

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291830

(P2005-291830A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 F 23/28

F I

G O 1 F 23/28

G O 1 F 23/28

H

L

テーマコード (参考)

2 F O 1 4

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105316 (P2004-105316)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 504358148

株式会社神鋼エンジニアリング&メンテナンス
兵庫県神戸市灘区岩屋北町4丁目5番22号

(74) 代理人 100089196

弁理士 梶 良之

(72) 発明者 羽賀 知行

兵庫県神戸市灘区岩屋北町4丁目4-32
神鋼メックス株式会社内

(72) 発明者 永井 信幸

兵庫県神戸市灘区岩屋北町4丁目4-32
神鋼メックス株式会社内

Fターム(参考) 2F014 FA04 GA01

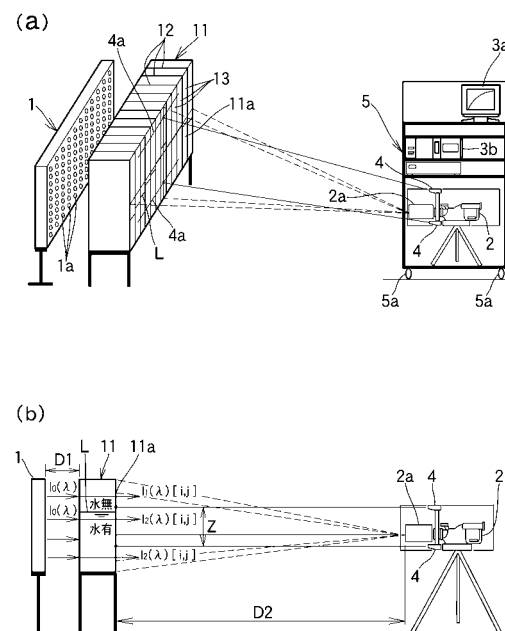
(54) 【発明の名称】 液面レベルの画像計測装置とその画像計測方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】水槽等の容器内の液面レベルを、スリット状注水部の幅などその内部構造にかかわらず、簡便に精度よく自動計測できる装置とその計測方法を提供する。

【解決手段】水槽Wを挟んだ一方の側に近赤外LED1aを平面状に実装した光源1を配置し、他方の側に水槽を通過した光源1から光を受光する近赤外CCDカメラ2を配置し、このCCDカメラ2で撮影した、水槽11の注水完了状態と空状態の計測面11aの出力映像信号を、画像解析用パソコン3bで画像処理してそれぞれの透過光の輝度を求め、その輝度比を算出してエッジ処理により液面Lを検出し、液面レベルを自動計測するように画像計測装置を構成したのである。それにより、計測面11aの輝度を良好な感度で測定でき、輝度比を用いて液面を検出しているため、外乱の影響を受けず、液面レベルを、簡便かつ効率的に精度よく計測することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水槽を挟んだ一方の側に配置する光源と、他方の側に配置し、水槽を透過した前記光源から放射された光を受光する受光器と、その出力映像信号の画像処理手段を備え、前記出力映像信号の画像処理により水槽内の液面の高さを計測するようにした液面レベルの画像計測装置であって、前記光源が近赤外線を放射する光源であり、前記受光器が近赤外線に感度を有する受光器であり、前記画像処理により透過光の輝度分布を求めて前記液面の高さを計測するようにしたことを特徴とする液面レベルの画像計測装置。

【請求項 2】

前記光源を、近赤外 L E D を面状に実装して少なくとも前記水槽と同等の大きさに形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の液面レベルの画像計測装置。 10

【請求項 3】

前記受光器が近赤外 C C D カメラであり、この近赤外 C C D カメラの周りに、液面の高さを計測するための基準指標を前記水槽の計測面に投影できる手段を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液面レベルの画像計測装置。

【請求項 4】

前記画像処理手段が画像入力ボードとモニターを備えた計算機であり、前記水槽空状態および水槽注水状態の出力映像信号を取り込み、画像処理により求めた前記二つの状態の透過光の輝度分布から、その輝度比を算出して液面の高さを計測するようにしたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液面レベルの画像計測装置。 20

【請求項 5】

水槽を挟んだ一方の側に光源を配置し、他方の側に水槽を通過した前記光源から放射された光を受光する受光器を配置し、この受光器からの出力映像信号を画像処理することにより水槽内の液面の高さを計測する液面レベルの画像計測方法であって、前記光源として近赤外線を放射する光源を、前記受光器として近赤外線に感度を有する受光器を用い、前記画像処理により透過光の輝度分布を求めて液面の高さを計測することを特徴とする液面レベルの画像計測方法。

