

(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
2021 年 7 月 1 日 (01.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/128653 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 29/739 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/084136

(22) 国际申请日: 2020 年 4 月 10 日 (10.04.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911366131.0 2019 年 12 月 26 日 (26.12.2019) CN

(71) 申请人: 株洲中车时代半导体有限公司(**ZHUZHOU CRRC TIMES SEMICONDUCTOR CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。

(72) 发明人: 罗海辉(**LUO, Haihui**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。 肖强(**XIAO, Qiang**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。 朱利恒(**ZHU, Liheng**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。 覃荣震(**QIN, Rongzhen**); 中国湖

南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。 刘鹏飞(**LIU, Pengfei**); 中国湖南省株洲市石峰区田心高科园半导体三线, Hunan 412005 (CN)。

(74) 代理人: 北京聿宏知识产权代理有限公司(**YUHONG INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 中国北京市西城区宣武门外大街 10 号庄胜广场中央办公楼南翼 1630 室吴大建/霍玉娟, Beijing 100052 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: CELLULAR STRUCTURE OF REVERSE CONDUCTION IGBT AND REVERSE CONDUCTION IGBT

(54) 发明名称: 逆导型IGBT的元胞结构及逆导型IGBT

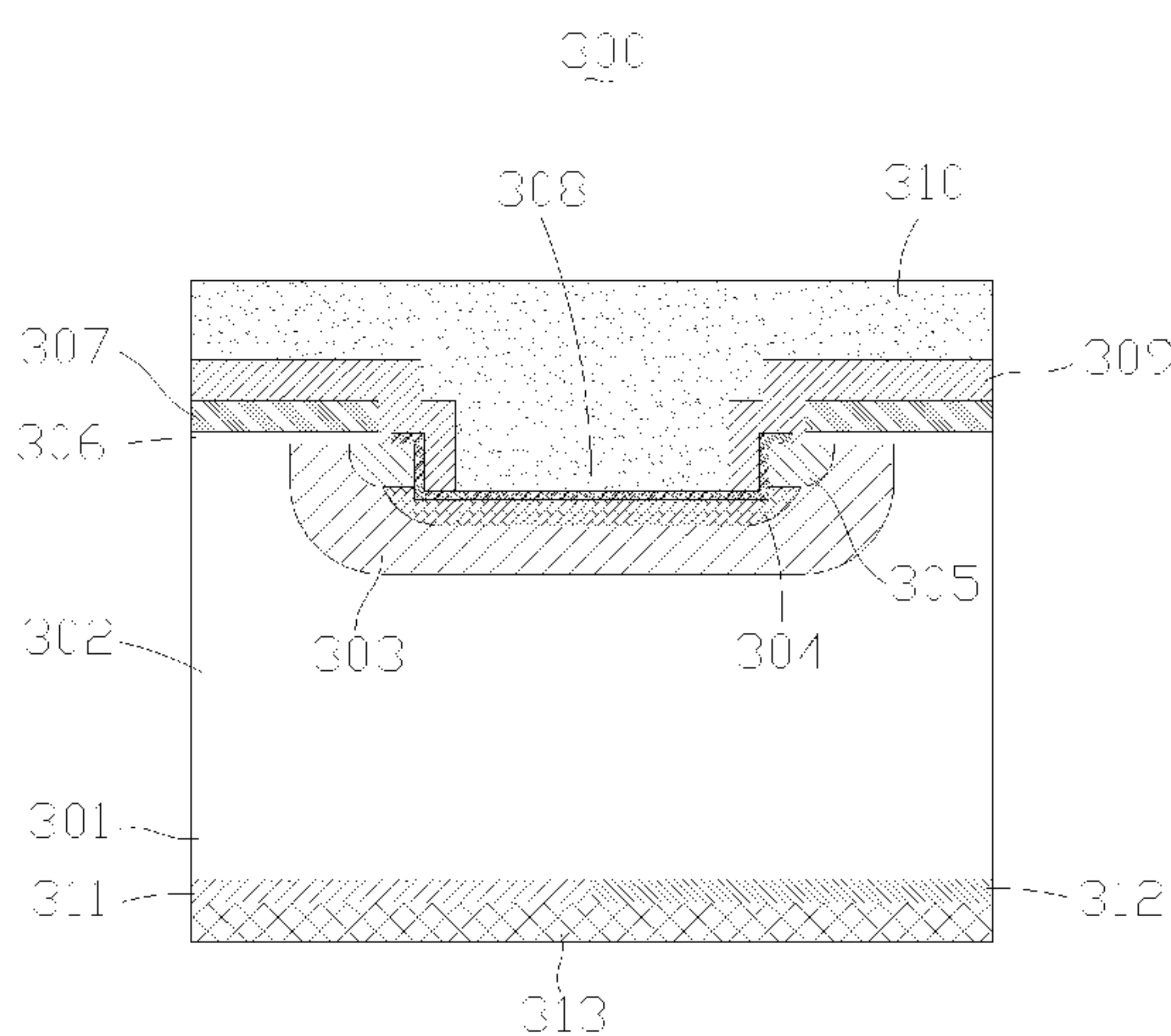


图 3

(57) Abstract: Provided are a cellular structure (300) of a reverse conduction IGBT and the reverse conduction IGBT. The cellular structure (300) comprises: a second conductivity type well region (303) located in the center of the cellular structure; first conductivity type source regions (305) and a second conductivity type source region (304) that are arranged in the well region surface, wherein the first conductivity type source regions (305) are located on two sides of the second conductivity type source region (304), parts of the first conductivity type source regions cover parts of the surfaces on two sides of the second conductivity type source region (304), and the side faces of the first conductivity type source regions (305) and the surface, which is not covered with the first conductivity type source regions (305), of the second conductivity type source region (304) jointly define a main trench; a conductive layer (308) covering the sidewall and the bottom of the main trench; and an emitter metal layer (310) arranged on a gate structure and in the main trench, wherein a part of the conductive layer (308) at the bottom of the main trench is in contact with the emitter metal layer (310). The structure can reduce the effect of the gate voltage on the forward conduction voltage drop of the FRD in the reverse conduction IGBT, such that the FRD obtains a lower forward voltage drop.

(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：
— 发明人资格(细则4. 17(iv))

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：提供一种逆导型IGBT的元胞结构(300)及逆导型IGBT。该元胞结构(300)包括位于元胞结构中心的第二导电类型阱区(303)；设置于所述阱区表面内的第一导电类型源区(305)和第二导电类型源区(304)；其中，所述第一导电类型源区(305)位于所述第二导电类型源区(304)两侧并且部分底部覆盖所述第二导电类型源区(304)两侧的部分表面，并使得所述第一导电类型源区(305)的侧面与所述第二导电类型源区(304)未被所述第一导电类型源区(305)覆盖的表面一起合围成一主沟槽；覆盖在所述主沟槽的侧壁和底部上的导电层(308)；设置在栅结构上和所述主沟槽中的发射极金属层(310)；其中，所述主沟槽的底部上的部分导电层(308)与所述发射极金属层(310)接触。这种结构可以降低栅极电压对逆导型IGBT内FRD正向导通压降的影响，使FRD获得更低的正向压降。

逆导型 IGBT 的元胞结构及逆导型 IGBT

本公开要求享有 2019 年 12 月 26 日提交的名称为“逆导型 IGBT 的元胞结构及逆导型 IGBT”的中国专利申请 201911366131.0 的优先权，其全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

本公开涉及半导体器件技术领域，具体涉及一种逆导型 IGBT 的元胞结构及逆导型 IGBT。

背景技术

绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT)，是由 BJT(双极性晶体管)和 MOSFET（金属氧化物半导体场效应晶体管）组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件，已经成为大电压，大电流，高频电力电子应用中最广泛的半导体器件。通常在 IGBT 的应用中，需要反并联相应规格的快速恢复二极管(Fast Recovery Diode, FRD)作为关断时的电流泄放回路，来保护 IGBT 芯片。为降低成本以及减少封装带来的各种寄生效应的考虑，可将 IGBT 与 FRD 集成在同一个芯片中，即逆导型 IGBT(Reverse Conducting IGBT, RC-IGBT)。

