

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5286899号  
(P5286899)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int. Cl. F 1  
**H05B 6/68 (2006.01)**  
 H05B 6/68 370  
 H05B 6/68 330A  
 H05B 6/68 330D

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-101182 (P2008-101182)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成20年4月9日(2008.4.9)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-252619 (P2009-252619A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年10月29日(2009.10.29)	(74) 代理人	100109667
審査請求日	平成23年3月24日(2011.3.24)		弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(74) 代理人	100137202
			弁理士 寺内 伊久郎
		(72) 発明者	信江 等隆
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	安井 健治
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加熱物を収納する加熱室と、マイクロ波を発生させる半導体素子を用いたマイクロ波発振部と前記マイクロ波発振部が発生するマイクロ波を増幅するマイクロ波増幅部とで構成したマイクロ波発生部と、前記マイクロ波増幅部の出力を前記加熱室に供給する給電部と、前記給電部が前記加熱室から受け取る電力量を検出する反射電力検出部と、前記反射電力検出部の検出信号に基づいて前記マイクロ波発振部の発振周波数および前記マイクロ波発生部の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御する制御部とを備え、

前記制御部は、被加熱物の加熱開始前に前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御して前記マイクロ波発生部を第1の出力電力で動作させる中において前記マイクロ波発振部の発振周波数を周波数可変範囲全体にわたって変化させたときに前記反射電力検出部から得られる反射電力が最小となる周波数を選定し、さらにその周波数における反射電力値と被加熱物を加熱実行する予定の第2の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧群の値に基づいて前記マイクロ波増幅部に生じる電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出した後、選定した周波数および抽出した駆動電圧を前記マイクロ波増幅部に印加した第2の出力電力とでもって被加熱物の加熱実行開始を行うマイクロ波処理装置。

【請求項2】

被加熱物を収納する加熱室と、マイクロ波を発生させる半導体素子を用いたマイクロ波発

振部と前記マイクロ波発振部が発生するマイクロ波を複数分配する電力分配部と前記電力分配部の出力をそれぞれ増幅する複数のマイクロ波増幅部と前記電力分配部の出力に設けた位相可変器で構成したマイクロ波発生部と、前記マイクロ波増幅部の出力を前記加熱室にそれぞれ供給する複数の給電部と、前記給電部が前記加熱室から受け取る電力量をそれぞれ検出する複数の反射電力検出部と、前記反射電力検出部のそれぞれの検出信号に基づいて前記マイクロ波発振部の発振周波数と前記位相可変部の位相量および前記マイクロ波発生部の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部のそれぞれの駆動電圧を選択制御する制御部とを備え、

前記制御部は、被加熱物の加熱開始前に、前記位相可変器を制御して前記マイクロ波増幅部のそれぞれの出力の位相差を無しとし、前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御して前記マイクロ波発生部を第1の出力電力で動作させる中において前記マイクロ波発振部の発振周波数を周波数可変範囲全体にわたって変化させたときに前記反射電力検出部から得られる反射電力が最小となる周波数を選定し、さらにその周波数において前記位相可変器の位相量を可変制御する中で得られる最小の反射電力を呈する位相量に前記位相可変器の位相量を選択し、この反射電力値と被加熱物を加熱実行する予定の第2の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧群の値に基づいて前記マイクロ波増幅部のそれぞれに生じる電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出した後、選定した周波数と位相量および抽出した駆動電圧を前記マイクロ波増幅部のそれぞれに印加した第2の出力電力とでもって被加熱物の加熱実行開始を行うマイクロ波処理装置。

【請求項3】

マイクロ波増幅部を配置した空間の温度を検出する温度検出部を設け、温度検出部の検出信号に基づいて、対象となるマイクロ波増幅部の第1の規定値をそれぞれ演算し補正することとした請求項1または2に記載のマイクロ波処理装置。

【請求項4】

マイクロ波増幅部を駆動する電力を検出する駆動電力検出部を設け、制御部は、被加熱物の加熱実行中において、反射電力検知部から得られる反射電力と前記駆動電力検出部からえられる駆動電力に基づいて前記マイクロ波増幅部の電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下かどうかを判定し、規定値以下の場合は加熱を継続し、規定値を超過している場合は、第1の規定値以下となるマイクロ波増幅部の最大の駆動電圧値に変更して被加熱物の加熱実行を行う請求項1または2に記載のマイクロ波処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子を用いて構成したマイクロ波発振部を備えたマイクロ波処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来この種のマイクロ波処理装置は、一般には電子レンジに代表されるようにマイクロ波発生部にマグネトロンと称される真空管を用いている。

【0003】

このマイクロ波発生部を半導体素子を用いて構成する時の主要な課題は、第一はスピード加熱を実践できる大電力化、第二は供給可能な商用電源電力の下で大電力動作をさせるための高効率動作、第三は一般消費者がご購入し使用していただだけ価値の提供である。

【0004】

第一の課題に対しては、複数給電方式が提案されている。たとえば、加熱室を6面以上の多面体に形成し、各面の一部あるいは全部の面から放射アンテナを加熱室内に突出して配置したものがあある(例えば、特許文献1参照)。

【0005】

10

20

30

40

50

そして、互いの放射アンテナを異なる面に配したことで互いの干渉を防止できるとしている。さらには放射アンテナがそれぞれ異なる方向を向いているので放射された電波は加熱室内のあらゆる方向に伝搬し、壁面にて反射して散乱するため、加熱室内で電波は均一に分布するとしている。

