

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102150264 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 10

(21) 申请号 200980135673. 5

代理人 李少丹 李家麟

(22) 申请日 2009. 07. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

102008042107. 3 2008. 09. 15 DE

H01L 23/532 (2006. 01)

H01L 21/316 (2006. 01)

H01L 21/768 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 03. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/059010 2009. 07. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02010/028885 DE 2010. 03. 18

(71) 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 R·菲克斯 D·孔茨 A·克劳斯

A·马丁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

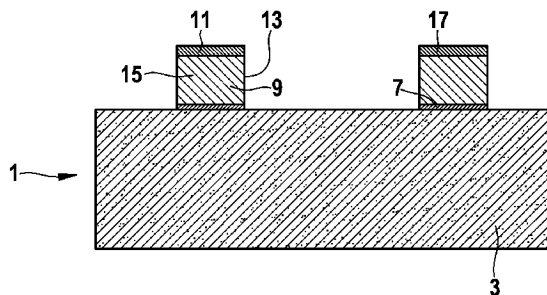
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电子元件及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电子元件(1),其包含有在衬底(3)上的、由一种导电材料(9)构成的至少一个结构化层(15),其中在由该导电材料(9)所构成的该结构化层(15)上施加有由一种第二材料(11)所构成的一个保护层(17)。该第二材料比该结构化层(15)的导电材料(9)贱。另外本发明还涉及用于制造电子元件(1)的一种方法,其中在一个第一步骤中在衬底(3)上施加由一种导电材料(9)构成的结构化层(15),并在一个第二步骤中在该结构化层(15)上施加由一种第二材料(11)构成的保护层(17)。



1. 电子元件, 包含有在衬底(3)上的、由导电材料(9)构成的至少一个结构化层(15), 其特征在于, 在由该导电材料(9)所构成的该结构化层(15)上施加有由第二材料(11)所构成的保护层(17), 其中该第二材料(11)比该结构化层(15)的导电材料(9)贱。

2. 根据权利要求1所述的电子元件, 其特征在于, 该导电材料(9)从铝、金和铂的集合中来选择。

3. 根据权利要求1或2所述的电子元件, 其特征在于, 比该结构化层(15)的导电材料(9)贱的材料(11)从镁、锌、铝、钛和其混合物以及其氧化物的集合中来选择。

4. 根据权利要求1至3之一所述的电子元件, 其特征在于, 在由该导电材料(9)所构成的该结构化层(15)与该衬底(3)之间包含有一种附着剂(5)。

5. 根据权利要求1至4之一所述的电子元件, 其特征在于, 该衬底(3)包含有半导体材料。

6. 根据权利要求1至6之一所述的电子元件, 其特征在于, 由该导电材料(9)所构成的该结构化层(15)具有在从0.1至5 $\mu\text{m}$ 范围内的层厚度。

7. 根据权利要求1至6之一所述的电子元件, 其特征在于, 由该第二材料(11)所构成的该保护层(17)具有在从10nm至100 $\mu\text{m}$ 范围内的层厚度。

8. 根据权利要求1至7之一所述的电子元件, 其特征在于, 该电子元件的表面覆盖有钝化层。

9. 用于制造根据权利要求1至8之一所述的电子元件(1)的方法, 包含有以下的步骤:

(a) 将由导电材料(9)构成的结构化层(15)施加到衬底(3)上,

(b) 将由第二材料(11)构成的保护层(17)施加到该结构化层(15)上, 其中该第二材料比该结构化层(15)的导电材料(9)贱。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 该保护层(17)通过汽相渗镀、溅射或者电化学沉积而被施加到该结构化层(15)上。

11. 根据权利要求9或10所述的方法, 其特征在于, 该保护层(17)的材料(11)在步骤(b)中进行施加之后被氧化。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 通过把该电子元件(1)在氧化性气氛中加热到在从100至600 $^{\circ}\text{C}$ 范围中的温度来进行该保护层(17)的材料(11)的氧化。

13. 根据权利要求9或10所述的方法, 其特征在于, 在步骤(b)中在该结构化层(15)上施加该保护层之后, 在整个电子元件的表面上施加钝化层。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其特征在于, 在施加该钝化层之前, 把该电子元件首先在保护气体气氛中加热到在从50 $^{\circ}\text{C}$ 至650 $^{\circ}\text{C}$ 范围中的温度, 并接着在空气的存在下加热到从50 $^{\circ}\text{C}$ 至650 $^{\circ}\text{C}$ 范围中的温度。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其特征在于, 该保护气体是氩或氮或氩和氮的混合物。

## 电子元件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明从根据权利要求 1 的前序部分所述的电子元件出发。另外本发明还涉及用于制造电子元件的方法。

### 背景技术

[0002] 在电子元件中通常在衬底上施加由导电材料制成的结构化层。该结构化层在此通常用作印制导线或印制导线连接,通过其可以实现不同的功能或者在该结构化层上把多个功能元件相互连接。尤其在应用于高温领域的电子元件中,该结构化层通常由铝、金和 / 或铂来制造。由此避免了该结构化层的氧化。

[0003] 在由诸如氮化镓或碳化硅的半导体材料所构成的衬底中,通常把钛、硅化钽、镍铬合金或其他合适的材料、尤其是其相应的氧化物用作附着剂,以改善由贵金属所制造的结构化层在该半导体材料上的附着。

