

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99102948.8

[43]公开日 1999年8月18日

[11]公开号 CN 1226104A

[22]申请日 99.2.9 [21]申请号 99102948.8

[30]优先权

[32]98.2.9 [33]US [31]09/020,516

[71]申请人 洛克希德马丁公司

地址 美国马里兰州

[72]发明人 T·M·格雷维

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

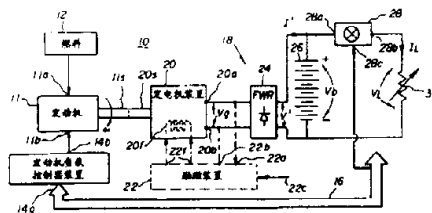
代理人 傅 康

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 具有阻抗匹配原动机输出能力以便以最大效率工作的发电机

[57]摘要

在电力产生单元中,其带有原动机,该原动机具有输出轴可在一定速度 ω 下转动,其速度可确定输出功率函数,该函数在每个 ω 数值下具有输出功率/ ω 斜率 M_d ,和发电机,其可响应于轴转动而产生电力,发电机电气阻抗可进行选择,以便提供发电机输出功率/ ω 斜率 M_g 接近于斜率 M_d ,使得 ω 得到控制以便使效率更大。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于产生电力的装置，其包括：
原动机装置，其具有在一定速度 ω 下转动的输出轴，该速度可确定输出功率
5 函数，其在每个 ω 数值下具有输出功率/ ω 斜率 M_d ；和
发电机装置，其用于响应于所述轴的转动提供电力，并且其阻抗可进行选
择，使发电机输出功率/ ω 斜率 M_g 近似于所述 M_d 斜率。
2. 如权利要求 1 的装置，其进一步包括用于控制轴转动速度使装置效率最
大的装置。
- 10 3. 如权利要求 1 的装置，其中发电机阻抗可提供工作曲线斜率 M_g ，其不大
于斜率 M_d 的两倍。
4. 如权利要求 1 的装置，其中发电机阻抗可提供工作曲线斜率 M_g ，其不小
于斜率 M_d 的一半。
5. 如权利要求 1 的装置，其中对于小于约 1500rpm 转动速度 ω ，所述发电
15 机装置可提供较低功率输出，即低于发电机最大功率输出的约 10%。
6. 如权利要求 5 的装置，其中对于小于约 1000rpm 转动速度 ω ，发电机不
提供功率输出。
7. 如权利要求 1 的装置，其中所述原动机装置是燃烧碳氢燃料的发动机。
8. 如权利要求 7 的装置，其中所述发动机是在混合电动车辆中使用的涡轮
20 柴油发动机。
9. 一种用于产生电力的方法，其包括下列步骤：
(a) 提供一种原动机，其具有在一定速度 ω 下转动的输出轴，其速度可确定
输出功率函数，其函数在每个 ω 数值下具有输出功率/ ω 斜率 M_d ；
(b) 提供一种发电机，其响应于输出轴的转动而产生电力；和
25 (c) 选择发电机阻抗，使其具有的发电机输出功率/ ω 斜率 M_g 接近于斜率
 M_d 。
10. 如权利要求 9 的方法，其中斜率 M_g 是在斜率 M_d 约两倍的范围内。
11. 如权利要求 9 的方法，其进一步包括改变原动机速度 ω 使发电机效率最
大的步骤。
- 30 12. 如权利要求 9 的方法，其进一步包括使发电机无励磁工作的步骤。

