

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-515872

(P2005-515872A)

(43) 公表日 **平成17年6月2日(2005.6.2)**

(51) Int.Cl.⁷
A61B 5/00

F I
A 6 1 B 5/00 1 O 1 K

テーマコード (参考)
4 C 1 1 7

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2003-564537 (P2003-564537)
 (86) (22) 出願日 平成15年1月27日 (2003.1.27)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年9月13日 (2004.9.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/002411
 (87) 国際公開番号 W02003/064987
 (87) 国際公開日 平成15年8月7日 (2003.8.7)
 (31) 優先権主張番号 60/351,969
 (32) 優先日 平成14年1月25日 (2002.1.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/350,880
 (32) 優先日 平成15年1月24日 (2003.1.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

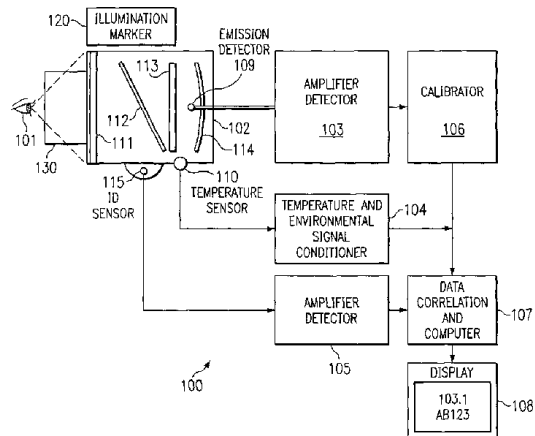
(71) 出願人 504278891
 ローランス, レアド, ダブルユー
 アメリカ合衆国テキサス州78624、フ
 レドリクスバーグ、ハイウエイ・16・サ
 ウス 2257番
 (71) 出願人 504278916
 キング, ジェイムズ, ディー
 アメリカ合衆国テキサス州78255、サ
 ン・アントニオ、ワイルド・イーグル 7
 335番
 (71) 出願人 504278949
 ローランス, ジャック, シー
 アメリカ合衆国テキサス州78231、サ
 ン・アントニオ、グレイウイング 140
 06番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動物および人間の核心温度の急速、正確かつ非接触測定手段および装置

(57) 【要約】

動物または人間の核心温度を測定する方法および装置。
 眼球からの放射は、眼球の内部に到達するような波長の
 能力を含む、様々な要因に基づき選択された1つまたは
 複数の波長で検出される。照度マーカは眼球上の光の点
 を照らし、それによってその点は放射がそこから検出さ
 れている領域に対応する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象の動物または人間の核心温度を測定する装置であって、
検出する熱放射の選択された波長のみを許可するように動作可能であるフィルタ、および対象の眼球からの熱放射の選択された波長を検出し、放射に対応する信号を発生させるように動作可能である検出器を有するセンサ・ユニットと、
センサ・ユニットからの信号を増幅させ、増幅した信号を発生させる増幅器と、
増幅した信号を、温度を表すデータに変換するデータ加工ユニットと、
温度データおよび識別コードを表示するディスプレイとを備える装置。

【請求項 2】

センサ・ユニットが赤外線放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

センサ・ユニットがミリ波長放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

センサ・ユニットがマイクロ波長放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

センサ・ユニットが複数の波長を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

センサ・ユニットが単一波長用の単一光路を有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

センサ・ユニットが、複数の波長を検出するための複数の光路を有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

さらに、校正データをデータ加工ユニットに運ぶキャリブレーション・ユニットを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

さらに、装置の近傍に周囲温度を測定するためのサーモメータを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

さらに、眼からの放射とは無関係な熱放射からセンサ・ユニットを遮蔽する光シールドを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

さらに、センサ・ユニットの受け領域に対応する可視光ビームを放射するように動作可能な照度マーカを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

さらに、対象に関連する識別コードを検出する識別センサを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

フィルタが、1000～2500ナノメータからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

フィルタが、1600～1800ナノメータからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

フィルタが、2150～2350ナノメータからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

フィルタが、1600～1800および2150～2350ナノメータからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

センサ・ユニットが、第1の帯域幅および第2の帯域幅からの熱放射を検出するように動作可能であり、第1の帯域幅は第2の帯域幅よりも広く、またデータ加工ユニットはさらに、第1の帯域幅からの信号の検出された振幅を第2の帯域幅からの信号の振幅と比較し、この比較に基づき温度データを補償するように動作可能である、請求項1に記載の装置。

【請求項18】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、
対象の眼球から熱放射を濾過し、それによって選択した波長だけがフィルタを透過するステップと、

放射に対応する放射信号を発生させるステップと、
データ加工ユニットで放射信号を受けるステップと、
放射信号を、温度を表すデータに変換するステップと、
温度および識別データを表示するステップとを含む方法。

10

【請求項19】

放射を検出するステップは、眼球内の特定の深度に適する波長を検出することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

放射を検出するステップは、検出器の集束および開口度制限の性状により、検出器の効果的な感知領域を制御することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項21】

さらに、直腸体温計測定からのデータに基づき、温度測定をキャリブレーションするステップを含む、請求項18に記載の方法。

20

【請求項22】

さらに、周囲温度を測定し、周囲温度測定で温度測定を補償するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項23】

放射を検出するステップは、多スペクトル熱放射データを検出することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項24】

識別データを検出するステップは、測定されている対象に取り付けられる、または挿入されるタグからデータを読み取ることによって行われる、請求項18に記載の方法。

30

【請求項25】

さらに、識別データおよび核心温度データを記憶するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項26】

