



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114902303 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 22

(21) 申请号 202080091584.1

(22) 申请日 2020.11.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114902303 A

(43) 申请公布日 2022.08.12

(30) 优先权数据
16/674,758 2019.11.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.07.01

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/059009 2020.11.05

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/092103 EN 2021.05.14

(73) 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 T·杨 G·E·法尔肯堡

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
专利代理师 徐东升

(51) Int.Cl.
G08B 17/107 (2006.01)
H03F 3/08 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102077256 A, 2011.05.25

审查员 刘梦影

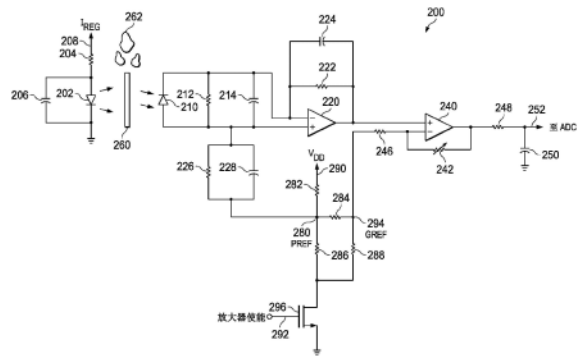
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

用于光电二极管电流放大器的集成失调电压的装置

(57) 摘要

一种示例装置包括：第一电压源 (280)；第一放大器 (220)，其具有适于耦合到光电二极管 (210) 阳极并耦合到第一电压源的非反相输入、适于耦合到光电二极管 (210) 阴极的反相输入，以及输出；第一电阻器 (222)，其耦合到第一放大器反相输入和第一放大器输出；第一电容器 (224)，其耦合到第一放大器的反相输入和第一放大器输出；以及不同于第一电压源的第二电压源 (294)。存在第二放大器 (240)，该第二放大器具有非反相输入、反相输入和输出。该非反相输入耦合到第一放大器 (220) 的输出，该反相输入耦合到第二电压源 (294)，并且存在耦合到第二放大器 (240) 的反相输入和输出的第二电阻器 (242)。



1. 一种集成电路,其包括:
 - 第一电压端子;
 - 光电二极管,其具有阴极和阳极;
 - 第一放大器,其具有第一放大器输出、第一反相输入和第一非反相输入,所述第一非反相输入连接到光电二极管的所述阳极,并且所述第一反相输入连接到所述阴极;
 - 第一电阻器,其耦合在所述第一反相输入和所述第一放大器输出之间;
 - 第一电容器,其耦合在所述第一反相输入和所述第一放大器输出之间;
 - 第二电压端子,其不同于所述第一电压端子;
 - 第二放大器,其具有第二放大器输出、第二反相输入以及第二非反相输入,所述第二非反相输入耦合到所述第一放大器输出,并且所述第二反相输入耦合到所述第二电压端子;
 - 第二电阻器,其耦合在所述第二反相输入和所述第二放大器输出之间;以及
 - 第三电阻器和第二电容器,其并联连接在所述第一非反相输入和所述第一电压端子之间;其中所述第一电压端子处的第一电压用于抵消所述第一放大器的输入失调电压,并且所述第二电压端子处的第二电压用于抵消所述第二放大器的输入失调电压。
2. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述第二电压端子通过第四电阻器耦合到所述第二反相输入。
3. 根据权利要求2所述的集成电路,其中所述第一电压端子连接到分压器电路,所述分压器电路包括第五电阻器和第六电阻器,所述第五电阻器耦合在所述第一电压端子和第一电压源之间,并且所述第六电阻器耦合在所述第一电压端子和接地之间。
4. 根据权利要求3所述的集成电路,其中所述第二电压端子连接到分压器电路,所述分压器电路包括第七电阻器和第八电阻器,所述第七电阻器耦合在所述第一电压端子和所述第二电压端子之间,并且所述第八电阻器耦合在所述第七电阻器和接地之间。
5. 根据权利要求4所述的集成电路,其中所述第六电阻器和所述第八电阻器通过晶体管耦合到接地。
6. 根据权利要求1所述的集成电路,其中第九电阻器耦合在所述第一反相输入和所述第一非反相输入之间。
7. 根据权利要求6所述的集成电路,其中第三电容器耦合在所述第一反相输入和所述第一非反相输入之间。
8. 根据权利要求7所述的集成电路,其中第十电阻器耦合在所述第二放大器输出和输出端子之间。
9. 根据权利要求8所述的集成电路,其中第四电容器耦合在所述输出端子和接地之间。
10. 根据权利要求4所述的集成电路,其中所述第一电压端子的电压高于所述第二电压端子的电压。
11. 根据权利要求10所述的集成电路,其中所述第一电压和所述第二电压之间的电压差为5mV。
12. 根据权利要求1所述的集成电路,其中所述第二电阻器是可变电阻器。
13. 一种用于集成电路的方法,其包括:
 - 在第一放大器的反相输入处接收来自光电二极管的阴极的第一信号;

