

(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2002-355224
(P2002-355224A)

(43) 公開日 平成14年12月10日 (2002. 12. 10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
A 6 1 B 5/00		A 6 1 B 5/00	N 2 D 0 0 5
A 4 7 K 3/00		A 4 7 K 3/00	Z 4 C 0 9 4
A 6 1 H 33/00		A 6 1 H 33/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-378445(P2001-378445)
(22) 出願日 平成13年12月12日 (2001. 12. 12)
(31) 優先権主張番号 特願2001-93349(P2001-93349)
(32) 優先日 平成13年3月28日 (2001. 3. 28)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000284
大阪瓦斯株式会社
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(72) 発明者 藤田 智
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内
(72) 発明者 藤井 元
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内
(74) 代理人 100107308
弁理士 北村 修一郎

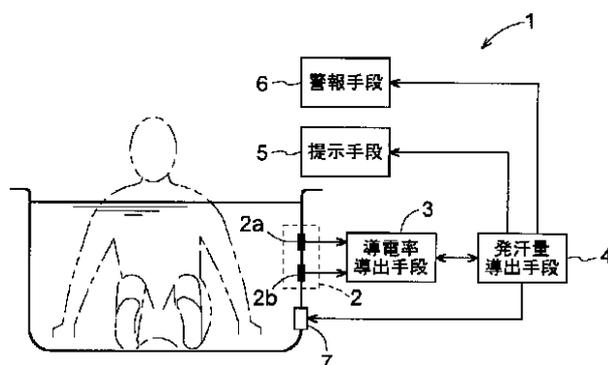
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発汗量測定装置

(57) 【要約】

【課題】 リアルタイムで入浴者の発汗量を測定する方法を提供する。

【解決手段】 被測定者の入浴中の発汗量を測定する発汗量測定装置1が、浴槽中の水と電氣的に接触可能な少なくとも2つのプローブ2a、2bを備えてなるプローブ対2を使用して上記浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段3と、上記導電率の時間的な変化量に基づいて上記浴槽中の水に混入した上記被測定者の発汗量を導出する発汗量導出手段4とを備えてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定者の入浴中の発汗量を測定する発汗量測定装置であって、

浴槽中の水と電気的に接触可能な少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して前記浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段と、

前記導電率の時間的な変化量に基づいて前記浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する発汗量導出手段とを備えてなることを特徴とする発汗量測定装置。

【請求項2】 被測定者の入浴中の発汗量を測定する発汗量測定装置であって、

浴槽中の水と電気的に接触可能な少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して前記浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段と、

前記浴槽中の水の温度を測定する温度測定手段と、前記導電率導出手段にて測定された前記浴槽中の水の導電率、及び、前記温度測定手段にて測定された前記浴槽中の水の温度の情報に基づいて、前記浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する発汗量導出手段とを備えてなることを特徴とする発汗量測定装置。

【請求項3】 前記発汗量導出手段が、前記浴槽中の水の導電率の時間的な変化量、前記浴槽中の水の測定温度、及び、前記浴槽中の水の前記測定温度での導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて、前記被測定者の発汗量を導出することを特徴とする請求項2に記載の発汗量測定装置。

【請求項4】 前記発汗量導出手段が、前記浴槽中の水の導電率、前記浴槽中の水の温度、及び、前記浴槽中の水の導電率と温度との関係を示す情報に基づいて基準温度における基準導電率を求め、且つ、その基準導電率の時間的な変化量、及び、前記浴槽中の水の前記基準導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて、前記被測定者の発汗量を導出することを特徴とする請求項2に記載の発汗量測定装置。

【請求項5】 前記発汗量を前記被測定者に対して提示する提示手段を更に備えてなることを特徴とする請求項1から請求項4の何れかに記載の発汗量測定装置。

【請求項6】 前記発汗量が所定の値を超えた場合に警報を発する警報手段を備えてなることを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の発汗量測定装置。

【請求項7】 前記浴槽中の水を攪拌する攪拌手段を更に備えることを特徴とする請求項1から請求項6の何れかに記載の発汗量測定装置。

【請求項8】 前記プローブ対が4つのプローブを備えてなり、前記導電率導出手段が前記4つのプローブを使用した4端子法により前記浴槽中の水の導電率を導出することを特徴とする請求項1から請求項7の何れかに記載の発汗量測定装置。

【請求項9】 前記プローブ対を前記浴槽中の水が通流する通流路内に設置することを特徴とする請求項1から

請求項8の何れかに記載の発汗量測定装置。

【請求項10】 環状に形成した前記プローブを同軸状に並べて前記プローブ対を構成し、前記浴槽中の水を前記プローブ対の軸方向に沿って通流させることを特徴とする請求項1から請求項9の何れかに記載の発汗量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は入浴中の発汗量を測定する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】入浴者に対する従来の発汗量測定においては、発汗前と発汗後（例えば、入浴前と入浴後）の体重を測定し、その差を求めることで発汗量を推測していた。或いは、大きなビニール袋に入って入浴を行い、入浴後、そのビニール袋に貯まった汗を計量することで入浴者の発汗量を推測する方法、吸水性の布に汗を吸収させて、その重量変化を測定するという方法もある。

