

(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2012-161294  
(P2012-161294A)

(43) 公開日 平成24年8月30日 (2012. 8. 30)

|                        |                |             |
|------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.           | F 1            | テーマコード (参考) |
| C 1 2 M 1/00 (2006.01) | C 1 2 M 1/00 E | 4 B 0 2 9   |
| C O 2 F 3/00 (2006.01) | C O 2 F 3/00 G |             |
| C 1 2 M 1/02 (2006.01) | C 1 2 M 1/02 A |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

|                                                                                                                       |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号<br>(22) 出願日<br><br>(出願人による申告) 平成22年度、農林水産省、革新的なCO <sub>2</sub> 高吸収バイオマスの利用技術の開発委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願 | 特願2011-25100 (P2011-25100)<br>平成23年2月8日 (2011.2.8) | (71) 出願人 000004260<br>株式会社デンソー<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地<br>(74) 代理人 110000578<br>名古屋国際特許業務法人<br>(72) 発明者 福田 裕章<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内<br>(72) 発明者 久野 育<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内<br>(72) 発明者 藏野 憲秀<br>愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内<br>Fターム(参考) 4B029 AA02 BB04 CC01 DB03 DB07 DB11 DC07 DF04 GB04 GB08 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

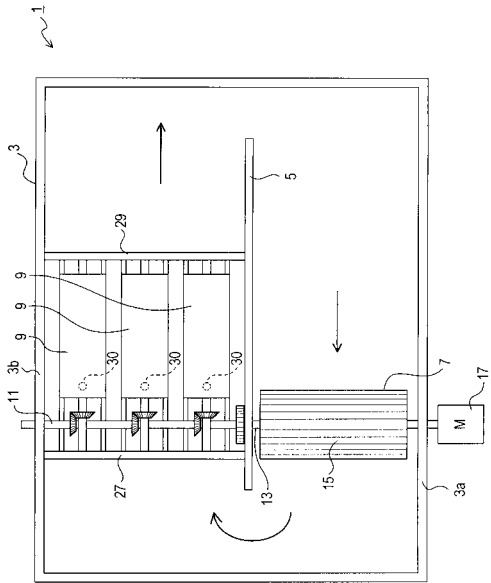
(54) 【発明の名称】 藻培養リアクター

(57) 【要約】

【課題】 エネルギーコストを低減できる藻培養リアクター1を提供すること。

【解決手段】 培養液を循環可能な藻培養リアクター1であって、軸方向における両側19a、19bが開口し、少なくとも一部が前記培養液に浸漬される位置に取り付けられた筒状部材19と、回転軸23及び前記回転軸23に取り付けられた翼25を備え、少なくとも前記翼25の一部が前記筒状部材19に内挿された回転部材21と、前記回転部材21を回転駆動する駆動手段17、11、13と、前記筒状部材19内にCO<sub>2</sub>ガスを含むガスを供給するガス供給手段30と、を備えることを特徴とする藻培養リアクター1。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

培養液を循環可能な藻培養リアクターであって、  
軸方向における両側が開口し、少なくとも一部が前記培養液に浸漬される位置に取り付けられた筒状部材と、  
回転軸及び前記回転軸に取り付けられた翼を備え、少なくとも前記翼の一部が前記筒状部材に内挿された回転部材と、  
前記回転部材を回転駆動する駆動手段と、  
前記筒状部材内に  $\text{CO}_2$  ガスを含むガスを供給するガス供給手段と、  
を備えることを特徴とする藻培養リアクター。

10

## 【請求項 2】

前記ガス供給手段は、前記筒状部材のうち、前記培養液の循環方向における上流側から前記ガスを供給することを特徴とする請求項 1 記載の藻培養リアクター。

## 【請求項 3】

前記筒状部材及び／又は回転部材は、少なくともその一部が透明又は半透明の材料により形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の藻培養リアクター。

## 【請求項 4】

前記筒状部材の軸方向が、前記培養液の循環方向と略平行であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の藻培養リアクター。

