

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 23/467 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610074670.3

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100437998C

[22] 申请日 2006.4.21

[21] 申请号 200610074670.3

[30] 优先权

[32] 2005.4.21 [33] JP [31] 123656/05

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 中山典一

[56] 参考文献

US6232680B1 2001.5.15

US2005/0056030A1 2005.3.17

JP2-213200A 1990.8.24

US5861703A 1999.1.19

CN1293884A 2001.5.2

JP3-116961A 1991.5.17

审查员 窦明生

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李芳华 邸万奎

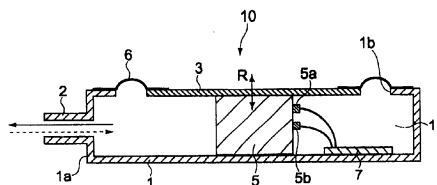
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 10 页

[54] 发明名称

射流产生装置及电子设备

[57] 摘要

一种射流产生装置，包括：外壳，具有开口并且其中包含气体；振动部件，其被该外壳支撑从而该振动部件能够振动，并且该振动部件使气体振动从而通过该开口排放作为脉动气体的气体；驱动机构，用于根据电信号驱动该振动部件；以及驱动控制器，其生成如下基频的电信号，在该基频处，该驱动机构的输入阻抗基本上最大，并且该驱动控制器将所生成的电信号输出到该驱动机构。



1. 一种射流产生装置，包括：

外壳，具有开口并且其中包含气体；

振动部件，其被该外壳支撑从而该振动部件能够振动，并且该振动部件使气体振动从而通过该开口排放作为脉动气体的气体；

驱动机构，用于根据电信号驱动该振动部件；以及

驱动控制器，其生成如下基频的电信号，在该基频处，该驱动机构的输入阻抗最大，并且该驱动控制器将所生成的电信号输出到该驱动机构。

2. 根据权利要求1的射流产生装置，其中，该驱动控制器设置该基频低于振动部件的最小谐振频率。

3. 根据权利要求1的射流产生装置，其中，该驱动控制器包括放大器和信号发生器，该信号发生器生成正弦信号、电压脉冲信号或电流脉冲信号，每个信号具有在该处该放大器的输入阻抗最大的基频，该放大器放大所生成的信号并且将所放大的信号输出到该驱动机构。

4. 根据权利要求3的射流产生装置，其中，该信号发生器是这样的信号发生器，其使得该电信号的总谐波失真因子小于10%。

5. 一种电子设备，包括：

发热元件；

外壳，具有开口并且其中包含气体；

振动部件，其被该外壳支撑从而该振动部件能够振动，并且该振动部件使气体振动从而通过该开口向该发热元件排放作为脉动气体的气体；

驱动机构，用于根据电信号驱动该振动部件；以及

驱动控制器，其生成处于包括如下基频的频率范围的电信号，在该基频处，该驱动机构的输入阻抗最大，并且该驱动控制器将所生成的电信号输出到该驱动机构。

射流产生装置及电子设备

技术领域

本发明涉及一种用于使气体振荡以产生气体射流的振荡器、包括该振荡器的射流产生装置、以及包括该射流产生装置的电子设备。

背景技术

近年来大规模集成电路（LSI 电路）的尺寸和速度上的增加已使得 LSI 电路的电力消耗逐年增加。由于 LSI 电路所消耗的电力中的大部分被转换成热能，所以电力消耗的增加已导致 LSI 电路的热值增加。针对使用这种具有高电力消耗的 LSI 电路的系统，正努力增加散热系统的性能以使得 LSI 电路的温度不超过其最高运行温度。

指示散热系统的性能的最通用指标是热阻。当作为被某散热系统冷却的结果使得热值为 $P[W]$ 的热源的温度是 $T(^{\circ}C \text{ 或 } K)$ 时，散热系统的热阻 $R_{th}[K/W]$ 由下式表示：

$$R_{th} = (T - T_a) / P$$

这里，当使用空气冷却系统时， T_a 是环境温度（外界气温）。为了即使热值较高也不增加热源的温度，使散热系统的热阻较小。换言之，提供良好性能的散热系统是具有小热阻的散热系统。例如，在外界气温具有最大值 $40^{\circ}C$ 的环境下，为了针对最大热值而维持 $20[W]$ 的 LSI 电路的温度等于或小于 $70^{\circ}C$ ，使用热阻小于 $1.5[K/W]$ 的散热系统。当 LSI 电路的热值增加到 $100[W]$ 时，典型的热阻小于 $0.3[K/W]$ 。

利用强空气冷却的散热系统基本上包括在热源和外界空气之间交换热量的热交换器和将外界空气送到热交换器的鼓风机。可以通过增加热交换器的效率或者通过增加鼓风机的排气量来降低该散热系统的热阻。例如，通过考虑散热片的材料和结构或者通过增加散热片的表面积，可以增加热交换效率。在使用如鼓风机那样旋转的轴流风扇的系统中，可以通过例如增加风扇的旋转速度或直径来增加排气量。

但是，在利用这种风扇的强空气对流中，在散热片的下游侧产生散热片

表面的温度边界层，由此导致来自散热片的热量没有被有效去除的问题。该问题可以通过例如作为增加风扇气流速度的结果而减少温度边界层的厚度来解决。但是，为了增加风扇气流速度的目的而增加风扇的旋转速度导致产生噪声，例如来自风扇轴承的噪声或者风扇所产生的风的噪声。

作为不使用风扇作为鼓风机而通过破坏温度边界层来有效地使得来自散热片的热量散逸到外界空气中的方法，使用周期性往复运动的振动板的方法（例如，参见，日本未经审查的专利申请公开号 2000-223871（图 2）、2000-114760（图 1）、2-213200（图 1）、和 3-116961（图 3 和 11））是可用的。在这四个文献中的装置中，具体地，日本未经审查的专利申请公开号 2-213200 和 3-116961 中的装置包括大约把腔内的空间分为两个的振动板、置于腔内并且支撑该振动板的弹性部件、以及使振动板振动的单元。在这些装置中，例如，当向上移动振动板时，腔的上部空间容积减小。因而，上部空间中的压力增加。由于上部空间通过吸/排气口(suction-exhaust opening)与外部空气连通，所以通过上部空间中的压力增加而将上部空间中的一部分气体排放到外界空气中。同时，与上部空间相对的下部空间（振动板被放置在下部空间与上部空间之间）的容积增加，使得下部空间中的压力降低。由于下部空间通过吸/排气口与外部空气连通，所以下部空间中的压力降低使得存在于吸/排气口附近的一部分外界空气被吸入下部空间中。相反，当向下移动振动板时，腔的上部空间容积增加。因而，上部空间中的压力降低。由于上部空间通过吸/排气口与外部空气连通，所以上部空间中的压力降低使得存在于吸/排气口附近的一部分外界空气被吸入上部空间中。同时，与上部空间相对的下部空间（如上所述，振动板被放置在下部空间与上部空间之间）的容积减少，使得下部空间中的压力增加。下部空间中的压力增加使得下部空间中的一部分气体排放到外界空气中。振动板由例如电磁驱动方法驱动。据此，通过使振动板往复运动，而周期性地重复腔内空气向外界空气的排放和外界空气向腔内的吸入。由振动板的周期性往复运动引起的脉动(pulsating)空气吹向发热元件诸如散热片，从而有效地打破散热片表面处的温度边界层，结果是散热片被高效冷却。

