

# Ni-MH전지를 적용한 태양광 가로등시스템

현덕수, 장민호, 정남인\*, 김대곤\*\*, 최연옥\*, 조금배\*  
 세방전지, 조선대학교\*, 전남과학대학\*\*

## Photovoltaic Streetlight System using Ni-MH Battery

D.S. Hyun, M.H. Jang, N.I. Jeong\*, D.G. Kim\*, Y.O. Choi\*, G.B. Cho\*  
 Global Battery Co., LTD, Chosun University\*, Chunnam Techno College\*\*

### ABSTRACT

본 논문에서는 대기 오염 물질의 방출이 적고, 소음이 적은 환경 친화적인 Ni-MH전지를 독립형 태양광 가로등시스템에 적용하였으며 충방전제어기를 구성하여 출력특성을 고찰하였다.

출력특성을 고찰한 결과 충전 및 방전이 원활히 진행됨을 알 수 있었다. 그러나 충전시 정전압 충전방식을 사용하였고 태양 전지 출력측에 MPPT제어가 이루어 지지 않은 탓으로 태양 전지 이용률이 떨어지며 화창한 날 태양전지의 등가 발전시간은 약 6시간에서 7시간 정도 나오지만 충전지는 오전 중에 충전이 완료되고 오후발전량은 모두 버리게 됨을 알 수 있었다.

### 1. 서 론

태양광 발전은 전원계통과 연계하여 보완적으로 사용되는 계통 연계형과 단독으로 사용되는 독립형으로 구분된다. 독립형 태양광발전시스템은 초창기에는 인공위성이나 군사용에 국한되어 주로 적용되었으나 최근에는 등대, 교육용 응용제품, 가로등, 펌프 및 학습용 완구 등 광범위한 분야에 응용되어 활용되고 있다.

독립형의 경우 야간이나 우천 시와 같이 발전이 불가능한 시간에도 정상적으로 사용하기 위해서는 배터리와 같은 에너지 저장장치가 필요하다. 독립형 태양광발전시스템 구성에 있어 축전지의 경우 지금까지 납축전지, Ni-Cd전지 등이 사용되어 왔다. 하지만 납축전지의 경우 단위중량당 에너지 밀도가 낮아 축전지의 전체 무게가 무겁고, 산업용으로써 대전류의 과충방전에 내구성이 취약하다. 또 사용온도 대역이 0~30℃로 온도 대비 부대설비가 요구되며, 유해 중금속이 납이 주요 활물질이며 축전지 사용 시 황화가스의 지속적인 배출로 주변의 전원 장비 부식과 인체에 유해한 작용을 하고 수명이 짧다. 그리고 Ni-Cd전지의 단점으로는 가격이 비싸고 유해 중금속인 카드뮴을 음극 활물질로 사용해 환경적으로 문제가 된다. 또 방전 후 재 충전시 반드시 균등 충전으로 정격 전압 대비 150% 과충전 이 필수로 년 2회 전해액 보충이 필요하다.<sup>[1][2][3]</sup>

본 논문에서는 대기 오염 물질의 방출이 적고, 소음이 적은 환경 친화적인 Ni-MH전지를 독립형 태양광 가로등시스템에 적용함으로써 시스템의 안정성 및 신뢰성을 향상하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 시스템 구성

본 논문에서는 독립형 태양광 가로등시스템을 구성하였으며 Ni-MH전지를 전력저장장치로 적용하였다. 그림 1은 태양광 가로등시스템 전체 구성도를 보여준다.

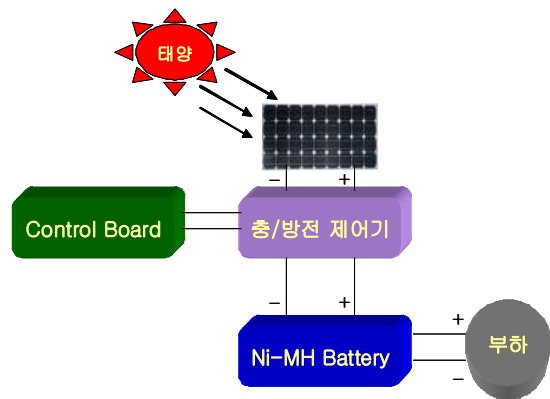


Fig. 1 PV system structure

#### 2.1.1 태양전지

DC전원부인 태양전지모듈은 170W Sanyo사의 HIP-170N1을 사용하였으며 최대출력전압은 35.9V이고 최대출력전류는 4.74A이다. 표 1은 태양전지모듈의 규격을 나타내고 있다.

