

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年7月16日 (16.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/088062 A1

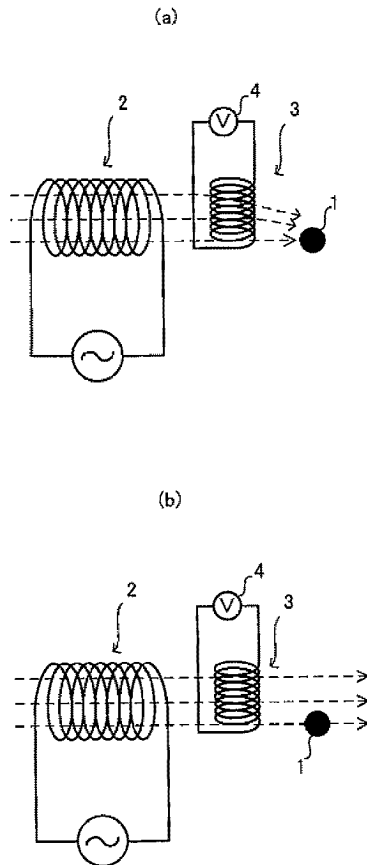
- (51) 国際特許分類:
G01K 7/38 (2006.01) A61N 2/08 (2006.01)
A61B 5/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/050183
- (22) 国際出願日: 2009年1月9日 (09.01.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2008-003608 2008年1月10日 (10.01.2008) JP
特願2008-163226 2008年6月23日 (23.06.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立
大学法人秋田大学 (AKITA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒
0108502 秋田県秋田市手形学園町1番1号 Akita (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉村 昇
- (74) 代理人: 星野 哲郎 (HOSHINO, Tetsuro); 〒1040031 東
京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋
3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM,

[続葉有]

(54) Title: TEMPERATURE MEASURING METHOD AND TEMPERATURE CONTROL METHOD USING TEMPERATURE SENSITIVE MAGNETIC BODY

(54) 発明の名称: 感温磁性体を用いた温度計測方法及び温度制御方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a temperature measuring method using a temperature probe which arranges a temperature sensitive magnetic body having an arbitrary Curie point at a portion to be measured and generates a magnetic field from a magnetic field generation source arranged at a position apart from the portion to be measured, so that a magnetic sensor detects a change of a magnetic flux vector of the magnetic field which depends on the temperature of the temperature sensitive magnetic body, thereby measuring the temperature of the portion to be measured. Thus, it is possible to measure a temperature of a portion to be measured from a position apart from that portion in the wireless mode. The size of the temperature probe can be minimized. It is also possible to provide a temperature control method using the temperature measuring method and a system used for the method.

(57) 要約: 任意のキュリー点を有する感温磁性体を被計測部に配置するとともに、被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させ、感温磁性体の温度に依存する、磁場の磁束ベクトルの変化を、磁気センサで検出することによって、被計測部の温度を計測することで、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測でき、かつ、小型化することが容易な温度プローブを用いる温度計測方法、及び該温度計測方法を用いた温度制御方法、並びにそれらの方法に用いるシステムを提供する。

WO 2009/088062 A1



KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

感温磁性体を用いた温度計測方法及び温度制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、感温磁性体の温度に依存して変化する磁場の磁束ベクトルの変化を検出することによって、被計測部から離れた位置で温度を計測できる温度計測方法、及び該温度計測方法を用いた温度制御方法、並びにそれらの方法に用いるシステムに関する。

背景技術

[0002] 悪性腫瘍を治療する手段の一つに、マイクロ波および高周波電流をエネルギー源とした温熱療法がある。この温熱療法を行う際には、患部の温度が目標温度に達したことを確認しなければならない。温度計測技術としては、赤外線を利用したサーマルカメラが存在するが、これは主として表面温度の測定の利用に限られており、赤外線が透過できない生体内部の温度を測ることはできない。そのため、患部の温度を計測するためには、サーミスタや熱電対等の温度プローブを侵襲的に体内に差し込むことが考えられるが、かかる方法では患者へ苦痛を与えることになるといった問題や、感染症を招くなど衛生的にも問題があった。

[0003] このような問題を解決するものとして、これまでに、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測できる技術が考えられ、開示されている。例えば、特許文献1には、永久磁石と、その永久磁石の周囲を覆う、キュリー点の異なる複数の感温磁性体と、を有する温度計測素子を被計測部に配置し、温度計測素子から温度に依存して漏洩する漏洩磁束を、温度計測素子から離れた位置に配置した磁気センサで検出し、その出力に基づいて被計測部の温度を計測する温度計測方法が開示されている。

[0004] 特許文献1:特許第3333875号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記特許文献1に開示されている温度計測方法では、被計測部に配置する温度計測素子(温度プローブ)が、永久磁石及び複数の感温磁性体からなる複層

構造をしているため、各層を薄膜化したとしても小型化には限界があるという問題が残っていた。

- [0006] そこで本発明は、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測でき、かつ、小型化することが容易な温度プローブを用いる温度計測方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するために、第一の本発明は、任意のキュリー点を有する感温磁性体を被計測部に配置するとともに、被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させ、感温磁性体の温度に依存する、磁場の磁束ベクトルの変化を、磁気センサで検出することによって、被計測部の温度を計測することを特徴とする温度計測方法を提供する。

- [0008] このような本発明の温度計測方法は、殆ど全ての温熱療法に適用可能なため、既存の誘導加熱、マイクロ波による温熱療法機器に組み込むことが可能である。また、非侵襲で腫瘍温度をモニターできるため、患者に与える負担および感染リスクを軽減できる。さらに、非磁性体の対象であれば本発明を適用できるため、従来はサーミスタや熱電対を用いて有線で計測せざるを得なかった物体内部の温度をワイヤレスで計測することができる。

- [0009] 本発明において、「感温磁性体」とは、組成比の変更、添加物の添加、熱処理などによってキュリー点を任意に設定できる磁性材料からなる磁性体を意味する。本発明に用いることができる磁性材料の具体例としては、Ni-Zn系フェライト、Mn-Cu-Zn系フェライトなどを挙げることができる。温熱療法を行う際の患部温度計測のために、本発明の温度計測方法を用いる場合は、キュリー点を43度程度に設定できる磁性材料を選択することが好ましい。そのような磁性材料の具体例としては、Ni-Zn系フェライト、Mn-Cu-Zn系フェライトなどを挙げることができる。また、「磁場発生源」とは、磁場を発生させられるものであれば特に限定されず、具体例として、コイル、超伝導コイル、永久磁石などを挙げることができる。そして、「離れた場所」とは、好ましくは20cm以下であり、より好ましくは、10cm以下であり、最も好ましくは、5cm以下である。さらに、「磁気センサ」とは、磁場の磁束ベクトルの変化を検出できるものであれ

ば特に限定されず、具体例として、コイル、ホール素子、磁気抵抗効果素子、フラックス・ゲートセンサ、ファラデー素子、超伝導量子干渉素子などを挙げることができる。

[0010] また、第一の本発明の温度計測方法では、それぞれ異なる任意のキュリー点を有する複数の感温磁性体を被計測部に配置することができる。かかる形態とすることによって、複数の目標温度を検知することが可能である。すなわち、本発明の温度計測方法は、上述した温熱療法への利用に限定されない汎用的な非接触温度計測技術であり、異なる任意のキュリー点を有する複数の感温磁性体を用いることで、連続的な温度計測が可能になる。

[0011] さらに、第一の本発明の温度計測方法では、磁場発生源が交流電流を流したコイルであることが好ましく、磁気センサもコイルであることが好ましい。かかる形態とすることによって、システムの耐久性の向上とコストの低減が可能になる。また、半導体素子において生じるcross-axis effectを完全に除去できるというメリットもある。

[0012] さらに、第一の本発明の温度計測方法では、温度プローブとして用いる感温磁性体を粉体にして用いることができる。ここに、「粉体」とは、平均粒径が $150\mu\text{m}$ 以下程度の微粒子を意味する。感温磁性体を微粒子にすることによって、感温磁性体を生理食塩水等の液体中に分散等させ、注射針を用いて生体内に注入することが可能である。また、感温磁性体を微粒子にすることによって、感温磁性体の熱容量が低下するため、キュリー点付近での温度を高感度に検知することができる。

