

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-509249
(P2005-509249A)

(43) 公表日 平成17年4月7日(2005.4.7)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H05B 6/74	H05B 6/74	3K090
H05B 6/70	H05B 6/70	C

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 17 頁)

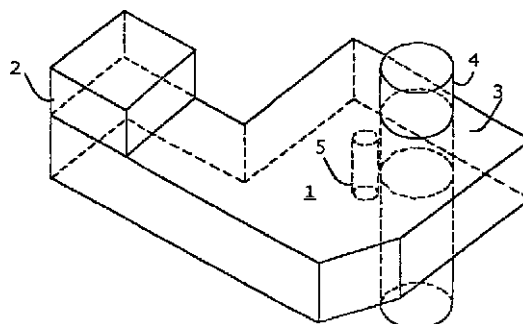
(21) 出願番号	特願2003-542844 (P2003-542844)	(71) 出願人	502307209 パーソナル・ケミストリー・イー・ウブサラ・アクチボラゲット スウェーデン、エス-753 18 ウブサラ、クングスガタン、76
(86) (22) 出願日	平成14年11月5日 (2002. 11. 5)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(85) 翻訳文提出日	平成16年4月30日 (2004. 4. 30)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
(86) 国際出願番号	PCT/SE2002/002004	(74) 代理人	100083703 弁理士 仲村 義平
(87) 国際公開番号	W02003/040630	(74) 代理人	100096781 弁理士 堀井 豊
(87) 国際公開日	平成15年5月15日 (2003. 5. 15)	(74) 代理人	100098316 弁理士 野田 久登
(31) 優先権主張番号	01000611.2		
(32) 優先日	平成13年11月9日 (2001. 11. 9)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
(31) 優先権主張番号	60/332, 329		
(32) 優先日	平成13年11月9日 (2001. 11. 9)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波アプリケーションシステム

(57) 【要約】

この発明は、矩形のTE₁₀モードおよびTE₂₀モード間の導波管の移行部としての、TE₁₀モード区画とTE₂₀モード区画とを備える負荷加熱用マイクロ波アプリケーションに関する。負荷(4)の位置は上記TE₂₀モード区画内にあり、その長軸はTE₂₀モードの主な伝播方向と垂直であり、負荷の位置はまた上記TE₂₀モード区画の短縮壁(3)に近く、さらに上記伝播方向の中心線に近い。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

矩形の TE_{10} モードおよび TE_{20} モード間の導波管の移行部としての、 TE_{10} モード区画と TE_{20} モード区画とを備える負荷加熱用マイクロ波アプリケーションであって、負荷 (4) が前記 TE_{20} モード区画内にあり、かつ、前記負荷の長軸が TE_{20} モードの主な伝播方向に垂直となるように、前記負荷が前記 TE_{20} モード区画の短縮壁 (3) 近くおよび前記伝播方向の中心線近くに位置することを特徴とするマイクロ波アプリケーション。

【請求項 2】

マイクロ波エネルギーが、 TE_{10} モード区画に配置された給電手段によってアプリケーションに印加されることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ波アプリケーション。 10

【請求項 3】

誘電体変換器手段 (10) が TE_{10} モード区画 (14) と TE_{20} モード区画 (12) との間に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 4】

前記誘電体変換器手段が、誘電体材料で満たされた管を含むことを特徴とする請求項 3 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 5】

前記アプリケーションが、前記主な波伝播に垂直の方向において、 TE_{20} モード区画のうち少なくとも前記負荷が配置される部分で、 TE_{10} モード区画におけるよりも大幅に薄いことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ波アプリケーション。 20

【請求項 6】

前記アプリケーションが、前記主な波伝播に垂直の方向において、 TE_{20} モード区画のうち少なくとも前記負荷が配置される部分で、 TE_{10} モード区画におけるよりも大幅に厚いことを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 7】

少なくとも 1 枚の金属プレート (8) が前記 TE_{20} モード区画に配置されてモードフィルタとして働くことを特徴とする請求項 6 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 8】

少なくとも 1 個の同調手段 (5) が、アプリケーションの中を通じて延びるように配置されかつ前記負荷近くに位置して、負荷内で実質的に対称の円筒形 TM_1 型モードパターンをもたらすことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載のマイクロ波アプリケーション。 30

【請求項 9】

前記同調手段が金属からなることを特徴とする請求項 8 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 10】

前記同調手段がアルミナなどの誘電体材料からなることを特徴とする請求項 8 に記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 11】

2 個または 4 個の同調手段 (8) が径方向で対をなして前記負荷を取囲むように配置されることを特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載のマイクロ波アプリケーション。 40

【請求項 12】

前記同調手段が棒状であることを特徴とする請求項 8 から請求項 11 のいずれかに記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 13】

前記負荷が実質的に円形の断面を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれかに記載のマイクロ波アプリケーション。

【請求項 14】

前記 TE_{20} モード区画が PTFE またはセラミック材料などの誘電体材料で少なくとも 50

部分的に満たされることを特徴とする請求項 1 から請求項 1 3 のいずれかに記載のマイクロ波アプリアータ。

【請求項 1 5】

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれかに記載のマイクロ波アプリアータ少なくとも 2 個からなるシステムであって、前記アプリアータが共通の負荷軸を有し、隣接するアプリアータ同士が前記負荷軸まわりにおよそ 90°回転されていることを特徴とするシステム。

【請求項 1 6】

前記アプリアータのうち少なくとも 1 個にエネルギーが与えられ、隣接しエネルギーを与えられるまたはエネルギーを与えられないアプリアータが、隣接しエネルギーを与えられるアプリアータにとって閉塞物として働くことを特徴とする請求項 1 5 に記載のシステム。

