

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7543006号  
(P7543006)

(45)発行日 令和6年9月2日(2024.9.2)

(24)登録日 令和6年8月23日(2024.8.23)

(51)国際特許分類

F I

A O 1 G 7/00 (2006.01)

A O 1 G 7/00 6 0 3

A O 1 D 46/30 (2006.01)

A O 1 D 46/30

請求項の数 13 (全27頁)

|          |                             |          |                    |
|----------|-----------------------------|----------|--------------------|
| (21)出願番号 | 特願2020-109078(P2020-109078) | (73)特許権者 | 000001052          |
| (22)出願日  | 令和2年6月24日(2020.6.24)        |          | 株式会社クボタ            |
| (65)公開番号 | 特開2022-6697(P2022-6697A)    |          | 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番4 |
| (43)公開日  | 令和4年1月13日(2022.1.13)        |          | 7号                 |
| 審査請求日    | 令和4年6月22日(2022.6.22)        | (74)代理人  | 110003041          |
|          |                             |          | 安田岡本弁理士法人          |
|          |                             | (72)発明者  | 江戸 俊介              |
|          |                             |          | 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 |
|          |                             |          | 会社クボタ 堺製造所内        |
|          |                             | (72)発明者  | 坂野 倫祥              |
|          |                             |          | 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 |
|          |                             |          | 会社クボタ 堺製造所内        |
|          |                             | (72)発明者  | 平岡 実               |
|          |                             |          | 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 |
|          |                             |          | 会社クボタ 堺製造所内        |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 農業用ロボット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作物の栽培位置に向けて移動可能な走行体と、  
前記走行体に設けられ、且つ、当該走行体が前記栽培位置の周囲に到達したときに先端側を作物に近づけることが可能なマニピュレータと、  
前記マニピュレータの先端側に設けられ且つ前記作物に打撃を与える打撃機構と、前記打撃機構で前記作物を打撃したときの音を集音するマイクとを含む打音センサと、  
前記マイクで集音した音データを収集する収集装置と、  
前記走行体の周囲を撮像可能な光学式センサと、を備え、  
前記走行体が前記作物の栽培位置の周囲に近づくと当該走行体の走行を停止し、当該走行体が停止した状態で前記マニピュレータの先端側を前記作物に近づけた後、当該作物に前記打撃機構による打撃を与えて音データを収集し、当該音データの収集を完了後、前記光学式センサによって得られたセンシングデータに音データを収集していない他の作物が含まれている場合、前記センシングデータに含まれている前記他の作物の栽培位置に向けて前記走行体を移動させる農業用ロボット。

【請求項2】

作物の栽培位置に向けて移動可能な走行体と、  
前記走行体に設けられ、且つ、当該走行体が前記栽培位置の周囲に到達したときに先端側を作物に近づけることが可能なマニピュレータと、  
前記マニピュレータの先端側に設けられ且つ前記作物に打撃を与える打撃機構と、前記

打撃機構で前記作物を打撃したときの音を集音するマイクとを含む打音センサと、

前記マイクで集音した音データを収集する収集装置と、

前記走行体の周囲を撮像可能な光学式センサと、を備え、

前記走行体は、前記光学式センサによって得られたセンシングデータに作物が含まれているか否かを判断し、前記センシングデータに前記作物が含まれていると判断した場合、前記作物の栽培位置に向けて移動し、前記作物の栽培位置の周囲に近づくと当該走行体の走行を停止し、当該走行体が停止した状態で前記コンピュータの先端側を前記作物に近づけた後、当該作物に前記打撃機構による打撃を与えて音データを収集する農業用ロボット。

【請求項 3】

前記収集装置は、前記音データに、前記作物の周囲の音である雑音が含まれている場合は、前記音データに含まれる雑音を除去する請求項 1 又は 2 に記載の農業用ロボット。

【請求項 4】

前記収集装置は、前記作物に打撃を行っていない状況において集音した音に基づいて、前記音データに雑音が含まれているか否かを判断する請求項 3 に記載の農業用ロボット。

【請求項 5】

前記収集装置は、前記作物に打撃を行った状況において集音した音に基づいて、前記音データに雑音が含まれているか否かを判断する請求項 3 に記載の農業用ロボット。

【請求項 6】

前記センシングデータに含まれる前記作物の大きさと、予め定められた基準フレームの大きさとから相対距離を演算し、前記作物と前記走行体との距離が予め定められた基準距離になるように、前記作物の栽培位置に向けて前記走行体を移動させる制御装置を備えている請求項 1 又は 2 に記載の農業用ロボット。

【請求項 7】

前記収集装置が収集した複数のデータに基づいて、作物の生育状況を推定するモデルを生成するモデル生成部を備えている請求項 1 又は 2 に記載の農業用ロボット。

【請求項 8】

前記モデル生成部は、音データにおける振幅と、周波数と、波形の変化度合いと、前記作物の打撃を行ったときの打音時間と、に基づいて作物の生育状況を推定するモデルを生成する請求項 7 に記載の農業用ロボット。

【請求項 9】

前記モデル生成部は、前記打音時間に基づいてグループ分けした音データにより、作物の生育状況として、栽培初期と、栽培中期と、収穫時期である栽培後期と、のいずれか 1 つであることを推定するモデルを生成する請求項 8 に記載の農業用ロボット。

【請求項 10】

前記モデル生成部は、前記作物を収穫する際に前記作物に打撃を行って収集した前記音データの前記打音時間を収穫時期とし、前記打音時間が収穫時期である音データにより、作物の生育状況として、収穫時期であることを推定するモデルを生成する請求項 8 に記載の農業用ロボット。

【請求項 11】

前記モデル生成部は、前記収集装置が前記音データを取得する毎に、強化学習を行う請求項 7 に記載の農業用ロボット。

【請求項 12】

前記作物を把持することで収穫するロボットハンドと、

前記モデルと前記音データとに基づいて、前記打撃を与えた作物が収穫時期であるか否かを判断する時期判断部と、

を備え、

前記ロボットハンドは、前記時期判断部が収穫時期と判断した場合に前記打撃を与えた作物を収穫し、前記収穫時期と判断しなかった場合に前記打撃を与えた作物を収穫しない請求項 7 ～ 11 のいずれかに記載の農業用ロボット。

10

20

30

40

50

## 【請求項 13】

前記収集装置は、前記音データを記憶する記憶装置、又は、前記音データを外部端末に送信する通信装置である請求項 1～12 のいずれかに記載の農業用ロボット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、農業用ロボットに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、特許文献 1 に開示された農業用ロボットが知られている。

10

特許文献 1 に開示された農業用ロボットは、走行体に作物の収穫を行うことが可能なマニピュレータが設けられている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開 2011-229406 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

さて、スイカ、メロン、カボチャ等の作物は様々なところで栽培（作付け）されるのが一般的である。ここで、施設内で作物の栽培を行ったときに、作物の生育状態などを把握することが必要である。

20

本発明は、作物の生育などの把握するためのデータを簡単に収集することができる農業用ロボット及び農業用ロボットの支援システム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】

## 【0005】

農業用ロボットは、作物の栽培位置に向けて移動可能な走行体と、前記走行体に設けられ、且つ、当該走行体が前記栽培位置の周囲に到達したときに先端側を作物に近づけることが可能なマニピュレータと、前記マニピュレータの先端側に設けられ且つ前記作物に打撃を与える打撃機構と、前記打撃機構で前記作物を打撃したときの音を集音するマイクとを含む打音センサと、前記マイクで集音した音データを収集する収集装置と、前記走行体の周囲を撮像可能な光学式センサと、を備え、前記走行体が前記作物の栽培位置の周囲に近づくと当該走行体の走行を停止し、当該走行体が停止した状態で前記マニピュレータの先端側を前記作物に近づけた後、当該作物に前記打撃機構による打撃を与えて音データを収集し、当該音データの収集を完了後、前記光学式センサによって得られたセンシングデータに音データを収集していない他の作物が含まれている場合、前記センシングデータに含まれている前記他の作物の栽培位置に向けて前記走行体を移動させる。

30

## 【0006】

農業用ロボットは、作物の栽培位置に向けて移動可能な走行体と、前記走行体に設けられ、且つ、当該走行体が前記栽培位置の周囲に到達したときに先端側を作物に近づけることが可能なマニピュレータと、前記マニピュレータの先端側に設けられ且つ前記作物に打撃を与える打撃機構と、前記打撃機構で前記作物を打撃したときの音を集音するマイクとを含む打音センサと、前記マイクで集音した音データを収集する収集装置と、前記走行体の周囲を撮像可能な光学式センサと、を備え、前記走行体は、前記光学式センサによって得られたセンシングデータに作物が含まれているか否かを判断し、前記センシングデータに前記作物が含まれていると判断した場合、前記作物の栽培位置に向けて移動し、前記作物の栽培位置の周囲に近づくと当該走行体の走行を停止し、当該走行体が停止した状態で前記マニピュレータの先端側を前記作物に近づけた後、当該作物に前記打撃機構による打撃を与えて音データを収集する。

40

前記収集装置は、前記音データに、前記作物の周囲の音である雑音が含まれている場合

50

は、前記音データに含まれる雑音を除去する。

前記収集装置は、前記作物に打撃を行っていない状況において集音した音に基づいて、前記音データに雑音が含まれているか否かを判断する。

前記収集装置は、前記作物に打撃を行った状況において集音した音に基づいて、前記音データに雑音が含まれているか否かを判断する。

【0007】

農業用ロボットは、前記センシングデータに含まれる前記作物の大きさと、予め定められた基準フレームの大きさとから相対距離を演算し、前記作物と前記走行体との距離が予め定められた基準距離になるように、前記作物の栽培位置に向けて前記走行体を移動させる制御装置を備えている。

【0008】

農業用ロボットは、前記収集装置が収集した複数のデータに基づいて、作物の生育状況を推定するモデルを生成するモデル生成部を備えている。

前記モデル生成部は、音データにおける振幅と、周波数と、波形の変化度合いと、前記作物の打撃を行ったときの打音時間と、に基づいて作物の生育状況を推定するモデルを生成する。

【0009】

前記モデル生成部は、前記打音時間に基づいてグループ分けした音データにより、作物の生育状況として、栽培初期と、栽培中期と、収穫時期である栽培後期と、のいずれか1つであることを推定するモデルを生成する。

前記モデル生成部は、前記作物を収穫する際に前記作物に打撃を行って収集した前記音データの前記打音時間を収穫時期とし、前記打音時間が収穫時期である音データにより、作物の生育状況として、収穫時期であることを推定するモデルを生成する。

前記モデル生成部は、前記収集装置が前記音データを取得する毎に、強化学習を行う。

【0010】

農業用ロボットは、前記作物を把持することで収穫するロボットハンドと、前記モデルと前記音データとに基づいて、前記打撃を与えた作物が収穫時期であるか否かを判断する時期判断部と、を備え、前記ロボットハンドは、前記時期判断部が収穫時期と判断した場合に前記打撃を与えた作物を収穫し、前記収穫時期と判断しなかった場合に前記打撃を与えた作物を収穫しない。

前記収集装置は、前記音データを記憶する記憶装置、又は、前記音データを外部端末に送信する通信装置である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、作物の生育などの把握するためのデータを簡単に収集することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】農業用ロボットの側面図である。

【図2】作業姿勢の状態の農業用ロボットの側面図である。

【図3】機体及びマニピュレータの斜視図である。

【図4】機体及びマニピュレータの側面図である。

【図5】走行装置の平面図である。

【図6】走行装置の側面図である。

【図7】ロボットハンドの一部拡大図である。

【図8】農業用ロボットの支援システムの全体図である。

【図9】音データ（波形H10）の一例を示す図である。

【図10】農業用ロボットにて作物に対して打撃を与える様子を示す図である。

【図11】撮像画像H1の一例を示す図である。

【図12A】識別情報及び音データを含む打音情報の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図１２Ｂ】識別情報、音データ及び打音時間を含む打音情報の一例を示す図である。

