



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104883872 B

(45)授权公告日 2019.08.23

(21)申请号 201480004524.6

(22)申请日 2014.01.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104883872 A

(43)申请公布日 2015.09.02

(30)优先权数据
61/751285 2013.01.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.07.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/058092 2014.01.07

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/108825 EN 2014.07.17

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司

地址 荷兰埃因霍温

(72)发明人 R.F.M.范埃姆普特 H.M.皮特斯
R.A.M.希克梅特 M.P.J.皮特斯
D.维德曼 P.A.范哈 R.T.维格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 李静岚 景军平

(51)Int.Cl.
A01G 7/04(2006.01)
H01L 33/50(2006.01)

审查员 张秀

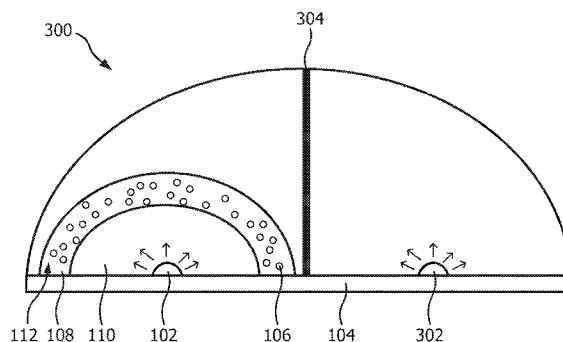
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

园艺照明设备和刺激植物生长和植物的生物节律的方法

(57)摘要

本发明涉及一种刺激植物生长和植物的生物节律的照明设备(100)。照明设备(100)包括被布置成发射具有600到680nm、优选地640到680nm的波长的直接红光的固态光源(102)以及被布置成接收从所述固态光源(102)发射的所述直接红光的至少一部分且将所接收的直接红光转换成具有700到760nm、优选地720到760nm的最大发射波长的远红光的波长转换构件(106)。



1. 一种园艺照明设备,包括被布置成发射具有600到680nm的最大发射波长的直接红光的固态光源(102)以及被布置成接收从所述固态光源(102)发射的所述直接红光的至少一部分且将所接收的直接红光转换成具有700到760nm的最大发射波长的远红光的波长转换构件(106),

其中,通过调整来自所述固态光源(102)、撞击在所述波长转换构件(106)上的所述直接红光的部分来设定从所述照明设备发射的所述直接红光与所述远红光的比率。

2. 根据权利要求1所述的园艺照明设备,其中,所述固态光源(102)被布置成发射具有640到680nm的最大发射波长的直接红光。

3. 根据权利要求1所述的园艺照明设备,其中,所述波长转换构件(106)被布置成将所接收的直接红光转换成具有720到760nm的最大发射波长的远红光。

4. 根据权利要求1所述的园艺照明设备,其中,所述波长转换构件(106)包括量子点、无机磷光体和/或荧光染料。

5. 根据权利要求4所述的园艺照明设备,其中,所述量子点包括从由II-VI和III-V量子点组成的组中选择材料。

6. 根据权利要求5所述的园艺照明设备,其中,所述材料包括InP、CdTe、CdTe/CdSe核-壳结构、三元混合物或者黄铜矿量子点。

7. 根据权利要求6所述的园艺照明设备,其中,所述三元混合物包括 CdSe_xTe_y 。

8. 根据权利要求6所述的园艺照明设备,其中,所述黄铜矿量子点包括 $\text{Cu}_x\text{In}_y\text{Se}_2$ 或 $\text{Cu}_x\text{In}_y\text{S}_2$ 。

9. 根据权利要求4所述的园艺照明设备,其中,所述无机磷光体包括掺杂有 Cr^{3+} 的材料。

10. 根据权利要求9所述的园艺照明设备,其中,所述材料从由 $\text{Y}_3\text{Ga}_5\text{Q}_{12}:\text{Cr}$ 、 $\text{LaAlQ}_3:\text{Cr}$ 和 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}$ 组成的组中选择。

11. 根据权利要求4所述的园艺照明设备,其中,所述荧光染料包括作为远红发射染料族成员、也被称为茈萸环酮的烷氧基取代的3,4,9,10-茈萸四羧酸二苯并咪唑(PTCBI)。

12. 根据权利要求11所述的园艺照明设备,其中,所述荧光染料包括3,4,9,10-双(1,2-苯并咪唑)-1,6,7,12-四(4-壬基苯氧基)茈萸。

13. 根据权利要求1-12中的任一项所述的园艺照明设备,其中,所述固态光源(102)和所述波长转换构件(106)被组装成单个单元。

14. 根据权利要求1-12中的任一项所述的园艺照明设备,包括被布置成所述发射直接红光并且因此调谐所述直接红光与所述远红光的比率的至少一个附加固态光源(302)。

15. 根据权利要求1-12中的任一项所述的园艺照明设备,包括被布置成发射蓝光或白光的至少一个附加固态光源。

16. 一种刺激植物生长和植物的生物节律的方法,包括以下步骤:

使用固态光源(102)生成具有600到680nm的最大发射波长的直接红光,

在波长转换构件(106)处接收所述直接红光的至少一部分,以及

使用所述波长转换构件(106)将所述接收的直接红光转换成具有700到760nm的最大发射波长的远红光,

其中,通过调整来自所述固态光源(102)、撞击在所述波长转换构件(106)上的所述直接红光的量来设定所发射的所述直接红光与所述远红光的比率。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述生成包括生成具有640到680nm的最大发射波长的直接红光。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述转换包括将所接收的直接红光转换成具有720到760nm的最大发射波长的远红光。

19. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 通过使用被布置成发射直接红光的附加固态光源(302)来调谐所发射的所述直接红光与所述远红光的比率。

20. 根据权利要求16-19中任一项所述的方法, 其中, 所述波长转换构件包括荧光染料, 其中所述荧光染料包括作为远红发射染料族成员、也被称为花紫环酮的烷氧基取代的3,4,9,10-花四羧酸二苯并咪唑(PTCBI)。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中, 所述荧光染料包括3,4,9,10-双(1,2-苯并咪唑)-1,6,7,12-四(4-壬基苯氧基)花。