【0003】汗は血漿が汗腺から押し出されたものである。通常、安静時においては体外に放出される汗に含まれるNa（ナトリウム）の再吸収が行われるために、汗の塩分濃度は約0.65%程度であるが、温熱負荷時や激しい運動時は発汗量が多いためにNaの再吸収が追いつかず、汗の塩分濃度は約0.9%にまで増大することが知られている。また、人体には細胞外液浸透圧を誤差±3%以内で一定に保つ調整機能があり、体液中や血漿中の塩分濃度はほぼ正確に約0.9%に保たれている。従って、血液から白血球と赤血球とを取り除いたものが血漿であることを考えると、汗の導電率は血液の導電率とほぼ同じであると考えても良いことが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の発汗量測定の方法では、入浴者が体重計に乗ることや、汗を集めるためにビニール袋に入って入浴することなど、入浴者が拘束された状態で何らかの動作を行わないと発汗量を測定することができないという点で不便である。更に、入浴前後の汗の量を測定する場合には、人体に付着した水分量によって、導出される発汗量に誤差が生じる可能性があるなどの問題点も存在する。

【0005】更に、従来の方法では、実際に測定されるのは発汗前後（入浴前後）の間の発汗量であり発汗中（入浴中）の発汗量をリアルタイムで知ることはできなかった。発汗量が多くなれば、その時点で水分補給や塩分補給などの対処を行う必要が出てくるが、従来の発汗量測定の方法では、入浴後でなければ発汗量を知ることができず、上記のような水分補給や塩分補給といった対処を入浴中にリアルタイムで実施することができず人体に危険が及ぶ可能性があった。つまり、従来の方法には、リアルタイムで発汗量を監視することができないという克服できない問題があった。

【0006】本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、リアルタイムで且つ入浴者を拘束することなく発汗量を測定することができるようにする点にある。さらには、浴槽中の湯（水）の温度が変化する場合でも、入浴者の発汗量を正確に測定できるようにする点にある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第一の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項1に記載の如く、被測定者の入浴中の発汗量を測定する発汗量測定装置であって、浴槽中の水と電氣的に接触可能な少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して前記浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段と、前記導電率の時間的な変化量に基づいて前記浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する発汗量導出手段とを備えてなる点にある。

【0008】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第二の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項2に記載の如く、被測定者の入浴中の発汗量を測定する発汗量測定装置であって、浴槽中の水と電氣的に接触可能な少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して前記浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段と、前記浴槽中の水の温度を測定する温度測定手段と、前記導電率導出手段にて測定された前記浴槽中の水の導電率、及び、前記温度測定手段にて測定された前記浴槽中の水の温度の情報に基づいて、前記浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する発汗量導出手段とを備えてなる点にある。

【0009】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第三の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項3に記載の如く、上記第二の特徴構成に加えて、前記発汗量導出手段が、前記浴槽中の水の導電率の時間的な変化量、前記浴槽中の水の測定温度、及び、前記浴槽中の水の前記測定温度での導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて、前記被測定者の発汗量を導出する点にある。

【0010】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第四の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項4に記載の如く、上記第二の特徴構成に加えて、前記発汗量導出手段が、前記浴槽中の水の導電率、前記浴槽中の水の温度、及び、前記浴槽中の水の導電率と温度との関係を示す情報に基づいて基準温度における基準導電率を求め、且つ、その基準導電率の時間的な変化量、及び、前記浴槽中の水の前記基準導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて、前記被測定者の発汗量を導出する点にある。

【0011】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第五の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項5に記載の如く、上記第一から第四の何れかの

特徴構成に加えて、前記発汗量を前記被測定者に対して提示する提示手段を更に備えてなる点にある。

【0012】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第六の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項6に記載の如く、上記第一から第五の何れかの特徴構成に加えて、前記発汗量が所定の値を超えた場合に警報を発する警報手段を備えてなる点にある。

【0013】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第七の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項7に記載の如く、上記第一から第六の何れかの特徴構成に加えて、前記浴槽中の水を攪拌する攪拌手段を更に備える点にある。

【0014】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第八の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項8に記載の如く、上記第一から第七の何れかの特徴構成に加えて、前記プローブ対が4つのプローブを備えてなり、前記導電率導出手段が前記4つのプローブを使用した4端子法により前記浴槽中の水の導電率を導出する点にある。

【0015】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第九の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項9に記載の如く、上記第一から第八の何れかの特徴構成に加えて、前記プローブ対を前記浴槽中の水が通流する通流路内に設置する点にある。

【0016】上記課題を解決するための本発明に係る発汗量測定装置の第十の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項10に記載の如く、上記第一から第九の何れかの特徴構成に加えて、環状に形成した前記プローブを同軸状に並べて前記プローブ対を構成し、前記浴槽中の水を前記プローブ対の軸方向に沿って通流させる点にある。

【0017】以下に作用並びに効果を説明する。本発明に係る発汗量測定装置の第一の特徴構成によれば、導電率導出手段が浴槽中の水と電氣的に接触した少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して浴槽中の水の導電率を測定し、発汗量導出手段が、前記導電率の時間的な変化量に基づいて前記水に混入した前記被測定者の発汗量を導出することで、リアルタイムで、且つ被測定者を拘束することなく発汗量の測定を行うことができる。

【0018】本発明に係る発汗量測定装置の第二の特徴構成によれば、導電率導出手段が浴槽中の水と電氣的に接触した少なくとも2つのプローブを備えてなるプローブ対を使用して浴槽中の水の導電率を測定し、温度測定手段が浴槽中の水の温度を測定し、発汗量導出手段が、前記測定された浴槽中の水の導電率、及び、前記測定された浴槽中の水の温度の情報に基づいて、前記水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する。すなわち、浴槽中の水の導電率は汗の混入量の他に水の温度によっても変化するので、浴槽中の水の導電率と温度の両方を測定

