

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H02K 23/60

H02K 27/20



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99813499.6

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1173453C

[22] 申请日 1999.9.22 [21] 申请号 99813499.6

[30] 优先权

[32] 1998.9.22 [33] US [31] 09/158,464

[86] 国际申请 PCT/US1999/021251 1999.9.22

[87] 国际公布 WO2000/017989 英 2000.3.30

[85] 进入国家阶段日期 2001.5.21

[71] 专利权人 程大酉

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 程大酉

审查员 何志源

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

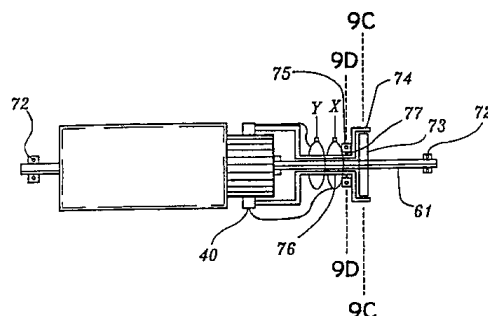
代理人 王宏祥

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称 具有旋转电刷的同步电机及其运转方法

[57] 摘要

一种旋转磁场、同步发电机或电动机，其中由电枢(30)产生的磁场(20)可在电子或其它方式控制下相对于定子(21)以一显著不同于电枢(30)的转速旋转，因而无需使用机械转矩负载齿轮箱来在同步发电机或电动机中达到类似的功能。



ISSN 1008-4274

1. 一种作为发电机或电动机在稳定状态下运转的同步电机，包括：

一不旋转的定子；

一电枢，它以一第一角速度相对于所述定子旋转，并产生一以第二角速度相对于所述定子旋转的电枢磁场，在稳定状态下，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量。

2. 如权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述电枢包括数个连接于相应的整流器片的绕组以及一电源，在稳定状态下，所述电源在电枢以所述第一角速度旋转的同时按一与所述第二角速度相对应的时间顺序对各整流器片供电。

3. 如权利要求 2 所述的电机，其特征在于，所述电源包括一开关装置，在稳定状态下，它以一选定的顺序对各整流器片供电。

4. 如权利要求 3 所述的电机，其特征在于，所述开关装置包括一组在稳定状态下按一选定顺序激发的发光元件以及一组响应于所述发光元件的激发而促使开关元件分别对各整流器片供电的光检测元件。

5. 一种作为发电机或电动机在稳定状态下运转的同步电机，包括：

一定子；

一电枢，它以一第一角速度相对于所述定子旋转，并产生一以第二角速度相对于所述定子旋转的电枢磁场，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量；

所述电枢包括数个连接于相应的整流器片的绕组以及一电源，所述电源在电枢以所述第一角速度旋转的同时按一与所述第二角速度相对应的时间顺序对各整流器片供电；

所述电源包括一开关装置，它以一选定的顺序对各整流器片供电；并且

所述开关装置包括与所述整流器片电气接触的的电刷，所述电刷以一不同于所述电枢角速度并与所述第二角速度相关的角速度相对于所述定子旋转。

6. 如权利要求 5 所述的电机，其特征在于，它包括一位于所述电刷和所述电枢之间以使所述电刷相对于所述电枢旋转的传动装置。

7. 一种使电机在稳定状态下运转的方法，包括：

使一电枢以一电枢角速度相对于一不旋转的定子旋转；

所述电枢具有绕组，并产生一以一磁场角速度相对于一定子旋转的电枢磁场；

以一选定的顺序为所述电枢绕组提供电能，在稳定状态下使所述电枢角速度与所述磁场角速度之间相差一选定的量。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述提供电能的步骤包括将所述电枢绕组通过一光学开关装置耦合于一电源，在稳定状态下，所述光学开关装置以所述选定的顺序给绕组提供电能。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述提供电能的步骤包括将所述电枢绕组通过整流器和电刷耦合于一电源，在稳定状态下，所述整流器以所述电枢转速旋转，所述电刷以一与所述磁场转速相匹配的不同的角速度旋转。

10. 一种产生电流的方法，其中一电枢和一电磁场以选定不同的角速度在稳定状态下旋转，所述方法包括：

使一载有电枢绕组和与其相连的整流器片的电枢以一选定的角速度相对于一载有定子绕组的不旋转的定子旋转；

通过一开关装置以一选定的顺序将电能传递至选定的整流器片，所述开关装置与所述整流器片和一电源电气相通；

通过所述的将电能传递至所述整流器片并因而传递至所述电枢绕组，产生一围绕所述电枢并以一选定的角速度相对于所述定子旋转的磁场，并进而在所述定子绕组中产生电流；并且

控制将电能传递至所述整流器片的所述选定顺序，以在稳定状态下，在所述电枢相对于所述定子的角速度与由所述电枢绕组产生的磁场相对于所述定子的角速度之间维持一选定的速度差。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述控制选定顺序的步骤包括控制发光元件和与所述整流器相连的光敏开关元件的一光耦合装置的操作，在稳定状态下，所述发光元件以与所述电枢和所述磁场相对于所述定子的角速度相关的一选定顺序而被激活。

12. 一种产生电流的方法，其中一电枢和一电磁场以选定不同的角速度在稳定状态下旋转，所述方法包括：

使一载有电枢绕组和与其相连的整流器片的电枢以一选定的角速度相对于一载有定子绕组的定子旋转；

通过一开关装置以一选定的顺序将电能传递至选定的整流器片，所述开关装置与所述整流器片和一电源电气相通；

通过所述的将电能传递至所述整流器片并因而传递至所述电枢绕组，产生一围绕所述电枢并以一选定的角速度相对于所述定子旋转的磁场，并进而在所述定

子绕组中产生电流；

控制将电能传递至所述整流器片的所述选定顺序，以在所述电枢相对于所述定子的角速度与由所述电枢绕组产生的磁场相对于所述定子的角速度之间维持一选定的速度差；

其中，所述控制选定顺序的步骤包括使诸电刷以一相对于所述定子的角速度旋转，一电源通过所述电刷连接于所述整流器片，所述角速度与所述电枢相对于所述定子的角速度相差一个与所述电枢和所述磁场相对于所述定子的角速度之间的速度差相关的量。

13. 一种同步电机，包括：

一具有定子绕组的定子；

一具有磁场绕组的电枢，它以一第一角速度相对于所述定子绕组旋转，并产生一以第二角速度相对于所述定子绕组旋转的电枢磁场，在稳定状态下，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量。

14. 如权利要求 13 所述的同步电机，其特征在于，所述电枢包括数个连接于相应的整流器片的绕组以及一电源，在稳定状态下，所述电源在电枢以所述第一角速度旋转的同时按一与所述第二角速度相对应的时间顺序对各整流器片供电。

15. 如权利要求 14 所述的同步电机，其特征在于，所述电源包括一开关装置，在稳定状态下，它以一选定的顺序对各整流器片供电。

16. 如权利要求 15 所述的同步电机，其特征在于，所述开关装置包括一组在稳定状态下按一选定顺序激发的发光元件以及一组响应于所述发光元件的激发而促使开关元件分别对各整流器片供电的光检测元件。

17. 如权利要求 15 所述的同步电机，其特征在于，所述开关装置包括与所述整流器片电气接触的电刷，所述电刷以一不同于所述电枢角速度并与所述第二角速度相关的角速度相对于所述定子旋转。