10

【請求項 1 7】

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれかに記載のアプリアータまたは請求項 1 5 もしくは請求項 1 6 に記載のシステムを設計する方法であって、

90°H びざタイプの矩形の TE₁₀ および TE₂₀ 間における実質的に完全なモード変換機能を使用するステップと、

TE₂₀ 端部を短くし、負荷を、その長軸が TE₂₀ モードの主な伝播方向に垂直となるように、前記区画の短縮壁近くおよび前記伝播方向の中心線近くに位置付けるステップと、前記導波管の対向する主な壁同士の間前記負荷近くで同調手段を導入するステップと

20

、前記同調手段の位置および直径を変数として用いて実験またはマイクロ波モデル化を行なって前記負荷内に TM₁ 型の場を確立するステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 5 または請求項 1 6 に従属する場合、さらに、

前記アプリアータ同士の間クロストークが最小になるまで実験またはマイクロ波モデル化により TE₂₀ 区画の長さを変更するステップを備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

さらに、

実験またはマイクロ波モデル化により TE₂₀ 区画の厚みを変更するステップを備えることを特徴とする請求項 1 7 に記載の方法。

30

【請求項 2 0】

さらに、

第 2 の、90°ずらされているが他では同一のアプリアータを、負荷軸が共通となるように追加するステップを備えることを特徴とする請求項 1 7 または請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

さらに、

少なくとも径方向で対をなして前記負荷を取囲む 2 個または 4 個の同調手段を用いることにより、円形でない断面を有する負荷に合わせて前記アプリアータを適合させるステップと、

40

許容可能に均一な統合加熱が達成されるまで実験またはマイクロ波モデル化により前記同調手段の位置を変更するステップとを備えることを特徴とする請求項 1 7 から請求項 2 0 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 2】

有機化学合成反応を実行することにおける、請求項 1 から請求項 2 1 のいずれかに記載のアプリアータ、システムまたは方法の用途。

【請求項 2 3】

細胞壁破裂などのために木を極めて急速に加熱することにおける、請求項 1 から請求項 2 1 のいずれかに記載のアプリアータ、システムまたは方法の用途。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の背景

この発明は、各独立請求項のプリアンブルに記載のマイクロ波アプリケーション、マイクロ波アプリケーションからなるシステムならびに上記アプリケーションおよび上記システムを使用する方法に関する。

【0002】

さらに、この発明が属するマイクロ波アプリケーションの分野には、加熱室またはシステム内の複数の加熱室を連続的に移行する負荷を有する種類が含まれる。この発明は主に、加熱されるべき負荷が一定の断面を有する複数の単一モードアプリケーションの組立体からなる加熱システムを改良するものである。

10

【背景技術】

【0003】

先行技術の説明

上述の特徴点を満たす負荷のためのマイクロ波システムには多くの異なる種類がある。上記アプリケーションのうち最も単純なものは、大型の多モードキャビティであってその壁に孔を有し得るもの（さらに好ましくはマイクロ波をキャビティに閉じ込める金属管を取付けたもの）である。極めて小さな負荷については、短い円形の単一モード TM_{010} キャビティが周知であるが、一般的なマイクロ波周波数である 2450 MHz では、有利な条件下で直径約 10 mm までの負荷しか収容できないという欠点がある。より長い円形 TM_{01p} アプリケーションであればより高い効率が得られるであろう。

20

【0004】

この文脈では単一モードのシステムのみが関心事であるので、最も単純な TM モード (TM_{01}) 以外にどのような重要なモードが有用かつ公知であり得るかが問題となる。したがって、この目的のために円形の断面であり得る負荷内にどのモード型がもたらされるかに関心が向けられることになる。

【0005】

負荷の軸を基準とすると、横方向電気 (transverse electric: TE) モードおよび横方向磁気 (transverse magnetic: TM) モードがある。負荷の場を励起するのに用いられるあらゆる TE モードには本来的に高いインピーダンスがあるが、ここでの主な関心事である典型的な負荷においては誘電率はかなり高く主に $10 \sim 70$ であり、したがってインピーダンスは低い。したがって、誘電体の負荷の損失は等価の導電率によるが、 TE モードには軸方向の電場成分がないため、小さな負荷を効率的に結合させることも、また自由空間波長の約 2 分の 1 というアプリケーションの最小軸方向長さを回避する方策も全くない。したがって、負荷の誘電率の変動を許し、かつ、マイクロ波の効率を高く維持しながら軸方向に短いアプリケーションを使用するというここでの目的に関しては、 TE モードは TM モードに劣る。

30

【0006】

負荷内の最低オーダの TM モードは TM_0 型によるものである。これは回転対称の場を有し、負荷軸での最大限の加熱をもたらす。その最も進歩した種類がドイツ特許 (DE) 第 2345706 号に記載されており、ここでは大きな負荷直径を選択して負荷の周辺での加熱強度を極めて低くする。したがってアプリケーションは TM_{02} 型のものとなる。このシステムの欠点は、誘電体からなる棒状の負荷において、およびその内部において伝播する束縛波があり、その場のエネルギーの大部分が棒の中にあることである。その結果、加熱を負荷のアプリケーション内の部分のみに閉じ込めることが困難となり、これにより、残余熱および漏洩の防止のためにアプリケーション外部の軸方向の区域を侵入深さの約 2 倍に相当する長さにする必要がある。かなりの場が棒状の負荷内に閉じ込められることから、アプリケーションのすぐ外側にウェーブトラップを設けて良好な外部閉塞を得ることは不可能である。このことは、負荷において高い電力密度を達成するために、軸方向に短いアプリ

40

50

ケータを1個または複数個使用する場合に特に不利である。もう1つの欠点は、妨害となる TM_1 モードの励起を回避するのが困難なほどアプリーケータの直径を大きくする必要があるのである。

