

(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3月7日(07.03.2019)



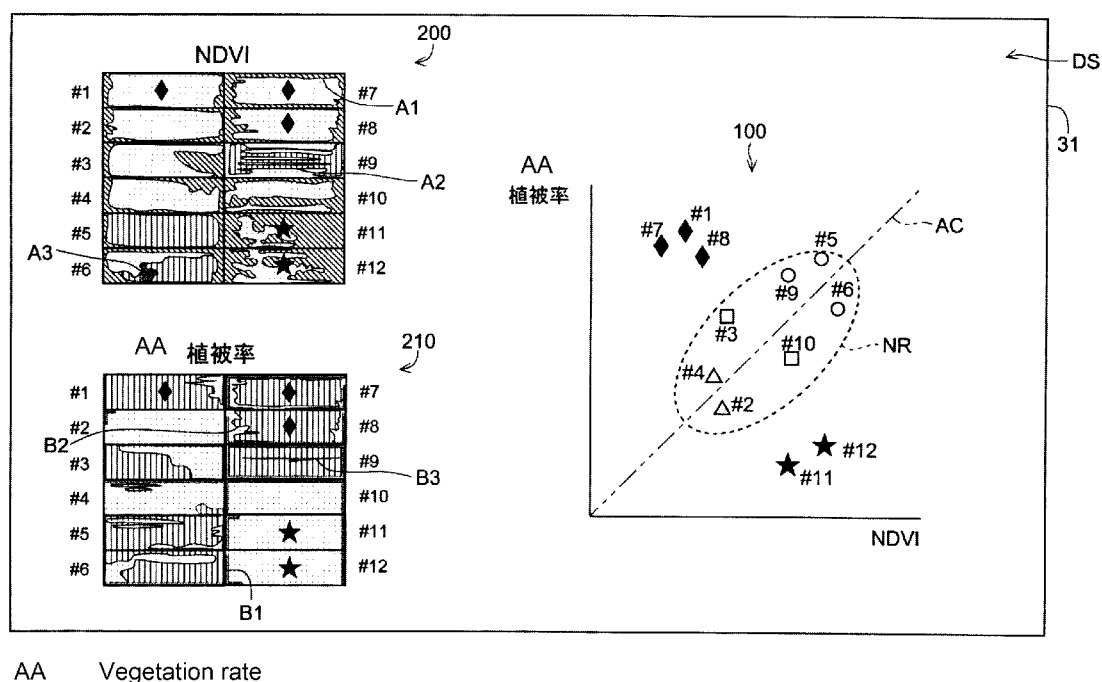
(10) 国際公開番号

WO 2019/044244 A1

- (51) 国際特許分類:
G06Q 50/02 (2012.01) A01G 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027072
- (22) 国際出願日: 2018年7月19日(19.07.2018)
- (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 2017-168585 2017年9月1日(01.09.2017) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 片桐 哲也 (KATAGIRI Tetsuya); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
岡本 誌乃 (OKAMOTO Fumino); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所 (SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館5F Osaka (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,

(54) Title: CROP CULTIVATION ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 作物栽培支援装置



(57) Abstract: This crop cultivation assistance device is provided with: a cultivation information output unit that outputs prescribed cultivation information pertaining to crops (PL) for each of a plurality of fields (FD) (cultivation regions) in which the crops (PL) are cultivated; a comparing unit (38) that compares, for each field (FD), the cultivation information and a prescribed standard range (NR) based on the correlation of a plurality of parameters that include the cultivation information; and a display unit (31) that displays, for each field (FD), whether the cultivation information is within the

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, 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))

standard range (NR) on the basis of the comparison results of the comparing unit (38).

(57) 要約: 作物栽培支援装置は、作物 (P L) を栽培する複数の圃場 (F D) (栽培領域) 別に作物 (P L) に関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部と、栽培情報を含む複数のパラメータの相関に基づく所定の標準範囲 (N R) と栽培情報とを圃場 (F D) 毎に比較する比較部 (3 8) と、比較部 (3 8) の比較結果に基づいて栽培情報が標準範囲 (N R) 内か否かを圃場 (F D) 別に表示する表示部 (3 1) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：作物栽培支援装置

技術分野

[0001] 本発明は、作物の栽培を支援する作物栽培支援装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の作物栽培支援装置は特許文献 1 に開示されている。この作物栽培支援装置は、データベース、生長曲線生成部、キータイム抽出部、高次元分析モデル生成部、トレンド予測部及び表示部を有する。データベースは、作物の植生生長の複数サイクルの時系列の衛星画像による衛星データと、時系列の温度を含む気象データとを記憶する。生長曲線生成部は、データベースから読み出した衛星データ及び気象データに基づき、圃場毎及び時期毎の植物の植生指標及び予め定めた基準時期からの有効積算温度を算出し、植生指標対有効積算温度を表す植生生長曲線を圃場毎の過去の複数サイクルの対象作物について複数作成する。

[0003] キータイム抽出部は、作成した植生生長曲線に対して、植生特有の生長重要時期を表す予め定められたキータイムに対する植生指標（NDVI）を抽出する。高次元分析モデル生成部は、複数のキータイムの植生指標を各軸とした高次元植生分析座標に植生生長曲線毎の各キータイムの植生指標をプロットした高次元分析モデルを圃場毎の過去の複数サイクルの対象作物について複数生成する。

[0004]トレンド予測部は、予測対象となる圃場の作物についての複数の高次元分析モデルに基づき、予測年・予測サイクルの植生生長曲線における取得済みのキータイムの植生指標に従い未取得のキータイムの予測植生指標を求める。これにより、トレンド予測部は対象作物の取得済み以後の植生生長曲線を予測する。これにより、作物栽培支援装置は所定の圃場の作物の生長状況及び収量予測を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-188333号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年、作物の栽培方法の多様化のため、同一品種の作物であっても作物の生育状況は圃場、農家、地域等によって異なることがある。例えば、通常量よりも低い量の肥料で米を栽培する圃場の米は、通常量の肥料を用いて米を栽培する圃場の米よりも生育が遅い。このため、上記従来の作物栽培支援装置を用いて、栽培方法の異なる圃場間で作物の植生生長曲線を比較しても、各圃場での作物の生長状況を予測することはできても圃場の状況の可否（異常箇所の有無）を判断することは困難である。すなわち、圃場の状況について絶対的な判断が困難である。したがって、使用者は圃場の状況を正確に判断することができず、作物栽培支援装置の使用性が低下する問題があった。

[0007] 本発明は使用性を向上できる作物栽培支援装置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

[0008] 上記目的を達成するために、本発明の一側面に係る作物栽培支援装置は、作物を栽培する複数の栽培領域別に作物に関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部と、前記栽培情報を含む複数のパラメータの相関に基づく所定の標準範囲と前記栽培情報とを前記栽培領域毎に比較する比較部と、前記比較部の比較結果に基づいて前記栽培情報が前記標準範囲内か否かを前記栽培領域別に表示する表示部と、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明によると、作物栽培支援装置は、作物を栽培する複数の栽培領域別に作物に関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部と、栽培情報を含む複数のパラメータの相関に基づく所定の標準範囲と栽培情報とを栽培領域毎に比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいて栽培情報が標準範囲内

か否かを栽培領域別に表示する表示部と、を備える。これにより、圃場の状況について絶対的な判断をせずに相対的な判断を行って、使用者は状況の悪い栽培領域（異常箇所を有する栽培領域）を容易に認識することができる。したがって、作物栽培支援装置の使用性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置を示す概略構成図である。
- [図2]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の構成を示すブロック図である。
- [図3]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の合成画像の生成工程を示す図である。
- [図4]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の撮像工程を示す平面図である。
- [図5]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の撮像工程を示す側面図である。
- [図6]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の不具合検出工程を示す図である。
- [図7]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の画像合成工程を示す図である。
- [図8]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の表示工程の一例を示す図である。
- [図9]本発明の第1実施形態の作物栽培支援装置の表示部のデータ表示画面の一例を示す図である。
- [図10]本発明の第2実施形態の作物栽培支援装置の表示工程の一例を示す図である。
- [図11]本発明の第2実施形態の作物栽培支援装置の表示部のデータ表示画面の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0011] <第1実施形態>

以下に図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は第1実施形態の作物栽培支援装置の概略構成を示す図である。作物栽培支援装置1は撮像部2及び情報端末3を備え、圃場FD（栽培領域）での作物PLの栽培を支援する。なお、圃場FDとは例えば平面視略矩形形状で四辺に畦畔が設けられ、畦畔で囲まれた水田または畑を示す。

[0012] 撮像部2は例えばマルチスペクトルカメラにより構成され、飛行体4に取り付けられる。撮像部2は可視撮像部20（図2参照）及び近赤外撮像部21（図2参照）を有する。可視撮像部20と近赤外撮像部21とは圃場FDに平行な面内で所定間隔をあけて配置される。

[0013] 可視撮像部20は可視光の画像（可視画像）を形成する。可視撮像部20は、第1バンドパスフィルタ、第1結像光学系、第1イメージセンサ（光学センサ）及び第1デジタルシグナルプロセッサ等を有する（いずれも不図示）。第1バンドパスフィルタは例えば波長650nmを中心波長とする比較的狭帯域で光を透過させる。第1結像光学系は、第1バンドパスフィルタを透過した測定対象の可視光の光学像を所定の第1結像面上に結像する。第1イメージセンサは第1結像面に受光面を一致させて配置され、圃場FDで反射する太陽光に含まれる波長650nmを中心波長とする比較的狭帯域の光を検知し、測定対象の可視光の光学像を電気的な信号に変換する。第1デジタルシグナルプロセッサは第1イメージセンサの出力に対して画像処理を施し、可視画像を形成する。

[0014] 近赤外撮像部21は近赤外光の画像（近赤外画像）を形成する。近赤外撮像部20は、第2バンドパスフィルタ、第2結像光学系、第2イメージセンサ（光学センサ）及び第2デジタルシグナルプロセッサを有する（いずれも不図示）。第2バンドパスフィルタは750nm以上の所定波長（例えば波長800nm）を中心波長とする比較的狭帯域で光を透過させる。第2結像光学系は、第2バンドパスフィルタを透過した測定対象の近赤外光の光学像を所定の第2結像面上に結像する。第2イメージセンサは第2結像面に受光面を一致させて配置され、圃場FDで反射する太陽光に含まれる波長800

n mを中心波長とする比較的狭帯域の光を検知し、測定対象の近赤外光の光学像を電氣的な信号に変換する。第2デジタルシグナルプロセッサは第2イメージセンサの出力に対して画像処理を施し、近赤外画像を形成する。なお、第1イメージセンサ及び第2イメージセンサとして例えばVGAタイプ（640画素×480画素）のイメージセンサを用いることができる。

[0015] なお、撮像部2は近赤外撮像部21を省き、可視撮像部20により構成されてもよい。この場合、可視撮像部20は、第1結像光学系と、第1イメージセンサと、第1イメージセンサ上に配置されたR／G／B／I rまたはW／Y／R／I rとを備えて構成される（例えば特許第5168353号公報参照）。上記「R」、「G」、「B」はそれぞれ主に赤色光、緑色光、青色光を透過させるフィルタである。上記「I r」は主に近赤外光を透過させるフィルタである。上記「W」は主に白色光を透過させるフィルタであり、上記「Y」は主に黄色光を透過させるフィルタである。

