



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01M 10/48 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월09일 10-0680901 2007년02월02일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0019071 2006년02월28일 2006년02월28일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 김금수
 대구광역시 북구 태전동 608-5 삼성아파트 1-1305

(72) 발명자 김금수
 대구광역시 북구 태전동 608-5 삼성아파트 1-1305

(74) 대리인 김영철
 김 순 영
 이준서

(56) 선행기술조사문헌
JP11234916 A KR1020060011484 A
KR1020060073524 A KR1020060073525 A
KR1020060083343 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 최병철

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 배터리 관리 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 다수 개의 배터리 셀로 구성된 배터리 모듈의 각 셀에 대한 밸런싱(Balancing) 동작을 단독으로 수행하도록 한 배터리 관리 시스템(Battery Management System; BMS) 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 다수 개의 슬레이브 모듈이 상기 각 배터리 모듈에 각기 연결되어, 상기 각 배터리 모듈의 배터리 셀들로부터 셀 전압 및 셀 온도를 수집하여 보고하고, 그 보고 결과를 전달받아 상기 각 배터리 셀의 선택적인 방전을 통한 셀 밸런싱을 수행하며; 마스터 모듈이 상기 각 슬레이브 모듈로부터 보고된 셀 전압 및 셀 온도를 취합하여 상기 각 배터리 모듈을 관리 및 제어함과 아울러, 상기 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 기준 전압과 비교하고 해당 비교한 전압차가 기설정된 임계치 이상이 되면, 상기 슬레이브 모듈을 통해 상기 각 배터리 셀에 대한 셀 밸런싱을 선택적으로 제어하는 것을 특징으로 함으로써, 충전회로의 제어와 상관없이 배터리 관리 시스템 단독으로 각 배터리 셀을 제어함과 아울러, 해당 각 배터리 셀 간의 전압차를 기설정된 임계값 이내로 밸런싱을 유지할 수 있도록 하는 효과가 있다. 그리고, 본 발명은 소정 시간 동안의 전류 크기를 계산하여 이전의 SOC(State of Charge)에 더해 보다 정확한 SOC를 산출함으로써, 배터리 셀의 잔존 용량을 정확하게 알 수 있으며, 또한 배터리 셀의 노화 정도를 정확히 추정하여 해당 배터리 셀의 교체 시점을 예측할 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하는 배터리 관리 시스템에 있어서,

상기 각 배터리 모듈에 각기 연결되어, 상기 각 배터리 모듈의 배터리 셀들로부터 셀 전압 및 셀 온도를 수집하여 보고하고, 그 보고 결과를 전달받아 상기 각 배터리 셀의 선택적인 방전을 통한 셀 밸런싱을 수행하는 다수 개의 슬레이브 모듈과;

상기 각 슬레이브 모듈로부터 보고된 셀 전압 및 셀 온도를 취합하여 상기 각 배터리 모듈을 관리 및 제어함과 아울러, 상기 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 기준 전압과 비교하고 해당 비교한 전압차가 기설정된 임계치 이상이 되면, 상기 슬레이브 모듈을 통해 상기 각 배터리 셀에 대한 셀 밸런싱을 선택적으로 제어하는 마스터 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 마스터 모듈은, 외부시스템이나 상위제어기와 캔(CAN) 통신을 수행하고, 상기 각 슬레이브 모듈과 린(LIN) 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 슬레이브 모듈은, 상기 마스터 모듈의 제어에 따라 밸런싱 제어전압을 상기 배터리 모듈로 출력하여, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 다수 개의 배터리 셀 중에서 임의의 배터리 셀에 대해 선택적으로 방전 동작을 제어하는 셀 밸런싱부를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 셀 밸런싱부는, 밸런싱 제어전압의 레벨을 유지하는 다수 개의 보호저항과;

상기 보호저항을 통해 인가된 밸런싱 제어전압에 의해 도통 제어되어, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 방전을 제어하는 다수 개의 스위칭부와;

상기 스위칭부가 턴온된 경우에 상기 각 배터리 셀과 연결되어 이를 방전하는 다수 개의 방전저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 스위칭부는, FET(Field Effect Transistor)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템.

청구항 6.