22. 一种照明器(400,500), 包括至少一个根据权利要求1-15中的任一项所述的园艺照明设备。

23. 一种从包括至少温室和植物工厂的组中选择的园艺应用(1000,1200), 其中所述园艺应用还包括至少一个根据权利要求1-15中的任一项所述的园艺照明设备或者根据权利要求22所述的照明器。

园艺照明设备和刺激植物生长和植物的生物节律的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种园艺照明设备和一种刺激植物生长和植物的生物节律的方法。本发明还涉及一种包括所述园艺照明设备的照明器,以及一种包括所述园艺照明设备或所述照明器的园艺应用。

背景技术

[0002] 已知光生理学过程对于植物生长而言是关键的,并且这些过程表现出强波长相关吸收光谱的光色素控制。叶绿素例如吸收大约620nm到680nm的波长范围中的光,而调节植物中的一系列分子和光生理学响应的不同形式的光敏色素(光敏色素减少(Pr)和光敏色素远红(Pfr))分别对于以红色和远红为中心的波长范围内的光作出反应。例如由Pr和Pfr进行的吸收之间的比率控制植物中的光生理学过程(如开花诱导、茎干伸展、发芽等)。

[0003] 为了改进植物人工光照的光谱曲线,可以使用荧光灯,其通常是具有磷光体涂层的低压水银蒸气放电灯。然而,这些灯显露出很多缺点,诸如有限的效率、包含作为毒剂的水银、具有短寿命、易碎、需要高电压以及发射不期望的红外光。

[0004] 替换地,现今也使用诸如发光二极管(LED)之类的固态光源用于植物光照,因为LED与常规光源相比提供更长的寿命、更高的光子通量效能、更低的操作电压、窄带光发射以及在组装方面的灵活性。

[0005] WO 2010/053341公开了一种用于植物培育的磷光体转换LED,包括生成短波长(蓝或近UV)光的半导体芯片和包含至少一个磷光体、由于光致发光的原因将所述短波长光转换成较长波长光的波长转换器。该较长波长光包含在对应于Pfr的吸收光谱的约700nm到760nm光谱范围中达峰值的远红光成分。

[0006] 为此目的,也可以通过使用例如基于AlGaAs或AlInGaP半导体材料的直接远红LED来实现远红光。

[0007] 然而,存在与现有技术有关的问题;使用从蓝光的磷光体转换的远红光生成LED例如由于其内在的大的斯托克斯移位的原因并不高效。直接远红LED也相对低效并且此外并不广泛地可用。

[0008] 因此需要在植物培育期间提供更高效率的窄波长带光照的丰富的人工光源。

发明内容

[0009] 本发明的一个目的是解决或至少减少前面讨论的问题。本发明通过权利要求限定。

[0010] 特别地根据本发明的第一方面,提供了一种园艺照明设备。该设备包括被布置成发射具有600到680nm、优选地640到680nm的最大发射波长的直接红光的固态光源,以及被布置成接收从该固态光源发射的直接红光的至少一部分且将所接收的直接红光转换成具有700到760nm、优选地720到760nm的最大发射波长的远红光的波长转换构件。

[0011] 该设备的优点是其利用了非常高效的直接红色LED和与从红光到远红光的转换相

关联的低的斯托克斯损耗。发射具有例如660nm的最大发射波长的光的直接红色LED可容易以非常高的效率获得：超过50%的电光转换(Wall-Plug)效率(WPE)。从660nm到740nm的转换的斯托克斯损耗仅为约10%。结果，与现有技术设备相比提高了设备的效率。附加地，仅仅需要一种类型的波长转换构件与固态光源相组合来生成红光光谱范围以及远红光光谱范围中的光发射。实现期望光发射所需的少量组件在生产根据本发明的照明设备时易组装、低材料消耗以及价格的方面是有利的。相应地，所提供的园艺照明设备被以高效的方式布置成生成红光和远红光的组合。这对于通过模拟日光的颜色变化来刺激植物生长和/或植物的生物节律而言是特别有用的。因此，可以使用所提供的照明设备以高效的方式影响例如光敏色素减少(Pr)和光敏色素远红(Pfr)两者。

[0012] 在本发明的上下文中，术语红光应当被理解为具有对应于600到680nm波长范围的能量的光。在本发明的一优选实施例中，红光的波长范围是更窄的640到680nm以进一步优化照明设备的效率。

[0013] 类似地，术语远红光应当被理解为具有700到760nm波长范围的能量的光。在本发明的一优选实施例中，远红光的波长范围是更窄的720到760nm以进一步优化照明设备的效率。

[0014] 措辞直接红光或直接远红光应当被解释为在固态光源外部没有任何次级光学过程的情况下由固态光源直接生成的红光或远红光。

[0015] 波长转换构件是指能够将第一波长范围的光转换成第二波长范围的光的磷光体材料，第二波长范围相对于第一波长范围被斯托克斯移位。

[0016] 磷光体材料在本发明的上下文中被定义为在冷光、荧光或磷光过程中激发后表现出光发射的材料或物质。

[0017] 根据本发明的另一实施例，通过调整直接红光从固态光源撞击在波长转换构件上的部分来设定从园艺照明设备发射的直接红光与远红光的比率。这提供了用于调整直接红光与远红光的比率并且因此影响植物生长和发育的简单手段。

[0018] 根据本发明的又另一实施例，固态光源和波长转换构件被组装成单个单元，其简化提供植物的高效光照的阵列或其他配置中的光源的组装。

[0019] 根据另一实施例，该单个单元可以还包括被布置成发射直接红光的至少一个附加固态光源。这可以提供调谐直接红光与远红光的比率的附加自由度并且改进红和/或远红光光谱成分的光强度，如针对改进的植物培育所期望的。

[0020] 根据本发明的第二方面，提供了一种刺激植物生长和植物的生物节律的方法，其中所述方法包括以下步骤：使用固态光源生成具有600到680nm、优选地640到680nm的最大发射波长的直接红光；在波长转换构件处接收直接红光的至少一部分；以及使用波长转换构件将所接收的直接红光转换成具有700到760nm、优选地720到760nm的最大发射波长的远红光，从而允许影响植物的光形态建成。