[0004] 但是,在高温下,在氧化性气氛中、比如在空气的存在下,作为附着剂而采用的较贱材料经常出现氧化,使得该结构化层并且从而由该结构化层所体现的印制导线和金属引线可能失去其电气功能。

[0005] 为了防腐蚀保护,已知的是比如在该电子元件上施加由介电材料构成的保护层或钝化物。但是保护层通常不能气密地制造。尤其在高温负荷下,在不同保护层材料与结构化层的金属或者衬底材料之间不同的热膨胀系数导致产生热应力,这可能造成裂纹或故障。由此尤其在高温下氧气可能前进直至引线或该结构化层,并相应于电势把贱金属氧化为相应的氧化合物。

[0006] 由 DE-A 10 2005 034 667 比如公开了一种半导体器件的制造。在此在结构化的磁堆叠上施加有掩模层。该掩模层优选地具有介电材料。在施加掩模材料之后可以实施蚀刻步骤。接着记载了施加另一绝缘层。但是所述的由介电材料构成的保护层在随后的制造步骤中不能保护该半导体元件防止不期望的氧化。也没有提高在腐蚀环境下以及在高温下工作的半导体器件的长时稳定性。

### 发明内容

[0007] 根据本发明而构造的电子元件在衬底上包含有由一种导电材料所构成的至少一个结构化层。在由该导电材料构成的该层上施加有由一种第二材料所构成的另一层,其中该第二材料比该结构化层的导电材料贱。

[0008] 施加到该结构化层的导电材料之上的较贱的第二材料用作牺牲阳极,并在存在氧气的情况下反应为相应的氧化物。该氧化物构成了一个有效的保护层,并钝化在其之下的材料以及材料复合物,并从而保护它防止进一步的氧气侵蚀。这样就尤其可以保护易于氧化的附着剂,其中该附着剂被用于改善该结构化层在该衬底上的附着。但是也可以省略氧化剂来进行该结构化层的保护。在这种情况下比如也可以由少量的贵重材料来制造该结构化层。所施加的保护层的还更贱的材料氧化并从而形成该半导体材料的保护层。所形成的

氧化层通常是气密的,并防止氧气进一步侵入至之下的结构化层。通常该第二材料的氧化与体积和重量增加相关联,由此由于更厚的氧化层而增加了钝化效应。这导致氧化变慢或甚至导致停止。如此所产生的电子元件也可以应用在高温下,并在该温度下具有氧化稳定的结构化层。高温在本发明意义上理解为高于 300°C 的温度。

[0009] 该结构化层的导电材料优选地从由铝、金、铂、铑以及这些金属的合金所组成的集合中来选择。尤其在该电子元件在高温领域的应用中,作为该结构化层的导电材料采用了金或铂。通过采用金或铂,避免了该结构化层在氧气影响下的氧化以及从而失去其电气功能。采用铝的优点是其与金或铂相比更好的导电性。但是铝通常在表面上形成一个氧化层,该氧化层可能降低导电性并难以或阻碍与元件的合适接通。

[0010] 比该结构化层的导电材料贱的保护层的材料优选地从镁、锌、铝、钛和其混合物以及其氧化物的集合中来选择。通常首先由金属构成的该保护层被施加到该结构化层上。在元件工作期间,该保护层的金属通常氧化为其氧化物。但代替地也可以早就在施加之后就尤其对该金属有目的地进行氧化。该金属的氧化物通常导致体积和重量增加,通过其而利用更厚的氧化层而增加了钝化效应。

[0011] 如果作为该结构化层的导电材料比如选择了铝,那么作为该保护层的材料通常选择比铝贱的材料。

[0012] 为了改善由导电材料构成的该结构化层在该衬底上的附着,优选地采用了一种附着剂,其中该附着剂包含于由导电材料构成的该结构化层与该衬底之间。适合作为附着剂的比如是钛、氮化钛、硅化钽、镍铬合金或专业人员已知的其他材料,其中这些材料能够改善该结构化层的导电材料在该衬底上的附着。该附着剂的材料通常比该结构化层的材料贱。这导致在氧气中该附着剂此外趋向于氧化。但是该附着剂的氧化通常导致其变成电绝缘的。但是,尤其在其中在由导电材料构成的该结构化层与该衬底之间期望有电气连接电子元件中,这导致不期望的效应。通过由比该结构化层的导电材料贱的第二材料所构成的该保护层,避免了该附着剂氧化。由此能够通过该附着剂的氧化来阻止该元件电气功能的损失。

[0013] 其上施加有该结构化层的该衬底优选地是一种半导体材料。合适的半导体材料比如是氮化镓或碳化硅。其中衬底是一种半导体材料的该电子元件尤其还是微电子元件。其比如是半导体芯片。这种电子元件比如是高温场效应晶体管,其比如作为气体传感器来应用。

[0014] 由导电材料构成的该结构化层通常具有从 0.1 至 5  $\mu\text{m}$  范围内的层厚度。这种层厚度通常足够保证该电子元件的功能。此外还能够在一个微小的空间上来定位相应的元件。

[0015] 由该第二材料构成的该保护层优选地具有从 10nm 至 100  $\mu\text{m}$  范围内的层厚度。优选地该保护层的层厚度位于从 100nm 至 10  $\mu\text{m}$  的范围中。这种层厚度已经足够实现该结构化层的钝化以及必要时该附着剂的钝化,以保证该电子元件的功能。

