

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-226064

(P2014-226064A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>A 0 1 G 7/00 (2006.01)</b>	A O 1 G 7/00 6 O 1 A	2 B O 2 2
	A O 1 G 7/00 6 O 3	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-106798 (P2013-106798)	(71) 出願人	000005016
(22) 出願日	平成25年5月21日 (2013. 5. 21)		パイオニア株式会社
			神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号
		(74) 代理人	100110928
			弁理士 速水 進治
		(74) 代理人	100127236
			弁理士 天城 聡
		(72) 発明者	梁川 直治
			神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号 パイ
			オニア株式会社内
		F ターム (参考)	2B022 DA01

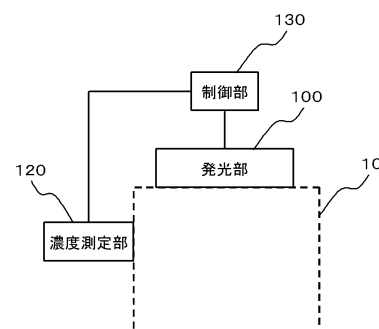
(54) 【発明の名称】 発光制御装置、発光制御方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】植物に照射される光量を適切な値に制御することができ、かつ、ユーザに加わる負荷が大きくなることを抑制する。

【解決手段】発光制御装置は、発光部 1 0 0、濃度測定部 1 2 0、及び制御部 1 3 0 を備えている。発光部 1 0 0 は、植物が栽培される栽培エリア 1 0 に向けて光を発光する。濃度測定部 1 2 0 は、栽培エリア 1 0 における二酸化炭素の濃度を測定する。そして制御部 1 3 0 は、濃度測定部 1 2 0 の測定結果の時間による微分値を用いて発光部 1 0 0 の発光量を制御する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光する発光部と、  
前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定する濃度測定部と、  
前記濃度測定部の測定結果の時間による微分値を用いて前記発光部の発光量を制御する  
制御部と、  
を備える発光制御装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の発光制御装置において、  
前記検査対象成分は二酸化炭素であり、  
前記制御部は、二酸化炭素の濃度の変化の時間による 2 回微分値が基準値になるまで、  
前記発光部の発光量を増大させる発光制御装置。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の発光制御装置において、  
前記検査対象成分は二酸化炭素であり、  
前記制御部は、前記発光部の発光量を増大させていき、かつ前記微分値が正から 0 また  
は負となったタイミングで前記発光部の発光量の増大を停止する発光制御装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の発光制御装置において、  
前記発光部は、前記栽培エリアを側方及び上方から取り囲み、かつ折りたたまれた状態  
から開くことによって垂直方向に伸張する伸張部を備える発光制御装置。

20

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の発光制御装置において、  
前記伸張部は、前記栽培エリアに対して着脱可能である発光制御装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の発光制御装置において、  
前記検査対象成分は二酸化炭素であり、  
前記栽培エリアからは空気が排出されており、かつ排出された空気に二酸化炭素が添加  
されて前記栽培エリアに戻されており、  
前記濃度測定部は、前記排出された空気の二酸化炭素濃度を測定する発光制御装置。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の発光制御装置において、  
前記発光部は、透光性の発光素子を有する発光制御装置。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の発光制御装置において、  
前記発光素子は有機 EL 素子である発光制御装置。

**【請求項 9】**

発光部に、植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光させ、  
前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定した結果の時間による微分  
値を用いて、前記発光部の発光量を制御する発光制御方法。

40

**【請求項 10】**

コンピュータを、発光部の制御部として機能させるためのプログラムであって、  
前記発光部は、植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光し、  
前記コンピュータに、  
前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定した結果を取得し、前記  
結果の時間による微分値を算出する機能と、  
前記微分値を用いて前記発光部の発光量を制御する機能と、  
を実現させるプログラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、発光制御装置、発光制御方法、及びプログラムに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

近年は、人工的な光を植物に照射することにより、植物を栽培することが検討されている。例えば特許文献 1 には、栽培トレイを載置するトレイ載置棚の上方に照明具を配置し、植物の生長に合わせて栽培トレイ載置棚と照明具の間隔を調節することが記載されている。

## 【 0 0 0 3 】

また特許文献 2 には、植物を水平方向に生長させ、かつ、その生長方向に合わせて光照射ユニットを伸縮自在にすることが記載されている。詳細には、光照射ユニットは円筒型の提灯形状の周壁を有している。周壁の内壁は反射面となっており、また、周壁の内側には環状発光体が設けられている。

## 【 0 0 0 4 】

なお、特許文献 3 には、植物が栽培されているハウスの中に二酸化炭素を添加することが記載されている。特許文献 3 において、ハウス内の植物の光合成能力に応じてハウス内の照度、二酸化炭素濃度、及び温度が制御される、と記載されている。

## 【 0 0 0 5 】

また特許文献 4 には、植物の栽培施設内の空気をファンで循環させることが記載されている。これにより、植物の育成のバラツキが少なくなる、と記載されている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 9 0 5 8 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 2 - 1 0 0 5 9 1 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 4 - 6 6 0 9 1 号 公 報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 1 2 - 2 8 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

植物に照射される光量が増大すると、光合成は活発になる。ただし、光量がある量以上になると、光合成速度は飽和する。このため、エネルギーの消費の無駄を省くために、植物に照射される光量を、光合成速度が飽和する光量付近に制御することが好ましい。しかし、この光量は植物の種類によって異なる。このため、植物の種類別に光量を設定する必要が出てくる。これに対応するためには、生長させる植物の種類が変わるたびに、ユーザが光量の最適値を発光部の制御装置に入力する必要がある。このため、ユーザの負担が大きくなる。

## 【 0 0 0 8 】

本発明が解決しようとする課題としては、植物に照射される光量を適切な値に制御することができ、かつ、ユーザに加わる負担が大きくなることを抑制することが一例として挙げられる。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

請求項 1 に記載の発明は、植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光する発光部と、  
前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定する濃度測定部と、  
前記濃度測定部の測定結果の時間による微分値を用いて前記発光部の発光量を制御する制御部と、  
を備える発光制御装置である。

## 【 0 0 1 0 】

請求項 9 に記載の発明は、発光部に、植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光させ、

前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定した結果の時間による微分値を用いて、前記発光部の発光量を制御する発光制御方法である。

