

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5543606号  
(P5543606)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int. Cl. F I  
 GO 1 K 7/00 (2006.01) GO 1 K 7/00 3 8 1 D  
 GO 1 K 7/36 (2006.01) GO 1 K 7/36 Z

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-535261 (P2012-535261)	(73) 特許権者	512102195
(86) (22) 出願日	平成22年10月18日 (2010.10.18)		ティーエスアイ テクノロジーズ エルエルシー
(65) 公表番号	特表2013-508723 (P2013-508723A)		アメリカ合衆国 67226 カンザス州
(43) 公表日	平成25年3月7日 (2013.3.7)		ウィチタ スイート 110 イー.
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/053001		32エヌディー エスティー. ノース
(87) 国際公開番号	W02011/049846		8441
(87) 国際公開日	平成23年4月28日 (2011.4.28)	(74) 代理人	100080159
審査請求日	平成25年10月15日 (2013.10.15)		弁理士 渡辺 望稔
(31) 優先権主張番号	12/904,632	(74) 代理人	100090217
(32) 優先日	平成22年10月14日 (2010.10.14)		弁理士 三和 晴子
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100152984
(31) 優先権主張番号	61/279,229		弁理士 伊東 秀明
(32) 優先日	平成21年10月19日 (2009.10.19)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 渦電流温度計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体との有効な熱伝導の一部を形成する、または、前記物体との有効な熱伝導の状態にある、伝導部材の中に渦電流を誘起するステップと、

前記渦電流の大きさの変化の特性時定数を決定するステップと、

前記特性時定数を用いて、前記物体の温度を算出するステップと、を含み、

前記渦電流は、磁場伝送コイルによって発生されかつ時間の経過と共に線型的に変化する大きさを持つ磁場に前記伝導部材をさらすことによって誘起され、

対応する渦電流の大きさは、時間の経過と共に指数関数的に変化し、それによって対応する渦電流誘起磁場を発生させ、

前記特性時定数を決定するステップは、受信コイルアセンブリを用いて前記対応する渦電流誘起磁場を検出するステップを含み、

前記受信コイルアセンブリは、前記渦電流誘起磁場に  
応じた出力電圧を発生させるように動作可能であり、前記出力電圧を用いて前記特性時定数を決定することを特徴とする物体の温度測定方法。

【請求項 2】

前記磁場伝送コイルを三角波形の交流で駆動するステップを含む請求項 1 に記載の温度測定方法。

【請求項 3】

半周期を有する交流磁場を使用して前記磁場伝送コイルを駆動するステップを含み、前

記半周期は、前記特性時定数よりも長いものである請求項 2 に記載の温度測定方法。

【請求項 4】

前記受信コイルアセンブリは、逆位相であるが電氣的に直列な一对の受信コイルを有する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の温度測定方法。

【請求項 5】

前記物体は、食品を含む請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の温度測定方法。

【請求項 6】

物体との有効な熱伝導の一部を形成する、または、前記物体との有効な熱伝導の状態にある、伝導部材を有する前記物体の温度測定装置であって、

磁場伝送コイルおよび前記磁場伝送コイルに動作可能に結合された波形発生装置を有する第 1 のアセンブリと、

受信コイルアセンブリおよび信号処理回路を有する第 2 のアセンブリと、を有し、前記磁場伝送コイルは、前記伝導部材の中に渦電流を誘起するように動作可能であり、

前記渦電流の大きさは、時間の経過と共に指数関数的に変化し、それによって対応する渦電流誘起磁場を発生させ、

前記受信コイルアセンブリは、前記渦電流誘起磁場を検出し、前記渦電流誘起磁場に依じた出力電圧を発生させるように動作可能であり、

前記信号処理回路は、前記渦電流の大きさの変化の特性時定数を決定し、前記特性時定数を用いて前記物体の温度を算出するように動作可能であることを特徴とする温度測定装置。

