

(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
2019年2月28日 (28.02.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/037331 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 21/762 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/114971
- (22) 国际申请日: 2017年12月7日 (07.12.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201710735726.3 2017年8月24日 (24.08.2017) CN
- (71) 申请人: 中国科学院上海微系统与信息技术研究所 (SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATION TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。
- (72) 发明人: 王庶民 (WANG, Shumin); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 欧欣 (OU, Xin); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 王畅 (WANG, Chang); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 游天桂 (YOU, Tiangui); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 张焱超 (ZHANG, Yanchao); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 黄凯 (HUANG, Kai); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 王利娟 (WANG, Lijuan); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 林家杰 (LIN, Jiajie); 中国上海市长宁区长宁路865号, Shanghai 200050 (CN)。 潘文

(54) Title: METHOD FOR PREPARING HETEROSTRUCTURE

(54) 发明名称: 一种异质结构的制备方法

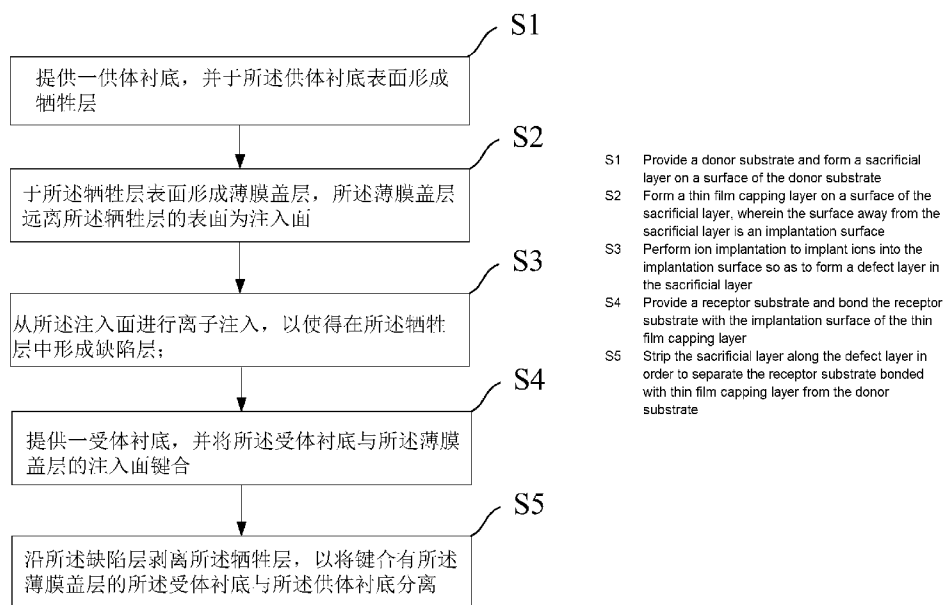


图 1

(57) Abstract: A method for preparing a heterostructure is provided, comprising: providing a donor substrate (11) and forming a sacrificial layer (12) on a surface of the donor substrate; forming a thin film capping layer (14) on the surface of the sacrificial layer, wherein the surface away from the sacrificial layer is an implantation surface (141); performing ion implantation to implant ions into the implantation surface so as to form a defect layer (15) in the sacrificial layer; providing a receptor substrate (16) and bonding the receptor substrate with the implantation surface of the thin film capping layer; stripping the sacrificial layer along the defect layer in order to separate the receptor substrate bonded with thin film capping layer from the donor substrate and obtain a receptor substrate-thin film capping layer heterostructure. By introducing easily chemically corrodible materials such as aluminum-containing compounds as

WO 2019/037331 A1

武 (PAN, Wenwu); 中国上海市长宁区长宁路
865号, Shanghai 200050 (CN)。

(74) 代理人: 上海光华专利事务所 (普通
合伙) (J.Z.M.C. PATENT AND TRADEMARK LAW
OFFICE (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国上海
市杨浦区国定路 335 号 5022 室余明伟,
Shanghai 200433 (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,
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))。

a sacrificial layer and utilizing the characteristic that an aluminum-containing compound after delamination is readily oxidized, the process of treating the sacrificial layer is simplified and the resulting heterostructure and donor substrate surface are clean. The thin film capping layer can be successfully transferred onto the receptor substrate, and by providing a compliant substrate, the donor substrate material can be repeatedly used.

(57) 摘要: 提供一种异质结构的制备方法, 包括提供供体衬底 (11), 并于供体衬底表面形成牺牲层 (12); 于牺牲层表面形成薄膜盖层 (14), 其远离牺牲层的表面为注入面 (141); 从注入面进行离子注入, 以在牺牲层中形成缺陷层 (15); 提供受体衬底 (16), 并将受体衬底与薄膜盖层的注入面键合; 沿缺陷层剥离牺牲层, 以将键合有薄膜盖层的受体衬底与供体衬底分离, 获得受体衬底-薄膜盖层异质结构。通过引入含铝化合物等易被化学腐蚀的材料作为牺牲层, 层裂之后借用含铝化合物易氧化的特点, 将处理牺牲层的工序简化, 并且使得到的异质结构和供体衬底表面洁净, 可以成功将薄膜盖层转移到受体衬底上, 在提供柔性衬底的同时, 供体衬底材料还可以重复利用。

