

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-51662  
(P2002-51662A)

(43) 公開日 平成14年2月19日 (2002.2.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
A 0 1 K 13/00

識別記号

F I  
A 0 1 K 13/00

テマコード\* (参考)  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-239306(P2000-239306)

(22) 出願日 平成12年8月8日(2000.8.8)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 佐藤 紳一

秋田県秋田市旭川南町18-5

(72) 発明者 山田 勝也

秋田県秋田市大平八田字和岱13-33

(72) 発明者 稲垣 暢也

秋田県秋田市千秋城下町5-13 城下町宿舎204

(74) 代理人 100089635

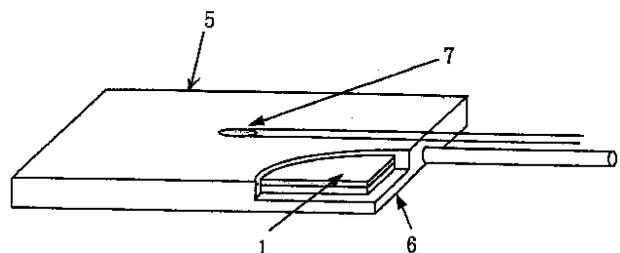
弁理士 清水 守

(54) 【発明の名称】 小動物用体温保持装置

(57) 【要約】

【課題】 適当なヒーター装置および小動物の腹部温度すなわちヒーター表面温度をフィードバックして良好な温度管理を行うことができる小動物用体温保持装置を提供する。

【解決手段】 小動物用体温保持装置において、前記小動物を搭載する平面を温度むらなく加熱するヒーター発熱体1を有するヒーター装置5と、このヒーター装置5の中央部の表面に配置される温度センサー7と、前記ヒーター装置5の表面に接する前記小動物の腹部温度を検出すると同時に、設定温度を維持するヒーターコントロール装置10とを具備する



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 小動物用体温保持装置において、(a) 小動物を搭載する平面を温度むらなく加熱するヒーター発熱体を有するヒーター装置と、(b) 該ヒーター装置の中央部の表面に配置される温度センサーと、(c) 前記ヒーター装置の表面に接する前記小動物の腹部温度を検出すると同時に、設定温度を維持するコントロール手段とを具備することを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【請求項2】** 請求項1記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター装置のヒーター発熱体は、絶縁材基板の下面の全体に満遍なく発熱体を配置することを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【請求項3】** 請求項2記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター装置のヒーター発熱体は、前記絶縁材基板の上面に薄い金属板を配置することを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【請求項4】** 請求項3記載の小動物用体温保持装置において、前記薄い金属板を接地することを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【請求項5】** 請求項3記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター発熱体を内蔵する絶縁被覆体を具備することを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【請求項6】** 請求項1記載の小動物用体温保持装置において、前記小動物がマウスであり、該マウスを前記ヒーター装置上に腹這いにセットすることを特徴とする小動物用体温保持装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、小動物用体温保持装置に係り、特に、マウス体温保持装置に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 生理学実験において、麻酔をした動物の体温維持はそのデータの信頼性を保証する上で不可欠である。しかしながら、一般的にはON-OFF制御により温度コントロールしているものが多く、実際にはヒーター温度が変動していても動物の体がその変動を吸収してしまうが、動物の直腸温度を監視している限り良好な温度管理であると判断されている場合がある。これは生理学的には、厳密に言うと周期的な熱刺激を加えていることになる。しかも、マウス体温が設定温度より低く、ヒーターの上限温度の制限がない場合には、45度以上の高い温度にまで達する場合があることも問題であった。

**【0003】** また、ヒーターそのものの性能についても、ヒーターの全面にわたって均一な発熱状態でない温度むらの問題や、ノイズを発生するといった問題がある。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** 上記した従来例のような、動物の直腸温度をフィードバックして温度コントロールする方式では、ヒーター温度の上昇とマウス体温の上昇との間に時間差があるため、良好な温度管理は困難である。

**【0005】** この問題に関しては、ヒーター装置内部の発熱体からヒーター表面までの熱伝導特性も重要であり、特に熱伝導速度は適切なものにする必要がある。また、従来はマウス直腸温度は重視され管理されていたが、ヒーターにより直接加熱されるマウス腹部温度にはほとんど注意が払われておらず、特に小動物において高温で加熱される場合は適切な生理学実験条件が確保されない危険性があった。