发明内容

在使用往复运动的振动板的装置（诸如前述四个文献中的装置）中，原

则上，可以通过增加振动板的面积或者振动幅度来增加排气量。但是，当装置的尺寸（容积）受限时，例如当小设备中的发热元件被冷却时，关于可以使得振动板的面积或振动幅度多大存在限制。此外，增加振动板的面积或振动幅度增加装置的电力消耗。

例如，在日本未经审查的专利申请公开号 2-213200 中，振动板的振动频率处于接近 10Hz 的不可听见区域中。在日本未经审查的专利申请公开号 3-116961 中，散热片前面的气流速度依据振动板的频率而不同，其中 19Hz 情况下的气流速度大于 15Hz 情况下的气流速度（说明书第 3 页的右下栏）。然而，当驱动频率仅被设置在较低的不可听见区域中时，限制了噪声，但是与该较低频率一致地降低了单位时间的排气区域。

鉴于上述问题，期望提供一种射流产生装置，其作为优化振动部件的驱动频率的结果可以提高散热能力，同时限制电力消耗，还期望提供一种包括上述射流产生装置的电子设备。

根据本发明的实施例，提供了一种射流产生装置，包括：具有开口并且其中包含气体的外壳；振动部件，其被该外壳支撑从而该振动部件能够振动，并且该振动部件使气体振动从而通过该开口排放作为脉动气体的气体；驱动机构，用于根据电信号驱动该振动部件；以及驱动控制器，其生成如下基频的电信号，在该基频处，该驱动机构的输入阻抗基本上最大，并且该驱动控制器将所生成的电信号输出到该驱动机构。

当在接近该基频的频率处驱动该振动部件时，在该基频处，输入阻抗是基本上最大的值，发热元件经受散热时的热阻是最小值。换言之，发明者发现，热阻是最小值时的频率与驱动机构的输入阻抗基本上最大时的频率匹配。热阻越小，射流产生装置的性能越高。因而，根据本发明的实施例，可以提供最大散热能力，同时具有最小电力消耗。

驱动单元的驱动方法可以利用例如电磁作用、压电作用或者静电作用。

可以使用的气体类型不仅有空气，而且有氮、氦气、氩气或者其它类型的气体。

振动部件可以具有三维结构来替代具有平板形式的结构。例如，振动板可以具有例如如下结构，其中，将侧板或者肋（rib）安装到振动板上以便增加刚性。然而，该振动部件可以具有不局限于如此目的的任何形式。此外，在与振动部件的振动方向垂直的平面上的振动部件的形状可以是例如圆形、

椭圆形或矩形。

在一种形式下，驱动控制器设置该基频低于振动部件的最小谐振频率。对于振动部件的声压水平较低的高频范围（即，充分高于最小谐振频率的频率范围），输入阻抗可以变得大于前述最大值。据此，可以以这样的高频范围驱动振动部件。在这样的情况下，振动部件的振动幅度变得极小。这可使得不可能获得预定的排气量。相反，在最小谐振频率附近的低频范围中，即使电力与以高频范围驱动该振动部件时相同，也可以将振动幅度设置在其最大值，从而根据本发明的实施例，将基频设置在振动部件的最小谐振频率附近。

在另一种形式中，更具体地，该驱动控制器包括放大器和信号发生器，该信号发生器生成正弦信号、电压脉冲信号或电流脉冲信号，每个信号具有在该处该放大器的输入阻抗基本上最大的基频，该放大器放大所生成的信号并且将所放大的信号输出到驱动机构。在这种情况下，希望该信号发生器是这样的信号发生器，其使得该电信号的总谐波失真因子小于 10%。通过将谐波失真因子设置为小于 10% 的值，可减少提供高听觉特性的谐波分量，从而噪声处于不烦扰人类的水平。

根据本发明的另一实施例，提供了一种电子设备，包括：发热元件；具有开口并且其中包含气体的外壳；振动部件，其被该外壳支撑从而该振动部件能够振动，并且该振动部件使气体振动从而通过该开口向该发热元件排放作为脉动气体的气体；驱动机构，用于根据电信号驱动该振动部件；以及驱动控制器，其生成处于包括如下基频的频率范围的电信号，在该基频处，该驱动机构的输入阻抗基本上最大，并且该驱动控制器将所生成的电信号输出到该驱动机构。

电子设备的示例是计算机（当该计算机是个人计算机时，其可以是膝上型计算机或者桌上型计算机）、个人数字助理(PDA)、电子词典、相机、显示装置、音频/视频装置、蜂窝电话、游戏装置、汽车导航系统、机器人设备以及其它电子产品。

发热元件可以是电子部件，诸如 IC 或电阻器、散热片(吸热装置)或者任何其它元件，只要其产生热量即可。

根据本发明的实施例和形式，可以在限制电力消耗的同时增强散热能力。

附图说明

- 图 1 是根据本发明实施例的射流产生装置的截面图；
图 2 是电路板结构的框图；
图 3 是两腔形式的射流产生装置的截面图；
图 4 是示出驱动机构的驱动频率、热阻、和输入阻抗之间的关系的图；
图 5A 和 5B 是分别示出振动板的频率、频率幅度、和声压水平之间的关系、以及振动板的频率和输入阻抗之间的关系的图；
图 6 是其中正弦信号发生器用作信号发生器的示例的框图；
图 7A 到 7C 是图 6 中所示的正弦信号发生器的具体示例的框图；
图 8 是其中开关电路用作功率放大器的示例的框图；
图 9 示出了图 8 中所示的开关电路的示例性结构；以及
图 10 示出了图 8 中所示的开关电路的不同示例性结构。

具体实施方式

下面将参考附图描述本发明的实施例。

图 1 是根据本发明实施例的射流产生装置的截面图。射流产生装置 10 包括例如外壳 1，其具有位于外壳 1 的上面部分的矩形孔 1b。环形弹性支撑部件 6 被安装在外壳 1 的孔 1b 的外围，并且支撑用作振动部件的振动板 3。通过放置振动板 3 和弹性支撑部件 6 以便覆盖外壳 1 的孔 1b，而外壳 1 中形成了腔 11。用于向置于外壳 1 外部的诸如散热片的发热元件（未示出）排放腔 11 中的空气的多个喷嘴 2 被安装在外壳 1 的侧面 1a。可以将喷嘴 2 集成于外壳 1 上。或者，可以在侧面 1a 中仅形成开口替代喷嘴 2。

