

(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
2024 年 8 月 8 日 (08.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/159909 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23K 26/046 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/136339
- (22) 国际申请日: 2023 年 12 月 5 日 (05.12.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310080615.9 2023年2月2日 (02.02.2023) CN
- (71) 申请人: 苏州苏大维格科技集团股份有限公司
(**SVG TECH GROUP CO., LTD**) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。苏州大学(**SOOCHOW UNIVERSITY**) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路199号, Jiangsu 215123 (CN)。
- (72) 发明人: 魏国军(**WEI, Guojun**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。陈林森(**CHEN, Linsen**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。卢国(**LU, Guo**);

中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。范广飞(**FAN, Guangfei**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。周杨(**ZHOU, Yang**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。赵改娜(**ZHAO, Gaina**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。魏中文(**WEI, Zhongwen**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。毛立华(**MAO, Lihua**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。周小红(**ZHOU, Xiaohong**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。浦东林(**PU, Donglin**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。乔文(**QIAO, Wen**); 中国江苏省苏州市工业园区新昌路68号, Jiangsu 215123 (CN)。

- (74) 代理人: 苏州禾润科晟知识产权代理事务所(普通合伙)(**HERUN-KESHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)**); 中国江苏省苏州市工业

(54) **Title:** PHOTOVOLTAIC CELL ELECTRODE AND MANUFACTURING METHOD AND MANUFACTURING APPARATUS THEREFOR, AND USE

(54) 发明名称: 光伏电池片电极及其制作方法和制作装置、以及应用

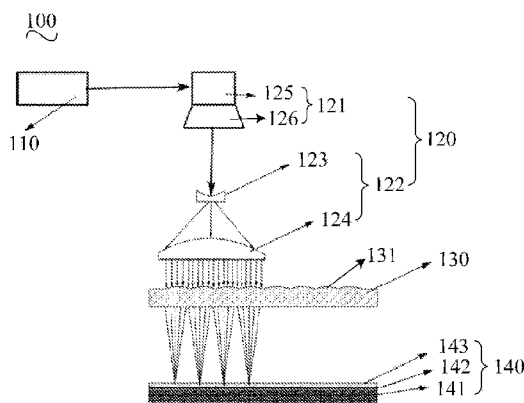


图 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a photovoltaic cell electrode and a manufacturing method and manufacturing apparatus therefor, and a use. The manufacturing apparatus for the photovoltaic cell electrode comprises a laser source, a collimated light beam generating unit and a light beam focusing unit; the collimated light beam generating unit is located on a light exit side of the laser source, and is used for converting a laser beam emitted by the laser source into a collimated light beam and projecting the collimated light beam to the light beam focusing unit; the light beam focusing unit is located on a light exit side of the collimated light beam generating unit, and is used for focusing the collimated light beam to a cell to be photoetched. When the manufacturing apparatus of the present invention is used for manufacturing a photovoltaic cell electrode, a plurality of spatial light modulators, projection optical systems and illumination optical systems are not required, so that the apparatus development cost is reduced exponentially; data processing and multi-optical-path overlapping alignment are not required, and therefore, manufacturing reliability and efficiency are improved; the present invention can achieve the photoetching of electrode pattern trenches having a high depth-to-width ratio, for example, a depth-to-width ratio of 0.3 to 2, wherein the line width is 3 μm to 20 μm and the depth is 1 μm to 20 μm , thereby obtaining a high-quality photovoltaic cell

园区金鸡湖大道 1355 号国际科技园
A2001-061, Jiangsu 215000 (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, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

electrode.

(57) 摘要: 本发明涉及一种光伏电池片电极及其制作方法和制作装置、以及应用。光伏电池片电极的制作装置包括激光源、准直光束产生单元和光束聚焦单元; 准直光束产生单元位于激光源的出光侧, 用于将激光源射出的激光束转换成准直光束并投射至光束聚焦单元; 光束聚焦单元位于准直光束产生单元的出光侧, 用于将准直光束聚焦至待光刻电池片上。应用本发明的制作装置制作光伏电池片电极时, 不需要多组空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统, 因此装置研制成本成倍下降; 不需要数据处理和多路光路重叠对准, 因而提升了制作可靠性和效率; 可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 $0.3 \sim 2$ 的电极图形沟槽的光刻, 从而获得较为优质的光伏电池片电极。

光伏电池片电极及其制作方法和制作装置、以及应用

技术领域

本发明涉及光伏电池技术领域，特别是涉及一种光伏电池片电极及其制作方法和制作装置、以及应用。

背景技术

随着全球向碳中和目标的实施，光伏发电作为新能源的重要来源之一，将发挥越来越重要的作用。金属化工艺是光伏电池片电极制造流程中的必要步骤，用于制作光伏电池片的电极，实现光电转换的电流输出。金属化工艺的电极线宽对于光伏电池片的光电转换效率、制造成本具有重要影响，银浆材料成本与硅片材料成本相当，在整个电池片制造中成本占比较高。传统的光伏电池片电极的金属化工艺是，采用丝网印刷导电银浆，再进行高温烧结的技术方案。如沿用传统的银浆金属化工艺，逐年升高的光伏电池片产能建设，对于银的需求也将大幅度增长，全球银矿开采量也将难以满足这样巨大的银用量需求。金属化工艺中，减少用银用量或者用其他非贵金属替代银，是解决光伏电池片电极制作的重要方向。

为了解决上述问题，电镀技术作为新型的电极制备方法，越来越广泛的被研究。其工艺流程为：在电池片基底上制备种子层，在种子层上覆盖绝缘层，在绝缘层上制备电极图形沟槽，沟槽露底至种子层，通过电镀在沟槽底部的种子层上沉积电极材料，通过蚀刻工艺去除绝缘层和种子层，最终形成精细光伏电池片电极。由于电镀工艺中的电极生长各向同性，露底沟槽应要有一定深宽比，否则，随着电镀层增高，在光伏电池片电极上方形成“大头针”效应，导致光伏电池片电极上部的线宽增大、底部附着力变差。为了获得更优质的光伏电池片电极，需要光刻一定深度的电极图形沟槽，以限制电镀时光伏电池片电极生长的形貌。

为制作小于 $20\mu\text{m}$ 线宽的有一定高宽比的精细电极，需要有寻找一种高效、精密的光刻方法。传统的光刻手段为投影光刻系统和 PCB 多光学头无掩模光刻系统、以及接触式或者接近式光刻。其中，对于投影光刻系统和 PCB 多光学头无掩模光刻系统，一般地，空间光调制器（DMD）单元像素约 $10\mu\text{m}$ ，为获得 $10\mu\text{m}$ 线宽的光刻沟槽，已有光刻机中投影光学系统缩微倍数一般在 2~5 倍，如光刻 $210\text{mm}\times 105\text{mm}$ 电极面积，已有光刻机需安装 8~16 组光学头（包括空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统）。导致设备价格高、运行成本高，同时光刻图形化的效率偏低。而对于接触式或者接近式光刻，由于掩膜直边衍射效应，线宽大于 $50\mu\text{m}$ ，难以光刻线宽小于 $20\mu\text{m}$ 、深度大于 $10\mu\text{m}$ 的沟槽。

发明内容

基于此，有必要提供一种低成本且高效率的能够实现高深宽比的光伏电池片电极及其制作方法和制作装置、以及应用。

一种光伏电池片电极的制作装置，包括激光源、准直光束产生单元和光束聚焦单元；

5 所述准直光束产生单元位于所述激光源的出光侧，用于将所述激光源射出的激光束转换成准直光束并投射至所述光束聚焦单元；

所述光束聚焦单元位于所述准直光束产生单元的出光侧，用于将准直光束聚焦至待光刻电池片上。

应用本发明上述技术方案的光伏电池片电极的制作装置制作光伏电池片电极时，不需要
10 多组空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统，因此装置研制成本成倍下降；不需要数据处理和多路光路重叠对准，因而提升了制作可靠性和效率；可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为0.3~2的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

在一个可行的实现方式中，所述光束聚焦单元具有微柱透镜阵列或者微透镜阵列，所述
15 微柱透镜阵列或者所述微透镜阵列的透镜面朝向或者背向所述待光刻电池片。

在一个可行的实现方式中，所述微柱透镜阵列与所述待光刻电池片的位置一一对应，所述微柱透镜阵列与所述待光刻电池片的副栅的周期相同。

在一个可行的实现方式中，所述微柱透镜阵列的周期为 $0.1\text{mm}\sim 3\text{mm}$ ，所述微柱透镜阵列的数值孔径为0.005~0.15。

20 在一个可行的实现方式中，所述微柱透镜阵列包括若干沿行方向或者列方向周期排列的柱透镜，相邻两个所述柱透镜之间的间距为 $0\sim 0.2\text{mm}$ 。

在一个可行的实现方式中，所述光束聚焦单元为衍射光学元件，所述衍射光学元件的衍射面朝向所述准直光束产生单元。

在一个可行的实现方式中，所述光束聚焦单元包括沿出光光路依次设置的第一微柱透镜
25 阵列器件和第二微柱透镜阵列器件，所述第一微柱透镜阵列器件与所述第二微柱透镜阵列器件共焦放置，所述第一微柱透镜阵列器件的透镜面与所述第二微柱透镜阵列器件的透镜面相对，且所述第一微柱透镜阵列器件的焦距大于所述第二微柱透镜阵列器件的焦距。

在一个可行的实现方式中，所述光束聚焦单元还包括用以遮挡杂散光或者待光刻电池片的主栅区域的第一遮光掩膜，所述第一遮光掩膜位于所述第一微柱透镜阵列器件与所述第二
30 微柱透镜阵列器件的共焦焦面位置，所述第一遮光掩膜设有若干个开孔，所述若干个开孔与所述第一微柱透镜阵列器件与所述第二微柱透镜阵列器件的若干个共焦焦点的位置一一对

应。

在一个可行的实现方式中，所述准直光束为准直线光束或者准直面光束。

在一个可行的实现方式中，所述准直光束产生单元包括沿出光光路依次设置的光束传输组件和至少一组光束扩散组件，所述光束扩散组件包括沿出光光路依次设置的扩散透镜和准直镜；

所述扩散透镜位于所述光束传输组件的出光侧，用以将所述光束传输组件形成的激光束扩散至所述准直镜上；所述准直镜位于所述扩散透镜的出光侧，用以将通过所述扩散透镜的激光束形成平行线光束投射至所述光束聚焦单元上。

在一个可行的实现方式中，所述光束传输组件包括：

振镜，位于所述激光源的出光侧，用于改变所述激光源射出的激光束的方向；以及场镜，位于所述振镜的出光侧，用于将所述振镜形成的激光束聚焦到所述扩散透镜上。

在一个可行的实现方式中，所述光束传输组件包括转镜，所述转镜用以改变所述激光源射出的激光束的方向并将所述激光束投射至所述扩散透镜上。

在一个可行的实现方式中，所述光束传输组件包括至少一个反射镜，所述反射镜用以改变所述激光源射出的激光束的方向并将所述激光束投射至所述扩散透镜上。

在一个可行的实现方式中，所述准直光束产生单元还包括光束整形组件，所述光束整形组件位于所述激光源与所述光束传输组件之间。

在一个可行的实现方式中，所述光伏电池片电极的制作装置还包括用以遮挡杂散光的第二遮光掩膜，所述第二遮光掩膜位于所述准直光束产生单元与所述光束聚焦单元之间，或者位于所述光束聚焦单元与所述待光刻电池片之间。

一种光伏电池片电极的制作方法，包括如下步骤：

提供上述任一的制作装置和待光刻电池片，所述待光刻电池片包括电池片基底、位于所述电池片基底上的种子层以及位于所述种子层上的绝缘层；

将所述待光刻电池片置于所述光束聚焦单元远离所述准直光束产生单元的一侧，采用所述制作装置对所述绝缘层进行光刻，以在所述绝缘层上形成电极图形沟槽，且暴露出所述种子层，得到图形化的绝缘层；以及

通过电镀工艺在所述电极图形沟槽内沉积电极材料，之后去除所述图形化的绝缘层以及位于所述图形化的绝缘层投影内的种子层，得到光伏电池片电极。

采用上述的光伏电池片电极的制作方法，不需要多组空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统，因此装置研制成本成倍下降；不需要数据处理和多路光路重叠对准，因而提升了制作可靠性和效率；可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 $0.3\sim 2$

的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

在一个可行的实现方式中，所述绝缘层为正性光刻胶，所述光束聚焦单元的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点，所述若干个聚焦点位于所述绝缘层远离所述电池片基底的一侧，且所述若干个聚焦点与所述绝缘层远离所述电池片基底的表面之间的距离均为 0.01mm~1mm。

在一个可行的实现方式中，所述绝缘层为负性光刻胶，所述光束聚焦单元的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点，所述若干个聚焦点位于所述绝缘层靠近所述电池片基底的一侧，且所述若干个聚焦点与所述绝缘层靠近所述电池片基底的表面之间的距离均为 0.01mm~1mm。

