

固体高分子型燃料電池製作記

田中 隆裕
田中 宏和
会員 田中 成志*

目次

はじめに	燃料電池の製作
燃料電池とは	できあがった燃料電池
燃料電池の構造	後記

はじめに

燃料電池の実用化が話題になっています。自動車やPCへの燃料電池搭載が実用化され始め、実用での燃料電池の空気極への排ガスや温泉地の硫黄、塗装工事の揮発性物質などの影響をどう解決するか課題が持ち上がっています（例えば日経エレクトロニクス2003年11月10日号102頁）。

また燃料電池を携帯電話に用いる特許出願があることが報道され、燃料電池についての特許にかかわる企業間での申し入れも始まっています。

かねてから紹介されてきた燃料電池はかなり大がかりなまた使用温度も高いもので、一般の人が簡単に作ったり、部材にふれたりすることはないように感じられていました。それを燃料電池を実際に製作して発電してみることによって、燃料電池にかかわる技術についての企業間での秘密保持契約を検討するときも、また権利行使にあたって、製作した燃料電池のおおよその構造、現実の構成部材、実際に動作させてみたときの特性、定性的な問題点を思い浮かべ、秘密や権利の対象である発明の材料、構成および動作について容易に理解することができるようになりました。

本稿により、固体高分子型燃料電池が誰にでもわずか30分ほどで簡単に作ることができること、乾電池に豆電球をつなぐと点灯することに驚きはなくても、水素をこんな簡単な構造の燃料電池に注入したときに電気が起こるのは、最初の時は少し驚きに感じられること、を皆様に追体験していただきたいと思います。

燃料電池とは

燃料電池は、昔から原理的には紹介されていましたが、正極において電気化学的な還元反応を起こし、負極において酸化反応を起こして、この化学反応のエネルギーを電気に変える装置です。

燃料極（負極）において、水素を電極中の触媒の働きで酸化して水素イオンとし（酸化反応）、この水素イオンが電解質中に送られます。

空気極（正極）で、酸素（空気中の酸素）および電極から電池に電子が供給されます（還元反応）。電解質中を移動してきた水素イオンと、この酸素および電子が反応して水になります。

負極で水素が水素イオンになるに際して出された電子が、正極に向かって外部を流れます。この電流を利用するのが燃料電池です。

燃料電池の水素は、電池の負極で100%が完全に反応するわけではありません。燃料である水素の供給の仕方によって燃料電池の効率が変わります。燃料電池の燃料であるこの水素は、結局は化石燃料から取り出さなければならぬので、やはり化石燃料を消費することとなり、それに含まれている炭素により二酸化炭素が排出されることとなります。燃料電池自体では二酸化炭素を排出しませんが、全体で見れば二酸化炭

* 弁護士

素を出しています。しかし燃料電池は、化石燃料を燃やすよりよりよい効率でエネルギーを取り出すことができるので結果として二酸化炭素の排出量は少なくなると言われています。

燃料電池には、反応温度や電解質の種類によっていろいろな種類のものがあり、反応温度が摂氏 300 度以下の低温型に、電解質に高分子膜を用いる固体高分子型、水酸化カリウムを用いるアルカリ型、濃厚なリン酸を用いるリン酸型があり、300 度以上の高温で動作するものに、溶融炭酸塩を用いる溶融炭酸塩型、イオン伝導性のあるセラミックスを用いる固体酸化物型があります。

燃料電池にはこのようにいろいろなものがありますが、我々が試作したのは、このうち、電解質に高分子膜を用い、室温で、燃料として水素を用いる固体高分子型のものでした。

燃料電池の構造

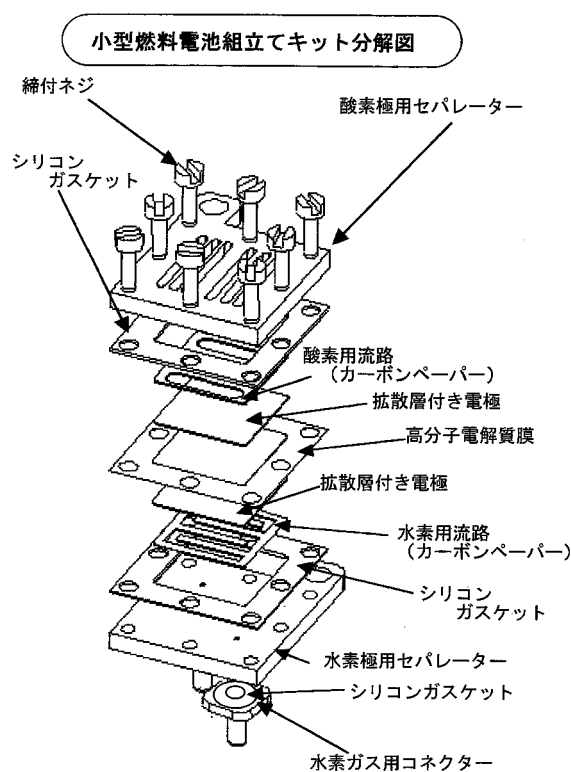
製作した固体高分子型燃料電池の構造は、分解図のとおりのものでした。

中央の高分子膜 (Dupon 社製の Nafion を使用) を、拡散層付の燃料極電極と酸化剤電極ではさみます。高分子膜は半透明の薄い膜で、汚れがつかないようにピンセットではさんで扱います。

