

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】令和6年5月17日(2024.5.17)

【公開番号】特開2023-4352(P2023-4352A)

【公開日】令和5年1月17日(2023.1.17)

【年通号数】公開公報(特許)2023-009

【出願番号】特願2021-105975(P2021-105975)

【国際特許分類】

H02J 50/12(2016.01)

A61M 15/00(2006.01)

10

【F I】

H 0 2 J 5 0 / 1 2

A 6 1 M 1 5 / 0 0

A

【手続補正書】

【提出日】令和6年4月23日(2024.4.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

20

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体を霧化して噴出するネプライザであって、

本体下部と、この本体下部と組み合わされる本体上部とを備え、

上記本体下部は、電源部と、この電源部から電力供給を受けて発振出力を発生する発振部と、上記本体上部へ上記発振出力を送電するための送電側回路とを搭載し、

上記本体上部は、上記発振出力を受電するための受電側回路と、受電された上記発振出力を用いて、供給された液体を霧化するように構成された超音波振動子を含む霧化部とを搭載し、

上記送電側回路から上記受電側回路へワイヤレス給電を行う給電システムを備えたネプライザにおいて、

上記送電側回路は、送電コイルを含み、上記送電コイルを通して或る発振周波数で電力を上記受電側回路へ向けて送電し、

上記受電側回路では、受電コイルと、容量性リアクタンスを含む負荷としての上記超音波振動子とが受電側共振回路を構成して、上記受電側共振回路の共振周波数を定めており、

給電中に上記超音波振動子の上記容量性リアクタンスを含むインピーダンスが変化するに伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する制御部を備えたことを特徴とするネプライザ。

【請求項2】

請求項1に記載のネプライザにおいて、

上記制御部は、

上記送電側回路における送電のための電圧値および/または電流値を検出する検出部を含み、

給電開始時に上記送電側回路における上記発振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数に一致させ、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化したとき

40

50

、上記受電側回路の上記インピーダンスの変化を、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出し、

上記検出部による検出結果に基づいて、上記電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する

ことを特徴とするネプライザ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のネプライザにおいて、

上記送電側回路では、上記送電コイルと、コンデンサとが送電側共振回路を構成して、上記送電側共振回路の共振周波数が上記発振周波数になっており、

上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持するように上記送電側共振回路の共振周波数を制御する

ことを特徴とするネプライザ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のネプライザにおいて、

上記制御部は、

上記送電側回路における送電のための電圧値および／または電流値を検出する検出部を含み、

給電開始時に上記送電側共振回路の共振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数の初期値に一致させて、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路とを同調状態にし、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記受電側共振回路の共振周波数が上記初期値から別の値へシフトしたことを、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出し、

上記検出部による検出結果に基づいて、上記送電側回路の共振周波数を上記別の値に一致するように制御することによって、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持する

ことを特徴とするネプライザ。

【請求項 5】

請求項 2 または 4 に記載のネプライザにおいて、

上記制御部は、上記検出部が検出する上記電圧値および電流値に基づいて、上記送電側回路における現在の発振電力を算出し、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記発振電力が予め定められた目標電力値から外れたとき、上記発振電力が上記目標電力値になるように上記発振電力を調整する

ことを特徴とするネプライザ。

【請求項 6】

請求項 2、4 または 5 に記載のネプライザにおいて、

上記制御部は、

上記送電側回路における上記電圧値が予め定められた規定値を上回り、上記送電側回路における上記電流値が予め定められた規定値を下回り、および／または、上記電圧値と上記電流値との積である発振電力が予め定められた許容範囲を外れるエラーが発生しているか否かを判断し、

上記エラーが予め定められた時間継続したとき、エラー発生を表すアラーム信号を出力して報知する

ことを特徴とするネプライザ。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 までのいずれか一つに記載のネプライザにおいて、

上記本体下部に、上記制御部が搭載されている

ことを特徴とするネプライザ。

【手続補正 2】

10

20

30

40

50

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は給電システムを備えたネプライザに関し、より詳しくは、送電コイルを含む送電側回路から受電コイルを含む受電側回路へワイヤレス給電を行う給電システムであって、上記受電コイルに生じた交流電力を直接負荷に供給するものを備えたネプライザに関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来、この種の給電システムとしては、例えば特許文献1（国際公開第2014/178345号）に開示されているように、1次共振回路から2次共振回路に電力がワイヤレスで送られ、2次共振回路に接続された負荷に電力供給が行われる給電システムであって、2次側に生じた電力（交流電力）を一旦直流に変換せず、直接負荷に供給するものが知られている。

【0003】

また、特許文献2（国際公開第2014/111972号）には、1次側電力用コイルから2次側電力用コイルへ無接触状態で電力の伝送が行われる場合に、2次側電力用コイルに生ぜしめられた高周波電圧が、負荷としての超音波振動子に駆動電力として供給される旨が記載されている。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2014/178345号

【特許文献2】国際公開第2014/111972号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1、2の記載によれば、送電コイルを含む送電側回路から受電コイルを含む受電側回路へワイヤレス給電を行う給電システムにおいて、上記受電コイルに生じた交流電力を、一旦直流に変換せず、負荷としての超音波振動子に直接供給する回路構成が考えられる。 30

【0006】

しかしながら、上記回路構成では、温度変動などの影響によって、給電中に負荷としての超音波振動子のインピーダンス（容量性リアクタンスが支配的であるが、誘導性リアクタンス、抵抗成分も含む。）が変化して、受電側回路で上記受電コイルと上記超音波振動子とが構成する共振回路の共振周波数が変化する可能性がある。その場合、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率が低下するという問題が生ずる。 40

【0007】

そこで、この発明の課題は、送電側回路から受電側回路へワイヤレス給電を行い、受電コイルに生じた交流電力を直接負荷に供給するタイプの給電システムを備えたネプライザであって、負荷のインピーダンスが変化したとしても、送電側回路から受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できるネプライザを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、この開示のネプライザは、
液体を霧化して噴出するネプライザであって、 50

本体下部と、この本体下部と組み合わされる本体上部とを備え、
 上記本体下部は、電源部と、この電源部から電力供給を受けて発振出力を発生する発振部と、上記本体上部へ上記発振出力を送電するための送電側回路とを搭載し、
 上記本体上部は、上記発振出力を受電するための受電側回路と、受電された上記発振出力を用いて、供給された液体を霧化するように構成された超音波振動子を含む霧化部とを搭載し、
 上記送電側回路から上記受電側回路へワイヤレス給電を行う給電システムを備えたネブライザにおいて、

