

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4076953号
(P4076953)

(45) 発行日 平成20年4月16日 (2008. 4. 16)

(24) 登録日 平成20年2月8日 (2008. 2. 8)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 5 B 1/04 (2006. 01)

C 2 5 B 1/04

C 2 5 B 9/12 (2006. 01)

C 2 5 B 9/00

N

C 2 5 B 11/02 (2006. 01)

C 2 5 B 11/02

3 0 5

請求項の数 3 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2003-549599 (P2003-549599)
 (86) (22) 出願日 平成14年9月24日 (2002. 9. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2002/009770
 (87) 国際公開番号 W02003/048424
 (87) 国際公開日 平成15年6月12日 (2003. 6. 12)
 審査請求日 平成16年5月26日 (2004. 5. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-369297 (P2001-369297)
 (32) 優先日 平成13年12月3日 (2001. 12. 3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 392026224
 日本テクノ株式会社
 東京都大田区久が原2丁目14番10号
 (74) 代理人 100065385
 弁理士 山下 穰平
 (72) 発明者 大政 龍晋
 日本国神奈川県藤沢市片瀬山五丁目28番
 11号

審査官 市枝 信之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素-酸素ガス発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解液として5重量%～30重量%の電解質を含み液温20～100でpH7～10のものをを用いて電流密度7A/dm²～40A/dm²で前記電解液の電気分解を行って水素-酸素ガスを発生させる方法の実施に使用される水素-酸素ガス発生装置であって、
 該水素-酸素ガス発生装置は、

電解槽(A)；

該電解槽内に収容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段(B)；

少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動撹拌部材とを含んでなり、前記電解槽に収容される電解液を振動撹拌するための絶縁式振動撹拌手段(C')；及び

前記電解槽内に収容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段(D)を備えており、

前記絶縁式振動撹拌手段(C')の振動発生手段は10Hz～500Hzの振動数で振

動する振動モータを含んでおり、

前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材は少なくとも１つの第１の前記絶縁式振動攪拌部材と少なくとも１つの第２の前記絶縁式振動攪拌部材とを有しており、前記第１の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材として機能させ、前記第２の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の陰極部材として機能させてなり、

前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段（Ｂ）の電源に接続されており、

10

前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられており、

該電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられており、

前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられており、

前記第１の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒に取り付けられた前記電極用補助羽根と前記第２の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒に取り付けられた前記電極用補助羽根とは、互いに入り組んだ形態で位置しており、

20

前記陽極部材と陰極部材との距離は５～５０ｍｍであることを特徴とする水素 - 酸素ガス発生装置。

【請求項２】

前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられており、前記振動羽根のうちの少なくとも１つが前記陽極部材又は陰極部材として機能することを特徴とする、請求項１に記載の水素 - 酸素ガス発生装置。

【請求項３】

前記ガス捕集手段（Ｄ）は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素 - 酸素ガス取出口に接続された水素 - 酸素ガス採取管とを含んでなり、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素 - 酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在していることを特徴とする、請求項１～２のいずれか一項に記載の水素 - 酸素ガス発生装置。

30

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、電気分解により水素 - 酸素ガスを発生させるための装置及び方法に関し、特に、高い効率で水素ガス及び酸素ガスを発生させそれぞれ別個に又は混合ガスの形態で捕集し、安全で燃焼時の火災温度が高いガスを発生させることを企図した水素 - 酸素ガス発生装置及び水素 - 酸素ガス発生方法に関するものである。

40

背景技術

ファラデーによって電気分解技術が開発され、これにより水の電気分解生成物として、２：１の比率の水素及び酸素からなる水素 - 酸素ガスが得られることが知られている。これまでに、水素 - 酸素ガスの研究はそれなりに続けられてきたが、実用性のある技術は、オーストラリアのブラウン エネルギー システム テクノロジー ピー ティー ワイ社（Brown Energy System Technology PTY. LTD.）のユル・ブラウン博士（Dr. Yull Brown）の開発に係るガス発生機であり、これに関連する特許文献としては、日本国登録実用新案第３０３７６３３号公報がある。

この技術は、水素 - 酸素ガスを発生させる電解槽の構造において、四方にボルト孔が形成

50

され、中心の上側及び下側にガス流通長孔と電解液流通長孔とが互いに垂直になるように形成された多数個の電極板と、前記電極板の間に設置され外側に突出されたボルトハウジング孔が形成された多数個のスペーサを相互交番的に結合させ、スペーサの内周縁面にはオーリングでシーリングして電解液充填質を形成するとともに、前記の電極板の両側には電流連結ボルトとガス連結ニップル及び電解液連結ニップルとを持つ電解槽仕上板を装着して、前記電極板のボルト孔、スペーサのボルトハウジング孔及び電解槽仕上板のボルト孔に挟まれたステイボルトにナットを締結して電極板、スペーサ及び電解槽仕上板を相互結合させて構成したものである。しかしながら、未だ工業用の水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを発生させることに成功していない。

同様な前記ガス発生機に関連する特許文献としては、日本国特許第3130014号公報がある。

10

しかしながら、従来方法では、電解槽内に設けられた電極板の隣接するものどうしの間には、ショートしないだけの距離として最も短くとも50mmの間隔をとらねばならない。それより短い距離に接近させると、過電流となり、事故が発生しやすくなる傾向にある。このため、従来の装置及び方法では、電流密度を高めて水素-酸素ガスを高い効率で発生させることには限界があり、十分な効率が得られていなかった。また、水素と酸素との十分な混合が行われずに引火の危険性を生じ、大量発生には不向きであった。

一方、電解槽の大きさには自ずと上限があるため、一台の水素-酸素ガス発生装置によって生産される水素-酸素ガスの量にも上限がある。しかるに、実用的見地からは、出来るだけ小さな装置によって単位時間当たり出来るだけ多くの量の水素-酸素ガスを生産することが望ましい。この点においても、従来の装置では、装置の小型化と水素-酸素ガスの発生量の向上との双方を満足させることは困難であった。

20

一方、国際特許公開WO95/06144号公報には、水の電気分解方法において、水中に入れた電極を、酸素分子、水素分子又は水分子のいずれか一つが共振する固有振動の振動数、具体的には6000~120000回/分(100~2000回/秒)の振動数で振動させ、あるいは固有振動の波長の倍数波長で振動させて、酸素分子、水素分子又は水分子のいずれか一つを共振させるとともに、電極を磁界内において帯磁させ、水中に通電して水を電気分解する方法が開示されている。この技術は、結局のところ電極に付着する水素泡の分離を促進しようとするだけのものであって、振動により水を流動攪拌させようとする技術思想はなく、水素ガスの発生量もそれほど向上はしない。

30

そこで、本発明は、電解条件を改善して単位時間当たり電極単位面積当たりに発生する水素ガス及び酸素ガスの量を十分に増大させ、もって装置の小型化及び装置当たり(即ち電解槽の単位容積当たり)の水素-酸素ガス発生量の向上を可能となし、これらのガスをそれぞれ別個に又は混合ガスの形態で捕集するようにし、安全で燃焼時の火炎温度が高い水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを発生させることを可能にし、また隔膜を使用することで水素ガスと酸素ガスとを高い効率で別個に発生させることが可能な、水素-酸素ガス発生のための装置及び方法を提供することにある。

発明の開示

本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、

電解槽(A)；

40

該電解槽内に収容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段(B)；

少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒及び該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根からなる振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽内に収容される電解液を振動攪拌するための振動攪拌手段(C)、又は、少なくとも1つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも1つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも1つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式

50

振動攪拌部材とを含んでなり、前記電解槽に收容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）；及び

前記電解槽内に收容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段（Ｄ）を備えており、

前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方の表面に対向するようにして前記振動攪拌手段（Ｃ）の振動攪拌部材又は絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材が配置されていることを特徴とする水素 - 酸素ガス発生装置、
が提供される。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方と前記振動攪拌手段（Ｃ）の振動攪拌部材又は前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材との距離が 20 ~ 400 mm である。本発明の一態様においては、前記陽極部材の表面に対向するように配置された前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段（Ｂ）の電源の正極に接続されている。本発明の一態様においては、前記陰極部材の表面に対向するように配置された前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材が前記電気分解手段（Ｂ）の電源の負極に接続されている。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、該通電線は前記電気分解手段（Ｂ）の電源に接続されている。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記振動羽根のうちの少なくとも 1 つが前記陽極部材又は陰極部材として機能する。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられている。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の電源は直流パルス電源である。本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記振動攪拌手段（Ｃ）の振動発生手段または前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の振動発生手段は振動モータを含み、前記振動攪拌手段（Ｃ）又は絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）は前記振動モータを 10 Hz ~ 500 Hz の振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段（Ｄ）は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素 - 酸素ガス取出口に接続された水素 - 酸素ガス採取管とを含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素 - 酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在している。

また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
電解槽（Ａ）；

該電解槽内に收容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解手段（Ｂ）；

少なくとも 1 つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少なくとも 1 つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも 1 つの振動羽根及び前記振動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んで

10

20

30

40

50

なり、前記電解槽に収容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）
；及び

前記電解槽内に収容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス
及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段
（Ｄ）を備えており、

前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材は少なくとも１つの第１の前記絶
縁式振動攪拌部材と少なくとも１つの第２の前記絶縁式振動攪拌部材とを有しており、前
記第１の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部
分の側の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材として機能させ、前記第２
の絶縁式振動攪拌部材の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側
の少なくとも一部を前記電気分解手段（Ｂ）の陰極部材として機能させてなることを特徴
とする水素 - 酸素ガス発生装置、
が提供される。

10

本発明の一態様においては、前記陽極部材と陰極部材との距離が５～４００ｍｍである。
本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前
記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接
続されており、該通電線は前記電気分解手段（Ｂ）の電源に接続されている。本発明の一
態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前記振動棒に
は、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒を介
して前記通電線と電氣的に接続された前記陽極部材又は陰極部材が取り付けられている。
本発明の一態様においては、前記振動羽根のうちの少なくとも１つが前記陽極部材又は陰
極部材として機能する。

20

本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）の絶縁式振動攪拌部材の前
記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記
振動棒を介して前記通電線と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられている。
本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように
前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前
記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられて
いる。

本発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の電源は直流パルス電源である。本
発明の一態様においては、前記電気分解手段（Ｂ）の陽極部材及び陰極部材の少なくとも
一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'
）の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）は前記振動モー
タを１０Ｈｚ～５００Ｈｚの振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

30

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段（Ｄ）は、前記電解槽に付設された蓋部材
と、該蓋部材に設けられた水素 - 酸素ガス取出口に接続された水素 - 酸素ガス採取管とを
含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており
、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素 - 酸素ガスの
通過を阻止するためのシール手段が介在している。

また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、
電解槽（Ａ）；

40

該電解槽内に収容される電解液と接するように配置される陽極部材及び陰極部材よりなる
電極対と、前記陽極部材及び陰極部材の間に電圧を印加する電源とを含んでなる電気分解
手段（Ｂ）；

少なくとも１つの振動発生手段と、該振動発生手段に係して前記電解槽内で振動する少
なくとも１つの振動棒、該振動棒に取り付けられた少なくとも１つの振動羽根及び前記振
動棒と前記振動発生手段との連結部に又は前記振動棒の振動羽根を取り付けた部分より前
記連結部に近い部分に設けられた電氣的絶縁領域からなる絶縁式振動攪拌部材とを含んで
なり、前記電解槽に収容される電解液を振動攪拌するための絶縁式振動攪拌手段（Ｃ'）
；及び

50

前記電解槽内に収容される電解液の前記電気分解手段による電気分解で発生する水素ガス及び酸素ガスをそれぞれ単独に又はそれらの混合ガスとして捕集するためのガス捕集手段(D)を備えており、

前記絶縁式振動撹拌手段(C')の前記振動棒の前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に通電線が接続されており、前記振動羽根が複数の前記振動棒に取り付けられており、前記電気分解手段(B)の陽極部材及び陰極部材のそれぞれが前記複数の振動棒に取り付けられており、前記陽極部材は前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続されており、前記陰極部材は前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続されていることを特徴とする水素-酸素ガス発生装置、
が提供される。

10

本発明の一態様においては、前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能する。本発明の一態様においては、前記振動棒には、前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に、前記振動棒及び前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された電極用補助羽根が取り付けられており、該電極用補助羽根が前記陽極部材又は陰極部材として機能する。

本発明の一態様においては、前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陽極部材として機能し、及び/又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記振動羽根が前記陰極部材として機能する。

20

本発明の一態様においては、前記複数の振動棒には前記電氣的絶縁領域に対する前記振動羽根を取り付けた部分の側に電極用補助羽根が取り付けられており、前記複数の振動棒のうちの少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陽極部材として機能し、及び/又は、前記複数の振動棒のうちの他の少なくとも1つ及びそれに接続された前記通電線を介して前記電源と電氣的に接続された前記電極用補助羽根が前記陰極部材として機能する。

本発明の一態様においては、前記陽極部材と陰極部材との距離が5~400mmである。

本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根と交互に位置するように前記振動棒に取り付けられている。本発明の一態様においては、前記電極用補助羽根は前記振動羽根より大きな面積を持ち且つ前記振動羽根の先端縁よりも更に突出せしめられている。

30

本発明の一態様においては、前記電気分解手段(B)の電源は直流パルス電源である。本発明の一態様においては、前記電気分解手段(B)の陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方は多孔性のものである。本発明の一態様においては、前記絶縁式振動撹拌手段(C')の振動発生手段は振動モータを含み、前記絶縁式振動撹拌手段(C')は前記振動モータを10Hz~500Hzの振動数で振動させるよう制御するインバータを含む。

本発明の一態様においては、前記ガス捕集手段(D)は、前記電解槽に付設された蓋部材と、該蓋部材に設けられた水素-酸素ガス取出口に接続された水素-酸素ガス採取管とを含んでなる。本発明の一態様においては、前記振動棒は前記蓋部材を貫通して延びており、該蓋部材と前記振動棒との間には前記振動棒の振動を許容し且つ前記水素-酸素ガスの通過を阻止するためのシール手段が介在している。

40

更に、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、

上記のような水素-酸素ガス発生装置を用い、前記電解液として5重量%~30重量%の電解質を含み液温20~100でpH7~10のものを用いて、電流密度7A/dm²~40A/dm²となるように前記電解液の電気分解を行なうことを特徴とする水素-酸素ガス発生方法、

が提供される。

本発明の一態様においては、前記電解質が水溶性のアルカリ金属水酸化物またはアルカリ

50

土類金属水酸化物である。本発明の一態様においては、前記電源として直流パルス電源を用いる。本発明の一態様においては、前記振動羽根を振幅 0.1 ~ 30 mm 且つ振動数 200 ~ 12000 回/分で振動させる。

以上の本発明においては、水素 - 酸素ガスとは、水素ガスと酸素ガスとの混合ガス、あるいは区分された別個の形態の水素ガス及び酸素ガスをさす。

以上の様な本発明においては、振動攪拌手段の振動羽根により電解液中に強力な振動流動が生ぜしめられるので、電解液は陽極部材及び陰極部材と十分良好な均一性をもって且つ十分な供給量をもって接触せしめられる。このため、陽極部材と陰極部材との間の距離を従来より著しく小さくしても、それらの間に電気分解に必要なイオンを十分に供給することが可能になり、また電極に発生する電解熱を迅速に放熱することができる。従って、高い電流密度で電気分解を行なって、高い効率で水素 - 酸素ガスを発生させることができる。また、以上の様に陽極部材と陰極部材との間の距離を小さくすることで、単位容積あたりに配置される電極の有効表面積を十分に高めることができるので、電解槽を小型化しても十分な量の水素 - 酸素ガスを発生させることができる。

