(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 5 月 3 日(03.05.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/056957 A1

(51) 国際特許分類:
H05B 6/10 (2006.01) *H05B 11/00* (2006.01)
H05B 6/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074001

(22) 国際出願日: 2011 年 10 月 19 日(19.10.2011)

(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 2010-242289 2010 年 10 月 28 日(28.10.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP). 三菱電機ホーム機器株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC HOME APPLIANCE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3691295 埼玉県深谷市小前田１７２８番１号 Saitama (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 貞行(MATSUMOTO, Sadayuki) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 菅 郁朗(SUGA, Ikuro) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 匡薫(ITO, Masanobu) [—/JP]; 〒3691295 埼玉県深谷市小前田１７２８番１号 三菱電機ホーム機器株式会社内 Saitama (JP). 亀岡 和裕(KAMEOKA, Kazuhiro) [—/JP]; 〒3691295 埼玉県深谷市小前田１７２８番１号 三菱電機ホーム機器株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 田中 光雄, 外(TANAKA, Mitsuo et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目３番７号ＩＭＰビル 青山特許事務所 Osaka (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, CL, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) **Title**: INDUCTION HEATING DEVICE AND HEATING SYSTEM EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称 : 誘導加熱装置及びこれを用いた加熱システム

[図1]

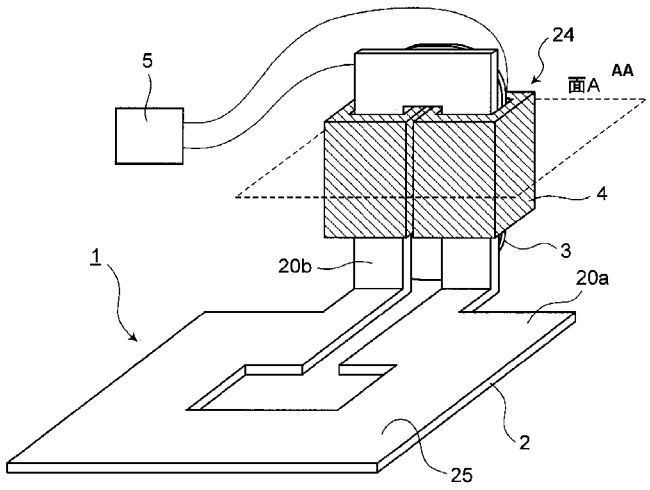


FIG. 1:
AA FACE A

(57) **Abstract**: Provided are: an induction heating device which cannot be broken upon the irradiation with microwave or during the use at a higher temperature; and a heating system equipped with the induction heating device. The induction heating device (1) comprises: a ring-shaped electrically conductive body (2) which is composed of an electrically conductive material such as a metal having low electrical resistance, such as aluminum and copper; a coil (3) which is formed by winding a coated copper wire several times; a magnetic body (4) which is so arranged that a high-frequency magnetic flux that is generated upon the conduction of a high-frequency current to the coil (3) can form a magnetic circuit that interlinks with the ring-shaped electrically conductive body (2); and a high-frequency power supply (5) which can supply a high-frequency current to the coil (3). The ring-shaped electrically conductive body (2) comprises a heating unit (25) adjacent to which an object (6) to be heated is placed and a power supply unit (24) at which the high-frequency magnetic flux that has been generated by the coil (3) interlinks, and the magnetic body (4) is so arranged that high-frequency magnetic flux generated by the coil (3) can interlink at the power supply unit (24) in the ring-shaped electrically conductive body (2).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/056957 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

マイクロ波照射や高温使用によって破損しない誘導加熱装置、及び該誘導加熱装置を備えた加熱システムを提供する。誘導加熱装置１は、アルミや銅など電気抵抗が小さい金属などの導電材料で形成された環状導電体２と、被覆銅線を複数回巻いて形成したコイル３と、コイル３に高周波電流を流した時に発生する高周波磁束が環状導電体２と鎖交する磁気回路を構成するように配置された磁性体４と、コイル３に高周波電流を流すための高周波電源５によって構成されている。環状導電体２は、近傍に被加熱物６が配置される加熱部２５と、コイル３によって発生する高周波磁束が鎖交する給電部２４とを有し、コイル３が発生する高周波磁束が環状導電体２の給電部２４で鎖交するように磁性体４が配置されている。

明　細　書

発明の名称 ： 誘導加熱装置及びこれを用いた加熱システム

技術分野

[0001] 本発明は、誘導加熱装置に関し、特に被加熱物に渦電流を生じさせて誘導加熱するための誘導加熱装置、及びこれ用いた加熱システムに関する。

背景技術

[0002] 誘導加熱装置は、ＩＨクッキングヒータや電気炊飯器などの加熱調理器に広く普及している。一般にこれらの誘導加熱装置では、被覆銅線を複数回渦巻き状に巻いたコイルが用いられ、コイルに２０～１００ｋＨｚの高周波電流を流して、コイルの周囲に発生する高周波磁場により、金属製の鍋などの被加熱物に渦電流を流して渦電流によるジュール熱で被加熱物を加熱している。このような誘導加熱装置をマイクロ波加熱（誘電加熱）装置である電子レンジやオーブンレンジと組み合わせた加熱システムが提案されている。

[0003] 誘導加熱とマイクロ波加熱を利用した従来の加熱システムは、高周波誘電加熱の行われる加熱庫の底面を非磁性体からなる金属網で構成し、この金属網の下部に電磁誘導加熱用の電磁誘導コイルを配置している。これによりマイクロ波を金属網で遮断してコイルをマイクロ波から保護するとともに、コイルが発生する磁束は金属網を透過して被加熱物を誘導加熱できる（例えば、特許文献１参照。）。

[0004] 一方、他の加熱システムは、マイクロ波が照射される加熱室の底部壁面に近接して絶縁被覆の無い平角電気軟銅線を渦巻き状に形成した誘導加熱コイルを有する。平角電気軟銅線はセラミックウール等の高耐熱の絶縁体により絶縁された状態で固定されている。そのため、一般の被覆線のように耐熱温度が問題にならず、誘導加熱コイルの冷却を必要としない。誘導加熱コイル自身もヒータとして取り扱え、全体として効率の高い熱設計が行える。さらに、加熱室にマイクロ波が充満してもマイクロ波に曝露される表面積が小さいため、誘導加熱コイルの昇温が小さく、高温下での使用に耐えることがで

き、電子レンジ機能との共存が可能である（例えば、特許文献２参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平４－６５０９７号公報

特許文献2：特開平８－１３８８６４号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載された加熱システムは、マイクロ波が非磁性の金属網により遮断される結果、誘導加熱コイルにマイクロ波が達することによる誘導加熱コイルの被覆材料の破損や、誘導加熱コイルの巻線間でマイクロ波照射によるスパーク放電は発生しない。しかし、誘導加熱コイルを動作させた時に非磁性の金属網も誘導加熱されるため、誘導加熱の効率が低下するという問題があった。また、誘導加熱コイルからの高周波磁場によって金属網も誘導加熱される結果、金属網が熱膨張して変形し、さらに、マイクロ波照射により金属網でスパーク放電が発生して金属網が破損する虞があるといった問題点があった。

[0007] また、特許文献２に記載された加熱システムは、平角電気軟銅線を高耐熱の絶縁体で渦巻き状に形成しているものの、マイクロ波が照射された時に巻線間でスパーク放電が発生するという問題点があった。

[0008] したがって、本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、新規な誘導加熱手段を提供することにより、従来の巻線型のコイルで問題となっていた巻線間の電気絶縁確保やマイクロ波照射による巻線間のスパーク放電などの問題を解決した誘導加熱装置を得るものである。また、この誘導加熱装置を用いた加熱システムを得るものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る誘導加熱装置は、コイルと、コイルに高周波電流を供給する高周波電源と、電気的な閉回路を構成する１ターンの環状導電体を有し、環

状導電体は、近傍の被加熱物を誘導加熱する加熱部と、コイルによって発生する高周波磁束が鎖交する給電部とを有し、コイルが発生する高周波磁束が環状導電体の給電部で鎖交するように磁性体を配置したものである。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、電気的な閉回路を構成する環状導電体に誘導電流を流して、環状導電体の周囲に発生する高周波磁束により被加熱物を誘導加熱することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置を示す斜視図である。

[図2]本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置を示す斜視図である。

[図3]本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置の動作状態を示す斜視図である。

[図4]図１における面Ａでの断面図である。

[図5]図４の他の形態を示す断面図である。

[図6]図４の他の形態を示す断面図である。

[図7]図４の他の形態を示す断面図である。

[図8]本発明の実施の形態１に係る他の形態の誘導加熱装置を示す斜視図である。

[図9]図８における面Ｂでの断面図である。

[図10]本発明の実施の形態１に係る他の形態の誘導加熱装置を示す斜視図である。

[図11]本発明の実施の形態２に係る加熱システムを示す正面図である。

[図12]本発明の実施の形態２に係る加熱システムを示す正面から見た断面図である。

[図13]本発明の実施の形態２に係る加熱システムの環状導電体と磁性体と防磁板の配置を示す断面図である。

[図14]本発明の実施の形態３に係る加熱システムを示す正面図である。

[図15]本発明の実施の形態３に係る加熱システムを示す正面から見た断面図

である。

[図16]本発明の実施の形態３に係る他の形態の加熱システムを示す正面から見た断面図である。

[図17]本発明の実施の形態４に係る加熱システムを示した分解斜視図である。

[図18]本発明の実施の形態４に係る加熱システムを示す正面から見た断面図である。

[図19]本発明の実施の形態５に係る加熱システムを示す正面図である。

[図20]本発明の実施の形態５に係る加熱システムを示す正面から見た断面図である。

[図21]本発明の実施の形態５に係る加熱システムを示す側面から見た断面図である。

[図22]実施の形態５に係る誘導加熱装置のコイルと磁性体の構成を示す斜視図である。

[図23]本発明の実施の形態５に係る他の加熱システムを示す後方から見た主要部の斜視図である。

[図24]本発明の実施の形態５に係る他の加熱システムを示す側面から見た断面図である。

[図25]実施の形態５に係る他の誘導加熱装置の環状導電体の構造を示す展開図である。

符号の説明

[0012] １　誘導加熱装置

２　環状導電体

３　コイル

４　磁性体

５　高周波電源

６　被加熱物

７　切込み

８　加熱システム

９、３１　筐体

１０　加熱庫

１１　右側壁

１２　左側壁

１３　後壁

１４　天井壁

１５　底壁

１６　孔

１７ａ　マグネトロン

１７ｂ　マイクロ波放出孔

１７ｃ　導波管

１８　防磁板

１９　磁性体（フェライトコア）

２４　給電部

２５　加熱部

２６　オーブン容器

２６ａ　容器部

２６ｂ　蓋部

３２　トッププレート

３６ａ　鍋

３６ｂ　フライパン

４２　溝部

４３　凸部

４４　絶縁板

４５　ヒータ

４６ａ、４６ｂ　棚部

５０　脂受け皿

５１　焼き網

５２ａ、５２ｂ　断熱材

５３　扉

５４　スライドレール

５５　防磁カバー

５６　空冷ファン

６０　食材

発明を実施するための最良の形態

[0013]　以下、本発明の実施の形態に係る誘導加熱装置及び加熱システムについて、添付図面に従って説明する。なお、以下の説明では、方向や位置を表す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」等）を便宜上用いるが、これらは発明の理解を容易にするためであり、それらの用語によって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されるべきではない。また、以下の説明では、複数の実施の形態に含まれる同一又は類似の構成には同一の符号を付す。

[0014] 実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置を示す斜視図である。また、図２は図１とは異なる方向から見た誘導加熱装置を示す斜視図である。実施の形態１に係る誘導加熱装置１は、アルミや銅など電気抵抗が小さい金属などの導電材料で形成された環状導電体２と、被覆銅線を複数回巻いて形成したコイル３と、コイル３に高周波電流を流した時に発生する高周波磁束が環状導電体２と鎖交する磁気回路を構成するように配置された磁性体４と、コイル３に高周波電流を流すための高周波電源５によって構成される。

[0015]　環状導電体２は、例えばアルミ板や銅板などを切削加工やプレス加工などにより電気的に閉じた閉回路を形成する環状に加工した後、該環状導電体２を長さ方向の途中で直角方向に折り曲げてＬ字型に形成してある。具体的に、環状導電体２は、絶縁材を介在させて被加熱物（共に図示せず）が載置される上面を有する水平部２０ａと該水平部２０ａの一端から上方に伸びる垂直部２０ｂとを有する。後述するように環状導電体２には、コイル３に供給

される高周波電流と同じ周波数（駆動周波数）の誘導電流が流れるので、表皮効果を考慮して駆動周波数での表皮深さの２倍以上の厚みの板材で形成すると、環状導電体２の駆動周波数での電気抵抗を小さくできるので好適である。例えば、２０ｋＨｚでの表皮深さは、アルミでは約０．５７ｍｍ、銅では約０．４７ｍｍであり、５０ｋＨｚでの表皮深さは、アルミでは約０．３６ｍｍ、銅では約０．３０ｍｍであるから、環状導電体２の板厚をアルミの場合１．１４ｍｍ以上、銅の場合０．７４ｍｍ以上とすれば、２０～１００ｋＨｚの駆動周波数において環状導電体２の電気抵抗を最も小さくできるので、環状導電体２の板厚を駆動周波数によらず決定できる。なお、上記板厚より薄い板厚で環状導電体２を形成しても環状導電体２での消費電力が増加するだけで、本発明の効果を妨げるものではない。

[0016] 同様に、環状導電体２をアルミや銅以外の金属などの導電材料で形成しても、環状導電体２での消費電力が変化するだけで本発明の効果を妨げるものではない。図１や図２に示す環状導電体２はアルミ板や銅板を環状に加工した後、Ｌ字型に折り曲げたものであるが、これに限らず外形は任意の形であってよい。これについては以下の実施の形態において応用例を交えていくつかの形状を示す。なお、環状導電体２は板状部材を加工して形成したものに限らず、棒状部材を加工して形成したものや鋳造により形成したものであってもよい。

[0017] 環状導電体２の垂直部２０ｂの背後には導線を平板状に巻いて形成したコイル３が配置されている。図示するように、コイル３の一部のコイル束分（直線部分）が環状導電体２の一方の垂直部２０ｂの背後に配置され、コイル３の別のコイル束分（直線部分）が環状導電体２の他方の垂直部２０ｂの背後に配置されている。コイル３は、例えば直径φ０．３ｍｍ程度の銅線を樹脂で被覆した被覆銅線を３６本撚り線にした所謂リッツ線を１２回平板状に巻いて形成することができる。なお、コイル３に用いるリッツ線の銅線（素線）の直径や撚り数はこれに限るものではなく、例えばリッツ線に代えて単なる被覆銅線であってもよい。当然ながら銅線でなくアルミ線であってもよ

い。また、コイルの巻き数もこれに限るものではなく、誘導加熱装置１の設計に合わせて任意の巻き数とすることができる。さらにはコイル３の形状も平板状に限らず、コイル３により発生した高周波磁束が環状導電体２と鎖交するものであればどのような形状であってもよい。

[0018] 図示するように、環状導電体２の一方の垂直部２０ｂとコイル３の一部のコイル束分（直線部分）の外側と、環状導電体２の他方の垂直部２０ｂとコイル３の別のコイル束分（直線部分）の外側とをそれぞれ囲うように、角型の筒状に形成された磁性体４が配置されている。本実施の形態では、環状導電体２の垂直部２０ｂのうち磁性体４により取り囲まれている部分、つまり、コイル３が発生する高周波磁束の影響下におかれる部分を「給電部２４」と称する。磁性体４はコイル３と鎖交し、環状導電体２とも鎖交するように配置してもよい。磁性体４は、例えばＩＨクッキングヒータなどの誘導加熱装置で用いられているフェライトコアと同様のフェライトコアを用いることができる。あるいは厚さ０．１ｍｍ程度のケイ素鋼板などを積層して形成した鉄心コアや、アモルファス薄膜で形成したアモルファスコア、さらには鉄などの磁性体粉末を主成分として圧粉や樹脂固着などにより形成したダストコアなど他の磁性体であってもよい。磁性体４には、例えば厚さ５ｍｍのフェライトコアが用いられる。磁性体４とコイル３及び環状導電体２との間には図示しない絶縁層が配置され電気的に絶縁される。絶縁層はガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を兼ねた絶縁物であってもよく、コイル３及び環状導電体２との間の空隙を空気層による絶縁構造としてもよいし、その空隙に空気を流通させて空気流による絶縁構造であってもよい。また、環状導電体２の表面に絶縁物を形成したものであってもよく、例えばアルミや銅の表面に酸化物を形成したものであってもよい。特に環状導電体２をアルミで形成する場合は陽極酸化処理（アルマイト処理）により簡単に強固なアルミナ層をアルミ表面に形成できるのでこれを絶縁層としてもよい。

[0019] コイル３の導線の端部は、高周波電源５に接続され、該高周波電源５からコイル３に例えば２０ｋＨｚ～１００ｋＨｚの高周波電力が供給されるよう

にしてある。なお、高周波電源５は、ＩＨクッキングヒータなど一般的な誘導加熱装置で用いられているものと同様のものを使用できる。すなわち、ＩＧＢＴやＭＯＳＦＥＴなどの半導体スイッチング素子を用いたフルブリッジ回路やハーフブリッジ回路あるいは一石共振型回路を用いることができる（回路の詳細な説明は省略。）。

[0020] 図３は図１に示す誘導加熱装置１の動作説明図である。図４は図１の面Ａでの断面図である。図３では磁性体４を省略しているが、図１や図２に示すように磁性体４は配置されている。また、図３では環状導電体２に流れる誘導電流によって発生する高周波磁束で誘導加熱される矩形の皿状の被加熱物６を合わせて示した。環状導電体２のうち被加熱物６が水平部２０ａの近傍に配置される部分を「加熱部２５」と称する。なお、被加熱物６は誘導加熱装置１の使用者が選択して使用するものであり本発明の必須要件ではないが、本発明の使用目的は被加熱物６を誘導加熱することである。

[0021] 被加熱物６はＩＨクッキングヒータなどの一般的な誘導加熱装置で適するとされている鉄や磁性ステンレスなどの強磁性体の金属材料で形成されたものが望ましいが、非磁性ステンレスなどの体積抵抗率が大きい非磁性金属材料や炭素材料などの導電材料であってもよく、アルミや銅などの体積抵抗率が小さい金属材料であっても駆動周波数を概ね６０ｋＨｚ以上に高くすることによって誘導加熱できるのでアルミや銅などの体積抵抗率が小さい金属材料であってもよい。すなわち、従来知られている一般的な誘導加熱装置で誘導加熱される材料であれば何でもよい。