上記送電側回路は、送電コイルを含み、上記送電コイルを通して或る発振周波数で電力を上記受電側回路へ向けて送電し、

上記受電側回路では、受電コイルと、容量性リアクタンスを含む負荷としての上記超音波振動子とが受電側共振回路を構成して、上記受電側共振回路の共振周波数を定めており、給電中に上記超音波振動子の上記容量性リアクタンスを含むインピーダンスが変化するのに伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する制御部を備えたことを特徴とする。

【0009】

本明細書で、「容量性リアクタンスを含む負荷」とは、超音波振動子を指す。超音波振動子は、圧電セラミクスと、この圧電セラミクスを挟んで設けられた一対の電極とを有し、上記一対の電極間に高周波電圧が印加されると上記圧電セラミクスが超音波振動するようになっている。

【0010】

この開示のネブライザでは、上記制御部は、給電中に上記負荷としての上記超音波振動子の上記容量性リアクタンスを含むインピーダンスが変化するのに伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する。したがって、このネブライザによれば、上記負荷のインピーダンスが変化したとしても、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できる。この結果、上記超音波振動子を含む霧化部は、受電された上記発振出力を用いて、供給された液体を安定して霧化し、噴出することができる。

【0011】

一実施形態のネブライザでは、
 上記制御部は、
 上記送電側回路における送電のための電圧値および／または電流値を検出する検出部を含み、

給電開始時に上記送電側回路における上記発振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数に一致させ、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化したとき、上記受電側回路の上記インピーダンスの変化を、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出し、

上記検出部による検出結果に基づいて、上記電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する
 ことを特徴とする。

【0012】

「電圧値および／または電流値」とは、電圧値と電流値との一方でもよく、両方でもよい。例えば、電圧対電流の比であってもよい。上記電圧値、電流値は、それぞれ実効値であってもよい。

【0013】

この一実施形態のネブライザでは、上記制御部は、給電開始時に上記送電側回路における上記発振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数に一致させる。なお、給電開始時に

10

20

30

40

50

は、上記負荷のインピーダンス（特に、容量性リアクタンス）が予め定められた値をもつので、上記送電側回路における上記発振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数に一致させ得るものとする。さらに、上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化したとき、上記受電側回路の上記インピーダンスの変化を、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出する。そして、上記制御部は、上記検出部による検出結果に基づいて、上記電力伝送効率を維持するように上記発振周波数を制御する。したがって、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できる。

【0014】

一実施形態のネプライザでは、

10

上記送電側回路では、上記送電コイルと、コンデンサとが送電側共振回路を構成して、上記送電側共振回路の共振周波数が上記発振周波数になっており、

上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持するように上記送電側共振回路の共振周波数を制御することを特徴とする。

【0015】

この一実施形態のネプライザでは、上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側共振回路の共振周波数が変化したとき、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持するように上記送電側共振回路の共振周波数を制御する。したがって、このネプライザによれば、上記負荷のインピーダンスが変化したとしても、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できる。

20

【0016】

一実施形態のネプライザでは、

上記制御部は、

上記送電側回路における送電のための電圧値および／または電流値を検出する検出部を含み、

給電開始時に上記送電側共振回路の共振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数の初期値に一致させて、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路とを同調状態にし、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記受電側共振回路の共振周波数が上記初期値から別の値へシフトしたことを、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出し、

上記検出部による検出結果に基づいて、上記送電側回路の共振周波数を上記別の値に一致するように制御することによって、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持することを特徴とする。

30

【0017】

この一実施形態のネプライザでは、上記制御部は、給電開始時に上記送電側共振回路の共振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数の初期値に一致させて、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路とを同調状態にする。なお、給電開始時には、上記負荷のインピーダンス（特に、容量性リアクタンス）が予め定められた値をもつので、上記送電側回路における上記発振周波数を上記受電側共振回路の共振周波数の初期値に一致させ得るものとする。さらに、上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記受電側共振回路の共振周波数が上記初期値から別の値へシフトしたことを、上記検出部によって、上記送電側回路における上記電圧値および／または電流値に応じて検出する。そして、上記制御部は、上記検出部による検出結果に基づいて、上記送電側回路の共振周波数が上記別の値に一致するように制御することによって、上記送電側共振回路と上記受電側共振回路との間の同調状態を維持する。したがって、上記送電側回路から上記受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できる。

40

【0018】

50

一実施形態のネプライザでは、

上記制御部は、上記検出部が検出する上記電圧値および電流値に基づいて、上記送電側回路における現在の発振電力を算出し、

給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記発振電力が予め定められた目標電力値から外れたとき、上記発振電力が上記目標電力値になるように上記発振電力を調整することを特徴とする。

【0019】

この一実施形態のネプライザでは、上記制御部は、上記検出部が検出する上記電圧値および電流値に基づいて、上記送電側回路における発振電力を算出する。さらに、上記制御部は、給電中に上記負荷の上記変化に伴って上記受電側回路のインピーダンスが変化して、上記発振電力が予め定められた目標電力値から外れたとき、上記発振電力が上記目標電力値になるように上記発振電力を調整する。したがって、上記送電側回路における発振電力が上記目標電力値に維持される。

10

【0020】

一実施形態のネプライザでは、

上記制御部は、

上記送電側回路における上記電圧値が予め定められた規定値を上回り、上記送電側回路における上記電流値が予め定められた規定値を下回り、および／または、上記電圧値と上記電流値との積である発振電力が予め定められた許容範囲を外れるエラーが発生しているか否かを判断し、

