



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월08일
(11) 등록번호 10-1509323
(24) 등록일자 2015년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/04 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H02J 7/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0091716
(22) 출원일자 2013년08월01일
심사청구일자 2014년04월01일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003525013 A*
KR1020120088557 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
단국대학교 산학협력단
경기 용인시 수지구 죽전로 152, 내 (죽전동, 단국대학교)
(72) 발명자
박시홍
서울 양천구 목동서로 70, 226동 104호 (목동, 목동2단지아파트)
김준식
충청북도 영동군 황간면 소개리 27-12
진기웅
경기 안양시 만안구 안양로 110, 411호 (안양동, 엘리제빌리지)
(74) 대리인
특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 4 항

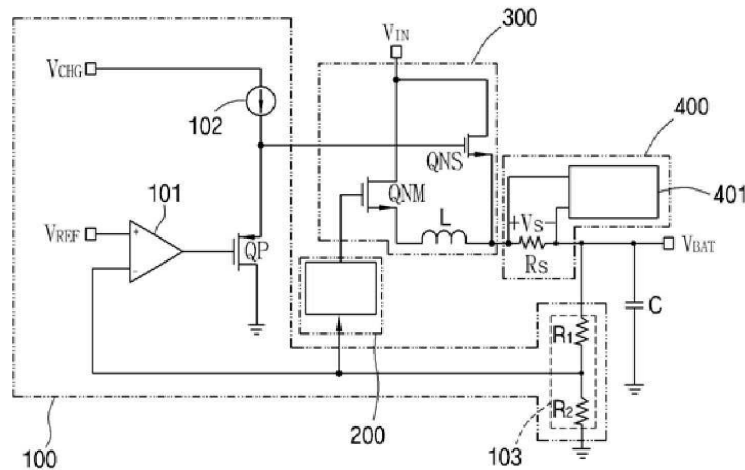
심사관 : 강병욱

(54) 발명의 명칭 선형 레귤레이터를 이용한 2차 전지 충전회로

(57) 요약

2차 전지 충전 방법이 개시된다. 저전류의 충전동작이 수행될 경우에는 정전압 모드가 사용되고, 고전류의 충전동작이 수행될 경우에는 스위칭 동작에 따른 정전류 모드가 사용된다. 저전류 충전동작인 정전압 모드에서는 선형 레귤레이터가 충전동작에 사용되며, 고전류 충전동작인 정전류 모드에서는 PWM 동작에 따른 스위칭의 반복 동작이 수행된다. 따라서, 충전동작시 셀에 인가되는 전압의 리플은 감소된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10041135

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 시스템반도체상용화 기술개발 사업

연구과제명 스마트 모바일 기기용 다기능 파워 매니지먼트 IC개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)실리콘마이터스

연구기간 2011.12.01 ~ 2014.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

정전압 모드로 동작하기 위한 선형 레귤레이터부;

정전류 모드로 동작하기 위한 PWM 동작부; 및

상기 선형 레귤레이터부 및 상기 PWM 동작부의 출력신호를 선택적으로 수신하여 상기 정전압 모드 또는 상기 정전류 모드로 충전 동작을 수행하기 위한 모드 선택부를 포함하고,

상기 모드 선택부는,

상기 정전압 모드에서는 선형 레귤레이터부의 출력을 수신하고, 상기 정전류 모드에서는 상기 PWM 동작부의 출력을 선택하기 위한 제1 스위치; 및

상기 제1 스위치를 통해 전달되는 신호에 따른 온/오프 동작을 수행하기 위한 제3 트랜지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 충전회로.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 스위치는 상기 정전압 모드에서는 상기 선형 레귤레이터부의 출력을 상기 제3 트랜지스터에 전달하고, 상기 정전류 모드에서는 상기 PWM 동작부의 출력을 상기 제3 트랜지스터에 전달하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 충전회로.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 모드 선택부는 상기 제3 트랜지스터를 통해 전달되는 입력전압을 선택적으로 수신하고, 상기 제3 트랜지스터에 연결된 인덕터를 바이패스 하기 위한 제2 스위치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 충전회로.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 2차 전지 충전회로는 상기 모드 선택부에 의해 셀을 충전하는 전류를 감지하기 위한 센싱

부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2차 전지 충전회로.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 2차 전지 충전 회로에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스위칭 방식과 선형 레귤레이터 방식을 선택적으로 이용하는 2차 전지 충전 회로와 이를 구동하는 충전 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 2차 전지는 양극과 음극을 가지고, 두 전극 사이에서 리튬 이온은 가역적으로 전달된다. 2차 전지는 에너지 밀도가 높고, 작동 전압이 높을 뿐 아니라 우수한 보존 및 수명 특성을 보이는 등의 많은 장점을 갖는다.

[0003] 2차 전지의 충전 동작은 음극에 전자를 가하는 것이며, 통상 정전압으로 제어된 DC 성분을 전극에 인가하여 인가 전압과 전지내부전압 차이에 의한 전류에 기인하여, 전자가 공급됨으로써 수행된다. 전지의 공칭단위인 셀(C로 표기됨)당 인가전압이 정해져 있으며, 통상 휴대용용 리튬이온전지 및 리튬폴리머전지에는 1셀당(정격3.6V) 4.2V로 엄격히 제한된 정전압이 인가되어야 한다. 단위 셀당 4.5V 이상이 인가되면, 전해액이 분해되어 가스가 발생하고, 누액이 발생되며, 폭발의 위험성이 상존한다. 또한, 단위 셀당 1.5V 이하의 과방전 상태에서는 음극의 집전체가 전해액에 용해되어, 전지성능이 저하된다. 따라서, 안정한 충방전을 위한 전압범위를 설정하기 위해 2차 전지에는 보호회로가 구비되고 있다.

