

# 다양한 부하조건에 호환 가능한 프로그래머블 스마트 충전기

조강타<sup>1</sup>, 금문환<sup>1</sup>, 한상규<sup>1</sup>, 오동성<sup>2</sup>, 사공석진<sup>†</sup>

## Programmable Smart Charger Compatible to Various Load Conditions

Kang-Ta Jo<sup>1</sup>, Moon-Hwan Keum<sup>1</sup>, Sang-Kyoo Han<sup>1</sup>, Dong-Sung Oh<sup>2</sup>, and Suk-Chin Sakong<sup>†</sup>

**Abstract** - A programmable smart charger compatible to various load conditions is proposed in this paper. Since the proposed smart charger is compatible to various mobile devices having different rated voltage and power, it is convenient for carrying and easy to standardize many kinds of battery chargers. Moreover, since it uses the input impedance and built-in PMIC (Power management IC) of the load system to recognize the connection state and specifications of load system, hardware changes of load system is not only hardly necessary but it also features no addition communication cable and easy implementation. To confirm the validity of the proposed charger, the theoretical analysis and experiment results from a prototype compatible to three load conditions 5V/1A, 5V/2A and 12V/1A are provided.

**Keywords:** smart adaptor, flyback converter, primary side regulation, battery charger, current mode control

### 1. 서 론

지난 10여 년간 모바일 디바이스의 수가 급격하게 증가 하면서 대부분의 가정에서는 노트북이나 MP3, 디지털카메라, 핸드폰 등 최소 하나 이상의 모바일 디바이스를 보유하고 있다.<sup>[1]</sup> 이러한 모바일 디바이스들은 주기적인 배터리 충전을 위한 별도의 충전기가 필요한데 각각의 디바이스들은 그 종류와 제조사에 따라 정격입력 사양이 서로 다르므로 기기마다 서로 다른 종류의 전용 충전기가 요구되고 있다. 따라서 기기마다 전용 충전기를 구비해야하므로 사용자의 불편함이 크고, 다양한 종류의 충전기로 인하여 불필요한 자원낭비 또한 심각한 실정이다. 이를 해결하기 위해 산업계에서는 통합충전기 개발에 대한 관심과 노력이 증가하고 있는 추세다.

통합 충전기는 부하시스템의 정격전압을 표준화함으로써 충전기의 종류를 최소화 하는 방법과 하나의 충전기로 다양한 부하시스템의 정격사양에 맞추어 그 출력을 가변시키

는 방법이 있다. 이중 부하시스템의 정격입력사양을 하나로 표준화 할 경우에 대해 고찰해 보면 다음과 같다. 부하시스템 정격입력전압을 낮게 표준화할 경우 노트북과 같이 요구되는 부하전력이 큰 경우 부하 시스템의 입력전류 및 충전기의 출력전류가 증가하며 이로 인해 부하시스템과 충전기의 효율과 발열 특성이 저조해 지는 단점이 존재한다.<sup>[2]</sup> 반면 정격전압을 높게 표준화할 경우 낮은 전력을 요구하는 부하시스템은 입력전압의 상승으로 인해 부하시스템 및 충전기에 사용되는 전력소자의 내압이 높아지며 이로 인해 성능저하 및 제작단가 상승이 우려된다. 이로 인해 최근 산업계에서는 부하시스템 정격사양에 맞추어 출력을 가변시키는 충전기 개발이 요구되어 지고 있다. 따라서 본 논문에서는 하나의 충전기로 다양한 부하시스템의 정격사양을 구별하는 인식기술과 부하별 요구되는 다양한 정격사양에 따른 충전기 출력을 가변 하는 출력이변기술을 제안한다.

### 2. 제안 스마트 충전기

본 논문에서는 서로 다른 정격입력사양을 갖는 다양한 부하시스템을 하나의 충전기로 동시 호환할 수 있는 스마트 충전기를 제안한다. 그림 1은 제안된 스마트 충전기의 구성도로서 크게 전원회로와 Voltage Detector로 구성되어 있다. 전원회로는 저 전력에 적합한 플라이백 컨버터, 부하시스템 분리 인식을 위한 No Load 인식 회로 그리고 출력전압 및 전류를 가변 하는 회로가 포함되어있고

Paper number: TKPE-2014-19-4-9

Print ISSN: 1229-2214 Online ISSN: 2288-6281

<sup>†</sup>Corresponding author: [scsk@kookmin.ac.kr](mailto:scsk@kookmin.ac.kr), Electronic Engineering, Kookmin University  
Tel: +82-2-910-4706 Fax: +82-2-910-4449

<sup>1</sup>Electronic Engineering, Kookmin University

<sup>2</sup>CDS Operation Division, Samsung Electro-Mechanics  
Manuscript received Nov. 4, 2013; accepted Jun. 12, 2014