[0022] さらには、被加熱物６の形状も当業者が一般的な誘導加熱装置で実施している任意の形状とすることができる。図示しないが、環状導電体２と被加熱物６の間には絶縁物が介在しており、環状導電体２と被加熱物６とが電気的に絶縁される。絶縁物は環状導電体２と被加熱物６の間に配置されたガラス板やセラミック板であってもよく、被加熱物６を加熱する温度が低い場合にはプラスチックなどの樹脂製の板などであってもよい。また、環状導電体２及び被加熱物６の一方、あるいは両方の表面に形成した絶縁膜であってもよ

い。絶縁膜は絶縁物を塗装したり、環状導電体２や被加熱物６の表面に酸化膜を形成したりすることによって設けてもよい。環状導電体２は一周の導電体で形成されているため、一般的な誘導加熱装置のコイルのように複数周の導線で形成したものと異なり、環状導電体２に誘導電流が流れたときに発生する電圧は低い（数１０Ｖ以下）。したがって、塗装や酸化膜のような薄い絶縁物であっても十分に絶縁を確保できる。

[0023] 次に、動作について説明する。高周波電源５からコイル３に高周波電流（コイル電流）が供給されると、コイル３の周囲には高周波磁束φ１が発生する。高周波磁束φ１は主として磁気抵抗が小さい磁性体４を通る。磁性体４からなる磁気回路は環状導電体２と鎖交するように配置されているので、高周波磁束φ１は環状導電体２と鎖交する。その結果、環状導電体２には電磁誘導により誘導電流が流れる。すなわち、図１及び図２に示す誘導加熱装置１は、変圧器と同じ動作原理であり、コイル３を巻数Ｎの１次巻線とすると環状導電体２は巻数１の２次巻線になり、Ｎ：１の変圧器と考えることができる。したがって、環状導電体２にはコイル電流よりも大きな大電流が、コイル電流と同じ周波数で流れる。環状導電体２に高周波の誘導電流が流れると、図３に示すように環状導電体２の周囲に高周波磁束φ２が発生する。この高周波磁束φ２は環状導電体２の近傍に配置された被加熱物６を通過するので、被加熱物６には渦電流が発生し、この渦電流のジュール熱によって被加熱物６は誘導加熱される。

[0024] また、環状導電体２と被加熱物６は酸化膜などの極めて薄い絶縁物により絶縁されていてもよい。この場合、環状導電体２と被加熱物６の距離を極めて小さくできるので、環状導電体２の周囲に発生した高周波磁束φ２が被加熱物６に効率よく達し、誘導加熱の効率を高くできる。さらに、環状導電体２に誘導電流が流れることにより自身の電気抵抗で発生するジュール熱も被加熱物６の加熱に利用できる。

[0025] なお、誘導加熱される被加熱物６の方が環状導電体２より高温になる場合であっても、環状導電体２がジュール熱により発熱することで、被加熱物６

と環状導電体２の温度差が小さくなる。つまり、被加熱物６から環状導電体２を伝わって放熱される熱量は、仮に環状導電体２が発熱しない場合に被加熱物６から環状導電体２を伝わって放熱される熱量より小さくなるため、被加熱物６の方が環状導電体２より高温の場合であっても環状導電体２の発熱を被加熱物６の加熱に利用していると言える。

[0026] このように、本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置１は、従来の一般的な誘導加熱装置のように被覆銅線を複数回巻いて作製したコイルによって被加熱物を誘導加熱する磁束を発生させるものではないので、環状導電体２を冷却する必要がない。従来の被覆銅線を複数回巻いて作製したコイルでは銅線を被覆している被覆材料の耐熱温度以下（１８０～２００℃以下）にコイルの温度を保つ必要があるので、強制空冷などの方法により積極的に冷却がなされていた。しかし、環状導電体２では、例えば環状導電体２をアルミで作製した場合には、耐熱温度はアルミの融点となり７００℃程度までは問題なく使用できる。

[0027] 環状導電体２をさらに融点の高い銅で作製した場合には、より高い温度まで使用できる。したがって、本発明の実施の形態１に係る誘導加熱装置１では環状導電体２の冷却手段を実質的に不要にすることや、あるいは従来の被覆銅線を複数回巻いて作製したコイルを有する誘導加熱装置よりも冷却手段を簡便にできる。

[0028] なお、環状導電体２に流れる誘導電流が非常に大きいために自己発熱が大きくなり、環状導電体２の温度が例えば５００℃という極めて高温になることが想定される。このような場合、図４で示す磁性体４で囲われた部分（給電部２４）の温度も高温になり、この熱がコイル３に伝わってコイル３を形成する銅線の被覆材料の耐熱温度が問題となる。これを回避するには、図５に示すように環状導電体２とコイル３との間隔を大きくして磁性体４で囲われた部分の断熱能力を高めるとよい。また、磁性体４で囲われた部分の温度が高くならないように、この部分の環状導電体２の断面積や表面積を大きくして、この部分の電気抵抗を小さくしてもよい。なお、コイル３は被覆銅線

により形成されているので、コイル３の温度は被覆材料の耐熱温度以下にする必要があり、図示しない空冷ファンからの送風によりコイル３が冷却されるのが望ましい。

[0029] なお、図示しないが、図３の環状導電体２の加熱部２５における被加熱物６が配置される側とは反対側にフェライトコアなどの磁性体を配置すると、高周波磁束φ２の磁気回路の磁気抵抗が小さくなり、被加熱物６を誘導加熱する効率がさらに向上する。これは被覆銅線を複数回巻いて形成したコイルを用いた従来の誘導加熱装置でも用いられる手法であり、このような周知の手法を用いることも可能である。

[0030] 磁性体４は、図４や図５に示すように必ずしも環状導電体２とコイル３を完全に閉じて囲う形態でなくてもよい。図６は他の形態の磁性体を用いた場合の断面図であり、図４や図５の断面図に相当する。図６では磁性体４の断面形状はコ字状になっており、磁気回路の一部が磁性体でなく空間（空気や断熱材など非磁性の絶縁物）で形成されている。このような場合、コイル３に高周波電流を流すと、図６に示すように環状導電体２と鎖交する高周波磁束φ１ａと環状導電体２と鎖交しない高周波磁束φ１ｂが発生するが、環状導電体２と鎖交する高周波磁束φ１ａによって環状導電体２に高周波の誘導電流が流れるので、上述したように環状導電体２の近傍に配置された被加熱物６を誘導加熱できる。環状導電体２と鎖交しない高周波磁束φ１ｂは、コイル３のインダクタンスに磁気エネルギーとして蓄積されるだけなのでエネルギー損失にはならない。図５のような断面形状の場合、環状導電体２を磁性体４が構成する磁気回路から自由に着脱できるので、用途や製造方法によっては自由に着脱できることがメリットになり得る。

[0031] 図７は、さらに他の磁性体を用いた場合の断面図である。図７に示すように断面形状がＥ字状の磁性体４ａと断面形状がＩ字状の磁性体４ｂを用いた場合であっても上述と同様である。この場合、図７に示すようにＥ字状の磁性体４ａとＩ字状の磁性体４ｂの間に空間を設けてもよいし、空間を設けずにＥ字状の磁性体４ａとＩ字状の磁性体４ｂを密着させてもどちらでもよい

。このように、磁性体の形態は本実施形態に述べるものに限らず、コイル３に高周波電流を流した時に発生する高周波磁束が環状導電体２に鎖交するように磁気回路を構成した形態であればよい。

[0032] 図８は他のコイル形態による誘導加熱装置１を示す斜視図である。また、図９は図８の面Ｂでの断面図である。図８及び図９に示すように、コイル３は磁性体４の一部に被覆銅線を螺旋状に巻いて形成したものである。図示しないがコイル３と磁性体４、あるいはコイル３と環状導電体２との間には、適宜断熱層や絶縁材が設けられていることは上述した図１に示す誘導加熱装置１と同様である。また、図８の環状導電体２は図１の環状導電体２と異なり、Ｌ字状に折り曲げていないが、図１と同様にＬ字状に折り曲げてもよく、任意の形状とすることができることは図１の誘導加熱装置１と同様である。

[0033] 図８に示す誘導加熱装置１であっても高周波電源５からコイル３に２０～１００ｋＨｚの高周波電流を供給すると、図９に示すようにコイル３によって高周波磁束φ１が発生し、高周波磁束φ１は磁性体４からなる磁気回路を通って環状導電体２に鎖交する。その結果、電磁誘導により環状導電体２には高周波の誘導電流が流れる。したがって、上述した図１の誘導加熱装置１と同様に環状導電体２の加熱部２５の近傍に被加熱物（図示せず）を配置すると、環状導電体２を流れる高周波の誘導電流によって発生する高周波磁束で被加熱物は誘導加熱される。このように、図１や図８に示すコイル形態に限らず、他の形態であってもコイルによって発生する高周波磁束が環状導電体２と鎖交するようにコイル及び磁性体の形態を構成すれば環状導電体２の加熱部２５の近傍に配置された被加熱物を誘導加熱できる。

[0034] 図１０は環状導電体の形態が異なる誘導加熱装置の斜視図である。上述した図１あるいは図８に示した誘導加熱装置１では、環状導電体２が一重のリング状に形成されていた。このため、誘導電流は経路の短い（つまり、電気抵抗の小さい）リングの内側に多く流れることになる。この結果、誘導電流によって発生する高周波磁束が環状導電体２のリングの内側で強くなり、環

状導電体２の加熱部２５近傍に配置された被加熱物の温度分布が均一にならない場合がある。

[0035] そこで、図１０に示した誘導加熱装置１では、環状導電体２の加熱部２５に切込み７を設け、誘導電流が流れる２つの経路Ｉ１、Ｉ２を形成した。経路Ｉ１は環状導電体２の内側であり、経路Ｉ２は環状導電体２の外側である。また、環状導電体２には経路Ｉ１と経路Ｉ２を連結するために切込みを設けずに形成した連結部２０ｃが存在する。連結部２０ｃはなくてもよいが、連結部２０ｃを形成することで切込み７を設けた環状導電体２の強度を増すことができる。

[0036] また、図１０では経路Ｉ１を流れる誘導電流をＩａ、経路Ｉ２を流れる誘導電流をＩｂで示した。経路Ｉ１の幅は経路Ｉ２の幅より狭くなっている。すなわち、単位長当たりの電気抵抗は経路Ｉ１より経路Ｉ２の方が小さい。その結果、誘導電流が環状導電体２の内側であり経路の短い経路Ｉ１に集中して流れるのを抑制し、経路Ｉ２にも誘導電流が分流して流れるようになる。経路Ｉ１に流れる誘導電流Ｉａと経路Ｉ２に流れる誘導電流Ｉｂの大きさの比率は必ずしも等しくする必要はなく、切込み７の形状や経路Ｉ１、Ｉ２の幅を任意に変えることにより誘導電流Ｉａの方を大きくしたり誘導電流Ｉｂの方を大きくしたりしてもよい。

[0037] また、誘導電流が流れる経路の数も２つに限定されるものではなく、３つ以上であってもよい。すなわち、用途目的に応じて任意の切込み７を形成し、任意の経路を形成できる。それによって所望の温度分布が得られるかどうかは、条件を複数変えたものを作製して温度分布を測定すれば容易に最適な環状導電体２を得ることができる。

[0038] 実施の形態２.

本実施の形態では、実施の形態１で述べた誘導加熱装置を用いた加熱システムについて説明する。本実施の形態で述べる誘導加熱装置の形態は一例であり、実施の形態１で述べた全ての誘導加熱装置をここで述べる形態に代えて適宜用いることができる。

[0039] 本実施の形態で説明する加熱システムは、電子レンジあるいはオーブンレンジに実施の形態１で述べた誘導加熱装置を用いたものである。図１１は実施の形態２の加熱システムを遠近法的に示した正面図であり、図１２は図１１の加熱システムを正面から見た断面図である。図１１では図１２に示した構成品のうち一部を省略して示した。加熱システム８は、鉄、ステンレス、アルミなどの金属製あるいはセラミックスや耐熱樹脂などの絶縁部材で形成された筐体９の内部に加熱庫１０を有する。加熱庫１０は筐体９の前面に開口した箱型形状を有し、鉄、ステンレス、アルミなどの金属で形成された右側壁１１、左側壁１２、後壁１３、天井壁１４、及び耐熱ガラスやセラミックスなどの耐熱性の非磁性絶縁物で形成された底壁１５を備えている。そして、加熱庫１０の前面に開閉自在の図示しない扉が配置されている。扉は従来から知られている電子レンジの扉と同一の構造で、金属製の枠体にマイクロ波が漏洩しないように金属メッシュが形成されたガラス窓を有する。

[0040] 図示するように、誘導加熱装置１は加熱システム８の内部に配置されている。底壁１５の下側（加熱庫１０の外側）には、底壁１５に近接して誘導加熱装置１の環状導電体２の加熱部２５（被加熱物６を誘導加熱するための部分）が配置され、誘導加熱装置１のコイル３と磁性体４及び、環状導電体２の給電部２４が加熱庫１０の右側壁１１の外側に配置されるように誘導加熱装置１は加熱システム８の内部に配置されている。なお、誘導加熱装置１のコイル３と磁性体４及び環状導電体２の給電部２４は、加熱庫１０の右側壁１１の外側に配置されることに限らず、左側壁１２や後壁１３、あるいは天井壁１４の外側に配置されるものであってもよい。すなわち、加熱庫１０の金属製の壁の外側に配置されるものであればよい。

[0041] 加熱庫１０の右側壁１１には、環状導電体２と電気的に絶縁を確保するための孔１６が設けられている。孔１６は一枚の金属板（右側壁１１）に切込みなどにより形成したものであってもよいが、２枚の金属板を突き合わせて孔１６を形成したものであってもよい。環状導電体２と右側壁１１は孔１６によって絶縁されているが、その絶縁距離は極めて小さいものでよく（例え

ば１ｍｍ以下）、マイクロ波が加熱庫１０から漏洩するのを抑制できる。

[0042] さらに、加熱システム８の内部には高周波電源５が配置され、誘導加熱装置１のコイル３の両端が高周波電源５に接続されている。そして、環状導電体２の１箇所と右側壁１１と高周波電源５のＧＮＤ電位（基準電位）が電気的に接続されている。環状導電体２と右側壁１１は導線による配線で接続してもよいが、環状導電体２の一部と右側壁１１が近接するように誘導加熱装置１を加熱システム８の内部に配置し、ねじ止めなどの機械的手段により接続してもよい。加熱庫１０の右側壁１１は左側壁１２、後壁１３、天井壁１４との一体成型や、各壁を別個に作製した後にねじ止めなどの機械的手段により接合することで電気的に接続される。

[0043] このように、環状導電体２と加熱庫１０の右側壁１１と高周波電源５を電気的に接続することで、環状導電体２にマイクロ波が照射されても、加熱庫１０の壁やコイル３との間でスパーク放電が発生するのを防ぐことができる。また、環状導電体２は高導電率金属からなる１ターンの閉回路であり、従来の誘導加熱装置のコイルのように被覆銅線を複数回巻いて形成したものではないから、マイクロ波が照射されたときにコイルの線間に高電圧が発生してスパーク放電により銅線の被覆が破損することが起こらない。したがって、従来の誘導加熱コイルを有する電子レンジのように誘導加熱コイルをマイクロ波から保護する特別な手段を必要としない。

[0044] さらに、加熱システム８の内部にはマイクロ波を発生するためのマグネトロン１７ａが設けられ、加熱庫１０の右側壁１１の一部にはマイクロ波を放出するためのマイクロ放出孔１７ｂが設けられている。そして、マグネトロン１７ａとマイクロ波放出孔１７ｂは導波管１７ｃを介して接続されている。マイクロ波放出孔１７ｂは図示しない絶縁物により塞いでもよい。

[0045] 底壁１５の上面には、鉄や磁性ステンレスなどの磁性金属で形成されたオーブン皿６（被加熱物）が配置され、オーブン皿６上にハンバーグなどの食材６０が載せられる。また、環状導電体２の加熱部２５の裏側（加熱部２５とは反対側の面）には環状導電体２と所定の間隔を設けて銅やアルミなどの

高導電率金属からなる防磁板１８が設けられている。

[0046] 防磁板１８は、環状導電体２に誘導電流が流れたときに発生する高周波磁束によって加熱庫１０の底壁１５が誘導加熱されるのを防止するものである。環状導電体２に誘導電流が流れ、高周波磁束φ２が発生し、高周波磁束φ２が防磁板１８に到達すると、防磁板１８には高周波磁束φ２を妨げる向きの高周波磁束φ３を発生させるように誘導電流が流れる。そして、高周波磁束φ２とφ３が打ち消すことにより、防磁板１８の外側の筐体９の下面が誘導加熱されるのを防ぐ。しかし、高周波磁束φ３は、被加熱物であるオーブン皿６の誘導加熱においても高周波磁束φ２を打ち消す働きをする。

[0047] したがって、環状導電体２と防磁板１８の距離が近いと、被加熱物を誘導加熱する効率も低下する。実験によれば、環状導電体２と防磁板１８との間隔は１０ｍｍ以上あることが望ましく、２０ｍｍ以上あれば十分である。ただし、１０ｍｍ以下であっても（１ｍｍまで近接していても）誘導加熱の効率は低下するが、誘導加熱装置として使用できる。誘導加熱の効率が低下すると環状導電体２での消費電力が増加し、環状導電体２の温度が上昇するが、実施の形態１で述べたように環状導電体２の発熱も被加熱物の加熱に役立つ。なお、環状導電体２と防磁板１８の間にフェライトコアなどの磁性体を配置すれば環状導電体２と防磁板１８の間隔をさらに狭くできる。

[0048] 図１３は、環状導電体２と防磁板１８との間にフェライトコアなどの磁性体を設ける場合の断面図を示したもので、図１２のＩ－Ｉ断面に相当する部分を示した。フェライトコアなどの磁性体１９はマイクロ波を吸収するので、マイクロ波が照射されると高温になり、破損したり飽和磁束密度や透磁率が低下したりする問題がある。そこで、図１３に示すように環状導電体２の幅より磁性体１９の幅を狭くし、すなわち、マイクロ波から磁性体１９を環状導電体２によって隠すことにより環状導電体２と防磁板１８との間に磁性体１９を配置し、環状導電体２と防磁板１８との間隔を狭くできる。

[0049] 図１１及び図１２に戻り、図示しないマグネトロン１７ａの駆動回路や加熱システム８の制御回路など一般的な電子レンジやオーブンレンジが有する

部品が設けられ、全体を鉄やステンレスなどの金属で形成された筐体９で囲って加熱システム８が構成される。さらには、周知のオーブンレンジのように、加熱庫１０の天井壁１４の裏側にフラットヒータを設けたり、加熱庫１０内部の上方にラジエントヒータやシーズヒータなどの電気抵抗式ヒータを設けたりすることもできる。

[0050] 次に、動作について説明する。例えば、使用者がオーブン皿６（被加熱物）の上に未調理のハンバーグなどの食材６０を載せて加熱システム８の内部に設置した後、図示しない加熱システム８の前面に設けられた調理選択メニューからハンバーグ調理を選択すると、高周波電源５からコイル３に高周波電流が供給される。そして、環状導電体２に高周波の大電流が誘導されてオーブン皿６が誘導加熱される。すると、オーブン皿６の温度が上昇し、食材６０の表面が焼かれる。また、加熱庫１０の上方に電気抵抗式ヒータが設置されている場合には電気抵抗式ヒータにも給電して食材６０を上方からも加熱してもよい。

[0051] そして、所定時間が経過し、食材６０の表面に焼き色が付いたらマグネトロン１７ａが作動し、マイクロ波放出孔１７ｂから食材６０にマイクロ波が照射される。これにより食材６０は誘導加熱のみ、あるいは誘導加熱と電気抵抗式ヒータの併用によって表面が加熱され、マイクロ波によって内部が加熱されるので短時間に調理を完了できる。なお、誘導加熱とマイクロ波加熱は同時に行ってもよいし時分割で行ってもよい。

[0052] このように、食材６０の表面加熱に最適な誘導加熱と、食材６０の内部加熱に最適なマイクロ波加熱を組み合わせて調理できるので、調理時間を短縮でき、さらに使用者が複数の調理器を使い分ける煩雑さもないといったメリットが得られる。なお、本実施の形態の加熱システム８の使用方法はこれに限るものではなく、誘導加熱とマイクロ波加熱を別々に使用しても同時に使用してもよく、その使用方法は任意である。なお、本実施の形態では、底壁１５の全部を耐熱ガラスやセラミックスなどの耐熱性の非磁性絶縁物で形成したが、これに限らず、底壁１５の一部が耐熱性の非磁性絶縁物で形成され

ていればよい。

[0053] 実施の形態３.