熱放射を検出するステップは、センサ・ユニットで行われ、さらにセンサ・ユニットを検出ステップ中に一定温度に維持するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項27】

熱放射を検出するステップはセンサ・ユニットで行われ、さらに検出ステップ中にセンサ・ユニットを冷却するステップを含む、請求項18に記載の方法。

40

【請求項28】

さらに、対象に関連する識別データを検出するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項29】

さらに、検出ステップの検出領域に対応する眼の上の領域を照らすステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項30】

濾過ステップは1000～2500ナノメートルからの波長を透過させる、請求項18に記載の方法。

【請求項31】

50

濾過ステップは1600～1800ナノメートルからの波長を透過させる、請求項18に記載の方法。

【請求項32】

濾過ステップは2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項18に記載の方法。

【請求項33】

濾過ステップは、1600～1800および2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項18に記載の方法。

【請求項34】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、
 対象の眼球からの熱放射を検出するステップと、
 放射に対応する電気信号を発生させるステップと、
 検出ステップの検出領域に対応する眼の領域を照明するステップと、
 対象に関連する識別データを検出するステップと、
 放射信号および識別データをデータ加工ユニットで受けるステップと、
 放射信号を温度を示すデータに変換するステップと、
 温度および識別データを表示するステップとを含む方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は温度感知装置に関し、より詳細には眼の黒体放射から温度を測定する装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

米国の酪農産業では、疾病による畜牛の年間死亡数は数億ドルと評価されている。牛の健康または疾病の存在を決定する信頼性のある方法は、動物の身体温度を測定することによって行われる。感染、環境要因、または毒素がある場合、牛の体温は上昇する。このような上昇は疾病の診断および畜牛の疾病状態において、獣医の診断に用いられる。畜牛の毎日の生産では、高い体温つまり熱の存在の評価は、時間の制約および動物の身体的な制約の必要性により十分には利用されていない。このように温度評価が十分に利用されていないことにより疾病の診断が遅れ、それによって抗生物質の使用および動物の損失が増加する。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

動物、より詳細にはこれに限らないが畜牛、羊および山羊などの家庭食用動物、さらに人間および馬の核心温度(core temperature)の急速かつ正確な測定の必要がある。核心温度、体内温度は、身体の内部に物理的に接触することなく正確に測定するのが困難であった。

【課題を解決するための手段】

40

【0004】

従来、温度測定を得るためには、体温計を直腸内または経口に挿入して、安定して読み取るには数分間の間、定位置に留まっていなければならなかった。これにより普通は、動物の抑制が必要となり、これには時間がかかる上に労力がかかる。典型的には、畜牛の体温は、華氏水銀体温計またはデジタル体温計で測定される。水銀体温計は、華氏94度から110度にわたる尺度を有し、各温度は5分の1に分割されている。体温計は、水銀柱を球端部内に振り動かす必要がある。次いで、体温計は潤滑されるまたは湿らされ、全長が直腸内に手で挿入される。体温計は、正確に読み取るため、最低3分間直腸内に留まっている。ほとんどの動物がこの処置に反感を持ち、動物をこの間中物理的に制約しなければならない。

50

【0005】

ここ数年の間、小型熱電対またはサーミスタなどの、低熱量 (low thermal mass) の温度センサが、より迅速なデジタル体温計を作るために電子デジタル読出で使用されてきた。しかし、これらの装置はまだ、経口または直腸の挿入および動物の制約を必要とするが、正確に測定するための時間は1分間だけである。

【0006】

動物の温度測定の他のアプローチは、熱放射エネルギー、いわゆる黒体放射を感知することに基づいている。このエネルギーは、全ての被加熱体によって広帯域電磁スペクトルとして放射され、波長分布と温度に比例した強度を持つ。この放射エネルギーは、非接触マイクロ波、ミリ (mm) 波、または赤外線 (IR) センサを使用することによって検出される。熱放射測定は急速であるが、それによって熱放射を温度に関連させる精度は、もしあれば機器の誤差に加えて、2つの要因によって影響を受ける。第1の要因は、測定に利用しやすい射出表面がどれだけ正確に核心温度に関連しているかということである。これにより、動物および人間では、皮膚が内部温度を正確に示すことができないという問題が頻繁に起こる。これは特に赤外線での問題であり、放射が検出される身体内の深度が非常に深く、基本的に皮膚の外側温度に比例している。第2の要因、表面放射率はまた、所与の温度で身体からの熱放射量に影響を与える。これにより、測定されている材料の色および物性に従って変化するように、熱放射に基づく温度測定が行われる。この誤差の原因を克服するためには、いくつかの赤外線熱放射温度計は耳に挿入されたプローブを使用する。しかし、耳の中の表面放射率はデブリの変化量および種類により変化する可能性があり、これらにより精度を制限することができる。別の変更実施形態では、インサートが動物の耳の中に配置されて、赤外線センサに一定の放射率目標を提供する。測定の前に熱平衡に到達するのに十分な時間だけ、インサートを耳の中に入れなければならないが、これは費用および時間を考慮すると望ましくない。

