

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5286140号
(P5286140)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 6/12 (2006.01)

H05B 6/12 318

H05B 6/12 317

請求項の数 6 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2009-95408 (P2009-95408)
 (22) 出願日 平成21年4月10日(2009.4.10)
 (65) 公開番号 特開2010-244998 (P2010-244998A)
 (43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)
 審査請求日 平成23年8月1日(2011.8.1)

(73) 特許権者 399048917
 日立アプライアンス株式会社
 東京都港区海岸一丁目16番1号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 太田 義注
 茨城県ひたちなか市堀口832番地2
 株式会社 日立製作
 所 機械研究所内
 (72) 発明者 川村 光輝
 茨城県日立市東多賀町一丁目1番1号
 日立アプライアンス
 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】誘導加熱調理器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

調理容器を上面に置く結晶化ガラスからなるトッププレートと、
 該トッププレートの下に設けられ、外周側に同心円状に巻回された第1のコイルと、内
 周側に同心円状に巻回された第2のコイルと、両コイルの間の同心円状のコイル間隙と、
 を有した加熱コイルと、

外気を導入するファンと、

該ファンから供給された外気を加熱コイルに導くコイル冷却風路と、

該加熱コイルへ高周波電力を供給する高周波電力供給手段と、

該高周波電力供給手段の出力電力を制御する電力制御手段と、

前記調理容器の底面の温度を検出する温度検出手段とを具備し、

該温度検出手段は、

前記調理容器の底面からの放射赤外線量を検出するサーモパイルと、

該サーモパイルの受光前面に配置される前記トッププレートと同一光学特性の窓材と、

前記サーモパイルを内蔵するとともに前記窓材を第1のケース窓に嵌め込んだ第1のブ
 ラスチック筐体と、

を備えており、

前記温度検出手段を前記コイル間隙下方、かつ、前記コイル冷却風路に配して調理容器
 底面温度を検出しこの温度に基づいて前記加熱コイルへの供給電力を制御することを特徴
 とする誘導加熱調理器。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の誘導加熱調理器において、

前記第 1 のコイルと第 2 のコイルを架橋する巻き線下を避けて前記コイル間隙下方に前記温度検出手段を配置することを特徴とする誘導加熱調理器。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の誘導加熱調理器において、

前記高周波電力供給手段は前記第 1 のコイルの巻き始めに接続する低電圧線と前記第 2 のコイルの巻き終わりに接続する高電圧線で前記加熱コイルに高周波電力を供給し、

前記高電圧線近傍下を避け前記コイル間隙下方に前記温度検出手段を配置することを特徴とする誘導加熱調理器。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の誘導加熱調理器において、

前記温度検出手段は、

前記第 1 のプラスチック筐体を蔽うとともに、前記窓材に対応する第 2 のケース窓が開口する非磁性体の金属筐体と、

該金属筐体を蔽うとともに、前記窓材に対応する第 3 のケース窓が開口する第 2 のプラスチック筐体と、

から構成される 3 重筐体内の温度検出手段であることを特徴とする誘導加熱調理器。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の誘導加熱調理器において、

前記第 2 のプラスチック筐体と前記金属筐体との間に空気層あるいは断熱材を挿入したことを特徴とする誘導加熱調理器。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載の誘導加熱調理器において、

前記温度検出手段は前記サーモパイルの出力を増幅する直流増幅器を備え、

該直流増幅器は所定の出力電圧以上でその増幅度を減少させ温度検出範囲を拡大することを特徴とする誘導加熱調理器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鍋温度検出手段としてサーモパイルを備えた誘導加熱調理器に関する。

30

【背景技術】

【0002】

誘導加熱調理器は、結晶化ガラス等で構成されるトッププレート下に同心円状の誘導加熱コイル（以下「加熱コイル」と略称）を設置し、これに高周波電流を流し、発生する磁界でトッププレート上に載置された調理容器の鍋底にうず電流を誘起し、このジュール熱で調理容器を直接加熱するものである。

【0003】

誘導加熱調理器の鍋温度検出手段としては、加熱された鍋底から放射される赤外線をトッププレート越しに赤外線センサで観測し温度を検出するものがある（特許文献 1）。この赤外線センサは加熱コイル中心空隙付近の下に配置されて、鍋底から放射される赤外線をトッププレート越しに赤外線センサで検出し、その出力に応じて加熱コイルを駆動するインバータ回路出力を制御して調理温度を調整するものである。

40

【0004】

しかしながら、この構成の誘導加熱調理器では、同心円状の加熱コイル内周と外周の間すなわちコイル巻き幅の中央付近が最も磁束密度が大きいので、トッププレート上に載置される調理容器の温度分布に偏りを生ずる。すなわち加熱コイル中間上の部分が最も高温に加熱され、内周および外周上の部分はこれより低い温度になる。加熱コイル中心付近ではさらに低くなる。

【0005】

50

図30(a)にこの加熱コイルの概略とこれで加熱した鍋の温度分布を示す。これは鍋中心と加熱コイル中心を一致させたときの鍋底の温度分布である。このため、少量の調理物しか投入されていない調理容器を加熱した場合には、コイル中間部上が急激に温度上昇するため調理物を焦がしてしまうことがあった。また、調理物が少量の油の場合には発煙する場合もあった。また、熱伝導が悪く薄手のステンレス鍋等を空焚きした場合にはこの部分が赤熱して変形する場合もあった。これら防止するために鍋温度検出手段が必要となるのであるが、特許文献1のようにコイル中心空隙付近下に設置される赤外線センサではこの高温部を検出することができない。

【0006】

また、加熱コイル中心空隙付近の下は後述するようにコイルの発生する磁界の中性点（反対方向の磁界が重なり合う場所）にあたり漏れ磁束は弱い。このため設置される赤外線センサに対する影響は少なく、これを蔽うような磁気シールドではなく簡略な防磁手段例えば円筒状のアルミニウム等の金属でも良く、この防磁手段が誘導加熱されこの温度上昇が赤外線センサに与える影響を考慮する必要はなかった。

【0007】

前述の問題を解決する技術として、加熱コイルを半径方向巻き幅中央付近で内周側第1のコイルと外周側第2のコイルに分割し、分割したこの間隙部下に赤外線センサを配置したものがあ（特許文献2）。図30(b)にこの加熱コイルの概略とこれで加熱した鍋の温度分布を示す。高温部が広がり温度分布の偏りが改善され、間隙部でも高温部とほぼ同じ温度となる。多少の温度低下はあるが、この間隙部下に赤外線センサを配置すれば高温加熱される鍋温度を正確に検出できるようになる。しかし分割された加熱コイルはその特性が変化する。同心円状の間隙部の開口面積が広くなると調理容器を載置したときのコイルインダクタンスと抵抗が変化し、加熱コイルを駆動するインバータ回路を調整する必要が生じる。特にアルミニウム、銅等の低抵抗、低透磁率材質の調理容器を加熱する場合、従来の分割しないコイルと同一の加熱特性をもたせようとするとコイル駆動電流、電圧を高める必要が生じる。つまり加熱効率が低下するため高周波磁界強度を高める必要が生じる。これはまたコイル自体の発熱が増加することとも意味する。もともとこの分割間隙は巻き幅の中央にあたり磁束密度の高い所である。このため分割間隙部下に配置する赤外線センサはこの漏れ磁束の影響を受ける。分割間隙部下に配置する赤外線センサには漏れ磁束、加熱コイルあるいは鍋底高温部、トッププレートから輻射熱による温度上昇、加熱効率の低下するコイルを駆動するインバータ回路からの電磁波、高周波高電圧に対する防御を強化させなければならない。

【0008】

また加熱コイルを冷却する必要が生じ、通常外気を導入する風路がコイル下に配置される。この風路内に赤外線センサを配置する場合には、冷却風による周囲温度の急激な温度変化に対応する必要もある。

【0009】

上記問題を解決する技術として、加熱コイルの半径方向巻き幅中央付近の一部のみに開口部を設け、この開口部下に赤外線センサを配置したものがあ（特許文献3）。これは隣り合って巻回される巻き線の間開口部を設け、その開口部付近の巻回する回数を他の部位より多く（密に）することで従来の分割しない加熱コイルと同一特性を持たせながら、この開口部から加熱される鍋底の高温部温度を検出可能にするものである。しかしながらこのような加熱コイルはその構造から量産するのが困難で高価なものにならざるを得ない。また開口部のコイル巻き数の増加はこの部分からの漏れ磁束が更に強まることを意味する。赤外線センサの漏れ磁束、温度上昇、電磁波、高周波高電圧に対する防御強化の必要性は前述技術（特許文献2）と同じである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2005-26162号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2008-153046号公報

【特許文献3】特開2007-323887号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1の鍋温度検出手段は、検出手段である赤外線センサが同心円状の加熱コイル中心空隙付近の下に配置されており、鍋底から放射される赤外線をトッププレート越しに赤外線センサで検出するため、加熱コイル巻き幅中間上の最も高温に加熱される鍋底部分の温度を検出できない。このため鍋温度検出手段で鍋の高温加熱を検知できず、少量の調理物しか投入されていない調理容器の場合には急激に温度上昇するコイル中間部上の調理物を焦がしてしまうことがあった。また調理物が少量の油の場合には発煙する場合もあった。また熱伝導が悪く薄手のステンレス鍋等を空焚きした場合にはこの部分が赤熱して変形する場合もあった。

10

【0012】

特許文献2の鍋温度検出手段は、加熱コイルを半径方向巻き幅中央付近で内周側第1のコイルと外周側第2のコイルに分割し、分割したこの間隙部下に配置されている。このため、高温加熱される鍋温度を正確に検出できるようにはなる。しかし、この間隙部では磁束密度がほぼ最大であるため、配置される鍋温度検出手段への加熱コイルからの漏れ磁束が大きくなる。調理時には最高温度に加熱される鍋底からの輻射あるいは発熱するコイルからの輻射によりトッププレートの下面、鍋温度検出装置は高温に晒されることになる。そのため調理時には鍋が載置されるトッププレートの下面あるいは発熱するコイルを冷却するためこれへの外気送風が行われる。鍋温度検出装置はこの送風による急激な温度変化を受ける。また加熱コイルに印加される高周波高電圧、加熱コイルを駆動するインバータ回路等からの放射電磁波の影響も受ける。これら外乱に対する鍋温度検出手段の防御手段については文献には言及されていない。

20

【0013】

特許文献3の鍋温度検出手段についても特許文献2と同様である。

【0014】

赤外線センサで温度検出する場合の他の課題は、被測定物の放射率の影響を受けることである。鍋底の赤外線放射率は、鍋底の材質、色、加工状態（鍋底の塗装や鍋底の刻印、ヘアライン加工、リング加工、打ち込み加工等）に大きく依存する。また同じ鍋であっても鍋底に付着した調理油等の汚れによって放射率が異なってくる。すなわち、同じ温度、同じ材質の鍋底であっても、色、加工あるいは汚れ状態が異なると放射する赤外線エネルギーが異なるため赤外線センサで受光する赤外線エネルギーも異なり、異なる温度が検出されることになる。このため鍋底の相違により赤外線による温度検出が異なるのを補正する手段が必要になる。

30

【0015】

本発明は赤外線センサとしてサーモパイルを用いた鍋温度検出手段において、加熱コイルからの漏れ磁束、温度上昇、電磁波、高周波高電圧等の外乱を防止する手段を施し、最も高温加熱される鍋底温度を安定して精度良く検出することを可能にし、安全性、使い勝手の向上した誘導加熱調理器を提供することを目的とする。

40

【0016】

更に鍋底の材質、色、加工状態に拘らず正確に鍋底温度を検出する誘導加熱調理器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記課題は、調理容器を上面に置く結晶化ガラスからなるトッププレートと、該トッププレートの下に設けられ、外周側に同心円状に巻回された第1のコイルと、内周側に同心円状に巻回された第2のコイルと、両コイルの間の同心円状のコイル間隙と、を有した加熱コイルと、外気を導入するファンと、該ファンから供給された外気を加熱コイルに導く

50

コイル冷却風路と、該加熱コイルへ高周波電力を供給する高周波電力供給手段と、該高周波電力供給手段の出力電力を制御する電力制御手段と、前記調理容器の底面の温度を検出する温度検出手段とを具備し、該温度検出手段は、前記調理容器の底面からの放射赤外線量を検出するサーモパイルと、該サーモパイルの受光前面に配置される前記トッププレートと同一光学特性の窓材と、前記サーモパイルを内蔵するとともに前記窓材を第1のケース窓に嵌め込んだ第1のプラスチック筐体と、を備えており、前記温度検出手段を前記コイル間隙下方、かつ、前記コイル冷却風路に配して調理容器底面温度を検出しこの温度に基づいて前記加熱コイルへの供給電力を制御する誘導加熱調理器によって解決できる。