— 본 논문은 2013년 전력전자학술대회 외부장학금 수혜논문임

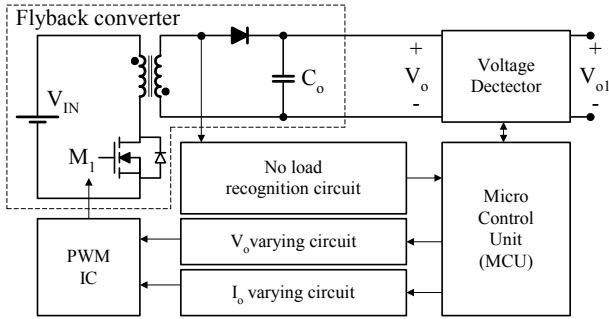


Fig. 1 Configuration of the proposed smart charger

각각의 세부 기능들은 뒤에서 자세히 설명하도록 하겠다. Voltage Detector는 부하시스템 접속과 부하시스템의 정격전압 및 전류사양을 인식하기 위한 보조 회로로써 내부에 MCU가 포함되어 있다. 여기서 MCU는 특정 시스템을 제어하기 위한 전용 프로세서로서 프로그래밍을 통해 다양한 기능 구현이 가능한 반도체 소자이다. 따라서 스마트 충전기에서 다양한 기능 구현을 위해 MCU를 사용하며 MCU는 부하시스템의 정격전압 및 전류사양 인식을 위한  $V_{o1}$  검출 및 플라이백 컨버터의 출력이변 그리고 스마트 충전기의 시퀀스 제어 등의 역할을 수행하고 각각의 세부 기능들은 뒤에서 자세히 설명하도록 하겠다. 설명의 편의를 위하여 스마트 충전기는 3가지 종류의 정격사양과 호환이 가능하고 각각의 정격사양은 실험조건과 동일한 5V/1A, 5V/2A, 12V/1A으로 가정한다.

2.1 대기모드

제안된 스마트 충전기는 부하시스템이 접속된 후 그림 2의 Voltage Detector에서  $V_{o1}$ 의 변화가 감지 될 때까지 대기모드로 동작한다. 즉, 대기모드는 스마트 충전기와 부하시스템이 분리된 상태이며 스마트 충전기가 출력 할 수 있는 가장 낮은 전압과 전류를 출력하게 된다. 이는 부하시스템 접속 시 과전압 인가 및 과충전을 방지하기 위해 스마트 충전기와 부하시스템 분리 시 대기모드 상태로 동작한다. 따라서 스마트 충전기는 부하시스템 분리 시 이를 인식하여 반드시 대기모드 상태로 전환시켜야 한다. 부하시스템의 분리인식에 대한 자세한 동작은 2.5절에서 다루도록 한다.

2.2 부하시스템 연결 인식방법

스마트 충전기의 출력전압  $V_{o1}$ 은 대기모드 시 그림 2의 전원회로 출력전압  $V_o$ 의  $R_{D1}$ 과  $R_{TH1}=(R_{D2}+R_{D3})$ 의 전압분배로 나타난다. 이 후 부하시스템이 접속되면  $(R_{D2}+R_{D3})$ 와 부하시스템의 입력 임피던스  $R_{D4}$ 가 병렬 연결되어  $R_{TH1}=(R_{D2}+R_{D3})//R_{D4}$ 로 감소하여  $V_{o1}$ 은 기 설정된 특정전압으로 감소한다. 이를 Voltage Detector에서 감지하여 부하시스템의 접속을 인식한다. 여기서 접속 인식을 기 설정된 특정 전압으로 인식하는 이유는 만약 사용자의 실수

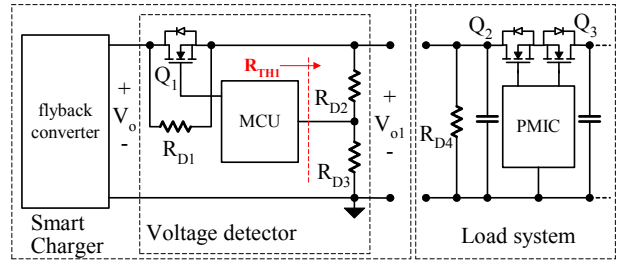


Fig. 2 Circuit diagram of the proposed smart charger

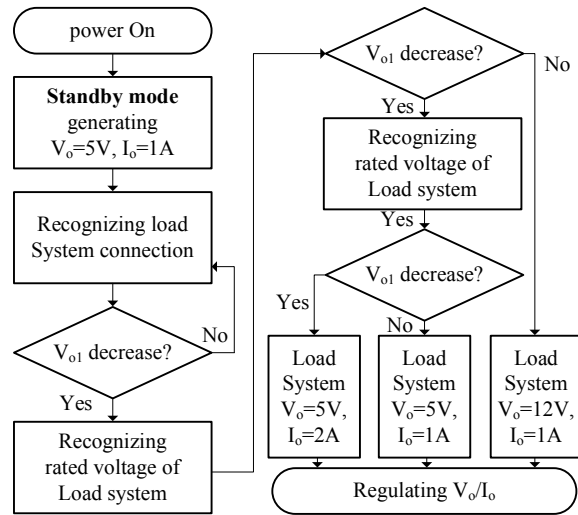


Fig. 3 Load system recognition algorithm

로 스마트 충전기와 호환되지 않는 부하시스템을 접속할 경우 부하시스템의 입력 임피던스가 사전에 설정된  $R_{D4}$ 와 다르기 때문에 스마트 충전기는 부하시스템의 접속을 인식하지 못하도록 함으로써 부하시스템에 이상전압이 인가 되는 것을 방지하기 위함이다.