一种异质结构的制备方法

技术领域

本发明属于硅基光电集成应用技术领域，特别是涉及一种异质结构的制备方法。

背景技术

近些年，硅基化合物半导体集成工艺受到越来越广泛的关注。传统工艺以硅材料作为光发射器，由于硅是间接带隙半导体，发光性能很差，虽然之后有研究者将硅材料处理成纳米或者量子尺寸来开发其非线性的光学性质，但是性能仍然不能和化合物半导体媲美。化合物半导体，由于其高的电子迁移率，由直接带隙而产生的高效的光发射优势，一直是科研和产业界的热门研究对象。但是化合物半导体价格相对昂贵，而且后期集成工艺向大尺寸方向发展举步维艰，也是其走向产业化的一个巨大瓶颈。因此，将化合物半导体与硅集成电路相结合的异质集成技术，成为了光电集成领域的研究热点。异质集成技术为器件与系统的设计制备提供更大的自由度，能够提升器件性能，减少制备成本等，在电子光电子、自旋电子学、生物传感以及光伏太阳能领域都有着广阔的应用前景。

此外，柔性衬底（compliant substrate）也是一直以来研究十分热门的话题。外延层在衬底表面形核生长，岛合并时易产生穿透位错，这个位错会贯穿到整个外延层，若采用柔性衬底材料，那么外延小岛原子团簇和非常薄的柔性衬底之间的原子作用力小于同体材料作用力，一部分穿透位错可以在柔性衬底和外延层的界面处通过滑移释放，超薄的柔性衬底对外延层原子束缚力远远低于体硅材料衬底。因此，柔性衬底在器件中的应用也是很有前景的。

目前，异质集成工艺有两种方案：外延生长以及离子束剥离薄膜转移技术。对于一般的外延方法，硅基上异质外延层有高的位错密度，加上反相畴和自掺杂效应会影响载流子迁移率，增大器件的漏电流；离子束剥离薄膜转移技术是将离子注入缺陷工程的切割技术和基于晶片键合的层转移技术结合起来，是异质集成常用的方法，此方法在单晶衬底上切割和转移薄层到相对便宜的异质衬底上，有一定的经济效益，对于离子束剥离薄膜转移技术而言，首先离子注入（氢离子或者氦离子）产生一个高斯分布，在一个特定的平行于表面位置处（注入离子密度最大处或者晶格伤害最大处）形成缺陷层，在后续退火工艺中被离子注入的晶片就会沿缺陷层裂开，然而，由于层裂过程引起的表面粗糙，以及离子注入引入的表面缺陷为后续工作带来很大的困扰，用刻蚀方法处理，也会加多工序甚至容易引入杂质粒子。

因此，如何提供一种异质结构的制备方法，以解决现有技术中的上述问题实属必要。

发明内容

鉴于以上所述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种异质结构的制备方法，用于解决现有技术中异质结构形成所带来的漏电流大、容易引入表面缺陷以及杂质粒子等问题。

为实现上述目的及其他相关目的，本发明提供一种异质结构的制备方法，包括如下步骤：

- 1) 提供一供体衬底，并于所述供体衬底表面形成牺牲层；
- 2) 于所述牺牲层表面形成薄膜盖层，所述薄膜盖层远离所述牺牲层的表面为注入面；
- 3) 从所述注入面进行离子注入，以使得在所述牺牲层中形成缺陷层；
- 4) 提供一受体衬底，并将所述受体衬底与所述薄膜盖层的注入面键合；
- 5) 沿所述缺陷层剥离所述牺牲层，以将键合有所述薄膜盖层的所述受体衬底与所述供体衬底分离，获得受体衬底-薄膜盖层异质结构。

作为本发明的一种优选方案，步骤 1) 中，还包括于所述供体衬底表面形成缓冲层的步骤，且所述缓冲层形成于所述供体衬底与所述牺牲层之间。

作为本发明的一种优选方案，步骤 1) 中，所述牺牲层的材料为含铝化合物。

作为本发明的一种优选方案，所述含铝化合物为 AlP、AlAs、AlSb 和 Al(GaIn)(PAsSb) 所构成群组中的任意一种。

作为本发明的一种优选方案，还包括步骤 6)，采用自然氧化对剥离后得到的所述牺牲层进行表面处理，以使所述牺牲层便于清理。

作为本发明的一种优选方案，步骤 2) 中，所述薄膜盖层的厚度为 20~1000nm。

作为本发明的一种优选方案，步骤 1) 中，所述供体衬底为 Si 衬底、Ge 衬底、GaP 衬底、GaAs 衬底、InP 衬底、GaSb 衬底、InAs 衬底、InSb 衬底、II-VI 族衬底以及 IV-VI 族衬底所构成的群组中的任意一种。

作为本发明的一种优选方案，步骤 3) 中，所述缺陷层与所述牺牲层的上表面及下表面之间均具有间距。

作为本发明的一种优选方案，步骤 3) 中，所述离子注入为氢离子注入、氦离子注入以及氢氦离子共注入所构成的群组中的任意一种。

作为本发明的一种优选方案，所述离子注入的能量为 10~200keV，离子注入的剂量为 $1 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ ，进行所述离子注入的温度为 -50~300℃。