다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서,

상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈이 충전모드에 있는지를 확인하는 단계와;

상기 확인 결과, 상기 배터리 모듈이 충전모드에 있는 경우, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 최소가 되는 셀 전압을 선정하는 단계와;

상기 선정된 최소 셀 전압과 상기 모니터링된 각 배터리 셀의 셀 전압을 비교하여, 그 전압 차이가 기설정된 임계치 이상인 배터리 셀에 대해 소정의 방전시간 동안 방전을 수행하는 단계와;

충전이 완료되기까지, 상기 최소 셀 전압 선정, 임계치 범위 확인 및 방전 단계를 반복하여 상기 배터리 모듈의 셀 밸런싱을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 임계치는, 상기 배터리 셀의 용량 및 성능에 따라 변경 가능한 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 8.

제6항에 있어서,

상기 임계치는, '20(mV)'가 되는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 9.

제6항에 있어서,

상기 방전시간은, '10초'로 설정되는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 10.

제6항에 있어서,

상기 방전 수행 단계는, 상기 마스터 모듈에서 상기 임계치 이상의 전압차가 발생하는 배터리 셀을 방전하는 시간과 해당 배터리 셀에 연결되어 방전을 수행하는 방전저항의 저항값을 조절하여, 상기 각 배터리 셀이 방전되는 용량을 결정하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 11.

다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서,

상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈의 모드를 확인하는 단계와;

상기 확인 결과, 상기 배터리 모듈이 충전모드, 휴식모드 혹은 방전모드 중 어느 하나의 상태에 있는 경우, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 최소가 되는 셀 전압을 선정하는 단계와;

상기 선정된 최소 셀 전압과 상기 모니터링된 각 배터리 셀의 셀 전압을 비교하여, 그 전압 차이가 기설정된 임계치 이상인 배터리 셀에 대해 소정의 방전시간 동안 방전을 수행하는 단계와;

상기 각 배터리 셀 간의 셀 전압이 상기 임계치 이내로 되기까지, 상기 최소 셀 전압 선정, 임계치 범위 확인 및 방전 단계를 반복하여 상기 배터리 모듈의 셀 밸런싱을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 셀 밸런싱 수행 단계는, 상기 방전모드에서 셀 밸런싱을 수행할 시, 방전이 끝나가기 직전의 시점에서 상기 각 배터리 셀 간의 셀 전압이 상기 임계치 이상 되는 경우, 방전이 끝난 직후 혹은 휴식모드에서 셀 밸런싱을 수행하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 13.

다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서,

상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 해당 각 셀 전압의 평균치를 구하는 단계와;

상기 평균치를 룩업 테이블과 매칭시켜, 해당 룩업 테이블로부터 상기 평균치에 해당하는 기준 SOC(State of Charge)를 구하여 임시로 저장하는 단계와;

상기 기준 SOC를 구한 시점부터 경과된 소정의 시간 동안에 흐른 전류의 합을 구한 후에, 해당 경과 시간과 해당 전류 합을 곱하여 전류 용량을 구하는 단계와;

상기 기준 SOC를 관독하여 상기 전류 용량에 더하여 상기 경과 시간에서의 SOC를 산출하여 상기 배터리 셀의 잔존 용량을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

청구항 14.

다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서,

상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전류를 측정하고 해당 셀 전류의 극성을 확인하여 해당 배터리 셀이 방전 상태인지를 판단하는 단계와;

상기 배터리 셀이 방전 상태인 경우에, 해당 방전 상태 동안에 경과된 시간 동안에 흐른 전류의 합을 구한 후에, 해당 경과 시간과 해당 전류 합을 곱하여 방전 용량을 구하는 단계와;

상기 방전 상태로 있는 구간만을 감지하여 상기 방전 용량 구하는 단계를 반복 수행한 후에, 해당 각 구간에 대해 구한 방전 용량들을 누적하는 단계와;

상기 누적된 방전 용량이 상기 배터리 셀의 정격 용량 이상인지를 확인하여 배터리 충방전 사이클 카운터를 하나 증가시켜 주는 단계와;