【 0 0 1 1 】

請求項 10 に記載の発明は、コンピュータを、発光部の制御部として機能させるためのプログラムであって、

前記発光部は、植物が栽培される栽培エリアに向けて光を発光し、

前記コンピュータに、

前記栽培エリアの空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定した結果を取得し、前記結果の時間による微分値を算出する機能と、

前記微分値を用いて前記発光部の発光量を制御する機能と、  
を実現させるプログラムである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施形態に係る発光制御装置の構成を説明するための図である。

【図 2】(a) は植物に照射される光量と植物の光合成速度の関係を示すグラフであり、  
(b) は二酸化炭素濃度の変化の時間による微分値との関係を示すグラフである。

【図 3】制御部が行う制御の第 1 例を示すフローチャートである。

【図 4】制御部が行う制御の第 2 例を示すフローチャートである。

【図 5】実施例 1 に係る制御部が行う制御を示すフローチャートである。

【図 6】実施例 2 に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【図 7】実施例 2 に係る制御部が行う制御の一例を示すフローチャートである。

【図 8】実施例 3 に係る制御部が行う制御を示すフローチャートである。

【図 9】実施例 4 に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【図 10】制御部が行うヒータの制御の第 1 例を示すフローチャートである。

【図 11】制御部が行うヒータの制御の第 2 例を示すフローチャートである。

【図 12】実施例 5 に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【図 13】連結部の構成の詳細例を示す図である。

【図 14】連結部の構成の詳細例を示す図である。

【図 15】実施例 6 に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【図 16】図 7 の変形例を示すフローチャートである。

【図 17】実施例 3 の変形例に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【図 18】図 17 に示した発光制御装置が行う制御を示すフローチャートである。

【図 19】実施例 5 の変形例に係る発光制御装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

【 0 0 1 4 】

なお、以下に示す説明において、発光制御装置の各構成要素は、ハードウェア単位の構成ではなく、機能単位のブロックを示している。例えば制御部 130 は、任意のコンピュータの CPU、メモリ、メモリにロードされたプログラム、そのプログラムを格納するハードディスクなどの記憶メディア、ネットワーク接続用インタフェースを中心にハードウェアとソフトウェアの任意の組合せによって実現される。そして、その実現方法、装置には様々な変形例がある。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、実施形態に係る発光制御装置の構成を説明するための図である。実施形態に係る発光制御装置は、発光部 100、濃度測定部 120、及び制御部 130 を備えている。発光部 100 は、植物が栽培される栽培エリア 10 に向けて光を発光する。濃度測定部 1

10

20

30

40

50

20は、栽培エリア10の空気に含まれる検査対象成分の濃度を測定する。そして制御部130は、濃度測定部120の測定結果の時間による微分値を用いて発光部100の発光量を制御する。検査対象成分は、植物の光合成によって生成又は消費される成分、例えば二酸化炭素又は酸素である。以下、検査対象成分を二酸化炭素として説明を行う。

#### 【0016】

発光部100は、発光素子として、例えば有機EL (Organic Electroluminescence) 素子、LED (Light Emitting Diode)、又は半導体レーザの少なくとも一つを有している。有機EL素子は、発光層を含む有機層を有している。有機層は、塗布法を用いて形成されていても良いし、蒸着法を用いて形成されていても良い。発光部が有する発光素子は、透光性を有していても良い。このような発光素子としては、例えば有機EL素子がある。発光素子が透光性を有していると、外光を栽培エリア10に入れることができる。LED、半導体レーザにおいてもガラス等の透光性のあるハウスで覆うことにより外光を栽培エリア10に入れることができる。

#### 【0017】

栽培エリア10内の植物が光合成を行うと、栽培エリア10における二酸化炭素の濃度は変化する。そして、栽培エリア10に照射される光量が増大すると、植物の光合成速度は増大するため、二酸化炭素の濃度の減少量は増大する。そして、光合成速度が飽和すると、二酸化炭素の濃度の減少量も飽和する。このため、濃度測定部120の測定結果の時間による微分値を用いると、植物の光合成速度が飽和しているか否かを判断することができる。従って、植物に照射される光量を適切な値に制御することができる。

#### 【0018】

また、上記した原理は、植物の種類によらない。従って、ユーザは、制御部130に植物の種類を入力する必要はない。従って、ユーザに加わる負荷が大きくなることを抑制できる。

#### 【0019】

以下、制御部130が行う制御の一例について、詳しく説明する。

#### 【0020】

図2(a)は、植物に照射される光量と植物の光合成速度の関係を示すグラフである。図2(b)は、光量と、二酸化炭素濃度の変化の時間による微分値との関係を示すグラフである。また図2(c)は、光量と、二酸化炭素濃度の変化の時間による2回微分値との関係を示すグラフである。図2(a)において、光合成速度は二酸化炭素の消費速度に置き換えることができる。

#### 【0021】

植物も呼吸をしているため、光量が少ない場合、光合成に伴う二酸化炭素の消費量が、呼吸に伴う二酸化炭素の排出量を下回る。この状態では、図2(a)に示すように、栽培エリア10内の二酸化炭素の濃度は上昇する。そして光量が増加するに伴い、光合成に伴う二酸化炭素の消費量が増加し、呼吸に伴う二酸化炭素の排出量を上回る。この変換点を、補償点とする。なお、図2(b)に示すグラフにおいて、補償点は、二酸化炭素の濃度の変化の時間による微分値が正から負に変わる点として示される。

#### 【0022】

さらに光量が増加すると、光量の増加に伴って光合成に伴う二酸化炭素の消費量が増加する。これに伴い、二酸化炭素の濃度の減少速度は上昇する。そして、光合成の速度が飽和点に達すると、二酸化炭素の濃度の減少速度は一定値になる。なお、飽和点は、図2(b)に示すグラフにおいては、二酸化炭素の濃度の変化の時間による微分値が負かつ一定値になる点として示される。言い換えると、飽和点は、二酸化炭素の濃度の変化の時間による2回微分値が負から0になる点である。

#### 【0023】

このため、光合成速度を最大にしたい場合、制御部130は、栽培エリア10における二酸化炭素の濃度の変化の時間による2回微分値が0になるまで、発光部100の光量を増大させればよい。

## 【0024】

なお、栽培エリア10における二酸化炭素の濃度の変化の時間による2回微分値は、緩やかに0に近づく場合も考えられる。この場合、上記した2回微分値が0になるまで発光部100の光量を増大させると、コストパフォーマンスが低下する可能性が出てくる。このため、制御部130は、二酸化炭素の濃度の変化の時間による2回微分値が、0よりも小さく定められた基準値になったときに、発光部100の光量を固定しても良い。