[0004] 보호회로는 약 4.35V 이상에서 충전전류 정지, 2.3V이하에서는 방전전류 정지, 출력단자 단락시 방전전류 정지 기능이 있다. 충전전류는 0.1C에서 1.5C까지의 범위에서 수행되며, 550mAh의 리튬 이온 전지의 경우(1C=550mAh) 600mA 내지 700mA의 전류로 충전이 수행되며, 급속 충전을 위해 충전 전류가 증가 되면, 온도 상승에 의해 충방전 사이클(통상300회)에 영향을 주어 전지 수명에 감소 되는 문제가 발생한다. 충전회로는 2차 전지의 수명 및 성능에 악영향을 미치지 않는 범위에서 최대한 빠른 시간에 안정적인 충방전 동작을 위해 구성되어야 한다.

[0005] 또한, 2차 전지의 충전 개시 시점에서 정전류 방식이 사용되고, 충전 전류는 일정 크기로 인가된다. 또한, 단자 전압이 특정 레벨까지 상승하면, 정전압 회로가 구동되어 2차 전지의 전극들에는 일정한 전압이 인가된다. 충전 동작이 진행되어 전극들 사이의 전압 레벨이 정전압 회로가 인가되는 전압의 레벨을 상회하면, 2차 전지는 과충전이 되고, 결함이 야기되거나, 수명 및 안정성이 손상된다.

[0006] 2차 전지의 충전 동작이 수행되기 위해서는 충전 회로, 레귤레이터 및 스위치가 구비된다. 충전 회로는 외부로부터 전원을 인가받아 셀을 충전하고, 레귤레이터는 외부로부터 인가되는 전원전압을 일정한 DC 레벨로 형성하거나 충전 회로의 출력전압을 특정의 전압 레벨로 셋팅한다. 스위치는 정전류 방식 또는 정전압 방식을 선택하기 위해 사용된다.

[0007] 특히 상기 2차 전지의 충전 회로는 정전압 방식인 저전류 구동시, 펄스 주파수 변조(Pulse-Frequency Modulation) 제어 방식이 주로 사용된다. 상기 방식은 스위칭의 Turn-on 구간동안 큰 전류를 인덕터를 통해 공급하고, Turn-off 되는 동작이 반복되면서 충전이 된다. 상기 저전류 구성시, 전류 리플이 크게 발생되며, 출력 전압 또한 리플이 나타난다. 대부분 2차 전지의 출력 전압에서 나타나는 리플 성분은 전지의 수명과 크게 연관되어 있다. 따라서 2차 전지는 충전 과정에서 리플없이 정확하게 충전이 되어야 전지의 수명을 연장할 수 있다.

또한 PFM 제어 방식은 PFM발생기 및 역전류감지부 등이 필요하여 구조적으로 구현하기 복잡한 문제점을 갖고 있다.

이외에도 대한민국 등록특허 제176781호는 휴대폰 배터리 충전 제어회로를 개시한다. 상기 특허는 배터리의 충전 및 방전을 제어하는 방식을 개시하는 바, 전력의 공급은 스위칭 레귤레이터에 의해 수행되고 있으며, 기준전압 이상의 전압이 감지되면, 충전 동작을 중지시키고, 기준전압 이하이면 방전부를 구동하여 배터리를 완전히 방전시킨 다음 다시 재충전을 시도하는 구성이다. 이는 충전의 개시 시점에서 출력전압을 체크하여 충전동작을 차단하고, 완전 방전을 1차적으로 수행한다. 이를 통해 배터리 수명이 연장된다. 다만, 상기 특허는 배터리의 충전시, 전류 또는 전압 리플 등을 최소화하고 보다 간단한 구성을 통해 효율적인 충전동작을 수행할 수 있는 충전 회로에 대해서는 침묵하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 선형 레귤레이터를 포함하여 구조적으로 간단하고, 저전류로 충전시 전류 및 전압 리플이 최소화된 충전 회로를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 정전압 모드로 동작하기 위한 선형 레귤레이터부; 정전류 모드로 동작하기 위한 PWM 동작부; 및 상기 선형 레귤레이터부 및 상기 PWM 동작부의 출력신호를 선택적으로 수신하여 상기 정전압 모드 또는 상기 정전류 모드로 충전 동작을 수행하기 위한 모드 선택부를 포함하는 2차 전지 충전회로를 제공한다.

