



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110140029 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201780074703.0

(22)申请日 2017.11.02

(30)优先权数据

62/416,561 2016.11.02 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.05.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/059752 2017.11.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/085562 EN 2018.05.11

(71)申请人 KSR IP控股有限责任公司

地址 美国特拉华州威尔明顿

(72)发明人 瑞安·W·艾略特

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414

代理人 颜思晨

(51)Int.Cl.

G01D 5/22(2006.01)

G01D 5/20(2006.01)

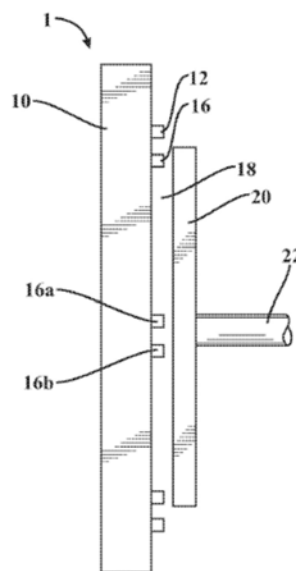
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

感应位置传感器的占空比调制

(57)摘要

占空比与有源振荡器结合使用,以通过降低平均尾电流来以电子方式降低电流消耗,从而在不改变感应位置传感器的情况下减少传感器辐射发射。所述占空比在不改变硬件但提供改进的情况下能够开启和关闭循环。



1. 一种位置传感器系统,包括:
  - 感应位置传感器,其具有发射线圈和至少一个接收线圈;
  - 电子控制单元,其包括振荡器驱动器,所述电子控制单元可操作地连接到所述振荡器驱动器,所述振荡器驱动器使振荡信号被配置为在预定时间启用所述感应位置传感器;
  - 启动占空比和停止占空比,其由所述电子控制单元以预定时间比率控制,所述启动占空比和所述停止占空比以预定义的频率和预定义的比率运行;
  - 其中,当所述振荡信号和所述启动占空比二者均被启用时,所述感应位置传感器开始给所述电子控制单元发射样本;
  - 所述启动占空比和所述停止占空比被配置为减少平均辐射发射。
2. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述预定时间是所述第二信号提供稳定样本所需的最少时间。
3. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述样本被保持直到采取第二个样本,直到采取n个样本。
4. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述感应位置传感器在所述发射器线圈和所述耦合器之间具有大于1.0毫米的气隙。
5. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,预定义的频率为400 Hz。
6. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,预定义的频率为200 Hz。
7. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,预定义的频率为800 Hz。
8. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述预定时间比率为10%。
9. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述预定时间比率为大于10%。
10. 根据权利要求1所述的位置传感器系统,其中,所述预定时间比率为小于10%。
11. 根据权利要求1所述的位置传感器,其中,所述位置传感器系统具有2kHz的输出工作频率或更低的输出工作频率,所述电子控制单元工作在400 Hz,所述电子控制单元在所述预定时间比率上允许以2kHz的输出工作频率或更低的输出工作频率输出数据,同时允许400Hz的工作频率为内部采样速率。

## 感应位置传感器的占空比调制

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明专利申请要求于2016年11月2日根据《美国法典》第35条第119(e)款提交的专利序列号为62/416,561的美国临时申请的优先权。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及位置传感器发射,尤其涉及使用占空比来控制位置传感器发射。

### 背景技术

[0004] 在汽车领域中,位置传感器在本领域中是公知的。典型的布置具有单个激励器和多个接收线圈,所述多个接收线圈位于彼此分开的一些间隙处,使得耦合器在恒定激励下在接收线圈中产生涡电流。本领域已知的其他位置传感器用作空芯变压器。用作空芯变压器的位置传感器,最简单地,包括励磁线圈、输出线圈和传感器线圈。所述励磁线圈由激励信号来被电激励。在所述励磁线圈被电激励时,所述输出线圈感应地耦合到励磁线圈。所述传感器线圈被短路,并且所述传感器线圈在所述励磁线圈被电激励时感应地耦合到励磁线圈或输出线圈中的至少一个。

[0005] 位置传感器的其他已知变型包括信号源、励磁线圈、输出线圈或多个不同缠绕的输出线圈,以及传感器线圈。所述信号源可操作以提供激励信号。所述励磁线圈被耦合以接收激励信号。在励磁线圈被激励信号激励时,所述输出线圈感应地耦合到励磁线圈,从而提供输出信号。所述传感器线圈被短路,并且所述传感器线圈在励磁线圈被激励信号激励时感应地耦合到励磁线圈或输出线圈中的至少一个,因此所述输出信号随传感器线圈的移动而变化。

[0006] 示例性感应位置感测单元,例如美国专利号7,538,544、美国专利号7,446,443、美国专利号8,098,061和美国专利号8,508,242中公开的这些,可以公开用于给位置传感器供电的恒定功率振荡器。然而,如在这些通常包括气隙的振荡位置传感器中所见,在工作频率处存在大量的辐射发射。因此,已建立发射标准来设定峰值和平均发射限值。所述峰值发射限值由振荡的最大幅度设定,而所述平均值由振荡在设定的时间内活跃的时间设定。通常,出于采样和复杂性的原因,DC功率振荡器始终处于开启状态;然而,对于新的发射标准,特别是在欧洲,在AM无线电和5MHz频率之间存在峰值和平均发射限值,位置传感器现在必须不能超过所述标准。

[0007] 因此,在不影响性能的情况下,期望控制所述感应位置传感器的峰值和平均发射值。

### 发明内容

[0008] 位置传感器系统包括感应位置传感器和控制单元。所述位置传感器被配置成在单个激励器和至少一个接收线圈上具有恒定激励。所述控制单元包括振荡器驱动器。所述控制单元被可操作地连接以控制从振荡器驱动器到所述位置传感器的信号。此外,所述控制

单元被配置为控制启动占空比和停止占空比。所述启动占空比被配置为启动到振荡器驱动器的信号,所述振荡器驱动器继而从位置传感器处收集样本。所述停止占空比被配置为抑制振荡器驱动器,所述振荡器驱动器继而关闭位置传感器。所述启动占空比和停止占空比以预定义的频率和预定义的比率运行,以给所述位置传感器样本提供。所述启动占空比和停止占空比的脉冲被配置为减少平均辐射发射。

[0009] 附图简要说明

[0010] 当结合以下详细描述阅读时现将参考附图,其中在若干视图中相同的附图标记指代相同的部件,并且其中:

[0011] 图1示意性地示出了根据本文所示和所述的一个或多个实施例的示例性感应位置传感器的侧视图;

[0012] 图2示意性地示出了根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器的另一示例;

[0013] 图3示意性地示出了根据本文所示和所述的一个或多个实施例的用于控制感应位置传感器的系统环境;