【図１２Ｃ】収穫時の音データ、識別情報及び打音時間（収穫時間）の一例を示す図である。

【図１３】農業用ロボットを施設で走行させたルートを示す図である。

【図１４】農業用ロボットの支援システムの変形例を示す図である。

【図１５】施設園芸の施設の内部の概略図である。

【図１６】施設園芸の施設の平面の概略図である。

【図１７】作物の栽培初期の施設園芸の施設の内部の斜視図である。

【図１８】作物の栽培中期又は後期の施設園芸の施設の内部の斜視図である。

【図１９】撮像画像Ｈ１、作物の画像Ｈ２、基準フレームＦ１０との関係を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、本発明の一実施形態について、図面を適宜参照しつつ説明する。

図１、図２は、農業用ロボット１を例示している。農業用ロボット１は、図１５～図１８に示すようなハウス等の施設園芸、植物工場等の施設において、栽培される作物２に対して作業（農作業）を行うロボットである。農業用ロボット１は、例えば、スイカ、メロン、カボチャ等の比較的重量のある作物２である重量野菜、果実等に対して作業を行う。

【００１４】

まず、施設園芸の施設（施設園芸施設）を例にとり、施設について説明する。

図１５～図１８に示すように、施設１００は、当該施設１００を構成する構造物として、ハウス１０１と、ハウス１０１の内部に設置された機器１０２とを備えている。

20

ハウス１０１は、フレーム１１０と、被覆材１１１とを含んでいる。フレーム１１０は、例えば、Ｉ形鋼、Ｈ形鋼、Ｃ形鋼、角形鋼、丸形鋼等の様々な鋼材を組み合わせ、施設１００の躯体を構成していて、複数の支柱部材１１０Ａと、複数の連結部材１１０Ｂとを含んでいる。図１５～図１７に示すように、複数の支柱部材１１０Ａは、地面等から起立した部材であって、横方向Ｘ１に所定の間隔で設置され且つ縦方向Ｙ１に所定の間隔で設置されている。

【００１５】

連結部材１１０Ｂは、横方向Ｘ１に離れた複数の支柱部材１１０Ａの上端を互いに連結する。また、連結部材１１０Ｂは、縦方向Ｙ１に離れた複数の支柱部材１１０Ａを互いに連結する。

30

被覆材１１１は、少なくとも太陽光を取り入れ可能な透光性を有する部材であって、合成樹脂、ガラス等で構成されている。被覆材１１１は、例えば、フレーム１１０の外側から当該フレーム１１０の全体を覆っている。言い換えれば、被覆材１１１は、支柱部材１１０Ａの外側、連結部材１１０Ｂの外側に配置されている。

【００１６】

機器１０２は、作物２を栽培する際に使用する様々な機器であって、ハウス１０１内の温度、湿度、空気流動等を調整することができる機器である。詳しくは、機器１０２は、換気扇１０２Ａ、循環扇１０２Ｂ、熱交換装置１０２Ｃ等である。図１５、図１６に示すように、換気扇１０２Ａは、ハウス１０１の出入口１３０側に設置され、外部の空気をハウス１０１内の空気を外部に排出したり、外部の空気をハウス１０１内に取り入れる。

40

【００１７】

循環扇１０２Ｂは、ハウス１０１内に設置されていて、ハウス１０１内の空気を所定の方向に循環させる。熱交換装置１０２Ｃはハウス１０１の温度を変更可能な装置であり、例えば、ヒートポンプ構成されている。上述した機器１０２は、一例であり、灌水機器、照明機器、噴霧機器などであってもよいし限定されない。

農業用ロボット１は、施設１００内において、栽培場所１０５で栽培された作物２に対して様々な農作業、例えば、作物２の収穫、肥料散布、農薬散布などの農作業を行う。農業用ロボット１は、自立型のロボットである。

【００１８】

50

図 1～図 8 は、農業用ロボット 1 を示している。図 8 は、農業用ロボットの支援システムを示している。

以下、農業用ロボット 1 及び農業用ロボットの支援システムについて詳しく説明する。以下の説明において、図 1、図 2 に矢印 A 1 で示す方向を前方、矢印 A 2 で示す方向を後方、矢印 A 3 で示す方向を前後方向として説明する。したがって、図 2 に矢印 B 1 で示す方向（図 1 の手前側）が左方であり、図 2 に矢印 B 2 で示す方向（図 1 の奥側）が右方である。また、前後方向 A 3 に直交する水平方向を機体幅方向（図 2 の矢印 B 3 方向）として説明する。

#### 【0019】

図 1 に示すように、農業用ロボット 1 は、自律走行する走行体 3 を有している。走行体 3 は、機体 6 と、機体 6 を走行可能に支持する走行装置 7 とを有している。

図 3、図 4 に示すように、機体 6 は、メインフレーム 6 A と、原動機フレーム 6 B とを有している。メインフレーム 6 A は、機体幅方向 B 3 で間隔をあけて配置された一対の第 1 フレーム 6 A a と、各第 1 フレーム 6 A a の下方に間隔をあけて配置された一対の第 2 フレーム 6 A b とを有している。第 1 フレーム 6 A a と第 2 フレーム 6 A b とは、複数の縦フレーム 6 A c によって連結されている。縦フレーム 6 A c は、左の第 1 フレーム 6 A a と左の第 2 フレーム 6 A b との前部間、右の第 1 フレーム 6 A a と右の第 2 フレーム 6 A b との前部間、左の第 1 フレーム 6 A a と左の第 2 フレーム 6 A b との後部間、右の第 1 フレーム 6 A a と右の第 2 フレーム 6 A b との後部間に設けられている。

#### 【0020】

左の第 1 フレーム 6 A a と右の第 1 フレーム 6 A a とは、第 1 フレーム 6 A a 間に配置された第 1 横フレーム 6 A d～第 5 横フレーム 6 A h によって連結されている。第 1 横フレーム 6 A d～第 5 横フレーム 6 A h は、第 1 フレーム 6 A a の前端から後端にわたって前後方向 A 3 で間隔をあけて並行状に配置されている。

第 2 フレーム 6 A b の前部同士は、第 6 横フレーム 6 A j によって連結され、第 2 フレーム 6 A b の後部同士は、第 7 横フレーム 6 A k によって連結されている。

#### 【0021】

原動機フレーム 6 B は、メインフレーム 6 A の下方側に配置されている。原動機フレーム 6 B は、前フレーム 6 B a と、後フレーム 6 B b と、複数の連結フレーム 6 B c と、複数の取付フレーム 6 B d とを有している。前フレーム 6 B a は、上部が、左及び右の第 2 フレーム 6 A b の前部に取り付けられている。後フレーム 6 B b は、上部が、左及び右の第 2 フレーム 6 A b の前部に取り付けられている。複数の連結フレーム 6 B c は、前フレーム 6 B a と後フレーム 6 B b の下部間を連結している。複数の取付フレーム 6 B d は、連結フレーム 6 B c の前後方向 A 3 中央部に固定されている。

#### 【0022】

図 4 に示すように、取付フレーム 6 B d には、原動機（エンジン）E 1 が取り付けられている。原動機 E 1 には、油圧ポンプ P 1 が取り付けられている。油圧ポンプ P 1 は、原動機 E 1 で駆動される。また、原動機フレーム 6 B には、油圧ポンプ P 1 から吐出する作動油を貯留する作動油タンク（図示省略）が搭載されている。

図 5 に示すように、メインフレーム 6 A（機体 6）には、走行装置 7 を制御する複数のコントロールバルブ（第 1 コントロールバルブ C V 1～第 4 コントロールバルブ C V 4）が搭載されている。

#### 【0023】

図 1、図 2、図 5 に示すように、走行装置 7 は、4 輪の車輪 8 を有する車輪型（4 輪型）の走行装置 7 で構成されている。詳しくは、走行装置 7 は、機体 6 前部の左側に配置された第 1 車輪 8 L a（左前輪）と、機体 6 前部の右側に配置された第 2 車輪 8 R a（右前輪）と、機体 6 後部の左側に配置された第 3 車輪 8 L b（左後輪）と、機体 6 後部の右側に配置された第 4 車輪 8 R b（右後輪）とを備えている。なお、走行装置 7 は、少なくとも 3 輪の車輪 8 を有する車輪型走行装置で構成されていてもよい。また、走行装置 7 は、クローラ型の走行装置であってもよい。

## 【0024】

走行装置7は、車輪8を支持する車輪支持体9を有している。車輪支持体9は、車輪8に対応する数設けられている。つまり、走行装置7は、第1車輪8Laを支持する第1車輪支持体9La、第2車輪8Raを支持する第2車輪支持体9Ra、第3車輪8Lbを支持する第3車輪支持体9Lb及び第4車輪8Rbを支持する第4車輪支持体9Rbを有している。

## 【0025】

図5、図6に示すように、車輪支持体9は、走行フレーム10と、操向シリンダC1と、第1昇降シリンダC2と、第2昇降シリンダC3と、走行モータM1とを有している。

走行フレーム10は、主支持体10Aと、揺動フレーム10Bと、車輪フレーム10Cとを有している。主支持体10Aは、機体6に縦軸（上下方向に延伸する軸心）回りに可能に支持されている。詳しくは、主支持体10Aは機体6に固定された支持ブラケット11に上下方向に延伸する軸心を有する第1支軸12Aを介して回動可能に支持されている。

## 【0026】

図5に示すように、第1車輪支持体9Laを枢支する支持ブラケット11は機体6の前部左側に設けられ、第2車輪支持体9Raを枢支する支持ブラケット11は機体6の前部右側に設けられ、第3車輪支持体9Lbを枢支する支持ブラケット11は機体6の後部左側に設けられ、第4車輪支持体9Rbを枢支する支持ブラケット11は機体6の後部右側に設けられている。

## 【0027】

揺動フレーム10Bは、主支持体10Aに上下揺動可能に支持されている。詳しくは、揺動フレーム10Bは、上部が主支持体10Aに第2支軸12Bを介して横軸（機体幅方向B3に延伸する軸心）回りに回動可能に支持されている。

第1車輪支持体9La及び第2車輪支持体9Raの揺動フレーム10Bは前上部が主支持体10Aに枢支され、第3車輪支持体9Lb及び第4車輪支持体9Rbの揺動フレーム10Bは後上部が主支持体10Aに枢支されている。

## 【0028】

車輪フレーム10Cは、揺動フレーム10Bに上下揺動可能に支持されている。詳しくは、車輪フレーム10Cは、揺動フレーム10Bに第3支軸12Cを介して横軸回りに回動可能に支持されている。

第1車輪支持体9La及び第2車輪支持体9Raの車輪フレーム10Cは後部が揺動フレーム10Bの後部に枢支され、第3車輪支持体9Lb及び第4車輪支持体9Rbの車輪フレーム10Cは前部が揺動フレーム10Bの前部に枢支されている。

## 【0029】

操向シリンダC1、第1昇降シリンダC2及び第2昇降シリンダC3は、油圧シリンダによって構成されている。

操向シリンダC1は、機体6と主支持体10Aとの間に設けられている。詳しくは、操向シリンダC1の一端は、第1フレーム6Aaの前後方向A3中央部に固定されたシリンダブラケット14Aに枢支され、操向シリンダC1の他端は、主支持体10Aに固定されたシリンダブラケット14Bに枢支されている。操向シリンダC1を伸縮することにより走行フレーム10が第1支軸12A回りに揺動し、車輪8（第1車輪8La～第4車輪8Rb）の向きを変更する（操向する）ことができる。本実施形態の走行装置7にあっては、各車輪8を独立して操向可能である。