[0016] 如果由于在腐蚀环境中、尤其在高温下应用电子元件可能使得衬底的半导体材料损伤,那么优选的是在该半导体材料上施加一个钝化层。但是,在根据现有技术所公开的方法中示出,所沉积的钝化层尤其仅仅不充分地附着在含铝、金和 / 或铂的印制导线上。尤其在半导体衬底、印制导线和气相之间的边缘上,钝化层可能由于其差的附着而脱落,使得电子元件的广大区域不受保护地暴露于周围气体气氛中。该缺点可通过根据本发明的、由比

结构化层的导电材料贱的第二材料构成的保护层而避免。为了进行钝化,该电子元件的表面在施加该保护层之后被覆盖了一个钝化层。由较贱(unedleren)材料构成的该保护层同时针对该钝化层而具有附着剂的功能。由此对尤其在由该导电材料所构成的结构化层区域中钝化层的脱落进行补救。

[0017] 用于制造根据本发明的电子元件的该方法包含由以下的步骤:

(a) 在衬底上施加由一种导电材料构成的第一层,

(b) 在该第一层上施加由一种第二材料构成的第二层,其中该第二材料比该第一层的导电材料贱。

[0018] 可以通过专业人员已知的每种任意方法来进行步骤(a)中第一层的施加。从而比如可以通过溅射或汽相渗镀在该衬底上施加该结构化层。但是,代替地也可以比如通过一种电化学处理、比如无电流或有电流沉积来在该衬底上施加由该导电材料构成的该第一层。为了生成该结构化层,比如可以首先施加一种光刻胶,其对应于要生成的结构而被曝光。未曝光的区域通常被去除。在下一步骤中,在必要时施加一种附着剂。在该附着剂上沉积该结构化层的导电材料。最后进行该保护层的施加,其中该保护层由比该第一层的导电材料贱的第二材料构成。最后该附着剂材料、该结构化层和该保护层已被沉积到该光刻胶上的区域包括光刻胶一起被去除。在该衬底上剩下一个结构化层,其中在该结构化层与该衬底之间包含有附着剂,并且在该结构化层上具有该保护层。

[0019] 该保护层的施加比如同样可以通过汽相渗镀、溅射或通过电化学沉积来进行。

[0020] 但是代替地也可以在步骤(b)中施加该保护层之前就已结构化该第一层。这比如可以如下来进行,即在施加由该导电材料所构成的第一层之后在使用光刻胶的情况下去除不属于该结构化层期望结构的区域、也即比如在使用光刻胶时其中该第一层的材料已被施加到该光刻胶上的区域。除了使用光刻胶来进行结构化之外,但是其他每种任意的、专业人员已知的方法也可以是适合的,以便在该衬底上施加一个结构化层。

[0021] 在施加该保护层之后,优选地在另一步骤中对该保护层的材料进行氧化。通过材料的氧化生成了一个气密层,该气密层防止氧气能够到达该附着剂或者由该导电材料所构成的第一层。该保护层的氧化比如通过在氧化性气氛中加热该电子元件来进行。作为氧化性气氛优选地采用空气。该电子元件被加热的温度通常在 100 和 600°C 之间的范围中。该温度上限在此通过该衬底、该附着剂和该结构化层所采用的材料来确定。该电子元件被加热以氧化的温度优选地低于相应材料的熔化温度或分解温度,以避免电子元件的损坏。

[0022] 如果在该电子元件上施加一个钝化层,那么就在步骤(b)中在该结构化层上施加该保护层之后在全部电子元件的表面上施加该钝化层。钝化层的施加比如通过 CVD(化学汽相沉积)方法、比如 LPCVD(低压 CVD)、PECVD(等离子增强 CVD)、ALD(原子层沉积)、热氧化、等离子方法或溅射及汽相渗镀方法来进行。

[0023] 在一个优选的实施方案中,在施加该钝化层之前该保护层首先在一种保护气体气氛中被加热到在从 50°C 至 650°C 范围中、尤其在从 250°C 至 450°C 范围中的一个温度。接着在空气的存在下将该电子元件加热到在从 50°C 至 650°C 范围中、尤其在从 250°C 至 450°C 范围中的温度。由此进一步提高了该保护层作为钝化层的附着剂层的效果。

[0024] 作为气氛而采用的该保护气体比如是氩或氮或氩和氮的混合。

## 附图说明

[0025] 在附图中示出了本发明的实施方案,并在下文说明中来更详细解释。

[0026] 其中:

图 1.1 至 1.4 示出了用于制造本发明的元件的一种方法的四个步骤,

图 2.1 和 2.2 示出了用于制造本发明的元件的一种可选方法的两个步骤,

图 3 示出了根据本发明的具有钝化层的元件。

## 具体实施方式

[0027] 图 1.1 示出了根据本发明的用于制造一种电子元件的一种方法的第一步骤。

[0028] 为了制造电子元件 1,在衬底 3 上涂覆了一种光刻胶 5。接着进行该光刻胶 5 的负性曝光(Negativbelichtung),使得应该形成由导电材料所构成的结构化层的区域不被曝光,并且应该保持不被覆层的区域是曝光的。未曝光的光刻胶 5 接着被去除。产生了要生成的结构化层的结构化负性层。

