

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年8月1日(01.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/146014 A1

(51) 国際特許分類:

A01G 7/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2018/002112

(22) 国際出願日:

2018年1月24日(24.01.2018)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:井幡 光詞(IBATA, Koji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 西岡 泰弘(NISHIOKA,

Yasuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

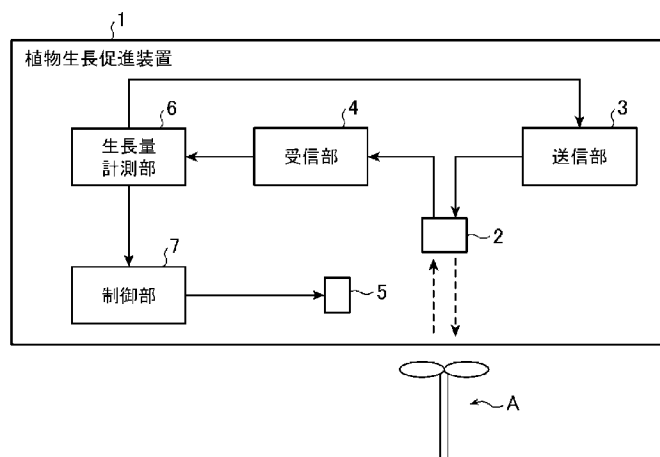
(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** PLANT GROWTH ACCELERATOR AND PLANT GROWTH ACCELERATION METHOD

(54) 発明の名称: 植物生長促進装置および植物生長促進方法

[図1]



- 1 Plant growth accelerator
- 3 Transmission unit
- 4 Reception unit
- 6 Growth amount measurement unit
- 7 Control unit

(57) **Abstract:** An ultrasonic sensor (2) transmits ultrasound to a target plant (A), and receives ultrasound reflected from the target plant (A). A transmission unit (3) performs control so as to cause the ultrasonic sensor (2) to transmit ultrasound to the target plant (A). A reception unit (4) acquires a reception signal of ultrasound received by the ultrasonic sensor (2). A temperature regulation unit (5) regulates ambient temperature of the target plant (A). A growth amount measurement unit (6) measures the amount of growth of the target plant (A) on the basis of the ultrasound reception signal. A control unit (7) controls the temperature regulation unit (5) on the basis of the measured amount of growth of the target plant (A) so as to keep the ambient temperature at a level that is appropriate for the growth state of the target plant (A).

[続葉有]

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 超音波センサ(2)は、対象植物(A)に超音波を送信し、対象植物(A)から反射された超音波を受信する。送信部(3)は、超音波センサ(2)を制御して対象植物(A)に超音波を送信させる。受信部(4)が、超音波センサ(2)によって受信された超音波の受信信号を取得する。温度調節部(5)は、対象植物(A)の周囲温度を調節する。生長量計測部(6)は、超音波の受信信号に基づいて、対象植物(A)の生長量を計測する。制御部(7)は、計測された対象植物(A)の生長量に基づいて、対象植物(A)の生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部(5)を制御する。

明 細 書

発明の名称：植物生長促進装置および植物生長促進方法

技術分野

[0001] この発明は、植物の生長を促進させる植物生長促進装置および植物生長促進方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、植物を供給する植物工場が注目されている。植物工場では、植物が生長するために必要な光、温度、湿度および栄養分といった環境条件が人工的に制御される。環境条件の人工的な制御には大電力が必要であるため、植物工場における植物の栽培期間の短縮化が要望されている。例えば、特許文献1には、農作物の育成農地全体に可聴周波数および超音波周波数の音波を発生させることにより、農作物の防病と生長促進を図る方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-220344号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 植物の生長を促進させる従来の技術は、音波によって植物に物理的な刺激を与えて生長を促進させるものである。しかしながら、従来の技術では、植物の生長状況と植物の周辺温度とが別々に管理されているため、植物の生長を促進させる効果が十分に得られないという課題があった。

[0005] この発明は上記課題を解決するものであり、植物の生長を促進させることができる植物生長促進装置および植物生長促進方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る植物生長促進装置は、超音波素子、送信部、受信部、温度

調節部、生長量計測部および制御部を備えている。超音波素子は、植物に超音波を送信し、植物から反射されてきた超音波を受信する。送信部は、超音波素子を制御して植物に超音波を送信させる。受信部が、超音波素子によって受信された超音波の受信信号を取得する。温度調節部は、植物の周囲温度を調節する。生長量計測部は、受信部によって取得された超音波の受信信号に基づいて植物の生長量を計測する。制御部は、生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、植物の生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部を制御する。

発明の効果

[0007] この発明によれば、植物生長促進装置が植物の生長状況に対応した周囲温度に制御するので、植物の生長を促進させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]この発明の実施の形態1に係る植物生長促進装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2 Aは、実施の形態1に係る植物生長促進装置の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図2 Bは、実施の形態1に係る植物生長促進装置の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]実施の形態1に係る植物生長促進方法を示すフローチャートである。

[図4]図4 Aは、超音波を照射したサツマイモの生長状況を示す写真である。図4 Bは、超音波を照射しなかったサツマイモの生長状況を示す写真である。

[図5]実施の形態1に係る植物生長促進装置による種子への超音波照射の概要を示す図である。

[図6]種子で反射された超音波の受信信号波形を示す図である。

[図7]実施の形態1に係る植物生長促進装置による発芽した植物への超音波照射の概要を示す図である。

[図8]発芽した植物で反射された超音波の受信信号波形を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態2に係る植物生長促進装置の構成を示すブロック図である。

[図10]実施の形態2に係る植物生長促進方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、この発明をより詳細に説明するため、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る植物生長促進装置1の構成を示すブロック図である。植物生長促進装置1は、対象植物Aに超音波を照射してその生長を促進させる装置であり、図1に示すように、超音波センサ2、送信部3、受信部4、温度調節部5、生長量計測部6および制御部7を備える。

[0010] 超音波センサ2は、対象植物Aに超音波を送信し、対象植物Aから反射されてきた超音波を受信する超音波素子である。例えば、超音波センサ2は、圧電振動体を備える。圧電振動体は、送信部3が印加した電気信号を超音波に変換して放射し、対象物から反射されてきた超音波を電気信号に変換する。圧電振動体によって超音波から変換された電気信号は、受信部4に出力される。