## 【0025】

以下、図3, 4を用いて、制御部130が行う制御の例を説明する。なお、これらの例において、濃度測定部120は、一定時間毎、例えば10分毎に栽培エリア10における二酸化炭素の濃度を測定し、測定結果を制御部130に出力している。

10

## 【0026】

図3は、制御部130が行う制御の第1例を示すフローチャートである。本図に示すフローチャートは、栽培エリア10に照射される光量を植物の光合成速度の飽和点となる量に制御する方法を示している。

## 【0027】

まず制御部130は、発光部100を動作させる。これにより、栽培エリア10内の植物には光が照射される(ステップS10)。

## 【0028】

そして制御部130は、濃度測定部120からの測定結果を用いて、栽培エリア10における二酸化炭素の濃度の時間による2回微分値を算出する。制御部130は、算出した2回微分値が基準値(例えば0またはその近くの負の値)になるまで(ステップS30: No)、発光部100からの光量を増大させる(ステップS40)。そして制御部130は、算出した2回微分値が基準値(例えば0またはその近くの負の値)に達する、又は超える(ステップS30: Yes)と、発光部100の発光量を固定する(ステップS50)。

20

## 【0029】

図4は、制御部130が行う制御の第2例を示すフローチャートである。本図に示すフローチャートは、栽培エリア10に照射される光量を植物の光合成速度の補償点となる量又はこれよりも少し強い程度に制御する方法を示している。このような制御は、例えばホワイトアスパラガスを栽培エリア10で生長させる場合に用いられる。

30

## 【0030】

まず制御部130は、発光部100を動作させる。これにより、栽培エリア10内の植物には光が照射される(ステップS10)。

## 【0031】

そして制御部130は、濃度測定部120からの測定結果を用いて、栽培エリア10における二酸化炭素の濃度の時間による微分値を算出する。制御部130は、算出した微分値が正から0又は負になるまで(ステップS20: No)、発光部100からの光量を増大させる(ステップS22)。そして制御部130は、算出した微分値が正から0又は負になる(ステップS20: Yes)と、そのタイミングで発光部100の発光量を固定する(ステップS50)。

40

## 【0032】

以上、本実施形態によれば、制御部130は、濃度測定部120の測定結果の時間による微分値を用いて、発光部100の光量を制御している。これにより、植物に照射される光量を適切な値に制御することができる。そして、ユーザは、制御部130に植物の種類を入力する必要はない。従って、ユーザに加わる負荷が大きくなることを抑制できる。

## 【実施例】

## 【0033】

(実施例1)

図5は、実施例1に係る制御部130が行う制御を示すフローチャートである。本実施例に係る発光制御装置の構成は、実施形態と同様である。そして本図に示す制御は、ステ

50

ップ S 1 0 とステップ S 3 0 の間に、図 4 のステップ S 2 0 , S 2 2 に示した処理を有している点を除いて、図 3 を用いて説明した制御と同様である。

【 0 0 3 4 】

すなわち制御部 1 3 0 は、発光部 1 0 0 を発光させる（ステップ S 1 0 ）と、濃度測定部 1 2 0 からの測定結果を用いて、栽培エリア 1 0 における二酸化炭素の濃度の時間による微分値を算出する。そして制御部 1 3 0 は、算出した微分値が正から 0 又は負になるまで（ステップ S 2 0 ）、発光部 1 0 0 からの光量を増大させる（ステップ S 2 2 ）。

【 0 0 3 5 】

制御部 1 3 0 は、算出した微分値が正から 0 又は負になると（ステップ S 2 0 : Y e s ）、ステップ S 3 0 ~ S 5 0 に示した処理を行う。

10

【 0 0 3 6 】

本実施例によっても、実施形態と同様の効果が得られる。また、制御部 1 3 0 は、算出した微分値が正から 0 又は負になるまで、2 回微分を行わない。従って、制御部 1 3 0 が行う演算処理を少なくすることができる。

【 0 0 3 7 】

（実施例 2 ）

図 6 は、実施例 2 に係る発光制御装置の構成を示す図である。本実施例に係る発光制御装置は、二酸化炭素添加部 1 4 0 を備えている点を除いて、実施形態又は実施例 1 に係る発光制御装置と同様の構成である。二酸化炭素添加部 1 4 0 は、制御部 1 3 0 によって制御されており、栽培エリア 1 0 内の空気に二酸化炭素を添加する。

20

【 0 0 3 8 】

図 7 は、本実施例に係る制御部 1 3 0 が行う制御の一例を示すフローチャートである。本図は、実施例 1 をベースにした処理を示している。そして、ステップ S 2 0 , S 2 2 までの処理は実施例 1 と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

制御部 1 3 0 は、算出した微分値が正から 0 又は負になると（ステップ S 2 0 : Y e s ）、二酸化炭素添加部 1 4 0 を一定時間動作させ、栽培エリア 1 0 内の二酸化炭素濃度を増大させる（ステップ S 2 5 ）。その後、制御部 1 3 0 は、濃度測定部 1 2 0 による測定値を複数回、好ましくは 3 回以上受信し、二酸化炭素濃度を増大させた後の栽培エリア 1 0 内の二酸化炭素濃度の 2 回微分値を算出する。そして、二酸化炭素濃度が一定値になったことを確認した（ステップ S 2 7 ）後、算出した 2 回微分値が基準値（例えば 0 またはその近くの負の値）に達しているか否かを判断する（ステップ S 3 0 ）。2 回微分値が基準値に達していない場合（ステップ S 3 0 : N o ）、制御部 1 3 0 は、発光部 1 0 0 からの光量を増大させる処理（ステップ S 4 0 ）と、二酸化炭素濃度を増大させる処理（ステップ S 2 5 ）を行ってから、ステップ S 3 0 に戻る。また、2 回微分値が基準値に達していた場合（ステップ S 3 0 : Y e s ）、制御部 1 3 0 は、発光部 1 0 0 の発光量を固定するとともに、現在の二酸化炭素濃度が維持されるように二酸化炭素添加部 1 4 0 を制御する（ステップ S 5 2 ）。

30

【 0 0 4 0 】

なお、図 1 6 に示すように、ステップ S 2 5 において、二酸化炭素濃度を増大させるとともに、光量も増大させても良い。二酸化炭素濃度が高い場合、二酸化炭素濃度が低い場合と比べて光合成の最高速度は高くなる。このため、二酸化炭素濃度が高い場合の最適な光量は、二酸化炭素濃度が低い場合の最適な光量と比較して多くなる。本実施例では二酸化炭素濃度は高くなるため、最適な光量も多くなる。そしてステップ S 2 5 において光量も増大させると、制御部連結部材 1 3 0 が最適な光量を設定するまでの時間は短くなる。