外壳 1 具有例如长方体形状。例如，在外壳 1 的侧面 1a 上形成喷嘴 2，以便沿着垂直于图 1 的平面的方向排列。沿着垂直于图 1 的平面的方向的外壳 1 的尺寸是例如根据发热元件的尺寸设置的，以及喷嘴 2 的数目可以根据外壳 1 的侧面 1a 的面积而设置。尽管根据外壳 1 的长方体形状，弹性支撑部件 6 和振动板 3 可以是例如矩形，但是它们可以是圆形或者椭圆形。尽管振动板 3 被图示为具有平板的形状，但是其可以是锥形，如同其上安装了扬声器的振动板那样。

外壳 1 由例如树脂、橡胶、金属或陶瓷制成。树脂和橡胶便于外壳 1 的形成并且适于大规模生产。此外，树脂和橡胶可以增加声音衰减因子并且因而可以限制噪声，并且可以用于降低重量和成本。考虑到外壳 1 的散热，希

望金属是具有高导热性的铜或铝。振动板 3 由例如树脂、纸、橡胶或金属制成。弹性支撑部件 6 由例如树脂或橡胶制成。

腔 11 中布置有用于驱动振动板 3 的驱动机构 5。用于向驱动机构 5 输出电信号的电路板 7 电连接到驱动机构 5 的输入端子 5a 和 5b。电路板 7 可以被置于电路板 7 的外部。驱动机构 5 将电信号的电能转换成机械能，并且其是例如利用电磁力的音圈马达。

图 2 是电路板 7 的结构框图。电路板 7 包括：例如，生成例如正弦电信号的信号发生器 12、以及放大从信号发生器 12 输出的电信号的电功率的功率放大器 13。经功率放大器 13 放大的电信号被输入到驱动机构 5。

将描述具有上述结构的射流产生装置 10 的操作。

当例如由电路板 7 将正弦交流电压施加到驱动机构 5 时，振动板 3 经历正弦振动，引起腔 11 容积的增大或减小。腔 11 容积的变化改变腔 11 中的压力，使得产生作为来自喷嘴 2 的脉动气流的气流。例如，当在增加腔 11 容积的方向上移动振动板 3 时，腔 11 中的压力降低。这使得外壳 1 外部的空气通过喷嘴 2 流入腔 11 中。相反，当在减少腔 11 容积的方向上移动振动板 3 时，腔 11 中的压力增加。这使得腔 11 中的空气通过喷嘴 2 排放到腔 11 的外部并且吹向散热元件（未示出）。当空气从喷嘴 2 排出时喷嘴 2 周围空气压力的降低使得喷嘴 2 周围的空气被吸入到从喷嘴 2 排放的空气中。即，射流被组合。这样组合的射流使得可能通过将该组合射流吹向散热元件而冷却散热元件。

图 3 是两腔形式的射流产生装置的截面图。在射流产生装置 20 中，由置于外壳 21 中的振动板 3 和弹性支撑部件 6 形成腔 11a 和 11b。腔 11a 通过喷嘴 2a 与外壳 21 的外部连通。腔 11b 通过喷嘴 2b 与外壳 21 的外部连通。在具有如此结构的射流产生装置 20 中，振动板 3 的垂直振动（图 3 中）引起腔 11a 和 11b 的容积交替增加和减小，从而通过喷嘴 2a 和 2b 交替地排放空气。例如，当从喷嘴 2a 和 2b 排放空气时，从喷嘴 2a 和 2b 独立地产生声波。通过作为振动板 3 振动的结果使外壳 21 中的空气振动而产生声波。但是，由于在喷嘴 2a 和 2b 产生的声波具有相反的相位，所以声波彼此削弱。这使得可以降低噪声。

在使用振动板 3 的图 1 所示的射流产生装置 10 和使用振动板 3 的图 3 所示的射流产生装置 20 中，当振动板 3 的有效面积是 $S[m^2]$ 、峰-峰幅度是 $d[m]$ 、以及振动频率是 $f[Hz]$ 时，单位时间的排气量 $Q[m^3/s]$ 由下式表示：

$$Q=kSdf$$

k 是常数，其值取决于例如射流产生装置 10 的结构，但是如果结构相同的话可以认为 k 是某常数值。当振动板 3 的振动频率固定时，如果振动板 3 的振动幅度增加，则排放量将与振动幅度成比例地增加。由于排放量也与频率成比例，所以驱动频率越高，排放量越大。但是，在这样的机械振动系统中，通常，随着振动频率的增加，振动幅度减小。因而，将不能通过增加频率而无限地增加排放量。换言之，存在最优频率，在该最优频率处，排放量最大。该频率依赖于例如射流产生装置 10 的尺寸和结构、振动板 3 的质量、弹性支撑部件 6 的弹性、喷嘴 2 中开口的尺寸和形状、以及排放侧负载（诸如散热片的流程阻力）。

然而，本发明者发现：在最优频率与驱动机构 5 的输入阻抗之间存在某种独立于射流产生装置 10 的结构等的关系。换言之，本发明者发现，当在将施加给驱动机构 5 的交流信号的电能维持在恒定值的同时改变其频率时，射流产生装置 10 的排气量等最大（即热阻最小）处的频率与驱动机构 5 的输入阻抗的幅度最大处的频率匹配。

图 4 是示出了驱动机构 5 的驱动频率、热阻、和输入阻抗之间关系的图。在图 4 中，在例如组合了图 3 中所示的射流产生装置 20 和适当的散热片（未示出）的散热系统中，驱动机构 5 所消耗的电力恒定。电力消耗是例如 0.5[W]，以及在电力消耗保持恒定的同时，输入频率在 10[Hz]到 120[Hz]的范围内变化。振动板 3 是对空气振动起作用的表面具有约 50[mm]直径的板。

从该图可见，在 50 到 60[Hz]的频率范围或者 50 到 70[Hz]的频率范围中，驱动机构 5 的输入阻抗最大而热阻最小。在可听见频率范围外的小于 20[Hz]的频率范围（诸如日本未经审查的专利申请公开号 2-213200 和 3-116961 中所指示的频率范围）中，热阻变得非常高，由此降低了散热效率。据此，当以驱动机构 5 的输入阻抗最大处的频率驱动该驱动机构 5 时，可以形成具有最大散热能力而具有最小电力消耗的散热系统。由于可以通过例如测量恒压驱动中的电流来从射流产生装置 10 的外部容易地测量驱动机构 5 的输入阻抗，所以可以容易地将驱动频率调整到在输入阻抗的幅度最大处的频率附近的频率。

图 5A 和 5B 分别是示出振动板（诸如扬声器）的频率、频率幅度和声压水平之间的关系以及振动板的频率和输入阻抗之间的关系的图。参考图 5A，

一般扬声器所使用的频率范围是高于最小谐振频率 f_0 并且其中声压水平基本恒定的频率。在小于最小谐振频率 f_0 的频率处，由于振动板的振动幅度与频率无关地恒定，所以频率越低，声压水平越低。相反，在高于最小谐振频率 f_0 的频率处，由于振动板的振动幅度与频率平方成反比地降低，所以声压水平相对于频率基本保持平坦。

