

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-182885

(P2017-182885A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.

H05B 6/54 (2006.01)

F I

H05B 6/54

テーマコード(参考)

3K090

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2016-63090 (P2016-63090)
 (22) 出願日 平成28年3月28日 (2016.3.28)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町1番地
 (74) 代理人 100148275
 弁理士 山内 聡
 (74) 代理人 100142745
 弁理士 伊藤 世子
 (74) 代理人 100136319
 弁理士 北原 宏修
 (74) 代理人 100147706
 弁理士 多田 裕司
 (72) 発明者 友村 佳伸
 大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

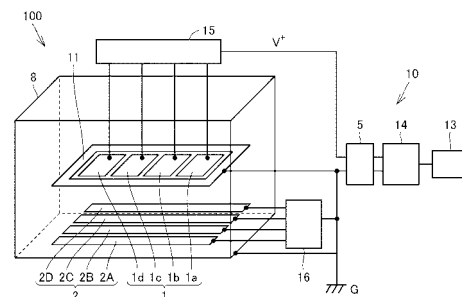
(54) 【発明の名称】 高周波加熱装置

(57) 【要約】

【課題】装置の大型化を抑えつつ、漏洩電界を抑制することのできる高周波加熱装置を提供する。

【解決手段】高周波加熱装置100は、上部電極1と、上部電極1の下方に配置された下部電極2と、上部電極1と下部電極2との間に高周波電圧を印加する電圧印加部10とを備えている。また、上部電極1の周囲には、補助電極11が備えられている。電圧印加部10は、下部電極1と補助電極11との間に、上部電極1と下部電極2との間に印加する高周波電圧とは異なる電圧を印加する。また、上部電極1は、4個の長形状(矩形状)の第1の電極板1a・1c・1b・1dで構成されていてもよい。また、下部電極2は、4個の長形状(矩形状)の第2の電極板2A・2B・2C・2Dで構成されていてもよい。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上部電極と、
前記上部電極の下方に配置された下部電極と、
前記上部電極と前記下部電極との間に高周波電圧を印加する電圧印加部と
を備えている高周波加熱装置であって、
前記上部電極の周囲には、補助電極が備えられており、
前記電圧印加部は、前記下部電極と前記補助電極との間に、前記上部電極と前記下部電極との間に印加する高周波電圧とは異なる電圧を印加する、高周波加熱装置。

【請求項 2】

前記上部電極及び前記下部電極を収容する加熱室をさらに備え、
前記補助電極は、前記加熱室と同電位に接続される、請求項 1 に記載の高周波加熱装置。

【請求項 3】

前記下部電極と前記補助電極との間に印加される電圧は、前記上部電極と前記下部電極との間に印加される高周波電圧と、同じ周波数で逆位相である、請求項 1 に記載の高周波加熱装置。

【請求項 4】

前記上部電極は、複数の矩形状の第 1 の電極板を有するとともに、
前記下部電極は、複数の矩形状の第 2 の電極板を有し、
前記第 1 の電極板及び前記第 2 の電極板は、それぞれ長辺と短辺とを有し、
前記第 1 の電極板の長辺と、前記第 2 の電極板の長辺とが互いに交差するように、前記第 1 の電極板及び第 2 の電極板が配置されている、請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の高周波加熱装置。

【請求項 5】

前記上部電極と前記下部電極との間に第 2 の補助電極をさらに備え、
前記第 2 の補助電極は、中央部分に開口部を有し、被加熱物の上面の位置と略同じ位置に配置され、
前記下部電極と前記第 2 の補助電極との間には、前記上部電極と前記下部電極との間に印加される高周波電圧とは異なる電圧が印加される、請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の高周波加熱装置。

【請求項 6】

前記上部電極及び前記下部電極を収容する加熱室を開閉するための扉と、
前記上部電極を上下方向に移動させる昇降機構と
をさらに備え、
前記昇降機構は、前記扉の開動作と連動して前記上部電極を上昇させる、請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の高周波加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、食品などに高周波電界を印加して、加熱処理、解凍処理などを行う高周波加熱装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高周波加熱装置では、2つの電極間に高周波高電圧を印加し、その間に誘電体である被解凍物を挟んで誘電加熱が行われる。図 3 1 には、高周波を利用した誘電加熱によって解凍処理を行う解凍装置を示す。解凍装置 1000 は、金属製の加熱室 1008 を備える。加熱室 1008 内には、上部電極 1001、下部電極 1002、底面プレート 1007 などが備えられている。上部電極 1001 及び下部電極 1002 は、それぞれ一枚の金属板で形成され、互いに平行に配置されている。底面プレート 1007 は、下部電極 1002

10

20

30

40

50

上に配置される。底面プレート1007上には、被解凍物1003が載置される。

【0003】

加熱室1008の外側には、高周波発振器1005、整合回路1006などが設けられている。高周波発振器1005、整合回路1006は、配線によって上部電極1001及び下部電極1002と接続されている。上部電極1001及び下部電極1002には、高周波発振器1005から高周波の高電圧が供給される。これにより、上部電極1001と下部電極1002との間に高周波電界が発生し、被解凍物1003が誘電加熱され、被解凍物1003の解凍処理が行われる。

【0004】

上部電極1001と被解凍物1003との間にエアギャップが存在すると、加熱効率が低下する。そのため、解凍装置1000には、上部電極1001を上下方向に移動させるための昇降機構1004が備えられている。昇降機構1004は、被解凍物1003の厚みに合わせて上部電極1001を上下方向に移動させる。

10

【0005】

昨今、上記のような高周波加熱装置の基本構成を改良して、より実用的な解凍装置を提供することが検討されている。例えば、特許文献1には、負荷整合の簡易化、あるいはエネルギー損失の低減を目的として、第3の電極板を配置し、固定電極と同電位を与える誘電加熱装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0006】

【特許文献1】特許第3640621号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

高周波加熱装置は、上述のように、加熱室内で被解凍物に高周波電界を与えることによって、被解凍物の解凍処理を行う。そのため、加熱室の外部において漏洩電界が生じる。高周波加熱装置からの漏洩電界値は、電波法などで定められる規制値や、ガイドライン値などで制限されている。そこで、漏洩電界を抑制する対策が必要となる。

【0008】

30

一般的な漏洩電界の対策としては、金属筐体のアース接地が知られている。しかし、加熱室には、金属筐体を構成する部品同士の嵌合部の隙間や、構造上の理由で生じる開口部が形成される可能性がある。このような場合には、上記の規制値を満たすことは困難となる。また、金属筐体の構造のみで漏洩電界を抑えようとする、金属による遮蔽を多重に設けるなどといった対策が必要となり、装置の大型化が問題となる。そのため、このような手法とは異なる手法での漏洩電界対策が望まれている。

【0009】

そこで、本発明では、装置の大型化を抑えつつ、漏洩電界を抑制することのできる高周波加熱装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0010】

本発明の第一局面にかかる高周波加熱装置は、上部電極と、前記上部電極の下方に配置された下部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に高周波電圧を印加する電圧印加部とを備えている高周波加熱装置である。この高周波加熱装置において、前記上部電極の周囲には、補助電極が備えられている。そして、前記電圧印加部は、前記下部電極と前記補助電極との間に、前記上部電極と前記下部電極との間に印加する高周波電圧とは異なる電圧を印加する。

【0011】

前記高周波加熱装置は、前記上部電極及び前記下部電極を収容する加熱室をさらに備え、前記補助電極は、前記加熱室と同電位に接続されていてもよい。

50

【 0 0 1 2 】

前記高周波加熱装置において、前記下部電極と前記補助電極との間に印加される電圧は、前記上部電極と前記下部電極との間に印加される高周波電圧と、同じ周波数で逆位相であってもよい。

【 0 0 1 3 】

前記高周波加熱装置において、前記上部電極は、複数の矩形状の第 1 の電極板を有するとともに、前記下部電極は、複数の矩形状の第 2 の電極板を有し、前記第 1 の電極板及び前記第 2 の電極板は、それぞれ長辺と短辺とを有し、前記第 1 の電極板の長辺と、前記第 2 の電極板の長辺とが互いに交差するように、前記第 1 の電極板及び第 2 の電極板が配置されている。また、前記第 1 の電極板の長辺と、前記第 2 の電極板の長辺とは、互いに略直交することが好ましい。また、複数の矩形状の第 1 の電極板または複数の矩形状の第 2 の電極板は、整合回路とそれぞれ接続されている。 10

【 0 0 1 4 】

前記高周波加熱装置は、前記上部電極と前記下部電極との間に第 2 の補助電極をさらに備えていてもよい。そして、前記第 2 の補助電極は、中央部分に開口部を有し、被加熱物の上面の位置と略同じ位置に配置され、前記下部電極と前記第 2 の補助電極との間には、前記上部電極と前記下部電極との間に印加される高周波電圧とは異なる電圧が印加されてもよい。

【 0 0 1 5 】

前記高周波加熱装置は、前記上部電極及び前記下部電極を収容する加熱室を開閉するための扉と、前記上部電極を上下方向に移動させる昇降機構とをさらに備え、前記昇降機構は、前記扉の開動作と連動して前記上部電極を上昇させてもよい。 20

【 0 0 1 6 】

また、前記高周波加熱装置は、加熱室扉をさらに備え、前記加熱室扉の開動作と前記上部電極の上昇動作とが連動し、かつ前記加熱室扉の閉動作と前記上部電極の下降動作とが連動してもよい。

【 0 0 1 7 】

また、前記高周波加熱装置は、加熱室扉をさらに備え、前記加熱室扉の開動作と前記下部電極の下降動作とが連動してもよい。

【 0 0 1 8 】

また、前記高周波加熱装置は、加熱室扉をさらに備え、前記加熱室扉の開動作と前記下部電極の下降動作とが連動し、かつ前記加熱室扉の閉動作と前記下部電極の上昇動作とが連動してもよい。 30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

以上のように、本発明の高周波加熱装置には、下部電極と補助電極との間に、上部電極と下部電極との間に印加する高周波電圧とは異なる電圧を印加する電圧印加部が備えられている。そのため、高周波加熱装置の加熱室を構成する金属筐体の構造を変更することなく、高周波加熱装置からの漏洩電界を抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】 40

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態にかかる高周波加熱装置の加熱室内の構成を示す模式図である。

