

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2017 年 10 月 5 日 (05.10.2017)



(10) 国际公布号  
WO 2017/166463 A1

(51) 国际专利分类号:  
H03D 7/16 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/087620

(22) 国际申请日: 2016 年 6 月 29 日 (29.06.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201610204252.5 2016 年 4 月 1 日 (01.04.2016) CN

(71) 申请人: 深圳市汇顶科技股份有限公司 (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.)  
[CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区保税区腾飞工业大厦 B 座 13 层, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 张孟文 (ZHANG, Mengwen); 中国广东省深圳市福田区保税区腾飞工业大厦 B 座 13 层, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区北清路 68 号院 3 号楼 101, Beijing 100094 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

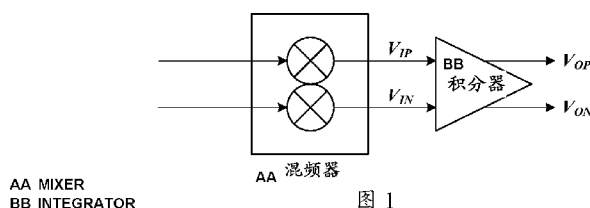
— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: CONVERSION CIRCUIT, HEARTBEAT CURRENT SIGNAL CONVERSION DEVICE AND METHOD, AND HEARTBEAT DETECTION SYSTEM

(54) 发明名称: 转换电路、心跳电流信号转换装置及方法、心跳检测系统



(57) Abstract: A heartbeat current signal conversion device, comprising a converter for converting a modulated optical signal into a current signal and transmitting same; a mixer for performing frequency conversion of a heartbeat current signal and a background photocurrent signal in the current signal, and then transmitting the modulated photocurrent signal, the frequency-converted heartbeat current signal and the frequency-converted background photocurrent signal in the current signal; a fully differential integrator for performing both positive integration and inverse integration on the modulated photocurrent signal, the frequency-converted heartbeat current signal and the frequency-converted background photocurrent signal, which are inputted, and then outputting a voltage signal. The fully differential integrator can improve the suppression of the heartbeat current signal conversion device to the common mode noise, and the linearity and the dynamic output range of the circuit. Moreover, the heartbeat current signal conversion device loop always forms a closed loop, and thus a direct output to the next-stage circuit can be achieved, eliminating an output buffer circuit, thereby reducing power consumption.

(57) 摘要: 一种心跳电流信号转换装置, 包括转换器, 用于将调制光信号转换为电流信号后传输出去; 混频器, 用于将电流信号中的心跳电流信号和背景光电流信号进行变频, 然后将电流信号中的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和背景光电流信号传输出去; 全差分积分器用于将输入的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号分别进行正积分和反积分, 然后输出电压信号。其中的全差分积分器能够提高心跳电流信号转换装置对共模噪声的抑制、线性度、输出动态范围。而且, 由于心跳电流信号转换装置环路始终形成闭环, 因此对下级电路可以直接输出, 省去输出缓冲电路, 从而降低功耗。

WO 2017/166463 A1

## 转换电路、心跳电流信号转换装置及方法、心跳检测系统

本申请要求于 2016 年 4 月 1 日提交中国专利局、申请号为 201610204252.5、发明名称为“转换电路、心跳电流信号转换装置及方法、心跳检测系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本发明属于集成电路技术领域，尤其涉及一种转换电路、心跳电流信号转换装置及转换方法、心跳检测系统。

### 背景技术

在光电式心跳检测系统中，转换电路是核心部分之一，它的作用是将调制在时钟频率上的心跳电流信号下变频到零频，然后再通过跨阻放大器将心跳电流信号转换成电压信号，之后送给后续电路进行处理。因此转换电路的功耗、噪声、线性度、输出动态范围等性能好坏严重制约了整个心跳检测系统的性能。目前的转换电路一般有单端和先混频再积分两种形式。

若采用单端形式的转换电路结构，通常需要先把调制在时钟频率上的心跳电流信号转换成电压信号，然后再将电压信号下变频至零频。由于心跳电流信号非常小，因此为了得到合适大小的电压信号需要跨阻放大器能提供一个非常大的跨阻，从而增加了转换电路的噪声。而且使用单端形式，共模噪声干扰将影响跨阻放大器的输出，也进一步增加了转换电路的噪声。

若采用先混频再积分的转换电路结构，虽然解决了因为大跨阻带来的噪声和共模噪声干扰问题，但是由于电路偏置电压导致其工作动态范围较小，特别在深亚微米工艺下，这个问题将更明显。而且转换电路带宽随信号变化而变化，再加上寄生电容的影响，因此其线性度较低。

因此，现有的心跳电流信号转换电路存在大跨阻带来的噪声、共模噪声干扰、工作动态范围小、线性度差等诸多问题。

### 发明内容

有鉴于此，本发明所要解决的技术问题在于提供一种转换电路、心跳电

流信号转换装置及转换方法、心跳检测系统，用于解决现有心跳电流信号转换电路存在大跨阻带来的噪声、共模噪声干扰、工作动态范围小、线性度差的问题。

本发明第一方面提供一种转换电路，包括全差分积分器和混频器；

5        所述混频器，用于将输入的电流信号进行变频，然后将得到的变频电流信号输出至所述全差分积分器；

所述全差分积分器，用于对输入的所述变频电流信号进行积分，将积分后的所述变频电流信号进行转换后，输出电压信号。

10       本发明第二方面提供一种心跳电流信号转换装置，包括如上所述的转换电路和转换器；

所述转换器，用于将调制光信号转换为电流信号后传输至所述混频器；所述调制光信号包含有调制的心跳光信号；

15       所述混频器，用于将电流信号中的心跳电流信号变频至零频，将电流信号中的背景光电流信号变频至时钟频率，然后将电流信号中的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号传输至所述全差分积分器；

所述全差分积分器，用于将输入的所述调制光电流信号、所述变频后的心跳电流信号和所述变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分，然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。

20       本发明第三方面提供一种心跳电流信号转换方法，包括：

接收调制光信号，然后将所述调制光信号转换为电流信号；所述调制光信号包含有调制的心跳光信号；所述电流信号包括调制光电流信号、心跳电流信号和背景光电流信号；

25       将所述心跳电流信号变频至零频，将所述背景光电流信号变频至时钟频率；

将所述调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分，然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。

30       本发明第四方面提供一种心跳检测系统，包括上述的心跳电流信号转换装置。

从上述本发明实施例可知，本发明实施例提供的全差分积分器能够提高

心跳电流信号转换装置对共模噪声的抑制、线性度、输出动态范围。另一方面，心跳电流信号转换装置环路始终形成闭环，因此对下级电路可以直接输出，省去输出缓冲电路，从而降低功耗。同时，因为负载电容接在了全差分积分器的输出两端，因此等效负载电容可以翻倍，从而获得相同噪声带宽所需要的电容面积小了一倍。此外，本发明实施例提供的心跳电流信号转换装置提供了标准的差分输出接口，易于后级电路的链接。同时本发明提供的心跳检测系统可以实现抑制共模噪声、提高线性、增加输出摆幅、降低功耗、节约电路成本等。