传统的逆导型 IGBT 的元胞结构，如图 1 和图 2 所示，集成了 IGBT 与 FRD 两种器件的功能，当逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式时，栅极电压的变化对 FRD 的性能产生强烈的影响。当逆导型 IGBT 的栅极电压小于或等于 0V 时，逆导型 IGBT 没有形成反型载流子通道，FRD 的阳极未短路，FRD 的阳极注入效率高，FRD 的正向导通压降较低。但是，当逆导 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，逆导型 IGBT 内，导电类型相反的两源区之间形成反型载流子通道，使 FRD 的阳极短路，导致 FRD 阳极注入效率降低，FRD 的正向导通压降上升，使 FRD 无法正常工作。

发明内容

针对上述问题，本公开提供了一种逆导型 IGBT 的元胞结构及逆导型 IGBT。

第一方面，本公开提供一种逆导型 IGBT 的元胞结构，包括：

第一导电类型衬底；

位于所述衬底上方的第一导电类型漂移层；

位于元胞结构中心且在所述漂移层表面内设置的第二导电类型阱区；

设置于所述阱区表面内的第一导电类型源区和第二导电类型源区；其中，所述第一导

电类型源区位于所述第二导电类型源区两侧并且所述第一导电类型源区高于所述第二导电类型源区，使得所述第一导电类型源区的部分底部覆盖所述第二导电类型源区两侧的部分表面，并使得所述第一导电类型源区的侧面与所述第二导电类型源区未被所述第一导电类型源区覆盖的表面一起合围成一主沟槽；

5 覆盖在所述主沟槽的侧壁和底部上的导电层；

设置于所述主沟槽两侧且与所述阱区和所述第一导电类型源区接触的栅结构；

设置在所述栅结构上方和所述主沟槽中的发射极金属层；

其中，所述栅结构中的栅极与所述第一导电类型源区之间，所述栅结构中的栅极与所述主沟槽的侧壁上的部分导电层之间，所述栅结构中的栅极、所述第一导电类型源区和所述主沟槽的侧壁上的部分导电层与所述发射极金属层之间通过层间介质层隔离，所述主沟槽的底部上的部分导电层与所述发射极金属层接触，用于导出所述第一导电类型源区的电

10 流。

根据本公开的实施例，优选地，所述第二导电类型源区的表面比所述第一导电类型源区的表面低 0.3um 以上。

15 根据本公开的实施例，优选地，所述导电层为金属层或硅合金层。

根据本公开的实施例，优选地，还包括：

设置于所述漂移层内且位于所述阱区下方的第一导电类型存储区。

根据本公开的实施例，优选地，所述存储区的掺杂浓度比所述衬底的掺杂浓度高一个数量级至两个数量级。

20 根据本公开的实施例，优选地，还包括：

设置于所述阱区内且位于所述第二导电类型源区下方的寿命控制区。

根据本公开的实施例，优选地，所述栅结构包括位于所述漂移层上方并同时与所述第一导电类型源区、所述阱区和所述漂移层的表面接触的栅极绝缘层，以及位于所述栅极绝缘层上方的栅极。

25 根据本公开的实施例，优选地，所述栅结构包括设置于所述漂移层内并与所述阱区邻接的栅极沟槽、设置于所述栅极沟槽侧壁和底部的栅极绝缘层以及填充于所述栅极沟槽内的栅极，其中，所述栅极沟槽还与所述第一导电类型源区远离元胞结构中心的一端接触。

根据本公开的实施例，优选地，还包括：

位于所述衬底下方的第二导电类型集电区和与所述集电区相邻接的第一导电类型短

30 路区；

位于所述集电区和所述短路区下方并与所述集电区和所述短路区形成电连接的集电极金属层。

根据本公开的实施例，优选地，所述元胞结构为蜂窝状元胞结构或条形元胞结构。

第二方面，本公开提供一种逆导型 IGBT 器件，包括若干如第一方面任一项所述的逆导型 IGBT 的元胞结构。

采用上述技术方案，至少能够达到如下技术效果：

5 本公开提供一种逆导型 IGBT 的元胞结构及逆导型 IGBT，将第一导电类型源区与发射极金属层通过导电层连接，消除了第一导电类型源区与第二导电类型源区之间的耦合关系，并将第一导电类型源区的电流通过导电层导出，使逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式且逆导型 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，第一导电类型源区的短路效应对 FRD 阳极注入影响降低，从而降低栅极电压对 FRD 正向导通压降的影响，使 FRD 获得更低的正向压降。

10

附图说明

附图是用来提供对本公开的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本公开，但并不构成对本公开的限制。在附图中：

图 1 是传统的平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

15 图 2 是传统的沟槽栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

图 3 是本公开一示例性实施例示出的一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

图 4 是本公开一示例性实施例示出的另一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

20 图 5 是本公开一示例性实施例示出的另一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

图 6 是本公开一示例性实施例示出的一种沟槽栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

25 图 7 是本公开一示例性实施例示出的另一种沟槽栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图；

图 8 是本公开一示例性实施例示出的另一种沟槽栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构的剖面结构示意图。

具体实施方式

30 以下将结合附图及实施例来详细说明本公开的实施方式，借此对本公开如何应用技术手段来解决技术问题，并达到相应技术效果的实现过程能充分理解并据以实施。本公开实施例以及实施例中的各个特征，在不相冲突前提下可以相互结合，所形成的技术方案均在本公开的保护范围之内。在附图中，为了清楚，层和区的尺寸以及相对尺寸可能被夸大。

自始至终相同附图标记表示相同的元件。

应理解，尽管可使用术语“第一”、“第二”、“第三”等描述各种元件、部件、区、层和/或部分，这些元件、部件、区、层和/或部分不应当被这些术语限制。这些术语仅仅用来区分一个元件、部件、区、层或部分与另一个元件、部件、区、层或部分。因此，在不脱离本公开教导之下，下面讨论的第一元件、部件、区、层或部分可表示为第二元件、部件、区、层或部分。

应理解，空间关系术语例如“在...上方”、“位于...上方”、“在...下方”、“位于...下方”等，在这里可为了方便描述而被使用从而描述图中所示的一个元件或特征与其它元件或特征的关系。应当明白，除了图中所示的取向以外，空间关系术语意图还包括使用和操作中的器件的不同取向。例如，如果附图中的器件翻转，然后，描述为“在其它元件下方”的元件或特征将取向为在其它元件或特征“上”。因此，示例性术语“在...下方”和“在...下”可包括上和下两个取向。器件可以另外地取向（旋转 90 度或其它取向）并且在此使用的空间描述语相应地被解释。

在此使用的术语的目的仅在于描述具体实施例并且不作为本公开的限制。在此使用时，单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也意图包括复数形式，除非上下文清楚指出另外的方式。还应明白术语“组成”和/或“包括”，当在该说明书中使用时，确定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在，但不排除一个或更多其它的特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或组的存在或添加。在此使用时，术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

这里参考作为本公开的理想实施例（和中间结构）的示意图的横截面图来描述本公开的实施例。这样，可以预期由于例如制备技术和/或容差导致的从所示形状的变化。因此，本公开的实施例不应当局限于在此所示的区的特定形状，而是包括由于例如制备导致的形状偏差。例如，显示为矩形的注入区在其边缘通常具有圆的或弯曲特征和/或注入浓度梯度，而不是从注入区到非注入区的二元改变。同样，通过注入形成的埋藏区可导致该埋藏区和注入进行时所经过的表面之间的区中的一些注入。因此，图中显示的区实质上是示意性的，它们的形状并不意图显示器件的区的实际形状且并不意图限定本公开的范围。

为了彻底理解本公开，将在下列的描述中提出详细的结构以及步骤，以便阐释本公开提出的技术方案。本公开的较佳实施例详细描述如下，然而除了这些详细描述外，本公开还可以具有其他实施方式。

实施例一

如图 3 所示，本公开实施例提供一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构 300，包括衬底 301、漂移层 302、阱区 303、第二导电类型源区 304、第一导电类型源区 305、栅

