

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5657016号
(P5657016)

(45) 発行日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(51) Int. Cl.	F I
H05B 6/68 (2006.01)	H05B 6/68 320V
	H05B 6/68 320P
	H05B 6/68 320F

請求項の数 25 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2012-538460 (P2012-538460)	(73) 特許権者	508253694
(86) (22) 出願日	平成22年5月12日 (2010. 5. 12)		ゴジ リミテッド
(65) 公表番号	特表2013-510414 (P2013-510414A)		英領バミューダ, ピー. オー. ボック
(43) 公表日	平成25年3月21日 (2013. 3. 21)		ス エイチエム3399 エイチエム ピー
(86) 国際出願番号	PCT/IL2010/000380		ーエックス, ハミルトン エイチエム0
(87) 国際公開番号	W02011/058537		8, パーラーヴィル ロード 8,
(87) 国際公開日	平成23年5月19日 (2011. 5. 19)		ミントフラワー プレイス 4階
審査請求日	平成25年3月14日 (2013. 3. 14)	(74) 代理人	100103816
(31) 優先権主張番号	PCT/IL2009/001057		弁理士 風早 信昭
(32) 優先日	平成21年11月10日 (2009. 11. 10)	(74) 代理人	100120927
(33) 優先権主張国	イスラエル (IL)		弁理士 浅野 典子
(31) 優先権主張番号	61/282, 981	(72) 発明者	ビルチンスキー, アレクサンダー
(32) 優先日	平成22年5月3日 (2010. 5. 3)		イスラエル, 56450 モノソニーヤ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		フド, モシュ ダヤン 26/40

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギーを制御するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電磁エネルギーを物体に印加するための装置であって、

位相の値が互いに異なる複数の変更空間要素での電磁エネルギーの印加を生じさせることと、

前記複数の変更空間要素のそれぞれに対して、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す値を決定することと、

前記決定された値に基づいて、前記複数の変更空間要素の1つ以上を、パワー印加の対応する時間的期間と関連付けることと、

前記複数の変更空間要素の1つ以上に対して、パワーが、前記パワー印加の対応する時間的期間において、前記物体に印加されるよう、前記物体に印加される電磁エネルギーを調節することと、

を行うよう構成された少なくとも1つのプロセッサを備える装置。

【請求項 2】

前記少なくとも1つのプロセッサは、前記複数の変更空間要素の1つ以上を、前記変更空間要素と関連付けられた前記パワー印加の時間的期間に対応するパワーレベル値と関連付けるよう、さらに構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記少なくとも1つのプロセッサは、前記複数の変更空間要素の少なくとも1回のスイ

10

20

ープを制御することにより、印加される電磁エネルギーを調節するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記複数の変更空間要素の 1 つ以上の全域にわたるパワー印加の間、物体へのパワー伝達のレベルが実質的に一定となるように、印加された電磁エネルギーを調節するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記値は反射エネルギーまたは結合エネルギーの表示を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記複数の変更空間要素において伝達されるエネルギーの総量を制限することにより、前記物体に印加される電磁エネルギーを調節するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記複数の変更空間要素の 1 つ以上において伝達される、印加されるパワーを実質的に最大化するために、印加される電磁エネルギーを調節するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、パワーが、非ゼロの時間的期間の間、それぞれが非ゼロのパワーレベルにある、少なくとも 2 つの異なる変更空間要素を用いて、伝達されるように、印加される電磁エネルギーを調節するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、電磁エネルギーが連続的に供給されることによりデューティサイクルが形成されるように、電磁エネルギーを調節するよう構成され、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記デューティサイクルを反復的に実行するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記デューティサイクルにしたがって変更空間要素を変化させるよう構成される、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記値に基づいて、前記複数の変更空間要素のそれぞれに対する消散率を決定するよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、少なくとも約毎分 120 回の率で前記複数の変更空間要素に対する消散率を決定するよう構成される、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記複数の変更空間要素のそれぞれは、周波数、位相、および振幅に対する値を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

位相の値が互いに異なる、複数の異なる変更空間要素を得るためにプロセッサによって制御される位相モジュレータをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

前記複数の変更空間要素のそれぞれは、周波数、位相、および振幅のうちの少なくとも 2 つにおいて互いに異なる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

前記複数の変更空間要素および対応するパワー印加の時間的期間のうち、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す第 1 値と関連付けられた第 1 変更空間要素に対応するパワー印加の第 1 時間的期間は、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す第 2 値と関連付

10

20

30

40

50

けられた第2変更空間要素に対応するパワー印加の第2時間的期間よりも短く、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記第2値は前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記第1値よりも低い、請求項1に記載の装置。

【請求項17】

前記物体が配置される空洞と、前記物体に電磁エネルギーを向けるための少なくとも2つの放射要素とをさらに備える、請求項1に記載の装置。

【請求項18】

前記少なくとも2つの放射要素に電磁エネルギーを供給するための電磁エネルギーのソースをさらに備える、請求項17に記載の装置。

【請求項19】

電磁エネルギーを物体に印加するための方法であって、
位相の値が互いに異なる複数の変更空間要素のうちのそれぞれに対して、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す値を決定することと、

前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記決定された値に基づいて、前記複数の変更空間要素の1つ以上を、パワー印加の対応する時間的期間と関連付けることと、

前記複数の変更空間要素のうちの1つ以上に対して、パワーが、前記パワー印加の対応する時間的期間において、前記物体に印加されるよう、前記物体に印加されるエネルギーを調節することと、
を含む方法。

【請求項20】

前記関連付けることは、前記複数の変更空間要素のそれぞれを、同じ変更空間要素と関連付けられた前記パワー印加の時間的期間に対応するパワーレベル値と関連付けることを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記複数の変更空間要素およびパワー印加の対応するパワーレベル値および時間的期間のうち、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す第1値と関連付けられた第1変更空間要素に対応するパワー印加の第1時間的期間は、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す第2値と関連付けられた第2変更空間要素に対応するパワー印加の第2時間的期間よりも短く、前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記第2値は前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記第1値よりも低い、請求項19に記載の方法。

【請求項22】

前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記値は反射エネルギーまたは結合エネルギーの表示を含む、請求項19に記載の方法。

【請求項23】

パワーが、非ゼロの時間的期間の間、それぞれが非ゼロのパワーレベルにある、少なくとも2つの異なる変更空間要素を用いて、伝達されるように、印加される電磁エネルギーを調節することをさらに含む、請求項19に記載の方法。

【請求項24】

前記物体により吸収可能なエネルギーを示す前記値に基づいて、前記複数の変更空間要素のそれぞれに対する消散率を決定することをさらに含む、請求項19に記載の方法。

【請求項25】

前記複数の変更空間要素のそれぞれは、周波数、位相、および振幅に対する値を含む、請求項19に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、1) 2009年11月10日に出願された「Device and Method For Controlling Energy」を発目の名称とする国際出願PCT/IL2009/001057号、2) 2010年5月3日に出願された「Moda

10

20

30

40

50

1「Analysis」を発明の名称とする米国特許仮出願、3)2010年5月3日に
出願された「Loss Profile Analysis」を発明の名称とする米国
特許仮出願、および4)2010年3月3日に出願された「Spatially Con-
trolled Energy Delivery」を発明の名称とする米国特許仮出願
の利益を主張するものである。これら列挙した出願の全部の全体は、参照することにより
、本明細書に援用される。

【0002】

本願は、1)「Modal Energy Application」、2)「Degenerate Modal Cavity」、3)「Partitioned Cavity」、および4)「Antenna Placement in an Electromagnetic Energy Transfer System」を発明の名称とする、2010年5月3日に
出願された他の4つの米国特許仮出願に関連するものである。これら列挙した出願の全部の全体は、参照することにより、本明細書に援用される。

【0003】

発明の分野

本願は、本願のいくつかの実施形態において、全般には、装填物における電磁(EM:electromagnetic)エネルギーの消散に関し、さらに詳細には、例えば、マイクロ波エネルギーまたはUHFエネルギーを用いての解凍／加熱および／または調理等の、高周波加熱に関するが、ただし、これに制限されるわけではない。

【背景技術】

【0004】

高周波放射を用いて物体を加熱することは、広く行われており、これには、家庭用マイクロ波オーブンならびに主に蒸気、高温空気、および赤外線加熱要素等の他の加熱手段との組み合わせでマイクロ波(MW:microwave)を使用する市販のオーブンが含まれる。

【0005】

マイクロ波オーブンに関連する多数の問題の1つは、加熱の均一性に欠ける点である。この不均一性により空洞内の定常波を反射するホットスポットおよびコールドスポットが生じる。係る装置における不均一性を改良するための試みの多くは、空洞内におけるモード(例えば、加熱中に装填物を攪拌および／または移動させるモード)の個数を増加することを含む。

【0006】

複数の周波数が用いられるいくつかの場合においては、装置は、これにより装填物へのエネルギーの伝達が改善されるであろうという意図を持って、異なる伝達周波数における装填物へのエネルギー伝達の効率を測定し、比較的高い効率を有する周波数においてのみ装填物にエネルギーを伝達するよう構成されていた。

【0007】

物体を加熱することにより、異なる周波数におけるその物体の消散特性は変化する。例えば、加熱前に装填物において1つの率で消散した周波数は、装填物の何らかの加熱または移動が生じた後は、異なる率(より高い率またはより低い率)で消散し得る。

【発明の概要】

【0008】

いくつかの実施形態によれば、周波数の放射スペクトルで装填物を放射する装置および方法が提供される。放射は、異なる周波数において異なる量のエネルギーを伝達することにより行われる。それぞれの周波数において伝達されるエネルギーの量は、少なくとも、対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変化させることにより、制御される。

【0009】

本実施形態の1つの態様によれば、対応する周波数が伝達される期間を変化させることにより異なる量のエネルギーが異なる周波数において供給される、装填物を放射するための方法が提供される。それにより、大量のエネルギーが必要とされる周波数がより長い時

10

20

30

40

50

間にわたって伝達され、少量のエネルギーが必要とされる周波数がより短い時間にわたって伝達される。

【0010】

装填物を放射することは、空洞共振器内で行われてもよい。

【0011】

装填物を放射することは、予め定められたエネルギー消散パターンが装填物において獲得されるよう、制御されてもよい。

【0012】

装填物を放射することは、一定のパワー伝達レベルで行われてもよい。

【0013】

装填物を放射することは、それぞれの伝達周波数に対する最大パワー伝達レベルにおいて、それぞれ行われてもよい。増幅器の動作を設計最大パワーに保つことにより、より安価な増幅器の使用が可能となる。

【0014】

装填物を放射することは、異なる周波数のそれぞれに対して提供される最大量のエネルギーが制限されるよう、制御されてもよい。

【0015】

装填物を放射することは、伝達が行われる間、異なる周波数に対して提供されるエネルギーの全体量が制限されるよう、制御されてもよい。

【0016】

伝達が行われる期間は、伝達サイクルまたはデューティサイクルであってもよい。

【0017】

装填物を放射することは、個々の周波数が伝達される全体的期間が制限されるよう、制御されてもよい。

【0018】

装填物を放射することは、伝達される周波数のそれぞれに対する可能なパワーが最大化されるよう、制御されてもよい。

【0019】

少なくとも2つの周波数が、少なくとも2つの異なる非ゼロであるパワーで伝達される。

【0020】

この方法は、

装填物に周波数の放射スペクトルを放射することと、

結果として生じる反射および結合スペクトル(RCスペクトル)を計測することと、

RCスペクトルを考慮して、装填物の現在の消散情報を推測することと、

消散情報に応じて周波数の放射スペクトルを設定することであって、ただし、その設定は、対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変化させることにより、異なる量のエネルギーを異なる周波数で伝達することを含む、ことと、を含み得る。

【0021】

この方法は、

エネルギーが装填物により吸収されるよう、装填物に周波数の放射スペクトルを放射することと、

結果のRCスペクトルを測定することと、

測定されたRCスペクトルを考慮して、装填物の現在の消散情報を推測することと、

消散情報に応じて周波数の放射スペクトルを変更することであって、ただし、この変更は、対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変更することにより、異なる量のエネルギーを異なる周波数で伝達することを含む、ことと、を含み得る。

【0022】

周波数は、順番に並べられることにより、デューティサイクルを形成し得る。

【0023】

この方法は、デューティサイクルを反復的に実施することを含み得る。

【0024】

周波数は、デューティサイクル内で変更される。

【0025】

この方法は、デューティサイクルの反復にわたって、周波数を差異的に断続して、装填物を放射するそれぞれの周波数における全体的放射期間を変更することを含み得る。

【0026】

この方法においては、差異的な断続は、いくつかのサイクルの間にわたり周波数をオフにすること、またはいくつかのサイクルの間にわたりより低いパワーに切替えることにより達成され得る。

10

【0027】

本実施形態の第2の態様によれば、装填物に周波数の放射スペクトルを放射するための方法が提供される。ただし、この装填物は、装填物のエネルギー消散状態の関数として変化する消散情報を有し、この方法は、消散情報の変化に応じて周波数の放射スペクトルを変更することを含み、この変更は、対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変化させることを含むものである。

【0028】

本実施形態の第3の態様によれば、

a. 装填物の存在下で共振するために、エネルギーを空洞へと複数の周波数で伝達するよう機能するエネルギー供給装置と、

20

b. 対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変化させるよう機能するコントローラと、を備える、装填物を放射するための装置が提供される。

【0029】

1つの実施形態においては、コントローラは期間を変化させることを反復的に行うよう構成される。

【0030】

1つの実施形態においては、コントローラは、それぞれの期間に応じて周波数の放射スペクトルを装填物を放射し、その結果として生じた反射および結合スペクトル(RCスペクトル)を測定し、RCスペクトルを考慮して現在の消散情報を推定し、消散情報に応じて周波数の放射スペクトルを設定するよう構成される。

30

【0031】

1つの実施形態においては、コントローラは、周波数のデューティサイクルの反復にわたって、オンまたはオフを差異的に切り替え、それにより、装填物を放射するときのそれぞれの周波数の全体的期間が変化するよう、構成される。

【0032】

いくつかの例示的实施形態は、電磁エネルギーを装填物に供給するための装置を含み得る。この装置は、複数の変更空間要素のそれぞれに対する装填物により消散されたエネルギーを示す情報を受け取るよう構成された少なくとも1つのプロセッサを備え得る。なお、この変更空間要素は、後により詳細に説明する。プロセッサは、受け取った情報に基づいて、複数の変更空間要素のそれぞれを、対応するパワー印加の時間的期間に関連付けるようにも、構成され得る。プロセッサは、複数の変更空間要素のそれぞれに対して、対応するパワー印加の時間的期間において、パワーが装填物に加えられるよう、装填物に加えられるエネルギーを調節するよう、さらに構成され得る。

40

【0033】

他の例示的实施形態は、電磁エネルギーを装填物に供給するための装置を含み得る。この装置は、装填物に関連付けられた消散指標の複数の値を決定するよう構成された、少なくとも1つのプロセッサを備え得る。プロセッサは、消散指標の複数の値に基づいて、変更空間要素／パワー／時間三重項を設定するようにも、構成され得る。プロセッサは、変更空間要素／パワー／時間の三重項の適用を調節することにより、装填物にエネルギーを加えるよう、さらに構成され得る。

50

【0034】

他の例示的实施形態は、電磁エネルギーを装填物に供給するための方法を含み得る。この方法は、複数の変更空間要素のそれぞれに対して装填物により消散されるエネルギーを示す情報を受け取るステップと、受け取った情報に基づいて複数の変更空間要素のそれぞれを対応するパワー印加の時間的期間に関連付けるステップと、複数の変更空間要素のそれぞれに対して、対応するパワー印加の時間的期間においてパワーが装填物に印加されるよう、装填物に印加されるエネルギーを調節するステップと、を含む。

【0035】

本開示においては、多数の概念が、周波数および／または変更空間要素との関連において説明される。いくつかの実施形態においては、周波数は、変更空間要素を定義または操作するために用いられる1つまたは複数のパラメータに含まれ得る。したがって、一般に、本開示の実施形態に係る、周波数の観点から説明される概念は、より一般的には、変更空間要素の使用を含む実施形態にも敷衍され得る。

【0036】

別段の定義がない限り、本明細書において用いられる専門用語および科学用語の全部は、本発明が属する当該技術分野の当業者により一般に理解されるものと同じ意味を有する。本明細書において提供される材料、方法、および例は、例示的なものであるにすぎず、限定を意図するものではない。

【0037】

本明細書で用いる「例示的」という用語は、「例、事例、または例示説明」を意味するために用いられる。「例示的」とであると説明されるあらゆる実施形態は、他の実施形態よりも好適または有利であると解釈されるとは必ずしも限らず、および／または、他の実施形態に属する特徴を組み込むことを排除するとは必ずしも限らない。「所望による」という用語は、「いくつかの実施形態において提供され、他の実施形態においては提供されない」を意味するものとして本明細書では用いられる。本発明の特定の実施形態は、係る特徴が矛盾しない限り、複数の「所望による」特徴を含み得る。

【0038】

本発明の実施形態に係る方法および／またはシステムの実装は、手動により、自動的に、またはそれらの組み合わせにより、選択されたタスクを実行または完了することを含み得る。これは、特に、マイクロ波オーブンおよび乾燥機等の装置の制御に関するタスクについて言えることである。さらに、本発明に係る方法および／またはシステムの実施形態の実際の装備および装置によれば、いくつかの選択されたタスクが、オペレーティングシステムを用いてハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせにより実装され得る。

