

K2-47

太陽熱エネルギーによる水素生成 ～過熱蒸気の有効活用～

The hydrogen generated by solar thermal energy ～Effective use of superheated steam～

○小川巧¹, 菅谷将人¹, 二本松直紀¹, 田辺光昭², 木村元昭³*Takumi Ogawa¹, Masato Sugaya¹, Naoki Nihonmatsu¹, Mitsuaki Tanabe², Motoaki Kimura³

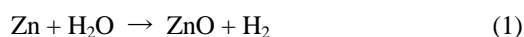
Abstract: In recent years, concern of energy shortage is increasing. Accordingly, the researchers all over the world are now looking for ways to make the renewable energy more widely used. This research focus on solar thermal that is one of the renewable energy, and try to generate fuel with the use of it. We made solar thermal collectors, using a Fresnel lens. This could collect heat more than 1000°C. To irradiate a reaction medium with this heat rays, we make a new device to product hydrogen. The reaction medium uses the Zinc, it is a mechanism that causes a chemical reaction with the water. We have aimed to produce hydrogen and collecting with this device.

1. はじめに

1995 年から 2020 年における世界のエネルギー需要伸びの 95%は化石燃料によって賄われるとみられる。石油への依存度が增大することが予想される^[1]。資源量が多いこと、環境への負荷や影響が小さいことから著者らは太陽熱エネルギーに注目し、太陽熱収集器を作成した。高温の太陽熱を得るために、フレネルレンズを用いた。獲得した熱で過熱蒸気を作り、亜鉛を反応媒体として化学反応させて、水素を生成および収集することを目的とする。現在、この方法により得られた水素を収集する装置を設計し作成している。

2. 金属酸化物による二段階水熱分解サイクル

水素の生成方法の一つとして、水を直接分解して水素を発生させる方法がある。しかし、この分解には約 4000°Cの高温熱を必要とするため、装置を作成する際に耐えうる物質が存在しないなどの問題があり、事実上不可能とされている。そこで、金属酸化物サイクルの開発が進められており、その一つに亜鉛プロセスがある^[2]。亜鉛を反応媒体として使用する時の水熱分解反応を次に示す。



次に酸化亜鉛を反応媒体とする熱還元反応を示す。



Figure 1. Experimental Equipment

3. 実験装置, 実験方法

図 1 に実験装置を示す。特徴として、フレネルレンズを用いて、一点に太陽光を集光することにより短時間で高温で熱量を得ることができる。今回用いたフレネルレンズの大きさは 1400×1050×3mm である。またフレネルレンズの焦点距離は 1200 mm であり、透過率は 85%である。太陽との角度, 方向, 焦点距離は手動にて調整を行う。ジャッキの調節可能域は 75~245mm である。次に水素発生装置の詳細を図 2 に示す。また, 集熱器に取り付けられているターゲットは, 選択吸収膜付き銅基板(alanod 社製, sunselect)を使用する。

1 : 日大理工・学部・機械. 2 : 日大理工・教員・航宇. 3 : 日大理工・教員・機械.

実験方法として、精製水が投入された蒸気生成器にフレネルレンズで集光した太陽光を照射し、蒸気を発生させる。その蒸気をステンレスパイプの中に通す。図 3 にあるように、ステンレスパイプはコイル状になっており、そのコイルとターゲットに太陽光を同時に当てることができる。そうすることで、蒸気生成器から得られた蒸気をさらに加熱することができ、過熱蒸気を作ることができる。そして得られた過熱蒸気を反応容器内にある亜鉛板に噴射する。この際、亜鉛と水蒸気以外の反応を避けるために、反応容器内を真空ポンプによって真空にする。最後に反応によって得られた水素を回収する。水素回収方法として二種類の方法を用いる。一つ目は、気体回収部に検知管式気体測定器を設置し、簡易的に水素濃度を測る。二つ目に図 4 にあるように、水上置換法を利用しサンプリングバッグに気体を集め、TCD(熱伝導度検出器(Thermal Conductivity detector))を用いて、気体の成分を調べる。

