

# 固体高分子電解質膜形水電解式水素ガス発生装置

## 技 術 資 料

株式会社 GSユアサ

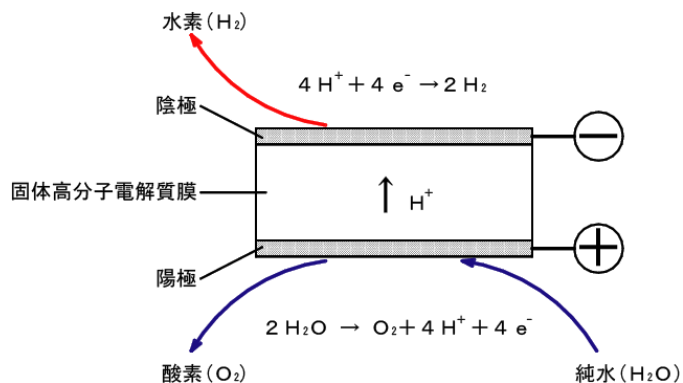
産業電池電源事業部特機本部

## ●はじめに

固体高分子電解質膜を用いて純水の電気分解を行い、水素と酸素を発生させる方法は、1970年代初期に米国のGE (General Electric) 社により提案された。国内では、1975年から通産省工業技術院大阪技術試験所(現 独立行政法人産業技術総合研究所関西センター)が国産技術の確立を目指し研究開発を開始した。当社は、そこで研究開発された技術を基盤に実用化を促進し、1982年に固体高分子電解質膜形水電解セルを商品化した。1989年には、固体高分子電解質膜形水電解セルを大型化し、それを搭載した水素・酸素混合ガス発生装置を商品化した。さらに1996年には、水素ガス発生装置を商品化した。

## ●固体高分子電解質膜形水電解法とは

第1図に固体高分子電解質膜形水電解法の原理を示す。固体高分子電解質膜(フッ素樹脂系の陽イオン交換膜)の両面に膜と一体になるように白金族金属から成る触媒電極を接合し、その片方を陽極、他方を陰極とする。陽極側に水を供給しながら両電極間に直流電圧を印加すると、図1に示す式に従って陽極から酸素が発生する。生成された $H^+$ は固体高分子電解質膜中を通り陰極に向かい、陰極で電子を得て水素になる。従って、この方式で発生した水素ガスおよび酸素ガス中には、水分以外の不純物は含まれない。また、固体高分子電解質膜が緻密な隔膜となるため、発生した水素と酸素は別々に取り出すことができる。



第1図 固体高分子電解質膜形水電解法の原理

## ●固体高分子電解質膜形水電解式水素ガス発生装置の特徴

固体高分子電解質膜形水電解式水素ガス発生装置の基本的なシステムフローを第2図に示す。水タンク内の純水は、循環ポンプによりフィルターを経て水電解セルの陽極側に供給される。陽極で発生した酸素ガスは、電気分解で使用されなかった純水とともに水タンクに戻り、そこで気液分離され大気に放出される。

陰極側で発生した水素ガスは、水素分離タンクで気液分離しドライヤーで水分を除去した後ユースポイントに供給される。陽極側から $H^+$ とともに親和水として陰極側に移動した微量の水は、一定水位以上になると水位センサ(LS)が検知し、電磁弁を開くことにより水タンクへ戻る。

水電解セルに供給する電力は、水素ガス圧が一定に保たれるように、圧力センサ(PIC)等を用いて直流電源の出力を比例制御、もしくはON/OFF制御でコントロールしている。