[0014] 图4是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器的10%占空比调制的特性曲线;

[0015] 图5是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的平均辐射发射与占空比百分比的特性曲线;

[0016] 图6是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的图1的尾电流与占空比百分比的特性曲线;

[0017] 图7是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在200赫兹调制下的特性曲线的展开图;

[0018] 图8是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在200赫兹调制下的单次采样的近视图;

[0019] 图9是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在400赫兹调制下的特性曲线的展开图;

[0020] 图10是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在400赫兹调制下的单次采样的近视图;

[0021] 图11是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在800赫兹调制下的特性曲线的展开图;以及

[0022] 图12是根据本文所示和所述的一个或多个实施例的感应位置传感器在800赫兹调制下的单次采样的近视图。

[0023] 优选实施例的具体描述

[0024] 位置传感器系统包括感应位置传感器和控制单元。所述位置传感器被配置成在单个激励器和至少一个接收线圈上具有恒定激励。所述控制单元包括振荡器驱动器。所述控制单元被可操作地连接以控制从振荡器驱动器到位置传感器的信号。此外,所述控制单元被配置为控制启动占空比和停止占空比。所述启动占空比被配置为启动到振荡器驱动器的信号,所述振荡器驱动器继而从位置传感器收集样本。所述停止占空比被配置为抑制振荡器驱动器,所述振荡器驱动器继而关闭位置传感器。所述占空比与振荡器一起使用,以将所

述位置传感器系统电子过采样到预定的输出数据速率,以允许关闭系统,从而通过降低平均电流而减少电流消耗,并因此在不改变所述感应位置传感器的情况下减少传感器辐射发射。所述占空比在不改变硬件但提供如本文所述的改进的情况下实现了开启循环和关闭循环。

[0025] 在代表性示例中,所述感应位置传感器包括发射器线圈和接收器线圈,两者均通过印刷电路板上的印刷电路技术形成。例如,当所述发射器线圈被交流电源激励时,所述发射器线圈和接收器线圈之间的电感耦合包括接收器线圈中的接收器信号。连接到可移动物体的耦合器元件在空间上修改所述发射器线圈和接收器线圈之间的电感耦合,从而允许所述接收器信号用于找到所述可移动物体的位置。

[0026] 描述了感应位置传感器,其采用由电流源供电的发射器线圈(有时称为激励器线圈)、产生用于响应于所述发射器线圈产生的时变磁场的感应信号的接收器线圈(或拾波线圈),以及靠近所述线圈的导电元件,使得所述时变磁场在所述耦合器元件中产生涡电流,所述涡电流根据耦合器元件的位置改变所述接收器中感应的电流。

[0027] 所述耦合器元件连接到其位置待测量的可移动部件,例如机动车辆的油门踏板,使得所述偶联体的角度(或旋转)位置是节流元件的位置的函数。因此,所述接收器或拾波线圈中感应的电压是变化的;通过检测接收到的电压,可以确定所述耦合器元件的位置,从而确定所述油门踏板的位置。该信号可用于控制车辆发动机的速度。

[0028] 在一个示例中,所述发射器线圈、接收器线圈和参考线圈印刷在印刷电路板上,所述印刷电路板可以是多层印刷电路板。在其他示例中,所述线圈可以形成在单独的结构上。

[0029] 在这些感应位置传感器中的每一个中,在板和连接器之间存在气隙。间隙越大,耦合越低,接收到的信号越弱。正是在这种气隙中导致了发射问题。当所述气隙保持在较低值时,减少了发射,因此减小了峰值和平均辐射发射。随着间隙的增加,辐射发射也会增加。然而,不可能以低成本来大量制造低物理气隙。因此,需要能够控制由气隙产生的发射并且能够以低成本大量制造的位置传感器。

[0030] 另外,所述激励信号用于产生感测信号,其允许占空比感应位置传感器的当前配置在2KHz或更小范围的系统上操作,并且也提供使用高工作频率(通常在4MHz范围内)的优点。此外,使用激励信号允许所述输出数据通过使用调制以较慢的速率传输,同时仍在内部使用较高的采样率。

[0031] 此外,所述占空比功率振荡减小了专用集成电路(ASIC)所使用的总电流的电流消耗和尾电流。因此,在不影响性能的情况下减小了所述传感器相对于振荡的辐射发射。

[0032] 鉴于以上所述,并参考所附图示,图1示意性地示出了一种示例性感应位置传感器。所述感应位置传感器1包括第一发射器线圈12和第一接收器线圈16,两者均通过印刷电路技术形成印刷电路板10上。例如,当所述第一发射器线圈12被交流电源激励时,所述第一发射器线圈12和第一接收器线圈16之间的电感耦合在所述第一接收器线圈16中感应出接收器信号。连接到可移动物体的第一耦合器元件20在空间上改变所述第一发射器线圈12和第一接收器线圈16之间的电感耦合,从而允许使用所述接收器信号来找到所述可移动物体的位置。

[0033] 由导电材料形成的所述第一耦合器元件20基本上被支撑成平行于电路板10并且靠近电路板10,从而在所述第一耦合器元件20和电路板10之间产生第一气隙18。所述第一

发射器线圈12包括一个或多个具有大致半圆形结构的压印环,其形成在印刷电路板(PCB)10上。振荡器驱动器14(如图3所示)(其可以形成在同一PCB上并且可以由电子控制单元58(如图3所示)控制)连接到所述发射器线圈并给所述发射器线圈提供电流(激励信号),从而产生交变电磁场,其随后通过电感耦合在其他邻近线圈中感应出信号。

[0034] 所述第一接收器线圈16具有外周边,该外周边优选地在由所述第一发射器线圈12限定的区域内。在该示例中,所述接收器线圈包括第一环形构造16a和第二环形构造16b,其中的每个都表示圆形区域的一个大约54度的扇区。所述两个环形16a和16b通过反向连接(未示出)而连接,在交叉电导体之间没有电连接。该接收器线圈被配置成使得如果电流在所述接收器线圈16中流动,则所述电流将在扇区16a和扇区16b中以相反的方向流动。当顺时针的电流在所述扇区16a中流动时,逆时针的电流在所述扇区16b中流动。所述第一耦合器元件20通过连接构件(未示出)围绕轴22旋转,所述连接构件在与发射器线圈和接收器线圈的平面基本上平行的平面中。