13. 如权利要求 9 的方法, 其进一步包括还选择发电机以便只在预选最小 ω 数值以上的情况下才提供电力输出的步骤。
14. 一种用于在混合动力车辆中产生电力的方法, 其包括下列步骤:
- (a) 提供一种原动机, 其具有在一定速度 ω 下转动的输出轴, 其速度可确定
- 5 输出功率函数, 其函数在每个 ω 数值下具有输出功率/ ω 斜率 M_d ;
- (b) 提供一种发电机, 其响应于输出轴的转动而产生电力; 和
- (c) 选择发电机阻抗, 使其具有的发电机输出功率/ ω 斜率 M_g 接近于斜率 M_d 。
15. 如权利要求 14 的方法, 其中斜率 M_g 是在斜率 M_d 约两倍的范围内。
- 10 16. 如权利要求 14 的方法, 其进一步包括改变原动机速度 ω 使发电机效率最大的步骤。
17. 如权利要求 14 的方法, 其进一步包括使发电机无励磁工作的步骤。
18. 如权利要求 14 的方法, 其进一步包括还选择发电机以便只在预选最小 ω 数值以上的情况下才提供电力输出的步骤。
- 15 19. 如权利要求 14 的方法, 其进一步包括下列步骤: 选择原动机为柴油发动机; 选择发电机为具有输入轴的 AC 发电机; 和将发动机输出轴直接连接于发电机输入轴上。
20. 如权利要求 19 的方法, 其进一步包括下列步骤: 在无励磁下使发电机工作; 改变原动机速度 ω 使发电机效率最大; 和选择发电机, 使其只在预选最小 ω
- 20 数值以上情况下才提供电力输出。

说 明 书

具有阻抗匹配原动机输出能力
以便以最大效率工作的发电机

5

本发明涉及一种原动机驱动的发电机,特别是,涉及一种具有内部阻抗的新型发电机,其阻抗选择用以在整个原动机速度范围内匹配原动机输出驱动能力,以便获得最大效率和最小辐射。

众所周知,为驱动发电机,采用与发电机转轴连接的原动机。典型地,响应于发电机中励磁线圈的激励提供发电机的电输出;励磁线圈本身和各励磁电子元件既贵并且是不期望的。再有,励磁线圈的使用经常会使发电机在较低效率下工作。这通常是所不期望的。尤其是,当原动机与发电机一起装在电动车辆中时,其中车轮是通过电动机直接或间接地接收发电机所提供的动力来驱动的,效率的增大将不仅改进燃料的消耗,而且还会导致污染和其他不期望特性的减小。

15 因此,人们希望提供一种永磁发电机,其无励磁线圈和励磁装置,使该发电机可直接通过原动机以最大效率进行驱动。

根据本发明,原动机具有输出轴,其在 ω 速度下的转动可确定输出功率函数,该函数在每个 ω 数值下具有输出功率/ ω 斜率 M_d ,并且其可耦合到发电机上,以便响应于输出轴的转动而产生电力,然后选择发电机的电气阻抗,使发电机具有的
20 输出功率/ ω 斜率 M_g 近似于 M_d 斜率,以便增大效率。

在现有优选实施例中,发电机斜率是在原动机斜率的两倍以内。正如在混合电动车辆中所使用的,其中电动车辆具有原动机柴油发动机,其在 0.15hp/rev. 数量级下具有的运行曲线斜率 M_g ,可选择发动机阻抗 Z ,以便使产生的运行曲线斜率 M_g 在约 0.075 hp/rev. 与约 0.3 hp/rev. 之间。

25 因此,本发明的目的就是提供一种发动机驱动的发电机,其可选择一定阻抗用以使发电机的运行特性匹配于驱动发动机特性,并由此增大效率。

在结合附图来阅读时,对于本技术领域的普通专业人员来说,将使本发明的这些和其他目的更加清楚,其中类似的元件采用类似的参考标记表示。

附图的简要说明。

30 图 1 是发动机驱动的发电机并且其上一般加载的示意方框图,正如在混合式

电动汽车等中所看到的;

图 2 是一组坐标曲线, 其表示由发动机驱动的、阻抗匹配的本发明发电机所提供的电压和电流;

图 3 是本发明新型匹配发电机的 Thevenin 等效电路;