【0007】

遠隔 (自動) 感知によって畜牛の核心温度を測定する可能性は、過去30年以上にわたって大きな利点があった。前のアプローチは、(1) 人間または動物の皮または耳 (内部) を含む多くの材料から (プランクの法則に従って) 温度および波長に比例して放射された赤外線またはマイクロ波エネルギーの大きさの能動的検出、(2) 接触型熱センサ (サーミスタ、熱電対など)、および普通は需要に応じてデータを読み出す無線手段を使用するインプラントおよび/またはタグの使用、および(3) 温度データを動物の内部から外部読出ユニットまで通信するように、温度センサおよび無線周波数 (VHFまたはUHF) 送信機または応答機を含む経口温度感知カプセル (ingested temperature sensing capsule) の使用に基づいたものであった。これらの前の装置および方法では、費用、良くない精度、実用化の制限、または他の理由により完全に満足いくものはなかった。

【0008】

既存の受動赤外線放射方法は、精度が限られている (プラスマイナス1度以上)。これらの方法は、感知表面 (皮膚または皮) 温度に基づくものであり、動物の温度の正確かつ直接の測定に適していなかった。皮膚温度は常に、動物の核心温度を正確に示すものではない。また、体毛で覆われた皮膚の放射率は変わり易く、赤外線を用いると、正確な皮膚温度も核心温度も示さない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本明細書に記載の発明は、電磁熱放射の急速かつ正確な非接触測定を提供し、動物または人の核心温度に対するこのような測定に関する。本発明は対象の眼のみから熱放射を非接触感知することによって、前の熱放射体温計の制限を克服する。眼は、対象物にこのような測定の多くの望ましい性状を提供する。眼はすぐに接触可能であり、一般に非常に清潔であり、放射率が高く、1つの動物から同種の別の動物まで全く同一であり、核心温度近くの眼が内部的または外部的に維持する新鮮な体液に連続して浸される。このような温

10

20

30

40

50

度測定のために検知される眼の放射の波長は、マイクロ波、ミリ波、または赤外線（長から短波長）であってもよい。また、意図する応用に最も適するように最適化された、これらの範囲内で複数の波長の組合せであってもよい。

【0010】

検出された波長の最適化の基準は、(1)点の外側の領域からの放射に対する感度を最小限に抑えながら、点からの放射、眼の寸法、またはその選択した部分の非接触感知に対する適応性、(2)許容機器感度測定誤差を維持しながら、核心温度での最高の相関関係を保証するように放射がそこから検出される眼の中の深度を最大限にすること、(3)測定の際の環境、自然および人工の影響からの自由、および(4)十分な精度の測定時間を含む。

10

【0011】

この方法は、動物の眼からの電磁（黒体）放射を使用して、温度を正確かつ迅速に判定する。この自動方法は、疾病の早期検出に効果的かつ効率的である。これにより、正確な治療組織を迅速に使用することが簡単になり、抗生物質の過剰使用、したがって抗生物質と肉および牛乳供給物内の抗生物質の残余物が少なくなる。

【0012】

この説明の例では、この方法は動物の眼からの1つまたは複数の波長での測定熱電磁放射を使用することにより、正確な核心温度表示を得る。眼は、動物の外側からアクセス可能であり、特に眼球内からの放射を利用する場合に、正確な核心温度表示を提供することが可能である。

20

【0013】

図1は、牛または人間などの哺乳類の眼の断面図である。眼球は体液で連続的に浸され、外壁の中および眼球孔および瞼領域内に連続的な血流をもつ。これらは、眼の温度を身体核心温度に非常に近く保持し、外面を比較的清潔に保持する傾向がある。

【0014】

可視近赤外線（400～1400nm）波長の電磁放射（光）だけしか、水様液（aqueous）、角膜、虹彩、水晶体、およびガラス質（vitreous）に簡単に透過することができず、眼球の後側内部で網膜に焦点を合わせることができない。同様に、これらの内部領域からの放射は、眼の前部を貫通し、適切なセンサを使用することにより外部で検出可能である。中赤外線（1400～3000nm）および遠赤外線（3000nm～1mm）が眼の前面に吸収されるが、（1.4～2.5ミクロン）のある中赤外線（時には、短波赤外線と呼ばれる）は、角膜領域を通過してより奥まで透過する。眼からの放射を検出するのに使用される遠赤外線は基本的に、眼球の近表面層によって内部からの放射の吸収により、露出した眼の外面からの放射を最初に感知する。この放射は核心温度に近い可能性があるが、外面は核心温度との正確な相関関係を一貫して提供するように環境温度、風、雨などの影響から十分に隔離することができない。眼球内のより奥にある水晶体、ガラス質および網膜からの放射は、核心温度とのより正確な相関関係の基準を満たす。眼の内部領域からの放射を感知すると、非接触センサで正確な核心温度を得るための有用な基礎が提供される。

30

【0015】

図2は、本発明による核心温度測定装置100を示す。センサ・ユニット102は、検出器109と、動物または人間の眼101からの選択した波長の熱（プランク）放射を感知するのに必要な補助装置とを備える。センサ・ユニット102はまた、レンズ、鏡、関連のある放射を検出器109に集束し（focus）、放射を濾過して関連する波長だけが検出器109に到達することができるようなフィルタなどの様々な光学要素を備えている。また、前記検出器の感度を良くするように検出器109の温度を下げる手段を備え、検出器109によって見られる全ての部品からの熱放射を少なくする光学レンズおよびフィルタを冷却することもできる。図2の例では、センサ・ユニット102は、赤外線フィルタ（IR filter）111と、ハーフ・ミラー（half mirror）112と、スペクトル・フィルタ（spectral filter）113と、放物面反射

40

50

器 (parabolic reflector) 114 とを備える。光シールド 120、例えばゴム製接眼レンズを使用して、測定中に非関連熱放射を最小限に抑えることができる。