## 【0030】

第1昇降シリンダC2は、一端が揺動フレーム10Bに枢支され、他端が第1リンク機構15Aに枢支されている。第1リンク機構15Aは、第1リンク15aと第2リンク15bとを有している。第1リンク15aの一端は、主支持体10Aに枢支され、第2リンク15bの一端は揺動フレーム10Bに枢支されている。第1リンク15aと第2リンク15bとの他端は、第1昇降シリンダC2の他端に枢支されている。第1昇降シリンダC2を伸縮することにより揺動フレーム10Bが第2支軸12B回りに上下揺動する。

## 【0031】

第2昇降シリンダC3は、一端が揺動フレーム10Bの前部に枢支され、他端が第2リンク機構15Bに枢支されている。第2リンク機構15Bは、第1リンク15cと第2リンク15dとを有している。第1リンク15cの一端は、揺動フレーム10Bに枢支され、第2リンク15dの一端は車輪フレーム10Cに枢支されている。第1リンク15cと第2リンク15dとの他端は、第2昇降シリンダC3の他端に枢支されている。第2昇降シリンダC3を伸縮することにより車輪フレーム10Cが第3支軸12C回りに上下揺動する。

## 【0032】

第1昇降シリンダC2による揺動フレーム10Bの上下揺動と、第2昇降シリンダC3による車輪フレーム10Cの上下揺動とを組み合わせることによって車輪8を平行状に昇降させることができる。

走行モータM1は、油圧モータによって形成されている。走行モータM1は、各車輪8に対応して設けられている。即ち、走行装置7は、第1車輪8Laを駆動する走行モータM1と、第2車輪8Raを駆動する走行モータM1と、第3車輪8Lbを駆動する走行モータM1と、第4車輪8Rbを駆動する走行モータM1とを有している。走行モータM1は、車輪8の機体幅方向B3の内方に配置され、車輪フレーム10Cに取り付けられている。走行モータM1は、油圧ポンプP1から吐出される作動油によって駆動され、正逆転可能である。走行モータM1を正逆転させることにより、車輪8の回転を正転方向と逆転方向とに切り換えることができる。

## 【0033】

第2車輪支持体9Ra、第3車輪支持体9Lb及び第4車輪支持体9Rbは、第1車輪支持体9Laを構成する構成部品と同様の構成部品を有している。第2車輪支持体9Raは、第1車輪支持体9Laと左右対称に構成されている。第3車輪支持体9Lbは、第2車輪支持体9Raを機体6の中心を通る上下方向のセンタ軸心回りに180°回転させた形態を呈している。第4車輪支持体9Rbは、第1車輪支持体9Laをセンタ軸心回りに180°回転させた形態を呈している。

## 【0034】

第1車輪支持体9Laに装備された油圧アクチュエータは、第1コントロールバルブCV1によって制御される。第2車輪支持体9Raに装備された油圧アクチュエータは、第2コントロールバルブCV2によって制御される。第3車輪支持体9Lbに装備された油圧アクチュエータは、第3コントロールバルブCV3によって制御される。第4車輪支持体9Rbに装備された油圧アクチュエータは、第4コントロールバルブCV4によって制御される。

## 【0035】

したがって、第1車輪8La～第4車輪8Rbは、それぞれ独立的に操向可能である。また、第1車輪8La～第4車輪8Rbは、それぞれ独立的に昇降可能である。

上記走行装置7にあっては、第1車輪8La～第4車輪8Rbを操向操作することで走行体3を操向することができる。第1車輪8La～第4車輪8Rbを正転させることで走行体3を前進させることができ、逆転させることにより走行体3を後進させることができる。第1車輪8La～第4車輪8Rbを昇降することにより走行体3を昇降することができる。第1車輪8La及び第2車輪8Raを第3車輪8Lb及び第4車輪8Rbに対して昇降することにより、或いは、第3車輪8Lb及び第4車輪8Rbを第1車輪8La及び第2車輪8Raに対して昇降することにより、機体6を前傾または後傾させることができる。第1車輪8La及び第3車輪8Lbを第2車輪8Ra及び第4車輪8Rbに対して昇降することにより、或いは、第2車輪8Ra及び第4車輪8Rbを第1車輪8La及び第3車輪8Lbに対して昇降することにより、機体6を、機体幅方向B3の一側が他側よりも高い傾斜状にすることができる。

## 【0036】

農業用ロボット1は、走行体3に装着されたマニピュレータ（作業部）4を備えている

10

20

30

40

50

。マニピュレータ（作業部）４は、作業を行う部分であって、例えば、本実施形態では、少なくとも作物２の収穫を行うことが可能な装置である。

図３、図４に示すように、マニピュレータ４は、走行体３（機体６）に着脱可能に装着された装着体１６と、装着体１６に取り付けられたアーム１７と、アーム１７に設けられていて作物（対象物）２を把持可能なロボットハンド１８とを備えている。

【００３７】

図１に示すように、装着体１６は、本実施形態では、走行体３の後部に設けられている。なお、装着体１６は、走行体３の前部に設けられていてもよい。つまり、走行体３における前後方向Ａ３の中央部から一方側に偏倚して設けられていればよい。また、本実施形態では、農業用ロボット１は、走行体３を前方に進行させて収穫作業を行うので、装着体１６は、進行方向とは反対側の方向である進行逆方向側に偏倚して設けられている。装着体１６は、箱型に形成されていて走行体３に対して着脱可能である。

【００３８】

装着体１６には、回動フレーム２１が立設されている。回動フレーム２１は、装着体１６の内部に設けられた回動モータＭ２によって回動軸心Ｊ１の周囲を回動可能である。回動フレーム２１を回動させることにより、ロボットハンド１８を回動軸心Ｊ１を中心とする円周方向に移動（位置変更）させることができる。

図３、図４に示すように、アーム１７は、回動フレーム２１に上下揺動可能に支持されると共に長手方向の中途部で屈伸可能である。アーム１７は、メインアーム２９とサブアーム３０とを有している。

【００３９】

メインアーム２９は、回動フレーム２１に上下揺動可能に枢支され、屈伸可能である。詳しくは、メインアーム２９は、回動フレーム２１に上下揺動可能に枢支された第１アーム部３１と、第１アーム部３１に揺動可能に枢支された第２アーム部３２とを有し、第１アーム部３１に対して第２アーム部３２が揺動することで屈伸可能とされている。

第１アーム部３１は、基部側３１ａがアームブラケット２６に枢支されている。第１アーム部３１は、図３に示すように、第１アームフレーム３１Ｌ及び第２アームフレーム３１Ｒを有している。第１アームフレーム３１Ｌ及び第２アームフレーム３１Ｒは、機体幅方向Ｂ３で並べて配置され且つ連結パイプ３１Ａ等で相互に連結されている。第１アームフレーム３１Ｌと第２アームフレーム３１Ｒとの基部側３１ａ間にアームブラケット２６の上部が挿入され、機体幅方向Ｂ３に延伸する軸心を有するアーム枢軸３３Ａ（第１アーム枢軸という）を介して第１アームフレーム３１Ｌ及び第２アームフレーム３１Ｒの基部側３１ａがアームブラケット２６に第１アーム枢軸３３Ａの軸心回りに回動可能に支持されている。

【００４０】

第１アームフレーム３１Ｌ及び第２アームフレーム３１Ｒは中空部材で形成されている。第１アーム部３１の長さは、走行体３（機体６）の前後方向Ａ３の長さよりも短く形成されている。

図４に示すように、第１アーム部３１は、基部側３１ａであって且つ第１アーム枢軸３３Ａよりも先端側３１ｃ寄りに、シリンダ取付部３１ｂを有している。このシリンダ取付部３１ｂとシリンダブラケット２７のシリンダ取付部２７ａとにわたって第１アームシリンダ（第１油圧シリンダ）Ｃ４が設けられている。第１アームシリンダＣ４は、走行体３に設けた油圧ポンプＰ１から吐出される作動油によって駆動されて伸縮する。第１アームシリンダＣ４を伸縮させることで第１アーム部３１が上下揺動する。第１アーム部３１（アーム１７）を上下揺動させることにより、ロボットハンド１８を昇降させることができる。第１アームシリンダＣ４には、第１アームシリンダＣ４のストロークを検出する第１ストロークセンサが設けられている。

【００４１】

図４に示すように、第１アーム部３１の先端側３１ｃには、枢支部材３１Ｂが固定されている。詳しくは、枢支部材３１Ｂは、基部３１Ｂａが第１アームフレーム３１Ｌと第２

10

20

30

40

50

アームフレーム 3 1 R との間に挿入されて第 1 アームフレーム 3 1 L 及び第 2 アームフレーム 3 1 R に固定されている。枢支部材 3 1 B の基部 3 1 B a の下面側には、シリンダステア 3 4 が取り付けられている。枢支部材 3 1 B の先端側 3 1 B b は、第 1 アームフレーム 3 1 L 及び第 2 アームフレーム 3 1 R から前方に突出している。

#### 【0042】

図 3 に示すように、第 2 アーム部 3 2 の長さは、第 1 アーム部 3 1 の長さよりも長く形成されている。第 2 アーム部 3 2 は、基部側 3 2 a が枢支部材 3 1 B の先端側 3 1 B b に枢支されている。第 2 アーム部 3 2 は、第 3 アームフレーム 3 2 L 及び第 4 アームフレーム 3 2 R を有している。第 3 アームフレーム 3 2 L 及び第 4 アームフレーム 3 2 R は、機体幅方向 B 3 で並べて配置され且つ複数の連結プレート 3 5 によって相互に連結されている。第 3 アームフレーム 3 2 L 及び第 4 アームフレーム 3 2 R は中空部材で形成されている。第 3 アームフレーム 3 2 L と第 4 アームフレーム 3 2 R との基部側 3 2 a 間に枢支部材 3 1 B の先端側 3 1 B b が挿入されている。第 3 アームフレーム 3 2 L 及び第 4 アームフレーム 3 2 R (第 2 アーム部 3 2) は、機体幅方向 B 3 に延伸する軸心を有するアーム枢軸 (第 2 アーム枢軸という) 3 3 B によって枢支部材 3 1 B に枢支されている。

#### 【0043】

第 2 アーム部 3 2 の基部側 3 2 a であって第 2 アーム枢軸 3 3 B よりも先端側 3 2 b 寄りには、シリンダ取付部 3 2 c が設けられている。このシリンダ取付部 3 2 c とシリンダステア 3 4 とにわたって第 2 アームシリンダ (第 2 油圧シリンダ) C 5 が設けられている。第 2 アームシリンダ C 5 は、走行体 3 に設けた油圧ポンプ P 1 から吐出される作動油によって駆動されて伸縮する。第 2 アームシリンダ C 5 を伸縮させることで第 1 アーム部 3 1 に対して第 2 アーム部 3 2 が揺動し、メインアーム 2 9 (アーム 1 7) が屈伸 (曲げたり伸ばしたりすること) する。なお、本実施形態では、メインアーム 2 9 は、最も伸びた状態で直線状となるが、最も伸びた状態で若干曲がっていてもよい。

#### 【0044】

また、第 2 アームシリンダ C 5 を伸縮させることで走行体 3 に対してロボットハンド 1 8 を遠近方向に移動させることができる。詳しくは、第 2 アームシリンダ C 5 を伸長させることでロボットハンド 1 8 を走行体 3 から遠ざける方向に移動させることができ、第 2 アームシリンダ C 5 を収縮させることでロボットハンド 1 8 を走行体 3 に近づける方向に移動させることができる。

