

작은 전류리플을 갖는 저면적 배터리 충전회로 설계

*정진일, 꺾계달
한양대학교 전자컴퓨터통신공학부
e-mail : farmerf@hotmail.com, kwack@hanyang.ac.kr

A Simple and Size-effective design method of Battery Charger with Low Ripple Current

*Jin-Il Chung, Kae-Dal Kwack
Division of Electrical and Computer Engineering
Hanyang University

Abstract

Proposed battery charger is a economic candidate because that is simple and small size. The circuit has linearly operational power stage. That use small size buffer with small driving current and large power MOS gate capacitance. The simulation result show that charging current is stable and has low ripple.

I. 서론

현대사회에서 많은 종류의 정보통신기기들은 배터리로부터 전원을 공급받아 동작하는 휴대형 정보통신기기로 이러한 휴대형 정보통신기기의 증가는 배터리의 중요성을 증가시키게 되었다. 우리가 배터리를 디자인할 때 고려해야할 파라미터로는 전압, 에너지 밀도, 배터리 수명 등이 있는데, 이 중 배터리 수명은 안정적인 충전전류, 과충전 제어 등과 같이 충전회로에 의해 크게 좌우된다.

본 논문에서 작은 크기의 버퍼를 통해 선형적으로 동작하는 power stage를 새롭게 구현하고 이를 이용한 배터리 충전회로를 제안한다.

II. 본론

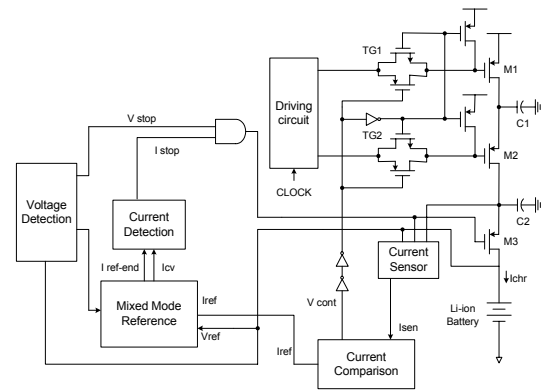


그림 1. 배터리 충전회로 구조

배터리 충전회로의 기본구조는 그림 1과 같다. 먼저 배터리의 전압을 voltage detection 회로에서 검출하여 현재 전압에 맞는 충전모드를 결정해 mixed mode reference에 보내주면 적당한 reference 전류를 만들어 낸다. 이 전류와 current sensor에서 검출해낸 실제 전류를 비교하여 실제 전류가 작으면 M1, M2의 charge pump stage를 동작시켜 충전전류를 증가시키고 크면 charge pump stage를 멈추어 충전전류를 감소시키는 것에 의해 전류를 제어하게 된다.

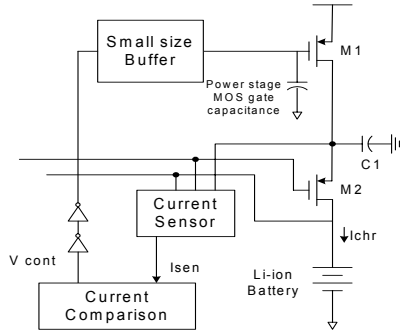


그림 2. 제안하는 power stage

그림 2는 본 논문에서 제안하는 power stage이다. 기존의 회로에서는 전류의 증감을 제어하는 Vcont 신호가 2개의 TG를 스위칭하는 것에 의해 non-overlap clock 신호의 전달을 제어하였지만 제안하는 회로는 Vcont 신호를 power MOS 앞의 small size buffer에 전달하게 된다. 이 buffer는 전류구동능력이 매우 작기 때문에 power MOS M1의 커다란 게이트 커패시터를 순간적으로 충전하지 못한다. 그러므로 전류증감을 위해 Vcont에서 low나 high 신호를 보내더라도 M1의 게이트 전압은 순간적으로 바뀌지 않고 천천히 증가하거나 감소하면서 현재 필요한 충전전류에 맞는 게이트 전압을 유지하게 된다.