4. 結果、今後の方針

現在では、実験装置を用いてステンレスコイルに太陽光を当て、反応容器内に噴射される過熱蒸気とステンレスコイルが実際にどの程度の温度を得られるか、という実験を行っている。その結果、平均日射量は約 690W/m^2 の中、ステンレスコイルの温度は約 600°C 得られたが、噴射された過熱蒸気の温度は 105°C しか得ることができなかった。原因は、ステンレスコイルから反応容器までの距離が長いことによって、その間に熱が大気中に放出されてしまうことや対流によりステンレスコイルの熱が奪われてしまうことが考えられる。今後の方針として、この問題の対策をし、さらに過熱蒸気の温度をあげるため、今まではターゲットに太陽光の焦点を合わせていたが、沸騰後、ターゲットからステンレスコイルに焦点を合わせ、さらにコイルの温度をあげることで過熱蒸気の温度を上げようと考えている。そして、発生させた過熱蒸気を反応容器内で、亜鉛に噴射し反応を確認する。

5. 謝辞

本研究は理工学部シンボリック・プロジェクト形成支援事業による助成を受けている。特記して深く感謝の意を表す。

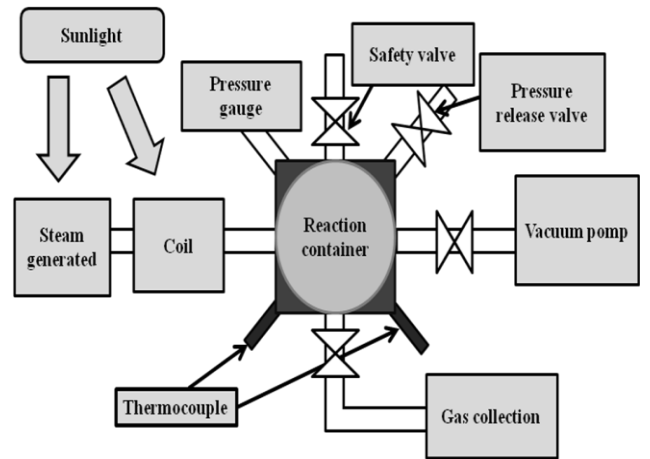


Figure 2. The Schematic View of Hydrogen Generator

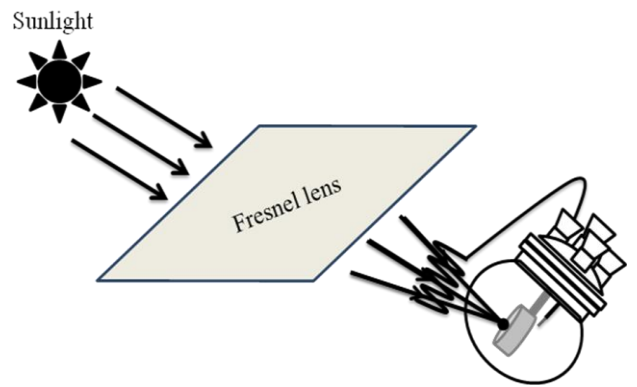


Figure 3. Fresnel Lens Concentrators

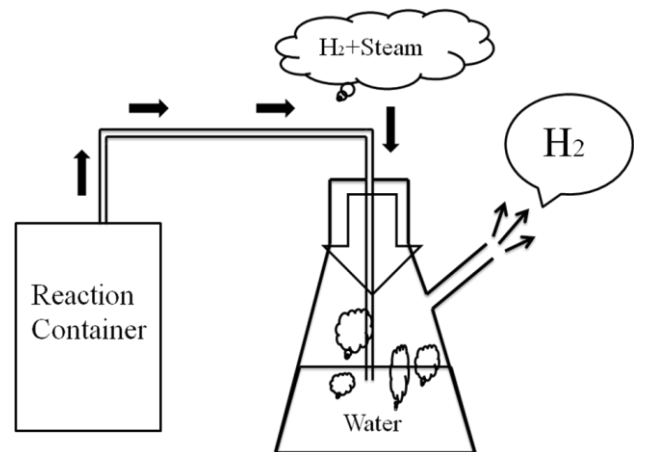


Figure 4. Hydrogen Collection Method

6. 参考文献

[1]通商産業省資源エネルギー庁長官官房国際資源課：2020年世界のエネルギー展望，p.2，1998
 [2]郷右近，児玉：高温太陽集熱による化学燃料製造技術，Journal of The Japan Institute of Energy，vol.90，No.4，p.343，2011