[0016] 飛行体4は自律飛行可能な無人航空機（ドローン）により構成され、圃場FDの上空を飛行する。飛行体4は複数（例えば8個）の水平回転翼42を設けたハウジング41を有する。撮像部2はハウジング41の下面に取り付けられた筐体25内に配置される。移動機構（不図示）により筐体25は開口部（不図示）を有する下面が鉛直下方に向く方向と正面を向く方向とに移動可能に構成される。これにより、可視撮像部20及び近赤外撮像部21は開口部を介して鉛直下方を向く方向と正面を向く方向とを移動可能になっている。また、ハウジング41の下面から下方に向かって複数の脚部46が突設される。飛行体4の着陸の際に脚部46が地面に接触する。

[0017] 飛行体4に対して事前のプログラミングによって飛行経路及び飛行高度等を設定すると、使用者が無線コントローラ（不図示）等を用いて操縦しなくても飛行体4は水平回転翼42を回転させて自律飛行することができる。飛行体4が飛行する際には可視撮像部20及び近赤外撮像部21は鉛直下方を向く。これにより、可視撮像部20及び近赤外撮像部21は圃場FDの上空を移動して圃場FDを撮像することができる。飛行体4が着陸する際には可

視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 は正面方向を向く。これにより、可視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 のレンズ（不図示）等の地面への衝突による破損を防止することができる。なお、飛行体 4 は使用者による無線操縦飛行（誘導飛行）可能に構成されてもよい。

[0018] また、飛行体 4 は例えば気球、飛行船、飛行機、ヘリコプター等であってもよい。また、飛行体 4 に替えて、地上から筐体 25 を吊り上げるクレーン等の吊上げ装置（不図示）を用いてもよい。この時、吊り下げた筐体 25 を水平方向に移動させる。

[0019] 情報端末 3 は例えばパーソナルコンピュータにより構成される。情報端末 3 は接続部 35、45（図 2 参照）を介して飛行体 4 及び撮像部 2 と通信可能に構成され、表示部 31 及び操作部 32 を有する。表示部 31 は例えば液晶パネル等から成り、操作メニュー、飛行体 4 との通信状況、後述の合成画像 C1、後述の散布図 100、後述のマップ 200、210 等を表示する。操作部 32 はキーボード 32a 及びマウス 32b を有し、各種データの入力操作を受け付けて出力する。なお、情報端末 3 はスマートフォン等の携帯電話機またはタブレット PC により構成されてもよい。

[0020] 図 2 は作物栽培支援装置 1 の構成を示すブロック図である。情報端末 3 及び飛行体 4 はそれぞれの各部を制御する CPU から成る制御部 39、49 をそれぞれ有する。制御部 39 と制御部 49 とは接続部 35、45 を介して無線接続される。制御部 39 には表示部 31、操作部 32、記憶部 33、合成部 34、接続部 35、不具合検出部 36、生育指標導出部 37 及び比較部 38 が接続される。

[0021] 記憶部 33 は各種プログラム及び各種データを記憶する。各種プログラムには情報端末 3 の全体動作を制御するプログラム等が含まれる。各種データには可視画像、近赤外画像、撮像画像 F1、地点画像 P1 及び合成画像 C1 等が含まれる。撮像画像 F1 は本実施形態では可視画像及び近赤外画像の両方、または近赤外画像に基づいて形成された画像である。地点画像 P1 は撮像画像 F1 上の地点の画像である。なお、地点画像 P1 は一または複数画素

から成り、一の地点画像 P_i の大きさは一の撮像画像 F_i の大きさよりも小さくなっている。合成画像 C_i は複数の地点画像 P_i を合成して形成される画像であり、本実施形態では例えば一の圃場 FD の全体の画像である。また、本実施形態では撮像画像 F_i 、地点画像 P_i 及び合成画像 C_i は後述の $NDVI$ 画像及び植被率画像により形成される。

[0022] 合成部 34 は地点画像 P_i を複数（本実施形態では 6 枚）の撮像画像 F_i に基づいて形成する。また、合成部 34 は複数の地点画像 P_i を合成する。これにより、合成部 34 は合成画像 C_i を形成する。

[0023] 接続部 35、45 にはアンテナ（不図示）が設けられる。接続部 35、45 はアンテナを介して無線電波により通信データの送受信を行う。通信データには可視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 がそれぞれ撮像した可視画像及び近赤外画像が含まれる。

[0024] 不具合検出部 36 は、撮像画像 F_i 上の後述の不具合を有した不具合領域 DR （図 6 参照）を検出する。合成部 34 は後述のように不具合領域 DR を除いて地点画像 P_i を形成する。

[0025] 生育指標導出部 37 は、可視撮像部 20 で撮像した可視画像及び近赤外撮像部 21 で撮像した近赤外画像に基づいて、圃場 FD 内の作物 PL の生育状態を示す生育指標を導出する。本実施形態では生育指標として、 $NDVI$ （Normalized Difference Vegetation Index、正規化差植生指数）を用いている。 $NDVI$ で表示した画像である $NDVI$ 画像は可視画像及び近赤外画像に基づいて形成される。可視画像の画素値を R_v とし、近赤外画像の画素値を R_i とすると、可視画像及び近赤外画像の画素値に対応する $NDVI$ 画像の画素値が $NDVI$ に相当し、 $NDVI = (R_i - R_v) / (R_i + R_v)$ と表される。 $NDVI$ が大きいほど植生が濃いことを表す。

[0026] 例えば $NDVI$ 画像の画素位置 $(10, 15)$ における画素値は、可視画像の画素位置 $(10, 15)$ における画素値及び近赤外画像の画素位置 $(10, 15)$ における画素値から導出される。なお、可視撮像部 20 と近赤外

撮像部21との視差が考慮され、可視画像の画素位置及び近赤外画像の画素位置のうちの少なくとも一方の画素位置が視差を修正するようにシフトされた上で、NDVIが導出されてもよい。また、可視撮像部20の第1結像光学系と近赤外撮像部21の第2結像光学系は画角及び歪曲収差等の光学特性が互いに同等である。

[0027] なお、生育指標として、RVI (Ratio Vegetation Index、比植生指数、 $RVI = R_i / R_v$)、DVI (Difference Vegetation Index、差植生指数、 $DVI = R_i - R_v$)、TVI (Transformed Vegetation Index、 $TVI = NDVI + 0.5$)^{0.5})、またはIPVI (Infrared Percentage Vegetation Index、 $IPVI = R_i / (R_i + R_v) = (NDVI + 1) / 2$)等を用いてもよい。

[0028] また、本実施形態では、生育指標としてNDVIに加えて、圃場FDの地表面を作物PLが覆っている割合を示す植被率を用いている。例えば、近赤外撮像部21で撮像した圃場FDの近赤外画像に基づいて生育指標導出部37は二値化処理を行い、白色と黒色の二値化画像を形成する。この時、白色部分が作物PLに相当し、黒色部分が土壌に相当する。そして、生育指標導出部37は二値化画像において白色部分が占める割合を示す植被率を導出する。本実施形態において、植被率で表した画像を植被率画像と呼ぶ。

[0029] 撮像部2及び生育指標導出部37により、作物PLに関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部が構成される。

[0030] 比較部38は、NDVI (栽培情報、パラメータ)と植被率 (栽培情報、パラメータ)との相関に基づく後述の標準範囲NR (図9参照)と、NDVI及び植被率とを各圃場FD毎に比較する。また、比較部38は、NDVIと植被率との関係を近似する近似曲線AC (図9参照)を導出し、所定の偏位量の範囲を標準範囲NRとする。

[0031] 飛行体4の制御部49には記憶部43、接続部45、水平回転翼42、方位測定部47及び位置検出部48が接続される。また、制御部49には可視

撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 が接続される。記憶部 43 には飛行体 4 の制御プログラム（自律飛行プログラムを含む）、撮像部 2 の制御プログラム及び各種データが記憶される。記憶部 43 が記憶する各種データには飛行体 4 の飛行経路及び高度等の飛行データ等が含まれる。

[0032] 位置検出部 48 は例えば GPS (Global Positioning System、全地球測位システム) を備える。なお、GPS は DGPS (Differential GPS) 等の誤差を補正する補正機能を有する GPS であってもよい。位置検出部 48 により撮像部 2 (可視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21) の位置 (緯度 X、経度 Y、高度 Z) が検出される。方位測定部 47 は例えば 3 軸方位計 (3 軸地磁気センサ) により構成され、撮像部 2 の地球上における方位を測定する。また、制御部 39 は、撮像部 2 の位置、画角及び画素数から地点画像 P1 の位置を導出する。

[0033] 図 3 は合成画像 C1 を形成する工程を示す図である。合成画像 C1 を形成する工程は撮影工程、生育指標画像形成工程、不具合検出工程、地点画像形成工程及び画像合成工程を有する。本実施形態では、合成画像 C1 は一の圃場 FD の画像を例として説明する。なお、植被率画像の合成画像 C1 も同様に形成されるため、ここでは NDVI 画像の合成画像 C1 の形成を例として説明する。

[0034] 図 4 は撮像工程を示す平面図である。上記構成の作物栽培支援装置 1 において、水平回転翼 42 の回転により飛行体 4 が自律飛行し、圃場 FD の上空に到達する。飛行体 4 は圃場 FD の上空を設定高度 H (本実施形態では 30 m) 及び設定速度 (本実施形態では 15 km/h) で、矢印 FC で示すように平面視で九十九折りに飛行する。具体的には、飛行体 4 は圃場 FD の長手方向に沿って長手方向の一方端部から他方端部に向かって飛行し、他方端部に到達すると圃場 FD の短手方向に沿って所定距離飛行した後に長手方向に沿って長手方向の一方端部に向かって飛行することを繰り返す。飛行体 4 が圃場 FD の上空を飛行している間に可視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 は圃場 FD を撮像する。

[0035] 図5は撮像工程の側面図を示している。なお、図5では飛行体4の図示を省略し、矢印FCは飛行体4の飛行方向（撮像部2の移動方向）を示している。撮像工程において、可視撮像部20及び近赤外撮像部21の画角 α を 45° とすると、撮像範囲Dは約 $24.85\text{ m} \times$ 約 33.13 m の領域となる。そして、撮像部2が1秒間に可視画像及び近赤外画像をそれぞれ1枚撮像する場合、圃場FD上の同一地点SPがそれぞれ6回撮像される。可視画像及び近赤外画像は接続部45、35を介して制御部39に送信され、記憶部33に記憶される。この時、各可視画像及び各近赤外画像は撮像部2の位置と関連付けて記憶部33に記憶される。撮像工程の後に、生育指標画像形成工程に移行する。

[0036] 生育指標画像形成工程では、生育指標導出部37により可視画像の画素及び近赤外画像の画素からNDVIが導出される。これにより、NDVI画像である撮像画像FIが形成される。NDVI画像ではNDVIに応じてR、G、Bで色分けされる。例えば、NDVI画像において、R、G、Bの順にNDVIが低くなる。生育指標画像形成工程の後に不具合検出工程に移行する。

