



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113847566 B

(45) 授权公告日 2023.09.12

(21) 申请号 202111200462.4
 (22) 申请日 2021.10.14
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113847566 A
 (43) 申请公布日 2021.12.28
 (66) 本国优先权数据
 202111125765.4 2021.09.24 CN
 (73) 专利权人 中国农业科学院都市农业研究所
 地址 610299 四川省成都市天府新区湖畔
 路北段366号1栋1单元3层301号房
 (72) 发明人 李宗耕 周迎港 王森 杨其长
 李清明 卞中华 郑胤建 许亚良
 (74) 专利代理机构 北京之于行知识产权代理有
 限公司 11767
 专利代理师 何志欣

F21V 19/00 (2006.01)
 F21V 21/14 (2006.01)
 F21V 21/34 (2006.01)
 A01G 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 213280766 U, 2021.05.28
 CN 111050541 A, 2020.04.21
 CN 111107739 A, 2020.05.05
 CN 112923338 A, 2021.06.08
 KR 101802189 B1, 2017.11.28
 US 4626065 A, 1986.12.02

许国春; 罗文彬; 李华伟; 许泳清; 纪荣昌; 李国良; 林赵淼; 邱思鑫; 汤浩. 彩色马铃薯光合光响应曲线模拟及其特征参数分析. 福建农业学报. 2020, (第07期), 全文.

审查员 邓瑞婕

(51) Int. Cl.

F21S 8/00 (2006.01)

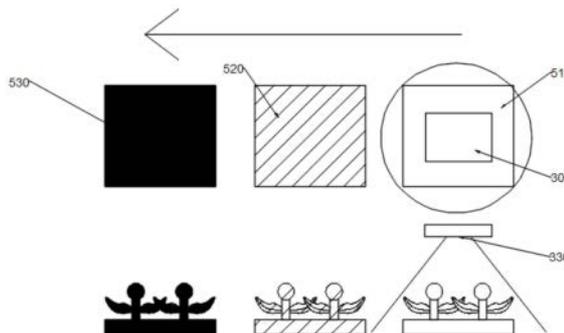
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种多自由度转动光源的转光单元及方法

(57) 摘要

一种多自由度转动光源的转光单元及方法, 其包括: 生长区域, 其用于种植物培养, 照明部, 其用于对培育区域内的光照, 行进部, 其用于带动照明部在生长区域内进行移动, 生长区域根据照明部的照射对象而分为照明位、预照位和暗部位, 照明部上还设置有转光单元, 其中, 转光单元构造为在可控的情况下能够将照明部上的光源所发射至照明位的光线偏转至预照位, 以使得处于预照位内的种植物能够在行进部移动而转变为处于照明位之前接受光照。



1. 一种多自由度转动光源的转光单元,其包括:

生长区域(500),其用于种植物培养,

照明部(300),其用于对所述生长区域(500)内的光照,

行进部(200),其用于带动所述照明部(300)在所述生长区域(500)内进行移动,

其特征在于,

所述生长区域(500)根据所述照明部(300)的照射对象而分为照明位(510)、预照位(520)和暗部位(530),所述照明部(300)上还设置有转光单元(330),其中,

所述转光单元(330)构造为在可控的情况下能够将所述照明部(300)上的光源所发射至所述照明位(510)的光线偏转至所述预照位(520),以使得处于所述预照位(520)内的种植物能够在所述行进部(200)移动而转变为处于照明位(510)之前接受光照,所述生长区域(500)内设置有多组呈阶梯式并行移动的行进部(200)以及照明部(300),每个所述照明部(300)上的所述转光单元(330)均构造为能够控制光源转向自预照位(521)、邻预照位(522)和照明位(510)的三个转动方向,并且在转换期的设置上与相邻的行进部(200)上的转光单元(330)进行配合,使得同一时间内相邻的两个行进部(200)所对应的两个预照位(520)中其中一个接受来自两个行进部(200)的两个方向的合并光照。

2. 根据权利要求1所述的转光单元,其特征在于,所述转光单元(330)的可控参数包括转换期,所述转光单元(330)在每一个所述转换期的起始终止时刻执行一次光源调换动作以控制所述光源发射的光线交替式地照射所述照明位(510)与预照位(520)。

3. 根据权利要求1所述的转光单元,其特征在于,限定所述行进部(200)所走过路径是由轨迹(100)实现的,所述行进部(200)移动地连接至预先确定好形状的轨迹(100)上,并且能够跟随轨迹(100)所限定的路径进行移动。

4. 根据权利要求3所述的转光单元,其特征在于,所述轨迹(100)设置于所述生长区域(500)上方,其包括第一横梁(110)、竖梁(120)和第二横梁(130),其中,所述第一横梁(110)以平行于水平面的方向设置在远端,所述第二横梁(130)以平行于水平面的方向设置在近端,所述竖梁(120)两端分别连接至所述第一横梁(110)和第二横梁(130)。

5. 根据权利要求4所述的转光单元,其特征在于,所述轨迹(100)还包括安装槽(140),所述安装槽(140)的横截面呈面向地面的一侧局部地开设有开口的中空腔体结构,所述开口大小按照配合轨迹(100)的竖梁(120)的横向宽度的方式设置。

6. 根据权利要求5所述的转光单元,其特征在于,所述安装槽(140)腔体尺寸设置为至少能够容纳所述第一横梁(110),并且在所述安装槽(140)、第一横梁(110)上开设有对应的安装孔,利用安装螺丝(141)穿过所述安装孔将所述安装槽(140)和所述第一横梁(110)固定至所述生长区域(500)的顶部。

7. 根据权利要求4所述的转光单元,其特征在于,所述行进部(200)还包括滚轮(210),所述滚轮(210)接触至所述第二横梁(130)远离地面的一侧面上,数个所述滚轮(210)关于所述竖梁(120)对称分布在所述第二横梁(130)两端,支架(220)连接至所有滚轮(210)上。

8. 一种多自由度转动光源的转动方法,其包括:

生长区域(500),其用于种植物培养,

照明部(300),其用于对所述生长区域(500)内的光照,

行进部(200),其用于带动所述照明部(300)在所述生长区域(500)内进行移动,

其特征在于，

所述生长区域(500)根据所述照明部(300)的照射对象而分为照明位(510)、预照位(520)和暗部位(530)，其中，

通过在可控的情况下将所述照明部(300)上的光源所发射至所述照明位(510)的光线偏转至所述预照位(520)，以使得处于所述预照位(520)内的种植物能够在所述行进部(200)移动而转变为处于照明位(510)之前接受光照，所述生长区域(500)内设置有多组呈阶梯式并行移动的行进部(200)以及照明部(300)，每个所述照明部(300)上的转光单元(330)均构造为能够控制光源转向自预照位(521)、邻预照位(522)和照明位(510)的三个转动方向，并且在转换期的设置上与相邻的行进部(200)上的转光单元(330)进行配合，使得同一时间内相邻的两个行进部(200)所对应的两个预照位(520)中其中一个接受来自两个行进部(200)的两个方向的合并光照，所述照明部(300)采用窄带照明。

