(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2017-201886
(P2017-201886A)
(43)公開日　平成29年11月16日(2017.11.16)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
C12M	1/00	(2006.01)	C12M	1/00	C	4B029
C12M	3/00	(2006.01)	C12M	3/00	B	

審査請求 未請求　請求項の数 6　OL　（全 17 頁）

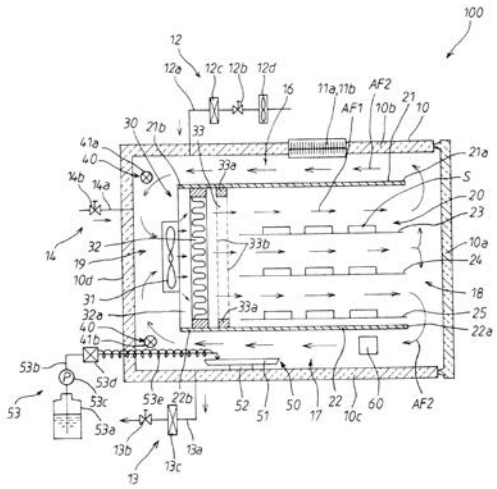
(21)出願番号　特願2016-93669(P2016-93669)
(22)出願日　平成28年5月9日(2016.5.9)

(71)出願人　599053643
株式会社エアレックス
愛知県名古屋市中村区椿町１４番１３号
(74)代理人　100117503
弁理士　間瀬　▲けい▼一郎
(74)代理人　100121784
弁理士　山田　稔
(72)発明者　川崎　康司
愛知県名古屋市中村区椿町１４番１３号
株式会社エアレックス内
(72)発明者　益留　純
愛知県名古屋市中村区椿町１４番１３号
株式会社エアレックス内

Fターム(参考)　4B029 AA01　AA12　AA27　BB01

(54)【発明の名称】インキュベータ

(57)【要約】
【課題】培養室の内部の乾燥を防ぎ、且つ、高湿度状態を検知すると共に、検知した湿度状態が設定条件よりも低下した際に正確な少量の加湿を行うことにより、温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部に結露が生じることのないインキュベータを提供する。
【解決手段】断熱扉と断熱壁からなる筐体と、筐体の内部に区画された培養室と、培養室の内部に筐体の内部の空気を循環させる循環手段と、筐体の内部の空気を加温するための加温手段と、筐体の内部の空気を加湿するための加湿手段と、筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知する凝縮検知手段とを有している。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
断熱扉と断熱壁からなる筐体と、
前記筐体の内部に区画された培養室と、
前記培養室の内部に前記筐体の内部の空気を循環させる循環手段と、
前記筐体の内部の空気を加温するための加温手段と、
前記筐体の内部の空気を加湿するための加湿手段と、
前記筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知する凝縮検知手段とを有するインキュベータ。
【請求項２】
前記循環手段は、前記筐体の内部の空気を前記培養室に供給する循環ファンと、当該循環ファンから供給される空気を濾過するフィルタと、当該フィルタを通過した空気を整流する整流部材とを備え、
前記循環ファン、フィルタ及び整流部材を介して前記培養室に供給される空気は、当該培養室の内部を略水平に流れる一方向流の空気を形成することを特徴とする請求項１に記載のインキュベータ。
【請求項３】
前記加湿手段は、蒸発皿と、当該蒸発皿に水を供給する給水手段と、前記蒸発皿及びこれに供給された水の重量を検知する秤量手段とを備え、
前記給水手段は、前記筐体の外部に設けられた貯留槽と、当該貯留槽から前記蒸発皿に向けて設けられた給水配管と、当該給水配管の管路に設けられたフィルタ及び給水ポンプを具備することを特徴とする請求項１又は２に記載のインキュベータ。
【請求項４】
前記給水配管のうち、前記フィルタから前記蒸発皿に至る管路には、管路を滅菌するための加熱ヒータが設けられていることを特徴とする請求項３に記載のインキュベータ。
【請求項５】
前記凝縮検知手段は、投光装置と、受光装置と、凝縮形成部とを備え、
前記投光装置から前記受光装置に至る光路には、これに垂直な方向に前記凝縮形成部が具備する光透過性の凝縮形成板の板面を配置し、
当該凝縮形成板の表面に凝縮した凝縮膜の膜厚でもって、前記筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知することを特徴とする請求項１～４のいずれか１つに記載のインキュベータ。
【請求項６】
制御手段を有し、
当該制御手段は、前記凝縮検知手段による前記凝縮膜の膜厚が所定の下限値において、前記給水手段を作動して前記蒸発皿の内部に所定量の水を供給するように作動し、
前記凝縮検知手段による前記凝縮膜の膜厚が所定の上限値において、前記給水手段から前記蒸発皿の内部への給水を停止するように作動して、
前記筐体の内部の関係湿度を９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内で維持するように制御することを特徴とする請求項３～５のいずれか１つに記載のインキュベータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、インキュベータに関するものであり、特に培養に適した温度及び高湿度状態を適正に制御し、且つ、培養室の内部の無菌環境を高度に維持できるインキュベータに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年の再生医療分野の発展に伴い、インキュベータを使用して細胞を培養することが広く行われている。細胞の培養には、それぞれの細胞に適した培養環境を整備する必要があ

り、インキュベータ内部の温度条件、湿度条件、或いは必要によりＣＯ$_2$ガス濃度、Ｎ$_2$ガス濃度などを調整することが行われている。

【０００３】

インキュベータ内部の温度条件を調整するには、一般にインキュベータの室内、扉、棚板などの壁部に温水ヒータ或いは電気ヒータなどを内蔵して、壁面からの輻射熱による室内温度調整が行われている。また、インキュベータ内部の湿度条件を調整するには、一般にインキュベータの内部に加湿皿を設けて水を貯留し、この貯留水の自然蒸発によって室内湿度調整が行われている。一方、インキュベータ内部のＣＯ$_2$ガス濃度やＮ$_2$ガス濃度を調整するには、一般にＣＯ$_2$ガス濃度センサやＮ$_2$ガス濃度センサ、及び、ＣＯ$_2$ガスボンベやＮ$_2$ガスボンベからの供給経路を備えてＣＯ$_2$ガス濃度やＮ$_2$ガス濃度の調整が行われている。また、これらに加え室内ファンによる空気の撹拌を併用して均一化を図る場合もある。

【０００４】

しかし、壁面からの輻射熱や空気の撹拌による室内温度調整と室内湿度調整では室内の温度・湿度が不均一になりやすい。特に、インキュベータの内部は湿度が高いので、温度・湿度が不均一な場合には部分的な結露が生じやすいという問題があった。また、輻射熱と室内空気の撹拌だけでは培養液の入ったシャーレの内部を所定の温度に昇温するのに長い時間がかかるという問題があった。

【０００５】

一方、これまでのインキュベータでは、ＧＭＰ（Ｇｏｏｄ Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ Ｐｒａｃｔｉｃｅ）に即したグレードＡ（厚生労働省・無菌医薬品製造指針）を保証することができなかった。また、内部をグレードＡに滅菌しても、これを維持するために空気圧を外部環境よりも高く維持することができなかった。更に、インキュベータの内部の貯留水の蒸発に伴い外部から水を供給するが、その場合に外部から供給された水により内部の無菌環境に悪影響を及ぼすという問題があった。

【０００６】

そこで、下記特許文献１のインキュベータにおいては、室内ヒータ、扉ヒータ、ステージヒータのオンオフによる一般的な温度調整を行い、内部の湿度が上昇し結露が生じやすくなった場合に加湿皿の露出される水面の面積を微調整して湿度調整の精度を向上することが提案されている。