## 10 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

15 图 1 是本发明实施例一提供的一种转换电路的结构示意图。

图 2 是本发明实施例一提供的一种全差分积分器的结构示意图。

图 3 是本发明实施例一提供的运算放大器的结构示意图。

图 4 是本发明实施例二提供的一种转换方法的流程图。

图 5 是本发明实施例三提供的一种心跳电流信号转换装置的结构示意图。

20 图 6 是本发明实施例三提供的一种心跳电流信号转换装置的详细结构示意图。

图 7 是本发明实施例三提供的一种心跳电流信号转换装置的结时序示意图。

图 8 是本发明实施例四提供的一种心跳电流信号转换装置的结构示意图。

25 图 9 是本发明实施例四提供的自举电路的结构示意图。

图 10 是本发明实施例五提供的共模负反馈电路的结构示意图。

图 11 是本发明实施例六提供的一种心跳电流信号转换方法的流程图。

## 具体实施方式

30 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整

地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而非全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

图 1 示出了本发明实施例一提供的一种转换电路，包括全差分积分器和混频器；

所述混频器，用于将输入的电流信号进行变频，然后将得到的变频电流信号输出至所述全差分积分器；

所述全差分积分器，用于对输入的所述变频电流信号进行积分，将积分后的所述变频电流信号进行转换后，输出电压信号。

在本实施例提供的转换电路中，能够将输入的电路信号进行变频、积分和转换后输出电压信号，本实施例能够有效率滤除其他干扰信号，得到实际所需要的电压信号。

图 2 示出了本发明实施例一提供的一种全差分积分器，包括运算放大器 201、第一反馈电容  $C_{F1}$ 、第二反馈电容  $C_{F2}$ 、第一复位开关  $S_{F1}$  和第二复位开关  $S_{F2}$ ；

第一反馈电容  $C_{F1}$  连接于运算放大器 201 的反相输入端  $V_{IN}$  和正输出端  $V_{OP}$  之间；第二反馈电容  $C_{F2}$  连接于运算放大器 201 的正相输入端  $V_{IP}$  和负输出端  $V_{ON}$  之间；第一复位开关  $S_{F1}$  的第一端连接运算放大器 201 的反相输入端  $V_{IN}$ ，第一复位开关  $S_{F1}$  的第二端连接运算放大器 201 的正输出端  $V_{OP}$ ；第二复位开关  $S_{F2}$  的第一端连接运算放大器 201 的正相输入端  $V_{IP}$ ，第二复位开关  $S_{F2}$  的第二端连接运算放大器 201 的负输出端  $V_{ON}$ 。

进一步地，所述全差分积分器还包括连接于运算放大器的正输出端  $V_{OP}$  和负输出端  $V_{ON}$  之间的负载电容  $C_L$ 。在本实施例中，负载电容  $C_L$  为优选方案，目的是为了限制运算放大器 201 的噪声带宽，根据实际需要进行取舍，在此不做限制。

本发明还提供了如图 4 所示的一种转换方法，包括：

接收电流信号，然后将所述电流信号进行变频得到变频电流信号；

对所述变频电流信号进行积分，将积分后的所述变频电流信号进行转换，输出电压信号。

上述实施例提供的全差分积分器适用于集成电路领域，能够提高心跳检测电路中转换电路对共模噪声抑制、线性度、输出动态范围，并降低了电路

的功耗、成本及与后级电路级联的难度。在本实施例中，运算放大器为如图 3 所示的折叠共源共栅结构的运算放大器，使用单机结构可以降低功耗，并且易于控制输出噪声电压。

5 基于上述实施例提供的转换电路，如图 5 所示，为本发明实施例三提供一种心跳电流信号转换装置，包括转换电路和转换器；

所述转换器，用于将调制光信号转换为电流信号后传输至所述混频器；所述调制光信号包含有调制的心跳光信号。心跳光信号就是 LED 的光照射在人体上放射回来的光信号，调制光中包含了调制光信号和调制在调制中光心跳相关的光信号。

10 所述混频器，用于将电流信号中的心跳电流信号变频至零频，将电流信号中的背景光电流信号变频至时钟频率，然后将电流信号中的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号传输至所述全差分积分器。因为在实际应用中，当转换器在将调制光信号转换为电流信号的过程中，容易将混杂进入的背景光信号也同时进行了转换，因此，转换器实际上是转换了调制光信号、调制光中包含有的调制的心跳光信号及背景光信号，  
15 所以转换器转换生成的电流信号中包含了调制光电流信号、心跳电流信号及背景光电流信号。在本实施例中混频器的主要作用就是将混杂进入的背景光电流信号进行变频处理，以保证电流信号中的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号输入全差分积分器后，全差分积分器  
20 能够将背景光滤除。

所述全差分积分器，用于将输入的所述调制光电流信号、所述变频后的心跳电流信号和所述变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分，然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。在本实施例中，全差分积分器的作用是将输入的电流信号交替进行积分（包括正积分和反积分），  
25 用以放大低频的心跳信号，滤除高频的背景光信号，然后在滤除背景光信号后，将经过正积分和反积分后获得的调制光电流信号和心跳电流信号分别进行转换，将电流信号转换为电压信号，得到调制光电压信号和心跳电压信号后输出。

在本发明提供的第三实施例中，在实施例一的基础上加入转换器，能够  
30 将调制了心跳信号的心跳光转换成电流信号后输入所述转换电路，所述转换电路将所述电流信号先进行变频，然后进行积分和转换后输出调制光电压信

号和心跳电压信号用于后续的心跳检测中，有效的放大了低频的心跳信号，滤除了高频的背景光信号。

如图6所示，所述转换器包括光敏二极管D；光敏二极管D的阳极接地，光敏二极管D的阴极连接所述混频器。

5 所述混频器包括第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3和第四开关S4；

第一开关S1的第一端连接外接共模电源 $V_{CM}$ ，第一开关S1的第二端通过第三开关S3连接所述转换器；第二开关S2的第一端连接外接共模电源 $V_{CM}$ ，第二开关S2的第二端通过第四开关S4连接所述转换器；所述全差分积分器的反相输入端 $V_{IN}$ 连接于第一开关S1和第三开关S3之间，所述全差分积分器的正相输入端 $V_{IP}$ 连接于第二开关S2和第四开关S4之间。第一开关S1、第二开关S2、第三开关S3和第四开关S4均为场效应管。

在图6所示的电路中，电容 $C_{PD}$ 为光敏二极管D的寄生结电容，开关S1~S4构成了混频器，运算放大器201、反馈电容 $C_{F1}$ 、反馈电容 $C_{F2}$ 、复位开关 $S_{F1}$ 和复位开关 $S_{F2}$ 构成了全差分积分器。其中， $\phi$ 和 $\bar{\phi}$ 是两相非交叠时钟信号，以 $\phi$ 表示第一时钟输出的时钟信号，以 $\bar{\phi}$ 表示第二时钟输出的时钟信号，rst为全差分积分器的复位信号。 $\phi$ 、 $\bar{\phi}$ 和rst都是由单独的数字控制电路生成，因为数字控电路不是本发明实施例所要保护的重点，此处略去不表。以下，本发明提供的实施例三的工作原理通过结合图7来进行进一步地分析：

20 本发明实施例三提供的心跳电流信号转换装置的工作过程分：复位阶段、积分阶段和保持阶段三部分：

在复位阶段， $\phi$ 、 $\bar{\phi}$ 和rst都为高电平，因此开关S1~S4、 $S_{F1}$ 、 $S_{F2}$ 都闭合，使得光敏二极管D的阴极电压 $V_{PD}$ 、运算放大器201的反相输入端 $V_{IN}$ 、正相输入端 $V_{IP}$ 和负输出端 $V_{ON}$ 、正输出端 $V_{OP}$ 的电压均为共模电压 $V_{CM}$ 。