在所述第一放大器的非反相输入处接收来自所述光电二极管的阳极的第二信号；
将第一电压源耦合到所述第一放大器的所述非反相输入；
在第二放大器的非反相输入处接收所述第一放大器的输出；以及
将第二电压源耦合到所述第二放大器的反相输入，其中所述第二电压源具有比所述第一电压源低的电压，并且所述第二电压源的电压是使用分压器电路从所述第一电压源的电压直接得到的；

其中所述第一电压源的电压用于抵消所述第一放大器的输入失调电压，并且所述第二电压源的电压用于抵消所述第二放大器的输入失调电压。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中所述第一电压源是通过以下操作得到的：将第一电阻器的第一端子耦合到第三电压源并将所述第一电阻器的第二端子耦合到所述第一电压源，以及将第二电阻器的第一端子耦合到所述第一电压源并将所述第二电阻器的第二端子耦合到接地。

15. 根据权利要求14所述的方法，其中所述第二电压源是通过以下操作得到的：将第三电阻器的第一端子耦合到所述第一电压源并将所述第三电阻器的第二端子耦合到所述第二电压源，以及将第四电阻器的第一端子耦合到所述第二电压源并将所述第四电阻器的第二端子耦合到接地。

16. 根据权利要求15所述的方法，其中所述第二电阻器和所述第四电阻器通过晶体管耦合到接地。

17. 根据权利要求16所述的方法，其中当所述第一放大器和所述第二放大器关断时，所述晶体管被关断。

18. 根据权利要求13所述的方法，其中所述第二放大器的输出被低通滤波。

19. 根据权利要求13所述的方法，其中所述第二放大器是可变增益放大器。

用于光电二极管电流放大器的集成失调电压的装置

背景技术

[0001] 光电烟雾检测器系统在被设计成将环境光挡在外面的遮光环境中使用光源和光检测器。光检测器是光电二极管,其输出与入射到光电二极管上的光的强度成比例的电流。光源可以发射红外光、可见光或紫外光。烟雾检测器系统的部件被布置在腔室内,该腔室被设计成排除外部的环境光,但允许足够的空气流动。

[0002] 烟雾检测器的光源被定位成与光传感器成一定角度发射准直光。在不存在烟雾颗粒的正常操作期间,因为光会沿直线传播,不会向下弯曲朝向光电二极管检测器,所以来自光源的光不会入射到光电二极管上。但是,如果烟雾进入空气室,烟雾颗粒将散射光束并将部分光偏转到光电检测器上。当光照射到光电检测器时,光电二极管将输出与反射到光电二极管上的光量成比例的电流。

发明内容

[0003] 提供本发明内容是为了以简化形式介绍所描述的概念,这些概念将在下面的具体实施方式(包括所提供的附图)中进一步描述。本发明内容不限制所要求保护的的主题的范围。