【０００７】

また、本発明者らは、先に下記特許文献２に示すインキュベータを提案した。このインキュベータは、培養室の内部の温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部に結露が生じることがなく、また、被培養物の入ったシャーレの内部を短時間で所定の温度に昇温できるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００８－００５７５９号公報

【特許文献２】特願２０１５－２０６８５４号公報

【特許文献３】特開第３８０９１７６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

ところで、近年の細胞培養の条件においては、高湿度、特に関係湿度（相対湿度に同じ）が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内に精度よく制御することが要求される。このような高湿度の環境においては、室内に結露がより発生し易く、結露が発生した場合には細胞の培養に深刻な打撃を与えることになる。そこで、このような高湿度の環境においては、室内の湿度を正確に把握すると共に、その湿度状態に対応して室内の温度・湿度を安定に維持して室内における結露の発生を防止しなければならない。

【００１０】
これに対して、上記特許文献１のインキュベータにおいては、通常の湿度状態、即ち関係湿度が９０％ＲＨ～９５％ＲＨ程度の制御範囲において部分的な結露の発生は軽減できるが、依然室内の温度・湿度が不均一になりやすいという問題があった。従って、細胞の培養により好ましいとして要求される関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内においては、室内の温度・湿度を安定に維持することができず結露の発生を防止することができない。
【００１１】
また、上記特許文献２のインキュベータにおいても、室内の温度・湿度を安定に維持する精度は高いが、関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内において、室内の湿度を更に精度よく安定に維持することが要求される。その理由として、関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内において、関係湿度を精度よく検知できる湿度センサが存在しないという問題があった。
【００１２】
一方、本発明者らは、以前に無菌作業室の除染条件をモニターするために上記特許文献３の凝縮センサ及び凝縮膜管理方法を提案した。この凝縮センサは、除染剤である過酸化水素水の凝縮状態を検知するものであり湿度の検知を目的とする湿度センサではない。しかし、関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内という凝縮の生じうる環境において、その状態を精度よく検知することができるのではないかと考えた。
【００１３】
そこで、本発明は、上記の諸問題に対処して、培養室の内部の乾燥を防ぎ、且つ、高湿度状態を検知すると共に、検知した湿度状態が設定条件よりも低下した際に正確な少量の加湿を行うことにより、温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部に結露が生じることのないインキュベータ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】
【００１４】
上記課題の解決にあたり、本発明者らは、鋭意研究の結果、本発明者らが先に開発した凝縮センサを利用すると共に、少量の加湿を正確に行うことのできる加湿手段を検討することにより、関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内で正確に制御できることを見出して本発明の完成に至った。
【００１５】
即ち、本発明に係るインキュベータ（１００）は、請求項１の記載によれば、
断熱扉（１０ａ）と断熱壁（１０ｂ～１０ｆ）からなる筐体（１０）と、
前記筐体の内部に区画された培養室（２０）と、
前記培養室の内部に前記筐体の内部の空気を循環させる循環手段（３０）と、
前記筐体の内部の空気を加温するための加温手段（４０）と、
前記筐体の内部の空気を加湿するための加湿手段（５０）と、
前記筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知する凝縮検知手段（６０）とを有している。
【００１６】
また、本発明は、請求項２の記載によれば、請求項１に記載のインキュベータであって、
前記循環手段は、前記筐体の内部の空気を前記培養室に供給する循環ファン（３１）と、当該循環ファンから供給される空気を濾過するフィルタ（３２）と、当該フィルタを通過した空気を整流する整流部材（３３）とを備え、
前記循環ファン、フィルタ及び整流部材を介して前記培養室に供給される空気は、当該培養室の内部を略水平に流れる一方向流（ＡＦ１）の空気を形成することを特徴とする。
【００１７】
また、本発明は、請求項３の記載によれば、請求項１又は２に記載のインキュベータであって、

前記加湿手段は、蒸発皿（５１）と、当該蒸発皿に水を供給する給水手段（５３）と、前記蒸発皿及びこれに供給された水の重量を検知する秤量手段（５２）とを備え、
前記給水手段は、前記筐体の外部に設けられた貯留槽（５３ａ）と、当該貯留槽から前記蒸発皿に向けて設けられた給水配管（５３ｂ）と、当該給水配管の管路に設けられたフィルタ（５３ｄ）及び給水ポンプ（５３ｃ）を具備することを特徴とする。
【００１８】
また、本発明は、請求項４の記載によれば、請求項３に記載のインキュベータであって、
前記給水配管のうち、前記フィルタから前記蒸発皿に至る管路には、管路を滅菌するための加熱ヒータ（５３ｅ）が設けられていることを特徴とする。
【００１９】
また、本発明は、請求項５の記載によれば、請求項１～４のいずれか１つに記載のインキュベータであって、
前記凝縮検知手段は、投光装置（６２）と、受光装置（６３）と、凝縮形成部（６１）とを備え、
前記投光装置から前記受光装置に至る光路には、これに垂直な方向に前記凝縮形成部が具備する光透過性の凝縮形成板（６５）の板面を配置し、
当該凝縮形成板の表面に凝縮した凝縮膜の膜厚でもって、前記筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知することを特徴とする。
【００２０】
また、本発明は、請求項６の記載によれば、請求項３～５のいずれか１つに記載のインキュベータであって、
制御手段を有し、
当該制御手段は、前記凝縮検知手段による前記凝縮膜の膜厚が所定の下限値において、前記給水手段を作動して前記蒸発皿の内部に所定量の水を供給するように作動し、
前記凝縮検知手段による前記凝縮膜の膜厚が所定の上限値において、前記給水手段から前記蒸発皿の内部への給水を停止するように作動して、
前記筐体の内部の関係湿度を９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内で維持するように制御することを特徴とする。
【発明の効果】
【００２１】
上記請求項１の構成によれば、本発明に係るインキュベータは、筐体と培養室と循環手段と加温手段と加湿手段と凝縮検知手段とを有している。筐体は、断熱扉と断熱壁からなる。培養室は、筐体の内部に区画されている。循環手段は、培養室の内部に筐体の内部の空気を循環させる。加温手段は、筐体の内部の空気を加温する。加湿手段は、筐体の内部の空気を加湿する。凝縮検知手段は、筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知する。
【００２２】
これらのことから、筐体の内部の空気は、循環手段により筐体の内部とその内部に区画された培養室の内部を循環する。この循環の際に、筐体の内部の空気は加温手段によって所定温度に加熱され、また、加湿手段によって加湿される。また、培養室の内部の高湿度状態を凝縮検知手段により検知することができる。更に、検知した湿度状態が設定条件よりも低下した際には、加湿手段により正確な少量の加湿を行うことができる。よって、上記請求項１の構成によれば、培養室の内部の温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部の乾燥を防ぎ、且つ、結露が生じることがない。
【００２３】
また、上記請求項２の構成によれば、循環手段は、循環ファンとフィルタと整流部材とを備えている。循環ファンは、筐体の内部の空気を培養室に供給する。フィルタは、循環ファンから供給される空気を濾過する。整流部材は、フィルタを通過した空気を整流する。このようにして、循環ファン、フィルタ及び整流部材を介して培養室に供給される空気は、当該培養室の内部を略水平に流れる一方向流（いわゆる層流）の空気を形成する。こ