18. 如权利要求 17 所述的同步电机，其特征在于，它包括一位于所述电刷和所述电枢之间以使所述电刷相对于所述电枢旋转的传动装置。

19. 一种使电机在稳定状态下运转的方法，包括：

使一电枢以一电枢角速度相对于一定子旋转；

所述电枢具有绕组，并产生一以一磁场角速度相对于一定子旋转的电枢磁场；

以一顺序为所述电枢绕组提供电能，在稳定状态下，该顺序有效地使所述电

枢磁场的角速度与所述电枢绕组的角速度之间相差一选定的量。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述提供电能的步骤包括将所述电枢绕组通过一光学开关装置耦合于一电源，所述光学开关装置以所述顺序给绕组提供电能。

21. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述提供电能的步骤包括将所述电枢绕组通过整流器和电刷耦合于一电源，在稳定状态下，所述整流器以所述电枢转速旋转，所述电刷以一与所述磁场转速相匹配的不同的角速度旋转。

22. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法包括使一交流机运转。

## 具有旋转电刷的同步电机及其运转方法

### 背景

#### 领域

本说明书所描述的系统及方法涉及电机领域，诸如电动机和发电机，更具体地说是涉及使该类机器在稳定运转时，转子（电枢）的机械旋转与其所产生的磁场之间有一可选不同的角速度。换言之，在稳定状态，转子磁场（磁通量）以同步转速旋转，而转子的机械转速选择性地不同于转子磁场转速，以省去当需要使转子机械转速不同于同步转速时所需的转矩传动装置。

其应用的一个范例为：以诸如涡轮机之类的一原动机来驱动一发电机，该原动机在高于发电机的传统同步转速下更有效率地运作，（如：在频率为 50 赫兹或 60 赫兹电力状态下，其转速分别高于每分钟 3000 转或 3600 转），无需在原动机与发电机之间使用转矩传动装置。

### 背景

电动机与发电机的使用已超过一个世纪，其原理可追溯到法拉第（Faraday）和弗贵特（Fouquet）。此原理简述如下：

沿着置于一磁场中的导线流通的电流可产生一推力推动该导线相对于磁场运动，藉此将电力转变成机械力，反之，若籍由一机械力（大于该电磁力）使置于一磁场中的导线相对于该磁场移动，该导线中产生一电流或于该导线两端产生电压，于是将机械动能转换成电力。为满足不同的电力产生标准的要求，发明了不同类型的发电机 / 电动机系统。用作发电机和电动机的电机概略可归类为：（1）直流式（DC）、（2）交流式（AC）和（3）感应式。所有这些类型的电机都遵守法拉第电动定律，日后经伦茨（Lenz）更精确地描述为：置于一磁场中的带电流导线将产生一垂直于电流和磁通的力。

一典型直流式机器具有产生定子磁场（磁通）的定子，它在空间中（或至少相对于一转子的转轴方向上）实质上是静止不动的，以及一带有电枢绕组的转子，该电枢绕组端接到整流器片上。电刷与整流器片电接触以传送电力至该转子电枢绕组，藉此于该电枢中产生一转子磁场，该电枢的轴角与该定子磁场的轴角形成一夹角，并产生电动势。在电枢旋转一定角度后，一组新的整流器片与电刷电接

触，藉此持续提供电动势。当电枢在一固定的定子磁场中稳定旋转时，电枢在空间上亦产生近乎固定的磁场（仅相对于该整流器片的磁场移动一角度），但相对于电枢绕组，其产生的磁场以近乎相同于该转子机械转速的角速度反向旋转。倘若该机器被作为一电动机运转，流经该电枢绕组的电流愈强，其产生的转矩就愈大。另一方面，由于该绕组在固定的定子磁场中旋转，该电枢绕组亦会产生电力。其旋转愈快，同理电枢绕组产生的电力愈高。此电力（反电动势）抵消经由整流器所提供的电力，以降低该电枢上的电流。此效应避免一典型 DC 电动机发生飞速转速（单位为每分钟的转数 rpm）。定子磁场和电枢磁场的组合扭曲磁通的轴向。一些较高品质的直流电动机可依转速调整电刷位置以增进效率，因而增进电动机的输出。这意味着电刷位置控制电枢磁场的轴向。同理，在发电状态下，电刷有时亦依发电机转速而转动以增进电力输出。

典型的交流发电机 / 电动机在一随时间而改变的磁场中运转。倘若将一直流发电机的整流器换成一对具有与其接触的一对电刷的导电环（以将电力从旋转的电枢引出），该直流发电机即成为一典型的交流发电机。

倘若将电枢和磁场的位置互换，可省去电刷。电力输出与该磁场强度成正比，其频率为转速的直接函数。这种倒置是现代同步发电机的设计基础。旋转磁场经由一对滑环和电刷获得直流电流。调整此电流可控制电力输出。该同步发电机的优点为该旋转磁场不横切过一设计的固定磁通，因而几乎不产生反电动势。该系统可进一步改良，以通过一小型交流发电机将该电流整流为直流电流送入。该小型交流发电机的强度将调节其直流电磁场强度。该小型交流转直流发电机可安装于与电枢的转轴相同的转轴上，其输出端永久地与电枢的输入端相连，从而省去滑环和电刷。在电动机运转状态下，需提供一旋转磁场一简易的做法是使用一具有三角型或 Y 型绕组的三相交流电源。当电枢在直流状态下，交流机器转动磁场；相反地，直流机器具有直流（或固定）状态的磁场，且该磁场在电枢中反向旋转。

感应式电动机 / 发电机具有一通过一三相交流或一单相交流电源所产生的旋转电场，但通过一自成短路的感应绕组延迟一磁场角落。一较令人满意的简单电动机，事实上是将电枢绕组设计成鼠笼状。磁场和电枢之间的转速差使电枢感应或产生电流。此转速差又称滑差转速。倘若感应式电动机以同步转速运转，线圈内的导体基本不与磁场产生相互作用，因此没有可产生运转力的感应电流。因此，感应电动机必须滞后或超前于磁场转速。所以感应式机器是一个组合模式的机器，其优点是结构简单，但不能方便地用作恒速或固定频率的机器。

交流同步机器的转速与输电线频率相关，因此大部分 60 赫兹的机器具有每

分钟 3600 转的转速，50 赫兹的机器具有每分钟 3000 转的转速，或此转速的整分数。这给发电工业及机器设计者带来不少困难，因为驱动发电机的原动机必须以同步转速运转（除了必须给予其一基准频率的感应发电机外）。随着原动机的逐步改进，某些原动机若是在非常高的转速下运作，即可产生非常高的功率。这意味着，原动机的重量虽然可以减少，但取而代之的是笨重的转矩传动装置，因此增加成本及维护费用。

## 概要

本说明书描述一旋转磁场同步发电机或电动机，它使用电力或电子控制以取代笨重的机械传动装置的功能，由此原动机驱动转子使原动机（驱动或被驱动）不必在与电网频率直接相关的速度下旋转。50 或 60 赫兹系统间的变更非常容易。利用计算机控制系统，只需通过软件编程即可相对简单地达到此种变更。

在一示例性实施例中，电力被供应至电枢绕组，使所得的电磁场旋转的角速度选择性地不同于转子旋转的角速度。因此，转子的角速度与其所产生的磁场上的角速度限制间可不具关联性。因此，一个范例为，在无需传动装置的情况下，一高速旋转的涡轮机可以驱动一发电机的转子以对涡轮机自身而言最有效率的角速度旋转，而在定子绕组内所感应的电力是所需的电网频率，即 50 或 60 赫兹。另一范例为，一电动机可以在各种转速下简易而高效地运转。