이러한 회로 수정을 통해 power stage의 MOS 수를 줄이고 큰 전류구동을 위해 필요한 buffer를 작게 하는 것에 의해 전체 칩 면적을 줄일 수 있으며 clock 신호와 non-overlap clock pair generator가 필요하지 않기 때문에 회로를 간단하게 만들 수 있다. 또한 충전방식을 선형적으로 변화시키는 것에 의해 충전전류의 리플 역시 줄일 수 있다.

III. 구현

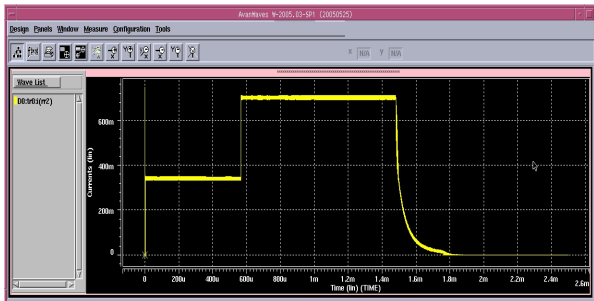


그림 3. 시간에 따른 충전전류 변화

0.35um CMOS 공정을 사용하여 HSPICE simulation 결과, 배터리 충전회로의 시간에 따른 충전전류의 변화는 그림 3과 같았다. 처음에는 350mA, 700mA 전류

로 CC(Constant Current) 모드 충전을 하다가 배터리 전압이 일정수준 이상이 되면 CV(Constant Voltage) 모드로 전환해 충전전류를 급격히 감소시키고 충전전류가 일정수준 이하가 되면 충전을 종료하는 모습을 보이고 있다.

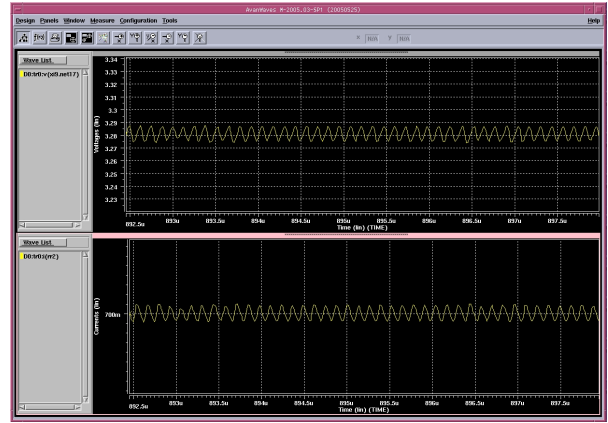


그림 4. M1 게이트 전압과 충전전류 리플

그림 4는 M1의 게이트 전압과 배터리 충전전류의 리플을 보여준다. 작은 버퍼의 전류를 통해 구동되는 power stage의 게이트 전압은 10mV의 전압리플을 가지면서 13mA의 작은 전류리플을 갖는 안정된 충전전류를 만들게 된다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

배터리 충전회로에서 중요한 것은 정확하고 안정적이며 리플이 적은 충전전류를 만드는 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 작은 버퍼를 이용하여 power MOS 게이트를 천천히 구동시키는 방법을 사용하였다. 향후 배터리 충전회로가 더욱더 안정적이고 작은 전류리플을 갖게 하기 위해서는 power stage의 개선과 함께 빠른 응답속도를 갖도록 전류비교회로를 개선하는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] Yuh-Shyan Hwang, Shu-Chen Wang, Fong-Cheng Yang and Jiann-Jong Chen "New Compact CMOS Li-Ion Battery Charger Using Charge Pump Technique for Portable Applications" IEEE Transactions on Circuit and System Vol. 52, No. 4, pp. 705-712 April 2007
- [2] Phillip E. Allen and Douglas R. Holberg, "CMOS Analog Circuit Design" Second Edition.