

(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
2009年10月22日(22.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/128251 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 6/70 (2006.01) H05B 6/72 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/001709
- (22) 国際出願日: 2009年4月14日(14.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-105416 2008年4月15日(15.04.2008) JP
特願 2008-105417 2008年4月15日(15.04.2008) JP
特願 2008-218044 2008年8月27日(27.08.2008) JP
特願 2008-280936 2008年10月31日(31.10.2008) JP
特願 2008-280937 2008年10月31日(31.10.2008) JP
特願 2008-280938 2008年10月31日(31.10.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉野浩二(YOSHINO, Koji); 河合祐(KAWAI, Hiroshi).
- (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

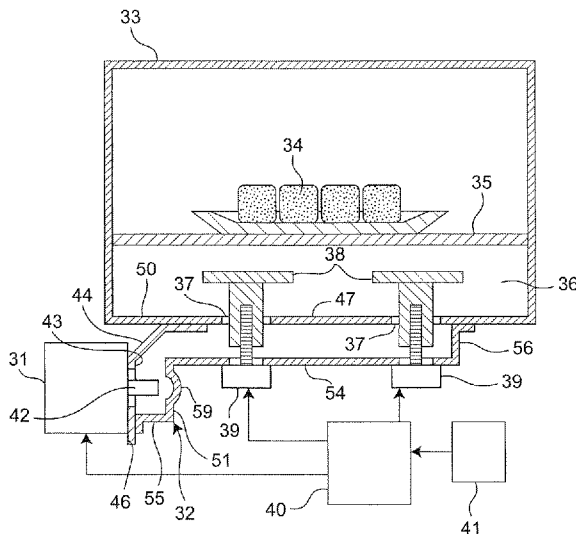
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MICROWAVE HEATING DEVICE

(54) 発明の名称: マイクロ波加熱装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a microwave heating device comprising a waveguide tube (32) for transmitting microwaves from a microwave generating means to a heating chamber. The waveguide tube has a rectangular section normal to a bent transmission passage and includes a pair of opposed magnetic field faces and a pair of opposed electric field faces. One of the magnetic field faces is constituted of a vertical face (43), a horizontal face (47) and a slope face (44) having predetermined angles to the horizontal face and the vertical face. One of the magnetic field faces is equipped with a mechanism (42) for introducing the microwaves thereto from the microwave generating means, and a mechanism (38) for emitting the microwaves having transmitted through the waveguide tube, to the heating chamber.

(57) 要約: マイクロ波発生手段からのマイクロ波を加熱室に伝送する導波管(32)を備えたマイクロ波加熱装置において、導波管が、伝送経路に直交する断面が矩形状であり、屈曲した伝送経路を持ち、対向する一対の磁界面および対向する一対の電界面を有しており、一方の磁界面が、鉛直面(43)と、水平面(47)と、水平面と鉛直面に対して所定の角度を有する斜面(44)とを有して構成され、当該一方の磁界面にはマイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構(42)、および導波管を伝送したマイクロ波を加熱室に放射するための機構(38)が設けられている。

口波発生手段からのマイクロ波が導入される機構(42)、および導波管を伝送したマイクロ波を加熱室に放射するための機構(38)が設けられている。

明 細 書

発明の名称： マイクロ波加熱装置

技術分野

[0001] 本発明は、被加熱物をマイクロ波で加熱するマイクロ波加熱装置に関する。

背景技術

[0002] 代表的なマイクロ波加熱装置である電子レンジは、例えば被加熱物である食品に対して直接加熱できるため、加熱道具としての鍋や釜を準備する必要がないという簡便さがあり、生活する上で不可欠な調理器具となってきた。そのような使用状況の電子レンジにおいて、最近は、環境に配慮して、消費電力量を低減し、省エネルギー化を図ることが必須の課題となりつつある。

[0003] 一般的な電子レンジは、代表的なマイクロ波発生手段であるマグネトロンにおいて発生したマイクロ波が導波管を介して加熱室に導かれて、加熱室内に放射される構成である。このような電子レンジに用いられる導波管について、図 28 に示した導波管の概略図を参照しつつ説明する。図 28 は一般的な導波管 1 の概略構成を示す斜視図である。図 28 に示すように、導波管 1 は、基本的には直方体の形状を有している。導波管 1 において、幅を a 、高さを b 、長さを L で表し、伝送されるマイクロ波の波長を λ とすると、 $\lambda/2 < a < \lambda$ 、 $b < \lambda/2$ の範囲で形状を選ぶことにより、TE10モードと呼ばれる形態で伝送されることが知られている。代表的な電子レンジにおいては、使用するマイクロ波の波長 λ が約 120 mm であるため、幅 a は 80 ~ 110 mm、高さ b は 15 ~ 40 mm の範囲内となるように選択することが多い。

[0004] 図 28 に示す導波管 1 において、伝送方向と平行な面における対向する一対の面のうち、幅 a を構成する面（広い方の面）を磁界面である H 面、高さ b を構成する面（狭い方の面）を電界面である E 面と呼ぶ。図 28 においては、一対の H 面を第 1 の H 面 5 および第 2 の H 面 6 として示している。また

、一对のE面は第1のE面7および第2のE面8として示している。

[0005] 図28に示す導波管1においては、マグネトロンからのマイクロ波を放射するアンテナ2が導波管1の第1のH面5の一端側に挿入されている。アンテナ2から導波管1内に放射されたマイクロ波は、導波管1の他端側の方向（図28の矢印Xの方向）に伝送される。導波管1の他端側には、例えば開口3が形成されており、この開口3を加熱室と結合させることにより、導波管1内を伝送したマイクロ波を加熱室内へと導くことができる。なお、導波管1の両側の端面であるショート面9、10は、マイクロ波が外部に漏れないように塞がれている。導波管1は、図28のような直管状だけではなく曲げることも可能である。

[0006] 図29は、直角に折り曲げられた導波管1Aを示す断面図である。図29に示すように、導波管1Aは、磁界面における第1のH面5および第2のH面が直角に折れ曲がっている。加熱室の底面側には、回転アンテナ11が配置されるアンテナ空間12が形成されている。そのアンテナ空間12の底面を構成する底板13が、導波管1Aの第1のH面5の水平部分を構成している。また、直角に折れ曲がった第1のH面5の鉛直部分には、マグネトロン14のアンテナ2が挿入されて、配置されている。このように直角に折れ曲がった導波管1Aに関しては、例えば、特許文献1から3に開示されている。

[0007] 図29に示した導波管1Aの場合、第1のH面5は、マグネトロン14が取り付けられてアンテナ2が挿入される第1の板15と、アンテナ空間12の底板13とを接続することにより構成されている。また、第2のH面6は、第2の板16の一部により構成されている。第2の板16は、板材を折り曲げることにより、第2のH面6だけでなく、導波管1Aの端面であるショート面9、10、およびH面とショート面に直交する第1のE面と第2のE面をも構成している。底板13、第1の板15、および第2の板16は、スポット溶接あるいはカシメ加工により互いに接合されるものである。図29においては、接合部分の一部を符号17、18、19により示している。マ

マグネトロン 14 が固定される第 1 の板 15 と底板 13 との接合部分 19 においては、互いの接合が容易となるように、第 1 の板 15 の上端部分は外側に折り曲げられて、底板 13 の水平面と平行になるように形成されている。

[0008] 第 1 の H 面 5 となる底板部分には結合孔 20 が形成されている。この結合孔 20 の中心には、回転可能な回転アンテナ 11 が配置されている。回転アンテナ 11 は、駆動手段としてのモータ 4 の駆動軸が嵌合されており、モータ 4 の駆動により回転するよう構成されている。

[0009] このように構成された電子レンジにおいて、マグネトロン 14 のアンテナ 2 から放射されたマイクロ波は、導波管 1A 内を伝送し、回転アンテナ 11 を介して加熱室内へと放射される。

[0010] 導波管においては、導波管の伝送損失を低減するために、導波管の一部を変形させて整合部を形成することが知られている（例えば、特許文献 4 参照）。

[0011] 一般的に、マグネトロンからのマイクロ波を効率的に加熱室内に伝送するように、導波管の壁面の一部を変形させて整合をはかることが知られている。導波管が直方体であり、且つ長尺形状である場合には、導波管の壁面に自由に整合部を形成することができる。しかし、図 29 に示すように導波管が短く、且つ屈曲形状の導波管の場合には、導波管の適切な位置に整合部を形成することが困難であった。整合部は導波管のどこに形成しても良いというわけではなく、アンテナ 2 および回転アンテナ 11 の近傍に整合部を形成した場合には、アンテナ 2、11 と整合部との間で放電現象が生じる心配がある。また、導波管における屈曲部分や接合部分の近傍では整合部を形成することが構造的に難しいという問題がある。さらに、駆動手段であるモータ 4 に近い位置に整合部を形成する場合には、モータ 4 の取り付けの邪魔になり、組立が困難になるという問題がある。したがって、このような問題を解決する 1 つの方法として、本願出願人は、図 30 に示したようにアンテナ空間 12 の底面を構成する底板 13 の一部を変形して整合部 21 を形成することを考えていた。図 30 に示す導波管 1B においては、図 29 に示した導波管

1 Aの構成に加えて、第1のH面5におけるアンテナ空間12の底板13の一部を導波管1Bの内側に向けて突出させることにより整合部21を形成したものである。

- [0012] 従来のマイクロ波加熱装置において、回転アンテナの駆動軸が配置される開口部分の形状を円ではなく細長い長方形状として、回転アンテナ11を回転させると同時に、開口部分の長手方向に直線往復運動させるものが提案されている（例えば、特許文献5参照）。このように構成された従来のマイクロ波加熱装置においては、モータを所望の位置に配置でき、整合部を所望の位置に形成することが可能であるが、構造が複雑になり、大型となり、製造コストが高くなるという問題があった。

先行技術文献

特許文献

- [0013] 特許文献1：特開2007-42333号公報
特許文献2：特開2007-327674号公報
特許文献3：特開2006-196336号公報
特許文献4：特開2005-019195号公報
特許文献5：特開2006-278313号公報
特許文献6：特開平2-75190号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0014] 前述のように伝送経路が屈曲した導波管を用いるマイクロ波加熱装置において、導波管の一端側近傍にマイクロ波発生手段であるマグネトロンを接続してマイクロ波を入力し、導波管の他端側近傍に開口等を形成して加熱室にマイクロ波を放射するよう構成した場合、マグネトロンから入力されたマイクロ波は、屈曲部分で複雑な反射を起こし、伝送損失が生じていた。このような伝送損失を低減するために、本願発明者は図30に示すような整合部21を導波管の壁面に形成したが、加熱効率が高くなり、省エネルギー性能

は良くならなかった。

- [0015] 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、伝送経路が屈曲した導波管の一端側近傍にマイクロ波を入力し、他端側近傍から加熱室にマイクロ波を放射するよう構成したマイクロ波加熱装置において、導波管における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能が向上した構成を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0016] 本発明に係る第1の観点のマイクロ波加熱装置は、マイクロ波発生手段と、被加熱物を収納する加熱室と、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波を前記加熱室に伝送する導波管とを備えたマイクロ波加熱装置において、
前記導波管は、伝送経路に直交する断面が矩形状であり、屈曲した伝送経路を持ち、対向する一対の磁界面および対向する一対の電界面を有しており、
前記一対の磁界面における一方の磁界面は、鉛直面、水平面、および前記水平面と前記鉛直面に対して所定の角度を有する斜面を有して構成されるときに、前記一方の磁界面には前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構、および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられている。このように構成された第1の観点のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管における屈曲部分における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能が飛躍的に向上している。
- [0017] 本発明に係る第2の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面とを連続させるように前記鉛直面と前記水平面との間に形成され、前記導波管における伝送経路を短縮するように構成されている。このように構成された第2の観点のマイクロ波加熱装置は、導波管における伝送損失が大幅に低減されている。
- [0018] 本発明に係る第3の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記磁界面に設けられた前記マイクロ波発生手段からのマイクロ

波が導入される機構から、前記磁界面における前記斜面の形成位置までの最短距離が、前記マイクロ波の波長の $1/8$ から $3/8$ の範囲内の長さであることが好ましい。

一般的に、導波管と加熱室とを合わせた全体の空間で考えると、この空間はマイクロ波にとって閉空間であるため、共振器として作用し、導波管内にも定在波が生じると考えられる。定在波はアンテナ中心の位置で常に振幅最大（定在波の腹）になり、波長の $1/2$ 毎に振幅最大（定在波の腹）が繰り返される。このためアンテナの周りにおいて、アンテナ中心の次に振幅最大となる位置はアンテナ中心から波長の $1/2$ だけ離れた位置である。一方、共振時において、振幅最大の位置では電界や磁界の強さが最大であるので、その位置に屈曲部があると伝送損失が大きくなると考えられる。本発明において、磁界面（H面）において斜面が形成されている位置は、磁界面の角度が変わる導波管の屈曲部であり、マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構、例えばアンテナから斜面が形成されている位置までの最短距離は、波長の $1/8$ から $3/8$ の範囲内の長さとする構成としている。このため、本発明に係る第3の観点のマイクロ波加熱装置においては、アンテナの中心の位置と、アンテナから波長の $1/2$ 離れた位置でマイクロ波は2つの最大振幅を持つが、これらの最大振幅となる位置とは異なる位置の導波管壁面を傾斜させる構成なので、伝送損失の低減を図ることができる構成となる。

[0019] 本発明に係る第4の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第3の観点における前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構がアンテナであり、前記磁界面において、前記アンテナの中心から前記斜面の形成位置までの最短距離が、前記マイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の長さであることが好ましい。このように構成された第4の観点のマイクロ波加熱装置においては、アンテナの中心の位置と、アンテナから波長の $1/2$ 離れた位置でマイクロ波が2つの最大振幅を持つが、斜面が形成されている位置は、アンテナの中心から波長の $1/4 \pm 20\%$ の長さの位置であり、2つの最大

振幅の位置の丁度中間となっている。この結果、本発明に係る第4の観点のマイクロ波加熱装置においては、斜面が振幅最小（定在波の節）の位置にあるため、伝送損失を抑えることが可能となる構成である。

[0020] 本発明に係る第5の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記磁界面における前記斜面に整合部を設けてもよい。このように構成された第5の観点のマイクロ波加熱装置は、加熱室に影響を与えることなく所望の形状の整合部を形成することが可能となり、設計が容易で、伝送損失を低減して省エネルギー性能が高い加熱装置を提供できる。

[0021] 本発明に係る第6の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第5の観点における前記整合部は、前記斜面の一部をシボリ加工により変形して構成してもよい。このように構成された第6の観点のマイクロ波加熱装置は、容易に所望形状の整合部を形成することができる。

[0022] 本発明に係る第7の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離に対して1倍から2倍の範囲内であることが好ましい。このように構成された第7の観点のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0023] 本発明に係る第8の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第7の観点における前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の長さであり、前記マイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波の波長の $1/8 \pm 20\%$ の長さであることが好ましい。このように構成された第8の観点のマイクロ波加熱装置においては、マイクロ波が導入される機構が設

けられている領域の一对の磁界面間の距離（ b_L ）と、マイクロ波を加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離（ b_S ）との比を1対2とすることができるとともに、 $b_S < \lambda/2$ 、 $b_L < \lambda/2$ を満たしており、最もコンパクトな構成となるTE₁₀モードと呼ばれる形態でマイクロ波を確実に伝送することができる。

[0024] 本発明に係る第9の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第7の観点および前記第8の観点における前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている一方の磁界面に対向する他方の磁界面に前記導波管の外側に突出する凸部を形成してもよい。このように構成された第9の観点のマイクロ波加熱装置においては、マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が、例えばアンテナである場合において、アンテナとその対向部分の壁面との距離を長く設定することができるとともに、アンテナが設けられている領域の一对の磁界面間の距離（ b_L ）を短く設定することが可能となる。したがって、第9の観点のマイクロ波加熱装置は、マイクロ波が導入される機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離（ b_L ）と、マイクロ波を加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離（ b_S ）との比を所望の値とすることができるため、マイクロ波発生手段からのマイクロ波導入における損失の低減を図りつつ、屈曲部分における伝送損失を低減し、加熱効率の低下を防ぎ、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0025] 本発明に係る第10の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が、前記加熱室の壁面に形成され開口部を含み、前記加熱室の壁面には前記開口部を加熱室側に突出させる放射ガイドを形成してもよい。このように構成された第10の観点のマイクロ波加熱装置は、導波管から加熱室にマイクロ波をスムーズに伝送して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0026] 本発明に係る第11の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第10

の観点における前記放射ガイドは、前記開口部の外周部分において加熱室内側に突出するように形成され、平面視円環状における一部が欠落した形状であってもよい。このように構成された第 11 の観点のマイクロ波加熱装置においては、放射ガイドの欠落した形状の部分の近くに導波管を形成するための部材、例えば接合部材を設けることが可能となり、導波管の小型化を達成することが可能となる。この結果、本発明に係る第 11 の観点のマイクロ波加熱装置は、導波管壁面の伝送損失が低減されて省エネルギー性能を向上させることができる。

[0027] 本発明に係る第 12 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 11 の観点における前記開口部の外周部分に形成された前記放射ガイドの形状は、平面視が略 D 字形状であってもよい。このように構成された第 12 の観点のマイクロ波加熱装置においては、D 字形状の直線部分の近くに導波管を形成するための部材、例えば接合部材を設けることが可能となり、導波管の小型化を達成することが可能となる。この結果、本発明に係る第 12 の観点のマイクロ波加熱装置は、導波管壁面の伝送損失が低減されて省エネルギー性能を向上させることができる。

[0028] 本発明に係る第 13 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 11 の観点における前記開口部の外周部分に形成された前記放射ガイドの形状は、前記導波管における伝送方向に対して平面視が対称形状であってもよい。このように構成された第 13 の観点のマイクロ波加熱装置においては、導波管から加熱室にマイクロ波をスムーズに伝送して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0029] 本発明に係る第 14 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 1 の観点の構成において、特定の領域における電界の強さを低くするための放電防止用孔が前記導波管を構成する壁面に形成されている。このように構成された第 14 の観点のマイクロ波加熱装置においては、導波管の壁面に放電防止用孔を形成することにより、孔自体には電界が立たないので電界強度が弱くなり、放電発生が低減されて、安全性および信頼性の高い加熱装置となる。

。

[0030] 本発明に係る第 15 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 14 の観点における前記放電防止用孔を、マイクロ波の伝送経路が屈曲した前記導波管におけるコーナー部分の壁面に形成してもよい。このように構成された第 15 の観点のマイクロ波加熱装置においては、放電発生が起りやすい導波管のコーナー部分の壁面に放電防止用孔が形成されているため、放電の発生が抑制され、安全性および信頼性の高い加熱装置となる。また、第 15 の観点のマイクロ波加熱装置においては、コーナー部分の壁面に放電防止用孔を形成するという簡単な設計で優れた効果を奏する加熱装置となる。

[0031] 本発明に係る第 16 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 15 の観点における前記放電防止用孔を、前記導波管における前記斜面に形成してもよい。このように構成された第 16 の観点のマイクロ波加熱装置においては、屈曲した導波管における斜面に放電防止用孔を形成するという簡単な設計で安全性および信頼性の高い加熱装置となる。

[0032] 本発明に係る第 17 の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第 14 の観点における前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構がアンテナであり、前記放電防止用孔を、前記磁界面において、前記アンテナの中心から前記マイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ 以内の長さの位置に形成してもよい。このように構成された第 17 の観点のマイクロ波加熱装置においては、安全性および信頼性の高い加熱装置となる。

[0033] 前述のように、導波管内に定在波が生じると考えると、マイクロ波を放射するアンテナの位置が定在波の腹（電界強度最大の位置）となり、アンテナから波長の $1/4$ 離れた位置が定在波の節（電界強度最小の位置）となる。このため、アンテナの位置とこのアンテナから波長の $1/4$ の長さの位置は、両者の間の電位差が常に大きいため、放電現象が起きやすい位置関係である。しかし、アンテナの中心から波長の $1/4 \pm 20\%$ 以内の長さの位置に放電防止用孔を形成することによって、孔部分においては電界強度が弱くなるため、放電現象が起りにくくなる。したがって、本発明に係る第

１７の観点のマイクロ波加熱装置においては、安全性および信頼性の高い加熱装置となり、簡単な設計で優れた効果を奏する装置となる。

[0034] 本発明に係る第１８の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第１４の観点における前記放電防止用孔を、前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構より、鉛直方向における上方の壁面に形成してもよい。

一般的に、放電現象が発生する前には電界が集中して温度上昇することが考えられる。したがって、温度上昇を防ぐことにより、放電現象が発生しにくい状況とすることが可能である。本発明に係る第１８の観点のマイクロ波加熱装置においては、導波管における熱を放電防止用孔から外部へ逃がすことができる構成であるため、マイクロ波が導入される機構、例えばアンテナにおける温度上昇による熱が、当該アンテナよりも上方にこもることがなく、局部異常加熱を防止して、放電現象の発生を低減することができる。したがって、本発明に係る第１８の観点のマイクロ波加熱装置においては、安全性および信頼性の高い加熱装置となり、簡単な設計で優れた効果を奏する装置となる。

[0035] 本発明に係る第１９の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第１４の観点における前記放電防止用孔のプレス加工時に形成されたバリの突出方向が前記導波管の外向きとなるように構成されている。一般的にエッジ部分において電界が集中しやすく、その部分で放電現象が発生しやすい。本発明に係る第１９の観点のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔をプレス加工時に形成されたエッジ部分となるバ리를導波管の外向きとなるように構成して、導波管の内部にはエッジ部分がないため、導波管内部において放電現象の発生が抑制されており、安全性および信頼性の高い加熱装置となっている。

[0036] 本発明に係る第２０の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第１４の観点における前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられた前記一方の磁界面に対向する他方の磁界面において、前記一方

の磁界面を構成する前記斜面に対向する領域に放電防止用孔が形成されている。このように構成された第20の観点のマイクロ波加熱装置は、放電防止用孔において電界の強さを弱めると共に、導波管における熱を外部へ逃がすことができる構成であるため、安全性および信頼性の高い加熱装置となっている。

[0037] 本発明に係る第21の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられた前記一方の磁界面に対向する他方の磁界面において、前記一方の磁界面に形成された斜面に対向するように斜面を形成してもよい。このように構成された第21の観点のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管における屈曲部分における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0038] 本発明に係る第22の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面とを連続させるように繋ぐ曲面で形成され、前記導波管における伝送経路を短縮するように構成されている。このように構成された第22の観点のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管における屈曲部分における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0039] 本発明に係る第23の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第1の観点における前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面との間のコーナー部分に形成され、前記磁界面における伝送経路に直交する幅方向の少なくとも一部に形成してもよい。このように構成された第23の観点のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管の強度を高めて信頼性の高い加熱装置とすることができる。

[0040] 本発明に係る第24の観点のマイクロ波加熱装置においては、前記第14の観点における前記放電防止用孔は、マイクロ波を伝送する前記導波管における定在波の節に対応する位置の壁面に形成されている。このように構成さ

れた第24の観点のマイクロ波加熱装置において、定在波の腹の位置（電界強度最大の位置）と、定在波の節の位置（電界強度最小の位置）との間の電位差が大きいが、定在波の節に対応する位置に放電防止用孔が形成されているため、放電現象が起りにくくなり、安全性および信頼性の高い加熱装置となる。

発明の効果

- [0041] 本発明によれば、伝送経路が屈曲した導波管における伝送損失を低減して、加熱効率を高め、省エネルギー性能を向上させることができるマイクロ波加熱装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0042] [図1]本発明に係る実施の形態1のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図
- [図2]実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図
- [図3]実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管の変形例を示す断面図
- [図4]実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管の変形例を示す断面図
- [図5]実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管の変形例を示す断面図
- [図6]本発明に係る実施の形態2のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図
- [図7]本発明に係る実施の形態3のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図
- [図8]本発明に係る実施の形態4のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図
- [図9]実施の形態4のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図
- [図10]実施の形態4のマイクロ波加熱装置における導波管を示す斜視図
- [図11]本発明に係る実施の形態5のマイクロ波加熱装置における導波管近傍

を示す断面図

[図12]本発明に係る実施の形態6のマイクロ波加熱装置における導波管の構成を説明するための断面図

[図13]実施の形態6のマイクロ波加熱装置における導波管の構成を説明するための加熱室の底面を示す平面図

[図14]実施の形態6のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図

[図15]実施の形態6のマイクロ波加熱装置における加熱室の底面を示す平面図

[図16]本発明に係る実施の形態7のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図17]実施の形態7のマイクロ波加熱装置における加熱室の底面を示す平面図

[図18]本発明に係る実施の形態8のマイクロ波加熱装置を説明するための断面図

[図19]本発明に係る実施の形態8のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図

[図20]実施の形態8のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図21]本発明に係る実施の形態9のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図22]本発明に係る実施の形態10のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図

[図23]実施の形態10のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図24]本発明に係る実施の形態11のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図25]本発明に係る実施の形態12のマイクロ波加熱装置の概略構成を示す断面図