【請求項 6】

前記光源を、近赤外 L E D を面状に実装して少なくとも前記水槽と同等の大きさに形成し、前記受光器として近赤外 C C D カメラを用いることを特徴とする請求項 5 に記載の液面レベルの画像計測方法。 30

【請求項 7】

前記水槽空状態および水槽注水状態の出力映像信号から、画像処理により前記二つの状態の透過光の輝度分布を求め、その輝度比を算出して液面を検出し、前記計測面に所要の間隔で予め計測面に投影した基準指標の距離から 1 画素あたりの長さを予め算出し、前記基準指標から検出した液面までの画素数を長さに換算して液面高さを計測することを特徴とする請求項 6 に記載の液面レベルの画像計測方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ノズルの噴射・噴霧特性を把握するための、仕切り板を多数設けた水槽内の水位など、容器内の液面高さを自動的に計測する液面レベルの画像計測装置および計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼材等の冷却などに広く用いられるノズルの噴射・噴霧特性を把握するために、従来から、図 5 に示すように、仕切り板 12 を一定のピッチで設けて多数のスリット状注水部 1 50

3が形成された、通常、透明な樹脂からなるノズル散水分布測定用の水槽11が用いられている。そして、噴射・噴霧特性を把握すべきノズル14を、前記水槽11の直上に配置し、水を供給してその先端から吐出させ、水槽11内の各スリット状注水部13に溜まった水位、即ち液面レベルを測定することにより、水量分布等のノズルの噴射・噴霧特性が把握される。

【0003】

従来、前記液面レベルの測定は、噴射終了後に、各スリット状注水部13にスケールMをあてて目読するか、または、例えば、自動計測手段として超音波水位計Uなどを用いて行なわれていた。一方、タンク等の容器内の液面高さや河川、海等の水位を、ITVカメラで取り込んだ、物差しや量水板の入力画像を画像処理して計測する方法が開示されている（例えば、特許文献1、2参照）。特許文献1に開示された計測方法は、タンク壁面に物差しを設置し、この物差しの液体表面上での反射像や液体表面下での屈折像を用いて液面の位置を決定する方法であり、特許文献2に開示された計測方法は、水面に垂直な量水板と補助傾斜版とを設け、補助傾斜版の水面上部の実像と写像とから画像処理によってその側線の交点を求めて水面境界とし、この水面境界を量水板の目盛りで読み取って水位を計測するなどの方法である。

10

【特許文献1】特開平8-14992号公報（[0006]～[0008]）

【特許文献2】特許第2933158号（[0009]～[0028]）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

前記物差しMをあてて目読する方法は手間と時間を要し、また、超音波水位計Uを用いる計測法では、噴霧終了後に前記容器の底面に超音波探触子Pをあてて測定するため、人力を要し、前記探触子の移動機構の自動化は信頼性に乏しい欠点がある。さらに、水量分布を短ピッチで精度よく測定するために前記スリット状注水部13の幅を狭くすると、超音波探触子が大きすぎて測定できないという問題がある。特許文献1、2に開示された計測方法では、物差しや量水板を用いるため、幅の狭い前記スリット状注水部でこれらの測定具を使用することは困難である。

【0005】

そこで、この発明の課題は、水槽等の容器内の液面レベルを、スリット状注水部の幅などその内部構造にかかわらず、簡便に効率よく高精度で自動計測できる装置とその計測方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記の課題を解決するために、この発明では以下の構成を採用したのである。

【0007】

即ち、請求項1に係る液面レベルの画像計測装置は、水槽を挟んだ一方の側に配置する光源と、他方の側に配置し、水槽を透過した前記光源から放射された光を受光する受光器と、その出力映像信号の画像処理手段を備え、前記出力映像信号の画像処理により水槽内の液面の高さを計測するようにした液面レベルの画像計測装置であって、前記光源が近赤外線を放射する光源であり、前記受光器が近赤外線に感度を有する受光器であり、前記画像処理により透過光の輝度分布を求めて前記液面の高さを計測するようにしたことを特徴とする。

40

【0008】

このように、近赤外線を放射する光源を用いると、この波長域では、水の吸収係数が比較的小さく、また、水と水槽を形成する材料との吸収係数の差が大きくなるために、この放射された近赤外線は、水が溜まった水槽を透過して前記受光器に到達する。そして、その出力映像信号から、画像処理により透過光の輝度分布を良好な感度で求めることができる。近赤外線よりも波長が長くなると、水の吸収係数が大きくなり、水槽内を光が通過しにくく、受光器での感度が低下するため、透過光の輝度を精度よく測定できなくなる。ま