作为本发明的一种优选方案，步骤 4) 中，进行键合的温度为室温至 500℃。

作为本发明的一种优选方案，步骤 4) 中，所述受体衬底为硅衬底、绝缘体上硅衬底及碳化硅衬底所构成的群组中的任意一种。

作为本发明的一种优选方案，步骤 5) 中，通过对步骤 4) 所得到的结构进行退火，以沿所述缺陷层剥离所述牺牲层，所述退火的温度为 50~500℃。

如上所述，本发明的异质结构的制备方法，具有以下有益效果：

1) 本发明中引入铝化物等易被化学腐蚀的材料作为牺牲层，层裂之后借用铝化物易氧化（在普通室内环境）的特点，或者进行一些简单的刻蚀，将处理牺牲层的工序简化，并且使得到的硅衬底材料和半导体衬底材料表面洁净；

2) 本发明的异质结构的制备方法，可以成功的将薄膜盖层转移到受体衬底上，在提供柔性衬底的同时，该半导体供体衬底材料还可以重复利用，节能环保。

附图说明

图 1 显示为本发明提供的异质结构的制备方法的流程图。

图 2~9 (b) 显示为本发明硅基异质结构制备的各步骤对应的结构示意图。

元件标号说明

11	供体衬底
12	牺牲层
121	第一分割牺牲层
122	第二分割牺牲层
13	缓冲层
14	薄膜盖层
141	注入面
15	缺陷层
16	受体衬底
S1~S5	步骤 1) ~步骤 5)

具体实施方式

以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

请参阅图 1 至图 9 (b)。需要说明的是，本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本

发明的基本构想，虽图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的形态、数量及比例可为一种随意的改变，且其组件布局形态也可能更为复杂。

如图 1~9 (b) 所示，本发明提供一种异质结构的制备方法，包括如下步骤：

- 1) 提供一供体衬底，并于所述供体衬底表面形成牺牲层；
- 2) 于所述牺牲层表面形成薄膜盖层，所述薄膜盖层远离所述牺牲层的表面为注入面；
- 3) 从所述注入面进行离子注入，以使得在所述牺牲层中形成缺陷层；
- 4) 提供一受体衬底，并将所述受体衬底与所述薄膜盖层的注入面键合；
- 5) 沿所述缺陷层剥离所述牺牲层，以将键合有所述薄膜盖层的所述受体衬底与所述供体衬底分离，获得受体衬底-薄膜盖层异质结构。

下面将结合附图详细说明本发明的异质结构的制备方法。

如图 1 中的 S1 及图 2~图 4 所示，进行步骤 1)，提供一供体衬底 11，并于所述供体衬底 11 表面形成牺牲层 12；

作为示例，步骤 1) 中，所述供体衬底 11 为 Si 衬底、Ge 衬底、GaP 衬底、GaAs 衬底、InP 衬底、GaSb 衬底、InAs 衬底、InSb 衬底、II-VI 族衬底以及 IV-VI 族衬底所构成的群组中的任意一种。

具体的，所述供体衬底 11 作为制备工艺的支撑衬底，其中，IV-VI 族衬底是指第四-六族元素构成的化合物，其他类似名称以此类推，在此不一一赘述。在本实施例中优选为 GaSb 衬底。

作为示例，步骤 1) 中，所述牺牲层 12 的材料为含铝化合物。

作为示例，所述含铝化合物为 AlP、AlAs、AlSb 和 Al(GaIn)(PAsSb) 所构成群组中的任意一种。

具体的，一方面，所述牺牲层 12 采用外延法生长，从而可以使得其与相邻层之间具有平滑的界面，另一方面，本发明可以在后续采用选择性刻蚀法仅对所述牺牲层进行刻蚀，从而进一步保证原有的平滑表面不被破坏，也无需像现有技术中那样需要对缺陷表面进行平坦化才可以。另外，所述牺牲层 12 的材料 AlSb 或者含铝化合物或易被化学腐蚀的其他材料，其目的是，借用其易被腐蚀的特性，如易氧化的铝化物，在空气中就极易氧化，从而使其在剥离完成后易被清理掉，则可以是分离后的结构得到清洁优质的表面，如可以得到表面洁净的硅基异质外延结构和可重复利用且表面洁净的半导体供体衬底结构。另外，所述牺牲层 12 的厚度为 200~1200nm，优选为 400~800nm 或 500~700nm，在本实施例中，所述牺牲层 12 选择

为 AlSb 牺牲层，厚度选择为 600nm。

作为示例，步骤 1) 中，还包括于所述供体衬底 11 表面形成缓冲层 13 的步骤，且所述缓冲层 13 形成于所述供体衬底 11 与所述牺牲层 12 之间。

具体的，形成所述缓冲层 13 以有利于所述供体衬底与所述牺牲层之间的界面匹配，所述缓冲层 13 的材料可以为但不仅限于锗或低温生长的 III-V 材料，本实施例中选择为 GaSb 缓冲层，所述缓冲层 13 的生长方法可以为但不仅限于分子束外延或有机金属气相生长法，所述缓冲层 13 厚度可以为但不仅限于 200~1000nm，优选为 400~800nm 或 500~700nm，在本实施例中选择为 550nm。

如图 1 中的 S2 及图 5 所示，进行步骤 2)，于所述牺牲层 12 表面形成薄膜盖层 14，所述薄膜盖层 14 远离所述牺牲层 12 的表面为注入面 141；

作为示例，步骤 2) 中，所述薄膜盖层 14 为 GaSb 层。

作为示例，步骤 2) 中，所述薄膜盖层 14 的厚度为 20~1000nm。

具体的，在所述牺牲层 12 的表面形成所要形成的异质结构中的一种结构，在本发明中为薄膜盖层 14，其可以作为柔性衬底层，依实际需求而定，在此并不做具体限制。在本实施例中，所述薄膜盖层 14 的厚度优选为 160~800nm 或 180~300nm 或 30~150nm 或 50~80nm，本实施例中选择为 200nm，且所述薄膜盖层 14 选择为 GaSb 层。