し、その導電率と温度の両情報を用いて浴槽中の水に混入した被測定者の発汗量を導出する。従って、リアルタイムで且つ被測定者を拘束することなく発汗量の測定を行うことができ、さらに、浴槽中の湯（水）の温度が変化する場合でも、入浴者の発汗量を正確に測定することができる。

【0019】本発明に係る発汗量測定装置の第三の特徴構成によれば、発汗量導出手段が、前記測定された浴槽中の水の導電率の時間的な変化量、前記測定された浴槽中の水の測定温度、及び浴槽中の水の前記測定温度での導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて、前記水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する。すなわち、浴槽中の水の温度を測定したときの測定温度での導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報を用いて、浴槽中の水の導電率の時間的な変化量を汗の混入濃度の変化量に変換し、その汗の混入濃度の変化量から浴槽中の水に混入した被測定者の発汗量を導出する。従って、浴槽中の湯（水）の温度が変化する場合に、入浴者の発汗量を正確に測定するための好適な実施構成が得られる。

【0020】本発明に係る発汗量測定装置の第四の特徴構成によれば、発汗量導出手段が、前記測定された浴槽中の水の導電率、前記測定された浴槽中の水の温度、及び浴槽中の水の導電率と温度との関係を示す情報に基づいて基準温度における基準導電率を求め、さらに、その基準導電率の時間的な変化量、及び、前記浴槽中の水の前記基準導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報に基づいて前記水に混入した前記被測定者の発汗量を導出する。すなわち、浴槽中の水の導電率と温度との関係を示す情報を用いて、測定した温度での水の導電率から基準温度における基準導電率を求め、さらに、その基準導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報を用いて、基準導電率の時間的な変化量から浴槽中の水に混入した被測定者の発汗量を導出する。従って、浴槽中の湯（水）の温度が変化する場合に、入浴者の発汗量を正確に測定するための好適な実施構成が得られる。

【0021】本発明に係る発汗量測定装置の第五の特徴構成によれば、提示手段が、前記発汗量を被測定者に対して提示することで、被測定者は、入浴中に自分自身の発汗量を知ることができ、発汗量に基づいて健康管理を行うことができる。例えば、発汗量が多い場合はすぐに浴槽から出て水分を補給し、発汗量が少ない場合は健康のためにもうしばらく汗をかく等の対応を採ることができる。ここで、発汗量を提示する方法は、単に発汗量を数字で示す場合、発汗量を画像で示す場合、更に被測定者にとっての発汗量の制限値を発汗量と共に示す場合などがある。また、発汗量を知ることによって自身の体調を推測することができる。

【0022】本発明に係る発汗量測定装置の第六の特徴構成によれば、警報手段が、発汗量が所定の値を超えた

場合に警報を発することで、被測定者自身の発汗量の制限値を超えて汗をかいたことによる健康悪化の可能性を警告することができ、警告を受けることで、被測定者が体調管理を自分自身で行うことができるという利点がある。

【0023】本発明に係る発汗量測定装置の第七の特徴構成によれば、攪拌手段が、浴槽内の水を攪拌することで被測定者の汗を拡散され、その結果、水の導電率を浴槽内で均一にすることができるため、導電率導出に基づく発汗量測定の信頼性を高めることができる。

【0024】本発明に係る発汗量測定装置の第八の特徴構成によれば、導電率導出が4端子法を用いて行われることで、導電率導出を高い精度で行うことができ、その結果、得られた発汗量の信頼性を高めることができる。

【0025】本発明に係る発汗量測定装置の第九の特徴構成によれば、浴槽中の水が通流する通路内に設置したプローブ対を浴槽中の水が通流する状態で、浴槽中の水の導電率が測定される。従って、導電率測定のための電流経路が通路内に制限され、浴槽内の入浴者の人体の影響や湯の揺らぎの影響などが通路内に及ばないようにすることができるので、安定した導電率の測定を行って、精度の良い発汗量の測定が可能となる。

【0026】本発明に係る発汗量測定装置の第十の特徴構成によれば、環状に形成したプローブを同軸状に並べて構成したプローブ対の軸方向に沿って浴槽中の水が通流する状態で、浴槽中の水の導電率が測定される。従って、導電率測定のための電流経路が環状になり、その環状の電流経路において浴槽中の水の導電率の測定値が平均化されるので、水中における電流密度の偏りによる導電率の測定誤差を減らし、精度の良い発汗量の測定が可能となる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明に係る発汗量測定装置の実施の形態について、基本となる第1実施形態から、図面に基いて順次説明する。

〔第1実施形態〕図1に示す発汗量測定装置の概略図を参照して発汗量測定について説明する。発汗量測定装置1は、2つのプローブ2a、2bを備えてなるプローブ対2を使用して浴槽中の水の導電率を測定する導電率導出手段3と、測定された導電率から発汗量を導出するような信号処理を行うと共に、発汗量測定の管理を行う発汗量導出手段4を備えてなる。

