

(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
2018 年 8 月 30 日 (30.08.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/152939 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 33/64 (2010.01)

武汉市东湖开发区高新大道 666 号生物城 C5 栋, Hubei 430070 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/079908

(22) 国际申请日: 2017 年 4 月 10 日 (10.04.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710098327.0 2017 年 2 月 22 日 (22.02.2017) CN

(71) 申请人: 武汉华星光电技术有限公司 (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖北省

(72) 发明人: 程 艳 (CHENG, Yan); 中国湖北省武汉市东湖开发区高新大道 666 号生物城 C5 栋, Hubei 430070 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市德力知识产权代理事务所 (COMIPS INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市福田区上步中路深勘大厦 15E, Guangdong 518028 (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,

(54) Title: LIGHT EMITTING DIODE

(54) 发明名称: 发光二极管

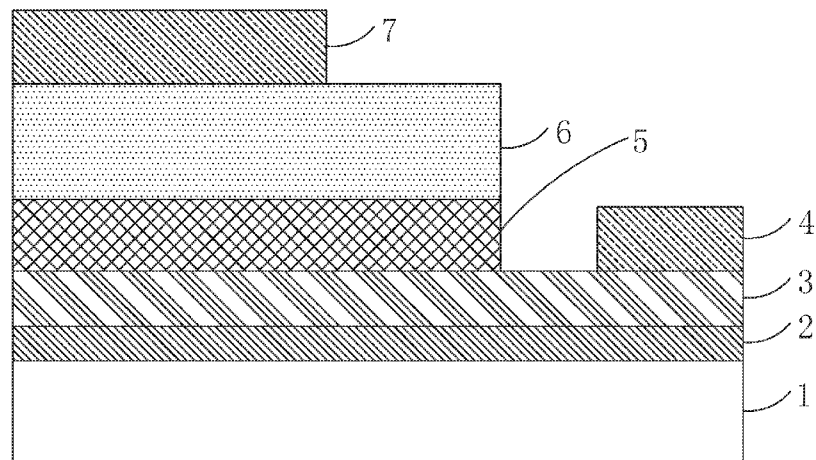


图 1

(57) Abstract: The present invention provides a light emitting diode. The light emitting diode comprises: a light emitting layer; an electron transport layer and a hole transport layer which are in contact with the upper and lower sides of the light emitting layer respectively; a first electrode in contact with the hole transport layer; and a second electrode in contact with the electron transport layer. The electron transport layer is made of graphene, and by using the excellent electrical conduction capability and thermal conduction capability of the graphene material, the heat dissipation capability and the electron transport capability of the electron transport layer of the light emitting diode are improved, and thus the service life of the light emitting diode is prolonged and the light emitting efficiency of the light emitting diode is improved.

(57) 摘要: 本发明提供一种发光二极管。该发光二极管包括: 发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极, 其中, 所述电子传输层的材料为石墨烯, 利用石墨烯材料的优良的电传导能力和热传导能力, 增加发光二极管电子传输层的热量散发能力和电子传输能力, 进而提升发光二极管的使用寿命和发光效率。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

发光二极管

技术领域

本发明涉及显示技术领域，尤其涉及一种发光二极管。

5

背景技术

发光二极管（Light Emitting Diode, LED）是将电流转化成光的半导体器件。发光二极管发射的光的波长基于其所用的半导体材料而变化，更具体是基于其所用的半导体材料的带隙而变化。LED 通常用作显示器、车辆和其它照明应用光源。在 LED 中，由发光二极管产生的热量直接地影响发光二极管模块的发光性能和使用期限，进一步也会影响手机显示屏或电视显示屏的背光的寿命。如果发光二极管产生的热量长时间留在发光二极管中，则会导致构成发光二极管的晶体结构出现错位（dislocation）和失配（mismatch），进而缩短发光二极管的使用寿命。