极绝缘层 306、栅极 307、导电层 308、层间介质层 309、发射极金属层 310、集电区 311、短路区 312、集电极金属层 313。

示例性地，衬底 301 为第一导电类型的硅基衬底。

5 漂移层 302 为第一导电类型的漂移层，位于衬底 301 上方，漂移层 302 的厚度根据器件的耐压能力不同来进行选择。

阱区 303 为第二导电类型的阱区，位于元胞结构中心且设置在漂移层 302 表面内，阱区 303 的表面与漂移层 302 的表面相平齐。

第二导电类型源区 304，为第二导电类型的源区，设置于阱区 303 表面内。

10 第一导电类型源区 305，为第一导电类型的源区，第一导电类型源区 305 设置于阱区 303 表面内且位于第二导电类型源区 304 两侧。第一导电类型源区 305 高于第二导电类型源区 304，使得第一导电类型源区 305 的底部部分覆盖第二导电类型源区 304 两侧的部分表面，并使得第一导电类型源区 305 的侧面与第二导电类型源区 304 未被第一导电类型源区 305 覆盖的表面一起合围成一主沟槽（图中未标注）。

15 本实施例中，上述主沟槽是在阱区 303 的表面内形成第一导电类型源区 305 和第二导电类型源区 304 之后，通过刻蚀两个第一导电类型源区 305 之间的部分第二导电类型源区 304 得到的，刻蚀之后，第二导电类型源区 304 仅剩下位于第一导电类型源区 305 下方和主沟槽下方的部分。

本实施例中，第二导电类型源区 304 的表面比第一导电类型源区 305 的表面低 0.3um 以上。这种结构可以提高载流子在垂直方向的注入水平。

20 栅极绝缘层 306 和栅极 307 构成栅结构，本实施例中，栅结构为平面栅结构。

栅极绝缘层 306 位于主沟槽两侧且位于漂移层 302 上方，栅极绝缘层 306 同时与第一导电类型源区 305、阱区 303 和漂移层 302 的表面接触，但不与导电层 308 接触。栅极绝缘层 306 使栅极 307 与第一导电类型源区 305、阱区 303 和漂移层 302 隔离开。

栅极 307 为多晶硅栅极，设置于栅极绝缘层 306 上方。

25 导电层 308 设置于上述主沟槽的底部和侧壁，甚至延伸至第一导电类型源区 305 上方，导电层 308 的厚度为 50nm 至 200nm，导电层 308 为金属层或硅合金层。

30 层间介质层 309 位于栅极 307 上方，同时覆盖位于第一导电类型源区 305 上方和位于主沟槽侧壁的部分导电层。层间介质层 309 将栅极 307、第一导电类型源区 305、位于第一导电类型源区 305 上方和位于主沟槽侧壁的部分导电层与发射极金属层 310 隔离开，还将栅极 307 与第一导电类型源区 305 和导电层 308 隔离开。

发射极金属层 310 位于层间介质层 309 上方并填充上述主沟槽，发射极金属层 310 与位于主沟槽底部的部分导电层接触，用于导出第一导电类型源区 305 的短路电流。发射极金属层 310 可以为铝等具有低接触电阻率的金属。

这种结构使逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式且逆导型 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，第一导电类型源区 305 的短路电流通过导电层 308 导出，使该短路电流对第二导电类型源区 304 的注入影响降低，降低了第一导电类型源区 305 的短路效应对 FRD 阳极注入的影响，从而达到降低 FRD 正向导通压降的目的。

5 集电区 311 为第二导电类型的集电区，集电区 311 位于衬底 301 下方。

短路区 312 为第二导电类型的短路区，短路区 312 位于衬底 301 下方，与集电区 311 邻接。

集电极金属层 313 位于集电区 311 和短路区 312 下方并与集电区 311 和短路区 312 形成电连接。

10 本实施例中，如图 4 所示，元胞结构 300 还可以包括存储区 314，存储区 314 为第一导电类型的载流子存储区，设置于漂移层 302 内且位于阱区 303 下方，存储区 314 的掺杂浓度比衬底 301 的掺杂浓度高一个数量级至两个数量级。存储区 314 可以降低 IGBT 的导通压降。

如图 5 所示，元胞结构 300 还可以包括寿命控制区 315，寿命控制区 315 设置于阱区 15 303 内且位于第二导电类型源区 304 下方，寿命控制区 315 为低寿命控制区，其少子寿命低于附近其他区域，一般低三个量级到四个量级。寿命控制区 315 通过在阱区内注入其它类型的杂质来降低少子寿命得到，可以降低 FRD 的开关损耗。这种元胞结构可以同时获得较低的 FRD 正向导通压降和较低的 FRD 开关损耗。

需要说明的是，元胞结构 300 的形状可以为蜂窝状、短条形（元胞长度 $\leq 200\mu\text{m}$ ）或 20 长条形。

在本实施例中，第一导电类型和所述第二导电类型相反。例如，第一导电类型为 N 型时，第二导电类型为 P 型；第一导电类型为 P 型时，第二导电类型为 N 型。具体地，根据实际需要制备的器件类型进行合理选择即可。

本公开提供一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构，将第一导电类型源区 305 与 25 发射极金属层 310 通过导电层 308 连接，消除了第一导电类型源区 305 与第二导电类型源区 304 之间的耦合关系，并将第一导电类型源区 305 的电流通过导电层 308 导出，使逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式且逆导型 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，第一导电类型源区 305 的短路效应对 FRD 阳极注入影响降低，从而降低栅极电压对 FRD 正向导通压降的影响，使 FRD 获得更低正向压降。

30

实施例二

如图 6 所示，本公开实施例提供一种沟槽栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构 400，包括衬底 401、漂移层 402、栅极绝缘层 403、栅极 404、阱区 405、第二导电类型源区 406、

第一导电类型源区 407、导电层 408、层间介质层 409、发射极金属层 410、集电区 411、短路区 412、集电极金属层 413。

示例性地，衬底 401 为第一导电类型的硅基衬底。

5 漂移层 402 为第一导电类型的漂移层，位于衬底 401 上方，漂移层 402 的厚度根据器件的耐压能力不同来进行选择。

栅极沟槽（图中未标注）、栅极绝缘层 403 和栅极 404 构成栅结构，本实施例中，栅结构为沟槽栅结构。

栅极沟槽设置于元胞结构两侧且位于漂移层 402 内并与阱区 405 邻接，栅极沟槽的深度大于阱区 405 的深度。

10 栅极绝缘层 403 设置于上述栅极沟槽的侧壁和底部，使栅极 404 与第一导电类型源区 407、阱区 405 和漂移层 402 隔离开。

栅极 404 为多晶硅栅极，填充于上述栅极沟槽内。

15 阱区 405 为第二导电类型的阱区，设置在漂移层 402 表面内，且位于元胞结构中心位置、两个栅极沟槽之间。阱区 405 的表面与漂移层 402 的表面相平齐，阱区 405 的两端分别与两侧的栅极沟槽接触，即与两侧的栅极绝缘层接触。

第二导电类型源区 406，为第二导电类型的源区，设置于阱区 405 表面内，第二导电类型源区 406 的表面与漂移层 402 的表面相平齐。

20 第一导电类型源区 407，为第一导电类型的源区，第一导电类型源区 407 设置于阱区 405 表面内且位于第二导电类型源区 406 两侧。第一导电类型源区 407 高于第二导电类型源区 406，使得第一导电类型源区 407 的底部部分覆盖第二导电类型源区 406 两侧的部分表面，并使得第一导电类型源区 407 的侧面与第二导电类型源区 406 未被第一导电类型源区 407 覆盖的表面一起合围成一主沟槽（图中未标注）。

25 本实施例中，上述主沟槽是在阱区 405 的表面内形成第一导电类型源区 407 和第二导电类型源区 406 之后，通过刻蚀两个第一导电类型源区 407 之间的部分第二导电类型源区 406 得到的，刻蚀之后，第二导电类型源区 406 仅剩下位于第一导电类型源区 407 下方和主沟槽下方的部分。

本实施例中，第二导电类型源区 406 的表面比第一导电类型源区 407 的表面低 0.3um 以上。这种结构可以提高载流子在垂直方向的注入水平。

30 导电层 408 设置于上述主沟槽的底部和侧壁甚至延伸至第一导电类型源区 407 的上方，导电层 408 的厚度为 50nm 至 200nm，导电层 408 为金属层或硅合金层。

层间介质层 409 位于栅极 404 上方，同时覆盖第一导电类型源区 407、位于第一导电类型源区 407 上方和位于主沟槽侧壁的部分导电层。层间介质层 409 将栅极 404、第一导电类型源区 407、位于第一导电类型源区 407 上方和位于主沟槽侧壁的部分导电层与发射

