

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3493428号
(P3493428)

(45)発行日 平成16年2月3日(2004.2.3)

(24)登録日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(51)Int.Cl.⁷

A 6 1 N 1/40

識別記号

F I

A 6 1 N 1/40

請求項の数11(全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-201973(P2000-201973)

(22)出願日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(65)公開番号 特開2002-17874(P2002-17874A)

(43)公開日 平成14年1月22日(2002.1.22)

審査請求日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(73)特許権者 596133441

新潟大学長

新潟県新潟市五十嵐2の町8050番地

(72)発明者 斉藤 義明

新潟県新潟市五十嵐1の町7794番地20

(74)代理人 100072051

弁理士 杉村 興作

審査官 稲村 正義

(56)参考文献 特開 平2-36886 (J P, A)

特開 平5-161717 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

A61N 1/40, 5/02

(54)【発明の名称】 癌温熱治療装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 直六面体形状の空洞共振器と、少なくとも1つのループアンテナとを具え、

前記ループアンテナは、前記空洞共振器の内壁面上において、前記ループアンテナのループ面が前記内壁面に直交するとともに、前記空洞共振器の、前記内壁面と異なる、互いに対向する2つの内壁面と平行となるように設けられ、

治療に供すべき人体を、その体軸が前記対向する2つの内壁面と平行であって、

前記ループアンテナの前記ループ面と平行となるように挿入するように構成されたことを特徴とする、癌温熱治療装置。

【請求項2】 2つのループアンテナのそれぞれを、前記空洞共振器の互いに対向するそれぞれの内壁面上にお

いて、前記2つのループアンテナそれぞれのループ面が互いに平行となるとともに、前記内壁面に直交して隣接する前記空洞共振器の2つの内壁面と平行となるように取り付けられたことを特徴とする、請求項1に記載の癌温熱治療装置。

【請求項3】 前記2つのループアンテナのループ方向が、互いに逆向きであることを特徴とする、請求項2に記載の癌温熱治療装置。

【請求項4】 前記ループアンテナの長さが、前記空洞共振器に導入する高周波電力の波長の1/4であることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一に記載の癌温熱治療装置。

【請求項5】 前記ループアンテナのループ面は、横長の楕円形状又は長方形形状であることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一に記載の癌温熱治療装置。

【請求項6】 人体の所定部位を覆うための筒状の金属部材を具えることを特徴とする、請求項1～5の癌温熱治療装置。

【請求項7】 前記筒状の金属部材の一方の底面は、金属平板で覆われていることを特徴とする、請求項6に記載の癌温熱治療装置。

【請求項8】 前記空洞共振器内の共振周波数を調節するための共振周波数調整部材を具えることを特徴とする、請求項1～7いずれか一に記載の癌温熱治療装置。

【請求項9】 前記共振周波数調整部材は、金属、誘電体及び人体等価ファントムの少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項8に記載の癌温熱治療装置。

【請求項10】 前記空洞共振器の共振周波数を測定するための1対の励振アンテナ及び受信アンテナを具えることを特徴とする、請求項1～9のいずれか一に記載の癌温熱治療装置。

【請求項11】 前記励振アンテナ及び前記受信アンテナの少なくとも一方は、前記ループアンテナの前記ループ面と直交する前記空洞共振器の内壁面に設置したことを特徴とする、請求項10に記載の癌温熱治療装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は癌温熱治療装置に関し、詳しくは、空洞共振器内に人体を配置し、人体の特定部位を加熱して癌を治療する方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来においても、立体の空洞共振器により癌を加熱して治療する装置に関する提案はあったが、身体の深部まで有効に加熱することはできなかった。その原因は、従来方法においては、人の頭と足を結ぶ線を体軸と称することにすると、人体を挿入する前の電界分布では体軸の中央が電界最大になる励振モードが用いられていたことに起因する。すなわち、このような励振モードの空洞共振器内に人体を挿入すると、予め好ましい電界分布に設定しておいた励振モードが変化してしまい、希望する人体深部の電界強度が弱くなり有効な加熱が不可能となってしまうためである。

