(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
2017 年 5 月 4 日(04.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/073256 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/3554 (2014.01) *G01N 21/359* (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/079406

(22) 国際出願日: 2016 年 10 月 4 日(04.10.2016)

(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 2015-211264 2015 年 10 月 27 日(27.10.2015) JP

(71) 出願人: アズビル株式会社 (AZBIL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松儀　泰明 (MATSUGI, Yasuaki); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号 アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 五所尾　康博 (GOSHOO, Yasuhiro); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号　アズビル株式会社内 Tokyo (JP). 田邉　志功(TANABE, Shiko); 〒1006419 東京都千代田区丸の内２丁目７番３号　アズビル株式会社内 Tokyo (JP).

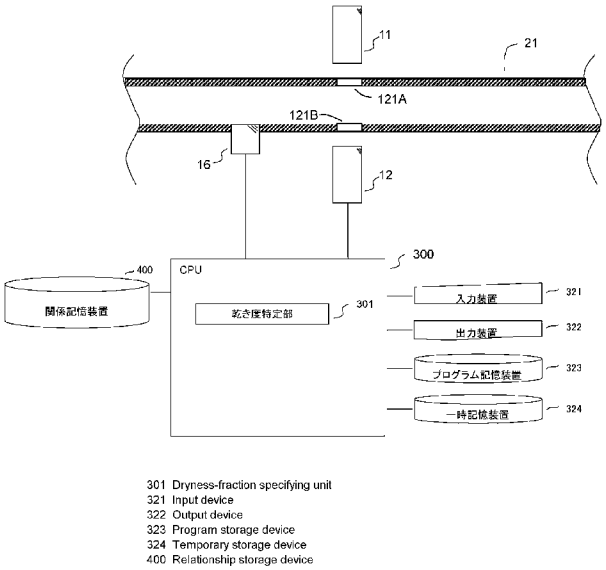
(74) 代理人: 稲葉　良幸，外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１　六本木ヒルズ森タワー２３階　ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

(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, 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, KE, KG, 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).

(54) **Title**: DRYNESS-FRACTION MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称 : 乾き度測定装置



301 Dryness-fraction specifying unit
321 Input device
322 Output device
323 Program storage device
324 Temporary storage device
400 Relationship storage device

(57) **Abstract**: Provided is a dryness-fraction measuring device comprising: an examination-light emitter 11 that emits examination light having at least a wavelength which is absorbed by a saturated liquid; an examination tube 21 inside of which wet steam flows, and which is provided with a first window 121A through which the examination light generated by the examination-light emitter 11 enters, and a second window 121B from which the examination light that passed through the inside of the examination tube 21 is emitted; a light receiver 12 that receives the examination light which passed through the examination tube 21; and a dryness-fraction specifying unit 301 that, on the basis of the light intensity of the received examination light, specifies the dryness fraction of the wet steam. A hydrophilic treatment is carried out on the first and/or second window 121A, 121B.

(57) 要約: 飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器１１と、内部に湿り蒸気を流す検査管２１であって、検査光発光器１１から発生された検査光が入射する第１の窓１２１Ａと、当該検査管２１の内部を透過した検査光が出射する第２の窓１２１Ｂと、が設けられた検査管２１と、検査管２１を通過した検査光を受光する受光器１２と、受光された検査光の光強度に基づき、湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部３０１と、を備える乾き度測定装置。第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方は、親水性処理されている。

WO 2017/073256 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 乾き度測定装置

技術分野

[0001] 本発明は測定技術に係り、乾き度測定装置に関する。

背景技術

[0002] 水は沸点に達した後、水蒸気ガス（気相部分）と、水滴（液相部分）と、が混合した湿り蒸気となる。ここで、湿り蒸気に対する水蒸気ガスの質量比を、「乾き度」という。あるいは、乾き度は、潜熱の比エンタルピに対する、湿り蒸気の比エンタルピと飽和液の比エンタルピとの差の比、としても定義される。

[0003] 例えば、水蒸気ガスと、水滴と、が半分ずつ存在すれば、乾き度は０．５となる。また、水滴が存在せず、水蒸気ガスのみが存在する場合は、乾き度は１．０となる。熱交換器等において、湿り蒸気が保有する顕熱と、潜熱と、を有効に利用することや、水蒸気タービンにおいて、タービン翼の腐食を防止すること、等の観点から、湿り蒸気の乾き度を１．０に近い状態にすることが望まれている。そのため、乾き度を測定する様々な方法が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献１は、配管に設けられた圧力調節弁の前後で全エンタルピに変化がないことを利用して、圧力調節弁の前後の湿り蒸気流量及び圧力に基づき、飽和蒸気表を用いて飽和水エンタルピと、飽和蒸気エンタルピと、を求めて、乾き度を算出する技術を開示している。しかし、特許文献１に開示された技術は、測定対象の湿り蒸気を二相状態から気相状態に状態変化させ、さらに測定対象を気相状態で安定化させる必要があるため、乾き度の測定に時間がかかるという問題がある。これに対し、特許文献２は、光学的に乾き度を測定する技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平８－３１２９０８号公報

特許文献2：特開２０１３－９２４５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の乾き度測定装置のさらなる改良が望まれている。そこで、本発明は、乾き度を正確に測定可能な乾き度測定装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の態様によれば、（ａ）飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器と、（ｂ）内部に湿り蒸気を流す検査管であって、検査光発光器から発生された検査光が入射する第１の窓と、当該検査管の内部を透過した検査光が出射する第２の窓と、が設けられた検査管と、（ｃ）検査管を通過した検査光を受光する受光器と、（ｄ）受光された検査光の光強度に基づき、湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部と、を備え、（ｅ）第１及び第２の窓の少なくとも一方が、親水性処理されている、乾き度測定装置が提供される。

[0008] 上記の乾き度測定装置において、第１及び第２の窓の少なくとも一方が、紫外線照射処理されていてもよい。あるいは、第１及び第２の窓の少なくとも一方が、光触媒で覆われていてもよい。

[0009] 上記の乾き度測定装置において、第１の窓が重力方向上側、第２の窓が重力方向下側に配置され、第１の窓が、親水性処理されていてもよい。

[0010] また、本発明の態様によれば、（ａ）飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器と、（ｂ）内部に湿り蒸気を流す検査管であって、検査光発光器から発生された検査光が入射する第１の窓と、当該検査管の内部を透過した検査光が出射する第２の窓と、が設けられた検査管と、（ｃ）検査管を通過した検査光を受光する受光器と、（ｄ）受光された検査光の光強度に基づき、湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部と、（ｅ）第１及び第２の窓の少なくとも一方に紫外線を照射する紫外線照射器