[0011] 送信部3は、超音波センサ2を制御して対象植物Aに超音波を送信させる。例えば、送信部3は、超音波センサ2の圧電振動体に対する電気信号の印加を制御することにより、予め設定された周波数、照射間隔および照射時間で、超音波を対象植物Aに送信させる。受信部4は、超音波センサ2によって受信された超音波の受信信号を取得する。例えば、受信部4は、超音波センサ2の圧電振動体から入力した電気信号を、超音波の受信信号として取得する。

[0012] 温度調節部5は、対象植物Aの周囲温度を調節する。例えば、温度調節部5は、不図示の空調装置を利用して、制御部7から指定された温度になるように対象植物Aの周囲温度を調節する。なお、空調装置に限らず、温度調節

部5は、ヒーターおよび冷却器を利用して対象植物Aの周囲温度を調節してもよい。また、温度調節部5は、対象植物Aに対する光の照射状態を制御することにより、対象植物Aの周囲温度を調節してもよい。光の照射状態としては、例えば、光の強度が挙げられる。

[0013] 生長量計測部6は、受信部4によって取得された超音波の受信信号に基づいて、対象植物Aの生長量を計測する。例えば、生長量計測部6は、受信部4によって取得された超音波の受信信号に基づいて、超音波センサ2から対象植物Aまでの距離を計測する。生長量計測部6は、計測した距離に基づいて、超音波センサ2から植物までの距離とこれに対応する当該植物の生長量とが登録されたテーブルデータを参照することにより、当該植物の生長量を特定する。超音波センサ2から植物までの距離に対応する当該植物の生長量は、例えば、事前の実験によって決定される。

[0014] 制御部7は、生長量計測部6によって計測された対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部5を制御する。

対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度とは、対象植物Aが目標の生長状況まで最も早く生長すると推定される周囲温度であり、例えば、事前の実験によって決定される。

また、制御部7は、対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長量とこれに対応した周囲温度とが登録されたテーブルデータを参照し、対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度を特定する。制御部7は、上記テーブルデータから特定した周囲温度を温度調節部5に指定する。これにより、温度調節部5は、制御部7から指定された温度になるように対象植物Aの周囲温度を調節する。

[0015] 図2Aは、植物生長促進装置1の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図2Bは、植物生長促進装置1の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。図2Aおよび図2Bにおいて、超音波センサ装置100は、図1に示した超音波センサ2

に相当する。温度調節器 101 は、図 1 に示した温度調節部 5 に相当する。記憶装置 102 は、計測された対象植物 A の生長量、および前述したようなテーブルデータを記憶する。

[0016] 植物生長促進装置 1 における、送信部 3、受信部 4、生長量計測部 6 および制御部 7 のそれぞれの機能は、処理回路により実現される。すなわち、植物生長促進装置 1 は、図 3 を用いて後述するステップ S T 1 からステップ S T 4 までの処理を実行するための処理回路を備える。処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行する CPU (Central Processing Unit) であってもよい。

[0017] 処理回路が図 2 A に示す専用のハードウェアの処理回路 103 である場合、処理回路 103 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、または、これらを組み合わせたものが該当する。送信部 3、受信部 4、生長量計測部 6 および制御部 7 のそれぞれの機能を別々の処理回路で実現してもよいし、これらの機能をまとめて 1 つの処理回路で実現してもよい。

[0018] 処理回路が図 2 B に示すプロセッサ 104 である場合、送信部 3、受信部 4、生長量計測部 6 および制御部 7 のそれぞれの機能は、ソフトウェア、ファームウェアまたはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述されて、メモリ 105 に記憶される。

[0019] プロセッサ 104 は、メモリ 105 に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、送信部 3、受信部 4、生長量計測部 6 および制御部 7 のそれぞれの機能を実現する。すなわち、植物生長促進装置 1 は、プロセッサ 104 によって実行されるときに、図 3 に示すステップ S T 1 からステップ S T 4 までの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモ

り105を備えている。これらのプログラムは、送信部3、受信部4、生長量計測部6および制御部7の手順または方法をコンピュータに実行させるものである。メモリ105は、送信部3、受信部4、生長量計測部6および制御部7として、コンピュータを機能させるためのプログラムが記憶されたコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

[0020] メモリ105には、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically EPROM)などの不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVDなどが該当する。また、メモリ105は、USB (Universal Serial Bus)メモリといった外部メモリであってもよい。

[0021] 送信部3、受信部4、生長量計測部6および制御部7のそれぞれの機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。例えば、送信部3および受信部4については、専用のハードウェアである処理回路で機能を実現する。生長量計測部6および制御部7については、プロセッサ104がメモリ105に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより機能を実現してもよい。このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせにより上記機能のそれぞれを実現することができる。

[0022] 次に動作について説明する。

図3は、実施の形態1に係る植物生長促進方法を示すフローチャートである。

ステップST1において、超音波センサ2が対象植物Aに超音波を送信する。例えば、送信部3が、超音波センサ2に電気信号を印加することにより、一定の周波数および強度の超音波が対象植物Aに向けて送信される。対象植物Aは、超音波によって物理的な刺激を受けて生長が促進される。

[0023] 図4 Aは、超音波を照射したサツマイモの生長状況を示す写真である。図4 Bは、超音波を照射しなかったサツマイモの生長状況を示す写真である。図4 Aおよび図4 Bは、水を入れた容器に配置されたサツマイモの生長状況を示している。図4 Aは、サツマイモに対して50ミリ秒ごとに周波数58 kHzの超音波を照射することを、1ヶ月間継続的に行った後のサツマイモの生長状況を示している。図4 Bは、超音波を照射せずに、1ヶ月経過した後のサツマイモの生長状況を示している。

[0024] 図4 Aに示すサツマイモおよび図4 Bに示すサツマイモは、超音波の照射の有無以外は全く同じ環境条件であったにもかかわらず、超音波を照射していない図4 Bのサツマイモは、ほとんど生長していない。これに対して、超音波を照射した図4 Aに示すサツマイモが顕著に生長していた。この生長傾向は、サツマイモ以外の植物においても同様であり、植物の成長促進には超音波の照射が有効である。なお、超音波の周波数、照射間隔および照射時間といった超音波の照射条件は、対象植物Aの種類によって適宜変更してもよい。

