(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
2023 年 4 月 6 日 (06.04.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/051693 A1

(51) 国际专利分类号:
C30B 15/04 (2006.01) *C30B 29/06* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/122591

(22) 国际申请日: 2022 年 9 月 29 日 (29.09.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111152860.3 2021年9月29日 (29.09.2021) CN

(71) 申请人: 西安奕斯伟材料科技有限公司 (**XI'AN ESWIN MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国陕西省西安市高新区西沣南路1888号1-3-029室, Shaanxi 710100 (CN)。

(72) 发明人: 徐鹏 (**XU, Peng**); 中国陕西省西安市高新区西沣南路1888号, Shaanxi 710100 (CN)。 衡鹏 (**HENG, Peng**); 中国陕西省西安市高新区西沣南路1888号, Shaanxi 710100 (CN)。 李阳 (**LI, Yang**); 中国陕西省西安市高新区西沣南路1888号, Shaanxi 710100 (CN)。

(74) 代理人: 北京银龙知识产权代理有限公司 (**DRAGON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 中国北京市海淀区西直门北大街32号院枫蓝国际中心2号楼10层, Beijing 100082 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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。

(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))。

(54) **Title:** NITROGEN DOPANT FEEDING APPARATUS AND METHOD, AND SYSTEM FOR MANUFACTURING NITROGEN-DOPED MONOCRYSTALLINE SILICON ROD

(54) 发明名称: 氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统

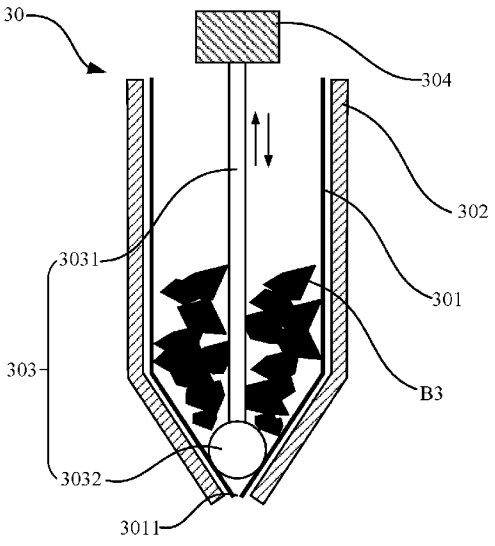


图 3

(57) **Abstract:** A nitrogen dopant feeding apparatus and method, and a system for manufacturing a nitrogen-doped monocrystalline silicon rod. The nitrogen dopant feeding apparatus comprises: a carrier tube provided with an opening at the bottom, and a heating apparatus surrounding the outer side of the carrier tube; a blocking apparatus provided inside the carrier tube, the blocking device being able to fit with the bottom of the carrier tube to shield the opening, and a gap being able to be formed between the blocking apparatus and the bottom of the carrier tube to open the opening; and a lifting/lowering mechanism, the lifting/lowering mechanism being configured to lift or lower the blocking apparatus.

(57) 摘要: 一种氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统; 所述氮掺杂剂加料装置包括: 底部设置有开口的承载管, 环绕于所述承载管外侧的加热装置; 设置于所述承载管内部的隔挡装置, 所述隔挡装置能够与所述承载管的底部贴合以遮挡所述开口; 以及, 所述隔挡装置能够与所述承载管的底部产生间隙以打开所述开口; 升降机构, 所述升降机构用于提升或下降所述隔挡装置。

WO 2023/051693 A1

氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2021 年 9 月 29 日在中国提交的中国专利申请 No. 202111152860.3 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本申请实施例涉及半导体技术领域，尤其涉及一种氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统。

背景技术

用于生产集成电路（Integrated Circuit，IC）等半导体电子元器件的硅片，主要通过将直拉（Czochralski）法拉制的单晶硅棒切片而制造出。Czochralski 法包括使由石英制成的坩埚中的多晶硅原料熔化以获得硅熔体，将籽晶晶种浸入硅熔体中，以及连续地提升籽晶晶种移动离开硅熔体表面，由此在移动过程中在相界面处生长出单晶硅棒。

在上述生产过程中，生产制造一种无位错，甚至无孪晶以及无多晶的单晶硅棒是非常有利的，这种单晶硅棒具有良好的机械性能以及优良的电特性。而目前生产这种单晶硅棒的其中之一的方法就是在硅熔体中掺杂氮原子，以通过氮原子起到钉扎位错的作用，这主要是因为氮掺杂的单晶硅棒的位错移动激活能比无掺杂的单晶硅棒的位错移动激活能高，进而使得氮掺杂的单晶硅棒的位错滑移的距离短，因此在单晶硅棒中掺杂氮能够抑制位错，甚至孪晶和多晶的产生。目前，作为氮掺杂的一种实现方式，可以在石英坩埚中的硅熔体中掺杂氮，由此拉制出的单晶硅棒以及由单晶硅棒切割出的硅片中便会掺杂有氮。

目前，氮掺杂的技术一般使用氮化硅（Si_3N_4）作为氮源，片状或颗粒状氮化硅材料投入到多晶硅原料中，实现氮元素的加入，但是由于氮化硅熔化温度（约 1800℃）比硅熔点（1425℃）高，需要加热并稳定一段时间的高温（大于 1600℃）后才能使其完全熔融在硅熔体中，而单晶硅棒拉制时硅熔体