【0006】

また、マイクロ波発生部を複数の出力を有する構成としその出力を加熱室壁面に分散配置し、これらの発生部のうち少なくとも二つの壁面に配した発生部の出力を時分割動作させるものがある（例えば、特許文献2参照）。

【0007】

そして、動作させるために選択したマイクロ波発生部を時分割動作させることで干渉による発生部の破壊を防止し同時動作させることができるとしている。また、直交関係にある壁面に配置した発生部は加熱室と発生部との結合を適当に選ぶことで互いに干渉しないように励振させることができ同時発振が可能であるとしている。

【0008】

また、第二の課題に対しては、SiやGaAsに対してバンドギャップが大きく高電圧高温動作が可能なSiCやGaNを用いた半導体素子の進化があげられる。さらには、第三の課題に対して、均一加熱の促進や被加熱物が受けるマイクロ波の受熱効率の向上をベースとした省エネルギー化がある。

【0009】

また受熱効率向上に対しては、被加熱物を収納した加熱室からマイクロ波発生部側に戻ってくる反射電力を検出し、その反射電力信号に基づいて、たとえば反射電力が最小になる発振周波数を追尾させるものがある（例えば、特許文献3参照）。

【特許文献1】特開昭52-193242号公報

【特許文献2】特開昭53-5445号公報

【特許文献3】特開昭56-96486号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、前記従来の半導体素子を用いたマイクロ波発振部の構成は、加熱室内に供給できるマイクロ波電力量は大きくできるが、加熱室内に収納される様々な形状・量の被加熱物のすべてに対して、供給したマイクロ波を効率よく受熱させることは従来の各種技術を総合的に組み合わせたとしても困難である。この困難さは加熱室から反射してマイクロ波発振部側に戻ってくるマイクロ波電力によって半導体素子を熱破壊に至らしめる重要な実用課題を有する。

【0011】

本発明は、上記従来の課題を解決するもので、加熱室側から戻ってくる反射電力に対して半導体素子を熱破壊から防止しながら、さまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を効率よく加熱するマイクロ波処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記従来の課題を解決するために、本発明のマイクロ波処理装置は、被加熱物を収納する加熱室と、マイクロ波を発生させる半導体素子を用いたマイクロ波発振部と前記マイクロ波発振部が発生するマイクロ波を増幅するマイクロ波増幅部とで構成したマイクロ波発生部と、前記マイクロ波増幅部の出力を前記加熱室に供給する給電部と、前記給電部が前記加熱室から受け取る電力量を検出する反射電力検出部と、前記反射電力検出部の検出信号に基づいて前記マイクロ波発振部の発振周波数および前記マイクロ波発生部の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御する制御部とを備え、前記制御部は、被加熱物の加熱開始前に前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御して前記マイクロ波発生部を第1の出力電力で動作させる中において前記マイクロ波発振部の発振周波数を周波数可変範囲全体にわたって変化させたときに前記反射電力検出部から得られる反射

10

20

30

40

50

電力が最小となる周波数を選定し、さらにその周波数における反射電力値と被加熱物を加熱実行する予定の第2の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧群の値に基づいて前記マイクロ波増幅部に生じる電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出した後、選定した周波数および抽出した駆動電圧を前記マイクロ波増幅部に印加した第2の出力電力とでもって被加熱物の加熱実行開始を行うものであり、被加熱物の加熱開始時にまず発振周波数をスイープさせて周波数対反射電力量の特性を把握し、反射電力が最小を呈する発振周波数を加熱動作周波数として選択することで給電部への反射電力を最小化できる。この反射電力最小の周波数にて被加熱物の加熱動作を開始するが、この時にマイクロ波増幅部の電力損失量をその駆動電力と反射電力から演算して求め、この電力損失量とマイクロ波増幅部に用いている半導体素子が熱破壊することなく安定に動作できる第1の規定値とを比較し、第1の規定値を超過している場合はマイクロ波増幅部の駆動電力を低減制御し電力損失量を第1の規定値以下になるように制御することで、半導体素子の熱破壊を防止しながらさまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を効率よく加熱することができる。

10

【発明の効果】

【0013】

本発明のマイクロ波処理装置は、加熱室側から戻ってくる反射電力信号とマイクロ波増幅部の駆動電力に基づくマイクロ波増幅部の半導体素子の電力損失量を演算し、半導体素子が熱破壊しないように発振周波数の制御および/またはマイクロ波増幅部の駆動電力を低減制御することで、さまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を所望の状態に加熱するマイクロ波処理装置を提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