2.3 부하시스템 정격전압 및 전류사양 인식방법

스마트 충전기는 부하시스템의 접속을 인식한 후 부하시스템에서 요구하는 정격전압 및 전류사양을 인식해야 한다. 제안된 방식은 부하시스템의 PMIC (Power Management IC)를 이용하기 때문에 별도의 추가 회로 없이 정격사양의 인식이 가능하다. PMIC는 여러 반도체 업체에서 제공하는 배터리 충전 및 상태관리 IC로서 배터리를 충전하는 모든 모바일 디바이스에는 PMIC가 기본적으로 내장되어 있으며 제안된 방식은 이를 이용하여 부하시스템 정격사양을 인식한다. 이해의 편의를 위해 부하시스템의 연결 및 정격전압 인식 순서도를 그림 3에 나타내었으며 자세한 설명은 다음과 같다.

2.3.1 부하시스템 정격전압 인식방법

일반적인 PMIC는 정격전압 범위내의 입력전압이 감지될 때 그림 2의  $Q_2$  및  $Q_3$  스위치를 턴 온 함으로써 배터리 충전을 개시한다. 이때 Voltage Detector의  $Q_1$

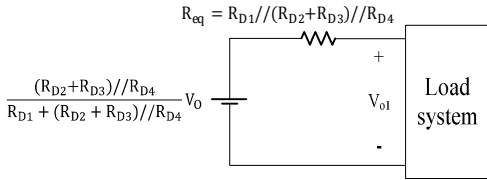


Fig. 4 Equivalent circuit of the proposed smart charger during recognition interval of load system specification

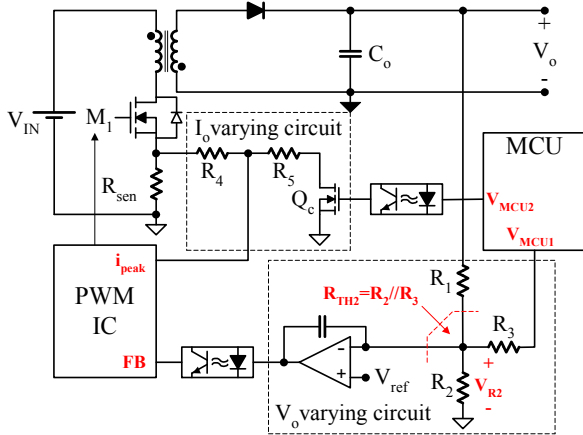


Fig. 5 The proposed circuit for varying the output voltage and charging current

스위치는 턴 오프되어 있으므로 제안된 스마트 충전기는 등가적으로 그림 4와 같으며, PMIC 동작 개시로 전류가 흐르게 되면  $R_{eq}$ 의 전압강화로 인해  $V_{o1}$ 은 감소하게 된다. 따라서 제안된 스마트 충전기의 부하시스템 정격전압 인식은 상기한 바와 같이  $V_{o1}$ 의 감소를 검출함으로써 이루어진다. 상세한 동작설명을 위한 일례로 대기모드에서  $V_o$ 는 출력 가능한 전압 중 최소인 5V로 제어되고 있으며 이후 부하시스템이 연결되었음을 인식하였다고 가정하자. 이때 부하시스템이 요구하는 정격전압이 5V라면 출력되고 있는  $V_{o1}$ 이 PMIC 동작 개시에 필요한 입력전압 범위를 만족시켜 PMIC는 그림 2의  $Q_2$  및  $Q_3$  스위치를 턴 온 시킨다. 이때  $Q_1$  스위치가 오프상태이므로 그림 4의  $R_{eq}$ 에 전압강하가 발생하여  $V_{o1}$ 은 감소하며 이를 검출함으로써 부하시스템이 요구하는 정격전압이 5V임을 인식하게 된다. 그러나 부하시스템이 요구하는 정격전압이 12V라면 출력되고 있는  $V_{o1}$ 이 PMIC 동작 개시에 필요한 입력전압 범위보다 낮으므로 PMIC는 동작을 개시하지 않는다. 따라서  $Q_2$  및  $Q_3$  스위치는 계속해서 오프상태이므로  $V_{o1}$ 은 일정하게 유지된다. 이때 기 설정된 시간 동안  $V_{o1}$ 이 전압강하 없이 일정하게 유지되면 부하시스템이 요구하는 정격전압이 12V임을 인식하게 된다.

