(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111511057 B
(45)授权公告日 2023.01.17

(21)申请号 202010137418.2
(22)申请日 2015.08.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111511057 A
(43)申请公布日 2020.08.07
(30)优先权数据
62/043,523 2014.08.29 US
(62)分案原申请数据
201580046722.3 2015.08.27
(73)专利权人 现特技术有限公司
地址 美国科罗拉多州
(72)发明人 乔恩·达朗·松季赫
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 郑斌 蔡胜有
(51)Int.Cl.
H05B 45/10(2020.01)
H05B 39/04(2006.01)
H05B 41/38(2006.01)
A01G 9/20(2006.01)
(56)对比文件
CN 1400863 A,2003.03.05
US 2009047722 A1,2009.02.19
US 2009280223 A1,2009.11.12
CN 101466276 A,2009.06.24
CN 101678209 A,2010.03.24
CN 202077442 U,2011.12.21
审查员 梁柱杰

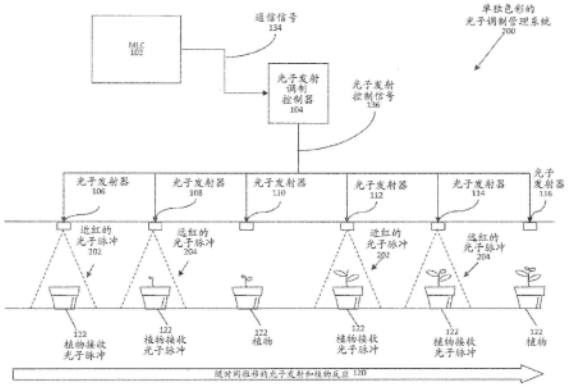
权利要求书5页 说明书47页 附图12页

(54)发明名称

光子调制管理系统

(57)摘要

本文所描述的实施方案提供通过控制对有机体(122)的光子爆发(202)和(204)的占空比、波长带和频率来诱发有机体(122)中的期望反应的系统(200),所述控制是通过一个或多个光子脉冲列(202)结合对所述有机体(122)的一个或多个不同的光子脉冲列(204)和所述占空比的光子调制,其中所述光子调制和占空比基于所述有机体(122)的特定需求。还提供用于通过对一个或多个光子脉冲列结合所述有机体(122)的一个或多个不同的光子脉冲列的所述光子调制来诱发有机体(122)中的期望反应诸如生长、破坏或修复的装置。还提供用于通过使用对单个色彩光谱的光子的高频调制来优化有机体生长、破坏或修复的方法。



CN 111511057 B

1.一种提高光合有机体中的光合速率的方法,其中所述方法包括:

提供至少一个光子发射器;

提供与所述至少一个光子发射器通信的至少一个光子发射调制控制器;

从所述至少一个光子发射调制控制器向所述至少一个光子发射器传达命令;

从所述至少一个光子发射器向所述有机体提供光子信号,其中所述有机体是选自裸子植物、被子植物和蕨类植物的植物,其中所述光子信号包含两个或更多个独立分量,其中每个所述独立分量包含:

重复调制光子脉冲组,其具有一个或更多个光子脉冲开持续时间、一个或更多个光子脉冲关持续时间、以及波长颜色,其允许所述光合有机体的发色团的峰值刺激,所述一个或更多个光子脉冲开持续时间具有一个或更多个强度;

其中每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个开持续时间在0.01微秒至5分钟之间,并且其中每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个关持续时间在0.1微秒至24小时之间,其中每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个开持续时间不同于每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个关持续时间;

并且

其中两个或更多个独立分量中的每一个在所述信号内同时产生;

其中每个调制光子脉冲组的所述波长颜色不同;并且

其中所述两个或多个独立分量的每一个中的每个重复调制光子脉冲组的开持续时间的开始是偏移的;

以及

向所述光合有机体发出所述信号,其中相对于暴露于100%恒定光子发射时所述有机体的光合速率,所述两个或更多个光子脉冲组的组合效应提高所述光合有机体的光合速率。

2.如权利要求1所述的方法,其中相对于暴露于100%恒定光子发射时所述有机体的光合速率,所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少80%的光合速率提高。

3.如权利要求1所述的方法,其还包括:所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间,其中相对于100%恒定光子发射,占空比为85%;其中相对于暴露于100%恒定光子发射时所述有机体的光合速率,所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少80%的光合速率提高。

4.如权利要求1所述的方法,其还包括:所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间,其中相对于100%恒定光子发射,占空比为75%;其中相对于暴露于100%恒定光子发射时所述有机体的光合速率,所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少114%的光合速率提高。

5.如权利要求1所述的方法,其还包括:所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间,其中相对于100%恒定光子发射,占空比为65%;其中相对于暴露于100%恒定光子发射时所述有机体的光合速率,所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少129%的光合速率提高。

6.如权利要求1所述的方法,其还包括:所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉

冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为55％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少154％的光合速率提高。

7.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为45％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的光子脉冲组的组合效应产生至少188％的光合速率提高。

8.如权利要求1所述的方法，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个所述光子脉冲组具有在5％至95％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

9.如权利要求1所述的方法，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在5％与33％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

10.如权利要求1所述的方法，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在33％与65％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少129％的光合速率提高。

11.如权利要求1所述的方法，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在65％与95％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

12.如权利要求1所述的方法，其还包括所述两个或更多个独立分量的至少一个所述光子脉冲组的相偏移；其中所述相偏移包括所述一个或更多个关持续时间的延迟长度的增加，其中所述相偏移的效应产生至少0.8PSR的平均光合速率。

13.如权利要求1所述的方法，其还包括：

提供至少一个监测与所述光合有机体相关联的至少一个条件的传感器，其中与所述光合有机体相关联的所述至少一个条件是与所述有机体相关联的环境条件或与所述有机体相关联的生理条件；

其中所述至少一个传感器可操作连接至第一通信装置，其中所述第一通信装置将来自所述至少一个传感器的数据发送至与所述光子发射器通信的主逻辑控制器。

14.如权利要求13所述的方法，其中所述主逻辑控制器调整至少一个所述光子脉冲组的至少一个方面；其中基于来自所述至少一个传感器的所述数据，所述至少一个方面选自所述光子信号内的光子脉冲组持续时间、强度、波长带和占空比。

15.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为33％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的两个或更多个光子脉冲组的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

16.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为20％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

17.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为15％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少281％的光合速率提高。

18.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为10％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少284％的光合速率提高。

19.如权利要求1所述的方法，其还包括：所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为5％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少204％的光合速率提高。

20.一种用于提高光合有机体中的光合速率的系统，其中所述系统包含：

至少一个光子发射器；

与所述至少一个光子发射器通信的至少一个光子发射调制控制器；

针对所述有机体的光子信号，其中所述有机体是选自裸子植物、被子植物和蕨类植物的植物，其中所述光子信号包含两个或更多个独立分量，其中每个所述独立分量包含：

重复调制光子脉冲组，其具有一个或更多个光子脉冲开持续时间、一个或更多个光子脉冲关持续时间、以及波长颜色，其允许所述光合有机体的发色团的峰值刺激，所述一个或更多个光子脉冲开持续时间具有一个或更多个强度；

其中每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个开持续时间在0.01微秒至5分钟之间，并且其中每个独立分量的所述光子脉冲的所述一个或更多个关持续时间在0.1微秒至24小时之间；

并且

其中两个或更多个独立分量中的每一个在所述信号内同时产生；

其中每个调制光子脉冲组的所述波长颜色不同；并且

其中所述两个或多个独立分量的每一个中的每个重复调制光子脉冲组的开持续时间的开始是偏移的；

以及

向所述光合有机体发出所述信号，其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个光子脉冲组的组合效应提高所述光合有机体的光合速率。

21.如权利要求20所述的系统，其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

22.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为85％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

23.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲

组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为75％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少114％的光合速率提高。

24.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为65％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少129％的光合速率提高。

25.如权利要求20所述的系统，其中至少一个所述光子脉冲组具有在5％至95％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

26.如权利要求20所述的系统，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在5％与33％之间的占空比；并且其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

27.如权利要求20所述的系统，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在33％与65％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少129％的光合速率提高。

28.如权利要求20所述的系统，其中至少一个所述光子脉冲组中具有在65％与95％之间的占空比；其中相对于暴露于100％占空比时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少80％的光合速率提高。

29.如权利要求20所述的系统，其还包括至少一个所述光子脉冲组的一个或更多个关持续时间的相偏移；其中所述相偏移包括所述一个或更多个关持续时间的长度的增加，其中所述两个或更多个独立分量中的所述相偏移的组合效应产生至少0.8PSR的平均光合速率。

30.如权利要求29所述的系统，其中所述相偏移在0.1微秒至2800微秒之间。

31.如权利要求29所述的系统，其中所述相偏移是至少一个所述光子脉冲组中的所述关持续时间1.5倍的偏移；其中两个或多个独立分量中所述相偏移的组合效应产生至少0.8PSR的平均光合速率。

32.如权利要求20所述的系统，其还包含：

主逻辑控制器，其中所述主逻辑控制器与所述至少一个光子发射器通信。

33.如权利要求32所述的系统，其还包含：

至少一个监测与所述光合有机体相关联的至少一个条件的传感器，其中与所述光合有机体相关联的所述至少一个条件是与所述有机体相关联的环境条件或与所述有机体相关联的生理条件；

其中所述至少一个传感器可操作连接至第一通信装置，其中所述第一通信装置将来自所述至少一个传感器的数据发送至与所述光子发射器通信的所述主逻辑控制器。

34.如权利要求33所述的系统，其中所述主逻辑控制器调整至少一个所述光子脉冲组的至少一个方面；其中基于来自所述至少一个传感器的所述数据，所述至少一个方面选自所述光子信号内的光子脉冲组持续时间、强度、波长带和占空比。

35.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲

组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为33％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

36.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为20％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少207％的光合速率提高。

37.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为15％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少281％的光合速率提高。

38.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为10％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少284％的光合速率提高。

39.如权利要求20所述的系统，其中所述两个或更多个独立分量的至少一个光子脉冲组的所述开持续时间在0.1微秒至25000微秒之间，其中相对于100％恒定光子发射，占空比为5％；其中相对于暴露于100％恒定光子发射时所述有机体的光合速率，所述两个或更多个独立分量的组合效应产生至少204％的光合速率提高。

光子调制管理系统

[0001] 本申请是申请号为201580046722.3的中国专利申请的分案申请，原申请是2015年8月27日提交的PCT国际申请PCT/US2015/047239于2017年02月28日进入中国国家阶段的申请。

技术领域

[0002] 本文所描述的实施方案涉及光子调制管理系统。

背景技术

[0003] 人工光通常用于诸如温室和组织培养实验室的建筑物中，以促进有机体的生长，诸如植物生长。在建筑物和垂直农场内种植有机体需要使用供电照明来提供生长所必要的光。这类光通常为电气驱动，并且发射用于诸如光合作用的生物过程的光子。各种光或光子源的实例包括但不限于金属卤化物灯、荧光灯、高压钠灯、白炽灯和LED(发光二极管)。

[0004] 前述的相关技术的实例和与其相关的限制意图是说明性的而不是排他性的，并且它们不意味着对本文所描述的发明的任何限制。对于本领域那些技术人员而言，通过阅读说明书和研究附图，将清楚了解相关技术的其他限制。

发明内容

[0005] 结合示例性和说明性而非限制范围的系统、工具和方法来描述和说明下面的实施方案及其各个方面。

[0006] 本发明的实施方案包括用于增强有机体的生长、破坏或修复的系统，其包括与至少一个光子发射调制控制器通信的至少一个光子发射器；其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个第一光子脉冲，其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；其中所述第一光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的0.01％与90％恒定发射之间；其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比；其中所述至少一个光子发射调制控制器控制光子从所述光子发射器的所述发射；其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的0.01％与90％恒定发射之间；并且其中所述至少一个第一光子脉冲和所述至少一个额外光子脉冲诱发所述有机体中的反应。

[0007] 本发明的另一个实施方案可包括用于诱发有机体中的反应的方法，其中所述方法包括提供至少一个光子发射器；提供与所述至少一个光子发射器通信的至少一个光子发射调制控制器；将来自所述至少一个光子发射调制控制器的命令传达至所述至少一个光子发

射器;朝向所述有机体发射来自所述至少一个光子发射器的至少一个第一光子脉冲;其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间;其中所述第一光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的0.01%与90%恒定发射之间;以及朝向所述有机体发射来自所述至少一个光子发射器的至少一个额外光子脉冲,其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比,其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间;其中所述额外光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的0.01%与90%恒定发射之间。

[0008] 本发明的实施方案包括用于增强有机体的生长、破坏或修复的系统,其包括与至少一个光子发射调制控制器通信的至少一个光子发射器;其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个第一光子脉冲,其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与五(5)分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间;其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个额外光子脉冲,其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比,其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个光子发射调制控制器控制光子从所述光子发射器的所述发射;其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间;并且其中所述至少一个第一光子脉冲和所述至少一个额外光子脉冲诱发所述有机体中的反应。

[0009] 本发明的另一个实施方案可包括用于诱发有机体中的反应的方法,其中所述方法包括提供至少一个光子发射器;提供与所述至少一个光子发射器通信的至少一个光子发射调制控制器;将来自所述至少一个光子发射调制控制器的命令传达至所述至少一个光子发射器;朝向所述有机体发射来自所述至少一个光子发射器的至少一个第一光子脉冲;其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间;以及朝向所述有机体发射来自所述至少一个光子发射器的至少一个额外光子脉冲,其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比,其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比;其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间。

[0010] 除以上所描述的实施方案之外,其他方面和实施方案通过参考附图及研究以下描述将变得显而易见,所述其他方面和实施方案中的任一个或全部处于本发明范围内。以上概述是示例性实现方式的列表,而不是本发明范围的限制性陈述。

附图说明

[0011] 附图并入本文并形成说明书的一部分，其说明一些但不是仅有的或排他的示例性实施方案和/或特征。本文所公开的实施方案和附图应被认为是说明性的而不是限制性的。

[0012] 图1是示出光子调制生长系统的实例的框图。

[0013] 图2是示出脉冲发出不同特定波长带的光的单个色彩光子调制生长系统的实例的框图。

[0014] 图3是示出与带有示例LED阵列的多个光子发射器通信的光子发射调制控制器的框图。

[0015] 图4是示出通过主/从LED阵列调制光子发射的框图。

[0016] 图5是示出与一系列光子发射器通信并控制一系列光子发射器的主逻辑控制器的框图。

[0017] 图6是示出与一系列植物传感器通信的光子发射生长系统的框图。

[0018] 图7是示出与各种SSR(固态继电器)或FETS通信的示例LED阵列的框图。

[0019] 图8是光子脉冲的调制周期的图。

[0020] 图9是三个单个光子脉冲的循环的示例图，其中每个脉冲包括在不同定时下的不同波长带。

[0021] 图10是三个单个光子脉冲的循环的示例图，其中每个脉冲包括在不同定时下的不同波长带。

[0022] 图11是示出通过脉冲发出各种波长带用于有机体生长的光子调制方法的流程图。

[0023] 图12是示出通过使用植物传感器的有机体生长、修复或破坏的方法的流程图。

具体实施方式

[0024] 本公开的实施方案提供用于诱发有机体中的期望效应的系统、设备和方法，所述期望效应是通过产生具有足够强度的单个色彩光谱的电磁波发射脉冲(光子)以驱动光化学活化或有机体中的反应，其中使用特征频率或模式来最小化为引起有机体生长、破坏和或修复所需的输入电力，同时还允许监测所述系统的电力消耗和其他变量。如将进一步详细论述的，通过控制对有机体的光子爆发的占空比、波长带和频率，不只是有机体的发芽、生长和繁殖速率能够被人影响，除了发芽、生长和繁殖速率，可通过蓝、黄、近红、远红、红外和紫外光子调制之间的循环来控制和增加有机体的修复和破坏。

[0025] 长期以来人们认为，为了有效地生长，植物需要8到16个小时的光，接着8到16个小时的暗。本公开的关键已证明概念是植物生长的这个基础和根本在本质上是不正确的。植物在光周期期间不能利用恒定的光子输入，并且因此耗费异常量的能量来保护自身不受光子配给过量的影响。

[0026] 本公开通过定时照明系统使植物利用光子的能力与对植物的光子施用同步。具体地，通过以特定的比率组合来组合多个波长的光子，可优化和控制有机体中的吸收化学物质。例如，通过使光子脉冲的定时与生色团经电子传递链吸收并转移光子能量至电子的定时同步，植物消耗更少的能量来对抗过热和诸如超氧化物的副作用并且将生长最大化。对植物的这个光子剂量以大约微秒完成，并且接着是相似大小的暗周期。这允许植物将几乎所有能量用于生长和基本的生命功能。此外，被认为是缓慢的“激素样”控制机制的特定发

色团实际上能够快速反应从而进一步控制生长。

[0027] 实验已证明，本公开的许多实施方案产生了与传统生长灯系统相比生长更快、更强壮、需要更少营养的植物。每个光“配方(色彩频率、调制周期、占空比和持续时间的组合)”可针对每个有机体种类的每个期望反应进行优化。

[0028] 下面是本公开的方法、系统和设备的主要额外优势：

[0029] a.更少热量生成：LED照明本质上产生比常规生长灯更少的热量。当在配给应用中使用LED灯时，它们开启的时间少于它们关闭的时间。这形成了具有来自LED灯的标称热产量的环境。这不仅在无需使用能量来去除系统的热量方面是有益的，而且有益于植物，因为植物无需使用能量来保护自身不受热量影响且能够将能量用于生长。

[0030] b.更少蒸腾作用(更低的水分消耗)-植物蒸腾速率随着温度和光强度的增加而上升。这些增加的变量导致控制开孔(气孔)的植物细胞张开，在所述开孔(气孔)处水分释放至大气。因为在光子生长管理系统中植物热量和光胁迫保持在最小限度，所以气孔开孔也保持在最小限度并且因此植物在蒸腾作用中流失更少的水分。

[0031] 虽然光是所述光子调制生长系统中的关键组分，但此系统不同于其他历史性且甚至是前沿照明技术，因为光被用作植物活动的基础控制器而不仅仅是植物生长的基本成分。同样地，虽然LED技术是所述新系统中照明的核心组分，但这是LED技术与其他工程技术相结合的独特应用，相比于现存蔬菜、观赏植物和药物等的工业生产，其显著扩大了在降低成本、提高产量以及增强控制方面的潜力，无论是野外还是室内，无论是工业规模还是家庭消费使用。通过迄今为止所做的实验，已经发现，相同的照明系统可用来控制包括发芽、开花等在内的许多植物功能。

[0032] 本公开的系统、设备和方法提供在某一频率、强度和占空比下的能量，包括单个色彩光谱或色彩光谱范围，所述频率、强度和占空比可针对目标有机体的特定和最佳的所需生长、破坏和或修复特性被定制、监测和优化，以便在最小化系统中使用的能量的同时最大化生长、破坏和或修复。通过对用于有机体的已调制光子能量的速率和效率进行控制，所述有机体的光化学反应的不同部分被最大化，从而允许最佳生长或期望反应(诸如根、组织或菌丝生长，营养生长，花或子实体生成，果实、孢子或种子生成，停止生长，特定植物部分的延伸，修复有机体或有机体的破坏)，同时还允许对有机体反应的控制。

[0033] 光子是不带电荷的无质量的基本粒子。光子从多种源发射，诸如分子和核子过程、光量子和电磁辐射的所有其他形式。光子能量可被活体有机体中发现的称作色素的分子(诸如生色团)吸收，并将其转化成电位。

[0034] 所得到的受激发色素分子是不稳定的，并且必须以三种可能方式之一将能量耗散。1.作为热量；2.作为光来减轻；或者3.通过参与光化学反应加以利用，这是本公开的焦点。例如，对于待被植物使用的光而言，它必须首先被吸收。随着光被吸收，所吸收的光子的能量被转移至色素分子中的电子。只有当光子的含能量与将电子的能量提升到更高的可容许能态之一所需的能量相匹配时，所述光子才能被吸收。如果相匹配，那么电子因此从非激发态上升至更高的单态之一。在叶绿素色素的实例中，其具有许多不同的电子，每个电子可吸收具有不同能级并因此具有不同波长的光子。此外，每个电子可存在多种激发态。

[0035] 普通受激发分子具有非常短暂的寿命(大约纳秒)，并且在没有与其环境中其他分子发生任何化学相互作用的情况下，它必须使自身摆脱任何多余能量并返回至基态(非激

发态)。这种多余能量的耗散通过多种方式实现,然而转化至三重态或亚稳态是本公开的主要机制。受激发电子被转移至受体分子或光氧化。所述能量接着被作为光合作用或构象变化中的主要光化学行为加以利用,如同光敏色素分子中的情况一样。

[0036] 被色素吸收的大部分光子能量永不能达到在光化学过程中利用的状态。由于这一事实,使光子的配给同步于植物的吸收能力并且只给予所述植物能使用的是有意义的。吸收光以最终用于生理过程的色素被称为光感受器。这些分子将光子的能量和信息内容处理成可被有机体使用的形式。被利用的这个能量用来驱动光合作用(或者将二氧化碳还原成碳水化合物)。不同的容量和能量光谱(或波长)在反应中起关键作用。

[0037] 用于植物生长的最常见色素是叶绿素a、b、c和d,藻胆素,萜类化合物,类胡萝卜素,隐花色素,UV-B受体(诸如核糖类黄酮(riboflavinoid)),类黄酮(flavinoid)和β-花青苷。这些光感受器将它们的电化学能量转移至电子传递链。吸收光子的光感受器(诸如叶绿素、萜类化合物、类胡萝卜素等)实际上是被称作生色团的共轭分子,所述生色团允许光子转化成电位。生色团存在于除植物之外的许多其他生物学功能中,包括黑素细胞症和人类视觉中的色彩传感细胞。

[0038] 这种现象在人类视觉视蛋白生色团中可见。对光的近红光子的吸收导致生色团从11-顺式到全反式构象的光异构化。所述光异构化诱发视蛋白蛋白质中的构象变化,从而引起光转导级联的活化。结果是视紫红质(rhodopsin)转化成带有全反式生色团的前光视紫红质(prelumirhodopsin)。这种视蛋白在反式形式中保留对光的不敏感。所述变化之后是视蛋白结构中的若干快速转位,以及生色团与视蛋白关系的变化。它通过用由视网膜上皮细胞提供的新型合成11-顺式视黄醛替换全反式视黄醛来被再生。这一可逆且快速的化学周期负责对人体中的色彩进行识别和接收。植物中存在类似的生化过程。光敏色素和脱镁叶绿素表现极类似于视蛋白,因为它们能够通过配给不同波长的光而被快速地调节从而在顺式和反式构型之间转换。然而,如果远红光刺激反式形式的视蛋白,那么其可跳过天然光转导链中的步骤并且快得多地恢复到11-顺式。

[0039] 植物对于白天和夜晚长度的变化的反应包括与视觉周期中涉及的变化非常相似的光子吸收分子变化。菊花和高凉菜是这一现象很好的实例。它们响应于秋天到来时夜晚长度的增加而开花。如果夜晚在实验中被缩短,所述植物将不会开花。如果使植物暴露于近红(660nm)的光,那么它们将不会开花。如果使植物在暴露于近红后接着暴露于远红(730nm)的光,那么它们将会开花。众所周知,小麦、大豆和其他经济作物最适合或被种植在具有不同的光和暗周期的特定纬度。近红色素(顺式)的吸收将色素转化成远红吸收态(反式)。所述近红/远红化学逆转还控制种子发芽和生长周期。植物中的这些吸收光子的生色团被称作光敏色素。还应理解,脱镁叶绿素(缺乏Mg^{2}+离子的叶绿素a、b和c)也天然存在于植物中。缺乏双键环的脱镁叶绿素还可展现出顺式反式构型变化。它们是用于触发和控制生长周期和繁殖周期的控制机制。与天然发生或普通人工光源相比较,这些控制触发器可通过修改光子的配给以引发快速的顺式反式构型变化而被改变和/或控制。

[0040] 所述光敏色素分子由与叶绿素分子中的环紧密相关的一组开放原子组成。它有两个侧基团,这两个侧基团在受到特定脉冲的光激发时能够从顺式形式改变成反式形式,然而,更可能发生分子的氢原子位置的转位。光敏色素分子被闪光激发后的变化类似于视紫红质中的变化。这些中间级还涉及与光敏色素相关联的蛋白质的分子形式的改变,正如存