【0028】具体的には、導電率導出手段3はプローブ2aとプローブ2bとの間に存在する水の抵抗率を測定し、その抵抗の逆数を取ることで導電率を導出している。水の導電率は、その中に溶け込んでいる物質（イオン）の種類および濃度によって変化し、一般の水道水であっても水源の水質によって差が生じ、特に、温泉水や鉱泉水には無機イオンが豊富に含まれるために、元来水の導電率が高いことが知られている。更に、雨水（導電

率：約10～30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、上流の川の水（約50～100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）、下流の川の水（約200～400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）というように、生活排水が流れ込むにつれて様々な物質が混入し、水の導電率も上昇する。

【0029】上記のようなことを浴槽の水に当てはめた場合、入浴者による発汗によって水の中に塩（NaCl）が放出されて溶け込むことで、水の導電率の上昇が見られる。尚、上述したように汗の塩分濃度と血液の塩分濃度はほぼ等しいことから、汗と血液の導電率も等しい。血液の導電率は、100Hzの交流電流で測定した

場合には約5mS/cm、10kHzで約5mS/cm、10MHzで約20mS/cm、10GHzで約20mS/cmであることが知られており、本実施形態では人間の汗の導電率の値としてそれらの値を使用する。
【0030】従って、入浴前の湯（水）の導電率を50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ とし、塩分濃度0.9%の汗の導電率を5mS/cmとすると、湯200リットル中に50ccの汗が混入することで、合計200.05リットルの湯の導電率は約51.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ （導電率の増加量は1.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）となる。或いは、小さな浴槽で半身浴（湯が60リットル）中に200ccの汗が混入した場合には、同様に計算して合計60.2リットルの湯の導電率は約66.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ （導電率の増加量は16.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）となる。このように、湯（水）の導電率と汗の混入量との関係が定まるので、湯（水）の導電率を連続して測定することで、湯（水）の導電率の時間的な変化量に基づいて湯に含まれる汗の増加量をリアルタイムで導出することができる。尚、図1には図示していないが、浴槽内の水圧を測定する圧力センサなどを使用した

水位センサが設けられており、それにより浴槽内に存在している水量が測定されている。
【0031】以下に図面を参照して、入浴者の発汗量をリアルタイムで測定する方法について説明する。図2に示す発汗量測定装置1はプローブ対2が図1に示したものと異なっている。図2に示すプローブ対2は4つのプローブ2a、2b、2c、2dを備えてなり、4端子法によって導電率の測定が行われる。まず、電流を流すための通電手段8に接続されたプローブ2cと、接地端子に接続されたプローブ2dとの間に、クロック発生手段12において発生されたクロックタイミングで通電手段8から所定の周波数の交流電流が通電されることで、プローブ2cおよびプローブ2dの間の通電経路上に配置されたプローブ2aとプローブ2bの間にも電流が流れる。次に、プローブ2aとプローブ2bとの間の電圧を測定し、増幅手段9を用いて増幅する。増幅手段9の出力信号波形の例を図3（b）に示す。尚、図3（a）の波形はクロック発生手段12において発生され、プローブ2cとプローブ2dとの間に通電された電流波形である。ここでは、周波数が250（Hz）で、振幅が3～10（ μA ）の電流が通電される。

【0032】体表面から放出された汗は湯に溶け込むが、汗が湯全体に拡散して、均一な導電率分布が形成されるにはある程度の時間が必要である。本実施形態では導電率導出を管理する導電率導出手段4は、浴槽の湯を攪拌させることのできる攪拌手段7と接続されており、導電率導出が行われる前、或いは測定中に攪拌手段7を作動させることで、局所的な導電率分布が形成されることを防止しており、その結果、得られる導電率値の信頼性を高めることができる。ここで攪拌手段7は、回転自在のプロペラや棒などの専用の攪拌機構によって実現されるだけでなく、湯の流入口から湯を流入させることでも実現できる。或いは、浴槽に備えられた、後付けまたは既存の気泡噴出機能やジェット噴流機能を使用して湯を攪拌してもよい。

【0033】検波手段10には、図3（a）に示した通電電流波形と図3（b）に示した電圧信号波形とが入力される。ここで、図3（b）に示す出力信号波形に見られる周期の大きな波から、それがプローブ対2に近接して存在する人体の心電波形または筋電波形を重畳して含んでいることを示している。従って、検波手段10を使用して通電手段8の通電信号波形（クロック発生手段12によるクロック波形）に同期した信号だけを抽出することで、プローブ2aとプローブ2bとの間の電圧差の波形を得ることができる。

【0034】図4に示すのは、電圧差の波形を導電率導出手段4で信号処理して導出した導電率の時間変化を示すグラフである。時間 $t = 0$ 付近の入浴直後に湯の導電率が急激に上昇し、その後は一定の変化率で導電率が増大していることが分かる。入浴直後はまだ汗をかいていないので、グラフ中に見られる入浴直後の導電率の増大は、入浴者の体表面に付着していた汗がまとまって湯に溶け出したためだと考えられる。従って、導電率の変化量を示す破線の傾きが変化した時刻以後（例えば、2つの破線が交差する時刻以後）の導電率の変化量が、入浴者の発汗量によるものである。信号処理手段11によって実現される発汗量導出手段4は、図4に示された導電率の変化量と、湯の量（水位センサ（図示せず）を使用して得られる）と、予め測定された湯の導電率（ここでは50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）と、汗の導電率（ここでは5mS/cm）とを用いて、その時刻までに湯に混入した汗の量をリアルタイムで導出する。

