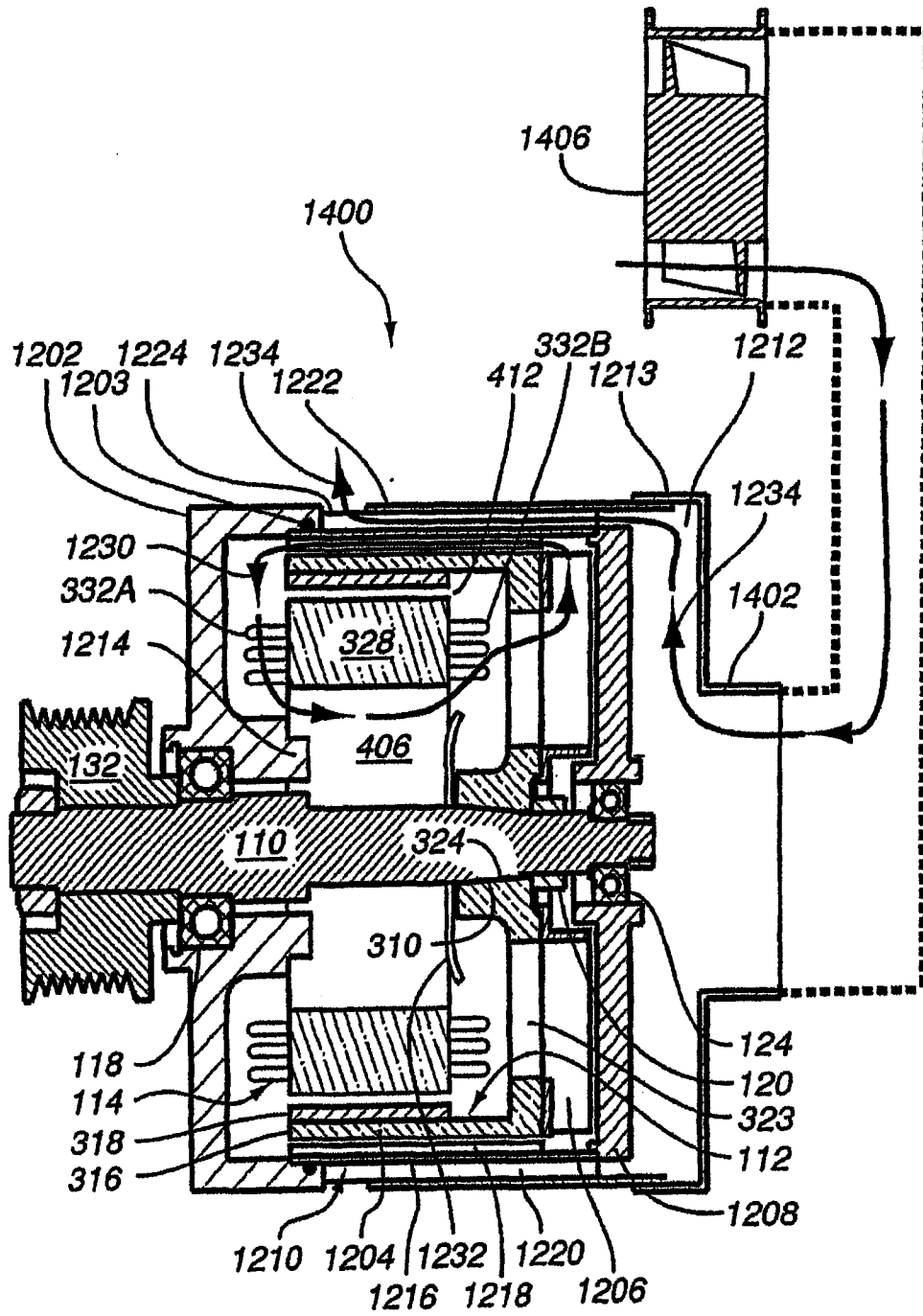


图 14

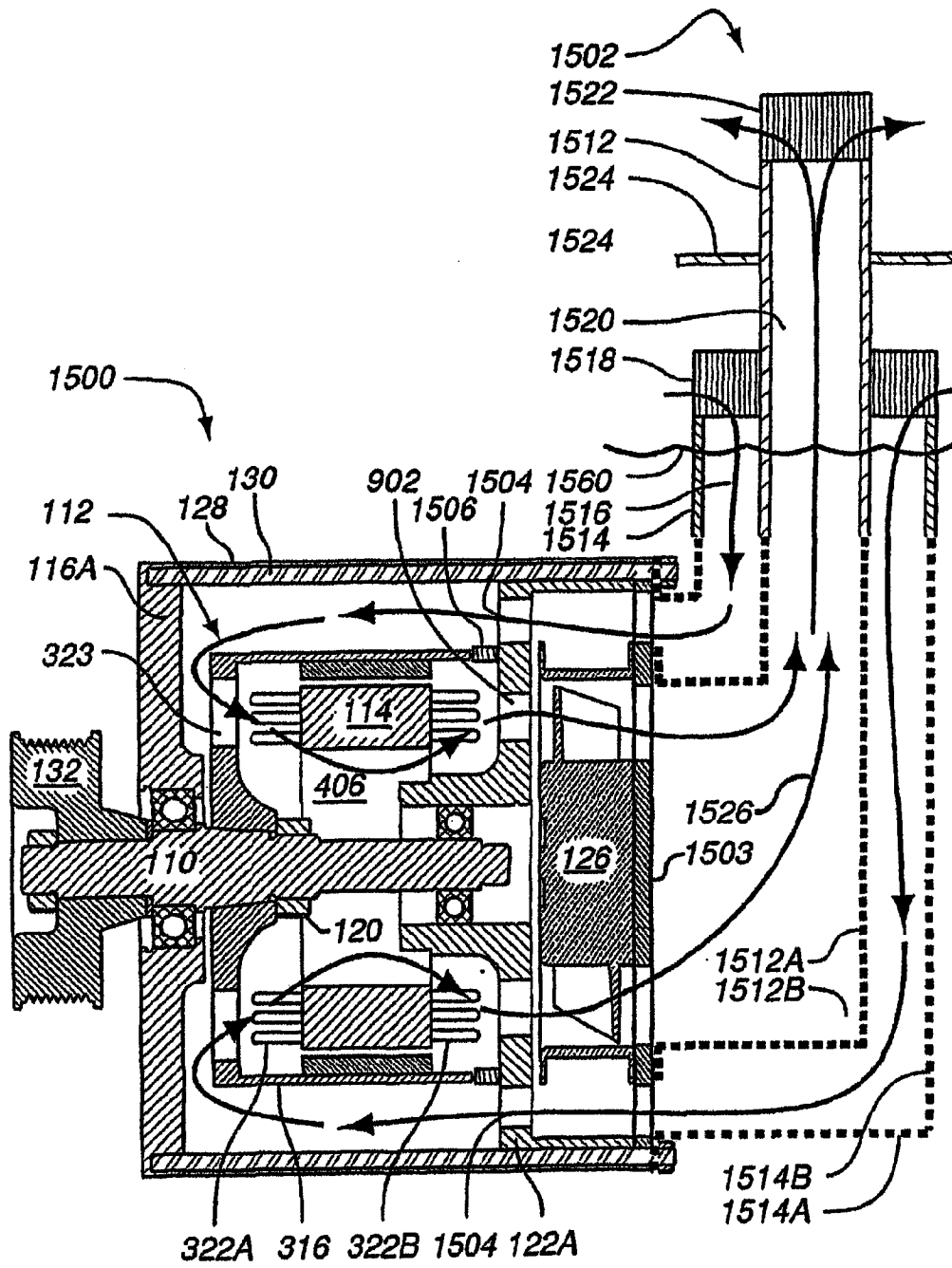


图 15