极金属层 410 隔离开，还将栅极 404 与第一导电类型源区 407 和导电层 408 隔离开。

发射极金属层 410 位于层间介质层 409 上方并填充上述沟槽，发射极金属层 410 与位于主沟槽底部的导电层接触，用于导出第一导电类型源区 407 的短路电流。发射极金属层 410 可以为铝等具有低接触电阻率的金属。

5 这种结构使逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式且逆导型 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，第一导电类型源区 407 的短路电流通过导电层 408 导出，使该短路电流对第二导电类型源区 406 的注入影响降低，降低了第一导电类型源区 407 的短路效应对 FRD 阳极注入的影响，从而达到降低 FRD 正向导通压降的目的。

集电区 411 为第二导电类型的集电区，集电区 411 位于衬底 401 下方。

10 短路区 412 为第二导电类型的短路区，短路区 412 位于衬底 401 下方，与集电区 411 邻接。

集电极金属层 413 位于集电区 411 和短路区 412 下方并与集电区 411 和短路区 412 形成电连接。

15 本实施例中，如图 7 所示，元胞结构 400 还可以包括存储区 414，存储区 414 为第一导电类型的载流子存储区，设置于漂移层 402 内且位于阱区 405 下方，存储区 414 的掺杂浓度比衬底 401 的掺杂浓度高一个数量级至两个数量级。存储区 414 可以降低 IGBT 的导通压降。

20 如图 8 所示，元胞结构 400 还可以包括寿命控制区 415，寿命控制区 415 设置于阱区 405 内且位于第二导电类型源区 406 下方，寿命控制区 415 为低寿命控制区，其少子寿命低于附近其他区域，一般低三个量级到四个量级。寿命控制区 415 通过在阱区内注入其它类型的杂质来降低少子寿命得到，可以降低 FRD 的开关损耗。这种元胞结构可以同时获得较低的 FRD 正向导通压降和较低的 FRD 开关损耗。

需要说明的是，元胞结构 400 的形状可以为蜂窝状、短条形（元胞长度 $\leq 200\mu\text{m}$ ）或长条形。

25 在本实施例中，第一导电类型和所述第二导电类型相反。例如，第一导电类型为 N 型时，第二导电类型为 P 型；第一导电类型为 P 型时，第二导电类型为 N 型。具体地，根据实际需要制备的器件类型进行合理选择即可。

30 本公开提供一种平面栅结构的逆导型 IGBT 的元胞结构，将第一导电类型源区 407 与发射极金属层 410 通过导电层 408 连接，消除了第一导电类型源区 407 与第二导电类型源区 406 之间的耦合关系，并将第一导电类型源区 407 的电流通过导电层 408 导出，使逆导型 IGBT 工作在 FRD 模式且逆导型 IGBT 栅极电压大于或等于阈值电压时，第一导电类型源区 407 的短路效应对 FRD 阳极注入影响降低，从而降低栅极电压对 FRD 正向导通压降的影响，使 FRD 获得更低的正向压降。

以上仅为本公开的优选实施例而已，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。虽然本公开所公开的实施方式如上，但的内容只是为了便于理解本公开而采用的实施方式，并非用以限定本公开。任何本公开

5 所属技术领域内的技术人员，在不脱离本公开所公开的精神和范围的前提下，可以在实施的形式上及细节上作任何的修改与变化，但本公开的保护范围，仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

权利要求书

1.一种逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，包括：

第一导电类型衬底位于所述衬底上方的第一导电类型漂移层；

5 位于元胞结构中心且在所述漂移层表面内设置的第二导电类型阱区；

设置于所述阱区表面内的第一导电类型源区和第二导电类型源区；其中，所述第一导电类型源区位于所述第二导电类型源区两侧并且所述第一导电类型源区高于所述第二导电类型源区，使得所述第一导电类型源区的部分底部覆盖所述第二导电类型源区两侧的部分表面，并使得所述第一导电类型源区的侧面与所述第二导电类型源区未被所述第一导电类型源区覆盖的表面一起合围成一主沟槽；

10 覆盖在所述主沟槽的侧壁和底部上的导电层；

设置于所述主沟槽两侧且与所述阱区和所述第一导电类型源区接触的栅结构；

设置在所述栅结构上方和所述主沟槽中的发射极金属层；

其中，所述栅结构中的栅极与所述第一导电类型源区之间，所述栅结构中的栅极与
15 所述主沟槽的侧壁上的部分导电层之间，所述栅结构中的栅极、所述第一导电类型源区和所述主沟槽的侧壁上的部分导电层与所述发射极金属层之间通过层间介质层隔离，所述主沟槽的底部上的部分导电层与所述发射极金属层接触，用于导出所述第一导电类型源区的电流。

20 2.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，所述第二导电类型源区的表面比所述第一导电类型源区的表面低 0.3um 以上。

3.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其特征在于，所述导电层为金属层或硅合金层。

25

4.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，还包括：

设置于所述漂移层内且位于所述阱区下方的第一导电类型存储区。

5.根据权利要求 4 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，所述存储区的掺杂浓度比
30 所述衬底的掺杂浓度高一个数量级至两个数量级。

6.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，还包括：

设置于所述阱区内且位于所述第二导电类型源区下方的寿命控制区。

7.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，所述栅结构包括位于所述漂移层上方并同时与所述第一导电类型源区、所述阱区和所述漂移层的表面接触的栅极绝缘层，以及位于所述栅极绝缘层上方的栅极。

5

8.根据权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，所述栅结构包括设置于所述漂移层内并与所述阱区邻接的栅极沟槽、设置于所述栅极沟槽侧壁和底部的栅极绝缘层以及填充于所述栅极沟槽内的栅极，其中，所述栅极沟槽还与所述第一导电类型源区远离元胞结构中心的一端接触。