【0003】もう一つの原因は、上記方法においては、空洞共振器の共振周波数に一致した高周波電力を印加する必要があるが、人体を挿入した場合においては、空洞共振器の損失が大きくなるため共振周波数が不明確になってしまうことに起因する。すなわち、この場合においては、共振周波数の測定が事実上不可能になるため、空洞共振器の共振周波数に一致した高周波電力を印加することができず、その結果、希望する人体深部の電界強度が弱くなって有効な加熱が不可能となってしまうためである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、人体の深部

まで有効に加熱することができ、これによって人体における癌の温熱治療を有効に行うことのできる癌温熱治療装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明の癌温熱治療装置は、直六面体形状の空洞共振器と、少なくとも1つのループアンテナとを具え、前記ループアンテナは、前記空洞共振器の内壁面上において、前記ループアンテナのループ面が前記内壁面に直交するとともに、前記空洞共振器の、前記内壁面と異なる、互いに対向する2つの内壁面と平行となるように設けられ、治療に供すべき人体を、前記ループアンテナの前記ループ面と略平行となるように挿入するように構成されたことを特徴とする。

【0006】本発明の癌温熱治療装置によれば、従来の癌温熱治療装置と異なり、空洞共振器内に高周波電力を導入するためのループアンテナを、前記空洞共振器の内壁面上において、そのループ面が前記内壁面と直交するようにして設けるとともに、前記空洞共振器の、前記内壁面と異なる互いに対向する2つの内壁面と平行となるようにして設けている。したがって、前記互いに対向する2つの内壁面と平行に、一定の電界強度を有する励振モードで、前記空洞共振器内に導入された前記高周波電力を共振させることができる。

【0007】したがって、前記空洞共振器内に前記2つの対向面と平行に人体を挿入すると、前記人体には、共振状態で一定の電界強度を有する上記高周波電力が印加されることになるが、人体の電気定数と空洞共振器の内部空間における電気定数とが異なることに起因して、前記人体内に入射した前記高周波電力は前記人体の先端で反射される。この反射された高周波電力は前記人体の反対側の先端で再度反射され、前記人体の所定部位に集中する。時間の経過とともに、前記人体の所定部位において集中した高周波電力が重畳されるため、この部分における電界強度が増加する。その結果、前記人体の所定部位を深部に至るまで有効に加熱することができ、かかる部分に生じている癌を有効に治療することができる。

【0008】本発明の癌温熱治療方法によれば、従来の治療方法における10%程度の完治率を、50%程度まで飛躍的に向上させることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面と関連させながら、発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明の癌温熱治療装置の一例を示す図である。なお、図においては、癌温熱治療装置内に人体を挿入した状態を示している。図1に示す装置は、直六面体形状の空洞共振器1と、その上内壁面1Aにループアンテナ2とを具えている。ループアンテナ2は、そのループ面2Aが上内壁面1Aと直交して隣接するとともに、互いに対向する空洞共振器1の側内壁面1B及び1Cと平行

となるようにして取り付けられている。

【0010】ループアンテナ2の一端は、コネクタ3に接続されている。コネクタ3は、図示しないインピーダンス整合器を介して同じく図示しない外部高周波電源に接続され、空洞共振器1に前記外部高周波電源から高周波電力を導入できるようになっている。ループアンテナ2の他端2Bは開放され、導入された前記高周波電力を励起して、空洞共振器1内で共振できるように構成されている。また、空洞共振器1内には、人体を載置するためのテーブル4が設けられるとともに、空洞共振器1の左端面には、人体を共振器内に挿入するための開口部5が形成されている。開口部5は、人体の挿入に応じて所定の蓋により開閉され、人体を温熱により治療する際には、蓋によって閉められる。

