

PEM 연료전지와 태양광의 복합발전 시스템

*하민호, *박세준, **최홍준, **차인수, ***윤형상, ***윤정필
*동신대학교 전기전자공학과, **수소에너지학과, ***퓨전정보기술(주)

The characteristic of PEMFC and Photovoltaic Hybrid system

m.h.Ha, s.j.Park, h.j.Choi, i.s.Cha, h.s.Yoon, j.p.Yoon

*dongshin university Dept Electric engineering, **Dept Hydrogen energy, ***Fusion Information Technology CO.Ltd

ABSTRACT

화석연료는 산업의 발전에 큰 영향을 주었으나, 최근 지구 온난화, 환경요인, 자원의 고갈에 대한 문제점이 대두되고 있다. 이러한 화석연료를 대체할 새로운 에너지원으로 신·재생 에너지가 각광받고 있다. 신·재생에너지는 각각의 단점으로 인해 독립적인 발전 방식보다는 분산전원 역할로서의 상용계통과 연계한 계통 연계형이 적합하다고 판단되어진다. 그리하여 본 연구에서는 태양광과 연료전지의 복합발전 시스템에 대한 연구를 진행하였다.

1. 서론

석유로 대표되는 화석연료는 산업의 큰 발전요소가 되었다. 하지만 지구 온난화, 환경 오염의 주범이 되는 양면성을 지니 심각한 문제로 대두되었다. 그리하여 인간들은 새로운 에너지원을 갈망하게 되었으며 그에 대한 연구가 진행되어왔다.

바로 자연 그대로의 에너지를 활용하기 위한 에너지 자원 즉 태양광, 풍력, 해양, 수소, 바이오 에너지 등이다. 그중에서도 태양광 발전, 풍력 발전, 수소연료전지 분야는 여러 신·재생에너지 중에서 미래 에너지원으로 각광받고 있다.^[1]

하지만 일조량의 변화에 민감한 불연속발전이라는 단점을 지니는 태양광 발전, 바람의 밀도와 속도에 민감해 불균일한 운전을 보이는 풍력발전, 짧은 life cycle과 비싼 촉매 등의 단점을 지닌 수소연료전지 등 각 에너지원의 불연속성으로 인해 현재의 화석연료와 비교해 발전의 안정성과 신뢰성에서 결점을 나타내고 있는 것이 현실이다. 또한 각 발전은 정부의 보조 없이 설치하기에는 부담이 될 정도로 경제성이 결여되어 확대 보급에 어려움이 많은 실정이다.

이러한 어려움 등을 극복하기 위한 방법으로 본 연구에서는 분산전원의 역할로서의 상용계통과 연계한 계통 연계형에 대한 연구를 진행하였다. 방법으로는 태양광+수소연료전지복합발전에 관한 연구를 수행하고자 하였으며 proto type으로 500Wmq 단결정 Si 태양광 발전과 50W PEMFC(고분자 전해질연료전지)의 복합발전을 구현하고자 하였다.

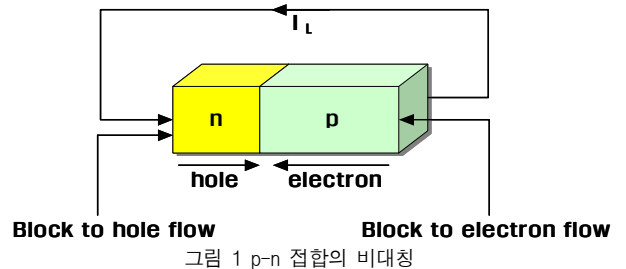
2. 본론

2-1 태양광 발전

태양전지는 크게 태양열 전지와 태양광 전지로 나눌 수 있다. 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는 데 필요한 증기를

발생시키는 장치는 태양열 분야(solar thermal electricity)이고, 태양빛(photons)을 반도체의 성질을 이용하여 전기에너지로 변환시키는 장치가 태양광 분야(photovoltaic solar cells)이다. 태양 전지의 작동원리는 전기에너지를 빛 에너지로 변환시키는 발광 다이오드(light emitting diode, LED)나 레이저 다이오드(laser diode)와 반대라고 생각하면 된다.

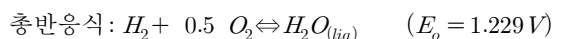
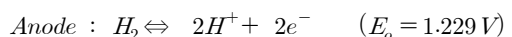
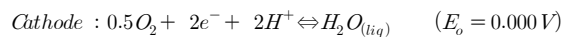
대부분 보통의 태양전지는 대면적의 p-n 접합 다이오드(p-n junction diode)로 이루어져 있다. 광전 에너지 변환(photovoltaic energy conversion)을 위해 태양전지가 기본적으로 갖춰야 하는 요건은 반도체 구조 내에서 전자들이 비대칭적으로 존재해야 한다는 것이다. 그림 1은 p-n 접합의 비대칭성을 나타낸 것이다.