特に、以上の様な振動攪拌手段による電解液の振動攪拌を併用して電気分解を行なう場合には、電極近傍にて発生する水素や酸素が気泡を形成する前に電解液面へと運ばれて気相へと移行するので、電解液中にて生成せしめられた水素や酸素が電極表面に気泡として付着し電気抵抗を増加させるようなことがない。このため、上記の様に容易に高い電流密度での電気分解の実現が可能になるのである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら本発明の具体的な実施の形態を説明する。尚、図面において、同様な機能を有する部材又は部分には同一の符号が付されている。

図 1 ~ 図 3 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 1 は断面図であり、図 2 は平面図であり、図 3 は断面図である。

これらの図において、10A は電解槽であり、該電解槽には電解液 14 が収容されている。16 は振動攪拌手段である。該振動攪拌手段 16 は、電解槽 10A とは別に配置された支持台 100 に防振ゴムを介して取り付けられた基台 16a、該基台に下端を固定された振動吸収部材としてのコイルバネ 16b、該コイルバネの上端に固定された振動部材 16c、該振動部材に取り付けられた振動モータ 16d、振動部材 16c に上端を取り付けられた振動棒（振動伝達ロッド）16e、該振動棒の下半部において電解液 14 に浸漬する位置に回転不能に複数段に取り付けられた振動羽根 16f を有する。振動モータ 16d 及び振動部材 16c を含んで振動発生手段が構成され、該振動発生手段が振動棒 16e と連係している。また、振動棒 16e 及び振動羽根 16f を含んで振動攪拌部材が構成され、該振動攪拌部材と上記振動発生部材とを含んで振動攪拌手段が構成されている。コイルバネ 16b 内には、後述の図 11 その他に示されているように、棒状のガイド部材を配置することができる。

尚、振動発生手段としては、振動発生源として一般の機械式振動モータを用いたもの以外にマグネット振動モータやエアー振動モータ等を用いたものを使用することも可能である。

振動モータ 16d は例えばインバータを用いた制御により例えば 10 ~ 500 Hz、好ましくは 10 ~ 120 Hz、更に好ましくは 20 ~ 60 Hz で振動する。振動モータ 16d で発生した振動は、振動部材 16c 及び振動棒 16e を介して振動羽根 16f に伝達される。振動羽根 16f は、電解液 14 中で所要の振動数で先端縁が振動する。この振動は、振動羽根 16f が振動棒 16e への取り付け部分から先端縁へと「しなる」ように発生する。この振動の振幅及び振動数は、振動モータ 16d のものとは異なるが、振動伝達経路の力学的特性及び電解液 14 との相互作用の特性などに応じて決まり、本発明では、好ましくは振幅 0.1 ~ 30 mm で、振動数 200 ~ 12000 回/分、更に好ましくは 200 ~ 5000 回/分、特に好ましくは 500 ~ 3000 回/分とする。

図 6 は振動部材 16c への振動棒 16e の取り付け部 111 の拡大断面図である。振動棒

16eの上端に形成されたオネジ部に、振動部材16cの上側から振動応力分散部材16g1及びワッシャ16hを介してナット16i1, 16i2を適合させており、振動部材16cの下側から振動応力分散部材16g2を介してナット16i3, 16i4を適合させている。振動応力分散部材16g1, 16g2は、振動応力分散手段として用いられており、例えばゴムからなる。振動応力分散部材16g1, 16g2は、例えば硬い天然ゴム、硬い合成ゴム、合成樹脂等のショアーA硬度80~120、好ましくは90~100の硬質弾性体により構成することができる。とくに、ショアーA硬度90~100の硬質ウレタンゴムが耐久性、耐薬品性の点で好ましい。振動応力分散手段を使用することにより、振動部材16cと振動棒16eとの接合部分の近辺への振動応力の集中が防止され、振動棒16eが折れにくくなる。とくに、振動モータ16dの振動周波数を100Hz以上10

図7は振動部材16cへの振動棒16eの取り付け部111の変形例を示す拡大断面図である。この変形例は、図6の取り付け部とは、振動部材16cの上側に振動応力分散部材16g1を配置しないこと、及び振動部材16cと振動応力分散部材16g2との間に球面スペーサ16xを介在させたことが異なるのみであり、他は同様である。

図8は振動棒16eへの振動羽根16fの取り付け部の拡大断面図である。振動羽根16fの各々の上下両側には、振動羽根固定部材16jが配置されている。隣接する振動羽根16fどうしの間には固定部材16jを介して振動羽根16fの間隔設定のためのスペーシング16kが配置されている。尚、最上部の振動羽根16fの上側及び最下部の振動羽根16fの下側には、図1に示されているように、スペーシング16kを介して又は20
介することなく、振動棒16eに形成されたオネジに適合するナット16mが配置されている。図8に示されているように、各振動羽根16fと固定部材16jとの間にフッ素系樹脂やフッ素系ゴムなどからなる振動応力分散手段としての弾性部材シート16pを介在させることで、振動羽根16fの破損を防止することができる。弾性部材シート16pは、振動羽根16fの破損防止効果を一層高めるために、固定部材16jから若干はみ出すように配置するのが好ましい。図示されているように、上側の固定部材16jの下面(押圧面)は凸状面とされており、下側の固定部材16jの上面(押圧面)は対応する凹状面とされている。これにより、固定部材16jにより上下方向から押圧される振動羽根16fの部分は湾曲せしめられ、振動羽根16fの先端部は水平面に対して角度 α をなしている。この角度 α は、例えば-30°以上30°以下好ましくは-20°以上20°以下と30
することができる。特に、角度 α は、-30°以上-5°以下または5°以上30°以下、好ましくは-20°以上-100°以下または10°以上20°以下とするのが好ましい。固定部材16jの押圧面を平面とした場合には、角度 α は0°である。角度 α は、全ての振動羽根16fについて同一である必要はなく、例えば、下方の1~2枚の振動羽根16fについては-の値(即ち下向き:図8に示される向き)とし、それ以外の振動羽根16fについては+の値(即ち上向き:図8に示されるものと逆の向き)とすることができる。

振動羽根16fとしては、弾力性のある金属板、合成樹脂板またはゴム板などを用いることができる。振動羽根16fの厚みは、振動条件や電解液14の粘度などにより好ましい範囲は異なるが、振動攪拌手段16の作動時に、振動羽根が折れることなく、振動攪拌の40
効率を高めるように振動羽根16fの先端部分が“フラッター現象”(波打つような状態)を呈するように設定される。振動羽根16fがステンレス鋼板などの金属板からなる場合には、その厚みは0.2~2mmとすることができる。また、振動羽根16fが合成樹脂板やゴム板からなる場合には、その厚みは0.5~10mmとすることができる。振動羽根16fと固定部材16jとを一体成形したものを使用することもできる。この場合は、振動羽根16fと固定部材16jとの接合部に電解液14が浸入し固形分が固着して洗浄に手間がかかるというような問題を回避することができる。

金属製の振動羽根16fの材質としては、チタン、アルミニウム、銅、鉄鋼、ステンレス鋼、磁性鋼などの磁性金属、これらの合金が挙げられる。合成樹脂製の振動羽根16fの材質としては、ポリカーボネート、塩化ビニル系樹脂、ポリプロピレンなどが挙げられる50

。振動羽根は、プラスチック部材の表面にめっきなどにより導電処理を施したものであってもよい。

電解液 1 4 内での振動羽根 1 6 f の振動に伴って発生する振動羽根の“フラッター現象”の程度は、振動モータ 1 6 d の振動の周波数、振動羽根 1 6 f の長さ（固定部材 1 6 j の先端縁から振動羽根 1 6 f の先端縁までの寸法：図 3 3 の D_2 ）と厚み、及び電解液 1 4 の粘度や比重などによって変化する。与えられた周波数においてもっともよく“しなる”振動羽根 1 6 f の長さ（と厚み）とを選択することができる。振動モータ 1 6 d の振動の周波数と振動羽根 1 6 f の厚みとを一定にして、振動羽根 1 6 f の長さを変化させてゆくと、振動羽根のしなりの程度は図 9 に示すようになる。即ち、長さ m が大きくなるに従って、ある段階までは大きくなるが、それをすぎるとしなりの程度 F は小さくなり、ある長さのときには殆どしなりがなくなり、さらに振動羽根を長くするとまたしなりが大きくなるという関係をくりかえすことが判った。

振動羽根の長さは、第 1 回目のピークを示す長さ L_1 か、第 2 回目のピークを示す長さ L_2 を選択することが好ましい。 L_1 にするか L_2 にするかは、系の振動を強くするか流動を強くするかに応じて適宜選択できる。

振動周波数 3 7 ~ 6 0 H z、7 5 k W の振動モータでステンレススチール（S U S 3 0 4）製の振動羽根の種々の厚みのものについて、 L_1 及び L_2 を求めたところ、以下のような結果が得られた。

厚み	L_1	L_2
0. 1 0 mm	約 1 5 mm	—
0. 2 0 mm	約 2 5 mm	約 7 0 mm
0. 3 0 mm	約 4 5 mm	1 1 0 ~ 1 2 0 mm
0. 4 0 mm	約 5 0 mm	1 4 0 ~ 1 5 0 mm
0. 5 0 mm	約 5 5 mm	約 1 7 0 mm

尚、この実験において、振動棒 1 6 e の中心から固定部材の先端までの距離は 2 7 mm であり、振動羽根 1 6 f の傾斜角度 α は上向き 1 5 °（+ 1 5 °）とした。

以上のような振動攪拌手段 1 6 としては、以下の文献（これらは本発明者の発明に係る特許出願に関するものである）及び本出願人による特許出願である特願 2 0 0 1 - 1 3 5 5 2 8、特願 2 0 0 1 - 3 3 8 4 2 2 に記載されているような振動攪拌機（振動攪拌装置）を使用することが可能である：

特開平 3 - 2 7 5 1 3 0 号公報（特許第 1 9 4 1 4 9 8 号），
 特開平 6 - 2 2 0 6 9 7 号公報（特許第 2 7 0 7 5 3 0 号），
 特開平 6 - 3 1 2 1 2 4 号公報（特許第 2 7 6 2 3 8 8 号），
 特開平 8 - 2 8 1 1 2 7 2 号公報（特許第 2 7 6 7 7 7 1 号），
 特開平 8 - 1 7 3 7 8 5 号公報（特許第 2 8 5 2 8 7 8 号），
 特開平 7 - 1 2 6 8 9 6 号公報（特許第 2 9 1 1 3 5 0 号），
 特開平 9 - 4 0 4 8 2 号公報（特許第 2 9 1 1 3 9 3 号），
 特開平 1 1 - 1 8 9 8 8 0 号公報（特許第 2 9 8 8 6 2 4 号），
 特開平 7 - 5 4 1 9 2 号公報（特許第 2 9 8 9 4 4 0 号），
 特開平 6 - 3 3 0 3 9 5 号公報（特許第 2 9 9 2 1 7 7 号），
 特開平 6 - 2 8 7 7 9 9 号公報（特許第 3 0 3 5 1 1 4 号），
 特開平 6 - 2 8 0 0 3 5 号公報（特許第 3 2 4 4 3 3 4 号），
 特開平 6 - 3 0 4 4 6 1 号公報（特許第 3 1 4 2 4 1 7 号），
 特開平 6 - 3 0 4 4 6 1 号公報，
 特開平 1 0 - 4 3 5 6 9 号公報，
 特開平 1 0 - 3 6 9 4 5 3 号公報，
 特開平 1 1 - 2 5 3 7 8 2 号公報，
 特開 2 0 0 0 - 3 1 7 2 9 5 号公報。

本発明において、振動攪拌手段 1 6 は、図 1 に示されている様に、電解槽の両端部に配置しても良いが、一方の端部のみに配置しても良い。また、振動羽根として両側に対称的に

延びているものを使用すれば、振動撹拌手段 16 を電解槽の中央に配置し、その両側に後述の様な電極群を配置することも可能である。

なお、本発明において、特開平 6 - 3 0 4 4 6 1 号公報に記載されている様な振動羽根が電解槽の底部に存在するタイプの振動撹拌手段を用いることにより、電解槽内の電極群の配置スペースが広くなり、電解槽の容積あたりのガス発生量を高めることができるとともに、上下方向に沿って電極を配置する場合には電極として後述の多孔性のものを使用する必要がなくなるという利点がある。

再び図 1 ~ 図 3 を参照する。本実施形態では、電解槽 10 A の両端部にそれぞれ上記の様な振動撹拌手段 16 が配置されている。電解槽 10 A の中央部には、電極対和構成する板状の陽極部材 2 x 及び板状の陰極部材 2 y が互いに平行に配置されている。一方の振動撹拌手段 16 は陽極部材 2 x の表面（主面）と対向するように配置されており、他方の振動撹拌手段 16 は陰極部材 2 y の表面（主面）と対向するように配置されている。

陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y の材料としては、通常の水の電気分解に使用されるものを使用することができる。たとえば、陽極部材として二酸化鉛、マグネタイト、フェライト、黒鉛、白金、Pt - Ir 合金、チタン合金、貴金属被覆チタン（例えば白金被覆チタン）などが例示でき、陰極部材としてロジウム、ニッケル、ニッケル合金（Ni - Mo₂, Ni - Co, Ni - Fe, Ni - Mo - Cd, Ni - S_x, ラネーニッケル等）、チタン合金等の貴金属が例示できる。陽極と陰極との間の距離は、例えば 5 mm ~ 400 mm である。

陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y は板状体であるから、これを多孔性のものとする事で、図 1 に示すように、振動撹拌手段 16 の振動羽根 16 f による振動撹拌で発生せしめられる電解液 14 の流動を遮るように振動羽根 16 f を向いた方向に対してほぼ直角に設けられる場合にも、小孔を通して電解液 14 がスムーズに流動することができる。小孔の形状は円形状でも多角形状でもよく、特に制限はない。また、小孔の大きさや数は電極本来の目的と多孔性にする目的との双方のバランスを考えて、適宜設定するのが好ましい。電極における小孔の面積割合は、有効面積（即ち電解液 14 と接触する面積）で、電極面積が 50 % 以上となる様にするのが好ましい。多孔性電極は網状または籠状であっても良い。陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y は、それぞれ不図示の陽極主ブスパー及び陰極主ブスパーに接続されており、これら陽極主ブスパー及び陰極主ブスパーは図 1 に示されている電源 34 に接続されている。該電源 34 と陽極部材 2 x 及び陰極部材 2 y とを含んで電気分解手段が構成される。

電源 34 は、直流を発生するものであればよく、通常の平滑な直流でもよいが、その他の種々の波形の電流を使用することができる。このような電解電流の波形は、例えば、「電気化学」第 2 4 巻 398 ~ 403 頁、同 449 ~ 456 頁、1996 年 4 月 15 日全国鍍金材料組合連合会発行「めっき技術ガイド」378 ~ 385 頁、昭和 58 年 6 月 15 日（株）広信社発行「表面技術総覧」301 ~ 302 頁、同 517 ~ 527 頁、同 1050 ~ 1053 頁、昭和 46 年 7 月 25 日日刊工業新聞社発行「めっき技術便覧」365 ~ 369 頁、同 618 ~ 622 頁等に記載されている。