と、を備える、乾き度測定装置が提供される。

[0011] 上記の乾き度測定装置において、紫外線照射器が第１の窓の外表面と対向していてもよい。また、第２の窓の内表面に紫外線反射膜が設けられていてもよい。

[0012] 上記の乾き度測定装置において、第１の窓が重力方向上側、第２の窓が重力方向下側に配置されてもよい。

[0013] 上記の乾き度測定装置において、第１及び第２の窓の少なくとも一方が、予め紫外線照射処理されていてもよい。あるいは、第１及び第２の窓の少なくとも一方が、光触媒で覆われていてもよい。

[0014] 上記の乾き度測定装置が、検査光と紫外線を合波する合波器と、合波された検査光と紫外線を第１の窓に伝搬する合波光導波路と、をさらに備えていてもよい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、乾き度を正確に測定可能な乾き度測定装置を提供可能である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第１の実施の形態に係る乾き度測定装置の模式図である。

[図2]本発明の第１の実施の形態に係る標準大気圧における水の状態変化を示すグラフである。

[図3]本発明の第１の実施の形態に係る飽和蒸気と飽和液の吸光スペクトルを示すグラフである。

[図4]本発明の第１の実施の形態に係る飽和蒸気と飽和液の吸光スペクトルと、乾き度の関係と、を示すグラフである。

[図5]本発明の第２の実施の形態に係る乾き度測定装置の模式図である。

[図6]本発明の第３の実施の形態に係る乾き度測定装置の模式図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号で表している。但し、図面は模式的

なものである。したがって、具体的な寸法等は以下の説明を照らし合わせて判断するべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0018] （第１の実施の形態）

本発明の第１の実施の形態に係る乾き度測定装置は、図１に示すように、飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器１１と、内部に湿り蒸気を流す検査管２１であって、検査光発光器１１から発生された検査光が入射する第１の窓１２１Ａと、当該検査管２１の内部を透過した検査光が出射する第２の窓１２１Ｂと、が設けられた検査管２１と、検査管２１を通過した検査光を受光する受光器１２と、受光された検査光の光強度に基づき、湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部３０１と、を備える。第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方は、親水性処理されている。乾き度特定部３０１は、例えば、中央演算処理装置（ＣＰＵ）３００に含まれている。

[0019] 検査管２１には、飽和蒸気と、飽和液と、が合わさった湿り蒸気が通過しうる。図２に示すように、標準大気圧下においては、水は沸点（１００℃）に達した後、液滴としての水と、蒸気と、が混合し、共存態にある湿り蒸気となる。圧力が一定の場合、湿り蒸気は加熱及び冷却により潜熱が変化するため、飽和温度は一定となる。ここで、下記（１）式で与えられるように、湿り蒸気全量に対する、飽和蒸気の質量比を、「乾き度」という。したがって、飽和蒸気の乾き度は１となり、飽和液の乾き度は０となる。

$$z=m_{vapor}/(m_{vapor}+m_{water}) \quad (1)$$

ｚは乾き度、m_{vapor}は飽和蒸気の質量、m_{water}は飽和液の質量を表す。

[0020] ここで、飽和蒸気の質量は、飽和蒸気の吸光度に比例する。また、飽和液の質量は、飽和液の吸光度に比例する。そのため、上記（１）式から下記（２）式が導かれる。

$$z=m_{vapor}/(m_{vapor}+m_{water})$$
$$=a_{vapor}/(a_{vapor}+k\times a_{water}) \quad (2)$$

a_{vapor}は飽和蒸気の吸光度、a_{water}は飽和液の吸光度、ｋは下記（３）式で与えられるモル吸光係数比を表す。

$$k=e_{vapor}/e_{water} \quad (3)$$

e_{vapor}は飽和蒸気の吸光係数、e_{water}は飽和液の吸光係数を表す。

[0021] 湿り蒸気の吸光度A_sは、下記（４）式で与えられるように、飽和蒸気の吸光度と、飽和液の吸光度と、の和で与えられる。

$$A_s=a_{vapor}+a_{water} \quad (4)$$

また、湿り蒸気の吸光度は、下記（５）式で与えられるように、湿り蒸気を透過する前の光の光強度に対する、湿り蒸気を透過した後の光の光強度の比の対数で与えられる。

$$A_s=-\ln(I_{steam1}/I_{steam0}) \quad (5)$$

I_{steam0}は湿り蒸気を透過する前、あるいは湿り蒸気が存在しない場合の光の光強度、I_{steam1}は湿り蒸気を透過した後の光の光強度を表す。

[0022] 図３に示すように、飽和蒸気と飽和液の吸収スペクトルは異なり、乾き度が変化すると、飽和液の吸収スペクトルが変化する。例えば、乾き度が０から１に向かって変化するにつれて湿り蒸気における飽和液の含有量は減少するので、図４に示すように、飽和液の吸収スペクトルのピーク波長における湿り蒸気の吸光度A_sも減少する。飽和液の吸収スペクトルのピークにおける波長は、１８８０ｎｍ付近である。なお、湿り蒸気においては、飽和蒸気の体積が飽和液の体積より非常に大きいため、圧力が一定であれば、飽和蒸気の吸光度は一定とみなすことができる。

[0023] 湿り蒸気の乾き度は、上記（２）式、（４）式及び（５）式から導かれる下記（６）式でも与えられる。

$$z=1/(1-k+(k/a_{vapor})\times A_S) \quad (6)$$

モル吸光係数比ｋは定数である。上述したように、飽和蒸気の吸光度a_{vapor}は一定圧力下では一定とみなせるため、飽和蒸気の吸光度a_{vapor}は湿り蒸気の圧力から導くことができる。そのため、湿り蒸気の吸光度A_Sを測定することにより、（６）式から湿り蒸気の乾き度ｚを算出することが可能である。

[0024] 図１に示す検査光発光器１１は、飽和液によって吸収される波長帯域を含む検査光を発する。検査光は、例えば、波長領域８００ｎｍから２５００ｎｍの近赤外光である。図４に示すように、検査光は、飽和液の吸収スペクトルのピーク波長を中心波長としてもよい。当該波長領域において、飽和蒸気と飽和液の吸収スペクトルは重なりあっている。図１に示す検査光発光器１１には、発光ダイオード等が使用可能である。