【請求項 7】

前記波形発生装置は、前記磁場伝送コイルと有効に結合され、三角波形の交流を用いて前記磁場伝送コイルを駆動する請求項 6 に記載の温度測定装置。

【請求項 8】

前記受信コイルアセンブリは、逆位相であるが電氣的に直列な一对の受信コイルを有する請求項 6 または 7 に記載の温度測定装置。

【請求項 9】

前記磁場伝送コイルは、大きさが実質的に線型的な割合で変化する磁場を発生させるように動作可能であり、

前記受信コイルアセンブリは、逆位相であるが電氣的に直列な一对の受信コイルを有し、

前記一对の受信コイルは、前記磁場伝送コイルの両側にそれぞれ配置される請求項 6 に記載の温度測定装置。

【請求項 10】

前記磁場伝送コイルは、半周期を有する交流磁場を使用して駆動され、前記半周期は、前記特性時定数よりも長いものである請求項 6 ~ 9 のいずれかに記載の温度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願に対する相互参照

この出願は、2009年10月19日に提出された仮出願 S / N 61 / 279 , 229 の利益を主張する。この先行出願は、その全てが参照によって個々に組み込まれる。

【0002】

発明の背景

発明の分野

本発明は、物体に作用する熱伝達（熱伝導）の一部を成す、または、物体に作用する熱伝達をしている状態にある（熱伝導中の）伝導部材の渦電流が誘導される磁場を用いることによって物体の温度を測定する方法、または装置に広く関連する。特に、本発明は、渦電流の特生時定数が決定され、さらに、伝導部材の温度の算出に用いられる、遠隔非接触温度決定方法および装置に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0003】

## 従来技術の説明

遠隔非接触温度計測装置は、近代産業、または他の分野において、強い要求がある。この要求は、公知の赤外線温度計によっては満たされず、これらの赤外線温度計は動作のために遮ることない照準線を必要とする。集積された温度計測要素を備える最も進歩的なRFID回路は、高価になる傾向にあり、さらに、それらの使用を制限する信頼性の高い情報を送信する条件（例えば、RF）が必要である。

## 【0004】

交流磁場が電氣的に導電性の物体で渦電流を生じさせる起電力を発生することは、よく知られている。これらの電流は、空間および時間における交流磁場のパターンおよび導電性の物体の伝導性および磁気特性によって規定される渦の形状および空間の分布を有する閉じた渦の形である。そのような閉じた渦は、所定のインダクタンスおよび抵抗値によって特徴付けられた電流を有する、閉塞した計測器として考慮される。

## 【0005】

導電性の物体の温度を測定するために渦電流現象を用いることは、過去に試みがなされてきた。しかしながら、これらの努力は、十分に成功しなかった。US特許No. 5, 573, 613は、2つのプラスチック部品間の表面において導電性のサセプタを用いる誘電溶接処理において、金属製の接着ライン（サセプタ）の温度を計測するための方法および装置を記載している。磁性のワークコイルは、プラスチック部品を通じて、さらに、サセプタの周辺に、交流磁場を発生させる。これは、次にサセプタを熱し、かつ、それらの電気抵抗がサセプタ材料の抵抗の熱係数のきのう関数として変化する。そのような抵抗の変化は、磁性のコイルのインピーダンス中の変化として反映される。電気回路は抵抗の変化を計測し、さらに、その変化が計測温度に換算される。計測温度は、磁性のワークコイルへの電力、もしくは、接着ラインに沿ったワークコイルの移動速度の調整のために用いられても良い。この技術は、動作のために、照準線を必要としない。しかしながら、この方法の重大な欠点は、ワークコイルとサセプタとの間の距離で著しく変化するワークコイルのインピーダンスの変化に依存することである。従って、この距離は、温度測定の精度を確実にするために、注意深く維持されなければならない。