第1の発明は、被加熱物を収納する加熱室と、マイクロ波を発生させる半導体素子を用いたマイクロ波発振部と前記マイクロ波発振部が発生するマイクロ波を増幅するマイクロ波増幅部とで構成したマイクロ波発生部と、前記マイクロ波増幅部の出力を前記加熱室に供給する給電部と、前記給電部が前記加熱室から受け取る電力量を検出する反射電力検出部と、前記反射電力検出部の検出信号に基づいて前記マイクロ波発振部の発振周波数および前記マイクロ波発生部の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御する制御部とを備え、前記制御部は、被加熱物の加熱開始前に前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御して前記マイクロ波発生部を第1の出力電力で動作させる中において前記マイクロ波発振部の発振周波数を周波数可変範囲全体にわたって変化させたときに前記反射電力検出部から得られる反射電力が最小となる周波数を選定し、さらにその周波数における反射電力値と被加熱物を加熱実行する予定の第2の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧群の値に基づいて前記マイクロ波増幅部に生じる電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出した後、選定した周波数および抽出した駆動電圧を前記マイクロ波増幅部に印加した第2の出力電力とでもって被加熱物の加熱実行開始を行うものであり、被加熱物の加熱開始時にまず発振周波数をスイープさせて周波数対反射電力量の特性を把握し、反射電力が最小を呈する発振周波数を加熱動作周波数として選択することで給電部への反射電力を最小化できる。この反射電力最小の周波数にて被加熱物の加熱動作を開始するマイクロ波発生部の第2の出力電力を事前に決める。この時にマイクロ波増幅部の電力損失量をこの第2の出力電力に対応するマイクロ波増幅部の駆動電圧群の値と第1の出力電力のもとで得られた最小の反射電力から演算して求め、この電力損失量とマイクロ波増幅部に用いている半導体素子が熱破壊することなく安定に動作できる第1の規定値とを比較し、第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出し、それによる第2の出力電力で動作させることで、半導体素子の熱破壊を防止しながらさまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を効率よく加熱することができる。加熱室内に供給する出力を低減させることで反射電力も低減できマイクロ波発生部を熱破壊から確実に保護することができる。

30

40

【0015】

50

第2の発明は、被加熱物を収納する加熱室と、マイクロ波を発生させる半導体素子を用いたマイクロ波発振部と前記マイクロ波発振部が発生するマイクロ波を複数分配する電力分配部と前記電力分配部の出力をそれぞれ増幅する複数のマイクロ波増幅部と前記電力分配部の出力に設けた位相可変器で構成したマイクロ波発生部と、前記マイクロ波増幅部の出力を前記加熱室にそれぞれ供給する複数の給電部と、前記給電部が前記加熱室から受け取る電力量をそれぞれ検出する複数の反射電力検出部と、前記反射電力検出部のそれぞれの検出信号に基づいて前記マイクロ波発振部の発振周波数と前記位相可変部の位相量および前記マイクロ波発生部の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部のそれぞれの駆動電圧を選択制御する制御部とを備え、前記制御部は、被加熱物の加熱開始前に、前記位相可変器を制御して前記マイクロ波増幅部のそれぞれの出力の位相差を無しとし、前記マイクロ波増幅部の駆動電圧を選択制御して前記マイクロ波発生部を第1の出力電力で動作させる中において前記マイクロ波発振部の発振周波数を周波数可変範囲全体にわたって変化させたときに前記反射電力検出部から得られる反射電力が最小となる周波数を選定し、さらにその周波数において前記位相可変器の位相量を可変制御する中で得られる最小の反射電力を呈する位相量に前記位相可変器の位相量を選択し、この反射電力値と被加熱物を加熱実行する予定の第2の出力電力に対応する前記マイクロ波増幅部の駆動電圧群の値に基づいて前記マイクロ波増幅部のそれぞれに生じる電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出した後、選定した周波数と位相量および抽出した駆動電圧を前記マイクロ波増幅部のそれぞれに印加した第2の出力電力とでもって被加熱物の加熱実行開始を行うものであり、複数の給電部を備え、この場合も被加熱物の加熱開始時にまず発振周波数をスイープさせて周波数対反射電力量の特性を把握し、反射電力が最小を呈する発振周波数を加熱動作周波数として選択することに加えてこの加熱動作周波数のもとで位相可変器を制御しさらに最小の反射電力を呈する位相量を選択することで給電部への反射電力をさらに最小化できる。この反射電力最小の周波数と位相量にて被加熱物の加熱動作を開始するマイクロ波発生部の第2の出力電力を事前に決める。この時に個々の給電部に接続されたそれぞれのマイクロ波増幅部の電力損失量をこの第2の出力電力に対応するマイクロ波増幅部の駆動電圧群の値と第1の出力電力のもとで得られた最小の反射電力からそれぞれ演算して求め、この電力損失量とマイクロ波増幅部に用いている半導体素子が熱破壊することなく安定に動作できる第1の規定値とを比較し、第1の規定値以下となる最大の駆動電圧値を抽出し、それによる第2の出力電力で動作させることで、半導体素子の熱破壊を防止しながらさまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を効率よく加熱することができる。加熱室内に供給する出力を低減させることで反射電力も低減できマイクロ波発生部を熱破壊から確実に保護することができる。

【0016】

第3の発明は、特に第1または第2の発明のマイクロ波増幅部を配置した空間の温度を検出する温度検出部を設け、温度検出部の検出信号に基づいて、対象となるマイクロ波増幅部の第1の規定値をそれぞれ演算し補正することとしたものであり、本装置が置かれた環境に対応する第1の規定値に補正することで、グローバルな地域に対応した装置を提供できる。

【0017】

第4の発明は、特に第1または第2の発明のマイクロ波増幅部を駆動する電力を検出する駆動電力検出部を設け、制御部は、被加熱物の加熱実行中において、反射電力検出部から得られる反射電力と前記駆動電力検出部からえられる駆動電力に基づいて前記マイクロ波増幅部の電力損失量を演算し、演算した電力損失量が第1の規定値以下かどうかを判定し、規定値以下の場合は加熱を継続し、規定値を超過している場合は、第1の規定値以下となるマイクロ波増幅部の最大の駆動電圧値に変更して被加熱物の加熱実行を行うものであり、被加熱物の加熱実行中においても第1の規定値以下になるように駆動電圧を変更することで、反射電力の大きい被加熱物の加熱においてもマイクロ波発生部を熱破壊から確実に保護して被加熱物の加熱の実行をさせることができる。

