(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
2023年9月21日(21.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/176196 A1

(51) 国際特許分類:
A01G 7/00 (2006.01) *G06Q 50/02* (2012.01)
G06M 11/00 (2006.01) *G06T 7/60* (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/004008

(22) 国際出願日： 2023年2月7日(07.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-039959 2022年3月15日(15.03.2022) JP

(71) 出願人:株式会社ＮＴＴドコモ(**NTT DOCOMO, INC.**) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目１１番１号 Tokyo (JP).

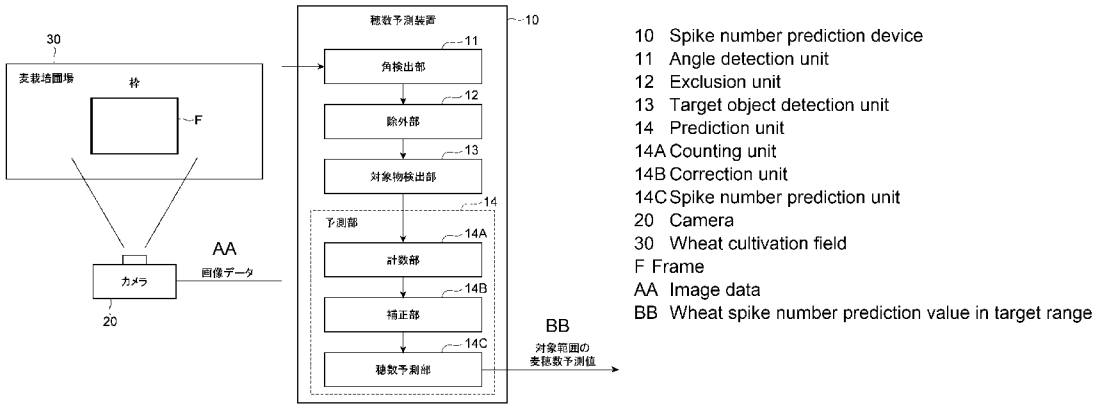
(72) 発明者: 水野 涼介 (**MIZUNO Ryosuke**); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目１１番１号 山王パークタワー 株式会社ＮＴＴドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 北出 卓也(**KITADE Takuya**); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目１１番１号 山王パークタワー 株式会社ＮＴＴドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:長谷川 芳樹，外(**HASEGAWA Yoshiki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ（明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** SPIKE NUMBER PREDICTION DEVICE

(54) 発明の名称： 穂数予測装置



10 Spike number prediction device
11 Angle detection unit
12 Exclusion unit
13 Target object detection unit
14 Prediction unit
14A Counting unit
14B Correction unit
14C Spike number prediction unit
20 Camera
30 Wheat cultivation field
F Frame
AA Image data
BB Wheat spike number prediction value in target range

(57) **Abstract:** A spike number prediction device (10) includes: a spike number counting unit (14A) and the like that count, from data of an image capturing a two-dimensional unit region (frame F) disposed in a wheat cultivation field (30), the number of spikes within the frame F on the basis of an image recognition technology; a correction unit (14B) that corrects a spike number count value obtained by counting, on the basis of correlation information between a spike number count value obtained in advance by statistical processing and a spike number true value; and a spike number prediction unit (14C) that predicts a wheat spike number in a target range on the basis of a relative size relation between the predetermined target range and the frame F in the wheat cultivation field and a corrected spike number value after correction.

WO 2023/176196 A1

［続葉有］

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：穂数予測装置（１０）は、麦栽培圃場（３０）に設置された二次元単位領域（枠Ｆ）に写る画像データから枠Ｆ内の麦穂数を、画像認識技術に基づいてカウントする穂数カウント部（１４Ａ）等と、カウントで得られた穂数カウント値を、予め統計処理で得られた穂数カウント値と穂数真値との相関情報に基づいて補正する補正部（１４Ｂ）と、麦栽培圃場における予め定められた対象範囲と枠Ｆとの相対的なサイズ関係、および補正後の穂数補正値に基づいて、対象範囲における麦穂数を予測する穂数予測部（１４Ｃ）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 穂数予測装置

技術分野

[0001] 本開示は、穀物の穂数を予測する穂数予測装置に関する。なお、「穀物」とは、人間がその種子などを常食とする農作物を意味し、例えば、麦、稲、粟、稗などが挙げられる。「穀物の穂」とは、穀物の茎の先端に花や実が群がりついたものを意味し、穀物の穂数をカウントする場合は、穀物の茎の先端に生じた一群の花や実を１つとしてカウントする。

背景技術

[0002] 麦栽培では、麦の生育に応じて必要な養分を追加で与える追肥作業が不可欠であり、その追肥量を適切に定めるためには麦穂数の把握が必要になる。ところが、麦穂数を実際に手作業でカウントするのは膨大な手間がかかる。そのため、人工知能（Artificial Intelligence（ＡＩ））を利用した画像認識技術を使って、麦栽培圃場を写した画像データから麦穂を認識し、麦穂数を予測することが考えられる。このような事情は、麦穂数以外の他の穀物の穂数を予測する場合にも存在する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２０－０８７２８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１には、人工知能を利用した画像認識技術を使うことで、小物体（例えば農作物の茎）の数のカウント処理を行う例が記載されている。しかし、上記のようなカウント処理で得られたカウント値から小物体の数を精度良く予測するには、農作物の葉の裏に隠れている小物体の数、農作物の密集度合いなど、画像から読み取れない又は読み取りづらい情報を補って予測することが望ましいが、特許文献１ではこのような事情は考慮されておらず、

予測精度を向上させる上で、改良の余地があった。

[0005] 本開示は、上記課題を解決するために成されたものであり、穂数予測処理において、画像から読み取れない又は読み取りづらい情報を補って、より精度良く穂数を予測することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る穂数予測装置は、穀物の穂数を予測する穂数予測装置であって、穀物の栽培圃場に設定された二次元単位領域に写る前記穀物の画像データから前記二次元単位領域の前記穀物の穂数を、画像認識技術に基づいてカウントする穂数カウント部と、前記穂数カウント部によるカウントで得られた穂数カウント値を、予め統計処理で得られた穂数カウント値と穂数真値との相関情報に基づいて補正する補正部と、前記穀物の栽培圃場における予め定められた対象範囲と前記二次元単位領域との相対的なサイズ関係、および、前記補正部による補正後の穂数補正値に基づいて、前記対象範囲における前記穀物の穂数を予測する穂数予測部と、を備える。

[0007] 上記の穂数予測装置では、穂数カウント部が、二次元単位領域に写る穀物の画像データから当該二次元単位領域の穀物の穂数を、画像認識技術に基づいてカウントし、補正部が、カウントで得られた穂数カウント値を、予め統計処理で得られた穂数カウント値と穂数真値との相関情報に基づいて補正する。一例として、補正部は、穀物の栽培圃場においてカウントして得られた穂数真値と、同じ栽培圃場の画像データから穀物の穂を検出しカウントして得られた検出数（穂数カウント値）との多数の組合せをプロットしたグラフから予め生成された「穂数カウント値と穂数真値との関係式」に、上記カウントで得られた穂数カウント値を適用することで、穂数カウント値を補正してもよい。その後、穂数予測部が、上記対象範囲と二次元単位領域との相対的なサイズ関係、および、補正後の穂数補正値に基づいて、対象範囲における穀物の穂数を予測する。以上のように、穂数カウント値を補正した上で、穀物の穂数を予測するため、葉の裏に隠れている穀物の穂、密集している穀物の穂など、画像から読み取れない又は読み取りづらい情報を補って、より

精度良く穂数を予測することができる。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、画像から読み取れない又は読み取りづらい情報を補って、より精度良く穂数を予測することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]発明の実施形態における穂数予測装置および関連機器の機能ブロック構成図である。