【0035】導出された汗の量は、浴室内の側壁などに設けられた提示手段5を使用して入浴者に伝達される。提示手段5は、風呂の湯量調節や温度調節を行うために一般的に使用される風呂リモコンなどを兼ねていてもよく、その場合は「あなたは入浴中90ccの汗をかきました」などの情報を文字で表示することが行われる。或いは、図5に示すように、文字情報ではなく、画像情報によって発汗量を提示してもよい。図5の場合、1つのコップが50ccの発汗量に対応させていることから、

(1 + 4 / 5) 杯で合計 90cc の汗をかいたことが入浴者に提示されている。尚、画像情報と文字情報との両方を提示してもよい。

【0036】ここで、発汗量に関係なく4つのコップを表示しているのは、4つのコップに対応する発汗量(200cc)を1回の入浴における制限量としているからである。従って、200ccの汗をかいた入浴者は体調のために水分や塩分の補給をして、体から放出された水分と塩分とを自分自身の体内に補給する必要があることを知ることができる。つまり、提示手段5を設けることで入浴者の体調管理を自分自身で行うことができるという利点がある。

【0037】或いは、発汗量が上記の制限値を超えた場合に、警報手段6を使用して入浴者に警報を発することもできる。この警報手段6には、ブザーを鳴らすような音響装置や、ランプを点灯・点滅させるような光学装置や、警報メッセージを表示させるような表示装置を用いて実現することができる。

【0038】上述の検波手段10として通常用いられる回路は、図6に概略的に示すような同期検波回路であり、増幅手段9によって増幅された電気信号を積分器により積分し、その積分された信号と通電手段8の通電信号波形(クロック発生手段12によるクロック波形)との乗算器出力である同期検波出力を乗算器において演算するような回路である。ただ、乗算器を用いてアナログ回路を構成した場合には、乗算器のコストが高いことで同期検波回路が高価になるという問題がある。更に、このような回路では商用電源ノイズ(50Hz/60Hz)や、筋電波形や、心電波形などに起因する生体信号が電気信号に混入することを考慮すると、入力ダイナミックレンジの大きなA/D変換を実施するような信号処理を信号処理手段11で実現する必要があるため、信号処理手段11が高価なものとなり、結果として、本発明に係る発汗量測定装置1のコストも上昇していた。

【0039】そこで、上記のような問題点を克服するための別形態の検波手段10部分のブロック図を図7に、その検波手段10のアナログ回路部分の等価回路図を図8に示す。図7の回路は乗算器を用いること無しに構成された同期検波回路を備えた方式のA/D変換回路の例であり、図6に示した乗算器を備えた同期検波回路を使用した場合に比べて、低価格で回路を構成することができる。方式とは、1サンプリングクロック毎に入力アナログ信号S(t)と2値量子化コードO(t)との誤差: e(t) = S(t) - O(t)を求め、積分器によってA/D変換誤差の累積誤差を求め、累積誤差が常に±1ビット以内になるように比較器でA/D変換(2値量子化)を行う方式である。

【0040】図8に示すアナログ回路部分の等価回路図からも明らかであるようにアナログ積分器を1つ備えることで、コストの高い乗算器を用いること無しに、加算

器と上述の誤差累積用積分器を兼用させて同期検波処理とA/D変換処理とを同時に行うことができるため、マイクロプロセッサのような信号処理手段11にはA/D変換機能が不要である。従って、廉価な信号処理手段11を使用することができ、その結果、本発明に係る発汗量測定装置1を安価に作製することができるという利点が生まれる。

【0041】〔第2実施形態〕この第2実施形態では、前記発汗量導出手段4が、湯の温度による導電率の変化をも考慮して前記被測定者の発汗量を導出する点を除いて、第1実施形態と同様に構成されている。以下、相違点について説明する。図9に示すように、浴槽中の湯の温度を測定する温度測定手段としての温度センサー13を備えている。尚、温度センサー13は前記プローブ対2の近傍箇所に設置する。そして、前記発汗量導出手段4が、前記導電率導出手段3にて測定された浴槽中の水の導電率、及び、前記温度センサー13にて測定された浴槽中の水の温度Tの情報に基づいて、浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出している。

【0042】具体的には、前記発汗量導出手段4が、前記浴槽中の水の導電率の時間的な変化量、前記浴槽中の水の測定温度T、及び、浴槽中の水の前記測定温度での導電率と汗の混入濃度nとの関係を示す情報に基づいて、浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出している。上記導電率と汗の混入濃度nとの関係を示す情報は、図10に示すように、横軸を汗の混入濃度n[cc/リットル]、縦軸を導電率[μS/cm]としたときに、浴槽中の水の温度Tが異なるごとに、近似的に傾きが同一で平行に並ぶ多数の直線で表わされ、各温度T(例えば、1間隔での各温度)での直線のデータ(傾きと切片)が前記信号処理手段11に予め記憶されている。

【0043】発汗量導出の一例を説明すると、湯の測定温度TがTnで、導電率が1から2に増加したとすると、上記記憶されているデータのうちから、測定温度Tnに最も近い温度に対応する直線のデータ(傾きと切片)を用いると、導電率の時間的な変化量が(2 - 1)であるので、図10のグラフより汗の混入濃度の変化量はn[cc/リットル]として求められる。そして、この汗の混入濃度の変化量n[cc/リットル]に浴槽内の水量[リットル]をかけることで、発汗量[cc]が求まることになる。