[0004] 所描述的实施例描述了一种装置,该装置包括具有非反相输入、反相输入和输出的第一级放大器。该非反相输入适于耦合到光电二极管的阳极并且耦合到第一级偏置电压源。该反相输入适于耦合到光电二极管的阴极,并且耦合到反馈电阻器的第一端子和反馈电容器的第一端子。该输出耦合到反馈电阻器的第二端子和反馈电容器的第二端子。

[0005] 该装置还包括具有非反相输入、反相输入和输出的第二级放大器。该非反相输入耦合到第一级放大器的输出。该反相输入耦合到反馈电阻器的第一端子和第二级偏置电压源。该输出耦合到反馈电阻器的第二端子。

附图说明

[0006] 图1示出了现有技术光电烟雾检测器放大器电路的一个示例的框图,该电路具有以接地为基准的两级光放大器。

[0007] 图2示出了光电烟雾检测器放大器电路的一个示例的框图,该电路具有如要求保护的具有两个偏置电压基准的两级光放大器。

[0008] 各图中相同的附图标记表示相同的元件。在附图和以下描述中阐述了本说明书的一个或多个实施方式的细节。这些图不是按比例绘制的,它们仅用于对描述进行图示说明。阐述了具体细节、关系和方法以提供对说明书的理解。根据说明书和附图以及根据权利要求,其他特征和优点可能是显而易见的。

具体实施方式

[0009] 在光电烟雾检测器系统中,从烟雾粒子偏转到光电二极管检测器上的光量很小。结果,在干净的空气条件和存在烟雾的情况之间,来自光电二极管的电流输出的差异通常

在纳安范围内。除了从光电烟雾检测系统将要检测的烟雾颗粒散射的光之外,光电二极管还可能拾取杂散的环境光。这将基线电流添加到光电二极管的输出。在没有杂散环境光的环境中,光电二极管输出的基线信号水平可能低于纳安。

[0010] 使用高增益低噪声放大器将这个小光电流转换为电压。在至少一个实施例中,放大器的输出可以耦合到微控制器中的模数转换器(ADC)。可以对微控制器中的数据执行操作以减少环境光的贡献。希望放大器始终工作在线性区域中,当环境光入射到光电二极管上而没有产生基线电流时,在该线性区域中可以检测到亚纳安信号。

[0011] 光电流放大器可能出现的一个问题是,即使没有信号输入,光电流放大器的输出也会饱和。这种饱和可能是由于放大器的固有失调电压被放大器增益放大而发生的,这可能导致放大器输出保持在电源轨电压或接地。当放大器的输出饱和时,输入上的小波动将不会在输出上被看到或测量到。

[0012] 图1示出了光电烟雾检测器放大器电路100的示例的框图,该电路具有以接地为基准的两级光放大器。由经调节的电流源108供电的发光二极管(LED)102将光发射到烟雾检测器气室中。来自LED 102的光可以是红外光或者可以是可见光。隔离屏障160保护光电二极管110免于直接接收来自LED 102的光。当进入烟雾检测器气室的空气没有烟雾时,来自LED 102的光不具有到达光电二极管110的路径。

[0013] 然而,当烟雾进入烟雾检测器气室时,烟雾颗粒162可能飘入隔离屏障160上方的空间中。来自LED 102的一些光从烟雾颗粒162反射开并反射到光电二极管110上,绕过隔离屏障160。烟雾颗粒162的浓度越高,来自LED 102的光就越多地反射到光电二极管110上。结果,光电二极管110发射与隔离屏障160附近的烟雾颗粒162的浓度成比例的电流。因为从烟雾颗粒162反射到光电二极管110上的来自LED 102的光量很小,所以由光电二极管110发射的电流很小。这个小光电流被高增益低噪声放大器转换成电压,使信号可被模数转换器读取。