如图 1 中的 S3 及图 6 所示，进行步骤 3)，于所述注入面 141 进行离子注入，并使得在所述牺牲层 14 的预设深度处形成缺陷层 15；

作为示例，步骤 3) 中，所述缺陷层 15 与所述牺牲层 12 的上表面及下表面之间均具有间距，即所述缺陷层 15 的深度大于所述薄膜盖层 14 的厚度，且小于所述薄膜盖层 14 与所述牺牲层 12 的厚度之和。

具体的，于所述牺牲层 12 中定义一预设深度，在离子从所述注入面注入时，离子注入的能量足以使注入离子达到该预设深度，并在所述预设深度处形成所述缺陷层 15，所述缺陷层在后续工艺中分离，用于得到所需的异质结构。其中，所述缺陷层将所述牺牲层分成第一分割牺牲层 121 以及第二分割牺牲层 122。

作为示例，步骤 3) 中，所述离子注入为氢离子注入、氦离子注入以及氢氦离子共注入所构成的群组中的任意一种。

作为示例，所述离子注入的能量为 10~200keV，离子注入的剂量为 $1 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ ，进行所述离子注入的温度为 -50~300℃。

具体的，所述离子注入的离子种类，也可以为能实现相同或相似功能的其他种类的离子，

在此不做限制。另外，当离子注入为氢氦离子共注入时，先注入 He 离子，再注入 H 离子；或者先注入 H 离子，再注入 He 离子；或者同时注入 H 离子和 He 离子。

优选地，所述 He 离子的注入深度与所述 H 离子的注入深度相同或相近。具体的，在离子注入过程中，可通过调整注入离子的能量，以使得两种离子的注入深度相同。也就是说，注入的离子的能量与离子注入深度（也即本实施例中所述缺陷层 15 的深度）相对应，注入的离子能量越大，形成缺陷层 15 就越深，反之则形成缺陷层 15 就越浅。进一步，所述 He 离子的注入深度与所述 H 离子的注入深度相同，可以保证 He 离子的射程（ R_p ）在所述 H 离子注入的射程附近，促进后续剥离，当然，在实现此功能的前提下，所述 He 离子的注入深度与所述 H 离子的注入深度也可以为相接近。

具体的，在离子注入过程中，进行所述离子注入的温度保持在 $-50\sim 300^\circ\text{C}$ ，此时，注入的离子浓度会在所述牺牲层 12 中呈高斯型分布，并在所述牺牲层中引入晶体缺陷，从而形成缺陷层 15。优选地，温度为 $-30^\circ\text{C}\sim -10^\circ\text{C}$ 或者 $10^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ 或者 $100^\circ\text{C}\sim 200^\circ\text{C}$ ，在本实施例中，选择保持温度为室温，从而减少了控制注入温度需要额外的能耗，并且缓解了在高温注入过程中样品表面已经起泡的现象，有利于后续的键合过程。

具体的，所述注入能量优选为 $50\sim 150\text{keV}$ ，本实施例中选择为 75KeV ，注入剂量优选为 $2\times 10^{16}\sim 1\times 10^{17}\text{cm}^{-2}$ ，本实施例中选择为 $5\times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ ，可达到 660nm 的注入深度。

如图 1 中的 S4 及图 7 所示，进行步骤 4)，提供一受体衬底 16，并将所述受体衬底 16 与所述薄膜盖层 14 的注入面 141 键合；

作为示例，步骤 4) 中，进行键合的温度为室温至 500°C 。

作为示例，步骤 4) 中，所述受体衬底 16 为硅衬底、绝缘体上硅衬底及碳化硅衬底所构成的群组中的任意一种。

具体的，所述受体衬底 16 为所需要得到的异质结构中的另一部分，另外，所述受体衬底 16 为硅、二氧化硅、蓝宝石、碳化硅、金刚石、氮化镓、砷化镓或者玻璃中的任意一种，在本实施例中，优选为硅基衬底。

具体的，进行键合的方法为直接键合、生长介质层（如 SiO_2 等）键合、聚合物键合、旋涂玻璃键合中的任意一种，在其他实施例中，也可以为其他实现相同功能并达到相同效果的键合方式，在此不做限制。通过以上键合方法，可以将缺陷控制在界面处附近极小的厚度范围内，使薄膜内部晶格质量不受影响，将所述注入面 141 和所述受体衬底 16 的一个表面进行牢固键合。其中，键合温度优选为 $30\sim 200^\circ\text{C}$ 或 $50\sim 80^\circ\text{C}$ 或 $260\sim 350^\circ\text{C}$ ，本实施例中，选择为 35°C 。

如图 1 中的 S5 及图 8~9 (b) 所示, 进行步骤 5), 沿所述缺陷层 15 剥离所述牺牲层 12, 以将键合有所述薄膜盖层 14 的所述受体衬底 16 与所述供体衬底 11 分离, 获得受体衬底-薄膜盖层异质结构, 进而得到所述薄膜盖层构成的柔性衬底层。