[0037] 植被率で表した植被率画像を形成する場合には、生育指標画像形成工程において、生育指標導出部37により植被率が導出される。これにより、植被率画像である撮像画像FIが形成される。植被率画像では植被率に応じてR、G、Bで色分けされる。例えば、植被率画像において、R、G、Bの順に植被率が低くなる。

[0038] 図6は不具合検出工程において、同一地点SPが撮像された複数（本実施形態では6枚）の撮像画像FIを示す図である。「A」～「F」の撮像画像FIには同一地点SPが撮像される。「A」～「F」の撮像画像FIの撮像タイミングはそれぞれ異なり、「A」～「F」の順で時系列に並んでいる。例えば圃場FDが水田の場合には、撮影工程時に水面に映った太陽が可視画像及び近赤外画像に写り込む場合がある。このため、撮像画像FI上に太陽の写り込みに起因する不具合を有した不具合領域DRが生じる場合がある。

- [0039] また、撮像工程において、例えば撮像部 2 を収納した筐体 2 5 の向きが移動機構の誤作動等によって正面方向（圃場 F D 以外の方向）に一時的に変更される場合がある。この場合、撮像画像 F 1 上で撮像部 2 の向きが変更された時の領域が不具合領域 D R となる。
- [0040] また、撮像工程において、例えば風等により作物 P L が倒伏した様子が可視画像及び近赤外画像に写り込む場合がある。この場合、撮像画像 F 1 上で作物 P L が倒伏した領域が不具合領域 D R となる。
- [0041] また、撮像画像 F 1 の周辺部 P h の N D V I（特性値）が中心部 C P の N D V I よりも低下するシェーディング誤差が発生する場合がある。この場合、撮像画像 F 1 の周辺部 P h の領域が不具合領域 D R となる。
- [0042] また、前述のように可視撮像部 2 0 と近赤外撮像部 2 1 とは所定距離離れて配置されている。このため、可視撮像部 2 0 と近赤外撮像部 2 1 との視差に起因する可視画素と近赤外画素とのズレによる誤差が発生する場合がある。この場合、ズレ量が所定値よりも大きい領域が不具合領域 D R となる。
- [0043] 上記例の不具合領域 D R の N D V I は不具合のない他の領域（不具合領域 D R ではない領域）の N D V I よりも低い値を示す。このため、不具合領域 D R の N D V I を用いて複数の地点画像 P 1 を合成すると、合成画像 C 1 の品質が低下する。そこで、不具合検出部 3 6 は、撮像画像 F 1 上の不具合領域 D R を検出し、合成部 3 4 は不具合検出部 3 6 により検出した不具合領域 D R を除いて地点画像 P 1 を形成する。本実施形態では、不具合検出部 3 6 は一の撮像画像 F 1 内を区分した複数の領域の N D V I を相対比較して不具合領域 D R を検出する。
- [0044] 例えば、図 6 に示す同一地点 S P を撮像した「A」～「F」の撮像画像 F 1 において、圃場 F D の水面に映った太陽が写り込んだ場合、不具合検出部 3 6 は太陽が写り込んだ領域を不具合領域 D R として検出する。この時、「C」の撮像画像 F 1 上の同一地点 S P を含む所定領域の領域画像 P r は不具合領域 D R と重なっている。なお、領域画像 P r の大きさ（範囲）は撮像画像 F 1 の大きさ（範囲）よりも小さい。

- [0045] 次に、合成部34は、同一地点SPを含む6枚の領域画像Prについて、「C」の領域画像Prを使用せずに、残り5枚の領域画像Prを用いて同一地点SPを含む領域画像Pr内の各画素のNDVIの平均値を導出する。これにより、不具合領域DRが除去された同一地点SPの地点画像PI（図7参照）が形成される。その他の同一地点SPの領域画像Prについても同様に不具合領域DRが除去された地点画像PIが形成される。以上により、不具合領域DRが除去された複数の地点画像PIN（図7参照）が形成される。なお、「N」は複数の地点画像PIのそれぞれに割り当てられたシリアル番号であり、複数の地点画像PIの総数がKである場合に1からKまでの整数である。
- [0046] なお、本実施形態において同一地点SPを含む6枚の領域画像Prについて、不具合領域DRが検出されない場合には合成部34は6枚全ての領域画像Prを用いて同一地点SPを含む領域画像Pr内の各画素のNDVIの平均値を導出する。なお、領域画像Prの画像補正により、不具合領域DRのNDVIを補正できる場合には補正後の領域画像Prを用いてもよい。
- [0047] 次に、複数の地点画像PIを合成して合成画像CIを形成する画像合成工程について説明する。合成部34は、不具合領域DRが除去された複数の地点画像PINの各々における緯度X_N、経度Y_N、高度Z_N及び方位θ_Nに基づいて、アフィン変換を行う画像変換行列を導出する。複数の地点画像PINの各々は、地点画像PI_Nを形成する際に用いられた可視画像および近赤外画像の各々の撮像時における可視撮像部20及び近赤外撮像部21の緯度X_N、経度Y_N、高度Z_N及び方位θ_Nを備える。合成部34は、複数の地点画像PINの各々について、地点画像PI_Nの画素位置を地点画像PI_Nの備える緯度X_N、経度Y_N、高度Z_N及び方位θ_Nに基づくアフィン変換を行う。これにより、地点画像PIの画素位置を合成画像CIにおける画素位置へ変換する。
- [0048] 図7は画像合成工程を説明するための図を示している。図7の上段は複数の地点画像PINを示し、図7の下段は合成画像CIの座標系を示す。アフィン変換は、公知のように線形変換と平行移動（並進）とを組み合わせた変換

であり、数式 1 により表される（例えば、「アフィン変換とは」、[online]、[2017年5月15日検索]、インターネット（URL：<http://d.hatena.ne.jp/Zellij/20120523/p1>））。

[0049] [数1]

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix}$$

[0050] 数式 1 における右辺の列ベクトル (x, y) は図 7 の上段に示すように地点画像 P_1 での画素位置であり（ N 番目の地点画像 P_N では $x = x_N, y = y_N$ ）、列ベクトル (x', y') は図 7 の下段に示すように合成画像 C_1 の座標系での画素位置を示す。数式 1 の右辺第 1 項における 1 行 1 列、1 行 2 列、2 行 1 列及び 2 行 2 列の各成分 a, b, c, d から成る 2 行 2 列の行列は回転の変換行列 $R(\theta)$ を表し、数式 1 の右辺第 2 項の列ベクトル (t_x, t_y) は並進（平行移動）の変換行列を表す。

[0051] 回転の変換行列 $R(\theta)$ における各成分 a, b, c, d は、方位測定部 47 の値 θ から、数式 2 によって与えられる（ N 番目の地点画像 P_N では $\theta = \theta_N$ ）。なお、撮像工程時の撮像部 2 の実際の高度が基準高度（設定高度 H 、図 5 参照）と異なる場合には、回転行列 $R(\theta)$ に撮像工程時の撮像部 2 の実際の高度が基準高度と同等になるように撮像工程時の実際の高度に応じたスケーリング係数が乗算される。例えば、成分 a は $\cos \theta$ にスケーリング係数を乗算した値である。

[0052] [数2]

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

[0053] そして、並進（平行移動）の変換行列における各成分 t_x, t_y は数式 3 及び

数式4で与えられる。数式3及び数式4では、合成画像C1の座標系における原点(0, 0)からの距離d[m]と、水平方向(x軸)との角度 ϕ [rad]を緯度X及び経度Yから導出して画素数に変換する。

[0054] [数3]

$$t_x = \cos(\theta) \cdot d \cdot k$$

[0055] [数4]

$$t_y = \sin(\theta) \cdot d \cdot k$$

[0056] 数式3及び数式4の係数kはメートルを画素数に変換する係数である。例えば、第1イメージセンサ及び第2イメージセンサの画素数が480画素の場合には係数 $k = 24.85 \text{ [m]} / 480 \text{ [画素]} \div 0.052 \text{ [m/画素]}$ となる。また、距離d[m]及び角度 ϕ [rad]の算出方法は公知であり、数式5及び数式6によって与えられる(例えば「2地点間の距離と方位角」、[online]、[2017年5月22日検索]、インターネット(URL: <http://keisan.casio.jp/exec/system/1257670779>))。

[0057] なお、数式5及び数式6のX1及びY1はそれぞれA地点の緯度及び経度であり、数式5及び数式6のX2及びY2はそれぞれB地点の緯度及び経度である。数式5のrは地球を球体とみなした際の赤道半径(=6378.137km)である。ここでは、A地点またはB地点が合成画像C1の座標系における原点(0, 0)となる。

[0058] [数5]

$$d = r \times \arccos[\sin(Y1) \sin(Y2) + \cos(Y1) \cos(Y2) \cos(X2 - X1)]$$

[0059] [数6]

$$\phi = 90 - \arctan[\sin(X2 - X1) / \{\cos(Y1) \tan(Y2) - \sin(Y1) \cos(X2 - X1)\}]$$

[0060] また、数式1の回転行列と並進(平行移動)の変換行列とを単一の行列M(3行3列の行列)にまとめて数式7のように表現することができる。

[0061] [数7]

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & t_x \\ c & d & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0062] なお、変換後の位置（ x' 、 y' ）における画素のNDVIを実際に求める際には、まず行列Mの逆行列である M^{-1} を導出し、変換後の（ x' 、 y' ）の対応位置（ x 、 y ）を数式8により導出する。

[0063] [数8]

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0064] そして、数式8により得られる変換前の位置（ x 、 y ）における画素のNDVIまたは当該位置近傍に存在する複数の画素のNDVIによって補間（線形補間等）されるNDVIを変換後の位置（ x' 、 y' ）における画素のNDVIとして決定する。

[0065] 以上の合成画像C1の形成工程により、一の圃場FDの全体画像を得ることができる。なお、他の圃場FDについても同様に全体画像を得ることができる。

[0066] 次に、NDVI（栽培情報）及び植被率（栽培情報）が標準範囲NR内か否かを圃場FD（栽培領域）別に表示部31に表示する表示工程について説明する。図8は表示工程を示す図である。図9は表示工程の完了時に表示部31に表示されるデータ表示画面DSの一例を示す図である。表示工程は、読込工程、近似曲線導出工程、標準範囲決定工程、散布図形成工程及びマップ形成工程を有する。

[0067] 読込工程では比較部38は記憶部33から複数の圃場FD（本実施形態で

は、# 1 ~ # 1 2 の圃場 F D) の合成画像 C I の全画素に対応する N D V I 及び植被率を読み込む。なお、# 1 ~ # 1 2 の圃場 F D では同一品種の作物 P L (例えば、こしひかり米) を栽培しており、栽培方法は同じになっている。近似曲線導出工程では、比較部 3 8 は各圃場 F D について N D V I 及び植被率の平均値をそれぞれ導出する。そして、複数の圃場 F D に関して、各圃場 F D の N D V I の平均値及び植被率の平均値に基づいて例えば最小二乗法を用いて近似曲線 A C (近似直線を含む) を導出する。すなわち、比較部 3 8 は 2 個のパラメータ (N D V I、植被率) の関係を近似する近似曲線 A C を導出する。なお、本実施形態では、2 個のパラメータ (N D V I、植被率) の関係を近似する近似曲線 A C は近似直線となっている。

