

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6088690号  
(P6088690)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>H05B</b>	<b>6/80</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/80	Z
<b>H05B</b>	<b>6/72</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/72	D
<b>H05B</b>	<b>6/68</b>	<b>(2006.01)</b>	H05B	6/68	320Z
<b>B01J</b>	<b>19/12</b>	<b>(2006.01)</b>	B01J	19/12	A

請求項の数 13 (全 57 頁)

(21) 出願番号	特願2016-97130 (P2016-97130)	(73) 特許権者	508067736
(22) 出願日	平成28年5月13日 (2016.5.13)		マイクロ波化学株式会社
審査請求日	平成28年5月16日 (2016.5.16)		大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1
早期審査対象出願		(74) 代理人	100115749
			弁理士 谷川 英和
		(74) 代理人	100121223
			弁理士 森本 悟道
		(72) 発明者	塚原 保徳
			大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1
			マイクロ波化学株式会社内
		(72) 発明者	田中 雄也
			大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1
			マイクロ波化学株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波処理装置、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部と、  
前記複数の出射部を、個別に移動させる移動部と、  
前記移動部による出射部の移動を制御する制御部とを備え、  
前記照射部は、更に、前記複数の出射部から出射するマイクロ波の位相を変更可能なものであり、  
前記制御部は、更に、前記照射部が複数の出射部から出射されるマイクロ波の位相を制御するマイクロ波処理装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記移動部を制御して、前記複数の出射部から出射されるマイクロ波が少なくとも所望の箇所でも重なるよう各出射部を移動させる請求項1記載のマイクロ波処理装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記移動部を制御して、前記複数の出射部から出射されるマイクロ波が、前記所望の箇所でも干渉により強め合うよう1以上の出射部を移動させる請求項2記載のマイクロ波処理装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記移動部を制御して、前記所望の箇所でも前記複数の出射部から出射されるマイクロ波による電界が集中するよう1以上の出射部を移動させる請求項2または請求

項 3 記載のマイクロ波処理装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記移動部を制御して、前記所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が同位相となるように、1 以上の出射部を移動させる請求項 4 記載のマイクロ波処理装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記照射部が複数の出射部から出射されるマイクロ波の少なくとも一部が異なる位相のマイクロ波となるよう前記照射部を制御する請求項 1 から請求項 5 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

【請求項 7】

前記照射部は、更に、2 以上の異なる周波数のマイクロ波を照射可能なものであり、  
前記制御部は、所望の箇所に照射するマイクロ波の周波数を制御する請求項 1 から請求項 6 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

10

【請求項 8】

前記照射部は、  
1 以上のマイクロ波発振器と、  
前記出射部を有しており、当該マイクロ波発振器が発振するマイクロ波を伝送して、伝送したマイクロ波を前記出射部から出射する複数の伝送手段と、を備えており、  
前記移動部は、前記複数の出射部を個別に移動させる請求項 1 から請求項 7 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

【請求項 9】

前記移動部は、複数のロボットアームを有し、  
前記複数の出射部は、前記複数のロボットアームにそれぞれ設置され、各ロボットアームの動作に応じて個別に移動する請求項 1 から請求項 8 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

20

【請求項 10】

前記照射部の複数の出射部は、指向性が高いアンテナである請求項 1 から請求項 9 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

【請求項 11】

容器を更に備え、  
前記照射部の複数の出射部は、前記容器に移動可能となるよう設置され、  
前記照射部は、前記複数の出射部から、前記容器内にマイクロ波を照射する請求項 1 から請求項 10 いずれか一項記載のマイクロ波処理装置。

30

【請求項 12】

複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部、および前記複数の出射部を、個別に移動させる移動部を備えたマイクロ波処理装置と、前記複数の出射部の位置をそれぞれ示す複数の出射位置情報、およびマイクロ波の照射対象となる位置を示す情報である対象位置情報を有する複数の照射管理情報が格納される照射管理情報格納部と、受付部と、にアクセス可能なコンピュータに、  
前記受付部が、マイクロ波の照射対象となる位置を指定する情報である位置指定情報を受け付けるステップと、  
前記位置指定情報を受け付けるステップで受け付けた位置指定情報に対応する対象位置情報と対応付けられた複数の出射位置情報を、前記照射管理情報から取得するステップと、  
前記複数の出射位置情報を取得するステップにおいて取得した複数の出射位置情報が示す位置に、各出射位置情報に対応する出射部が移動するよう、前記移動部を制御するステップとを実行させ、

40

前記照射管理情報は、複数の出射部からそれぞれ出射されるマイクロ波の位相を示す情報である複数の位相指定情報を更に有し、

前記複数の出射位置情報を取得するステップにおいて取得する複数の出射位置情報にそれぞれ対応する複数の位相指定情報を前記照射管理情報から取得するステップを更に備え、  
前記移動部を制御するステップの後に、前記複数の位相指定情報を取得するステップにお

50

いて取得した複数の位相指定情報がそれぞれ示す位相のマイクロ波が、対応する複数の出射部から出射されるよう、前記照射部を制御するステップを更に実行させるプログラム。

【請求項 13】

複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部、および前記複数の出射部を、個別に移動させる移動部を備えたマイクロ波処理装置と、前記複数の出射部の位置をそれぞれ示す複数の出射位置情報の1以上の組が、移動が行なわれる順序と対応付けて格納される照射管理情報格納部と、にアクセス可能なコンピュータに、

移動が行なわれる順序に従って、前記照射管理情報格納部に格納されている照射管理情報から、複数の出射位置情報を取得するステップと、

前記複数の出射位置情報を取得するステップにおいて、複数の出射位置情報を取得する毎に、取得した複数の出射位置情報が示す位置に、各出射位置情報に対応する出射部が移動するよう、前記移動部を制御するステップとを実行させ、

前記照射管理情報は、複数の出射部からそれぞれ出射されるマイクロ波の位相を示す情報である複数の位相指定情報を更に有し、

前記複数の出射位置情報を取得するステップにおいて取得する複数の出射位置情報にそれぞれ対応する複数の位相指定情報を前記照射管理情報から取得するステップを更に備え、

前記移動部を制御するステップの後に、前記複数の位相指定情報を取得するステップにおいて取得した複数の位相指定情報がそれぞれ示す位相のマイクロ波が、対応する複数の出射部から出射されるよう、前記照射部を制御するステップを更に実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波を照射する装置等に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、反応物質に対してマイクロ波（電磁波）を照射することにより、熱処理等を行う加熱装置や化学反応方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2006-516008号公報（第1頁、第1図等）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のマイクロ波処理装置においては、マイクロ波の照射を適切に制御することが困難であるという課題があった。

例えば、従来のマイクロ波処理装置においては、所望の箇所が局所的に加熱されるようマイクロ波を照射することが困難であった。また、例えば、従来のマイクロ波処理装置においては、所望の空間が均等に加熱されるようマイクロ波を照射することが困難であった。

【0005】

本発明は、上記のような課題を解消するためになされたものであり、マイクロ波の照射を適切に制御することが可能なマイクロ波処理装置等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】

【0006】

本発明のマイクロ波処理装置は、複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部と、複数の出射部を、個別に移動させる移動部と、移動部による出射部の移動を制御する制御部とを備えたマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、複数の出射部の位置を個別に移動させて、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。例えば、複数の出射部の位置を個別に変更することで、マイク

10

20

30

40

50

口波により所望の箇所に電界を集中させたり、所望の領域の電界分布を均等になるようにすることができる。

【0007】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、制御部は、移動部を制御して、複数の出射部から出射されるマイクロ波が少なくとも所望の箇所で重なるよう各出射部を移動させるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0008】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、制御部は、移動部を制御して、複数の出射部から出射されるマイクロ波が、所望の箇所で干渉により強め合うよう1以上の出射部を移動させるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0009】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、制御部は、移動部を制御して、所望の箇所で複数の出射部から出射されるマイクロ波による電界が集中するよう1以上の出射部を移動させるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0010】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、制御部は、移動部を制御して、所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が同位相となるように、1以上の出射部を移動させるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0011】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、照射部は、更に、複数の出射部から出射するマイクロ波の位相を変更可能なものであり、制御部は、更に、照射部が複数の出射部から出射されるマイクロ波の位相を制御するマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。例えば、複数の出射部の位置と、複数の出射部が出射するマイクロ波の位相の組合せにより、マイクロ波により所望の箇所に電界を集中させたり、所望の領域の電界分布を均等になるようにすることができる。

【0012】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、制御部は、照射部が複数の出射部から出射されるマイクロ波の少なくとも一部が異なる位相のマイクロ波となるよう照射部を制御するマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。

【0013】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、照射部は、更に、2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射可能なものであり、制御部は、所望の箇所に照射するマイクロ波の周波数を制御するマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、所望の箇所に照射されるマイクロ波の周波数を制御することができ、マイクロ波による加熱効率を高めることができる。

【0014】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、照射部は、1以上のマイクロ波発振器と、出射部を有しており、マイクロ波発振器が発振するマイクロ波を伝送して、伝送したマイクロ波を出射部から出射する複数の伝送手段と、を備えており、移動部は、複数の出射部を個別に移動させるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、複数の出射部の位置を個別に移動させて、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。

【0015】

10

20

30

40

50

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、移動部は、複数のロボットアームを有し、複数の出射部は、複数のロボットアームにそれぞれ設置され、各ロボットアームの動作に応じて個別に移動するマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、複数の出射部の位置を個別に移動させて、マイクロ波の照射を適切に制御することがことができる。また、移動部が有するロボットアームにより出射部を個別に移動させることで、移動の自由度を高めることができ、より適切にマイクロ波の照射を制御することがことができる。例えば、マイクロ波を照射して局所的に加熱させたい所望の箇所と、出射部との間が、マイクロ波を反射する物体やマイクロ波の浸透性が低い物体等で遮蔽されている場合等においても、ロボットアームを動作させて、出射部を、このような物体等に遮蔽されることなく、所望の箇所にマイクロ波を照射可能な位置に移動させることで、所望の箇所を局所的に加熱することが可能となる。

10

#### 【0016】

本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、照射部の複数の出射部は、指向性が高いアンテナであるマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、マイクロ波を集中して照射することがことができる。

#### 【0017】

また、本発明のマイクロ波処理装置は、前記マイクロ波処理装置において、容器を更に備え、照射部の複数の出射部は、容器に移動可能となるよう設置され、照射部は、複数の出射部から、容器内にマイクロ波を照射するマイクロ波処理装置である。

かかる構成により、容器内において、マイクロ波の照射を適切に制御することがことができる。例えば、複数の出射部の位置を個別に変更することで、マイクロ波により容器内の所望の箇所に電界を集中させたり、容器内の電界分布を均等になるようにすることができる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明によるマイクロ波処理装置等によれば、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0019】

【図1】本発明の実施の形態1におけるマイクロ波処理装置の構成の一例を示す模式図

【図2】同マイクロ波処理装置を説明するための模式図

30

【図3】同マイクロ波処理装置を説明するためのグラフ

【図4】同マイクロ波処理装置の動作について説明するフローチャート

【図5】同マイクロ波処理装置の動作の第二の例について説明するフローチャート

【図6】同マイクロ波処理装置の照射管理情報管理表を示す図

【図7】同マイクロ波処理装置の動作を説明するための主要部の模式図（図7（a））、およびマイクロ波を照射している状態を示す模式図（図7（b））

【図8】同マイクロ波処理装置の照射管理情報管理表を示す図

【図9】同マイクロ波処理装置の状況対応情報管理表示図

【図10】同マイクロ波処理装置の動作を説明するためのグラフ（図10（a））、および、図10（a）のグラフの主要部の拡大図（図10（b））

40

【図11】同マイクロ波処理装置のシミュレーション実証試験に用いられたモデルを示す図（図11（a）～図11（h））

【図12】同マイクロ波処理装置のシミュレーション結果を示す平面図（図12（a）～図12（g））

【図13】同マイクロ波処理装置のシミュレーション実証試験結果を示すグラフ及び表（図13（a）～図13（d））

【図14】本発明の実施の形態2におけるマイクロ波処理装置の一例を示す模式図（図14（a））、および図14（a）の主要部のX I - X I線による断面図（図14（b））

【図15】同マイクロ波処理装置のシミュレーション実証試験に用いられたモデルを示す図（図15（a）、図15（b））

50

【図16】同マイクロ波処理装置のシミュレーション結果を示す図（図16（a）～図16（g））

【図17】同マイクロ波処理装置のシミュレーション実証試験結果を示す図（図17（a）～図17（g））

【図18】本発明の実施の形態におけるコンピュータシステムの、外観の一例を示す図

【図19】同コンピュータシステムの構成の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、マイクロ波処理装置等の実施形態について図面を参照して説明する。なお、実施の形態において同じ符号を付した構成要素は同様の動作を行うので、再度の説明を省略する場合がある。

10

【0021】

（実施の形態1）

図1は、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置1の構成の一例を示す模式図である。

マイクロ波処理装置1は、照射部101、移動部102、1または2以上のセンサ103、状況対応情報格納部104、照射管理情報格納部105、受付部106および制御部107を備える。

【0022】

図1においては、一例として、照射部101が、2つの出射部12を備えている場合を示している。具体的には、照射部101が、2つのマイクロ波発振器1011と、各マイクロ波発振器1011がそれぞれ発生するマイクロ波を伝送する2つの伝送手段1012を備えており、2つの伝送手段1012がそれぞれ、1つの出射部12を備えている場合を例に挙げて説明する。ただし、照射部101が有する出射部12は2つでなくてもよく複数であればよい。例えば、出射部12は、3以上であってもよい。また、図1においては、一例として、マイクロ波処理装置1の移動部102が、2つロボットアーム1022を有し、各ロボットアーム1022の先端には、それぞれ伝送手段1012が有する出射部12が設けられている場合を例に挙げて示している。

20

【0023】

以下、説明の便宜上、照射部101が有する2つのマイクロ波発振器1011を、マイクロ波発振器1011aおよび1011bと呼び、マイクロ波発振器1011aおよび1011bとそれぞれ接続された伝送手段1012を、伝送手段1012aおよび1012bと呼び、伝送手段1012aおよび1012bがそれぞれ有する出射部12を、出射部12aおよび12bと呼ぶ場合がある。移動部102が有する2つのロボットアーム1022を、ロボットアーム1022aと1022bと呼び、ロボットアーム1022aおよび1022bの先端に設置された出射部12を、それぞれ、出射部12aおよび出射部12bが設置されているものとする。

30

【0024】

照射部101は、複数の出射部12からマイクロ波を照射する。複数の出射部12は、通常、異なる位置に配置される。照射部101は、複数の出射部12からマイクロ波を照射することができるものであれば、どのような構成を有していてもよい。照射部101は、例えば、マイクロ波を発生する1以上のマイクロ波発振器1011と、この1以上のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波を伝送して、複数の出射部12から、それぞれ伝送したマイクロ波を出射する複数の伝送手段1012とにより構成される。複数の伝送手段1012は、それぞれ、伝送したマイクロ波を出射する出射部12を有している。照射部101において、例えば、複数の伝送手段1012のそれぞれが、複数のマイクロ波発振器1011に対して1対1となるよう接続され、それぞれが一のマイクロ波発振器1011が発生したマイクロ波を伝送するようにしてもよい。また、複数の伝送手段1012が、図示しない分岐構造等を介して、一のマイクロ波発振器1011と接続されるようにしてもよい。各伝送手段1012が、この一のマイクロ波発振器1011が発生

40

50

したマイクロ波を分岐して伝送するようにしてもよい。ここでは一のマイクロ波発信器 1011 と接続され、複数の分岐している伝送手段 1012 も、複数の伝送手段 1012 と考えてもよい。

【0025】

複数の出射部 12 は、例えば、複数の伝送手段 1012 の、マイクロ波を出射する部分である。出射部 12 は、例えば、アンテナである。例えば、伝送手段 1012 は、同軸ケーブルと、これらとそれぞれ接続されたマイクロ波を出射するための複数の出射部 12 であるアンテナとの組合せである。同軸ケーブルは、例えば、アンテナと接続されていない側の端部が、マイクロ波発振器 1011 と接続され、マイクロ波発振器 1011 が発生するマイクロ波を伝送して、アンテナから出射する。本実施の形態においては、一例として、一の伝送手段 1012 が、マイクロ波発振器 1011 と接続された同軸ケーブル 11 と、この同軸ケーブル 11 に接続されたアンテナである出射部 12 とにより構成される場合を例に挙げて説明する。なお、同軸ケーブル 11 や同軸管（図示せず）の代わりに、同軸管や導波管を用いるようにしてもよい。導波管を用いる場合、例えば、マイクロ波発振器 1011 側とは反対側の端部が、出射部 12 となる。なお、図 1 においては一例として、伝送手段 1012 a が同軸ケーブル 11 a を有し、伝送手段 1012 b が、同軸ケーブル 11 b を有している場合を例に挙げて示している。

10

【0026】

照射部 101 の 2 以上の出射部 12 から出射されるマイクロ波の周波数は、通常は、同じ周波数であるが異なる周波数であってもよい。

20

【0027】

照射部 101 によるマイクロ波の照射は、例えば、いわゆるマルチモードによるマイクロ波の照射である。

【0028】

複数の出射部 12 は、例えば、同時にマイクロ波を出射可能である。ただし、複数の出射部 12 の一部だけが、同時にマイクロ波を照射できるようにしてもよい。例えば、複数の出射部 12 は、同時にマイクロ波を出射できるとともに、一部だけでもマイクロ波を出射することが可能なものであることが好ましい。

【0029】

伝送手段 1012 の同軸ケーブルや同軸管や導波管は、マイクロ波発振器 1011 が発生するマイクロ波の周波数や出力等に適合したものをを用いることが好ましい。かかることは、出射部 12 であるアンテナについても同様である。

30

【0030】

出射部 12 として用いられるアンテナは、マイクロ波を出射可能なものであれば、その構造等は問わない。例えば、アンテナは、平面アンテナや、パラボラアンテナや、ホーン型アンテナ等である。アンテナは、指向性を有するアンテナであってもよく、指向性を有さないアンテナであってもよい。また、出射部 12 であるアンテナの指向性の高さ等は問わない。各出射部 12 としては、指向性の高いアンテナを用いることが好ましい。例えば指向性の高いアンテナとして、利得が 10 dB 以上であるアンテナを用いることが好ましい。指向性の高いアンテナを用いることで、マイクロ波を所望の領域に集中的に照射することが可能となり、照射されるマイクロ波の強度を高めることができる。出射部 12 として用いられるアンテナは、例えば、同軸導波管変換器付きアンテナである。例えば、アンテナは、アンテナ自身が有する同軸導波管変換器（図示せず）を介して、同軸ケーブル 11 と接続される。また、同軸導波管変換器付きアンテナのアンテナのアンテナ部分と同軸導波管変換器との間には、通常、導波管（図示せず）が設けられている。図 1 においては、出射部 12 として角錐ホーンアンテナを用いた例を示している。

40

【0031】

マイクロ波発信器 1011 は、マイクロ波を発生することが可能なものであれば、どのような構造のものであってもよい。マイクロ波発振器 1011 は、例えば、半導体型発振器である。半導体型発振器は、半導体素子を用いて構成されたマイクロ波を発生するマイ

50

クロ波発振器である。また、マイクロ波発振器 1011 は、マグネトロンや、クライストロン、ジャイロトロン等のマイクロ波発振器であってもよい。

【0032】

マイクロ波発振器 1011 が出射するマイクロ波の周波数や、強度等は問わない。各マイクロ波発振器 1011 が出射するマイクロ波の周波数は、例えば、2.45 GHz であってもよく、5.8 GHz であってもよく、24 GHz であってもよく、915 MHz であってもよく、その他の 300 MHz から 300 GHz の範囲内の周波数であってもよい。2 以上のマイクロ波発振器 1011 が出射するマイクロ波の周波数は、通常、同じ周波数であるが、異なるようにしてもよい。また、2 以上のマイクロ波発振器 1011 が出射するマイクロ波の強度は、同じであってもよく、異なってもよい。

10

【0033】

なお、マイクロ波発振器 1011 がマイクロ波を出力する際に利用する電源（図示せず）等は、各マイクロ波発振器 1011 が有していても良く、マイクロ波処理装置が有していても良い。あるいは、電源等は、マイクロ波処理装置の外部等に設けられていても良い。また、マイクロ波発振器 1011 は、増幅器等を有していても良い。

【0034】

複数の出射部 12 が出射するマイクロ波の位相は、同位相であってもよく、異なる位相であってもよい。また、3 以上の出射部 12 を有する場合、同位相の出射部 12 と、異なる位相の出射部 12 とが混在していてもよい。

【0035】

なお、マイクロ波発振器 1011 として半導体型発振器を用いる場合であっても、一のマイクロ波を発生する発振器（図示せず）が発生するマイクロ波を分岐して、分岐した各マイクロ波をそれぞれ別の増幅器で増幅して伝送する場合、例えば、各増幅器をそれぞれ別の半導体型発振器と考えるようにしてもよい。

20

【0036】

照射部 101 は、複数の出射部 12 から出射するマイクロ波の位相が制御可能なものであることが好ましい。照射部 101 は、例えば、複数の出射部 12 から出射するマイクロ波の位相を、個別に制御可能なものであることが好ましい。ただし、複数の出射部 12 のうちの 2 以上の出射部 12 で構成される組を、組単位で制御可能なものであってもよい。照射部 101 の位相は、例えば、制御部 107 により制御される。

30

【0037】

照射部 101 は、例えば、複数の出射部 12 のうちの少なくとも一部が、他の出射部 12 とは異なる位相のマイクロ波を発生するよう制御可能であるものであることが好ましい。ただし、出射部 101 は、複数の出射部 12 が出射するマイクロ波の位相が同移相となるよう制御してもよい。位相の制御は、例えば初期位相の制御と考えてもよい。

【0038】

照射部 101 が複数の出射部 12 から出射するマイクロ波の位相をどのように制御できるようにするかは問わない。例えば、照射部 101 が複数のマイクロ波発振器 1011 を有している場合、複数のマイクロ波発振器 1011 のそれぞれとして、発生するマイクロ波の位相を制御可能なマイクロ波発振器を用いることが好ましい。この場合、後述する制御部 107 により、マイクロ波発振器 1011 が発生するマイクロ波の位相を制御することで、出射部 12 から照射される位相を制御することができる。なお、複数のマイクロ波発振器 1011 同士の位相は、例えば、マイクロ波発振器 1011 間で位相を同期させたり、制御部 107 等が同期のための信号等を出力することで、適宜同期させるようにすればよい。例えば、各マイクロ波発振器として、位相を制御する移相器（図示せず）を備えたマイクロ波発振器を用いてもよい。例えば、マイクロ波発振器 1011 が、図示しない発振器と増幅器とを有する半導体型発振器である場合、この半導体型発振器の発振器と増幅器との間に移相器を有する半導体型発振器や、増幅器の後段に移相器を接続した半導体型発振器を、位相を制御可能なマイクロ波発振器 1011 として用いてもよい。また、位相を制御可能なマイクロ波発振器を用いる代わりに、各マイクロ波発振器が発生するマイ

40

50

ク波の位相を制御するための移相器（図示せず）を、伝送手段1012の途中や、前後に設けるようにしてもよい。この場合、各移相器を後述する制御部107により制御することにより、発生するマイクロ波の位相が制御される。

【0039】

また、照射部101が、一のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波を、分岐構造等を介して、複数の伝送手段1012に伝送させる構成を1以上有している場合、一のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波を複数に分岐し、分岐したマイクロ波を、図示しない移相器等に入力して、それぞれの位相を制御し、位相を制御したマイクロ波をそれぞれ複数の伝送手段1012に伝送させるようにしてもよい。

【0040】

なお、照射部101において、一のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波を、複数の伝送手段1012に伝送させる構成を1以上有している場合、一のマイクロ波発振器1011の後段に移相器（図示せず）を設け、この移相器で位相を制御したマイクロ波を、複数の伝送手段1012に分岐して伝送させることで、この複数の伝送手段1012にそれぞれ伝送され、出射されるマイクロ波の位相を同時に制御することができる。

【0041】

なお、移相器の構造等については、公知技術であるため、ここでは、詳細な説明は省略する。移相器については、例えば、以下の文献を参照されたい。「"高周波回路教室[V・コントロール回路]"、[online]、アイラボラトリー、[平成28年3月11日検索]、インターネット<URL: [http://www1.sphere.ne.jp/i-lab/ilab/kairo/k5/k5\\_3a.htm](http://www1.sphere.ne.jp/i-lab/ilab/kairo/k5/k5_3a.htm)>」。