【0018】

10

20

30

40

50

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0019】

(実施の形態1)

図1は、本発明の第1の実施の形態におけるマイクロ波処理装置の構成図、図2は図1の実装構成図である。

【0020】

図1および図2において、マイクロ波発生部10は半導体素子を用いて構成したマイクロ波発振部11、マイクロ波発振部11の出力信号を電力分配する電力分配部12、電力分配部12のそれぞれの出力を後段の半導体素子を用いて構成した初段マイクロ波増幅部13a、13bに導くマイクロ波伝送路14a、14b、初段マイクロ波増幅部13a、13bのそれぞれの出力をさらに増幅する半導体素子を用いて構成した主マイクロ波増幅部15a、15b、主マイクロ波増幅部15a、15bの出力をマイクロ波発生部10の出力部16a、16bに導くマイクロ波伝送路17a、17b、マイクロ波伝送路14bに挿入配置した位相可変器18、マイクロ波伝送路17a、17bに挿入配置した少なくとも反射電力を検出する反射電力検出部19a、19bとで構成している。

10

【0021】

初段マイクロ波増幅部13a、13bおよび主マイクロ波増幅部15a、15bは、低誘電損失材料から構成した誘電体基板20の片面に形成した導電体パターンにて回路を構成し、各マイクロ波増幅部の増幅素子である半導体素子を良好に動作させるべく各半導体素子の入力側と出力側にそれぞれ整合回路を配している。また、主マイクロ波増幅部15a、15bの半導体素子は、GaN材料を利用したノーマリーオン型の電界効果トランジスタを用いている。

20

【0022】

マイクロ波伝送路14a、14b、17a、17bは、誘電体基板20の片面に設けた導電体パターンによって特性インピーダンスが50Ωの伝送回路を形成している。電力分配器12は、3dBブリッジラインカプラー構成とし、特性インピーダンス50Ωでその電気長 $l/4$  ( $l$ は使用周波数帯の中央周波数の実効波長)からなるマイクロストリップ線路12a、12dと、特性インピーダンス35.35Ωで電気長 $l/4$ のマイクロストリップ線路12b、12cで構成している。

30

【0023】

この構成により、マイクロ波発振部11の出力電力は、電力分配器12により略1/2ずつ分配された出力を生じる。また、マイクロ波伝送路14bを伝送するマイクロ波信号を基準にするとマイクロ波伝送路14aを伝送するマイクロ波信号は、90度位相が遅れた信号として伝送する。位相可変器18は、略180度の位相遅延を行うもので、これにより初段マイクロ波増幅部13a、13bのそれぞれに入力するマイクロ波の位相差は、最大略180度を形成できる。

【0024】

一方、被加熱物を収納するとともにマイクロ波発生部10の出力が供給される加熱室100を備える。この加熱室100は、被加熱物を出し入れする扉(図示していない)を一面に配し、それ以外の壁面は金属材料で構成し、供給されるマイクロ波を内部に閉じ込めるように構成している。加熱室100内の下方には、加熱室底壁面101と所定の間隔をもって被加熱物を載置する低誘電損失材料からなる載置板102を配する。また加熱室100の対向する壁面である左右の壁面103、104のそれぞれの略中央には、給電部である放射手段105、106を配置している。

40

【0025】

マイクロ波発生部10のマイクロ波発振部11は、2400MHzから2500MHzの周波数を発生する周波数可変機能を備える。そしてマイクロ波発生部10の出力16a、16bと放射手段105、106とは同軸線路21a、21bで接続されている。

【0026】

50

また、マイクロ波増幅部 13 a、15 a および 13 b、15 b はそれぞれ増幅回路を一体化し、熱伝導が大きい金属材料で構成した放熱部 30 a、30 b とともにユニット構成として加熱室 100 の左右の壁面 103、104 に適当な隙間を持たせて対向配置させている。この放熱部 30 a、30 b には内部に水を通流させる通流路を配して冷却部 31 a、31 b を構成している。また、各冷却部 31 a、31 b に通流させる水は、水タンク 32、送水ポンプ 33 および通流管 34 を配設して送水ポンプ 33 を動作させることで行っている。通流管 34 および水タンク 32 には、放熱フィン 34 a、32 a を配設し、送水する水を冷却させる構成としている。さらに、水タンク 32 に向かって冷却風を送る冷却ファン 35 を設けている。

【0027】

また、マイクロ波増幅部のユニットが配された空間の温度を検出する温度検出部 36 a、36 b、放熱部 30 a、30 b の温度を検出する温度検出部 37 a、37 b を配している。

【0028】

また、主マイクロ波増幅部 15 a、15 b を動作させる駆動電力を供給する駆動電源部 22 を配する。初段マイクロ波増幅部、マイクロ波発振部などの駆動電源部は図示せず説明も省略する。駆動電源部 22 は、主マイクロ波増幅部 15 a、15 b に用いる電界効果トランジスタに対して、ドレイン電圧  $V_d 1$ 、 $V_d 2$  およびゲート電圧  $V_g 1$ 、 $V_g 2$  を供給し、その半導体素子の動作電力を検出する駆動電力検出部 38 a、38 b を備える。ゲート電圧  $V_g 1$ 、 $V_g 2$  はマイナス電圧である。