### 2.3.2 부하시스템 정격전류 인식방법

부하시스템의 정격전압을 인식하면 Voltage Detector에서 그림 2의  $Q_1$  스위치를 턴 온 시키며 스마트 충전기에

서 부하시스템으로 전력을 공급해준다. 이때 스마트 충전기는 출력 가능한 전류 중 가장 낮은 전류인 1A로 제어되고 있는 상태이며 만약 부하시스템에서 요구되는 출력전류가 1A일 때는  $V_{o1}$ 이 일정하게 유지되나 요구되는 출력전류가 2A일 때는 스마트 충전기에서 공급하는 전류보다 더 큰 전류를 부하시스템에서 요구하므로  $V_{o1}$ 은 감소하며 이를 검출함으로써 정격전류가 2A임을 인식한다. 따라서  $Q_1$  스위치 턴 온 시 일정시간동안  $V_{o1}$ 의 변화를 검출하여 변화가 없으면 1A 시스템으로 인식하고  $V_{o1}$ 에 전압강하가 검출되면 2A 시스템으로 인식한다.

### 2.4 출력전압 및 전류 가변 방법

플라이백 컨버터는 제작단가가 낮고 간단하며 1, 2차 측간 절연을 만족하기 때문에 충전기와 같은 낮은 출력전력을 요구하는 응용 예에 많이 사용되어지고 있다.<sup>[3]</sup> 상기 2, 3절에서 고찰된 방법을 통해 충전기에서 부하시스템의 정격전압 및 전류사양을 인식하면 전원회로는 부하시스템의 출력전압과 전류를 인식된 사양에 맞추어 출력을 가변 할 수 있는 방법이 요구된다. 그림 5는 전원회로의 출력전압 및 전류를 요구되는 사양에 맞추어 가변할 수 있는 회로를 나타낸다. 먼저 부하시스템 별 요구되는 출력전압 가변은  $V_{MCU1}$  출력을 On/Off 하여 그림 5의  $R_{TH2}$ 를 조절함으로써 이루어진다. 즉, 부하시스템의 정격전압이 5V인 경우 MCU에서 2.5V를 출력하게 되며 이때  $V_{R2}$ 와  $V_{MCU1}$ 이 서로 동일하므로  $R_3$ 저항은 무시되고  $R_1$ 과  $R_2=R_{TH2}$ 가 서로 같도록  $R_1$ 과  $R_2$ 를 설계하면 충전기 출력전압은 5V로 제어된다. 또한, 부하시스템의 정격전압이 12V인 경우에는 MCU에서 0V를 출력하게 되며 이때  $R_{TH2}=(R_2/R_3)$ 가  $0.263R_1$ 이 되도록  $R_3$ 를 설계하면 출력전압은 12V로 제어된다.

한편, 최근 충전기는 점차 대기전력 규제가 강화됨에 따라 2차 측 제어부를 제거하고 1차 측에서 출력전압 및 전류를 간접적으로 검출 및 제어하는 PSR(Primary Side Regulator) 플라이백 컨버터에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.<sup>[4]</sup> 그림 6은 PSR 플라이백 컨버터 구성도로  $M_1$  스위치 턴 오프 시 보조권선을 통하여 출력전압을 검출하여 간접적으로 제어한다. 또한, 플라이백 컨버터를 DCM(Discontinuous Conduction Mode) 또는 BCM(Boundary Conduction Mode)으로 동작시킬 경우 출력전류는 그림 7의  $i_{sec}$ 의 평균 전류으로써 트랜스포머 1차 측 전류의 첨두치에 비례하므로 1차 측 전류 첨두치를 검출하여 출력전류를 추정할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안된 스마트 충전기 또한 대기전력 규제치를 만족하기 위해 PSR 방식을 사용하고 있으며 기존 방식과 마찬가지로 출력전류를 추정하기 위해 트랜스포머 1차 측 전류 첨두치를 검출하여 출력전류를 추정하고 있다. 이때 부하시스템에서 요구되는 출력전류를 가변하기 위해 제안된 스마트 충전기는 검출되는 트랜스포머 1차 측 전류 첨두치의 크기를 사양에 맞추어 조절함으로써 출력전류를 가변