#### 【0045】

図 4 に示すように、第 2 アームシリンダ C 5 には、第 2 アームシリンダ C 5 のストロークを検出する第 2 ストロークセンサが設けられている。

サブアーム 3 0 は、第 2 アーム部 3 2 に突出及び後退可能に設けられている。したがって、サブアーム 3 0 を突出及び後退させることにより、アーム 1 7 の長さが伸縮可能である。サブアーム 3 0 は、角パイプによって直線状に形成されている。サブアーム 3 0 は、第 3 アームフレーム 3 2 L と第 4 アームフレーム 3 2 R との先端側 (前部) 間に長手方向移動可能に支持されている。また、サブアーム 3 0 は、対向する連結プレート 3 5 の間に配置されていて連結プレート 3 5 にボルト等の固定具によって固定可能とされている。サブアーム 3 0 の一側面には、第 3 アームフレーム 3 2 L に当接する突起 3 0 a が設けられ、他側面には、第 4 アームフレーム 3 2 R に当接する突起 3 0 a が設けられている。突起 3 0 a によってサブアーム 3 0 のがたつきを抑制することができる。

#### 【0046】

サブアーム 3 0 は、最も後退させた位置 (最後退位置) では、第 3 アームフレーム 3 2 L と第 4 アームフレーム 3 2 R との間に没入する。なお、サブアーム 3 0 は、最後退位置で第 2 アーム部 3 2 から若干突出していてもよい。

図 4 に示すように、サブアーム 3 0 の先端側には、吊りプレート 3 7 が固定されている。吊りプレート 3 7 にロボットハンド 1 8 が枢支され、吊り下げられる (図 1 参照)。つまり、ロボットハンド 1 8 は、サブアーム 3 0 の先端側に揺動可能に取り付けられる。第 2 アーム部 3 2 の先端側には、サブアーム 3 0 の第 2 アーム部 3 2 からの突出量を測定 (

10

20

30

40

50

検出)する第3ストロークセンサが設けられている。

【0047】

図1、図2に示すように、ロボットハンド18は、ベース部材18Aと、複数の把持ツメ18Bとを有している。ベース部材18Aの上面側には連結片63が設けられている。連結片63は吊りプレート37に枢支されている。つまり、ロボットハンド18はアーム17に吊り下げられている。複数の把持ツメ18Bは、ベース部材18Aの下面側に揺動可能に取り付けられている。ロボットハンド18は、複数の把持ツメ18Bが揺動することにより、把持ツメ18Bと把持ツメ18Bとの間で作物2を把持することが可能(図2参照)であると共に、把持した作物2を解放することが可能である。

【0048】

図1、図2に示すように、農業用ロボット1は、光学式センサ5A、5Bを備えている。光学式センサ5A、5Bは、CCD(Charge Coupled Devices:電荷結合素子)イメージセンサを搭載したCCDカメラ、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor:相補性金属酸化膜半導体)イメージセンサを搭載したCMOSカメラ、赤外線カメラである。この実施形態では、光学式センサ5A、5Bは、撮像装置(CCDカメラ、CMOSカメラ、赤外線カメラ)である。光学式センサ5A、5Bは、レーザセンサ、即ち、ライダー(LiDAR:Light Detection And Ranging)であってもよい。レーザセンサ(ライダー)は、1秒間に何百万回ものパルス状の赤外線等を照射し、跳ね返って戻ってくるまでの時間を測定することで、走行体3周辺の3Dマップを構築することができるセンサである。この実施形態では、光学式センサ5A、5Bは、撮像装置(CCDカメラ、CMOSカメラ、赤外線カメラ)である。

【0049】

光学式センサ5Aは、回動フレーム21に取り付けられている。詳しくは、アームブラケット26の上部に支柱40を介して取り付けられている。これに限定されることはなく、光学式センサ5Aは、走行体3等に取り付けてもよい。また、光学式センサ5Aは複数箇所に設けられていてもよい。つまり、農業用ロボット1は、光学式センサ5Aを複数有していてもよい。光学式センサ5Aは、走行体3の周囲を撮影可能であって、走行体3の周囲の情報を撮影によって取得する。

【0050】

光学式センサ5Bは、第2アーム部32の先端側に取り付けられている。光学式センサ5Bは、作物2を撮像することによって、例えば、作物2の大きさ、形、色、模様(スイカにあっては縞模様)、傷などの品質情報を取得することができる。

図1、図2に示すように、農業用ロボット1は、打音センサ50Cを備えている。打音センサ50Cは、作物2に打撃を与えた(作物2を叩いた)ときの打音を取得するセンサである。図7に示すように、打音センサ50Cは、ロボットハンド18(ベース部材18A)に設けられている。

【0051】

打音センサ50Cは、打撃機構51と、録音機構52とを有している。打撃機構51は、把持ツメ18Bで把持された作物2に対して進退可能な打撃部材51Aを有している。打撃部材51Aは、当該打撃部材51Aを軸方向に移動させるアクチュエータ51Bに連結されている。アクチュエータ51Bは、例えば、電動であって、制御信号に応じて打撃部材51Aを軸方向に移動させることで、作物2に打撃を与えて打音を発生させる。録音機構52は、マイク(高指向性マイク)を有し、打撃部材51Aで作物2を打撃することによって発生した打音を録音(記録)する。

【0052】

図8に示すように、農業用ロボット1は、制御装置41を有している。制御装置41は、例えば、CPU(Central Processing Unit)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)などを備えたマイクロコンピュータ等である。

制御装置41には、光学式センサ5A、5B、打音センサ50C、走行モータM1、回動モータM2が接続されている。また、制御装置41には、複数の制御弁42が接続され

10

20

30

40

50

ている。制御弁 4 2 は、第 1 制御弁 4 2 A、第 2 制御弁 4 2 B、第 3 制御弁 4 2 C、第 4 制御弁 4 2 D、第 5 制御弁 4 2 E を含んでいる。

【 0 0 5 3 】

第 1 制御弁 4 2 A は、操向シリンダ C 1 を制御する弁、第 2 制御弁 4 2 B は、第 1 昇降シリンダ C 2 を制御する弁、第 3 制御弁 4 2 C は、第 2 昇降シリンダ C 3 を制御する弁、第 4 制御弁 4 2 D は、第 1 アームシリンダ C 4 を制御する弁、第 5 制御弁 4 2 E は、第 2 アームシリンダ C 5 を制御する弁である。

第 1 制御弁 4 2 A、第 2 制御弁 4 2 B、第 3 制御弁 4 2 C、第 4 制御弁 4 2 D 及び第 5 制御弁 4 2 E は、例えば、制御装置 4 1 からの制御信号に基づいて作動する電磁弁である。より詳しくは、第 1 制御弁 4 2 A、第 2 制御弁 4 2 B、第 3 制御弁 4 2 C、第 4 制御弁 4 2 D 及び第 5 制御弁 4 2 E は、制御信号によって複数の位置に切り換わる電磁弁（3 位置切換電磁弁）である。

10

【 0 0 5 4 】

制御装置 4 1 が第 1 制御弁 4 2 A に制御信号を出力すると、制御信号に応じて第 1 制御弁 4 2 A が所定位置に切り換わる。制御装置 4 1 が第 2 制御弁 4 2 B に制御信号を出力すると、制御信号に応じて第 2 制御弁 4 2 B が所定位置に切り換わる。

また、制御装置 4 1 が第 3 制御弁 4 2 C に制御信号を出力すると、制御信号に応じて第 3 制御弁 4 2 C が所定位置に切り換わる。制御装置 4 1 が第 4 制御弁 4 2 D に制御信号を出力すると、制御信号に応じて第 4 制御弁 4 2 D が所定位置に切り換わる。制御装置 4 1 が第 5 制御弁 4 2 E に制御信号を出力すると、制御信号に応じて第 5 制御弁 4 2 E が所定位置に切り換わる。

20

【 0 0 5 5 】

第 1 制御弁 4 2 A、第 2 制御弁 4 2 B、第 3 制御弁 4 2 C、第 4 制御弁 4 2 D 及び第 5 制御弁 4 2 E には、油路 4 6 が接続され、当該油路 4 6 には、作動油を吐出する油圧ポンプ 1 が接続されている。

以上によれば、第 1 制御弁 4 2 A の切り換わりによって、操向シリンダ C 1 のボトム側又はロッド側への作動油の供給が切り換わり、操向シリンダ C 1 が伸縮する。第 2 制御弁 4 2 B の切り換わりによって、第 1 昇降シリンダ C 2 のボトム側又はロッド側への作動油の供給が切り換わり、第 1 昇降シリンダ C 2 が伸縮する。第 3 制御弁 4 2 C の切り換わりによって、第 2 昇降シリンダ C 3 のボトム側又はロッド側への作動油の供給が切り換わり、第 2 昇降シリンダ C 3 が伸縮する。

30

【 0 0 5 6 】

また、第 4 制御弁 4 2 D の切り換わりによって、第 1 アームシリンダ C 4 のボトム側又はロッド側への作動油の供給が切り換わり、第 1 アームシリンダ C 4 が伸縮する。第 5 制御弁 4 2 E の切り換わりによって、第 2 アームシリンダ C 5 のボトム側又はロッド側への作動油の供給が切り換わり、第 2 アームシリンダ C 5 が伸縮する。

農業用ロボット 1 は、走行制御部 4 1 A を有している。走行制御部 4 1 A は、制御装置 4 1 に設けられた電気電子回路、当該制御装置 4 1 に格納されたプログラム等である。

【 0 0 5 7 】

走行制御部 4 1 A は、走行装置 7 を制御する。即ち、走行制御部 4 1 A は、操向シリンダ C 1（第 1 制御弁 4 2 A）、走行モータ M 1 を制御する。走行制御部 4 1 A は、第 1 制御弁 4 2 A に制御信号を出力して、操向シリンダ C 1 を伸縮させることによって、走行装置 7（機体 6）の操舵方向の変更を行う。走行制御部 4 1 A は、走行モータ M 1 に制御信号を出力して、走行モータ M 1 の回転数又は回転方向を変更することにより、走行装置 7（機体 6）の速度の変更、走行装置 7（機体 6）の進行方向の変更を行う。

40

【 0 0 5 8 】

また、走行制御部 4 1 A は、機体 6 の昇降、傾き等の制御を行ってもよい。例えば、走行制御部 4 1 A は、第 2 制御弁 4 2 B に制御信号を出力して、第 1 昇降シリンダ C 2 を伸縮することによって、機体 6 の昇降、傾きの変更を行う。また、走行制御部 4 1 A は、第 3 制御弁 4 2 C に制御信号を出力して、第 2 昇降シリンダ C 3 を伸縮することによって、

50

機体 6 の昇降、傾きの変更を行う。

#### 【 0 0 5 9 】

以上のように、走行制御部 4 1 A の制御によって、農業用ロボット 1 は、施設 1 0 0 など自律走行することができる。

農業用ロボット 1 は、作業制御部 4 1 B を有している。作業制御部 4 1 B は、制御装置 4 1 に設けられた電気電子回路、当該制御装置 4 1 に格納されたプログラム等である。

作業制御部 4 1 B は、マニピュレータ（作業部） 4 を制御する。即ち、作業制御部 4 1 B は、第 1 アームシリンダ C 4、第 2 アームシリンダ C 5、回動モータ M 2 を制御する。作業制御部 4 1 B は、第 4 制御弁 4 2 D に制御信号を出力して、第 1 アームシリンダ C 4 を伸縮させることによって、第 1 アーム部 3 1 の揺動を行う。作業制御部 4 1 B は、第 5 制御弁 4 2 E に制御信号を出力して、第 2 アームシリンダ C 5 を伸縮させることによって、第 2 アーム部 3 2 の揺動を行う。また、作業制御部 4 1 B は、回動モータ M 2 に制御信号を出力することによって、回動モータ M 2 の回転方向を変更することにより、マニピュレータ（作業部） 4 の回動を行う。