Table 1 Module standards of a solar cell

항 목	세부 사항	
모 델	HIP-170N1	
제 조 사	Sanyo (일본)	
전기적 특성	최대출력(Pmax)	170W
	단락전류(Isc)	3.65A
	개방전압(Voc)	45.2V
	최대출력전류(Ipmax)	4.74A
	최대출력전압(Vpmax)	35.9V
물리적 사양	치 수	1443 × 812 × 35 mm
	중 량	14 kg

### 2.1.2 Ni-MH전지

본 논문에 적용한 Ni-MH전지는 밀폐식이고 용량은 12V, 80Ah로 2개를 직렬 연결하여 24V, 80Ah로 구성하였다. 체적은 8.56ℓ이며 중량은 16.2kg이고 수명은 8년 정도이며 용량 보존율이 우수하여 장기 방치시에도 성능이 100% 회복된다. 그리고 완전 밀폐형으로 수명 종료시까지 보액이 필요가 없고, 친환경적이고 과충전이나 충전 조작 잘못에 의한 가스 발생에도 안전밸브가 장착되어 있어 안정성에도 뛰어나다.[12]

Table 2 Ni-MH Battery

구분		GMH(밀폐형 Ni-MH)
전지 Type		밀폐식
용량		12V,80Ah
제품 치수	길이	390
	폭	124
	높이	177
체적		8.56ℓ
중량		16.2 kg
유지보수		보액 불필요
기대 수명		DOD 40% :약3,000cycle DOD 100% :약800cycle ⇒ 8년이상 사용 가능
용량 보존율		심방전 회복성능이 우수하여 장기 방치시에도 성능이 100% 회복됨.
저온 용량		* 0℃ : 자기 용량의 94% * -10℃:자기 용량의87%

### 2.1.3 충전제어기

충방전 시스템의 제어는 20MHz 발진을 갖는 마이크로프로세서 PIC16F87 7을 사용하였으며 최대 약 200kHz의 PWM 신호 2개를 갖고 있으며 8개의 10-bit AD 컨버터를 갖고 있어 피드백 받은 전압 및 전류를 직접 받아 읽을 수 있다. 충전시 전류 및 전압을 입력 받아 PWM 신호의 듀티비를 계산하여 출력함으로써 일정전압으로 충전하며, 방전시 배터리의 잔존용량은 전압측정법으로 측정하며 전체용량의 40% 이하로 되면 방전을 차단한다.

그림 2는 본 논문에서 설계한 Buck 컨버터 방식의 충전제어 회로도를 나타내고 있다. 스위칭 레귤레이터용 코일은 어모퍼스의 코어재료를 사용한 갭이 없는 트로이덜 코어형을 사용한다.

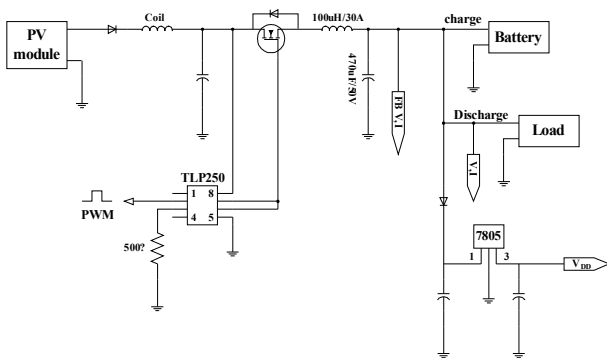


Fig. 2 The Charge/Discharge circuit

리플전류는  $\Delta I_o$ 로 표시하며 일반적으로 출력 전류  $I_o$ 의  $\pm 15\%$  정도로 한다. 스위칭 주기  $T$ 가 크면 인덕터  $L$  값도 커지므로 주파수를 높여 주기를 작게 하여야 한다. 그러나 Buck 컨버터에서 주파수가 너무 높으면 스위칭에서의 에너지 소모가 높아지므로 PWM 주파수는 20kHz에서 50kHz로 설정하는 것이 일반적이며 본 논문에서는 40kHz로 한다.

커패시터  $C$ 를 크게 하여 리플전압  $\Delta v_o$ 를 작게 하여야 한다. 또한 평활용 콘덴서는 콘덴서의 등가 직렬 저항 ESR의 영향으로 리플 전압이 나타나기 때문에 임피던스 값이 낮은 고주파 정류용을 사용하는 것이 좋다.

스위치의 선정에는 스위치가 OFF 상태일 때 양단에 걸리는 최대전압  $V_{DSmax}$ 와 ON 상태일 때 흐르는 최대전류  $I_{Dmax}$ , 그리고 전도손실을 최소로 하기위한  $R_{DS(on)}$  등이 고려되어야 한다. 그러나 실제 선정에 있어서는 서지전압 및 전류를 고려하여 IRF540을 사용하였다.

환류 다이오드 역시 최대 정격전압과 전류가 고려되어야 하는데 이와 더불어 순방향 전도손실의 최소화, 우수한 역회복 특성을 만족하는 FE6D를 사용하였다.

