



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102811606 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201180015391.9

F21V 15/01(2006.01)

(22) 申请日 2011.03.16

F21V 29/503(2015.01)

(30) 优先权数据

F21V 29/57(2015.01)

10157177.6 2010.03.22 EP

F21Y 101/02(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2012.09.21

CN 101484992 A, 2009.07.15, 具体实施方式及附图 1-2.

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 101641549 A, 2010.02.03, 全文.

PCT/IB2011/051095 2011.03.16

CN 1973352 A, 2007.05.30, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据

WO 2007/093607 A1, 2007.08.23, 全文.

WO2011/117778 EN 2011.09.29

WO 2009/133495 A1, 2009.11.05, 全文.

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

US 2003076021 A1, 2003.04.24, 全文.

地址 荷兰艾恩德霍芬市

审查员 冯勋伟

(72) 发明人 C·塔纳斯 R·F·M·范埃尔姆普特

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

A01G 7/04(2006.01)

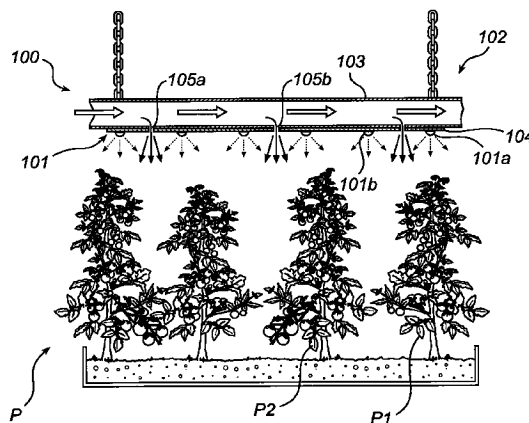
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

具有冷却配置的照明系统

(57) 摘要

本发明提供了一种用于控制植物生长的照明系统 (100、200、300), 该系统包括: 被适配为发射具有预定波长或波长范围的光的固态 / 半导体光源的阵列 (101、201、301); 以及冷却配置 (102、202、302), 其包括导管 (103、203、303), 该导管具有至少一个用于接收气态冷却介质的入口孔以及用于从所述冷却配置释放所述气态冷却介质的多个出口孔 (105、205、305), 所述冷却配置与所述光源机械接触并且热接触。本发明还提供用于控制温室或生长箱中的植物的生长的方法。本发明允许通过修改植物局部周围的条件 (光强度、温度、CO₂浓度) 来促进植物的光合作用。



1. 一种用于控制植物生长的照明系统 (100、200、300), 所述系统包括:

- 被适配为发射具有预定波长或波长范围的光的固态光源的阵列 (101、201、301);
- 冷却配置 (102、202、302), 其包括用于传导冷却介质的导管 (103、203、303), 所述导管具有至少一个用于接收气态冷却介质的入口孔以及用于从所述冷却配置释放所述气态冷却介质的沿所述导管的长度方向布置的多个出口孔 (105、205、305), 所述冷却配置与所述光源机械接触并且热接触;

其中所述导管是用于将热量传递到所述导管内流动的冷却介质, 以及所述出口孔是用于释放经加热的冷却介质。

2. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中所述导管 (103、203、303) 是导热的。

3. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中所述出口孔 (105、205、305) 是可封闭的。

4. 根据权利要求 3 所述的照明系统, 其中所述出口孔 (105、205、305) 是可变地封闭的, 以便所述出口孔的尺寸是可调整的。

5. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中所述冷却配置形成开放式系统。

6. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中所述冷却配置能够连接到 CO₂ 源。

7. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中所述导管 (103、203、303) 的至少一部分与所述光源热连接。

8. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 其中将所述固态光源的阵列 (101、201、301) 配置在所述导管的外部之上。

9. 根据权利要求 8 所述的照明系统, 其中所述出口孔 (105、205、305) 位于所述导管的与所述光源相同的一侧。

10. 根据权利要求 1 所述的照明系统, 还包括一个或多个以下设备和监视器: 用于控制所述出口孔的尺寸的封闭控制设备; 光输出控制设备; 温度监视器; CO₂ 含量监视器; 以及时钟或定时器。

11. 一种用于控制温室或生长箱中的植物的生长的方法, 所述方法包括以下步骤:

- 提供根据权利要求 1 到 10 中的任意一个所述的系统, 其中所述光源的阵列和所述多个出口孔位于所述温室或生长箱的内部;

- 经由所述至少一个入口孔将包含 CO₂ 的冷却介质引入所述导管中;

- 经过所述导管传导所述冷却介质, 从而所述冷却介质可以吸收由所述光源的阵列生成的热量; 并且

- 允许所述冷却介质经由一个或多个所述出口孔从所述冷却配置逃离到所述温室或生长箱中。

12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述光源中的至少一个和所述多个出口孔中的至少一个均位于将要被控制生长的植物的附近。

13. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述冷却介质是从所述温室或生长箱的外部收集的环境空气。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 包括在允许所述冷却介质从所述冷却配置逃离到所述温室或生长箱中之前向所述冷却介质补充 CO₂ 的步骤。

15. 根据权利要求 11 到 14 中的任意一个所述的方法, 其中冷却介质具有至少 500ppm 的 CO₂ 含量。

16. 根据权利要求 11 到 14 中的任意一个所述的方法,其中冷却介质具有至少 1000ppm 的 CO₂含量。

17. 根据权利要求 11 到 14 中的任意一个所述的方法,其中冷却介质具有至少 1300ppm 的 CO₂含量。

具有冷却配置的照明系统

技术领域

[0001] 本发明涉及固态光源以及它们在促进温室或生长箱中的农作物的生长的用途。

背景技术

[0002] 在（使用日光的）温室和（不具有日光的）生长箱中，植物全年都在生长。温室或生长箱的封闭环境要求不同的参数的良好控制，以便提供植物的最佳的光合作用。控制光合作用并且因此控制植物生长的三个最重要参数是环境光强度、温度和二氧化碳（CO₂）浓度。如今存在各种控制系统，用于通过例如使用用于增加温室或生长箱中的 CO₂浓度的 CO₂生成器和附加的照明配置来控制所述参数中的一个或多个参数，以监视和 / 或控制植物的生长。

[0003] 通常将温室中的 CO₂的大体浓度升高到大约 1300ppm 来实现使用常规系统的 CO₂增加。但是，该系统的缺点在于：靠近植物的树叶位置（光合作用在这里发生）的 CO₂浓度可能较低（例如由于损耗），并且不足以实现光合作用中希望的增加。

[0004] 为了对于温室和生长箱提供附加照明，高亮度、高度有效的发光二极管（LED）由于它们的低能量消耗、良好效率、低成本和调整颜色输出的可能性而变得越来越引人注目。

[0005] LED 的光输出取决于大量因子如 LED 的亮度、用于创建特定光图案的任意光学元件、向 LED 传递的电流、LED 的结温（即 LED 的发光部分的温度）。总而言之，对于具体的结温报告 LED 的光输出。光输出随着由 LED 的操作生成的温度的增加而减小，并且因此对于更高的温度降低 LED 的效率。此外，LED 的寿命也受到结温的影响，更高的结温减小设备的寿命。

[0006] 在操作期间可以使用各种方法来冷却 LED。一种常用的技术是将 LED 热耦合到散热器，该散热器将由 LED 生成的热量散发到环境中。可选择地，可以使用受迫空气和液体来冷却 LED。这些方法可能导致足够的结温降低从而获得希望的光输出。但是，对于单独 LED 光输出的增加的不变希望引起了对于超出常规散热器的能力的热管理的需求。

[0007] WO 2007/093607 公开了一种用于刺激植物生长的照明设备。该照明设备具有用于发射具有预定波长范围中的至少一个波长的光的固态光源。该固态光源与冷却介质接触，该冷却介质具有 -50°C 到 0°C 之间并且优选地 -50°C 到 -20°C 之间的温度范围。但是，该冷却介质的使用是不利的，其需要将介质封装到至少两个管道中。

[0008] 因此，显然在本领域中需要改进的基于 LED 的照明设备并且特别地在大规模温室和生长箱中用于促进或控制植物生长的照明设备。

发明内容

[0009] 本发明的一个目的在于至少部分地克服现有技术的问题并且提供一种用于 LED 的改进的热管理的策略，以促进或控制植物的生长，同时还提供对影响植物生长的条件的改善控制。

[0010] 根据第一方面，本发明提供了一种用于促进植物的生长的照明系统，该系统包

括：

[0011] 被适配为发射具有预定波长或波长范围的光的固态光源的阵列；以及

[0012] 冷却配置，其包括用于传导冷却介质的导管，该导管具有至少一个用于接收气态冷却介质的入口孔以及多个用于从所述冷却配置释放所述气态冷却介质的出口孔，所述冷却配置与所述光源机械接触并且热接触。典型而言，该导管是导热的。并且典型而言，所述导管的至少一部分与所述光源热连接。

[0013] 典型而言，该冷却配置可连接到 CO₂的源。在本发明的实施方式中，将该冷却配置连接到 CO₂的源，例如 CO₂生成器或 CO₂罐子。

[0014] 本发明允许照明和 CO₂剂量在单个系统中的集成。可以将该系统靠近植物放置，使得靠近植物的树叶提供光和 CO₂，因而调节植物的局部周围的条件（光强度、温度、CO₂浓度），以便促进光合作用。通过同时提供光合作用所需要的光和 CO₂，根据本发明的系统可以非常有效地被用于提供在植物的局部周围特别是靠近树叶处的必要条件。