[図2]穂数予測に係る処理を示すフロー図である。

[図3]麦穂検出までの処理を説明するための図である。

[図4]（ａ）は、二次元単位領域として、麦栽培圃場に設定された、各辺の方向が予め定められ対角線の両端座標から特定される長方形の領域を用いる場合を説明するための図であり、（ｂ）は、二次元単位領域として、穀物の栽培圃場に設定された１点座標を基準にして、縦横の長さが既知である長方形を所定の２軸方向に沿って複数並べることで特定される領域を用いる場合を説明するための図である。

[図5]麦栽培圃場でカウントして得られた麦穂数真値（実数）と対応する麦栽培圃場の画像データからカウントして得られた検出数（穂数カウント値）との乖離具合を表す補正式を生成し、人工知能の検出結果に適用する例を説明するための図である。

[図6]麦栽培圃場でカウントして得られた麦穂数真値（実数）と対応する麦栽培圃場の畝幅との相関関係を示す図である。

[図7]穂数予測装置のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しながら、本開示に係る穂数予測装置の一実施形態を説明する。

[0011] 図１に示す一実施形態に係る穂数予測装置１０は、穀物の栽培圃場に設定された二次元単位領域の一例として、麦栽培圃場３０に設置された長方形の枠Ｆ、を含む領域をカメラ２０により写した領域画像の画像データを取得し

、当該画像データから対象範囲（例えば麦栽培圃場３０全体）における穀物の穂数（ここでは麦穂数）を予測する。

[0012] 穂数予測装置１０は、本開示に係る機能を実現するための機能ブロックとして、角検出部１１、除外部１２、対象物検出部１３、および予測部１４を備える。以下、各部の機能を概説する。

[0013] 角検出部１１は、麦栽培圃場３０に設置された長方形の枠Ｆを含む領域をカメラ２０により写した領域画像の画像データを取得し、取得された画像データに対する画像処理で、上記領域画像をグリッド分割し、得られた第１分割画像における枠Ｆの角を、既存の画像認識技術を使って検出する機能部である。ここでの、枠Ｆの角の検出により、上記領域画像の画像データに設定された二次元座標系における枠Ｆの４つの角それぞれの位置座標情報が得られる。本実施形態では、栽培圃場に設定された二次元単位領域として、仮想の枠ではなく実在する長方形の枠Ｆを用いる例を示すが、これ以外のバリエーションは図４（ａ）、（ｂ）を用いて後述する。

[0014] 除外部１２は、角検出部１１により検出された角の位置（即ち、領域画像の画像データに設定された二次元座標系における枠Ｆの４つの角それぞれの位置座標）から、麦栽培圃場３０における枠Ｆの位置を取得し、第１分割画像の画像データから枠Ｆの外側領域の画像データを除外する機能部である。

[0015] 対象物検出部１３は、除外部１２による除外後の画像データに基づく画像を、対象物（麦穂）の大きさに応じた分割サイズでグリッド分割し、得られた第２分割画像から対象物（麦穂）を検出する機能部である。ここでの「対象物（麦穂）の大きさに応じた分割サイズでのグリッド分割」とは、対象物の特徴が不明確になる又は消失するといった事態を回避しつつ、対象物が占める画素の割合を適度に大きくした「第２分割画像」を得るようにグリッド分割するものであり、例えば、対象物の特徴が不明確にならず消失しないように対象物を検出可能な予め経験的に又は実験等により得られた、対象物（穀物の穂）の大きさに応じた分割サイズで、グリッド分割するものである。即ち、除外部１２による除外後の画像データに基づく画像が全体画像となり

、この全体画像が再びグリッド分割されて、対象物の特徴が不明確にならず消失しないように対象物を検出可能な、対象物が占める画素の割合を適度に大きくした「第２分割画像」が得られ、対象物検出部１３は、このような第２分割画像から対象物（麦穂）を検出する。

[0016] 予測部１４は、対象物検出部１３により検出された対象物（麦穂）の穂数をカウントし、穀物の栽培圃場における予め定められた対象範囲（ここでは、例えば麦栽培圃場３０全体）と枠Ｆとの相対的なサイズ関係、および、カウントで得られた穂数カウント値から、対象範囲における麦穂数を予測する機能部である。また、予測部１４は、計数部１４Ａ、補正部１４Ｂ、および穂数予測部１４Ｃを含む。このうち、計数部１４Ａは、対象物検出部１３により検出された麦穂の穂数をカウントする機能部であり、補正部１４Ｂは、麦穂数予測の精度を向上させるために、計数部１４Ａによるカウントで得られた穂数カウント値を、後述する手法により補正する機能部である。穂数予測部１４Ｃは、予め定められた対象範囲（例えば麦栽培圃場３０全体）と枠Ｆとの相対的なサイズ関係、および補正部１４Ｂによる補正後の穂数補正値に基づいて対象範囲における麦穂数を予測する機能部である。なお、特許請求の範囲における「穂数カウント部」は、図１における角検出部１１、除外部１２、対象物検出部１３、および計数部１４Ａに対応する。

[0017] 次に、図２のフロー図に沿って、穂数予測に係る処理を説明する。同処理は、図２に示すように、穂数予測装置１０による処理（ステップＳ３～Ｓ１０）と、その前準備に相当するオペレータによる処理（ステップＳ１、Ｓ２）とを含む。

[0018] まず、オペレータによる処理として、オペレータは、カウントしたい栽培圃場に枠Ｆを設置し（ステップＳ１）、設置した枠全体が写るようにカメラ２０によって写真撮影する（ステップＳ２）。これにより、図３の画像例Ｐ１に示すような、枠Ｆを含む領域を写した領域画像の画像データが得られる。

[0019] 次に、穂数予測装置１０による処理として、角検出部１１が、上記の枠Ｆ

を含む領域を写した領域画像の画像データを取得し（ステップＳ３）、図３の画像例Ｐ２に示すように上記領域画像を例えば３×３のグリッドに分割し、得られた第１分割画像における枠Ｆの角を既存の画像認識技術に基づき検出する（ステップＳ４）。

[0020] そして、除外部１２が、検出された角の位置（位置座標データ）に基づいて枠Ｆの位置を取得し、取得された枠Ｆの位置に基づき、第１分割画像の画像データから枠Ｆの外側領域を除外する（ステップＳ５）。図３の画像例Ｐ３に、外側領域除外後の画像例を示すが、実際に、枠Ｆがその長方形の形状から若干歪んで写る場合には、外側領域の全てを完全には除外できないものの、少なくとも枠Ｆの全域が残るように、ステップＳ５の除外処理が行われる。

[0021] 次に、対象物検出部１３が、除外部１２による除外後の画像データに基づく画像を、図３の画像例Ｐ４に示すように例えば３×３のグリッドに分割し、得られた第２分割画像から既存の画像認識技術に基づき対象物（麦穂）を検出する（ステップＳ６）。ここでの「グリッド分割」では、例えば、対象物の特徴が不明確にならず消失しないように対象物を検出可能な予め経験的に又は実験等により得られた、対象物（穀物の穂）の大きさに応じた分割サイズで、グリッド分割が行われ、対象物が占める画素の割合を適度に大きくした「第２分割画像」が得られる。

[0022] なお、上記ステップＳ４、Ｓ６とも、３×３のグリッドへの分割である必要はなく、Ｎ×Ｍ（Ｎ、Ｍとも任意の自然数）のグリッドへの分割であればよい。また、ステップＳ４とＳ６で同じＮ×Ｍ（Ｎ、Ｍとも任意の自然数）のグリッドへの分割である必要はなく、互いに異なるグリッドへの分割であってもよい。

[0023] 次に、計数部１４Ａが、対象物検出部１３により検出された麦穂の穂数をカウントし（ステップＳ７）、補正部１４Ｂが、計数部１４Ａによるカウントで得られた穂数カウント値を、以下の手法により補正する（ステップＳ８）。