5 图 4 是一曲线图, 其表示: 特定柴油发动机的最大和净功率曲线; 现有技术的不匹配发电机的工作曲线; 和根据本发明的一组新型匹配发电机的工作曲线; 和

图 5 是一曲线图, 其表示: 用于一种特定工作情况的电压-电流运行曲线组、和恒定负载-电力曲线, 其表示出这样的工作方式, 其中根据本发明的原理可以使
10 原动机-发电机效率达到最大。

优选实施例的详细描述。

首先参见图 1, 系统 10, 如用于混合电动汽车等的动力系统, 使用发动机 11 作为原动机。燃料源 12 连接于发动机的燃料输入端 11a, 其中燃料在发动机中燃烧使输出轴 11s 以一定转动速度或频率 ω 转动。发动机轴 11s 的转动速度 ω 可设置
15 成响应于由发动机/负载控制器装置 14 输出 14b 而在发动机控制输入端 11b 上所提供的信号。装置 14 具有至少一个输入/输出口 14a, 其连接用以在电气布线总线 16 上接收或传递来自发电机负载装置 18 的电信号, 其负载装置 18 可含有传感器进行转换, 并且类似的转换器和/或操纵器可连接于至少一个端部操纵装置上, 如在混合电动汽车等中的轮驱动电动机。

20 发动机轴 11s 可直接地连接于发电机装置 20 的转轴 20s 上, 用以在发电机输出端 20a 和 20b 之间产生 AC 输出电压 V_g , 以便连接负载 18。通常, 发电机 20 为励磁型的, 在发电机内具有励磁线圈 20f (以虚线表示), 其连接于励磁装置 22 的励磁输出端 22f 上。装置 22 将典型地具有输入端 22a/22b, 其连接于发电机的输出端上, 用以监视其 AC 电压。并且还具有控制输入口 22c, 用以接收指令、其他检测参数等信号, 使得可以采用公知方法, 将所有输入信号用于发电技术, 以便通过控制励磁线圈 20f 的励磁信号特性来设置发电机电压 V_g 。根据本发明的一个方面, 发电机 20 为永磁型的, 完全没有励磁线圈 20f, 并且系统 10 同样地完全
25 没有任何形式的励磁装置 22、和与该励磁装置有关的任何特定传感器、起动器和电连接。

30 一种典型的发电机负载 18, 如在混合电动汽车等中所看到的, 可包括全波

整流器 (FWR) 装置 24, 用以通过发电机端子 20a 和 20b 接收 AC 电压 V_g , 以便整流成加于蓄电池 26 两端的脉动 DC 电压 V' 。受控开关装置 28 可与可变负载 30 如 DC 电动机等串联连接于电池装置 26 的两端。由此, 使装置 28 和装置 30 的串联组合与电池装置 26 并联连接, 并且连接在 FWR 装置 24 输出端的两端。在受控开关装置输入端 28a 上的电位响应于输入端 28c 上的控制信号状态而选择地连接于其输出端 28b (以及负载 30) 上, 其中信号典型地可通过总线 16 等而提供。

现参见图 2, 发电机电压 V_g 总是具有一定峰值的双极性 AC 电压 $20w$ (其将具有的发电机开路电压最大值为 V_{oc} , 并且由于流过发电机串联阻抗 Z 的发电机电流而引起的电压降, 将典型地使其有所降低)。在装置 24 的输出电压 V' 中, 负极性半周 $20n$ (以虚线表示) 通过全波整流处理而反向, 因此单一极性电压 V' 只具有正极性半周 $20p$ 。当对装置 24 的整流器二极管施加反向偏压时, 电流 I' 不流动, 其会出现在电压 V' 瞬时大小小于 FWR 装置输出端两端所连接的电池装置 26 的电压 V_b 的任何时候。然而, 当电压 V' 瞬时地大于电池电压 V_b 时, FWR 装置 24 的二极管就会变为正向偏压, 并且电流 I' 的脉冲 32 就会以一定峰值 I_p 流动, 如图 2 中下面的波形中所示。如果开关装置 28 不导通的话, 所有电流 I' 会使电池 26 充电和再充电; 而如果开关装置 28 导通的话, 电流会流过装置 24 或电池 26 或其二者, 通过装置 28 并流入负载 30。