50

た、可視光線域では水の吸収係数が極めて小さいため、水が溜まった部分を透過した光の輝度とその上側の水のない部分を透過した光の輝度との差が小さくなって、液面を検出することが難しくなる。なお、前記水槽形成材料としては、近赤外線波長域での吸収係数が水の吸収係数よりも小さく、例えば、アクリルやポリプロピレンなどの合成樹脂を用いることができる。

【0009】

請求項2に係る液面レベルの画像計測装置は、前記光源を、近赤外LEDを面状に実装して少なくとも前記水槽と同等の大きさに形成したこと特徴とする。

【0010】

このようにすれば、水槽の一方の側の全面に均一波長の近赤外線を放射できるため、計測面全体にわたって透過光の輝度分布が一樣となる。とくに、水槽内に仕切りを設けて、液面高さに分布がある場合に、透過光の輝度分布の測定誤差を抑制する点で利点がある。

【0011】

請求項3に係る液面レベルの画像計測装置は、前記受光器が近赤外CCDカメラであり、この近赤外CCDカメラの周りに、液面の高さを計測するための基準指標を前記水槽の計測面に投影できる手段を設けたことを特徴とする。

【0012】

前記CCDカメラでは、受光部に画素（ピクセル）が規則正しく配列されており、画像処理により、透過光の輝度分布からエッジ、即ち液面を検出し、この液面に対応する画素の位置および前記計測面に投影した基準指標とから、液面レベルを簡便に高効率でかつ精度よく計測することができる。とくに、近赤外線波長域に高い感度を有する近赤外CCDカメラを用いると、液面の検出精度が向上する。

【0013】

請求項4に係る液面レベルの画像計測装置は、前記画像処理手段が画像入力ボードとモニターを備えた計算機であり、前記水槽空状態および水槽注水状態の出力映像信号を取り込み、画像処理により求めた前記二つの状態の透過光の輝度分布から、その輝度比を算出して液面の高さを計測するようにしたことを特徴とする。

【0014】

このように、水槽空状態および水槽注水状態の透過光の輝度比を用いて液面高さを計測するようにすれば、水槽の汚れや水槽内の構造など、外乱が相殺されてその影響を受けず、水槽内の水のみ輝度分布が抽出でき、液面レベルの計測精度が低下せずに済む。

【0015】

請求項5に係る液面レベルの画像計測方法は、水槽を挟んだ一方の側に光源を配置し、他方の側に水槽を通過した前記光源から放射された光を受光する受光器を配置し、この受光器からの出力映像信号を画像処理することにより水槽内の液面の高さを計測する液面レベルの画像計測方法であって、前記光源として近赤外線を放射する光源を、前記受光器として近赤外線に感度を有する受光器を用い、前記画像処理により透過光の輝度分布を求めて液面の高さを計測することを特徴とする。

【0016】

請求項6に係る液面レベルの画像計測方法は、前記光源を、近赤外LEDを面状に実装して少なくとも前記水槽と同等の大きさに形成し、前記受光器として近赤外CCDカメラを用いることを特徴とする。

【0017】

請求項7に係る液面レベルの画像計測方法は、前記水槽空状態および水槽注水状態の出力映像信号から、画像処理により前記二つの状態の計測面の輝度を測定し、その輝度比を算出して液面を検出し、前記計測面に所要の間隔で予め液面に表示した基準指標の距離から1画素あたりの長さを予め求め、前記基準指標から検出した液面までの画素数を長さに換算して液面高さを計測することを特徴とする。

【0018】

このようにすれば、基準指標間の距離と前記CCDカメラの画素数とを対応付けておく

ことにより、検出したエッジ、即ち液面と前記のいずれか一方の基準指標との間の画素数をカウントすることにより、基準指標と液面との距離を算出することができ、従って、液面高さを計測することができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明の液面レベルの画像計測装置では、水槽を挟んで光源と受光器とを配置し、近赤外線を放射する光源を用いたので、受光器からの出力映像信号の画像処理により、透過光の輝度分布を良好な感度で、非接触で測定することができる。

【0020】

また、水槽空状態と水槽注水状態の透過光の輝度比からエッジを検出して、液面高さを計測するようにしたので、水槽の汚れ等の外乱の影響を受けずに、精度よくエッジ検出を行なうことができる。