[図26]実施の形態12のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

図

[図27]本発明に係る実施の形態13のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図

[図28]一般的な導波管の構成を説明する概略構成図

[図29]従来の導波管の構成を示す断面図

[図30]本発明のマイクロ波加熱装置における導波管を説明するための断面図
発明を実施するための形態

[0043] 以下、本発明のマイクロ波加熱装置の好適な実施の形態について、添付の図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施の形態のマイクロ波加熱装置においては電子レンジについて説明するが、電子レンジは例示であり、本発明のマイクロ波加熱装置は電子レンジに限定されるものではなく、オーブンレンジ、解凍装置などの調理器具や、各種誘電体の加熱装置、木材などの乾燥装置、陶芸における加熱・焼結装置など誘電加熱を利用した各種加熱装置を含むものである。また、本発明は、以下の実施の形態の具体的な構成に限定されるものではなく、同様の技術的思想に基づく構成が本発明に含まれるものである。

[0044] (実施の形態1)

図1は本発明に係る実施の形態1のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す図であり、当該電子レンジを正面側から見た断面図である。図1に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。図2は実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図である。

[0045] 実施の形態1のマイクロ波加熱装置は、代表的なマイクロ波発生手段であるマグネトロン31が設けられており、マグネトロン31から放射されたマイクロ波が導波管32を伝送して、2つの回転アンテナ38、38を介して加熱室33内に放射されるよう構成されている。加熱室33の内部には代表的な被加熱物である食品34を載置する載置台35が設けられている。載置台35の下側には2つの回転アンテナ38、38が配置されるアンテナ空間

36が形成されている。アンテナ空間36の底面側で導波管32の磁界面（H面）も兼ねる底板50には回転アンテナ38、38の駆動軸が挿入される結合孔37、37が形成されている。結合孔37、37は、加熱室33の中心から略等距離の位置に形成され、回転アンテナ38、38の各駆動軸が結合孔37、37の中心に配置されている。各回転アンテナ38、38の駆動手段としてのモータ39、39が駆動軸を介して回転させるよう構成されている。モータ39、39の回転動作は、使用者により設定部41において設定された条件に応じて制御部40により制御されている。

[0046] 実施の形態1のマイクロ波加熱装置は、設定部41において、使用者が被加熱物である食品34に応じて、またはその食品34の調理内容に応じて調理メニューを選択することができる。この選択結果に基づき、制御部40はマグネトロン31を制御してマイクロ波の発生や停止を行うとともに、モータ39を制御して回転アンテナ38、38の回転および停止を制御する。この結果、載置台35に載置された食品34の加熱および調理を行うことができる。

[0047] 次に、実施の形態1のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおいて用いられる導波管32について説明する。

導波管32は、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン31のアンテナ42が設けられてマイクロ波が導入されるマイクロ波入力部分の伝送方向と、回転アンテナ38、38が設けられてマイクロ波が加熱室33に放出されるマイクロ波出力部分の伝送方向が、導波管32において略直角となるよう構成されている。導波管32は、磁界面である対向する一対のH面（第1のH面、第2のH面）と、電界面である対向する一対のE面（第1のE面、第2のE面）とを持つ構成である。

[0048] 図2に示すように、第1のH面は、マグネトロン31のアンテナ42が挿入される鉛直面43と、斜面44と、アンテナ空間36の底板50の一部とにより構成される。第2のH面は、マグネトロン31のアンテナ42の先端に対向する部分が膨らんだ形状を有する鉛直面52と、回転アンテナ38、

38を駆動するモータ39、39が接合された水平面54とにより構成されている。

[0049] 実施の形態1における導波管32においては、図2に示すように、第1の板46により第1のH面の鉛直面43および斜面44が形成されており、底板50により第1のH面の水平面47が形成されている。第1の板46において斜面44から延びる加熱室側の端部45は底板50と平行になるように水平に折り曲げられており、その端部45が底板50に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの接合手段により固着されるように構成されている。

一方、第2のH面は、第2の板51を折り曲げて形成されている。また、第2の板51は、折り曲げることにより第2のH面の両側となるE面、および導波管32の両端面であるショート面55、56を形成している。

[0050] 斜面44は、導波管32の第1のH面におけるマグネトロン31のアンテナ42が設けられたマイクロ波入力部分と、回転アンテナ38、38が設けられたマイクロ波出力部分との間を繋ぐコーナー部分に形成されている。実施の形態1における導波管32は、前述の図29および図30において示した導波管1A、1Bの構成と比べると、導波管におけるコーナー部分を斜めにカットした形状であり、マイクロ波の伝送経路を短縮するものである。

[0051] 実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管32において、第1のH面における斜面44の曲げ開始位置Y（図2参照）は、アンテナ42の中心から鉛直方向への距離mを約25mmとした。当該電子レンジにおいて使用されるマイクロ波の波長（約120mm）と比べると、距離mは約1/4波長（約30mm）の距離である。なお、ここで、約1/4波長とは、使用するマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内である。また、曲げ開始位置Yから加熱室33の底面を形成する底板50までの距離nも同様に約25mmとした。実施の形態1の導波管32において、斜面44の加熱室33の底面に対する角度を、約45度としたが、この角度は30度から60度の範囲内が好ましい角度であった。

[0052] 第2の板51は、第1のH面に対向する第2のH面を形成している。第2のH面は、アンテナ42の先端に対向する位置に外側に膨らんだ凸部59が形成された鉛直面52と、加熱室33の底面と平行な水平面54とにより構成されている。

なお、導波管の変形例として鉛直面52と水平面54との間に、第1のH面の斜面44に対向する斜面を形成してもよい。このように第2のH面にも第1のH面に対向して斜面を形成することにより、コーナー部分におけるマイクロ波の伝送損失をより低減することが可能となる。

[0053] 図3は、上記のように第1のH面の斜面に対向するように第2のH面に斜面を形成した導波管32Aを示す断面図である。図3に示すように、導波管32Aにおいては、対向する第1のH面および第2のH面のそれぞれの面に、対向して斜面44A、44Bが形成されている。このように構成された導波管32Aは、マイクロ波の伝送がよりスムーズとなり、伝送損失を大幅に低減することが可能となる。

[0054] 実施の形態1のマイクロ波加熱装置における導波管32の具体的な寸法は、図1および図2がともに導波管32のH面のセンターで切断した断面図であるため図示していないが、幅（図28において幅aで示す寸法）は約85mmとした。また、導波管32の高さ（図28において幅bで示す寸法）は、マグネトロン31のアンテナ42が設けられているマイクロ波入力部分の高さ（図2においてb_Lにて示す高さ）が約31mm、回転アンテナ38が設けられているマイクロ波出力部分の高さ（図2においてb_Sにて示す高さ）が約16.5mmとしている。

[0055] 導波管32における鉛直面52に形成されている凸部59は、シボリ加工により形成されており、導波管32の高さb_Lが低い場合でも、アンテナ42の先端と対向する導波管壁面との距離を確保して、放電が生じないように外向きに膨らませている。

[0056] なお、図1および図2に示す導波管32において、屈曲部分の形状を鋭角に描いているが、実際の導波管においては放電の発生を防止するために滑ら

かな曲面により構成してもよい。

- [0057] 以上のように構成された実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 内をマイクロ波が伝搬するとき、コーナー部分に斜面 4 4 が形成されているため、マグネトロン 3 1 から放射されたマイクロ波がコーナー部分で複雑な反射を繰り返すことがなく、大きな伝送損失を防止している。また、導波管 3 2 を用いることにより、マグネトロン 3 1 からのマイクロ波が導波管 3 2 のマイクロ波出力部分までマイクロ波をスムーズに伝送できるので、加熱効率を高めて、省エネルギー性能を向上させている。
- [0058] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 における斜面 4 4 の曲げ開始位置 Y が、アンテナ 4 2 の中心から鉛直方向に距離 m (約 25 mm) となっており、マイクロ波の波長と距離 m とを比べると、距離 m は波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内の長さとなっている。
- [0059] このように構成されたマイクロ波加熱装置において、導波管 3 2 と加熱室 3 3 とを合わせた空間で考えると、この空間はマイクロ波にとって閉空間であるため、共振器として作用し、導波管 3 2 内にも定在波が生じる。定在波はアンテナ 4 2 の中心の位置で常に振幅最大 (定在波の腹) になり、波長の $1/2$ 毎に振幅最大 (定在波の腹) が繰り返される。このためアンテナ 4 2 の近傍において、アンテナ 4 2 の中心の位置の次に振幅最大となる位置は、アンテナ 4 2 の中心から $1/2$ 波長だけ離れた位置となる。
- [0060] 一方、共振時において、振幅最大の位置では電界や磁界の強さが最大であるため、その位置で、鉛直面 4 3 から斜面 4 4 への曲げ開始位置 Y が存在すると伝送損失が大きくなると考えられる。実施の形態 1 において、導波管 3 2 の第 1 の H 面において配置角度が変わるコーナー部分となる曲げ開始位置 Y は、アンテナ 4 2 の中心から約 $1/4$ 波長 (波長の $1/4 \pm 20\%$ 範囲内の長さ) だけ離れた位置である。したがって、曲げ開始位置 Y は、アンテナ 4 2 の中心とアンテナ 4 2 中心から $1/2$ 波長離れた位置の丁度中間の位置である。すなわち、曲げ開始位置 Y は、振幅最大の位置の丁度中間の位置となり、振幅最小の定在波の節の位置となるので、伝送損失を効率高く抑える

ことができる。

[0061] なお、曲げ開始位置 Y は、アンテナ 4 2 の中心から約 $1/4$ 波長の位置でなくてもよく、曲げ開始位置 Y はアンテナ 4 2 の中心から $1/8$ 波長から $3/8$ 波長までの範囲内の距離だけ離れた位置とすれば、伝送損失を大幅に抑える効果がある。

[0062] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 の第 1 の H 面を、鉛直面 4 3 と斜面 4 4 とを構成する第 1 の板 4 6 と、加熱室 3 3 の一部を構成する底板 5 0 とを接続することにより構成し、第 2 の H 面と第 1 の E 面と第 2 の E 面とを、第 2 の板体 5 1 により構成した。しかし、本発明はこのような構成のみに限定されるものではなく、一対の H 面、一対の E 面、およびショート面は、その形状および構成を考慮して適宜所望の板材を加工することにより構成される。

[0063] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 は、コーナー部分に斜面 4 4 を設けることにより導波管における伝送損失の低減を図ると共に、屈曲した形状でありながらも、少ない部品で容易に実現することが可能である。

[0064] 特に、第 1 の板 4 6 の加熱室側の端部 4 5 を、斜面 4 4 の傾斜角度よりさらに傾斜させて、加熱室 3 3 の底面を形成する底板 5 0 と平行にすることにより、端部 4 5 と底板 5 0 とのスポット溶接加工或いはカシメ加工などの接合手段により接合処理を容易にしている。

[0065] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける、具体的な省エネルギーの効果について説明する。本願発明者は、前述の図 2 9 に示した導波管 1 A のような斜面のない屈曲した導波管を用いた電子レンジと、図 1 に示した斜面のある導波管を用いた実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置である電子レンジとをそれぞれ定量的に評価するために年間消費電力量を調べた。その結果、斜面のない導波管を用いた電子レンジの場合には年間消費電力量 63.73 kWh/年 であり、斜面のある導波管を用いた電子レンジの場合には年間消費電力量は 58.53 kWh/年 となり、 5 kWh/年 以上

も消費電力量を低減できることが分かった。

[0066] なお、実施の形態 1 における導波管 3 2 のコーナー部分の斜面 4 4 形状は、実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置においては面取りのような平面でカットした構成で示したが、本発明はこのような形状に限定されるものではなく、曲面形状でも良い。

[0067] 図 4 は、導波管 3 2 のコーナー部分に形成される斜面を曲面で形成した例を示す断面図である。図 4 に示すように、第 1 の H 面における曲面状の斜面 4 4 C は、鉛直面 4 3 と水平面 4 7 とを連続させるように滑らかな曲面で形成されており、導波管 3 2 B における伝送経路を短縮するように構成されている。このように構成された導波管 3 2 B は、マイクロ波の伝送がよりスムーズとなり、伝送損失を大幅に軽減することが可能となる。

[0068] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置の導波管 3 2 においては、第 1 の H 面における幅方向の全幅に至る領域に斜面 4 4 を形成した例で説明したが、本発明はこのような構成に限定されるものではなく、第 1 の H 面の幅方向の一部の領域に斜面を形成してもよい。図 5 は、導波管 3 2 C における第 1 の H 面の幅方向の一部に斜面 4 4 D を形成した例を示す断面図である。このように構成された導波管 3 2 C においては、斜面部分における構造上の強度が高くなり、加熱室 3 3 と導波管 3 2 C との間の構造的な一体化が容易となり信頼性の高い加熱装置となる。

[0069] 実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置においては、回転アンテナ 3 8 が二つの場合について説明したが、本発明は回転アンテナの個数を限定するものではない。また、回転アンテナは無くてもよく、その場合には導波管と加熱室との間に設けた開口からマイクロ波が直接的に放射されるように構成される。

[0070] (実施の形態 2)

図 6 は、本発明に係る実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管近傍を示す断面図である。

[0071] 実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置において、実施の形態 1 のマイクロ波

加熱装置と異なる点は、回転アンテナが一つの場合であり、導波管の伝送方向の長さが短いことと、斜面 44 に整合部 60 を設けた点である。

[0072] 一般的に、導波管は直方体形状であり、その伝送方向が直線的であり、且つ伝送方向の長さが長い場合には、伝送損失を低減するために、導波管の任意の位置に整合部である凸部を形成する場合がある。しかし、導波管が非常に短く、且つ曲げられているような形状の場合には、整合部を導波管に形成することが困難である。

[0073] 整合部は導波管のいずれの場所に形成しても良いものではない。マイクロ波を生成するマグネトロン 31 のアンテナ 42 や、マイクロ波を放射する回転アンテナ 38 に近い位置に整合部を形成した場合には、放電のおそれがあり、導波管を形成するための板材と板材との接合部分の近傍に整合部を形成する場合には、導波管の加工が困難であるという問題がある。また、回転アンテナの駆動手段であるモータに近い場所に整合部を形成する場合、モータ取り付けの邪魔にならないように設計する必要がある。

[0074] 実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置においては、整合部を導波管の斜面部分に形成するものである。図 6 に示すように、整合部 60 が第 1 の H 面における斜面 44 に形成されている。整合部 60 は、導波管 32D の内側に突出するように凹部形状である。なお、整合部 60 の形状は、導波管 32D と加熱室 33 との状態に応じて適宜変更されるものであり、導波管 32D の外側に突出するように凸部形状とする場合もある。

[0075] 実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置においては、整合部 60 を導波管 32D の斜面 44 に形成するものである。導波管 32D において、斜面 44 は接合部分に相当せず、アンテナ 42 および回転アンテナ 38 から離れた位置にあるため、整合部 60 を容易に形成することが可能であり、整合部 60 と各アンテナ間の放電の心配もない。さらに、整合部 60 を斜面 44 に設けても、マイクロ波加熱装置において整合部が邪魔になることがない。

[0076] また、整合部 60 を斜面 44 に形成しているため、加熱室 33 に影響を与えることがない。例えば、図 30 に示したような導波管 1B の構成には、加

熱室 33 の底面を構成する底板 50 に整合部を形成する必要がある。しかし、このように底板 50 に整合部 60 を形成した場合には、加熱室 33 の底面形状が変形するため、加熱室内の加熱分布が変化するという問題が生じる。加熱室 33 を設計する場合、加熱室内の加熱分布は加熱室形状により決定することができ、導波管 32D の整合状態は整合部の形状により決定することができるほうが設計は容易である。即ち、加熱室形状と整合部形状とが互いに影響しない独立した構成とした方が設計は容易となる。図 30 に示した導波管 1B の構成では整合部 21 の形状によって整合状態だけを変えようとしても、加熱室内の加熱分布まで変化してしまい、設計が非常に困難である。しかし、実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置においては、整合部 60 を斜面 44 に形成しているため、整合部形状が加熱室 33 の形状を変えることがなく、加熱分布に影響を与えない構成である。したがって、実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置は、加熱分布と整合状態を独立して最適化することができ、非常に設計が容易な構成を有する。

[0077] 実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置は、斜面 44 の一部にシボリ加工により整合部 60 を形成するものである。したがって、整合部 60 の構成自体は複雑なものではなく、極めて簡単に整合部 60 を形成することができる。

[0078] なお、実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置における導波管 32 の整合部 60 の形成方法はシボリ加工により凹部形状としたが、本発明はこのような加工方法による凹部形状に限定されるものではなく、半球状や円筒状の金属を溶接などにより導波管に接合して構成しても良い。

[0079] 実施の形態 2 のマイクロ波加熱装置において、第 2 の板 51 の鉛直面 52 は平坦な面で構成されている。この鉛直面 52 には、実施の形態 1 において図 2 に示した外側に膨らんだ凸部 59 が形成されていない。これは、鉛直面 52 がアンテナ 42 の先端からの距離が放電しない距離を確保しているためである。

[0080] なお、第 2 の H 面は、鉛直面 52 と、加熱室 33 の底面に対して平行な水平面 54 とにより構成されているが、鉛直面 52 と水平面 54 との間に、第

１のＨ面の斜面４４に対向するように斜面を形成してもよい。このように第２のＨ面にも第１のＨ面に対向して斜面を形成することにより、マイクロ波の伝搬におけるエネルギー損失を低減することが可能となる。

[0081] また、図６に示す導波管３２Ｄにおいて、屈曲部分の形状を鋭角に描いているが、実際の導波管においては放電の発生を防止するために滑らかな曲面により構成してもよい。

[0082] （実施の形態３）

図７は、本発明に係る実施の形態３のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す正面断面図である。図７に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。

[0083] 実施の形態３のマイクロ波加熱装置は、導波管３２Ｅが加熱室３３の右側に配置されており、導波管３２Ｅから加熱室３３へのマイクロ波放射は、回転アンテナではなく加熱室３３の側面４８に形成された開口５８により行われる構成である。なお、実施の形態３のマイクロ波加熱装置においては、回転アンテナが設けられていない代わりに、食品を回転させるためのターンテーブル４９が設けられている。

[0084] 図７において、実施の形態３のマイクロ波加熱装置である電子レンジは、代表的なマイクロ波発生手段であるマグネトロン３１と、マグネトロン３１から放射されるマイクロ波を伝送する導波管３２Ｅと、導波管３２Ｅの左側に接続された加熱室３３と、加熱室３３内に装着され、上面に食品３４を載置するターンテーブル４９と、ターンテーブル４９を回転駆動する駆動手段としてのモータ５７を備える構成である。導波管３２Ｅから加熱室３３へは比較的大きな開口５８を介してマイクロ波が放射される構成である。

[0085] 次に、実施の形態３のマイクロ波加熱装置における導波管３２Ｅについて説明する。

導波管３２Ｅは、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン３１のアンテナ４２が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、開口５

8が形成されたマイクロ波出力部分の伝送方向が、導波管32Eにおいて略直角となるよう構成されている。導波管32Eは、磁界面である対向する一対のH面（第1のH面、第2のH面）と、電界面である対向する一対のE面（第1のE面、第2のE面）とを有している。

[0086] 図7に示すように、第1のH面は、マグネトロン31のアンテナ42が挿入される水平面53と、この水平面53に対して所定角度を有して斜めに配置された斜面44と、この斜面44に対して所定角度を有して形成され鉛直方向に延びる端部45の鉛直面と、加熱室33の側面48の一部である鉛直面とにより構成される。第2のH面は、マグネトロン31のアンテナ42の先端に対向する水平面61と、その水平面61に対して直交し、加熱室33の側面と平行な鉛直面62とにより構成される。

[0087] 実施の形態3における導波管32Eにおいては、図7に示すように、第1の板46により第1のH面の水平面53、斜面44、および端部45の鉛直面が形成されている。第1のH面の鉛直面は、第1の板46において加熱室33の側面48と平行に形成された端部45の鉛直面と、加熱室33の側面48の一部の鉛直面が含まれる。

[0088] 第1の板46において、斜面44の加熱室側の端部45は、加熱室33の側面48と平行になるように鉛直方向に折り曲げられており、その端部45が側面48に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの接合手段により固着される。

[0089] 一方、第2のH面は、第2の板51を折り曲げて形成されている。また、第2の板51は、折り曲げることにより第2のH面の両側となるE面、および導波管32Eの両端面であるショート面55、56を形成している。

[0090] 斜面44は、導波管32Eの第1のH面におけるマグネトロン31のアンテナ42が設けられたマイクロ波入力部分と、開口58が形成されたマイクロ波出力部分との間を繋ぐコーナ一部分に形成されている。実施の形態3における導波管32Eは、前述の図29および図30において示した導波管1A、1Bの構成と比べると、導波管32Eにおけるコーナ一部分を斜めに力

ットした形状であり、マイクロ波の伝送経路を短縮するものである。

[0091] 実施の形態 3 のマイクロ波加熱装置は、導波管 3 2 E の斜面 4 4 に整合部 6 0 を形成した構成である。実施の形態 3 における導波管 3 2 E においては、整合部 6 0 は導波管 3 2 E の外側に突出する凸部形状で構成されている。実施の形態 3 のマイクロ波加熱装置に構成においては、斜面 4 4 の上方に空きスペースがあるため、シボリ加工で凸部形状に形成された整合部 6 0 を確実に、且つ容易に配置することができる。

[0092] 上記のように、屈曲した導波管 3 2 E の第 1 の H 面にマグネトロンのアンテナ 4 2 と、加熱室 3 3 へのマイクロ波の放射口となる開口 5 8 が形成された構成において、導波管 3 2 E の壁面の一部を変形して所望の形状を有する整合部 6 0 を、加熱室 3 3 の加熱分布に影響を与えることなく容易に、且つ確実に形成することができる。

[0093] (実施の形態 4)

実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置は、前述の図 1 および図 2 を用いて説明した実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置の構成と実質的に同じ構成を有するものであり、導波管を構成する技術的思想を具体的な数値を用いて説明するものである。

[0094] 前述の図 2 9 に示した構成の導波管 1 A においては、マイクロ波発生手段としてのマグネトロン 1 4 から放射されたマイクロ波が、コーナー部分で複雑な反射を起こして伝送損失を生じさせて、加熱効率が低下するため、省エネルギー性能は良くならなかった。マグネトロン 1 4 のアンテナ 2 が導波管内に挿入されている場合、一般的なアンテナ 2 の導波管内の長さ c は 25 ~ 30 mm 程度である。導波管 1 A においてアンテナ 2 の先端から、アンテナ 2 の先端に対向する面（第 2 の H 面）までの距離 d は、放電等の発生を防止するため約 5 mm 以上を確保することが多い。本願発明者が図 2 9 に示すような構成の導波管を形成する場合、マグネトロン 1 4 のアンテナ 2 が設けられているマイクロ波入力部分の高さ b_L （第 1 の H 面と第 2 の H 面との間の距離（ $= c + d$ ））を約 37 mm としていた。

- [0095] また、本願発明者は、図 29 に示す導波管 1A の構成において、回転アンテナ 11 が設けられているマイクロ波出力部分の高さ bS を、モータ 4 を配置するスペースを確保するため、約 16mm としていた。このため、本願発明者が製作していた導波管においては、マイクロ波出力部分の高さ bS とマイクロ波入力部分の高さ bL との比率が、 $16\text{mm} : 37\text{mm} = 1 : 2.3$ となっていた。この比率で形成された導波管を用いた電子レンジにおいては、800W 出力時のマイクロ波の省エネルギー性能（年間消費効率あるいは年間消費電力量とも呼ばれる）は、 $65.02\text{kWh}/\text{年}$ であった。この数値は、あまり好ましいものではなかった。
- [0096] 本発明に係る実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管を用いた場合であっても、伝送損失の低減、および加熱効率と省エネルギー性能の向上を達成するものである。
- [0097] 図 8 は、本発明に係る実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す正面断面図である。図 8 に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。図 9 は、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置における導波管近傍の構成を示す断面図である。図 10 は実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置における導波管のみを示す斜視図である。
- [0098] なお、実施の形態 4 においては、前述の実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置において用いた構成要素と実質的に同様の機能を有するものには同じ符号を付し、特徴的な部分について詳細に説明する。
- [0099] 図 8 において、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置である電子レンジは、マイクロ波発生手段であるマグネトロン 31 と、マグネトロン 31 から放射されるマイクロ波を伝送する導波管 32F と、導波管 32F の上部に設けられ、導波管 32F からのマイクロ波が放射される加熱室 33 と、加熱室 33 内に固定されて食品 34 などを載置する載置台 35 と、載置台 35 より下方に形成されたアンテナ空間 36 に配置された回転アンテナ 38、38 と、回転アンテナ 38、38 を駆動するための駆動手段としてのモータ 39、39

と、このモータ 39、39 の回転および停止を制御する制御部 40 と、使用者が加熱条件等を設定する設定部 41 とを備える。

[0100] 実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置である電子レンジは、前述の実施の形態 1 のマイクロ波加熱装置である電子レンジの構成と実質的に同じ構成であるため、詳細な構成は省略する。

[0101] 以下、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおいて用いられる導波管 32 F について説明する。

導波管 32 F は、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、回転アンテナ 38、38 が設けられたマイクロ波出力部分の伝送方向が、略直角である。導波管 32 F は、対向して配置された一対の H 面（第 1 の H 面、第 2 の H 面）と、H 面に直交するとともに対向して配置された一対の E 面（第一の E 面、第二の E 面）とを有している。

[0102] 図 9 に示すように、導波管 32 F における第 1 の H 面は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が挿入される鉛直面 43 と、斜面 44 と、端部 45 の水平面とを形成する第 1 の板 46、および加熱室 33 におけるアンテナ空間 36 の底面を構成する底板 50 とを接合することにより構成される。実施の形態 4 における導波管 32 F は、前述の図 29 および図 30 において示した導波管 1 A、1 B の構成と比べると、導波管のコーナー部分を斜めにカットした形状であり、マイクロ波の伝送経路を短縮するものである。