本実施の形態では、実施の形態２と同様に、実施の形態１で述べた誘導加熱装置を用いた加熱システムについて説明する。本実施の形態で述べる誘導加熱装置の形態は一例であり、実施の形態１で述べた全ての誘導加熱装置をここで述べる形態に代えて適宜用いることができる。

[0054] 図１４は本実施の形態の加熱システムを示す遠近法的に示した正面図であり、図１５は正面から見た断面図である。図１４では図１５に示す構成品の一部を省略して示した。加熱システム８は鉄、ステンレス、アルミなどの金属製の筐体９の内部に加熱庫１０を有する。なお、筐体９は必ずしも金属製でなくセラミックスや使用温度によっては耐熱性樹脂などの絶縁物であってもよいが、コストや強度などの観点から金属製の方がよい。

[0055] 加熱庫１０は右側壁１１、左側壁１２、後壁１３、天井壁１４、底壁１５及び図示しない開閉自在の扉によって概略直方体に形成されている。右側壁１１、左側壁１２、後壁１３は鉄、ステンレス、アルミなどの金属製の板によって形成され、図１５に示すように金属製の板を２枚、所定の空間を設けて重ね合わせることによって形成される。２枚の金属板の間の空間は断熱層の役割をしており、加熱庫１０の内部の熱が加熱庫１０の外部に流出するのを抑制している。なお、２枚の金属板の間にガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を設けて断熱性をさらに高めてもよく、金属板１枚で右側壁１１、左側壁１２、後壁１３を形成して、その外側（加熱庫１０の外側）に断熱材を設けてもよい。また、右側壁１１、左側壁１２、後壁１３は耐熱ガラスやセラミックスなどの耐熱性の絶縁物で形成してもよい。また、図示しない扉も金属や耐熱性の絶縁物で形成してよく、内部が観察できるように耐熱ガラスで形成した窓を有していてもよい。天井壁１４、底壁１５は鉄や磁性ステンレスなどの磁性金属板、あるいは非磁性ステンレスや炭素板などの体積抵抗率が大きい導電材料で形成されている。

[0056] そして、図１４及び１５に示すように、加熱庫１０の外側であって、筐体

９の内側には誘導加熱装置１が配置されている。天井壁１４の上側（加熱庫１０の外側）、底壁１５の下側（加熱庫１０の外側）には、誘導加熱装置１の環状導電体２の加熱部２５が配置されている。誘導加熱装置１のコイル３及び磁性体４を有する部分（給電部２４）は右側壁１１の右側（加熱庫１０の外側）に配置されている。

[0057] なお、誘導加熱装置１のコイル３及び磁性体４を有する部分（給電部２４）は、天井壁１４の一部、底壁１５の一部に配置されていてもよいし、左側壁１２の左側や後壁１３のさらに後方に配置されてもよい。また、高周波電源５も筐体９の内側に配置される。なお、図１４及び図１５では誘導加熱装置１の環状導電体２の加熱部２５が天井壁１４と底壁１５の両方に面する（すなわち天井壁１４と底壁１５の両方を誘導加熱する）ように配置しているが、天井壁１４又は底壁１５のいずれか一方のみに面して、いずれか一方のみを誘導加熱するものであってもよい。また、右側壁１１、左側壁１２、後壁１３のいずれかの構造を天井壁１４あるいは底壁１５の構造にして、その壁面に面するように環状導電体２の加熱部２５を配置し、右側壁１１、左側壁１２、後壁１３のいずれかの壁を誘導加熱してもよい。

[0058] また、天井壁１４と底壁１５の両方を誘導加熱する場合であっても、天井壁１４のみを誘導加熱するべく配置した誘導加熱装置１と、底壁１５のみを誘導加熱するべく配置した誘導加熱装置１の２個の誘導加熱装置を筐体９の内側に配置し、天井壁１４と底壁１５をそれぞれ個別に誘導加熱してもよい。さらには例えば、天井壁１４と後壁１３というように互いに直交する２つの壁を誘導加熱するように、２つの壁に面する形状に環状導電体２の加熱部２５を形成し、２つの壁を同時に誘導加熱してもよい。

[0059] 天井壁１４及び底壁１５と環状導電体２の加熱部２５は、互いに近接して配置される。実施の形態１で述べたように、被加熱物である天井壁１４及び底壁１５と環状導電体２は電気的に絶縁されている必要があるので、天井壁１４及び底壁１５と環状導電体２の間に耐熱性の絶縁シートを配置して絶縁したり、天井壁１４及び底壁１５と環状導電体２の両方あるいはいずれか一

方の表面に絶縁塗装や酸化被膜形成などにより絶縁膜を形成して絶縁したりしている。

[0060] 環状導電体２は実施の形態１で述べたように冷却する必要がないが、天井壁１４及び底壁１５の熱が環状導電体２を伝わって外部に流出するのを抑制するため、天井壁１４及び底壁１５と環状導電体２の加熱部２５との間にガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を配置してもよい。

[0061] 天井壁１４の上側で天井壁１４に面して配置された環状導電体２の加熱部２５の上側（加熱部２５とは反対側）、及び底壁１５の下側で底壁１５に面して配置された環状導電体２の加熱部２５の下側（加熱部２５とは反対側）のそれぞれに、環状導電体２の加熱部２５と所定の間隔を設けて銅やアルミなどの高導電率の金属板からなる防磁板１８が配置される。防磁板１８を配置する理由は実施の形態２で述べたとおりであり、防磁板１８は実施の形態２述べたとおりの作用をする。

[0062] 環状導電体２と防磁板１８の間に設けた空間は断熱層としての働きも兼ねており、加熱庫１０の熱が加熱システム８の筐体９の外側に流出するのを抑制している。したがって、環状導電体２と防磁板１８との間は空気（単なる空間）であってもよいが、ガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を介在させてもよい。

[0063] また、環状導電体２の加熱部２５の天井壁１４及び底壁１５に面した側と反対側（環状導電体２の加熱部２５と防磁板１８の間）にフェライトコアなどの磁性体を配置し、天井壁１４及び底壁１５を誘導加熱する磁束密度を大きくして誘導加熱の効率を向上させてもよい。これも実施の形態２で述べたとおりであるが、本実施の形態では磁性体にマイクロ波は照射されないから、実施の形態２で述べたように環状導電体２で磁性体を隠すような配置でなくてもよい。すなわち、磁性体の配置方法は任意である。フェライトコアなどの磁性体は温度が高くなると飽和磁束密度が低下し、キュリー点以上の温度になると透磁率が急激に小さくなるから、使用温度によっては環状導電体２の加熱部２５と磁性体との間にガラスウールやセラミックウールなどの断

熱材を介在させるとよい。鉄心コアやダストコアなどは２００℃程度の高温の環境下でもフェライトコアよりも十分大きい飽和磁束密度が得られてキュリー点も十分高いので、フェライトコアに代えて鉄心コアやダストコアを使用してもよい。この場合、フェライトコアを用いた場合よりも高い温度であってもよいので環状導電体２と磁性体との間の断熱構造を簡略化できる。

[0064] 次に、動作について説明する。図１５に示すように加熱システム８の内部には食材６０などの被加熱物が図示しない扉から入れられる。なお、被加熱物は食材に限らず、例えば熱処理を施す工業品等どのようなものであってもよい。被加熱物は底壁１５の上に直接置かれてもよいが、図１５に示すように焼き網５１の上に置かれてもよい。加熱システム８の加熱庫１０の内部に被加熱物（食材６０）が置かれ、図示しない扉を閉じた後、高周波電源５からコイル３に高周波電流が供給されると、実施の形態１で述べたように環状導電体２に高周波の大電流が誘導される。環状導電体２に高周波の大電流が流れると、実施の形態１で述べたように環状導電体２の周囲に高周波磁束が発生し、環状導電体２の加熱部２５に面して配置された加熱庫１０の天井壁１４及び底壁１５は誘導加熱され発熱する。天井壁１４及び底壁１５が発熱すると加熱庫１０内の空気が対流伝熱によって高温に加熱され、加熱庫１０の内部に設置された食材６０などの被加熱物は高温の空気からの対流伝熱によって加熱される。すなわち、加熱システム８はオーブンとして動作する。

[0065] 加熱システム８はオーブンとして動作するため、加熱庫１０の内部の空気温度は２００～３００℃に達する場合がある（例えば乾燥炉として使用する場合はこのような高温にはしないので「場合がある」と記した）。その場合、天井壁１４及び底壁１５は加熱庫１０の内部の空気温度より高温になるが、本発明の誘導加熱装置１では実施の形態１で述べたように誘導加熱するための環状導電体２を冷却する必要がなく、天井壁１４及び底壁１５が２００～３００℃以上の高温になっていても、天井壁１４や底壁１５に近接して環状導電体２の加熱部２５を配置できるので誘導加熱の効率を高くでき、しかも何ら冷却手段を必要としない。なお、誘導加熱装置１のコイル３及び磁性

体４を配置した部分（給電部２４）はコイル銅線の被覆材料の耐熱温度以下にする必要があるので、この部分は送風冷却手段などにより冷却される。さらに環状導電体２の加熱部２５が自己の電気抵抗とこの部分を流れる誘導電流によるジュール熱で発熱しても、この熱は実施の形態１で述べたように加熱庫１０の加熱に利用されるから加熱システム８の加熱効率を高めることができる。

[0066] なお、図１４及び図１５の加熱システム８に、実施の形態２で述べたようにマグネトロンを配置してマイクロ波加熱を併用した加熱システムを得ることも可能である。この場合、環状導電体２や環状導電体２の加熱部２５に配置された磁性体は、天井壁１４及び底壁１５によりマイクロ波照射から遮断されるので、実施の形態２で述べたような環状導電体２と加熱庫１０の壁面を電気的に接続する処置は必要ない。

[0067] 図１６は、図１５に示した加熱システム８の天井壁１４と底壁１５の材質が異なる他の加熱システムを正面から見た断面図である。図１６に示す加熱システム８は、天井壁１４及び底壁１５が耐熱ガラスやセラミックスなど耐熱性の非磁性絶縁物で形成されている。すなわち、実施の形態２で示した加熱システムからマグネトロンなどのマイクロ波照射に用いる構成品を削除したものである。なお、天井壁１４及び底壁１５の一部が耐熱ガラスやセラミックスなど耐熱性の非磁性絶縁物で形成されていてもよい。図１６の加熱システム８は、加熱庫１０の内部に設置された被加熱物を上下から誘導加熱できる。被加熱物であるオーブン容器２６は鉄や磁性ステンレスなどの磁性金属で形成された箱の形態をしており、内部に食材６０（被加熱物）を収容する容器部２６ａと容器部２６に対して取り外し可能な蓋部２６ｂとからなる。容器部２６ａに食材６０などを入れ、蓋部２６ｂにより蓋をしたオーブン容器２６を加熱庫１０の内部に設置し、誘導加熱装置１のコイル３に高周波電源５から高周波電流を供給すると、上述したように容器部２６ａ及び蓋部２６ｂが誘導加熱される。その結果、オーブン容器２６は高温になり内部の食材６０は加熱調理される。なお、被加熱物はここで述べたオーブン容器２

６のように該オーブン容器２６内部で加熱処理するものに限らず、例えば、オーブン容器２６の内部を上下方向に仕切る取り外し可能な中蓋を設け、オーブン容器２６内の上部空間と下部空間で別個の被加熱物を誘導加熱することも可能であり、使用方法は任意である。

[0068] このように、天井壁１４及び底壁１５を磁性金属材料で形成するか、絶縁物で形成するかによって加熱システムの用途を容易に変更できる。例えば製品のラインナップに本実施の形態で述べた２種類の加熱システム８を用意する場合、天井壁１４と底壁１５の材質のみを２種類用意しておくことで簡単に２種類の製品を実現できる。また、天井壁１４及び底壁１５を着脱可能にして磁性金属板と絶縁物板の交換を可能にする構造とすれば、使用者が用途に応じて２種類の加熱システムを使い分けることもできる。

[0069] 実施の形態４.

本実施の形態では、実施の形態２及び実施の形態３と同様に、実施の形態１で述べた誘導加熱装置を用いた加熱システムについて説明する。本実施の形態で述べる誘導加熱装置の形態は一例であり、実施の形態１で述べた全ての誘導加熱装置をここで述べる形態に代えて適宜用いることができる。

[0070] 図１７は本実施の形態４の加熱システムを示す一部分解斜視図であり、図１８は加熱システムの断面図である。本実施の形態で述べる加熱システム８は、所謂ＩＨクッキングヒータとして周知の加熱システムの誘導加熱用のコイルに代えて本発明の誘導加熱装置を用いたものである。したがって、本実施の形態３で述べた形態に限らず、他の形態のＩＨクッキングヒータであっても誘導加熱用のコイルに代えて本発明の誘導加熱装置を用いることができる。

[0071] 図１７及び図１８において加熱システム８は、箱形の筐体（加熱システム本体）３１を有する。筐体３１の上面は、鍋やフライパンなどの被加熱物を載置するトッププレート３２で覆われている。トッププレート３２は耐熱ガラス、セラミックス、耐熱樹脂などの耐熱性絶縁物で形成される。なお、図１７では、筐体３１とトッププレート３２を分離して示したが、実際には図

１８に示すように筐体３１の上にトッププレート３２が配置され一体に固定されて使用される。筐体３１は鉄、ステンレス、アルミなどの金属材料であっても、セラミックス、樹脂などの絶縁物材料であってもどちらでもよく、使用目的に合わせて選択すればよい。

[0072] 図示するように、筐体３１の内側に本発明の誘導加熱装置が配置される。本実施の形態では本発明の誘導加熱装置を２個配置した場合について述べるが、１個であってもよく、３個以上であってもよい。また、従来の被覆銅線を複数回巻いて形成した誘導加熱コイルと併用してもよい。誘導加熱装置１ａ，１ｂはそれぞれの環状導電体２ａ，２ｂの加熱部２５ａ，２５ｂが加熱システム８の左右に配置され、トッププレート３２の裏側に近接あるいは密着するように配置される。

[0073] 環状導電体２ａ，２ｂの加熱部２５ａ，２５ｂの裏側にはフェライトコアなどの磁性体３４ａ，３４ｂを配置してもよい。環状導電体２ａ，２ｂに誘導電流が流れた時に発生する高周波磁束は図３に示したように誘導電流の流れる経路に対して直交する方向であるから、棒状の磁性体を配置するときは環状導電体２ａ，２ｂの誘導電流の経路と垂直に棒状磁性体の長手方向を合わせて配置するとよい。なお、磁性体３４ａ，３４ｂは必ずしも必要ではなく、磁性体３４ａ，３４ｂを環状導電体２ａ，２ｂの裏側に配置することで被加熱物である鍋３６ａやフライパン３６ｂを誘導加熱する効率が良くなる。さらに、図示していないが実施の形態２や実施の形態３で示したように環状導電体２ａ，２ｂの裏側（磁性体があるときは磁性体よりさらに下側）に銅やアルミなどの高導電率の金属板からなる防磁板を配置してもよい。

[0074] 図１７では誘導加熱装置１ａ，１ｂのコイル３ａ，３ｂ、磁性体４ａ，４ｂ（給電部２４ａ，２４ｂ）は加熱システム８の中央部に配置したが、特にこれに限るものではなく任意である。また、誘導加熱装置１ａのコイル３ａは高周波電源５ａに接続されている。一方、誘導加熱装置１ｂのコイル３ｂは高周波電源５ｂに接続されており、該高周波電源５ａ，５ｂから各コイル３ａ，３ｂに高周波電流が供給されるようにしてある。また、図示していな