作为示例, 步骤 5) 中, 通过对步骤 4) 所得到的结构进行退火, 以沿所述缺陷层 15 剥离所述牺牲层 12。

作为示例, 进行退火的温度为 50~500°C。

具体的, 可以通过退火的方式使所述缺陷层 15 开裂, 即使所述牺牲层 12 发生层裂。退火温度优选为 100~400°C, 本实施例中选择为 250°C 下进行退火。

另外, 可以选择两段式的退火方式, 具体的, 先在较低的温度 (如 10~30°C) 下进行较长时间的退火, 可以使所述 H 离子和 He 离子有足够的迁移能量形成缺陷, 即促进 H 或 He 在材料中的扩散并与材料中的缺陷结合, 但又保证不至于使大量所述 H 离子和所述 He 离子逃逸出所述 InP 衬底; 进而再在较高的温度 (如 260~300°C) 下进行退火, 可使形成的所述缺陷层 15 中的缺陷连成一条缺陷带, 以致产生剥离。其中, 在退火过程中, H 和/或 He 的聚集会受热膨胀, 增加缺陷内部的压强, 导致化学键的断裂及缺陷的增值, 在缺陷层处形成平台型的缺陷 (缺陷带), 并最终导致所述牺牲层剥离。从而, 低温预退火与高温后退火结合的复合退火过程与直接退火过程相比, 可以更加缩短退火时间,

作为示例, 还包括步骤 6), 对剥离后得到的所述牺牲层进行表面处理, 以使所述牺牲层便于清理。

作为示例, 进行所述表面处理的工艺包括自然氧化或化学刻蚀。

具体的, 在两部分结构分离之后, 还包括进行表面处理的步骤, 包括自然氧化或者选择性刻蚀, 本实施例中, 选择为退火后发生层裂, 放置于空气中, 使牺牲层氧化, 基于牺牲层 (如铝化物) 易氧化的特性, 在空气中便被氧化, 待牺牲层自行氧化后用气泵进行层裂表面处理, 以得到洁净的两个表面, 即洁净的薄膜盖层表面 (所述注入面的相对层), 以及洁净的缓冲层表面。从而, 得到了优质的异质结构, 也即本发明在提供优质的柔性衬底的同时也得到了优质的供体衬底以及位于所述供体衬底表面的缓冲层, 其中, 所述供体衬底或形成有所述缓冲层的供体衬底可以在其他的异质结构制备中重复利用。

综上所述, 本发明提供一种异质结构的制备方法, 包括步骤提供一供体衬底, 并于所述供体衬底表面形成牺牲层; 于所述牺牲层表面形成薄膜盖层, 所述薄膜盖层远离所述牺牲层的表面为注入面; 从所述注入面进行离子注入, 以使得在所述牺牲层中形成缺陷层; 提供一受体衬底, 并将所述受体衬底与所述薄膜盖层的注入面键合; 沿所述缺陷层剥离所述牺牲层,

以将键合有所述薄膜盖层的所述受体衬底与所述供体衬底分离，获得受体衬底-薄膜盖层异质结构。通过上述方案，本发明中引入铝化物等易被化学腐蚀的材料作为牺牲层，层裂之后借用铝化物易氧化（在普通室内环境）的特点，或者进行一些简单的刻蚀，将处理牺牲层的工序简化，并且使得到的硅衬底材料和半导体衬底材料表面洁净；本发明的异质结构的制备方法，可以成功的将薄膜盖层转移到受体衬底上，在提供柔性衬底的同时，该半导体供体衬底材料还可以重复利用，节能环保。所以，本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

权利要求书

- 1、一种异质结构的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：
 - 1) 提供一供体衬底，并于所述供体衬底表面形成牺牲层；
 - 2) 于所述牺牲层表面形成薄膜盖层，所述薄膜盖层远离所述牺牲层的表面为注入面；
 - 3) 从所述注入面进行离子注入，以使得在所述牺牲层中形成缺陷层；
 - 4) 提供一受体衬底，并将所述受体衬底与所述薄膜盖层的注入面键合；
 - 5) 沿所述缺陷层剥离所述牺牲层，以将键合有所述薄膜盖层的所述受体衬底与所述供体衬底分离，获得受体衬底-薄膜盖层异质结构。
- 2、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 1) 中，还包括于所述供体衬底表面形成缓冲层的步骤，且所述缓冲层形成于所述供体衬底与所述牺牲层之间。
- 3、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 1) 中，所述牺牲层的材料为含铝化合物。
- 4、根据权利要求 3 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，所述含铝化合物为 AlP、AlAs、AlSb 和 Al(GaIn)(PAsSb)所构成群组中的任意一种。
- 5、根据权利要求 3 或 4 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，还包括步骤 6)，采用自然氧化对剥离后得到的所述牺牲层进行表面处理，以使所述牺牲层便于清理。
- 6、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 2) 中，所述薄膜盖层的厚度为 20~1000nm。
- 7、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 1) 中，所述供体衬底为 Si 衬底、Ge 衬底、GaP 衬底、GaAs 衬底、InP 衬底、GaSb 衬底、InAs 衬底、InSb 衬底、II-VI 族衬底以及 IV-VI 族衬底所构成的群组中的任意一种。
- 8、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 3) 中，所述缺陷层与所述牺牲层的上表面及下表面之间均具有间距。