## 【請求項 5】

前記翼が、アルキメデスの螺旋形状を有することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の藻培養リアクター。

20

## 【請求項 6】

前記培養液を循環させるパドルを備え、  
前記駆動手段は、前記パドルの駆動力により、前記回転部材を駆動することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の藻培養リアクター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、藻の培養に用いられる藻培養リアクターに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

培養液中で藻を培養する場合、培養液に  $\text{CO}_2$  を溶解させる必要がある。培養液に  $\text{CO}_2$  を溶解させる方法として、培養容器に水深が深い部分を設け、その部分の底付近から  $\text{CO}_2$  ガスを供給する方法が開示されている（特許文献 1 参照）。この方法は、エアリフト効果により、 $\text{CO}_2$  ガスを培養液に溶解させようとするものである。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開平 10-57745 号公報。

40

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献 1 記載の方法では、水深が深いところまで  $\text{CO}_2$  ガスを送り込む必要があるため、 $\text{CO}_2$  ガス供給用ポンプの負荷が増大し、エネルギーコストが増大してしまう。

## 【0005】

本発明は以上の点に鑑みなされたものであり、エネルギーコストを低減できる藻培養リアクターを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

50

## 【0006】

本発明の藻培養リアクターは、培養液を循環可能であって、軸方向における両側が開口し、少なくとも一部が前記培養液に浸漬される位置に取り付けられた筒状部材と、回転軸及び前記回転軸に取り付けられた翼を備え、少なくとも前記翼の一部が前記筒状部材に内挿された回転部材と、前記回転部材を回転駆動する駆動手段と、前記筒状部材内に $\text{CO}_2$ ガスを含むガスを供給するガス供給手段とを備える。

## 【0007】

本発明の藻培養リアクターは、筒状部材を備えており、その内部に $\text{CO}_2$ ガスを含むガスが供給される。筒状部材の内部では、翼が回転するため、 $\text{CO}_2$ ガスと培養液との接触時間が長くなり、供給された $\text{CO}_2$ ガスが培養液に効率的に溶解込む。

10

## 【0008】

そのため、特許文献1の技術のように、 $\text{CO}_2$ ガスを深い水深の部分まで送り込む必要が無く、 $\text{CO}_2$ ガス供給用ポンプの負荷が軽くなるので、エネルギーコストを低減できる。

## 【0009】

前記ガス供給手段は、筒状部材内に $\text{CO}_2$ ガスを供給できる場所であれば、任意の場所に設けることができるが、前記筒状部材のうち、前記培養液の循環方向における上流側から前記ガスを供給することが好ましい。この場合、 $\text{CO}_2$ ガスと培養液とが、筒状部材と回転部材とにより攪拌される経路が長くなるので、 $\text{CO}_2$ ガスを培養液に一層効率的に溶解込ませることができる。

20

## 【0010】

前記筒状部材及び／又は回転部材は、少なくともその一部が透明又は半透明の材料により形成されていることが好ましい。この場合、上方から照射された光は筒状部材や回転部材の下方にも到達するので、藻の増殖が促進される。

## 【0011】

前記筒状部材の軸方向は特に限定されないが、前記培養液の循環方向と略平行であることが好ましい。この場合、筒状部材が培養液の循環を妨げないので、培養液の滞留を防止できる。また、培養液が循環しやすくなるので、培養液を循環させる手段（例えばパドル）の回転負荷を低減できる。

## 【0012】

前記翼としては、回転により、筒状部材を通過する培養液の流れを生み出すことができる形状のものを広く使用できる。このような翼として、例えば、アルキメデスの螺旋形状を有するものが好ましい。この場合、筒状部材内において、培養液の流速を高め、結果として、 $\text{CO}_2$ ガスを培養液に一層効率的に溶解込ませることができる。

