

燃料電池実験について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松尾, 広大 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009505

燃料電池実験について

松尾 広大

技術部 教育支援部門

1. はじめに

本稿では、静岡大学工学部電子物質科学科で行われる学生実験「材料エネルギー化学実験 I」のテーマのひとつである「燃料電池の作製」実験について行った改良実験について報告する。

2. 実験概要

400 mL の純水、希塩酸(5.0 mol/l)1 mL、塩化パラジウム 0.1 g を混合、攪拌しめっき液を作製する。つぎにパラジウムをニッケル網にめっきする。ニッケル網(径 0.10 mm, 25 mm×50 mm)をめっき液に互いに接触しないように 2 つ浸し、攪拌する。めっき液が薄く変色するか、ニッケル網が黒く変色していることが確認できた段階でめっきは終了する(10 分程度)。ニッケル網を取り出し、乾燥させる。ビーカーに水酸化ナトリウム溶液(1.0 mol/l)を入れ、ニッケル網を半分ほど浸す。本実験ではニッケル網はプラスチック板に固定されたシリンジを使用し、位置を固定している。二又試験管を用意し、亜鉛 1 g 程度と希塩酸(2.5 mol/l)1 mL を反応させ水素を発生させる。二又試験管とシリンジをチューブでつなぎ、ニッケルに水素を供給させる。起電力が収束したら電流と電圧をテスターで測定し、電圧が 0.5 V 以上なら電子オルゴールにつなぐ。

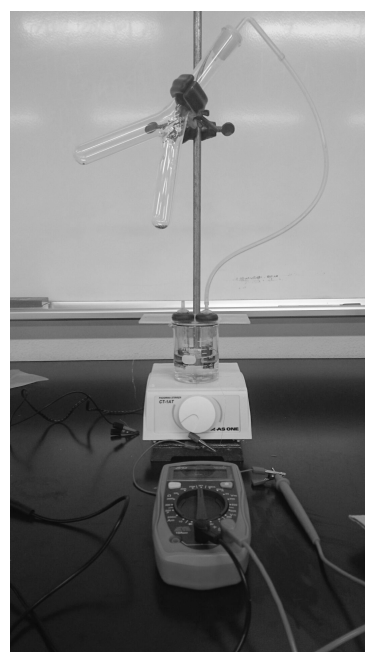


図 1. 燃料電池

2.1. 実験結果考察

実際に著者が学生実験の時と同じ条件で実験を行った。図 2 に電圧の実験結果を示している。電圧は 30 分程度で上昇をやめ最大値に収束する。その後は 5 時間ほど最大値を保ち、0.01 V 程度まで減少する。得られた結果から、改良実験では電圧の立ち上がり時間、最大値の維持時間に関係する亜鉛と希塩酸の実験条件について再検討を行った。次に図 3 にニッケル網にめっきを 10 分間施した直後のビーカー内の様子を示す。図からビーカーの底に塩化パラジウムが沈殿している様子が確認できる。このことから塩化パラジウムの必要量は 0.1 g より少ない量でよいことがわかった。

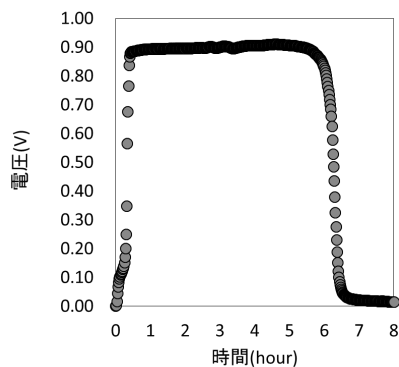


図 2. 電圧の時間特性

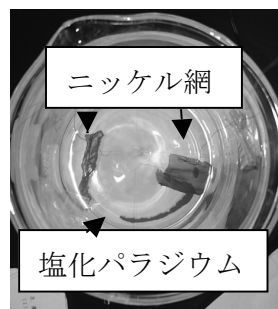


図 3. めっき後のビーカー内の様子

3. 改良実験

2.1 の考察より塩化パラジウムの適量の確認のため塩化パラジウムの量を変化させた実験と、水素発生に用いる亜鉛と希塩酸の実験条件を変更し、電圧の立ち上がり時間と維持時間、試薬のコスト面を考慮したより効率的な実験条件を検討する実験を行った。