【0044】〔第3実施形態〕この第3実施形態では、前記発汗量導出手段4の具体構成が第2実施形態と異なる点を除いて、第2実施形態と同様に構成されている。以下、相違点について説明する。すなわち、前記発汗量導出手段4が、前記導電率導出手段3にて測定された浴槽中の水の導電率、前記温度センサー13にて測定された浴槽中の水の温度T、及び、浴槽中の水の導電率と温度Tとの関係を示す情報に基づいて基準温度Tkに

おける基準導電率 k を求め、且つ、その基準導電率 k の時間的な変化量、及び、その基準導電率 k と汗の混入濃度 n との関係を示す情報に基づいて、浴槽中の水に混入した前記被測定者の発汗量を導出している。

【0045】上記浴槽中の水の導電率と温度 T との関係を示す情報は、図11に示すように、横軸を温度 T []、縦軸を導電率 [$\mu S/cm$] としたときに直線で表わされる。そして、汗の混入濃度 n [$cc/リットル$] が異なる場合は、傾き a は同一であるが切片が異なる直線で表わされ、上記直線の傾き a のデータが前記信号処理手段11に予め記憶されている。従って、温度 T のときに測定導電率 k であれば、前記基準温度 T_k における基準導電率 k は下式のように求まる。基準温度 T_k は例えば30に設定されるが、これ以外の温度でもよい。

【0046】

$$\text{【数1】 } k = k_1 + a(T - T_k)$$

【0047】次に、発汗量導出について説明すると、図12に示すように、基準温度 T_k における基準導電率 k [$\mu S/cm$] と汗の混入濃度 n [$cc/リットル$] との関係が、横軸を汗の混入濃度 n 、縦軸を基準導電率 k として傾き b の直線で表わされ、この傾き b のデータが信号処理手段11に記憶されている。そして、図11のように、測定導電率 k_2 が温度 T_1 で k_1 の状態から温度 T_2 で k_2 に変化して、基準導電率 k が k_1 から k_2 に増加したとすると、基準導電率 k の時間的な変化量は $k_2 - k_1$ ($k = k_2 - k_1$) であり、図12のグラフより汗の混入濃度の変化量 n [$cc/リットル$] が下式にて求められる。

【0048】

$$\text{【数2】 } n = (k_2 - k_1) / b$$

【0049】そして、上記汗の混入濃度の変化量 n [$cc/リットル$] に浴槽内の水量 [$リットル$] をかけることで、発汗量 [cc] が求まる。

【0050】〔別実施形態〕次に、別実施形態について説明する。上記実施形態では、前記プローブ対2を入浴者が入浴する浴槽内に設置したが、浴槽内ではなく、プローブ対2を浴槽中の水が通流する通流路内に設置するようにしてもよい。具体的には、図13に示すように、4つのプローブ2a、2b、2c、2dを円筒14の内壁面に筒軸方向に並ぶ状態で取付け、その円筒14を吸盤15によって、外部の追炊き装置16との間で浴槽内の水を循環させる循環路17に設置する。この具体例では、追炊き用の循環路が上記通流路に対応するが、これ以外に、給湯機からの湯を浴槽内に供給するための給湯路等にプローブ対2を設置するようにしてもよい。また、各プローブ2a、2b、2c、2dを円筒14の内壁面に取り付ける代わりに、棒状のフレーム等に支持させて通流路内に設置するようにしてもよい。

【0051】さらに、上記実施形態では、平板状等に形

成した各プローブ2a、2b、2c、2dを各プローブ面が揃うように配置してプローブ対2を構成したが、図14に示すように、環状に形成した前記プローブ2a、2b、2c、2dを同軸状に並べて前記プローブ対2を構成し、前記浴槽中の水を前記プローブ対2の軸方向に沿って通流させるようにしてもよい。図14の例では、4つのプローブ2a、2b、2c、2dを円環(リング)状に形成して、円筒14の内壁部に筒軸方向に並ぶ状態で取付けている。そして、図13の場合と同様に、その円筒14を吸盤15によって、追炊き用の循環路17に設置する。ただし、上記プローブ対2を浴槽内の水の循環路以外の箇所に設置してもよい。尚、上記プローブ2a、2b、2c、2dを環状に形成するのに、円環状の他に、矩形環状等でもよい。また、環状の各プローブ2a、2b、2c、2dを円筒14の内壁面に取り付ける代わりに、棒状のフレーム等に同軸状に並べて支持させるようにしてもよい。

【0052】上記第2及び第3実施形態では、発汗量導出手段4が、浴槽中の水の導電率及び浴槽中の水の温度 T の情報に基づいて浴槽中の水に混入した被測定者の発汗量を導出する場合に、測定導電率 k あるいは基準導電率 k の時間的な変化量 Δk 、 k を求め、次に、その導電率の変化量 Δk 、 k を、測定温度 T あるいは基準温度 T_k での導電率と汗の混入濃度との関係を示す情報を用いて、汗の混入濃度 n の変化量 Δn に変換して発汗量を導出するようにしたが、これに限るものではない。例えば、図15に示すように、水の導電率と温度 T の各組み合わせに対応する汗の混入濃度 n の値を予めデータテーブルとして記憶しておいて、入浴中に水の導電率と温度 T を測定する毎に上記データテーブルから汗の混入濃度 n の値を読み出して、汗の混入濃度 n の変化量 Δn を直接求めるようにしてもよい。尚、温度 T が一定のときに導電率 k が大きくなることは汗の混入濃度 n が大きくなっていることを意味し、温度 T が高くなっても導電率 k が一定であることは汗の混入濃度 n が小さくなっていることを意味するので、図15において、温度 T が低く導電率 k が大きい側ほど混入濃度値 n が大きくなり、温度 T が高く導電率 k が小さい側ほど混入濃度値 n が小さくなるように、上記データテーブルが設定されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る発汗量測定装置の概略図である。