中不能存在未熔化的氮化硅微粒，否则该氮化硅微粒会进入单晶硅棒中造成单晶硅棒内产生位错，进而导致单晶硅棒产品的报废；而且太高的氮化硅熔体温度也会容易造成石英坩埚软化加剧，致使 SiO_2 中的析出氧增加，以使得单晶硅棒拉制过程中的氧含量难以控制，从而使得单晶硅棒顶部的氧含量偏高，影响单晶硅棒的产品品质。

此外，尤其在拉制含氮掺杂和其他掺杂剂例如硼的单晶硅棒时，硅熔体温度太高会造成掺杂剂硼的挥发量增加，更严重地将导致硼原子与氮原子在超过1600℃的高温下形成难熔物氮化硼,该氮化硼物质在硅熔体中一直存在，易造成单晶硅棒产生位错、孪晶甚至多晶，进而导致单晶硅棒产品的报废。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例期望提供一种氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统；能够获得无位错、无孪晶以及无多晶的高品质的氮掺杂单晶硅棒。

本申请实施例的技术方案是这样实现的：

第一方面，本申请实施例提供了一种氮掺杂剂加料装置，所述氮掺杂剂加料装置设置于石英坩埚的正上方，所述氮掺杂剂加料装置包括：

底部设置有开口的承载管，所述承载管用于承载待熔化的氮化硅；

环绕于所述承载管外侧的加热装置，所述加热装置用于加热所述待熔化的氮化硅使其完全熔化成氮化硅熔体；

设置于所述承载管内部的隔挡装置，所述隔挡装置能够与所述承载管的底部贴合以遮挡所述开口，以防止所述待熔化的氮化硅从所述开口处掉落至所述石英坩埚中；以及，所述隔挡装置能够与所述承载管的底部产生间隙以打开所述开口，以使得所述氮化硅熔体从所述开口处滴落至承载有含硼原子的硅熔体的所述石英坩埚中；

升降机构，所述升降机构用于提升或下降所述隔挡装置。

第二方面，本申请实施例提供了一种氮掺杂剂加料方法，所述氮掺杂剂加料方法能够应用于第一方面所述的氮掺杂剂加料装置中，所述氮掺杂剂加料方法包括：

将多晶硅原料及硼掺杂剂放置于石英坩埚中并升温至1450℃以使得所述多晶硅原料及所述硼掺杂剂熔化形成含硼原子的硅熔体；

将设定质量的待熔化的氮化硅投入至氮掺杂剂加料装置中，并通过加热装置升温至1800℃以使得所述待熔化的氮化硅熔化形成氮化硅熔体；

通过升降机构提升隔挡装置，以使得所述氮化硅熔体通过承载管底部的开口滴落至所述含硼原子的硅熔体中。

第三方面，本申请实施例提供了一种氮掺杂单晶硅棒的制造系统，所述制造系统包括：根据第一方面所述的氮掺杂剂加料装置，以及拉晶设备；其中，

所述氮掺杂剂加料装置用于将氮化硅熔体掺入所述拉晶设备中石英坩埚内的含硼原子的硅熔体中；

所述拉晶设备用于利用含氮原子和硼原子的硅熔体采用Czochralski法拉制单晶硅棒。

本申请实施例提供了一种氮掺杂剂加料装置、方法及氮掺杂单晶硅棒的制造系统；在该氮掺杂剂加料装置中，在待熔化的氮化硅投入承载管之前，先通过升降机构下降隔挡装置与承载管底部贴合以遮挡开口，以防止待熔化的氮化硅从开口处掉落至石英坩埚中；当待熔化的氮化硅完全熔化成氮化硅熔体后，利用升降机构提升隔挡装置以打开开口，从而使得氮化硅熔体滴落至含硼原子的硅熔体中；利用该氮掺杂剂加料装置能够将氮化硅熔体加入至含硼原子的硅熔体中，这样石英坩埚内形成含硼原子的硅熔体的温度无需超过1600℃，而在含硼原子的硅熔体的熔化温度不超过1600℃的情况下，氮化硅熔体中的氮原子即可掺入含硼原子的硅熔体中，因此在整个单晶硅棒拉制过程中不会产生氮化硼颗粒，进而最终形成的单晶硅棒中也不会产生位错，甚至孪晶以及多晶缺陷。

附图说明

图1为本申请实施例提供的常规技术方案中氮掺杂的一种实现方式的示意图；

图2为本申请实施例提供的硅熔体中生成有氮化硼的示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种氮掺杂剂加料装置的示意图；

图 4 为本申请实施例提供的利用氮掺杂剂加料装置实现硅熔体中氮掺杂的示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种氮掺杂剂加料方法的流程示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种氮掺杂单晶硅棒的制造系统。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