3.1. 電圧の亜鉛特性と塩酸濃度特性

ここでは実験条件を亜鉛の量のみ変更して 0.5 g に減少させた場合の電圧と、実験条件の亜鉛と反応させる塩酸の濃度のみを 5.0 mol/l に変更した場合の電圧の結果を得た。以下の図 4、図 5 に実験結果を示す。結果としては、亜鉛の量を減少させることで電圧の維持時間が減少した。このことは亜鉛の量の減少により亜鉛と塩酸の反応時間が減少するためである。また、同時に電圧の立ち上がり時間が増加していた。このことは亜鉛の量の減少により水素の時間ごとの発生量が減少したためである。亜鉛と反応させる塩酸の濃度のみを変更した場合の電圧は立ち上がり時間が短縮され、電圧の維持時間が増加していた。立ち上がり時間の短縮については塩酸の濃度が増加することで水素の時間ごとの発生量が増加したためであり、維持時間の増加は亜鉛と反応する塩酸の増加により、亜鉛と反応しきるまでの時間が増えたためである。(亜鉛は 1.0 g で 0.0153 mol、塩酸 (5.0 mol/l) は 1 mL で 0.005 mol であり、反応が終わると亜鉛が余る)

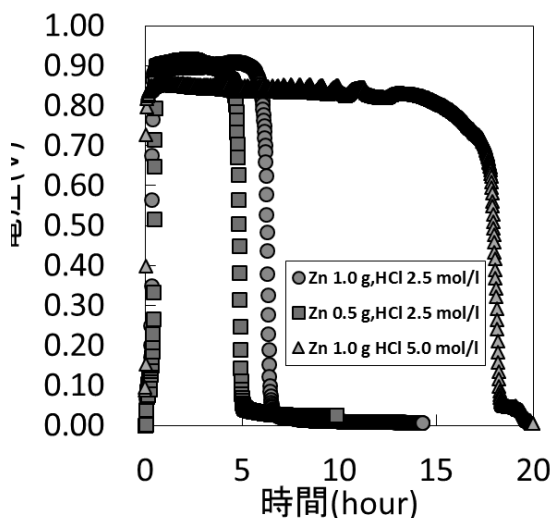


図 4. 電圧の時間特性(水素の発生条件比較)

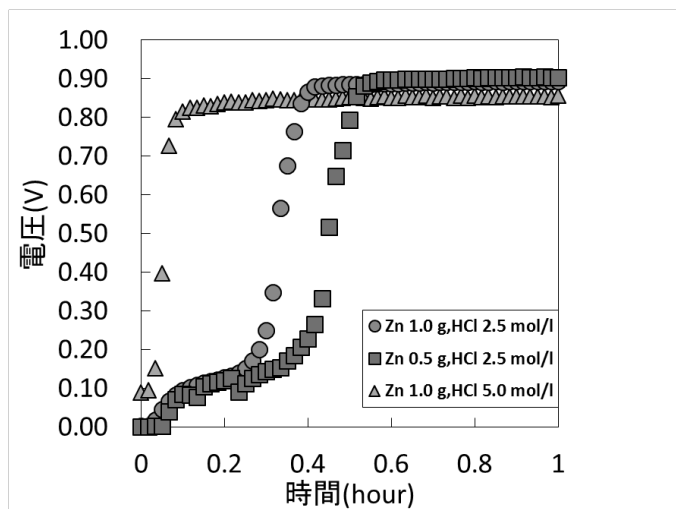


図 5. 電圧の立ち上がり

3.2. めっきに用いられる塩化パラジウムの適量について

すでに 2.2 で塩化パラジウムの量 0.1 g について、ニッケル網ふたつを 10 分めっきするという条件下では量が過剰であることはわかった。そこで、ここでは塩化パラジウムが 0.1 g でめっきできるニッケル網の数を調べるための実験を行った。

3.2.1. 試料をひとつずつめっきし、めっきできる最大の試料の数をみる

実験手順としては、希塩酸(5.0 mol/l)1 mL と塩化パラジウム 0.1 g と純水 400 mL を混合、攪拌したものを用意しニッケル網を 1 つずつ浸し、10 分経過後にとりだした別のニッケル網を浸すという手順をとった。表には試料名、めっきの順番とめっき前後の重さを記述している。結果としては試料 4 のめっきが終わったところで溶液の色が薄くなった様子が確認された。めっき前後の重さは増加しているもの、減少しているもの両方がみられた。このことはめっき中にニッケルが溶液に溶ける量が影響しているのではないかと考えられる^[1]。図 7 に試料 1, 2 を用いて作製した燃料電池①と、試料 3, 4 を用いて作製した燃料電池②の電圧特性を示す。燃料電池①と比較して、燃料電池②は電圧の維持時間が 4 時間程度減少していた。その原因は燃料電池①と燃料電池②はめっきの順番が違うため、溶液のパラジウムの濃度に違いがありニッケル網にめっきされるパラジウムの量に違いがあるためであると考えられる。しかし、ニッケル網にめっきされるパラジウムの量と電圧の維持時間の関係については現在明らかとなっていない。