[0025] 検査管２１に設けられた第１の窓１２１Ａと、第２の窓１２１Ｂと、は、対向している。第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂは、例えば耐熱ガラス等の石英ガラスからなる。第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方が、波長が１０ｎｍから４００ｎｍの紫外線（ＵＶ）照射処理により、親水性処理されている。あるいは、第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方が、酸化チタン（TiO_2）及び酸化亜鉛（ＺｎＯ）等の光触媒で覆われることにより、親水性処理されている。他に、第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方を親水性処理する方法としては、減圧プラズマ処理、大気圧プラズマ処理、オゾン処理、界面活性剤コーティング処理、及び親水性樹脂コーティング処理等があるが、これらに限定されない。

[0026] 例えば、第１の窓１２１Ａが重力方向上側、第２の窓１２１Ｂが重力方向下側に配置される場合は、第２の窓１２１Ｂの内表面上には液体の水が流れやすくなるため、第１の窓１２１Ａの内表面のみが、親水性処理されてよい。ただし、第１の窓１２１Ａの外表面、第２の窓１２１Ｂの内表面、及び第２の窓１２１Ｂの外表面も親水性処理されてよい。

[0027] 第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂが設けられた耐熱性の検査管２１は、例えば、サイトグラスである。検査光発光器１１と、第１の窓１２１Ａの外面の間に、コリメータレンズを配置してもよい。

[0028] 検査光発光器１１から発せられた検査光は、検査管２１の内部において、湿り蒸気に含まれる飽和液によって吸収される。上述したように、湿り蒸気に含まれる飽和液は、乾き度が０から１に近づくにつれて減少する。したが

って、検査管２１内部の湿り蒸気の乾き度が０から１に近づくにつれて、検査光に対する湿り蒸気の吸光度は低下する傾向にある。

[0029] 検査管２１の第２の窓１２１Ｂの外面に、検査管２１の内部を通過した検査光を受光する受光器１２が対向している。受光器１２には、フォトダイオード等の光強度検出素子が使用可能である。第２の窓１２１Ｂの外面と、受光器１２の間に、受光器１２に検査光を入射させるレンズを配置してもよい。

[0030] 第１の実施の形態に係る乾き度測定装置は、検査管２１内の湿り蒸気の圧力を測定する圧力センサ１６をさらに備えていてもよい。ただし、圧力の情報は、検査管２１の上流や下流から得てもよい。

[0031] 受光器１２及び圧力センサ１６は、ＣＰＵ３００に接続されている。ＣＰＵ３００には、関係記憶装置４００が接続されている。関係記憶装置４００は、例えば、上記（５）式及び（６）式のような、湿り蒸気の吸光度と、湿り蒸気の乾き度と、の関係式を保存する。

[0032] 乾き度特定部３０１は、受光器１２から、検査管２１の内部の湿り蒸気を透過した検査光の光強度の測定値を受信する。また、乾き度特定部３０１は、関係記憶装置４００から関係式を読み出す。さらに、乾き度特定部３０１は、受光器１２が受光した検査光の光強度I_{steam1}に基づき、例えば上記（５）式に従って、検査管２１内の湿り蒸気の吸光度A_Sを特定する。なお、湿り蒸気を透過する前、あるいは検査管２１内に湿り蒸気が存在しない場合の検査光の光強度I_{steam0}は、予め測定した値を定数として用いてもよい。また、乾き度特定部３０１は、圧力センサ１６から、検査管２１内の湿り蒸気の圧力の測定値を受信する。

[0033] 乾き度特定部３０１は、圧力センサ１６から受信した検査管２１内の湿り蒸気の圧力の測定値に基づき、圧力に依存する飽和蒸気の吸光度a_{vapor}を算出する。さらに、乾き度特定部３０１は、例えば上記（６）式に、検査管２１の内部における湿り蒸気の吸光度A_Sの値と、飽和蒸気の吸光度a_{vapor}の値と、を代入し、検査管２１内の湿り蒸気の乾き度ｚを算出する。ただし、圧力が

一定であれば、飽和蒸気の吸光度a_{vapor}は一定であるとみなせるため、検査管２１内の圧力が一定であれば、飽和蒸気の吸光度a_{vapor}に定数を用いてもよい。この場合、第１の実施の形態に係る乾き度測定装置は、圧力センサ１６を備えていなくてもよい。

[0034] ＣＰＵ３００には、さらに入力装置３２１、出力装置３２２、プログラム記憶装置３２３、及び一時記憶装置３２４が接続される。入力装置３２１としては、スイッチ及びキーボード等が使用可能である。関係記憶装置４００に保存される関係式は、例えば、入力装置３２１を用いて入力される。出力装置３２２としては、光インジケータ、デジタルインジケータ、及び液晶表示装置等が使用可能である。

[0035] 出力装置３２２は、例えば、乾き度特定部３０１が特定した検査管２１内部の湿り蒸気の乾き度の値を出力する。プログラム記憶装置３２３は、ＣＰＵ３００に接続された装置間のデータ送受信等をＣＰＵ３００に実行させるためのプログラムを保存している。一時記憶装置３２４は、ＣＰＵ３００の演算過程でのデータを一時的に保存する。

[0036] 以上説明した第１の実施の形態に係る乾き度測定装置によれば、検査管２１に設けられた第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方が、親水性処理されている。そのため、第１及び第２の窓１２１Ａ、１２１Ｂの少なくとも一方に水滴が付着しにくくなる。仮に第１及び第２の窓の少なくとも一方が親水性処理されていない場合、第１及び第２の窓に水滴が容易に付着し、検査光が水滴により屈折や散乱して、受光器で受光できる検査光の光量が減少しうる。これに対し、第１の実施の形態に係る乾き度測定装置によれば、検査光が水滴により屈折や散乱することを抑制し、受光器で受光できる検査光の光量が減少することを抑制することが可能となる。そのため、湿り蒸気における検査光の吸光度に基づき、高い精度で、湿り蒸気の乾き度を測定することが可能となる。