基于以上构思，本发明提供了一种作为发电机或电动机在稳定状态下运转的同步电机，包括：一不旋转的定子；一电枢，它以一第一角速度相对于所述定子旋转，并产生一以一第二角速度相对于所述定子旋转的电枢磁场，在稳定状态下，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量。

本发明还提供了一种作为发电机或电动机在稳定状态下运转的同步电机，包括：一定子；一电枢，它以一第一角速度相对于所述定子旋转，并产生一以一第二角速度相对于所述定子旋转的电枢磁场，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量；所述电枢包括数个连接于相应的整流器片的绕组以及一电源，所述电源在电枢以所述第一角速度旋转的同时按一与所述第二角速度相对应的时间顺序对各整流器片供电；所述电源包括一开关装置，它以一选定的顺序对各整流器片供电；并且所述开关装置包括与所述整流器片电气接触的的电刷，所述电刷以一不同于所述电枢角速度并与所述第二角速度相关的角速度相对于所述定子旋转。

本发明还提供了一种使电机在稳定状态下运转的方法，包括：使一电枢以一

电枢角速度相对于一不旋转的定子旋转；所述电枢具有绕组，并产生一以一磁场角速度相对于一定子旋转的电枢磁场；以一选定的顺序为所述电枢绕组提供电能，在稳定状态下使所述电枢角速度与所述磁场角速度之间相差一选定的量。

本发明还提供了一种产生电流的方法，其中一电枢和一电磁场以选定不同的角速度在稳定状态下旋转，所述方法包括：使一载有电枢绕组和与其相连的整流器片的电枢以一选定的角速度相对于一载有定子绕组的不旋转的定子旋转；通过一开关装置以一选定的顺序将电能传递至选定的整流器片，所述开关装置与所述整流器片和一电源电气相通；通过所述的将电能传递至所述整流器片并因而传递至所述电枢绕组，产生一围绕所述电枢并以一选定的角速度相对于所述定子旋转的磁场，并进而在所述定子绕组中产生电流；并且控制将电能传递至所述整流器片的所述选定顺序，以在稳定状态下，在所述电枢相对于所述定子的角速度与由所述电枢绕组产生的磁场相对于所述定子的角速度之间维持一选定的速度差。

本发明还提供了一种产生电流的方法，其中一电枢和一电磁场以选定不同的角速度在稳定状态下旋转，所述方法包括：使一载有电枢绕组和与其相连的整流器片的电枢以一选定的角速度相对于一载有定子绕组的定子旋转；通过一开关装置以一选定的顺序将电能传递至选定的整流器片，所述开关装置与所述整流器片和一电源电气相通；通过所述的将电能传递至所述整流器片并因而传递至所述电枢绕组，产生一围绕所述电枢并以一选定的角速度相对于所述定子旋转的磁场，并进而在所述定子绕组中产生电流；控制将电能传递至所述整流器片的所述选定顺序，以在所述电枢相对于所述定子的角速度与由所述电枢绕组产生的磁场相对于所述定子的角速度之间维持一选定的速度差；其中，所述控制选定顺序的步骤包括使诸电刷以一相对于所述定子的角速度旋转，一电源通过所述电刷连接于所述整流器片，所述角速度与所述电枢相对于所述定子的角速度相差一个与所述电枢和所述磁场相对于所述定子的角速度之间的速度差相关的量。

本发明还提供了一种同步电机，包括：一具有定子绕组的定子；一具有磁场绕组的电枢，它以一第一角速度相对于所述定子旋转，并产生一以一第二角速度相对于所述定子旋转的电枢磁场，在稳定状态下，所述第二角速度不同于所述第一角速度一选定量。

本发明还提供了一种使电机在稳定状态下运转的方法，包括：使一电枢以一电枢角速度相对于一定子旋转；所述电枢具有绕组，并产生一以一磁场角速度相对于一定子旋转的电枢磁场；以一顺序为所述电枢绕组提供电能，在稳定状态下，该顺序有效地使所述电枢磁场的角速度与所述电枢绕组的角速度之间相差一选定

的量。

#### 优点的范例

所述系统的一个优点为，当原动机和电机具有不同的运转转速时，它简化了机器结构，因此转矩传动装置可以被省略或不负荷输出转矩。所得的结果是降低尺寸、重量及成本。

另一优点为，以一电力或电子装置取代机械传动装置使变速或自动传动成为一连续过程。此特点可改变传统的车辆、船舶、涡轮推进飞行器、航天器以及其它应用领域中的电力推进观念。

另一优点为，使用体积小的电导体将高电流直流电动机转换成高电压交流机器，藉以节省重量。交流电压比直流容易改变，但通过当今电子技术，可轻易地将直流变成交流。

另一优点为，可在不受轴速影响的频率下运转电力系统。

本专利说明书所述的旋转磁场电机另一优点在于，它实质上是一同步机器，但其转轴并不需要以同步转速旋转。

此机器的另一优点为，虽然它是同步机器，但仍可产生反电动势，从而具有调节馈给电流的作用，使机器可在低电枢电流或低转矩下保持较低的旋转速度。当起动一公知类型的大型电动机时，这种速度调节可能是一困难的问题。起动电路可能非常复杂，并且有时很难操作。

另一优点为，使用诸如光耦合之类的非接触耦合来代替电刷和整流器，以便达到所谓的无刷运转。

固态电路可提供脉冲或波形整形，避免因两个整流器同时接触电刷造成的突然放电。

本专利说明书所述的系统的另一优点为，它可以很方便地按比例放大或减小，因为高转速和低转矩可产生相同的马力，反之亦然，从而进一步减少电动机 / 发电机的重量。

#### 附图

图 1 表示电动机器的基本原理。

图 2 表示典型直流电动机或发电机的结构原理。

图 3 表示典型交流发电机的原理。

图 4a 是表示一典型感应式电动机 / 发电机的原理的剖视图；图 4b 是表示一

感应式电动机 / 发电机的鼠笼转子 / 电枢的立体图。

图 5a 是表示一双磁极、同步、三相发电机 / 电动机的原理的剖视图；图 5b 是表示一四磁极发电机 / 电动机的原理的剖面图；图 5c 表示一三相电磁场绕组的磁场结构符号。

图 6 是表示一直流电动机 / 发电机以及一典型绕组和整流器结构的剖视图。

图 7a 表示一旋转磁场三相发电机 / 电动机；图 7b 表示一将电流馈送给旋转磁场电枢的电路，它与一用于无刷运转同步发电机 / 电动机的电路相同或类似。

图 8a 与 8b 表示电枢磁场（由电刷及整流器位置控制），该电枢磁场以三相旋转磁场转速的同步转速旋转，该转速可与转子转速不同。

图 9a 表示一机械旋转电刷结构；图 9b 表示用旋转轴驱动电刷的一典型传动结构；图 9c 是一典型传动结构的端视图；图 9d 是表示图 9b 的一细节的剖视图。

图 10 表示单片的固态整流结构的一个示例。

图 11a 至 11d 表示整流作用及电刷元件产生电火花的原因。

图 12a 表示由一机械整流系统所产生的电流波形；图 12b 表示由电波整形所产生的经处理的波形。

图 13 表示一用于定子和转子的光耦合盘。

图 14 表示一使用二种不同颜色的发光二极管（LED）的一个范例，该发光二极管通过有色滤光器耦合而将一信号传送至光电二极管。

图 15a 及 15b 表示一用受控制的延迟信号按顺序依次触发发光二极管的固态脉冲发生器。

图 16a 表示一用于产生方波脉冲的集成电路；图 16b 表示一将触发脉冲转换成路径选择信号的电路；图 16c 表示一以光电二极管作为触发输入的高电压、高电流电路，以及一单一整流器片的配置。