燃料極電極は、分解図のように、中央の高分子電解質膜に接した燃料極電極の裏に水素用の流路が設けられたカーボンペーパー、シリコンガスケット (ガスが漏れないようにシールするもの) を経て、水素極用セパレータ (水素を供給すると共に電極となっている) となっています。水素極用セパレータには、水素を通す小さな穴がけられており、そこから水素を燃料電池内に供給します。中に入れられた水素は、カーボンペーパーの流路にそって燃料電池内を通過して、流路の反対側のところの水素極用セパレータにけられた小さな穴から残った水素が外に排出されます。

燃料極電極では、供給された水素が、電極の触媒の助けを借りて、水素イオンと電子となります。この水素イオンは高分子膜の電解質を通過して酸化剤電極に向かいます。電子は外部回路に流れます。この燃料電池に通す水素は、一般に市販の実験用のボンベの水素です。水素ボンベから、水にビニル管をつけたもので 2-3 秒に泡が 1 つでるように調整して、水素ガスを燃料電池に送ります。

酸化剤電極は、高分子膜に接した酸化剤電極の裏に空気用の流路が設けられたカーボンペーパー、シリコンガスケットを経て酸素極用セパレータ (酸素を供給すると共に電極となっている) となります。このキットにおいては、酸化剤として、空気を用いています (酸素を用いれば効率があがります)。酸化剤電極では、酸化剤電極で供給された空気中の酸素が、高分子膜を移動してきた水素イオンおよび外部回路を流れてきた電子と反応して水になります。



(キットの解説図より)

燃料電池の製作

このキットの製作は、通常のピンセット、ドライバーなどで製作できます。ゴム手袋をして、高分子膜や電極に汚れをつけないようにし、カーボンペーパーや電極はとても脆いので割らないように気をつけます。

上記の分解図に示されるとおりの順で、部品を重ね合わせてねじ止めます。

写真 1 が製作中の様子、写真 2 が製作中の燃料電池です。

転載許諾が得られないため削除しました

写真 1

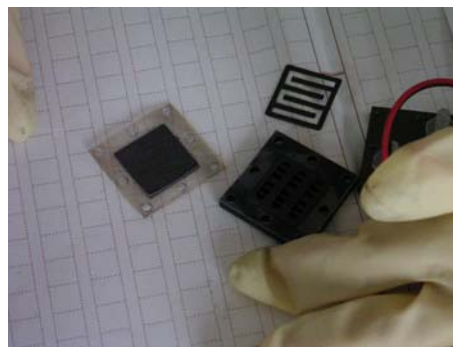


写真 2

できあがった燃料電池

できあがった燃料電池が、写真 3 (燃料極電極側)、写真 4 (酸化剤電極側) です。

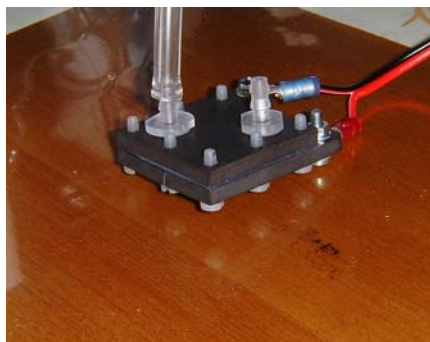


写真 3



写真 4

この電池を組み立てて、すぐに水素を通してみましたが、何らの起電力が得られません。燃料電池の高分子電解質膜は、適度な水分がないとうまく水素イオンが酸化剤電極に移動しないので、高分子膜は常に水で湿っている必要があります。組み立て直後の高分子膜は何らの水分を含んでいないものだったので、高分子膜にわずかな水分を含ませたところ、発電されるようになりました。

この高分子膜の加湿、電極で発生する水、膜内を移動する水の管理が、固体高分子型の燃料電池の性能や寿命に関係しており、高分子型燃料電池の実用化のための1つの重要な課題となっています。

また他にも燃料に含まれる一酸化炭素を減らして電極の触媒に一酸化炭素が吸着することによる電池性能の低下の防止、電極用セパレータの材質、燃料の安全確保も、燃料電池の実用化には重要な課題です。

できあがった燃料電池は、普通の電池に比べて意外に小さく、縦4.5センチ、横3.5センチ、厚さ0.9センチ(ガスの導入路などを入れると2.5センチ)ほどです。出力電圧は0.5ボルトですが、0.7アンペアほどを得ることができます。

この燃料電池で得た電気で、太陽電池用の低電圧で動作するモーターを回しました。

これだけ容易に燃料電池を製作することができ、0.7アンペア近くの電流を発電することができることは実感して少々の驚きです。

家では、水素を流すために、水素を逃がすように換気を考えたり、また水素の量を加減するために気を遣ったりしており、現実の燃料電池の実用化には前述のような多くの課題がありますが、動作の基本原理自体はこれだけ身近に感じられるものです。

後 記

この小型固体高分子型燃料電池は一般にキットとして販売されているもので、株式会社ケミックス(<http://www.chemix.co.jp>)から提供いただいて使用しました。

(原稿受領 2003.9.12)