[0103] 第 1 の板 46 において斜面 44 の加熱室側の端部 45 は底板 50 と平行になるように水平に折り曲げられており、その端部 45 が底板 50 に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの接合手段により接合されるように構成されている。

実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置における導波管 32 において、第 1 の H 面における斜面 44 の曲げ開始位置 Y は、アンテナ 42 の中心から鉛直方向への距離 m を 25 mm とした位置である。当該電子レンジにおいて使用されるマイクロ波の波長（約 120 mm）と比べると、距離 m は約 $1/4$ 波長

の距離である。ここで、約 $1/4$ 波長とは、使用するマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内である。

[0104] また、曲げ開始位置 Y から加熱室 33 の底面を形成する底板 50 までの距離 n も同様に 25 mm とした。なお、実施の形態 4 の導波管 32 F において、斜面 44 の加熱室 33 の底面に対する角度を、45 度としたが、この角度は 30 度から 60 度の範囲内であればよい。

[0105] 導波管 32 F における第 2 の H 面は、第 2 の板 51 を折り曲げて形成されている。また、第 2 の板 51 は、折り曲げることにより第 2 の H 面の両側となる E 面、および導波管 32 の端面であるショート面を形成している。

[0106] 実施の形態 4 における導波管 32 F の基本的な寸法について、図 10 に示す斜視図を用いて説明する。

導波管 32 F において、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられているマイクロ波入力部分の高さ b_L は、32 mm であり、回転アンテナ 38 が設けられているマイクロ波出力部分の高さ b_S は、16 mm である。

[0107] 第 2 の H 面の鉛直面にシボリ加工により形成された凸部 59 は、アンテナ 42 の先端と対向する鉛直面 52 との間に所望の距離を確保して、放電の発生を防止するために、導波管 32 F の外向きに突出させた形状である。凸部 59 は、アンテナ 42 の先端から少なくとも 5 mm 以上の距離を有するように形成されている。

[0108] 実施の形態 4 における導波管 32 F においては、幅 a (図 10 参照) を 85 mm としている。導波管 32 F の第 2 の H 面においては、マグネトロン 31 のアンテナ 42 の先端に対向する部分に凸部 59 が、導波管 32 の幅方向の中央に形成されている。このため、実施の形態 4 における導波管 32 F は、アンテナ 42 が設けられているにもかかわらず、アンテナ 42 が設けられているマイクロ波入力部分の高さ b_L を小さく設定することができる。

[0109] 以下、実施の形態 4 における導波管 32 F の実際の主要な寸法について図 9 および図 10 に示した寸法符号 a 、 b_L 、 b_S 、 b_A 、 e 、 f および g を用いて説明する。 $a = 85 \text{ mm}$ 、 $b_L = 32 \text{ mm}$ 、 $b_S = 16 \text{ mm}$ 、 $b_A =$

37 mm、 $e = 70$ mm、 $f = 45$ mm、および $g = 32$ mmである。これらの寸法により導波管 32 Fにおけるコーナー部分 65（図9において破線にて囲まれた領域）の形状が特定される。

[0110] 以上のように構成された実施の形態4のマイクロ波加熱装置における導波管 32 Fは、マグネトロン 31のアンテナ 42と回転アンテナ 38が設けられている第1のH面を外側とし、第1のH面に対向する第2のH面を内側となるように曲げられたコーナー部分 65を有する構成である。そして、コーナー部分 65よりも加熱室側（マイクロ波出力部分）の高さ b_S と、コーナー部分 65よりもマイクロ波発生手段側（マイクロ波入力部分）の高さ b_L の比率は、 $16\text{ mm} : 32\text{ mm} = 1 : 2$ である。

[0111] 前述したように、図29に示した導波管 1 Aの構成においては、マイクロ波出力部分の高さ b_S とマイクロ波入力部分の高さ b_L との比率が、 $16\text{ mm} : 37\text{ mm} = 1 : 2.3$ となっていたが、実施の形態4における導波管 32 Fの場合の比率は、 $1 : 2$ であり、異なる比率となっている。この比率で構成された導波管 32 Fを用いた実施の形態4のマイクロ波加熱装置においては、800 W出力時のマイクロ波の省エネルギー性能（年間消費効率あるいは年間消費電力量とも呼ばれる）が 58.98 kWh/年 であった。比率が $1 : 2.3$ である導波管 1 Aを用いたマイクロ波加熱装置における800 W出力時のマイクロ波の省エネルギー性能が、 65.02 kWh/年 であったことと比べて、実施の形態4のマイクロ波加熱装置は格段に良くなっていた。したがって、導波管においては、マイクロ波出力部分の高さ b_S /マイクロ波入力部分の高さ b_L の比率は、 $1/1$ から $1/2$ の範囲内とすることが好ましいことが分かった。

[0112] 上記のように導波管 32 Fにおいてコーナー部分 65の前後部分におけるE面の高さの比率（マイクロ波出射部分の高さ b_S : マイクロ波入射部分の高さ b_L の比率）を $1 : 1 \sim 2$ の範囲内とすることにより、マイクロ波発生手段から放射されたマイクロ波がコーナー部分 65において複雑な反射を起こすことなく、伝送損失の低減を図ることができ、マイクロ波がスムーズに

導波管 3 2 F の末端まで伝送する構成となる。この結果、前記比率で形成された導波管 3 2 F をマイクロ波加熱装置に用いることにより加熱効率の低下を防ぎ、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0113] 特に、実施の形態 4 における導波管 3 2 F においては、マイクロ波出力部分の高さ（E 面の高さ） b_S ：マイクロ波入力部分の高さ（E 面の高さ） b_L の比率を略 1：2 とすることにより、マイクロ波発生手段から放射されたマイクロ波がコーナー部分 6 5 においてスムーズに伝送されて、伝送損失の低減を図ることができると共に、マイクロ波入力部分の高さ（E 面の高さ） b_L を前記比率（1：1 から 1：2）の範囲内において最大長さに設定できるため、アンテナ 4 2 の先端と対向する H 面までの距離を大きく設定することができ、アンテナ 4 2 近傍での損失を防ぐことができる。この結果、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては、前記比率を 1：1 とした場合に較べて、さらなる加熱効率の低下を防ぎ、省エネルギー性能をさらに向上させることができる。

[0114] 実施の形態 4 における導波管 3 2 F において、マイクロ波出力部分の高さ（E 面高さ） b_S は、16 mm に設定されており、この 16 mm の長さは当該電子レンジのマイクロ波の波長 $\lambda = 120 \text{ mm}$ の略 $1/8$ である。また、導波管 3 2 F におけるマイクロ波入力部分の高さ（E 面高さ） b_L は、32 mm に設定されており、この 32 mm は波長 $\lambda = 120 \text{ mm}$ の略 $1/4$ である。

[0115] 実施の形態 4 における導波管 3 2 F においては、上記の寸法で構成することにより、導波管 3 2 F の E 面高さ b_S ：導波管 3 2 F の E 面高さ b_L の比率を 1：1 から 1：2 の範囲内にすることができるとともに、導波管 3 2 F の E 面高さ b_S の条件である、 $b_S < \lambda/2$ 、および導波管 3 2 F の E 面高さ b_L の条件である、 $b_L < \lambda/2$ 、をともに満たしている。このため、導波管 3 2 F によるマイクロ波の伝送に関して最もコンパクトな構成となる TE₁₀ モードと呼ばれる形態でマイクロ波を確実に伝送することができる。

[0116] また、導波管 3 2 F における第 2 の H 面において、アンテナ 4 2 の先端が

対向する部分に外向きに突出した凸部 5 9 が形成されており、その凸部 5 9 における第 1 の H 面からの最大高さ b_A は、37 mm となっている。この高さは、前述のように図 2 9 に示した導波管 1 A におけるマイクロ波入力部分の E 面高さ b_L と同じである。このように、実施の形態 4 における導波管 3 2 F においては、アンテナ 4 2 の先端と、その先端に対向する導波管壁面との間に所望の距離を確保しつつ、導波管 3 2 F のマイクロ波入力部分の E 面高さ b_L が大きくなるのを防ぐことができる構成である。

[0117] このように構成された実施の形態 4 における導波管 3 2 F においては、アンテナ 4 2 の先端に対向する H 面の壁面までの距離を大きくとりながらも、導波管 3 2 F のマイクロ波入力部分の E 面高さ b_L を 32 mm にまで小さくすることができる。このため、導波管 3 2 F のマイクロ波出力部分の E 面高さ b_S : 導波管 3 2 F のマイクロ波入力部分の E 面高さ b_L を容易に 1 : 1 から 1 : 2 の範囲内とすることができる。

[0118] 以上のように、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては、マイクロ波を導入するアンテナ 4 2 における損失を防ぎつつ、コーナー部分 6 5 の伝送損失も防ぐことができる。この結果、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管 3 2 F を用いても加熱効率が低下することを防止することができ、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0119] また、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては、コーナー部 6 5 に伝送経路を短縮する斜面 4 4 を設けているため、コーナー部分 6 5 における E 面の大きさが大きくなるのを防いでいる。例えば、前述の図 2 9 に示したコーナー部分における E 面の最大長さ b_T (第 1 の H 面のコーナーから第 2 の H 面のコーナーまでの長さ) は、実際には 40 mm であった。実施の形態 4 における導波管 3 2 F におけるコーナー部分 6 5 の E 面の長さ b_T は小さく、導波管 3 2 F のマイクロ波入力部分の E 面高さ b_L より小さく設定することが可能である。

[0120] このように構成された導波管 3 2 F においては、直角に曲げたコーナー部分 6 5 における最大 E 面長さ (b_T) の増大を防止することができ、コーナ

一部分 65 における最大 E 面長さ (b T) をコーナー部分 65 の前後の E 面高さ b S、b L に近づけることができる。このため、導波管 32 F を用いた実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置において、マイクロ波発生手段から放射されたマイクロ波がコーナー部分 65 で複雑な反射を起こして伝送損失することを防止し、スムーズに導波管出力部分までマイクロ波を伝送できる。このため、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては、加熱効率の低下を防ぎ、省エネルギー性能を向上させることができる。

[0121] 導波管 32 F における第 1 の H 面の斜面 44 は、実施の形態 4 においては面取りのような平面でカットした構成を示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではなく、アール加工の曲面形状でも良い。また、導波管 32 F における他の屈曲部分においても、アール加工の曲面形状により構成して、さらなる放電現象の抑制を図ってもよい。

[0122] なお、実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては回転アンテナが二つの場合の例について説明したが、回転アンテナは一つであっても良く、あるいは回転アンテナが無く、導波管と加熱室との間に設けた開口からマイクロ波が放射される構成の場合でも、実施の形態 4 において説明した導波管 32 F の構成を用いることにより、同様の効果を奏する。

[0123] (実施の形態 5)

図 11 は、本発明に係る実施の形態 5 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管近傍を示す断面図である。

[0124] 実施の形態 5 のマイクロ波加熱装置は、1 つの回転アンテナを設けた場合の構成である。また、実施の形態 5 におけるマイクロ波加熱装置においては、導波管における斜面形状を小さい形成して、マグネトロン 31 を加熱室の方向へ近づける構成である。以下の実施の形態 5 の説明において、前述の実施の形態 1 から 4 のマイクロ波加熱装置と同様の機能、構成を有するものには同じ符号を付してその説明を省略する。

[0125] 実施の形態 5 のマイクロ波加熱装置の導波管 32 G において、前述の実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置の導波管 32 E と比べて異なる主要な寸法は

、加熱室の底面に接合される導波管 3 2 G の上面（外側面）と導波管 3 2 G の一方の端面 5 5（ショート面）である下面（内側面）との間の長さ e を、 $e = 54 \text{ mm}$ としている。この寸法は、前述の図 2 9 に示した導波管 1 A と同じ長さである。また、斜面 4 4 の水平方向の長さ g を、 $g = 10 \text{ mm}$ としている。斜面 4 4 の水平方向の長さ g とは、導波管 3 2 G の内面における曲げ開始位置 Y から斜面 4 4 の傾斜が終了し、水平となる曲げ終了位置 Z までの水平距離である。

[0126] 上記のように構成された実施の形態 5 のマイクロ波加熱装置である電子レンジは、800W 出力時のマイクロ波の省エネルギー性能（年間消費効率あるいは年間消費電力量とも呼ばれる）は 57.54 kWh/年であった。前述の図 2 9 に示した構成の導波管 1 A を用いた電子レンジの場合には前述の省エネルギー性能が 65.02 kWh/年であり、図 3 0 に示した構成の導波管 1 B を用いた電子レンジの場合には省エネルギー性能が 63.73 kWh/年であった。また、前述の実施の形態 4 のマイクロ波加熱装置においては、省エネルギー性能が 58.98 kWh/年であった。このように、実施の形態 5 のマイクロ波加熱装置においては、優れた省エネルギー性能を示している。

[0127] （実施の形態 6）

一般に省エネルギー化を図るためには、導波管の小型化が導波管壁面での損失を低減するための重要な課題である。また、導波管壁面形状も省エネルギー化を図るためには重要な課題である。前述の実施の形態 1 から 5 における導波管のように導波管壁面のフラットな部分に開口である結合孔 3 7 が形成されていると、導波管から加熱室内へ伝送されるマイクロ波の向きが微妙に変化していた。この結果、導波管から加熱室内に回転アンテナおよび結合孔を介して放射されるマイクロ波の分布が変化していた。特に、回転アンテナが 1 つの場合などの導波管が短い場合には、短くなるほどその傾向は強かった。したがって、例えば、回転アンテナが 1 つの場合などに導波管を安易に短く設計することができなかった。

[0128] そこで、開口である結合孔の外周部分を加熱室側に突出させるように形成して、放射されるマイクロ波をガイドするように構成して、導波管から加熱室へ放射されるマイクロ波の損失を少なくする形状が考えられる。図 1 2 は前述の実施の形態 1 における導波管 3 2 の構成において、第 1 の H 面における結合孔 3 7 の外周部分を加熱室側に突出するように膨らませた放射ガイド 6 3 を形成した例を示す断面図である。図 1 2 に示すように、結合孔 3 7 の外周部分に放射ガイド 6 3 を形成した場合には、導波管内において伝送するマイクロ波が結合孔 3 7 に到達する前に放射ガイド 6 3 において整えられると考えられる。このように、結合孔 3 7 の外周部分に放射ガイド 6 3 が形成されている場合には、結合孔 3 7 においてマイクロ波の向きがあまり変化せず、導波管形状の違いによる加熱室内のマイクロ波分布の変化は少ないものである。

[0129] しかしながら、図 1 2 に示した導波管 3 2 H の構成では結合孔 3 7 の外周部分に大きな放射ガイド 6 3 を形成する構成であるため、第 1 の H 面を構成する加熱室 3 3 の底板 5 0 と第 1 の板 4 6 との接合部分が、放射ガイド 6 3 のさらに外側にしか配置できないという問題がある。図 1 3 は、導波管 3 2 H を設けた加熱室 3 3 の底板 5 0 の平面図であり、回転アンテナ 3 8 の駆動軸 6 5 を断面で示している。図 1 3 において、加熱室 3 3 の底板 5 0 と第 1 の板 4 6 との接合部分を領域 A で示しており、底板 5 0 と第 2 の板 5 1 との接合部分を領域 B, C, D で示している。図 1 3 に示すように、加熱室 3 3 の底板 5 0 および第 1 の板 4 6 または第 2 の板 5 1 との接合部分（領域 A, B, C, D）は、結合孔 3 7 より外側の放射ガイド 6 3 のさらに外側に配置する必要がある。このように放射ガイド 6 3 を形成することは、導波管の小型化に逆行して導波管を大きくするものである。この結果、導波管壁面における伝送損失の低減を図り、省エネルギー性能をさらに高めることは、放射ガイドを有する導波管の場合には難しいものであった。

[0130] そこで、本発明に係る実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置は、結合孔の外側部分に放射ガイドを形成する導波管の構成においても、導波管をできるだ

け小型化して、導波管壁面における伝送損失を低減して、省エネルギー性能を向上させる構成を提案するものである。

[0131] 図 1 4 は、本発明に係る実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す断面図である。図 1 4 において、手前側が被加熱物である食品 3 4 を加熱室 3 3 から出し入れするための扉が設けられている正面側である。図 1 5 は加熱室 3 3 の底板 5 0 の平面図である。図 1 5 においては、回転アンテナ 3 8 を省略しており、その駆動軸 6 4 を断面で示している。また、図 1 5 において、加熱室 3 3 の底板 5 0 と第 1 の板 4 6 との接合部分を領域 A で示しており、底板 5 0 と第 2 の板 5 1 との接合部分を領域 B, C, D で示している。

[0132] 図 1 4 に示すように、実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置である電子レンジは、前述の実施の形態 1 と同様にマイクロ波発生手段であるマグネトロン 3 1 から放射されるマイクロ波が導波管 3 2 J を伝送し、導波管 3 2 J の上部に接続された加熱室 3 3 内に導かれている。加熱室 3 3 内には載置台 3 5 が固定されており、載置台 3 5 上には食品 3 4 などが載置される。載置台 3 5 より下方には 2 つの回転アンテナ 3 8, 3 8 が設けられたアンテナ空間 3 6 が形成されている。加熱室 3 3 において、加熱室 3 3 の中心から略等距離の底板 5 0 には 2 つの結合孔 3 7, 3 7 が形成されており、アンテナ空間 3 6 内部の 2 つの回転アンテナ 3 8, 3 8 は駆動手段であるモータ 3 9, 3 9 の駆動により結合孔 3 7, 3 7 を中心に回転する。回転アンテナ 3 8, 3 8 を駆動するモータ 3 9, 3 9 の回転、および停止は、制御部 4 0 により制御される。

[0133] また、実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置である電子レンジには、設定部 4 1 が設けられており、使用者が食品や調理内容に応じて調理メニューを選択することができる構成である。当該電子レンジにおいては、使用者の選択結果に基づき、制御部 4 0 はマグネトロン 3 1 を制御してマイクロ波の発生や停止を行うとともに、モータ 3 9, 3 9 を制御して回転アンテナ 3 8, 3 8 の回転や停止を制御する。

[0134] 以下、実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおいて用いられる導波管 32J について説明する。

実施の形態 6 における導波管 32J は、前述の実施の形態 1 における導波管 32 に特殊な形状を有する放射ガイドを設けたものである。したがって、実施の形態 6 における導波管 32J の説明において、実施の形態 1 における導波管 32 と異なる構成について詳細に説明し、重複する構成については実施の形態 1 の説明を援用する。

[0135] 実施の形態 6 における導波管 32J は、実施の形態 1 における導波管 32 と同様に、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、2 つの回転アンテナ 38、38 が設けられたマイクロ波出力部分の伝送方向が、略直角となるよう構成されている。導波管 32J は、磁界面である対向する一対の H 面（第 1 の H 面、第 2 の H 面）と、電界面である対向する一対の E 面（第 1 の E 面、第 2 の E 面）とを有している。

[0136] 実施の形態 6 における導波管 32J においては、第 1 の板 46 により第 1 の H 面の鉛直面 43 および斜面 44 が形成されており、加熱室 33 の底板 50 により第 1 の H 面の水平部分（放射ガイド部分を含む）が形成されている。第 1 の板 46 において斜面 44 の加熱室側の端部 45 は、底板 50 に接合されるように水平に折り曲げられており、その端部 45 が底板 50 に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの接合手段により固着されるように構成されている。

[0137] 一方、第 2 の H 面は、第 2 の板 51 を折り曲げて形成されている。また、第 2 の板 51 は、折り曲げることにより第 2 の H 面の両側となる E 面、および導波管 32F の端面であるショート面 55、56 を形成している。

[0138] 実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置においては、加熱室 33 の底板 50 の結合孔 37、37 の外側には放射ガイド 63、67 が形成されている。図 15 において、右側の結合孔 37 の外側に形成されている第 1 の放射ガイド 63 は、結合孔 37 の全周囲の外側に形成されており、加熱室側に突出し、結

合孔 37 を中心として円環形状に膨らんだ形状である。一方、図 15 における左側の結合孔 37 の外側に形成されている第 2 の放射ガイド 67 は、円環形状の一部が欠落した形状であり、加熱室 33 の底板 50 と第 1 の板 46 との接合部分の領域 A に近い部分が欠落した形状である。

[0139] 第 1 の放射ガイド 63 および第 2 の放射ガイド 67 は、結合孔 37 より大きな外形を有しており、導波管 32 J 内のマイクロ波を加熱室 33 へと伝送するためのガイドの機能を有する。導波管 32 J に第 1 の放射ガイド 63 および第 2 の放射ガイド 67 を形成することにより、導波管 32 J から加熱室 33 へのマイクロ波の伝送がスムーズに行なえる構成となる。導波管 32 J においては、マイクロ波が各結合孔 37, 37 に到達する前に第 1 の放射ガイド 63 および第 2 の放射ガイド 67 において一旦整えられるため、結合孔 37, 37 におけるマイクロ波の伝送方向の変化が少なく安定している。このため、導波管の形状が多少変更されても加熱室 33 内のマイクロ波分布の変化が少なく、導波管の形状変更を容易に、且つ信頼性高く行うことができる。

[0140] 実施の形態 6 におけるマイクロ波加熱装置においては、導波管 32 J を構成する各板がスポット溶接加工あるいはカシメ加工により接合される構成であるため、図 15 においては、各板の接合部分を接合領域 A, B, C, D で示している。なお、図 15 の底板 50 の平面図においては、図を簡単にするために回転アンテナ 38 を省略し、駆動軸 64 の断面を結合孔 37, 37 の中心に示している。

[0141] 図 15 に示すように、加熱室 33 の底板 50 における接合領域 B, C, D に囲まれた右側の第 1 の放射ガイド 63 は、結合孔 37 の外周部分が加熱室側に持ち上がるように膨らんだ形状を有し、結合孔 37 を中心とした略円環形状である。即ち、第 1 の放射ガイド 63 の外周部分に接合領域 B, C, D が形成されている。

[0142] 一方、接合領域 A に近い第 2 の放射ガイド 67 にはカット面 68 が形成されており、第 2 の放射ガイド 67 は円環形状において欠落部分が形成された

形状である。図 15 に示すように、第 2 の放射ガイド 67 は、円環形状ではなく、結合孔 37 の左側となる第 2 の放射ガイド 67 の一部分が欠落した形状であり、平面視略 D 字形状を為すものである。このように、第 2 の放射ガイド 67 はカット面 68 を有しており、そのカット面 68 により、結合孔 37 の近くで水平面となっている。このため、第 1 の板 46 と底板 50 との接合領域 A を結合孔 37 に近づけることができる。前述の図 12 に示した構成に較べて導波管の小型化を達成することができる。また、このように構成した場合には、斜面 44 の傾斜を緩くすることが可能となり、マイクロ波がスムーズに伝送されるとともに、マイクロ波の伝送経路を短縮して、導波管の小型化を図ることができる。

[0143] 上記のように、第 2 の放射ガイド 67 は平面視円環形状の一部がカットされ欠落した形状であっても、導波管 32 J 内のマイクロ波を加熱室 33 へと伝送するためのガイド機能は維持されている。

[0144] 以上のように、本発明に係る実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置においては、加熱室 33 の底板 50 の結合孔 37 の外側部分に変形の放射ガイドを形成することにより、接合領域 A を結合孔 37 に近づけることが可能となる。その結果、導波管 32 J の小型化を図ることができるため、導波管壁面における伝送損失の低減、および省エネルギー性能の向上を図ることができる。

[0145] また、実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置においては、第 2 の放射ガイド 67 の形状を平面視略 D 字状に形成したので、D 字形状の直線部分の際のところまで接合領域 A を近づけることができる。一般的に電子レンジ用の導波管の伝送方向に直交する断面は長方形であるため、当該長方形の一辺を延設して接合部分とする接合領域は略長方形となり、容易に D 字の直線部分の際まで近づけることができる。

[0146] なお、実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置の変形例として、放射ガイドに複数のカット面を対称的に形成すると、導波管におけるマイクロ波分布の均一化を図ることが可能な場合がある。例えば、図 15 に示した第 2 の放射ガイド 67 において結合孔 37 の左側部分にカット面 68 を形成した例で示し

たが、さらに結合孔 37 の右側部分にカット面を形成してもよい。このように、接続領域が近くに無い場合であっても、放射ガイドにカット面を形成してマイクロ波分布の調整および整合部としての機能を持たすことも可能である。このように対称位置に複数のカット面を形成することは、導波管内の結合孔近傍のマイクロ波分布や加熱室内の結合孔近傍のマイクロ波分布が対称的となりやすく、マイクロ波分布を偏りにくくする効果がある。

[0147] (実施の形態 7)

図 16 は、本発明に係る実施の形態 7 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管の近傍を示す断面図である。図 17 は、実施の形態 7 のマイクロ波加熱装置における底板の平面図である。図 17 においては、回転アンテナを省略しその駆動軸を断面で示している。実施の形態 7 の説明において、前述の実施の形態における要素と同じ機能、構成を有するものには同じ符号を付してその説明は省略する。

[0148] 実施の形態 7 のマイクロ波加熱装置は、1つの回転アンテナ 38 が設けられて場合である。したがって、回転アンテナ 38 が配置される加熱室 33 の底板 50 における結合孔 37 は一つである。