#### 【 0 0 6 0 】

以上のように、作業制御部 4 1 B は、ロボットハンド 1 8 を任意（所望）の位置に移動させることができる。詳しくは、回動フレーム 2 1 の回動による回動軸心 J 1 を中心とする円周方向のロボットハンド 1 8 の移動、第 1 アーム部 3 1 の上下揺動によるロボットハンド 1 8 の昇降、第 2 アーム部 3 2 の揺動によるロボットハンド 1 8 の走行体 3 に対する遠近方向の移動によって、ロボットハンド 1 8 を目的の位置に移動させることができる。

#### 【 0 0 6 1 】

作業制御部 4 1 B は、アクチュエータ 5 1 B（打撃部材 5 1 A）を制御する。例えば、アクチュエータ 5 1 B に制御信号を出力することで、アクチュエータ 5 1 B を作動させ、打撃部材 5 1 A によって作物 2 に対して打撃を与える制御（打撃制御）を行う。

図 8 に示すように、農業用ロボット 1 は、収集装置 4 3 を備えている。収集装置 4 3 は、打撃部材 5 1 A によって作物 2 に対して打撃を与えたときにマイクで集音した音のデータ（音データ）を収集する。収集装置 4 3 は、不揮発性のメモリ等で構成されて音データを記憶する記憶装置を含んでいる。

#### 【 0 0 6 2 】

図 9 に示すように、収集装置 4 3 は、音データとして、作物 2 に対して打撃を与えた時のマイクで集音した波形 H 1 0 を収集する。ここで、収集装置 4 3 は、作物 2 に対して打撃を与える打撃前又は打撃後に、打撃対象である作物 2 の周囲の音（雑音）をマイクにて取得し、取得した雑音を解析する。収集装置 4 3 は、解析結果を用いて、波形 H 1 0 に、雑音に対応する波形（雑音波形）が含まれているか否かを判断し、雑音が含まれている場合は、波形 H 1 0 から雑音波形を除去した波形を、打撃時の波形 H 1 0 として収集する。即ち、収集装置 4 3 は、作物 2 を打撃したときのノイズ（雑音）を除去する処理を行う。

#### 【 0 0 6 3 】

雑音波形であるか否かの判断（推定）は、雑音推定モデル（第 1 モデル）を用いる。雑音推定モデルは、波形の振幅、周波数、波形の変化によって雑音であるかを推定するモデルである。雑音除去モデルは、作物 2 に対して打撃を行っていない状況下において、施設 1 0 0 内の音を集音し、当該集音した音を、コンピュータに入力して当該コンピュータにおいて人工知能による深層学習を行うことにより構築したモデルである。

#### 【 0 0 6 4 】

上述した実施形態では、作物 2 の打撃前、打撃後の周囲の音を予め集音しておき、雑音推定モデル（第 1 モデル）を用いて、周囲の音から雑音の波形を解析、推定することによって、ノイズを除去していたが、これに代えて、打撃前、打撃後の波形から雑音を判断するのではなく、打撃を行ったときの波形 H 1 0 の中に雑音波形が含まれているか否かを判断する雑音推定モデル（第 2 モデル）を用いる。雑音推定モデル（第 2 モデル）は、打撃を行ったときの波形 H 1 0 をコンピュータに入力して当該コンピュータにおいて人工知能による深層学習を行うことにより構築する。雑音推定モデル（第 2 モデル）でも、波形 H

10の振幅、周波数、波形の変化に基づいて、波形H10中の雑音波形を推定する。雑音推定モデル（第2モデル）による雑音波形の推定後は、上述したように、推定結果を用いて、収集装置43が波形H10の中から雑音波形を除去する。

【0065】

図10に示すように、農業用ロボット1（走行体3）は、走行制御部41Aの制御によって施設100内を自律走行する。自律走行時において、作業制御部41Bによって、作物2を打撃部材51Aにて打撃を与え、収集装置43は、作物2に打撃が与えられたときの波形H10を作物2毎に収集（保存）する。

例えば、制御装置41（走行制御部41A）の制御によって、農業用ロボット1を作物2aの周囲に近づける。農業用ロボット1が作物2aに近づくとき、作業制御部41Bの打撃制御等によって作物2aに打撃が与えられ、当該作物2aの打撃時の音データを収集装置43が収集する。

【0066】

次に、作物2aの音データを収集すると、制御装置41（走行制御部41A）は、音データを収集していない他の作物2bに向けて走行体3を移動させる制御を行い、農業用ロボット1を作物2bの周囲に近づける。農業用ロボット1が作物2bに近づくとき、作業制御部41Bの打撃制御等によって作物2bに打撃が与えられ、当該作物2bの打撃時の音データを収集装置43が収集する。

【0067】

つまり、制御装置41（走行制御部41A）は、音データを収集装置43が収集後、音データを収集していない他の作物2b、2c・・・の栽培位置Dn（n=1, 2, 3・・・）に向けて走行体3を移動させる制御を、施設100内において、音データを収集していない作物2が無くなるまで繰り返し行う。

さて、制御装置41は、光学式センサ5Aによって得られたセンシングデータに基づいて、栽培位置Dnに向けて農業用ロボット1（走行体3）を移動させる。光学式センサ5Aが撮像装置である場合、センシングデータは、撮像した撮像画像（画像データ）である。光学式センサ5Aがレーザセンサ（ライダー）である場合、センシングデータは、光学式センサ5Aからセンシングした対象物（物体）までの距離、方向を含むスキャンデータである。

【0068】

図11に示すように、制御装置41は、センシングデータ（撮像画像H1）を参照し、当該センシングデータ（撮像画像H1）の特徴点のマッチング等により、撮像画像H1内に作物2が含まれているか否かを判断する。

センシングデータH1に作物2が含まれていると判断した場合、作物2と農業用ロボット1（走行体3）との相対距離L10を演算する（図10参照）。制御装置41は、撮像画像H1に作物2が含まれていると判断した場合、図19に示すように、例えば、撮像画像H1に含まれる被写体である作物2の画像（縦ピクセル、横ピクセル）H2の大きさと、予め設定された基準フレーム（縦ピクセル、横ピクセル）F10の大きさとを比較する。作物2の画像H2が、基準フレームF10のよりも小さい場合、制御装置41は、相対距離L10は、基準フレームF10に対応して定められた基準距離L11よりも長いと判断する。即ち、制御装置41は、作物2は、農業用ロボット1（走行体3）から基準距離L11までの位置よりも遠い所にあると推定する。一方、作物2の画像H2が、基準フレームF10よりも大きい場合、制御装置41は、相対距離L10は、基準距離L11よりも短いと判断する。即ち、制御装置41は、作物2は、農業用ロボット1（走行体3）から基準距離L11までの位置よりも近い所にあると推定する。

【0069】

つまり、制御装置41は、作物2の画像H2の大きさと基準フレームF10との大きさを比較し、作物2の画像H2の大きさと基準フレームF10との大きさとの比率と基準距離L11に基づいて、現在の農業用ロボット1と作物2との相対距離L10を求める。即ち、制御装置41は、現在の農業用ロボット1の位置において、相対距離L10が基準距

10

20

30

40

50

離 L 1 1 に一致する距離（移動距離）を演算し、走行制御部 4 1 A は、移動距離だけ農業用ロボット 1（走行体 3）を前進又は後進させる。なお、基準距離 L 1 1 は、マニピュレータ（作業部）4 の先端側（ロボットハンド 1 8）を、走行体 3 から最も離れた状態において、当該ロボットハンド 1 8 と走行体 3 までの距離よりも短く設定されている。即ち、マニピュレータ（作業部）4 において、走行体 3 からロボットハンド 1 8 の先端側までのストローク（稼働範囲）よりも、基準距離 L 1 1 が短くなるように設定されている。

#### 【0070】

まとめると、作物 2 の画像 H 2 と基準フレーム F 1 0 とが一致したときの作物 2 と農業用ロボット 1（走行体 3）との相対距離 L 1 0 が一定となるように、走行制御部 4 1 A は、作物の栽培位置 D n に向けて移動する。なお、上述した方法では、イメージセンサに対するレンズの位置は変更しない（ピント合わせは行わない）。

10

上述した実施形態では、撮像画像 H 1 を用いて、作物 2 と農業用ロボット 1（走行体 3）との相対距離 L 1 0 が一定となる位置に、農業用ロボット 1（走行体 3）を作物 2 の栽培位置 D n に向けて移動していたが、光学式センサ 5 A がレーザセンサ（ライダー）である場合、制御装置 4 1（走行制御部 4 1 A）は、スキャンデータを用いて、現在の農業用ロボット 1（走行体 3）と作物 2 との距離（相対距離 L 1 0）を演算して、演算した相対距離 L 1 0 が基準距離 L 1 1 と一致するように、農業用ロボット 1（走行体 3）を前進又は後進させる。

#### 【0071】

作業制御部 4 1 B は、農業用ロボット 1（走行体 3）と作物 2 との相対距離 L 1 0 が基準距離 L 1 1 に達したとき、即ち、農業用ロボット 1 が所定の作物 2 の栽培位置 D n の周囲に到達したとき、マニピュレータ（作業部）4 の先端側（ロボットハンド 1 8）を所定の作物に近づけ、打撃制御を行う。収集装置 4 3 は、所定の作物 2 に打撃が与えられたときの音データを保存する。

20

#### 【0072】

図 1 2 A に示すように、収集装置 4 3 が、音データを保存する場合、作物 2（作物 2 a、2 b、2 c・・・）を識別する識別情報と、音データとを対応づけて打音情報として記憶する。例えば、作物 2 に対応づけて、当該作物 2 の近傍に二次元バーコード、マーカ等の識別情報を認識するための識別部材を設置しておき、打音時に識別部材（二次元バーコード、マーカ）を撮像装置にて撮像することにより得ることができる。

30

#### 【0073】

或いは、図 1 2 B に示すように、収集装置 4 3 は、識別情報、音データ及び打音時間（月、日、時刻）を対応付けて打音情報として記憶してもよい。例えば、農業用ロボット 1 に時間を計時する計時装置（タイマー）を設けておき、計時装置によって打音時の時間（打音時間）を計時し、計時した打音時間と、識別情報、音データを対応付けて打音情報として記憶する。

#### 【0074】

或いは、収集装置 4 3 は、ロボットハンド 1 8 で収穫する際に、作業制御部 4 1 B によって打撃制御を行い、図 1 2 C に示すように、打撃制御によって作物 2 を打音したときの音データ（収穫時の音データ）と、識別情報と、打音時間とを対応づけて打音情報として記憶してもよい。図 1 2 C の場合は、打音を行ったときと、収穫を行ったときとが同じであるため、打音時間は、収穫時期（収穫時間）とみなすことができる。

40

#### 【0075】

スイカ、メロン等において、収穫時の音データに着目した場合、当該収穫時の音データで得られる波形 H 1 0 の周波数が低く、低い音になる傾向がある。収集装置 4 3 は、波形 H 1 0 の周波数が予め定められた周波数よりも低い場合には、収穫時期の音データとして記憶してもよい。

農業用ロボット 1 は、図 8 に示すように、モデル生成部 4 1 E を有していてもよい。モデル生成部 4 1 E は、制御装置 4 1 に設けられた電気電子回路、当該制御装置 4 1 に格納されたプログラム等である。