【0007】

負荷における次に高いオーダの TM モードは TM_1 型によるものである。適度に円形の負荷の断面での加熱パターンには2つの径方向に位置する最大点があり、ゼロ加熱の直径区域は $\pm 90^\circ$ である。このモードのマイクロ波加熱アプリーケータはたとえば米国特許第5,834,744号に記載されている。該特許に開示されたアプリーケータを励起するには、 TM_0 モードを抑制するように配置された共通の導波管によって2つの径方向のスロットに給電する。この特定の給電システムを動作させるために、アプリーケータは円形または多角形にされ、負荷は中心軸上に位置し、アプリーケータモードは TM_{120} 型によるものであることを特徴とする。さらに、このアプリーケータの設計は1の自由空間波長のオーダの負荷の最大限可能な軸方向長さでのみ機能する。

10

【0008】

矩形の TE_{10} から TE_{20} への導波管モード変換器がたとえば英国特許(GB)第1364734号に記載されている。この変換器システムは、 TE_{20} 導波管の端部を過ぎて動く幅広で平坦な負荷を加熱するのに用いられる。この理由から、導波管内にスタブを設けてモード不純を生じさせ、その結果として、 TE_{10} モードおよび TE_{20} モードによる加熱パターンの組合せにより起こされる加熱パターンが生じるが、これはこのようなアプリーケータを少なくとも2個有し負荷回転手段を備えた追加的な外部キャビティ内で起こる。

20

【0009】

この公知の装置の欠点としては、負荷が幅広かつ平坦でなければならないことが挙げられる。これによってより大きな体積を加熱する可能性が制約され、さらにまた加熱速度などを制御する可能性もまた制約される。

【0010】

この発明の目的は、断面積の大きい負荷を加熱できるアプリーケータおよびアプリーケータからなるシステムであって、加熱速度などをより正確に制御でき、さらに加熱をより良好に負荷内に閉じ込めるものを実現することである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

30

【0011】

発明の概要

上述の目的は、独立請求項に記載のアプリーケータ、システムおよび方法によって達成される。

【0012】

従属請求項には好ましい実施例を記載する。

【0013】

この発明に従うマイクロ波アプリーケータシステムは主に、加熱されるべき負荷が一定の断面を有する、空気が満たされた多数の単一モードアプリーケータからなる。

【0014】

この発明の特徴点としては、負荷内に TM_1 型の場合を生じさせるために、多極場についての理論の用語における基本的な第2のオーダの電気モードがもたらされるアプリーケータを使用することが挙げられる。これは負荷の軸における対向する側部での電場の2つの最大点によって特徴付けられる。その純粋な形では、これは閉じた円形の TE_{110} または TE_{120} キャビティで生じる。この電気モードが存在する最も単純な矩形の導波管または共振器は TE_{20} モードを伝える。

40

【0015】

このマイクロ波アプリーケータは、好ましくは一定の断面を有する負荷にマイクロ波電力を印加するためのものである。このアプリーケータは、発生器側の矩形 TE_{10} から印加側の TE_{20} へのモード変換器であり、負荷はおよそ中心に位置し、後者の区画の短縮壁近くに

50

ある。少なくとも2個のアプリケーションを用いるシステムでは、積み重ねた多アプリケーション組立体における互いに90°ずらされたアプリケーションは2つの追加的な機能を有する。すなわち、閉塞作用によって、生じさせる加熱を主に各々のアプリケーション内部に閉じ込めること、および、隣接するアプリケーション同士の間のクロストークを減少させるフィルタとして働くことである。負荷における場合は円筒形のTE₁型によるものであり、パターンを向上させるために、たとえば対向する導波管壁同士の間に同調棒を負荷近くで追加する。

【0016】

負荷において高い電力密度が望まれる場合にはアプリケーションの高さを低くする。この高さが自由空間波長の2分の1未満であれば、0よりも高い中間指数でのモードはあり得ず、すなわちアプリケーションの場合は原理的にすべてのレベルにおいて同一である。ここでTE₁₀導波管給電を用いて本願に関する利点を利用し、たとえば負荷軸が共通となるように複数のアプリケーションを積み重ねて、隣接するアプリケーション同士を90°ずらすことによって、流れる負荷での全体的な加熱パターンを向上できるだけでなく、隣接するアプリケーション同士の閉塞作用によって、これらの間で負荷の中を通るマイクロ波伝播が大幅に減少する。

10

【0017】

この発明は、図1に示すアプリケーションのTE₂₀部分の幅のおよそ2分の1のTE₁₀導波管を用いることには限定されない。一般化された給電において、或る部分は、矩形TE₁₀と等価のモードを伝える誘電体で満たされた導波管を含み、これはまた円形TE₁₁モードと等価である。

20

【0018】

この発明はまた、より高さの大きい、完全な自由空間波長よりも大きな高さまでのアプリケーションを含む。このようなアプリケーションを使用するのは一般的に、連続的に流れる負荷の場合ではなく、円筒形のマイクロ波透明コンテナ内に静止した液体負荷の場合である。このような負荷の攪拌には、追加の機械的手段たとえば回転ピーティング装置、または、液体内の磁化された小物体を利用した磁氣的攪拌システムを用いることができる。このようにして、円形の断面における2つの最大点での不均一な加熱パターンが克服される。また、この発明に従うと、液体の充填高さおよび誘電特性が変化する条件下でも加熱パターンの軸方向の均一性を維持するための追加的な手段が導入される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

発明の詳細な説明

望ましい励起の型は負荷内の円形TM₁場であり、その直径はここでの推論の目的のために小さなものとする。中心の軸の負荷を伴った円筒形キャビティにおいて、給電部を一旦無視すれば、モードはTM₁₁₀となる。同じ負荷の場の型を励起し得る空の導波管における最も単純な矩形のモード型はTE₂₀導波管モードである。こうして伝播の中心線に沿った場合は単に、導波管に沿った伝播方向で磁氣的である。