[0149] 実施の形態 7 のマイクロ波加熱装置において、前述の実施の形態 6 のマイクロ波加熱装置と同様に、底板 50 の結合孔 37 の外側には放射ガイド 70 が形成されている。図 16 および図 17 に示すように、放射ガイド 70 は、結合孔 37 を中心として加熱室側に突出して膨らんだ形状であるが、対称的な位置に 2 つのカット面 71, 72 を有するものである。図 17 において、加熱室 33 の底板 50 と第 1 の板 46 との接合部分を領域 A で示しており、底板 50 と第 2 の板 51 との接合部分を領域 B, C, D で示している。

[0150] 図 17 に示すように、実施の形態 7 のマイクロ波加熱装置においては、底板 50 の放射ガイド 70 において対向する位置に 2 つのカット面 71, 72 が形成されている。図 17 において、放射ガイド 70 における右側の第 1 のカット面 71 が、第 2 の板 51 におけるマイクロ波出力部分の回転アンテナ 38 に近い端面（ショート面）56 に繋がる部分と、加熱室 33 の底板 50

とを接合する領域Cに近接するように形成されている。一方、図17において、放射ガイド70における左側の第2のカット面72が、第1の板46における斜面44に繋がる端部45と、底板50とを接合する領域Aに近接するように形成されている。

[0151] 図17に示すように、放射ガイド70は、円環形状ではなく、結合孔37の周りに形成された放射ガイド70の右側部分および左側部分にカット面71, 72が形成された形状である。このように、放射ガイド70は、左側部分および右側部分においては結合孔37の近くで水平面となっているため、第1の板46と底板50との接合領域Aおよび第2の板と底板50との接合領域Cを結合孔37に近づけることができる。

[0152] 上記のように、放射ガイド70は平面視円環形状の一部がカットされ欠落した形状であっても、導波管32K内のマイクロ波を加熱室33へと伝送するためのガイド機能は維持されている。

[0153] 実施の形態7のマイクロ波加熱装置においては、前述の図6に示した実施の形態2のマイクロ波加熱装置と同様に、斜面44の少なくとも一部にシバリ加工により変形した整合部60を設けている。このように、実施の形態7のマイクロ波加熱装置においては、整合部60を導波管32Kの斜面44に形成する構成であるため、整合部60を他の構成物に影響を与えることなく設けることができる。また、実施の形態7のマイクロ波加熱装置においては、整合部60を斜面44に形成しているため、加熱室33の形状を変えることがなく、加熱分布に影響を与えない構成である。

[0154] 以上のように、本発明に係る実施の形態7のマイクロ波加熱装置においては、加熱室33の底板50の結合孔37の外側部分に変形の放射ガイド70を形成することにより、接合領域A, Cを結合孔37に近づけることが可能となる。その結果、導波管32Kの小型化を図ることができるため、導波管壁面における伝送損失の低減、および省エネルギー性能の向上を図ることができる。さらに、実施の形態7のマイクロ波加熱装置は、加熱分布と整合状態を独立して最適化することができ、設計が容易な構成となる。

[0155] (実施の形態 8)

以下に説明する実施の形態 8 から実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置においては、導波管における省エネルギー化を図ると共に、導波管内における放電現象発生の更なる抑制を図り、安全性および信頼性の高いマイクロ波加熱装置を提供するものである。

[0156] 先ず、従来のマイクロ波加熱装置において導波管において生じる放電現象を低減するための機構について説明する。

図 18 は、前述の図 29 に示した導波管に対して冷却機構を設けたマイクロ波加熱装置の導波管近傍を示した断面図である。

[0157] 図 18 に示すように、導波管 1A における E 面（図 18 の紙面と平行な面）にパンチング孔 23 を設け、1つの冷却ファン 22 からの送風がマグネトロン 14 を冷却すると共に、パンチング孔 23 から導波管 1A 内部へも風を送ってマグネトロン 14 のアンテナ 2 を直接冷却している。アンテナ 2 を直接冷却することにより、強電界が集中しやすいアンテナ 2 の温度上昇を抑制して、局所的な異常加熱による放電現象の発生を抑制するものである。

[0158] 図 18 に示す導波管 1A においては、第 1 の H 面 5 は、マグネトロン 14 が取り付けられアンテナ 2 が挿入された第 1 の板 15 と、加熱室底面を形成する底板 13 とを接続することにより構成されている。また、導波管 1A の第 2 の H 面 6 は、第 2 の板 16 により構成されている。第 2 の板 16 は、折り曲げることにより、第 2 の H 面 6 だけでなく、導波管 1A の両端面となるショート面 9、10、第 1 の H 面 5 と第 2 の H 面 6 と間を繋ぐ両側面となる第 1 の E 面および第 2 の E 面も形成している。加熱室底面の底板 13、第 1 の板 15 および第 2 の板 16 は、スポット溶接加工あるいはカシメ加工により接合されており、例えば図 18 においては符号 17、18、19 で示す部分が接合部分である。底板 13 と第 1 の板 15 とを接合する接合部分 19 は、接合が容易となるように、第 1 の板 15 の上端を図 18 に示すように導波管 1A の外側となるように左側に折り曲げて、加熱室底面を形成する底板 13 と平行になるよう形成されている。

- [0159] 導波管 1 A において、マイクロ波出力部分となる端面であるショート面 9 近傍の底板 1 3 には結合孔 2 0 が形成されている。この結合孔 2 0 には回転可能な回転アンテナ 1 1 の駆動軸が挿入されており、駆動軸を介して接続された駆動手段であるモータ 4 により回転アンテナ 2 0 が回転するよう構成されている。
- [0160] 上記のように構成されたマイクロ波加熱装置において、マグネトロン 1 4 のアンテナ 2 から導波管内に入力されたマイクロ波は、導波管 1 A 内を伝送して、回転アンテナ 1 1 から加熱室内へと放射される。
- [0161] 図 1 8 において、冷却ファン 2 2 が破線で示されているが、紙面において導波管 1 A の奥側に配置されたプロペラファンである。冷却ファン 2 2 はマグネトロン 1 4 の全体を冷却するとともに、導波管 1 A の第 1 の E 面（紙面において導波管 1 A の奥側に配置され、紙面と平行な面）に設けたパンチング孔 2 3 を通って導波管 1 A にも風を送り、アンテナ 2 を直接冷却している。導波管 1 A 内に送られた冷却空気は、第 1 の E 面に対向する第 2 の E 面、若しくは導波管 1 A における一方の端面であるショート面 1 0 にパンチング孔を設けて排気される。
- [0162] 図 1 8 に示す導波管 1 A の構成は、一般的なものであり、導波管 1 A の幅 a （図 2 8 参照）が 85 mm、アンテナ 2 の先端部分の直径が 14 mm である。アンテナ 2 は導波管 1 A の幅方向の中央に配置されているため、アンテナ 2 の先端部分の外面から E 面（パンチング孔が形成されている面）までの距離は $35.5 \text{ mm} (= (85 - 14) / 2)$ となり、使用するマイクロ波の波長（約 120 mm）の $1/4$ （約 30 mm）よりも大きくなっている。
- [0163] 上記のように構成された従来のマイクロ波加熱装置においては、冷却条件が悪い場合には、マイクロ波発生手段であるマグネトロン 1 3 のアンテナ 2 と、アンテナ 2 から波長の $1/4$ 以内の距離に位置する導波管壁面との間で放電現象が起る危険性がある。例えば、図 1 8 に示す導波管 1 A においては、第 2 の H 面 6 の曲げ部分 P と、その曲げ位置 P に対向する第 1 の H 面 5 における第 1 の板 1 5 の対向位置 K あたりなどでスパークが起こりやすい。こ

のようなスパークが発生しやすい箇所は、本願発明者が実験で検証したところ、アンテナ 2、特にアンテナ 2 の先端部分にある金属製のキャップ 26 から約 28 mm の距離の位置であった。この実験によれば、図 18 に示す導波管構造において、矢印 27 および矢印 28 にて示す距離が約 28 mm であった。矢印 27 が示す距離は、キャップ 26 から第 1 の H 面 5 における対向位置 K までの最短距離である。矢印 28 が示す距離は、キャップ 26 から第 2 の H 面 5 における対向位置 P までの最短距離である。したがって、放電現象であるスパークは、アンテナ 2 からマイクロ波の波長（約 120 mm）の $1/4$ （約 30 mm）よりもやや短い距離離れた位置で発生していた。このようなスパークを回避するためには、冷却ファン 22 の能力を上げて冷却条件を高くするか、マグネトロン 14 の出力を下げるなどの方法が考えられる。しかし、このような対処方法では、コストアップに繋がり、また性能がダウンするなど別の問題が生じて、好ましい対処方法ではない。

[0164] 本発明に係る実施の形態 8 から実施の形態 13 においては、導波管の省エネルギー化を図ると共に、マイクロ波発生手段であるマグネトロンのアンテナと、このアンテナからマイクロ波の波長の $1/4$ 以内の距離に位置する導波管壁面との間での放電現象の発生を抑制して、安全性が高く、設計が容易なマイクロ波加熱装置を説明する。

[0165] 図 19 は、本発明に係る実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す図であり、当該電子レンジを正面側から見た断面図である。図 19 に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。図 20 は実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図である。なお、以下の実施の形態 8 の説明において、前述の実施の形態のマイクロ波加熱装置と実質的に同様の機能、構成を有するものには同じ符号を付して説明する。

[0166] 実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置は、マイクロ波発生手段であるマグネトロン 31 から放射されたマイクロ波が導波管 32 L を伝送して、2 つの回転アンテナ 38、38 を介して加熱室 33 内に放射されるよう構成されてい

る。加熱室 33 の内部には食品 34 などを載置する載置台 35 が設けられている。載置台 35 の下側には回転アンテナ 38, 38 が配置されるアンテナ空間 36 が形成されている。アンテナ空間 36 の底面側で導波管 32 の H 面となる底板 50 には回転アンテナ 38, 38 の駆動軸が挿入される結合孔 37, 37 が形成されている。各回転アンテナ 38, 38 の駆動手段としてのモータ 39, 39 が駆動軸を介して回転させるよう構成されている。モータ 39, 39 の回転動作は、使用者により設定部 41 において設定された条件に応じて制御部 40 により制御されている。

[0167] 以下、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおいて用いられる導波管 32 L について説明する。

導波管 32 L は、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、回転アンテナ 38, 38 が設けられたマイクロ波出力部分の伝送方向が、略直角となるよう構成されている。導波管 32 L は、磁界面である対向する一対の H 面（第 1 の H 面、第 2 の H 面）と、電界面である対向する一対の E 面（第 1 の E 面、第 2 の E 面）とを有している。

[0168] 図 20 に示すように、第 1 の H 面は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が挿入される鉛直面 43 と、斜面 44 と、アンテナ空間 36 の底板 50 の一部とにより構成される。第 2 の H 面は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 の先端にあるキャップ 81 に対向する部分が膨らんだ凸部 59 を有する鉛直面 52 と、回転アンテナ 38, 38 を駆動するモータ 39, 39 が接続された水平面 54 とにより構成されている。

[0169] 実施の形態 8 における導波管 32 L においては、図 20 に示すように、第 1 の板 46 により第 1 の H 面の鉛直面 43 および斜面 44 が形成されており、底板 50 により第 1 の H 面の水平面 47 が形成されている。第 1 の板 46 において斜面 44 の加熱室側の端部 45 は底板 50 と平行になるように水平に折り曲げられており、その端部 45 が底板 50 に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの接合手段により固着されるように構成されてい

る。

一方、第2のH面は、第2の板51を折り曲げて形成されている。また、第2の板51は、折り曲げることにより第2のH面の両側となるE面、および導波管32Lの両端面であるショート面55、56を形成している。

[0170] 斜面44は、導波管32Lの第1のH面におけるマグネトロン31のアンテナ42が設けられたマイクロ波入力部分と、回転アンテナ38、38が設けられたマイクロ波出力部分との間を繋ぐコーナー部分に形成されている。実施の形態8における導波管32Lは、前述の図29および図30において示した導波管1A、1Bの構成と比べると、導波管におけるコーナー部分を斜めにカットした形状であり、マイクロ波の伝送経路を短縮するものである。

[0171] 実施の形態8のマイクロ波加熱装置における導波管32Lにおいて、第1のH面における斜面44の曲げ開始位置Y（図20参照）は、アンテナ42の中心から鉛直方向への距離mを約25mmとした。当該電子レンジにおいて使用されるマイクロ波の波長（約120mm）と比べると、距離mは約1/4波長の距離である。なお、ここで、約1/4波長とは、使用するマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内である。また、曲げ開始位置Yから加熱室33の底面を形成する底板50までの距離nも同様に約25mmとした。実施の形態8の導波管32Lにおいて、斜面44の加熱室33の底面に対する角度を、約45度としたが、この角度は30度から60度の範囲内が好ましい角度であった。

[0172] 実施の形態8のマイクロ波加熱装置における導波管32Lの具体的な寸法は、図19および図20がともに導波管32LのH面のセンターで切断した断面図であるため図示していないが、幅（図28において幅aで示す寸法）は約85mmとした。また、導波管32Hの高さ（図28において幅bで示す寸法）は、マグネトロン31のアンテナ42が設けられているマイクロ波入力部分の高さ（図20においてbLにて示す高さ）が約31mm、回転アンテナ38が設けられているマイクロ波出力部分の高さ（図20においてb

Sにて示す高さ)が約16.5mmとしている。

[0173] 実施の形態8のマイクロ波加熱装置においては、図20に示すように、第1のH面を構成する斜面44に複数の放電防止用孔であるパンチング孔80A、80B、80Cが形成されている。最もアンテナ42に近いパンチング孔80Aとアンテナ42との間の距離が、使用するマイクロ波の波長の $1/4$ より短い距離となるように、斜面44におけるパンチング孔80Aは配置されている。

[0174] 実施の形態8のマイクロ波加熱装置においては、アンテナ42の先端部分に金属製のキャップ81が設けられている。このため、アンテナ42とパンチング孔80A、80B、80Cとの最短距離は、実質的にキャップ81からパンチング孔80Aまでの最短距離となる。実際の電子レンジにおける具体的な寸法には、キャップ81からパンチング孔80Aまでの最短距離(図20において矢印82)は27mm、キャップ81からパンチング孔80Bまでの最短距離(図20において矢印83)は29mm、キャップ81からパンチング孔80Cまでの最短距離(図20において矢印84)は32mmであった。したがって、この電子レンジにおいて、アンテナ42とパンチング孔80A、80B、80Cとの間における最短距離は27mmであり、波長の $1/4$ (約30mm)以内である。また、パンチング孔80A、80B、80Cは、波長の $1/4 \pm 10\%$ の範囲内に形成されており、波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内であれば好ましい。

[0175] 上記のように構成された実施の形態8のマイクロ波加熱装置においては、マグネトロン31のアンテナ42の上方の位置に放電防止用孔であるパンチング孔80A、80B、80Cが形成されている。パンチング孔80A、80B、80Cは第1の板46のプレス加工時に形成されており、その加工時に生じるバリの突出方向は、導波管32Lの外方向(図20においては左上方向)を向くように導波管32Lが構成されている。

[0176] なお、図20の断面図においては、斜面44に3個のパンチング孔を図示しているが、本発明においてはこの個数に限定されるものではない。また、

導波管 32L の幅方向（図 20 における紙面と直交する方向）においても、複数のパンチング孔が形成されている。実施の形態 8 の導波管 32L においては、図示しないが 7 列配置しているため、斜面 44 には 3 個 × 7 列 = 21 個のパンチング孔が形成されている。また、実施の形態 8 の導波管 32L においては、パンチング孔の直径を 2.5 mm としたが、マイクロ波が外部に漏れない程度に小さな形状であればよく、直径 10 mm 程度にまで大きくすることが可能である。

[0177] 以上のように、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置においては、アンテナ 42 から使用周波数の波長（約 120 mm）の $1/4$ 以内の距離にある導波管壁面の斜面 44 に放電防止用のパンチング孔を形成している。マイクロ波を伝送する導波管 32L 内において定在波が生じると考えると、アンテナ 42 の位置が定在波の腹（電界強度最大の位置）となり、アンテナ 42 から波長の $1/4$ 離れた位置が定在波の節（電界強度最小の位置）となろうとする。このため、両者の間の電位差は常に大きいためスパークが起きやすい位置関係であるにも関わらず、アンテナ 42 から波長の $1/4$ 以内の位置にパンチング孔を形成することにより、そのパンチング孔の位置には電界が立たないため、スパーク発生が起りにくい構成となる。この結果、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置は、放電現象が抑制された安全性の高い加熱装置となり、安全性確保のための設計が容易な構成となる。

[0178] 実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置においては、アンテナ 42 の先端部分に金属製のキャップ 81 が設けられているが、このキャップ 81 から波長の $1/4$ 以内の距離に放電防止用孔を形成するだけで、特に、金属製のキャップ 81 と導波管壁面との間のスパークが起りにくい構成となる。したがって、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置は、安全性の高い加熱装置を容易に設計することができる構成である。

[0179] 上記のように、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置においては、マグネトロン 31 のアンテナ 42 よりも上方の位置に放電防止用孔が配置された構成である。一般に、放電現象のスパークが発生する前にその部分に電界が集中

して温度上昇することが考えられ、その温度上昇を防ぐことによりスパークの発生を抑制できるものである。したがって、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置の構成においては、アンテナ 42 の温度上昇による導波管内の熱が放電防止用孔から外部へ放出されるため、導波管内の熱が放射アンテナより上方にこもることがなく、導波管内部の局部が異常に高温となることを防ぎ、放電現象が発生しにくい構成となる。この結果、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置は、放電現象の発生が抑制されており、安全性が高く、省エネルギー化が図られた加熱装置となる。

[0180] 実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔であるパンチング孔を形成するときに生じるバリの突出方向を導波管 32 L の外向き（図 20 における左上方向）となるように構成している。一般に、電界はエッジに集中しやすいが、パンチング孔を形成するときにその孔の外周に生じるバリによるエッジが導波管 32 L の外側にしかないため、導波管内においてパンチング孔の近傍で電界が集中することはない。したがって、この点においても、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置は、放電現象の発生が抑制された構成となり、設計が容易な安全性の高い加熱装置となる。

[0181] なお、実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔は、複数配列した例で説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、斜面 44 に 1 つの孔を形成した場合でも、放電現象抑制の効果は期待できる。ただし、導波管 32 L から外部への電波漏れを防止するためには、パンチング孔の直径をあまり大きくすることは問題である。したがって、複数のパンチング孔を有する列を複数列並べたほうが広範囲にわたって導波管内の熱を効果的に放出することができる効果を有する構成となる。

[0182] 例えば、1 個のパンチング孔の直径については、導波管壁面の厚みが 1 mm 以下の場合、最大でも直径 10 mm 以下とした方が好ましい。ただし、バリが外向きに形成されている場合には、実質的に板厚が厚くした場合と同じ効果が得られるため、バリの突出高さが 5 mm 程度の場合には、パンチング孔の直径を最大 20 mm 程度大きくすることが可能である。実施の形態 8 に

においては、直径 2.5 mm の円形のパンチング孔を形成した例で説明したが、本発明においてはパンチング孔の形状を円形に限定する必要はなく、四角孔形状、スリットのような細長い孔形状でもよく、熱気を通す貫通孔でさえあればよく、形状を限定するものではない。

[0183] 実施の形態 8 においては、斜面 44 に形成した放電防止用孔をパンチング孔と表現しているが、孔の形成工程を限定するものではない。このパンチング孔には、孔の無い板金にプレス加工を施して機械的に孔を作成するものだけでなく、導波管壁面に形成できる孔であれば、どのような工法で形成された孔であっても同様の効果が得られ、本発明に含まれるものである。

[0184] (実施の形態 9)

図 21 は、本発明に係る実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管近傍を示す断面図である。実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置は、回転アンテナ 38 が 1 つの場合であり、導波管 32M における伝送距離が短い構成である。実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置においては、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられている第 1 の H 面の鉛直面 43 に複数の放電防止用孔であるパンチング孔 85A, 85B, 85C が形成されている。また、第 1 の H 面に対向する第 2 の H 面における屈曲部分である曲げ位置 P に放電防止用孔であるパンチング孔 86 が形成されている。

なお、実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置において、前述の実施の形態における構成要素と実質的に同じ機能を有するものには同じ符号を付して説明する。以下、実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置の詳細構成について説明する。

[0185] 図 21 においては、冷却ファン 22 を破線で示しているが、この冷却ファン 22 は紙面において導波管 32M の奥側に配置されたプロペラファンである。冷却ファン 22 はマグネトロン 31 の全体を冷却するとともに、導波管 32M の第 1 の E 面（図 21 の紙面において導波管 32M の奥側に配置され、紙面と平行な面）に設けたパンチング孔 23 を通って導波管 32M 内にも冷却空気を送り、アンテナ 42 およびそのキャップ 81 を直接冷却する。導

波管 3 2 M 内に送られた冷却空気は、第 1 の E 面に対向する第 2 の E 面（図 2 1 の紙面において導波管 3 2 M の手前側にあり、紙面と平行な面）に形成したパンチング孔において排気される。また、実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 M における第 2 の H 面の屈曲部分である曲げ位置 P にも通気孔としてのパンチング孔 8 6 が形成されており、冷却後の空気が排気される構成である。なお、導波管 3 2 M におけるマイクロ波入力部分の端面であるショート面 5 1 にパンチング孔を設けて冷却空気を排気する構成としてもよい。

[0186] 図 2 1 に示すように、実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 M において、パンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C はマグネトロン 3 1 が接続されている第 1 の板 4 6 の鉛直面 4 3 に形成されている。実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 M における具体的な寸法は以下の通りである。

[0187] マグネトロン 3 1 のアンテナ 4 2 の先端に設けられたキャップ 8 1 から最も近いパンチング孔 8 5 A までの距離は 2 4 mm であった。キャップ 8 1 からパンチング孔 8 5 B までの距離は 2 6 mm であり、キャップ 8 1 からパンチング孔 8 5 C までの距離は 2 8 mm であった。このように、キャップ 8 1 からパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C までの距離は、いずれの場合にも、波長（約 1 2 0 mm）の $1/4$ 以内の距離であった。また、第 2 の H 面に形成したパンチング孔 8 6 は、第 2 の H 面における曲げ位置 P に形成されており、キャップ 8 1 からパンチング孔 8 6 までの距離は 2 8 mm であり、波長（約 1 2 0 mm）の $1/4$ 以内の距離にある。

[0188] 実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 M においては、冷却ファン 2 2 による冷却空気が E 面に形成された多数のパンチング孔 2 3 から導波管 3 2 M 内に入る構成である。しかし、導波管 3 2 M の第 1 の H 面における鉛直面 4 3 に形成されたパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C は、マグネトロン 3 1 により塞がれているため、これらのパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C を介して冷却空気が出入りすることはない。

[0189] 第1のH面における鉛直面43において、アンテナ42から波長の $1/4$ 以内の距離に複数の放電防止用孔であるパンチング孔85A, 85B, 85Cを形成することにより、第1のH面におけるアンテナ42から波長の $1/4$ 以内にある鉛直面43が凹凸形状となり、この領域において、より一層放電現象が起りにくい構成となる。したがって、実施の形態9のマイクロ波加熱装置は、安全性が高く、設計が容易な加熱装置となる。

[0190] (実施の形態10)

図22は、本発明に係る実施の形態10のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す正面断面図である。図22に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。図23は実施の形態10のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図である。

[0191] 実施の形態10のマイクロ波加熱装置は、前述の図19および図20を用いて説明した実施の形態8のマイクロ波加熱装置の構成と実質的に同じ構成を有している。実施の形態10のマイクロ波加熱装置において、図22および図23に示すように、第1のH面を構成する斜面に複数の放電防止用孔であるパンチング孔87A, 87B, 87Cが形成されており、前述の実施の形態8の構成と実質的に同じ構成である。実施の形態10のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔87A, 87B, 87Cを形成する位置に関する観点の実施の形態8のマイクロ波加熱装置と異なっている。したがって、実施の形態10においては、前述の実施の形態8のマイクロ波加熱装置において用いた構成要素と実質的に同様の機能を有するものには同じ符号を付し、特徴的な部分について詳細に説明する。

[0192] 実施の形態10のマイクロ波加熱装置は、マグネトロン31から放射されたマイクロ波が導波管32Nを伝送して、2つの回転アンテナ38, 38を介して加熱室33内に放射されるよう構成されている。加熱室33の内部には食品34などを載置する載置台35が設けられており、載置台35の下側には回転アンテナ38, 38が配置されるアンテナ空間36が形成されてい

る。アンテナ空間 36 の底面側で導波管 32 の H 面となる底板 50 の水平面 47 に回転アンテナ 38, 38 の駆動軸が挿入される結合孔 37, 37 が形成されている。各回転アンテナ 38, 38 の駆動手段としてのモータ 39, 39 が駆動軸を介して回転させるよう構成されている。モータ 39, 39 の回転動作は、使用者により設定部 41 において設定された条件に応じて制御部 40 により制御されている。

[0193] 以下、実施の形態 10 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおいて用いられる導波管 32 N について説明する。

導波管 32 N は、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、回転アンテナ 38, 38 が設けられたマイクロ波出力部分の伝送方向が、略直角となるよう構成されている。導波管 32 N は、磁界面である対向する一対の H 面（第 1 の H 面、第 2 の H 面）と、電界面である対向する一対の E 面（第 1 の E 面、第 2 の E 面）とを有している。