一种多自由度转动光源的转光单元及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及培育光源领域,尤其涉及一种多自由度转动光源的转光单元及方法。

背景技术

[0002] 在室内大棚种植的环境下,常常采用灯光作为人工向植物补充或者完全提供光合作用所需要的光线的手段,常见的灯光一般为固定在室内顶部的大型泛光灯,其照射面积广、光线均匀,另外一种是可以移动的光源。

[0003] CN109006449A一种立体多层移动种植系统,包括立体多层的移动种植架,每一层所述移动种植架上设有一个种植槽,所述种植槽内设有根部生长区域,所述根部生长区域内设有营养液,且所述根部生长区域上有多个种植平台,所述种植平台与所述移动种植架活动连接,其中,所述种植平台上设有多个种植孔,所述种植孔内设有植株,且所述种植孔与所述根部生长区域相通,以及还包括设置在所述种植平台上方的叶面生长促进装置和设在所述种植槽内的根系生长促进装置。本发明可以改变植株的位置和环境状态,使植株生长所需的营养及环境状态得到满足和改善,从而保证了植物的生长始终处于最佳的状态。

[0004] 然而现有技术中还较少有涉及关于移动光源光照之外的种植物的研究,特别是光源的移动是一种动态过程,在某一时刻只有一处是处于计划内完全照射的状态的,其他部分的种植物均大致处于无光的环境下,那么在无光环境下的种植物接受光线进行光合作用时将会产生由低水平光合速率向光饱和点方向移动的过程时间,即延后期,这个时间基本上会持续数十分钟到数个小时,而此段时间植物的光合水平是不符合大部分植物工厂对于效率的需求的。控制光源等待该部分植物度过延后期显然是一种拖慢整体培育流程的选择。然而采用额外增加光源来对没被移动光源照射的其它区域的种植物进行照明无疑是一种增加成本的做法,也不利于环保。因此如何在移动光源上通过利用主照射光源在尽量不影响正在照射区域植物的最大光合作用的情况下实现对即将进入光照阶段的种植物进行预照射以使其提前度过延后期是一个值得研究的问题。

[0005] 此外,一方面由于对本领域技术人员的理解存在差异;另一方面由于发明人做出本发明时研究了大量文献和专利,但篇幅所限并未详细罗列所有的细节与内容,然而这绝非本发明不具备这些现有技术的特征,相反本发明已经具备现有技术的所有特征,而且申请人保留在背景技术中增加相关现有技术之权利。

发明内容

[0006] 为解决上述现有技术中存在的至少一部分问题,本发明提供了一种多自由度转动光源的转光单元及方法,其包括:生长区域,其用于种植物培养,照明部,其用于对培育区域内的光照,行进部,其用于带动照明部在生长区域内进行移动,生长区域根据照明部的照射对象而分为照明位、预照位和暗部位,照明部上还设置有转光单元,其中,转光单元构造为在可控的情况下能够将照明部上的光源所发射至照明位的光线偏转至预照位,以使得处于

预照位内的种植物能够在行进部移动而转变为处于照明位之前接受光照。

[0007] 优选地,转光单元的可控参数包括转换期,转光单元在每一个转换期的起始终止时刻执行一次光源调换动作以控制光源发射的光线交替式地照射照明位与预照位。

[0008] 此种方案在仅使用一个或一类灯光的作为照明的情况下实现了在不大量损失照明位种植物光合速率的情况下,预先使得预照位中的种植物在进行正式光照之前提前度过延后期,使得后续对预照位中的正式光照能够在种植物处于或即将处于光饱和点的情况下进行,大幅提升了光照培育种植流程的效率,在保证每片种植区域内所有种植物均以一个较高的光合速率生长的同时,将预照位的种植物延后期与照明位光照末期时间进行重合,规避掉了等待种植物度过延后期的时间,极大地精简了光照流程,具有高效高产的双重优势。

[0009] 优选地,转换期的设定时长是按照在照明位以及预照位内种植物所能承受的最长断光时长内根据照明位断光所造成的减益和受光所造成的增益以及预照位断光所造成的减益和受光所造成的增益之间进行最优决策的方式来进行的。

[0010] 优选地,生长区域内设置有多组呈阶梯式并行移动的行进部以及照明部,每个照明部上的转光单元均构造为能够控制光源转向自预照位、邻预照位和照明位的三个转动方向,并且在转换期的设置上与相邻的行进部上的转光单元进行配合,使得同一时间内相邻的两个行进部所对应的两个预照位中其中一个接受来自两个行进部的两个方向的合并光照。

[0011] 此方案使得同一时间内相邻的两个行进部所对应的两个预照位中其中一个接受来自两个行进部的两个方向的合并光照,在理想状态下,光强是两束光线的加和,提升了预照位在度过延后期时的接受光照的光强,并且通过两个方向上的照射,补足了单点照射中较远的区域范围,使得预照位中至少大部分种植物的均匀受光。

[0012] 优选地,限定行进部所走过路径是由轨迹实现的,行进部移动地连接至预先确定好形状的轨迹上,并且能够跟随轨迹所限定的路径进行移动。

[0013] 优选地,轨迹设置于培育区域上方,其包括第一横梁、竖梁和第二横梁,其中,第一横梁以平行于水平面的方向设置在远端,第二横梁以平行于水平面的方向设置在近端,竖梁两端分别连接至第一横梁和第二横梁。

[0014] 优选地,轨迹还包括安装槽,安装槽的横截面呈面向地面的一侧局部地开设有开口的中空腔体结构,开口大小按照配合轨迹的竖梁的横向宽度的方式设置。

[0015] 优选地,安装槽腔体尺寸设置为至少能够容纳第一横梁,并且在安装槽、第一横梁上开设有对应的安装孔,利用安装螺丝穿过安装孔将安装槽和第一横梁固定至生长区域的顶部。

[0016] 优选地,行进部还包括滚轮,滚轮接触至第二横梁远离地面的一侧面上,数个滚轮关于竖梁对称分布在第二横梁两端,支架连接至所有滚轮上。

[0017] 优选地,第二横梁两端沿远离地面的方向凸起而形成侧挡,侧挡距离同侧的竖梁侧壁之间的距离按照配合滚轮的轴向宽度的方式设置。

附图说明

[0018] 图1为本发明结构示意图;

[0019] 图2为本发明滚轮部分放大图；
[0020] 图3为本发明驱动部的示意图；
[0021] 图4为本发明生长区域划分以及光照射到照明位的场景示意图；
[0022] 图5为本发明生长区域划分以及光照射到预照位的场景示意图；
[0023] 图6为本发明多组并行的行进部在生长区域中T1-T2内的场景示意图；
[0024] 图7为本发明多组并行的行进部在生长区域中T2-T3内的场景示意图；
[0025] 图中：100、轨迹；110、第一横梁；120、竖梁；130、第二横梁；131、侧挡；140、安装槽；141、安装螺丝；200、行进部；210、滚轮；220、支架；221、横段；222、第一竖直段；223、斜行段；224、第二竖直段；230、伸缩组件；231、伸缩电机；300、照明部；310、光源；320、照明台；330、转光单元；400、驱动部；410、传动带；420、驱动电机；430、驱动轴；500、生长区域；510、照明位；520、预照位；521、自预照位；522、邻预照位；530、暗部位。

