(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7622825号
(P7622825)

(45)発行日　令和7年1月28日(2025.1.28)

(24)登録日　令和7年1月20日(2025.1.20)

(51)国際特許分類
Ｇ０１Ｎ　17/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｇ０１Ｎ　17/00

請求項の数　3　（全10頁）

(21)出願番号　特願2023-516928(P2023-516928)
(86)(22)出願日　令和3年4月28日(2021.4.28)
(86)国際出願番号　PCT/JP2021/016890
(87)国際公開番号　WO2022/230083
(87)国際公開日　令和4年11月3日(2022.11.3)
審査請求日　令和5年7月25日(2023.7.25)

(73)特許権者　000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
(74)代理人　100098394
弁理士　山川 茂樹
(74)代理人　100153006
弁理士　小池 勇三
(74)代理人　100064621
弁理士　山川 政樹
(74)代理人　100121669
弁理士　本山 泰
(72)発明者　石井 梓
東京都千代田区大手町一丁目５番１号
日本電信電話株式会社内
(72)発明者　峯田 真悟

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　試験装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

恒温槽と、

前記恒温槽の内部の空気を加熱するヒータと、

前記恒温槽の内部に配置され、筒状の形状とされて筒内面に試験対象となる試料が載置される試料載置部を複数備え、筒中心に回転する回転試料台と、

前記回転試料台の筒内面に配置されたブラックパネル温度計と、

前記回転試料台の回転中心に配置されて前記ブラックパネル温度計および前記試料載置部に載置される試料に耐候性試験用の光を照射する光源と、

前記恒温槽内の温度を測定する槽内温度計と、

前記回転試料台の筒内面と前記光源との間に配置され、前記回転試料台の前記試料載置部に載置された試料の表面温度を個別に測定する放射温度計と、

前記ブラックパネル温度計の測定結果、槽内温度計の測定結果、および前記放射温度計の測定結果をもとに、前記放射温度計の測定結果が設定された試料温度となるように、前記試料載置部に載置された試料の表面温度を制御するコントローラと、