[0010] 본 발명의 상기 과제는, 충전 동작의 시점에서 낮은 전류가 공급되는 정전압 모드로 동작하기 위한 선형 레귤레이터부; 상기 정전압 모드에 따른 셀의 단자전압의 상승에 따라 PWM 제어를 통한 정전류 모드로 동작하기 위한 PWM 동작부; 상기 선형 레귤레이터부 및 상기 PWM 동작부의 출력신호를 선택적으로 수신하여 상기 정전압 모드 또는 상기 정전류 모드로 충전 동작을 수행하기 위한 모드 선택부; 및 상기 모드 선택부의 출력을 감지하고 상기 PWM 동작부의 동작을 제어하기 위한 센싱부를 포함하는 2차 전지 충전회로의 제공을 통해서도 달성된다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 2차 전지 충전 회로의 저전류 충전 방식은 선형 레귤레이터를 이용한 정전압 모드로 한다. 상기 선형 레귤레이터의 이용은 종래의 PFM 제어 방식보다 구조가 간단해지고, 저전류 충전 방식에서 출력전압의 리플을 줄일 수 있어 시스템의 안정 및 전지의 수명을 연장시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.
 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.
 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.
 도 4는 센싱부의 전압 감지부의 일예를 도시한 회로도이다.
 도 5는 기존의 PFM방식과 본 발명의 선형 레귤레이터를 이용한 방식의 충전 전류 및 전압의 파형을 비교하여 도시한 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시예를 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0014] <제1 실시예>

[0015] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.

- [0016] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 충전 회로는 선형 레귤레이터부(100), PWM 동작부(200), 제1 모드 선택부(300) 및 센싱부(400)를 가진다.
- [0017] 선형 레귤레이터부(100)는 입력되는 충전전압 V_{CHG} 를 수신하고, 충전전압 V_{CHG} 에 대한 선형 레귤레이션 동작을 수행한다. 선형 레귤레이션된 전압은 제1 모드 선택부(300)로 인가된다. 상기 선형 레귤레이터부(100)는 전류원(102), 에러 앰프(101), 파워 트랜지스터 QP 및 케환부(103)를 가진다.
- [0018] PWM 동작부(200)는 상기 선형 레귤레이터의 케환부(103)에 의해 감지된 전압을 수신하고, 기 설정된 기준 레벨 이상의 전압이 인가되는 경우, 활성화된다. 상기 PWM 동작부(200)의 출력신호는 제1 모드 선택부(300)로 인가된다.
- [0019] 제1 모드 선택부(300)는 상기 선형 레귤레이터부(100)의 출력신호 및 상기 PWM 동작부(200)의 출력신호를 수신한다. 신호들의 수신에 의해 트랜지스터들 QNM 및 QNS는 상보적으로 동작된다. 상기 제1 모드 선택부(300)의 출력신호는 센싱부(400)로 인가된다.
- [0020] 센싱부(400)는 센싱 저항 R_s 및 전압 감지부(401)를 가진다. 센싱 저항 R_s 를 흐르는 전류는 전압차 V_s 로 나타나며, 센싱 저항 R_s 의 양단에 나타난 전압차 V_s 는 전압 감지부(401)에 의해 감지된다. 실시의 형태에 따라서, 상기 센싱부(400)에 의해 감지된 전압차 V_s 는 특정 형태의 전압 레벨로 출력되고, 출력된 전압 레벨은 상기 PWM 동작부(200)의 활성화 동작에 사용될 수 있다.
- [0021] 따라서, 상기 PWM 동작부(200)에는 케환부(103)에서 감지된 감지 전압 또는 센싱부(400)의 출력이 인가될 수 있다.
- [0022] 먼저, 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 개시되는 경우, 충전 회로는 정전압 모드에서 동작한다. 즉, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 낮은 상태를 유지한다. 선형 레귤레이터의 케환부(103)는 2개의 저항들 R_1 및 R_2 를 가지고, 2차 전지 C에 인가되는 전압을 저항의 분배비에 따라 감지한다. 감지된 전압인 케환 전압은 에러 앰프(101)에 인가된다. 이는 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)의 케환 전압이 낮으며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다.
- [0023] 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제1 모드 선택부(300)의 트랜지스터 QNS의 게이트 단자에 인가한다. 트랜지스터 QNS의 게이트 단자에 인가되는 충전전압에 의해 트랜지스터 QNS는 턴온된다. 따라서, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNS에 의해 센싱부(400)로 인가된다. 센싱부(400)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.
- [0024] 또한, 낮은 레벨의 케환부(103)의 케환 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 동작을 중지하거나 비활성화된다. 따라서, 정전압 모드에서는 트랜지스터 QNM은 오프 상태를 유지한다. 또한, 충전 동작의 초기에 2차 전지 C에 충전되는 전류량은 작은 값을 가지므로 센싱부(400)에서 감지되는 센싱 저항 R_s 의 전압차 V_s 는 낮은 값을 유지한다. 만일, PWM 동작부(200)의 동작을 결정하는 요소가 센싱부(400)의 출력신호인 경우에도 낮은 레벨의 센싱 저항 R_s 의 전압차 V_s 로 인해 PWM 동작부(200)는 비활성화된다.
- [0025] 정전압 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 2차 전지 C로 흐르는 전류량은 증가한다. 또한, 2차 전지 C의 전극에서 나타나는 전압도 증가한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)에서 감지된 케환 전압도 증가한다. 특히, 케환부(103)에 의해 감지된 케환 전압이 기준전압 V_{REF} 이상인 경우, 에러 앰프(101)는 로우 레벨을 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 턴온된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 로우 레벨의 신호를 제1 모드 선택부(300)의 트랜지스터 QNS의 게이트 단자에 인가하고, 트랜지스터 QNS는 턴오프된다.
- [0026] 동시에, 케환부(103)에서 감지된 케환 전압은 PWM 동작부(200)를 활성화시킨다. 상기 PWM 동작부(200)에는 특정의 기준 레벨이 기 설정된 상태이며, 설정된 기준 레벨을 상회하는 전압이 케환부(103)에서 발생되면 활성화되어 PWM 신호를 형성한다. 따라서, 제1 모드 선택부(300)의 트랜지스터 QNM은 온/오프 동작을 반복한다. 따라서, 정전류 모드의 구동이 개시된다.
- [0027] 정전류 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 상기 트랜지스터 QNM의 주기적 신호가 인덕터 L에 유도기전력을 발생시키고, 센싱 저항 R_s 에 높은 레벨의 전류가 인가된다. 따라서, 센싱 저항 R_s 의 전압차 V_s 는 높은 값을 유지하며, 상기 높은 레벨의 전류로 인해 2차 전지 C는 충전이 된다. 동시에, 2차 전지 C의 전압은 상승한다.