【発明の効果】

【0018】

10

本発明によれば、サーモパイル赤外線センサを用いて調理時の周囲温度変化、漏れ磁束、インバータ回路からの放射電磁波の外乱に対して強く、安定して加熱鍋底の高温部温度を正確に検出する鍋温度検出手段を提供することができる。そして、正確に検出した高温部温度により適切に過熱コイルへの高周波電力を制御することで安全で最適な調理を可能にする誘導加熱調理器を提供できる。

【0019】

さらに鍋底温度を検出するサーモパイル赤外線センサの近傍に赤外線発光および受光素子を配置して温度検出と同一視野で鍋底の放射率を計測し、赤外線センサの出力を補正することで鍋底の材質、色、加工状態あるいは汚れの状態に拘らず正確に鍋底温度を検出することが可能になり、正確に検出した鍋底温度を用いて加熱の制御を行うことができるので、上手に調理をすることが可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施例1の誘導加熱調理器の構成を示す斜視図。

【図2】実施例1の誘導加熱調理器の構成を示す断面図。

【図3】実施例1の加熱コイル周辺の詳細を示す断面図。

【図4】実施例1の加熱コイルおよび鍋温度検出装置の配置を示す平面図。

【図5】実施例1の加熱コイルを示す平面図。

【図6】実施例1の鍋温度検出装置を示す斜視図。

【図7】実施例1の鍋温度検出装置の断面図。

30

【図8】実施例1のサーモパイルの詳細を示す平面および断面図。

【図9】実施例1の反射型フォトインタラプタを示す図。

【図10】実施例1の誘導加熱調理器の制御ブロック図。

【図11】実施例1のサーモパイル温度検出回路の詳細を示す図。

【図12】実施例1の反射率検出回路の詳細を示す図。

【図13】実施例1の反射率検出回路の動作タイミングチャート。

【図14】プランクの分布則による分光放射エネルギーを示す図。

【図15】トッププレート結晶化ガラスの光学特性を示す図。

【図16】温度とサーモパイルの出力の関係を示す図。

【図17】実施例1の鍋底面温度とサーモパイル温度検出回路出力の関係を示す図。

40

【図18】実施例1の反射率検出回路の鍋有無による出力説明図。

【図19】実施例1の反射率検出回路の反射電圧と反射率の関係を示す図。

【図20】実施例1の各種鍋の鍋底温度と鍋温度検出回路出力の関係を示す図。

【図21】実施例1の各種鍋放射率と反射率の関係を示す図。

【図22】実施例1の誘導加熱調理のフローチャート。

【図23】実施例1の反射率検出のフローチャート。

【図24】実施例1の鍋温度検出のフローチャート。

【図25】実施例2のサーモパイルを示す断面図。

【図26】実施例2のサーモパイルを示す斜視図。

【図27】実施例2のサーモパイルの基板実装を示す斜視図。

50

【図 28】実施例 2 の鍋温度検出装置の平面および断面図。

【図 29】実施例 2 の鍋温度検出装置の他実施例配置を示す平面図。

【図 30】加熱コイル上に載置された鍋の温度分布を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例 1】

【0022】

図 1 は実施例 1 の誘導加熱調理器の本体 1 の斜視図であり、図 2 は図 1 中に一点鎖線 A A で示される部分に調理鍋 6 を載せたときの概略縦断面図である。以下では、誘導加熱が可能な鍋置き場所が 2 口、ラジエントヒータやハロゲンヒータ等のヒータ（加熱源）の放射熱で加熱可能な鍋置き場所が 1 口ある 3 口の誘導加熱調理器を例に挙げ説明を行うが、本発明の適用対象はこれに限られず例えば誘導加熱が可能な鍋置き場所を 3 口設けた誘導加熱調理器であっても良い。なお、調理鍋 6 は、誘導加熱に適した鉄鍋（磁性体）とするが、誘導加熱調理器が非磁性体のアルミ鍋、銅鍋であっても良い。

【0023】

図 1 および図 2 に示すように、本体 1 の上面には、非磁性体（結晶化ガラス等）によって形成されたトッププレート 2 が装着されている。またトッププレート 2 の手前には、各口の加熱開始あるいは加熱コースを指示するスイッチ、各口の加熱状態（温度等）を表示する表示器が配置される操作表示部 3 が装着されている。

【0024】

トッププレート 2 の上面には、その下に配置される加熱コイル 7 あるいはラジエントヒータの最外半径におよそ一致する半径の円表示 4 が加熱可能な鍋置き場所を示すために印刷されている。またトッププレート 2 は普通可視光に対して透明であるため、上面にはフリットガラスに耐熱塗料を混入した耐熱耐久性の衣装印刷、下面には耐熱面塗装を施し、機器内部が見えないようにしてある。誘導加熱が可能な鍋置き場所 2 口の円表示 4 のほぼ中央から約 50mm の位置に後述する鍋温度検出のために前述印刷、塗装がなされていない赤外線透過窓 5 が設けられている。この赤外線透過窓 5 は赤外光を透過させるためであり、この部分だけ赤外光に対しては透明な可視光カット部材（耐熱フィルムまたはガラス）を下面に装着しても良い。

【0025】

トッププレート 2 の上面の各口（円表示 4）に、調理鍋 6 を置き加熱調理を行う。図 2 に示すように、加熱コイル 7 にインバータ回路 8（高周波電流供給手段）からの高周波電流を供給すると、外周側の第 1 のコイル 7 a と内周側の第 2 のコイル 7 b に分割された加熱コイル 7 が高周波磁界 9（図中破線で示す）を発生し、この高周波磁界が鍋 6 と鎖交して、渦電流を発生し、そのジュール熱により調理鍋 6 自身が誘導加熱され発熱する。従って、調理鍋 6 内の調理物は、調理鍋 6 自身の発熱によって加熱調理される。このとき、調理鍋 6 の下にあるトッププレート 2 も、発熱した調理鍋 6 から伝わる熱により高温になる。

【0026】

図 3 に加熱コイル 7 周辺の断面を詳しく示す。図 3 に示すようにトッププレート 2 下面には第 1 のコイル 7 a と第 2 のコイル 7 b の間にコイル間隙 7 c を備えて分割された加熱コイル 7 が耐熱プラスチックで構成されるコイルベース 10 内に同心円状（渦巻き状）に巻かれて配置される。加熱コイル 7 の下側にはコイルベース部材内部にコ字状のフェライト 11 が凸部を上にして放射状に配置されている。このフェライト 11 は加熱コイル 7 が発生する磁束をトッププレート 2 上の調理容器である調理鍋 6 に効率良く導くために配置される。また磁束がコイルベース 10 下部に漏洩するのを防止する。フェライト 11 は透磁率が高く磁束はほとんどフェライト 11 内を通過するからである。

【0027】

コイルベース 10 の下には加熱コイル 7 を冷却するためのコイル冷却風路 15 が設置さ

10

20

30

40

50

れる。コイル冷却風路 15 は二つに分けられ、一つは第 1 のコイル 7 a の内周側に接続され、第 2 のコイル 7 b および第 1 のコイル 7 a 上面を冷却するコイル上面冷却風路 15 a、他の一つは第 1 のコイル 7 a の下面を冷却するコイル下面冷却風送出孔 15 b である。コイルベース 10 の中心部分下に位置するコイル上面冷却風路 15 a の上面には円形上のコイル上面冷却風送出孔 15 c が開口している。

【0028】

コイルベース 10 の中心部は円筒状の内空洞 14 a になっており、第 1 のコイル 7 a の内周側にはフェライト 11 を内蔵する放射上梁に繋がる円筒状の外空洞壁 14 b になっている。この外空洞壁 14 b の下部に、コイル上面冷却風路 15 a のコイル上面冷却風送出孔 15 c が接続される。コイル上面冷却風送出孔 15 c の周囲にはグラスウール等のシール材 16 が設けられ先の外空洞壁 14 b に接続されている。

10

【0029】

冷却風路 15 の下にはインバータ回路 8 等の回路基板を内蔵する回路冷却風路 17 a、17 b が 2 段重ねて設けられ、夫々には左右の加熱コイル 7 L、7 R のインバータ回路等が内蔵されている。これらの冷却風路は本体 1 に固定される。

【0030】

コイルベース 10 はコイル下面冷却風送出孔 15 b または回路冷却風路 17 a に固定される 3 個のコイルベース受け 12 からバネ 13 で押され、トッププレート 2 の下面に押し付けられる。

【0031】

20

コイル上面冷却風送出孔 15 c 下のコイル上面冷却風路 15 a 中には鍋温度検出装置 18 が配置される。鍋温度検出装置 18 は誘導加熱された調理鍋 6 の底面温度をトッププレート 2 の赤外線透過窓 5 を透過する赤外線から検出する。

【0032】

更に内空洞 14 a のほぼ上面中央にはトッププレート 2 の下面に接するセラミックケース 20 内にサーミスタ 21 が配置される。

【0033】

加熱調理中にはコイル上面冷却風路 15 a、コイル下面冷却風送出孔 15 b、回路冷却風路 17 a、17 b には本体 1 に内蔵されるファン（図示せず）から外気が導入される。コイル上面冷却風路 15 a 内を流れる冷却風は鍋温度検出装置 18 を冷却しながらコイル上面冷却風送出孔 15 c から円筒状の外空洞壁 14 b 内のコイル間隙 7 c および内空洞 14 a を上昇し、コイル間隙 7 c および内空洞 14 a 上部から、トッププレート 2 に遮られトッププレート 2 と加熱コイル 7 の間をコイル径方向外側に流れ、加熱コイル 7 の上面およびトッププレート 2 下面を冷却する。コイル下面冷却風送出孔 15 b の第 1 のコイル 7 a の下面にあたる部分には小さな孔が複数開けられ、コイル下面冷却風送出孔 15 b 内を流れる冷却風は、ここから第 1 のコイル 7 a 下面に向かって噴流してこれを冷却する。

30

【0034】

図 4 にトッププレート 2 を除いた図 3 の上面図の詳細を示す。加熱コイル 7、コイルベース 10、コイル上面冷却風路 15 a の詳細構成図である。加熱コイル 7 および内空洞 14 a と鍋温度検出装置 18、サーミスタ 21 の水平面での位置関係を示す。

40

【0035】

加熱コイル 7 は、ポリテトラフルオロエチレンに代表されるフッ素樹脂等で絶縁被膜されるリッツ線で同心円状に同一方向に巻回され、外周側の第 1 のコイル 7 a と内周側の第 2 のコイル 7 b に分割される。そのコイル間隙 7 c は幅およそ 15 mm の同心帯状をなし、第 1 のコイル 7 a の巻き終わりはコイル間隙 7 c を架橋し第 2 のコイル 7 b の巻き始めとなり、第 1 のコイル 7 a と架橋線 7 d と第 2 のコイル 7 b で加熱コイル 7 を構成する。コイルベース 10 には第 1 のコイル 7 a の内周側に円筒状の外空洞壁 14 b が設けられ、その内側がコイル間隙 7 c となっている。また第 2 のコイル 7 b の内周側に内空洞 14 a が設けられ、この内部にセラミックケース 20 内に内蔵されるサーミスタ 21 が配置される。さらにコイル間隙 7 c の一部、放射状に配置される二つのフェライト 11 間に円筒状の

50

センサ視野筒 19 (内径約 12 mm) が設けられ、このセンサ視野筒 19 の下に鍋温度検出装置 18 が設置される。

【0036】

誘導加熱された鍋底面からの赤外線はトッププレート 2 の赤外線透過窓 5 を透過し、センサ視野筒 19 から後で詳細に説明する鍋温度検出装置 18 に内蔵されるサーモパイル 25 に入射する。

【0037】

図 5 は先の図 4 を裏から見た図を示す。コイルベース 10 には 2 個のコイルの低電圧端子 21a, 高電圧端子 21b が設けられ、低電圧端子 21a には第 1 のコイル 7a の巻き始めが接続され、高電圧端子 21b には第 2 のコイルの巻き終わりが接続される。この端子にはインバータ回路 8 の出力線 22a, 22b がねじで固定される。銅やアルミニウム等の非磁性体の鍋では 4 ~ 5 kV の高電圧が出力される高電圧出力線 22b は高電圧端子 21b に接続される。

【0038】

図 4, 図 5 で説明したように鍋温度検出装置 18 は、架橋線 7d の近傍をさけ、かつ高電圧出力線 22b が接続される高電圧端子 21b から離れた位置にあるコイル間隙 7c に設けられたセンサ視野筒 19 の下にそのケース窓 30 が位置するように設置される。