[0194] 図 23 に示すように、第 1 の H 面は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が挿入される鉛直面 43 と、斜面 44 と、加熱室 33 のアンテナ空間 36 の底板 50 の一部とにより構成される。第 2 の H 面は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 の先端に対向する部分が膨らんだ凸部 59 を有する鉛直面 52 と、回転アンテナ 38 を駆動するモータ 39 が接続された水平面 54 とにより構成される。

[0195] 実施の形態 10 における導波管 32 N においては、図 23 に示すように、第 1 の板 46 により第 1 の H 面の鉛直面 43 および斜面 44 が形成されており、底板 50 により第 1 の H 面の水平面 47 が形成されている。

一方、第 2 の H 面は、第 2 の板 51 を折り曲げて形成されている。また、第 2 の板 51 は、折り曲げることにより第 2 の H 面の両側となる E 面、および導波管 32 N の両端面であるショート面 55, 56 を形成している。

[0196] 斜面 44 は、導波管 32 N の第 1 の H 面におけるマグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられたマイクロ波入力部分と、回転アンテナ 38, 38 が設

けられたマイクロ波出力部分との間を繋ぐコーナー部分に形成されている。

[0197] 実施の形態 10 のマイクロ波加熱装置における導波管 32 N において、第 1 の H 面における斜面 44 の曲げ開始位置 Y は、アンテナ 42 の中心から鉛直方向への距離 m を約 25 mm とした位置である。当該電子レンジにおいて使用されるマイクロ波の波長（約 120 mm）と比べると、距離 m は約 $1/4$ 波長の距離である。ここで、約 $1/4$ 波長とは、使用するマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の範囲内である。また、曲げ開始位置 Y から加熱室 33 の底面を形成する底板 50 までの距離 n も同様に約 25 mm とした。なお、実施の形態 10 の導波管 32 N において、斜面 44 の加熱室 33 の底面に対する角度を、45 度としたが、この角度は 30 度から 60 度の範囲内であればよい。

[0198] 実施の形態 10 のマイクロ波加熱装置における導波管 32 N の具体的な寸法は、幅（図 28 において幅 a で示す寸法）は約 85 mm とした。また、導波管 32 N の高さ（図 28 において幅 b で示す寸法）は、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられているマイクロ波入力部分の高さ（図 23 において b_L にて示す高さ）が約 31 mm、回転アンテナ 38 が設けられているマイクロ波出力部分の高さ（図 23 において b_S にて示す高さ）が約 16.5 mm としている。

[0199] 実施の形態 10 のマイクロ波加熱装置において、導波管 32 N におけるマイクロ波入力部分の伝送方向とマイクロ波出力部分の伝送方向が直交する構成であり、そのコーナー部分に放電防止用孔であるパンチング孔 87 A, 87 B, 87 C が形成されている。実施の形態 10 のマイクロ波加熱装置において、導波管 32 N のコーナー部分の定義は以下の通りである。

[0200] 導波管 32 N におけるコーナー部分は、第 1 の H 面を構成する鉛直面 43 と斜面 44 との間の屈曲部分である第 1 の曲げ位置 Y を中心として半径がマイクロ波の波長（約 120 mm）の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 1 領域内（図 23 において破線円 E で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。また、導波管 32 N におけるコーナー部分には、第 1 の H 面を構成する斜面 4

4と底板50に接合される端部45と間の屈曲部分である第2の曲げ位置Zを中心として半径がマイクロ波の波長（約120mm）の1/4の長さの円で囲まれた第2領域内（図23において破線円Fで示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。さらに、導波管32Nにおけるコーナー部分には、第2のH面を構成する鉛直面52と水平面54と間の屈曲部分である第3の曲げ位置Pを中心として半径がマイクロ波の波長（約120mm）の1/4の長さの円で囲まれた第3領域内（図23において破線円Gで示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。そして、導波管32Nにおけるコーナー部分には、第2のH面における第3の曲げ位置Pから対向する斜面44におろした垂線と交差した位置Qを中心として半径がマイクロ波の波長（約120mm）の1/4の長さの円で囲まれた第4領域内（図23において破線円Hで示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。

[0201] 上記のように定義された導波管32Nにおけるコーナー部分の領域内に、実施の形態10における放電防止用孔の全てのパンチング孔87A, 87B, 87Cが配置されている。特に、実施の形態10のマイクロ波加熱装置においては、マグネトロン31のアンテナ42が設けられ、且つ回転アンテナ38のための結合孔37が形成された第1のH面において、その第1のH面を構成する斜面44に放電防止用孔であるパンチング孔87A, 87B, 87Cが形成されている。

[0202] 実施の形態10のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔を形成するときに生じるバリの突出方向を導波管32Nの外向き（図23における左上方向）となるように構成している。したがって、実施の形態10のマイクロ波加熱装置は、放電現象の発生が抑制された構成となり、設計が容易な安全性の高い加熱装置となる。

[0203] なお、図23の断面図においては、斜面44に3個のパンチング孔87A, 87B, 87Cを図示しているが、本発明はこの個数に限定されるものではない。また、導波管32Nの幅方向（図23における紙面と直交する方向）においても、複数のパンチング孔が形成されている。実施の形態10の導

波管 3 2 N においては、図示しないが 7 列配置しているため、斜面 4 4 には 3 個 $\times$ 7 列 = 2 1 個のパンチング孔が形成されている。また、実施の形態 1 0 の導波管 3 2 N においては、パンチング孔の直径を 2.5 mm としたが、マイクロ波が外部に漏れない程度に小さな形状であれば良く、直径 1 0 mm 程度にまで大きくすることが可能である。

[0204] 以上のように、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管 3 2 N において、そのコーナー部分に放電防止用孔であるパンチング孔 8 7 A, 8 7 B, 8 7 C を配置した構成である。実施の形態 1 0 における導波管 3 2 N の構成においては、コーナー部分、特に第 2 の H 面における第 3 の曲げ位置 P と、その対向位置（例えば、図 2 3 において符号 Q で示す位置）との間に電界が集中して、スパークが起きやすい構造である。しかし、実施の形態 1 0 における導波管 3 2 N は、そのような構造を有するにも関わらず、コーナー部分に複数の放電防止用孔が形成されているため、その孔部分には電界が立たないため、スパークが起りにくい構造となっている。したがって、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置は、設計が容易にも関わらず高い安全性を確保することができる優れた構成を有する。

[0205] 実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔が形成されるコーナー部分が、前述のように、曲げ位置 Y, Z, P および対向位置 Q をそれぞれ中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた領域であり、これらの領域内の放電防止用孔が形成されている。実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置においては、スパークが起りやすい導波管内壁のコーナー部分に放電防止用孔が形成されており、孔が形成されている部分には電界が立たないため、放電現象が発生しにくくなり、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置は、安全性の高い加熱装置となる。

[0206] 実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 N が、対向する一対の H 面（第 1 の H 面、第 2 の H 面）と、対向する一対の E 面（第 1 の E 面、第 2 の E 面）を有しており、屈曲した導波管 3 2 N において第 1 の H 面が外側部分となり、第 2 の H 面が内側部分となるように折り曲げられた

構成である。このように構成された屈曲した導波管 3 2 N においては、内側部分となる第 2 の H 面におけるコーナー部分よりも外側部分となる第 1 の H 面におけるコーナー部分の方が、パンチング孔を開ける場所の選択の自由があり、設計がより容易となるという効果を有する。

[0207] さらに、このように構成された屈曲した導波管 3 2 N において、外側部分となる第 1 の H 面に放電防止用孔を形成した構成である。T E 1 0 モードでマイクロ波を伝送する導波管において、第 1 の H 面と第 2 の H 面の間にしか電界は立たない。実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置の構成においては、実際に電界が立つ H 面に放電防止用孔であるパンチング孔 8 7 A, 8 7 B, 8 7 C が形成されており、孔部分には電界が立たないため、スパークが起きにくい構成である。したがって、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置は、安全性確保のための設計が容易な構成である。

[0208] また、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置において、第 1 の H 面はコーナー部分において伝送経路を短縮する斜面 4 4 を有しており、斜面 4 4 に放電防止用孔を形成した構成である。このように構成されたマイクロ波加熱装置においては、第 1 の H 面の斜面 4 4 と第 2 の H 面との間の距離が近づくため、スパークが発生しやすい構成となりやすい。しかし、実施の形態 1 0 における導波管 3 2 N においては、斜面 4 4 に放電防止用孔を形成することにより、孔部分には電界が立たないため、スパークが起きにくくなり、安全性確保のための設計を容易にすることができる。

[0209] さらに、放電防止用孔であるパンチング孔 8 7 A, 8 7 B, 8 7 C のバリ方向を導波管 3 2 N の外向き（図 2 3 の左上方向）に構成している。このため、導波管 3 2 内部において電界が集中することを抑制しており、スパークを起こしにくい構造となっている。

[0210] なお、実施の形態 1 0 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔としてのパンチング孔が、複数配列した例で説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、斜面 4 4 に 1 つの孔を形成した場合でも、効果が期待できる。ただし、導波管 3 2 N から外部への電波漏れを防止するために

は、パンチング孔の直径をあまり大きい場合には好ましくない。したがって、複数のパンチング孔を有する列を複数列並べたほうが広範囲にわたって導波管内の熱を効果的に放出することができる効果を有する構成となる。

[0211] 実施の形態 10 においては、斜面 44 に形成した孔をパンチング孔と表現しているが、孔の形成工程を限定するものではない。このパンチング孔には、孔の無い板金にプレス加工を施して機械的に孔を作成するものだけでなく、導波管壁面に形成できる孔であれば、どのような工法で形成された孔であっても同様の効果が得られ、本発明に含まれるものである。

[0212] (実施の形態 11)

図 24 は、本発明に係る実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管近傍を示す断面図である。実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置は、回転アンテナ 38 が 1 つの場合であり、導波管 32P における伝送距離が短い構成である。

[0213] 実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置は、前述の図 21 を用いて説明した実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置の構成と実質的に同じ構成を有している。実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置において、図 24 に示すように、第 1 の H 面を構成する鉛直面 43 に複数の放電防止用孔であるパンチング孔 85A, 85B, 85C が形成されており、また第 2 の H 面における曲げ位置 P に放電防止用孔であるパンチング孔 86 が形成されている。このように実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置は、前述の実施の形態 9 の構成と実質的に同じ構成である。実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔 85A, 85B, 85C を形成する位置に関する観点が実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置と異なっている。したがって、実施の形態 11 においては、前述の実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置において用いた構成要素と実質的に同様の機能を有するものには同じ符号を付し、特徴的な部分について詳細に説明する。

[0214] 実施の形態 11 のマイクロ波加熱装置における特徴は、導波管 32P が直角に曲げられた構成において、コーナー部分に放電防止用のパンチング孔 8

5 A, 8 5 B, 8 5 C, 8 6 を形成した点である。実施の形態 1 1 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 P のコーナー部分の定義は以下の通りである。

[0215] 導波管 3 2 P におけるコーナー部分は、第 1 の H 面を構成する鉛直面 4 3 と斜面 4 4 との間の屈曲部分である第 1 の曲げ位置 Y を中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 1 領域内（図 2 4 において破線円 E で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。また、導波管 3 2 P におけるコーナー部分には、第 1 の H 面を構成する斜面 4 4 と底板 5 0 に接合される端部 4 5 と間の屈曲部分である第 2 の曲げ位置 Z を中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 2 領域内（図 2 4 において破線円 F で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。さらに、導波管 3 2 P におけるコーナー部分には、第 2 の H 面を構成する鉛直面 5 2 と水平面 5 4 と間の屈曲部分である第 3 の曲げ位置 P を中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 3 領域内（図 2 4 において破線円 G で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。

[0216] そして、導波管 3 2 P におけるコーナー部分には、第 2 の H 面における第 3 の曲げ位置 P から対向する第 1 の H 面における水平面 4 7 におろした垂線と交差した対向位置 J を中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 4 領域内（図 2 4 において破線円 L で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。さらに、導波管 3 2 P におけるコーナー部分には、第 2 の H 面における第 3 の曲げ位置 P から対向する第 1 の H 面における鉛直面 4 3 におろした垂線と交差した対向位置 K を中心として半径がマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの円で囲まれた第 5 領域内（図 2 4 において破線円 M で示す領域内）に存在する導波管壁面を含む。

[0217] 上記のように定義された導波管 3 2 P におけるコーナー部分の領域内に、実施の形態 1 1 における放電防止用孔の全てのパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C が配置されている。特に、実施の形態 1 1 のマイクロ波加熱装置においては、マグネトロン 3 1 のアンテナ 4 2 が設けられた第 1 の H 面の鉛直

面 4 3 に放電防止用孔であるパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C が形成されている。

[0218] 実施の形態 1 1 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔が、第 2 の H 面の第 3 の曲げ位置 P を中心とした波長の $1/4$ の長さの半径を持つ円で囲まれた第 3 領域。および第 1 の H 面における鉛直面 4 3 にある対向位置 K を中心とした波長の $1/4$ の長さの半径を持つ円で囲まれた第 5 領域の範囲内に形成されており、全てコーナー部分内に配置されている。上記のように、実施の形態 1 1 のマイクロ波加熱装置においては、放電現象が起こりやすい箇所からマイクロ波の波長の $1/4$ の長さの半径を持つ領域内に、放電が起こりにくい孔部分である放電防止用孔が形成されている。特に、実施の形態 1 1 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 P における第 1 の H 面および第 2 の H 面の両方に放電防止用孔が形成されているため、より一層放電現象が抑制されており、安全確保のための設計を容易なものとしている。

[0219] (実施の形態 1 2)

図 2 5 は、本発明に係る実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置である電子レンジの概略構成を示す正面断面図である。図 2 5 に示す電子レンジにおいては、被加熱物を加熱室から出し入れするための扉（図示無し）が手前側に設けられている。図 2 6 は実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置における導波管近傍を示す断面図である。

[0220] 実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置は、前述の図 1 9 および図 2 0 を用いて説明した実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置の構成と実質的に同じ構成を有している。実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置において、図 2 5 および図 2 6 に示すように、第 1 の H 面を構成する斜面に複数の放電防止用孔であるパンチング孔 8 7 A, 8 7 B, 8 7 C が形成されており、前述の実施の形態 8 の構成と実質的に同じ構成である。実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔 8 7 A, 8 7 B, 8 7 C を形成する位置に関する観点の実施の形態 8 のマイクロ波加熱装置と異なっている。実施の形態

12のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔87A、87B、87Cを形成する位置を第1のH面の斜面に特定せず、少なくとも一方のH面に形成するという観点において異なっている。したがって、実施の形態12においては、前述の実施の形態8のマイクロ波加熱装置において用いた構成要素と実質的に同様の機能を有するものには同じ符号を付し、特徴的な部分について詳細に説明する。

[0221] 実施の形態12のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管32Qについて説明する。

導波管32Qは、伝送方向に直交する断面が長方形であり、マグネトロン31のアンテナ42が設けられたマイクロ波入力部分の伝送方向と、回転アンテナ38、38が設けられたマイクロ波出力部分の伝送方向が、略直角となるよう構成されている。導波管32Qは、磁界面である対向する一対のH面（第1のH面、第2のH面）と、電界面である対向する一対のE面（第1のE面、第2のE面）とを有している。

[0222] 図26に示すように、第1のH面は、マグネトロン31のアンテナ42が挿入される鉛直面43と、斜面44と、加熱室33のアンテナ空間36の底板50の一部とにより構成される。第2のH面は、マグネトロン31のアンテナ42の先端に対向する部分が膨らんだ凸部59を有する鉛直面52と、回転アンテナ38を駆動するモータ39が接続された水平面54とにより構成される。

[0223] 実施の形態12における導波管32Qにおいては、図26に示すように、第1の板46により第1のH面の鉛直面43および斜面44が形成されており、底板50により第1のH面の水平面47が形成されている。第1の板46において斜面44の加熱室側の端部45は底板50と平行になるように水平に折り曲げられており、その端部45が底板50に対して、例えばスポット溶接加工、カシメ加工などの固定手段により固着されるように構成されている。

一方、第2のH面は、第2の板51を折り曲げて形成されている。また、

第2の板51は、折り曲げることにより第2のH面の両側となるE面、および導波管32Qの両端面であるショート面55, 56を形成している。

[0224] 斜面44は、導波管32Qの第1のH面におけるマグネトロン31のアンテナ42が設けられたマイクロ波入力部分と、回転アンテナ38, 38が設けられたマイクロ波出力部分との間を繋ぐコーナー部分に形成されている。

[0225] 実施の形態12のマイクロ波加熱装置における導波管32Qにおいて、第1のH面における斜面44の曲げ開始位置Yは、アンテナ42の中心から鉛直方向への距離mを約25mmとした。当該電子レンジにおいて使用されるマイクロ波の波長（約120mm）と比べると、距離mは約1/4波長の距離である。また、曲げ開始位置Yから加熱室33の底面を形成する底板50までの距離nも同様に約25mmとした。

[0226] 実施の形態12のマイクロ波加熱装置における導波管32Qの具体的な寸法は、幅（図28において幅aで示す寸法）は約85mmとした。また、導波管32Qの高さ（図28において幅bで示す寸法）は、マグネトロン31のアンテナ42が設けられているマイクロ波入力部分の高さ（図26においてbLにて示す高さ）が約31mm、回転アンテナ38が設けられているマイクロ波出力部分の高さ（図26においてbSにて示す高さ）が約16.5mmとしている。

[0227] 実施の形態12のマイクロ波加熱装置においては、導波管32Qにおけるマイクロ波入力部分の伝送方向とマイクロ波出力部分の伝送方向が直交する構成であり、導波管32Qは対向する2つのH面（磁界面）、およびH面に直交し、対向する2つのE面（電界面）を有している。屈曲した導波管32Qにおいては、H面において折れ曲がっている。また、実施の形態12における導波管32Qにおいては、対向する2つのH面における一方のH面にマイクロ波は発生手段からのマイクロ波が入射されるマイクロ波入力手段と、加熱室33へマイクロ波を放射するマイクロ波出力手段が設けられている。即ち、実施の形態12のマイクロ波加熱装置においては、導波管32Qの第1のH面にマグネトロン31のアンテナ42が設けられ、且つ導波管32Qを

伝送したマイクロ波を加熱室 33 に放射する回転アンテナ 38 が設けられている。その第 1 の H 面において、アンテナ 42 より上方にある斜面 44 に放電防止用のパンチング孔 87A, 87B, 87C が形成されている。

[0228] なお、図 26 の断面図においては、斜面 44 に 3 個のパンチング孔 87A, 87B, 87C を図示しているが、この個数に限定されるものではない。また、導波管 32Q の幅方向（図 26 における紙面と直交する方向）においても、複数のパンチング孔が形成されている。実施の形態 12 の導波管 32Q においては、図示しないが 7 列配置しているため、斜面 44 には 3 個 × 7 列 = 21 個のパンチング孔が形成されている。また、実施の形態 12 の導波管 32Q においては、パンチング孔の直径を 2.5 mm としたが、マイクロ波が外部に漏れない程度に小さな形状であればよく、直径 10 mm 程度にまで大きくすることが可能である。

[0229] 以上のように構成された、本発明に係る実施の形態 12 のマイクロ波加熱装置は、対向する 2 つの H 面の少なくとも一方の H 面（第 1 の H 面）に放電防止用孔を形成することにより、TE10 モードにおいてはアンテナ 42 と導波管 32Q の第 1 の H 面と第 2 の H 面との間に電界が立つのでスパークが起きやすい構成になるにも関わらず、放電現象の発生が抑制された構成となる。これは、孔部分には電界が立たないため、放電防止用孔を形成することにより放電現象が起りにくい構成となるためである。このように、マイクロ波入力手段であるアンテナ 42 の位置より上方の位置であって、少なくとも一方の H 面に放電防止用孔を形成することにより、放電現象の発生が抑制された構成となり、安全性の高い加熱装置となる。以上のように、実施の形態 12 のマイクロ波加熱装置は、マイクロ波入力手段の位置より上方の位置において、少なくとも一方の H 面に放電防止用孔を形成するという技術的思想により、安全性確保が確保された導波管を構築することができ、設計が容易な構造を有するものである。

[0230] また、実施の形態 12 のマイクロ波加熱装置において、導波管 32Q には開口部 88 が形成されており、この開口部 88 にマグネトロン 31 のアンテナ

ナ 4 2 が挿入配置される構成である。開口部 8 8 は、対向する 2 つの H 面における一方の H 面である、（第 1 の H 面）に形成されており、この第 1 の H 面に放電防止用孔が形成されている。このように開口部 8 8 を有する第 1 の H 面の領域はアンテナ 4 2 が挿入配置されるマイクロ波入力部分側の領域であるため、アンテナ 4 2 からマイクロ波が放射されており、確実に強い電界が生じている領域である。この領域に放電防止用孔を形成することによって、この領域において電界が立ちにくくなる。

[0231] 実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔であるパンチング孔を形成するときに生じるバリの突出方向を導波管 3 2 Q の外向き（図 2 6 における左上方向）となるように構成している。一般に、電界はエッジに集中しやすいが、パンチング孔を形成するときにその孔の外周に生じるバリによるエッジが導波管 3 2 Q の外側にしかないため、導波管内においてパンチング孔の近傍で電界が集中することはない。したがって、実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置は、放電現象の発生が抑制された構成となり、設計が容易な安全性の高い加熱装置となる。

[0232] なお、実施の形態 1 2 のマイクロ波加熱装置においては、放電防止用孔を複数配列した例で説明したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、アンテナ 4 2 の上方の位置で少なくとも一方の H 面に 1 つの孔を形成した場合でも、放電現象の抑制の効果は期待できる。ただし、導波管 3 2 Q から外部への電波漏れを防止するためには、パンチング孔の直径をあまり大きくすることは好ましくない。したがって、複数のパンチング孔を有する列を複数列並べたほうが広範囲にわたって導波管内の熱を効果的に放出することができる効果を有する構成となる。

[0233] 実施の形態 1 2 においては、第 1 の H 面に形成した孔をパンチング孔と表現しているが、孔の作成工程を限定するものではない。このパンチング孔には、孔の無い板金にプレス加工を施して機械的に孔を作成するものだけでなく、導波管壁面に形成できる孔であれば、どのような工法で形成された孔であっても同様の効果が得られ、本発明に含まれるものである。

[0234] (実施の形態 13)

図 27 は、本発明に係る実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置である電子レンジにおける導波管近傍を示す断面図である。実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置は、回転アンテナ 38 が 1 つの場合であり、導波管 32 R における伝送距離が短い構成である。

[0235] 実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置は、前述の図 21 を用いて説明した実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置の構成と実質的に同じ構成を有している。実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置において、図 27 に示すように、第 1 の H 面を構成する鉛直面 43 に複数の放電防止用孔であるパンチング孔 85 A, 85 B, 85 C が形成されており、また第 2 の H 面における曲げ位置 P に放電防止用孔であるパンチング孔 86 が形成されている。このように実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置は、前述の実施の形態 9 の構成と実質的に同じ構成である。実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置においては、パンチング孔 85 A, 85 B, 85 C を形成する位置に関する観点が実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置と異なっている。したがって、実施の形態 13 においては、前述の実施の形態 9 のマイクロ波加熱装置において用いた構成要素と実質的に同様の機能を有するものには同じ符号を付し、特徴的な部分について詳細に説明する。

[0236] 実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置における導波管 32 R においては、マグネトロン 31 のアンテナ 42 が設けられている第 1 の H 面の鉛直面 43 に複数の放電防止用孔であるパンチング孔 85 A, 85 B, 85 C が形成されている。そして、導波管 32 R において、パンチング孔 85 A, 85 B, 85 C はアンテナ 42 より上方の位置に形成されている。また、第 1 の H 面に対向する第 2 の H 面における曲げ位置 P、即ち鉛直面 52 と水平面 54 と交点位置にパンチング孔 86 が形成されている。

[0237] 図 27 において、破線で示す冷却ファン 22 は紙面において導波管 32 R の奥側に配置されたプロペラファンである。冷却ファン 22 はマグネトロン 31 の全体を冷却するとともに、導波管 32 R の第 1 の E 面（図 27 の紙面

において導波管 3 2 R の奥側に配置され、紙面と平行な面) に設けたパンチング孔 2 3 を通って導波管 3 2 R 内にも冷却空気を送り、アンテナ 4 2 およびそのキャップ 8 1 を直接冷却する。導波管 3 2 N 内に送られた冷却空気は、第 1 の E 面に対向する第 2 の E 面 (図 2 7 の紙面において導波管 3 2 R の手前側にあり、紙面と平行な面) に形成したパンチング孔 (図示無し) において排気される。

[0238] 実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置においては、前述のように導波管 3 2 R における第 2 の H 面の屈曲部分にパンチング孔 8 6 が形成されており、冷却後の空気が排気される構成である。

[0239] 図 2 7 に示すように、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 R において、パンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C はマグネトロン 3 1 が接続されている第 1 の板 4 6 の鉛直面 4 3 に形成され、その鉛直面 4 3 においてアンテナ 4 2 より上方の位置に形成されている。

[0240] 実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置における導波管 3 2 R においては、E 面に形成された多数のパンチング孔 2 3 から冷却ファン 2 2 による冷却空気が導波管 3 2 R 内に入る構成である。しかし、導波管 3 2 R の第 1 の H 面における鉛直面 4 3 に形成されたパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C は、マグネトロン 3 1 により塞がれているため、これらのパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C を介して冷却空気が出入りすることはない。