【0020】

原理的には、負荷をこの場の型で励起できるようにするあらゆる形状のキャビティおよび導波管もこの発明の範囲内に属するが、励起の方法および手段ならびに機械的設計の制約によっては、その結果として実際上の制約が生じる。したがって、この発明に従うアプリケーションは単一の給電部を導波管に似た構造の周辺に有し、これは負荷の軸方向(高さ方向)でのゼロ指数を有する。したがってこのような構造の最も単純なものは矩形TE₂₀₁キャビティであるが、この発明に従う給電部により、さらには給電部から負荷への正味の電力伝播がある結果として、最終指数はいくらか曖昧なものとなり、いずれにせよこの距離はこの方向で管内波長の2分の1よりも大きくなる。

40

【0021】

したがって、負荷軸と垂直である最も単純なアプリケーション断面の第1の例は、矩形TE₂₀₂として最もよく記述され得る場を支持する矩形の箱である。モード純度を改良し、給電により起こされる場変更を補償するために、給電部と反対側にある矩形のアプリケー

50

タ壁の一部は三角形の切除部を有する。図1でこれを概略的に示す。

【0022】

次に図面を参照し、特に図1を参照すると、この発明の第1の実施例は、矩形の TE_{10} / TE_{20} モードのアプリケータ（または変換器）1であって TE_{10} 区画に発生器2が接続されたものに関する。 TE_{20} 区画は金属製の短縮壁3で閉じられ、円筒形の負荷4は TE_{20} 区画のほぼ中心線上に位置する。同調手段5（ここでは棒の形をとる）が TE_{20} 区画の上面と下面との間全体に延びる。

【0023】

アプリケータは空気で満たされており、十分に確立したマイクロ波アプリケータ製造技術に従って複数の金属壁から形成される。

【0024】

純粋な TE_{20} モードの場合、中心線上に負荷が位置することで、負荷内に所望の円筒形の TM_1 場が得られる。この場合、（好ましくは金属から形成される）棒5がなくても負荷内に対称の加熱パターンを得ることができる。しかし重要なのはコンパクトな設計を得ることであるため、特に TE_{20} 区画は極めて短くされる。したがって、加熱パターンの調節に棒が極めて好都合となる。さらに棒5は、負荷の誘電率が異なる、およびその寸法が変化する条件下でも、加熱パターンを安定させインピーダンス整合を向上させるように働くことができる。

【0025】

短縮壁3に対しての負荷軸の位置は、第一階の理論に従いモード波長の4分の1だけ離れていることが望ましい。しかし通常これは実験またはマイクロ波モデル化によって決定される。アプリケータで主に意図される負荷の半径は負荷物質での波長の2分の1を超えるため、この第一階の理論からはかなりのずれがあり得て、その結果負荷の最適な位置は短縮壁にもっと近くなる。また、棒5の直径および位置を決定するのにも実験またはマイクロ波モデル化が用いられる。

【0026】

図2に示すこの発明の第2の好ましい実施例は2つのアプリケータ1, 1を備えるシステムに関し、ここでこれらアプリケータは共通の負荷軸を有し、アプリケータ同士は互いに対して負荷軸まわりに約 90° 回転されている。また、さらなるアプリケータを配置して、各々のアプリケータがその隣接するアプリケータに対して負荷軸まわりにおよそ 90° 回転しているようにすることもまた可能であることは言うまでもない。

【0027】

図3に示すように、加熱パターンには2つの径方向の最大点（各々の最大点を「+」で示す）があり、それぞれが TE_{20} 導波管中心線6の各々の側にある。その角度変動は公知のモード理論に従って \cos^2 関数によって記述され得る。第2のアプリケータは 90° ずらされると \sin^2 変動をもたらして合計の角度変動が1となり、すなわち全く変動しない。

【0028】

この発明の第2の実施例の第1の局面に従うと、隣接する 90° ずらされたアプリケータ同士の負荷場によるエネルギー結合を極めて小さくできるため、このようなアプリケータ間のいわゆるクロストークは、連結された発生器を同時に励起させた場合でも極めて小さくなる。

【0029】

第2の実施例の第2の局面に従うと、アプリケータ1は、第1のアプリケータから負荷を通じて第2のアプリケータに至って伝播する場にとっての閉塞物として働くように設計される。これの例を図4に示し、ここでは下方のアプリケータ1のみにエネルギーを与え、この第1のアプリケータのすぐ上に第2のアプリケータ1があり、これはその下にはならない。実際、この特徴点は上述の第2の実施例の第1の局面と密接に関係している。効率的な閉塞を可能にするためには、負荷4に向けられるマイクロ波エネルギーの大部分がその外側にある必要がある。これは TM_1 モード型には当てはまるであろうが、 TM_0 型

10

20

30

40

50

モードには当てはまらない。図4では図3と同じ仕方で加熱パターンを概略的に示している。

【0030】

閉塞を最適なものにするためにまず考慮すべきことは、第2の「受動的な」アプリケーションにおいて閉塞されるべきものは、この第2のアプリケーションの生じさせるものから90°回転している負荷の場であることである。したがって閉塞されるべきモード型はTE₁₀である。閉塞作用はソース（この場合には励起された負荷を意味する）からもたらされるが、これは第1に短縮壁3による不整合、第2にTE₂₀区画におけるこのTE₁₀モードへの場の不整合、および第3に別の場の不整合によりもたらされ、これはその中のTE₁₀モードがTE₁₀区画への変換器区画に遭遇するとき起こる。一般的に第3の現象が最も強い影響を及ぼし、閉塞の最適化手順はTE₂₀区画の長さを変えることで行なわれ、これは加熱モードでアプリケーションを正しく機能させるのに際し恣意的であるが、それは移行区画それ自体がこの主な電力流れに整合されるからである。