【0029】

また、マイクロ波発生部 10 および冷却部 31 a、31 b の特性を確保するための制御部 23 を配する。この制御部 23 は、マイクロ波発生部 10 の反射電力検出部 19 a、19 b、駆動電力検出部 38 a、38 b および温度検出部 36 a、36 b、37 a、37 b が検出した信号を受け取り、各種の処理を行った後、マイクロ波発振部 11 の発振周波数の可変制御、位相可変器 18 の位相可変制御、駆動電源部 22 が主マイクロ波増幅器 15 a、15 b のそれぞれに供給する駆動電圧制御、冷却ファン 35 の動作制御を行う。

【0030】

反射電力検出部 19 a、19 b は、結合度が約 40 dB の方向性結合器で構成し、反射電力の約 1 / 10000 の電力量を抽出する。この電力信号はそれぞれ、検波ダイオード（図示していない）で整流化しコンデンサ（図示していない）で平滑処理し、その出力信号を制御部 23 に入力させている。

【0031】

以上のように構成されたマイクロ波処理装置について、以下その動作と作用とを図 3 を参照しながら説明する。

【0032】

まず被加熱物を加熱室 100 に収納し、その加熱条件を操作部（図示していない）から入力し、加熱開始キーを押す。加熱開始信号を受けた制御部 23 の制御出力信号によりマイクロ波発生部 10 を第 1 の出力電力、たとえば 100 W 未満、に設定して動作を開始する（S11）。このとき制御部 23 は、マイクロ波発振部 11 の初期の発振周波数は、たとえば 2450 MHz に設定する信号を供給し、発振を開始させる。以降、所定の駆動電源電圧を初段マイクロ波増幅部 13 a、13 b に供給し初段マイクロ波増幅部を動作させ、次に主マイクロ波増幅部 15 a、15 b に所定駆動電圧を供給し主マイクロ波増幅部を動作させる。このときの各主マイクロ波増幅部に供給する駆動電圧は主マイクロ波増幅部のそれぞれがたとえば 50 W のマイクロ波電力を出力する電圧である。また、位相可変器 18 は位相遅延 90 度に制御している。この結果、マイクロ波発生部 10 の 2 つの出力は位相差無しの状態となっている。

【0033】

次に S12 では、マイクロ波発振部 11 の発振周波数を初期の 2450 MHz から 0 . 1 MHz ピッチ（たとえば、10 ミリ秒で 1 MHz）で低い周波数側に变化させ、周波数

10

20

30

40

50

可変範囲の下限である2400MHzに到達すると1MHzピッチで周波数を高く変化させ、2450MHzに到達すると再び0.1MHzピッチで周波数可変範囲の上限である2500MHzまで変化させる。この周波数可変の中で反射電力検出器19a、19bから得られる反射電力を記憶し、S13に進む。S13では、二つ反射電力検出器から得た反射電力の合計値が最小となる周波数( $f_1$ )を選定する。次のS14では、反射電力最小の周波数における各給電部が受ける反射電力値に基づいて被加熱物を加熱実行する時に生じるマイクロ波増幅部のそれぞれの電力損失量(予め既定した駆動電圧および検出した反射電力量に対応して流れるであろう駆動電流の推定値に基づいて計算)を演算し第1の規定値と比較する。この第1の規定値は、マイクロ波発生部に組み込まれた放熱構成に基づいて決定したマイクロ波増幅部の半導体素子が許容する最大熱損失量としている。なお、この規定値は、絶対値とする方法と、マイクロ波増幅部の出力に対する相対比率値とする方法のいずれでも構わない。

10

**【0034】**

そして各給電部の反射電力値に基づいて演算した加熱動作時の半導体素子の電力損失値と第1の規定値との比較において、規定値以下の場合には、S15に進む。一方、第1の規定値を超過している場合には、S16に進み、第1の規定値以下になる各主マイクロ波増幅器15a、15bに供給する駆動電圧を抽出する。この抽出にあたり、駆動電圧は、マイクロ波発生部10の定格出力に対して、100%、90%、75%、60%、15%(これは第1の出力電力の発生時に使用する)の5段階の駆動電圧群を用意しており、この駆動電圧群の中から第1の規定値を超過することなく最大出力を発生できる駆動電圧が抽出される。なお、主マイクロ波増幅器ごとに駆動電圧は最適選択する。この駆動電圧の抽出処理を終えるとS15に進む。

20

**【0035】**

S15では、被加熱物の加熱条件から高速加熱か均一加熱仕上げかを判定し、均一加熱の場合はS17に進み、高速加熱の場合はS23に進む。

**【0036】**

まず均一加熱の場合を説明する。

**【0037】**

S17ではマイクロ波発生部10を定格出力(または低減させた出力)である第2の出力電力を発生するように主マイクロ波増幅器15a、15bの駆動電圧を設定する。なお、この時の駆動電圧はS16を経由した処理の場合は、S16で決定した駆動電圧に設定される。

30

**【0038】**

S18では、S13で抽出された発振周波数( $f_1$ )とS17で決定された第2の出力電力でもって被加熱物の本加熱が開始される。S19では、被加熱物の均一加熱を行うために位相可変器18を制御し給電部から供給されるマイクロ波の位相差を変化させる。