[0025] 図3の説明に戻る。

ステップS T2において、受信部4が、超音波センサ2によって受信された超音波の受信信号を取得する。超音波センサ2から送信された超音波は、対象植物Aに到達すると、前述したように対象植物Aに物理的な刺激を与えると同時に、対象植物Aで反射される。対象植物Aで反射された超音波は、空气中を伝搬して超音波センサ2に到達して受信される。超音波センサ2は、受信した超音波を電気信号に変換して受信部4に出力する。

[0026] このようにして、対象植物Aから反射された超音波の受信信号は、受信部4に取得される。この受信信号には、超音波センサ2から超音波が送信された時点から、対象植物Aで反射されて、超音波センサ2に反射波が受信されるまでの時間情報が含まれている。

受信部4によって取得された超音波の受信信号は、生長量計測部6に出力される。

[0027] ステップS T 3において、生長量計測部6が、受信部4によって取得された超音波の受信信号に基づいて対象植物Aの生長量を計測する。例えば、生長量計測部6は、受信信号に含まれる時間情報に基づいて超音波センサ2から対象植物Aまでの距離情報を算出し、算出した距離情報に基づいて対象植物Aの生長量を計測する。

[0028] 図5は、植物生長促進装置1による種子a 1への超音波照射の概要を示す図であり、地面Bに蒔かれた種子a 1に対して超音波センサ2が超音波を照射した場合を示している。図6は、種子a 1で反射された超音波の受信信号波形を示す図であり、超音波センサ2によって超音波から電気信号に変換されて受信部4に出力された受信信号の波形を示している。図6において、横軸は時間、縦軸は受信電圧である。

[0029] 図5の矢印で示すように、超音波センサ2から種子a 1に向けて照射された超音波は、種子a 1に物理的な刺激を与えると同時に、地面Bまたは種子a 1で反射される。地面Bまたは種子a 1で反射された超音波は、空気中を伝搬して超音波センサ2に到達して受信される。

[0030] 図6に示す波形における1. 1秒から1. 3秒までの大きな振幅は、地面Bまたは種子a 1で反射された超音波の受信信号の振幅に相当する。すなわち、1. 1秒から1. 3秒までの時間は、超音波センサ2から超音波が送信され、地面Bまたは種子a 1で反射されて、反射波が超音波センサ2によって受信されるまでの時間である。生長量計測部6は、この時間と音速とを用い、種子a 1の大きさが非常に小さいと仮定して、超音波センサ2から種子a 1までの距離を算出する。

[0031] 図7は、植物生長促進装置1による発芽した植物A 1への超音波照射の概要を示す図であり、図5に示した種子a 1から発芽した植物A 1に対して超音波センサ2が超音波を照射した場合を示している。図8は、発芽した植物A 1で反射された超音波の受信信号波形を示す図であり、超音波センサ2によって超音波から電気信号に変換されて受信部4に出力された受信信号の波形を示している。図8においても、横軸は時間、縦軸は受信電圧である。

[0032] 図7の矢印で示すように、超音波センサ2から植物A1に向けて照射された超音波は、植物A1に物理的な刺激を与えると同時に、地面Bまたは植物A1で反射される。地面Bまたは植物A1で反射された超音波は、空気中を伝搬して超音波センサ2に到達して受信される。

[0033] 図8に示す波形における1.1秒から1.3秒までの大きな振幅は、地面Bで反射された超音波の受信信号の振幅に相当する。一方、0.9秒から1.0秒までの振幅は、発芽した植物A1で反射された超音波の受信信号の振幅に相当する。すなわち、0.9秒から1.0秒までの時間は、超音波センサ2から超音波が送信され、植物A1で反射されて、反射波が超音波センサ2によって受信されるまでの時間である。生長量計測部6は、この時間と音速とを用いて、超音波センサ2から植物A1までの距離を算出する。

[0034] 生長量計測部6は、種子a1から育成開始したときの超音波センサ2から種子a1までの距離情報を算出し、これ以降に算出した超音波センサ2から植物A1までの距離情報との差から植物A1の生長量を計測する。計測された生長量に関する情報は、生長量計測部6から、送信部3および制御部7に出力される。

[0035] 図3の説明に戻る。

ステップST4において、制御部7は、生長量計測部6によって計測された対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部5を制御する。例えば、制御部7は、対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長量とこれに対応した周囲温度とが登録されたテーブルデータを参照し、対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度を特定する。制御部7は、上記テーブルデータから特定した周囲温度を温度調節部5に指定する。これにより、温度調節部5は、制御部7から指定された温度になるように対象植物Aの周囲温度を調節する。

[0036] 植物の生長過程と環境温度（植物の周囲温度）との関係について説明する。

植物には、発芽または育苗に適した温度が存在し、環境温度は植物の生長

に大きく影響を与える。発芽適温および育苗適温は、植物の種類によって異なるが、一般に、発芽適温の方が育苗適温よりも高い傾向にある。従って、植物の生長を促進させるためには、植物の生長状況に適した環境温度にすることが求められる。例えば、種子から発芽するまでの期間に適した環境温度を設定し、発芽後の期間では、種子から発芽するまでの期間よりも低い環境温度を設定する。

[0037] 送信部3は、生長量計測部6によって計測された対象植物Aの生長量に基づいて、超音波センサ2から対象植物Aに送信される超音波の状態を変化させてもよい。

例えば、送信部3は、超音波センサ2から対象植物Aに送信される超音波の強度を変化させる。この場合、送信部3は、対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長量とこれに対応する超音波の強度とが登録されたテーブルデータを参照し、対象植物Aの生長状況に対応した超音波の強度を特定する。送信部3は、上記テーブルデータから特定した超音波の強度に対応する電気信号を超音波センサ2に印加する。これにより、超音波センサ2は、対象植物Aの生長状況に対応した強度の超音波を対象植物Aに照射する。

なお、対象植物Aの生長状況に対応した超音波の強度は、対象植物Aが目標の生長状況まで最も早く生長すると推定される超音波の強度であって、例えば、事前の実験によって決定される。

[0038] 以上のように、実施の形態1に係る植物生長促進装置1において、送信部3が、超音波センサ2を制御して対象植物Aに超音波を送信させる。受信部4が、超音波センサ2によって受信された超音波の受信信号を取得する。温度調節部5が、対象植物Aの周囲温度を調節する。生長量計測部6が、受信部4によって取得された超音波の受信信号に基づいて対象植物Aの生長量を計測する。制御部7が、生長量計測部6によって計測された対象植物Aの生長量に基づいて、対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部5を制御する。このように、植物生長促進装置1が対象植物Aの生長状況に対応した周囲温度に制御するので、対象植物Aの生長を促進させる

ことができる。

[0039] 実施の形態 1 に係る植物生長促進装置 1 において、送信部 3 は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、超音波センサ 2 から対象植物 A に送信される超音波の状態を変化させる。このように、植物生長促進装置 1 が対象植物 A の生長状況に対応した超音波の状態に制御するので、対象植物 A の生長を促進させることができる。

[0040] 実施の形態 2.