永磁发电机 (PMG) 装置 20 具有 Thevenin 等效电路, 如图 3 所示, 其具有串联连接于发电机端子 20a 和 20b 之间的带有数值 V_{oc} 的正弦源 $20y$ (其是发电机输入轴 $20s$ 转动速度 ω 的函数), 其具有由串联电阻 $20r$ 和串联电抗 $20x$ 组成的发电机阻抗。根据本发明的一个方面, 发电机阻抗 $20z$ 的数值 Z 可加以选择以设置特定的工作斜率 M_g , 其可相对于轴速 S (每分钟转数) 功率 P (马力) 的变化而加以确定, 并且期望匹配于发动机 P/S 曲线的斜率 M_d , 正如下面将要详细讨论的。斜率 M_g 可通过控制电阻部分的大小 R 和/或电抗部分的大小 X 来设置。

现参见图 4, 曲线 40 具有沿横坐标 41 所绘以每分钟转数 (rpm) 为单位的发动机 11 的转动速度 S , 和沿纵坐标 42 所绘以马力为单位的发动机功率输出 P 。对于具有最大功率 P_{max} 曲线 44 并公知连接于发动机和其轴负载之间的特定柴油发动机 11 来说, 可获得净功率 P_{net} 曲线 44'。曲线 44' 极其靠近曲线 44; 对于该特定发动机来说, 功率与速度曲线 44 具有大约 $(240-60)hp/(2000-800)rpm=0.15hp/rpm$ 的斜率 M_d 。发电机 20 具有工作电压曲线 46, 其可通过其输出电压 V_g 来确定, 当

进行整流时，其本身可等于电池电压 V_b ；由此，对于下限电池电压（这里，约为 450Vdc），发电机具有轴 20s 的输出功率与速度 s 的第一工作曲线 46a，并且对于较大数值 V_b （这里，分别约为 500、540、580 和 620Vdc），分别具有其他工作曲线 46b、46c、46d 和 46e。

5 根据本发明，发电机阻抗 Z 可进行选择，以产生发电机工作曲线 46，其具有接近于发动机工作斜率 M_d 的斜率 M_g 。典型地，对于任何速度 S 的发电机曲线 46 斜率 M_g 在不大于两倍的相同速度下将与发动机曲线 44 斜率 M_d 有关，即最小发电机工作曲线斜率 M_{gmin} 近似为 $M_d/2$ 和最大发电机工作曲线斜率 M_{dmax} 近似为 $2M_d$ 。举个例子，对于具有 M_d 为 0.15 的发动机来说，最小发电机曲线 46 斜率将

10 为约 0.075（即在曲线 45a 的上端），并且最大发电机斜率 M_g 将为约 0.3（即在曲线 46e 的下端）。在迄今公知的发动机-发电机组中，传统的发电机工作曲线 48 具有约 0.4 马力/转的典型斜率 M_{old} 。人们将会看到，根据本发明，匹配的发动机-发电机对将具有小于传统发电机工作斜率的工作曲线斜率，并且典型地小于传统发电机斜率的两倍或三倍。

15 对于 240 峰值马力柴油发动机和永磁发电机 20 的一种特定组合来说，其在约 450 伏和 620 伏之间的 AC 峰值电压下可提供输出功率，人们将会看到，发电机 20 可以进行选择，不仅使阻抗可以匹配于原动机，而且可使发电机在低于 1000rpm 转动速度下不输出电力；由此可只在一定速度下提供适当的电力，其可确定为大于约 5% 峰值功率，其中速度是在所用特定发动机遇到的较高辐射和其他