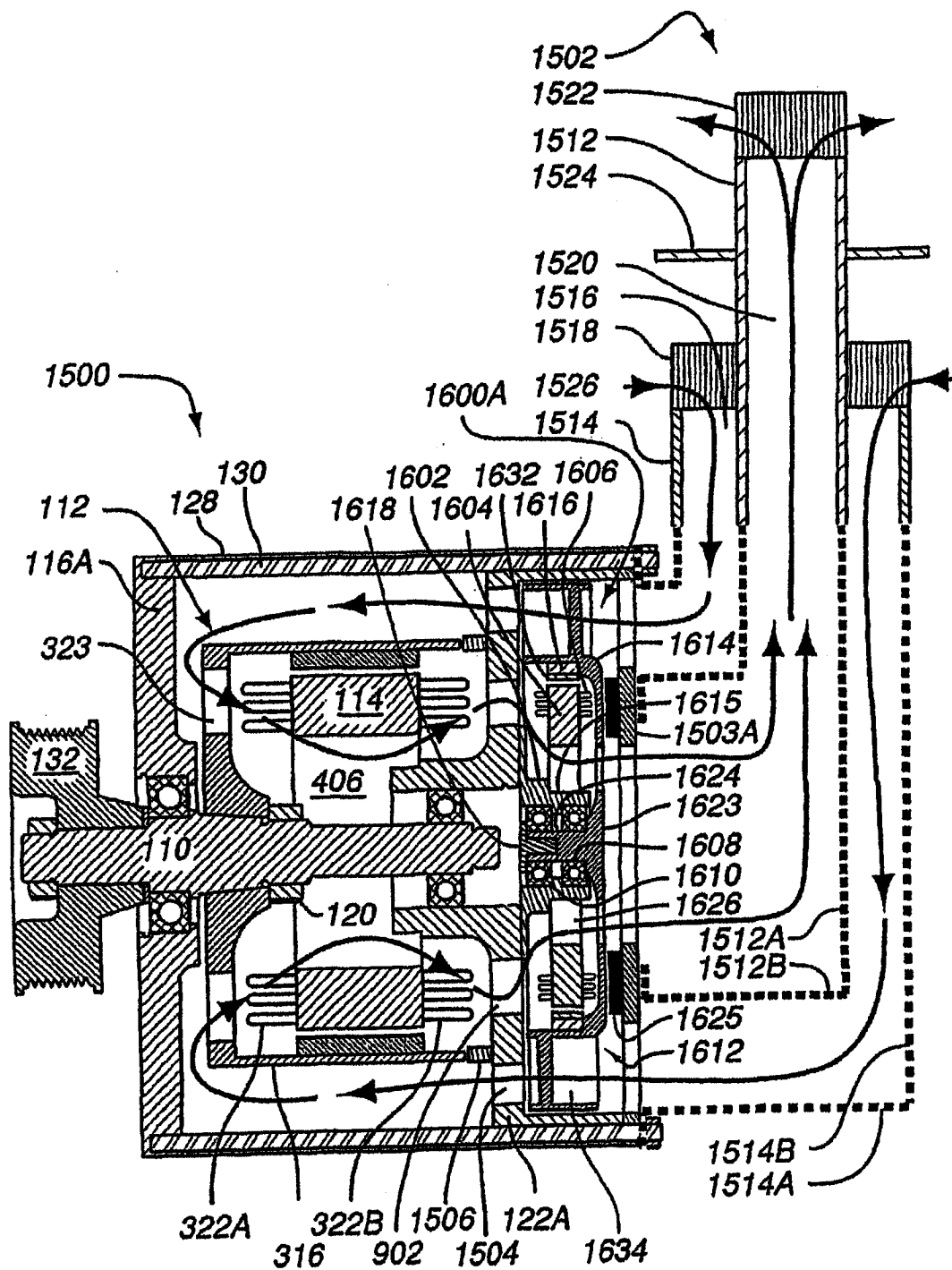


图 16A

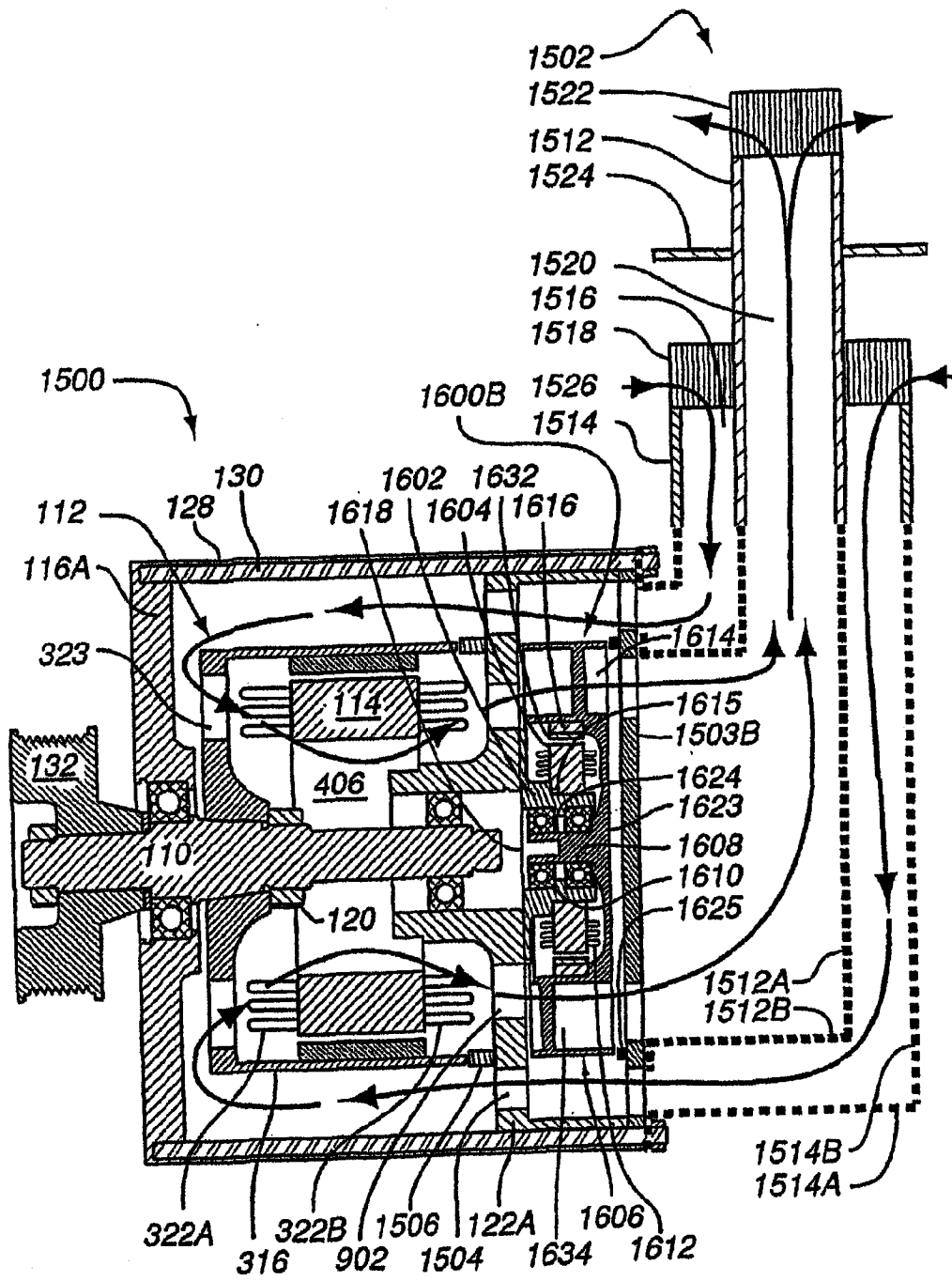


图 16B

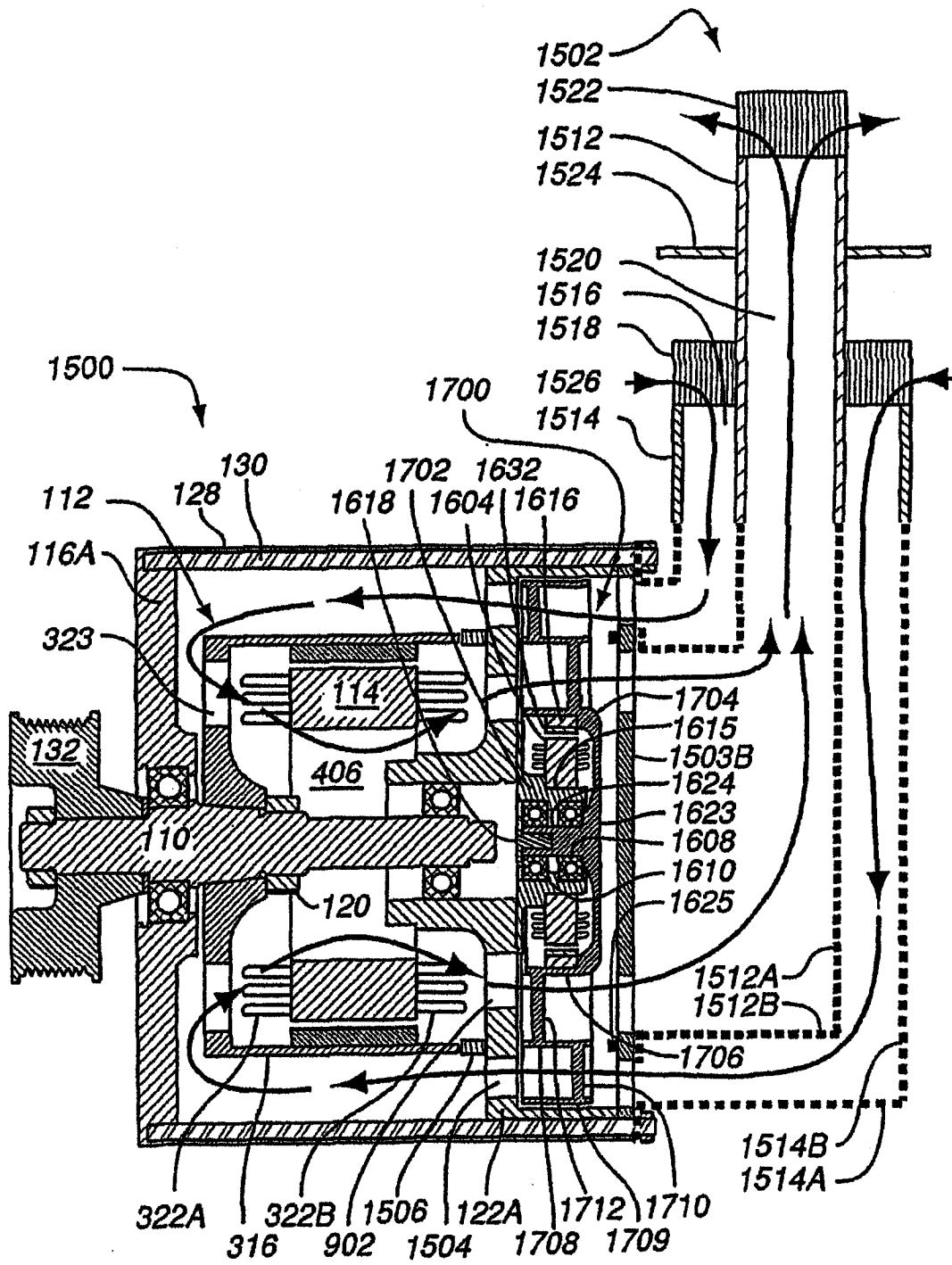