【 図 3 】 図 1 に示す高周波加熱装置内の整合回路の内部構成を示す回路図である。

【 図 4 】 図 1 に示す高周波加熱装置内の各電極と整合回路との間の等価回路構成を示す図である。

【 図 5 】 図 1 に示す高周波加熱装置内の各電極と整合回路との間の回路構成を示す図である。 50

- 【図6】高周波加熱装置において、漏洩電界の測定位置を示す模式図である。
- 【図7】(a)は、補助電極を有する高周波加熱装置において電界値を計算した結果を示すグラフである。(b)は、補助電極を有していない高周波加熱装置において電界値を計算した結果を示すグラフである。(c)は、(a)及び(b)に示すグラフの横軸に対応する高周波加熱装置の位置を示す模式図である。
- 【図8】(a)及び(b)は、高周波加熱装置の扉の開閉動作と、上部電極の昇降動作との関係を模式的に示す図である。
- 【図9】本発明の第1の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す側面図である。
- 【図10】本発明の第1の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す上面図である。 10
- 【図11】本発明の第1の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す正面図である。
- 【図12】本発明の第2の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。
- 【図13】図12に示す高周波加熱装置内の各電極と整合回路との間の等価回路構成を示す図である。
- 【図14】図12に示す高周波加熱装置の上部電極と補助電極に印加される電圧の波形(位相)を示す図である。
- 【図15】(a)は、補助電極に逆相電圧を印加した高周波加熱装置において電界値を計算した結果を示すグラフである。(b)は、補助電極を接地電位にした場合の高周波加熱装置において電界値を計算した結果を示すグラフである。(c)は、(a)及び(b)に示すグラフの横軸に対応する高周波加熱装置の位置を示す模式図である。 20
- 【図16】補助電極に印加する電圧と、漏洩電界のピーク値との関係を示すグラフである。
- 【図17】本発明の第3の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。
- 【図18】本発明の第3の実施形態にかかる高周波加熱装置の加熱室内の構成を示す模式図である。
- 【図19】図18に示す高周波加熱装置内の電極と整合回路との間の等価回路構成を示す図である。 30
- 【図20】図18に示す高周波加熱装置内の電極の構成の一例を示す模式図である。
- 【図21】図18に示す高周波加熱装置内の電極の構成の他の例を示す模式図である。
- 【図22】本発明の第4の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。
- 【図23】図22に示す高周波加熱装置内の電極と整合回路との間の等価回路構成を示す図である。
- 【図24】図22に示す高周波加熱装置内の電極の構成の一例を示す模式図である。
- 【図25】(a)は、本発明の第5の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。(b)は、(a)に示す高周波加熱装置内の電極と整合回路との間の等価回路構成を示す図である。 40
- 【図26】本発明の第6の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す側面図である。
- 【図27】本発明の第6の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す上面図である。
- 【図28】本発明の第6の実施形態にかかる高周波加熱装置に備えられた上部電極の昇降機構を示す正面図である。
- 【図29】本発明の参考の実施形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。
- 【図30】別の参考の形態にかかる高周波加熱装置の内部構成を示す模式図である。 50

【図 3 1】従来の解凍装置の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

【0022】

<第1の実施形態>

(高周波加熱装置の概略構成)

先ず、本実施の形態にかかる高周波加熱装置100の概略構成について、図1及び図2を用いて説明する。本実施形態の高周波加熱装置100は、食品などの被加熱物3に高周波電界を印加して、被加熱物の加熱処理、解凍処理などを行う。高周波加熱装置100は、加熱室8を備えている。加熱室8は、金属製の筐体で形成されている。

10

【0023】

図2に示すように、加熱室8の内部には、上部電極1、下部電極2、昇降機構4、底面プレート7、補助電極11、天面プレート12などを備えている。上部電極1及び下部電極2は、後述するように、それぞれ複数枚の金属板で構成されている。上部電極1及び下部電極2は、互いに平行になるように配置されている。底面プレート7は、下部電極2の上部に配置され、下部電極2に密着している。天面プレート12は、上部電極1の下部に配置され、上部電極1に密着している。補助電極11は、上部電極1と同一面上に配置され、上部電極1の周囲に配置されている。上部電極1と補助電極11との間は絶縁されている。

20

【0024】

上部電極1及び天面プレート12は、昇降機構4と連結されている。昇降機構4には、ギア及びモータなどが備えられている。これにより、昇降機構4は上下方向に移動する。昇降機構4の移動に伴って、昇降機構4に連結された上部電極1、補助電極11、及び天面プレート12も上下方向に位置を変えることができる。これにより、加熱処理時に、被加熱物3の大きさに合わせて上部電極1の位置を変えることができる。

【0025】

高周波加熱装置100を用いて被加熱物3の加熱又は解凍を行う場合には、底面プレート7上に被加熱物3を載せる。そして、後述する方法で、上部電極1と下部電極2との間に高周波電界を与え、被加熱物3の誘電損失による誘電加熱解凍を行う。

30

【0026】

(各電極の構成)

続いて、加熱室8内の各電極の具体的な構成、及び各電極に対して電圧を印加する電圧印加部の構成について、図1を参照しながら説明する。

【0027】

図1に示すように、上部電極1は、4個の長形状(矩形状)の第1の電極板1a・1c・1b・1dで構成されている。下部電極2は、4個の長形状(矩形状)の第2の電極板2A・2B・2C・2Dで構成されている。そして、上方から見た場合に、第1の電極板1a・1c・1b・1dの長辺と、第2の電極板2A・2B・2C・2Dの長辺とが、略直交するような位置関係で配置されている。補助電極11は、4個の第1の電極板1a・1c・1b・1dを取り囲むように配置されている。

40

【0028】

また、加熱室8の外側には、各電極に対して電圧を印加するための電圧印加部10が設けられている。電圧印加部10は、主として、整合回路5、高周波発信器13、増幅器(高周波アンプ)14、上部電極切替部15、及び下部電極切替部16を備えている。

【0029】

図3には、整合回路5内の回路構成を示す。図3に示すように、整合回路5は、可変コンデンサ5a・5b、可変コイル5cなどを備えている。これにより、整合回路5は、上

50

部電極 1 と下部電極 2 とで構成されるコンデンサのリアクタンスを相殺する。また、整合回路 5 は、可変コンデンサ 5 a ・ 5 b 及び可変コイル 5 c の値を調整することにより、整合回路 5 への入力インピーダンスと増幅器 1 4 への出力インピーダンスとを一致させることができる。

【 0 0 3 0 】

高周波発信器 1 3 は、H F ~ V H F 帯周波数の電圧信号を発信し、増幅器 1 4 に供給する。増幅器 1 4 は、高周波発信器 1 3 から送信された電圧信号を所望する電力まで増幅する。増幅器 1 4 で増幅された電圧信号は、整合回路 5 並びに上部電極切替部 1 5 及び下部電極切替部 1 6 を通って、上部電極 1 と下部電極 2 とで形成されるコンデンサへ供給される。これにより、上部電極 1 と下部電極 2 との間には高周波電界が生じる。そして、上部電極 1 と下部電極 2 との間に載置された被加熱物 3 は、誘電加熱される。

10

【 0 0 3 1 】

上部電極切替部 1 5 は、上部電極 1 へ供給する電圧信号を、4 個の第 1 の電極板 1 a ・ 1 c ・ 1 b ・ 1 d のそれぞれに対して供給するためのスイッチを有している。下部電極切替部 1 6 は、整合回路 5 側の配線と、4 個の第 2 の電極板 2 A ・ 2 B ・ 2 C ・ 2 D とをそれぞれ接続するためのスイッチを有している。

【 0 0 3 2 】

また、図 1 に示すように、加熱室 8、下部電極 2、及び補助電極 1 1 は、接地されている。これにより、加熱室 8、下部電極 2、及び補助電極 1 1 は、同電位（具体的には、0 V の電位）になっている。一方、上部電極 1 は、例えば、V⁺ の電位となるように高周波電圧が印加される。

20

【 0 0 3 3 】

図 4 には、上部電極 1 を構成する第 1 の電極板 1 a ・ 1 c ・ 1 b ・ 1 d と、下部電極 2 を構成する第 2 の電極板 2 A ・ 2 B ・ 2 C ・ 2 D とで構成される等価回路を示す。図 4 では、上部電極切替部 1 5 において、第 1 の電極板 1 a に対するスイッチが ON 状態であり、かつ、下部電極切替部 1 6 において、第 2 の電極板 2 A に対するスイッチが ON 状態の場合を示す。

【 0 0 3 4 】

図 4 に示すように、等価回路内には、等価コンデンサ 1 8 と、等価抵抗 1 9 と、等価コンデンサ 2 0 とが含まれている。等価コンデンサ 1 8 は、上部電極 1 側の第 1 の電極板 1 a と下部電極 2 側の第 2 の電極板 2 A とで構成される。等価抵抗 1 9 は、被加熱物 3 の誘電損失分からなる。等価コンデンサ 2 0 は、上部電極 1 側の第 1 の電極板 1 a と、補助電極 1 1 とで構成される。等価コンデンサ 1 8 と、等価抵抗 1 9 とは、直列接続されている。また、等価コンデンサ 1 8 及び等価抵抗 1 9 と、等価コンデンサ 2 0 とは、並列接続されている。また、下部電極 2 側の第 2 の電極板 2 A と補助電極 1 1 は接地される。

30

【 0 0 3 5 】

図 5 には、上部電極切替部 1 5 及び下部電極切替部 1 6 内のスイッチの構成を示す。図 5 に示すように、上部電極切替部 1 5 は、上部電極 1 へ供給する電圧を、4 個の第 1 の電極板 1 a ・ 1 c ・ 1 b ・ 1 d のそれぞれに対して供給するためのスイッチを有している。下部電極切替部 1 6 は、整合回路 5 側の配線と、4 個の第 2 の電極板 2 A ・ 2 B ・ 2 C ・ 2 D とをそれぞれ接続するためのスイッチを有している。

40

【 0 0 3 6 】

上部電極切替部 1 5 及び下部電極切替部 1 6 内に設けられた各スイッチを ON 状態とすることで、複数の第 1 の電極板 1 a ・ 1 c ・ 1 b ・ 1 d と、複数の第 2 の電極板 2 A ・ 2 B ・ 2 C ・ 2 D との間に電界を形成することができる。そして、上部電極切替部 1 5 及び下部電極切替部 1 6 内に設けられた各スイッチの何れを ON 状態とし、何れを OFF 状態とするかによって、上部電極 1 と下部電極 2 との間のどの領域に電界を形成するかを選択することができる。なお、上部電極 1 を複数の電極板に分割し、下部電極 2 を複数の電極板に分割する構成については、後述の第 6 の実施形態と同様の構成を適用することができる。