20 不期望特性的慢速范围以上所选择的速度。

根据本发明的另一方面，在 1000 和 1200rpm 之间轴速下具有相当大发电机功率输出起始将使发动机辐射减小，而仍不会将负载加到柴油发动机 11 上直到柴油涡轮发动机在速度上已经足够高以便不会降低总柴油机工作速度；还允许对柴油发动机的燃料注入系统进行调节，使其逐渐地升高发动机速度在加大燃料流动

25 之前达到约 1200rpm，以满足低端部转矩的要求，由此进一步降低发动机 11 的气体和特定辐射。

最后参见图 5，曲线 50 具有沿横坐标 51 的负载电流 I_L 和沿纵坐标 52 的负载电压 V_L 。负载（电动机 30）是恒定电力负载，其具有 $V-I$ 曲线 53，如图中虚线所示。该曲线是提供给负载电动机的电力，它是在曲线 53 上任何点上工作电压

30 于工作电流相乘的积，其中工作电压近似等于发电机电压 V_g 。在一定设置速度下，

发电机 20 将沿发电机功率曲线工作，其可产生由电池系统电压点 V_b 所确定的电力。为了便于说明，假设用实线曲线 55 所给出的第一工作速度是发电机功率曲线。该曲线是对于高于第二曲线 56 的中速（就是说 1800rpm）的速度（即 2000rpm）作出的，其中速将仍高于第三工作曲线 57（在 1600rpm 下）的低速。如果向发电机要求的功率在给定速度下即沿曲线 55 为 2000rpm 明显地低于发电机容量的话，

5 电流 I 将自然地会降低，使系统在足够低的点上工作。在曲线 55 上，在点 55a 上可获得最大效率，随之在箭头 A 方向上出现转子损耗增加和箭头 B 方向上出现 I^2R 损耗增加。可能的工作点只能在曲线 53 和 55 上横跨点 55p 和 55p'；相对高的发电机电压通常将会在点 55p 上工作，这会大大低于相对于发电机曲线 55 的最大效率。

10 控制器 14 可识别在电压 $V_{0,1}$ 和电流 $I_{L,1}$ 下的工作，以躲开点 55a，并且为了增大发电机的效率，可调节柴油发动机 11 的速度，即降低速度。经过一段时间，发电机速度降低直到发电机 20 沿发电机曲线 56 工作。确切的工作点将为 56p，即曲线 53 和曲线 56 的交点。工作点 56p 在该新速度下仍将相对远离发电机最大效率工作点 56a。因此，控制器 14 会连续降低发动机速度直到速度达到产生曲线

15 57，使发电机工作在点 57p 上，其很接近于最大工作效率点 57a。已经发现，通过使发电机阻抗 Z 匹配于使发电机轴转动的发动机，可获得约 94% 的最小效率，其与具有工作曲线如曲线 48 的发电机典型的 85% 的效率不同。