【0039】

例えば、選択されたタスクを本発明の実施形態により実行するためのハードウェアは、チップまたは回路として実装され得る。ソフトウェアとして、本発明の実施形態により選択されたタスクは、任意の好適なオペレーティングシステムを用いてコンピュータにより実行される複数のソフトウェア命令として実装され得る。本発明の例示的实施形態においては、本明細書に記載の方法および／またはシステムの実施形態に係る1つまたは複数のタスクは、複数の命令を実行するコンピューティングプラットフォーム等のデータプロセッサにより実行される。所望により、データプロセッサは、命令および／またはデータを記憶する揮発性メモリおよび／または例えば、命令および／またはデータを記憶するための磁気ハードディスクおよび／または着脱可能媒体等の不揮発性ストレージを備える。所望により、ネットワーク接続も提供される。ディスプレイおよび／またはキーボードまたはマウス等のユーザ入力装置も所望により提供される。

【0040】

本発明は、添付の図面を参照しつつ、例示としてののみ、本明細書において説明される。ここで図面を詳細に参照して、本明細書に示す特定事項は、例として、および、本発明の好適な実施形態の例示的説明のためにのみ、示されたものであり、本発明の原理および概

念的側面に関する最も有用で容易に理解される説明であると考えられるものを提供するために提示されたものであることが強調される。この点に関して、本発明の基本的理解に要求される以上に本発明の構造的詳細を示すことはまったく企てるものではない。以下の図面と合わせて説明を読むことにより、当業者には、本発明のいくつかの形態をどのように実際に実施するかが明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1A-1B】図1Aは、本発明のいくつかの実施形態により装填物を放射するための方法を示す簡略化されたフローチャートである。図1Bは、その消散情報がそのエネルギー状態に応じて変化する装填物に対して、制御されたエネルギー放射を提供するための、10

本発明のいくつかの実施形態に係る方法を示す簡略化されたフローチャートである。

【図1C】図1Cは、本発明のいくつかの実施形態に係る、各周波数が伝達される期間を変化させることにより、各伝達周波数において装填物に消散するエネルギーの量を制御する方法の簡略化されたフローチャートである。

【図2】図2は、複数の周波数での放射によるエネルギー伝達の制御の例示的フローチャートである。

【図3】図3は、本発明の例示的实施形態に係る装置の概略図である。

【図4A-4B】図4A-4Bは、例示的な決定関数に対するパワー対周波数の概略的グラフである。

【図5】図5は、本発明の実施形態に係る、装填物を放射するためのデューティサイクルを制御する例示的なシナリオである。20

【図6】図6は、本発明の例示的实施形態に係る、電磁エネルギーを物体に印加するための装置を示す図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態に係る、消散率スペクトル（破線）および入力エネルギースペクトル（実線）を示す図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態に係る消散率スペクトルを示す図である。

【図9】図9は、本発明の例示的实施形態に係る装置を示す図である。

【図10】図10は、例示的な変更空間を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0042】

本実施形態は、各変更空間要素（MSE: modulation space element。詳細については後に説明する）において装填物に消散される電磁エネルギーの量を制御するための装置および方法に関し、さらに詳細には、特にMSEのデューティサイクル内における、各MSEが伝送される期間を変化させることによる制御に関するものである。エネルギーの消散は、例えば、解凍、霜取り、加温、調理、乾燥、その他のうちの1つまたは複数を含む、時には温度上昇を伴わない、エネルギーの放射を利用する任意の形の加熱のために用いられ得る。本明細書で用いる「電磁エネルギー」または「EMエネルギー」という用語は、赤外線（IR: infrared）、近赤外線、可視光線、紫外線、その他を含むが、これらに限定されない、電磁スペクトルの任意の部分または全部を含む。1つの特定の実施形態においては、印加される電磁エネルギーは、100kmから1mmの自由空間に1つの波長（それぞれ3KHzから300GHzの周波数）が存在する状態の高周波エネルギーを含み得る。いくつかの他の例においては、周波数バンドは、500MHzから1500MHzの間、または700MHzから1200MHzの間、または800MHzから1GHzの間であり得る。例えば、マイクロ波および極超短波（UHF: ultra high frequency）エネルギーは両方とも高周波範囲に含まれる。本発明の例は本明細書においては高周波エネルギーの印加との関連で説明されるが、これらの説明は、本発明に関する少数の例示的な原理を例示するために提供されたものであり、本発明を電磁スペクトルのいかなる特定の部分に限定することも意図するものではない。40

【0043】

両方とも Ben-Shmuel らによる、参照することにより本明細書に援用される、国際公開第 2007/096877 号（'877）および国際公開 2007/096878 号（'878）（両方とも、2007 年 8 月 3 日に公開）は、電磁加熱のための方法および装置を開示する。いくつかの開示された方法は、加熱される物体を空洞内に設置し、複数の供給装置を介して複数の周波数で UHF またはマイクロ波エネルギーを空洞に供給するステップを含む。

【0044】

引用することにより本明細書に援用される、2008 年 8 月 28 日に公開された、Ben-Shmuel らによる、国際公開第 2008/102,360 号（'360）は、特に、制御された様式で空洞内の物体に広帯域高周波エネルギーを印加し、それにより物体は、所望の一時的温度スケジュール内に、および所望の空間プロファイル内に、保たれることと、所望の乾燥レベルが達成されたと少なくとも推定されたとき、乾燥を終了することを含む、物体を乾燥させるための方法を開示する。

10

【0045】

引用することにより本明細書に援用される、2008 年 8 月 28 日に公開された、Ben-Shmuel らによる、国際公開第 2008/102,334 号（'334）は、特に、物体または物体の 1 部分を冷凍するための方法を開示する。この方法は、物体の少なくとも 1 部分を、物体の凝固点よりも低い温度を有する冷却剤に晒し、それと同時に、電磁加熱器を操作して、物体の少なくとも 1 部分をその凝固点より高い温度に保つことと、電磁加熱を低下させることにより物体の少なくとも 1 部分を冷凍することを含む。その電磁加熱器は共振器を備え、物体の加熱された部分は共振器の内部で加熱される。

20

【0046】

'877、'878、および '334 の出願の、前述の方法は、各伝達された周波数における消散率と、その周波数において伝達され得るパワーの最大量とを考慮に入れる。この方法は、時には、所望量のエネルギーのみが消散されるよう、各周波数において伝達されるエネルギーの量を低下させることを目指すものである。

【0047】

'877、'878、および '334 の出願の前述の方法は、装填物において主に消散する周波数バンドにおいてのみ（または主にその周波数バンドにおいて）パワーを伝達する選択肢をさらに開示する。係る伝達は、例えば、表面電流への消散または複数の供給装置（すなわち、アンテナ）の間の消散を回避または顕著に低下させるために用いられ得る。伝達は、例えば、物体に消散されるパワーが、すべての伝達された周波数において実質的に一定となる（これは、装填物における均一エネルギー消散パターンと称される場合もある）よう、実施され得る。係る伝達により、供給されたエネルギーおよびエネルギー伝達は、異なる周波数に対して異なったものとなり得るが、装填物の組成および／または形状に関わらず、装填物における周波数当たりのエネルギー消散は実質的に等しくなることが可能となる。

30

【0048】

本発明のいくつかの実施形態によれば、周波数スペクトルまたは MSE を装填物に照射し、その結果生じる反射および結合スペクトル（「RC スペクトル」）を測定し、放射の間に変更される装填物のスペクトル消散を RC スペクトルから推測し、変化する消散スペクトルに応答して放射スペクトルを変更するための方法が提供される。装填物の「スペクトル消散」または「消散情報」は、装填物における複数の伝達された周波数または MSE の消散率を意味するものとして解釈され得る。

40

【0049】

代替的に、または追加的に、放射の変更は、デューティサイクルにおける各伝達される周波数において装填物に消散されるエネルギーの量を制御するための 1 つまたは複数のパラメータを動的に調節することにより実施される。この調節は、装填物から取得されたスペクトル情報に基づくものである。スペクトル情報は、複数の RC スペクトル、装置の完全な S パラメータ、装填物のスペクトル消散、装填物における伝達された周波数または M

50

S Eの消散率、消散ピークに関連するQ因子、および／または係る周波数またはM S Eのそれぞれにおいて空洞に伝達され得る最大パワー、のうちの1つまたは複数を含み、および／または、その1つまたは複数年から取得され得る。加熱を制御するための係るパラメータは、各周波数に対して割り当てられた時間および／または各周波数に割り当てられたパワー等であるかまたはこれを含み得る。

【0050】

本発明のいくつかの実施形態によれば、各周波数またはM S Eに対する伝達時間は、所望のエネルギーが任意の所与の周波数またはM S Eで装填物に消散されるよう、調節される。係る手順において、伝達時間が、より多くの時間を係る周波数またはM S Eに割り当てることにより、比較的低いエネルギー消散率および／または低い最大パワー入力を有する場合（すなわち、高い相対的エネルギー伝達が、所与のサイクルにおいて係る周波数に対して望まれる場合）を補償するために用いられ得る。所与の周波数またはM S Eで装填物に消散するエネルギーは、装填物における所望の消散パターンを達成するよう制御され得る。したがって、所望のエネルギーは、例えば、周波数またはM S Eに対する絶対値または相対値（他の伝達された周波数またはM S Eと比較して）、または両方の組み合わせであり得る。所望のエネルギーは、複数の周波数またはM S Eで消散されるエネルギーの全体量または複数の周波数の間のパターン（相対的消散率）にも関連し得る。装填物における消散パターンは、各周波数もしくは複数の周波数またはM S Eの放射に晒される装填物において消散される必要がある相対的および／または絶対的なエネルギーの量を意味する。消散パターンは、周波数またはM S Eに関連するものであってもよく（例えば、周波数またはM S Eにより、所与のまたは相対的な量を消散する）、および／または、部位に関連するものであってもよく（例えば、所与のまたは相対的な量を装填物内の部位に消散する）、または、スペクトル情報の他のパラメータまたは特性（可能ならば、前記作動周波数バンド全域にわたる）であり得る。例えば、消散パターンは均一（実質的に同一量のエネルギーが複数の周波数もしくはM S Eにより、または複数の部位において、消散される）であってもよい。例えば、均一なエネルギー消散に対しては、加熱サイクルにおける各周波数に対して消散されたエネルギー値の全部またはかなりの大部分（例えば、51%以上、60%以上、80%以上、または95%以上）が同じ（例えば、最大差異が平均値の40%未満、20%未満、10%未満、5%未満）でなければならない。他のパターンにおいては、異なる関係が存在してもよい。例えば、解凍に対して用いられ得るいくつかの手順においては、比較的大量のエネルギーが、低い消散率を有する周波数またはM S Eに対して、装填物を放射され得る一方で、比較的少量のエネルギー（もし存在する場合）が、高い消散率を有する周波数またはM S Eに対して、装填物を放射され得る。エネルギー消散パターンは、（a）装填物における、均一なエネルギー消散、（b）装填物における、制御された非均一なエネルギー消散、または（c）これら2つの組み合わせ、のうちの1つまたは複数年を含み得る。消散パターンは、放射サイクル毎に対して選択されてもよく、または、複数のサイクルまたはプロセス全体に対して選択されてもよい。

【0051】

より高いパワーレベル（少なくともいくつかの周波数またはM S Eにおいて）が可能となるため、時間調節方法は、各周波数またはM S Eにおけるパワー入力のみを調節する場合（例えば、周波数またはM S Eに対する伝達時間は固定される）と比較して、処理時間の短縮を可能とし得る。所望により、最も高いパワーレベルが（周波数またはM S Eの関数として）すべての周波数またはM S Eにおいて伝達され、エネルギー消散率が（所与のスペクトル状態およびパワー源に対して）最大化され、それにより、時間が最小化される。時間の制御は、加熱中、例えば各デューティサイクルの前および／または複数のデューティサイクルの前および／または後に、1回または複数回実施されてもよく、空洞および／または装填物から取得されたスペクトル情報または消散情報に基づいて実施されてもよい。制御は、例えば、異なる周波数またはM S E上で装置を制御して、各周波数またはM S Eが、必要とされるパワーおよび期間で確実に伝達されるようにすることを含んでもよい。制御は、場合によっては例えば、サイクルの間における伝達パターンの変化を含んで

もよく、また場合によっては、それぞれの計算および／または決定プロセスを含んでもよい。

【0052】

追加的に、または代替的に、各伝達される周波数またはMSEにおける最大可能パワーは、その周波数またはMSEに対する伝達時間を制御しながら、その周波数またはMSEに対して伝達されてもよい。係る伝達の結果として、所望する量のエネルギーが所与の周波数またはMSEにおいて装填物に消散されることとなる。係る伝達の結果として、所望のエネルギー消散パターンを達成しつつ、消散されるパワー（すなわち、装填物に対するエネルギー伝達率）の増大化、さらには最大化さえもが図られる。追加的にまたは代替的に、所与の消散パターンを用いて任意の所与のエネルギー量を消散するに必要な時間が短縮され、さらには最短化され得る。驚くべきことに、1つの周波数またはMSEにおけるエネルギー伝達は、結果として伝達される周波数またはMSEにおける装填物の消散に影響を与えるが、スペクトル上で注意深く選択された周波数またはMSEでの最大可能パワーにおけるエネルギー伝達は、物体に損傷を加えない。

10

【0053】

本発明のいくつかの実施形態によれば、各サイクルに現れる周波数またはMSEは、多数のサイクルにわたる合計が所望の消散パターンを提供するよう、空洞および／または装填物から取得されたスペクトル情報および／または消散情報にしたがって動的に選択されるのに対し、各周波数またはMSEに対して割り当てられる時間はデューティサイクル内におけるすべての伝達される周波数またはMSEに対して一定である。この実施形態は、図5において、およびその関連する説明において、より詳細に説明される。

20

【0054】

本発明のいくつかの実施形態によれば、パワーが一連のデューティサイクルにわたって動的に調節される一方で、各周波数またはMSEの伝達に割り当てられる時間は、デューティサイクル内の伝達されるすべての周波数またはMSEの全部に対して一定であり得る。その結果、所望の加熱パターンが、その一連のサイクル（所定のサイクル群）にわたって達成される。係る場合においては、所望のエネルギーがその周波数またはMSEにより消散されるまで、各周波数反復サイクルをそのサイクル群内で伝達することが可能である。各周波数またはMSEに対する伝達パワーは、所望量のエネルギーの合計がその周波数またはMSEにより消散されるよう、サイクル群内のサイクルの少なくとも一部に対して最大となり得る。場合によっては、これは、この周波数またはMSEが、群内のいくつかのサイクルの間、最大パワーで伝達され、群内の1つまたは複数のサイクルの間、より低いパワー（またはゼロのパワー）で伝達されることを意味する。パワーの制御は、空洞および／または装填物から取得されたスペクトル情報および／または消散情報に基づいて実施されてもよい。

30

【0055】

本発明に係る装置および方法の動作および原理は、図面および関連する説明を参照することにより、よりよく理解されることであろう。

【0056】

本発明の少なくとも1つの実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、以下の記載で説明するまたは図面に示す構成の詳細および構成部品の配列への適用に限定されないことを理解すべきである。本発明は、他の実施形態が可能であり、または、様々な方法で実行または実施され得る。また、本明細書で用いる表現および用語は、説明の目的のために用いられたものであり、限定的な意味で受け止められるべきではないことも理解すべきである。

40

【0057】

図1Aは、一連の周波数上で、装填物を放射するための、本発明に係る第1の実施形態を示す簡略化された図である。本発明のいくつかの実施形態によれば、一連の伝達される周波数のうちの各周波数に対する伝達時間が、所望のエネルギーがその所与の周波数において物体に消散されるよう、調節される方法が提供される。各周波数に対する伝達の時間

50

量は、スペクトル情報および／または消散情報が更新される都度、各デューティサイクルにおいて、いくつかのデューティサイクルの間、または1つのデューティサイクル中に、スペクトル情報および／または消散情報に基づいて、推測（しかるべく制御）され得る。ボックス2をここで参照する。ボックス2では、装填物に伝達される周波数が提供される。周波数は、場合によっては、あらかじめ定められるが、より一般的には放射プロセスの間に（例えば、スペクトル情報および／または消散情報に基づいて）動的に選択される。ボックス4において、各選択された周波数に対して伝達期間が決定される。各周波数に対する伝達時間は、所望のエネルギー（絶対量または相対量）が所与の1つのサイクル（または複数のサイクル）において所与の周波数で物体に消散されるよう、調節される。ボックス6において、装填物は、選択された周波数のうちの各周波数がボックス2で設定された期間にわたり伝達されるよう、放射される。

10

【0058】

図1Bを参照する。なお、図1Bは、本発明のいくつかの実施形態にしたがって装填物に対して制御されたエネルギー放射を提供するための方法と、装填物および／または空洞からのフィードバックが様々な周波数に対する伝達時間を設定するためにどのように用いられるかを示す、簡略化されたフローチャートである。通常、装填物は、静的ではなく、むしろ装填物の現状に応じて変化するエネルギー消散特性を有する。