[0014] 光电二极管110的阴极耦合到电阻器112的第一端子、电容器114的第一端子和放大器120的反相输入。光电二极管110的阳极耦合到电阻器112的第二端子、电容器114的第二端子和放大器120的非反相输入。电阻器122和电容器124并联连接,从而在放大器120的反相输入和放大器120的输出之间提供反馈回路。

[0015] 还存在并联连接在放大器120的非反相输入和接地之间的电阻器126和电容器128。这为放大器120提供了接地的输入基准电压。

[0016] 放大器120的输出耦合到放大器140的非反相输入。电阻器146耦合在放大器140的反相输入和接地之间。可变电阻器142耦合在放大器140的输出和放大器140的反相输入之间的反馈回路中,使放大器140成为可变增益放大器。在至少一个示例中,可变电阻器142的值可以使用控制寄存器来编程。

[0017] 放大器140的输出可以耦合到ADC。该放大器输出可以通过低通滤波器耦合到ADC。电阻器148耦合到放大器140的输出并耦合到电容器150,电容器150也耦合到接地,一起构成该低通滤波器。

[0018] 放大器120和放大器140两者都以接地为基准,这在某些情况下会导致问题。线性放大器可能具有可能为负的输入失调电压。如果放大器输入以接地为基准,即使没有信号输入,放大器输出也可能在接地处饱和。这会阻碍小输入信号(例如来自光电二极管的纳安

电流)被测量到,因为如果放大器饱和的话输出不会随输入而变化。

[0019] 图2示出了具有两个基准的两级光电烟雾检测器放大器电路的一个实施例的框图。出于避免放大器饱和的目的,选择两个基准电压源的电压以降低每个放大器的输入失调电压。

[0020] 参考图2,其示出了具有两级光放大器电路200的光电烟雾检测器放大器电路的一个实施例,该两级光放大器电路200具有用于两级的两个单独的基准电压PREF 280和GREF 294。LED 202由经调节的电流源208供电并将光发射到烟雾检测器气室中。光电二极管210输出与入射到其上的光强度成比例的电流。

[0021] 由LED 202发射的光可以是红外光或者可以是可见光。隔离屏障260遮挡光电二极管210以免直接接收来自LED 202的光。当进入烟雾检测器的空气没有烟雾时,来自LED 202的光不具有到达光电二极管210的路径。

[0022] 如果烟雾进入烟雾检测器气室,则烟雾颗粒262可以飘入隔离屏障260周围的空间。来自LED 202的一些光可以从烟雾颗粒262反射开并反射到光电二极管210上,绕过隔离屏障260。因此,烟雾颗粒262为来自LED 202的一些光提供到达光电二极管210的路径。烟雾颗粒262的浓度越高,来自LED 202的光就越多地被反射到光电二极管210上。结果,光电二极管210发射与隔离屏障260附近的烟雾颗粒262的浓度成比例的电流。因为从烟雾颗粒262反射到光电二极管210上的来自LED 202的光量很小,所以由光电二极管210发射的电流也很小。这个小光电流被高增益低噪声放大器转换成电压,使信号可以被模数转换器读取。

[0023] 光电二极管210的阴极耦合到电阻器212的第一端子、电容器214的第一端子和放大器220的反相输入。光电二极管210的阳极耦合到电阻器212的第二端子、电容器214的第二端子和放大器220的非反相输入。电阻器222和电容器224并联连接在放大器220的反相输入和放大器220的输出之间。

[0024] 线性放大器(例如放大器220和240)可以具有输入失调电压。如果输入失调电压为负,则在放大器输入以接地为基准的情况下,输入失调电压可能会使放大器的接地输出饱和,而放大器没有输入信号。这可能阻碍诸如输入到放大器220的光电流的小输入信号被测量到,因为输出不会随着输入变化而变化。在本发明的一个实施例中,生成两个电压基准,一个用于每个放大器级的输入。选择两个基准电压的值来抵消每个放大器的输入失调电压。