【0042】

なお、位相を制御する場合、位相の制御が容易であることから、マイクロ波発振器としては、半導体素子を用いて構成された半導体型発振器を用いることが好ましい。

【0043】

照射部101は、例えば、2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射可能なものであってもよい。

【0044】

例えば、照射部101は、一以上の出射部12が出射するマイクロ波の周波数を変更することにより、変更の前後で2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射するものであってもよい。また、照射部101の、複数の出射部12のうちの2以上が、異なる周波数のマイクロ波を出射することで、2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射可能なものであってもよい。この場合、例えば、出射部12を移動させて、一の領域にマイクロ波を照射する出射部12を異なる周波数のマイクロ波を出射する出射部12に変更することで、2以上の異なる周波数のマイクロ波を一の領域に照射することができる。

【0045】

照射部101の各出射部12が照射するマイクロ波の周波数は、例えば、後述する制御部107により制御される。例えば、照射部101は、後述する制御部107により、後述する状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射するよう制御される。

【0046】

照射部101が、出射部12が出射するマイクロ波の周波数を変更することにより、2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射する場合、どのようにして、出射部12が異なる周波数のマイクロ波を照射できるようにするかは問わない。例えば、照射部101が、マイクロ波発振器1011として、発生するマイクロ波の周波数が可変である1以上の半導体型発振器を用いるようにし、この1以上の半導体型発振器1011が発生するマイクロ波の周波数を変更することで、出射部12から2以上の異なる周波数のマイクロ波を照射できるようにしてもよい。また、照射部101が、例えば、発生するマイクロ波の周波数が互いに異なる複数の半導体型発振器（図示せず）を有するようにして、この複数の半導体型発振器のうちの、マイクロ波を発生する1以上の半導体型発振器を切り替えることにより、複数の出射部12から異なる周波数のマイクロ波を照射できるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

発生するマイクロ波の周波数が可変である半導体型発振器については公知技術であるため、ここでは詳細な説明は省略する。周波数を変更可能な半導体型発振器としては、例えば、以下のURLに示すものが知られている。「<http://www.fcb-microwave.jp/fcb-microwave/wp-content/uploads/CYT-15016.pdf>」、「[http://www.tokyo-keiki.co.jp/rf/j/products/pdf/2.45\\_200\\_hasshinkij.pdf](http://www.tokyo-keiki.co.jp/rf/j/products/pdf/2.45_200_hasshinkij.pdf)」。

【0047】

また、半導体型発振器であるマイクロ波発信器1011が発生するマイクロ波の周波数は、例えば、後述する制御部107により制御される。半導体型発振器の周波数制御の原理等については、例えば、以下のURL等を参考にされたい。「<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/00-2564.pdf>」、「<http://toragi.cqpub.co.jp/Portals/0/backnumber/2004/05/p098-099.pdf>」、「[http://www.altima.jp/column/fpga\\_edison/vco\\_vcxo.html](http://www.altima.jp/column/fpga_edison/vco_vcxo.html)」。

10

【0048】

図1においては、一例として、マイクロ波発振器1011aおよび1011bは、発生するマイクロ波の周波数が可変であり、かつ、位相を制御するための移相器(図示せず)を有する半導体型発振器である場合を例に挙げて説明する。

20

【0049】

移動部102は、照射部101が有する複数の出射部12を、個別に移動させるものである。個別に移動とは独立して移動させることと考えてもよい。移動部102は、例えば、複数の伝送手段1012がそれぞれ有する出射部12(例えば、アンテナ)を個別に移動させる。移動部102は、例えば、照射部101が有する伝送手段1012を個別に移動させることで、伝送手段1012が有する出射部12を個別に移動させてもよい。移動部102は、例えば、照射部101が有する複数の導波管(図示せず)の出射部12である端部を個別に移動させてもよい。

【0050】

各出射部12の移動は、一次元方向の移動(例えば、直線方向の移動)であってもよく、二次元方向の移動(例えば、平面内における移動等)であってもよく、三次元方向(例えば、空間内における移動等)であってもよい。また、ここでの移動は、出射部12の方向の変更も含むと考えてもよい。出射部12の方向とは、例えば、マイクロ波の出射方向の変更や、出射方向を中心とした回転等である。例えば、ここでの移動は、一次元~三次元方向の移動と、照射方向の変更との組合せであってもよい。出射部12の照射方向の変更は、例えば、出射部12であるアンテナの向きの変更であってもよい。

30

【0051】

移動部102が、照射部101が有する複数の出射部12を個別に移動させるための構造等は問わない。例えば、移動部102は、2または3以上のロボットアーム1022を有するものであってもよい。この複数のロボットアーム1022は、例えば、独立して移動可能なロボットアーム1022である。ロボットアームは、マニピュレータとも呼ばれる。ロボットアーム1022は、例えば、複数のモータ等のアクチュエータによってそれぞれ駆動される複数の関節によって連結された複数のアームにより先端等を移動させるものである。ロボットアーム1022は、どのようなロボットアームであってもよい。ロボットアーム1022は、例えば、垂直多関節のロボットアームや、水平多関節のロボットアームである。ロボットアーム1022は、移動の自由度が高いことから、例えば、 $n$ 軸( $n$ は、6以上の整数)のロボットアームであることが好ましい。移動部102は、複数のロボットアーム1022のみにより構成されていてもよく、その他の構成等を有していてもよい。ロボットアーム1022のサイズ等は問わない。また、ロボットアーム1022と、ロボットアーム1022に設置される出射部12とのサイズの比率等は問わない。

40

50

ロボットアームや、ロボットアームの姿勢や動作等の制御については、公知技術であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

【0052】

例えば、複数の伝送手段1012の出射部12（例えば、アンテナ）が、移動部102が有する複数のロボットアーム1022にそれぞれ設置され、各ロボットアーム1022を動かすことで、各ロボットアーム1022に配置した出射部12を移動させることができる。例えば、各ロボットアーム1022を個別に動かすことで、ロボットアーム1022に取付けられた各出射部12を個別に移動させることができる。出射部12は、例えば、各ロボットアーム1022のいわゆる手先や手先効果器（図示せず）や先端等に設置される。ロボットアーム1022の手先等に設けられた把持部（図示せず）等で、出射部12が把持されている場合も、ここでは、出射部12がロボットアーム1022に設置されていると考えてもよい。また、伝送手段1012が導波管を有している場合、ロボットアーム1022に導波管の端部である出射部12を設置し、ロボットアーム1022を動かすことでこの導波管の端部を移動させるようにしてもよい。

10

【0053】

例えば、移動部102は、照射部101が有する出射部12の数と同数のロボットアーム1022を有していることが好ましい。ただし、移動部102は、少なくとも、2以上のロボットアーム1022を有するようにし、この2以上のロボットアーム1022にそれぞれ設置された出射部12を、少なくとも個別に移動させることができればよいようにしてもよい。

20

【0054】

なお、移動部102が有するロボットアーム1022に対し、伝送手段1012の出射部12を設置し、出射部12以外の同軸ケーブルや、マイクロ波発振器1011等を、ロボットアーム1022以外の場所に設置してもよい。また、出射部12が設置されたロボットアーム1022に、この出射部12を有する伝送手段1012や、この伝送手段1012によりマイクロ波が伝送されるマイクロ波発振器1011等を適宜設置するようにしてもよい。例えば、図1に示すように、移動部102が有するロボットアーム1022aに照射部101aの構成を設置し、ロボットアーム1022bに照射部101bの構成を設定するようにしてもよい。

【0055】

なお、移動部102として、ロボットアーム1022以外のロボットや、クレーンや、いわゆる遠隔操作可能ないわゆるドローン等の移動体や、レール上等を移動する移動体等を用いてもよい。

30

【0056】

1または2以上のセンサ103は、状況情報を取得する。状況情報は、複数の出射部12が出射するマイクロ波が照射される領域に関連した状況を示す情報である。ここでの領域は、例えば、三次元空間も含む概念である。状況情報は、マイクロ波が照射される領域内の1または2以上の所望の箇所の状況を示す情報であってもよく、マイクロ波が照射される照射対象物の状況を示す情報であってもよい。ここでの所望の箇所は、複数の出射部12が出射する複数のマイクロ波による電界が集中する箇所や、複数のマイクロ波が干渉により強め合う箇所や、入射されるマイクロ波の位相が同位相となる箇所等である。ここでのマイクロ波が照射される領域は、複数の出射部12から出射されるマイクロ波が重なる領域であることが好ましい。マイクロ波が照射される領域に関連した状況とは、例えば、領域内の温度や、圧力、湿度、導電率である。また、マイクロ波が照射される領域に関連した状況は、マイクロ波が照射される領域に、図示しない攪拌翼等の装置が設けられている場合、この装置の負荷の状況を示す値（例えば、攪拌翼の回転時のトルク等）であってもよい。また、マイクロ波が照射される領域の状況とは、図示しないマイクロ波の照射対象物の状況や、マイクロ波が照射される1以上の箇所の状況も含むと考えてもよい。領域の状況とは、例えば、領域の温度や、粘度、pH、カラー、濃度、水分（含水率）、糖度、導電率等である。例えば、1以上のセンサ103は、温度センサや、比重センサ、圧

40

50

力センサ、濃度センサ、カラーセンサ、攪拌トルクセンサ、湿度センサ、pHセンサ、導電率センサ、粘度センサ、水分センサ、および糖度センサ等のうちの1以上である。なお、照射対象物については、後述する。

【0057】

センサ103の取得する状況情報は、センサ103が取得した電気信号の出力値等のいわゆる生データや、この生データを、測定対象を表す値（例えば、温度や圧力、導電率、水分量等の値）に置き換えた値等の測定値であってもよく、「高い」、「低い」等の二値の値であってもよい。二値の値は、例えば、測定値が、センサ103に対して予め決められた閾値より高いか否か等を判断することで取得された値であってもよい。

【0058】

マイクロ波処理装置1が2以上のセンサ103を有している場合、各センサ103は、測定対象が同じセンサ（例えば、同じ温度センサ等）であってもよく、異なるセンサであってもよい。

【0059】

状況情報を取得可能であれば、1以上のセンサ103が設けられている位置は問わない。図1においては、温度分布を検出するための赤外線イメージセンサである一のセンサ103が複数の出射部12から照射されるマイクロ波が重なる領域が検出対象の領域となるよう設けられている場合を一例として示している。ただし、センサ103はどのようなセンサであってもよく、また、センサ103が設けられている位置や、センサ103の数、センサ103の形状等は問わない。

【0060】

状況対応情報格納部104には、1以上の状況対応情報が格納される。状況対応情報は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報が示す値の2以上の範囲を指定する情報と、この2以上の範囲にそれぞれ対応する照射部101が照射するマイクロ波の周波数を示す情報とを有する情報である。一の値の範囲を指定する情報は、例えば、値の上限値および下限値の少なくとも一方を有する情報である。例えば、一の値の範囲を指定する情報が、一の上限値を有する場合、この一の値の範囲は、この一の上限値以下（あるいは未満）の範囲と考えるもよい。また、例えば、一の値の範囲を指定する情報が、一の下限値を有する場合、この一の値の範囲は、この一の下限値以上（あるいは下限値より上）の範囲と考えるもよい。また、例えば、値の2以上の範囲を指定する情報は、一の閾値であってもよく、この場合、例えば、この閾値以上の値の範囲を第一の範囲、この閾値未満の値の範囲を第二の範囲と考えるもよい。2以上の範囲は、例えば、重複しない範囲である。2以上の範囲を合せた範囲は、例えば、1以上のセンサ103が取得可能な値の範囲を含む範囲となるようにすることが好ましい。なお、範囲を指定する情報が指定する一の範囲は、2以上の異なる状況情報のそれぞれについての範囲を指定する情報を有していてもよい。状況対応情報は、例えば、状況情報と対応付けて（例えば、状況情報の識別子等と対応付けて）状況対応情報格納部104に格納されてもよい。

【0061】

状況対応情報格納部104は、不揮発性の記録媒体でも、揮発性の記録媒体でもよい。かかることは他の格納部についても同様である。なお、状況対応情報を用いない場合、状況対応情報格納部104は省略するようにしてもよい。

【0062】

照射管理情報格納部105には、1以上の照射管理情報が格納される。一の照射管理情報は、例えば、(1-A)複数の出射位置情報および対象位置情報を有する情報である。また、一の照射管理情報は、(1-B)複数のマイクロ波の出射部12の位置をそれぞれ示す複数の出射位置情報の1以上の組が、移動が行なわれる順序と対応付けて格納される情報であってもよい。以下、照射管理情報が、上記のいずれかの情報である場合について説明する。

【0063】

(1-A)照射管理情報が、複数の出射位置情報および対象位置情報を有する情報であ

10

20

30

40

50

る場合

複数の出射位置情報は、照射部 101 が有する複数の出射部 12 の位置をそれぞれ示す情報である。出射位置情報は、出射部 12 の位置を示す情報であり、例えば、出射部 12 の座標である。また、出射位置情報は、出射部 12 の方向を示す情報を更に有していても良い。方向を示す情報は、例えば、上述したようなマイクロ波の照射方向を示す情報や、出射部 12 の照射方向に対する回転角度等を示す情報である。照射方向を示す情報は、例えば、方向ベクトルや、方位角と仰角との組合せ等である。なお、出射部 12 が出射するマイクロ波の指向性が高い場合、出射部 12 の方向によって、マイクロ波が照射される領域が異なる可能性が高いため、出射位置情報は、照射方向を示す情報を有していることが好ましい。逆に、出射部 12 が出射するマイクロ波の指向性が低い場合、出射位置情報は、方向を示す情報を有していなくてもよい。

10

【0064】

一の出射位置情報は、一の出射部 12 に対応付けられた情報である。例えば、一の出射管理情報が有する各出射位置情報は、それぞれに対応付けられた出射部 12 を特定する情報と対応付けられて一の照射管理情報に格納されている。出射部 12 を特定する情報を、ここでは出射部特定情報と称す。出射部特定情報は、例えば、移動部 102 の、出射部 12 が設置された移動可能な部分を特定する情報である。出射部特定情報は、出射部 12 の識別子である。出射部 12 の識別子は、例えば、出射部 12 に割り当てられたコード等である。また出射部特定情報は、例えば、出射部 12 が設置された、移動部 102 が有するロボットアーム 1022 を特定する情報であり、例えば、ロボットアーム 1022 の識別子等である。ロボットアーム 1022 の識別子は、例えば、ロボットアーム 1022 に割り当てられたコードや、IP アドレス等のアドレス情報等である。

20

【0065】

対象位置情報は、マイクロ波の照射対象となる位置を示す情報である。マイクロ波の照射対象とは、例えば、複数の出射部 12 から照射されるマイクロ波による電界が集中する箇所や、複数の出射部 12 から照射されるマイクロ波同士が干渉により強め合う箇所や、複数の出射部 12 から照射されるマイクロ波の位相が同位相となる箇所であり、照射対象を示す位置は、これらの箇所を示す位置である。

【0066】

一の照射管理情報が有する複数の出射位置情報は、例えば、同じ照射管理情報が有する対象位置情報が示す位置において、複数の出射部 12 から出射されるマイクロ波による電界を集中させるため、あるいは電界強度を高くするための、各出射部 12 の位置を示す情報である。なお、この場合の各出射部 12 から出射されるマイクロ波の位相は、例えば、予め決められた位相であるとする。

30

【0067】

(1-B) 照射管理情報が、複数の出射位置情報の 1 以上の組が、移動が行なわれる順序と対応付けて格納された情報である場合

出射位置情報の詳細や、複数の出射位置情報がそれぞれ出射部特定情報と対応付けて格納されうることについては、上記と同様である。

【0068】

移動が行なわれる順序とは、例えば、制御部 107 の制御によって、移動部 102 が、複数の出射部 12 を移動させる順序である。移動が行なわれる毎に、マイクロ波の照射や、マイクロ波照射による処理が行なわれる場合、移動が行なわれる順序は、マイクロ波照射や、処理が行なわれる順序と考えてもよい。出射位置情報の 1 以上の組が移動が行なわれる順序と対応付けて格納されるということは、例えば、移動が行なわれる順番に読出されるよう、移動が行なわれる順番に配列されて格納されること等であってもよく、移動が行なわれる順番を示す連番等の値と対応付けて格納されることであってもよい。また、移動が行なわれる時刻と対応付けて格納されることであってもよい。この場合の時刻は、標準時等の絶対的な時刻であってもよく、開始時等を基準にした相対的な時刻であってもよい。また、複数の出射位置情報の一組は、移動を開始するタイミングや、一の照射管理

40

50

情報に応じた移動後に、移動を停止している時間等を示す情報等を更に有していても良い。

【0069】

なお、上記の(1-A)および(1-B)のいずれの場合においても、1以上の照射管理情報は、更に、複数の位相指定情報を有していても良い。複数の位相指定情報は、複数の出射部12がそれぞれマイクロ波を出射する際の位相を示す情報である。例えば、位相を示す情報は、例えば、基準となるマイクロ波に対する位相差を示す情報や、初期位相を示す情報である。位相指定情報は、対応する出射部12を示す情報と対応付けられて照射管理情報に格納される。位相指定情報は、対応する出射部12を示す情報と対応付けられた出射位置情報と対応付けられて、照射管理情報に格納されていてもよい。

10

【0070】

照射管理情報格納部105に格納される照射管理情報が、どのように取得された情報であるかは問わない。例えば、上記の(1-A)において用いられる照射管理情報は、予め決められた1組以上の複数の出射部12のそれぞれの出射位置情報の組と、この出射位置情報を組をそれぞれ用いて、予め決められた数式等により算出された対象位置情報とを有する情報であってもよい。また、(1-A)において用いられる照射管理情報は、予め決められた1組以上の複数の出射部12のそれぞれの出射位置情報の組と、この出射位置情報の組をそれぞれ用いて行なわれた電界分布や磁界分布を取得する予め決められたシミュレーションにより得られた電界や磁界の強度が高い位置を示す対象位置情報と、を有する情報であってもよい。また、例えば、上記の(1-B)において用いられる照射管理情報は、予め決められた1以上の箇所マイクロ波による電界を集中させるために、この箇所の位置を示す座標等の情報を用いて算出された複数の出射部12の出射位置情報を有する情報である。また、(1-B)において用いられる照射管理情報は、予め決められた1以上の箇所マイクロ波による電界を集中させるために、シミュレーションや実験等によってそれぞれ取得された、複数の出射部12の出射位置情報の組を有する情報である。なお、(1-B)において用いられる照射管理情報は、マイクロ波を照射する箇所の、照射順番と対応付けて、照射管理情報格納部105に格納される。なお、ここでの組は、例えば、重複しない組合せである。

20

【0071】

マイクロ波を照射する状況によっては、正確な電界や磁界の分布を予測することが困難な場合があり、電界や磁界が集中する箇所を数式等で算出することが困難な場合がある。マイクロ波を照射する状況とは、例えば、マイクロ波を照射する環境や、マイクロ波を照射するアンテナ等の形状等である。例えば、マイクロ波の照射がマイクロ波の反射等が発生する環境で行なわれる場合等においては、マイクロ波による電界や磁界の分布が反射波の影響を受けるため、正確な電界や磁界の分布を予測することが困難な場合があり、電界や磁界が集中する箇所を数式等で算出することが困難な場合がある。このため、このような場合においては、上記のように、シミュレーションを用いて照射管理情報を取得することが好ましい。マイクロ波の反射等が発生する環境等でマイクロ波の照射を行なう場合とは、後述するような、マイクロ波処理装置が容器内や閉鎖された空間等でマイクロ波の照射を行なう場合等である。

30

40

【0072】

なお、照射管理情報を用いない場合、照射管理情報格納部105は省略するようによ

【0073】

受付部106は、位置指定情報を受け付ける。位置指定情報は、マイクロ波の照射対象となる位置を示す情報である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、複数の出射部12から出射されるマイクロ波の照射対象となる位置である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、所望の箇所である。また、ここでの箇所は、一点と考えてもよく、予め決められたサイズ等を有する領域と考えてもよい。かかることは以下においても同様である。ここでの一点とは、例えば、一の座標等で指定可能な点である。

50

## 【 0 0 7 4 】

マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、マイクロ波により局所的に加熱する箇所である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、マイクロ波による電界強度を高めたい箇所である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、複数の出射部 1 2 からそれぞれ出射されるマイクロ波を、干渉により強め合わせたい箇所である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、複数の出射部 1 2 からそれぞれ出射されるマイクロ波による電界が集中する箇所である。マイクロ波の照射対象となる位置は、例えば、複数の出射部 1 2 からそれぞれ出射されるマイクロ波を、同位相とさせたい箇所である。

## 【 0 0 7 5 】

ここでの受付とは、例えば、ユーザ等による入力手段からの受付や、他の機器等から送信される入力信号の受信や、記録媒体等からの情報の読み出し等である。位置指定情報の入力手段は、テンキーやキーボードやマウスやメニュー画面によるもの等、何でも良い。受付部 1 0 6 は、キーボード等の入力手段のデバイスドライバーや、メニュー画面の制御ソフトウェア等で実現され得る。

10

## 【 0 0 7 6 】

制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 による出射部 1 2 の移動を制御する。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 に対して、制御信号等を送信することで、移動部 1 0 2 を動作させて、移動部 1 0 2 に設置された各出射部 1 2 の移動を個別に制御する。移動部 1 0 2 を動作させるということは、例えば、移動部 1 0 2 の位置を移動させることや、移動部 1 0 2 の姿勢を変更すること等である。各出射部 1 2 の移動を制御することは、例えば、各出射部 1 2 をそれぞれ移動させることと考えてもよい。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 を制御して移動部 1 0 2 を動作させることで、各出射部 1 2 を個別に移動させる。

20

## 【 0 0 7 7 】

例えば、移動部 1 0 2 が、複数の出射部 1 2 がそれぞれ設置された複数のロボットアーム 1 0 2 2 を有している場合、制御部 1 0 7 は、各ロボットアーム 1 0 2 2 に対して制御信号等を送信して、各ロボットアーム 1 0 2 2 を個別に動作させることで、各出射部 1 2 を個別に移動させることができる。各ロボットアーム 1 0 2 2 の制御は、移動部 1 0 2 の制御と考えてもよい。ここでの移動は、出射部 1 2 a および 1 2 b の出射方向等が所望の方向となるよう出射部 1 2 の向き等を動かすことも含む概念である。ロボットアーム 1 0 2 2 の動作は、例えば、ロボットアーム 1 0 2 2 の移動や姿勢の変更である。

30

## 【 0 0 7 8 】

例えば、図 1 においては、制御部 1 0 7 は、制御信号を送信して、移動部 1 0 2 が有するロボットアーム 1 0 2 2 a および 1 0 2 2 b をそれぞれ動作させることで、ロボットアーム 1 0 2 2 a およびロボットアーム 1 0 2 2 b にそれぞれ設置された出射部 1 2 a および 1 2 b を、所望の位置に移動させることができる。

## 【 0 0 7 9 】

制御部 1 0 7 は、例えば、図示しない格納部等に予め格納された出射部 1 2 を所望の位置に移動させるためのデータを読み出し、このデータが示す位置に、出射部 1 2 が移動するよう、移動部 1 0 2 を制御する。このデータは、例えば、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納された照射管理情報である。例えば、移動部 1 0 2 がロボットアーム 1 0 2 2 を有しており、一の出射部 1 2 が一のロボットアーム 1 0 2 2 の先端に設置されている場合、図示しない格納部に、照射管理情報等の、この一の出射部 1 2 の移動先となる座標や、移動後の出射方向を示す情報（例えば、方位角と仰角とを有する情報や、方向ベクトル等）を予め蓄積しておくようにし、制御部 1 0 7 が、マイクロ波を照射する際に、この移動先の座標や出射方向を示す情報を図示しない格納部等から読み出し、ロボットアーム 1 0 2 2 の先端の位置および方向が、読み出した移動先の座標や方向ベクトルが示す座標や方向になるようにロボットアーム 1 0 2 2 を制御するための情報を、読み出した移動先の座標や出射方向を示す情報から算出し、この情報を用いて、一のロボットアーム 1 0 2 2 を動作させることで、一の出射部 1 2 を所望の位置に移動させることができる。