[0015] 通过在植物所在地提供 CO₂，可以有利地避免生长箱或温室中的高的 CO₂环境浓度。

[0016] 此外，通过本发明，可以避免用于照明和 CO₂补充的独立系统的使用，因此降低成本。

[0017] 本发明的照明系统具有简单的构造。可以将其制造的非常纤细，从而很大程度上降低或避免了日光的阻挡（又被称为日光拦截）。

[0018] 除了向植物提供光和 CO₂之外，根据本发明的该系统具有可以由 LED 将从该系统释放的该冷却介质加热到比温室或生长箱中的环境温度更高的温度的优点，并且因此当该冷却介质被释放时可以进一步增加植物局部周围的温度，这进一步增加了光合作用。此外，在植物方向上释放的暖流动介质可以防止已知的病原体（如真菌）生长偏爱的高湿度水平。

[0019] 在本发明的实施方式中，该出口孔可以是可封闭的。具体而言，该孔可以是可变地封闭的，因而该出口孔的尺寸是可调整的。这样，可以控制该冷却介质的释放。为了对植物提供希望的 CO₂增加，能够控制包含 CO₂的冷却介质的释放是特别有利的。

[0020] 典型而言，该冷却配置可以形成被适配为从该温室或生长箱外部吸收空气并且将其释放到该温室或生长箱内的开放式系统。

[0021] 在本发明的实施方式中，将该固态光源的阵列配置在所述导管的外部之上。然后该出口孔可以典型地位于该导管的与该光源相同的一侧。

[0022] 在本发明的实施方式中，该系统还可以包括一个或多个以下设备和监视器：用于控制该出口孔的尺寸的封闭控制设备；光输出控制设备；温度监视器；CO₂含量监视器以及时钟或定时器。因此，基于与有关参数之一（具体而言，温度、冷却配置中的该冷却介质的 CO₂浓度、植物周围的 CO₂浓度、LED 功率消耗和光强度）相关的信息，可以通过控制例如 LED 功率供应、作为冷却介质的空气的吸入、该冷却介质的 CO₂补充和 / 或该出口孔的尺寸来调整一个或多个其他参数，因而提供最佳条件。

[0023] 在另一个方面中，本发明涉及一种用于控制温室或生长箱中的植物的生长的方法，该方法包括以下步骤：

[0024] 提供如上所述的系统，其中，所述光源的阵列和所述多个出口孔位于该温室或生

长箱的内部；

[0025] 经由至少一个入口孔将包含 CO₂的冷却介质引入该导管中；

[0026] 经过该导管传导所述冷却介质，从而该冷却介质可以吸收由所述光源的阵列生成的热量；并且

[0027] 允许所述冷却介质从所述冷却配置经由一个或多个该出口孔逃离到该温室或生长箱中。

[0028] 典型而言所述光源中的至少一个和所述多个出口孔中的至少一个位于将要被控制生长的植物的附近。

[0029] 根据本发明的该方法有利地在该植物所在地同时提供光和 CO₂，其中光和 CO₂在该植物所在地是最有用的。因此，通过控制植物局部周围的 CO₂浓度，可以在该温室或生长箱中避免对于人类可能有害的高 CO₂环境浓度。此外，该冷却介质围绕植物的流动可以通过保持植物周围的湿度处于适度水平，阻止病原体微生物特别是真菌的生长。上文描述了关于本发明的方法中所使用的照明系统的其他优点。

[0030] 在本发明的实施方式中，该冷却介质是从该温室或生长箱的外部收集的环境空气。这是非常有利的，因为空气是便宜的冷却介质并且当使用外部空气时通常不需要冷却介质的独立冷却。该方法因此是非常节能的。

[0031] 空气本身包含可以用于促进光合作用的 CO₂。然而，当冷却介质具有比普通空气的 CO₂含量更高的 CO₂含量时，该方法更有效。该方法因此可以包括在允许该冷却介质从该冷却配置逃离到该温室或生长箱中之前向该冷却介质补充 CO₂的步骤。具体而言，当使用外部空气作为该冷却介质时，向该冷却介质补充 CO₂以便允许增加围绕植物的 CO₂浓度因此是特别有利的，这是通过在植物的方向中从该冷却配置释放包含 CO₂的冷却介质来实现的。

[0032] 在本发明的实施方式中，冷却介质具有至少 500ppm，优选地至少 1000ppm 或更优选地至少 1300ppm 的 CO₂含量。

[0033] 注意到本发明涉及权利要求中所述的特征的全部可能的组合。

附图说明

[0034] 现在将参考示出本发明实施方式的附图，更详细地描述了本发明的这些以及其他方面。

[0035] 图 1 示出了根据本发明的一个实施方式的照明系统的横截面长侧视图。

[0036] 图 2a 和 2b 示出了根据本发明的其他实施方式的照明系统的横截面侧透视图。

[0037] 图 3 示出了根据本发明的另一个实施方式的照明系统的横截面短侧视图。

具体实施方式

[0038] 图 1 示出用于特别是在温室或生长箱中控制和 / 或促进植物的生长的照明系统的第一实施方式。图 1 的实施方式特别适用于被配置（例如悬挂）在与要影响的植物相距短距离。