10

9.如权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，还包括：

位于所述衬底下方的第二导电类型集电区和与所述集电区相邻接的第一导电类型短路区；

15 位于所述集电区和所述短路区下方并与所述集电区和所述短路区形成电连接的集电极金属层。

10.如权利要求 1 所述的逆导型 IGBT 的元胞结构，其中，所述元胞结构为蜂窝状元胞结构或条形元胞结构。

20 11.一种逆导型 IGBT 器件，其中，包括若干如权利要求 1 至 10 任一项所述的逆导型 IGBT 的元胞结构。

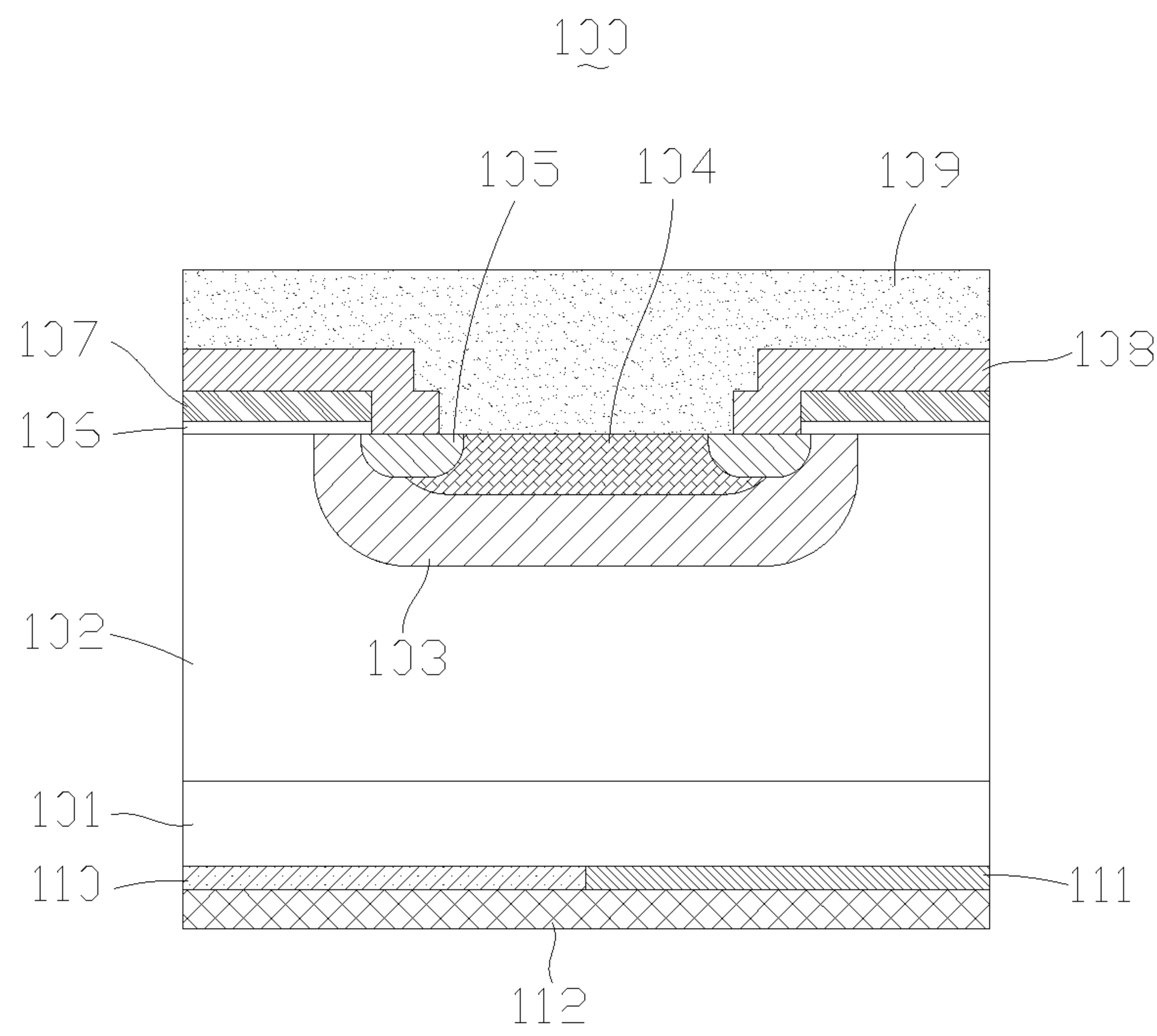


图 1

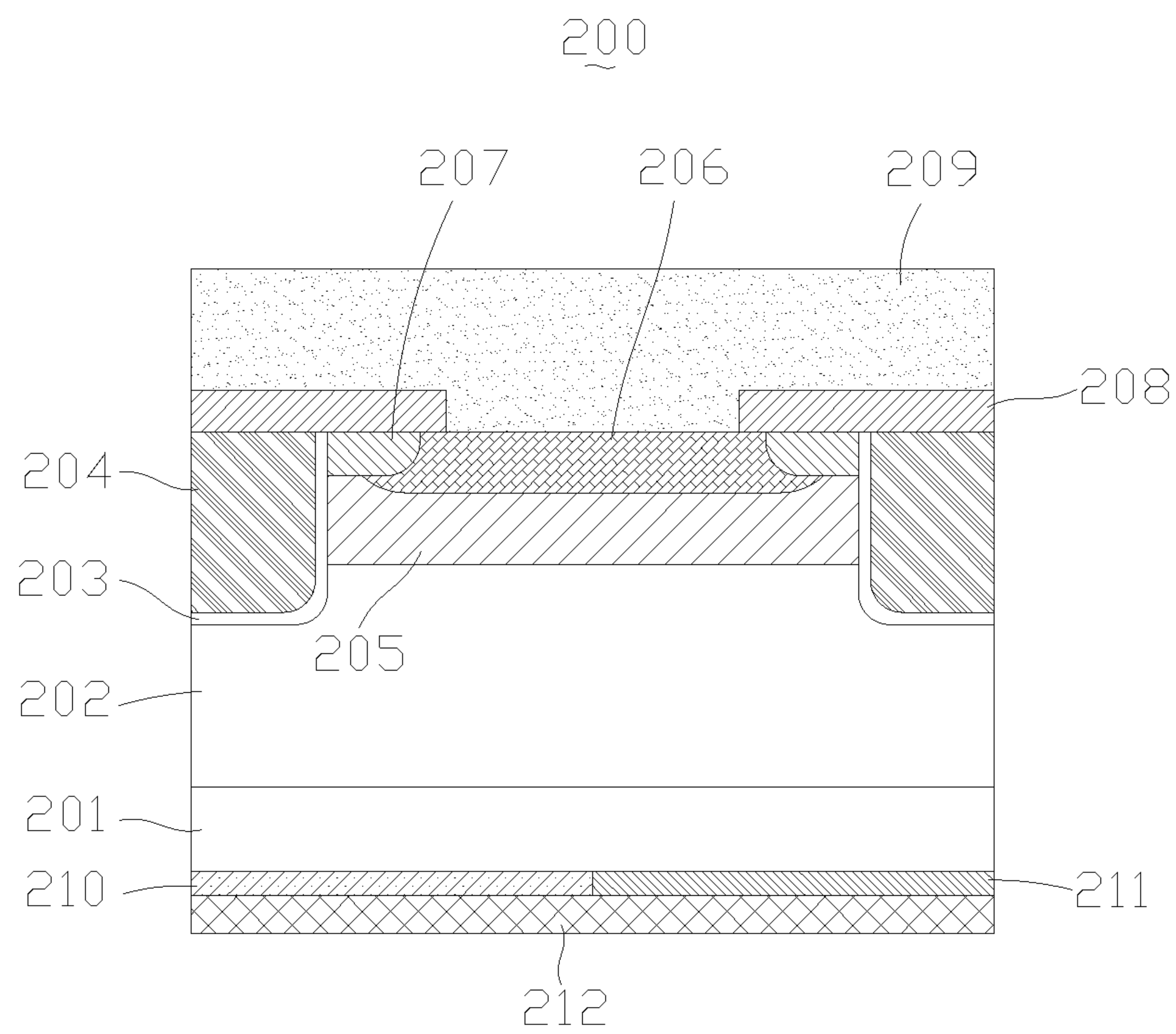


图 2

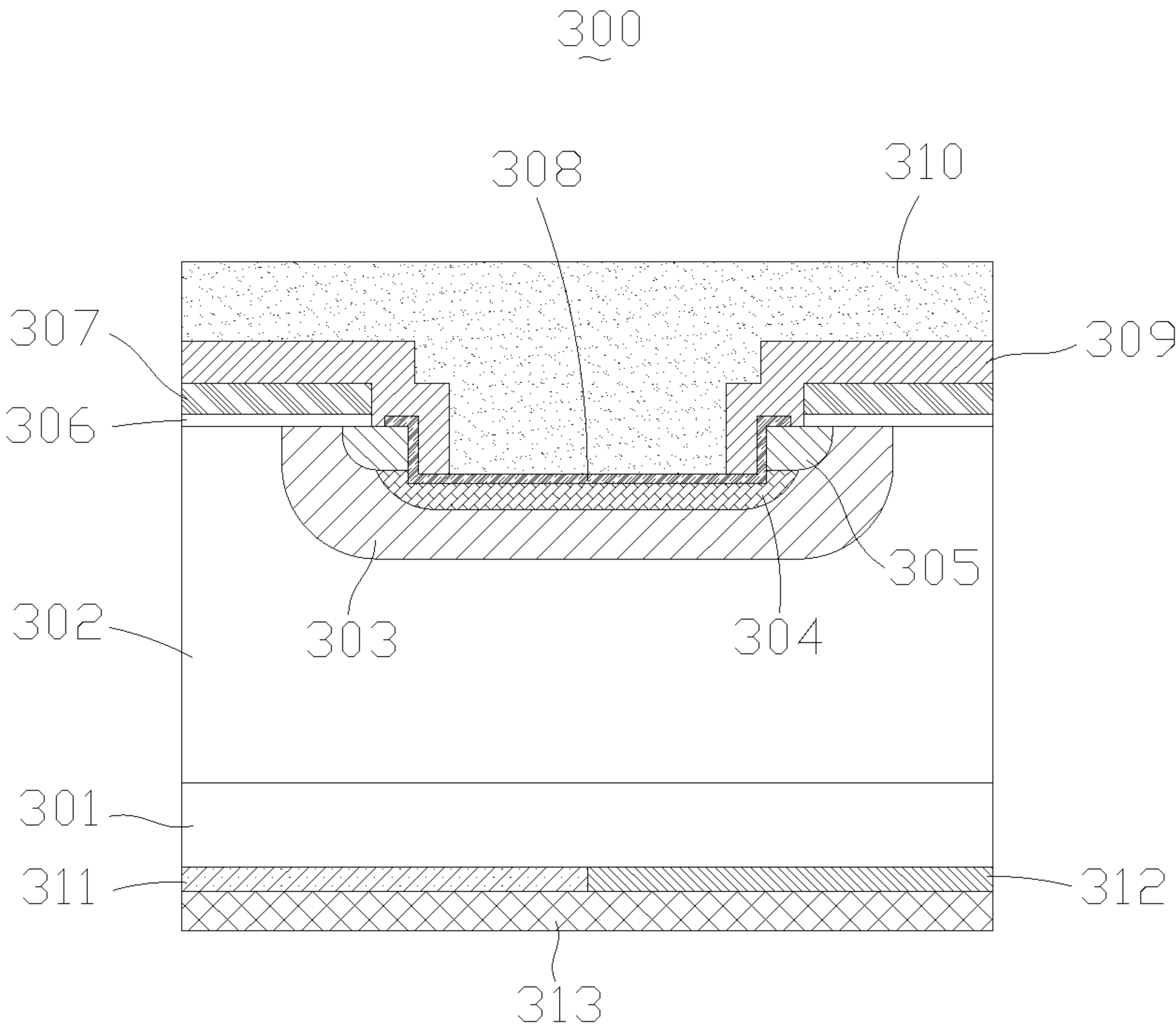


图 3

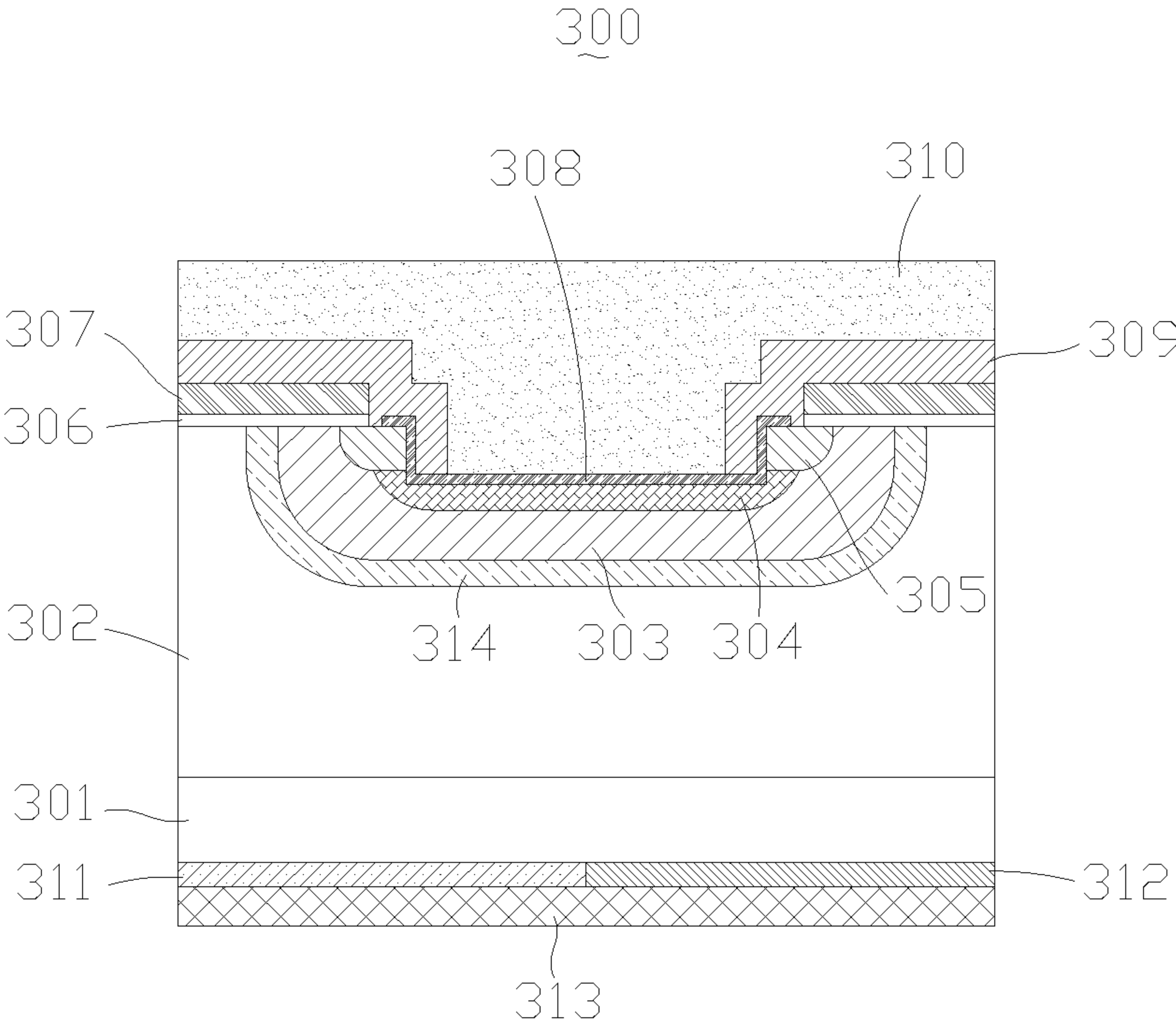


图 4

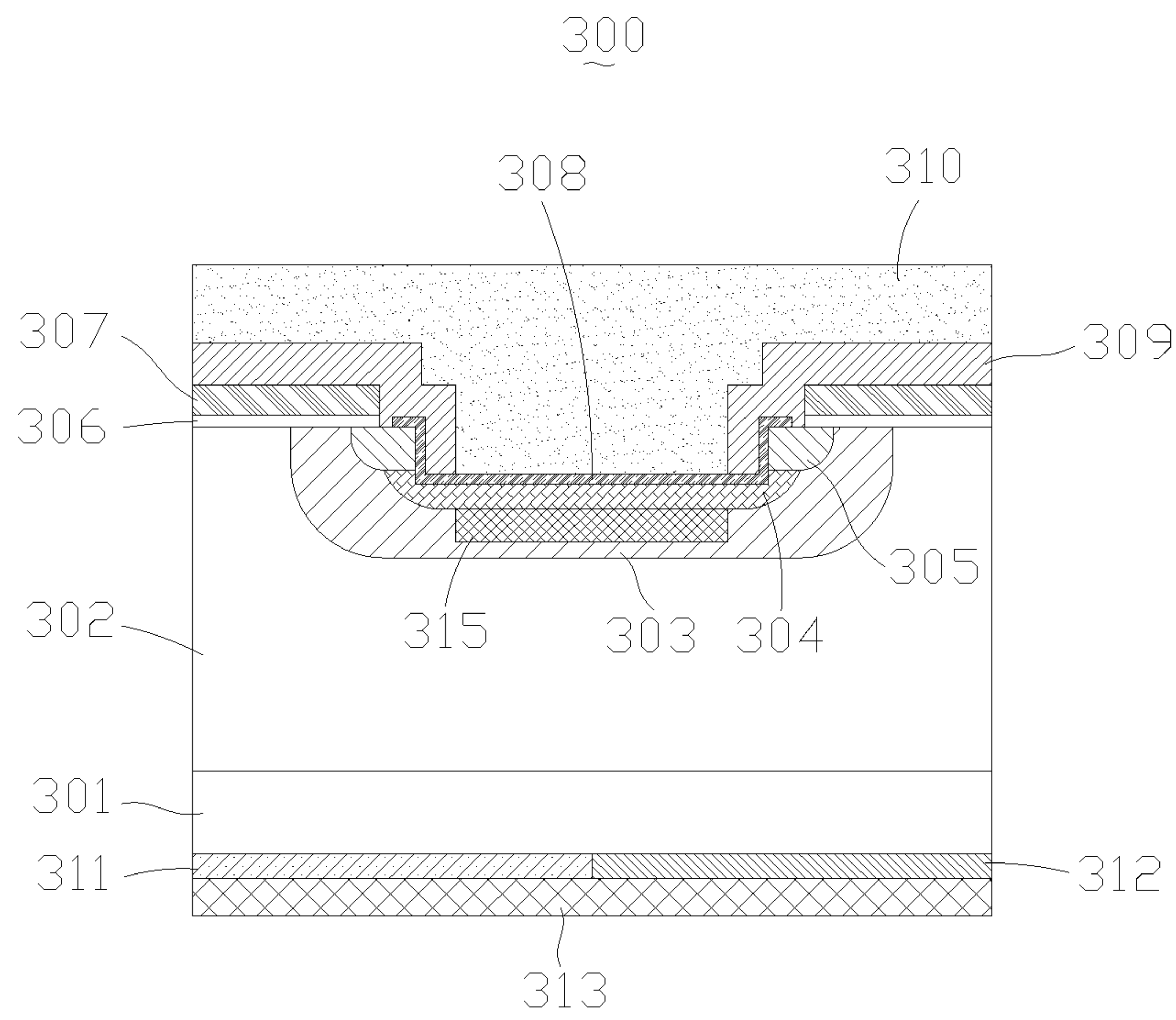


图 5

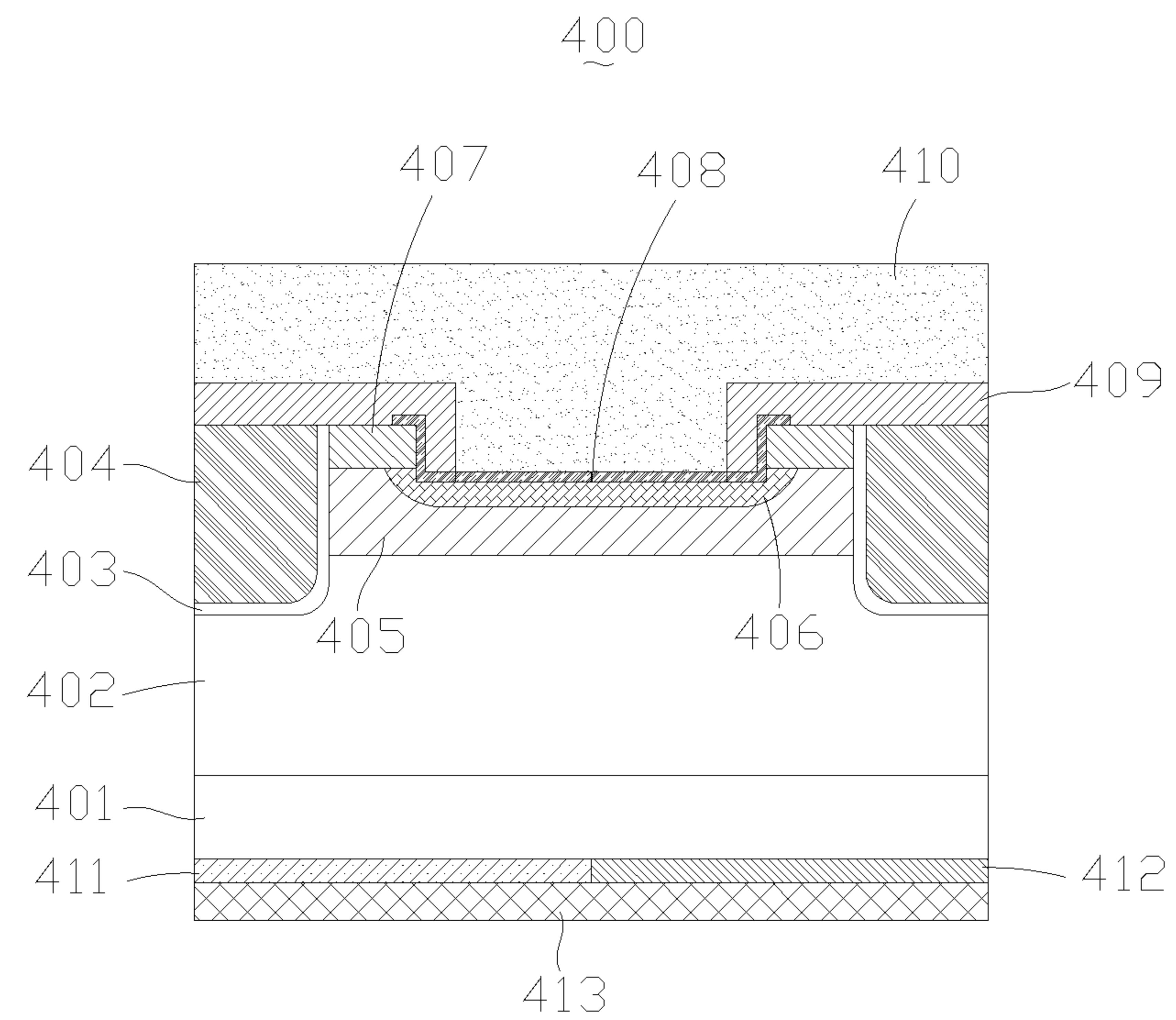


图 6

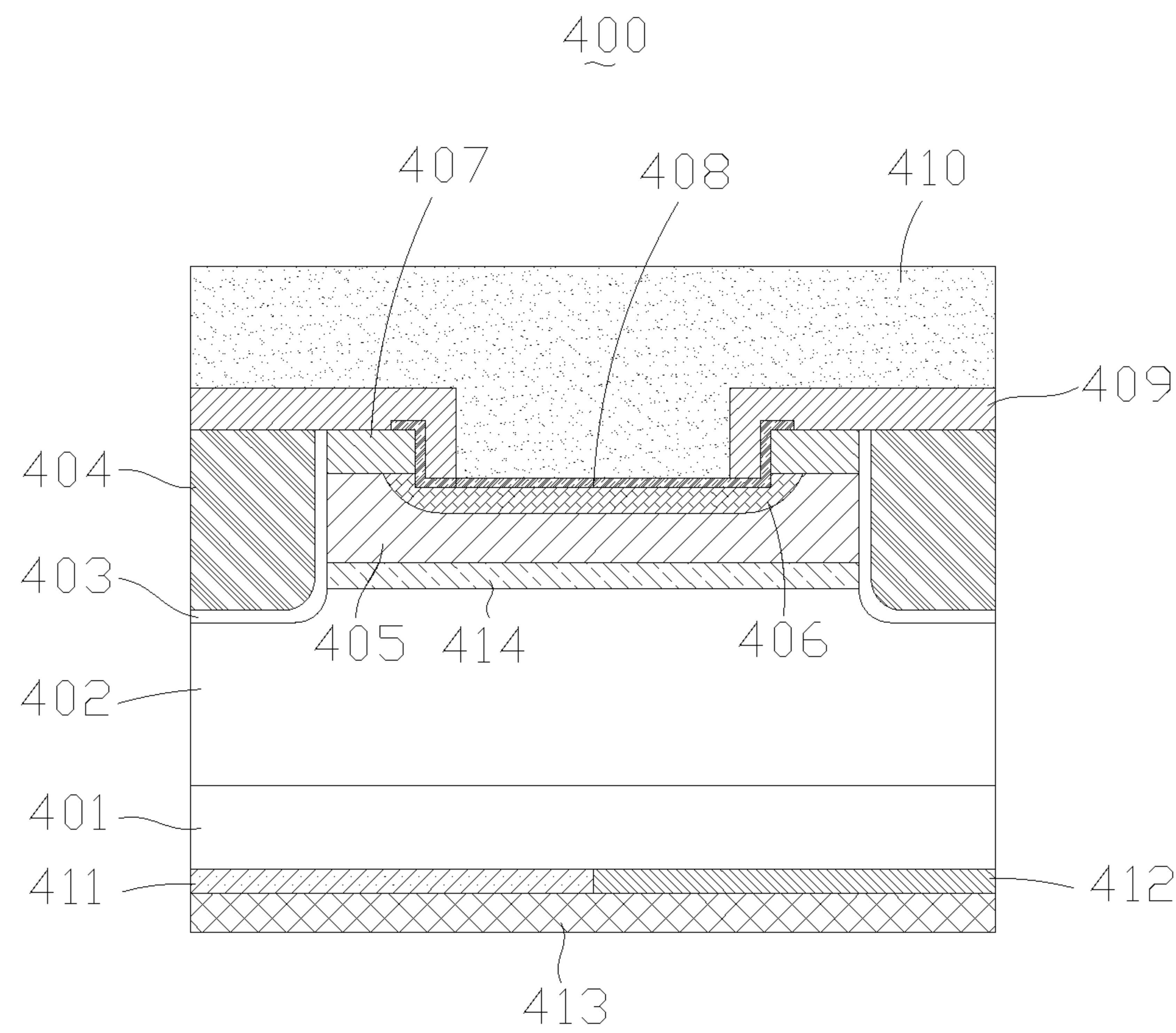


图 7

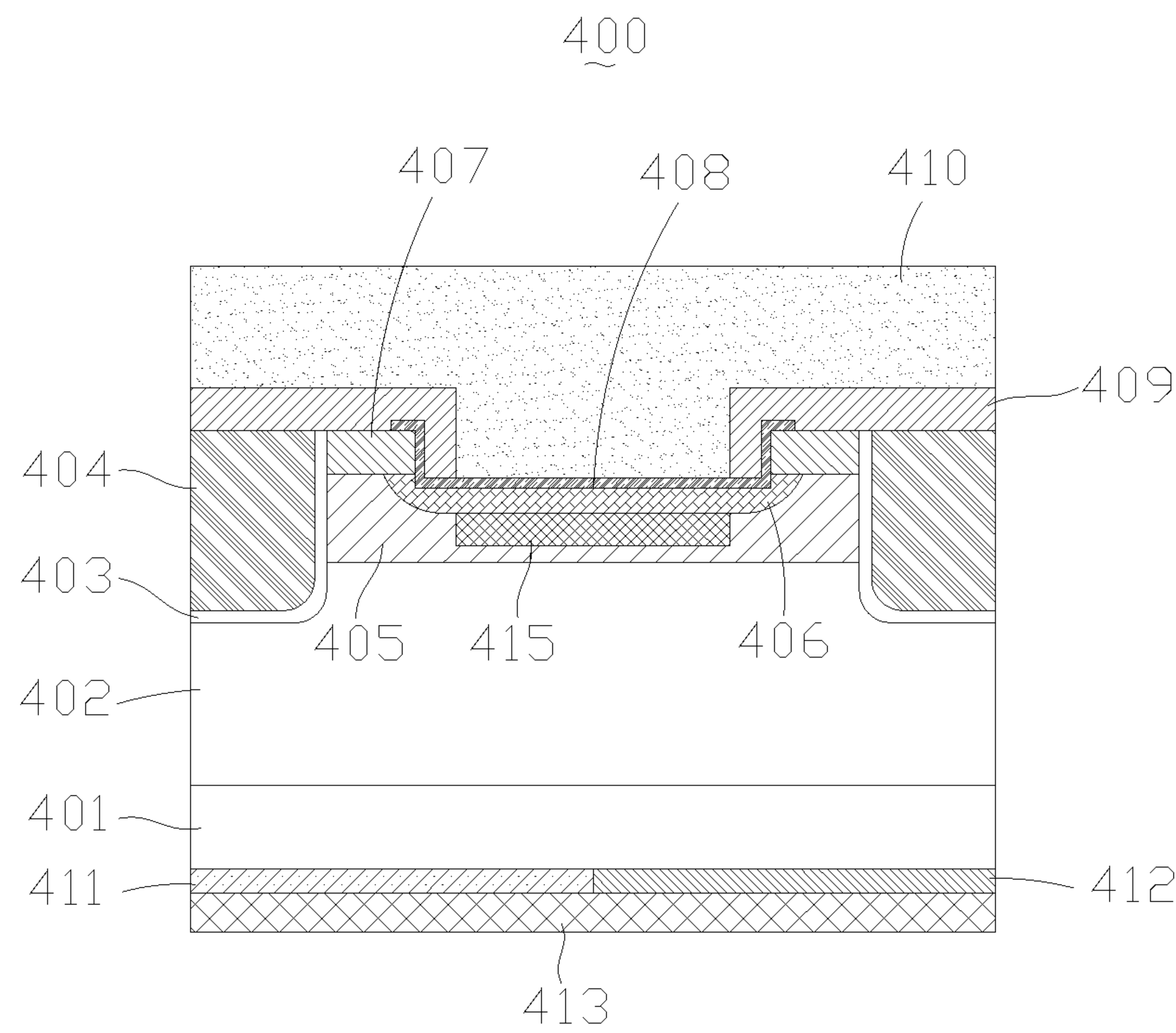


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/084136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/739(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)

H01L

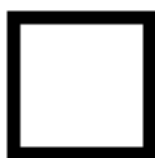
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

CNPAT, EPODOC, WPL, CNKI, IEEE: 逆导, 反向导电, 反向导通, 绝缘栅双极场效应晶体管, 导电层, 硅化, 合金层, 正向压降, reverse, inverse, conduct, insulated gate bipolar