

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202433514 U

(45) 授权公告日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201120176087. X

(22) 申请日 2011. 05. 27

(66) 本国优先权数据

201110008762. 2 2011. 01. 17 CN

(73) 专利权人 江苏多维科技有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市保税区
广东路 8 号

(72) 发明人 詹姆斯·G·迪克 沈卫锋 王建国
张小军 雷啸锋 金英西 薛松生

(74) 专利代理机构 北京正理专利代理有限公司
11257

代理人 张雪梅

(51) Int. Cl.

G01R 33/09 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

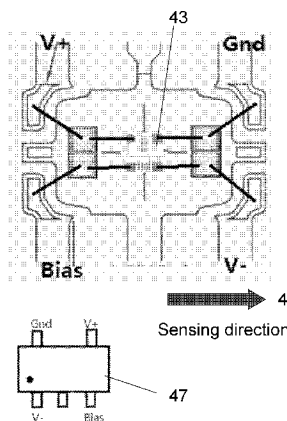
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 实用新型名称

独立封装的桥式磁场传感器

(57) 摘要

本实用新型涉及一种采用磁性隧道结的桥式磁电阻传感器。该磁强计由封装在半导体芯片内的一个半桥或几个全桥磁隧道结传感器芯片组成。之后,传感器芯片通过引线邦定法相互连接。芯片引线邦定至多种标准半导体引线框,并封装成低成本的标准半导体封装形式。



1. 一种独立封装的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器包括一对或多对 MTJ 或 GMR 磁电阻传感器芯片,该传感器芯片被固定在标准半导体封装的引线框上,每个传感器芯片包括一阻值固定的参考电阻和一响应于外磁场改变阻值的感应电阻;每个参考电阻和感应电阻包括多个 MTJ 或 GMR 传感器元件,这些 MTJ 或 GMR 传感器元件作为单独的磁电阻元件以阵列的形式相互连接,每个参考电阻和感应电阻还包括条形永磁铁,在各列磁电阻元件中间为磁电阻元件提供偏置场;感应电阻的电阻值与外磁场在磁电阻传输曲线的线性区间呈线性的关系;传感器芯片的引线焊盘设置为使磁电阻元件的每个引脚可以连接多条接合线;磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间都通过引线接合连接,以构成一桥式传感器;引线框和传感器芯片密封在塑料之中,以形成一标准的半导体封装。

2. 如权利要求 1 所述的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器为包含一个传感器芯片的一半桥传感器。

3. 如权利要求 1 所述的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器为包含一对传感器芯片的一全桥传感器,其中一个传感器芯片为相对另一个传感器芯片旋转 180 度的排布。

4. 如权利要求 1 所述的桥式磁场传感器,其特征是:磁电阻元件的形状是条状的,包括椭圆、矩形、菱形。

5. 如权利要求 1 所述的桥式磁场传感器,其特征是:参考电阻的磁电阻元件与感应电阻的磁电阻元件具有不同的形状比例。

6. 如权利要求 1 所述的桥式磁场传感器,其特征是:参考电阻被一个或几个磁屏蔽层从外磁场中隔离开来。

7. 一种独立封装的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器包括一对或多对 MTJ 或 GMR 磁电阻传感器芯片,该传感器芯片固定在标准半导体封装的引线框上;每个传感器芯片包括一阻值固定的参考电阻和一响应于外磁场改变阻值的感应电阻;每个参考电阻和感应电阻包括多个 MTJ 或 GMR 传感器元件,这些 MTJ 或 GMR 传感器元件作为单独的磁电阻元件以矩阵形式相互连接;感应电阻的电阻值与外磁场在磁电阻传输曲线的线性区间呈线性的关系;传感器芯片的引线焊盘设置为使磁电阻元件的每个引脚可以连接多条接合线;磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间都通过引线接合连接,以构成一桥式传感器;引线框和传感器芯片密封在塑料之中,以形成一标准的半导体封装。

8. 如权利要求 7 所述的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器为包含一个传感器芯片的一半桥传感器。

9. 如权利要求 7 所述的桥式磁场传感器,其特征是:该传感器为包含一对传感器芯片的一全桥传感器,其中一个传感器芯片为相对另一个传感器芯片旋转 180 度的排布。

10. 如权利要求 7 所述的桥式磁场传感器,其特征是:磁电阻元件的形状是条状的,包括椭圆、矩形、菱形。

11. 如权利要求 7 所述的桥式磁场传感器,其特征是:参考电阻的磁电阻元件与感应电阻的磁电阻元件具有不同的形状比例。

12. 如权利要求 7 所述的桥式磁场传感器,其特征是:参考电阻被一个或几个磁屏蔽层从外磁场中隔离开来。

独立封装的桥式磁场传感器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及采用磁性隧道结(MTJ, Magnetic Tunnel Junction)或巨磁阻(GMR, Giant Magnetoresistance)器件的磁场测量领域,特别涉及通过标准半导体封装技术将 MTJ 或 GMR 器件集成到磁性传感器的方法。