在一个可行的实现方式中，所述绝缘层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

在一个可行的实现方式中，所述电极材料为铜。

一种光伏电池片电极，采用上述任一的光伏电池片电极的制作方法制作得到。

采用上述的光伏电池片电极的制作方法，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

一种光伏电池片，包括上述的光伏电池片电极。

本发明技术方案的光伏电池片包括上述光伏电池片电极，由于光束聚焦单元的作用，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而实现精细的电极图形沟槽，使得本发明的光伏电池片有利于广泛应用。

一种光伏电池，包括上述的光伏电池片。

本发明技术方案的光伏电池包括上述光伏电池片，上述光伏电池片包括上述光伏电池片电极，由于光束聚焦单元的作用，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而实现精细的电极图形沟槽，使得本发明的光伏电池有利于广泛应用。

附图说明

图 1 为本发明第一实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 2 为本发明另一实施方式的光束聚焦单元的微柱透镜阵列的示意图；

图 3 为本发明一实施方式的光束聚焦单元中微柱透镜阵列周期与待光刻电池片的副栅周期对应的示意图；

图 4 为光学传递函数与每毫米线对数的关系图；

图 5 为光学传递函数与焦点偏移的关系图；

图 6 为本发明第二实施方式的光束聚焦单元的示意图；

图 7 为本发明第三实施方式的光束聚焦单元的示意图；

图 8 为本发明另一实施方式的准直镜的示意图；

5 图 9 为本发明第二实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 10 为本发明第三实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 11 为本发明第四实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 12 为本发明第五实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 13 为本发明第六实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

10 图 14 为本发明第七实施方式的光伏电池片电极的制作装置的示意图；

图 15 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作装置中第二遮光掩膜板的位置示意图；

图 16 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作装置中第二遮光掩膜板的另一位置示意图；

15 图 17 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作方法的流程图；

图 18 为采用一实施方式的光伏电池片电极的制作装置对待光刻电池片进行图形化的示意图；

图 19 为采用另一实施方式的光伏电池片电极的制作装置对待光刻电池片进行图形化的示意图；

20 图 20 为采用另一实施方式的光伏电池片电极的制作装置对待光刻电池片进行图形化的示意图；

图 21 为采用另一实施方式的光伏电池片电极的制作装置对待光刻电池片进行图形化的示意图；

25 图 22 为采用图 21 的制作装置进行图形化的过程中若干待光刻电池片之间搭接方式的示意图；

图 23 为本发明一实施方式的光束聚焦单元的聚焦点与绝缘层之间的位置示意图；

图 24 为本发明另一实施方式的光束聚焦单元的聚焦点与绝缘层之间的位置示意图；

图 25 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作方法的流程图；

图 26 为本发明另一实施方式的光伏电池片电极的制作方法的流程图；

30 图 27 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作过程的侧面示意图；

图 28 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作过程的平面示意图；

图 29 为本发明另一实施方式的光伏电池片电极的制作过程的侧面示意图；
图 30 为本发明另一实施方式的光伏电池片电极的制作过程的平面示意图；
图 31 为本发明另一实施方式的光伏电池片电极的制作过程的平面示意图；
图 32 为本发明一实施方式的准直线光束对光束聚焦单元进行扫描的示意图；
5 图 33 为本发明另一实施方式的准直线光束对光束聚焦单元进行扫描的示意图；
图 34 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作过程中的扫描示意图；
图 35 为本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作设备的示意图；
图 36 为本发明另一实施方式的光伏电池片电极的制作设备的示意图。

10 具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进，因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

15 需要说明的是，当元件被称为“固定于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施
20 例的目的，不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及 / 或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

请参见图 1，本发明第一实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。

25 其中，激光源 110 为紫外或蓝光激光器，光源波长在 325nm~450nm 之间，功率在 1 瓦~100 瓦之间。优选地，光源波长为 405nm、395nm、365nm、355nm 或者 325nm。

其中，准直光束产生单元 120 位于激光源 110 的出光侧，用于将激光源 110 射出的激光束转换成准直光束并投射至光束聚焦单元 130。本实施方式中，准直光束可以是发散角较小（例如 0.2°以下）的准直线光束。

30 其中，光束聚焦单元 130 位于准直光束产生单元 120 的出光侧，用于将准直线光束聚焦至待光刻电池片 140 上。其中，待光刻电池片 140 包括电池片基底 141、位于电池片基底 141

上的种子层 142 以及位于种子层 142 上的绝缘层 143。种子层 142 能够增加电极材料与电池片基底 141 之间的附着力。绝缘层 143 的材质为感光材料，例如为光刻胶或者感光油墨等。

如图 1 所示，本实施方式中，准直光束产生单元 120 射出的准直线光束垂直照射在光束聚焦单元 130 上表面，被光束聚焦单元 130 聚焦形成若干个聚焦点，这些若干个聚焦点正好落在待光刻电池片 140 的绝缘层 143 附近位置，在绝缘层 143 上形成微沟槽。通过准直线光束的扫描曝光，若干聚焦点积分曝光形成若干沟槽线，显影之后即得电极图形沟槽。如此，一次性完成多组或全部微沟槽光刻，实现光伏电池片精密电极的图形化的高效制作。采用本实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

在前述实施方式的基础上，光束聚焦单元 130 具有微柱透镜阵列 131，微柱透镜阵列 131 的透镜面背向待光刻电池片 140。微柱透镜阵列 131 能够对准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，这些聚焦点落在绝缘层 143 附近位置，积分曝光形成沟槽线，显影之后得到电极图形沟槽。

当然，光束聚焦单元 130 的微透镜阵列 131 的透镜面亦可以朝向待光刻电池片 140，如图 2 所示。其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。此时微透镜阵列 131 亦能够对准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成沟槽线。

其中，微柱透镜阵列 131 的材料为透明材料，如玻璃或者树脂；优选采用高透紫外或蓝紫波长的光学材料，如石英玻璃或光学塑料。上述柱透镜阵列 131 可以通过 UV 压印方式转印到基板上，或者直接刻蚀到基板上。

在前述实施方式的基础上，微柱透镜阵列 131 与待光刻电池片 140 的副栅的位置一一对应，微柱透镜阵列 131 与待光刻电池片 140 的副栅的周期相同。这样能够通过一次光刻得到整片光伏电池片的电极图形沟槽，提高光伏电池片电极的制作效率。

当然，本发明的制作装置中，微柱透镜阵列 131 的周期还可以与待光刻电池片 140 的多个副栅周期对应，如图 3 所示。完成一组光伏电池片副栅的光刻后，水平移动具有微柱透镜阵列的光束聚焦单元相应的距离，即可实现另一组光伏电池片副栅的光刻。

在前述实施方式的基础上，微柱透镜阵列 131 的周期为 $0.1\text{mm}\sim 3\text{mm}$ ，微柱透镜阵列 131 的数值孔径为 $0.005\sim 0.15$ 。以 355nm 激光波长为例，如聚焦微柱透镜 $\text{NA}=0.1$ ，根据成像分辨率公式： $0.61*\lambda/\text{NA}=2.17\mu\text{m}$ ，焦深 $0.61*\lambda/(\text{NA}^2)\sim 22\mu\text{m}$ ；如聚焦微柱透镜 $\text{NA}=0.013$ ，成像分辨率为： $0.61*\lambda/\text{NA}=16.7\mu\text{m}$ ，焦深 $\sim 1.3\text{mm}$ ；综合考虑曝光显影等因素，采用本发明光伏电池片电极的制作装置，可轻松得到 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，高深宽比沟槽槽型的光刻。

其中，光学传递函数（Modulus of the OTF）分别与每毫米线对数（Spatial Frequency in cycles per mm）和焦点偏移（Focus shift in Millimeters）的关系分别如图 4 和图 5 所示。我们需要光学传递函数大于 0.5 的对应每毫米线对数数据，从图 4 可得对应的每毫米线对数是 1~50，每毫米线对数对应的周期计算如下：以线对数为 50 为例，线宽就是 $1 \div (50 \times 2) = 0.01\text{mm}$ ，即 10 微米。图 5 同理，也是取光学传递函数大于 0.5 的对应焦点偏移数据。

以 $10\mu\text{m}$ 电极的图形化为例，聚焦微柱透镜阵列设计的数值孔径 $\text{NA}=0.03$ ，焦深 $\sim 250\mu\text{m}$ 。相比，常规 $30\mu\text{m}$ 副栅电极相同遮光面积情况下，本发明的光伏电池片电极的排列密度可增加到 3 倍。这样能够在遮光面积相同情况下，电极排列密度高，光生电子以最短路径被电极收集，提高光电转换效率；电极收集光生电子分散，每根电极上电流小；电极线宽小，相同导电率情况下，电极线条高度可降低，绝缘层厚度薄，曝光时间短，相同激光能量下，生产效率高；绝缘层厚度薄，节省电池片绝缘层材料用量。

在前述实施方式的基础上，微柱透镜阵列 131 包括若干沿行方向或者列方向周期排列的柱透镜，相邻两个柱透镜之间的间距为 $0\sim 0.2\text{mm}$ 。其中，当相邻两个柱透镜之间的间距为 0 时，若干柱透镜紧密排列。本实施方式能够提高激光束的光能利用率。

进一步需要说明的是，本发明的光伏电池片电极的制作装置中，光束聚焦单元中的微柱透镜阵列还可以为微透镜阵列。其中，微透镜阵列的透镜面朝向或者背向待光刻电池片。进一步地，微透镜阵列的材料为透明材料，如玻璃或者树脂；优选采用高透紫外或蓝紫波长的光学材料，如石英玻璃或光学塑料。

采用包括微透镜阵列的光伏电池片电极的制作装置制作光伏电池片电极时，微透镜阵列能够对准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，准直光束产生单元与光束聚焦单元设计为一个整体，与待光刻电池片保持相对移动，随运动控制移动扫描，从而对绝缘层进行曝光形成沟槽线，之后显影后在绝缘层上形成电极图形沟槽。

此外需要说明的是，本发明的光伏电池片电极的制作装置中，光束聚焦单元不限于上述实施方式的单个微柱透镜阵列或者微透镜阵列，还可以为其他能够起到聚焦光束作用的器件。

请参见图 6，本发明第二实施方式的光束聚焦单元 130 为衍射光学元件（Diffractive Optical Elements, DOE），衍射光学元件的衍射面朝向准直光束产生单元，如图 6 所示。其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。此时光束聚焦单元 130 亦能够对准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

请参见图 7，本发明第三实施方式的光束聚焦单元 130 包括沿出光光路依次设置的第一微柱透镜阵列器件 131 和第二微柱透镜阵列器件 132，第一微柱透镜阵列器件 131 与第二微

柱透镜阵列器件 132 共焦放置，第一微柱透镜阵列器件 131 的透镜面与第二微柱透镜阵列器件 132 的透镜面相对，且第一微柱透镜阵列器件 131 的焦距大于第二微柱透镜阵列器件 132 的焦距。

第三实施方式的光束聚焦单元 130 适用于待光刻电池片 140 的绝缘层为负胶类型，其中，
5 待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，位于上方的第一微柱透镜阵列器件 131 收集准直线光束聚焦后被下方的第二微柱透镜阵列器件 132 准直照射到绝缘层 143 表面，形成具有副栅周期间隔的准直宽光束曝光。

在前述实施方式的基础上，光束聚焦单元 130 还包括用以遮挡杂散光或者待光刻电池片的主栅区域的第一遮光掩膜 133，第一遮光掩膜 133 位于第一微柱透镜阵列器件 131 与第二
10 微柱透镜阵列器件 132 的共焦焦面位置，第一遮光掩膜 133 设有若干个开孔，若干个开孔与第一微柱透镜阵列器件 131 和第二微柱透镜阵列器件 132 的若干个共焦焦点的位置一一对应。第一遮光掩膜 133 能够遮挡散光或者待光刻电池片的主栅区域，避免光束聚焦到电极图形沟槽区域，提高光刻的精度。

请参见图 1，在前述第一实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 的基础上，准直光
15 束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。

其中，扩散透镜 123 位于光束传输组件 121 的出光侧，用以将光束传输组件 121 形成的激光束扩散至准直镜 124 上。准直镜 124 位于扩散透镜 123 的出光侧，用以将通过扩散透镜 123 的激光束形成平行线光束投射至光束聚焦单元 130 上。其中，准直镜 124 与扩散透镜 123
20 共焦设置。

其中，扩散透镜 123 为扩散负柱透镜，扩散负柱透镜的焦点设置于准直镜 124 共焦。准直镜 124 为准直柱透镜或者准直透镜。准直柱透镜或者准直透镜能够形成平行线光束投射至光束聚焦单元 130 上，之后光束聚焦单元 130 对准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

25 需要说明的是，在其他实施方式中，扩散透镜还可以为扩散正柱透镜，当扩散透镜为扩散正柱透镜时，扩散正柱透镜的实焦点与准直镜共焦。

此外，准直镜 124 还可以为菲涅尔准直柱透镜，如图 8 所示。其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。此时菲涅尔准直柱透镜能够形成平行线光束投射至光束聚焦单元 130 上，之后光束聚焦单元 130 对准直线光束进行聚焦形成
30 若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