- [0028] 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 진행되어 특정 레벨 이상의 전압이 2차 전지 C의 전극에 나타나는 경우, 정전류 모드의 충전은 종료되고, 다시 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.
- [0029] 즉, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 높은 값으로 유지되면서, 2차 전지 C에 공급되는 전류는 감소한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)의 케환 전압은 낮아지며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다. 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제1 모드 선택부(300)의 트랜지스터 QNS의 게이트 단자에 인가한다. 트랜지스터 QNS의 게이트 단자에 인가되는 충전전압에 의해 트랜지스터 QNS는 턴온된다. 따라서, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNS에 의해 센싱부(400)로 인가된다. 센싱부(400)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.
- [0030] 또한, 낮은 레벨의 케환부(103)의 감지 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 다시 동작을 중지하거나 비활성화된다. 따라서, 정전압 모드에서는 트랜지스터 QNM은 오프 상태를 유지한다.
- [0031] <제2 실시예>
- [0032] 도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.
- [0033] 도 2을 참조하면, 본 실시예의 충전 회로는 선형 레귤레이터부(100), PWM 동작부(200), 제2 모드 선택부(310) 및 센싱부(400)를 가진다.
- [0034] 선형 레귤레이터부(100)는 상기 도 1과 동일한 구성을 가진다. 따라서, 상기 선형 레귤레이터부(100)는 전류원(102), 에러 앰프(101), 파워 트랜지스터 QP 및 케환부(103)를 가진다.
- [0035] PWM 동작부(200)는 상기 선형 레귤레이터의 케환부(103)에 의해 감지된 케환 전압을 수신하고, 기 설정된 기준 레벨 이상의 전압이 인가되는 경우, 활성화된다. 상기 PWM 동작부(200)의 출력신호는 제2 모드 선택부(310)로 인가된다.
- [0036] 제2 모드 선택부(310)는 상기 선형 레귤레이터부(100)의 출력신호 및 상기 PWM 동작부(200)의 출력신호를 수신한다. 제1 스위치(301)는 선형 레귤레이터의 출력 또는 PWM 동작부(200)의 출력을 선택할 수 있다. 또한, 제2 스위치(302)는 온/오프 동작을 통해 인덕터 L 및 감지저항 R_s 를 바이패스 할 수 있다. 상기 제2 모드 선택부(310)의 출력신호는 선택적으로 센싱부(400)로 인가된다.
- [0037] 센싱부(400)는 센싱 저항 R_s 및 전압 감지부(401)를 가진다. 센싱 저항 R_s 를 흐르는 전류는 전압차 V_s 로 나타나며, 센싱 저항 R_s 의 양단에 나타난 전압차 V_s 는 전압 감지부(401)에 의해 감지된다. 실시의 형태에 따라서, 상기 센싱부(400)에 의해 감지된 전압차 V_s 는 특정 형태의 전압 레벨로 출력되고, 출력된 전압 레벨은 상기 PWM 동작부(200)의 활성화 동작에 사용될 수 있다.
- [0038] 따라서, 상기 PWM 동작부(200)에는 케환부(103)에서 감지된 케환 전압 또는 센싱부(400)의 출력이 인가될 수 있다.
- [0039] 먼저, 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 개시되는 경우, 충전 회로는 정전압 모드에서 동작한다. 정전압 모드에서는 제1 스위치(301)는 선형 레귤레이터부(100)에 연결되고, 제2 스위치(302)가 턴온된다. 또한, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 낮은 상태를 유지한다. 이는 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)의 케환 전압이 낮으며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다. 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제2 모드 선택부(310)의 제1 스위치(301)를 통해 트랜지스터 QNM의 게이트에 인가한다. 트랜지스터 QNM의 게이트 단자에 인가되는 특정 레벨의 충전전압에 의해 트랜지스터 QNM은 턴온되고, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNM에 의해 인덕터 L와 센싱부(400)를 통과하지 않고, 제2 스위치(302)로 인가된다. 제2 스위치(302)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.
- [0040] 또한, 낮은 레벨의 케환부(103)의 케환 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 동작을 중지하거나 비활성화된다.
- [0041] 정전압 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 2차 전지 C로 흐르는 전류량은 증가한다. 또한, 2차 전지 C의 전극에서 나타나는 전압도 증가한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)에서 감지된 케환 전압도 증가한다. 특히, 케환부(103)에 의해 감지된 케환 전압이 기준전압 V_{REF} 이상인 경우, 에러 앰프(101)는 로우 레벨

을 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 턴온되며, 제1 스위치(301)는 제2 모드 선택부(310)와 PWM 신호발생기 사이의 전기적 연결을 달성한다.