50

## 【0076】

モデル生成部41Eは、収集装置43が収集した複数の音データに基づいて、作物の生育状況を推定するモデルを生成する。モデル生成部41Eは、図12Aの打音情報（音データ、識別情報）を取得する。この場合、モデル生成部41Eは、複数の音データ（波形W10）において、打音の音の大きさ（波形の振幅）、打音の音の高さ（周波数）、打音の波形の変化度合い（音色）について、人工知能による深層学習を行い、生育状況を推定する学習済みモデル（第1生育モデル）を構築する。

## 【0077】

或いは、モデル生成部41Eは、生育モデルを構築するにあたって、複数の音データ（波形W10）だけでなく、図12Bに示した音データに対応付けられた打音時間も取得し、打音時間に基づいて、複数の音データ（波形W10）を栽培の初期、中期、後期にグループ分けを行う。モデル生成部41Eは、各グループ（初期、中期、後期）のそれぞれに属する複数の音データについて深層学習を行って、生育状況を推定する学習済みの生育モデル（第2生育モデル）を構築してもよい。

## 【0078】

或いは、モデル生成部41Eは、図12Cに示すように、打音情報として、音データ、識別情報、収穫時間を取得し、収穫時間に対応する音データにおける深層学習を行い、生育状況として収穫時間を推定する学習済みモデル（第3生育モデル）を構築する。

上述した実施形態では、施設100内において、農業用ロボット1（走行体3）を走行させながら、打音したときの音データを収集していたが、作物2に対して音データの収集は繰り返し行ってもよい。

## 【0079】

この場合、モデル生成部41Eは、農業用ロボット1（走行体3）を走行させて打音を行ったとき（収集装置43が音データを取得する毎）に、強化学習を行ってもよい。

農業用ロボット1は、図8に示すように、時期判断部41Fを有していてもよい。時期判断部41Fは、制御装置41に設けられた電気電子回路、当該制御装置41に格納されたプログラム等である。

## 【0080】

時期判断部41Fは、学習済みモデル（第1生育モデル、第2生育モデル、第3生育モデル）と、作業時（打撃時）の音データとに基づいて、打撃を与えた作物2が収穫時期であるか否かを判断する。

図13に示すように、施設100内において、農業用ロボット1を栽培場所105の間の通路106に走行させる。作業時において、制御装置41（走行制御部41A、作業制御部41B）は、光学式センサ5Aから得られたセンシングデータ（撮像画像H1、スキャンデータ）を参照し、作業開始点P11から作業終了点P12まで栽培場所105に沿って農業用ロボット1を走行させる。

## 【0081】

図10に示すように、制御装置41（走行制御部41A、作業制御部41B）は、センシングデータを解析して、農業用ロボット1が作物2の栽培位置Dnの周囲に近づいたと判断した場合、走行制御部41Aは、一旦走行を停止する。作業制御部41Bは、マニピュレータ4を制御して、ロボットハンド18を作物2に近づける。作業制御部41Bは、ロボットハンド18を作物2に近づけた状態で打撃制御を行い、作物2に打撃を与える。収集装置43は、打撃時の音データを取得して保存する一方、時期判断部41Fは、打撃時の音データを少なくとも第1生育モデル、第2生育モデル、第3生育モデルのいずれかに適用する。

## 【0082】

例えば、打撃時の音データを第1生育モデルに適用し、第1生育モデルが、生育状況として、収穫時期と同じ時期である結果を出力した場合、時期判断部41Fは、作物2の収穫時期であると判断し、作業制御部41Bの制御によって、ロボットハンド18で作物2を収穫する。一方、第1生育モデルが、生育状況として、収穫時期と異なる時期である結

10

20

30

40

50

果を出力した場合、時期判断部 4 1 F は、作物 2 の収穫時期でないと判断し、作業制御部 4 1 B の制御によって、ロボットハンド 1 8 を、打撃を行った作物 2 から遠ざけることで、作物 2 を収穫しない。

【0083】

或いは、打撃時の音データを第 2 生育モデルに適用し、第 2 生育モデルが、生育状況として、作物 2 が栽培の後期であると結果を出力した場合、時期判断部 4 1 F は、作物 2 の収穫時期であると判断し、作業制御部 4 1 B の制御によって、ロボットハンド 1 8 で作物 2 を収穫する。第 2 生育モデルが、生育状況として、作物 2 が栽培の初期、中期であると結果を出力した場合、時期判断部 4 1 F は、作物 2 の収穫時期でないと判断し、作業制御部 4 1 B の制御によって、ロボットハンド 1 8 を、打撃を行った作物 2 から遠ざけることで、作物 2 を収穫しない。

10

【0084】

或いは、打撃時の音データを第 3 生育モデルに適用し、第 3 生育モデルが、生育状況として、収穫時期であると結果を出力した場合、時期判断部 4 1 F は、作物 2 の収穫時期であると判断し、作業制御部 4 1 B の制御によって、ロボットハンド 1 8 で作物 2 を収穫する。一方、第 3 生育モデルが、生育状況として、収穫時期ではないと結果を出力した場合、時期判断部 4 1 F は、作物 2 の収穫時期でないと判断し、作業制御部 4 1 B の制御によって、ロボットハンド 1 8 を、打撃を行った作物 2 から遠ざけることで、作物 2 を収穫しない。

【0085】

以上によれば、農業用ロボット 1 を作業開始点 P 1 1 から作業終了点 P 1 2 まで栽培場所 1 0 5 に沿って走行させ、途中で打撃を行った作物 2 の音データを学習済みモデルに適用して収穫時期であるか否かを判断し、学習済みモデルが収穫時期であると判断した作物 2 のみ収穫を行う。

20

上述した実施形態では、時期判断部 4 1 F は、学習済みモデル（第 1 生育モデル、第 2 生育モデル、第 3 生育モデル）と、作業時（打撃時）の音データとに基づいて、打撃を与えた作物 2 が収穫時期であるか否かを判断していたが、学習済みモデルを用いずに、収穫時期であるか否かを判断してもよい。

【0086】

時期判断部 4 1 F は、収集装置 4 3 において、収穫時期に相当する時期の音データをまとめたデータベース（過去の収穫実績情報）を参照し、収穫時期の音データの打音の音の大きさ（波形の振幅）、打音の音の高さ（周波数）、打音の波形の変化度合い（音色）の平均などの基準値を演算する。また、時期判断部 4 1 F は、農業用ロボット 1 を作業開始点 P 1 1 から作業終了点 P 1 2 まで走行させながら打撃作業を行った音データにおいて、打音の音の大きさ（波形の振幅）、打音の音の高さ（周波数）、打音の波形の変化度合い（音色）のそれぞれが基準（平均）から所定範囲内であるか否かを判断し、所定範囲以内であれば、収穫時期と判断し、所定範囲外であれば、収穫時期でないと判断する。

30

【0087】

以上の変形例によれば、農業用ロボット 1 を作業開始点 P 1 1 から作業終了点 P 1 2 まで栽培場所 1 0 5 に沿って走行させ、途中で打撃を行った作物 2 の音データを、過去の収穫実績情報と比較し、当該音データが過去の収穫実績情報の基準（平均）よりも所定範囲内である場合は、作物 2 の収穫を行う。

40

なお、上述した変形例では、過去の収穫実績情報の平均を求めた例について説明したが、基準は平均以外であってもよく、標準偏差などのバラツキを基準にしてもよく、基準については限定されない。

【0088】

図 1 4 は、農業用ロボット 1 及び農業用ロボットの支援システムの変形例を示している。図 1 4 に示すように、収集装置 4 3 は、サーバ、携帯端末、パーソナルコンピュータなどの外部機器 7 0 に、音データを送信可能な通信装置であってもよい。この場合、通信装置である収集装置 4 3 は、作物 2 に打撃が与えられたときの音データ（波形 H 1 0）を外

50

部機器 70 に送信する。外部機器 70 は、モデル生成部 41 E を有していて、農業用ロボット 1（通信装置）から送信された音データに基づいて、生育状況を推定する学習済みモデルを構築する。なお、学習済みモデルの構築方法は、上述した実施形態と同じである。

【0089】

モデル生成部 41 E が学習済みモデルを構築すると、外部機器 70 は、構築した学習済みモデル（第 1 生育モデル、第 2 生育モデル、第 3 生育モデル）を、農業用ロボット 1（通信装置）に送信する。農業用ロボット 1（通信装置）が、学習済みモデル（第 1 生育モデル、第 2 生育モデル、第 3 生育モデル）を受信すると、制御装置 41 は、学習済みモデルを保存する。時期判断部 41 F は、上述した実施形態と同様に、制御装置 41 が有する学習済みモデルと、打撃時に得られた音データに基づいて、打撃を行った作物 2 が収穫時期か否かを判断する。作業制御部 41 B は、打撃を行った作物 2 が収穫時期であると判断された場合に収穫の制御を実行する一方、打撃を行った作物 2 が収穫時期でないと判断された場合は収穫を行わない制御を実行する。

10

【0090】

農業用ロボット 1 は、作物 2 の栽培位置 D n に向けて移動可能な走行体 3 と、走行体 3 に設けられ、且つ、当該走行体 3 が栽培位置 D n の周囲に到達したときに先端側を作物 2 に近づけることが可能なマニピュレータ 4 と、マニピュレータ 4 の先端側に設けられ且つ作物 2 に打撃を与える打撃機構 51 と、打撃機構 51 で作物 2 を打撃したときの音を集音するマイクを含む打音センサ 50 C と、マイクで集音した音のデータを収集する収集装置 63 と、を備えている。

20

【0091】

これによれば、音のデータを用いて作物 2 の生育などを把握したい場合に、走行体 3 を作物 2 の栽培位置 D n に近づけるだけで、当該作物 2 を打撃したときの音のデータを簡単に収集することができ、作物 2 の生育を把握するための支援を行うことができる。特に、作物 2 の栽培場所（作付け場所）が施設 100 内である場合には、雑音が少ない中で効率よく、作物 2 を打音したときの音のデータを収集することができる。

【0092】

農業用ロボット 1 は、少なくとも収集装置 63 がデータを収集後、当該データを収集していない他の作物 2 の栽培位置 D n に向けて走行体 3 を移動させる制御を行う制御装置 41 を備えている。これによれば、制御装置 41 によって、複数の作物 2 がある場合に、効率よく音のデータを収集することができる。

30

農業用ロボット 1 は、走行体 3 に設けられた光学式センサ 5 A、5 B を備え、制御装置 41 は、光学式センサ 5 A、5 B で得られたセンシングデータに基づいて、作物 2 と走行体 3 との距離が予め定められた基準距離になるように、作物 2 の栽培位置 D n に向けて走行体 3 を移動させる。これによれば、農業用ロボット 1（走行体 3）を栽培位置 D n の周囲へと走行させることができ、マニピュレータ 4 の先端側をより素早く正確に作物 2 に近づけることができる。

【0093】

農業用ロボット 1 は、収集装置 63 が収集した複数のデータに基づいて、作物 2 の生育状況を推定するモデルを生成するモデル生成部 41 E を備えている。これによれば、収集した複数の音のデータから、作物 2 の生育状況を推定することができるモデルを簡単に生成することができる。

40

モデル生成部 41 E は、収集装置 63 がデータを取得する毎に、強化学習を行う。これによれば、農業用ロボット 1（走行体 3）によって作物 2 に対して作業を行う状況など、収集装置 63 がデータを取得する毎に強化学習を行うことができ、より精度の高いモデルを構築することができる。