[0068] 標準範囲決定工程では比較部 3 8 は近似曲線 A C から所定の偏位量の範囲を標準範囲 N R (図 9 において破線で囲まれた領域) として決定する。偏位量は例えば近似曲線 A C からの距離になる。すなわち、標準範囲 N R は N D V I (パラメータ) と植被率 (パラメータ) との相関に基づいている。なお、パラメータの種類によっては近似曲線 A C は一次関数ではなく二次関数等で表現される場合がある。この場合には、当該パラメータの二乗値を「パラメータ」とする。

[0069] 散布図形成工程では、表示部 3 1 は N D V I 及び植被率を座標軸とする散布図 1 0 0 を形成する。散布図 1 0 0 は N D V I 及び植被率をそれぞれ横軸及び縦軸とする二次元直交座標で表されている。この時、表示部 3 1 は N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内の # 2、# 4 の圃場 F D を三角印 (マーキング) により表示し、N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内の # 3、# 1 0 の圃場 F D を四角印 (マーキング) により表示し、N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内の # 5、# 6、# 9 の圃場 F D を丸印 (マーキング) により表示している。すなわち、表示部 3 1 は標準範囲 N R 内で N D V I 及び植被率が低い圃場 F D、中程度の圃場 F D 及び高い圃場 F D をそれぞれ三角印、四角印及び丸印により表示する。これにより、使用者は標準範囲 N R 内の圃場 F D での作物 P L の生育の速さの違いを容易に認識することができる。なお

、散布図１００において標準範囲NR内の圃場FDのNDVI及び植被率は肥料量等の増減により近似曲線ACに沿って移動する可能性が高くなっており、標準範囲NR内の圃場FDでは異常箇所（例えば土壌流失や水門の故障等）のある可能性は低くなっている。

[0070] なお、表示部３１は標準範囲NR内の圃場FDをすべて同じ印により表示してもよい。

[0071] また、表示部３１はNDVI及び植被率が標準範囲NR外の＃１、＃７、＃８の圃場FDを菱形印（マーキング）により表示し、NDVI及び植被率が標準範囲NR外の＃１１、＃１２の圃場FDを星形印（マーキング）により表示する。すなわち、表示部３１はNDVI及び植被率が標準範囲NR内の圃場FDと標準範囲NR外の圃場FDとを異なるマーキングにより表示する。

[0072] マップ形成工程では、表示部３１は、記憶部３３に記憶されている＃１～＃１２の圃場FDの合成画像C１（NDVI画像及び植被率画像）に基づいて、NDVI及び植被率で表した＃１～＃１２の圃場FDのマップ２００、２１０（図９参照）をそれぞれ形成する。マップ２００において等高線A１、A２、A３の順にNDVIが高くなり、マップ２１０において等高線B１、B２、B３の順に植被率が高くなっている。なお、マップ２００、２１０はアフィン変換等を用いて形成される。散布図１００及びマップ２００、２１０のデータは記憶部３３に記憶される。

[0073] また、表示部３１は、マップ２００、２１０において、NDVI及び植被率が標準範囲NR外の圃場FD上にマーキングを表示する。本実施形態では散布図１００と同様にマップ２００、２１０の＃１、＃７、＃８の圃場FD上に菱形印を表示し、マップ２００、２１０の＃１１、＃１２の圃場FD上に星形印を表示している。

[0074] 散布図１００及びマップ２００、２１０により使用者は＃１、＃７、＃８、＃１１、＃１２の圃場FDのNDVI及び植被率が標準範囲NRから逸脱していることを容易に認識することができる。すなわち、＃１、＃７、＃８

、# 1 1、# 1 2の圃場F Dでは作物の生育状態が# 1～# 1 2の圃場F Dで予測される作物P Lの生育状態から外れており、使用者は圃場F Dの状況が悪い（圃場F Dに異常箇所等がある）ことを容易に認識することができる。そして、使用者は# 1、# 7、# 8、# 1 1、# 1 2の圃場F Dについて対策を講じることができる。対策としては例えば肥料の散布時期の変更、圃場F Dの土壌の確認、圃場F Dに水を供給する用水路や水門の点検等である。

[0075] また、表示部3 1は、標準範囲N R外の圃場F Dについて、図9において近似曲線A Cよりも上側の# 1、# 7、# 8の圃場F Dと、近似曲線A Cよりも下側の# 1 1、# 1 2の圃場F Dとを異なるマーキングにより表示している。これにより、# 1、# 7、# 8の圃場F Dに対して講ずべき対策と、# 1 1、# 1 2の圃場F Dに対して講ずべき対策とが異なることを使用者は容易に認識することができる。

[0076] 具体的には、# 1 1、# 1 2の圃場F DではN D V Iの高さに対して植被率が低く、使用者は例えば苗の植え付け後の気温低下等で根づきが悪いと予想でき、標準範囲N R内の圃場F Dの肥料量（標準量）と同じ量の肥料を標準範囲N R内の圃場F Dよりも遅い時期に散布するという対策を講ずることができる。一方、# 1、# 7、# 8の圃場F Dでは植被率の高さに対してN D V Iが低く、使用者は例えば茎数は多いが葉の葉緑素濃度が低いと予想でき、標準範囲N R内の圃場F Dの肥料量（標準量）と同じ量の肥料を標準範囲N R内の圃場F Dよりも早い時期に散布するという対策を講ずることができる。なお、「肥料量」とは1 m²当たりの肥料量を示す。

[0077] また、本実施形態では、散布図1 0 0及びマップ2 0 0、2 1 0が表示部3 1に同時に一覧表示される。これにより、使用者は各圃場F Dの状況及び異常箇所を有する圃場F Dの位置を容易に把握することができる。

[0078] なお、本実施形態ではパラメータとしてN D V I及び植被率を用いているが、一のパラメータがN D V Iまたは植被率の生育指標から成り、他のパラメータが月または年等の時間から成ってもよい。

- [0079] また、本実施形態では散布図 100 は二次元直交座標により表現されているが、これに替えて、圃場 F D 単位、農家単位、地域単位の N D V I 等の生育指標の平均値を用いた 1 次元座標により表わされてもよい。
- [0080] また、撮像部 2 を遠赤外カメラ等により構成し、圃場 F D の熱画像を撮像してもよい。熱画像の温度値（生育指標、パラメータ）が高いほど作物 P L の葉の蒸散が大きいことを表し、熱画像の温度値と作物 P L の病気や根の張り具合（栄養素の吸収率）との間には正の相関関係が成立する。
- [0081] また、L I D A R (L a s e r I m a g i n g D e t e c t i o n a n d R a n g i n g) 技術を用いた 3 次元計測器（例えばスキャン型レーザー距離計）を使用し、作物 P L の草丈（高さ情報）を生育指標、パラメータとしてもよい。
- [0082] 本実施形態によると、作物 P L を栽培する複数の圃場 F D （栽培領域）別に作物 P L に関する N D V I （栽培情報、パラメータ）及び植被率（栽培情報、パラメータ）を出力する撮像部 2 （栽培情報出力部）及び生育指標導出部 3 7 （栽培情報出力部）と、N D V I と植被率との相関に基づく標準範囲 N R と N D V I 及び植被率とを圃場 F D 毎に比較する比較部 3 8 と、比較部 3 8 の比較結果に基づいて N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内か否かを圃場 F D 別に表示する表示部 3 1 と、を備えている。これにより、使用者は N D V I 及び植被率が標準範囲 N R から逸脱している圃場 F D を容易に認識することができる。したがって、使用者は各圃場 F D の状況の可否を容易に判断することができ、状況の悪い（異常箇所等を有する）圃場 F D について対策を講じることができる。その結果、作物栽培支援装置 1 の使用性を向上させることができる。
- [0083] なお、本実施形態において、表示部 3 1 は圃場 F D 別に表示しているが、農家別や地域別に表示してもよい。
- [0084] また、栽培情報出力部が、圃場 F D で反射する太陽光に含まれる所定波長の光を検知する第 1、第 2 イメージセンサ（光学センサ）と、第 1、第 2 イメージセンサの検知結果に基づいて圃場 F D 内の作物 P L の生育状態を示す

N D V I（生育指標）及び植被率（生育指標）を導出する生育指標導出部 37 とを有し、作物に関する栽培情報が N D V I 及び植被率から成る。これにより、生育指標を用いることで使用者は圃場 F D の状況をより正確に把握することができる。

[0085] また、表示部 31 は N D V I（パラメータ）及び植被率（パラメータ）を座標軸とする散布図 100 を形成する。表示部 31 は N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内の圃場 F D と標準範囲 N R 外の圃場 F D とを異なるマーキングにより表示する。これにより、使用者は状況の悪い圃場 F D をより容易に認識することができる。

[0086] なお、表示部 31 は N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 内の圃場 F D と標準範囲 N R 外の圃場 F D とを異なる色のマーキングにより表示してもよい。例えば、標準範囲 N R 内の圃場 F D を黒色のマーキングにより表示し、標準範囲 N R 外の圃場 F D を赤色のマーキングにより表示してもよい。

[0087] また、表示部 31 は複数の圃場 F D のマップ 200、210 を形成する。表示部 31 は N D V I 及び植被率が標準範囲 N R 外の圃場 F D 上にマーキングを表示する。これにより、使用者は状況の悪い圃場 F D の位置を容易に把握することができる。また、状況の悪い圃場 F D の異常箇所等がその圃場 F D の位置に起因するか否かを使用者は予測することができる。

[0088] また、比較部 38 が N D V I（パラメータ）と植被率（パラメータ）との関係を近似する近似曲線 A C を導出し、近似曲線 A C から所定の偏位量の範囲を標準範囲 N R とする。これにより、標準範囲 N R を容易に決定することができる。

[0089] また、N D V I（パラメータ）及び植被率（パラメータ）は作物 P L に関する栽培情報から成る。これにより、作物 P L に関するパラメータの相関に基づく標準範囲 N R を決定することができ、使用者は圃場 F D の状況の可否をより正確に判断することができる。

[0090] なお、一のパラメータが栽培情報から成り、他のパラメータが月または年等の時間から成ってもよい。これにより、使用者は時系列で圃場 F D の状況

の可否をより正確に判断することができる。

[0091] また、作物P Lを栽培する圃場F D（栽培領域）の上空を移動して圃場F Dを撮像する可視撮像部2 0（撮像部）及び近赤外撮像部2 1（撮像部）と、可視撮像部2 0及び近赤外撮像部2 1の位置を検出する位置検出部4 8と、圃場F Dの同一地点S Pの地点画像P Iを可視撮像部2 0及び近赤外撮像部2 1で撮像した複数の撮像画像F Iに基づいて形成するとともに複数の地点画像P Iを合成する合成部3 4とを備える。また、撮像画像F I上の不具合を有した不具合領域D Rを検出する不具合検出部3 6を設け、合成部3 4が不具合検出部3 6により検出した不具合領域D Rを除いて地点画像P Iを形成する。

[0092] これにより、不具合領域D Rが除かれた地点画像P Iを形成し、複数の地点画像P Iを合成する。したがって、圃場F D全体の合成画像の品質が向上し、作物P Lの生育状態の判断に有用な画像を提供することができる。