[0241] 上記のように、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置は、第 1 の H 面を構成する第 1 の板 4 6 と、第 2 の H 面を構成する第 2 の板体 5 1 の両方に、放電防止用孔であるパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C, 8 6 が形成されているため、もともと T E 1 0 モードにおいてはアンテナ 4 2 と導波管 3 2 N の第 1 の H 面と第 2 の H 面の間に電界が立つのでスパークが起きやすい構成になるにも関わらず、放電現象の発生が抑制された構成となる。これは、孔部分には電界が立たないため、放電防止用孔を形成することにより放電現象が起りにくい構成となるためである。このように、導波管 3 2 R における両方の H 面でスパークが起りにくい構造となり、安全性の高い加熱装置となる

。以上のように、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置は、マイクロ波入力手段の位置より上方の位置において、H 面における鉛直面に放電防止用孔を形成するという技術的思想により、安全性確保が確保された信頼性の高い導波管を構築することができ、設計が容易な構造を有するものである。

[0242] 実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置は、対向する 2 つの E 面にも放電防止用のパンチング孔 2 3 を複数有する構成としている。これらのパンチング孔 2 3 は、放電防止用のパンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C, 8 6 と同じようにスパークの発生を防止することが目的であっても、パンチング孔 8 5 A, 8 5 B, 8 5 C, 8 6 のように電界が立たなくするものではない。E 面に形成されたパンチング孔 2 3 は、冷却ファン 2 2 からの冷却空気を導波管 3 2 R の内部に送るものである。したがって、パンチング孔 2 3 により、冷却空気が導波管内部に流れて、導波管内部の温度上昇を防止し、放電現象の発生を抑制するものである。このように、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置は安全性の高い加熱装置を容易に設計することができる構造を有する。

[0243] 具体的には、冷却ファン 2 2 からの冷却空気は、導波管 3 2 R の第 1 の E 面に設けたパンチング孔 2 3 から導波管 3 2 R 内に送られ、アンテナ 4 2 や H 面などの内壁面を直接冷却したのち、第 2 の E 面に形成されたパンチング孔（図示無し）やパンチング孔 8 6 を介して導波管 3 2 R の外部へ排出される。

[0244] なお、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置においては、対向する 2 つの E 面の両方にパンチング孔を形成して冷却空気を流すように構成したが、設計上の都合により一方の E 面に形成されたパンチング孔から入った冷却空気を、第 2 の H 面に形成したパンチング孔により排気するように構成しても、同様の効果を有する。

[0245] また、実施の形態 1 3 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 3 2 R におけるマイクロ波発生手段が設けられたマイクロ波入力部分側の端面であるショート面 5 5 に放電防止孔を形成してもよい。このように構成すれば、導波管 3 2 R におけるショート面で放電防止用孔を介して導波管内部に冷却空

気がスムーズに流れる構成となる。このように構成された実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置は、導波管内部の温度上昇を抑制することができ、放電現象が起こりにくい構造とすることができる、より高い安全性を確保することができる。

- [0246] さらに、実施の形態 13 のマイクロ波加熱装置においては、導波管 32 R における加熱室側の端面であるショート面 56 にも放電防止用孔を形成することにより、このショート面 56 の放電防止用孔を介して導波管内部の冷却空気の流れがスムーズとなる。この結果、温度上昇を抑制して、放電現象が起こりにくい構造とすることができ、より安全性の高い加熱装置とすることができる。

産業上の利用可能性

- [0247] 本発明のマイクロ波加熱装置は、屈曲した導波管から加熱室にマイクロ波を伝送する場合においても、加熱効率が高く省エネルギー性能が向上したものとなり、マイクロ波を使用する調理器具としての電子レンジ、オーブンレンジ、および解凍装置、調理器具以外としての各種誘電体の加熱、木材などの乾燥装置、陶芸における加熱／焼結装置などにおいて有用である。

請求の範囲

- [請求項1] マイクロ波発生手段と、被加熱物を収納する加熱室と、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波を前記加熱室に伝送する導波管とを備えたマイクロ波加熱装置において、
- 前記導波管は、伝送経路に直交する断面が矩形状であり、屈曲した伝送経路を持ち、対向する一対の磁界面および対向する一対の電界面を有しており、
- 前記一対の磁界面における一方の磁界面は、鉛直面、水平面、および前記水平面と前記鉛直面に対して所定の角度を有する斜面を有して構成されるとともに、前記一方の磁界面には前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構、および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられたマイクロ波加熱装置。
- [請求項2] 前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面とを連続させるように前記鉛直面と前記水平面との間に形成され、前記導波管における伝送経路を短縮するように構成された請求項1に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項3] 前記磁界面に設けられた前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構から、前記磁界面における前記斜面の形成位置までの最短距離が、前記マイクロ波の波長の $1/8$ から $3/8$ の範囲内の長さである請求項1に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項4] 前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構がアンテナであり、前記磁界面において、前記アンテナの中心から前記斜面の形成位置までの最短距離が、前記マイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の長さである請求項3に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項5] 前記磁界面における前記斜面に整合部を設けた請求項1に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項6] 前記整合部は、前記斜面の一部をシボリ加工により変形して構成し

た請求項 5 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 7] 前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離に対して 1 倍から 2 倍の範囲内である請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 8] 前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ の長さであり、前記マイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられている領域の一对の磁界面間の距離は、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波の波長の $1/8 \pm 20\%$ の長さである請求項 7 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 9] 前記導波管において、前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構が設けられている一方の磁界面に対向する他方の磁界面に前記導波管の外側に突出する凸部が形成された請求項 7 または 8 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 10] 前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構は、前記加熱室の壁面に形成され開口部を含み、前記加熱室の壁面には前記開口部を加熱室側に突出させる放射ガイドが形成された請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 11] 前記放射ガイドは、前記開口部の外周部分において加熱室内側に突出するように形成され、平面視円環状における一部が欠落した形状である請求項 10 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 12] 前記開口部の外周部分に形成された前記放射ガイドの形状は、平面視が略 D 字形状である請求項 11 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項 13] 前記開口部の外周部分に形成された前記放射ガイドの形状は、前記導波管における伝送方向に対して平面視が対称形状である請求項 11

に記載のマイクロ波加熱装置。

- [請求項14] 特定の領域における電界の強さを低くするための放電防止用孔が、前記導波管を構成する壁面に形成された請求項1に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項15] 前記放電防止用孔は、マイクロ波の伝送経路が屈曲した前記導波管におけるコーナー部分の壁面に形成された請求項14に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項16] 前記放電防止用孔は、前記導波管における前記斜面に形成された請求項15に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項17] 前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構がアンテナであり、前記放電防止用孔が、前記磁界面において、前記アンテナの中心から前記マイクロ波の波長の $1/4 \pm 20\%$ 以内の長さの位置に形成された請求項14に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項18] 前記放電防止用孔は、前記磁界面に設けられた前記マイクロ波が導入される機構より、鉛直方向における上方の壁面に形成された請求項14に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項19] 前記放電防止用孔のプレス加工時に形成されたバリの突出方向が前記導波管の外向きとなるように構成された請求項14に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項20] 前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられた前記一方の磁界面に対向する他方の磁界面において、前記一方の磁界面を構成する前記斜面に対向する領域に放電防止用孔が形成された請求項14に記載のマイクロ波加熱装置。
- [請求項21] 前記マイクロ波発生手段からのマイクロ波が導入される機構および前記導波管を伝送したマイクロ波を前記加熱室に放射するための機構が設けられた前記一方の磁界面に対向する他方の磁界面において、前記一方の磁界面に形成された斜面に対向するように斜面が形成された

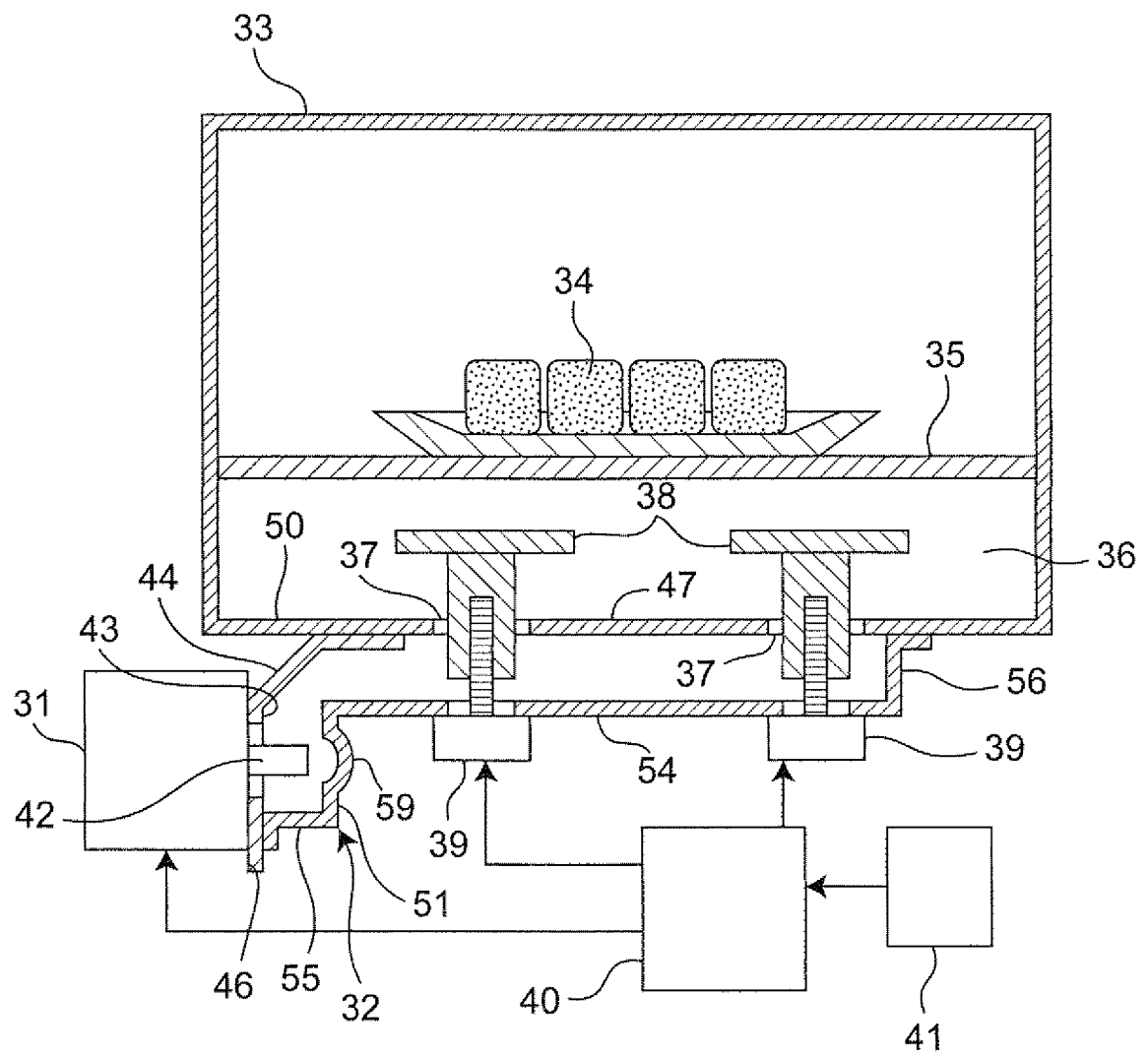
請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項22] 前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面とを連続させるように繋ぐ曲面で形成され、前記導波管における伝送経路を短縮するように構成された請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

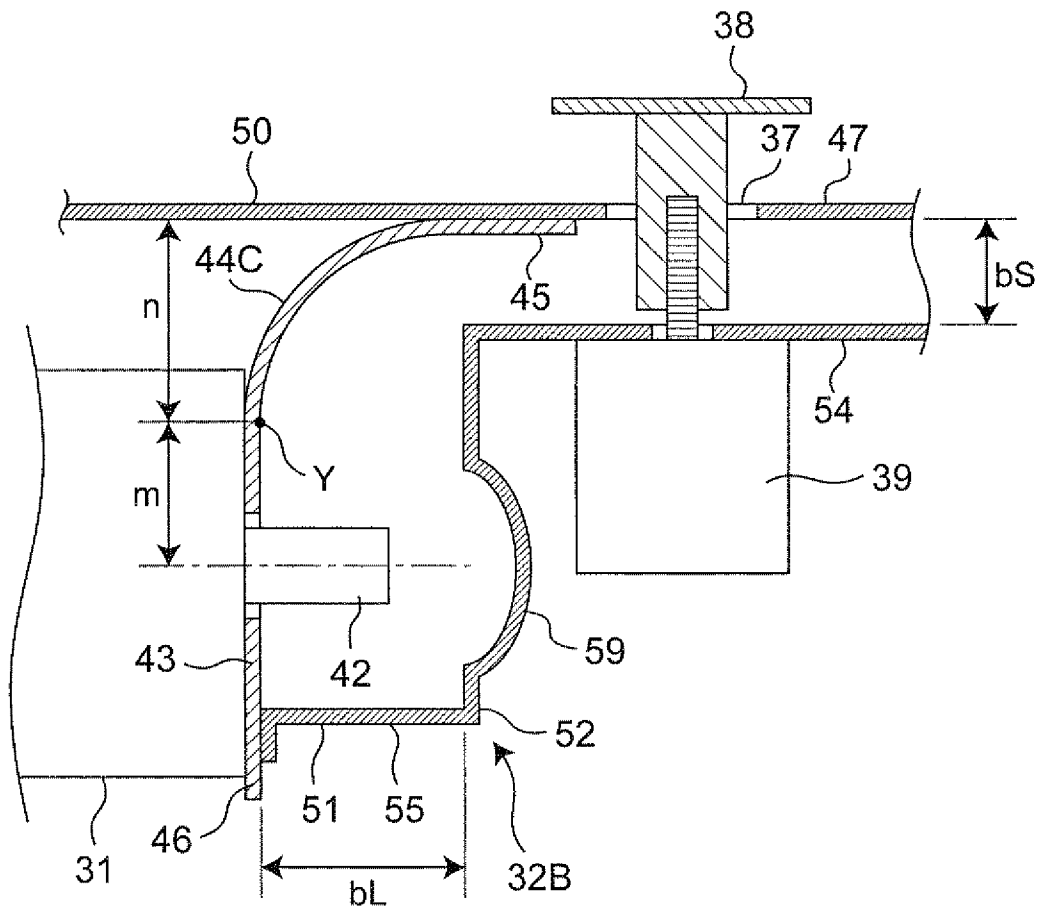
[請求項23] 前記磁界面における前記斜面は、前記鉛直面と前記水平面との間のコーナー部分に形成され、前記磁界面における伝送経路に直交する幅方向の少なくとも一部に形成された請求項 1 に記載のマイクロ波加熱装置。

[請求項24] 前記放電防止用孔は、マイクロ波を伝送する前記導波管における定在波の節に対応する位置の壁面に形成された請求項 1 4 に記載のマイクロ波加熱装置。

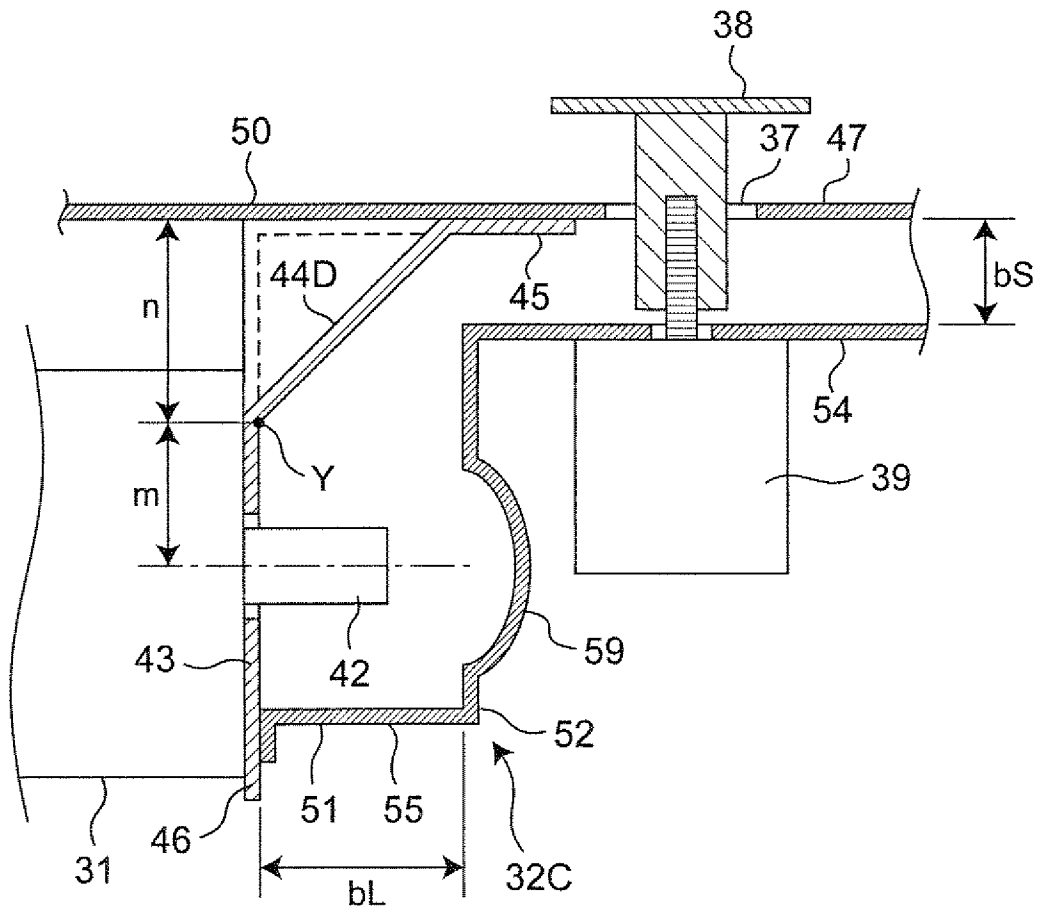
[図1]



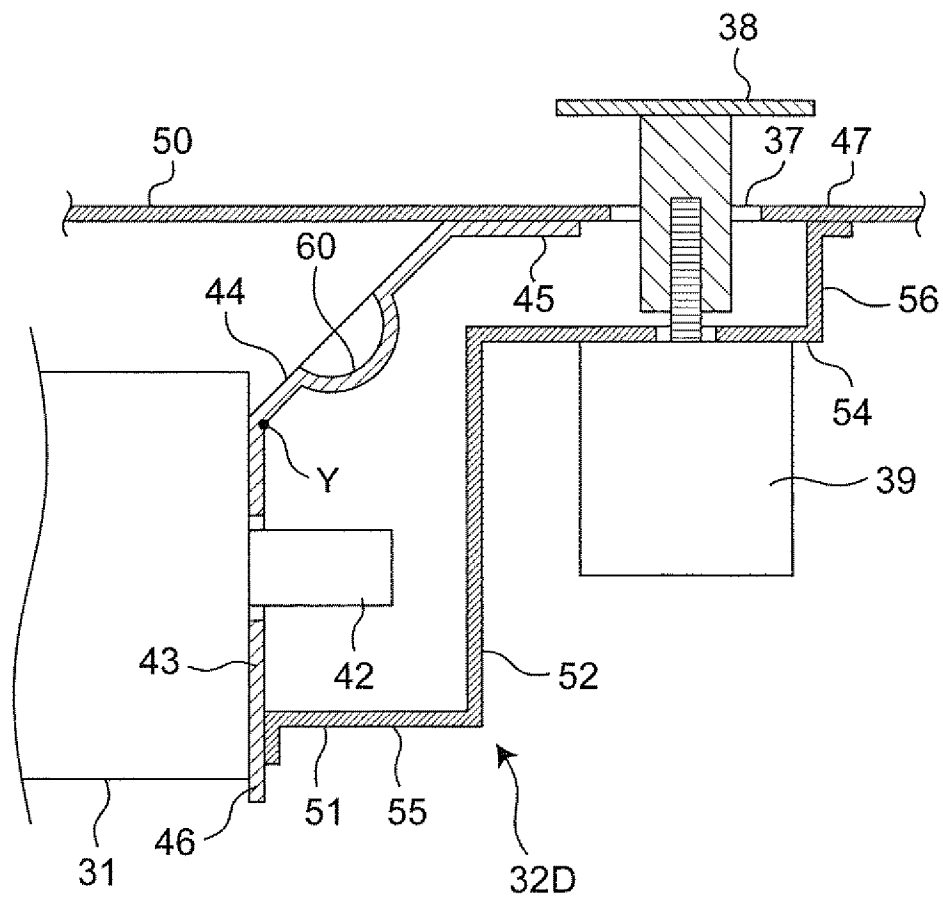
[図4]



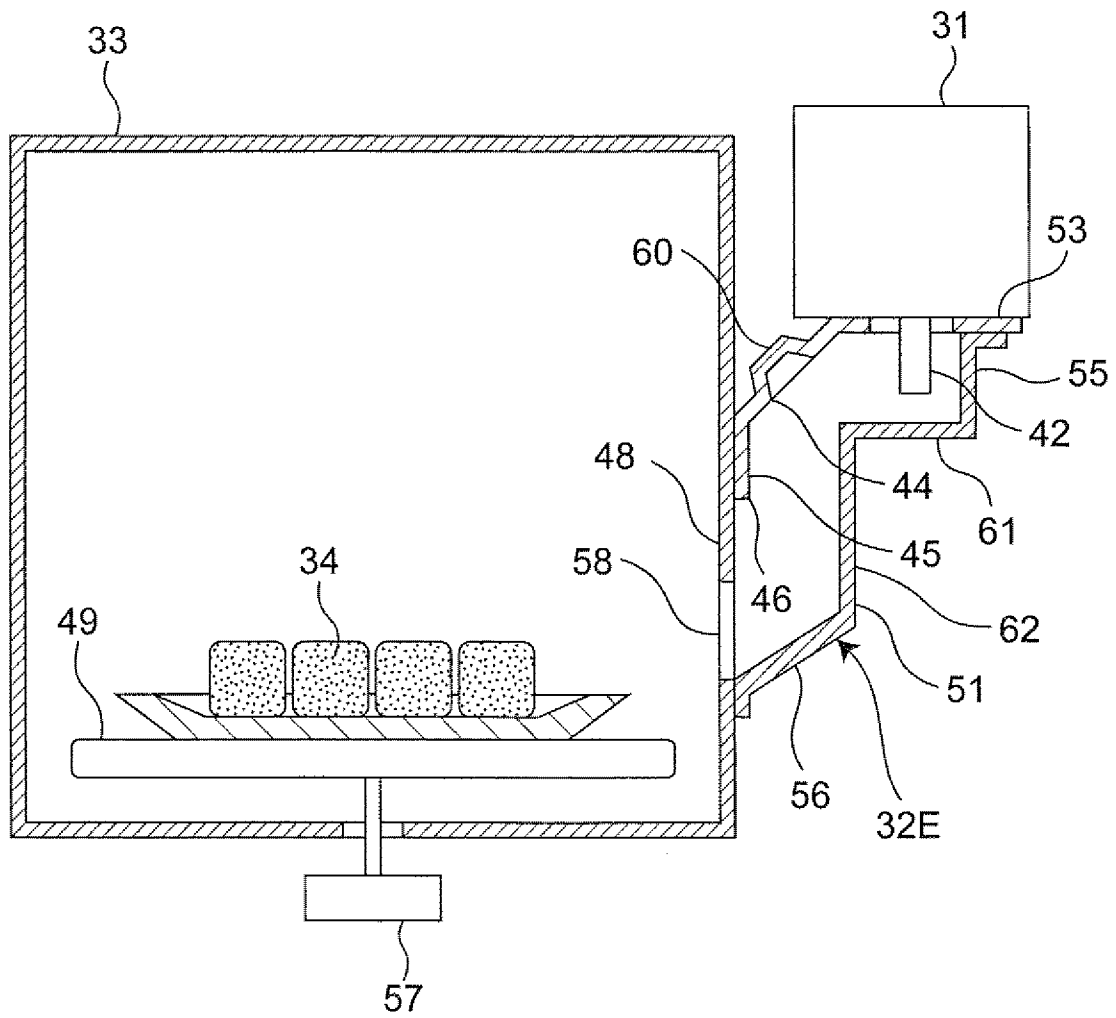
[図5]