transistor, IGBT, silicide, salicide, alloy, forward, voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 204257660 U (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 08 April 2015 (2015-04-08) description, paragraphs [0021]-[0071], and figures 1-5	1-11
X	CN 104835839 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 12 August 2015 (2015-08-12) description, paragraphs [0023]-[0067], figure 5C	1-11
A	CN 101964355 A (CHENGDU MONOLITHIC POWER SYSTEMS CO., LTD.) 02 February 2011 (2011-02-02) entire document	1-11
A	US 2014213022 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 31 July 2014 (2014-07-31) entire document	1-11
A	JP 2009253004 A (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 29 October 2009 (2009-10-29) entire document	1-11



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

11 August 2020

Date of mailing of the international search report

28 August 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/084136

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	204257660	U	08 April 2015	US	2015014743	A1	15 January 2015
				US	9209109	B2	08 December 2015
CN	104835839	A	12 August 2015	US	2015228723	A1	13 August 2015
				DE	102015101762	A1	13 August 2015
				CN	104835839	B	08 June 2018
				US	9240450	B2	19 January 2016
CN	101964355	A	02 February 2011	CN	101964355	B	10 July 2013
				US	2011062489	A1	17 March 2011
US	2014213022	A1	31 July 2014	US	2010117117	A1	13 May 2010
				US	9543405	B2	10 January 2017
JP	2009253004	A	29 October 2009	JP	4952638	B2	13 June 2012

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/084136
A. 主题的分类 H01L 29/739(2006.01)i 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 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI, IEEE: 逆向, 反向导电, 反向导通, 绝缘栅双极场效应晶体管, 导电层, 硅化, 合金层, 正向压降, reverse, inverse, conduct, insulated gate bipolar transistor, IGBT, silicide, salicide, alloy, forward, voltage		
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	CN 204257660 U (英飞凌科技股份有限公司) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第[0021]-[0071]段, 附图1-5	1-11
X	CN 104835839 A (英飞凌科技股份有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 说明书第[0023]-[0067]段, 附图5C	1-11
A	CN 101964355 A (成都芯源系统有限公司) 2011年 2月 2日 (2011 - 02 - 02) 全文	1-11