[0093] また、不具合検出部3 6が一の撮像画像F I内を区分した複数の領域のN D V I（特性値）を相対比較して不具合領域D Rを検出する。これにより、不具合検出部3 6は不具合領域D Rを容易に検出することができる。

[0094] なお、不具合検出部3 6が複数の撮像画像F Iの同一地点S Pに対する複数の領域のN D V I（特性値）を相対比較して不具合領域D Rを検出してもよい。この場合でも、不具合検出部3 6は不具合領域D Rを容易に検出することができる。

[0095] また、不具合検出部3 6が一の撮像画像F I内を区分した複数の領域の特性値と所定の閾値とを比較して不具合領域D Rを検出してもよい。この場合でも、不具合検出部3 6は不具合領域D Rを容易に検出することができる。

[0096] また、不具合検出部3 6が各撮像画像F Iの周部P hを不具合領域D Rと判定してもよい。これにより、撮像画像F Iの周辺部P hのN D V Iが中心部C PのN D V Iよりも低下するシェーディング誤差による合成画像C Iの品質低下を容易に防止することができる。

[0097] また、可視画像を撮像する可視撮像部2 0と、近赤外画像を撮像する近赤

外撮像部 21 とを有し、不具合検出部 36 は、可視画像の画素と近赤外画像の画素とのずれ量が所定量よりも大きい領域を不具合領域 DR と判定してもよい。これにより、可視撮像部 20 と近赤外撮像部 21 との視差による可視画素と近赤外画素とのズレによる誤差に起因する合成画像 C1 の品質低下を容易に防止することができる。

[0098] また、制御部 39 は可視撮像部 20 及び近赤外撮像部 21 の位置、画角及び画素数に基づいて地点画像 P1 の位置を導出する。これにより、地点画像 P1 の位置を容易に導出することができる。

[0099] なお、情報端末 3 がインターネット等の所定のネットワークに接続され、撮像画像 F1、地点画像 P1 及び合成画像 C1 を記憶する記憶部がネットワーク上に設けられてもよい。これにより、記憶部 33 の容量を小さくすることができる。

[0100] <第 2 実施形態>

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 10 は第 2 実施形態の作物栽培支援装置 1 の表示工程を示す図である。図 11 は第 2 実施形態の表示部 31 のデータ表示画面 DS の一例を示す図である。説明の便宜上、図 1 ～図 9 に示す第 1 実施形態と同様の部分には同一の符号を付している。本実施形態では、表示部 31 に表示される散布図 100 の座標軸が第 1 実施形態とは異なっている。また、第 1 実施形態では表示部 31 にマップ 200、210 の両方を表示したが、本実施形態ではこのうちマップ 200 のみを表示している。その他の部分は第 1 実施形態と同様である。

[0101] 本実施形態の表示工程は、栽培情報入力工程、近似曲線読出工程、標準範囲決定工程、散布図形成工程及びマップ形成工程を有する。栽培情報入力工程では操作部 32 を介して #1 ～ #12 の圃場 FD の収量差（栽培情報、パラメータ）及び施肥量差（栽培情報、パラメータ）が入力される。すなわち、操作部 32 は収量差及び施肥量差の入力操作を受け付けて出力する。これにより、栽培情報出力部は操作部 32 を有する。収量差は比較する直近 2 年間の作物 PL の収量の差（単位：kg／圃場）を示し、施肥量差は比較する

直近２年間の施肥量（散布した肥料の量）の差（単位：kg／m²）を示している。

[0102] 本実施形態において、収量差と施肥量差との相関関係は公知であり、収量差と施肥量差との関係を近似する近似曲線ＡＣは記憶部３３に予め記憶されている。近似曲線読出工程では、比較部３８が記憶部３３から収量差と施肥量差との関係を近似する近似曲線ＡＣを読み出す。標準範囲決定工程では、第１実施形態と同様に、比較部３８は該近似曲線ＡＣから所定の偏位量の範囲を標準範囲ＮＲと決定する。

[0103] 散布図形成工程では、表示部３１は収量差及び施肥量差を座標軸とする散布図１００を形成する。散布図１００は施肥量差及び収量差をそれぞれ横軸及び縦軸とする二次元直交座標により表される。この時、表示部３１は収量差及び施肥量差が標準範囲ＮＲ内の＃２～＃６、＃９、＃１０の圃場ＦＤを白丸印（マーキング）により表示する。また、表示部３１は標準範囲ＮＲ外の＃１、＃７、＃８、＃１１、＃１２の圃場ＦＤを黒丸印（マーキング）により表示する。すなわち、表示部３１は収量差及び施肥量差が標準範囲ＮＲ内の圃場ＦＤと標準範囲ＮＲ外の圃場ＦＤとを異なるマーキングにより表示する。

[0104] マップ形成工程では、表示部３１は現状のマップ２００を作成する。そして、第１実施形態と同様に、表示部３１はＮＤＶＩが標準範囲ＮＲ外の＃１、＃７、＃８、＃１１、＃１２の圃場ＦＤ上に黒丸印を表示する。

[0105] 本実施形態によると、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、栽培情報出力部が、収量差（栽培情報）及び施肥量差（栽培情報）の入力操作を受け付けて出力する操作部３２を有する。これにより、使用者は所望の栽培情報を入力し、表示部３１は栽培情報が標準範囲ＮＲ内か否かを圃場ＦＤ別に表示することができる。

[0106] また、収量差（パラメータ）と施肥量差（パラメータ）との関係を近似する近似曲線ＡＣが予め記憶部３３に記憶され、比較部３８が近似曲線ＡＣから所定の偏位量の範囲を標準範囲ＮＲとする。これにより、複数のパラメー

タの公知の相関関係を利用し、第1実施形態の近似曲線導出工程を省くことができる。

[0107] なお、第2実施形態において、表示部31はマップ200、210の両方を表示してもよく、マップ200に替えてマップ210を表示してもよい。

[0108] また、第1実施形態及び第2実施形態において、表示部31は散布図100、マップ200を同時に一覧表示しているが、散布図100のみを表示してもよくマップ200のみを表示してもよい。表示部31が散布図100及びマップ200を同時に一覧表示すると、使用者は圃場FDの状況及び異常箇所を有する圃場FDの位置を容易に把握できるためより望ましい。

[0109] <その他>

以上で説明した各実施形態の作物栽培支援装置は、以下のように表現されてもよい。

[0110] すなわち、以上で説明した作物栽培支援装置は、作物を栽培する複数の栽培領域別に作物に関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部と、前記栽培情報を含む複数のパラメータの相関に基づく所定の標準範囲と前記栽培情報とを前記栽培領域毎に比較する比較部と、前記比較部の比較結果に基づいて前記栽培情報が前記標準範囲内か否かを前記栽培領域別に表示する表示部と、を備える。

[0111] 上記構成の作物栽培支援装置において、前記栽培情報出力部が、前記栽培領域で反射する太陽光に含まれる所定波長の光を検知する光学センサと、前記光学センサの検知結果に基づいて前記栽培領域内の作物の生育状態を示す生育指標を導出する生育指標導出部とを有し、前記栽培情報が前記生育指標から成ることが好ましい。

[0112] 上記構成の作物栽培支援装置において、前記栽培情報出力部が、前記栽培情報の入力操作を受け付けて出力する操作部を有することが好ましい。

[0113] 上記構成の作物栽培支援装置において、前記表示部は複数の前記パラメータを座標軸とする散布図を形成し、前記栽培情報が前記標準範囲内の前記栽培領域と前記標準範囲外の前記栽培領域とを異なるマーキングにより表示す

ることが好ましい。

[0114] 上記構成の作物栽培支援装置において、前記表示部は複数の前記栽培領域のマップを形成し、前記栽培情報が前記標準範囲外の前記栽培領域上に所定のマーキングを表示することが好ましい。

[0115] 上記構成の作物栽培支援装置において、前記比較部が複数の前記パラメータの関係を近似する近似曲線を導出し、前記近似曲線から所定の偏位量の範囲を前記標準範囲とすることが好ましい。

[0116] 上記構成の作物栽培支援装置において、複数の前記パラメータの関係を近似する近似曲線が予め記憶され、前記比較部が前記近似曲線から所定の偏位量の範囲を前記標準範囲とすることが好ましい。

[0117] 上記構成の作物栽培支援装置において、複数の前記パラメータがそれぞれ前記栽培情報から成ることが好ましい。

[0118] 上記構成の作物栽培支援装置において、一の前記パラメータが前記栽培情報から成り、他の前記パラメータが時間から成ることが好ましい。

[0119] 以上、本発明の実施形態につき説明したが、本発明の範囲はこれに限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えて実施することができる。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明は、作物の栽培を支援する作物栽培支援装置に利用することができる。

符号の説明

[0121]	1	作物栽培支援装置
	2	撮像部
	3	情報端末
	4	飛行体
	20	可視撮像部
	21	近赤外撮像部
	31	表示部

3 2	操作部
3 3	記憶部
3 4	合成部
3 5	接続部
3 6	不具合検出部
3 7	生育指標導出部
3 8	比較部
4 3	記憶部
4 5	接続部
4 8	位置検出部
1 0 0	散布図
2 0 0、2 1 0	マップ
D R	不具合領域
F D	圃場
F I	撮像画像
P I	地点画像
P L	作物
S P	同一地点