30

## 【0013】

本発明の藻培養リアクターは、前記培養液を循環させるパドルを備え、前記駆動手段は、前記パドルの駆動力により、前記回転部材を駆動することが好ましい。この場合、回転部材の駆動源を別途設ける必要がない。

## 【0014】

前記 $\text{CO}_2$ ガスとしては、例えば、コジェネプラントの排 $\text{CO}_2$ ガスが挙げられる。

40

前記培養液は特に限定されず、酸性の培養液でも、アルカリ性の培養液でもよい。酸性の培養液を用いれば、コンタミを防止しやすい。なお、酸性の培養液の場合、アルカリ性の培養液に比べて、一般に、 $\text{CO}_2$ ガスを溶解させ難くなるが、本発明によれば、酸性の培養液でも、 $\text{CO}_2$ ガスを溶解させることができる。

## 【0015】

前記藻は特に限定されないが、 $\text{CO}_2$ ガスを吸収し、バイオ燃料を生産する公知の藻が好ましい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】藻培養リアクター1の全体を上方から見た図である。

50

【図 2】攪拌部 9 及びその周辺を上方から見た図である。

【図 3】攪拌部 9 及びその周辺を側方から見た図である。

【図 4】駆動機構 11 の一部及びその周辺を側方から見た図である。

【図 5】藻培養リアクター 1 の全体を上方から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

<第 1 の実施形態>

1. 藻培養リアクター 1 の構成

本発明を適用した藻培養リアクター 1 の構成を図 1～図 4 に基づいて説明する。図 1 は、藻培養リアクター 1 の全体を上方から見た図である。図 2 は、後述する攪拌部 9 及びその周辺を上方から見た図である。図 3 は、後述する攪拌部 9 及びその周辺を側方から見た図である。図 4 は、後述する駆動機構 11 の一部及びその周辺を側方から見た図である。

【0018】

図 1 に示すように、藻培養リアクター 1 は、上方が開口した平底容器 3 と、その底面の中央部に立設された仕切り壁 5 と、パドル回転機構 7 と、3 個の攪拌部 9 と、3 個の攪拌部 9 にそれぞれ駆動力を伝達する駆動機構（駆動手段）11 とを備えるレースウェイ型リアクターである。

【0019】

パドル回転機構 7 は、平底容器 3 の一方の側壁 3a と仕切り壁 5 とにより、回転可能に軸支された回転軸 13 と、その回転軸 13 に外挿され、回転軸 13 とともに回転するパドル 15 と、回転軸 13 を回転駆動するモータ 17 とから構成される。平底容器 3 に、パドル 15 の攪拌翼の一部が浸漬するまで培養液を入れ、パドル 15 を回転させると、培養液は、図 1 に示す矢印の方向に循環する。以下では、この循環の方向を循環方向とする。

【0020】

3 個の攪拌部 9 は、それぞれが同じ構造を有する。攪拌部 9 は、図 2 及び図 3 に示すように、筒状部材 19 と、回転部材 21 とから構成される。筒状部材 19 は、その軸方向における両端 19a、19b が開口した円筒状の中空部材である。筒状部材 19 は、平底容器 3 の側壁 3b と仕切り壁 5 との間に掛け渡された一对の板状部材である支持壁 27、29 に対し、筒固定部材 31、33、35、37 により固定されている。筒状部材 19 が固定された位置は、平底容器 3 に通常量（液面のレベル L が図 3 に示すものとなる量）の培養液を入れたとき、筒状部材 19 の全体が培養液に浸漬される位置である。また、筒状部材 19 の向きは、その軸方向が水平となり、且つ図 1 に示す培養液の循環方向と平行となる向きである。筒状部材 19 及び後述する翼 25 は透明な樹脂により形成されており、光（特に藻の培養に有用な波長の光）を透過することができる。

【0021】

なお、上述した支持壁 27、29 には、メッシュ状の孔が多数形成されている。そのため、支持壁 27、29 は培養液の循環方向を横切っているが、培養液の循環を妨げることがない。