10

【0031】

上記2つのアプリケーション機能を微調整するために、この第2のパラメータは、1個または複数個の金属棒5も一緒に使用しながら短縮壁3に対しての負荷軸の位置を変える。このように加熱および閉塞の機能を共に最適化するためにハードウェアでの実験を用いる代わりにマイクロ波モデル化を採用し、これによってまたさまざまな場のパターンおよび強度を調査できるようにして作業を支援する。

【0032】

この発明の第3の実施例は、細長いまたは動く負荷における高い電力密度を達成するための、多数で高さが小さく密に積層されたアプリケーションを設計および使用することに関する。理論的には、TE₂₀モードは恣意的に小さい高さでの波長で存在するが、導波管（統合）インピーダンスがその高さに比例することによる実際上の制約があることは言うまでもなく、このため、TE₁₀部分へのマグネトロン発生器移行部での自由空間波長の4分の1から2分の1である典型的な標準高さから極めて大きな変成比が必要となる。

20

【0033】

しかし図5に示すように、1つの短い段7によって最大3の係数で高さを変化させる場合には一般的に問題がない。通常これは同じ図に示すTE₂₀区画で行なわれる。この段はまた、この発明の第2の実施例についてのTE₂₀区画の全体的な長さについて記載するように、閉塞機能の向上にも用いられ得る。

30

【0034】

極めて低いアプリケーション高さを用いることと関連したこの発明の重要な局面は、負荷の位置が、TE₂₀モードの電場（実質的にこのような場は垂直のものしかない）の最小のところであることである。したがって、高電力使用時におけるアーク放電の危険性は、矩形TE₁₀アプリケーション（または等価に円筒形TM_{0n0}アプリケーション）の場合よりもはるかに少ない。

【0035】

多数の90°ずらされた、互いに対し閉塞機能を有するアプリケーションを組合せて用いることで、アーク放電の危険を冒すことなく典型的なマグネトロン電力でも非常に高い加熱強度を極めて容易に達成することが可能となる。

40

【0036】

たとえば2450MHzを用いて、6アプリケーションシステム（さらに、エネルギーを与えられない端部閉塞アプリケーションを2個設ける）において、TE₂₀区画が高さ12mm、負荷が直径30mmで3kWマイクロ波発生器の場合、結果として8×14mm=112mmの全体長さにわたる18kW、すなわち80mLが得られる。水の熱容量の2分の1である特定の負荷の熱容量では加熱速度は100K/秒となる。マイクロ波化学応用分野の中でも反応物質を含む極性液体が高圧下で極めて急速に200以上に加熱される製薬関連においては、上記のような加熱速度が望ましいと考えられる。当然のことながら、周波数約915MHzを用いた他の一般的なマイクロ波加熱周波数帯を用いるもっと大きな

50

システムでは、市場で入手可能な30kW以上のマグネトロンと同じ加熱速度が達成され得る。このような応用分野では、或る種の堅木の細胞壁破裂を引起こす極めて急速な膨張が伴うことがあり、加熱速度がもっと遅くなると、その結果拡散による圧力の損失からエネルギーの無駄が生じて必要な加熱時間が長くなったり、または破裂が全く起こらずプロセスに障害が生じる。

【0037】

エネルギーを与えたアプリケーションにのみ加熱パターンを閉じ込める閉塞機能の一例もまた、上部および下部のアプリケーションを示す図4に示される。

【0038】

2つの積み重ねた導波管アプリケーション(図2に示すようなもの)は25mmの高さ(b寸法)であり、TE₁₀およびTE₂₀の区画はそれぞれ86mmおよび172mmの幅(a寸法)である。負荷直径は40mm、その誘電率は25-j6であり、材料厚さ5mmで誘電率4のガラス管内に負荷を入れ、動作周波数は2450MHzである。TE₂₀短縮壁と中心に位置する負荷軸との距離は28mmである。金属棒は17mmの直径を有し、左へ(TE₁₀Hひざ内部コーナの方向で)10mm、TE₂₀短縮壁から80mmに位置する。負荷の上下には、アプリケーションの外側で保護金属管(図2では4で示す)が設けられる。下方のアプリケーションのみにエネルギーが与えられる。モード変換器における最適な三角形の切除部を、TE₁₀側では29mmおよびTE₂₀側では86mm(たとえば図1に示す)で外側Hひざコーナに与え、さらにTE₂₀短縮壁と反対の側壁との間の最適な距離210mmの場合、アプリケーションにおける2つのTE₁₀ポート間の透過率は0.03となる(これは-30dBのクロストーク電力と同じである)。

【0039】

この発明の第4の実施例では、図6に示す追加の金属棒8が用いられ、負荷の断面のサイズまたは形状は、 \sin^2 の角度変動からいくらかのずれが生じるようなものにされる。このような変動は主に負荷での内部共鳴効果によって、または負荷に軸方向のエッジがある場合には非共鳴のエッジ回折によって引起こされる。これら棒の位置およびサイズを決定する方法もやはり主にマイクロ波モデル化によって行なわれる。一般的に、隣接するアプリケーションによる閉塞の能力を維持するために、負荷の断面が(図6におけるように)正方形であれば、4本の棒も正方形のパターンに配置することが好ましい。次に、TE₂₀導波管軸方向について側部の長さや角度位置との両方で棒パターンを変化させることがあり得る。