[0025] 电阻器226和电容器228并联连接,它们的端子中的一个耦合到放大器220的非反相输入。电阻器226和电容器228的另一个端子耦合到节点PREF 280,该节点PREF 280为放大器220提供输入基准电压。

[0026] 放大器220的输出耦合到放大器240的非反相输入。可变电阻器242耦合在放大器240的输出和放大器240的反相输入之间的反馈回路中,使放大器240成为可变增益放大器。在至少一个实施例中,可变电阻器242的值可以使用控制寄存器来编程。在替代实施例中,电阻器242可以是固定值电阻器。

[0027] 电阻器246的一个端子耦合到放大器240的反相输入。电阻器246的另一端子耦合到节点GREF 294,该节点GREF 294为放大器240提供输入基准电压。

[0028] 放大器240的输出可以耦合到ADC。该放大器输出可以通过低通滤波器耦合到ADC。电阻器248耦合到放大器240的输出和电容器250的一个端子。电容器250的另一端子耦合到

接地。电阻器248和电容器250一起形成用于放大器240的输出的低通滤波器。电阻器248和电容器250耦合在一起的节点提供可以耦合到ADC的信号252。

[0029] PREF 280和GREF 294是分别为放大器220和放大器240供应输入基准电压的节点。它们从 V_{DD} 290得到。 V_{DD} 290是由内部稳压器提供的基准电压。在一个实施例中, V_{DD} 290处的电压为2.3伏。电阻器282的一个端子耦合到 V_{DD} 290,而另一端子耦合到PREF节点280。

[0030] 电阻器286的一个端子耦合到PREF节点280并且另一端子耦合到晶体管296的漏极端子。晶体管296的源极端子耦合到接地。晶体管296的栅极端子耦合到放大器使能信号292,该信号使晶体管296导通或关断以防止当放大器220和240关断时从 V_{DD} 290汲取电流。

[0031] PREF节点280处的电压(即第一级放大器220的输入基准电压)是通过分压来自内部电压调节器的输出的电压 V_{DD} 290而得到的。PREF节点280处的这个输入基准电压允许第一级放大器220的输出保持线性操作并且即使没有输入信号也能避免饱和。GREF节点294处的电压(即第二级放大器240的输入基准电压)是通过进一步分压PREF节点280处的电压而得到的。因为GREF节点294处的第二基准电压是通过分压PREF节点280处的第一基准电压进行分压生成的,所以确保GREF节点294处的电压低于PREF节点280处的电压。这确保了第二级放大器240的输出高于第一基准电压以及由放大器220和放大器240引入的任何偏移。结果,无论选择何种放大器增益,放大器220和放大器240两者都可以保持在线性工作区域中。

[0032] PREF节点280处的电压由对 V_{DD} 290的电压进行分压的电阻器282和电阻器286所构成的分压器来设置。GREF节点294处的电压由电阻器282和电阻器284的电阻值的总和与电阻器288的电阻值之比所构成的分压器来设置。在一个实施例中, V_{DD} 290处的电压为2.3V,电阻器282为200K,电阻器286为5K,电阻器284为4.44K,并且电阻器288为40K。使用这些值,PREF 280将为50mV,并且GREF 294将为45mV。因此,在该实施例中,PREF 280与GREF 294之间的电压差为5mV。

[0033] 为该示例选择5mV的电压差,因为在某些情况下,5mV可能被预期为放大器220和240的反相端子和非反相端子之间的最坏情况失调电压。在一些实施例中,两个基准电压之间的5mV电压差可能是合乎需要的,因为在一些实施例中选择较低的电压差可能不会充分地降低失调,而选择较高的电压差可能会降低放大器输出的动态范围。然而,在其他实施例中,可能希望PREF 280和GREG284之间的电压差大于或小于5mV。

