



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108508383 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 09

(21) 申请号 201810264891.X

(22) 申请日 2018.03.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108508383 A

(43) 申请公布日 2018.09.07

(73) 专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

专利权人 西安中科阿尔法电子科技有限公司

(72) 发明人 张文伟

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

专利代理师 杨引雪

(51) Int. Cl.

G01R 33/07 (2006.01)

G01R 33/00 (2006.01)

H10N 52/00 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 102636761 A, 2012.08.15

CN 208000371 U, 2018.10.23

审查员 魏程程

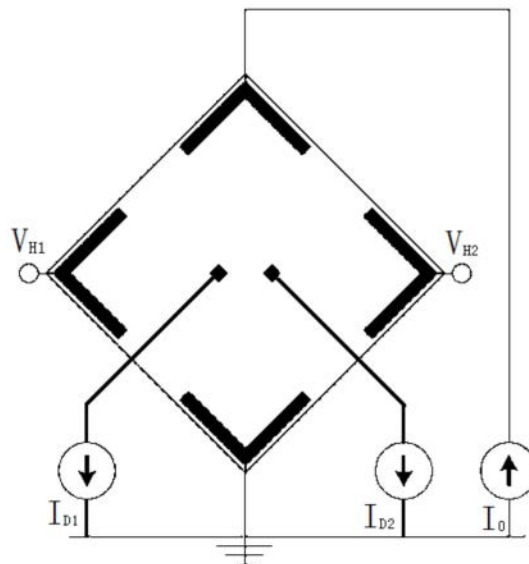
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

具有阈值调整功能的霍尔片、霍尔传感器及阈值调整方法

(57) 摘要

本发明提供了具有阈值调整功能的霍尔片、霍尔传感器及阈值调整方法,解决了现有技术中新产品的设计成本过高、比较器与霍尔片的匹配较难、霍尔传感器开关点的误差偏大等问题。具有阈值调整功能的霍尔片包括一对角上加有驱动电压的驱动电极和另一对角上输出电压的输出电极,输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连; $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数C。采用上述霍尔片的霍尔传感器,其电路中用于Bop和Brp的比较器采用过零比较器,此种设计可简化电路设计,在不提高成本的前提下,显著提高霍尔传感器开关点的精度,以及霍尔片的信噪比。



1. 一种具有阈值调整功能的霍尔片,应用于霍尔开关,包括一对角上加有驱动电压的驱动电极和另一对角上输出电压的输出电极,其特征在于:

所述输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;

所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连;所述 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数 $C$ ;所述 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之差为 $n$ , $n$ 代表不同的阈值,取0至10 $\mu$ A之间的任意值;当需要改变不同的阈值时,只需用金属层连接电阻阵列中不同的电阻;

所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 的控制电流大小通过所述电阻阵列的阻值进行调整。

2. 根据权利要求1所述的应用于霍尔开关具有阈值调整功能的霍尔片,其特征在于: $N/L$ 的取值范围为0.60~0.85,其中, $L$ 为两个输出电极中心间的距离, $N$ 为两个控制电极中心间的距离。

3. 根据权利要求1或2所述的应用于霍尔开关具有阈值调整功能的霍尔片,其特征在于:所述 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和的常数 $C$ 为10 $\mu$ A。

4. 根据权利要求3所述的应用于霍尔开关具有阈值调整功能的霍尔片,其特征在于: $N/L=0.83$ 。

5. 一种应用于霍尔开关具有阈值调整功能的霍尔传感器,应用于霍尔开关,其特征在于:包括霍尔片及对霍尔开关的导通阈值 $Bop$ 和截止阈值 $Brp$ 进行比较的比较器;

所述霍尔片采用如权利要求1-4任一所述的具有阈值调整功能的霍尔片;

所述对霍尔开关的导通阈值 $Bop$ 和截止阈值 $Brp$ 进行比较的比较器采用过零比较器。

6. 一种应用于霍尔开关的霍尔片的阈值调整方法,基于权利要求1-4任一所述的应用于霍尔开关具有阈值调整功能的霍尔片,其特征在于,包括以下步骤:

1) 在霍尔片输出电极的连线上设置控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,且将控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连,且 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数 $C$ ;

2) 采用金属层连接电阻阵列中不同的电阻,来获得不同的控制电流,进而调整阈值;

当 $I_{D1}=I_{D2}$ ,所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 对阈值的控制值为零;

当 $I_{D1}-I_{D2}>0$ 时, $V_{H1}>V_{H2}$ ,其阈值大小由 $I_{D1}-I_{D2}$ 的大小决定,因此,导通阈值 $Bop$ 由 $I_{D1}-I_{D2}$ 决定;

当 $I_{D2}-I_{D1}>0$ 时, $V_{H2}>V_{H1}$ ,其阈值大小由 $I_{D2}-I_{D1}$ 的大小决定,因此,截止阈值 $Brp$ 由 $I_{D2}-I_{D1}$ 决定。

## 具有阈值调整功能的霍尔片、霍尔传感器及阈值调整方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于半导体制造技术领域,涉及一种具有阈值调整功能的霍尔片、霍尔传感器及阈值调整方法。

### 背景技术

[0002] 霍尔片是霍尔传感器的敏感器件,一般是硅基的半导体器件,它与后续处理电路集成在同一硅片上形成霍尔传感器。霍尔传感器广泛应用与工业自动化技术、检测技术以及信息处理等方面。传统的霍尔片结构和传统霍尔传感器的电路框图如图1和图2所示,在一对角线上的电极上加驱动电压,在另一个对角线上的电极上获得输出电压,当磁场垂直于霍尔片穿过时,输出电压发生变化,能够反应被测磁场的强度,该信号经过放大后,经过后续的比较器来设定开关点Bon (磁开通点,传感器输出低电平) 和Boff (磁关断点,传感器输出高电平)。但上述方式会存在以下缺陷:当需要不同开关点的霍尔传感器开关时,需要重新设计后续的比较器电路,从而造成新产品的的设计成本过高;并且由于比较器电路远离信号敏感器件(霍尔片),比较器与霍尔片的匹配较难,因此也会导致霍尔传感器开关点的误差偏大,影响使用。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种具有阈值调整功能的霍尔片、霍尔传感器及阈值调整方法,能够简化电路的设计,在不提高成本的前提下,提高霍尔传感器开关点的精度。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供的技术解决方案是:

[0005] 一种具有阈值调整功能的霍尔片,包括一对角上加有驱动电压的驱动电极和另一对角上输出电压的输出电极,其特殊之处在于:

[0006] 所述输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;

[0007] 所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连;所述 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数C。

[0008] 进一步地,所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 的控制电流大小通过所述电阻阵列的阻值进行调整。

[0009] 进一步地,记,两个输出电极中心间的距离为L,两个控制电极中心间的距离为N,当N越接近L时(即,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 之间的距离越大),控制电流对输出电压的改变越大,整个系统的功耗会越低。但是由于输出电极和控制电极本身均具有一定尺寸,为了保证输出电极和控制电极不会发生短路,因此,N/L的取值范围为0.60~0.85,优选N/L=0.82左右效果较好,比如N/L=0.83。

[0010] 进一步地,常数C的大小与霍尔片的功耗和控制精度有关,应折中选取;C值越大,控制精度越高,但是整个系统的功耗越大。反之,功耗越低,控制精度就会下降,从而导致阈

值点的误差较大。因此,优选地,C取10uA。

[0011] 本发明还提供了一种具有阈值调整功能的霍尔传感器,其特殊之处在于:包括霍尔片及对导通阈值 $B_{op}$ 和截止阈值 $B_{rp}$ 进行比较的比较器;所述霍尔片采用上述具有阈值调整功能的霍尔片;所述对导通阈值 $B_{op}$ 和截止阈值 $B_{rp}$ 进行比较的比较器采用过零比较器。

[0012] 同时,本发明也提供了上述霍尔片的阈值调整方法,其特殊之处在于:包括以下步骤:

[0013] 1) 在霍尔片输出电极的连线上设置控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,且控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连,且 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数C;