【0022】

筒状部材 19 の下面であって、培養液の循環方向における上流側（以下では単に上流側とする）の端部付近には、筒状部材 19 の内部に CO<sub>2</sub> ガスを供給するノズル（ガス供給手段）30 が設けられている。ノズル 30 には、図示しない CO<sub>2</sub> ガスの供給元から、パイプ 32 を通して CO<sub>2</sub> ガスが供給される。

【0023】

3 個の攪拌部 9 は、図 1 に示すとおり、それぞれの軸方向が互いに平行となるように、並列配置されている。

回転部材 21 は、回転軸 23 とその回転軸 23 の外周面に取付けられた、アルキメデスの螺旋形状を有する翼 25 とから構成される。回転部材 21 のうち、翼 25 が取り付けられた部分は、回転軸 23 と筒状部材 19 の軸方向とが平行となるように、筒状部材 19 に

10

20

30

40

50

内挿されている。また、回転軸 23 の両端は、支持壁 27、29 より、回転可能に軸支されている。

#### 【0024】

回転軸 23 のうち、筒状部材 19 よりも上流側には、傘歯車（ベベルギア）39 が取り付けられている。傘歯車 39 には、後に詳述する駆動機構 11 から駆動力が伝えられ、その駆動力により回転部材 21 が回転する。回転部材 21 の回転方向は、翼 25 により作り出す培養液の流れの方向が、培養液の循環方向と一致する方向である。

#### 【0025】

駆動機構 11 は、図 4 に示すように、平底容器 3 の側壁 3b と仕切り壁 5 とにより回転可能に軸支された回転軸 41 と、回転軸 41 にそれぞれ取り付けられた 3 個の傘歯車 43、43、43、及び平歯車 45 を備えている。平歯車 45 は、パドル回転機構 7 の回転軸 13 に取り付けられた平歯車 47 と噛み合っている。そのことにより、回転軸 41 は、パドル回転機構 7 から駆動力を伝達され、回転する。3 個の傘歯車 43、43、43 は、それぞれ、3 個の攪拌部 9 における傘歯車 39 と噛み合っており、回転軸 41 が回転するとき、回転部材 21 も回転する。よって、駆動機構 11 は、パドル回転機構 7 の駆動力により、回転部材 21 を回転駆動する。

#### 【0026】

##### 2. 藻培養リアクター 1 が奏する効果

(1) 藻培養リアクター 1 は、3 個の攪拌部 9 を備えている。攪拌部 9 における筒状部材 19 の内部には、ノズル 30 によって  $\text{CO}_2$  ガスが供給される。筒状部材 19 の内部では、翼 25 を備える回転部材 21 が回転するため、 $\text{CO}_2$  ガスと培養液との接触時間が長くなり、供給された  $\text{CO}_2$  ガスが培養液に効率的に溶け込む。そのため、 $\text{CO}_2$  ガスを深い水深の部分まで送り込む必要が無く、エネルギーコストを低減できる。

(2) ノズル 30 は、筒状部材 19 のうち、培養液の循環方向における上流側から  $\text{CO}_2$  ガスを供給する。そのため、 $\text{CO}_2$  ガスと培養液とが、筒状部材 19 と回転部材 21 とにより攪拌される経路が長くなるので、 $\text{CO}_2$  ガスを培養液に一層効率的に溶け込ませることができる。

(3) 筒状部材 19 と、回転部材 21 の翼 25 とは透明の材料により形成されている。そのため、上方から照射された光は筒状部材 19 や回転部材 21 の下方にも到達するので、藻の増殖が促進される。

(4) 筒状部材 19 の軸方向と、培養液の循環方向とは平行である。そのことにより、筒状部材 19 が培養液の循環を妨げないので、培養液の滞留を防止できる。また、培養液が循環しやすくなるので、パドル 15 の回転負荷を低減できる。