[0035] 图2示出了感应位置传感器23的另一示例,其包括具有多个导电贴片(例如第二耦合器元件26)的旋转盘24。所述感应位置传感器23还包括第二发射器线圈28、参考线圈30以及第二接收器线圈32。所述第二发射器线圈28靠近所述第二耦合器元件26,以便在所述第二发射器线圈28和第二耦合器元件26之间形成第二气隙29。所述第二发射器线圈28被连接到所述发射器线圈端50和52的电流源(未示出)激励。所述被激励的发射器线圈产生电磁场,该电磁场通过电感耦合在所述参考线圈30和第二接收器线圈32中感应出信号。所述第二发射器线圈28与所述参考线圈30和信号线圈两者之间的电感耦合被耦合器元件(例如所述第二耦合器元件26)改变(减小)。然而,所述发射器线圈和参考线圈之间的电感耦合对旋转耦合器的角度位置不敏感。相反,所述接收器信号对旋转盘24的角度位置敏感,使得所述接收器信号与参考信号的比值与所述旋转耦合器的角度位置相关,同时还校正所述发射器线圈和旋转盘之间的共模因子,例如 $ga_1$ 。所述接收器信号在接收器线圈端34和36之间获得。

[0036] 所述第二接收器线圈的外周边包括连续的区段,例如42、38和40,其中连续的区段交替作为第一环形构造或第二环形构造的一部分。例如,外部区段38是与内部区段46相同的环形构造的一部分,其由径向辐条44连接,两者都是第一环形构造的一部分,而外部区段40、42和内部区段48是第二环形构造的桶。如图所示,诸如44的径向辐条(第二环形构造的一部分)将第二径向辐条隐藏在其后面,所述隐藏的辐条是第一环形构造的一部分。所述两个环形构造通过反向连接而互相连接,使得第一环形构造中的第一信号和第二环形构造中的第二信号彼此相对,并且如果两个环形中的每一个的电感耦合是相同则可能抵消。例如,如果所述旋转耦合器被移除,则可以发生抵消。在位置传感器应用中,如果所述旋转耦合器元件可以移动到一个环形构造的电感耦合被减小且另一个环形构造的电感耦合被增加的位置,则以与耦合器元件位置相关的方式改变接收器信号。

[0037] 在该示例中,所述第一环形构造包括多个径向延伸的波瓣,其由内部区段、径向辐条、外部区段、径向辐条、内部区段等形成。所述第一环形构造和第二环形构造的径向波瓣在图2所示的第二接收器线圈内交替。而且,如示例性图2中所示,所述第二耦合器元件是区段,该区段具有比第一环形构造和第二环形构造的径向波瓣的角宽两倍大的角宽。如图所示,所述第二接收器线圈基本上完全由径向导体或与径向方向垂直的元件组成。

[0038] 图3示意性地示出了用于控制感应位置传感器(例如图1和2的感应传感器)的系统的环境。如图所示,所述系统56包括传感器1,其与电子控制单元58和收发器60通信。所述收发器60与所述电子控制单元58电连接并且连接到所述传感器1,以将所述电子控制单元58耦合到感应传感器1。

[0039] 如图3中所示,所述电子控制单元58包括振荡器驱动器14、处理器62和耦合到所述处理器62的存储器组件64。如图3中所示,所述存储器组件64存储逻辑,例如检测逻辑64a和通信逻辑64b。

[0040] 图4大体示出了振荡感应位置传感器在10%占空比脉冲宽度调制下的特性曲线。如本文所述的占空比脉冲宽度调制可操作地连接到示例性感应传感器1(该示例性感应传感器1在感测板(印刷电路板)10和耦合器元件20之间具有气隙18),或者可操作地连接到示例性感应传感器23(该示例性感应传感器23在所述发射器线圈28和所述耦合器元件26之间具有气隙29)。应当理解,所述占空比脉冲宽度调制不限于这两个感应传感器,并且可以应用于具有气隙的任何感应传感器。进一步,还应当理解,气隙越大,耦合越弱且所接收到的信号强度越弱。因此,为了补偿,改变控制电流来增加激励电压,以在所述位置传感器接收到信号的一侧保持恒定的输入电压。此外,给振荡提供功率的电流是以毫安(mA)表示的尾电流。

[0041] 在预定时间量(例如但不限于800 $\mu$ s)的脉冲宽度周期72上示出了10%的脉冲宽度调制占空比的特性曲线70。应当理解,在下面的图7-12中示出了所述预定时间量可以在200、400、800赫兹(Hz)与额定1600Hz数据速率(1/2、1/4到1/8)之比的范围。进一步,如图4中所示的所述预定时间量对应于从第一边缘84到第二边缘90。还应当理解,所述第一边缘84和第二边缘90虽然在设定的时间段内示出,但不一定需要设置在已知周期并且只需要可以建立振荡的最少时间,以便稳定地读取所接收到的信号;因此,关闭时间可以是变化的。此外,所述特性曲线用2.00V/div和-3.95V偏移的电压参数74示出,然而,这些参数不应表示为限制权利要求的范围并且仅用于说明目的。此外,应当理解,如下面的图7-12所示,以及如本领域技术人员将理解的那样,连续的第二边缘90与第一边缘84之间的时间,或者从开启周期开始到下一个开启周期之间的时间可以是任何时间间隔。

[0042] 首先,在所述电子控制单元58不能使电流76为高并且所述占空比未激活的时段之间示出了曲线70;因此,所述电流76没有施加到所述振荡器驱动器14上。因此,所述电流和调制保持在基线78。当所述电子控制单元58使电流76为高时,从而给所述振荡器驱动器14供电,所述振荡器驱动器14继而在所述位置传感器的激励下达到峰值80。几乎同时地,如图4中所示,当所述电流76以恒定的DC电流82为振荡器驱动器14供电时,也要求打开所述占空比,因此在所述第一边缘84处调制信号。所述振荡峰值为86,但所述振荡在周期72(曲线的剩余部分,直到第二边缘90)内稳定下来并形成88,以允许所接收到的信号调制的稳定读取。在稳定读取期间,正在采样并保持直到另一个样本被采取。应该理解的是,采取并保持样本直到另一个样本被采取在模拟系统中是常见的。对于数字输出系统,通常所述数字输出速率可以是较低速率,或者所述系统可以保持或重复相同值的倍数。还应当理解,wile方便读者,尽管在附图中示出了10%的调制并且进行了描述,但是它绝不是限制性的,并且所述占空比(图5中示出的)可以从0%到100%之间的任何值。

[0043] 当达到脉冲宽度周期72时,所述电子控制单元58抑制所述振荡器驱动器14,因此

所述调制在第二边缘90处结束,并且所述电流76返回到基线78附近的振荡92,直到所述电流76沿着基线78稳定下来,直到下一个占空比周期72和振荡驱动器14都被启用。

[0044] 应当理解,所述工作频率可以变化,但是在优选的实施例中,所述工作频率是400Hz。此外,作为调制的结果,辐射发射的峰值和边缘84和90之间的平均辐射发射98(图5中所示),减小了振荡,从而减小了所述平均辐射发射98(如图5中所示)。此外,应当理解,因为平均电流76由于向传感器的循环供电而减小了,因此所述传感器电流消耗减小了。在调制期间收集的采样超过了预定的所需输出数据速率,因此所述采样过程不需要以100%发生,但其可以降低,这继而降低了平均电流76。