50

【 0 0 3 7 】

(漏洩電界の抑制について)

続いて、補助電極 1 1 による漏洩電界の抑制について、図 6 及び図 7 を参照しながら、以下に説明する。従来の高周波加熱装置においては、上部電極及び下部電極を金属で形成された加熱室で隙間なく囲い、加熱室をアース設置することによって、漏洩電界対策が行われている。しかし、加熱室には、構造上の理由で開口部や隙間などを設けざるを得ない場合がある。本実施形態では、このような場合に漏洩電界を適切に抑制することができる高周波加熱装置を提供する。

【 0 0 3 8 】

例えば、本実施形態の高周波加熱装置 1 0 0 において、図 6 に示すように、加熱室 8 の側面にスリット上の開口部 2 1 を設けた場合を想定する。そして、図 7 (a) には、開口部 2 1 が形成されている位置を含む平面 2 2 上における差分方程式で、加熱室 8 の外面の Z - Z ' 軸上の電界を計算した結果を示す。なお、図 7 (b) には、比較対象として、補助電極を有していない高周波加熱装置において電界値を計算した結果を示す。また、図 7 (c) には、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すグラフの横軸に対応する高周波加熱装置の位置を示す。図 7 (a) 及び図 7 (b) では、図 7 (b) に示す補助電極無しの場合の電界ピーク値を 1 として、各位置における電界値を正規化して表す。

10

【 0 0 3 9 】

図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、開口部 2 1 の形成位置では、補助電極無しの場合の値 1 に対し、本実施形態の高周波加熱装置 1 0 0 のように、補助電極 1 1 を設けた場合では 0 . 2 7 となった。この結果から、補助電極 1 1 を設けることにより、電界強度が低減されていることが確認された。したがって、補助電極 1 1 は、漏えい電界抑制に効果的である。

20

【 0 0 4 0 】

(上部電極の上下移動と加熱室扉の開閉動作との連動について)

続いて、本実施形態の高周波加熱装置 1 0 0 の加熱室 8 に設けられた扉 4 2 の開閉動作と、上部電極 1 の上下移動について、図 8 から図 1 1 を参照しながら説明する。図 8 (a) 及び図 8 (b) には、高周波加熱装置の扉の開閉動作と、上部電極の昇降動作との関係を模式的に示す。図 9 から図 1 1 には、上部電極 1 の昇降機構 4 の構成を示す。なお、説明の便宜上、扉 4 2 が配置されている面を高周波加熱装置 1 0 0 の前面とする。そして、高周波加熱装置 1 0 0 を使用時の状態で載置した場合に、前面を基準として、左側に位置する面を左側面とし、右側に位置する面を右側面とし、後ろ側に位置する面を背面とし、上側に位置する面を上面とし、下側に位置する面を底面とする。

30

【 0 0 4 1 】

一般に、高周波加熱装置において、電極と被加熱物との間にエアギャップが存在すると、加熱効率の低下を招く。そのため、従来の高周波加熱装置の中には、被加熱物の厚みに合わせて電極を昇降移動する機構が備えられているものがある。例えば、特許文献 (特開 2 0 0 2 - 2 4 6 1 6 5) には、モータで駆動される電極距離可変手段 1 3 0 を備え、被解凍物 1 2 1 の大きさに応じて、電極板 1 0 8 及び 1 0 9 同士の間隔を変更可能な高周波解凍装置が開示されている。

40

【 0 0 4 2 】

ところで、高周波加熱装置を利用して冷凍食品などを解凍する場合、実使用では、加熱処理の途中で加熱室の扉を開けて食品の状態を確認することが想定される。しかし、電極が食品に近付いていると、食品が電極によって隠されている状態になり、食品の状態を目視で確認することができない。そのため、加熱室扉を開ける操作がなされた際には、例えば、上部電極を上昇させる処理を行うことが望まれる。

【 0 0 4 3 】

しかし、上部電極をモータで上昇させる構成の場合には、装置内の制御部などが加熱室扉を開ける操作がされたことを検出した後に、上部電極の上昇処理に移行する。そのため、加熱室扉を開けてから食品を目視できるまでに時間がかかり、操作性が悪いという問題

50

がある。

【0044】

そこで、本実施形態にかかる高周波加熱装置100では、上部電極1を上下方向に移動させる昇降機構4が、扉42の開動作と連動して上部電極1を上昇させることができる。この構成によれば、加熱室扉42の開動作（開ける動作）と機械的に連動して上部電極1が上昇する（図8（b）参照）。そのため、加熱途中での食品状態の確認や、食品の取り出しの作業を速やかに行うことが可能となり、高周波加熱装置の操作性を向上させることができる。

【0045】

また、本実施形態の高周波加熱装置100では、図8（a）に示すように、加熱室扉42の閉動作（閉める動作）と機械的に連動して上部電極1が下降してもよい。これにより、扉42を閉めた直後に加熱処理に移行することができる。

【0046】

続いて、昇降機構4及び扉42の具体的な構成について説明する。高周波加熱装置100は、内部に加熱室8を有する。加熱室8には、室内を開閉する加熱室扉42が取り付けられている（図9参照）。上述したように、加熱室8の内部には、上部電極1、下部電極2、底面プレート7、補助電極11、天面プレート12などが備えられている。上部電極1は、加熱効率向上のため、昇降機構4によって昇降可能となっている。

【0047】

例えば、本実施形態では、加熱室8の寸法（幅×奥行×高さ）を、200×150×100（mm）、上部電極1の昇降高さを55（mm）とすることができる。なお、図9から図11では、高周波電源（電圧印加部10）は図示しない。

【0048】

図9から図11では、扉42が閉じた状態を示す。ここで、扉42が閉状態から90度開状態まで開けられる場合の各部材の動作について説明する。昇降機構4は、上部電極支柱41、平歯車43、平歯車44、傘歯車45、傘歯車46、傘歯車47、傘歯車48、ピニオンギヤ49、ラック51、加熱室扉支柱52、シャフト53、シャフト54、シャフト55、固定金具56などを有している。

【0049】

扉42と平歯車43は、固定金具56によって固定されている。扉42を閉状態から90度開状態まで開くと、平歯車43はそれに伴い、上面から見て90度時計回りに回転する。平歯車43とかみ合わされている平歯車44は、平歯車43と同一の歯数を有する。そのため、平歯車43が90度時計回りに回転するのに伴って、平歯車44は、上面から見て反時計回りに90度回転する。

【0050】

平歯車44と傘歯車45は同一のシャフト53に取り付けられている。これにより、平歯車44の回転に伴って、傘歯車45は、上面から見て反時計回りに90度回転する。傘歯車46は、傘歯車45と噛み合わされている。また、傘歯車46は、傘歯車45の1/3の歯数を有する。これにより、傘歯車46は、傘歯車45が90度回転するのに伴って、前面（装置100の正面）から見て時計回りに270度回転する。

【0051】

傘歯車47は、傘歯車46と同一のシャフト54に取り付けられている。そのため、傘歯車46の回転に伴って、傘歯車47は、前面から見て時計回りに270度回転する。傘歯車48は、傘歯車47と同一の歯数を有する。そのため、傘歯車47が270度回転するのに伴って、装置100の左側面から見て時計回りに270度回転する。

【0052】

ピニオンギヤ49は、傘歯車48と同一のシャフト55に取り付けられている。そのため、傘歯車48の回転に伴って、ピニオンギヤ49は、左側面から見て時計回りに270度回転する。ラック51は、上部電極支柱41に取り付けられている。そのため、ラック51は、ピニオンギヤ49の回転に伴い、上部電極支柱41及び上部電極1などとともに

10

20

30

40

50

上昇する。例えば、ピニオンギヤ 49 のモジュールと歯数は、ピニオンギヤ 49 の 270 度の回転で、ラック 51 が昇降高さ 55 (mm) を満たすように設定することができる。ここでは、モジュールを 1 とし、歯数を 24 とした。但し、本発明はこれに限定はされない。

【0053】

加熱室扉 42 が、90 度開状態から閉状態まで閉じると、上部電極 1 は上述の動きとは反対の動作をし、55 (mm) 下降する。

【0054】

以上のように、本実施形態の高周波加熱装置 100 では、加熱室扉 42 の開閉動作と、上部電極 1 の昇降動作とが連動している。これにより、加熱室扉 42 を開けると同時に上部電極 1 が上昇する。したがって、モータで電極を昇降する構成と比較して、加熱室処理途中での被加熱物の状態確認をより容易に行うことができる。また、この構成によれば、被加熱物の庫内への出し入れ作業のスピードを向上させることができる。

10

【0055】

さらに、被加熱物の形状が一定の場合、上部電極 1 の昇降高さを被加熱物の厚みに合わせて設計すれば、電極昇降用のアクチュエータを省略できる。これにより、構成をより簡易なものとすることができ、低コストの高周波加熱装置を提供できる。

【0056】

なお、本実施形態では、上部電極 1 を上下方向に移動させることによって、上部電極 1 と下部電極 2 との間隔を変更可能な構成について説明したが、本発明では、下部電極 2 を上下方向に移動させることによって、上部電極 1 と下部電極 2 との間隔を調整することもできる。

20

【0057】

< 第 2 の実施形態 >

続いて、本発明の第 2 の実施形態について説明する。上述の第 1 の実施形態では、補助電極 11 の電位を、加熱室 8 と同電位 (具体的には、接地電位 G) としている。しかし、本発明はこのような構成に限定はされず、補助電極を異なる電位にしてもよい。第 2 の実施形態では、漏洩電界を抑制するための補助電極に、上部電極に印加する電圧とは逆位相の電圧を印加する構成について説明する。

【0058】

図 12 には、本発明の第 2 の実施形態にかかる高周波加熱装置 200 を示す。高周波加熱装置 200 の基本的な構成は、高周波加熱装置 100 (図 1 参照) と同じである。そこで、高周波加熱装置 200 において、高周波加熱装置 100 と同一の構造及び機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