参见图 1，其示出了常规技术方案中氮掺杂的一种实现方式。如图 1 所示，多晶硅原料 B1 和其他掺杂剂例如硼 B2 与氮化硅 B3 一起容纳在石英坩埚 QC 中，其中，多晶硅原料 B1 通过由线框围绕的区域示意性地示出，硼掺杂剂 B2 通过由斜线填充的区域示意性地示出，氮化硅 B3 通过由黑色填充区域示意性地示出。当对石英坩埚 QC 进行加热使容纳在石英坩埚 QC 中的多晶硅原料 B1、硼掺杂剂 B2 以及氮化硅 B3 熔化后，便可以获得包括包含硅原子、硼原子和氮原子的熔体 M。但是，在上述实现方式中，由于氮化硅 B3 的熔化温度约为 1800℃，而多晶硅原料 B1 和硼掺杂剂 B2 的熔化温度不能超过 1600℃，因此来自于氮化硅 B3 的氮原子无法获得足够充分地熔解，而是仅能够熔解在每个氮化硅 B3 周围的一定范围内，因此掺杂的氮在熔体 M 整体中的分布是不均匀的。具体地，参见图 1，所获得的熔体 M 按照氮浓度或含氮量的不同仍然大致可以分为如下的三种区域：含氮量低的第一熔体区域 M1，如在图 1 中通过低密度的点填充的区域示意性地示出的，该区域在石英坩埚 QC 中处于与氮化硅 B3 的几何中心相距远距离的位置处；含氮量中等的第二熔体区域 M2，如在图 1 中通过中等密度的点填充的区域示意性地示出的，该区域在石英坩埚 QC 中处于与氮化硅 B3 的几何中心相距中等距离的位置处；含氮量高的第三熔体区域 M3，如在图 1 中通过高密度的点填充的区域示意性地示出的，该区域在石英坩埚 QC 中处于与氮化硅 B3 的几何中心相距近距离的位置处。

需要说明的是，前述氮化硅 B3 的形状不限于片状、也可以是颗粒状。

另一方面，如若为了完全地熔解氮化硅 B3，将多晶硅原料 B1 和硼掺杂剂 B2 的熔化温度升高至 1600℃以上，此时熔体 M 中则会形成氮化硼颗粒 B4，具体如图 2 中的黑色圆形所示。由于氮化硼颗粒 B4 为难熔物，会一直存在于熔体 M 内，易造成单晶硅棒中产生位错、孪晶甚至多晶的缺陷，严重时将导致单晶硅棒产品报废。

基于上述阐述，为了获得无位错、无孪晶以及无多晶缺陷的含氮原子和硼原子的单晶硅棒，本申请实施例期望在能够获得含硼原子的硅熔体 M' 的基础上，改进氮化硅 B3 的加料方式。图 3 为本申请实施例提供的一种氮掺杂剂加料装置 30 的示意图，其中，氮掺杂剂加料装置 30 设置于石英坩埚 QC 的正上方，所述氮掺杂剂加料装置 30 具体可以包括：

底部设置有开口 3011 的承载管 301，所述承载管 301 用于承载待熔化的氮化硅 B3；

环绕于所述承载管外侧的加热装置 302，所述加热装置 302 用于加热所述待熔化的氮化硅 B3 使其完全熔化成氮化硅熔体 M"；

设置于所述承载管内部的隔挡装置 303，所述隔挡装置 303 能够与所述承载管 301 的底部贴合以遮挡所述开口 3011，以防止所述待熔化的氮化硅 B3 从所述开口 3011 处掉落至所述石英坩埚 QC 中；以及，所述隔挡装置 303 能够与所述承载管 301 的底部产生间隙以打开所述开口 3011，以使得所述氮化硅熔体 M"从所述开口 3011 处滴落至承载有含硼原子的硅熔体 M' 的所述石英坩埚 QC 中；

升降机构 304，所述升降机构 304 用于提升或下降所述隔挡装置 303。

可以理解地，对于根据本申请的氮掺杂剂加料装置 30 而言，如图 3 中所示，在待熔化的氮化硅 B3 放置在氮掺杂剂加料装置 30 之前，先通过升降机构 304 下降隔挡装置与承载管 301 底部贴合以遮挡开口 3011，以防止待熔化的氮化硅 B3 从开口 3011 处掉落至石英坩埚 QC 中；而如图 4 所示，当待熔化的氮化硅 B3 完全熔化成氮化硅熔体 M"后，利用升降机构 304 提升隔挡装置 303 以打开开口 3011，从而使得氮化硅熔体 M"滴落至含硼原子的硅熔体 M' 中。

利用该氮掺杂剂加料装置 30 能够将氮化硅熔体 M"加入至含硼原子的硅

熔体 M' 中，这样石英坩埚 QC 内形成含硼原子的硅熔体 M' 的温度无需超过 1600℃，而在含硼原子的硅熔体 M' 的熔化温度不超过 1600℃的情况下，氮化硅熔体 M" 中的氮原子即可掺入含硼原子的硅熔体 M' 中，因此在整个单晶硅棒的拉制过程中不会产生氮化硼颗粒 B4，进而最终形成的单晶硅棒中也不会产生位错，甚至孪晶以及多晶缺陷。

此外，可以理解地，采用氮化硅熔体 M" 加入至含硼原子的硅熔体 M' 的方法，不会造成石英坩埚 QC 内的最终温度过高，因而不会容易造成石英坩埚 QC 软化加剧，以致使 SiO_2 中的析出氧增加，因此也就不会在单晶硅棒拉制过程中出现氧含量难以控制的现象。

需要说明的是，承载管 301 中放置的待熔化的氮化硅 B3 的质量是预先设定的，以保证最终拉制的单晶硅棒中的氮含量满足产品要求。

对于图 3 所示的氮掺杂剂加料装置 30，在一些示例中，所述承载管 301 的材料为高密度氮化硅。可以理解地，当待熔化的氮化硅 B3 升温熔化时，整个氮掺杂剂加料装置 30 内部的整体温度会升温至 1800℃，因此为了保证承载管 301 的使用寿命，承载管 301 需要使用耐高温材料；而另一方面为了保证待熔化的氮化硅 B3 在升温熔化的过程中不会引入新的杂质，因此可选地，承载管 301 的材料为高密度氮化硅材料。