现有的发光二极管结构通常包括垂直式结构与非垂直式结构（平面式结构），其中非垂直式结构的发光二极管中的 n 电极与 p 电极位于发光层的同一侧，垂直式结构的发光二极管中的 n 电极与 p 电极分别位于发光层的上下两侧，现有的发光二极管由于其电子传输层性能的限制，导致 n 电极与电子传输层之间流动的电流不能很好的流入发光层，影响发光二极管的发光效率，并且电子传输层不能很好的将热量散发出去，导致发光层的温度过高，尤其是在非垂直结构的发光二极管由于其空穴传输层一侧的蓝宝石基板的导热性很差，在散热就更需要将热量更多的由电子传输层散发出去，因此对电子传输层性能的提升对发光二极管的发光性能和使用寿命有着重要的影响。

石墨烯是由碳原子呈蜂窝状排列构成的二维晶体，具有高透过率，高导热系数，高电子迁移率，低电阻率等特点，优异的性能使得石墨烯及其相关器件已经成为物理、化学、生物以及材料科学领域的一个研究热点。迄今为止，人们已经制备出多种以石墨烯为基本功能单元的器件，包括场效应晶体管、太阳能电池、纳米发电机和传感器等。

30

发明内容

本发明的目的在于提供一种发光二极管，能够加快发光二极管的热量散发，提升发光二极管的发光效率和使用寿命。

为实现上述目的，本发明提供了一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极；所述电子传输层的材料为石墨烯。

5 所述发光二极管采用非垂直式结构；

所述第一电极和发光层间隔分布于所述空穴传输层上，所述电子传输层设于所述发光层上，所述第二电极设于所述电子传输层上。

所述发光二极管采用垂直式结构，所述第一电极、空穴传输层、发光层、电子传输层、和第二电极自下而上依次层叠设置。

10 所述第一电极和第二电极的材料均为铝和铜中的一种或二种的组合。

所述空穴传输层的材料N型掺杂的氮化镓。

还包括：基板、以及缓冲层；

所述缓冲层覆盖于所述基板上，所述空穴传输层设于所述缓冲层上。

所述基板为蓝宝石基板。

15 所述缓冲层的材料为未掺杂的氮化镓。

本发明还提供一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极；所述电子传输层的材料为石墨烯；

20 其中，所述第一电极和第二电极的材料均为铝和铜中的一种或二种的组合；

其中，所述空穴传输层的材料N型掺杂的氮化镓。

25 本发明的有益效果：本发明提供一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极，其中，所述电子传输层的材料为石墨烯，利用石墨烯材料的优良的电传导能力和热传导能力，增加发光二极管电子传输层的热量散发能力和电子传输能力，进而提升发光二极管的使用寿命和发光效率。

30 附图说明

为了能更进一步了解本发明的特征以及技术内容，请参阅以下有关本发明的详细说明与附图，然而附图仅提供参考与说明用，并非用来对本发明加以限制。

附图中，

图 1 为本发明的发光二极管的第一实施例的示意图；

图 2 为本发明的发光二极管的第二实施例的示意图。

具体实施方式

5 为更进一步阐述本发明所采取的技术手段及其效果，以下结合本发明的优选实施例及其附图进行详细描述。

请参阅图 1 并结合图 2，本发明提供一种发光二极管，包括：发光层 5、分别与所述发光层 5 上下两侧接触的电子传输层 6 和空穴传输层 3、与所述空穴传输层 3 接触的第一电极 4 以及与所述电子传输层 6 接触的第二电极 7；
10 所述电子传输层 6 的材料为石墨烯。

具体地，所述第一电极 4 和第二电极 7 分别为发光二极管的 n 电极和 p 电极，优选材料为铝和铜中的一种或二种的组合，当然所述第一电极 4 和第二电极的不限于此也可以为其他的适合的材料。