30

【0059】

図 12 に示すように、高周波加熱装置 200 は、補助電極 211 を備えている。第 1 の実施形態では、補助電極 11 は、接地されていた。これに対して、第 2 の実施形態では、補助電極 211 は、接地されていない。補助電極 211 は、可変コンデンサ 233 の一方側の電極に接続されている。可変コンデンサ 233 の他方側の電極は、接地されているとともに、下部電極切替部 16 を介して下部電極 2 (すなわち、第 2 の電極板 2A・2B・2C・2D) に接続されている。

40

【0060】

図 13 には、高周波加熱装置 200 において、上部電極 1 を構成する第 1 の電極板 1a・1c・1b・1d と、下部電極 2 を構成する第 2 の電極板 2A・2B・2C・2D とで構成される等価回路を示す。図 13 では、上部電極切替部 15 において、第 1 の電極板 1a に対するスイッチが ON 状態であり、かつ、下部電極切替部 16 において、第 2 の電極板 2A に対するスイッチが ON 状態の場合を示す。

【0061】

図 13 に示すように、等価回路内には、等価コンデンサ 218 と、等価抵抗 219 と、可変コンデンサ 233 と、等価コンデンサ 234 とが含まれている。等価コンデンサ 21

50

8は、上部電極1側の第1の電極板1aと下部電極2側の第2の電極板2Aとで構成される。等価抵抗219は、被加熱物3の誘電損失分からなる。等価コンデンサ234は、下部電極2側の第2の電極板2Aと、補助電極211とで構成される。

【0062】

等価コンデンサ218と、等価抵抗219とは、直列接続されている。また、等価コンデンサ218及び等価抵抗219と、等価コンデンサ234とは、直列接続され、整合回路5の出力に接続される。さらに、上部電極1（例えば、第1の電極板1a）に対する補助電極11の電圧比を調整するために、可変コンデンサ233が等価コンデンサ234と並列に接続され、下部電極2（例えば、第2の電極板2A）は接地される。

【0063】

そして、補助電極11には、下部電極2（すなわち、接地電位G）に対して上部電極1に加わる電圧 V^+ とは異なる電圧 V^- が印加される。図14には、上部電極1と下部電極2との間に印加される電圧 V^+ の位相 V_1 、および、補助電極11と下部電極2との間に印加される電圧 V^- の位相 V_2 の一例を示す。この図に示すように、補助電極11と下部電極2との間に印加される電圧 V^- の位相 V_2 は、上部電極1と下部電極2との間に印加される電圧 V^+ の位相 V_1 と同じ周波数で逆位相となっている。また、電圧 V^- の絶対値は、電圧 V^+ の絶対値よりも小さくなっている。

【0064】

次に、補助電極211による漏洩電界の抑制について、図15を参照しながら説明する。ここでは、第1の実施形態と同様に、高周波加熱装置200の加熱室8の側面にスリット上の開口部21を設けた場合を想定する（図6参照）。

【0065】

図15(a)には、開口部21が形成されている位置を含む平面22上における差分方程式で、加熱室8の外側のZ-Z'軸上の電界を計算した結果を示す。なお、図15(b)には、比較対象として、第1の実施形態の高周波加熱装置100において電界値を計算した結果を示す。また、図15(c)には、図15(a)及び図15(b)に示すグラフの横軸に対応する高周波加熱装置の位置を示す。図15(a)及び図15(b)では、図7(b)に示す補助電極無しの場合の電界ピーク値を1として、各位置における電界値を正規化して表す。

【0066】

なお、図16には、下部電極2に対する上部電極1及び補助電極211の電圧比をパラメータとして評価した結果を示す。横軸には、上部電極1に印加する電圧に対する補助電極211に印加する電圧の比を示す。図16に示すように、上部電極1に対する補助電極211の電圧比が0.1となるような電圧を印加した場合に、電界値が最も低くなっている。そのため、図15に示す解析では、補助電極211には、上部電極1に対する電圧比が0.1の逆位相電圧を印加している。

【0067】

図15(a)に示すように、本実施形態の高周波加熱装置200における開口部21の形成位置では、補助電極無しの場合の値1（図7(b)参照）に対し、値0.07となった。比較対象の高周波加熱装置100の測定結果は、図15(b)に示すように、補助電極無しの場合の値1（図7(b)参照）に対し、値0.27となった。この結果から、補助電極211を設けることにより、第1の実施形態の場合よりも電界強度がさらに低減されていることが確認された。したがって、補助電極211は、漏えい電界抑制により効果的である。

【0068】

また、本実施形態の高周波加熱装置200では、可変コンデンサ233の容量を調整することで、下部電極2に対する上部電極1及び補助電極11の電圧比を制御することが可能である。そのため、天面プレート12の上下方向の位置（すなわち、上部電極1及び補助電極11と開口部21の相対位置）に応じて、下部電極2に対する上部電極1及び補助電極11の電圧比を制御することで、使用条件に応じた漏洩電界抑制を行うことができる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 6 9 】

< 第 3 の実施形態 >

続いて、本発明の第 3 の実施形態について説明する。上述した第 1 及び第 2 の実施形態では、上部電極 1 及び下部電極 2 がそれぞれ、複数の矩形状の電極に分割されている構成について説明した。しかし、本発明はこのような構成に限定はされない。そこで、第 3 の実施形態では、上部電極 1 及び下部電極 2 が、それぞれ 1 枚の矩形状の金属板で形成されている構成について説明する。

【 0 0 7 0 】

さらに、第 3 の実施形態では、漏洩電界を抑制するための補助電極 1 1 とは別の第 2 の補助電極をさらに備えている構成例について説明する。この第 2 の補助電極は、被加熱物をより均一に加熱することを目的として設けられる。

【 0 0 7 1 】

以前より、高周波加熱装置を用いて冷凍食材などの解凍を行うと、食材の稜縁部に高周波のエネルギーが集中することによって、食材の外周部が過加熱されてしまうという問題がある。この問題を解消するために、例えば、解凍処理中に、寸法が互いに異なる複数の対向電極を順次使い分けて、解凍処理時の被加熱物の品質低下を抑えることが検討されている。

【 0 0 7 2 】

しかしながら、寸法の異なる電極を使い分けるという手法では、電極の昇降機構が複雑化してしまう。また、上記のような対策では、対応可能な被加熱物の大きさに、ある程度の限りがある。

【 0 0 7 3 】

そこで、第 3 の実施形態では、昇降機能の複雑化を抑えつつ、被加熱物をより均一に加熱することのできる高周波加熱装置を提供する。図 1 7 及び図 1 8 には、第 3 の実施形態にかかる高周波加熱装置 3 0 0 を示す。高周波加熱装置 3 0 0 の基本的な構成は、高周波加熱装置 1 0 0 (図 1 参照) と同じである。そこで、高周波加熱装置 3 0 0 において、高周波加熱装置 1 0 0 と同一の構造及び機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 7 4 】

高周波加熱装置 3 0 0 は、加熱室 8 を備えている。図 1 8 に示すように、加熱室 8 の内部には、上部電極 1、下部電極 2、昇降機構 4、底面プレート 7、補助電極 1 1、天面プレート 1 2、第 2 の補助電極 3 0 1 などが備えられている。上部電極 1 及び下部電極 2 は、それぞれ一枚の金属板で構成されている。上部電極 1 及び下部電極 2 は、互いに平行になるように配置されている。補助電極 1 1 は、上部電極 1 と同一面上に配置され、上部電極 1 の周囲に配置されている。上部電極 1 と補助電極 1 1 との間は絶縁されている。

【 0 0 7 5 】

第 2 の補助電極 3 0 1 は、上部電極 1 と下部電極 2 との間に配置されている。第 2 の補助電極 3 0 1 は、一枚の矩形状の金属板で形成されている。そして、第 2 の補助電極 3 0 1 は、中央部分に矩形状の開口部 3 0 1 a を有している。図 1 8 に示すように、上部電極 1 と下部電極 2 との間に被加熱物 3 を配置したときに、第 2 の補助電極 3 0 1 は、被加熱物 3 の上面の位置と略同じ位置になるように、上下方向の位置が設定されている。このような第 2 の補助電極 3 0 1 の位置調整は、図示しない位置調整機構によって行うことができる。

【 0 0 7 6 】

また、加熱室 8 の外側には、各電極に対して電圧を印加するための電圧印加部 3 1 0 が設けられている。電圧印加部 3 1 0 は、主として、整合回路 5、高周波発信器 1 3、増幅器 (高周波アンプ) 1 4、第 2 の整合回路 3 0 2、増幅器 (高周波アンプ) 3 0 3、及び移相器 3 0 4 を備えている。図 1 7 に示すように、本実施形態の電圧印加部 3 1 0 においては、高周波発信器 1 3 からの高周波電圧信号が、主として上部電極 1 側と、主として第

10

20

30

40

50

2の補助電極301側とにそれぞれ送信される。

【0077】

電圧印加部310において、上部電極1側への信号送信回路には、整合回路5、増幅器（高周波アンプ）14が含まれる。これらは、第1の実施形態と同様の構成を適用できる。なお、図17に示すように、加熱室8、下部電極2、及び補助電極11は、接地されている。これにより、加熱室8、下部電極2、及び補助電極11は、同電位（具体的には、0Vの電位）になっている。一方、上部電極1は、例えば、 V^+ の電位となるように高周波電圧が印加される。これにより、上部電極1と下部電極2との間の電位差は、 V^+ となる。

【0078】

電圧印加部310において、第2の補助電極301側への信号送信回路には、第2の整合回路302、増幅器303、及び移相器304が含まれる。第2の整合回路302は、第2の整合回路302への入力インピーダンスと増幅器14への出力インピーダンスとを一致させることができる。増幅器303は、高周波発信器13から送信された電圧信号を所望する電力まで増幅する。増幅器303で増幅された電圧信号は、第2の整合回路302を通過して、第2の補助電極301と下部電極2とで形成される等価コンデンサ322へ供給される（図19参照）。これにより、第2の補助電極301と下部電極2の間には、例えば、電圧 V'' が印加される。移相器304は、高周波発信器13から送信された電圧信号の位相を変化させる。

【0079】

図19には、上部電極1、下部電極2、補助電極11、及び第2の補助電極301で構成される等価回路を示す。等価回路内には、等価コンデンサ318と、等価抵抗319と、等価コンデンサ320と、等価コンデンサ321と、等価コンデンサ322とが含まれている。等価コンデンサ318は、上部電極1と下部電極2とで構成される。等価抵抗319は、被加熱物3の誘電損失分からなる。等価コンデンサ320は、上部電極1と、補助電極11とで構成される。等価コンデンサ321は、上部電極1と、第2の補助電極301とで構成される。等価コンデンサ322は、下部電極2と、第2の補助電極301とで構成される。