背景技术

[0002] 磁性传感器广泛的用于现代测量系统,用来检测多种物理量,包括但不限于磁场强度、电流、位置、位移、方向等各种物理量。之前已有多种传感器可以用来测量磁场及其它物理量。但是,这些技术都具有各自的局限性,比如,受到尺寸过大,灵敏度低,动态范围小,成本高,稳定性等各种因素的限制。因此,发展一种磁性传感器,尤其是能方便的与半导体器件和集成电路集成在一起,并易于制造的磁传感器仍然是一种非常迫切的需要。

[0003] 磁隧道结(MTJ)传感器具有灵敏度高,尺寸小,低成本,功耗低的特点。虽然 MTJ 器件可以很好的与标准的半导体制造工艺兼容,但没有一种低成本量产制造高灵敏度,低成本的 MTJ 磁传感器的有效方法。尤其是,量产时 MTJ 工艺和后端的封装工艺之间所存在的困难,同时,在将 MTJ 元件组成全桥传感器时,匹配 MTJ 传感器的磁电阻响应被证明存在很大困难。

发明内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种可以利用标准的多芯片半导体封装工艺量产桥式线性磁电阻传感器的方式,以制造性能优良的 MTJ 和 GMR 传感器。

[0005] 为达到上述目的,本实用新型一方面提供一种独立封装的桥式磁场传感器,包括一对或多对 MTJ 或 GMR 磁电阻传感器芯片,该传感器芯片被固定在标准半导体封装的引线框上,每个传感器芯片包括一阻值固定的参考电阻和一响应于外磁场改变阻值的感应电阻。每个参考电阻和感应电阻包括多个 MTJ 或 GMR 传感器元件,这些 MTJ 或 GMR 传感器元件作为单独的磁电阻元件以阵列的形式相互连接,每个参考电阻和感应电阻还包括条形永磁铁,在各列磁电阻元件中间为磁电阻元件提供偏置场。感应电阻的电阻值与外磁场在磁电阻传输曲线的线性区间呈线性的关系;传感器芯片的引线焊盘设置为使磁电阻元件的每个引脚可以连接多条接合线;磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间都通过引线接合连接,以构成一桥式传感器;引线框和传感器芯片密封在塑料之中,以形成一标准的半导体封装。

[0006] 本实用新型另一方面提供一种独立封装的桥式磁场传感器,该传感器包括一对或多对 MTJ 或 GMR 磁电阻传感器芯片,该传感器芯片固定在标准半导体封装的引线框上;每个传感器芯片包括一阻值固定的参考电阻和一响应于外磁场改变阻值的感应电阻;每个参考电阻和感应电阻包括多个 MTJ 或 GMR 传感器元件,这些 MTJ 或 GMR 传感器元件作为单独的磁电阻元件以矩阵形式相互连接;感应电阻的电阻值与外磁场在磁电阻传输曲线的线性区间呈线性的关系;传感器芯片的引线焊盘设置为使磁电阻元件的每个引脚可以连接多条接

合线；磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间都通过引线接合连接，以构成一桥式传感器；引线框和传感器芯片密封在塑料之中，以形成一标准的半导体封装。