**【0006】** 本発明は、上記状況に鑑みて、適当なヒーター装置および小動物の腹部温度すなわちヒーター表面温度をフィードバックして良好な温度管理を行うことができる小動物用体温保持装置を提供することを目的とする。

**【0007】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 小動物用体温保持装置において、小動物を搭載する平面を温度むらなく加熱するヒーター発熱体を有するヒーター装置と、このヒーター装置の中央部の表面に配置される温度センサーと、前記ヒーター装置の表面に接する前記小動物の腹部温度を検出すると同時に、設定温度を維持するコントロール手段とを具備することを特徴とする。

**【0008】** (2) 上記(1)記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター装置のヒーター発熱体は、絶縁材基板の下面の全体に満遍なく発熱体を配置することを特徴とする。

**【0009】** (3) 上記(2)記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター装置のヒーター発熱体は、前記絶縁材基板の上面に薄い金属板を配置することを特徴とする。

**【0010】** (4) 上記(3)記載の小動物用体温保持装置において、前記薄い金属板を接地することを特徴とする。

**【0011】** (5) 上記(3)記載の小動物用体温保持装置において、前記ヒーター発熱体を内蔵する絶縁被覆体を具備することを特徴とする。

**【0012】** (6) 上記(1)記載の小動物用体温保持装置において、前記小動物がマウスであり、このマウスを前記ヒーター装置上に腹這いにセットすることを特徴とする。

**【0013】** 上記のように、ヒーター温度の変動を無くし、またそのヒーター温度を一定に保つため、ヒーター表面に小型の温度センサーを取り付け、ヒーター表面温度をフィードバックして温度コントロールするようにし

た。また、従来のように、機械的な ON - OFF 制御によらず、半導体回路による比例制御を基本とした制御回路を採用した。

【0014】また、ヒーター本体については、絶縁材料による薄い平板の下面に線状の抵抗発熱体を平行に等間隔で密度高く配置して、上面に配置した薄い金属板の熱伝導により平行線状の発熱を面状の発熱に変えて温度むらを解消すると同時に適切な熱伝導速度を確保し、さらにその薄い金属板をアースに接続することによりノイズの遮蔽を可能にした。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の実施例を示すヒーター装置の一部破断斜視図、図2はそのヒーター装置に内蔵されるヒーター発熱体の斜視図、図3はそのヒーター装置に内蔵されるヒーター発熱体の裏面斜視図、図4はそのヒーター装置上にセットされるマウスを示す斜視図である。

【0017】図3に示すように、ヒーター発熱体1は、絶縁材基板2を中心にして、その裏面の全面に発熱抵抗体4を配置して、ヒーター発熱体1の全面に温度むらが生じないように構成されている。一方、ヒーター発熱体1の表面には薄い金属板3が設けられる。

【0018】そのヒーター発熱体1は、図1に示すように、絶縁被覆体6により封止され、ヒーター装置5が得られる。そのヒーター装置5の表面の中央部には温度センサー7（例えば、サーミスタ）を配置する。

【0019】このように構成されたヒーター装置5の表面に、図4に示すように、マウス8を腹這いにセットして、生理学実験を行うようにする。

【0020】図5は本発明の一実施例を示すヒーターコントロール装置の構成図、図6はそのヒーターコントロール装置の初段OPアンプの動作特性図である。

【0021】図5に示すように、ヒーターコントロール装置10において、負荷としてのヒーター発熱体1は電源に接続される電源端子12（+15V）と、制御トランジスタ11（2SD338A）を介して接地13される。つまり、ヒーター発熱体1は制御トランジスタ11のベース電流の制御によりその発熱量が制御され、マウスの体の加熱温度が維持される。