[0039] 照明系统 100 包括固态光源 101a、101b 等等的阵列（101）（统称为光源 101），这里是安装在冷却配置 102 上并且与冷却配置 102 热接触的 LED，该冷却配置 102 包括导管 103，导管 103 具有入口孔（未示出）和多个出口孔 105a、105b 等等。将光源 101 电耦合到

电源（未示出）以便它们的操作。

[0040] 对于光合作用，植物主要使用波长范围为 400–500nm（蓝光）和 600–700nm（红光）的光。但是取决于农作物的类型，植物可以使用整个可见频谱（白光）的光。因此，LED 101 可以被适配成发射波长范围从 400nm 到 800nm 或者具有一个或多个它们的子范围（如 400–500nm 和 / 或 600–700nm）的光。

[0041] 冷却配置 102 包括导管 103，可以通过导管 103 传导气态冷却介质。导管 103 具有至少一个用于接收冷却介质的入口孔（未示出）。典型地借助可选择地与空气压缩机（未示出）组合的泵（未示出）将该介质抽吸到导管 103 中。

[0042] 冷却配置 102 经由被连接到散热器 104 的 LED 印刷电路板 (PCB) 与 LED 101 热接触。该 PCB 是至少部分地导热的，并且可以包括陶瓷、玻璃增强环氧树脂层压板（如 FR4 或金属核心 PCB (MCPCB)）。通过允许热传导的任意常规手段将 LED 101 贴附到散热器 104。还能够经由 PCB 将 LED 直接连接到导管 103，即不使用散热器。

[0043] LED 101 被配置为在远离导管 103 的方向中发射光，该光适用于位于照明系统 100 附近的一个或多个植物 P1、P2 等等（统称为植物 P）。

[0044] 在沿导管 103 的长度方向配置多个出口孔 105a、105b 等等（统称为出口孔 105）。孔 105 允许在导管 103 中传导的冷却介质逃离到环境中。典型而言，全部出口孔 105 大体上位于导管 103 的相同的侧面上，这也典型是在该导管上装配 LED 101 的一侧。由于出口孔典型地位于导管 103 的意图面对植物的一侧上，所以冷却介质将在植物 P 的方向中从导管逃离。

[0045] 根据本发明，LED 在操作期间生成的热量经由散热器 104 向也是导热的导管 103 传导。导管 103 可以完全或部分地由导热材料形成，导热材料如金属（例如铝、铜）、具有足够的导热特性的塑料和陶瓷（例如具有矿物微粒的塑料）。然后通过辐射从导管 103 向在导管中流动的冷却介质传递热量。冷却介质可以经由孔 105 从冷却配置 102 逃离。因此，从 LED 去除热量并且因此可以将 LED 的温度有效地保持在可接受的水平。

[0046] 经由出口孔 105 释放的被加热的冷却介质可以改为或者另外在导管 103 之中进一步传导到末梢出口孔（未示出），其中该冷却介质可以经过该末梢出口孔从冷却配置 102 释放。该末梢出口孔可以位于温室或生长箱外部。

[0047] 系统 100 可以被放置为处于距植物数厘米到大约 2 米的距离。该距离典型而言取决于温室或生长箱的类型和 / 或植物的行配置。例如在使用多层植物行的非日光生长箱中，该照明系统可以被放置为处于距植物短到中等距离，如从数厘米到大约 1 米。在温室中，顶棚间 (intercanopy) 单元（见以下图 3）形式的照明系统可以被配置为处于距植物更大的距离，从数厘米到大约 1 米或更大或者甚至高达大约 2 米。

[0048] 该冷却介质典型地是空气，优选地是从温室或生长箱外部收集的环境空气即室外空气。可以使用常规 CO₂ 的源向该空气补充 CO₂。

[0049] 空气中 CO₂ 的正常含量是大约 340ppm。封闭温室中的生长植物能够在白天期间将 CO₂ 浓度降低到 200ppm，在该浓度上相当大地减小植物的光合作用。另一方面，已经示出环境 CO₂ 浓度的增加确定光合作用的增加。对于 Chysantemum 植物，环境 CO₂ 从 350ppm（空气中的正常值）到 1000ppm 的增加在 21°C 上导致光合作用 40% 的增加并且在 30°C 上导致光合作用 75% 的增加 (E. Rosenqvist, Green Knowledge, 2000 年第 22 卷)。为了避免 CO₂ 损

耗并且刺激农作物的生长,通常使用位于温室中并且通过燃烧基于碳的燃料(如天然气或丙烷)来操作的 CO₂生成器向温室补充 CO₂。可选择地,可以从罐子提供纯 CO₂。