对于图 3 所示的氮掺杂剂加料装置 30，在一些示例中，可选地，所述加热装置为电阻式加热器。这主要是因为利用电阻式加热器对承载管 301 加热时能够精确地控制待熔化的氮化硅 B3 的熔化温度；其次，利用电阻式加热器加热时承载管 301 受热均匀，因而待熔化的氮化硅 B3 能够得到均匀地熔解。当然，可以理解地，电阻式加热器的热效率高，对承载管 301 加热升温时热损失少，能够有效地节省加热成本。

对于图 3 所示的氮掺杂剂加料装置 30，在一些示例中，可选地，所述隔挡装置 303 包括连动杆 3031 和隔挡球 3032；其中，所述连动杆 3031 和所述隔挡球 3032 固定连接。需要说明的是，连动杆 3031 和隔挡球 3032 可以采用焊接的方式固定地连接在一起，也可以在具体实施过程中将连动杆 3031 和隔挡球 3032 制造为一体结构。

对于上述示例，在一些具体的实施方式中，可选地，所述连动杆 3031 和

所述隔挡球 3032 的材料为高密度氮化硅。可以理解地，在待熔化的氮化硅 B3 升温熔化的过程中，连动杆 3031 和隔挡球 3032 一直处于承载管 301 的内部，因此，为了保证连动杆 3031 和隔挡球 3032 的使用寿命以及不引入新的杂质，可选地，连动杆 3031 和隔挡球 3032 的材料为耐高温的高密度氮化硅材料。

对于上述示例，在一些具体的实施方式中，可选地，所述隔挡球 3032 的直径大于所述开口 3011 的直径。可以理解地，在本申请的具体实施过程中，为了防止待熔化的氮化硅 B3 从开口 3011 处掉落，因此，隔挡球 3032 的直径大于开口 3011 的直径，以保证当隔挡球 3032 下降与承载管 301 的底部贴合时能够完全遮挡住开口 3011，即使当待熔化的氮化硅 B3 为颗粒状时，颗粒状的氮化硅 B3 也不会从开口 3011 处掉落。

对于上述示例，在一些具体的实施方式中，所述连动杆 3031 与所述升降机构 304 固定连接。可以理解地，为了便于隔挡球 3032 的上升或下降，在本申请的具体实施方式中，将连动杆 3031 与升降机构 304 固定地连接在一起，以实现通过升降机构 304 控制隔挡球 3032 的上升或下降,进而控制开口 3011 的遮挡或打开。

参见图 5，本申请实施例还提供了一种氮掺杂剂加料方法，所述氮掺杂剂加料方法能够应用于前述的氮掺杂剂加料装置 30 中，所述氮掺杂剂加料方法包括：

S501、将多晶硅原料 B1 及硼掺杂剂 B2 放置于石英坩埚 QC 中并升温至 1450℃以使得所述多晶硅原料 B1 及所述硼掺杂剂 B2 熔化形成含硼原子的硅熔体 M'；

S502、将设定质量的待熔化的氮化硅 B3 投入至氮掺杂剂加料装置 30 中，并通过加热装置 302 升温至 1800℃以使得所述待熔化的氮化硅 B3 熔化形成氮化硅熔体 M"；

S503、通过升降机构 304 提升隔挡装置 303，以使得所述氮化硅熔体 M" 通过承载管底部的开口滴落至所述含硼原子的硅熔体 M' 中。

可以理解地，当氮化硅熔体 M"全部滴落至含硼原子的硅熔体 M' 后，待石英坩埚 QC 中的含氮原子和硼原子的硅熔体稳定后便可以开始拉制单晶硅

棒。

参见图 6，本申请实施例还提供了一种氮掺杂单晶硅棒的制造系统 50，所述制造系统 50 具体包括：根据前述所述的氮掺杂剂加料装置 30，以及拉晶设备 40；其中，

所述氮掺杂剂加料装置 30 用于将氮化硅熔体 M"掺入所述拉晶设备 40 中石英坩埚 QC 内的含硼原子的硅熔体 M' 中；

所述拉晶设备 40 用于利用含氮原子和硼原子的硅熔体采用 Czochralski 法拉制单晶硅棒。

需要说明的是，上述的拉晶设备 1 可以是拉晶炉中的比如导流筒、单晶硅棒提拉装置等与用于拉制单晶硅棒相关联的部件，以及比如石英坩埚 QC、石墨加热器等与用于将多晶硅原料 B1 和硼掺杂剂 B2 熔化相关联的部件构成的设备，因此本申请中的氮掺杂剂加料装置 30 以及拉晶设备 1 可以在同一常规的拉晶炉中实现。

需要说明的是：本申请实施例所记载的技术方案之间，在不冲突的情况下，可以任意组合。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请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申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种氮掺杂剂加料装置，所述氮掺杂剂加料装置设置于石英坩埚的正上方，所述氮掺杂剂加料装置包括：

底部设置有开口的承载管，所述承载管用于承载待熔化的氮化硅；

环绕于所述承载管外侧的加热装置，所述加热装置用于加热所述待熔化的氮化硅使其完全熔化成氮化硅熔体；

设置于所述承载管内部的隔挡装置，所述隔挡装置能够与所述承载管的底部贴合以遮挡所述开口，以防止所述待熔化的氮化硅从所述开口处掉落至所述石英坩埚中；以及，所述隔挡装置能够与所述承载管的底部产生间隙以打开所述开口，以使得所述氮化硅熔体从所述开口处滴落至承载有含硼原子的硅熔体的所述石英坩埚中；