상기 증가된 배터리 충방전 사이클의 수를 상기 배터리 셀의 보증 수명 사이클 수에 대비하여 노화도를 퍼센트로 계산하여 상기 배터리 셀의 교체 시점을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 시스템의 제어 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 배터리 관리 시스템(Battery Management System; BMS)에 관한 것으로, 특히 다수 개의 배터리 셀로 구성된 배터리 모듈의 각 셀에 대한 밸런싱(Balancing) 동작을 단독으로 수행하도록 한 배터리 관리 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 전기자동차, 하이브리드(Hybrid) 전기자동차, 전기 오토바이(E-Scooter) 등에서의 모터를 구동하기 위한 배터리는, 수십 킬로와트(KW) 정도의 대용량 전력을 발생하기 위하여 수십 볼트(V), 수백 암페어(A) 정도의 출력이 가능한 대용량 배터리가 사용되는데, 이를 위해서는 단일 배터리 셀을 직렬 및/또는 병렬로 연결하여 하나의 배터리 모듈을 형성하여 사용해야 한다.

상기와 같이, 다수 개의 배터리 셀을 연결하여 하나의 배터리 모듈로 사용하는 경우, 해당 각 셀이 지닌 화학적 차이, 물성적 차이, 노후화의 차이 등으로 인해 해당 각 셀 간의 전압차가 발생하게 된다. 이때, 이것을 방치하고 그대로 배터리 셀을 사용하는 경우에는, 시간이 지남에 따라 전압이 낮은 셀은 더욱 낮아지게 되고, 결국에 배터리 모듈 혹은 배터리 팩(Pack) 전체를 새것으로 교체해야 함으로써, 전체적인 배터리 수명이 단축되어 경제적인 손실을 초래하게 되는 문제점이 있었다.

그래서, 종래의 기술에서도 상술한 바와 같은 셀의 불균형을 보정하기 위해서, 해당 셀에 대한 밸런싱 기술이 대한민국공개특허공보 제2004-102296호(공개일: 2004. 12. 04.)에 언급된 바가 있다.

그러나, 상기의 종래 기술에서는 충전 및 방전 중일 때에 배터리 셀들 중 최소전압(V_{min})을 구해 평균전압(V_{avg})과의 차이가 소정값 이하인 경우에 회복충전을 수행하고 있는데, 이런 경우에 충전회로를 제어하여 낮은 전압의 배터리 셀을 보충하는 회복충전을 수행하여 셀 밸런싱을 달성하고 있기 때문에, 배터리 셀을 총괄 관리하여 배터리의 현 상태를 모니터링(Monitoring)하고 그 정보를 사용자에게 전달하는 배터리 관리 시스템이 자체적으로 셀 밸런싱 동작을 수행할 수 없는 문제점이 있었다.

그리고, 상기의 종래 기술에서는 충전회로와 연동되도록 구현하여야 함으로 인해, 셀 밸런싱을 위한 전체적인 제어 과정이 복잡하고, 또한 충전기와 배터리 관리 시스템의 제조사가 다른 경우에는 셀 밸런싱을 구현할 수 없게 되는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상술한 바와 같은 종래의 문제점들을 해결하기 위하여 제안한 것으로, 다수 개의 배터리 셀로 구성된 배터리 모듈의 각 셀에 대한 밸런싱(Balancing) 동작을 단독으로 수행하도록 한 배터리 관리 시스템 및 그 제어 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

또한, 본 발명은 전기자동차나 하이브리드 전기자동차, 전기 오토바이 등에서 다수 개의 배터리 셀을 직렬 및/또는 병렬 연결하여 전원을 공급하는 배터리 팩(Battery Pack)을 제어하고 관리하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 해당 각 배터리 셀을 충전하는 중에 각 셀의 전압을 모니터링하면서, 전체 배터리 셀 중에서 가장 낮은 셀 전압(V_{min})을 기준으로 다른 셀의 전압을 비교하여, 가장 낮은 셀 전압과의 전압차가 기설정된 임계값 이상이 되는 셀의 전압을 소정 시간 동안 방전시킴으로써, 충전회로의 제어와 상관없이 배터리 관리 시스템 단독으로 각 배터리 셀을 제어함과 아울러, 해당 각 배터리 셀 간의 전압차를 기설정된 임계값 이내로 밸런싱을 유지할 수 있도록 하는데, 그 목적이 있다.