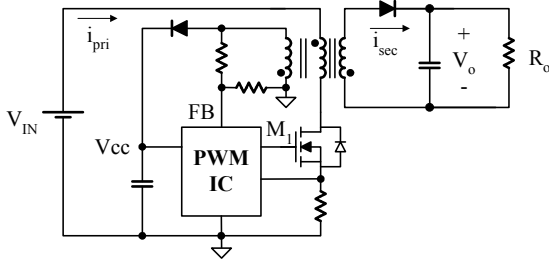


Fig. 6 PSR flyback converter

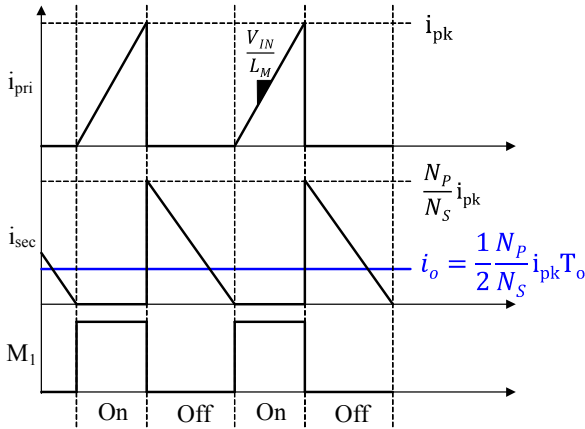


Fig. 7 Key waveforms of PSR flyback converter

한다. 즉, 출력전류를 1A로 제어 시 MCU에서 그림 5의 Q<sub>c</sub> 스위치를 턴 오프시킴으로써  $i_{pri} * R_{sen}$  그대로 검출하여 PWM IC에 인가함으로써 출력 전류를 1A로 제어한다. 반면 출력전류를 2A로 제어할 경우에는 MCU에서 Q<sub>c</sub> 스위치를 턴 온 시켜 R<sub>sen</sub>에서 검출된 1차 측 전류  $i_{pri} * R_{sen}$ 를 R<sub>4</sub>와 R<sub>5</sub>의 전압분배로 특정 비율로 감소시켜 PWM IC에 인가함으로써 출력전류를 2A로 제어한다.

### 2.5 부하시스템 분리 인식

스마트 충전기와 높은 전압 사양을 갖는 부하시스템이 서로 접속되어 동작하고 있다가 서로 분리한 후 낮은 전압 사양을 갖는 부하시스템을 접속할 경우 과전압이 부하시스템에 인가되는 것을 방지하기 위해서는 반드시 부하시스템 분리를 인식하여 대기모드 상태로 전환시켜야 한다. 제안된 스마트 충전기의 부하시스템 분리인식 방법은 다음과 같다. 최근 대기전력 저감 이슈로 인하여 대부분의 제어 IC는 No load 시 BurstMode로 동작함으로써 대기전력을 감소시킨다.<sup>[5]</sup> 따라서 제안된 스마트 충전기가 부하시스템과 분리될 때 No load 조건으로 동작되므로 Burst Mode로 동작되는 것을 인식하여 부하시스템 분리를 인식한다. 그림 8은 플라이백 컨버터 2차 측에 다이오드, 저항, 캐패시터로 구성된 No load 인식 회로를 보이고 있으며 충전기의 MCU에서 V<sub>B</sub> 전압을 검출하고 있다. 즉, 부하시스템이 분리되어 Burst Mode로 동작할 때 그림 9와 같이 스위칭을

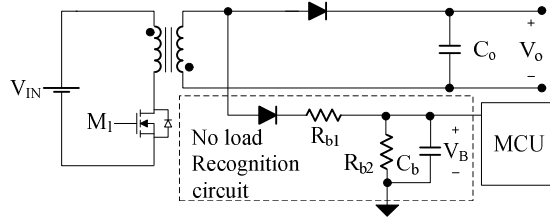


Fig. 8 No load recognition circuit

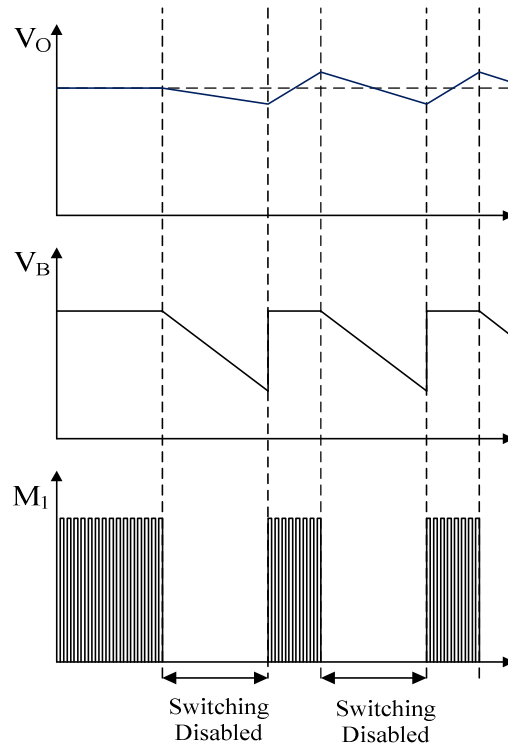


Fig. 9 Key waveforms during no load recognition period

하지 않는 기간 동안 V<sub>B</sub>는 큰 폭으로 감소하고 이를 MCU에서 연산을 통해 평균한 값이 기 설정된 레벨 이하로 감소할 경우 충전기는 부하시스템이 분리된 것으로 인식하여 대기모드로 전환된다.

### 3. 실험결과

제안 스마트 충전기의 타당성 검증을 위해 정격전압 및 전류사양이 다른 3가지 부하시스템에 대해 적용 및 검토하였으며 시작품 제작에 사용된 회로의 주요 파라미터는 다음과 같다.