升降机构，所述升降机构用于提升或下降所述隔挡装置。

2、根据权利要求 1 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述承载管的材料为高密度氮化硅。

3、根据权利要求 1 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述加热装置为电阻式加热器。

4、根据权利要求 1 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述隔挡装置包括连动杆和隔挡球；其中，所述连动杆和所述隔挡球固定连接。

5、根据权利要求 4 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述连动杆和所述隔挡球的材料为高密度氮化硅。

6、根据权利要求 5 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述隔挡球的直径大于所述开口的直径。

7、根据权利要求 5 所述的氮掺杂剂加料装置，其中，所述连动杆与所述升降机构固定连接。

8、一种氮掺杂剂加料方法，所述氮掺杂剂加料方法能够应用于权利要求 1 至 7 任一项所述的氮掺杂剂加料装置中，所述氮掺杂剂加料方法包括：

将多晶硅原料及硼掺杂剂放置于石英坩埚中并升温至 1450℃以使得所述多晶硅原料及所述硼掺杂剂熔化形成含硼原子的硅熔体；

将设定质量的待熔化的氮化硅投入至氮掺杂剂加料装置中，并通过加热装置升温至1800℃以使得所述待熔化的氮化硅熔化形成氮化硅熔体；

通过升降机构提升隔挡装置，以使得所述氮化硅熔体通过承载管底部的开口滴落至所述含硼原子的硅熔体中。

9、一种氮掺杂单晶硅棒的制造系统，所述制造系统包括：根据权利要求1至7任一项所述的氮掺杂剂加料装置，以及拉晶设备；其中，

所述氮掺杂剂加料装置用于将氮化硅熔体掺入所述拉晶设备中石英坩埚内的含硼原子的硅熔体中；

所述拉晶设备用于利用含氮原子和硼原子的硅熔体采用直拉法拉制单晶硅棒。