[0024] 例えば、補正部１４Ｂは、検出数（計数部１４Ａによるカウントで得られた穂数カウント値）を真値（実数）に近づけるように補正するための単回帰モデルの補正式（真値＝A2×検出数＋M）を統計処理によって予め求めておき、ステップＳ８では、予め求めた単回帰モデルの補正式に穂数カウント値を適用することで、真値（実数）に近づいたと期待される補正後の穂数カウント値を得る。上記の単回帰モデルの補正式（真値＝A2×検出数＋M）は、例えば図５に示すような、麦栽培圃場において人手でカウントして得られた麦穂数真値（実数）と、同じ麦栽培圃場の画像データから麦穂を検出しカウントして得られた検出数（穂数カウント値）との多数の組合せをプロットしたグラフから生成される。図５では、破線の線分で表された「真値y＝0.90×検出数（穂数カウント値）＋110.65」といった単回帰モデルの補正式が生成された例を示す。

[0025] 別の例として、麦の種まきを行った畝の畝幅は、一般的に、麦の密集度に相関するため、上記の検出数（穂数カウント値）の代わりに、補正の基礎情報として、種まきを行った畝の畝幅を用いてもよい。なお、「畝」とは、栽培圃場で穀物を作るために、互いに間隔を空けて細長く直線状に土を盛り上げて形成された複数列の領域の各々を意味し、「畝幅」とは、細長い直線状の領域の幅（長手方向に垂直な方向の寸法）を意味する。畝幅を用いる場合、例えば図６に示すような、麦栽培圃場において人手でカウントして得られた麦穂数真値（実数）と同じ麦栽培圃場の畝幅（単位：cm）との多数の組合せをプロットしたグラフから、破線の線分で表された単回帰モデルの補正式（真値＝A1×畝幅＋B）を生成してもよい。この場合、補正部１４Ｂは、上記補正式に畝幅を適用して得られた真値に、計数部１４Ａによるカウントで得られた穂数カウント値を近づけるように、任意の手法で、例えば予め経験的に又は実験等により求められた式（重み付け関数など）を用いて、穂数カウント値を補正すればよい。

[0026] また別の例として、補正部１４Ｂは、検出数（穂数カウント値）と畝幅の両方を用いて、重回帰モデルの補正式（真値＝A1×畝幅＋A2×検出数＋B）を

生成してもよい。即ち、補正部１４Ｂは、このような補正式に畝幅と検出数（穂数カウント値）の両方を適用することで、予想される真値を得て、この真値に穂数カウント値を近づけるように、任意の手法で、例えば予め経験的に又は実験等により求められた式（重み付け関数など）を用いて、穂数カウント値を補正すればよい。さらに別の例として、補正部１４Ｂは、麦栽培圃場の画像データから認識される麦の成長度合い（例えば、茎の太さの平均値、茎の長さの平均値など）を更なる基礎情報として穂数カウント値を補正してもよい。

[0027] 図２へ戻り、次に、穂数予測部１４Ｃは、予め定められた対象範囲（例えば麦栽培圃場３０全体）と枠Ｆとの相対的なサイズ関係、および補正部１４Ｂによる補正後の穂数補正値に基づいて対象範囲における麦穂数を予測し（ステップＳ９）、対象範囲の麦穂数予測値を出力する（ステップＳ１０）。例えば、相対的なサイズ関係として、対象範囲（例えば麦栽培圃場３０全体）が枠ＦのＮ倍の面積を有する場合、補正後の穂数補正値をＮ倍することで、対象範囲における麦穂数予測値を得て、出力する。なお、ここでの「出力」としては、ディスプレイへの表示出力、プリンタへの印刷出力、外部装置へのデータ送信など、様々な形態の出力を含む。

[0028] 以上説明した実施形態により、第１分割画像の画像データから枠Ｆの外側領域の画像データを除外した上で、さらに、除外後の画像を対象物（麦穂）の大きさに応じた分割サイズでグリッド分割するため、対象物の特徴が不明確になる又は消失するといった事態を回避しつつ、対象物が占める画素の割合を適度に大きくした「第２分割画像」が得られる。このような第２分割画像から対象物（麦穂）が検出され、このとき、第２分割画像における対象物（麦穂）の検出精度を向上させることができる。そして、精度良く検出された麦穂の麦穂数がカウントされ、対象範囲と枠Ｆとの相対的なサイズ関係、および麦穂数カウント値から、対象範囲における麦穂数が予測されるため、対象範囲における麦穂数を精度良く予測することができる。

[0029] また、補正部１４Ｂによる補正処理により、葉の裏に隠れている麦穂、密

集している麦穂など、画像から読み取れない又は読み取りづらい情報を補って、より精度良く穂数を予測することができる。また、補正の基礎として畝幅を用いる場合は、麦の色の変化に影響されないで簡単に取得可能な畝幅情報に基づき、精度良く且つ簡易に穂数カウント値を補正できるという利点がある。また、麦の成長度合い（例えば、茎の太さの平均値、茎の長さの平均値など）をさらに基礎として補正を行う例については、とりわけ、麦栽培圃場を斜めから撮影して画像データを取得する場合、麦の成長度合いが高いほど、麦穂が葉の裏などに隠れてしまう可能性が高くなるという相関性が有るため、麦の成長度合いをさらに考慮して補正することで、真値に近づける効果が高くなるという利点がある。

[0030] （麦栽培圃場に設定された「二次元単位領域」の変形例）

上記実施形態では、麦栽培圃場に設定された「二次元単位領域」の一例として、麦栽培圃場に設置された実在する長方形の枠Ｆを用いる例を説明したが、これ以外に、画像処理において麦栽培圃場の画像に設定した二次元座標系を利用し、(1)麦栽培圃場に設定された、各辺の方向が予め定められ対角線の両端座標から特定される長方形の領域を用いてもよいし、(2)麦栽培圃場に設定された１点座標を基準にして、縦横の長さが既知である長方形を所定の２軸方向に沿って複数並べることで特定される領域を用いてもよい。上記(1)の例としては、図４（ａ）に示すように、各辺の方向が予め定められた長方形における対角線の両端座標（星マークを付した右上と左下の２点の座標）から特定される擬似的な長方形の領域（白色の領域）が挙げられる。また、上記(2)の例としては、図４（ｂ）に示すように、縦８cm×横１０cmの物体Ｘが写っていた場合、星マークを付した左上の１点の座標を基準にして、物体Ｘを、縦方向および横方向それぞれに１０個並べることで特定される擬似的な長方形の領域が挙げられる。

[0031] （図２のステップＳ６でのグリッド分割の変形例）

図２のステップＳ６において、対象物検出部１３は、外部領域除外後の画像をグリッド分割して複数の第２分割画像を得る場合、グリッド分割線上で

なく、グリッド分割線から分割領域外側に余剰分（マージン）を加えた線を基準にしてグリッド分割し、個々の第２分割画像として、外側に余剰分だけ領域が拡張された分割画像を得てもよい。上記の余剰分は、検出の対象物（麦穂）の大きさに応じて定められ、広すぎず且つ狭すぎない適度な余剰分の領域が加えられる。この場合、対象物検出部１３は、余剰分だけ外側に拡張された個々の第２分割画像において対象物（麦穂）を検出することになり、グリッド分割線上に位置する対象物（麦穂）についても漏れなく検出することが可能となる。

[0032] ただし、上記の場合、隣接する第２分割画像同士で、余剰分の領域が重なることになるため、麦穂数のカウントにおいて二重カウントが起こりうる。そこで、上記のように余剰分を加えた線を基準にしたグリッド分割が行われる場合、予測部１４は、隣接する第２分割画像における穂数カウント値を対象として、以下のように二重カウント分を減らすように補正する。例えば、隣接する第２分割画像でそれぞれ、検出されてカウントされた麦穂において、画像処理にて麦栽培圃場画像に設定した二次元座標系における検出物（麦穂）の二次元座標が同じになるもの（即ち、二重カウントされた同一の麦穂）を検出し、検出された数（二重カウントによる余剰分）だけ穂数カウント値から減らすように補正すればよい。以上により、二重カウントの弊害を回避しつつ、グリッド分割線上に位置する対象物（麦穂）についても漏れなく検出することができ、穂数予測の精度向上に寄与することができる。