【0011】本発明の癌温熱治療装置を用いて、人体に発生した癌を温熱治療するに際しては、人体を挿入する以前において、コネクタ3を通じて前記外部高周波電源から所定の高周波電力を空洞共振器1内に導入する。そして、ループアンテナ2によって導入された前記高周波電力を励起し、空洞共振器1内で共振させる。次いで、このような共振状態にある空洞共振器1内に、人体6を開口部5より挿入し、体軸7が空洞共振器1の側内壁面1B及び1Cと平行となるようにしてテーブル4上に載置する。

【0012】この際において、ループアンテナ2のループ面2Aは、空洞共振器1の側内壁面1B及び1Cと平行であるので、人体6には体軸7の方向において一定の電界強度を有する励振モード、すなわち、電界強度の変化のない励振モードの高周波電力が印加される。すると、人体6の電気定数と空洞共振器1内部の電気定数との相違から、上記励振モードで人体6内に入射した高周波電力は人体6の先端で反射される。

【0013】反射された高周波電力は、人体6の他方の先端で再度反射され、例えば、人体6の所定部位6Aに集中する。時間の経過とともに、この所定部位6Aに集中してくる高周波電界の割合が増大し、これらが重畳されて所定部位6Aにおける電界強度が増大する。その結果、所定部位6Aを深部に至るまで有効に加熱することができ、かかる部分に生じている癌を効果的に治療することができる。

【0014】図2は、図1に示すような装置を用いた加熱実験の結果を示す温度分布図である。なお、この場合においては、実際の人体に代えてTX151と水からなるダミーの人体を用いて実施した。また、共振周波数は57.7MHzとし、高周波電力500Wで60分間加熱した。図2から明らかなように、ダミー人体のループアンテナ2側である表面側の部位において21.2と最も高くなっているが、内部においても20.2まで温度が上昇している事が分かる。したがって、本発明の装置によって人体の所定部位の深部にまで加熱すること

ができ、かかる部分に発生した癌を効果的に温熱治療でできることが分かる。

【0015】しかしながら、図1に示す癌温熱治療装置においては、ループアンテナ2から遠ざかるにしたがって加熱効率が低下するため、人体6のループアンテナ2に近い部分が最も加熱され、そこから遠ざかるにしたがって加熱度合いが低下し、ループアンテナ2から離れた部分については所定の温度にまで加熱できない場合がある。このことは、図2において、ループアンテナ2から遠く離れた部位については、17.2までしか加熱されていないことから明らかである。

【0016】この場合においては、ループアンテナ2と対向するように空洞共振器1の下内壁面1Dにおいて、追加のループアンテナを設けることが好ましい。追加のループアンテナは、そのループ面がループアンテナ2のループ面2Aと平行となるとともに、空洞共振器1の側内壁面1B及び1Cと平行となるように設ける。

【0017】そして、追加のループアンテナとループアンテナ2とのループ方向が同じである場合は、これらのアンテナに、それぞれ逆位相の高周波電力を印加する。また、これらアンテナのループ方向が逆である場合は、これらアンテナに同位相の高周波電力を印加する。これによって、これら2つのループアンテナによる加熱効果が加算され、人体6を断面方向において効率良く加熱することができる。

【0018】この際、特に人体6の断面方向における中央部の温度が最も高くなる傾向がある。したがって、人体6の最も深部に相当する断面方向における中央部をも効率的に加熱することができ、この部分に存在する癌を効率よく治療することができる。特に、同位相の高周波電力を印加するのみで上記の効果を容易に得ることができるため、追加のループアンテナのループ方向はループアンテナ2と逆向きとすることが好ましい。

【0019】図3は、ループアンテナ2と逆向きのループ方向を有する追加のループアンテナを空洞共振器1の下内壁面1Dに設置した場合の、人体加熱シミュレーションの結果を示す温度分布図である。なお、シミュレーションは、実際の人体に代えてTX151と水からなるダミーの人体を用いて実施した。また、共振周波数は57.7MHzとし、高周波電力600Wで60分間加熱した。