图 17 表示一电机的剖视图。

## 详细描述

图 1 表示一典型的电动相互作用机器的原理。直流电源 1 向一线圈 10 提供电流而产生磁通，即定子磁场 20。转子或电枢 30 从连接于一电源（或负载）2 的线圈 15 而产生一转子磁通。电磁引力使电枢 30 旋转。倘若元件 2 是一负载，并且电枢 30 由一发动机（未图示）驱动使其相对于定子线圈 10 以一适当角速度旋转，则将在线圈 15 中产生电能并提供给负载 2。倘若元件 2 不是一电源，而是一提供给线圈 15 的适当变化的电流，则转子 30 将相对于定子线圈 10 旋转。

图 2 表示一使用一直流磁场 21 的直流电动机/发电机的原理，该直流磁场可由一永久磁铁产生。一转子 31 设有一电枢绕组 16，其中“x”符号表示流入导线的电流。“•”符号表示流出导线的电流。当转子 31 旋转时，电刷 40 向绕组 16 馈给电流。当系统作为一电动机稳定运转时，通过电刷 40 供给适当极性的电流至绕组 16 将产生一转子磁场，使转子 31 相对于定子磁场 21 旋转。当系统作为一发电机稳定运转时，使转子 31 相对于定子 21 旋转将在绕组 16 内感应生成电流，该电流通过电刷 40 被输出到一负载（未图示）。

图 3 表示一交流发电机的原理。定子磁场 21 是一直流磁场或永久磁场。电枢线圈 18 与滑环 50 和 51 相连，从而在电枢线圈 18 于定子磁场 21 中旋转时输出电流及电压。电枢线圈 18 的旋转产生一与标准交流电波形相匹配的正弦波形。

图 4a 表示一感应式电动机 / 发电机的原理。一单相交流电源通过绕在磁极 22 周围的定子绕组 23 产生一旋转磁场。在磁极 22 的一角设置一时间延迟短路线圈 24，产生旋转定子磁场运动。转子是一个鼠笼 32 形式的电枢，它以不同于输送给磁场绕组 23 的交流频率的频率旋转，从而产生一感应电流；所得到的相互作用力推动或拉动转子 32。当转子 32 的转速低于旋转定子磁场的转速时，转速差在鼠笼电枢中产生电流。这就是感应电动机的工作原理。相反地，当转子转速高于旋转磁场转速时，此系统则成为一发电机。

图 4b 是电枢 32 的立体图，该电枢具有终止于端部 17 的直线导体 19 而非绕组，以及支承转子结构以便作旋转运动的转轴 60。

图 5a 是表示一同步发电机/电动机的剖视图，它具有两个磁极和一三相定子磁场绕组 24 及一转子 34，以通过缠绕转子的线圈产生一旋转直流磁场。转子线圈也可用作控制运转的装置。由于转子与定子磁场同步旋转，因而实质上无感应电流或反电动势。图 5b 是表示一四磁极发电机的剖视图，它具有一分布于周边的旋转磁场 26 及带有四个磁极的转子 36。其电频率与双磁极机器的相同，只是转子的转速实际上是图 5a 所示的双磁极机器的转速的一半。图 5c 表示一三相电磁场绕组的符号；符号中导线间的角度代表其相位间的夹角。

图 6 是一整流直流电动机的剖视图，其中一定子产生一直流磁场 21，且一转子 16 具有一典型的绕组几何结构，并具有整流器片 80 和接触电刷 40。每个整流器片通常与两组电枢线圈连接。

图 7a 是表示旋转磁场发电机的原理的剖视图。在定子线圈 22 处的外部旋转磁场的配置与一三相交流发电机/电动机的配置相同。旋转磁场可为一单相系统，如感应式或任何其它类型的机器一样。内部的转子是一典型的整流式转子系统，

具有整流器片 80 和与整流器片 80 相接触的电刷 40，不同处在于电刷 40 安装在与转子同心并与外部磁场同步旋转的一转轴 61 上。电刷 40 进一步连接于一对滑环 50 和 51。电流通过电刷 42 和 43 连接于滑环。一直流电源（图中未示）供给必要的电流。与图 5a 所示的现有同步发电机的不同之处在于，转子可以以不同于交流电源的转速旋转，因而可以产生反电动势电压。因此，磁场控制器是一电流反馈电路，而该现有系统可以不具反馈而受电压控制。此设计的反电动势电压可限制当感应电动机启动时所产生的电流突变。当转子以相同的同步转速旋转时，基本上不再有反电动势电压，因而发电机便象同步机器一样运转。如果转子以一高于同步转速的速度旋转（小型燃气轮机和高速汽油发动机均可能有此情况），转子转速愈高，感应的反电动势电压愈大（或在恒压电源下电流愈小），因而如一电动机一样降低电动势或使转子减速。这意味着转子的转速可被自我限制。作为一发电机，其效果刚好相反，因而需要一反馈控制电路，用以在一个高于转子加速的速率增加供给电压，从而产生自我调节效果。另一方面，作为一发电机，其转速控制通常由发动机本身提供，所以不成问题。可以预见，同样的无刷电路可经修改或不经修改来代替滑环 50 和 51 以及电刷 42 和 43。

图 7b 表示可以将一小交流发电机安装在与转子相同的转轴上，将交流电转换成直流电，并将电流输送给图 7a 中的旋转磁场线圈，而无需用滑环。因而这又称作无刷发电机。

图 8a 和 8b 表示一个范例，其中电刷以与磁场相同的方向及速度旋转（亦即同步），而转子可以沿相反的方向驱动。当该配置作为发电机运转时，反电动势电压与所施加的电压串联（叠加），因此产生同样的限制转矩。在所有的情形下，电刷的位置决定转子磁场的轴线方向。电刷转速表示为 $\omega_b$ ，旋转磁场转速表示为 $\omega_f$ ，转轴转速表示为 $\omega_s$ ， $\omega_s$ 可以与 $\omega_b$ 不同，但是 $\omega_b$ 与 $\omega_f$ 相等。

图 9a 表示一典型的机械结构，其中转子的机械转动与它所产生的电磁场的转动的角速度之间可以有选择性的不同。电枢转轴 60 由轴承 72 支承，但电刷 40 是安装在一不同的结构 63 上，此结构具有一个由一单独轴承 70 所支承且与电枢转轴 60 同轴的转轴 62。图 9b 表示利用一具有齿轮 74 和 73 的传动系统将由一轴承 75 支承的旋转电刷 40 耦合于电枢转轴 60，使该结构成为一电耦合的同步发电机。这进一步表示于图 9c 中，其中可以看出，传动系统并没有承受机器的转矩负载。图 9d 是表示连接旋转电刷 40 和外齿轮 74 的一连接杆 76 的位置的剖视图，该连接杆连接于电气端子 X 和 Y。由于连接杆 76 不同轴心地设置在转轴 61 的周围，因而需要在两者间的间隙中垫设一垫圈 77。亦可采用其它的传动范例，诸如

行星齿轮装置。

图 10 表示一个使用光触发的光传感器来控制固态装置的导通的设计，以使转子的角速度选择性地不同于旋转磁场的角速度。现代的固态晶体管，诸如 CM 300HA-IZE，可以在 500 伏电压下开关 500 安培的电流，故完全适合于此应用。整流器元件 81 连接于一对光耦合固态装置 102 和 201，其中一个为正向，另一个为反向。这些固态设备分别端接到其各自的电流总线 90 和 91，后者将电流输送到转子绕组。本发明所揭示的系统的另一方面在于，该正向和反向总线 90 和 91 可以制成环状。正向装置 102 具有一光传感器 104，反向装置 102 具有一光传感器 204。装置将由一发光二极管或任何专门设计的光学开关系统触发，以取代机械旋转的电刷。总线可依一般同步发电机 / 电动机的方式连接，因而使其成为一无刷机器。