のことにより、培養室に載置された培養物を充填したシャーレに設定温度・設定湿度の空気が常時供給される。よって、上記請求項２の構成によれば、被培養物の入ったシャーレの内部を短時間で所定の温度及び湿度に維持することができ、上記請求項１と同様の効果をより一層発揮することができる。

【００２４】

また、上記請求項３の構成によれば、加湿手段は、蒸発皿と給水手段と秤量手段とを備えている。蒸発皿は、給水手段から供給された水を蒸発して筐体の内部の空気を加湿する。給水手段は、貯留槽と給水配管とその管路に設けられたフィルタ及び給水ポンプを具備して、蒸発皿に水を供給する。秤量手段は、蒸発皿及びこれに供給された水の重量を検知する。このことにより、蒸発皿に供給される水の量を正確に管理することができ、筐体の内部を適正に加湿することができる。また、給水配管の管路に設けられたフィルタの作用により、蒸発皿に供給される水により筐体及び培養室の内部がバクテリア等により汚染されることがない。よって、上記請求項３の構成によれば、上記請求項１又は２と同様の効果をより一層発揮することができる。

【００２５】

また、上記請求項４の構成によれば、給水配管のうち、フィルタから蒸発皿に至る管路には、加熱ヒータが設けられている。この加熱ヒータは、管路を滅菌するためのものである。このことにより、蒸発皿に供給される水により筐体及び培養室の内部がバクテリア等により汚染されることがない。よって、上記請求項４の構成によれば、上記請求項３と同様の効果をより一層発揮することができる。

【００２６】

また、上記請求項５の構成によれば、凝縮検知手段は、投光装置と受光装置と凝縮形成部とを備えている。また、投光装置から受光装置に至る光路には、これに垂直な方向に凝縮形成部が具備する光透過性の凝縮形成板の板面が配置されている。このことにより、これらの凝縮形成板の表面に凝縮した凝縮膜の膜厚でもって、筐体の内部の水蒸気が結露した状態を検知して高湿度状態を把握することができる。よって、上記請求項５の構成によれば、上記請求項１～４と同様の効果をより一層発揮することができる。

【００２７】

また、上記請求項６の構成によれば、本発明に係るインキュベータは、制御手段を有している。この制御手段は、凝縮検知手段による凝縮膜の膜厚が所定の下限値においては、給水手段を作動して蒸発皿の内部に所定量の水を供給するように作動する。また、凝縮検知手段による凝縮膜の膜厚が所定の上限値においては、給水手段から蒸発皿の内部への給水を停止するように作動する。このことにより、筐体の内部の関係湿度は、９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内で維持される。よって、上記請求項６の構成によれば、上記請求項３～５と同様の効果をより一層発揮することができる。

【００２８】

このように、本発明においては、培養室の内部の乾燥を防ぎ、且つ、高湿度状態を検知すると共に、検知した湿度状態が設定条件よりも低下した際に正確な少量の加湿を行うことにより、温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部に結露が生じることのないインキュベータを提供することができる。

【００２９】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】本実施形態に係るインキュベータの内部を側面から見た断面図である。

【図２】図１に示すインキュベータの内部を上面から見た断面図である。

【図３】図１に示すインキュベータの内部を正面から見た断面図である。

【図４】図１に示すインキュベータにおいて、整流板の他の構成を示す部分断面図である。

【図５】図３に示すインキュベータが有する凝縮センサを示す概略図である。
【図６】図５の凝縮センサが有する凝縮形成板の正面図である。
【図７】本実施形態に係るインキュベータにおける温度、湿度、凝縮センサの出力を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００３１】
以下、本発明に係るインキュベータの一実施形態を図面に従って説明する。図１は、本発明に係るインキュベータの一実施形態の内部を側面から見た断面図である。また、図２は、このインキュベータの内部を上面から見た断面図であり、図３は、このインキュベータの内部を正面から見た断面図である。図１～３において、インキュベータ１００は、外壁を形成する筐体１０、その内部に区画された培養室２０、空気を循環する循環手段３０、空気を加熱する加温手段４０、空気を加湿する加湿手段５０、及び、凝縮検知手段としての凝縮センサ６０から構成されている。
【００３２】
筐体１０は、その外壁と内壁をステンレス製金属板で覆われ、外壁と内壁の間には断熱材が充填されて断熱壁となっている。また、筐体１０の正面壁部は、開閉可能な断熱扉１０ａとなっているが、閉鎖時には外部環境とは気密的に遮蔽され内部の無菌環境を維持することができる。また、筐体１０の上面壁部１０ｂには、筐体１０の内部の熱を放熱する２つのヒートシンク１１ａ、１１ｂが設置されている。
【００３３】
筐体１０の上面壁部１０ｂ及び底面壁部１０ｃには、筐体１０の内部の空気圧を調整するための給気手段１２及び排気手段１３が設けられている。筐体１０の上面壁部１０ｂに設けられた給気手段１２は、給気管１２ａとその管路に設けられた電磁弁１２ｂ、ディスクフィルタ１２ｃ及び給気ファン１２ｄとからなり、必要により筐体１０の外部の空気を筐体１０の内部に供給する。
【００３４】
一方、筐体１０の底面壁部１０ｃに設けられた排気手段１３は、排気管１３ａとその管路に設けられた電磁弁１３ｂ及びディスクフィルタ１３ｃとからなり、必要により筐体１０の内部の空気を筐体１０の外部に排気する。なお、本実施形態においては、給気手段１２及び排気手段１３を通じて、筐体１０の内部を除染する際の除染ガスの給排気及びエアレーションを行うことができる。なお、筐体１０の底面壁部１０ｃの上部側（後述の下部空間１７）には、加湿手段５０及び凝縮センサ６０が設けられているが、これらについては後述する。
【００３５】
筐体１０の背面壁部１０ｄには、筐体１０の内部に細胞の培養に必要なCO_2ガスを供給するためのCO_2ガス供給手段１４が設けられている。CO_2ガス供給手段１４は、供給管１４ａとその管路に設けられた電磁弁１４ｂ及びCO_2ガスボンベ（図示せず）とからなり、必要により筐体１０の内部にCO_2ガスを供給する。また、筐体１０の右側面壁部１０ｅには、筐体１０の内部の温度、湿度、CO_2ガス濃度を検知する温度センサ１５ａ、湿度センサ１５ｂ及びCO_2ガス濃度センサ１５ｃが設けられている。これらのセンサの作用については後述する。
【００３６】
培養室２０は、筐体１０の内部空間の一部を区画して構成されており、筐体１０の内部空間のうち培養室２０以外の部分は、上部空間１６、下部空間１７及び正面空間１８及び背面空間１９を構成する（図１参照）。具体的には、培養室２０は、筐体１０の右側面壁部１０ｅと左側面壁部１０ｆの間に設けられた上部隔壁２１と下部隔壁２２により、筐体１０の内部空間の上下方向中央部に区画されている（図３参照）。
【００３７】
このことにより、筐体１０の内部空間のうち培養室２０の上部側（上部隔壁２１と上面壁部１０ｂとの間）が上部空間１６を構成する。また、筐体１０の内部空間のうち培養室

２０の下部側（下部隔壁２２と底面壁部１０ｃとの間）が下部空間１７を構成する。また、筐体１０の内部空間のうち培養室２０の正面側（上下部隔壁２１、２２の正面側端部２１ａ、２２ａと断熱扉１０ａとの間）が正面空間１８を構成する。また、筐体１０の内部空間のうち培養室２０の背面側（上下部隔壁２１、２２の背面側端部２１ｂ、２２ｂと背面壁部１０ｄとの間）が背面空間１９を構成する。