[0045] 现在参考图5,示出了平均辐射发射98与占空比百分比100的特性曲线。所述曲线图96被绘制为平均辐射发射(db $\mu$ V) 98与占空比百分比100曲线的关系。如图所示,所述图形成连续上升的曲线102,其中所述曲线的切线从任何占空比百分比10%到100%都是正的。应当理解,虽然所述占空比百分比100在10%和100%之间绘制,但所述占空比百分比100可小于10%。随着占空比百分比100的增加,所述平均辐射发射98也增加。

[0046] 作为示例,在10%处的占空比百分比100在交叉点104处与所述平均辐射发射98相交,这表明在该占空比百分比下,所述平均辐射发射约为46db $\mu$ V。另一方面,在50%处的占空比百分比100在交叉点106处与所述平均辐射发射98相交,这表明在该占空比百分比下,所述平均辐射发射约为60db $\mu$ V。此外,在另一个示例中,在100%处的占空比百分比100在交叉点108处与所述平均辐射发射98相交,这表明在该占空比百分比下,所述平均辐射发射约为67db $\mu$ V。因此,所述占空比100与平均辐射发射98之间存在相关比。例如,所述位置传感器上的10%占空比产生大约46db $\mu$ V的平均辐射发射,而100%占空比(即恒定的)产生大约67db $\mu$ V的平均辐射发射。

[0047] 所述相关性具有与开启和关闭时间的比率直接相关以dB为单位的降低。具体而言,所述平均辐射发射98的减少遵循以dB为单位的标准Log 20曲线。例如,与恒定开启(即100%占空比)相比,在50%的占空比百分比100处所述平均辐射发射98相当于下降-6dB,在25%的占空比百分比100处所述平均辐射发射98额外下降6dB,并且在10%处所述平均辐射发射下降20dB([20Log(0.1)])。

[0048] 如前所述,已经建立了发射标准以设定峰值和平均发射限值。所述峰值发射上限设置为振荡的最大幅度,而所述平均值由振荡在设定时间量内活跃的时间长度来设定。因此,通过控制所述平均辐射发射98,可以满足标准,特别是欧洲的标准。

[0049] 现在参考图6,描绘了尾电流与占空比百分比的特性曲线。所述曲线图110被绘制为电流(mA) 112相对于占空比百分比100在1.6mm气隙114处的曲线。应当理解,所述气隙114(所述传感器板与耦合器之间的距离或所述发射器线圈和耦合器元件之间的间隙)可以大于或小于1.6mm。为了说明的目的而不是限制权利要求,使用了1.6mm的间隙。还应该理解,气隙越接近,通常,超过峰值或平均发射上限的可能性越小。然而,也应该理解,在大规模、低成本生产中,小的物理气隙可能是不可行的,因此需要电子减排。

[0050] 如图所示,该图形成第二连续上升曲线116,其中所述曲线的切线从任何占空比10%-100%为正。应当理解,虽然所述占空比百分比100在10%和100%之间绘制,但所述占空比可小于10%。随着所述占空比百分比100增加,所述平均电流112也增加。

[0051] 作为示例,在10%处的占空比百分比100在交叉点118处与平均电流112相交,这表

示在该占空比百分比处,平均电流约为0.6mA。另一方面,在50%处的占空比百分比100在交叉点120处与平均电流112相交,这表明在该占空比百分比下,平均电流112约为2.6mA。此外,在另一示例中,在100%处的占空比百分比100在交叉点122处与平均电流112相交,这表示在该占空比百分比下,平均电流112约为5.0mA。因此,所述占空比百分比100与平均电流112之间存在相关性。

[0052] 所述平均电流112的减小与开启与关闭时间的比率直接相关。具体地,所述平均电流112的减小与在1.6mm的气隙114处施加上到位置传感器的占空比百分比100的百分数直接相关。应当理解,随着所述气隙114的改变,相关性也可能改变。然而,所述第二连续上升的曲线116将保持不断上升;因此,随着所述占空比百分比100增加,所述平均电流112也增加。

[0053] 如前所述,平均电流的这种减小直接降低了传感器的电流消耗和提供的总电流,这降低了平均辐射发射。

[0054] 参考图7-12,其示出了驱动振荡器14和占空比一起使能的频率。所述频率范围可以从200Hz、400Hz到800Hz(或额定1600Hz的1/2、1/4到1/8数据速率)。

[0055] 如本领域技术人员应当理解的,通过使用占空比和/或调制来减少辐射发射不会影响所述位置传感器的硬件。此外,与所述传感器的采样和启动速度相比,由于在2KHz范围内通常位置感测速度较慢,因此可以使用4MHz范围内的较高工作频率,并通过使用调制以较慢速率输出数据,同时仍保持较高的内部采样率。