20

上記エラーが予め定められた時間継続したとき、エラー発生を表すアラーム信号を出力して報知する

ことを特徴とする。

【0021】

「予め定められた時間」とは、例えば、制御部の1制御周期が10ミリ秒であるとき、3制御周期に相当する期間（30ミリ秒間）とする。

30

【0022】

アラーム信号の「出力」とは、例えばランプの表示（点灯または点滅）、ブザー音の発生などを指す。

【0023】

この一実施形態のネプライザでは、上記制御部は、上記送電側回路における上記電圧値が予め定められた規定値を上回り、上記送電側回路における上記電流値が予め定められた規定値を下回り、および／または、上記電圧値と上記電流値との積である発振電力が予め定められた許容範囲を外れるエラーが発生しているか否かを判断する。そして、上記制御部は、上記エラーが予め定められた時間継続したとき、エラー発生を表すアラーム信号を出力して報知する。ユーザは、上記アラーム信号によって、エラー発生を知ることができる。したがって、ユーザは、例えば、給電システムを停止し、再起動するなどの対処をとることができ、また、エラー発生が頻発するようであれば、メーカーのサービス部門へ修理を依頼することができる。

40

【0024】

【0025】

【0026】

一実施形態のネプライザでは、上記本体下部に、上記制御部が搭載されていることを特徴とする。

【0027】

この一実施形態のネプライザでは、上記本体下部に搭載された上記電源部、上記発振部、上記送電側回路に加えて、上記制御部が、上記本体下部に搭載されている。したがって、上記電源部、上記発振部、上記送電側回路に加えて、上記制御部が、上記本体下部をなす筐体によって保護される。例えば上記液体によって浸食されるのを防止できる。

50

【発明の効果】

【0028】

以上より明らかなように、この開示の給電システムを備えたネプライザによれば、負荷としての超音波振動子のインピーダンスが変化したとしても、送電側回路から受電側回路への電力伝送効率が低下するのを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】この発明の一実施形態の給電システムを備えたネプライザの分解状態を示す斜視図である。

【図2】上記ネプライザの内部構造を側方から見たところを模式的に示す図である。 10

【図3】上記ネプライザの制御系のブロック構成を示す図である。

【図4】上記ネプライザの送電側回路と受電側回路とがとり得る様々な構成例を示す図である。

【図5】図5(A)は、上記ネプライザの送電側回路と受電側回路とがP-P方式である場合の、具体的な構成例を示す図である。図5(B)は、制御部が発生する発振周波数を表す信号の波形を示す図である。図5(C)は、負荷としてのホーン振動子の等価回路を示す図である。

【図6】ユーザによる上記ネプライザの使用態様を示す図である。

【図7】図7は、上記ネプライザの制御部による概略的な動作フローを示す図である。

【図8】図8(A)、図8(B)は、図7の動作フローに含まれたフィードバックの具体的な動作フローを示す図である。 20

【図9】図9(A)は、上記ネプライザの送電側回路と受電側回路とがP-P方式の構成例である場合における、動作(給電)開始時の発振周波数 f_d と送電側回路における電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。図9(B)は、図9(A)において周波数ずれが生じたときの発振周波数 f_d と上記電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。図9(C)は、図9(B)において発振周波数 f_d と上記電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。

【図10】図10(A)は、図9(A)の場合における発振電流 I_o と発振電圧 V_o の位相を示す図である。図10(B)は、図9(B)の場合における発振電流 I_o と発振電圧 V_o の位相を示す図である。 30

【図11】図11(A)は、上記ネプライザの送電側回路と受電側回路とがN-P方式またはN-S方式の構成例である場合における、動作(給電)開始時の発振周波数 f_d と送電側回路における電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。図11(B)は、図11(A)において負荷増大が生じたときの発振周波数 f_d と上記電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。図11(C)は、図11(A)において周波数ずれが生じたときの発振周波数 f_d と上記電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、この発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。 40

【0031】

(ネプライザの概略構成)

図1は、この発明の一実施形態の給電システムを備えたネプライザ(全体を符号1で示す)を分解状態で示している。このネプライザ1は、大別して、本体筐体11Mを有する本体下部としての本体11と、この本体11に着脱可能に装着される本体上部としての噴霧ユニット12とを備えている。

【0032】

本体11をなす本体筐体11Mは、この例では長円状(図1において左手前から右奥へ延在する長軸11Aを有する)の平面形状で、縦軸11Cの方向(この例では、上下方向)に延在する柱状の外形を有している。本体筐体11Mの前面(図1において左手前の側

10

20

30

40

50

面) 11Ms にこのネプライザ 1 の電源をオン、オフするための電源スイッチ 50A と、このネプライザ 1 の動作状態を示すための表示ランプ 51A, 51B とが設けられている。本体筐体 11M の上壁 11Mt の中央部(縦軸 11C が通る)には、本体 11 と噴霧ユニット 12 を着脱可能に取り付けるための要素として、略短円筒状の外形をもつ凹部 11K1 が設けられている。この例では、凹部 11K1 は、縦軸 11C の周りの特定の方位(この例では、120° 間隔の 3 方位)に相当する部位に、径方向外向きに拡張された方位溝 11K1e, 11K1e, 11K1e を有している。

【0033】

噴霧ユニット 12 は、本体筐体 11M におけるのと同じ長円状の平面形状を有するベース筐体 30M と、このベース筐体 30M を覆うカバー部材 31 とを含んでいる。カバー部材 31 は、ベース筐体 30M に対して縦軸 11C の方向に(この例では、上方から)着脱可能に嵌合して取り付けられる。ベース筐体 30M とカバー部材 31 とは、装着用筐体 30 を構成している。

【0034】

この例では、ベース筐体 30M は、縦軸 11C から左手前側へ偏心した部位に、上方へ円柱状に突起した上段収容部 30Ma を有している。上段収容部 30Ma は、液体(この例では、予め定められた薬液)を霧化するのに適合した振動部としてのホーン振動子 40 を収容している。この例では、上段収容部 30Ma の頂面 30Mt に、メッシュ部材 20 が、ホーン振動子 40 に対向する状態で載置されている。この例では、メッシュ部材 20 は、上記薬液を霧化するのに適合したメッシュ部を含むシート 21 と、シート 21 の周縁を支持するフランジ部 22 とを含んでいる。「メッシュ部」とは、シート(または板材)に複数の微細な貫通孔を有し、これらの貫通孔を通過させて液体を霧化するための要素を意味する。この例では、メッシュ部材 20 は、1 回の使用が終わると、使い捨てされるようになっている。この例では、ホーン振動子 40 とメッシュ部材 20 とが霧化部を構成している。これにより、上記霧化部として市販品におけるのと同じ構成を採用でき、設計が容易になる。