[0013] さらに、第一の本発明の温度計測方法において、感温磁性体に、上記した磁性材料とともに誘導加熱しやすい発熱材料が併用されることが好ましい。ここに、「誘導加熱しやすい発熱材料」とは、具体的には、Fe、Au、Ti、Ptなどの金属や、これらの金属のうち一種又は複数種を主成分とした合金などを挙げることができる。特に温熱療法の際に用いる場合は、人体への影響などを考慮して、上記金属及び合金のうち、Au、Tiなどの金属やそれら金属からなる合金を選択することが好ましい。このように、感温磁性体に誘導加熱しやすい発熱材料を併用することによって、低磁束密度での温熱療法を実現でき、電源設備の小型化が可能となる。

[0014] さらに、第一の本発明の温度計測方法において、磁気センサの出力が最小値(V_{mi})となるように、磁気センサ及び磁場発生源の相対的な位置及び姿勢を調整して固

定し、感温磁性体を被計測部に配置するとともに、磁気センサの出力が最大値 (V_{\max}) となるように、磁気センサ及び磁場発生源と、感温磁性体との相対的な位置及び姿勢を調整して固定し、被計測部の温度が目標温度に達したときの磁気センサの出力 (V) を、下記計算式より求めることが好ましい。

計算式: $V = (V_{\max} - V_{\min}) \times k + V_{\min}$ (ただし、 k は $0 < k < 1$ の定数である。)

かかる方法を用いることによって、後に詳述するように、測定対象内における感温磁性体の分量及び配置された位置が事前に不明確な場合であっても、被計測部が目標温度に到達したか否かを検知することができる。

[0015] 第二の本発明は、被計測部に配置される、任意のキュリー点を有する感温磁性体と、被計測部から離れた場所で磁場を発生させるとともに、感温磁性体の温度に依存する磁場の磁束ベクトルの変化を検出する検出部と、を備えることを特徴とする、温度計測システムを提供する。

[0016] 第二の本発明の温度計測システムは、検出部が、被計測部から離れた場所で磁場を発生させる磁場発生源、及び、感温磁性体の温度に依存する磁場の磁束ベクトルの変化を検出する磁気センサ、を備えるものとしてでき、さらにロックインアンプが備えられることが好ましい。

[0017] 第三の本発明は、任意のキュリー点を有する感温磁性体を被計測部に配置するとともに、被計測部を加熱用器具によって加熱し、被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させるとともに、感温磁性体の温度に依存する磁場の磁束ベクトルの変化を磁気センサで検出し、磁気センサからの検出信号に基づいて加熱用器具を制御することを特徴とする、温度制御方法を提供する。

[0018] 第三の本発明の温度制御方法において、磁場発生源に加熱用器具を兼ねさせることができる。すなわち、磁場発生源によって発せられる磁場により、感温磁性体若しくは該感温磁性体と併用される誘導加熱しやすい発熱材料を誘導加熱し、被計測部を加熱することができる。

[0019] 第四の本発明は、被計測部に配置される、任意のキュリー点を有する感温磁性体と、被計測部から離れた場所で磁場を発生させるとともに、感温磁性体の温度に依存する磁場の磁束ベクトルの変化を検出する検出部と、被計測部を加熱する加熱部

と、検出部から得られる検出信号に基づいて加熱部を制御するコンピュータを有する制御部と、を備えることを特徴とする、温度制御システムを提供する。

[0020] 第四の本発明の温度制御システムにおいて、検出部に、被計測部から離れた場所で磁場を発生させる磁場発生源が備えられ、該磁場発生源が感温磁性体を誘導加熱することで加熱部の役割を果たすことができる。

発明の効果

[0021] 第一の本発明の温度計測方法によれば、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測できる。さらに、温度プローブとして感温磁性体を利用することによって、温度プローブを小型化することが容易である。第二の本発明によれば、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測できる温度計測システムを提供できる。第三の本発明によれば、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測しつつ、被計測部の温度を制御できる温度制御方法を提供することができる。第四の本発明によれば、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測しつつ、被計測部の温度を制御できる温度制御システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の温度計測方法の原理を概略的に示す図である。

[図2]本発明の温度計測システムの一例を概略的に示す図である。

[図3]駆動コイルとピックアップコイルの配置の一例を概略的に示す図である。

[図4]本発明の温度計測方法の実施形態の一例を概略的に示す図である。

[図5]測定対象内での感温磁性体の温度とピックアップコイルの出力電圧の関係を示す図である。

[図6]本発明の温度制御システムの一例を概略的に示す図である。

[図7]本発明の温度制御システムを操作する際の加熱用電源のタイムチャートの一例を概略的に示す図である。

[図8]本発明の温度制御システムを操作する際の高周波交流電源のタイムチャートの一例を概略的に示す図である。

[図9]任意の距離における水温と出力電圧の関係を示す図である。

[図10]任意の距離における水温と出力電圧の関係を示す図である。

[図11]ファントム中の感温磁性体粉体の温度と出力電圧の関係を示す図である。

[図12]異なるキュリー点を持つ感温磁性体併用時の磁束ベクトルの計測結果を示す図である。

符号の説明

- [0023]
- 1 感温磁性体
 - 2 駆動コイル(磁場発生源)
 - 3 ピックアップコイル(磁気センサ)
 - 4 電圧計
 - 5 発振器
 - 6 ロックインアンプ
 - 7 電力増幅器
 - 8 高周波交流電源
 - 9 抵抗
 - 10 温度計測システム
 - 15 検出部
 - 20 加熱部
 - 21 加熱用電源
 - 22 加熱用器具
 - 30 制御部
 - 31 計測制御用コンピュータ
 - 40 測定対象(人体)
 - 100 温度制御システム

発明を実施するための最良の形態

[0024] <温度計測方法>

以下、図面を参照しつつ、本発明の温度計測方法について説明する。

[0025] 図1は、本発明の温度計測方法の原理を概略的に示す図である。図中の破線矢印は交流磁場の磁束線を示している。図1(a)は、感温磁性体1の温度がキュリー点未満のときの状態を示しており、図1(b)は、感温磁性体1の温度がキュリー点以上のと

きの状態を示している。

- [0026] 感温磁性体1は、キュリー点を、目標とする任意の温度に設定した磁性材料からなる磁性体である。また、磁場発生源2は、交流電流を流すことによって交流磁場を発生させるコイル(以下「駆動コイル」という。)である。さらに、磁気センサ3は、駆動コイル2から発生する交流磁場の磁束ベクトルの変化を検出するコイル(以下「ピックアップコイル」という。)である。駆動コイル2とピックアップコイル3は互いの軸方向が直交するように配置されている。
- [0027] 感温磁性体1の温度が感温磁性体1のキュリー点より低ければ、感温磁性体1は高い誘磁率を有する。そのため、図1(a)に示すように、駆動コイル2から発生した交流磁場の磁束が感温磁性体1に引き付けられ、磁束ベクトルが曲げられる。このとき、感温磁性体1と駆動コイル2との間に配置されたピックアップコイル3には、磁束ベクトルの直交成分の変位に比例した誘導起電力が発生し、電位が発生する。
- [0028] 一方、感温磁性体1の温度が感温磁性体1のキュリー点以上となった場合には、感温磁性体1の磁性は空気と同程度になっている。そのため、図1(b)に示すように、駆動コイル2から発生した交流磁場の磁束は感温磁性体1に引き付けられずにほぼ直進し、磁束ベクトルとピックアップコイル3の軸はほぼ直交する。そのため、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力は、感温磁性体1の温度がキュリー点未満である場合に比べて減少する。
- [0029] このように、感温磁性体1の温度を上昇させていくと、キュリー点の付近でピックアップコイル3に発生する誘導起電力が急激に変化する。つまり、感温磁性体1を被計測部に配設して、感温磁性体1から離れた場所で交流磁場を発生させ、感温磁性体1の温度に依存するその交流磁場の磁束ベクトルの変化を検出することによって、感温磁性体1の周辺(被計測部)の温度が任意の温度(感温磁性体1のキュリー点)以上になっていることを確認することができる。したがって、本発明の温度計測方法によれば、ワイヤレスで離れた位置から被計測部の温度を計測することができる。
- [0030] さらに、本発明の温度計測方法は殆ど全ての温熱療法に適用可能なため、既存の誘導加熱、マイクロ波による温熱療法機器に組み込むことが可能である。そして、本発明の温度計測方法によれば、腫瘍温度を非接触・非侵襲でモニターできるため、