**【0039】**

S20では、変化させた位相差の下で各主マイクロ波増幅部の電力損失値が上述の第1の規定値以下かどうかを判定する。第1の規定値以下の場合にはS21に進む。第1の規定値を超過している場合は、S22に進み、第1の規定値以下になるように対象の主マイクロ波増幅部の駆動電圧を最適な駆動電圧に変更し、S21に進む。

40

**【0040】**

S21では、被加熱物の仕上り程度を判定するものであり、たとえば赤外線量検出手段を備えるものにあつては、被加熱物の表面温度を抽出し、目標の仕上り温度に到達しているかどうかを比較判定する。目標温度未達の場合は、S19に戻る。目標温度に到達しているとマイクロ波発生部10の動作を停止させて加熱を終了をする。

**【0041】**

次に高速加熱の場合を説明する。

**【0042】**

S23ではS13で抽出された発振周波数( $f_1$ )のもとで位相可変器18を制御して

50

位相差を変化させ、この位相差可変制御において最小の反射電力を呈する位相差に位相可変器 18 を設定して S 24 に進む。

【 0 0 4 3 】

S 24 では、マイクロ波発生部 10 を定格出力（または低減させた出力）である第 2 の出力電力を発生するように主マイクロ波増幅器 15 a、15 b の駆動電圧を設定する。なお、この時の駆動電圧は S 16 を経由した処理の場合は、S 16 で決定した駆動電圧に設定される。

【 0 0 4 4 】

S 25 では、S 13 で抽出された発振周波数（ $f_1$ ）と S 23 で設定された位相差と S 24 で決定された第 2 の出力電力でもって被加熱物の本加熱が開始される。

10

【 0 0 4 5 】

S 26 では各反射検出部および各温度検出部が検出した信号を制御部が取り込み、S 27 に進む。S 27 では主マイクロ波増幅部のそれぞれの電力損失量を演算する。また演算した電力損失量を第 1 の規定値（場合によっては後述する補正された第 1 の規定値）と比較し、第 1 の規定値以下かどうかを判定する。第 1 の規定値以下の場合は S 31 に進む。第 1 の規定値を超過している場合は、S 28 に進む。

【 0 0 4 6 】

S 28 では冷却能力を高めるために冷却ファン 35 を動作させ、S 29 に進む。S 29 では再び各反射検出部および各温度検出部が検出した信号を制御部が取り込み、S 30 に進む。S 30 では主マイクロ波増幅部のそれぞれの電力損失量を演算する。また演算した電力損失量を第 1 の規定値（場合によっては後述する補正された第 1 の規定値）と比較し、第 1 の規定値以下かどうかを判定する。第 1 の規定値以下の場合は S 31 に進む。第 1 の規定値を超過している場合は、S 32 に進む。

20

【 0 0 4 7 】

S 32 では第 1 の規定値を超過した対象のマイクロ波増幅器の駆動電圧を制御し半導体素子が被る電力損失量を低減させる駆動電圧に設定し、S 29 に進む。

【 0 0 4 8 】

そして S 31 では、被加熱物の仕上り程度を判定するものであり、たとえば赤外線量検出手段を備えるものにあっては、被加熱物の表面温度を抽出し、目標の仕上り温度に到達しているかどうかを比較判定する。目標温度未達の場合は、S 26 に戻る。目標温度に到達しているとマイクロ波発生部 10 の動作を停止させて加熱を終了する。

30

【 0 0 4 9 】

以上、加熱制御内容について説明したが、この制御における作用について以下に述べる。周波数を変化させることにより、各給電部 105、106 から被加熱物が収納された加熱室 100 側を見たときの負荷インピーダンスを変化させることができる。そして、最適な周波数を選択することで各給電部からマイクロ波発生部 10 側を見たときの電源インピーダンスに負荷インピーダンスを近づけることで各給電部への反射電力を低減できる。また各給電部から供給された複数のマイクロ波の位相差を変化させることでそれぞれのマイクロ波が加熱室空間内でぶつかり合うタイミングや被加熱物に入射して電力吸収されるタイミングが変化し各給電部への反射電力を変化させることができる。これらの制御を最適に組み合わせることで、各給電部から放射するマイクロ波のエネルギーを効率よく被加熱物に供給させることができる。

40

【 0 0 5 0 】

また、最適な発振周波数を抽出した後にさらに位相可変器 18 を制御することで、より反射電力の少ない給電方法を抽出させている。これにより、マイクロ波発生部 10 の出力を低減を極力抑え、さらには冷却ファンを動作させて冷却能力をアップし半導体素子を熱破壊から保護する中での最大出力電力を加熱室に供給して高速加熱を実現させている。

【 0 0 5 1 】

また、位相可変器 18 を電力分配部 12 と増幅部 13 b の間に設けた構成により、増幅部出力間、しいては各給電部 105、106 から加熱室 100 内に供給するマイクロ波の

50

位相差を確実に制御させることができる。

【 0 0 5 2 】

また、マイクロ波発生部 1 0 の出力可変は、主マイクロ波増幅部 1 5 a、1 5 b の駆動電圧を可変制御させる構成からなり、反射電力が第 1 の規定値を超過の場合は駆動電圧を低減して増幅器出力電力を低減し、増幅動作に伴う熱損失量を減少させるとともに加熱室へ供給される電力が低減されることに付随して反射電力も低減させることで増幅部の半導体素子が被る熱損失を許容最大値以下にして装置の信頼性を確保することができる。