## 【0006】

US特許No. 3, 936, 734は、交流磁場により金属部品内に引き起こされる渦電流効果によって、金属部品の導電性、および/または温度の遠隔測定を記載している。この磁場は、軸が金属部品の表面に対して直角を成すように配置された交流電流で駆動する励起コイルによって生成される。等しい半径の1対の測定コイルは、後部部材の端部において、励起コイルに関して同軸的かつ対照的に配置される。2つの測定コイルは、電氣的に直列に接続され、さらに、測定コイルの電流および励起コイルの電流の間の位相角は、測定の変化の示度としてみなされる。測定コイルは、距離の変化の影響を減少させるために、金属部品表面からの距離が励起コイルの信号および測定の信号の間の位相角が最小限になるように配置される。しかしながら、この方法は、各測定において、金属部品から測定コイルまでの距離を機械的に調整するので、実用において不都合である。

特開2000 193531号公報、Ueda et al, L M F B Rにおいて用いられるプロセス計器の瞬間的な応答のインサーピス測定の方法論の開発、インターナショナル・コーポレーションおよびテクノロジー・デベロップメント・センター、Takahira et al, 移動シートコンダクタに対向するソレノイドコイルのインピーダンス変化、日本電気技術、103巻、3号、1頁～7頁（1983年）、及びKeller, 回転ローラの非接触温度測定のための新規技術、アイロン・スチール・エンジニアリング、57巻、5号、42頁～44頁（1980年5月）も、参照。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】US特許No. 5,573,613

【特許文献2】US特許No. 3,936,734

【特許文献3】特開2000-193531号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】Ueda et al, LMFBRにおいて用いられるプロセス計器の瞬間的な応答のインサーピス測定の方法論の開発, インターナショナル・コーポレーションおよびテクノロジー・デベロップメント・センター

【非特許文献2】Takahira et al, 移動シートコンダクタに対向するソレノイドコイルのインピーダンス変化, 日本電気技術, 103巻, 3号, 1頁~7頁(1983年)

【非特許文献3】Keller, 回転ローラの非接触温度測定のための新規技術, アイロン・スチール・エンジニアリング, 57巻, 5号, 42頁~44頁(1980年5月)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

発明の要旨

本発明は、従来技術の渦電流温度測定技術の欠点を克服し、かつ、対象物に作用する熱伝導の一部を成す、または、対象物に作用する熱伝導している状態にある、伝導部材(例えば、金属、半導体、または液体電解物)の遠隔非接触温度測定のための方法および装置を提供する。この方法および装置は、伝導部材および検出コイルアセンブリの間の距離および/または相対角度方向が実質的に独立している。

【課題を解決するための手段】

【0010】

概して、本発明は、そのような伝導部材に渦電流を誘起するステップからなる物体の温度を測定するための方法、および装置を提供する。ここで、渦電流は、対応する渦電流の大きさが時間とともに指数関数的に変更するように、時間の経過と共に実質的に線型に変化する(例えば、真の線型性の約±30%以下)大きさを有する磁場に対して、伝導部材をさらすことによって引き起こされる。次に、電流の大きさの指数的な変化の特性時定数が決定され、物体の温度が、この特性時定数を用いて算出される。

【0011】

好適形態において、三角波形の交流電流を用いて駆動される磁場伝送コイルは、伝導部材に渦電流を引き起こす(誘起する)ために用いられ、かつ、受信コイルアセンブリは、対応する渦電流誘起磁場を検出するために提供される。それから、受信コイルのアセンブリの出力電圧は、特性時定数を決定するのに用いられる。受信コイルのアセンブリは、逆位相ではあるが電氣的に直列の1対の受信コイルを好適に有し、受信コイルは、磁場の伝送コイルの反対側に配置される。温度測定を容易にするために、受信コイルは、伝導部材が無い場合には、受信コイルアセンブリからの電圧出力がゼロとなるように補正される。