図 9 は、この発明の実施の形態 2 に係る植物生長促進装置 1 A の構成を示すブロック図である。図 9 において、図 1 と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。植物生長促進装置 1 A は、対象植物 A に超音波を照射して、その生長を促進させる装置であって、超音波センサ 2 a、超音波センサ 2 b、送信部 3 A、受信部 4、温度調節部 5、生長量計測部 6 および制御部 7 を備える。このように、植物生長促進装置 1 A は、複数の超音波センサを備えている。

[0041] 超音波センサ 2 a は、対象植物 A に超音波を送信し、対象植物 A から反射されてきた超音波を受信する超音波素子である。例えば、超音波センサ 2 a は、圧電振動体を備える。圧電振動体は、送信部 3 A が印加した電気信号を超音波に変換して放射し、対象物から反射されてきた超音波を電気信号に変換する。圧電振動体によって超音波から変換された電気信号は、受信部 4 に出力される。

[0042] 超音波センサ 2 b は、超音波センサ 2 a とは異なる周波数帯域の超音波を対象植物 A に送信し、対象植物 A から反射されてきた超音波を受信する超音波素子である。すなわち、超音波センサ 2 a と超音波センサ 2 b とは、互いに異なる周波数帯域の超音波を照射するものとする。対象植物 A の生長状況に対応した超音波の周波数とは、対象植物 A が目標の生長状況まで最も早く生長すると推定される超音波の周波数であり、例えば、事前の実験によって決定される。

[0043] 送信部 3 A は、超音波センサ 2 a および超音波センサ 2 b を制御して対象

植物 A に超音波を送信させる。例えば、送信部 3 A は、超音波センサ 2 a の圧電振動体に対する電気信号の印加を制御することで、予め設定された周波数、照射間隔および照射時間で、超音波を対象植物 A に送信させる。また、送信部 3 A は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、超音波センサ 2 a において発生可能な周波数帯域内で周波数を変化させた超音波を対象植物 A に送信させてもよい。さらに、送信部 3 A は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、対象植物 A に超音波を送信させる超音波センサを、超音波センサ 2 a から超音波センサ 2 b に切り替えてもよい。

[0044] 植物生長促進装置 1 A における送信部 3 A、受信部 4、生長量計測部 6 および制御部 7 のそれぞれの機能は処理回路によって実現される。すなわち、植物生長促進装置 1 A は、図 10 を用いて後述するステップ S T 1 a からステップ S T 4 a までの処理を実行するための処理回路を備えている。処理回路は、図 2 A に示した専用のハードウェアの処理回路 103 であってもよいが、図 2 B に示すように、メモリ 105 に記憶されたプログラムを実行するプロセッサ 104 であってもよい。

[0045] 次に動作について説明する。

図 10 は、実施の形態 2 に係る植物生長促進方法を示すフローチャートである。図 10 において、ステップ S T 1 a からステップ S T 3 a までの処理は、図 3 に示したステップ S T 1 からステップ S T 3 までと同一であるので説明を省略する。

なお、以降では、対象植物 A に超音波を送信させる超音波センサとして、最初に超音波センサ 2 a が選択されたものとして説明する。

[0046] ステップ S T 4 a において、制御部 7 は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、対象植物 A の生長状況に対応した周囲温度になるように温度調節部 5 を制御する。例えば、制御部 7 は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、対象植物 A の生長量とこれに対応した周囲温度とが登録されたテーブルデータを参照し、対

象植物 A の生長状況に対応した周囲温度を特定する。制御部 7 は、テーブルデータから特定した周囲温度を温度調節部 5 に指定する。これにより、温度調節部 5 は、制御部 7 から指定された温度になるように対象植物 A の周囲温度を調節する。

[0047] 送信部 3 A が、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、超音波センサ 2 a の圧電振動体に対する電気信号の印加を制御して、超音波センサ 2 a において発生可能な周波数帯域内で周波数を変化させた超音波を、対象植物 A に送信させる。また、送信部 3 A は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、対象植物 A がさらに生長した場合に、対象植物 A に超音波を送信させる超音波センサを、超音波センサ 2 a から超音波センサ 2 b に切り替える。

[0048] 例えば、送信部 3 A は、生長量計測部 6 によって計測された対象植物 A の生長量に基づいて、対象植物 A の生長量とこれに対応した超音波の周波数とが登録されているテーブルデータを参照し、対象植物 A の生長状況に対応した超音波の周波数を特定する。続いて、送信部 3 A は、対象植物 A に超音波を送信させる超音波センサを、超音波センサ 2 a および超音波センサ 2 b のうち、テーブルデータから特定した周波数の超音波を送信する超音波センサに切り替える。超音波センサ 2 a から超音波センサ 2 b に切り替えられたものとする。送信部 3 A は、超音波センサ 2 b の圧電振動体に対する電気信号の印加を制御することで、予め設定された周波数、照射間隔および照射時間で、超音波を対象植物 A に送信させる。これにより、対象植物 A には、そのときの生長状況に対応する周波数の超音波が照射される。

[0049] 植物生長促進装置 1 A は、超音波を照射して対象植物 A の生長を促進させるとともに、対象植物 A の生長状況に対応する周囲温度、超音波の強度および周波数を設定する。これにより、実施の形態 1 に係る植物生長促進装置 1 よりも効率的に対象植物 A の生長を促進させることができる。