优选地，所述空穴传输层 3 的材料 N 型掺杂的氮化镓，当然所述空穴
15 传输层 3 的材料也不限于此可以为其他的适合的材料。

值得一提的是，本发明的发光二极管中采用石墨烯材料制作电子传输层 6，利用石墨烯材料的优异的导热性能，能够发光层 5 中聚集的热量快速横向疏导，并慢慢纵向向上扩散，进而提升发光二极管的散热效果，增加发光元件的使用寿命，同时利用石墨烯材料优良的电传导能力，进一步提
20 高电子传输层 6 的电子传输能力，提升发光二极管的发光效率。

可选地，本发明的发光二极管可以为垂直结构也可以为非垂直结构。

具体地，如图 1 所示，当所述发光二极管采用非垂直式结构时，所述第一电极 4 和发光层 5 间隔分布于所述空穴传输层 3 上，所述电子传输层 6 设于所述发光层 5 上，所述第二电极 7 设于所述电子传输层 6 上。

25 进一步地，所述非垂直式结构的发光二极管还包括一基板 1 和缓冲层 2，其中，所述缓冲层 2 覆盖于所述基板 1 上，所述空穴传输层 3 设于所述缓冲层 2 上。

优选地，所述基板 1 为蓝宝石基板，所述缓冲层 2 的材料为未掺杂的氮化镓（GaN）。

30 特别地，本发明的非垂直式结构的发光二极管，相比于现有技术，由于石墨烯材料为透明的，因此也可以直接取代现有技术中设置在第二电极 7 与电子传输层 6 之间的 ITO 透明电极层，即本发明中的石墨烯材质的电子传输层 6 相当于现有技术中的电子传输层和 ITO 透明电极层的组合。

进一步地，如图 2 所示，所述发光二极管还可以采用垂直式结构，此

时所述第一电极 4、空穴传输层 3、发光层 5、电子传输层 6、和第二电极 7 自下而上依次层叠设置，去除导热性差的蓝宝石基板，提高散热效果。

需要说明的是，垂直式结构的发光二极管与非垂直式的发光二极管相比，非垂直式的发光二极管的第一电极 4 和第二电极 7 位于所述发光层 5 的同一侧，产生的电流不仅在会竖直方向流动，还会横向流动一定的距离，发热量较高，而垂直式的发光二极管的第一电极 4 和第二电极 7 位于所述发光层 5 的上下两侧，产生的电流只在竖直方向流动，没有横向电流，电流密度更加均匀，产生的热量较少，配合石墨烯材料的电子传输层 6，能够进一步地提升发光二极管的散热效果和发光效率，提升发光二极管的使用寿命。

综上所述，本发明提供一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极，其中，所述电子传输层的材料为石墨烯，利用石墨烯材料的优良的电传导能力和热传导能力，增加发光二极管电子传输层的热量散发能力和电子传输能力，进而提升发光二极管的使用寿命和发光效率。

以上所述，对于本领域的普通技术人员来说，可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形，而所有这些改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

权 利 要 求

1、一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极；所述电子传输层的材料为石墨烯。

2、如权利要求 1 所述的发光二极管，其中，所述发光二极管采用非垂直式结构；

所述第一电极和发光层间隔分布于所述空穴传输层上，所述电子传输层设于所述发光层上，所述第二电极设于所述电子传输层上。

3、如权利要求 1 所述的发光二极管，其中，所述发光二极管采用垂直式结构，所述第一电极、空穴传输层、发光层、电子传输层、和第二电极自下而上依次层叠设置。

4、如权利要求 1 所述的发光二极管，其中，所述第一电极和第二电极的材料均为铝和铜中的一种或二种的组合。

5、如权利要求 1 所述的发光二极管，其中，所述空穴传输层的材料 N 型掺杂的氮化镓。

6、如权利要求 2 所述的发光二极管，还包括：基板、以及缓冲层；

所述缓冲层覆盖于所述基板上，所述空穴传输层设于所述缓冲层上。

7、如权利要求 6 所述的发光二极管，其中，所述基板为蓝宝石基板。

8、如权利要求 6 所述的发光二极管，其中，所述缓冲层的材料为未掺杂的氮化镓。

9、一种发光二极管，包括：发光层、分别与所述发光层上下两侧接触的电子传输层和空穴传输层、与所述空穴传输层接触的第一电极以及与所述电子传输层接触的第二电极；所述电子传输层的材料为石墨烯；