[0014] 2) 采用金属层连接电阻阵列中不同的电阻,来获得不同的控制电流,进而调整阈值,即金属层是作为电阻之间的互连线,在根据所需阈值制造相应产品时,是用金属层连接电阻阵列中合适的电阻进而控制电流,以满足设计需求;

[0015] 当 $I_{D1} = I_{D2}$ ,所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 对阈值的控制值为零;即此时控制电极并不控制阈值点,阈值为零;但在实际情况下,为防止霍尔片在零点来回跳变,阈值都不取为零。

[0016] 当 $I_{D1} - I_{D2} > 0$ 时, $V_{H1} > V_{H2}$ ,其阈值大小由 $I_{D1} - I_{D2}$ 的大小决定,因此,导通阈值 $B_{op}$ 由 $I_{D1} - I_{D2}$ 决定;

[0017] 当 $I_{D2} - I_{D1} > 0$ 时, $V_{H2} > V_{H1}$ ,其阈值大小由 $I_{D2} - I_{D1}$ 的大小决定,因此,截止阈值 $B_{rp}$ 由 $I_{D2} - I_{D1}$ 决定。

[0018] 本发明的原理:

[0019] 为了控制输出电压,调整阈值,获得不同开关点的霍尔片,在输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,该控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极之间的连线对称设置。该控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连;并使控制电极上灌入的电流差 $I_{D1} - I_{D2}$ 满足特定的要求: $I_{D1} + I_{D2} = C$ , $I_{D1} - I_{D2} = n$ ,其中C为常数,比如C取最优值10uA;n为一系列差动的值,如0.5,1,1.5,2,2.5,3,3.5(uA)……来代表不同的阈值(当然n也可以取0至10之间的任意值,以获得任意非整数的阈值,但在霍尔传感器的设计中,为了体系化和便于应用,其阈值一般取离散的有限点,类似于电阻系列),具体的n代表多少高斯取决于霍尔片材料、掺杂浓度及霍尔片的结构(厚度及形状)等。

[0020] 比如图3所示的结构,霍尔片对角线的长度为100um,控制电极与输出电极距离为2um,两种电极宽度均为6um,材料为硅,N型外延层电阻形成霍尔片,厚度为10um,掺杂浓度为 $2.3 \times 10^{16}$ 电子/厘米<sup>3</sup>,这时0.5uA差动驱动电流经测试可知对应的阈值为10高斯,即表明当没有磁场时,霍尔片控制电极 $V_{H1}$ 的输出电压高于控制电极 $V_{H2}$ 的输出电压,高出部分等效于10高斯磁场产生的霍尔电压;其它差动电流所代表的阈值则是与0.5uA的控制电流成比例的对应阈值(对于不同的霍尔片结构和掺杂浓度,代表不同的阈值,但均可通过测试获得);为使得霍尔片输出信号过零,需要加一个磁场,使得 $V_{H2} = V_{H1}$ ,从而引起后续的过零比较器检测出该点,认为磁场达到 $B_{op}$ 开关点,以促使芯片输出翻转(通过控制电流以及特定的磁场,过零比较器就可检测出磁场达到阈值,然后引起芯片输出翻转)。该控制电极通过电阻阵列与外接电流源相连,即可满足 $I_{D1} - I_{D2}$ 阵列的要求,当需要改变不同的阈值以便于获得不同开关点的霍尔片时,只需改变一层金属层,用金属层连接电阻阵列中不同的电阻,即可获得不同开关点的产品。

[0021] 本发明的优点:

[0022] 采用本发明霍尔片的霍尔传感器,其电路中用于Bop和Brp的比较器可采用过零比较器,当需要不同开关点的霍尔传感器开关时,无需重新设计后续的比较器电路;此种设计能够简化电路设计,在不提高成本的前提下,可显著提高霍尔传感器开关点的精度,以及霍尔片的信噪比。

### 附图说明

[0023] 图1为传统霍尔片的结构图;

[0024] 图2为传统霍尔传感器的电路框图;

[0025] 图3为本发明霍尔片的结构图;

[0026] 图4为本发明霍尔片上电阻阵列的示意图;

[0027] 图5为本发明霍尔传感器的电路框图。

[0028] 附图标记如下:

[0029] 1-电阻;2-金属层。

### 具体实施方式

[0030] 以下将结合附图及实施例对本发明做进一步的详细描述:

[0031] 如图3-图5所示,霍尔片包括一对角上加有驱动电压的驱动电极和另一对角上输出电压的输出电极;为了使霍尔片具有阈值调整功能,输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连,并且使得 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数C。当需要改变不同的阈值获得不同开关点的霍尔片时,只需改变一层金属层2,用金属层2连接电阻阵列中不同的电阻1即可获得不同开关点的霍尔片。如图4所示,电阻阵列中各个电阻通过金属层2相连,如需改变各个电阻1的连接关系,可以按所需电阻大小进行调节,将相对应的金属层2跳线至图中虚线位置即可,继续通过其它器件(比如MOS管)导通,以获得合适的控制电流。

[0032] 采用上述具有阈值调整功能霍尔片的霍尔传感器,其电路中用于对导通阈值Bop和截止阈值Brp进行比较的比较器可采用过零比较器。

[0033] 上述霍尔片的阈值调整方法:

[0034] 1) 在输出电极的连线上设置有控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ ,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 相对于驱动电极的连线对称设置;控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 通过电阻阵列分别与外接电流源 $I_{D1}$ 和 $I_{D2}$ 相连,且 $I_{D1}$ 与 $I_{D2}$ 之和为常数C;

[0035] 其中,控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 之间的距离越大,控制电流对输出电压的改变越大,整个系统的功耗就越低;

[0036] 例如:霍尔片输出电极所在对角线的长度为100 $\mu\text{m}$ ,两个输出电极分别位于该对角线的端点,输出电极的宽度为6 $\mu\text{m}$ ,控制电极位于输出电极的连线上,控制电极至相邻输出电极的距离为2 $\mu\text{m}$ ,控制电极的宽度为6 $\mu\text{m}$ ,这样控制电极中两个电极中心的距离N为78 $\mu\text{m}$ ,输出电极中两个电极中心的距离L为94 $\mu\text{m}$ , $N/L=78/94=0.83$ ;在此情况下,控制电流对输出电压的改变较大,功耗较小。

[0037] 2) 根据霍尔传感器后续电路不同的开关点,用金属层连接电阻阵列中不同的电阻

即可获得不同的控制电流,进而调整至所需阈值;

[0038] 当 $I_{D1} = I_{D2}$ ,所述控制电极 $V_{H1}$ 和 $V_{H2}$ 对阈值的控制值为零,即此时控制电极并不控制阈值点,阈值为零;但在实际情况下,为防止霍尔片在零点来回跳变,阈值都不取为零。

[0039] 当 $I_{D1} - I_{D2} > 0$ 时, $V_{H1} > V_{H2}$ ,其阈值大小由 $I_{D1} - I_{D2}$ 的大小决定,因此,导通阈值 $B_{Op}$ 由 $I_{D1} - I_{D2}$ 决定;

[0040] 当 $I_{D2} - I_{D1} > 0$ 时, $V_{H2} > V_{H1}$ ,其阈值大小由 $I_{D2} - I_{D1}$ 的大小决定,因此,截止阈值 $B_{rP}$ 由 $I_{D2} - I_{D1}$ 决定。

[0041] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明公开的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。