前記試料載置部が設けられている前記回転試料台の筒内面を撮影するカメラと、

前記カメラが撮像した画像より前記試料載置部を識別する画像処理回路と

を備え、

前記コントローラは、前記画像処理回路が前記試料載置部を認識した時点で前記放射温度計が実施した測定結果を用いることを特徴とする試験装置。

【請求項２】
請求項１記載の試験装置において、
前記試料載置部に載置されている試料を冷却する温度制御器をさらに備えることを特徴とする試験装置。
【請求項３】
請求項１または２記載の試験装置において、
前記回転試料台の筒内部に気流を発生させる送風機をさらに備えることを特徴とする試験装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、耐候性を評価するための試験装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
屋外環境で使用する高分子材料の耐久性評価のために、促進耐候性試験が実施されている。促進耐候性試験は、試料へ人工光源光による光の照射や水の噴霧を行うことで、光や水による劣化を加速させる試験である（非特許文献１）。試験は、光照射のみのステップ、光照射と水噴霧を同時に行うステップなどの複数のステップから構成された試験サイクルを繰り返すことが一般的である。
【０００３】
上述した試験を実施するための装置は、試験槽の中央に光源を配置し、この光源を囲って、回転式の試料ホルダが配置されている（非特許文献１，図１，１５参照）。また、試料ホルダの一部には、放射計およびブラックパネル温度計が設置されている。放射計は、光源からの光を受光して放射照度を測定し、測定した照度が設定値に近づくよう光源が制御される。ブラックパネル温度計は、黒色試料を模擬して黒色塗装したステンレス製パネルに温度計が取り付けられている。ブラックパネル温度計により測定される温度は、ブラックパネル温度と呼ばれている。
【０００４】
また、試験装置は、試験層の内部の空気を加熱するヒータ、試験層の内部の空気を加湿する加湿器、試験層の内部の空気を循環させる送風機を備える。送風機によって試験槽内の空気を循環させることで、槽内で、空気の温度・湿度を均一な状態とすることに寄与している。また、試験装置は、試験層の内部の温度（槽内温度）を測定する槽内温度測定部、および試験層の内部の湿度（槽内湿度）を測定する槽内湿度測定部を備える。ブラックパネル温度、槽内温度、槽内湿度が設定値に近づくよう、制御部によって、ヒータ、加湿器、送風機の運転が制御される。また、試験槽内には、試料に水噴霧を行う水噴霧器（試料スプレー）を有する場合もある。
【０００５】
試験条件は、試験条件入力部から入力でき、各試験のステップにおける光照射強度、ブラックパネル温度、槽内温度、槽内湿度、水噴霧の有無、時間、および試験サイクルの繰り返し回数などが設定可能とされている。
【０００６】
促進耐候性試験装置の光源としては、サンシャインカーボンアークランプ、紫外線カーボンアークランプ、キセノンアークランプ,メタルハライドランプ、水銀ランプ、紫外線蛍光ランプなどが一般的に用いられている（非特許文献１、２）。これらの中でも、太陽光に似た分光分布を有するキセノンアークランプが近年広く用いられている。光源の光照射強度は任意の値に設定可能であり、一般的には、３００ｎｍ－４００ｎｍの光が４０Ｗ／m^2～１８０Ｗ／m^2となるよう設定されることが多い。これらの光源は、一般には、冷却水を用いて冷却され、冷却水を循環させるランプ冷却機構を有する。
【０００７】
また、筒状とされた回転式の試料ホルダは、筒内面に試験対象となる試料が載置される

試料載置部を複数備え、枠状とされた試料載置部に、試料を嵌め込んで固定する構成とされている。枠状の試料ホルダの筒中心に光源が配置され、複数の試料載置部の各々に固定された各試料は、光源を囲むように配置される。試験においては、試料ホルダが光源を中心として一定速度で回転し、光源からの光や、水噴霧器から噴出される水が、各試料に均等に当たるようにされている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００８】

【文献】飯田眞司、高柳弘道、矢部政実、「促進耐候性試験法」、塗料の研究、Ｎｏ．１４５、２２～３７頁、２００６年。

【文献】飯田眞司、高柳弘道、「促進耐候性試験（その２）」、塗料の研究、Ｎｏ．１４６、２６～３９、２００６年。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

ところで、従来の促進耐候性試験は、温度に関する試験条件として、槽内温度およびブラックパネル温度が設定可能である。ブラックパネル温度を任意の値に設定すれば、試料温度も概ね特定の値に定まると考えられている。しかしながら、槽内温度とブラックパネル温度を固定して、光照射強度のみを変更する試験を行うと、試料温度が特定の値に定まらないことが、発明者らの実験により判明した。

【００１０】

具体的には、白色の塗料を塗装した試験片やプラスチック板を試験体とし、槽内温度とブラックパネル温度を固定して、光照射強度のみを変更した試験を行い、それらの試験中の試料温度を測定した。この試験において、光照射強度が低いほど試料温度も低く、光照射強度が高いほど試料温度も高いという結果が得られた。これは、槽内温度およびブラックパネル温度を固定しても、試料によっては光照射強度に応じて試料表面温度が変化することを示している。このように、従来、光による劣化を加速させる試験において、試料の温度を、設定した試験条件の温度にすることができないという問題があった。