本発明では、とりわけ、エネルギー効率の向上の観点から、パルス波形のうちの矩形波パルス波形のものを使用することが好ましい。このような電源（電源装置）は、交流電圧から矩形波状電圧を作成することができるものであり、このような電源は例えばトランジスタを用いた整流回路を有するものであり、パルス電源装置として知られている。このような電源装置または整流器としては、トランジスタ調整式電源、ドロップ方式の電源、スイッチング電源、シリコン整流器、SCR 型整流器、高周波型整流器、インバータデジタル制御方式の整流器（例えば（株）中央製作所製の Power Master）、（株）三社電機製作所製の KTS シリーズ、四国電機株式会社製の RCV 電源、スイッチングレギュレータ式電源とトランジスタスイッチとからなりトランジスタスイッチが ON - OFF することで矩形波状のパルス電流を供給するもの、高周波スイッチング電源（交流をダイオードにて直流に変換した後にパワートランドスタで 20 ~ 30 KHz の高周波をトランスに加えて再度整流、平滑化し出力を取り出す）、PR 式整流器、高周波制御方式の高速

10

20

30

40

50

パルスPR電源（例えばHiPRシリーズ（（株）千代田）などが利用可能である。陽極部材と陰極部材との間に印加する電圧は、通常の水の電気分解の場合と同様である。電解液14は、電解質を含む水である。電解質としては、水溶性のアルカリ金属水酸化物（ KOH 、 NaOH など）またはアルカリ土類金属水酸化物（例えば $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ など）、あるいは第4級アルキルアンモニウムなど、またリン酸や硫酸など、従来公知のものを使用することができる。これらの中でも KOH が好ましい。電解液中の電解質の含有量は、5～30%が好ましい。また、電解液のpHは、7～10であるのが好ましい。但し、 NaCl や HCl のように電気分解によりハロゲンガスを発生するものは、大量に使用した場合の環境汚染防止の観点から使用を避けるのが好ましい。

10

図1～図3に示されている様に、電解槽10Aの上部には蓋部材10Bが付設されている。該蓋部材には、電解により発生する水素-酸素ガスを回収するための水素-酸素ガス取出口10B'が設けられている。該取出口10B'には、水素-酸素ガス採取管10B''が接続されている。これらの蓋部材10B及び水素-酸素ガス採取管10B''を含んで、水素-酸素ガス捕集手段が構成される。

この実施形態では、水素-酸素ガスは水素ガスと酸素ガスとの混合ガスとして回収されるが、水素ガスと酸素ガスとを別々に回収するためには、隔膜又は隔壁を使用して、陽極部材から発生する水素ガスと陰極部材から発生する酸素ガスとを混合しないように区分して採取すればよい。

電解槽10A及び蓋部材10Bの材質としては、例えばステンレススチール、銅、その他の金属あるいはポリカーボネート等の合成樹脂が例示される。尚、電解槽10Aには、内部の電解液14のレベル調整のための配管10A'が接続されている。

20

振動撹拌手段16の振動棒16eは、蓋部材10Bを上下方向に貫通して延びている。この貫通は、図4及び図5に示されている様に、蓋部材10Bに設けられた開口の内端縁に付された固定部材10Dと振動棒16eの外面に付された固定部材10Eとの間をゴム板等のフレキシブル部材10Cにより気密にシールしたものとすることができる。あるいは、気密シールのための手段は、振動棒16eにサポートベアリングの内輪を取り付け、該サポートベアリングの外輪を蓋部材10Bの開口の内端縁に取り付け、外輪に対して内輪を上下に適宜のストロークにわたって移動可能にしたものであっても良い。この様なストロークユニットとしては、THK（株）製NS-A型（商品名）、NS型（商品名）、NOK社製オイルシールVC型（商品名）、SC型（商品名）が例示される。あるいは、蓋部材10Bに設けられた開口に、振動棒16eが通過する部分のみ開口せるゴム板またはその積層体等の気密シール手段を取り付けてもよい。このシール手段としては例えば、ゴム、特に変形性良好な軟らかいゴムが使用できる。振動棒の上下振動の振幅は、通常20mm以下、好ましくは10mm以下、特に好ましくは5mm以下であり、その下限は例えば0.1mm以上、好ましくは0.5mm以上といった程度であるから、シール部材としてゴムなどを使用することで、追従が可能となり摩擦熱の発生も少なく良好な気密状態が実現される。

30

電解は、液温20～100℃で、電流密度7～40A/dm²で行なうのが好ましい。電解により発生する水素-酸素ガスは、図21に示されて鑄る様に、ガス採取管10B''に接続されたシールポット10B'''を経て取り出される。シールポット10B'''もガス捕集手段を構成する。図22は、ガス発生装置により回収された水素-酸素ガスを利用するガス燃焼装置の一例を示す図である。水素-酸素ガスは、所要の容量のガス溜め、除湿器及び炎止めタンクを経て燃焼ノズルへと供給される。

40

この燃焼装置は、航空機、自動車、船舶等の動力装置、発電装置、ガス切断機、ボイラー、その他への適用が可能である。

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスは燃焼時の色が無色であるため、燃焼装置においては、火炎の状態を観察することが可能なように、炎止めタンク内にアルコール系溶剤を入れておき、これをガスに添加して火炎を着色させるようにしている。このアルコール系溶剤としてはメタノールからヘキサンまで各種のものが使用される。本発明により得られる水素

50

- 酸素ガスの燃焼の際には上記アルコール系溶剤の種類によって火炎温度に大きな差があることが判明した。例えば、ヘキサンを使用すると火炎は大きくなりガスの使用量も少なくてもよいが、火炎温度はメタノールに比較して著しく低い。実験によれば、0.5 mm厚のチタン板に火炎を当ててその溶融状態を観察したところ、ヘキサンをういた場合には5分程度でようやく溶融したが、メタノールを用いた場合には3秒程度で溶融した。また、アルコール系溶剤の添加量によっても火炎温度が大きく異なり、この添加量を低減することが火炎温度を向上させるのに有効であることが判明した。実験によれば、チタン板(400×20×0.5 mm)、タンタル部材(150×3 mmφ)及びタングステン板(120×15×0.8 mm)の燃焼試験において、アルコール系溶剤として、メタノール100%、メタノール50%：水50%及びメタノール25%：水75%を使用した場合の溶解(チタン、タンタル)または昇華(タングステン)に至る時間は次のとおりであった。

10

試料	溶剤(メタノール容積%)		
	100%	50%	25%
チタン	4秒	3秒	1秒
タンタル	4秒	3秒	1秒
タングステン	7秒	5秒	2秒

以上のように、炎止めタンク内に入れるアルコール系溶剤としては、メタノールが好ましく、しかもこれを水(純粋が好ましい)と混合し、メタノール容積%を10~35%とすることが望ましい。メタノール容積%を20%程度とすることで火炎温度をより高くすることが出来る点では有利であるが、メタノール容積%を30%程度とすることで火炎の持続性を高めることが出来る点で有利である。

20

本発明により発生せしめられる水素-酸素ガスは、所謂ブラウンガスとして知られており、その燃焼に際して空気を必要とせず、従って、燃焼により窒素酸化物等の環境汚染物質を生成することがない。

図10は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、基台16aは、振動吸収部材41を介して電解槽10Aの上部に取り付けられた取り付け台40上に固定されている。また、取り付け台40には、垂直方向に上方へと延びた棒状のガイド部材43が固定されており、該ガイド部材43はコイルバネ16b内に位置している。振動モータ16dとそれを駆動するための電源136との間には、振動モータ16dの振動周波数を制御するためのトランジスタ・インバータ35が介在している。電源136は、例えば200Vである。このような振動モータ16dの駆動手段は、上記その他の本発明の実施形態においても使用することができる。

30

図11は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、振動部材16cに垂直方向に下方へと延びた棒状の上側ガイド部材144が固定されており、取り付け台40に垂直方向に上方へと延びた棒状の下側ガイド部材145が固定されており、これらガイド部材144、145はコイルバネ16b内に位置している。上側ガイド部材144の下端と下側ガイド部材145の上端との間には、振動部材16cの振動を許容するような適度の間隙が形成されている。

図12は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、振動モータ16dは、振動部材16の上側に付設された付加的振動部材16c'の下側に取り付けられている。また、振動棒16eは、電解槽10A内において分岐して2つの部分134とされており、これら2つのロッド部分134の間に振動羽根16fが掛け渡されて取り付けられている。

40

図13及び図14は振動攪拌手段の一変形例を示す断面図である。この例では、最も下側の振動羽根16fが下向きに傾斜しており、その他の振動羽根16fが上向きに傾斜している。このようにすると、電解槽10Aの底部に近い部分の電解液14の振動攪拌を充分に行うことができ、電解槽底部に溜りが発生するのを防止することができる。また、振動羽根16fの全部を下向きに傾斜させることができる。

図15及び図16は本発明装置を構成する振動攪拌手段の電解槽への取り付けの他の形態

50

を示す断面図であり、図 17 はその平面図である。図 15 及び図 16 はそれぞれ図 17 の X - X' 断面及び Y - Y' 断面に相当する。

この形態では、振動吸収部材として上記コイルバネ 16b に代えてゴム板 2 と金属板 1, 1' との積層体 3 が用いられている。即ち、積層体 3 は、電解槽 10A の上端縁部に固定された取り付け部材 118 に防振ゴム 112 を介して取り付けられた金属板 1' をボルト 131 により固定し、該金属板 1' 上にゴム板 2 を配置し、該ゴム板 2 上に金属板 1 を配置し、これらをボルト 116 及びナット 117 により一体化することで形成されている。振動モータ 16d は支持部材 115 を介してボルト 132 により金属板 1 に固定されている。また、振動棒 16e の上端部はゴムリング 119 を介して積層体 3 特に金属板 1 とゴム板 2 とに取り付けられている。即ち、上側金属板 1 は図 1 その他に記載されている実施形態の振動部材 16c の機能をも発揮するものであり、下側金属板 1' は図 1 その他に記載されている実施形態の基台 16a の機能をも発揮するものである。そして、これら金属板 1, 1' を含む積層体 3 (主としてゴム板 2) が図 1 その他に記載されているコイルバネ 16b と同様な振動吸収機能を発揮する。

図 18A ~ 18C は積層体 3 の平面図を示す。図 15 ~ 17 の形態に対応する図 18A の例では、積層体 3 には振動棒 16e を通すための貫通孔 5 が形成されている。また、図 18B の例では、積層体 3 は貫通孔 5 を通る分割線により 2 分割された 2 つの部分 3a, 3b からなり、これによれば装置組立の際に振動棒 16e を容易に通すことができる。また、図 18C の例では、積層体 3 は、電解槽 10A の上端縁部に対応する環形状をなしており、中央部に開口 6 が形成されている。

図 18A, 18B の例では、電解槽 10A の上部が積層体 3 により塞がれ、これにより上記の蓋部材 10B と同等の機能が発揮される。

図 19A, 19B は、このような積層体 3 による電解槽の閉塞 (シール) の様子を示す断面図である。図 19A の形態では、ゴム板 2 が貫通孔 5 において振動棒 16e に当接してシールがなされる。また、図 19B の形態では、積層体 3 の開口部 6 において該積層体 3 と振動棒 16e とに取り付けられこれらの間の空隙を塞ぐフレキシブルシール部材 136' が設けられている。

図 20A ~ 20E に振動吸収部材としての積層体 3 の例を示す。図 20B の例は上記図 15 ~ 17 の実施形態のものである。図 20A の例では、積層体 3 は金属板 1 とゴム板 2 とからなる。図 20C の例では、積層体 3 は上側金属板 1 と上側ゴム板 2 と下側金属板 1' と下側ゴム板 2' とからなる。図 20D の例では、積層体 3 は上側金属板 1 と上側ゴム板 2 と中間金属板 1'' と下側ゴム板 2' と下側金属板 1' とからなる。積層体 3 における金属板やゴム板の数は、例えば 1 ~ 5 とすることができる。尚、本発明においては、ゴム板のみから振動吸収部材を構成することも可能である。

金属板 1, 1', 1'' の材質としては、ステンレス鋼、鉄、銅、アルミニウム、その他適宜の合金を使用することができる。金属板の厚さは、例えば 10 ~ 40 mm である。但し、積層体以外の部材に対して直接固定されない金属板 (例えば上記中間金属板 1'') は 0.3 ~ 1.0 mm と薄くすることができる。

ゴム板 2, 2' の材質としては、合成ゴム又は天然ゴムの加硫物を使用することができ、JIS K 6386 で規定される防振ゴムが好ましく、更に特に静的剪断弾性率 4 ~ 22 kgf/cm² 好ましくは 5 ~ 10 kgf/cm²、伸び 250 % 以上のものが好ましい。合成ゴムとしては、クロロプレンゴム、ニトリルゴム、ニトリル - クロロプレンゴム、スチレン - クロロプレンゴム、アクリロニトリル - ブタジエンゴム、イソプレンゴム、エチレン - プロピレン - ジエン共重合体ゴム、エピクロロヒドリン系ゴム、アルキレンオキシド系ゴム、フッ素系ゴム、シリコーン系ゴム、ウレタン系ゴム、多硫化ゴム、フォスファゼンフッ素ゴムを例示することができる。ゴム板の厚さは、例えば 5 ~ 60 mm である。図 20E の例では、積層体 3 は上側金属板 1 とゴム板 2 と下側金属板 1' ととからなり、ゴム板 2 が上側ソリッドゴム層 2a とスポンジゴム層 2b と下側ソリッドゴム層 2c とからなる。下側ソリッドゴム層 2a, 2c のうちの一方を除去してもよいし、更に複数のソリッドゴム層と複数のスポンジゴム層とを積層したものであってもよい。

図 2 3 は、振動撹拌手段 1 6 の変形例を示す図である。この例では、振動モータ 1 6 d が電解槽 1 0 A の側方に位置しており、振動部材 1 6 c が電解槽 1 0 A の上方へと水平に延びている。そして、該振動部材 1 6 c に振動棒 1 6 e が取り付けられている。この構成によれば、電解槽 1 0 A に対する上記蓋部材 1 0 B の着脱が容易になる。尚、図 2 3 には電解槽 1 0 A の一側方に位置する振動撹拌手段 1 6 のみが示されているが、電解槽 1 0 A の両側方に振動撹拌手段 1 6 を配置してもよい。

また、本発明は、陽極と陰極との間に水素と酸素とを分離する隔膜を配置して、水素と酸素とを分離した形態で発生させる方式の電解によるガス発生装置にも適用することができる。この様な方式のガス発生装置については、例えば、M. Yamaguchi の “Development of 2500 cm² Solid Polymer Electrolyte Water Electrolyzer in WE-NET” と題する報文に記載がある。

以上の実施形態においては、陽極部材及び陰極部材の少なくとも一方の表面に対向するように振動撹拌手段の振動撹拌部材を配置することで、陽極部材または陰極部材が 1 つであっても、その高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

図 2 4 ~ 図 2 6 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 2 4 ~ 図 2 5 は断面図であり、図 2 6 は平面図である。