在视蛋白(视紫红质的蛋白质)形式的改变。在最终形式中,光敏色素不同于视紫红质,因为光敏色素的分子保持连接至蛋白质而不是与之分离。远红光将逆转所述过程并且将光敏色素的最终形式转换回其最初的红光吸收形式,尽管涉及了一系列不同的中间体分子形式。再次说明,这些只是通过控制经调制的光的脉冲发出如何能够控制/增强生物有机体的生长、修复和破坏的几个实例。

[0041] 此外,当有机体经受变化量的光,通常为过剩的光时,光合作用的效率下降并且甚至可损坏电子传递链的组分。在例如存在过剩光的情况下,叶绿素可能不能快速地将其激发能转移至其他色素分子,并且因此将会与分子氧发生反应以产生高反应性且有破坏性的超氧化物自由基。那么植物必须花费本来保留用于生长的能量来生成例如类胡萝卜素和超氧化物歧化酶的保护分子用于吸收多余的超氧化物。通过对用于有机体的已调制光子能量的速率和效率提供控制,可使光化学反应的不同部分最大化并且可减少所述过程中使用的电力量。

[0042] 就有机体中的能量转移而言,传统光源以及日光产生了瓶颈。例如叶绿素中的生色团吸收质子,并且通过电子传递链和氧化还原反应来将能量转化成糖类。在叶绿素的每一片层结构中,平均每500个叶绿素分子存在此能量的一个阱(sink)。这是就能量转移而言在有机体中产生瓶颈的一个例子。给予植物更多的光并不直接意味着所述植物将能够处理多余的光。在极为简化的解释中,据认为,光敏色素分子不仅涉及对各种有机体的发芽、生长和繁殖速率的非常缓慢(更多基于激素)的影响,而且执行和调节片层内非常快速的细胞膜和能量阱反应。因此,可以假定,控制和改变光子脉冲对光致变色反应的天然时序和同步将影响各种有机体的发芽、生长和繁殖速率。

[0043] 本公开还提供用于监测或减少在有机体生长、破坏或修复过程中使用的电力量的方法和系统,其中所传递的能量的量可通过计算随时间的功率曲线下总面积来确定。本公开还提供方法和系统,其允许监测、报告和控制用于有机体生长、破坏或修复的电力的量,从而允许终端用户或能量提供者识别能量使用的趋势。

[0044] 本公开的系统的实施方案包括至少一个光子发射器,诸如与光子发射调制控制器通信的发光二极管,所述光子发射调制控制器包括但不限于数字输出脉宽调制信号(即,循环电流的电平和开/关的任何电信号)或固态继电器。光子发射器被调制来发送光子脉冲,其中每个单个脉冲包括至少一个色彩光谱或波长或者多个色彩光谱或波长带。每个光子脉冲被引导至有机体持续一段时间,诸如两微秒,光子脉冲之间有一段时间的延迟,诸如两百微秒或最多24小时。

[0045] 本文所使用的“有机体”包括表现出生命属性的作为稳定性或高或低的整体的分子组装体。如将进一步论述的,有机体可包括但不限于单细胞和多细胞生命形态、病毒、动物(包括但不限于脊椎动物(鸟类、哺乳动物、两栖动物、爬行动物、鱼类);软体动物(蛤蜊、牡蛎、章鱼、鱿鱼、蜗牛);节肢动物(千足虫、蜈蚣、昆虫、蜘蛛、蝎子、螃蟹、龙虾、小虾);环节动物(蚯蚓、蚂蟥);海绵;和水母、微生物、藻类、细菌、真菌、裸子植物、被子植物和蕨类植物、蓝细菌或真核绿藻。

[0046] 如本文所使用的,“占空比”是装置经历完整的开/关周期花费的时间长度。占空比是实体在活动状态中花费的时间作为所考虑的总时间的分数的百分比。术语占空比的使用通常是关于电气装置,例如开关电源。在电气装置中,占空比为60%意味着电力60%的时间

是接通的而40％的时间是断开的。本公开的示例性占空比的范围可在0.01％至90％之间(包括其间的所有实数)。远红光将逆转所述过程并且将光敏色素的最终形式转换回其最初的红光吸收形式，尽管涉及了一系列不同的中间体分子形式。一种观点是它通过控制细胞核内的遗传物质调节酶的产生。另一种观点是分子的脂溶性导致其附接至细胞中的细胞膜，例如细胞壁和细胞核的膜。附接至细胞核接着将会影响细胞膜的渗透性以及细胞的功能。据认为，在自然界，例如植物的有机体持续暴露在可见光谱的蓝/近红和远红波长中对抗光敏色素分子的远红吸收形式的作用。可能是远红光的激发造成远红吸收分子从细胞膜持续移位。此类持续激发是在(例如)长的光周期期间发生的情形，其显著影响冷杉树(冷杉属物种)的生长。如果使冷杉树暴露于12小时的暗和12小时的光，它们保持休眠状态。然而，如果白天的长度增加，它们会持续生长。如果这在本质上是正确的，那么对用于植物的色彩光谱配给的操纵就能够干扰、控制或者改变在自然日光下生长的植物的自然周期。例如，如果在比自然界中发现的更短的持续时间内对植物配给远红光后再对植物配给近红光，那么远红吸收分子的移位可被调节来接受更多的近红光并且影响某些植物的休眠周期。

[0047] 如本文所使用的，“频率”是每单位时间内一个重复事件发生的次数，并且在本公开的系统中可使用任意频率。频率还可指时间频率。重复的时间段是在重复事件中一个周期的持续时间，因此所述时间段是频率的倒数。

[0048] 在本公开的实施方案中并且如以下将进一步详细描述的，从本文所描述的生长系统发射具有一定强度、波长带和占空比的两个或更多个光子脉冲持续一定时间诱发大于1的增益效率，其中增益＝幅度输出/幅度输入。

[0049] 图1提供示出光子调制生长系统100的实例的框图。如图1所示，示出在一段时间内与光子发射调制控制器104通信的光子发射器106、108、110、112、114和116，所述光子发射调制控制器104用于针对广泛范围的生长应用来调制对有机体的光子发射，所述生长应用包括但不限于藻类培养物、组织培养物、发芽和生长室、温室、水生植物、此类设施及其类似物或组织生成中的辅助照明。通过提供一个或多个频率的光子脉冲后再提供一个或多个其他频率的脉冲持续一段持续时间且具有脉冲间的延迟来对有机体施加已调制的光子，允许有机体的生物组分和反应的峰值刺激，例如光合有机体的气孔或叶绿素色素以及生长调节的其他方面。此外，对光子的调制允许光合作用过程中光子吸收的优化，而不存在气孔或色素的过度饱和。如下所述，通过降低被本公开的系统汲取的整体电力达到与常规生长系统(例如60瓦特生长灯)相比的99％或更多光子源，光子脉冲的调制提高了现有生长系统的能量和热量效率，因此降低了用于有机体生长的电力量和成本。在本公开的系统的能量节约潜力的实例中，所述系统每200微秒脉冲发出2微秒的49.2瓦特光子，产生了电力支付表中0.49瓦特/小时的有效电力消耗或者60瓦特标准白炽灯泡中0.82％的电力。此外，由于光子发射器并不持续发射光子，所以光子发射器产生的热量总量将会显著降低，因此显著降低用于冷却设施以便补偿照明引起的增加的热量的成本。本公开的系统可基于对光子强度、脉冲开(ON)持续时间、脉冲关(OFF)(或占空比)、脉冲的光谱的有机体特异性需求进行定制，以激励选定有机体(诸如特定植物种类)的最佳生长或破坏，所述脉冲的光谱包括但不限于白、近红、黄和蓝、橙、远红、红外线以及紫外线。

[0050] 如图1所示，主逻辑控制器(MLC)102，诸如带有数字输出控制、脉宽调制信号(即，循环电流的电平和开/关的任何电信号)或中央控制单元(CPU)的固态电路，通过通信信号

134与光子发射调制控制器104通信。所述MLC 102为本公开的系统提供参数的输入/输出以及适当的指令或专用功能用于调制来自光子发射器106、108、110、112、114和116的光子。

[0051] 在另一个实施方案中，所述MLC 102可硬线或无线连接至诸如主机的外部来源，从而允许通过主机从外部访问所述MLC 102。这允许用户远程访问以监测MLC 102的输入和输出，对所述系统提供指令或控制，同时还允许对MLC 102的远程编程和监测。

[0052] 在另一个实施方案中，电力测量或电力消耗传感器可以集成电路的形式集成或嵌入所述MLC 102中，其允许基于本公开系统的电压和电流汲取来测量和报告所述系统的电力消耗。所述系统的电力消耗接着可无线或通过硬线来从MLC传达至主机。包括电力消耗的数据还可被发送至外部接收器，诸如没有连接至所述系统的数据库驱动的软件平台。

[0053] 所述光子发射调制控制器104从所述MLC 102接收命令和指令，所述命令和指令包括但不限于来自光子发射器106、108、110、112、114和116的光子脉冲118的强度、占空比、波长带和频率。光子发射调制控制器104可以是调制量子并对来自光子发射器106、108、110、112、114和116的光子脉冲的强度、占空比、波长带和频率提供控制和命令的任意装置。各种装置可被用作光子发射调制控制器104，包括但不限于固态继电器(SSR)，诸如Magnacraft公司的Magnacraft 70S2 3V固态继电器；发光二极管以及颜色滤色的白炽灯(钨-卤素和疝气)；颜色滤色的荧光灯(CFL)；颜色滤色的高强度放电灯(金属卤化物、高压钠、低压钠、汞汽)；颜色滤色的日光；发光二极管，光学斩波器，以及可诱发光子脉冲调制的装置，它们都是被颜色滤色的。应理解，此描述适用于带有其他类型光子发射调制控制器的任意此类系统，包括其他方法来循环光或光子来源的开和关，在不同时间、持续时间以及强度下循环光的一个或多个色彩或光谱，诸如近红、蓝和远红，允许在脉冲发出另一光谱之前脉冲发出一个光谱的多个脉冲，正如本领域技术人员在了解本发明的原理之后所应理解的。

[0054] 如图1所示，基于来自MLC 102的指令，光子发射调制控制器104发送光子发射控制信号136至光子发射器106或112。当光子发射控制信号136向光子发射器106或112发送开启时，光子发射器106或112发射被传输至有机体122的至少一个光子脉冲118，其中每个光子脉冲包括一个色彩部分或多个色彩光谱的光。然后基于来自MLC 102的指令，当光子发射控制信号136向光子发射器108、110、112、114或116发送关闭时，光子发射器108、110、112、114或116将不发射光子脉冲，并且因此没有光子传输到有机体122。如图1所示，从图1左侧开始，示出在一段时间120内光子118的发射和植物122的生长。图1的实例提供从光子发射器106发射的持续两(2)微秒的光子脉冲118，在从相同的光子发射器112发射持续两微秒的第二光子脉冲118之前存在两百(200)微秒的延迟持续时间(请注意图1是随时间发射的光子脉冲的描述性实例。图1并非按比例绘制并且图1中脉冲之间有机体的生长量不一定是准确的)。

[0055] 如本领域技术人员将理解的，在另一实施方案中，图1中所描述的系统可完全容纳在单个光子发射器中，从而允许每个单个光子发射器自给自足而无需外部控制器或逻辑单元。自给型光子发射器的实例可以是可连接至电灯插座的单元的形式，或者是可悬挂在一个或多个有机体上方并连接至电源的灯具。

[0056] 图1中示出的系统还可采用如同图4中将论述的主/从系统的形式，其中例如，主光子发射器包含用于从主光子发射器以及与主光子发射器通信的任意额外光子发射器发射光子的所有逻辑和控制。

[0057] 本公开可使用各种电源，其中许多电源对本领域技术人员来说是显而易见的。这些电源可包括但不仅限于电池、用于线路电力的转换器、太阳能和/或风力。如本领域技术人员将理解的，光子脉冲的强度可以是带有明显不同的开/关周期的静态或者所述强度可以是光子脉冲的量子的1%或更大的变化。来自光子发射器的光子脉冲的强度可通过来自电源并传送至光源的电压和/或电流的偏移(variance)加以控制。本领域技术人员还应理解，本公开的系统将需要支持电路，其包括光子发射器控制单元和光子发射器。此外，应理解，所需组件和支持电路的配置、安装和操作在本领域是众所周知的。如果利用程序代码，那么用于执行本公开的操作的所述程序代码将依赖于本公开的系统中所用的特定处理器和编程语言。因此，应理解，本公开中的程序代码的生成将在普通技术人员的技术范围内。

[0058] 图2提供示出光子调制生长系统200的实例的第二框图。如图2中所示以及重复自图1，示出在一段时间内与光子发射调制控制器104通信的光子发射器106、108、110、112、114和116，所述光子发射调制控制器104用于调制用于有机体的包括单个色彩光谱的光子的单个脉冲，包括但不仅限于白、近红、蓝、黄橙、远红、红外以及紫外色彩光谱，波长在0.1nm至1cm之间。如本领域技术人员将理解的，本公开可包括0.1nm至1.0cm之间的特定、单个波长的色彩光谱，或者可包括宽度为0.1至200nm的波长范围或带，本文中称为“波长带”。

[0059] 通过提供特定色彩光谱脉冲持续一段时间且具有脉冲间的延迟来调制用于有机体的光子的单个色彩光谱，允许有机体的生物组分和反应的峰值刺激，诸如光合有机体的气孔、发色团、叶绿素色素、向光性以及生长调节的其他方面。通过脉冲发出单个色彩光谱、特定色彩波长或色彩波长的范围来控制有机体的生物组分或反应的特定方面的能力的实例包括但不仅限于：

[0060] a.某些高等植物中种子发芽的控制，所述控制是通过调制特定远红波长(例如730nm，示例波长范围可包括710至850nm)的脉冲持续某一时间段，以及接着蓝光(示例范围可包括450至495nm的范围)与近红光(例如660nm，示例范围可包括620至710nm的范围)组合的脉冲；

[0061] b.高等植物的增长的生长，所述生长是通过循环近红波长脉冲与蓝波长和远红波长脉冲；

[0062] c.高等植物中的种子生成，所述生成是通过将植物暴露于近红光和远红光的加长的脉冲后再暴露于蓝光的缩短的脉冲；

[0063] d.花生成，其中如果各种类型的高等植物在暴露于近红光和蓝光脉冲之后再暴露于远红光(730nm至850nm)的脉冲定时的变型，那么植物被诱发开花；以及

[0064] e.有机体(例如细菌或病毒)的破坏，其中有机体被暴露于紫外波长(例如243nm)的脉冲，而紫外光谱将是本领域技术人员所理解的，示例范围可包括200至275nm之间的范围。

[0065] 通过提供特定色彩光谱脉冲持续一段时间且具有脉冲间的延迟来调制用于有机体的光子的单个色彩光谱、特定波长以及波长范围，还允许控制非光合作用的生长或反应，例如真菌或其他有机体的向光性。实例可包括一种光或通过多种光的组合、循环光的开和关以控制有机体的延伸和生长，例如诱发蘑菇的菌柄的延伸生长或蘑菇的宽冠生长。另一个实例可包括在植物的一侧比另一侧更常使用侧面光源来诱发植物向着有光一侧生长，然后接通另一侧直到它向着此光生长。重复此行为将引起生长的全面增长

[0066] 如图2中所示以及重复自图1，主逻辑控制器(MLC)102通过通信信号134与光子发射调制控制器104通信。所述MLC 102为本公开的系统提供参数的输入/输出以及适当的指令或专用功能用于调制来自光子发射器106、108、110、112、114和116的光子的特定单个色彩光谱。

[0067] 光子发射调制控制器104从MLC 102接收命令和指令，所述命令和指令包括但不限于来自光子发射器106、108、110、112、114和116的每个特定色彩光谱光子脉冲202和204或特定色彩光谱的多个脉冲的强度、占空比、波长带和频率。光子发射调制控制器104对来自光子发射器106、108、110、112、114和116的每个特定色彩光谱光子脉冲202和204或多个脉冲的强度、占空比、色彩光谱和频率提供控制和命令。

[0068] 如图2所示，基于来自MLC 102的指令，光子发射调制控制器104发送光子发射控制信号136至光子发射器106、108、112或114。当发送至光子发射器106、108、112或114的光子发射控制信号136开启时，光子发射器106、108、112或114发射可被传输至有机体122的特定色彩光谱202或204的一个或多个光子脉冲。然后，基于来自MLC 102的指令，当发送至光子发射器110或116的光子发射控制信号136关闭时，光子发射器110或116将不发射光子脉冲，并且因此没有光子传输到有机体122。如图2所示，从图2左侧开始，示出在一段时间120内特定色彩光谱202(近红)和204(远红)的光子的发射和植物122的生长。图2的实例提供从光子发射器106发射的持续两(2)微秒的近红色彩光谱202的一个光子脉冲或多个脉冲，接着是持续两(2)微秒的远红色彩光谱204的一个光子脉冲或多个脉冲，在从相同的光子发射器112发射持续两微秒的一个第二光子脉冲或多个脉冲202、接着是从相同光子发射器114发射持续两微秒的远红色彩光谱204的一个第二光子脉冲或多个脉冲之前，存在每个脉冲的两百(200)微秒的延迟持续时间(请注意图2是随时间发射的光子脉冲的描述性实例。图2并非按比例绘制并且图2中脉冲间有机体的生长量不一定符合比例)。

[0069] 图1和图2中描述的本公开的系统允许通过在不同时间、持续时间和强度下循环一个或多个色彩或光谱的光(例如近红、蓝和远红)，从而允许在脉冲发出另一光谱之前脉冲发出一个光谱的单个脉冲或多个脉冲，来操纵和控制有机体的各种反应。共同地或单独地脉冲发出单个色彩光谱持续一段时间且具有脉冲间的延迟，允许从播种到收获/结束的增加的效率和速度，所述增加的效率和速度是通过增强的发芽和对从一个植物生长阶段到下一阶段进展的控制实现的，例如从生长到开花以及接着到种子生成的进展的控制。本文所描述的系统提供将植物保持在特定生长阶段持续受控时间段的能力。

[0070] 举例来说，研究已表明通过对植物使用特定色彩光谱的脉冲，大豆植物组可在同一日期播种和发芽，并且经过同样的管理直到“第一朵花开放”。此时，可对一组改变方案以激励并允许进一步发展到果实生成的过程。可改变另一组的方案以“保持”在完全开花的状态。在数天内，第一组具有待收获的大豆而另一组则仍处于开花阶段。

[0071] 多种光子发射器可用于提供光子，其中许多是本领域已知的。然而，适用于本论述的光子发射器的例子是发光二极管(LED)，其可被封装在设计用于生成所需光子光谱的LED阵列内。虽然此实例中示出了LED，但本领域技术人员应理解，多种光源可用于光子的发射，包括但不仅限于金属卤化物灯、荧光灯、高压钠灯、白炽灯和LED(发光二极管)。请注意，如果金属卤化物灯、荧光灯、日光、高压钠灯、白炽灯被用于本文所描述的方法、系统和装置，那么这些形式的光子发射器的适当使用将对光进行调制并接着过滤，以控制什么样的波长

穿过多少持续时间。

[0072] 本公开的实施方案可利用具有不同光子发射持续时间的LED,包括特定色彩光谱和强度的光子发射的持续时间。所脉冲发出的特定色彩光谱的光子发射可依据讨论中的有机体、有机体的年龄以及所述发射将如何用于促进有机体生长的生化过程来加长或缩短。

[0073] 可对LED阵列的使用加以控制,以便提供用于例如种植生菜或用于西红柿生长的特定有机体生长的一个或多个色彩光谱的最佳光子脉冲。使用者可简单地针对特定类型的有机体选择光子脉冲强度、色彩光谱、频率和占空比,以促进高效的生物反应,例如植物中的光合作用过程。可定制LED封装包来满足每个有机体的特殊需求。通过使用如上文讨论带有定制的脉冲发出的光子发射的封装LED阵列,本文描述的实施方案可用于控制光,以改变目标有机体内的维生素、盐、酸、抗氧化剂、类黄酮、类胡萝卜素、水分、叶绿体和辅助色素以及吸光水平。

[0074] 图3是带有LED阵列300的多个光子发射器106、108、110和112的实例的框图。如图3中所示,光子发射调制控制器104通过多个光子发射控制信号136与多个光子发射器106、108、110和112(与图1中示出的光子发射器相同)通信。如图3中进一步示出的,每个光子发射器106、108、110和112包括LED阵列302、304、306和308。每个LED阵列302、304、306和308以及允许LED阵列与光子发射调制控制器104通信的电路都包含在LED阵列壳体310、312、314和316内。

[0075] 如图3中所示,LED阵列的形状是圆形,然而如本领域技术人员将理解的,所述阵列的形状可基于有机体(诸如植物)的需要、有机体(诸如植物)接收光子脉冲的量以及各种其他条件而采用各种形式。阵列的形状可包括但不限于圆形、方形、矩形、三角形、八角形、五边形以及各种其他形状。

[0076] 用于每个光子发射器106、108、110和112的LED阵列壳体310、312、314和316可由各种合适的材料制成,包括但不仅限于塑料、热塑性塑料和其他类型的聚合物材料。还可使用复合材料或其他工程材料。在一些实施方案中,所述壳体可通过塑料注射成型制造工艺、铝挤压、钢铁和其他工艺制成。在一些实施方案中,所述壳体可以是透明或半透明以及任意色彩。

[0077] 图4是多个光子发射器400的实例的框图,所述多个光子发射器400包括与一个或多个从光子发射器通信并控制它们的主光子发射器。如图4中所示,主光子发射器402通过光子控制信号136与一系列从光子发射器404、406和408通信。主光子发射器402包含控制器如MLC(图1和2中的102)以及光子发射调制控制器(如图1和2中所示的104),所述光子发射调制控制器控制来自容纳在主光子发射器402内的LED阵列的每个特定色彩光谱光子脉冲的强度、占空比和频率,同时还允许主光子发射器控制来自每个从光子发射器404、406和408的每个特定色彩光谱光子脉冲的强度、占空比和频率。

[0078] 反之,每个从光子发射器404、406和408包含从主光子发射器402接收命令信号136的电路和从容纳在每个从光子发射器404、406和408内的LED阵列(诸如近红、远红、蓝或黄)发射特定光谱的脉冲所必需的电路。为清楚起见,每个从光子发射器不包含例如MLC的控制器,所述从光子发射器404、406和408也不包含光子发射调制控制器。用于从光子发射器404、406和408的所有命令和控制均是从主光子发射器402接收。这个主/从系统允许共用单个电源和微控制器。主光子发射器具有电源,并且所述电力也被转移至从光子发射器。此

外，所述主/从系统可用于以帮助刺激植物中光周期现象或光养性反应或其他有机体反应的模式来脉冲发出光子。

[0079] 总线系统可包括在主光子发射器402的MLC或每个从光子发射器404、406和408中，以允许主光子发射器402对每个单个从光子发射器404、406和408的特定控制。举例来说，主光子发射器402可发送信号136至特定从光子发射器404，命令从光子发射器404发射特定持续时间的远红脉冲，而主光子发射器402同时发送命令信号136至第二从光子发射器406以使其发射特定持续时间的近红脉冲。虽然这个描述性实例示出了与主光子发射器402通信的三个从光子发射器404、406和408的阵列、多个或链，但应理解，此描述适用于带有与主光子发射器通信并受其控制的任意数量的从光子发射器的任意此类系统，正如本领域技术人员在了解本发明的原理后所应理解的。

[0080] 在另一实施方案中，主光子发射器402可硬线或无线连接以允许通过主机从外部访问主光子发射器402，从而允许远程访问以监测主光子发射器402的输入和输出，同时还允许对所述主光子发射器的远程编程。

[0081] 图5是示出与一个或多个光子发射器通信并控制它们的主逻辑控制器500的实例的框图。如图5所示出的，主逻辑控制器102通过光子发射控制信号136与位于四株植物512、514、516或518上方的一系列光子发射器106、502、504和506通信。在此实例中，所述主逻辑控制器或MLC 102(如之前图1、2和3中论述的)还包含光子发射调制控制器104(在图1、2和3示出论述)，其允许所述MLC 102控制来自容纳在每个光子发射器106、502、504和506内的LED阵列的每个特定色彩光谱光子脉冲的强度、占空比和频率。