[0037] （第２の実施の形態）

本発明の第２の実施の形態に係る乾き度測定装置は、図５に示すように、

飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器１１と、内部に湿り蒸気を流す検査管２１であって、検査光発光器１１から発生された検査光が入射する第１の窓２２１Ａと、当該検査管２１の内部を透過した検査光が出射する第２の窓２２１Ｂと、が設けられた検査管２１と、検査管２１を通過した検査光を受光する受光器１２と、受光された検査光の光強度に基づき、湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部３０１と、第１及び第２の窓の少なくとも一方に紫外線を照射する紫外線照射器１１１と、を備える。

[0038] 紫外線照射器１１１が紫外線を照射することにより、第１及び第２の窓２２１Ａ、２２１Ｂの少なくとも一方が親水性処理される。紫外線照射器１１１は、例えば、第１の窓２２１Ａの外表面と対向している。これにより、少なくとも、第１の窓２２１Ａの外表面と内表面が、紫外線照射により、親水性処理される。また、第１の窓２２１Ａを透過した紫外線により、第２の窓２２１Ｂの外表面と内表面も、親水性処理される。紫外線照射器１１１としては、例えば波長１８４．９ｎｍ又は２５３．７ｎｍの紫外線を発する紫外線ランプ等が使用可能である。

[0039] 例えば、第１の窓２２１Ａが重力方向上側、第２の窓２２１Ｂが重力方向下側に配置される場合は、第２の窓２２１Ｂの内表面上には液体の水が流れやすくなるため、第１の窓２２１Ａの内表面のみが、親水性処理されればよい場合もある。この場合、第２の窓２２１Ｂの内表面に紫外線反射膜を設けて、第１の窓２２１Ａを透過した紫外線を第２の窓２２１Ｂ上で反射させ、第１の窓２２１Ａの内表面に入射させてもよい。これにより、紫外線の有効利用が可能となる。

[0040] また、第２の実施の形態において、第１の窓２２１Ａの内表面、第１の窓２２１Ａの外表面、第２の窓２２１Ｂの内表面、及び第２の窓２２１Ｂの外表面のそれぞれは、予め、紫外線照射器１１１による紫外線照射とは別の方法で親水性処理されていてもよいし、親水性処理されていなくともよい。

[0041] 第２の実施の形態に係る乾き度測定装置のその他の構成要素は、第１の実

施の形態と同様である。

[0042] （第３の実施の形態）

第３の実施の形態に係る乾き度測定装置においては、図６に示すように、検査光発光器１１に対向して、検査光を伝搬する検査光導波路３０が配置されている。また、紫外線照射器１１１に対向して、紫外線を伝搬する紫外線導波路１３０が配置されている。検査光導波路３０と紫外線導波路１３０には、合波器１４が接続されている。

[0043] 合波器１４には、合波器１４で合波された検査光と紫外線を、検査管２１の内部に伝搬するための合波光導波路３１が接続されている。合波光導波路３１は、例えば、検査管２１に設けられた窓２２１Ａの外面に接続されている。合波光導波路３１の端部と、窓２２１Ａの外面の間に、コリメータレンズを配置してもよい。

[0044] 検査管２１の窓２２１Ｂの外面には、検査管２１の内部を通過した検査光が進入する受光用導波路５１が接続されている。受光用導波路５１の端部は、合波光導波路３１の端部と対向している。窓２２１Ｂの外面と、受光用導波路５１の端部の間に、受光用導波路５１に検査光を入射させるレンズを配置してもよい。受光用導波路５１は、検査管２１の内部を透過した検査光を、受光器１２に導く。

[0045] 検査光導波路３０、紫外線導波路１３０、合波光導波路３１、及び受光用導波路５１には、ポリメタクリル酸メチル樹脂（ＰＭＭＡ：Ｐｏｌｙ（ｍｅｔｈｙｌ　ｍｅｔｈａｃｒｙｌａｔｅ））等のプラスチックからなるシングルコア光ファイバ、及び石英ガラス等のガラスからなるシングルコア光ファイバ等が使用可能であるが、これらに限定されない。

[0046] 例えば、第１の窓２２１Ａが重力方向上側、第２の窓２２１Ｂが重力方向下側に配置される場合は、第２の窓２２１Ｂの内表面上には液体の水が流れやすくなるため、第１の窓２２１Ａの内表面のみが、親水性処理されればよい場合もある。この場合、第２の窓２２１Ｂの内表面に紫外線反射膜を設けて、第１の窓２２１Ａを透過した紫外線を第２の窓２２１Ｂ上で反射させ、

第１の窓２２１Ａの内表面に入射させてもよい。これにより、紫外線の有効利用が可能となる。

[0047] 第３の実施の形態において、第１の窓２２１Ａの内表面、第１の窓２２１Ａの外表面、第２の窓２２１Ｂの内表面、及び第２の窓２２１Ｂの外表面のそれぞれは、予め、紫外線照射器１１１による紫外線照射とは別の方法で親水性処理されていてもよいし、親水性処理されていなくともよい。

[0048] 第３の実施の形態に係る乾き度測定装置のその他の構成要素は、第２の実施の形態と同様である。

[0049] （その他の実施の形態）

上記のように本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす記述及び図面はこの発明を限定するものであると理解するべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかになるはずである。例えば、受光器による受光強度と、湿り蒸気の乾き度と、の関係は、ボイラ等で湿り蒸気を加熱しながら、従来の乾き度測定方法で湿り蒸気の乾き度を測定し、あわせて湿り蒸気を透過した検査光の強度を測定することによって、予め取得してもよい。従来、種々の乾き度測定方法があるが、関係を取得する際には、それらのいずれかを単独で用いても、組み合わせて用いてもよい。また、受光素子による受光強度と、湿り蒸気の乾き度と、の関係は、表として保存されてもよい。このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。

産業上の利用可能性

[0050] 本発明の実施の形態に係る乾き度測定装置は、減圧弁による潜熱増加効果の可視化、最適ボイラ効率を得るための乾き度計測、水蒸気タービンの湿り損失計測、熱交換器の最適乾き度制御、製麺蒸し工程等の食品製造工程の制御、及び化学工程の制御等に利用可能である。