[0050] なお、図 9 では、植物生長促進装置 1 A が、2 つの超音波センサを備える構成を示したが、これに限定されるものではない。例えば、対象植物 A の様

々な生長状況のそれぞれに対応する周波数帯域の超音波を送信可能な超音波センサを含んでいれば、植物生長促進装置 1 A が 3 つ以上の超音波センサを備えてもよい。

[0051] 以上のように、実施の形態 2 に係る植物生長促進装置 1 A において、送信部 3 A が、対象植物 A の生長量に基づいて、超音波センサ 2 a および超音波センサ 2 b のうちから、対象植物 A に超音波を送信させる超音波センサを切り替える。これにより、植物生長促進装置 1 A は、実施の形態 1 に係る植物生長促進装置 1 よりも効率的に、対象植物 A の生長を促進させることができる。

[0052] なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内において、実施の形態のそれぞれの自由な組み合わせまたは実施の形態のそれぞれの任意の構成要素の変形もしくは実施の形態のそれぞれにおいて任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0053] この発明に係る植物生長促進装置は、植物の生長を促進させることができるので、植物工場の設備として利用可能である。

符号の説明

[0054] 1, 1 A 植物生長促進装置、2, 2 a, 2 b 超音波センサ、3, 3 A 送信部、4 受信部、5 温度調節部、6 生長量計測部、7 制御部、100 超音波センサ装置、101 温度調節器、102 記憶装置、103 処理回路、104 プロセッサ、105 メモリ。

請求の範囲

- [請求項1] 植物に超音波を送信し、植物から反射された超音波を受信する超音波素子と、
前記超音波素子による超音波の送信を制御する送信部と、
前記超音波素子によって受信された超音波の受信信号を取得する受信部と、
植物の周囲温度を調節する温度調節部と、
前記受信部によって取得された超音波の受信信号に基づいて、植物の生長量を計測する生長量計測部と、
前記生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、植物の生長状況に対応した周囲温度になるように前記温度調節部を制御する制御部とを備えたこと
を特徴とする植物生長促進装置。
- [請求項2] 前記送信部は、前記生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、前記超音波素子から植物に送信される超音波の状態を変化させること
を特徴とする請求項1記載の植物生長促進装置。
- [請求項3] 植物に超音波を送信し、植物から反射された超音波を受信する複数の超音波素子と、
前記複数の超音波素子による超音波の送信を制御する送信部と、
前記複数の超音波素子のそれぞれによって受信された超音波の受信信号を取得する受信部と、
植物の周囲温度を調節する温度調節部と、
前記受信部によって取得された超音波の受信信号に基づいて、植物の生長量を計測する生長量計測部と、
前記生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、植物の生長状況に対応した周囲温度になるように前記温度調節部を制御する制御部とを備え、

前記送信部は、前記生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、前記複数の超音波素子のうちから、植物に超音波を送信させる超音波素子を切り替えること

を特徴とする植物生長促進装置。

[請求項4]

植物に超音波を送信し、植物から反射された超音波を受信する超音波素子と、植物の周囲温度を調節する温度調節部とを備えた植物生長促進装置の植物生長促進方法であって、

送信部が、前記超音波素子を制御して植物に超音波を送信させるステップと、

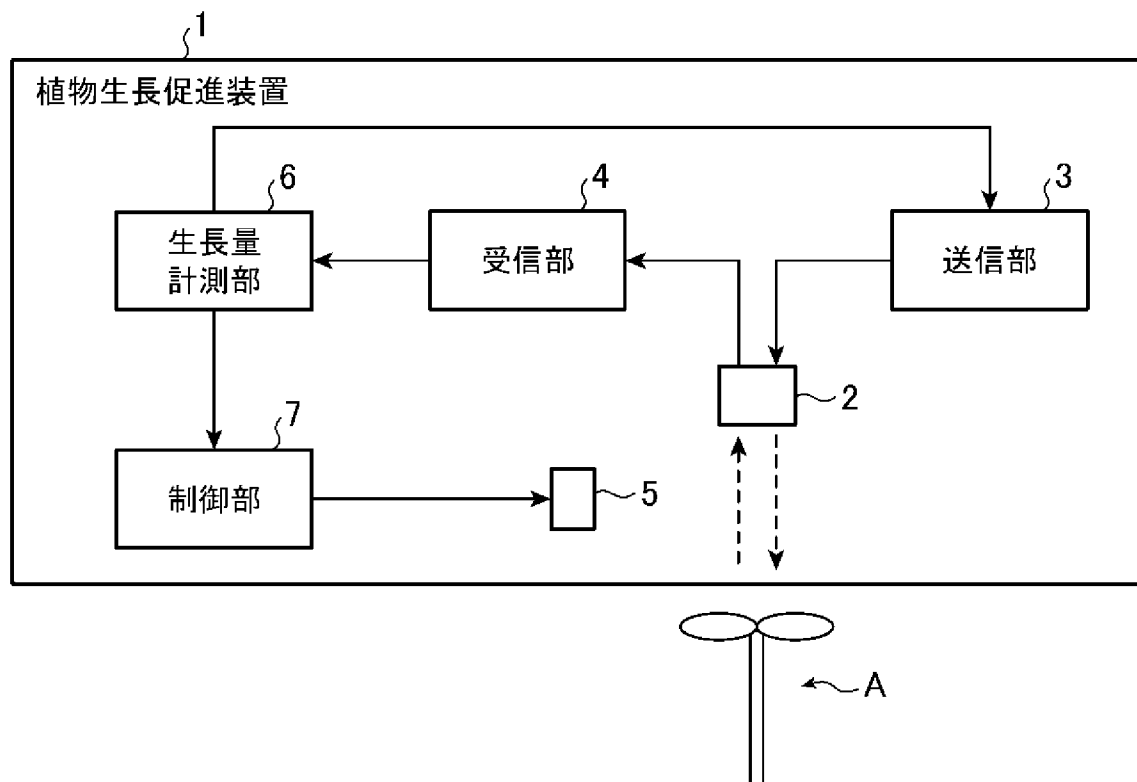
受信部が、前記超音波素子によって受信された超音波の受信信号を取得するステップと、