다르게는, 본 발명은 배터리 관리 시스템에서 소정 시간 동안의 전류 크기를 계산하여 이전의 SOC(State of Charge)에 더해 보다 정확한 SOC를 산출함으로써, 배터리 셀의 잔존 용량을 정확하게 알 수 있도록 하는데, 그 목적이 있다.

또한 다르게는, 본 발명은 배터리 관리 시스템에서 배터리 셀의 노화 정도를 정확히 추정하여 해당 배터리 셀의 교체 시점을 예측할 수 있도록 하는데, 그 목적이 있다.

발명의 구성

상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템은, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 각 배터리 모듈에 각기 연결되어, 상기 각 배터리 모듈의 배터리 셀들로부터 셀 전압 및 셀 온도를 수집하여 보고하고, 그 보고 결과를 전달받아 상기 각 배터리 셀의 선택적인 방전을 통한 셀 밸런싱을 수행하는 다수 개의 슬레이브 모듈과; 상기 각 슬레이브 모듈로부터 보고된 셀 전압 및 셀 온도를 취합하여 상기 각 배터리 모듈을 관리 및 제어함과 아울러, 상기 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 기준 전압과 비교하고 해당 비교한 전압차가 기설정된 임계치 이상이면, 상기 슬레이브 모듈을 통해 상기 각 배터리 셀에 대한 셀 밸런싱을 선택적으로 제어하는 마스터 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 마스터 모듈은, 외부시스템이나 상위제어기와 캔(CAN) 통신을 수행하고, 상기 각 슬레이브 모듈과 린(LIN) 통신을 수행하는 것을 특징으로 한다.

그리고, 상기 슬레이브 모듈은, 상기 마스터 모듈의 제어에 따라 밸런싱 제어전압을 상기 배터리 모듈로 출력하여, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 다수 개의 배터리 셀 중에서 임의의 배터리 셀에 대해 선택적으로 방전 동작을 제어하는 셀 밸런싱부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 셀 밸런싱부는, 밸런싱 제어전압의 레벨을 유지하는 다수 개의 보호저항과; 상기 보호저항을 통해 인가된 밸런싱 제어전압에 의해 도통 제어되어, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 방전을 제어하는 다수 개의 스위칭부와; 상기 스위칭부가 턴온된 경우에 상기 각 배터리 셀과 연결되어 이를 방전하는 다수 개의 방전저항을 포함하는 것을 특징으로 한다.

이때, 상기 스위칭부는, FET(Field Effect Transistor)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

한편, 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법은, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈이 충전모드에 있는지를 확인하는 단계와; 상기 확인 결과, 상기 배터리 모듈이 충전모드에 있는 경우, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 최소가 되는 셀 전압을 선정하는 단계와; 상기 선정된 최소 셀 전압과 상기 모니터링된 각 배터리 셀의 셀 전압을 비교하여, 그 전압 차이가 기설정된 임계치 이상인 배터리 셀에 대해 소정의 방전시간 동안 방전을 수행하는 단계와; 충전이 완료되기까지, 상기 최소 셀 전압 선정, 임계치 범위 확인 및 방전 단계를 반복하여 상기 배터리 모듈의 셀 밸런싱을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 임계치는, 상기 배터리 셀의 용량 및 성능에 따라 변경 가능한 것을 특징으로 한다.

바람직하게는, 상기 임계치는, '20(mV)'가 되는 것을 특징으로 한다.

또한 바람직하게는, 상기 방전시간은, '10초'로 설정되는 것을 특징으로 한다.

그리고, 상기 방전 수행 단계는, 상기 마스터 모듈에서 상기 임계치 이상의 전압차가 발생하는 배터리 셀을 방전하는 시간과 해당 배터리 셀에 연결되어 방전을 수행하는 방전저항의 저항값을 조절하여, 상기 각 배터리 셀이 방전되는 용량을 결정하는 것을 특징으로 한다.