参考图 5B，振荡的音圈（例如扬声器）的输入阻抗为最大值 X 时的驱动频率落入最小谐振频率 f_0 附近的频率范围内。例如，在根据本实施例的射流产生装置 10 中，在小于 f_0 的频率处，由于振动板的振动幅度恒定，所以频率越低，排气量越低。相反，在高于 f_0 的频率处，由于振动幅度与频率平方成反比地降低，所以频率越高，排气量越低。因而，在 f_0 附近的频率处执行驱动使得将获得最大的排气量。

从前面的描述可知，在驱动机构 5 的输入阻抗最大的频率处驱动驱动机构 5 使得可以以有限的电力消耗和最大的冷却效率来运行散热系统。

即使由于射流产生装置 10 或 20 的尺寸和结构、振动板的质量、弹性支撑部件 6 的弹性、喷嘴 2 的开口的尺寸和形状、或者例如散热片的结构和材料、散热片的流程阻力上的变化而使得在各最优频率之间存在差别，通常也可以以最优频率驱动该驱动机构 5。因而，可以提供允许高产率而性能上无变化的散热系统。

接下来，将描述例如图 2 中所示出的电路板 7 的信号发生器 12 和功率放大器 13 中所采用的具体结构和方法的示例。

功率放大器 13 可以采取如下电路的形式，该电路在功率放大器 13 的输出端产生与施加给功率放大器 13 的输入端的电压基本成比例的电压或电流。或者，功率放大器 13 可以采取如下电路的形式，该电路在功率放大器 13 的输出端产生与在功率放大器 13 的输入端之间流动的电流基本成比例的电压或电流。换言之，功率放大器 13 可以是线性放大器，其可以提供基本恒定的电压或者电流，而不管功率放大器 13 的输出端所连接的负载（即，驱动机构 5 的输入阻抗）的大小如何。

尽管功率放大器 13 的输出方法可以是用于以地电势驱动负载一端的单端推挽（Single Ended Push Pull, SEEP）方法，但是其也可以是用于以两个功率放大器对负载进行反相驱动而无变压器平衡放大器（Balanced Transformerless Amplifier, BTL）方法。为了防止功率放大器 13 波动，可以额

外插入 CR 串联电路或者 LR 并联电路。

除了使用如功率放大器 13 的线性放大器之外,如图 6 所示,生成前述正弦信号的正弦信号发生器 22 可以用作信号发生器。这里,在正弦信号发生器 22 的输出端生成随时间正弦变化的电压或者电流信号,并且将正弦信号发生器 22 生成的正弦信号的基频设置在驱动机构 5 的输入阻抗最大时的频率附近。换言之,在基本维持信号波形的同时,生成具有在驱动机构 5 的输入阻抗最大时的频率附近的频率的正弦信号,以驱动该驱动机构 5。

正弦信号发生器 22 的示例是例如 CR 振荡器。CR 振荡器可以是利用基于电容器和电阻器的时间常数的振荡器,诸如文氏电桥振荡器、状态可变振荡器或相移振荡器,或者任何其它类型的振荡器,只要其可以允许从外部相对容易地控制振荡频率即可。

当正弦信号生成器 22 是 CR 振荡器时,希望输出信号的总谐波失真因子小于 10%。由于 CR 振荡器的输出信号是通过线性功率放大器输入到驱动机构 5 的,所以该输出信号在基本保持振荡器的波形的同时被输入到驱动机构 5。由于振动板 3 的位移与驱动机构 5 的输入电流的大小基本成比例,所以当驱动机构 5 的输入信号中包括大量谐波分量时,包括在振动板 3 的振动中的谐波分量的量也较大。当谐波分量包括具有高可听度的频率分量时,噪声水平可能变高。因而,典型地使用总谐波失真因子尽可能小的正弦信号作为 CR 振荡器的输出信号。如果总谐波失真因子小于 10%,则在平常操作条件下,噪声将不会烦扰任何人。如果,例如 CR 振荡器中使用适当的增益控制电路,则可以相对容易地获得这样的失真因子。

在图 7A 中,生成矩形、三角形、或锯齿形信号的信号发生器 23 用作正弦信号发生器 22。矩形/三角形/锯齿形信号发生器 23 的输出信号通过低通滤波器 27 以减少谐波分量,由此使得可以产生谐波分量低的低失真正弦信号。矩形/三角形/锯齿形信号发生器 23 可以使用关于上述 CR 振荡器的公知电路类型。

希望低通滤波器 27 将谐波的幅度衰减到小于原始幅度的 1/10。还希望在低通滤波器 27 中使用具有卓越衰减特性的有源滤波器或者开关电容滤波器。根据典型输出失真因子而适当选择阶和特性(Bessel 型、Butterworth 型、Chebyshev 型等)。

正弦信号发生器可以使用数字电路替代包括 CR 型的模拟电路。例如,

如图 7B 所示, 使用生成其正弦波幅度被数字化的信号的幅度数据发生器 24 以及将幅度数据转换成电压或电流大小的数模(D/A)转换器 28。通过改变幅度数据发生器 24 的参考时钟频率, 可以控制从 D/A 转换器 28 输出的正弦信号的频率。

幅度数据发生器 24 可以利用先前存储幅度数据的固态存储器, 或者可以具有通过数字计算生成正弦函数数据的结构。可以根据典型的失真因子而适当选择数字数据的比特和采样数。数字生成的正弦信号包括由采样频率生成的量化噪声。为了降低量化噪声, 可以在 D/A 转换器 28 和功率放大器 13 之间插入作为模拟或数字电路的低通滤波器。

如图 7C 所示, 脉冲串(pulse train)信号发生器 25 可以用作数字正弦信号发生器。正弦信号发生器 22 包括脉冲串信号发生器 25 和低通滤波器 27, 该脉冲串信号发生器 25 生成其电压随时间连续变化的电压脉冲串或者其电流随时间连续变化的电流脉冲串。在使用 D/A 转换器的正弦信号发生器中, D/A 转换器的输出波形与输入到驱动机构 5 的信号波形类似地变化, 而由脉冲串信号发生器 25 产生的信号是这样的, 即电压或者电流脉冲持续时间变化而它们的幅度基本恒定。将这样的信号通过低通滤波器 27 削弱了脉冲串的谐波分量, 从而信号被成形为具有连续的波形。调整脉冲串的宽度和周期使得可以输出正弦信号到低通滤波器 27 的输出端。改变施加到脉冲串信号发生器 25 的参考时钟频率使得可以控制正弦信号的频率。

所输出的脉冲串信号发生器 25 处产生的脉冲串可以是脉冲间隔变化而脉冲宽度恒定的脉冲串、或者是经历脉冲宽度调制从而具有变化的脉冲宽度而周期恒定的脉冲串。对于任一种脉冲串, 对于每个采样周期适当控制脉冲宽度和周期之间的比率使得可以输出正弦信号到低通滤波器 27 的输出端。尽管脉冲串信号发生器 25 处生成的脉冲串可以具有恒定的幅度(电压或电流), 但是其可以是随时间变化的信号。