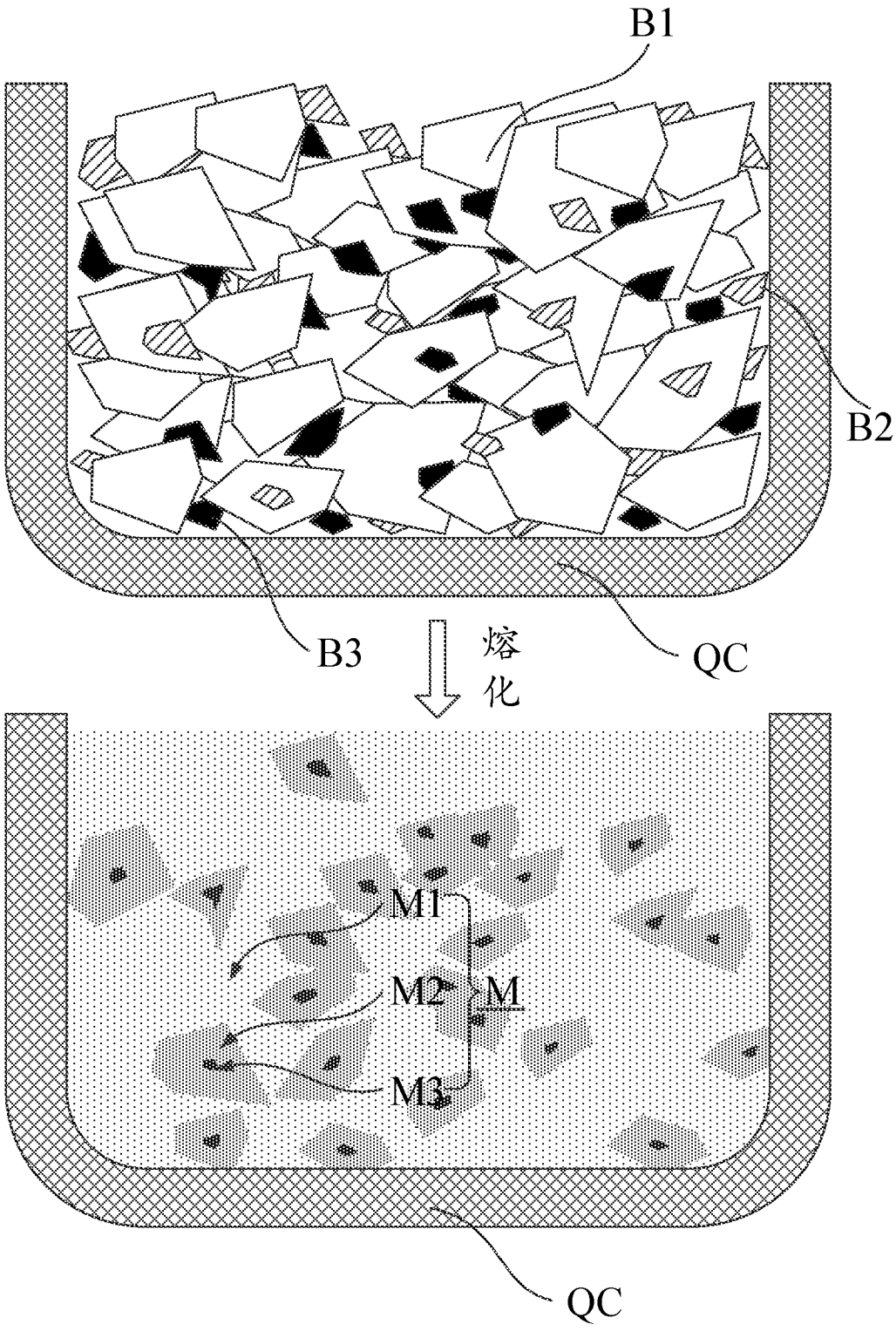


图 1

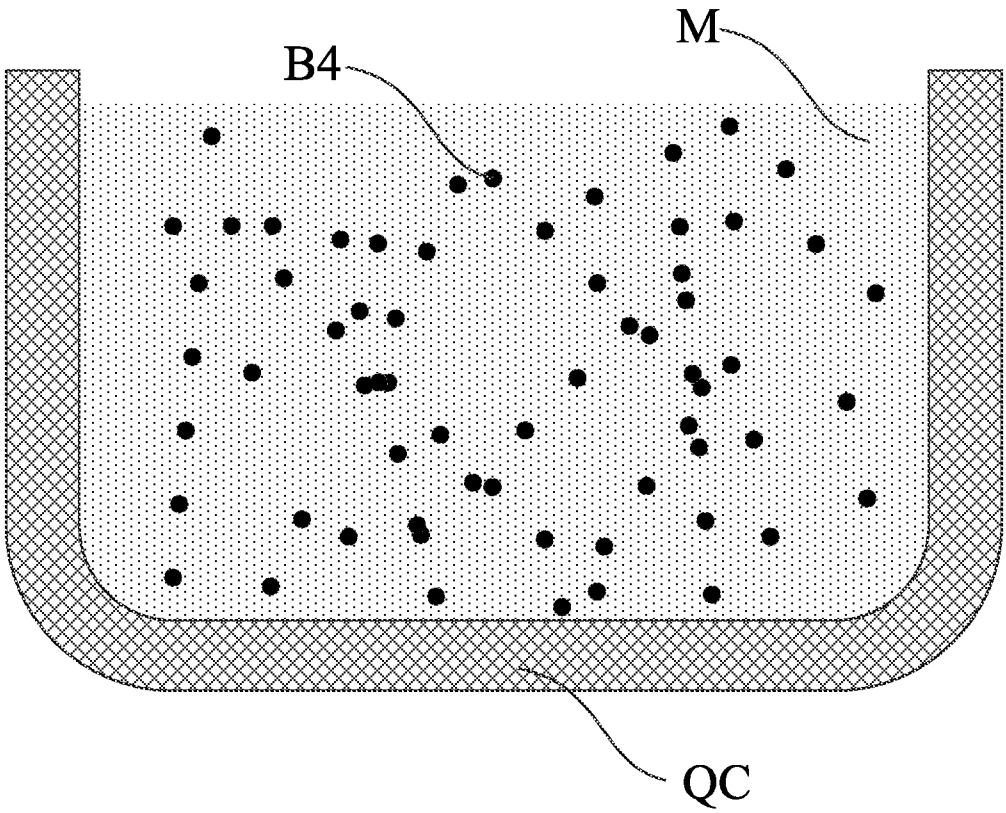


图 2

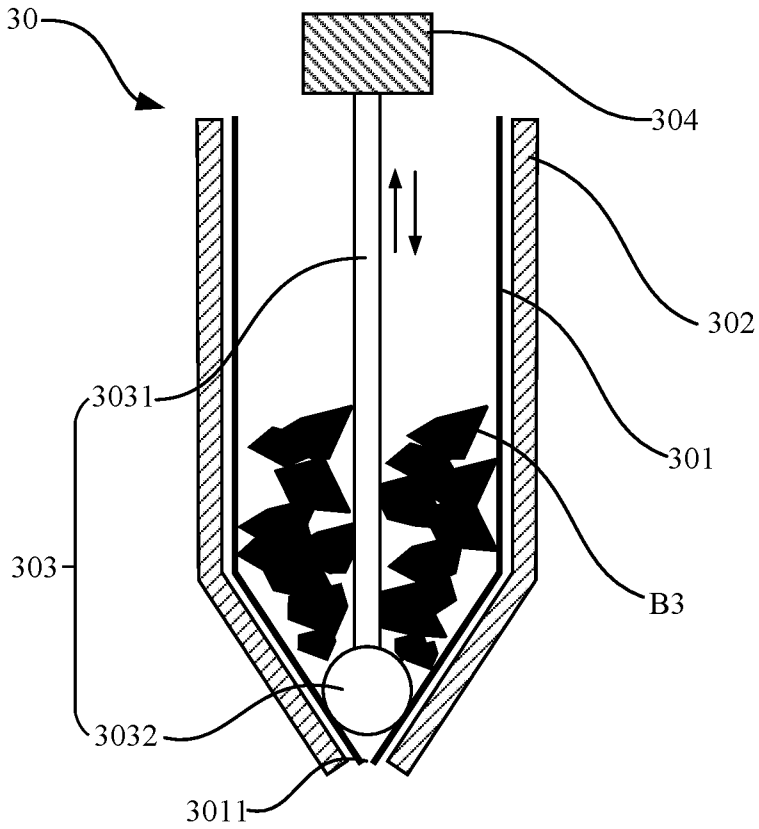


图 3

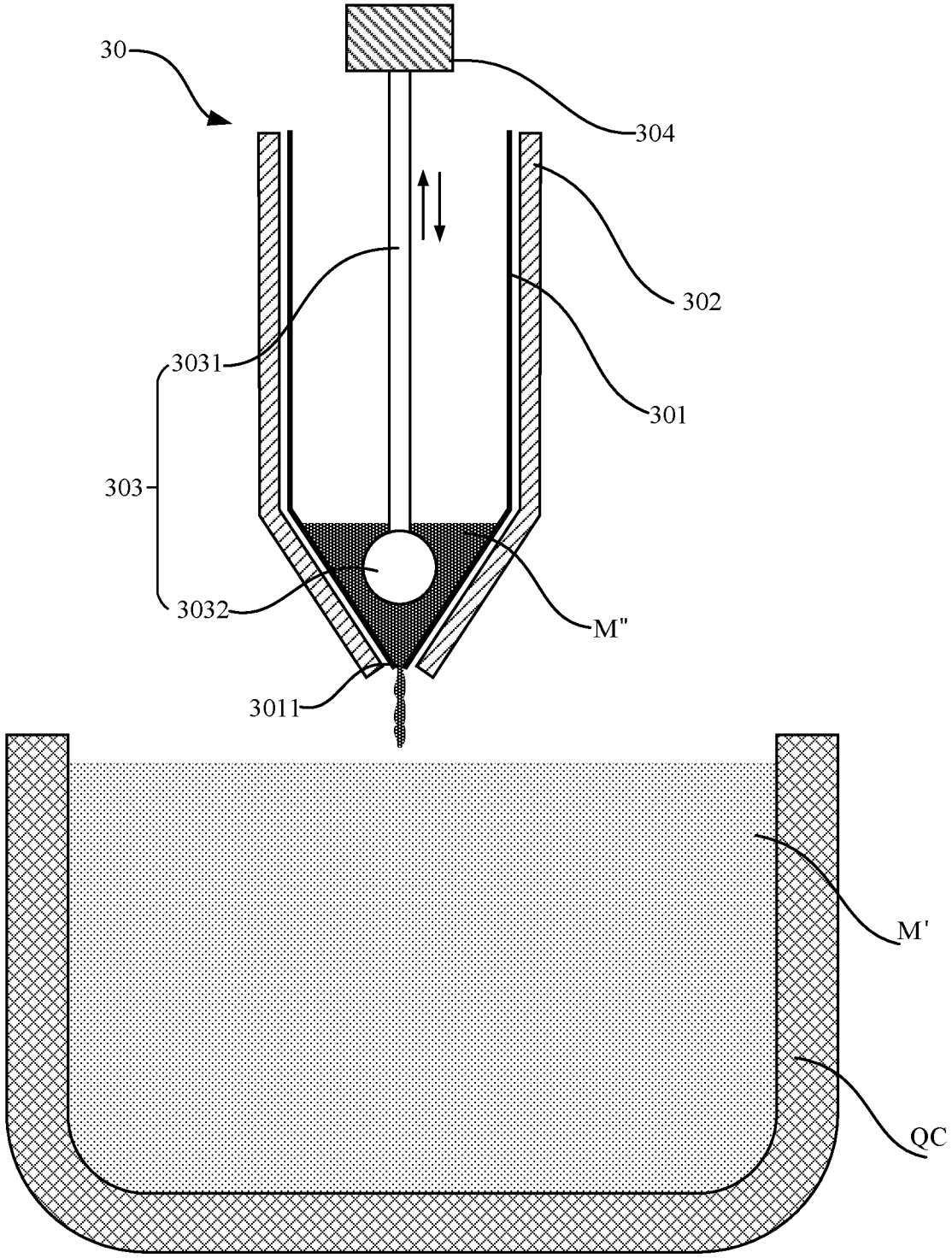


图 4

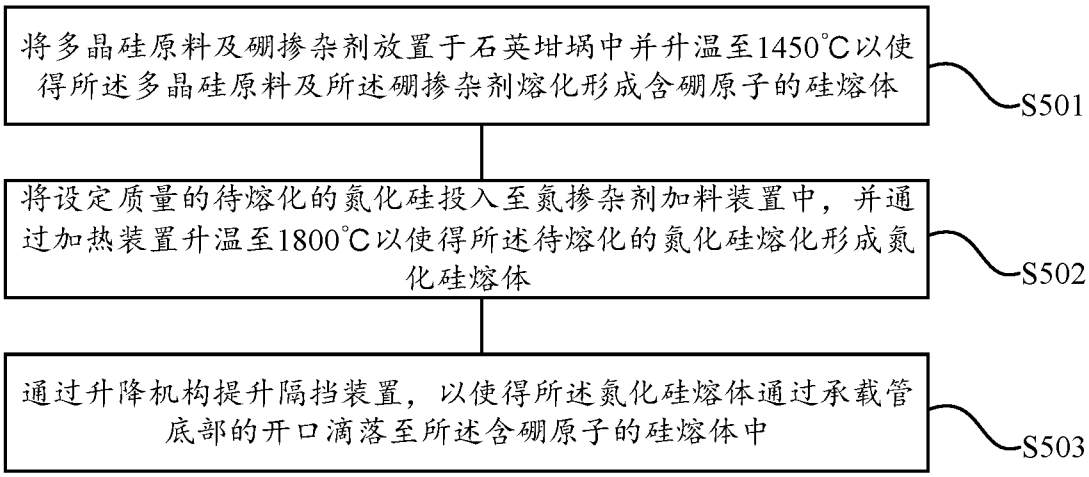

将多晶硅原料及硼掺杂剂放置于石英坩埚中并升温至1450℃以使得所述多晶硅原料及所述硼掺杂剂熔化形成含硼原子的硅熔体
S501
将设定质量的待熔化的氮化硅投入至氮掺杂剂加料装置中，并通过加热装置升温至1800℃以使得所述待熔化的氮化硅熔化形成氮化硅熔体
S502
通过升降机构提升隔挡装置，以使得所述氮化硅熔体通过承载管底部的开口滴落至所述含硼原子的硅熔体中
S503