【0016】

図2の例では、センサ・ユニット102は関連するスペクトル波長範囲での赤外線放射を検出する。光学部品は、眼またはその選択した部分の寸法に近い敏感な開口部を設ける。センサ・ユニット102は、ユニットの前部から数インチ以上の距離にこのような開口部を設ける。

【0017】

センサ・ユニット102はまた、アセンブリの温度と、核心温度測定への影響を補償するのに必要な他の環境パラメータを感知する補助センサを備える。図2の例では、温度センサ110は温度測定を達成する。識別(ID)センサ115は、測定されている特定の動物または人を識別するのに必要なデータを感知する。例えば、IDセンサ115を使用して動物の上のバーコード・タグを読み取ることができる、または眼の独自の光学特徴を感知することができる。任意の赤外線フィルタ(optional filter)111により、広い波長帯の関連する放射が検出器109まで通過することができるが、この範囲外の放射は拒絶される。関連する広い波長帯は、眼の温度測定に使用されるものと動物の識別に使用されるものを含み、また測定される眼に向かってセンサ102の照準を定めるための可視点を作るのに使用されるものを含むこともできる。また、環境からセンサ・ユニット102の内部を保護するように塵および水シールとして働く。スペクトル・フィルタ113は、温度感知に使用される波長を透過させる。異なる波長帯の多数のフィルタを使用する手段も、本発明の一部である。

10

20

【0018】

照度マーカ(illumination marker)120が、核心温度を測定するために検査されている眼101の領域の視覚的表示を提供する。すなわち、マーカ120は、センサ・ユニット102の中心受け領域に対応する眼の上に可視光の点を提供する。例えば、マーカ120は、検出器ユニット102が、適切に眼の方に向いている時、眼の上の光の点を提供する。マーカ120は動物から、操作表を離れさせ、センサ・ユニット102が所望の方向に向いていることが分かる。光の点は、動物の注意を引く追加の機能を果たし、それによって測定が簡単になる。

30

【0019】

放射検出器109からの出力信号は、信号の振幅を高める増幅器/検出器103に到達し、眼からの放射の振幅を検出する。検出された信号は、キャリブレーションによってエミッタの温度に関して標準化およびキャリブレーションされる。生きている動物の測定による放射データは、直腸体温計の温度までキャリブレーションされる。このような初期検査中、牛は動作を最小限に抑え、適当な測定へのアクセスを行うことができるように制限される。パストレラ(pasturella)用などのワクチンは、華氏100~103度の通常の範囲より最高約5度だけ検査畜牛の温度を一時的に上昇させる無害な手段を提供する。

【0020】

温度センサ110(およびあらゆる他の環境センサ)の出力は、温度および環境信号調節器および制御ユニット104に接続され、ここで信号が増幅され、正規化され、動物または人間の核心温度に放射データを関連させる精度を補償し、これを良くするのに使用される。例えば、温度変化は検出器の感度、および検出器に到達する非関連熱放射の大きさに影響を与える可能性がある。必要とされる修正および補償が、データ相関器およびコンピュータ107によって行われる。望むなら、調整器と、制御ユニット104は、センサ・ユニット102を一定の温度に保つための手段を含むことができる。また、感度を良くするように冷却することもできる。例えば、熱電冷却器または低温流体を使用することもできる。

40

【0021】

50

識別センサ 115 はまた、増幅器 / 検出器 105 を通して、データをデータ相関器およびコンピュータ 107 に提供し、それにより核心温度、識別番号、時間、日付、環境温度の視覚的・数的読出を提供し、および他の関連情報をディスプレイ 108 上に提供する。核心温度は、選択した波長の眼放射の増幅から算出され、もしあれば環境温度、眼からセンサ・アセンブリ 102 までの距離、測定する眼の領域、および動物の種類の影響に対して、また増幅器ゲイン、検出器感度、および前検出帯域幅の計測変数に対して修正される。この読出データはまた、コンピュータ 107 内に記憶されて、後に回復される、または外部データ記憶設備に転送されて長期間維持される。ディスプレイ 108 はまた、動物の直腸温度、その品種、および他の識別子などの他の情報を表示することができる。

【0022】

図 3 は、眼 10 の様々な領域の赤外線 (infrared) および可視光 (visible light) 伝達性状を示す。図示するように、可視近赤外線 (400 ~ 1400 nm) 波長の光が、角膜、水様液、虹彩、水晶体およびガラス質を通して、小さな減衰で伝達され、眼球の後部で網膜に集束される。中赤外線および遠赤外線 (1400 nm から 1.0 mm の波長範囲) でのより長い波長光は、いくつかの別々の幅の波長を除いて、角膜内で大きく減衰するが、いくつかの中赤外線波長 (約 1600 ~ 1800 nm および 2150 ~ 2350 nm) は、眼内部内の感知できる距離を透過することができる。同様に、熱放射は角膜 / ガラス質領域から水晶体、角膜、水様液、虹彩を通して低減衰の対応する波長の外側に伝達される。波長が 1000 ~ 2400 nm の中赤外線は、角膜によって覆われているものを除いて眼球全体を覆う、強膜 (sclera) を通して伝達することもできる。したがって、眼からの遠赤外線放射は基本的に表面からであり、より弱い中赤外線および近赤外線放射、特にある帯域の波長は眼の前部に透過され、内部眼温度をより示す。ミリ波およびより長い波長の放射は、遠赤外線波長よりも奥の眼の内部での温度を示す。遠赤外線波長を、眼の涙管領域からの放射を感知するのに使用し、核心温度に相関させることもできる。