25 在积分阶段，正积分和反积分两个相位交替进行，当 $\phi$ 为高时，全差分积分器处于正积分相位，此时开关S2和S3闭合，S1和S4打开，运算放大器201正相输入端接至共模电压 $V_{CM}$ ，为运算放大器的正相输入端提供共模电压；运算放大器201反相输入端 $V_{IN}$ 接至光敏二极管D的阴极电压 $V_{PD}$ 。此时由于运算放大器的正反相输入端虚短，光敏二极管D的阴极与共模电压 $V_{CM}$ 的电压值相等，因此光敏二极管的光敏电流 $I_{PD}$ 只能从运算放大器201的正输出端 $V_{OP}$ 流向运算放大器201的反相输入端 $V_{IN}$ ，从而使运算放大器201的正输出端 $V_{OP}$

5 的电压上升。与此同时，由于共模负反馈的作用令输出共模保持恒定，因此从运算放大器201正相输入端 $V_{IP}$ 到负输出端 $V_{ON}$ 产生了一个大小和光敏电流 $I_{PD}$ 相等的镜像电流，使得运算放大器201的负输出端 $V_{ON}$ 的电压降低。当 $\bar{\phi}$ 为高电平时，全差分积分器处于反积分相位，开关S1和S4闭合，S2和S3打开，情况正好与 $\phi$ 相反，因此运算放大器201负输出端 $V_{ON}$ 变高、正输出端 $V_{OP}$ 变低。

在保持阶段， $\phi$ 、 $\bar{\phi}$ 为低电平，开关S1~S4均打开，此时光敏二极管D的光敏电流 $I_{PD}$ 不流过全差分积分器，因此全差分积分器的输出保持不变。

10 从图7中可见，若背景光恒定不变，那么经过 $\phi$ 、 $\bar{\phi}$ 两个相位后，背景光的影响将完全被消除。从 $V_{OP}$ 和 $V_{ON}$ 可以看出背景光被消除了，在正积分相位，全差分积分器正向积分了变频后的背景光电流信号、调制光电流信号和变频后的心跳电流信号。在反积分相位，全差分积分器只反向积分了变频后的背景光电流信号。因此在反积分相位结束时，全差分积分器将电流信号转换为电压信号，全差分积分器输出只剩下调制光电压信号和调制在调制光上的心跳电压信号。

15 在图6所示的心跳电流信号转换装置中，负载电容 $C_L$ 用以限制运算放大器201的噪声带宽，假设运算放大器201的输入跨导为 $g_m$ ，从全差分积分器输出的阻抗大小 $R_{EQ}$ 为：

$$R_{EQ} = \frac{1}{\beta g_m}, \quad \beta = \frac{C_F}{C_{PD} + C_F}$$

$$C_{EQ} = C_L + \frac{C_F C_{PD}}{C_F + C_{PD}}$$

20 若输出电流噪声功率谱密度为： $\frac{I_{NO}^2}{\Delta f} = 4kT\gamma g_m$ ；其中 $k$ 为玻尔兹曼常数， $T$ 为绝对温度， $\gamma$ 为工艺常数：

那么输出噪声的积分噪声电压为：

$$V_{NO}^2 = \int_0^{\infty} 4kT\gamma/g_m \cdot \frac{1}{\beta^2} \cdot \left| \frac{1}{1 + j\omega R_{EQ} C_{EQ}} \right|^2 df$$

$$= \frac{kT\gamma}{\beta C_{EQ}}$$

其中，上述积分噪声电压公式中， $df$ 表示频率的微分， $\omega$ 表示角频率， $\omega = 2\pi f$ ；

设时钟周期为 $T_S$ ，除背景光电流信号外的电流信号大小为 $I_{SIG}$ ，经过一

个时钟周期后，全差分积分器的差分输出电压为：

$$V_{OP} - V_{OP} = \frac{I_{SIG} T_S}{C_F}$$

由上可见，同单端结构相比，由于噪声不变，但是经本实施例提供的转换电路后信号变大了一倍，因此全差分积分器的噪声较单端得到一倍的改善。

因为在电路的使用中，通常共模电压  $V_{CM}$  取值为电源电压  $V_{DD}$  的一半，  
5 因此在无其他电路对混频器的栅压进行控制的情况下，混频器开关  $S1 \sim S4$  导通时栅极会被拉到  $V_{DD}$ ，那么开关  $S1 \sim S4$  的栅源、栅漏电压差为  $V_{DD}/2$ ，在一些高阈值电压的工艺下， $S1 \sim S4$  会进入到亚阈值区，导致其导通电阻非常大。该电阻和光敏二极管  $D$  的寄生电容  $C_{PD}$  形成了一个极点（低通特性），会把光敏二极管  $D$  输出电流的高频成分（调制光电流信号和调制在调制光上的心跳  
10 电流信号及其谐波）滤除，使得进入到全差分积分器的信号量变小，从而影响了全差分积分器输出的信噪比。

基于上述的原因，本发明提供了如图8所述的第四实施例，在第四实施例中，除了第三实施例提供的电路外，还包括了自举电路；

所述自举电路，用于输出栅压至所述混频器中开关的栅极，使得混频器  
15 中开关的栅源电压的差值和栅漏电压的差值与电源电压值相等。

具体的自举电路如图9所示，包括第五开关  $S5$ 、第六开关  $S6$ 、第七开关  $S7$ 、第八开关  $S8$ 、第九开关  $S9$ 、第一电容  $C_1$ 、第一 MOS 管  $M1$ 、第二 MOS 管  $M2$ 、第三 MOS 管  $M3$ 、第四 MOS 管  $M4$  和第五 MOS 管  $M5$ ；

第五开关  $S5$  的第一端接地，第五开关  $S5$  的第二端通过依次通过第六开关  
20  $S6$ 、第七开关  $S7$  和第八开关  $S8$  连接至第一电源  $V1$ ；第六开关  $S6$  和第七开关  $S7$  之间外接共模电源  $V_{CM}$ ；第一 MOS 管  $M1$  的源极通过第一电容  $C_1$  连接至第五开关  $S5$  和第六开关  $S6$  之间，第一 MOS 管  $M1$  的栅极连接至第七开关  $S7$  和第八开关  $S8$  之间，第一 MOS 管  $M1$  的漏极连接至栅压输出端  $V_G$ ；第二 MOS 管  $M2$  的栅极连接至第一 MOS 管  $M1$  的栅极，第二 MOS 管  $M2$  的源极通过第九开  
25 关  $S9$  接地，第二 MOS 管  $M2$  的漏极连接第一 MOS 管  $M1$  的漏极；第三 MOS 管  $M3$  的漏极连接第一 MOS 管  $M1$  的源极，第三 MOS 管  $M3$  的栅极连接第一 MOS 管  $M1$  的漏极，第三 MOS 管  $M3$  的源极连接第二电源  $V2$ ；第四 MOS 管  $M4$  的源极连接第一 MOS 管  $M1$  的漏极，第四 MOS 管  $M4$  的漏极连接第三电源  $V3$ ，第四 MOS 管  $M4$  的栅极连接第二时钟的信号输出端  $\bar{\phi}$ ；第五 MOS 管  $M5$  的源极连