- 입력 조건 : 90~264 V<sub>rms</sub>
- 출력 조건 : 5V/1A, 5V/2A, 12V/1A
- 트랜스포머 권선 비 : 53:9 (Core = EPC1715)
- Control IC : FAN302HL
- MCU : PIC12F1501<sup>[6]</sup>

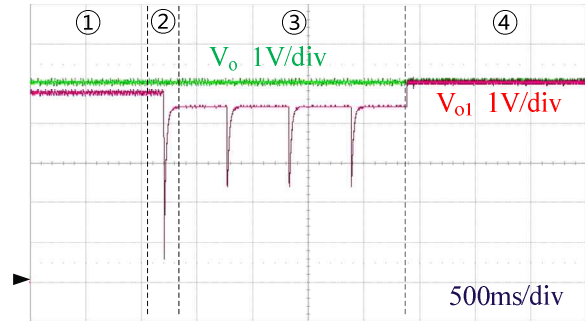
Table 1 Summarized operation sequence at each interval

Interval	Operations
①	standby mode : regulating $V_o=5V$
②	$V_{o1}$ decreases $\rightarrow$ recognizing load system connection
③	$V_{o1}$ decreases 3 times $\rightarrow V_o=5V$ system
	$V_{o1}$ remains constant $\rightarrow V_o=12V$ system
④	switch $Q_1$ On
	$V_{o1}$ remains constant during 1sec $\rightarrow I_o=1A$ system
	$V_{o1}$ decreases $\rightarrow I_o=2A$ system

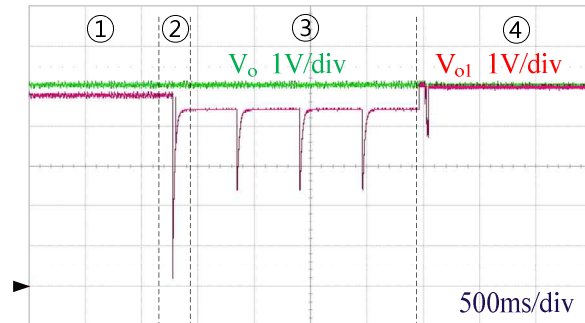
표 1은 스마트 충전기의 동작순서를 요약한 것이고, 그림 10은 3가지 정격사양에 대한 실험파형을 보이고 있다. 초록색 파형은 그림 2의 플라야백 컨버터 출력전압인  $V_o$ 를 나타내며 빨간색 파형은 Voltage Detector 출력전압인  $V_{o1}$ 을 나타낸다. 그림 10의 ①번 구간은 대기모드 상태로 스마트 충전기는 가장 낮은 출력전압인 5V를 출력하고 있는 것을 확인할 수 있다. 그림 10의 ②번 구간은 부하시스템의 접속을 인식하는 구간으로  $V_{o1}$ 이 특정전압(4.4V)으로 감소하면 부하시스템 접속을 인식하는 것을 알 수 있다. 또한 그림 10의 ③번 구간은 부하시스템 접속 인식 후 정격전압을 인식하는 구간으로 그림 10의 (a)와 (b)처럼 부하시스템 정격전압이 5V일 경우 부하시스템 내부의 PMIC에 의해 그림 2의  $Q_2, Q_3$ 가 턴 온이 되어  $V_{o1}$ 이 감소하며 이러한 동작이 3번 반복됨을 검출함으로써 부하시스템의 정격전압이 5V로 인식되어 ④번 구간에서 5V가 출력되고 있음을 확인할 수 있다. 반면 그림 10(d)는 부하시스템의 정격전압이 12V인 경우로서 PMIC에 의해  $Q_2, Q_3$ 가 계속해서 턴 오프되어  $V_{o1}$ 이 일정시간 유지되고 있으며 이를 감지하여 부하시스템의 정격전압이 12V로 인식되어 ④번 구간에서 12V가 출력됨을 확인할 수 있다.

한편 그림 10의 ④번 구간은 부하시스템에서 요구하는 정격전류를 인식하는 구간으로서 이 구간에서는 그림 2의  $Q_1$  스위치를 턴 온 시켜 스마트 충전기에서 부하시스템으로 전력을 공급한다. 스마트 충전기는 기본적으로 출력할 수 있는 가장 낮은 전류인 1A로 제어하며 그림 10의 (a)와 (d)처럼 ④번 구간에서  $V_{o1}$ 이 1초간 유지되면 1A 시스템으로 인식하고,  $Q_1$  스위치 턴 온 시점에 (b)와 (c)처럼  $V_{o1}$ 이 감소하면 2A 시스템으로 인식하여 출력전류를 2A로 제어하는 것을 확인할 수 있다.

그림 11은 정격전압이 5V인 부하시스템이 분리되었을 때 이를 인식하는 과정을 보이고 있다. ⑤번 구간은 부하시스템이 스마트 충전기에 접속되어 충전기로 부터 부하시스템으로 전력이 전달되고 있는 상황으로 이를 확대한 파형을 그림 12의 (a)에 보이고 있다. 이때 그림 12의 (a)에서 보인바와 같이 Voltage Detector에서 검출된  $V_B$ 의 평균전압이 기 설정된 전압(3.6V)보다 크