40

## 【 0 0 8 0 】

50

なお、上述した出射部 1 2 の移動先の座標や方向ベクトルの情報から算出されるロボットアーム 1 0 2 2 を制御するための情報は、例えば、ロボットアーム 1 0 2 2 を構成するアームの位置等を制御するための情報であり、具体例を挙げると、ロボットアーム 1 0 2 2 を構成する複数のアクチュエータ等を制御するための情報である。ロボットアーム 1 0 2 2 の先端の移動先の位置を示す座標や方向ベクトル等の情報から、ロボットアーム 1 0 2 2 を制御するための情報を算出する処理は、ロボットアーム 1 0 2 2 を制御する技術等として公知の技術であるため、ここでは、詳細な説明は省略する。

【 0 0 8 1 】

制御部 1 0 7 は、例えば、移動部 1 0 2 を制御して、照射部 1 0 1 の複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波が少なくとも所望の箇所で重なるよう 1 または 2 以上の出射部 1 2 を移動させる。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 (例えば、移動部 1 0 2 が有する 1 または 2 以上のロボットアーム 1 0 2 2 ) を制御して動作させて、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波が少なくとも所望の箇所で重なるよう 1 または 2 以上の出射部 1 2 を個別に移動させる。このように、複数の出射部 1 2 をそれぞれ個別に移動させることで、複数の出射部 1 2 から出射されるマイクロ波を、所望の箇所に重ねて照射することができる。これにより、例えば、一のマイクロ波の照射では行なうことができない、複数のマイクロ波照射を組み合わせた加熱、例えば、局所的な加熱や、均等な加熱等を、所望の箇所に対して行なうことが可能となる。

10

【 0 0 8 2 】

また、制御部 1 0 7 は、例えば、移動部 1 0 2 を制御して、照射部 1 0 1 の複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波が、所望の箇所で干渉により強め合うよう 1 以上の出射部 1 2 を移動させる。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 (例えば、移動部 1 0 2 が有する 1 または 2 以上のロボットアーム 1 0 2 2 ) を制御して動作させて、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波が所望の箇所で干渉により強め合うよう 1 または 2 以上の出射部 1 2 を個別に移動させる。これにより、一のマイクロ波の照射では行なうことができない、所望の箇所における局所的な加熱を行なうことができる。

20

【 0 0 8 3 】

なお、ここでの所望の箇所は、例えば、複数の出射部 1 2 から出射されるマイクロ波が重なって照射される領域内の 1 以上の所望の箇所である。かかることは以下の制御においても同様である。また、この所望の箇所と、各出射部 1 2 との間は、マイクロ波の透過性が高い空間、例えば、誘電率が低い物質を有する空間であることが好ましい。かかることは以下においても同様である。

30

【 0 0 8 4 】

また、制御部 1 0 7 は、例えば、移動部 1 0 2 を制御して、所望の箇所で複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波による電界が集中するよう 1 以上の出射部を移動させる。マイクロ波による電界は、例えば、マイクロ波により生じる電界や、マイクロ波マイクロ波が存在することにより生じるマイクロ波自身の電界と考えてもよい。電界が集中するということは、例えば、電界強度が高くなることや、電界強度の分布が高くなること等である。ここでの電界が集中する、とは、例えば、複数の出射部 1 2 の位置を移動させない場合に比べて、電界が集中することや、電界強度の分布が高くなることである。ここでの位置は、方向も含むと考えてもよい。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 (例えば、1 または 2 以上のロボットアーム 1 0 2 2 ) を制御して動作させて、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波による電界が所望の箇所で集中するよう 1 以上の出射部 1 2 を移動させる。これにより、一のマイクロ波の照射では行なうことができない、所望の箇所における局所的な加熱を行なうことが可能となる。

40

【 0 0 8 5 】

また、制御部 1 0 7 は、例えば、移動部 1 0 2 を制御して、所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が同位相となるように、各出射部を移動させる。例えば、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 (例えば、1 または 2 以上のロボットアーム 1 0 2 2 ) を制御して動作させて、複数の出射部 1 2 から所望の箇所に入射される複数のマイクロ波が、同位相となる

50

よう1または2以上の出射部12を移動させる。これにより、一のマイクロ波の照射では行なうことができない、所望の箇所における局所的な加熱を行なうことが可能となる。

【0086】

以下、複数の出射部12からそれぞれ所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が、同位相となるようにするための、複数の出射部12を移動させる制御について例を挙げて説明する。

【0087】

図2は、照射部101が有する複数の出射部12を移動させる制御を説明するための模式図である。出射部12を移動させる制御は、出射部12の位置の制御と考えてもよい。ここでは、照射部101が、アンテナ等の5つの出射部12(ここでは、出射部12a~12eと称す)を有している場合について説明する。なお、以下の第1の例および第2の例においては、いずれも、出射部12a~12eがそれぞれ発生するマイクロ波の出力周波数は同じであり、出射するマイクロ波の位相も同位相であるとする。所望の箇所1021は、複数の出射部12から出射されるマイクロ波が重なる領域に位置しているものとする。移動前の各出射部12a~12eと所望の箇所1021との距離をそれぞれ距離 $K_a \sim K_e$ とする。なお、ここでは、説明の便宜上、それぞれの距離 $K_a \sim K_e$ が異なる値となるように、所望の箇所1021の位置を設定している。なお、図2における出射部12aおよび12bと、図1における出射部12aおよび12bとは、同じものと考えてもよく、異なるものと考えてもよい。

【0088】

(2?A)移動制御の第1の例

複数の出射部12a~12eからそれぞれ所望の箇所1021に入射されるマイクロ波の位相が、同位相となるようにするために、例えば、各出射部12a~12eと所望の箇所1021との間の距離 $K_a \sim K_e$ の差によって生じる位相差が0となるように、出射部12a~12eの位置を制御すればよい。

【0089】

このためには、複数の出射部12のうちの基準となる一の出射部12から、所望の箇所1021までの距離と、各出射部12a~12eと所望の箇所1021との間の距離との差を算出し、その差を、各出射部12a~12eから出射されるマイクロ波の波長で除算して余り $a \sim e$ ( $<$ )を求め、この余り $a \sim e$ がそれぞれ示す距離だけ、各出射部12a~12eを、所望の箇所1021の方向に移動させる。すなわち所望の箇所1021に近づける。ただし、基準となる一の出射部12については、上記の位相差の算出は行なわなくても良く、基準となる一の出射部12の位相は変更しないようにしてもよく、位相差を0としてもよい。

【0090】

例えば、一の基準となる出射部12を出射部12cとした場合、距離 $K_a$ と距離 $K_c$ の距離の差、つまり $K_a - K_c$ を算出し、この差を、出射部12が出射するマイクロ波の波長で除算して余り $a$ ( $a <$ )を求め、移動部102を制御して、この余り $a$ の値だけ、出射部12aを所望の箇所1021に近づくよう移動させる。

【0091】

同様に、距離 $K_b$ と距離 $K_c$ の距離の差、つまり $K_b - K_c$ を算出し、この差をマイクロ波の波長で除算して余り $b$ ( $b <$ )を求め、移動部102を制御して、この $b$ の距離だけ、出射部12bを所望の箇所1021に近づくよう移動させる。

【0092】

同様に、距離 $K_d$ および $K_e$ と、距離 $K_c$ との距離の差を波長で除算した余りがそれぞれ $d$ および $e$ であったとすると、移動部102を制御して、この $d$ 及び $e$ の距離だけ、出射部12dおよび出射部12eを所望の箇所1021に近づくよう移動させる。

【0093】

ここでは、距離 $K_c$ が距離の基準であるため、上記の移動距離は、出射部12cと所望

10

20

30

40

50

の箇所1021との距離を基準とした位相である。このため、出射部12cについては、上記のような距離の差等を算出しなくてもよく、出射部12cの位置は、例えば、変化させなくてもよい。

【0094】

なお、ここでは、距離の基準を出射部12cとしたが、どの出射部12を距離の基準としてもよい。また、距離の基準として、任意の距離を用いるようにしてもよい。この場合、各出射部12についての余りの値が同じ値となるよう、各出射部12を移動させるようにしてもよい。

【0095】

また、上記で算出する余りは、一の距離を基準とした場合の相対的な余りであるため、制御部107は、結果的に、この相対的な余りが無くなるよう各出射部12の位置を変更することができれば、移動部102を制御して、各出射部12の位置をどのように移動させてもよい。例えば、出射部12cに対する出射部12aの余りがある値であった場合、制御部107は、移動部102を制御して、出射部12aを所望の箇所1021に対してだけ近づけるよう移動させてもよく、出射部12aを1/3だけ所望の箇所1021近づけるとともに、出射部12cを2/3だけ、所望の箇所1021から遠ざけるようにしてもよい。かかることは、以下においても同様である。

【0096】

(2?B)移動制御の第2の例

例えば、制御部107は、移動部102を制御して、上記の距離 $K_a \sim K_e$ を、それぞれの出射部12a~12eが発生するマイクロ波の波長で除算して得られた余り $a \sim e$ が示す距離だけ、各出射部12a~12eを所望の箇所1021に近づけるよう移動させる。ただし、 $a \sim e$ は、いずれも未満であるとする。

【0097】

なお、上記の制御は一例であり、複数の出射部12のそれぞれと、所望の箇所1021について算出した上記の余りが、同じ値となるようにすることができれば、出射部12a~12eの位置をどのように変更してもよい。

【0098】

なお、上記においては、所望の箇所1021が一つである場合を例に挙げて説明したが、所望の箇所が複数である場合、それぞれの箇所が同位相となるように移動後の各出射部12a~12eの位置を決定すればよい。ただし、所望の箇所の配置によっては、複数の箇所が同位相となるような位置が決定できない場合がある。

【0099】

上記のように出射部12a~12eの位置を制御することで、例えば、所望の箇所を局所的に加熱すること等が可能となる。

【0100】

なお、上記においては、5つのマイクロ波発振器103を用いた場合について説明したが、マイクロ波発振器1011の数は2以上であればよく、2以上であれば、上記と同様の制御が実現可能である。

【0101】

また、上記の(2-A)や(2-B)において示した位相差等を算出する算出式等の代わりに、適宜、近似した位相差等を算出可能な近似式等を用いるようにしてもよい。

【0102】

なお、上記においては、1または2以上の所望の箇所が局所的に加熱されるように、複数の出射部12の位置を個別に移動する場合等について説明したが、本実施の形態においては、例えば、複数の出射部12をそれぞれ適切な位置に移動させることで、所望の領域等に、一のマイクロ波を照射した場合に比べて均等となる電界分布を生じさせるようにしてもよい。このようにすることで、所望の領域を適宜、均等に加熱することができる。

【0103】

また、上記においては、複数の出射部12から照射されるマイクロ波の位相差が0であ

10

20

30

40

50

る場合を例に挙げて説明したが、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波の位相差がある場合においては、この位相差を考慮して、所望の箇所において複数の出射部 1 2 から同位相のマイクロ波が照射されるよう、各出射部 1 2 を移動させるようにしてもよい。例えば、出射部 1 2 a に対して、出射部 1 2 b の位相が だけ遅れていたとすると、まず、出射部 1 2 a と出射部 1 2 b との位置を、それぞれが同位相のマイクロ波を照射すると仮定した場合について上記のように決定し、更に、出射部 1 2 b の位置を、上記の位相差の分だけ、所望の箇所に近づけるようにしてもよい。例えば、出射部 1 2 b の位置を、同位相として決定した位置から、 だけ、所望の箇所の方向に移動させるようにしてもよい。

#### 【 0 1 0 4 】

なお、1 または 2 以上の所望の箇所が、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波の干渉により強めあう位置となるようするために、制御部 1 0 7 が移動部 1 0 2 を制御して複数の出射部 1 2 を移動させる位置は、上記以外の手法等により決定してもよい。例えば、複数のマイクロ波発振器 1 0 1 1 の位置をそれぞれ変えてシミュレーションや実験等を行なうことで、所望の箇所においてマイクロ波が強め合うような複数の出射部 1 2 の位置等を決定してもよい。同様に、所望の領域が均等に加熱されるような複数の出射部 1 2 の位置をシミュレーション等で決定してもよい。ここでの領域は、3 次元空間も含む概念である。また、所望の領域が均等に加熱されるような複数の出射部 1 2 の位置等をシミュレーションにより決定してもよい。

#### 【 0 1 0 5 】

なお、以下、本実施の形態においては、制御部 1 0 7 が、上述したように、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報を用いて、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の位相を制御する場合を例に挙げて説明する。

#### 【 0 1 0 6 】

照射部 1 0 1 として、上述したように、複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の位相が制御可能なものを用いる場合等においては、制御部 1 0 7 は、更に、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の位相を制御するようにしてもよい。例えば、制御部 1 0 7 は、照射部 1 0 1 の 1 または 2 以上の出射部 1 2 の移動を個別に制御するとともに、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の位相を個別に制御するようにしてもよい。制御部 1 0 7 は、例えば、上述したように、位相を制御可能な 1 以上

#### 【 0 1 0 7 】

のマイクロ波発振器 1 0 1 1 を個別に制御することで、1 以上のマイクロ波発振器 1 0 1 1 が発生するマイクロ波の位相を変更して、位相を変更したマイクロ波を複数の出射部 1 2 から照射するようにしてもよい。また、照射部 1 0 1 が有する 1 以上の伝送手段 1 0 1 2 に対して設けられた、1 以上の伝送手段 1 0 1 2 が伝送するマイクロ波の位相を制御する移相器（図示せず）を個別に制御することで、伝送手段 1 0 1 2 に伝送されるマイクロ波の位相を制御して、位相を変更したマイクロ波を複数の出射部 1 2 から照射するようにしてもよい。ただし、照射部 1 0 1 は、複数の出射部 1 2 から出射するマイクロ波の位相をどのように制御するかは問わない。

#### 【 0 1 0 8 】

このように位相を制御することにより、例えば、後述するようにマイクロ波により電界が集中する箇所を制御することができる。制御部 1 0 7 が、マイクロ波発振器 1 0 1 1 の位相を制御するための構成や、制御方法については、公知技術であるため、ここでは詳細

10

20

30

40

50

な説明は省略する。

【0109】

制御部107は、例えば、複数の出射部12の少なくとも一部が異なる位相のマイクロ波を出射するよう照射部101を制御する。制御部107が、照射部101が有するマイクロ波発振器1011や移相器(図示せず)等を制御することも、照射部101を制御することと考えてもよい。少なくとも一部が異なる位相を出射するようであれば、制御部107が、照射部101を制御して複数の出射部12のそれぞれにどのような位相のマイクロ波を照射させるか等は問わない。例えば、制御部107は、3以上の出射部12が、2または3以上の異なる位相のマイクロ波を発生するよう、照射部101を制御する。例えば、制御部107は、複数の出射部12の一部分(全てを除く)が同じ位相のマイクロ波を発生し、残りの出射部12がこれとは異なる位相のマイクロ波を発生するよう照射部101を制御してもよい。例えば、制御部107は、図1に示したマイクロ波処理装置1において、マイクロ波発振器1011aとマイクロ波発振器1011bとの位相を異なる位相となるように制御してもよい。

10

【0110】

制御部107は、例えば、1または2以上の所望の箇所複数の出射部12から照射されるマイクロ波による電界が集中するよう、照射部101が複数の出射部12から出射するマイクロ波の位相を制御する。電界が集中するということは、例えば、電界強度が高くなることである。ここでの電界が集中する、とは、例えば、複数の出射部12から照射されるマイクロ波の位相を制御しない場合と比較して、電界が集中するということである。例えば、マグネトロン等のマイクロ波発振器に、例えば、上述したような移相器等を用いずに、位相を制御せずにマイクロ波を発生させた場合、ランダムな位相のマイクロ波が発生する。マイクロ波の位相を制御しない場合とは、このような場合を意味すると考えてもよい。

20

【0111】

制御部107は、例えば、1または2以上の所望の箇所が、複数の位置から照射されるマイクロ波が干渉により強めあう位置となるよう、照射部101が複数の出射部12から照射するマイクロ波の位相を制御してもよい。マイクロ波が干渉により強めあう位置は、例えば、マイクロ波の強度が干渉により強め合う位置と考えてもよい。マイクロ波が強め合うということは、例えば、振幅が大きくなることと考えてもよい。マイクロ波が干渉により強めあう位置とは、例えば、照射される複数のマイクロ波のそれぞれから個別に得られる電界よりも少なくとも高い強度の電界が得られる位置である。また、マイクロ波が干渉により強め合う位置は、例えば、複数のマイクロ波の中に、干渉により弱め合うものが含まれない位置であってもよい。ただし、所望の箇所における波の高さは問わない。制御部107は、例えば、1または2以上の所望の箇所が、複数の出射部12から照射されるマイクロ波が干渉により最も強めあう位置となるよう、照射部101が複数の出射部12から出射するマイクロ波の位相を制御することが好ましい。このような構成とすることによって、1以上の所望の箇所において、複数の出射部12から照射されるマイクロ波を集中させることができる。これにより、1以上の所望の箇所を選択的に加熱することが可能となる。なお、制御部107は、1以上の所望の箇所が、3以上の出射部12から照射されるマイクロ波のうちの2以上が干渉により最も強め合う位置であって、残りのマイクロ波が、この最も強め合った2以上のマイクロ波を、少なくとも弱めることがない位置となるように、3以上の出射部12から出射されるマイクロ波の位相を制御することによって、所望の箇所が干渉により強め合うようにしてもよい。

30

40

【0112】

なお、複数の出射部12が同じ周波数のマイクロ波を発生する場合、制御部107は、所望の箇所が、複数の出射部12から照射される複数のマイクロ波の位相差が未満の範囲に収まる箇所となるように、各出射部12から照射されるマイクロ波の位相を制御するようにしてもよい。この場合、上述したように、所望の箇所が、複数のマイクロ波同士が干渉により弱め合わない位置となり、その結果、所望の箇所において、マイクロ波が干渉

50

により強め合うこととなり、所望の箇所電界を集中させることができる。

【0113】

例えば、制御部107は、1または2以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が同位相となるように、複数の出射部12が出射するマイクロ波の位相を制御してもよい。入射される複数のマイクロ波の位相が同位相となるということは、例えば、所望の箇所に入射された時点の位相が同位相であることである。複数のマイクロ波が最も強め合う箇所は、入射される複数のマイクロ波の位相が同位相である箇所、つまり位相差が0となる箇所である。このため、このように所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が同位相となるように位相を制御することで、所望の箇所が複数の位置から照射されるマイクロ波が干渉によって最も強め合う位置となり、所望の箇所に、複数の位置から照射されるマイクロ波を集中させることができる。これにより、所望の箇所を選択的に加熱することができる。

10

【0114】

各出射部12が照射するマイクロ波の位相をどのように決定してもよい。例えば、制御部107が制御する各出射部12の位置と、各出射部12が照射するマイクロ波の位相との組合せをどのように決定してもよい。例えば、各出射部12の位置を所望の位置となるように設定した後、1以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相を同位相とするための、この設定した位置から各出射部12が出射するマイクロ波の位相を決定してもよい。あるいは、例えば、各出射部12の位置が予め決められている場合、1以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相を同位相とするための、この予め決められた位置から各出射部12が出射するマイクロ波の位相を決定してもよい。あるいは、各出射部12が照射するマイクロ波の位相を設定した後、この位相でマイクロ波を各出射部12から出射した場合に、1以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相を同位相となるよう各出射部12の位置を決定してもよい。ただし、1以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相を同位相とするための、各出射部12の位置と、各出射部12が出射するマイクロ波の位相との組合せを同時に決定してもよい。

20

【0115】

1以上の所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相を同位相とするための、各出射部12が出射するマイクロ波の位相は、どのように決定してもよい。例えば、複数の出射部12と所望の箇所との距離、あるいは距離の差によって発生する位相差が無くなるよう、マイクロ波を出力する際の位相を決定する。ここで決定する位相は、初期位相と考えてもよい。

30

【0116】

以下、複数の出射部12からそれぞれ所望の箇所に入射されるマイクロ波の位相が、同位相となるようにするための位相の制御の例について、上記の図2を用いて説明する。

【0117】

(3-A) 位相制御の第1の例

複数の出射部12a~12eからそれぞれ所望の箇所1021に入射されるマイクロ波の位相が、同位相となるよう位相を制御するために、例えば、各出射部12a~12eと所望の箇所1021との間の距離 $K_a \sim K_e$ の差によって生じる位相差が0となるように、出射部12a~12eからそれぞれ出射されるマイクロ波の位相を制御すればよい。

40

【0118】

このためには、上記の(1-A)の場合と同様の余り $a \sim e$ ( $<$ )を求め、この $a \sim e$ を波長で除算した値に2を乗算して位相差を算出し、この位相差だけ各出射部12a~12eから出射されるマイクロ波の位相が、上記の基準となる一の出射部12からマイクロ波を照射する一のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波の位相に対して進めるよう設定する。ただし、基準となる一の出射部12については、上記の位相差の算出は行なわなくても良く、基準となる一の出射部12の位相は変更しないようにしてもよく、位相差を0としてもよい。

【0119】

50

例えば、一の基準となる出射部 1 2 を出射部 1 2 c とした場合、距離  $K_a$  と距離  $K_c$  の距離の差を出射部 1 2 が出射するマイクロ波の波長 で除算して余り  $a$  ( $a < \lambda$ ) を求め、この  $a$  を波長 で除算した値に  $2\pi$  を乗算した値  $2\pi a / \lambda$  を算出し、この値だけ出射部 1 2 a が発生するマイクロ波の位相を、出射部 1 2 c が発生するマイクロ波の位相に対して進めるように照射部 1 0 1 を制御する。

【 0 1 2 0 】

同様に、距離  $K_b$  と距離  $K_c$  の距離の差をマイクロ波の波長 で除算して余り  $b$  ( $b < \lambda$ ) を求めて  $2\pi b / \lambda$  を算出し、この値だけ出射部 1 2 b が発生するマイクロ波の位相を、出射部 1 2 c が発生するマイクロ波の位相に対して進めるよう照射部 1 0 1 を制御する。

10

【 0 1 2 1 】

同様に、距離  $K_b$ 、距離  $K_d$  および  $K_e$  と、距離  $K_c$  との距離の差を波長 で除算した余りがそれぞれ  $b$ 、 $d$  および  $e$  ( $< \lambda$ ) であったとすると、出射部 1 2 b、1 2 d および 1 2 e が発生するマイクロ波の位相を、出射部 1 2 c が発生するマイクロ波の位相に対してそれぞれ、 $2\pi b / \lambda$ 、 $2\pi d / \lambda$  および  $2\pi e / \lambda$  進めるよう照射部 1 0 1 を制御する。

【 0 1 2 2 】

ここでは、距離  $K_c$  が距離の基準であるため、上記の位相は、出射部 1 2 c の位相を基準とした位相である。このため、出射部 1 2 c については、上記のような位相差を算出しなくてもよく、出射部 1 2 c の位相は、例えば、変化させなくてもよく、位相差を 0 としてもよい。

20

【 0 1 2 3 】

なお、ここでは、位相の基準を出射部 1 2 c とした場合について説明したが、どの出射部 1 2 を位相の基準としてもよい。また、何れかの出射部 1 2 と所望の箇所 1 0 2 1 との距離を基準とする代わりに、任意の距離を用いるようにしてもよい。この場合、制御部 1 0 7 は、各出射部 1 2 から出射されるマイクロ波の位相を、全ての出射部 1 2 の位相を同位相とした場合に対して、上記で各出射部 1 2 について算出した位相差分だけシフトする（例えば、位相を進める）よう制御してもよい。

【 0 1 2 4 】

また、上記で算出する位相差は、一の距離を基準とした場合の相対的な位相差であるため、制御部 1 0 7 は、この相対的な位相差が無くなるよう各出射部 1 2 から出射されるマイクロ波の位相を結果的に制御できれば、どのように、各出射部 1 2 の位相を制御してもよい。例えば、出射部 1 2 c に対する出射部 1 2 a の位相差が  $\lambda/3$  であった場合、制御部 1 0 7 は、出射部 1 2 a の位相を出射部 1 2 c の位相に対して  $2\pi/3$  進めるよう、照射部 1 0 1 を制御してもよく、出射部 1 2 a の位相を  $1/3$  進めるとともに、出射部 1 2 c の位相を  $2/3$  遅らせるようにしてもよい。かかることは、以下においても同様である。

30

【 0 1 2 5 】

( 3 - B ) 位相制御の第 2 の例

例えば、上記の距離  $K_a \sim K_e$  を、それぞれの出射部 1 2 a  $\sim$  1 2 e が発生するマイクロ波の波長 で除算して得られた余り  $a \sim e$  を、更に、各出射部 1 2 a  $\sim$  1 2 e が出射するマイクロ波の波長 で除算して得られた値に  $2\pi$  を乗算した値を取得し、全ての位相を同位相とした場合に対してこの取得した値の分だけ位相を進めたマイクロ波を、各出射部 1 2 a  $\sim$  1 2 e が出射するよう照射部 1 0 1 を制御する。ただし、 $a \sim e$  は、いずれも未満であるとする。