다르게는, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법은, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈의 모드를 확인하는 단계와; 상기 확인 결과, 상기 배터리 모듈이 충전모드, 휴식모드 혹은 방전모드 중 어느 하나의 상태에 있는 경우, 상기 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 최소가 되는 셀 전압을 선정하는 단계와; 상기 선정된 최소 셀 전압과 상기 모니터링된 각 배터리 셀의 셀 전압을 비교하여, 그 전압 차이가 기설정된 임계치 이상인 배터리 셀에 대해 소정의 방전시간 동안 방전을 수행하는 단계와; 상기 각 배터리 셀 간의 셀 전압차가 상기 임계치 이내로 되기까지, 상기 최소 셀 전압 선정, 임계치 범위 확인 및 방전 단계를 반복하여 상기 배터리 모듈의 셀 밸런싱을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 셀 밸런싱 수행 단계는, 상기 방전모드에서 셀 밸런싱을 수행할 시, 방전이 끝나가기 직전의 시점에서 상기 각 배터리 셀 간의 셀 전압이 상기 임계치 이상 되는 경우, 방전이 끝난 직후 혹은 휴식모드에서 셀 밸런싱을 수행하는 것을 특징으로 한다.

다른 한편, 상술한 바와 같은 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법은, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 모니터링하여 해당 각 셀 전압의 평균치를 구하는 단계와; 상기 평균치를 룩업 테이블과 매칭시켜, 해당 룩업 테이블로부터 상기 평균치에 해당하는 기준 SOC(State of Charge)를 구하여 임시로 저장하는 단계와; 상기 기준 SOC를 구한 시점부터 경과된 소정의 시간 동안에 흐른 전류의 합을 구한 후에, 해당 경과 시간과 해당 전류 합을 곱하여 전류 용량을 구하는 단계와; 상기 기준 SOC를 판독하여 상기 전류 용량에 더하여 상기 경과 시간에서의 SOC를 산출하여 상기 배터리 셀의 잔존 용량을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또다른 한편, 상술한 바와 같은 또다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법은, 다수 개의 배터리 셀을 직렬 또는 병렬로 연결한 배터리 모듈을 관리하기 위해, 마스터 모듈 및 다수 개의 슬레이브 모듈을 구비하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 마스터 모듈에서 상기 각 슬레이브 모듈이 관리하는 배터리 모듈 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전류를 측정하고 해당 셀 전류의 극성을 확인하여 해당 배터리 셀이 방전 상태인지를 판단하는 단계와; 상기 배터리 셀이 방전 상태인 경우에, 해당 방전 상태 동안에 경과된 시간 동안에 흐른 전류의 합을 구한 후에, 해당 경과 시간과 해당 전류 합을 곱하여 방전 용량을 구하는 단계와; 상기 방전 상태로 있는 구간만을 감지하여 상기 방전 용량 구하는 단계를 반복 수행한 후에, 해당 각 구간에 대해 구한 방전 용량들을 누적하는 단계와; 상기 누적된 방전 용량이 상기 배터리 셀의 정격 용량 이상인지를 확인하여 배터리 충방전 사이클 카운터를 하나 증가시켜 주는 단계와; 상기 증가된 배터리 충방전 사이클의 수를 상기 배터리 셀의 보증 수명 사이클 수에 대비하여 노화도를 퍼센트로 계산하여 상기 배터리 셀의 교체 시점을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명에 따른 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 구성을 보인 블록도이다. 그 구성은 도 1에 도시한 바와 같이, 마스터 모듈(10), 다수 개의 슬레이브 모듈(20, 30) 및 다수 개의 배터리 모듈(40, 50)을 포함하여 이루어진다.

이와 같은 구성을 통해서, 본 발명은 전기자동차나 하이브리드 전기자동차, 전기 오토바이 등에서 다수 개의 배터리 셀을 직렬 및/또는 병렬 연결하여 전원을 공급하는 배터리 팩(Battery Pack)을 관리하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 해당 각 배터리 셀을 충전하는 중에 해당 각 배터리 셀의 전압을 모니터링하면서, 전체 배터리 셀 중에서 가장 낮은 셀 전압(V_{min})을 기준으로 다른 셀의 전압을 비교하여, 그 전압 차이가 기설정된 임계값 이상이 되는 셀의 전압을 소정 시간 동안 방전시켜 줌으로써, 충전회로의 제어와 상관없이 해당 배터리 관리 시스템 단독으로 해당 각 배터리 셀을 제어함과 아울러, 해당 각 배터리 셀 간의 전압차를 기설정된 임계값 이내로 밸런싱을 유지하도록 해 주게 된다.