【0059】

さらに一般的には、異なる物質（または異なる特性を有する物質）は、一般に、異なる吸収特性を有する（例えば、複数の材料から構成されるため、または異なる相を有する物質で構成されるため）。さらに、吸収特性は物体内の物質の温度および／または相の関数である場合が多々ある。したがって、物体の温度および／または相が変化すると、物体の吸収特性も変化し得、この変化の率および大きさも、物体内の物質（単数または複数）の特性に依存し得る。加えて、物体の形状も、特定の周波数におけるその吸収特性に寄与し得る。不規則形状を有する物体は、例えば、不規則な電磁エネルギー吸収を示し得る。これらすべての要因により、物体における電磁エネルギーの吸収を制御することは困難となり得る。

20

【0060】

ボックス32において、空洞は、周波数の放射スペクトルで放射される。ボックス34において、結果として生じたRCスペクトルが測定される。ボックス32およびボックス34で示されるステップは、測定自体が顕著な量のエネルギーを装填物に伝達しないよう、実施され得る。これは、例えば、加熱効果がわずかであるかまたはゼロであるが反射スペクトルを獲得するに十分な低エネルギーで実施され得る。代替的に、スペクトル情報（または消散スペクトル）は、高パワーを伝達するが、それを極めて短時間（例えば、1、10、または100、さらには1000ミリ秒）で行うことにより、測定され得る。反射スペクトルは、特に、各伝達される周波数に対する、および伝達されるスペクトル全体に対する、消散情報または特性を示す。ボックス36において、装填物の現在の消散情報が推定される。

30

【0061】

ボックス38において、周波数の放射スペクトルは、以前のステップにおいて推定された消散情報にしたがって設定される。この設定は、消散情報に応じて、どの周波数を伝達するかを選択を設定すること、および／または伝達パワーおよび／または時間を設定すること含み得、消散情報に基づいて係るパラメータを設定するのに必要な計算ステップを含み得る。全周波数が、全周波数に対して設定された期間にわたって伝達されると、1つのデューティサイクルが終了し、新規のデューティサイクルが開始されてもよい。係るデューティサイクルは、複数の伝達サイクルを含むと考えられる。

40

【0062】

その後、ボックス38において放射は停止され、プロセスは反復（ボックス32～38）され得る。それにより、加熱中のRCスペクトル（または消散スペクトル）の変化に応じて伝達時間を動的に再設定することができる。このように、装填物は、所望の消散パタ

50

ーンが達成されるよう、放射され得る。異なる周波数において伝達されるエネルギーの相対量は、周波数バンドの各周波数におけるそれぞれの消散率に応答して、調節され得る。代替的に、伝達されるエネルギーの相対量は、周波数バンドの全周波数における消散率の関数または導出に応答して調節され得、それにより、装填物におけるエネルギー分散パターンが影響を受ける。

【0063】

ここで図1Cを参照する。図1Cは、各周波数が伝達される期間を変化させることにより各伝達される周波数において装填物に消散されるエネルギーの量を制御する方法の簡略化されたフローチャートである。ボックス42において、装填物は、デューティサイクルにおいて一連の周波数を用いて、UHFまたはマイクロ波放射により、放射される。この放射は、極めて低いエネルギー伝達で情報が得られる（それにより、消散情報に与えられる影響がほとんどないかまたはまったくない）よう、比較的低エネルギーで、および／または高エネルギーで極めて短い伝達時間で、行われ得る。ボックス44において、消散情報が装填物から得られる。ボックス46において、各周波数に対するエネルギーレベルが、所望の伝達パターンに基づいて、選択される。この選択は、例えば、装填物に対するそれぞれの消散レベルおよび所望されるエネルギー消散の全体量に基づいて、行われてもよい。ボックス48において、デューティサイクルは、少なくとも、対応する周波数が伝達されるデューティサイクル内のそれぞれの期間を選択することにより、設定される。一般に、所与のパワーは、その周波数における最大可能パワーであり、その周波数に対する消散率を考慮して、設定された量のエネルギーが伝達される。ボックス49において、装填物は、デューティサイクルにしたがって放射される。この放射に続いて、新規ラウンドのデューティサイクル変更のボックス42が再び実施されてもよい。最初のエネルギー消散情報（または、実際に全消散パターン）は、所定のエネルギー消散情報（例えば、同様の装填物に対する装置または同様の装置の以前の動作に基づいて、卵または水に対して期待される消散情報）から得られ得る。デューティサイクルは、少なくとも、対応する周波数が伝達されるデューティサイクル内のそれぞれの期間を変化させることにより、変更される。デューティサイクルは、装填物を放射するために用いられる周波数と、対応する周波数において伝達されるパワーとを含んでもよい。周波数あたりのエネルギーは、サイクル内で制限され得る。この制限は、そのサイクルの実施に許容される各周波数に対する最大累計時間とパワーの組み合わせに基づいて行われてもよく、または、許容される周波数あたりの最大エネルギーに基づいて行われてもよい。

【0064】

本明細書の他の箇所に述べたように、伝達されるすべてのエネルギーの全部が装填物により必ずしも実際に消散（すなわち吸収）されるとは限らない。装填物により吸収される、伝達されたエネルギーの部分は、通常、異なる周波数に対して、および異なる装填物に対して、異なる。過剰な伝達されたエネルギーは、供給装置へと反射され得、または他の供給装置（係る供給装置が存在する場合）に結合され得る。

【0065】

図2は、伝達されるエネルギーの量の制御を示す例示的フローチャートである。ボックス21において、エネルギー消散パターンが所望により選択される。ボックス22において、消散情報が装填物から（例えば、上述のように低エネルギー周波数スイープを伝達することにより）取得される。ボックス23において、消散情報が分析される。ボックス24において、各伝達される周波数当たりの、周波数／時間／パワー（FTP）の三重項が、選択されたプロファイルを実施するために、選択される。三重項を選択するための方法は、後の部分でより詳細に説明される。FTP三重項のうちの1つまたは複数は、周波数の全部または複数に対して一定であってもよい。ボックス25において、FTP三重項にしたがって、装填物に伝達される。ボックス21～ボックス25で説明したプロセスは、新規の情報取得または分析ステップとともに、またはこれらの新規ステップなしに、反復されてもよい。ボックス26は、終了について説明する。なお、この終了は、自動的であり得る。自動終了は、設定量のエネルギーが消散された後、または、所与の時間が経過し

た後、または、湿度／体積／相変化等であり得る感知入力に基づいて、実施されてもよい。終了は、手動で実施されてもよい。

【0066】

単位時間に対する所与の消散率に対する所与の周波数に対するパワーの量は、本明細書では以降 $dpl(f)$ として定義される。パワーとは単位時間あたりに消散されるエネルギーを意味する。異なる周波数に異なるエネルギーを供給することは、例えば、異なるピークパワー、異なるデューティサイクルを用いること、および／または異なる率で伝達することにより実行されてもよい。例えば、パワーは、一定の大きさで、しかし異なる率で、および／または異なる周波数に対してパルス間で異なる遅延で、供給されてもよい。

【0067】

パワーが調節される加熱においては、各周波数の伝達に割り当てられる時間は、デューティサイクル内ですべての伝達される周波数に対して一定であるが、パワーは周波数間で変化してもよい。すべての周波数（または特定範囲の周波数範囲）においてパワーの均一な消散を有することが望まれる場合は、 $dpl(f)$ は、すべての伝達される周波数に対して同一となるよう選択される。係る場合においては、異なるパワーは、それぞれの周波数で消散される、実質的に均一な量のエネルギーに影響を与えるために、異なる消散率を有する異なる周波数で伝達される。

【0068】

単位時間において（所与のパワー源、例えば、RFパワー増幅器を用いることにより）装填物に消散され得るエネルギーの最大量は $ep(f)$ として定義される。これは、周波数における消散率（ $dr(f)$ ）、および周波数におけるパワー源から得られる最大パワー（ P_{max} ）の関数である。（パワーが調節される加熱において）各周波数の伝達に対して割り当てられる時間が、すべての伝達される周波数に対して一定であるため、いくつかの周波数に対しては、高い所望量のエネルギーを時間枠内で消散することが可能ではない場合もあり得る（すなわち、ここでは $ep(f) < dpl(f)$ である）。低い $dpl(f)$ を選択することにより、周波数のうち消散される所望量のパワー（ dpl ）を有する周波数の個数は増加し（ $ep(f) \geq dpl(f)$ ）得、したがって、所望量のエネルギーが装填物のうちのより多くの部分に消散する。しかし、これは、エネルギー消散の速度を犠牲にして行われることとなるであろう。より高い dpl を選択すると、より大量のエネルギーが所与の時間枠内で消散されることとなるため、加熱の率がより大きくなり得る。しかし、より高い dpl を選択すると、実際のエネルギー消散は、選択されたエネルギー消散パターンからの逸脱がより大きくなり得る。なぜなら、より多くの周波数において $ep(f) < dpl$ となり、それにより、より多くの周波数は、最大利用可能エネルギーのみを受け取り、その最大利用可能エネルギーは、その環境におけるこれらの周波数に対して、 dpl よりも低いからである。空洞の特性を変更（例えば、電磁界調節要素を移動すること、および／または装填物を移動することにより）することにより、スペクトル情報および／または消散情報が、例えば、所与の $dpl(f)$ がより多くの周波数において伝達可能となり、それにより、所与のレベルの均一さにおける加熱率がより大きくなることが可能となるよう、変更され得る。

【0069】

時間が調節される加熱においては、各周波数の伝達に割り当てられる時間は、デューティサイクル内の伝達される周波数間で変化し、また、所望により、伝達パワーも周波数間で変化し得る。すべてのまたはいくつかの周波数において、均一なまたは実質的に均一なエネルギーの消散を有することを所望する場合、 $dpl(f)$ は、すべての伝達される周波数において同一となるよう選択される。この方法を用いることにより、異なる時間が、異なる周波数で、同一のおよび／または異なる伝達パワーで、伝達するために用いられ得る。しかし消散率が異なるために、実質的に同一量のパワーが装填物に消散される。

【0070】

時間が調節される加熱においては、各周波数の伝達に割り当てられる時間が、例えば、 $ep(f)$ における差異を補償するために、変化し得るため、パワー調節される加熱の場

10

20

30

40

50

合よりも、より多くの周波数が所与の $d p l (f)$ において有用となり得る。事実、時間が調節される加熱においては、パワー調節される加熱を用いての同一状況下で達成される消散パターンおよび時間と比較して、消散パターンおよび時間は実質的に無限である。高すぎるまたは低すぎる消散率および／または $e p (f)$ を有する周波数の使用を防ぎ得る、さらに他の制限が、以下の例で詳述するように、課せられてもよい。したがって、時間が調節される手順において、例えば、電磁界調節要素を移動することおよび／または装填物を移動することにより空洞の特性を変更することは、所望の消散パターンに影響を与えるために用いられる周波数の個数（または比率）を変更するためにも用いられ得る。

【0071】

いくつかの実施形態によれば、任意の所与の伝達サイクルにおいて消散されるエネルギーの所望される全体量は、あらかじめ設定されてもよい。デューティサイクルとも呼ばれる伝達サイクルは、所望のエネルギー消散パターンにしたがって、ワーキングバンドで用いられるすべての周波数を含み、1回でまたは連続して伝達される1組の伝達である。1つのサイクルにおいて、周波数は、上述のサイクル群と同様に、エネルギー消散パターンに影響を与えるために、1回または複数回、伝達され得る。例えば、サイクルは、周波数スイープとして実現されてもよい。なお、周波数スイープにおいては、各周波数は、1回、および／またはパルスとして、伝達され、そこでは、複数の周波数が同時にまたは当該技術分野において既知である任意の他の方法を用いて、伝達される。サイクルは、伝達スペクトルパラメータの再設定事象間の伝達全体であり得る。単一の加熱手順は、単一の伝達サイクルとして（特に、所望のエネルギー消散パターンが小さい場合）、または複数の伝達サイクルとして、実施され得る。

【0072】

時間調節される加熱に対するいくつかの実施形態によれば、例えば、比較的低い $e p (f)$ （例えば、最大 $e p l$ の50%以下、20%以下、10%以下、またはさらには3%以下）での伝送が必要であることにより、または、 $e p (f)$ が予め定められた絶対値より低い場合に、サイクルの不適當な延長を避けるために、伝達されるパワーの下限が選択されてもよい。このパワー限界は、本明細書では $b p l$ と呼ばれる。 $t p l (f)$ は、 $d p l$ を消散するために所与の周波数で装置により伝達され得るパワーを示す。したがって、 $t p l (f)$ は $d p l$ 、すなわち所与の周波数および消散率（その周波数における $d f (f)$ ）において装置により伝達され得る最大量のパワー、の関数である。 $t p l (f)$ がより低い場合、 $d p l (f)$ を消散するために必要とされる時間は、 $t p l (f)$ がより高い場合よりも（同一の $d f l (f)$ に対して）、より長くなる。 $t p l (f) < b p l$ である場合、したがって、加熱手順は、係る周波数において経過する時間の量を制限するよう、調節され得る。例えば、 $b p l$ より低い $t p l (f)$ を有する周波数は、無視される、すなわち、まったく伝達されないか、あるいは、限定された時間期間だけ伝達される。したがって、例えば、 $e f (f)$ を加熱する期間は、 $b p l$ である。

【0073】

いくつかの実施形態によれば、伝達されるパワーの最大量は、例えば、装置への損傷を避けるために、制限される。この制限は、 $t p l (f)$ に最大限界を設定することにより、実施される。この制限は、装填物に消散されない伝達エネルギーの部分が大きい低消散率周波数において、より大きい意味を持つ。この制限の効果は、装置の異なる部分に、反射されたパワー負荷に対する冷却手段等の保護手段を加えることにより、低減される。制御器は、反射されたパワー負荷に消散されたパワーが所定の上限を超えることがないように、構成されてもよい。係る構成は、反射および結合エネルギーを計算すること、または温度を測定することにより、または当該技術分野で既知の任意の他の手段により、達成され得る。

【0074】

いくつかの実施形態によれば、上限が、例えば、装置に損傷が加えられることを防ぐこと、および装置からの過度の放出を防ぐことを含む任意の理由のために、空洞に伝達されることが許可されるパワーレベルに課せられる。掛かる制限は、 $u t p l$ と呼ばれる。係

る制限による伝達 ($t p l' (f)$) は、表 1 に示される。

【表 1】

$$t p l'(f) = \begin{cases} u t p l & t p l(f) > u t p l \\ t p l(f) & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

【0075】

いくつかの実施形態によれば、上限が、装置および／または装置に損傷が加えられることを防ぐこと、および／または装置からの過度の放出を防ぐこと、または任意の他の理由のために、装填物に消散されることが許可されるパワーレベルに課せられる。係る場合における上限は $u p l$ と呼ばれる。この制限は表 2 に定義される。表中、 $g l (f)$ は、 $u p l$ に関わらず各周波数において装填物に消散されるパワーの量を示し、 $g l' (f)$ は、 $u p l$ を考慮した場合の各週端数において装填物に消散されるパワーの量を示す。

【表 2】

$$g l'(f) = \begin{cases} u p l & g l(f) > u p l \\ g l(f) & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

最終的には、場合により、 $u p l$ 、 $u t p l$ 、および $b p l$ のうちの 2 つ以上が用いられともよい。

【0076】

F T P を選択するための例示的方法：

所与の周波数における消散率である $d r (f)$ は、0 と 1 との間の可能性のある値を有し、測定されたパワーに基づき、測定された S パラメータを用いて、式 1 に示すように計算される。

【数 1】

$$d r_j(f) = \frac{P_{incident, watt}^j(f) - \sum_i P_{returned, watt}^i(f)}{P_{incident, watt}^j(f)} = 1 - \frac{\sum_i P_{returned, watt}^i(f)}{P_{incident, watt}^j(f)}$$

【0077】

各周波数において装填物に消散され得る最大パワー ($e p_j (f)$ として示される) は、 $P_{maximum, j, watt}$ が各周波数において増幅器から利用可能である最大パワーであるとして、以下のように計算される。

【数 2】

$$e p_j(f) = d r_j(f) P_{maximum, j, watt}(f)$$

【0078】

任意の所与の消散サイクルにおいて、 $g l (f)$ は、各周波数において装填物に消散されるパワーを示す。 $d p l (f)$ は、所与の周波数における装填物に消散されることが望まれるパワーの量を示す。したがって、消散は、表 3 のように説明される。

【表 3】

$$gl(f) = \begin{cases} dpl(f) & dpl(f) \leq ep(f) \\ ep(f) & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

【0079】

ただし、 $gl(f)$ ($ep(f)$ 、および $dpl(f)$) は、装填物に消散されるパワーである。各周波数において装置により伝達されるパワー ($tpl(f)$) は、表 4 に説明するように、 $gl(f)$ および $dr(f)$ の関数である。

10

【表 4】

$$tpl(f) = \frac{gl(f)}{dr(f)}$$

【0080】

したがって、 bpl よりも低い $tpl(f)$ 値に対しては伝達が妨げられるよう、 bpl が課せられる場合においては、実際の伝達 ($tpl'(f)$) は、表 5 に示される。

【表 5】

$$tpl'(f) = \begin{cases} 0 & tpl(f) < bpl \\ tpl(f) & \text{それ以外の場合} \end{cases}$$