[0033] なお、上述した実施形態では、「穀物の穂数」として「麦穂数」を予測する例を示したが、麦以外の稲、粟、稗などの穀物の穂数を予測する場合にも、本開示の技術は適用可能であり、同様の効果を奏する。

[0034] （用語の説明、ハードウェア構成（図７）の説明など）

なお、上記の実施形態、変形例の説明に用いたブロック図は、機能単位のブロックを示している。これらの機能ブロック（構成部）は、ハードウェア及びソフトウェアの少なくとも一方の任意の組み合わせによって実現される。また、各機能ブロックの実現方法は特に限定されない。すなわち、各機能

ブロックは、物理的又は論理的に結合した１つの装置を用いて実現されてもよいし、物理的又は論理的に分離した２つ以上の装置を直接的又は間接的に（例えば、有線、無線などを用いて）接続し、これら複数の装置を用いて実現されてもよい。機能ブロックは、上記１つの装置又は上記複数の装置にソフトウェアを組み合わせて実現されてもよい。

[0035] 機能には、判断、決定、判定、計算、算出、処理、導出、調査、探索、確認、受信、送信、出力、アクセス、解決、選択、選定、確立、比較、想定、期待、見做し、報知（broadcasting）、通知（notifying）、通信（communicating）、転送（forwarding）、構成（configuring）、再構成（reconfiguring）、割り当て（allocating、mapping）、割り振り（assigning）などがあるが、これらに限られない。たとえば、送信を機能させる機能ブロック（構成部）は、送信部（transmitting unit）、送信機（transmitter）と呼称される。いずれも、上述したとおり、実現方法は特に限定されない。

[0036] 例えば、本開示の一実施の形態における穂数予測装置は、本実施形態における処理を行うコンピュータとして機能してもよい。図７は、本開示の一実施の形態に係る穂数予測装置１０のハードウェア構成例を示す図である。上述の穂数予測装置１０は、物理的には、プロセッサ１００１、メモリ１００２、ストレージ１００３、通信装置１００４、入力装置１００５、出力装置１００６、バス１００７などを含むコンピュータ装置として構成されてもよい。

[0037] 以下の説明では、「装置」という文言は、回路、デバイス、ユニットなどに読み替えることができる。穂数予測装置１０のハードウェア構成は、図に示した各装置を１つ又は複数含むように構成されてもよいし、一部の装置を含まずに構成されてもよい。

[0038] 穂数予測装置１０における各機能は、プロセッサ１００１、メモリ１００２などのハードウェア上に所定のソフトウェア（プログラム）を読み込ませることによって、プロセッサ１００１が演算を行い、通信装置１００４による通信を制御したり、メモリ１００２及びストレージ１００３におけるデー

タの読み出し及び書き込みの少なくとも一方を制御したりすることによって実現される。

[0039] プロセッサ１００１は、例えば、オペレーティングシステムを動作させてコンピュータ全体を制御する。プロセッサ１００１は、周辺装置とのインタフェース、制御装置、演算装置、レジスタなどを含む中央処理装置（ＣＰＵ：Central Processing Unit）によって構成されてもよい。

[0040] また、プロセッサ１００１は、プログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュール、データなどを、ストレージ１００３及び通信装置１００４の少なくとも一方からメモリ１００２に読み出し、これらに従って各種の処理を実行する。プログラムとしては、上述の実施の形態において説明した動作の少なくとも一部をコンピュータに実行させるプログラムが用いられる。上述の各種処理は、１つのプロセッサ１００１によって実行される旨を説明してきたが、２以上のプロセッサ１００１により同時又は逐次に実行されてもよい。プロセッサ１００１は、１以上のチップによって実装されてもよい。なお、プログラムは、電気通信回線を介してネットワークから送信されても良い。

[0041] メモリ１００２は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable ＲＯＭ）、ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable ＲＯＭ）、ＲＡＭ（Random Access Memory）などの少なくとも１つによって構成されてもよい。メモリ１００２は、レジスタ、キャッシュ、メインメモリ（主記憶装置）などと呼ばれてもよい。メモリ１００２は、本開示の一実施の形態に係る無線通信方法を実施するために実行可能なプログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュールなどを保存することができる。

[0042] ストレージ１００３は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disc ＲＯＭ）などの光ディスク、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク、光磁気ディスク(例えば、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク、Ｂｌｕ－ｒａｙ（登録商標）ディス

ク)、スマートカード、フラッシュメモリ(例えば、カード、スティック、キードライブ)、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ストリップなどの少なくとも１つによって構成されてもよい。ストレージ１００３は、補助記憶装置と呼ばれてもよい。上述の記憶媒体は、例えば、メモリ１００２及びストレージ１００３の少なくとも一方を含むデータベース、その他の適切な媒体であってもよい。

[0043] 通信装置１００４は、有線ネットワーク及び無線ネットワークの少なくとも一方を介してコンピュータ間の通信を行うためのハードウェア（送受信デバイス）であり、例えばネットワークデバイス、ネットワークコントローラ、ネットワークカード、通信モジュールなどともいう。

[0044] 入力装置１００５は、外部からの入力を受け付ける入力デバイス（例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、センサなど）である。出力装置１００６は、外部への出力を実施する出力デバイス（例えば、ディスプレイ、スピーカー、LEDランプなど）である。なお、入力装置１００５及び出力装置１００６は、一体となった構成（例えば、タッチパネル）であってもよい。また、プロセッサ１００１、メモリ１００２などの各装置は、情報を通信するためのバス１００７によって接続される。バス１００７は、単一のバスを用いて構成されてもよいし、装置間ごとに異なるバスを用いて構成されてもよい。

[0045] 本開示において説明した各態様／実施形態は単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよいし、実行に伴って切り替えて用いてもよい。また、所定の情報の通知（例えば、「Ｘであること」の通知）は、明示的に行うものに限られず、暗黙的（例えば、当該所定の情報の通知を行わない）ことによって行われてもよい。

[0046] 以上、本開示について詳細に説明したが、当業者にとっては、本開示が本開示中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本開示は、請求の範囲の記載により定まる本開示の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。したがって

、本開示の記載は、例示説明を目的とするものであり、本開示に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

[0047] 本開示において説明した各態様／実施形態の処理手順、シーケンス、フローチャートなどは、矛盾の無い限り、順序を入れ替えてもよい。例えば、本開示において説明した方法については、例示的な順序を用いて様々なステップの要素を提示しており、提示した特定の順序に限定されない。

[0048] 入出力された情報等は特定の場所（例えば、メモリ）に保存されてもよいし、管理テーブルを用いて管理してもよい。入出力される情報等は、上書き、更新、又は追記され得る。出力された情報等は削除されてもよい。入力された情報等は他の装置へ送信されてもよい。

[0049] 本開示において使用する「に基づいて」という記載は、別段に明記されていない限り、「のみに基づいて」を意味しない。言い換えれば、「に基づいて」という記載は、「のみに基づいて」と「に少なくとも基づいて」の両方を意味する。

[0050] 本開示において、「含む（include）」、「含んでいる（including）」及びそれらの変形が使用されている場合、これらの用語は、用語「備える（comprising）」と同様に、包括的であることが意図される。さらに、本開示において使用されている用語「又は（or）」は、排他的論理和ではないことが意図される。

[0051] 本開示において、例えば、英語でのa, an及びtheのように、翻訳により冠詞が追加された場合、本開示は、これらの冠詞の後に続く名詞が複数形であることを含んでもよい。