【0094】

農業用ロボット 1 は、作物 2 を把持することで収穫するロボットハンド 18 と、モデルとデータとに基づいて、打撃を与えた作物 2 が収穫時期であるか否かを判断する時期判断部 41 F と、を備え、ロボットハンド 18 は、時期判断部 41 F が収穫時期と判断した場

50

合に打撃を与えた作物2を収穫し、収穫時期と判断しなかった場合に打撃を与えた作物2を収穫しない。

【0095】

これによれば、作物2を収穫する収穫作業時に、作物2が収穫時期であるかを簡単に把握することができ、収穫時期である作物2のみを、効率よく収穫することができる。

収集装置63は、データを記憶する記憶装置、又は、データを外部端末に送信する通信装置である。これによれば、作物2に打撃を与えたときの音のデータを記憶して収集したり、外部端末へ収集した音のデータを送信することができる。

【0096】

農業用ロボット1の支援システムは、作物2の栽培位置Dnに向けて移動可能な走行体3と、走行体3に設けられ、且つ、当該走行体3が栽培位置Dnの周囲に到達したときに先端側を作物2に近づけることが可能なマニピュレータ4と、マニピュレータ4の先端側に設けられ且つ作物2に打撃を与える打撃機構51と、打撃機構51で作物2を打撃したときの音を集音するマイクとを含む打音センサ50Cとを備えた農業用ロボット1の支援システムであって、マイクで集音した音のデータを収集する収集装置63を備えている。

【0097】

これによれば、音のデータを用いて作物2の生育などを把握したい場合に、走行体3を作物2の栽培位置Dnに近づけるだけで、当該作物2を打撃したときの音のデータを簡単に収集することができ、作物2の生育を把握するための支援を行うことができる。特に、作物2の栽培場所（作付け場所）が施設100内である場合には、雑音が少ない中で効率よく、作物2を打音したときの音のデータを収集することができる。

【0098】

農業用ロボット1の支援システムは、少なくとも収集装置63がデータを収集後、当該データを収集していない他の作物2の栽培位置Dnに向けて走行体3を移動させる制御を行う制御装置41を備えている。これによれば、制御装置41によって、複数の作物2がある場合に、効率よく音のデータを収集することができる。

農業用ロボット1の支援システムは、走行体3に設けられた光学式センサ5A、5Bを備え、制御装置41は、光学式センサ5A、5Bで得られたセンシングデータに基づいて、作物2と走行体3との距離が予め定められた基準距離になるように、作物2の栽培位置Dnに向けて走行体3を移動させる。これによれば、農業用ロボット1（走行体3）を栽培位置Dnの周囲へと走行させることができ、マニピュレータ4の先端側をより素早く正確に作物2に近づけることができる。

【0099】

農業用ロボット1の支援システムは、収集装置63が収集した複数のデータに基づいて、作物2の生育状況を推定するモデルを生成するモデル生成部41Eを備えている。これによれば、収集した複数の音のデータから、作物2の生育状況を推定することができるモデルを簡単に生成することができる。

農業用ロボット1の支援システムは、作物2を把持することで収穫可能なロボットハンド18を制御する作業制御部と、モデルとデータとに基づいて、打撃を与えた作物2が収穫時期であるか否かを判断する時期判断部41Fと、を備え、作業制御部は、ロボットハンド18に対して時期判断部41Fが収穫時期と判断した場合に打撃を与えた作物2を収穫する制御を行い、収穫時期と判断しなかった場合に打撃を与えた作物2を収穫しない制御を行う。

【0100】

これによれば、作物2を収穫する収穫作業時に、作物2が収穫時期であるかを簡単に把握することができ、収穫時期である作物2のみを、効率よく収穫することができる。

以上、本発明の一実施形態について説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【 0 1 0 1 】

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 1     | ： 農 業 用 ロ ボ ッ ト |    |
| 2     | ： 作 物           |    |
| 2 a   | ： 作 物           |    |
| 2 b   | ： 作 物           |    |
| 2 c   | ： 作 物           |    |
| 3     | ： 走 行 体         |    |
| 4     | ： マ ニ プ ュ レ ー タ |    |
| 5 A   | ： 光 学 式 セ ン サ   | 10 |
| 5 B   | ： 光 学 式 セ ン サ   |    |
| 1 8   | ： ロ ボ ッ ト ハ ン ド |    |
| 2 3   | ： 収 集 装 置       |    |
| 4 1   | ： 制 御 装 置       |    |
| 4 1 B | ： 作 業 制 御 部     |    |
| 4 1 E | ： モ デ ル 生 成 部   |    |
| 4 1 F | ： 時 期 判 断 部     |    |
| 4 3   | ： 収 集 装 置       |    |
| 5 0 C | ： 打 音 セ ン サ     |    |
| 5 1   | ： 打 撃 機 構       | 20 |
| 6 3   | ： 収 集 装 置       |    |
| D n   | ： 栽 培 位 置       |    |
| L 1 1 | ： 基 準 距 離       |    |

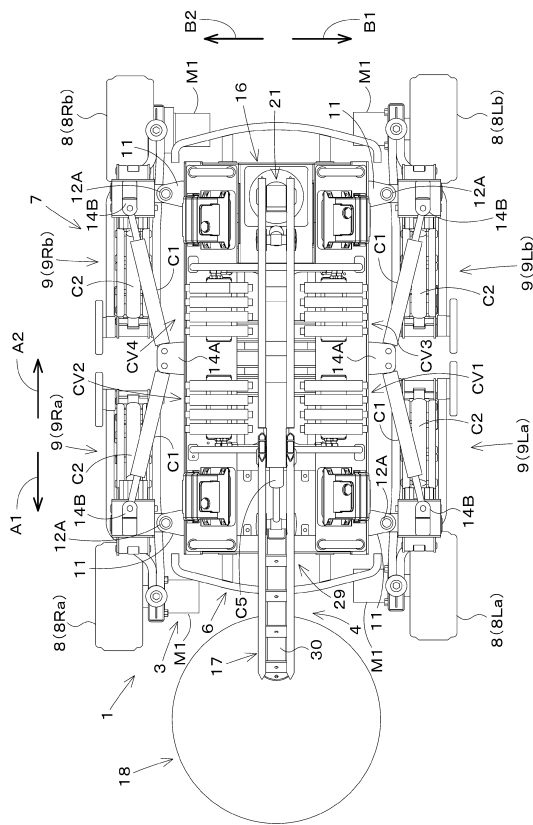
30

40

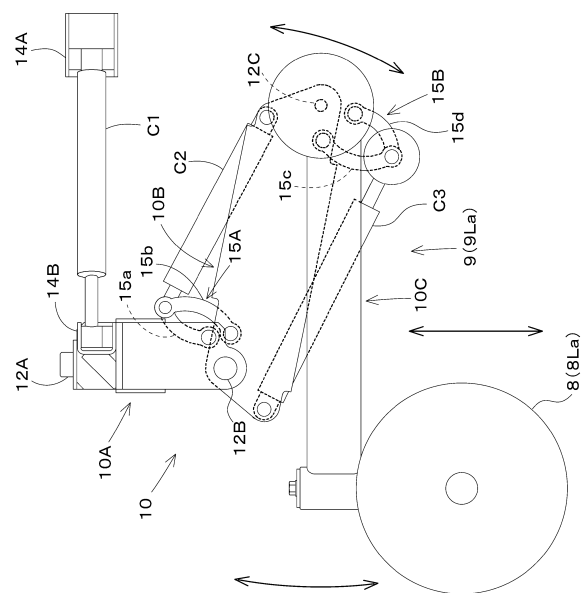
50



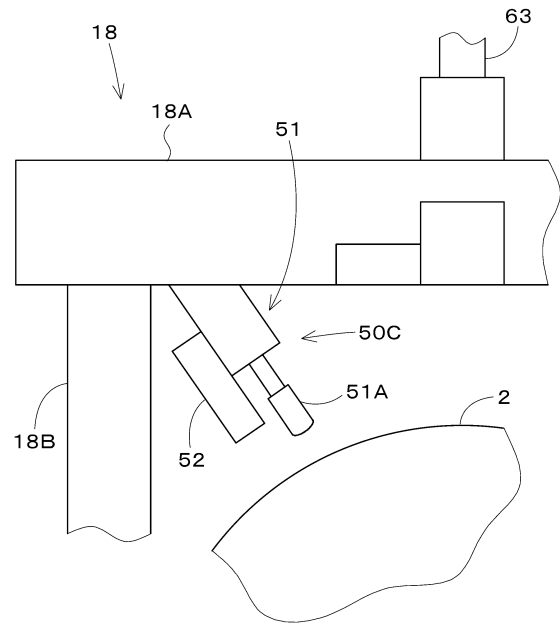
【図 5】



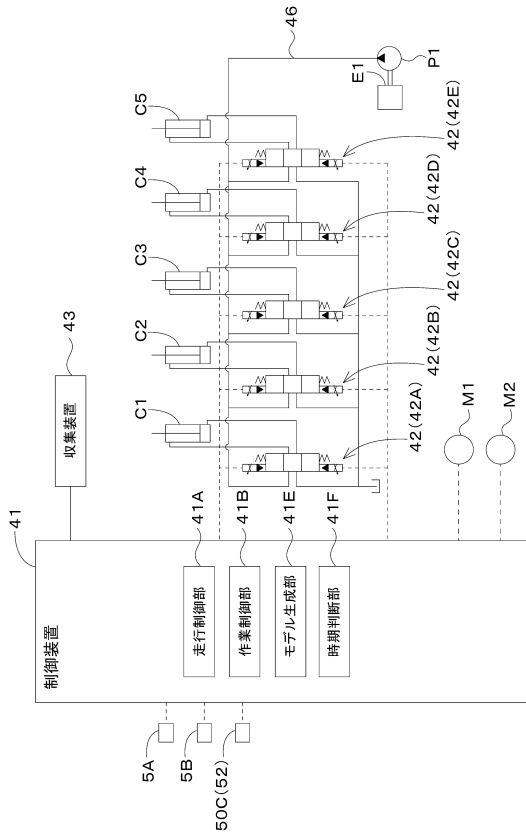
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

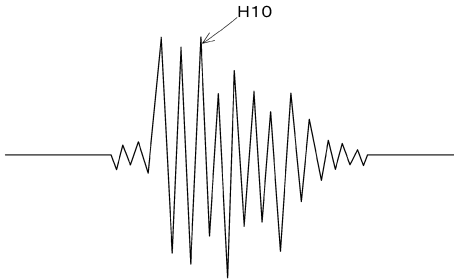
20

30

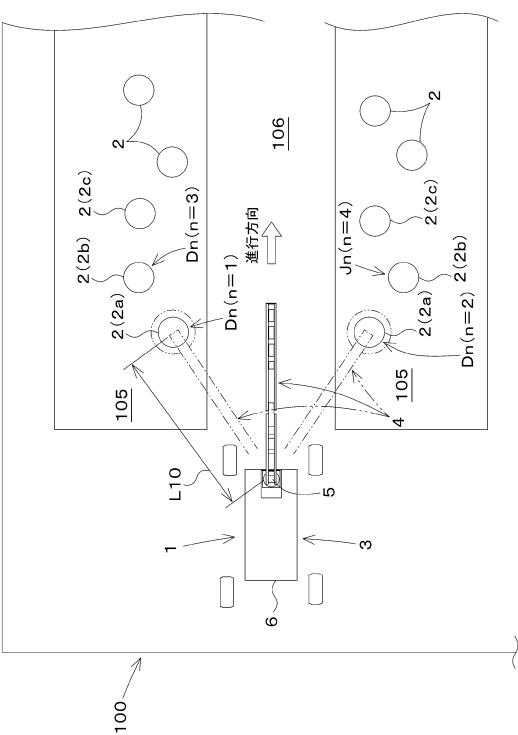
40

50

【図 9】



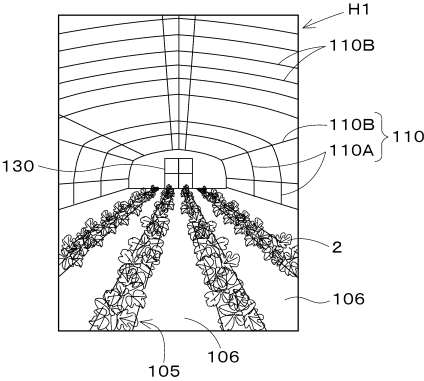
【図 1 0】



10

20

【図 1 1】



【図 1 2 A】

| 識別情報       | 音データ |
|------------|------|
| KHS-100010 | 波形1  |
| KHS-100011 | 波形2  |
| KHS-100012 | 波形3  |
| .          | .    |
| .          | .    |
| .          | .    |