- 9、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 3) 中，所述离子注入为氢离子注入、氦离子注入以及氢氦离子共注入所构成的群组中的任意一种。
- 10、根据权利要求 9 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，所述离子注入的能量为 10~200keV，离子注入的剂量为 $1 \times 10^{16} \sim 3 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ ，进行所述离子注入的温度为 -50~300℃。
- 11、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 4) 中，进行键合的温度为室温至 500℃。
- 12、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 4) 中，所述受体衬底为硅衬底、绝缘体上硅衬底及碳化硅衬底所构成的群组中的任意一种。
- 13、根据权利要求 1 所述的异质结构的制备方法，其特征在于，步骤 5) 中，通过对步骤 4) 所得到的结构进行退火，以沿所述缺陷层剥离所述牺牲层，所述退火的温度为 50~500℃。

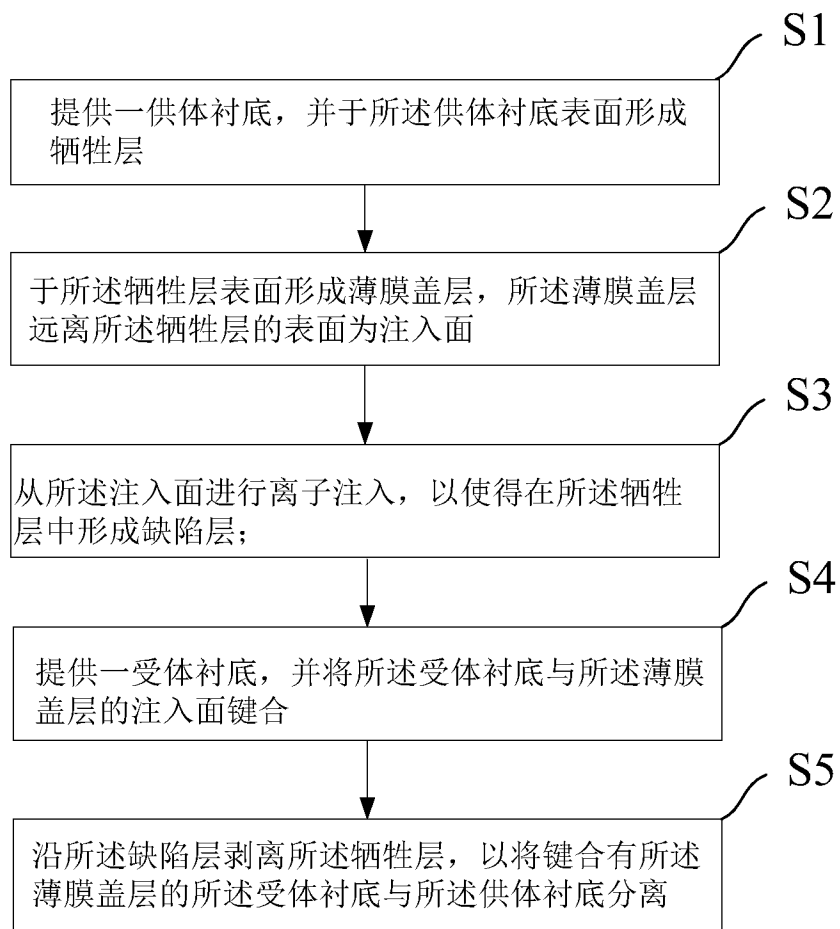


图 1

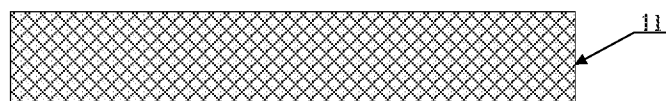


图 2

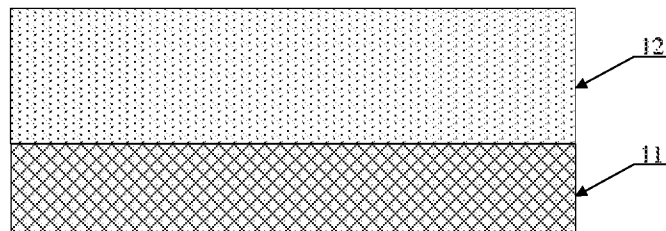


图 3

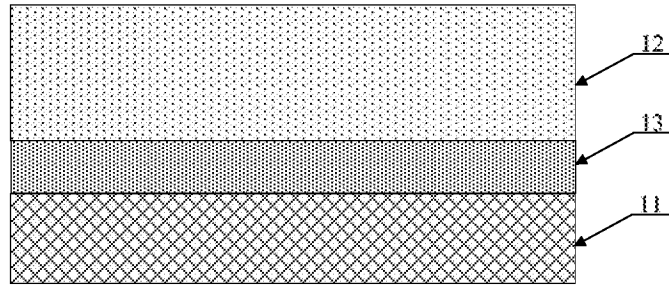


图 4

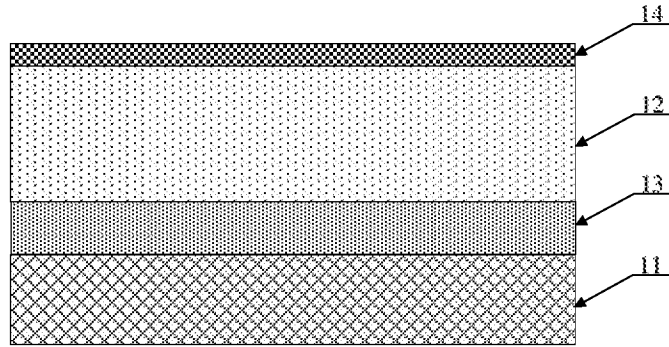


图 5

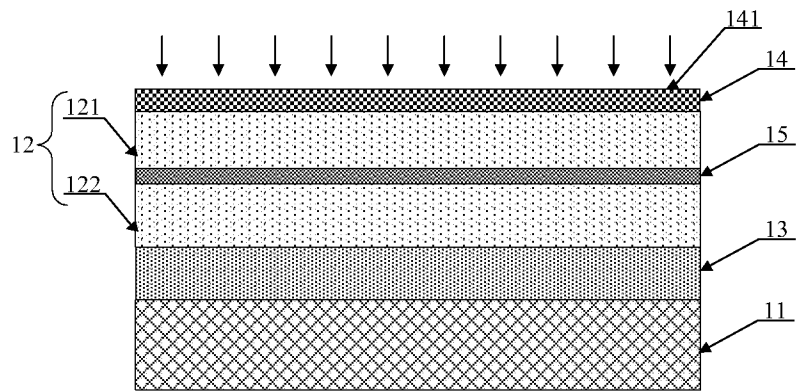


图 6

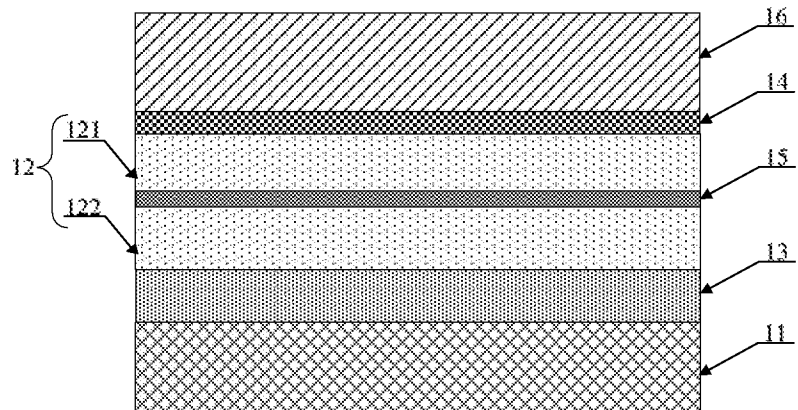


图 7

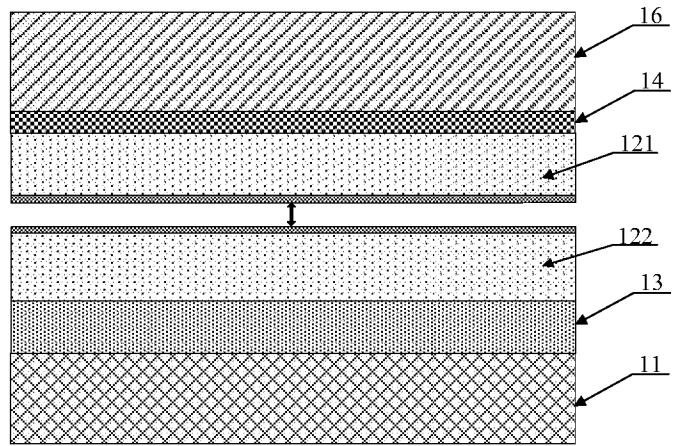


图 8

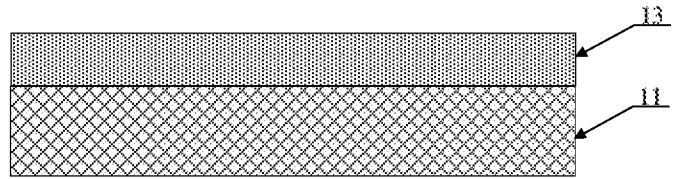


图 9 (a)

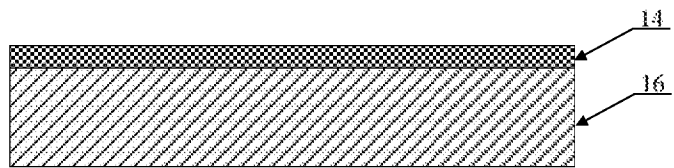


图 9 (b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/114971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/762 (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)

CNABS; CNTXT; DWPI; SIPOABS: 异质, 衬底, 基底, 剥离, 牺牲, 注入, 缓冲, heterostructure, substrate, baseplate, peel, strip, sacrifice, implant, buffer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1930674 A (SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES (SOITEC) SA) 14 March 2007 (14.03.2007), description, page 6, line 19 to page 14, line 29, and figures 3a-3e	1-13
A	CN 204216065 U (BEIJING ZHONGKE TIANSHUN INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 March 2015 (18.03.2015), entire document	1-13
A	CN 101248221 A (TOHOKU TECHNO ARCH CO., LTD.) 20 August 2008 (20.08.2008), entire document	1-13
A	US 2009075481 A1 (CHEN MIIN-JANG et al.) 19 March 2009 (19.03.2009), entire document	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
12 March 2018

Date of mailing of the international search report
13 April 2018

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
LI, Jiesheng
Telephone No. (86-10) 62411794