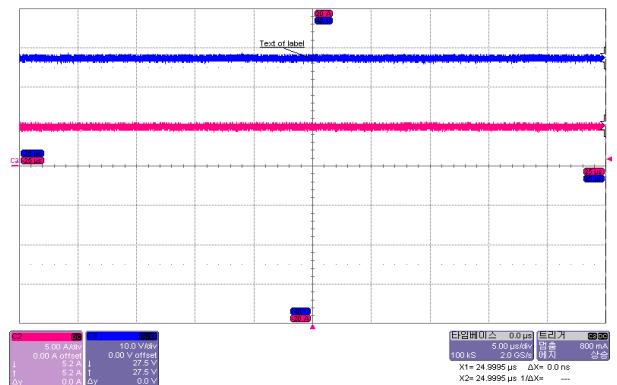
그림 3은 충전제어 회로 및 Ni-MH 전지가 설치되어 있는 단자함과 전체 시스템을 나타내고 있다.



Fig. 3 Terminal box and PV system

### 2.2 실험

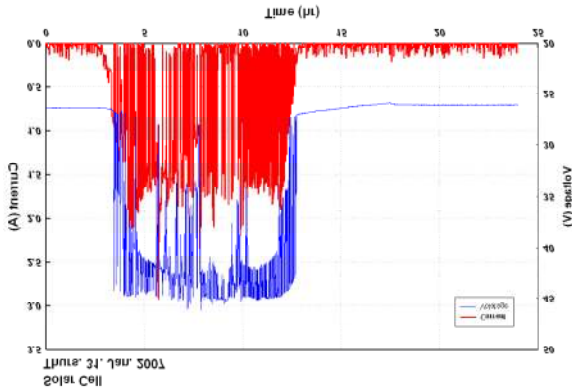
그림 4의 (a)는 충전시 태양전지 출력 전압 및 전류를 나타내며, 출력 전압은 27.5V, 출력 전류는 5.2A로 나타나고, (b)는 1일당 PV출력 변화를 나타낸다.



(a) PV output voltage and current

## 참고 문헌

- [1] Fumio Harashima and seiji Kondo, "Optimal Power Flow Control of Photovoltaic Solar Energy System", Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 7-22-1, Roppong, Minato-ku, Tokyo 106, JAPAN
- [2] 강인구, 김우열, "실리콘 태양전지의 현황과 전망", 전기학회지, Vol. 39, No.10, 1990.
- [3] 태양기술개발실, "태양기술개발특집", NEDO NEWS, 1988.



(b) PV output change a day  
Fig. 4 PV output characteristics

그림 5는 1일당 Ni-MH 전지 운영 결과로 온도에 따른 전류 및 전압 출력 특성을 보여주고 있다. 화창한 날 태양전지의 등가 발전시간은 약 6시간에서 7시간 정도 나오지만 축전지는 오전 중에 충전이 완료되고 오후발전량은 모두 버리게 됨을 알 수 있다.

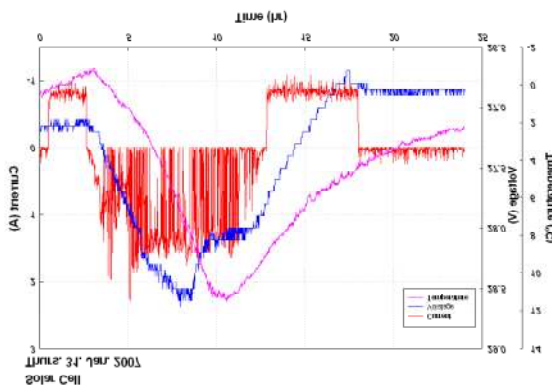


Fig. 5 Operating result of Ni-MH Battery

## 3. 결론

본 논문에서는 대기 오염 물질의 방출이 적고, 소음이 적은 환경 친화적인 Ni-MH 전지를 독립형 태양광 가로등시스템에 적용하였으며 충방전제어기를 구성하여 출력특성을 고찰하였다.

출력특성을 고찰한 결과 충전 및 방전이 원활히 진행됨을 알 수 있었다. 그러나 충전시 정전압 충전방식을 사용하였고 태양전지 출력측에 MPPT제어가 이루어 지지 않은 탓으로 태양전지 이용률이 떨어지는 단점이 있다는 것을 확인하였다. 또한, 화창한 날 태양전지의 등가 발전시간은 약 6시간에서 7시간 정도 나오지만 연평균 4시간 미만으로써 시스템 설계 시 4시간으로 계산이 된다. 결과 화창한 날 축전지는 오전 중에 충전이 완료되고 오후발전량은 모두 버리게 되며 태양전지 이용률도 떨어지게 된다.

향후 이러한 단점을 살리기 위한 LED 전광시스템 등 광고 효과를 나타내는 부수적인 부하에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.