



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104298024 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201410577153. 2

(22) 申请日 2014. 10. 24

(71) 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 张新宇 罗俊 佟庆 雷宇
桑红石 张天序 谢长生

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 朱仁玲

(51) Int. Cl.

G02F 1/1343(2006. 01)

G02F 1/133(2006. 01)

G01J 3/12(2006. 01)

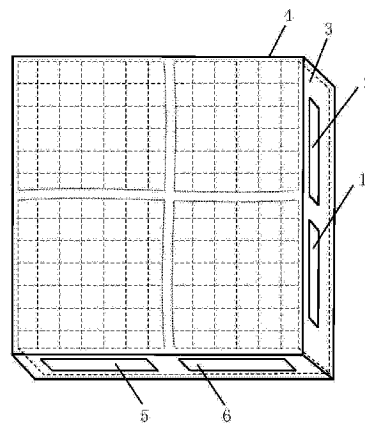
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种液晶基红外波束偏振控制芯片

(57) 摘要

本发明公开了一种液晶基红外波束偏振控制芯片,包括芯片壳体(4)以及位于该芯片壳体(4)内的阵列化液晶偏振控制结构(3);芯片壳体(4)上设置有第一驱控信号输入端口(1),第二驱控信号输入端口(2),第三驱控信号输入端口(5),第四驱控信号输入端口(6)。红外光波进入芯片的阵列化液晶偏振控制结构后,按照液晶偏振控制结构的阵列规模和排布情况被离散化为子波束阵。子波束与受控电场激励下的液晶分子相互作用,被执行水平、垂直、45°和135°等取向上的相位延迟操作再经合束得到特定偏振态的透射波束。本发明的液晶基红外波束偏振控制芯片结构紧凑,可进行红外波束偏振态的电控构建、凝固或调变。



1. 一种液晶基红外波束偏振控制芯片,包括阵列化液晶偏振控制结构,其特征在于,阵列化液晶偏振控制结构为 $m \times n$ 元,其中, m 、 n 均为大于 1 的整数,各单元结构具有水平、垂直、 45° 和 135° 取向的四个微方形线簇块;

阵列化液晶偏振控制结构采用夹层结构,且从下至上顺次设置有第一基片、第一图案化电极层、第一图案化液晶定向层、第二图案化液晶定向层、第二图案化电极层、第二基片、第一电隔离层、液晶层、第二电隔离层;

第一图案化电极层包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极,从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线,各单元图案化电极中相同位置处的微方形子电极所延伸出的电极引线相互连接,从而构成第一、第二、第三和第四电极引线;

第二图案化电极层包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极,从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线并相互连接,构成公共电极引线。

2. 根据权利要求 1 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,红外光束进入阵列化液晶偏振控制结构后,按照阵列规模和功能结构排布情况被离散化为子入射波束阵,各子入射波束阵与受控电场激励下的液晶分子互作用,被四个微方形线簇块执行所需的相位延迟操作,经合成及再耦合形成透射波束从芯片输出。

3. 根据权利要求 1 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,还包括芯片壳体,阵列化液晶偏振控制结构位于芯片壳体内并与其固连,阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面通过芯片壳体的顶面和底面开窗裸露出来。

4. 根据权利要求 3 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,在芯片壳体上设置有第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口,其通过芯片壳体的侧面开孔裸露在外。

5. 根据权利要求 4 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,第一图案化电极层中的第一、第二、第三和第四电极引线分别连接到第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口的一端;

第二图案化电极层中的公共电极引线同样分别连接到第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口的另一端。

6. 根据权利要求 1 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合;

第一图案化电极层中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合。

7. 根据权利要求 1 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合;

第二图案化电极层中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合;

第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构,与第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构具有相同的结构尺寸并相互投影重合。

8. 根据权利要求 1 所述的液晶基红外波束偏振控制芯片,其特征在于,在阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面均设置有相同材质的红外增透膜系。