20

【0081】

伝達時間の計算：

本発明のいくつかの例示的实施形態において、基本時間ステップ（これ以後、 bts と呼ばれる（例えば、10 ナノ秒））が選択される。基本時間ステップは、通常、各周波数の伝達のための時間を制御する制御器の特徴であり、伝達される周波数間の時間単位における最大解像度を定義する。 $ttd(f)$ は、 bts 単位で測定される、 $tpl(f)$ を伝達するのに必要な時間を定義する数値である。 $ttd(f)$ は、以下のように計算され得る。

30

【数 3】

$$ttd(f) = \frac{tpl'(f)}{ep(f)/dr}$$

【0082】

したがって、最小伝達時間は、 $ttd(f)$ および bts の関数として計算され得る。場合によっては、少なくとも意味のある量のエネルギーを伝達するサイクル時間が課せられることが望まれる場合もあり、また、サイクル時間が、いかなる他の理由のためにも、あまり短くないことが望まれる場合もある。したがって、時間拡大定数 (tsc) を、サイクル時間を増やすために導入することができる。それにより、各周波数に対する実際の伝達時間 ($att(f)$) は、以下のように計算することができる。

40

【数 4】

$$att(f) = ttd(f) * bts * tsc$$

【0083】

tsc は、サイクル期間を増加／減少するために、用いてもよい。 tsc は、装置に対

50

して一定の値であってもよく、または、異なる一定値が異なる動作手順に対して設定されてもよく、装填物の特性に基づいて設定されてもよく、または動作サイクルの間、随時調節されてもよい（例えば、サイクル当たり伝達されるエネルギーの全体量に基づいて）。事実、場合によっては、 t_{sc} の値を増加させることを、低い $dpl(f)$ 値を伝達するために用いられてもよく、これはエネルギー伝達プロセスの全体的期間を増し得るが、所望の消散パターンをより正確に提供し得る。

【0084】

伝達時間の所与の全体量 ($att(f)$) が、この期間が必ずしも連続的に伝達されるとは限らないよう、各周波数に割り当てられることに注意すべきである。むしろ、伝達サイクルが複数のサイクルに分割され、各周波数に対する伝達時間全体が $att(f)$ に保持される一方で、伝達される周波数の一部または全部が $att(f)$ より小さい期間で伝達され得る。

【0085】

時間低減の実例説明：

例示的な説明は、2つの伝達周波数 f_1 および f_2 、および装置の最大伝達パワー $P_{maximum} = P_1 > P_2$ に基づく。伝達されるパワーを調節することに基づく、選択されたパワー伝達手順によると、 P_1 は f_1 および P_2 は f_2 で、それぞれ一定時間 t で伝達される。係る場合、 E_1 および E_2 を伝達するために用いられる全体的時間は $2t$ である。

【数5】

$$E_1 = P_1 t$$

$$E_2 = P_2 t$$

$$t_{total} = 2t$$

【0086】

エネルギーが伝達される時間を調節することに基づく、選択されたパワー伝達手順によると、 $P_{maximum}$ は f_1 および f_2 の両方で伝達される。係る場合において、 E_1 および E_2 を伝達するために用いられる全体的時間は、以下のように計算される。

【数6】

$$E_1 = P_{maximum} t_1 = P_1 t$$

$$E_2 = P_{maximum} t_2 = P_2 t$$

【0087】

$P_{maximum} = P_1$ であるため、 t_1 は t に等しくなるべきである。しかし、 $P_{maximum} > P_2$ であるため、 t_2 は t よりも小さくなければならない。

【数7】

$$t_2 = t - \delta$$

$$t_{total} = t_1 + t_2 = t + (t - \delta) = 2t - \delta < 2t$$

【0088】

図3は、本発明の1つの実施形態に係る装置10を示す図である。装置10は、図示のように、空洞11を備える。図示する空洞11は、導体、例えばアルミニウム等の金属で作られた円筒形空洞である。しかし、本発明の一般的な方法は、特定の共振器空洞形状には限定されないことを理解すべきである。空洞11または導体製の任意の他の空洞は、遮断周波数（例えば、500MHz）より大きい周波数を有する電磁波のための共振器として機能する。なお、遮断周波数は、とりわけ空洞の幾何学的形状に依存するものである。幾何学的形状に基づいて遮断周波数を決定する方法は、当該技術分野において周知であり

10

20

30

40

50

、その方法を用いることができる。

【0089】

装填物12（物体とも呼ばれる）は、所望により、支持部材13（例えば、マイクロ波オーブンのプレート）上で、ファラデー箱であり得る空洞内に配置される。本発明の例示的实施形態において、空洞11は、1つまたは複数の供給装置14を備え得る。この供給装置14は、装填物の存在下で、一連の周波数内で共振を生じさせるための空洞にエネルギーを伝達するために用いられ得る。エネルギーは、例えば、固体増幅器の使用を含む、当該技術分野で既知である任意の方法および手段を用いて伝達される。供給装置14のうちの1つまたは複数、場合によっては全部を、所与の周波数バンドのRF周波数内で、空洞のスペクトル情報および／または装填物の消散情報を取得するために、動作中に1回または複数回用いることにより、空洞のスペクトル情報、例えば、装填物の消散情報をワーキングバンドにおける周波数の関数として決定してもよい。この情報は、以下で詳述するように、制御器17により収集および処理される。

10

【0090】

制御器17は、本開示の実施形態に関連する命令を実行するよう構成された少なくとも1つのプロセッサを備えてもよい。本明細書で用いる「プロセッサ」という用語は、入力または出力に論理操作を実施する電気回路を含み得る。例えば、係るプロセッサは、1つまたは複数の集積回路、マイクロチップ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、中央処理装置（CPU）の全部または一部、グラフィックス処理ユニット（GPU）、デジタル・シグナル・プロセッサ（DSP）、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ（FPGA）、または命令の実行もしくは論理演算の実行に好適な他の回路を含み得る。

20

【0091】

空洞11は、エネルギー印加ゾーンを、備えるか、またはいくつかの場合において画成してもよい。係るエネルギー印加ゾーンは、電磁エネルギーが印加される、任意の空所、位置、領域、またはエリアであり得る。エネルギー印加ゾーンは中空でもよく、または、液体、固体、気体、プラズマ、またはこれらの組み合わせが充填または部分的に充填されてもよい。例として、エネルギー印加ゾーンは、電磁波の存在、伝播、および／または共振を許容する、筐体の内部、部分的筐体の内部、開放空間、固体、または部分的固体を含んでもよい。本開示の目的のために、すべての係るエネルギー印加ゾーンは空洞と呼ばれ得る。物体は、その物体の1部分がエネルギー印加ゾーン内に存在するか、または供給される電磁放射を受け取る場合、エネルギー印加ゾーンの「内部」にあるとみなされる。

30

【0092】

本明細書で用いる「放射要素」および「アンテナ」という用語は、エネルギーの放射または受容のために本来設計されたかどうか、および追加的な機能を有するかどうかに関わりなく、電磁エネルギーが放射する、および／または電磁エネルギーが受容される、任意の構造体を広く指し得る。例えば、放射要素またはアンテナは、開口／スロットアンテナ、または、同時に、もしくは制御された動的位相差で（例えば、フェーズアレイアンテナ）、同調して伝送する複数の端子を有するアンテナを含み得る。いくつかの例示的实施形態に従って、供給装置14は、電磁エネルギー印加ゾーンにエネルギーを供給する電磁エネルギー送信器（本明細書において「送信アンテナ」と称される）、電磁エネルギー印加ゾーンからエネルギーを受け取る電磁エネルギー受信器（本明細書において「受信アンテナ」と称される）、または送信機および受信器の両方の組み合わせを備えてもよい。

40

【0093】

送信アンテナにエネルギーが供給されると、その結果、送信アンテナからエネルギー（本明細書において「入射エネルギー」と称される）が発せられ得る。入射エネルギーは、エネルギー印加ゾーンに供給され得る。その量は、ソースによりアンテナに供給された量と等量であり得る。入射エネルギーのうちの1部分は、物体により消散される（本明細書において「消散エネルギー」と称される）。他の部分は、送信アンテナに反射される（本明細書において「反射エネルギー」と称される）。反射エネルギーは、例えば、物体および／またはエネルギー印加ゾーンにより生じる不適合により、反射してアンテナに戻るエ

50

エネルギーを含み得る。反射エネルギーは、送信アンテナの部分により保持されるエネルギー（すなわち、アンテナにより発せられたが、エネルギー印加ゾーンに流れなかったエネルギー）も含み得る。反射エネルギーおよび消散エネルギー以外の入射エネルギーの残部は、送信アンテナ以外の1つまたは複数の受信アンテナに伝達され得る（本明細書において「伝達エネルギー」と称される）。したがって、送信アンテナに供給された入射エネルギー（「I」）は、消散エネルギー（「D」）、反射エネルギー（「R」）、および伝達エネルギー（「T」）の全部を含み得、それらの関係は以下のように数学的に表され得る。

【数8】

$$I = D + R + \sum T_i$$

10

【0094】

特定の本発明の態様によれば、1つまたは複数の送信アンテナがエネルギー印加ゾーンに電磁エネルギーを供給し得る。送信アンテナによりエネルギー印加ゾーンに供給されるエネルギー（本明細書において「供給エネルギー」または「d」と称する）は、送信アンテナにより発せられる入射エネルギーから、同一アンテナに反射されたエネルギーを差し引いたものであり得る。すなわち、供給エネルギーは、送信アンテナからエネルギー印加ゾーンへと流れる正味エネルギーである。すなわち、 $d = I - D$ である。あるいは、供給エネルギーは消散エネルギーおよび伝達エネルギーの合計としても表され得る。すなわち、 $d = R + T$ である。

20

【0095】

本発明の例示的实施形態において、空洞11は、1つまたは複数のセンサ15を備えてもよい。これらのセンサは、例えば、1つまたは複数の赤外線センサ、光ファイバ、または電気センサにより検出される温度、湿度、重量、その他を含む追加情報を制御器17に提供してもよい。他の選択肢は、装填物に埋め込まれた、または取り付けられた、1つまたは複数の内的センサの使用である（例えば、国際公開第07/096878号に開示される光ファイバまたはTTT）。

【0096】

追加的にまたは代替的に、空洞11は1つまたは複数の電磁界調節要素（FAE: field adjusting element）16を備えてもよい。FAEは、そのスペクトル情報（または、消散情報もしくはRCスペクトル）またはスペクトル情報から導き出せる情報に影響を与える空洞内の任意の要素である。したがって、FAE16は、例えば、空洞内の1つまたは複数の金属部品、供給装置14、支持部材13、さらには装填物12さえをも含む、空洞11内の任意の装填物であり得る。FAE16の位置、方向、形状、および／または温度は、所望により、制御器17により制御される。本発明のいくつかの実施形態によれば、制御器17は、いくつかの連続的スイープを実施するよう構成されてもよい。各スイープは、異なるスペクトル情報（例えば、消散情報またはRCスペクトル）が導かれるよう、異なるFAE特性を用いて（例えば、1つまたは複数のFAEの位置および方向を変えることにより）実施される。次いで、制御器17は、獲得されたスペクトル情報に基づいてFAE特性を選択してもよい。係るスイープは、高周波エネルギーを空洞に伝達する前に実施されてもよい。スイープは、動作中に空洞内で生じる変化に対する伝達されるパワーおよび周波数を調節するために、装置10の動作中に何回か実施されてもよい。

30

40

【0097】

場合によっては、FAEは、例えば、以下に説明するように、選択的放射のために、および／または例えばdpl等の放射パラメータ（および本明細書に説明される任意の他の放射パラメータ）を設定するために、より有用なスペクトル情報（例えば、消散情報またはRCスペクトル）が獲得され得るよう、制御され、および／または装填物は回転または移動される。所望により、または代替的に、装填物および／またはFAEは周期的に操作

50

され、および／または、取得されたスペクトル情報の質または他の特性に基づくものである。所望により、最も高い $d p l(f)$ が選択される設定が選択される。

【0098】

制御器への例示的な情報伝達は、点線で表される。実線は、制御器 17 により実行される制御例を示す（例えば、供給装置 14 により伝達されるパワーおよび周波数、および／または F A E 16 の特性を要求すること）。情報／制御は、有線および無線通信を含む当該技術分野で既知である任意の手段により伝達されてもよい。

【0099】

制御器 17 は、対応する周波数が伝達されるそれぞれの期間を変化させることにより、周波数当たりのエネルギーを調節するためにも用いられてよい。

10

【0100】

図 4 a および図 4 b は、複数の周波数において同一量のエネルギーを消散するために、デューティサイクル実行前にパラメータを調節することの 2 つの例を表す例示的なグラフを示す。図 4 A はパワーが調節される方法を示し、一方、図 4 B は時間が調節される方法を表す。この例において、時間が調節される方法は、各伝達される周波数当たりのパワーの量を一定に保ちつつデューティサイクル開始前に各周波数に割り当てられる時間の量が調節される方法であり、時間が調節される方法は、各周波数に割り当てられる時間を一定に保ちつつデューティサイクル開始前に各周波数当たりのパワーの量が調節される方法である。

【0101】

20

図 4 A および図 4 B における一点鎖線は、各周波数において装填物に消散され得る最大パワー ($e p(f)$) をそれぞれ表す。図示のように、最大の消散されるパワー ($e p(f)$) は両図で同一である。両図において、最大パワーレベルを示す $m p l$ と示される制限要素が導入される。なお、最大パワーレベル $m p l$ を越える消散は妨げられる。図 4 A において、各周波数を伝達する時間は一定であり、各周波数で消散されるよう選択されたパワーは、一定であり、 $d p l$ となるよう選択される（例えば、高パワーで加熱することと、少なくとも $d p l$ に等しい $e p(f)$ を有する周波数を多数用いることとの間の兼ね合いに基づいて）。見て取れるように、 $e p(f) < d p l$ であるいくつかの周波数は伝達されず、わずかな周波数以外のすべての周波数、 $e p(f)$ 未満で伝達される。時間が調節される方法を示す図 4 B においては、 $e p(f) > m p l$ である周波数を除いて、大部分の周波数はそれぞれの $e p(f)$ で伝達される。図 4 B における $d p l$ を示す線は、図 4 A に現れる同じ $d p l$ 線を示し、2 つのグラフの間の比較のためだけに提供されるものである。

30

【0102】

図 5 は、本発明の実施形態に係る、各サイクルに現れる周波数を選択することの例示的なシナリオである。この例において、各周波数当たり割り当てられる時間は各デューティサイクルにおいて一定であり、調節は、どの周波数がどのデューティサイクルに現れるかを決定することにより達成される。係る調節は、各周波数で伝達されるエネルギーの所望のパーセンテージを考慮に入れて行われる。特定の周波数はすべてのデューティサイクルに現れ、その最大エネルギーの 100 パーセントが提供され、その一方で、他の周波数は複数のデューティサイクルのうちの 1 つ（例えば、3 つのデューティサイクルに 1 つ）に現れ、最大エネルギー出力の 1 部分（前述の例では 1/3）が達成される。周波数を伝達しないことを選択する場合、または、サイクルのうちいくつかにおいてフルパワー未満で伝達することを選択する場合、より高い解像度が達成され得る。ボックス 42 において、装填物は、デューティサイクルにおいて一連の周波数を用いて、UHF またはマイクロ波放射により、放射される。ボックス 44 において、消散情報が装填物から得られる。ボックス 46 において、エネルギーレベルが、装填物に対するそれぞれの消散レベルおよび所望のエネルギー消散に基づいて、現在のデューティサイクルに関与する各周波数に対して選択される。ボックス 48 において、デューティサイクルは、デューティサイクルにおいて生じる周波数を変化させることにより変更される。ボックス 49 において、装填物は変

40

50

更されたデューティサイクルにしたがって放射され、ボックス49に次いで、新規ラウンドのデューティサイクル変更のボックス42が実施される。所望のエネルギー消散は、あらかじめ選択されたエネルギー消散情報から得られる。

【0103】

他の例においては、パワーは、各パルスが複数の周波数におけるパワーを含む多周波数パルスとして提供され、各パルスにおける周波数および／またはパルスにおける周波数に対するパワーの振幅を選択することにより、所望の平均的パワーを印加することができる。

【0104】

ここで、上記で導入したいいくつかの概念に戻ることにする。特定の実施形態においては、少なくとも1つのプロセッサが、複数の周波数またはMSE（MSEの概念については、後に詳述する）のそれぞれにおいて物体により吸収され得るエネルギーを示す値を決定するよう構成されることを理解すべきである。このことは、1つまたは複数のルックアップテーブルを用いることにより、プロセッサまたはプロセッサに関連するメモリをあらかじめプログラムすることにより、および／または、エネルギー印加ゾーンにおいて物体をテストすることによりその吸収エネルギー特性を決定することにより、実施され得る。係るテストを実施する1つの例示的な方法は、スイープまたは走査による方法である。