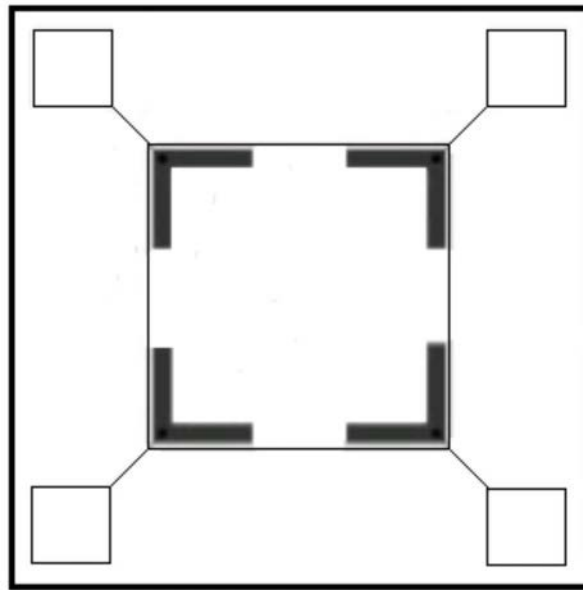


图1

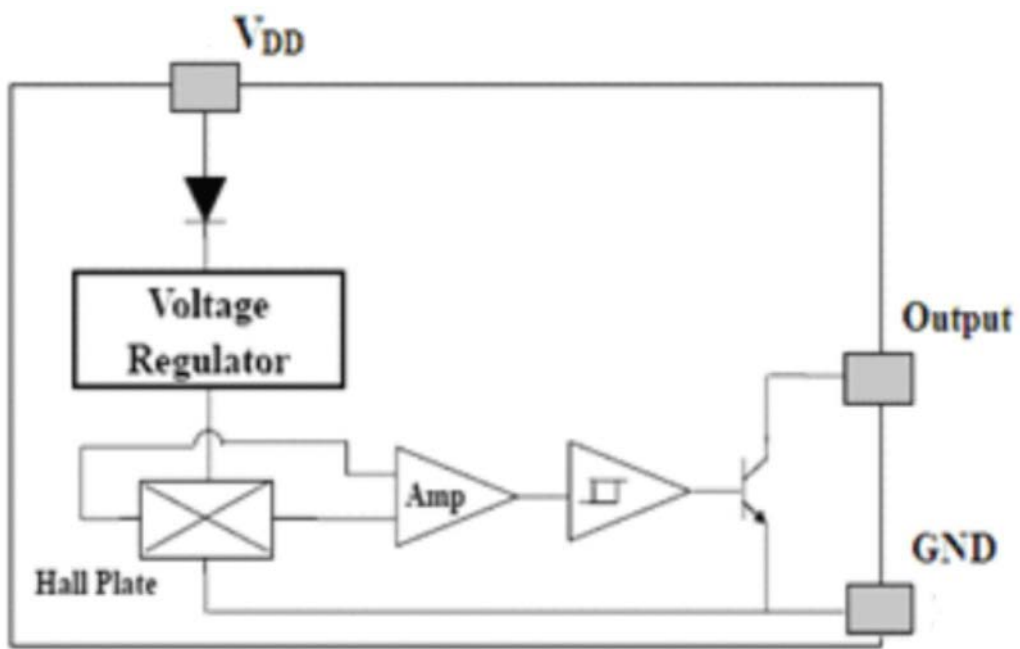