参考图 7A 到 7C 描述的功率放大器 13 是线性放大器, 每个线性放大器可以提供基本恒定的电压或电流, 而不管连接到输出端的负载(即, 驱动机构 5 的输入阻抗)的大小如何。但是, 如图 8 所示, 功率放大器 13 可以是非线性放大器或者可以被形成为开关电路 29。

当使用开关电路 29 时, 上述脉冲串信号发生器 25 可以用作信号发生器。即, 将脉冲串信号发生器 25 所产生的脉冲串的基频设置在驱动机构 5 的输入

阻抗最大时的频率附近的频率处。用作放大器的开关电路 29 在其输出端生成与输入信号同步的电压脉冲或者电流脉冲。当包括在脉冲串信号中的量化噪声较小时，可以省略低通滤波器 27。

图 9 示出了图 8 所示的开关电路 29 的示例性结构。该结构是其中以地电势驱动该驱动机构 5 的输入端之一的示例。当把来自脉冲串信号发生器 25 的脉冲串信号输入到开关电路 29 的差分放大器时，该信号被转换成与其定时同步的数字信号。将差分放大器的非反相输出和反相输出输入到门驱动器以产生用于使开关元件（MOS-FET）导通或截止的典型定时信号。例如，当将脉冲信号输入到差分放大器时，开关元件中的一个导通而开关元件的另一个截止。相反，当没有将脉冲信号输入到差分放大器时，上述开关元件中的一个截止，而上述开关元件中的另一个导通。这使得与来自脉冲串信号发生器 25 的脉冲串信号同步的信号被输出到开关电路 29 的输出端。由于在该信号中包括大量谐波分量，所以通过例如包括电感器和电容器的低通滤波器 27 削弱该谐波分量。这使得可以施加正弦信号到驱动机构 5 的输入端。

图 10 示出了其中将脉冲串信号发生器 25 的输出输入到两个开关电路 29a 和 29b 的示例。该两个开关电路 29a 和 29b 具有与图 9 中所示开关电路 29 的结构类似的结构。低通滤波器 27a 和 27b 连接到相应开关电路 29a 和 29b 的输出。这样的结构使得可以用与图 9 所示电源电压相同的电源电压（+V 和 -V）使得振动幅度加倍。