[0029] 在去除未曝光的光刻胶之后,在其上施加有光刻胶 5 的衬底 3 上整面地首先涂覆一种附着剂 7。该附着剂 7 的涂覆按照专业人员所已知的任意一种方法来进行。从而比如可以通过汽相渗镀或溅射或者还通过专业人员所已知的其他薄层技术来施加该附着剂 7。如前已述,作为附着剂适合的比如是钛、硅化钽或镍铬合金。在另一步骤中,同样在该衬底 3 的整个表面上整面地施加一种导电材料。该导电材料附着在该附着剂 7 上。在图 1.2 中示出了在衬底 3 上整面地涂覆有附着剂 7 和导电材料 9 的该电子元件 1。

[0030] 如果该导电材料 9 良好地附着在该衬底 3 上,那么就可以省略该附着剂 7。

[0031] 在图 1.3 所示的另一步骤中,在该导电材料 9 上施加一种较贱材料 11 以形成保护层。同样全平面地比如通过合适的薄层技术、诸如汽相渗镀或溅射或者通过电化学沉积来进行该贱材料 11 的施加。

[0032] 在该衬底上所施加的导电材料 9 的层厚度优选地处于 0.1 至 5  $\mu\text{m}$  的范围内。其所施加的由较贱材料 11 所构成的层优选地处于 10nm 至 100  $\mu\text{m}$  的范围中,优选在 100nm 至 10  $\mu\text{m}$  的范围中。通过施加较贱材料 11,该结构化层的导电材料变成阴极,该贱金属 11 变成阳极。由导电材料 9 所构成的阴极和由较贱材料 11 所构成的阴极在此形成了一个腐蚀元件。在氧气侵蚀时,构成阳极的该较贱材料 11 通过氧化而被牺牲。如前所述,适合作为较贱材料 11 的比如是镁、锌、铝、钛或这些金属的混合物。

[0033] 在基于薄层的沉积处理中,该导电材料 9 和该较贱材料 11 的施加可以在同一处理步骤中进行。由此能够避免额外的处理成本。

[0034] 在该导电材料 9 上施加较贱材料 11 之后,其中在衬底上具有光刻胶 5 的层区域被去除。剩下了导电结构,其中该附着剂 7 直接施加到该衬底 3 上,并且在该附着剂 7 上该导电材料 9 和该较贱材料 11 形成了一种层复合。通过专业人员已知的剥离处理来连同其上的附着剂 7、导电材料 9 和较贱材料 11 一起来去除光刻胶 5。在此比如可以通过采用一种合适的溶剂来溶解掉该光刻胶,由此还一同去除了位于光刻胶 5 之上的材料。

[0035] 但是,在按照该方法所制造的结构化层中,该结构化层 15 的侧面 13 是未保护的。由较贱材料 11 所构成的保护层 17 仅位于该结构化层 15 的上侧。然而,根据必要时事后实施的钝化或者根据该电子元件 1 的应用,仅仅设置在该结构化层 15 的上侧的保护层 17 可

以已经足够了。

[0036] 在图 2.1 中示出了用于施加保护层 17 的一种可选方法。

[0037] 为此首先在该衬底 3 上涂覆由该导电材料 9 所构成的该结构化层 15。在此按照专业人员已知的每种任意方法来进行该结构化层 15 的施加。从而比如为了施加该结构化层 15 也可以采用一种剥离方法,其中首先利用一种光刻胶在该衬底 3 上涂覆负性结构(Negativstruktur),并其上涂覆该导电材料 9。在施加该导电材料 9 之后,该光刻胶连同位于光刻胶上的导电材料一起从该衬底 3 上被去除,由此在该衬底 3 上保留了该结构化层 15。但也可以采用专业人员已知的其他每种方法来生成该结构化层 15。在此也可以通过在该结构化层 15 与该衬底 3 之间施加一种附着剂 7 来改善该结构化层 15 在该衬底 3 上的附着。

[0038] 在制造该结构化层 15 之后施加该保护层 17。比如如图 2.1 所示通过一种电化学方法来进行该保护层 17 的施加。在此它不仅可以是是一种无电流的、而且还可以是一种有电流的沉积。在此示意性示出了该保护层 17 的有电流的沉积。

[0039] 为了在该结构化层 15 上施加该保护层 17,该电子元件 1 被放置在一种电解质槽 21 中。该电解质槽 21 通常包含有金属的盐的溶液,其中该金属应当作为保护层 17 被沉积到该结构化层 15 上。为了在该结构化层 15 上沉积该保护层 17,该结构化层 15 被阴极连接。该结构化层 15 的未相互连接的部分优选地通过辅助接触部 23 而被相互连接。该辅助接触部 23 在此比如可以同样以该结构化层 15 的形式来构造,但是能够把该结构化层 15 的单个区域相连接的其他所有连接也是可以的。从而该结构化层 15 的单个区域比如也可以借助引线或其他接触单元而被相互连接。为了能够在该结构化层 15 上沉积该保护层 17,附加地在该电解质槽 21 中还容纳了一个阳极 25。该阳极 25 在此可以由一种金属来制造,其中该金属是不溶解的,但或者代替地也可以作为牺牲阳极来构造。如果该阳极 25 作为牺牲阳极来构造,那么其优选地包含有作为保护层 17 而被沉积到该结构化层 15 上的材料。在此金属离子从该阳极 25 溶解进入电解质槽 21 中,并然后被沉积到该结构化层 15 上。