图2

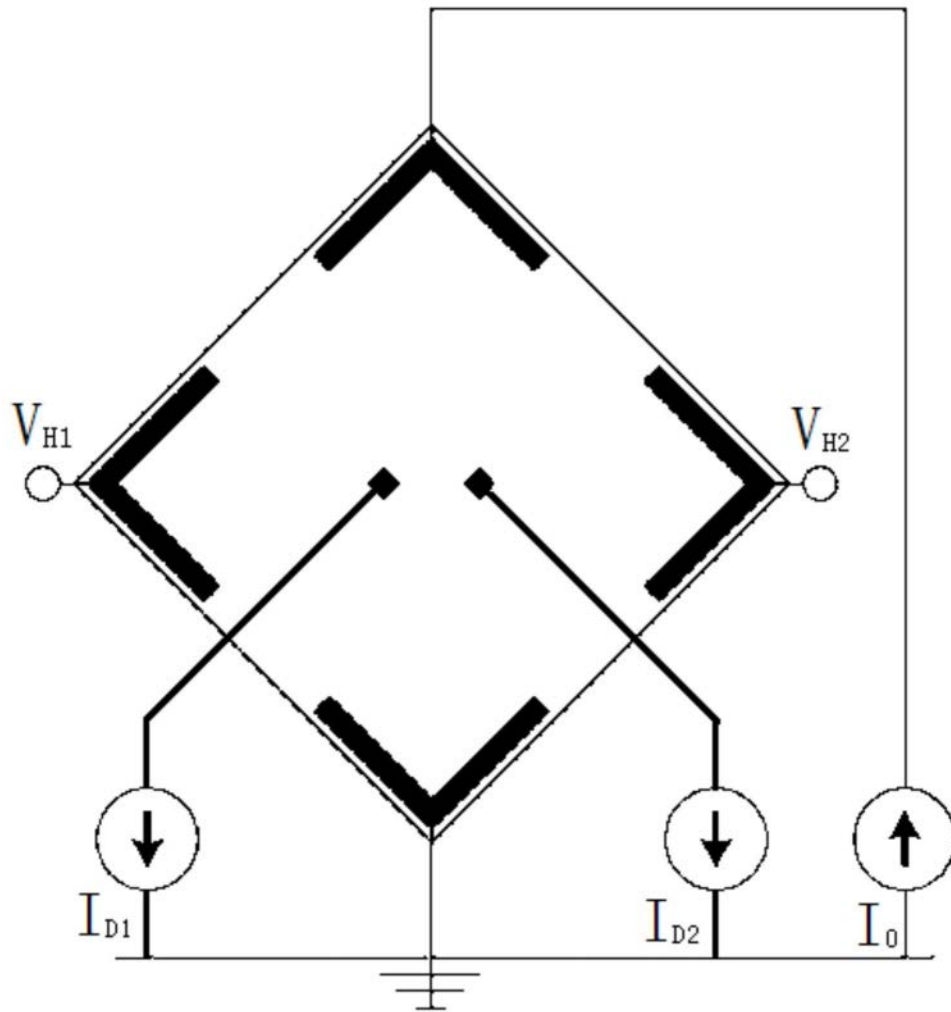


图3