いが加熱システム８の内部には空冷ファンが設けられ、コイル３ａ，３ｂと高周波電源５ａ，５ｂに送風してこれらを冷却する。

[0075] 次に、動作について説明する。高周波電源５ａ及び５ｂから誘導加熱装置１ａ，１ｂのコイル３ａ，３ｂに２０～１００ｋＨｚの高周波電流が供給されると、実施の形態１で説明したように環状導電体２ａ，２ｂに誘導電流が流れ、トッププレート３２の上に載置された被加熱物である鍋３６ａやフライパン３６ｂが誘導加熱される。環状導電体２ａ，２ｂに誘導電流が流れることによって環状導電体２ａ，２ｂ自身もジュール熱によって発熱するが、実施の形態１で述べたように環状導電体２ａ，２ｂの加熱部２５ａ，２５ｂを冷却する必要がないから、環状導電体２ａ，２ｂの発熱も被加熱物である鍋３３ａやフライパン３３ｂを加熱するのに役立ち、効率良く被加熱物を誘導加熱できる。さらに、環状導電体２ａ，２ｂの加熱部２５ａ，２５ｂの下側に、これらを冷却するための部材を必要としないので環状導電体２ａ，２ｂの下側に回路を配置するなど有効にスペースを使うことができ加熱システム８を小型にできる。

[0076] さらには、環状導電体２ａ，２ｂの上方に空気流を流すための隙間を必要としないので、環状導電体２ａ，２ｂをトッププレート３２に近接させて被加熱物との距離を短くして誘導加熱の効率を高くできる。なお、上記実施の形態１に記した誘導加熱装置を用いた加熱システムは上記実施の形態２～４の加熱システムに何ら限定されない。従来の導線を複数回巻いて形成したコイルを用いたほとんど全ての誘導加熱装置のコイルの代わりに本発明の誘導加熱装置を用いることができる。

[0077] 実施の形態５．

本実施の形態では、実施の形態２、実施の形態３及び実施の形態４と同様に、実施の形態１で述べた誘導加熱装置を用いた加熱システムについて説明する。本実施の形態で述べる誘導加熱装置の形態は一例であり、実施の形態１で述べた全ての誘導加熱装置をここで述べる形態に代えて適宜用いることができる。

[0078] 図１９は本実施の形態５の加熱システムを示す正面図であり、遠近法的に示した。また、図２０は加熱システム８を正面から見た断面図、図２１は加熱システム８を側面から見た断面図である。加熱システム８は鉄、ステンレス、アルミなどの金属製あるいはセラミックスや耐熱樹脂などの絶縁部で形成された筐体９の内部に加熱庫１０を有する。加熱庫１０は筐体９の前面に開口した箱型形状を有し、右側壁１１、左側壁１２、後壁１３、天井壁１４、底壁１５を備えている。

[0079] 加熱庫１０の右側壁１１、左側壁１２及び底壁１５は、鉄やステンレスなどの金属製あるいはセラミックスや耐熱ガラスなどの絶縁物で形成されている。右側壁１１、左側壁１２、底壁１５は断熱構造を有しており、加熱庫１０内の熱が加熱庫１０の外部に放出されるのを抑制している。具体的には、例えばこれらの壁を２枚の金属板で形成し、２枚の金属板の間に空間を形成してこれを断熱層としてもよいし、この空間にガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を入れて断熱層としてもよい。また、１枚の金属板で形成する場合であってもその外側にガラスウールやセラミックウールなどの断熱材を設けて断熱構造としてもよい。これらの壁をガラスやセラミックスなどの絶縁物で形成する場合であっても同様である。

[0080] 加熱庫１０の後壁１３は、セラミックスや耐熱ガラスなどの非磁性絶縁物で形成されている。図２１に示すように、後壁１３は、加熱庫１０の下部の中央部を外側に折り曲げて、加熱庫１０内の水平方向に伸びるコ字状断面の溝部４２を形成している。溝部４２には、電気的な閉回路を形成する導電体からなるヒータ４５の一部が挿入される。

[0081] ヒータ４５は、ステンレスや高ニッケル合金などの金属棒や金属パイプを所定の形状に曲げて、両端を互いに溶接やロウ付けなどによって接合して１ターンの無端状に形成したものである。そして、加熱庫１０の右側壁１１、左側壁１２には棚部４６ａ，４６ｂが形成されており、ヒータ４５は溝部４２と、右左両側壁１１，１２の下段位置に形成された棚部４６ａ，４６ｂによって支持され、加熱庫１０の内部に設置される。したがって、ヒータ４５

は溝部４２と棚部４６ａ，４６ｂに支持されているだけであり、何ら電気接点を持たないので加熱庫１０から着脱自在である。そのため、使用者は調理後にヒータ４５を取り外して加熱庫１０内部を容易に清掃できる。また調理の目的に応じて異なる形状のヒータに交換することもできる。

[0082] 加熱庫１０の天井壁１４は、鉄や磁性ステンレスなどの磁性金属、あるいは非磁性ステンレスやグラファイト板などの炭素素材からなる板によって形成されている。天井壁１４を炭素素材からなる板で形成したときには、誘導加熱により炭素素材を発熱させて、炭素素材からの輻射により食材を調理することができるので炭火焼きの効果が得られる。なお、天井壁１４の一部を鉄や磁性ステンレスなどの磁性金属、あるいは非磁性ステンレスやグラファイト板などの炭素素材からなる板によって形成してもよい。

[0083] 天井壁１４の上側には、本発明の誘導加熱装置の環状導電体２の加熱部２５が配置される。環状導電体２と天井壁１４は実施の形態１で述べたように、絶縁物や絶縁膜により電気的に絶縁されている。例えばマイカは耐熱温度が高く、薄くても丈夫なものが得られるので、マイカ板やマイカシートを環状導電体２と天井壁１４との間の絶縁物として用いてもよい。また、天井壁１４を誘導加熱により高温（例えば６００℃以上）にするときは環状導電体２と天井壁１４との間にセラミックウールなどの断熱材を設けて天井壁１４の熱が環状導電体２を伝わって外部に流出しないようにしてもよい。天井壁１４を例えば７００℃以上に加熱するときは、環状導電体２がアルミの場合は軟化するので環状導電体２は銅で形成される。環状導電体２を銅で形成する場合、予め高温加熱や陽極酸化などの化学的手法により環状導電体２の表面に酸化膜（酸化銅）を形成したり、環状導電体２の表面をニッケルメッキ処理したりして、環状導電体２が高温環境に曝されても銅の表面に錆（酸化銅）が生じないようにしておくとよい。

[0084] 環状導電体２の上側には所定の空間を隔てて銅やアルミなどの高導電率金属からなる防磁板１８が設けられている。環状導電体２と防磁板１８の間の空間は断熱層として機能し、この空間は空気であってもよいが、ガラスウー

ルやセラミックウールなどの断熱材を設けてもよい。また、環状導電体２の加熱部２５の上側にフェライトコアなどの磁性体を配置するときには環状導電体２と磁性体との間にセラミックウールなどの断熱材を設けるとよい。また、環状導電体２と防磁板１８の間に耐熱性の絶縁物からなる耐熱板を設け、環状導電体２と耐熱板の間の空気と、耐熱板と防磁板１８の空気を遮断してもよい。この場合、フェライトコアなどの磁性体を配置するときには、耐熱板と防磁板１８との間に磁性体を配置するとよい。さらに耐熱板と防磁板１８との間に空気流を流して、耐熱板と防磁板１８との間の空気が高温となるのを抑制してもよい。フェライトコアなどの磁性体は、高温環境に配置されると飽和磁束密度が低下するなどにより十分に機能を発揮しない場合がある。しかし、耐熱板と防磁板１８の間に空気流を流すことで磁性体が配置される環境の温度を低下できるので、環状導電体２により天井壁１４を効率よく誘導加熱できる。このような耐熱板としてはセラミック板やマイカ板などを用いることができる。

[0085] そして、環状導電体２の給電部２４は加熱庫１０の後壁１３の裏側に設けられた誘導加熱装置１の磁性体４ａと鎖交する。図２１では環状導電体２の給電部２４の断面を丸で示してあるが、これは環状導電体２の加熱部２５が金属板で形成され、給電部２４が丸棒で形成され両者が溶接やロウ付けにより接合されていることを意味している。このように、環状導電体２の給電部２４を丸棒で形成することにより電気抵抗を小さくして給電部２４が環状導電体２を流れる誘導電流によるジュール熱で発熱して高温になるのを防いでいる。なお、丸棒の代わりに丸パイプであってもよく、銅で形成した場合、肉厚０．７４ｍｍ以上の丸パイプであれば表皮効果により２０～１００ｋＨｚで丸棒より電気抵抗を小さくできる。当然のことながら丸棒や丸パイプではなく、角棒や角パイプなど他の断面形状であってもよい。また、実施の形態１で示したように一枚の金属板を加工して環状導電体２の加熱部２５と給電部２４を一体形成したものであってもよい。

[0086] 図２２は、誘導加熱装置１のコイル３と磁性体４ａ及び磁性体４ｂの構造

を示す斜視図である。磁性体４ｂはヒータ４５の加熱に用いられる。コイル３は直径φ０．３ｍｍ程度の被覆銅線を複数本（例えば３８本）撚り線にした所謂リッツ線を平面状に複数回（例えば１５回）巻いて作製したものである。そして、コイル３の同一方向の線束（一部のコイル束分と別のコイル束分）を囲うように磁性体４ａ，４ｂが設けられる。なお、図２２では磁性体４ａはロ字状（角型の筒状）で示したが、磁性体４ｂのようにコ字状であってもよい。磁性体４ａがコ字状であってもよいということは実施の形態１の図６で示したとおりである。図２１に示すように、磁性体４ａと環状導電体２の給電部２４との間には断熱材５２ａが設けられる。

[0087] 一方、後壁１３の溝部４２を形成したコ字状断面の外側にはガラスウールやセラミックウールなどの断熱材５２ｂが設けられ、さらにその外側にはコ字状断面のフェライトコアなどからなる磁性体４ｂが設けられる。そして、磁性体４４ｂと断熱材５２ｂとの間にはコイル３が設けられる。なお、断熱材５２ａ，５２ｂは必ずしも必要ではなく、断熱材５２ａ，５２ｂの代わりに空気層や空気流により環状導電体２の給電部２４とコイル３の断熱を確保してもよい。

[0088] そして、誘導加熱装置１の外側には誘導加熱装置１のコイル３を囲うようにアルミや銅などの高導電率の金属板からなる防磁カバー５５が設けられる。防磁カバー５５はコイル３からの漏れ磁束が加熱システム８の筐体９を誘導加熱することによる無駄な電力消費を抑制する目的で設けられる。具体的に、コイル３からの漏洩磁束が防磁カバー５５に到達すると、電磁誘導によって防磁カバー５５には漏洩磁束を打ち消す方向に誘導電流が流れ、防磁カバー５５から外側に漏れる磁束を相殺できる。防磁カバー５５は高導電率の金属で形成されているので、漏洩磁束により発生する誘導電流がジュール熱として消費する電力は小さく、漏洩磁束が筐体９に到達して筐体９を誘導加熱するときの消費電力に比べ無駄な消費電力を抑制できる。また、防磁カバー５５はコイル３を冷却するための風洞を兼ねており、防磁カバー５５に設けられた空冷ファン５６からの送風によってコイル３は冷却される。

[0089] 加熱システム８の加熱庫１０の前面には耐熱ガラスや金属などの耐熱性材料からなる開閉自在な扉５３が設けられている。扉５３は加熱庫１０の内部あるいは外部に設けられたスライドレール５４に固定されており、スライドレール５４に導かれて開閉することにより加熱庫１０への食材６０の出し入れができるようになっている。また、扉５３の開閉とともに前後に移動する脂受け皿５０と焼き網５１が加熱庫１０の内部に配置される。

[0090] 次に、動作について説明する。高周波電源５からコイル３に２０～１００ｋＨｚの高周波電流が供給されると、実施の形態１で説明したように環状導電体２には高周波電流が流れ、環状導電体２の加熱部２５に面して配置された天井壁１４を誘導加熱する。同様にヒータ４５にもコイル３が発生する高周波磁束が磁性体４ｂを通り、ヒータ４５と鎖交するので、ヒータ４５にも高周波の誘導電流が流れる。ヒータ４５はステンレスや高ニッケル合金で形成されているため、環状導電体２よりも電気抵抗が大きく、ヒータ４５に流れる誘導電流とヒータ４５の電気抵抗によって発生するジュール熱によりヒータ４５は高温になる。その結果、加熱庫１０の内部に配置された食材６０は天井壁１４とヒータ４５からの輻射伝熱と、天井壁１４とヒータ４５によって高温に加熱された加熱庫１０の内部の空気による対流伝熱によって加熱調理される。

[0091] 次に、実施の形態５に係る他の加熱システムについて、図２３～図２５を参照して説明する。図２３は、実施の形態５に係る他の加熱システム８を後方から見た主要部の斜視図である。図２４は、加熱システム８の側面断面図である。図２３及び図２４に示すように、加熱システム８は、磁性体４ａの一部に誘導加熱装置１のコイル３ａが螺旋状に巻かれ、磁性体４ｂの一部にヒータ４５のコイル３ｂが螺旋状に巻かれており、それぞれのコイルが高周波電源５に接続されている。高周波電源５からは各コイル３ａ，３ｂのそれぞれに独立して高周波電力が供給されてもよいし、一体的に高周波電力が供給されてもよい。また、コイル３ａとコイル３ｂを直列あるいは並列に接続して高周波電源５に接続してもよい。なお、図２３及び図２４に示すコイル

３ａ、コイル３ｂに代えて、図２１に示したコイルを用いることも可能である。さらに、図１９、図２０、図２１に示した加熱システムに図２３、図２４で示すコイル３ａ、コイル３ｂを適用も可能である。

[0092] 図２３に示すように、環状導電体２は、実施の形態１で説明した環状導電体２と同様に、水平部２０ａと、垂直部２０ｂを有する。さらに、垂直部２０ｂの一端が上側に折り返された折り返し部２０ｃを有する。図示するように、垂直部２０ｂの一部と折り返し部２０ｃが磁性体４ａにより取り囲まれ、給電部２４を形成している。

[0093] 図２３、図２４に示すように、加熱システム８は、環状導電体２の加熱部２５に面して配置された天井壁１４がパンチングメタルで形成されている。天井壁１４のパンチングメタルとしては、例えば板厚０．３～０．５ｍｍで、円形の孔が千鳥状に配置された磁性ステンレスや非磁性ステンレスを用いることができる。天井壁１４と、環状導電体２の加熱部２５との間は、環状導電体２の表面に形成した酸化膜で電気的に絶縁される。しかし、パンチングメタル（天井壁１４）の孔を介して食材６０から出た油煙などが加熱部２５に付着し、当該加熱部２５が腐食する虞があるので、天井壁１４と加熱部２５との間にセラミックや耐熱ガラスあるいはマイカ板などの非磁性絶縁物で形成した絶縁板４４を設けることが好ましい。

[0094] 図２５は環状導電体２の展開図である。図示するように、環状導電体２は銅板を切削して作製される。環状導電体２の加熱部２５は単純なループ形状ではなく複数回折り曲げられた形状をしている。図示するように、環状導電体２の磁性体４ａにより取り囲まれる部分、すなわち、破線ＩＩ－ＩＩの両側の部材（垂直部２０ｂの一部と折り返し部２０ｃ）の幅Ｗ１，Ｗ２は、略等しい長さ（例えば、Ｗ１，Ｗ２をそれぞれ１．０倍）に形成されている。そして、図２５の破線ＩＩ－ＩＩで１８０°折り曲げて（谷折り）（Ｗ１＋Ｗ２）／２とし、破線ＩＩＩ－ＩＩＩで９０°折り曲げて（山折り）Ｌ字状に形成して、図２３のように加熱システム８に配置される。上述のように環状導電体２を作製することにより、環状導電体２の給電部２４の奥行き方向

の長さを大きくすることなく簡単に給電部２４の電気抵抗を小さくして加熱時の発熱を抑制できる。

[0095] なお、幅Ｗ１，Ｗ２の長さを上述の長さの１．５倍又は２．０倍とし、当該部材を例えば、２回又は３回折り曲げてもよいし、幅Ｗ１，Ｗ２の長さを０．５倍に形成して給電部２４を更に小型にしてもよい。なお、環状導電体２の加熱部の形状も図２５に示したものに限らず任意の形状であってよい。

[0096] 次に、加熱システム８の動作について説明する。高周波電源５からコイル３ａ、コイル３ｂに高周波電力が供給されると、磁性体４ａ、磁性体４ｂを磁路とする高周波磁束φａ、φｂが発生し、高周波磁束φａは環状導電体２と鎖交し、高周波磁束φｂはヒータ４５と鎖交して、電磁誘導により環状導電体２、ヒータ４５それぞれに誘導電流が流れる。

[0097] ヒータ４５は、誘導電流と自身の電気抵抗によるジュール熱で発熱する。環状導電体２は他の実施の形態で述べたように、環状導電体２の加熱部２５に近接して配置された天井壁１４を誘導加熱する。加熱部２５で発生する高周波磁束は、加熱部２５の銅板近傍が最も強いので、天井壁１４は環状導電体２の加熱部２５の形状に沿って渦電流が発生し誘導加熱される。

[0098] 天井壁１４がパンチングメタルであるため、孔の部分では電力は消費されず、残りの金属部分で電力が消費される。したがって、孔の無い無垢の金属板に比べて金属部分の電力密度は大きくなり、コイル３ａに入力される電力が同一の場合、パンチングメタルの金属部分の温度は高温になる。また、誘導加熱によって発熱した熱は熱伝導により、天井壁１４の周辺部に広がっていくが、パンチングメタルの天井壁１４は熱伝導に寄与する金属部分が少なく、熱伝導率が小さい。これにより、天井壁１４の周囲に熱が広がるのを抑制する。

[0099] このような作用により、パンチングメタルで形成した天井壁１４は、入力電力が少ない場合であっても局所的に高温になり、局所的に高温になった部分から多くの赤外線を放射するので、加熱庫１０内の食材６０は赤外線による輻射加熱で効率よく調理される。

[0100] 赤外線を多く放射するためには、天井壁１４の温度が７００℃以上であることが望ましいが、このような高温では磁性ステンレスであってもキュリー点を超えて磁性がなくなるため、非磁性ステンレスの天井壁１４であってもよいし、ステンレス以外の他の金属材料の天井壁１４であってもよい。また、天井壁１４からの赤外線の放射率を高くするため、天井壁１４の表面に黒色塗料を塗布することや、酸化膜を形成することも可能である。なお、実施の形態３の図１４や図１５示した加熱システムであっても、天井壁１４や底壁１５をパンチングメタルで形成してもよい。

[0101] なお、本実施の形態では天井壁１４を誘導加熱したが、これに限らず、右側壁１１、左側壁１２又は底壁１５のいずれかを誘導加熱してもよい。また、天井壁１４を絶縁物で形成し、図１６のように天井壁１４の近傍に配置された金属からなる被加熱物を誘導加熱してもよい。