图 17

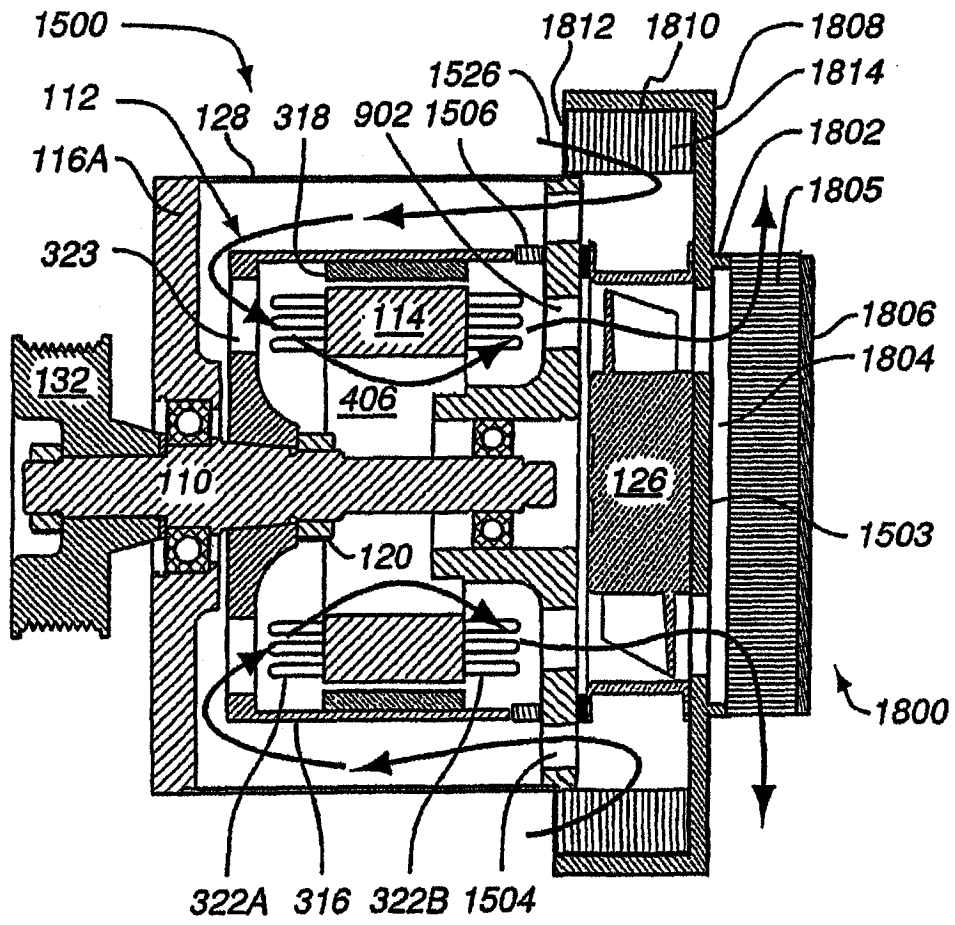


图 18A

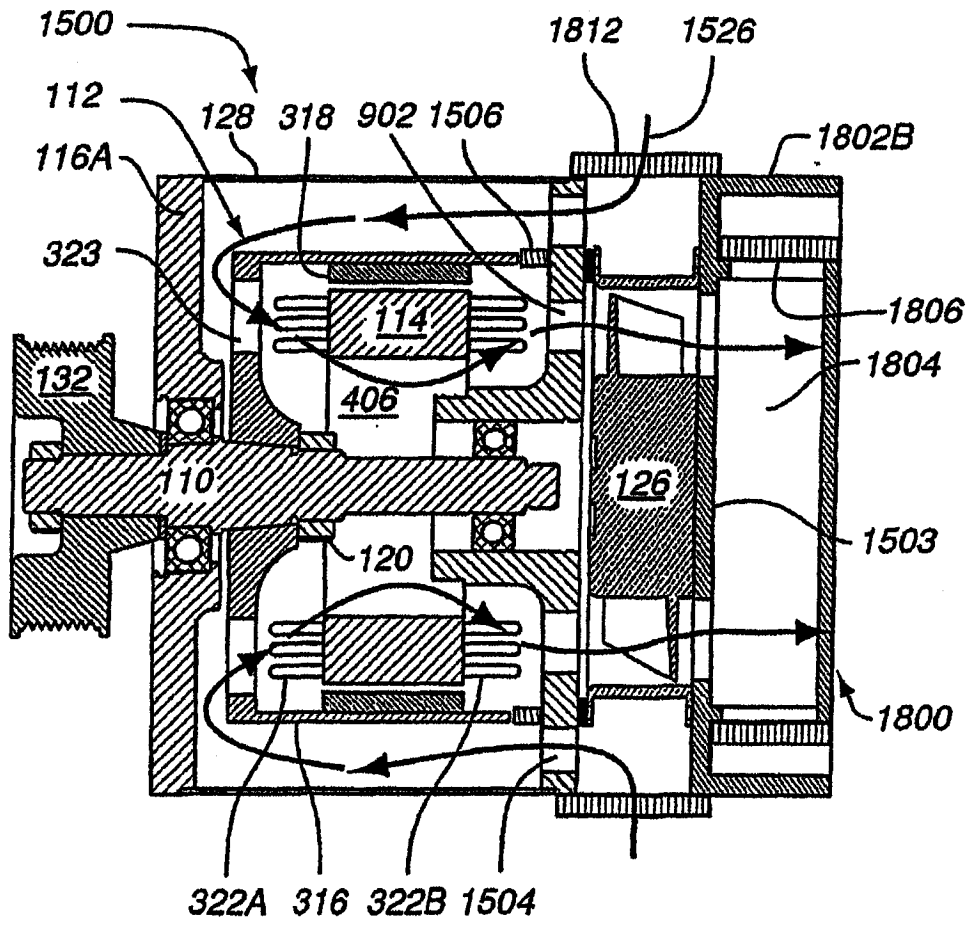