【0035】

噴霧ユニット 12 の底壁 30Mb の中央部(縦軸 11C が通る)には、本体 11 と噴霧ユニット 12 を着脱可能に取り付けるための要素として、略短円柱状の外形をもつ凸部 30K1 が設けられている。この例では、凸部 30K1 は、本体筐体 11M の凹部 11K1 と対応する形状を有している。すなわち、凸部 30K1 は、略円筒状で、縦軸 11C の周りの特定の方位(この例では、120° 間隔の 3 方位)に相当する部位に、径方向外向きに突出した拡径部(図示せず)を有している。したがって、本体 11(本体筐体 11M)に対して噴霧ユニット 12(ベース筐体 30M)を縦軸 11C の方向に(この例では、上方から)接近させれば、凹部 11K1 に対して凸部 30K1 が嵌合して、本体 11 と噴霧ユニット 12 とが簡単に取り付けられる。本体 11 に対して噴霧ユニット 12 が一旦取り付けられると、凹部 11K1 と凸部 30K1 との間の摩擦力によって取り付け状態が維持される。なお、ユーザがその摩擦力を超える力を加えて、本体 11 から噴霧ユニット 12 を縦軸 11C の方向に離間させれば、本体 11 から噴霧ユニット 12 が簡単に取り外される。

【0036】

カバー部材 31 は、ベース筐体 30M におけるのと同じ長円状の平面形状で、縦軸 11C の方向に延在する筒状の外形を有している。カバー部材 31 の頂壁 31t のうち縦軸 11C から左手前側へ偏心した部位に、円形の開口 31o が設けられている。ベース筐体 30M に対してカバー部材 31 が取り付けられた状態では、開口 31o の縁部が、縦軸 11C の方向に(この例では、上方から)、メッシュ部材 20 のフランジ部 22 を押圧する。これにより、メッシュ部を含むシート 21 がホーン振動子 40 に対して位置決めされるようになっている。また、開口 31o には、例えば図 6 中に示すように、パイプ部材としてのマウスピース 80 が、カバー部材 31 の外側から着脱可能に装着されるようになっている。

10

20

30

40

50

【0037】

また、カバー部材31は、頂壁31tのうち、開口31oよりも右奥側に相当する部位に、ヒンジによって開閉可能な蓋部31aと、この蓋部31aの直下の位置に設けられた給液部としての液溜め17とを有している。ユーザは、ベース筐体30Mに対してカバー部材31が取り付けられた状態で、蓋部31aを一時的に開いて、この例では液溜め17に薬液を入れることができる。

【0038】

図2は、ネプライザ1の内部構造を側方から見たところを模式的に示している。また、図3は、ネプライザ1の制御系のブロック構成を示している。なお、理解の容易のために、図2では、噴霧ユニット12のベース筐体30Mと本体筐体11Mとの間に、ベース筐体30Mの凸部30K1を示すための若干の隙間が設けられている。図3では、噴霧ユニット12のベース筐体30Mと本体筐体11Mとの間の隙間は、意図されていない。

【0039】

図3によって分かるように、本体11は、本体筐体11Mに、制御部60と、操作部50と、報知部51と、電源部53と、送電コイルユニット61とを搭載し収容している。この例では、制御部60は、プリント回路板(Printed Circuit Board; PCB)を含み、このネプライザ1全体の動作を制御する。操作部50は、既述の電源スイッチ50Aを含み、このネプライザ1の電源をオン、オフするための指示その他のユーザによる各種指示を入力する。電源部53は、この例では電池54を含み、このネプライザ1の各部(制御部60を含む)へ電力を供給する。制御部60と電源部53とは、配線55a, 55bによって接続されている。なお、電源部53は、商用電源を変換して用いるものであってもよい。報知部51は、既述の表示ランプ51A, 51B、および、図示しないブザーを含み、このネプライザ1の動作状態を表示し、および/または、アラーム表示若しくはアラーム音を発生する。例えば、表示ランプ51Aは電源のオン、オフを表示し、表示ランプ51Bは電池54の残量を表示する。

【0040】

図2中に示すように、送電コイルユニット61は、この例では、略円柱状の磁性体からなるポールピース64と、ポールピース64の下端に接する端板部65bおよびポールピース64の外周面を離間して環状に取り巻く外周部65cを含む磁性体からなるヨーク65と、ポールピース64を巻回してポールピース64とヨーク65との間の隙間に配置された送電コイル62と、これらのポールピース64、ヨーク65および送電コイル62を一体に覆う非磁性材料からなる封止ケース66とを含んでいる。この例では、送電コイルユニット61は、本体筐体11Mの上壁11Mtに沿って、噴霧ユニット12に対向する側に配置されている。これにより、送電コイル62は、本体筐体11Mをなす上壁11Mtの内側(壁面)に沿った特定の領域、すなわち、縦軸11Cを中心とした凹部11K1を取り囲む領域11a(図2中に、領域11aの外径を両矢印で示す)に配置されている。送電コイル62は、配線63a, 63bによって制御部60と接続されている。送電コイル62は、制御部60からの発振出力を、噴霧ユニット12へ向けてワイヤレス電力伝送方式で送電するために用いられる。

【0041】

噴霧ユニット12は、装着用筐体30(特に、ベース筐体30M)に、振動部としてのホーン振動子40と、受電コイルユニット71とを搭載し収容している。

【0042】

図2中に示すように、ホーン振動子40は、上方へ向かって水平に配された振動面43と、この振動面43から下方に離間した位置に配された超音波振動子41と、超音波振動子41と振動面43との間に配され、超音波振動子41の振動を増幅するとともに振動面43へ伝達するホーン42とが、一体に組み合わされて構成されている。ベース筐体30Mに対してカバー部材31が取り付けられた状態では、メッシュ部を含むシート21とホーン振動子40の振動面43との間に隙間43gが存在する状態になっている。後述するように、この隙間43gに対して、液溜め17に入っている薬液が供給される。ホーン振