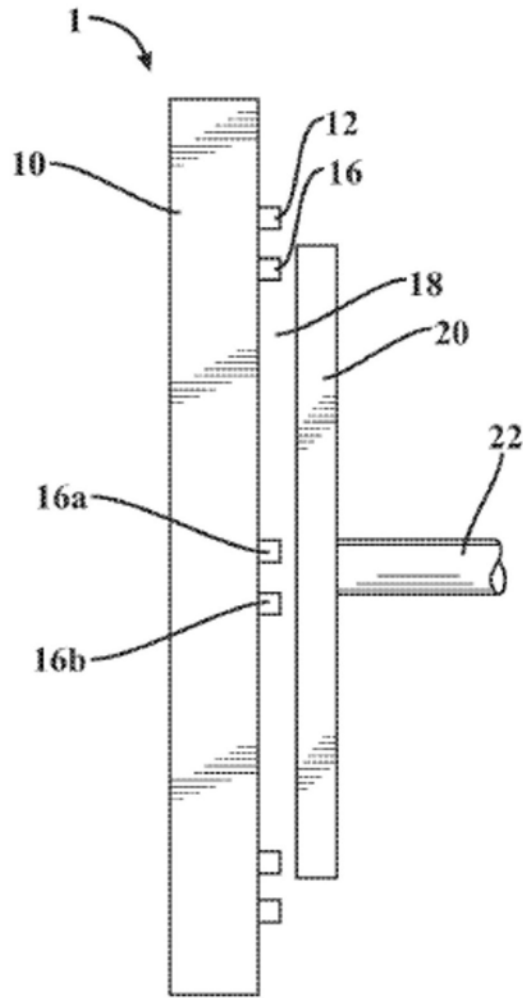


图1

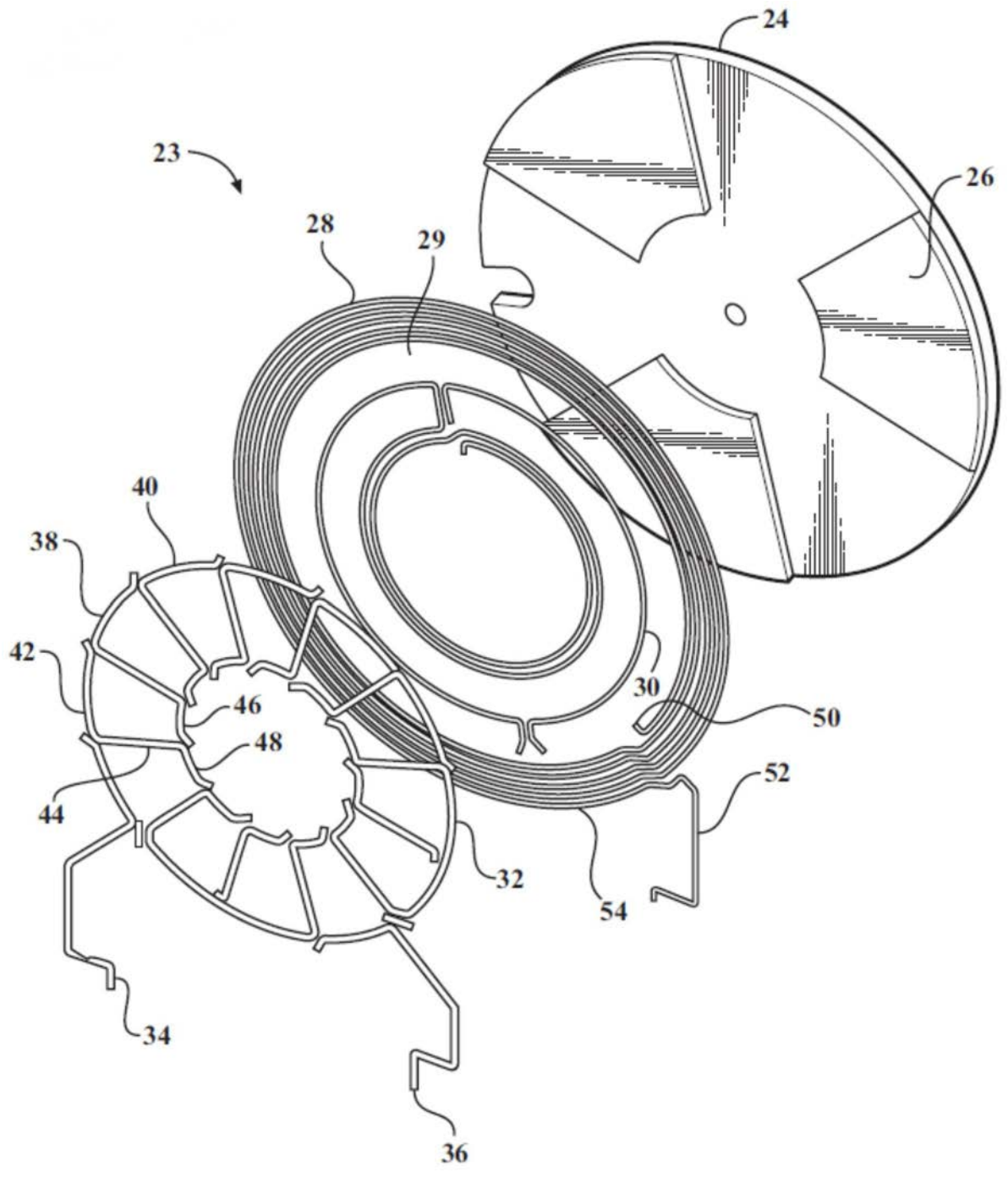


图2

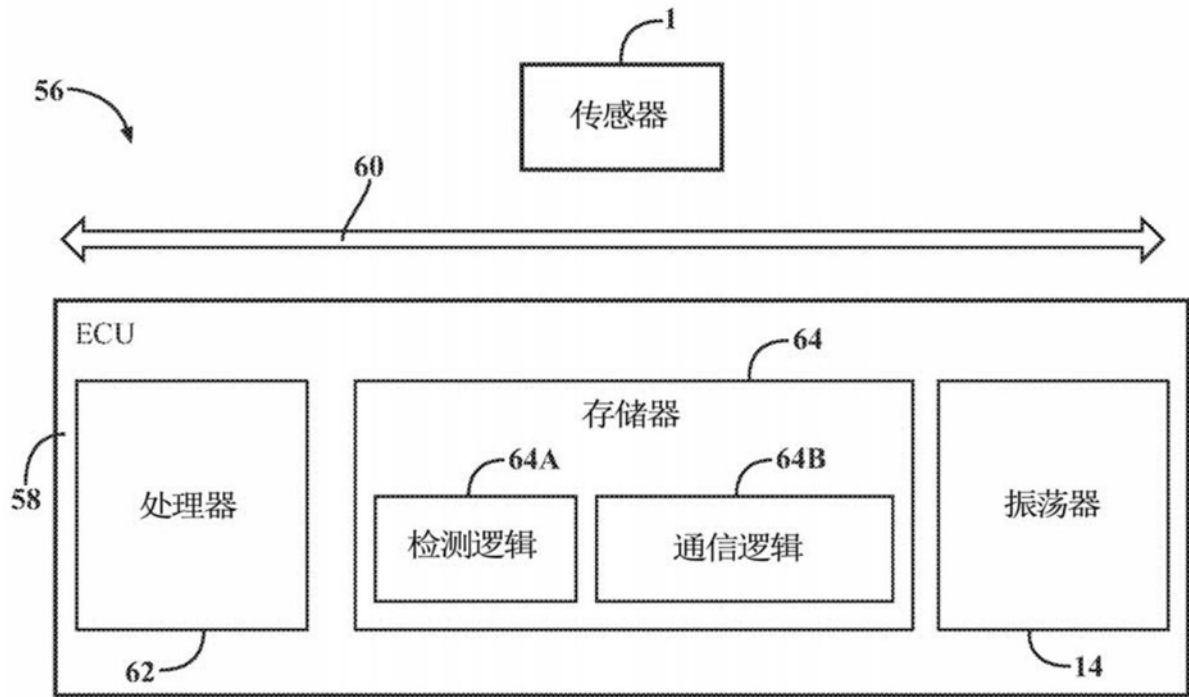