[0050] 可以从常规 CO₂生成器或罐子向本发明中使用的冷却介质补充 CO₂。可选择地,用于冷却介质的 CO₂补充的生成器或罐子可以是与用于增加温室中的 CO₂的总浓度的单元相同的单元,只要使用了该单元。为了提供冷却介质的 CO₂补充,可以将冷却配置 102 可选择地经由第二入口孔连接到 CO₂生成器或 CO₂罐子。因此,可以在将冷却介质引入导管之前或之后向冷却介质补充 CO₂。在补充之后,在冷却介质中的 CO₂的含量可以是至少 500ppm、至少 800ppm、至少 1000ppm 或至少 1300ppm。冷却介质的希望的 CO₂含量典型而言取决于植物周围的希望的 CO₂浓度(其对于不同的农作物以及白天或夜晚期间的不同时间可能不同)以及取决于冷却介质的希望的流速。

[0051] 因此,LED 101 的照明的刺激提供和补充有 CO₂的冷却介质(或包括高浓度的 CO₂的任意介质)的释放在植物 P1 的直接周围促进植物生长。

[0052] 根据本发明的照明系统因此包括优选地形成开放式系统的冷却配置。典型而言随后不回收该冷却介质。

[0053] 出口孔 105 可以是可封闭的,优选地可变地封闭的,例如借助被配置为与导管 103 连接的一个或多个封闭组件。因此,可以调整出口孔 105 的尺寸。可以因此由导管 103 中的流速与出口孔 105 的尺寸的组合确定释放到温室中的冷却介质的流动。可以机械地调节或者可以由可选择地连接到如下文所述的其他控制设备的电子封闭控制设备来调节该封闭组件。

[0054] 该照明系统可以可选择地包括光输出控制设备,其可操作地连接到 LED 电源以控制光源的输出。此外,该系统可以可选择地包括一个或多个温度监视器,其用于监视 LED 系统特别是散热器和/或被加热的冷却介质的温度。

[0055] 该照明系统可以可选择地包括 CO₂含量监视器,用于提供关于温室或生长箱中的 CO₂浓度特别是植物 P 附近的 CO₂浓度的信息。

[0056] 此外,该照明系统可以可选择地包括时钟或定时器,其中,可以将流动控制设备、封闭控制设备和/或光输出控制设备互连到该时钟或定时器,从而可以控制空气流速、该出口孔的尺寸和/或光输出为时间或当日时间的函数。

[0057] 在控制系统中可以可选择地互连两个或更多个所述监视器和设备,以便完全地或部分地自动控制光强度、温度和/或到植物的 CO₂添加。例如,在反馈机制中可以使用温度信息和/或 CO₂含量信息来调节导管 103 中的冷却介质的流速、在冷却介质中通过来自 CO₂的源的 CO₂补充的 CO₂浓度、和/或出口孔 105 的尺寸。因此,对于具体的光输出,通过适当地适配导管 103 中的冷却介质的流速,可以优化冷却配置 102 的冷却含量,并且通过适当地调整出口孔 105 的尺寸和/或调整冷却介质的 CO₂补充的浓度,可以维持、增加或优化 CO₂含量(温室中的总体含量或者仅仅是植物附近的含量)。

[0058] 图 2a 和 2b 示出了本发明的照明系统的可替换的实施方式,在该实施方式中将光源集成在冷却配置中。参考图 2a,照明系统 200 包括如上所述的 LED 201 的阵列和冷却配置 202,具有出口孔 205,区别在于 LED 阵列 201 被配置在冷却配置 202 的导管 203 内部。在这些实施方式中,导管 203 至少部分地透射来自 LED 的光。将 LED 201 配置在 PCB 204 上,PCB 204 直接连接到固定器 206,固定器 206 依附到导管 203。不需要散热器。在图 2b 中,

照明系统 200 包括如上所述的 LED 201 的阵列和冷却配置 202, 具有出口孔 205, 并且使用固定脚 207 将 LED PCB 204 固定到导管 203 内部。不需要散热器。固定器装置 206 和 207 仅仅是用于将 LED PCB 固定在导管 203 内部的示例性的装置, 并且想到可以应用其他装置和技术方案将 LED 201 装配到导管 203 内部。

[0059] 图 3 示出了根据本发明的照明设备的另一个实施方式, 在该实施方式中, 如上参考图 2 所述地集成光源。但是还想到可以如参考图 1 所述将 LED 装配在导管 303 的外部。

[0060] 从照明系统 300 的短端横截面来看, 照明系统 300 是所谓的顶棚间单元。顶棚间照明系统 300 用于向位于照明系统 300 两侧的植物 (典型而言植物行) 提供光和 CO₂。照明系统 300 包括冷却配置 302 以及位于导管 303 的相对侧并且朝向各自的相邻植物的第一 LED 阵列 301、第二 LED 阵列 301'。