40

【 0 0 4 1 】

本実施例によっても、実施形態又は実施例と同様の効果が得られる。また、制御部 1 3 0 は、二酸化炭素の濃度を上昇させてから、発光部 1 0 0 の発光量を制御している。従って、植物の生長速度をさらに速めることができる。

【 0 0 4 2 】

50

### (実施例 3)

図 8 は、実施例 3 に係る制御部 130 が行う制御を示すフローチャートである。本実施例において、制御部 130 は、外光（例えば太陽光）が栽培エリア 10 に十分照射されている場合は、発光部 100 を動作させない点を除いて、実施形態及び実施例 1, 2 のいずれかと同様の構成である。本図は、実施例 2 と同様の場合を示している。

#### 【0043】

具体的には、制御部 130 は、発光部 100 を動作させる前に、濃度測定部 120 からの測定結果を用いて、栽培エリア 10 における二酸化炭素の濃度の時間による微分値を算出する。そして制御部 130 は、算出した微分値が正の場合（ステップ S20 : No）、発光部 100 を動作させる（ステップ S23）。その後、制御部 130 は、算出した微分値が正から 0 又は負になるまで（ステップ S20 : Yes）、発光部 100 からの光量を増大させる（ステップ S23）。その後の処理（ステップ S25 ~ S52）は、実施例 2 と同様である。

10

#### 【0044】

本実施例においても、実施形態及び実施例 1, 2 のいずれかと同様の効果が得られる。また、制御部 130 は、外光が栽培エリア 10 に十分照射されている場合は、発光部 100 を動作させない。従って、消費エネルギーの無駄をさらに減らすことができる。

#### 【0045】

なお、本実施例において、図 17 に示すように、栽培エリア 10 に入り込む外光を、照度センサ 104 を用いて測定しても良い。この場合、図 18 に示すように、照度センサ 104 の測定値が基準値以下の場合（すなわち外光では光量が不十分な場合：ステップ S5 において No）に、制御部 130 は、発光部 100 を動作させ、その後、図 8 に示した処理を行っても良い。なお、照度センサ 104 の測定値が基準値以上の場合（すなわち外光では光量が十分な場合：ステップ S5 において Yes）、制御部 130 は、そのまま図 8 に示した処理を行う。

20

#### 【0046】

### (実施例 4)

図 9 は、実施例 4 に係る発光制御装置の構成を示す図である。本実施例に係る発光制御装置は、温度測定部 150 及びヒータ 160 を備えている点を除いて、実施形態及び実施例 1 ~ 3 のいずれかと同様の構成である。本図は、実施例 2 と同様の場合を示している。

30

#### 【0047】

温度測定部 150 は、栽培エリア 10 内の空気の温度を測定する。ヒータ 160 は、栽培エリア 10 内の空気を昇温する。温度測定部 150 の測定結果は、制御部 130 に出力される。そして制御部 130 は、温度測定部 150 の測定結果に基づいて、ヒータ 160 を制御する。

#### 【0048】

図 10 は、制御部 130 が行うヒータ 160 の制御の第 1 例を示すフローチャートである。本図に示す制御は、ステップ S10 の前（図 8 に示すフローではステップ S20, S23 の前）に行われる。具体的には、制御部 130 は、温度測定部 150 による測定結果が基準値以下の場合（ステップ S100 : No）、温度測定部 150 の測定結果が基準値以上になるまで、ヒータ 160 を動作させる（ステップ S110）。すなわち制御部 130 は、ステップ S10（又はステップ S20, S23）以降の制御を行う前に、栽培エリア 10 内の温度を一定の温度（例えば 20 以上の値）以上にしておく。

40

#### 【0049】

図 11 は、制御部 130 が行うヒータ 160 の制御の第 2 例を示すフローチャートである。本図に示す制御は、ステップ S50（図 8 に示すフローではステップ S52）の後に行われる。制御部 130 は、発光部 100 の発光強度を固定した（ステップ S50）後、ヒータ 160 を動作させて、栽培エリア 10 内の気温を一定値上昇させる（ステップ S200）。そして、その状態で、制御部 130 は、濃度測定部 120 による測定値を複数回、好ましくは 3 回以上受信し、気温の上昇させた後の栽培エリア 10 内の二酸化炭素濃度

50

の 2 回微分値を算出する。そして、算出した 2 回微分値が基準値（例えば 0 またはその近くの負の値）に達しているか否かを判断する（ステップ S 2 1 0）。2 回微分値が基準値に達していない場合（ステップ S 2 1 0：No）、制御部 1 3 0 は、再度ヒータ 1 6 0 を動作させて、栽培エリア 1 0 内の気温をさらに一定値上昇させ（ステップ S 2 0 0）、ステップ S 2 1 0 に戻る。また、2 回微分値が基準値に達していた場合（ステップ S 2 1 0：Yes）、制御部 1 3 0 は、現在の温度が維持されるようにヒータ 1 6 0 の動作を制御する（ステップ S 2 2 0）。

#### 【0050】

なお、制御部 1 3 0 は、図 1 0 に示す制御と図 1 1 に示す制御は、両方行っても良いし、いずれか一方のみ行っても良い。

#### 【0051】

本実施例によっても、実施形態及び実施例 1 ~ 3 のいずれかと同様の効果が得られる。また、図 1 1 に示すように、発光部 1 0 0 の発光強度（及び栽培エリア 1 0 の内部の二酸化炭素の濃度）を固定した後、栽培エリア 1 0 の内部の気温の最適化を行っている。従って、栽培エリア 1 0 内の植物の生長をさらに促進することができる。

#### 【0052】

また、図 1 0 に示すように、発光部 1 0 0 の発光強度（及び栽培エリア 1 0 の内部の二酸化炭素の濃度）を固定する前に、栽培エリア 1 0 の内部の気温を一定値以上に上昇させている。従って、発光部 1 0 0 の発光強度や栽培エリア 1 0 の内部の二酸化炭素濃度の固定値は、適切な値になる。

#### 【0053】

（実施例 5）

図 1 2 は、実施例 5 に係る発光制御装置の構成を示す図である。本実施例において、発光制御装置は、栽培装置 2 0 の一部として構成されている。なお、本図では、発光制御装置は、発光部 1 0 0 及び制御部 1 3 0 を除いて図示を省略している。