【0023】

より奥から眼の中に電磁放射データを最も良く伝達するため、短い方の赤外線 (0.8 から 1 ミクロン) 波長範囲が有利であるが、逆に身体温度では、放射振幅はより長い波長で強烈に増加する。感知される波長範囲は、検出器の上にかかる放射波長の範囲を制限するように、検出器 109 の種類によって、また検出器の前でフィルタ 111 などのフィルタを使用することによって設定される。約 1.5 ミクロンより大きい波長では、冷却された拡張範囲ヒ化インジウムフォトダイオード検出器などの、広帯域サーモパイル検出器 (broadband thermopile detector) またはいくつかのフォトダイオード (photodiode) が、優れた感度を提供し、普通は検出された放射の帯域幅を制限するように、赤外線フィルタがあってもなくても使用される。短い方の波長では、他のフォトダイオード (様々な添加物を有するゲルマニウム、シリコン、ヒ化ガリウム)、または光電子倍増型センサにより、最適な感度が提供され、普通は冷却されても冷却されなくてもいずれでも好ましい。赤外線フィルタを使用して、検出される波長範囲の放射を制限する。あるいは、眼のいくつかの領域からの放射が同時に検出される。眼の表面温度を示す表面放射を、眼球内のより奥からのものよりさらに大きい可能性がある。波長用に修正されない場合 (またはそうでない場合)、これらの表面放射は、多くの場合に核心温度を最も良く示す所望の (内部) 放射を測定する際に誤差を生じさせる。遠赤外線検出器は全体的に、普通は内部放射よりも環境の影響を受けやすい表面温度に反応する。逆に、可視近赤外線波長での眼球内の低減衰は、放射を眼の奥から網膜領域に伝達するのに最も適している。網膜領域が環境の影響から最も隔離され、温度が核心温度と最も良い相関関係にあるので、これは望ましい。残念なことに、これらの短 (可視近赤外線) 波長でのプランク放射の強度では問題がある。実際、生きている動物の温度 (300 ~ 310 K) での黒体からの放射はとても弱いので、最高の検出器でさえも可視波長では検出することができない。1000 nm でさえも、これらの温度での放射はまだ弱いので、簡単に検出することはできない。次に、内部眼球温度を 30 cm (12 インチ) 以上の隔離距

10

20

30

40

50

離（範囲）から許容範囲の短時間（数秒）で正確に測定することができる（0.1 Kまで）赤外線波長がある場合に、この問題は小型の手持式熱放射検出器に対して起こる。冷却された拡張（波長）範囲のヒ化インジウムフォトダイオード検出器、またはその同等物が1600～2400 nmの範囲、より詳細には前述した1600～1800および2150～2350 nmの2つの帯域のいずれかまたは両方の波長で使用される場合に、この答えが正しくなる。本発明の102の好ましい一実施形態では、1600～1800および2150～2350 nmのいずれかまたは両方の公称波長（nominal wavelength）の放射を透過する光フィルタを備える前記タイプの光検出器を使用すると共に、検出器102が、測定する眼から選択した距離、例えば12インチの距離にある場合、（角膜のものに近い寸法の）赤外線感知領域を作り出す光学素子（optics）を収集および集束する。これらの概念および明細は、本発明の重要な要素である。

【0024】

本発明の別の詳細では、眼の異なる深度、または異質の無関係な源からの放射の影響をさらに少なくし、それによって測定精度を良くするように利用される追加の手段を取り扱っている。核心温度と最も相関関係にある所望の熱放射は、眼の内部からである。しかし、他の（望ましくない）熱放射が、眼の表面または表面付近から検出される。これらは、所望の内部放射と同じ温度、それより高い温度、またはそれより低い温度であってもよい。いずれの場合も、表面および表面付近の放射は、変化する環境温度および風雨で少量を変更し、それによって測定誤差を引き起こすことを予想できる。内部放射は、眼の減衰が最小（これらは検出器フィルタと同じ波長）であると共に、表面および表面付近の放射がより長い波長で強度が増加するより幅の広いスペクトルを有する波長でしか感知できない強度である。狭い帯域のフィルタを通して検出された合計放射をより広い帯域のフィルタで、またはフィルタなしで検出した合計放射と比較することにより、内部放射による部品は（狭い帯域フィルタ内の損失を除いて）変化せず、検出表面放射は広い帯域のフィルタを使用する場合に著しく増加する。広いフィルタおよび検出器のスペクトル帯域透過特徴を知ることによって、眼の表面およびスプリアス源（spurious source）からの放射が測定され、補正因子がコンピュータ107内で生成されて、内部眼温度を測定する。この因子は、放射検出器からの増幅信号およびキャリブレーション因子と共に、コンピュータ107内で各測定用の正確な核心温度を計算するように使用されている。

【0025】

図4は、図2のセンサ・ユニット102に対する代替実施形態である、マイクロおよびミリ波長検出器（micro-and millimeter wavelength detector）40を示す。本発明の範囲内での、眼球内部温度データを得るための別の可能性は、（最も長い赤外線と比較して）より長い波長のマイクロ波（microwave）およびミリ（mm）範囲での放射を検出することである。通常は無線周波数スーパーヘテロダイン（混合器/発振器）技術を使用する感度検出器は、スペクトルのこの部分での商業および政府利害の結果、表示上3mm（80～100 GHz）の範囲に対する適度の費用で利用可能である。実際、これらの検出器はサーモパイルよりも感度が良く、観察（信号積分）時間および前検出帯域幅に従って、これらの長い方の波長でのより低いレベルの黒体放射を華氏0.1度以上の精度まで簡単に検出することができる。アンテナ寸法、および付帯近領域、遠領域制限は、検出領域を眼のものに制限する際に問題を生じる可能性があるが、これはアンテナから（測定する）眼までの最大距離を数インチにすることにより、また狭いビームを提供するための公知のアンテナのアプローチを使用することにより解消することができる。1インチの直径のパラボリックアンテナ（parabolic dish antenna）でさえも、例えば大体10度の遠領域ビーム幅、および動物または人間の角膜領域を囲む集束された近領域を有することができる。