【0012】

本発明の方法および装置は、遠隔非接触温度計測が所望される様々な状況で用いることが可能である。例えば、本発明は、食品材料の加熱中に食品材料の温度を測定するために用いられる。そのような用途において、加熱容器は、底壁があるように提供され、かつ、食品材料を保持するように作用する。アルミニウムのコーンのような金属製の伝導部材は、底壁上に配置され、かつ、食品材料の中に上側に突き出る部分を有する。温度測定ユニットは、加熱容器の近くに配置され、かつ、時間の経過と共に指数関数的に変化する渦電流の大きさで、伝導部材に渦電流を誘起するように動作可能な第1のアセンブリを有する。この温度測定ユニットは、渦電流の大きさの変化の特性時定数を決定するために、さらに、特性時定数を用いて、伝導部材、ゆえに、食品材料の温度を算出するために動作可能な第2のアセンブリも有する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、本発明の遠隔温度計測装置および方法を示す概略図である。

【図 2】図 2 は、本発明に係る遠隔温度測定のために好適な全体システムのブロック図である。

【図 3】図 3 は、本発明に係る受信コイルアセンブリの単一周期出力電圧を示すグラフである。

【図 4】図 4 は、従来の熱電対を用いて同時に温度計測が比較された際の本発明の遠隔温度計測装置の遠隔温度計測動作を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、加熱中の食品材料の温度を遠隔、非接触で計測させる伝導部材が具備される従来の加熱パン内の食品材料の概略図である。

【図 6】図 6 は、食品の温度測定において有用な円錐の伝導部材の斜視図である。

10

【図 7】図 7 は、食品の温度測定において有用な円形で丸肩の伝導部材の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

好適実施形態の説明

図面を参照して、図 2 は、本発明に係る非接触遠隔温度計測システム 10 を模式的に示す。システム 10 は、磁場の伝送コイル 14 に動作可能に連結され、かつ、コイル 14 に三角電流波形駆動電流を提供するために好ましく設計されている波形発生装置 12 を有する。発生装置 12 およびコイル 14 は、電気的な伝導部材 16 を貫く交流磁場を生成するように働く。全体的なシステム 10 は、さらに信号処理回路 20 の出力のさらなる処理および表示のために、インターフェイス 22 に接続される信号処理回路 20 に連結される磁場受信コイルアセンブリ 18 を有する。システムの構成部品 12、14、18、20、および、22 は、計器またはアプライアンスの一体部品として、または、独立した構成部品として、独立型のユニット 24 中に設計されてもよい。

20

【0015】

システムの基本操作 10 は、図 1 の考察によって理解することができる。そこに示されるように、発生装置 12 によって駆動される磁場伝送コイル 14 は、伝導部材 16 (この例においては、平板として図示される) を突き抜ける時間磁場において線型的な変化を生じる。模式的な力線 26 は、この効果を例示するために示される。磁場は、渦電流 28 (閉塞されたリングまたはカウンターの形状において) を引き起こす (誘起する) 安定な起電力を生成する。しかしながら、渦電流安定化処理は、渦電流 28 によって経験される有限インダクタンス L および抵抗 R のために、瞬時に起こらない。むしろ、渦電流の大きさ I は、公知の指数法則：

30

$$I(t) = I_0 \exp(-tR/L) \quad (\text{方程式 1})$$

(t は、時間変数であり、かつ、 $I_0$  は、安定な渦電流である。)

に従って安定かされる。

【0016】

渦電流 28 は、コイル 14 によって発生された磁場に従って、磁場受信コイルアセンブリ 18 によって計測される対応する磁場も発生させる。この場合には、アセンブリ 18 は、反対側に配置され、かつ磁場伝送コイル 14 と同軸上に一直線に配置される 1 対の受信コイル 30、32 を有する。磁場伝送コイルコイル 30、32 は、反対の位相ではあるが、電氣的に直列に接続される。磁場伝送コイル 14 に対するコイル 30、32 の位置は、伝導部材 16 が存在しない場合に、コイル 14 によって発生された磁場によってコイル 30、32 中で引き起こされる電圧が、結果として生じる出力電圧信号のゼロで、十分に補正されるように、好ましく選択される。