30

40

50

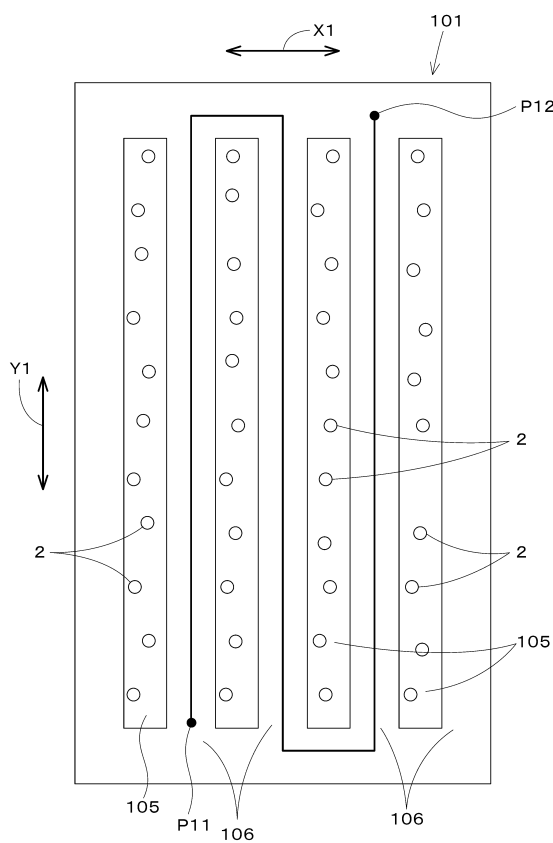
【図 1 2 B】

| 識別情報       | 音データ | 打音時間             |
|------------|------|------------------|
| KHS-100010 | 波形1  | 2020.6.19-13: 01 |
| KHS-100011 | 波形2  | 2020.6.19-13: 05 |
| KHS-100012 | 波形3  | 2020.6.19-13: 09 |
| .          | .    | .                |
| .          | .    | .                |
| .          | .    | .                |

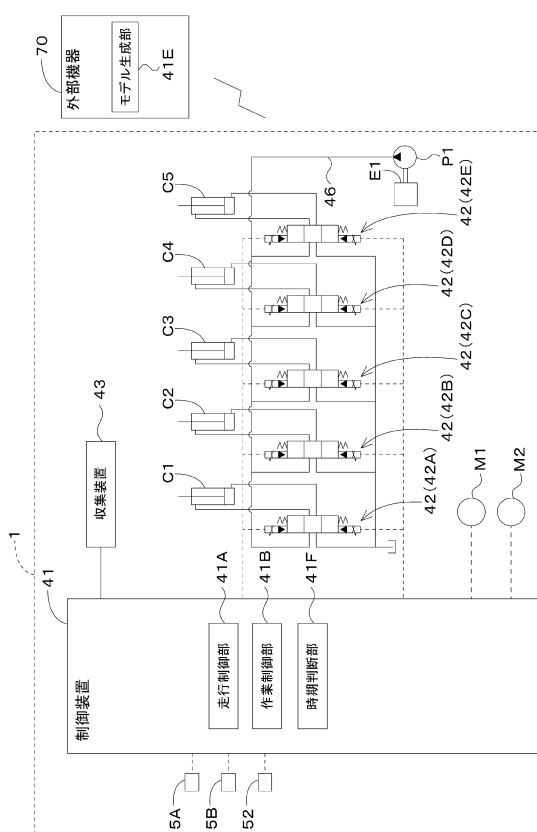
【図 1 2 C】

| 識別情報       | 音データ  | 打音時間           |
|------------|-------|----------------|
| KHS-100010 | 波形103 | 2020.7.4-9: 10 |
| KHS-100011 | 波形104 | 2020.7.4-9: 15 |
| KHS-100012 | 波形105 | 2020.7.4-9: 20 |
| .          | .     | .              |
| .          | .     | .              |
| .          | .     | .              |

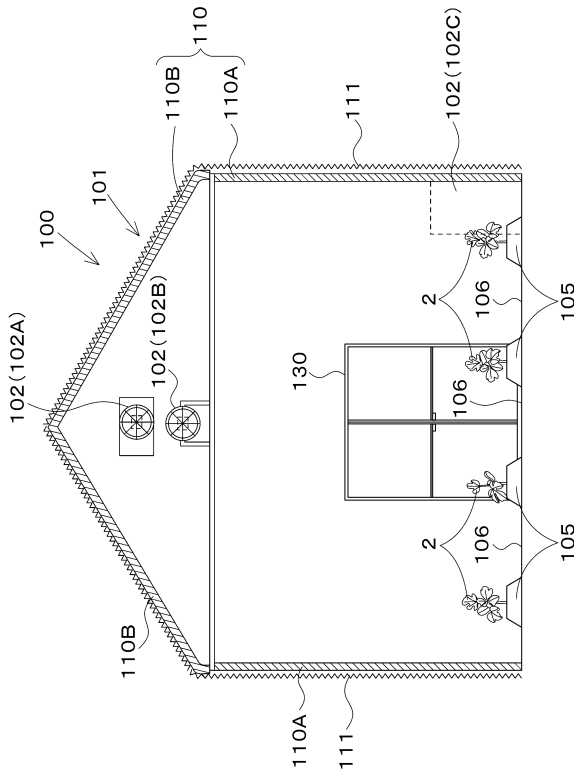
【図 13】



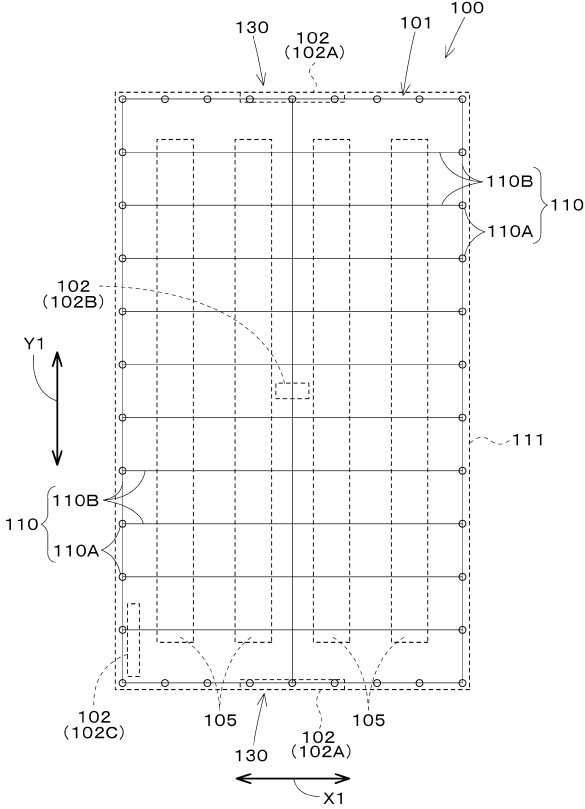
【図 14】



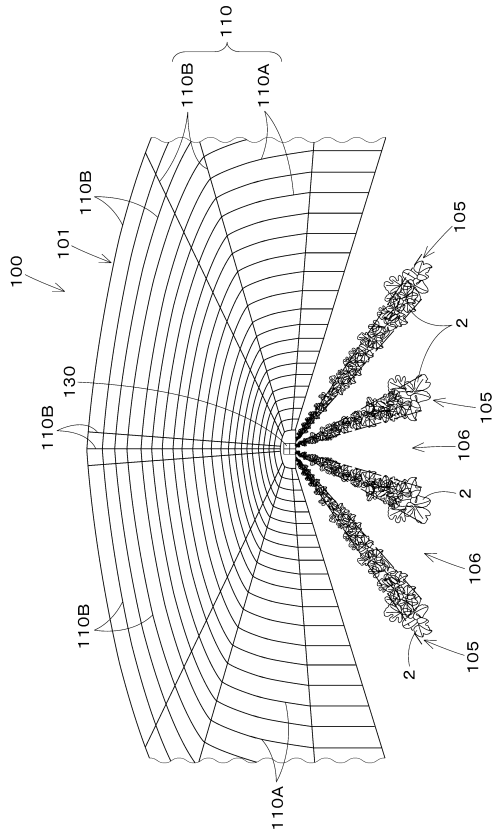
【図 1 5】



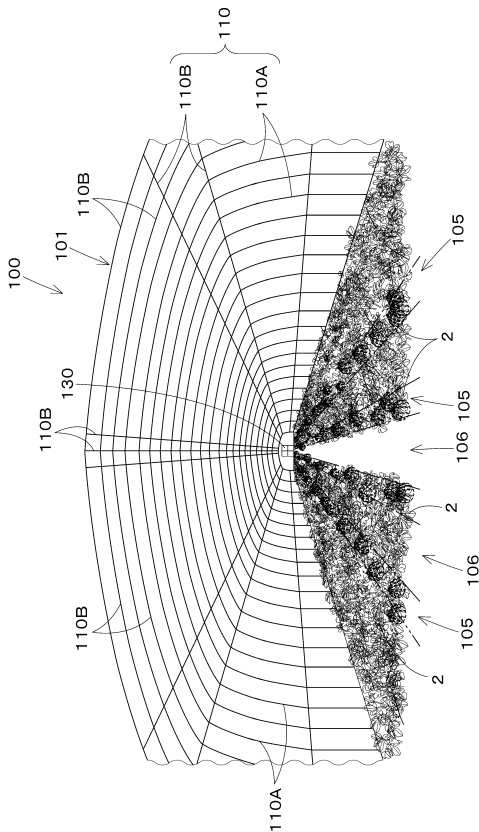
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



10

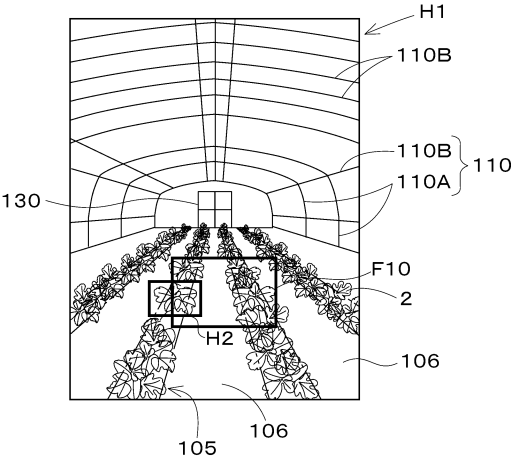
20

30

40

50

【図 19】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 吉田 英一

- (56)参考文献 特開平09-274022 (JP, A)  
米国特許出願公開第2003/0208302 (US, A1)  
特開平11-242513 (JP, A)  
特開2019-175343 (JP, A)  
特開2004-283133 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A01D 46/30  
A01G 7/00