【0022】その制御トランジスタ11のベース電流の制御回路は、電源に接続される電源端子14（+15V）、半固定抵抗15（ $R_1$  : 500 $\Omega$ ）、可変抵抗16（ $R_2$ ）、半固定抵抗17（ $R_3$  : 5k $\Omega$ ）、接地点18、抵抗19（ $R_4$  ; 100k $\Omega$ ）、図1の温度センサーに対応するサーミスタ（ $R_t$ ）20〔温度が高いと抵抗が低くなり、逆に温度が低いと抵抗が高くなる〕、抵抗21（ $R_5$  : 100k $\Omega$ ）、初段OPアンプ22（TL072）、抵抗23（ $R_6$  : 5k $\Omega$ ）、コンデン

サ24（0.1F）、抵抗25（ $R_7$  : 50k $\Omega$ ）、次段OPアンプ26（TL072）、半固定抵抗27（ $R_8$ ）を有している。

【0023】図5に示すヒーターコントロール装置の初段OPアンプ回路22は反転増幅回路であり、サーミスタ $R_t$ 20に発生する電位がサーミスタ $R_t$ 20と抵抗 $R_5$ 21との抵抗値の比で反転増幅される。サーミスタ $R_t$ 20に発生する電位は、初段OPアンプ回路22の反転入力端子（-側）の電位と接地電位との差であるが、この回路の場合、入力バイアス電流によって抵抗 $R_4$ 19に生ずる電圧すなわち非反転入力端子の電位（+側）と同一である。したがって、サーミスタ $R_t$ 20に発生する電位は変化せず常に一定である。しかし、温度変化によりサーミスタ $R_t$ 20の抵抗値が変化するので、この反転増幅回路はサーミスタ $R_t$ 20と抵抗 $R_5$ 21との抵抗値の比で増幅するため、図6に示すように初段OPアンプ回路22の出力電圧が変化する。

【0024】サーミスタ $R_t$ 20の温度が高温である場合、その抵抗値は小さくなり、図6の直線aの状態を表されるように初段OPアンプ回路22の出力電圧は高くなる。逆にサーミスタ $R_t$ 20の温度が低温である場合、その抵抗値は大きくなり、図6の直線bの状態を表されるように初段OPアンプ回路22の出力電圧は低くなる。なお、点線cは入力バイアス電流によって抵抗 $R_4$ 19に生ずる電圧を示している。

【0025】そして、次段OPアンプ回路26も反転増幅回路であるため、初段OPアンプ回路22の出力は反転される。可変抵抗 $R_2$ 16は設定温度を調整するものであり、サーミスタ $R_t$ 20の温度が設定温度以下である場合には次段OPアンプ回路26の出力電圧が高く、設定温度に近づくにしたがってその出力電圧は低くなる。この出力電圧は比例制御の性格を示し、これが制御トランジスタ11のベース電流を制御することにより、ヒーター発熱体1の温度制御が行われる。

【0026】図6の直線a、直線bはそれぞれサーミスタ $R_t$ 20の温度が高温、低温の場合を表すが、高温の状態の直線aの傾きが直線bの傾きより大きい。したがって、高温の場合、すなわち設定温度に近づいた時の次段OPアンプ回路26の出力電圧の変化が低温の場合に比べて大きい。これは、同じ温度上昇でも、設定温度から離れた低温の場合にはヒーター装置に流れる電流があまり変化せず、設定温度に近づいた時にはその変化量が大きくなって細やかな制御を行う回路方式であることを示す。

【0027】このように、本発明に係る小動物用体温保持装置は、ヒーター装置（温度センサー付き）5とヒーターコントロール装置10とにより構成されており、実際の実験に使用して、良好な温度コントロール特性を確認している。

【0028】しかし、この方式では生理学実験用小動

物、例えば、マウスの腹部温度を検出してヒーター温度をコントロールするため、外気温などの違いなどによりマウスの体温が常に一定とはならない。これは、手動で補正することも可能であるが、マウス直腸温度を入力とするコントロール回路を2次的制御回路として組み合わせる方式が最良である。

【0029】完成品としては、マウスの直腸温度センサーからの信号も追加して、外界条件の変動に左右されない装置とすることもできる。

【0030】上記したようにコントロール回路も比例制御を基本としたものであるが、ノイズ除去の観点から温度センサー7としてのサーミスタRt20の一端が、接地点18としてアースされる位置に置かれる。温度センサー7がマウスの腹部の温度を正確に検出するためにはその位置が重要であり、図1のヒーター装置5に示すように、ヒーター装置5内部に埋め込むのではなく、ヒーター表面に設けるほうが望ましい。そのためには、温度センサー7の形状が薄く小型であることが必要条件となる。