【0080】

等価コンデンサ318と、等価抵抗319とは、直列接続されている。等価コンデンサ321と、等価コンデンサ322とは、直列接続されている。また、等価コンデンサ318及び等価抵抗319と、等価コンデンサ320と、等価コンデンサ321及び等価コンデンサ322とは、並列接続されている。また、下部電極2と補助電極11は、接地される。これにより、下部電極2及び補助電極11は、同電位（具体的には、0Vの電位）になっている。一方、上部電極1には、例えば、 V^+ の電位となるように高周波電圧が印加される。また、第2の補助電極301には、例えば、 V'' の電位となるように、高周波電圧が印加される。

【0081】

本実施形態の高周波加熱装置300では、第2の補助電極301に、上部電極1に印加する電圧とは異なる電圧を印加することで、被加熱物3の外周への電界集中を緩和している。この点について、図20を参照しながら説明する。

【0082】

図20には、各整合回路5・302を通して、上部電極1、下部電極2、及び第2の補助電極301に印加される高周波電圧を示す。また、上部電極1と下部電極2との間隔を L で示し、下部電極2と第2の補助電極301との間隔を d で示す。

【0083】

第2の補助電極301が設けられていない高周波加熱装置の場合、上部電極1と被加熱物3の上端部との間に空間が存在すると、被加熱物の物性（誘電率 $\epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ）と空間の誘電率との差により、水平方向に電位差が生じる。例えば、上部電極1、下部電極2、及び被加熱物3が、図20に示すような間隔 L 及び d で配置された場合には、下部電極2が

10

20

30

40

50

ら間隔 d の位置の空間の電位 V' は、 $V' = V \cdot d / L$ となる一方、被加熱物 3 の上面の電位 V'' は、 $V'' < V \cdot d / L$ となる。すなわち、水平方向の電位差は、 $(V' - V'')$ となる。

【0084】

この水平方向の電位差に起因して、被加熱物の上面の周縁部には、電界集中が生じる。これにより、被加熱物 3 の上面の周縁部が他の部分と比較して、集中的に加熱され、加熱ムラが発生する可能性がある。

【0085】

これに対して、本実施形態の高周波加熱装置 300 では、図 20 に示すように、被加熱物 3 の上面と略同じ位置（すなわち、下部電極 2 から間隔 d の位置）に、第 2 の補助電極 301 が設けられている。そして、第 2 の補助電極 301 には、下部電極 2 と第 2 の補助電極 301 との電位差が V'' となるような電圧が印加される。これにより、被加熱物 3 の上面において、水平方向に生じる電位差を低減させることができる。そのため、被加熱物 3 の加熱ムラを抑えることができる。

【0086】

第 2 の補助電極 301 に印加する電圧の値は、被加熱物 3 の上面の電位と実質的に同電位であることが好ましい。ここで、被加熱物 3 の上面の電位は、被加熱物 3 の高さ（すなわち、間隔 d ）、被加熱物 3 と上部電極 1 との距離（すなわち、 $L - d$ ）、及び被加熱物 3 の物性（比誘電率）で変わる。そのため、第 2 の補助電極 301 に与える電位 V'' は、これらの条件に基づいて、変更可能であることが好ましい。本実施形態では、増幅器（高周波アンプ）303 が、電位 V'' の値を変更するための電圧調整部として機能する。

【0087】

なお、被加熱物 3 の種類によって、被加熱物 3 の高さも変わる。そこで、第 2 の補助電極 301 は、位置調整機構によって、間隔 d を変更可能であることが好ましい。また、第 2 の補助電極 301 は、上部電極 1 と一緒に昇降する構成であってもよい。図 21 には、第 2 の補助電極 301 と上部電極 1 とが一緒に昇降する構成の一例を示す。

【0088】

図 21 に示すように、第 2 の補助電極 301 は、支持体 333 によって上部電極 1 と接続されている。上部電極 1 は、昇降機構 4 によって上下方向に移動可能である。第 2 の補助電極 301 と上部電極 1 とが同一の支持体 333 によって固定されていることで、第 2 の補助電極 301 と上部電極 1 とが一緒に昇降することができる。これにより、第 2 の補助電極 301 専用の位置調整機構を設ける必要がなくなる。

【0089】

以上のように、本実施形態の高周波加熱装置 300 によれば、被加熱物 3 の加熱ムラを抑え、より高品質な加熱処理を行うことができる。また、種類及び大きさの異なる様々な食品などの加熱処理及び解凍処理に対応でき、汎用的な高周波加熱装置を提供できる。

【0090】

以上のように、本実施形態の高周波加熱装置では、下部電極を接地電位とし、上部電極と下部電極との間に、第 2 の補助電極を備える。第 2 の補助電極は、被加熱物の上面周囲を囲むような形状となっている。そして、電圧印加部は、下部電極と第 2 の補助電極との間に、下部電極と上部電極との間に加える高周波電圧とは異なる電圧を印加する。

【0091】

上記の高周波加熱装置において、電圧印加部には、被加熱物の物性や大きさに応じて、第 2 の補助電極に印加する電圧を調整する電圧調整部が備えられていてもよい。また、電圧調整部は、可変コンデンサであってもよい。

【0092】

さらに、上記の高周波加熱装置において、上部電極と補助電極とは同一の支持体に固定されていてもよい。さらに、支持体は昇降可能であってもよい。

【0093】

< 第 4 の実施形態 >

10

20

30

40

50

上述の第3の実施形態では、第2の補助電極に印加する電圧を調整する電圧調整部として、高周波電源（高周波発信器13）に接続された増幅器（高周波アンプ）303を利用している。しかし、本発明はこの構成に限定はされない。そこで、第4の実施形態では、電圧調整部の他の例として、電圧調整部として可変コンデンサを用いる構成について説明する。

【0094】

図22には、第4の実施形態にかかる高周波加熱装置400を示す。高周波加熱装置400の基本的な構成は、高周波加熱装置300（図17参照）と同じである。そこで、高周波加熱装置400において、高周波加熱装置300と同一の構造及び機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

10

【0095】

加熱室8の外側には、各電極に対して電圧を印加するための電圧印加部10が設けられている。電圧印加部10は、第1の実施形態の高周波加熱装置100に備えられた電圧印加部と同様の構成を適用することができる。なお、高周波加熱装置400では、第2の補助電極401と下部電極2との間に可変コンデンサ402が設けられている。この可変コンデンサ402の容量を調整することで、例えば、第2の補助電極401と下部電極2との間に、電圧 V'' を与えることができる。これにより、第2の補助電極401を電源（すなわち、高周波発信器13）に接続する必要がなくなる。

【0096】

図23には、上部電極1、下部電極2、補助電極11、及び第2の補助電極401で構成される等価回路を示す。等価回路内には、等価コンデンサ418と、等価抵抗419と、等価コンデンサ420と、等価コンデンサ421と、等価コンデンサ422と、可変コンデンサ402とが含まれている。等価コンデンサ418、等価抵抗419、等価コンデンサ420は、第3の実施形態の高周波加熱装置300と同様の構成を適用することができる。

20

【0097】

等価コンデンサ421は、上部電極1と、第2の補助電極401とで構成される。等価コンデンサ422は、下部電極2と、第2の補助電極401とで構成される。等価コンデンサ421と、等価コンデンサ422とは、直列接続されている。また、等価コンデンサ422と、可変コンデンサ402とは、並列接続されている。また、下部電極2と補助電極11は、接地される。

30

【0098】

これにより、下部電極2及び補助電極11は、同電位（具体的には、0Vの電位）になっている。一方、上部電極1は、例えば、 V^+ の電位となるように高周波電圧が印加される。また、第2の補助電極401と下部電極2との間は、可変コンデンサ402によって、例えば、電位差 V'' に調整される（図24参照）。

【0099】

以上のように、本実施形態の高周波加熱装置400では、可変コンデンサ402を用いて、第2の補助電極401の電位を調整している。これにより、第2の補助電極用の電源を用いることなく、被加熱物3の上面の周縁部への電界集中を緩和することができる。

40

【0100】

<第5の実施形態>

続いて、本発明の第5の実施形態について説明する。上述した第1及び第2の実施形態では、上部電極1及び下部電極2がそれぞれ、複数の矩形状の電極に分割されている構成について説明した。しかし、本発明はこのような構成に限定はされない。そこで、第5の実施形態では、上部電極501及び下部電極502が、それぞれ1枚の矩形状の金属板で形成されている構成について説明する。

【0101】

図25(a)には、第5の実施形態にかかる高周波加熱装置500を示す。高周波加熱装置500の基本的な構成は、高周波加熱装置100（図1参照）と同じである。そこで

50

、高周波加熱装置 500 において、高周波加熱装置 100 と同一の構造及び機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0102】

高周波加熱装置 500 は、加熱室 8 を備えている。図 25 に示すように、加熱室 8 の内部には、主として、上部電極 501、下部電極 502、昇降機構（図示せず）、底面プレート（図示せず）、補助電極 11、天面プレート（図示せず）を備えている。上部電極 501 及び下部電極 502 は、それぞれ一枚の金属板で構成されている。上部電極 501 及び下部電極 502 は、互いに平行になるように配置されている。補助電極 11 は、上部電極 1 と同一面上に配置され、上部電極 501 の周囲に配置されている。上部電極 501 と補助電極 11 との間は絶縁されている。

10

【0103】

また、加熱室 8 の外側には、各電極に対して電圧を印加するための電圧印加部 10 が設けられている。電圧印加部 10 は、主として、整合回路 5、高周波発信器 13、増幅器（高周波アンプ）14 を備えている。

【0104】

図 25 (b) には、上部電極 501、下部電極 502、及び補助電極 11 で構成される等価回路を示す。等価回路内には、等価コンデンサ 18 と、等価抵抗 19 と、等価コンデンサ 20 とが含まれている。等価コンデンサ 18 は、上部電極 501 と下部電極 502 とで構成される。等価抵抗 19 は、被加熱物 3 の誘電損失分からなる。等価コンデンサ 20 は、上部電極 501 と、補助電極 11 とで構成される。

20

【0105】

等価コンデンサ 18 と、等価抵抗 19 とは、直列接続されている。また、等価コンデンサ 18 及び等価抵抗 19 と、等価コンデンサ 20 とは、並列接続されている。また、下部電極 502 と補助電極 11 は接地される。