其中，所述第一电极和第二电极的材料均为铝和铜中的一种或二种的组合；

其中，所述空穴传输层的材料 N 型掺杂的氮化镓。

10、如权利要求 9 所述的发光二极管，其中，所述发光二极管采用非垂直式结构；

所述第一电极和发光层间隔分布于所述空穴传输层上，所述电子传输层设于所述发光层上，所述第二电极设于所述电子传输层上。

11、如权利要求 9 所述的发光二极管，其中，所述发光二极管采用垂直式结构，所述第一电极、空穴传输层、发光层、电子传输层、和第二电

极自下而上依次层叠设置。

12、如权利要求 10 所述的发光二极管，还包括：基板、以及缓冲层；所述缓冲层覆盖于所述基板上，所述空穴传输层设于所述缓冲层上。

13、如权利要求 12 所述的发光二极管，其中，所述基板为蓝宝石基板。

5 14、如权利要求 12 所述的发光二极管，其中，所述缓冲层的材料为未掺杂的氮化镓。

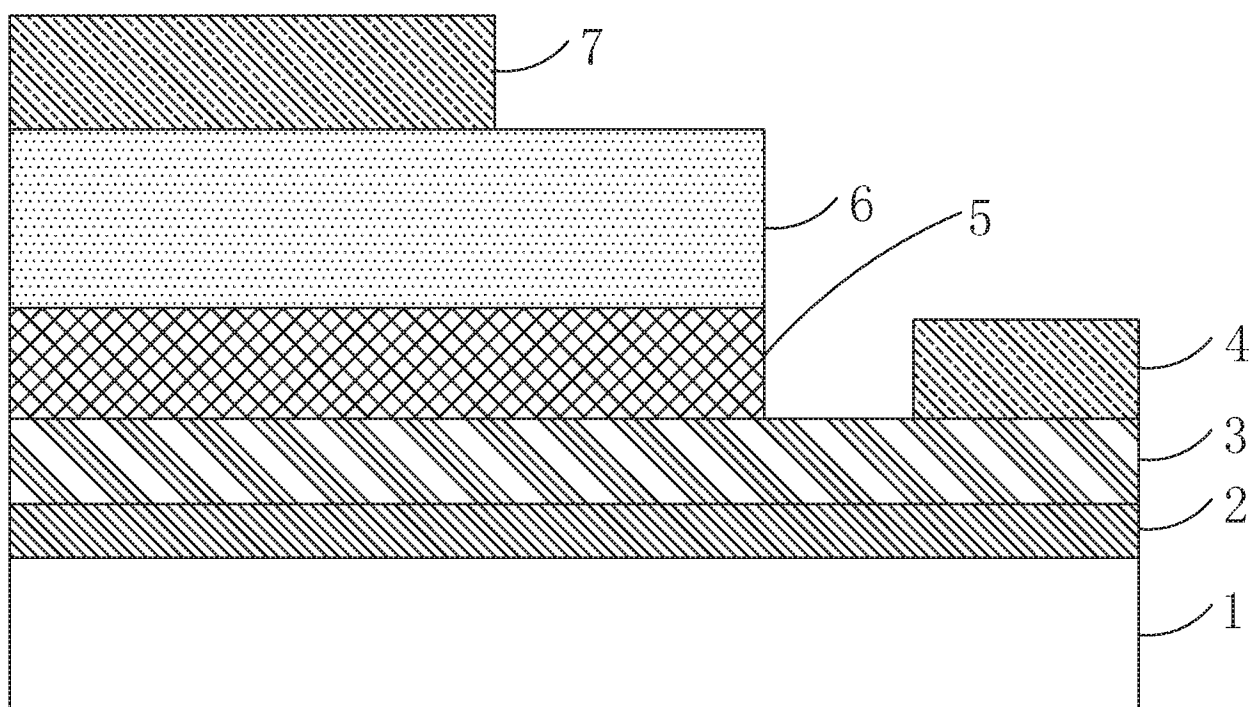


图1

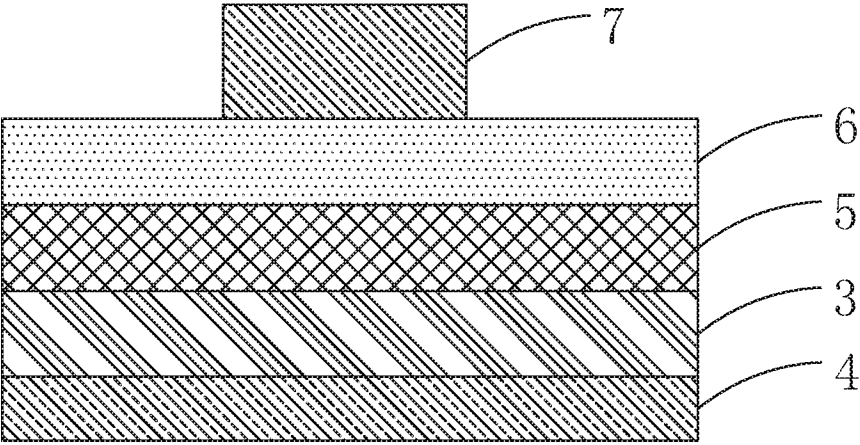


图2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/079908

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 33/64 (2010.01) 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)

DWPI, CNTXT, CNABS, DWPI, CNKI: 石墨烯, 发光二极管, LED, 电子, 载流子, 传输, carrier, graphene, light emitting diode, electron, transfer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102751408 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 24 October 2012 (24.10.2012), description, paragraphs 0028-0039, and figures 1-4	1-14
X	CN 102751407 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 24 October 2012 (24.10.2012), description, paragraphs 0028-0041, and figures 1-4	1-14
A	CN 104966771 A (WENZHOU INSTITUTE OF BIOMATERIALS & ENGINEERING, CNITECH, CAS), 07 October 2015 (07.10.2015), entire 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 06 November 2017	Date of mailing of the international search report 17 November 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHI, Yue Telephone No. (86-10) 62089270

International application No.
PCT/CN2017/079908

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/079908

A. 主题的分类 H01L 33/64 (2010.01) 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)) DWPI, CNTXT, CNABS, DWPI, CNKI: 石墨烯, 发光二极管, LED, 电子, 载流子, 传输, carrier, graphene, light emitting diode, electron, transfer														
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 102751408 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0039段, 图1-4</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 102751407 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0041段, 图1-4</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104966771 A (温州生物材料与工程研究所) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 102751408 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0039段, 图1-4	1-14	X	CN 102751407 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0041段, 图1-4	1-14	A	CN 104966771 A (温州生物材料与工程研究所) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-14
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
X	CN 102751408 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0039段, 图1-4	1-14												
X	CN 102751407 A (中国科学院半导体研究所) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 说明书第0028-0041段, 图1-4	1-14												
A	CN 104966771 A (温州生物材料与工程研究所) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-14												
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。														
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 “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 </td> </tr> </table>			* 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, 但为了理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										
* 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, 但为了理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	国际检索报告邮寄日期													
2017年 11月 6日	2017年 11月 17日													
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员													
中华人民共和国国家知识产权局 (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	智月 电话号码 (86-10) 62089270													

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/079908

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	102751408	A	2012年 10月 24日	无	
CN	102751407	A	2012年 10月 24日	无	
CN	104966771	A	2015年 10月 7日	无	