符号の説明

[0051] １１ 検査光発光器

１２　受光器

１４　合波器

１６　圧力センサ

２１　検査管

３０　検査光導波路

３１　合波光導波路

５１　受光用導波路

１１１　紫外線照射器

１２１Ａ　第１の窓

１２１Ｂ　第２の窓

１３０　紫外線導波路

２２１Ａ　第１の窓

２２１Ｂ　第２の窓

３００　中央演算処理装置

３０１　乾き度特定部

３２１　入力装置

３２２　出力装置

３２３　プログラム記憶装置

３２４　一時記憶装置

４００　関係記憶装置

請求の範囲

[請求項1] 飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器と、

内部に湿り蒸気を流す検査管であって、前記検査光発光器から発生された前記検査光が入射する第１の窓と、当該検査管の内部を透過した前記検査光が出射する第２の窓と、が設けられた検査管と、

前記検査管を通過した前記検査光を受光する受光器と、

前記受光された前記検査光の光強度に基づき、前記湿り蒸気の乾き度を特定する乾き度特定部と、

を備え、

前記第１及び第２の窓の少なくとも一方が、親水性処理されている、

乾き度測定装置。

[請求項2] 前記第１及び第２の窓の少なくとも一方が、紫外線照射処理されている、請求項１に記載の乾き度測定装置。

[請求項3] 前記第１及び第２の窓の少なくとも一方が、光触媒で覆われている、請求項１に記載の乾き度測定装置。

[請求項4] 前記第１の窓が重力方向上側、前記第２の窓が重力方向下側に配置され、

前記第１の窓が、親水性処理されている、

請求項１から３のいずれか１項に記載の乾き度測定装置。

[請求項5] 飽和液で吸収される波長を少なくとも有する検査光を発する検査光発光器と、

内部に湿り蒸気を流す検査管であって、前記検査光発光器から発生された前記検査光が入射する第１の窓と、当該検査管の内部を透過した前記検査光が出射する第２の窓と、が設けられた検査管と、

前記検査管を通過した前記検査光を受光する受光器と、

前記受光された前記検査光の光強度に基づき、前記湿り蒸気の乾き

度を特定する乾き度特定部と、

前記第１及び第２の窓の少なくとも一方に紫外線を照射する紫外線照射器と、

を備える、

乾き度測定装置。

[請求項6] 紫外線照射器が前記第１の窓の外表面と対向している、請求項５に記載の乾き度測定装置。

[請求項7] 前記第２の窓の内表面に紫外線反射膜が設けられている、請求項６に記載の乾き度測定装置。

[請求項8] 前記第１の窓が重力方向上側、前記第２の窓が重力方向下側に配置される、請求項５から７のいずれか１項に記載の乾き度測定装置。

[請求項9] 前記第１及び第２の窓の少なくとも一方が、予め紫外線照射処理されている、請求項５から８のいずれか１項に記載の乾き度測定装置。

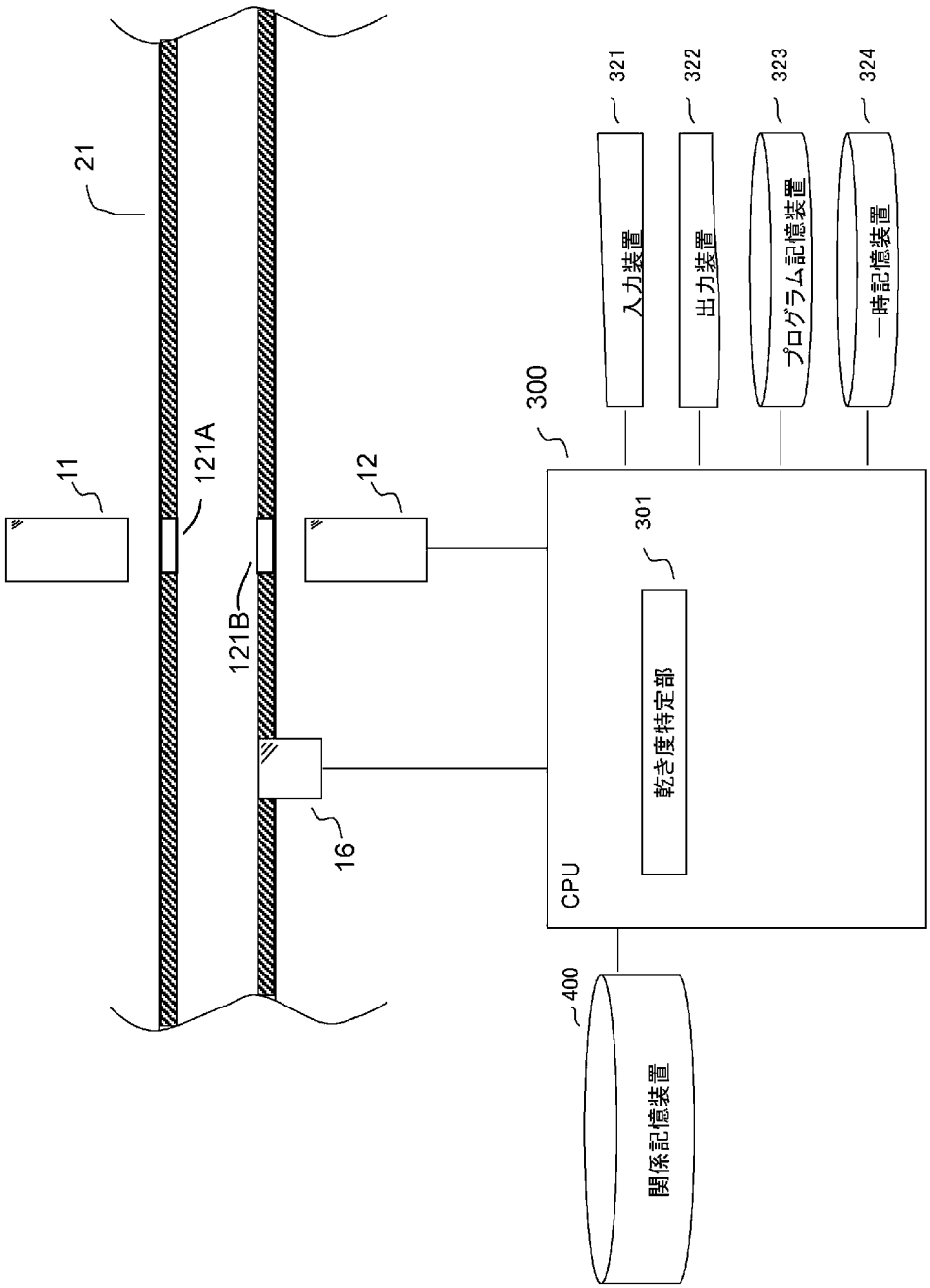
[請求項10] 前記第１及び第２の窓の少なくとも一方が、光触媒で覆われている、請求項５から８のいずれか１項に記載の乾き度測定装置。