[0082] 通过所述光子发射调制控制器104，所述MLC 102将命令和指令传达至每个光子发射器106、502、504和506，所述命令和指令包括但不仅限于来自每个光子发射器106、502、504和506的每个特定色彩光谱光子脉冲508和510的强度、占空比和频率。所述MLC 102还保持对所述系统的电源的控制以及对每个单个光子发射器106、502、504和506的电力传输的控制。

[0083] 如图5所示，基于来自MLC 102的指令，光子发射调制控制器104发送光子发射控制信号136至每个单个光子发射器106、502、504和506。基于发送至每个光子发射器106、502、504和506的特定指令，单个光子发射器106或506可脉冲发出一个或多个特定色彩光谱508和510至有机体512、514、516或518(例如在不同持续时间下的远红和近红的脉冲508或者在不同持续时间下的远红、近红和蓝的脉冲510)。如图5中进一步所示，基于来自MLC 102的指令，其他单个光子发射器502或504可在一个持续时间不向有机体122发射光子脉冲。

[0084] 所述MLC 102控制从每个单个光子发射器106、502、504和506输出或发射光子的能力允许本公开的系统基于有机体的特定需要或需求调节对有机体的光子发射。如结合图2所论述的，举例来说，所述MLC可被编程以发送信号至特定发射器或一串或发射器用于调制远红光脉冲持续一段时间、接着是蓝光与近红光组合的脉冲，以便控制一些高等植物的种子发芽，或者所述MLC可发送命令至特定光子发射器或一串发射器用于循环近红光的脉冲与蓝光和远红光的脉冲，以便增强特定植物的生长。在另一实例中，所述MLC可发送信号至特定光子发射器或一串发射器用于重复地在暴露于近红光脉冲后脉冲发出蓝光，以便诱发植物生成种子，或者所述MLC可发送信号至特定光子发射器用于重复地在暴露于近红光脉冲后发射远红光脉冲，以便诱发植物开花。

[0085] 在图5示出的实例中，用于每个光子发射器106、502、504和506的所有命令和控制均在外部从MLC 102接收。然而，如本领域技术人员将理解的，与MLC 102和光子发射调制控制器104相关联的逻辑和硬件还可容纳在每个单个光子发射器内，从而允许每个单个光子发射器自给自足而无需外部控制或逻辑单元。

[0086] 在另一个实施方案中，所述MLC 102可以是硬线连接或无线，从而允许使用者从外部访问MLC 102。这允许使用者远程访问以监测MLC 102的输入和输出，同时还允许MLC的远程编程。

[0087] 图6提供另一实施方案的实例，其示出本公开的光子调制系统600，其中一个或多个传感器被用于监测有机体的环境条件以及有机体的反应。如图6中所示，一个或多个传感器602、604、606和608与每柱植物618、620、622和624相连接，以监测与植物618、620、622和624相关联的各种条件。可被监测的与植物或有机体相关联的条件包括但不仅限于土壤湿度、空气温度、叶片温度、pH、茎或果实直径、气体、光呼吸作用、有机体的呼吸作用或者植物内的液流。如本领域技术人员将理解的，所述传感器可包括但不限于：茎直径传感器、果实直径传感器、叶片温度传感器、液汁相对率传感器(relative-rate sap sensor)、红外传感器、气体、光呼吸作用传感器、呼吸作用传感器、摄像机、近红外传感器或者pH传感器。

[0088] 所述传感器602、604、606和608监测与植物或有机体618、620、622和624相关联的一个或多个条件，并接着将数据610、612、614或616传输至MLC 102。从一个或多个传感器602、604、606和608传输数据至MLC 102可用多种方式完成，无线或硬线。如本领域技术人员将理解的，各种通信系统可用于将来自植物618、620、622和624的传感器测得的信息传递至MLC 102。

[0089] 来自一个或多个传感器602、604、606和608的数据由MLC 102分析。基于来自传感器的信息，所述MLC 102能够通过光子传输调制控制器104调整每个单个光子发射器106、602、604和606的每个特定色彩光谱光子脉冲608和610的强度、占空比和频率，或者基于与特定传感器602、604、606和608相关联的单个植物618、620、622和624的需要或者这些植物作为整体的需要来调整光子发射器组的强度、占空比和频率。一个实例可包括调整脉冲以包括在各种持续时间下的蓝光和近红光608，或者调整远红光、近红光和蓝光的脉冲610的持续时间。

[0090] 在另外的实施方案中，本公开的系统还可包括与MLC 102或单独的逻辑控制器通信并受其控制的注水系统、施肥系统和/或肥灌系统(图7中未示出)。基于来自与每个植物或有机体相关联的传感器602、604、606和608的信息，MLC 102能够与灌溉系统、营养系统、营养源或肥灌系统通信，以停止或开始对植物或有机体的灌溉、施肥或肥灌事件，同时也调整将发送至植物或有机体的注水、施肥或肥灌事件的定时和浓度。包括电力在内的数据也可被发送至外部接收器，例如没有连接至所述系统的数据库。

[0091] 灌溉系统的实例可包括滴灌、高架喷雾或雾剂系统。营养系统或营养源的实例可包括营养注射、营养薄膜、营养滴灌、退潮和涨潮或肥灌(施肥和灌溉的结合)，其中所述营养源被指示或能够通过引导营养至有机体来对有机体提供营养事件。

[0092] 图7是与一系列固态继电器或SSR通信的LED阵列700的一个实施方案的实例。如图7中所示以及重复自图1，MLC 102通过通信信号134与光子发射调制控制器104通信。此实例的光子发射调制控制器104包含三个固态继电器。所述MLC 102输出信号来控制所述SSR。第

一固态继电器控制近红LED阵列702，第二固态继电器控制远红LED阵列704并且第三固态继电器控制蓝LED阵列706。每个固态继电器702、704和706通过光子发射信号136与LED阵列714、716和718通信。如图7所示，近红固态继电器702发送光子发射信号136来启动包括近红电压708的近红LED 714的光子脉冲至近红LED阵列714。所述近红电压708接着从近红LED阵列714被传输至一系列电阻器720、742、738，例如68欧姆电阻器，其中每个电阻器720、742和738连接至接地端744。

[0093] 如图7中进一步示出的，所述远红光固态继电器704发送光子发射信号136来启动包括远红光电压710的远红光LED的光子脉冲至红光LED阵列718。所述红光电压710接着从红光LED阵列718被传输至一系列电阻器724、728、732和734，诸如390欧姆电阻器，其中每个电阻器724、728、732和734连接至接地端744。图8还示出蓝光固态继电器706，其发送光子发射信号136来启动包括蓝光电压712的蓝光LED的光子脉冲至蓝光LED阵列716。所述蓝光电压712接着从蓝光LED阵列716被传输至一系列电阻器722、726、730、736和740，例如150欧姆电阻器，其中每个电阻器722、726、730、736和740连接至接地端744。

[0094] 本公开的系统可成功地采用各种不同的有机体，包括但不限于各种不同的藻类、细菌、真菌、裸子植物、被子植物和蕨类植物、蓝藻或真核绿藻。这个有机体列表还可包括但不仅限于节旋藻属、螺旋藻属、眉藻属、水华鱼腥藻、束丝藻属、项圈藻属、胶刺藻属、颤藻属、念珠藻属、细长聚球藻、聚球藻属、集胞藻属PCC 6803、集胞藻属、钝顶螺旋藻、黄海角毛藻属、衣藻、衣藻属、小球藻、小球藻属、小环藻属、双楔藻属、在氏藻、杜氏藻属、布朗葡萄藻、布朗藻属、石花菜属、江蓠属、Hantscia属、血球藻(Hematococcus)属、边金藻属、海带属、舟形藻属、圆石藻属和马尾藻属，柑橘、鲜食葡萄、酿酒葡萄、香蕉、番木瓜、大麻属、咖啡、枸杞浆果、无花果、牛油果、番石榴、菠萝、树莓、蓝莓、橄榄、开心果、石榴和扁桃，蔬菜例如菊芋、芦笋、菜豆、甜菜、西兰花、抱子甘蓝、中国白菜、甘蓝、荠菜、香瓜、胡萝卜、花椰菜、芹菜、菊苣、羽衣甘蓝、黄瓜、日本萝卜、茄子、莴苣、大蒜、薄荷、白兰瓜、无头甘蓝、生菜(头部、叶片、长叶莴苣)、芥末、黄秋葵、洋葱(干燥和新鲜)、欧芹、豌豆(甜豆、荷兰豆、青豆、黑眼豆、豇豆(crowder)等等)、辣椒(灯笼椒、番椒)、多香果、南瓜、萝卜、大黄、菠菜、西葫芦、甜玉米、西红柿、芜菁、青萝卜、豆瓣菜和西瓜，开花型花坛植物包括但不限于藿香、香荠菜属、秋海棠、鸡冠花、彩叶草、雪叶莲、灯笼海棠、杂色菊属、天竺葵、非洲雏菊、凤仙花、万寿菊、烟草、三色堇/堇菜属、矮牵牛、马齿苋、丹参、金鱼草、马鞭草、长春花属和百日草，盆栽开花植物包括但不限于非洲紫罗兰、六出花、花烛、杜鹃、海棠、观赏凤梨、菊花、瓜叶菊、仙客来、黄水仙/水仙花、爱克花、栀子、大岩桐、木槿、水葫芦、八仙花、长寿花、百合、兰花、一品红、报春花、大花天竺葵、玫瑰、郁金香、蟹爪兰/蟹兰，观叶植物包括但不限于万年青属、花烛、观赏凤梨、仙人掌属、仙人掌和多肉植物、巴豆、花叶万年青属、龙血树属、绿萝、蕨类植物、榕树、常春藤属(常春藤)、竹芋/兰花蕉属、棕榈科、喜林芋属、鹅掌柴属、白鹤芋和森格尼属，切花包括但不限于六出花、花烛、紫苑、天堂鸟/鹤望兰属、彩色马蹄莲、香石竹、菊花、黄水仙/水仙、雏菊、翠雀属、小苍兰、非洲雏菊、生姜、唐菖蒲、高代花属、丝石竹、帚石楠、鸢尾、澳洲茶树属、鹿舌草、百合、补血草、洋桔梗、兰花、南非山龙眼属、玫瑰、星辰花、黑鳗藤属、紫罗兰、向日葵、郁金香，切花栽培绿植包括但不限于文竹、树蕨、黄杨、传声绿色植物、朱蕉属、桉树、常春藤属/常春藤、冬青、革叶蕨类植物、麦冬/百合草、桃金娘、海桐花属、罗汉松属，落叶遮阴树包括但不限于水曲柳、白桦、蜜刺槐、椴树、枫树、橡树、白杨木、枫香

和柳树，落叶开花树包括但不限于唐棣、卡勒里豌豆属、海棠、紫薇、山茱萸、樱花、榆叶梅、黄金雨、山楂、玉兰和紫荆，阔叶常绿树包括但不限于杜鹃、栒子、卫矛、冬青、玉兰、马醉木、女贞、杜鹃和荚蒾，针叶常绿树包括但不限于侧柏、雪松、柏木、杉木、铁杉、杜松、松树、云杉、红豆杉，落叶灌木以及其他观赏性植物包括但不限于醉鱼草、木槿、丁香、绣线菊、荚蒾、锦带花、地被、叶子花、铁线莲和其他攀爬藤本植物以及景观棕榈科，果实和坚果植物包括但不限于柑橘和亚热带果树、落叶果实和坚果树、葡萄、草莓属植物、其他小型果实植物、其他果实和坚果树，新鲜切花、草莓、野生花卉、用于商业生产的移植物以及水生植物，蕨类植物包括但不限于蕨类、真菌(包括但不限于担子菌、子囊菌和酵母菌)。本公开的系统提供用于C3和C4光系统以及“CAM”植物(景天酸代谢)的光子脉冲。

[0095] 图8是示出光子脉冲的持续时间对光子脉冲之间延迟的持续时间的实例的图800。如图8中所示以及前文中图1-7所描述，提供了本公开的光子脉冲的实例，其中从光子发射器发射持续两(2)微秒的光子脉冲，在发射持续两微秒的第二光子脉冲之前，存在两百(200)微秒的延迟持续时间。在第二次的两微秒光子脉冲后，如图8中所示，在第三光子脉冲被发射之前仍有两百(200)微秒的持续时间。两(2)微秒光子脉冲且光子脉冲之间具有两百微秒延迟的这个周期可被无限地重复，或者直到在光子脉冲下生长并接受光子脉冲的有机体已经到达其期望大小或成熟度或者被破坏或修复。虽然在此描述性实例中为两微秒的光子脉冲和光子脉冲间200微秒的持续时间，但应理解此描述适用于具有一段时间内其他光子脉冲发射的任意此类系统，但不包括在美国为60赫兹且在欧洲为50赫兹的标准模拟频率照明发射标准。光子脉冲持续时间的实例可包括但不限于0.01微秒至5分钟以及其间的所有实数。本公开的系统还允许光子脉冲间的其他持续时间，包括但不限于1微秒至24小时(模拟自然暗周期)，以及其间的所有实数。本公开的系统可被编程以允许光子发射的变型以及光子发射延迟的变型来允许例如延长暗周期的事件。

[0096] 图9是示出光子脉冲的持续时间对三个色彩光谱的光子脉冲之间延迟的持续时间的实例的图900。此图表上的时间尺度不是按比例的，而是作为展示色彩光谱、频率和占空比的变型的示例性实施方案，所述变型可用于如实施例1-7中选项10和11所示的有机体的生长或破坏。如图9中所示以及前文中图1-7所描述，提供了本公开的各种色彩光谱的光子脉冲循环的另一个实例，其中从光子发射器发射三个色彩光谱的光子脉冲。如图中所示，首先脉冲发出远红光谱，接着是一个延迟，并且然后配给近红光谱和蓝光谱一起的双重脉冲，再接着是一个延迟，从而生成第一组光子脉冲。接下来，再次一起脉冲发出包括近红光谱和蓝光谱的第二组双重脉冲，接着是一个延迟。在延迟之后，再次一起脉冲发出近红光谱和蓝光谱，再接着是额外的加长延迟。这个周期可无限重复，或者直到在所述光子脉冲下生长并接收所述光子脉冲的有机体已经达到其期望的大小、成熟度，或者被破坏或修复，或者期望用于生长或破坏的新阶段的变化。如上文所论述，此实例还可用于提高不同类型植物的种子发芽率。虽然在此描述性实例中为包括一个色彩光谱和两个色彩光谱的偏移脉冲发出的光子脉冲组，但应理解此描述适用于具有在一段时间内其他光子脉冲发射的任意此类系统，如包括但不限于近红、远红、红外、蓝、黄、橙和紫外线的色彩光谱脉冲的各种组合，但不包括在美国为60赫兹且在欧洲为50赫兹的标准模拟频率照明发射标准。每个单个色彩光谱或色彩光谱组合的脉冲之间的光子脉冲持续时间的实例可包括但不限于0.01微秒至五(5)分钟，以及其间的所有实数。本公开的系统还允许每个单个色彩光谱或色彩光谱组合的脉

冲之间的其他持续时间，包括但不限于0.1微秒至24小时，以及其间的所有实数。本公开的系统可被编程以允许光子发射的变型以及光子发射延迟的变型来允许例如延长暗周期的事件。

[0097] 图10是示出光子脉冲的持续时间对三个色彩光谱的光子脉冲之间延迟的持续时间的实例的图1000。此图表上的时间尺度不是按比例的，而是作为展示色彩光谱、频率和占空比的变型的示例性实施方案，所述变型可用于有机体的生长或破坏。如图10中所示以及前文中图1-7所描述，提供了本公开的各种色彩光谱的光子脉冲循环的另一实例，其中从光子发射器发射三个色彩光谱的光子脉冲。如图中所示，同时脉冲发出远红光谱和蓝光谱。远红光谱脉冲发出的时间是蓝光谱的两倍。接着是一个小的延迟，并且然后配给近红光谱脉冲，再接着是一个延迟，从而生成第一组光子脉冲。接下来，再次以快速连续的方式脉冲发出包括先是远红光谱、后是近红光谱、接着是蓝光谱的第二组脉冲，接着是一个延迟。在延迟之后，再次一起脉冲发出近红光谱和蓝光谱，再接着是额外的加长延迟。这个周期可无限重复，或者直到在所述光子脉冲下生长并接收所述光子脉冲的有机体已经达到其期望的大小或成熟度，或者被破坏或修复，或者期望用于生长或破坏的新阶段的变化。如上文所论述，此实例还可用于提高不同类型植物的种子发芽率。虽然在此描述性实例中为包括一个色彩光谱和两个色彩光谱的偏移脉冲发出的光子脉冲组，但应理解此描述适用于具有在一段时间内其他光子脉冲发射的任意此类系统，如包括但不限于近红、远红、红外、蓝、黄、橙和紫外线的色彩光谱脉冲的各种组合，但不包括在美国为60赫兹且在欧洲为50赫兹的标准模拟频率照明发射标准。每个单个色彩光谱或色彩光谱组合的脉冲之间的光子脉冲持续时间的实例可包括但不限于0.01微秒至五分钟，以及其间的所有实数。本公开的系统还允许每个单个色彩光谱或色彩光谱组合的脉冲之间的其他持续时间，包括但不限于0.1微秒至24小时，以及其间的所有实数。本公开的系统可被编程以允许光子发射的变型以及光子发射延迟的变型来允许例如延长暗周期的事件。

[0098] 图11是示出被脉冲发出用于植物生长的单个色彩光谱的调制方法1100的流程图。如图11中所示，在步骤1102中，所述主逻辑控制器接收指令，所述指令关于待脉冲发出的每个单个色彩光谱、每个色彩光谱的每个脉冲的持续时间、待脉冲发出的色彩的组合以及每个色彩光谱脉冲间的延迟持续时间。发送至所述主逻辑控制器的指令和信息可涉及待脉冲发出的每个色彩的光子脉冲持续时间、光子脉冲延迟、强度、频率、占空比、有机体类型、有机体成熟阶段以及期望被诱发的生长、破坏或修复的类型(诸如芽和花的形成、种子形成、芽变、真菌子实体以及菌丝形成)。在步骤1104，所述主逻辑控制器发送指令至所述光子发射调制控制器，所述指令关于待脉冲发出的每个色彩光谱、每个色彩光谱的每个脉冲的持续时间、色彩脉冲的组合以及不同色彩光谱之间的延迟持续时间。在步骤1106，所述光子发射调制控制器发送至少一个信号至一个或多个光子发射器，所述光子发射器能够向有机体发射一个或多个单个色彩光谱的脉冲，诸如近红LED、远红LED、蓝LED以及黄LED。在步骤1108，一个或多个光子发射器发射待引导至有机体的单个色彩光谱的一个或多个光子脉冲。

[0099] 图12提供本公开的另一实施方案1200，其示出基于来自植物传感器的信息的有机体的生长、修复或破坏的流程图。如步骤1202中所示，植物传感器监测与有机体生长环境相关联的一个或多个条件。待监测的条件包括但不限于与植物或有机体相关联的空气或土壤

温度、土壤湿度、湿气水平、土壤pH、果实直径、茎直径、叶片大小、叶片形状或叶片温度。在步骤1204，所述植物传感器发送关于与有机体相关联的生长条件的数据至所述MLC。所述MLC接着分析从植物传感器发送的数据，或者所述分析可由对所述系统而言为远程的第三方软件程序来完成。在步骤1206，基于来自植物传感器的信息，所述MLC发送有关灌溉事件的定时和/或持续时间的指令至灌溉系统(诸如滴灌、退潮和涨潮或雾剂系统)。在步骤1208，灌溉系统基于来自植物传感器的数据分析启动对一个或多个有机体的灌溉事件。如本领域技术人员将理解的，灌溉事件的调整可以在微观水平，诸如调整用于一个特定有机体的灌溉；或者所述调整可以在宏观水平，诸如对于整个生长室或操作。在步骤1210，基于来自植物传感器的信息，所述MLC发送关于在营养事件期间待分配至有机体的营养的定时和/或浓度的指令至营养系统或营养源，诸如滴灌、营养薄膜或营养注射系统。在步骤1212，营养系统基于来自植物传感器的数据分析启动营养事件，其中营养被引导至有机体。如本领域技术人员将理解的，营养事件的调整可以在微观水平，诸如调整用于一个特定有机体的营养；或者所述调整可以在宏观水平，诸如对于整个生长室或操作。在步骤1214，基于来自植物传感器的数据分析，所述MLC发送指令至所述光子发射调制控制器，以调整用于特定有机体或有机体组的不同色彩光谱脉冲之间的每个光子脉冲的持续时间、强度、色彩光谱和/或占空比。在步骤1216，所述光子发射调制控制器发送信号至一个或多个光子发射器，以调整用于特定有机体或有机体组的不同色彩光谱脉冲之间的每个光子脉冲的持续时间、强度、色彩光谱和/或占空比。在步骤1218，基于从光子发射调制控制器接收的信号，一个或多个光子发射器发射待引导至有机体或有机体组的单个色彩光谱的一个或多个光子脉冲。

[0100] 实施例

[0101] 提供下列实施例来进一步说明各种应用，并且不意图限制本发明，除了所附权利要求中提出的限制。

[0102] 实施例1

[0103] 表1示出随时间两组植物的生长率(豆类，矮小变种菜豆(Phaseolus vulgaris var.nanus))。一组植物在本发明的生长系统下生长，而另一组植物在常规植物生长灯系统(60瓦特白炽生长灯)下生长。通过以毫米为单位测量每株植物的高度来度量植物生长。所述植物在全自动系统下生长，其中在本发明的光子调制系统下生长的植物建立于近红、蓝和黄的两毫秒的光子脉冲，脉冲之间有200毫秒的延迟持续时间。接着重复偏移100毫秒的远红的两毫秒光子脉冲，脉冲之间有200毫秒的延迟持续时间。此周期接着被无限期地重复持续24小时/一天估计这个光子脉冲和光子脉冲延迟的比率具有少于常规生长灯中使用能量的1%的能量用量。在常规生长灯下生长的植物每天12小时暴露于常规生长灯的光之下。植物生长于九(9)盎司塑料杯中，杯子底部具有用于引流的小孔。种子种植在土壤混合物(MiracleGro湿度控制盆栽混合物)中。

[0104] 人工注水系统为所述植物提供足够的湿度。植物容器放置于黑色容器或盒子中，所述容器或盒子带有盖子从而不允许光进入，除非将盖子移开。包括LED阵列的光子发射器或者所述60瓦特生长灯固定至各自黑色容器的顶上。所述LED包括红LED(640nm和700nm)阵列、黄色圆形LED(590nm)阵列以及蓝色圆形LED(450nm)阵列。所述光子发射器有线连接至固态继电器(包括Magnacraft 70S2 3V固态继电器)，以允许所述光子发射器和所述固态继电器之间的通信。所述固态继电器与中央控制单元通信，以提供输入和输出指令至所述固

态继电器。所述中央控制单元被编程来指示所述固态继电器调制对光子发射器的信号，以便每200毫秒产生两毫秒的光子脉冲。

[0105] 如表1所示，第一列提供所用的生长系统类型。第二列提供植物类型以及每株植物的单个植物编号。第3列至第8列提供从种子的起初种植算起植物的测量日。如表1所示，使用光子调制生长系统，在从种植豆1开始的第八日内，豆类2和豆类3已经生长到77mm与136mm之间的高度。经过第十四日，豆类1、豆类2和豆类3在光子调制生长系统下生长到200mm与220mm之间的高度。相比之下，在常规的60瓦特生长灯下经过第八日，豆类1和豆类2已经生长到155mm与185mm之间，并且经过第十四日，豆类1、豆类2和豆类3已经生长到160mm与220mm之间。此数据示出与常规的生长系统相比，光子调制生长系统使用少于1%的常规的生长系统的能量能够使豆类植物生长得一样好或者更好。

[0106]