【0106】

また、図 25 (a) に示すように、加熱室 8 は、接地されている。これにより、加熱室 8、下部電極 502、及び補助電極 11 は、同電位（具体的には、0V の電位）になっている。一方、上部電極 501 は、例えば、 V^+ の電位となるように高周波電圧が印加される。

【0107】

以上のように、本実施形態の高周波加熱装置 500 は、補助電極 11 を有している。これにより、第 1 の実施形態の高周波加熱装置 100 と同様に、加熱室 8 に開口部などの隙間が形成されている場合にも、当該隙間における電界値を低減させることができる（図 7 参照）。したがって、高周波加熱装置 500 からの漏洩電界を抑制することができる。

30

【0108】

< 第 6 の実施形態 >

続いて、本発明の第 6 の実施形態について説明する。第 6 の実施形態にかかる高周波加熱装置 600 は、上部電極の上下移動と加熱室扉の開閉動作との連動機構が、第 1 の実施形態とは異なっている。その他の構成については、第 1 の実施形態と同様の構成が適用できる。そこで、本実施形態では、第 1 の実施形態とは異なる点のみを説明する。

40

【0109】

図 26 から図 28 には、第 6 の実施形態にかかる高周波加熱装置 600 の構成を示す。特に、これらの図では、上部電極 1 の昇降機構 604 の構成を示す。なお、説明の便宜上、扉 42 が配置されている面を高周波加熱装置 600 の前面とする。そして、高周波加熱装置 600 を使用時の状態で載置した場合に、前面を基準として、左側に位置する面を左側面とし、右側に位置する面を右側面とし、後ろ側に位置する面を背面とし、上側に位置する面を上面とし、下側に位置する面を底面とする。

【0110】

昇降機構 604 の基本的な構成は、第 1 の実施形態の昇降機構 4 と同じである。そのため、昇降機構 604 において、昇降機構 4 と対応する部材については、同じ符号を付し、

50

その説明を省略する。

【0111】

昇降機構604において、昇降機構4と異なる点は、シャフト55とピニオンギヤ49との間に、ワンウェイクラッチ621およびシャフト622を接続した点、及び、ピニオンギヤ49の右側へシャフト55を延長し、シャフト55にワンウェイクラッチ625、シャフト623、及びモータ624を接続した点である(図27、図28参照)。

【0112】

ワンウェイクラッチ621は、シャフト55の回転のうち、加熱室扉42が閉状態から開状態に移行する時の回転方向のみをシャフト622に伝達する。これにより、加熱室扉42が閉状態から開状態に移行する時には、上部電極1を上昇させる。一方、加熱室扉42が開状態から閉状態に移行する時には、上部電極1は移動しない。

10

【0113】

ワンウェイクラッチ625は、シャフト623の回転のうち、モータ624が上部電極1を下降させる方向に回転するときのみ、シャフト623の回転をシャフト622に伝達する。これにより、モータ624にて上部電極1を下降させることができる。これに加え、モータ624は、加熱室扉42による上部電極1の上昇の動作を妨害しない。

【0114】

上記の構成によれば、上部電極1の下降動作を、モータ624により行うことができる。そのため、上部電極1が下降する際の停止位置を、被加熱物3の厚みにより調整することができる。これにより、高周波加熱装置の加熱効率をさらに向上させることができる。

20

【0115】

なお、本実施形態では、上部電極1を上下方向に移動させることによって、上部電極1と下部電極2との間隔を変更可能な構成について説明したが、本発明では、下部電極2を上下方向に移動させることによって、上部電極1と下部電極2との間隔を調整することもできる。

【0116】

<参考形態>

続いて、本発明の参考となる形態について説明する。一般に、高周波加熱装置において、電極と被加熱物との間にエアギャップが存在すると、加熱効率の低下を招く。そのため、従来の高周波加熱装置の中には、被加熱物の厚みに合わせて電極を昇降移動する機構が備えられているものがある。例えば、特許文献(特開2002-246165)には、モータで駆動される電極距離可変手段130を備え、被解凍物121の大きさに応じて、電極板108及び109同士の間隔を変更可能な高周波解凍装置が開示されている。

30

【0117】

ところで、特に冷凍食品などの被加熱物(被解凍物)は、その組成が均質でなく、また部位による厚みが一定ではない。食品の組成が異なることに起因して、誘電損失が異なる。これにより、高周波電界による発熱の大きさが、被加熱物の組成ごとに異なり、加熱村(解凍ムラ)につながる。また、部位による厚みの違いにより、エアギャップの大きさが異なると、エアギャップの大きい部分は加熱されにくく、エアギャップの小さい部分は加熱されやすいという現象が生じる。これにより、発熱の大きさが被加熱物の部位で異なり、加熱ムラにつながる。

40

【0118】

そこで、特許文献(特開平5-41971)では、加熱室内に複数の電極対を設置し、電極対ごとに加熱時間を個別に設定している。これにより、組成や厚みが均一でない被加熱物に対する加熱ムラを抑えるようにしている。

【0119】

しかし、被加熱物部位をきめ細かく加熱するために加熱区域数を増加させると、加熱区域の数だけ電極対が必要となる。例えば、図30には、上部電極901及び下部電極902を、縦横(X方向及びY方向)にそれぞれ4分割した高周波加熱装置900を示す。高周波加熱装置900は、上部電極901、下部電極902、電圧印加部910、上部電極

50

切替部 903、及び下部電極切替部 909などを備えている。電圧印加部 910は、高周波発信器 906、増幅器（高周波アンプ）907、及び整合回路 908で構成されている。

【0120】

そして、上部電極 901は、16個の第1の電極板 11U～44Uに分割されている。また、下部電極 902は、16個の第1の電極板 11U～44Uと対をなすように、16個の第2の電極板 11L～44Lに分割されている。このように、高周波加熱装置 900では、16個の加熱区域を形成するために、16個の電極板の組合せを必要とする。

【0121】

また、各電極に高周波電力を供給するために、上部電極切替部 903及び下部電極切替部 909から、各電極板に対して電力線 911がそれぞれ必要となる。そのため、装置構成が複雑化する。また、この構成を、特許文献（特開 2002 - 246165）のように電極を昇降移動する構成と組み合わせると、装置がさらに複雑化・大型化してしまうという問題がある。

10

【0122】

そこで、本参考形態では、装置の複雑化を抑えつつ、加熱ムラを抑えることのできる高周波加熱装置 700を提供する。図 29には、本参考形態にかかる高周波加熱装置 700の構成を示す。

【0123】

高周波加熱装置 700は、上部電極 701、下部電極 702、電圧印加部 710、上部電極切替部 703、及び下部電極切替部 709などを備えている。電圧印加部 710は、高周波発信器 706、増幅器（高周波アンプ）707、及び整合回路 708で構成されている。

20

【0124】

高周波加熱装置 700では、上部電極 701は、4個の長方形（矩形状）の第1の電極板 A・B・C・Dで構成されている。また、高周波加熱装置 700では、下部電極 702は、4個の長方形（矩形状）の第2の電極板 E・F・G・Hで構成されている。第1の電極板 A・B・C・Dは、電力線 711によって上部電極切替部 703とそれぞれ接続されている。第2の電極板 E・F・G・Hは、電力線 711によって下部電極切替部 709とそれぞれ接続されている。この点については、第1の実施形態にかかる高周波加熱装置 100の構成と同じである。しかし、高周波加熱装置 700には、補助電極 11は設けられていない。

30

【0125】

そして、上部電極 701の上方から見た場合に、第1の電極板 A・B・C・Dの長辺と、第2の電極板 E・F・G・Hの長辺とが、略直交するような位置関係で配置されている。なお、本参考形態では、上部電極 701及び下部電極 702ともに、電極分割数を4としている。また、上部電極 701の第1の電極板 A・B・C・Dの長辺方向をY軸とし、下部電極 702の第2の電極板 E・F・G・Hの長辺方向をX軸としている。但し、各電極板の分割数、形状、及び配置は、これに限定はされない。

【0126】

高周波加熱装置 700において、加熱区域数は、上部電極 701の分割数と下部電極 702の分割数の積で表わされる。被加熱物の任意の部分を加熱する場合は、加熱する部分の区域の上下にある第1の電極板及び第2の電極板間に高周波電圧を印加する。加熱する区域のZ軸方向に対して、上部電極 701及び下部電極 702の投影面積が重なる区域に高周波電界が発生する。そして、当該区域に位置する被加熱物が誘電加熱される。

40

【0127】

例えば、図 29では、上部電極 701の分割数が4、下部電極 702の分割数が4であり、加熱区域数は16となる。図 29に示す X4Y4区域にある被加熱物を加熱するには、上部電極切替部 703によって第1の電極板 Dを電圧印加部 710と接続し、下部電極切替部 709によって下側電極 Hを接地電位 Gに接続する。これにより、加熱する区域の

50

Z軸方向に対して、上部電極701及び下部電極702の投影面積が重なる区域X4Y4に高周波電界が発生する。これにより、区域X4Y4に位置する被加熱物が誘電加熱される。

【0128】

以上の構成によれば、加熱室内の加熱区域数が増加しても、電極対の数を削減することができるとともに、電極と接続する電力線の数を削減することが可能となる。これにより、装置の複雑化及び大型化を抑えることができる。

【0129】

なお、別の形態として、整合回路708を、第1の電極板A・B・C・Dと上部電極切替部703との間にそれぞれ設ける構成も可能である。この場合には、各整合回路708と上部電極切替部703との間に電力検出回路を配置してもよい。このような構成を採用することにより、複数区域を同時加熱する際に、電圧を区域ごとに調整することができる。これにより、よりきめ細かい加熱調整を行うことができる。

10

【0130】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて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および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。また、本明細書で説明した異なる実施形態の構成を互いに組み合わせて得られる構成についても、本発明の範疇に含まれる。