一种液晶基红外波束偏振控制芯片

技术领域

[0001] 本发明属于红外波束精密测量与控制技术领域,更具体地,涉及一种液晶基红外波束偏振控制芯片。

背景技术

[0002] 一般而言,从人造光源如相干性激光或多种冷热发光体出射的红外辐射,均具有特定偏振态。太阳、地球以及其他星体出射的偏振相对均匀的红外光,经大气散射、反射、透射或与其他物质结构作用后,呈现固定的受传播介质物性影响与约束的偏振形态,如典型的线偏振、圆偏振以及椭圆偏振等。特定形态与能态的物质结构,基于固有电磁架构对光波特定电磁振动取向的本征性共振响应,将影响和约束光波的电磁偏振行为,一般呈现强弱不一的指纹偏振性。研究与应用显示,红外辐射源其能量供给的波动性以及物质电磁结构本征振动的涨落性,均将影响辐射偏振的稳定性。局域大气流场的时域不稳定以及空变性,也将弱化光波的指纹偏振特征。目前广泛使用的红外偏振控制措施主要包括:(一)通过红外偏振片选通特定偏振取向的红外波束;(二)通过红外双折射晶体,获取特定偏振态的红外出射波束;(三)通过界面处的反射或折射效应,获取特定优势偏振取向的红外波束;(四)通过耦合多束偏振光,得到具有特定空间偏振分布的传输光场;(五)通过控制相互耦合的多波束相差,实现复合波束偏振态的凝固与微调变等。进入新世纪以来,发展小型化的红外偏振管控技术,灵活构建以及调变波束的矢量性电磁振动形态,已成为发展红外波束精密测量与控制技术的一个重要方向,受到广泛关注与重视。

[0003] 目前用于构建和调变红外偏振态的技术措施其缺陷主要有:(一)基于离散排布的红外偏振器材仅能建立特定红外电磁振动取向以及进行微调变;(二)通过红外膜系构建波束的特定偏振态存在波谱范围相对狭窄,偏振态相对固定,仅能通过覆膜基片间的相对运动进行偏振微调变;(三)通过多波束干涉仅能建立特定取向的偏振态以及进行微调变;(四)基于衍射效应仅能在较大空域内整体性构建特定偏振光场,通过调节衍射结构相位来调变波束偏振态的作用十分有限;(五)由于体积、质量和工作模式等原因,可构建或能有限管控偏振行为的结构装置,难以灵活接入光路中或与其他红外结构耦合;(六)常规偏振技术难以基于现代微纳光学光电技术进行可调变的芯片化改造。

[0004] 近些年来,利用液晶材料折射率的电控调变效应,执行基于红外传输波束相位延迟的可调变换这一技术方式已取得显著进展,为构建小型化的偏振控制架构提供了一条有效途径。目前已具备的典型功能主要有:(一)在阵列化液晶结构上加载电驱控信号,可实现液晶材料特定介电状态的电控展开、凝固或调变,红外光波的相位延迟可时序或空变展开;(二)液晶材料折射率的电控构建与调变可由低功率信号驱控液晶结构进行,驱控信号如典型的电压信号其均方值或信号频率等,与液晶材料折射率呈现一一对应关系,加载电驱控信号与建立稳定偏振态的时间常数在亚毫秒级(目前实验室级器件最快已达到微秒级),可保证偏振态的快速建立、凝固或调变;(三)驱控信号与光波偏振态间的唯一性关系,意味着偏振控制可量化接受先验知识或成像情况的约束、干预或引导,具有智能化特

征。目前,如何基于小微型化的电控液晶偏振技术控制红外偏振态,已成为红外波束精密测量与控制技术继续发展所面临的难点问题,迫切需要新的突破。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了液晶基红外波束偏振控制芯片,其可实现红外波束其特定偏振态的电控构建、凝固或调变,易与其它红外光学光电机械结构耦合,环境适应性好。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种液晶基红外波束偏振控制芯片,包括阵列化液晶偏振控制结构,阵列化液晶偏振控制结构为 $m \times n$ 元,其中, m 、 n 均为大于 1 的整数,各单元结构具有水平、垂直、 45° 和 135° 取向的四个微方形线簇块,阵列化液晶偏振控制结构采用夹层结构,且从下至上顺次设置有第一基片、第一图案化电极层、第一图案化液晶定向层、第二图案化液晶定向层、第二图案化电极层、第二基片、第一电隔离层、液晶层、第二电隔离层,第一图案化电极层包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极,从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线,各单元图案化电极中相同位置处的微方形子电极所延伸出的电极引线相互连接,从而构成第一、第二、第三和第四电极引线,第二图案化电极层包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极,从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线并相互连接,构成公共电极引线。

[0007] 优选地,红外光束进入阵列化液晶偏振控制结构后,按照阵列规模和功能结构排布情况被离散化为子入射波束阵,各子入射波束阵与受控电场激励下的液晶分子互作用,被四个微方形线簇块执行所需的相位延迟操作,经合成及再耦合形成透射波束从芯片输出。

[0008] 优选地,还包括芯片壳体,阵列化液晶偏振控制结构位于芯片壳体内并与其固连,阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面通过芯片壳体的顶面和底面开窗裸露出来。

[0009] 优选地,在芯片壳体上设置有第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口,其通过芯片壳体的侧面开孔裸露在外。