具体实施方式

[0026] 在本发明的描述中，需要说明的是，在未进行其他特殊说明或者限定的情况下，说明书中提及的术语“安装”“相连”以及“连接”等词汇应该作广义理解，例如可以是固定连接，也可以是可拆卸的连接或者一体式的连接；可以是机械连接或者电连接，也可以是机械连接与电连接的结合；可以是直接连接，也可以通过中间转接部件进行间接连接，对于电子元器件部件，可以是利用导线的电路安装，也可以是利用集成等方式进行精简化电路板设计。对于本领域的技术人员而言，可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0027] 图1提供一种多自由度转动光源的转光单元及方法，其用于满足一些在相对固定结构的场地内的间歇性或变化性的照明或提供光线的需求，优选地，其可以看作是一种可以移动的光线来源。相对固定结构的场地可以是某些房屋、厂棚、建筑物、大型场所的室内环境，也可以是某些由围栏、半墙、支撑架所搭建或围绕的半开放场地，或者，在一些特殊实施例中场地也可以是完全开放的场合，例如野外、田地、广场等地点。本发明一种优选的用法是用于对种植或养殖场地的移动式照明，该类场地通常具有预先划分好的培育区域，例如田地中的地块划分、室内种植厂的培育架或培育室的划分，这些培育的植物或者动物有可能需要长时间的光照，尤其是大部分具有经济价值的培育植物，都需要进行光合作用才能够更快地育成并收获。突破由太阳东升西落所带来的近乎一天中接近三分之一时间的黑暗的夜晚导致的植物几乎接收不到光照的问题，市面上已经具有给予动植物持续足够的光照的设备，例如种植箱、培育栏中长时间开启的日光灯、培育灯等设备，但是，此类设备安装固定，并且为保证光线的照射范围以及照射强度，生长区域500内通常会会在每个培育架或每块种植地块上设置环绕式的灯具组合，对于较大的培育厂商，其灯光的建设投入以及后续的电费、维护费支出是相当庞大的数额。因此本发明提出的动态光源310装置，其可以移动往返穿梭于生长区域500内的各个位置，并且将其自身发散的光线均匀照射至生长区域500内的所有培育物，可以有效地减少照射灯具的建设成本。

[0028] 本发明至少包括行进部200、照明部300、驱动部400和轨迹100。照明部300设置或连接在行进部200上并跟随行进部200在轨迹100上进行运动，驱动部400用于向行进部200提供动力来源。轨迹100规定了驱动部400在生长区域500内的走向，在本实施例中轨迹100

采用吊设于生长区域500顶部的轨道所限定,此时的行进部200利用夹设在培育物上方的轨道做固定线路的移动,但是在另一些可能的实施例中,轨道也可以是设置在生长区域500地面的道路或传感器可识别的边线装置所划分出来的虚拟路线,此时行进部200可以设置在地面上移动,例如可以采用自动巡线机器人实现类似的移动需求。

[0029] 本实施例中,轨迹100假设在生长区域500顶部,并且优选地,轨迹100根据生长区域500的户型结构以及培育区域的划分而具有蜿蜒曲折的路径设置。为实现对行进部200的固定,优选地,轨迹100设置为具有沿垂直与地面分布的至少两个平行于水平面的横梁以及一个夹设连接与上述两个横梁之间的竖梁120,为方便描述,将远离地面的位置称为远端,将靠近地面的位置称为近端,则将设置在远端的一段横梁称为第一横梁110,将设置在靠近端的一段横梁称为第二横梁130,上述竖梁120的起始点180与结束点190分别设置在第一横梁110和第二横梁130的路径点上,并且优选地,通过调整竖梁120的起始与结束点190使得竖梁120被设置为垂直与地面的走向,另外优选地,竖梁120的起始点180与结束点190分别位于第一横梁110与第二横梁130的路径中间点,使得由穿过竖梁120形状中心并且沿其首尾延伸方向所限定的直线恰好能够平分第一横梁110或第二横梁130的路径长度。

[0030] 为将轨迹100固定在生长区域500的顶部,在生长区域500顶部按照预想设定的轨迹100路线固定有相同走向的安装槽140,安装槽140在路径上的每个横截面均大致相同设计,其横截面大致呈面向地面的一侧局部地开设有开口的中空腔体结构,其可以是中空矩形的结构,优选地,开口大小按照配合轨迹100的竖梁120的横向宽度的方式设置,使得设置在远端的第一横梁110的两端可以支撑于开口附近的安装槽140内侧面上。优选地,安装槽140在水平方向的宽度按照配合第一横梁110的在同方向上的长度的方式设置,可以具有一定的膨胀间隙,使得第一横梁110的侧面能够较好地被安装槽140限位而不至于在水平方向上左右晃动。在第一横梁110设置于安装槽140后,利用安装螺丝141通过在安装槽140和第一横梁110相对应的位置开设的安装孔穿过并且固定至生长区域500的顶部。

[0031] 在轨迹100上移动的行进部200至少包括支架220和滚轮210。至少两个或偶数个滚轮210的滚动面对称地接触至轨迹100的第二横梁130远离地面的一侧的除开连接有竖梁120的位置,则滚轮210在第二横梁130的两侧面上进行运动,优选地,滚轮210轴向宽度完全包含于第二横梁130的延伸范围内,使得滚轮210的全部滚动面落在第二横梁130上,以防止滚轮210脱出,优选地,第二横梁130的沿水平方向的两端分别沿远离地面的方向向上延伸至少一段距离以形成侧挡131,侧挡131用于防止滚轮210由第二横梁130侧边脱出。优选地,每个侧挡131距离同侧的竖梁120侧壁之间的距离按照配合滚轮210的轴向宽度的方式设置,使得滚轮210的刚好可以轴向限位地设置在第二横梁130上而不影响其进行滚动。

[0032] 所有滚轮210的轴心连接至支架220上,具体地,支架220包括数个与滚轮210轴心连接的横段221、数个与横段221的另一端一一对应连接的第一竖直段222、数个与第一竖直段222的另一端一一对应连接的斜行段223以及至少一个与所有斜行段223的另一端合并连接的第二竖直段224。上述各段之间的连接可以是可拆卸的连接,也可以是一体式的锻造设置。通过设置横段221的延伸长度使得其远离连接至滚轮210的另一端稍微超出第二横梁130的侧面,设置第一竖直段222和斜行段223的长度使得第二竖直段224远离地面的顶端稍低于第二横梁130的底部。支架220整体可以视作是一种类似与雨伞骨架的一中心支撑杆、多点辅助骨架沿中心轴线散开的结构,与滚轮210连接的横段221以及向收缩至第二竖直段