【0039】

図 6 に鍋温度検出装置 18 の詳細斜視図を示す。鍋温度検出装置 18 は、赤外線検出センサであるサーモパイル 25 と反射型フォトインタラプタ 26 を中心に構成される。サーモパイル 25 と反射型フォトインタラプタ 26 はサーモパイルの出力信号を増幅するサーモパイル温度検出回路 72 (後で詳細を説明する) と反射率検出回路 73 (後で詳細を説明する) が実装される電子回路基板 27 に配置され、このサーモパイル 25 にはプラスチック部材で構成されるリフレクタ 28 が装着されている。このサーモパイル 25 と反射型フォトインタラプタ 26 および電子回路基板 27 は、全体をプラスチック部材の赤外線センサケース 29 (一点鎖線で示す) 内に密封される。この赤外線センサケース 29 には赤外線を透過させるためにケース窓 30 が開けられ、このケース窓 30 にはトッププレート 2 を構成する結晶化ガラスとほぼ同じ光学特性 (但し図 15 破線で示すように 1 μ m 以上の長波長側の光学特性はほぼ同じだが、短波長側でトッププレートに比べて透過率小の領域が 400 nm ほどあり、この部分の可視光がカットされるため目には赤黒く見える) を持つ結晶化ガラスを薄く正方形に切り出したものを結晶化ガラス光学フィルタ 31 として嵌め込んである。そして結晶化ガラス光学フィルタ 31 の下にリフレクタ 28 が装着されたサーモパイル 25 と反射型フォトインタラプタ 26 が電子回路基板 27 上に実装されている。この赤外線センサケース 29 は、周りをアルミニウム等の透磁率がほぼ 1 の金属ケース 32 (2 点鎖線で示す) で覆っている。当然、先のケース窓 30 の所は開口されている。そして更にアルミニウム金属ケース 32 は、周りをプラスチック部材の外側赤外線センサケース 33 で覆っている。当然先のケース窓 30 の所は開口されている。つまりサーモパイル 25 は 3 重のケースで覆われた形になっている。

【0040】

そして、鍋温度検出装置 18 はそのケース窓 30 がコイルベース 10 のセンサ視野筒 19 内を望むようにコイル上面冷却風路 15a 内に設置される。

【0041】

図 7 (a) に図 6 中の A - A 線に沿った断面図を示す。これは、赤外線センサケース 29 内に設置されるサーモパイル 25、これに装着されるリフレクタ 28 の断面とサーモパイル 25 が電子回路基板 27 を含む断面図である。サーモパイル 25 に装着されるリフレクタ 28 の内面は、サーモパイル 25 内の赤外線吸収膜に一つの焦点結ぶ楕円曲面 28a の一部が形成され、この楕円曲面 28a はアルミ蒸着膜 28b で鏡面となっている。このため図中の一点鎖線に示すごとくケース窓 30 に配置された結晶化ガラス光学フィルタ 31 を透過した赤外線はこの鏡面である楕円曲面で反射され、サーモパイル 25 の後述する光学フィルタ 48 を通して赤外線吸収膜に集光する。サーモパイル 25 の金属ピン (接

10

20

30

40

50

続端子) 46は電子回路基板27のパターンにハンダ付けされる。

【0042】

図7(b)に同じく図6中のB-B線に沿った断面図を示す。これは、赤外線センサケース29内に設置される電子回路基板27に装着されるサーモパイル25および反射型フォトインタラプタ26と赤外線センサケース29のケース窓30、結晶化ガラス光学フィルタ31との位置関係を示す断面図である。

【0043】

図8にサーモパイル25の詳細を示す。図8(a)はサーモパイル25の断面図であり、図8(b)は図8(a)中C-Cで示す線での断面の平面図である。熱電対が見えるように、赤外線吸収膜を省略して示してある。

10

【0044】

サーモパイル25は熱電対(サーモカップル)を多数縦列接続した(パイリング)したもので、ニッケルめっき鋼板等の金属キャン35と金属ステム36からなる金属ケース37内にこれが内蔵されている。およそ300 μ m厚のシリコン基材38表面に電気的および熱的に絶縁するためシリコン酸化膜39を形成し、この上にポリシリコン、アルミを順次パターン蒸着しポリシリコン蒸着膜40、アルミ蒸着膜41で熱電対を多数作成し、これを従属接続する。ポリシリコン、アルミ接合点(測温接点)のあるシリコン基材38中央部には、黒体に近い酸化ルビジウム膜等の赤外線吸収膜43を形成する。ポリシリコンおよびアルミ蒸着膜の一端は冷接点44であり、これはシリコン基材38の周囲に配置する。シリコン基材38の裏面を周囲(冷接点部)を残して290 μ mまでエッチングし、測温接点部分のあるシリコン基材の厚みを10 μ mに形成する。これは熱電導の良好なシリコンを薄くすることで、測温接点部42と冷接点部44の熱電導を少なくし測温接点部と冷接点部を熱的に絶縁するためである。

20

【0045】

このシリコン基材38を金属ケース37の金属ステム36にボンド等で固定する。同時に金属ステム36にはセラミック上に膜形成したNTCサーミスタ45を同様に配置する。これは金属ケース37内にある熱電対の雰囲気温度を検出し、熱電対の熱起電力を補正するためである。詳細は後述する。金属ステム36には絶縁シールされた4本の金属ピン46が貫通配置されており、この金属ピンに先の熱電対の出力とNTCサーミスタ45がワイヤ接続される。ステム36には、筒状の金属キャン35が不活性ガス中で被せられ溶着される。この金属キャン35の上面には小穴の窓47が開けられ、ここに内側から光学フィルタ48(ある波長域の光線を透過する部材)が装着されている。この小穴の垂直下に先の測温接点部42(赤外線吸収膜43の下にある)が位置するようにシリコン基材38が固定される。

30

【0046】

サーモパイル25内の熱電対測温接点部42(赤外線吸収膜43の下にある)にはこの小穴の窓46を通過した赤外線で加熱され、この加熱温度上昇は通過した赤外線エネルギーに比例し、熱電対の冷接点部44と測温接点部42の温度差に比例した電圧が熱電対出力の金属ピン46に出力される。

【0047】

40

図9に反射型フォトインタラプタ26の詳細を示す。反射型フォトインタラプタ26は赤外線発光素子としての赤外線LED50と赤外線受光素子としての赤外線フォトトランジスタ51を同一プラスチック部材に並べてモールドしたものである。赤外線LEDの発光面上にはプラスチックでレンズが構成され細いビームで930nm付近の赤外光を上方に照射する。赤外線フォトトランジスタ51の受光面上には可視光阻止のプラスチックでレンズが構成され、先の照射赤外光の物体(鍋底面)での反射赤外光を狭い視野角で受光し、その受光量に比例した電流を出力する。この反射型フォトインタラプタ26は赤外線発光素子と受光素子の対で構成されるものでトッププレート2上に置かれた調理鍋6底面の反射率を計測するものである。

【0048】

50

図10に本実施例の誘導加熱調理器の制御ブロック図を示す。マイクロコンピュータ60が誘導加熱調理器の動作を制御する。以下記号Rは図1の手前右にあるに誘導加熱口に関するブロックを表し、記号Lは図1の手前左にある誘導加熱口に関するブロックを表す。2つのインバータ回路8Rおよび8Lは加熱コイル7R及び7Lに高周波電流を供給する。このインバータ回路8R, 8Lの動作周波数及びコイルへの供給電力を調整するのが周波数制御回路61R, 61L及び電力制御回路62R, 62Lである。動作周波数を変化させるのは、鍋の金属種類によって高周波電流の周波数で誘導加熱効率が変化するためである。一般に鉄では20kHz、これより抵抗率の低い銅, アルミでは70kHz以上の周波数が用いられる。この周波数切り替えは図示しない鍋種類判別手段の判断に基づいてマイクロコンピュータ60が周波数制御回路を制御して行う。

10

【0049】

各インバータ回路8R, 8Lには整流回路63から直流電圧が供給される。この整流回路63には電源スイッチ64を介して3端子200Vの商用電源65が接続されている。商用電源の接地端子は本体1の金属部に接地線で接続される。ラジエントヒータ66にはラジエントヒータ回路67を介して商用電源65が接続され、ラジエントヒータ回路67がラジエントヒータ66に供給する電力を制御する。

【0050】

マイクロコンピュータ60には、操作表示部3の操作スイッチ68, 表示回路69が接続され使用者の操作指示を受け付け、機器の動作状態表示を行う。またブザー70が接続され使用者の操作ボタン押しあるいはエラー等の警告などを報知する。マイクロコンピュータ60は使用者の指示に従い、周波数制御回路61R, 61Lと電力制御回路62R, 62L及びラジエントヒータ回路67を制御して、トッププレート2上の調理鍋6を加熱する。

20

【0051】

サーモパイル25はサーモパイル温度検出回路72に接続され出力が増幅され、マイクロコンピュータ60のAD端子に入力される。反射型フォトインタラプタ26は反射率検出回路73に接続され、マイクロコンピュータ60のポート出力で発光素子の発光を制御され、調理鍋6で反射された赤外光は受光素子で受光され、その出力信号は増幅されマイクロコンピュータ60のAD端子に入力される。サーモパイル温度検出回路72および反射率検出回路73の動作の詳細は後述する。更にサーミスタ21はサーミスタ温度検出回路74に接続され、その出力もマイクロコンピュータ60のAD端子に入力される。

30

【0052】

マイクロコンピュータ60は反射率検出回路73の出力から調理鍋の赤外線反射率を知り、サーモパイル温度検出回路72の出力を反射率で補正して調理鍋の温度を検出する。そして、電力制御回路62を介して、調理鍋6の加熱を制御する。

【0053】

図11にサーモパイル温度検出回路72の詳細を示す。サーモパイル25の熱電対出力(熱起電力)(図中(+), (-)記号間の電圧)はオペアンプ72-1で約2000倍に増幅され出力端子72-2に出力される。この出力電圧はマイクロコンピュータ60のAD端子に入力される。オペアンプ72-1の増幅度は抵抗72-3(=R1)と抵抗72-4(=R2)の比($R2/R1$)で決まる。またサーモパイル内のNTCサーミスタ45は、回路電源電圧を抵抗72-5, 72-6, 72-7で分圧された電圧源(抵抗72-6の両端)に抵抗72-8と直列接続された状態で接続され、この抵抗72-8との接続点aは熱電対出力端子(-)に接続されている。NTCサーミスタ45は負の温度特性を持った抵抗素子であり温度上昇で抵抗値が低下する。このため、サーモパイル25内の温度が上昇すると先の接続点aの電圧は上昇する。熱電対出力(図中(+), (-)記号間の電圧)は測温接点42(赤外線エネルギーで加熱される点)と冷接点(熱電対出力端子)44の温度差に比例する。このためサーモパイル25の設置される雰囲気温度で金属ケース37内雰囲気(NTCサーミスタが内蔵される)温度が上昇すると熱電対出力は減少する。この減少を接続点aの電圧上昇で補償する。すなわちNTCサーミスタ45は

40

50

サーモパイル（熱電対）２５の出力が周囲温度で変化するのを防ぐために使用される。増幅度を決める抵抗 72 - 4（＝R2）に並列に抵抗 72 - 9（＝R3）と３個のダイオード 72 - 10 を直列接続したものが接続されている。これはオペアンプの出力電圧がダイオードの順方向電圧（約 0.6 V）の３個分 1.8 V を越えた場合に増幅度を減少させるものである。1.8 V までは増幅度＝R2 / R1 であるが、これを越えると増幅度＝（R2 / R3） / R1 となる。これは後述するようにサーモパイルの鍋温度検出範囲を拡大するものである。これが無い場合には、サーモパイル出力が鍋底温度の４乗に比例するため高温で急速に出力が増加し、鍋底温度が 300 で回路出力電圧が 5 V で飽和するが、ある場合には 400 まで飽和しないようにできる。

【 0 0 5 4 】

10

図 12，図 13 を用いて反射率検出回路 73 の詳細を示す。図 12 において、50 は発光素子である赤外線 LED であり、例えばその発光波長は 930 nm である。51 は赤外線フォトトランジスタであり、例えばピーク感度波長が 800 nm で赤外線 LED 50 の発光波長 930 nm でもピーク感度の 80 % の感度をもつものである。図 13 に反射率検出回路 73 の動作タイミングチャートを示す。反射型フォトインタラプタ 26 の発光素子である赤外線 LED 50 はトランジスタ 73 - 1 で駆動される。この駆動はマイクロコンピュータ 60 の出力ポートから駆動信号端子 73 - 2 に入力される信号で制御される。図 13 (a) にこの信号を示す。デューティ 50 % の矩形波信号を駆動信号端子 73 - 2 に入力すると、赤外線 LED 50 は信号が 5 V のとき発光し、0 V のときは消灯する。この発光強度は赤外線 LED 50 に流す電流に比例し、この電流は抵抗 73 - 3 の値で決められる。本実施例では抵抗値を固定して発光強度は一定である。この赤外発光が調理鍋底面で反射され、受光素子である赤外線フォトトランジスタ 51 で受光されると光電流により抵抗 73 - 4 に電圧が発生する。この電圧を図 13 (b) に示す。反射が大きく（受光量が多く）なれば電圧は比例して大きくなる。この信号電圧はコンデンサ 73 - 5 で直流分がカットされ、交流信号（図 13 (c) に示す）としてオペアンプ 73 - 6 で構成される正転直流増幅器に入力される。ここで交流信号のプラス側成分のみが増幅される。図 13 (d) にこれを示す。この増幅されたデューティ 50 % の信号は充放電回路 73 - 7 で直流の平均値電圧に変換され、出力端子 73 - 8 から出力される。この出力はマイクロコンピュータ 60 の A/D 端子に入力される。