图 18B

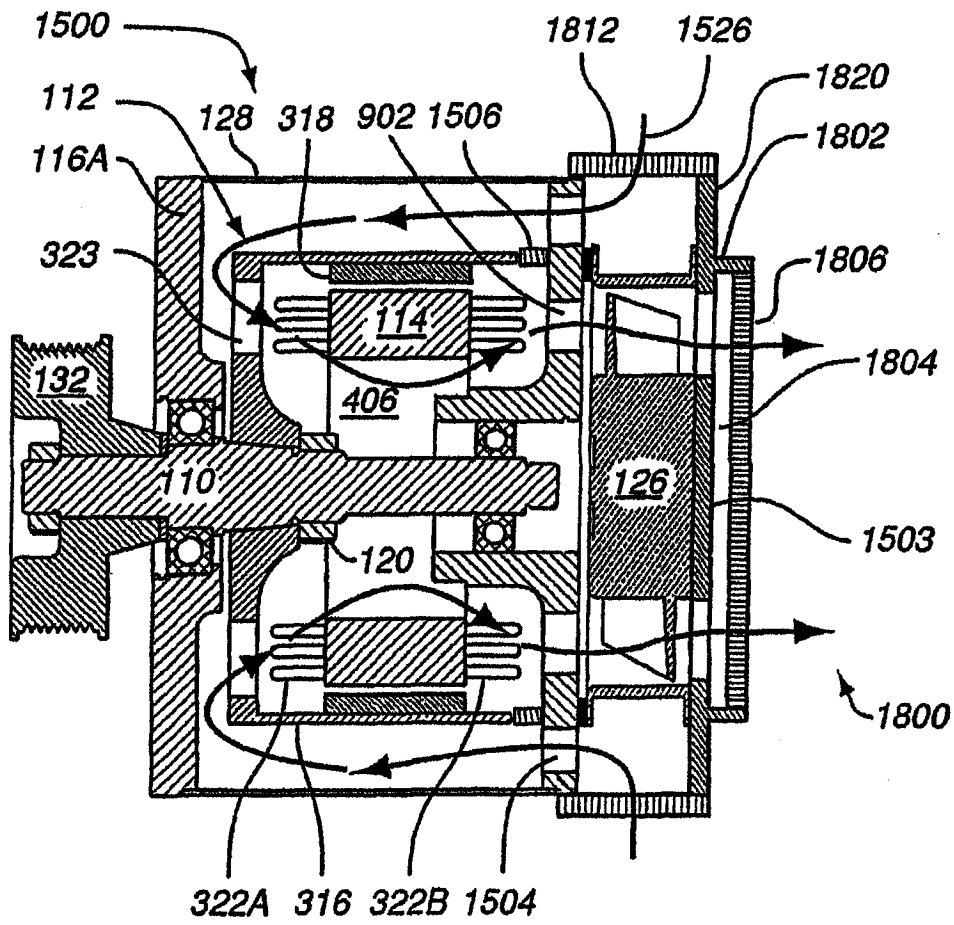


图 18C

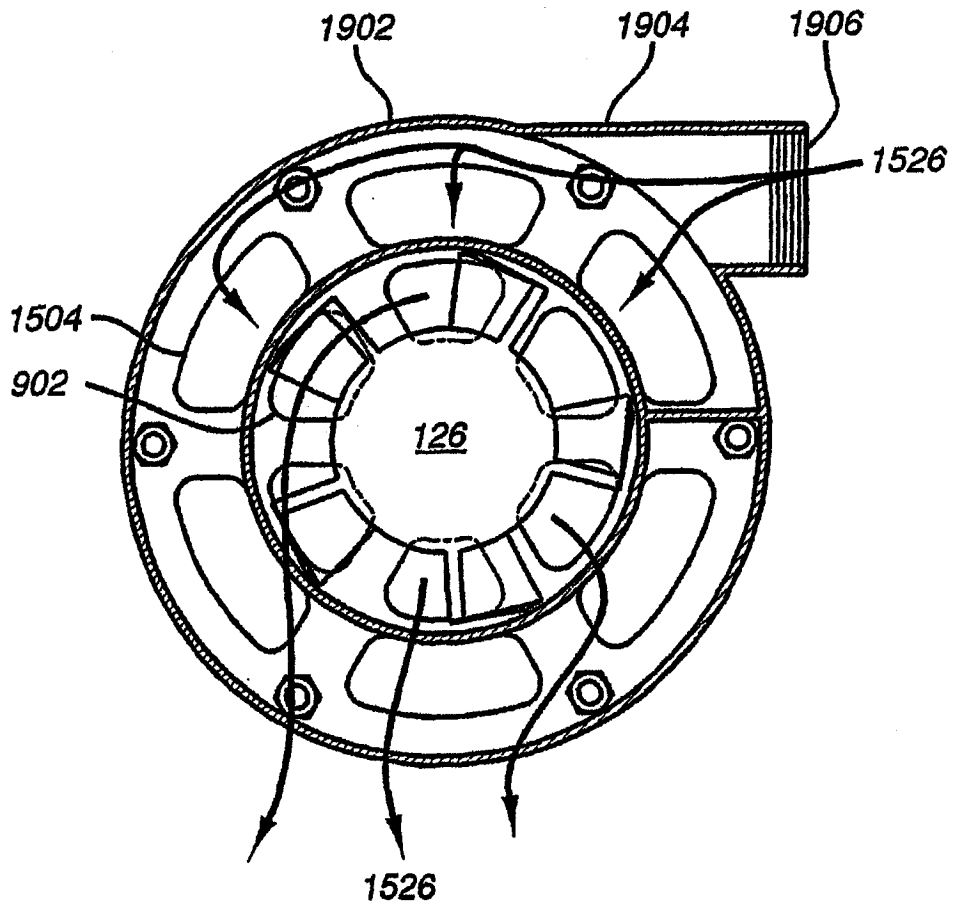


图 19