本実施形態においては、振動撹拌手段として絶縁式のものをを用いている。即ち、絶縁式振動撹拌部材として、振動部材 1 6 c に上端を取り付けられた振動棒上部分 1 6 e' と、該振動棒上部分の下方に絶縁領域 1 6 e'' を介して取り付けられた振動棒下部分 1 6 e とを含んでなる振動棒を使用している。

振動モータ 1 6 d とそれを駆動するための不図示の電源（例えば 200 V）との間には、振動モータ 1 6 d の振動周波数を制御するためのトランジスタ・インバータが介在している。このような振動モータ 1 6 d の駆動手段は、その他の本発明の実施形態においても使用することができる。振動モータ 1 6 d は、インバータを用いた制御により、上記実施形態と同様に 10 ~ 500 Hz で振動する。振動モータ 1 6 d で発生した振動は、振動部材 1 6 c 及び振動棒（1 6 e, 1 6 e', 1 6 e''）を介して振動羽根 1 6 f に伝達される。なお、以下の説明において、簡単化のために、振動棒の符号を 1 6 e のみで代表させて用いる。

図 2 7 は、振動棒の電氣的絶縁領域 1 6 e'' の近傍を示す部分拡大断面図である。また、図 2 8 は電氣的絶縁領域 1 6 e'' の斜視図を示し、図 2 9 はその平面図を示す。

電氣的絶縁領域 1 6 e'' は、例えば合成樹脂またはゴムで形成することができる。電氣的絶縁領域 1 6 e'' は、振動棒を構成するものであるから、振動により破損せず、振動モータの振動を効率よく伝達でき、十分な絶縁性を発揮する材料を選択するのが好ましい。この様な観点から硬質ゴムが最も好ましい。その一例としては、硬質ポリウレタンゴムを挙げることができる。なお、このような絶縁材料のみからなる部材では強度的に不十分である場合には、絶縁性を損なわない範囲で、絶縁部材のみからなる部材の周囲などを例えば金属などで補強して、所要の機械的強度を得ることができる。

絶縁領域 1 6 e'' は、具体的には、例えば、図示される様な硬質ゴム製の円柱状絶縁部材（多角形状等形状は任意）よりなり、その中央の上部分及び下部分に、振動棒上部分 1 6 e' 及び振動棒下部分 1 6 e をそれぞれ嵌合させるための嵌合用穴 1 2 4, 1 2 5 が設けられている。これらの嵌合用穴は上下には貫通しておらず、そのため、これら嵌合用穴の間の非貫通部分は絶縁部として機能する。

上下の嵌合用穴を貫通させた場合には、振動棒上部分 1 6 e' と振動棒下部分 1 6 e とが接触しないように、上記非貫通部分に対応する箇所に絶縁材料を充填するか、絶縁に十分な程度の空間を設ける。円柱状絶縁部材の嵌合用穴 1 2 4, 1 2 5 は、振動棒上部分 1 6 e' と振動棒下部分 1 6 e の接合のために機能する。接合は、ネジ止め（たとえば、図示されている様に、振動棒上部分 1 6 e' の下端部と振動棒下部分 1 6 e の上端部とに雄ネ

10

20

30

40

50

ジを切り、嵌合用穴 124, 125 に雌ネジを切って、両者を結合させ、必要に応じて更にその上にワッシャーリングを当て、ビス止めする)でもよいし、接着剤による接合でもよい。いずれにしても、これらの部分の構造は、本発明の目的を達成できれば、その他のいかなる構造であってもよい。

たとえば、振動棒の直径が 13 mm の場合には、絶縁領域 16e'' は、長さ(高さ) L が例えば 100 mm であり、外径 r_2 が例えば 40 mm であり、嵌合用穴 124, 125 の内径 r_2 が 13 mm である。

図 27 及び図 24 ~ 図 25 に示されている様に、振動棒下部分 16e の上部には、絶縁領域 16e'' の直下にて通電線 127 が接続されている。通電線 127 は電源 34 に接続されている。ここで、図 1 に示されているように、一方の絶縁式振動撹拌手段 16 (陽極部材 2x に近接する方)の通電線 127 は電源の正極に接続されており、他方の絶縁式振動撹拌手段 16 (陰極部材 2y に近接する方)の通電線 127 は電源の負極に接続されている。陽極部材 2x 及び陰極部材 2y は、それぞれ図 26 に示される陽極主ブスバー 201 及び陰極主ブスバー 202 を介して電源 34 に接続されている。

振動棒下部分 16e、固定部材 16j 及び振動羽根 16f は導電性部材例えば金属からなる。これにより、一方の絶縁式振動撹拌手段の振動棒下部分 16e、固定部材 16j 及び振動羽根 16f をも陽極部材として利用し、他方の絶縁式振動撹拌手段の振動棒下部分 16e、固定部材 16j 及び振動羽根 16f をも陰極部材として利用して通電し、電気分解を行うことが出来る。更には、陽極部材及び陰極部材のうちの少なくとも一方を除去して、電気分解を行うことも可能である。

本実施形態のように、振動羽根 16f を陽極部材または陰極部材として利用する際には、特にこれらとは別の陽極部材または陰極部材を使用しない場合のように電極面積が不足する時には、出来るだけ振動羽根の面積を増加させるのが好ましい。そのためには、振動羽根の長さは、第 2 回目のピークを示す長さ L_2 または第 3 回目のピークを示す長さ L_3 を選択することが好ましい。

本実施形態では、絶縁式振動撹拌手段により電解液を振動撹拌しながら電気分解を行うので、非絶縁式の振動撹拌手段を用いた場合と同様に、陽極部材と陰極部材との間の距離を例えば 20 ~ 400 mm としてもショートすることなく電解処理を行なうことができる。陽極部材 2x の材料としては、上記実施形態で説明したものや、Pt、Pt 合金、Pt 族金属、合金被覆を有するもの、Ni、Ni 合金、Fe、Fe 合金、炭素鋼、ステンレス鋼等が挙げられる。

本実施形態においては、振動棒上部分 16e' は絶縁領域 16e'' により振動棒下部分 16e とは電氣的に絶縁されているので、振動棒下部分 16e を介する通電の影響が振動モータ 16d へと及ぶことはない。更に、本実施形態では、絶縁領域 16e'' が熱絶縁性をも有するので、振動棒上部分 16e' は振動棒下部分 16e とは熱的にも絶縁され、電解液 14 の温度の影響が振動モータ 16d へと及ぶことは少ない。

また、本実施形態の装置において、絶縁式振動撹拌手段の振動羽根を陽極部材又は陰極部材として用いずに電気分解を行なう場合においても、絶縁領域 16e'' が存在するので、電解液 14 内の通電の影響が振動モータ 16d へと及ぶことがないという利点がある。

図 30 は、絶縁式振動撹拌手段の他の実施形態を示す側面図である。この実施形態は、振動棒下部分 16e に、振動羽根 16f の他にこれと交互に配置された電極用補助羽根 16f' を取り付けただけで、図 24 ~ 図 26 の実施形態と異なる。電極用補助羽根 16f' は、導電性を有しており、振動棒下部分 16e と電氣的に接続されていて、電解液 14 に対する通電の際の一方の電極として機能し、従って振動撹拌の機能は必須ではない。電極用補助羽根 16f' を使用する目的は電極面積の増加と当該電極と反対側の電極との間隔の低減とにあるので、電極用補助羽根 16f' の大きさ(面積)は振動羽根 16f より大きいほうが好ましく、また図示されている様に、補助羽根 16f' の先端縁(右端縁)は振動羽根 16f の先端縁(右端縁)より更に右方へと突出しているのが好ましい。

電極用補助羽根 16f' は、振動羽根と振動羽根との中間に位置する様に振動棒に取り付けるのが好ましいが、必ずしもこれに限定されることはなく、振動撹拌の効果を著しく低

10

20

30

40

50

減させない限りは、上下一方の振動羽根に近接して配置することも可能である。振動棒下部分 16 e への電極用補助羽根 16 f' の取り付けは、振動羽根 16 f の取り付けと同様にして行なうことができる。

電極用補助羽根 16 f' の材質としては、電極として使用され得るものであればよいが、振動棒の振動に従って振動するものであるから、振動に耐え得ることが要求され、例えば振動羽根として使用可能な導電体例えば金属例えばチタン（表面に白金めっきを施すことができる）またはステンレス（表面に白金めっきを施すことができる）を使用することができる。尚、電極用補助羽根 16 f' を使用する場合には、振動羽根 16 f は必ずしも導電性材料からなる必要はなく、合成樹脂製のものを使用することも可能である。

図 3 1 及び図 3 2 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態を示す断面図である。本実施形態では、2つの振動棒にわたって各振動羽根が取り付けられている。

10

図 3 3 は振動羽根 16 f の近傍を示す断面図である。振動羽根 16 f は固定部材 16 j からはみ出した部分が振動流動の発生に寄与するのであり、このはみ出した部分は幅 D_1 で長さ D_2 である。本実施形態では、複数の振動棒にわたって各振動羽根が取り付けられているので、各振動羽根の面積を十分大きくとることができる。かくして、大きな振動流動を得ることができ、また電極として使用される面積を大きくすることが可能である。

本実施形態においては、図示はしないが、図 2 4 ~ 図 2 6 に関し説明した様な電気分解手段の電源 3 4 が使用される。本実施形態においても、図 3 0 の実施形態と同様に、電極用補助羽根を使用することができる。

図 3 5 は絶縁式振動攪拌手段の実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態の絶縁式振動攪拌手段 16 においては、振動モータ 16 d は、電解槽 10 A 外に配置されていて、振動部材 16 c が電解槽 10 A の方へと延びている。本実施形態においても、図示はしないが、図 2 4 ~ 図 2 6 に関し説明した様な電気分解手段の電源 3 4 が使用される。本実施形態においても、図 3 0 の実施形態と同様に、電極用補助羽根を使用することができる。また、図では絶縁式振動攪拌手段が電解槽の片側だけにのみ配置されているが、もう一方の側にも同様な絶縁式振動攪拌手段を配置することが可能である。

20

図 3 6 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態を示す断面図である。本実施形態では、図 3 5 の実施形態と同様な振動モータ 16 d、振動部材 16 c、振動棒上部分 16 e' 及び絶縁領域 16 e'' の組が、電解槽 14 の両側に配置されている。そして、振動棒下部分 16 e は、コ字形形状をなしており、その2つの垂直部分が2つの絶縁領域 16 e'' にそれぞれ対応して配置されている。これら2つの垂直部分の上端がそれぞれ絶縁領域 16 e'' を介して2つの振動棒上部分 16 e' にそれぞれ接続されている。振動羽根 16 f は、振動棒下部分 16 e の水平部分にほぼ垂直に取り付けられている。図では振動羽根 16 f は上方に突出しているが、下方に突出していてもよい。また、振動羽根 16 f は垂直方向に対して傾斜をもって配置されてもよいことは上記と同様である。

30

図示されている絶縁式振動攪拌手段の上方突出の振動羽根を陽極部材として使用し、他の絶縁式振動攪拌手段の下方突出の振動羽根を陰極部材として使用して、電解処理を行うことが出来る。この場合、後述の図 4 0 に関し説明するように、双方の絶縁式振動攪拌手段の振動はね同士を互いに入り組んだ形態とすることが可能である。

本実施形態のように、本発明においては、振動棒は必ずしも上下方向を向いて配置される必要はなく、電解槽の形状などに応じて適宜の形状及び配置のものを使用することが出来る。

40

本実施形態においても、図示はしないが、図 2 4 ~ 図 2 6 に関し説明した様な電気分解手段の電源 3 4 が使用される。本実施形態においても、図 3 0 の実施形態と同様に、電極用補助羽根を使用することができる。

図 3 7 ~ 図 3 9 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 3 7 ~ 図 3 8 は断面図であり、図 3 9 は平面図である。本実施形態は、図 2 4 ~ 図 2 6 の実施形態において電極用補助羽根 16 f' を追加使用したものに相当する。

図 4 0 ~ 図 4 1 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生

50

装置の一実施形態の構成を示す図である。ここで、図 4 0 は部分断面図であり、図 4 1 は断面図である。

本実施形態では、2つの絶縁式振動攪拌手段が電解槽 1 0 A 内に配置されており、一方の絶縁式振動攪拌手段の隣接する電極用補助羽根 1 6 f ' どうしの間に他方の絶縁式振動攪拌手段の電極用補助羽根 1 6 f ' が位置している。これにより、2つの絶縁式振動攪拌手段の一方を陽極側として使用し且つ他方を陰極側として使用することで、大面積の陽極部材と陰極部材とを互いに近接して配置することができ、電流密度を著しく向上させることができる。このような非接触で互いに入り組んだ形態での陽極部材と陰極部材との配置は、2つの絶縁式振動攪拌手段の振動羽根同士でも同様にして行うことができる。

本実施形態においては、互いに上下方向に近接して配置される陽極部材（振動羽根または電極用補助羽根）と陰極部材（振動羽根または電極用補助羽根）との距離を例えば 5 ~ 5 0 mm とすることができる。

本実施形態においては、2つの絶縁式振動攪拌手段の電極用補助羽根 1 6 f ' 同士が接触してショートするのを防止するために、図 3 4 に示す様に、電極用補助羽根 1 6 f ' の両面の外周部等を絶縁テープ 1 6 f a などの貼付や絶縁塗料の塗布などにより絶縁部とすることが好ましい。電極部材として使用する振動羽根 1 6 f 同士を同様にして互い違いに配置することも可能であり、その場合にも同様な絶縁部を形成することが出来る。或いは、同様な絶縁効果を得るために、同等の形状を有するプラスチック製絶縁板を配置してもよい。

図 4 2 ~ 図 4 4 は、絶縁式振動攪拌手段の構成を示す模式図である。これらの例では、共通の振動部材 1 6 c に複数の振動棒が接続されている。各振動棒下部分 1 6 e に接続される通電線 1 2 7 は、それぞれ電源の図示される極に接続されるが、これに限定されることはなく、適宜変更してもよい。

以上の実施形態においては、絶縁式振動攪拌部材の一部（例えば、振動羽根、電極用補助羽根）を陽極部材または陰極部材として使用することで、絶縁式振動攪拌部材以外の陽極部材または陰極部材がなくとも、その高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

図 4 5 は絶縁式振動攪拌手段の他の実施形態の構成を示す部分断面図であり、図 4 6 はその部分側面図である。

本実施形態では、2つの振動棒下部分 1 6 e を機械的に接続する様に取り付けられている振動羽根 1 6 e 及び固定部材 1 6 j を2つの群に区分し、第1の群を一方の振動棒下部分 1 6 e と電氣的に接続させ、第2の群を他方の振動棒下部分 1 6 e と電氣的に接続させ、これら2つの群の間で電圧を印加することで、電解液 1 4 に通電し電解処理を行なう様にしている。