[0042] 동시에, 퀘환부(103)에서 감지된 퀘환 전압은 PWM 동작부(200)를 활성화시킨다. 상기 PWM 동작부(200)에는 특정의 기준 레벨이 기 설정된 상태이며, 설정된 기준 레벨을 상회하는 전압이 퀘환부(103)에서 발생되면 활성화되어 PWM 신호를 형성한다. 따라서, 제2 모드 선택부(310)의 트랜지스터 QNM은 온/오프 동작을 반복한다. 따라서, 정전류 모드의 구동이 개시되고, 제2 스위치(302)는 개방된다.

[0043] 정전류 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 상기 트랜지스터 QNM의 주기적 신호가 인덕터 L에 유도기전력을 발생시키고, 센싱 저항 R_s 에 높은 레벨의 전류가 인가된다. 따라서, 센싱 저항 R_s 의 전압차 V_s 는 높은 값을 유지하며, 상기 높은 레벨의 전류로 인해 2차 전지 C는 충전이 된다. 동시에, 2차 전지 C의 전압은 상승한다.

[0044] 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 진행되어 특정 레벨 이상의 전압이 2차 전지 C의 전극에 나타나는 경우, 정전류 모드의 충전은 종료되고, 다시 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.

[0045] 즉, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 높은 값으로 유지되면서, 2차 전지 C에 공급되는 전류는 감소한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 퀘환부(103)의 퀘환 전압은 낮아지며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다. 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제2 모드 선택부(310)의 트랜지스터 QNM의 게이트 단자에 인가한다.

[0046] 트랜지스터 QNM의 게이트 단자에 인가되는 특정 레벨의 충전전압에 의해 트랜지스터 QNM는 턴온되고, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNM에 의해 인덕터 L와 센싱부(400)를 통과하지 않고, 제2 스위치(302)로 인가된다. 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 에 의해 전류 또한 일정한 레벨을 가지므로, 인덕터 L에 의해 유도기전력이 발생하지 않는다. 제2 스위치(302)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.

[0047] 또한, 낮은 레벨의 퀘환부(103)의 퀘환 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 동작을 중지하거나 비활성화된다.

[0048] <제3 실시예>

[0049] 도 3은 본 발명의 제3 실시예에 따른 2차 전지 충전회로의 회로도이다.

[0050] 도 3을 참조하면, 본 실시예의 충전 회로는 선형 레귤레이터부(100), PWM 동작부(200), 제3 모드 선택부(320) 및 센싱부(400)를 가진다.

[0051] 선형 레귤레이터부(100)의 구성 및 동작은 상기 도 1 및 도 2에 설명된 바와 동일하다.

[0052] 다만, 본 실시예에서는 제3 모드 선택부(320)의 구성이 상기 도 1 및 도 2와 상이하다. 따라서, 상이한 구성을 가지는 제3 모드 선택부(320)를 중심으로 본 실시예의 충전 회로를 설명한다.

[0053] 본 실시예의 제3 모드 선택부(320)는 제3 스위치(303)를 가진다. 상기 제3 스위치(303)는 선형 레귤레이터의 출력 또는 PWM 동작부(200)의 출력을 선택할 수 있다. 따라서, 제3 모드 선택부(320)에는 선형 레귤레이터의 출력 및 PWM 동작부(200)의 출력이 선택적으로 수신될 수 있다.

[0054] 먼저, 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 개시되는 경우, 충전 회로는 정전압 모드에서 동작한다. 정전압 모드에서는 제3 스위치(303)가 턴온된다. 또한, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 낮은 상태를 유지한다. 이는 선형 레귤레이터부(100)의 퀘환부(103)의 퀘환 전압이 낮으며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다. 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제3 모드 선택부(320)의 제3 스위치(303)를 통해 트랜지스터 QNM의 게이트에 인가한다.

[0055] 트랜지스터 QNM의 게이트 단자에 인가되는 특정 레벨의 충전전압에 의해 트랜지스터 QNM는 턴온되고, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNM에 의해 인덕터 L에 인가된다. 또한, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 에 의해 전류 또한 일정한 레벨을 가지므로, 인덕터 L에 의해 유도기전력이 발생하지 않는다. 센싱부(400)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이

수행된다.