2-2 PEMFC 고분자전해질 연료전지

연료전지(Fuel cell)는 연료가 가진 화학에너지를 화학반응에 의해 직접 전기에너지로 바꾸는 에너지 전환 장치이다. 일반 배터리와는 달리, 연료 전지는 재충전이 필요 없이 연료가 공급되는 한 계속해서 전기를 만들어 낼 수 있는 발전 시스템이다. 고분자 전해질 연료전지(이하 PEMFC)의 기본구조는 전해질 막을 중심으로 양쪽에 다공성 기체확산층인 카본 또는 탄소 에 Pt/C 또는 Pt-꺄/C와 같은 촉매층이 입혀진 산화극(Anode)과 환원극(Cathode)이 부착되어 있는 형태로 되어 있다. PEMFC의 기본처리 개념도는 그림 2와 같다. 산화극에서는 전기화학적 환원이 일어나며, 이때 생성되는 전자의 이동으로 인해 전기에너지가 발생된다.^[2]

그에 대한 반응식은 다음과 같다.



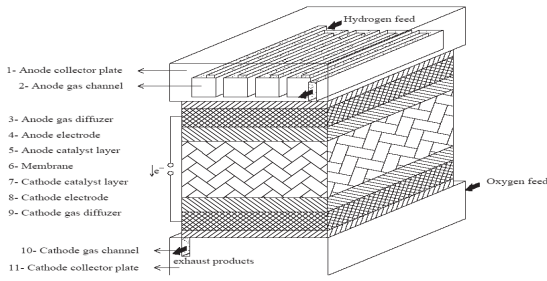


그림 2 고분자 전해질 연료전지의 기본 처리 개념도

2-3 시스템의 구성

본 논문에서 제시된 태양광 · PEMFC 병렬 운전 시스템의 전체 구성도이다. 단결정 Si 태양광 모듈 140W×4장으로 구성된 500[W]급 태양광 발전 시스템과 Buck 타입 DC-DC 컨버터, 500W급 PEMFC 시스템, 1.2kW 용량의 인버터로 구성되어 있다.

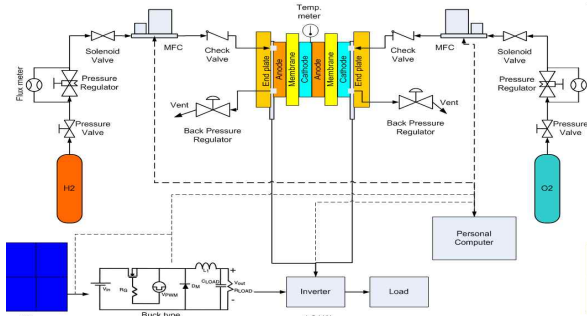


그림 3 태양광-PEMFC 병렬 운전 시스템 구성도

본 논문의 실험을 위하여 500W PEMFC 시스템을 구성하였다. 그림 4와 그림 5는 각각 본 논문의 실험을 위하여 구성된 500W PEMFC 시스템의 구성도와 하위 세부 제어 흐름선도이다. 시스템의 구성은 Stack의 연료인 수소탱크와 산소탱크의 압력조절을 위한 각각의 레귤레이터와 밸브, 가스유량컨트롤러인 MFC, 체크밸브, Stack, 배출 압력 조절을 위한 Back pressurer 레귤레이터 등으로 구성하였다.

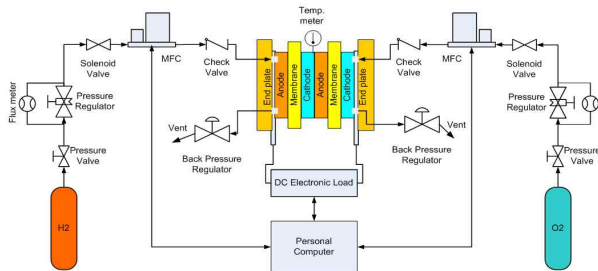


그림 4 PEMFC 시스템 구성도

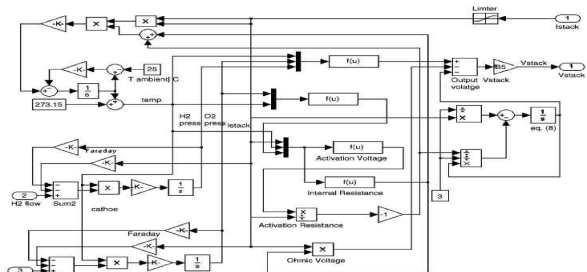


그림 5 연료전지 시스템 구성

그림 6는 제작된 바이폴라 플레이트와 3M MEA, End plate, 실리콘 가스킷 등을 적용하여 제작한 500 W PEMFC stack을 나타낸 그림이다. stack 양단의 전극을 통하여 각 단위셀에서 발생된 전력이 복합되어 부하에 전달되게 된다.