[0102] 今回、開示した実施の形態は例示であってこれに制限されるものではない。本発明は、上記で説明した範囲ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲での全ての変更を含む。

請求の範囲

[請求項1] コイルと、

前記コイルに高周波電流を供給する高周波電源と、

電気的な閉回路を構成する１ターンの環状導電体を有し、

前記環状導電体は、近傍の被加熱物を誘導加熱する加熱部と、

前記コイルによって発生する高周波磁束が鎖交する給電部とを有し、

前記コイルが発生する高周波磁束が前記環状導電体の給電部で鎖交するように磁性体を配置したことを特徴とする誘導加熱装置。

[請求項2] 前記環状導電体は、金属板で形成したことを特徴とする請求項１に記載の誘導加熱装置。

[請求項3] 前記環状導電体の加熱部は、複数の電流経路が形成されていることを特徴とする請求項２に記載の誘導加熱装置。

[請求項4] 前記磁性体は、前記環状導電体の外側を取り囲むように設けられていることを特徴とする請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の誘導加熱装置。

[請求項5] 底壁の少なくとも一部が絶縁物で形成された加熱庫と、

前記加熱庫内にマイクロ波を照射するマイクロ波発生手段を有する加熱システムであって、

前記加熱システムには、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置が具備されており、

前記加熱庫の底壁の下側に、前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部が配置されていることを特徴とする加熱システム。

[請求項6] 前記加熱庫は、金属製の壁を有し、

前記金属製の壁より前記加熱庫の外側に前記環状導電体の給電部を配置したことを特徴とする請求項５に記載の加熱システム。

[請求項7] 前記環状導電体と前記コイルと前記金属製の壁は、電気的に接続されていることを特徴とする請求項６に記載の加熱システム。

[請求項8] 壁の少なくとも一部が導電体からなる加熱庫を有する加熱システムであって、

前記加熱システムには、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置が具備されており、

前記加熱庫を構成する少なくとも一部が導電体からなる壁に面して、前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部が配置されていることを特徴とする加熱システム。

[請求項9] 前記壁の少なくとも一部が磁性金属であることを特徴とする請求項８に記載の加熱システム。

[請求項10] 前記壁の少なくとも一部が炭素を主成分とする板状部材であることを特徴とする請求項８に記載の加熱システム。

[請求項11] 前記壁の少なくとも一部がパンチングメタルであることを特徴とする請求項８に記載の加熱システム。

[請求項12] 壁の少なくとも一部が絶縁物で形成された加熱庫を有する加熱システムであって、

前記加熱システムには、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置が具備されており、

前記加熱庫を構成する少なくとも一部が絶縁物で形成された壁に面して、前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部が配置されていることを特徴とする加熱システム。

[請求項13] 被加熱物が戴置されるトッププレートと、

請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置をさらに備え、

前記トッププレートに面して前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部が配置されていることを特徴とする加熱システム。

[請求項14] 箱状の加熱庫と、

前記加熱庫の内部に配置された電気的な閉回路を構成する１ターンのヒータと、

前記加熱庫の外部に配置されたコイルと、

前記コイルに高周波電流を供給する高周波電源と、

前記コイルから生じる高周波磁束が前記ヒータと鎖交するように配置された磁性体とを備えた加熱システムであって、

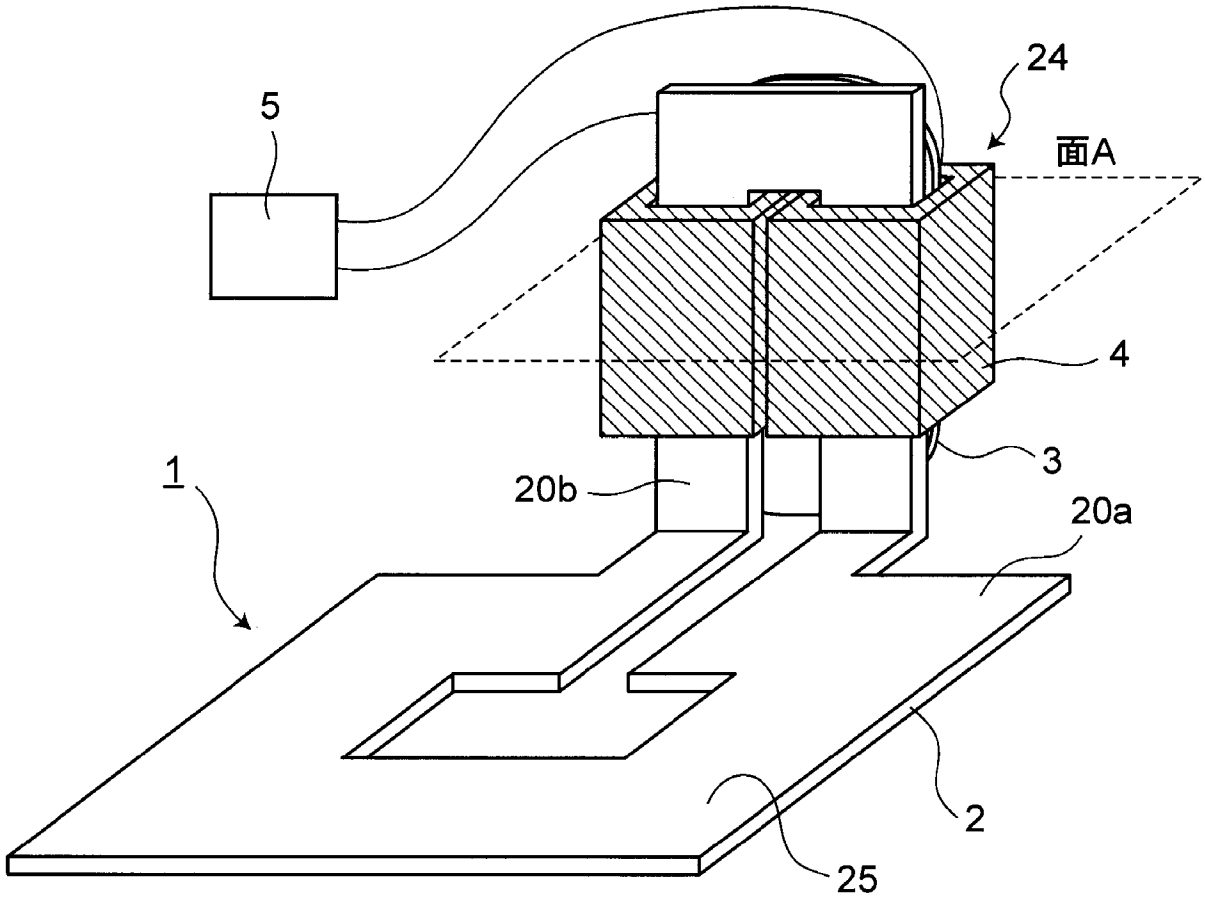
前記加熱システムには、請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の誘導加熱装置が具備されており、

前記加熱庫を構成する少なくとも１つの壁に面して、前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部が配置されていることを特徴とする加熱システム。

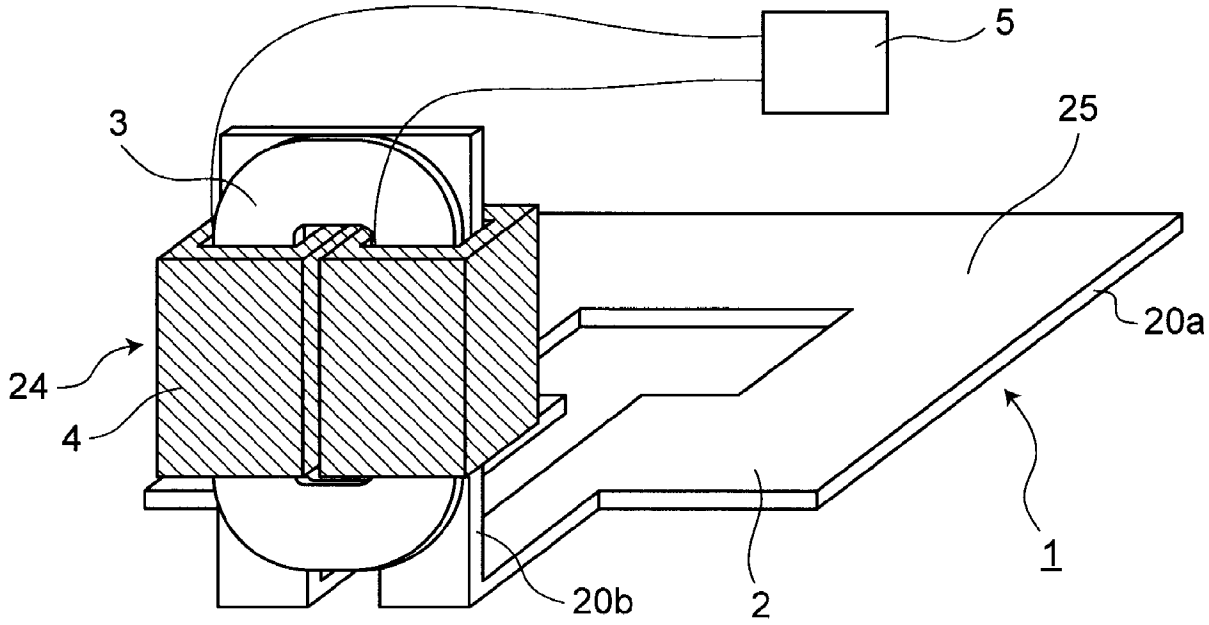
[請求項15] 前記コイルは、前記誘導加熱装置のコイルであることを特徴とする請求項１４に記載の加熱システム。

[請求項16] 前記誘導加熱装置における環状導電体の加熱部とは反対側に銅板又はアルミ板が配置されていることを特徴とする請求項５から請求項１５のいずれか１項に記載の加熱システム。

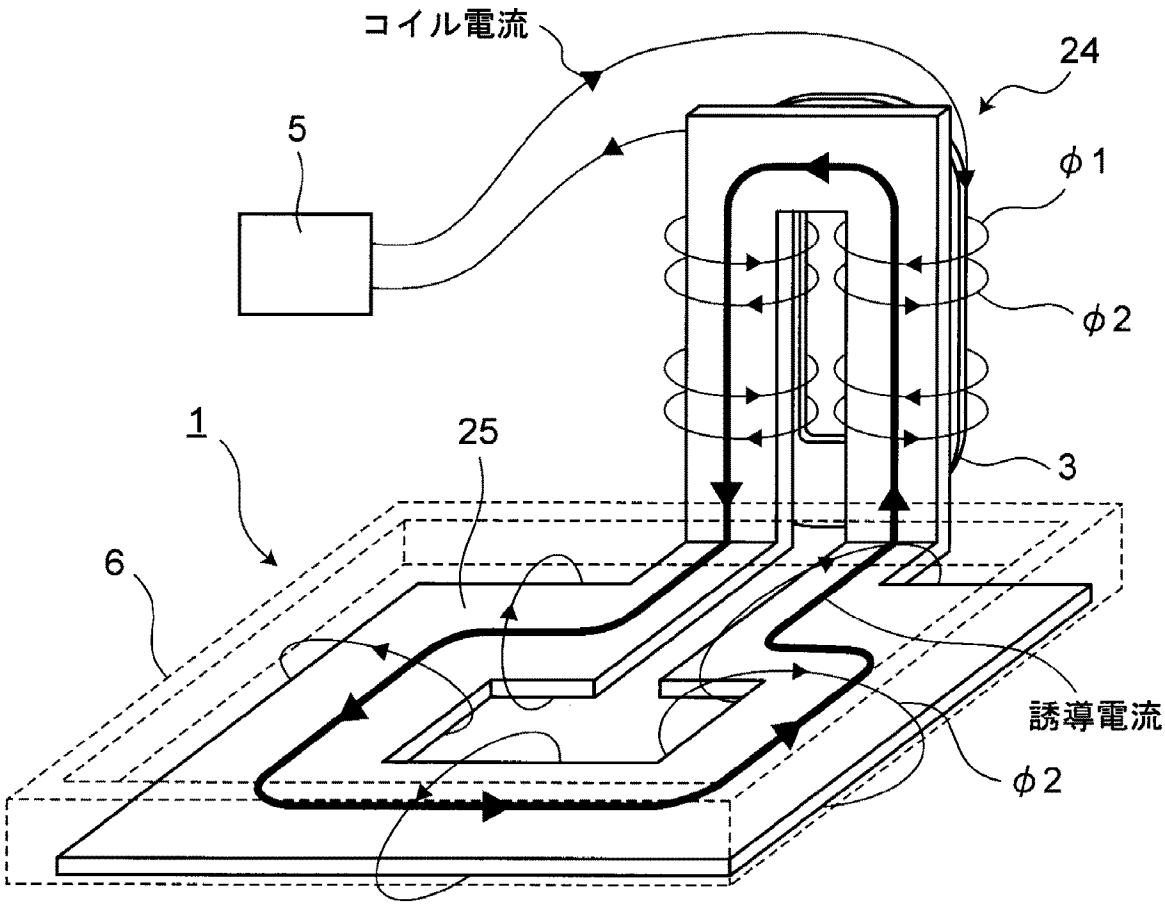
[図1]



[図2]

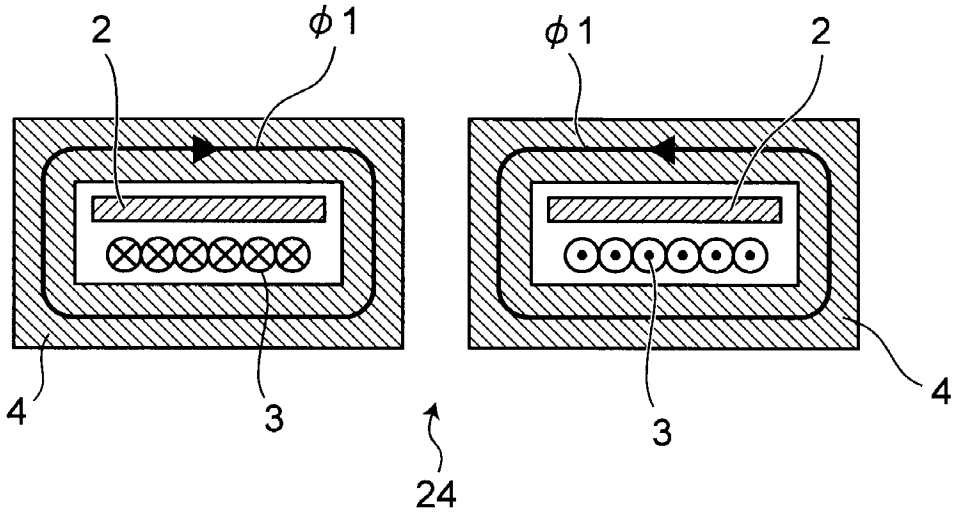


[図3]

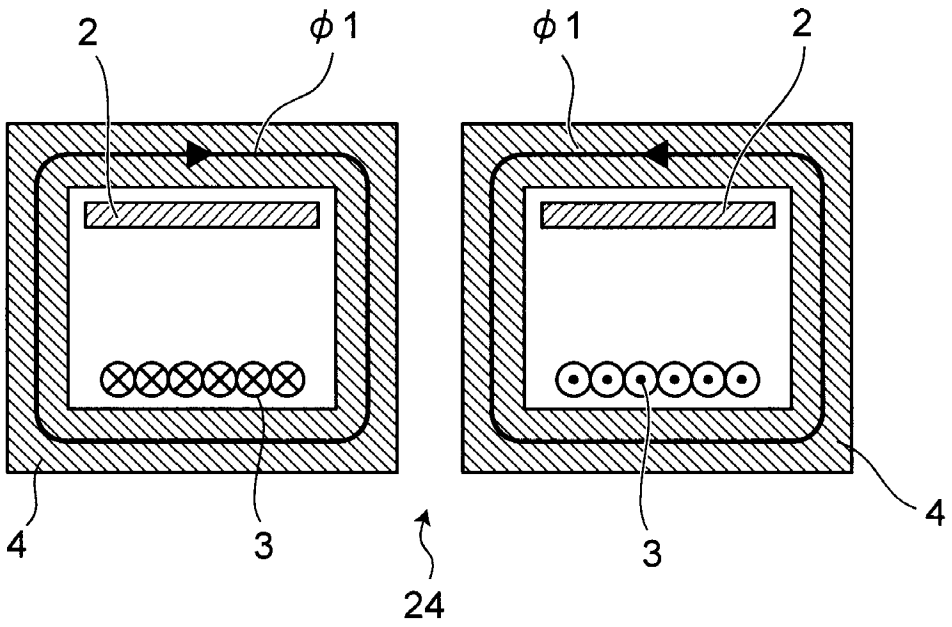


[図4]