40

【 0 1 2 6 】

例えば、出射部 1 2 a の位相を、 $2\pi a / \lambda$  進め、出射部 1 2 b の位相を、 $2\pi b / \lambda$  進め、出射部 1 2 c の位相を、 $2\pi c / \lambda$  進め、出射部 1 2 d の位相を、 $2\pi d / \lambda$  進め、出射部 1 2 e の位相を、 $2\pi e / \lambda$  進めるようにすればよい。

【 0 1 2 7 】

なお、上記の制御は一例であり、複数の出射部 1 2 からそれぞれ所望の箇所 1 0 2 1 に

50

入射されるマイクロ波の位相が、同位相となるようにすることができれば、出射部 1 2 a ~ 1 2 e が出力するマイクロ波の位相をどのように変更してもよい。

【 0 1 2 8 】

なお、上記においては、所望の箇所 1 0 2 1 が一つである場合を例に挙げて説明したが、所望の箇所が複数である場合、それぞれの箇所が同位相となるように各出射部 1 2 a ~ 1 2 e の位相を決定すればよい。ただし、所望の箇所の配置によっては、複数の箇所が同位相となるような位相が決定できない場合がある。

【 0 1 2 9 】

上記のように出射部 1 2 a ~ 1 2 e が出射するマイクロ波の位相を制御する場合、各出射部 1 2 の配置等の物理的な変更が不要であるため、例えば、所望の箇所の位置等を変更した場合であっても、制御部 1 0 7 がマイクロ波を発生する際の位相を変更するよう各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相を制御するだけで、高速にマイクロ波を集中させる所望の箇所を変更することができる。例えば、所望の箇所の位置の変更に従って、マイクロ波を集中させる箇所を移動させることができる。

10

【 0 1 3 0 】

また、上記の ( 3 - A ) や ( 3 - B ) において示した位相差や初期位相等を算出する算出式等の代わりに、適宜、近似した位相差や初期位相等を算出可能な近似式等を用いるようにしてもよい。

【 0 1 3 1 】

なお、上記においては、1または2以上の所望の箇所が局所的に加熱されるように、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波の位相を制御する場合等について説明したが、本実施の形態においては、例えば、複数の出射部 1 2 の位相を更に個別に制御することで、所望の領域等に、一のマイクロ波を照射した場合に比べて均等となる電界分布を生じさせるようにしてもよい。このようにすることで、所望の領域を適宜均等に加熱することができる。ここでの領域は、3次元空間も含む概念である。

20

【 0 1 3 2 】

なお、1または2以上の所望の箇所が、複数の出射部 1 2 から照射されるマイクロ波の干渉により強めあう位置となるようするために、制御部 1 0 7 が制御する複数の出射部 1 2 からそれぞれ出射されるマイクロ波の位相は、上記以外の手法等により決定してもよい。例えば、上述したような各出射部 1 2 の位置と各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相との組合せについて、シミュレーションや実験等を行なうことで、所望の位置においてマイクロ波が強め合うような各出射部 1 2 の位置と各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相との組み合わせ等を決定してもよい。同様に、所望の領域を均等に加熱するための複数の出射部 1 2 から出射されるマイクロ波の位置と位相との組合せをシミュレーション等で決定してもよい。

30

【 0 1 3 3 】

例えば、マイクロ波の電界分布等は、マイクロ波を照射する環境や、マイクロ波の照射対象物の形状や材質、他のマイクロ波吸収体やマイクロ波反射体の有無等によってマイクロ波の分布等が影響を受けるため、実空間においては、上記のように算出した各出射部 1 2 の位置や位相によりマイクロ波を照射しても、必ずしも、所望の箇所にマイクロ波による電界を集中させることができるわけではない。かかることは、所望の領域に均等に電界を分布させる場合においても同様である。このため、シミュレーション等を利用することで、所望箇所に電界を集中させることができる各出射部 1 2 の位置や、各出射部 1 2 が照射するマイクロ波の位相、あるいはこれらの組合せを決定することができる。

40

【 0 1 3 4 】

このように、上記のように複数の出射部 1 2 のうちの1以上の移動を制御するとともに、複数の出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相の制御することで、1以上の所望の箇所に、マイクロ波による電界を集中させることや、所望の領域に均等にマイクロ波による電界を分布させることが可能となる。これにより、位相の制御と移動の制御との組合せにより、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。例えば、マイクロ波により所望の

50

箇所を適切に加熱することができる。

【0135】

例えば、複数の出射部12が出射するマイクロ波の位相を同位相となるように照射部101を制御するとともに、複数の出射部12を、所望の箇所に対して等距離となる位置に移動させるよう移動部102を制御することで、所望の箇所に、複数の出射部12から照射されるマイクロ波による電界を集中させることができ、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0136】

また、所望の箇所に対して等距離とならないように複数の出射部12を配置するとともに、複数の出射部12が出射するマイクロ波の位相を制御することで、所望の箇所に、マイクロ波による電界を集中させることができる。

10

【0137】

また、複数の出射部12を、それぞれ、所望の箇所にマイクロ波を照射しやすい位置に移動させるとともに、その位置において複数の出射部12が出射するマイクロ波による電界が、所望の箇所でも集中するよう、各出射部12がそれぞれ出射するマイクロ波の位相を制御してもよい。所望の箇所にマイクロ波を照射しやすい位置とは、例えば、出射部12と、所望の箇所との間が、他のマイクロ波透過性が低い物体や、マイクロ波を反射する物体等で遮蔽されていないような位置である。

【0138】

また、複数の出射部12が、例えば指向性の高いアンテナ等である場合、所望の箇所において、複数の出射部12から照射されるマイクロ波が重なるよう、複数の出射部12を移動させるとともに、この所望の箇所でマイクロ波による電界が集中するよう、各出射部12がそれぞれ出射するマイクロ波の位相を制御してもよい。

20

【0139】

なお、制御部107は、複数の出射部12の1以上の位置または出射するマイクロ波の位相、あるいはこの位置と位相との組み合わせを経時的に変化させて、複数のマイクロ波により電界が集中する箇所を経時的に移動、つまり変更させるようにしてもよい。例えば、複数の所望の箇所に対して経時的に電界が集中するよう、複数の出射部12のうちの1以上の位置または出射するマイクロ波の位相を経時的に変更してもよい。例えば、制御部107は、複数の所望の箇所のそれぞれが、順次、上記で説明したような所望の箇所となるよう、複数の出射部12のうちの1以上の位置または出射するマイクロ波の位相を経時的に変更してもよい。例えば、このような位置や位相や、位置と位相との組合せを経時的に変化させて、マイクロ波による電界が集中する箇所を経時的に移動させることで、照射対象物の複数の箇所をシーケンシャルに加熱することができる。また、電界が集中する箇所を、例えば、所望の領域内において変更（例えば、領域内が走査されるよう変更）していくことで、結果的に所望の領域にマイクロ波を均等に照射して、所望の領域を均等に加熱することができる。

30

【0140】

また、制御部107は、例えば、複数の出射部12に移動と停止とを交互に繰返し行なわせ、停止時に2以上の出射部12に上述したように所望のマイクロ波を出射させるようにしてもよい。例えば、制御部107は、停止時に、1以上の所望の箇所にマイクロ波による電界が集中するよう、あるいは、1以上の所望の箇所においてマイクロ波が強め合うよう、2以上の出射部12にマイクロ波を出射させるようにしてもよい。またマイクロ波を出射させる際には、上述したように、1以上の所望の箇所にマイクロ波による電界が集中するよう、また、1以上の所望の箇所において、マイクロ波が強め合うよう、2以上の出射部12が出射するマイクロ波の位相を個別に制御してもよい。また、制御部107は、各停止時毎に、異なる箇所に、マイクロ波による電界が集中するよう、あるいは、異なる箇所においてマイクロ波が強め合うよう、各出射部12の移動を制御してもよい。ここでの移動は、停止時にマイクロ波を出射させる複数の出射部12のうちの、1以上の移動であってもよい。

40

50

## 【 0 1 4 1 】

また、制御部 1 0 7 は、複数の出射部 1 2 の 1 以上の位置または出射するマイクロ波の位相、あるいはこれらの組み合わせを経時的に変化させて、複数のマイクロ波により電界を集中させることと、複数のマイクロ波により、所望の領域に電界を均等に分布させることとを、経時的に切り替えるようにしてもよい。

## 【 0 1 4 2 】

ここでの経時的な変更は、連続的な変更であってもよく、段階的な変更であってもよい。段階的な変更である場合、各段階に要する時間は、例えば、適宜設定可能である。あるいは、制御部 1 0 7 は、図示しないセンサー等の出力に応じて各段階を進行させるようにしてもよい。

10

## 【 0 1 4 3 】

制御部 1 0 7 は、例えば、上述したような照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報を用いて、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の位相を制御する。例えば、制御部 1 0 7 は、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報から、各出射部 1 2 の識別子等と対応付けられて格納されている各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相を示す位相指定情報（例えば、初期位相の値）を読み出し、読み出した位相指定情報を用いて、この位相指定情報が示す位相のマイクロ波を各出射部 1 2 から出射させる。照射管理情報が有する位相指定情報は、例えば、上記のように決定された各出射部 1 2 の位相を指定する情報である。以下、本実施の形態においては、制御部 1 0 7 が、照射管理情報が有する位相指定情報を用いて、各出射部 1 2 の位相を制御する場合

20

## 【 0 1 4 4 】

照射部 1 0 1 として、上述したように、2 以上の異なる周波数のマイクロ波を照射可能なものを用いる場合、制御部 1 0 7 は、照射部 1 0 1 を制御して、照射部 1 0 1 が所望の領域に照射するマイクロ波の周波数を制御するようにしてもよい。例えば、照射部 1 0 1 が、出射部 1 2 から出射するマイクロ波の周波数を変更可能なものである場合、制御部 1 0 7 は、照射部 1 0 1 を制御して、1 または 2 以上の出射部 1 2 から照射される周波数を変更してもよい。例えば、制御部 1 0 7 が、照射部 1 0 1 が有する周波数を変更可能な 1 または 2 以上のマイクロ波発信器 1 0 1 1 を制御して、マイクロ波発振器 1 0 1 1 が発信するマイクロ波の周波数を変更することで、1 または 2 以上の照射するマイクロ波の周波数を異なる周波数に変更してもよい。

30

## 【 0 1 4 5 】

また、照射部 1 0 1 が、2 以上の異なる周波数のマイクロ波を出射する複数の出射部 1 2 を有している場合、制御部 1 0 7 は、移動部 1 0 2 を制御することにより、複数の出射部 1 2 の位置を制御して、所望の領域にマイクロ波を照射する出射部 1 2 を、異なる周波数のマイクロ波を出射する出射部 1 2 に変更することで、所望の領域に照射されるマイクロ波の周波数を変更してもよい。例えば、第一の周波数のマイクロ波を照射する 1 または 2 以上の出射部 1 2 を、所望の領域にマイクロ波を照射可能な位置に移動させて、第一の周波数のマイクロ波を照射させた後、第一の周波数とは異なる第二の周波数のマイクロ波を照射する 1 または 2 以上の出射部 1 2 を、所望の領域にマイクロ波を照射可能な位置に移動させて、第二の周波数のマイクロ波を照射させるようにしてもよい。なお、第二の周波数のマイクロ波を照射する 1 または 2 以上の出射部 1 2 を移動させた際に、第一の周波数のマイクロ波を照射する 1 または 2 以上の出射部 1 2 は、異なる位置に移動させることが好ましい。

40

## 【 0 1 4 6 】

なお、制御部 1 0 7 は、例えば、2 以上の出射部 1 2 が出射するマイクロ波が同じ周波数となるよう、周波数を変更してもよく、異なる周波数となるよう周波数を変更してもよい。例えば、制御部 1 0 7 は、上述したような出射部 1 2 の位置の制御や、位相の制御等と組み合わせ、出射部 1 2 が出射するマイクロ波を更に制御してもよい。

## 【 0 1 4 7 】

50

制御部107は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射するよう、照射部101を制御する。例えば、制御部107は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報に応じて照射部101を制御して、照射部101が照射するマイクロ波の周波数を変更する。例えば、制御部107は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報に応じて、マイクロ波が照射されている所望の領域の比誘電損失が高くなる周波数のマイクロ波を照射するよう、照射部101を制御する。なお、制御部107は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報に応じて、マイクロ波が照射されている領域の比誘電損失が高くなる周波数のマイクロ波を照射するよう、照射部101を制御するようにしてもよい。例えば、制御部107は、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報に応じて照射部101を制御して、所望の領域の比誘電損失が高くなるよう照射部101が照射するマイクロ波の周波数を変更する。例えば、状況情報に応じて比誘電損失が高くなるよう照射部101が照射するマイクロ波の周波数を変更することで、加熱効率を高めることができる。ここでの「比誘電損失が高くなるよう」とは、例えば、周波数変更前よりも比誘電損失が高くなるようにすることである。

#### 【0148】

通常、照射対象物等の、マイクロ波の照射対象となる物質の比誘電損失は、物質自身の状況や、物質が配置された環境の変化に応じて変化する。また、状況の変化等によっても、物質に化学反応等の反応が起こって物質が変化したり、物性が変化したりすることによっても、比誘電損失は変化する。つまり、物質の比誘電損失は、状況情報に応じて変化するといえる。このことは、例えば、マイクロ波で物質を加熱する場合、状況情報に応じて、加熱効率が変化することを意味している。このため、本実施の形態においては、制御部107が、状況情報に応じて照射部101を制御して、照射部101が複数の出射部12から照射するマイクロ波の周波数を、状況情報に応じた周波数に変更することで、照射対象物における加熱効率を向上させることができる。

#### 【0149】

図3は、エタノールの各温度における比誘電損失と周波数の関係とを示すグラフである。図3は、「堀越智、他3名、「マイクロ波化学」、三共出版、p.113」という文献に開示されているグラフである。

#### 【0150】

図3に示すように、例えば、エタノールにおいては、状況情報の一例である温度が変化すると、各周波数に対する比誘電損失が変化する。このため、エタノールについては、例えば、マイクロ波を照射する際のそれぞれの温度において、比誘電損失が高くなる周波数のマイクロ波、好ましくは最も比誘電損失が高くなる周波数のマイクロ波を照射することにより、加熱効率を向上させることができる。

#### 【0151】

なお、以下、本実施の形態においては、例えば、照射部101が有する1以上のマイクロ波発振器1011が、発生するマイクロ波の周波数が可変である半導体型発振器であり、制御部107は、このような1以上のマイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波の周波数が状況情報に応じた周波数となるよう照射部101を制御することにより、照射部101が状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射するよう制御する場合を例に挙げて説明する。制御部107は、例えば、周波数を変更する制御信号を照射部101が有する1以上のマイクロ波発振器1011に対して出力することで、マイクロ波発振器1011が発生するマイクロ波の周波数を変更させ、1または2以上の出射部12が出射するマイクロ波の周波数を変更する。制御信号は、変更後の周波数を指定する信号であってもよく、変更後の周波数のマイクロ波を発生するようマイクロ波発振器1011を駆動させる信号等であってもよい。ただし、制御信号は、1以上のマイクロ波発振器1011を、所望の周波数のマイクロ波を発生させるよう制御する信号であればどのような制御信号であってもよい。

#### 【0152】

制御部107が、どのように照射部101が複数の出射部12から照射するマイクロ波

10

20

30

40

50

の周波数を状況情報に応じた周波数とするか等は問わない。以下、状況情報が、上述したような生データや、測定値等である場合において、(4-A)状況対応情報を用いて、1または2以上の照射部12が照射するマイクロ波の周波数を、状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射する場合、および(4-B)関数を用いて、状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射する場合についてそれぞれ説明する。なお、ここでは、一例として、複数の照射部12が、同じ周波数のマイクロ波を出射するよう制御されるものとする。

【0153】

(4-A)状況対応情報を用いた場合

制御部107は、例えば、状況対応情報格納部104に格納された1以上の状況対応情報を用いて、照射部101が照射するマイクロ波の周波数が、1以上のセンサ103が取得した状況情報が示す値が属する範囲に対応する周波数のマイクロ波となるよう照射部101を制御する。

10

【0154】

制御部107は、例えば、1以上のセンサ103が取得した1以上の状況情報が、この1以上の状況情報に対応する状況対応情報が示す1以上の状況情報についての2以上の範囲のいずれの範囲に属するか否かを判断し、属すると判断された範囲に対応する周波数のマイクロ波を照射するよう照射部101を制御する。例えば、制御部107は、属すると判断された範囲に対応付けられた周波数を示す情報を取得し、この情報で特定される周波数となるよう、照射部101、具体的には、照射部101が有する1以上の半導体型発振器1011を制御する。

20

【0155】

なお、マイクロ波の周波数を示す情報は、結果的に、照射部101が照射するマイクロ波の周波数を示すことが可能な情報であればよく、周波数の値であってもよく、照射部101が照射するマイクロ波が所望の周波数となるよう制御するために用いられる制御信号や、制御に用いられるパラメータ値等であってもよい。かかることは、以下においても同様である。

【0156】

なお、例えば、2以上のセンサ103が、測定対象が同じであるセンサである場合、制御部107は、2以上のセンサ103がそれぞれ取得した状況情報に対して、予め決められた統計処理を行なって得られた一の値(例えば、平均値や中間値、最大値等)を、2以上のセンサ103がそれぞれ取得した状況情報を代表する状況情報として取得し、この状況情報を、上述した一のセンサ103が取得した状況情報の代わりに用いて、この状況対応情報から、周波数を示す情報を取得するようにしてもよい。

30

【0157】

また、2以上のセンサ103がそれぞれ取得した状況情報が示す値についての2以上の範囲を示す情報は、例えば、2以上の異なるセンサ103がそれぞれ取得する状況情報が示す値についての範囲の二以上の組合せを示す情報であってもよい。この場合、上記の2以上の範囲にそれぞれ対応する照射部101が照射するマイクロ波の周波数を示す情報は、例えば、この2以上の異なるセンサ103がそれぞれ取得した異なる状況情報が示す値をそれぞれ含む範囲を指定する情報の組に対応付けられた照射部101が照射するマイクロ波の周波数を示す情報である。例えば、第一のセンサ103が取得した状況情報が、範囲A1内の値であり、第二のセンサ103が取得した状況情報が、範囲1内の値である場合には、照射部101が照射するマイクロ波は、この組合せに対応した第一の周波数となるよう制御され、第一のセンサ103が取得した状況情報が、範囲A1内の値であり、第二のセンサ103が取得した状況情報が、範囲1内の値である場合には、照射部101が照射するマイクロ波は、この組合せに対応した第二の周波数となるよう制御され、第一のセンサ103が取得した状況情報が、範囲B1内の値であり、第二のセンサ103が取得した状況情報が、範囲1内の値である場合には、照射部101が照射するマイクロ波は、この組合せに対応した第三の周波数となるよう制御される。ただし、範囲A1および範囲B1、範囲1および範囲1は、それぞれ値の範囲が重ならないものとする。ま

40

50

た、第一～第三の周波数は、異なる周波数であるとする。

【 0 1 5 8 】

なお、状況対応情報格納部 1 0 4 には、例えば、照射対象物や、1 以上のセンサ 1 0 3 の種類等に応じた状況対応情報を、予め、格納しておくようにすることが好ましい。

【 0 1 5 9 】

なお、予め用意された条件を満たすか否かの判断処理を行なうことで、制御部 1 0 7 は状況対応情報を利用した判断処理と同様の判断処理を行なうようにしても良く、このような処理は、実質的には、上記の状況対応情報を用いた処理に相当すると考えてよい。

【 0 1 6 0 】

( 4 - B ) 関数を用いた場合

制御部 1 0 7 は、1 または 2 以上の状況情報が示す値と、照射部 1 0 1 が照射するマイクロ波の周波数を示す情報との関数を用いて、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の周波数が、1 以上のセンサ 1 0 3 がそれぞれ取得した状況情報が示す値に対応する周波数となるよう照射部 1 0 1 を制御する。状況情報が示す値と、照射部 1 0 1 が照射するマイクロ波の周波数を示す情報との関数は、例えば、状況情報が示す値と、この状況情報が示す値において高い比誘電損失が得られるマイクロ波の周波数を示す情報との関係を示す近似式である。このような近似式は、例えば、シミュレーション試験結果や、実験結果等から作成可能である。周波数を示す情報は、例えば、周波数を示す値である。ここでの高い比誘電損失が得られる周波数とは、周波数が可変である照射部 1 0 1 が照射可能なマイクロ波の周波数の範囲のうちの、最も高い比誘電損失が得られる周波数であることが好ましいが、少なくとも、最も比誘電損失が低くならない周波数や、比誘電損失が、平均値よりも高くなる周波数と考えるとよい。

【 0 1 6 1 】

例えば、制御部 1 0 7 は、センサ 1 0 3 が取得する状況情報に対応する関数を用いて、このセンサ 1 0 3 が取得した状況情報が示す値に対応する周波数を示す情報（例えば値）を取得する。例えば、関数に、センサ 1 0 3 が取得した状況情報が示す値を引数として代入することで、周波数を示す情報を取得する。そして、取得した周波数を示す情報が示す周波数となるよう、制御部 1 0 7 は照射部 1 0 1 を制御する。関数は、図示しない格納部等に予め蓄積しておくようにすればよい。なお、この関数をどのように取得するかは問わない。

【 0 1 6 2 】

なお、1 以上のセンサ 1 0 3 が取得する状況情報が、上述したような 2 値の値である場合、図示しない記憶媒体等に、状況情報が示す 2 値と、この 2 値のそれぞれと対応付けられたマイクロ波の周波数を示す情報とを対応付けて有する情報を蓄積しておくようにして、この情報から、1 以上のセンサ 1 0 3 が取得する状況情報に応じたマイクロ波の周波数を示す情報を取得して、取得した周波数を示す情報が示す周波数となるよう、制御部 1 0 7 は照射部 1 0 1 を制御するようにしてもよい。なお、このような情報も、上述した状況対応情報の一態様と考えるとよい。

【 0 1 6 3 】

制御部 1 0 7 が、照射部 1 0 1 が複数の出射部 1 2 から照射するマイクロ波の周波数を制御するタイミングは問わない。例えば、照射部 1 0 1 が照射を開始時や、照射部 1 0 1 がマイクロ波を照射している際に、予め指定された一定または不定の時間が経過する毎に、上記のような周波数の制御を行なうための処理をくり返し行なうようにしても良い。

【 0 1 6 4 】

なお、制御部 1 0 7 は、照射部 1 0 1 にマイクロ波を照射させるための制御（例えば、照射の開始や停止の制御）等も行なうようにしても良い。また、制御部 1 0 7 は、1 以上のセンサ 1 0 3 が取得した状況情報に応じて、照射部 1 0 1 が照射するマイクロ波の出力等を制御してもよい。また、照射部 1 0 1 が有する複数のマイクロ波発振器 1 0 1 1 が発生するマイクロ波の出力を個別に制御してもよい。なお、かかる照射開始等の制御や、出力の制御等は、公知技術であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 5 】

なお、制御部 1 0 7 が、周波数等の制御に、センサ 1 0 3 が取得した状況情報を利用しない場合、センサ 1 0 3 は省略してもよい。

## 【 0 1 6 6 】

なお、以下においては、状況対応情報格納部 1 0 4 に予め格納された 1 以上の状況対応情報を用いて、制御部 1 0 7 が、照射部 1 0 1 が照射するマイクロ波の周波数等を制御する場合を例に挙げて説明する。

## 【 0 1 6 7 】

なお、制御部 1 0 7 とセンサ 1 0 3 や移動部 1 0 2 等との接続は、有線接続であってもよく、無線接続であってもよい。

10

## 【 0 1 6 8 】

制御部 1 0 7 は、通常、MPU やメモリ等から実現され得る。制御部 1 0 7 の処理手順は、通常、ソフトウェアで実現され、当該ソフトウェアはROM等の記録媒体に記録されている。但し、ハードウェア(専用回路)で実現しても良い。

## 【 0 1 6 9 】

なお、制御部 1 0 7 が、上記の(1 - A)において説明した照射管理情報を用いない場合のように、位置指定情報の受付が不要である場合、この受付部 1 0 6 は省略してよい。

