

급속 배터리 충전장치 개발

류홍제, 김수진, 이현정, 김종수

The Development of Rapid Battery Charger System

Hong-Je Ryoo, Jong-Su Kim, Hyun-jeong Lee, Su-jin Kim
Power Electronics Group, KERI

Abstract - In this paper, the design of power supply for high power magnetron system is studied. For magnetron drive, three kinds of power supply is required for main high voltage, magnet and heating filament. Detail design was accomplished with basic simulation and real system is developing based on basic design.

1. 서 론

배터리의 급속충전을 위한 방법은 충전전류를 증가시키는 것이지만 충전전류를 증가시키기는 용이하지 않다. 특히 배터리 충전 중에 생성된 이온층의 형성으로 배터리 단자 사이의 내부저항을 증가시키게 되고 이로 인한 발열 등의 문제로 충전전류를 증가 시키는데 한계가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 충전전류를 펄스 형태로 인가하고 충전 전류 펄스 사이에 상대적으로 짧은 방전 전류 펄스를 인가하여 배터리 충전시에 생성된 이온층이 짧은 방전 전류 펄스 구간에 전해질로 확산 분해되도록 함으로써 결과적으로 내부저항의 증가를 막고 배터리의 충전전류를 증가시킬 수 있는 방법이 제시되었으며[1] 최적의 충방전 펄스 구성 패턴의 구성등에 대한 추가적인 연구가 진행되었다.[2]

본 논문에서는 상기의 충방전 전류 펄스 인가형태의 배터리 급속 충전 장치에 대하여 다룬다. 펄스 충방전 패턴 구성을 손쉽게 구현하기 위하여 원칩 마이크로 콘트롤러에 의한 지령과형이 생성되도록 구성하였고, 불필요한 과충전을 방지하기 위한 전압 제한 회로를 간단하게 구현하였다.

충전전류의 제어를 위하여 고효율 직렬공진형 컨버터를 설계 제작하였으며, 방전 전류의 제어를 위해서는 별도의 방전저항 없이 스위치의 능동영역에서 바로 방전전류를 제어할 수 있도록 구성하였다.

구성된 충전장치의 구성 및 상세한 실험 결과를 소개한다.

2. 제안된 급속 충전장치

2.1 급속충전장치의 구성

본 시스템은 대략적인 블록 다이어그램은 그림 1과 같다. 입력 필터부는 단상의 입력 전원과 정류부 사이에 삽입되어 충전기에서 발생하는 노이즈가 전원으로 유입되는 것을 방지하며, 정류 및 돌입전류 방지부는 정류된 직류전원에서 기동시 돌입전류를 방지하기 위하여 구성된다.

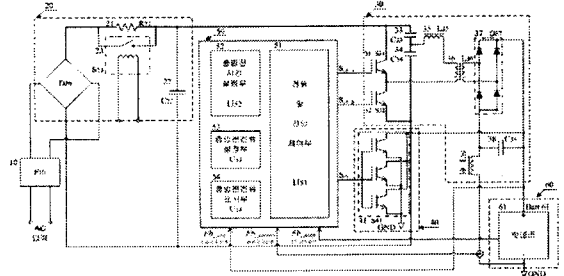


Fig. 1. 시스템 블록 구성도

제어부는 시간 설정부, 전류 및 전압 설정부, 전류 및 전압 표시부, 전류 및 전압 제어부 및 전압 및 온도 검지부로 구성되며, 이때 시간 설정부는 마이크로프로세서 칩과 디스플레이 보드를 포함하여 구성하고, 펄스방식의 제어신호를 keypad를 통하여 입력하게 된다.

제어 신호는 충전시간(tc), 충·방전간 휴지시간(tcd), 방전시간(td), 방전횟수(Nd), 방전간휴지시간(tdd), 방·충전간 휴지시간(tdc)으로 구성되어 있으며, 각각의 시간과 횟수는 배터리의 상태에 따라서 조절이 가능하며, 충전전류의 크기와 방전전류의 크기는 변환 가능한 특징을 지닌다. 또한 여기서 충·방전 전류 설정부는 충전시간(tc)과 방전시간(td)에 인가될 전류의 양과 배터리의 과충전을 방지하기 위한 제한전압을 설정하고, 표시부는 설정부에서 설정된 값들을 표시해준다. 이때 설정부의 충·방전 전류 및 전압제한치는 별도로 세팅 가능하도록 구성된다.

전류 및 전압 제어부는 시간 설정부에서 입력받은 펄스 신호와 전류 및 전압 설정부에서 입력받은 신호를 제어하여 충전 및 방전 신호를 출력한다. 단자전압이 설정부에서 설정한 제한전압에 도달하게 되면 충전 전류의 양을 감소시켜 배터리의 과충전을 방지한다.

충전부는 커패시터 및 인덕터로 이루어진 직렬공진회로로 구성되며, 이때 인버터의 스위치는 최소의 스위칭 손실을 갖는 영전류 스위칭 특성을 갖는다. 정류된 직류전원은 다시 교류로 변환 되고, 이 전압을 설정부에서 설정한 충전전류의 값이 되도록 변압기를 통하여 감압하며, 감압된 전압은 다시 정류하여 배터리로 충전전류를 인가한다.