[0007] 与现有技术相比，本实用新型具有优点：采用标准的半导体封装的方式制作桥式线性磁电阻传感器，其易于制造，成本低，且性能优良，适合大批量生产。

附图说明

[0008] 图 1 是参考层磁化方向指向负 H 方向的自旋阀(GMR 和 MTJ)传感元件的磁电阻响应示意图；

[0009] 图 2 是具有固定的参考电阻和感应电阻的 TMR 半桥示意图；

[0010] 图 3 是磁电阻芯片的半桥的一种实施方式，其中参考电阻和感应电阻由多个 MTJ 元件组成，条形的片状永磁铁用来给 MTJ 元件提供一个偏置场；

[0011] 图 4 是磁电阻芯片的半桥的另一种实施方式，其中参考电阻和感应电阻由多个矩阵分布的 MTJ 元件组成；

[0012] 图 5 是半桥磁电阻芯片的布置和连接成标准的半导体封装的示意图；

[0013] 图 6 是全桥传感器的示意图；

[0014] 图 7 是具有两个置于标准的半导体封装中的半桥磁电阻传感器芯片的全桥传感器的示意图。

具体实施方式

[0015] 传感元件设置由自旋阀，其中有一个磁性层的磁化方向固定，以作为一参考。该固定层可以是一单一的磁性层或是合成的铁磁性结构，被一钉扎层钉住。另一磁性层，称为磁性自由层，在自旋阀中能够响应外加磁场的方向而转动。自旋阀的电阻随着自由层相对于固定层(被钉扎住)的方向变化，其次随着自由层上的磁场变化。在 MTJ 元件中，自由层和固定层由势垒分隔开来，电流流过势垒。在 GMR 元件中，自由层和钉扎层由非磁金属层分隔开来。电流可以在多层薄膜的面内流过或垂直于该面流向。

[0016] 如图 1 所示，是通常的适合于线性磁场测量的 GMR 和 MTJ 磁性传感元件的磁电阻传输特性曲线的示意图，图中的传输曲线显示饱和的低电阻 1 和高电阻 2，电阻值分别为 R_L 和 R_H 。在两饱和点之间，传输曲线随外磁场 H 而线性变化。非理想情况下，传输曲线并不关于 $H=0$ 的点对称。负向饱和场 4 和正向饱和场 5 由于自由层和钉扎层之间的层间耦合作用而不同，通常会存在一定的输出偏置。层间耦合的一个主要来源是称为奈尔(Neel)耦合或是“orange-pee”耦合，这与 GMR 和 MTJ 结构中的铁磁薄膜的粗糙度有关，主要由材料和制造工艺决定。

[0017] 在位于负向饱和场 4 和正向饱和场 5 之间的工作区域，MTJ 和 GMR 的理想响应是线性的。MTJ 元件的灵敏度，即图 1 中传输曲线中的斜线 3 的斜率，则主要由自由层响应于外磁场的刚度决定。斜率可以通过改变 MTJ 元件的形状来调整。通常 MTJ 元件被成型为长条形状，包括但不限于椭圆、矩形、菱形，其相对于钉扎层正交定位。有时候，自由层可以通过永磁体偏置或稳定到与钉扎层垂直的方向。有时候，在高灵敏度场合，磁通聚集器或磁通诱导能够集成到磁场传感器中，以使得在 MTJ 元件的自由层上的磁场被放大，从而实现更高的灵敏度。

[0018] 图 2 是半桥组态 10 的示意图,其中,偏置电压 15 施加于由具有固定电阻的一参考电阻 13 和一阻值响应于外磁场的感应电阻 14 构成的串联的一端,另一端 11 接地(GND),输出电压 12 即是感应电阻两端的电势差。

[0019] 图 3 显示了一种磁电阻芯片半桥 20 的设计。在这一设计中,参考电阻 23 和感应电阻 24 分别由多个 MTJ 元件 231 和 241 构成,分别被排成几列。MTJ 元件串联在一起以构成参考电阻和感应电阻。在各列 MTJ 元件之间,有条状的永磁铁(PM)26,使 MTJ 自由层偏置到垂直于钉扎层的方向,在这种情况下,条状 PM 应参照钉扎层的磁化方向。在芯片制备不中,条状 PM 必须磁化到垂直于钉扎层的方向,以为自由层提供稳定的偏置场。条状 PM 并不需要制作在和 MTJ 相同的平面内。然而,条状 PM 需要靠近 MTJ,以提供足够强度的有效偏置场。由于参考电阻对外磁场不敏感,所以参考 MTJ 元件 231 可以相对感应 MTJ 元件 241 具有不同的形状和 / 或不同比例系数以获得更大形状各向异性和在外磁场的作用下保持不变。可选地,可以在芯片中为参考 MTJ 元件集成一屏蔽外磁场 / 外磁通的磁屏蔽层 27。通常,屏蔽层是位于参考 MTJ 元件顶上的一片状软磁层,并覆盖遮住所有元件,以将元件从外磁场屏蔽开来,使得边界外部的磁场不对 MTJ 元件产生影响。

[0020] 图 4 是磁电阻芯片半桥 30 的另一种设计。参考电阻 33 和感应电阻 34 分别由许多个 MTJ 元件 331 和 341 组成,这些 MTJ 元件 331 和 341 通常都排列成矩阵的形式以获得大面积利用。MTJ 元件通过串联组成参考电阻和感应电阻。由于参考电阻对外磁场不敏感,所以参考 MTJ 元件 331 可以相对感应 MTJ 元件 341 具有不同的形状和 / 或不同比例系数以获得大的形状各向异性和在外磁场的作用下保持不变。可选地,可以在芯片中为参考 MTJ 元件集成一屏蔽外磁场 / 外磁通的磁屏蔽层 37。通常,屏蔽层是位于参考 MTJ 元件顶上的一片状软磁层,并覆盖遮住所有元件,以将元件从外磁场屏蔽开来,使得边界外部的磁场不对 MTJ 元件产生影响。