[0061] 冷却配置 302 包括如上所述导管 303, 导管 303 具有位于导管 303 的与 LED 301 的第一阵列相同侧的多个第一出口孔 305 并且另外具有位于与 LED 301' 的第二阵列相同侧的多个第二出口孔 305'。因此, 可以朝向两个植物行释放冷却介质。可选择地, 可以彼此独立地调节第一出口孔 305 的尺寸和第二出口孔 305' 的尺寸。

[0062] 在本发明的实施方式中, 冷却配置 102、202、302 也可以用于控制植物的环境温度。虽然更高的温度可以提高植物生长, 但是病原体和其他不希望的有机物的生长在更高温度也得到促进。因此, 可以优选地将植物周围的温度保持在适度的水平上例如 10-50 摄氏度。最佳温度取决于农作物并且还取决于是否希望保持植物处于有生长力的阶段 (高增长) 或者使其进入生殖阶段 (高果实生产)。从冷却配置释放的冷却介质可以助于维持植物周围的最佳温度, 降低病原体具体而言真菌的生长。另外, 在使用具有相对低的湿度的冷却介质例如外部空气的情况中, 冷却介质在植物附近的释放可以降低植物周围的湿度, 这可以防止诸如真菌的病原体的生长。

[0063] 根据本发明的实施方式, 可以控制照明系统的功能以提供用于促进植物的生长和健康的优化条件。例如, 可以调节该系统以在短时间段内提供包括冷却介质的 CO₂ 的高度释放, 以促进光合作用。可以将这个与当植物具有高光合作用能力时的具体当日时间相关联。可以适当地调整光输出、导管 103、203、303 中的冷却介质的流速以及出口孔 105、205、305、305' 的尺寸, 以与冷却介质的高度释放相结合, 在可接受的温度上提供希望的光强度。在其他情况中, 当不希望植物的 CO₂ 添加或温度控制时, 可以关闭孔 105、205、305、305', 从而将冷却介质仅用于冷却 LED。

[0064] 本领域的技术人员认识到本发明绝不限于上述优选实施方式。相反, 在所附权利要求的范围中可能具有许多修改和变化。例如, 该照明系统可以被适配为用于多层应用, 其中在该多层应用中可以在一个方向中 (典型而言如图 1 的向下方向) 发射光, 但是可以在导管的两侧上提供出口孔, 从而在多个方向中释放冷却介质, 朝向下方的植物并且朝向位于照明系统上面的架子上的植物的根部。