【0031】また、ヒーター表面のどこに温度センサーを取り付けるかということも重要である。マウスの体に乗らない外気に露出した表面に取り付けた場合にはマウスの腹部の温度は正確にフィードバックされない。したがって、マウスの体（特に腹部）が覆う部分すなわちヒーター表面中央部に温度センサーを取り付けことが肝要である。

【0032】このような位置に取り付けた温度センサーからは、ヒーターの加熱温度、ヒーター表面温度、マウスの腹部温度を同時に同一の温度情報として得ることができる。

【0033】図7は温度センサーによる温度計を組込みLED表示させる模式図であり、このように構成することにより、マウス加熱温度もモニターすることが可能である。

【0034】以下、具体的な生理学実験用マウスを用いたヒーター表面温度とマウス直腸温度を計測した。本発明の試作品（ヒーター定格；15V、45、最大電流300mA、最大出力4.5W）は上記実施例のものであり、従来品は小動物用体温保持装置（BWT-100）（ヒーター定格；30V、50、最大電流0.6A、最大出力18W）である。

【0035】図8は小動物用体温保持装置の電源ON後10分間のヒーター表面温度の測定結果を示す図であり、図8（a）は本発明の試作品のヒーター表面温度、図8（b）は従来品のヒーター表面温度をそれぞれ示す図である。横軸は時間（分）、縦軸は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。ここでは、設定温度を38とし、マウスをセットしない状態にした。

【0036】これらの図から明らかなように、従来品のヒーター表面温度の変化が大きいのに対して、本発明の

試作品はスムーズに所定温度に保持される様子が示されている。

【0037】図9は小動物用体温保持装置の電源ON30分後5分間のヒーター表面温度の測定結果を示す図であり、図9（a）は本発明の試作品のヒーター表面温度、図9（b）は従来品のヒーター表面温度をそれぞれ示す図である。横軸は時間（分）、縦軸は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。ここでも、設定温度を38とし、マウスをセットしない状態にした。

【0038】これらの図から明らかなように、従来品のヒーター表面温度は脈動しているのに対して、本発明の試作品は略所定温度に保持される様子が示されている。

【0039】図10は従来品の電源ON後5分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図であり、図10（a）はそのヒーター表面温度（設定温度37.3 $^{\circ}\text{C}$ ）、図10（b）はそのマウス直腸温度を示している。横軸は時間（分）、縦軸は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。

【0040】図11は従来品の電源ON後30分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図であり、図11（a）はそのヒーター表面温度（設定温度37.3 $^{\circ}\text{C}$ ）、図11（b）はそのマウス直腸温度を示している。横軸は時間（分）、縦軸は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。なお、マウスは予熱が終わってからセットした。

【0041】これらの図から明らかなように、ヒーター温度の変化が著しく、マウス直腸温度も脈動している。

【0042】図12は本発明の試作品の電源ON30分後5分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図であり、図12（a）はそのヒーター表面温度（設定温度39.2 $^{\circ}\text{C}$ ）、図12（b）はそのマウス直腸温度（モニター値）を示している。横軸は時間（分）、縦軸は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）である。なお、マウスは予熱が終わってからセットした。

【0043】これらの図から明らかなように、ヒーター表面温度もマウス直腸温度も略一定の温度に保持されている。

【0044】ここでは、ヒーター表面温度は略39.2度で一定であり、マウス直腸温度は略略37.1度に保持されていることがわかる。

【0045】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0046】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0047】（A）小動物の腹部温度すなわちヒーター表面温度をフィードバックして温度管理を行うため、小動物が異常な高温で加熱されることがなくなり、適切な生理学実験条件が確保される。

【0048】（B）ヒーター装置表面に取り付けた温度

センサーにより、ヒーターの加熱温度、ヒーターの表面温度、マウスの腹部温度を同時に同一の温度情報として得ることができる。

【0049】(C)フィードバックされるヒーター表面温度をLEDにより数値表示させることにより、小動物の腹部温度すなわちヒーター表面温度を視覚により確認することができる。