- [0056] 또한, 낮은 레벨의 케환부(103)의 케환 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 동작을 중지하거나 비활성화된다.
 - [0057] 정전압 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 2차 전지 C로 흐르는 전류량은 증가한다. 또한, 2차 전지 C의 전극에서 나타나는 전압도 증가한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)에서 감지된 케환 전압도 증가한다. 특히, 케환부(103)에 의해 감지된 케환 전압이 기준전압 V_{REF} 이상인 경우, 에러 앰프(101)는 로우 레벨을 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 턴온되며, 제3 스위치(303)는 제3 모드 선택부(320)와 PWM 신호발생기 사이에서 턴온된다.
 - [0058] 동시에, 케환부(103)에서 감지된 케환 전압은 PWM 동작부(200)를 활성화시킨다. 상기 PWM 동작부(200)에는 특정의 기준 레벨이 기 설정된 상태이며, 설정된 기준 레벨을 상회하는 전압이 케환부(103)에서 발생되면 활성화되어 PWM 신호를 형성한다. 따라서, 제3 모드 선택부(320)의 트랜지스터 QNM은 온/오프 동작을 반복한다. 따라서, 정전류 모드의 구동이 개시된다.
 - [0059] 정전류 모드에서의 충전동작이 진행됨에 따라 상기 트랜지스터 QNM의 주기적 신호가 인덕터 L에 유도기전력을 발생시키고, 센싱 저항 R_s 에 높은 레벨의 전류가 인가된다. 따라서, 센싱 저항 R_s 의 전압차 V_s 는 높은 값을 유지하며, 상기 높은 레벨의 전류로 인해 2차 전지 C는 충전이 된다. 동시에, 2차 전지 C의 단자 전압은 상승한다.
 - [0060] 2차 전지 C에 대한 충전 동작이 완료되는 경우, 충전 회로는 다시 정전압 모드에서 동작한다. 즉, 2차 전지 C의 단자 전압은 매우 높은 값으로 유지되면서, 2차 전지 C에 공급되는 전류는 감소한다. 따라서, 선형 레귤레이터부(100)의 케환부(103)의 케환 전압은 낮아지며, 에러 앰프(101)의 양의 입력단자에 인가되는 기준전압 V_{REF} 미만이 된다. 따라서, 에러 앰프(101)는 하이 레벨의 신호를 출력하고, 파워 트랜지스터 QP는 오프된다. 따라서, 선형 레귤레이터는 충전전압 V_{CHG} 를 제3 모드 선택부(320)의 트랜지스터 QNM의 게이트 단자에 인가한다.
 - [0061] QNM의 게이트 단자에 인가되는 특정 레벨의 충전전압에 의해 트랜지스터 QNM는 턴온되고, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 은 턴온된 트랜지스터 QNM에 의해 인덕터 L에 인가된다. 또한, 일정한 레벨을 가지는 입력전압 V_{IN} 에 의해 전류 또한 일정한 레벨을 가지므로, 인덕터 L에 의해 유도기전력이 발생하지 않는다. 센싱부(400)에 인가된 입력전압 V_{IN} 은 2차 전지 C에 인가되고, 2차 전지 C에서는 정전압 모드의 충전동작이 수행된다.
 - [0062] 또한, 낮은 레벨의 케환부(103)의 감지 전압으로 인해 PWM 동작부(200)는 동작을 중지하거나 비활성화된다.
 - [0063] 도 4는 센싱부의 전압 감지부의 일예를 도시한 회로도이다.
 - [0064] 상기 도 4의 전압 감지부(401)는 제1 실시예 내지 제3 실시예에 개시된 전압 감지부(401)로서 동작한다.
 - [0065] 도 4를 참조하면, 전압 감지부(401)는 OP 앰프(402)를 이용한 감산기의 구성을 가진다.
 - [0066] 제1 입력전압 V_{IN1} 및 제2 입력전압 V_{IN2} 는 센싱 저항 R_s 의 양단의 전압을 나타낸다. 따라서, 센싱 저항 R_s 양단의 전압차 V_s 는 $V_{IN1}-V_{IN2}$ 가 된다. 입력전압이 낮은 레벨의 값인 경우, 선형 레귤레이터의 케환부(103)에 입력되는 신호 또한 낮은 레벨의 값을 가지므로, 충전 방식은 정전압 모드가 된다. 반면, 입력전압이 높은 레벨의 값인 경우, 선형 레귤레이터의 케환부(103)에 입력되는 신호 또한 높은 레벨의 값을 가지므로, 충전 방식은 정전류 모드가 된다.
 - [0067] 참조전압 V_{REF2} 는 OP 앰프(402)의 양의 입력단자에 인가되는 특정 기준전압이다, 상기 입력전압이 참조전압 V_{REF2} 미만인 경우, OP 앰프(402) 연산을 통해 센싱부(400)에서 출력되는 출력전압은 높은 레벨의 값을 가진다. 반면, 상기 입력전압이 참조전압 V_{REF2} 이상인 경우, 출력전압은 낮은 레벨의 값을 가진다. 따라서, 전압 감지부(401)의 출력전압의 값을 통해 PWM 동작부(200) 및 스위치에 인가되는 신호 제어를 할 수 있다.
 - [0068] 따라서, 상기 전압 감지부(401)의 출력 V_{out} 은 하기의 수학적 식 1로 표시될 수 있다.
- $$V_{out} = V_{REF2} - \frac{R_F}{R_G}(V_{IN1} - V_{IN2}), \quad [where \ R_G = R_3, \ R_F = R_4]$$
- [0069]
 - [0070] 도 5는 기존의 PFM방식과 본 발명의 선형 레귤레이터를 이용한 방식의 충전 전류 및 전압의 파형을 비교하여 도

시한 이미지이다.