表1 与常规生长灯相比当在每两百毫秒两毫秒光子脉冲速率的光子调制下生长时以毫米测量的植物高度							
		第6天	第7天	第8天	第12天	第13天	第14天
光子调制系统	豆类1	无数据	31	136	205	210	220
	豆类2	无数据	77	133	190	195	200
	豆类3	无数据	无数据	77	195	210	210
60W白炽灯生长灯	豆类1	120	153	185	220	220	220
	豆类2	87	135	155	180	160	160
	豆类3	无数据	无数据	无数据	150	160	160

[0107] 实施例2

[0108] 表2示出随时间推移的两组植物的叶片大小(豆类，矮小变种菜豆)，其中一组植物在本发明的光子调制生长系统下生长而另一组植物在常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长，以毫米为单位测量每株植物的叶片大小。重复实施例1并且如表2所示，提供了以毫米为单位的叶片大小的度量，其中第1列提供所用生长系统的类型。第2列提供植物的类型以及单个植物编号。第3列至第8列提供从种子的起初种植日期算起叶片的测量日。如表2所示，使用光子调制生长系统，在从种植豆类1开始的第八日内，豆类2和豆类3具有50nm x 47mm与59mm x 55mm之间的叶片大小，并且经过第十四日，豆类1、豆类2和豆类3具有55x 52mm与64mm x 58mm之间的叶片大小。相比之下，在常规的60瓦特生长灯下经过第八日，豆类1和豆类3具有26mm x 22mm与57mm x 50mm之间的叶片大小，并且经过第十四日，豆类1和豆类3具有33mm x 30mm与62mm x 55mm之间的叶片大小。此数据示出与常规的生长系统相比，在光子调制生长系统下生长的豆叶尺寸使用少于1%的常规的生长系统的能量能够使豆生长得一样好或者更好。

[0109]

表 2 与常规生长灯相比当在每两百毫秒两毫秒光子脉冲速率的光子调制下生长时以毫米测量的植物叶片大小							
		第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天
光子调制系统	豆类 1	无数据	无数据	50 * 47	51 * 48	55 * 50	55 * 52
	豆类 2	无数据	30 * 25	59 * 55	59 * 55	61 * 55	64 * 58
	豆类 3	无数据	无数据	52 * 50	54 * 51	56 * 52	56 * 55
60W 白炽灯生长灯	豆类 1	32 x 25	38 x 31	57 x 50	59 x 53	62 x 55	62 x 55
	豆类 2	31 * 23	34 * 30	50 * 43	53 * 45	55 * 45	57 * 45
	豆类 3	无数据	无数据	26 * 22	28 * 23	30 * 27	33 * 30

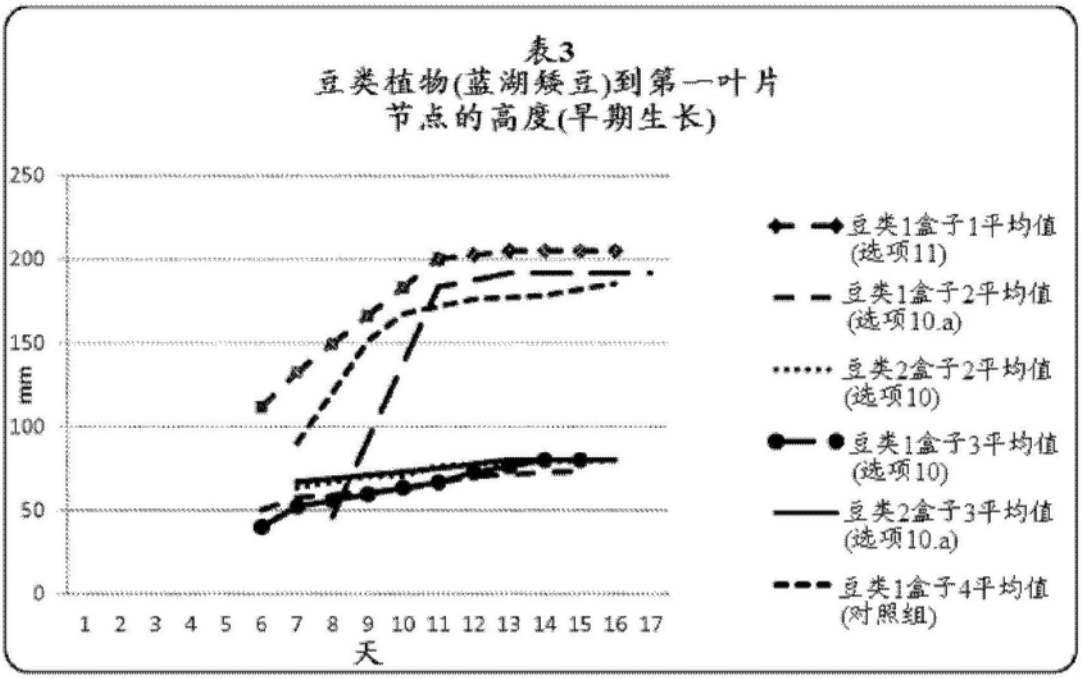
[0110] 实施例3

[0111] 以下表3以毫米为单位示出豆类(矮小变种菜豆)至第一叶片节点的高度。如表3所示,盒子1示出在选项11的色彩光谱光子发射下生长的豆类,其中选项11基于图9中所示的示例性光子发射,然而近红脉冲的持续时间被延长并且所有三个脉冲(远红、近红和蓝光)的频率并非按比例绘制。盒子2和盒子3示出在选项10和选项10a的色彩光谱发射下生长的豆类,其中选项10基于图9中所示的示例性光子发射,然而远红脉冲的持续时间被延长并且所有三个脉冲(远红、近红和蓝光)的选项10的占空比并非按比例绘制。盒子4示出在对照组的色彩光谱发射下生长的豆类,其包括在没有单个色彩光谱的脉冲调制的常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长的植物。

[0112] 如表3中所示,涉及至第一叶片节点的测量的数据开始于种子种植后的第六天。在对照组和选项11下生长的植物均具有在16日内的一致植物生长,其中最大高度是200mm。然而,在选项10和选项10a下生长的植物在整个测量时间内一致具有更短的至第一叶片节点的高度,起始高度少于50mm,而最大高度少于100mm。

[0113] 表3的数据显示了本公开的系统通过调制对植物的单个色彩光谱的脉冲来控制植物生长的能力。

[0114]



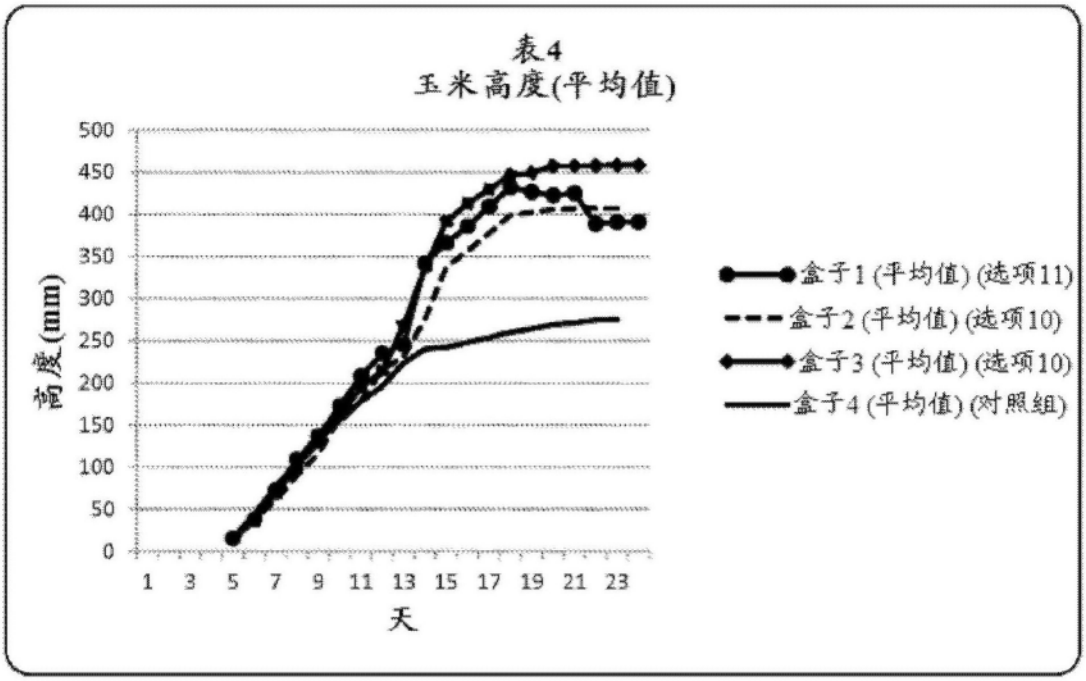
[0115] 实施例4

[0116] 表4以毫米为单位示出在选项11、选项10和对照组的色彩光谱光子发射下生长的植物的平均玉米(Zea mays)高度。如前文论述的,选项10和选项11均基于图9所示出的示例性光子发射。盒子2和盒子3显示了在选项10的色彩光谱发射下生长的豆类盒子1中生长的植物在选项11的色彩光谱光子发射下生长。盒子2和盒子3中生长的植物显示了在选项10的色彩光谱发射下生长的豆类。盒子4中生长的植物在对照组的色彩光谱发射下生长,其包括在没有单个色彩光谱的脉冲调制的常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长的植物。

[0117] 如表4所示,在所有四个盒子中生长的植物在种植后第五天显示出可测量的生长。在选项10和选项11下生长的植物显示出一致的生长,13天后具有超过对照组下生长的植物生长的可测量的增长。在选项10和选项11下生长的植物具有超过450mm的最大高度,较低的最大高度刚好低于400mm。相反地,在对照组下生长的植物具有低于300mm的最大高度。

[0118] 表4的数据显示了本公开的系统通过调制对植物的单个色彩光谱的脉冲来提高和改善植物生长的能力。

[0119]



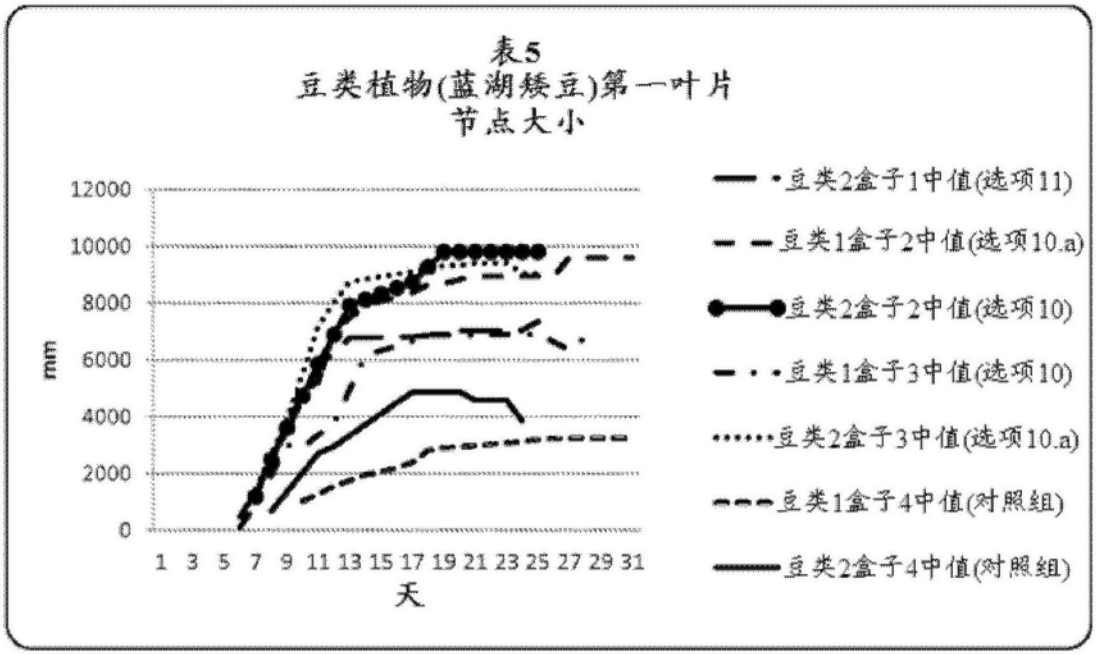
[0120] 实施例5

[0121] 以下表5以毫米为单位示出豆类(矮小变种菜豆)的第一节点的大小。如表5所示，盒子1示出在选项11的色彩光谱光子发射下生长的豆类。如前文论述的，选项10和选项11均基于图9所示出的示例性光子发射。盒子2和盒子3示出在选项10和选项10a的色彩光谱发射下生长的豆类。盒子4示出在对照组的色彩光谱发射下生长的豆类，其包括在没有单个色彩光谱的脉冲调制的常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长的植物。

[0122] 如表5中所示，涉及第一叶片节点大小的测量的数据大约开始于种子种植后的第六天。在选项10、选项10a和选项11下生长的植物均具有一致生长并且第一节点大小超过16天，其中最大第一节点大小为10000mm。然而，在对照组下生长的植物具有显著更小的第一节点大小，其中第一节点大小为4000mm或者更小。

[0123] 表5的数据显示了本公开的系统通过调制对植物的单个色彩光谱的脉冲来改善植物生长质量的能力。

[0124]



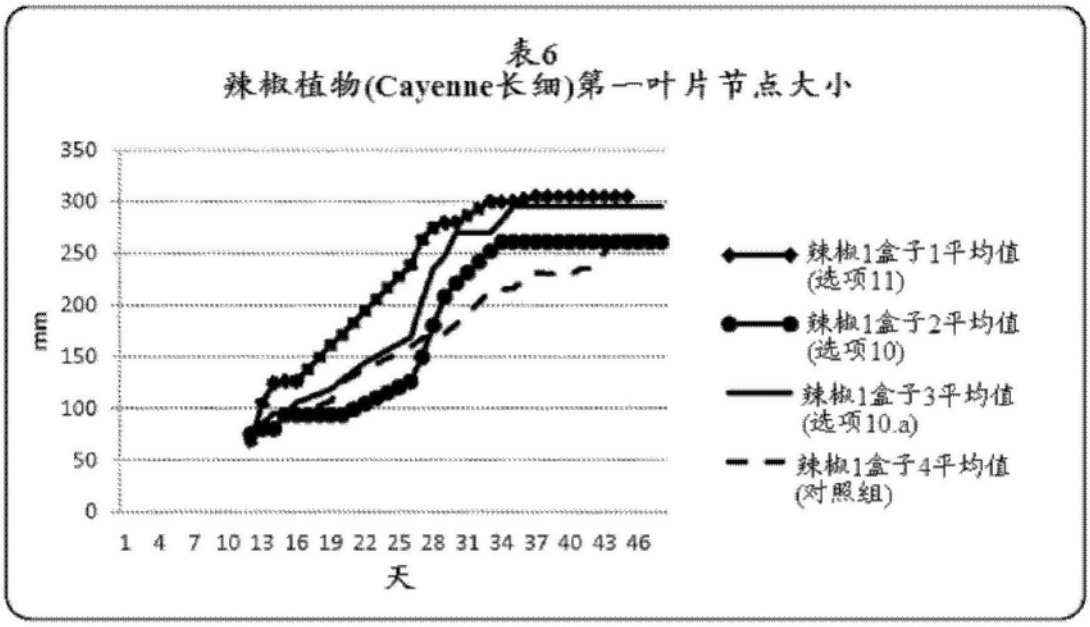
[0125] 实施例6

[0126] 以下表6以毫米为单位示出辣椒(Cayenne)的第一叶片节点的大小。如表6所示,盒子1示出在选项11的色彩光谱光子发射下生长的辣椒。如前文论述的,选项10和选项11均基于图9所示出的示例性光子发射。盒子2和盒子3示出在选项10和选项10a的色彩光谱发射下生长的辣椒。盒子4示出在对照组的色彩光谱发射下生长的辣椒,其包括在没有单个色彩光谱脉冲调制的常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长的植物。

[0127] 如表6中所示,涉及第一叶片节点大小的测量的数据大约开始于种子种植后的第十天。在选项10、选项10a和选项11下生长的植物均具有一致生长并且第一节点大小超过16天,其中最大第一叶片节点大小为300mm。然而,在对照组下生长的植物具有显著更小的第一节点大小,其中第一节点大小为250mm或者更小。

[0128] 表6的数据显示了本公开的系统通过调制对植物的单个色彩光谱的脉冲来改善植物生长质量的能力。

[0129]



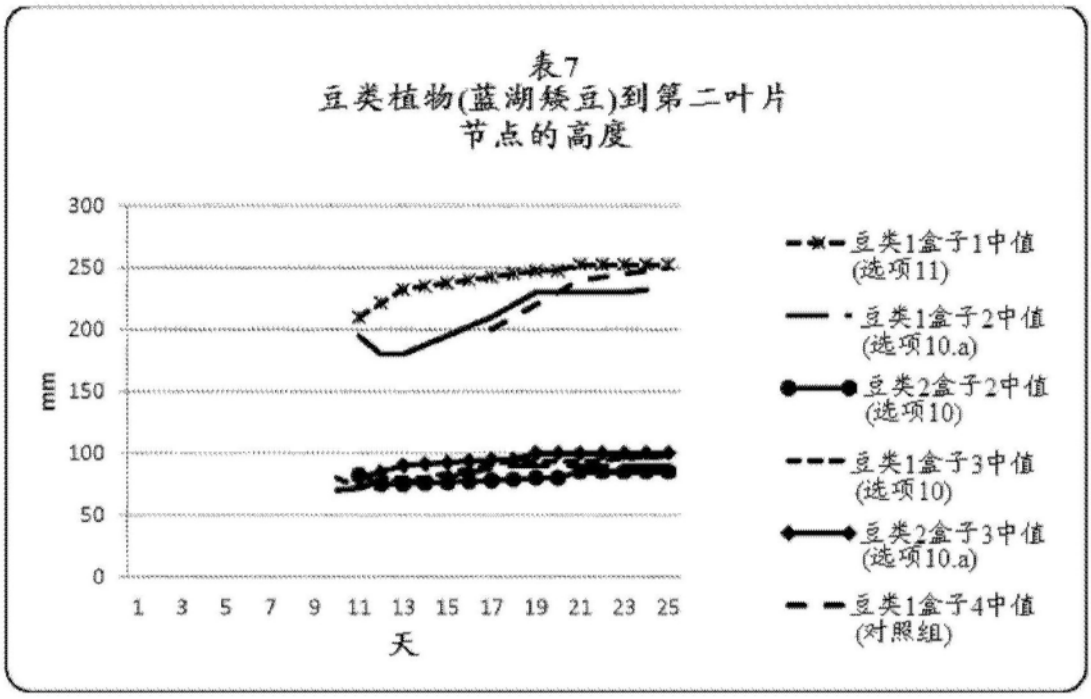
[0130] 实施例7

[0131] 以下表7以毫米为单位示出豆类(矮小变种菜豆)至第二叶片节点的高度。如表7所示,盒子1示出在选项11的色彩光谱光子发射下生长的豆类。如前文论述的,选项10和选项11均基于图9所示出的示例性光子发射。盒子2和盒子3示出在选项10和选项10a的色彩光谱发射下生长的豆类。盒子4示出在对照组的色彩光谱发射下生长的豆类,其包括在没有单个色彩光谱的脉冲调制的常规生长灯(60瓦特白炽生长灯)下生长的植物。

[0132] 如表7中所示,涉及至第二叶片节点的测量的数据大约开始于种子种植后的第十天。在对照组和选项11下生长的植物均具有在25日内的一致植物生长,其中最大高度是250mm。然而,在选项10和选项10a下生长的植物在整个测量时间内一致具有更短的至第二叶片节点的高度,平均高度在约50mm与100mm之间。

[0133] 表7的数据显示了本公开的系统通过调制对植物的单个色彩光谱的脉冲来控制植物生长的能力。

[0134]



[0135] 对于实施例8-21，由470nm、505nm、617nm和740nm波长组成的四色LED阵列使用不同微秒(μs)开循环、接着相协调的(μs)关循环进行调制，这以循环的方式重复以便产生范围是5％至85％的占空比。所有波长同时开始。在进行实验中的每一步的同时，使用各种开循环(脉宽)。这些脉宽被依次试验：全开(无关循环)、25,000(μs)开循环、5,000(μs)开循环、2,500(μs)开循环、1,250(μs)开循环、625(μs)开循环、312(μs)开循环、156(μs)开循环和78(μs)开循环。提供用于单独的相应循环率的以上开循环中的每一个的对应关循环由在以上所描述的循环中改变开循环之后的相应关循环来完成。

[0136] 如表8-21所示，试验已经显示了通过以极短间隔(即，78(μs)-25,000(μs))调制光，相对于光在未被调制时的电力输入，光合速率实现巨大增益。

[0137] 光合速率(“PSR”)测量如下：

[0138]
$$A=\frac{F\left(C_r-C_s\left(\frac{1000-W_r}{1000-W_s}\right)\right)}{100S\text{恒定发射}}$$

[0139] a.其中A＝净同化率，μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$，

[0140] b.其中F＝进入叶片腔的空气的摩尔流率，μmol $s^{-1}g$，

[0141] c.其中C_s＝示例IRGA中的CO_2的摩尔分数，μmol CO2 mol^{-1}空气，

[0142] d.其中C_r＝参考IRGA中的CO_2的摩尔分数，μmol CO2 mol^{-1}空气，

[0143] e.其中W_s＝水蒸气的示例IRGA摩尔分数，mmol H_2O mol空气$^{-1}$，

[0144] f.W_r＝水蒸气的参考IRGA摩尔分数，mmol H_2O mol空气$^{-1}$，

[0145] g.S＝叶面积，cm^2。

[0146] PSR如在6至8月龄的豆类植物(矮小变种菜豆)的单片叶片上测量。植物在以微秒(μs)为单位的特定光照持续时间，和100％发射的占空比，以及选自85％、75％、65％、55％、45％、33％、20％、15％、10％和5％的占空比下被单独暴露于由四个光通道(近红、远红、蓝

和绿)组成的光子脉冲。光合速率使用可购自Nebraska Lincoln的Li-Cor,Inc.公司的LI-6400XT便携式光合作用系统来测量。

[0147] LI-6400XT试验腔维持有700ppm的恒定含量的CO_2以及超过50%的相对湿度,同时300mol/s的受控气流进入盒子。

[0148] 实施例8

[0149] 以下表8显示了豆类植物的PSR,如当暴露于恒定发射(100%)和85%占空比时所测量。如表8所示,第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、85%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在85%下植物的百分比PSR。第5列是在85%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果,其中在85%下的PSR比率放大1.18倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0150] 如表8所示,与100%恒定发射相比,植物PSR在暴露于85%的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大111.27%的平均增加,其中峰值增加为115.63%。表8还显示了当光照持续时间减小时,在85%下的PSR增大,其中在1250μs的光照持续时间下具有12.62的峰值PSR。

[0151]

表 8

光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 85%电力
25000	12.84	12.72	99.07%	116.55%
5000		12.61	98.21%	115.54%
2500		12.59	98.05%	115.36%
1250		12.62	98.29%	115.63%
625		12.61	98.21%	115.54%
312		12.58	97.98%	115.26%
156		12.61	98.21%	115.54%
78		8.81	68.61%	80.72%

[0152] 实施例9

[0153] 以下表9显示了豆类植物的PSR,如当暴露于恒定发射(100%)和75%占空比时所测量。如表9所示,第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、75%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在75%下植物的百分比PSR。第5列是在75%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果,其中在75%下的PSR比率放大1.33倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0154] 如表9所示,与100%恒定发射相比,植物PSR在暴露于75%的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大128.54%的平均增加,其中峰值增加为130.79%。表9还显示了当光照持续时间减小时,在75%下的PSR增大,其中在312μs的光照持续时间下具

有12.88的峰值PSR。

[0155]

表 9				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的	相对于 100%循环率递送至光合作用的 75%%

[0156]

	发射下的 PSR		PSR%	电力
25000	13.13	12.94	98.55%	131.40%
5000		12.91	98.32%	131.10%
2500		12.87	98.02%	130.69%
1250		12.87	98.02%	130.69%
625		12.85	97.87%	130.49%
312		12.88	98.10%	130.79%
156		12.69	96.65%	128.87%
78		11.25	85.68%	114.24%

[0157] 实施例10

[0158] 以下表10显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和65%占空比时所测量。如表10所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、65%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在65%下植物的百分比PSR。第5列是在65%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在65%下的PSR比率放大1.54倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0159] 如表10所示，与100%恒定发射相比，植物PSR在暴露于65%的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大143.27%的平均增加，其中峰值增加为146.98%。表10还显示了当光照持续时间减小时，在65%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有12.85的峰值PSR。