## 【 0 1 7 0 】

本実施の形態のマイクロ波処理装置 1 が配置される空間は、どのような空間であってもよい。例えば、マイクロ波処理装置 1 は、開空間や、自由空間に配置されていてもよい。開空間は、例えば、リアクタや容器内等の閉空間以外の空間と考えてもよい。例えば、マイクロ波処理装置 1 は、工場等の建物内に配置されてもよい。また、マイクロ波処理装置 1 は、宇宙空間等に配置されてもよい。

20

## 【 0 1 7 1 】

本実施の形態において、マイクロ波の照射対象物は問わない。以下、本実施の形態のマイクロ波処理装置 1 によるマイクロ波の照射対象物の例について説明する。

## 【 0 1 7 2 】

照射対象物は、例えば、単一の物質であってもよく、二以上の種類の物質の混合物であってもよい。また、照射対象物は、例えば、不純物等を有する物質であってもよい。また、照射対象物は、例えば、粉体や粒状体、ペレット等の固体であってもよく、流動性を有するものであってもよい。流動性を有する照射対象物は、例えば、液状の内容物である。液状の照射対象物は、例えば、水や油、水溶液、コロイド溶液等のように、流動性の高いものであってもよく、あるいは、スラリーや懸濁液のように、流動性の低いものであってもよい。なお、照射対象物における化学反応等によって、原料から生成物が生成される場合、照射対象物には生成物が含まれていると考えてもよい。すなわち、照射対象物は、原料および/または生成物であってもよい。例えば、照射対象物内においてエステル化を行なう場合、油脂とアルコールが原料であってもよい。

30

## 【 0 1 7 3 】

照射対象物は、例えば、マイクロ波の照射を利用して行なわれる処理の対象となる処理対象物を有していてもよい。ここでの処理は、どのような処理であってもよく、例えば、マイクロ波の照射による加熱を含む処理であってもよく、1 以上の反応を行なうための加熱工程を含む処理であってもよい。1 以上の反応は、例えば、化学反応等であってもよく、化学反応以外の処理であってもよい。化学反応は、例えば、処理対象物を構成する 1 以上の物質の結合や分解、変性等である。1 以上の処理は、加熱処理や、加熱を含む乾燥処理や、殺菌処理や、滅菌処理等であってもよい。1 以上の処理は、マイクロ波照射や、マイクロ波照射による加熱を利用した、熱や電磁波に対して可塑性や硬化性を有する物質の焼成や固化や成型の処理であってもよい。1 以上の処理は、マイクロ波照射や、マイクロ波照射による加熱による、物質の変形処理等であってもよい。また、処理は、加熱が不要である処理や工程を含んでいてもよい。また、1 以上の反応は、上記のような反応の 2 以上の組合せ等であってもよい。

40

50

## 【 0 1 7 4 】

照射対象物は、例えば、1または2以上の種類の原料と1または2以上の種類の触媒との混合物であってもよい。原料と混合される触媒は固体触媒等の不均一系触媒であってもよく、液状の触媒等の均一系触媒であってもよい。また、照射対象物は、図示しない容器等に入れられており、この容器内で流動床を形成してもよく、あるいは、そうでなくてもよい。また、固体触媒の形状は問わない。固体触媒の形状は、例えば、無定型の粒状、円柱状、球状、ペレット状、リング状、シェル状等であってもよい。また、これらの形状の固体触媒は、中空であってもよく、中空でなくてもよい。また、固体触媒は、多孔質であってもよく、多孔質でなくてもよい。また、その固体触媒は、例えば、マイクロ波吸収性もしくはマイクロ波感受性を有してもよく、または、そうでなくてもよい。固体触媒がマイクロ波吸収性やマイクロ波感受性を有する場合には、マイクロ波を照射した際に、固体触媒がマイクロ波によって加熱されることになり、その固体触媒近傍での化学反応が促進されることになる。

10

## 【 0 1 7 5 】

なお、そのマイクロ波吸収性やマイクロ波感受性については、照射されるマイクロ波の周波数や照射対象物の温度等に依存することになる。例えば、使用するマイクロ波の周波数、及び原料が配置される図示しない容器等の内部の温度において、誘電損失係数の高いものがマイクロ波吸収性の高いものとなる。したがって、例えば、そのようなマイクロ波吸収性の高い物質を含む固体触媒を用いるようにしてもよい。例えば、2.45 GHzのマイクロ波が照射される場合には、マイクロ波吸収性を有する物質として、フラーレンを除くカーボン類（例えば、グラファイト、カーボンナノチューブ、または活性炭など）や、鉄、ニッケル、コバルト、またはフェライト等がある。したがって、固体触媒は、そのようなマイクロ波吸収性を有する物質を含むものであってもよい。具体的には、固体触媒は、そのようなマイクロ波吸収性やマイクロ波感受性を有する物質と、金属もしくは金属酸化物とを組み合わせたコンポジットであってもよく、そのようなマイクロ波吸収性やマイクロ波感受性を有する物質と、アルカリ触媒もしくは酸触媒等の触媒とを組み合わせたコンポジットであってもよく、または、マイクロ波吸収性やマイクロ波感受性を有する物質と、アルカリ触媒もしくは酸触媒等の触媒と、金属もしくは金属酸化物とを組み合わせたコンポジットであってもよい。そのコンポジット化は、例えば、物理吸着によって行われてもよく、化学結合によって行われてもよく、合金化によって行われてもよく、または、その他の方法によって行われてもよい。また、図示しない容器がいわゆるフロー型リアクター等のフロー型の容器である場合、原料である内容物や、原料と固体触媒とを混合した内容物は、容器の上流側に入れられる。

20

30

## 【 0 1 7 6 】

次に、マイクロ波処理装置1の動作の第一の例について図4のフローチャートを用いて説明する。ここでは、制御部107が、上記の(1-A)において説明した照射管理情報を用いて、移動部102を制御して、複数の出射部12を移動させる場合を例に挙げて説明する。

## 【 0 1 7 7 】

(ステップS101) 受付部106は、ユーザや、図示しない他の装置等から、位置指定情報を受け付けたか否かを判断する。受け付けた場合、ステップS102に進み、受け付けていない場合、ステップS101に戻る。

40

## 【 0 1 7 8 】

(ステップS102) 制御部107は、ステップS101で受付部106が受け付けた位置指定情報に対応する対象位置情報と対応付けられた複数の出射位置情報を、照射管理情報格納部105に格納されている1または2以上の照射管理情報から取得する。例えば、制御部は、ステップS101で受け付けた位置指定情報と一致する対象位置情報を有する照射管理情報を検出し、検出した照射管理情報が有する複数の出射位置情報を取得する。このとき、複数の出射位置情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も取得することが好ましい。位置指定情報に対応する対象位置情報とは、例えば位置指定情報と一致す

50

る対象位置情報や、位置指定情報に対して最も近い位置を示す対象位置情報である。

【0179】

(ステップS103)制御部107は、ステップS102で取得した複数の出射位置情報にそれぞれ対応する複数の位相指定情報を、照射管理情報から取得する。例えば、制御部107は、ステップS101で受付部106が受け付けた位置指定情報に対応する対象位置情報と対応付けられた複数の位相指定情報を、照射管理情報格納部105に格納されている1または2以上の照射管理情報から取得する。例えば、ステップS102で検出した照射管理情報が有する複数の位相指定情報を取得する。このとき、複数の位相指定情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も取得することが好ましい。なお、ステップS102とステップS103との処理を行なう順番は問わない。また、ステップS102において対象位置情報に対応する複数の出射位置情報をそれぞれ取得する際に、同じ出射位置情報に対応する位相指定情報をそれぞれ取得するようにしても良く、複数の出射位置情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も更に取得するようにしてもよい。

10

【0180】

(ステップS104)制御部107は、ステップS102において取得した複数の出射位置情報が示す位置に、各出射位置情報に対応する出射部12が移動するよう、移動部102を制御する。各出射位置情報に対応する出射部12は、各出射位置情報に対応付けられた出射部特定情報により特定される出射部12である。例えば、移動部102が、複数の出射部12がそれぞれ設置された複数のロボットアーム1022を有する場合、制御部107は、ステップS102において取得した各出射位置情報に対応する出射部特定情報が示す出射部12が設置されたロボットアーム1022を制御して、各出射位置情報が示す位置に出射部12が位置するよう、各ロボットアーム1022を動作させる。

20

【0181】

(ステップS105)制御部107は、ステップS103で取得した複数の位相指定情報を用いて照射部101を制御して、この複数の位相指定情報にそれぞれ対応する出射部12から、位相指定情報が示す位相のマイクロ波の照射を開始させる。位相指定情報に対応する出射部12は、例えば、位相指定情報に対応付けられた出射部特定情報が特定する出射部12である。例えば、制御部107は、各出射部12が出射するマイクロ波を発生するマイクロ波発振器1011が発生する位相を制御したり、伝送手段1012によって伝送される各出射部12がそれぞれ出射するマイクロ波の位相を、移相器(図示せず)等を用いて制御したりすることで変更して、各移相指定情報が示す位相のマイクロ波を各出射部12から出射させる。照射部101は、例えば、デフォルト等で指定された周波数のマイクロ波を照射する。

30

【0182】

(ステップS106)1以上のセンサ103は、状況情報の取得を開始する。センサ103は、例えば、予め決められた時間毎に状況情報を取得し、制御部107に対して送信する。なお、センサ103は、取得した状況情報を取得時刻等と対応付けて、図示しない記憶媒体等に蓄積するようにしてもよい。

【0183】

(ステップS107)制御部107は、周波数を変更する処理を行なうタイミングであるか否かを判断する。例えば、照射開始、または、直前に周波数を変更するための処理を行なってから、予め決められた時間が経過したか否かを判断し、経過した場合、変更する処理を行なうタイミングであると判断する。タイミングである場合、ステップS108に進み、タイミングでない場合、ステップS110に進む。

40

【0184】

(ステップS108)制御部107は、センサ103から送信された状況情報、好ましくは最新の状況情報が示す値が、状況対応情報格納部104に格納された状況対応情報が有する2以上の範囲のいずれの範囲に属するか否かを判断し、属する範囲に対応する周波数を示す情報を状況対応情報から取得する。なお、制御部107は、センサ103が蓄積した最新の状況情報等の状況情報が示す値について、上記の判断を行なうようにしても良

50

い。

【 0 1 8 5 】

(ステップS 1 0 9) 制御部 1 0 7 は、ステップS 1 0 8 で取得した周波数を示す情報が示す周波数を発生するよう、照射部 1 0 1 が有する 1 以上のマイクロ波発振器 1 0 1 1 を制御する。例えば、ステップS 1 0 8 で取得した周波数を示す情報が示す周波数が、直前に照射部 1 0 1 から出力しているマイクロ波の周波数と異なる場合、マイクロ波発振器 1 0 1 1 が発生する周波数は変更されることとなる。また、例えば、ステップS 1 0 8 で取得した周波数を示す情報が示す周波数が、直前に照射部 1 0 1 から出力しているマイクロ波の周波数と同じである場合、周波数は変更されない。なお、周波数が変更不要である場合、周波数を変更するための制御は行なわないようにしても良い。

10

【 0 1 8 6 】

(ステップS 1 1 0) 制御部 1 0 7 は、マイクロ波の照射を終了するか否かを判断する。例えば、照射開始から予め決められた時間が経過した場合に、照射を終了することを決定してもよい。また、位置指定情報に応じた移動が完了した後、予め決められた時間、あるいは、位置指定情報に対応付けられた時間が経過した場合に、照射を終了することを決定してもよい。また、状況情報が、予め決められた状況であることを示す情報等を取得した場合に、照射を終了することを決定してもよい。また、ユーザ等から図示しない受付部等を介して終了指示を受け付けた場合に、照射を終了することを決定してもよい。なお、照射の終了は、複数の出射部 1 2 毎に個別に制御するようにしてもよく、同時に制御するようにしてもよい。終了する場合、マイクロ波の照射を終了して、ステップS 1 0 1 に戻り、終了しない場合、ステップS 1 0 7 に戻る。

20

【 0 1 8 7 】

次に、マイクロ波処理装置 1 の動作の第二の例について図 5 のフローチャートを用いて説明する。ここでは、制御部 1 0 7 が、上記の( 1 - B )において説明した照射管理情報を用いて、移動部 1 0 2 を制御して、複数の出射部 1 2 を移動させる場合を例に挙げて説明する。なお、図 5 において、図 4 と同一ステップ番号のステップは、同一または相当する処理ステップを示しており、ここでは詳細な説明は省略する。

【 0 1 8 8 】

(ステップS 2 0 1) 制御部 1 0 7 は、カウンタ  $m$  の値として 1 を代入する。

【 0 1 8 9 】

(ステップS 2 0 2) 制御部 1 0 7 は、移動の順序が  $m$  番目である照射対象情報が照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されているか否かを判断する。例えば、制御部 1 0 7 は、 $m$  番目に格納された照射対象情報が、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されているか否かを判断する。あるいは、制御部 1 0 7 は、例えば、 $m$  番目であることを示す情報、例えば  $m$  番目を示す連番等が対応付けられた照射対象情報が、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されているか否かを判断する。格納されている場合、ステップS 2 0 3 に進み、格納されていない場合、処理を終了する。

30

【 0 1 9 0 】

(ステップS 2 0 3) 制御部 1 0 7 は、移動の順序が  $m$  番目である照射対象情報が有する複数の出射位置情報を、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報から取得する。このとき、複数の出射位置情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も取得することが好ましい。なお、ステップS 2 0 1 からステップS 2 0 3 の処理は、移動部 1 0 2 による移動が行なわれる順序に従って、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報から、複数の出射位置情報を取得する処理と考えてもよい。

40

【 0 1 9 1 】

(ステップS 2 0 4) 制御部 1 0 7 は、ステップS 2 0 3 で取得した複数の出射位置情報にそれぞれ対応する複数の位相指定情報を、照射管理情報から取得する。例えば、制御部 1 0 7 は、移動の順序が  $m$  番目である照射対象情報が有する複数の位相指定情報を、照射管理情報格納部 1 0 5 に格納されている照射管理情報から取得する。例えば、制御部 1 0 7 は、ステップS 2 0 3 で出射位置情報を取得した照射管理情報が有する複数の位相指

50

定情報を取得する。このとき、複数の位相指定情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も取得することが好ましい。なお、ステップS 2 0 3とステップS 2 0 4との処理を行なう順番は問わない。また、ステップS 2 0 3において移動の順序がm番目である照射管理情報が有する複数の出射位置情報をそれぞれ取得する際に、各出射位置情報に対応する位相指定情報もそれぞれ取得するようにしても良く、複数の出射位置情報とそれぞれ対応付けられた出射部特定情報も更に取得するようにしてもよい。そして、ステップS 1 0 4に進む。

【 0 1 9 2 】

なお、図5のフローチャートにおけるステップS 1 0 4においては、制御部1 0 7は、ステップS 2 0 3において取得した複数の出射位置情報を用いて制御を行なうようにする。また、ステップS 1 0 5においては、制御部1 0 7は、ステップS 2 0 4において取得した複数の位相指定情報を用いて制御を行なうようにする。

10

【 0 1 9 3 】

(ステップS 2 0 5) ステップS 1 1 0において照射を終了すると判断された場合、制御部1 0 7は、カウンタmの値を1インクリメントして、ステップS 2 0 2に戻る。

【 0 1 9 4 】

なお、図5のフローチャートにおいて、電源オフや処理終了の割り込みにより処理は終了する。

【 0 1 9 5 】

なお、上記の図4および図5に示したフローチャートのステップS 1 0 5においては、デフォルトの周波数のマイクロ波を照射するようにしたが、マイクロ波を照射する前に、ステップS 1 0 6の状況情報の取得を開始して、ステップS 1 0 8およびステップS 1 0 9の処理を実行することで、状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射できるようにしてもよい。また、ステップS 1 0 6の状況情報の取得は、ステップS 1 0 5よりも前に開始するようにしてもよい。

20

【 0 1 9 6 】

なお、図4のフローチャートにおいて、位相を制御しない場合は、ステップS 1 0 3や、ステップS 1 0 5で位相を制御する処理は省略してよい。また、図5のフローチャートにおいて、位相を制御しない場合は、ステップS 2 0 4や、ステップS 1 0 5で位相を制御する処理は省略してよい。

30

【 0 1 9 7 】

また、図4および図5のフローチャートにおいて、周波数を制御しない場合は、ステップS 1 0 6からステップS 1 0 9までの処理は、省略してもよい。

【 0 1 9 8 】

以下、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置1の具体的な動作について例を挙げて説明する。ここでは、図1に示したマイクロ波処理装置1を用いた場合について説明する。

【 0 1 9 9 】

(具体例1)

具体例1においては、図4に示したフローチャートのように、制御部1 0 7が、上記の(1-A)において説明した照射管理情報を用いて、移動部1 0 2を制御してマイクロ波を照射する場合について説明する。ただし、ここでは、照射部1 0 1が照射するマイクロ波の周波数の制御は行なわないものとする。

40

【 0 2 0 0 】

図6は、照射管理情報格納部1 0 5に格納されている照射管理情報を管理する照射管理情報管理表である。照射管理情報管理表は、「ID」と、「対象位置」と、「出射A」と、「出射B」と、「位相A」と、「位相B」と、「時間」という属性を有している。また、出射管理情報は、更に、という属性を有している。「ID」の属性値は、照射管理情報を管理する識別子である。ここでは、照射管理情報管理表の各レコード(行)が、それぞれ一の照射管理情報を示すものとする。「対象位置」の属性値は、対象位置情報であり、

50

ここでは、三次元空間における座標であるとする。「出射A」は、ロボットアーム1022aの先端に設置された出射部12aを特定する出射部特定情報であり、「出射A」の属性値は、出射部特定情報「出射A」により特定される出射部12aの出射位置情報であるとする。「出射A」の属性値は、ロボットアーム1022aの先端に設置された出射部12aの位置を示す三次元空間における座標と、方位角と、仰角との組であるとする。また、「出射B」についても同様であり、「出射B」は、ロボットアーム1022bの先端に設置された出射部12bを特定する出射部特定情報であり、「出射B」の属性値は、出射部特定情報「出射A」により特定される出射部12aの出射位置情報であるとする。「出射B」の属性値は、ロボットアーム1022bの先端に設置された出射部12bの位置を示す三次元空間における座標と、方位角と、仰角との組み合わせであるとする。ここでは「出射A」および「出射B」の属性値は、それぞれ、「(x座標, y座標, z座標)、(方位角、仰角)」で表される。「位相A」の属性値は、出射部12aから出力するマイクロ波の位相を指定する位相指定情報、「位相B」の属性値は、出射部12bから出力するマイクロ波の位相を指定する位相指定情報であるとする。各位相指定情報が示す位相の値は、上記の各位置指定情報が示す位置から出射部12aおよび出射部12bが出射したマイクロ波による電界を、対象位置情報が示す位置において集中させるために予め決められた値であるとする。「時間」は、マイクロ波の照射時間である。なお、図6において、x、y、z、x a 1、y a 1、z a 1、x b 1、y b 1、z b 1、b 1、a 1、a 1、b 1、t 1等は、任意の値であるとする。

10

照射管理情報格納部105に格納されている照射管理情報は、ここでは、例えば、シミュレーションを利用して取得された情報であるとする。

20

#### 【0201】

この具体例においては、2つの出射部12aおよび12bからマイクロ波を照射可能な空間に設定された三次元の仮想の複数の格子点の座標を、複数の照射管理情報の対象位置情報とし、各照射管理情報の「出射A」および「出射B」は、対象位置情報が示す位置にマイクロ波を照射する際の、2つの出射部12aおよび12bの位置であるとする。この2つの出射部12aおよび12bの位置は、ここでは、ロボットアーム1022aおよび1022bの先端に取付けられた出射部12aおよび12bの位置として設定されているものとする。ここでの出射部12aおよび12bの位置は、例えば、出射部12であるアンテナの、マイクロ波を出射する位置であるとする。

30

#### 【0202】

図7は、照射対象物70を、マイクロ波処理装置1により処理可能な領域に配置した状態を示す主要部の模式図(図7(a))、および出射部12aと12bを移動させて、照射対象物70にマイクロ波を照射している状態を示す主要部の模式図(図7(b))である。照射対象物70は、ここでは、パイプ状の物体であるとする。また、処理可能な領域とは、例えば、出射部12aおよび12bを移動させることで、マイクロ波を重ねて照射することが可能な範囲であるとする。

#### 【0203】

まず、ユーザが、図示しない入力デバイス等を利用して、マイクロ波処理装置1により、局所的に加熱したい照射対象物70の所望の箇所71の座標(X1, Y1, Z1)を入力したとすると、この座標値を、受付部106が受け付ける。なお、X1, Y1, Z1は、任意の値であるとする。

40

#### 【0204】

制御部107は、図6に示した照射管理情報管理表において、「対象位置」の属性値である座標が、受付部106が受け付けた座標と一致するレコード、つまり照射管理情報を検出し、検出したレコードの「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」および「時間」の属性値を取得する。そして、例えば、取得した「出射A」および「位相A」の属性値を、出射部特定情報「出射A」と対応付けて図示しない格納部に蓄積する。また、「出射B」および「位相B」の属性値を、出射部特定情報「出射B」と対応付けて図示しない格納部に蓄積する。また、取得した「時間」の属性値も、図示しない格納部に蓄積する

50

。ここでは、受付部106が受け付けた座標が、「ID」が「003」であるレコードの「対象位置」の属性値( $x_3, y_3, z_3$ )と一致したとすると、制御部107は、この「ID」が「003」であるレコードの「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」および「時間」の属性値を取得し、上記のように蓄積する。ここでの蓄積は、一時記憶であってもよい。取得した「時間」の属性値は、「 $t_3$ 」であったとする。

#### 【0205】

制御部107は、出射部特定情報「出射A」と対応付けられて蓄積された「出射A」の属性値である位置指定情報、即ち座標( $x_{a3}, y_{a3}, z_{a3}$ )と、方位角  $a_3$  と、仰角  $a_3$  とを読み出し、移動部102を制御して、読み出した位置指定情報が示す位置に、出射部特定情報「出射A」により特定される出射部12を移動させる。具体的には、予め「出射A」が示す出射部12aの位置が、ロボットアーム1022aの先端の位置であることが、図示しない格納部等に登録してあるとすると、制御部107は、上記で読み出した座標( $x_{a3}, y_{a3}, z_{a3}$ )と、方位角  $a_3$  と、仰角  $a_3$  とを用いて、ロボットアーム1022aの先端を、この読み出した情報が示す位置に移動させるための、ロボットアーム1022aの各部を制御する情報を算出する。例えば、ロボットアーム1022aに設けられた1以上のアクチュエータの移動量等を算出する。そして、制御部107は、算出した値を用いて、ロボットアーム1022aの先端を、上記で読み出した位置指定情報が示す位置に移動させる。これにより、ロボットアーム1022aの先端に設置した出射部12aを、出射部特定情報「出射A」に対応する位置指定情報が示す位置に移動させることができる。

#### 【0206】

同様に、制御部107は、出射部特定情報「出射B」と対応付けて蓄積された位置指定情報を読み出し、上記と同様に、この位置指定情報が示す位置に、ロボットアーム1022bの先端を移動させて、ロボットアーム1022bの先端に設置した出射部12bを、出射部特定情報「出射B」に対応する位置指定情報が示す位置に移動させる。なお、出射部12aおよび12bの移動後の位置は、少なくとも所望の箇所71において、それぞれから照射されるマイクロ波を重ねることが可能な位置であるとする。

#### 【0207】

制御部107は、出射部特定情報「出射A」と対応付けられて蓄積された「位相A」の属性値である位相指定情報「 $a_3$ 」を読み出し、出射部12aから、 $a_3$ だけ位相をずらしたマイクロ波を出射させる。例えば、制御部107は、マイクロ波発振器1011a、あるいは、マイクロ波発振器と接続された図示しない移相器を制御して、位相を  $a_3$  だけずらしたマイクロ波を発生させて、発生させたマイクロ波を、伝送手段1012aの同軸ケーブル11aを介して伝送させて、出射部12aから照射させる。

#### 【0208】

また、制御部107は、照射部101aの場合と同様に、出射部特定情報「出射B」と対応付けられて蓄積された「位相A」の属性値である位相指定情報「 $b_3$ 」を読み出し、出射部12bから、 $b_3$ だけ位相をずらしたマイクロ波を出射させる。なお、ここで出射部12aおよび12bからそれぞれ出射されるマイクロ波の周波数は、デフォルトで設定された同一の周波数であるとする。