进一步地，上述第一实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 中，光束传输组件 121

包括振镜 125 和场镜 126。其中，振镜 125 位于激光源 110 的出光侧，用于改变激光源 110 射出的激光束的方向。其中，场镜 126 位于振镜 125 的出光侧，用于将振镜 125 形成的激光束聚焦到扩散透镜 123 上。

本实施方式中，光束扩散组件 122 为一组，但需要说明的是，本发明的光伏电池片电极的制作装置中，光束扩散组件的组数不限于一组，还可以为两组或者两组以上，具体可以根据从光束传输组件出射的激光束进行设置。

请参见图 9，本发明第二实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122。其中，光束传输组件 121 包括沿出光光路依次设置的振镜 125 和场镜 126，光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。

如图 9 所示，采用第二实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，激光束经由光束传输组件 121 之后实现多分光束，射出两束垂直照射的激光束，分别对应设置两组光束扩散组件 122，这两组光束扩散组件 122 紧密排列，能够产生多束准直线光束照射光束聚焦单元 130 上，从而提高工作效率。

需要说明的是，本发明的光伏电池片电极的制作装置中，光束传输组件不限于上述两种实施方式，还可以为其他结构的光束传输组件。

请参见图 10，本发明第三实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，其中光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。进一步地，光束传输组件 121 包括一个反射镜，反射镜用以改变激光源 110 射出的激光束的方向并将激光束投射至扩散透镜 123 上。

如图 10 所示，采用第三实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，激光源 110 射出的激光束依次经由反射镜和光束扩散组件 122 形成准直线光束，之后光束聚焦单元 130 对上述准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

需要说明的是，本发明的光束传输组件为反射镜时，反射镜的个数不限，还可以为两个或者两个以上，可以设置为一组激光源对应多个反射镜，亦可以设置为多组激光源对应多个

反射镜。

请参见图 11，本发明第四实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，其中光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。进一步地，光束传输组件 121 包括四个沿出光光路排列的反射镜，每个反射镜用以改变激光源 110 射出的激光束的方向并将激光束投射至对应设置的扩散透镜 123 上。具体的，本实施方式中由左至右前三个反射镜为透镜反射镜或者其他非全反射镜，最右侧的反射镜为全射镜，这样当激光束依次穿过前三个反射镜时，部分激光束被反射镜反射后投射至扩散透镜 123 上，其余部分激光束可穿过前面反射镜后投射至后面相邻的反射镜上，直至激光束照射到最右侧的全射镜上之后，全部反射至位于最右侧全射镜下方的扩散透镜 123 上。

如图 11 所示，采用第四实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，激光源 110 射出的激光束依次经由多个反射镜和对应的多组光束扩散组件 122 形成多束准直线光束，之后光束聚焦单元 130 对上述多束准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。本实施方式中，一组激光源 110 能够扫描实现多分光束，采用多组光束扩散组件 122 形成多束准直线光束，从而提高工作效率。

请参见图 12，本发明第五实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，其中光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。进一步地，本实施方式中，激光源 110 的个数为四个，且准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130 均对应设置为四组。其中，每个光束传输组件 121 包括一个反射镜，每个反射镜用以改变激光源 110 射出的激光束的方向并将激光束投射至对应设置的扩散透镜 123 上。

如图 12 所示，采用第五实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，每个激光源 110 射出的激光束依次经由对应设置的反射镜和对应的多组光束扩散组件 122 形成多束准直线光束，之后光束聚焦单元 130 对上述多束准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。本实施方式中，采用多组激光源 100 与多组准直光束产生单元 120

和光束聚焦单元 130 同时产生多束准直线光束，通过制作装置的整体移动实现对准直线光束的扫描，能够使用小功率激光源来提高工作效率。

请参见图 13，本发明第六实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括激光源 110、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，其中光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。进一步地，光束传输组件 121 包括转镜，转镜用以改变激光源 110 射出的激光束的方向并将激光束投射至对应设置的扩散透镜 123 上。

如图 13 所示，采用第六实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，激光源 110 射出的激光束依次经由转镜和光束扩散组件 122 形成多束准直线光束，之后光束聚焦单元 130 对上述多束准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

请参见图 14，本发明第七实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 包括沿出光光路依次设置的激光源 110、光束整形组件 150、准直光束产生单元 120 和光束聚焦单元 130。其中，准直光束产生单元 120 包括沿出光光路依次设置的光束传输组件 121 和光束扩散组件 122，其中光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123 和准直镜 124。进一步地，光束传输组件 121 包括一个反射镜，反射镜用以改变激光源 110 射出的激光束的方向并将激光束投射至扩散透镜 123 上。

其中，光束整形组件 150 可对激光高斯光束整形或匀光处理，使准直线光束边缘与中心能量一致。光束整形组件 150 可是 π 形整形器件，也可以是微透镜阵列组实现的匀光器件，或者是通过激光束扩散，取中心光束均匀部分实现，或者是上述各器件或者方法的组合。

如图 14 所示，采用第七实施方式的光伏电池片电极的制作装置 100 制作光伏电池片电极时，将待光刻电池片 140 置于光束聚焦单元 130 的正下方，其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。光刻时，激光源 110 射出的激光束依次经由光束整形组件 150、反射镜和光束扩散组件 122 形成准直线光束，之后光束聚焦单元 130 对上述准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线。

在前述各实施方式的基础上，光伏电池片电极的制作装置还包括用以遮挡杂散光的第二遮光掩膜 160，第二遮光掩膜 160 位于准直光束产生单元与光束聚焦单元 130 之间，如图 15 所示；或者位于光束聚焦单元 130 与待光刻电池片 140 之间，如图 16 所示。其中，准直光束产生单元包括光束扩散组件 122，光束扩散组件 122 包括沿出光光路依次设置的扩散透镜 123

和准直镜 124。其中，光束聚焦单元 130 具有微柱透镜阵列 131。其中，待光刻电池片 140 包括依次层叠的电池片基底 141、种子层 142 和绝缘层 143。

本实施方式中，第二遮光掩膜 160 能够遮挡住微柱透镜阵列 131 中相邻两个微柱透镜之间的空隙，避免杂散光；也可以遮挡住准直光束的边缘光束，使光束能量均匀。

5 本发明的光伏电池片电极的制作装置可以同时实现光伏电池片精细副栅电极和宽主栅电极的制作。本发明的光伏电池片电极的制作装置中，前述任意实施方式的准直光束产生单元与任意实施方式的光束聚焦单元可以排列组合使用。

应用本发明上述技术方案的光伏电池片电极的制作装置制作光伏电池片电极时，不需要多组空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统，因此装置研制成本成倍下降；不需要数
10 据处理和多路光路重叠对准，因而提升了制作可靠性和效率；可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

请参见图 17，本发明一实施方式的光伏电池片电极的制作方法，包括如下步骤：

S10、提供上述任一的制作装置和待光刻电池片，待光刻电池片包括电池片基底、位于电
15 池片基底上的种子层以及位于种子层上的绝缘层。

其中，电池片基底例如可以为硅片。可以采用本领域常用方法在电池片基底上形成种子层以及在种子层上形成绝缘层。

在一个可行的实现方式中，绝缘层的厚度为 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

S20、将待光刻电池片置于光束聚焦单元远离准直光束产生单元的一侧，采用制作装置对
20 绝缘层进行光刻，以在绝缘层上形成电极图形沟槽，且暴露出种子层，得到图形化的绝缘层。

请参见图 18~图 21，采用四种实施方式的制作装置进行待光刻电池片 140 的图形化，其中，待光刻电池片 140 包括电池片基底 141、位于电池片基底上的种子层 142 以及位于种子层 142 上的绝缘层 143。

请参见图 18，一实施方式中，激光束 200 依次经由扩散负柱透镜 123 和准直柱透镜 124
25 形成准直线光束，之后具有微柱透镜阵列的光束聚焦单元 130 对上述准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，激光束 200 沿扫描方向 Y 进行扫描，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线 144。

请参见图 19，另一实施方式中，激光束 200 依次经由扩散正柱透镜 123 和准直柱透镜 124
30 形成准直线光束，之后具有微柱透镜阵列的光束聚焦单元 130 对上述准直线光束进行聚焦形成若干个聚焦点，激光束 200 沿扫描方向 Y 进行扫描，从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线 144。

请参见图 20, 另一实施方式中, 扩散负柱透镜 123、准直柱透镜 124 以及具有微柱透镜阵列或者微透镜阵列的光束聚焦单元 130 组成线光束扫描器件组 180, 设计成一个整体, 随运动控制移动扫描。其中, 扩散负柱透镜 123、准直柱透镜 124 以及具有微柱透镜阵列或者微透镜阵列的光束聚焦单元 130 各自的长度可以设计更短更轻巧, 减轻扫描组件负载, 减少器件加工难度。

本实施方式中, 光束聚焦单元 130 提供若干聚焦点, 使得聚焦点落在待光刻电池片 140 的绝缘层 143 附近, 线光束扫描器件组 100 扫描积分曝光, 形成若干聚焦线, 从而对绝缘层 143 进行曝光形成电极图形的沟槽线 144, 之后通过显影并最终在绝缘层上得到一组电极图形沟槽。

请参见图 21, 另一实施方式中, 激光束 200 依次经由扩散透镜 123 和准直透镜 124 形成准直面光束, 为了实现曝光拼接沟槽, 上述准直面光束可采用边缘搭接或拼接方式曝光。在曝光时设置遮光掩膜版 160, 用于整形光束, 形成方形、六边形或其他形状, 便于相邻区域的曝光搭接或拼接, 如图 22 所示。遮光掩膜版 160 位于具有微柱透镜阵列的光束聚焦单元 130 上方, 使准直面光束先穿过遮光掩膜版, 再通过光束聚焦单元 130。

请参见图 23, 在一个可行的实现方式中, 待光刻电池片 140 的绝缘层 143 为正性光刻胶, 光束聚焦单元 130 的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点, 若干个聚焦点位于绝缘层 143 远离电池片基底 141 的一侧, 且若干个聚焦点与绝缘层 143 远离电池片基底 141 的表面之间的距离均为 $0.01\text{mm}\sim 1\text{mm}$ 。此时可以在绝缘层 143 上形成上窄下宽的梯形凹槽, 以利于电极材料沉积时限制生长形貌, 从而形成梯形电极, 提高电极与电池片基底 141 的结合力, 同时避免阻挡太阳光线照射到电池片基底, 提高光伏电池片的光能利用率。

请参见图 24, 在一个可行的实现方式中, 待光刻电池片 140 的绝缘层 143 为负性光刻胶, 光束聚焦单元 130 的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点, 若干个聚焦点位于绝缘层 143 靠近电池片基底 141 的一侧, 且若干个聚焦点与绝缘层 143 靠近电池片基底 141 的表面之间的距离均为 $0.01\text{mm}\sim 1\text{mm}$ 。此时可以在绝缘层 143 上形成上窄下宽的梯形凹槽, 以利于电极材料沉积时限制生长形貌, 从而形成梯形电极, 提高电极与电池片基底 141 的结合力, 同时避免阻挡太阳光线照射到电池片基底, 提高光伏电池片的光能利用率。

S30、通过电镀工艺在电极图形沟槽内沉积电极材料, 之后去除图形化的绝缘层以及位于图形化的绝缘层投影内的种子层, 得到光伏电池片电极。

步骤 S30 中, 可以采用本领域常用电镀工艺在电极图形沟槽内沉积电极材料, 以及采用本领域常用工艺去除图形化的绝缘层以及位于图形化的绝缘层投影内的种子层, 例如刻蚀工艺。

在一个可行的实现方式中，电极材料为铜。电极材料为铜时，铜具有比银浆更优异的导电性和更低的成本，受光伏产业高度关注。

请参见图 25，在一个可行的实现方式中，绝缘层 143 为正性光刻胶，光刻胶厚度范围 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 之间，其曝光区域的绝缘层 143 去除。制作光伏电池片电极的步骤为：首先采用
5 步骤 S20 在待光刻电池片 140 的绝缘层 143 上形成电极图形沟槽 145，且暴露出种子层 142，之后采用步骤 S30 通过电镀工艺在电极图形沟槽 145 内沉积电极材料 146，之后蚀刻去除图形化的绝缘层 143 以及位于图形化的绝缘层 143 投影内的种子层 142，最终形成的光伏电池片电极的截面积与电极图形沟槽 145 的形状一致。

请参见图 26，在一个可行的实现方式中，绝缘层 143 为负性光刻胶，光刻胶厚度范围
10 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 之间，其曝光区域的绝缘层 143 保留。制作光伏电池片电极的步骤为：首先采用步骤 S20 在待光刻电池片 140 的绝缘层 143 上形成电极图形沟槽 145，且暴露出种子层 142，之后采用步骤 S30 通过电镀工艺在电极图形沟槽 145 内沉积电极材料 146，之后蚀刻去除图形化的绝缘层 143 以及位于图形化的绝缘层 143 投影内的种子层 142，最终形成的光伏电池片电极的截面积与电极图形沟槽 145 的形状一致。