【0105】

本明細書で用いる「スイープ」という用語は、例えば、複数の周波数またはMSEの時間にわたる伝達を含み得る。例えば、スイープは、連続的な周波数またはMSEバンドにおける複数の周波数またはMSEの連続的な伝達；複数の非連続的な周波数またはMSEバンドにおける複数の周波数またはMSEの連続的な伝達；個々の非連続的な周波数またはMSEの連続的な伝達；および／または所望の周波数（またはMSE）／パワースペクトル内容を有する合成されたパルス（すなわち、時間において合成されたパルス）の伝達を含み得る。したがって、図6に示すように、周波数またはMSEのスイーププロセスの間、少なくとも1つのプロセッサは少なくとも1つのアンテナに供給されるエネルギーを調節して、様々な周波数またはMSEにおいてエネルギー印加ゾーン90に電磁エネルギーを供給し、物体または装填物110により吸収され得るエネルギーの表示値として機能するフィードバックを受け取り得る。本発明は、物体におけるエネルギー吸収を示すフィードバックのいかなる特定の測定法にも限定されないが、様々な例示的な表示値が以下で説明される。

【0106】

図6に示すように、スイーププロセスの間、電磁エネルギー印加サブシステム96は、アンテナ（単数または複数）102（例えば、供給装置またはアンテナ14を含む）において反射および／または結合される電磁エネルギーを受け取り、測定されたエネルギー情報を、インターフェース130を介して、サブシステム92に戻すよう通信するように、調節され得る。1つまたは複数のプロセッサを備え得るサブシステム92は、次いで、受け取った情報に基づいて、複数の周波数またはMSEのそれぞれにおいて物体110により吸収され得るエネルギーを示す値を決定することができる。本開示の様々な実施形態に従って、吸収され得るエネルギーを示す値は、複数の周波数またはMSEのそれぞれと関連する消散率（本明細書において「DR」と称される）であり得る。「吸収効率」または「パワー効率」とも称される、本明細書で用いる「消散率」は、物体110により吸収される電磁エネルギーと、電磁エネルギー印加ゾーン90に供給された電磁エネルギーとの比率として定義され得る。

【0107】

物体により消散または吸収され得るエネルギーは、本明細書において「吸収可能エネルギー」と称される。吸収可能エネルギーは、物体がエネルギーを吸収する能力、または装置がエネルギーを所与の物体内に消散させることができる能力を指し得る。いくつかの本開示の実施形態において、吸収可能エネルギーは、少なくとも1つのアンテナに供給される最大入射エネルギーと、消散率との積として計算され得る。反射エネルギー（すなわち

10

20

30

40

50

、吸収または伝達されないエネルギー）は、例えば、物体または他の装填物により吸収されるエネルギーを示し得る。他の例として、プロセッサは、反射される入射エネルギーの部分と伝達される部分とに基づいて吸収可能エネルギーを計算または推定することができる。その推定または計算は、吸収されるエネルギーを示す値として機能し得る。

【0108】

周波数またはMSEスイープの間、例えば、少なくとも1つのプロセッサは、エネルギーが一連の周波数またはMSEにおいて物体に継続的に供給されるよう、電磁エネルギー源を制御するよう構成されてもよい。次いで、少なくとも1つのプロセッサは、各周波数またはMSEにおいて反射されるエネルギーを示す信号を、または所望により他のアンテナに伝達されるエネルギーを示す信号も、受け取ってもよい。アンテナに供給されるエネルギーの既知量と反射および／または伝達されるエネルギーの既知量とを用いて（すなわち、それにより各周波数またはMSEにおいて吸収される量を示すことにより）、吸収可能エネルギー表示値を計算または推定することができる。または、プロセッサは、吸収可能エネルギーを指す値として、単に反射の表示値に依存してもよい。

10

【0109】

吸収可能エネルギーは、物体が配置されるエネルギー印加ゾーンの構造体により消散され得るエネルギーも含み得る。金属または伝導材料（例えば、空洞壁または空洞内の要素）における吸収は大きい品質因子（「Q因子」としても知られる）により特徴付けられるため、係る周波数またはMSEは、伝導材料に結合されるものとして識別され得、係るサブバンドにおいてはエネルギーを伝達しないよう選択されてもよい。その場合において、空洞壁に吸収される電磁エネルギーの量は実質的に小さい値であり得、したがって、物体に吸収される電磁エネルギーの量は、吸収可能エネルギーの量と実質的に等しくなり得る。

20

【0110】

ここで開示する実施形態において、消散率は、以下の式を用いて計算され得る。

【数9】

$$DR = (P_{in} - P_{rf} - P_{cp}) / P_{in}$$

式中、 P_{in} は、アンテナ102によりエネルギー印加ゾーン90に供給される電磁エネルギーを表し、 P_{rf} は、送信器として機能するこれらのアンテナにおいて反射される／戻される電磁エネルギーを表し、 P_{cp} は、受信器として機能するこれらのアンテナにおいて結合される電磁エネルギーを表す。DRは、ここで開示する実施形態においては、0から1までの間の値を取り得、パーセンテージ数により表されてもよい。

30

【0111】

例えば、アンテナ1、アンテナ2、およびアンテナ3を備える3アンテナシステムにおいて、サブシステム92は、スイープ間に測定されるパワー情報に基づいて、入力反射係数 S_{11} 、 S_{22} 、および S_{33} と、伝達係数 $S_{12} = S_{21}$ 、 $S_{13} = S_{31}$ 、および $S_{23} = S_{32}$ とを決定するよう構成されてもよい。したがって、アンテナ1に対応する消散率DRは、以下の式によりこれらの係数に基づいて以下のように決定され得る。

【数10】

$$DR = 1 - (|S_{11}|^2 + |S_{12}|^2 + |S_{13}|^2)$$

40

【0112】

特定の物体110に対して、消散率は、供給される電磁エネルギーの周波数またはMSEの関数として変化し得る。したがって、消散率スペクトルは、各周波数またはMSEに関連づけられた消散率をそれぞれの周波数またはMSEに対してプロットすることにより、生成され得る。例示的な消散率（効率）スペクトル210および250が、それぞれ図7および図8に示される。図7は周波数を示し、図8は、高消散率および低消散率の両方に対応するMSEを示す。両図は、他よりも広い消散率ピークを示す。

50

【0113】

図8は、変更空間要素(MSE)の範囲における消散率スペクトル250を示す。スペクトル250は、MSEの特定範囲に対する消散率(DR)を表示する。スペクトル250は、周囲のエリアよりも高い局所的ピーク254等の、特定のエリアを含み得る。局所的ピーク254は、より高いパーセンテージのパワーが、対応するMSEまたはMSEの範囲において消散されることを示し得る。曲線225は、複数のMSE上における、所望レベルのエネルギー消散を表し得る。消散率スペクトル250に含まれる情報に基づいて、エネルギーが印加されるパワー、および／または様々なMSEにおいてエネルギーが印加される時間的期間が決定され、所望のエネルギー消散レベル225が実質的に達成され得る。

10

【0114】

図7に戻って、曲線210は、周波数の範囲上における消散率値のスペクトルを表す。この情報を用いて、所望するパワーレベルが、この範囲内における複数の周波数のそれぞれにおいて提供され、所望のエネルギー印加プロファイルが達成され得る。曲線220は、周波数バンド上で印加されるパワーレベルを表す。パワーレベルが消散率曲線210に対して実質的に反比例することが見て取ることができる。図7に示す例において、400Wは伝達に利用可能な最大パワーを示す。

【0115】

他の例示的实施形態によれば、少なくとも1つのプロセッサは、サブシステム96(図6)を調節して第1周波数またはMSEでの送信アンテナにおける入射エネルギーの第1量を測定するよう；第1量の入射エネルギーの結果として送信アンテナにおいて反射するエネルギーの第2量を測定するよう；第1量の入射エネルギーの結果として受信アンテナに伝達されるエネルギーの第3量を測定するよう；および第1量と、第2量と、第3量とに基づいて消散率を決定するよう、構成されてもよい。例として、少なくとも1つのプロセッサは、第1周波数またはMSEで送信器として機能する第1アンテナ102における入射エネルギーの第1量を測定するよう、第1量の入射エネルギーの結果として第1アンテナ102において反射されるエネルギーの第2量を測定するよう、第1量の入射エネルギーの結果として受信器として機能する少なくとも1つの第2アンテナ102に伝達されるエネルギーの第3量を測定するよう、および、第1量と、第2量と、第3量とに基づいて消散率を決定するよう、構成されてもよい。

20

30

【0116】

吸収可能エネルギーを示す値は、所与の周波数においてサブシステム96に接続されたパワー増幅器と関連する最大入射エネルギーにさらに関連し得る。本明細書で用いる「最大入射エネルギー」は、所与の時間的期間全域にわたって所与の周波数またはMSEにおいてアンテナに提供され得る最大パワーとして定義されてもよい。したがって、吸収可能エネルギーを示す1つの代替的な値は、最大入射エネルギーと消散率との積である。以上は、単独で用いられる、またはプロセッサを用いて実装される制御方式の一部として共に用いられ得る、吸収可能エネルギーを示し得る値の2つの例にすぎない。吸収可能エネルギーの代替的な指標が、使用される構造体および用途に応じて、用いられてもよい。

【0117】

40

特定の実施形態において、プロセッサは、エネルギーが、複数の周波数またはMSEの少なくともサブセットにおいて、少なくとも1つの放射要素に供給されるよう、構成されてもよい。なお、周波数またはMSEのサブセットのそれぞれにおいてエネルギー印加ゾーンに伝達されるエネルギーは、各周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギーの関数であり得る。例えば、周波数またはMSEのサブセットのそれぞれにおいて少なくとも1つのアンテナ102に供給されるエネルギーは、各周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギー値の関数として(例えば、消散率、最大入射エネルギー、消散率と最大入射エネルギーとの組み合わせ、または何らか他の表示値の関数として)決定されてもよい。本開示のいくつかの実施形態においては、これは、周波数またはMSEスイープの間の吸収可能エネルギーのフィードバックの結果として生じる。すなわち、この吸収可能エネルギー

50

ギー情報を用いると、少なくとも1つのプロセッサは、特定の周波数またはMSEにおけるエネルギーが、何らかの形で、その周波数またはMSEにおけるエネルギーにおける吸収可能エネルギーの表示値の関数となるよう、各周波数またはMSEにおいて供給されるエネルギーを調節し得る。関数的相関関係は、用途に応じて変化し得る。吸収可能エネルギーが比較的大きい用途に対しては、少なくとも1つのプロセッサに、放射された周波数またはMSEのそれぞれにおいて比較的低いエネルギーの供給を生じさせる機能を実装させることが望まれ得る。これは、例えば、より均一なエネルギー分布が物体110の全域で望まれる場合に、好適であり得る。

【0118】

他の用途に対しては、プロセッサに、比較的高いエネルギー供給を生じさせる機能を実装させることが望まれ得る。これは、より高い吸収可能エネルギープロファイルを有する物体の特定のエリアを対象とするにあたり、好適であり得る。さらに他の用途に対しては、物体110の既知のまたは期待されるエネルギー吸収プロファイルに供給されるエネルギーの量をカスタマイズすることが好適である場合もある。さらに他の用途においては、動的アルゴリズムまたはルックアップテーブルを適用することにより、印加されるエネルギーを、少なくとも吸収可能エネルギーおよびおそらくは1つまたは複数の他の変数または特性の関数として、変化させることができる。以上は、周波数またはMSEのサブセットのそれぞれにおいてエネルギー印加ゾーンに伝達されるエネルギーが、どのようにして各周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギー値の関数となり得るかに関するわずかな例に過ぎない。本発明はいかなる特定の方式にも限定されず、むしろ、吸収可能エネルギーの表示値を考慮することにより供給されるエネルギーを制御するための任意の技術を含み得る。

【0119】

特定の実施形態においては、周波数またはMSEのサブセットのそれぞれにおいて少なくとも1つの放射要素に供給されるエネルギーは、エネルギーが供給される周波数またはMSEのサブセット以外の複数の周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギー値の関数であり得る。例えば、本開示のいくつかの実施形態においては、着目する周波数またはMSEの周囲の「近傍」周波数またはMSEの範囲における消散率を、供給されるエネルギーの量を決定するために用いてもよい。本開示のいくつかの実施形態においては、極めて低い消散率と関連付けられた（例えば、金属材料と関連付けられ得る）特定の周波数またはMSEを除く全ワーキングバンドが、決定のために用いられてもよい。

【0120】

特定の実施形態において、プロセッサは、エネルギーが、複数の周波数またはMSEの少なくともサブセットにおいて、少なくとも1つの放射要素に供給されるよう、構成されてもよい。なお、周波数またはMSEのサブセットのそれぞれにおいてエネルギー印加ゾーンに伝達されるエネルギーは、各周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギーに反比例する。係る反比例の関係は一般的な傾向に関するものである。すなわち、特定周波数またはMSEサブセット（すなわち、1つまたは複数の周波数またはMSE）における吸収可能エネルギーの表示値が比較的高くなる傾向がある場合、その周波数またはMSEサブセットにおける実際の入射エネルギーは比較的低くなり得る。特定周波数またはMSEサブセットにおける入射エネルギーの表示値が比較的低くなり得る場合、入射エネルギーと比較的高くなり得る。

【0121】

この反比例関係は、さらに緊密に相関し得る。例えば、本開示のいくつかの実施形態においては、伝達エネルギーは、吸収可能エネルギー値（すなわち、物体110による吸収可能なエネルギー）との積が、印加される周波数またはMSEの全域において実質的に一定となるよう、設定されてもよい。いずれの場合においても、伝達エネルギーのプロットは、吸収を示す値（例えば、消散率、または、消散率と各伝達周波数において利用可能な最大入射パワーとの積）のほぼ反転画像のように見える。例えば、図7は、本開示のいくつかの実施形態により構成および操作される装置の動作時に取得される消散率スペクトル

210（一点鎖線）および対応する入射パワースペクトル220（実線）のプロット例を提供する。図7に示すプロットは、100グラムのミンチ加工された牛肉塊が内部に配置された約400ワットの最大入射パワーを有するオープンを用いて取得されたものである。800MHzから1GHzまでの周波数範囲がスイープされ、エネルギーは、牛肉塊においてエネルギーが実質的に均一に消散されるよう、スイープに基づいて供給された。

【0122】

特定の実施形態においては、少なくとも1つのプロセッサは、供給されるエネルギーが周波数またはMSEの範囲における吸収可能エネルギー値に対してプロットされると、2つのプロットが互いに対して鏡像となる傾向を有するよう、供給されるエネルギーを調節するよう構成されてもよい。本開示のいくつかの実施形態においては、2つのプロットは、互いの鏡像となり得る。本開示のいくつかの実施形態においては、プロットは互いに関して正確な鏡像関係にはならないが、むしろ、略反対の傾斜方向を有してもよい。すなわち、1つのプロットにおいて、特定の周波数またはMSEに対応する値が比較的高い場合、他方のプロットにおけるその特定の周波数またはMSEに対応する値は、比較的低くなり得る。例えば、図7に示すように、伝達エネルギー（例えば、入射パワースペクトル220）のプロットと、吸収可能エネルギー値（例えば、消散率スペクトル210）のプロットとの関係は、伝達エネルギー曲線がその曲線の少なくとも1区画において増加するとき、吸収可能エネルギー曲線は同じ区画において減少するよう、比較されてもよい。加えて、吸収可能エネルギー曲線がその曲線の少なくとも1区画において増加するとき、伝達エネルギー曲線は同じ区画において減少するであろう。例えば、図7において、入射パワースペクトル220は、900Hz～920Hzの周波数範囲において増加するのに対し、消散率スペクトルはその周波数範囲において減少する。場合によっては、伝達エネルギーの曲線は、最大値に達し、それより高く増加し得ない。係る場合においては、その区画における吸収可能エネルギー曲線に関わらず、高平部（または略高平部）が遷移曲線において観察され得る。例えば、図7において、入射パワーが400Wの最大値に達すると、入射パワーは、消散率における変化に関わらず、実質的に一定となる。

【0123】

いくつかの例示的な方式により、物体110におけるより空間的に均一なエネルギー吸収が達成され得る。本明細書で用いる「空間的均一性」は、エネルギー印加の対象となる物体または物体の1部分（例えば、選択された部分）の全域におけるエネルギー吸収（すなわち、消散エネルギー）が実質的に一定である状態を指すものである。エネルギー吸収は、物体の異なる位置における消散エネルギーの変化が閾値よりも低い場合、「実質的に一定」であるとみなされる。例えば、偏差は吸収可能エネルギーの分布に基づいて計算され得、吸収可能エネルギーは、偏差が50%より小さい場合、「実質的に一定」であるとみなされる。多くの場合、空間的に均一なエネルギー吸収の結果として、空間的に均一な温度上昇が生じ得るため、本開示のいくつかの実施形態に従い、「空間的均一性」は、エネルギー印加の対象となる物体または物体の1部分の全域における温度上昇が実質的に一定である状態も指し得る。温度上昇は、エネルギー印加ゾーン90における温度センサ等の検出装置により測定され得る。

【0124】

物体または物体の1部分における実質的に略一定のエネルギー吸収を達成するために、制御器101は、各周波数またはMSEにおいて供給されるパワーの量を吸収可能エネルギー値の関数として変化させる一方で、エネルギーが各周波数またはMSEにおいてアンテナ102に供給される時間の量を実質的に一定に保つよう構成されてもよい。