【0026】

アンテナ/検出器/混合器装置41を、小さな集積回路として実行することができる。アンテナ部は、選択した波長で眼の放射を捕らえ、混合器部は発振器52からの信号と放射信号を混合させ、検出器部は増幅器53によって増幅のためのより低周波数に放射信号

を変換する。アンテナの寸法および発振器の周波数は、検出する所望の放射波長の関数である。

【0027】

全ての波長（赤外線、ミリ、およびマイクロン）において、2つ以上の波長帯域での眼球放射を検出することにより、所与の温度測定用の環境温度およびバックグラウンド放射レベルの影響を最小限に抑えるための機会が与えられる。例えば、第1の波長での信号を、第2の波長からの信号と比較することができる。この実施のため、図2のセンサ・ユニット102（または、図4のアンテナ/混合器/検出器41）を、複数の放射信号経路または検出器を格納するように変更することができる。これは、多数のフィルタおよび検出器を使用することによって達成することができる。別の方法では、単一の検出器を使用することができ、ホイール、またはいくつかの他の電磁、電気機械、あるいは光磁気装置を、一連のフィルタをその検出器に設けるように使用することができる。

10

【0028】

本発明の様々な実施形態は本明細書で説明したが、本発明の範囲はこれらの実施形態に限るものではなく、代替実施形態は図2に記載された特徴全てを含んでいる必要はない。他の実施も、本発明の範囲内である。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】牛などの哺乳類の眼の断面図である。

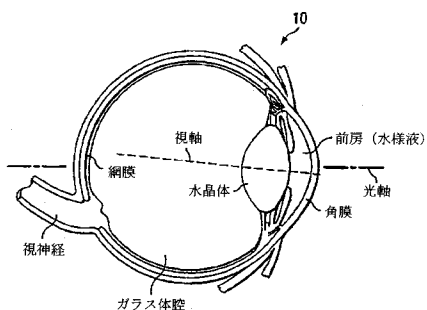
【図2】本発明の第1の実施形態のブロック図である。

【図3】眼からの様々な波長の放射の相対深度を示す図である。

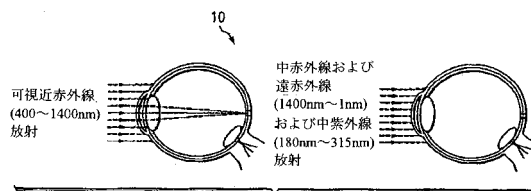
【図4】図1のセンサ・ユニットの代替実施形態を示す図である。

20

【図1】

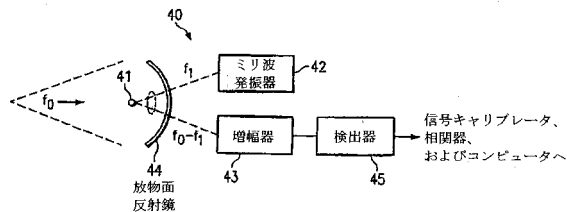
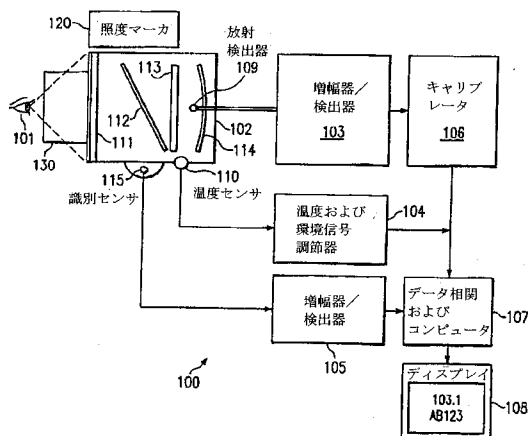


【図3】



【図4】

【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成16年3月22日(2004.3.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象の動物または人間の核心温度を測定する装置であって、

検出する熱放射の選択された波長のみを許可するように動作可能であるフィルタ、および対象の眼球からの熱放射の選択された波長を検出し、放射に対応する信号を発生させるように動作可能である検出器を有すると共に、眼球には接触していないセンサ・ユニットと、

センサ・ユニットからの信号を増幅させ、増幅した信号を発生させる増幅器と、増幅した信号を温度データに変換するデータ加工ユニットと、温度データを表示するディスプレイとを備える装置。

【請求項2】

センサ・ユニットが赤外線放射を検出する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

センサ・ユニットがミリ波長放射を検出する、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

センサ・ユニットがマイクロ波長放射を検出する、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

センサ・ユニットが複数の波長を検出する、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

センサ・ユニットが単一波長用の単一光路を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項7】

センサ・ユニットが、複数の波長を検出するための複数の光路を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項8】

さらに、校正データをデータ加工ユニットに運ぶキャリブレーション・ユニットを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項9】

さらに、装置の近傍に周囲温度を測定するためのサーモメータを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項10】