图 5

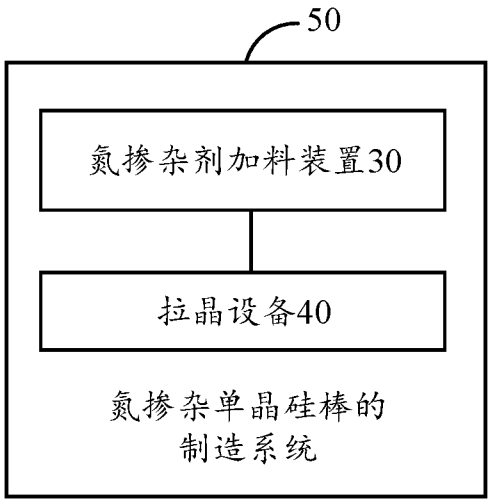

50
氮掺杂剂加料装置30
拉晶设备40
氮掺杂单晶硅棒的
制造系统

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2022/122591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C30B 15/04(2006.01)i; C30B 29/06(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)

C30B15/-;C30B29/-

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; WPI; EPODOC; CNKI; WEB OF SCIENCE: 西安奕斯伟, 提拉, cz, 直拉, 拉晶, 切克劳斯基, 丘克拉斯基, 柴式, 单晶, 硅, 掺杂, 氮, N, 硼, B, 氮化硅, Si3N4, 氮化硼, BN, 加料, 补料, 开口, 打开, 加热, 熔化, 熔融, pull+, czochrolski, monocrystal?, single crystal, silicon, dop+, nitrogen, boron, silicon nitride, Boron nitride, feed+, add+, suppl+, open+, heat+, melt+, molten

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110184646 A (LESHAN TOPRAYCELL CO., LTD.) 30 August 2019 (2019-08-30) specific embodiments, and figures 1-2	1-7, 9
Y	CN 110184646 A (LESHAN TOPRAYCELL CO., LTD.) 30 August 2019 (2019-08-30) specific embodiments, and figures 1-2	8,
Y	JP 2004269335 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 30 September 2004 (2004-09-30) description, paragraph 0033	8
Y	CN 101173368 A (BEIJING GENERAL RESEARCH INSTITUTE FOR NONFERROUS METALS et al.) 07 May 2008 (2008-05-07) specific embodiments, and figure 3	8
A	CN 102978699 A (SUN XINLI) 20 March 2013 (2013-03-20) description, paragraphs 0005-0012	1-9
PX	CN 113882015 A (XI'AN ESWIN MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 January 2022 (2022-01-04) claims 1-9	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 November 2022	**15 December 2022**
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/CN2022/122591

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	110184646	A	30 August 2019	None	
JP	2004269335	A	30 September 2004	None	
CN	101173368	A	07 May 2008	None	
CN	102978699	A	20 March 2013	None	
CN	113882015	A	04 January 2022	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2022/122591

A. 主题的分类

C30B 15/04(2006.01)i; C30B 29/06(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)

C30B15/-;C30B29/-

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;WPI;EPODOC;CNKI;WEB OF SCIENCE:西安奕斯伟，提拉，cz，直拉，拉晶，切克劳斯基，丘克拉斯基，柴式，单晶，硅，掺杂，氮，N，硼，B，氮化硅，Si3N4,氮化硼，BN，加料，补料，开口，打开，加热，熔化，熔融，pull+，czochrolski，monocrystal?，single crystal，silicon，dop+，nitrogen，boron，silicon nitride，Boron nitride，feed+，add+，suppl+，open+，heat+，melt+，molten

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 110184646 A (乐山新天源太阳能科技有限公司) 2019年8月30日 (2019 - 08 - 30) 具体实施方式，图1-2	1-7、9
Y	CN 110184646 A (乐山新天源太阳能科技有限公司) 2019年8月30日 (2019 - 08 - 30) 具体实施方式，图1-2	8
Y	JP 2004269335 A (信越半导体株式会社) 2004年9月30日 (2004 - 09 - 30) 说明书第0033段	8
Y	CN 101173368 A (北京有色金属研究总院 等) 2008年5月7日 (2008 - 05 - 07) 具体实施方式，图3	8
A	CN 102978699 A (孙新利) 2013年3月20日 (2013 - 03 - 20) 说明书第0005-0012段	1-9
PX	CN 113882015 A (西安奕斯伟材料科技有限公司) 2022年1月4日 (2022 - 01 - 04) 权利要求1-9	1-9

☐ 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
2022年11月18日	2022年12月15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	受权官员 胡晓珊 电话号码 86-(10)-53962333

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/122591

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 110184646 A	2019年8月30日	无	
JP 2004269335 A	2004年9月30日	无	
CN 101173368 A	2008年5月7日	无	
CN 102978699 A	2013年3月20日	无	
CN 113882015 A	2022年1月4日	无	