(5) 翼 25 は、アルキメデスの螺旋形状を有している。そのことにより、筒状部材 19 内において、培養液の流速を高め、結果として、 $\text{CO}_2$  ガスを培養液に一層効率的に溶け込ませることができる。

(6) 回転部材 21 は、パドル回転機構 7 の駆動力により回転駆動される。そのため、回転部材 21 の駆動源を別途設ける必要がない。

#### 【0027】

##### 3. 藻培養リアクター 1 が奏する効果を確認するための試験

(1) 藻培養リアクター 1 に  $\text{CO}_2$  ガスを 1 時間供給した直後に、培養液中の溶存  $\text{CO}_2$  濃度を測定したところ、1% を維持していた。

#### 【0028】

なお、その他の実験の条件は下記のとおりである。

平底容器 3 の底面の面積：20  $\text{m}^2$

培養液の水深：20 cm

筒状部材 19 の直径と軸長： $\Phi$ 20 cm、長さ 30 cm

攪拌部 9 の数：3 個

筒状部材 19 内における培養液の流速：4  $\text{m}^2/\text{h}$ （エアー含む体積）

$\text{CO}_2$  ガスにおける  $\text{CO}_2$  濃度：5%

$\text{CO}_2$ ガスの流速：15 L/min

(2) 基本的には上述した藻培養リアクター1と同様の構成を有するが、攪拌部9の数を5個に増やして、同様の実験を行った。5個の攪拌部9は、3個の攪拌部9の場合と同様に、それぞれの軸方向が循環方向と平行になるように並列配置されている。この場合も、培養液中の溶存 $\text{CO}_2$ 濃度は0.94%を維持していた。

#### 【0029】

なお、その他の実験の条件は下記のとおりである。

平底容器3の底面の面積：20 m<sup>2</sup>

培養液の水深：20 cm

筒状部材19の直径と軸長：Φ15 cm、長さ30 cm

攪拌部9の数：5個

筒状部材19内における培養液の流速：3.7 m<sup>2</sup>/h (エアー含む体積)

$\text{CO}_2$ ガスにおける $\text{CO}_2$ 濃度：5%

$\text{CO}_2$ ガスの流速：15 L/min

#### <第2の実施形態>

##### 1. 藻培養リアクター1の構成

本実施形態の藻培養リアクター1の構成は、基本的には前記第1の実施形態と同じである。ただし、図5に示すように、3個の攪拌部9の軸方向は、培養液の循環方向と直交している。攪拌部9の構成自体は前記第1の実施形態と同様である。

#### 【0030】

本実施形態の駆動機構11は、上記のように配置された攪拌部9に駆動力を伝達するため、以下のように構成される。

駆動機構11は、支持壁27、29により回転可能に軸支された回転軸49と、回転軸49にそれぞれ取り付けられた4個の傘歯車51、53、55、57を備えている。傘歯車51は、パドル回転機構7の回転軸13に取り付けられた傘歯車59と噛み合っている。そのことにより、回転軸49は、パドル回転機構7から駆動力を伝達され、回転する。3個の傘歯車53、55、57は、それぞれ、3個の攪拌部9における傘歯車39と噛み合っており、回転軸49が回転するとき、回転部材21も回転する。よって、駆動機構11は、パドル回転機構7の駆動力により、回転部材21を回転駆動する。

#### 【0031】

筒状部材19は、平底容器3の側壁3bと仕切り壁5に対し固定されている。筒状部材19が固定された位置は、平底容器3に通常量の培養液を入れたとき、筒状部材19の全体が培養液に浸漬される位置である。また、筒状部材19の向きは、その軸方向が水平となり、且つ培養液の循環方向と直交する向きである。 $\text{CO}_2$ ガスを供給するノズル30は、筒状部材19の下面であって、軸方向における中央に取り付けられる。

#### 【0032】

回転部材21の両端は、側壁3bと仕切り壁5により、回転可能に軸支されている。回転部材21の回転により作り出す培養液の流れの方向は、図5における下方向であってもよいし、図5における上方向であってもよい。