【0021】

さらに、受光器として近赤外CCDカメラを用い、計測面に液面を挟んで所定の間隔で基準指標を投影し、この基準指標間の距離と前記CCDカメラの画素数とを対応付けて、液面と基準指標のいずれか一方との間の画素数をカウントして基準指標からの液面の距離を算出するようにしたので、液面高さを、簡便に精度よく計測することができる。

【0022】

これらにより、水槽として、複数のスリット状注水部を設けた容器を用いた場合、前記注水部の幅にかかわらず、それぞれの注水部の液面高さを精度よく効率的に測定することができ、ノズルの噴射・噴霧特性を簡便に把握することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に、この発明の実施形態を添付の図1から図4に基づいて説明する。

【0024】

図1(a)および(b)に示す実施形態の液面レベルの画像計測装置は、仕切り板12によりスリット状注水部13を等間隔で複数設けた、例えば、透明なアクリル樹脂からなる、水などの液体が注水される水槽11を挟んで、一方の側に配置された近赤外線を放射する光源1と、他方の側に配置された受光器の近赤外CCDカメラ2と、その出力映像信号を処理する、モニター3aと画像入力ボードを組み込んだ画像解析用パソコン3bからなる画像解析手段を備えている。前記光源1は、近赤外LED1aを、水槽11の計測面11aと同等の大きさで面状に実装して形成され、波長が800nm~2μmの近赤外線が計測面11aの背面側から放射され、水槽11を透過した近赤外線が近赤外CCDカメラ2によって受光される。そして、近赤外CCDカメラ2からの出力映像信号が、画像入力ボードを介して画像解析用パソコン3bに取り込まれ、画像処理される。近赤外CCDカメラ2の周り、即ちズームレンズ2aの取付け部の近くに、各注水部13の液面Lを挟んで所定の間隔Zで、液面レベルLに平行に基準指標、即ち基準ライン4a、4aを計測面11aに投影するためのレーザーライン投影器4、4が取り付けられている。前記近赤外CCDカメラ2は、図1(b)に示すように、その光軸が計測面11aに垂直になるように、またその高さが注水部13の液面Lの概略の平均高さにセットされる。前記画像解析用パソコン3bには、画像計測解析および計測結果表示などのための画像解析基本ソフトが組み込まれている。

【0025】

前記画像処理によって測定される、水槽11が空状態にあるときの透過光の輝度 $I_1(i, j)$ 、および注水状態にあるときの透過光の輝度 $I_2(i, j)$ は、それぞれ次のようになる。

【0026】

【数 1】

$$I_1(\lambda)[i, j] = I_0(\lambda)[i, j] * \exp(-\mu_1(\lambda)[i, j] * d_1) \text{ ----- (1)}$$

$$I_2(\lambda)[i, j] = I_0(\lambda)[i, j] * \exp(-\mu_1(\lambda)[i, j] * d_1 - \mu_2(\lambda)[i, j] * d_2) \text{ ----- (2)}$$

【0027】

ここで、 λ は近赤外線波長を、 $\mu_1(\lambda)$ は水槽 11 の構成材料、例えばアクリル板の吸収係数を、 $\mu_2(\lambda)$ は水の吸収係数を、 d_1 は、近赤外線の前記構成材料の透過長を、 d_2 は、近赤外線の水の透過長を、それぞれ示す。また、 $[i, j]$ は、近赤外 CCD カメラ 2 の受光面に実装された画素の任意の位置番号を示す。式 (1) および式 (2) から、前記注水状態と空状態との輝度比 I_R は次のようになる。

【0028】

【数 2】

$$I_R = I_2(\lambda)[i, j] / I_1(\lambda)[i, j] = \exp(-\mu_2(\lambda)[i, j] * d_2) \text{ ----- (3)}$$

【0029】

式 (3) の両辺の対数を取り、左辺と右辺を入れ替えると、

【0030】

【数 3】

$$-\mu_2(\lambda)[i, j] * d_2 = \log I_2(\lambda)[i, j] - \log I_1(\lambda)[i, j] \text{ ----- (4)}$$

【0031】

式 (4) から、前記注水状態における画素 $[i, j]$ での輝度と前記空状態における画素 $[i, j]$ での輝度について、それぞれ対数をとった場合の差が、左辺の $-\mu_2(\lambda)[i, j] * d_2$ に等しい。即ち、前記輝度比をとることによって、透過光には、水による吸収の影響しか受けて、水槽 11 の汚れや、前記仕切り板 12 等水槽内の構造などの外乱が相殺されて、計測面 11a の撮影画像上には現れない。