【0050】(D)ヒーター装置本体に関しては、温度むらの少ない熱の拡散と発熱体からのヒーター表面への適度な熱伝導速度が得られる。さらに薄い金属板の接地によりノイズの少ない製品を作製することができる。

【0051】(E)ヒーター装置とヒーターコントロール装置により、真に温度変動の少ない良好なマウス体温維持の環境を実現することができる。

【0052】(F)小動物の腹部温度すなわちヒーター表面温度が設定温度に近づくにつれて電流制御動作が大きくなるヒーターコントロール装置により、ヒーター装置の立ち上がりの速い温度上昇が得られ、また加熱温度のオーバーシュートを起こさない優れたマウス体温維持の環境を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すヒーター装置の一部破断斜視図である。

【図2】本発明の実施例を示すヒーター装置に内蔵されるヒーター発熱体の斜視図である。

【図3】本発明の実施例を示すヒーター装置に内蔵されるヒーター発熱体の裏面斜視図である。

【図4】本発明の実施例を示すヒーター装置上にセットされるマウスを示す斜視図である。

【図5】本発明の一実施例を示すヒーターコントロール装置の構成図である。

【図6】本発明の一実施例を示すヒーターコントロール装置の初段OPアンプの動作特性図である。

【図7】本発明の一実施例を示すヒーターコントロール

装置の温度表示器の模式図である。

【図8】小動物用体温保持装置の電源ON後10分間のヒーター表面温度の測定結果を示す図である。

【図9】小動物用体温保持装置の電源ON後30分後5分間のヒーター表面温度の測定結果を示す図である。

【図10】従来品の電源ON後5分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図である。

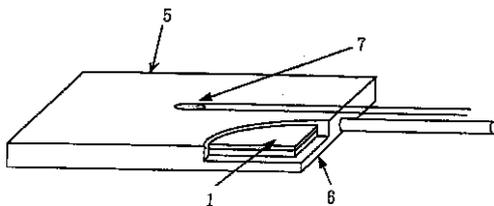
【図11】従来品の電源ON後30分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図である。

【図12】本発明の試作品の電源ON後30分後5分間のヒーター表面温度とマウス直腸温度の測定結果を示す図である。

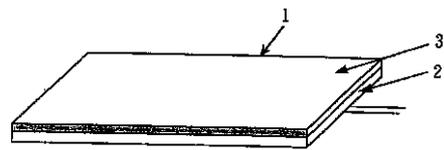
【符号の説明】

- 1 ヒーター発熱体
- 2 絶縁材基板
- 3 薄い金属板
- 4 発熱抵抗体
- 5 ヒーター装置
- 6 絶縁被覆体
- 7 温度センサー
- 8 マウス
- 10 ヒーターコントロール装置
- 11 制御トランジスタ
- 12, 14 電源端子
- 13 接地
- 15, 17, 27 半固定抵抗
- 16 可変抵抗
- 19, 21, 23, 25 抵抗
- 18 接地点
- 20 サーミスタ(R<sub>t</sub>)
- 22 初段OPアンプ
- 24 コンデンサ
- 26 次段OPアンプ