[0021] 图 5 是磁电阻芯片半桥 43 的布置和连接成标准的半导体封装的示意图。电气连接是通过引线接合实现的。磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间通过引线接合连接。其中的半桥芯片可以是图 3 和图 4 所示实施例中的一种。芯片对磁场的敏感方向 46 相对于封装的原始方向 47 如图所示。

[0022] 图 6 是主要由两个半桥组成的全桥 50 的示意图。一个半桥由参考电阻 R_{ref1} 531 和感应电阻 R_{s1} 541 组成,另一个半桥由参考电阻 R_{ref2} 532 和感应电阻 R_{s2} 542 组成,两半桥相并行地连接在电压偏置端 V_{bias} 55 和地 GND 51 之间。输出电压是 $V+$ 和 $V-$ 的电势差。

[0023] 图 7 是采用两个磁电阻芯片 631 和 632 连接成标准半导体封装的全桥传感器的示意图。电气连接是通过引线接合法实现的。磁电阻传感器芯片相互之间以及与引线框之间通过引线接合连接。其中的两个磁电阻芯片可以是图 3 和图 4 所示实施例中的一种。芯片对磁场的敏感方向 68 相对于封装的原始方向 67 如图所示。在这一全桥传感器的实施方式中,两个磁电阻芯片的定位方向相反,因此两个敏感电阻分别相反极性地响应外加磁场。在零场时,参考电阻和敏感电阻需要很好的匹配,故所有的 MTJ 元件以完全相同的工艺制备。此外,参考电阻和感应电阻的形状和 / 或形状比例需要在电阻匹配的限制条件下进行调整。

[0024] 推挽式的全桥传感器能提供比普通的全桥传感器更高的灵敏度和更大的输出电压。和普通全桥具有两个固定阻值的参考电阻不同,推挽式全桥的四个电阻都响应外磁场

并随外场发生变化。

[0025] 上述实施例只为说明本实用新型的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本实用新型的内容并据以实施,并不能以此限制本实用新型的保护范围。凡根据本实用新型精神实质所作的等效变化或修饰,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