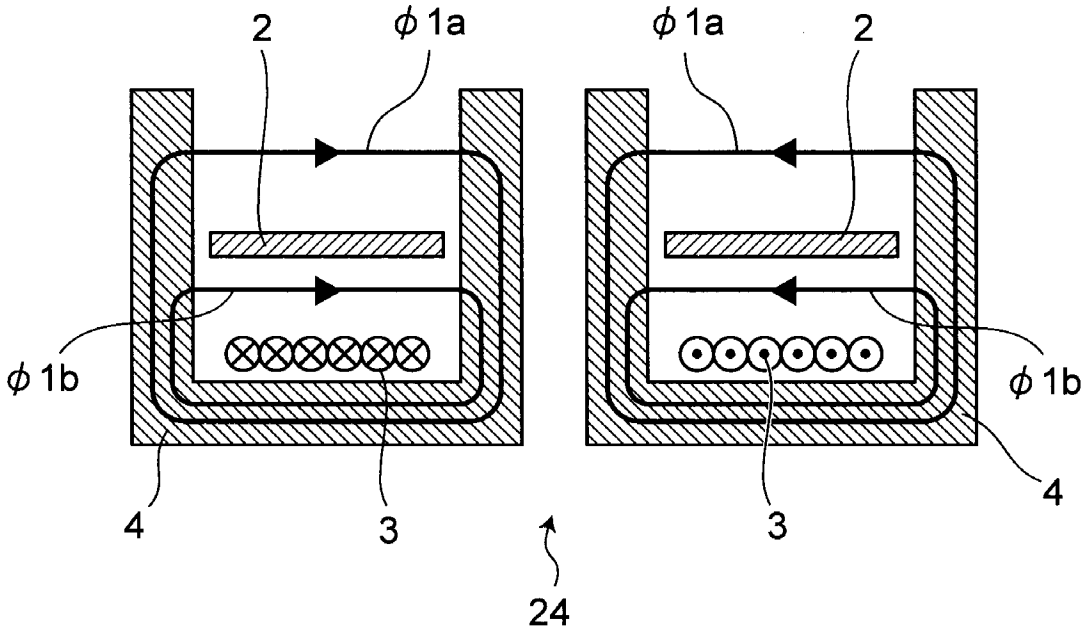
図1の面Aでの断面図



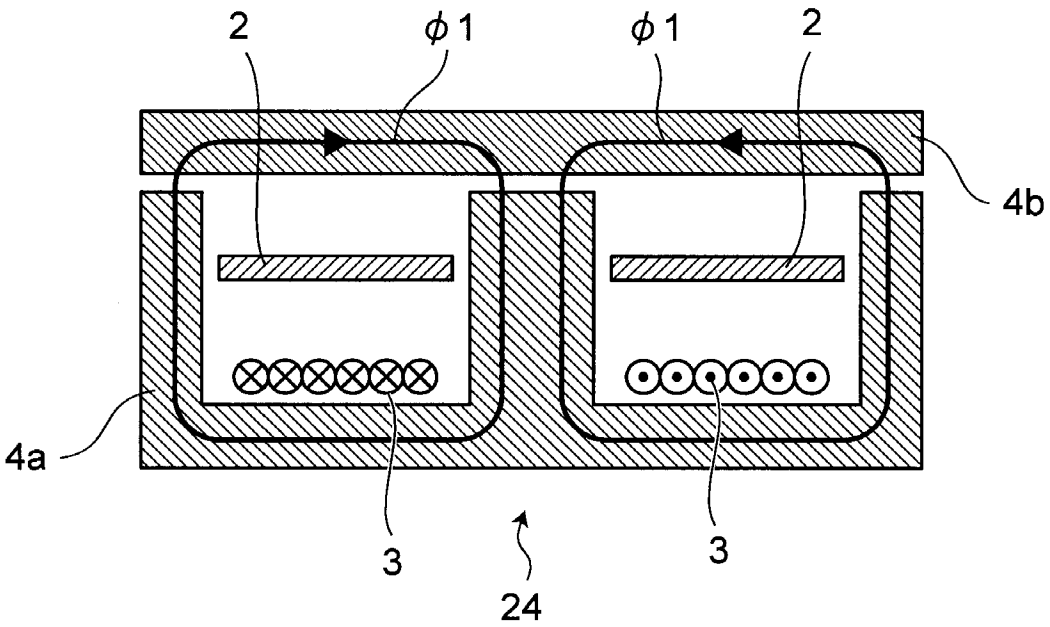
[図5]



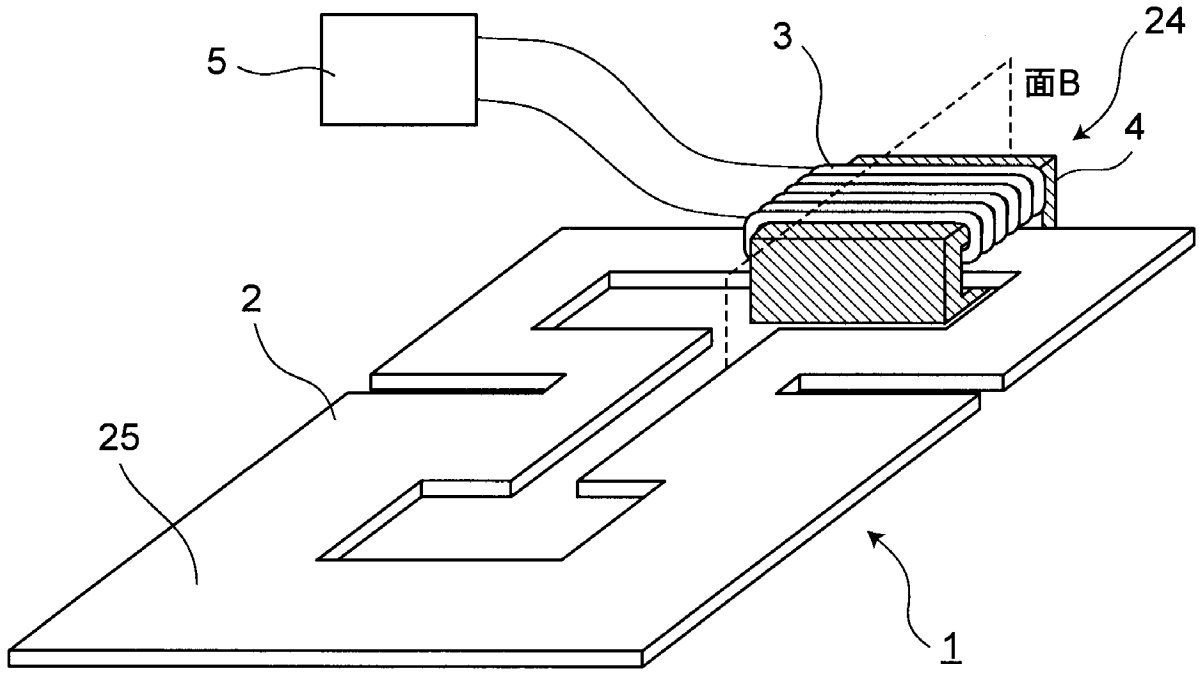
[図6]



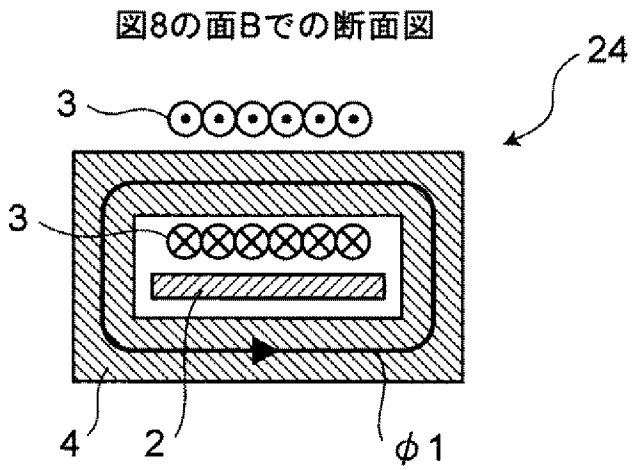
[図7]



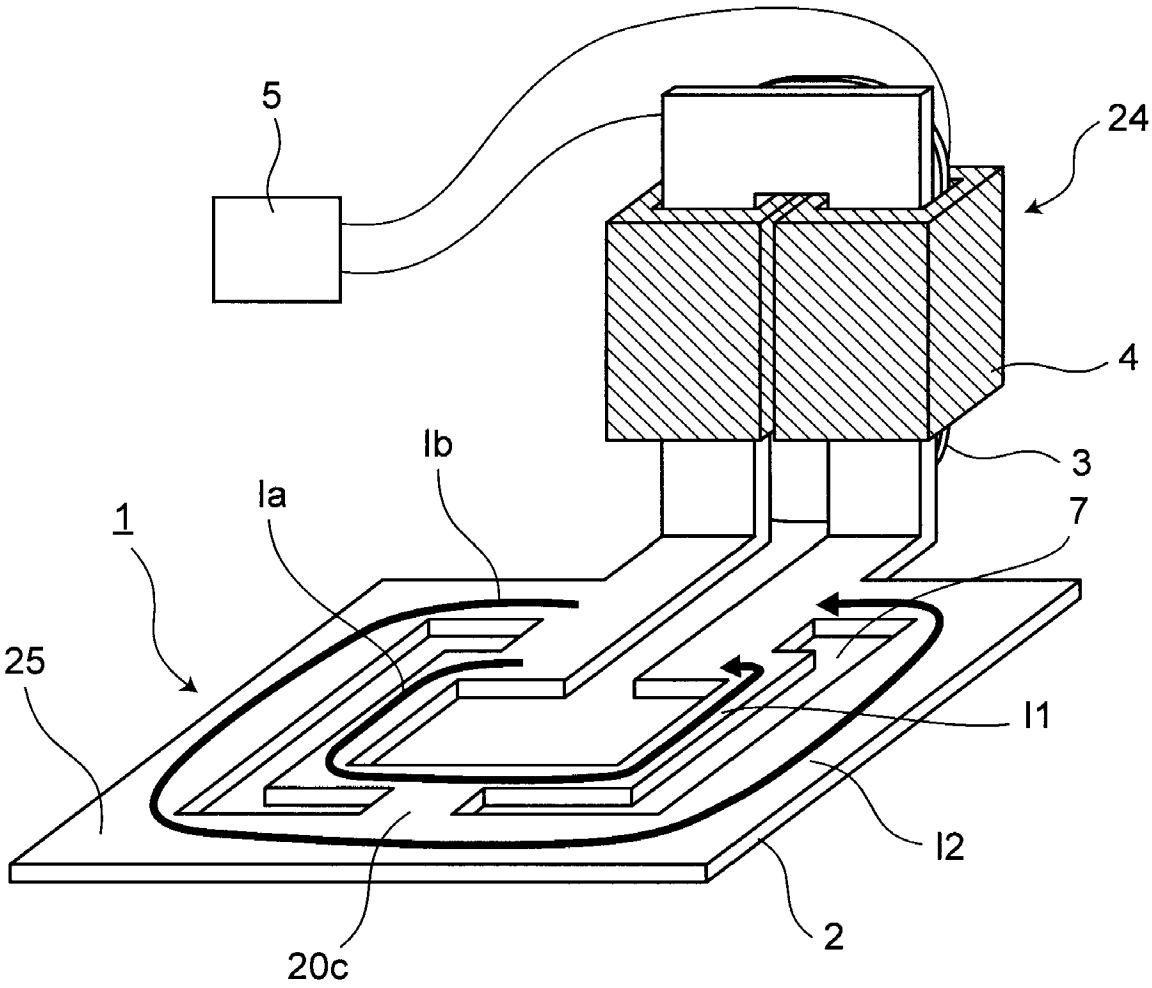
[図8]



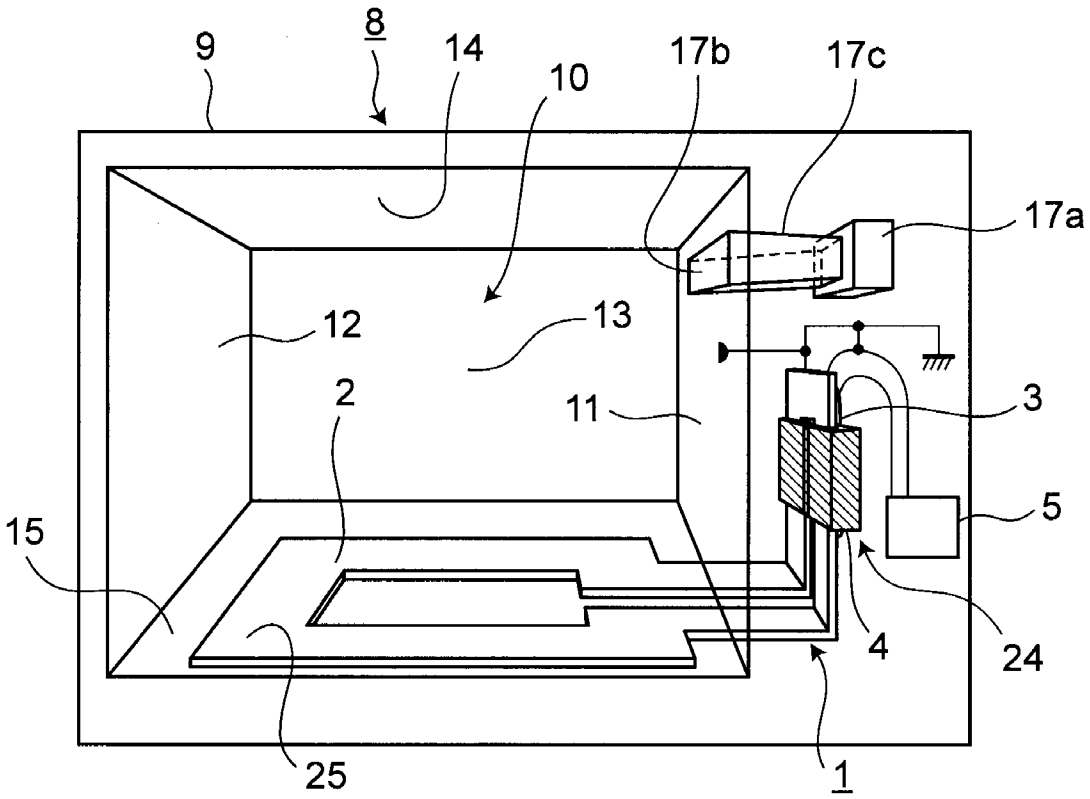
[図9]



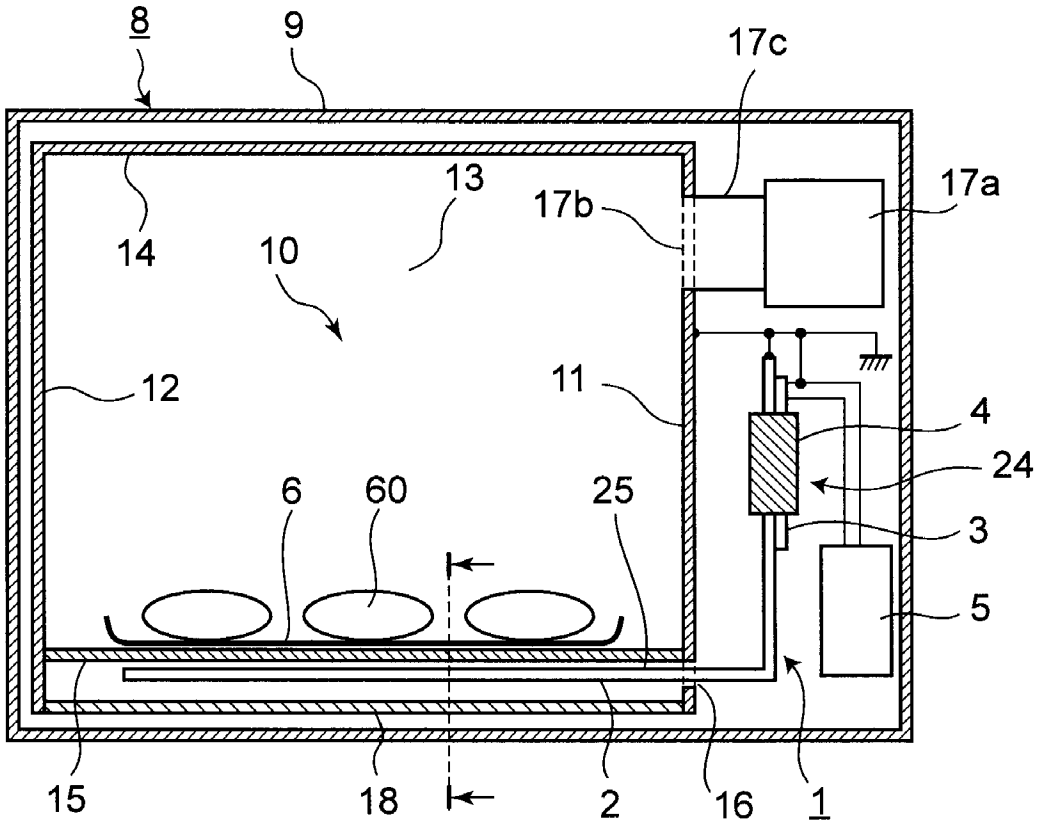
[図10]



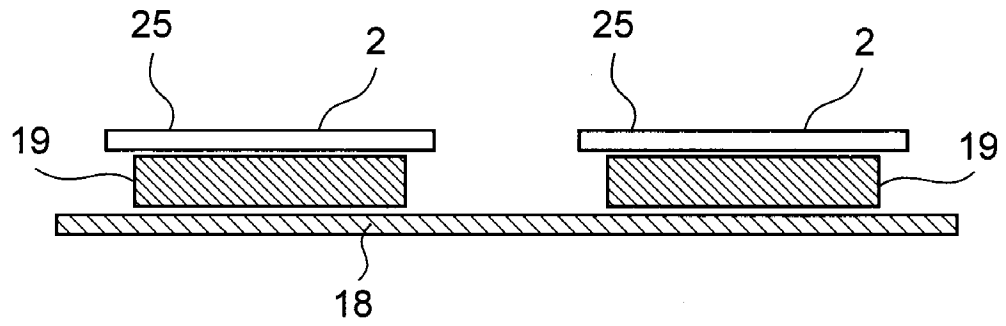
[図11]


9
8
14
10
17b
17c
17a
12
13
2
11
3
5
15
4
24
25
1

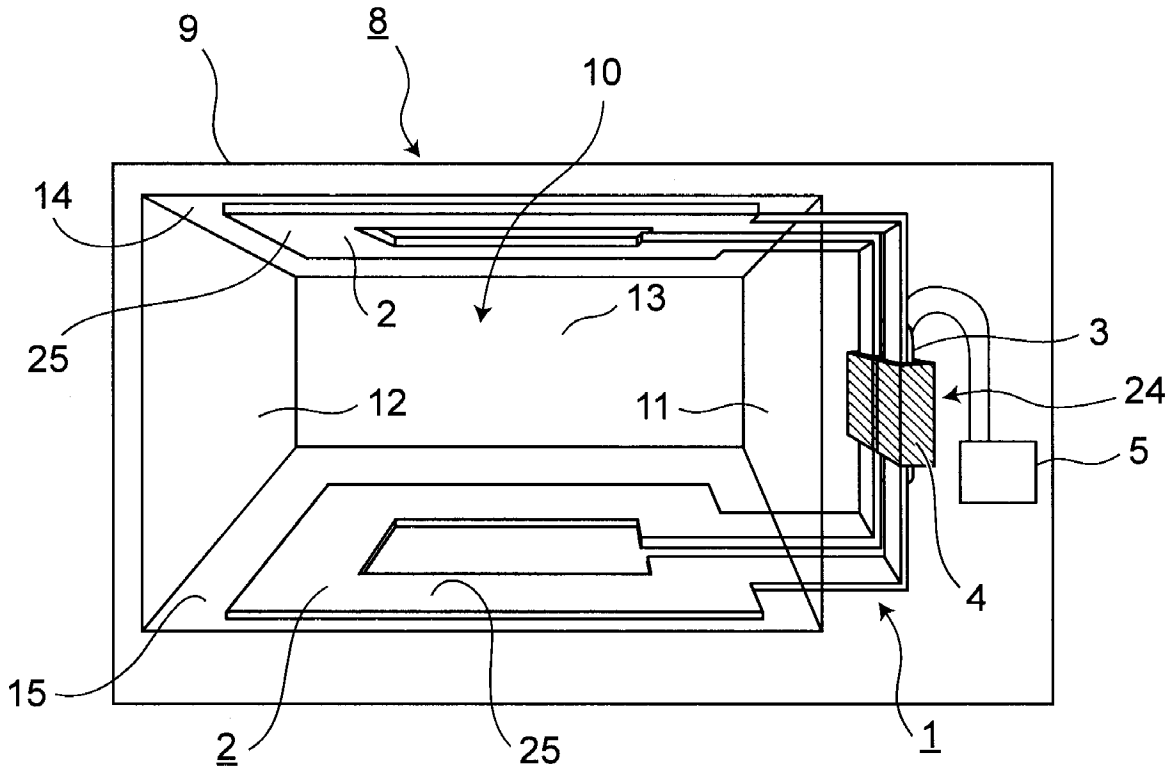
[図12]