接第二MOS管M2的源极,第五MOS管M5的漏极连接第四电源V4,第五MOS管M5的栅极连接第二时钟的信号输出端 $\bar{\phi}$ 。第五开关S5、第六开关S6、第七开关S7、第八开关S8和第九开关S9均为场效应管。

在图9中,以第五开关S5、第六开关和第一电容C<sub>1</sub>之间的连接点为A点,以第七开关S7、第八开关S8、第一MOS管的栅极和第二MOS管的栅极之间的连接点为B点,以第二MOS管与第九开关S9之间的连接点为C点,以第一电容C<sub>1</sub>、第一MOS管源极和第三MOS管漏极之间的连接点为D点来对自举电路的工作原理进行进一步地的阐述:

当第一时钟输出的 $\phi$ 为高电平时,开关S5、S8和S9导通, B点接电源V<sub>1</sub>、C点接地,导致第二MOS管M2将栅压输出端V<sub>G</sub>下拉到地,于是第三MOS管M3导通将D点充至电源电压,此刻第一电容C<sub>1</sub>两端的电压差为电源电压V<sub>DD</sub>。

当第二时钟输出的 $\bar{\phi}$ 为高电平时,第四MOS管M4、第五MOS管M5导通, C点被拉高令第二MOS管M2关断,栅压输出端V<sub>G</sub>被拉高令第三MOS管M3关断。之后开关S2、S3导通, A、B两点接到共模电压V<sub>CM</sub>上,此时D点电压变为V<sub>DD</sub>+V<sub>CM</sub>,因此D、B两点电压差为V<sub>DD</sub>,因此第一MOS管M1导通,将D点电压充至V<sub>G</sub>。

由于全差分积分器的正相输入端V<sub>IP</sub>、反相输入端V<sub>IN</sub>的工作电压一般为二分之一电源电压V<sub>DD</sub>,所以混频器的导通阻抗非常高,将导致流入全差分积分器的电流减小,并且较大的电阻贡献较大的噪声。因此,在本实施例中采用自举电路以提高混频器开关的栅压,从而可以增加整个转换电路的信噪比。因为采用自举电路后,自举电路的栅压输出端连到混频器开关S1~S4中的栅极,使得混频器的栅源、栅漏电压差值约为电源电压V<sub>DD</sub>,从而使得混频器中开关的导通电阻大大降低,从而提高了全差分积分器输出的信噪比。

在本发明实施例提供的运算放大器均为如图3所示的折叠共源共栅结构的运算放大器,使用单级结构可以降低功耗,并且易于控制输出噪声电压。此外,由于运算放大器的有限增益将导致输出信号残留在光敏二极管的寄生结电容中,这会导致输出幅度增长速度随积分次数变多而下降,从而一起最终获得的信号量减小,信噪比降低。

本发明提供的第五实施例是在第四实施例的基础上增加一共模反馈电路;所述共模负反馈电路,用于从所述全差分积分器的正输出端和负输出端

获取反馈共模电压，根据所述反馈共模电压产生控制电压；所述控制电压用以控制所述共模负反馈电路与所述全差分积分器形成负反馈回路。

如图 10 所示，所述共模负反馈电路包括第二电容  $C_2$ 、第三电容  $C_3$ 、第一电阻  $R_1$ 、第二电阻  $R_2$ 、第六 MOS 管  $M_6$ 、第七 MOS 管  $M_7$ 、第八 MOS 管  $M_8$ 、第九 MOS 管  $M_9$  和第十 MOS 管  $M_{10}$ ；

第二电容  $C_2$  的第一端连接所述全差分积分器的正输出端  $V_{OP}$ ，第二电容  $C_2$  的第二端通过第三电容  $C_3$  连接至所述全差分积分器的负输出端  $V_{ON}$ ；第一电阻  $R_1$  的第一端连接所述全差分积分器的正输出端  $V_{OP}$ ，第一电阻  $R_1$  的第二端通过第二电阻  $R_2$  连接至所述全差分积分器的负输出端  $V_{ON}$ ；第二电容  $C_2$  的第二端与第一电阻  $R_1$  的第二端相连接；第八 MOS 管  $M_8$  的栅极连接与第一电阻  $R_1$  和第二电阻  $R_2$  之间，第八 MOS 管  $M_8$  的源极连接第十 MOS 管  $M_{10}$  的漏极，第八 MOS 管  $M_8$  的漏极连接第六 MOS 管  $M_6$  的漏极；第六 MOS 管  $M_6$  的栅极连接第八 MOS 管  $M_8$  的漏极，第六 MOS 管  $M_6$  的源极接地；第七 MOS 管  $M_7$  的源极接地，第七 MOS 管  $M_7$  的漏极连接第九 MOS 管  $M_9$  的漏极，第七 MOS 管  $M_7$  的栅极连接控制电压输出端  $V_{CTRL}$ ；第九 MOS 管  $M_9$  的漏极连接所述控制电压输出端，第九 MOS 管  $M_9$  的栅极连接共模电源  $V_{CM}$ ，第九 MOS 管  $M_9$  的源极连接第十 MOS 管  $M_{10}$  的漏极；第十 MOS 管  $M_{10}$  的源极连接第五电源  $V_5$ ，第十 MOS 管  $M_{10}$  的栅极连接第六电源  $V_{BP}$ 。

在本实施例中，图 10 为图 3 所示运算放大器的共模反馈电路，电阻  $R_1$ 、电阻  $R_2$  从运算放大器的正输出端  $V_{OP}$ 、负输出端  $V_{ON}$  获得反馈共模电压  $V_{CMO}$ ，通过第八 MOS 管  $M_8$ 、第九 MOS 管  $M_9$  比较产生控制电压  $V_{CTRL}$  来控制图 3 中运算放大器的电流镜负载管  $M_{14}$ 、 $M_{15}$ 。共模负反馈电路与运算放大器中的  $M_{14}$ ~ $M_{17}$  形成负反馈，根据运放虚短可知反馈共模电压  $V_{CMO}$  与共模电压  $V_{CM}$  相等。图 10 中的电容  $C_1$ 、电容  $C_2$  产生零点以抵消电阻  $R_1$ 、电阻  $R_2$  和第八 MOS 管  $M_8$ 、第九 MOS 管  $M_9$  形成的极点，使得共模负反馈的稳定性得到提升。

本发明还提供了如图 11 所示的第五实施例，一种心跳电流信号转换方法，包括：

S1，接收调制光信号，然后将所述调制光信号转换为电流信号；所述调制光信号包含有调制的心跳光信号；所述电流信号包括调制光电流信号、心跳电流信号和背景光电流信号；

S2，将所述心跳电流信号变频至零频，将所述背景光电流信号变频至时

钟频率；

S3, 将所述调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分, 然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。

5        在本发明提供的第五实施例中, 所述心跳电流信号转换装置将接收的所述调制光信号转换成电流信号后, 通过变频、积分和转换的方式, 将调制光信号中的背景光信号滤除, 放大低频的心跳信号, 然后输出调制光电压信号和心跳电压信号用于后续的心跳信号检测。

10       本发明还提供了一种心跳检测系统, 包括如上述所述的心跳电流信号转换装置。在本实施例中, 使用图5结构的心跳电流信号转换装置来做心跳检测系统的转换电路, 能够抑制共模噪声、提高线性、增加输出摆幅、降低功耗、节约电路成本等。