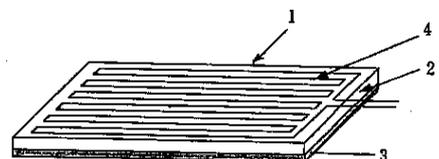
【図1】



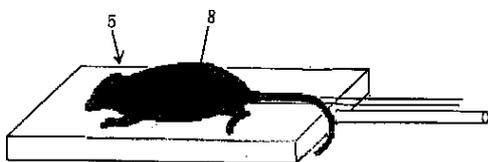
【図2】



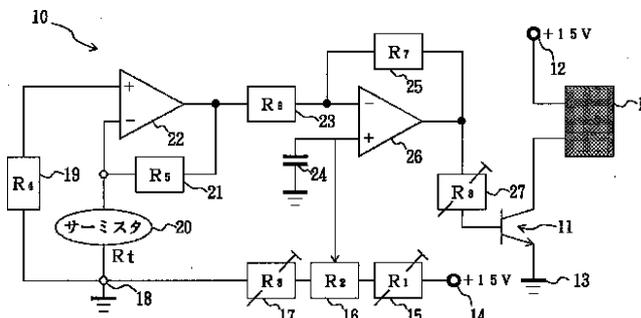
【図3】



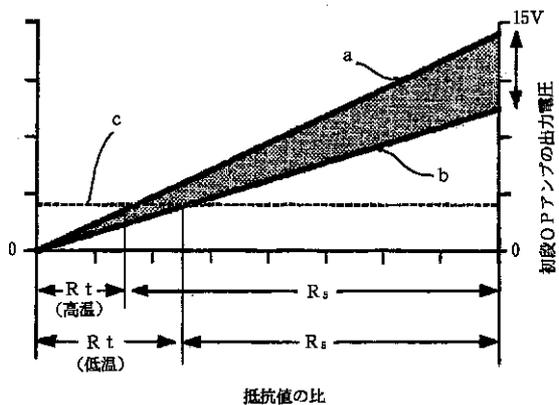
【図4】



【図5】