15 本发明中，依据选择绝缘层的性质和光伏电池片工艺，可以分成接近式曝光和光束聚焦单元扫描曝光两步光刻完成，也可使用光束聚焦单元扫描曝光一步完成。

请参见图 27 和图 28，在一个可行的实现方式中，待光刻电池片包括电池片基底 141、位于电池片基底上的种子层 142 以及位于种子层 142 上的绝缘层 143，上述绝缘层采用正胶类型时，其工艺流程为：光伏电池片主栅线宽 $50\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ ，第一步在接近式曝光工位实现光伏
20 电池片主栅沟槽掩膜接近式曝光。首先制作曝光掩膜版 170，掩膜图形只需要遮挡非主栅曝光区域，图形线宽设置范围 $50\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 之间，采用曝光束 300 实现沟槽光刻。第二步在光束聚焦单元 130 曝光工位实现光伏电池片副栅精细电极沟槽曝光，形成电极图形沟槽线 144，显影之后形成电极图形沟槽 145。其中，副栅电极沟槽线宽在 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，深度 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 之间。

25 请参见图 29 和图 30，在一个可行的实现方式中，待光刻电池片包括电池片基底 141、位于电池片基底上的种子层 142 以及位于种子层 142 上的绝缘层 143，上述绝缘层采用负胶类型时，其工艺流程为：

光伏电池片主栅线宽 $50\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ ，第一步在接近式曝光工位实现光伏电池片主栅沟槽掩膜接近式曝光。首先制作曝光掩膜版 170，掩膜图形需要遮挡主栅、副栅及副栅周边出血区
30 域（副栅线宽较小，而接近式曝光线宽大于 $50\mu\text{m}$ ，采用接近式曝光的方式不能直接得到精细线宽，因此需留边缘区域修正曝光，边缘区域可在副栅的一侧或两侧）。为了提高副栅修正曝

光效率，遮挡副栅区域线宽尽可能设置较小，一般设置在 $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 范围。进行主栅电极沟槽曝光，曝光区域 210 如图 30 所示，采用曝光束 300 实现光伏电池片主栅 $50\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 线宽沟槽光刻。

第二步在光束聚焦单元 130 扫描曝光工位实现光伏电池片副栅精细电极沟槽曝光。通过微柱透镜阵列曝光与平台移动，对副栅周边未曝光区域进行修正曝光，当出血区域为副栅的一侧时，修正曝光至少一次，消除副栅电极沟槽一侧的出血；当出血区域为副栅的两侧时，修正曝光至少曝光两次，消除副栅电极沟槽左右两侧的出血，只留下副栅的线宽宽度。形成线宽在 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，深度 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 之间的副栅电极图形沟槽。

请参见图 31，在一个可行的实现方式中，无主栅光伏电池片，采用负胶工艺制作时，其工艺流程为：

第一步副栅外区域接近式掩膜曝光。首先制作曝光掩膜版 170，掩膜图形需要遮挡副栅及副栅周边出血区域（副栅的线宽较小，而接近式曝光的线条大于 $50\mu\text{m}$ ，采用接近式曝光的方式不能直接得到，因此需要留出血区域，后面再修正，出血区域可以在副栅的一侧或两侧）。为了提高副栅修正曝光效率，遮挡副栅区域线宽尽可能设置较小，一般设置在 $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 范围。

第二步在光束聚焦单元扫描曝光工位实现光伏电池片副栅精细电极沟槽曝光。通过聚焦微柱透镜阵列曝光与平台移动，对副栅周边未曝光区域进行修正曝光，当边缘区域为副栅的一侧时，修正曝光至少一次，消除副栅电极沟槽一侧的边缘区域；当边缘区域为副栅的两侧时，修正曝光至少曝光两次，消除副栅电极沟槽左右两侧的边缘区域，只留下副栅宽度。显影之后形成线宽在 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ，深度 $3\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 之间副栅电极沟槽 145。

在一个可行的实现方式中，准直线光束 400 沿光束聚焦单元 130 中微柱透镜阵列中柱透镜长度的 Y 方向进行扫描，分别如图 32 和图 33 所示。图 32 和图 33 中，待光刻电池片包括电池片基底 141、位于电池片基底上的种子层 142 以及位于种子层 142 上的绝缘层 143。具体的，根据系统设计的聚焦微柱透镜阵列覆盖面积，系统可在待光刻电池片上首先扫描一组电极沟槽，然后拼接实现另一组光伏电池片电极沟槽的曝光扫描。也可一次性扫描完成全部光伏电池片电极沟槽的曝光扫描。

在一个可行的实现方式中，请参见图 34，为了确保光束聚焦单元 130 中聚焦微柱透镜曝光沟槽线宽的一致性，也可对待光刻电池片 140 的扫描区域采用重叠拼接曝光模式。本实施方式中可对扫描区域进行 $1/2$ 搭接曝光，如此对待光刻电池片 140 进行了 2 倍曝光搭接；当然也可采用更多次搭接曝光模式。

制作上述光伏电池片电极时，将上述待光刻电池片置于在输送工件的平台上，工件平台

上设有真空吸附装置，用于固定光伏电池片，输送工件平台可沿 X 轴上快速移动，对需要加工的光伏电池片进行精确定位送片。

进一步地，上述输送工件平台上方设置有光伏电池片定位识别相机和 u/v/w 对位平台，对光伏电池片放置进行位置识别及位置校正。

5 在一个可行的实现方式中，请参见图 35，为了提高待光刻电池片 140 的输送效率，可以设置双工件平台交互运输方式。一个工件平台 310 上在光刻工作，另一个工件平台 320 进行待光刻电池片 140 上片、传输和等待动作。光刻工作完成后，等待工件平台 310 进入光刻工位，另一个工件平台 320 把完成光刻的光伏电池片输出，同时进行光伏电池片上片、传输、等待动作。如此双工件平台交替运行，以节省整个作业流水时间，提高效率。

10 在一个可行的实现方式中，请参见图 36，为了提高待光刻电池片 140 的输送效率，可设置旋转工件平台交替工作方式。旋转工件平台设置三个工位以上，第一个工件平台 410 实现太阳能电池片上片动作，第二个工件平台 420 实现光伏电池片沟槽光刻动作，第三个工件平台 430 实现光伏电池片输出动作。三个工件平台交替循环运行，以节省整个作业流水时间，提高效率。

15 采用上述的光伏电池片电极的制作方法，不需要多组空间光调制器、投影光学系统和照明光学系统，因此装置研制成本成倍下降；不需要数据处理和多路光路重叠对准，因而提升了制作可靠性和效率；可实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

一实施方式的光伏电池片电极，采用上述任一的光伏电池片电极的制作方法制作得到。

20 采用上述的光伏电池片电极的制作方法，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而获得较为优质的光伏电池片电极。

一实施方式的光伏电池片，包括上述的光伏电池片电极。

25 本发明技术方案的光伏电池片包括上述光伏电池片电极，由于光束聚焦单元的作用，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而实现精细的电极图形沟槽，使得本发明的光伏电池片有利于广泛应用。

一实施方式的光伏电池，包括上述的光伏电池片。

30 本发明技术方案的光伏电池包括上述光伏电池片，上述光伏电池片包括上述光伏电池片电极，由于光束聚焦单元的作用，能够实现较高深宽比例如 $3\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 线宽、 $1\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 深、深宽比为 0.3~2 的电极图形沟槽的光刻，从而实现精细的电极图形沟槽，使得本发明的光伏电池片有利于广泛应用。

以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

5 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权 利 要 求 书

1.一种光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，包括激光源、准直光束产生单元和光束聚焦单元；

所述准直光束产生单元位于所述激光源的出光侧，用于将所述激光源射出的激光束转换成准直光束并投射至所述光束聚焦单元；

5 所述光束聚焦单元位于所述准直光束产生单元的出光侧，用于将准直光束聚焦至待光刻电池片上。

2.根据权利要求 1 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束聚焦单元具有微柱透镜阵列或者微透镜阵列，所述微柱透镜阵列或者所述微透镜阵列的透镜面朝向或者背向所述待光刻电池片。

10 3.根据权利要求 2 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述微柱透镜阵列与所述待光刻电池片的副栅的位置一一对应，所述微柱透镜阵列与所述待光刻电池片的副栅的周期相同。

4.根据权利要求 2 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述微柱透镜阵列的周期为 0.1mm~3mm，所述微柱透镜阵列的数值孔径为 0.005~0.15。

15 5.根据权利要求 2 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述微柱透镜阵列包括若干沿行方向或者列方向周期排列的柱透镜，相邻两个所述柱透镜之间的间距为 0~0.2mm。

6.根据权利要求 1 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束聚焦单元为衍射光学元件，所述衍射光学元件的衍射面朝向所述准直光束产生单元。

20 7.根据权利要求 1 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束聚焦单元包括沿出光光路依次设置的第一微柱透镜阵列器件和第二微柱透镜阵列器件，所述第一微柱透镜阵列器件与所述第二微柱透镜阵列器件共焦放置，所述第一微柱透镜阵列器件的透镜面与所述第二微柱透镜阵列器件的透镜面相对，且所述第一微柱透镜阵列器件的焦距大于所述第二微柱透镜阵列器件的焦距。

25 8.根据权利要求 7 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束聚焦单元还包括用以遮挡杂散光或者待光刻电池片的主栅区域的第一遮光掩膜，所述第一遮光掩膜位于所述第一微柱透镜阵列器件与所述第二微柱透镜阵列器件的共焦焦面位置，所述第一遮光掩膜设有若干个开孔，所述若干个开孔与所述第一微柱透镜阵列器件和所述第二微柱透镜阵列器件的若干个共焦焦点的位置一一对应。

30 9.根据权利要求 1 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述准直光束为准直线光束或者准直面光束。

10.根据权利要求 9 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述准直光束产生单元包括沿出光光路依次设置的光束传输组件和至少一组光束扩散组件，所述光束扩散组件包括沿出光光路依次设置的扩散透镜和准直镜；

所述扩散透镜位于所述光束传输组件的出光侧，用以将所述光束传输组件形成的激光束扩散至所述准直镜上；所述准直镜位于所述扩散透镜的出光侧，用以将通过所述扩散透镜的激光束形成平行线光束投射至所述光束聚焦单元上。

11.根据权利要求 10 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束传输组件包括：

振镜，位于所述激光源的出光侧，用于改变所述激光源射出的激光束的方向；以及
场镜，位于所述振镜的出光侧，用于将所述振镜形成的激光束聚焦到所述扩散透镜上。

12.根据权利要求 10 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束传输组件包括转镜，所述转镜用以改变所述激光源射出的激光束的方向并将所述激光束投射至所述扩散透镜上。

13.根据权利要求 10 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光束传输组件包括至少一个反射镜，所述反射镜用以改变所述激光源射出的激光束的方向并将所述激光束投射至所述扩散透镜上。

14.根据权利要求 10 所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述准直光束产生单元还包括光束整形组件，所述光束整形组件位于所述激光源与所述光束传输组件之间。

15.根据权利要求 1~14 中任一项所述的光伏电池片电极的制作装置，其特征在于，所述光伏电池片电极的制作装置还包括用以遮挡杂散光的第二遮光掩膜，所述第二遮光掩膜位于所述准直光束产生单元与所述光束聚焦单元之间，或者位于所述光束聚焦单元与所述待光刻电池片之间。

16.一种光伏电池片电极的制作方法，其特征在于，包括如下步骤：

提供权利要求 1~15 中任一项所述的制作装置和待光刻电池片，所述待光刻电池片包括电池片基底、位于所述电池片基底上的种子层以及位于所述种子层上的绝缘层；

将所述待光刻电池片置于所述光束聚焦单元远离所述准直光束产生单元的一侧，采用所述制作装置对所述绝缘层进行光刻，以在所述绝缘层上形成电极图形沟槽，且暴露出所述种子层，得到图形化的绝缘层；以及

通过电镀工艺在所述电极图形沟槽内沉积电极材料，之后去除所述图形化的绝缘层以及位于所述图形化的绝缘层投影内的种子层，得到光伏电池片电极。

17.根据权利要求 16 所述的光伏电池片电极的制作方法，其特征在于，所述绝缘层为正

性光刻胶，所述光束聚焦单元的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点，所述若干个聚焦点位于所述绝缘层远离所述电池片基底的一侧，且所述若干个聚焦点与所述绝缘层远离所述电池片基底的表面之间的距离均为 0.01mm~1mm。

5 18.根据权利要求 16 所述的光伏电池片电极的制作方法，其特征在于，所述绝缘层为负性光刻胶，所述光束聚焦单元的微柱透镜阵列或者微透镜阵列聚焦形成若干个聚焦点，所述若干个聚焦点位于所述绝缘层靠近所述电池片基底的一侧，且所述若干个聚焦点与所述绝缘层靠近所述电池片基底的表面之间的距离均为 0.01mm~1mm。