[0021] 根据本发明的第三方面，提供了一种包括如本文中描述的至少一个园艺照明设备的照明器。

[0022] 园艺照明设备被布置成生成园艺光。术语“园艺光”可以以示例的方式涉及具有拥有从400-475nm的范围中选择的第一波长处和从600-800nm的范围中选择的第二波长处的光强度的光谱分布的光。这并不暗示来自园艺照明设备的光在被接通时将总是包括两个区

域中的强度。照明设备可以提供具有在光谱范围中的仅一个中的强度的光(诸如蓝光或(远)红光),或者具有在不同光谱范围中的强度的光。另外,由于该设备可以包括多个LED的事实,很可能的是,一个或多个LED主要发蓝光,而一个或多个其他LED可以主要发(远)红光(也参见下文)。短语“从范围中选择的波长”也可以包括波段发射机、甚至尽管至少在所述范围中的波长处发射但是也在该范围之外发射的波段发射机的使用。该短语可以尤其但并非排斥性地包括具有在该范围中的主导发射波长的发射机。

[0023] 术语“园艺”涉及用于人类使用的(密集)植物培育并且在其活动方面非常多样,合并用于食物的植物(水果、蔬菜、蘑菇、烹饪用草本植物)和非食物作物(花、树和灌木、草坪草、啤酒花、葡萄树、医药草本植物)。术语“作物”在本文中用来指示被种植或种植过的园艺植物。针对食物、布料等大规模种植的同一种类的植物可以被称为作物。作物是被种植以作为例如食物、牲畜饲料、燃料来收割或用于任何其他经济目的的非动物物种或者变种。术语“作物”可以也涉及多种作物。园艺作物可以尤其指的是食物作物(西红柿、胡椒、黄瓜和生菜)以及(潜在地)产出这样的作物的植物,诸如西红柿植株、胡椒植株、黄瓜植株等。园艺在本文中一般地涉及例如作物和非作物植物。作物植物的示例为水稻、小麦、大麦、燕麦、鹰嘴豆、豌豆、豇豆、扁豆、绿豆、黑豆、大豆、菜豆、蚕豆、亚麻籽、芝麻、科萨利(Khesari)、桤麻(Sunhemp)、辣椒、茄子、西红柿、黄瓜、秋葵、花生、土豆、玉米、珍珠粟、黑麦、紫花苜蓿、萝卜、卷心菜、生菜、胡椒、向日葵、甜菜、蓖麻、红三叶草、白色三叶草、红花、菠菜、洋葱、大蒜、芜菁、西葫芦、甜瓜、西瓜、黄瓜、南瓜、洋麻、油棕、胡萝卜、椰子、木瓜、甘蔗、咖啡、可可豆、茶、苹果、梨、桃子、樱桃、葡萄、杏仁、草莓、菠萝、香蕉、腰果、爱尔兰、木薯、芋头、橡胶、高粱、棉花、黑小麦、木豆和烟草。特别感兴趣的是番茄、黄瓜、胡椒、生菜、西瓜、木瓜、苹果、梨、桃、樱桃、葡萄和草莓。

[0024] 园艺作物可以尤其被种植在温室中。因此,本发明尤其涉及所述设备和/或方法在温室中的应用。所述设备可以被布置在植物之间,或者在将成植物之间,这被称为“居间照明”。像是西红柿植株的丝上园艺种植可以是居间照明的特别应用领域,该应用可以利用本设备和方法来解决。所述设备也可以被布置在植物或将成植物之上。尤其当在相互的顶上的层中种植园艺作物时人工照明是必要的。在层中种植园艺作物被指示为“多层种植”并且可以发生在植物工厂中。同样在多层种植中可以应用所述设备和/或方法。

[0025] 因此,在根据本发明的第四方面中,提供了一种尤其从包括温室和植物工厂的组中选择的园艺应用,其中园艺应用还包括诸如本文中描述的园艺照明设备或照明器。在一实施例中,这样的园艺应用包括多个所述照明器,其中所述照明器被可选地配置成在所述园艺应用内,侧向照射作物。在另一实施例中,园艺应用包括用于多层作物种植的多个层,园艺应用还包括被配置用于照明所述多个层中的作物的多个所述照明器。

[0026] 尤其在其中成行种植园艺作物的温室中,可以应用作物的侧向光照。短语“作物的侧向光照”尤其指示这样的照明设备配置:在作物的生长过程的至少一部分期间,从一侧照射该作物。这并不排除(附加的)顶部照明,但是根据本发明的至少园艺照明设备被配置使得在作物的生长过程的至少一部分期间从作物的一侧照明作物。假定成行的作物种植,则园艺照明设备的至少一部分、尤其是其发光表面的至少一部分可以被布置在作物的行之间。因此,根据本发明的园艺照明设备的至少一部分可以具有水平传播组件并且照射一个或多个作物。侧边照明的优点是作物可以被更好地(更完整地)照射,能量使用更高效并且

因此可以减少总的能量消耗,并且尤其是利用本发明的设备,可以有可能选择特定的颜色来满足特定期中的作物的要求。

[0027] 注意,本发明涉及权利要求中记载的特征的所有可能的组合。

附图说明

[0028] 现在将参考示出本发明的实施例的附图更详细地描述本发明的这个和其他方面。

[0029] 图1示出了光敏色素减少(Pr)和光敏色素远红(Pfr)的典型波长相关吸收光谱。

[0030] 图2示出了根据本发明当前优选的实施例的照明设备的基本结构的示意性截面侧视图。

[0031] 图3示出了根据本发明的供替换的实施例的包括附加固态光源的照明设备的截边结构的示意性截面侧视图。

[0032] 图4图示了根据本发明的一个实施例的属于通过使用荧光染料作为波长转换构件而使用直接红色LED来产生远红光发射的光激发的光发射。

[0033] 图5图示了根据本发明的第三方面的照明器。

[0034] 图6和7示意性地描绘了根据本发明的第四方面的一些应用。

[0035] 在图2和3中,层和区域的尺寸被夸大以用于说明性目的,并且因此被提供来图示本发明的实施例的一般结构。

具体实施方式

[0036] 现在将参考其中示出本发明当前优选的实施例的附图在下文中更充分地描述本发明。然而,本发明可以以许多不同的形式来体现,并且不应当被解释为限于本文中阐述的实施例;相反,这些实施例被提供用于透彻性和完整性,并且向技术人员充分传达本发明的范围。