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/114971

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1930674 A	14 March 2007	EP 1733423 A1	20 December 2006
		SG 125396 B	28 September 2007
		SG 125474 A1	30 October 2006
		SG 125396 A1	30 October 2006
		SG 125474 B	30 January 2009
		WO 2005086227 A8	19 October 2006
		US 2005196937 A1	08 September 2005
		KR 20070019697 A	15 February 2007
		WO 2005086226 A1	15 September 2005
		JP 2007526644 A	13 September 2007
		WO 2005086227 A1	15 September 2005
		EP 1721333 A1	15 November 2006
		KR 20070085086 A	27 August 2007
		CN 1950937 B	16 June 2010
		CN 1950937 A	18 April 2007
		JP 4876067 B2	15 February 2012
		JP 2007526645 A	13 September 2007
		WO 2005086226 A8	26 October 2006
		US 7276428 B2	02 October 2007
		KR 100842848 B1	02 July 2008
KR 100860271 B1	25 September 2008		
CN 204216065 U	18 March 2015	None	
CN 101248221 A	20 August 2008	JP WO2007023911 A1	26 March 2009
		KR 20080043833 A	19 May 2008
		EP 1930486 A4	01 January 2014
		KR 101060289 B1	29 August 2011
		EP 1930486 A1	11 June 2008
		US 2008299746 A1	04 December 2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/114971

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2009075481 A1	19 March 2009	WO 2007023911 A1	01 March 2007
		CN 101248221 B	06 June 2012
		US 8119499 B2	21 February 2012
		US 8163651 B2	24 April 2012
		TW 200912053 A	16 March 2009

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/114971

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 21/762(2006.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H01L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;CNTXT;DWPI;SIPOABS:异质, 衬底, 基底, 剥离, 牺牲, 注入, 缓冲, heterostructure, substrate, base-plate, peel, strip, sacrifice, implant, buffer</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <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 1930674 A (S. O. I. TEC绝缘体上硅技术公司) 2007年 3月 14日 (2007 - 03 - 14) 说明书第6页第19行到第14页第29行、附图3a-3e</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 204216065 U (北京中科天顺信息技术有限公司) 2015年 3月 18日 (2015 - 03 - 18) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101248221 A (东北技术使者株式会社) 2008年 8月 20日 (2008 - 08 - 20) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009075481 A1 (CHEN MIIN-JANG 等) 2009年 3月 19日 (2009 - 03 - 19) 全文</td> <td>1-13</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 1930674 A (S. O. I. TEC绝缘体上硅技术公司) 2007年 3月 14日 (2007 - 03 - 14) 说明书第6页第19行到第14页第29行、附图3a-3e	1-13	A	CN 204216065 U (北京中科天顺信息技术有限公司) 2015年 3月 18日 (2015 - 03 - 18) 全文	1-13	A	CN 101248221 A (东北技术使者株式会社) 2008年 8月 20日 (2008 - 08 - 20) 全文	1-13	A	US 2009075481 A1 (CHEN MIIN-JANG 等) 2009年 3月 19日 (2009 - 03 - 19) 全文	1-13
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 1930674 A (S. O. I. TEC绝缘体上硅技术公司) 2007年 3月 14日 (2007 - 03 - 14) 说明书第6页第19行到第14页第29行、附图3a-3e	1-13															
A	CN 204216065 U (北京中科天顺信息技术有限公司) 2015年 3月 18日 (2015 - 03 - 18) 全文	1-13															
A	CN 101248221 A (东北技术使者株式会社) 2008年 8月 20日 (2008 - 08 - 20) 全文	1-13															
A	US 2009075481 A1 (CHEN MIIN-JANG 等) 2009年 3月 19日 (2009 - 03 - 19) 全文	1-13															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 3月 12日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 4月 13日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>李介胜</p> <p>电话号码 (86-10)62411794</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/114971

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	1930674	A	2007年 3月 14日	EP	1733423	A1	2006年 12月 20日
				SG	125396	B	2007年 9月 28日
				SG	125474	A1	2006年 10月 30日
				SG	125396	A1	2006年 10月 30日
				SG	125474	B	2009年 1月 30日
				WO	2005086227	A8	2006年 10月 19日
				US	2005196937	A1	2005年 9月 8日
				KR	20070019697	A	2007年 2月 15日
				WO	2005086226	A1	2005年 9月 15日
				JP	2007526644	A	2007年 9月 13日
				WO	2005086227	A1	2005年 9月 15日
				EP	1721333	A1	2006年 11月 15日
				KR	20070085086	A	2007年 8月 27日
				CN	1950937	B	2010年 6月 16日
				CN	1950937	A	2007年 4月 18日
				JP	4876067	B2	2012年 2月 15日
				JP	2007526645	A	2007年 9月 13日
				WO	2005086226	A8	2006年 10月 26日
				US	7276428	B2	2007年 10月 2日
				KR	100842848	B1	2008年 7月 2日
KR	100860271	B1	2008年 9月 25日				
CN	204216065	U	2015年 3月 18日	无			
CN	101248221	A	2008年 8月 20日	JP	WO2007023911	A1	2009年 3月 26日
				KR	20080043833	A	2008年 5月 19日
				EP	1930486	A4	2014年 1月 1日
				KR	101060289	B1	2011年 8月 29日
				EP	1930486	A1	2008年 6月 11日
				US	2008299746	A1	2008年 12月 4日
				WO	2007023911	A1	2007年 3月 1日
				CN	101248221	B	2012年 6月 6日
				US	8119499	B2	2012年 2月 21日
US	2009075481	A1	2009年 3月 19日	US	8163651	B2	2012年 4月 24日
				TW	200912053	A	2009年 3月 16日