40

【0017】

しかしながら、部材 16 が存在する場合に、受信コイル 30、32 は、それぞれ、部材 16 から異なる距離にあり、従って、受信コイル 30 中に誘起される電圧 (磁場コイル 14 によって発生される磁場と渦電流 28 との組み合わせによって) は、コイル 32 中に誘起される電圧よりも著しく大きい。コイル 30 および 32 の結果として生じる電圧出力信号は、渦電流誘起磁場の変化率に比例する。これは、方程式 1 から特性時定数  $\tau = L/R$

50

によって規定される指数関数である。

【0018】

渦電流インダクタンス $L$ は、磁場伝送コイル14によって生成される磁場の形状によって順番に決定される、電流28の大きさによって決定される。渦電流抵抗 $R$ は、これらの同じ電流28の大きさによって規定され、さらに、伝導部材16の電気導電率 $\sigma$ によって規定される。電流28の大きさが一定であるとする、時定数 $\tau = L/R$ は、部材16を作成する材料の導電率 $\sigma$ に比例する。導電率 $\sigma$ は、伝導部材16の温度 $T$ の単調な関数ではっきり定義される。

$$\tau = A \exp(-T) = F(T) \quad (\text{方程式2})$$

ここで、 $A$ は、一定であり、かつ、 $F(T)$ 導電率の温度依存性は、実際に全ての存在する金属または合金に対して公知である。与えられた部材16に対する $A$ の特定値は、例えば、1つの既知の温度における時定数 $\tau$ を測定すること、さらに、その温度に対して対応する既知の $\tau$ 値を用いることによって、容易に決定される。

10

【0019】

部材16の温度 $T$ は、測定された渦電流時定数 $\tau$ を用いて決定することができる。

$$T = F^{-1}(\tau) \quad (\text{方程式3})$$

ここで、 $F^{-1}$ は、 $F$ の逆関数である。

【0020】

万一、温度 $T$ と導電率 $\sigma$ 間の関係は、与えられた伝導部材16に対して未知であるばあいは、 $F^{-1}(\tau)$ の関数は、複数の温度における時定数 $\tau$ を測定し、その後、多項式または他の適切な数学的な関数を使って、得られた時定数のデータを曲線近似することによって、経験的に決定されても良い。

20

【0021】

部材16は、温度測定される物体のゾーンまたはエリアでも良いし、あるいは、物体に作用する熱伝達をしている状態にある別の部材または本体でも良い。いずれの場合においても、物体の温度は、正確に測定可能である。

【0022】

特に、磁場伝送コイル14の磁気がゼロからある最大値まで直線的に上昇するシングルの測定は、時定数の特性値を決定するために充分である。しかしながら、 $\tau$ の精度を上げるために複数の $\tau$ の測定を平均化できるように、磁場伝送コイル14からの三角波形の交流磁場を用いることは有利である。そのような場合に、交流磁場の半期は、渦電流時定数 $\tau$ よりも実質的に長いことが好ましい。

30

【実施例】

【0023】

図3に関して、磁場受信コイルアセンブリ18からの電圧の出力の単一周期の例が、図示される。全体的なシステム10は、(2012アルミニウム合金で形成され、かつ4mmの厚さを持つ)部材16から25mmの距離に配置される受信コイル30を用いて、周波数500Hzで動作された。時定数 $\tau$ は、134 $\mu$ 秒と測定された。

【0024】

もう一つ別のテストにおいて、従来型のソースパンが加熱され、かつ、パンの温度が、本システム10および従来の熱電対の双方によって決定された。ソースパンは、ステンレススチールで形成され、かつ、1.5リットルの容量を有する。それは、ステンレススチール層間に挟持されるアルミニウム底熱拡散ディスクが具備されていた。受信コイル30は、ソースパンの底から25mmの距離に配置された。Kタイプの熱電対も、また、粘着性のテープによってソースパンの底に固定され、さらに、一枚の厚いカードボードによって押圧された。ソースパンは、約40秒間、熱風ブロウによって、その内側から加熱された。図4は、本発明の渦電流(EC)のシステム10および熱電対(TC)の温度の両方の温度対時間のグラフを図示するものである。EC測定は一貫して正確に瞬間の温度値を与えるが、TCは、高速の加熱間隔において、顕著な遅延を示していることがわかる。しかしながら、緩やかな温度変化の間隔において、両方の方法は、同様の正確さを示した。