[0160]

表 10				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 65%电力
25000	13.45	12.67	94.20%	144.92%
5000		12.74	94.72%	145.72%
2500		12.69	94.35%	145.15%
1250		12.66	94.13%	144.81%
625		12.69	94.35%	145.15%

[0161]

312		12.85	95.54%	146.98%
156		12.58	93.53%	143.89%
78		11.32	84.16%	129.48%

[0162] 实施例11

[0163] 以下表11显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和55%占空比时所测量。如表11所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、55%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在55%下植物的百分比PSR。第5列是在55%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在55%下的PSR比率放大1.82倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0164] 如表11所示，与100%恒定发射相比，植物PSR在暴露于55%电力的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大170.02%的平均增加，其中峰值增加为174.21%。表11还显示了当光照持续时间减小时，在55%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有13.05的峰值PSR。

[0165]

表 11				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 55%电力
25000	13.62	12.58	92.36%	167.93%
5000		12.86	94.42%	171.67%
2500		12.93	94.93%	172.61%
1250		12.95	95.08%	172.87%
625		13.02	95.59%	173.81%
312		13.05	95.81%	174.21%
156		12.89	94.64%	172.07%
78		11.61	85.24%	154.99%

[0166] 实施例12

[0167] 以下表12显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和45%占空比时所测量。如表12所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、45%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在45%下植物的百分比PSR。第5列是在45%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在45%下的PSR比率放大2.22倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0168] 如表12所示，与100%恒定发射相比，植物PSR在暴露于45%的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大201.77%的平均增加，其中峰值增加为207.10%。表12还显示了当光照持续时间减小时，在45%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有12.87的峰值PSR。

[0169]

表 12				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 45%电力
25000	13.81	11.71	84.79%	188.43%
5000		12.52	90.66%	201.46%
2500		12.61	91.31%	202.91%
1250		12.76	92.40%	205.33%
625		12.83	92.90%	206.45%
312		12.87	93.19%	207.10%
156		12.68	91.82%	204.04%
78		12.33	89.28%	198.41%

[0170] 实施例13

[0171] 以下表13显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和33%占空比的占空比时所测量。如表13所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、33%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在33%下植物的百分比PSR。第5列是在33%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在33%下的PSR比率放大三倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0172] 如表13所示，与100%恒定发射相比，据观察植物PSR在暴露于33%的占空比时是比当植物的植物光合速率在100%光照下测量时平均大250.15%。表13还显示了当光照持续时间减小时，在33%下的PSR增大，其中在156μs的光照持续时间下观察具有9.35的峰值PSR。

[0173]

表 13				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 33%电力
25000	10.7	7.39	69.07%	207.20%
5000		8.81	82.34%	247.01%
2500		8.92	83.36%	250.09%
1250		9.18	85.79%	257.38%
625		9.17	85.70%	257.10%
312		9.26	86.54%	259.63%
156		9.35	87.38%	262.15%
78		9.19	85.89%	257.66%
39		9.03	84.39%	253.18%

[0174] 实施例14

[0175] 以下表14显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和20%占空比时所测量。如表14所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2

列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、20%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%光照下植物的PSR相比在20%下植物的百分比PSR。第5列是在20%下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在20%占空比下的PSR比率放大五倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0176] 如表14所示，与100%恒定发射相比，据观察植物PSR在暴露于20%的占空比时具有比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大400.46%的平均增加。表14还显示了当光照持续时间减小时，在20%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有5.82的峰值PSR。

[0177]

表 14

光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 20%电力
25000	6.72	4.21	62.65%	313.24%
5000		5.42	80.65%	403.27%
2500		5.56	82.74%	413.69%
1250		5.71	84.97%	424.85%
625		5.75	85.57%	427.83%
312		5.82	86.61%	433.04%
156		5.73	85.27%	426.34%
78		5.57	82.89%	414.43%
39		4.67	69.49%	347.47%

[0178] 实施例15

[0179] 以下表15显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和15%占空比时所测量。如表15所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、15%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%光照下植物的PSR相比在15%下植物的百分比PSR。第5列是在15%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在15%下的PSR比率放大6.67倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0180] 如表15所示，与100%恒定发射相比，据观察植物PSR在暴露于15%电力的占空比时具有比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大478.21%的平均PSR。表15还显示了当光照持续时间减小时，在15%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有6.05的峰值PSR。

[0181]

表 15

光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 15%电力
25000	7.47	3.16	42.30%	281.99%

[0182]

5000		5.07	67.87%	452.43%
2500		5.51	73.76%	491.70%
1250		5.72	76.57%	510.44%
625		5.97	79.92%	532.74%
312		6.05	80.99%	539.88%
156		6.01	80.46%	536.31%
78		5.83	78.05%	520.25%
39		4.91	65.73%	438.15%

[0183] 实施例16

[0184] 以下表16显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和10%占空比时所测量。如表16所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、10%占空比下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%恒定发射下植物的PSR相比在10%下植物的百分比PSR。第5列是在10%占空比下植物的PSR的纠正的百分比比较结果，其中在10%下的PSR比率放大十倍以使PSR与在100%恒定发射下的PSR比率标准化。

[0185] 如表16所示，与100%恒定发射相比，植物PSR在暴露于10%的占空比时是比当植物光合速率在100%恒定发射下测量时大627.30%的平均增加，其中峰值增加为745.10%。表16还显示了当光照持续时间减小时，在10%下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有5.32的峰值PSR。

[0186]

表 16				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 10%电力
25000	7.14	2.03	28.43%	284.31%
5000		3.83	53.64%	536.41%
2500		4.62	64.71%	647.06%
1250		5.04	70.59%	705.88%
625		5.29	74.09%	740.90%
312		5.32	74.51%	745.10%
156		5.24	73.39%	733.89%

[0187]

78		4.92	68.91%	689.08%
39		4.02	56.30%	563.03%

[0188] 实施例17

[0189] 以下表17显示了豆类植物的PSR，如当暴露于恒定发射(100%)和5%占空比时所测量。如表17所示，第1列显示了以微秒(μs)为单位的全光光谱的光子脉冲的持续时间。第2列显示了当暴露于恒定发射(100%)时豆类植物的PSR。第3列显示了当在第1列的光照持续时间、5%电力下暴露于光子脉冲时所试验植物的PSR。第4列是与在100%光照下植物的PSR相比在5%下植物的百分比PSR。第5列是在5%下植物的PSR的相对PSR，其中在5%下的PSR

比率放大20倍以使PSR与在100％下的PSR比率标准化。

[0190] 如表17所示，与100％光照相比，植物PSR在暴露于5％的占空比时是比当植物光合速率在100％光照下测量时大827.12％的平均增加，其中峰值增加为1090.06％，为312μs。表17还显示了据观察当光照持续时间减小时，在5％下的PSR增大，其中在312μs的光照持续时间下具有3.51的峰值PSR。

[0191]

表 17				
光照持续时间(μs)	在 100%占空比/恒定发射下的 PSR	PSR	与 100%占空比/恒定发射相比的 PSR%	相对于 100%循环率递送至光合作用的 5%电力
25000	6.44	0.66	10.25%	204.97%
5000		1.92	29.81%	596.27%
2500		2.62	40.68%	813.66%
1250		3.03	47.05%	940.99%
625		3.43	53.26%	1065.22%
312		3.51	54.50%	1090.06%
156		3.46	53.73%	1074.53%
78		3.13	48.60%	972.05%
39		2.21	34.32%	686.34%

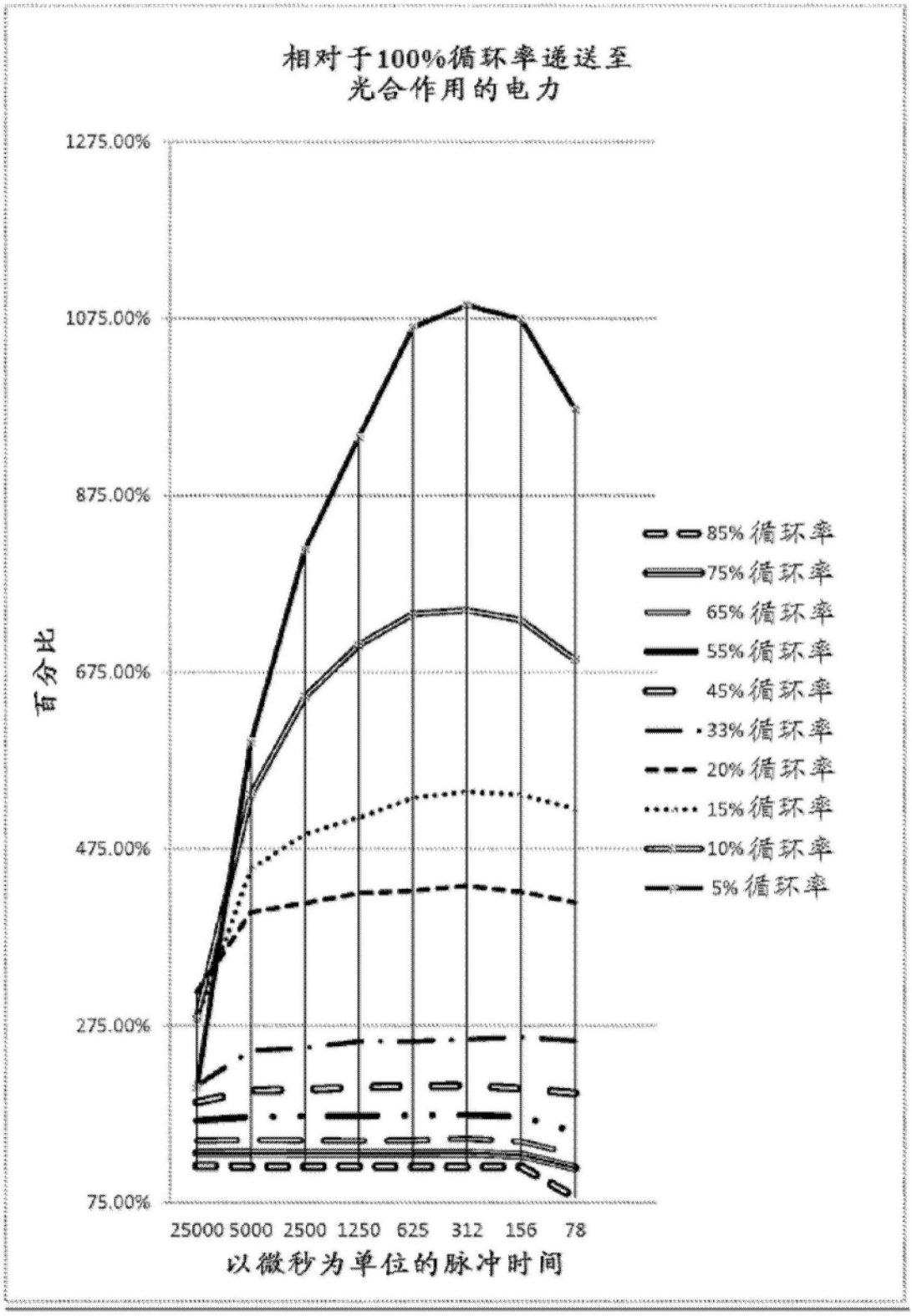
[0192] 实施例18

[0193] 以下的表18显示了豆类植物(矮小变种菜豆)的光合速率的汇编，如当暴露于恒定发射(100％占空比)以及85％、75％、65％、55％、45％、33％、20％、15％、10％和5％的占空比时所观察。

[0194] 如表18所示，如所测量的植物的光合速率当电力占空比在以下情况下减小时显著增大：在85％占空比下PSR增大111.27％、在75％占空比下128.54％、在65％占空比下143.27％、在55％占空比下170.02％、在45％占空比下201.77％、在所观察的33％占空比下250.15％、在所观察的20％占空比下PSR增大400％、在所观察的15％占空比下PSR增大478％、同样在所观察的10％占空比下745％的光合速率和827.12％PSR，其中在5％占空比下观察到312μs下的峰值1090％。

[0195] 表18

[0196]



[0197] 实施例19

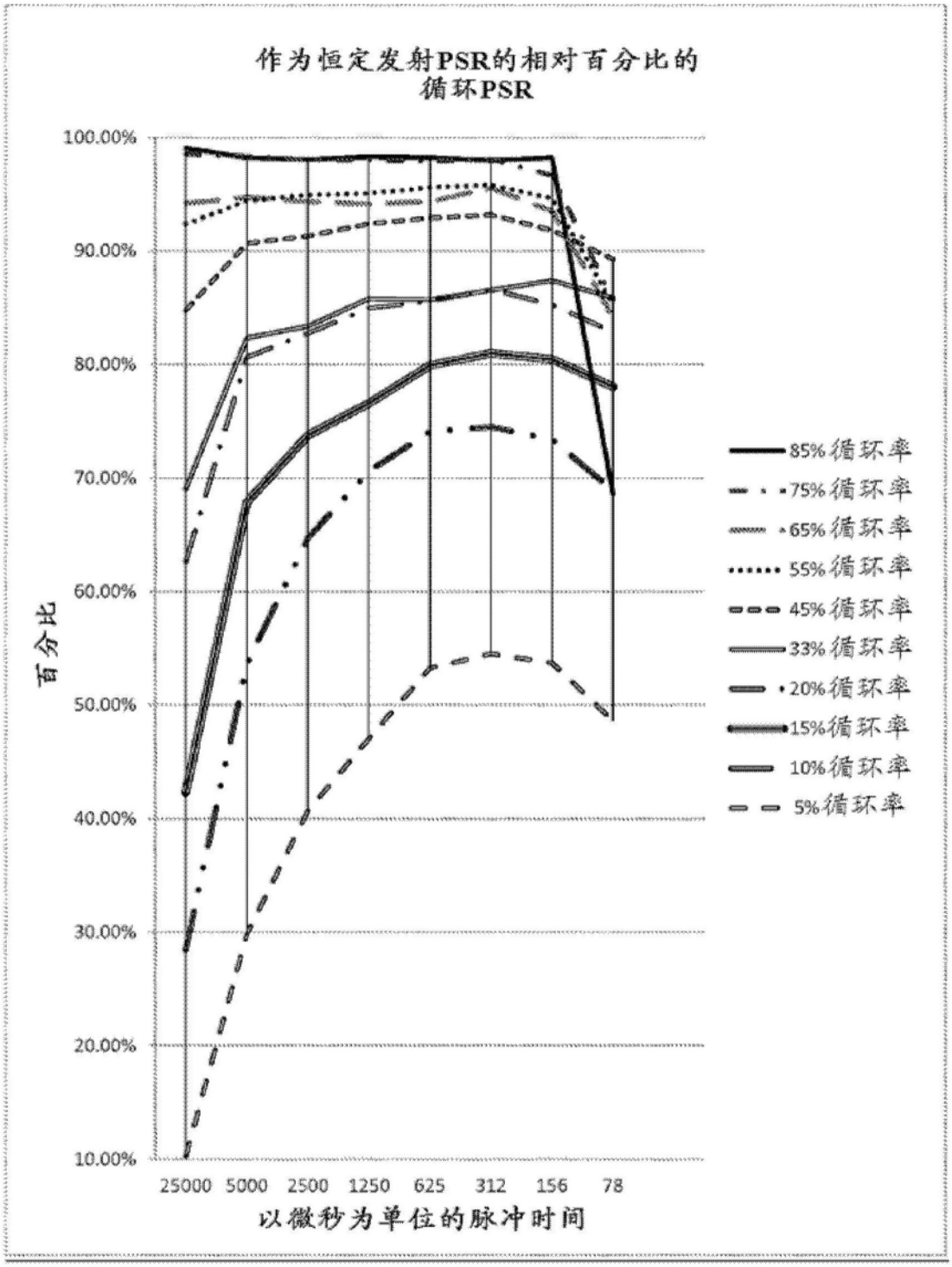
[0198] 以下的表19显示了如在光的恒定发射或全发射(100%占空比)以及85%、75%、65%、55%、45%、33%、20%、15%、10%和5%的占空比下以特定光照持续时间(如以微秒为单位测量)测量为植物的PSR的百分比的循环PSR。

[0199] 如表19所示,所试验植物的PSR比率在电力相对于占空比的百分比减小时显著增

大，其中PSR一致地在312微秒的光照持续时间下针对特定光照持续时间的65％、55％、45％、33％、20％、15％、10％和5％的占空比达到峰值。

[0200] 表19

[0201]



[0202] 实施例20

[0203] 表20-25显示了如关于金光菊属植物(全缘金光菊(Rudbeckia fulgida))测量的光合速率，从而允许远红波长的偏移。由470nm、505nm、617nm和740nm波长组成的四色LED阵列在循环(9.01％占空比)中由312μs开循环、接着是2812μs关循环进行重复调制。初始地，所有波长同时开始。在进行实验中的每一步的同时，远红(740nm)波长起点由100μs延迟偏

移。(即,0μs、100μs、200μs、300μs等)。在740nm波长的每个偏移和值被标绘之后,PSR(光合速率)得以允许稳定。光合速率使用可购自Nebraska Lincoln的Li-Cor,Inc.公司的LI-6400XT便携式光合作用系统来测量。

[0204] 如表20-25所示,PSR当740nm(远红)偏移以微秒为单位增大时一致地增大。请注意表20-24中的第2列显示0,这表明未测量到远红的偏移。如表21和表25所示,PSR在1500微秒的740nm(远红)下达到峰值并且随后开始减小。

[0205]

表 20 – 740 nm (远红)从 100 μs 偏移到 1000 μs											
740 nm 偏移	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
峰值 PSR	6.68	6.72	6.72	6.77	6.77	6.72	6.84	6.77	6.73	6.75	6.81

[0206]

表 21 – 740 nm (远红)从 1100 μs 偏移到 2000 μs											
740 nm 偏移	0	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
峰值 PSR	6.68	6.83	6.89	6.86	6.82	6.94	6.91	6.87	6.85	6.87	6.82

[0207]

表 22 – 740 nm (远红)从 2100 μs 偏移到 2800 μs									
740 nm 偏移	0	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800
峰值 PSR	6.68	6.81	6.78	6.84	6.71	6.73	6.75	6.72	6.8

[0208]

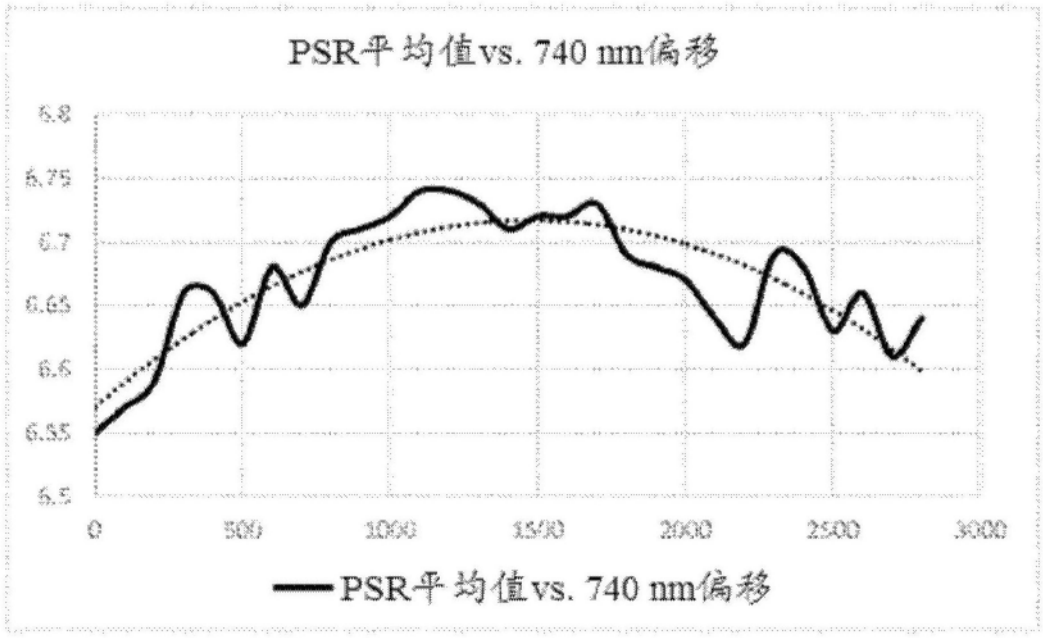
表 23 – 740 nm (远红)从 0 μs 偏移到 1600 μs 的第二次试验									
740 nm 偏移	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
峰值 PSR	6.79	6.98	6.95	6.85	6.97	6.89	7.05	7.07	6.85

[0209]

表 24 – 740 nm (远红) 从 1800 μs 偏移到 2800 μs 的第二次试验							
740 nm 偏移	0	1800	2000	2200	2400	2600	2800
峰值 PSR	6.68	6.89	6.91	6.89	6.84	6.93	6.86

[0210] 表25

[0211]



[0212] 以下的表26和27显示了如关于生长在具有退潮流量灌溉系统的MIRACLE GRO®.土壤中的九(9)周龄Kalanchoa sp.所测量的10%占空比w/不同信号持续时间光合速率平均值对740nm波长偏移(1.5*周期)。由470nm、505nm、617nm和740nm波长组成的四色LED阵列在100%强度下被调制成具有10%占空比。

[0213] 光合速率平均值跨150个测量结果测量,其中每一个近似间隔250ms。流动速率是200μmol,二氧化碳是CO2_R 700μmol;温度:T_叶片21℃;干燥剂:调整旋钮以实现RH_S=60%±1%并且碱石灰:完全擦去

[0214] 在表26表示的试验中,每个单独的波长以相同的脉宽、在相同的信号持续时间下发出脉冲,并且同时开始,除740nm波长之外。740nm波长远离另一个波长簇群偏移一个半周期(即,1.5*脉宽关)。在光接收配置的每个后续变化之后,赋予光合速率和参考CO^2适当的时间以适应新的光照。这通过延长周期内的光合速率和参考CO2平均值的相对平坦线条来判断。对于此实验,光合速率的±0.05波动的最大值指示可接受的稳定性。

[0215] 在表27中,每个单独的波长以相同的脉宽、在相同的信号持续时间下发出脉冲,并且同时开始。

[0216] 请注意两个试验中均使用相同植物和所提及植物上的叶片。

[0217] 如表28所示,所试验Kalanchoa植物的PSR速率随着信号持续时间的减小而显著增

大，其中当使所有色彩一起闪烁时，光合活性增大。据观察PSR的一致下降为750μs和500μs，其中PSR速率对于10%占空比再次增加400μs。

[0218]

表 26

10%占空比 w/不同信号持续时间光合速率平均值(1.5*周期)

740 nm 偏移

占空比(%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
信号持续时间(μs)	100000	50000	25000	17500	12500	7500	5000	3000	2000	1000	750	500	400	300	200
脉宽开(μs)	10000	5000	2500	1750	1250	750	500	300	200	100	75	50	40	30	20
脉宽关(μs)	90000	45000	22500	15750	11250	6750	4500	2700	1800	900	675	450	360	270	180
光合速率平均值	0.8	1.06	1.35	1.75	1.93	2.04	2.08	2.15	2.13	2.18	1.96	1.91	2.1	1.8	2.34

表 27

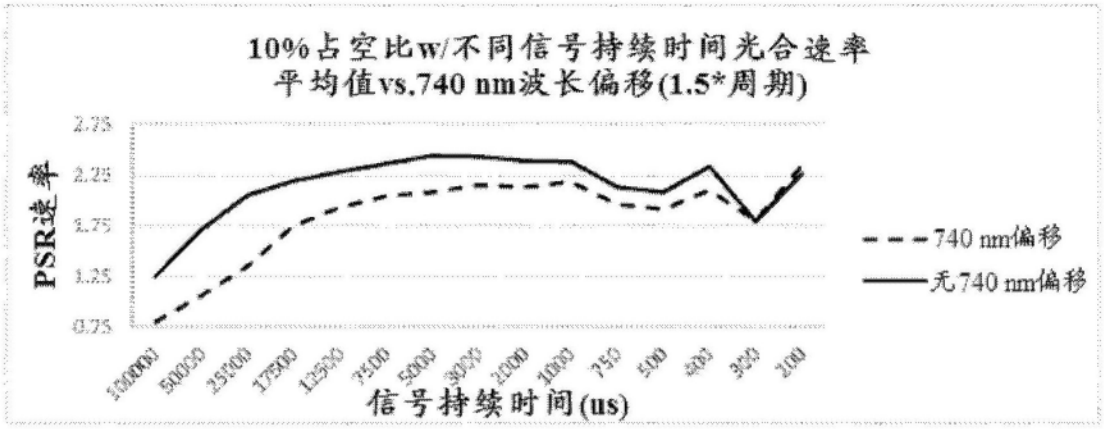
10%占空比 w/不同信号持续时间光合速率平均值(1.5*周期)