#### 【0054】

栽培装置 2 0 において、発光部 1 0 0 は、植物が栽培される栽培エリア 1 0 を側方及び上方から取り囲んでおり、かつ、内側に向けて光を出射する発光面を有している。また発光部 1 0 0 は、伸張部 2 0 0 を有している。伸張部 2 0 0 は、折りたたまれた状態から開くことによって垂直方向に伸張する。そして支持部 2 2 0 は、発光部 1 0 0 を上方から支持する。

#### 【0055】

本図に示す例において、伸張部 2 0 0 は、複数の発光パネル 1 0 2 及び少なくとも一つの連結部 2 0 2 によって構成されている。隣り合う発光パネル 1 0 2 は、連結部 2 0 2 によって回転可能に連結されている。連結部 2 0 2 は、例えば蝶番と同様の構造を有している。そして、発光部 1 0 0 の断面形状が多角形（例えば五角形）である場合、連結部 2 0 2 は、多角形の各頂点に配置されている。そして連結部 2 0 2 のうち少なくとも 2 つは、栽培トレイ 2 3 0 の表面に配置されている。発光パネル 1 0 2 は、隣り合う連結部 2 0 2 の間の領域を塞ぐように、すなわち多角形の辺に沿って設けられている。すなわち連結部 2 0 2 は、発光パネル 1 0 2 を保持する保持部としても機能している。ただし発光パネル 1 0 2 は、多角形のうち栽培トレイ 2 3 0 の表面に沿った辺には設けられていない。

#### 【0056】

支持部 2 2 0 は、発光部 1 0 0 が有する連結部 2 0 2 の一つを上方から支持している。調整部 2 1 0 の動作及び発光部 1 0 0 の発光は、制御部 1 3 0 によって制御される。このため、容易に支持部 2 2 0 の高さを調節することができる。

#### 【0057】

本実施例によれば、発光部 1 0 0 は支持部 2 2 0 によって上方から支持されている。そして支持部 2 2 0 が上方に移動することにより、伸張部 2 0 0 は、水平方向に折りたたまれた状態から開く。このため、植物が小さいときには伸張部 2 0 0 の折りたたみ角度は小さい（開いていない）ため、発光パネル 1 0 2 のうち相対的に下に位置するほうは、上方

10

20

30

40

50

に向けて光を出射する。このため、植物が小さいときには、植物の葉の裏側にも光を当てることができる。その結果、植物の育成スピードを上げることができる。また、植物の育成とともに、支持部 220 が上方に移動し、伸張部 200 は、水平方向に折りたたまれた状態から開くような構造となっている。このため、栽培装置 20 は、植物の育成状態に応じて光を当てることができる。

【0058】

また、発光パネル 102 が有機 EL 素子を有している場合、発光パネル 102 を半透明にすることができる。この場合、栽培装置 20 の外側から植物を観察することができる。

【0059】

また、発光パネル 102 を連結部 202 から取り外し、その後新たな発光パネル 102 を取り付けることにより、発光パネル 102 のみを取り替えることができる。

10

【0060】

図 13 及び図 14 の各図は、連結部 202 の構成の詳細例を示す図である。まず、連結部 202 の一つは、フック 212, 214 によって形成されている。フック 212 は、その連結部 202 に繋がっている発光パネル 102 の端部に形成されている。またフック 214 は、その連結部 202 に繋がっている発光パネル 102 の端部に形成されている。そして、図 14 (a) に示すように、フック 212 及びフック 214 が互いにかみ合うことにより、連結部 202 が形成される。

【0061】

また、発光パネル 102 は可撓性基板を用いて形成されている。可撓性基板は、例えば樹脂材料で形成されている。

20

【0062】

本実施例では、図 13 (a) に示すように、植物が小さいときには、伸張部 200 を構成する発光パネル 102 のうち下側に位置する部分は、栽培トレイ 230 に対して平行に近い状態になっている。このため、植物の葉の裏側に光が照射される。

【0063】

そして図 13 (b), (c) に示すように、植物が大きくなるにつれて、支持部 220 は上方に引き上げられる。これに伴い、伸張部 200 は、水平方向に折りたたまれた状態から開くことによって垂直方向に伸張する。この状態では、図 14 (b) 及び図 14 (c) に示すように、フック 212, 214 は互いにかみ合ったままである。

30

【0064】

そして図 13 (d) に示すように、植物が収穫可能な程度に大きくなると、それに合わせて支持部 220 も引き上げられる。すると、図 14 (d) に示すように、フック 212 とフック 214 からなる連結部 202 の角度は広がり、フック 212 とフック 214 は外れる。この状態において、伸張部 200 は栽培エリア 10 から取り外された状態になる。すなわち伸張部 200 は、栽培エリア 10 に対して着脱可能になっている。

【0065】

本実施例によれば、実施形態及び実施例 1 ~ 4 のいずれかと同様の効果を得ることができる。また、例えば外光 (例えば太陽光) が十分強い場合は、伸張部 200 を栽培エリア 10 から取り外すことができる。この場合、十分に外光を栽培エリア 10 内に取り込むことができる。

40

【0066】

また、植物の生長に合わせて伸張部 200 の形状を変えることもできる。また、連結部 202 の少なくとも一つは、フック 212, 214 によって形成されている。そして植物が収穫可能な程度に大きくなり、それに合わせて支持部 220 が引き上げられると、フック 212, 214 は外れる。このため、植物が収穫可能な程度に大きくなったことを容易に判断することができる。また植物の収穫を容易に行うことができる。

【0067】

なお、本実施例において、例えば図 19 に示すように、発光パネル 102 の外側に照度センサ 104 を取り付けても良い。

50

## 【 0 0 6 8 】

## ( 実 施 例 6 )

図 1 5 は、実施例 6 に係る発光制御装置の構成を示す図である。本実施例に係る発光制御装置は、以下の点を除いて実施例 5 に係る発光制御装置と同様の構成である。

## 【 0 0 6 9 】

まず、発光制御装置は、ファン 2 4 0 , 2 4 2 を有している。ファン 2 4 0 , 2 4 2 は、栽培装置 2 0 の端部に配置されており、また互いに対向している。本図に示す例では、栽培装置 2 0 は筒状になっており、ファン 2 4 0 は栽培装置 2 0 の一端に、ファン 2 4 2 は栽培装置 2 0 の他端に、それぞれ設けられている。ファン 2 4 0 は、栽培装置 2 0 の内部の空気すなわち栽培エリア 1 0 の空気を排気しており、ファン 2 4 2 は栽培エリア 1 0 の内部に空気を送り込んでいる。そして濃度測定部 1 2 0 は、ファン 2 4 0 によって排気された空気の二酸化炭素濃度を測定しており、二酸化炭素添加部 1 4 0 は、ファン 2 4 2 によって送り込まれる空気に二酸化炭素を添加している。