【0125】

特定の状況において、吸収可能エネルギー値が特定の周波数（単数または複数）、MSE（単数または複数）に対して予め定められた閾値より低い場合、各周波数またはMSEにおいて吸収の均一性を達成することは不可能であり得る。係る場合においては、本開示のいくつかの実施形態に従い、制御器101は、エネルギーが、その特定の周波数（単数または複数）、MSE（単数または複数）、装置の最大パワーレベルに実質的に等しいパ

10

20

30

40

50

ワーレベルに対して、アンテナに供給されるよう、構成されてもよい。あるいは、いくつかの実施形態に従い、制御器 101 は、増幅器が、特定の周波数（単数または複数）、MSE（単数または複数）においてまったくエネルギーを伝達しないよう、構成されてもよい。場合によっては、増幅器が、均一な伝達エネルギーレベルと比較して少なくとも閾値パーセント（例えば、50%以上、または、80%以上さえ）のエネルギーを物体に供給する場合にのみ、増幅器の最大パワーレベルに実質的に等しいパワーレベルにおいてエネルギーを供給する決定がなされてもよい。場合によっては、例えば、装置が過度のパワーを吸収しないよう保護するために、反射エネルギーが予め定められた閾値より低い場合にのみ、増幅器の最大パワーレベルに実質的に等しいパワーレベルにおいてエネルギーを供給する決定がなされてもよい。例えば、反射エネルギーが導入されるダミー装填物の温度、または、ダミー装填物および環境の間の温度差に基づいて、決定がなされてもよい。したがって、少なくとも1つのプロセッサは、ダミー装填物による反射エネルギーまたは吸収エネルギーを制御するよう、構成されてもよい。同様に、吸収可能エネルギー値が予め定められた閾値を超える場合、制御器 101 は、アンテナが、アンテナの最大パワーレベルよりも低いパワーレベルでエネルギーを供給するよう、構成されてもよい。

10

【0126】

代替的な方式においては、均一な吸収は、エネルギーが実質的に一定レベルにおいて印加されるよう保持しながらエネルギー供給の期間を変化させることにより、達成され得る。すなわち、より低い吸収可能エネルギー値を示す周波数に対しては、エネルギー印加の期間は、より高い吸収値を示す周波数またはMSEに対するよりも、より長くなり得る。このようにして、特定の周波数またはMSEにおける吸収可能エネルギー値に応じてエネルギーが供給される時間の量は変化するのに対し、複数の周波数またはMSEにおいて供給されるエネルギーの量は、実質的に一定となり得る。

20

【0127】

特定の実施形態において、少なくとも1つのアンテナは複数のアンテナを含んでもよく、少なくとも1つのプロセッサは、エネルギーが、異なる位相を有する波動を用いて複数のアンテナに供給されるよう、構成されてもよい。例えば、アンテナ 102 は、アレイを形成する複数のアンテナを備えるフェーズドアレイアンテナであり得る。エネルギーは、異なる位相にある電磁波により、各アンテナに供給されてもよい。位相は、フェーズドアレイの幾何学的構造と適合するよう、調節されてもよい。本開示のいくつかの実施形態においては、少なくとも1つのプロセッサは、各アンテナの位相を動的且つ独立的に制御するよう、構成されてもよい。フェーズドアレイアンテナが用いられる場合、アンテナに供給されるエネルギーは、アレイ内の各アンテナに供給されるエネルギーの合計となり得る。

30

【0128】

吸収可能エネルギーは、物体の温度を含む多数の要因に基づいて変化し得るため、用途によっては、吸収可能エネルギー値を定期的に更新し、その後、更新された吸収値に基づいてエネルギー印加を調節することが有益となる場合もある。これらの更新は、用途に応じて、1秒間に複数回実施され得る。または、数秒またはそれよりも長い期間毎に1回実施され得る。全般的な原則として、更新の頻度を高めることにより、エネルギー吸収の均一性が高められ得る。

40

【0129】

本開示のいくつかの実施形態においては、制御器は、アンテナから供給されるエネルギーを、エネルギーが供給される周波数の関数として調節するよう、構成されてもよい。例えば、スイープまたは他の何らかのエネルギー吸収のアクティブな表示値が用いられるかどうかに関わらず、特定の周波数またはMSEは、エネルギー印加に対して、目標とされるかまたは避けられ得る。すなわち、吸収レベルが予め定められた閾値より低くなる箇所等の、制御器 101 が完全に避ける周波数またはMSEが存在し得る。例えば、金属は電磁エネルギーをあまり吸収しない。したがって、金属に関連する周波数またはMSEは低い吸収表示値を示すであろう。係る場合においては、金属は既知のプロファイルに一致す

50

る。係る周波数は避けられ得る。または、吸収表示値は動的に決定されてもよい。吸収表示値が予め定められた閾値よりも低くなると、制御器 101 は、アンテナ 102 がその後電磁エネルギーに係る周波数で供給することを妨げてよい。あるいは、エネルギーを物体の 1 部分のみに印加することが望ましい場合、関連する周波数または M S E 閾値が既知であるならば、または動的に決定されるならば、エネルギーの印加はこれらの部分を対象としてもよい。本発明の他の態様によれば、少なくとも 1 つのプロセッサは、複数の周波数または M S E のそれぞれにおける所望のエネルギー吸収レベルを決定し、各周波数または M S E における所望のエネルギー吸収レベルを目標とするために、各周波数または M S E においてアンテナから供給されるエネルギーを調節するよう、構成されてもよい。例えば前述のように、制御器 101 は、周波数または M S E の範囲の全域にわたって実質的に均一なエネルギー吸収を達成または近似するために、各周波数または M S E において所望のエネルギー吸収レベルを目標とするよう、構成されてもよい。あるいは、制御器 101 は、物体 110 の全域にわたってエネルギー吸収プロファイルを目標とするよう、構成されてもよい。なお、このエネルギー吸収プロファイルは、均一なエネルギー吸収を避けるために、または、物体 110 の 1 部分のみににおける実質的に均一なエネルギー吸収を達成するために、計算される。

10

【0130】

変更空間 (M S) および変更空間要素 (M S E)

上述のように、本開示のいくつかの実施形態は、装填物における所望の加熱パターンを達成するよう、構成され得る。係る装填物は、複数の物体、1 つまたは複数の相の物質、および／または異なる物質組成を含み得る。例えば、周波数または M S E の範囲の全域にわたって装填物を走査することにより、消散率が各周波数に対して決定され得る。消散率情報を用いることにより、制御器 101 は、各周波数 (または M S E) における所望のエネルギー吸収レベルを目標とするよう、構成されてもよい。1 つの例示的实施形態において、各 M S E において供給されるパワーのレベルは、より低いパワーレベルが、高い消散率を示す M S E において供給され、より高いパワーレベルが低い消散率を示す M S E において供給され得るよう、制御され得る。制御器 101 は、一定のパワーが特定の周波数で供給される時間の量を変化させることもできる。例えば、特定のパワーレベルは、高い消散率を示す M S E において比較的短い期間にわたって印加され得、同じパワーレベルが、より低い消散率を示す M S E においてより長い期間にわたって印加され得る。上述のように、パワーレベルおよび時間的期間の両方が、所望のエネルギー供給プロファイルを達成するよう、制御され得る。例えば、より低いパワーレベルおよびより短い印加時間の両方が、高い消散率を有する M S E において用いられ得、高いパワーレベルおよびより長い印加時間の両方が、より低い消散率を有する M S E において用いられ得る。係る実施形態は、周波数の範囲全域にわたって実質的に均一なエネルギー吸収を達成または近似し得る。特定の例示的实施形態において、装填物は、均一に、または他の所望の加熱プロファイルにしたがって、熱され得る。

20

30

【0131】

しかし、本開示のいくつかの実施形態は、周波数スイープと、スイープ内の周波数において時間的期間を変化させる間のパワー (一定または可変) の印加と、の概念に限定されない。むしろ、本開示の実施形態に従うエネルギー供給は、装填物または装填物の 1 部分に対するエネルギー供給に影響を与え得る任意のパラメータを制御することにより、より広く達成され得る。周波数は、装填物または装填物の 1 部分によるエネルギー吸収に影響を与えるために用いられ得るパラメータの単なる 1 例に過ぎない。

40

【0132】

エネルギー印加ゾーンにおける電磁波は、特定の電磁界パターンを示し得る。「電磁界パターン」は、例えば、エネルギー印加ゾーンにおける電場強度分布の振幅により特徴付けられる電磁界構成を指し得る。一般に、電磁界強度は、経時変化し、空間に依存する。すなわち、電磁界強度は異なる空間的位置において異なるばかりではなく、空間内の所与の位置において、電磁界強度は時間的に変化し、または、振動し、しばしば正弦関数的に

50

振動し得る。したがって、異なる空間的位置において、電磁界強度は同時にそれらの最大値（すなわち、それぞれの最大振幅値）に達しない場合もある。所与の位置における電磁界強度の振幅は、電磁パワー強度およびエネルギー伝達能力等の電磁界に関する情報を現し得るため、本明細書で参照される電磁界パターンは、1つまたは複数の空間的位置における電磁界強度の振幅を表すプロファイルを含み得る。係る電磁界強度振幅プロファイルは、エネルギー印加ゾーンで所与の時間における電磁界強度分布のスナップショットと同じであるか、または異なり得る。本明細書で用いる「振幅」という用語は「強度」と交換可能である。

【0133】

電磁界パターンは、電磁エネルギーをエネルギー印加ゾーンに印加することにより、励起され得る。本明細書で用いる「励起」という用語は「生成」、「創造」、および「印加」と交換可能である。一般に、エネルギー印加ゾーンにおける電磁界パターンは均等ではない（すなわち、不均一）。すなわち、電磁界パターンは、比較的高い振幅の電磁界強度を有するエリアと、比較的低い電磁界強度を有する他のエリアとを有し得る。エネルギー伝達率は、電磁界強度の振幅に依存し得る。例えば、エネルギー伝達は、より低い振幅の電磁界強度を有するエリアにおけるよりも、より高い振幅の電磁界強度において、より高速になり得る。本明細書で用いる「エネルギー伝達」という用語は「エネルギー供給」と交換可能である。

【0134】

図3の装置は、エネルギー印加ゾーンにおける高振幅電磁場（最大および最小）および低振幅電磁場の分布および強度を制御し、それにより、エネルギー印加ゾーン内の任意の2つ（または3つ以上）の所与の領域に異なる目的量のエネルギーを供給し得るよう、構成されてもよい。エネルギー印加は、モーダル空洞でもよい。本明細書で用いる「モーダル空洞」は「モーダル条件」を満たす空洞を指すものである。モーダル条件とは、エネルギー印加ゾーンにより支持される最大共振波長と、ソースにより供給された供給電磁エネルギーの波長との関係を指す。ソースにより供給される供給電磁エネルギーの波長がエネルギー印加ゾーンにより支持される最大共振波長の約 $1/4$ より大きい場合、モーダル条件が満たされる。エネルギー印加ゾーンにおける電磁場の分布および強度の制御は、（後に詳述する）MSEの選択により実施することができる。MSE選択を選ぶことは、エネルギー印加ゾーンの領域においていかにエネルギーが分布するかに影響を及ぼし得る。モーダル条件が満足されない場合、MSEの制御によって所望のエネルギー印加分布を達成することはより困難となり得る。

【0135】

「変更空間」または「MS」という用語は、エネルギー印加領域における電磁界パターンに影響を及ぼすすべてのパラメータ、およびこれらの組み合わせを総称するために用いられる。いくつかの実施形態においては、「MS」は、用い得るすべての可能な構成部品と、それらの可能性のある設定（絶対的なまたは他に対して相対的な）および構成部品に関連する調節可能なパラメータとを含み得る。例えば、「MS」は、複数の可変パラメータ、アンテナの数、アンテナの位置および指向（変更可能である場合）、使用可能なバンド幅、1組の使用可能な波長のすべてまたはそれらの組み合わせ、パワー設定（例えば、2つ以上の放射供給装置に同時に供給される相対的なパワー）、時間設定、位相、その他を含み得る。

【0136】

変更空間の、エネルギー印加領域に関連する側面の例は、エネルギー印加領域の寸法および形状、エネルギー印加領域の構成材料を含み得る。変更空間の、エネルギー源関係の側面の例は、エネルギー供給の振幅、周波数、および位相を含み得る。変更空間の、放射要素関係の側面の例は、アンテナ状構造物の種類、個数、寸法、形状、構成、指向、および配置を含み得る。

【0137】

MSに関連する各可変パラメータは、MS次元と称される。例として、図10は、周波

10

20

30

40

50

数（ F ）、位相（ ϕ ）、および振幅（ A ）（例えば、所与のMSEの所与の電磁場にエネルギーを供給するためにともに使用される2つ以上の供給装置の振幅の差異）の3つの次元を有する3次元変更空間100を示す。すなわち、MS1000においては、他の全パラメータがエネルギー供給中は予め定められ一定とされながら、電磁波の周波数、位相、および振幅のいずれもがエネルギー供給中に変更され得る。MSは、エネルギー供給中に1つのみのパラメータが可変である、1次元となり得る。MSは複数のパラメータが可変であるように、高次元であり得る。

【0138】

「変更空間要素」または「MSE」という用語は、MSにおける可変パラメータの値の特定の1組を指し得る。したがって、MSは、すべての可能なMSEの集合であるとみなされ得る。例えば、2つのMSEは、複数の放射要素に供給されるエネルギーの相対的振幅において互いに異なり得る。例えば、図10は、3次元MS1000におけるMSE1001を示す。MSE1001は、特定の周波数 $F(i)$ 、特定の位相 $\phi(i)$ 、および特定の振幅 $A(i)$ を有し得る。これらのMSE変数のうちの1つでさえも変化した場合、その新規の組み合わせにより他のMSEが定められることとなる。例えば、（3GHz，30度，12V）および（3GHz，60度，12V）は、位相成分のみが変化しただけであるが、2つの異なるMSEである。いくつかの実施形態において、連続的にスイープされたMSEは、必ず互いに対して関連するとは限らない。むしろ、それらのMSE変数は、MSEごとに顕著に異なり得る。いくつかの実施形態において、MSE変数は、MSE間に論理的関係が存在せず、MSEごとに顕著に異なり得る。一方、全体的には、1群の作動するMSEは、所望のエネルギー印加目的を達成し得る。

【0139】

これらMSパラメータの異なる組み合わせにより、エネルギー印加領域全域にわたり異なる電磁界パターンが生じ得、それにより、物体において、異なるエネルギー分布パターンが生じ得る。エネルギー印加ゾーンにおいて特定の電磁界パターンを励起するために連続的にまたは同時に実行される複数のMSEは、「エネルギー供給方式」と総称され得る。例えば、エネルギー供給方式は、3つのMSE、（ $F(1)$ ， $\phi(1)$ ， $A(1)$ ），（ $F(2)$ ， $\phi(2)$ ， $A(2)$ ），（ $F(3)$ ， $\phi(3)$ ， $A(3)$ ）からなり得る。エネルギー供給方式は、例えば、各MSEが適用される期間、または各MSEにおいて供給されるパワー等の、追加的な非MSEパラメータを含み得る。実質的に無数のMSEが存在するため、異なるエネルギー印加ゾーンは実質的に無限に存在する。その結果、任意の所与のエネルギー印加ゾーンにおいて異なる電磁界パターンが実質的に無限に存在することとなる（ただし、異なるMSEが場合によっては極めて類似する電磁界パターンを生じさせ、さらには同等な電磁界パターンを生じさせる場合もある）。勿論、異なるエネルギー供給方式の個数は、部分的に、利用可能なMSEの個数の関数となり得る。本発明は、その最も広い意味において、特定個数のMSEまたはMSEの組み合わせに限定されない。むしろ、使用し得るオプションの個数は、意図する用法、所望する制御、ハードウェアまたはソフトウェアの解像度およびコスト等の要因に基づいて、2つのみでもよく、または設計者の所望する個数であってもよい。

【0140】

上述のように、本発明に係る装置または方法は、プロセッサを用いることにより、命令を実行または論理演算を実施することを含み得る。プロセッサにより実行される命令は、例えば、予めプロセッサにロードされてもよく、またはRAM、ROM、ハードディスク、光ディスク、磁気媒体、フラッシュメモリ、他の永久的、固定的、または揮発性メモリ、またはプロセッサに命令を提供することができる任意の他の機構等の別個のメモリユニットに記憶されてもよい。プロセッサ（単数または複数）は、特定用途にカスタマイズされてもよく、または、汎用用途のために構成され、異なるソフトウェアを実行することにより、異なる機能を実行するよう構成されてもよい。

【0141】

2つ以上のプロセッサが用いられる場合は、全プロセッサは、類似した構成であっても

よく、電氣的に接続された異なる構成であってもよく、または相互接続されなくてもよい。全プロセッサは別個の回路であってもよく、または単一回路に集積されてもよい。2つ以上プロセッサが用いられる場合は、プロセッサは、独立的に動作するように構成されてもよく、または共同的に動作するように構成されてもよい。プロセッサは、電氣的に、磁氣的に、光學的に、音響的に、機械的に、無線的に、または少なくとも1つの信号が相互に通信されることを可能とする他の任意の方法により、接続されてもよい。