20

【 0 0 5 5 】

30

このように反射率検出回路 73 は発光強度が一定のキャリア変調された赤外光を鍋底面に放射し、鍋で反射される赤外光を受光してその平均値電圧を反射電圧として得ることで反射率に相当する値を検出する。赤外発光をキャリア変調し、受光経路で直流成分をカットしているのは、自然光あるいは白熱電灯、蛍光灯などの照明機器に含まれる赤外光が鍋の反射率検出に影響するのを防止するためである。また、赤外線フォトトランジスタ 51 の暗電流の影響も防止している。

【 0 0 5 6 】

以下本実施例の動作を説明する。

【 0 0 5 7 】

トッププレート 2 上に置かれた調理鍋 6 は誘導加熱により発熱する。この加熱により鍋 6 底面からは赤外線が放射される。この全放射エネルギー E は鍋温度 T の 4 乗に比例したものである。（ $E = T^4$ ；ステファン・ボルツマンの法則）図 14 にプランクの分布則から算出される黒体温度の分光放射エネルギーを示す。この分光放射エネルギーを全波長域で積分すれば、全放射エネルギー E が求まり、これは温度（絶対温度）の 4 乗に比例する。これが前述のステファン・ボルツマンの法則であり、この係数がステファン・ボルツマン係数である。分光放射エネルギーのピーク波長はウィーンの変移則から、調理温度 100 ～ 300 で $5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ である。

40

【 0 0 5 8 】

誘導加熱された鍋底は、黒体温度の全放射エネルギー E に鍋底の放射率 を乗じた全放射エネルギーを温度に応じて放出する。すなわち黒体温度の全放射エネルギー E と鍋底温

50

度のそれ ($E = T^4$) との比が放射率 である。

【 0 0 5 9 】

一方、非磁性体である結晶化ガラス（トッププレート 2）の光学特性を図 1 5 に実線で示す。図 1 5 中実線で示すように、結晶化ガラスは、 $0.2 \mu\text{m} \sim 2.9 \mu\text{m}$ の波長の光を 80 % 以上透過し、 $3 \sim 4.5 \mu\text{m}$ の波長の光を 30 % 程度透過し、 $4.5 \mu\text{m}$ よりも長い波長、及び、 $0.2 \mu\text{m}$ よりも短い波長の光をほとんど透過しない。この光学特性のため鍋から放射される赤外線放射エネルギー（図 1 4 参照）の大部分はトッププレートを通して通れない。

【 0 0 6 0 】

赤外線センサとしては周知のように、赤外線フォトダイオード、赤外線フォトトランジスタのような量子型とサーモパイル、焦電素子のような熱型とがある。量子型センサは量子効果で赤外線を検出するため狭い波長帯域で高い感度を持ち、熱型は広い波長帯域で低い感度を持つのが特徴である。量子型は半導体の種類で感度波長が決められ、シリコンのように安価に購入できるものは実用感度波長が可視光外 ($0.8 \mu\text{m}$) から $1 \mu\text{m}$ 以下のため、検出温度の範囲が 300 以上となる。一方熱型は量子型に比べ、可視光から $20 \mu\text{m}$ 以下の広い波長帯域で均一の低い感度を持つ（原理的には波長依存性を持たない。）このため、センサへの赤外線受光面の前に光学フィルタを設け、検出温度範囲波長を狭めて外乱を防ぐ。

【 0 0 6 1 】

本実施例では、調理温度範囲が 100 から 250 であるため、赤外線センサとして熱型であるサーモパイルを用いる。同じ熱型の焦電素子は微分型のセンサであるため、赤外線入射を断続する必要がある、普通機械的なチョッパ機構が使われる。このため、信頼性の点で誘導加熱調理器のような家電品に用いるのは不向きである。一方サーモパイルはこのような機構を必要とせず、また近年 MEMS 等の技術により半導体プロセスを用い構成する熱電対を微小化し多数堆積（パイリング）して感度を向上させたものが安価に供給されている。

【 0 0 6 2 】

近年多くの体温計に用いられるサーモパイルの光学フィルタとしては透過波長が $1 \sim 15 \mu\text{m}$ のものが使われる。これはウィーンの変移則から人体の赤外線放射エネルギーのピーク波長が約 $10 \mu\text{m}$ （体温 36 ）であり、上記光学フィルタを用いるのが最適なためである。

【 0 0 6 3 】

この光学フィルタを有するサーモパイルを用いて、調理鍋の温度 ($25 \sim 300$) を非接触で計測するとサーモパイルの出力として図 1 6 に一点鎖線で示す出力が得られる。これは前述のように調理鍋底面を黒体とみなして、これが放射する赤外線エネルギー（プランクの分布則に従う）がサーモパイルの感度で電圧に変換され所定の増幅をしたとして得たものである。このときサーモパイルの感度は波長 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ である一定値とし、波長 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の赤外線は光学フィルタを一律に 90 % 透過してサーモパイルに入射すると仮定している。

【 0 0 6 4 】

さてこのサーモパイルを図 3 の構成で鍋温度検出に使用した場合には、鍋底面からの赤外線はトッププレート 2 を透過してサーモパイル 2 5 に入射する。したがってトッププレート 2 の光学特性（図 1 5 実線）で透過する各波長の赤外線は制限される。前述したように約 $5 \mu\text{m}$ 以上の赤外線はほとんど透過せず、サーモパイル 2 5 に入射しない。上述と同様にこの場合の出力を計算すると図 1 6 に実線で示すものとなる。出力は 1 桁程度低下するのが分かる。このためサーモパイル 2 5 の出力を、従来の体温計等での使用される直流増幅器の増幅度に比べ 1 桁程度高い増幅度で直流増幅することが必要になる。

【 0 0 6 5 】

前述したように、サーモパイルはサーモカップル（熱電対）を多数積み重ねた（直列に接続）（パイリング）したものである。一つのサーモカップルの熱起電力を E_i ボルト /

10

20

30

40

50

とし、これをN個接続すればサーモパイルの熱起電力Vは $N \cdot E_i$ ボルト/ となる。つまりパイル数Nのサーモカップル出力は $N \cdot E_i$ ボルト/ となる。今前述の体温計のように1000倍程度の増幅度で実用に供されるサーモパイルを誘導加熱調理器に使用するとした場合、前述のトッププレートの影響で10000倍の増幅度を必要とする。一般的に直流増幅器では、オフセット電圧の温度ドリフトにより1000倍程度の増幅度が限界と言われる。したがって、誘導加熱調理器に用いるサーモパイルでは、パイル数を数10から数100に増やしたものが用いられる。つまり一般のサーモパイルに比べパイル数を増やすことで感度を上げている。

【0066】

サーモパイルでよく使われるサーモカップル金属対は図8で説明したように半導体プロセスで比較的容易に作成できるポリシリコン・アルミニウムであり、この熱起電力は約 $10 \mu V /$ である。電磁調理器で用いるサーモパイルは、これをパイル数50程度に堆積したものが用いられる。

【0067】

サーモカップルで物体の温度を計測する場合には、冷接点を氷点(0)に固定して測温接点を物体に接触させて計測する。サーモパイルは図8で説明したように、サーモカップルが多数堆積されたものであり、入射赤外線で加熱される多数の測温接点とシリコン基材38上にある多数の冷接点で構成される。そして冷接点は金属ケース37の金属ステム36にボンドで固定されるため、熱的にはサーモパイルの金属ケース37(金属キャン35と金属ステム36)が冷接点となっている。そしてこの金属ケース37は通常のサーモカップルのように氷点に固定することができない。

【0068】

仮に、サーモカップルの熱起電力が $10 \mu V /$ 、パイル数50、直流増幅器の増幅度を1000とすると、金属ケース37の温度が1 変化すると、直流増幅器の出力では500mVの電圧変動になる。つまりサーモパイル25周囲の温度変動を押さえることが必要になる。

【0069】

本実施例の鍋温度検出装置18は、加熱調理中の鍋底高温部を検出可能にするために、分割された加熱コイル7が発生する高周波磁界の磁束密度が最も強いコイル間隙7c直下に配置される。この位置は、加熱コイル7の下に放射状に配置される棒状フェライト11の間であり、磁束はほとんどフェライト中を通過するため漏れ磁束の少ない場所ではある。しかし加熱コイル7下面からの距離は20mm程度であるため漏れ磁束は大きく、ここに位置する金属を誘導加熱しその温度を上昇させる。例えば3kWの高周波電力を加熱コイルに入力してトッププレート2上に載置される調理容器である鍋を誘導加熱する場合には、この場所にある磁性体の鋼板では約30 も温度上昇する。非磁性体のアルミニウムでも約5 も温度上昇する。

【0070】

調理中、誘導加熱される鍋底は100~300 の高温になる。そしてトッププレート2および下面の加熱コイル7も鍋底からの熱伝導、熱輻射で高温となる。

【0071】

さらに加熱コイル7には十数アンペアの高周波電流を流すためコイル自身も発熱する。これらトッププレート、加熱コイルを冷却するため、コイル上面冷却風路15a、コイル下面冷却風送出孔15bには外気が導入され、前述のように加熱コイル7に風を当てて冷却する。

【0072】

また、鍋温度検出装置18の配置される下には加熱コイルに高周波電力を供給するインバータ回路8が冷却風路17a、17b中に配置される。このインバータ回路は20~90kHz、十数アンペアの電流をスイッチングする回路から構成される。このため大きな電磁波を輻射することになる。

【0073】

このように、鍋温度検出装置 18、特に内蔵されるサーモパイル 25 は、(1) 加熱コイル 7 からの漏れ磁束、(2) コイル冷却のための冷却風による温度変化、(3) インバータ回路から輻射される電磁波ノイズ、に晒されることになる。これら外乱に対応して、鍋温度検出装置 18 は加熱調理中の鍋底高温部を検出しなければならない。

【0074】

前述したサーモパイル温度検出回路 72 の動作説明のごとく、サーモパイル 25 の出力が雰囲気温度で変化しないように、内蔵の NTC サーミスタ 45 を用いて回路的に温度補償をしている。しかし、NTC サーミスタ 45 はセラミックチップの上に薄膜で形成され、これを金属ステム 36 にボンド等で固定されているため、熱的には冷接点と等価である金属ステム 36 すなわち金属ケース 37 の温度変化に追従しにくく、時間遅れが生じる。また、温度抵抗特性の非線形性のため広い温度範囲で正確に温度補償するのが難しい。これらの点でサーモパイル 25 の周囲温度変化に即応して前述回路で十分な温度補償を行うのは難しい。具体的には 1 / 10 分程度の温度変化には対応できるが、1 / 1 分程度の温度変化に追従させるのは困難である。前述したように、誘導加熱調理開始と同時に加熱コイル 7 を冷却するため外気が導入される。前の調理である程度、鍋温度検出装置 18 と周囲の雰囲気温度が上昇していた場合には、このとき鍋温度検出装置 18 は急速に (1 / 1 分以上で) 冷却されることになる。

【0075】

サーモパイル 25 が内蔵される鍋温度検出装置 18 はなるべく一定温度雰囲気におくのが望ましい。このため、本実施例では、外気が導入されるコイル上面冷却風路 15a 内に鍋温度検出装置 18 を設置し調理中には外気でサーモパイル 25 とサーモパイル温度検出回路 72 を冷却しこれらの温度上昇を防止している。また、コイル上面冷却風路 15a 内の気流がサーモパイル 25 の金属ケース 37 およびサーモパイル温度検出回路 72 の半導体、抵抗等に直接当たり熱ゆらぎを起こすのを防ぐため、防風ケースである赤外線センサケース 29 でこれを覆っている。また、サーモパイル 25 とサーモパイル温度検出回路 72 は赤外線センサケース 29 内の空気で空気断熱されることにもなる。温度変化に対して安定にサーモパイル 25 の出力を直流増幅した後低い出力インピーダンスの信号電圧として、後述するマイクロコンピュータ 60 の AD 端子に出力している。

【0076】

さらに、この赤外線センサケース 29 をアルミニウム等の透磁率がほぼ 1 である金属ケース 32 で覆い、加熱コイルが発生する交流磁場を遮蔽することでサーモパイル 25 の金属ケース 37 が加熱コイル 7 の発生する高周波交流磁界で誘導加熱され温度上昇しないようにしている。また、この金属ケース 32 は、鍋温度検出装置 18 の下部に配置されるインバータ回路からのパルス雑音 (放射電磁波) に対しての電磁シールドにもなっている。