10

20

30

40

50

動子 4 0 と受電コイルユニット 7 1 (の受電コイル 7 2) とは、配線 7 3 a, 7 3 b によって接続されている。

【 0 0 4 3 】

受電コイルユニット 7 1 は、略円柱状の磁性体からなるポールピース 7 4 と、ポールピース 7 4 を巻回してその周りに配置された受電コイル 7 2 と、これらのポールピース 7 4 および受電コイル 7 2 を一体に覆う非磁性材料からなる封止ケース 7 5 とを含んでいる。この例では、受電コイルユニット 7 1 は、ベース筐体 3 0 M の底壁 3 0 M b の内側に沿って、本体 1 1 に対向する側に配置されている。これにより、受電コイル 7 2 は、ベース筐体 3 0 M をなす底壁 3 0 M b の内側(壁面)に沿った、本体筐体 1 1 M の送電コイル 6 2 が配置された領域 1 1 a と対応する領域 1 2 a (図 2 中に、領域 1 2 a の外径を両矢印で示す)に配置されている。

【 0 0 4 4 】

これにより、本体 1 1 と噴霧ユニット 1 2 とが装着された状態では、本体筐体 1 1 M をなす上壁 1 1 M t と装着用筐体 3 0 をなす底壁 3 0 M b とを挟んで、送電コイル 6 2 と受電コイル 7 2 とが互いに対応した領域 1 1 a, 1 2 a に配置される。したがって、動作時に、本体 1 1 から噴霧ユニット 1 2 へ、制御部 6 0 からの発振出力が、送電コイル 6 2 と受電コイル 7 2 とを介してワイヤレス電力伝送方式で効率良く伝送され得る。

【 0 0 4 5 】

図 4 は、ネプライザ 1 の送電側回路 6 0 C と受電側回路 7 0 C とがとり得る様々な構成例を示している。図 4 の表側(左欄)に示すように、ネプライザ 1 の 1 次側回路(送電側回路) 6 0 C は、送電コイル 6 2 (誘導性リアクタンス L 1 を有する)に対してコンデンサが付加されていない N タイプと、送電コイル 6 2 に対してコンデンサ(容量性リアクタンス C 1 を有する)が並列に付加されている P タイプと、送電コイル 6 2 に対してコンデンサ(容量性リアクタンス C 1 を有する)が直列に付加されている S タイプとの、3 タイプをとり得る。また、図 4 の表頭(上段)に示すように、ネプライザ 1 の 2 次側回路(受電側回路) 7 0 C は、受電コイル 7 2 (誘導性リアクタンス L 2 を有する)に対して負荷としてのホーン振動子 4 0 (インピーダンス Z x を有する)のみが並列に付加され、コンデンサが付加されていない N タイプと、受電コイル 7 2 に対してホーン振動子 4 0 とコンデンサ(容量性リアクタンス C 2 を有する)とが並列に付加されている P タイプと、受電コイル 7 2 に対してホーン振動子 4 0 とコンデンサ(容量性リアクタンス C 2 を有する)とが直列に付加されている S タイプとの、3 タイプをとり得る。1 次側回路(送電側回路) 6 0 C の 3 タイプと、2 次側回路(受電側回路) 7 0 C の 3 タイプとの組み合わせにより、図 4 の表体に示すように、ネプライザ 1 の送電側回路 6 0 C と受電側回路 7 0 C とは、N - N 方式、N - P 方式、N - S 方式、P - N 方式、P - P 方式、P - S 方式、S - N 方式、S - P 方式、S - S 方式の、計 9 方式の構成をとり得る。

【 0 0 4 6 】

図 5 (A) は、ネプライザ 1 の送電側回路 6 0 C と受電側回路 7 0 C とが P - P 方式である場合の、具体的な構成例を示している。

【 0 0 4 7 】

この例では、送電側回路 6 0 C は、既述の送電コイル 6 2 と、この送電コイル 6 2 に対して並列に接続されたコンデンサ 6 9 (容量性リアクタンス C 1 を有する)と、発振部としてのブリッジ IC (Integrated Circuit; 集積回路) 6 8 と、電源部 5 3 (電源電圧 V d d) につながるシャント抵抗 6 7 r と、シャントモニタ部 6 7 m とを含んでいる。なお、この例では、送電側回路 6 0 C を構成する要素(送電コイルユニット 6 1 を含む)は、制御部 6 0 とともに、液密に構成された本体筐体 1 1 M に搭載されている。これにより、これらの要素が薬液によって浸食されるのを防止できる。

【 0 0 4 8 】

コンデンサ 6 9 は、この例では、送電コイル 6 2 に並列接続され得る複数のコンデンサ 6 9 a, 6 9 b, ... を含んでいる。複数のコンデンサ 6 9 a, 6 9 b, ... は、制御部 6 0 からの切替信号(図示せず)に応じて所望の容量性リアクタンスになるように調節可能に

10

20

30

40

50

なっている。これにより、コンデンサ 6 9 は、制御部 6 0 からの切替信号に応じた容量性リアクタンスを有することができる。なお、コンデンサ 6 9 は、例えばバリキャップ（半導体中に形成された空乏層を誘電体として用いる可変コンデンサであって、逆電圧の大きさによって容量性リアクタンスが変えられ得る。）のような、制御部 6 0 からの電気的な制御によって容量性リアクタンスを無段階で可変できる要素を含んでいてもよい。

【 0 0 4 9 】

この例では、送電コイル 6 2 とコンデンサ 6 9 とが、送電側共振回路 6 0 R を構成している。送電側共振回路 6 0 R の共振周波数 f_{r1} は、実質的に、送電コイル 6 2 の誘導性リアクタンス L_1 とコンデンサの容量性リアクタンス C_1 とで定められている。

【 0 0 5 0 】

ブリッジ IC 6 8 は、電源部 5 3（電源電圧 V_{dd} ）からシャント抵抗 6 7 r を介して電力供給を受けて、制御部 6 0 からの発振周波数を表す信号 V_{fd} に応じた交流電圧 V_d を、送電側共振回路 6 0 R をなす送電コイル 6 2 とコンデンサ 6 9 の両端に印加する。ここで、図 5 (B) に示すように、制御部 6 0 からの発振周波数を表す周波数信号 V_{fd} は、発振周波数 f_d で、高 (H) レベルと低 (L) レベルとを交互に繰り返す矩形状の波形をもつデジタル信号である。ブリッジ IC 6 8 は、発振周波数 f_d で交番する交流電圧 V_d を作成して、送電のための電力として送電側共振回路 6 0 R をなす送電コイル 6 2 とコンデンサ 6 9 の両端に印加する。送電コイル 6 2 とコンデンサ 6 9 は、ブリッジ IC 6 8 からの電力供給に応じて、この例では共振周波数 f_{r1} (= f_d) で共振して発振出力 P_O を発生し、受電側回路 7 0 C へ向けて送る。