また、各種センサを用いて装置の動作状態を常に監視し、異常時はアラーム機能により運転を停止し、異常内容の表示や異常信号の出力を行う。

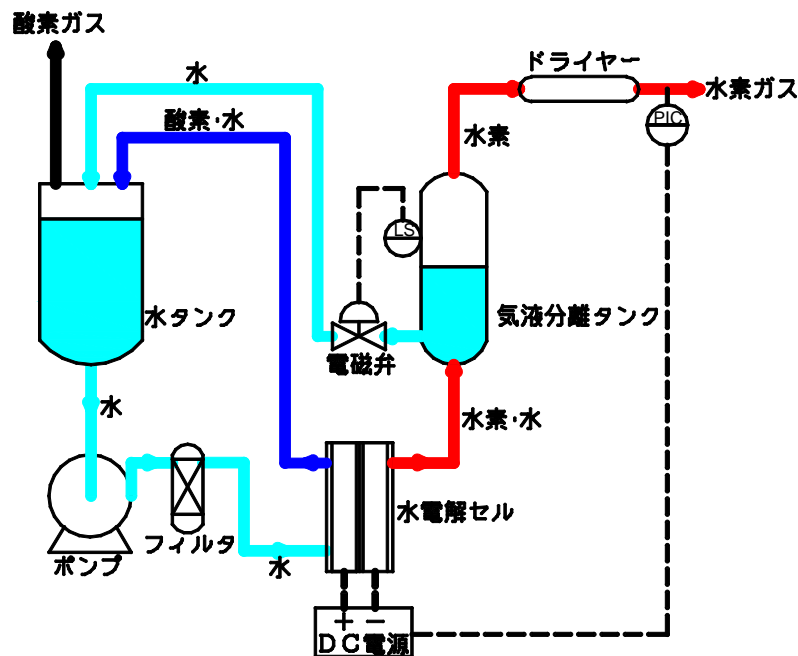
当社の水素ガス発生装置(HGU-1000)の外観を写真1に示す。また、HGUシリーズの基本仕様を表1に示す。

HGUシリーズの特長は以下の通りである。

- ・ 高圧ガス保安法の適用を受けない

水素ガス圧が50~300kPaであるため、高圧ガス保安法の適用を受けない。

- 原料は純水のみ  
純水と電源さえあれば、どこでもオンサイトで水素ガスを供給することが可能である。
- 高い安全性  
必要とする量だけの水素ガスをオンサイトで発生させるため、装置内の水素ガスの滞留がわずかであり、また、多くのアラーム機能を設けているため安全性に優れている。
- クリーン  
固体高分子電解質膜を用いて純水を電気分解するため、発生した水素ガス中には水分以外の不純物が含まれず非常にクリーンである。
- 簡単操作  
スイッチをONするだけで、一定ガス圧に制御された水素ガスがすぐに供給できる。
- メンテナンスフリー  
アルカリ式水素ガス発生器のような配管の目詰まりがなく、面倒な電解槽の定期清掃やアルカリ廃液処理などが不要である。
- 長時間の連続運転が可能  
装置の電源をOFFにすることなく運転しながら補水できるので、長時間の連続運転が可能である。



第2図 システムフロー



写真1 HGU-1000 外観

タイプ	スタンダードタイプ				高純度タイプ		小形タイプ	
形式	HGU-100N	HGU-200N	HGU-1000	HGU-5000	HGU-100P	HGU-200P	HGU-24E	HGU-36E
水素ガス純度 (水分は除く)	99.99%以上				99.9999%以上		99.99%以上	
水素ガス発生量 (25°C, 1013hPa時)	100L/hr	200L/hr	1000L/hr	5000L/hr	90L/hr	180L/hr	27L/hr	39L/hr
水素ガス露点 (大気圧下)	0°C以下				-70°C以下		0°C以下	
水素ガス発生圧力 (任意の圧力に設定可)	50~300kPa				150kPa		50~300kPa	
供給水	精製水(精製時の電気伝導率が0.2μS/cm以下)							
定格入力電圧 (50/60Hz)	1φ AC200V		3φ AC200V		1φ AC200V		1φ AC100~240V	
定格入力電流	7A	12A	32A	153A	9A	15A	5A	
使用周囲温度	5~35°C							
装置寸法(mm) D*W*H	750*351*595		1000*750 *1200	2000*1200 *1700	750*501*590		390*255*380	
装置質量	約60kg	約70kg	約260kg	約1000kg	約80kg	約90kg	約19kg	
規格	—						CEマーキング適合 SEMI準拠	

第1表 HGUシリーズの基本仕様

## ●導入事例

1982年に水電解セルの商品化をして以来、それを組み込んだ水素ガス発生装置、水素・酸素混合ガス発生装置は、色々な用途に使用されている。その導入事例について何例か紹介する。

### 1. 酸水素炎

水素ガスと酸素ガス、もしくは水素ガスと空気を混合し、バーナーを用いて燃焼させる酸水素炎は、その燃焼温度が3400°Cと非常に高く、細い安定した炎が得られるうえ、部品がすすで汚れないという特徴があり色々な用途で使用されている。