15       综上所述, 本发明实施例提供的全差分积分器能够提高心跳电流信号转换装置对共模噪声的抑制、线性度、输出动态范围。而且, 由于心跳电流信号转换装置环路始终形成闭环, 因此对下级电路可以直接输出, 省去输出缓冲电路, 从而降低功耗。同时, 因为负载电容接在了全差分积分器的输出两端, 因此等效负载电容可以翻倍, 从而获得相同噪声带宽所需要的电容面积小了一倍。此外, 本发明实施例提供心跳电流信号转换装置主要应用于心率监测应用领域, 也可以用于如触摸屏等其他领域、提供标准地差分输出接口,  
20       易于后级电路的链接。

同时, 本发明提供的心跳电流信号转换装置能够消除BG, 实现全差分输出, 达到抑制噪声的目的, 而且以共模抑制, 具备较大输出动态范围, 而且还提供了容易后面电路接入的全差分电路接口; 具有Hold的功能减少一级SH, 节约输出限制带宽的电容, 进一步地, 使用自举电路来降低混频器由于  
25       开关电阻过大导致运放噪声变大的问题。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述模块的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或  
30       一些特征可以忽略, 或不执行。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口, 装置或模块的间接耦合或通信连

接，可以是电性，机械或其它的形式。

另外，在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理模块中，也可以是各个模块单独物理存在，也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简便描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其它顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中沒有详述的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

以上为对本发明所提供的转换电路、心跳电流信号转换装置及转换方法、心跳检测系统的描述，对于本领域的技术人员，依据本发明实施例的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

## 权利要求

1、一种转换电路，其特征在于，所述转换电路包括全差分积分器和混频器；

5 所述混频器，用于将输入的电流信号进行变频，然后将得到的变频电流信号输出至所述全差分积分器；

所述全差分积分器，用于对输入的所述变频电流信号进行积分，将积分后的所述变频电流信号进行转换后，输出电压信号。

2、如权利要求 1 所述的转换电路，其特征在于，所述全差分积分器包括运算放大器、第一反馈电容、第二反馈电容、第一复位开关和第二复位开  
10 关；

所述第一反馈电容连接于所述运算放大器的反相输入端和正输出端之间；所述第二反馈电容连接于所述运算放大器的正相输入端和负输出端之间；所述第一复位开关的第一端连接所述运算放大器的反相输入端，所述第一复位开关的第二端连接所述运算放大器的正输出端；所述第二复位开关的第一  
15 端连接所述运算放大器的正相输入端，所述第二复位开关的第二端连接所述运算放大器的负输出端。

3、如权利要求 2 所述的转换电路，其特征在于，所述全差分积分器还包括连接于所述运算放大器的正输出端和负输出端之间的负载电容。

4、如权利要求 1 所述的转换电路，其特征在于，所述混频器包括第一  
20 开关、第二开关、第三开关和第四开关；

所述第一开关的第一端连接外接共模电源，所述第一开关的第二端通过所述第三开关连接所述转换器；所述第二开关的第一端连接外接共模电源，所述第二开关的第二端通过所述第四开关连接所述转换器；

25 所述全差分积分器的反相输入端连接于所述第一开关和所述第三开关之间，所述全差分积分器的正相输入端连接于所述第二开关和所述第四开关之间。

5、如权利要求 4 所述的转换电路，其特征在于，所述第一开关、所述第二开关、所述第三开关和所述第四开关均为场效应管。

6、一种心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述心跳电流信号转换  
30 装置包括权利要求 1 至 5 任一所述的转换电路和转换器；

所述转换器，用于将调制光信号转换为电流信号后传输至所述混频器；

所述调制光信号包含有调制的心跳光信号；

所述混频器，用于将电流信号中的心跳电流信号变频至零频，将电流信号中的背景光电流信号变频至时钟频率，然后将电流信号中的调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号传输至所述全差分积分器；

所述全差分积分器，用于将输入的所述调制光电流信号、所述变频后的心跳电流信号和所述变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分，然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。

7、如权利要求 6 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述转换器包括光敏二极管；

所述光敏二极管的阳极接地，所述光敏二极管的阴极连接所述混频器。

8、如权利要求 6 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述心跳电流信号转换装置还包括与所述混频器相连接的自举电路；

所述自举电路，用于输出栅压至所述混频器中开关的栅极，使得混频器中开关的栅源电压的差值和栅漏电压的差值与电源电压值相等。

9、如权利要求 8 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述自举电路包括第五开关、第六开关、第七开关、第八开关、第九开关、第一电容、第一 MOS 管、第二 MOS 管、第三 MOS 管、第四 MOS 管和第五 MOS 管；

所述第五开关的第一端接地，所述第五开关的第二端通过依次通过所述第六开关、所述第七开关和所述第八开关连接至第一电源；所述第六开关和所述第七开关之间外接共模电源；所述第一 MOS 管的源极通过所述第一电容连接至所述第五开关和第六开关之间，所述第一 MOS 管的栅极连接至所述第七开关和第八开关之间，所述第一 MOS 管的漏极连接至栅压输出端；

所述第二 MOS 管的栅极连接至所述第一 MOS 管的栅极，所述第二 MOS 管的源极通过所述第九开关接地，所述第二 MOS 管的漏极连接所述第一 MOS 管的漏极；所述第三 MOS 管的漏极连接所述第一 MOS 管的源极，所述第三 MOS 管的栅极连接所述第一 MOS 管的漏极，所述第三 MOS 管的源极连接第二电源；所述第四 MOS 管的源极连接所述第一 MOS 管的漏极，所述第四 MOS 管的漏极连接第三电源，所述第四 MOS 管的栅极连接第二时钟的信号输出端；所述第五 MOS 管的源极连接所述第二 MOS 管的源极，所

述第五 MOS 管的漏极连接第四电源，所述第五 MOS 管的栅极连接第二时钟的信号输出端。

10、如权利要求 9 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述第五开关、所述第六开关、所述第七开关、所述第八开关和所述第九开关均为场效应管。

11、如权利要求 6 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述心跳电流信号转换装置还包括与所述全差分积分器相连接的共模负反馈电路；

所述共模负反馈电路，用于从所述全差分积分器的正输出端和负输出端获取反馈共模电压，根据所述反馈共模电压产生控制电压；所述控制电压用以控制所述共模负反馈电路与所述全差分积分器形成负反馈回路。

12、如权利要求 11 所述的心跳电流信号转换装置，其特征在于，所述共模负反馈电路包括第二电容、第三电容、第一电阻、第二电阻、第六 MOS 管、第七 MOS 管、第八 MOS 管、第九 MOS 管和第十 MOS 管；

所述第二电容的第一端连接所述全差分积分器的正输出端，所述第二电容的第二端通过所述第三电容连接至所述全差分积分器的负输出端；所述第一电阻的第一端连接所述全差分积分器的正输出端，所述第一电阻的第二端通过所述第二电阻连接至所述全差分积分器的负输出端；所述第二电容的第二端与所述第一电阻的第二端相连接；所述第八 MOS 管的栅极连接与所述第一电阻和所述第二电阻之间，所述第八 MOS 管的源极连接所述第十 MOS 管的漏极，所述第八 MOS 管的漏极连接所述第六 MOS 管的漏极；所述第六 MOS 管的栅极连接所述第八 MOS 管的漏极，所述第六 MOS 管的源极接地；所述第七 MOS 管的源极接地，所述第七 MOS 管的漏极连接所述第九 MOS 管的漏极，所述第七 MOS 管的栅极连接控制电压输出端；所述第九 MOS 管的漏极连接所述控制电压输出端，所述第九 MOS 管的栅极连接共模电源，所述第九 MOS 管的源极连接所述第十 MOS 管的漏极；所述第十 MOS 管的源极连接第五电源，所述第十 MOS 管的栅极连接第六电源。