[0052] 本開示において、「ＡとＢが異なる」という用語は、「ＡとＢが互いに異なる」ことを意味してもよい。なお、当該用語は、「ＡとＢがそれぞれＣと異なる」ことを意味してもよい。「離れる」、「結合される」などの用語も、「異なる」と同様に解釈されてもよい。

符号の説明

[0053] １０…穂数予測装置、１１…角検出部、１２…除外部、１３…対象物検出

部、１４…予測部、１４Ａ…計数部、１４Ｂ…補正部、１４Ｃ…穂数予測部、２０…カメラ、３０…麦栽培圃場、１００１…プロセッサ、１００２…メモリ、１００３…ストレージ、１００４…通信装置、１００５…入力装置、１００６…出力装置、１００７…バス。

請求の範囲

[請求項1] 穀物の穂数を予測する穂数予測装置であって、

穀物の栽培圃場に設定された二次元単位領域に写る前記穀物の画像データから前記二次元単位領域の前記穀物の穂数を、画像認識技術に基づいてカウントする穂数カウント部と、

前記穂数カウント部によるカウントで得られた穂数カウント値を、予め統計処理で得られた穂数カウント値と穂数真値との相関情報に基づいて補正する補正部と、

前記穀物の栽培圃場における予め定められた対象範囲と前記二次元単位領域との相対的なサイズ関係、および、前記補正部による補正後の穂数補正値に基づいて、前記対象範囲における前記穀物の穂数を予測する穂数予測部と、

を備える穂数予測装置。

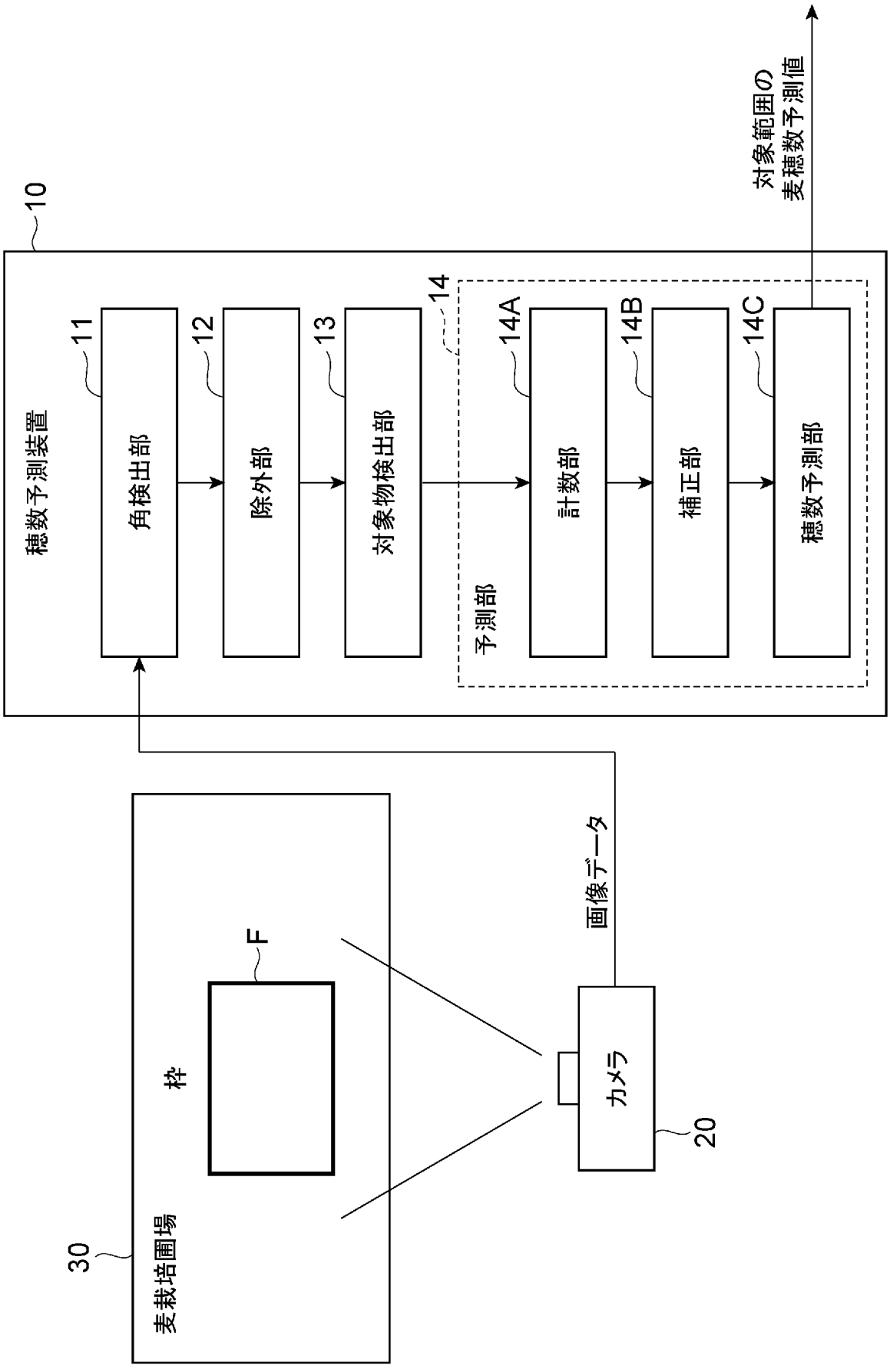
[請求項2] 前記補正部は、前記穀物の密集度と所定の相関性の有る、前記穀物の種まきを行った畝の畝幅、を基礎として補正を行う、