表 1. 実験条件

試料名	めっき順番	めっき前重さ(g)	めっき後重さ(g)
1	1 番	0.4539	0.4560
2	2 番	0.4462	0.4502
3	3 番	0.4301	0.4290
4	4 番	0.4542	0.4538

3.2.2. ニッケル 4 試料同時めっき

3.2.1 ではニッケル網をひとつずつ 10 分ずつめっきした。結果としては電圧の維持時間に差がみられたがニッケル網を 4 試料めっきし、燃料電池を作製できることがわかった。しかしこの方法ではめっきが終了するごとにめっき液の濃度が減少し、順番が後の試料ごとにめっきが難しくなる。ここではめっき条件を変化させて塩化パラジウム 0.1 g でめっきできるニッケル網の数を検討した。具体的には、希塩酸(5.0 mol/l)1 mL と塩化パラジウム 0.1 g と純水 400 mL を混合、攪拌したものを用意しニッケル網を 4 つ同時に 10 分間浸した。図 6 に 4 つのニッケルメッキ網をめっきした後のビーカーの底の様子を示す。溶液の色は薄まり、沈殿物も残っていない様子が確認できる。つぎに、めっきしたニッケル 4 つを用いて燃料電池を 2 つ作製し、測定した電圧の時間特性を図 7 の燃料電池③、④に示す。電圧の維持時間(目標値：2 時間程度)と最大値(目標値：0.5 V 以上)は学生実験への適用に向けて問題ない結果を得ていることが確認できた。

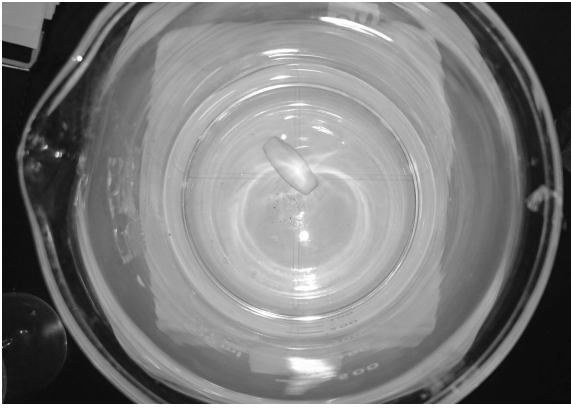


図 6. 4 試料めっき完了後のビーカーの様子

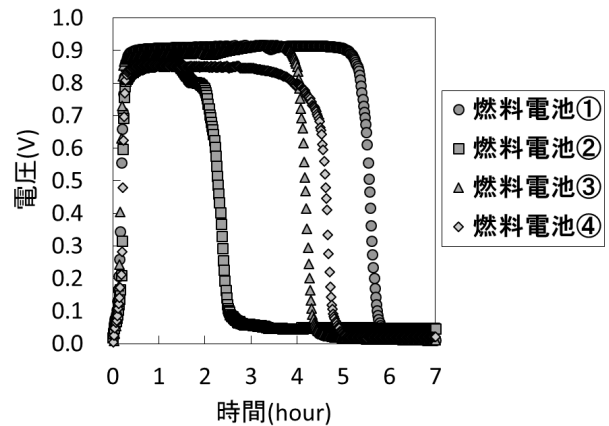


図 7. 電圧の時間特性(めっき条件比較)

まとめ

- ・ 亜鉛と反応させる塩酸の濃度を 2.5 mol/l から 5.0 mol/l に増加させ、電圧の立ち上がり時間を 20 分程度短縮した。
- ・ 亜鉛の量を 1.0 g から 0.5 g に減少させると、電圧の維持時間が減少するが電圧の立ち上がり時間が増加した。
- ・ 塩化パラジウム(Ⅱ)0.1 g、純水 400 mL、希塩酸(5.0 mol/l)を用いてめっき液をつくりニッケル網をめっきした。めっきできるニッケル網の数は 4 つであることがわかった。(この改良により実験費用を 6000 円程度コストカットが可能)

4. 謝辞

本実験を行うにあたり、ご協力頂きました静岡大学の嵯峨根史洋助教授、同大学技術職員の中本順子様、静岡大学大学院修士二年磯和樹様に感謝いたします。

5. 参考文献

- [1] 田中貴金属グループ日本エレクトロプレイティング・グループエンジニアーズ株式会社、「めっきのしくみ」、<http://www.eeja.com/mekki.html>
- [2] 野曾原友行、「高効率・簡易燃料電池の開発」、
http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/h18_03.pdf#search=%E7%87%83%E6%96%99%E9%9B%BB%E6%B1%A0+%E3%83%91%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%A6%E3%83%A0+%E5%AE%9F%E9%A8%93
- [3] 渡辺正・片山靖、「電池がわかる電気化学入門」、P52、オーム社、2011