A	US 2014213022 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2014年 7月 31日 (2014 - 07 - 31) 全文	1-11
A	JP 2009253004 A (TOYOTA JIDOSHA K. K.) 2009年 10月 29日 (2009 - 10 - 29) 全文	1-11
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了解发明之理论或原理的在后文件 “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 “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 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2020年 8月 11日		国际检索报告邮寄日期 2020年 8月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 杨燕 电话号码 86-(10)-53961450

国际检索报告 关于同族专利的信息				国际申请号 PCT/CN2020/084136			
检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	204257660	U	2015年 4月 8日	US	2015014743	A1	2015年 1月 15日
				US	9209109	B2	2015年 12月 8日
CN	104835839	A	2015年 8月 12日	US	2015228723	A1	2015年 8月 13日
				DE	102015101762	A1	2015年 8月 13日
				CN	104835839	B	2018年 6月 8日
				US	9240450	B2	2016年 1月 19日
CN	101964355	A	2011年 2月 2日	CN	101964355	B	2013年 7月 10日
				US	2011062489	A1	2011年 3月 17日
US	2014213022	A1	2014年 7月 31日	US	2010117117	A1	2010年 5月 13日
				US	9543405	B2	2017年 1月 10日
JP	2009253004	A	2009年 10月 29日	JP	4952638	B2	2012年 6月 13日