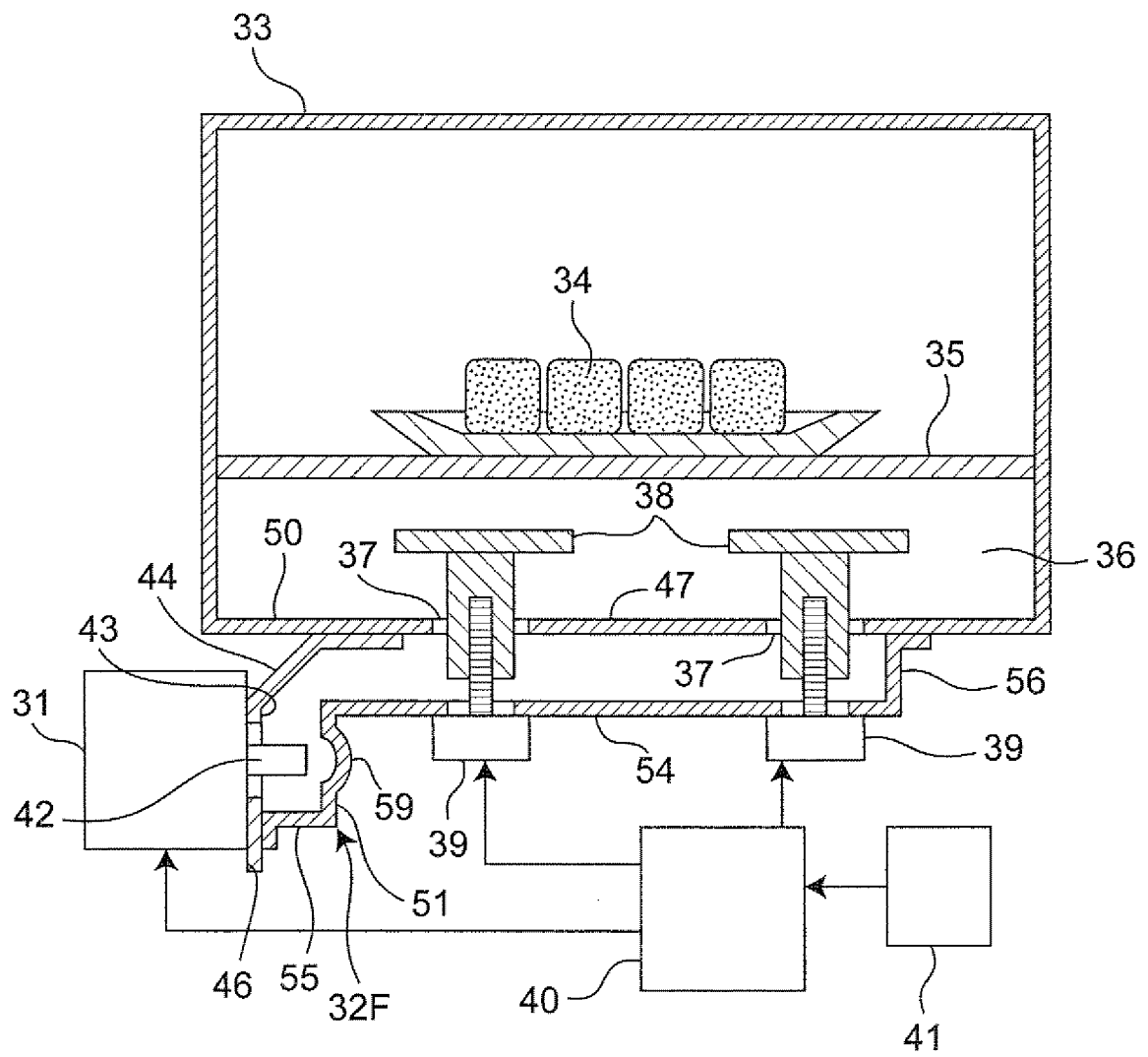
[図6]



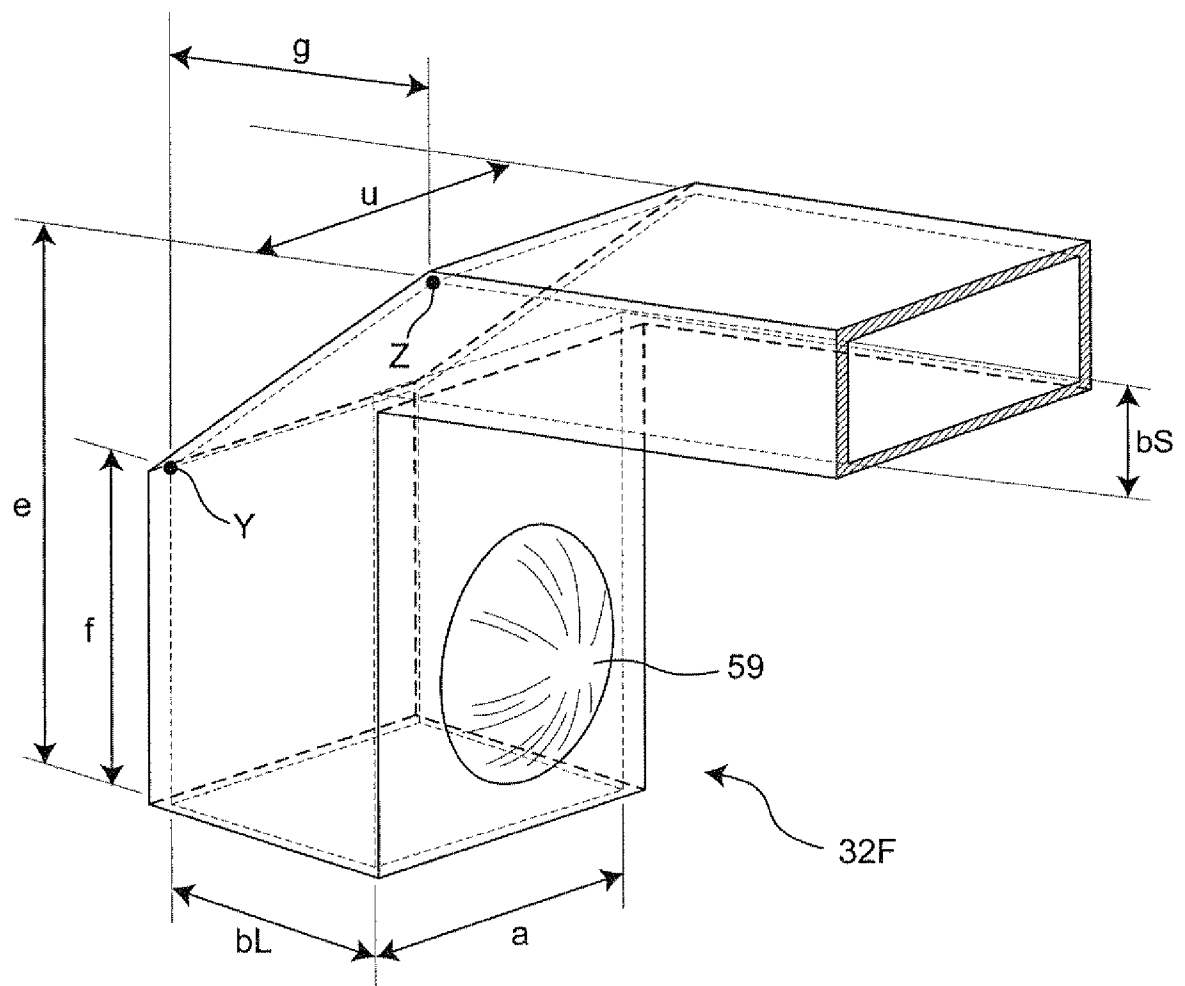
[図7]



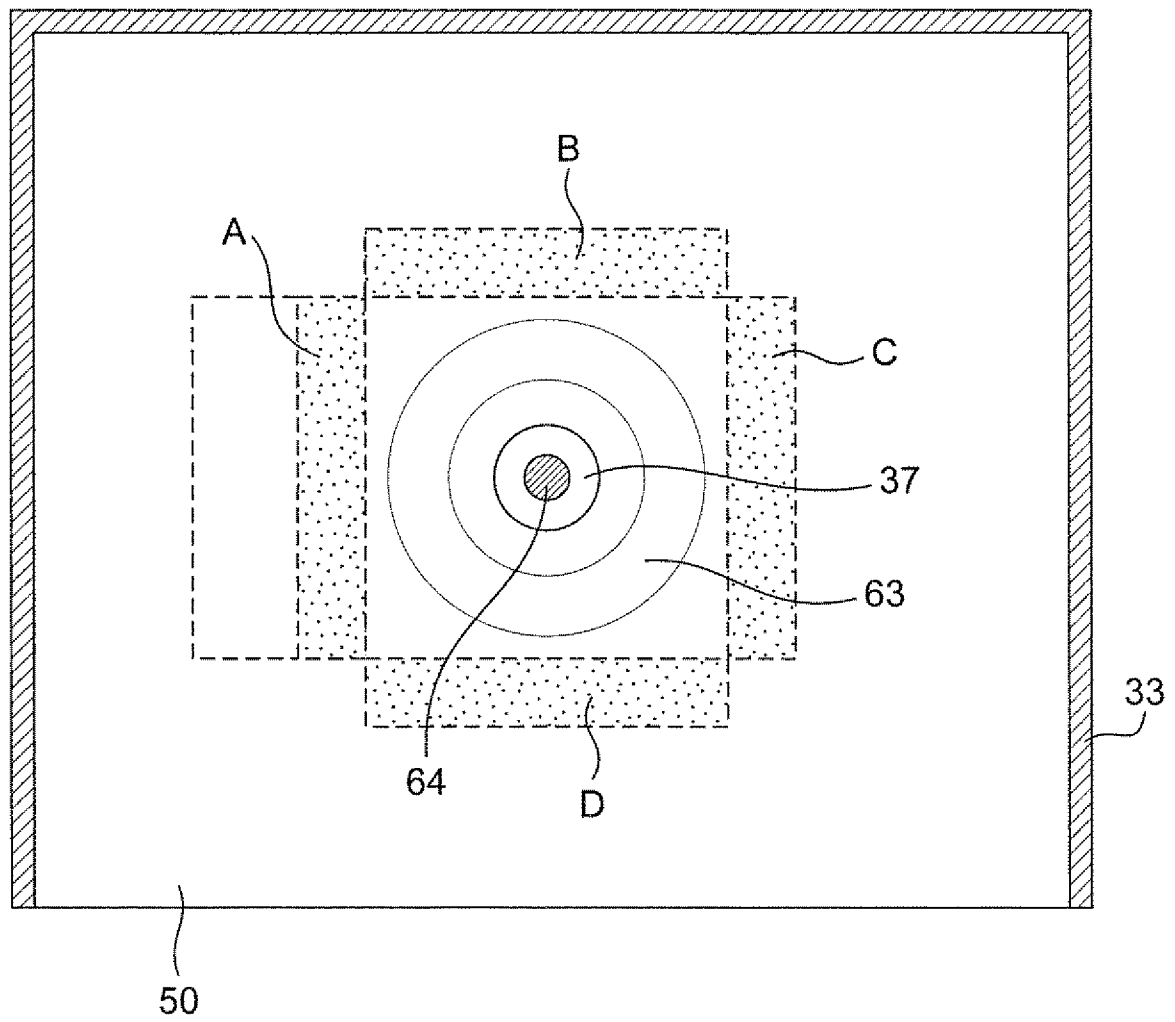
[図8]



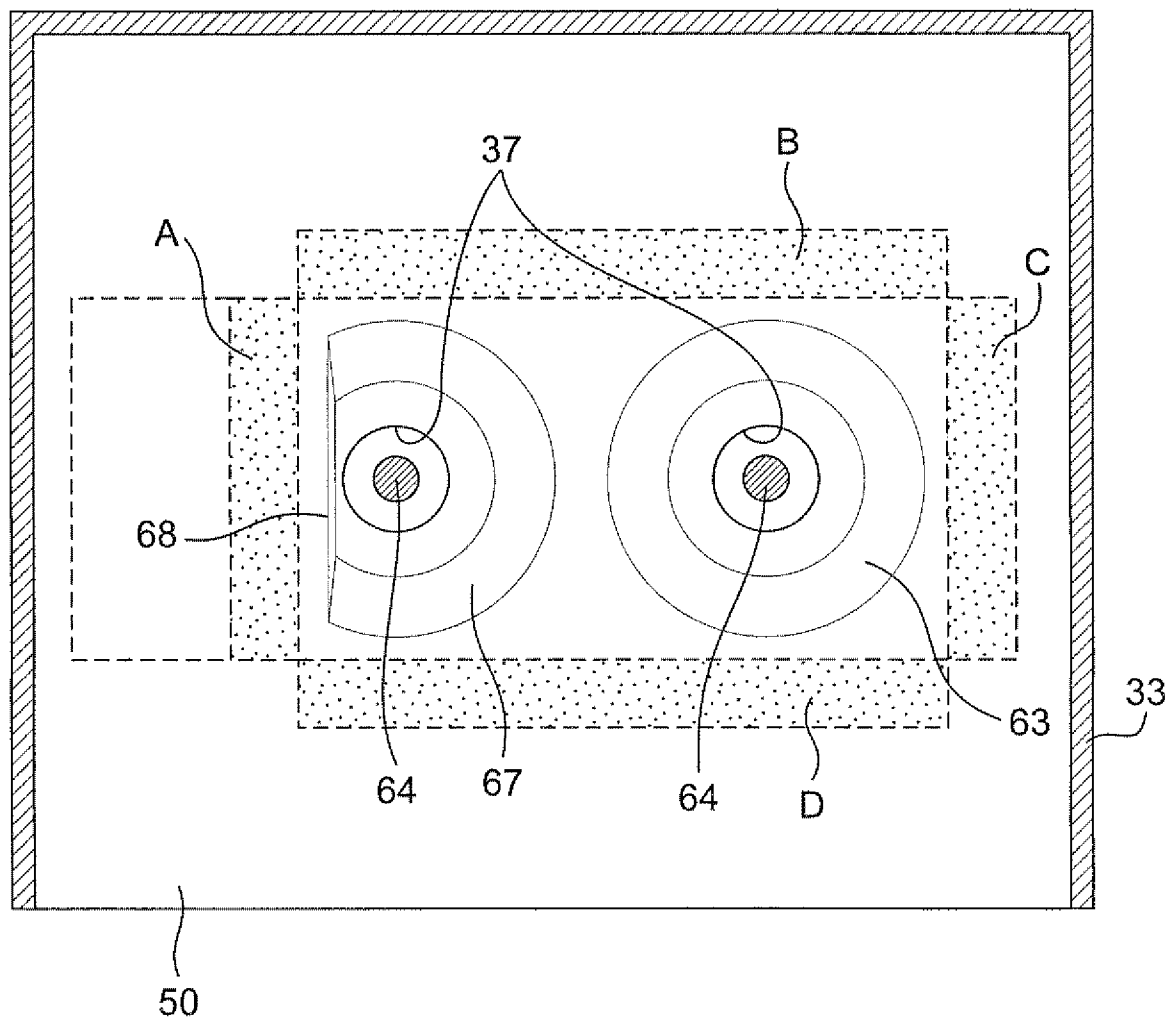
[図10]



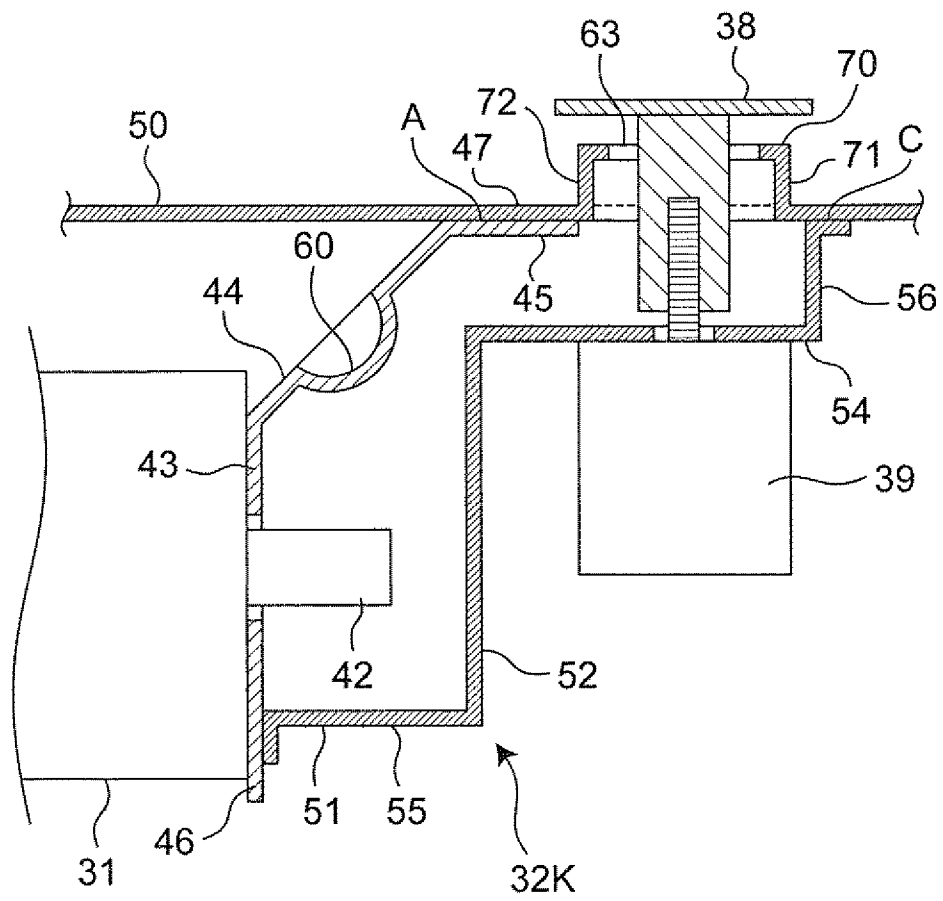
[図13]



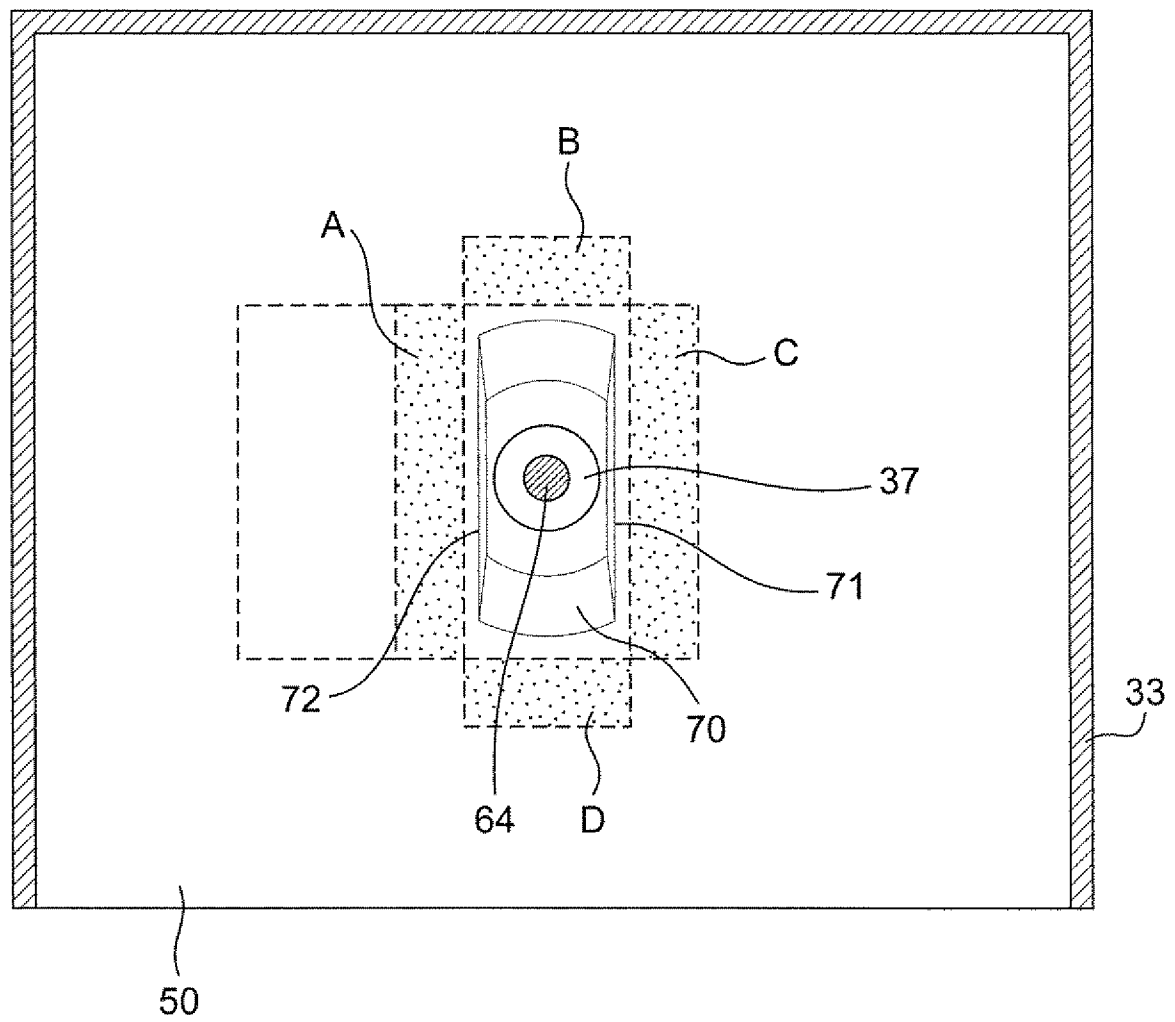
[図15]



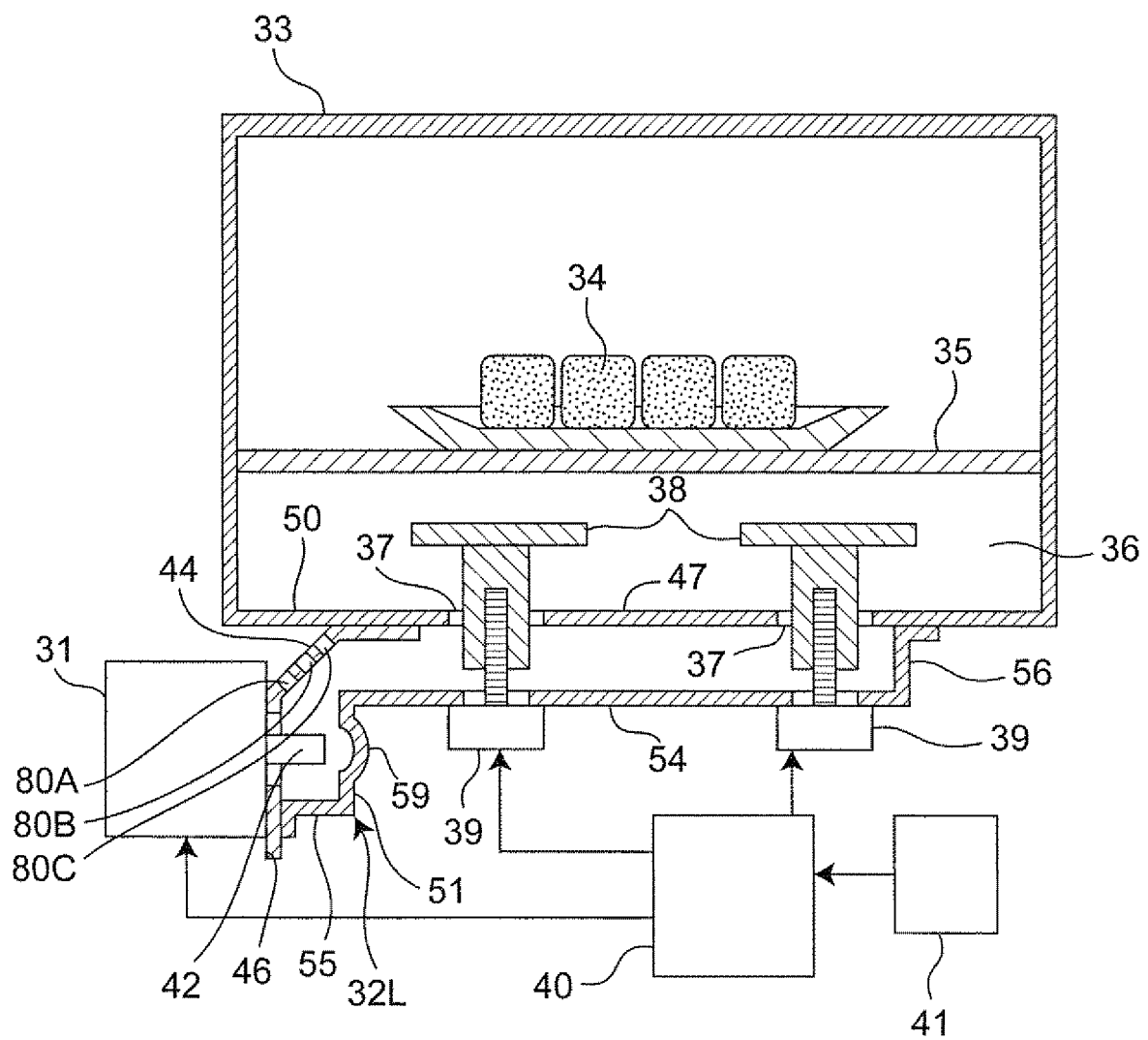
[図16]