【図2】第1実施形態に係る発汗量測定装置の別の概略図である。

【図3】(a)および(b)は信号波形を示す図である。

【図4】導電率の時間変化を示すグラフである。

【図5】提示手段の表示例を示す図である。

【図6】回路の機能を表すブロック図である。

【図7】回路の機能を表すブロック図である。

【図8】図7に示した回路のアナログ回路部分の等価回路図である。

【図9】第2実施形態に係る発汗量測定装置の概略図である。

【図10】第2実施形態に係る導電率と汗の混入濃度との関係を示すグラフである。

【図11】第3実施形態に係る導電率と温度との関係を示すグラフである。

【図12】第3実施形態に係る基準導電率と汗の混入濃度との関係を示すグラフである。

【図13】別実施形態に係るプローブ対の斜視図とその設置位置を示す側面図である。

【図14】別実施形態に係るプローブ対を示す斜視図である。

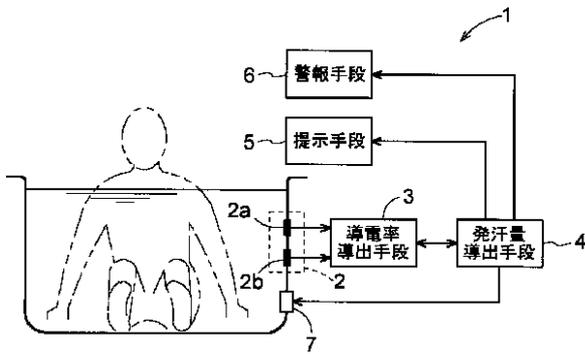
【図15】別実施形態に係る発汗量導出を説明するため*

*の図である。

【符号の説明】

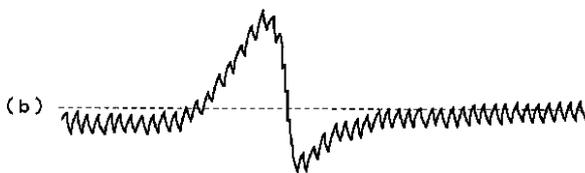
- 1 発汗量測定装置
- 2 プローブ対
- 3 導電率導出手段
- 4 発汗量導出手段
- 5 提示手段
- 6 警報手段
- 7 攪拌手段
- 8 通電手段
- 9 増幅手段
- 10 検波手段
- 11 信号処理手段
- 12 クロック発生手段
- 13 温度測定手段

【図1】

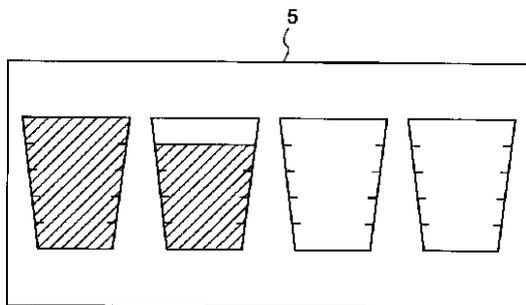


【図3】

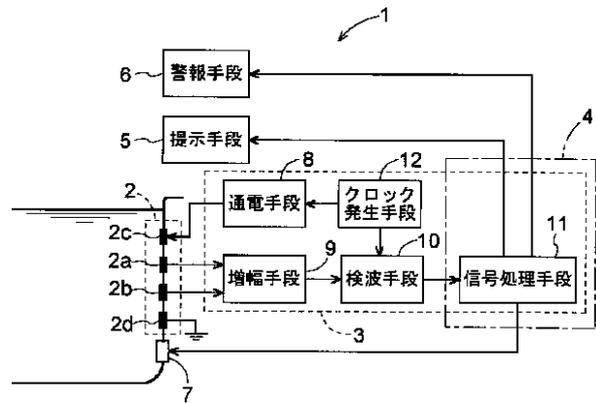
(a)