[0034] 该示例中给出的电阻值只是一个可能的实施例。可以选择与该示例中的电阻值不同的电阻值,以实现放大器220或放大器240的不同电压增益。与本示例中给出的电阻值不同的电阻值也可用于在PREF节点280或GREF节点284处生成不同的基准电压。

[0035] 出于本说明书的目的,如果元件被称为“耦合”到另一元件,其可以直接耦合到另一元件,或者可以存在中间元件。如果元件被称为“直接耦合”到另一元件,则没有有意地设置其他中间元件。术语“基本相同”、“基本相等”和“大致相同”描述了两个对象之间的定量关系。这种定量关系可能更倾向于两个对象在设计上是相等的,但预期制造过程可能引入一定量的变化。

[0036] 尽管在附图中以特定顺序描述了一些操作,但这并不要求执行所有图示的操作以实现期望的结果,除非在一项或多项权利要求中记载了这种顺序。在某些情况下,多任务和并行处理可能是有利的。此外,上述实施例中的各种系统部件的分离并不要求在所有实施例中都进行这种分离。

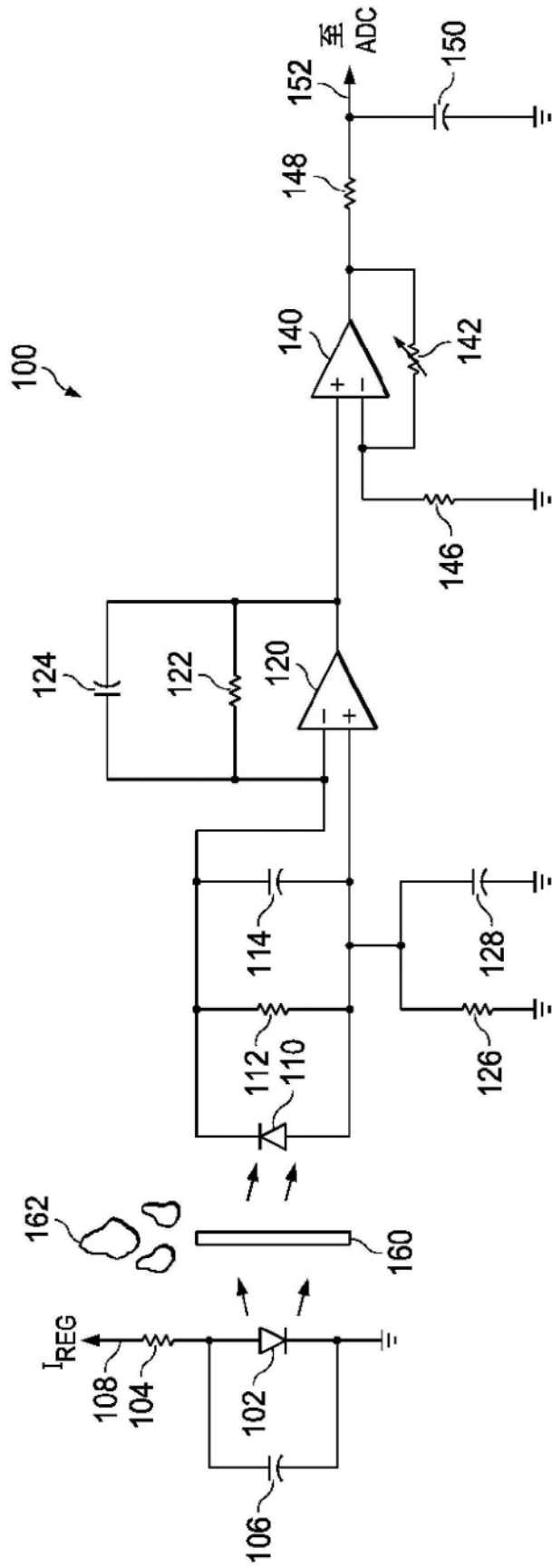


图1

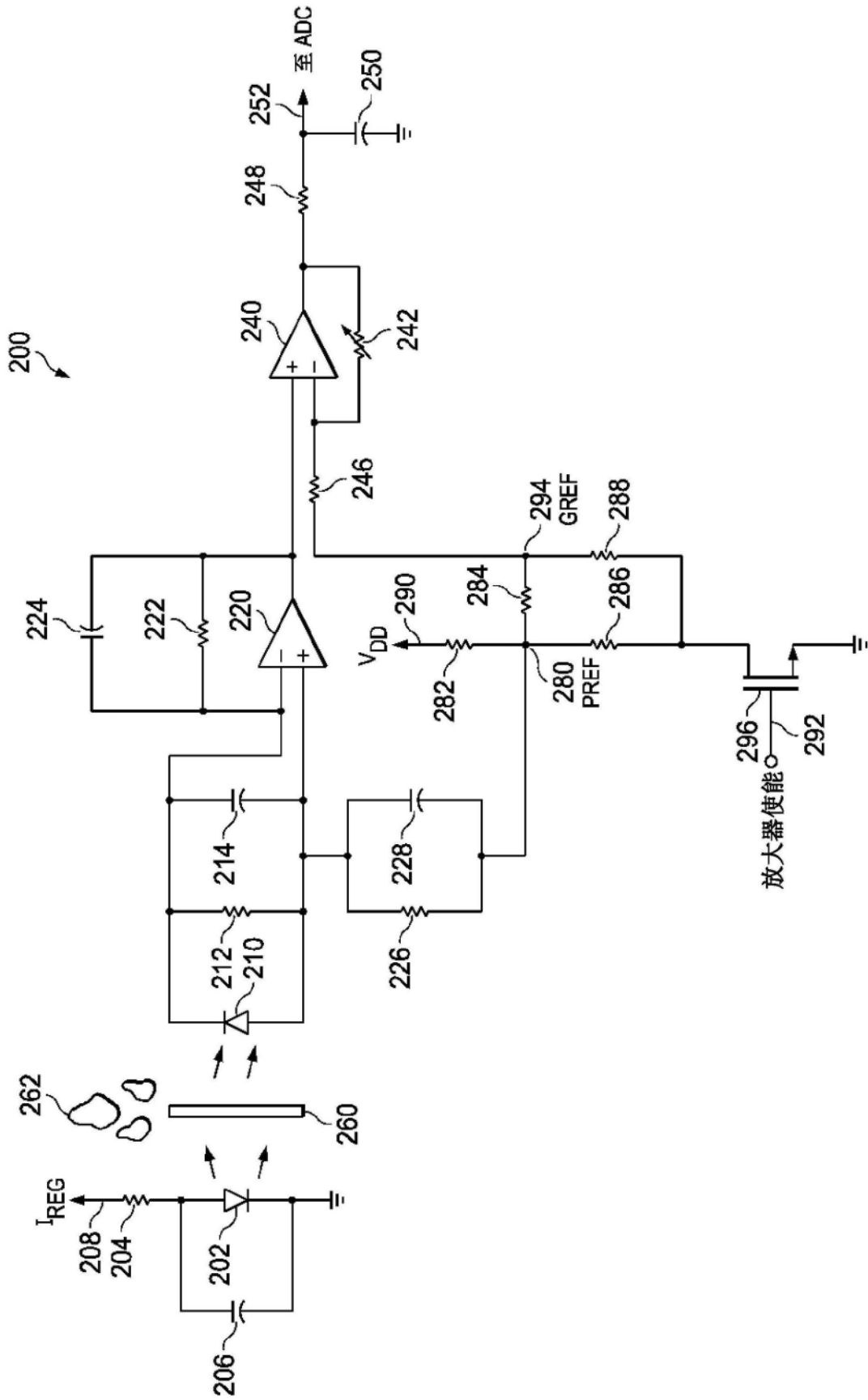


图2