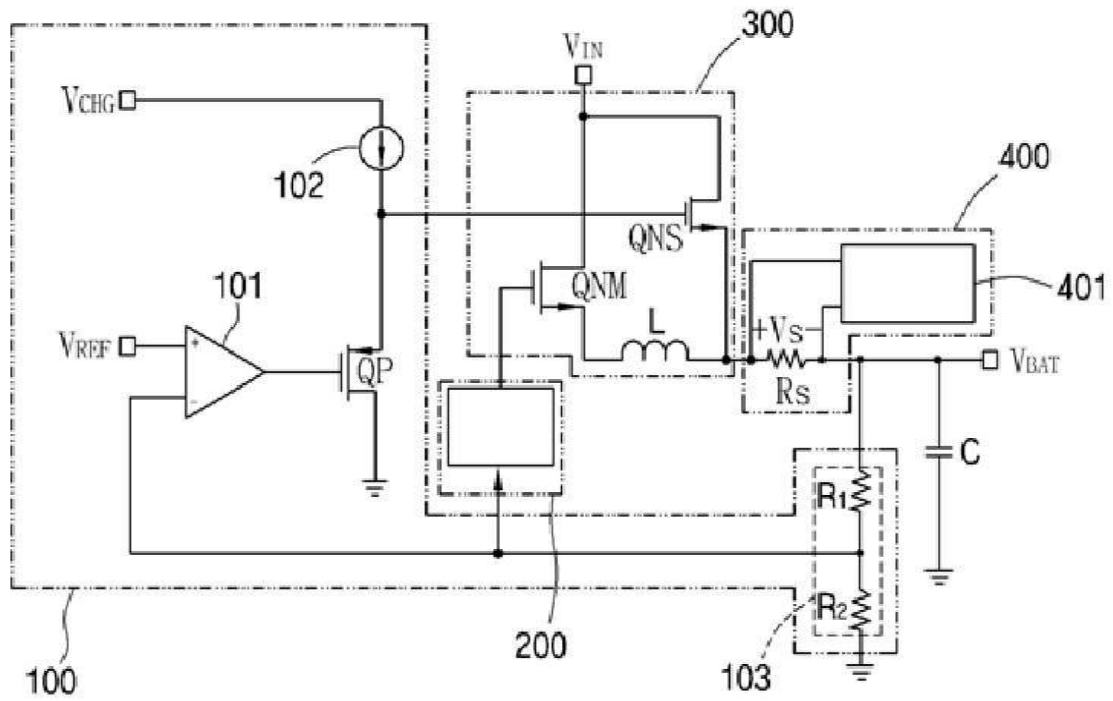
- [0071] 도 5를 참조하면, PFM방식에서는 충전 전류의 레벨이 가변될 때, 출력 전압에 리플이 발생하지만, 본 발명에서는 충전 전류의 레벨이 가변되어도, 출력 전압의 리플이 대폭 감소한다. 이는 PFM 방식에서의 저전류 상태에서 고전류 상태의 전환시, 모드의 변환이 수행되지 않으므로 충전 회로에서의 급준한 전류량의 변동은 충전 전압의 리플을 야기하기 때문이다.
- [0072] 반면, 본 발명에서는 저전류로 충전되는 상태에서는 정전압 모드로 동작하므로 전압의 리플이 원천적으로 차단될 수 있다.
- [0073] 따라서, 본 발명에 따르면, 충전전류량의 변화에 기인한 충전전압의 리플이 현저히 감소된다. 또한, 선형 레귤레이터부(100)의 구동시 2차 전지 C에 충전되는 전압을 일정하게 유지하여 과충전이 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0074] 이상, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해서 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명하다 할 것이다.

부호의 설명

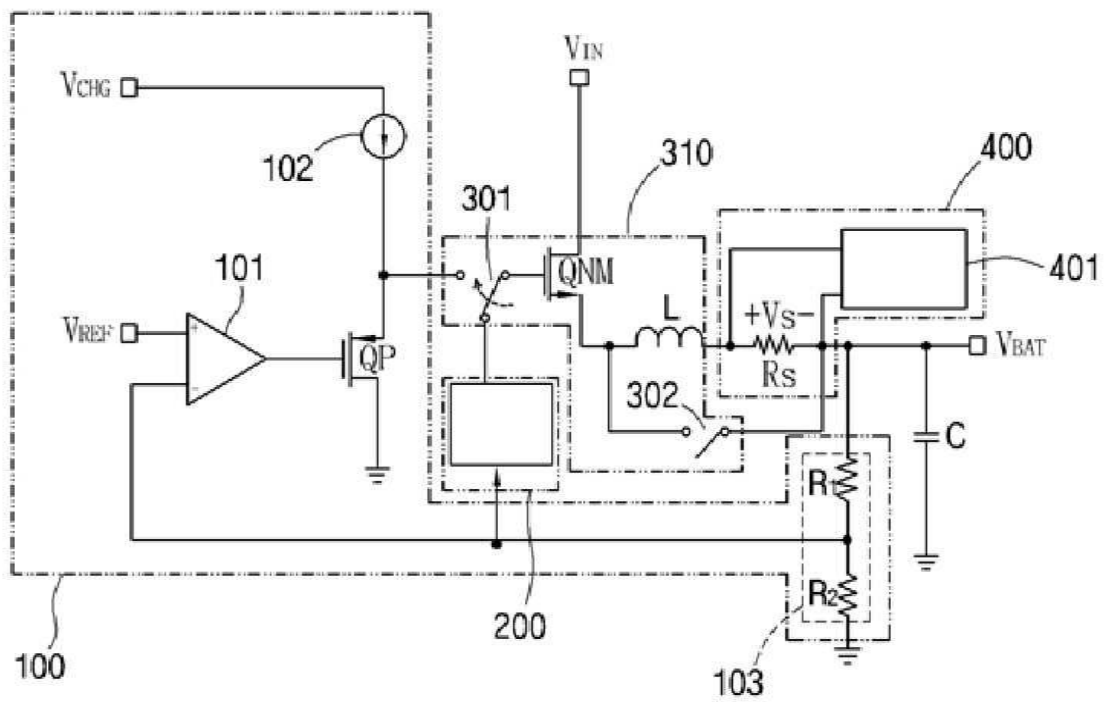
- [0075] 100 : 선형 레귤레이터부
- 101 : 에러 앰프
- 102 : 전류원
- 103 : 케환부
- 200 : PWM 동작부
- 300 : 제1 모드 선택부
- 301 : 제1 스위치
- 302 : 제2 스위치
- 303 : 제3 스위치
- 310 : 제2 모드 선택부
- 320 : 제3 모드 선택부
- 400 : 센싱부
- 401 : 전압 감지부
- 402 : OP 앰프