請求項１に記載の穂数予測装置。

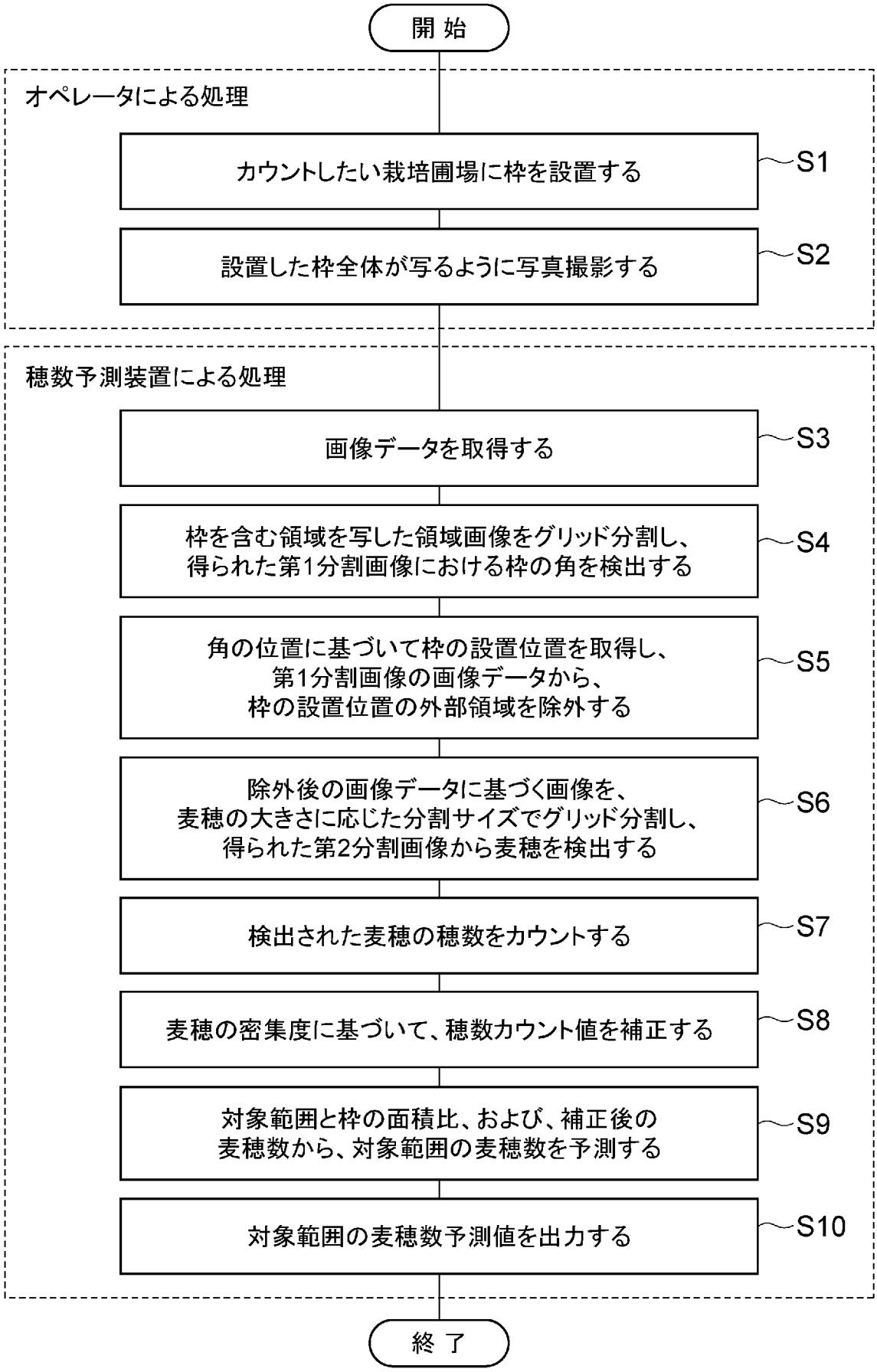
[請求項3] 前記補正部は、前記穀物の成長度合いをさらに基礎として補正を行う、

請求項１又は２に記載の穂数予測装置。

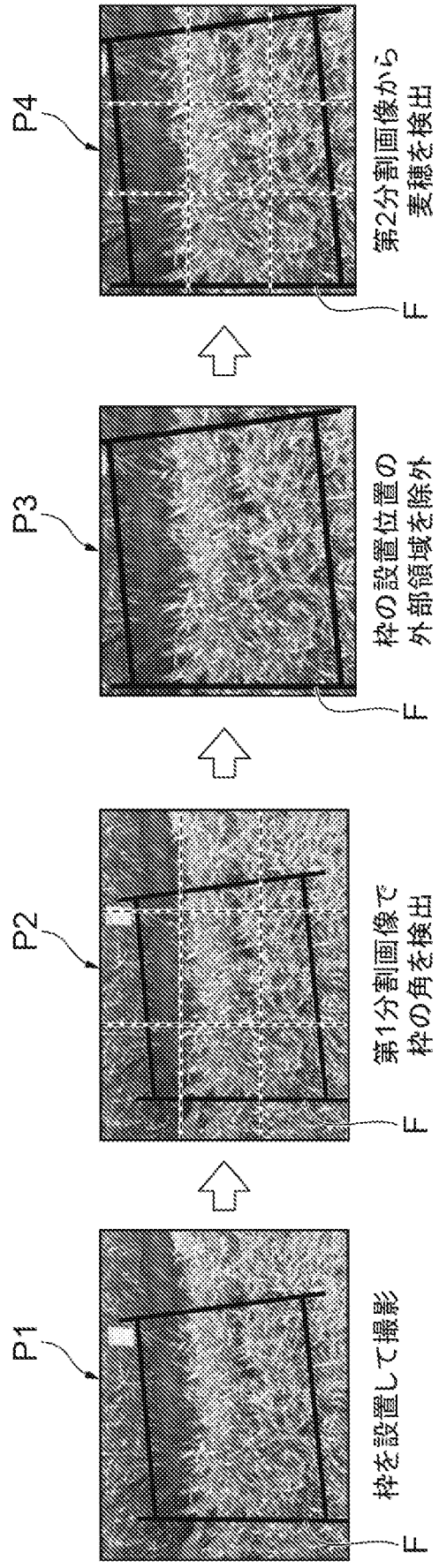
[図1]


10
穂数予測装置
11
角検出部
12
除外部
13
対象物検出部
14
予測部
14A
計数部
14B
補正部
14C
穂数予測部
対象範囲の
麦穂数予測値
画像データ
カメラ
20
30
麦栽培圃場
枠
F

[図2]

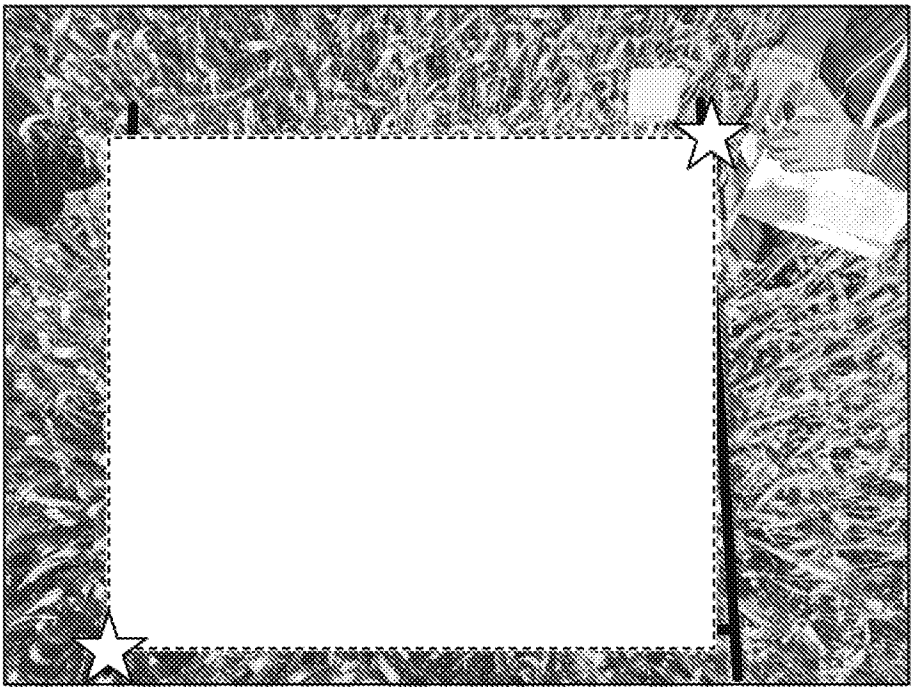

開 始
オペレータによる処理
カウントしたい栽培圃場に枠を設置する
S1
設置した枠全体が写るように写真撮影する
S2
穂数予測装置による処理
画像データを取得する
S3
枠を含む領域を写した領域画像をグリッド分割し、
得られた第1分割画像における枠の角を検出する
S4
角の位置に基づいて枠の設置位置を取得し、
第1分割画像の画像データから、
枠の設置位置の外部領域を除外する
S5
除外後の画像データに基づく画像を、
麦穂の大きさに応じた分割サイズでグリッド分割し、
得られた第2分割画像から麦穂を検出する
S6
検出された麦穂の穂数をカウントする
S7
麦穂の密集度に基づいて、穂数カウント値を補正する
S8
対象範囲と枠の面積比、および、補正後の
麦穂数から、対象範囲の麦穂数を予測する
S9
対象範囲の麦穂数予測値を出力する
S10
終 了

[図3]