[0040] 该金属盐比如可以溶解在一种水介质中,或者溶解在一种有机和 / 或离子液体中。但通常该金属盐被溶解在一种水介质中。

[0041] 为了比如在该结构化层 15 上施加保护层 17,比如可以在一种有机溶剂或一种离子液体中溶解一种铝盐、比如无水氯化铝。作为有机溶剂适合的比如是乙醚或甲苯。一种合适的离子液体比如是氯乙基吡啶(Ethylpyridiniumchlorid)。在保护气体气氛中在约 0.5 至 2.5A/dm<sup>2</sup> 的直流下来进行有电流的沉积。在此在该结构化层 15 上沉积了铝层来作为保护层 17。

[0042] 为了仅在该结构化层 15 上进行沉积,在图 2.1 所示的变型方法中该保护层 17 还被沉积在该结构化层 15 的侧面。这在图 2.2 中示出。

[0043] 通过在该结构化层 15 的侧面也沉积该保护层 17,该附着剂 7 也被该保护层 17 包围,使得避免了氧气能够到达该附着剂 7。通过该保护层 17 的材料的氧化来实现保护的改善。在此一方面可以在该电子元件工作期间来进行该氧化,但另一方面也可以有针对地氧化该保护层 17 的较贱材料 11。在这种情况下该保护层 17 的材料变成如下一种状态:在该状态中不再继续进行氧化。该保护层 17 材料有针对的氧化比如通过如下方式来进行:即把该电子元件在氧化性气氛中加热到在 100 和 600°C 之间范围中的一个温度。作为氧化性气氛适合的比如是每种含氧气的气体,尤其空气。如此所生成的氧化层导致该保护层 17 的改

善的钝化效应。这归因于该保护层 17 的层厚度通过氧化而增加。该附着剂 7 以及该结构化层 15 的氧化这样就能够变慢,或者完全到达静止状态。

[0044] 在图 3 中示出了具有钝化层的电子元件。

[0045] 如果一个电子元件 1 在腐蚀环境中被应用,其中该电子元件尤其具有由一种半导体材料所构成的衬底 3,那么就优选地在该电子元件 1 的表面 27 上施加一个钝化层 29。该钝化层 29 在此还覆盖了该结构化层 15。通过施加由较贱材料 11 所构成的保护层 17,尤其在由该导电材料 9 所构成的该结构化层 15 的区域中实现了该钝化层 29 的附着的改善。如果施加了钝化层 29,那么通常不需要首先对该保护层 17 进行氧化。但是,如果该保护层 17 在施加之后首先在保护气体气氛中被加热到从 50°C 至 650°C 范围中的一个温度,并接着在空气的存在下被加热到从 50°C 至 650°C 范围中的一个温度,那么就能够实现对该钝化层 29 的附着的改善。作为保护气体优选地采用氩、氮或氩和氮的混合物。