19.根据权利要求 16 所述的光伏电池片电极的制作方法，其特征在于，所述绝缘层的厚度为 1 μ m~20 μ m。

10 20.根据权利要求 16 所述的光伏电池片电极的制作方法，其特征在于，所述电极材料为铜。

21.一种光伏电池片电极，其特征在于，采用权利要求 16~20 中任一项所述的光伏电池片电极的制作方法制作得到。

22.一种光伏电池片，其特征在于，包括权利要求 21 所述的光伏电池片电极。

15 23.一种光伏电池，其特征在于，包括权利要求 22 所述的光伏电池片。

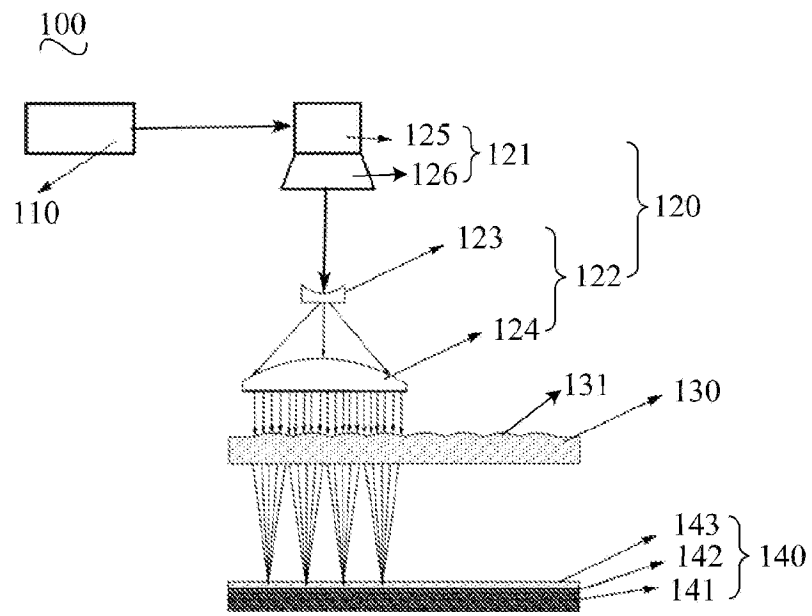


图 1

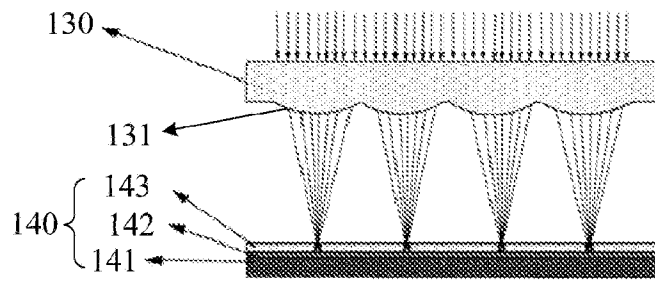


图 2

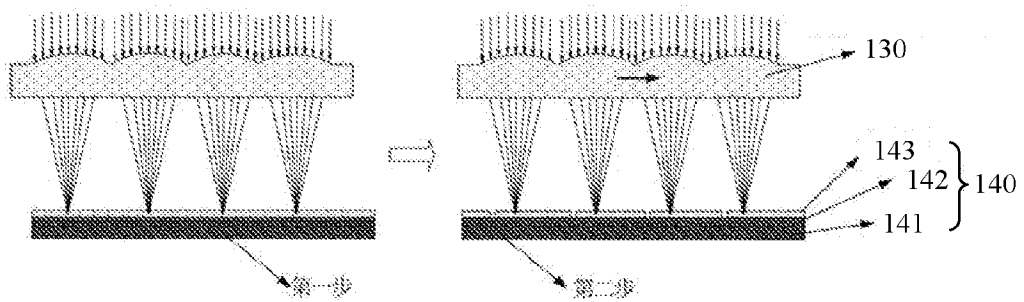


图 3

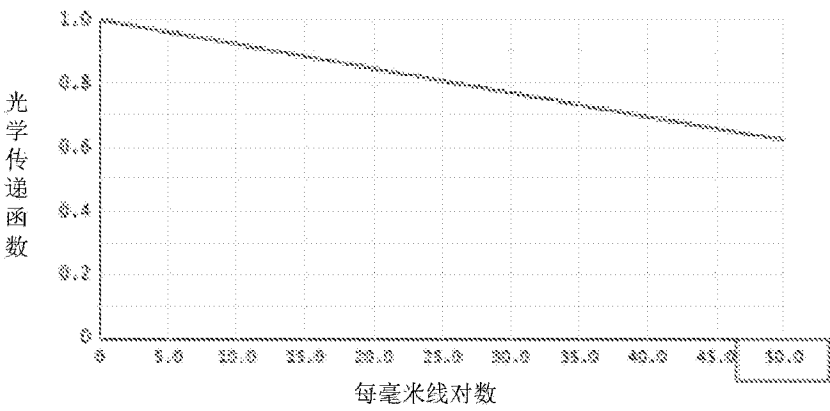


图 4

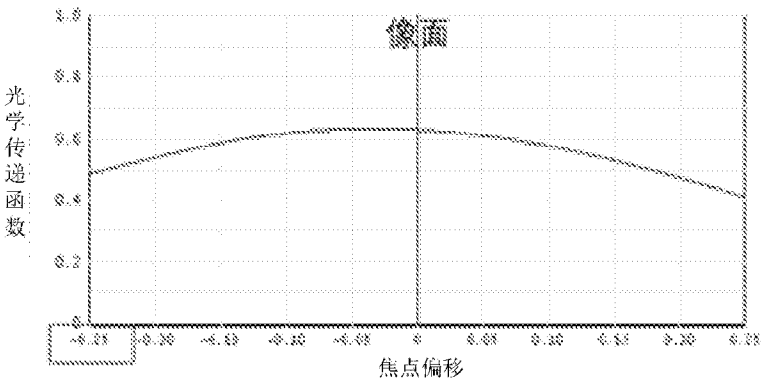


图 5

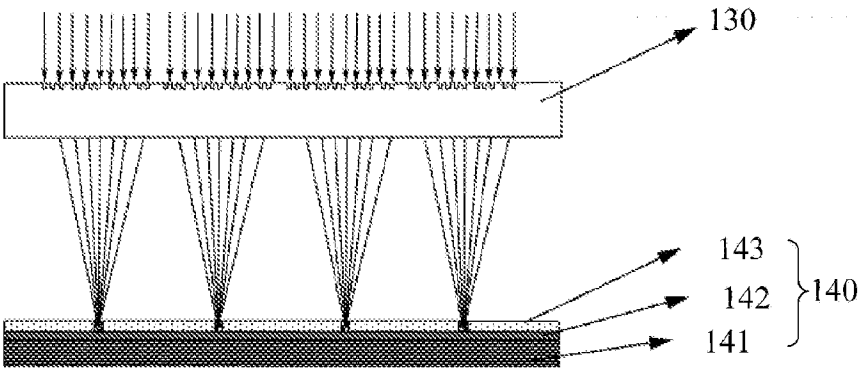


图 6

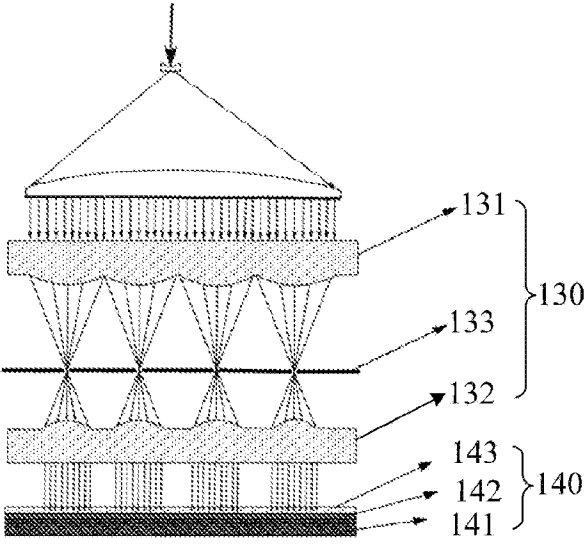


图 7

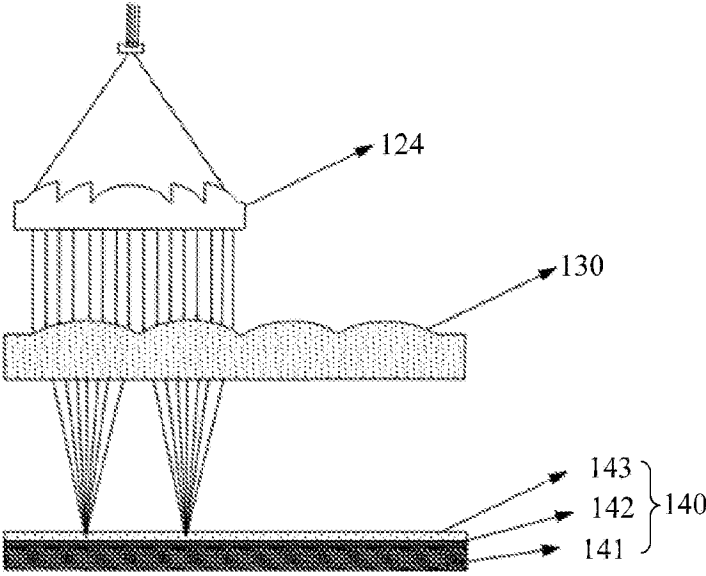


图 8

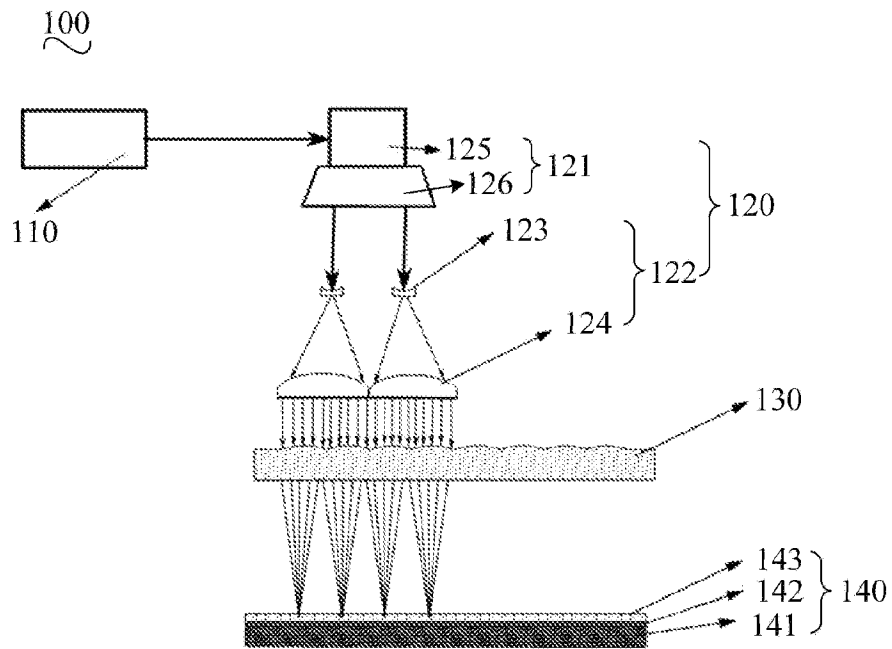


图 9

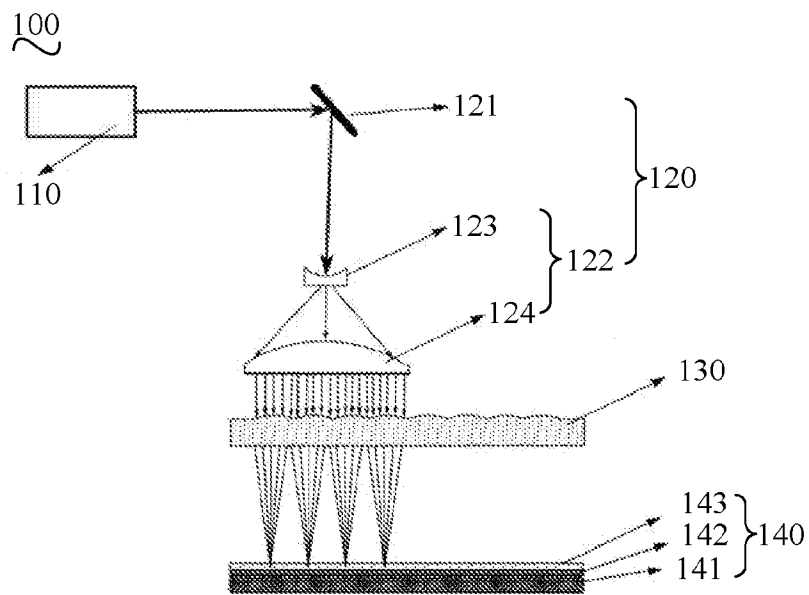


图 10

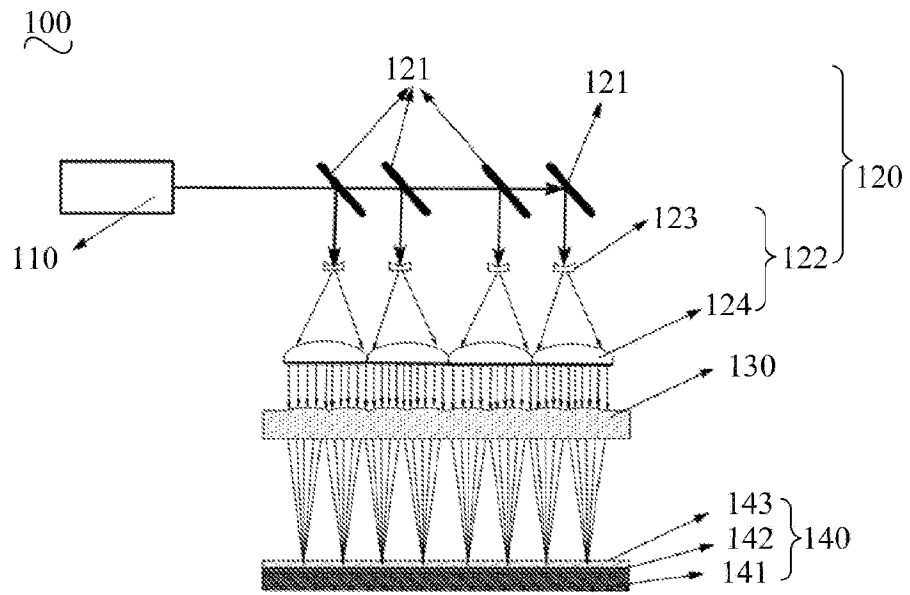


图 11

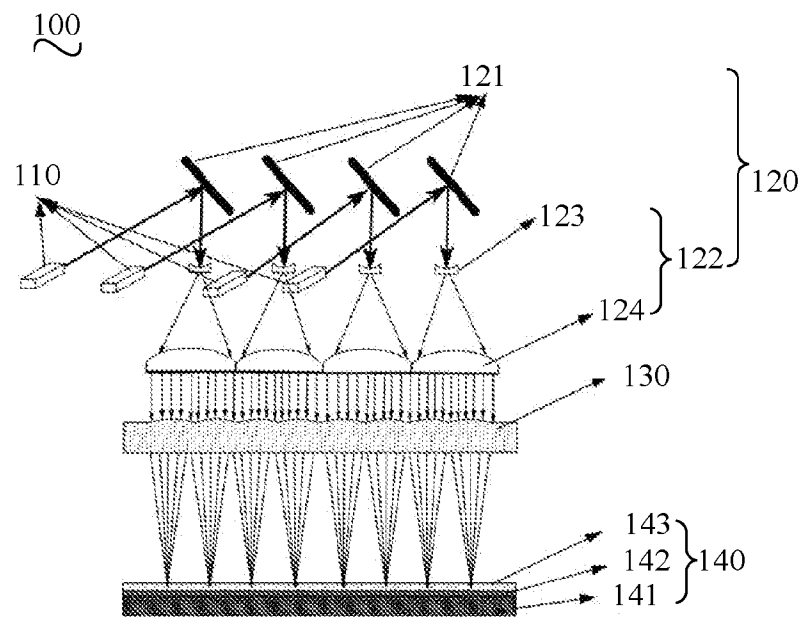


图 12

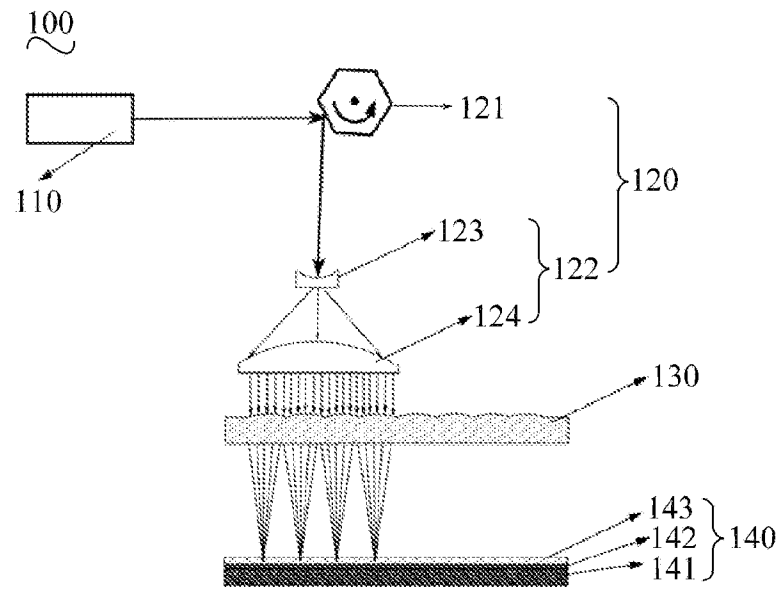


图 13

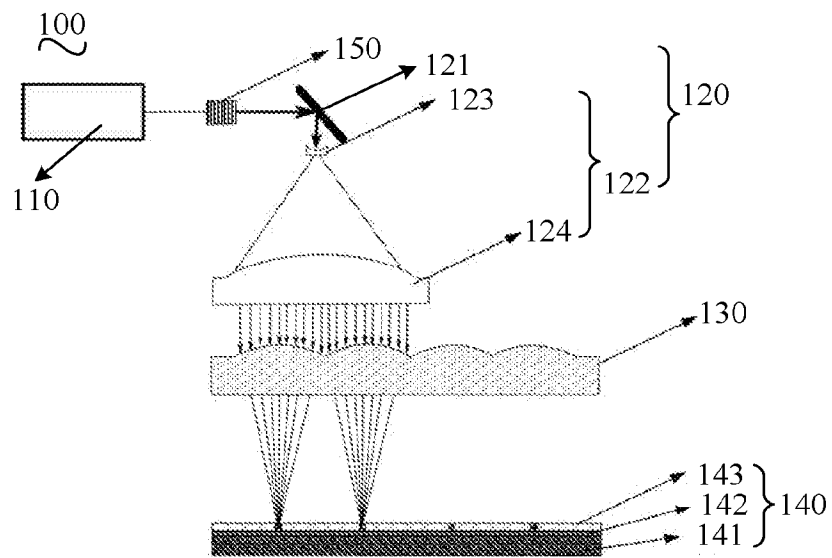


图 14

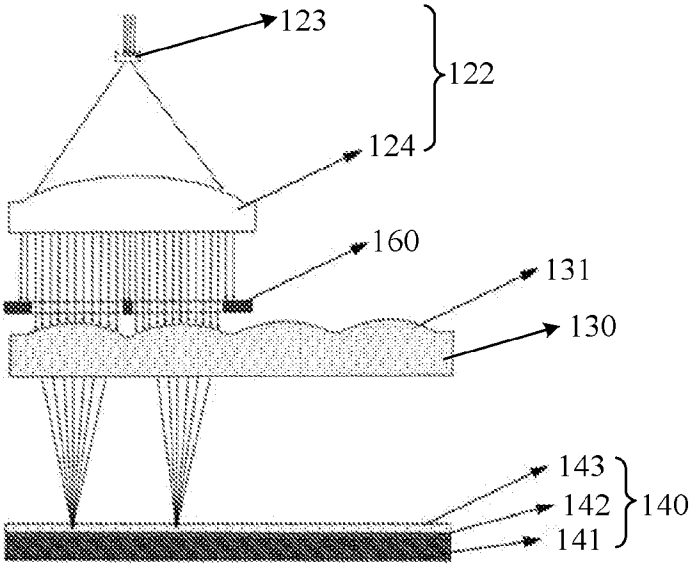


图 15

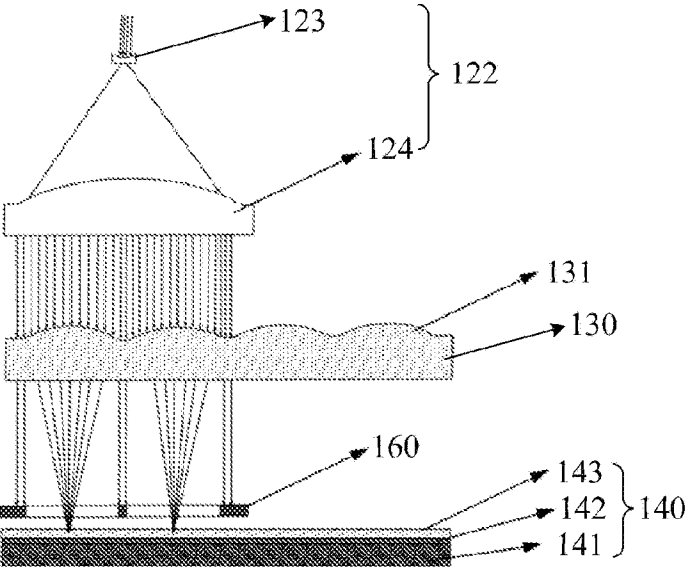


图 16

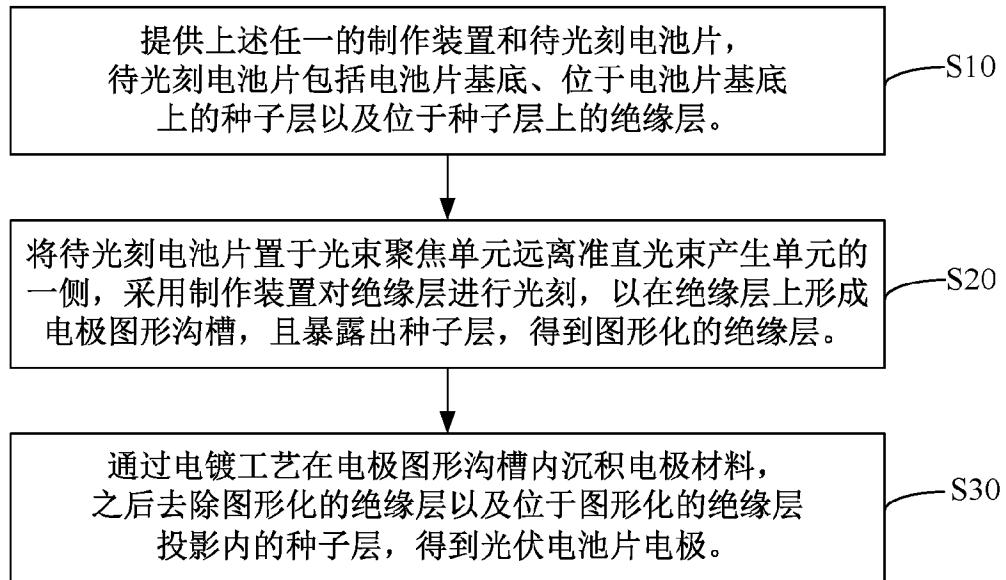


图 17

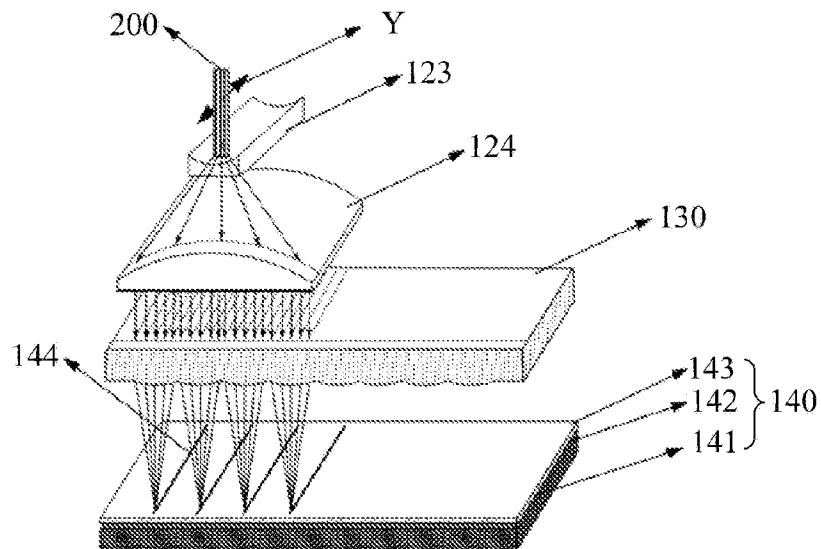


图 18

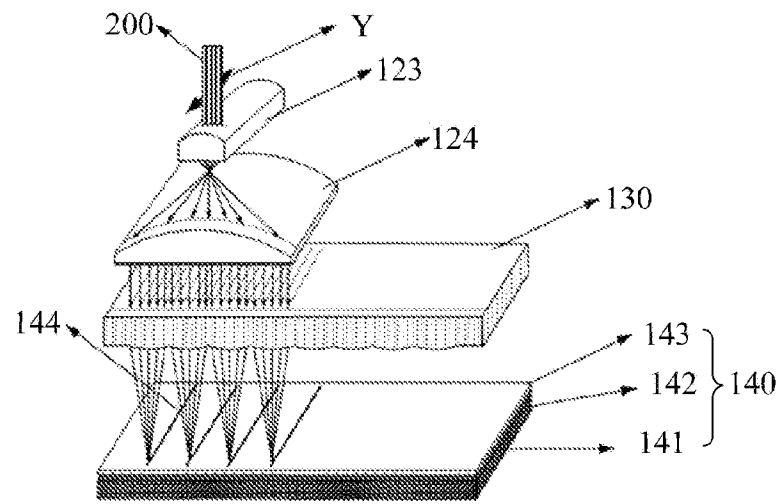


图 19

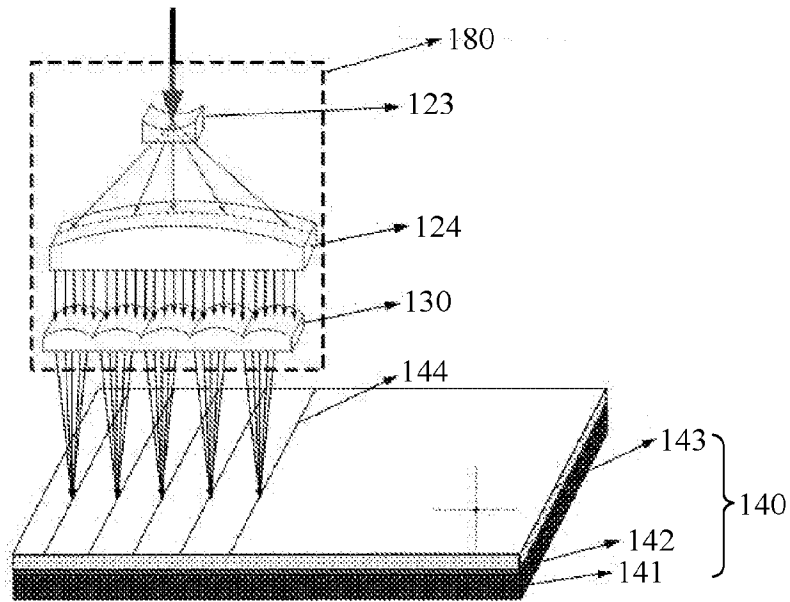


图 20

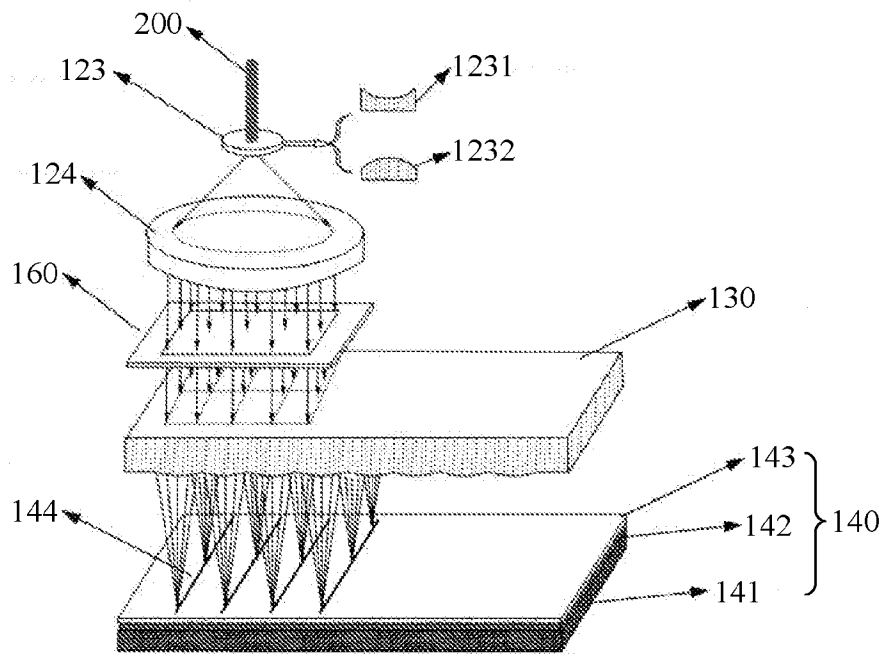


图 21

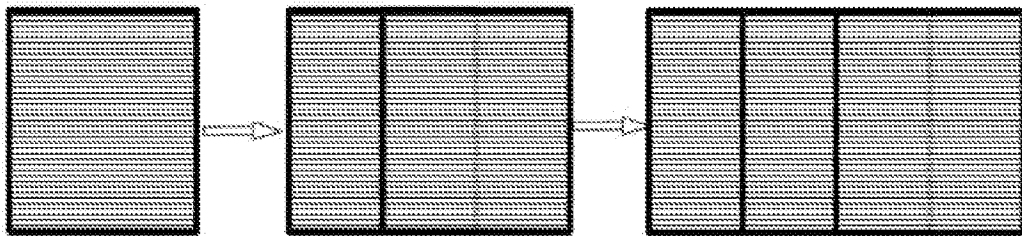


图 22

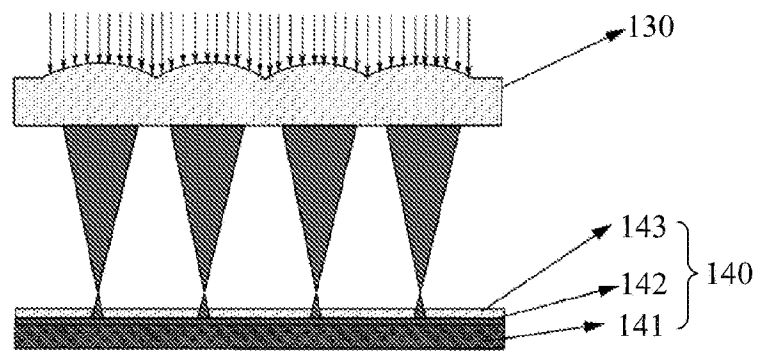


图 23

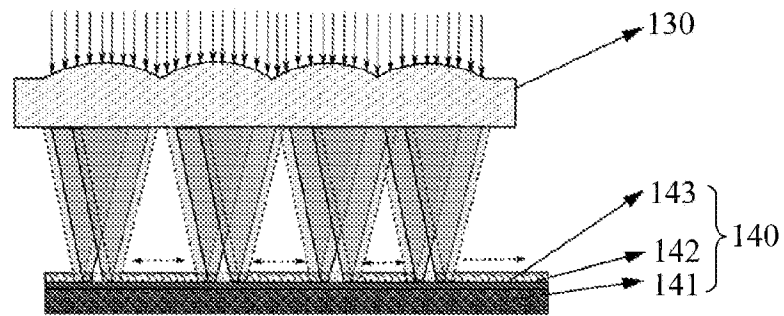


图 24

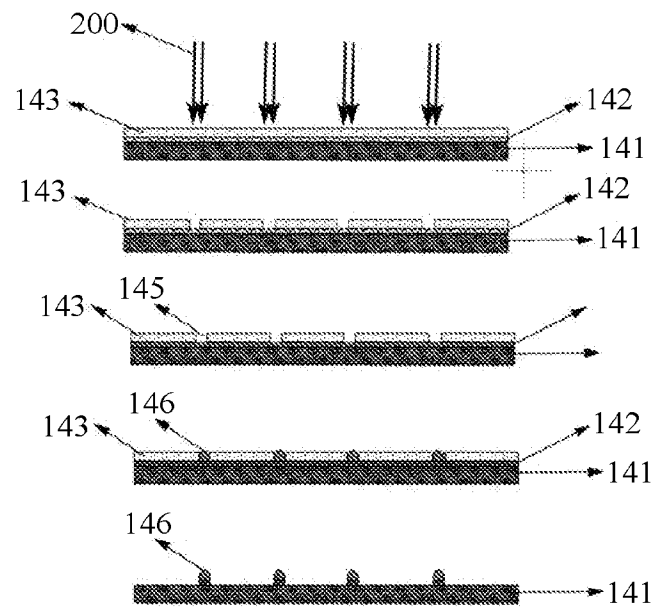


图 25

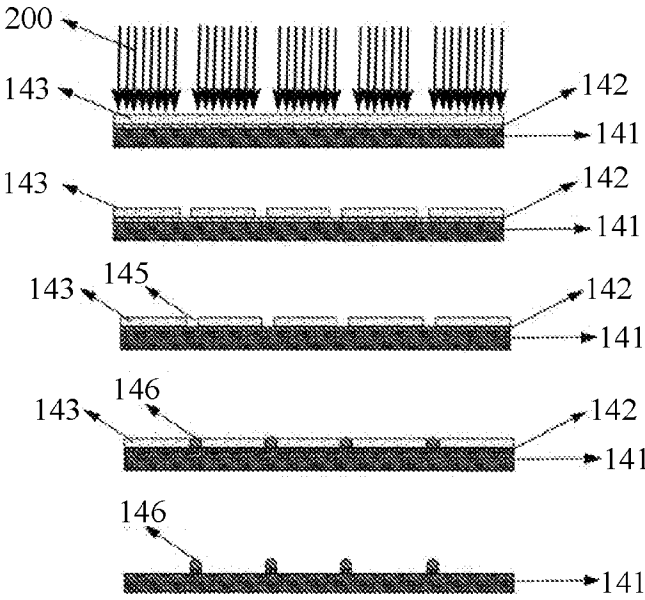


图 26

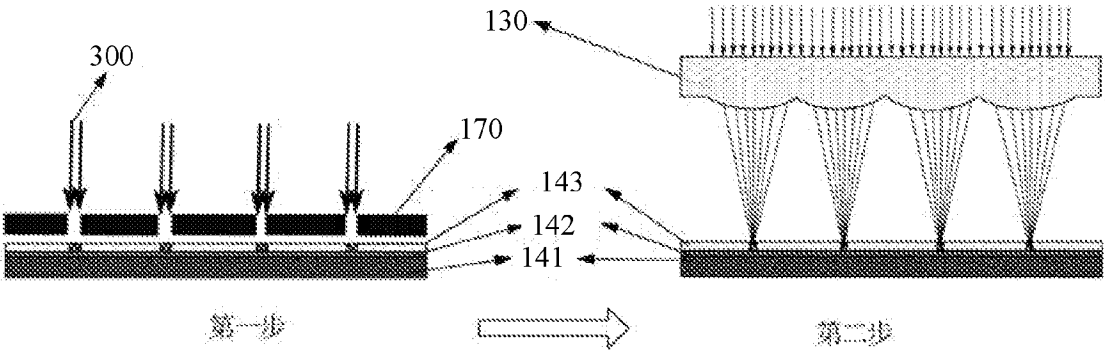


图 27

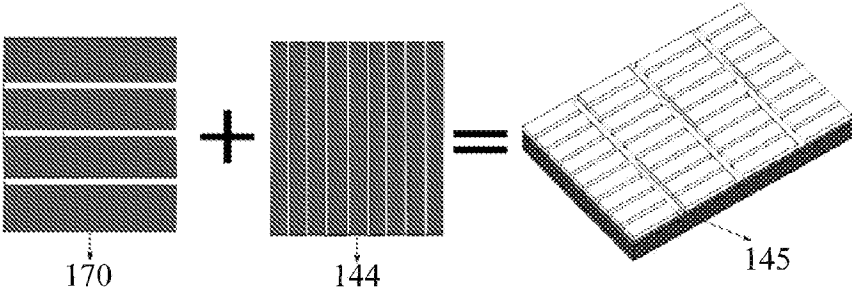


图 28