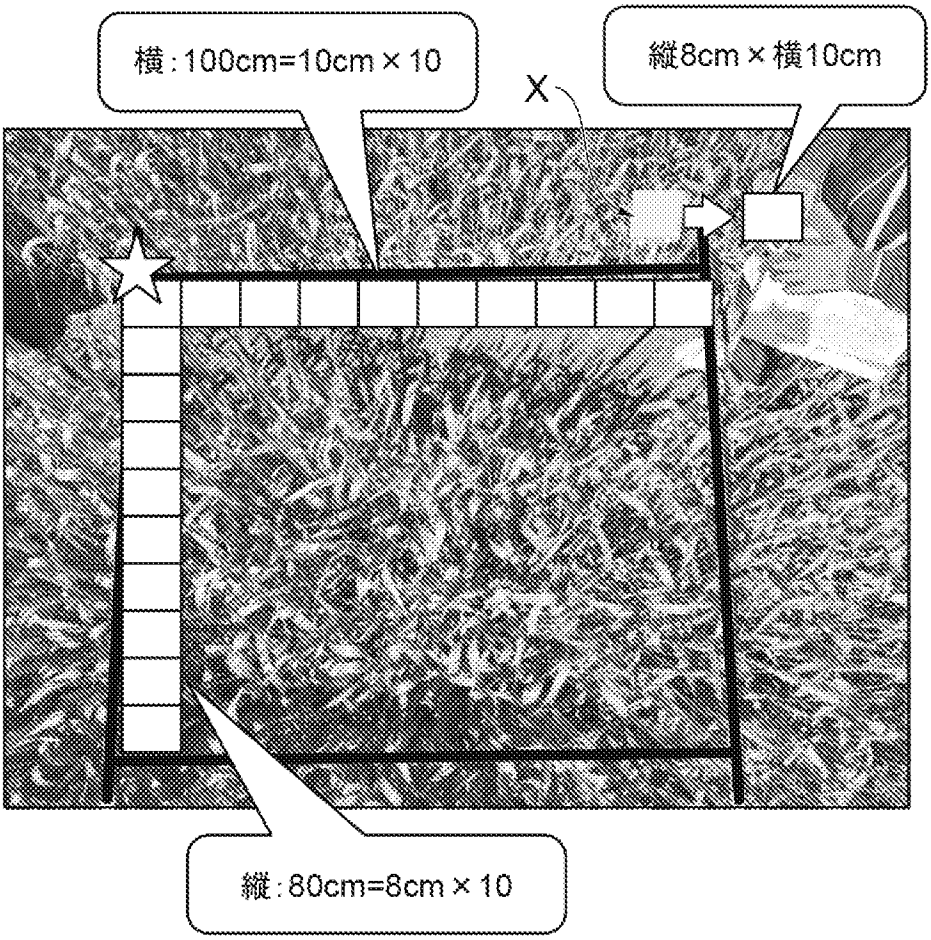

P1
枠を設置して撮影
F
P2
第1分割画像で
枠の角を検出
F
P3
枠の設置位置の
外部領域を除外
F
P4
第2分割画像から
麦穂を検出
F

[図4]

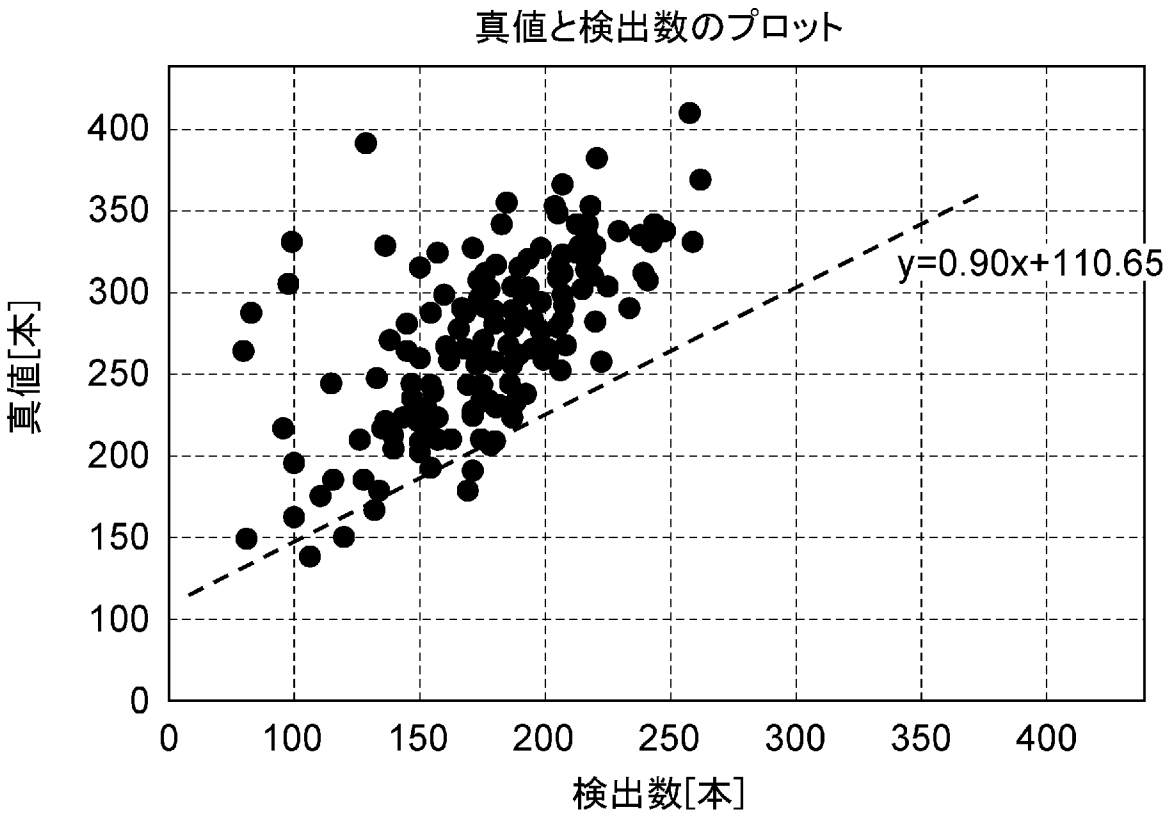
(a)



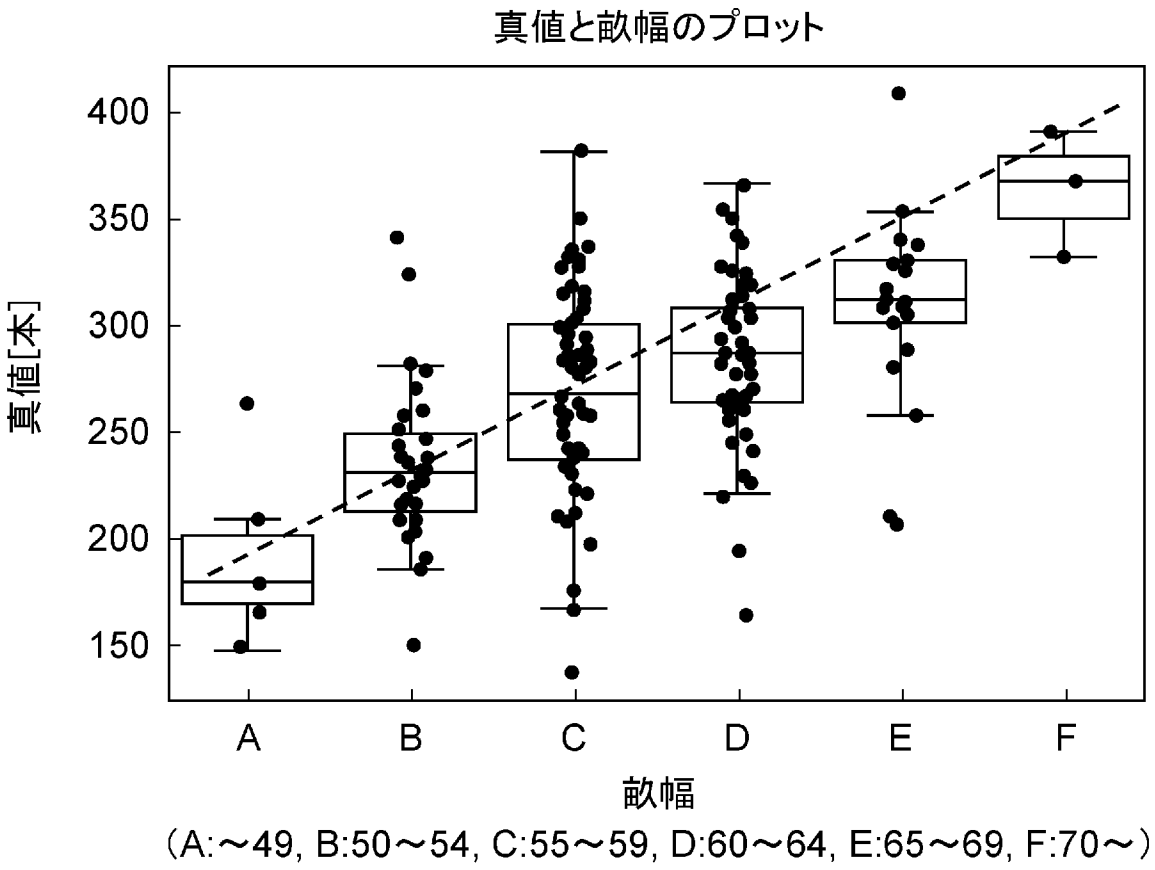
(b)