【0020】図3から明らかなように、ダミー人体の内部はほとんど均一に40以上にまで加熱されていることが分かる。そして、特に、ダミー人体の中央部において42以上にまで加熱されていることが分かる。したがって、上記好ましい態様においては、人体内部を均一に加熱することができるとともに、互いのループアンテナから最も離れた中央部を最も効率良く加熱できることが分かる。すなわち、本発明の上記好ましい態様によれば、人体の所定部位において深部までより効率良く加熱

することができ、これによって癌の温熱治療をより効果的に行うことができる。

【0021】また、上記のように2つに限らず、3以上の複数のループアンテナを、それぞれのループ面が空洞共振器の互に対向する内壁面と平行となるように前記空洞共振器の所定の内壁面上に設け、これらアンテナに印加する高周波電力の電力強度及び位相を適宜に制御することにより、人体の所定の部位を任意に加熱することができる。

【0022】ループアンテナの長さは特に限定されないが、空洞共振器内に導入する高周波電力の波長の1/4であることが好ましい。これによって、前記高周波電力を効率良く励起し、共振させることができる。また、図1に示すループアンテナ2のループ面2Aは略円形状を呈しているが、人体における比較的広範囲な部位を加熱するにあたっては、横長の楕円形状又は長方形を呈することが好ましい。

【0023】図4は、本発明の癌温熱治療装置における好ましい態様を説明するための図である。図4において、図1と同一の部分については、同一の符号を用いて表している。上述したような本発明の癌温熱治療方法においては、例えば、頭や足先など、人体の加熱すべき部位以外の部位が加熱されてしまう場合が生じる。この際においては、図4に示すように、人体6の加熱すべき部位以外の部位を筒状の金属部材12で覆うようにすることが好ましい。これによって、前記共振状態にある高周波電力は前記金属部材内に侵入しなくなるため、かかる部位が加熱するのを防止することができる。

【0024】また、この場合においては、図4に示すように金属部材12の一方の底面を金属平板13で覆うことが好ましい。これによって、上記高周波電力の侵入をより効果的に防止することができる。なお、図4に示すように、金属部材は必ずしも六角柱状である必要はなく、人体の形状に合わせて所定の形状のものを使用することができる。

【0025】図5は、図4に示す好ましい態様の装置を用いた場合の人体加熱シュミレーションの結果を示す温度分布図である。シュミレーションは、実際の人体に代えてTX151と水からなるダミーの人体を用いて実施した。また、共振周波数は57.7MHzとし、高周波電力300Wで60分間加熱した。なお、図5においては、空洞共振器1の側内壁面1B及び1Cに平行な面で切った断面におけるダミー人体の温度分布を示している。

【0026】図5から明らかなように、金属部材12で覆われていない、ダミー人体の中央部は40を超えて加熱されているのに対し、金属部材12で覆われた部位については、約40以下までしか加熱されていない事が分かる。したがって、人体の所定の部位を金属部材で覆うことにより、かかる部位の加熱を効果的に防止で

きる事が分かる。

【0027】図6は、本発明の癌温熱治療方法における他の好ましい態様を説明するための図である。図6において、図1と同一の部分については、同一の符号を用いて表している。人体の大きさや形が変われば空洞共振器1の共振周波数が変わる。しかしながら、外部高周波電源やケーブルの長さ或いはインピーダンス整合器の周波数依存性を考えると、空洞共振器1の共振周波数は一定である方が望ましい。したがって、図6に示すような共振周波数調整部材14を空洞共振器1内の所定の位置に設置し、空洞共振器1の共振周波数を一定にすることが好ましい。