[0037] 在植物培育中,期望使用直接红光和/或远红光。红光具有例如用于植物光形态建成的最优波长。通过应用远红,可以实现对于植物生长具有有益效果的日光末尾处理,提供更长的茎干,这例如对于切花和籽苗是重要的,而增大叶子和提高生长速率对于有叶绿植等而言是重要的。

[0038] 不同形式的光敏色素(光敏色素减少(Pr)和光敏色素远红(Pfr))被包含进来并且调节植物中的一系列分子和生理学响应,诸如前面所例示的那些。如从Pr和Pfr的波长相关吸收光谱可见的,参见图1,这些分子可以分别对于以红色和远红为中心的波长范围内的光作出反应。通过控制植物的红光照与远红光照的比率,因此有可能通过Pr和Pfr的光生理学响应控制植物中的生理学过程,像是开花诱导、茎干伸展、发芽等。

[0039] 本发明的一般构思是提供一种用于生成在光谱的远红波长区域中的光的高效方法和照明设备。根据本发明的一实施例,这可以通过利用发射直接红光的固态光源连同被布置成将所述直接红光转换成所述远红光的波长转换构件来实现。与利用蓝光或UV光转换的方法相比,红光和远红光之间小的波长移位具有内在较低的斯托克斯损耗,允许实现更高效的植物光照。实现期望光发射所需的少量组件在生产根据本发明的光源时易组装、低材料消耗以及价格的方面是进一步有利的。

[0040] 为了促进易于在植物培育中实施的照明设备,可以将固态光源和波长转换构件进

一步组装成单个单元。

[0041] 图2图示了根据本发明当前优选的实施例的园艺照明设备100的基本结构的示意性截面侧视图。照明设备包括支撑物104上被布置成发射直接红光的固态光源102(在该实施例中为LED)和被布置成将所述直接红光转换成远红光的波长转换构件106。根据该实施例,如图2中所图示的是分散在主材料108中的所述波长转换构件106,形成波长转换构件层112。主材料108可以对于与本发明有关的波长范围中的光是至少半透明的。应当注意的是,如图2中公开的实施例具有以下优点:波长转换构件106可以位于距固态光源102一定距离处,从而减少与固态光源102的热接触,否则这可能对于波长转换构件106、固态光源102或两者的物理性质具有负面作用。该设计还提供通过选取分离波长转换构件层112和固态光源102的(一个)中间材料层/多个中间材料层110而量身定制组成部件的光学性质以便改进从所述设备输出的光的更大的可能性。然而,至少部分地将波长转换构件直接定位在固态光源上也可以在本发明的范围内。

[0042] 作为非限制性示例,主材料由透明聚合物材料制成,例如诸如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)之类的丙烯酸聚合物、诸如聚碳酸酯(PC)和聚对苯二甲酸乙二酯(PET)之类的聚酯、环氧树脂、聚乙烯醇(PVA)、聚氨酯、聚苯乙烯或硅酮。波长转换构件层可能由分散在前面提到的主材料中的一个或多个中的波长转换构件的粒子组成,所述主材料然后被嵌入从前面提到的材料中选取的一个或多个其他主材料中。

[0043] 替换地,主材料可以是玻璃或陶瓷材料。

[0044] 替换地,波长转换构件层可以完全由波长转换构件本身形成,例如在波长转换构件是无机磷光体的情况下,其可以是成形的陶瓷成分或者其可以是生长的单个晶体。

[0045] 波长转换构件层可以例如是独立的组件,或者可以通过例如涂布、打印或胶合而施加在衬底上。

[0046] 作为非限制性示例,中间材料层/多个中间材料层可以由空气或从例如硅酮或环氧树脂中选取的透明材料制成。

[0047] 根据另一实施例,可以调整来自所述固态光源、撞击在所述波长转换构件上的所述直接红光的部分。根据该实施例,照明设备包括固态光源、波长转换构件以及可能的屏蔽装置。通过改变波长转换构件的位置,和/或通过改变所述固态光源的位置,和/或通过改变所述屏蔽装置的位置,可以调整直接红与所述远红的比率。因此不需要超量的固态光源来获得来自根据本发明的改进效率、简化组装且进一步降低成本的照明设备的红光与远红光之间的期望光输出比。如何调整从例如LED的光源发射的光撞击在波长转换构件上的量的论题例如公开在US 2010/0254115中,对US2010/0254115做出参考。

[0048] 根据本发明的另一实施例,如图3中所图示的,可以在包括被布置成发射所述直接红光的至少一个附加固态光源302连同被布置成照射波长转换构件106的固态光源102的单个园艺照明设备300中调谐所述直接红光与所述远红光的比率。在这样的单个照明设备单元300中,通过独立地调节被布置成照射波长转换构件106的固态光源102和附加固态光源302的强度来调谐所述直接红光与所述远红光的比率。在该特定实施例中,尽管并非强制的,但是反射面板304被布置在两个所述光源之间以增大来自所述单个照明设备单元300的光发射并减少从所述附加光源302撞击在所述波长转换构件上的光。该实施例提供了调谐所述直接红光与所述远红光的比率并且改进红光光谱成分和/或远红光光谱成分的光强度的附

加自由度,如对于改进的植物培育所期望的。

[0049] 根据本发明的另一实施例,单个照明设备单元包括被布置成发射蓝光或白光的至少一个附加固态光源,以便进一步刺激植物生长。

[0050] 波长转换构件可以包括磷光体材料,其在本发明的上下文中将被理解为在冷光、荧光或磷光过程中激发后表现出光发射的材料或物质。下面是三种不同类型的例示磷光体,其可以充当高效的波长转换构件。应当注意的是,波长转换构件可以与固态光源远程地被定位,或者被直接定位在固态光源上。