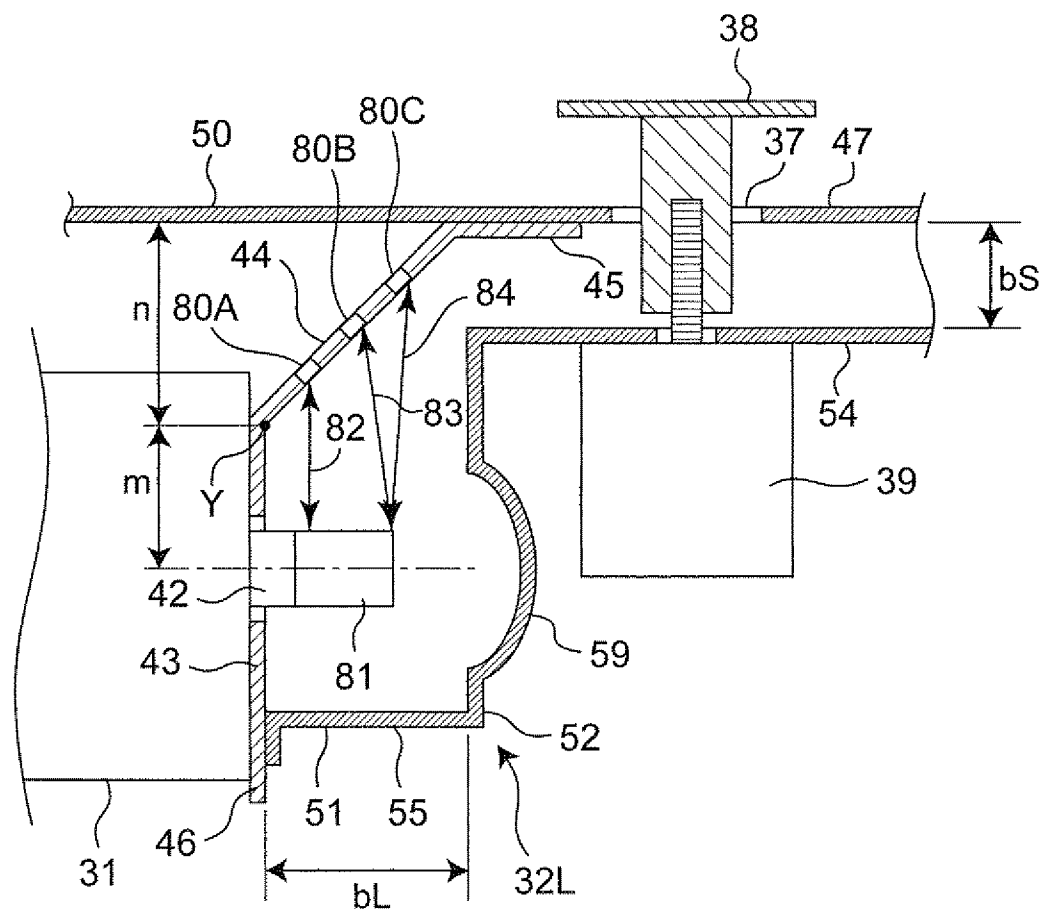
[図17]



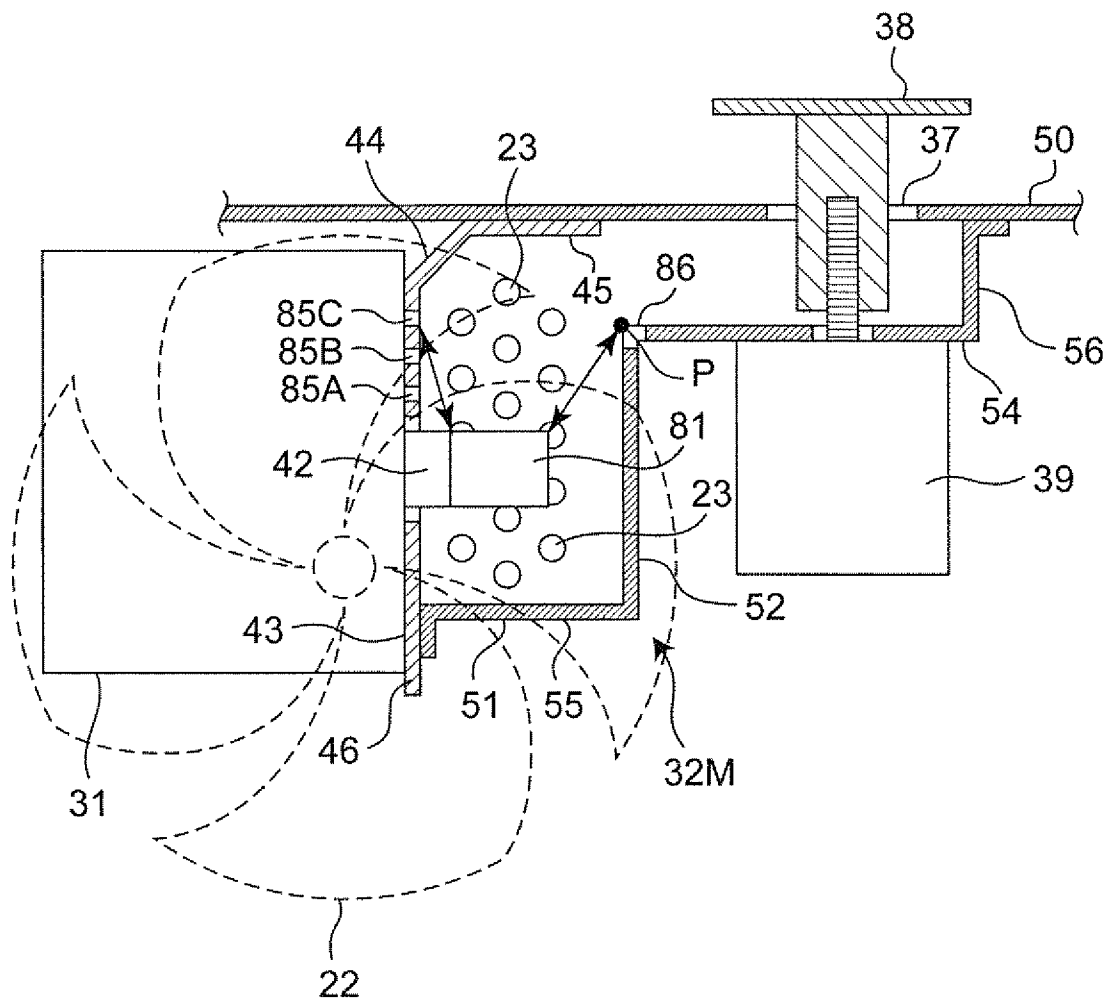
[図19]



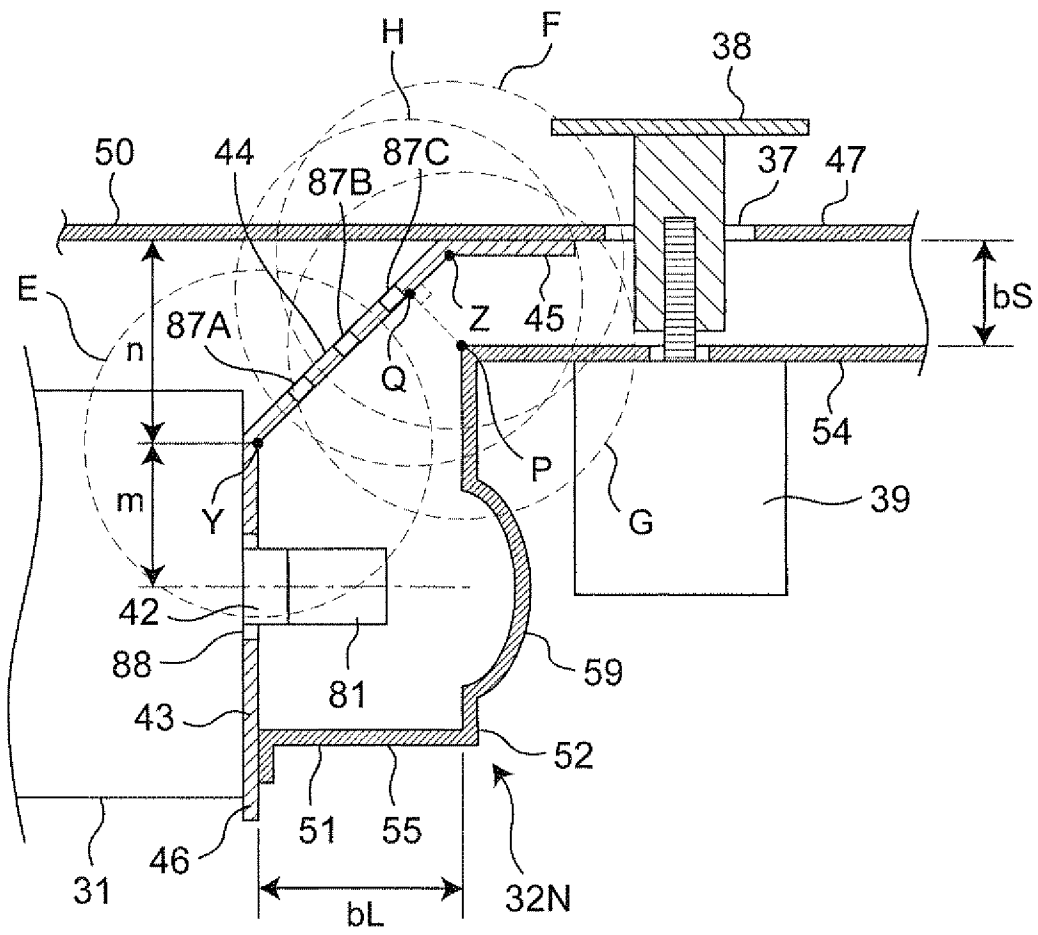
[図20]



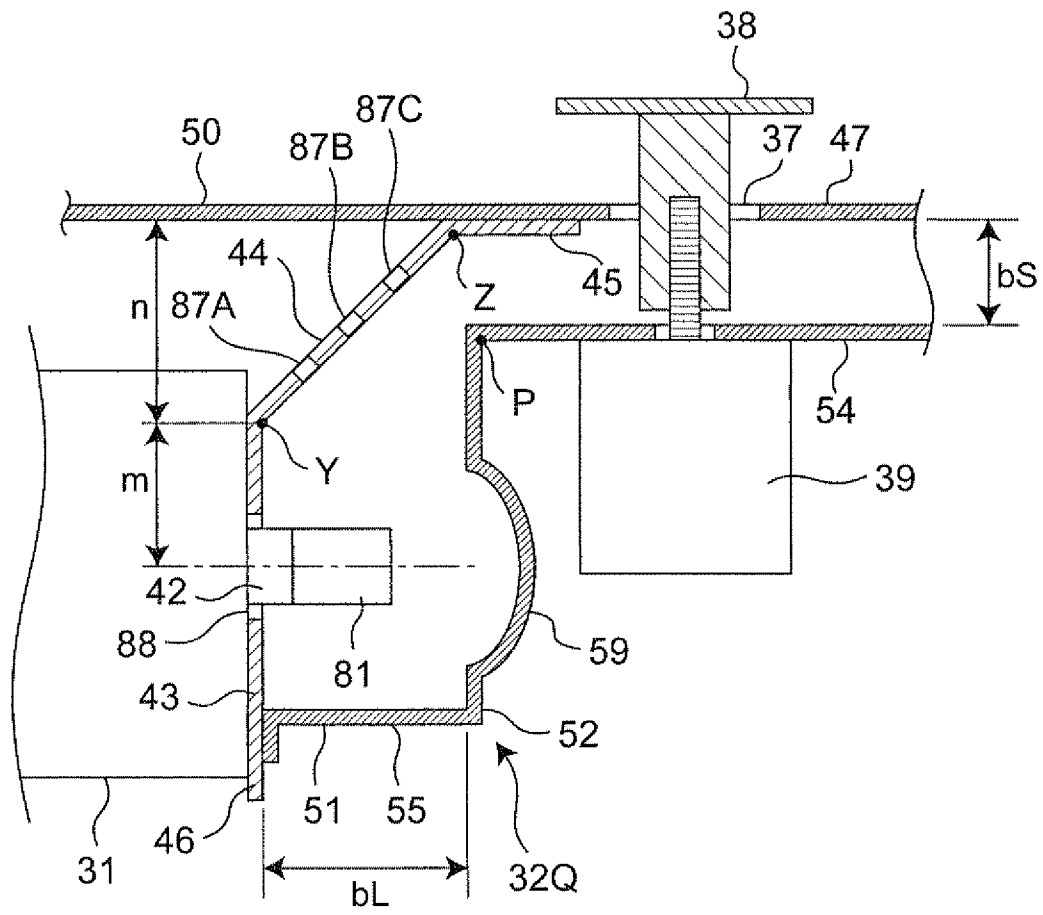
[図21]



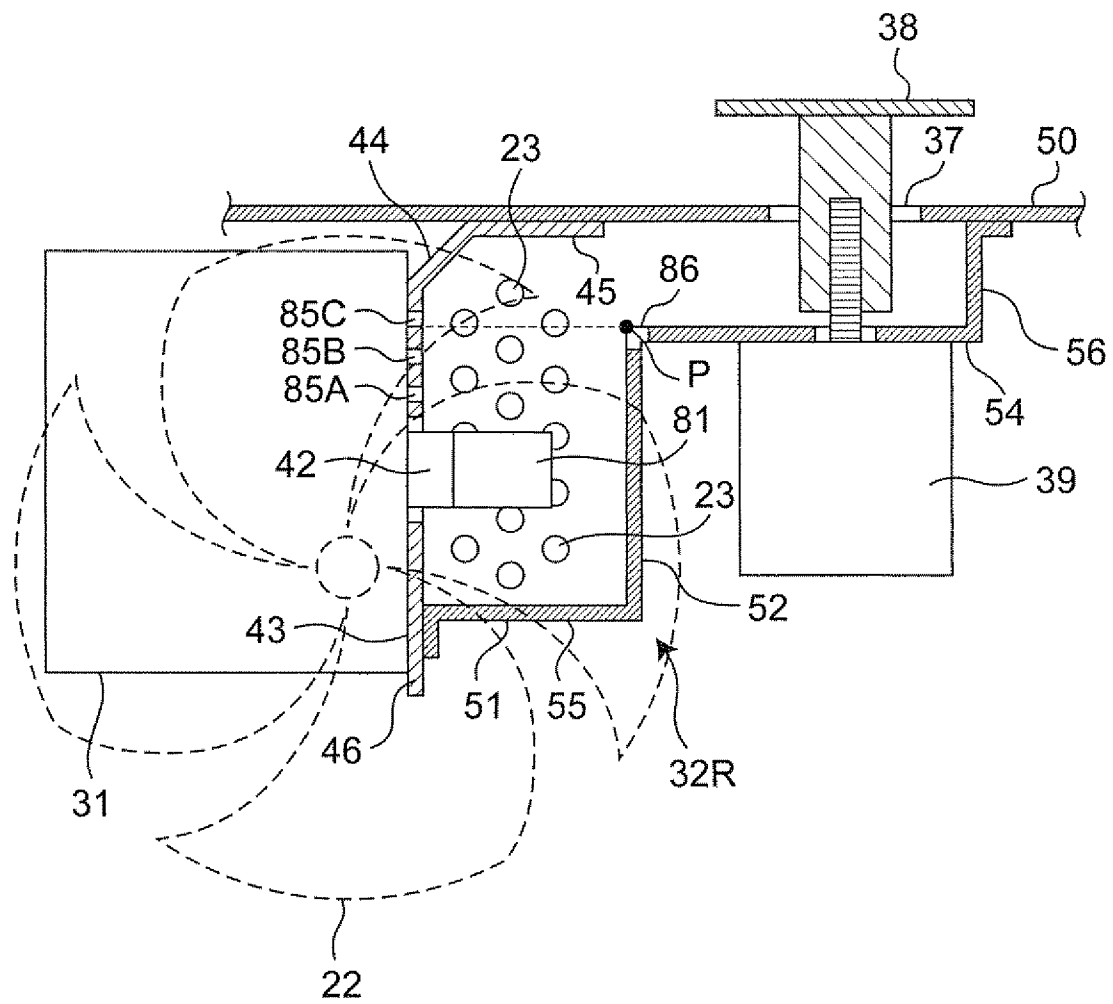
[図23]



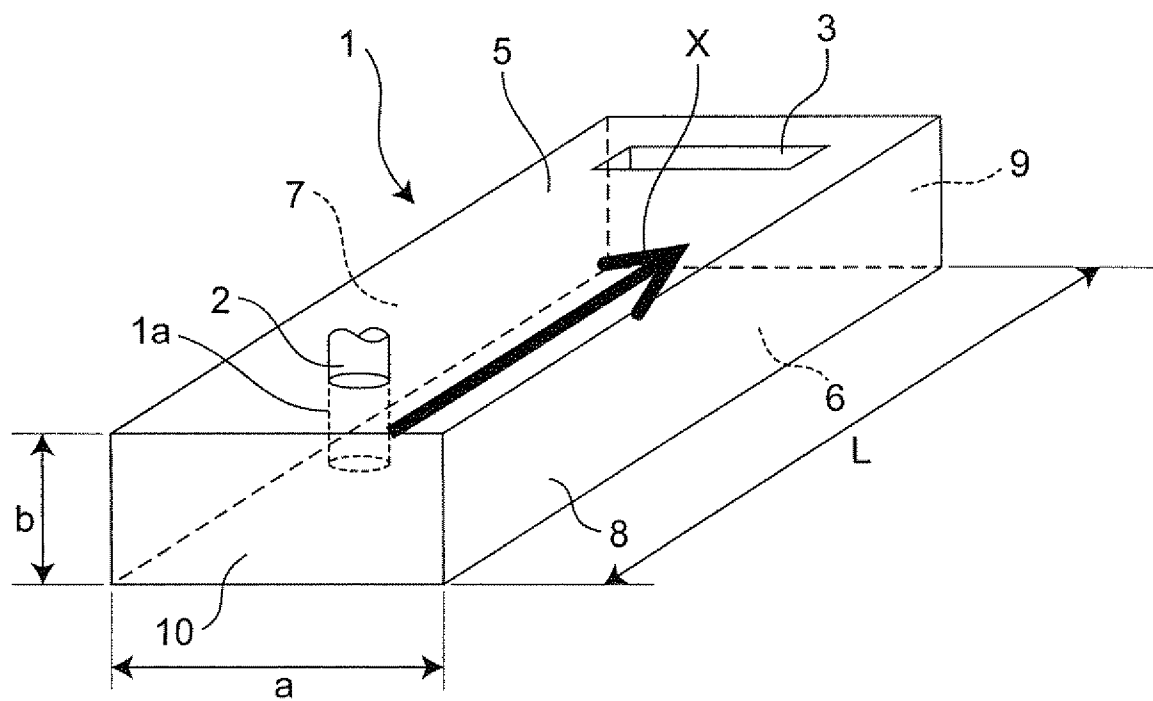
[図26]



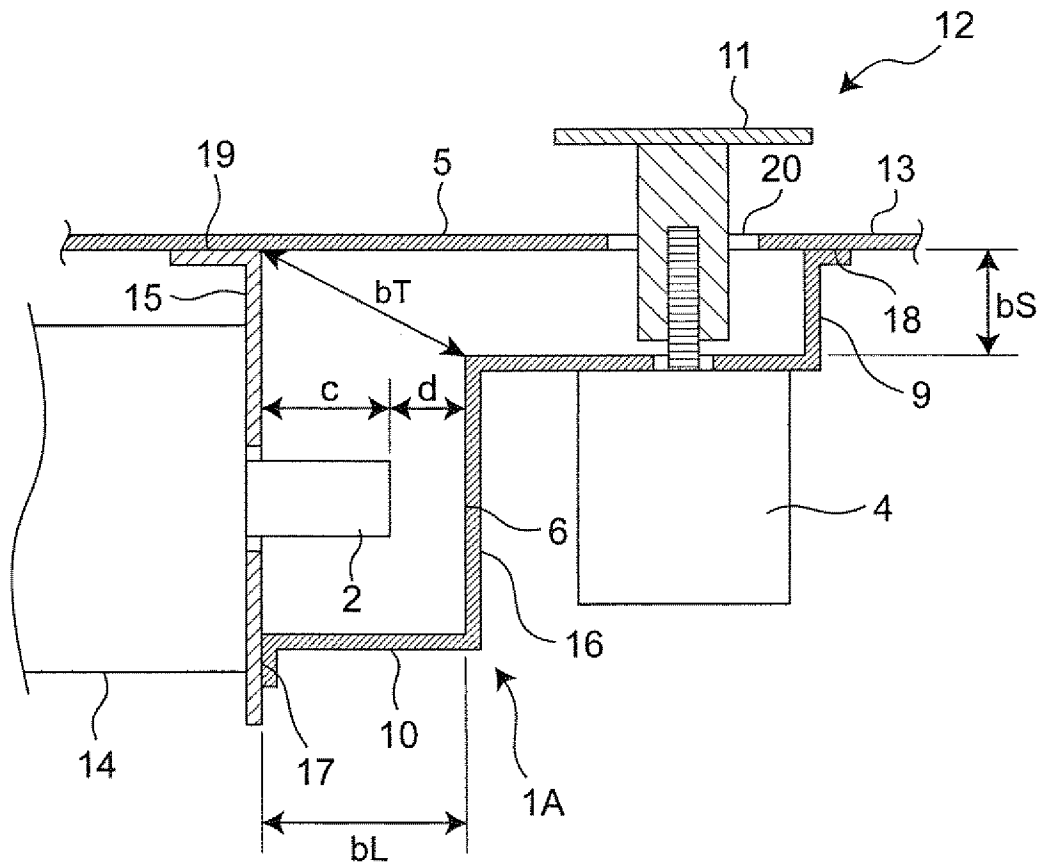
[図27]



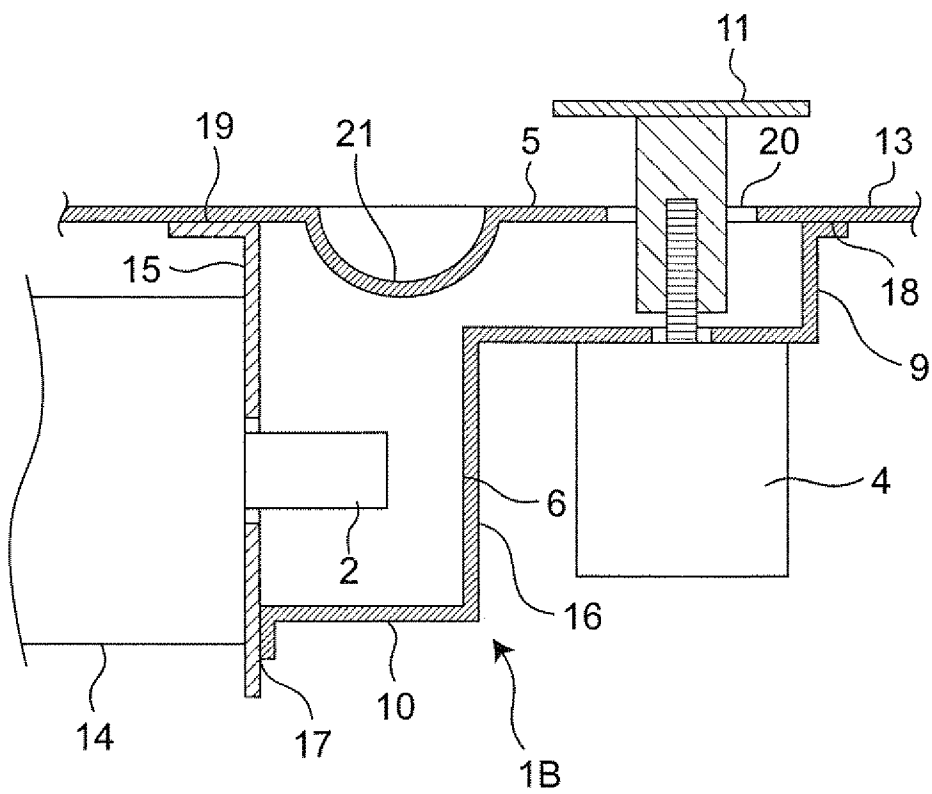
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/001709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B6/70 (2006.01) i, H05B6/72 (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)

H05B6/70, H05B6/72

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-109744 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 April, 2003 (11.04.03), Par. No. [0005]; Fig. 4 (Family: none)	1, 2

☐ 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
01 July, 2009 (01.07.09)

Date of mailing of the international search report
14 July, 2009 (14.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/001709

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:

The matter common to the inventions of claims 1, 2/3, 4/5, 6/7 - 9/10 - 13/14 - 20, and 24/21/22/23 is the matter described in claim 1. However, the search has revealed that the common matter is not novel, since it was disclosed in Document: JP 2003-109744 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 April, 2003 (11.04.03), Par. No. [0005], Fig. 4 (no family).

As a result, the aforementioned common matter is not the special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since it makes no contribution over the prior art. There exists no matter common to all the inventions of claims 1, 2/3, 4/5, 6/7 - 9/10 - 13/14 - 20, and 24/21/22/23. (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.:
Claims 1 and 2.

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/001709

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

Hence, it is apparent that the inventions of claims 1, 2/3, 4/5, 6/7 - 9/10 - 13/14 - 20, and 24/21/22/23 do not comply with the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B6/70(2006.01)i, H05B6/72(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. H05B6/70, H05B6/72

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称, 調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2003-109744 A (松下電器産業株式会社) 2003.04.11, 段落 0005, 図 4 (ファミリーなし)	1, 2

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

01.07.2009

国際調査報告の発送日

14.07.2009

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

結城 健太郎

3 L

3024

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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ろの国際調査機関は認めた。

請求項 1, 2 / 3, 4 / 5, 6 / 7 - 9 / 10 - 13 / 14 - 20, 24 / 21 / 22 / 23 に係る発明に共通の事項は、請求項 1 に記載された事項であるが、調査の結果この共通事項は文献 JP 2003-109744 A（松下電器産業株式会社）2003.04.11, 段落 0005, 図 4（ファミリーなし）に開示されているから、新規ではないことが明らかになった。

結果として、上記共通事項は先行技術の域を出ないから、PCT規則 13.2 の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではなく、請求項 1, 2 / 3, 4 / 5, 6 / 7 - 9 / 10 - 13 / 14 - 20, 24 / 21 / 22 / 23 に係る発明全てに共通の事項はない。

よって、請求項 1, 2 / 3, 4 / 5, 6 / 7 - 9 / 10 - 13 / 14 - 20, 24 / 21 / 22 / 23 に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

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ため、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ため、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。

請求項 1, 2

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。