224中心的结构使得整个支架220在滚轮210的支撑下形成重心保持在第二竖直段224的稳定结构。照明部300就连接在第二竖直段224靠近近端的一侧上。照明部大致呈块状结构,其包括照明台320和光源310,光源310设置在照明台320上,其可以按照多组排列的方式设置在照明台320表面,也可以设置在照明台320内部,不同之处在于如果光源310设置在照明台320内部,则照明台320本身的壁或者实体填充将会采用透明或散光材料制作,类似于市面上常见的日光灯结构设计;若光源310设置在照明台320的表面上,则照明台320仅提供固定光源310的功能。在此种设计下,优选地,光源310不仅排布在照明台320靠近地面的一侧面上,还分布在其平行于水平面的周侧面上,这样可以保证照明部的无死角照明以及照明光线的无损失。

[0033] 用于驱动行进部200行进的驱动部400可以设置为包含传动带410、驱动电机420以及驱动轴430(图2、3所示)。传动带410贴合地设置在轨迹100的竖梁120的侧壁上靠近连接至第二横梁130的位置,并且其中心位置按照对应滚轮210的中心轴线的水平位置的方式设置,传动带410的整个路径长度与走向均与轨迹100的相同。传动带410上连接有驱动轴430,驱动轴430大体呈杆状结构,其另一端连接至滚轮210的轴心上。传动带410在伴随轨迹100延伸的首尾两端连接在一起形成闭环结构,将该闭环的其中一部分套设在驱动电机420的驱动轴430上形成类似于皮带传动的结构。在驱动电机420的旋转驱动下,传动带410在轨迹100上进行移动,进而使得驱动轴430带动滚轮210滚动,上述支架220的横段221连接在滚轮210的另一端轴心上并且设置为不跟随滚轮210一起转动,其具体结构可以设置为横段221连接在一个设置有在滚动轴承的固定侧板壳上,滚动轴承跟随滚轮210滚动,但是侧板壳不转动。

[0034] 由此实现了行进部200带动照明部300在轨迹100上的移动,根据预设的轨迹100路线,光线可以随运动时间的推进照射至每一个培育区域的种植物上,由此可以节省大量的固定照明建设成本以及电费维护费等消耗成本。优选地,为实现对植物整个叶片尽量全方位的光线照射,在行进部200的支架220上还设置有伸缩组件230,伸缩组件230至少包括一个伸缩电机231和伸缩杆,在本实施例中伸缩杆可以利用第二竖直段224代替,伸缩电机231基本可以采用市面上已有的电机和轴承的结构设计,可以参考的一种实施例选择是IP1200电动推杆类似的结构。伸缩电机231的一端连接在各斜行段223上,另一端连接到第二竖直段224上。由此形成了对照明部300在垂直与地面方向上的移动自由度,当用户在用户需要或者是预设的自动控制下,伸缩组件230开启并将照明部300移动至靠近地面的位置,优选地,此时可以在照明部300远离地面的顶侧也设置有光源310,这样光源310可以照射到植物叶片的背部,进而达成全方位照射叶片的效果。

[0035] 针对植物的光合作用机理,主流的观点认为,完全处于黑暗中的植物由于缺乏光线,不能进行光合作用,一般情况下可以理解为此时植物仅进行呼吸作用,此种过程消耗周围环境的氧气,产生二氧化碳,此过程为植物消耗其内储存的化学能进行新陈代谢的过程。当植物接受到光线照射时,在植物叶片或者是光合转化器官上产生了光合作用,此作用简单理解来说是将光能转换为植物中化学能的过程,此过程植物吸收环境中的二氧化碳而释放出氧气。植物光合作用的速率与其接受的光强有关,当光强不高时,对整体植物来说其呼吸作用速率高于光合作用,其整体处于消耗状态,当光强逐渐升高至使得呼吸作用速率与光合作用速率相等时,植物处于光补偿点,即此时产能和耗能相等。当光强继续升高使得光

合作用速率继续升高,至某一点时光合作用速率不再随光强升高而继续升高,该点称为植物的光饱和点。

[0036] 从中可以得出的结论是,针对室内植物种植,若采用人工照明的方式对工厂中的种植物进行照射的方案,对种植物照射的光线强度至少需要使得植物的光合作用速率处于光补偿点以上才能在广义理解上保证种植物的正常光合作用,优选地,光强可以设置为使得植物光合作用速率处于光饱和点附近以获得最大的光合作用速率。

[0037] 然而对处于黑暗中的植物进行照射时,受到种植物细胞内参与催化光合作用过程各项化学反应的酶类物质需要进行光照活化过程才能够对光合作用提供效率更高的催化作用的影响,即使一开始就采用较高强度的光线对植物进行照射,其光合作用速率从低水平的状态提升到饱和状态的过程也不是一蹴而就的,而是普遍具有一定的延后期。为方便描述,将某一个种植物或者某一片接受同等光强照射的种植物从完全黑暗的起始时间到开始接受照射并最终达到最大光饱和点的时间视作一个线性表示的向量,位于向量起始点的命名为低位点的位置表示的是种植物从完全黑暗到开始照射的起始时间,若将向量视作是一种累计的过程,则可以将该低位点的值规定为0点。相对地,沿向量方向增加至最终一端的点命名为高位点,该高位点表示的是植物达到最大光饱和点的时刻,同样地,若在视作为累计过程时,高位点的值是由低位点到高位点之间无数点所表示的时刻累加所得的数值。高位点的数值或者说向量的长度表示的是植物的延后期,不同的植物具有不同的延后期,但是延后期效应却是大部分植物都具有的属性。

[0038] 对于采用移动光源的种植场合来说,同一时间内,一片开阔的种植场地内仅存在一处或有限处被光线照射的位置,而没有被光线照射到的其它区域内的种植物是处于黑暗或者是近似完全黑暗的状态,换言之,对于沿着固定轨道做定向移动的光源所实现的照射情况来看,正在接受光线照射的种植物区域附近,特别是即将在光源移动后接受照射的种植区域仍处于黑暗状态。此时若光源按照既定的路线进入此区域,则此处的种植物也将会产生上述延后期效应,此类延后期一般持续半小时至一小时甚至以上的时长,与植物工厂需要的高效率植物培育方针之间具有一定的不匹配性,特别是针对场地较大的种植区域,光源在一片区域内所持续的时间不会很长,若需要在每片区域对植物的延后期进行等待,则每片区域增加等待的持续时间累计起来将会是一个很高的时长,这个时长可能是追求效率的种植工厂所不能够接受的。增加光源对每片暗部位域进行预照射以使得当移动光源行走至任意种植区时均可以照射已经度过延后期的种植物的方案无异于是增加了种植工厂整体的照明建设成本,并且当所有暗部位域均被额外增设的光源照射时,总的来看,此时种植场所内的光源配置与全光源照射的方案几乎没有区别,采用移动光源带来的节省成本等优势荡然无存。

[0039] 基于上述考虑,本发明提出了能够在行进部上进行多自由度转动的光源以形成对照明位510域周围暗部位域进行预照射的方案。具体阐述如下,如上述的说明书内容所述,照明部设置在行进部上并跟随行进部在一定的轨迹上进行移动,照明部包括光照台和光源,光源设置在光照台上。本优化后的实施例中照明部还包括转光装置,转光装置配置为能够可控地驱动光源以使得其至少能够将其光线转向或照射至其目前所照射的种植区域之外的其它种植区域。为方便描述,可以将正在接受光线照射的种植区域称为照明位510,将此时没有接受光线照射的种植区域称为暗部位530,将即将接受光线照射的区域称为预照