【0077】

この金属ケース 32 は、加熱調理中には周囲雰囲気温度および加熱コイル 7 からの漏れ磁束で誘導加熱され、アルミニウムの場合 5 ~ 10 度温度上昇する。この温度上昇がおさまる前に続けて調理を行う場合、外気を急速に導入して金属ケース 32 に当てると金属ケース 32 が急速に冷え、結果赤外線センサケース 29 内のサーモパイル 25 の周囲温度が急に低下することになる。この逆の場合、例えば冬朝一番に調理を行う場合、機体内の金属ケース 32 は夜十分に冷却され 5 程度にあり、使用者が 20 に暖房された調理室で調理を開始した場合には、この暖気がコイル上面冷却風路 15a に導入され、20 の暖気が 5 の金属ケース 37 に当てられることになる。本実施例では、このような外気による金属ケース 32 の急激な温度変化を防止するために、この金属ケース 32 を更にプラスチックの外側赤外線センサケース 33 で覆っている。これで金属ケース 32 に直接冷却風をあてずに風による温度急変を防止している。

【0078】

さて、トッププレート 2 は誘導加熱された調理鍋 6 から赤外線放射を吸収することおよび接触熱伝導とで加熱される。図 15 で実線に示すように、トッププレート 2 は 0.2 μ m ~ 2.9 μ m の波長の光を 80 % 以上透過し、3 ~ 4.5 μ m の波長の光を 30 % 程度透

10

20

30

40

50

過し、 $4.5\ \mu\text{m}$ よりも長い波長、及び、 $0.2\ \mu\text{m}$ よりも短い波長の光をほとんど透過しない。

【0079】

放射エネルギーが物質表面に入射すると、その一部は反射され、一部は吸収され、残りは透過する。これらの量の間には、エネルギー保存則から $+ + = 1$ が成立する。トッププレート2上に調理鍋6が置かれた状態では、調理鍋6の赤外線放射エネルギーのトッププレート2での反射はほとんどゼロとみなせるため、トッププレート2では吸収率 + 透過率 = 1 が成立していると見てよい。キルヒホフの法則より吸収率 = 放射率 であるため、トッププレート2は調理鍋6からの赤外線放射エネルギーのうち、 $0.2\ \mu\text{m} \sim 2.9\ \mu\text{m}$ の波長では80%以上透過し、残り20%を吸収しこれを放射する。また $3 \sim 4.5\ \mu\text{m}$ の波長では30%程度透過し、残り70%を吸収しこれを放射する。 $4.5\ \mu\text{m}$ よりも長い波長、及び、 $0.2\ \mu\text{m}$ よりも短い波長ではほとんど透過せず、すべてを吸収してこれを放射する。熱伝導で加熱された分も同様である。波長 $4.5\ \mu\text{m}$ 以上では熱伝導加温の赤外線エネルギーはほとんどトッププレート2表面から放射される。

10

【0080】

このため、サーモパイル25を使用して、トッププレート2上の調理鍋6の温度を検出する場合にはトッププレート2自身の加熱が放射する赤外線が問題となる。特に図15に斜線で示す波長の赤外線が問題となる。例えばサーモパイル25に付属する光学フィルタ48の透過波長が $1 \sim 1.5\ \mu\text{m}$ であれば、トッププレート2が放射する $4.5\ \mu\text{m}$ よりも長い波長の赤外線によってサーモパイル25の出力が大きく影響を受け、トッププレート2上の調理鍋底の温度を正確に検出できないことになる。トッププレート2を透過する鍋の放射赤外線エネルギーは $1\ \mu\text{m} \sim 2.9\ \mu\text{m}$ の約 $2\ \mu\text{m}$ の帯域、これに対しトッププレート2自身が放射する赤外線エネルギーは $4.5\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$ の約 $10\ \mu\text{m}$ の帯域であり、同じ温度であればサーモパイル出力のうち、調理鍋6の温度による分の5倍がトッププレート2の温度によることになる。

20

【0081】

本実施例では、上記を防止するためサーモパイル25で構成される鍋温度検出装置18の赤外線センサケース29に、赤外線を透過させるためのケース窓30を開け、このケース窓30にトッププレート2を構成する結晶化ガラスを薄く正方形に切り出したものを結晶化ガラス光学フィルタ31として嵌め込んである。そしてサーモパイル25に入射する赤外線の内トッププレート2が放射する分を除去する。トッププレートが放射する図15に斜線で示す部分の波長は結晶化ガラス光学フィルタ31の光学特性によって(図15に斜線で示す部分の波長は透過しない)サーモパイル25への入射が阻止される。

30

【0082】

結晶化ガラス光学フィルタ31をトッププレート以外の材料で作成しても良いが、図15で実線に示すような急峻な特性を示す光学フィルタを作成するのは非常に困難で高価なものになる。

【0083】

また、結晶化ガラス光学フィルタ31は、その下に配置されるリフレクタ28のアルミニウム蒸着反射鏡面28bがトッププレート2の赤外線透過窓5から見えなくする効果をもたせている。前述したように(図15の破線で示すように) $1\ \mu\text{m}$ 以上の長波長側の光学特性はトッププレート2とほぼ同じだが、短波長側でトッププレートに比べて透過率小の領域が $400\ \text{nm}$ ほどあり、この部分の可視光がカットされるため目には赤黒く見え、アルミニウム鏡面を見えなくしている。

40

【0084】

更に、サーモパイル25の光学フィルタ48として波長 $5\ \mu\text{m}$ 以上を透過させない $5\ \mu\text{m}$ ショートパスフィルタ(図15に薄線で示す)を用いている。これは周囲温度で暖められる結晶化ガラス光学フィルタ31自身および赤外線センサケース29が放射する赤外線をも波長 $5\ \mu\text{m}$ 以上は透過させないようにするためである。というのは先に述べたように鍋から放射される $1 \sim 2.9\ \mu\text{m}$ の赤外線エネルギーはトッププレートで通過を制限され

50

ているため非常に微小であり、サーモパイル 25 の出力増幅を大きくせざるを得ないため周囲温度での $5\ \mu\text{m}$ 以上の赤外線放射に敏感であり、徹底的に鍋底以外からの $4.5\ \mu\text{m}$ 以上の赤外線がサーモパイルの赤外線吸収膜 43 に入射するのを防止する必要があるためである。

【0085】

結晶化ガラス光学フィルタ 31 自身および赤外線センサケース 29 が 70°C であるとして、これが放射する赤外線によってサーモパイル 25 が出力する電圧を計算すると図 16 に A で示すものになる。ここでサーモパイル 25 の光学フィルタ 48 としては $1\sim 15\ \mu\text{m}$ の波長を 90% 透過するものとした。この電圧は同図実線で示すトッププレート 2 上の鍋底が 300°C のときのサーモパイル 25 が出力する電圧とほぼ同じである。つまり、光学フィルタ 48 の通過帯域を $5\ \mu\text{m}$ 以下に制限しないと、鍋温度検出装置 18 が 70°C 以上の雰囲気ではトッププレート 2 上の鍋温度を検出できない。

【0086】

以上の理由からも、本実施例では鍋温度検出装置 18 をコイル上面冷却風路 15a 内に設置している。

【0087】

図 17 に黒体に近い状態の鍋底面を有するテンブラ鍋を図 3 の実施例で誘導加熱した場合の、鍋底面温度 T とサーモパイル温度検出回路 72 出力端子 72-2 の出力電圧 V の関係を示す。図中破線で示すのは、サーモパイル温度検出回路 72 で抵抗 72-9、ダイオード 72-10 が無い場合である。この場合、前述したようにサーモパイル出力は温度の 4 乗に比例するため、鍋底面温度 T が 200°C を越えると出力が急上昇して、回路出力は電源電圧 5V に飽和する。これを防止するのがダイオード 72-10 と抵抗 72-9 の回路である。出力が 1.8V を越える近傍からオペアンプ 72-1 の増幅度を低下させ、図中実線で示すように 400°C まで出力が飽和しないようにすることで、検出できる温度範囲を回路で拡大している。

【0088】

常温から 100°C まではほぼ 0.5V であり、 100°C を越えると温度に比例した電圧が出力される。 0.5V はサーモパイル温度検出回路 72 の電源電圧 (5V) を抵抗 72-5、72-6、72-7 で分圧した電圧 (図 11 中 a 点で示す) 0.5V がオペアンプ 72-1 のバイアス電圧として与えてあるためである。 100°C を越えるとサーモパイル 25 の出力電圧が大きくなり、オペアンプ 72-1 で約 2000 倍に増幅されて 0.5V 以上の電圧として観測される。このバイアス電圧はサーモパイル温度検出回路 72 の故障検出用に与えてある。出力端子 72-2 の出力電圧値からこの 0.5V を引いた値 (0.5V からの電圧上昇値) が検出した鍋底面温度に比例したものである。マイクロコンピュータ 60 はサーモパイル温度検出回路 72 出力端子 72-2 の出力電圧を AD 変換して読み込むが、この電圧から 0.5V を引いた値である鍋温度検出電圧 $V_t (= V - 0.5)$ をもとに鍋温度を得る。図 17 の関係は予めマイクロコンピュータ 60 の ROM にテーブルデータとして記憶しておく。

【0089】

鍋温度検出装置 18 に内蔵される反射型フォトインタラプタ 26 を図 3 に示すように配置するとトッププレート 2 上に調理鍋がない場合、赤外線 LED 50 の放射した赤外光 (波長 930nm) は大部分が結晶化ガラス光学フィルタ 31 およびトッププレート 2 を透過し赤外線フォトランジスタ 51 には戻ってこない。しかし一部は結晶化ガラス光学フィルタ 31 およびトッププレート 2 で反射される。これは結晶化ガラス光学フィルタ 31 およびトッププレート 2 の透過率が波長 930nm で 85% および 90% であり、残り 15% および 10% の赤外光は反射されるためである。特に結晶化ガラス光学フィルタ 31 で反射される分はすぐ横にある赤外線フォトランジスタ 51 に直接戻るため、本実施例では図 3 に示すように、反射型フォトインタラプタ 26 前面を結晶化ガラス光学フィルタ 31 下面に接するように配置してこの反射光が赤外線フォトランジスタ 51 に入射するのを防止している。また、赤外線 LED の放射角度のため、トッププレート下面に到達せ

ず経路途中にある物体（センサ視野筒 19 内面）で反射される赤外光もある。

【0090】

このため図 18 に示すように反射率検出回路 73 の出力は、トッププレート上に鍋がある場合（a） V_1 となり、鍋がない場合（b） V_2 となる。正味の鍋での反射電圧 V_r は $V_r = V_2 - V_1$ となる。

【0091】

反射率検出回路 73 を図 3 に示すように配置して、トッププレート上に反射率が既知の金属板を配置したときの反射率検出回路 73 の出力から得られる先の反射電圧 V_r と反射率の関係を図 19 に示す。図中に近似線も示す。この関係を用いれば、反射率検出回路 73 の出力電圧から反射率が得られる。そしてこの関係をテーブルデータにあるいは近似式の係数値をあらかじめマイクロコンピュータ 60 の ROM に記憶しておく。

10

【0092】

調理鍋のような金属物質ではキルヒホフの法則により温度 T の物質表面から放射される赤外線エネルギー（ $E = T^4$ ）の放射率と表面の反射率の間には $+ = 1$ の関係が成立する。（透過率 $= 0$ とする）調理鍋では放射率の違いにより同じ鍋底温度でありながら、放射される赤外線エネルギーが異なる。このためサーモパイル出力すなわち鍋温度検出装置 18 の出力が異なるという問題が生じる。そこで調理鍋底の反射率を検出して放射率を求め鍋温度検出装置 18 の出力を補正してから温度に換算する必要がある。これを行うために先に説明した反射率に相当する量である反射電圧 V_r を求め、これから反射率を得るのが反射率検出回路 73 である。この反射率を 1 から引いて放射率を得る。