生長量計測部が、前記受信部によって取得された音波の受信信号に基づいて、植物の生長量を計測するステップと、

制御部が、前記生長量計測部によって計測された植物の生長量に基づいて、植物の生長状況に対応した周囲温度になるように前記温度調節部を制御するステップとを備えたこと

を特徴とする植物生長促進方法。

[図1]



[図2]

図2A

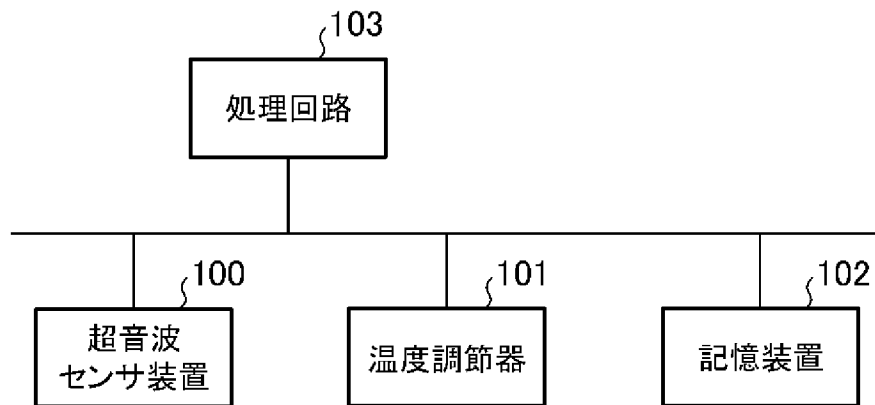
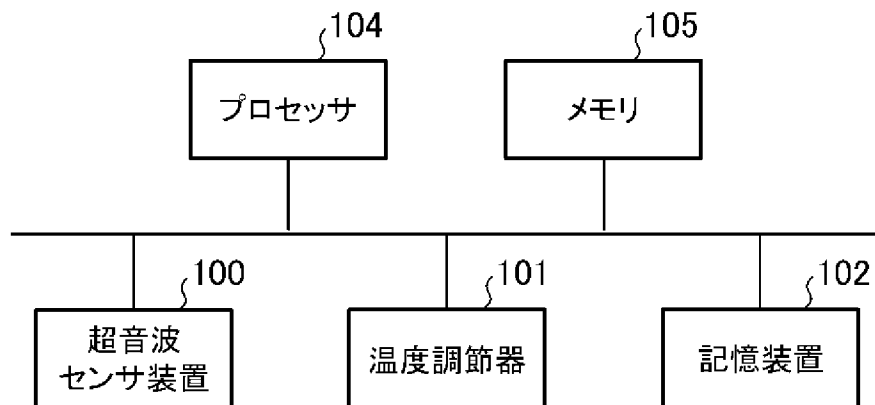
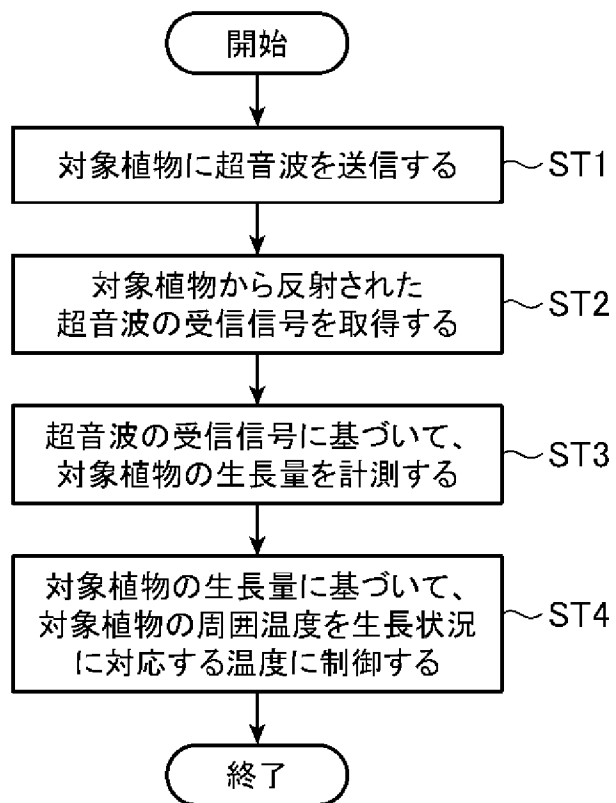


図2B



[図3]

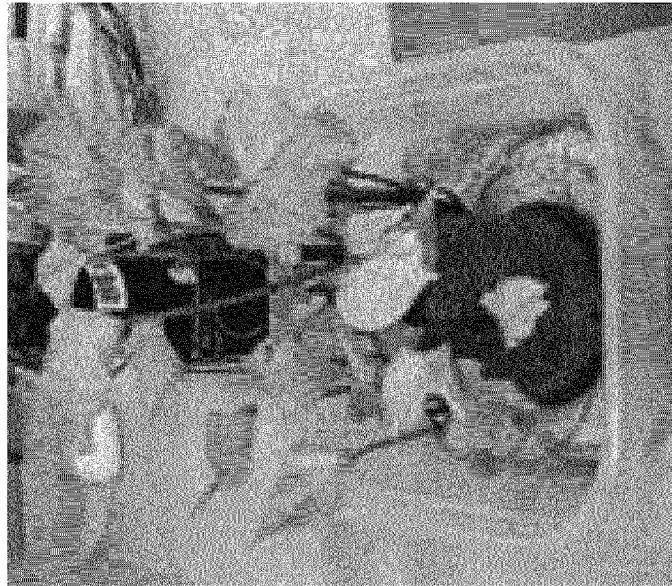


[図4]