#### 【0033】

##### 2. 藻培養リアクター1が奏する効果

本実施形態の藻培養リアクター1は、前記第1の実施形態と略同様の効果を奏することができる(ただし、筒状部材19の軸方向が培養液の循環方向に平行であることに起因する効果は除く)。

#### 【0034】

##### 3. 藻培養リアクター1が奏する効果を確認するための試験

(1) 藻培養リアクター1に $\text{CO}_2$ ガスを1時間供給した直後に、培養液中の溶存 $\text{CO}_2$ 濃度を測定したところ、1%を維持していた。

#### 【0035】

なお、その他の実験の条件は下記のとおりである。

平底容器 3 の底面の面積：20 m<sup>2</sup>

培養液の水深：20 cm

筒状部材 19 の直径と軸長：Φ20 cm、長さ30 cm

攪拌部 9 の数：3 個

筒状部材 19 内における培養液の流速：4 m<sup>2</sup>/h（エアー含む体積）

CO<sub>2</sub>ガスにおけるCO<sub>2</sub>濃度：5 %

CO<sub>2</sub>ガスの流速：15 L/min

尚、本発明は前記実施形態になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

#### 【0036】

例えば、筒状部材 19 の軸方向は、上方から見たとき、循環方向に対し斜めであってもよい。また、前記第 1 の実施形態において、筒状部材 19 の軸方向は、水平方向に対し、斜めであってもよい。この場合、筒状部材 19 の上流側が高くなっているとしてもよし、下流側が高くなっているとしてもよい。

#### 【0037】

また、翼 25 の形状は、アルキメデスの螺旋形状には限定されず、任意の翼形状でよい。翼 25 の形状は、回転により、筒状部材 19 を通過する培養液の流れを生み出すことができる形状であることが好ましく、例えば、船舶用のスクリューの形状等が挙げられる。このスクリューは、単独で回転軸 23 に取り付けられてもよいし、所定の間隔をおいて複数取り付けられてもよい。

#### 【0038】

また、筒状部材 19 は、その側面にも開口部を有していてもよい。

また、攪拌部 9 の数は、3 個又は 5 個に限定されず、その他の数（例えば、1 個、2 個、4 個、6 個・・・）でもよい。また、複数の攪拌部 9 の一部が前記第 1 の実施形態の向きに配置され、残りの攪拌部 9 が前記第 2 の実施形態の向きに配置されてもよい。また、複数の攪拌部 9 を、循環方向に沿って、直列に配列してもよい。

#### 【0039】

また、回転部材 21 は、パドル回転機構 7 以外の駆動力により駆動されるものであてもよい。

また、筒状部材 19、翼 25 のうちの一方又は両方は、不透明な材料（例えば不透明な樹脂、金属、ガラス）又は半透明な材料（例えば半透明の樹脂、ガラス）により形成されていてもよい。

#### 【0040】

また、ノズル 30 の位置は、筒状部材 19 内に CO<sub>2</sub>ガスを供給できさえすれば、前記第 1 又は第 2 の実施形態の位置に限定されない。

#### 【符号の説明】

#### 【0041】

1・・・藻培養リアクター、3・・・平底容器、3a、3b・・・側壁、  
5・・・仕切り壁、7・・・パドル回転機構、9・・・攪拌部、11・・・駆動機構、  
13・・・回転軸、15・・・パドル、17・・・モータ、19・・・筒状部材、  
19a、19b・・・端、21・・・回転部材、23・・・回転軸、25・・・翼、  
27、29・・・支持壁、30・・・ノズル、  
31、33、35、37・・・筒固定部材、32・・・パイプ、  
39、43、51、53、55、57、59・・・傘歯車、41・・・回転軸、  
45、47・・・平歯車、49・・・回転軸