[0010] 优选地,第一图案化电极层中的第一、第二、第三和第四电极引线分别连接到第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口的一端,第二图案化电极层中的公共电极引线同样分别连接到第一驱控信号输入端口、第二驱控信号输入端口、第三驱控信号输入端口和第四驱控信号输入端口的另一端。

[0011] 优选地,第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合,第一图案化电极层中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合。

[0012] 优选地,第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合,第二图案化电极层中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合,第一图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微

方形轮廓线型结构,与第二图案化液晶定向层中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构具有相同的结构尺寸并相互投影重合。

[0013] 优选地,在阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面均设置有相同材质的红外增透膜系。

[0014] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0015] 1、快速构建或调变偏振态:本发明基于阵列化液晶偏振控制结构,实现红外入射波束的离散化分割,子波束偏振态构建或调变以及耦合输出,具有将出射波束快速电控凝固或调变在特定偏振态上的优点。

[0016] 2、偏振控制方式灵活:通过对阵列化液晶偏振控制结构中的各单元结构及其四个图案化偏振取向结构独立加电,实现出射波束其偏振态的快速构建或灵活调变控制。

[0017] 3、智能化:液晶结构的加电驱控操作可在先验知识或波束偏振情况的约束、干预或引导下展开,具有智能化特征。

[0018] 4、环境适应性好:本发明采用可电控凝固或调变红外光波相位的液晶偏振结构,可针对波束偏振态的波动、环境因素诱发的光矢量摆动等进行电调校正甚至恢复,具有环境适应性好的优点。

[0019] 5、使用方便:本发明的芯片主体为封装在芯片壳体内部的阵列化液晶偏振控制结构,在红外光路中接插方便,易与常规红外光学光电结构、电子和机械装置等匹配耦合。

附图说明

[0020] 图1是本发明实施例的液晶基红外波束偏振控制芯片的结构示意图;

[0021] 图2是本发明实施例的阵列化液晶偏振控制结构示意图;

[0022] 图3是本发明实施例的每单元液晶偏振控制结构示意图。

[0023] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:

[0024] 1-第一驱控信号输入端口,2-第二驱控信号输入端口,3-阵列化液晶偏振控制结构,4-芯片壳体,5-第三驱控信号输入端口,6-第四驱控信号输入端口,7-第一基片,8-第一图案化电极层,9-第一图案化液晶定向层,10-第二图案化液晶定向层,11-第二图案化电极层,12-第二基片,13-第一电隔离层,14-液晶层,15-第二电隔离层。

具体实施方式

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0026] 如图1所示,本发明的液晶基红外波束偏振控制芯片包括:芯片壳体4、由图案化电极和图案化液晶初始锚定线簇块构成的阵列化液晶偏振控制结构3。

[0027] 阵列化液晶偏振控制结构3位于芯片壳体4内并与其固连。

[0028] 阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面通过芯片壳体4的顶面和底面开窗裸露出来。

[0029] 阵列化液晶偏振控制结构为 $m \times n$ 元, 其中, m, n 均为大于 1 的整数, 各单元结构中的四个特定取向线簇块被独立加电驱控。

[0030] 红外光束进入阵列化液晶偏振控制结构 3 后, 按照阵列规模和功能结构排布情况被离散化为子入射波束阵, 各子入射波束阵与受控电场激励下的液晶分子相互作用, 被水平、垂直、 45° 和 135° 等取向的四个微方形线簇块执行所需的相位延迟操作, 经合成及再耦合形成具有特定偏振态的透射波束从芯片输出。

[0031] 在芯片壳体 4 上设置有第一驱控信号输入端口 1、第二驱控信号输入端口 2、第三驱控信号输入端口 5 和第四驱控信号输入端口 6, 其通过芯片壳体 4 的侧面开孔裸露在外。

[0032] 如图 2 所示, 阵列化液晶偏振控制结构采用电极层 - 液晶层 - 电极层这样的夹层结构, 且下中上层之间顺次设置有第一基片 7、第一图案化电极层 8、第一图案化液晶定向层 9、第二图案化液晶定向层 10、第二图案化电极层 11、第二基片 12、第一电隔离层 13、液晶层 14、第二电隔离层 15。

[0033] 第一图案化液晶定向层 9 和第二图案化液晶定向层 10 均由聚酰亚胺制成, 但应理解定向层材料并不局限于此, 也可以是其它可形成纳米级深度和宽度的沟道材料。