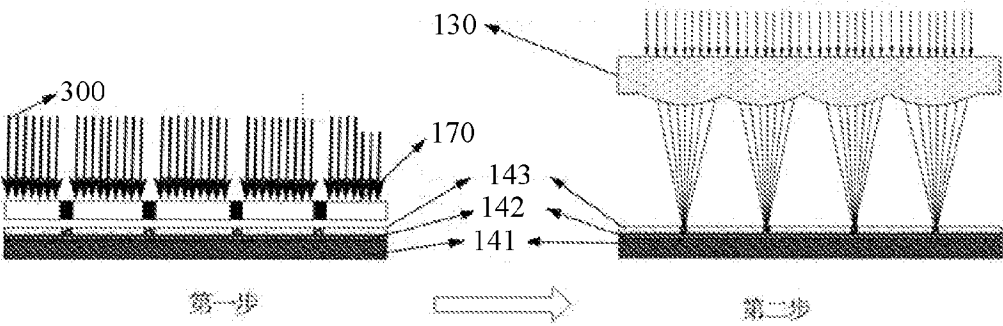


图 29

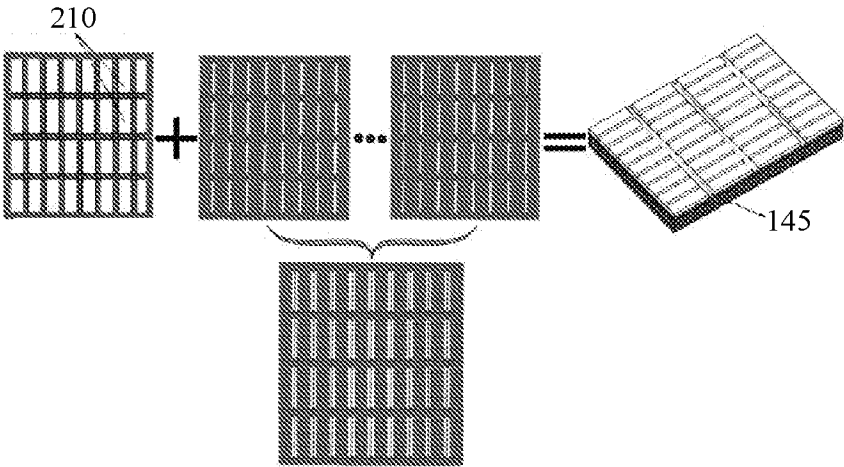


图 30

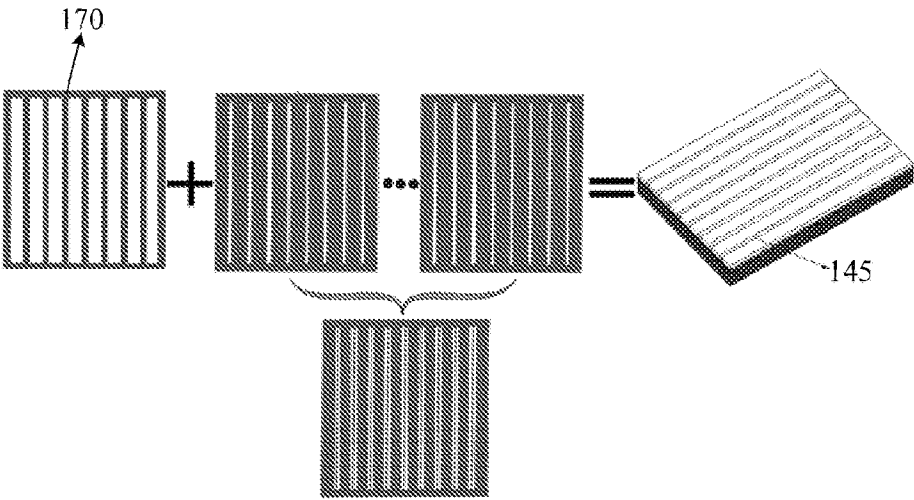


图 31

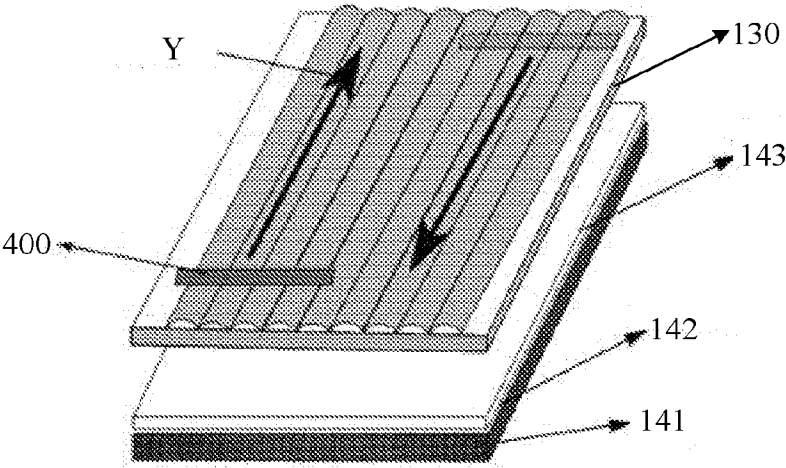


图 32

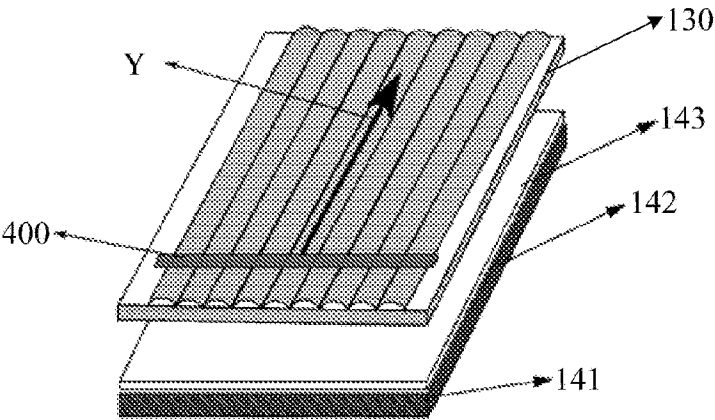


图 33

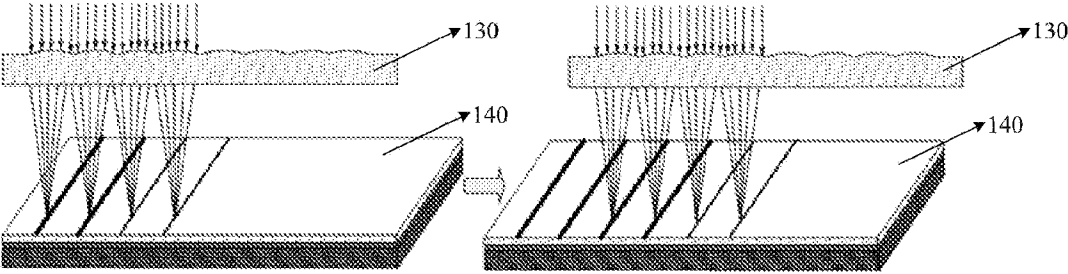


图 34

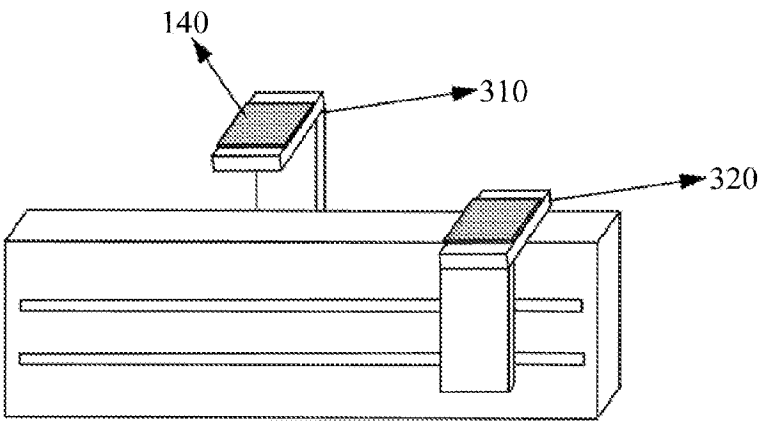


图 35

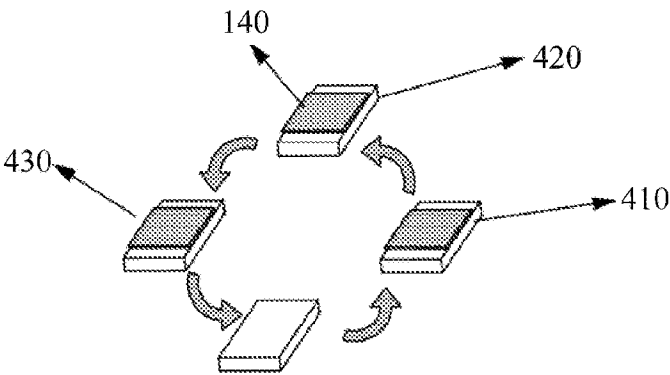


图 36

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/136339

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/046(2014.01)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)

IPC:B23K,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)

CNTXT, ENTXTC, CNKI: 激光, 划片, 切, 光刻, 光伏, 电池, 电极, 槽, 柱, 透镜, 聚焦, 准直, 扩束, 绝缘层; DWPI, VEN, ENTXT: laser, scribe, cut, solar, cell, pole, groove, cylindrical, lens, focus, collimator, beam expansion, insulation layer.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 219443824 U (SVG OPTRONICS CO., LTD. et al.) 01 August 2023 (2023-08-01) description, paragraphs 1-151, and figures 1-36	1-23
PX	CN 219513118 U (SVG OPTRONICS CO., LTD. et al.) 11 August 2023 (2023-08-11) description, paragraphs 1-75, and figures 1-7	1-6, 9-23
PX	CN 219007400 U (SVG TECH GROUP CO., LTD.) 12 May 2023 (2023-05-12) description, paragraphs 1-133, and figures 1-14	1-6, 9-23
X	WO 0060674 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDEN FORSCHUNG E.V. et al.) 12 October 2000 (2000-10-12) description, paragraphs 1-59, and figures 1-3	1-6, 9
X	CN 102299201 A (SHANGHAI INSTITUTE OF LASER TECHNOLOGY) 28 December 2011 (2011-12-28) description, paragraphs 1-15, and figures 1-3	1, 16, 21-22