【００３８】

このような内部空間の構成において、培養室２０と筐体１０の上部空間１６とは、上部隔壁２１によって隔てられている。また、培養室２０と筐体１０の下部空間１７とは、下部隔壁２２によって隔てられている。また、培養室２０と筐体１０の正面空間１８とは、隔壁がなく解放されている。一方、培養室２０と筐体１０の背面空間１９とは、循環手段３０（後述する）によって隔てられている。なお、これらの空間を流れる空気の流れについては後述する。

【００３９】

また、培養室２０の内部空間には、水平に設置された３枚の棚板２３、２４、２５によって上下３段の空間に隔てられている（図１及び図３参照）。これらの棚板２３、２４、２５の上面には、それぞれ、細胞を培養する培養液を充填したシャーレＳが各段に９個ずつ載置されている。

【００４０】

循環手段３０は、上述のように、培養室２０と筐体１０の背面空間１９とを隔てるように、培養室２０の背面側に設けられている（図１及び図２参照）。この循環手段３０は、筐体１０と培養室２０との間で空気を循環するものであって、循環ファン３１とＨＥＰＡフィルタ３２と整流部材３３とを備えている。

【００４１】

循環ファン３１は、筐体１０の背面空間１９のＨＥＰＡフィルタ３２の後方（背面空間１９側）にＨＥＰＡフィルタ３２と平行に設けられ、この循環ファン３１の作用により筐体１０の背面空間１９の空気がＨＥＰＡフィルタ３２を介して培養室２０の内部に水平方向に流れるように構成されている。なお、循環ファン３１の種類については特に限定するものではなく、均一な風力を有するものであればよい。

【００４２】

ＨＥＰＡフィルタ３２は、循環ファン３１の前方（培養室２０側）にあって、培養室２０の背面部と筐体１０の背面空間１９とを隔てるようにフィルタ面を略垂直方向に向けて設けられ、このＨＥＰＡフィルタ３２を通過した空気が培養室２０の内部に水平方向に流れるように構成されている。本実施形態においては、ＨＥＰＡフィルタ３２は、筐体１０の内部の空気を更に清浄にするだけでなく、培養室２０の内部に流れる空気を均一化する。なお、このＨＥＰＡフィルタ３０に代えてＵＬＰＡフィルタなど他種のフィルタを採用するようにしてもよい。

【００４３】

整流板３３は、多孔性シートからなり培養室２０の背面部にあるＨＥＰＡフィルタ３２の前方（培養室２０側）にＨＥＰＡフィルタ３２と平行に全面に亘って設けられている。このことにより、ＨＥＰＡフィルタ３２から培養室２０の内部に供給される空気は、整流板３３の整流作用により培養室２０の内部空間を水平方向に流れる一方向流（いわゆる層流）の空気を形成する。なお、本実施形態においては、この整流板３３は、ステンレス製金属からなる矩形状の枠体３３ａと、この枠体の左右両面を覆うように枠体に貼付された２枚のスクリーン紗３３ｂから構成されている。

【００４４】

２枚のスクリーン紗３３ｂは、一般に合成繊維長繊維からなる織物であって、この織物の経糸と緯糸の間隙によって表裏を連通する無数の細孔が形成されている。このことにより、整流板３３を通過する空気は、これらの無数の細孔によってその流れを整えられ、培養室２０の内部空間を水平方向に向かう安定した一方向流の空気を形成する。

【００４５】

このスクリーン紗３３ｂを形成する合成繊維長繊維は、線径が３０～２００μｍであることが好ましく、目開きが３０～２００μｍであることが好ましい。また、スクリーン紗３３ｂの素材は、どのようなものであってもよいが、本実施形態においては、ポリエチレン紗を使用した。

【００４６】

ここで、本実施形態とは異なる整流板３３の他の構成について説明する。図４は、図１に示すインキュベータにおいて、整流板３３の他の構成を示す部分断面図である。図４において、整流板３３は、図１と同様に培養室２０の背面部にあるＨＥＰＡフィルタ３２の前方（培養室２０側）にＨＥＰＡフィルタ３２と平行に全面に亘って設けられている。なお、この整流板３３は、ステンレス製金属からなる矩形状の枠体３３ａと、この枠体の一方の面（ＨＥＰＡフィルタ３２側の面）を覆う１枚のスクリーン紗３３ｂと、枠体の他方の面（培養室２０側の面）を覆う１枚のスリット板３３ｃとから構成されている。

【００４７】

スリット板３３ｃには、表裏を連通する複数の細溝が並行に設けられている。図４において、ＨＥＰＡフィルタ３２から培養室２０の内部に供給される空気は、整流板３３の整流作用により培養室２０の内部空間を水平方向に流れる一方向流（いわゆる層流）の空気を形成する。具体的には、ＨＥＰＡフィルタ３２を通過した空気は、まず、スクリーン紗３３ｂを介して整流される。この整流された空気は、更にスリット板３３ｃを介して整流され、各スリットから培養室２０の内部空間に一方向流として流出する。

【００４８】

加温手段４０は、２本のヒータ４１ａ、４１ｂ、上述の温度センサ１５ａ、及び、制御装置（図示せず）により構成されている。２本のヒータ４１ａ、４１ｂは、温度センサ１５ａによる検知信号により制御装置内のマイクロコンピュータ（図示せず）による制御で設定温度を維持するように作動する。

【００４９】

２本のヒータ４１ａ、４１ｂは、筐体１０の背面空間１９に設けられている。ヒータ４１ａは、筐体１０の背面空間１９の上方で上部空間１６と交差する部分に設けられている。一方、ヒータ４１ｂは、筐体１０の背面空間１９の下方で下部空間１７と交差する部分に設けられている。これらのヒータ４１ａ、４１ｂは、筐体１０の内部の空気を加熱するものであって、その種類は特に限定するものではない。本実施形態においては、電気ヒータを採用し、中でもロッド状のシーズヒータを採用した。

【００５０】

加湿手段５０は、蒸発皿５１、ロードセル５２、給水手段５３、上述の湿度センサ１５ｂ、及び、制御装置（図示せず）により構成され、後述の凝縮センサ６０とも連動する。蒸発皿５１は、筐体１０の下部空間１７の後方（背面空間１９側）に設けられ、筐体１０の底面壁部１０ｃに載置されたロードセル５２の上面に載置されている（図１及び図３参照）。ロードセル５２は、蒸発皿５１の重量（空の重量）及び蒸発皿５１に供給される水の重量を検知する。

【００５１】

給水手段５３は、筐体１０の外部に設けられた給水タンク５３ａ、給水タンク５３ａから筐体１０の内部の蒸発皿５１に向けて設けられた給水配管５３ｂ、給水配管５３ｂの管路の上流に設けられた給水ポンプ５３ｃ、及び、給水ポンプ５３ｃより下流の管路に設けられたフィルタ５３ｄにより構成されている。なお、給水配管５３ｂの管路のうちフィルタ５３ｄから蒸発皿５１に至る管路には、管路を滅菌するための加熱ヒータ５３ｅが設けられている。

【００５２】

本実施形態においては、給水手段５３による蒸発皿５１への水の供給は、少量ずつ行うように制御される。すなわち、湿度センサ１５ｂ又は凝縮センサ６０による検知で筐体１０の内部の湿度が設定値以下（本実施形態においては、これを「乾燥状態」という）であり、且つ、ロードセル５２が検知した重量が蒸発皿５１の重量と同じ（蒸発皿５１が空の