#### ① 電気（電子）部品のインク印刷の前処理<sup>1)</sup>

電気（電子）部品に、社名、型式、製造番号等が印刷されているが、インク印刷を行う場合に非常に重要であるのが印刷前の部品表面の前処理である。印刷の鮮明さや固着強度はこの行程で9割程度きまる。その前処理として部品表面を酸水素炎で燃焼させ、ゴミ、埃、油脂類を同時に焼き飛ばす方法が非常に効果的である。この前処理方法は、他の前処理方法（コロナ処理、UV処理等）と比較して、短時間で表面改質することができるという特徴があり、半導体工場等で使用されている。

#### ② ブロー成形後のトリミング

ダクト等のプラスチック部品をブロー成形した際、部品周縁部にバリが発生する。そのバリを取り除く方法として従来は、人がナイフ等を用いて切り取っていたが、それに代わる方法として、部品周縁部をトレースするロボットにバーナーを搭載し、酸水素炎でバリを焼き切る方法が考えられた。本方法であれば従来手作業であった行程が自動化でき、自動車部品工場等で使用されている。

#### ③ ブリック形包装容器への蓋の取り付け<sup>2)</sup>

牛乳や清涼飲料等の液体食品を収容するブリック形の包装容器に、開閉ができる蓋が取り付けられているが、その蓋を包装容器に取り付ける方法としてポリエチレン樹脂でできた蓋の裏面の周縁部を、特殊なバーナーを用いた酸水素炎で熔融し、最外層がポリエチレン樹脂で形成された包装容器に接合する方法がある。この蓋の取り付け方法は、他の方法（ホットメルト法、ヒートシール法、超音波シール法等）と比較して処理速度が速く、設備コストが比較的安いことから、食品工場等で使用されている。

## 2. ガスクロマトグラフィー

ガスクロマトグラフィーの燃料ガスやキャリアガス供給用のガスとして水素ガスが使用されている。その中でも FID(Flame Ionization Detector, 水素炎イオン化形検出器)の燃料ガスとして使用されている。FID は、物質を水素炎中で燃焼することによって発生するプラズマ電子を検出するものであり、一般に炭化水素系化合物の定量や大気汚染の測定などに用いられている。この用途での水素源として、当社水素ガス発生装置、及び水電解セルが使用されている。

## 3. 水素水

超純水中に溶存しているガスを、中空糸膜を内蔵した脱気モジュールと真空ポンプを用いて取り除き、この超純水に中空糸膜を内蔵したガス溶解モジュールを用いて水素ガスを供給すると、高濃度の水素水が得られる。

この水素水に微量のアンモニアを添加して、超音波照射しながらシリコンウェハ、ディスプレイ基板、フォトマスク等を洗浄すると、微粒子の除去、再付着防止、および酸化膜形成防止に非常に効果がある。

この洗浄方法は、従来の方法と比較して薬品の使用量、リンス用超純水使用量を大幅に削減できるため、洗浄コスト削減と環境負荷軽減を同時に行える。この用途では、水処理装置メーカーに当社水素ガス発生装置を納入しており、それを組み込んだ洗浄システムが半導体工場や液晶工場等で使用されている。

## 4. 燃料電池供給

太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いて水を電気分解し、発生した水素を電力の必要な場所で必要な時に燃料電池に供給し発電するシステムは、二酸化炭素を発生させない非常にクリーンなエネルギーシステムとして近年注目をあびている。現在この実証試験が多くの企業、研究機関、大学等で行われている。

当社水素ガス発生装置は再生可能エネルギーを水素に変換させるシステムとして使用されている。

また、燃料電池を評価試験するにあたり水素ガスが必要となる。その水素源としても使用されている。

## 5. その他

その他の用途としては、水素雰囲気光輝焼鈍用の水素源、マイクロ波プラズマ CVD 法によるダイヤモンド合成や薄膜シリコン合成等の水素源、各種研究用の水素源、各種水素添加用の水素源等多くの分野で使用されている。

### ●おわりに

半導体、光ファイバー、鉄鋼・金属、電気・電子部品、硝子等の工業用分野、再生可能エネルギー利用等のエネルギー分野、さらに新たな分野においても非常に優れた特性を持つ固体高分子電解質膜形水電解法による水素発生装置が注目されている。当社ではこれらの新規顧客開拓、新規用途開拓を進めていくとともに、小容量から大容量のものまで、顧客のニーズに対応した装置開発を進めて行く所存である。

### (参考文献)

- 1) 吉田雅典, 部品印刷機の選定方法, 自動化技術 Vol. 29 NO. 9, 1997, p. 70-74
- 2) 森山育幸, エルマー・モック, 菅田美智男, 勝俣重夫, 日本特許 第 3748630 号.