即ち、図 4 5 において、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j は、右側の振動棒下部分 1 6 とは電氣的に接続されているが、左側の振動棒下部分 1 6 とは絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t を介して取り付けられることで電氣的に絶縁されている。一方、上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j は、左側の振動棒下部分 1 6 とは電氣的に接続されているが、右側の振動棒下部分 1 6 とは絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t を介して取り付けられることで電氣的に絶縁されている。かくして、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j を第1の群とし、上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f 及び固定部材 1 6 j を第2の群とし、左側の振動棒下部分 1 6 に接続されている通電線 1 2 7 と右側の振動棒下部分 1 6 に接続されている通電線 1 2 7 との間に不図示の処理用電源により所要の電圧を印加することで、第1の群（陽極部材）と第2の群（陰極部材）との間で電解液 1 4 に通電することができる。尚、図 4 6 では絶縁ブッシュ 1 6 s 及び絶縁座金 1 6 t の図示が省略されている。

本実施形態においては、絶縁領域 1 6 e " は振動棒 1 6 e と振動発生手段を構成する振動部材 1 6 c との間に設けられている。即ち、ここでは、絶縁領域 1 6 e " が、上記実施形態における振動部材 1 6 c への振動棒 1 6 e の取り付け部 1 1 1 の機能を兼ねている。

本実施形態においては、陽極側となる振動羽根 1 6 f としてはチタンの表面に白金めっき

10

20

30

40

50

を施したものが好ましく用いられ、陰極側となる振動羽根 1 6 f としてはチタンが好ましく用いられる。

本実施形態によれば、絶縁式振動撈拌手段に対する給電のみで電解処理が可能となるので、装置をコンパクトなものとすることができる。また、振動羽根 1 6 f を陽極部材及び陰極部材のそれぞれとして兼用しているため、この点からも装置のコンパクト化がなされている。

図 4 7 は絶縁式振動撈拌手段の他の実施形態の構成を示す部分側面図である。

本実施形態では、図 4 5 及び図 4 6 の実施形態における上側から偶数番目の振動羽根 1 6 f に代えて陽極部材 1 6 f " を使用している。この陽極部材 1 6 f " は、振動撈拌には寄与せず、図の右側にのみ延びている。陽極部材 1 6 f " としては、例えばチタン製ラス網（表面に白金めっきを施したもの）が好ましく用いられる。一方、上側から奇数番目の振動羽根 1 6 f に対してスペーサ 1 6 u を介して陰極部材 1 6 f " ' を追加している。この陰極部材 1 6 f " ' も、振動撈拌には寄与せず、図の右側にのみ延びている。陰極部材 1 6 f " ' としては、例えばチタン板が好ましく用いられる。尚、陰極部材の場合と同様に、陽極部材とともに振動羽根を取り付けてもよい。

本実施形態では、振動羽根 1 6 f とは別に電極部材としての陽極部材 1 6 f " 及び陰極部材 1 6 f " ' を使用しているため、電極材料の選択の自由度が増加する。

図 4 8 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態は、図 4 5 ~ 図 4 6 の絶縁式振動撈拌手段を 2 つ使用したものである。

以上の実施形態においては、絶縁式振動撈拌部材に陽極部材及び陰極部材の双方を取り付けて、これらの間で電解液を介して通電することで電解処理を行うので、装置の小型化が可能であり、更にその高いガス発生効率に基づき、装置あたりの高いガス発生量を得ることが出来る。

図 4 9 ~ 図 5 0 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態では、振動撈拌手段として非絶縁式のものが用いられており、陽極部材及び陰極部材からなる電極対として、図 4 5 ~ 図 4 6 の絶縁式振動撈拌手段と類似の構成体を使用したものである。即ち、上下方向に互いに平行に配列された 2 本の導電性棒状体 1 1 6 e に、陽極部材 1 1 6 f " 及び陰極部材 1 1 6 f " ' を図 4 5 ~ 図 4 6 の絶縁式振動撈拌手段の第 1 群の振動羽根及び第 2 群の振動羽根の場合と同様にして取り付け、各導電性棒状体 1 1 6 e を電源の正極及び負極の所要のものに接続している。

図 5 1 及び図 5 2 は本発明による水素 - 酸素ガス発生方法の実施される水素 - 酸素ガス発生装置の一実施形態の構成を示す断面図である。本実施形態では、絶縁式振動撈拌手段 1 6 の振動羽根 1 6 f を陰極部材として使用し、陽極部材 8 6 として、図 5 3 に示される円柱状チタン網ケース内に複数の金属製ボール（ニッケルボール、銅ボールなど）を充填したものを使用し、これを水平方向に保持したものをを用いている。陽極部材 8 4 の保持手段 8 2 は例えば陽極ブスパーである。

陽極部材 8 4 としては、例えばチタン製ラス網（表面に白金めっきを施したものが好ましい）からなるものを使用することが出来る。図 5 4 にラス網陽極部材の正面図を示す。上部に吊下げ用の孔が 2 つ設けられており、中央部から下部にかけて網状部とされており、この網状部が電解液中に浸漬される。

図 5 5 A ~ 図 5 5 E は、振動発生手段と振動撈拌部材との接続形態の例を示す模式図である。図 5 5 A の例では、振動発生手段の振動部材 1 6 c に直接振動撈拌部材の振動棒 1 6 e が接続されている。これに対して、図 5 5 B ~ 図 5 5 E の例では、振動部材 1 6 c に中間部材 1 6 c c が取り付けられており、該中間部材 1 6 c c に振動棒 1 6 e が接続されている。

以上の実施形態で述べた振動撈拌手段及び絶縁式振動撈拌手段の各部の構成は、絶縁式振動撈拌手段のものが所要の絶縁性及び所要の導電性を要求されることを除けば、互いに他のものへの転用が可能である。

以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらにより何ら限定されるものではない。

[実施例 1]

図 40 ~ 41 に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール (S U S 3 0 4) 製 (内面に厚さ 2 m m の耐熱性塩化ビニル樹脂貼付)

7 4 0 m m × 2 1 0 0 m m × 7 0 0 m m (H)

蓋部材：

ステンレススチール (S U S 3 0 4) 製、図 4 及び図 5 のシール構造を採用

10

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：(株) 村上精機製作所製、4 0 0 W × 3 相 × 2 0 0 V、6 台インバーターにより 4 0 H z で駆動

振動羽根：チタン製、6 枚、

図 3 4 のようにポリテトラフルオロエチレン製絶縁テープを貼付

極間距離：双方の絶縁式振動攪拌手段の隣接電極用補助羽根同士の間隔を 2 0 m m に設定

電解液：蒸留水中に電解質 K O H を 8 重量 % 添加したもの、温度 5 5

陽極 - 陰極間の印加電圧：1 . 5 V (直流)

電流密度：3 0 A / d m ²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。得られた混合ガスを燃焼させたところ、1 5 0 m m 程度の長さの細い火炎が形成された (炎止めタンク内の溶剤としてメチルアルコールを用いた) 。タングステン棒が約 2 秒で白煙を上げて気化し、棒に穴があいた。3 0 0 0 ~ 4 0 0 0 の火炎が得られているものと推定される。

20

本実施例で得られた混合ガスは爆発 (爆鳴) を伴わずに、安全に使用出来るところに特長がある。また、長時間の火炎の発生の継続が可能である。なお、火炎を停止すると、爆縮し、燃焼装置のノズル内部が真空になるため、音が発生する。

本実施例で得られる混合ガスは、従来のブラウンガスまたは前記日本国登録実用新案 2 記載のガスとは異なり、燃焼により形成される火炎を溶接に無公害にて使用することが出来、工業的に十分に利用可能であることがわかった。従来の水素ボンベ及び酸素ボンベからの混合ガスと比較すると、燃焼温度 (火炎温度) が向上し、エネルギー発生量が優れていた。従って、実用装置として好適に使用可能であることがわかった。

30

[実施例 2]

図 3 7 ~ 3 9 に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール (S U S 3 0 4) 製 (内面に耐熱性塩化ビニル樹脂被覆プラスチック仕上げ)

4 0 0 m m × 7 0 0 m m × 5 5 0 m m (H)

蓋部材：

ステンレススチール (S U S 3 0 4) 製、図 4 及び図 5 のシール構造を採用

40

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：1 5 0 W × 3 相 × 2 0 0 V、2 軸タイプ、2 台
インバーターにより 4 0 H z で駆動

振動羽根：チタン製、6 枚、図 3 3 の寸法 $D_2 = 5 5 m m$

電極用補助羽根：チタン製、2 枚 (最上部及び最下部にのみ使用)、

図 3 3 の寸法 $D_2 = 1 5 0 m m$

陽極部材及び陰極部材：

図 5 4 のチタン製ラス網電極 (厚さ 3 . 0 m m、ラス部厚さ 1 . 5 m m、
網目の対角線長さ：一方 1 0 m m、他方 2 0 m m)

極間距離：チタン製ラス網電極間を 2 0 m m に設定 (互いに平行)

50

電極部材の面積が小さいのを電極用補助羽根の表面積で補っている

電解液：蒸留水中に電解質 K O H を 2 5 重量 % 添加したもの、温度 5 5

陽極 - 陰極間の印加電圧：1 . 4 V (直流)

電流密度：2 0 A / d m ²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを燃焼させたところ、1 0 0 m m 程度の長さの細い火炎が形成された。タングステン棒が白煙を上げて気化し、棒に穴があいた。3 0 0 0 程度の火炎が得られているものと推定される。

本実施例で得られた混合ガスは爆発 (爆鳴) を伴わずに、安全に使用出来るところに特長がある。また、長時間の火炎の発生の継続が可能である。なお、火炎を停止すると、爆縮し、燃焼装置のノズル内部が真空になるため、音が発生する。

本実施例において、装置の中央 (陽極部材と陰極部材との中間) に隔膜を配置して、陽極部材側及び陰極部材側で別々にガスを捕集すると、水素ガスと酸素ガスとを別々に得ることが出来る。これを混合させることで、実施例 1 と同様な混合ガスとして使用することが出来る。但し、最初から分離せずに混合ガスとして捕集した方が燃焼時の火力が勝っていた。

[実施例 3]

図 2 4 ~ 2 6 に関し説明した装置を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール製 (内面に厚さ 2 m m の耐熱性塩化ビニル樹脂貼付)

7 4 0 m m × 2 1 0 0 m m × 7 0 0 m m (H)

蓋部材：

ステンレススチール (S U S 3 0 4) 製、図 4 及び図 5 のシール構造を採用

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：(株) 村上精機製作所製、4 0 0 W × 3 相 × 2 0 0 V 、6 台インバーターにより 4 0 H z で駆動

振動羽根：チタン製 (陽極部材または陰極部材を兼用) 、6 枚

陽極部材及び陰極部材：

図 5 3 の円柱状チタン網製ケース (籠体) 電極を積み重ねたもの

電解液：蒸留水中に電解質 K O H を 2 5 重量 % 添加したもの、温度 5 5

陽極 - 陰極間の印加電圧：1 . 4 V (直流)

電流密度：2 0 A / d m ²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを燃焼させたところ、実施例 2 と同様に細い火炎が形成された。3 0 0 0 程度の火炎を定常的に得ることが出来た。

本実施例において、装置の中央 (陽極部材と陰極部材との中間) に隔膜を配置して、陽極部材側及び陰極部材側で別々にガスを捕集すると、水素ガスと酸素ガスとを別々に得ることが出来、別々に燃焼に使用することが出来るが、これを混合させることで、実施例 1 と同様な混合ガスとして爆発の危険性なく安全に溶接に使用することが出来る。

[実施例 4]

図 3 0 に関し説明したタイプの装置を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール製 (内面にプラスチックコート)

7 0 0 m m × 3 0 0 m m × 3 5 0 m m (H)

蓋部材：

図 1 6 , 1 7 , 1 8 , 1 9 B 、2 0 A に関し説明したもの、図 4 及び図 5 のシール構造を採用

絶縁式振動攪拌手段：

振動モータ：(株) 村上精機製作所製、7 5 0 W × 3 相 × 2 0 0 V

10

20

30

40

50

インバーターにより 40 Hz で駆動

振動羽根：チタン製（陽極部材または陰極部材を兼用）、5枚、

図8の $\alpha = 15^\circ$

振動棒：チタン合金製、直径 16 mm

振動羽根用固定部材：チタン製

弾性部材シート（図8における 16 p）：テフロン（登録商標）シート

電解液：蒸留水中に電解質 KOH を 30 重量% 添加したもの、温度 55

陽極 - 陰極間の印加電圧：2.7 V（直流）

電流密度：20 A / dm²

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

10

得られた混合ガスを図22の燃焼装置（溶剤としてメタノールを使用）を使用して、燃焼させたところ、着色した 100 mm 程度の細長い火炎が形成された。チタン棒に穴をあけることができ、推定 3000 程度の火炎による溶接への利用が可能であった。

〔実施例5〕

図49～50に関し説明した装置（但し、振動撹拌手段は絶縁式のものとした）を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

電解槽：

ステンレススチール製（内面塩化ビニール被覆）、厚さ 6 mm

320 mm × 220 mm × 440 mm（H）

蓋部材：

20

ステンレススチール製、図4及び図5のシール構造を採用

絶縁式振動撹拌手段：

振動モータ：安川電機（株）製、75 W × 3 相 × 200 V

インバーターにより 45 Hz で駆動

振動羽根：ステンレス製、下向き 1 枚、上向き 3 枚、図8の $\alpha = \pm 15^\circ$

電極対：

陽極部材：白金板、8 枚

陰極部材：ステンレススチール板、9 枚

振動撹拌部材からの距離：25 mm

電解液：蒸留水中に電解質 KOH を 20 重量% 添加したもの、常温

30

陽極 - 陰極間の印加電圧：4 V（直流）

電流：100 A

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを、図22の燃焼装置（シールボットの溶剤としてメタノール使用）を用いて燃焼させたところ、チタン板（400 × 20 × 0.5 mm）、タンタル部材（150 × 3 mm φ）及びタングステン板（120 × 15 × 0.8 mm）をいずれも数秒で溶解（チタン、タンタル）または昇華（タングステン）させることが出来た。これにより推定すると約 7000 ~ 8000 の高温の火炎が安定して長時間得られた。

〔実施例6〕

図47に関し説明した振動撹拌手段を用いて、以下の条件で水素 - 酸素ガスを発生させた。

40

電解槽：

ステンレススチール製（内面塩化ビニール被覆）

750 mm × 500 mm × 500 mm（H）

蓋部材：

ステンレススチール製、図4及び図5のシール構造を採用

振動撹拌手段：

振動モータ：安川電機（株）製、250 W × 3 相 × 200 V

インバーターにより 50 Hz で駆動

振動羽根：ステンレス製

50

陽極部材：チタン板

陰極部材：白金めっきチタン板

電解液：蒸留水中に電解質 KOH を 15 重量% 添加したもの、60

陽極 - 陰極間の印加電圧：1.5 V (直流)

電流密度：20 A / dm^2

水素ガスと酸素ガスとの混合ガスを極めて効率よく発生させることが出来た。

得られた混合ガスを用いて、3000 程度で容易に金属溶接を行うことが出来た。これにより推定すると約 7000 ~ 8000 の高温の火炎が得られた。本実施例によれば、水素 - 酸素ガス発生装置の小型化及び軽量化ができた。

産業上の利用可能性

(1) 驚くべきことに、振動攪拌手段または絶縁式振動攪拌手段を併用すると、陽極部材と陰極部材との間隔を 20 mm 以下にしても電解が良好に行なわれ、特に陽極部材及び陰極部材に対して高い均一性と高い流速とをもって電解液が接触するので、電気分解に必要なイオン供給が十分となり、結果として高電流密度が可能となり水素 - 酸素ガスの発生効率を大幅に向上させることができ、また高速電解が可能となる。