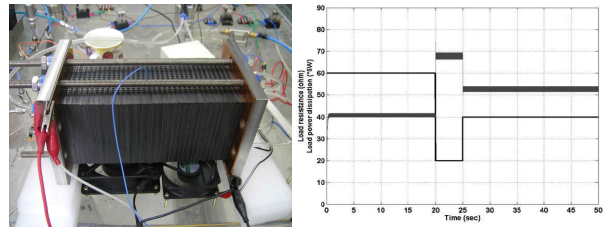


그림 6 500W 고분자 전해질 연료전지와 부하특성

PEMFC에서 부하 저항의 변화에 따라 200W에서 320W(t=20S), 320W에서 260W(t=25S)로 변하는 power demand 변화를 보여주고 있다.

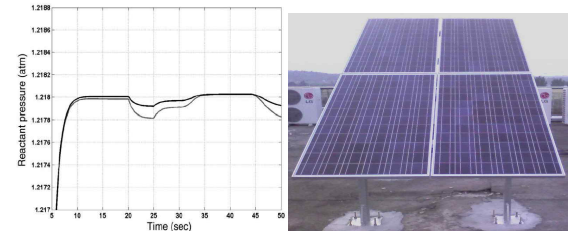


그림 7 부하저항과 전력과 스택내부 반응압력그래프와 500W 태양광시스템

연료전지 내부 반응압력은 약 1.22atm으로 그림 7은 스택 내의 전류가 증가함에 따른 반응에 따른 압력의 변화를 보여주고 있다. 그래프의 굵은 선이 산소, 가는 선이 수소를 나타낸다.

2-4 실험결과

그림 8과 그림 9 그림 10은 각각 태양광 발전, PEMFC의 특성 모니터링을 위한 블록도, 모니터링을 위한 하드웨어를 보여 주고 있는 사진으로 모니터링 설계를 위하여 NI사의 LabVIEW 8.0을 이용하였으며 데이터 수집을 위하여 CFP 1800 back plate와 AI-110 module, RTD module, CB-3 module, pt-100센서, 전압/전류 트랜듀서를 사용하였다.

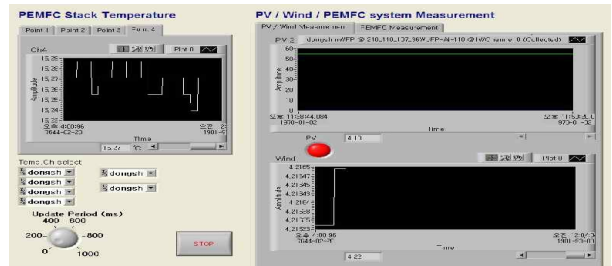


그림 8 PV-PEMFC 시스템 모니터링 메인화면

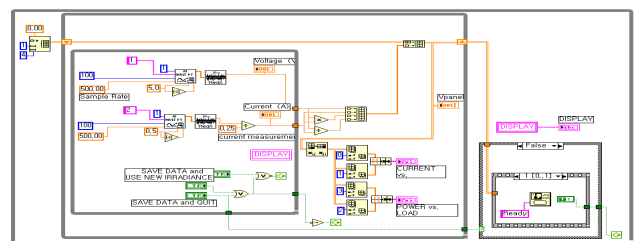


그림 9 PVPEMFC 시스템 모니터링 블록도



그림 10 PV-PEMFC 시스템 모니터링시스템

그림 11은 PEMFC 시스템의 초기 출력파형을 나타낸 것으로 최적화 전의 파형을 나타낸 것이다.