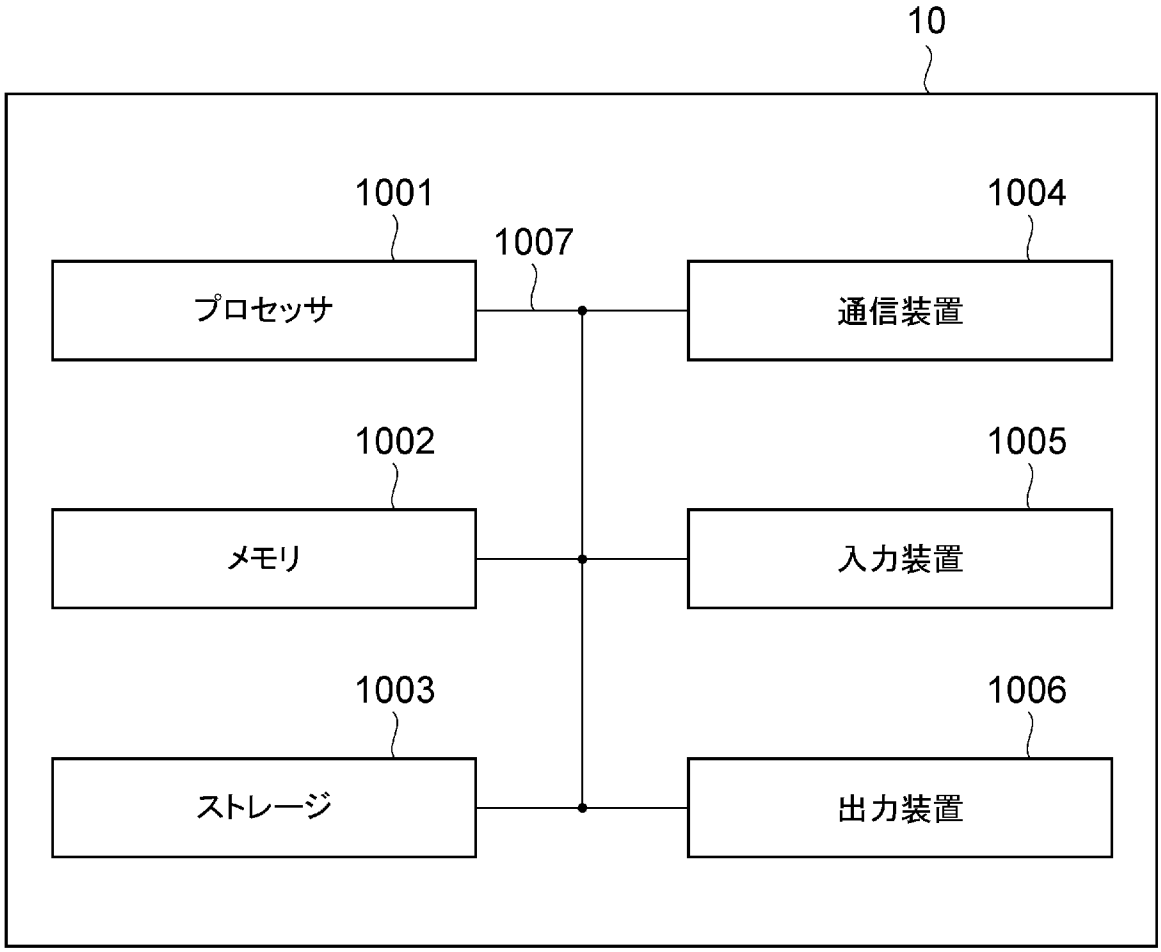
[図5]


真値と検出数のプロット
y=0.90x+110.65
真値[本]
検出数[本]
0
100
150
200
250
300
350
400

[図6]


真値と畝幅のプロット
真値[本]
400
350
300
250
200
150
A
B
C
D
E
F
畝幅
（A:～49, B:50～54, C:55～59, D:60～64, E:65～69, F:70～）

[図7]


10
1001
プロセッサ
1007
1004
通信装置
1002
メモリ
1005
入力装置
1003
ストレージ
1006
出力装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/004008

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G 7/00(2006.01)i; ***G06M 11/00***(2006.01)i; ***G06Q 50/02***(2012.01)i; ***G06T 7/60***(2017.01)i
FI: A01G7/00 603; G06M11/00 D; G06Q50/02; G06T7/60 110

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)

A01G7/00; G06M11/00; G06Q50/02; G06T7/60

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2020-24672 A (CANON KK) 13 February 2020 (2020-02-13) paragraphs [0036]-[0051]	1, 3
A		2
A	WO 2021/006029 A1 (OMRON CORPORATION) 14 January 2021 (2021-01-14) paragraphs [0013]-[0028]	1-3
A	JP 2017-104037 A (YANMAR CO LTD) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0020]-[0041]	1-3
A	JP 2001-299091 A (HOKURIKU NATL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION) 30 October 2001 (2001-10-30) paragraphs [0007]-[0014]	1-3

☐ 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	Date of mailing of the international search report
11 April 2023	**25 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/004008

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-24672 A	13 February 2020	US 2021/0142484 A1 paragraphs [0097]-[0142]	
WO 2021/006029 A1	14 January 2021	US 2022/0358641 A1 paragraphs [0015]-[0031] EP 3973767 A1 CN 114008669 A	
JP 2017-104037 A	15 June 2017	(Family: none)	
JP 2001-299091 A	30 October 2001	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/004008

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A01G 7/00(2006.01)i; G06M 11/00(2006.01)i; G06Q 50/02(2012.01)i; G06T 7/60(2017.01)i
FI: A01G7/00 603; G06M11/00 D; G06Q50/02; G06T7/60 110

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））

A01G7/00; G06M11/00; G06Q50/02; G06T7/60

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
X	JP 2020-24672 A (キヤノン株式会社) 13.02.2020 (2020-02-13) [0036]-[0051]	1,3
A		2
A	WO 2021/006029 A1 (オムロン株式会社) 14.01.2021 (2021-01-14) [0013]-[0028]	1-3
A	JP 2017-104037 A (ヤンマー株式会社) 15.06.2017 (2017-06-15) [0020]-[0041]	1-3
A	JP 2001-299091 A (農林水産省北陸農業試験場長) 30.10.2001 (2001-10-30) [0007]-[0014]	1-3

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
11.04.2023	25.04.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
田辺　義拓 2B 5713

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/004008

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-24672 A	13.02.2020	US 2021/0142484 A1 [0097]-[0142]	
WO 2021/006029 A1	14.01.2021	US 2022/0358641 A1 [0015]-[0031] EP 3973767 A1 CN 114008669 A	
JP 2017-104037 A	15.06.2017	（ファミリーなし）	
JP 2001-299091 A	30.10.2001	（ファミリーなし）	