本领域技术人员应该理解，在所附权利要求或其等同的范围内，可以根据设计需求和其它因素进行各种修改、组合、子组合和替换。

相关申请的交叉引用

本发明包含与 2005 年 4 月 21 向日本专利局提交的日本专利申请 JP 2005-123656 相关的主题，其全部内容在此并作参考。

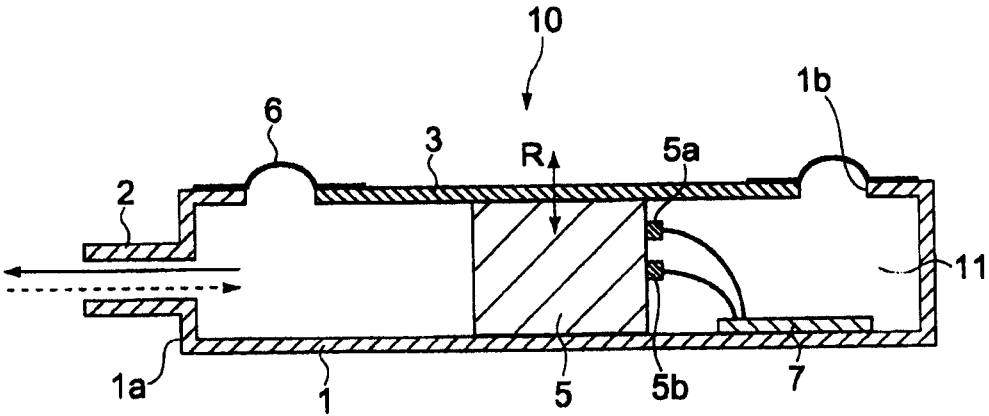


图 1

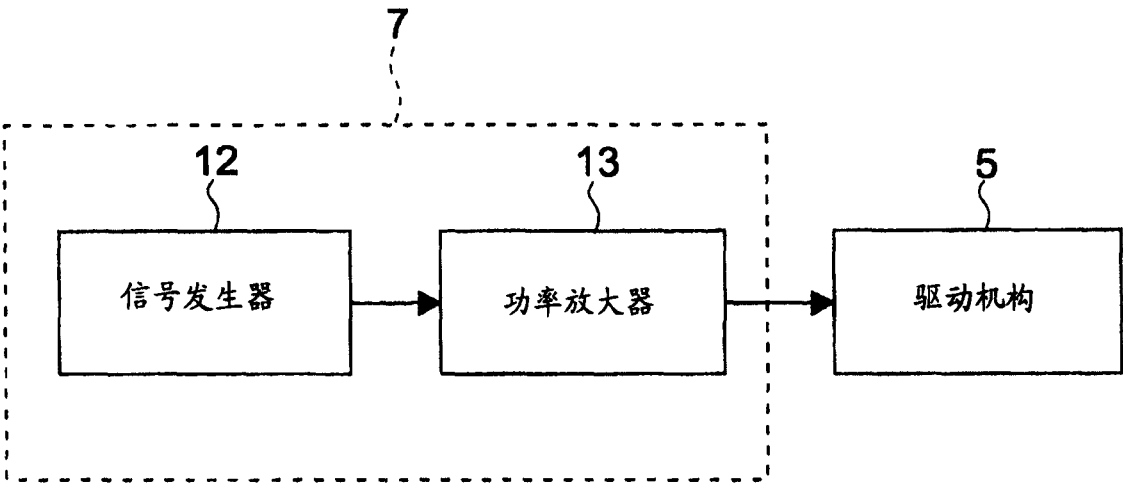


图 2