40

50

ステンレススチールの対向する層の間にクラッドされたアルミニウム熱拡散ディスクにも関わらず、渦電流時定数は、事実上、アルミニウムの導電性によって規定された。これは、ステンレススチールの低い導電性（アルミニウムより約20倍低い）、および、ステンレススチールクラッドの小さい膜厚によるものである。本質的に、ステンレススチールからの受信信号に対する寄与は、無視できる。

**【0025】**

本発明の温度測定方法および装置は、システム10および伝導部材26の間の照準線の方向に依存しない。したがって、本発明は、アプリケーションの多数の分野、例えば、航空宇宙産業の修理、プラスチックの溶接処理、スマートな料理道具、および遠隔、非接触、非照準線温度測定が有効であるあらゆる他のアプリケーションにおいて非常に有効である。温度が測定される対象物体は自身の導電性を必要としないが、その代わりに、別の伝導部材が、非伝導性の物体との熱伝達するように配置されるとき、遠隔センサとして用いられても良い。このような別個の伝導部材は、一片の導電性の薄片、小型の導電性ディスク、または、その他のものでもよい。

10

**【0026】**

本発明の別の重要な特徴は、時定数（さらに、従って、対応する物体の温度T）の値が物体16および磁場受信コイルアセンブリ18間の距離および/または角度方向と実質的に独立しているという事実に戻る。

**【0027】**

例えば、25mmの直径を持つ3mmの薄いアルミニウムのディスクは、テストされ、そして、優れた精度を示すことがわかった。この例における磁場伝送コイル14は、50mmの外側直径、50mmの高さ、21オームの抵抗、および、40mHのインダクタンスを有する円筒形のコイルで作成されていた。磁場受信コイルアセンブリは、別個の受信コイル30、32で構成され、それぞれのコイルが、72mmの直径、8mmの高さを有し、かつ、各コイル中に0.2mmの銅のコイルワイヤの250回巻であった。各コイルは、図1に示されるように組み立てられた。磁場伝送コイルは、500Hzの周波数および0.5Aの振幅（大きさ）の三角電流波形によって駆動された。テストに先立って、2つの磁場受信コイルは、伝導性の物体の存在しない場合の出力信号がゼロに等しくなるように機械的に調節された。

20

**【0028】**

それから、アルミニウムのディスクは、磁場受信コイル30から異なる距離に配置された。24mmの距離で測定された時定数値は、 $150.0 \pm 0.1 \mu$ 秒であった。そしてすぐに、距離が20mmまで減少されたが、測定値は、再び $150.0 \pm 0.1 \mu$ 秒になった。その後、距離が28mmまで増加されたが、正確な同じ時定数値が、再び測定された。ディスクを作製するアルミニウム金属の導電性は、室温で0.4%/で変化する。従って、このテストの温度精度は、 $\pm 0.17$ であると推定された。その後、アルミニウムディスクの平面部と受信コイル30との間の角度が、0から $\pm 15$ まで変化した。測定された時定数値の不変が観測された。こうして、温度測定システムが、事実上ディスクの距離または角度方向に依存性を示さなかった事が結論付けられた。その結果、測定されたディスクの温度も、同様にこれらの要素と独立しているという結論に至った。