13、一种心跳电流信号转换方法，其特征在于，包括：

接收调制光信号，然后将所述调制光信号转换为电流信号；所述调制光信号包含有调制的心跳光信号；所述电流信号包括调制光电流信号、心跳电流信号和背景光电流信号；

将所述心跳电流信号变频至零频，将所述背景光电流信号变频至时钟频

率；

将所述调制光电流信号、变频后的心跳电流信号和变频后的背景光电流信号交替进行正积分和反积分，然后进行转换后输出调制光电压信号和心跳电压信号。

- 5        14、一种心跳检测系统，其特征在于，所述心跳检测系统包括权利要求6至12任一所述的心跳电流信号转换装置。

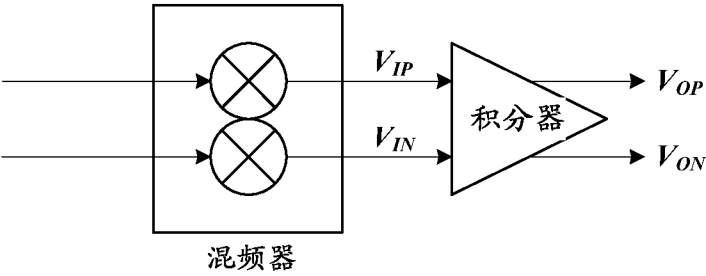


图 1

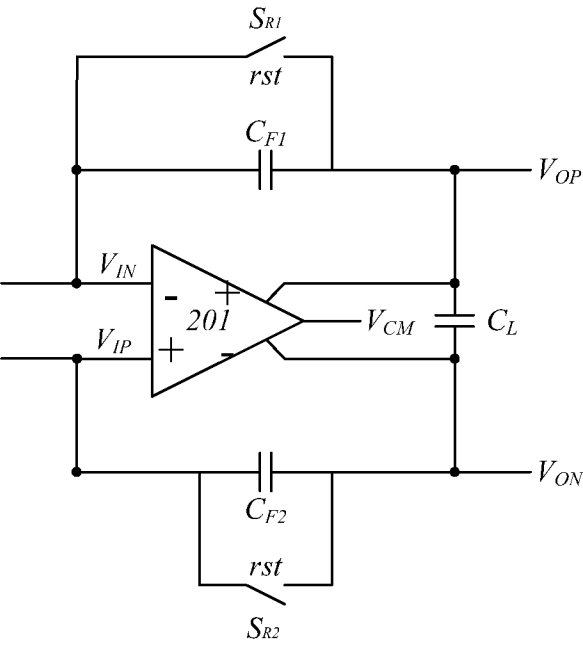


图 2

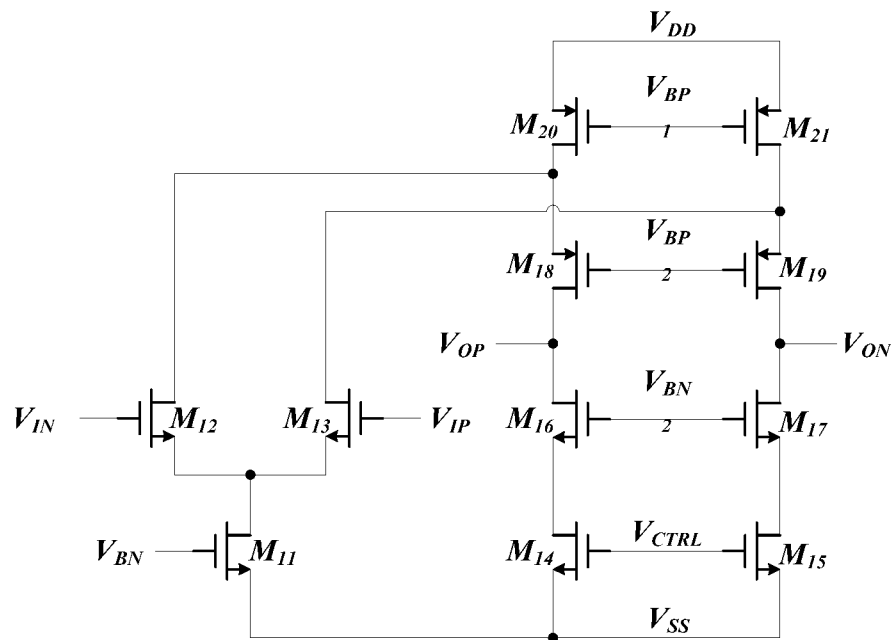


图 3

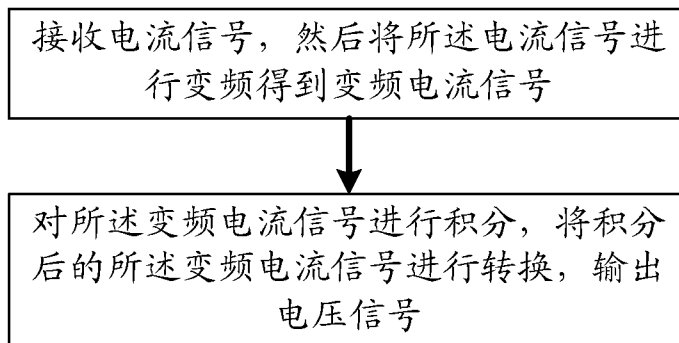


图 4

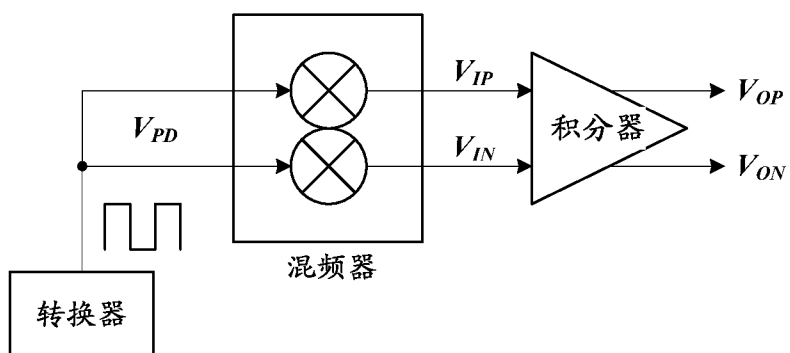


图 5

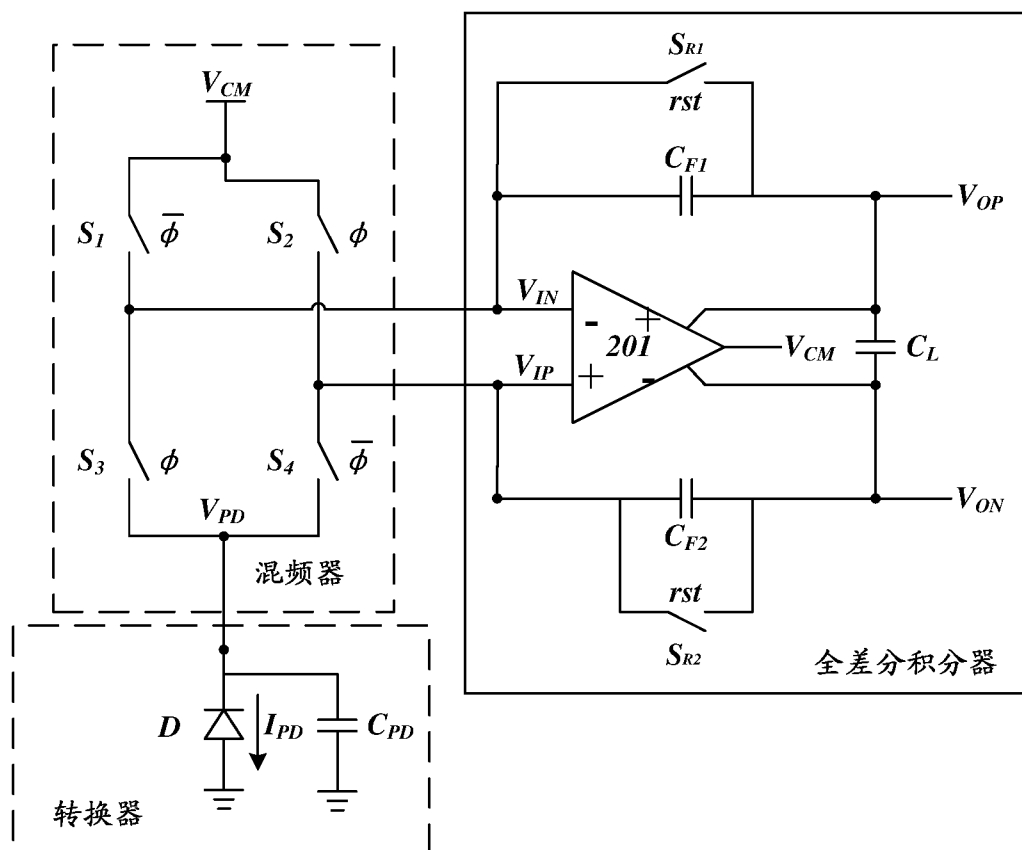


图 6

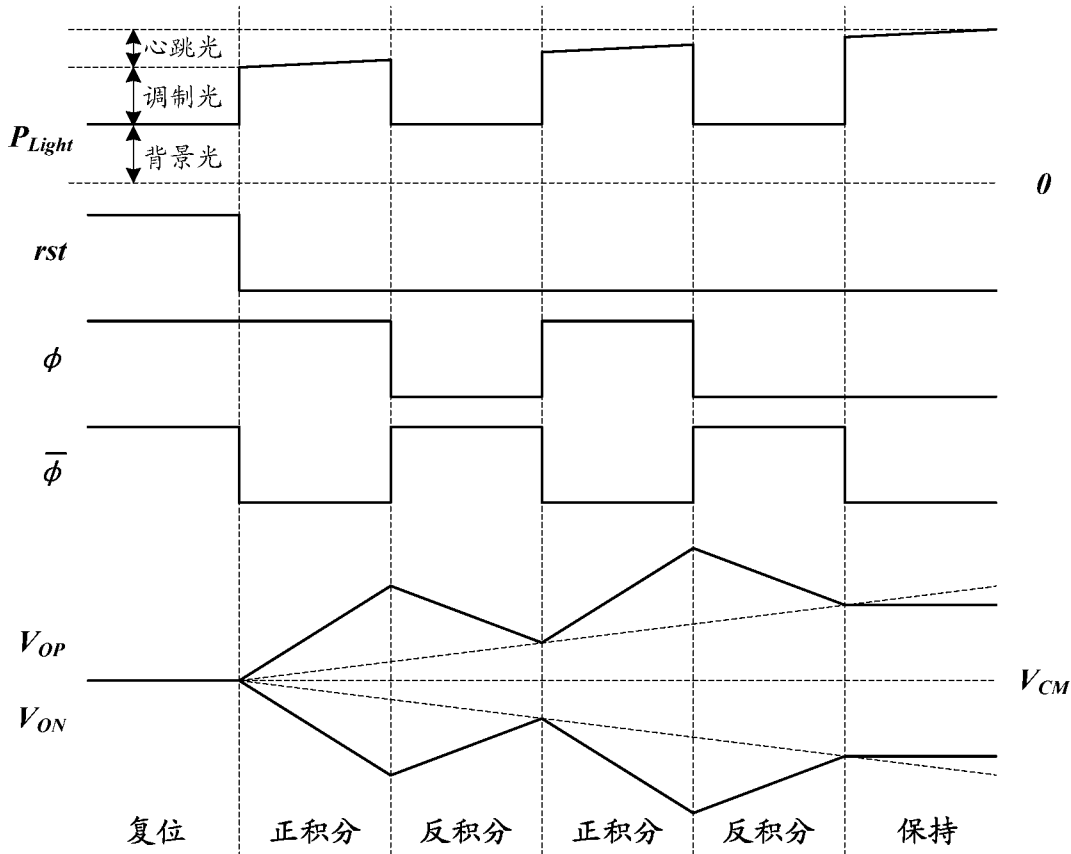


图 7

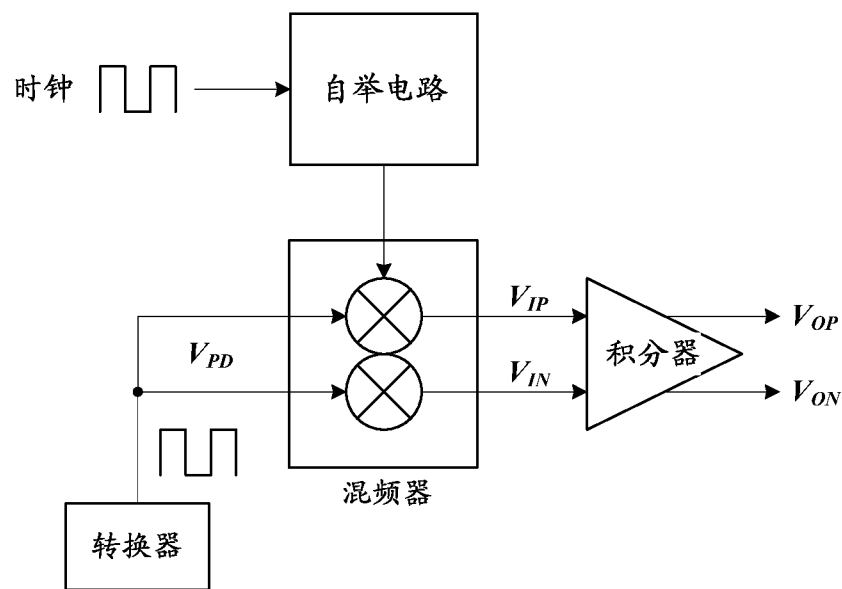


图 8



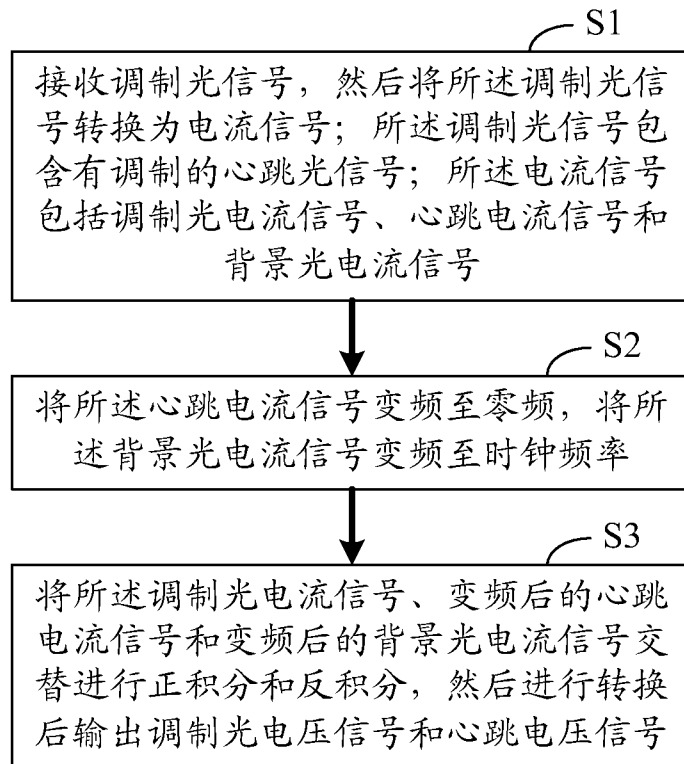


图 11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/087620**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03D 7/16 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: photoelectric, heart beat, heart rate, mixer, integrat+, filter+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | US 2004189363 A1 (TAKANO, M.), 30 September 2004 (30.09.2004), description, paragraphs [0031]-[0035], and figures 2-4  | 1-5                   |
| A         | CN 101589549 A (MEDTRONIC INC.), 25 November 2009 (25.11.2009), description, paragraphs [0090]-[0091], and figures 6-7 | 1-14                  |
| A         | CN 2868185 Y (TAIDOC TECHNOLOGY CORPORATION), 14 February 2007 (14.02.2007), the whole document                        | 1-14                  |
| A         | CN 102973259 A (LIU, Qingguo), 20 March 2013 (20.03.2013), the whole document                                          | 1-14                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>14 December 2016 (14.12.2016)                                                                                                                         | Date of mailing of the international search report<br><b>28 December 2016 (28.12.2016)</b> |
| Name and mailing address of the ISA/CN:<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No.: (86-10) 62019451 | Authorized officer<br><b>ZHANG, Yan</b><br>Telephone No.: (86-10) <b>010-62414000</b>      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2016/087620**

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date  | Patent Family       | Publication Date  |
|--------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| US 2004189363 A1                           | 30 September 2004 | US 6900681 B2       | 31 May 2005       |
|                                            |                   | JP 2004297404 A     | 21 October 2004   |
|                                            |                   | JP 3842752 B2       | 08 November 2006  |
| CN 101589549 A                             | 25 November 2009  | US 2008211574 A1    | 04 September 2008 |
|                                            |                   | DE 602007011993 D1  | 24 February 2011  |
|                                            |                   | AU 2007345667 B2    | 28 July 2011      |
|                                            |                   | WO 2008094271 A1    | 07 August 2008    |
|                                            |                   | EP 2127072 B1       | 12 January 2011   |