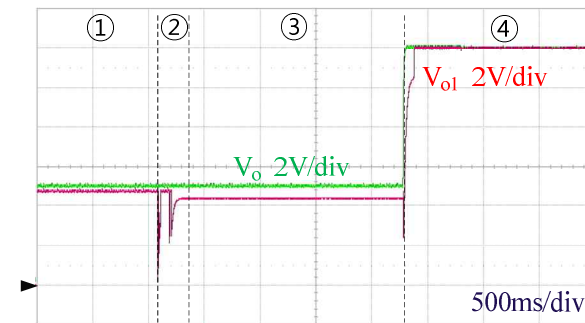
(a) In case of 5V/1A-rated load system



(b) In case of 5V/2A-rated load system



(c) Magnified waveforms in case of 5V/2A-rated load system



(d) In case of 12V/1A-rated load system

Fig. 10 Experimental key waveforms

므로 부하시스템이 접속되어 있는 것으로 인식하고 있음을 확인할 수 있다. 한편 그림 11의 ⑥번 구간은 부하시스템이 분리된 구간으로 이를 확대한 파형을 그림 12의 (b)에서 보이고 있다. 이 구간에서 스마트 충전기는 부하가 없으므로 Burst Mode 동작을 하고 있으며 스위

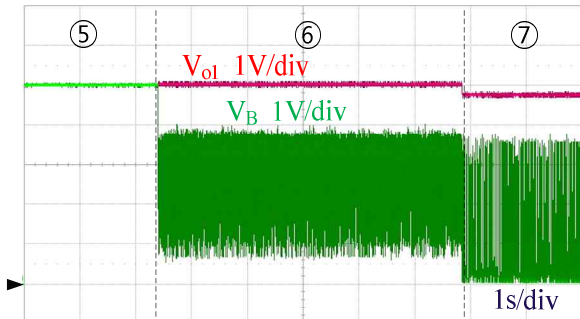
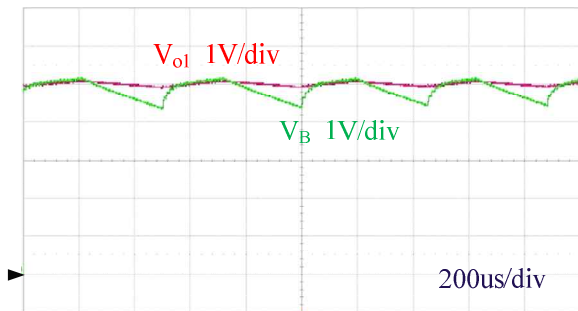
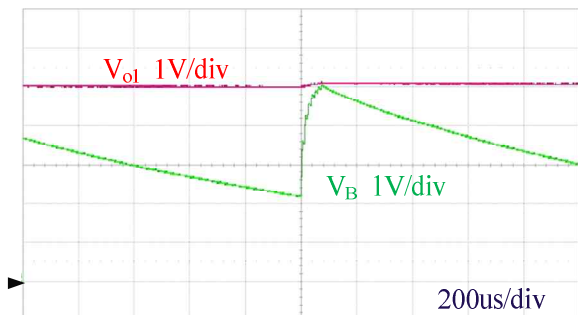


Fig. 11 Experimental waveforms during burst mode recognition period



(a) during ⑤ interval (at light load)



(b) during ⑥ interval (at no load)

Fig. 12 Magnified waveforms during burst mode recognition period

칭을 하지 않는 기간 동안  $V_B$ 가 큰 폭으로 감소하여 이에 따라  $V_B$  평균전압이 기 설정된 전압(3.6V) 보다 작게 되고 이를 Voltage Detector에서 검출하여 부하시스템 분리를 인식한 후 그림 11의 ⑦번 구간에서 대기모드 상태로 전환하는 것을 확인할 수 있다. 한편 정격전압이 12V인 부하시스템일 경우에는  $V_B$  평균전압이 7.5V보다 작아질 경우 부하시스템 분리를 인식하게 된다.

그림 13은 3가지 부하시스템에 따른 효율 측정 결과를 나타낸다. 제안 스마트 충전기의 사용된 MCU는 소비전력이 매우 낮아 저 대기전력 구현 및 고효율 동작이 가능하며 평균 효율은 5V/1A, 5V/2A, 12V/1A 부하시스템에서 각각 78.7%, 79.3%, 84.1%로 측정되었다. 이는 최저소비효율제도(MEPS)에 모두 만족하며 현재 출시되고 있는 충전기보다 동등수준 이상의 효율을 가진다.

실험을 통하여 제안된 스마트 충전기가 정격사양이

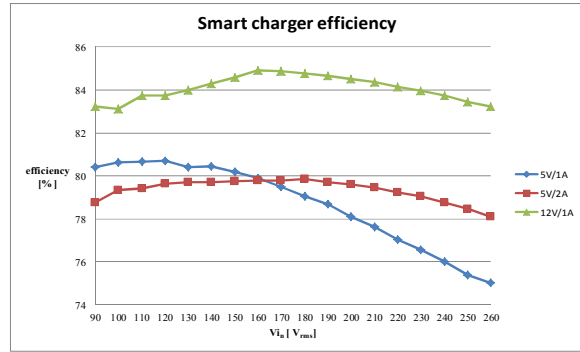


Fig. 13 Efficiency of the proposed smart charger

다른 3가지 부하시스템과 호환 되는 것을 검증하였다. 또한 No Load 시 Burst Mode 동작하는 것을 이용하여 스마트 충전기에서 부하시스템 분리를 인식하는 것을 실험적으로 검증하였다.