[請求項11] 前記検査光と前記紫外線を合波する合波器と、

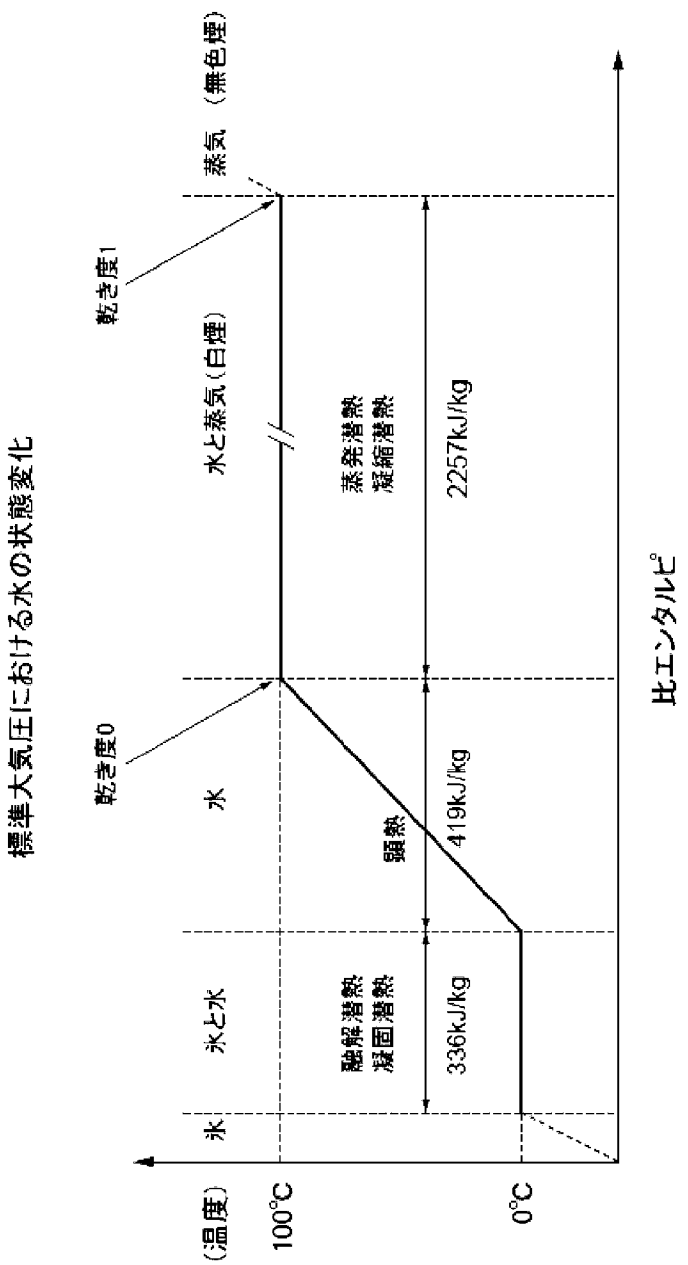
前記合波された検査光と紫外線を前記第１の窓に伝搬する合波光導波路と、

を更に備える、請求項５から１０のいずれか１項に記載の乾き度測定装置。

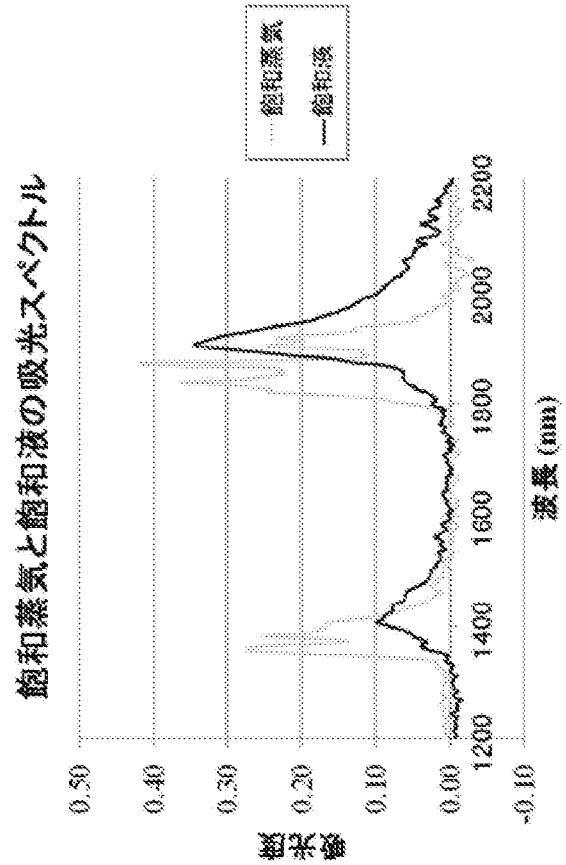
[図1]


21
11
121A
121B
12
16
300
301
CPU
乾き度特定部
321
入力装置
322
出力装置
323
プログラム記憶装置
324
一時記憶装置
400
関係記憶装置