【 0 0 5 1 】

送電中に、シャント抵抗 6 7 r（抵抗値 R_s を有する）には、例えば図 1 0 (A) に示すように、時間 t の経過に伴って、電源部 5 3（電源電圧 V_{dd} ）からブリッジ IC 6 8 へ送電側共振回路 6 0 R を駆動するための電流 I_s が流れる。これにより、シャント抵抗 6 7 r に電圧 V_s が降下する。図 5 (A) 中に示すシャントモニタ部 6 7 m は、この電圧 V_s を観測して、電流 I_s (= V_s / R_s) を表す信号を、制御部 6 0 に入力する。また、制御部 6 0 は、送電側共振回路 6 0 R の一端に接続された信号線 6 0 r を介して、送電側共振回路 6 0 R における発振電圧 V_o を表す信号を入力する。この例では、シャント抵抗 6 7 r、シャントモニタ部 6 7 m、および信号線 6 0 r は、送電側回路 6 0 C における送電のための電圧値および / または電流値を検出する検出部を構成している。制御部 6 0 は、電流 I_s の実効値（これを「電流実効値 I_e 」と呼ぶ。）、発振電圧 V_o の実効値（これを「電圧実効値 V_e 」と呼ぶ。）をそれぞれ算出することができる。また、制御部 6 0 は、それらの電流実効値 I_e と電圧実効値 V_e との積を送電側回路 6 0 C における発振電力（または実質的に発振電力に相当する量） P_O として算出することができる。

【 0 0 5 2 】

図 5 (A) の例では、受電側回路 7 0 C は、既述の受電コイル 7 2 と、この受電コイル 7 2 に対して並列に接続されたコンデンサ 7 9（容量性リアクタンス C_2 を有する）と、それらの受電コイル 7 2、コンデンサ 7 9 に対して並列に接続された既述のホーン振動子 4 0（特に、超音波振動子 4 1）とを含んでいる。

【 0 0 5 3 】

ホーン振動子 4 0 の超音波振動子 4 1 は、公知のものであるため図示を省略するが、圧電セラミクスと、この圧電セラミクスを挟んで設けられた一対の電極とを有し、上記一対の電極間に高周波電圧が印加されると上記圧電セラミクスが超音波振動するようになっている。超音波振動子 4 1 の等価回路は、図 5 (C) に例示するように、上記一対の電極間の容量性リアクタンス C_d と、その容量性リアクタンス C_d に対して並列に接続された、直列接続の誘導性リアクタンス L_m 、容量性リアクタンス C_m および抵抗成分 R_m で表される。この例では、これらの要素 C_d 、 L_m 、 C_m および R_m を総合して、インピーダンス Z_x と表すものとする。

【 0 0 5 4 】

この例では、受電コイル 7 2 と、コンデンサ 7 9 と、ホーン振動子 4 0 とが、受電側共

10

20

30

40

50

振回路 70R を構成している。受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} は、受電コイル 72 の誘導性リアクタンス L_2 と、コンデンサ 79 の容量性リアクタンス C_2 と、ホーン振動子 40 のインピーダンス Z_X とで定められている。動作開始時には、受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} は、180 kHz であるものとする。

【0055】

本明細書の冒頭で述べたように、上記回路構成では、温度変動などの影響によって、給電中に負荷としてのホーン振動子 40 (特に、超音波振動子 41) のインピーダンス Z_X が変化して、受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} が変化する可能性がある。以下では、それに対処するための制御部 60 の動作について述べる。

【0056】

(ネプライザの動作)

ネプライザ 1 を使用しようとするユーザは、本体 11 に対して噴霧ユニット 12 を装着し、装着された噴霧ユニット 12 の液溜め 17 に、その噴霧ユニット 12 に適合した薬液を入れる。これにより、液溜め 17 に入れられた薬液が、シート 21 とホーン振動子 40 の振動面 43 との間の隙間 43g (図 2 参照) に供給される。また、その噴霧ユニット 12 の開口 310 に、マウスピース 80 を装着する。続いて、図 6 に示すように、ユーザ 99 は、ネプライザ 1 全体を手前側に傾けて、マウスピース 80 を口に近づけ、咥える。この状態で、ユーザ 99 は、本体 11 の前面 11Ms に設けられた電源スイッチ 50A をオンする。

【0057】

すると、制御部 60 は、図 7 の動作フロー (メインフロー) に示す制御を実行する。

【0058】

まず、図 7 のステップ S1 に示すように、制御部 60 は、初期設定を行う。

【0059】

この例では、既述のように、動作開始時には、噴霧ユニット 12 での受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} (初期値を f_{r20} とする。) は、180 kHz であるものとする。すると、例えば、図 9 (A) (横軸は周波数 f 、縦軸は電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e を表す) に示すように、発振周波数 f_d (すなわち、送電側共振回路 60R の共振周波数 f_{r1}) が受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} (初期値 f_{r20}) に一致するとき、送電側共振回路 60R を駆動するための電流実効値 I_e がピークを示す。電圧実効値 V_e は、発振周波数 f_d が共振周波数 f_{r2} ($= f_{r20}$) をまたがってスイープされるとき、急峻な変化を示す。したがって、制御部 60 は、電圧対電流の関係として、例えば電圧実効値 V_e と電流実効値 I_e との比 (電圧 / 電流比) を発振周波数 f_d ごとに算出することによって、受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} (初期値 f_{r20}) を見つけることができる。

【0060】

それに伴って、制御部 60 は、コンデンサ 69 の容量性リアクタンスを切替信号によって調節して、送電側共振回路 60R の共振周波数 f_{r1} を、この例では f_{r20} に一致させる。これにより、送電側共振回路 60R と受電側共振回路 70R とを同調状態にする。そして、図 7 のメインフローへリターンする。

【0061】

次に、図 7 のステップ S2 で、制御部 60 は、噴霧動作を開始する。具体的には、制御部 60 は、目標周波数 (この例では f_{r20}) に設定された発振周波数 f_d をもつ発振出力 P_O を発生する。この発振出力 P_O は、磁気結合を用いたワイヤレス電力伝送によって、送電コイル 62 から霧化部 (この例では、ホーン振動子 40 とメッシュ部材 20 とが構成する霧化部) のための受電コイル 72 へ伝送される。これにより、発振出力 P_O がホーン振動子 40 に印加されて、上記霧化部による薬液の霧化が行われる。図 6 に示すように、霧化された薬液はエアロゾル 90 となって、この例ではマウスピース 80 を通してユーザ 99 に吸入される。