无 740 nm 偏移

占空比(%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
信号持续时间(μs)	100000	50000	25000	17500	12500	7500	5000	3000	2000	1000	750	500	400	300	200
脉宽开(μs)	10000	5000	2500	1750	1250	750	500	300	200	100	75	50	40	30	20
脉宽关(μs)	90000	45000	22500	15750	11250	6750	4500	2700	1800	900	675	450	360	270	180
光合速率平均值	1.25	1.71	2.05	2.19	2.28	2.36	2.44	2.43	2.39	2.38	2.13	2.08	2.33	1.79	2.26

[0219] 表28

[0220]



[0221] 以下的表29和30显示了如关于生长在具有退潮流量灌溉系统的MIRACLE GRO®.土壤中的九(9)周龄Kalanchoa sp所测量的10％占空比与不同信号持续时间光合速率平均值对740nm波长偏移(0.5*周期)。由470nm、505nm、617nm和740nm波长组成的四色LED阵列在100％强度下被调制成具有10％占空比。

[0222] 光合速率平均值跨150个测量结果测量，其中每一个近似间隔250ms。流动速率是200μmol，二氧化碳是CO2_R 700μmol；温度：T_叶片21℃；干燥剂：调整旋钮以实现RH_S＝60％±1％并且碱石灰：完全擦去。在光接收配置的每个后续变化之后，赋予光合速率和参考CO^2适当的时间以适应新的光照。这通过延长周期内的光合速率和参考CO2平均值的相对平坦线条来判断。对于此实验，光合速率的±0.05波动的最大值指示可接受的稳定性。

[0223] 在表29表示的试验中，每个单独的波长以相同的脉宽、在相同的信号持续时间下发出脉冲，并且同时开始，除740nm波长之外。740nm波长远离等于(.5)脉宽关的另一个波长偏移一半周期。

[0224] 在表30中，每个单独的波长以相同的脉宽、在相同的信号持续时间下发出脉冲，并且同时开始。

[0225] 请注意两个试验中均使用相同植物和所提及植物上的叶片。

[0226] 图表31所示，所试验Kalanchoa植物的PSR速率随着信号持续时间的减小而显著增大，其中当使所有色彩一起闪烁时，光合活性增大。据观察PSR的一致下降为750μs和500μs，其中PSR速率对于10％占空比再次增加400μs。

[0227]

表 29

10%占空比 w/不同信号持续时间光合速率平均值 vs.740 nm 波长偏移(0.5*周期)

740 nm 偏移

占空比(%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
信号持续时间(μs)	100000	50000	25000	17500	12500	7500	5000	3000	2000	1000	750	500	400	300	200
脉宽开(μs)	10000	5000	2500	1750	1250	750	500	300	200	100	75	50	40	30	20
脉宽关(μs)	90000	45000	22500	15750	11250	6750	4500	2700	1800	900	675	450	360	270	180
光合速率平均值	1.59	2.1	2.53	2.74	2.87	3.06	3.26	3.48	3.52	3.6	3.37	3.35	3.66	3.09	3.76

[0228] 表31

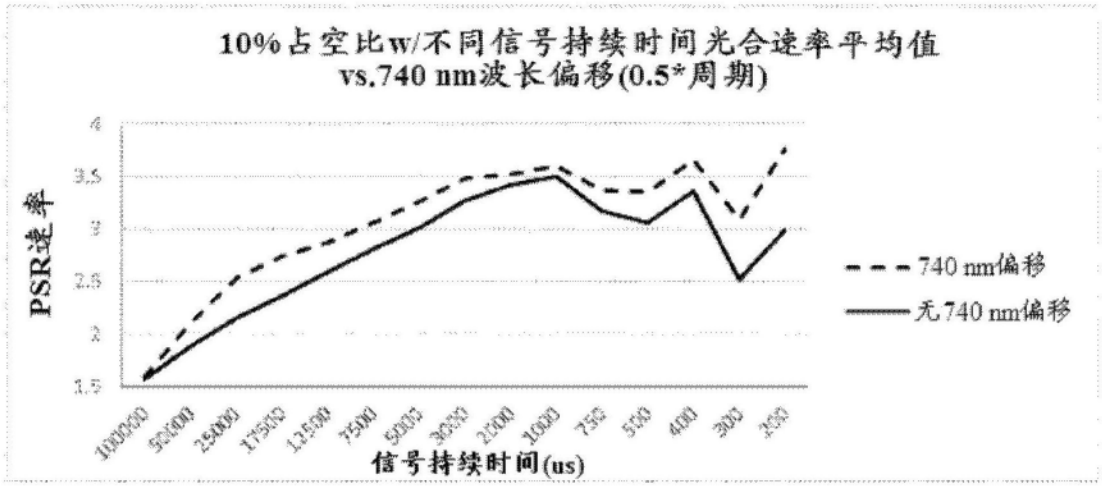
表 30

10%占空比 w/不同信号持续时间光合速率平均值 vs.740 nm 波长偏移(0.5*周期)

无 740 nm 偏移

占空比(%)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
信号持续时间(μs)	100000	50000	25000	17500	12500	7500	5000	3000	2000	1000	750	500	400	300	200
脉宽开(μs)	10000	5000	2500	1750	1250	750	500	300	200	100	75	50	40	30	20
脉宽关(μs)	90000	45000	22500	15750	11250	6750	4500	2700	1800	900	675	450	360	270	180
光合速率平均值	1.57	1.88	2.15	2.36	2.59	2.81	3.01	3.27	3.42	3.5	3.17	3.06	3.36	2.52	2.99

[0229]



[0230] 本发明的上述描述是为了说明和描述而呈现的。不应认为上述描述是排他性的或将本发明限制于所公开的明确形式，并且根据以上的教义有可能进行其他修改和改变。所述实施方案被选择或描述，是为了更好地解释本发明的原理及其实际应用，以便由此使本领域技术人员能够更好地以适于具体应用的各种实施方案和各种变化形式使用本发明。所附权利要求旨在解释为包括本发明的其他替代实施方案，除非被现有技术限制。

[0231] 本申请母案的权利要求如下，其作为本申请说明书的一部分并入：

[0232] 1.一种用于增强有机体的生长、破坏或修复的系统，其包括：

[0233] 至少一个光子发射器，其与至少一个光子发射调制控制器通信；

[0234] 其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个第一光子脉冲，其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；

[0235] 其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；

[0236] 其中所述第一光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的恒定发射的0.01％与90％之间；

[0237] 其中所述至少一个光子发射器被配置来发射至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比；

[0238] 其中所述至少一个光子发射调制控制器控制来自所述光子发射器的光子的所述发射；

[0239] 其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；

[0240] 其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的恒定发射的0.01％与90％之间；并且

[0241] 其中所述至少一个第一光子脉冲和所述至少一个额外光子脉冲诱发所述有机体中的反应或期望反应。

[0242] 2.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个光子发射器被配置来发射多个至少一个第一光子脉冲，其中所述多个所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长

带和占空比;并且

[0243] 其中所述至少一个额外光子脉冲在所述多个所述第一光子脉冲的发射后被发射,其中所述至少一个额外光子脉冲具有不同于所述至少一个第一光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0244] 3.如权利要求2所述的系统,其中所述至少一个光子发射器被配置来在所述至少一个额外光子脉冲的发射后发射至少一个额外的多个所述至少一个第一光子脉冲,其中所述多个所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比;并且

[0245] 其中至少一个额外的所述至少一个额外光子脉冲在所述至少一个额外的多个所述第一光子脉冲的发射之后被发射,其中所述至少一个额外光子脉冲具有不同于所述至少一个第一光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0246] 4.如权利要求1所述的系统,其还包括与所述至少一个光子发射调制控制器通信的主逻辑控制器,其中所述主逻辑控制器发送命令至所述至少一个光子发射调制控制器,以控制来自所述至少一个光子发射器的所述至少一个第一光子脉冲和所述至少一个额外光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0247] 5.如权利要求1所述的系统,其中所述系统包括多个光子发射器。

[0248] 6.如权利要求5所述的系统,其中所述光子发射器选自下组:发光二极管、颜色滤色的白炽灯(钨-卤素和疝气)、颜色滤色的荧光灯(CFL)、颜色滤色的高强度放电灯(金属卤化物、高压钠、低压钠、汞汽)和颜色滤色的日光。

[0249] 7.如权利要求4所述的系统,其中所述主逻辑控制器与监测所述至少一个光子发射器的电力使用的电力消耗传感器通信,并且其中所述电力消耗传感器与位于所述主逻辑控制器的外部的主机通信。

[0250] 8.如权利要求1所述的系统,其中所述至少一个光子发射调制控制器选自包括以下的组:固态继电器、金属氧化物半导体场效应晶体管、op amp(运算放大器)、控制信号的强度和持续时间的装置、场效应晶体管、齐纳二极管、光学斩波器以及诱发光子脉冲的调制的装置。

[0251] 9.如权利要求1所述的系统,其中所述至少一个第一光子脉冲的所述波长带选自包括近红、远红、蓝、红外、黄、橙和紫外的组。

[0252] 10.如权利要求1所述的系统,其中所述至少一个额外光子脉冲的所述波长带选自包括近红、远红、蓝、红外、黄、橙和紫外的组。

[0253] 11.如权利要求1所述的系统,其中所述至少一个第一光子脉冲的所述波长带在0.1nm与1cm之间。

[0254] 12.如权利要求1所述的系统,其中所述至少一个额外光子脉冲的所述波长带具有0.1nm与1cm之间的波长。

[0255] 13.如权利要求4所述的系统,其还包括

[0256] 至少一个传感器,其监测与所述有机体相关联的至少一个条件,其中与所述有机体相关联的所述至少一个条件是与所述有机体相关联的环境条件或与所述有机体相关联的生理条件;

[0257] 其中所述至少一个传感器可操作连接至第一通信装置,其中所述第一通信装置将来自所述至少一个传感器的数据发送至所述主逻辑控制器。

[0258] 14.如权利要求4所述的系统，其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据来调节所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比以及所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比。

[0259] 15.如权利要求14所述的系统，其还包括与灌溉源通信的所述主逻辑控制器，其中所述灌溉源提供对所述有机体的灌溉事件。

[0260] 16.如权利要求15所述的系统，其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据调节对所述有机体的灌溉事件的定时。

[0261] 17.如权利要求15所述的系统，其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据调节对所述有机体的灌溉事件的持续时间。

[0262] 18.如权利要求14所述的系统，其还包括与营养源通信的所述主逻辑控制器，其中所述营养源提供对所述有机体的营养事件。

[0263] 19.如权利要求18所述的系统，其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据调节对所述有机体的营养事件的定时。

[0264] 20.如权利要求18所述的系统，其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据调节对所述有机体的营养事件的持续时间。

[0265] 21.如权利要求14所述的系统，其中所述至少一个传感器选自包括以下的组：茎直径传感器、果实直径传感器、叶片温度传感器、液汁相对率传感器、红外线传感器、气体、光呼吸作用传感器、呼吸作用传感器、近红外线传感器、摄像机、pH传感器及其组合。

[0266] 22.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体选自包括以下的组：细菌、蓝细菌、担子菌、子囊菌、酵母菌、被子植物、蕨类植物、裸子植物、蓝藻、硅藻、光合单细胞、真核绿藻、动物界的有机体及其组织。

[0267] 23.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲具有至少0.1％的光量子变化。

[0268] 24.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲具有至少0.1％的光量子变化。

[0269] 25.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在0.01％与10％之间。

[0270] 26.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在0.1％与10％之间。

[0271] 27.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在10.01％与15％之间。

[0272] 28.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在10.1％与15％之间。

[0273] 29.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在15.01％与20％之间。

[0274] 30.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在15.01％与20％之间。

[0275] 31.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在20.01％与30％之间。

[0276] 32.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在20.1％与30％之间。

[0277] 33.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在30.01％与40％之间。

[0278] 34.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在30.1％与40％之间。

[0279] 35.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在40.01％与80％之间。

[0280] 36.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在40.1％与80％之间。

[0281] 37.如权利要求1所述的系统，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在50.1％与90％之间。

[0282] 38.一种用于诱发有机体中的反应或期望反应的方法，其中所述方法包括：

[0283] 提供至少一个光子发射器；

[0284] 提供与所述至少一个光子发射器通信的至少一个光子发射调制控制器；

[0285] 从所述至少一个光子发射调制控制器传达命令至所述至少一个光子发射器；

[0286] 从所述至少一个光子发射器向所述有机体发射至少一个第一光子脉冲，其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；

[0287] 其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；

[0288] 其中所述第一光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的恒定发射的0.01％与90％之间；以及

[0289] 从所述至少一个光子发射器向所述有机体发射至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比；

[0290] 其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间在0.01微秒与5分钟之间并且其中所述光子脉冲之间的所述延迟持续时间在0.1微秒与24小时之间；

[0291] 其中所述额外光子脉冲的所述占空比在所述至少一个光子发射器的恒定发射的0.01％与90％之间。

[0292] 39.如权利要求38所述的方法，其还包括：

[0293] 在所述至少一个额外光子脉冲的发射之后从所述至少一个光子发射器向所述有机体发射至少一个额外的至少一个第一光子脉冲，其中所述至少一个第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；以及

[0294] 从所述至少一个光子发射器向所述有机体发射至少一个额外的所述至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比不同于所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比。

[0295] 40.如权利要求38所述的方法，其还包括：

[0296] 从所述至少一个光子发射器发射多个所述第一光子脉冲，其中所述多个所述第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；以及

[0297] 在所述多个所述第一光子脉冲的发射之后发射至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有不同于所述多个所述第一光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0298] 41.如权利要求38所述的方法，其还包括：

[0299] 在所述至少一个额外光子脉冲的发射之后从所述至少一个光子发射器发射至少一个额外的多个所述第一光子脉冲，其中所述多个所述第一光子脉冲具有持续时间、强度、波长带和占空比；以及

[0300] 在发射所述第二多个所述第一光子脉冲后发射至少一个额外的所述至少一个额外光子脉冲，其中所述至少一个额外光子脉冲具有不同于所述至少一个第一光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0301] 42.如权利要求38所述的方法，其还包括：

[0302] 提供与所述至少一个光子发射调制控制器通信的主逻辑控制器，其中所述主逻辑控制器发送命令至所述至少一个光子发射调制控制器，以控制来自所述至少一个光子发射器的所述至少一个第一光子脉冲和所述至少一个额外光子脉冲的持续时间、强度、波长带和占空比。

[0303] 43.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个光子发射器选自包括以下组的组：发光二极管、颜色滤色的白炽灯(钨-卤素和疝气)、颜色滤色的荧光灯(CFL)、颜色滤色的高强度放电灯(金属卤化物、高压钠、低压钠、汞汽)和颜色滤色的日光。

[0304] 44.如权利要求38所述的方法，其还包括：

[0305] 提供与所述主逻辑控制器通信的电力消耗传感器；

[0306] 监测所述至少一个光子发射器的电力使用；

[0307] 将来自所述电力消耗传感器的所述电力消耗传达至位于所述主逻辑控制器的外部的主机。

[0308] 45.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个光子发射调制控制器选自包括以下的组：固态继电器、金属氧化物半导体场效应晶体管、场效应晶体管、op amp(运算放大器)和控制信号的强度和持续时间的任何其他装置、齐纳二极管、光学斩波器以及诱发光子脉冲的调制的装置。

[0309] 46.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述波长带选自由近红、远红、蓝、红外、黄、橙和紫外组成的组。

[0310] 47.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述波长带选自由近红、远红、蓝、红外、黄、橙和紫外组成的组。

[0311] 48.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述波长带具有0.1nm与1cm之间的波长。

[0312] 49.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述波长带具有0.1nm与1cm之间的波长。

[0313] 50.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比与所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空

比相同。

[0314] 51.如权利要求38所述的方法,其还包括:

[0315] 提供至少一个传感器;

[0316] 监测与所述有机体相关联的至少一个条件,其中与所述有机体相关联的所述至少一个条件是与所述有机体相关联的环境条件或与所述有机体相关联的生理条件;以及

[0317] 将来自所述至少一个传感器的关于所述条件的数据传达至所述主逻辑控制器。

[0318] 52.如权利要求51所述的方法,其还包括:

[0319] 基于来自所述至少一个传感器的所述数据来调节来自所述至少一个光子发射器的所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比以及所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比。

[0320] 53.如权利要求51所述的方法,其还包括:

[0321] 提供与所述主逻辑控制器通信的灌溉源,其中所述灌溉源提供对所述有机体的灌溉事件。

[0322] 54.如权利要求53所述的方法,其还包括:

[0323] 基于来自所述至少一个传感器的所述数据来开始对所述有机体的来自所述灌溉源的灌溉事件。

[0324] 55.如权利要求54所述的方法,其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据确定所述灌溉事件的定时。

[0325] 56.如权利要求55所述的方法,其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据确定所述灌溉事件的持续时间。

[0326] 57.如权利要求51所述的方法,其还包括:

[0327] 提供与所述主逻辑控制器通信的营养源,其中所述营养源提供对所述有机体的营养事件。

[0328] 58.如权利要求57所述的方法,其还包括:

[0329] 基于来自所述至少一个传感器的所述数据来开始对所述有机体的来自所述营养源的营养事件。

[0330] 59.如权利要求58所述的方法,其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据确定所述营养事件的定时。

[0331] 60.如权利要求58所述的方法,其中所述主逻辑控制器基于来自所述至少一个传感器的所述数据确定所述营养事件期间向所述有机体引导的营养的量。

[0332] 61.如权利要求51所述的方法,其中所述至少一个传感器选自由以下组成的组:茎直径传感器、果实直径传感器、温度传感器、液汁相对率传感器、红外线传感器、气体、光呼吸作用传感器、呼吸作用传感器、近红外线传感器、摄像机、pH传感器及其组合。

[0333] 62.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体选自包括以下的组:细菌、蓝细菌、担子菌、子囊菌、酵母菌、被子植物、蕨类植物、裸子植物、蓝藻、硅藻、光合单细胞、真核绿藻、动物界的有机体及其组织。

[0334] 63.如权利要求38所述的方法,其中将所有外部光与所述有机体阻隔开。

[0335] 64.如权利要求38所述的方法,其中所述至少一个第一光子脉冲的所述发射和所述至少一个额外光子脉冲的所述发射是光子的补充来源。

[0336] 65.如权利要求38所述的方法，其中来自所述有机体的所述期望反应是光合作用反应。

[0337] 66.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲具有至少0.1％的光量子变化。

[0338] 67.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲具有至少0.1％的光量子变化。

[0339] 68.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在0.01％与10％之间。

[0340] 69.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在0.1％与10％之间。

[0341] 70.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在10.01％与15％之间。

[0342] 71.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在10.1％与15％之间。

[0343] 72.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在15.01％与20％之间。

[0344] 73.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在15.01％与20％之间。

[0345] 74.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在20.01％与30％之间。

[0346] 75.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在20.1％与30％之间。

[0347] 76.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在30.01％与40％之间。

[0348] 77.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在30.1％与40％之间。

[0349] 78.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述占空比的范围在40.01％与80％之间。

[0350] 79.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述占空比的范围在40.1％与90％之间。

[0351] 80.如权利要求38所述的方法，其中所述反应是非天然刺激的反应。

[0352] 81.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比针对来自所述有机体的期望反应被特定地调谐。

[0353] 82.如权利要求38所述的方法，其中所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比针对来自所述有机体的期望反应被特定地调谐。

[0354] 83.如权利要求38所述的方法，其中所述方法具有至少1％的电力节省。

[0355] 84.如权利要求1所述的系统，其中所述第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比以及所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比诱发大于1的增益效率。

[0356] 85.如权利要求38所述的方法，其中所述第一光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比以及所述至少一个额外光子脉冲的所述持续时间、强度、波长带和占空比诱发大于1的增益效率。

[0357] 86.如权利要求1所述的系统，其中相对于100％循环率递送至光合作用的所述电力百分比是1％或更大。

[0358] 87.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率的增大。

[0359] 88.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大0.5或更大。

[0360] 89.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大0.5与5.0之间。

[0361] 90.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大5.1与10.0之间。

[0362] 91.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大10.1与20.0之间。

[0363] 92.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大20.1或更大。

[0364] 93.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是与100％占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在0.1％与99.9％之间。

[0365] 94.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是与100％占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在0.1％与50％之间。

[0366] 95.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是与100％占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在50.1％与75％之间。

[0367] 96.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是与100％占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在75.1％与90％之间。

[0368] 97.如权利要求1所述的系统，其中所述有机体中的所述期望反应是与100％占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在90.1％与99.9％之间。

[0369] 98.如权利要求38所述的方法，其中相对于100％循环率递送至光合作用的所述电力百分比是1％或更大。

[0370] 99.如权利要求38所述的方法，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率的增大。

[0371] 100.如权利要求38所述的方法，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大0.5或更大。

[0372] 101.如权利要求38所述的方法，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大0.5与5.0之间。

[0373] 102.如权利要求38所述的方法，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大5.1与10.0之间

[0374] 103.如权利要求38所述的方法，其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大10.1与20.0之间。

[0375] 104.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是光合速率增大20.1或更大。

[0376] 105.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是与100%占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在0.1%与99.9%之间。

[0377] 106.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是与100%占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在0.1%与50%之间。

[0378] 107.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是与100%占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在50.1%与75%之间。

[0379] 108.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是与100%占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在75.1%与90%之间。