位520。如图4所示,其中的箭头方向表示行进部的移动方向,位于照明位周遭的圆圈表示光照范围。可以理解的是,照明位510、暗部位530和预照位520的划分属于动态概念,即其属性变化是根据时间变化的,更为准确的描述是,其是根据照明部的移动状态而变化的,预照位520在至少在没有被照射的概念上包含在暗部位530内,并且在一些非严谨的意义下,仅受微弱光线(例如漫反射光线)照射下而处于低水平光合速率的区域也可以划分为暗部位530或者预照位520。那么上述的转光装置的功能可以理解为,其构造为在可控的情况下能够将光源所发射至照明位510的光线偏转至暗部位530,尤其是预照位520,以使得处于暗部位530,尤其是预照位520内的种植物能够在行进部移动而转变为处于照明位510之前接受一定时长的光照。例如图5所示,可以看出光线可控地转向预照位。这里的可控意味着转光装置可以在至少一些参数上进行可变的调整,这些参数可以是与控制光源转动相关的参数,至少具有控制光源转动的时间、时长、转动角度和转动方向的参数,其中转动时间决定了光源开始照向照明位510附近的暗部位530的时刻,可以理解的是,此时刻可以选择为行进部即将进入预照位520的时刻,可以根据种植物的延后期的时长而针对性地设定为进入预照位520数分钟至数十分钟的之前的时刻,而时长可以简单地设置为从选定的转动时间开始到行进部按照计划进入预照位520的时刻之间的时间长度。转动角度表示了转光装置将光源发射中心线偏离其原本所指向的位置而产生的角度,在此可以将光源简单理解为具有指向性照射方向的灯光,例如射灯。转动方向在简单的设置下可以理解为光源转动时其发射中心线所划过的面在水平面上的交线的指向。转动角度以及转动方向按照期望进行预照射的暗部位530距离照明位510的距离以及光源所在的位置来进行设定,例如,若光源采用处于高位的射灯时,其光照范围在靠近地面的种植物所在的水平面上大致呈圆形或椭圆形,改变其转动角度从垂直于地面到倾斜于地面后。光照范围从圆形向椭圆形形变并且其形状被不断拉长,故优选地,转动角度要设定为至少满足光照范围能够将期望照射的部分暗部位530范围中的所有种植物全部覆盖的数值,转动方向可以设置为向预照位520的方向转动。此种方案使得在行进部完成对某一片照明位510的全部光照任务之后,在即将进入预照位520之前先对该预照位520进行预光照以使得该区域种植物在该区域成为照明位510之前预先进入延后期的倒计时过程中,使得当行进部进入该预照位520时,该区域内的种植物能够以较大或者最大达到光饱和点的光合速率的方式来进行光合作用。

[0040] 上述描述中所提及的射灯,根据一种优选的实施方式,本方案可以配合窄带照明的方式以获得更佳的效果。具体地,相较于较大范围、泛光源的照射模式,对于大部分种植的植物来说,利用窄带的高光强的照射方式所带来的有益效果更强,从一方面来说,单位时间内植物叶片单位面积上所接受的光强越强,其进行光合作用的速率达到最大光饱和点的速率越快,从另一方面来说,植物叶片上的纤毛遮挡的影响也将被减弱,由于高光强的照射,叶片背部的光合作用器官也能够获得一定的光线照射而实现光合作用,有助于提升植物叶片受光面和反光面的生长均匀性。可以得出的结论是光源采用窄带照明的方案对于植物生长效果的促进是更高的。而利用上述窄带高强度灯光所带来的较为负面的效果在于,其同一时间内仅能够对于一小片区域进行照射,周围的植物基本将处于无光状态,根据研究,种植物由黑暗的情况下转变为接受光照的状态,其光合作用并不是瞬间提升至较高的水平的,而是需要一定的过程时间。因此利用窄带照明在上述具有的优势之外也产生了一定的问题,即其客观上减少了照明位周围的其它种植物接受光线照射的机会以及强度,相

较于使用泛光灯的方案,其在移动至对暗部位的植物进行照射时,需要等待一段过程时间才能够将该区域的种植物光合作用提升至一个较高的水平。

[0041] 完全处于黑暗中的种植物在接受光线照射后的酶类光活化时间所导致的延后期时长具有可继性,即在参与光合作用的酶类物质被光照活化后其活跃性质不会因为短时间的照射缺失而显著降低,而是有一定的维持性。简单理解来说,种植物在接受预照射时,其在延后期内光合速率稳步提升至某一中间值时,若此时取消照射至该种植物的光线一小段时间,而后又恢复之前的光照,那么,其光合速率将会快速恢复至光照中断时的数值水平,这是由于光合酶类的维持性而产生的现象。

[0042] 根据上述现象,本发明还具有另外一种优选的实施例,即转光单元330可控地控制光源所发射的光线交替式地照射照明位510与预照位520的范围。其中,转光单元330可控的例如转动角度以及转动方向的参数如上文所示,在此不再赘述,不同之处在于转光单元330控制的光源是以交替式的方式来回照射预照位520与照明位510中的种植物的,依照上述光合酶类的维持性现象,转光单元330转动时间可以设置为在本照明位510规定的光照时长即将结束前的某一时刻,优选地,该时刻可以按照预照位520种植物的延后期与本照明位510光照预计结束时刻做差值获得,相应地,转动时长也可以设定为配合预照位520种植物的延后期时长。相应地,本实施例中转光单元330还至少具有另一种可控的参数,即转换期,转换期为时间参数,它表示的是转光单元330进行一次光源调换动作到下一次执行相同动作之间的时间间隔,这里的光源调换动作是指转光单元330进行一次将照射至照明位510的光线转动至预照位520或者将照射至预照位520的光线转动至照明位510的操作。转换期的设定时长按照在照明位510以及预照位520种植物所能承受的最长断光时长内根据照明位510断光所造成的减益和受光所造成的增益以及预照位520断光所造成的减益和受光所造成的增益之间进行最优决策的方式来进行的。其中最优决策过程可能涉及到博弈中获得均衡的过程,即虽然由于酶类的维持性而使得恢复光照时种植物能够快速恢复到之前的光合速率水平,但是仍然会造成一定的时间延后的损失,也可能造成一定的其它负面的影响,这些影响可以称为上述的减益;同理地,光照对于预照位520种植物光合速率的提升等正面影响可以称为上述的增益,照明位510和预照位520均具有增益和减益的影响因子,而在同一间内仅具有一个区域能够照射到光线的情况下,照明位510与预照位520中植物的收益情况产生了对抗,但是通过博弈均衡的决策方式能够选择出最优或者是至少用户能够接受的较优的转换期长度,即能够在尽量减少因光照间隔中断对照明位510中种植物光合作用的减益的情况下,去提升预照位520中种植物因为接受光照而产生的增益。优选的策略是比较容易得出的,因为光照对此前没有接受过光照的预照位520中的种植物带来的光合速率的提升增益是比一直保持光饱和点的照明位510的种植物短时间中断所带来的减益高的,在光饱和点接受光照的植物通过光合作用的光反应周期获得大量的ATP和还原氢,即是立即停止光照,植物仍能够进行一定的暗反应过程获得化学形式存在的能量。通过缩小转换期的间隔,在理想情况下,可以在照明位植物暗反应消亡之前为该植物补上光反应周期,因此停止光照对于照明位植物光合作用的影响可以被降低。根据种植物的种类、场地因素以及一些设备投资、消耗成本的综合考虑以及实践测试下,用户可以找出一个较为合理且满意的转换期设置方案。实施例的此种方案在仅使用一个或一类灯光的作为照明的情况下实现了在不大量损失照明位510种植物光合速率的情况下,预先使得预照位520中的种植物在进行正式