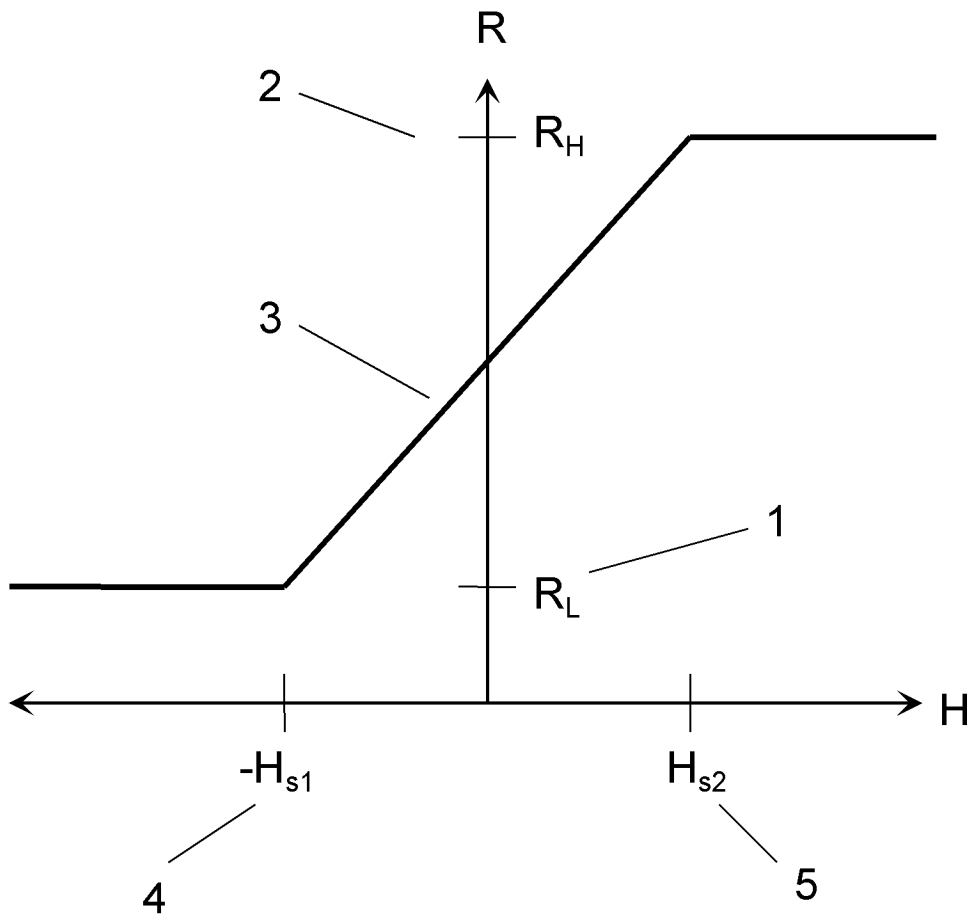


图 1

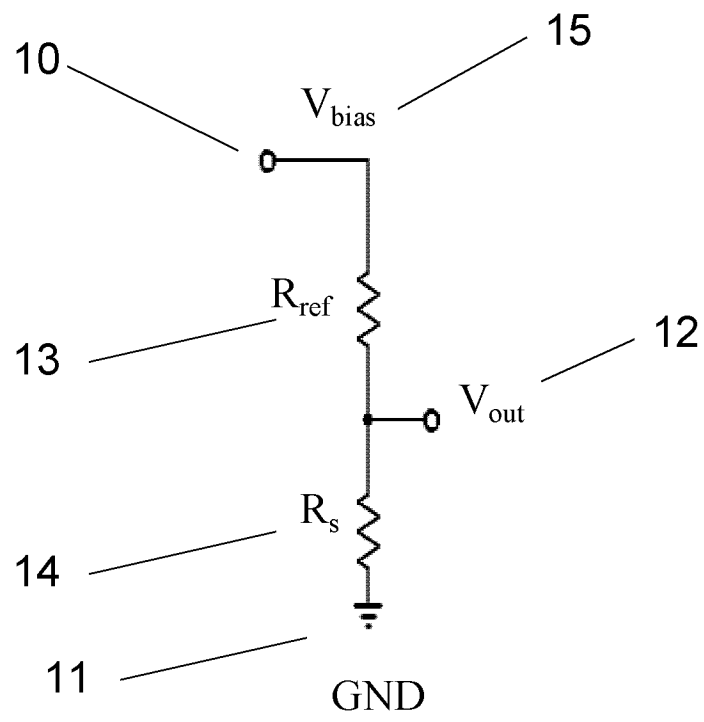