|                                            |                   | AT 495576 T         | 15 January 2011   |
|                                            |                   | KR 20090104903 A    | 06 October 2009   |
|                                            |                   | AU 2007345667 A1    | 07 August 2008    |
|                                            |                   | CA 2675382 A1       | 07 August 2008    |
|                                            |                   | EP 2127072 A1       | 02 December 2009  |
|                                            |                   | US 8354881 B2       | 15 January 2013   |
|                                            |                   | KR 101359054 B1     | 05 February 2014  |
|                                            |                   | US 7847628 B2       | 07 December 2010  |
|                                            |                   | JP 2010517472 A     | 20 May 2010       |
|                                            |                   | US 2011068861 A1    | 24 March 2011     |
|                                            |                   | US 7385443 B1       | 10 June 2008      |
|                                            |                   | INKOLNP 200902093 E | 26 June 2009      |
| CN 2868185 Y                               | 14 February 2007  | None                |                   |
| CN 102973259 A                             | 20 March 2013     | None                |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| A. 主题的分类<br>H03D 7/16 (2006.01) i<br><br>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                 |
| B. 检索领域<br>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)<br>H03D<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))<br>CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 光电式, 心跳, 心率, 混频, 积分, 滤波, photoelectric, heart beat, heart rate, mixer, integrat+, filter+                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                 |
| C. 相关文件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |                                                 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                            | 相关的权利要求                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2004189363 A1 (TAKANO, MIDORI) 2004年 9月 30日 (2004 - 09 - 30)<br>说明书第[0031]-[0035]段, 附图2-4 | 1-5                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 101589549 A (麦德托尼克公司) 2009年 11月 25日 (2009 - 11 - 25)<br>说明书第[0090]-[0091]段, 附图6-7         | 1-14                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 2868185 Y (泰博科技股份有限公司) 2007年 2月 14日 (2007 - 02 - 14)<br>全文                                | 1-14                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CN 102973259 A (刘庆国) 2013年 3月 20日 (2013 - 03 - 20)<br>全文                                     | 1-14                                            |