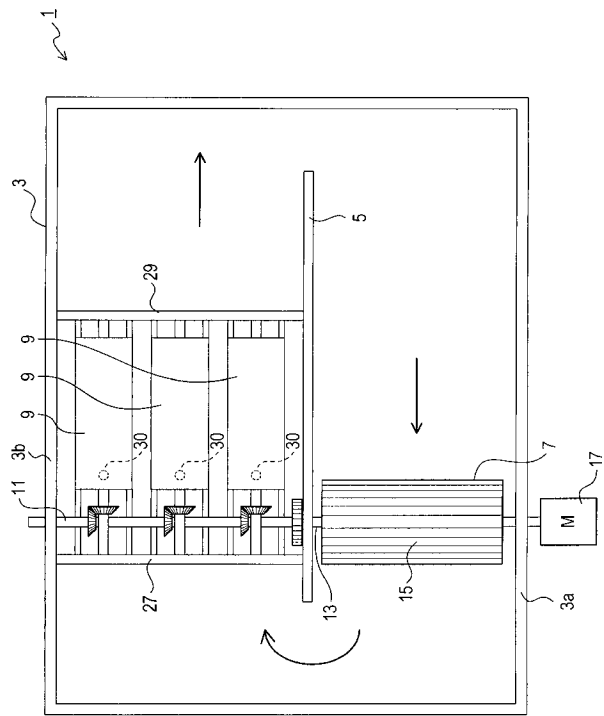
10

20

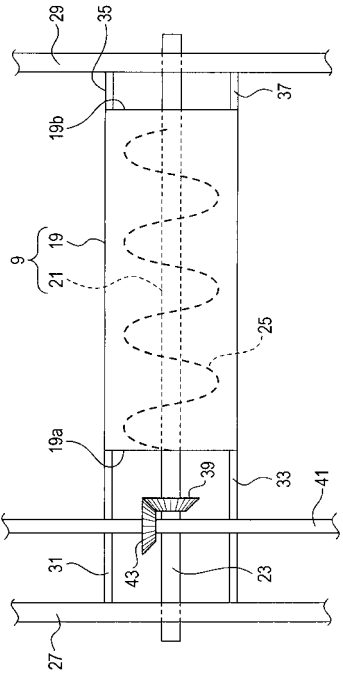
30

40

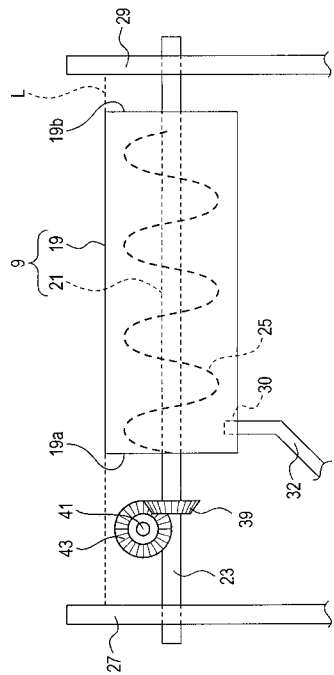
【図 1】



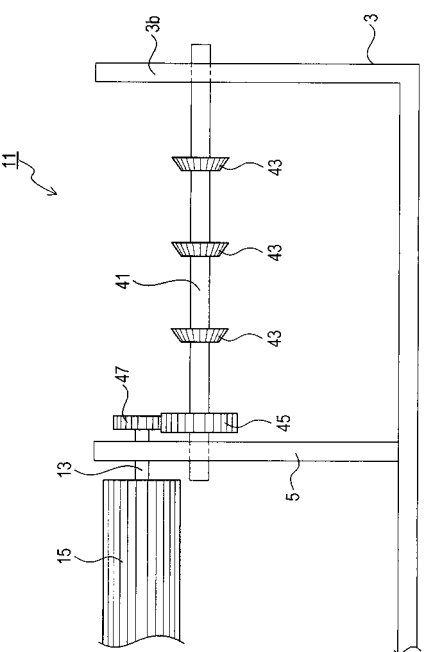
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【図 5】