20

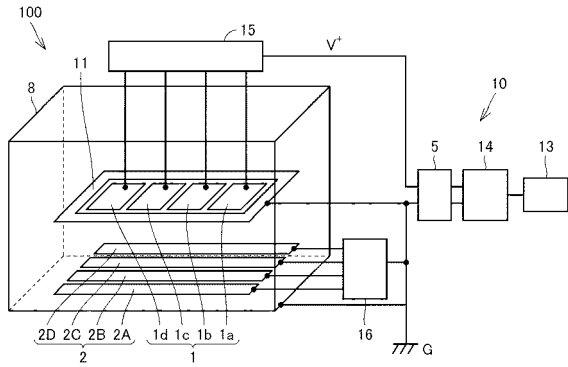
【符号の説明】

【0131】

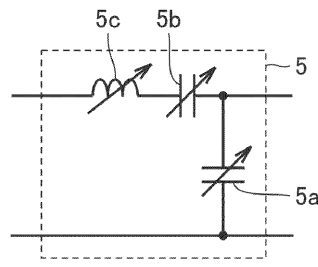
- 1 : 上部電極
- 1 a ~ 1 d : 第1の電極板
- 2 : 下部電極
- 2 A ~ 2 D : 第2の電極板
- 4 : 昇降機構
- 8 : 加熱室
- 1 0 : 電圧印加部
- 1 1 : 補助電極
- 4 2 : (加熱室の)扉
- 3 0 1 : 第2の補助電極