图 2

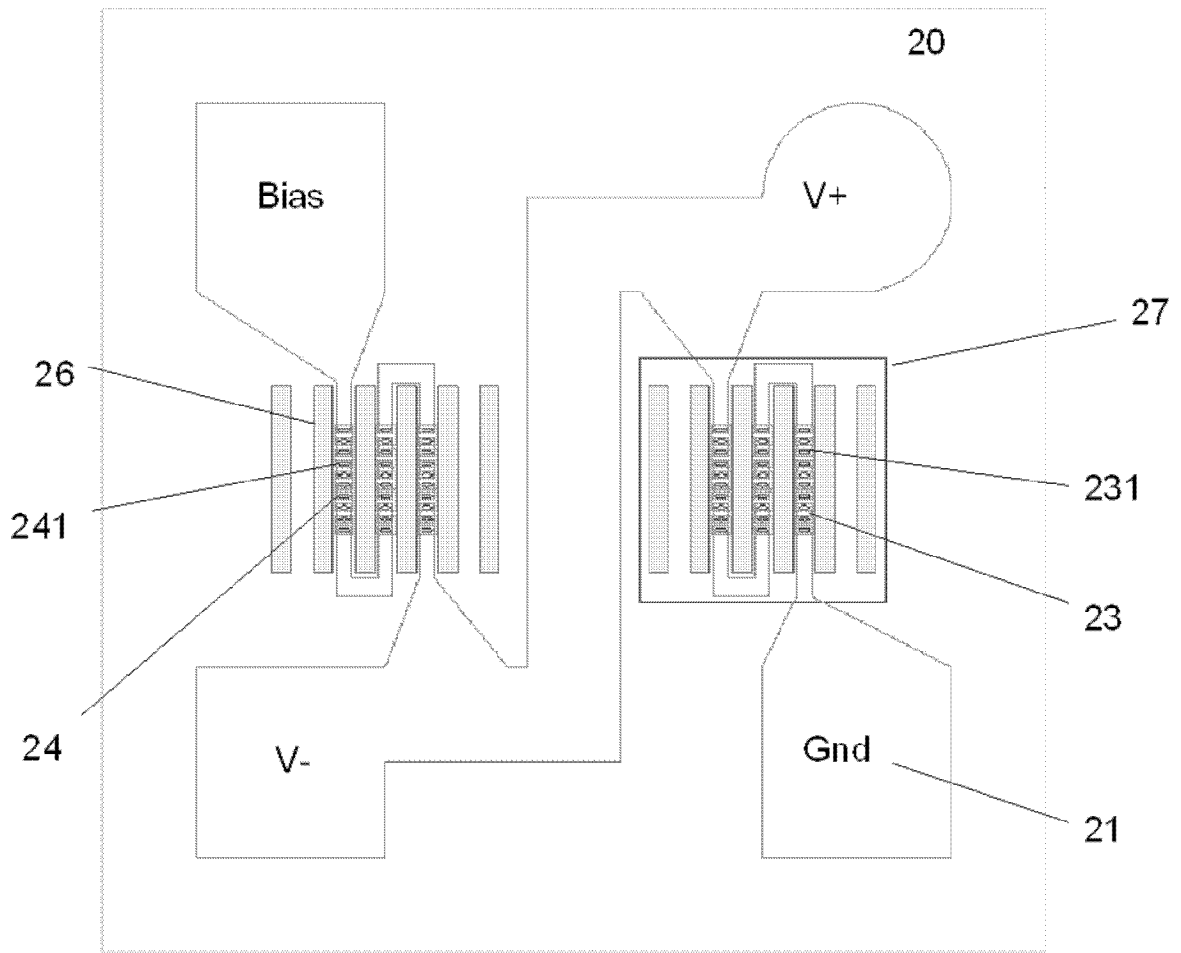


图 3

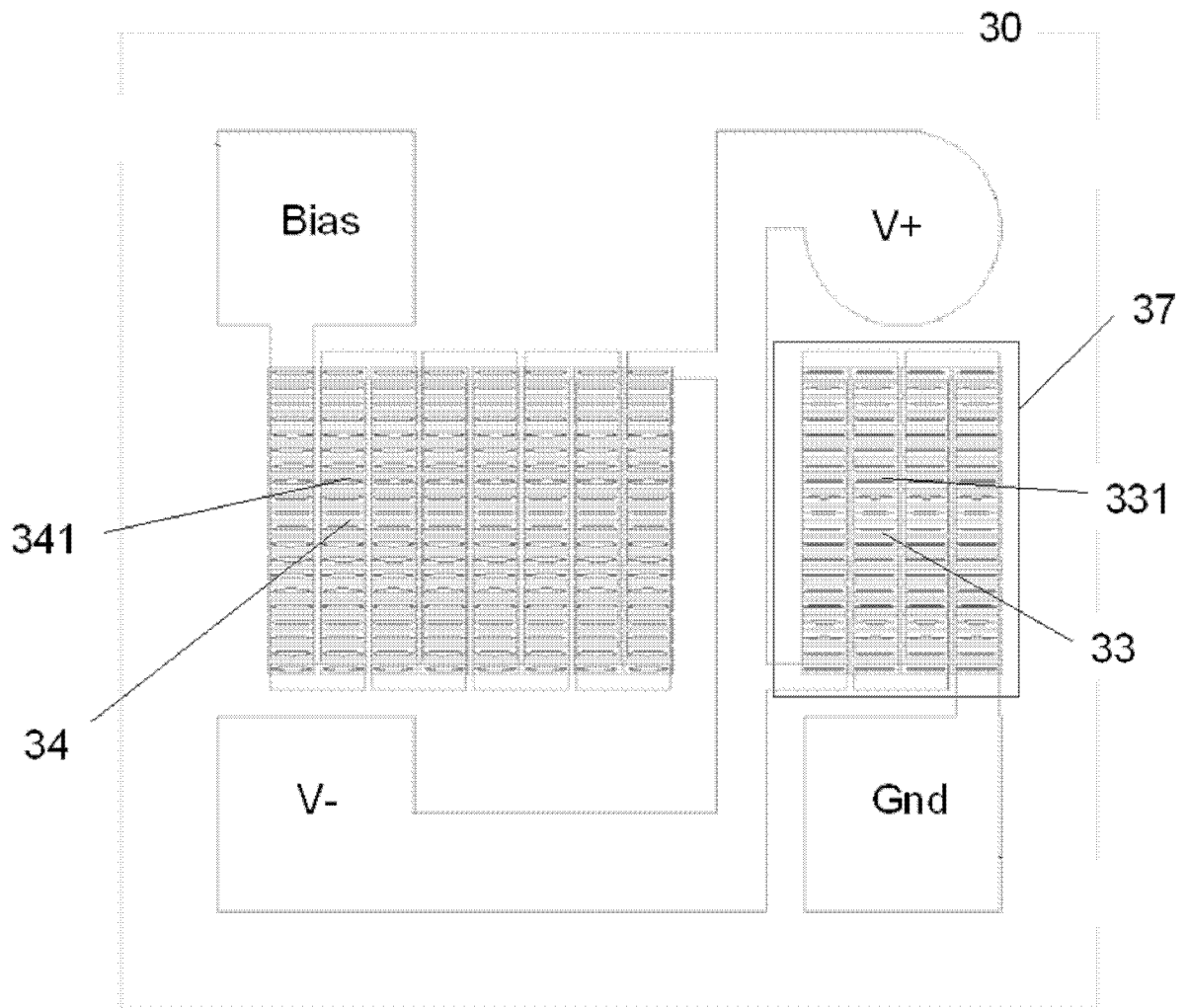