【0032】

図 2 は、前記水槽 11 を使用して、ノズルの噴射・噴霧特性の水量分布を画像計測し、解析を行なう場合の画像計測解析処理フローを示したものである。まず、図 1 (a) および (b) に示したように、水槽 11 に合わせて光源 1 の位置決めを行なう (S1)。通常、水槽 11 と光源 1 との距離 D_1 (図 1 (b) 参照) は、200 mm 程度とする。画像処理用パソコン 3b を立ち上げた後 (S2)、受光器の近赤外 CCD カメラ 2 の視野を決め、ピント合わせおよびキャリブレーションを行なう (S3)。水槽 11 と近赤外 CCD カメラ 2 との距離 D_2 (図 1 (b) 参照) は、通常、2000 mm 程度とする。前記キャリブレーションは、図 1 (a) に示したように、前記レーザーライン投影器 4、4 によって計測面 11a に投影した 2 本の平行な基準ライン 4a、4a の画像上での間隔とこの基準ライン 4a、4a 間の画素数とから、予め、1 画素あたりの計測面 11a 上での長さを算出しておく。次に、ノズルの噴射等の条件や、測定対象スリット状注水部 13 の範囲などの計測条件を設定する (S4)。これらの調整、設定の後、光源 1 から近赤外線を照射して、まず、水槽 11 が空状態で、近赤外 CCD カメラで前記計測面 11a を撮影する (S5)。この撮影は所要回数行い、その平均画像を画像処理用パソコン 3b に保存する。

【0033】

次に、水槽 11 の直上に配置したノズル 14 から散水し (S6)、各スリット状注水部 13 への注水が完了した後に、この注水完了状態を前記近赤外 CCD カメラ 2 で撮影する (S7)。図 3 は、前記モニター 3a に表示されるこの撮影画像を模式的に示したもので

ある。間隔 2 の基準ライン 4 a、4 a 間で、仕切り板 1 2 間のスリット状注水部 1 3 での水が溜まった状況、即ち液面レベル L がモニター 3 a 上で目視確認できる。そして、画像処理により測定した式 (1) および式 (2) の輝度から、さらに差分画像処理を行ない、式 (3) に示した輝度比 I_R を求める (S 8)。平滑化やコントラスト調整などの画像前処理 (S 9) を行なった後、エッジ検出処理を行なう (S 10)。このエッジ検出処理 (S 10) では、式 (3) に示した輝度比が急激に変化する画素について輝度比変化の勾配を計算し、その勾配の中で大きさが極大である画素を選択して、その画素の位置 E を液面 L とするものである。このように、液面の検出に輝度比を用いることにより、水槽の汚れや水槽の透明度など、外乱の影響を受けずに済み、計測精度の低下を防止することができる。なお、図 2 で、R 1、R 2 で示したフロー、即ち、水槽空状態撮影 (S 5) および差分画像処理 (S 8) を行なわずに、水槽注水完了状態撮影 (S 7) による出力映像信号を画像解析処理することによっても、液面レベルの計測を行なうことができる。

【0034】

前述のように、キャリブレーションにより 1 画素あたりの、計測面 1 1 a での長さを予め算出しているため、画像計測処理 (S 11) により、前記基準ライン 4 a から前記画素の位置 E までの画素数 N を計測し、この画素数 N から長さに換算して、前記画素の位置 E の高さ、即ち液面 L の高さを、各スリット状注水部 1 3 について簡便かつ精度よく算出することができる。そして、画像計測結果表示処理 (S 12) により、各スリット状注水部 1 3 について、計測した画素数 N から画素 (pix) 長さ (mm) 変換により、液面 L の算出高さが得られる。また、画像計測データの出力処理 (S 13) により、図 4 に示すように、各スリット状注水部 1 3 の液面 L の高さをグラフにして、ノズルの水量分布を一目でわかるように表示することができる。さらに、画像計測データを任意の形式で、帳票出力またはグラフ出力をすることができる。原画像、前処理画像、エッジ抽出画像等の画像計測データは、前記画像処理用パソコン 3 b に保存される (S 14)。

【0035】

なお、上述の画像計測装置は、必ずしも前記水槽 1 1 に限らず、各種容器内の液面レベルの計測に使用することができる。また、近赤外線をある程度透過できる容器材料であれば、必ずしも透明な容器材料でなくても、画像計測が可能である。また、計測対象の液体の種類としては、必ずしも水に限定されず、近赤外線を適度に吸収する液体であれば、液面レベルの計測が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0036】