[0051] 首先,波长转换构件可以包括量子点(QD)。QD是通常具有仅数十纳米的宽度和直径的半导体材料的小晶体。它们具有以下优点:当被入射光激发时,它们发射其中光波长由QD的尺寸和材料确定的光。另外,它们显示出非常窄的发射波段并且因此提供饱和颜色,其中特定颜色的光输出可以通过量身定制所使用的QD的材料和尺寸来产生。在红色激发时具有远红中的发射的QD可以例如通过使用包括从由(但不限于)II-VI和III-V QD(优选地InP、CdTe、CdTe/CdSe核-壳结构)、诸如CdSe_xTe_y之类的三元混合物或者诸如Cu_xIn_ySe₂或Cu_xIn_yS₂之类的黄铜矿QD组成的组中选择的材料的QD来实现。QD可以外覆有诸如CdS和ZnS之类的较高带隙的材料以用于增强的发射性质。

[0052] 其次,波长转换构件可以包括无机磷光体,其中所述无机磷光体包括掺杂有Cr³⁺的材料、优选地从由Y₃Ga₅Q₁₂:Cr、LaAlQ₃:Cr和Gd₃Ga₅O₁₂:Cr组成的组中选择的材料,其中Gd₃Ga₅O₁₂:Cr是更优选的,因为其低的能量激发带位于650nm附近。替换地,可以使用具有高Cd组分的(Zn,Cd)S:Ag磷光体,因为这些也已知具有远红中的发射最大值。

[0053] 再次,波长转换构件可以包括荧光染料,其中所述荧光染料优选地为作为远红发射染料族成员、也被称为茈萸环酮(perylene perinone)的(例如烷氧基)取代的3,4,9,10-茈萸四羧酸二苯并咪唑(PTCBI),并且更优选地为3,4:9,10-双(1,2-苯并咪唑)-1,6,7,12-四(4-壬基苯氧基)茈萸(同步/反异构体)。该染料已经显示出具有在550-670nm处的吸收性并表现出在范围650-850nm中的发射(M.G. Dabije等人的, Appl. Optics 50, 163 (2011))。此外,据报道对于当在聚碳酸酯主材料中时的该染料,具有80%的量子产出。茈萸环酮的bay取代(bay-substitution)不限于在该示例中使用的4-壬基苯氧基,而是也可以是一系列其他烷氧基,包括诸如4-三-辛基苯氧基之类的其他烷基苯氧基。

[0054] 如图4中所图示的,已经显示使用以620nm处的最大发射波长发射的LED,有可能通过使用包括在1mm厚的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)主材料中混合的荧光染料(3,4:9,10-双(1,2-苯并咪唑)-1,6,7,12-四(4-壬基苯氧基)茈萸(同步/反异构体))的波长转换材料来生成波长范围650-850nm中的光发射。在该特定实施例中,包含波长转换构件的主材料距LED远程地放置。

[0055] 本领域技术人员认识到,本发明绝不限于前面描述的优选实施例。相反,许多修改和变型可能在所附权利要求的范围内。

[0056] 例如,在本发明的一个实施例中固态光源可以是有机发光二极管(OLED)或激光二极管(LD)。

[0057] 根据一个实施例,固态光源可以被布置成发射具有620±10nm的最大发射波长的光。根据另一实施例,固态光源可以被布置成发射具有640±10nm的最大发射波长的光。根据又另一实施例,固态光源可以被布置成发射具有660±10nm的最大发射波长的光。

[0058] 图5示意性地示出了根据本发明的第三方面的照明器400。该照明器包括一个或多个根据本发明的第一方面的园艺照明设备。

[0059] 图6示意性地描绘了例如用于西红柿种植的园艺应用。附图标记1000指示园艺应用,此处以示例的方式指示温室。园艺作物用附图标记1指示。附图标记2指示可能的(多个)水果,在该情况下为西红柿。西红柿作物仅用作图示一些方面的示例。作物或西红柿植株被成行布置。行之间并且因此植株之间的间距用附图标记L1指示,并且可以例如在1-2m的范围中,诸如1.5m。用附图标记H指示的距地平面的总高度可以例如在2-4m的范围中,诸如约3m。该总高度中尤其与园艺照明相关的部分可以覆盖高度H1,并且在0.5-1m的范围中,并且为地平面上方约高度H2,该高度H2可以在0.5-1.5m的范围中,尤其是约1m。照明器500可以尤其在所述高度H1上处理园艺作物;然而,在左侧仅以示例的方式示出了相对高的照明器500。附图标记d指示照明器500(的(多个)发光表面)与作物1之间的距离。附图标记511指示由照明器500在操作期间生成的园艺光。照明器500可以包括多个园艺照明设备100。

[0060] 接着将参考图7讨论园艺应用的另一实施例。附图标记1200指示园艺应用,此处以示例的方式指示具有多行作物1的植物工厂。在该实施例中,如本文中描述的照明器500被用于多层种植。多层用附图标记1010指示。在该情况下所有的园艺照明设备510在操作期间在朝向植物的同一方向上发射园艺光511是有益的。在该情况下,将园艺照明设备510夹在两个箔360之间可能是有利的。优选地,通过合并包含基于诸如TiO₂之类粒子的白漆的层来使得在园艺照明设备510后部的箔漫反射。优点是由植物反射回照明器500的光被重复利用。

[0061] 附加地,根据对图、公开内容和所附权利要求的研究,技术人员在实践所要求保护的发明时可以理解和实现对于所公开的实施例的变型。在权利要求中,措辞“包括”并不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一个”或“一”并不排除多个。某些措施记载在相互不同的从属权利要求中的简单事实并不指示这些措施的组合不能被有利地使用。