图 4

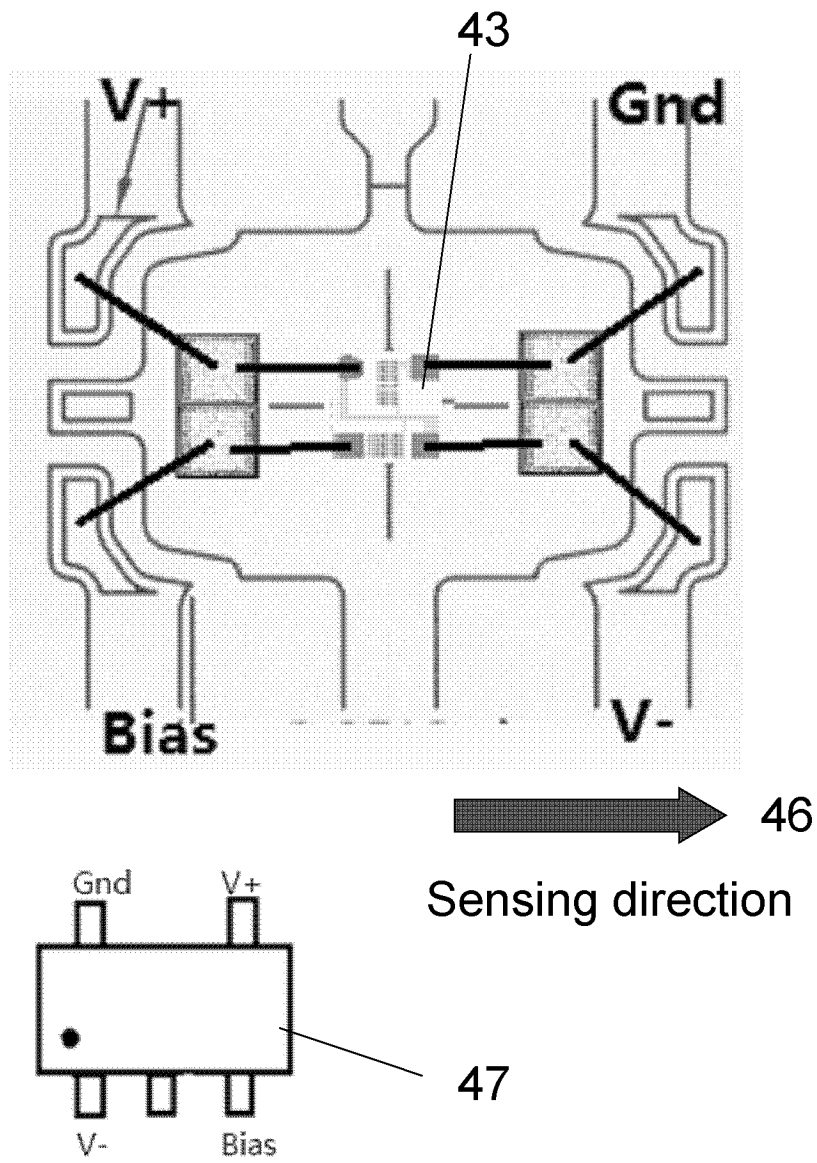


图 5

50