【0040】

図7では、高さ60mmおよびTM₂₀区画幅500mmのアプリケーションにおいて、915MHzの場合、誘電率が30-j3で中心断面が100×100mmの正方形の細長の負荷における加熱パターンの一例を示す。この加熱パターンの例示では、最も暖かい部分を「++」、次に暖かい部分を「+」で示し、同様にして最後に最も冷たい部分を「-」で示す。この場合には棒またはその他の装置は設けられず、負荷軸は短縮壁から126mmであり、アプリケーション中心線から18mmずらされている。ここに示すように、90°ずらされているアプリケーションが2個の場合、加熱パターンは極めて均一であり、アプリケーションが4個の場合にはさらにより均一である。

【0041】

この発明の第5の実施例に従うと、主な波伝播と垂直の方向において、TE₁₀モード区画におけるよりも、TE₂₀モード区画のうち少なくとも負荷の配置される部分でアプリケーションは大幅に厚くされる。第5の実施例を図8および図9に示す。

【0042】

したがってこの発明は、高さの大きい、完全な自由空間波長以上までの高さのアプリケーションも含む。

【0043】

アプリケーション高さ(図8の7)を首尾よく単に増加させるために図5に示す段または傾斜部7を(ただしより小さい高さでなくより大きい高さで)形成することで自由空間波

10

20

30

40

50

長の約2分の1よりも高い負荷に対処し、そして軸方向で適度に均一な加熱を得ることは可能かもしれないが、負荷誘電率および負荷充填高さの典型的な変動がその結果としていずれかの負荷端部で熱集中を生じさせることはほとんど不可避である。

【0044】

発明のこの実施例の改良としては、さらにアプリケーションの広い面（床および天井）に平行な金属プレートを用いる。図8および図9には1枚の金属プレート8を示す。これらプレートはアプリケーションの側壁（垂直壁）と連続的なガルバーニ電気接触状態にあり得るが、これは正しく機能するために必須ではない。プレートはモードフィルタとして働き、任意のプレートとアプリケーションの床または天井との（垂直）距離が自由空間波長の約2分の1を超えない限り TE_{20} モード以外の伝播を防ぐ。したがっていくつかのプレートを用いることが可能である。

10

【0045】

この実施例の拡張としては、アプリケーションのうち、 TE_{10} 導波管近傍のその給電部近くもしくは給電部内または誘電棒給電部近くの部分からの上方向の傾斜部7を、後に記載の第6の実施例に従う変換器手段として用いてから、次にこの傾斜部にかなり近い位置まで延びる金属プレートを用いる。これを図8で示し、ここでは金属プレート8は一断面において導波管傾斜部7近くから反対のアプリケーション側壁に延び、垂直断面において TE_{10} 導波管の側壁から負荷まで延びる。

【0046】

図9は第5の実施例の概略的な上面図であり、ここで示す TE_{20} モード区画12は金属プレート8、負荷4および同調手段5を備える。

20

【0047】

給電領域内で上方向または下方向に曲げられたプレートを用いても、入来する電力を、制御されたやり方で分割するという同じ目的を達成することが可能であり、こうして負荷の軸方向での加熱の均一性を向上させる。

【0048】

上述の金属プレートを1枚または2枚用いることで、マイクロ波の自由空間波長までおよびこれを超える高さの負荷およびアプリケーションを用いつつ、限られた液柱高さ間隔において、しかしこれの負荷としての誘電特性の広範囲の変動において、軸方向での適度に均一な加熱を維持することが可能となる。

30

【0049】

この発明の第6の実施例に従うと、 TE_{10} モード区画と TE_{20} モード区画との間の導波管移行部に一般化された変換器手段が配置される。この一般化された変換器手段について図10および図11を参照して説明する。この変換器手段はここに記載のこの発明のあらゆる実施例に適用可能である。

【0050】

図10はこの発明の第6の実施例の断面図を示し、図11はこの実施例の概略的な上面図を示す。

【0051】

図10の概略図は、 TE_{10} モード区画14と、変換器手段10と、 TE_{20} モード区画12とを示す。同じ特徴点を図11にも示すが、ここではさらに負荷4および同調手段5も示す。変換器手段10は、円筒形 TE_{11} モードと等価の矩形 TE_{10} と同じモードを伝える、誘電体で満たされた導波管を含む。

40

【0052】

しばしば、システムにおける発生器とアプリケーション部分とを分割して、たとえば有毒ガスまたは負荷漏洩物がアプリケーションから逃げ出して発生器およびその他の補助器具へ向かうことがないようにすることが必要になる。さらに、液体の負荷を大気圧下で加熱してその沸騰温度よりも高くすることが必要な場合もある。このような加圧窓は、 TE_{10} 導波管での2つのフランジ間にある機械的圧力下での単なる可変の厚みのマイクロ波透明プレートである。このプレートからのインピーダンス不整合は一般に極めて小さい（プレートは

50

比較的薄いからである)ため、金属ポストなどの簡単な別個の構成要素を導波管内に設けることで補償がなされる。より厚い窓については、波長の2分の1の厚みの(窓材料の)プレートが反射を最小限に抑え得ることを利用できる。もう1つのやり方として、誘電率の低いプラスチック材料体を噛み合う2つの導波管となるよう円錐形に先細りさせることもある。

【0053】

この発明の第6の実施例に従うと、空気が満たされた TE_{10} の導波管と、円形 TE_{11} または矩形 TE_{10} モードとの間のモード移行部は、誘電体が満たされた金属管またはボアである変換器手段10の形を取る。このような変換器手段は、 TE_{10} 導波管の短くされた端部にある対称に位置する孔から給電され、追加の手段なしにインピーダンス整合される。したがって、誘電体が満たされた導波管部分の長さは恣意的に長くされ得る。この設計は、誘電体が満たされた介在する導波管区画が、空気で満たされた導波管に対してインピーダンス整合される点で、先行技術の窓と本来的に異なっている。