图 11a 至 11d 表示机械电刷系统的某些特性。当电刷与两个整流器元件相接触时，它将一段线圈短路，而在电流可被换向之前，被截留的磁能必须被释放出来。这容易造成一浪涌电流和一看得见的火花。图 11d 表示电刷整流事实上是一个突然发生的阶跃函数。由于线圈的电感，实际的整流过程不是理想的线性变化。

图 12a 表示非线性电刷整流造成的方波电脉冲。光耦合中亦会出现此现象，但利用一个缓冲 (buffering) (校平) 电路，可将该脉冲形成钟形 (图 12b)，允许电流基本线性地释放。图 12b 表示单个脉冲的波幅包络线—倘若使用三个脉冲，中间的脉冲将高于两边的脉冲。

图 13 例示了一个用以产生一旋转电磁场的光学环形结构，其角速度可选择性地不同于一电机的转子的角速度。一固定环 300 由不透明的绝缘材料制成，它具有多个发光装置 310 和 320，以触发正、反电流控制电路。发光装置 310 和 320 按时间顺序发光，以模拟在固定环 300 内的转动。装置 310 触发正向元件 (诸如图 10 中的 102)，装置 320 触发反向元件 (诸如图 10 中的 201)。此环可被制成圆柱状或其它形状，而并不会显著地影响其功能或效果。

图 14 例示了另一种光耦合，它可用以产生一旋转电磁场，该旋转电磁场的角速度可选择性地不同于一电机的转子的角速度。发光元件 120 由一源 140 触发。光通过一滤光器 (例如红色) 121。一前方具有一红色滤光器的旋转传感器 122 拾取来自发光元件 120 的光信号，而不会有不适当的干扰。位于 180 度角位置上的一绿色发光元件 130 被同时触发，由它发出的光通过一绿色滤光器 131，且由一旋转传感器 132 所检测，该传感器 132 在被来自发光元件 130 的光触发时导通一反向电流。因此，红色及绿色元件起到电刷和整流器的作用，但电子控制及性能

得到改善。发光元件可以按这样一种顺序触发，如下面参照图 15a 和 15b 所讨论的。

图 15a 表示一固态装置，其信号通过一数字延迟电路 140 而产生一准确延迟的方波信号 141、142 … 150，周而复始，形状如图 15b 所示，以模拟整流光信号。

图 16a—16c 表示可完成参照图 13—15b 讨论的所需功能的固态电路。图 16a 表示一个用于产生可变宽度的方波脉冲（如图 15b 所示）的电路，它可触发如前所述的发光电路。图 16b 表示一控制电路 405 的结构，它接收触发脉冲 400 并按所选择的顺序激发成对的发光管 410。图 16c 表示图 10 中所述的无刷光学开关电路的另一种结构，它增加了连接整流器元件 440 的电枢绕组 450。未来可研制出新的装置，但这不会改变本文所述系统和方法的预期功能。

图 17 是一旋转磁场电机的主要构件的剖视图。定子 500 具有定子线圈 510，且整流器片 530 电气耦合于安装在一转子（图中未示）上的电枢绕组，该转子在稳定状态下在定子 500 内旋转。假设机器在稳定状态下作为一发电机运转，电枢绕组产生一旋转电磁场 520，它在定子绕组 510 上感应电流，该电流被输送给一负载。发光元件 560 由前述的一光学开关装置控制，以激发电二极管 562，从而考虑到载有整流器片 530 的转子的机械转速，以箭头 550 所示的顺序控制电流对整流器片 530 的供给，该顺序设计成以所需的角速度转动磁场 520。这两个角速度（转子与磁场 520 的）可根据发光元件 560 激发顺序所确定的一选定量而形成角速度差，这可以在电子或甚至软件控制下达成，因此可以随意选定和 / 或改变该速度差。假设机器是作为一电动机而运转，应用同样的原理，可使旋转磁场的角速度选择性地不同于载有整流器片 530 的转子的角速度。

## 方法

在传统的发电机 / 电动机中，电枢和它所产生的磁场通常基本上是以磁场绕组的同步转速旋转。这使电枢仅以同步转速旋转。相反地，本文所述系统和方法在电枢部使用一同步磁场转速，而仍可使实际电枢转速为另一其它值。这通过一旋转整流系统实现，该系统由机械驱动或电子（例如通过计算机）控制，使得不论电枢转速的数值 $\omega_A$ 为何，并考虑到因独特几何结构所致的近似道，电刷转速 $\omega_B$ 等于磁场转速 $\omega_F$ （即 $\omega_B = \omega_F$ ）。电枢转速和电刷转速的差值得以保持，该差值称为转速差（转速差 =  $\omega_A - \omega_B$ ）。这就允许反电动势来自我限制飞逸转速，并通过感测电枢转轴转速而产生计算机反馈。磁场转速处于一相位角以电子地产生一“电刷

转速”，使所得的电枢磁场同步和同相地旋转。

因此，本专利说明书中所揭示的系统和方法通过使用一用于交流和直流电动机/发电机系统的电子控制转矩转换系统，省去了笨重而复杂的机械齿轮箱。这就减轻了重量，降低了复杂性和成本。光控电刷运动系统在交流同步电源场合中尤为有效。大家知道，当电动机改变速度时，必须改变或调节电刷的位置。以往，是加装第三个电刷以在一不同转速运动。该电刷可以由光耦合整流来代替，其中仅需要部分整流环，且发光元件可通过反馈围绕最大磁场强度位置自动地调整。所揭示的系统和方法可使整个发电系统特别简单、轻便而造价低廉。因此，所揭示的系统和方法可以直流电动机/发电机和交流同步电动机/发电机的概念与光耦合整流的结合，即使使用传动装置，它也不需要负载转矩。当电动机被用作一能量转换装置时，若它产生同步的功率而转子是以高速旋转，则转矩乘以转速也是功率，因而输入转轴能以较低的转矩传输功率。这实质上就实现了机械齿轮箱的功能，而没有机械齿轮箱的成本及其它不良后果。这种方法的基础性就在于，它们对于诸如电动汽车和同步水轮机的运转之类的应用场合改变了电动系统的设计，此等应用场合对于部分载荷运行通常无法被最佳化。当然，应用场合还有许多。

由于目前有合适的固态开关装置，因而使得本文所揭示的系统和方法更加便利。使用除光学系统以外的其它装置，诸如局部磁脉冲或电场效应装置，可以实现软耦合。当然，本文所揭示的系统和方法并不意味着废弃电刷系统。对于小型尺寸或其它特殊应用场合，机械电刷系统可能是特别可行的。

虽然以上的描述充分而完整地揭示了本发明的较佳实施例，但在不背离本发明的精神和范围的情况下可采用各种不同的改制、替代结构和等效物。因此，以上描述和例示不应理解为是对本发明的范围的限制，该范围由所附的权利要求书限定。