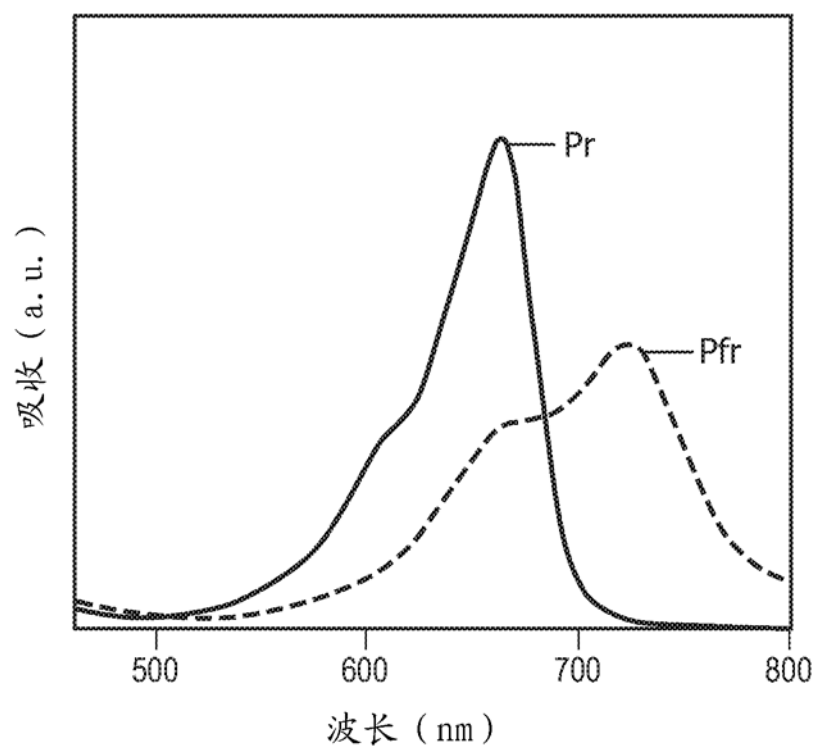


图 1

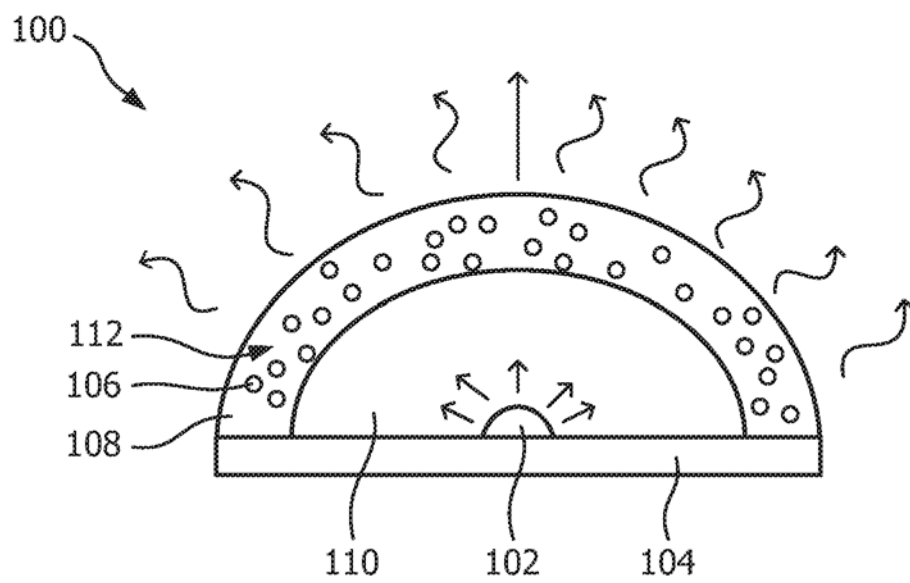


图 2