【 0 0 5 3 】

また、この駆動電圧の可変制御に当たっては、マイクロ波増幅部に用いる半導体素子としてノーマリーオン型の電界効果トランジスタを用いることで、電流が大きいドレイン電源系の制御に代えてゲート電源系を制御対象にしたことで、電圧可変部材を低電力部材で構成できるとともに制御に伴う回路のコンパクト化と制御の容易性を実現させることができる。

10

【 0 0 5 4 】

さらには給電部 1 0 5、1 0 6 は、加熱室 1 0 0 を構成する対向壁面 1 0 3、1 0 4 にそれぞれ配置した構成からなるものであり、これにより被加熱物を異なる方向から加熱することができる。

【 0 0 5 5 】

またマイクロ波増幅部を配置した空間の温度を検出する温度検出部 3 6 a、3 6 b を設け、その検出信号に基づいて、対象となるマイクロ波増幅部の第 1 の規定値をそれぞれ演算し補正することにより、本装置が置かれた環境（地域性・季節性など）に対応する第 1 の規定値に補正することで、グローバルな地域とオールシーズン使用に対応した装置を提供できる。

20

【 0 0 5 6 】

（実施の形態 2）

次に図 2 に示したマイクロ波増幅部のユニット構成要素である熱伝導が大きい金属材料で構成した放熱部 3 0 a、3 0 b の温度を検出する温度検出部 3 7 a、3 7 b を利用した制御内容について説明する。

【 0 0 5 7 】

放熱部 3 0 a、3 0 b の温度として第 2 の規定値を用いる。この第 2 の規定値は、マイクロ波増幅器が許容する電力損失に対して、その電力損失を生じた時に半導体素子を熱破壊から確実に保護する最大温度値として予め制御部 2 3 内の記憶部に記憶させている。

30

【 0 0 5 8 】

そして、上述の実施の形態 1 の中の加熱制御フローチャートで説明した第 2 の出力電力で本格加熱を開始した以降に、この放熱部の温度検出部の検出信号を用いる。これは駆動電力および反射電力に基づく電力損失の演算をすることなく半導体素子の熱破壊に対する危険性を判定でき、対象のマイクロ波増幅器の駆動電圧を制御し半導体素子が被る電力損失量を低減させる駆動電圧に設定するものである。

【 0 0 5 9 】

また放熱部の温度信号に基づいて、マイクロ波増幅部の電力損失量を放熱させる放熱部が確実に動作していることを検知して、装置の信頼性を保証させることができる。さらに、反射電力の大きい被加熱物の加熱において、マイクロ波増幅部の冷却能力を高くするべく冷却ファンを動作させた場合に、放熱物の温度信号に基づいてその冷却ファンが確実に動作していることを判断することができる。

40

【 0 0 6 0 】

またマイクロ波増幅部に生じる電力損失量を放熱させる放熱部を設け、その放熱部の温度に基づいて第 1 の規定値をそれぞれ補正することにより、放熱部の性能バラツキに対応した第 1 の規定値に補正することで、装置の信頼性を保証させることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 1 】

50

以上のように、本発明にかかるマイクロ波処理装置は、加熱室側から戻ってくる反射電力信号とマイクロ波増幅部の駆動電力に基づくマイクロ波増幅部の半導体素子の電力損失量を演算し、半導体素子が熱破壊しないように発振周波数の制御および/またはマイクロ波増幅部の駆動電力を低減制御することで、さまざまな形状・種類・量の異なる被加熱物を所望の状態に加熱するマイクロ波処理装置を提供できるので、電子レンジで代表されるような誘電加熱を利用した加熱装置や生ゴミ処理機、あるいは半導体製造装置であるプラズマ電源のマイクロ波電源などの用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【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図 10