【0142】

単一プロセッサまたはマルチプロセッサは、電磁エネルギー源を調節する目的のためにのみ提供され得る。あるいは、単一プロセッサまたはマルチプロセッサに、他の機能に加えて、電磁エネルギー源を調節する機能も提供されてもよい。例えば、電磁エネルギー源を調節するために用いられる同一のプロセッサ（単数または複数）が、電磁エネルギー源以外の他の構成部品に対しても追加的制御機能を提供する制御回路に一体化されてもよい。

【0143】

本発明のいくつかの実施形態によれば、少なくとも1つのプロセッサは、第1所定量のエネルギーを第1所定領域に供給し、第2所定量のエネルギーを第2所定領域に供給する（ただし、第1所定量のエネルギーと第2所定量のエネルギーは異なる）ために、電磁エネルギー源を調節するよう、構成されてもよい。例えば、高振幅の電磁界強度を有する既知のエリア（ホットスポット）を有する電磁界パターンが選択されてもよい。このように、エネルギー印加ゾーンに対してホットスポットの位置を調節することにより、第1所定量のエネルギーを第1所定領域に供給する所定の電磁界パターンが選択され得る。異なるホットスポットを有する他の電磁界パターンが選択されると、その第2電磁界パターンの結果として、第2所定量のエネルギーが第2所定領域に供給され得る。また後述するように、異なるMSEおよび／またはMSEの組み合わせが、異なる所定量のエネルギーを異なる所定領域に供給するために、選択されてもよい。いずれの場合においても、供給されるエネルギー量の制御は、プロセッサによる特定の電磁界パターンまたはMSEの選択、および／または例えばパワーレベル（例えば、所与のMSEに供給される全パワー）の制御、特定の状態の間にパワーが印加される時間的期間、または以上の組合せのいずれかにより、達成され得る。プロセッサは、所望のエネルギー印加プロファイルを達成するために、係る選択をなし得る。

【0144】

「領域」という用語は、例えば、セル、サブ体積、サブ区画、離散的なサブ空間、またはそのサブセットがどのように離散化されているかに関わらないエネルギー印加ゾーンの任意のサブセット等の、エネルギー印加ゾーンの任意の部分を含み得る。1つの特定の例においては、エネルギー印加ゾーンは2つの領域を含み得る。他の例においては、エネルギー印加ゾーンは3つ以上の領域を含み得る。領域は、互いに重なり合う場合もあり、互いに重なり合わない場合もある。また各領域の寸法は同じであってもよく、異なってもよい。

【0145】

少なくとも1つのプロセッサは、第1領域および第2領域の位置を予め定めるよう、構成されてもよい。これは、例えば、エネルギー印加ゾーン内の物体の位置に関する情報を提供するエネルギー印加ゾーンからの反射フィードバックにより、可能である。他の実施形態においては、これは、撮像により達成され得る。いくつかの実施形態においては、領域は物体の異なる部分に対応し、異なる目的量の電磁エネルギーが物体のこれらの異なる部分に供給されてもよい。各領域における実際に消散されるエネルギー量は、その領域における電磁界強度と、その特定の領域における物体の対応する部分の吸収特性とに依存し得る。さらに他の実施形態においては、所定位置は、エネルギー印加ゾーンにおける物体を参照すること無く、電磁界パターンの既知の幾何学的形状の関数となり得る。いくつかの実施形態においては、第1領域および第2領域の位置は、ユーザまたは少なくとも1つのプロセッサ以外の装置により、予め定められてもよい。

【0146】

2つの領域は、エネルギー印加ゾーンにおいて、互いに近接して配置されてもよい。例えば、エネルギー印加ゾーンは、物体もしくは物体の1部分により占められる領域、または物体のエリアとは異なるエリアを画成する他の領域を含み得る。この場合、これら2つの領域は、互いに対して近接し、境界により離間されてもよい。例えば、第1領域は、加熱されているスプのカップ内であってもよく、第2領域はスプのカップの外部であってもよい。他の例においては、エネルギー印加ゾーンは、物体内における異なるエネルギー吸収特性を有する2つの領域を含んでもよい。例えば、第1領域は、スプの上層において、大部分水を含み、第2領域は、スプの低層付近において、ほぼジャガイモおよび／または肉を含んでもよい。他の例においては、第1領域は、特定の相の物質（例えば、液体の水）を含み、第2領域は、異なる相における同一の物質（例えば、固体の水）を含んでもよい。エネルギー吸収特性が異なるため、これらの2つの領域においては、異なる電場強度で電場パターンを励起することが有益となる場合もある。2つの領域の局所的電場強度およびエネルギー吸収特性の差異に基づいて、これらの領域のそれぞれにおける消散エネルギーが予め定められてもよい。したがって、消散エネルギーは、MSEを選択および制御して、エネルギーを供給するにあたり好適なエネルギー供給方式を構築することにより、所望により、物体の異なる領域にわたって、実質的に同じ大きさ、または異なる大きさになるよう設定され得る。

10

【0147】

MSEの選択は、エネルギーがどのようにエネルギー印加ゾーンの領域において分布されるかに影響を及ぼし得る。異なる目的量の電磁エネルギーをエネルギー印加ゾーンの所定の異なる領域に供給するにあたり、プロセッサは、エネルギーの印加対象をエネルギー印加ゾーンの特定の所定領域とする電磁界パターンを達成するために、1つまたは複数のMSEを制御してもよい。定常波を生じさせるMSEの選択は、追加的な制御手段を提供し得る。なぜなら、定常波は、前述のように、予測可能な、明確に画成される「高強度領域」（ホットスポット）および「低強度領域」（コールドスポット）を提供する傾向がある。なお、高強度領域は、提供度領域から容易に区別され得るエネルギー集中を現し得る。「コールドスポット」という用語が、印加されるエネルギーがまったく存在しないことを必ずしも要求するとはかぎらないことを理解すべきである。「コールドスポット」は、むしろ、ホットスポットに対して、強度が低いエリアも指すものである。すなわち、高強度領域においては、電磁界強度の振幅は、低強度領域における電磁界強度の振幅よりも、高くなる。したがって、高強度領域におけるパワー密度は、低強度領域におけるパワー密度よりも高くなる。空間的位置のパワー密度および電磁界強度は、その位置に配置された物体に電磁エネルギーを供給する能力に関係するものである。したがって、エネルギー供給または伝達率は、低強度領域におけるよりも、高強度領域において、より高くなる。換言すれば、エネルギー供給または伝達は、高強度領域において、より効果的である。このように、エネルギー印加ゾーンにおける高強度領域および／または低強度領域を制御することにより、プロセッサは、特定の空間的位置に対するエネルギー供給を制御し得る。係る高強度領域および低強度領域の制御は、MSEを制御することにより達成され得る。

20

30

【0148】

制御可能なMSE変数は、伝達される電磁波の振幅、相、および周波数；各放射要素の位置、指向、および構成；または、これらの任意のパラメータの組み合わせ、もしくは電磁界パターンに影響を及ぼし得る他のパラメータのうちの1つまたは複数を含み得る。例えば、図9に示すように、例示的なプロセッサ1401は、電源装置1402、モジュレータ1404、増幅器1406、および放射要素1408等の、電磁エネルギー源の様々な構成部品に電氣的に接続され得る。プロセッサ1401は、これらの構成部品のうちの1つまたは複数を調節する命令を実行ように、構成されてもよい。例えば、プロセッサ1401は、電源装置1402により供給されるパワーレベルを調節してもよい。プロセッサ1401は、例えば増幅器のトランジスタを切替えることにより、増幅器1405の増幅率を調節してもよい。代替的にまたは追加的に、プロセッサ1401は、増幅器140

40

50

6が所望の波形を出力するよう、増幅器1406のパルス幅変調制御を実施してもよい。プロセッサ1401は、モジュレータ1404により実施される変調を調節してもよく、代替的にまたは追加的に、各放射要素1408の位置、指向、および構成のうちの少なくとも1つを、電気機械的装置を用いる等の方法で調節してもよい。係る電気機械的装置は、モータまたは、回転、駆動、移動、摺動、または他の方法で放射要素のうちの1つまたは複数の指向または位置を変えるための他の可動構造体を備えてもよい。プロセッサ1401は、エネルギー印加ゾーンにおける電磁界パターンを変化させるためにエネルギー印加ゾーンに配置された任意の電磁界調節要素を調節するよう、さらに構成されてもよい。例えば、電磁界調節要素は、放射要素から発する電磁エネルギーを選択的に指向するよう、または、受信器として機能する1つまたは複数の他の放射要素に対する結合を低減するために、送信機として機能する放射要素を同時に合致させるよう、構成されてもよい。

10

【0149】

他の例においては、位相モジュレータが用いられる場合、位相モジュレータを制御することにより、一連の時間的期間のそれぞれに対して交流波形の位相が数度（例えば、10度）増加されるよう、予め定められた一連の時間的遅延が交流波形に対して実行されてもよい。あるいは、プロセッサは、エネルギー印加ゾーンからのフィードバックに基づいて動的に、および／または適応的に、変調を調節してもよい。例えば、プロセッサ1401は、空洞1412（物体1410を含む）から受け取った電磁エネルギーの量を示すアナログまたはデジタルフィードバック信号を検出器1416から受信するよう、構成されてもよく、プロセッサ1401は、受信したフィードバック信号に基づいて、次の時間的期間に対する位相モジュレータにおける時間的遅延を動的に決定してもよい。

20

【0150】

MSEの任意の組合せに起因するエネルギー分布は、例えば、テスト、シミュレーション、解析計算により、決定されてもよい。テスト手法を用いる場合、センサ（例えば、小さいアンテナ）が、所与の組み合わせのMSEに起因するエネルギー分布を測定するために、エネルギー印加ゾーンに配置されてもよい。次いで、エネルギー分布は、例えば、ルックアップテーブルに記憶されてもよい。シミュレーション手法においては、仮想的モデルが、MSEの組み合わせを仮想的な方法でテストできるよう、構築されてもよい。例えば、エネルギー印加ゾーンのシミュレーションモデルが、コンピュータに入力される1組のMSEに基づいて、コンピュータ内で実行され得る。CSTまたはHFSS等のシミュレーションエンジンが、エネルギー印加ゾーン内部の電磁場分布を数値計算するために、用いられてもよい。結果として生じる電磁界パターンは、画像処理技術を用いて可視化されてもよく、または、デジタルデータとしてコンピュータ内に記憶されてもよい。MSEおよび結果として生じた電磁界パターンの間の相関関係は、このように確立され得る。このシミュレーション手法は、好適に、予め実施され得る。ルックアップテーブルに記憶された既知の組み合わせ、またはシミュレーションは、エネルギー印加プロセス中に必要に応じて実施されてもよい。

30

【0151】

同様に、テストおよびシミュレーションの代替として、分析的モデルに基づく計算が、選択された組み合わせのMSEに基づいてエネルギー分布を予測するために、実施されてもよい。例えば、既知の寸法を有するエネルギー印加ゾーンの形状が与えられると、所与のMSEに対応する基本的電磁界パターンを、解析的方程式から計算することができる。次いで、「モード」とも知られる基本的電磁界パターンが、線形結合により所望の電磁界パターンを構築するために、用いられてもよい。シミュレーション手法の場合と同様に、解析的手法は、好適に、予め実行され得る。ルックアップテーブルに記憶された既知の組み合わせは、エネルギー印加プロセス中に必要に応じて実施されてもよい。

40

【0152】

本発明のいくつかの実施形態によれば、プロセッサは、所定量のエネルギーをエネルギー印加ゾーンの少なくとも2つの領域に供給するよう、構成されてもよい。そのエネルギーは、エネルギー印加ゾーンにおける物体の既知の特性に基づいて、予め定められてもよ

50

い。例えば、同一の物理的特性を共有する製品（例えば、同一のハンバーガーパティ）を反復的に加熱する専用オープンの場合、プロセッサは、少なくとも2つの既知の電磁界パターンに対応する異なる既知の量のエネルギーを供給するよう、予めプログラムされてもよい。プロセッサは、電磁界パターンに基づいて、異なる量のエネルギーを印加してもよい。すなわち、エネルギー印加のパワーまたは期間は、印加される（すなわち、MSEに起因する）電磁界パターンの関数として、変化し得る。エネルギーの印加するよう予め定められた量と、電磁界パターンとの間のこの相関関係は、前述のように、テスト、シミュレーション、または分析的解析を実施することにより、決定され得る。

【0153】

電磁界パターンと供給されるエネルギー量との間の相関関係は、物体1410のエネルギー吸収プロファイルにより決定されてもよい。すなわち、物体1410は、1つまたは複数のMSEを用いて走査されることにより、対応する消散率が決定され得る。消散率および所望のエネルギー供給特性に基づいて、パワーレベルが、走査されたMSEのそれぞれに対して選択され、その結果、所望の目的が達成され得る。例えば、目的が物体の体積の全域にわたり均一にエネルギーを印加することである場合、プロセッサは、均一なエネルギー印加を生じさせるMSEの組み合わせを選択し得る。一方、非均一なエネルギー印加が望まれる場合、プロセッサは、所望の非均一性を達成するために、それぞれ異なる電磁界パターンを有する予め定められた量のエネルギーを印加し得る。

【0154】

したがって、上記の周波数スイープの例で説明したように周波数のサブセットが選択およびスイープされ得るのと同様に、MSEのサブセットも、所望のエネルギー印加目的を達成するために選択およびスイープされ得る。係る一連のプロセスは、本明細書において「MSEスイーピング」と称される。

【0155】

MSEスイーピングは、物体の部分または領域を異なるように加熱するために用いられ得る。例えば、1つまたは複数のMSEが走査され、装填物の物体または部分の消散特性が決定され得る（例えば、消散率は走査されたMSEに対して決定され得る）。装填物の消散特性に基づいて、所望のパワーレベルおよび時間的期間が、走査されたMSEのそれぞれにおいて、または走査されたMSEの一部において、用途に対して選択され得る。本開示のいくつかの実施形態に従い、選択されたパワーレベルは一定でもよく、または代替的に、MSE間で変化してもよい。同様に、パワーの印加に対して選択された時間的期間も一定でもよく、または代替的に、MSE間で変化してもよい。1つの例において、大きい消散率を示すMSEは、パワー印加に対して比較的低いパワー値および／または低い時間的期間が割り当てられ、より小さい消散率を示すMSEは、パワー印加に対してより高いパワー値および／またはより長い時間的期間が割り当てられてもよい。もちろん、パワーレベルおよび時間的期間を、走査されたMSEに割り当てする任意の方式が、特定のエネルギー印加目的に応じて、用いられ得る。次いで、MSEスイーピングが開始され得、その間、選択されたパワーレベルが、選択された時間的期間の間、対応するMSEで印加される。MSEスイーピングは、物体が、所望レベルの加熱、または所望の熱プロファイルを達成するまで、継続され得る。

【0156】

MSEスイーピング中、一定期間ごとに、更新された1組の消散率が取得するために、装填物は同じMSEまたは異なるMSEを用いて再走査され得る。この更新された1組の消散率に基づいて、MSEのそれぞれに対応する、パワー印加に対するパワーレベルおよび時間的期間が調節され得る。このMSE走査は、特定の実施形態の要件に応じて、任意の率で実施され得る。いくつかの実施形態においては、MSE走査は、およそ1分当たり120回の率で、反復されてもよい。より高い走査率（例えば、毎分200回もしくは毎分300回）または、より低い走査率（例えば、約毎分100回、毎分20回、毎分2回、または解凍時間あたり10回、もしくは解凍時間当たり3回）が用いられ得る。加えて、走査は非周期的に実施されてもよい。場合によっては、MSE走査シーケンス（例えば

10

20

30

40

50

、1回または複数回の走査)が、0.5秒当たり1回、5秒当たり1回、または任意の他の率で、実施されてもよい。さらに、走査間の期間は、空洞に伝達されるエネルギー量および/または装填物に消散されるエネルギー量により定められてもよい。例えば、所与量のエネルギー(例えば、10kJ以下、または1kJ以下、または数百ジュール、または100ジュール以下)が装填物または装填物の所与の部分(例えば、100gの重量、または装填物の50%等のパーセンテージ)に伝達または消散された後、新規走査が実施されてもよい。

【0157】

上述の原理を繰り返して述べ、さらに拡張すると、本開示の実施形態は、高周波エネルギーを装填物に印加するための装置を備え得る。この装置は、上述のように、少なくとも1つのプロセッサを備え得る。例えば、プロセッサは、入力および出力に対して論理演算を実行する電気回路を備え得る。例えば、係るプロセッサは、1つまたは複数の集積回路、マイクロチップ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、中央処理装置(CPU)の全部または一部、グラフィックス処理ユニット(GPU)、デジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ(FPGA)、または命令の実行もしくは論理演算の実行に好適な他の回路を含み得る。

【0158】

少なくとも1つのプロセッサは、複数の変化空間要素(MSE)のそれぞれに対して装填物(物体としても知られる)により消散されるエネルギーを示す情報を受け取るよう構成されてもよい。例えば、装填物により消散されたエネルギーを示す、この受け取られた情報は、装填物により吸収されたエネルギー量、装填物により反射されたエネルギー量、または装填物がエネルギーを消散する能力を示す任意の、または他の任意の、直接的なまたは間接的な表示値を含み得る。1つの実施形態においては、装填物により消散されるエネルギーを示す情報に基づいて、プロセッサは、複数のMSE(または1組のMSE)のそれぞれに対して消散率を決定し得る。