8
9
17c
13
17b
17a
14
10
12
11
4
24
6
60
25
3
5
15
18
2
16
1

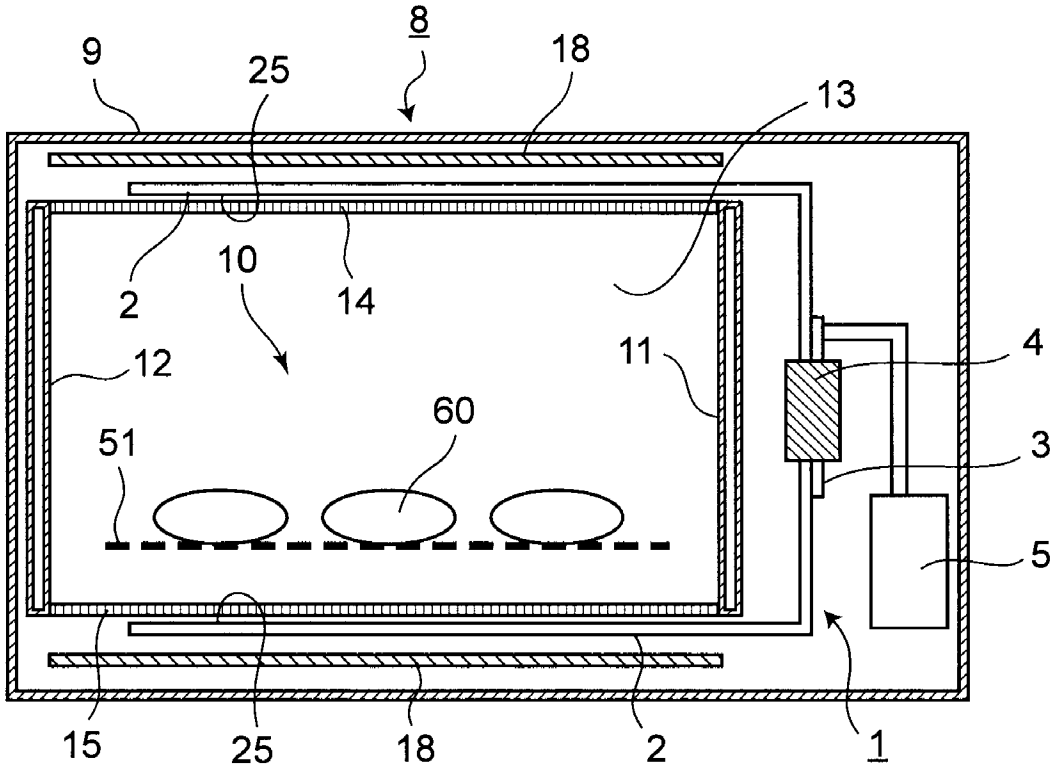
[図13]



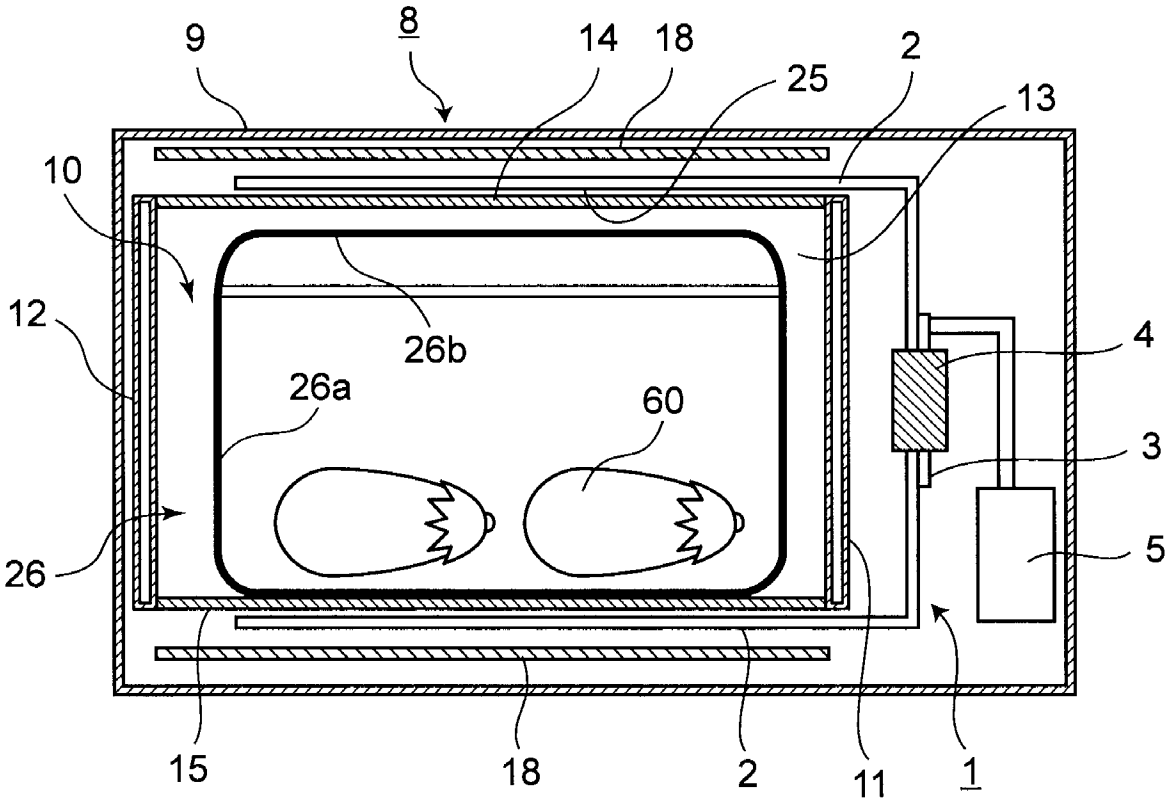
[図14]



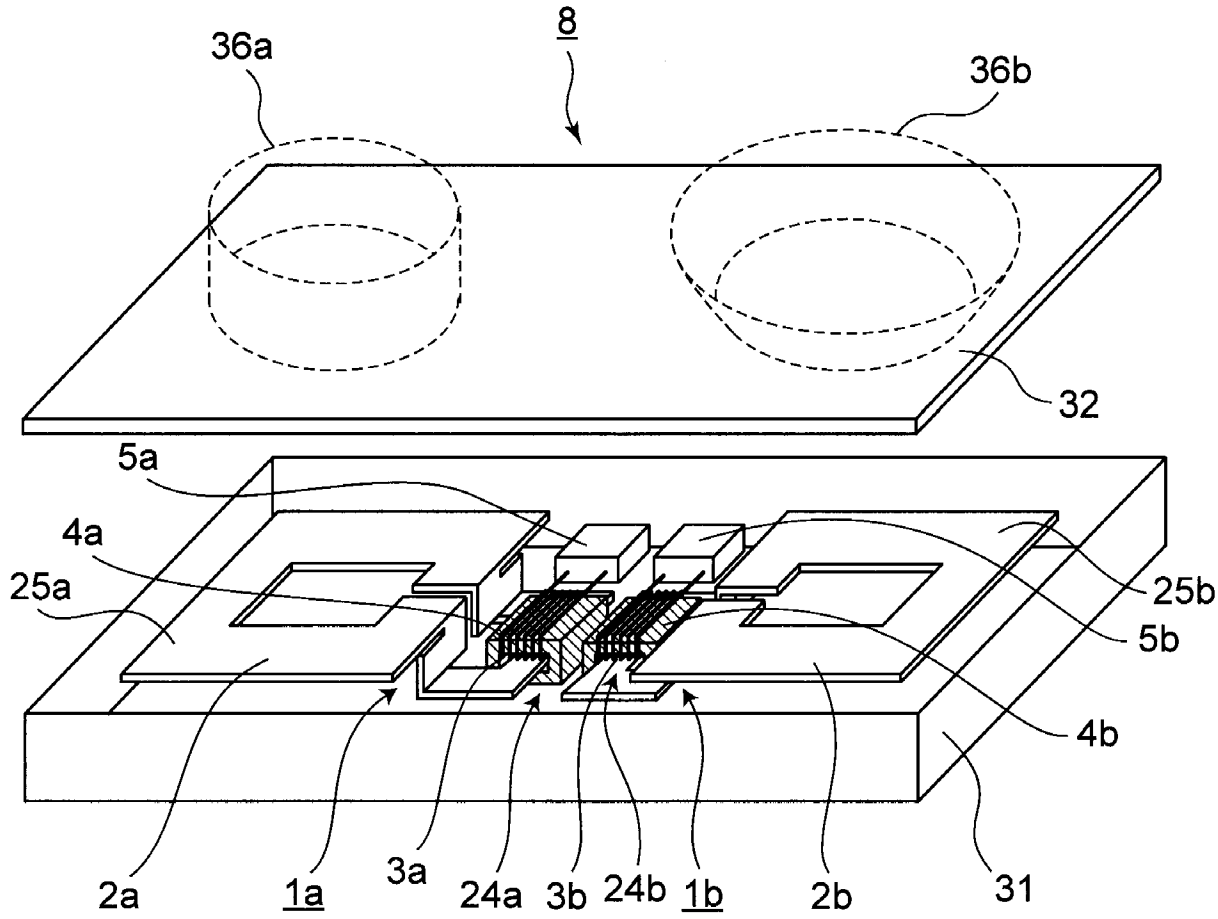
[図15]


8
9
25
18
13
2
10
14
12
11
4
60
51
3
5
15
25
18
2
1

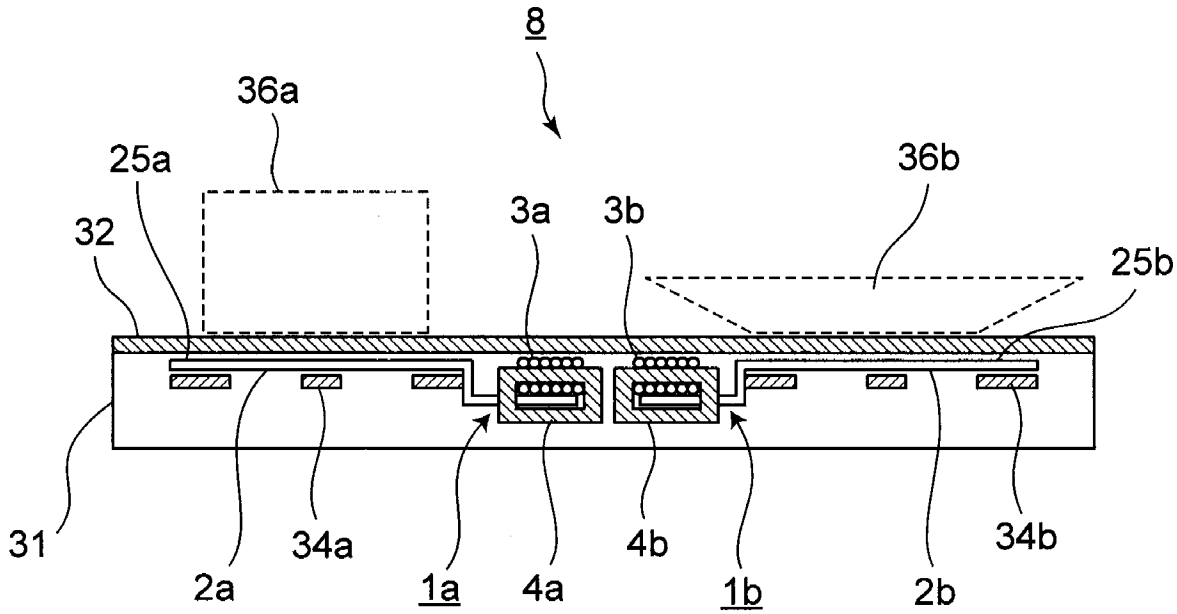
[図16]


8
9
14
18
25
2
13
10
26b
12
4
26a
60
3
26
5
15
18
2
11
1

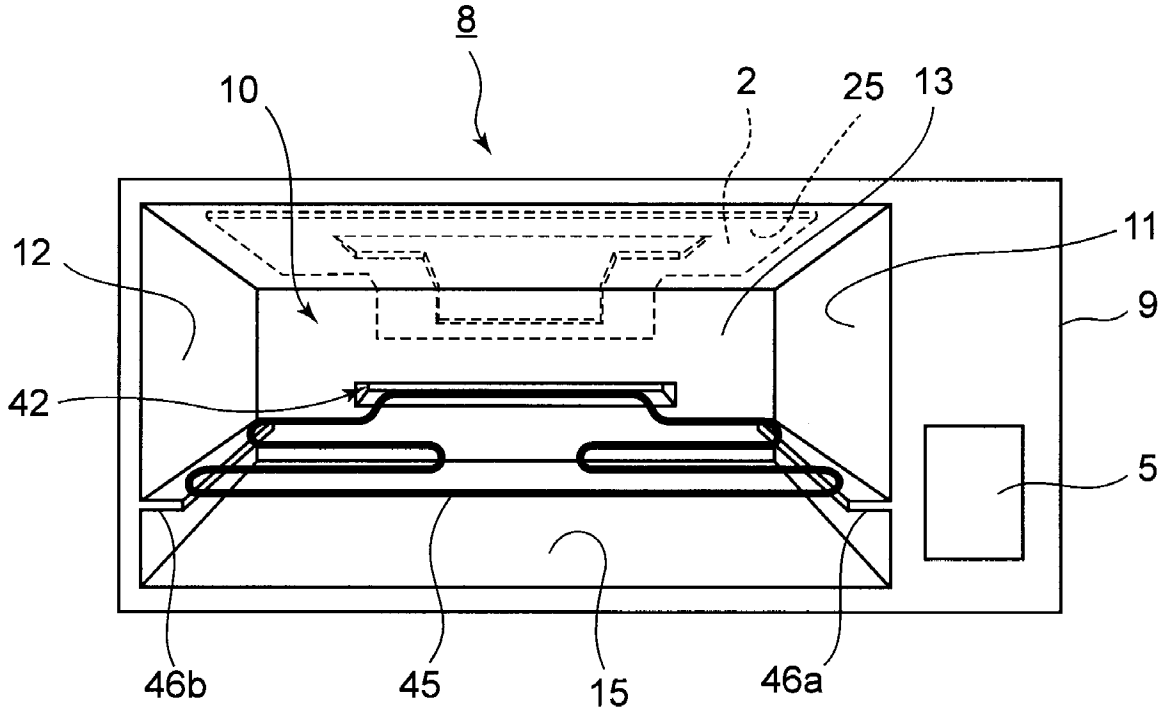
[図17]


8
36a
36b
32
5a
4a
25a
25b
5b
4b
2a
1a
3a
24a
3b
24b
1b
2b
31

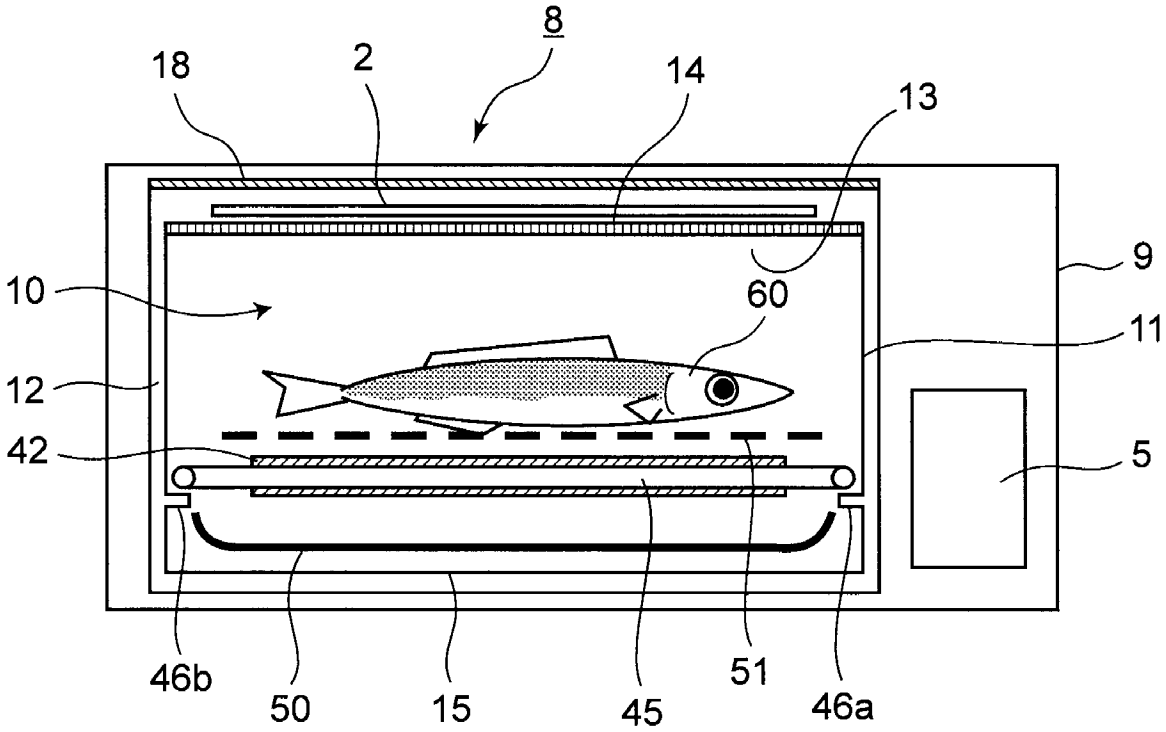
[図18]