[0046] 即使该保护层 17 尤其用作该钝化层 29 的附着剂层,那么用于形成该保护层 17 的较贱材料优选地从镁、锌、铝、钛以及其混合物的集合中来选择。



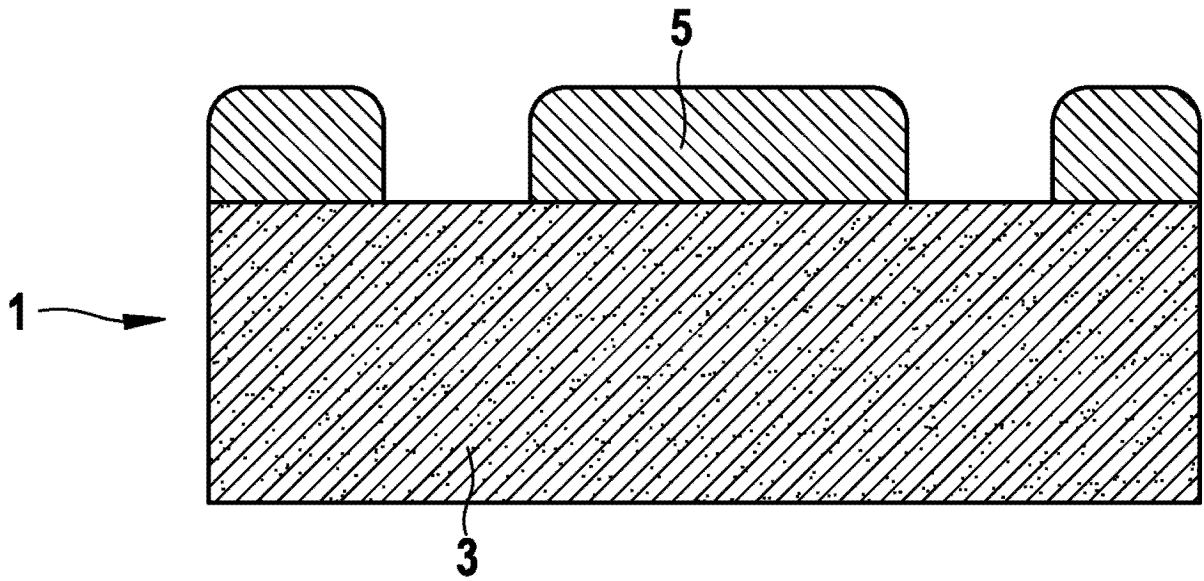


图 1.1