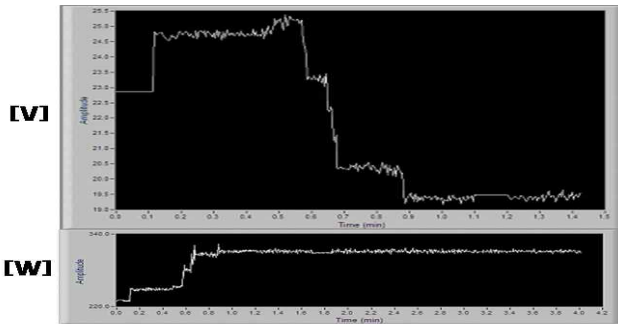


그림 11 PEMFC 시스템 출력파형

그림 12는 출력전압과 출력전류를 측정된 결과이다

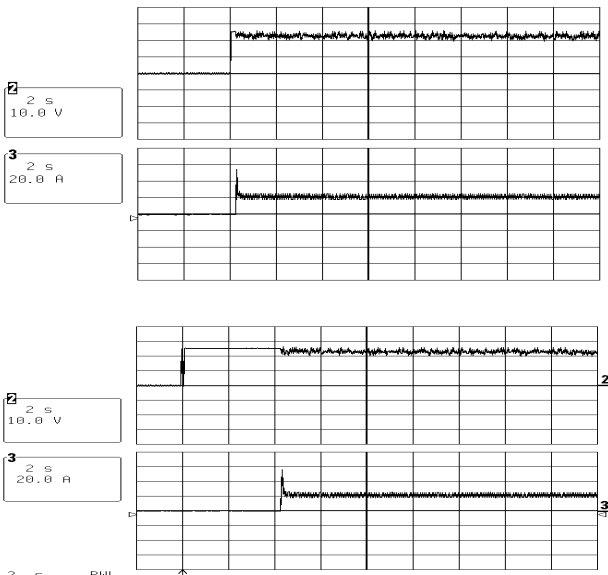


그림 12 연료전지 전압 전류 출력

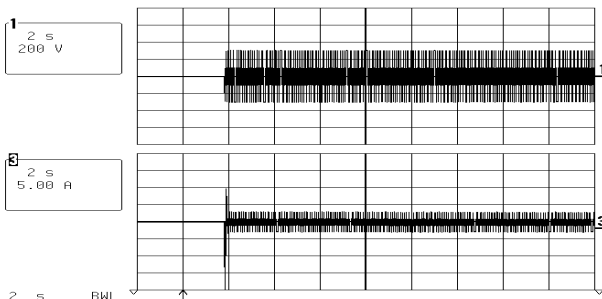
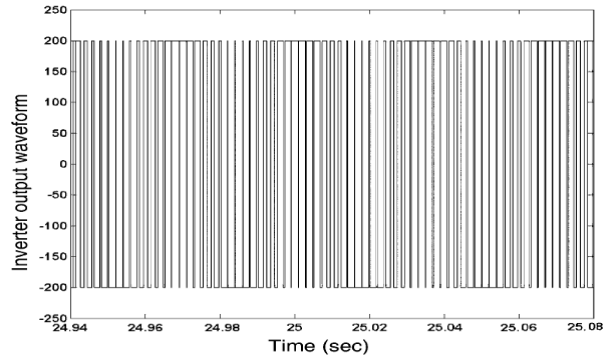
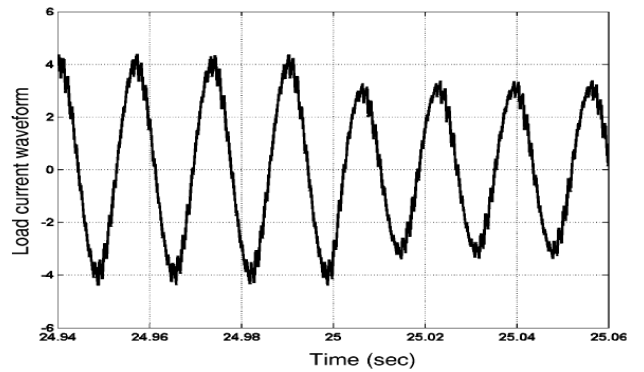


그림 13 인버터 전압/전류 출력 (500W)



(A) voltage



(b) current

그림 14 인버터 출력 파형(t=25s)

3. 결론

본 연구에서는 신·재생에너지원의 단점을 일부 보완하고 시스템의 지속적인 운전을 위한 주택 및 소규모 복합주거 시설에 적용 가능한 신·재생에너지 병렬 운전 시스템을 구현하였다. 연구의 결과로써는 제어기법을 적용한 컨버터와 인버터의 출력은 실험결과를 통해 정상적으로 작동하는 것을 알 수 있었고, 출력 전압과 출력전류가 각기 다르고 특성이 상이한 태양광과 연료전지의 복합운전이 가능 하였다. 하지만 시스템 시뮬레이션과 해석을 통해 얻어진 결과를 분석한 결과 각기 다른 출력전압과 전류를 가진 에너지원의 제어는 부하단의 변동에 따라 제어하기가 극히 힘들고 알고리즘과는 별개의 시스템 최적화가 필요하다는 것을 알았다.

향후 연구방향은 본 논문에서 미진했던 제어기법의 다양한 적용과 BOP 추가 연구를 통하여 시스템의 최적화에 주력하려한다. 이를 통해 국내 신재생에너지 기술 업그레이드에 일조하고자 한다.

이 논문은 산업자원부의 기초전력연구원의 연구비 지원에 의하여 연구되었음 과제번호 R-2005-B-117

참 고 문 헌

- [1] 차인수외, "The MPPT of Photovoltaic Solar System by Controlled Boost Converter with Neural Network", IEEE Korea Council, Vol. 2, No. 2.
- [2] Chang Soo Kim, "Recent R & D Status of Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell", 한국고분자학회, 15, Startpage 550, Endpage 561, Totalpage 12, 2004