【００１１】

本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、光による劣化を加速させる試験において、試料の温度を設定した試験条件の温度にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明に係る試験装置は、恒温槽と、恒温槽の内部の空気を加熱するヒータと、恒温槽の内部に配置され、筒状の形状とされて筒内面に試験対象となる試料が載置される試料載置部を複数備え、筒中心に回転する回転試料台と、回転試料台の筒内面に配置されたブラックパネル温度計と、回転試料台の回転中心に配置されてブラックパネル温度計および試料載置部に載置される試料に耐候性試験用の光を照射する光源と、恒温槽内の温度を測定する槽内温度計と、回転試料台の筒内面と光源との間に配置され、回転試料台の試料載置部に載置された試料の表面温度を個別に測定する放射温度計と、ブラックパネル温度計の測定結果、槽内温度計の測定結果、および放射温度計の測定結果をもとに、放射温度計の測定結果が設定された試料温度となるように、試料載置部に載置された試料の表面温度を制御するコントローラとを備える。

【００１３】

また、試験方法は、耐候性試験を実施する恒温槽の内部に配置され、筒状の形状とされて筒内面に試料載置部を複数備え、筒中心に回転する回転試料台の試料載置部に試料を載置する第１工程と、試料に耐候性試験用の光を照射する第２工程と、回転試料台の筒内面に配置されたブラックパネル温度計による測定結果、恒温槽内の温度の測定結果、および回転試料台の筒内面と光源との間に配置され、回転試料台の試料載置部に載置された放射温度計による試料の表面温の測定結果もとに、放射温度計の測定結果が設定された試料温

度となるように、試料載置部に載置された試料の表面温度を制御する第３工程とを備える。
【発明の効果】
【００１４】
以上説明したように、本発明によれば、回転試料台の試料載置部に載置された試料の表面温度を個別に測定する放射温度計を備えるので、光による劣化を加速させる試験において、試料の温度を設定した試験条件の温度にすることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１Ａ】図１Ａは、本発明の実施の形態１に係る試験装置の構成を示す構成図である。
【図１Ｂ】図１Ｂは、本発明の実施の形態１に係る試験装置の一部構成を示す構成図である。
【図２】図２は、放射温度計１０８による温度測定結果の１例を示す特性図である。
【図３】図３は、本発明の実施の形態２に係る試験装置の構成を示す構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、本発明の実施の形態に係る試験装置について説明する。
【００１７】
[実施の形態１]
はじめに、本発明の実施の形態１に係る試験装置について、図１Ａ、図１Ｂを参照して説明する。この試験装置は、促進耐候性試験を実施するための装置であり、恒温槽１０１、ヒータ１０２、回転試料台１０３、ブラックパネル温度計１０５、光源１０６、槽内温度計１０７、放射温度計１０８、コントローラ１０９を備える。
【００１８】
ヒータ１０２は、恒温槽１０１の内部の空気を加熱する。回転試料台１０３は、恒温槽１０１の内部に配置され、筒状の形状とされている。回転試料台１０３は、例えば、図１Ｂの上面図に示すように、断面視で１２角形とされた筒であり、外形が１２角柱とされている。また、回転試料台１０３は、筒内面に試験対象となる試料１３１が載置される試料載置部１０４を複数備える。例えば、試料載置部１０４の枠に、試料１３１を嵌め込むことで固定することができる。例えば、回転試料台１０３の１２角柱の辺毎に、試料載置部１０４が設けられている。また、回転試料台１０３は、図示しない回転機構により、筒中心に回転する。
【００１９】
ブラックパネル温度計１０５は、回転試料台１０３の筒内面に配置されている。ブラックパネル温度計１０５は、いずれかの試料載置部１０４に配置されている。ブラックパネル温度計１０５は、黒く塗装されたステンレス板と、この表面に設けられた温度センサとから構成されている。また、ブラックパネル温度計１０５は、黒く塗装されたステンレス板の裏面に張り付けられたプラスチック（PVDF）の断熱材を備え、ステンレス板と断熱材との間に温度センサを配置することもできる。
【００２０】
光源１０６は、回転試料台１０３の回転中心に配置されて、ブラックパネル温度計１０５および試料載置部１０４に載置される試料１３１に耐候性試験用の光を照射する。なお、光源１０６は、照射照度が放射計１１１により測定され、この測定結果を用いた光源制御部１１２により動作（出力）が制御される。
【００２１】
光源１０６は、例えば、サンシャインカーボンアークランプ、紫外線カーボンアークランプ、キセノンアークランプ、メタルハライドランプ、水銀ランプ、紫外線蛍光ランプなどから構成することができる（非特許文献１、２）。例えば、光源１０６として、太陽光に似た分光分布を有するキセノンアークランプが近年広く用いられている。光源１０６の光照射強度は、任意の値に設定可能であり、一般的には、３００ｎｍ－４００ｎｍの光が４０Ｗ／m^2～１８０Ｗ／m^2となるよう設定されることが多い。また、光源１０６は、図