さらに、眼からの放射とは無関係な熱放射からセンサ・ユニットを遮蔽する光シールドを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項11】

さらに、センサ・ユニットの受け領域に対応する可視光ビームを放射するように動作可能な照度マーカを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項12】

さらに、対象に関連する識別コードを検出する識別センサを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項13】

フィルタが、1000～2500ナノメータからの波長を透過させる、請求項1に記載の装置。

【請求項14】

フィルタが、1600～1800ナノメータからの波長を透過させる、請求項1に記載

の装置。

【請求項 15】

フィルタが、2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項1に記載の装置。

【請求項 16】

フィルタが、1600～1800および2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項1に記載の装置。

【請求項 17】

センサ・ユニットが、第1の帯域幅および第2の帯域幅からの熱放射を検出するように動作可能であり、第1の帯域幅は第2の帯域幅よりも広くてもよく、またデータ加工ユニットはさらに、第1の帯域幅からの信号の検出された振幅を第2の帯域幅からの信号の振幅と比較し、この比較に基づき温度データを補償するように動作可能である、請求項1に記載の装置。

【請求項 18】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、

対象の眼球から熱放射を濾過し、それによって選択した波長だけがフィルタを透過するステップと、

濾過された熱放射を検出するステップであって、眼球との物理的接触なく行われる検出ステップと、

放射に対応する電気信号を発生させるステップと、

データ加工ユニットで電気信号を受けるステップと、

電気信号を温度データに変換するステップと、

温度データを表示するステップとを含む方法。

【請求項 19】

放射を検出するステップは、眼球内の特定の深度に適する波長を検出することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

放射を検出するステップは、検出器の集束および開口度制限の性状により、検出器の効果的な感知領域を制御することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項 21】

さらに、直腸体温計測定からのデータに基づき、温度測定をキャリブレーションするステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 22】

さらに、周囲温度を測定し、周囲温度測定で温度測定を補償するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 23】

放射を検出するステップは、多スペクトル熱放射データを検出することによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項 24】

識別データを検出するステップは、測定されている対象に取り付けられる、または挿入されるタグからデータを読み取ることによって行われる、請求項18に記載の方法。

【請求項 25】

さらに、識別データおよび核心温度データを記憶するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 26】

熱放射を検出するステップは、センサ・ユニットで行われ、さらにセンサ・ユニットを検出ステップ中に一定温度に維持するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 27】

熱放射を検出するステップはセンサ・ユニットで行われ、さらに検出ステップ中にセンサ・ユニットを冷却するステップを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 28】

さらに、対象に関連する識別データを検出するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 29】

さらに、検出ステップの検出領域に対応する眼の上の領域を照らすステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 30】

濾過ステップは 1000 ~ 2500 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 31】

濾過ステップは 1600 ~ 1800 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 32】

濾過ステップは 2150 ~ 2350 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 33】

濾過ステップは、1600 ~ 1800 および 2150 ~ 2350 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 34】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、
対象の眼球からの熱放射を検出するステップであって、眼球との物理的接触なく行われる検出ステップと、
放射に対応する電気信号を発生させるステップと、
対象に関連する識別データを検出するステップと、
電気信号および識別データをデータ加工ユニットで受けるステップと、
電気信号を温度を示すデータに変換するステップと、
温度および識別データを表示するステップとを含む方法。

【手続補正書】

【提出日】平成16年9月22日(2004.9.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象の動物または人間の核心温度を測定する装置であって、
検出する熱放射の選択された波長のみを許可するように動作可能であるフィルタ、および対象の眼球からの熱放射の選択された波長を検出し、放射に対応する信号を発生させるように動作可能である検出器を有すると共に、眼球には接触していないセンサ・ユニットと、
センサ・ユニットからの信号を増幅させ、増幅した信号を発生させる増幅器と、
増幅した信号を温度データに変換するデータ加工ユニットと、
温度データを表示するディスプレイとを備える装置。

【請求項 2】

センサ・ユニットが赤外線放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

センサ・ユニットがミリ波長放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

センサ・ユニットがマイクロ波長放射を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

センサ・ユニットが複数の波長を検出する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

センサ・ユニットが単一波長用の単一光路を有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

センサ・ユニットが、複数の波長を検出するための複数の光路を有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

さらに、校正データをデータ加工ユニットに運ぶキャリブレーション・ユニットを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

さらに、装置の温度を測定する温度センサを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

さらに、眼からの放射とは無関係な熱放射からセンサ・ユニットを遮蔽する光シールドを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

さらに、センサ・ユニットの受け領域に対応する可視光ビームを放射するように動作可能な照度マーカを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

さらに、対象に関連する識別コードを検出する識別センサを備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

フィルタが、1000～2500ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

フィルタが、1600～1800ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

フィルタが、2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

フィルタが、1600～1800および2150～2350ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】

センサ・ユニットが、第1の帯域幅および第2の帯域幅からの熱放射を検出するように動作可能であり、第1の帯域幅は第2の帯域幅よりも広くてもよく、またはノおよび異なる波長に集中させてもよく、またデータ加工ユニットはさらに、第1の帯域幅からの信号の検出された振幅を第2の帯域幅からの信号の振幅と比較し、この比較に基づき温度データを補償するように動作可能である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 18】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、
対象の眼球から熱放射を濾過し、それによって選択した波長だけがフィルタを透過するステップと、
濾過された熱放射を検出するステップであって、眼球との物理的接触なく行われる検出ステップと、
放射に対応する電気信号を発生させるステップと、
データ加工ユニットで電気信号を受けるステップと、
電気信号を温度データに変換するステップと、
温度データを表示するステップとを含む方法。