請求の範囲

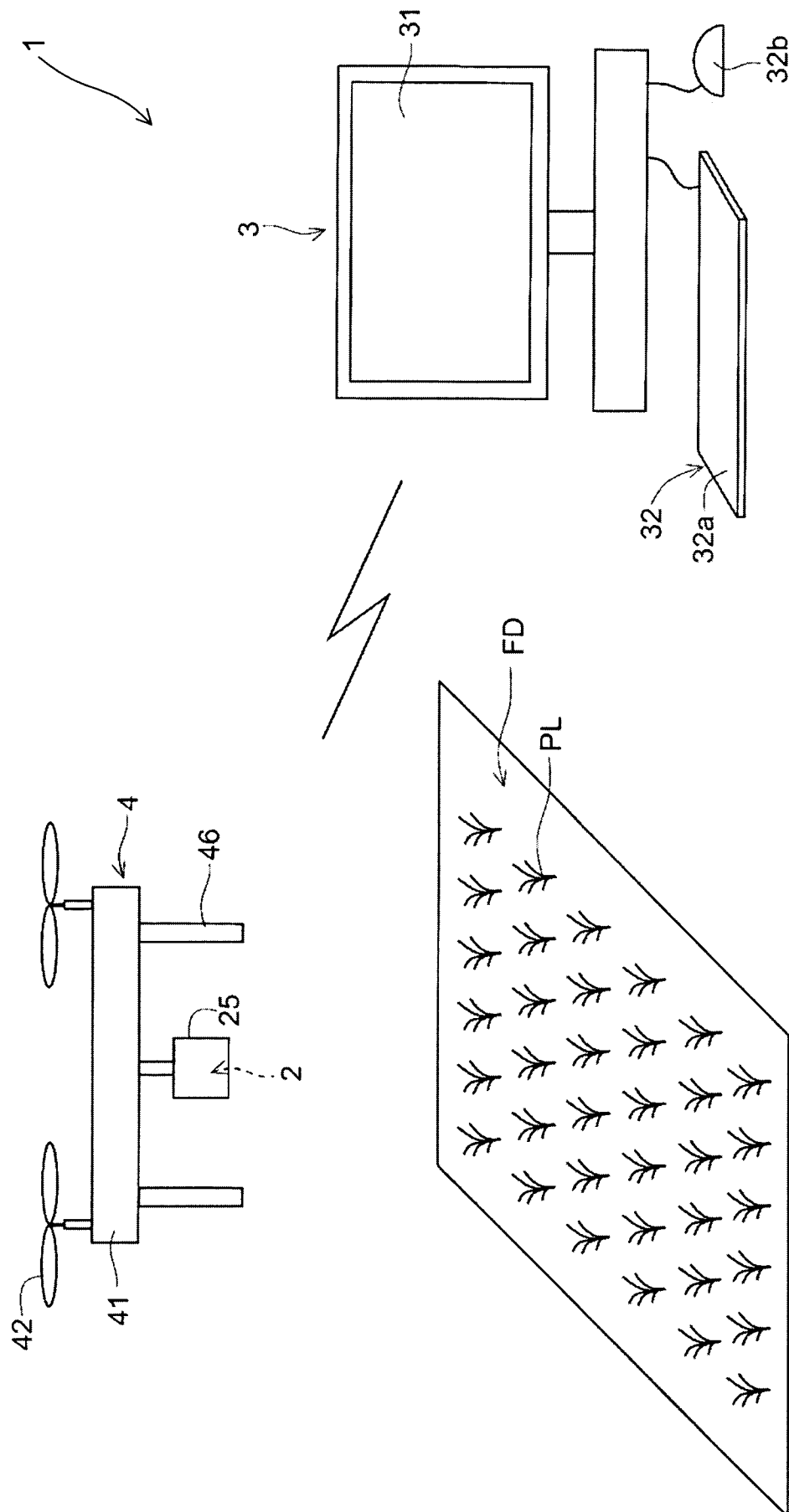
- [請求項1] 作物を栽培する複数の栽培領域別に作物に関する所定の栽培情報を出力する栽培情報出力部と、
前記栽培情報を含む複数のパラメータの相関に基づく所定の標準範囲と前記栽培情報とを前記栽培領域毎に比較する比較部と、
前記比較部の比較結果に基づいて前記栽培情報が前記標準範囲内か否かを前記栽培領域別に表示する表示部と、
を備えた、作物栽培支援装置。
- [請求項2] 前記栽培情報出力部が、前記栽培領域で反射する太陽光に含まれる所定波長の光を検知する光学センサと、前記光学センサの検知結果に基づいて前記栽培領域内の作物の生育状態を示す生育指標を導出する生育指標導出部とを有し、前記栽培情報が前記生育指標から成る、請求項1に記載の作物栽培支援装置。
- [請求項3] 前記栽培情報出力部が、前記栽培情報の入力操作を受け付けて出力する操作部を有する、請求項1または請求項2に記載の作物栽培支援装置。
- [請求項4] 前記表示部は複数の前記パラメータを座標軸とする散布図を形成し、前記栽培情報が前記標準範囲内の前記栽培領域と前記標準範囲外の前記栽培領域とを異なるマーキングにより表示する、請求項1～請求項3のいずれかに記載の作物栽培支援装置。
- [請求項5] 前記表示部は複数の前記栽培領域のマップを形成し、前記栽培情報が前記標準範囲外の前記栽培領域上に所定のマーキングを表示する、請求項1～請求項4のいずれかに記載の作物栽培支援装置。
- [請求項6] 前記比較部が複数の前記パラメータの関係を近似する近似曲線を導出し、前記近似曲線から所定の偏位量の範囲を前記標準範囲とする、請求項1～請求項5のいずれかに記載の作物栽培支援装置。
- [請求項7] 複数の前記パラメータの関係を近似する近似曲線が予め記憶され、前記比較部が前記近似曲線から所定の偏位量の範囲を前記標準範囲と

する、請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の作物栽培支援装置。

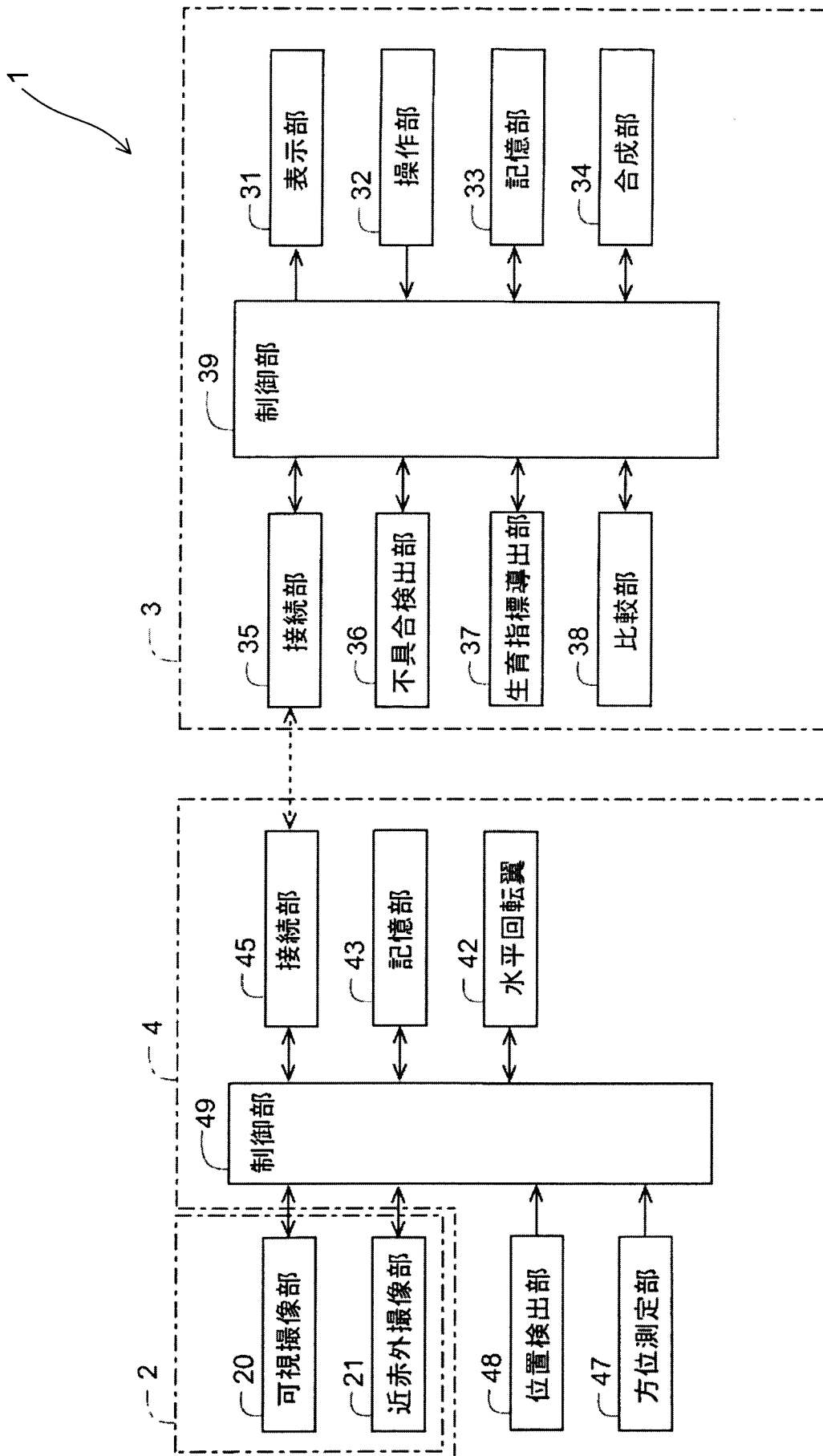
[請求項 8] 複数の前記パラメータがそれぞれ前記栽培情報から成る、請求項 1 ～請求項 7 のいずれかに記載の作物栽培支援装置。

[請求項 9] 一の前記パラメータが前記栽培情報から成り、他の前記パラメータが時間から成る、請求項 1 ～請求項 7 のいずれかに記載の作物栽培支援装置。

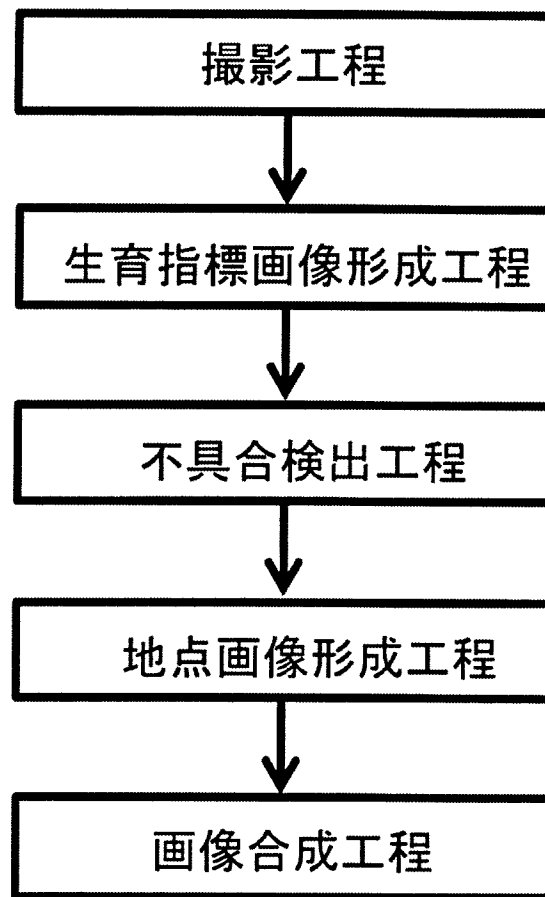
[図1]



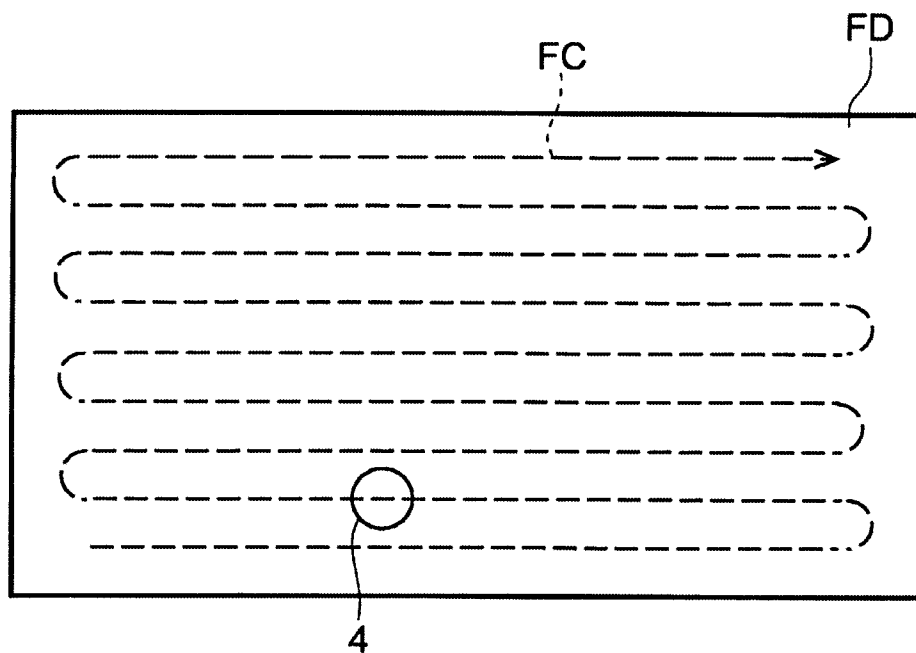
[図2]