【図2】本発明の実施の形態1におけるマイクロ波処理装置の実装構成図

【図3】本発明の実施の形態1におけるマイクロ波処理装置の制御フローチャート

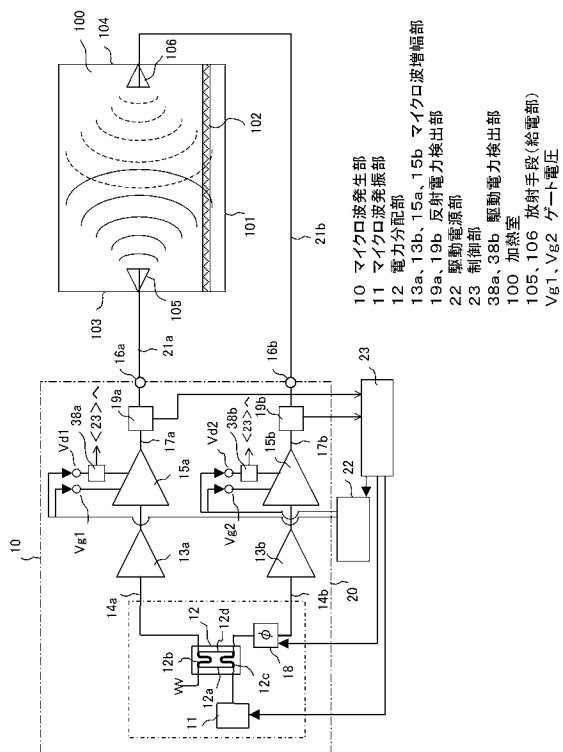
【図4】図3の分岐先の制御フローチャート

【符号の説明】

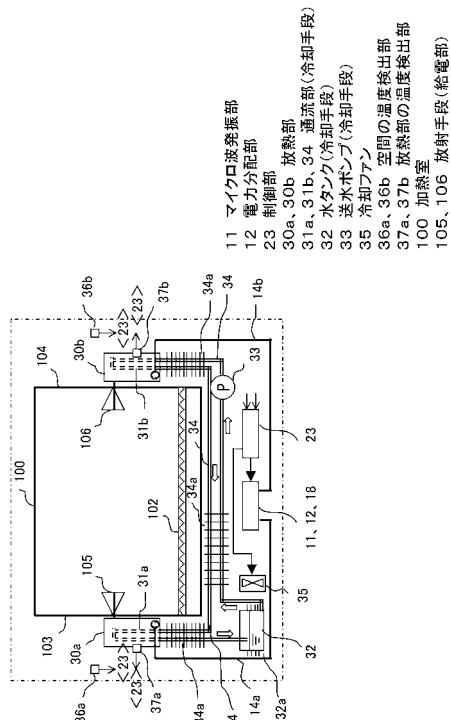
【0063】

- 10 マイクロ波発生部
- 11 マイクロ波発振部
- 12 電力分配部
- 13 a、13 b、15 a、15 b マイクロ波増幅部
- 19 a、19 b 反射電力検出部 20
- 22 駆動電源部
- 23 制御部
- 30 a、30 b 放熱部
- 31 a、31 b、34 通流部（冷却手段）
- 32 水タンク（冷却手段）
- 33 送水ポンプ（冷却手段）
- 35 冷却ファン
- 36 a、36 b 空間の温度検出部
- 37 a、37 b 放熱部の温度検出部
- 38 a、38 b 駆動電力検出部 30
- 100 加熱室
- 105、106 放射手段（給電部）
- Vg1、Vg2 ゲート電圧

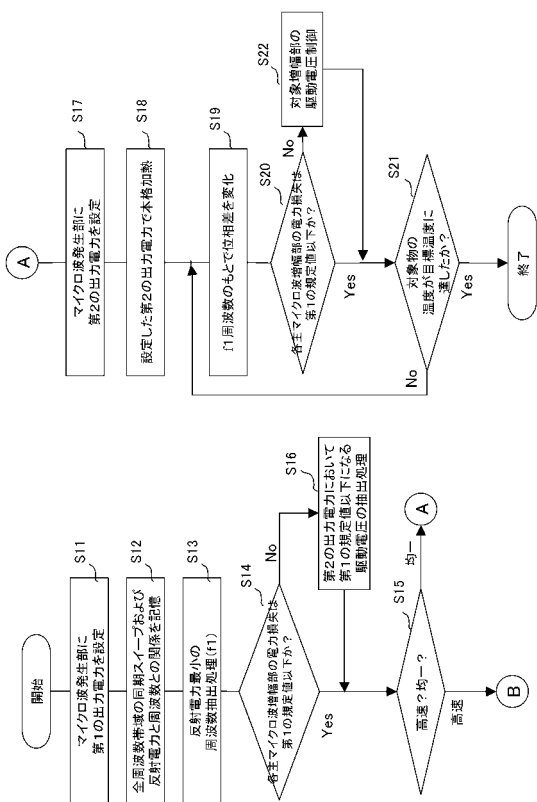
【図 1】



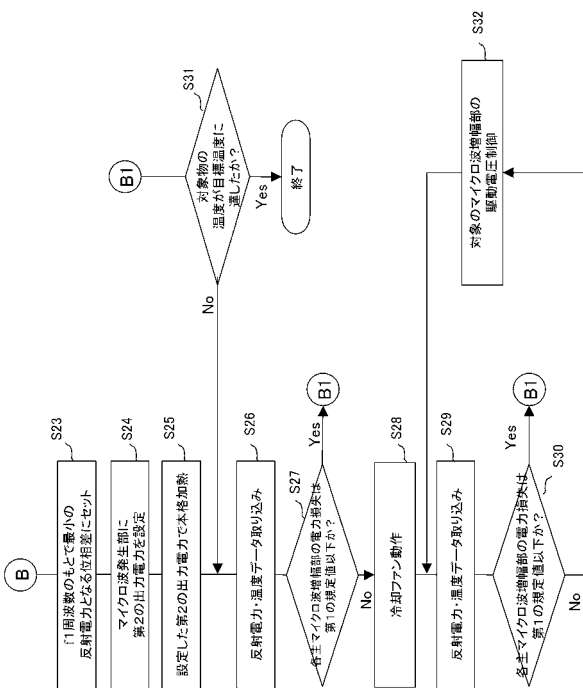
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大森 義治  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 磯部 賢

(56)参考文献 特開2007-317458(JP,A)  
特開2008-034244(JP,A)  
特開平11-233294(JP,A)  
特開2004-240880(JP,A)  
特開昭63-133710(JP,A)  
特開昭58-106792(JP,A)  
特開平09-093048(JP,A)  
特開昭61-032388(JP,A)  
実開昭54-017953(JP,U)  
特開平05-283942(JP,A)  
特開2004-302729(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 6/64 - 6/80  
F24C 7/02