患者に与える負担および感染リスクを軽減することができる。

- [0031] 上述したような温熱療法に本発明の温度計測方法を適用する場合には、感温磁性体に、誘導加熱しやすい発熱材料を併用することが好ましい。かかる形態とすることによって、体外から高周波磁場を印加する温熱療法の発熱効率を向上させることが可能になり、低出力の電源による低磁束密度での治療が可能になるため、電源設備の小型化が可能となる。
- [0032] 本発明の温度計測方法で測定できる場所は生体内に限らず、非磁性体の対象であれば適用できる。したがって、磁場を透過する材料であれば固体、液体、気体に対して適用が可能であるため、従来はサーミスタや熱電対を用いて有線で計測せざるを得なかった物体内部の温度をワイヤレスで計測することができる。
- [0033] 図1を用いた本発明の温度計測方法の原理の説明では、ピックアップコイル3が駆動コイル2及び感温磁性体1の間で、駆動コイル2とピックアップコイル3の軸方向が直交するように配置される形態を例示して説明したが、本発明はかかる形態に限定されない。感温磁性体1、駆動コイル2、及びピックアップコイル3は温度計測時に互いの相対的位置が固定されており、かつ、互いに影響を受ける程度に近い位置に配置されていれば良い。
- [0034] また、図1を用いた本発明の温度計測方法の原理の説明では、一の感温磁性体を用いた例について説明したが、本発明はかかる形態に限定されるものではなく、複数の感温磁性体を用いることができる。したがって、感温磁性体、磁気センサ、及び磁場発生源の相対的な位置関係が一定の条件で、キュリー点が異なる複数の感温磁性体を被計測部に設置することによって、複数の目標温度を検知することが可能である。すなわち、本発明の温度計測方法は、上述した温熱療法への利用に限定されない汎用的な非接触温度計測技術であり、異なる任意のキュリー点を有する複数の感温磁性体を用いることで、連続的な温度計測が可能になる。
- [0035] また、本発明の温度計測方法では、温度プローブとして感温磁性体を用いており、感温磁性体は粉体にすることができる。例えば、感温磁性体(温度プローブ)を、平均粒径 $150\mu\text{m}$ 以下程度の粉体にすることによって、生理食塩水等の液体中に分散させ、注射針を用いて生体内に注射して利用することが可能になる。また、感温磁

性体をこのような粉体にする事によって、感温磁性体の熱容量が低下するため、キュリー点付近での温度を高感度に検出することができる。ただし、感温磁性体を生体内に配置する場合に、該感温磁性体がリンパ管を通して移動しない様にするためには、感温磁性体の大きさはある程度大きいことが好ましい。

[0036] 感温磁性体を生体内の被計測部に配置するその他の方法としては、固形製剤の注入器を用いる方法が考えられる。この方法用いる場合、感温磁性体の粒径は2mm以下であることが好ましい。

[0037] さらに、感温磁性体を被計測部に配置するその他の方法としては、感温磁性体をカプセルに封入して被計測部に配置する方法が考えられる。カプセルの粒径が2mm以下であれば、上記した注入器を用いて生体内に配置することができる。また、カプセルを用いれば、感温磁性体を上記したような誘導加熱しやすい発熱材料とともに封入して被計測部に配置することも容易にできる。さらに、カプセルを用いて感温磁性体などを生体内に配置する場合、感温磁性体などが生体内で拡散することを防止できるという効果や、感温磁性体などが生体に悪影響を及ぼすものであっても、それらを生体から隔離して用いることができるという効果を奏する。カプセルを生体内に配置する場合、カプセルの材質は生体に悪影響を及ぼさないものであれば特に限定されず、例えば、シリコンや樹脂やチタンなどを用いることができる。

[0038] 図2は、本発明の温度計測システム一例を概略的に示す図である。3本の破線矢印は駆動コイル2から発生する交流磁場の磁束線を示している。図2において、図1と同様の構成を採るものには、図1にて用いた符号と同じ符号を付している。

[0039] 図2に示すように、温度計測システム10は、感温磁性体1、駆動コイル2、ピックアップコイル3、発振器5、ロックインアンプ6、及び、電力増幅器7を備えている。

[0040] 駆動コイル2から発生する交流磁場の磁束ベクトルの変化を検出する過程について、以下に説明する。

[0041] 発信器5から電力増幅器7へと電気信号が入力され、電力増幅器7から駆動コイル2へと交流電流が流されると、駆動コイル2から交流磁場が発生する。この交流磁場は、駆動コイル2から任意の距離にある感温磁性体1が持つ磁性の影響を受ける。感温磁性体1の磁気特性は、その感温磁性体1の温度に依存するため、駆動コイル2

によって発生される交流磁場は、感温磁性体1の温度に影響を受ける。すなわち、感温磁性体1の温度がキュリー点未満のときは、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルは曲げられ、感温磁性体1の温度がキュリー点以上になると、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルは、駆動コイル2と感温磁性体1の間をほぼ直進する。

[0042] 上述したように、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルが曲げられているときは、ピックアップコイル3に誘導起電力が発生し、該磁束ベクトルとピックアップコイル3の軸がほぼ直交しているときは、該磁束ベクトルが曲げられているときに比べて、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力が減少する。すなわち、感温磁性体1の温度がキュリー点以上になると、感温磁性体1の温度がキュリー点未満のときに比べてピックアップコイル3に発生する誘導起電力が減少する。したがって、駆動コイル2と感温磁性体1の間に設置されているピックアップコイル3に発生する誘導起電力を検出することによって、被計測部が目標温度(任意に設定された感温磁性体のキュリー点)に到達したか否かを判断することができる。しかし、駆動コイル2と感温磁性体1の距離が離れると、磁束ベクトルの変化量は低下し、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力を検出し難くなる。そこで、温度計測システム10では、発信器5から電力増幅器7へと電気信号を入力すると同時に、ピックアップコイル3に接続されたロックインアンプ6にも発信器5から電気信号(参照信号)を入力し、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力をロックインアンプ6で同期検波することによって周囲の磁場ノイズを低減させ、検出感度を向上させている。

[0043] 次に、計測対象内における感温磁性体1の分量や配置された位置が不明確な場合であっても被計測部が目標温度に到達したか否かを検知することができる方法について、図3～5を用いて以下に説明する。

[0044] 図3は、駆動コイル2とピックアップコイル3の配置の一例を概略的に示す図である。図4は、本発明の温度計測方法の実施形態の一例を概略的に示す図である。図5は、測定対象内での感温磁性体1の温度とピックアップコイル3の出力電圧の関係を示す図である。図3及び図4において、図1及び図2と同様の構成を採るものには、図1及び図2にて用いた符号と同じ符号を付している。

- [0045] まず、図3に示す様に、測定対象40(図4参照)が無い状態で、ピックアップコイル3の出力電圧が最小となるように駆動コイル2とピックアップコイル3との相対的位置および相対的姿勢を調整し、固定する。この姿勢でのピックアップコイル3の出力電圧を V_{\min} とする。以後の計測において、駆動コイル2とピックアップコイル3との相対的な位置・姿勢を変えない。したがって、もし周囲に磁性体や金属が存在すると、駆動コイル2から出る磁束ベクトルが変化し、ピックアップコイル3の電圧値は V_{\min} より大きくなる。
- [0046] 次に、図4に示す様に、感温磁性体1を測定対象(例えば、人体。)40の測定したい部位(被計測部)に配置し、ピックアップコイル3の出力電圧が最大となるように、感温磁性体1を内部に配置した測定対象40の位置及び姿勢を調整する。この姿勢でのピックアップコイル3の出力電圧を V_{\max} とする。この作業により、測定対象40内に配置された感温磁性体1の位置・姿勢・質量に依存することなく、被計測部が目標温度に到達したことを検知できるようになる。
- [0047] 感温磁性体1の周囲の温度が上昇すると、感温磁性体1も同様に温められる。やがて感温磁性体1の温度はキュリー一点に到達し、感温磁性体1の透磁率は減少する。その結果、磁束ベクトルの変化量は減少し、ピックアップコイル3の出力は V_{\min} に近づくことになる。
- [0048] 図4に示した装置により被計測部が目標温度に到達したことを検知する計測アルゴリズムの一例を以下に示す。上記した V_{\min} 及び V_{\max} を用いることで、図5に示す様に、任意の定数 k を用いた下記計算式から、感温磁性体1がキュリー一点(T_c)に達したときのピックアップコイル3の電圧値(V)を求めることができ、ピックアップコイル3の電圧値を計測することで、被計測部が目標温度に到達したことを検知できる。
- 計算式:
$$V = (V_{\max} - V_{\min}) \times k + V_{\min}$$
- ここで、定数 k ($0 < k < 1$)は、被計測部(及びその周囲)の熱容量、感温磁性体1の量、駆動コイル2とピックアップコイル3との相対的な位置および姿勢によって決まる値であるが、実験的に求めることも可能である。また、加熱過程におけるピックアップコイル3の電圧値をリアルタイムに時間微分することで、ピックアップコイル3の電圧値の変化量の最大値から、被計測部が目標温度に到達したことを検知することもできる