【0028】具体的には、共振周波数調整部材14の大きさや長さ、材質、並びに設置位置を適宜に調節することによって実施する。共振周波数調整部材は、図6に示すような人体6を載置するテーブル4上のみならず、所定の台座を用いて空洞共振器1内の適当な位置に配置することができる。

【0029】共振周波数調整部材14は、Cu、Al及びFeなどの金属、セラミック、Ti及び油などの誘電体、TX151、界面剤液及び水などの人体等価ファントムから構成することができる。そして、これら材質を適宜に選択することにより、空洞共振器の共振周波数を調整する。

【0030】なお、図4に示すような六角柱状の金属部材を用いる場合においては、この金属部材の径、長さ、及び空洞共振器内での位置を適宜に調節することによっても、空洞共振器における共振周波数を一定に保持することができる。

【0031】次に、本発明の癌温熱治療方法における共振周波数の測定方法について説明する。図7は、上記共振周波数の測定方法を説明するための図である。本発明の装置を用いることによって人体の所定部位が効率よく加熱されるようになると、共振状態の高周波電力の人体に吸収される割合が増大し、空洞共振器のQは大幅に低下してしまう。したがって、例えば、ループアンテナ2が設けられている上内壁面1A、あるいは下内壁面1Dに受信アンテナを配置して、空洞共振器の共振周波数を測定しようとしても、空洞共振器の周波数共振特性からは測定することができない。

【0032】この場合においては、図7に示すように、ループアンテナ2のループ面2Aと直交する側内壁面1E上に励振アンテナ15を設けるとともに、ループ面2Aと平行な側内壁面1B上に受信アンテナ16を設ける。そして、励振アンテナ15に対して可変周波数高周波電力発生器の出力を印加する。このとき、励振アンテナ15から供給された前記高周波電力は、人体6においてほとんど吸収されることなく、空洞共振器1内で共振する。したがって、励振アンテナ15に入力され、この励振アンテナ15から空洞共振器1内に出力された前記

可変周波数高周波電力発生器の周波数を受信アンテナ16で受信し、最大受信信号の周波数から空洞共振器1の共振周波数を測定することができる。

【0033】なお、図7では、励振アンテナ15を、ループアンテナ2のループ面2Aと直交する側内壁面1E上に設けているが、励振アンテナから出力された前記高周波電力が空洞共振器1内における共振条件を満足して共振する限りにおいて、励振アンテナ15を側内壁面1Bに設け、受信アンテナ16を側内壁面1E上に設けることもできるし、両者を側内壁面1E上に設けることもできる。さらには、それぞれのアンテナをループ面2Aと直交する側内壁面1C及び1Eのそれぞれの上に設けることもできる。

【0034】以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0035】

【発明の効果】本発明の癌温熱治療装置によれば、人体の所定の部位において深部まで有効に加熱することができる。温熱による癌治療を効果的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の癌温熱治療装置の一例を示す図である。

【図2】図1に示す装置を用いた場合の加熱実験における温度分布図である。

【図3】本発明の好ましい態様の装置を用いた場合の加熱シミュレーションにおける温度分布図である。

【図4】本発明の癌温熱治療装置の好ましい態様における一例を示す図である。

【図5】図4に示す装置を用いた場合の加熱シミュレーションにおける温度分布図である。

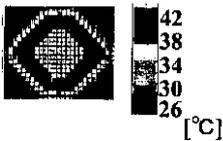
【図6】本発明の癌温熱治療装置の好ましい態様における他の例を示す図である。

【図7】本発明の癌温熱治療装置の好ましい態様におけるその他の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 空洞共振器
- 2 ループアンテナ
- 3 コネクタ
- 4 テーブル
- 5 開口部
- 6 人体
- 7 人体の体軸
- 12 金属部材
- 13 金属平板
- 14 共振周波数調整部材
- 15 励振アンテナ
- 16 受信アンテナ