[0034] 第一电隔离层 13 和第二电隔离层 15 由 SiO_2 制成, 但应理解电隔离层材料并不局限于此, 也可以是其它可形成电绝缘的材料。

[0035] 第一图案化电极层 8 包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极, 其中, m, n 均为大于 1 的整数。从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线, 各单元图案化电极中相同位置处的微方形子电极所延伸出的电极引线相互连接, 从而构成相互独立的第一、第二、第三和第四电极引线。

[0036] 第一图案化液晶定向层 9 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合。

[0037] 第一图案化电极层 8 中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第一图案化液晶定向层 9 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合。

[0038] 第二图案化电极层 11 包括 $m \times n$ 个由四块相互紧贴的微方形子电极构成的单元图案化电极, 其中, m, n 均为大于 1 的整数。从每个单元图案化电极中的四个微方形子电极分别延伸出一根电极引线并相互连接, 构成公共电极引线。

[0039] 第二图案化液晶定向层 10 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构平移重合。

[0040] 第二图案化电极层 11 中每个单元图案化电极的四个微方形子电极与第二图案化液晶定向层 10 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构投影重合。

[0041] 第一图案化液晶定向层 9 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构, 与第二图案化液晶定向层 10 中每个单元图案化定向结构的四个不同取向的微方形轮廓线型结构具有相同的结构尺寸并相互投影重合。

[0042] 第一图案化电极层中 8 的第一、第二、第三和第四电极引线分别连接到第一驱控信号输入端口 1、第二驱控信号输入端口 2、第三驱控信号输入端口 5 和第四驱控信号输入端口 6 的一端。第二图案化电极层 11 中的公共电极引线同样分别连接到第一驱控信号输

入端口 1、第二驱控信号输入端口 2、第三驱控信号输入端口 5 和第四驱控信号输入端口 6 的另一端。

[0043] 另外,在阵列化液晶偏振控制结构的光入射面和光出射面均设置有相同材质的红外增透膜系,图中未标出。

[0044] 如图 3 所示,本发明实施例的每单元液晶偏振控制结构的典型特征包括:

[0045] 第一和第二图案化液晶定向层中的每单元图案化定向结构其四个微方形轮廓线型结构,从上到下从左到右包括垂直、 45° 、 135° 及水平等取向;第一(顶面)图案化电极层其单元结构由四个微方形子电极构成,与图案化液晶定向层中的每单元图案化定向结构其四个不同取向的微方形轮廓线型结构具有相同的结构尺寸,并沿边线延伸出四条电极引线;第二(底面)图案化电极由微方形电极阵列构成,每单元微方形电极与第一图案化电极中的单元结构具有相同的结构尺寸,并沿边线延伸出一条相互联通的电极引线。

[0046] 下面结合图 1、图 2 和图 3 说明本发明实施例的液晶基红外波束偏振控制芯片的工作过程。

[0047] 首先将信号线接入驱控信号输入端口 1、驱控信号输入端口 2、驱控信号输入端口 5、驱控信号输入端口 6,将驱控信号输入和加载在阵列化电控液晶偏振控制结构上。

[0048] 为使本领域技术人员更好地理解本发明,下面详细介绍本发明的液晶基红外波束偏振控制芯片的工作原理。

[0049] 液晶基红外波束偏振控制芯片被置于测试光路中,或被置于由主镜构成的红外光学系统的焦面处也可弱离焦配置。

[0050] 红外光束进入阵列化液晶偏振控制结构后,与受控电场激励下构建的具有特定折射率分布形态的液晶分子相互作用,产生电信号约束下的相位延迟,形成具有特定偏振态的子波束。子波束的电磁振动取向,由独立加载在与水平、垂直、 45° 和 135° 取向的四个微方形线簇块对应的电极上的电信号约束或调变。经耦合形成具有特定偏振态的红外透射波束并从芯片输出。

[0051] 图 2 是本发明实施例的液晶基红外波束偏振控制芯片的工作原理图。如图 2 所示,各单元液晶偏振控制结构通过独立加载在其图案化电极上的四路驱控信号,如图示的电压信号 V ,对红外波束偏振态进行电控构建与调变。液晶微腔的顶面和底面电极平板具有类似的图案化电极和图案化液晶初始锚定结构。液晶基红外波束偏振控制结构包括液晶材料、四线簇式的图案化液晶初始锚定结构、图案化金属电极、基片和红外增透膜系。液晶材料的上下两表面依次覆盖图案化液晶初始锚定结构、图案化金属电极、基片和红外增透膜系。

[0052] 所述液晶基红外波束偏振控制芯片,用于构建与调变红外光束偏振态。通过调节加载在阵列化液晶偏振控制结构上的电信号,调节红外波束在水平、垂直、 45° 和 135° 取向的相位延迟程度,得到具有特定偏振态的红外子波束并经耦合从芯片输出。所得到的出射波束可通过电信号其频率或幅度的调变操作,被凝固在特定偏振态或调变到预定偏振取向上。