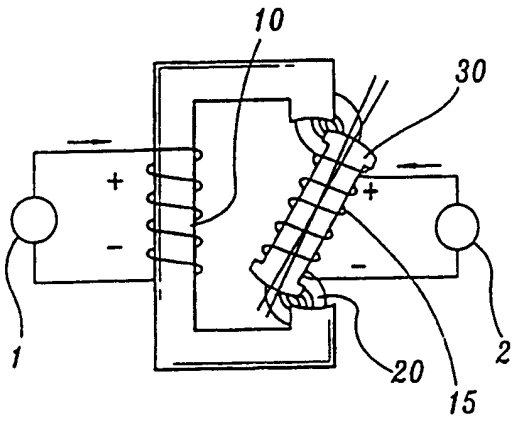


图 1

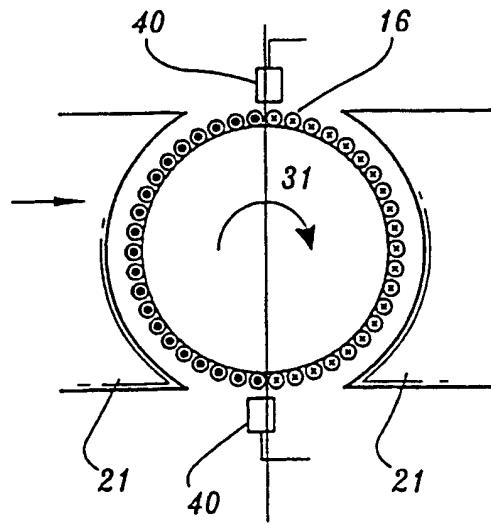


图 2

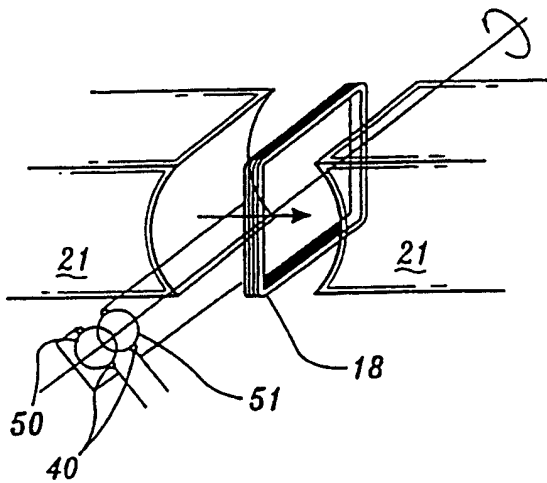


图 3

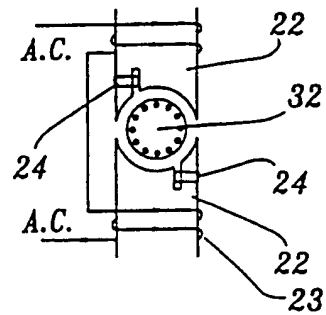


图 4A

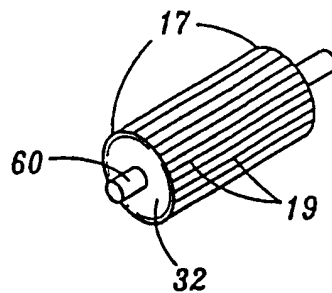


图 4B

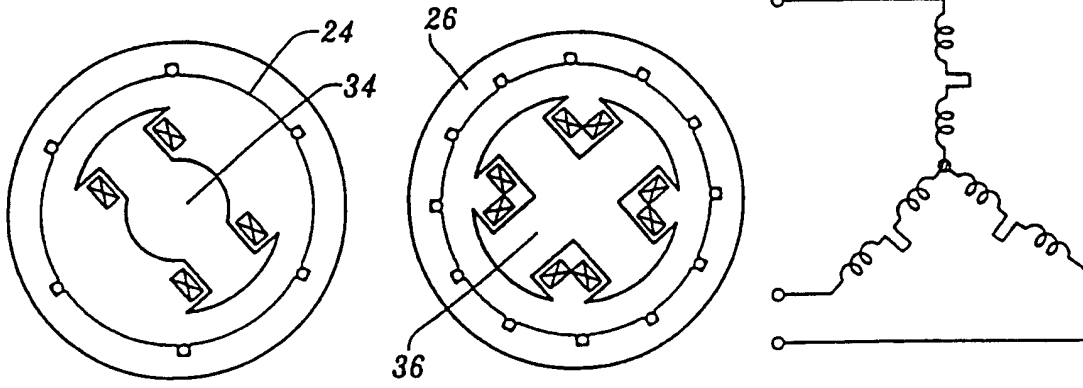


图 5A

图 5B

图 5C

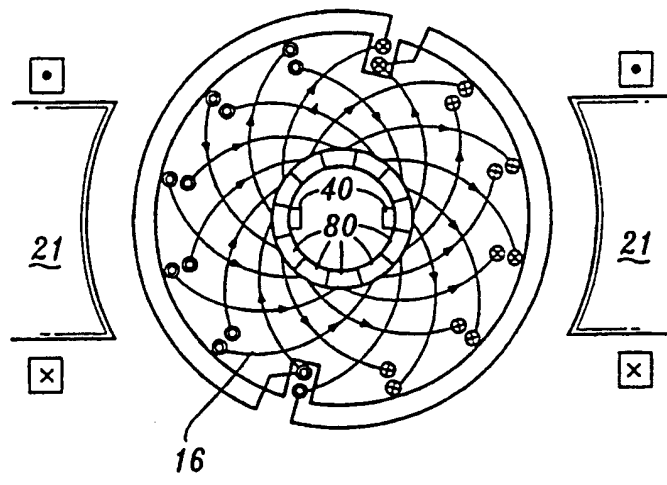


图 6

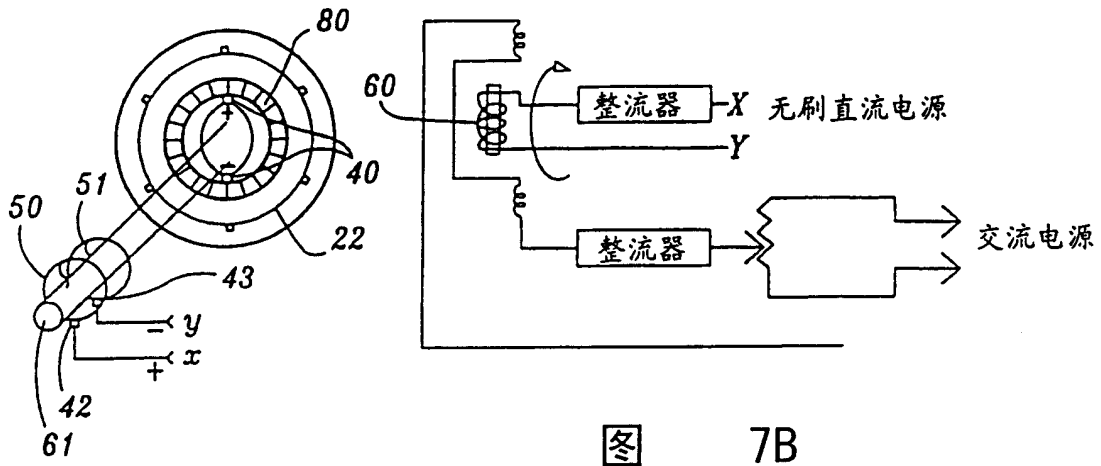


图 7A

图 7B

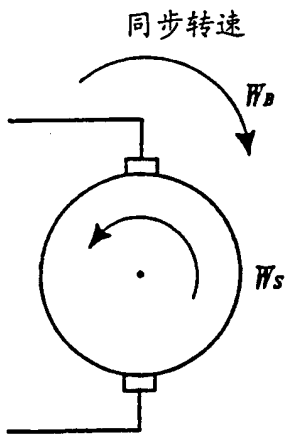


图 8A

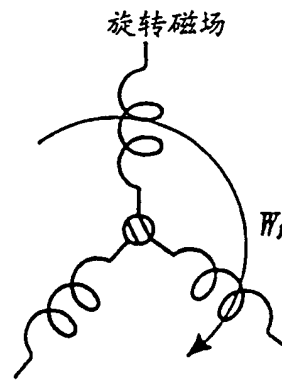