10

【0054】

変換器手段の好ましい設計を図10に示し、ここでは矩形 TE_{10} 導波管14の高さ(一般的にb寸法と呼ばれる)はもう1つの類似の導波管12よりも低い。円筒形のセラミック本体10が各導波管端部内へいくらかの異なる距離で突出して導波管間の金属で取囲まれる。追加的な整合要素は設けられない。

【0055】

この種の整合変換器手段では、十分に広帯域のインピーダンス整合を達成するために、矩形導波管の寸法および動作周波数に関して本体のいくらかの誘電データおよび直径が必要である。第1の例としては、2450MHzのISM帯での標準的なWG340(43×86mm)導波管で誘電率9のアルミナ棒が直径約29mmであり導波管内へ約25.5mm突出する必要がある。第2の例としては、60×86mmの導波管および誘電率6.8の棒で、その直径は約38mm、突出部は約28mmである必要がある。

20

【0056】

他のデータでの棒および導波管について最適な寸法を確立するには、上述の開始データを用いて実験または数値的マイクロ波モデル化を行えばよい。これはまた棒の断面が正方形または矩形である場合にも当てはまる。

【0057】

たとえばアプリケーションを導波管12の直接の連続物とすることで導波管のうち1つが圧力下に置かれる場合、棒10の突出部分を残りの部分よりもわずかに幅広にすることによって棒が滑ることがないようにすることがあり得る。この場合、幅広の部分の突出部長さをいくらか短くすることが必要となる。さらに、円筒形の形状に対するその他の変更をこの目的に用いることもでき、これら変更はすべて前掲の特許請求の範囲により規定されるこの発明の範囲内に属する。

30

【0058】

上述の種類棒給電を用いると、 TE_{10} 導波管を介してアプリケーションに給電する必要がない。その代わりに棒は直接 TE_{20p} アプリケーション内に突出できる。これを図11で示し、ここでは負荷4および同調手段5を有するアプリケーション12を示す。

40

【0059】

特に液柱高さの変動に反応しないことに関するこの発明のさらなる改良例に従うと、金属棒5に平行な誘電率のかなり高い棒形状の誘電体を用いる。この場合に棒は、液体負荷の誘電率に相当する誘電率および相当する断面積を有する。たとえば誘電率20で直径30mmの2本の棒を、負荷近くで TE_{20} 中心線の各々の側に位置付ける。こうすれば、液柱高さの変動および負荷誘電率の変動に対して反応しにくくなる。さらに、これら負荷パラメータの変動に対するインピーダンス整合の変動もまた減少する。

【0060】

2450MHzでの典型的なアプリケーションの水平寸法は約170×210mmであり、 TE_{10} 給電導波管の分の延長部がこれに加わる。負荷コンテナの直径が約55mmであれ

50

ば、充填係数（アプリケーション体積で割った負荷体積）は極めて小さくなる。アプリケーションの寸法を減少させることが望ましい場合がある。これを行なうには3つの方法があり得る。

【0061】

1. TE₂₀部分の外側の部分を下方または上方（すなわち電力流れの方向に平行）に折畳んで逆向きのU字状をもたらす。この場合アプリケーション給電部は下または上にある。しかしこの方法は導波管アプリケーション高さが大きい場合には効率的ではない。

【0062】

2. 標準的なリッジ付き導波管におけるのと同じ仕方で金属リッジをTE₂₀部分に挿入する。これは負荷の各々の側で終わる2つのリッジを導入することを意味する。

【0063】

3. TE₂₀部分に部分的な誘電体の充填物を挿入する。たとえば、約50%の充填係数のPTFEを用いることで寸法を170×210mmから約125×155mmまで減少させることができる。

【0064】

さらなる代替例としては、特にリッジ付き導波管に関する上述の第2の方法に関し、導波管（TE₂₀モード区画）に誘電体材料たとえばPTFEまたはセラミック材料を充填（または部分的に充填）する。これは主にTE₂₀モード区画のサイズを減少させるためのものである。

【0065】

この発明はさらに、有機化学合成反応を実行すること、さらにはまた木を極めて急速に加熱して細胞壁破裂などを生じさせることにおける、ここに記載のアプリケーション、システムまたは方法の用途に関する。

【0066】

前掲の特許請求の範囲により規定されるこの発明の範囲内には以下の構造的代替例も含まれる。

【0067】

・金属棒は導波管の主要な面同士の間全体に延びる必要はない。

【0068】

・棒の代わりに金属プレートを用いることもできる。

【0069】

・金属プレートの代わりにアルミナセラミックなどの誘電体の挿入物または管を用いることもできる。

【0070】

・負荷軸での加熱を向上させるために、対称の加熱パターンをもたらす位置から負荷をいくらかずらしてもよい。

【0071】

・負荷をマイクロ波透明管またはホルダ内に設けることもあり得る。

【0072】

・負荷が短く、完全に単一のアプリケーション内に位置することもあり得る。

【0073】

・TE₁₀区画を曲げて延ばして、複数の低い積み重ねたアプリケーションを使用する場合でも発生器に十分な空間を設けることもできる。

【0074】

・負荷の寸法、誘電特性およびシステムの必要容量に依存して、システムはあらゆるマイクロ波周波数に合わせて設計され得る。発生器の入手可能性の理由から、およびシステムが主に高電力密度用途に意図されているため、約2450から915MHzの標準周波数が好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0075】

10

20

30

40

50

【図1】この発明に従うアプリータであって、棒形状の負荷がその中を通して延びているものを示す斜視図である。

【図2】第1のアプリータおよびその直上に置かれた第2のアプリータからなるシステムであって、棒形状の負荷が両方のアプリータの中を通して延びているものを示す斜視図である。