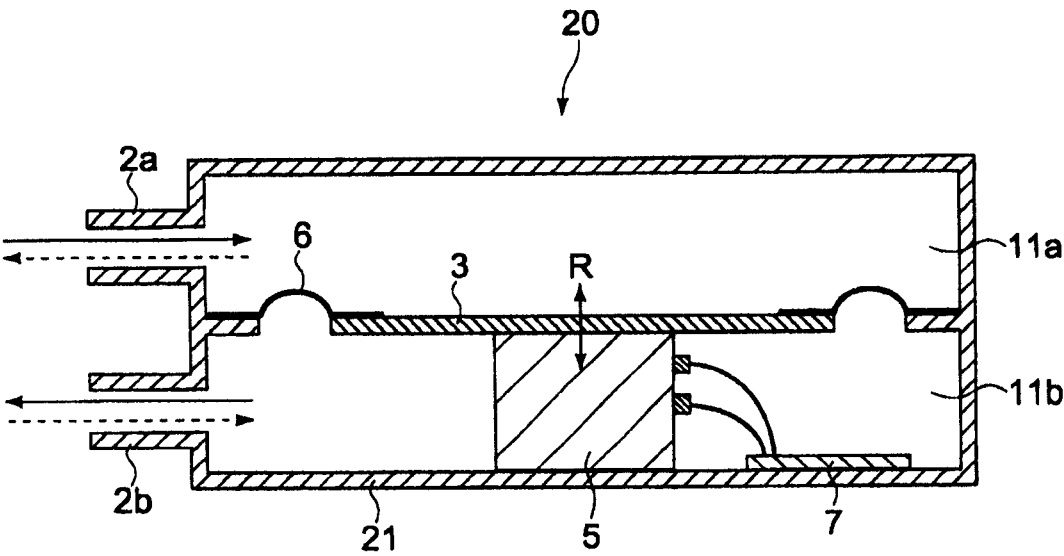


图 3

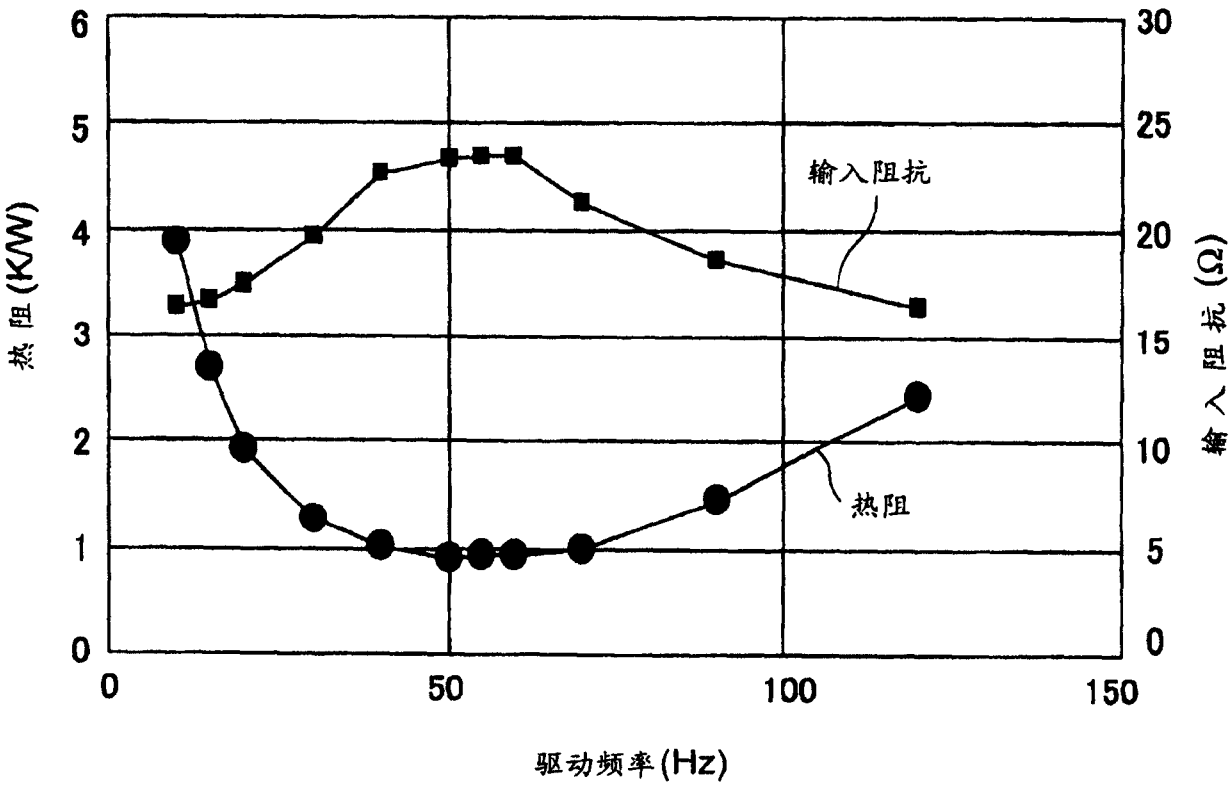


图 4

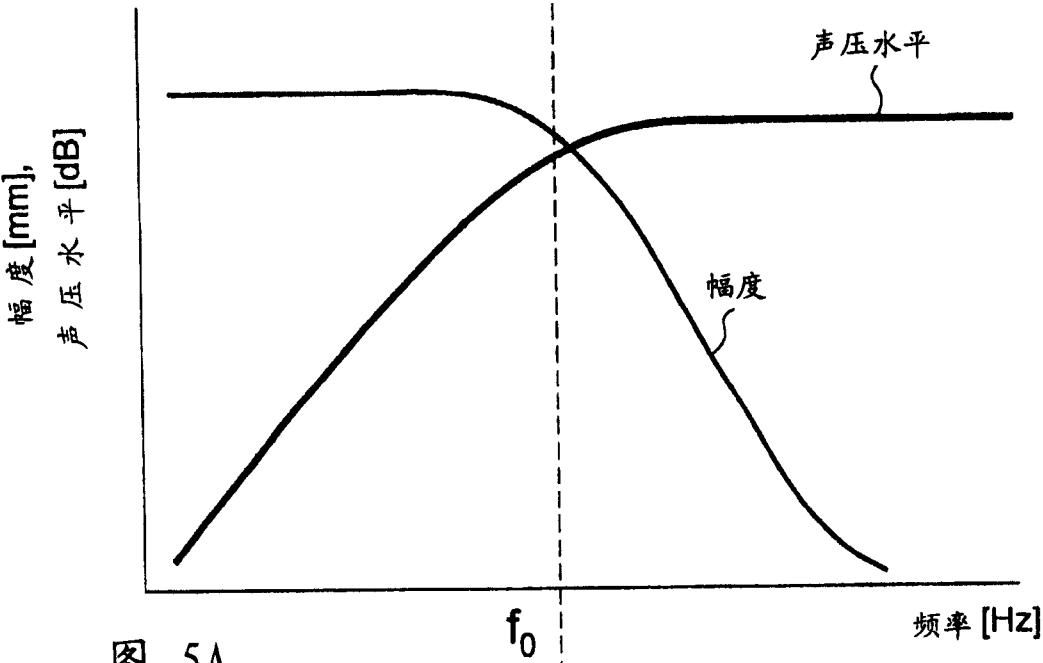


图 5A

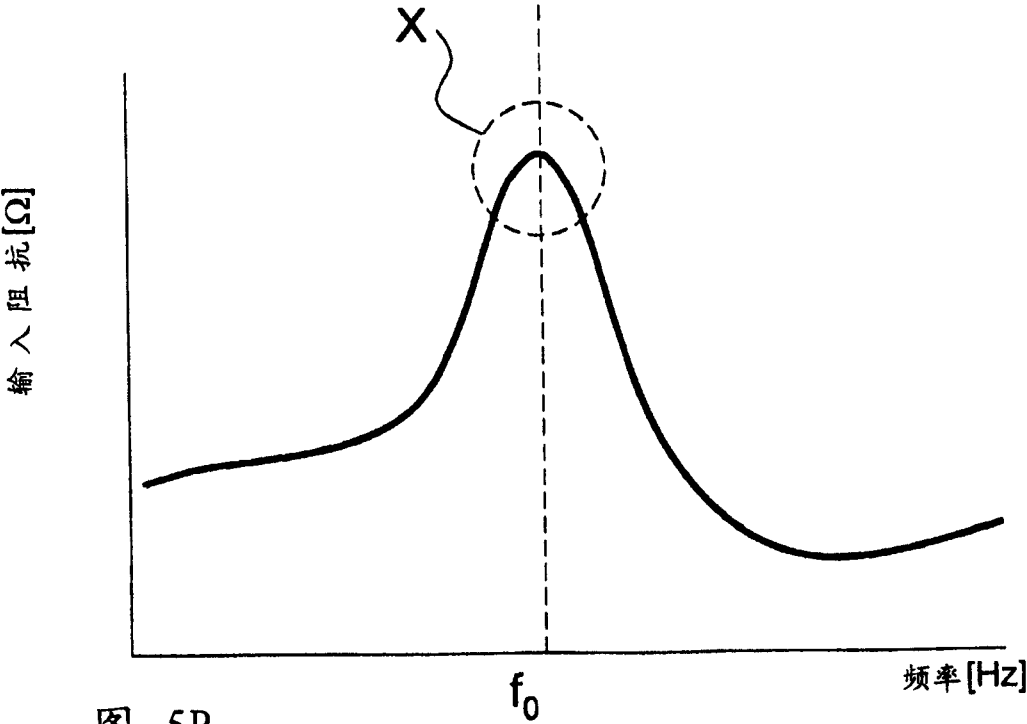


图 5B

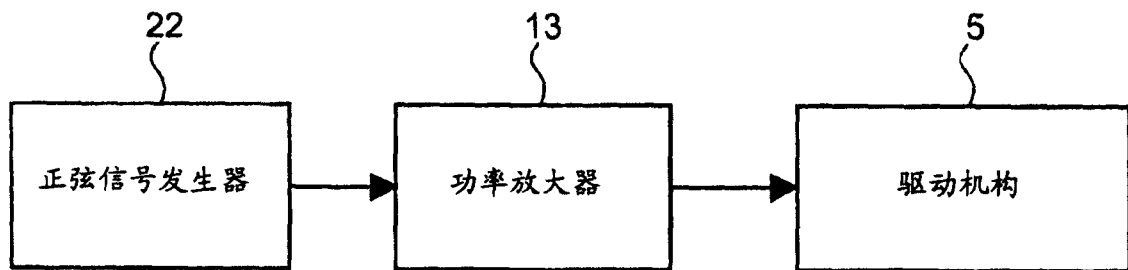


图 6

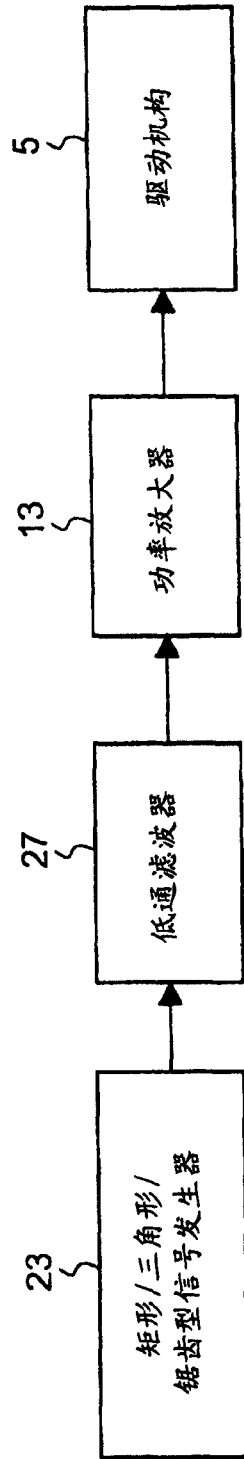