この発明の画像計測装置は、ノズルの噴霧特性を把握するために使用する多数のスリット状注水部を設けた水槽の、各注水部での液面高さの自動計測に利用できる。また、ペットボトルなど、近赤外線を透過する他の容器に充填された液体飲料の液面高さの計測などにも利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】(a) 実施形態の画像計測装置の構成を示す説明図である。(b) 同上の説明図 (側面図) である。

【図 2】実施形態の画像計測解析処理の流れを示す説明図である。

【図 3】実施形態の画像計測表示の一例を示す説明図である。

【図 4】実施形態の画像計測解析結果の表示の一例を示す説明図である。

【図 5】従来技術の液面レベルの測定方法を示す説明図である。

【符号の説明】

【0038】

1 : 光源	1 a : 近赤外 LED	2 : 近赤外 CCD カメラ
2 a : ズームレンズ	3 a : モニター	3 b : 画像解析用パソコン
4 : レーザライン投影器	4 a : 基準ライン	5 : ラック
5 a : キャスター	1 1 : 水槽	1 1 a : 計測面

10

20

30

40

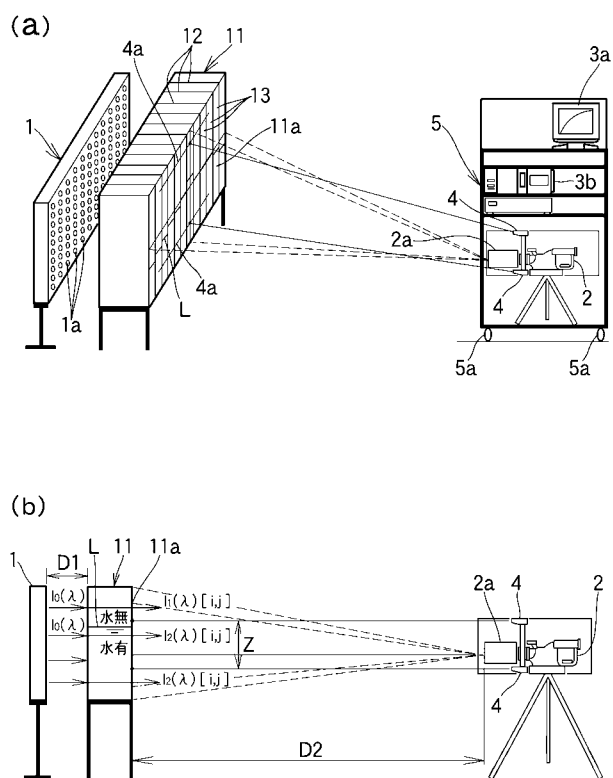
50

14 : ノズル

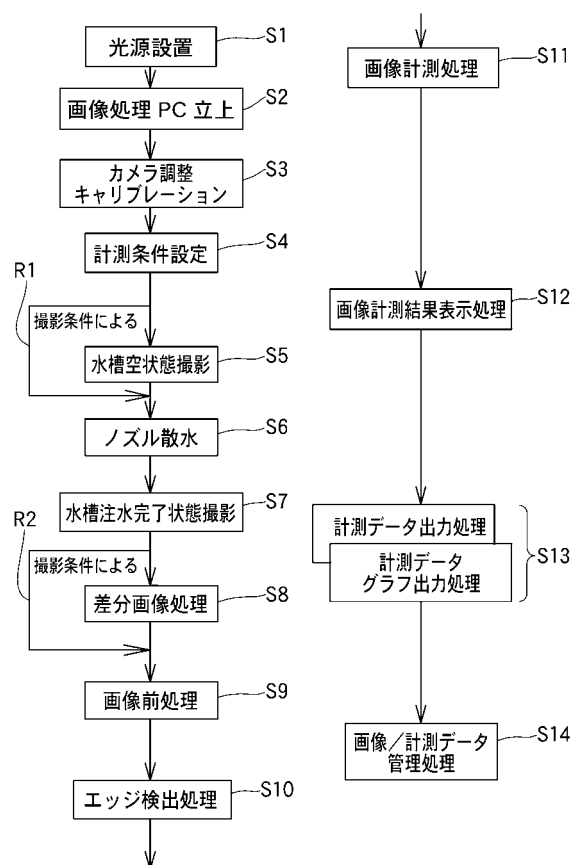
P : 超音波探触子

U：超音波水位計

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 5 】