光照之前提前度过延后期,使得后续对预照位520中的正式光照能够在种植物处于或即将处于光饱和点的情况下进行,大幅提升了光照培育种植流程的效率,在保证每片种植区域内所有种植物均以一个较高的光合速率生长的同时,将预照位520的种植物延后期与照明位510光照末期时间进行重合,规避掉了等待种植物度过延后期的时间,极大地精简了光照流程,具有高效高产的双重优势。

[0043] 考虑到光线在经过一定距离的投射之后可能产生的光强衰减的情况,本发明还提供另外一种实施例,此种实施例中,具有多组呈阶梯式并行移动的行进部以及照明部,其中阶梯式是指相邻的并排行进的行进部之间,其中一个行进部在移动时保持在另一个行进部前方的预照位520的并行位置。本实施例中出现了多组照明位510、预照位520和暗部位530,其具体分类方式与上述一个实施例相同,不同之处在于每个行进部附近在同一时刻至少存在两个预照位520,其中一个是该行进部即将前往的区域,另一个是与其相邻且稍微靠后的行进部即将前往的区域,这两个预照位520分布在行进部的两个侧面,可以把这两个预照位520分别称为自预照位521和邻预照位522,此两个概念是针对所选定的行进部而言的,换言之,若选择另外的行进部作为观察本体,则自预照位521和邻预照位522的字面意义可能会互换。本实施例中,转光单元330控制的转动角度和转动方向至少具有两套参数,即控制光源转向自预照位521、邻预照位522和照明位510的三个转动方向,并且在转换期的设置上与相邻的行进部上的转光单元330进行配合,使得同一时间内相邻的两个行进部所对应的两个预照位520中其中一个接受来自两个行进部的两个方向的合并光照,在理想状态下,光强是两束光线的加和,提升了预照位520在度过延后期时的接受光照的光强,并且通过两个方向上的照射,补足了单点照射中较远的区域范围,使得预照位520中至少大部分种植物的均匀受光。上述转换期的设置对于某一个行进部上的转光单元330来说可以理解如下,若将照明自预照位521、邻预照位522和照明位510作为一次循环,其经过时间呈一个向量分布,其中T1时刻开始控制光源照明自预照位521,T2时刻控制光源转向照明邻预照位522,T3时刻控制光源转向自身下的照明位510,则与该行进部相邻且靠前的另一个行进部上的照明位510的转动方案设置为T1时刻开始控制光源照明邻预照位522,T2时刻控制光源转向自预照位521,T3时刻控制光源照明自身下的照明位510,可以看出,T1至T2时刻之间的时间内,前一个行进部所对应的自预照位521(也即后一个行进部对应的邻预照位522)同时受到了来自两个方向的光照,以此类推,阶梯式设计的多个行进部所对应的预照位520均具有类似的情况,例如图6、图7所示的场景,其中标记是在选择中间的行进部作为观察本体的情况下作出的。

[0044] 总的来说,本实施例可以先利用窄带光源作为光源来实现对种植物的照射以获得光线聚焦下高光合水平以及穿透叶片表面的绒毛覆盖以及照射叶片背面的有益效果,在结合可以转动的光源设计对照明位周围黑暗环境下的植物做出预先照射的操作,有利于快速唤醒暗部位植物的光合反应速率,减少窄带照明的照明时间。窄带照明配合基于植物延后期的周期性转动光源的技术方案形成了相辅相成的效果,可以达成短时间照射、穿透性好、高光强、高光合水平的植物培育效果。

[0045] 需要注意的是,上述具体实施例是示例性的,本领域技术人员可以在本发明公开内容的启发下想出各种解决方案,而这些解决方案也都属于本发明的公开范围并落入本发明的保护范围之内。本领域技术人员应该明白,本发明说明书及其附图均为说明性而并非