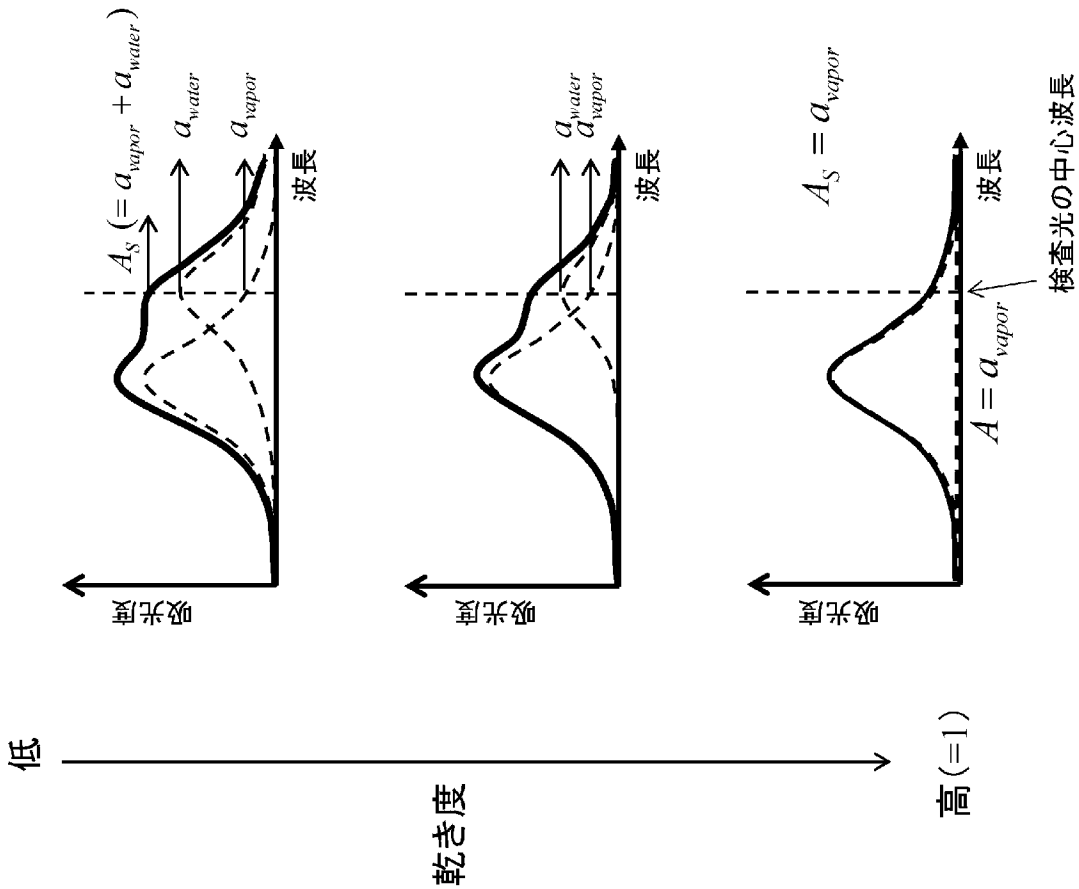
[図2]


標準大気圧における水の状態変化
乾き度0
乾き度1
氷
氷と水
水
水と蒸気(白煙)
蒸気 (無色煙)
融解潜熱
凝固潜熱
336kJ/kg
顕熱
419kJ/kg
蒸発潜熱
凝縮潜熱
2257kJ/kg
(温度)
100℃
0℃
比エンタルピ

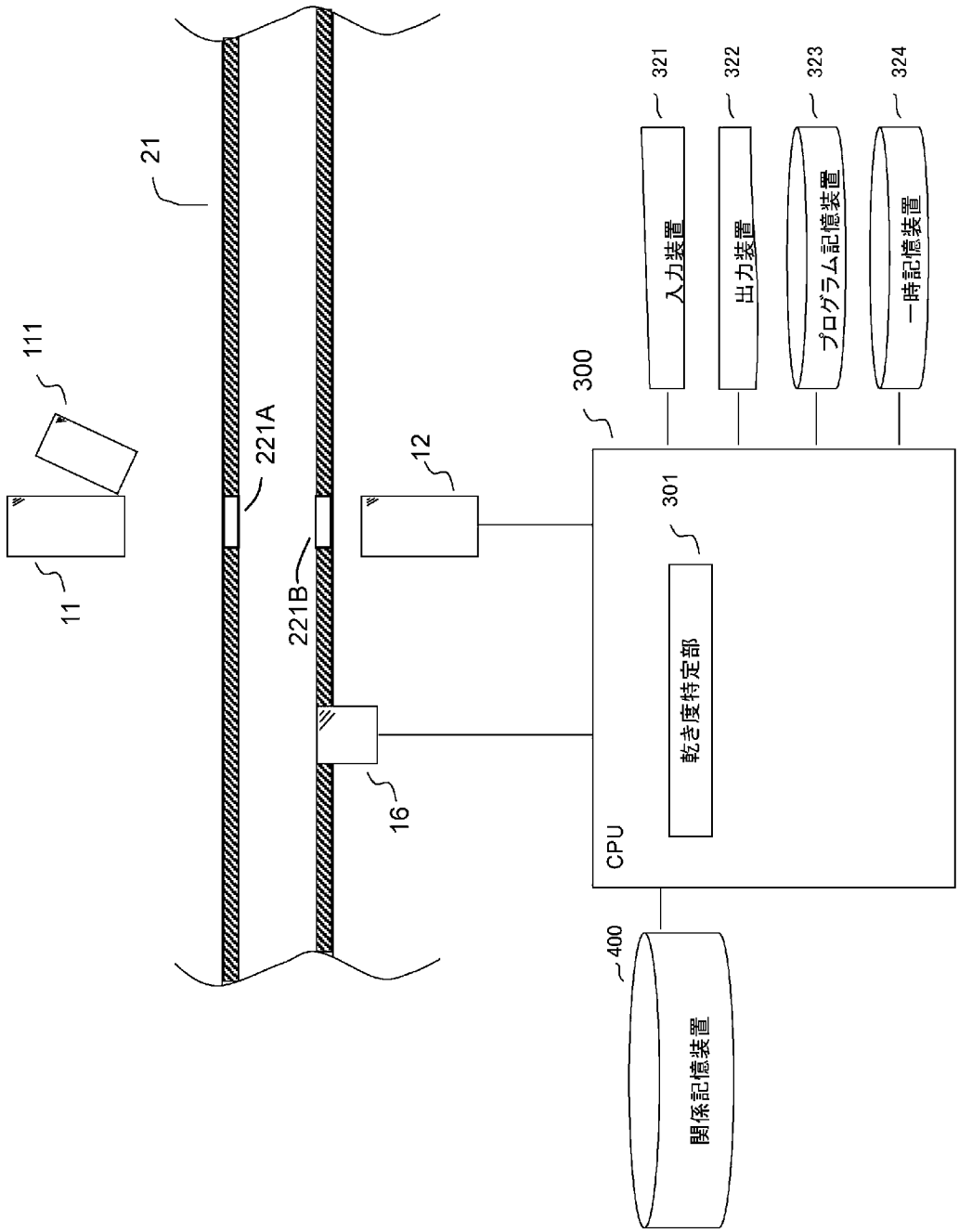
[図3]


飽和蒸気と飽和液の吸光スペクトル
飽和蒸気
飽和液
吸光度
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
1200
1400
1600
1800
2000
2200
波長 (nm)