【0062】

10

20

30

40

50

噴霧動作中（給電中）に、図7のステップS3に示すように、制御部60は、フィードバックの処理を行う。具体的には、図8（A）のステップS21に示すように、制御部60は、図9（A）に示したような送電側回路60Cにおける電圧対電流の関係（この例では、電圧／電流比）に基づいて、現在設定されている発振周波数 f_d に対して受電側共振回路70Rの共振周波数 f_r2 がずれたか否かを判断する。

【0063】

ここで、現在設定されている発振周波数 f_d に対して受電側共振回路70Rの共振周波数 f_r2 が一致していれば（図8（A）のステップS21でNO）、図7のメインフローへそのままリターンする。一方、現在設定されている発振周波数 f_d に対して受電側共振回路70Rの共振周波数 f_r2 が少しでもずれていれば（図8（A）のステップS21でYES）、ステップS22に示すように、制御部60は、発振周波数 f_d を修正する。

【0064】

具体的には、例えば図9（B）に示すように、受電側共振回路70Rの共振周波数 f_r2 が初期値 f_r20 から別の値（この例では、 f_r21 ）へ f_r2 だけシフトしたものとする。このとき、制御部60は、送電側回路60Cにおける電圧対電流の関係（この例では、電圧／電流比）に基づいて、図9（C）に示すように、発振周波数 f_d を上記別の値 f_r21 に一致させる。より詳しくは、例えば制御部60は、電流実効値 I_e が大きくなるか、および／または、電圧実効値 V_e が小さくなつて、電圧／電流比が小さくなる向きに発振周波数 f_d をシフトさせる。なお、受電側共振回路70Rの共振周波数 f_r2 のシフトは、図10（A）から図10（B）に示すように、送電側共振回路60Rにおける発振電流 I_o （= I_s ）と発振電圧 V_o との位相角のシフトを引き起こす場合がある。そこで、制御部60は、発振電流 I_o と発振電圧 V_o との間の位相差（位相角）が小さくなる向きに発振周波数 f_d をシフトさせてもよい。それに伴つて、制御部60は、コンデンサ69の容量性リアクタンスを切替信号によって調節して、送電側共振回路60Rの共振周波数 f_r1 を、この例では f_r21 に一致させる。これにより、送電側共振回路60Rと受電側共振回路70Rとを同調状態に復帰させる。これにより、送電側回路60Cから受電側回路70Cへの電力伝送効率が低下するのを防止できる。そして、図7のメインフローへリターンする。

【0065】

また、図7のステップS3で、制御部60は、パワーフィードバックの処理を行う。具体的には、図8（B）のステップS31に示すように、制御部60は、送電側回路60Cにおける現在の発振電力 P_o を測定する。すなわち、制御部60は、電流実効値 I_e と電圧実効値 V_e との積を送電側回路60Cにおける現在の発振電力 P_o として算出する。続いて、ステップS32に示すように、制御部60は、発振電力 P_o が予め定められた目標電力値（例えば、ネブライザの製品仕様として定められた値） $P_{otarget}$ から外れたか否かを判断する。例えば、現在の発振電力 P_o が目標電力値 $P_{otarget}$ から $\pm 5\%$ の範囲内であれば、送電側回路60Cにおける現在の発振電力 P_o が許容範囲内であると判断する（図8（B）のステップS32でYES）。そして、図7のメインフローへそのままリターンする。一方、現在の発振電力 P_o が目標電力値 $P_{otarget}$ から $\pm 5\%$ を超えて外れていれば（図8（B）のステップS32でNO）、送電側回路60Cにおける現在の発振電力 P_o が許容範囲外（エラー）であると判断する。そして、ステップS33に示すように、制御部60は、現在の発振電力 P_o が許容範囲内に入るように、ブリッジIC68が送電側共振回路60R（送電コイル62とコンデンサ69の両端）に印加する交流電圧 V_d の振幅を調節する。これにより、送電側回路60Cにおける発振電力 P_o を目標電力値 $P_{otarget}$ から許容範囲内に維持することができる。そして、図7のメインフローへリターンする。

【0066】

次に、図7のステップS4で、制御部60は、n制御周期にわたつてエラーが継続しているか否かを判断する。

【0067】

10

20

30

40

50

ここで、この例では、制御部 60 の 1 制御周期（図 7 のステップ S2 ~ S6 を繰り返す周期）が 10 ミリ秒であるものとし、また、n = 3 とし、したがって、n 制御周期に相当する期間は 30 ミリ秒間であるものとする。また、「エラー」とは、送電側回路 60C における電圧実効値 V_e が予め定められた規定値を上回り、送電側回路 60C における電流実効値 I_e が予め定められた規定値を下回り、および / または、発振電力 P_O が目標電力値 $P_{O\text{target}}$ から許容範囲を超えて外れていることを意味する。

【0068】

ここで、上記エラーが継続していなければ（図 7 のステップ S4 で NO）、制御部 60 は、ユーザが終了操作（電源スイッチ 50A をオフ）を行わない限り（ステップ S6 で NO）、ステップ S2 に戻って噴霧動作を継続する。一方、n 制御周期にわたってエラーが継続していれば、（図 7 のステップ S4 で YES）、ステップ S5 に進んで、制御部 60 は、報知部 51 によって、エラー発生を表すアラーム信号を出力して、ユーザに報知する。報知部 51 は、例えば既述の表示ランプ 51A 若しくは 51B を点滅させてアラームを表示し、および / または、図示しないブザーによってアラーム音を発生する。

【0069】

これにより、ユーザは、エラー発生を知ることができる。したがって、ユーザは、例えば、ネブライザ 1 の噴霧動作を停止（オフ）し、再起動するなどの対処をとることができ、また、エラー発生が頻発するようであれば、メーカーのサービス部門へ修理を依頼することができる。