20

【0093】

図 20 にトッププレート 2 に置かれた数種の鍋について、鍋温度検出装置 18 の出力（サーモパイル温度検出回路 72 の出力 V ）から前述した $0.5 V$ のオフセット電圧 V_o を引いた値 V_t （鍋温度検出電圧）と鍋底面温度 T との関係の一例を示す。図中に各鍋底面の放射率も示す。図 20 に示すように放射率によって鍋温度検出装置 18 の出力と鍋底温度の関係が異なることがわかる。図 20 の（a）で示す鍋は放射率が 0.9 と黒体に近い。（b）は放射率が 0.57 、（c）は 0.43 、（d）は 0.24 である。（b）、（c）、（d）の電圧値を放射率で除算すると、図中に破線でしめすものとなり、ほぼ 1 本の曲線に集約することができることが分かる。各出力 V_t は各鍋の全放射エネルギー（ $E = T^4$ ）に比例し、これを放射率で除算するのは、前述したように黒体の全放射エネルギー（ $E = T^4$ ）に換算することを意味する。そして各鍋の放射率が分かれば、各鍋の鍋温度を黒体の放射温度に還元できることを意味している。例えば図 3 実施例でトッププレート上に黒体を配置して、黒体温度 T と鍋温度検出装置 18 の出力 V から 0.5 を引いた値である鍋温度検出電圧 V_t を求め、この T と V_t の関係を記録し、これをテーブルデータにあるいは近似式の係数値としてあらかじめマイクロコンピュータ 60 の ROM に記憶しておく。そして、鍋を誘導加熱しているとき、一定時間ごとに鍋温度検出装置 18 の出力 V を AD 変換して読み込み、鍋温度検出電圧 $V_t = V - 0.5$ の演算を施した後、反射率検出回路 73 で反射率を前述したように得て、この反射率をもとにキルヒホフの法則（ $+ = 1$ ）から放射率を得、鍋温度検出電圧 V_t をこれで除算した後、この値でテーブルデータを牽くあるいは近似式に代入して、鍋温度検出電圧 V_t から温度 T を求め、これを検出鍋温度とする。本実施例の鍋温度補正は以上に基づいて行う。

30

40

【0094】

図 21 に、各鍋において放射温度計を用いて計測した放射率と図 3 で反射率検出回路 73 を用いて得た反射率（図 19 の関係の近似式を適用）の関係を示す。鍋によってキルヒホフの法則からはずれるものもあるが、放射率と反射率の間には強い相関がある。キルヒホフの法則から外れるのは反射率の検出において、鍋表面での散乱により反射赤外線の全てを受光していないためである。反射率を求める際には、赤外線 LED 50 の放射光がトッププレート 2 になるべく垂直に入射させ、鍋での反射光をなるべく垂直に赤外線フォトランジスタ 51 に導くのが望ましい。本実施例では鍋温度検出装置 18 内のサーモパイル 25 のトッププレート 2 上位置での視野面とこの反射率検出発光のトッププレート 2 上

50

での反射面は同一面である。このため、図 3 に示すように鍋温度検出装置 18 内にサーモパイル 25 と反射型フォトインタラプタ 26 を並べて配置している。

【0095】

以下では、本実施例の動作について、手前右側の円表示 4 に調理鍋 6 を置き、所定温度で所定時間調理鍋を加熱して調理を行う場合として説明する。図 22 にこの動作のフローチャートを示す。図示していない電源を投入し、調理鍋 6 を置いた誘導加熱口の操作スイッチで所定の温度および調理時間を設定し（ステップ S1）調理開始を指示すると（ステップ S2）、マイクロコンピュータ 60 はまず反射率検出回路 73 を制御して載置された鍋の反射データ（反射率に相当）を取込み反射率を検出する（ステップ S3）。同時に加熱コイル 7 およびインバータ回路 8 等を冷却するため、図示しないファンを駆動してコイル上面冷却風路 15a、コイル下面冷却風送出孔 15b に外気を導入する。

10

【0096】

反射率を検出するステップ S3 を図 23 に示すフローチャートを用いて詳細に説明する。マイクロコンピュータ 60 は反射率検出回路 73 の端子 73-2 にポートから図 16 (a) の赤外線 LED 駆動信号を出力する（ステップ S3-1）。所定時間例えば 200ms 出力した後（ステップ S3-2）、端子 73-8 に出力される電圧 V2 を AD 端子より読み込む（ステップ S3-3）。そして赤外線 LED 駆動信号を停止する（ステップ S3-4）。次に予め記憶されている鍋が置かれていない時の電圧 V1 を先に読み込んだ電圧 V2 から引き反射電圧 Vr を算出する（ステップ S3-5）。そして予め記憶されている反射電圧と反射率の関係から反射率を得る（ステップ S3-6）。

20

【0097】

ステップ S3 に続いて、電力制御回路 62、周波数制御回路 61、インバータ回路 8 を制御して加熱コイル 7 に電力を供給し誘導加熱を開始する（ステップ S4）。加熱コイル 7 に電力が供給されると、加熱コイル 7 から誘導磁界が発せられ、トッププレート 2 上の調理鍋 6 が誘導加熱される。この誘導加熱によって調理鍋 6 の温度が上昇し、調理鍋 6 内の被加熱物の調理が開始される。マイクロコンピュータ 60 は誘導加熱を開始すると、一定時毎に鍋温度検出装置 18 の出力を読み込み、鍋温度を検出する（ステップ S5）。

【0098】

ここで、鍋温度検出動作（ステップ S5）を詳細に説明する。図 24 に鍋温度検出のフローチャートを示す。マイクロコンピュータ 60 は鍋温度検出装置 18（鍋温度検出回路 72）の出力電圧 V を読み込み（ステップ S5-1）、この値から 0.5V を引きこれを鍋温度検出電圧 Vt とする（ステップ S5-2）。そして、誘導加熱直前に検出した反射率から、放射率（ $= 1 - \text{反射率}$ ）を得て（ステップ S5-3）、この鍋温度検出電圧 Vt を除算する（ステップ S5-4）。除算後の Vt を用い予め記憶してある Vt と T の関係であるデータテーブルを引いて（ステップ S5-5）、温度 T に変換し鍋温度 T を出力する（ステップ S5-6）。

30

【0099】

なお、放射率を算出する過程（ステップ S5-3）と鍋温度検出電圧 Vt を放射率で除算する過程（ステップ S5-4）の代わりに、予め倍率 $a = 1 / \text{放射率}$ （ $a = 1 /$ ）の値（1 以上の値になる）と反射率（あるいは反射電圧 Vr）の関係をテーブルとして記憶し、反射率（あるいは反射電圧 Vr）から前記テーブルで倍率 a を得て、鍋温度検出電圧 Vt に倍率を乗算したのち、Vt と T の関係であるデータテーブルを引いて鍋温度 T を出力してもよい。こうすれば、マイクロコンピュータの処理時間を要する除算を使用しなくてすみ処理の高速化が図れる。

40

【0100】

ステップ S5 で検出した温度が所定の温度に到達したら（ステップ S6）、電力制御回路 62 を制御して加熱コイル 7 に供給する電流を所定量減少させる（ステップ S7）。そして調理時間タイマーをスタートさせる（ステップ S8）。一定時毎の鍋温度検出（ステップ S9）を続けながら（ステップ S10）、加熱コイル 7 に供給する電流を所定量減増減させて（ステップ S11、S12）、鍋温度を一定（Tc）に保つ。そして所定の調理

50

時間が経過したら（ステップ S 1 3 ）、調理終了をブザーで使用者に報知して、加熱コイル 7 への電力投入を停止する（ステップ S 1 4 ）。こうして、調理鍋 6 の被調理物は設定された温度および時間で調理される。

【 0 1 0 1 】

以上の説明では反射率検出を誘導加熱直前に 1 度だけ行う例を示したがこれに限ることはない。通常の鍋では誘導加熱中（温度が高温になっても）反射率は変化しない。また、赤外線発光 L E D では長時間連続発光において寿命の問題がある。本説明ではこれらの点を考慮して 1 調理につき誘導加熱直前の 1 回の反射率検出に限定した。当然、発光電流を低減して調理中に一定周期で反射率検出を行っても良い。特に薄手の鍋では高温による鍋底変形で反射率が変化することもある。さらに色塗装を底面に施した鍋では、高温で塗装が変性し反射率が変化することもある。この場合には加熱中でも定期的に反射率検出を行うのが望ましい。この場合当然磁場の影響を避けるために、実施例のように非磁性金属体で反射型フォトインタラプタ 2 6 および反射率検出回路 7 3 を囲うのが望ましい。

10

【 0 1 0 2 】

また、調理中に鍋を別の鍋に交換する場合もある。この時反射率は当然変化する。この場合には今ある鍋を退かした時点で鍋温度検出装置 1 8 の検出する電圧が急激に低下する。そして別温度の鍋を置いた時点で鍋温度検出装置 1 8 の検出する電圧はこの鍋底面温度に対応する値に復帰する。この変化を捉え再度反射率の検出するのが望ましい。

【 実施例 2 】

【 0 1 0 3 】

20

続いて、図 2 5 ～ 図 2 9 を用いて、実施例 2 を説明する。実施例 1 の構成と共通する部分については説明を省略する。

【 0 1 0 4 】

図 8 で説明したサーモパイル 2 5 は、赤外線が通過する小穴の窓 4 7 には光学フィルタ 4 8 が配置されたもので、この光学フィルタ自体には集光作用がないため、リフレクタ 2 8 を装着して集光していた。実施例 2 の誘導加熱調理器では、図 8 で説明したサーモパイル 2 5 に代え、図 2 5 に示すサーモパイル 2 5 を用いる。なお、図 2 5 で図 8 と同一符号は同一物を示す。図 2 5 に示すサーモパイル 2 5 は、図 8 で説明した光学フィルタ 4 8 に替えてトッププレート 2 と同一の結晶化ガラスで凸レンズ 4 9 を作成しこれを小穴の窓 4 7 に配置したものである。この結晶化ガラス凸レンズ 4 9 は赤外線透過窓 5 の視野範囲が赤外線吸収膜 4 3 に焦点を合わせるように設計される。このため金属キャン 3 5 は図 8 のものより背が高くなる。図 2 6 にこのサーモパイル 2 5 にヒートシンク 5 5 を装着した様子を示す。前述したようにサーモパイルは金属ケース 3 7 が熱的には熱電対の冷接点と同じであり、この温度変動がそのままサーモパイル出力変動となってしまう。そのため、ヒートシンク 5 5 を熱バッファ（熱容量を大きくする）として装着して周囲温度変化に対する出力変動を減少させる。図 2 7 にこのサーモパイル 2 5 を反射型フォトインタラプタ 2 6 と一緒に電子回路基板 2 7 に実装した様子を示す。

30

【 0 1 0 5 】

実施例 2 の鍋温度検出装置 1 8 を図 2 8 に示す。図 6 , 図 7 , 図 9 と同一符号は同一物を示す。実施例 2 は、鍋温度検出装置 1 8 の赤外線センサケース 2 9 内にヒートシンク 5 5 を装着した図 2 5 に示すサーモパイル 2 5 と反射型フォトインタラプタ 2 6 を組み込んだものである。図 2 8 (a) に示すように、電子回路基板 2 7 に上向きに実装されたサーモパイル 2 5 と反射型フォトインタラプタ 2 6 は、前面（赤外線受光面）を結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 直下に配置されて赤外線センサケース 2 9 内に密封される。赤外線センサケース 2 9 は加熱コイル 7 からの交流磁束およびインバータ回路 8 からの電磁波を遮蔽するアルミニウム金属ケース 3 2 で覆われ、更にアルミニウム金属ケース 3 2 の冷却風による急激な温度変化を防止するため内側に断熱材 3 4 を含んだ外側赤外線センサケース 3 3 で覆われている。実施例 1 の 3 重構造との違いは、外側赤外線センサケース 3 3 内側に断熱材 3 4 を内蔵した点である。これは実施例 1 より強固にサーモパイル 2 5 周囲の温度変化を減少させ鍋底の温度検出を安定にするためである。

40

50

【 0 1 0 6 】

図 2 8 (b) に (a) 中の B - B 線に沿った断面図を示す。これは赤外線センサケース 2 9 内に設置されるサーモパイル 2 5、これに装着されるヒートシンク 5 5 と反射型フォトインタラプタ 2 6 が電子回路基板 2 7 に実装される様子を示す。

【 0 1 0 7 】

また、反射型フォトインタラプタ 2 6 前面の発光、受光部を結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 の下面直下に配置している。これは赤外線発光が直上の結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 で反射され、受光されるのを防止するためである。

【 0 1 0 8 】

赤外線 L E D 5 0 の赤外線発光は結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 を 8 5 % 以上透過するが、残り 1 5 % は反射され、すぐ横の赤外線フォトランジスタ 5 1 で受光される。反射面との距離が短いとこのレベルは大きく、本来目的であるトッププレート 2 上にある鍋底面での反射光の受光に影響する。このため本実施例では、図示するように結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 と反射型フォトインタラプタ 2 6 (赤外線 L E D 5 0 および赤外線フォトランジスタ 5 1) の発光・受光面との距離を 5 0 0 μ m 以内程度にまで接近させ、発光赤外線の反射が赤外線フォトランジスタ 5 1 で受光されないようにしている。理想的には結晶化ガラス光学フィルタ 3 1 下面と反射型フォトインタラプタ 2 6 の上面を接触させたほうが望ましいが、組み立て公差の点で難しい。