Y	WO 0060674 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDEN FORSCHUNG E.V. et al.) 12 October 2000 (2000-10-12) description, paragraphs 1-59, and figures 1-3	10-23



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

31 March 2024

Date of mailing of the international search report

03 April 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/136339**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 115494704 A (JIANGSU DAIMIKE AUTOMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 December 2022 (2022-12-20) description, paragraphs 1-61, and figures 1-5	10-23
A	CN 105390569 A (ZHEJIANG JINKO SOLAR CO., LTD. et al.) 09 March 2016 (2016-03-09) entire document	1-23
A	CN 85104934 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 10 March 1986 (1986-03-10) entire document	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/136339

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	219443824	U	01 August 2023	None			
CN	219513118	U	11 August 2023	None			
CN	219007400	U	12 May 2023	None			
WO	0060674	A1	12 October 2000	EP	1183739	A1	06 March 2002
				DE	19915666	A1	19 October 2000
CN	102299201	A	28 December 2011	None			
CN	115494704	A	20 December 2022	None			
CN	105390569	A	09 March 2016	None			
CN	85104934	A	10 March 1986	JPS	6189636	A	07 May 1986
				CN	1003899	B	29 November 1989

A. 主题的分类

B23K26/046(2014.01)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)

IPC:B23K,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))

CNTEXT,ENTXTC,CNKI:激光, 划片, 切, 光刻, 光伏, 电池, 电极, 槽, 柱, 透镜, 聚焦, 准直, 扩束,绝缘层; DWPI,VEN,ENTXT:laser,scribe,cut,solar,cell,pole,groove,cylindrical,lens,focus,collimator,beam expansion,insulation layer.