。

[0049] 感温磁性体1と一緒に他の磁性材料または金属材料を併用することで、誘導加熱による発熱効率を向上させた状態で、被計測部が目標温度に到達したことを検知することもできる。この場合、併用した他の材料により磁束ベクトルが曲げられるためピックアップコイル3の電圧値にバイアスが生じ、被計測部が目標温度に到達して感温磁性体1のキュリー点に到達しても、ピックアップコイル3の電圧値は V_{\min} まで低下しない。しかし、感温磁性体1の透磁率の低下による磁束ベクトルの変化分、つまりピックアップコイル3の電圧値の変化量は(駆動コイル2、ピックアップコイル3および他の材料との相対的な位置および姿勢が一定であれば)常に一定であるため、ピックアップコイル3の電圧値の変化量から被計測部が目標温度に到達したことを検知することができる。

[0050] <温度制御方法>

次に、上記した本発明の温度計測方法を用いた、本発明の温度制御方法について、図面を参照しながら以下に説明する。

[0051] 図6は、本発明の温度制御システムの一例を概略的に示す図である。図6において、図1～4と同様の構成を採るものには、図1～4で用いた符号と同じ符号を付している。

[0052] 図6に示すように、本発明の温度制御システム100は、感温磁性体1と、駆動コイル2、ピックアップコイル3、駆動コイル2に電力を供給する高周波交流電源8、及び高周波交流電源8からの参照信号に基づいてピックアップコイル3からの出力を同期検波するロックインアンプ6を有する検出部15と、被計測部を加熱する加熱用器具22、及び加熱用器具22に電力を供給する加熱用電源21を有する加熱部20と、検出部15から得られる検出信号に基づいて、高周波交流電源8の制御、及び加熱用電源21の制御を行う計測制御用コンピュータ31を有する制御部30と、を備えている。

[0053] 高周波交流電源8から駆動コイル2へと交流電流が流されると、駆動コイル2から交流磁場が発生する。この交流磁場は、駆動コイル2から任意の距離にある感温磁性体1が持つ磁性の影響を受ける。感温磁性体1の磁気特性は、その感温磁性体1の温度に依存するため、駆動コイル2によって発生される交流磁場は、感温磁性体1の

温度に影響を受ける。すなわち、感温磁性体1の温度がキュリー点未満のときは、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルは曲げられ、感温磁性体1の温度がキュリー点以上になると、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルは、駆動コイル2と感温磁性体1の間をほぼ直進する。

[0054] 上述したように、駆動コイル2によって発生される交流磁場の磁束ベクトルが曲げられているときは、ピックアップコイル3に誘導起電力が発生し、該磁束ベクトルとピックアップコイル3の軸がほぼ直交しているときは、該磁束ベクトルが曲げられているときに比べて、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力が減少する。すなわち、感温磁性体1の温度がキュリー点以上になると、感温磁性体1の温度がキュリー点未満のときに比べてピックアップコイル3に発生する誘導起電力が減少する。したがって、駆動コイル2と感温磁性体1の間に設置されているピックアップコイル3に発生する誘導起電力を検出することによって、被計測部が目標温度(任意に設定された感温磁性体のキュリー点)に到達したか否かを判断することができる。しかし、駆動コイル2と感温磁性体1の距離が離れると、磁束ベクトルの変化量は低下し、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力を検出し難くなる。そこで、温度制御システム100では、高周波交流電源8及び駆動コイル2の間の抵抗9を挟んだ位置から取った電気信号(参照信号)をロックインアンプ6に入力し、ピックアップコイル3に発生する誘導起電力をロックインアンプ6で同期検波することによって周囲の磁場ノイズを低減させ、検出感度を向上させている。

[0055] ロックインアンプ6から得られる検出信号は計測制御用コンピュータ31に送られ、該検出信号に基づいて計測制御用コンピュータ31は高周波交流電源8及び加熱用電源21の制御を行う。その具体例について以下に説明する。

[0056] 図7は、本発明の温度制御システムを操作する際の加熱用電源21のタイムチャートの一例を概略的に示す図である。図7の上段はロックインアンプ6による検出信号を示しており、縦軸は信号の強度であり、 V_{max} 及び V_{min} の意味は上述した通りである。下段は加熱用電源21のタイムチャートを示している。なお、横軸は時間である。

[0057] 加熱用電源21をONにして加熱用器具22によって被計測部を加熱し続けると、やがて被計測部の温度は目標温度(感温磁性体1のキュリー点)に近づき、ロックインア

ンプ6による検出信号が V_{\min} に近づく。その後、加熱用電源21をOFFにして被計測部の加熱をやめると、被計測部の温度は下がり始めるため、しばらくしてからロックインアンプ6による検出信号が V_{\max} に近づき始める。その後、加熱用電源21を再度ONにすると、被計測部が加熱され、ロックインアンプ6による検出信号が V_{\min} に近づき始める。このように加熱用電源21のON/OFFを繰り返すことによって、被計測部の温度を一定に制御することができる。

[0058] 図6に示した形態例では、加熱部として加熱用電源21及び加熱用器具22を用いているが、感温磁性体1若しくは感温磁性体1に誘導加熱しやすい発熱材料を併用した混合体を誘導加熱できる場合は、駆動コイル2が加熱部の役割を兼ねることができる。すなわち、駆動コイル2によって発せられる磁場を用いて感温磁性体1若しくは上記混合体を誘導加熱し、感温磁性体1若しくは上記混合体を熱源として被計測部を加熱するとともに、その加熱量を調整することができる。この場合、感温磁性体1とともに誘導加熱しやすい発熱材料を併用した混合体を用いた方が、被計測部をより加熱しやすいため好ましい。かかる方法によれば、例えば、加熱用の電極を用いることなく温熱療法を行うことができる。

[0059] 以下に、図8を用いて、駆動コイル2を用いて感温磁性体1を加熱しつつ被計測部の温度を制御する方法について説明する。図8は、本発明の温度制御システムを操作する際の、駆動コイル2に電力を供給する高周波交流電源8のタイムチャートの一例を概略的に示す図である。図8の上段はロックインアンプ6による検出信号を示しており、縦軸は信号の強度であり、 V_{\max} 及び V_{\min} の意味は上述した通りである。下段は高周波交流電源8のタイムチャートを示している。なお、横軸は時間である。

[0060] 高周波交流電源8をONにし、駆動コイル2によって発生する磁場によって感温磁性体1を誘導加熱し続けると、やがて感温磁性体1の温度は目標温度(感温磁性体1のキュリー点)に近づき、ロックインアンプ6による検出信号が V_{\min} に近づく。その後、高周波交流電源8をOFFにして被計測部の加熱をやめると、被計測部の温度は下がり始めるため、しばらくしてからロックインアンプ6による検出信号が V_{\max} に近づき始める。このとき、高周波交流電源8をOFFにしたままでは駆動コイル2にも電力が供給されなくなるため、ロックインアンプ6(ピックアップコイル3)からの検出信号も得られなくな

る。したがって、間欠的に高周波交流電源8をONにすることで離散的に検出信号(温度情報)を得る。このように、感温磁性体1を加熱する際には高周波交流電源8を常時ONにし、温度保持時には間欠的に高周波交流電源8をONにすることで離散的に検出信号(温度情報)を得つつ、被計測部の温度を制御することができる。