图3

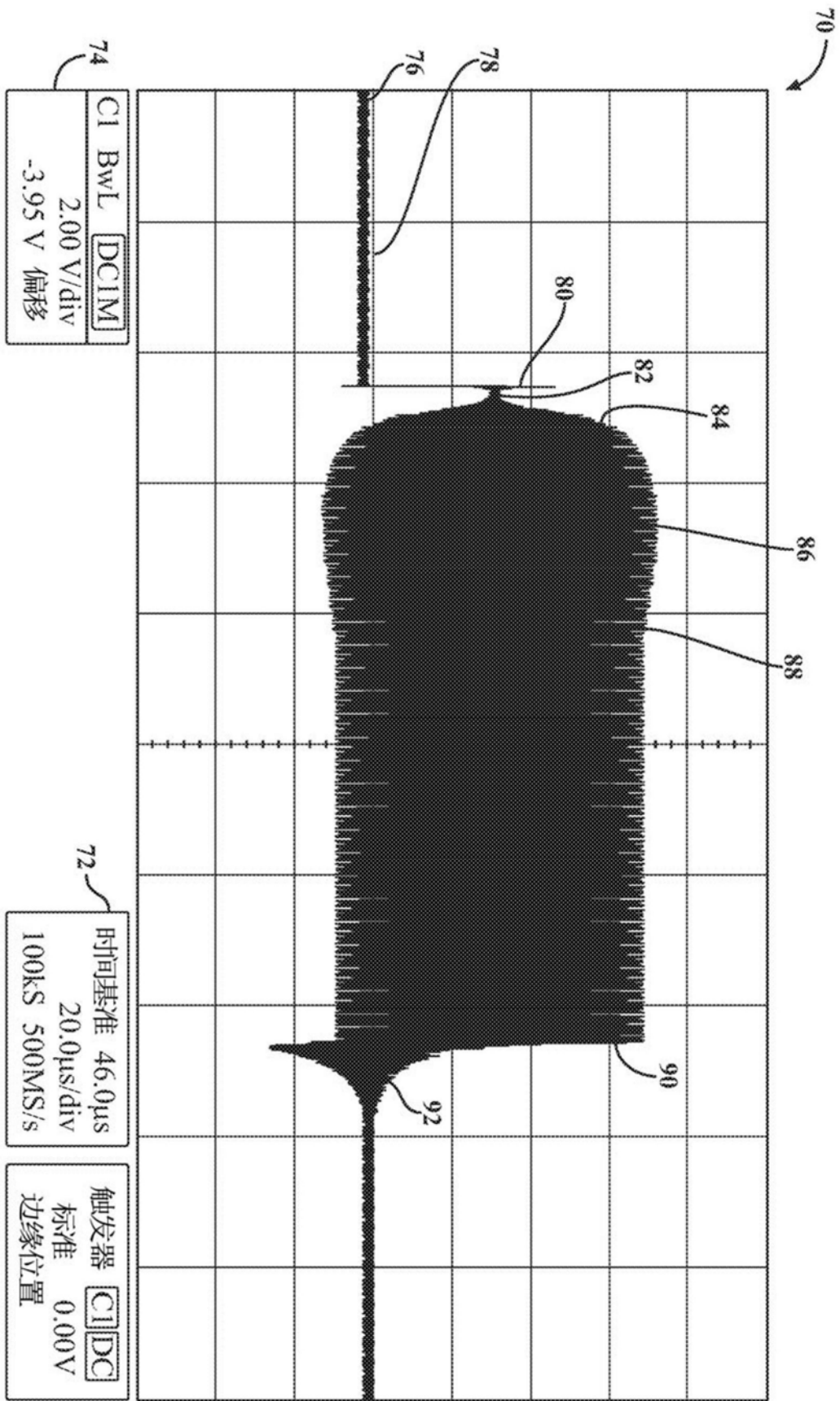


图4

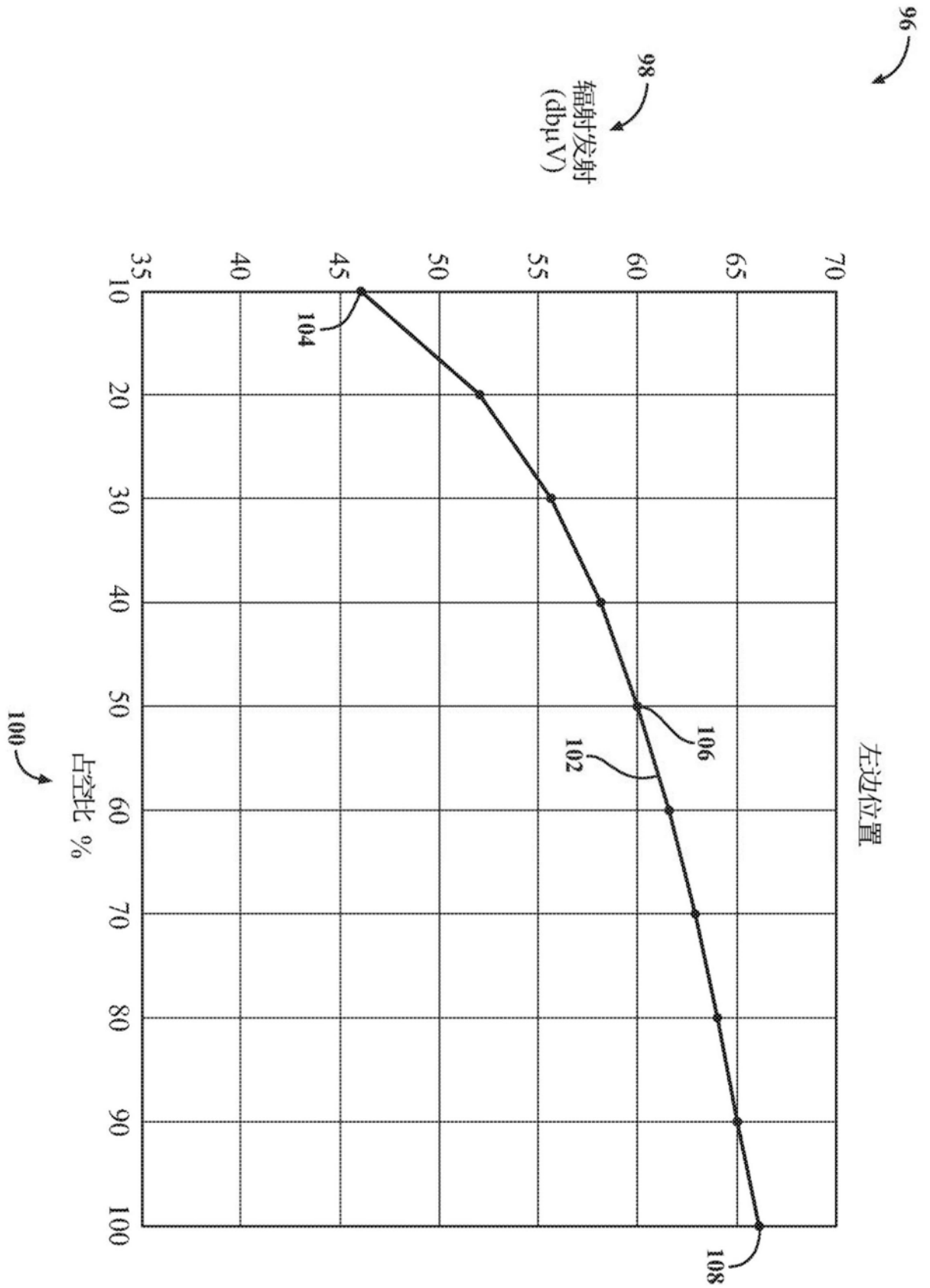


图5