그리고, 본 발명은 전기자동차나 하이브리드 전기자동차, 전기 오토바이 등의 전원으로 사용하기 위해 다수 개의 배터리를 직렬 및/또는 병렬 연결한 대규모의 배터리 모듈 혹은 배터리 팩을 제어하고 관리하는 배터리 관리 시스템에도 적용할 수 있다.

다시 말해서, 본 발명이 적용된 배터리 관리 시스템은, 도 1에 도시한 바와 같이, 크게 마스터 모듈(10)과, 다수 개의 슬레이브 모듈(20, 30)을 포함하여 이루어지는데, 해당 각 슬레이브 모듈(20, 30)은 각기 이에 대응하는 배터리 모듈(40, 50)을 각각 제어하고 관리하며, 해당 각 배터리 모듈(40, 50)은 직렬 및/또는 병렬로 연결되어 배터리 팩을 형성할 수 있다. 여기서, 해당 마스터 모듈(10)과 상위제어기나 외부시스템(설명의 편의상으로도면에는 도시하지 않음) 사이에는 캔(Controllor Area Network; CAN) 통신을 수행하도록 하며, 해당 마스터 모듈(10)과 각 슬레이브 모듈(20, 30) 사이에는 린(Local Interconnect Network; LIN) 통신을 수행하도록 한다.

이때, 상기 마스터 모듈(10)과 다수 개의 슬레이브 모듈(20, 30)을 포함하는 배터리 관리 시스템에 있어서, 상기 각 슬레이브 모듈(20, 30)에 각각 연결된 각 배터리 모듈(40, 50)에는, 첨부한 도 2 및 도 3에 예시한 바와 같이, 각각 8개의 배터리 셀(C1 ~ C24)을 포함하도록 구성할 수 있으며, 상기 배터리 관리 시스템이 관리하는 배터리 팩(100) 내부의 배터리 셀(C1 ~ C24)의 수량에 따라, 상기 슬레이브 모듈(20, 30) 및 그에 연결되는 배터리 모듈(40, 50)을 가감 조합하여 상기 배터리 관리 시스템을 자유롭게 구성할 수 있음을 잘 이해해야 한다.

도 1에 있어서, 상기 마스터 모듈(10)은 상기 린 통신을 통해 하위의 다수 개의 슬레이브 모듈(20, 30)과 연결되어, 이들을 통해 상기 배터리 모듈(40, 50)의 충방전, 상태감지, 셀 밸런싱 등을 제어하도록 한다. 또한, 상기 슬레이브 모듈(20, 30)은 자기 자신에 각기 연결된 배터리 모듈(40)의 배터리 셀로부터 셀 전압, 셀 온도 등의 배터리 정보데이터를 수집하여 상기 마스터 모듈(10)로 보고하고, 그 보고 결과로 전달된 상기 마스터 모듈(10)의 제어에 따라 상기 배터리 모듈(40)의 배터리 셀을 선택적으로 방전하는 방식으로 셀 밸런싱을 수행하도록 한다.

그리고, 상기 마스터 모듈(10)은 도 1에 도시된 바와 같이, RS-232C 인터페이스부(11)와, 캔 인터페이스부(12)와, 제1 DC/DC 변환부(DC/DC Converter)(13)와, 주제어부(Micro Control Unit; MCU)(14)와, 린 송신기(15)와, 제1 A/D 변환부(Analog/Digital Converter)(16)와, 제1 분리회로(17)와, 제2 분리회로(18)와, EEPROM(Electrically Erasable Program ROM)(19)을 포함하여 이루어진다.

상기 RS-232C 인터페이스부(11) 및 캔 인터페이스부(12)는 전기자동차, 하이브리드 전기자동차, 전기 오토바이 등에 장착된 상위 블록에 해당하는 전자제어유닛(Electronic Control Unit; ECU)(설명의 편의상으로도면에는 도시하지 않음)과 접속하여 캔 통신을 수행한다.