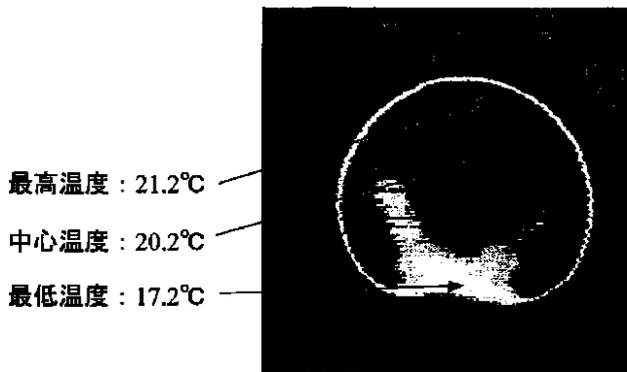
【図3】



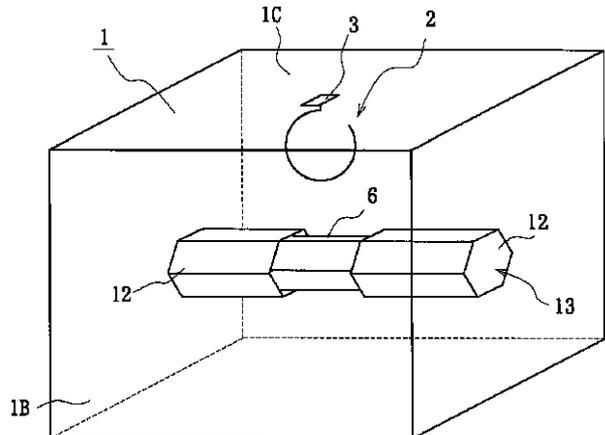
【図5】



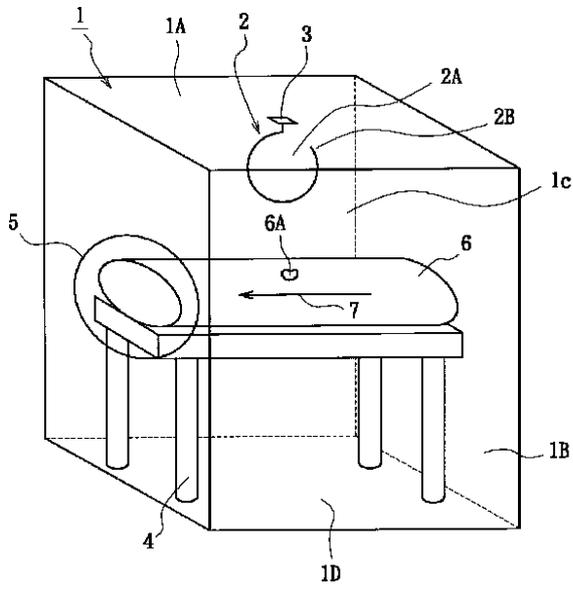
【図2】



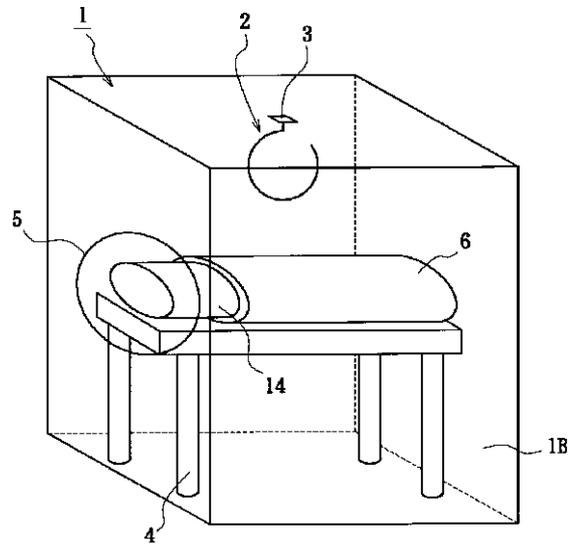
【図4】



【図1】



【図6】



【図7】