[0380] 109.如权利要求38所述的方法,其中所述有机体中的所述期望反应是与100%占空比对恒定发射相比的光合速率百分比在90.1%与99.9%之间。

[0381] 110.如权利要求4所述的系统,其中所述主逻辑控制器包含用于所述光子从所述光子发射器的所述发射的所有逻辑和控件。

[0382] 111.如权利要求42所述的方法,其中所述主逻辑控制器包含用于所述光子从所述光子发射器的所述发射的所有逻辑和控件。

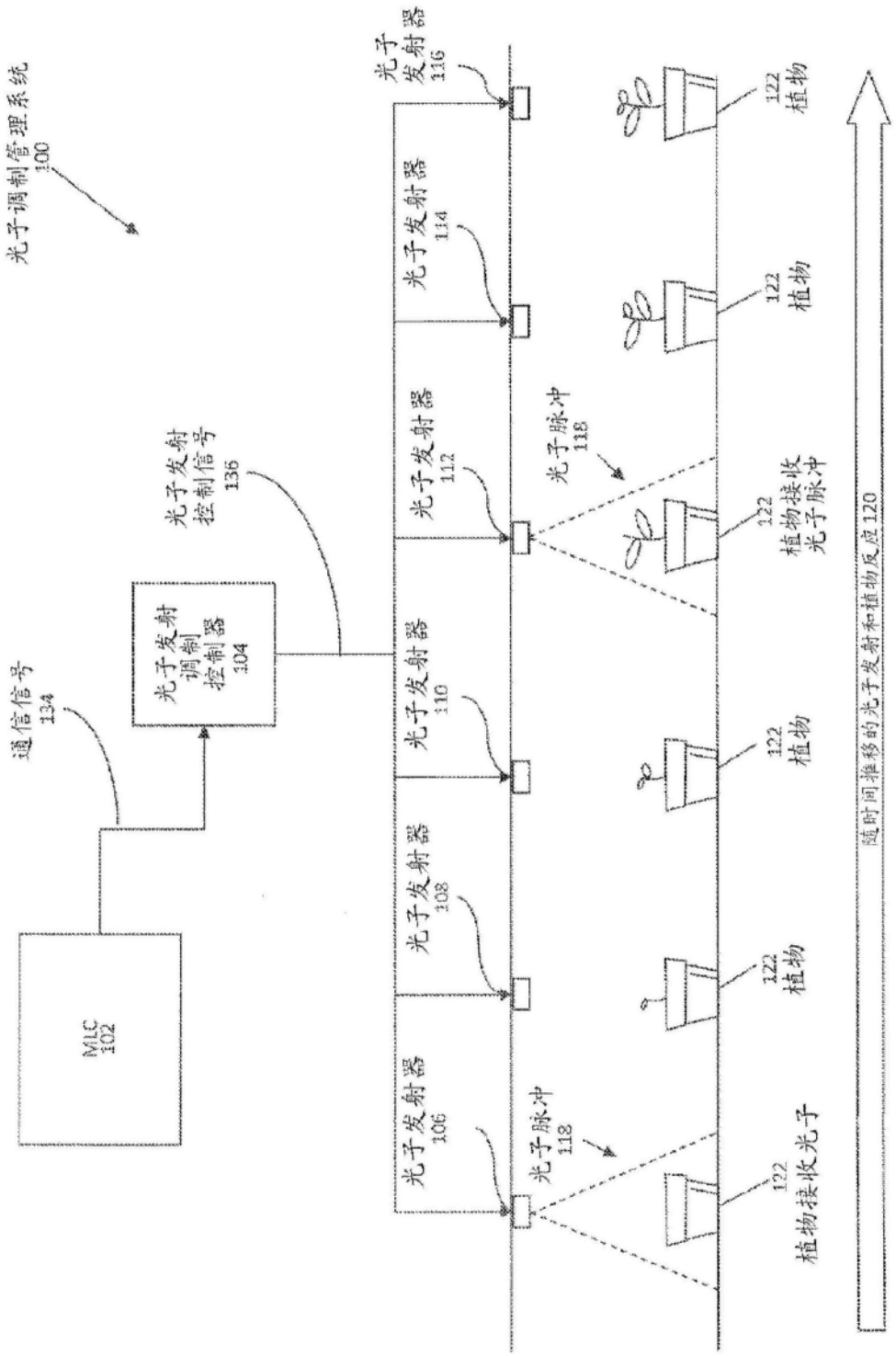

光子调制管理系统
100
通信信号
134
MLC
102
光子发射
调制
控制器
104
光子发射
控制信号
136
光子发射器
106
光子发射器
108
光子发射器
110
光子发射器
112
光子发射器
114
光子发射器
116
光子脉冲
118
光子脉冲
118
122
植物
122
植物
122
植物
122
植物
122
植物接收光子
122
植物接收
光子脉冲
随时间推移的光子发射和植物反应 120

图1

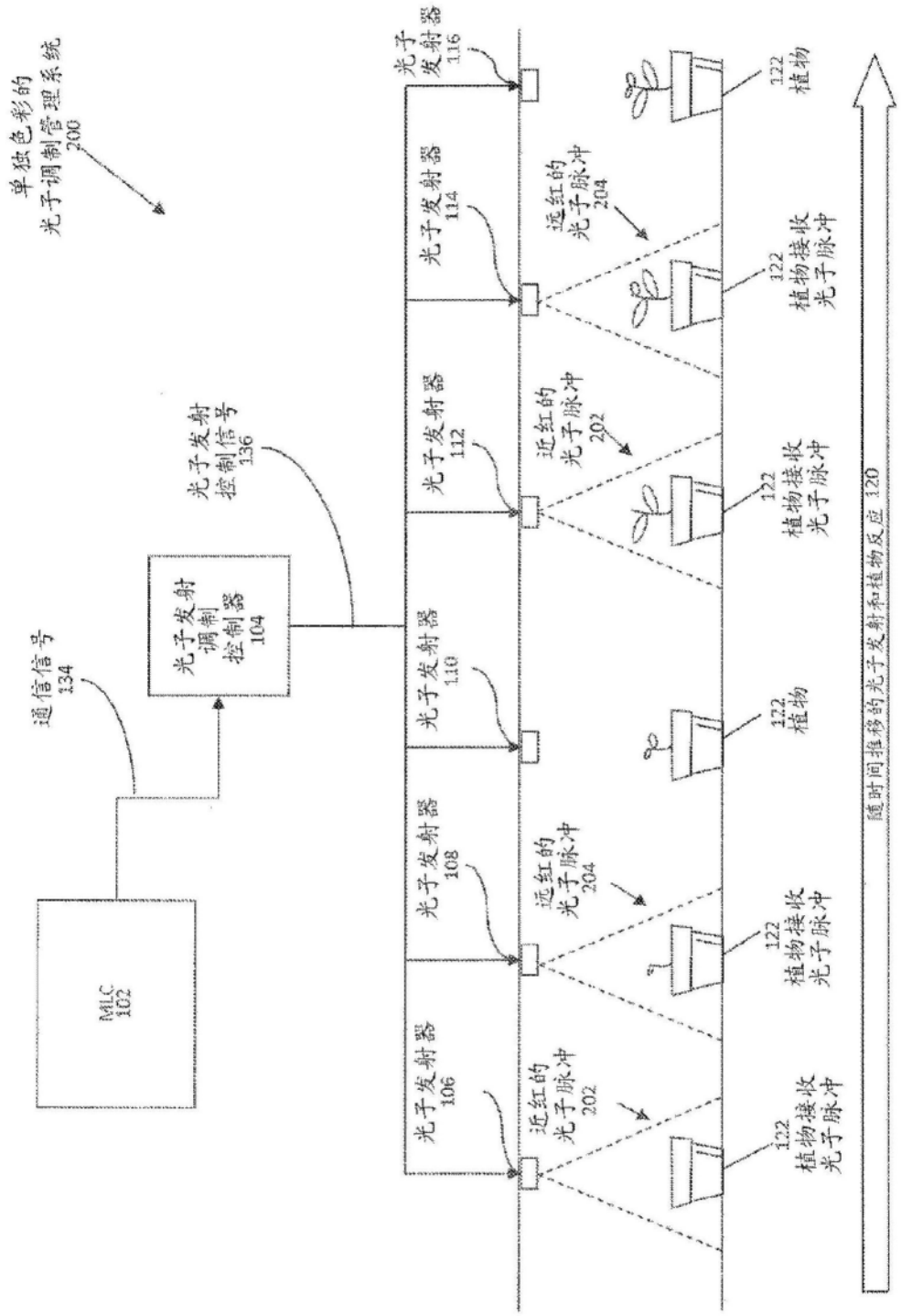

单独色彩的
光子调制管理系统
200
通信信号
134
MLC
102
光子发射
调制
控制器
104
光子发射
控制信号
136
光子发射器
106
光子发射器
108
光子发射器
110
光子发射器
112
光子发射器
114
光子发射器
116
近红的
光子脉冲
202
远红的
光子脉冲
204
近红的
光子脉冲
202
远红的
光子脉冲
204
122
植物接收
光子脉冲
122
植物
122
植物接收
光子脉冲
122
植物
122
植物接收
光子脉冲
122
植物
随时间推移的光子发射和植物反应 120

图2

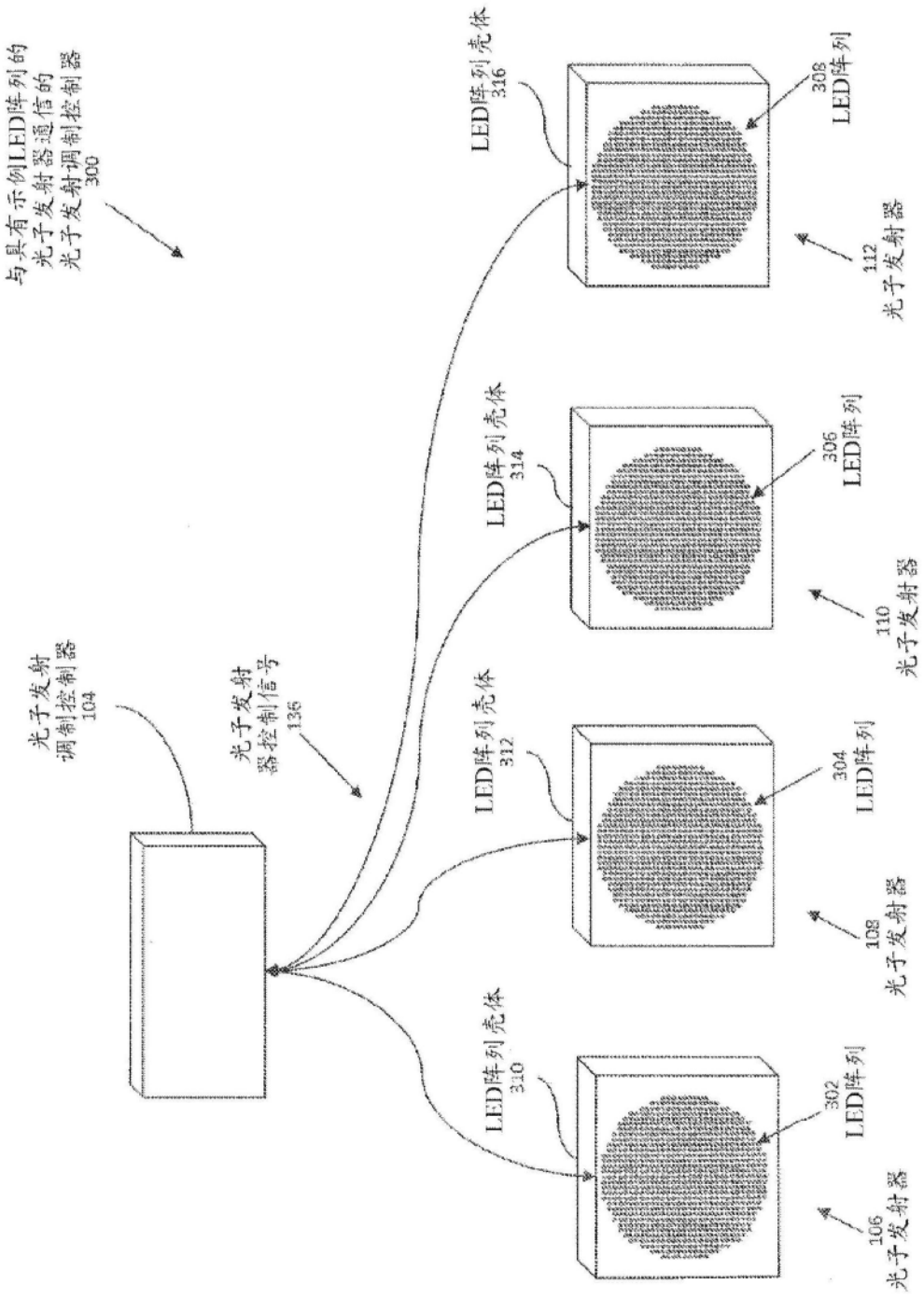

与具有示例LED阵列的
光子发射器通信的
光子发射调制控制器
300
光子发射
调制控制器
104
光子发射
器控制信号
136
LED阵列壳体
316
308
LED阵列
112
光子发射器
LED阵列壳体
314
306
LED阵列
110
光子发射器
LED阵列壳体
312
304
LED阵列
108
光子发射器
LED阵列壳体
310
302
LED阵列
106
光子发射器

图3

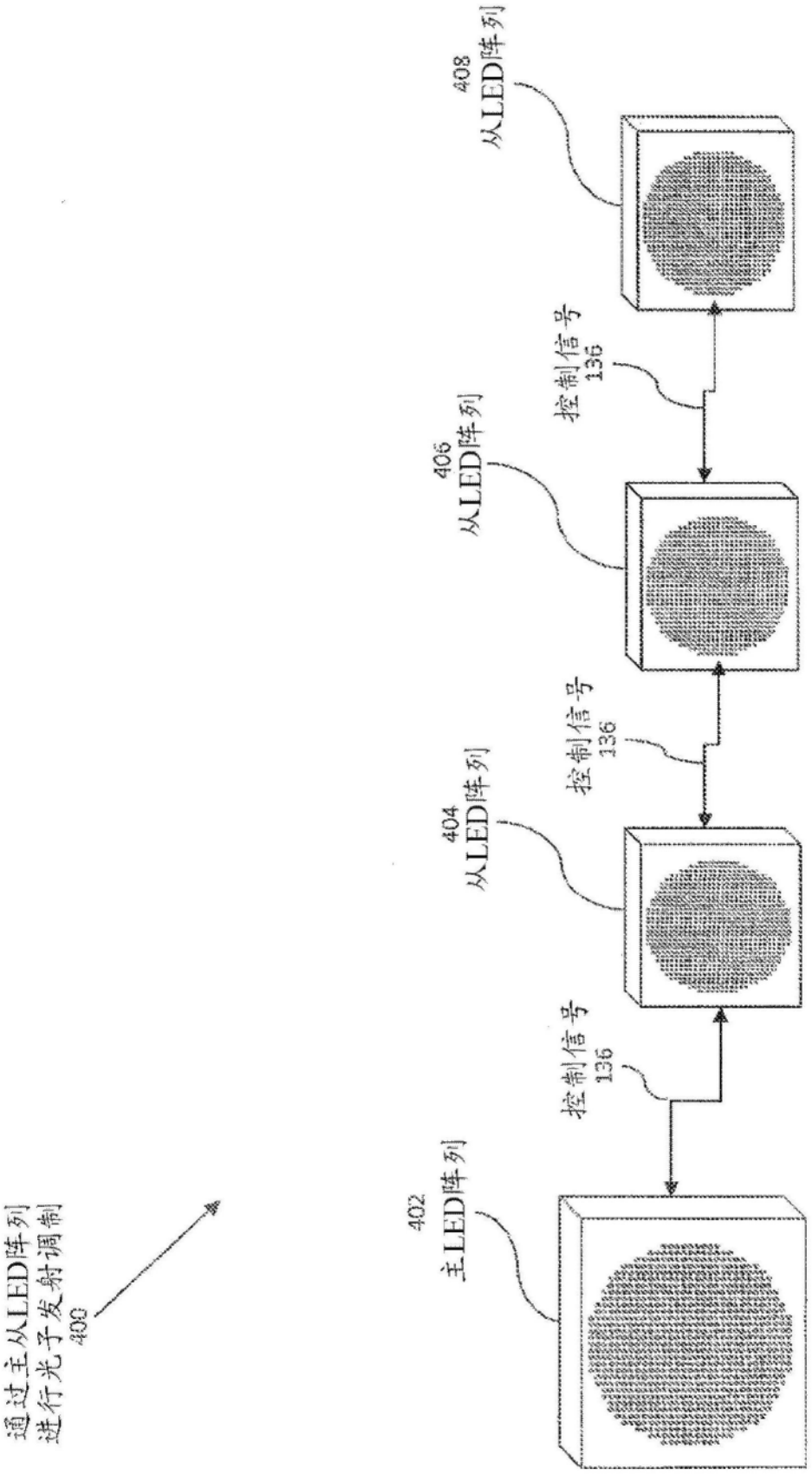

通过主从LED阵列
进行光子发射调制
400
402
主LED阵列
控制信号
136
404
从LED阵列
控制信号
136
406
从LED阵列
控制信号
136
408
从LED阵列

图4

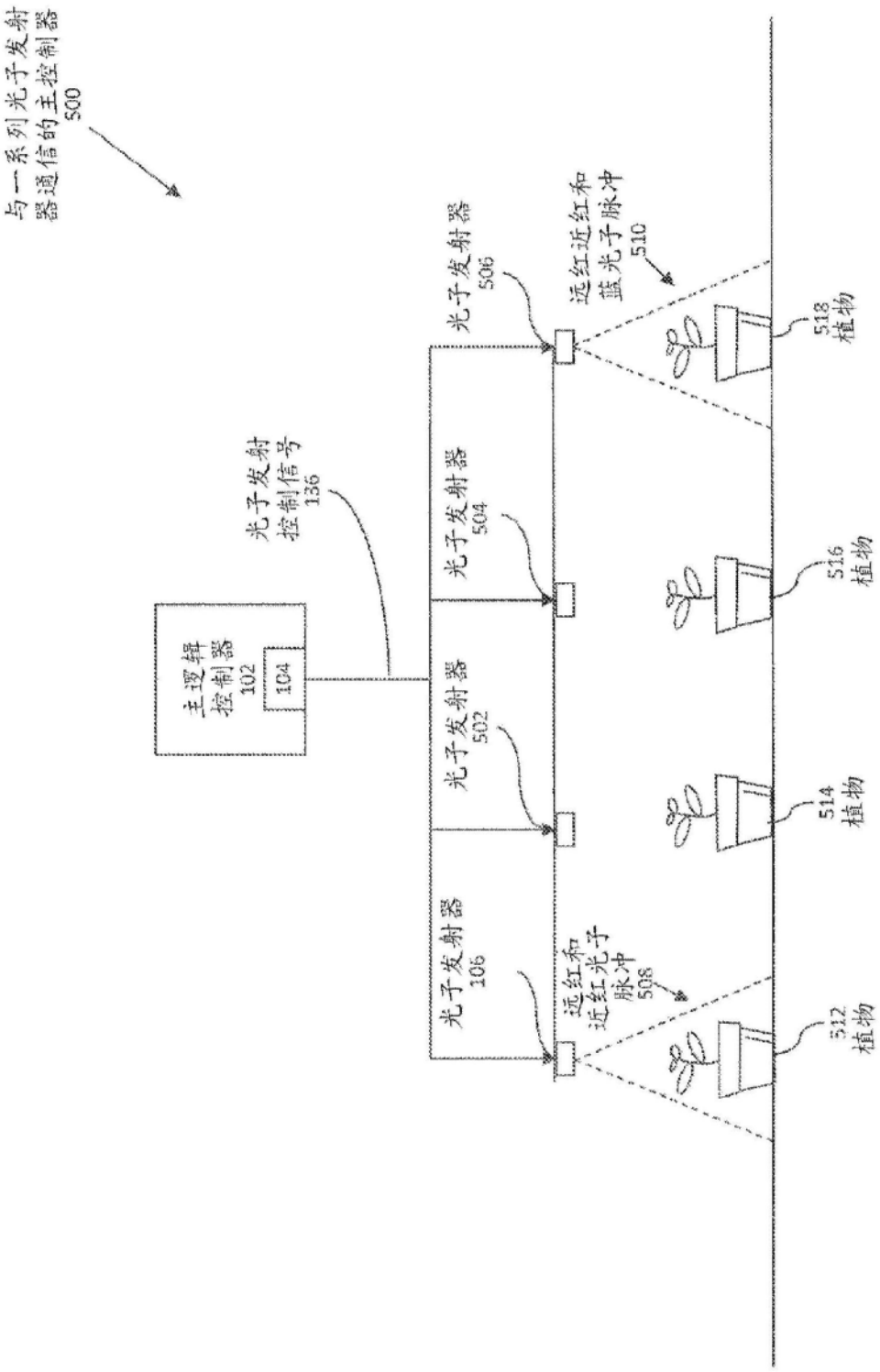

与一系列光子发射器通信的主控制器
500
主逻辑控制器
102
104
光子发射控制信号
136
光子发射器
106
光子发射器
502
光子发射器
504
光子发射器
506
远红近红和蓝光子脉冲
510
远红和近红光子脉冲
508
512
植物
514
植物
516
植物
518
植物

图5

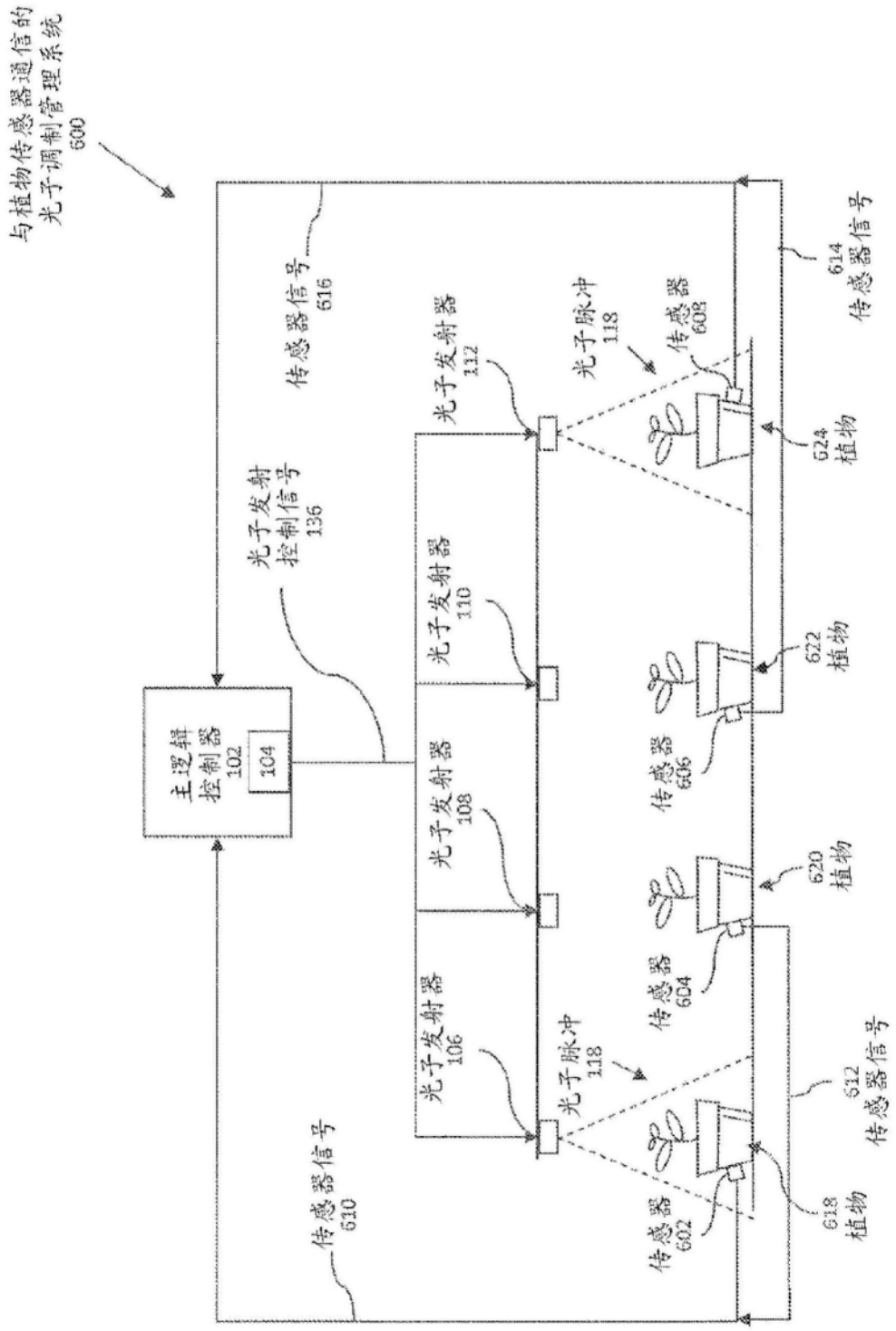

与植物传感器通信的
光子调制管理系统
600
主逻辑
控制器
102
104
光子发射
控制信号
136
光子发射器
106
光子发射器
108
光子发射器
110
光子发射器
112
光子脉冲
118
光子脉冲
118
传感器信号
616
传感器信号
610
614
传感器信号
512
传感器信号
传感器
602
传感器
604
传感器
606
传感器
608
618
植物
620
植物
622
植物
624
植物