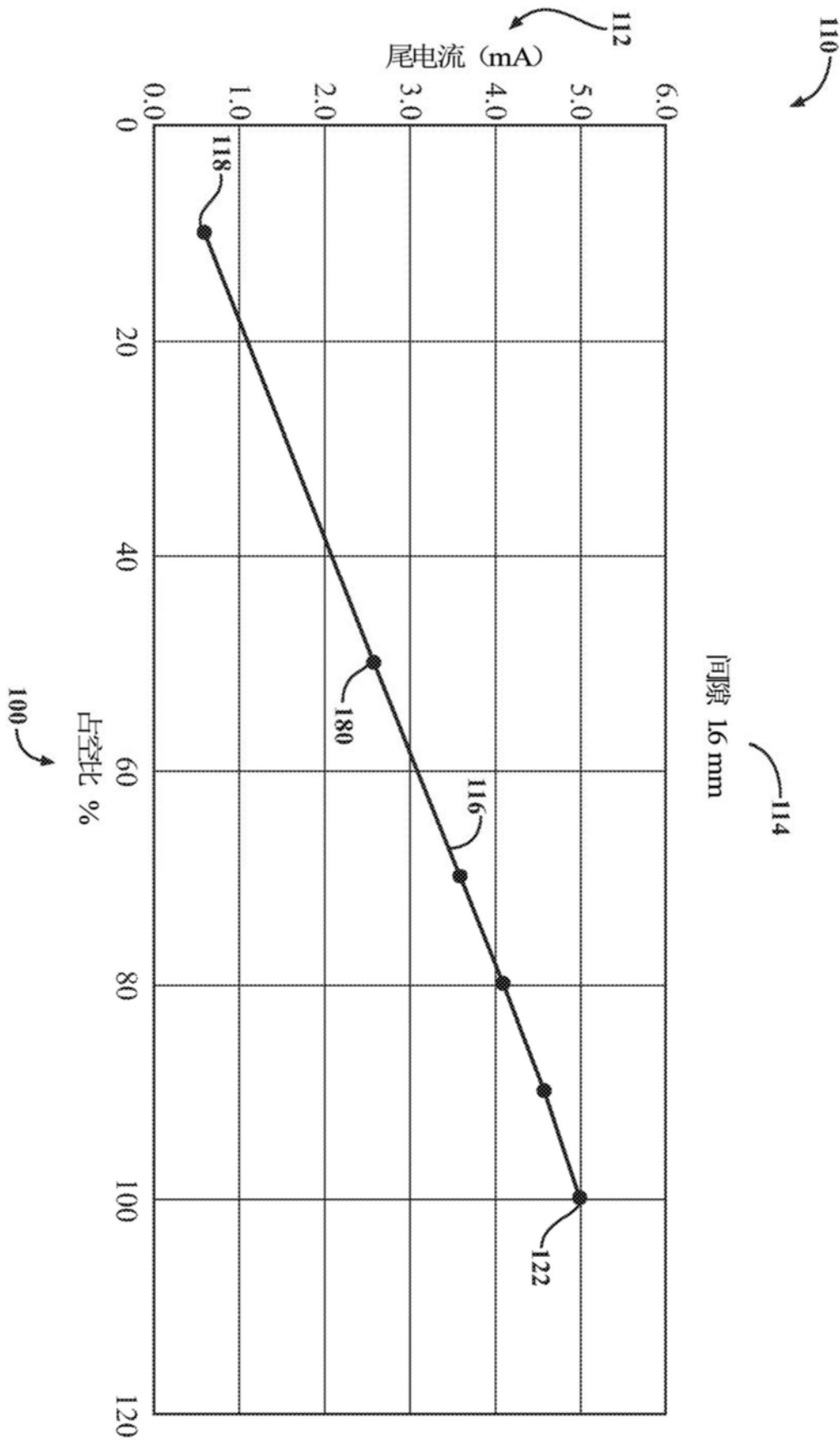


图6



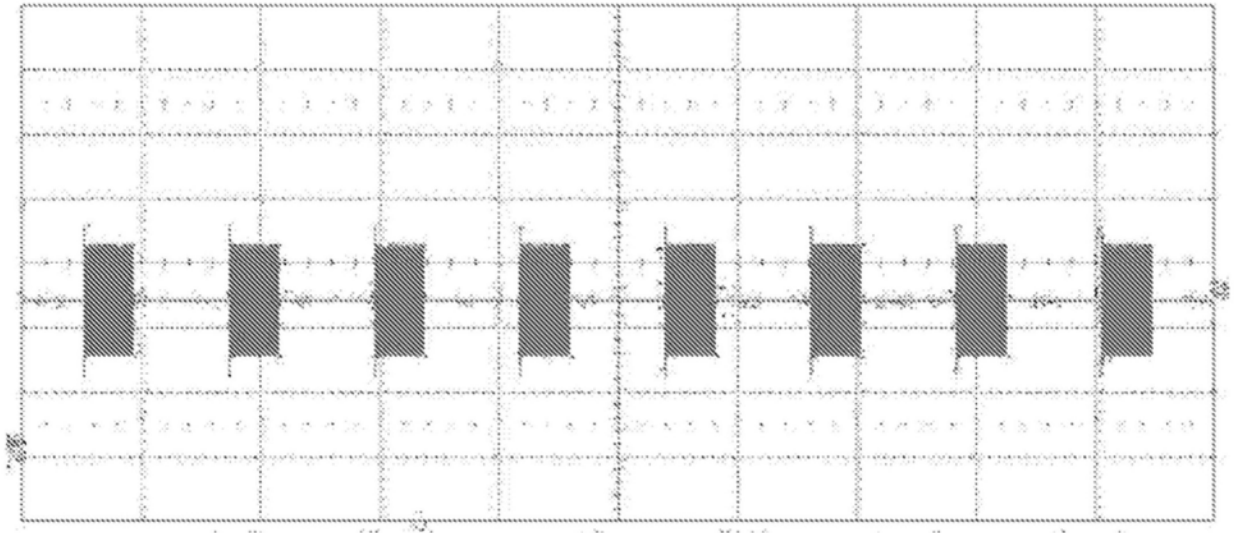


图9

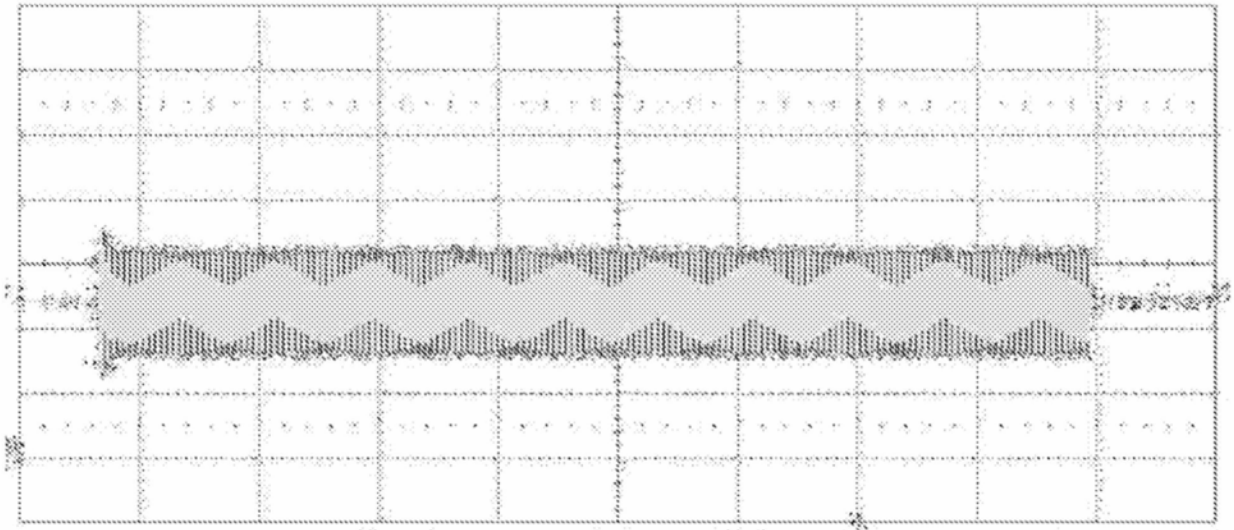