【請求項 19】

放射を検出するステップは、眼球内の特定の深度に適する波長を検出することによって行われる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

放射を検出するステップは、検出器の集束および開口度制限の性状により、検出器の効果的な感知領域を制御することによって行われる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

さらに、直腸体温計測定からのデータに基づき、温度測定をキャリブレーションするステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】

さらに、装置温度を測定し、装置温度測定で温度測定を補償するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 23】

放射を検出するステップは、多スペクトル熱放射データを検出することによって行われる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 24】

識別データを検出するステップは、測定されている対象に取り付けられる、または挿入されるタグからデータを読み取ることによって行われる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 25】

さらに、識別データおよび核心温度データを記憶するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 26】

熱放射を検出するステップは、センサ・ユニットで行われ、さらにセンサ・ユニットを検出ステップ中に一定温度に維持するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 27】

熱放射を検出するステップはセンサ・ユニットで行われ、さらに検出ステップ中にセンサ・ユニットを冷却するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 28】

さらに、対象に関連する識別データを検出するステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 29】

さらに、検出ステップの検出領域に対応する眼の上の領域を照らすステップを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 30】

濾過ステップは 1000 ~ 2500 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 31】

濾過ステップは 1600 ~ 1800 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 32】

濾過ステップは 2150 ~ 2350 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 33】

濾過ステップは、1600 ~ 1800 および 2150 ~ 2350 ナノメートルからの波長を透過させる、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 34】

対象の動物または人間の核心温度を測定する方法であって、
対象の眼球からの熱放射を検出するステップであって、眼球との物理的接触なく行われる検出ステップと、
放射に対応する電気信号を発生させるステップと、
対象に関連する識別データを検出するステップと、

電気信号および識別データをデータ加工ユニットで受けるステップと、
電気信号を温度を示すデータに変換するステップと、
温度および識別データを表示するステップとを含む方法。

【請求項 35】

さらに、検出ステップに使用するセンサの温度に対応する電気信号を発生させるステップと、測定した温度を装置温度で補償するステップとを含む、請求項 34 に記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 03/02411
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01K13/00 G01K11/00		
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) IPC 7 G01K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 5 813 982 A (BARATTA FRANCIS I) 29 September 1998 (1998-09-29) column 4, line 35 - line 64; figures ---	1, 2, 18, 19 10
Y A	US 3 491 596 A (DEAN JAMES M) 27 January 1970 (1970-01-27) column 1, line 70 - column 2, line 1; figures --- -/--	1, 2, 18, 19 9, 20, 26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 28 April 2003		Date of mailing of the international search report 12/05/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ramboer, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 03/02411

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	POLIVKA J: "MICROWAVE RADIOMETRY AND APPLICATIONS" INTERNATIONAL JOURNAL OF INFRARED AND MILLIMETER WAVES, PLENUM PUBLISHING, NEW YORK, US, vol. 16, no. 9, 1 September 1995 (1995-09-01), pages 1593-1672, XP000534670 ISSN: 0195-9271	1, 2, 18, 19
A	paragraph '07.3!; figures 8,40-43 -----	3-5, 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 03/02411

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5813982	A	29-09-1998	NONE	
US 3491596	A	27-01-1970	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN, GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC, EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,M X,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100073841

弁理士 真田 雄造

(74)代理人 100058136

弁理士 中島 宣彦

(74)代理人 100104053

弁理士 尾原 静夫

(72)発明者 ローランス, レアド, ダブルユー

アメリカ合衆国テキサス州78624、フレドリクスバーグ、ハイウェイ・16・サウス 225
7番

(72)発明者 キング, ジェイムズ, ディー

アメリカ合衆国テキサス州78255、サン・アントニオ、ワイルド・イーグル 7335番

(72)発明者 ローランス, ジャック, シー

アメリカ合衆国テキサス州78231、サン・アントニオ、グレイウイング 14006番

Fターム(参考) 4C117 XA10 XB01 XD06 XE23 XE33 XE48

专利名称(译)	用于核心和人体核心温度的快速，准确和非接触式测量装置和设备		
公开(公告)号	JP2005515872A	公开(公告)日	2005-06-02
申请号	JP2003564537	申请日	2003-01-27
[标]申请(专利权)人(译)	洛朗减员广告双菜单 国王詹姆斯迪 洛朗扫描杰克·海		
申请(专利权)人(译)	国王，詹姆斯，迪伊 劳伦斯，杰克，海		
[标]发明人	ローランスレアドダブルユー キングジェームズディー ローランスジャックシー		
发明人	ローランス,レアド,ダブルユー キング,ジェームズ,ディー ローランス,ジャック,シー		
IPC分类号	A61B5/01 G01J5/04 G01K11/00 G01K13/00 A61B5/00		
CPC分类号	G01J5/08 G01J5/0022 G01J5/0025 G01J5/089 G01J2005/068 G01K11/006		
FI分类号	A61B5/00.101.K		
F-TERM分类号	4C117/XA10 4C117/XB01 4C117/XD06 4C117/XE23 4C117/XE33 4C117/XE48		
优先权	60/351969 2002-01-25 US 10/350880 2003-01-24 US		
其他公开文献	JP2005515872A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于测量动物或人的核心温度的方法和设备。在基于各种因素（包括波长到达眼球内部的能力）选择的一个或多个波长处检测来自眼球的辐射。照度标记照亮眼球上的光点，因此该点对应于检测到辐射的区域。