示していないが、冷却水を循環させるランプ冷却機構を備え、冷却可能とされている。
【００２２】
槽内温度計１０７は、恒温槽１０１内の温度を測定する。放射温度計１０８は、回転試料台１０３の試料載置部１０４に載置された複数の試料１３１の表面温度を非接触に測定する。放射温度計１０８は、回転試料台１０３の筒内面と光源１０６との間に配置されている。また、放射温度計１０８は、複数の試料１３１の表面温度を個別に測定する。放射温度計１０８は、赤外線検出素子から構成することができる。また、放射温度計１０８は、赤外線検出素子を２次元に配列させ、測定領域の２次元的温度分布を測定する熱画像センサから構成することもできる。
【００２３】
コントローラ１０９は、ブラックパネル温度計１０５の測定結果、槽内温度計１０７の測定結果、および放射温度計１０８の測定結果をもとに、放射温度計１０８の測定結果が、設定された試料温度となるように、試料載置部１０４に載置された試料の表面温度を制御する。例えば、コントローラ１０９は、ヒータ１０２を制御することで、試料の表面温度を制御する。また、この試験装置は、回転試料台１０３の筒内部に気流を発生させる送風機１１０を備えることができる。
【００２４】
送風機１１０は、従来の一般的な耐候性試験装置で用いられている、槽内温度・ブラックパネル温度制御のための恒温槽の底部に設けられている送風機（不図示、非特許文献１参照）に加え、本発明において新たに設けた（追加した）ものである。この場合、コントローラ１０９は、上述したヒータ１０２の制御に加え、送風機１１０による送風量などを制御することで、放射温度計１０８の測定結果が設定された試料温度となるように、試料の表面温度を制御する。
【００２５】
また、この試験装置は、加湿器１１３、湿度計１１４を備える。コントローラ１０９は、湿度計１１４の測定結果を元に、加湿器１１３を制御して、恒温槽１０１内の温度を設定した湿度とする。また、コントローラ１０９は、回転試料台１０３の回転速度が、設定されている値となるように、回転試料台１０３の回転機構の動作を制御する。また、コントローラ１０９は、各測定結果を、図示しない記憶装置に記憶し、また、恒温槽１０１の外に配置される図示しない表示装置に表示することができる。
【００２６】
この試験装置を用いることで、以下に示す方法により、促進耐候性試験が実施できる。まず、耐候性試験を実施する恒温槽１０１の内部に配置され、筒状の形状とされて筒内面に試料載置部１０４を複数備え、筒中心に回転する回転試料台１０３の複数の試料載置部１０４の各々に試料１３１を載置する（第１工程）。次に、試料に耐候性試験用の光を照射する（第２工程）。
【００２７】
次に、回転試料台１０３の筒内面に配置されたブラックパネル温度計１０５による測定結果、恒温槽１０１内の温度の測定結果、および回転試料台１０３の筒内面と光源１０６との間に配置され、回転試料台１０３の試料載置部１０４に載置された放射温度計１０８による試料の表面温の測定結果もとに、放射温度計１０８の測定結果が、設定された試料温度となるように、試料載置部１０４に載置された試料の表面温度を制御する（第３工程）。
【００２８】
例えば、ヒータ１０２を制御することで、試料の表面温度を制御する。また、上述したヒータ１０２の制御に加え、送風機１１０による送風量などを制御することで、放射温度計１０８の測定結果が設定された試料温度となるように、試料の表面温度を制御する。また、湿度計１１４の測定結果を元に、加湿器１１３を制御して、恒温槽１０１内の温度を設定した湿度とする。上述したように設定した温度状態、湿度状態、および光照射を、設定された時間継続する。