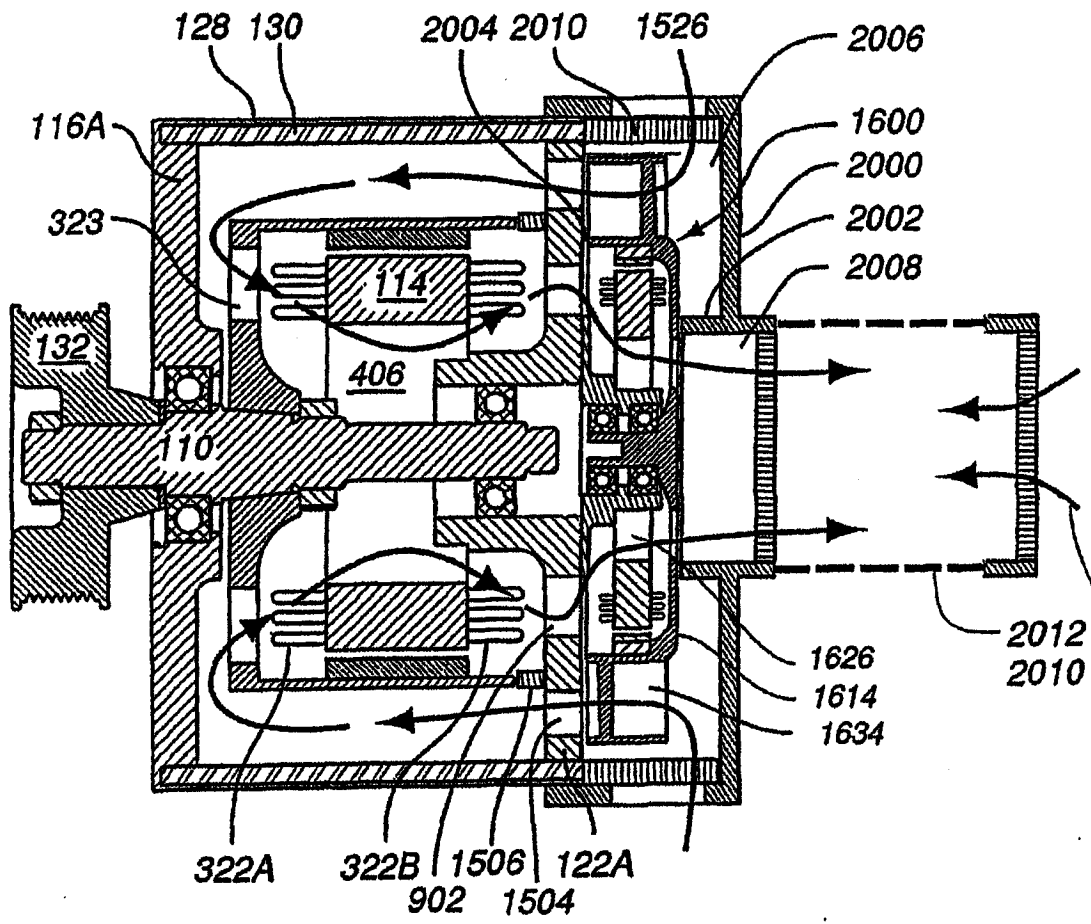


图 20A



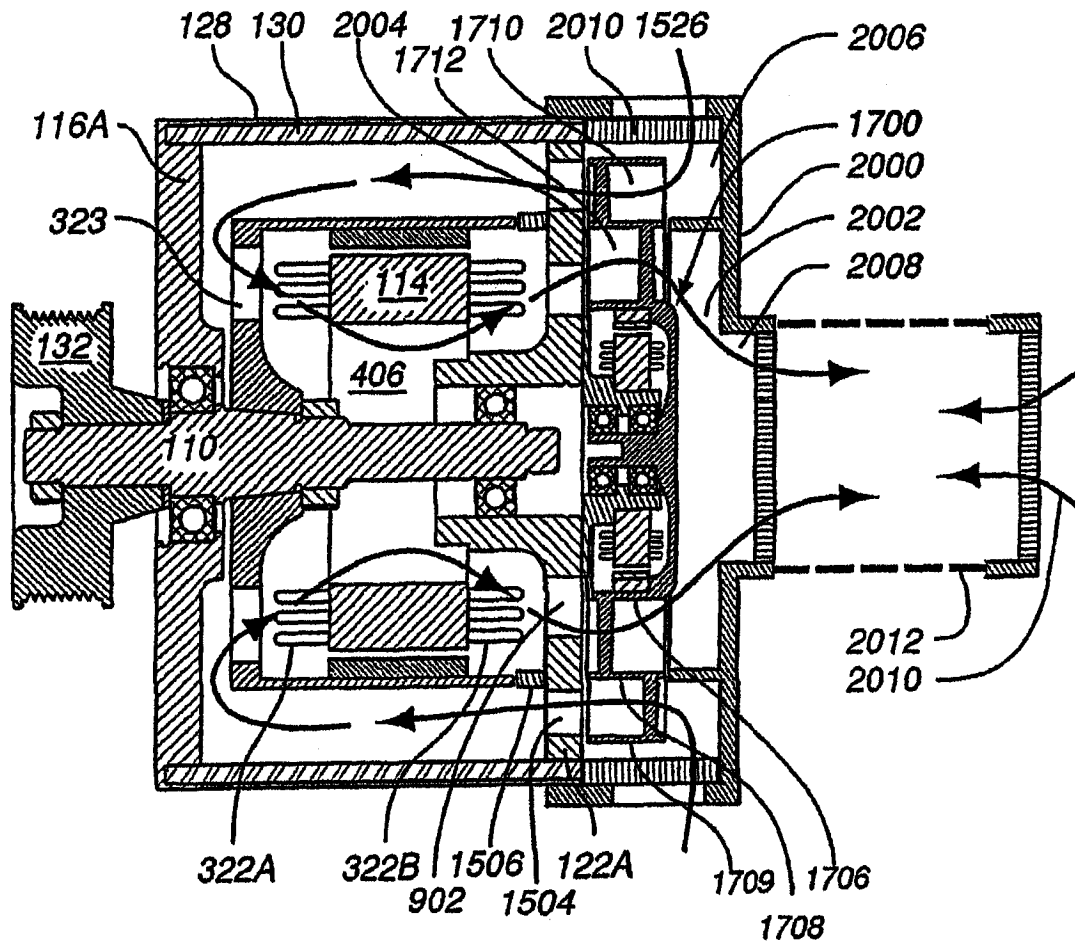


图 20B