상기 제1 DC/DC 변환부(13)는 12V의 시거잭 전원 등 직류의 외부 전원을 입력받아 해당 입력받은 외부 전원의 레벨을 변환하여 상기 마스터 모듈(10) 내부에 필요한 전원으로서 공급한다.

상기 주제어부(14)는 상기 린 송신기(15)를 통해 하위의 슬레이브 모듈(20, 30)로부터 전달되는 셀 전압, 셀 온도 등의 배터리 정보데이터를 취합하여, 각 배터리 셀이 과전압 상태이면 과전압 제어신호를, 저전압 상태이면 저전압 제어신호를, 과열 상태이면 과열 제어신호를 출력하는 등의 각종 제어신호를 상기 배터리 모듈(40, 50)로 출력하는 방식으로, 충방전, 상태감지 등을 제어한다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따라, 상기 배터리 모듈(40, 50)의 각 배터리 셀로부터 전달되는 셀 전압을 비교하여, 해당 각 배터리 셀의 전압차가 기설정된 임계값 이상이 되면, 상기 슬레이브 모듈(20, 30)의 셀 밸런싱부(27)를 통해 방전 동작을 수행하여 해당 각 배터리 셀에 대해 셀 밸런싱이 이루어지도록 한다.

상기 린 송신기(15)는 상기 각 슬레이브 모듈(20, 30)과 린 통신을 수행한다.

상기 제1 A/D 변환부(16)는 상기 배터리 모듈(40, 50)에 설치된 전류센서(Current Sensor)(300)로부터 감지되는 전류감지신호를 디지털 신호로 변환하여 상기 주제어부(14)로 전달한다. 여기서, 해당 전류센서(300)는 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 배터리 모듈(40, 50)의 각 배터리 셀(C1 ~ C24)에 연결된 부하(Load)(200)로 흐르는 전류를 감지하여 상기 마스터 모듈(10)로 전달하게 되며, 이에 상기 주제어부(14)는 상기 제1 A/D 변환부(16)를 통해 디지털 신호로 변환하여 전달된 전류감지신호를 상기 RS-232C 인터페이스부(11)나 캔 인터페이스부(12)를 통해 상기 전자제어유닛(ECU)으로 전송하여 운전자 등에게 소비전류가 얼마인지 알려주거나, 상기 전자제어유닛에서 전체적인 배터리 제어 및 관리 정보로 이용하도록 한다.

상기 제1 분리회로(17)는 상기 배터리 셀이 과전압(Over Voltage), 저전압(Under Voltage), 과열(Over Temperature) 상태 등에 있음에 따라 상기 주제어부(14)에서 출력된 각종 제어신호를 상기 배터리 모듈(40, 50)로 출력한다.

상기 제2 분리회로(18)는 상기 마스터 모듈(10)의 외부에 설치된 리셋단자(RESET)를 통해 운전자, 시험자 등이 상기 배터리 관리 시스템의 각종 제어 상태를 리셋(Reset)시키는 경우, 리셋신호를 상기 주제어부(14)로 전달한다.

상기 EEPROM(19)은 상기 배터리 셀의 관리와 관련한 각종 정보데이터, 시스템 운영과 관련한 기본 데이터 등을 저장한다.

그리고, 상기 슬레이브 모듈(20)은 도 1에 도시된 바와 같이, 제3 분리회로(21)와, 제2 린(LIN) 송신기(22)와, 제어부(23)와, 제2 DC/DC 변환부(24)와, 제2 A/D 변환부(25)와, 제3 A/D 변환부(26)와, 셀 밸런싱부(27)를 포함하여 이루어진다.

상기 제3 분리회로(21) 및 제2 린(LIN) 송신기(22)는 상기 마스터 모듈(10)과 린 통신을 수행한다.

상기 제어부(23)는 상기 배터리 모듈(40)에 포함된 각 배터리 셀로부터 셀 전압, 셀 온도 등의 배터리 정보데이터를 수집하여 상기 마스터 모듈(10)로 보고하고, 그 보고 결과로 전달된 상기 마스터 모듈(10)의 제어에 따라 상기 셀 밸런싱부(27)를 제어한다.