#### 【0209】

ここでは、図7(b)に示すように、出射部12aと出射部12bとから出射されるマイクロ波は、少なくとも所望の箇所71において重なり、上述したように、位相指定情報に応じて位相を制御することで、位置指定情報が示す位置から出射部12aおよび出射部12bが出射したマイクロ波による電界は、対象位置情報が示す位置と一致する所望の箇所71に集中するため、上記のようなマイクロ波を出射部12aと出射部12bとから照射することにより、所望の箇所71においてマイクロ波による電界を集中させることができ、所望の箇所71を局所的に加熱することができる。

#### 【0210】

そして、上記で取得した時間である「 $t_3$ 」だけ、マイクロ波の照射を行なった後、マ

10

20

30

40

50

マイクロ波の照射を終了する。

【0211】

このような具体例においては、ユーザが指定した所望の箇所において電界がしゅうちゅうするよう、複数の出射部12aおよび12bからマイクロ波を照射することができ、所望の箇所を局所的に加熱することができる。

【0212】

(具体例2)

具体例2においては、図5に示したフローチャートのように、制御部107が、上記の(1-B)において説明した照射管理情報を用いて、移動部102を制御してマイクロ波を照射する場合について説明する。ただし、ここでは、照射部101が照射するマイクロ波の周波数の制御は行なわないものとする。

10

【0213】

図8は、照射管理情報格納部105に格納されている照射管理情報管理表を示す図である。この具体例2の照射管理情報管理表は、「順序」、「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」、および「時間」という属性を有している。「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」、「時間」という属性については、図6と同様であるためここでは詳細な説明は省略する。「順序」は、各レコード(行)である照射管理情報を用いた出射部12の移動が行なわれる順序を示す数値であり、ここでは、値が小さいものほど、移動の順序が早いものとする。なお、図8において、図6と同じ文字で表される属性値は、必ずしも同じ値でなくてもよい。また、ここでの一の照射管理情報が有する「出射A」

20

【0214】

まず、制御部107は、図8に示した照射管理情報管理表から、「順序」の値が「1」であるレコードを検出し、このレコードの「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」、および「時間」の属性値を取得する。

【0215】

そして、上記の具体例と同様に、取得した「出射A」および「出射B」の属性値である位置指定情報を用いて、ロボットアーム1022aおよび1022bをそれぞれ動作させて、それぞれの先端に設置された出射部12aおよび12bを移動させる。そして、取得した「位相A」および「位相B」の属性値である位相指定情報を用いて、出射部12aおよび12bから、位相を制御したマイクロ波を照射させる。これにより、出射部12aおよび12bから出射するマイクロ波を、予め決められた所望の箇所に集中させることができる。ここでの所望の箇所は、例えば、図7(a)の箇所72であるとする。マイクロ波の照射は、上記で取得した「時間」の属性値である「t1」が示す時間だけ行なわれる。これにより、所望の箇所72を局所的に加熱することができる。

30

【0216】

マイクロ波の照射が終了すると、制御部107は、図8に示した照射管理情報管理表から、「順序」の値が「2」であるレコードを検出し、このレコードの「出射A」、「出射B」、「位相A」、「位相B」、および「時間」の属性値を取得し、上記のようにロボットアーム1022aおよび1022bをそれぞれ動作させて、出射部12aおよび12bを移動させ、位相を制御したマイクロ波を、「時間」の属性値である「t2」が示す時間だけ照射する。ここで同位相のマイクロ波が照射される所望の箇所は、図7(a)の箇所73であるとする。これにより、所望の箇所73を局所的に加熱することができる。

40

【0217】

同様にして、照射管理情報管理表の「順序」の値が「3」以降の照射管理情報についても同様の処理を順次行なう。

【0218】

50

本具体例においては、図 8 に示したような照射管理情報に従って、マイクロ波を照射することで、マイクロ波による電界が集中する箇所を、予め指定された順序に従って変更することができ、連続的にマイクロ波により局所的に加熱する箇所を変更することができる。

【 0 2 1 9 】

( 具体例 3 )

具体例 2 においては、上記具体例 1 において、照射部 1 0 1 が照射するマイクロ波の周波数の制御を行なう際の処理の例を説明する。ここでは、上記具体例 1 において、ロボットアーム 1 0 2 2 a および 1 0 2 2 b を移動させて出射部 1 2 a および 1 2 b を移動させ、出射部 1 2 a および 1 2 b から周波数を制御したマイクロ波をそれぞれ出射することで、一の所望の箇所 7 1 に、マイクロ波による電界を集中させて、この箇所を局所的に加熱している場合について説明する。

10

【 0 2 2 0 】

なお、ここでは、説明の便宜上、上記具体例 1 とは異なり、所望の箇所 7 1 には、照射対象物として図示しない容器等に入れられたエチレングリコールが配置されているものとする。

【 0 2 2 1 】

また、この具体例において用いられるマイクロ波発振器 1 0 1 1 a および 1 0 1 1 b は、いずれも、2 . 4 G H z から 2 . 5 G H z の範囲で、発生するマイクロ波の周波数を変更可能な半導体型発振器であるとする。

20

【 0 2 2 2 】

また、この具体例においては、センサ 1 0 3 として、温度を検出可能な赤外線温度センサが照射対象物の上方等に設置されているものとする。以下、この具体例においては、センサ 1 0 3 を、赤外線温度センサ 1 0 3 と称す場合がある。

【 0 2 2 3 】

上記具体例 1 と同様に、出射部 1 2 a および 1 2 b が、それぞれ位相が制御されたマイクロ波を照射すると、マイクロ波による電界が照射対象物が配置された所望の箇所 7 1 に集中し、この箇所 7 1 が局所的に加熱される。これにより、照射対象物であるエチレン繰り返しコードが加熱される。ここでは、説明のため、各マイクロ波発振器 1 0 1 1 a および 1 0 1 1 b が最初に発生するマイクロ波の周波数は、デフォルト値である 2 . 4 5 G H z であるとする。

30

【 0 2 2 4 】

赤外線温度センサ 1 0 3 は、照射対象物の温度の値を取得し、取得した温度の値を制御部 1 0 7 に送信する。制御部 1 0 7 は、赤外線温度センサ 1 0 3 から送信された温度の値を受信する。

【 0 2 2 5 】

図 9 は、状況対応情報格納部 1 0 4 に格納された状況対応情報を管理する状況対応情報管理表の一例を示す図である。状況対応情報管理表は、「状況」、「閾値」、「閾値未満」、「閾値以上」という属性を有している。「状況」は、対象となる状況情報の種類を示す情報である。この「状況」は、センサ 1 0 3 の 1 以上を識別する情報であってもよい。属性値「温度」は、対象となる状況情報が赤外線温度センサ 1 0 3 が取得した温度（ここでは、エチレングリコールの液温）を示す値であることを示している。なお、ここでは、センサ 1 0 3 が一つであるため、この「状況」の属性は省略してもよい。「閾値」は、状況情報が取り得る値の範囲を 2 つの範囲に分割するための閾値であり、この 2 つの範囲を指定する情報と考えてよい。ここでは、6 0 が閾値であり、この閾値により、赤外線温度センサ 1 0 3 が取得しうる温度の値の領域が、6 0 未満の領域と、6 0 以上の領域とに分割される。「閾値未満」、および「閾値以上」は、赤外線温度センサ 1 0 3 が取得した値が、閾値未満である場合のマイクロ波発振器 1 0 1 1 の周波数を示す情報、および閾値以上である場合のマイクロ波発振器 1 0 1 1 の周波数を示す情報である。ここでは、「閾値未満」、および「閾値以上」は、マイクロ波発振器 1 0 1 1 が発生するマイクロ波

40

50

の周波数の制御目標値であるとする。

【 0 2 2 6 】

マイクロ波の照射開始から予め決められた時間（例えば、30秒等）が経過した時点で、制御部107は、赤外線温度センサ103から受信した最新の温度の値が、図9に示した状況対応情報管理表の「状況」が「温度」であるレコード（行）の「閾値」の属性値である「60」以上であるか否かを判断する。ここでは、赤外線温度センサ103により取得された温度の値が25であったとすると、制御部107は、赤外線温度センサ103により取得された温度の値が閾値未満であると判断して、図9に示した状況対応情報管理表の「状況」が「温度」であるレコード（行）の「閾値未満」の属性値である「2.4」GHzを取得する。そして、この取得した属性値「2.4」に基づいて、制御部107は、出射するマイクロ波の周波数が2.4GHzとなるよう、照射部101を制御する。なお、ここで発生するマイクロ波の周波数は、デフォルトの周波数と同じ2.4GHzであるため、マイクロ波の周波数は変更されない。

10

制御部107は、同様の処理を、予め決められた時間が経過する毎にくり返し行なう。

【 0 2 2 7 】

ここで、マイクロ波の照射によって照射対象物の液温が上昇した結果、赤外線温度センサ103が取得した温度の値が61であったとする。制御部107は、赤外線温度センサ103から送信された温度の値である61が、図9に示した状況対応情報管理表の、「状況」が「温度」であるレコード（行）の「閾値」の属性値である「60」以上であるか否かを判断する。ここでは、赤外線温度センサ103により取得された温度の値である61が、「60」以上であるため、制御部107は、赤外線温度センサ103により取得された温度の値が閾値以上であると判断して、図9に示した状況対応情報管理表の「状況」が「温度」であるレコード（行）の「閾値未満」の属性値である「2.5」GHzを取得する。そして、この取得した属性値「2.5」に基づいて、制御部107は、出射するマイクロ波の周波数が2.5GHzとなるよう、照射部101を制御する。この制御に応じて、各マイクロ波発振器1011が、2.5GHzのマイクロ波を発生し、出射部12aおよび12bは、2.5GHzのマイクロ波を照射対象物に照射する。直前に出射部12aおよび12bが出射していたマイクロ波の周波数が2.4GHzであったとすると、出射するマイクロ波の周波数は変更されることとなる。

20

【 0 2 2 8 】

図10は、エチレングリコールの各温度における比誘電損失と周波数の関係とを示すグラフ（図10（a））、および、図10（a）のグラフの主要部、具体的には、2.45GHz近傍を示す拡大図（図10（b））である。ただし、この拡大図は、説明のための模式図であり、必ずしも精度が高いものではない。図10（a）のグラフは、上述した図3のエタノールに関するグラフと同じ文献に記載された図面である。

30

【 0 2 2 9 】

図10に示すように、エチレングリコールの場合、液温が変化すると、周波数に対する比誘電損失が変化し、温度が、30～50までの範囲では、周波数が2.4GHzのマイクロ波に対する比誘電損失が、2.5GHzのマイクロ波に対する比誘電損失よりも大きい。このため、上記のように、赤外線温度センサ103が検出した状況情報である温度が60未満の場合は、2.4GHzのマイクロ波を照射対象物であるエチレングリコールに照射し、温度が60以上となった場合には、2.5GHzのマイクロ波を照射対象物であるエチレングリコールに照射するように、制御部107が、照射部101を制御することで、マイクロ波照射時の照射された領域の温度における、照射された領域の比誘電損失が最も高くなる周波数のマイクロ波を照射することができ、加熱効率を高めることができる。これにより、処理に必要なエネルギーの効率化を図ることができる。なお、ここでの照射される領域の比誘電損失が最も高くなる周波数のマイクロ波とは、照射部101が照射可能な周波数のマイクロ波のうちの照射される領域の比誘電損失が最も高くなる周波数のマイクロ波であ

40

50

る。

【0230】

制御部107は、マイクロ波の照射を終了するまで、その後も上記と同様の処理を、予め決められた時間が経過する毎にくり返し行なう。

【0231】

この具体例においては、センサ103が取得した状況情報に応じた周波数のマイクロ波を照射するよう、制御部107が照射部101を制御するようにしたことにより、照射対象物によるマイクロ波の比誘電損失を高めることができ、加熱効率を高めることができる。これにより、エネルギーの効率化を図ることができる。

【0232】

なお、ここでは、周波数の制御を、具体例1に適用した場合について説明したが、本発明においては、例えば、具体例2等に適用するようにしてもよいことはいうまでもない。

【0233】

(シミュレーション結果1)

以下、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置1に関して行なわれたシミュレーションによる実証試験結果について説明する。

【0234】

(基本条件)

図11は、マイクロ波処理装置1のシミュレーションによる実証試験において用いられたケース1のモデルを示す斜視図(図11(a))、正面図(図11(b))、側面図(図11(c))、ケース2のモデルを示す斜視図(図11(d))、正面図(図11(e))、側面図(図11(f))、ケース3のモデルを示す斜視図(図11(g))、正面図(図11(h))、側面図(図11(i))である。なお、図11において、説明の便宜上、図1に相当する部分については、同一または相当する符号を付与している。かかることは、以下のシミュレーション試験結果の図等においても同様である。また、図11は説明のための図であり、図11に示した照射対象物50a~50cや、出射部12等の大きさや位置の関係等は、実際にシミュレーション試験において設定されたものとは異なる場合がある。かかることは、後述する図15においても同様である。

【0235】

ケース1からケース3のいずれにおいても、等間隔に配置された3つの照射対象物50a~50cが用いられる。3つの照射対象物50a~50cは、それぞれ、短辺25mm、長辺50mm、高さ10mmのマイクロ波吸収体であり、短辺の伸びる方向に向かって、照射対象物50bが中心となるよう35mm間隔で同一平面状に一直線に配列されている。このとき、照射対象物50bの中心が、照射対象物50a~50cが配置される平面(以下、配置平面と称す)上の予め決められた位置51上に配置されるようにする。配置平面55は仮想の平面である。照射対象物50a~50cの材質は、複素誘電率の実部  $r$  が10、複素誘電率の虚部  $i$  が10、複素誘電率についての  $\tan$  が1のマイクロ波吸収体である。複素誘電率の実部  $r$  は、誘電率である。複素誘電率の虚部  $i$  は、誘電損失である。

【0236】

2つの出射部12aおよび12bは、それぞれの開口部が照射対象物50a~50cに対向するとともに、照射対象物50a~50cが配列されている直線の上方に、それぞれの開口部の中心52aおよび中心52bが位置するよう配列されている。2つの出射部12aおよび12bの長辺は、予め決められた位置51、中心52a及び52bを通る平面に平行となるよう配置されている。出射部12、12a及び12bは、ホーン型アンテナ(製品名:LB-340-15-A, Chengdu AINFO社製)となるよう数値が設定されている。具体的には、開口部のサイズが、短辺238mmであり、長辺が309mmであり、開口部の反対側となる位置にWR340規格(内径43.2×86.4mm)の導波管が上記の開口部と長辺同士が平行となるよう設けられており、全長が294mmに設定されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 3 7 】

( ケース 1 )

図 1 1 ( a ) ~ ( c ) に示したモデルは、マイクロ波処理装置 1 の 2 つの出射部 1 2 a および 1 2 b から、等間隔に配置された 3 つの照射対象物 5 0 a ~ 5 0 c に対して、マイクロ波を照射するケース 1 に用いられるモデルである。ケース 1 においては、図 1 1 ( b ) の正面図に示すように、出射部 1 2 a 及び 1 2 b の開口部の中心 5 2 a 及び 5 2 b のそれぞれと、予め決められた位置 5 1 とを結ぶ直線が、配置平面となす角度がいずれも 6 0 度となるよう配置されている。また、中心 5 2 a 及び中心 5 2 b と、位置 5 1 との距離は、いずれも 5 5 0 mm に設定されている。

## 【 0 2 3 8 】

( ケース 2 )

図 1 1 ( d ) ~ ( f ) に示したモデルは、マイクロ波処理装置 1 の 2 つの出射部 1 2 a および 1 2 b から、等間隔に配置された 3 つの照射対象物 5 0 a ~ 5 0 c に対して、マイクロ波を照射するケース 2 に用いられるモデルである。ケース 2 においては、図 1 1 ( e ) の正面図に示すように、出射部 1 2 a の開口部の中心 5 2 a と、予め決められた位置 5 1 とを結ぶ直線が、配置平面となす角度が 3 0 度となるよう配置され、出射部 1 2 b の開口部の中心 5 2 b と、位置 5 1 とを結ぶ直線が、配置平面となす角度が 3 0 度となるよう配置されている。中心 5 2 a と、位置 5 1 との距離は、9 0 0 mm に設定され、中心 5 2 b と、位置 5 1 との距離は、5 5 0 mm に設定されている。

## 【 0 2 3 9 】

( ケース 3 )

図 1 1 ( g ) ~ ( i ) に示したモデルは、対照試験であるケース 3 に用いられるモデルであって、一つの出射部 1 2 から、等間隔に配置された 3 つの照射対象物に対して、マイクロ波を照射する場合のモデルである。ケース 3 においては、出射部 1 2 は、予め決められた位置 5 1 の真上に開口部の中心 5 2 が位置し、開口部が照射対象物 5 0 a ~ 5 0 c に対向するとともに、長辺が照射対象物 5 0 a ~ 5 0 c の配列方向と平行になるよう配置されている。中心 5 2 と位置 5 1 との距離は、5 0 0 mm に設定されている。

## 【 0 2 4 0 】

なお、図 1 1 ( a ) 及び図 1 1 ( f ) において、出射部 1 2 a 及び 1 2 b は、その開口部の中心 5 2 a 及び 5 2 b のそれぞれと、位置 5 1 とを結ぶ直線が、出射部 1 2 a 及び 1 2 b の開口部がなす平面の法線となるよう、配置される。

## 【 0 2 4 1 】

なお、ケース 1 およびケース 2 においては、出射部 1 2 a 及び 1 2 b から出射されるマイクロ波の出力は、それぞれ、1 0 0 W とし、図 1 1 の出射部 1 2 から出射されるマイクロ波の出力は、2 0 0 W とし、総入力電力が、同じとなるよう設定されている。また、出射部 1 2、出射部 1 2 a 及び 1 2 b から出射されるマイクロ波の周波数は、いずれも 2 . 4 5 GHz であるとする。

## 【 0 2 4 2 】

図 1 1 ( a ) ~ 図 1 1 ( i ) における出射部 1 2、1 2 a、1 2 b、及び照射対象物 5 0 a ~ 5 0 c が配置されている空間については、ここでは、自由空間を模擬するよう、周囲におけるマイクロ波の反射が 0 となるよう設定されている。また、この空間は真空に設定されている。即ち、空間は、複素誘電率の実部  $r$  が 1、誘電誘電率の虚部  $i$  が 0、複素誘電率についての  $\tan$  が 0、複素透磁率の虚部  $\mu r$  が 1、複素誘電率の虚部  $\mu i$  が 0、複素透磁率についての  $\tan$  が 0 に設定されている。

## 【 0 2 4 3 】

シミュレーション実証試験には電場解析ソフト ( ANSYS 製 HFSS 13 . 0 ) を用い、出射部 1 2、出射部 1 2 a 及び 1 2 b がいずれも 1 波長のマイクロ波を照射した場合のシミュレーション実証試験を行った。ケース 1 及び 2 については、出射部 1 2 b が発生するマイクロ波の位相を制御することで、出射部 1 2 a と出射部 1 2 b との位相差を変化させた場合の、照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c の発熱分布の変化を実証試験した。ここでは、

10

20

30

40

50

出射部 1 2 a の位相を 0 度とし、出射部 1 2 b の位相を、0 度、90 度、180 度の 3 通りで変化させた。ここでの位相は、基準となる位相に対する位相差を示している。この位相は初期位相と考えても良い。ケース 3 は、比較対象として用いたものであり、出射部 1 2 が一つであるため、位相差の制御は行われない。

#### 【0244】

図 1 2 は、シミュレーション実証試験により得られた照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c 近傍の発熱分布を示す平面図であり、図 1 2 ( a ) ~ 図 1 2 ( c ) は、ケース 1 において、出射部 1 2 a の位相を 0 度とし、出射部 1 2 b の位相を、それぞれ、0 度、90 度、180 度と変化させた場合、つまり位相差を 0 度、90 度 180 度と変化させた場合の発熱分布を示し、図 1 2 ( d ) ~ 図 1 2 ( f ) は、ケース 2 において、出射部 1 2 a の位相を 0 度とし、出射部 1 2 b の位相を、それぞれ、0 度、90 度、180 度と変化させた場合、つまり位相差を 0 度、90 度 180 度と変化させた場合の発熱分布を示し、図 1 2 ( g ) は、出射部 1 2 を用いた場合の発熱分布を示している。なお、図 1 2 において、明度が高い部分ほど、発熱が高い部分であることを示している。

10

#### 【0245】

図 1 3 は、シミュレーション実証試験により得られた各照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c の発熱量を示すグラフ及び表であり、図 1 3 ( a ) は、ケース 1 についてのグラフであり、位相差を変化させた場合に得られた各照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c の発熱量を、同じグラフにプロットしている。ここでは、位相差 0 度の場合の照射対象物 5 2 c の発熱量を 1 とした場合の比で、それぞれの発熱量を示している。図 1 3 ( b ) は、ケース 2 についてのグラフであり、位相差を変化させた場合に得られた各照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c の発熱量を、同じグラフにプロットしている。ここでは、位相差 90 度の場合の照射対象物 5 2 a の発熱量を 1 とした場合の比で、それぞれの発熱量を示している。図 1 3 ( c ) は、ケース 3 についてのグラフであり、照射対象物 5 2 c の発熱量を 1 とした場合の比で、それぞれの発熱量を示している。図 1 3 ( d ) は、上記のグラフで示した発熱量の比を、表に表したものである。図 1 3 ( a ) および図 1 3 ( b ) において、丸印は、出射部 1 2 a 及び出射部 1 2 b の基準となる位相に対する位相差がいずれも 0 度である場合を示し、四角印は、出射部 1 2 a 及び出射部 1 2 b の基準となる位相に対する位相差が 0 度及び 90 度である場合を示し、三角印は、出射部 1 2 a 及び出射部 1 2 b の基準となる位相に対する位相差が 0 度及び 180 度である場合を示している。

20

30

図 1 2 ( g ) 及び図 1 3 ( c ) に示すように、一つの出射部 1 2 からマイクロ波を照射する場合、照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c 間におけるマイクロ波による発熱量の分布には、偏りがあり、照射対象物 5 2 b を中心として、加熱される位置が外側に広がっているように見えるのに対し、図 1 2 ( a ) ~ ( f ) に示すように、2 つの出射部 1 2 a、1 2 b を用いて照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c に対してマイクロ波を照射した場合、照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c 間におけるマイクロ波による発熱量の分布には、偏りが生じており、マイクロ波による局所的な加熱が行われていることがわかる。

#### 【0246】

(ケース 3)

また、図 1 2 ( a ) ~ ( f ) の、位相差が同じ場合のケース 1 の結果とケース 2 の結果とを比較すると、発熱量の分布が異なっている。例えば、図 1 2 ( a ) においては、照射対象物 5 2 b が局所的に加熱されているが、図 1 2 ( d ) においては、照射対象物 5 2 a 及び 5 2 b が局所的に加熱され、照射対象物 5 2 c はほとんど加熱されていないことがわかる。このことから、2 つの出射部 1 2 a 及び 1 2 b を移動させることで、マイクロ波により局所的に加熱する箇所を変更することができることがわかる。

40

#### 【0247】

また、図 1 2 ( a ) ~ ( c ) 及び図 1 3 ( a ) によれば、同じケース 1 の配置においても、位相差が異なると、照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c 間におけるマイクロ波による発熱量の分布は変化し、例えば、図 1 2 ( a ) においては、照射対象物 1 2 b が局所的に加熱されているのに対し、図 1 2 ( b ) においては、照射対象物 1 2 a と、照射対象物 1 2 b の左

50

側、照射対象物 1 2 c の右側が局所的に加熱され、図 1 2 ( c ) においては、照射対象物 1 2 c が局所的に加熱されていることがわかる。

【 0 2 4 8 】

また、図 1 2 ( d ) ~ ( f ) 及び図 1 3 ( f ) によれば、同じケース 2 の配置においても、位相差が異なると、照射対象物 5 2 a ~ 5 2 c 間におけるマイクロ波による発熱量の分布は変化し、例えば、図 1 2 ( d ) においては、照射対象物 1 2 a 及び 1 2 b が局所的に加熱されているのに対し、図 1 2 ( b ) においては、照射対象物 1 2 b と、照射対象物 1 2 c の右側が局所的に加熱され、図 1 2 ( c ) においては、照射対象物 1 2 c が局所的に加熱されていることがわかる。