状態）になった時、蒸発皿５１に少量の水が供給され速やかに蒸発する。このように、蒸発皿５１に常に水が貯留されている状態を避け、バクテリア等の微生物が生存できないようにして筐体１０及び培養室２０の汚染のリスクを回避する。

【００５３】

また、筐体１０の外部にある給水タンク５３ａから蒸発皿５１への給水配管５３ｂの管路には、上述のように、フィルタ５３ｄ及び加熱ヒータ５３ｅが設けられている。これらにより、蒸発皿５１に供給される水からの汚染は、更に軽減される。このことにより、仮に給水タンク５３ａ内に貯留された水がバクテリア等の微生物によって汚染された場合であっても、これらの微生物は、フィルタ５３ｄ及び加熱ヒータの作用により蒸発皿５１に混入することがない。よって、筐体１０や培養室２０の無菌環境に悪影響を及ぼすことが防止できる。

【００５４】

湿度センサ１５ｂは、筐体１０の内部の湿度を検知して検知信号を制御装置に出力すると共に、モニター（図示せず）に表示する。なお、この湿度センサ１５ｂが正確に検知できるのは、関係湿度が９５％ＲＨまでの領域である。従って、関係湿度が９５％ＲＨ以下の湿度領域（乾燥状態）の制御は、湿度センサ１５ｂの検知信号により行う。すなわち、筐体１０の内部の関係湿度が９５％ＲＨ以下であることを検知した湿度センサ１５ｂによる検知信号により、制御装置内のマイクロコンピュータ（図示せず）による制御で給水ポンプ５３ｃを作動して蒸発皿５１に水を供給する。一方、関係湿度が９５％ＲＨを越える高湿度領域（９５％ＲＨ～１００％ＲＨ）の制御は、凝縮センサ６０の検知信号により行う。

【００５５】

ここで、凝縮センサ６０について説明する。凝縮センサ６０は、筐体１０の下部空間１７の前方（正面空間１８側）に設けられている（図１及び図３参照）。なお、図１及び図３においては、底面壁部１０ｃ上に凝縮センサ６０を支持する支柱等については記述を省略している。図５は、本実施形態に係るインキュベータ１００が有する凝縮センサ６０を示す概略図である。図５において、凝縮センサ６０は、投光装置６２、受光装置６３、及び、投光装置６２と受光装置６３との間に配設された凝縮形成部６１とを備えている。

【００５６】

本実施形態においては、投光装置６２としてレーザー光６６を照射するものを採用した。図５において、投光装置６２は、配線ケーブル６２ａを介して電源供給装置６２ｂと接続され、制御装置（図示せず）による当該電源供給装置６２ｂの駆動制御により所定のタイミングでレーザー光６６が一方向に照射される。本実施形態においては、投光装置６２から照射されるレーザー光６６は、半導体レーザー光であり近赤外領域の波長を採用している。一方、受光装置６３は、配線ケーブル６３ａを介して出力装置６３ｂと接続され、投光装置６２の照射面と対向する位置に受光面が位置するように設置されている。この受光装置６３は、受光したレーザー光６６の受光量に対応する検知信号を制御装置に出力すると共に、出力装置６３ｂのモニター（図示せず）に表示する。

【００５７】

図５において、凝縮形成部６１は、光透過性の凝縮形成板として方形状のガラス板６５を８枚備えている。これらのガラス板６５は、支持部６４により各ガラス板６５の面方向とレーザー光６６の照射方向とが略垂直となるように、それぞれ間隔を置いて互いに平行に配設されている。このことにより、各ガラス板６５の間には筐体１０の内部の空気が通過する連通開口部６１ａが設けられている。なお、この連通開口部６１ａは、筐体１０の下部空間１７を正面空間１８から背面空間１９の方向に流れる気流ＡＦ２に向かって開口している。このことにより、気流ＡＦ２は、各ガラス板６５の面に沿って流れ、その表面に凝縮膜を形成する。

【００５８】

図６は、凝縮センサ６０が有するガラス板６５（凝縮形成板）の正面図である。図６において、ガラス板６５は、筐体１０の内部の空気が接触して凝縮を生じる凝縮部６５ａと

、支持部６４により支持される被支持部６５ｂとからなり、凝縮部６５ａの中央部６５ｃの部分をレーザー光６６が透過する。

【００５９】

本実施形態においては、このように構成した凝縮センサ６０により関係湿度が９５％ＲＨを越える高湿度領域（９５％ＲＨ～１００％ＲＨ）の制御を正確に行うことができる。特に、関係湿度が１００％ＲＨ付近の凝縮が生じる環境における制御を精密に行い培養室２０の内部の培養環境を良好に維持することができる。なお、この凝縮センサ６０は、上述のように、本来は無菌作業室の除染条件をモニターするための装置である。従って、この凝縮センサ６０を配設することにより、培養を行う前に筐体１０の内部の除染を過酸化水素水により行う際にも除染強度の確認に使用することができる。

【００６０】

なお、本実施形態においては、上述のように、筐体１０の内部にCO_2ガスを供給するCO_2ガス供給手段１４を有している。このCO_2ガス供給手段１４は、細胞培養の条件として必要な場合にインキュベータに組込むようにすればよい。このCO_2ガス供給手段１４は、筐体１０の内部のCO_2ガスの濃度が設定値より低下したことを検知したCO_2ガス濃度センサ１５ｃによる検知信号により、制御装置（図示せず）内のマイクロコンピュータ（図示せず）による制御で電磁弁１４ｂを作動する。このことにより、培養室２０の内部のCO_2ガス濃度を一定に維持することができ、細胞の培養が順調に進行する。

【００６１】

ここで、上述のように構成した本実施形態に係るインキュベータ１００において、作動中における空気の流れ、湿度の制御、及び、インキュベータ１００の作用を説明する。図１において、筐体１０の内部及びその内部に区画された培養室２０の内部は、無菌・無塵状態に維持されている。また、給気手段１２及び排気手段１３を作動させて筐体１０の内部の空気圧を外部環境よりも高く維持している。このことにより、筐体１０の内部は、ＧＭＰに即したグレードＡを維持している。

【００６２】

また、培養室２０の内部の温度は、３７℃±０．５℃に維持されている。培養室２０の内部の湿度は、培養液の蒸発による浸透圧の変化をさけるために９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲に維持されている。そのために、蒸発皿５１においては極少量の水の供給が断続的に行われている。また、培養室２０の内部のCO_2ガス濃度は、培養に最適な条件を確保するために必要な濃度に維持されている。

【００６３】

この状態において、循環ファン３１が作動すると、筐体１０の背面空間１９の空気が循環ファン３１から放出される。この循環ファン３１から放出された空気は、ＨＥＰＡフィルタ３２の前室空間３２ａで圧力が均一化されＨＥＰＡフィルタ３２に供給される（図１参照）。次に、ＨＥＰＡフィルタ３２を通過した空気は、整流板３３を介して培養室２０の内部空間を水平方向（図１の左から右）に向かう一方向流ＡＦ１（層流）の空気を形成する。なお、整流板３３を介して流れる一方向流ＡＦ１の空気の温度、湿度及びCO_2ガス濃度は、正確に設定条件に維持されている。これら各条件の調節については後述する。