[0061] これまでの本発明の説明では、磁場発生源及び磁気センサとしてコイルを用いる形態について説明してきたが、本発明はかかる形態に限定されるものではない。本発明の温度計測方法は、磁場発生源から磁場を発生させ、温度に依存する感温磁性体の磁性の影響を受けて変化するその磁場の磁束ベクトルの変化を検出することができる。したがって、本発明に用いることができる磁場発生源のコイル以外の具体例としては、超伝導コイル、永久磁石などを挙げることができる。また、磁気センサとしては、コイル以外に、ホール素子、磁気抵抗効果素子、フラックス・ゲートセンサ、ファラデー素子、超伝導量子干渉素子などを挙げることができる。ただし、システムの耐久性の向上、コストの低減、半導体素子において生じるcross-axis effectの除去などの観点からは、磁場発生源及び磁気センサとしてコイルを用いることが好ましい。

実施例

[0062] 以下、実施例を参照しつつ、本発明についてさらに説明する。

[0063] 本発明の温度計測方法の妥当性を検討するため、上記計測ユニット10と感温磁性体を用いて種々の試験を行った。以下の試験では、駆動コイル2に640Hz、10Ap-pの交流電流を流して行った。また、感温磁性体としては、 Fe_2O_3 、CuO、ZnO、及びMgOからなるものを用いており、特に説明がない限り、キュリー点を43°Cに設定したもの(組成比[mol%]が、 Fe_2O_3 :CuO:ZnO:MgO=49:7:30:14)を用いている。

[0064] <任意の距離における感温磁性体の温度と検知装置の出力電圧の関係>

直径2cmの球状の感温磁性体を、水が張られた水槽内に入れ、ピックアップコイル3をその感温磁性体から任意の距離(2cm、2.5cm)に設置した。そして、感温磁性体が入れられた水槽内の水温(以下、単に「水温」という。)を変えたときの、駆動コイル2から発生される交流磁場の磁束ベクトルの変化を調べた。この試験では、温熱療

法における体内での治療を想定し、水温を32℃から45℃まで連続して変化させ、水温とロックインアンプ6で検出される出力電圧(以下、単に「出力電圧」という。)の関係を調べた。

[0065] 図9は水温と出力電圧の関係を示している。図中の「d=」とは、感温磁性体とピックアップコイル3の距離を意味する。横軸は水温(感温磁性体周辺の温度)、縦軸は出力電圧を示している。図9より、感温磁性体のキュリー点(43℃)前後で、出力電圧が大きく変化していることがわかる。したがって、本発明の温度計測方法によれば、磁束ベクトルの変化量を検出することによって、非接触で被計測部の温度が任意の温度(感温磁性体のキュリー点)に達したかどうかを確認できることがわかる。

[0066] 次に、ピックアップコイル3と感温磁性体の距離を、1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm、及び7cmに変えて、水槽内の水温が37℃、40℃、43℃、及び、46℃のときの水温と出力電圧の関係を調べた。

[0067] 図10は、水槽中の感温磁性体からピックアップコイル3を任意の距離(1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm、及び7cm)に置いたときの、水温と出力電圧の関係を示している。図中の「d=」とは、感温磁性体とピックアップコイル3の距離を意味する。横軸が水温(感温磁性体周辺の温度)、縦軸が出力電圧を示している。感温磁性体とピックアップコイル3の距離が6cmの場合の出力電圧を調べると、本実験条件ではキュリー点の前後で-15dBの差が得られており、感温磁性体とピックアップコイル3の距離が6cmの場合でも十分に計測可能であることがわかった。

[0068] より離れた位置における感温磁性体の温度(透磁率)の変化を検出するためには、駆動コイル2の磁束密度を上げる、ピックアップコイル3のインダクタンスを上げる、駆動コイル2の内径を大きくする等が考えられる。

[0069] <ファントム中の感温磁性体粉の温度と出力電圧の関係>

粒径50 μ m~150 μ mの感温磁性体の粉体1gを模擬生体(ファントム)中に埋め込み、光ファイバー温度計によって、その感温磁性体粉体中心部の温度を計測した。

[0070] 図11は、ファントムに注入した感温磁性体粉体の温度と出力電圧の関係を示している。図11に示すように、キュリー点付近で感温磁性体粉体の温度は急激に低下し

た。これは、粉体の状態では、大きさが小さくなったことによって熱容量が小さくなり、急激な温度変化にも追従できたからであると考えられる。したがって、感温磁性体を粉体にして用いることによって、キュリー点付近での温度を高感度に検知できることがわかる。

[0071] <連続的な温度計測>

異なるキュリー点を持つ感温磁性体を複数併用し、連続的な温度計測を行った。なお、ここでは、43°Cにキュリー点を持つ感温磁性体粒子と48°Cにキュリー点を持つ感温磁性体粒子とを、1gずつ混合したファントムを対象として磁束ベクトルの変化を計測した。

[0072] 図12において横軸は被計測部の温度、縦軸は磁束密度を示している。この磁束密度は、出力電圧と磁束密度が比例関係にあることを利用し、実験式に基づいて換算したものである。図12より、キュリー点である43°Cおよび48°Cにおいて磁束ベクトルの大きな減少が見られるが、43°Cから52°Cの範囲で磁束密度は、ほぼ線形に減少しており温度と磁束ベクトルが比例関係にあることを確認できる。この結果から、複数のキュリー点を有する感温磁性体の組み合わせにより連続的な温度計測を実現できることがわかる。

[0073] 以上、現時点において、もっとも、実践的であり、かつ、好ましいと思われる実施形態に関連して本発明を説明したが、本発明は、本願明細書中に開示された実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲および明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う温度計測方法、及び温度制御方法、並びにそれらの方法に用いるシステムもまた本発明の技術的範囲に包含されるものとして理解されなければならない。

請求の範囲

- [1] 任意のキュリー点を有する感温磁性体を被計測部に配置するとともに、前記被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させ、
前記感温磁性体の温度に依存する、前記磁場の磁束ベクトルの変化を、磁気センサで検出することによって、
前記被計測部の温度を計測することを特徴とする、温度計測方法。
- [2] それぞれ異なる任意のキュリー点を有する複数の感温磁性体を被計測部に配置するとともに、前記被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させ、
前記感温磁性体の温度に依存する、前記磁場の磁束ベクトルの変化を、磁気センサで検出することによって、
前記被計測部の温度を計測することを特徴とする、温度計測方法。
- [3] 前記磁場発生源が、交流電流を流したコイルであることを特徴とする、請求の範囲第1項1又は第2項に記載の温度計測方法。
- [4] 前記磁気センサがコイルであることを特徴とする、請求の範囲第1～3項のいずれか一項に記載の温度計測方法。
- [5] 前記感温磁性体が粉体であることを特徴とする、請求の範囲第1～4項のいずれか一項に記載の温度計測方法。
- [6] 前記感温磁性体に、誘導加熱しやすい発熱材料が併用されることを特徴とする、請求の範囲第1～5項のいずれか一項に記載の温度計測方法。
- [7] 前記磁気センサの出力が最小値(V_{\min})となるように、前記磁気センサ及び前記磁場発生源の相対的な位置及び姿勢を調整して固定し、
前記感温磁性体を前記被計測部に配置するとともに、前記磁気センサの出力が最大値(V_{\max})となるように、前記磁気センサ及び前記磁場発生源と、前記感温磁性体との相対的な位置及び姿勢を調整して固定し、
前記被計測部の温度が目標温度に達したときの前記磁気センサの出力(V)を、下記計算式より求めることを特徴とする、請求の範囲第1～6項のいずれか一項に記載の温度計測方法。

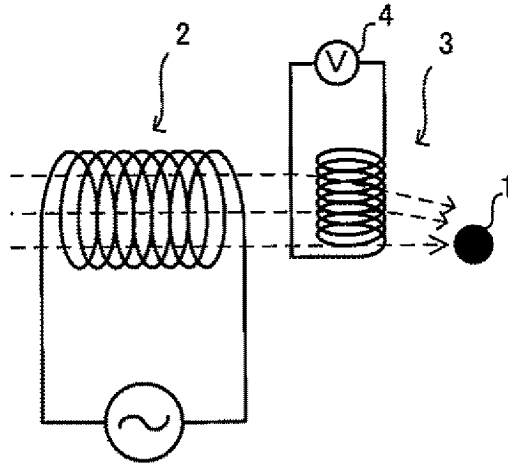
計算式： $V = (V_{\max} - V_{\min}) \times k + V_{\min}$ (ただし、 k は $0 < k < 1$ の定数である。)