【００２９】
ここで、光源１０６の設置位置と放射温度計１０８の設置位置を通過する仮想の直線上の回転試料台１０３の筒内面側の箇所を中心として、回転試料台１０３の回転方向の試料載置部１０４の幅の範囲が、放射温度計１０８の温度測定範囲とすることができる。コントローラ１０９は、試料載置部１０４が温度測定範囲に位置したときに放射温度計１０８が実施した測定結果を用いる。回転試料台１０３の回転は、コントローラ１０９により制御されており、予め放射温度計１０８の温度測定範囲をコントローラ１０９に設定しておけば、上述した測定制御が実施できる。例えば、コントローラ１０９は、試料載置部１０４が温度測定範囲に位置したときに、放射温度計１０８が測定を実施するように制御する。また、コントローラ１０９は、試料載置部１０４が温度測定範囲に位置したときに、放射温度計１０８が測定した結果を、ヒータ制御に用いる。
【００３０】
このようにすることで、試料１３１以外の温度測定結果が、コントローラ１０９によるヒータ１０２の制御に用いられることが防止できる。特に、試料載置部１０４が温度測定範囲の中心に位置したときに放射温度計１０８が実施した測定結果を用いることで、試料１３１の中心付近の表面の温度計測を、ヒータ１０２の制御に用いることができる。
【００３１】
また、コントローラ１０９は、放射温度計１０８に計測されている温度が略一定となる時間が長い方の計測値を、放射温度計１０８の測定結果として用いることができる。回転試料台１０３と共に、各試料１３１は回転しているので、放射温度計１０８による温度測定結果には、図２に示すように、試料１３１の表面温度が計測されている状態と、試料１３１以外の領域の温度が計測されている状態とが、交互に現れる。一般に、より多くの試料を配置することを目的とし、回転方向に隣り合う試料の間は、可能な範囲で狭くしている。従って、試料１３１以外の領域の温度が計測されているｔ１－ｔ２間、ｔ３－ｔ４間に比較して、試料１３１の表面温度が計測されているｔ２－ｔ３間の方が長い時間となる。従って、放射温度計１０８に計測されている温度が略一定となる時間が長い方の計測値は、試料１３１の表面温度が計測されているものとすることができる。
【００３２】
実施の形態１に係る試験装置によれば、光による劣化を加速させる試験において、光照射強度を変更する条件としても、試料の温度が測定できるので、試料の温度を設定した試験条件の温度にすることが可能となる。
【００３３】
［実施の形態２］
次に、本発明の実施の形態２に係る試験装置について、図３を参照して説明する。この試験装置は、恒温槽１０１、ヒータ１０２、回転試料台１０３、試料載置部１０４、ブラックパネル温度計１０５、光源１０６、槽内温度計１０７、放射温度計１０８、コントローラ１０９、放射計１１１、光源制御部１１２、加湿器１１３、および湿度計１１４を備える。これらの構成は、前述した実施の形態１と同様である。
【００３４】
実施の形態２では、さらに、試料載置部１０４が設けられている回転試料台１０３の筒内面を撮影するカメラ１１５と、カメラ１１５が撮像した画像より試料載置部１０４を識別する画像処理回路１１６とを備える。カメラ１１５は、例えば、エリアイメージセンサから構成された、いわゆるデジタルカメラとすることができる。
【００３５】
コントローラ１０９は、画像処理回路１１６が試料載置部１０４を認識した時点で放射温度計１０８が実施した測定結果を用いる。例えば、画像処理回路１１６には、試料１３１が固定されている試料載置部１０４を、予め撮像することで得られている基準画像が設定されている。画像処理回路１１６は、撮像している画像の中に、基準画像とのパターン認識における一致の度合いが設定値以上の部分が検出されると、試料１３１が載置された試料載置部１０４を識別（特定）することができる。このようにすることで、試料１３１