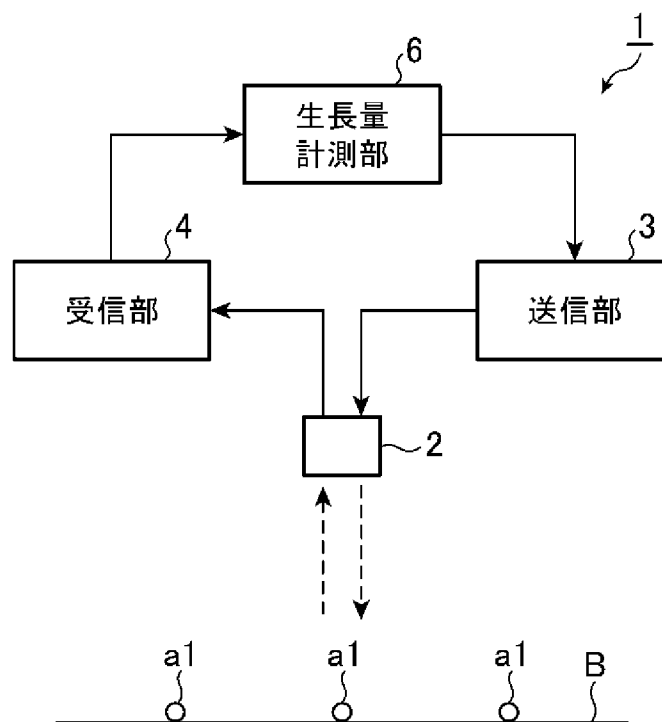
図4B



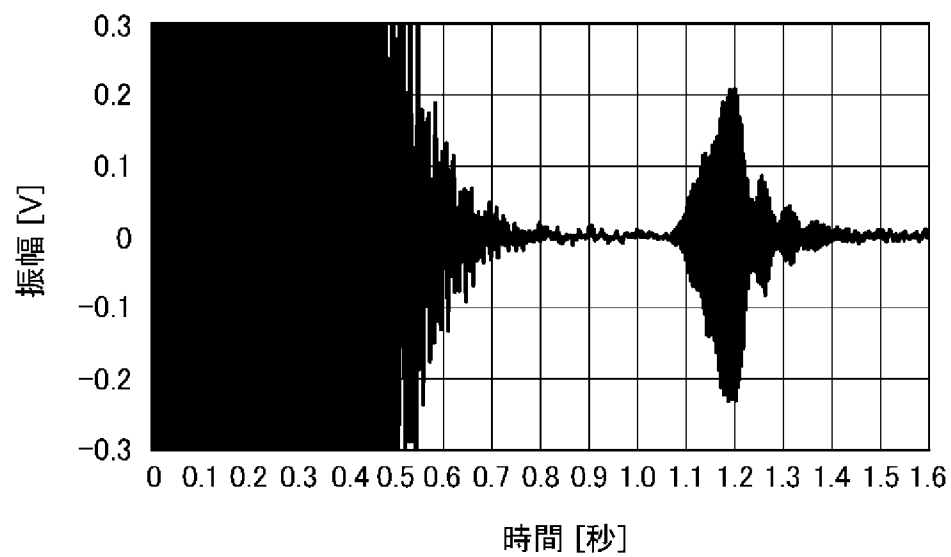
図4A



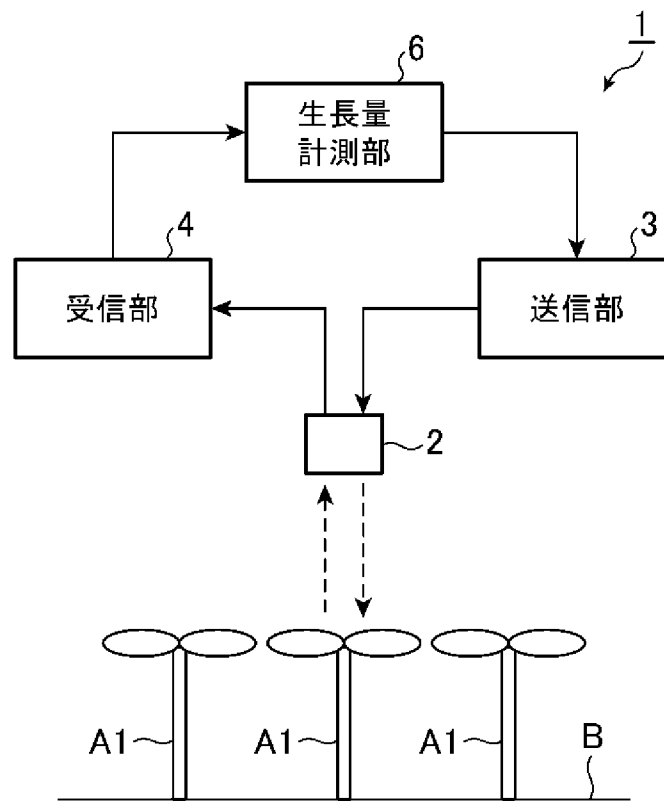
[図5]



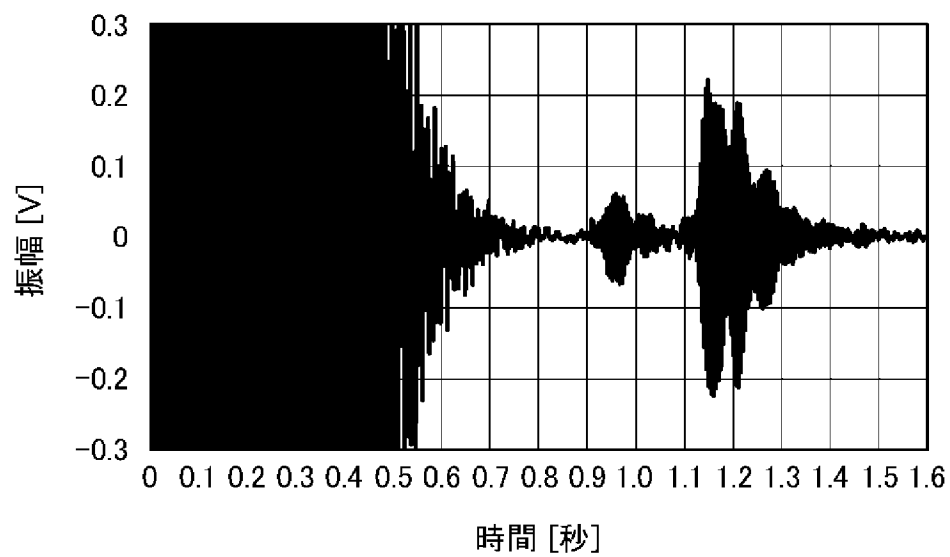
[図6]