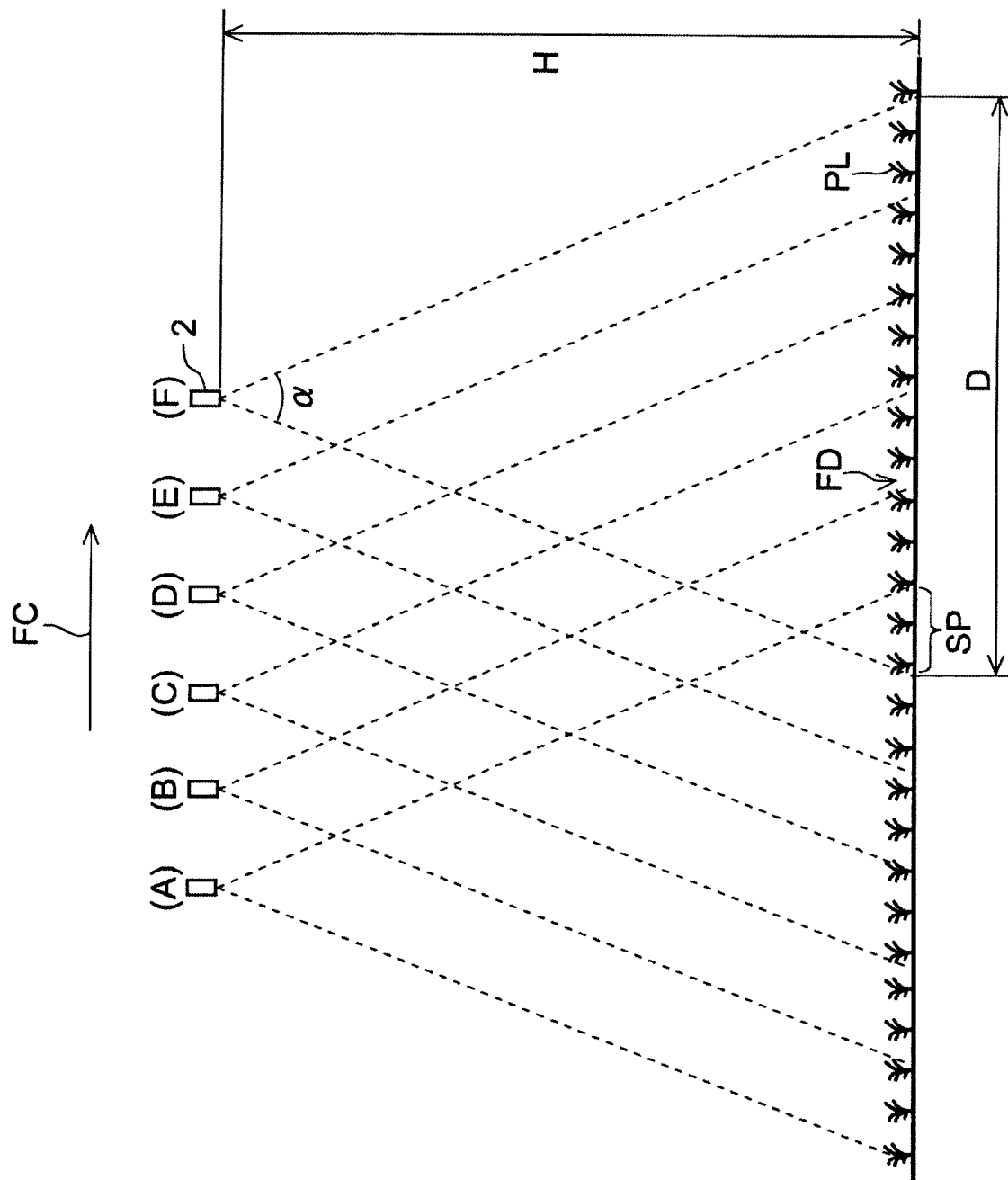
[図3]



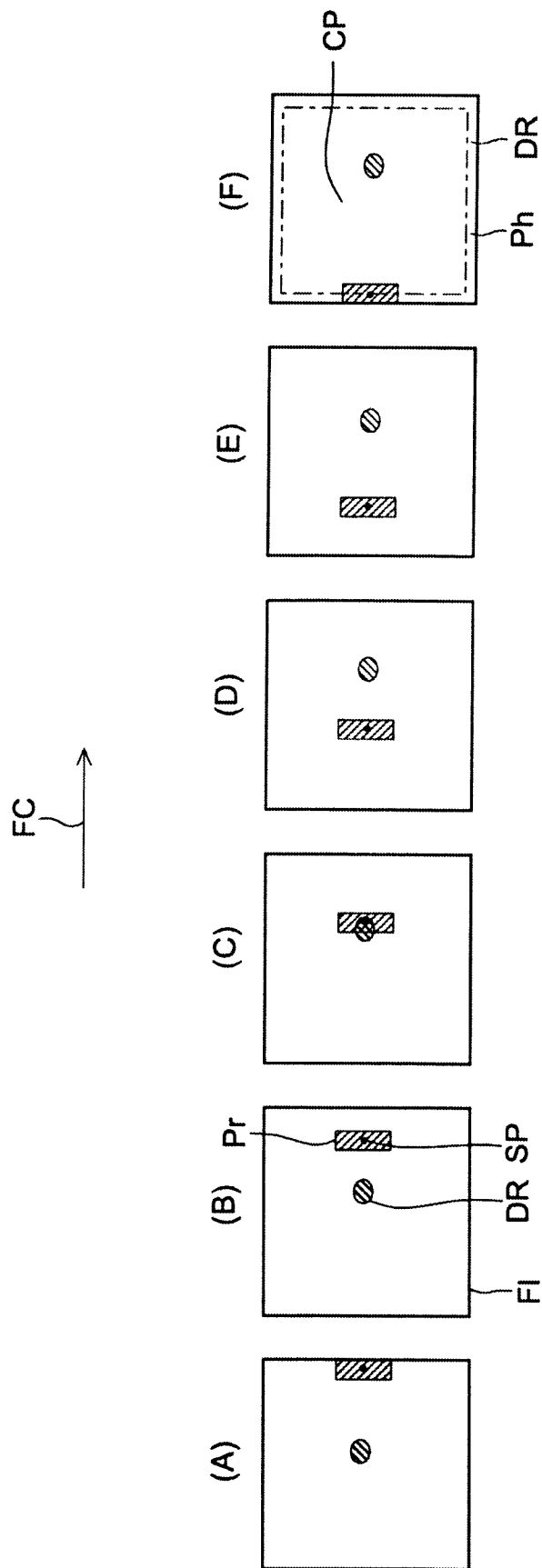
[図4]



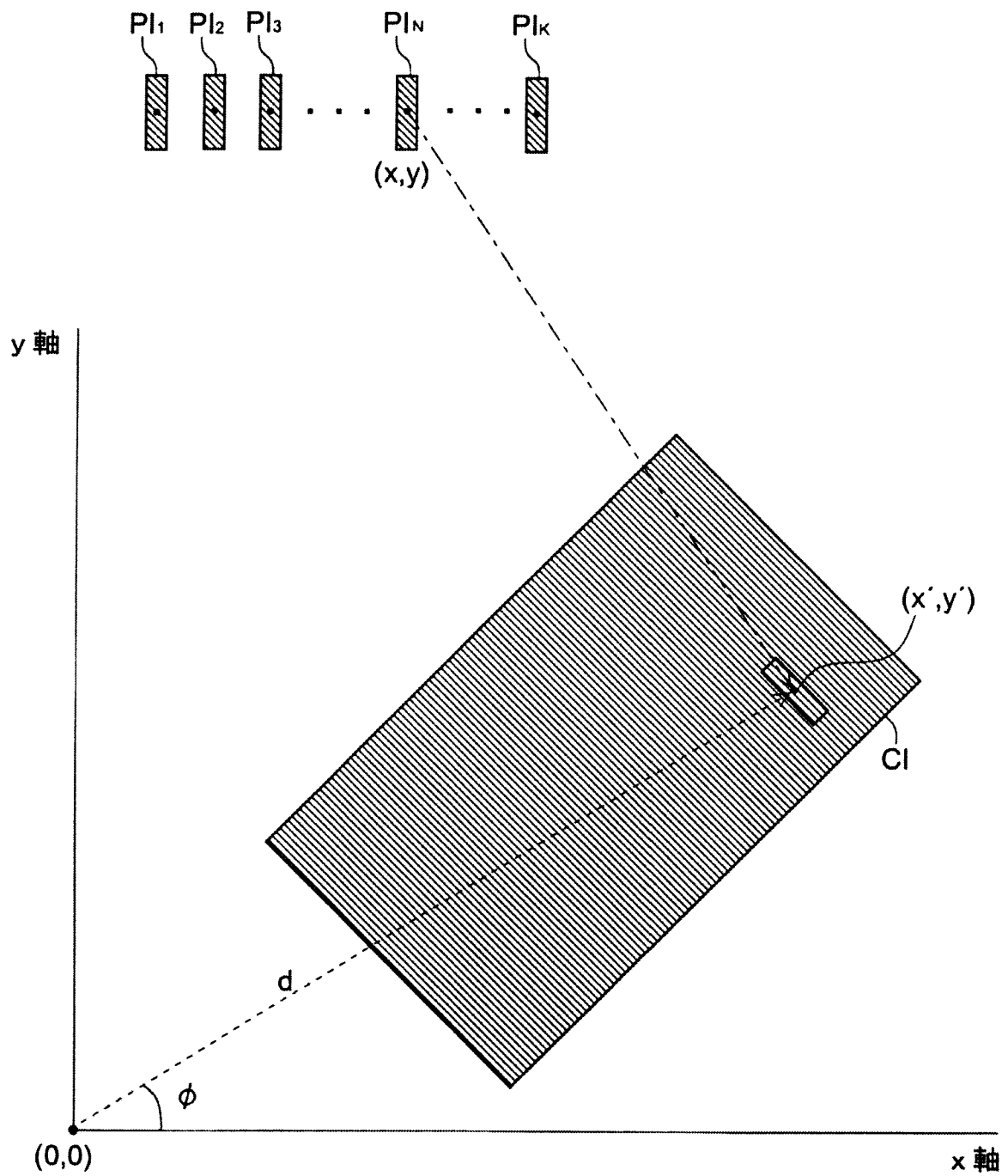
[図5]