30

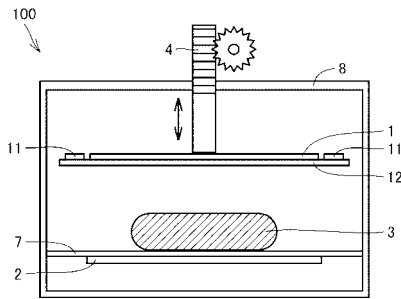
【図1】



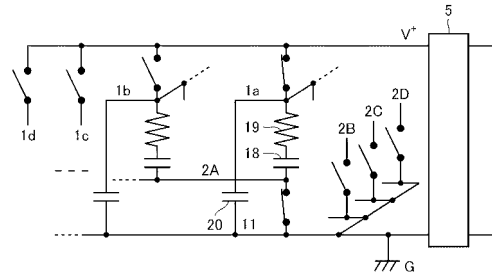
【図3】



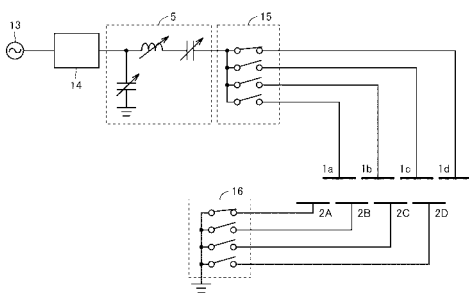
【図2】



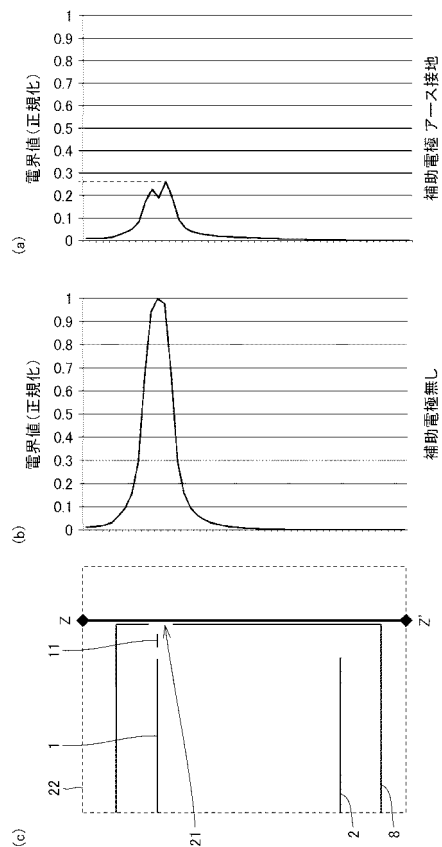
【図4】



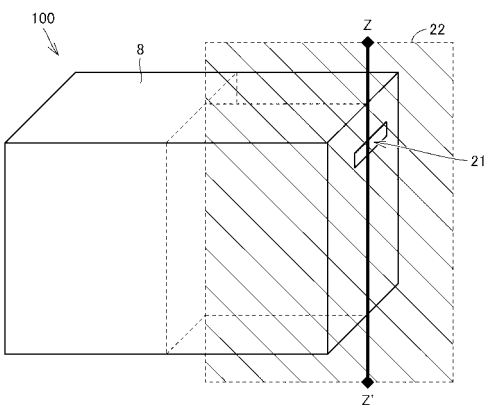
【図5】



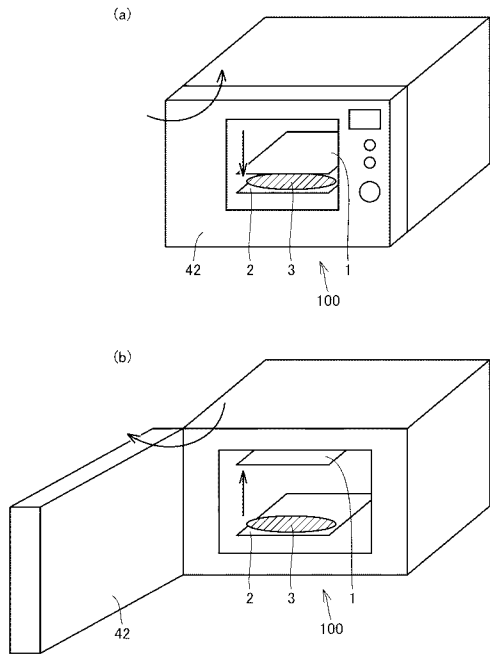
【図7】



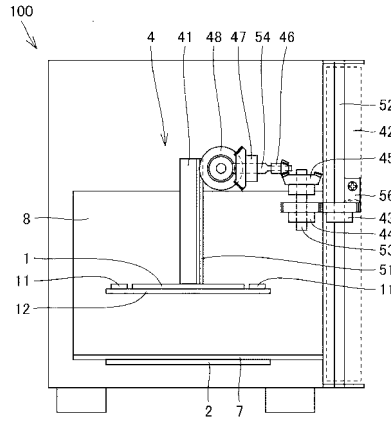
【図6】



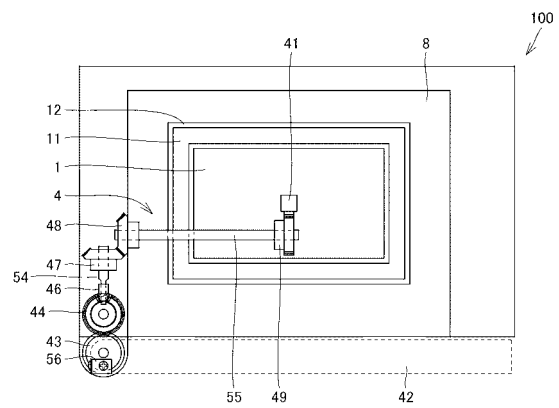
【 図 8 】



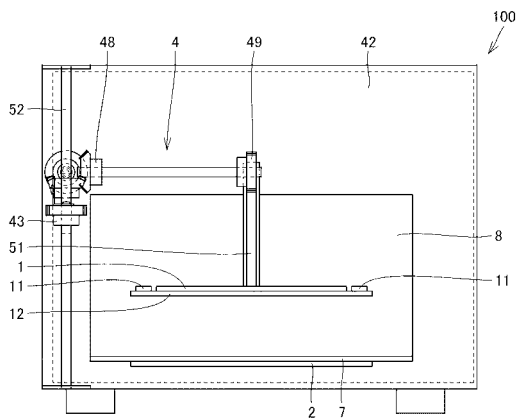
【 図 9 】



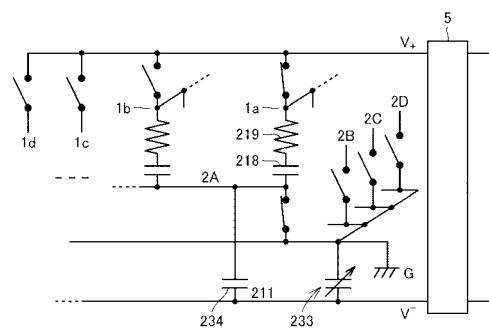
【 図 10 】



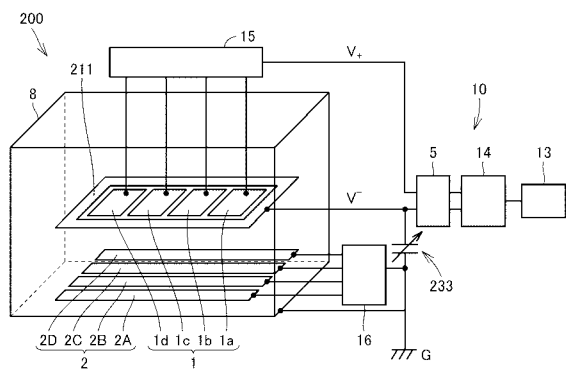
【 図 11 】



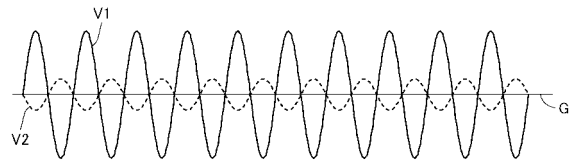
【 図 13 】



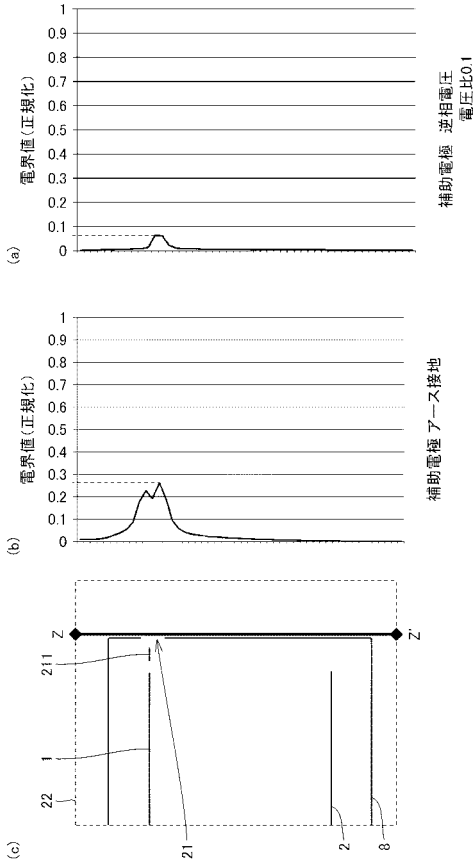
【 図 12 】



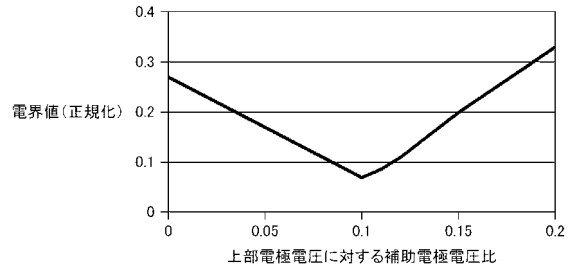
【 図 14 】



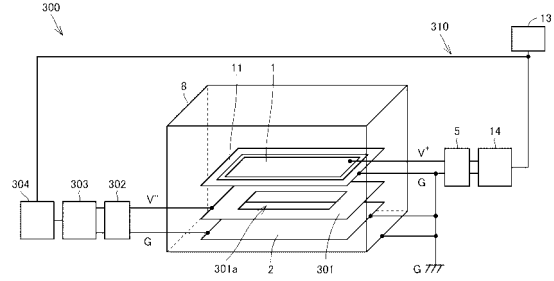
【図 15】



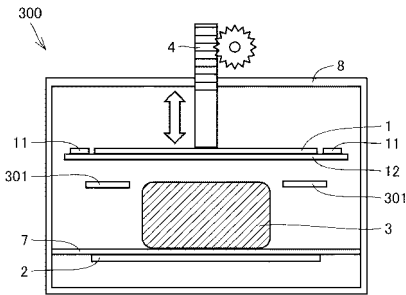
【図 16】



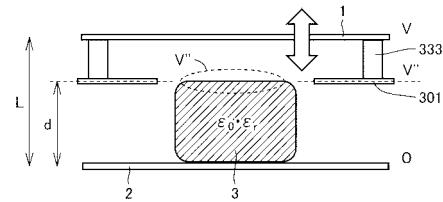
【図 17】



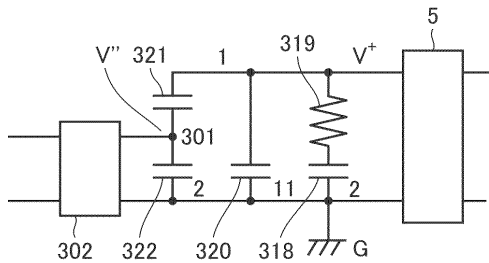
【図 18】



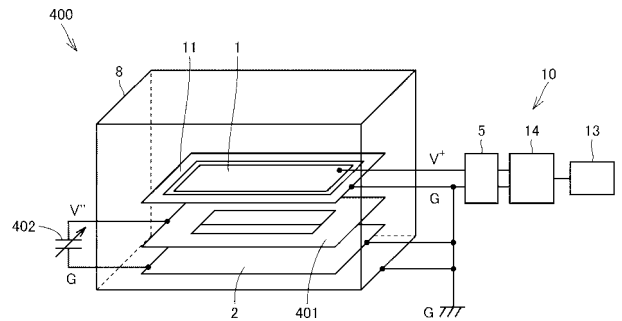
【図 21】



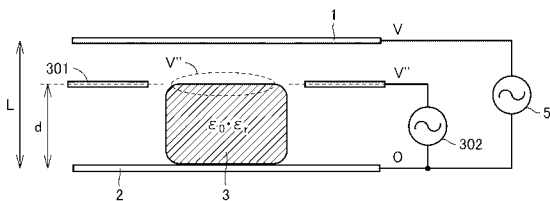
【図 19】



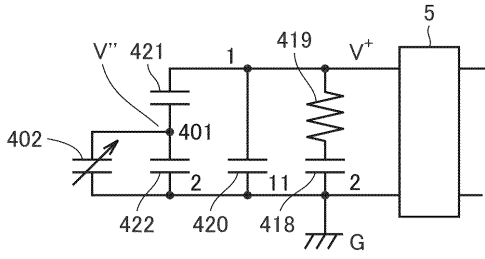
【図 22】



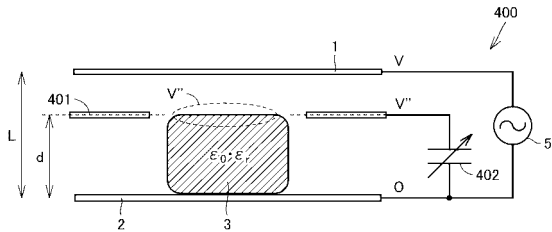
【図 20】



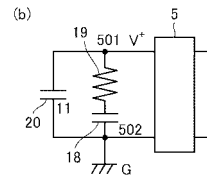
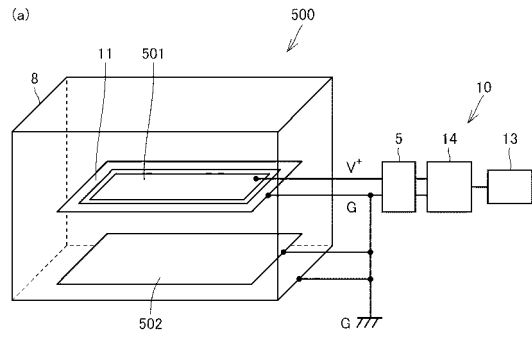
【 図 2 3 】



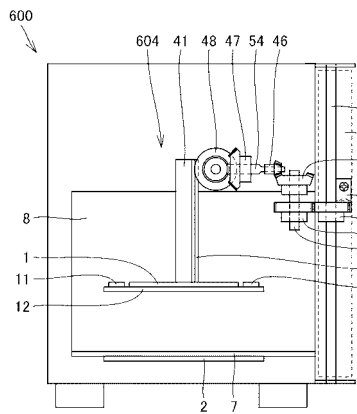
【 図 2 4 】



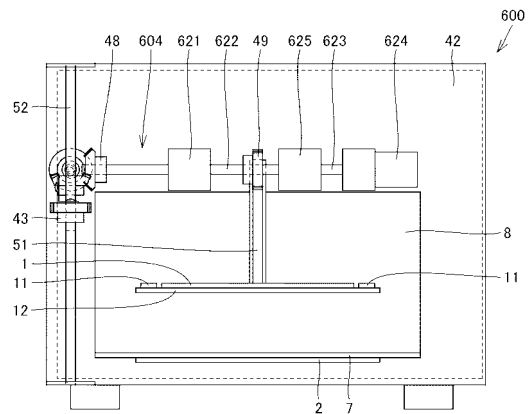
【 図 2 5 】



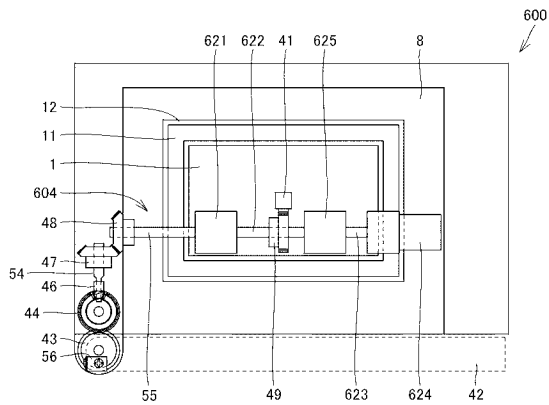
【 図 2 6 】



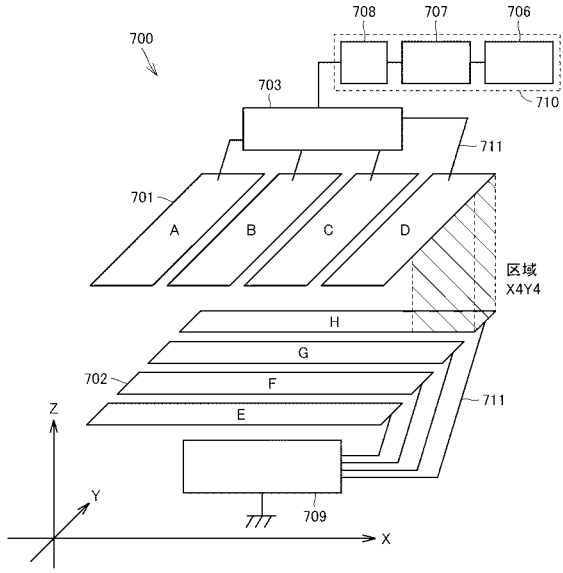
【 図 2 8 】



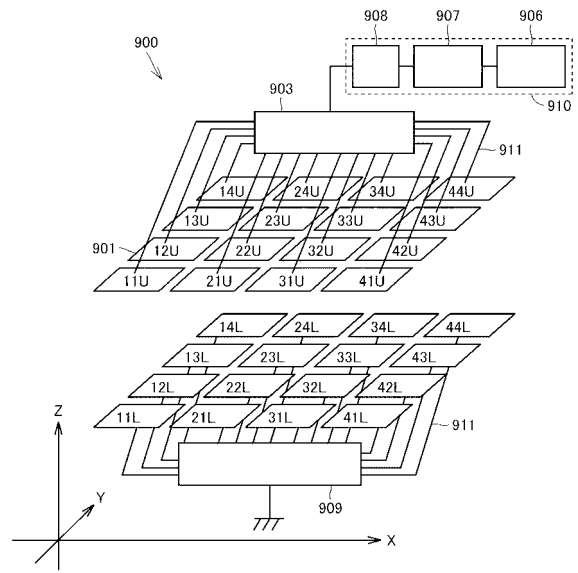
【 図 2 7 】



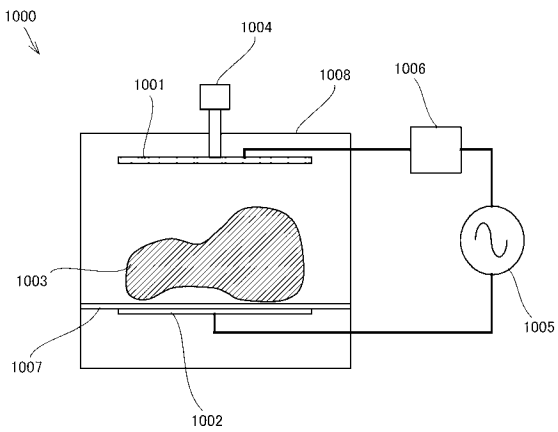
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 崇史

大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 3K090 AA04 AA12 AB02 AB03 BA05 BA06