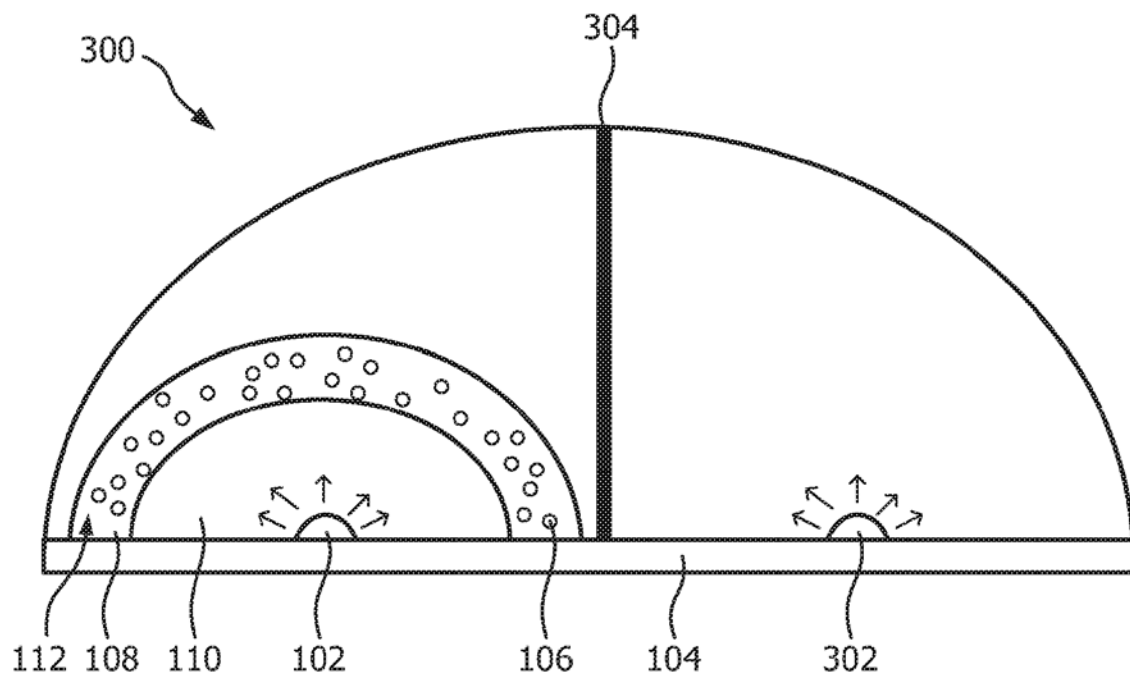


图 3

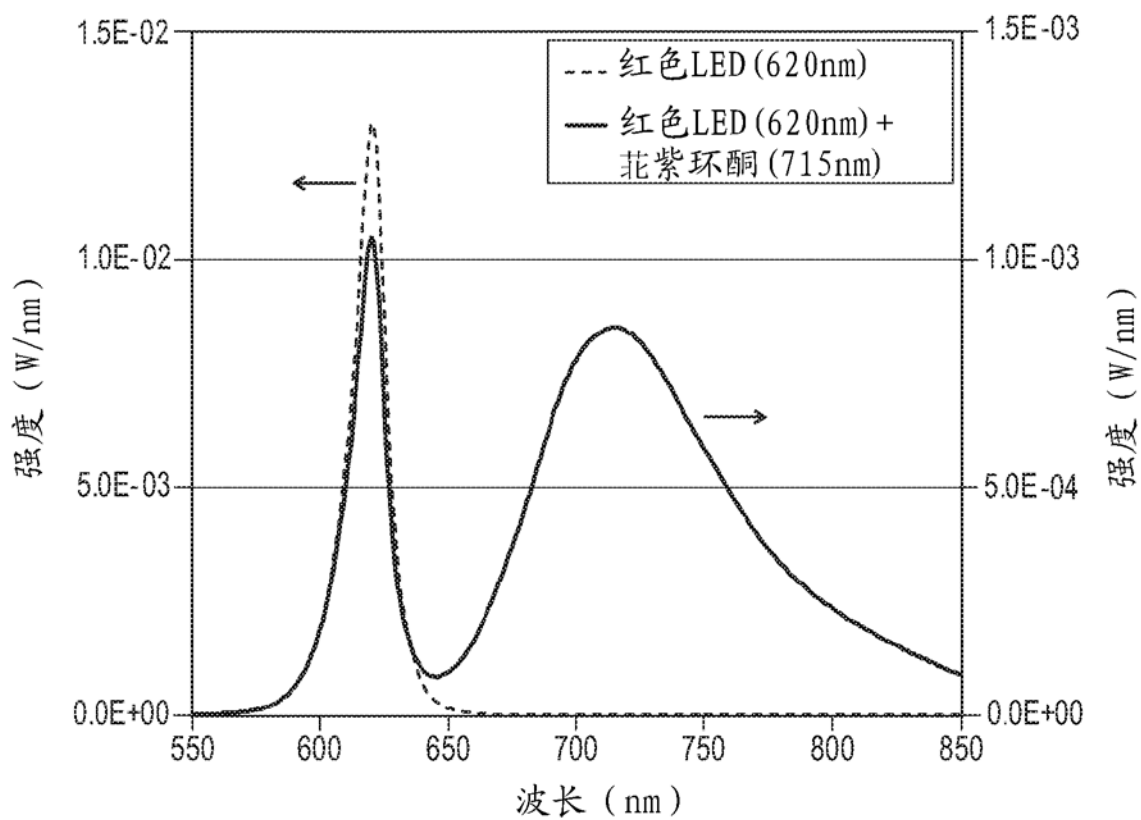


图 4

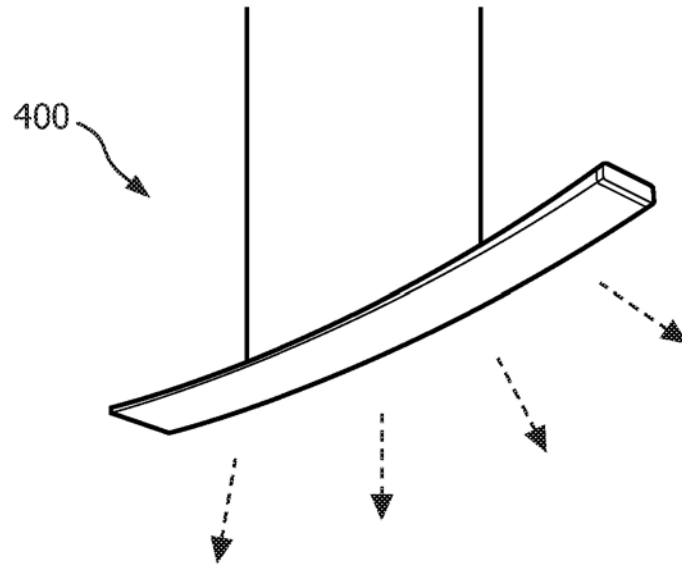