- [8] 被計測部に配置される、任意のキュリー点を有する感温磁性体と、
前記被計測部から離れた場所で磁場を発生させるとともに、前記感温磁性体の温度に依存する前記磁場の磁束ベクトルの変化を検出する検出部と、
を備えることを特徴とする、温度計測システム。
- [9] 前記検出部が、前記被計測部から離れた場所で磁場を発生させる磁場発生源、及び、前記感温磁性体の温度に依存する前記磁場の磁束ベクトルの変化を検出する磁気センサ、を備えることを特徴とする、請求の範囲第8項に記載の温度計測システム。
- [10] 前記検出部に、さらにロックインアンプが備えられることを特徴とする、請求の範囲第9項に記載の温度計測システム。
- [11] 任意のキュリー点を有する感温磁性体を被計測部に配置するとともに、前記被計測部を加熱用器具によって加熱し、
前記被計測部から離れた場所に設置された磁場発生源から磁場を発生させるとともに、前記感温磁性体の温度に依存する前記磁場の磁束ベクトルの変化を磁気センサで検出し、
前記磁気センサからの検出信号に基づいて前記加熱用器具を制御することを特徴とする、温度制御方法。
- [12] 前記磁場発生源が前記加熱用器具を兼ねる、請求の範囲第11項に記載の温度制御方法。
- [13] 被計測部に配置される、任意のキュリー点を有する感温磁性体と、
前記被計測部から離れた場所で磁場を発生させるとともに、前記感温磁性体の温度に依存する前記磁場の磁束ベクトルの変化を検出する検出部と、
前記被計測部を加熱する加熱部と、
前記検出部から得られる検出信号に基づいて前記加熱部を制御するコンピュータを有する制御部と、を備えることを特徴とする、温度制御システム。
- [14] 前記検出部に、前記被計測部から離れた場所で磁場を発生させる磁場発生源が備えられ、該磁場発生源が前記感温磁性体を誘導加熱することで前記加熱部の役

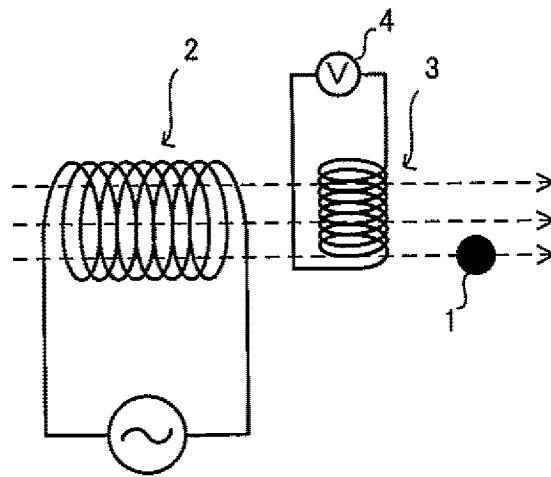
割を果たすことを特徴とする、請求の範囲第13項に記載の温度制御システム。

[図1]

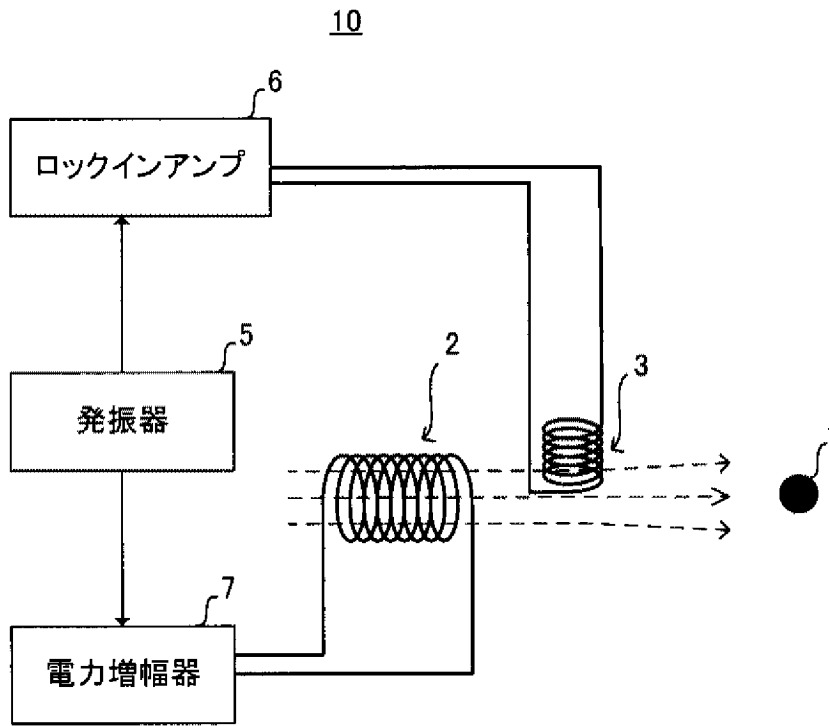
(a)



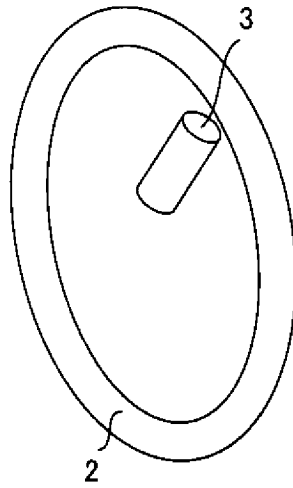
(b)



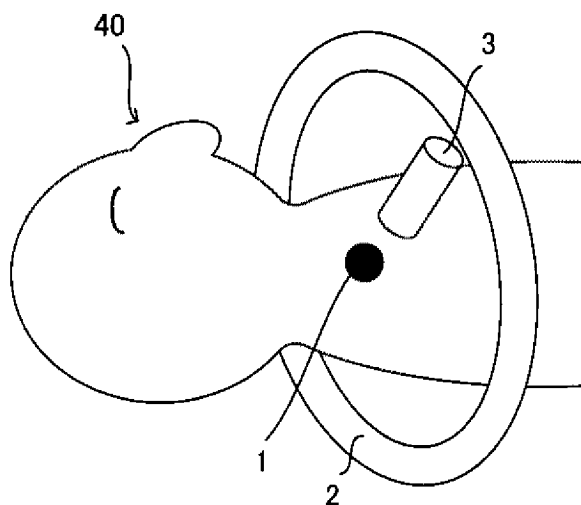
[図2]



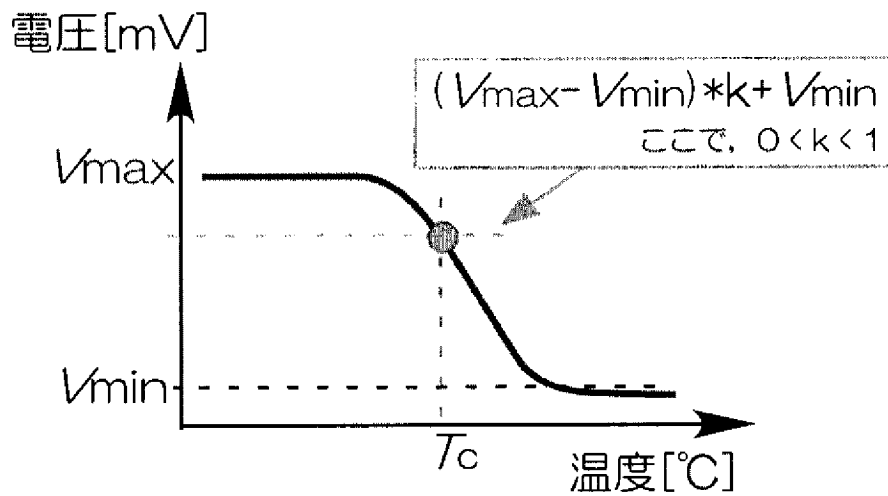
[図3]



[図4]