【００６４】

ここで、上述のように、筐体１０の内部は無菌・無塵状態に維持されている。更に、ＨＥＰＡフィルタ３２によって空気を正常化することにより、培養室２０の内部の無菌・無塵状態をより完全に確保することができる。例えば、何らかの事故により筐体１０の内部に微生物などの異物が混入した場合であっても、ＨＥＰＡフィルタ３２の作用により培養室２０の内部の無菌・無塵状態は確保される。

【００６５】

図１に筐体１０の内部及び培養室２０の内部を流れる空気の流れを矢印にて記述する。図１において、整流板３３を介して放出された空気は、２枚の上下隔壁２１、２２、及び、３枚の棚板２３、２４、２５によって区画された３つの室をそれぞれ水平方向（図１の左から右）に流れる。この空気の温度、湿度及び流速は一定に維持されている。また、区

画された３つの室には、それぞれ、棚板の上に培養液を充填したシャーレＳが載置されている（本実施形態においては、各棚板に９個ずつ）。従って、各シャーレＳの表面には一定の温度、湿度及びCO_2ガス濃度に調整された一方向流ＡＦ１の空気が一定の流速で流れている。更に、培養室２０の内部においては、一方向流ＡＦ１の空気の温度、湿度及びCO_2ガス濃度を上述の温度センサ１５ａ、湿度センサ１５ｂ、凝縮センサ６０、及び、CO_2ガス濃度センサ１５ｃにより検知する。

【００６６】

ここで、シャーレＳは一般にガラス製であり、その熱還流率（Ｋ値）は小さくはない。しかし、従来のインキュベータで行われる輻射或いは撹拌による加熱では、シャーレＳの内部の培養液の温度を培養条件に昇温するのに非常に長い時間を要していた。これに対して、本実施形態においては、一定温度の一方向流ＡＦ１の空気が常時供給されており、シャーレＳへの熱量の供給が多くなる。従って、本実施形態においては、シャーレＳの見かけの熱還流率（Ｋ値）が更に大きくなり、シャーレＳの内部の培養液の温度を短時間で培養条件に昇温することができる。

【００６７】

次に、培養室２０の内部を流れた一方向流ＡＦ１の空気は、筐体１０の正面空間１８において、その流れる方向を変化させる。図１において、一方向流ＡＦ１の空気は、筐体１０の断熱扉１０ａによって進路を変更し、筐体１０の正面空間１８から上部空間１６及び下部空間１７の２方向に分かれて流れる。この場合には、層流状態から通常の流れに変化しているものと思われる。

【００６８】

次に、筐体１０の上部空間１６に流入した空気は、培養室２０の上部隔壁２１と筐体１０の上面壁部１０ｂとの間を培養室２０の内部とは逆向きの水平方向（図１の右から左）に流れる。これらの空気は、培養室２０の内部を流れる一方向流ＡＦ１の空気とは別の一方向に流れる他の気流ＡＦ２（必ずしも層流ではない）を形成する。この状態において、培養室２０の内部の温度が設定温度より高い場合（上述の温度センサ１５ａによる検知）には、上面壁部１０ｂに設けられた２つのヒートシンク１１ａ、１１ｂから外部に放熱する。

【００６９】

一方、筐体１０の下部空間１７に流入した空気は、培養室２０の下部隔壁２２と筐体１０の底面壁部１０ｃとの間を培養室２０の内部とは逆向きの水平方向（図１の右から左）に流れる。これらの空気は、培養室２０の内部を流れる一方向流ＡＦ１の空気とは別の一方向に流れる他の気流ＡＦ２（必ずしも層流ではない）を形成する。この状態において、他の気流ＡＦ２は、凝縮センサ６０のガラス板６５の表面を流れ高湿度状態が検知される。また、他の気流ＡＦ２は、加湿手段５０の蒸発皿５１の上面を流れ加湿される。なお、凝縮センサ６０の作動態様と筐体１０の内部の高湿度状態の制御については後述する。

【００７０】

次に、筐体１０の上部空間１６及び下部空間１７を他の気流ＡＦ２となって流れた空気は、筐体１０の背面空間１９において、再度その流れる方向を変化させ合流する。図１において、筐体１０の上部空間１６を流れた他の気流ＡＦ２の空気は、筐体１０の背面壁部１０ｄによって進路を変更し、筐体１０の上部空間１６から背面空間１９に向けて流れる。この状態において、培養室２０の内部の温度が設定温度より低い場合（上述の温度センサ１５ａによる検知）には、筐体１０の背面空間１９の上方で上部空間１６と交差する部分に設けられたヒータ４１ａで空気を加熱する。具体的には、上述のように、ヒータ４１ａは、温度センサ１５ａによる検知信号により制御装置内のマイクロコンピュータによる制御で設定温度を維持するように作動する。

【００７１】

一方、筐体１０の下部空間１７を流れた他の気流ＡＦ２の空気は、筐体１０の背面壁部１０ｄによって進路を変更し、筐体１０の下部空間１７から背面空間１９に向けて流れる。この状態において、培養室２０の内部の温度が設定温度より低い場合（上述の温度セン

サ１５ａによる検知）には、筐体１０の背面空間１９の下方で下部空間１７と交差する部分に設けられたヒータ４１ｂで空気を加熱する。具体的には、上述のように、ヒータ４１ｂは、温度センサ１５ａによる検知信号により制御装置内のマイクロコンピュータによる制御で設定温度を維持するように作動する。

【００７２】

また、培養室２０の内部のCO_2ガス濃度が設定値より低い場合（上述のCO_2ガス濃度センサ１５ｃによる検知）には、筐体１０の背面壁部１０ｄに設けられたCO_2ガス供給手段１４によりCO_2ガスを筐体１０の内部に供給する。具体的には、上述のように、CO_2ガス供給手段１４は、CO_2ガス濃度センサ１５ｃによる検知信号により制御装置内のマイクロコンピュータによる制御で電磁弁１４ｂを作動し、培養室２０の内部のCO_2ガス濃度を維持する。

【００７３】

このようにして、筐体１０の背面空間１９においては、空気の温度、湿度及びCO_2ガス濃度が調整される。この調整され合流した空気は、上述のように、循環ファン３１の作動により、ＨＥＰＡフィルタ３２及び整流板３３を介して培養室２０の内部に供給され、培養室２０の内部空間を水平方向（図示左から右）に向かう一方向流ＡＦ１（層流）の空気を形成する。このように、本実施形態においては、筐体１０の内部及び培養室２０の内部の全ての空間に、一方向流ＡＦ１或いは他の気流ＡＦ２の空気が常に一定の流速で流れており滞留することがない。

【００７４】

ここで、凝縮センサ６０の作動態様を説明すると共に、この凝縮センサ６０を用いた筐体１０の内部の高湿度状態の制御について説明する。上述のように、本実施形態に係るインキュベータ１００は、筐体１０の内部の温度・湿度を均一に維持するための構造を有している。従って、筐体１０の内部が１００％ＲＨ前後になるまでは、筐体１０の内部に凝縮が生じることがない。従って、凝縮形成部６１のガラス板６５にも凝縮が生じない。この状態における受光装置６３のレーザー光６６の受光量を基準受光量とする。

【００７５】

図７は、本実施形態に係るインキュベータ１００における温度、湿度、凝縮センサの出力を示すグラフである。図７において、運転時間の経過を横軸で示し、温度（図７グラフａ）を右縦軸、湿度（図７グラフｂ）を左縦軸で示している。なお、凝縮センサの出力（図７グラフｃ）は、特に縦軸を指定していないが、この値は、凝縮センサの基準受光量と透過光出力（凝縮膜により低下する）との差の絶対値を示しており、凝縮膜の膜厚に比例する。