构成对权利要求的限制。本发明的保护范围由权利要求及其等同物限定。

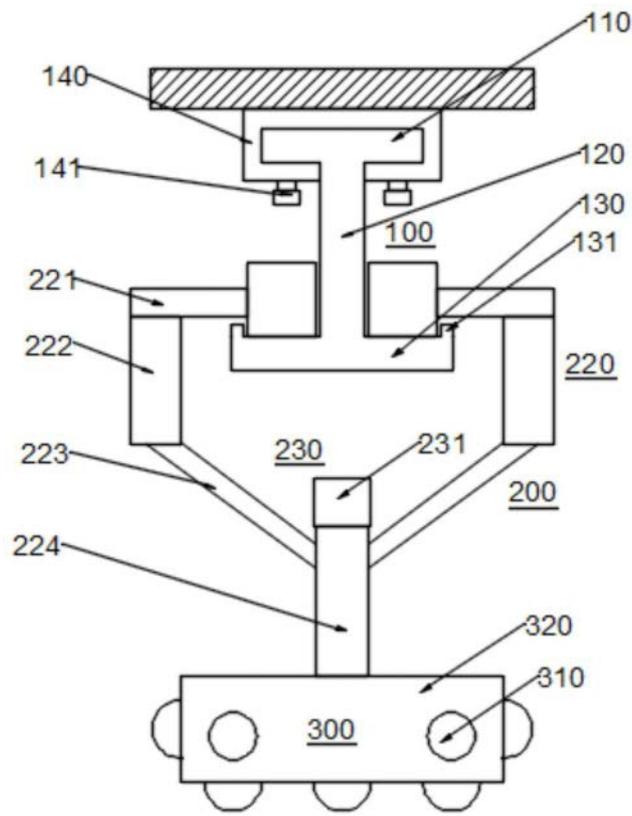


图1

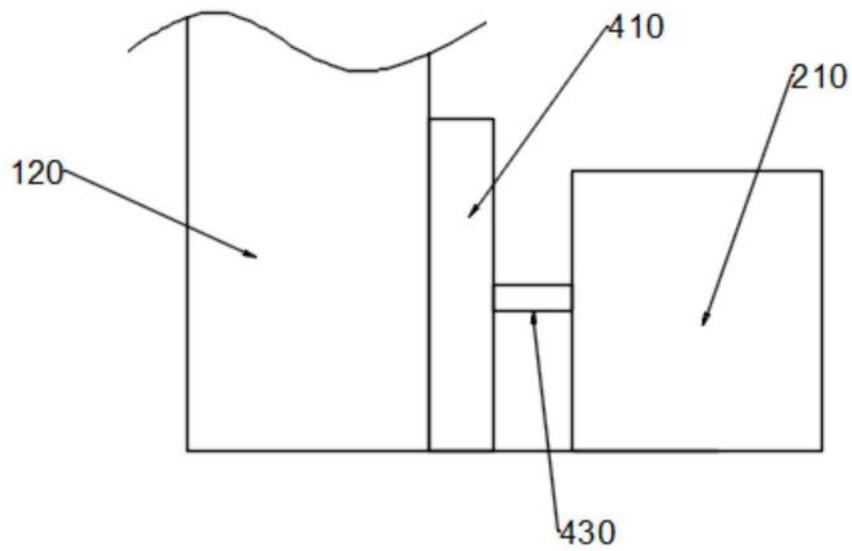


图2

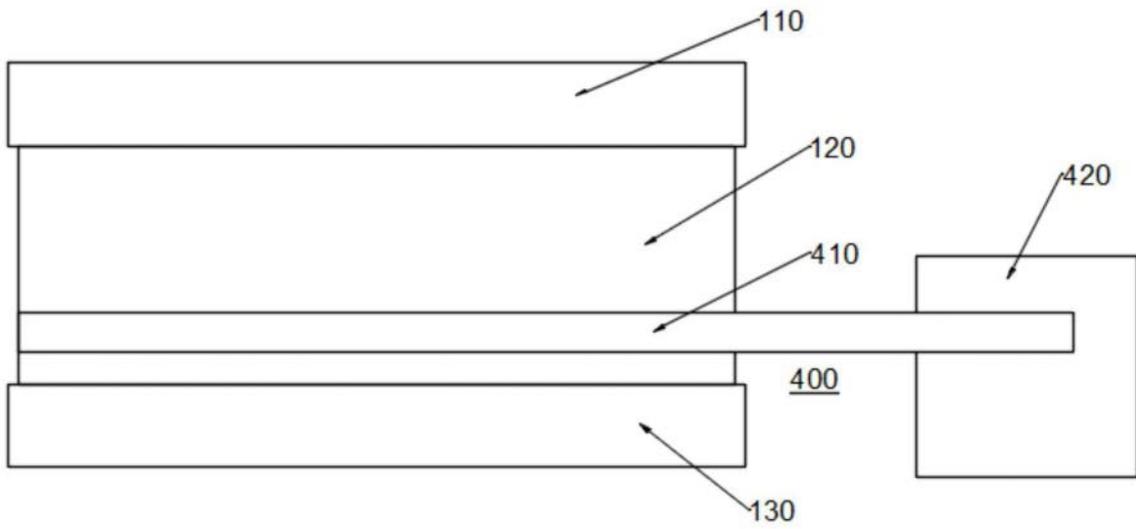


图3