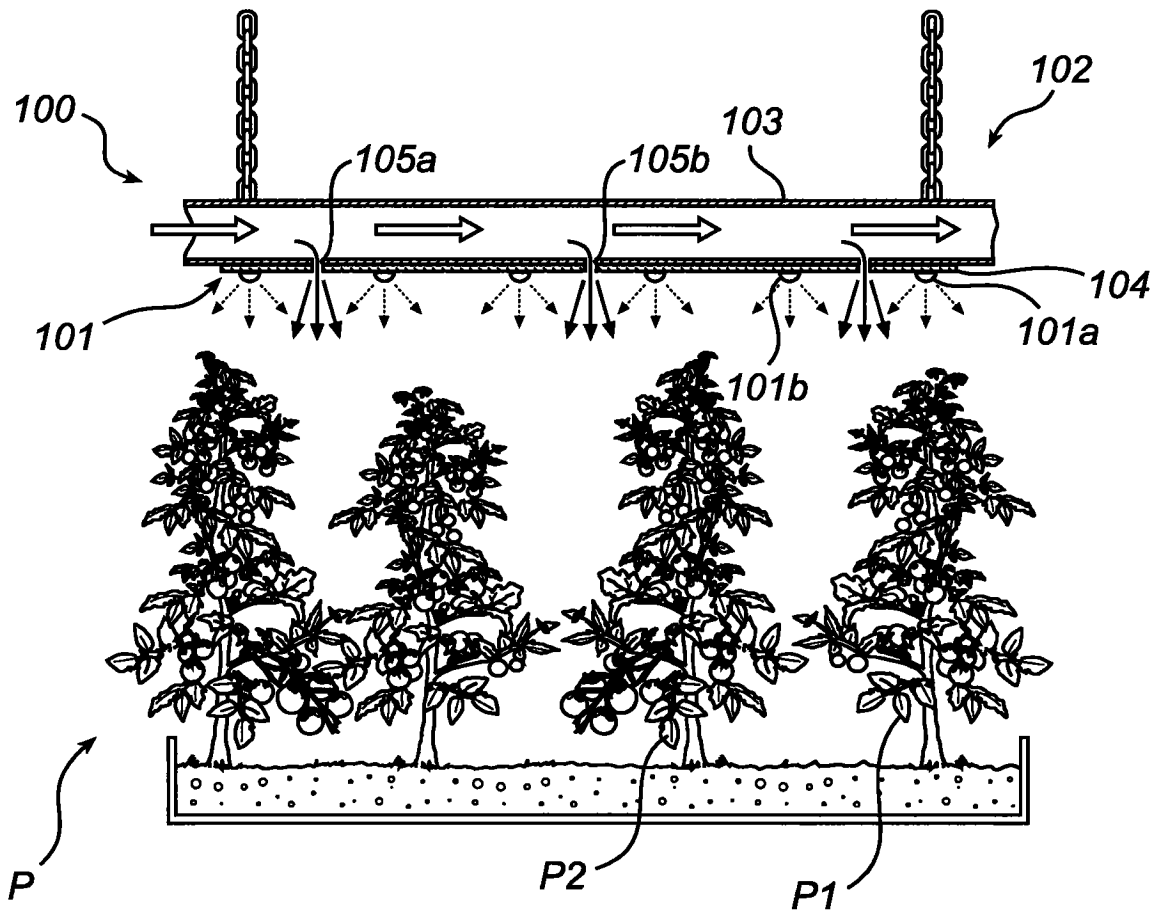


图 1

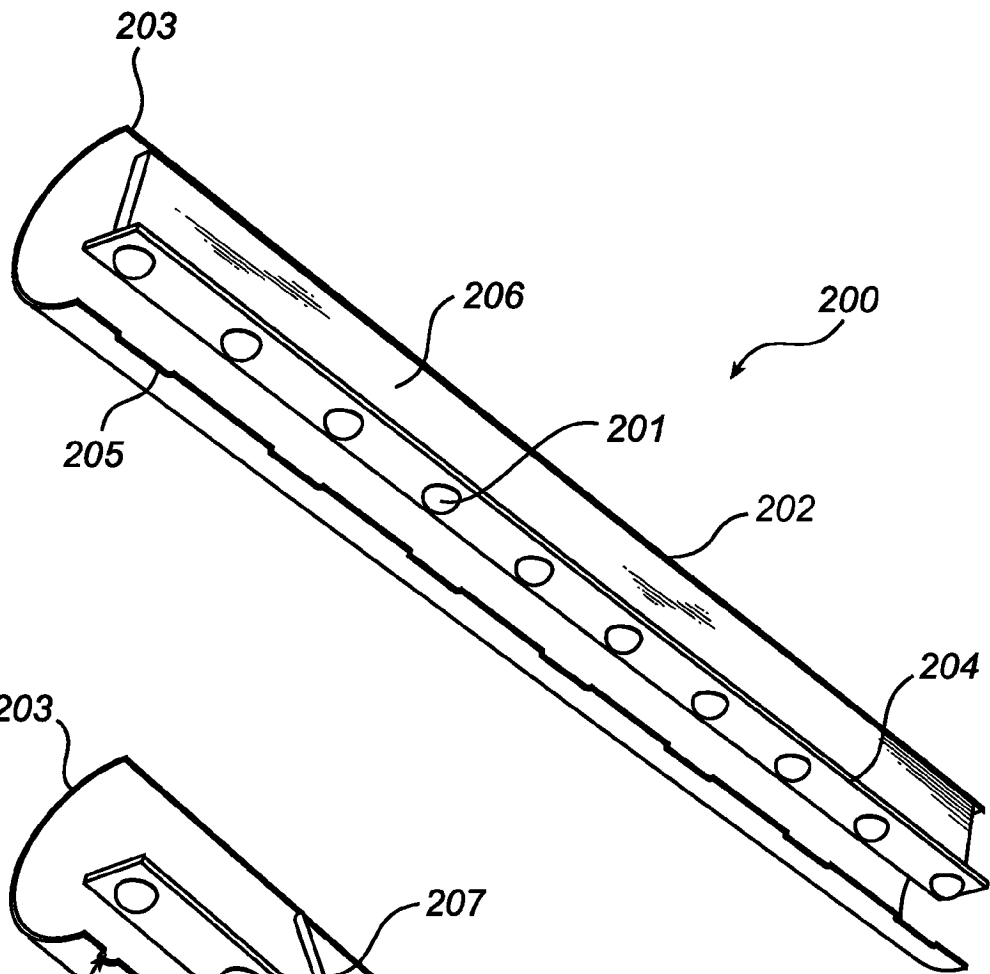


图 2a