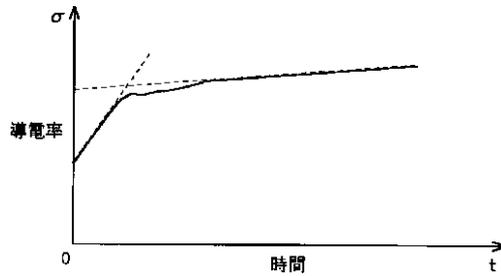
【図5】



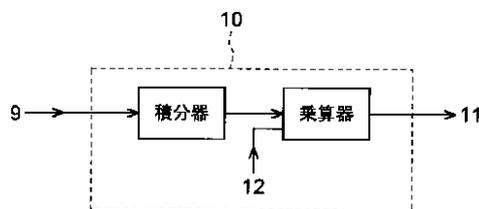
【図2】



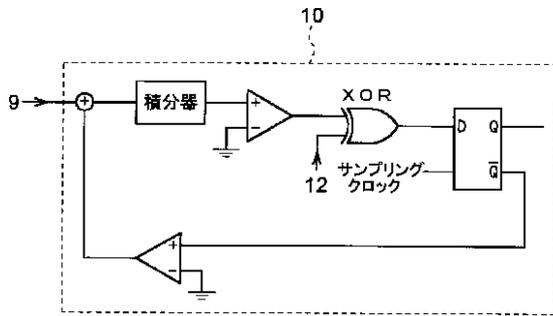
【図4】



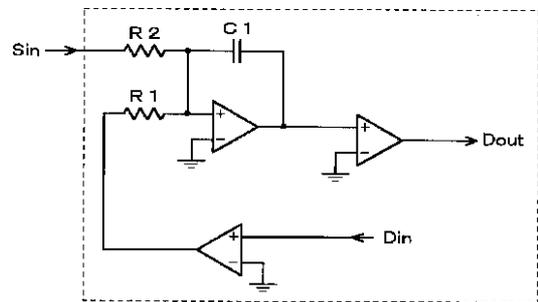
【図6】



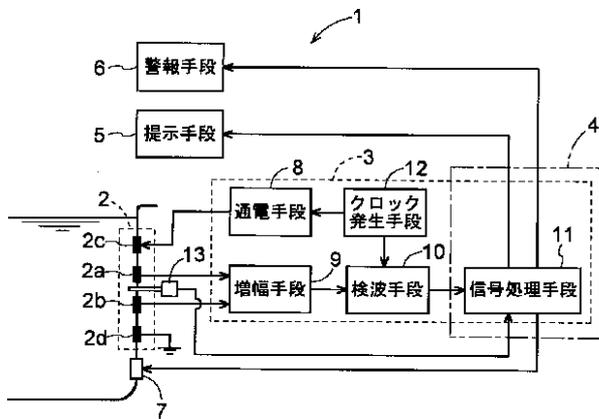
【図7】



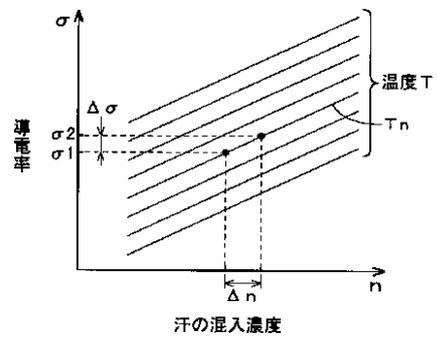
【図8】



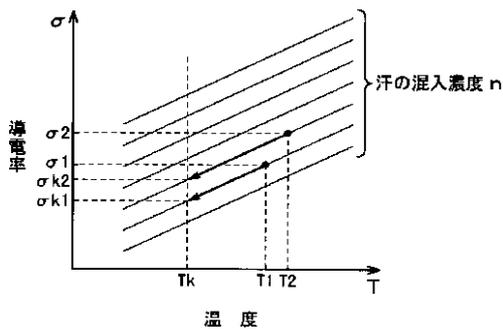
【図9】



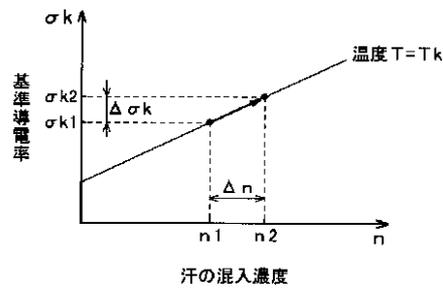
【図10】



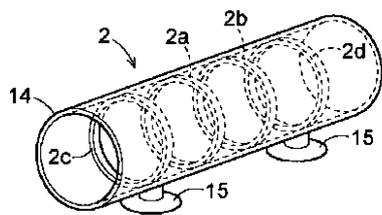
【図11】



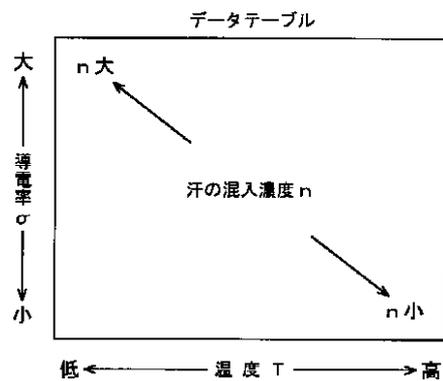
【図12】



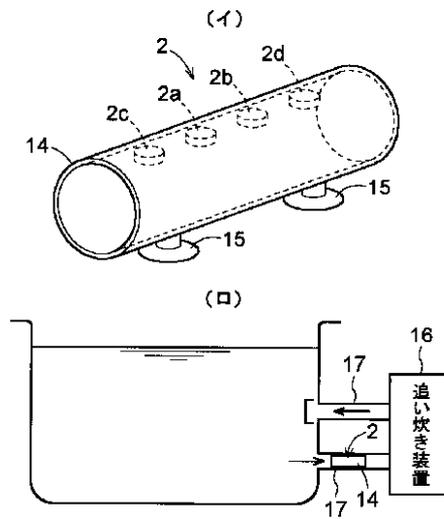
【図14】



【図15】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 出馬 弘昭
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 上田 智章
京都府京都市下京区中堂寺南町17 株式会
社関西新技術研究所内
Fターム(参考) 2D005 FA00
4C094 AA01 BC30 DD14 EE20 FF01
FF02 FF17 FF18 GG20