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
PX	CN 219443824 U (苏州苏大维格科技集团股份有限公司 等) 2023年8月1日 (2023 - 08 - 01) 说明书第1-151段及图1-36	1-23
PX	CN 219513118 U (苏州苏大维格科技集团股份有限公司 等) 2023年8月11日 (2023 - 08 - 11) 说明书第1-75段及图1-7	1-6、9-23
PX	CN 219007400 U (苏州苏大维格科技集团股份有限公司) 2023年5月12日 (2023 - 05 - 12) 说明书第1-133段及图1-14	1-6、9-23
X	WO 0060674 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG 等) 2000年10月12日 (2000 - 10 - 12) 说明书第1-59段及图1-3	1-6、9
X	CN 102299201 A (上海市激光技术研究所) 2011年12月28日 (2011 - 12 - 28) 说明书第1-15段及图1-3	1、16、21-22
Y	WO 0060674 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG 等) 2000年10月12日 (2000 - 10 - 12) 说明书第1-59段及图1-3	10-23

☒ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年3月31日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王立美

电话号码 (+86) 020-28958488

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

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
Y	CN 115494704 A (江苏戴米克自动化科技有限公司) 2022年12月20日 (2022 - 12 - 20) 说明书第1-61段及图1-5	10-23
A	CN 105390569 A (浙江晶科能源有限公司 等) 2016年3月9日 (2016 - 03 - 09) 全文	1-23
A	CN 85104934 A (株式会社半导体能源研究所) 1986年3月10日 (1986 - 03 - 10) 全文	1-23

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/136339

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	219443824	U	2023年8月1日	无			
CN	219513118	U	2023年8月11日	无			
CN	219007400	U	2023年5月12日	无			
WO	0060674	A1	2000年10月12日	EP	1183739	A1	2002年3月6日
				DE	19915666	A1	2000年10月19日
CN	102299201	A	2011年12月28日	无			
CN	115494704	A	2022年12月20日	无			
CN	105390569	A	2016年3月9日	无			
CN	85104934	A	1986年3月10日	JPS	6189636	A	1986年5月7日
				CN	1003899	B	1989年11月29日