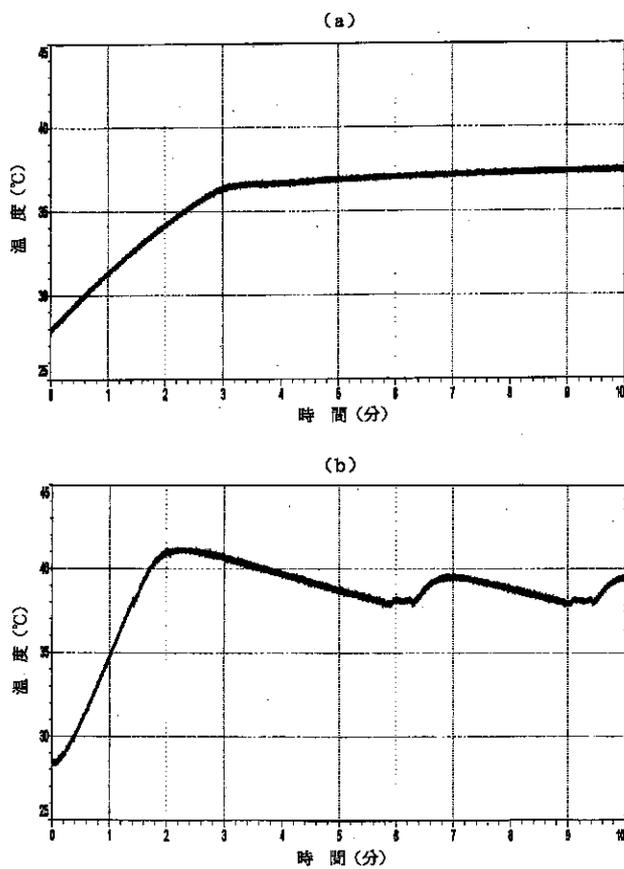
【図6】



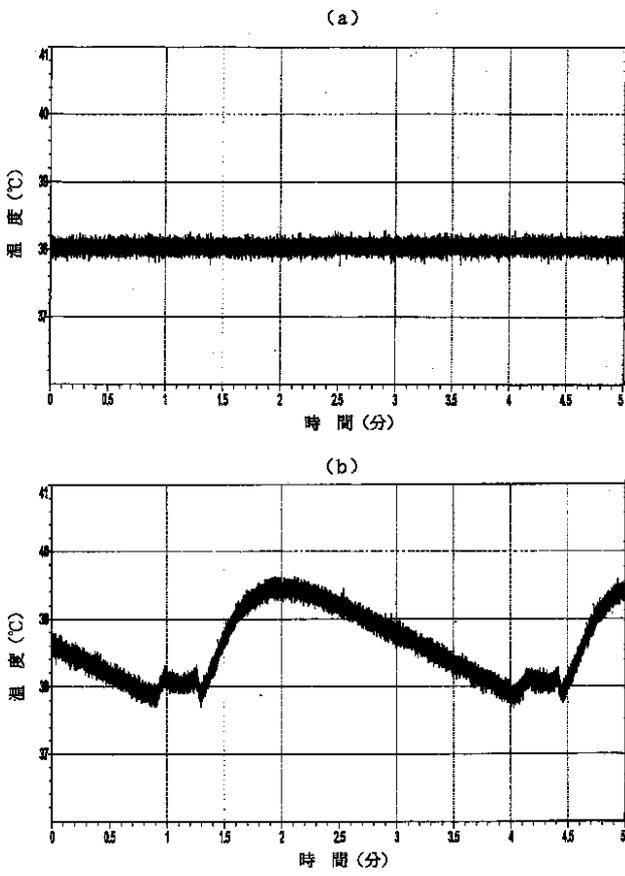
【図7】



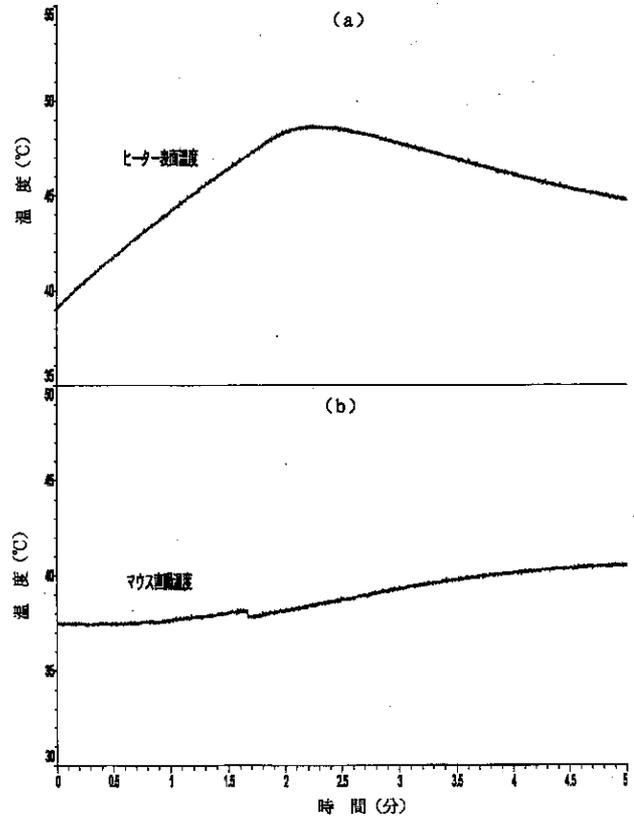
【図8】



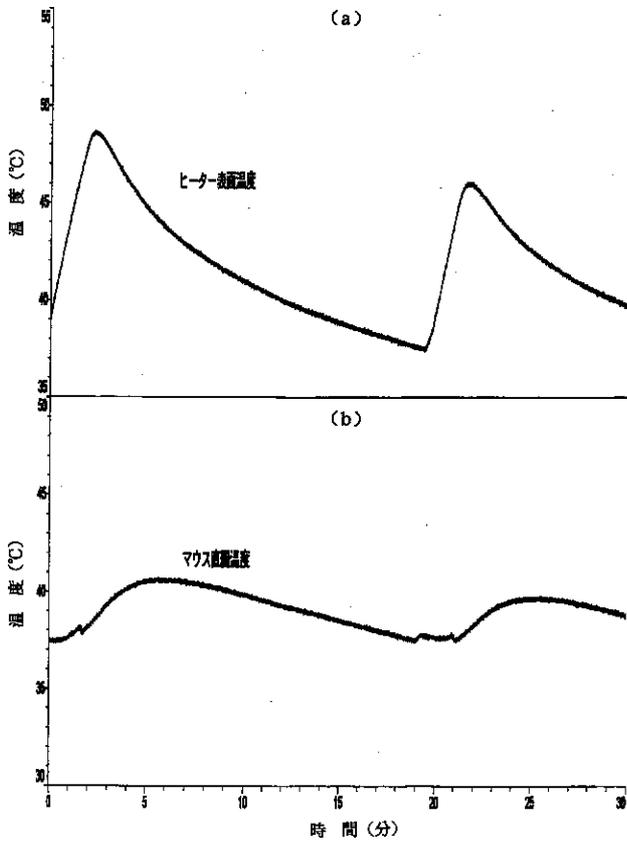
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