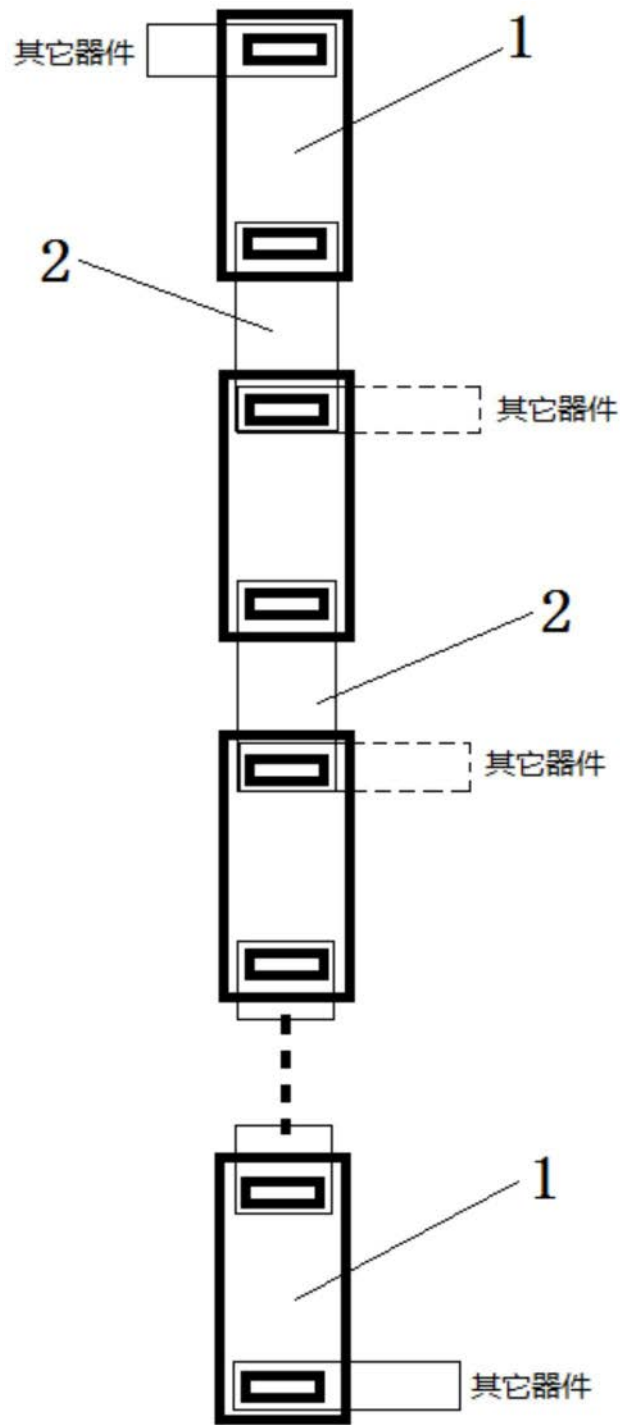


图4

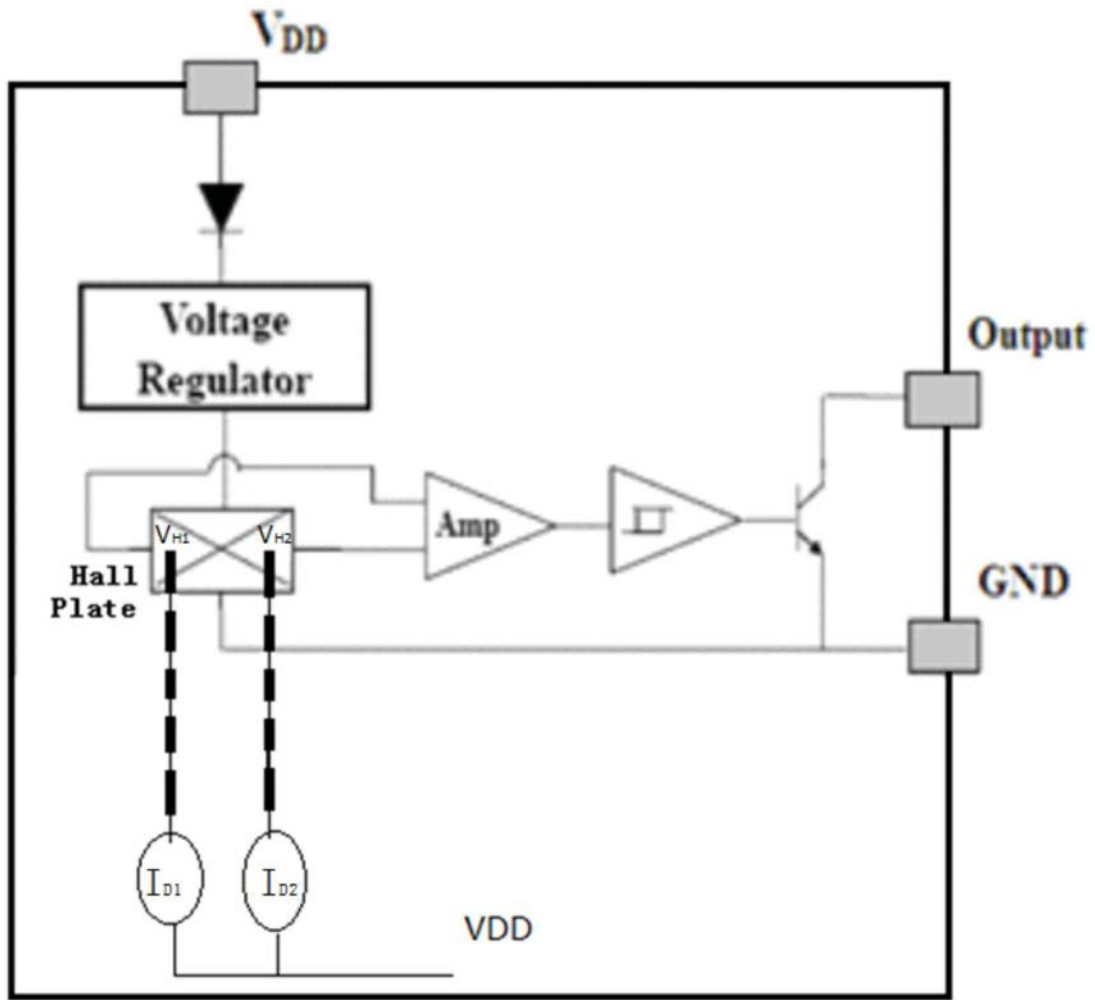


图5