

AGV용 배터리 팩 및 관리시스템

남종하*, 강덕하*, 황호석*, 박찬희**, 이희관**, 박민기***

(주)코디에스*, (사)전북대학교 자동차부품금형기술혁신센터**, 서울과학기술대학교 전자정보공학과***

Battery Pack and Management System for Automated Guided Vehicle

Jong ha Nam*, Duk ha Kang*, Ho seok Hwang*,
Chan hi Park**, Heui kwan Lee**, Min kee Park***

Kodi-s.Co.,LTD.*, Chonbuk National University Automobile-parts&Mold Technology Innovation Center**, Department of Electronic&Information Engineering, Seoul National University of Science & Technology**

ABSTRACT

무인 운반차(AGV, Automated Guided Vehicle)은 1955년에 개발된 자재 운반용 무인운송 시스템으로 초기에는 제조 현장에서 자재의 운송에 국한되어 사용되었다. 최근에는 창고, 컨테이너 터미널 그리고 지하공간에서의 반복되는 실내/외 운송으로까지 그 사용이 확산되고 있다. AGV는 제조현장에서 제조공정과 관련된 모든 자재의 이송에 적용되고 반복되는 운송의 형태에 사용되며, 실내 용도로는 수입, 저장, 분류, 반출, 이송과 공정 간의 팔레트(Pallet) 이송에 사용되며, 비교적 작은 용량의 AGV가 이러한 제조현장에서 산업용도에 쓰이고 있다. AGV는 실내에서 주로 사용되는 환경적 특성상 배터리를 사용하며, 충전하거나 교환하여야 하며, 이에 소요되는 시간이 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다. 대부분의 제조현장이나 배송센터에서 AGV는 비교적 짧은 거리를 운행하므로 대기 시간 중에 배터리를 충전하거나 교환이 가능하다. 하지만 비교적 장거리를 운행하는 시스템에서는 AGV의 가동률을 50% 이하로 유지하거나 온라인 충전 시스템을 구비하여야만 배터리 전압 강하에 의한 시스템의 마비를 예방할 수 있다.

1. 서 론

기존의 제조라인에서 운영되는 AGV의 경우 Ni cd 이차전지의 사용이 주류를 이루었다. 하지만 메모리 현상(Memory Effect), 카드뮴이라는 중금속 등으로 인해 최근에는 리튬 이차전지로 변경되는 추세에 있다. 그 중에서도 리튬인산계 전지(LiFePO4)는 P(인)을 구성요소에 포함하여 산소원자가 강하게 공유 결합한 매우 안정적인 상태로 존재하여 온도 상승에 수반하는 O2의 발생이 없다는 장점을 가진다. 본 논문에서는 안전성이 우수한 리튬인산계 전지를 사용하여 제조라인에 사용되는 AGV에 적용 가능한 배터리팩 시스템을 구현하였다.

2. AGV용 배터리 팩

2.1 기존 배터리팩

AGV의 운영에 필요한 기존의 이차전지 시스템은 니켈 카드뮴 전지가 사용되었다. 낮은 DOD(Depth of Discharge, 방전

심도)를 통해 수명을 늘이고자 80AH급 배터리팩을 장착하고 실제 운영에 필요한 용량은 18AH 정도에서 운영하도록 설계되었다. 하지만 낮은 DOD 영역내에서 충/방전이 반복에 의한 메모리 효과, 증류수의 고갈 등으로 인해 사용기간이 급격히 감소하는 경향을 가진다.

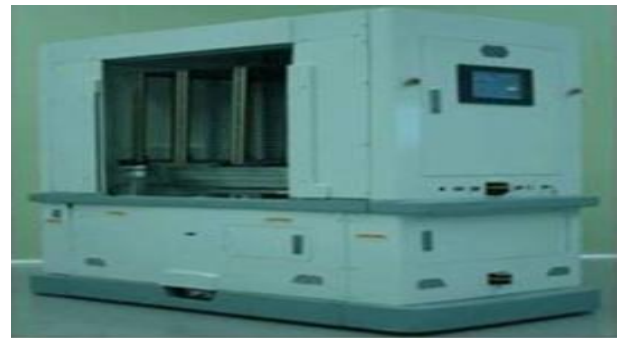


그림 1 무인운반 시스템
Fig. 1 Automated Guided Vehicle

표 1 AGV용 배터리 팩 비교
Table 1 Comparisons of Battery Pack for AGV

구분	Ni-cd(기존)	LiFePO4(신규)	비고
전압 및 용량	24V(20S),80AH	24V(8S),120AH	50%증가
배터리팩 사이즈	415(L)172(W)275(T) × 2EA	415(L)240(W)275(T) × 1EA	30%감소
사용수명	7,000Cycle(약2.5년) (22.5% DOD)	17,000Cycle(약6년) (15.0% DOD)	18AH DOD 2.4배 증가
유지보수	증류수보충, 활성화충/방전(3개월)	불필요	
환경오염	cd 중금속	친환경	