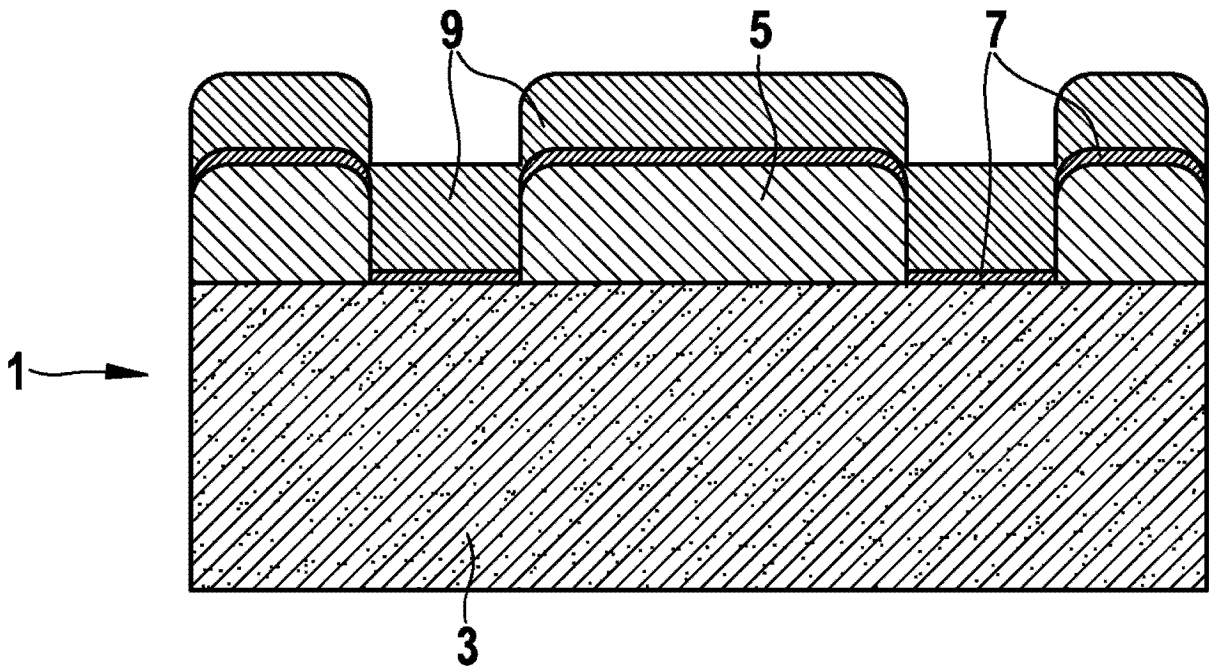


图 1.2

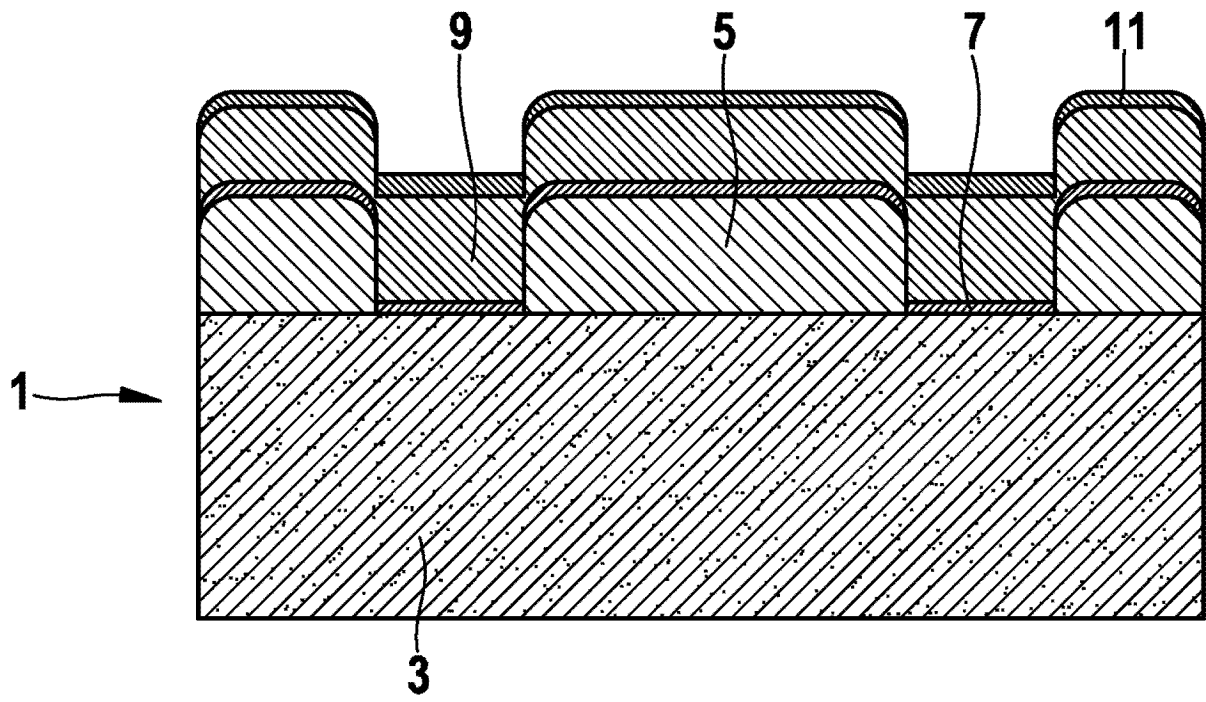


图 1.3

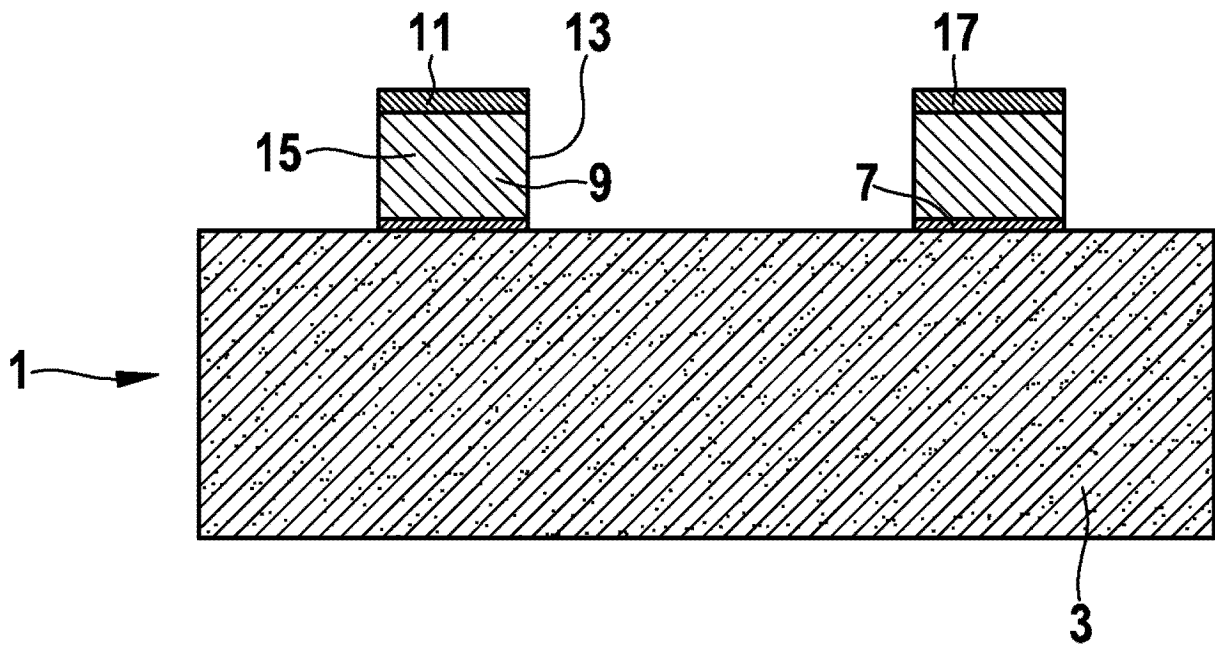


图 1.4