#### 4. 결 론

본 논문은 다양한 부하조건에 호환 가능한 프로그래머블 스마트 충전기를 제안한다. 최근 모바일 디바이스가 각광받기 시작하면서 모바일 디바이스들은 그 종류와 제조사에 따라 정격입력전압 및 전력이 서로 다르므로 기기마다 전용 충전기를 구비해야한다. 이에 따라 사용자의 불편함이 크고, 다양한 종류의 충전기로 인하여 불필요한 자원낭비 또한 심각한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 정격입력전압 및 전력이 서로 다른 다양한 모바일 디바이스들을 하나의 충전기로 호환이 가능한 스마트 충전기를 제안한다. 제안된 스마트 충전기는 부하시스템의 입력 임피던스와 기존 부하시스템에 내장되어있는 PMIC 기능을 이용하여 부하시스템의 접속 상태 및 정격사양을 인식하기 때문에 부하시스템의 하드웨어 변경이 거의 없고 별도의 통신케이블이 불필요하며 구현이 용이한 장점을 갖는다. 또한 제안된 스마트 충전기는 보조회로 Voltage Detector를 통해 부하시스템의 정격전압 및 전류를 인식하며 Current Mode Control 제어단의 Sensing 저항을 가변 하여 전원회로의 출력전압 및 전류를 가변한다. 따라서 제안된 스마트 충전기의 전원회로는 플라이백, 포워드, 하프브리지, 풀브리지 컨버터 등 절연형 컨버터에 모두 적용이 가능하나 기존의 배터리 충전기와 마찬가지로 대기전력 규제를 만족하기 위하여 PSR 방식의 플라이백 컨버터를 사용하였다.

제안 회로의 타당성 검증을 위해 하나의 충전기에 3가지 출력사양 (5V/1A, 5V/2A, 12V/1A)의 부하시스템을 접속시켜 안정적으로 호환됨을 실험적으로 확인하였다. 따라서 제안된 스마트 충전기는 하나의 충전기로 다양한 멀티미디어 디바이스에 적용이 가능하므로 사용자의 휴대성이 증가하며 불필요한 자원 낭비를 줄일 수 있을 것으로 기대되어 진다.

“본 연구는 2013년도 국민대학교 교내 연구비 지원과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT 연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2014-H0301-14-1005)

## References

- [1] Barth, H. Schaeper, C. Schmidla, T. Nordmann, H. Kiel, M. Van der Broeck, H. Yurdagel, Y. Wiczorek, C. Hecht, F. Sauer, D.U., “Development of a universal adaptive battery charger as an educational project,” Power Electronics Specialists Conference, PESC 2008 IEEE pp. 1839-1845, 2008.
- [2] Robert W, Erickson. “Fundamentals of Power Electronics second edition,” pp. 67-93, Feb. 2001.
- [3] Siyang Zhao, Junming Zhang, Yang Shi, “A Low Cost Low Power Flyback Converter with a Simple Transformer,” Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC), 2012 7th International, Vol. 2, pp. 1336-1342, 2012.
- [4] Che-Wei Chang, and Ying-Yu Tzou, “Primary-side Sensing Error Analysis for Flyback Converters,” Power Electronics and Motion Control Conference, IEEE 6th international pp. 524-528, 2009.
- [5] Kyungmin Lee, Changhyeon Sung, Hoyoung Yoon, Bongkoo Kang, “Improvement of power-conversion efficiency at light-load using a variable-duty burst mode,” Power and Energy Conference at Illinois (PECI), 2013 IEEE pp. 142-146, 2013.
- [6] PIC12(L)F1501 Data sheets, Microchip Technology, 2011.



### 조강타(趙강타)

1988년 11월 30일생. 2013년 국민대 전자정보통신대학 전자공학부 졸업. 2013년~현재 동 대학원 전자공학과 석사과정.



### 김문환(琴文煥)

1983년 11월 9일생. 2008년 국민대 전자정보통신대학 전자공학부 졸업. 2010년 동 대학원 전자공학부 졸업(석사). 2010년~현재 동 대학원 전자공학과 박사과정.



### 한상규(韓翔圭)

1973년 12월 13일생. 1999년 2월 부산대학교 전기공학과 졸업. 2001년 2월 한국과학기술원 전자전산학과 졸업(석사). 2005년 2월 동 대학원 전자전산학과 졸업(공학박). 2005년 3월~2005년 8월 한국과학기술원 정보전자연구소 박사후연구원. 2005년 9월~현재 국민대 전자정보통신공학부 부교수. 당 학회 편집위원.



### 오동성(吳東星)

1962년 8월 8일생. 1985년 서울대 전기공학과 졸업. 1987년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1992년 동 대학원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박). 2006년~현재 삼성전기 CDS사업부 Power개발팀 상무.



### 사공석진(司空石鎭)

1951년 3월 23일생. 1976년 고려대 전자공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전자공학과 졸업 (석사). 1985년 동 대학원 전자공학과 (공학박). 1977년~1981년 모토롤라 코리아 선임연구원. 1982년~현재 국민대 전자정보통신공학부 교수. 2009년 산업통상자원부 전자표준심의위원장. 2012년~현재 INTER M CTO.