图 5

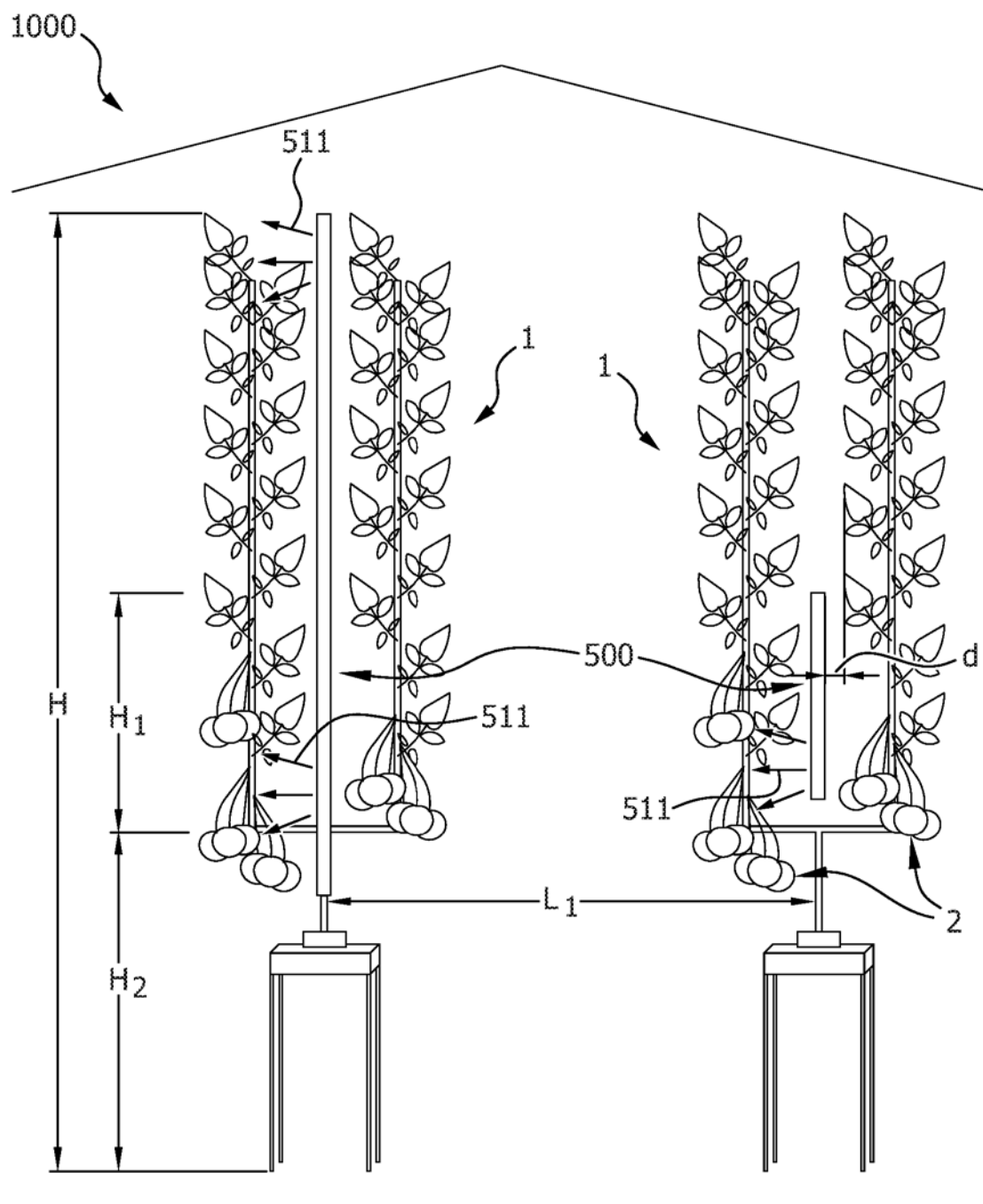


图 6

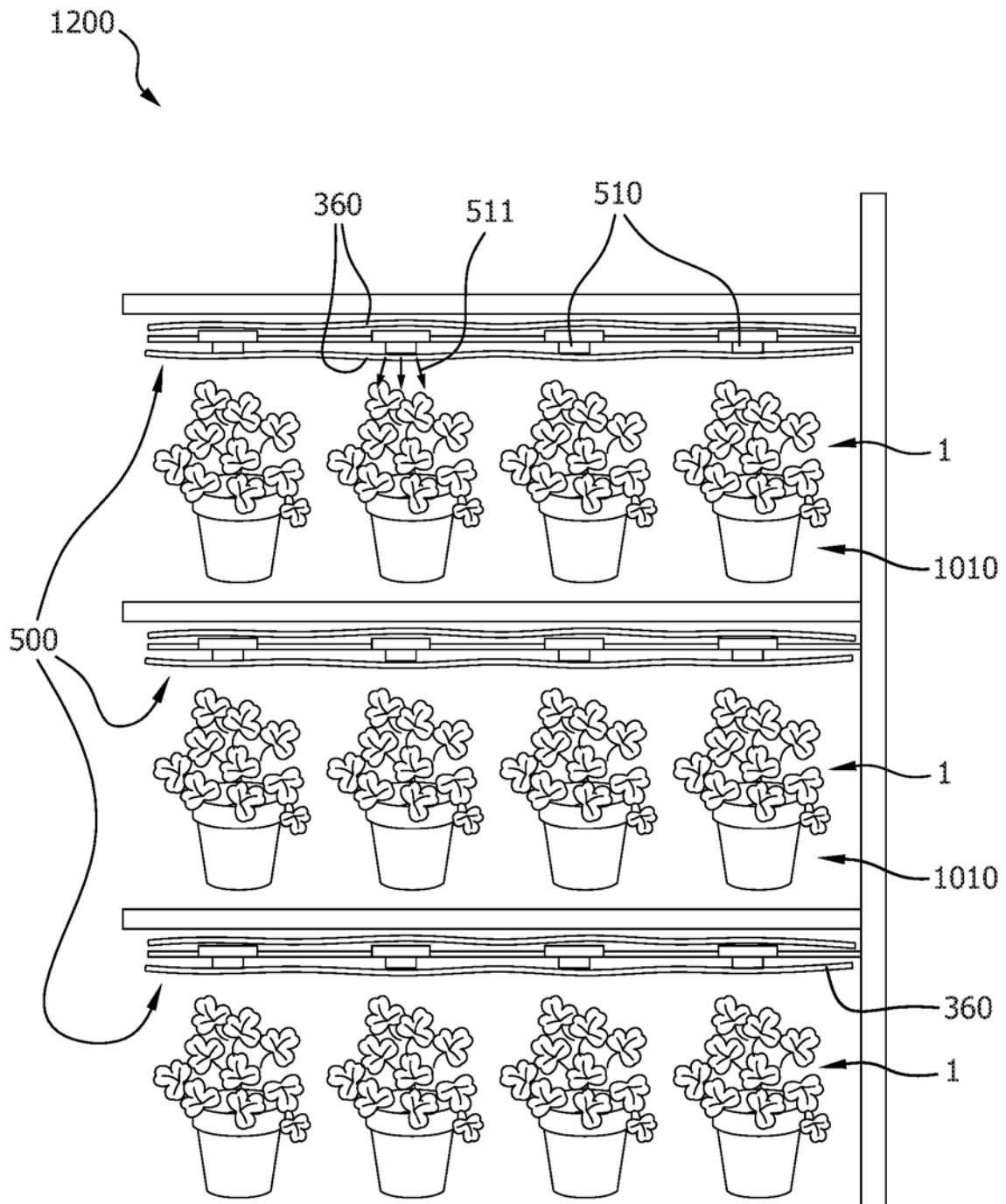


图 7