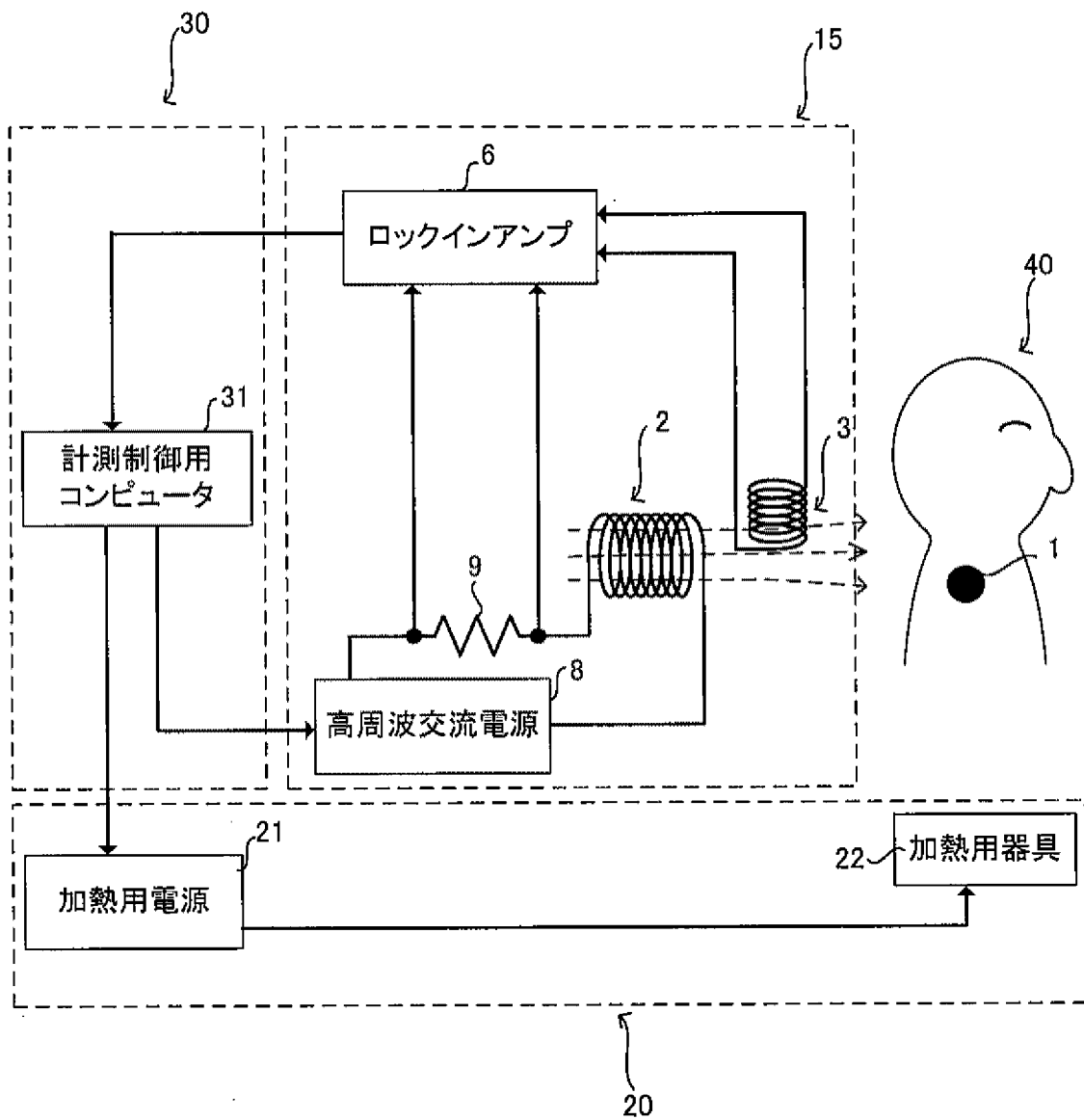


[図5]

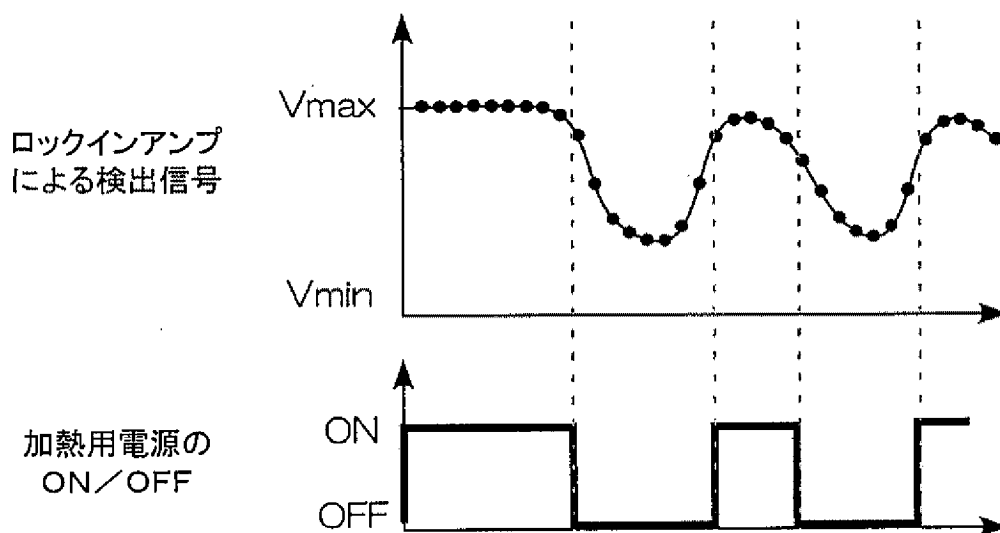


[図6]

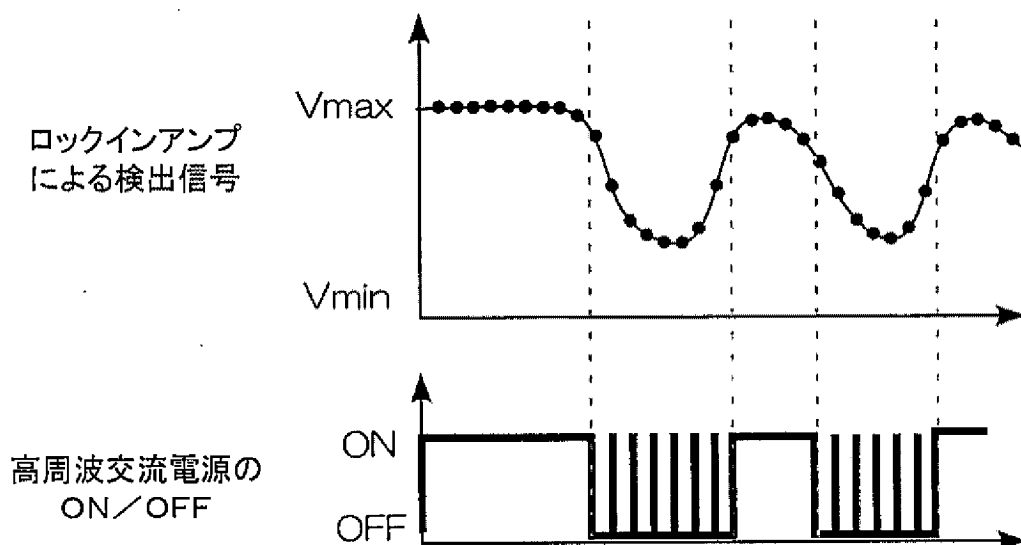
100



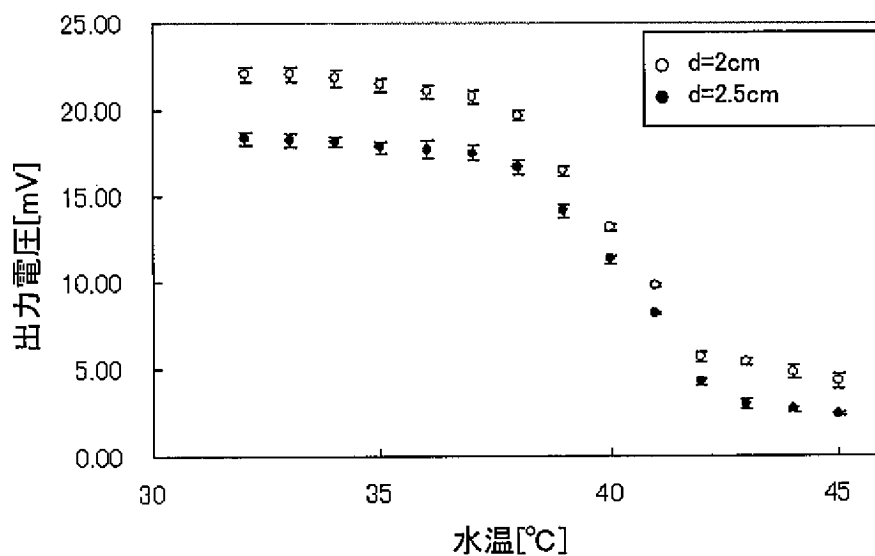
[図7]