10

## 【 0 0 7 0 】

また、本実施例では、ファン 2 4 0 によって排気された空気は、流路 2 5 0 を経由してファン 2 4 2 から栽培装置 2 0 の内部に戻される。そして、戻される際に、空気には必要に応じて二酸化炭素が添加される。

## 【 0 0 7 1 】

本実施例によっても、実施例 5 と同様の効果が得られる。また、ファン 2 4 0 によって排気された空気は、二酸化炭素濃度が測定された後、流路 2 5 0 を経由してファン 2 4 2 から栽培装置 2 0 の内部に戻される。そして、戻される際に、空気には必要に応じて二酸化炭素が添加される。従って、添加された二酸化炭素が無駄に排気されることを抑制できる。

20

## 【 0 0 7 2 】

以上、図面を参照して実施形態及び実施例について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 7 3 】

1 0 栽培エリア

1 0 0 発光部

1 0 2 発光パネル

1 2 0 濃度測定部

1 3 0 制御部

1 4 0 二酸化炭素添加部

1 5 0 温度測定部

1 6 0 ヒータ

2 0 0 伸張部

2 4 0 ファン

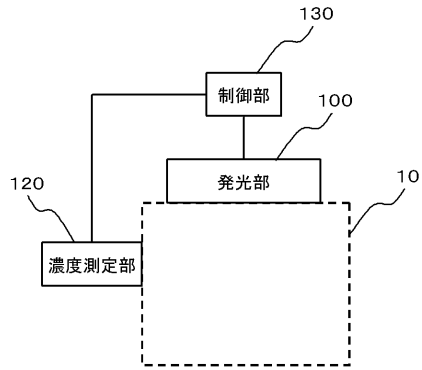
2 4 2 ファン

2 5 0 流路

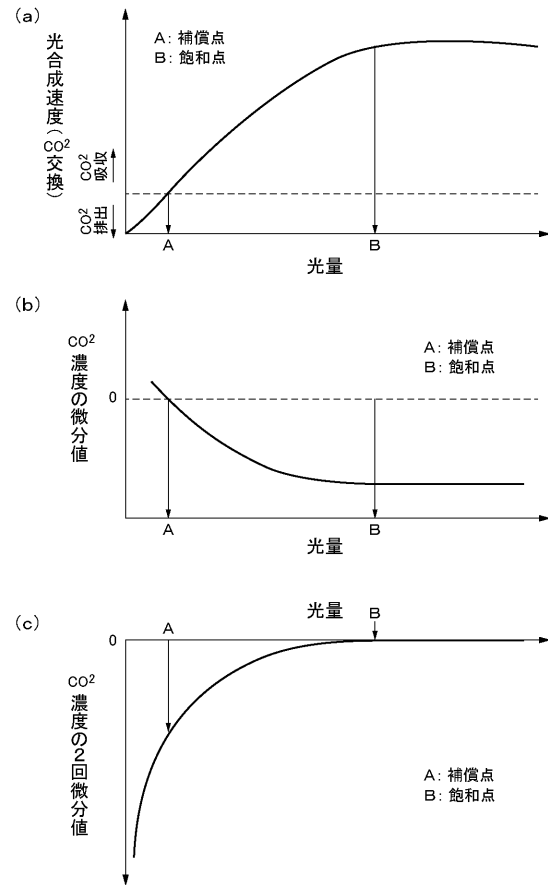
30

40

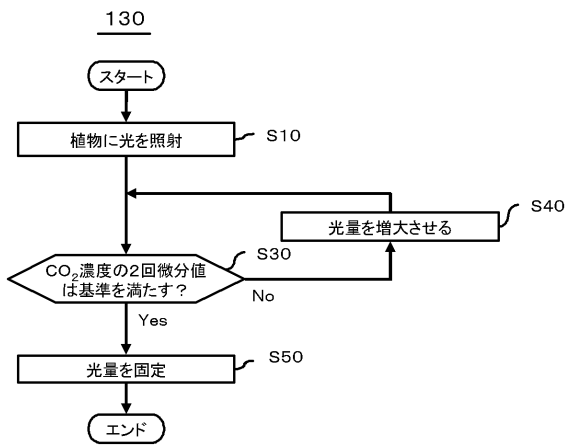
【図 1】



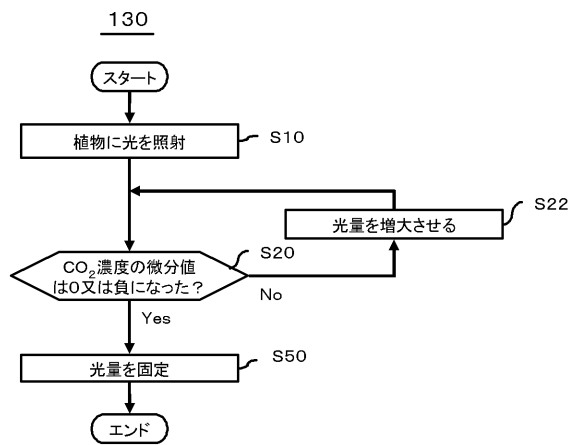
【図 2】



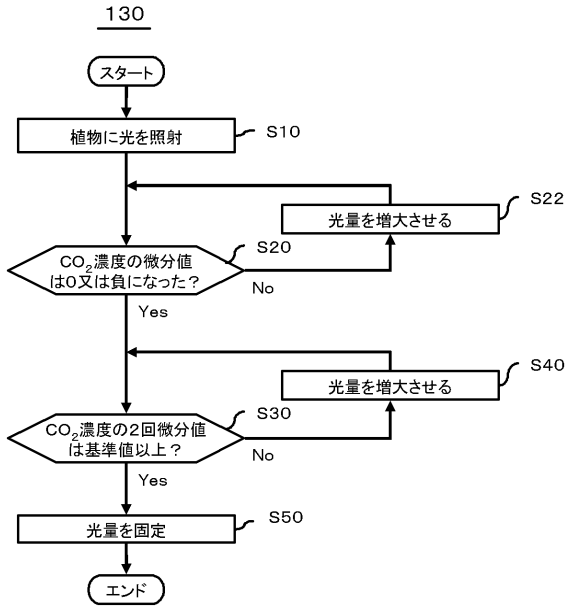
【図 3】



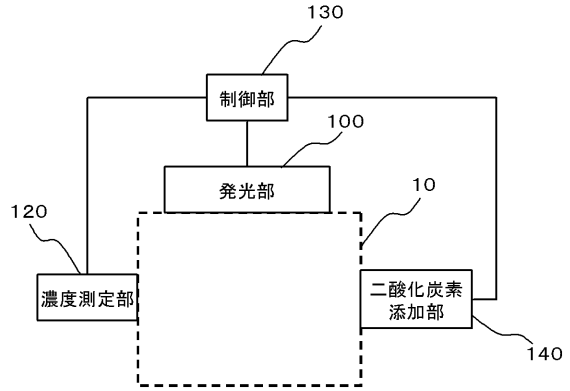
【図 4】



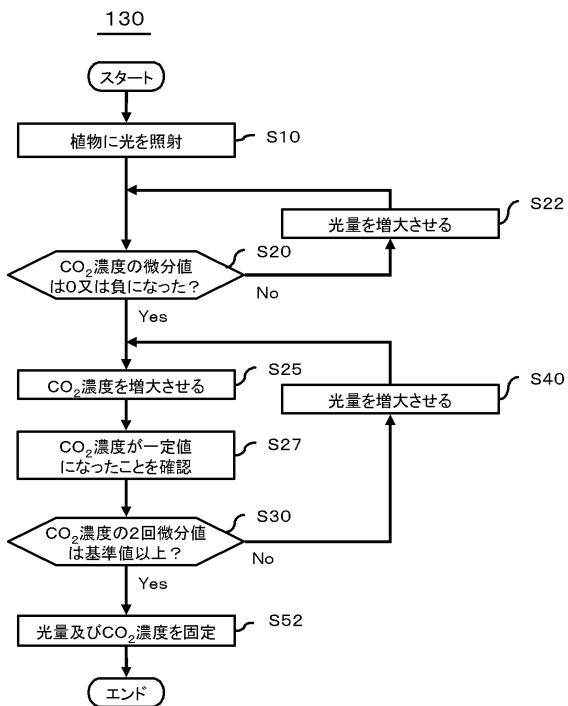
【図 5】



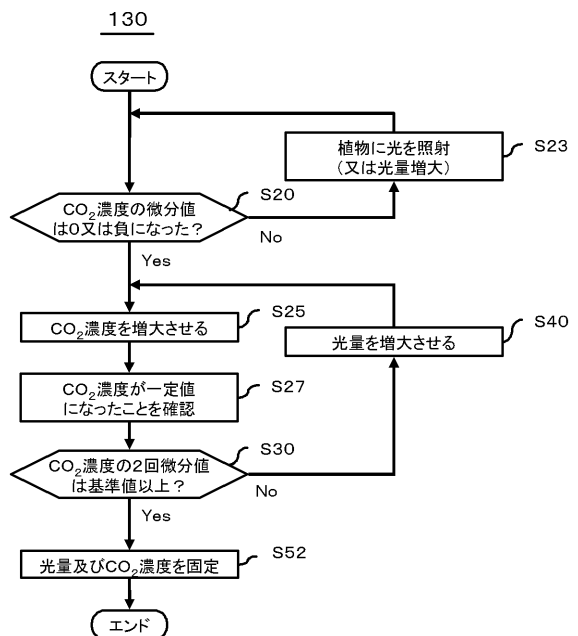
【図 6】