【００７６】

筐体１０の内部の温度（図７グラフａ）は、運転時間の経過（図７横軸）と共に上昇してポイントａ１において制御温度（３７．０℃）に到達し均一に維持されている（図７右縦軸）。一方、筐体１０の内部の湿度（図７グラフｂ）は、９５％ＲＨに至るまでは湿度センサ１５ｂによる検知信号により、制御装置による制御で給水ポンプ５３ｃを作動して蒸発皿５１に水を供給し続ける。よって、湿度（図７グラフｂ）は、運転時間の経過と共に上昇してポイントｂ１において９５％ＲＨとなる。その後、ポイントｂ１以降は、凝縮センサ６０による検知が行われる。

【００７７】

なお、湿度（図７グラフｂ）において、ポイントｂ１～ポイントｂ２の間で凝縮センサ６０による検知が基準受光量を示す場合は、ガラス板６５に凝縮が生じておらず、制御装置による制御で給水ポンプ５３ｃを作動して蒸発皿５１に水を供給する。このことにより、湿度（図７グラフｂ）は、ポイントｂ２（略１００％ＲＨ）まで上昇していく。この間を破線で示しているのは、湿度センサ１５ｂによる正確な検知ができないことにより、湿度を数値で表すことができないからである。

【００７８】

図７において、筐体１０の内部の湿度（図７グラフｂ）がポイントｂ２（略１００％Ｒ

Ｈ）に達すると、凝縮形成部６１のガラス板６５に極微細な凝縮膜が生じ始める。この状態における受光量は、ガラス板６５の表面に形成された凝縮膜が原因となってレーザー光６６が散乱・吸収されて、基準受光量よりも減少する。すなわち、受光装置６３が検知する透過光出力が減少する。この状態からさらに蒸発皿５１に水が供給されると、ガラス板６５の表面に形成された凝縮膜の膜厚が増大し、これに伴って透過光出力は更に減少する。

【００７９】

図７において、凝縮センサの出力（図７グラフｃ）がポイントｃ１からポイントｃ２まで徐々に上昇している（略１００％ＲＨ）。この間は、制御装置による制御により凝縮センサの出力に対して所定量（極少量）の水が蒸発皿５１に供給されるように制御されている。このポイントｃ２は、凝縮形成部６１のガラス板６５に極薄い凝縮膜が生じる状態であり、ガラス板６５の表面で凝縮と蒸発とが相平衡になっているものと考えられる。この状態は、過度の凝縮が生じることなく、且つ、略１００％ＲＨに近い湿度状態を維持して培養に好適な環境である。

【００８０】

なお、このポイントｃ２の凝縮センサの出力（凝縮膜の膜厚に比例）は、所定の値に予め設定しておくようにする。この所定の値は、１つの値としてもよく、或いは上限値と下限値をもつ一定の範囲としてもよい。すなわち、凝縮センサの出力（凝縮膜の膜厚）が所定の下限値においては、制御装置内のマイクロコンピュータ（図示せず）による制御で給水ポンプ５３ｃが作動して、蒸発皿５１に所定量（少量）の水が供給されて蒸発し湿度が上昇する。一方、凝縮センサの出力（凝縮膜の膜厚）が所定の上限値においては、制御装置内のマイクロコンピュータ（図示せず）による制御で給水ポンプ５３ｃが作動せず、蒸発皿５１に水がなく湿度が上昇することがない。

【００８１】

なお、凝縮センサの出力（凝縮膜の膜厚）が異常な値（過度な膜厚）を示した場合には、排気手段１３の電磁弁１３ｂを開放して高湿度の空気を排出し、給気手段１２から低湿度の空気を導入して調整するようにすればよい。筐体１０の内部は、空気圧を外部環境よりも高く維持しており、排気手段１３による排気は速やかに行うことができる。

【００８２】

このように、本実施形態においては、湿度センサ１５ｂが正確に検知できない関係湿度が９５％ＲＨ～１００％ＲＨの範囲内において、高湿度状態を正確に制御することができる。すなわち、凝縮センサ６０による検知を利用すると共に、蒸発皿５１を空の状態とし必要により極少量の水を供給して過度の加湿を避ける。このことにより、筐体１０の内部の乾燥状態（９５％ＲＨ以下）を避けると共に、過度の凝縮状態（１００％ＲＨ以上）を回避することができる。

【００８３】

よって、本発明においては、培養室の内部の乾燥を防ぎ、且つ、高湿度状態を検知すると共に、検知した湿度状態が設定条件よりも低下した際に正確な少量の加湿を行うことにより、温度・湿度を均一に維持することができ、筐体の内部に結露が生じることのないインキュベータを提供することができる。

【００８４】

なお、本発明の実施にあたり、上記各実施形態に限らず、次のような種々の変形例が挙げられる。

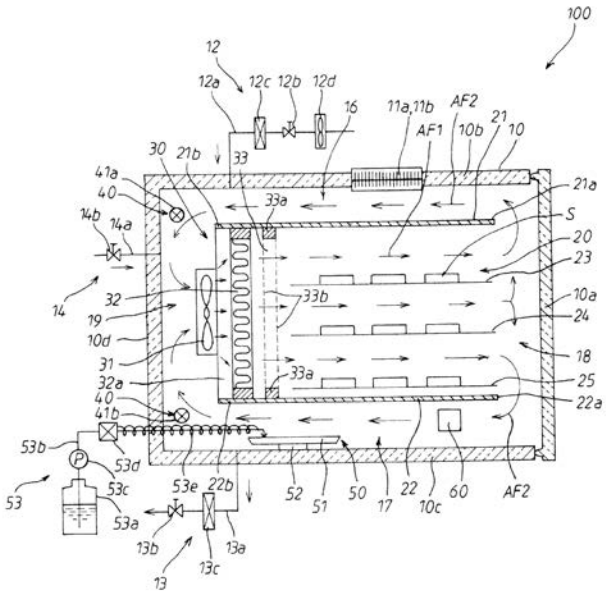
（１）上記実施形態においては、給気手段、排気手段、CO_2ガス供給手段、及び、給水手段の位置をそれぞれ所定の位置に特定するものであるが、これに限るものではなく、筐体内の他の位置に設けるようにしてもよい。

（２）上記実施形態においては、温度センサ、湿度センサ、及び、CO_2ガス濃度センサの位置を培養室の中段に設けるものであるが、これに限るものではなく、培養室の他の位置或いは筐体内の他の位置に設けるようにしてもよい。

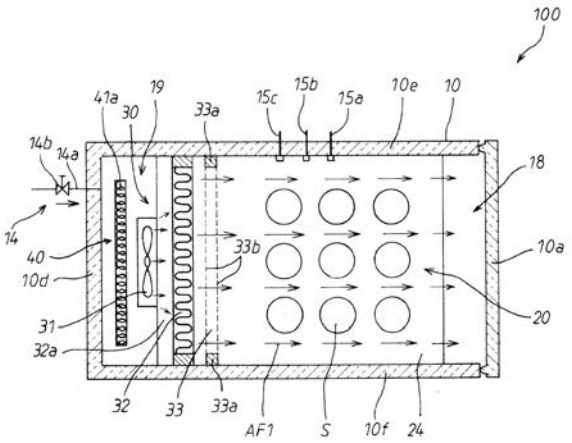
（３）上記実施形態においては、凝縮センサ、及び、蒸発皿の位置を筐体の下部に設ける