图 8B

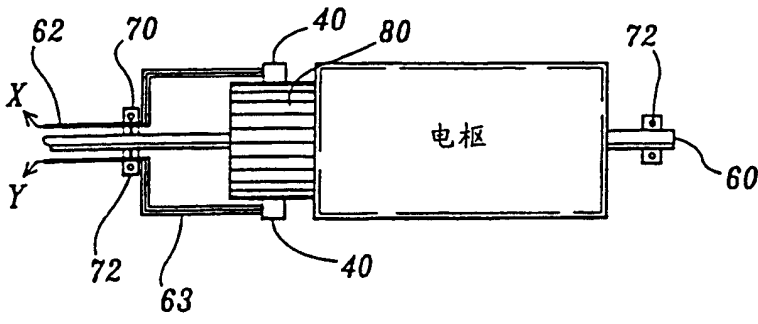


图 9A

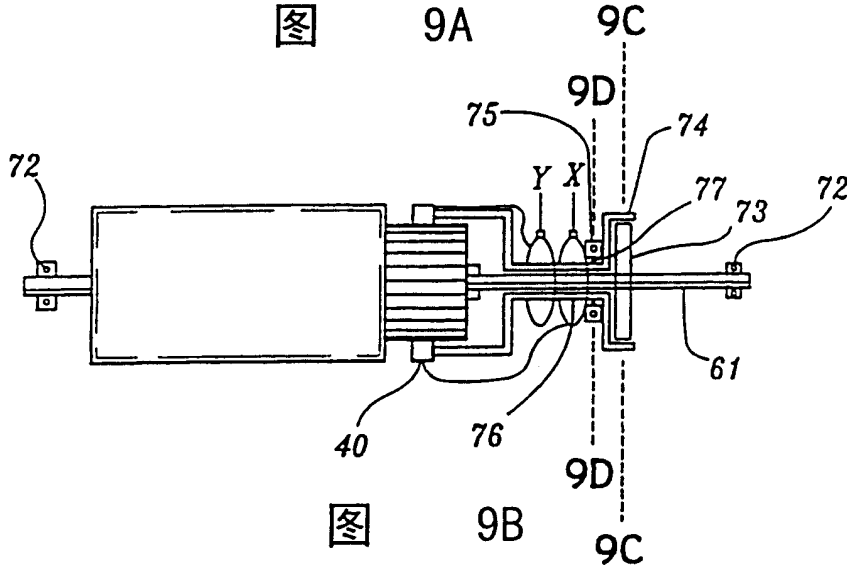


图 9B

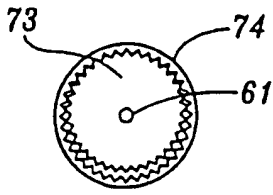


图 9C

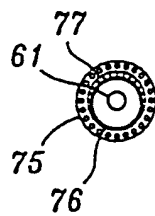


图 9D

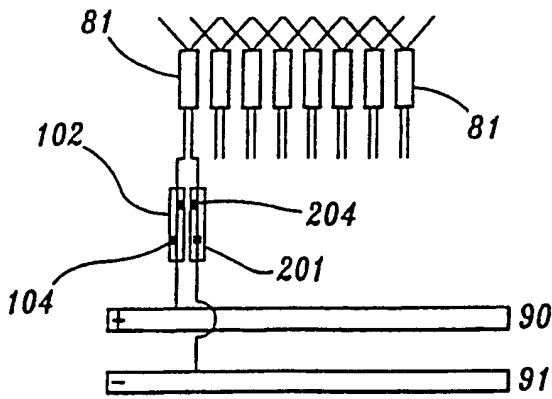


图 10

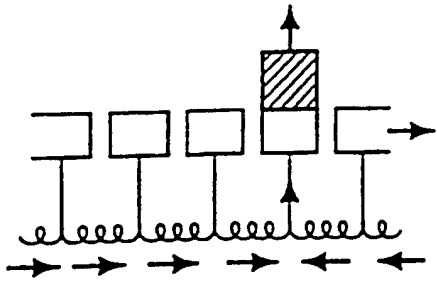


图 11A

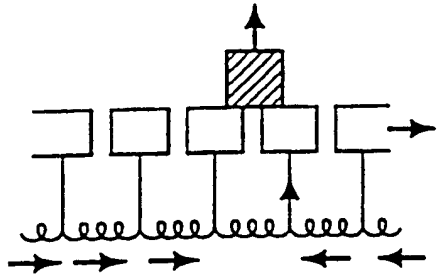


图 11B

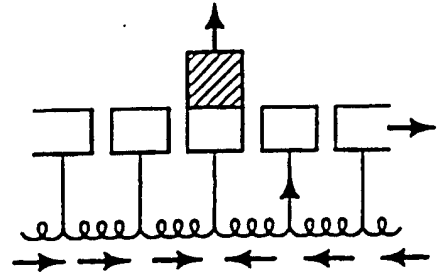


图 11C

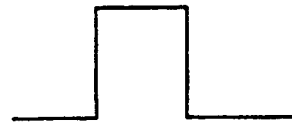


图 12A