图10

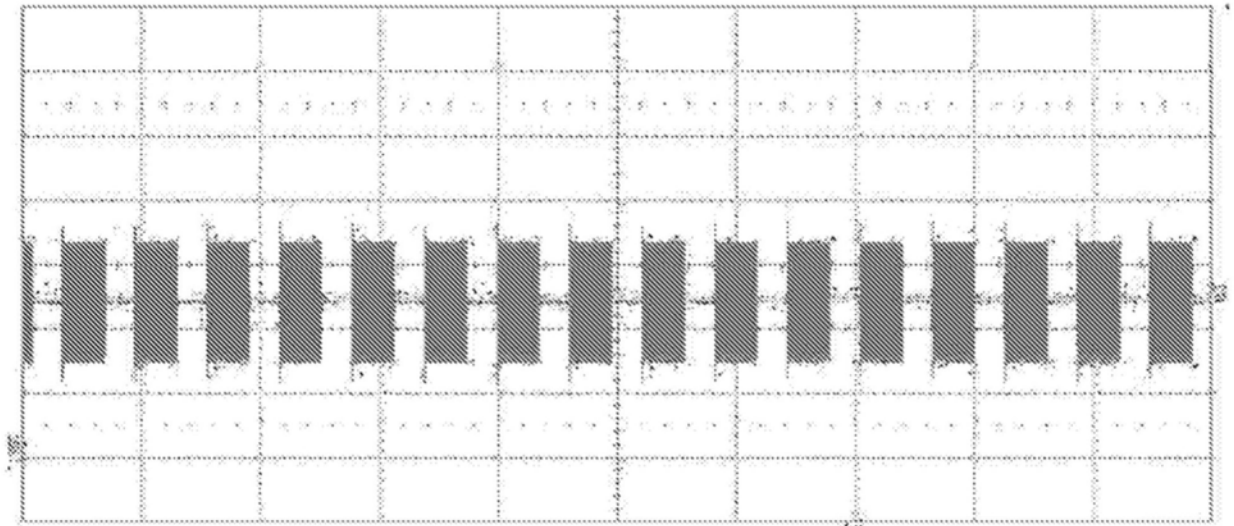


图11

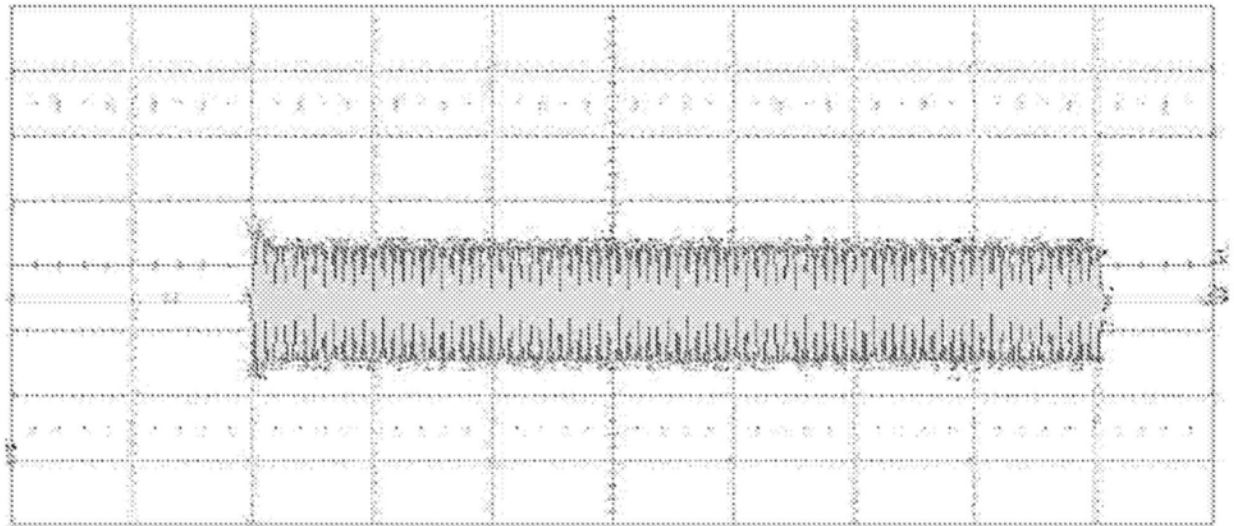


图12