【0070】

この後、ユーザが終了操作を行うと（ステップ S6 で YES）、噴霧動作は終了する。

【0071】

このように、このネブライザ 1 によれば、給電中（噴霧動作中）にホーン振動子 40（特に、超音波振動子 11）のインピーダンス Z_x が変化したとしても、送電側回路 60C から受電側回路 70C への電力伝送効率が低下するのを防止できる。この結果、上記ホーン振動子 40 を含む霧化部は、受電された発振出力 P_O を用いて、供給された液体を安定して霧化し、噴出することができる。

【0072】

（変形例）

上の例では、ネブライザ 1 の送電側回路 60C と受電側回路 70C とが P - P 方式である場合について説明したが、それに限られるものではない。ネブライザ 1 の送電側回路 60C と受電側回路 70C とは、図 4 中に示したような様々な構成例をとり得る。例えば、ネブライザ 1 の送電側回路 60C と受電側回路 70C とが N - S 方式または N - P 方式である場合においては、図 11 (A) に示すように、動作（給電）開始時の発振周波数 f_d と送電側回路 60C における電流実効値 I_e 、電圧実効値 V_e の関係が得られる。この関係は、図 9 (A) に示した関係と基本的に同様であると考えられる。すなわち、N - S 方式または N - P 方式では、送電側回路 60C において送電側共振回路 60R が設けられていないため、電圧実効値 V_e が一定の条件下で発振周波数 f_d がスイープされる。このとき、図 11 (A) では、図 9 (A) に示したのと同様に、発振周波数 f_d が受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} （初期値 f_{r20} ）に一致するとき、送電側共振回路 60R を駆動するための電流実効値 I_e がピークを示す。なお、電圧実効値 V_e と電流実効値 I_e との比（電圧 / 電流比）Z は、発振周波数 f_d が共振周波数 f_{r2} （= f_{r20} ）をまたがってスイープされるとき、急峻な変化を示す。したがって、制御部 60 は、図 7 の動作フロー（図 8 (A) の周波数フィードバックの処理、図 8 (B) のパワーフィードバックの処理を含む。）を同様に実行することができる。

【0073】

例えば、制御部 60 は、図 11 (A) において、電圧対電流の関係として、例えば電圧実効値 V_e と電流実効値 I_e との比 Z を発振周波数 f_d ごとに算出することによって、受電側共振回路 70R の共振周波数 f_{r2} （初期値 f_{r20} ）を見つけることができる（図 7 のステップ S1）。

10

20

30

40

50

【0074】

また、噴霧動作中（給電中）に、負荷としてのホーン振動子40（特に、超音波振動子41）のインピーダンス Z_x が変化して、例えば図11（C）に示すように、受電側共振回路70Rの共振周波数 f_{r2} が初期値 f_{r20} から別の値（この例では、 f_{r21} ）へ f_{r2} だけシフトしたものとする。このとき、制御部60は、送電側回路60Cにおける電圧対電流の関係（この例では、電圧／電流比） Z に基づいて、図9（C）に示したのと同様に、発振周波数 f_d を上記別の値 f_{r21} に一致させることができる（図8（A）のステップS22）。

【0075】

また、噴霧動作中（給電中）に、負荷としてのホーン振動子40（特に、超音波振動子41）のインピーダンス Z_x が増大して、例えば図11（B）に示すように、送電側回路60Cにおける電流実効値 I_e のピークが初期値 I_{ep0} から、より小さい別の値 I_{ep1} になったものとする。このとき、制御部60は、電流実効値 I_e と電圧実効値 V_e との積を送電側回路60Cにおける現在の発振電力 P_O として算出し、発振電力 P_O が予め定められた目標電力値 $P_{Otarget}$ から外れたか否かを判断することができる（図8（B）のステップS31～S32）。

【0076】

なお、負荷としてのホーン振動子40（特に、超音波振動子41）のインピーダンス Z_x が増大するとき、受電側共振回路70Rの共振周波数 f_{r2} のシフトを伴うことがある（図11（B）の例では、初期値 f_{r2} から f_{r20} へシフトしている）。このシフトは、上述の図8（A）のステップS22の処理によって対処され得る。

【0077】

なお、既述の図4の例では、ネプライザ1の送電側回路60Cと受電側回路70Cとは、N-N方式、N-P方式、N-S方式、P-N方式、P-P方式、P-S方式、S-N方式、S-P方式、S-S方式の、計9方式の構成をとり得ることを示した。しかしながら、これに限られるものではない。例えば、図4の表体において、上段中央に示されたN-P方式と、上段右側に示されたN-S方式との特徴を組み合わせた構成も可能である。例えば、受電コイル72に対して第1のコンデンサが並列に付加されるとともに、その受電コイル72と第1のコンデンサとの並列接続に対して、第2のコンデンサとホーン振動子40が直列に付加されている構成をとり得る。または、受電コイル72に対して第1のコンデンサが直列に付加されるとともに、その受電コイル72と第1のコンデンサとの直列接続に対して、第2のコンデンサとホーン振動子40が並列に付加されている構成をとり得る。これらのN-P方式とN-S方式とを組み合わせた方式でも、単独の方式に比して、同等（もしくは同等以上）の性能が期待される。

【0078】

上述の実施形態では、メッシュ式ネプライザに関して説明したが、これに限られるものではない。この発明のネプライザは、いわゆる二槽構造の超音波式ネプライザ（すなわち、超音波振動子が面した冷却水槽に薬剤槽が浸漬され、超音波振動子から発生した超音波振動エネルギーが冷却水を通して薬液表面に集中し、振動の作用（キャビテーション効果）で薬液が霧化されるタイプのネプライザ）にも適用され得る。

【0079】

以上の実施形態は例示であり、この発明の範囲から離れることなく様々な変形が可能である。上述した複数の実施の形態は、それぞれ単独で成立し得るものであるが、実施の形態同士の組みあわせも可能である。また、異なる実施の形態の中の種々の特徴も、それぞれ単独で成立し得るものであるが、異なる実施の形態の中の特徴同士の組みあわせも可能である。

【符号の説明】

【0080】

1 ネプライザ

11 本体

10

20

30

40

50

1 1 M 本体筐体
1 2 噴霧ユニット
2 0 メッシュ部材
2 1 シート
3 0 装着用筐体
3 0 M ベース筐体
3 1 カバー部材
4 0 ホーン振動子
6 0 制御部
6 1 送電コイルユニット
7 1 受電コイルユニット

10

20

30

40

50