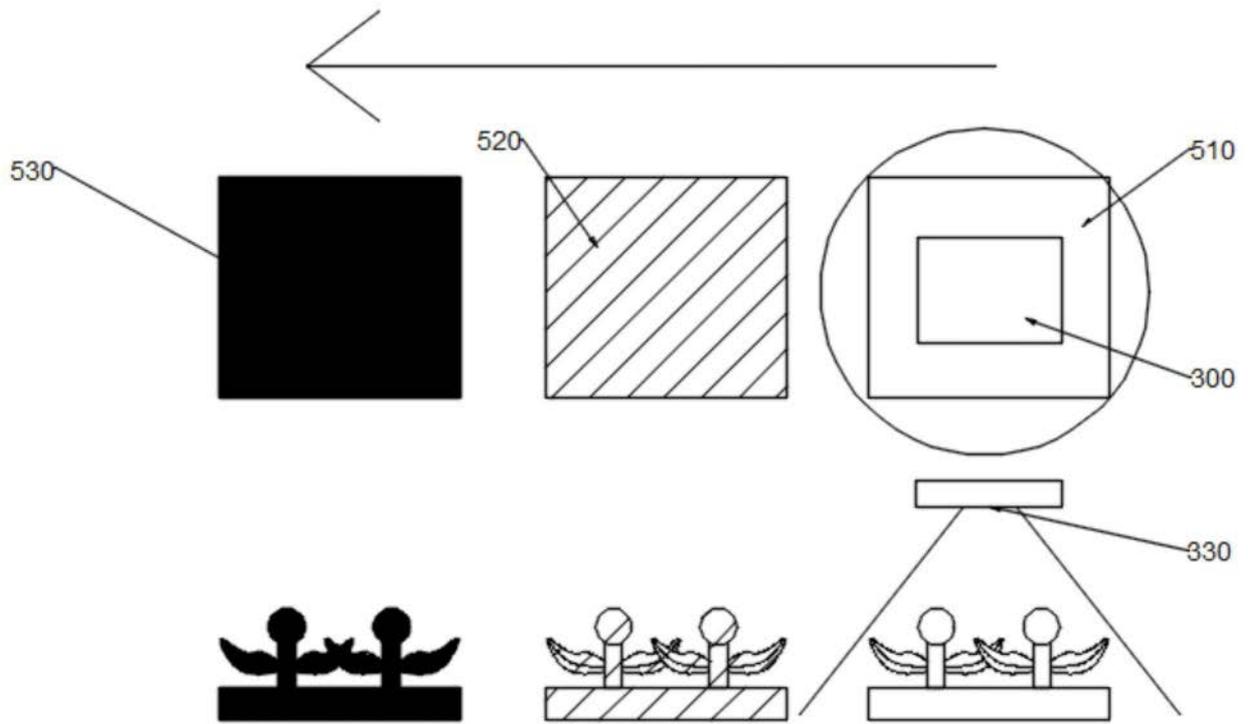


图4

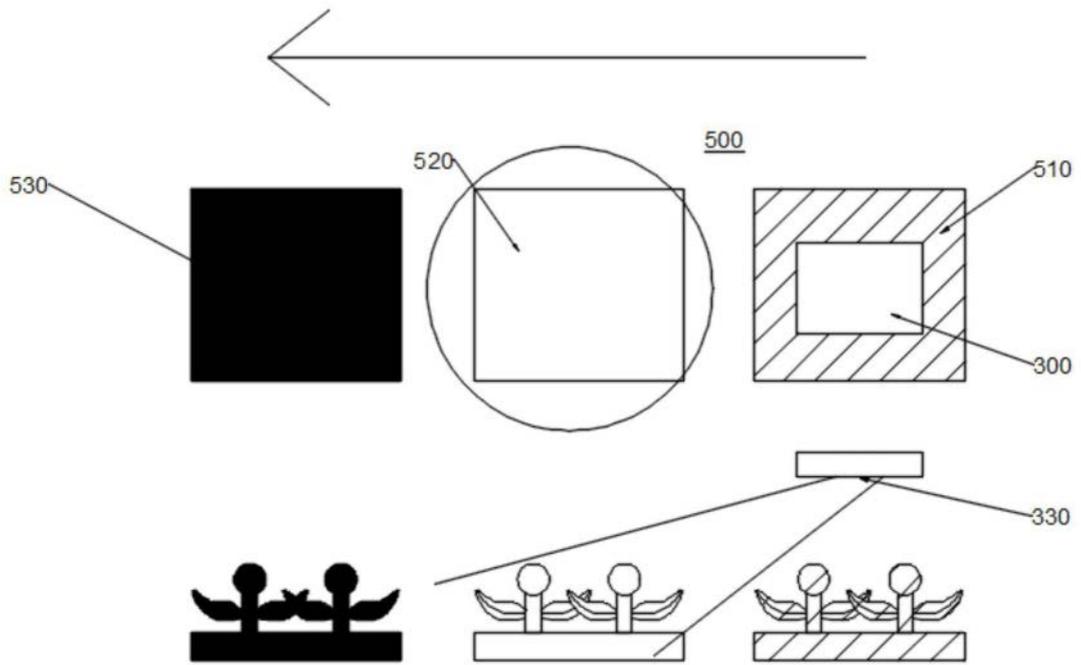


图5

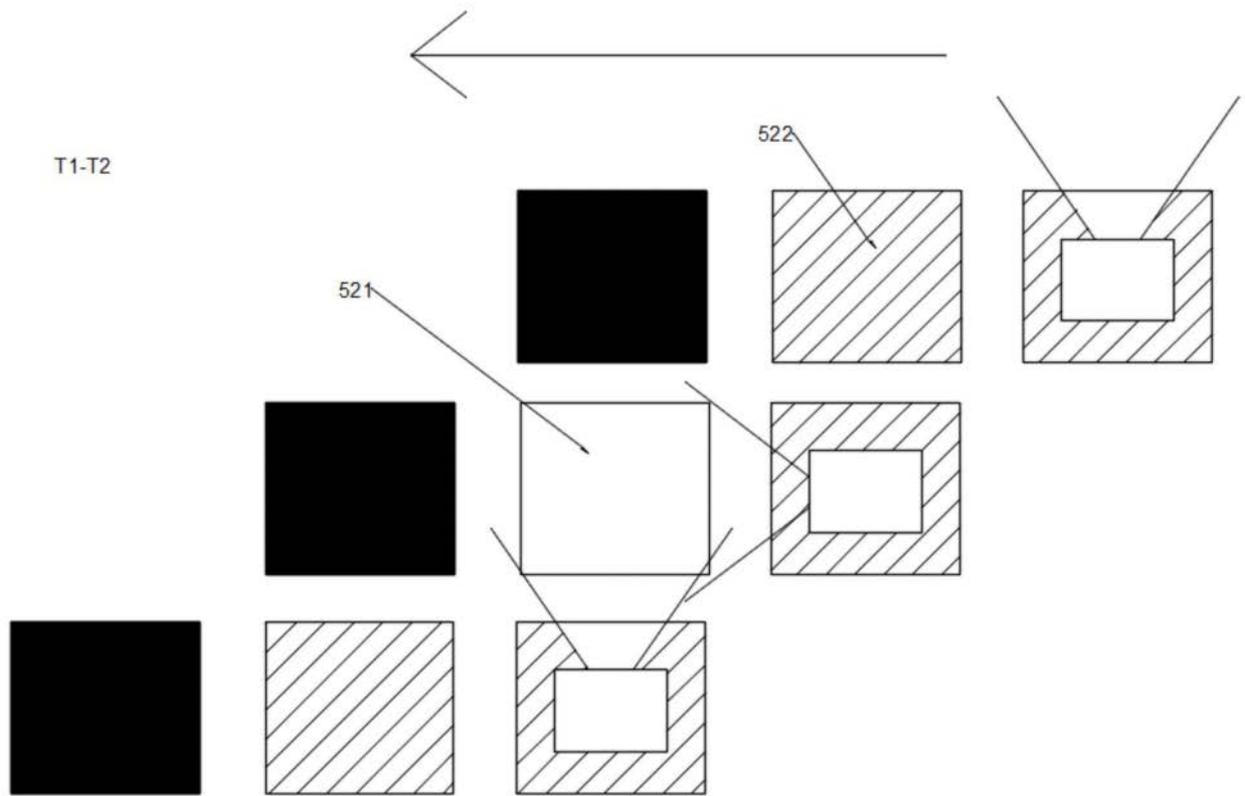


图6

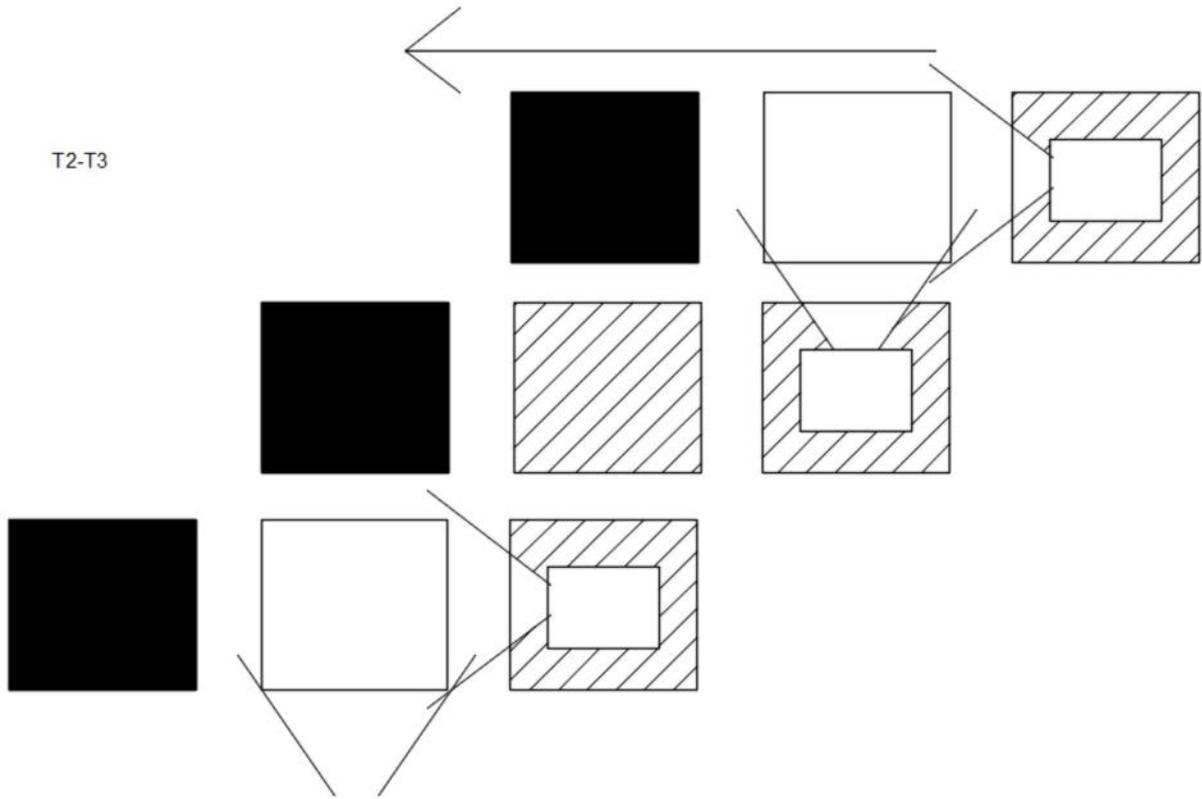


图7