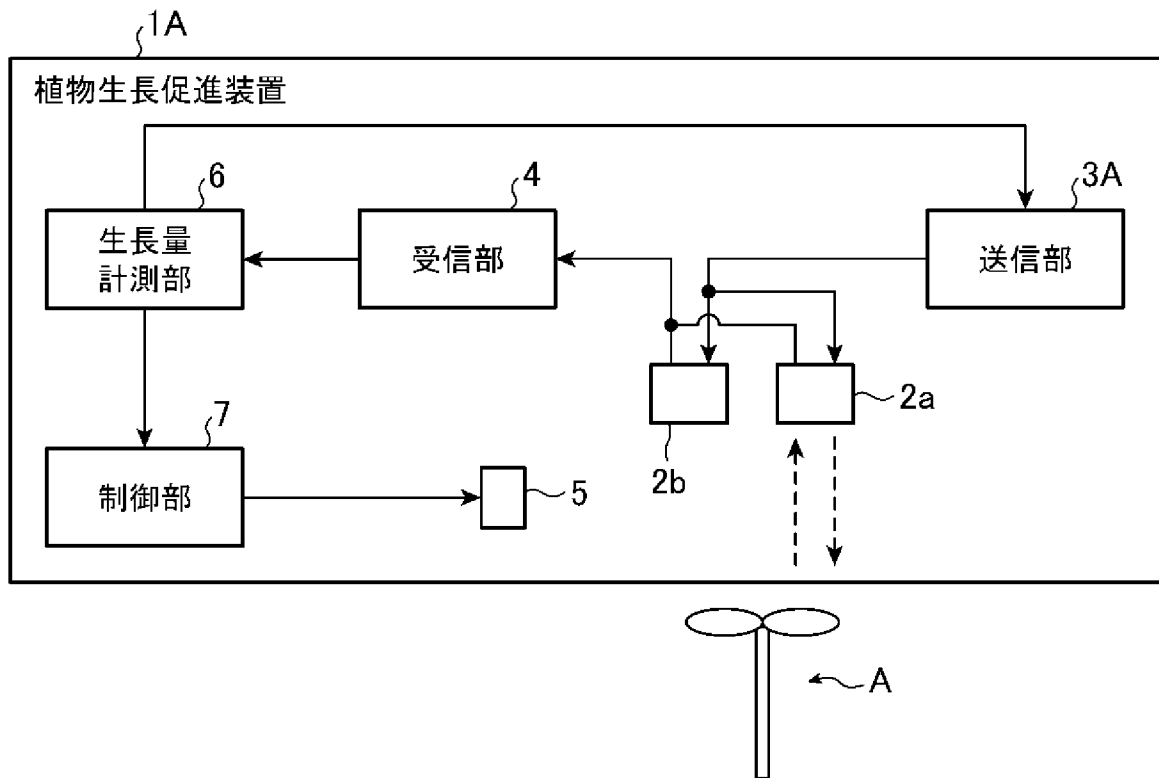
[図7]



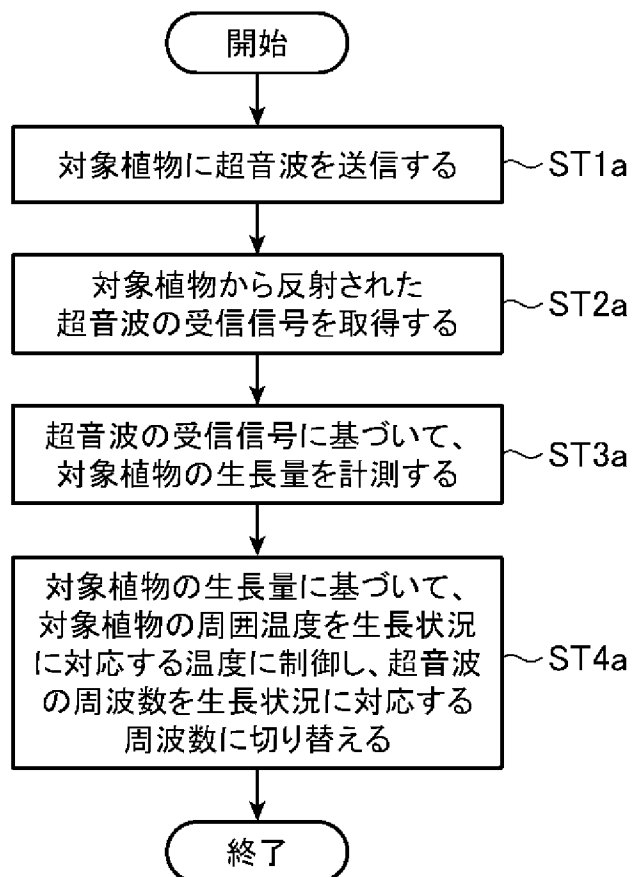
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. A01G7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. A01G7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-60546 A (ISEKI & CO., LTD.) 09 March 1993, entire text, all drawings, in particular, paragraphs [0010], [0012] (Family: none)	1-4
Y	JP 2008-253224 A (HASHIMOTO, Shoichiro) 23 October 2008, entire text, all drawings, in particular, paragraph [0020] (Family: none)	1-4
Y	JP 2008-220344 A (TEKKUTEN KK) 25 September 2008, entire text, all drawings, in particular, paragraph [0022] (Family: none)	1-4
Y	KR 10-2005-0001298 A (RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION) 06 January 2005, entire text, all drawings, in particular, example 1, table 1 (Family: none)	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29.03.2018

Date of mailing of the international search report
10.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002112

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-193150 A (NATIONAL AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH ORGANIZATION) 09 October 2014, entire text, all drawings & WO 2014/132986 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A01G7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A01G7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5-60546 A（井関農機株式会社）1993.03.09, 全文, 全図, 特に[0010], [0012]（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2008-253224 A（橋本 祥一郎）2008.10.23, 全文, 全図, 特に[0020]（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2008-220344 A（株式会社テックテン）2008.09.25, 全文, 全図, 特に[0022]（ファミリーなし）	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.03.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

坂田 誠

2 B

9318

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	KR 10-2005-0001298 A (RURAL DEV ADMINISTRATION) 2005.01.06, 全文, 全図, 特に[実施例 1], [表 1] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2014-193150 A (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構) 2014.10.09, 全文, 全図 & WO 2014/132986 A1	1-4