图6

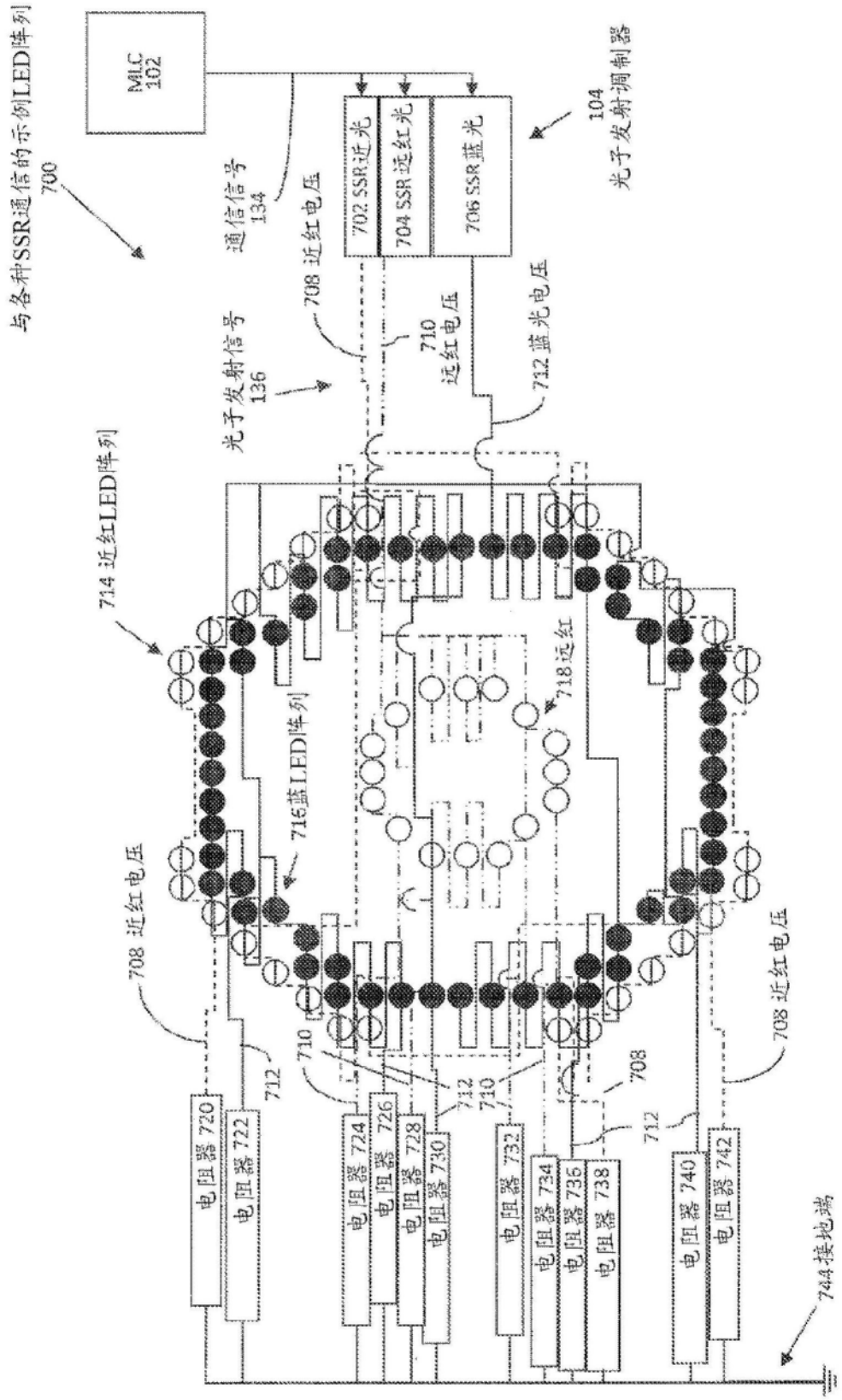

与各种SSR通信的示例LED阵列
700
MLC
102
通信信号
134
702 SSR近光
704 SSR远红光
706 SSR蓝光
104
光子发射调制器
708 近红电压
光子发射信号
136
710
远红电压
712 蓝光电压
714 近红LED阵列
716蓝LED阵列
718远红
708 近红电压
708 近红电压
710
712
712
710
708
712
电阻器 720
电阻器 722
电阻器 724
电阻器 726
电阻器 728
电阻器 730
电阻器 732
电阻器 734
电阻器 736
电阻器 738
电阻器 740
电阻器 742
744接地端

图7

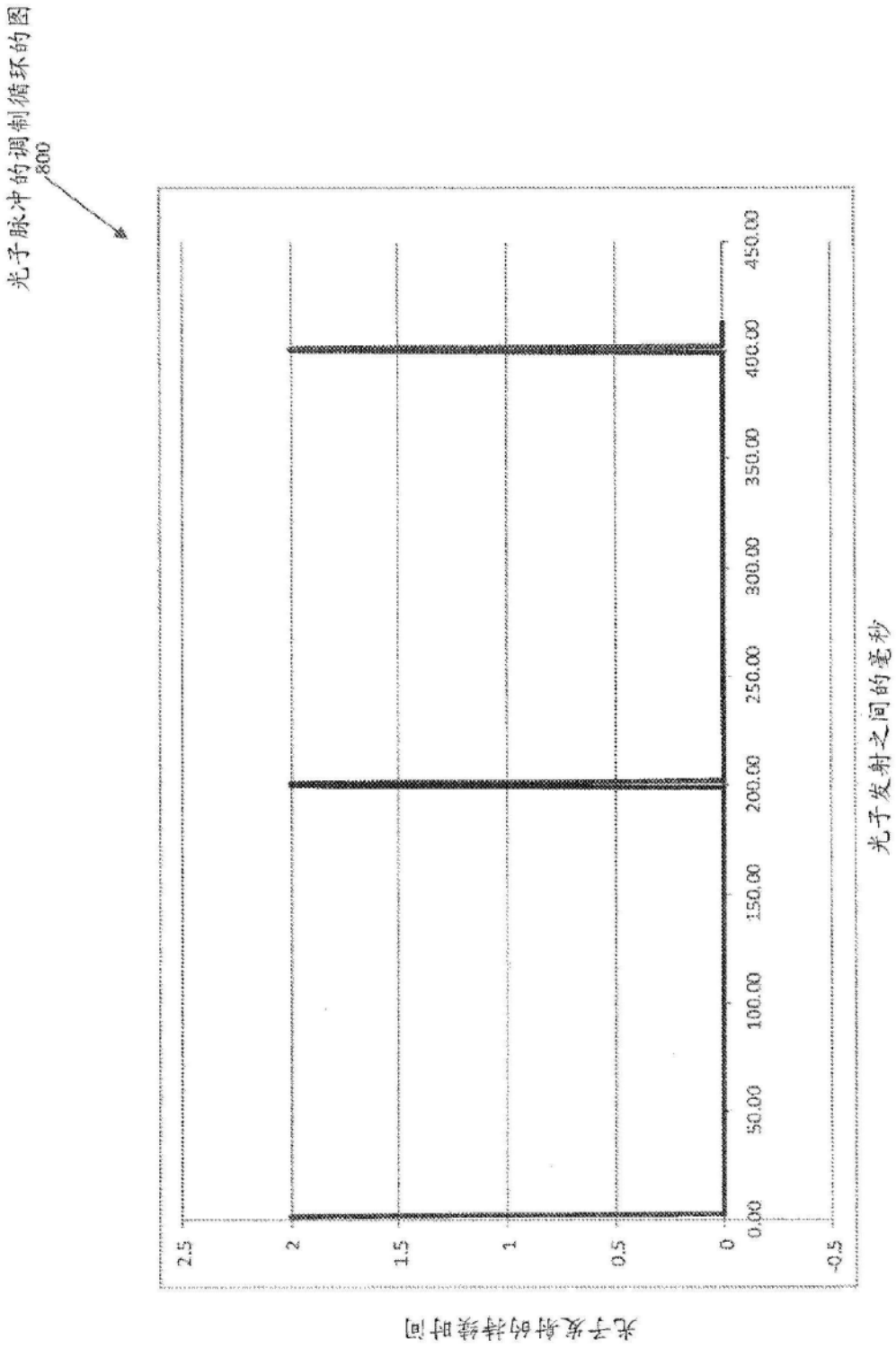

光子脉冲的调制循环的图
800
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
300.00
350.00
400.00
450.00
光子发射的持续时间
光子发射之间的毫秒

图8

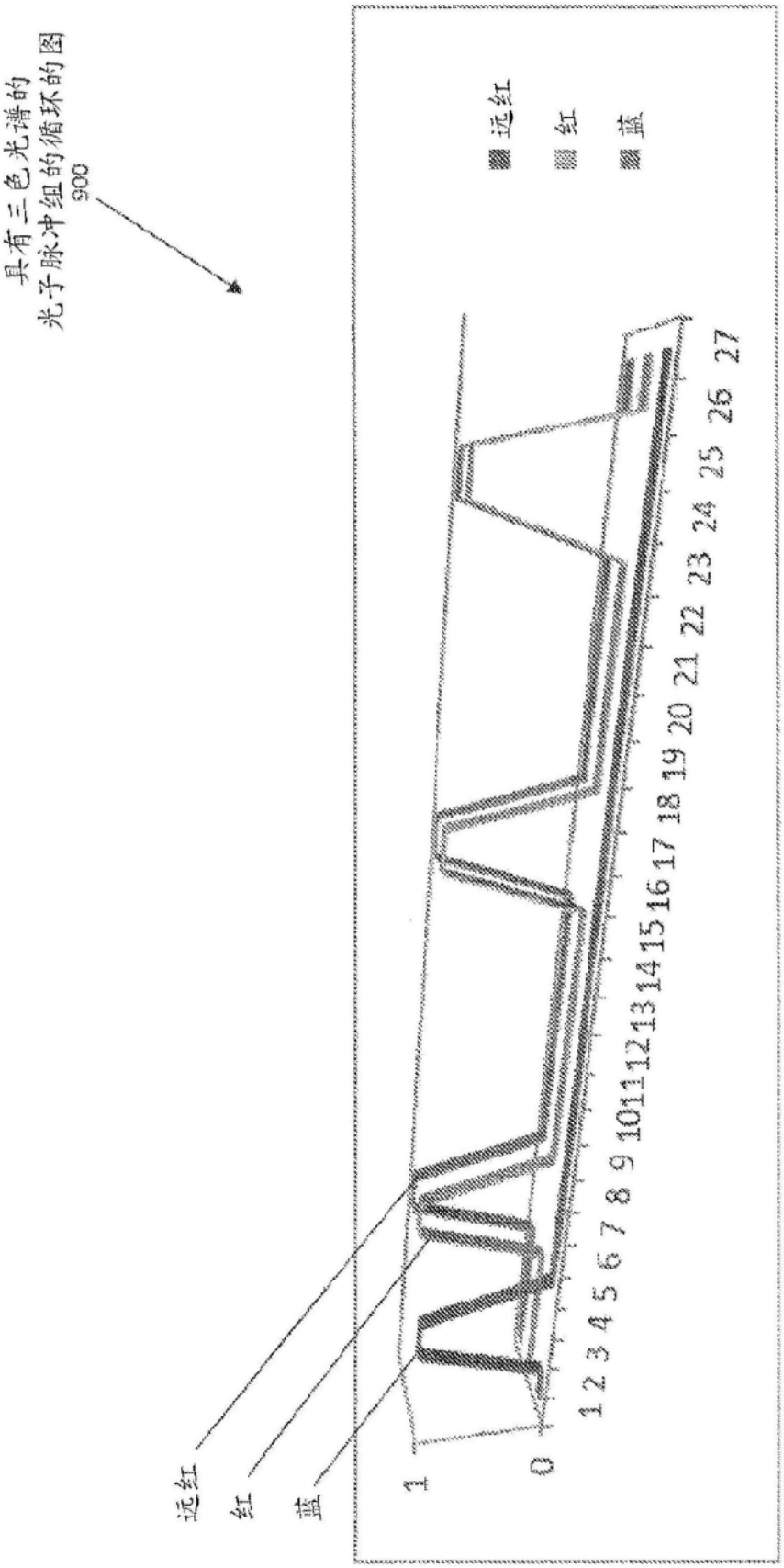

具有三色光谱的
光子脉冲组的循环的图
900
远红
红
蓝
1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27
远红
红
蓝

图9

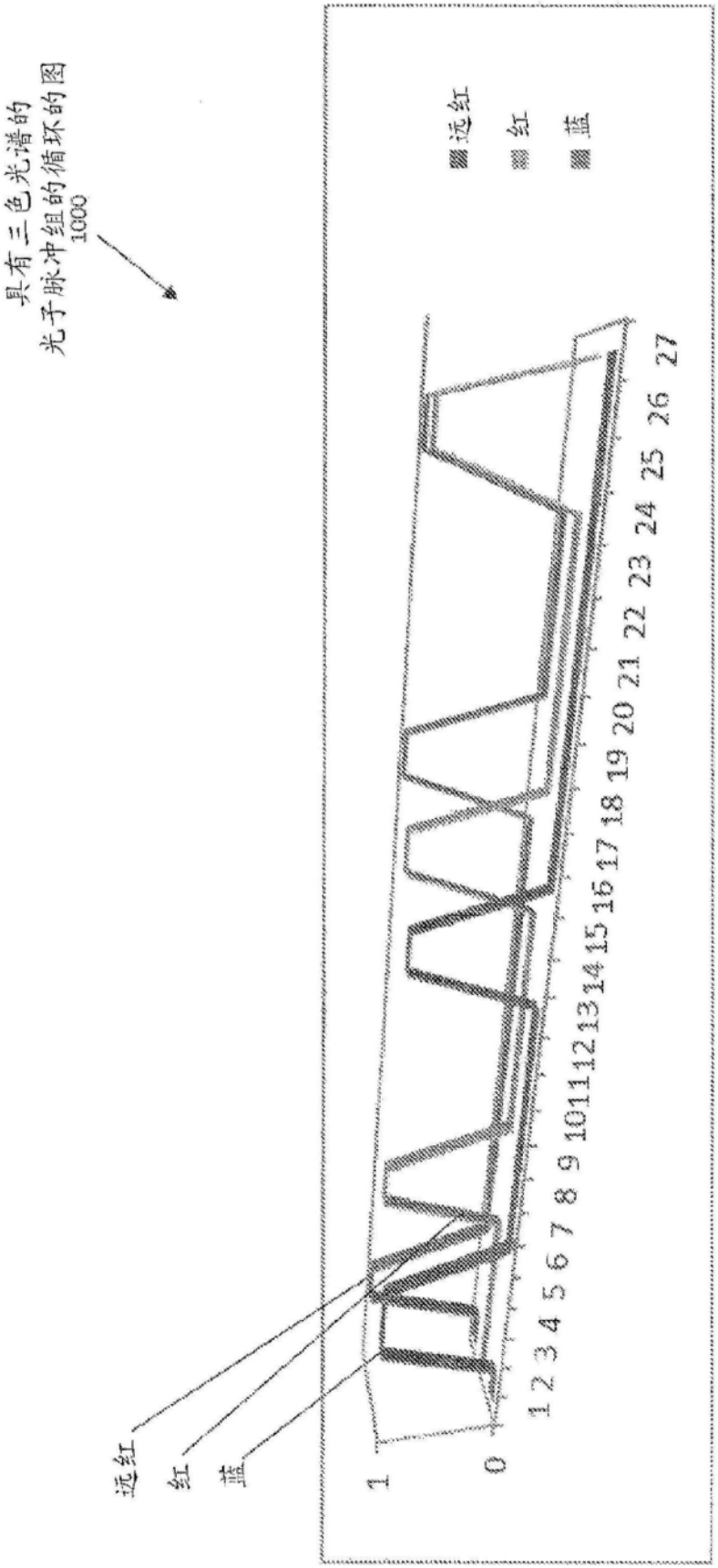

具有三色光谱的
光子脉冲组的循环的图
1000
远红
红
蓝
远红
红
蓝
1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27

图10

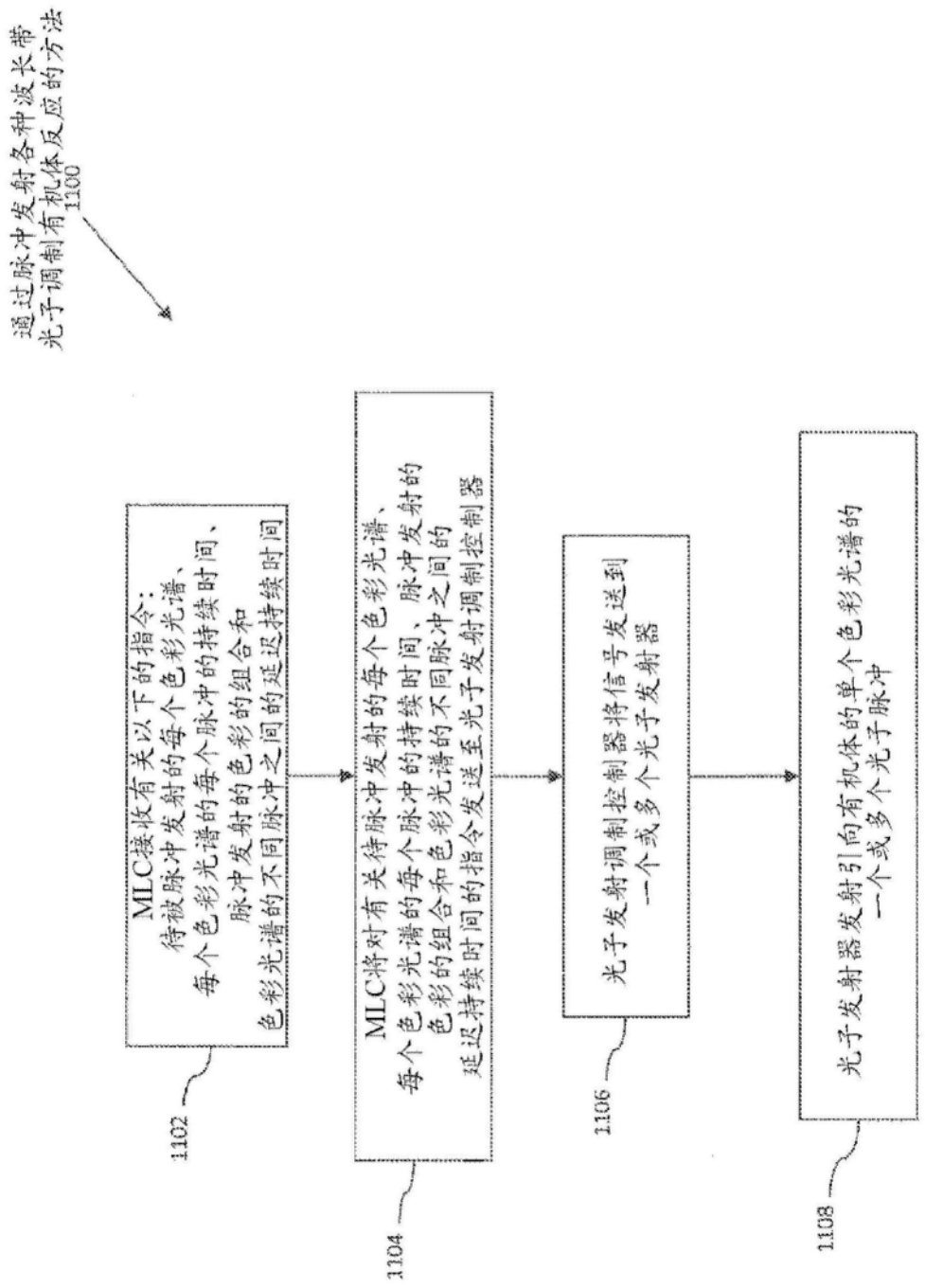

通过脉冲发射各种波长带
光子调制有机体反应的方法
1100
MLC接收有关以下的指令：
待被脉冲发射的每个色彩光谱、
每个色彩光谱的每个脉冲的持续时间、
脉冲发射的色彩的组合和
色彩光谱的不同脉冲之间的延迟持续时间
1102
MLC将对有关待脉冲发射的每个色彩光谱、
每个色彩光谱的每个脉冲的持续时间、脉冲发射的
色彩的组合和色彩光谱的不同脉冲之间的
延迟持续时间的指令发送至光子发射调制控制器
1104
光子发射调制控制器将信号发送到
一个或多个光子发射器
1106
光子发射器发射引向有机体的单个色彩光谱的
一个或多个光子脉冲
1108

图11

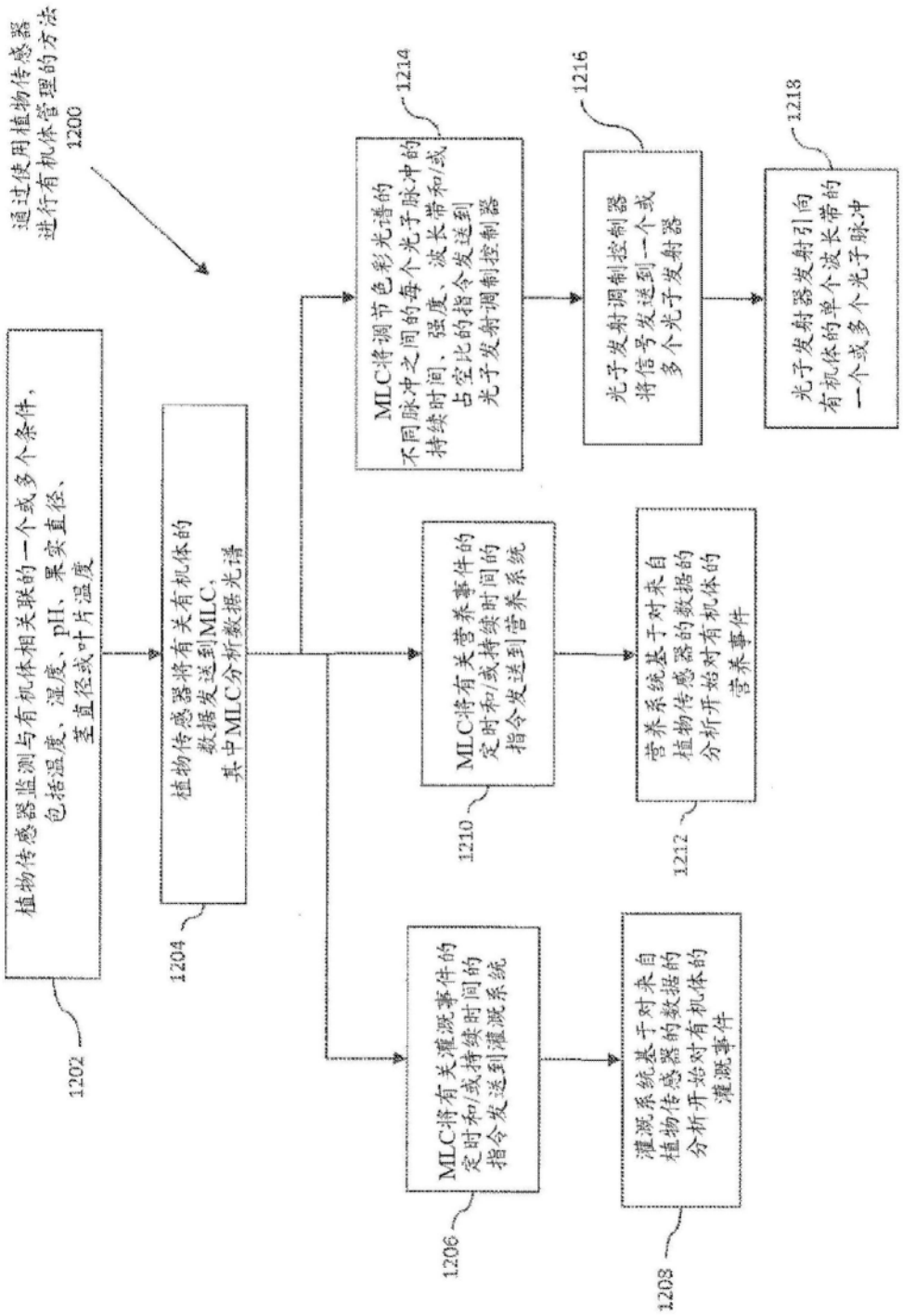

通过使用植物传感器进行有机体管理的方法
1200
植物传感器监测与有机体相关联的一个或多个条件，包括温度、湿度、pH、果实直径、茎直径或叶片温度
1202
植物传感器将有关有机体的数据发送到MLC，其中MLC分析数据光谱
1204
MLC将有关灌溉事件的定时和/或持续时间的指令发送到灌溉系统
1206
灌溉系统基于对来自植物传感器的数据的分析开始对有机体的灌溉事件
1208
MLC将有关营养事件的定时和/或持续时间的指令发送到营养系统
1210
营养系统基于对来自植物传感器的数据的分析开始对有机体的营养事件
1212
MLC将调节色彩光谱的不同脉冲之间的每个光子脉冲的持续时间、强度、波长带和/或占空比的指令发送到光子发射调制控制器
1214
光子发射调制控制器将信号发送到一个或多个光子发射器
1216
光子发射器发射引向有机体的单个波长带的一个或多个光子脉冲
1218

图12