ものであるが、これに限るものではなく、筐体内の他の位置に設けるようにしてもよい。
（４）上記実施形態においては、凝縮センサのガラス板を８枚設けるものであるが、これに限るものではなく、凝縮膜の検知が可能であれば１枚或いはその他の枚数であってもよい。
（５）上記実施形態においては、給水配管の管路のうちフィルタから蒸発皿に至る管路に加熱ヒータを設けるものであるが、これに限るものではなく、給水配管の管路全体或いは管路が滅菌できるのであればフィルタから蒸発皿に至る管路の一部に設けるようにしてもよい。
（６）上記実施形態においては、空気を加熱するヒータを筐体の背面空間に上下２本設けるものであるが、これに限るものではなく、１本或いは３本以上としてもよく、或いは、筐体内の他の位置に設けるようにしてもよい。
（７）上記実施形態においては、培養室の棚段を３段設けるものであるが、これに限るものではなく、２段以下或いは４段以上設けるようにしてもよい。
（８）上記実施形態においては、CO_2ガス供給手段を設けて培養室の内部のCO_2ガス濃度を調整するものであるが、これに限るものではなく、培養条件によってはCO_2ガス供給手段を設けなくてもよい。
（９）上記実施形態においては、CO_2ガス供給手段を設けて培養室の内部のCO_2ガス濃度を調整するものであるが、これに限るものではなく、培養条件によってはCO_2ガス供給手段に加えて、或いは、CO_2ガス供給手段に代えてN_2ガス供給手段を設けて培養室の内部のN_2ガス濃度を調整するものであってもよい。
（１０）上記実施形態においては、整流板の多孔性シートとして２枚のスクリーン紗を使用するが、これに限るものではなく、スクリーン紗を１枚としてもよく、或いは、スクリーン紗に代えて連通孔を有する多孔性セラミック板などを使用するようにしてもよい。
【符号の説明】
【００８５】
１００…インキュベータ、
１０…筐体、１０ａ…断熱扉、１０ｂ～１０ｆ…壁部、１１ａ、１１ｂ…ヒートシンク、
１２…給気手段、１３…排気手段、１４…CO_2ガス供給手段、
１２ａ、１３ａ、１４ａ…配管、１２ｂ、１３ｂ、１４ｂ…電磁弁、
１２ｃ、１３ｃ…ディスクフィルタ、１２ｄ…給気ファン、
１５ａ…温度センサ、１５ｂ…湿度センサ、１５ｃ…CO_2ガス濃度センサ、
１６…上部空間、１７…下部空間、１８…正面空間、１９…背面空間、
２０…培養室、２１…上部隔壁、２２…下部隔壁、２３、２４、２５…棚板、
３０…循環手段、３１…循環ファン、３２…ＨＥＰＡフィルタ、３３…整流部材、
３３ａ…枠体、３３ｂ…スクリーン紗、３３ｃ…スリット板、
４０…加温手段、４１ａ、４１ｂ…ヒータ、
５０…加湿手段、５１…蒸発皿、５２…ロードセル、５３…給水手段、
５３ａ…給水タンク、５３ｂ…給水配管、５３ｃ…給水ポンプ、
５３ｄ…フィルタ、５３ｅ…加熱ヒータ、
６０…凝縮センサ、６１…凝縮形成部、６２…投光装置、６３…受光装置、
６２ａ、６３ａ…配線ケーブル、６２ｂ…電源供給装置、６３ｂ…出力装置、
６４…支持部、６５…ガラス板、
ＡＦ１…一方向流、ＡＦ２…他の気流、Ｓ…シャーレ。

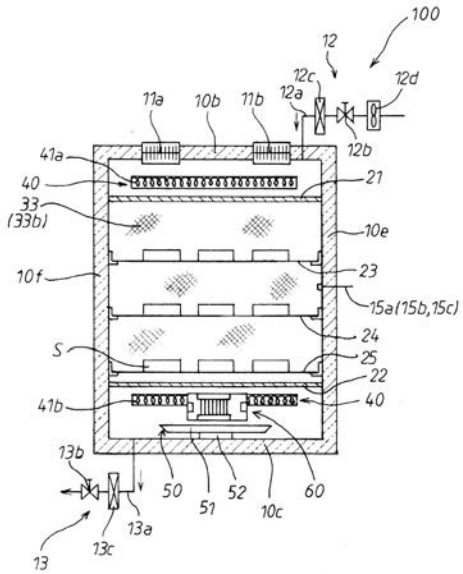
【図１】


100
12
12a
12c
12b
12d
16
11a,11b
AF2
AF1
10b
21
10
30
21b
33
41a
40
33a
14b
14a
14
32
19
10d
31
32a
41b
53b
53d
53c
53
53a
53e
22b
13b
13c
13a
13
52
51
50
17
22
10c
60
AF2
21a
S
20
23
10a
24
33b
18
25
22a

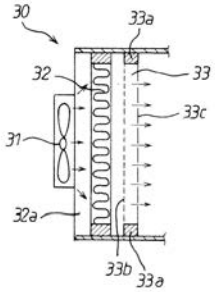
【図２】


100
41a
30
19
33a
15c
15b
15a
10e
10
14b
14a
14
40
10d
31
32a
32
33
33a
AF1
S
10f
24
18
10a
20
33b

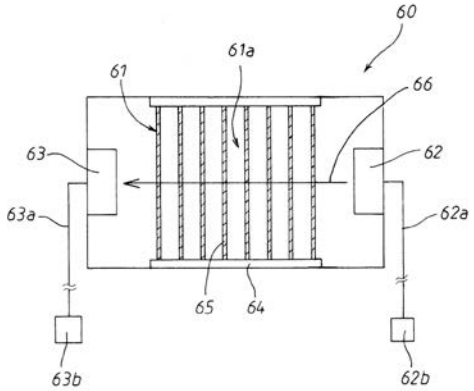
【図３】


100
12
12c
12a
12d
11a
10b
11b
12b
41a
40
21
33
(33b)
10e
10f
23
15a(15b,15c)
S
24
25
22
41b
40
13b
50
51
52
10c
60
13
13c
13a

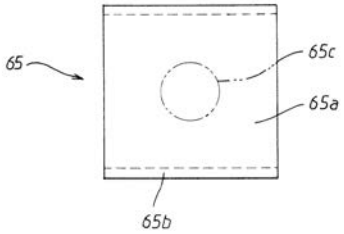
【図４】


30
33a
32
33
33c
31
32a
33b
33a

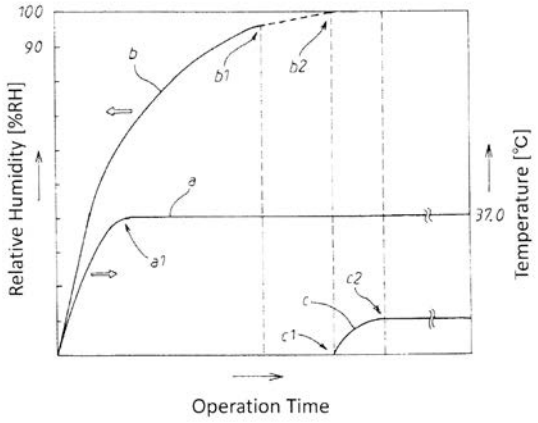
【図５】


60
61a
61
66
63
62
63a
62a
65
64
63b
62b

【図６】


65
65c
65a
65b

【図７】


100
90
b
b1
b2
a
a1
37.0
c
c2
c1
Relative Humidity [%RH]
Temperature [°C]
Operation Time