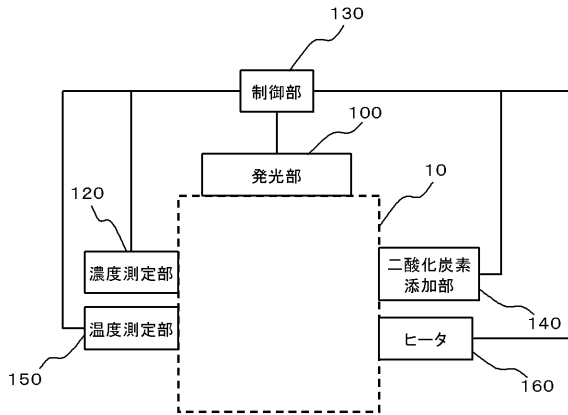
【図 7】



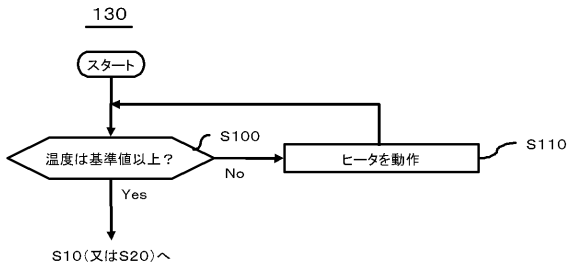
【図 8】



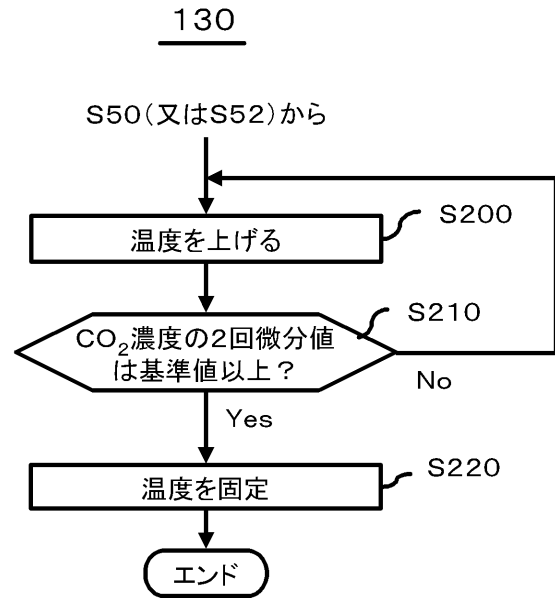
【図 9】



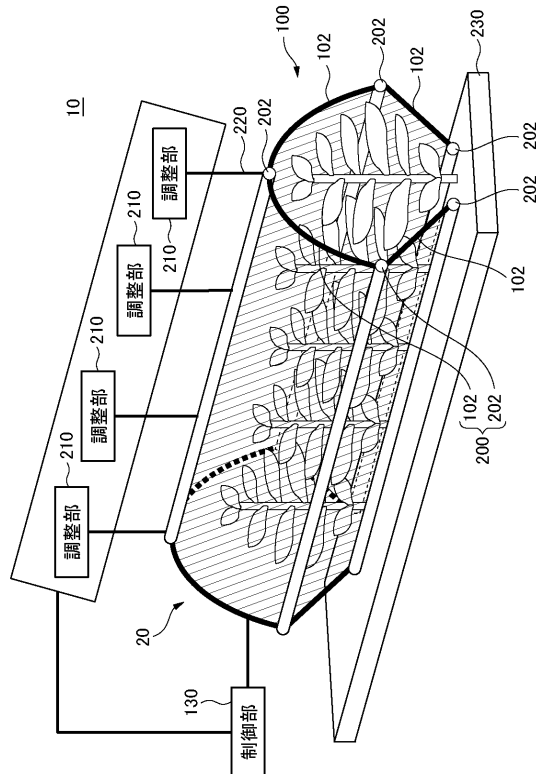
【図 10】



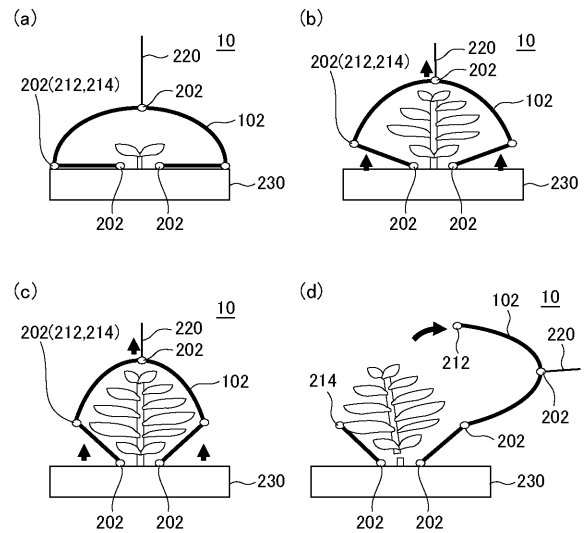
【図 11】



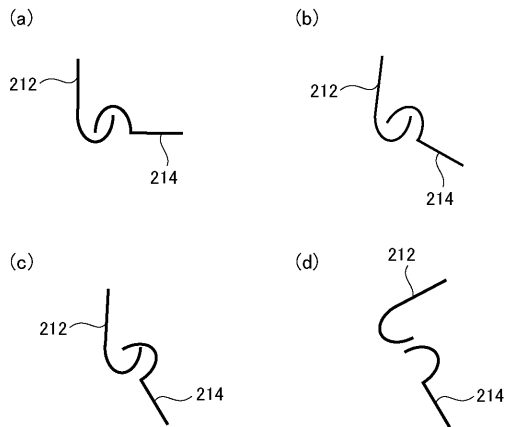
【図 12】



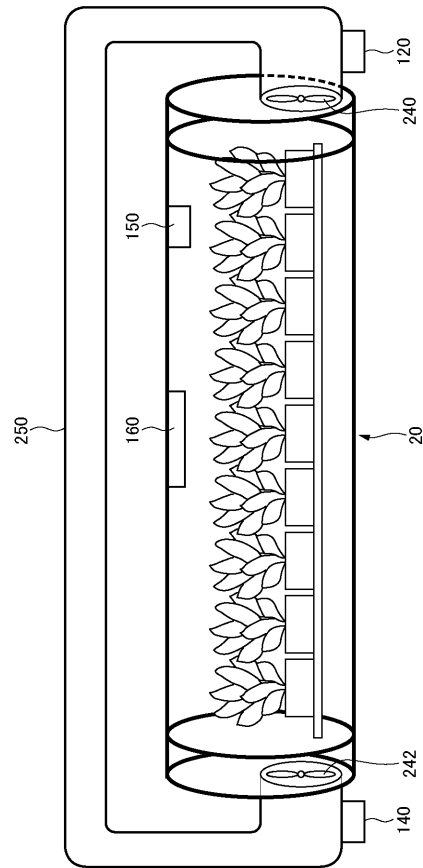
【図 13】



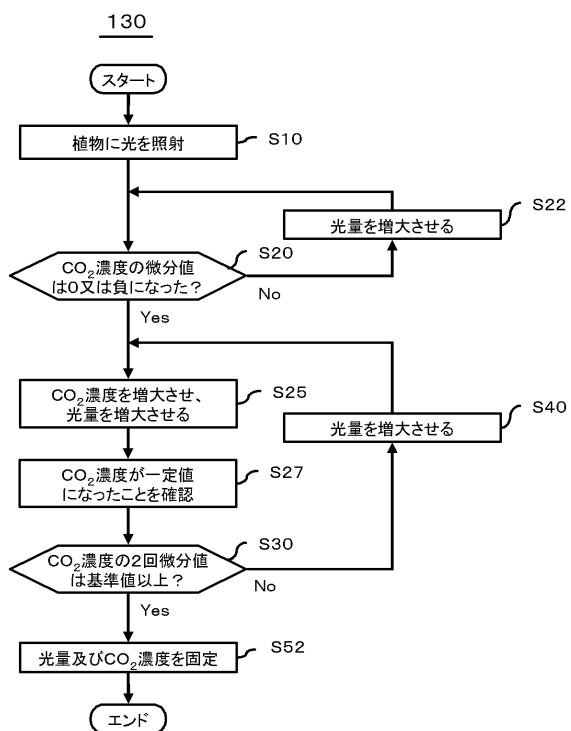
【図 14】



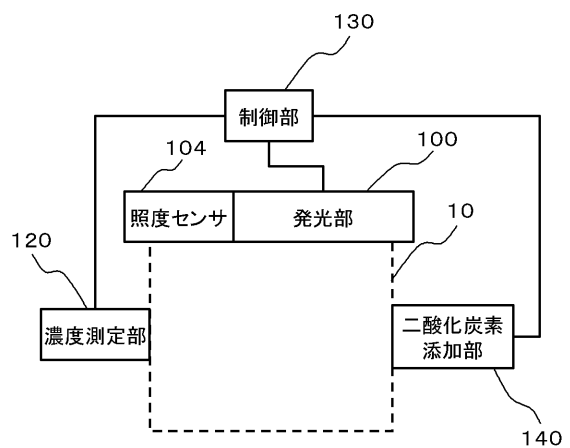
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【 図 1 9 】