在经过相对于优选实施例对本发明进行了描述的同时，许多改进和变形对于本技术领域的普通专业人员来说将是明显的。因此，本发明只限于后续权利要求

20 所限定的范围，而不是为描述所指出的细节和说明。

说明书附图

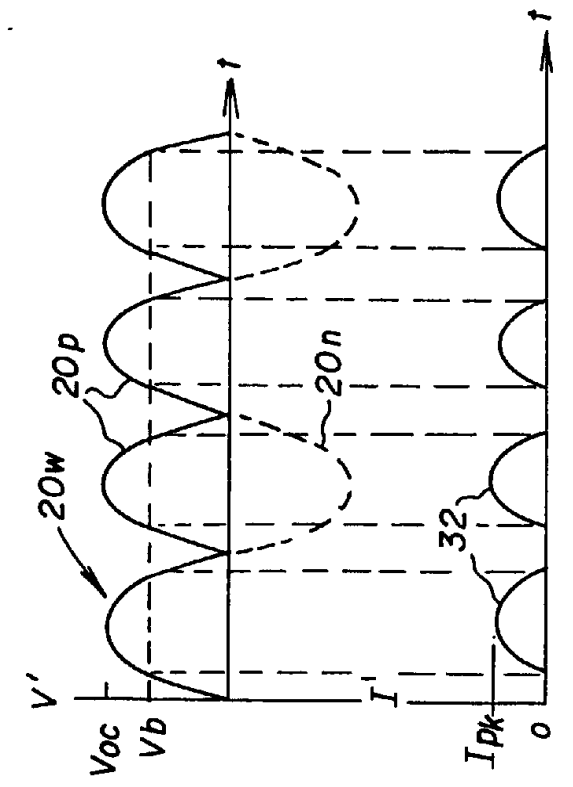
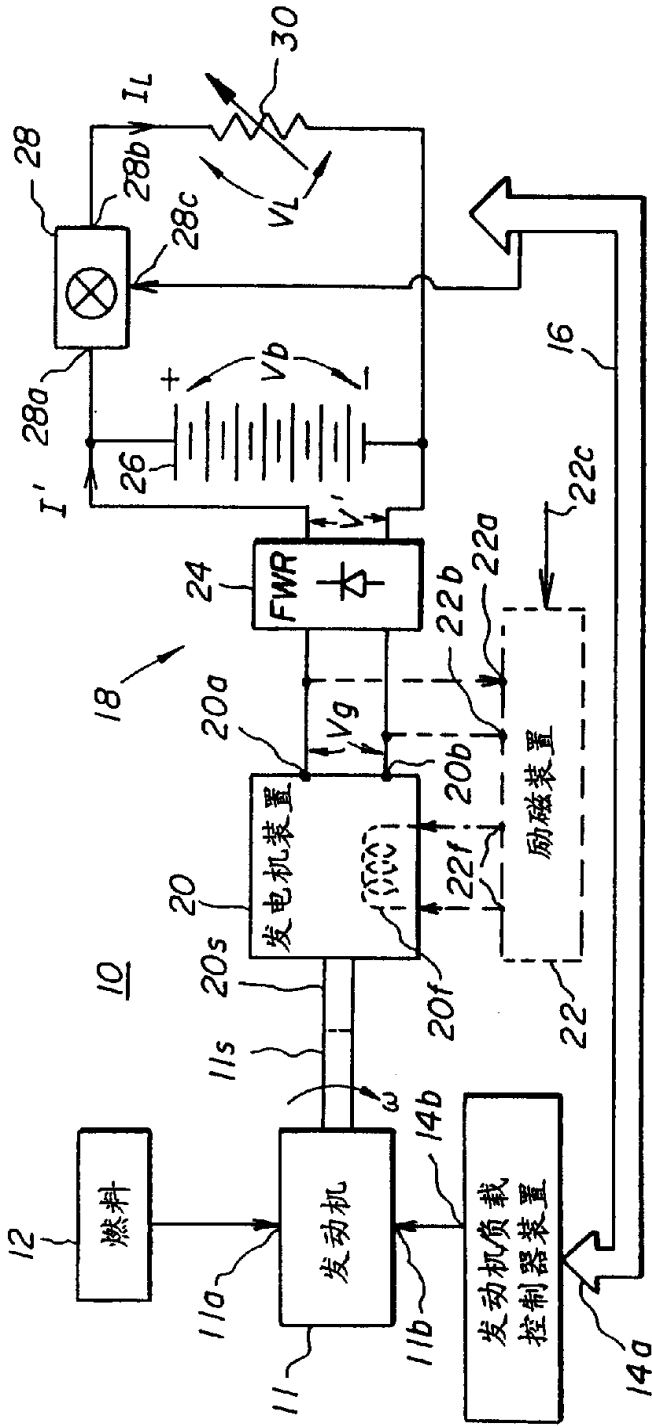


图 1

图 2