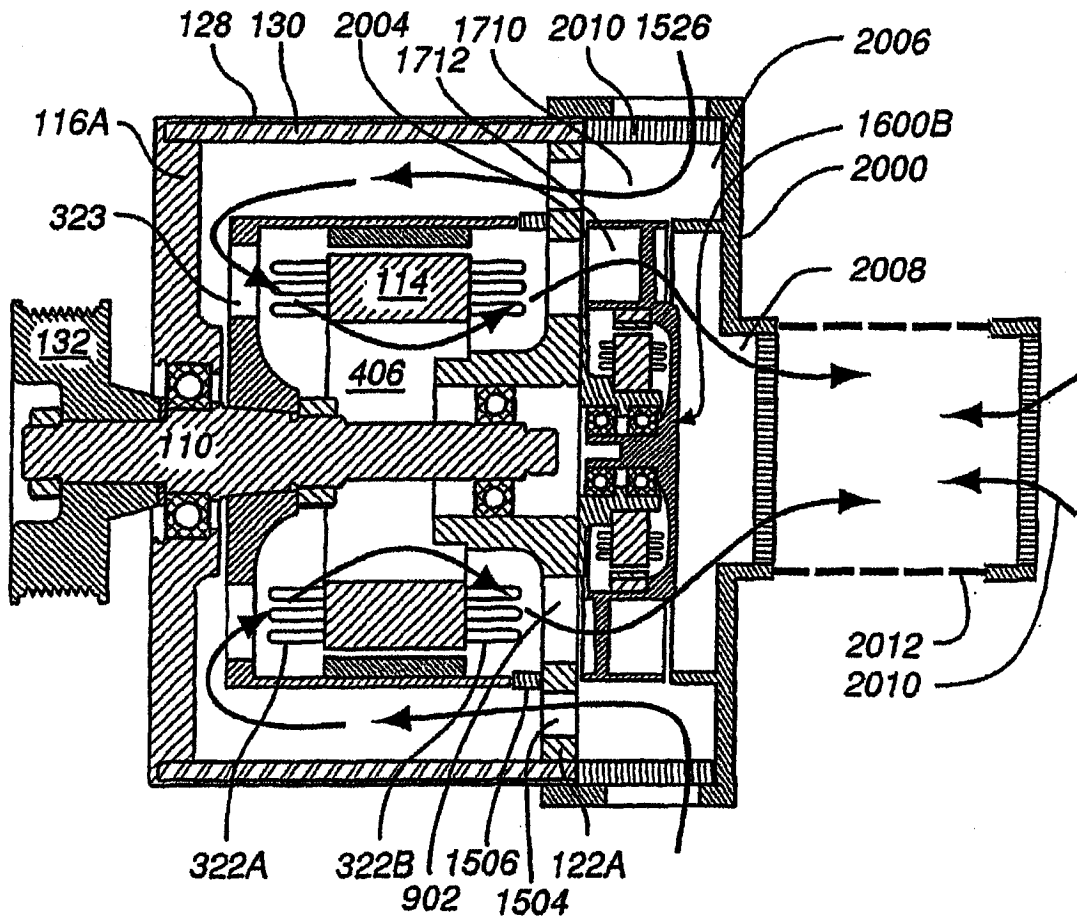


图 20C

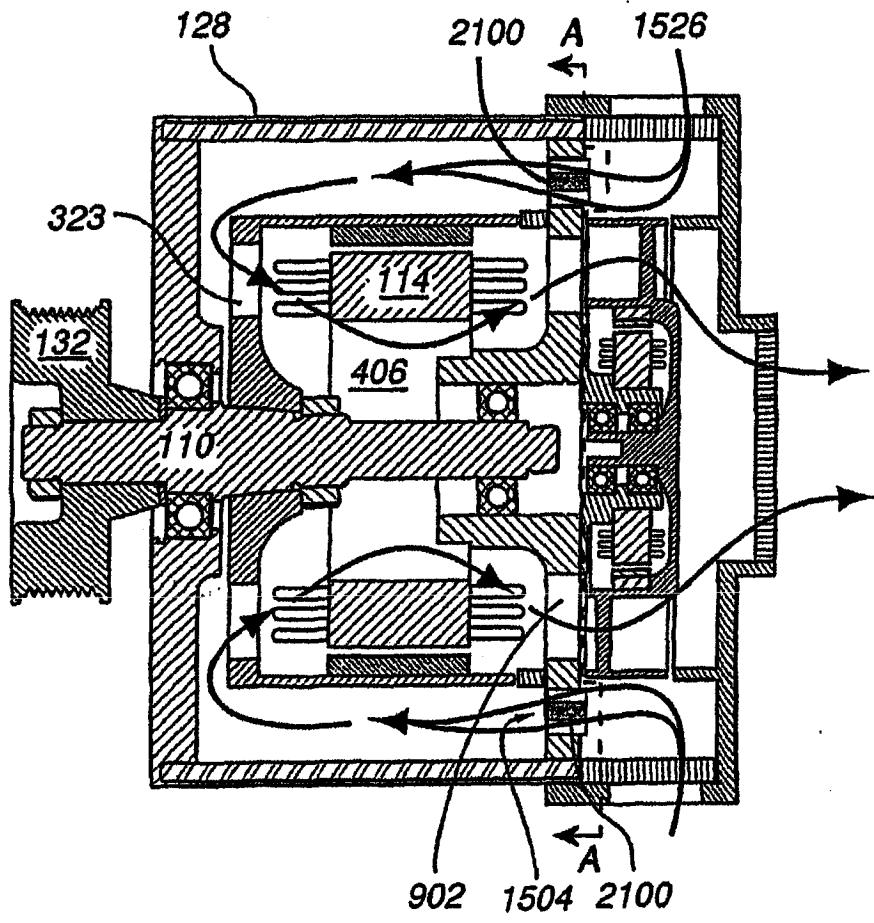


图 21A

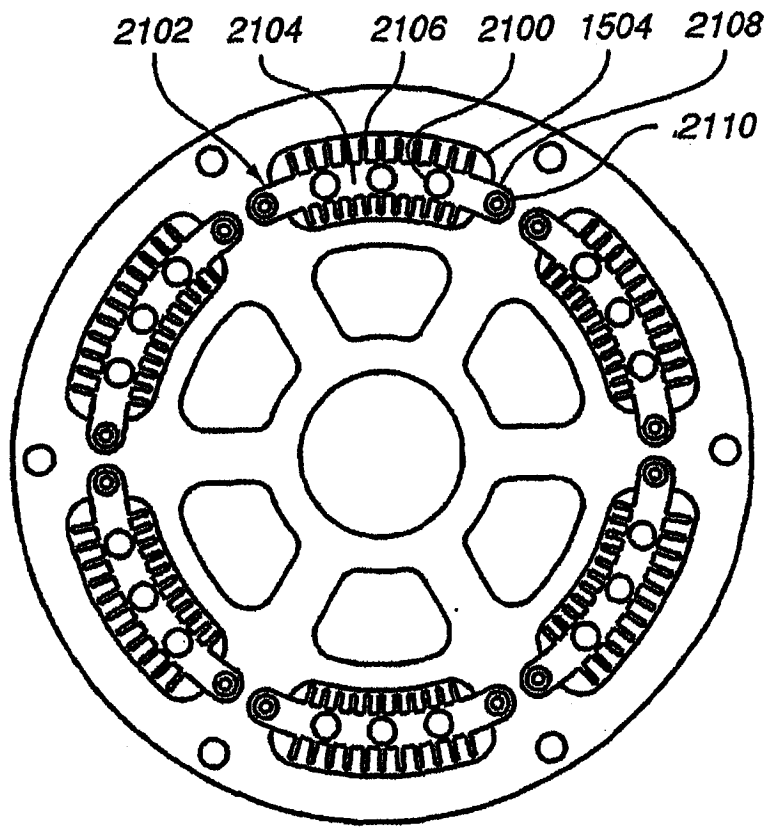