2.2 리튬인산철 배터리

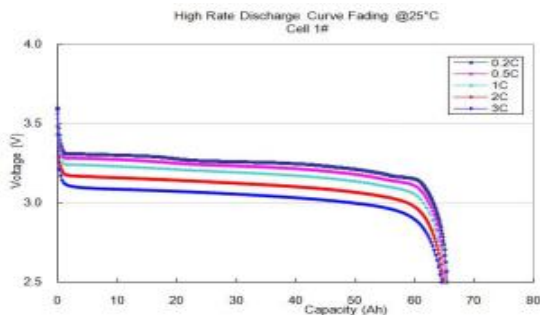
리튬이차전지는 근본적으로 수계가 아닌 쉽게 연소될 수 있는 유기계 전해질을 사용하고 충전된 상태의 양극물질이 유기계 전해질과 쉽게 반응할 수 있으므로 과충전 상태나 고온, 충격 등이 가해지는 비정상적인 동작상황에서는 발화 등의 위험성이 상존하고 있다. 이에 반해 리튬인산철 배터리는 P를 구성원소에 포함하여, 산소 원자가 강하게 공유 결합한 매우 안정

적인 상태로 존재한다. 이 때문에 온도상승에 수반하는 O₂의 발생이 없어 타 리튬계 전지에 비해 안전성면에서 큰 장점을 가지고 있다. 본 개발에 적용된 리튬인산철 배터리는 중국의 ATL사에서 개발된 제품을 적용하였다. 그림 2에서는 ATL사 리튬인산철 배터리의 방전전류별 용량특성을 보여주고 있다. 시험결과에서 본 개발에 적용된 배터리의 경우 고율 방전에서도 용량특성이 우수함을 알 수 있으며, 온도별 사이클 특성시험에서도 상온 기준 약 2,000사이클 수준의 수명특성을 보이고 있음을 확인하였다.

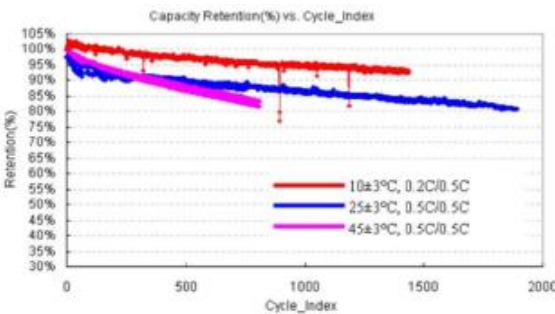
표 2 리튬 이차전지의 비교

Table 2 Comparisons of Lithium Secondary Battery

구분	LiFePO4	LiCoO2	LiMn2O4
중량당 이론 용량 (mAh/g)	170	145	148
전압(V)	3.2~3.3	3.6~3.7	3.6~3.7
사이클 수명특성	>1,000cycle	>500cycle	>300cycle
온도(°C)	>75°C	0~45°C	0~45°C
안전성	Superior	Normal	Better
고율방전	10C>5min Instant>20C	10C>5min Instant>25C	Worse



(a) 방전전류별 용량특성



(b) 온도별 사이클 특성

그림 2 리튬인산철 배터리의 특성
Fig. 2 Characteristics of LiFePO4 Battery

2.3 배터리 팩 설계 및 제작

리튬인산철 배터리팩은 기존의 니켈 카드뮴 배터리팩에서의 단점을 보완하는 형태로 설계되었다. 용량 및 수명부분에 있어서는 용량은 50% 늘이고 부피는 30% 감소되었으며, 기존 시스템보다 더 낮은 DOD 운영 및 메모리 현상이 해소됨에 따라 수명부분은 2.4배 늘어나는 특성을 가진다. 그림 3에서는 AGV에 사용하기 위한 배터리팩의 설계도를 보여주고 있다. 냉각

의 경우에는 BMS에서 측정된 온도를 기반으로 냉각팬의 제어를 통한 공랭식 방식을 채택하였으며, 최종적으로 팩의 출력단에는 AGV에 전력을 공급하기 위한 컨넥터와 AGV 본체와의 통신을 위한 컨넥터를 필요로 한다. 그림 4에서는 개발된 BMS와 리튬인산철 배터리 팩을 보여주고 있다. 개발된 BMS는 개별 배터리의 셀 전압, 온도, 전류 등을 상시 모니터링하며, 이러한 데이터에 기반하여 셀밸런싱, 냉각을 위한 냉각팬 제어 등을 수행하며 모니터링 데이터는 AGV 차량에 통신을 통해 제공된다.



그림 3 배터리 팩의 설계
Fig. 3 Design of Battery Pack



그림 4 AGV용 LiFePO4 배터리 팩 시스템
Fig. 4 LiFePO4 Battery Pack System for AGV

3. 결 론

본 논문에서는 반도체 생산라인에서 운영되는 무인운반차에 적용되는 배터리팩을 개발하였다. 개발된 배터리팩은 기존에 사용되던 니켈 카드뮴 배터리팩의 단점을 보완하여 설계/제작되었으며 용량, 부피, 수명, 유지보수성 등 다양한 부분에서 기존의 시스템보다 우수한 특성을 가짐을 시험을 통해 검증하였다. 현재 개발된 팩은 실제 운영되는 반도체 생산라인의 투입에 앞서 AGV 생산업체에서 실차장착 및 시범운영 상태에 있다. 향후 본 기술은 AGV 뿐만 아니라 동력구동을 위한 다양한 분야에 적용이 가능하리라 판단된다.

이 논문은 2011년도 중소기업청 융복합기술개발사업의 산연기술개발사업(SD122836) 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

[1] Seung Ho Yu, Chang Kyoo Pack, Ho Jang, Chee Burm Shin, Won Il Cho, "Prediction of Lithium Diffusion Coefficient and Rate Performance by using the Discharge Curves of LiFePO4 Materials", Bull. Korean Soc. 2011, Vol.32, No.3, pp.852-856
 [2] 진영훈, "AGV 시스템의 설계 및 제어에 관한 연구", 첨단 기술정보분석, pp.1-11