(2) 電極間隔を低減することが可能になったことに伴い、1つのガス発生装置あたりの水素 - 酸素ガスの発生量を大幅に向上させることができる。

(3) ガス発生効率を大幅に向上させることが可能になったことに伴い、陽極部材及び陰極部材の数を大幅に低減しても、十分なガス発生量を得ることが出来、装置の小型化が可能である。特に、絶縁式振動攪拌手段を用いたものでは、振動羽根や電極用補助羽根を陽極部材または陰極部材として兼用できるので、一層の装置の小型化が可能である。

(4) 振動攪拌手段または絶縁式振動攪拌手段の使用により、電解液中での水素 - 酸素ガスの泡立ちがなく、電気抵抗が大きくなることはない。これは、本発明により得られる水素 - 酸素ガスが極めて高純度であり且つ H_2 や O_2 になる以前の発生期の水素や酸素に近い状態にあるためと推測される。

(5) 本発明の装置は、深夜の安い電力を利用して、水素 - 酸素ガスを作り、これを貯蔵することにより、大需要に対する弾力的対応が可能である。電解の電源として直流パルス波形のものを利用すれば、一層電力の節約になる。

(6) 本発明の装置は、安全で危険のないカセットコンロの燃料供給源とすることができる。

(7) 本発明の装置により得られたガスを使用して、従来の蓄熱冷暖房よりも優れた冷暖房装置を提供することができる。

(8) 本発明の装置により発生するガスを用いて、小型、中型、大型の都市ゴミや産業廃棄物の焼却炉の燃焼を行なうことができ、これによれば無公害焼却が可能であるとともにより経済性が高い。とくに、本発明の装置により発生するガスを用いたゴミ焼却では、燃焼の立ち上がり時点から高温燃焼が可能となり、塩素などのハロゲン系廃棄物を燃焼させても、ダイオキシンなどは発生しない。

(9) 本発明の装置によれば、ボイラーやガスタービン等への燃料供給が可能である。

(10) 本発明の装置は、それより発生するガスの燃焼により生ずる成分は水のみであるから、安全で無公害のクリーンなガス発生装置として有用である。

(11) 船舶の燃料製造装置としても有用である。

(12) 必要に応じて、その都度所要比量のガスを発生させることが出来るので、実際上ガスタンクが殆ど不要になり、大量ガス貯蔵に伴う危険性がなくなる。

(13) 本発明の装置により発生するガスを溶接、溶断またはろうづけに使用した場合、アセチレンガスを用いた場合と比較して、酸素供給量を 25 ~ 50 % 程度低減することが出来、またガス中にカーボン成分を含まないので、溶接部位、溶断箇所またはろうづけ部位の黒化がない。

(14) 本発明の装置により発生するガスを用いて溶接、溶断またはろうづけ等の作業を行う場合、アセチレンガスやプロパンガスを用いて実施する場合に比べて、約 60 ~ 70 % のコスト低減が可能である。

10

20

30

40

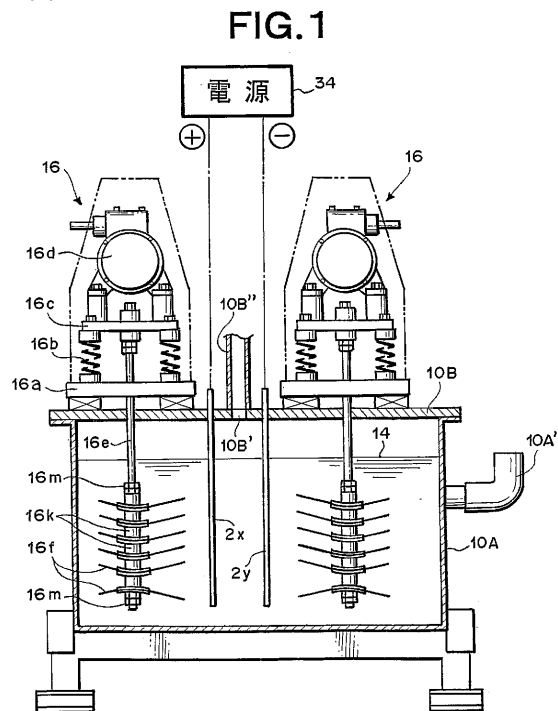
50

【図面の簡単な説明】

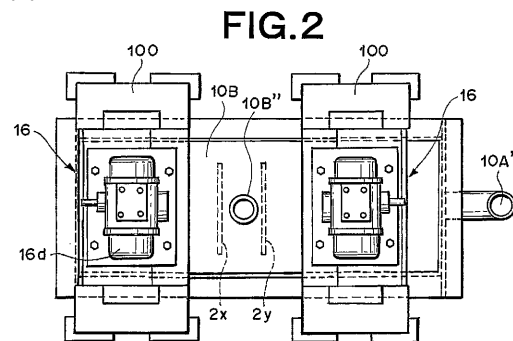
- 図 1 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 図 2 は、図 1 の装置の平面図である。
- 図 3 は、図 1 の装置の断面図である。
- 図 4 は、図 1 の装置の部分拡大断面図である。
- 図 5 は、図 1 の装置の部分拡大平面図である。
- 図 6 は、図 1 の装置の振動部材への振動棒の取り付け部の拡大断面図である。
- 図 7 は、振動部材への振動棒の取り付け部の変形例を示す拡大断面図である。
- 図 8 は、図 1 の装置の振動棒への振動羽根の取り付け部の拡大断面図である。
- 図 9 は、振動羽根の長さとしなりの程度との関係を示すグラフである。 10
- 図 10 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 11 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 12 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 13 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 14 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 15 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置を構成する振動撹拌手段の電解槽への取り付けの形態を示す断面図である。
- 図 16 は、図 15 に示される装置の断面図である。
- 図 17 は、図 15 に示される装置の平面図である。
- 図 18 A ~ 18 C は、積層体の平面図である。 20
- 図 19 A , 19 B は、積層体による電解槽の閉塞の様子を示す断面図である。
- 図 20 A ~ 20 E は、積層体の断面図である。
- 図 21 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置のガス捕集手段の一部を示す図である。
- 図 22 は、水素 - 酸素ガス発生装置により回収された水素 - 酸素ガスを利用するガス燃焼装置の一例を示す模式図である。
- 図 23 は、振動撹拌手段の変形例を示す断面図である。
- 図 24 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
- 図 25 は、図 24 の装置の断面図である。
- 図 26 は、図 24 の装置の平面図である。
- 図 27 は、振動棒の電氣的絶縁領域の近傍を示す部分拡大断面図である。 30
- 図 28 は、振動棒の電氣的絶縁領域の斜視図である。
- 図 29 は、振動棒の電氣的絶縁領域の平面図である。
- 図 30 は、絶縁式振動撹拌手段の側面図である。
- 図 31 は、絶縁式振動撹拌手段の断面図である。
- 図 32 は、絶縁式振動撹拌手段の断面図である。
- 図 33 は、振動羽根の近傍を示す断面図である。
- 図 34 は、電極用補助羽根を示す図である。
- 図 35 は、絶縁式振動撹拌手段の断面図である。
- 図 36 は、絶縁式振動撹拌手段の断面図である。
- 図 37 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。 40
- 図 38 は、図 37 の装置の断面図である。
- 図 39 は、図 37 の装置の平面図である。
- 図 40 は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す部分断面図である。
- 図 41 は、図 40 の水素 - 酸素ガス発生装置の断面図である。
- 図 42 は、絶縁式振動撹拌手段の構成を示す模式図である。
- 図 43 は、絶縁式振動撹拌手段の構成を示す模式図である。
- 図 44 は、絶縁式振動撹拌手段の構成を示す模式図である。
- 図 45 は、絶縁式振動撹拌手段の構成を示す部分断面図である。
- 図 46 は、図 45 の装置の部分側面図である。
- 図 47 は、絶縁式振動撹拌手段の構成を示す部分側面図である。 50

図４８は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
 図４９は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
 図５０は、図４９の装置の断面図である。
 図５１は、本発明による水素 - 酸素ガス発生装置の構成を示す断面図である。
 図５２は、図５１の装置の断面図である。
 図５３は、電極部材を構成する円柱状チタン網ケースの斜視図である。
 図５４は、電極部材の正面図である。
 図５５Ａ～５５Ｅは、振動発生手段と振動攪拌部材との接続形態を示す模式図である。