图 21B

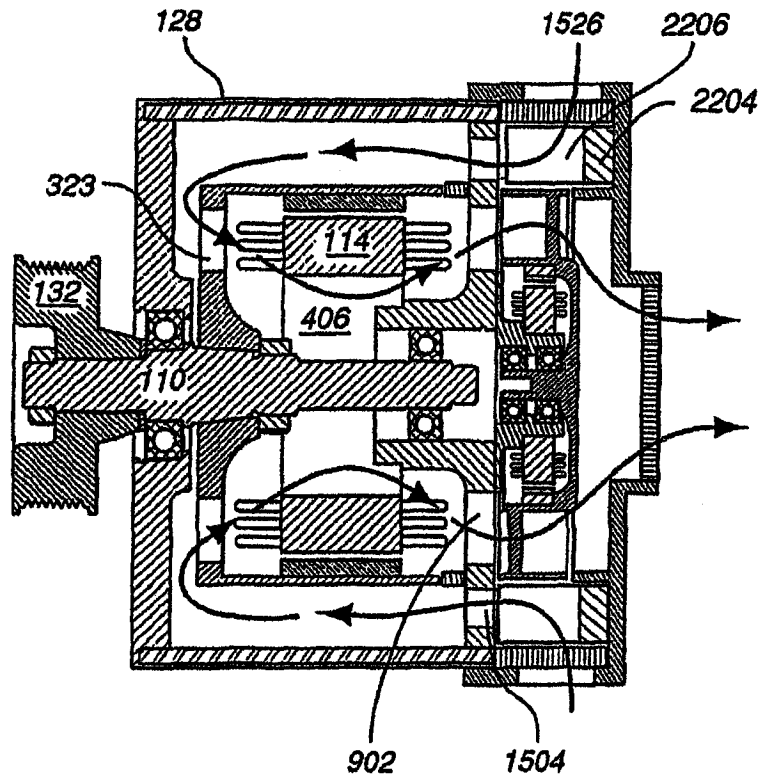


图 22A

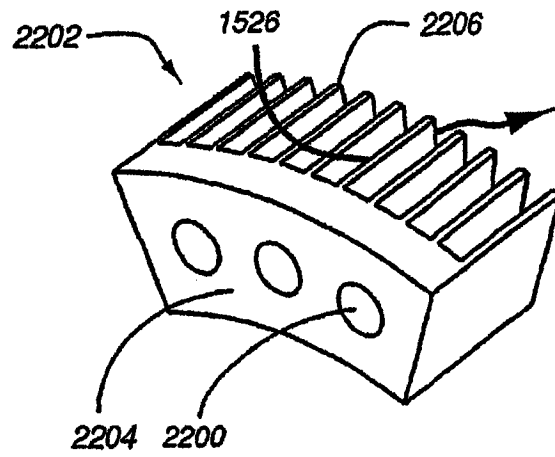