도면

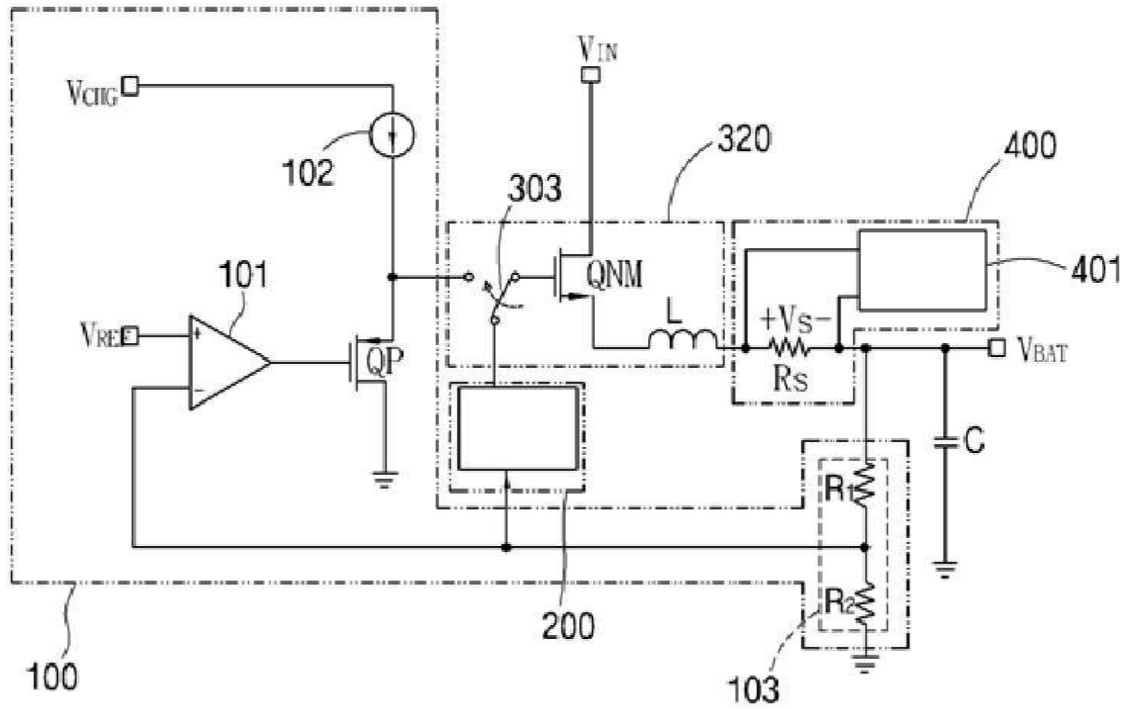
도면1



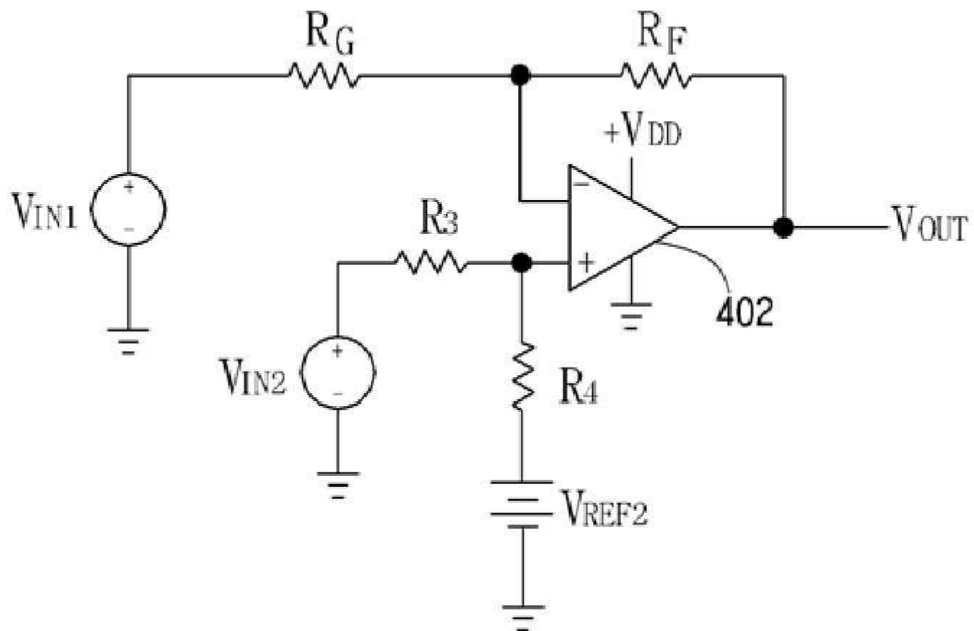
도면2



도면3



도면4



도면5