[0053] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

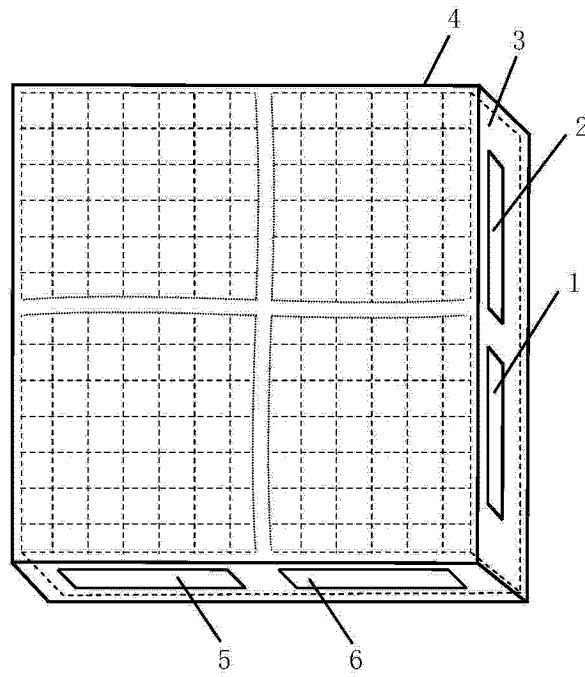


图 1

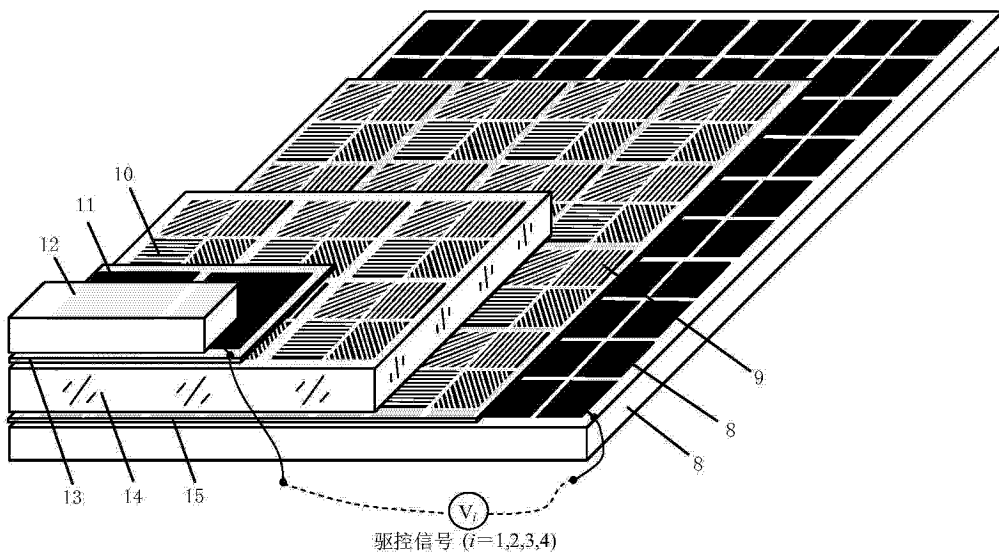


图 2

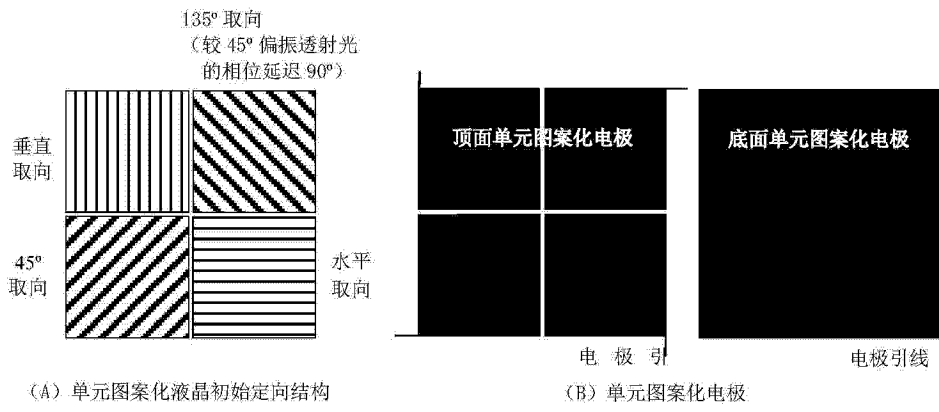


图 3