以外の温度測定結果が、コントローラ１０９による試料載置部１０４に載置された試料の表面温度の制御に用いられることが防止できる。

【００３６】

実施の形態２に係る試験装置によれば、光による劣化を加速させる試験において、光照射強度を変更する条件としても、試料の温度が測定できるので、試料の温度を設定した試験条件の温度にすることが可能となる。

【００３７】

なお、上述した実施の形態１，２に係る試験装置は、試料載置部１０４に載置されている試料を冷却する温度制御器をさらに備えることができる。光照射強度、槽内温度、試料表面温度の設定値の組み合わせによっては、ヒータ１０２および送風機１１０では、試料温度制御が難しい場合もある。このため、試料温度をさらに厳密に制御するために、試料の裏面から試料を冷却または加温する温度制御器を備えることができる。

【００３８】

以下、実験結果について説明する。まず、平面形状が、７ｃｍ×１５ｃｍの鋼からなる板材にウレタン樹脂塗料を厚さ５０μｍで塗布した試料を作製した。

【００３９】

また、促進耐候性試験の設定条件として、光照射強度ＩＷ／m^2（波長３００ｎｍ－４００ｎｍ）、ブラックパネル温度ＢＰＴ℃、槽内温度ＣＴ℃とした。この条件を設定した耐候性試験装置を１時間運転して促進耐候性試験を実施し、試料表面温度ＳＴ℃を測定した。また、光照射強度Ｉ＝６０、１２０、１８０とした場合について、送風機１１０を稼働した状態でも運転し、試料表面温度ＳＴ℃を測定した。なお、この試験では、恒温槽の底部に、槽内温度・ブラックパネル温度制御のための従来同様の送風機も動作させている。表１において、発明による送風機１１０も稼働した状態を、追加送風機が「あり」としている。追加送風機が「なし」は、発明による送風機１１０を稼働せず、従来同様の送風機を稼働させている条件である。

【００４０】

試験条件１、２、５は、光照射強度Ｉのみを変えた試験であるが、光照射強度Ｉが大きくなるにつて、試料表面温度が上がっていることが確認された。そこで、回転試料台の筒内部に気流を発生させる送風機１１０を稼働させると、試験条件３では試験条件１と同じ４０℃まで試料温度を低下させることができ、送風機１１０によって試料表面温度の制御が可能であることが確認できた。試験条件３よりもＩが大きい試験条件５では、送風機１１０の稼働によって試験条件４よりも試料表面温度は低下したが、試験条件１と同じ温度まで下げることはできなかった。

【００４１】

これにより、１８０Ｗ／m^2という強い光照射強度とした場合、槽内温度を３０℃とすると、送風のみでは試料温度を４０℃まで下げることが容易でないことが分かった。そこで、試験条件６として、試料裏面にペルチェ素子からなる温度制御器を装着し、試料を裏面から冷却しながら試験を実施すると、試料表面温度を４０℃に制御することができ、送風機１１０に加えて試料裏面から冷却することが試料表面温度の制御に有効であると分かった。なお、ここでは、温度制御器として、ペルチェ素子を用いたが、ヒートシンクや冷水／温水を循環させることによる温度制御器を用いることもできることは容易に類推できる。

【００４２】

また、ここでは試料表面温度が上がりすぎた場合にそれを下げる例を示したが、試料表面温度が低い場合に、送風機１１０の出力を抑制し、また、試料裏面を加温することで、試料表面温度を上げることができるのも容易に類推できる。