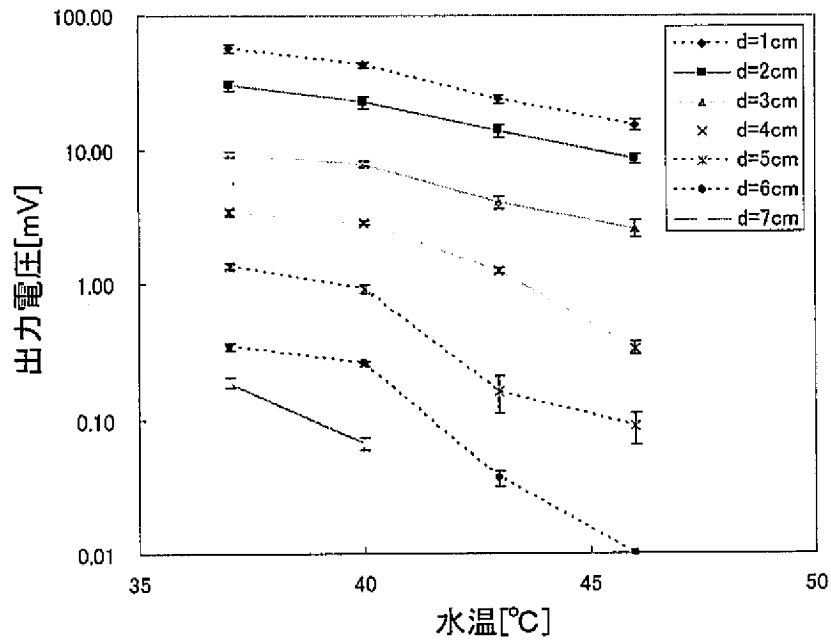
[図8]



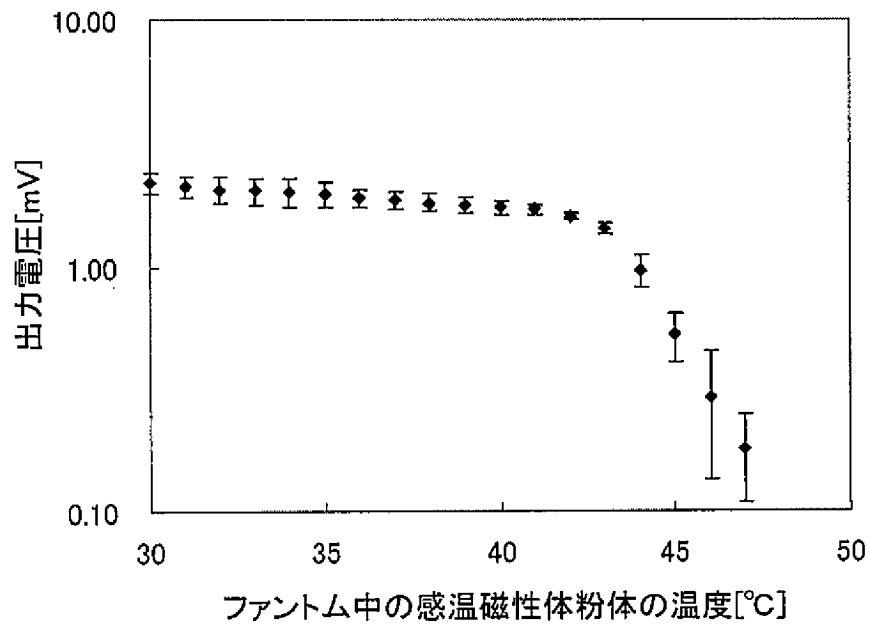
[図9]



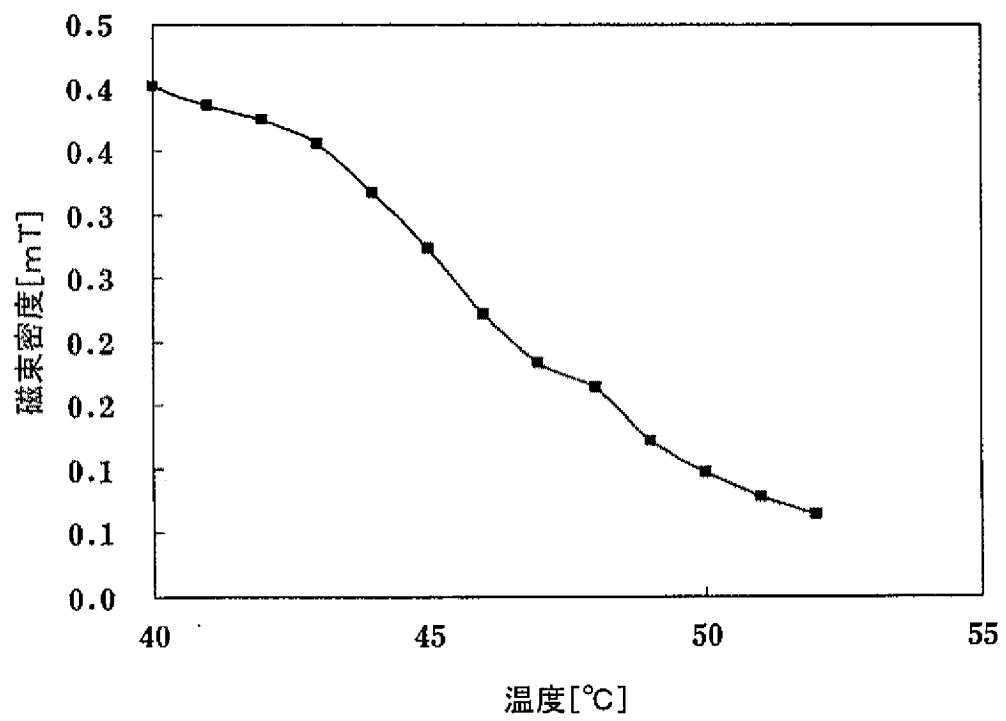
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/050183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01K7/38(2006.01) i, A61B5/01(2006.01) i, A61N2/08(2006.01) i

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)
G01K7/36-38, A61B5/01, A61N2/08, G03G15/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-78825 A (Canon Inc.), 29 March, 2007 (29.03.07), Full text; all drawings (Family: none)	1, 3, 4, 6-14 2, 5
Y	JP 63-4986 Y2 (Tohoku Kinzoku Kogyo Ltd.), 10 February, 1988 (10.02.88), Full text; all drawings (Family: none)	2
Y	JP 55-160720 A (Mochida Pharmaceutical Co., Ltd.), 13 December, 1980 (13.12.80), Page 3, lower right column, line 14 to page 4, upper left column, line 13 (Family: none)	5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 April, 2009 (03.04.09)	Date of mailing of the international search report 14 April, 2009 (14.04.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/050183

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-256086 A (Hitachi Metals, Ltd.), 14 November, 1991 (14.11.91), Page 3, lower right column, lines 1 to 5; page 4, lower left column, lines 12 to 18 (Family: none)	5
A	JP 8-286542 A (Ricoh Co., Ltd.), 01 November, 1996 (01.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 60-222030 A (Chesuto Kabushiki Kaisha), 06 November, 1985 (06.11.85), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01K7/38(2006.01)i, A61B5/01(2006.01)i, A61N2/08(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01K7/36-38, A61B5/01, A61N2/08, G03G15/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2007-78825 A(キャノン株式会社) 2007.03.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6-14 2, 5
Y	JP 63-4986 Y2 (東北金属工業株式会社) 1988.02.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 55-160720 A(持田製薬株式会社) 1980.12.13, 第3頁右下欄第14行-第4頁左上欄第13行 (ファミリーなし)	5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.04.2009	国際調査報告の発送日 14.04.2009	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 榮永 雅夫 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2F 8706

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3-256086 A (日立金属株式会社) 1991.11.14, 第3頁右下欄第1-5行, 第4頁左下欄第12-18行 (ファミリーなし)	5
A	JP 8-286542 A (株式会社リコー) 1996.11.01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 60-222030 A (チェスト株式会社) 1985.11.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14