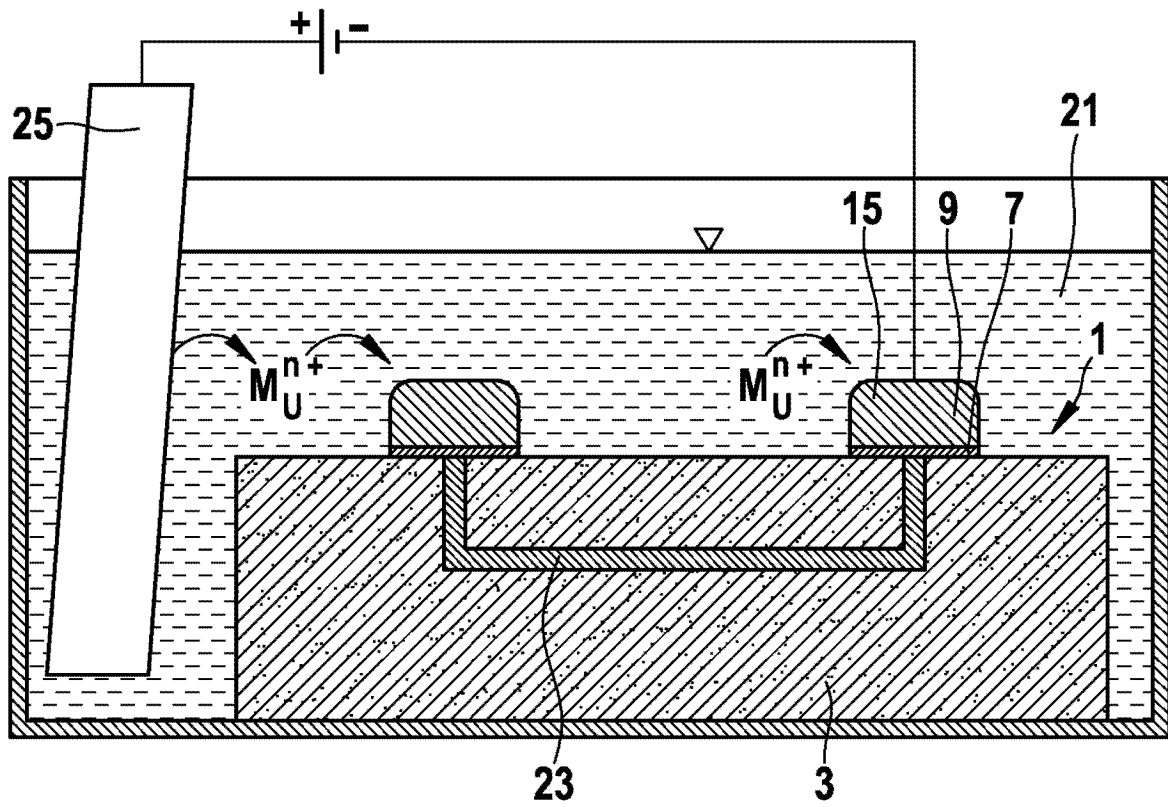


图 2.1

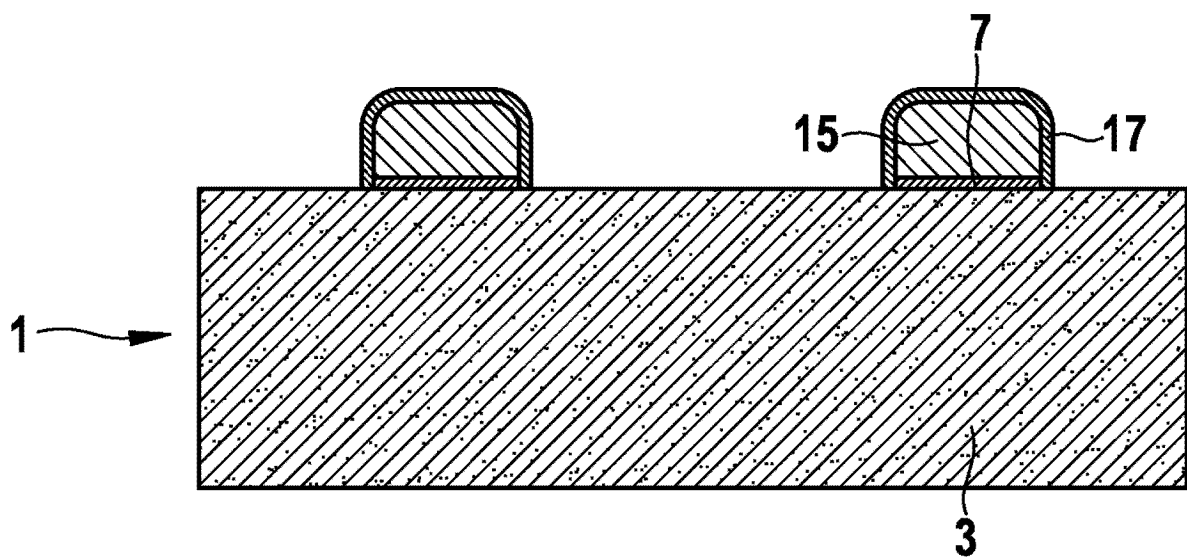


图 2.2

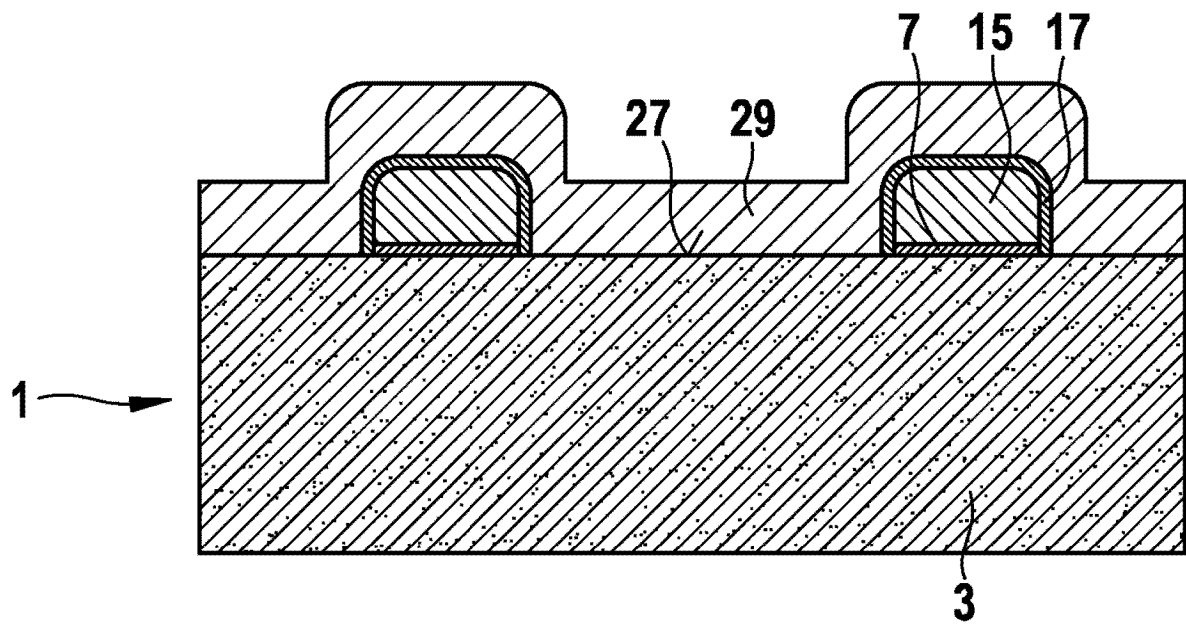


图 3