图 7A

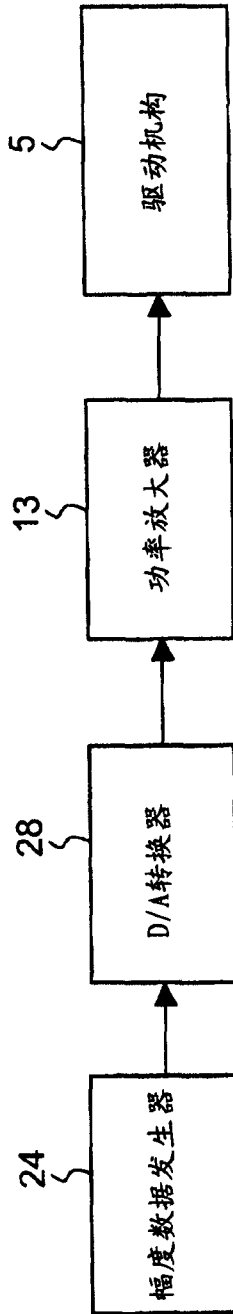


图 7B

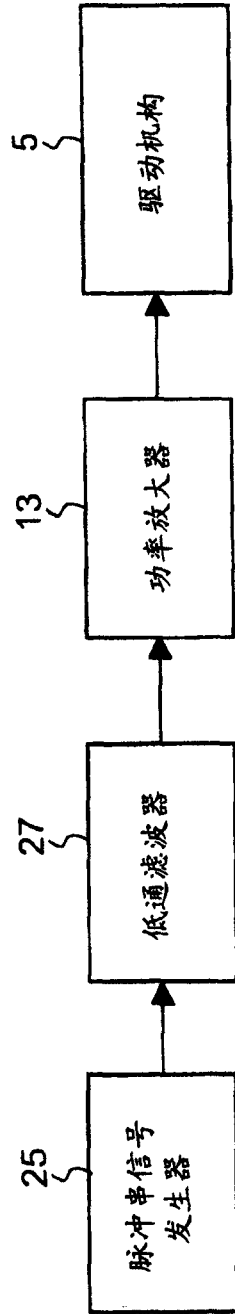


图 7C

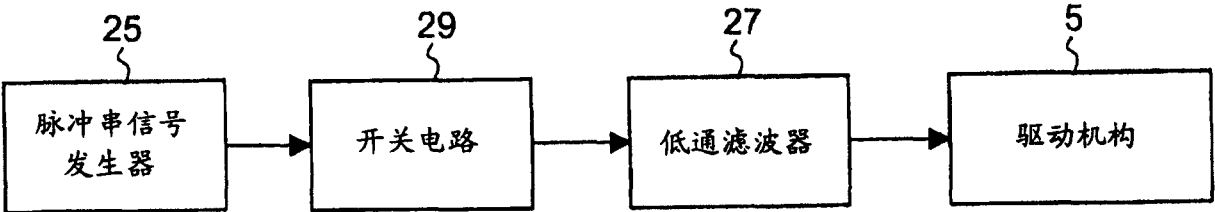


图 8

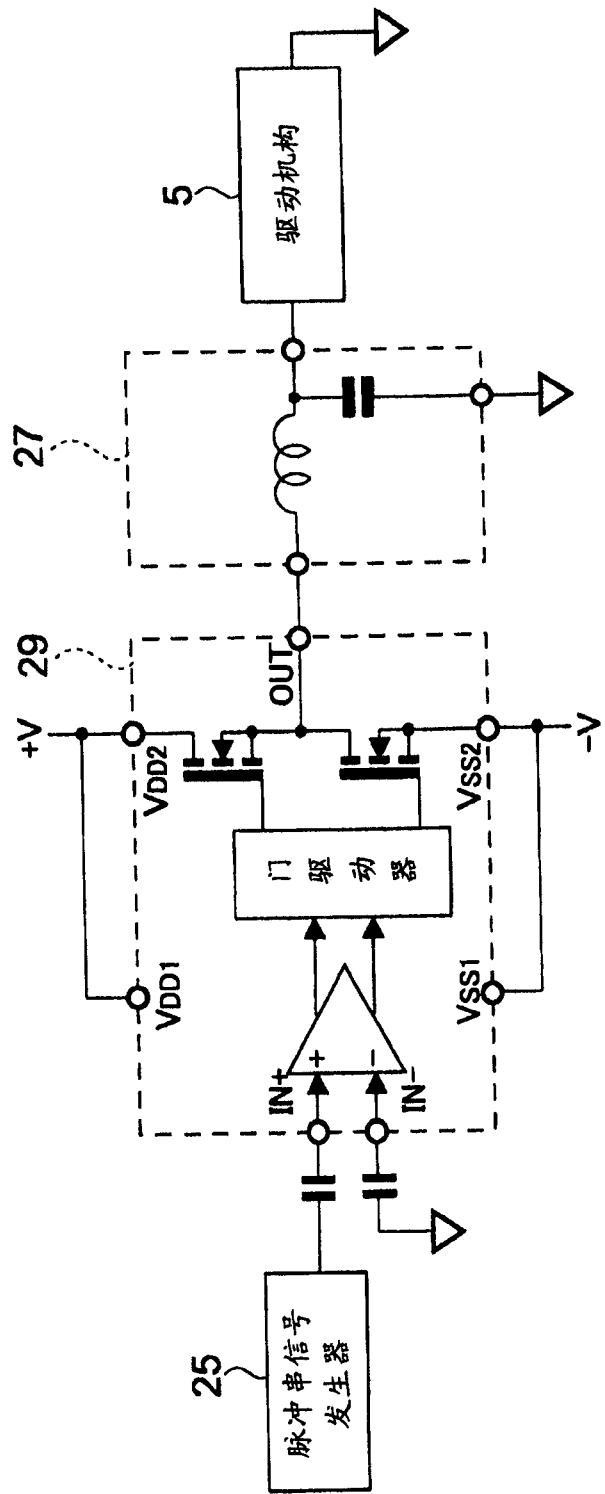


图 9

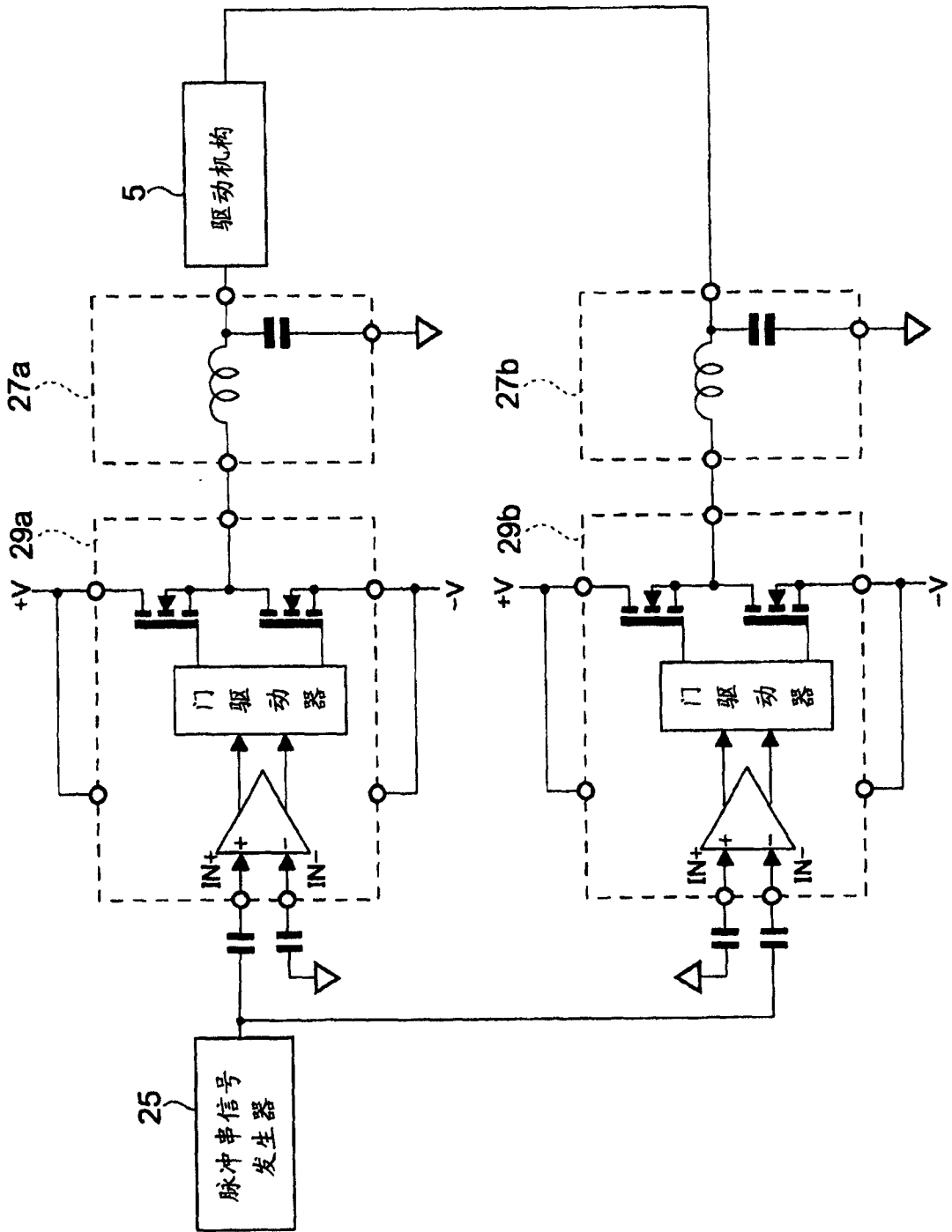


图 10