【 0 2 4 9 】

このことから、2つの出射部 1 2 a 及び 1 2 b の位相を制御することによって、局所的に加熱する箇所を移動させることができることがわかる。

【 0 2 5 0 】

このようなシミュレーション結果から、2つの出射部 1 2 a 及び 1 2 b を個別に移動させることで、マイクロ波の照射を適切に制御することができ、例えば、局所的な加熱が可能となるとともに、加熱する箇所を移動させることができることがわかる。また、2つの出射部 1 2 a 及び 1 2 b の位相を制御することで、マイクロ波の照射を適切に制御することができ、例えば、局所的な加熱が可能となるとともに、加熱する箇所を移動させることができることがわかる。

【 0 2 5 1 】

以上、本実施の形態によれば、マイクロ波を出射する複数の出射部 1 2 を個別に移動させられるようにしたことにより、マイクロ波の照射を適切に制御することができる。

また、各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相を制御できるようにしたことにより、マイクロ波の照射を適切にかつより柔軟に制御することができる。

更に、照射部 1 0 1 の周波数を変更することで、加熱効率を高めることができる。

【 0 2 5 2 】

( 実施の形態 2 )

本実施の形態のマイクロ波処理装置 2 は、上記実施の形態において説明したマイクロ波処理装置において、容器内において、マイクロ波を出射する複数の出射部を個別に移動させられるようにしたものである。

【 0 2 5 3 】

図 1 4 は、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置 2 の構成の一例を示す模式図 ( 図 1 4 ( a ) )、および図 1 4 ( a ) の主要部の X I - X I 線による断面図 ( 図 1 4 ( b ) ) である。なお、図において、図 1 と同一符号は同一または相当する部分を示している。

【 0 2 5 4 】

マイクロ波処理装置 2 は、容器 2 0 0、照射部 2 0 1、移動部 2 0 2、1 または 2 以上のセンサ 1 0 3、状況対応情報格納部 1 0 4、照射管理情報格納部 1 0 5、受付部 1 0 6 および制御部 1 0 7 を備える。センサ 1 0 3 は、例えば、熱電対等の温度センサである。

【 0 2 5 5 】

容器 2 0 0 は、内部にマイクロ波が照射される容器である。例えば、容器 2 0 0 は、マイクロ波を照射することによって、内容物の加熱等の 1 以上の処理を行なう容器である。容器 2 0 0 は、処理容器と考えてもよい。容器 2 0 0 内で行なう 1 以上の処理は、どのような処理であってもよい。1 以上の処理は、例えば、1 以上の反応を行なうための加熱を含む処理であってもよい。1 以上の処理は、例えば、容器 2 0 0 内の内容物を用いて行なわれる処理である。ここでの処理は、例えば、上記実施の形態 1 において説明された処理の 1 以上と同様の処理である。

【 0 2 5 6 】

容器 2 0 0 は、例えば、内部で化学反応等の 1 以上の反応を行なうためのリアクターであってもよい。容器 2 0 0 は、例えば、マルチモードでマイクロ波照射が行なわれるリア

10

20

30

40

50

クターである。

【0257】

容器200内には、例えば、内容物が配置される。内容物としては、上記実施の形態一において説明した照射対象物と同様のものが利用可能である。例えば、容器200内には、例えば、内容物が、連続的、あるいは非連続的に供給される。容器200は、例えば、内容物を内部に供給するための供給口（図示せず）と、内部の内容物を取り出すための取出口（図示せず）とを有している。供給口は、例えば、投入口と考えてもよい。また、取出口は、例えば、排出口や回収口と考えてもよい。なお、供給口と取出口とを一の入出口（図示せず）等で実現してもよい。内容物は、例えば、ポンプ（図示せず）等を用いて、容器200内に供給されたり、容器200内から取り出しが行なわれてもよい。容器200は、例えば、バッチ式のリアクターであってもよい。また、容器200は、例えば、連続的に供給された内容物に対して1以上の反応を連続的に行なって、内容物を連続的に取り出すような、いわゆるフロー式リアクター等の連続式のリアクターであってもよい。例えば、容器200は、液状の内容物が、上方に未充填空間を有した状態で水平方向に流れる横型のフロー式のリアクターであってもよい。例えば、内容物の供給口を、取出口が設けられている高さと同じ、あるいは高い位置に設けることで、供給口から供給された流体である内容物が、供給口側から取出口側に向かって容器200内を自然に流れて取出口から排出されることとなり、容器200をこのようなフロー式のリアクターとして用いることができる。

10

【0258】

容器200は、容器200の内部を加熱するためのヒータや、温水ジャケット等の加熱手段（図示せず）や、内部を冷却するための冷水ジャケット等の冷却手段（図示せず）等を有していてもよい。容器200は、内部に、1または2以上の仕切板（図示せず）や、内容物を攪拌するためのスクリュウや攪拌羽根等の攪拌手段等を有していてもよい。

20

【0259】

容器200の形状は問わない。図1においては、一例として、容器200が直方体である場合を例に挙げて説明しているが、容器200は、例えば、断面形状がU字形状を有しており横方向に伸びる筒形状や、横長の直方体形状や、カプセル形状、円筒形状を有していても良く、断面形状が半円形状や台形形状を有しており横方向に伸びる筒形状を有していてもよい。また、容器200は、横長の形状ではなく縦長のカプセル形状や円筒形状等の縦長の形状を有していても良く、球形状を有していてもよい。また、容器200は、底面等が水平に配置されてもよく、底面等が水平面に対して傾斜して配置されてもよい。例えば、マイクロ波処理装置2は、容器200を底面が水平面に対して傾斜した状態で保持するための脚部（図示せず）を有していてもよい。

30

【0260】

容器200の材質等は問わない。容器200は、内壁が、マイクロ波を反射する物質で構成されていることが好適である。マイクロ波を反射する物質は、例えば、金属である。また、容器の大きさ等は問わない。

【0261】

照射部201は、上記実施の形態一において説明した照射部201において、容器200の内部に対して、複数の出射部12からマイクロ波を照射するようにしたものである。例えば、照射部101の複数の出射部12は、容器200の内部や、容器200の壁面等に配置されている。例えば、出射部12が同軸ケーブルと接続されたアンテナである場合、このアンテナが、容器200内に、移動可能となるよう配置されている。例えば、図14においては、出射部12として平面アンテナを用いている場合を例に挙げて示している。

40

【0262】

更に、照射部201は、複数の出射部12が、容器200に対して個別に移動可能となるよう設置されているようにしたものである。例えば、複数の出射部12は、容器200の壁面に沿って移動可能となる設置されている。ただし、複数の出射部12がどのように移動可能となるよう設置されているかは問わない。その他の構成については、上記実施の

50

形態の照射部 201 と同様であるため、ここでは、詳細な説明は省略する。

【0263】

移動部 202 は、上記実施の形態の照射部 101 において、照射部 101 が有する複数の出射部 12 を、容器 200 内において、個別に移動させるものである。例えば、移動部 202 は、複数の出射部 12 を、個別に、容器 200 の壁面に沿って移動させるものである。例えば、移動部 202 は、容器 200 の壁面に設けられたスリット 20 に挿入された伝送手段 1012 を、スリット 20 に挿入したまま、スライドさせることで、挿入された伝送手段 1012 の、容器 200 の内部側に設けられた出射部 12 を、容器 200 内において移動させることができる。伝送手段に同軸ケーブル 11 や、また、移動部 202 は、容器 200 の壁面等に設けられた、上記実施の形態において説明したような出射部 12 を備えた複数のロボットアーム 1022 等を有するものであってもよい。

10

【0264】

以下、図 14 に示した移動部 202 の構造について説明する。図 14 においては、容器 200 の上面と一の側面に、移動部 202 を構成する移動機構 2022 がそれぞれ設けられている。各移動機構 2022 は、容器 200 の上面および一の側面（以下、これらをそれぞれ単に面と称す）に設けられ、この面を貫通するスリット 20 上をスライド移動するスライド部材 21 と、スリット 20 に沿って設けられ、スライド部材 21 の移動方向を、スリット 20 の伸びる方向に制限するとともに、容器 200 の面からスライド部材 21 が離れないようにするための、スライド部材 21 の側部がスライド可能となるよう挿入される溝を有するガイド部 22 と、スライド部材 21 の上面に設けられたラックギア 23 と、このラックギアに歯合するピニオンギア 24 と、このピニオンギア 24 を回転させるにモータ 25 とを備えている。なお、ピニオンギア 24 とモータ 25 の回転軸とは、直接接続されていてもよく、ギアやベルト等を介して間接的に接続されていてもよい。伝送手段 1012 は、その一端がスライド部材 21 を貫通するようスライド部材 21 に取付けられており、伝送手段 1012 のスライド部材 21 を貫通した一端は、面に設けられたスリット 20 を通って、容器 200 内に配置されている。例えば、伝送手段 1012 の同軸ケーブル 11 の一端が、スライド部材 21 を貫通して容器 200 内に配置されており、この一端に接続された出射部 12 であるアンテナが容器 200 内に配置されている。スライド部材 21 の長さは、スリット 20 の長手方向の両端に、伝送手段 1012 が位置した際に、スライド部材 21 が、少なくともスリット 20 全体を塞ぐことが可能な長さとする。例えば、スライド部材 21 の長さを、スリット 20 の長さの 2 倍より長くする。

20

30

【0265】

この移動部 202 の各移動機構 2022 においては、モータ 25 を回転させてピニオンギア 24 を回転させることにより、ラックギア 23 とともに、スライド部材 21 がガイド部 22 に沿って移動し、スライド部材 21 に取付けられた伝送手段 1012 の一端側がスリット 20 に挿入された状態で、スライド部材 21 とともに移動し、これにより、伝送手段 1012 の一端に設けられた出射部 12（例えば、アンテナ）を、スライド部材 21 が移動する一次元方向に移動させることができる。また、スライド部材 21 を移動させても、スリット 20 がスライド部材 21 で塞がれるため、例えば、出射部 12 が移動した場合においても、気密を保つとともに、マイクロ波が外部に漏れないようにすることができる。

40

【0266】

なお、図 14 においては、各移動機構 2022 を設ける面や、各移動機構 2022 を設ける方向等は問わない。例えば、スライド部材 21 がどの方向に移動するよう移動機構 2022 を設けてもよい。ただし、スライド部材 21 の移動方向に伸びるよう、移動機構 2022 に対応するスリット 20 を容器 200 に設ける必要がある。

【0267】

また、図 14 においては、移動機構 2022 を 2 つ設けた場合について説明したが、移動機構 2022 を 3 以上設けるようにしてもよい。

【0268】

なお、ここで示した移動部 202 は、一例であり、移動部 202 は、上記以外の構造を

50

有していても良い。ただし、移動によりマイクロ波が漏れない構造であることが好ましい。

【0269】

例えば、後述した制御部107が、各移動機構2022を、それぞれ個別に制御することで、各移動機構2022に設置された出射部12を、個別に移動させることができる。

【0270】

マイクロ波処理装置2の動作については、移動部202による出射部12の移動範囲や、移動部202を移動させるための制御信号等が異なる点を除けば、上記実施の形態1と同様であるため、ここでは、詳細な説明は省略する。

【0271】

(シミュレーション結果2)

以下、本実施の形態におけるマイクロ波処理装置2に関して行なわれたシミュレーションによる実証試験結果について説明する。

【0272】

(基本条件)

図15は、マイクロ波処理装置2のシミュレーションによる実証試験において用いられたケース4およびケース5のモデルを示す図であり、ケース4の斜視図(図15(a))、平面図(図15(b))、側面図(図15(c))、正面図(図15(d))、およびケース5の斜視図(図15(e))、平面図(図15(f))、側面図(図15(g))、正面図(図15(h))をそれぞれ示している。ケース4およびケース5のモデルは、いずれも、1辺が1000mmである正方形であり、高さが400mmである直方体である容器200内において、2つの出射部12aおよび12bからマイクロ波を照射するモデルを示している。容器200の底面には、厚さ20mmの照射対象物60が全面に配置されている。照射対象物60は、複素誘電率の実部  $r$  が10、複素誘電率の虚部  $i$  が10、複素誘電率についての  $\tan$  が1のマイクロ波吸収体である。また、容器内200のその他の空間は、空気に設定されている。容器200の内壁は、全て金属壁とした。具体的には、照射対象物60が配置される底面も金属壁であるとする。ここでは、容器200の底面の中心61を座標軸の原点とし、中心61を通過して、底面の正面側の辺に垂直な直線を  $x$  軸、中心61を通過して、底面において  $x$  軸に垂直な直線を  $y$  軸とし、中心61を通過して底面に垂直な軸を  $z$  軸とする。なお、容器200の底面の  $x$  軸方向における両端の  $x$  座標を、それぞれ  $-500$ 、及び  $500$  に、また、 $y$  軸方向における両端の  $y$  座標を、それぞれ  $-500$ 、及び  $500$  設定した。

【0273】

なお、図15において、説明の便宜上、図14に相当する部分については、同一または相当する符号を付与している。かかることは、以下のシミュレーション試験結果の図等においても同様である。

【0274】

出射部12a及び12bは、ここでは、長辺が、86.4mm、短辺が43.2mmである開口部を有するWR340規格の直線導波管であるとする。2つの出射部12aおよび12bは、それぞれの開口部が容器200の底面の中心61に対向するよう容器200の上面に配置されている。

【0275】

(ケース4)

ケース4においては、図15(d)の正面図に示すように、照射部12a及び12bは、容器200の上面の、 $x$  軸上に、開口部の中心62a及び62bが位置するとともに、開口部の長辺同士が平行となるように配列されている。出射部12a及び12bの開口部の中心62a及び62bのそれぞれと、底面の中心61とを結ぶ直線が、容器200の底面となす角度がいずれも70度となるよう配置されている。出射部12a及び12bは、その開口部の中心62a及び62bのそれぞれと、位置61とを結ぶ直線が、出射部12a及び12bの開口部がなす平面の法線となるよう、配置される。出射部12a及び12

10

20

30

40

50

bの開口部の中心62a及び62bとの間の距離は、273.6mmで、出射部12a及び12bの、容器200内に突出している部分の高さは、32.2mmであり、かかることは、ケース5においても同様である。

【0276】

(ケース4)

ケース5においては、図15に示すように、照射部12aは、その開口部の中心62aが、容器200の上面の、x座標が250、y座標が250となる位置に、開口部がなす面が、容器200の底面に対向するよう容器200の底面と平行に配置されている。照射部12aは、開口部の長辺が、x軸に平行となるように配置されている。照射部12bは、一旦、その開口部の中心62bが、容器200の上面の、x座標が200、y座標が200となる位置に、開口部がなす面が、容器200の底面に平行となるよう対向するとともに、開口部の長辺がx軸に平行となるよう配置したうえで、この照射部12bを、この照射部12bの開口部の中心62を通るこの開口部がなす法線を回転軸として上方からみて左回りに45度回転させ、更に、回転させた照射部12bを、照射部12bの中心を通る照射部12bの開口部の長辺に平行な直線を回転軸として開口部が容器200の底面の中心方向を向くよう45度回転させた配置とした。

10

【0277】

なお、その他のマイクロ波の周波数等の条件は、上記実施の形態1のシミュレーション実証試験と同様であるとする。また、マイクロ波の位相を制御する点も同様である。

【0278】

図16は、ケース4についてのシミュレーション実証試験により得られた結果を示す図であり、図16(a)~図16(e)は、ケース4において、出射部12aの位相を0度とし、出射部12bの位相を、それぞれ、0度、45度、90度、135度、180度と変化させた場合、つまり位相差を0度、45度、90度、135度、180度と変化させた場合の照射対象物60における発熱分布の平面図を示し、図16(f)は、上記の各位相差において、電界強度の最大値が得られる箇所のxy座標を、xy座標面にプロットしたグラフであり、図16(g)は、上記の各位相差において、電界強度の最大値が得られる箇所のxy座標及び電界強度の最大値を示す表を示している。

20

【0279】

図17は、ケース5についてのシミュレーション実証試験により得られた結果を示す図であり、図17(a)~図17(e)は、ケース5において、出射部12aの位相を0度とし、出射部12bの位相を、それぞれ、180度、90度、0度、90度、180度と変化させた場合、つまり位相差を180度、90度、0度、90度、180度と変化させた場合の照射対象物60における発熱分布の平面図を示し、図17(f)は、上記の各位相差において、電界強度の最大値が得られる箇所のxy座標を、xy座標面にプロットしたグラフであり、図17(g)は、上記の各位相差において、電界強度の最大値が得られる箇所のxy座標及び電界強度の最大値を示す表を示している。なお、図16および図17において、明度が高い部分ほど、発熱が高い部分であることを示している。

30

【0280】

なお、図16(f)及び図17(f)の表において、「位相差」の2つの属性は、左から順に、出射部12aの位相と、出射部12bの位相を示す。ここでの各位相は、基準となる位相に対する位相差を示している。ここでの各位相は、初期位相と考えても良い。

40

【0281】

図16(a)~(e)に示したケース4の結果と、図17(a)~(e)に示したケース5の、位相差が同じ場合の結果同士を比較すると、電界分布が異なっている。また、局所的に電界強度の高い箇所が存在しているが、この箇所が異なっている。例えば、図16(a)の電界分布と、図17(c)の電界分布とにおいては、電界分布が異なっており、それぞれにおいて、局所的に電界強度の高い箇所が存在しているが、その箇所は、互いに異なっていることがわかる。このことから、2つの出射部12a及び12bを移動させることで、電界分布を変更することができるとともに、マイクロ波により局所的に加熱する

50

箇所を変更することができる。わかる。

【0282】

また、図16(a)~(e)から、同じケース4であっても、位相差を変化させることで、電界分布を変化させられるとともに、局所的に電界強度が高い箇所を変更させることができる。また、例えば、図16(f)や図16(g)に示すように、最も電界強度が高くなる箇所も、位相差を変化させることで移動させられる。わかる。

図17に示した結果から、ケース5についても、同じことがいえる。わかる。

【0283】

このようなシミュレーション結果から、容器200内において、2つの出射部12a及び12bを個別に移動させることで、マイクロ波の照射を適切に制御することができ、例えば、局所的な加熱が可能となるとともに、加熱する箇所を移動させることができる。また、2つの出射部12a及び12bの位相を制御することで、マイクロ波の照射を適切に制御することができ、例えば、局所的な加熱が可能となるとともに、加熱する箇所を移動させることができる。わかる。

【0284】

なお、図16や図17の結果においては、電界強度の局所的に集中する箇所と、照射部12a、12bの位置や位相差等との関連を見つけることは難しく、このような容器200内において、2つの出射部12a、12bからマイクロ波を出射した場合、容器200内における反射等の影響により、電界強度を局所的に集中させる箇所を予測することが難しい。わかる。このため、このような場合においては、上記のようなシミュレーション結果を用いて、上述した照射管理情報を取得することが好ましい場合がある。

【0285】

以下、上記のようなシミュレーションを利用して、照射管理情報を取得する処理の一例について説明する。この処理は、例えば、制御部107等が行ってもよく、図示しない他の情報処理装置等で行っても良い。

【0286】

まず、上記の図15~図17に示したようなシミュレーションを複数の出射部12の移動と、位相差との複数の組み合わせについて、シミュレーションをそれぞれ実行する。組み合わせの数は多い方が好ましい。また、照射対象物60が配置される高さ位置(例えば、容器200の上面からの位置)も、組み合わせの一要素として加えても良い。つまり、照射対象物60の高さを変化させた場合について、上記と同様のシミュレーションを行うようにしても良い。これにより、三次元空間における電界強度が高い箇所の座標を取得することが可能となる。ここでの複数の出射部12の移動とは、例えば、複数の出射部12の少なくとも1以上についての、位置やマイクロ波を出射する方向等の少なくとも1以上を変更することである。ここでの移動は、例えば、容器200の壁面に沿った移動である。各出射部12を移動させる際には、例えば、仮想のマトリクスの交点上を移動させることが好ましいが、自由に移動させても良い。

【0287】

このように複数のシミュレーションを行うことで、図16や図17に示すような複数のシミュレーション結果が得られる。

【0288】

そして、各シミュレーションについて、複数の出射部12の移動に関する情報と、各出射部12の位相の情報と、図16(f)等に示したようなシミュレーションに得られた電界分布における電界強度の最も高い箇所の座標と、その電界強度の値を取得する。複数の出射部12の移動に関する情報は、例えば、移動によって変更された各出射部12の位置や出射方向を示す情報等である。複数の出射部12の移動に関する情報は、例えば、複数の出射部のそれぞれの位置を示す情報(例えば座標)と、マイクロ波の出射方向を示す情報(例えば、方位角と、仰角)との組み合わせである。電界強度の最も高い箇所の座標は、照射対象物60上のx-y座標であるが、照射対象物60の高さも変更する場合は、この高さを示す値をz座標として更に取得するようにしても良い。そして、各シミュレーショ

10

20

30

40

50

ンについて取得した、各出射部 1 2 の移動に関する情報と、各出射部 1 2 の位相の情報と、電界強度の最も高い箇所の座標と組を、出射位置情報と、位相指定情報と、対象位置情報と、して有する照射管理情報を取得し、照射管理情報格納部 1 0 5 等の格納部に蓄積する。これにより、実施の形態 1 において図 6 に示したような照射管理情報を取得することが可能となる。

#### 【 0 2 8 9 】

なお、対象位置情報が重複した照射管理情報が取得された場合、対応する電界強度が高い方の照射対象情報だけを残して、他のものは削除するようにしても良い。

#### 【 0 2 9 0 】

また、ここでは、電界強度が最も高い箇所の座標だけを、各シミュレーションの結果から取得するようにしたが、例えば、電界強度がしきい値以上の箇所の 1 または 2 以上の座標を取得して、各座標を、それぞれ対象位置情報として有する照射管理情報として取得して蓄積し、対象位置情報が重複した照射管理情報は削除するようにしてもよい。

#### 【 0 2 9 1 】

また、上記のような複数のシミュレーションを行った後に、複数のシミュレーション結果の中から、マイクロ波が照射されうる容器 2 0 0 内等のあらかじめ指定された空間内の複数の座標のそれぞれについて、その座標における電界強度が高いシミュレーション結果を検出し、このシミュレーションについての複数の出射部 1 2 の移動に関する情報と、複数の出射部 1 2 の位相の情報と、上記のあらかじめ指定された空間内の座標との組を、それぞれ、出射位置情報と、位相指定情報と、対象位置情報と、して有する照射管理情報を取得し、照射管理情報格納部 1 0 5 等の格納部に蓄積するようにしてもよい。ここでの電界強度が高いシミュレーション結果とは、電界強度が最も高いシミュレーション結果であってもよく、電界強度が、k 番目 (k は 2 以上の整数) に高いシミュレーション結果であってもよく、電界強度がしきい値以上であるシミュレーション結果の中からランダム等であってもよい。

#### 【 0 2 9 2 】

なお、照射管理情報に位相指定情報が不要である場合、位相を変化させないシミュレーションを行って、位相の情報を取得しないようにすれば良い。

#### 【 0 2 9 3 】

なお、上記においては、複数の出射部 1 2 を、容器 2 0 0 の壁面に沿って移動させた場合のシミュレーション結果を用いて、照射管理情報を取得する場合について説明したが、本発明においては、出射部 1 2 の移動は、壁面に沿った移動に制限されなくても良い。また、ここでは、容器 2 0 0 における移動についてシミュレーションを行ったが、容器 2 0 0 のない自由空間等における出射部 1 2 の移動についてシミュレーションを行って、照射管理情報を取得するようにしても良い。

#### 【 0 2 9 4 】

以上、本実施の形態によれば、容器 2 0 0 内において、複数の出射部 1 2 を個別に移動させられるようにしたことにより、容器 2 0 0 内におけるマイクロ波の照射を適切に制御することができる。

また、各出射部 1 2 が出射するマイクロ波の位相を制御できるようにしたことにより、マイクロ波の照射を適切にかつより柔軟に制御することができる。

更に、照射部 1 0 1 の周波数を変更することで、加熱効率を高めることができる。

#### 【 0 2 9 5 】

なお、本発明においては、マイクロ波により発生する電界を集中させることは、マイクロ波により発生する磁界を集中させることと実質的に同じことと考えるようにしてもよい。例えば、上記の実施の形態においては、制御部 1 0 7 が 1 以上の所望の箇所に電界が集中するよう複数の出射部 1 2 を移動させたり、マイクロ波の位相を制御する場合等について説明したが、このことは、制御部 1 0 7 が 1 以上の所望の箇所に磁界が集中するようマイクロ波を制御することと実質的に同じことと考えるてもよい。通常、電界が集中する箇所も、磁界が集中する箇所も実質的に同じ箇所となるため、このように電界を磁界と置き換