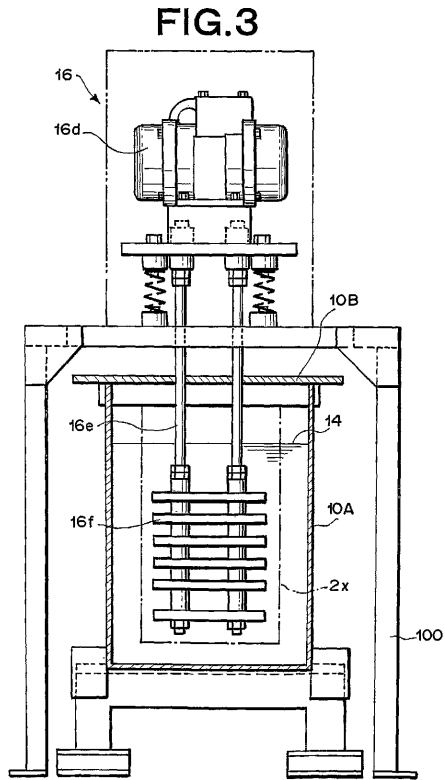
【図１】



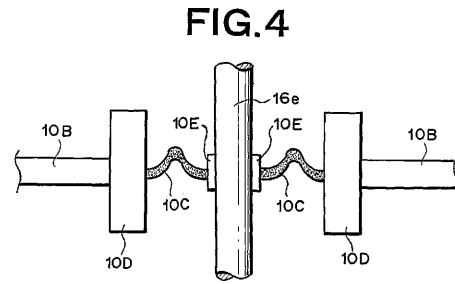
【図２】



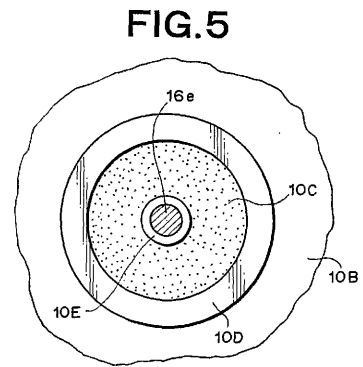
【図 3】



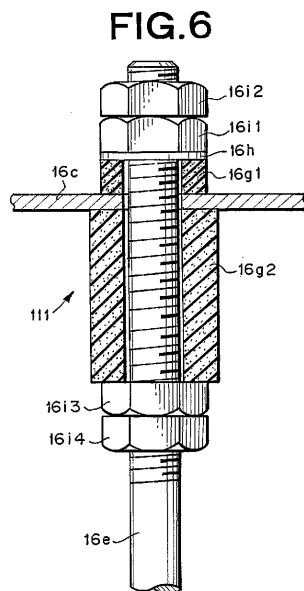
【図 4】



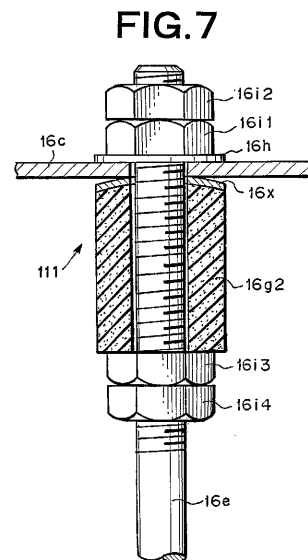
【図 5】



【図 6】

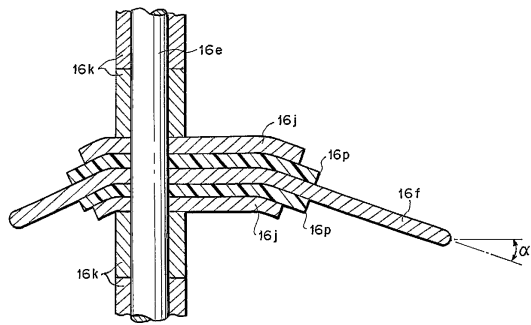


【図 7】



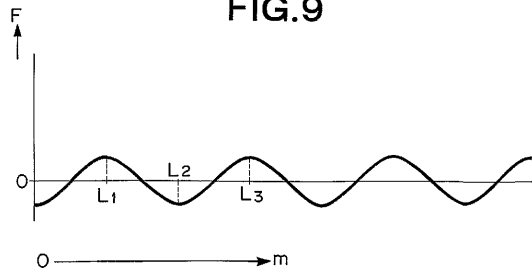
【図 8】

FIG.8



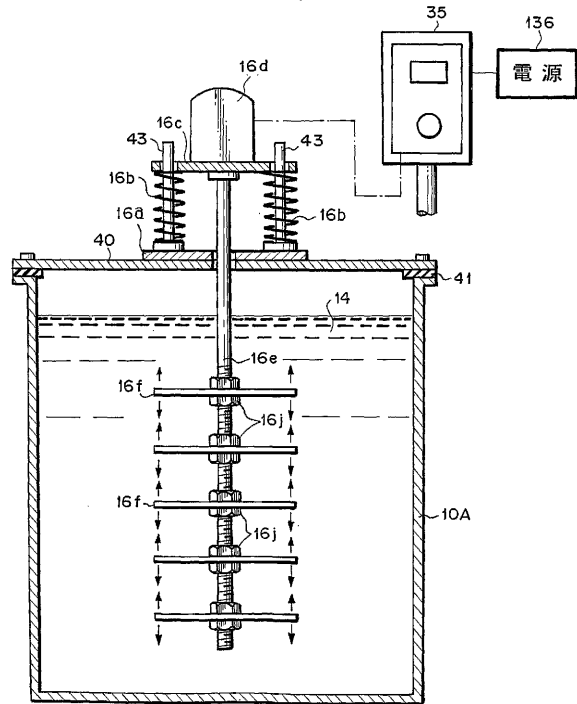
【図 9】

FIG.9



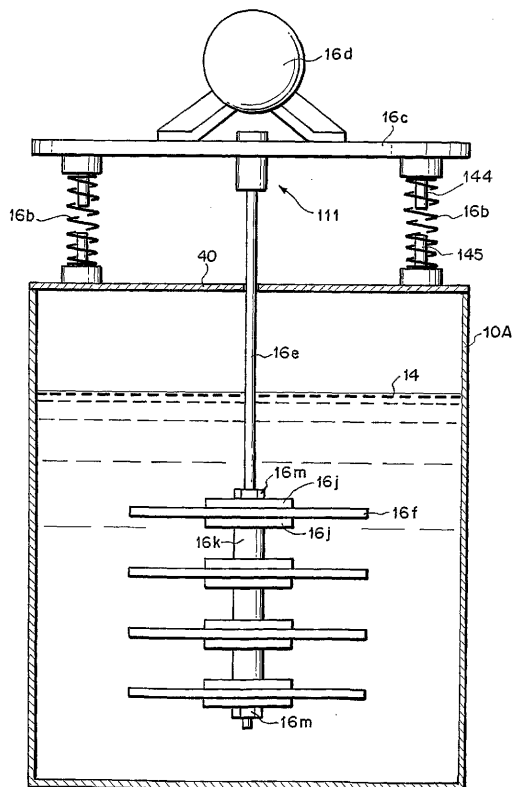
【図 10】

FIG.10



【図 11】

FIG.11



【図 12】

FIG.12

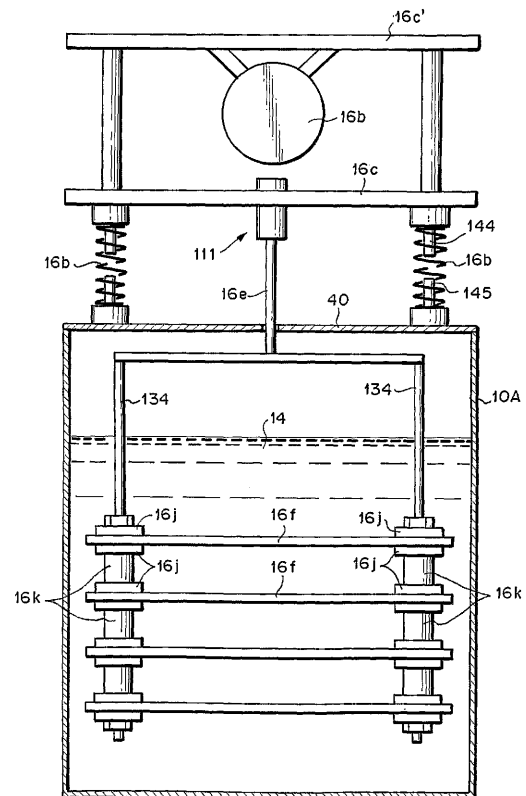
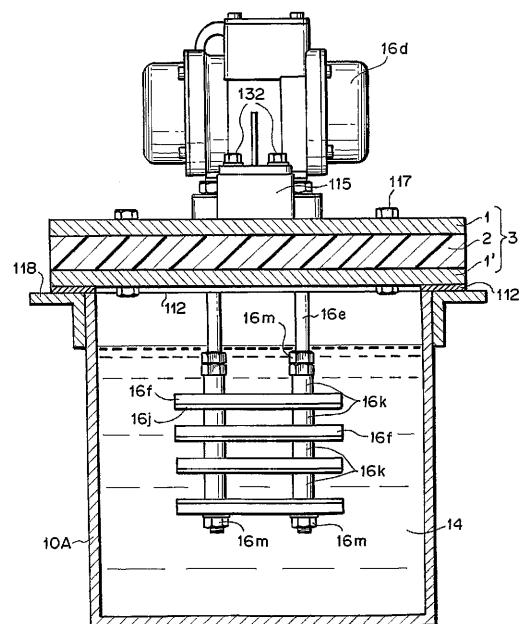
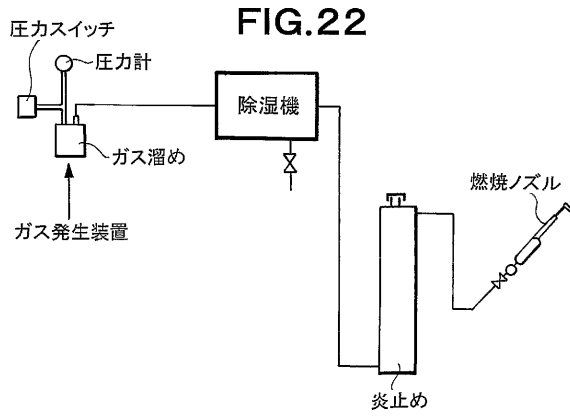