방전부는 제어부에서 인가된 신호를 받아 배터리로 방전 전류를 인가한다. 이때 방전스위치는 반도체 스위치를 사용하여, 방전저항이 없이 게이트의 전압 또는 전류를 조절하여 반도체스위치의 내부저항을 조절하여 원하는 방전전류를 구성하며, 방전전류의 크기를 크게 하기 위하여 여러 개의 반도체 스위치를 병렬로 구성하였다.

2.2 제어신호 설정

충전전류의 인가 시간은 그림 2에 나타난 것처럼 다양한 형태의 펄스로 인가 가능하며, 이는 키패드 입력치에 따른 마이크로 콘트롤러에 의해 지령되며 이에 따라 충방전 지령 상태에 따라 다양한 형태의 프로파일을 손쉽게 테스트 해 볼 수 있다.

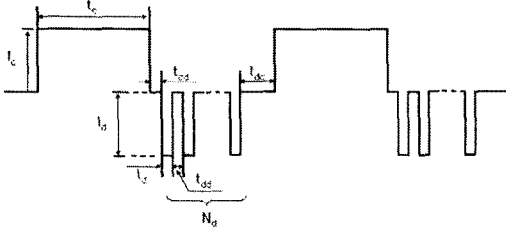


Fig 2. 충전전류펄스와 방전전류펄스의 구성

- t_c : Charging time(충전펄스전류 인가시간)
- t_d : Discharging time(방전펄스전류 인가시간)
- t_{cd} : Charging delay time(충전펄스전류와 방전펄스전류 인가 사이의 휴지시간)
- t_{dc} : Discharging delay time(방전펄스전류 사이의 휴지시간)
- t_{sc} : Stabilizing Time(방전펄스전류와 충전펄스전류 사이의 휴지시간)

3. 실험 결과

그림 3은 구성된 충전장치에 의한 충전 전류와 배터리 단자전압의 파형을 보여준다. 그림에서 보는 것과 같이 단자전압이 설정된 제한전압까지 상승하기 전에는 초기 설정된 값으로 충전을 하는 정전류 모드로 동작하고, 단자전압이 제한전압에 이르면 정전압모드로 바뀌게 된다. 실험에 사용된 배터리는 12V 75AH / 5h 배터리이며, 충전전류는 24A, 제한전압은 14.5V로 설정한 결과이다.

그림 4는 다양한 충방전 펄스 인가에 따른 충전량 비교 실험 결과이다. 참고로 상용화품을 사용한 충전결과도 함께 도시하였다. 제안된 급속충전기의 사용에 따라 그림 4와 같은 다양한 형태의 충방전 실험이 용이하게 구현가능하며 급속충전의 결과를 보여준다.

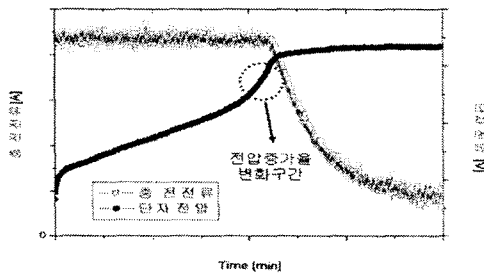
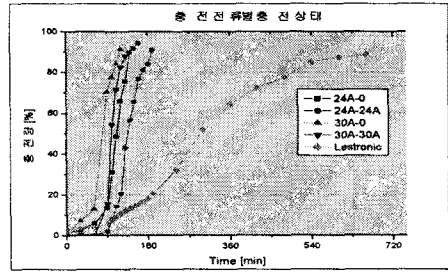
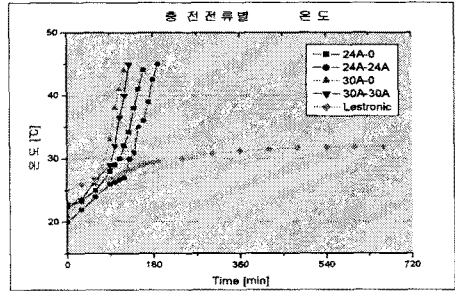


Fig. 3. 충전 실험 결과(충전전류 24A, 충전제한전압 14.5V)



(A) 충전시간에 따른 충전량 비교



(B) 충전시간에 따른 배터리 온도

Fig 4 다양한 충전전류 조건에 따른 배터리 충전 실험 결과

4. 결 론

급속충전이 요구되는 분야에 펄스 충방전에 의한 급속 충전장치의 구성을 위해 다양한 펄스 충방전 시간을 손쉽게 구현하고 효율적인 충전전류와 방전전류를 제어할 수 있는 급속 충전장치의 구성과 제작에 대하여 소개하였다. 본 논문에서 제작된 충전장치에 의해 다양한 충방전 프로파일의 구성 및 실험 결과를 손쉽게 구현하고 비교할 수 있으며 최적의 충전 프로파일을 찾아내는데 용이할 것으로 예상된다.

본 장치는 배터리의 충전시간을 보다 개선시키고, 급속 충전 시 과충전, 과열 및 그에 따른 배터리 수명의 단축을 방지할 수 있는 용도로 배터리의 포맷 및 급속충전을 요구하는 분야에 효율적으로 적용가능할 것으로 예상된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Pordrazhansky et al., "Rapid Battery Charger, Discharger and Conditioner", US Patent 4829225, 1989.6
- [2] Aspinwell et al., "Battery Charger", US Patent 4385269, 1983.5