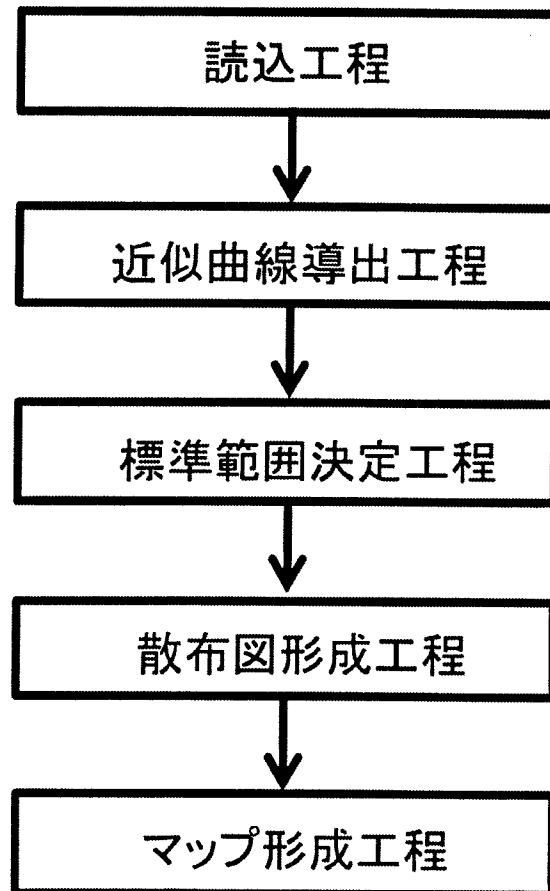
[図6]



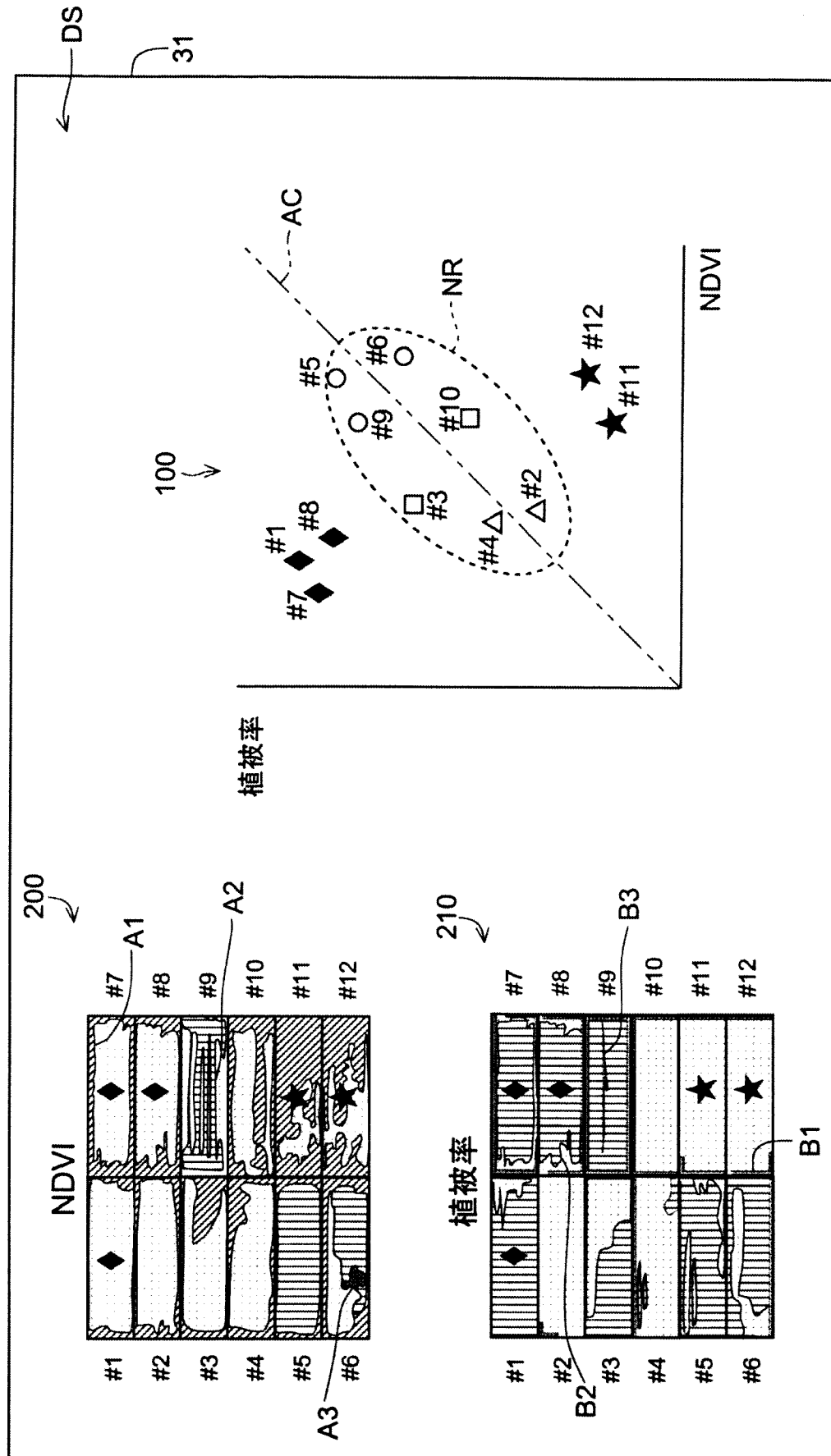
[図7]



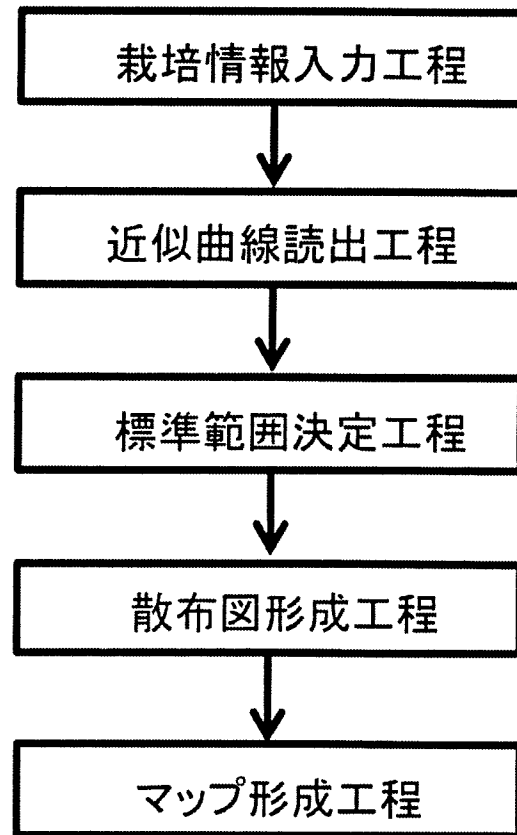
[図8]



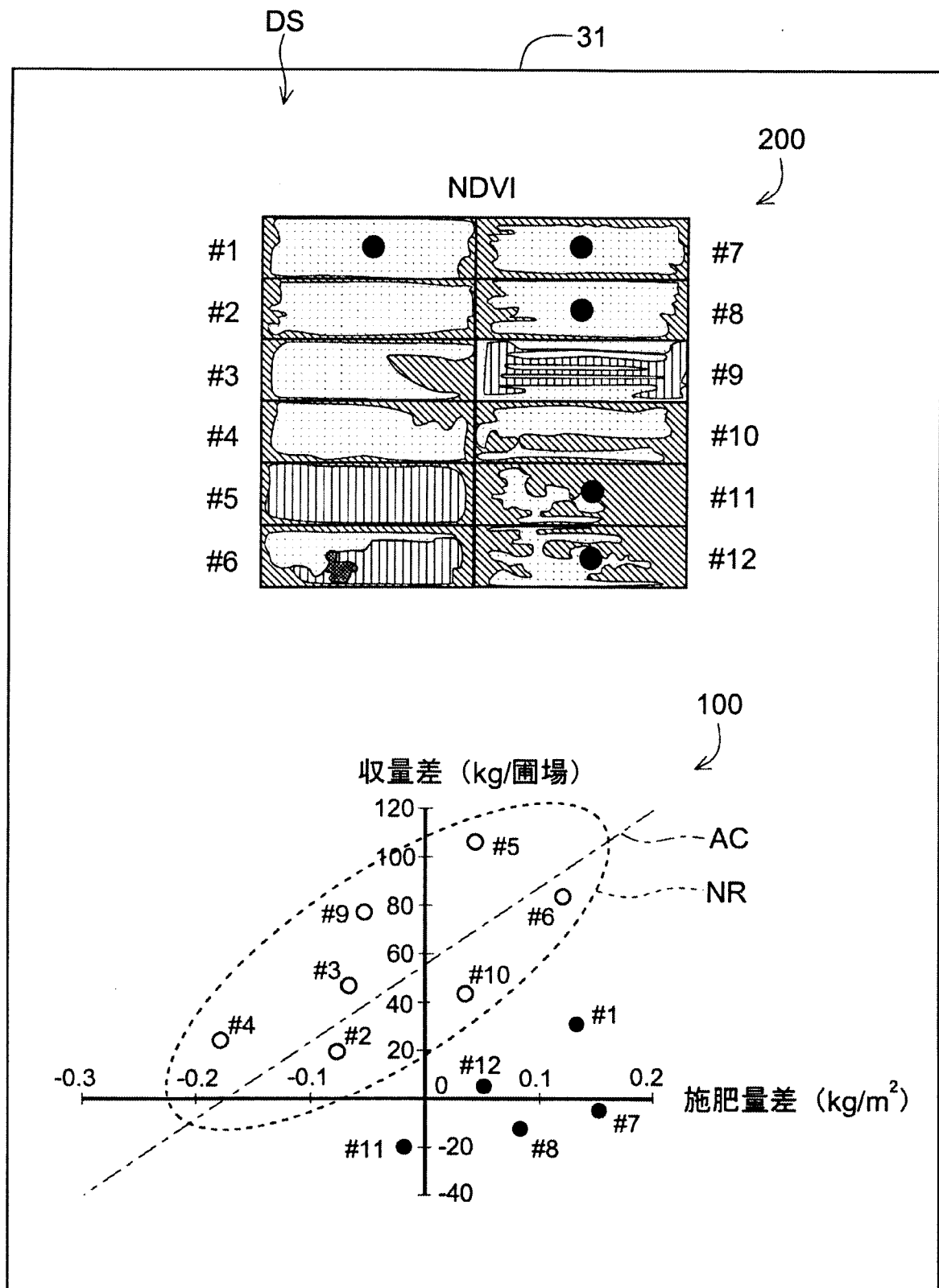
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q50/02 (2012.01) i, 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. G06Q50/02, 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.
A	JP 2007-310463 A (HITACHI SOFTWARE ENGINEERING CO., LTD.) 29 November 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	US 2016/0223506 A1 (AGRISIGHT, INC.) 04 August 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

☐ 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

20 August 2018 (20.08.2018)

Date of mailing of the international search report

28 August 2018 (28.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06Q50/02(2012.01)i, 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. G06Q50/02, 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
A	JP 2007-310463 A（日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社） 2007.11.29, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
A	US 2016/0223506 A1（AGRISIGHT, INC.）2016.08.04, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-9

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

20.08.2018

国際調査報告の発送日

28.08.2018

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）

宮地 匡人

5 L

3796

電話番号 03-3581-1101 内線 3562