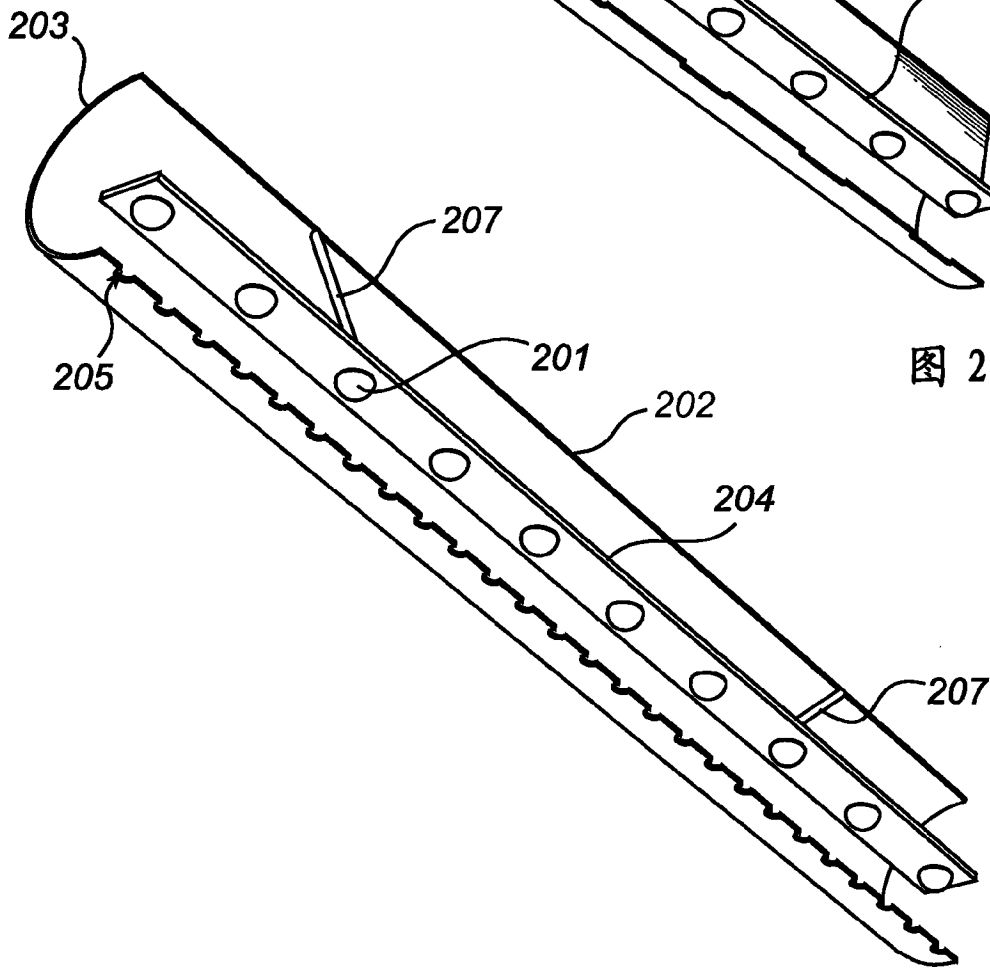


图 2b

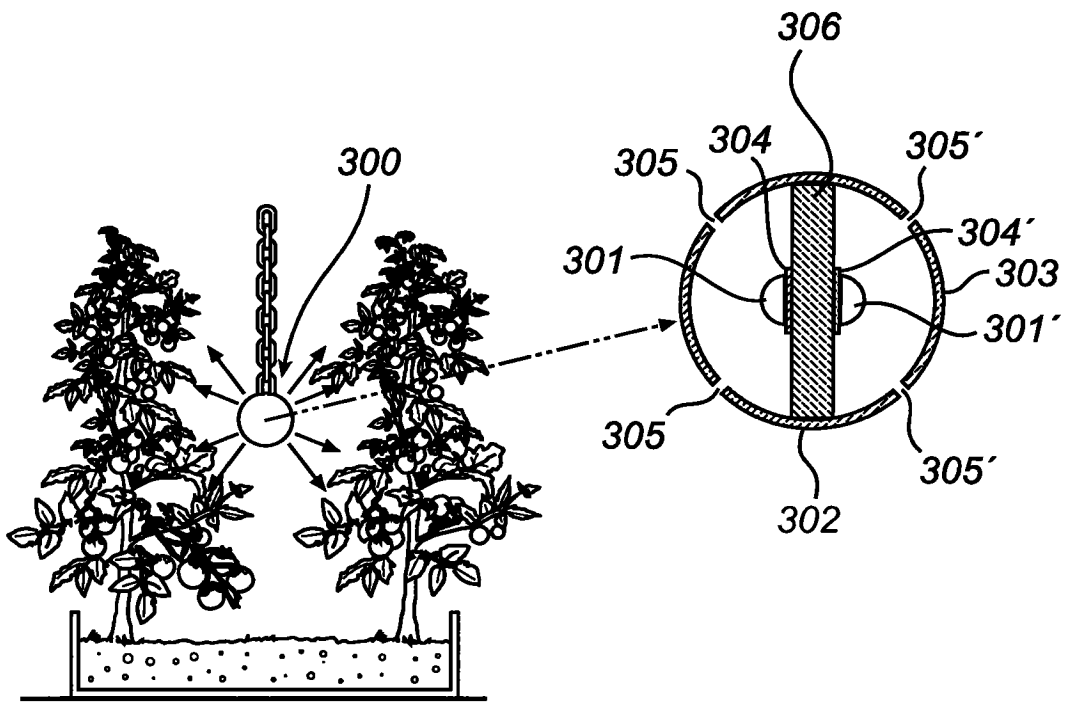


图 3