| <input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                              |                                                 |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件<br>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件<br>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性<br>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性<br>“&” 同族专利的文件 |                                                                                              |                                                 |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2016年 12月 14日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                              | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2016年 12月 28日                 |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10) 62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                              | 受权官员<br><br>张岩<br><br>电话号码 (86-10) 010-62414000 |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/087620

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利    |              |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|---------|--------------|----|----------------|
| US          | 2004189363 | A1 | 2004年 9月 30日   | US      | 6900681      | B2 | 2005年 5月 31日   |
|             |            |    |                | JP      | 2004297404   | A  | 2004年 10月 21日  |
|             |            |    |                | JP      | 3842752      | B2 | 2006年 11月 8日   |
| CN          | 101589549  | A  | 2009年 11月 25日  | US      | 2008211574   | A1 | 2008年 9月 4日    |
|             |            |    |                | DE      | 602007011993 | D1 | 2011年 2月 24日   |
|             |            |    |                | AU      | 2007345667   | B2 | 2011年 7月 28日   |
|             |            |    |                | WO      | 2008094271   | A1 | 2008年 8月 7日    |
|             |            |    |                | EP      | 2127072      | B1 | 2011年 1月 12日   |
|             |            |    |                | AT      | 495576       | T  | 2011年 1月 15日   |
|             |            |    |                | KR      | 20090104903  | A  | 2009年 10月 6日   |
|             |            |    |                | AU      | 2007345667   | A1 | 2008年 8月 7日    |
|             |            |    |                | CA      | 2675382      | A1 | 2008年 8月 7日    |
|             |            |    |                | EP      | 2127072      | A1 | 2009年 12月 2日   |
|             |            |    |                | US      | 8354881      | B2 | 2013年 1月 15日   |
|             |            |    |                | KR      | 101359054    | B1 | 2014年 2月 5日    |
|             |            |    |                | US      | 7847628      | B2 | 2010年 12月 7日   |
|             |            |    |                | JP      | 2010517472   | A  | 2010年 5月 20日   |
|             |            |    |                | US      | 2011068861   | A1 | 2011年 3月 24日   |
|             |            |    |                | US      | 7385443      | B1 | 2008年 6月 10日   |
|             |            |    |                | INKOLNP | 200902093    | E  | 2009年 6月 26日   |
| CN          | 2868185    | Y  | 2007年 2月 14日   | 无       |              |    |                |
| CN          | 102973259  | A  | 2013年 3月 20日   | 无       |              |    |                |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)