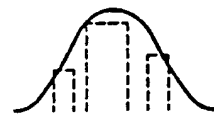


图 12B

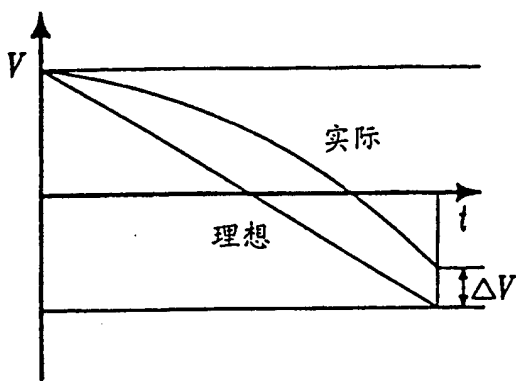


图 11D

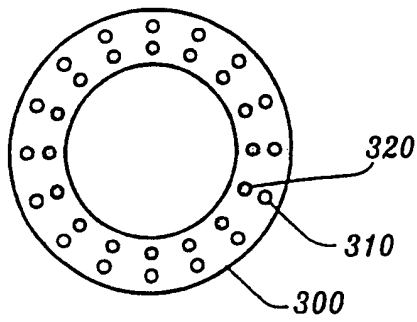


图 13

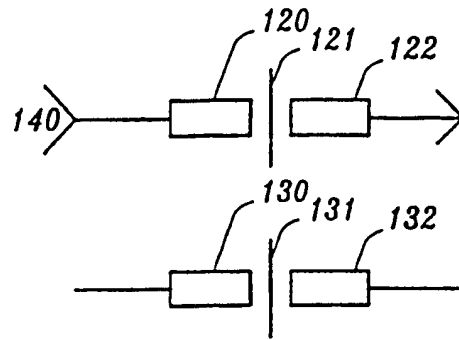


图 14

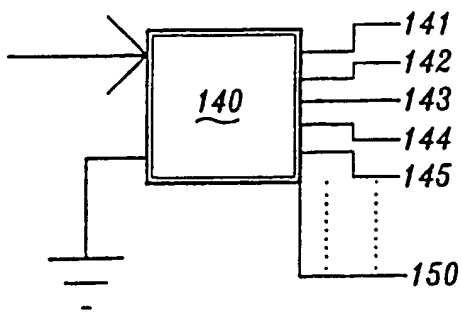


图 15A

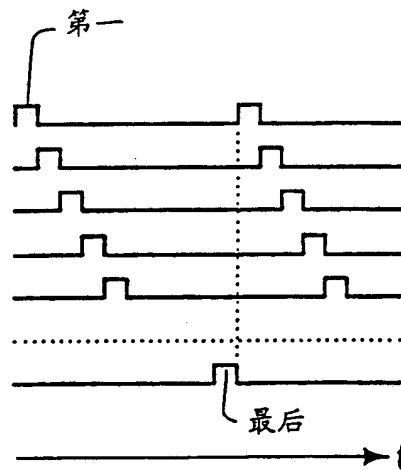


图 15B

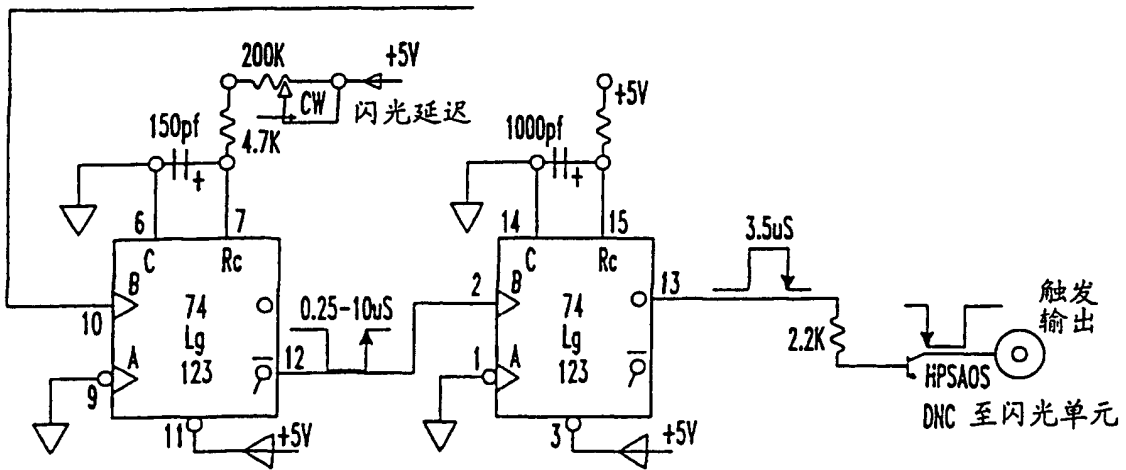


图 16A

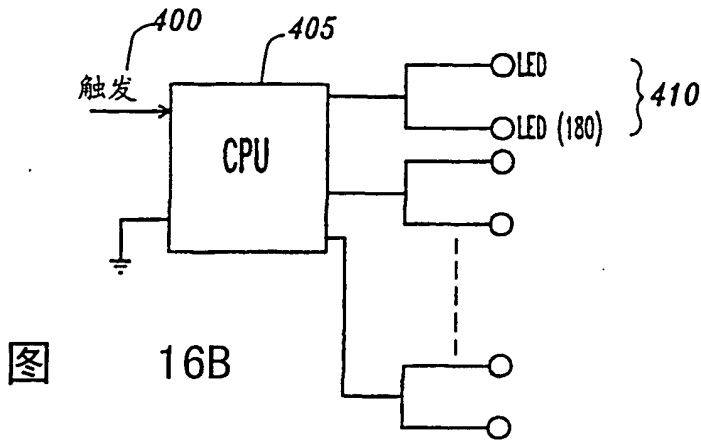


图 16B

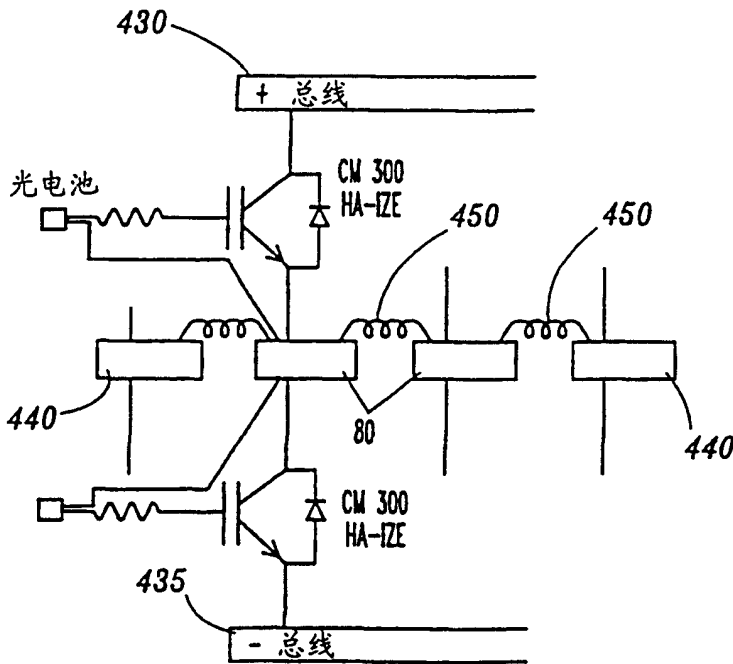


图 16C

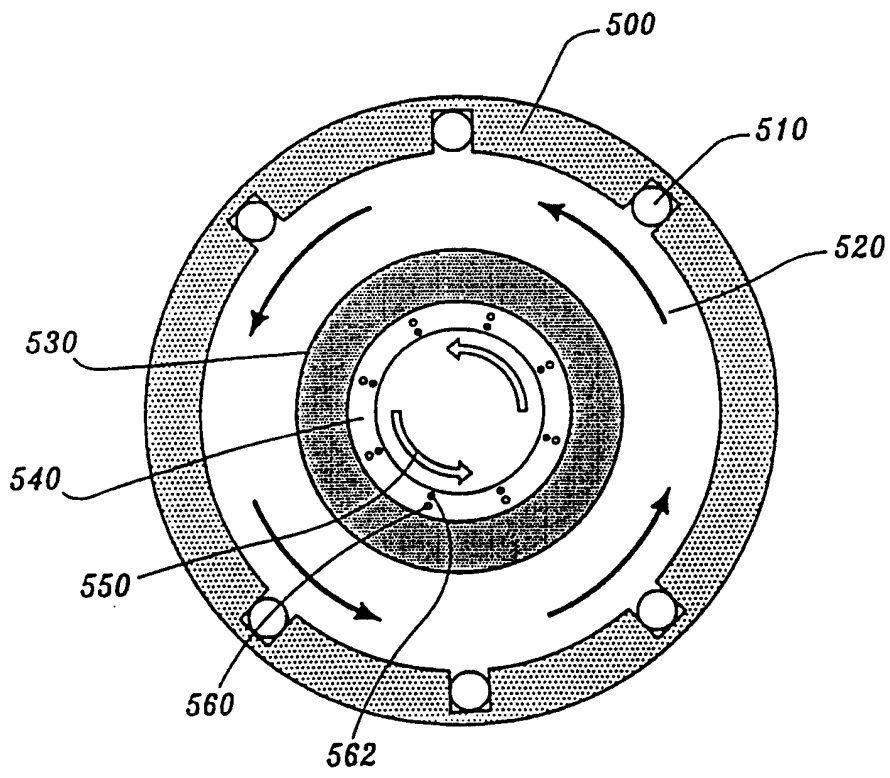


图 17