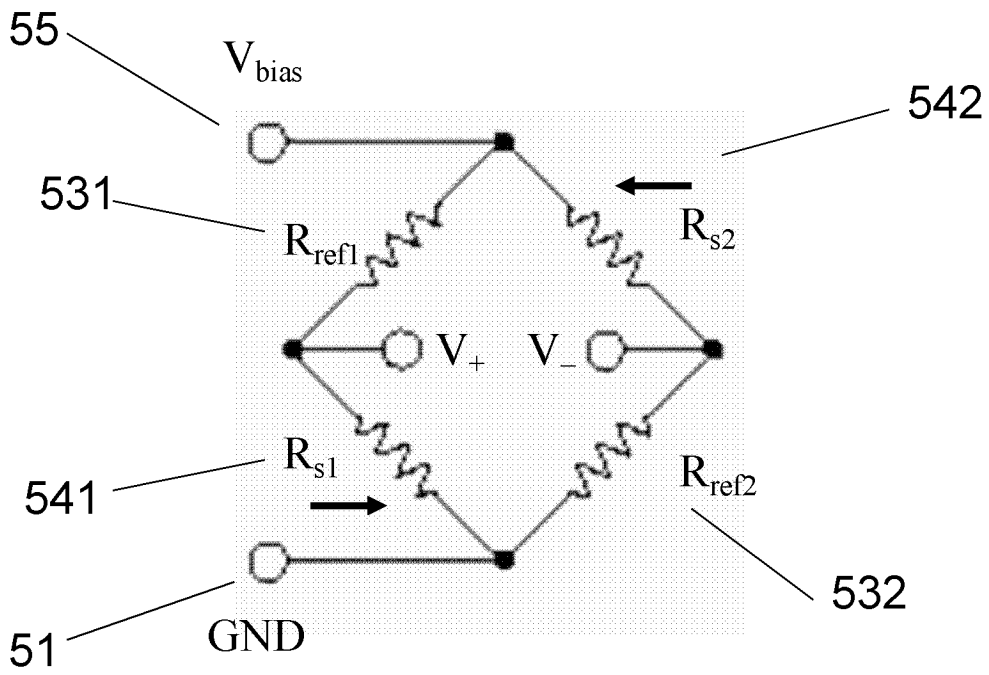


图 6

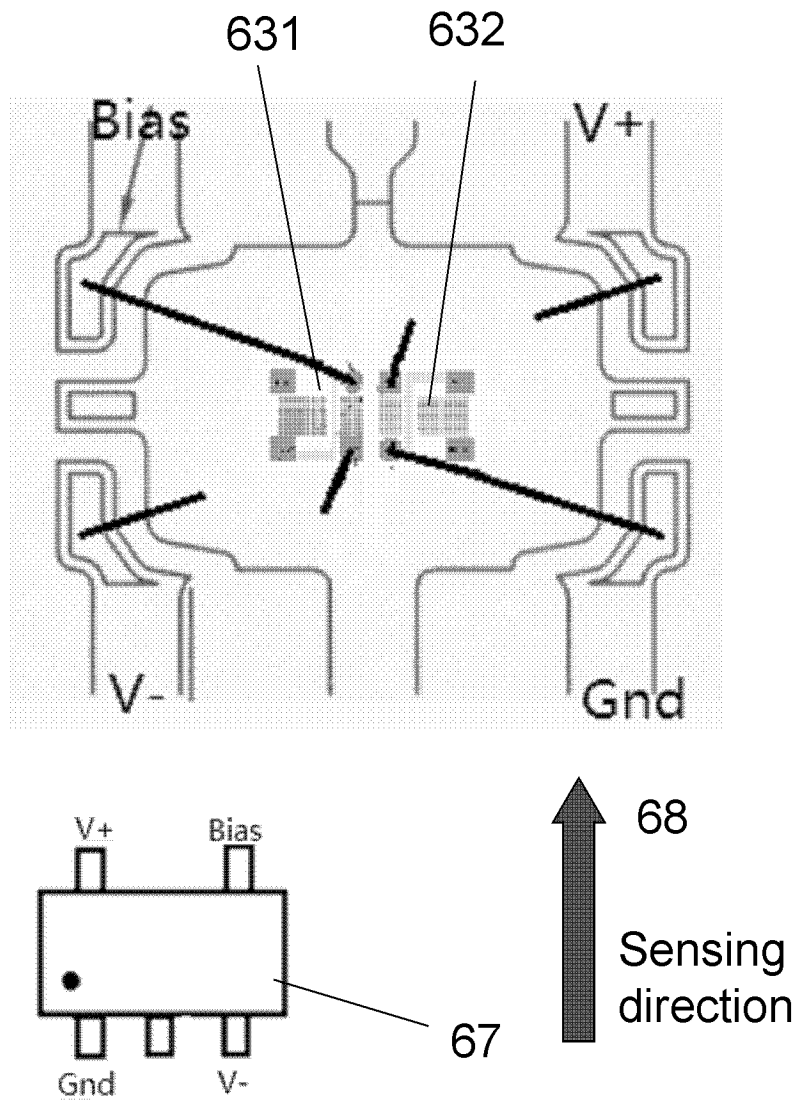


图 7