【0159】

プロセッサは、1組のMSEに対する消散率を任意の所望の率において決定し得る。1つの実施形態においては、1組のMSEに対応する1組の消散率は、少なくとも約毎分120回の率において決定されてもよい。他の実施形態においては、1組のMSEに対応する1組の消散率は、約毎分120回未満の率において決定されてもよい。この率は、物体の性質、MSEの性質、システムの物理的特性、および達成を望む結果に応じた値となり得る。例としてのみであるが、いくつかの実例においては、毎秒5回を超える率が望ましくあり得る。他の実例においては、毎秒2回未満の率が望ましくあり得る。

【0160】

プロセッサは、複数のMSEのそれぞれ(それぞれはエネルギー印加ゾーンにおける電磁界パターンと関連付けられている)を、受け取った情報に基づいて、パワー印加のための対応する時間的期間と関連付けるよう、構成されてもよい。本明細書で用いる、パワー印加のための時間的期間とは、特定のパワーが装填物に印加される時間的期間の長さを指すものである。プロセッサは、複数の変更空間要素のそれぞれを、同じ変更空間要素と関連付けられたパワー印加の時間的期間に対応するパワーレベル値と関連付けるよう、さらに構成されてもよい。装填物に供給するために利用可能なエネルギー量は、パワーレベルと、パワーが装填物に印加される時間量とに依存する。

【0161】

プロセッサは、複数のMSEのスweep中、パワーが、対応するパワーレベルにおいて、および/または対応するパワー印加の時間的期間において、装填物に印加されるように、装填物に印加されたエネルギーを調節するよう、さらに構成されてもよい。例えば、上述のように、より高い消散率を示すMSEは、より低い消散率を示す他のMSEよりも、より低いレベルにおいて、および/またはより短い時間において、パワーを受け取り得る。勿論、利用可能な範囲内の任意のパワーレベルおよび任意の所望のパワー印加の時間的期間は、特定の意図する用途の要件またはエネルギー供給目的にしたがって、任意のMS

10

20

30

40

50

Eに割り当てられてもよい。

【0162】

上述のように、複数のMSEのそれぞれは、装填物へのエネルギーの供給に影響を及ぼし得る複数のパラメータのうちの任意に対する値により、定められてもよい。1つの実施形態においては、複数のMSEは、周波数、相、および振幅に対する値により、および所望により、他の次元に対する値により、定められてもよい。他の実施形態においては、MSEは、1つのみのパラメータが変化し、他のパラメータは一定に保たれるよう、1次元であり得る。例えば、1組の1次元MSEは、周波数、相、および振幅のうちの1つにおいてのみ、互いに異なり得る。特定の実施形態においては、複数のMSEのうち、周波数値が変化する一方で、相および／または振幅等の他のパラメータに対する値は、一定に保たれる。

10

【0163】

本開示の実施形態は、装填物を受容するための空洞と、装填物に電磁エネルギーを向けるための少なくとも1つの放射要素も備え得る。さらに、この装置は、少なくとも1つの放射要素を介して電磁エネルギーを装填物に供給する、電磁エネルギーの生成器を備えてもよい。

【0164】

複数のMSEのそれぞれと関連付けられた、パワーレベル値およびパワー印加の時間的期間は、任意の所望のエネルギー供給方式にしたがって、選択され得る。1つの実施形態においては、第2消散率が第1消散率よりも小さい値である場合、第1消散率と関連付けられた第1MSEに対応するパワー印加の時間的期間は、第2消散率と関連付けられた第2MSEに対応するパワー印加の時間的期間よりも短くなる。他の実施形態においては、複数の変更空間要素のそれぞれと関連付けられたパワーレベル値は、同じであり得る。

20

【0165】

本開示の実施形態は、高周波エネルギーを装填物に印加するための装置も含み得る。なお、この装置は、装填物と関連付けられた複数の消散率を決定するよう構成された、少なくとも1つのプロセッサを備える。プロセッサは、複数の消散率に基づいて周波数／パワー／時間三重項を設定するよう（上述のように）、構成されてもよい。プロセッサは、また、周波数／パワー／時間の三重項の適用を調節することにより、エネルギーを装填物に印加するよう、構成されてもよい。

30

【0166】

本開示の実施形態においては、プロセッサは、第1消散率が第2消散率よりも高い値となる場合、第1消散率と関連付けられたMSEが、第2消散率と関連付けられた第2MSEよりも、低いパワーレベルが割り当てられるように、MSE／パワー／時間の三重項を設定するよう、構成されてもよい。プロセッサは、また、第1消散率が第2消散率よりも高い値となる場合、第1消散率と関連付けられた第1MSEが、第2消散率と関連付けられた第2MSEよりも、短い時間が割り当てられるように、MSE／パワー／時間の三重項を設定するよう、構成されてもよい。

【0167】

これまでの段落では、本発明の実施形態を消散率との関連で説明してきたが、本発明の他の実施形態は、消散率以外の表示値を用いて同様の原理を適用し得る。例えば、エネルギー印加ゾーンから供給装置へと反射されたエネルギーの表示値を代替値として用い得、エネルギー吸収に関する任意の他の直接的な、間接的な、または逆比例する表示値も同様に用いることができる。

40

【0168】

例示的応用

以下の例において、使用された装置は、800～1000MHzのワーキングバンドを有する、900ワットの装置であり、上述の国際公開07/096878号（'878）の実施形態に実質的にしたがって構築および操作された。

【0169】

50

1. 加熱アルゴリズム

水道水（500グラム）が、実質的に同一量のエネルギーを装填物の全部分に供給するに好適な手順により、加熱された。計60kJが、各実験において、装填物（水と、内部に水を保持するボウル）に伝達された。

【0170】

第1の加熱実験においては、'878の実施形態にしたがって、伝達の期間を変化させながら、同じ一定期間の時間にわたって各周波数を伝達することにより、異なる量のエネルギーが、異なる周波数で伝達された。この例においては、水は、約摂氏22度から約摂氏38度まで（摂氏16度の温度上昇）、2:25分で加熱した。

【0171】

第2の加熱実験においては、本開示の実施形態にしたがって、各周波数を最大利用可能パワーで伝達し、伝達時間を変化させることにより、異なる量のエネルギーが異なる周波数で伝達された。水は、約摂氏21度から約摂氏38度まで（摂氏17度の温度上昇）、1:58分（第1の加熱実験に対して必要であった時間の約80%）で加熱した。

【0172】

温度上昇の差異は、例えば、温度計の不正確さ、および／または、ボウルのわずかな差異に帰するものであり、それにより高周波エネルギーの吸収にわずかな差異が生じたものであろう。

【0173】

2. 解凍アルゴリズム

冷凍鶏胸肉（骨および皮膚なし；冷凍前に束ねられた）が、約摂氏-18度の従来のレストラン用冷蔵庫から取り出され、解凍用の手順を用いて加熱された。ここで、米国特許出願第61/193,248号、および同時に出願された代理人整理番号47408を有する国際出願PCTにしたがって、異なる量のエネルギーが異なる周波数で伝達された。

【0174】

第1の解凍実験においては、'878の実施形態にしたがって、伝達の期間を変化させながら、同一の一定期間の間、各周波数を伝達することにより、異なる量のエネルギーが異なる周波数で伝達された。1500グラムの鶏胸肉塊は、摂氏0度～摂氏5度（胸肉の異なる部位で測定された）に36分でされた。

【0175】

第2の解凍実験においては、本発明の実施形態にしたがって、各周波数を最大利用可能パワーで伝達し、伝達の時間を変化させることにより、異なる量のエネルギーが異なる周波数で伝達された。1715グラムの鶏胸肉塊は、摂氏0度～摂氏5度（胸肉の異なる部位において測定された）に20分で加熱された。このように、第2の解凍実験においては、第1の解凍実験で必要とされた時間の約56%が、より大きい装填物を解凍するにあたり十分であったことが観察された。

【0176】

明瞭さのために別個の実施形態の文脈で説明された本発明の特定の特徴が、単一の実施形態において、組み合わせにおいて、提供され得ることが理解される。逆に、簡略さのために単独の実施形態の文脈で説明された本発明の様々な特徴が、別個に、または任意の好適な下位の組み合わせにおいても、提供され得る。

【0177】

本発明は、本発明の特定の実施形態との関連で説明されてきたが、多数の代替物、変更例、および変化例が当業者に明らかであることは明白であろう。したがって、添付の請求項の精神および広い範囲に含まれるすべての係る代替物、変更例、および変化例を含むことを意図するものである。本明細書に言及されるすべての刊行物、特許、および特許出願は、あたかも個々の出版物、特許、または特許出願が、参照により本明細書に援用されることが特におよび個別に示されるのと同程度にまで、引用することにより、その全体が本明細書に援用される。加えて、本出願におけるあらゆる参照の引用および特定は、係る参照が本発明の先行技術として利用可能であることを承認するものであると解釈すべきでは

10

20

30

40

50

ない。

【図 1 A - 1 B】

【図 1 C】

図 1 A

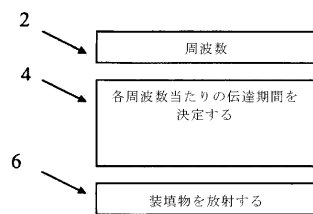


図 1 B

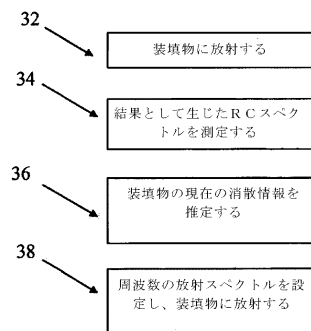
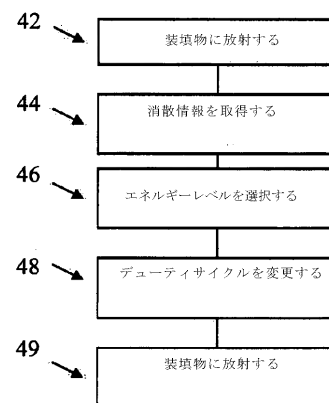
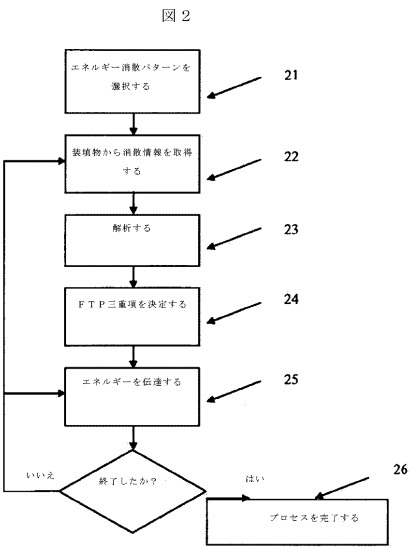


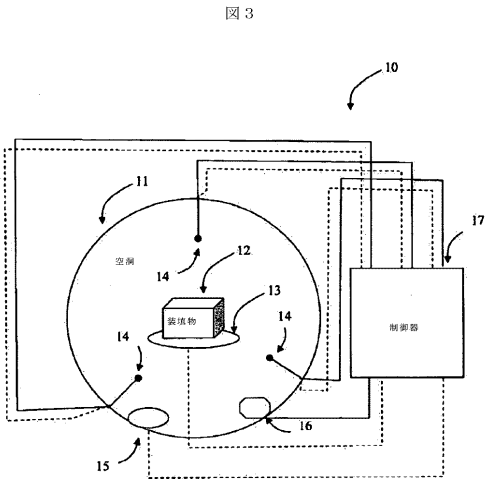
図 1 C



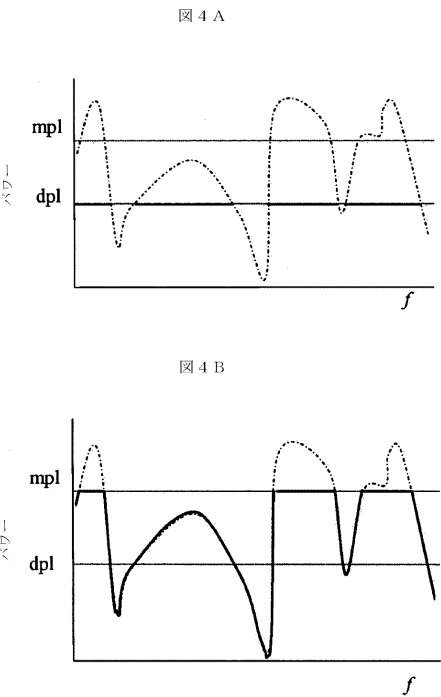
【図 2】



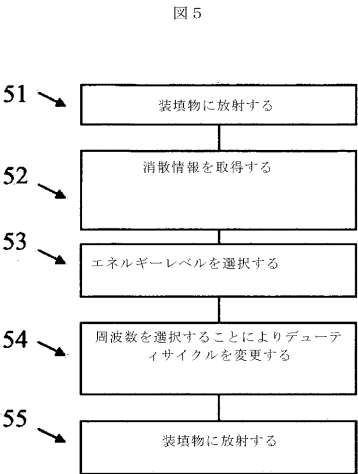
【図 3】



【図 4 A - 4 B】



【図 5】



【図 6】

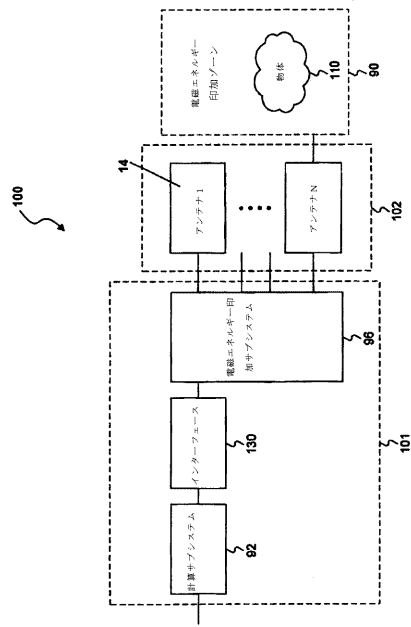


図 6

【図 7】

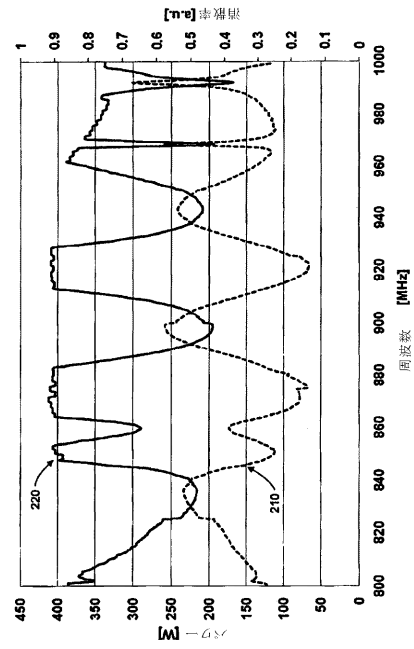


図 7

【図 8】

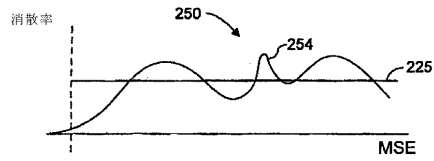


図 8

【図 9】

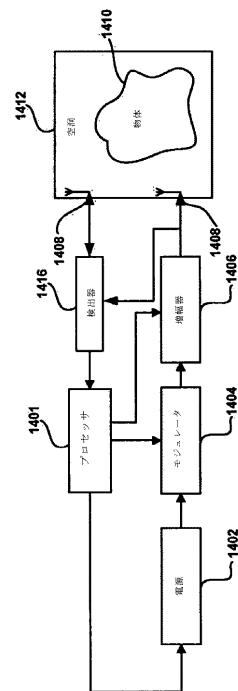


図 9

【図 10】

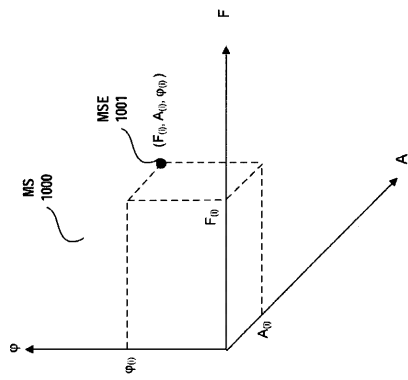


図 10

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/282,980

(32)優先日 平成22年5月3日(2010.5.3)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 61/282,983

(32)優先日 平成22年5月3日(2010.5.3)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ベンーシュムエル, エラン

イスラエル, 56541 サヴィオン, アルミム ストリート 7

(72)発明者 アインジガー, ピンチャス

イスラエル, 34655 ハイファ, ティドハー ストリート 3

(72)発明者 ラベル, アミット

イスラエル, 90627 オフラ, ピー. オー. ボックス 94, ハセラ ストリート
12

審査官 磯部 賢

(56)参考文献 特表2009-527883 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0236334 (US, A1)

特開2008-034244 (JP, A)

実開平01-159388 (JP, U)

特表2002-532239 (JP, A)

特開昭58-111295 (JP, A)

特表2006-511042 (JP, A)

特開平06-310268 (JP, A)

特開2009-238402 (JP, A)

特開2009-259616 (JP, A)

特開2001-244754 (JP, A)

特開平05-000241 (JP, A)

特開平10-112386 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 6/46 — 6/80

F24C 7/02