8
36a
25a
36b
32
3a
3b
25b
31
2a
34a
1a
4a
4b
1b
2b
34b

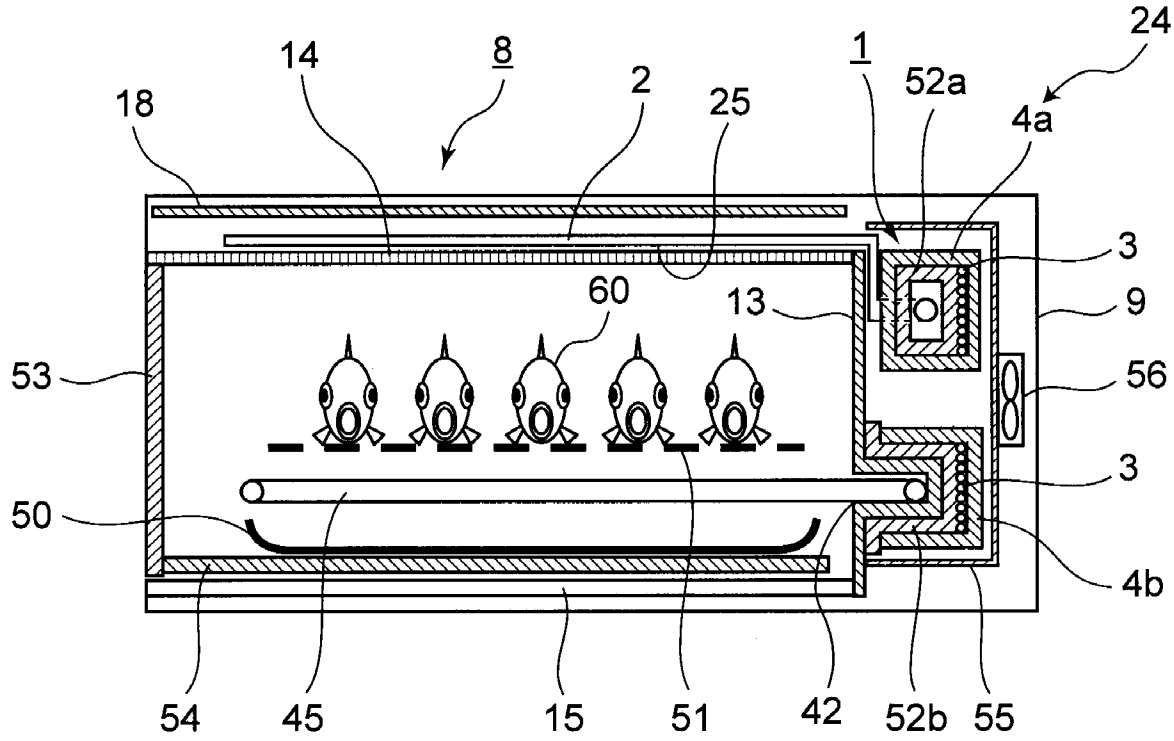
[図19]


8
10
2
25
13
12
11
9
42
5
46b
45
15
46a

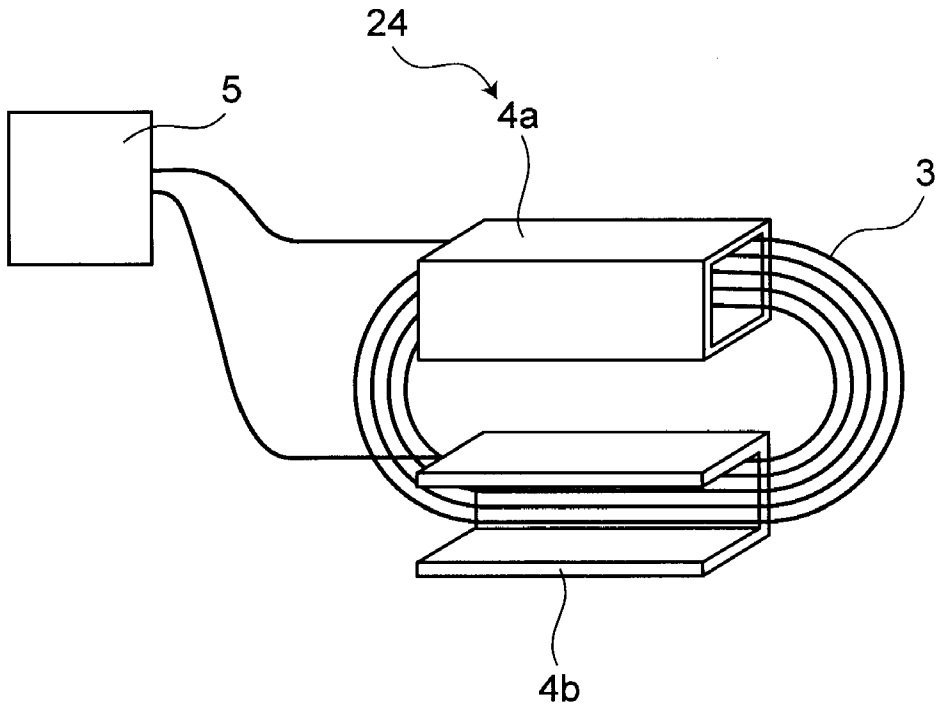
[図20]


8
18
2
14
13
9
10
60
11
12
42
5
46b
50
15
45
51
46a

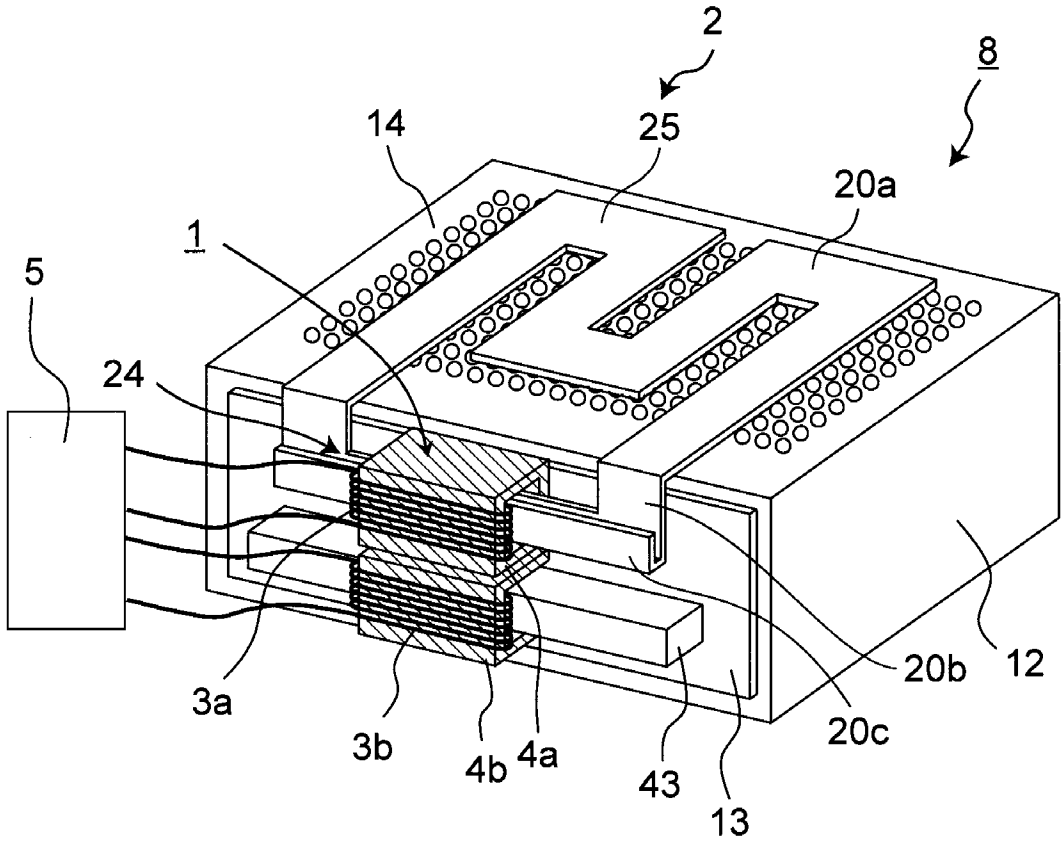
[図21]


24
14
8
2
1
52a
18
25
4a
3
60
13
9
53
56
3
50
4b
54
45
15
51
42
52b
55

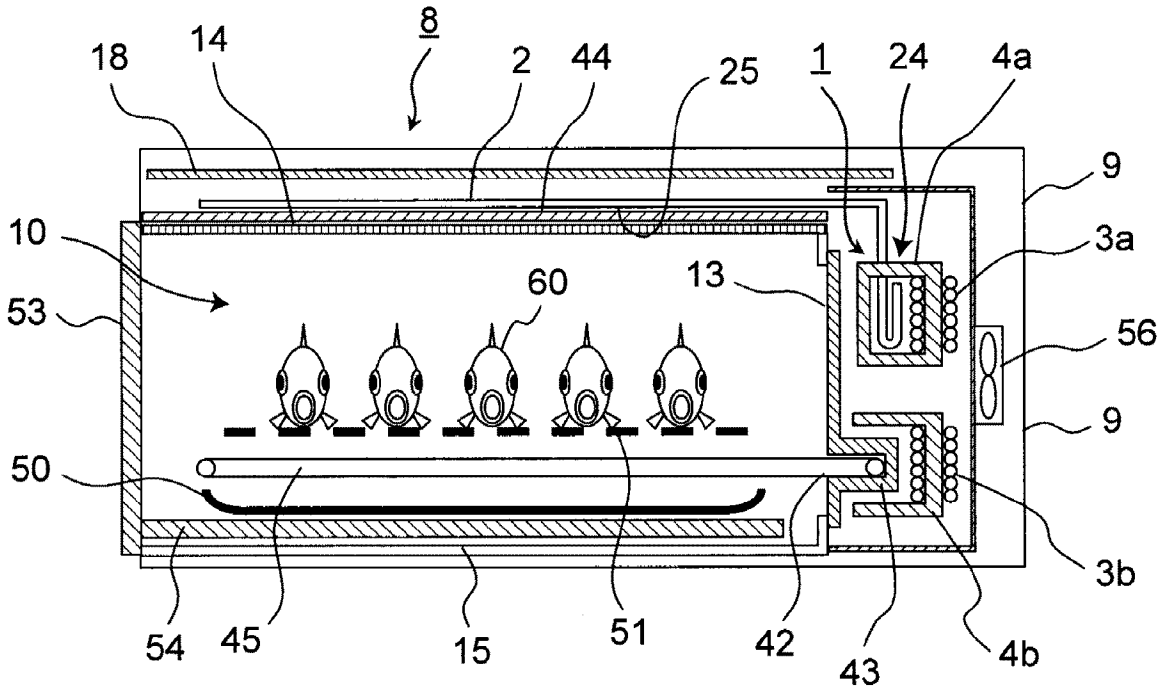
[図22]


24
5
4a
3
4b

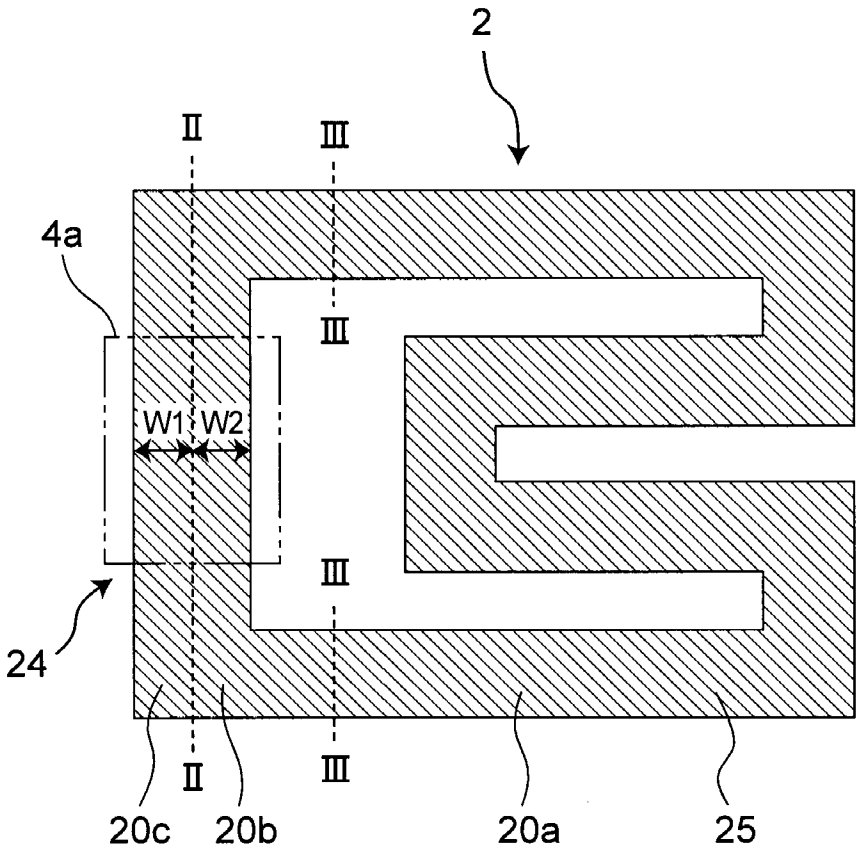
[図23]


2
8
14
25
20a
1
5
24
20b
12
3a
3b
4b
4a
20c
43
13

[図24]


8
18
14
2
44
25
1
24
4a
9
10
3a
60
13
53
56
9
50
3b
54
45
15
51
42
43
4b

[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/074001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05B6/10(2006.01)i, *H05B6/12*(2006.01)i, *H05B11/00*(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)
H05B6/10, H05B6/12, H05B11/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 A	JP 3-291890 A (Fuji Electronics Industry Co., Ltd.), 24 December 1991 (24.12.1991), page 2, lower left column, line 18 to page 3, upper right column, line 6; fig. 1, 2 (Family: none)	1,2 4-6,8-14,16 3
Y	JP 2003-59632 A (Dai-Ichi High Frequency Co., Ltd.), 28 February 2003 (28.02.2003), paragraphs [0013] to [0018]; fig. 1 to 4 (Family: none)	4-6,8-14,16

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 December, 2011 (22.12.11)	10 January, 2012 (10.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/074001

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 1-236594 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 September 1989 (21.09.1989), page 3, upper left column, line 14 to page 4, upper right column, line 2; fig. 1 to 5 (Family: none)	5,6,12 7
Y	JP 5-187640 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 July 1993 (27.07.1993), paragraphs [0020] to [0025]; fig. 1, 2 (Family: none)	8-11,16
Y	JP 10-28648 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 February 1998 (03.02.1998), paragraph [0040] (Family: none)	10
Y	JP 4-65097 A (Mitsubishi Electric Home Appliance Co., Ltd.), 02 March 1992 (02.03.1992), page 3, upper right column, lines 8 to 10; fig. 4 & US 5177333 A & EP 464390 A2 & DE 69114189 T2	11
Y A	JP 2010-178815 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraphs [0010] to [0012]; fig. 1, 2 (Family: none)	13 14,15
Y	JP 6-163152 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 June 1994 (10.06.1994), paragraphs [0020] to [0034]; fig. 1 to 3 (Family: none)	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/074001

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: JP 3-291890 A (Fuji Electronics Industry Co., Ltd.), 24 December 1991 (24.12.1991), page 2, lower left column, line 18 to page 3, upper right column, line 6, fig. 1, 2

The invention of claim 1 is an invention disclosed in the document 1 and does not have novelty and inventiveness, and therefore does not have a special technical feature. Further, the invention of claim 2 is obtained by a design alteration such that in the invention of claim disclosed in the document 1, a metallic secondary coil is formed in a plate-like shape, and therefore, also the invention of claim 2 does not have a special technical feature.

(continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Consequently, the following seven inventions are involved in claims.

Claims 1-3, claim 4, claims 5-7, claims 8-11, claim 12, claim 13, and claims 14-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７４００１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05B6/10(2006.01)i, H05B6/12(2006.01)i, H05B11/00(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.　H05B6/10, H05B6/12, H05B11/00

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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	関連する請求項の番号
X Y A	JP 3-291890 A（富士電子工業株式会社）1991.12.24, 第２ページ左下欄第18行-第３ページ右上欄第６行，第1,2図 （ファミリーなし）	１，２ 4-6,8-14,16 3
Y	JP 2003-59632 A（第一高周波工業株式会社）2003.02.28, 段落0013-0018，図1-4（ファミリーなし）	4-6,8-14,16

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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の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 ２２．１２．２０１１	国際調査報告の発送日 １０．０１．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｌ　３０２４ 結城　健太郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３７

Ｃ（続き）．　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	関連する請求項の番号
Ｙ Ａ	JP 1-236594 A（松下電器産業株式会社）1989.09.21, 第3ページ左上欄第14行-第4ページ右上欄第2行，第1-5図 （ファミリーなし）	５，６，１２ ７
Ｙ	JP 5-187640 A（松下電器産業株式会社）1993.07.27, 段落0020-0025，図1,2（ファミリーなし）	8-11,16
Ｙ	JP 10-28648 A（松下電器産業株式会社）1998.02.03，段落0040 （ファミリーなし）	１０
Ｙ	JP 4-65097 A（三菱電機ホーム機器株式会社）1992.03.02, 第3ページ右上欄第8-10行，第4図 & US 5177333 A & EP 464390 A2 & DE 69114189 T2	１１
Ｙ Ａ	JP 2010-178815 A（三菱電機株式会社）2010.08.19, 段落0010-0012，図1,2（ファミリーなし）	１３ １４，１５
Ｙ	JP 6-163152 A（松下電器産業株式会社）1994.06.10, 段落0020-0034，図1-3（ファミリーなし）	１４

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７４００１

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により，この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は，この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり，

２．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は，有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり，

３．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は，従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献１：JP 3-291890 A（富士電子工業株式会社）1991.12.24,
第2ページ左下欄第18行-第3ページ右上欄第6行，第1,2図

請求項１に係る発明は，文献１に記載された発明であり，新規性・進歩性を有しないから，特別な技術的特徴を有しない。また，請求項２に係る発明は，文献１に記載された発明において，金属製の２次コイルを，板状にするという単なる設計変更で得られるものであり，やはり特別な技術的特徴を有しない。そこで，各請求項に係る発明は，以下に示す７の発明が含まれるものと認められる。

請求項１－３，４，５－７，８－１１，１２，１３，１４－１６

１．☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので，この国際調査報告は，すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく，すべての調査可能な請求項について調査することができたので，追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので，この国際調査報告は，手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので，この国際調査報告は，請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び，該当する場合には，異議申立手数料の納付と共に，出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが，異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付はあったが，異議申立てはなかった。