【００４３】

【表１】

表１

試験条件 No.	I	BPT	CT	追加送風機	ST
1	60	63	30	なし	40
2	120	63	30	なし	45
3	120	63	30	あり	40
4	180	63	30	なし	53
5	180	63	30	あり	46
6	180	63	30	あり+試料裏面ペルチェ素子冷却	40

【００４４】

以上の実験結果から明らかなように、試料の表面温度を測定しているので、光による劣化を加速させる試験において、試料の表面温度の制御が可能となる。

【００４５】

以上に説明したように、本発明によれば、回転試料台の試料載置部に載置された試料の表面温度を個別に測定する放射温度計を備えるので、光による劣化を加速させる試験において、試料の温度を設定した試験条件の温度にすることができる。

【００４６】

なお、本発明は以上に説明した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で、当分野において通常の知識を有する者により、多くの変形および組み合わせが実施可能であることは明白である。

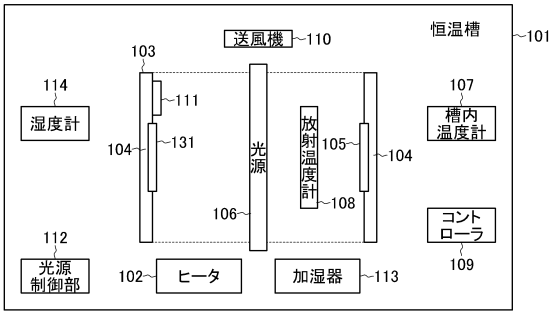
【符号の説明】

【００４７】

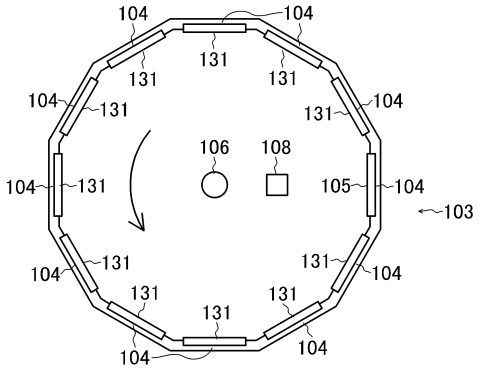
１０１…恒温槽、１０２…ヒータ、１０３…回転試料台、１０４…試料載置部、１０５…ブラックパネル温度計、１０６…光源、１０７…槽内温度計、１０８…放射温度計、１０９…コントローラ、１１０…送風機、１１１…放射計、１１２…光源制御部、１１３…加湿器、１１４…湿度計、１３１…試料。

【図面】

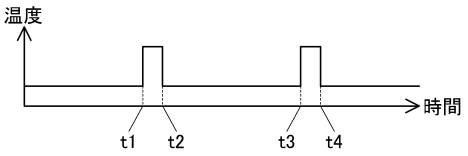
【図１Ａ】



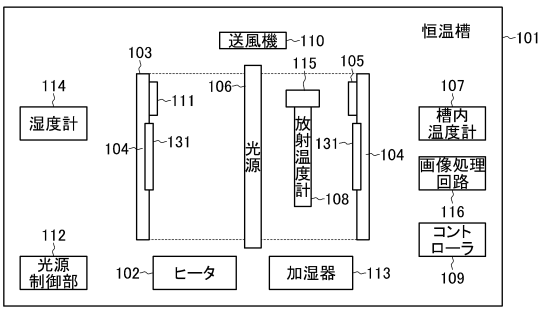
【図１Ｂ】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

東京都千代田区大手町一丁目５番１号 日本電信電話株式会社内
(72)発明者 岡 宗一
東京都千代田区大手町一丁目５番１号 日本電信電話株式会社内
審査官 外川 敬之
(56)参考文献 特開２０１５－０９９１１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０９１３６６（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－１７３１１９（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ １７／００