30

40

**【0029】**

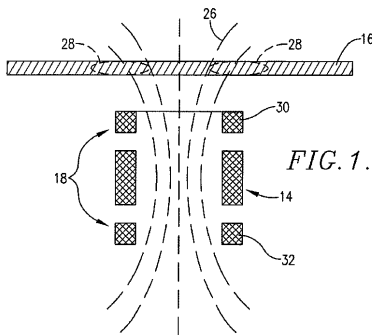
本発明は、食品の加熱中に食品の遠隔非接触温度測定の状態において特に役立つ。例えば、図5に示されるように、従来のステンレススチールパン34が、その中に多量の食品材料を有する。円錐状のアルミニウム部材38も、パン34内にあり、その底壁40上に静止している。そのようなアセンブリで、食品材料36の温度は、本発明に係るシステム10の使用して容易にモニターされる。円錐部材38は、それが多量の食品部材36中で好適に突出する側壁面42を有するという事象により好適であるが、他の形状を用いてもよい。例えば、図7は、実質的に円形で、かつ、連続的に丸みを帯びた肩部46を有する部材44を示す。

**【0030】**

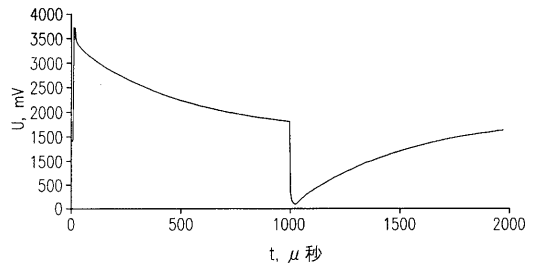
50

あるいは、パン 3 4 は、底壁 4 0 の外側表面上に伝導部材が具備されもよい。この実施形態においては、食品の温度は、直接測定されないだろうが、食品温度に関する有用な情報を今まで通り提供するであろう。伝導部材は、底壁 4 0 に埋め込まれた又は取り付けられた小型のディスクの形状であってもよい。

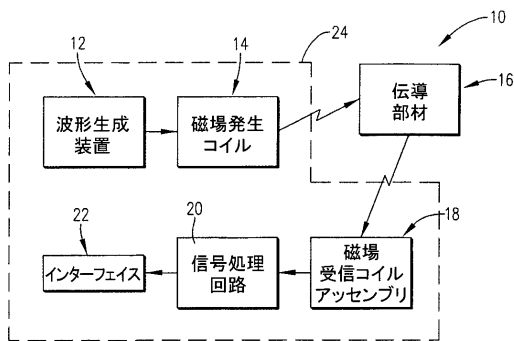
【図 1】



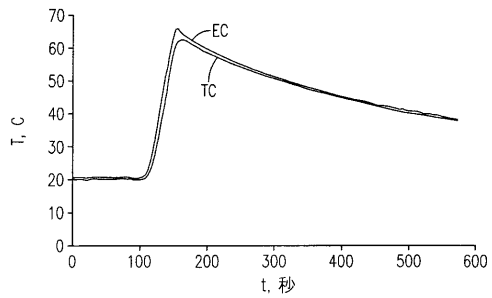
【図 3】



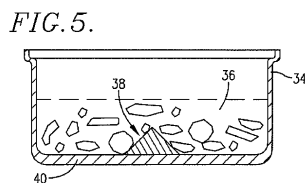
【図 2】



【図 4】



【図 5】

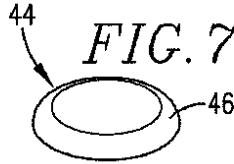


【 図 6 】



*FIG. 6.*

【 図 7 】



*FIG. 7.*

---

フロントページの続き

(72)発明者 マリシェフ ウラジーミル  
ロシア連邦 141570 モスクワ リージョン メンデリーホ エーピーティー. 66 ク  
イビシェワ エスティー. 16

(72)発明者 ソルキン エフゲニー  
ロシア連邦 124482 モスクワ ゼレノグラード エーピーティー. 95 ビルディング  
107ブイ

審査官 平野 真樹

(56)参考文献 特開昭53-20986(JP,A)  
特開2004-340786(JP,A)  
特開2001-41828(JP,A)  
特開昭58-34331(JP,A)  
特開平3-98488(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01K 1/00-19/00