10

【 0 1 0 9 】

実施例 2 での鍋温度検出とその補正動作は前述した実施例 1 と同様であるので説明を省略する。

20

【 0 1 1 0 】

図 2 9 (b) に、鍋温度検出装置 1 8 の加熱コイル 7 下への他の設置実施例を示す。前述した図 3、図 4 実施例では鍋温度検出装置 1 8 を、図 2 9 (a) に示すように加熱コイル 7 のコイル間隙 7 c 直下の位置でコイル上面冷却風路 1 5 a の中に配置したが、実施例 2 では鍋温度検出装置 1 8 をコイル上面冷却風路 1 5 a の外に配置している。コイルベース 1 0 の外空洞壁 1 4 b の一部を、コイル間隙 7 c 下内側に膨らませてセンサ視野筒 1 9 に沿わせ、これに合わせてコイル上面冷却風路 1 5 a の壁とコイル上面冷却風送出孔 1 5 c を変形させ、鍋温度検出装置 1 8 をコイル上面冷却風路 1 5 a の外に配置することを可能にしている。そしてコイル冷却風の流れを阻害せずに、かつコイル冷却風が鍋温度検出装置 1 8 に当たらないようにしている。こうすることで、鍋温度検出装置 1 8 の調理時の冷却風 (外気) による急激な温度変化を防止すると共に加熱コイル 7 の効率的な冷却を可能にしている。

30

【 0 1 1 1 】

以上説明した誘導加熱調理器によれば調理温度 1 5 0 から 3 0 0 の広い温度範囲において、鍋の材質、鍋底の形状、汚れの強弱によらず調理鍋 6 の加熱最高温度を正確に安定して検出でき、適切に過熱コイルへの高周波電力を制御することで最適な調理が可能となる。

【 0 1 1 2 】

また、サーミスタのように温度検出遅れがないため空焚き等の急激な鍋底最高温度上昇にも追従でき、これを検出して油発火等の恐れがあるときには誘導加熱を即停止することも可能になり、安全な誘導加熱調理器を提供できる。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 1 3 】

- 1 誘導加熱調理器の本体
- 2 トッププレート
- 3 操作部
- 4 調理鍋を置く位置を示す円表示
- 5 赤外線透過窓
- 6 調理鍋

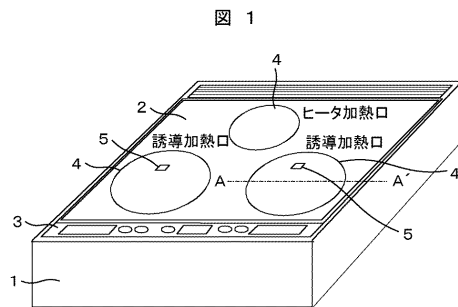
50

| | | |
|-------|--------------|----|
| 7 | 加熱コイル | |
| 7 a | 第 1 のコイル | |
| 7 b | 第 2 のコイル | |
| 7 c | コイル間隙 | |
| 7 d | 架橋線 | |
| 8 | インバータ回路 | |
| 1 0 | コイルベース | |
| 1 1 | フェライト | |
| 1 4 a | 内空洞 | |
| 1 4 b | 外空洞壁 | 10 |
| 1 5 | コイル冷却風路 | |
| 1 5 a | コイル上面冷却風路 | |
| 1 5 b | コイル下面冷却風送出孔 | |
| 1 5 c | コイル上面冷却風送出孔 | |
| 1 6 | シール材 | |
| 1 8 | 鍋温度検出装置 | |
| 1 9 | センサ視野筒 | |
| 2 1 | サーミスタ | |
| 2 1 a | 低電圧端子 | |
| 2 1 b | 高電圧端子 | 20 |
| 2 5 | サーモパイル | |
| 2 6 | 反射型フォトインタラプタ | |
| 2 7 | 電子回路基板 | |
| 2 8 | リフレクタ | |
| 2 9 | 赤外線センサケース | |
| 3 0 | ケース窓 | |
| 3 1 | 結晶化ガラス光学フィルタ | |
| 3 2 | 金属ケース | |
| 3 3 | 外側赤外線センサケース | |
| 3 4 | 断熱材 | 30 |
| 3 5 | 金属キャン | |
| 3 6 | 金属ステム | |
| 3 8 | シリコン基材 | |
| 3 9 | シリコン酸化膜 | |
| 4 0 | ポリシリコン蒸着膜 | |
| 4 1 | アルミ蒸着膜 | |
| 4 2 | 測温接点部 | |
| 4 3 | 赤外線吸収膜 | |
| 4 4 | 冷接点部 | |
| 4 5 | N T C サーミスタ | 40 |
| 4 6 | 金属ピン | |
| 4 7 | 窓 | |
| 4 8 | 光学フィルタ | |
| 4 9 | 結晶化ガラス凸レンズ | |
| 5 0 | 赤外線 L E D | |
| 5 1 | 赤外線フォトトランジスタ | |
| 5 5 | ヒートシンク | |
| 6 0 | マイクロコンピュータ | |
| 6 1 | 周波数制御回路 | |
| 6 2 | 電力制御回路 | 50 |

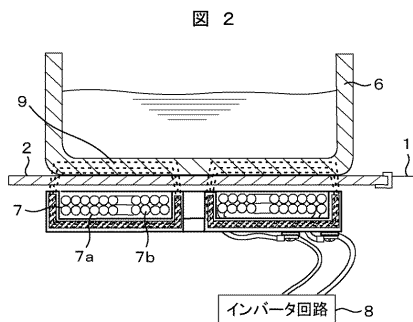
- 6 3 整流回路
- 6 4 電源スイッチ
- 6 8 操作スイッチ
- 6 9 表示回路
- 7 0 ブザー
- 7 2 サーマパイル温度検出回路
- 7 2 - 1 , 7 3 - 6 オペアンプ
- 7 2 - 9 抵抗
- 7 2 - 1 0 ダイオード
- 7 3 反射率検出回路
- 7 3 - 5 コンデンサ
- 7 3 - 7 充放電回路

10

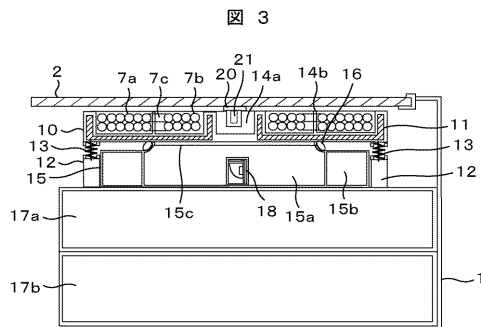
【図 1】



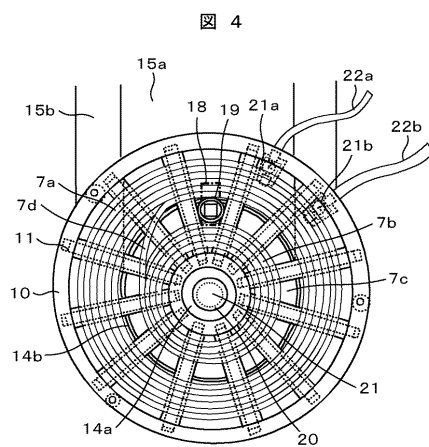
【図 2】



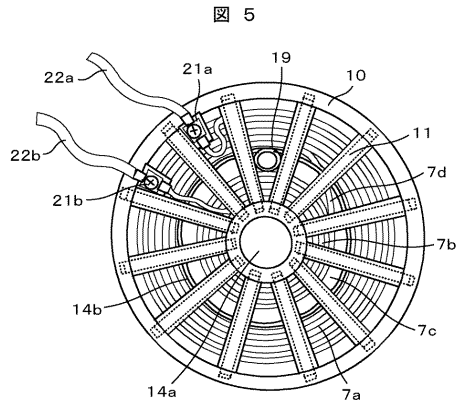
【図 3】



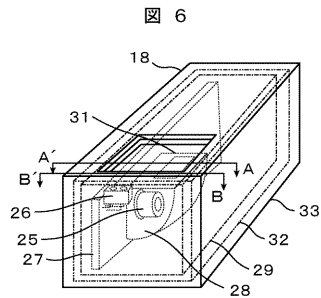
【図 4】



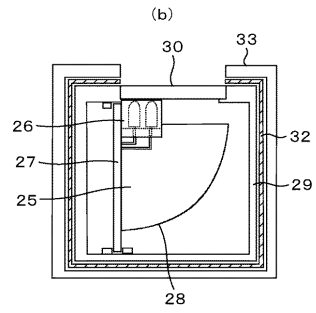
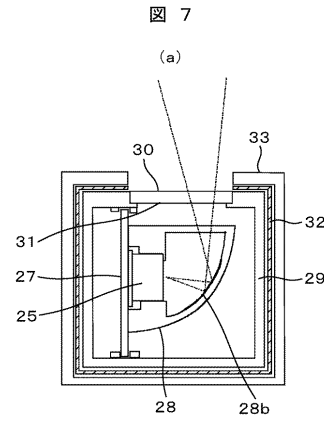
【図 5】