【図3】図1に従うアプリータの中心水平面での加熱パターンについてマイクロ波モデル化により得られた熱分布図である。

【図4】図2に従う90°ずらされた2つの等しいアプリータからなるシステムにおいて、極めて高さの小さい下方のアプリータの加熱最大点の角度位置および負荷軸を含む垂直面における、下方のアプリータにのみエネルギーを与えた場合の負荷加熱パターンについてマイクロ波モデルにより得られた熱分布図である。

【図5】アプリータの代替実施例であって、負荷を含む部分が発生器給電TE₁₀端部よりも軸方向に大幅に小さくされたものを示す図である。

【図6】システム内のアプリータのさらなる代替実施例であって、負荷が正方形の断面の負荷であるものを示す図である。

【図7】この発明に従うアプリータの中心断面における加熱パターンの一例を示す図である。

【図8】アプリータの代替実施例であって、負荷を含む部分が発生器給電TE₁₀端部よりも軸方向に大幅に大きくされたものを示す断面図である。

【図9】図8に示す実施例の概略的な上面図である。

【図10】この発明の第6の実施例の断面図である。

【図11】図10に示す実施例の概略的な上面図である。

【図1】

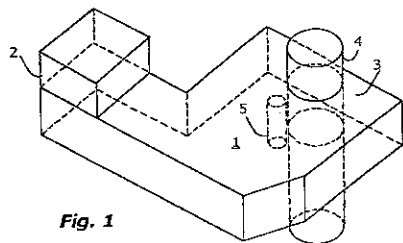


Fig. 1

【図2】

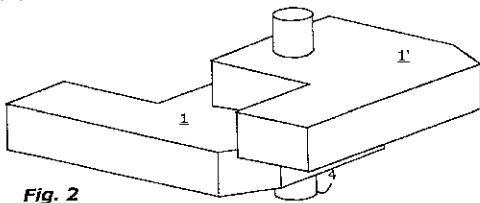


Fig. 2

【図3】

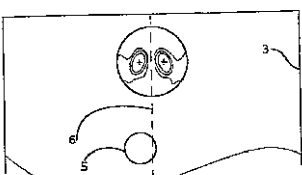


Fig. 3

【図4】

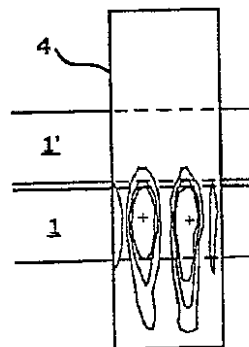


Fig. 4

【図5】

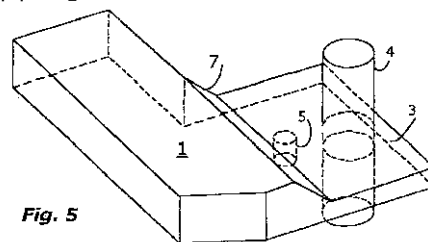


Fig. 5

10

20

【 図 6 】

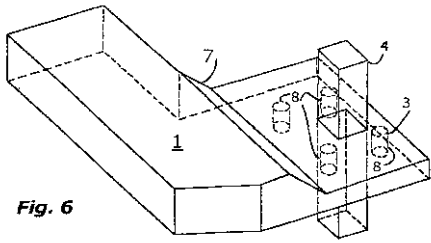


Fig. 6

【 図 7 】

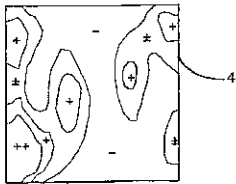


Fig. 7

【 図 8 】

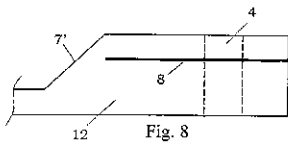


Fig. 8

【 図 9 】

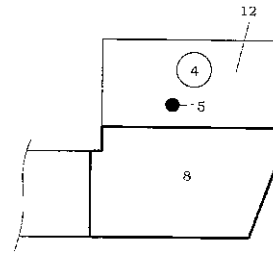


Fig. 9

【 図 10 】

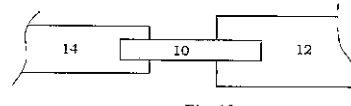


Fig. 10

【 図 11 】

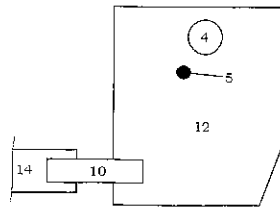


Fig. 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/SE 02/02004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H05B6/70		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H05B H01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 810 248 A (ROSENGREN L ET AL) 7 May 1974 (1974-05-07) column 2, line 26 -column 3, line 19; figures	1
A	--- US 3 247 472 A (TURNER EDWARD H) 19 April 1966 (1966-04-19) claims 1,2; figure 1 -----	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 16 May 2003		Date of mailing of the international search report 23/05/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Castanheira Nunes, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/SE 02/02004

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3810248	A	07-05-1974	SE 343742 B	13-03-1972
			AU 466306 B2	23-10-1975
			AU 3476671 A	03-05-1973
			BE 774075 A1	14-02-1972
			CH 564300 A5	15-07-1975
			DD 94864 A5	05-01-1973
			DE 2151655 A1	20-04-1972
			DE 2166290 A1	05-07-1973
			DK 136050 B	01-08-1977
			GB 1364734 A	29-08-1974
			NL 7114369 A	21-04-1972
			NO 134027 C	04-08-1976
			US 3247472	A

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 将行

(72)発明者 リスマン、ペル・オロブ・ゲー

スウェーデン、エス - 4 3 8 9 2 ハーリダ、サンズジョーン、8 0 0

Fターム(参考) 3K090 AA01 AA02 AA04 AB08 AB20 BB18 CA04 CA05 CA17 CA22
CA23