图 22B

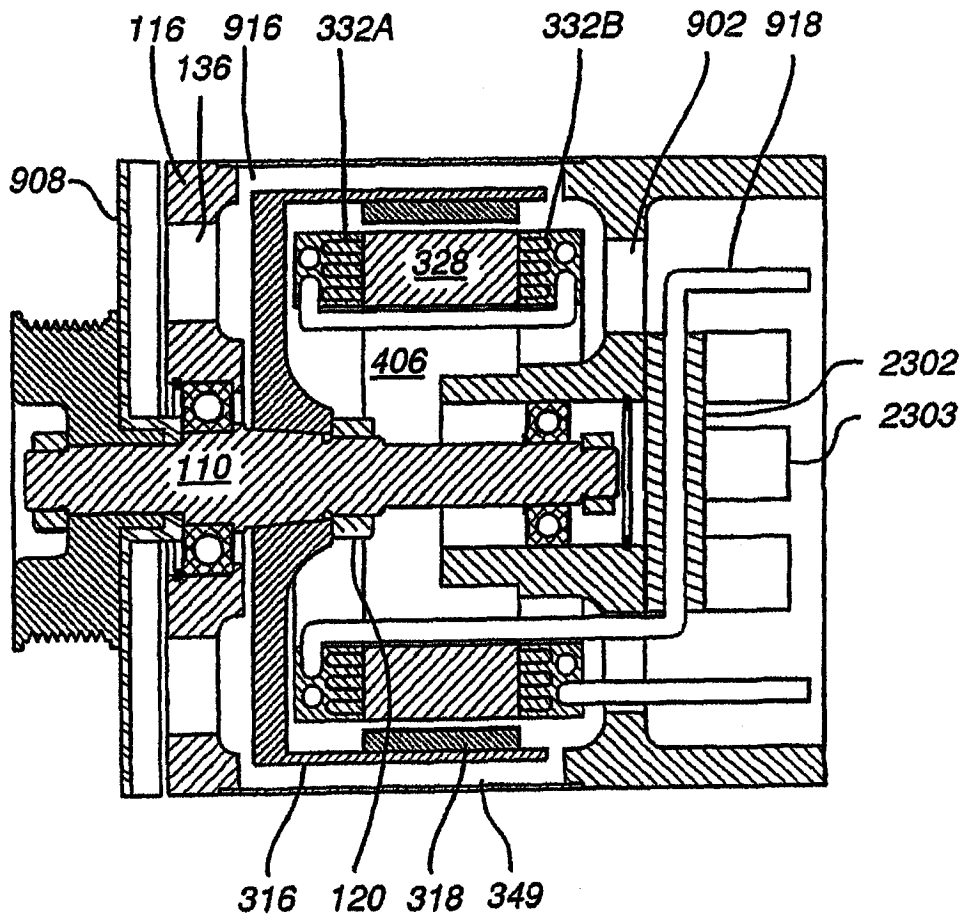


图 23A

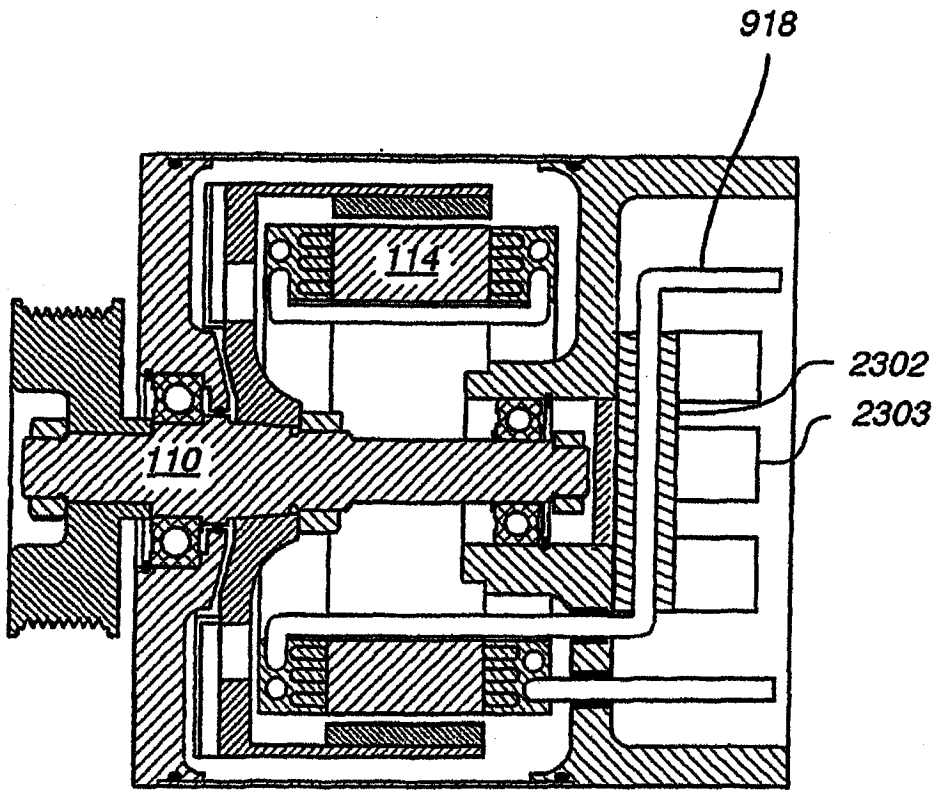


图 23B