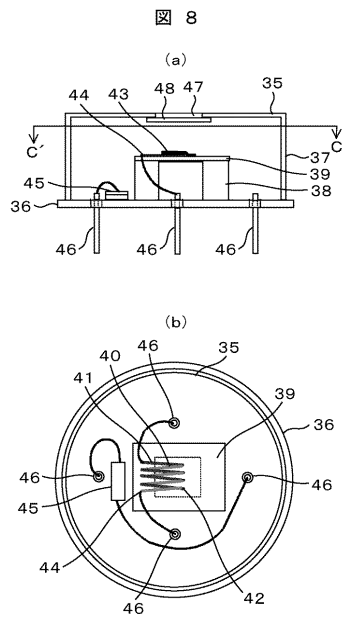
【図 6】



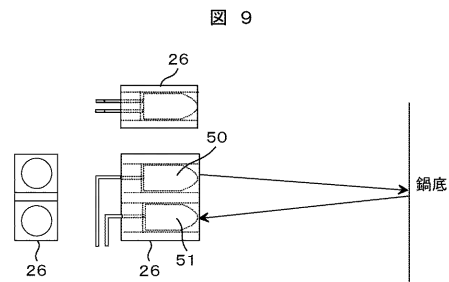
【図 7】



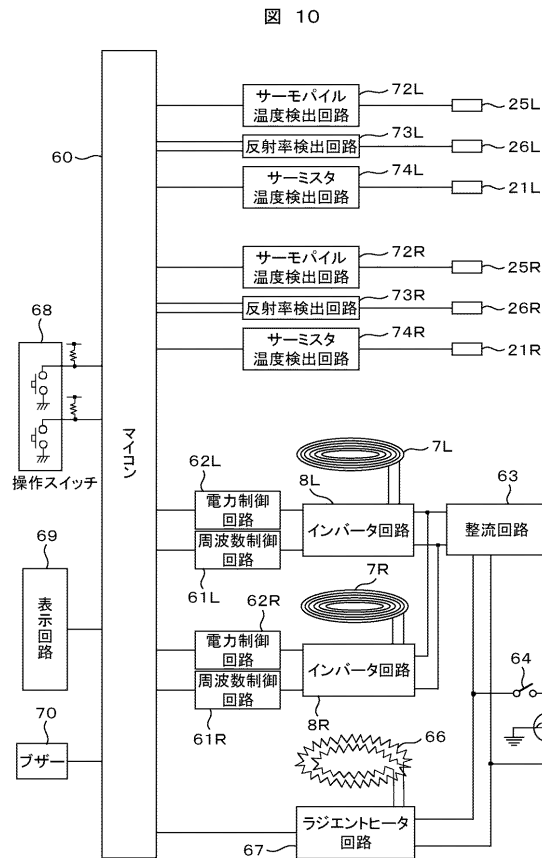
【図 8】



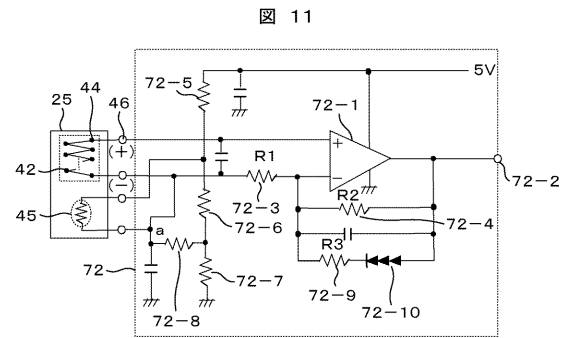
【図 9】



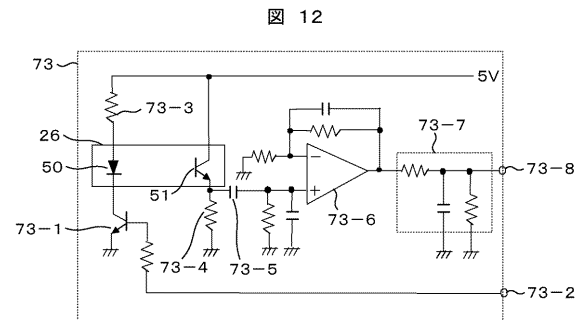
【図 10】



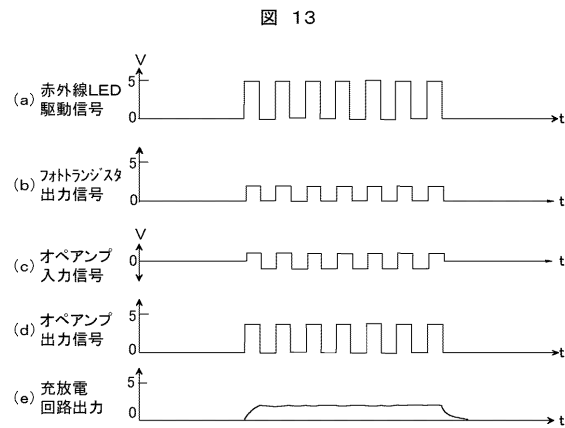
【図 11】



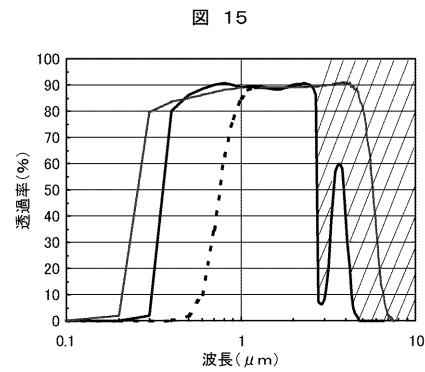
【図 12】



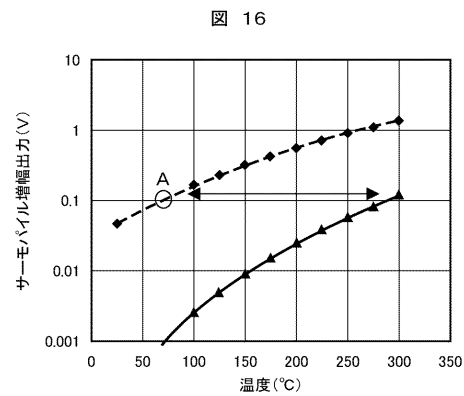
【図 13】



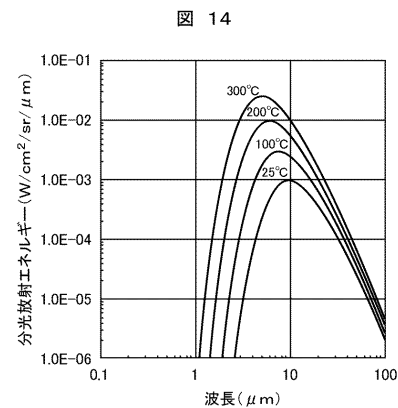
【図 15】



【図 16】

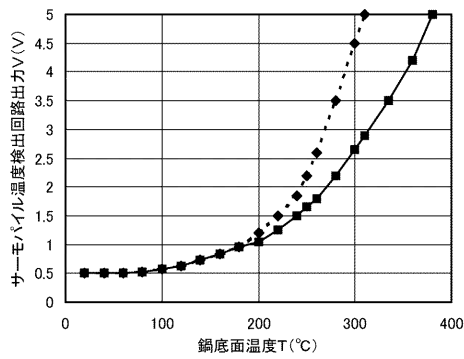


【図 14】



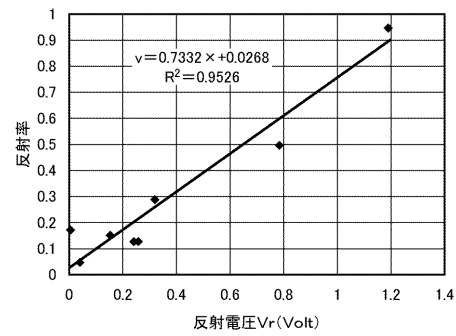
【図 17】

図 17



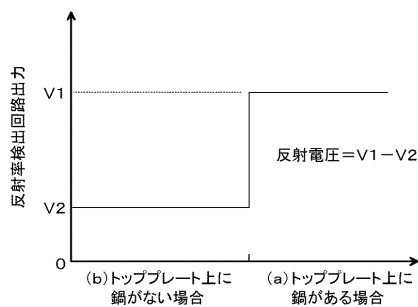
【図 19】

図 19



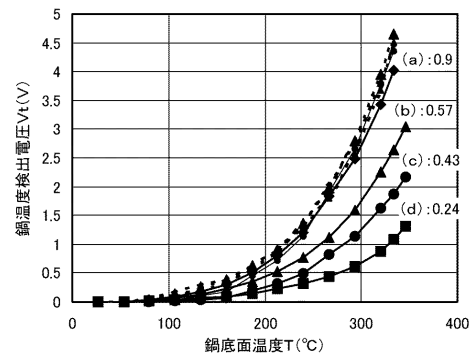
【図 18】

図 18



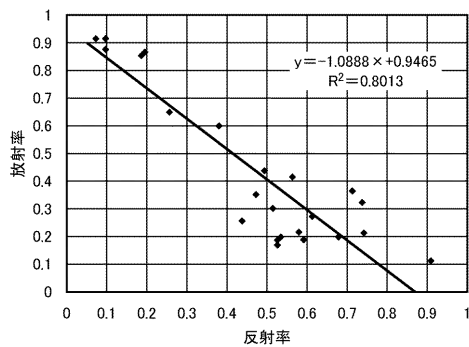
【図 20】

図 20



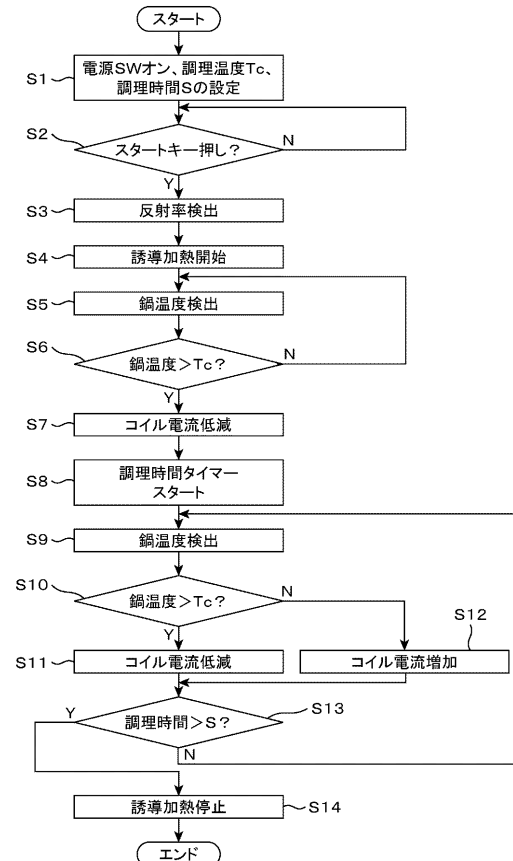
【図 21】

図 21

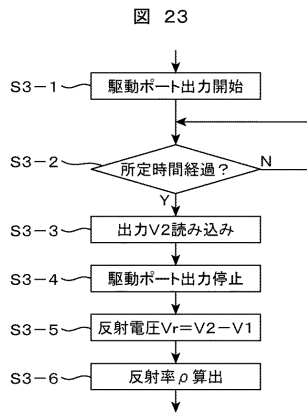


【図 22】

図 22

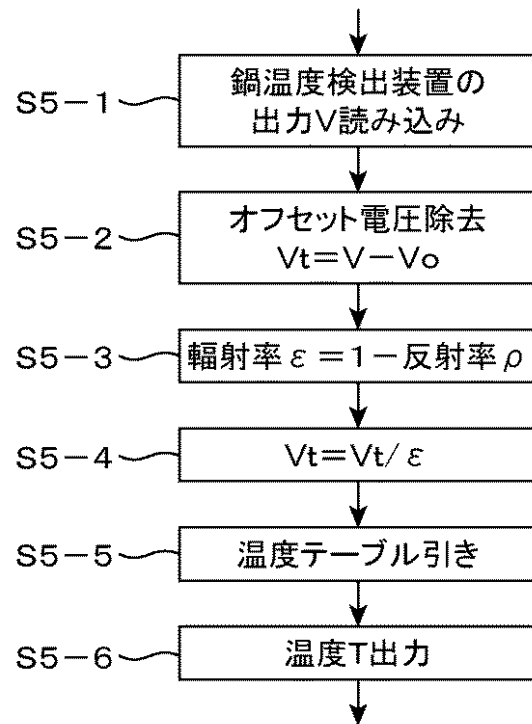


【図 23】

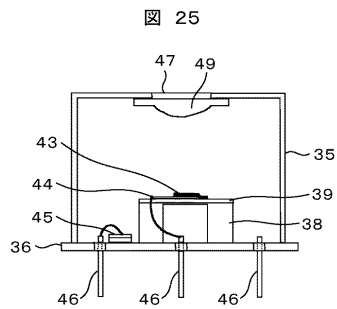


【図 24】

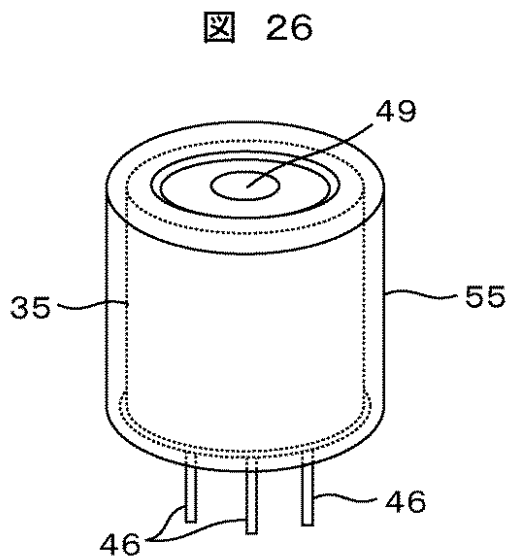
図 24



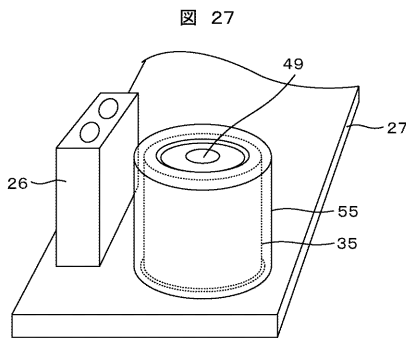
【図 25】



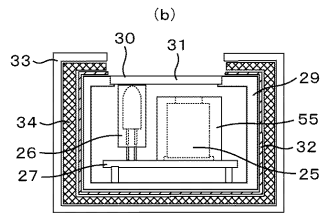
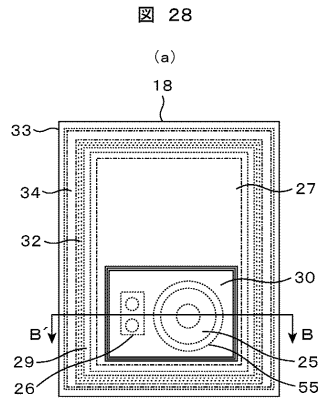
【図 26】



【図 27】

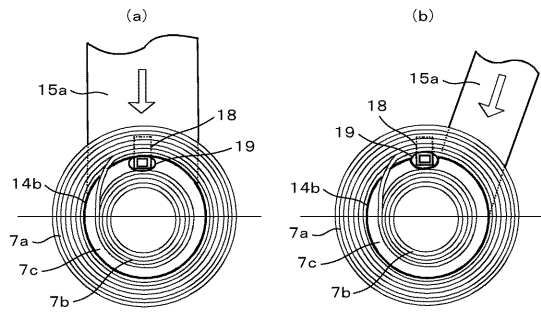


【図 28】



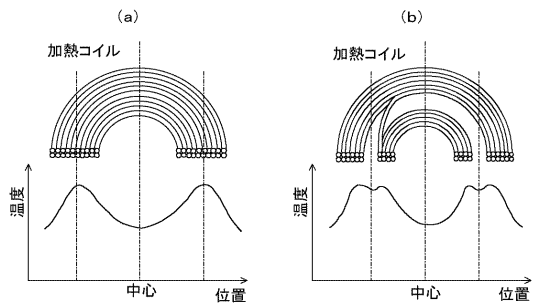
【図 29】

図 29



【図 30】

図 30



フロントページの続き

(72)発明者 田島 泰治

茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

(72)発明者 須崎 正文

茨城県日立市東多賀町一丁目1番1号

日立アプライアンス株式会社内

審査官 正木 裕也

(56)参考文献 特開2007-103085(JP,A)

国際公開第2007/097295(WO,A1)

国際公開第2008/084829(WO,A1)

特開2007-080701(JP,A)

国際公開第2009/022475(WO,A1)

特開2008-262933(JP,A)

特開2005-149829(JP,A)

特開2005-216586(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 6/12