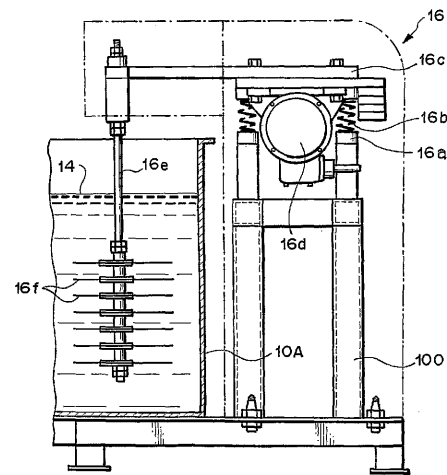
FIG. 13



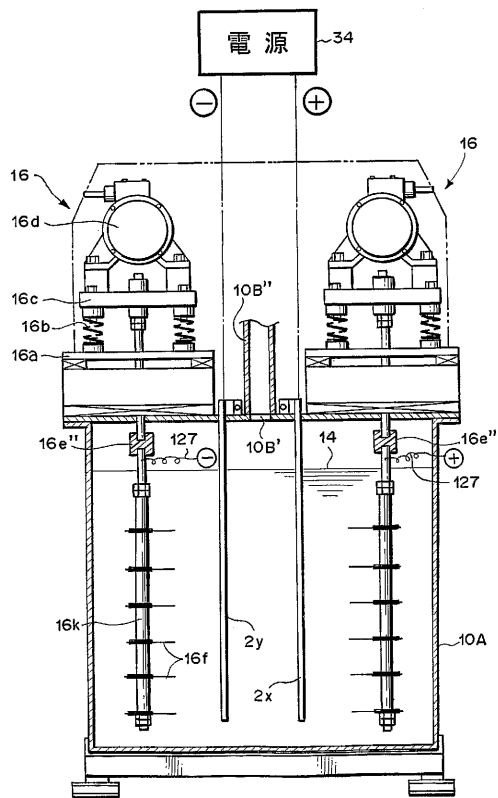
【図 2 2】



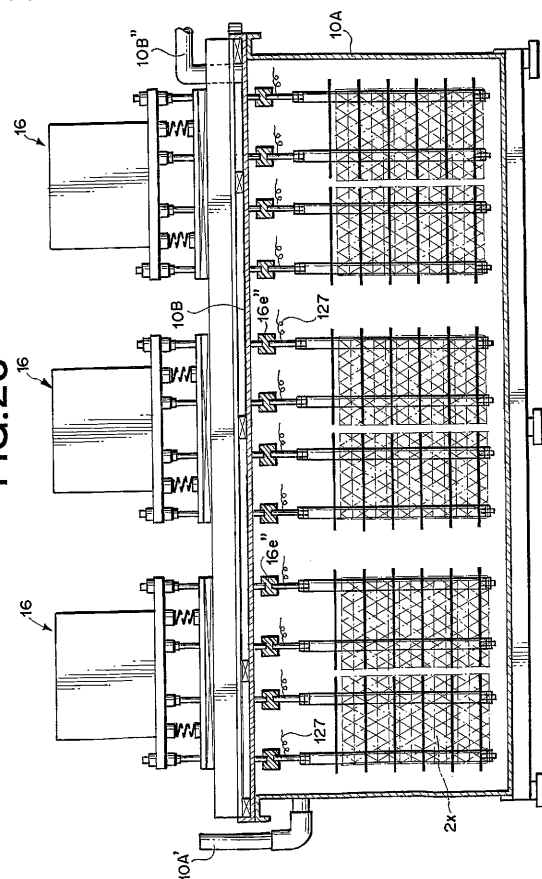
【図 2 3】

FIG.23

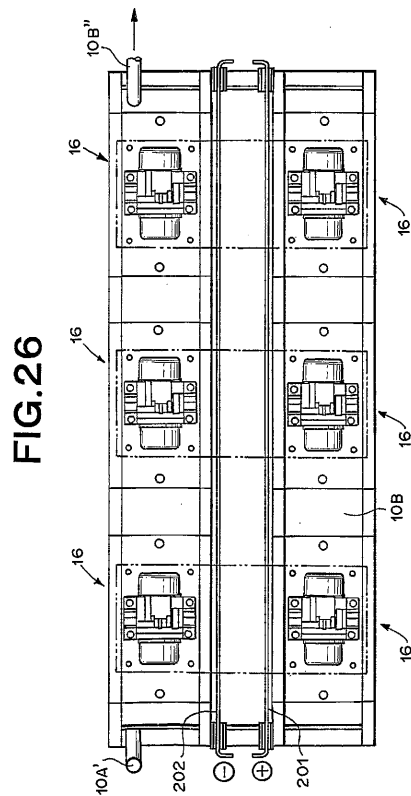
【図 2 4】

FIG.24

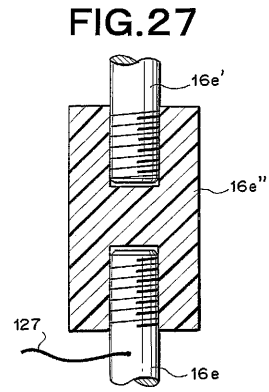
【図 2 5】

FIG.25

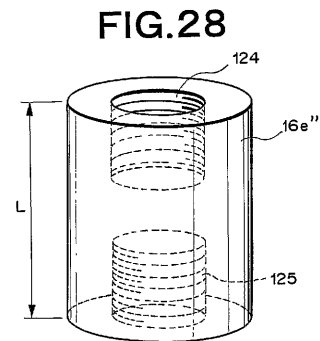
【図26】



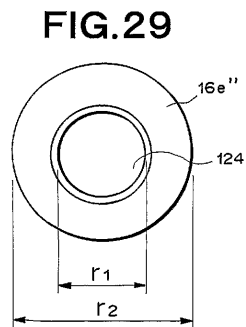
【図27】



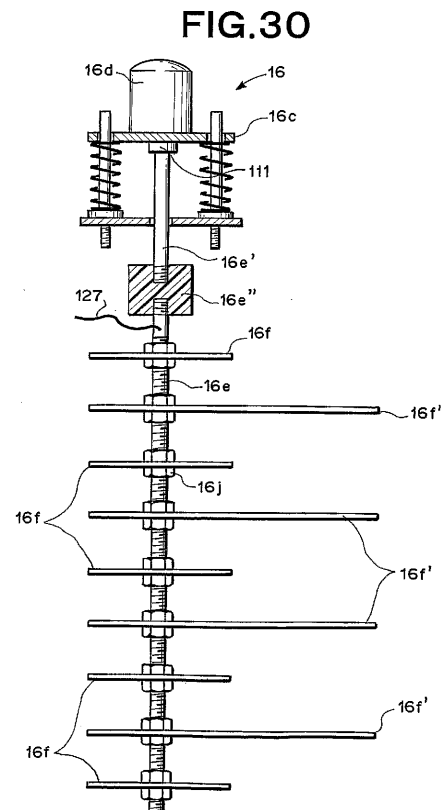
【図28】



【図29】

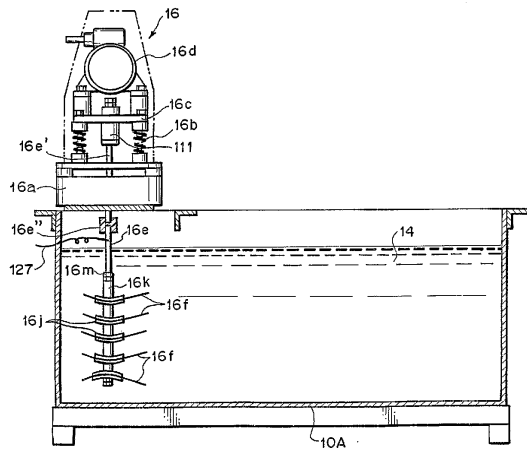


【図30】



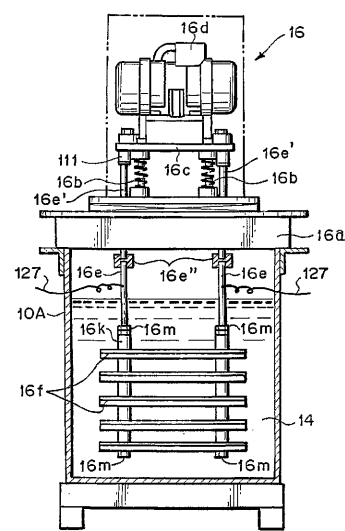
【図 3 1】

FIG.31



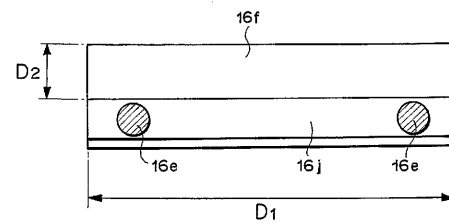
【図 3 2】

FIG.32



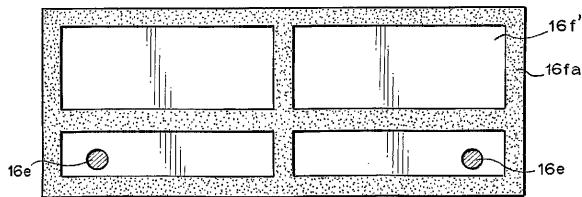
【図 3 3】

FIG.33



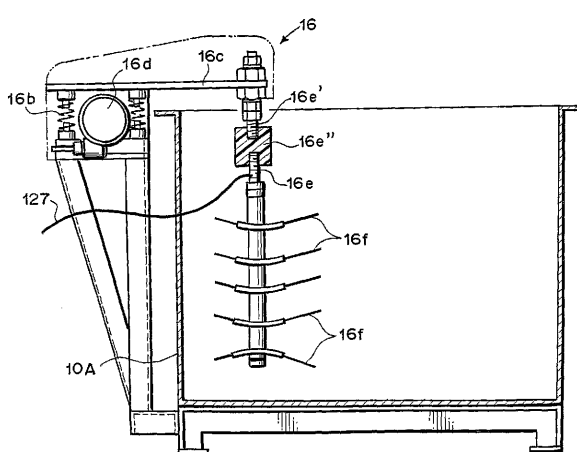
【図 3 4】

FIG.34



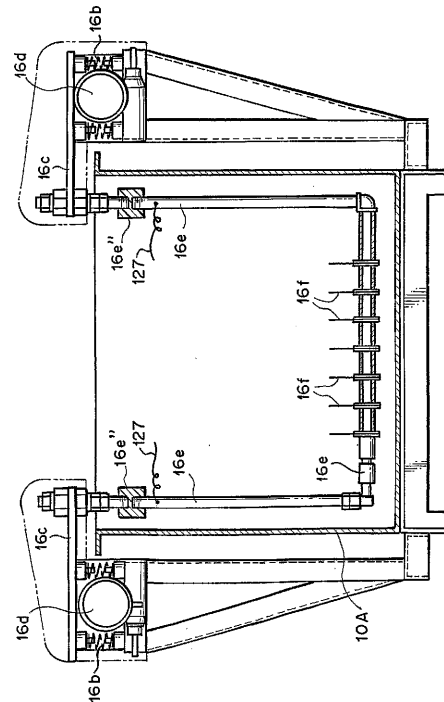
【図 3 5】

FIG.35



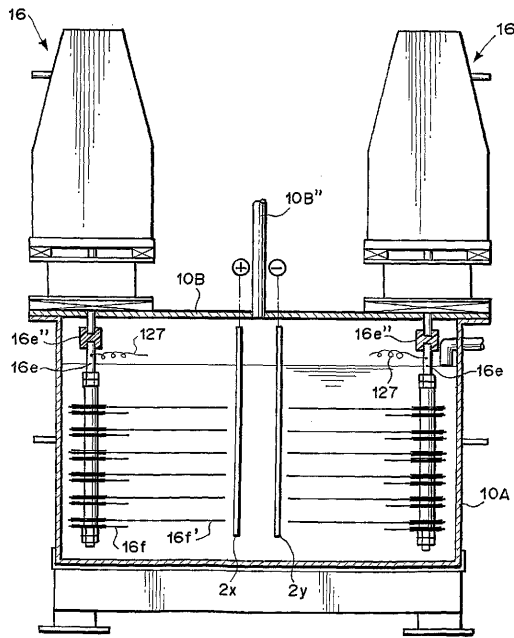
【図 3 6】

FIG.36



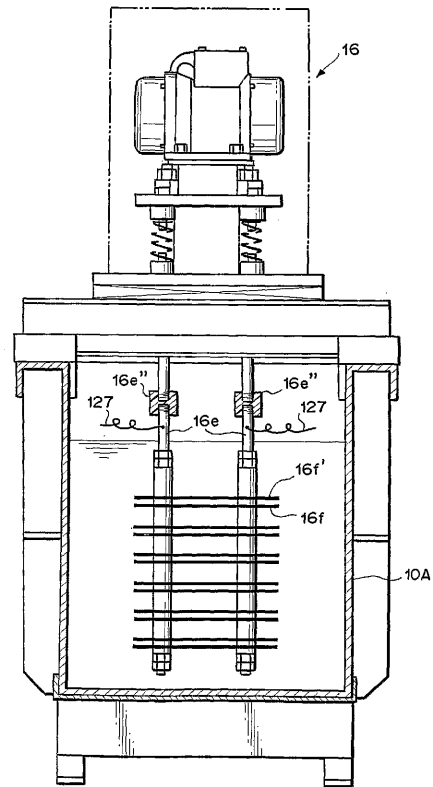
【図 37】

FIG.37



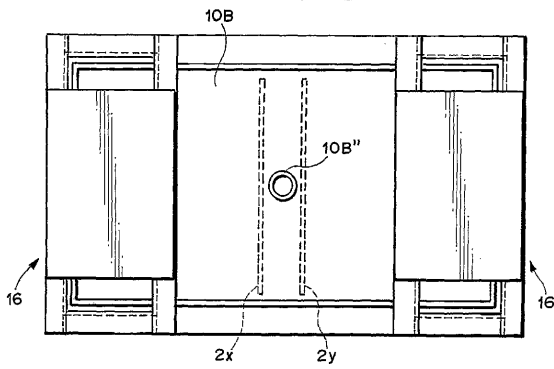
【図 38】

FIG.38



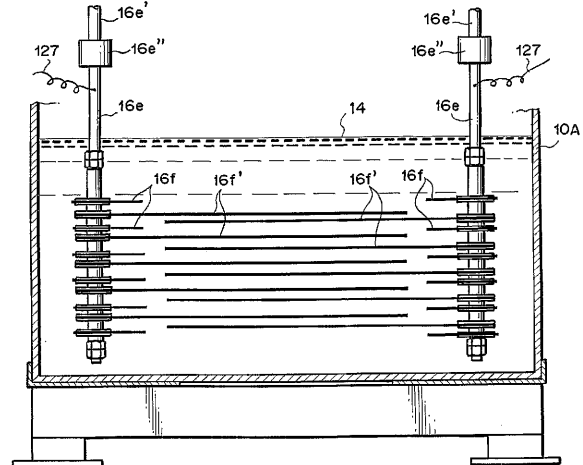
【図 39】

FIG.39

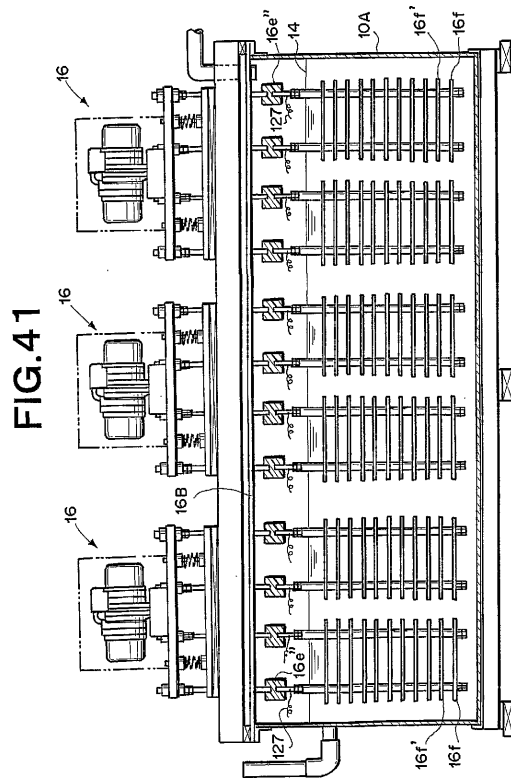


【図 40】

FIG.40

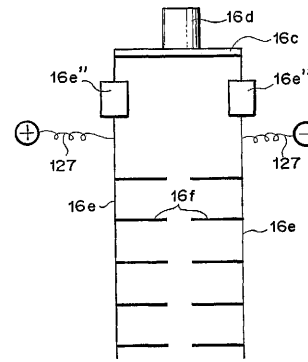


【図 4 1】



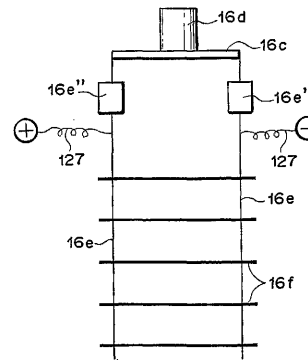
【図 4 2】

FIG. 42



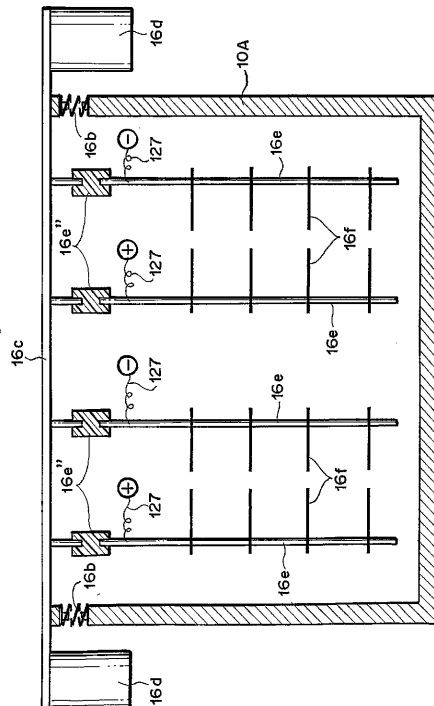
【図 4 3】

FIG. 43



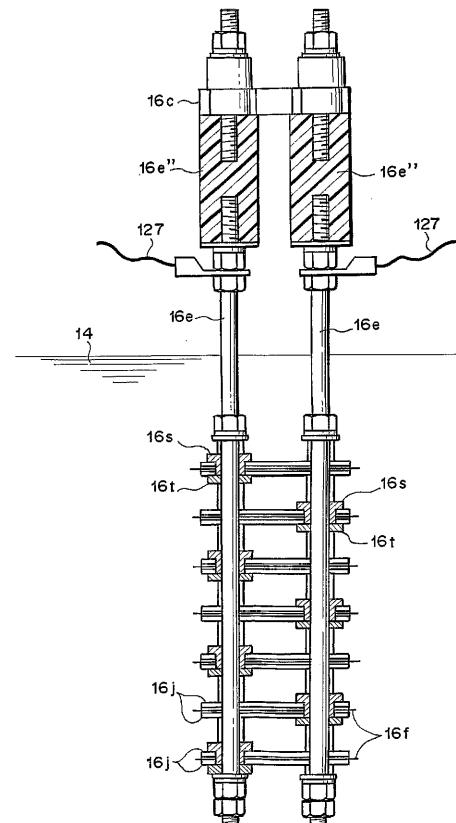
【図 4 4】

FIG. 44



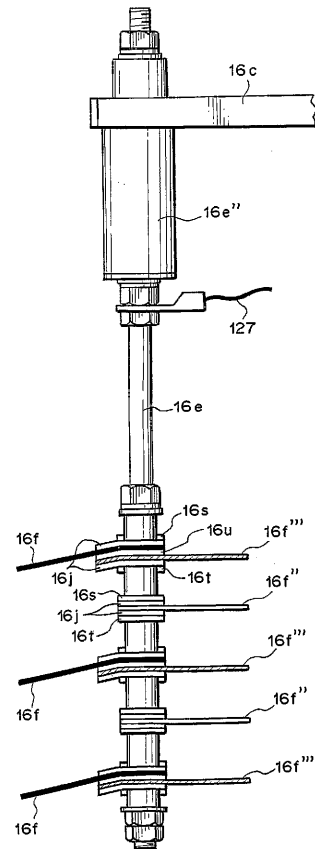
【図 4 5】

FIG. 45



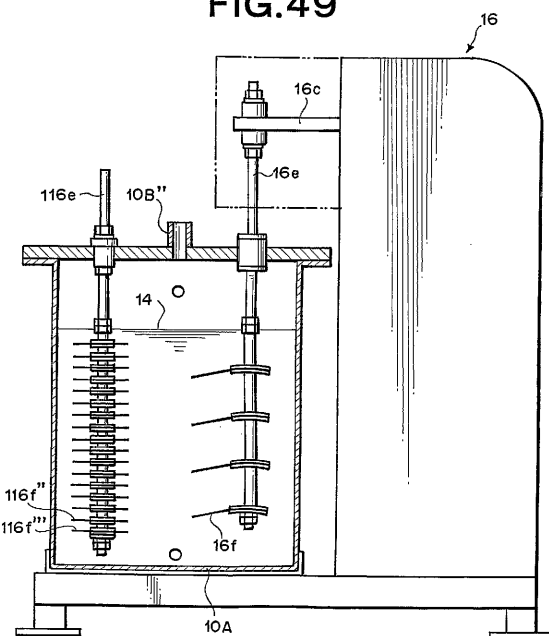
【圖 47】

FIG.47



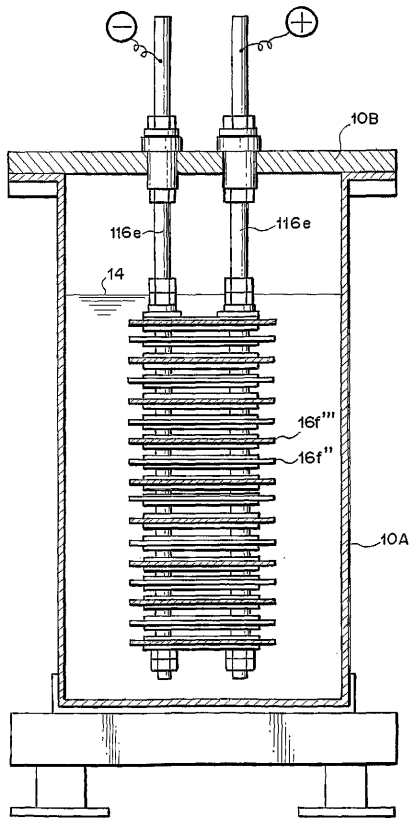
【 図 4 9 】

FIG.49



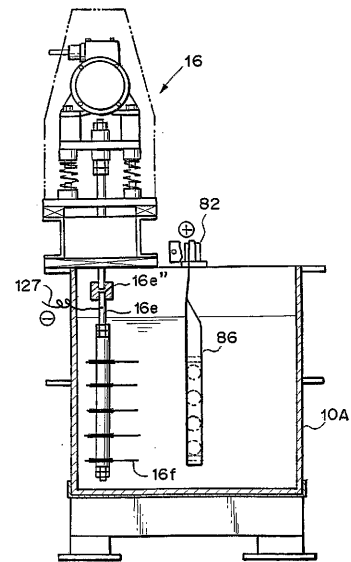
【図50】

FIG.50



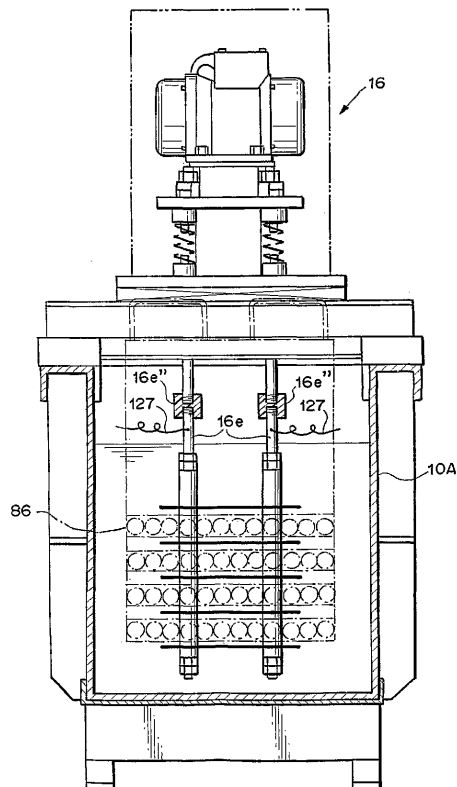
【図51】

FIG.51



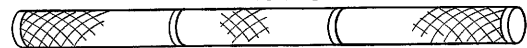
【図52】

FIG.52



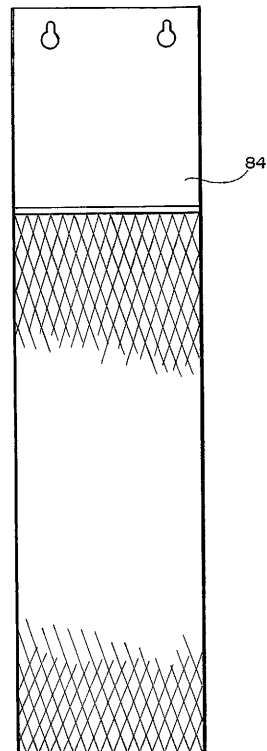
【図53】

FIG.53



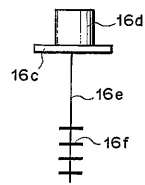
【図54】

FIG.54



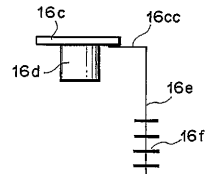
【図55A】

FIG.55A



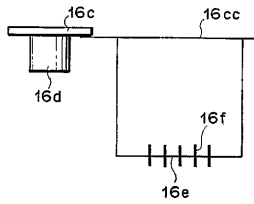
【図55B】

FIG.55B



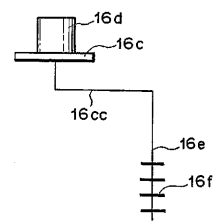
【図55C】

FIG.55C



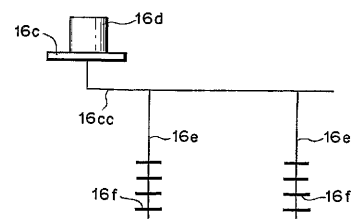
【図55D】

FIG.55D



【図55E】

FIG.55E



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭 6 0 - 2 6 2 9 8 6 (J P , A)
特開昭 5 3 - 1 1 0 9 8 9 (J P , A)
実開昭 5 7 - 0 8 3 1 7 2 (J P , U)
特開平 0 9 - 1 2 5 2 9 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 7 3 7 8 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 8 9 8 8 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C25B 1/00 ~ 9/04

C25B 11/00 ~ 11/20

C25D 13/00 ~ 21/22