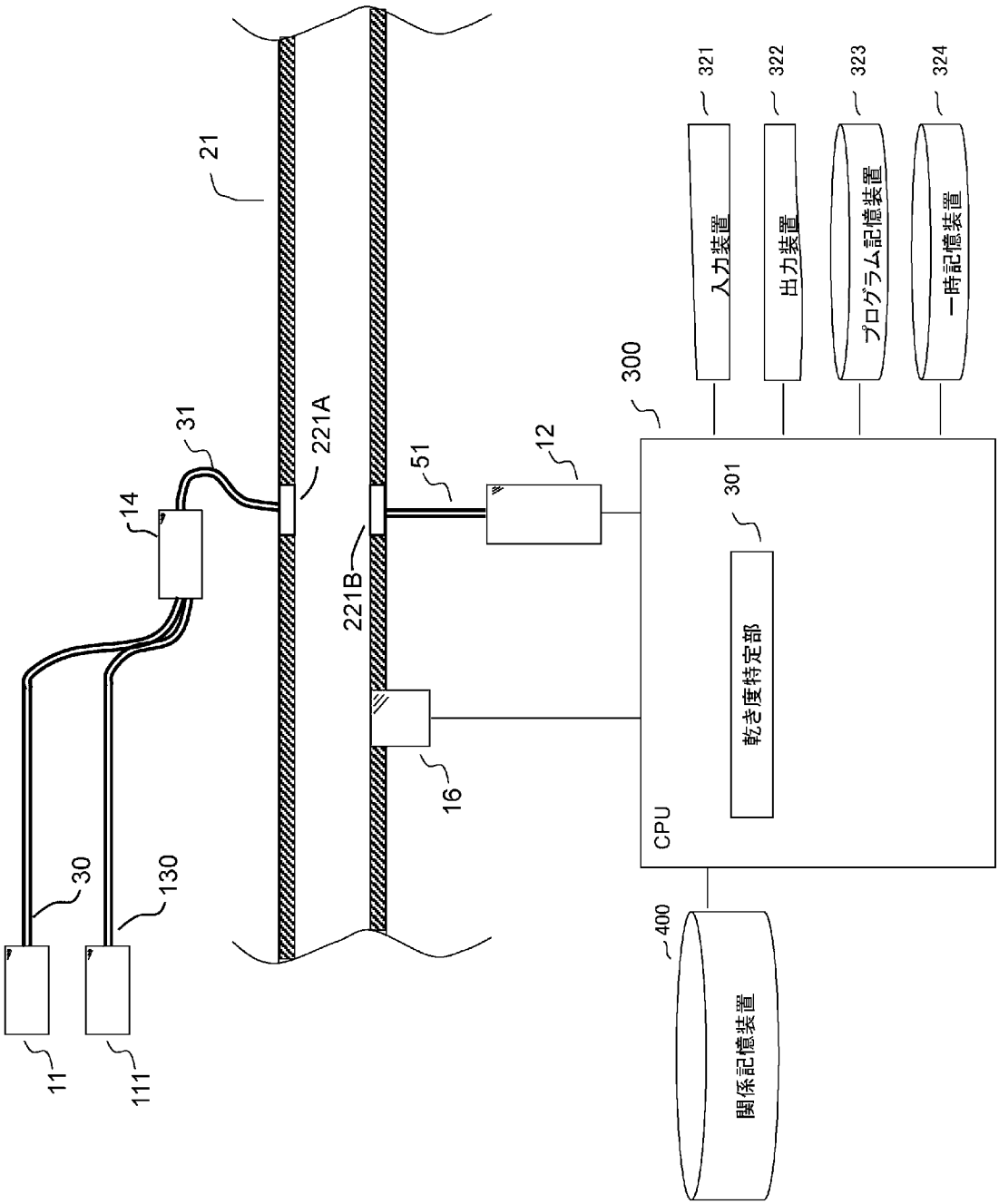
[図4]


低
乾き度
高(=1)
吸光度
波長
$A_S\ (=a_{vapor}+a_{water})$
a_{water}
a_{vapor}
$A_S=a_{vapor}$
$A=a_{vapor}$
検査光の中心波長

[図5]


21
111
221A
221B
11
12
16
300
301
CPU
乾き度特定部
321
322
323
324
入力装置
出力装置
プログラム記憶装置
一時記憶装置
400
関係記憶装置

[図6]


21
31
221A
14
51
12
221B
16
30
130
11
111
300
301
CPU
乾き度特定部
321
入力装置
322
出力装置
323
プログラム記憶装置
324
一時記憶装置
400
関係記憶装置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/079406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/3554(2014.01)i, *G01N21/359*(2014.01)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)
G01N21/3554, G01N21/359, G01N7/00, G01N25/56, G01N25/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-127647 A (Azbil Corp.), 09 July 2015 (09.07.2015), paragraphs [0033] to [0034]; fig. 7 & WO 2015/098279 A1 & CN 105829868 A	1-4 5-11
Y A	JP 2004-340895 A (Olympus Corp.), 02 December 2004 (02.12.2004), paragraphs [0075] to [0093]; fig. 1 (Family: none)	1-4 5-11
Y	JP 2004-188297 A (Ichikoh Industries Ltd.), 08 July 2004 (08.07.2004), paragraph [0005] (Family: none)	2,4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
21 November 2016 (21.11.16)	06 December 2016 (06.12.16)
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/JP2016/079406

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 2003-121354 A (Toyobo Co., Ltd.), 23 April 2003 (23.04.2003), entire text (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７９４０６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N21/3554(2014.01)i, G01N21/359(2014.01)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.　G01N21/3554, G01N21/359, G01N7/00, G01N25/56, G01N25/60

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580（JDreamIII）

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 A	JP 2015-127647 A（アズビル株式会社）2015.07.09, [0033]-[0034], 図７ & WO 2015/098279 A1 & CN 105829868 A	1-4 5-11
Y A	JP 2004-340895 A（オリンパス株式会社）2004.12.02, [0075]-[0093], 図１（ファミリーなし）	1-4 5-11
Y	JP 2004-188297 A（市光工業株式会社）2004.07.08, [0005]（ファミリーなし）	2, 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	国際調査報告の発送日
２１．１１．２０１６	０６．１２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｗ　３３０４
塚本　丈二
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８

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
A	JP 2003-121354 A（東洋紡績株式会社）2003.04.23，全文 （ファミリーなし）	1-11