10

20

30

40

50

えて考えた場合においても、実質的に、上記実施の形態と同様の構成となり同様の効果を奏する。

【0296】

なお、上記各実施の形態において、マイクロ波の周波数が可変である半導体型発振器1011の代わりに、異なる周波数のマイクロ波を発生する複数の半導体型発振器等のマイクロ波発振器1011を用い、これらが発生するマイクロ波を切り替えて、各出射部12から出射するようにして、各出射部12が出射するマイクロ波の周波数を変更するようにしてもよい。異なる周波数のマイクロ波を発生する複数のマイクロ波発振器は、例えば、異なる周波数のマイクロ波を発生する複数のマイクロ波発振器を一体化したもの（例えば、アレイ状に一体化したものや、集積したもの等）であってもよい。この場合、複数のマイクロ波発振器を構成する回路等の一部を共用するようにしてもよい。このような異なる周波数のマイクロ波を発生する複数のマイクロ波発振器の組、あるいはこの複数のマイクロ波発振器を一体化したものを、上記の一のマイクロ波発振器1011として用いるようにしてもよい。このように、異なる周波数のマイクロ波を発生する複数のマイクロ波発振器を用いることで、周波数が可変であるマイクロ波発振器を用いる場合よりも、変更可能な周波数の幅を広くすることができる。

10

【0297】

なお、上記各実施の形態において、制御部107等が行なう制御は、単一の制御部によって集中処理されることによって実現されてもよく、あるいは、複数の制御部等によって分散処理されることによって実現されてもよい。

20

【0298】

また、上記各実施の形態において、各構成要素は専用のハードウェアにより構成されてもよく、あるいは、ソフトウェアにより実現可能な構成要素については、プログラムを実行することによって実現されてもよい。例えば、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェア・プログラムをMPU等のプログラム実行部が読み出して実行することによって、各構成要素が実現され得る。その実行時に、プログラム実行部は、格納部（例えば、ハードディスクやメモリ等の記録媒体）にアクセスしながらプログラムを実行してもよい。

【0299】

なお、上記各実施の形態におけるマイクロ波処理装置による制御部107等が行なう制御を実現するソフトウェアは、以下のようなプログラムである。つまり、このプログラムは、複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部、および複数の出射部を、個別に移動させる移動部を備えたマイクロ波処理装置と、複数の出射部の位置をそれぞれ示す複数の出射位置情報、およびマイクロ波の照射対象となる位置を示す情報である対象位置情報を有する複数の照射管理情報が格納される照射管理情報格納部と、受付部と、にアクセス可能なコンピュータに、受付部が、マイクロ波の照射対象となる位置を指定する情報である位置指定情報を受け付けるステップと、位置指定情報を受け付けるステップで受け付けた位置指定情報に対応する対象位置情報と対応付けられた複数の出射位置情報を、照射管理情報から取得するステップと、複数の出射位置情報を取得するステップにおいて取得した複数の出射位置情報が示す位置に、各出射位置情報に対応する出射部が移動するよう、移動部を制御するステップとを実行させるプログラムである。

30

40

【0300】

また、このプログラムは、複数の出射部からマイクロ波を照射する照射部、および複数の出射部を、個別に移動させる移動部を備えたマイクロ波処理装置と、複数の出射部の位置をそれぞれ示す複数の出射位置情報の1以上の組が、移動が行なわれる順序と対応付けて格納される照射管理情報格納部と、にアクセス可能なコンピュータに、移動が行なわれる順序に従って、照射管理情報格納部に格納されている照射管理情報から、複数の出射位置情報を取得するステップと、複数の出射位置情報を取得するステップにおいて、複数の出射位置情報を取得する毎に、取得した複数の出射位置情報が示す位置に、各出射位置情報に対応する出射部が移動するよう、移動部を制御するステップとを実行させるプログラ

50

ムであってもよい。

【0301】

また、このプログラムは、上記各プログラムにおいて、照射管理情報は、複数の出射部からそれぞれ出射されるマイクロ波の位相を示す情報である複数の位相指定情報を更に有し、複数の出射位置情報を取得するステップにおいて取得する複数の出射位置情報にそれぞれ対応する複数の位相指定情報を照射管理情報から取得するステップを更に備え、移動部を制御するステップの後に、複数の位相指定情報を取得するステップにおいて取得した複数の位相指定情報がそれぞれ示す位相のマイクロ波が、対応する複数の出射部から出射されるよう、照射部を制御するステップを更に実行させるプログラムであってもよい。

【0302】

なお、上記プログラムにおいて、情報を送信する送信ステップや、情報を受信する受信ステップなどでは、ハードウェアによって行われる処理、例えば、送信ステップにおけるモデムやインターフェースカードなどで行われる処理（ハードウェアでしか行われない処理）は含まれない。

【0303】

また、このプログラムを実行するコンピュータは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、あるいは分散処理を行ってもよい。

【0304】

図18は、上記プログラムを実行して、上記各実施の形態によるマイクロ波処理装置の制御部や、受付部等を実現するコンピュータの外観の一例を示す模式図である。上記実施の形態は、コンピュータハードウェア及びその上で実行されるコンピュータプログラムによって実現される。図18において、コンピュータシステム900は、CD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）ドライブ905を含むコンピュータ901と、キーボード902と、マウス903と、モニター904とを備える。

【0305】

図19は、コンピュータシステム900の内部構成を示す図である。図19において、コンピュータ901は、CD-ROMドライブ905に加えて、MPU（Micro Processing Unit）911と、ブートアッププログラム等のプログラムを記憶するためのROM912と、MPU911に接続され、アプリケーションプログラムの命令を一時的に記憶すると共に、一時記憶空間を提供するRAM（Random Access Memory）913と、アプリケーションプログラム、システムプログラム、及びデータを記憶するハードディスク914と、MPU911、ROM912等を相互に接続するバス915とを備える。なお、コンピュータ901は、LANへの接続を提供する図示しないネットワークカードを含んでいてもよい。

【0306】

上記各実施の形態における状況対応情報格納部や照射管理情報格納部等は、コンピュータシステム900が有するハードディスク等の記憶媒体に格納されているようにしてもよい。

【0307】

コンピュータシステム900に、上記実施の形態によるマイクロ波処理装置の制御部等々の機能を実行させるプログラムは、CD-ROM921に記憶されて、CD-ROMドライブ905に挿入され、ハードディスク914に転送されてもよい。これに代えて、そのプログラムは、図示しないネットワークを介してコンピュータ901に送信され、ハードディスク914に記憶されてもよい。プログラムは実行の際にRAM913にロードされる。なお、プログラムは、CD-ROM921、またはネットワークから直接、ロードされてもよい。

【0308】

プログラムは、コンピュータ901に、上記実施の形態によるマイクロ波処理装置の制御部等の機能を実行させるオペレーティングシステム（OS）、またはサードパーティブ

10

20

30

40

50

プログラム等を必ずしも含んでいなくてもよい。プログラムは、制御された態様で適切な機能（モジュール）を呼び出し、所望の結果が得られるようにする命令の部分のみを含んでいてもよい。コンピュータシステム 900 がどのように動作するのかについては周知であり、詳細な説明は省略する。

【0309】

本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0310】

以上のように、本発明にかかるマイクロ波処理装置等は、マイクロ波を照射する装置等として適しており、特に、複数の位置からマイクロ波を照射する装置等として有用である。

10

【符号の説明】

【0311】

1、2 マイクロ波処理装置

12、12a～12e 出射部

101、101a、101b 照射部

102、202 移動部

104 状況対応情報格納部

105 照射管理情報格納部

106 受付部

107 制御部

200 容器

1011、1011a、1011b マイクロ波発振器

1012、1012a、1012b 伝送手段

1022、1022a、1022b ロボットアーム

2022 移動機構

【要約】 (修正有)

【課題】マイクロ波の照射を適切に制御することが可能なマイクロ波処理装置を提供する。

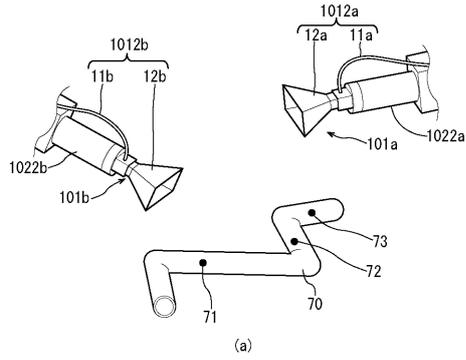
30

【解決手段】複数の出射部 12a, 12b からマイクロ波を照射する照射部 101a, 101b と、複数の出射部を、個別に移動させる移動部 102 と、移動部による出射部の移動を制御する制御部 107 とを備えたマイクロ波処理装置 1 である。例えば、移動部は、複数のロボットアーム 1022a, 1022b を有しており、複数の出射部は、複数のロボットアームにそれぞれ設置されている。

【選択図】図 1



【図7】

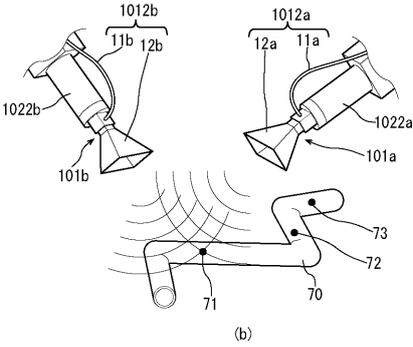


【図8】

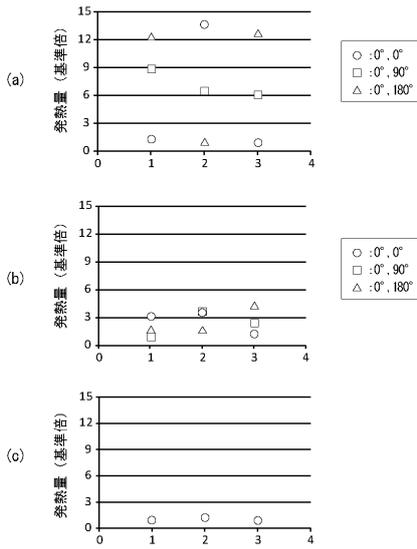
順序	出射A	出射B	位相A	位相B	時間
1	(xa1,ya1,za1),(θ a1,φ a1)	(xb1,yb1,zb1),(θ b1,φ b1)	λ a1	λ b1	t1
2	(xa2,ya2,za2),(θ a2,φ a2)	(xb2,yb2,zb2),(θ b2,φ b2)	λ a2	λ b2	t2
3	(xa3,ya3,za3),(θ a3,φ a3)	(xb3,yb3,zb3),(θ b3,φ b3)	λ a3	λ b3	t3
4	(xa4,ya4,za4),(θ a4,φ a4)	(xb4,yb4,zb4),(θ b4,φ b4)	λ a4	λ b4	t4
5	(xa5,ya5,za5),(θ a5,φ a5)	(xb5,yb5,zb5),(θ b5,φ b5)	λ a5	λ b5	t5
6	(xa6,ya6,za6),(θ a6,φ a6)	(xb6,yb6,zb6),(θ b6,φ b6)	λ a6	λ b6	t6
7	(xa7,ya7,za7),(θ a7,φ a7)	(xb7,yb7,zb7),(θ b7,φ b7)	λ a7	λ b7	t7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図9】

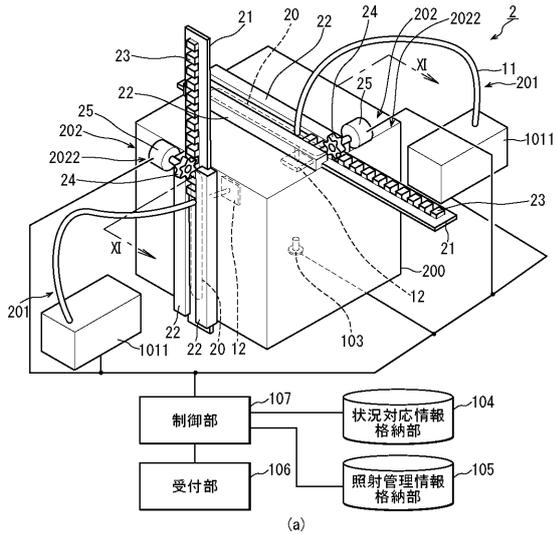
状況	閾値(°C)	閾値未満(GHz)	閾値以上(GHz)
温度	60	2.4	2.5



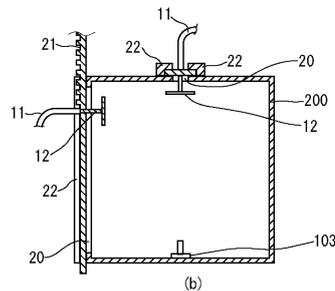
【図13】



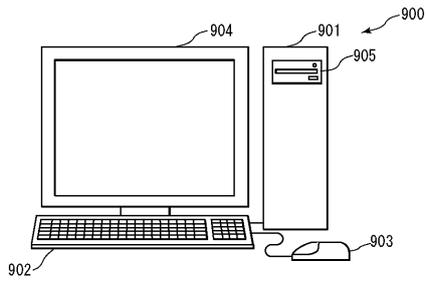
【図14】



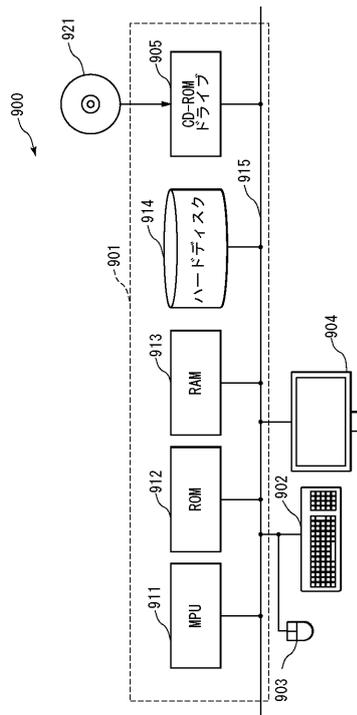
ケース	位相差	照射対象物50a	照射対象物50b	照射対象物50c
1	0° ,0°	1.37	13.66	1.00
	0° ,90°	8.97	6.60	6.20
	0° ,180°	12.39	1.06	12.71
2	0° ,0°	3.16	3.60	1.33
	0° ,90°	1.00	3.76	2.49
	0° ,180°	1.88	1.78	4.47
3	0°	1.04	1.30	1.00



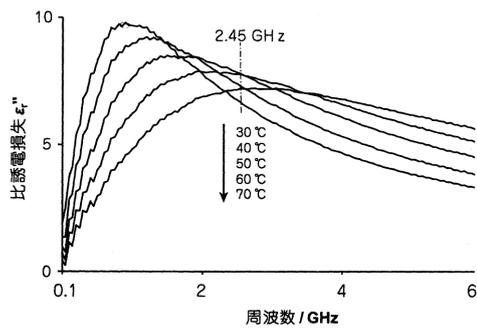
【図18】



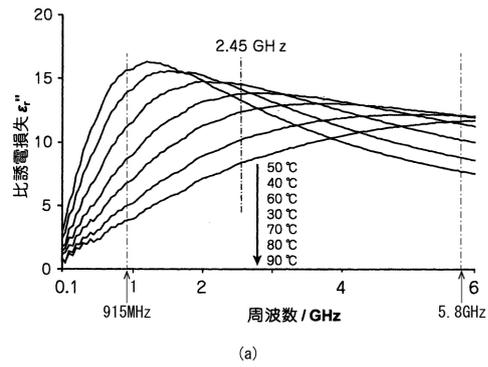
【図19】



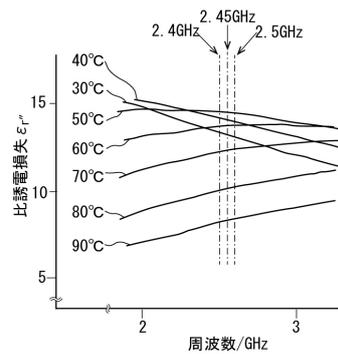
【図3】



【図10】

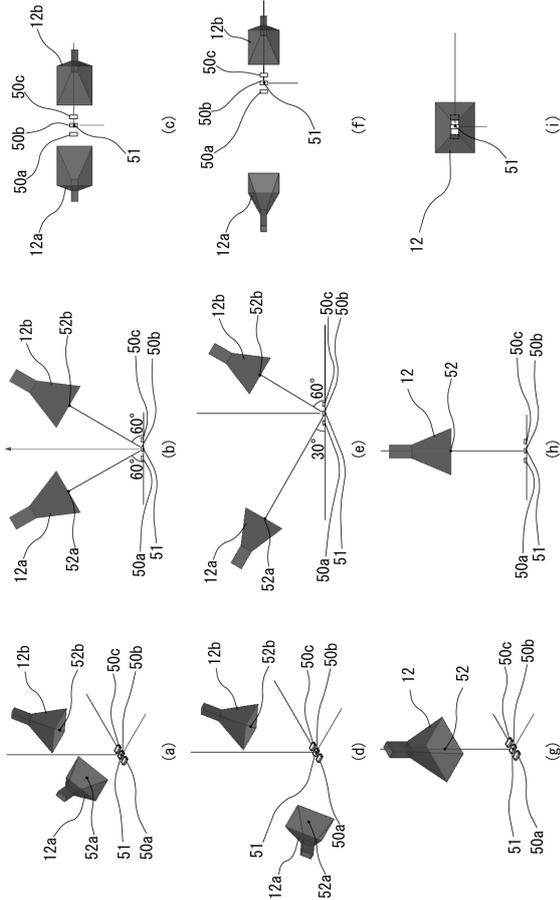


(a)

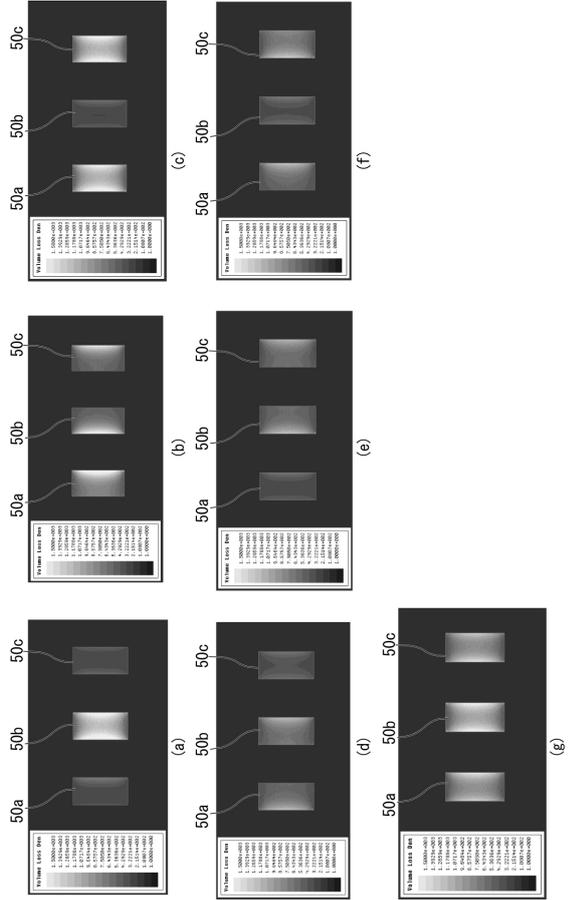


(b)

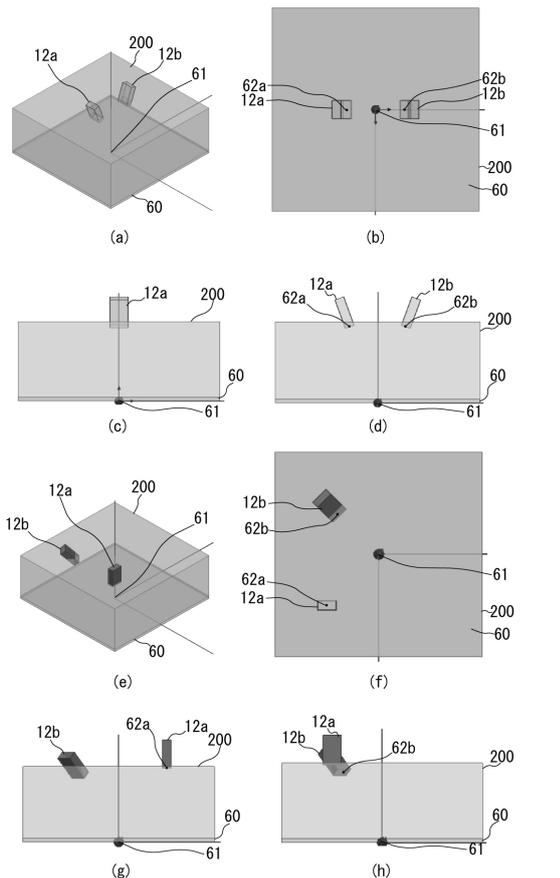
【図 1 1】



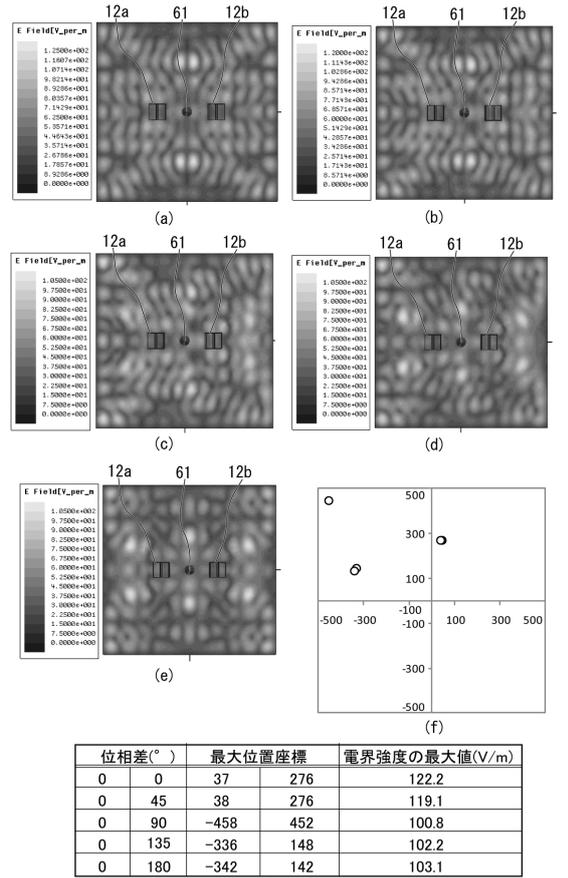
【図 1 2】



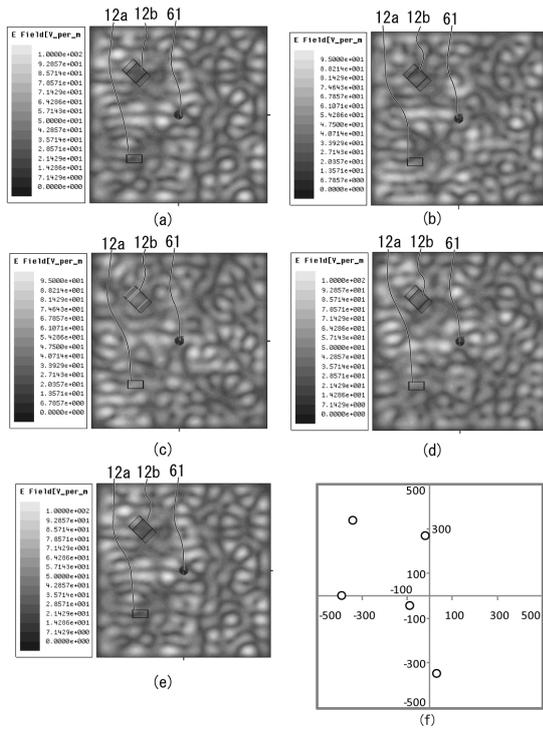
【図 1 5】



【図 1 6】



【 図 17 】



位相差(°)	最大位置座標			電界強度の最大値(V/m)
0	-180	-92	-34	107.5
0	-90	26	-338	91.8
0	0.0	-394	8	91.05
0	90	-21	277	103.98
0	180	-343	343	108.13

(g)

---

フロントページの続き

- (72)発明者 栗原 英資  
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1 マイクロ波化学株式会社内
- (72)発明者 金城 隆平  
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1 マイクロ波化学株式会社内
- (72)発明者 渡辺 久夫  
大阪府大阪市住之江区平林南一丁目6-1 マイクロ波化学株式会社内

審査官 長浜 義憲

- (56)参考文献 特表2010-540163(JP,A)  
特開2014-175122(JP,A)  
特開2007-317458(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |           |
|------|-----------|
| H05B | 6/64-6/80 |
| B01J | 19/12     |