상기 제2 A/D 변환부(25)의 8개 입력단자에는 상기 배터리 모듈(40)의 내부에 있는 8개 배터리 셀에서 각각 출력된 셀 전압이 입력되어, 아날로그 값인 셀 전압을 상기 제2 A/D 변환부(25)에서 디지털의 셀 전압 데이터로 변환시켜 상기 제어부(23)로 전송하도록 한다. 마찬가지로, 상기 배터리 모듈(40) 내의 8개 배터리 셀의 몸체에 부착된 온도 센서(설명의 편의상 으로 도면에는 도시하지 않음)로부터 감지된 셀 온도값도 역시, 상기 제3 A/D 변환부(26)를 통해 디지털의 셀 온도 데이터로 변환되어 상기 제어부(23)로 전송된다. 이에, 상기 제어부(23)는 자신이 담당하는 배터리 모듈(40)의 상기 셀 전압, 셀 온도 등의 배터리 정보데이터를 상기 제2 린 송신기(22) 및 제3 분리회로(21)를 통해 린 통신을 수행하여 상기 마스터 모듈(10)로 보고하도록 한다.

상기 제2 DC/DC 변환부(24)는 상기 배터리 모듈(40)로부터 출력된 셀 전압을 소정 레벨로 변환하여 상기 마스터 모듈(10)로 전달하거나 상기 슬레이브 모듈(20)에서 구동전원으로 사용한다.

상기 셀 밸런싱부(27)는 상기 제어부(23)의 제어에 따라 상기 제어부(23)에서 출력된 밸런싱 제어전압을 상기 배터리 모듈(40)로 출력하여, 상기 배터리 모듈(40)을 구성하는 다수 개의 배터리 셀 중 임의의 배터리 셀에 대해 선택적으로 방전 동작을 수행한다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템이 적용된 일례를 나타낸 도면인데, 배터리 팩(100)의 양 단자를 통해 부하(200)로 전원이 공급되고, 그 라인 상에 전류센서(300)가 장착되어 있다. 여기서, 해당 전류센서(300)는 해당 배터리 팩(100)에서 출력되어 해당 부하(200)로 전달되는 전류의 세기를 감지하여 상기 마스터 모듈(10)로 전달한다.

그리고, 상기 배터리 팩(100)은 다수 개의 배터리 모듈(40, 50)을 직렬 및/또는 병렬로 연결하여 구성할 수 있는데, 도 2에서는 직렬로 연결한 것을 예로 들었으며, 또한 상기 각 배터리 모듈(40, 50)의 내부에 각각 8개 배터리 셀(C1 ~ C8, C9 ~ C16, C17 ~ C24)이 내장되어, 해당 각 배터리 셀(C1 ~ C8, C9 ~ C16, C17 ~ C24)별로 셀 전압을 출력할 수 있는 구조를 예로 들었다. 그러나, 본 발명은 이에 국한된 것이 아니라, 다수 개의 배터리 모듈(40, 50)을 병렬, 또는 직렬과 병렬의 조합으로 연결하여 구성할 수 있으며, 상기 각 배터리 모듈(40, 50)에 내장되는 배터리 셀(C1 ~ C8, C9 ~ C16, C17 ~ C24)의 개수를 다르게 할 수도 있음을 잘 이해해야 한다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템에 구비된 슬레이브 모듈(20)에서의 셀 밸런싱부(27)를 상세히 나타낸 회로도이다.

상기 셀 밸런싱부(27)는 상기 슬레이브 모듈(20) 내의 제어부(23)에서 출력된 밸런싱 제어전압(Vc1 ~ Vc8)에 의해 도통 제어되어, 상기 배터리 모듈(40) 내에 구성된 각 배터리 셀(C1 ~ C8)의 방전을 각각 제어하는 다수 개의 스위칭부(Q1 ~ Q8)를 포함하여 이루어진다.

상기 셀 밸런싱부(27)의 입력단자(271 ~ 278)는 상기 제어부(23)로부터 밸런싱 제어전압(Vc1 ~ Vc8)을 입력받아 상기 각 배터리 셀(C1 ~ C8)로 전달하고, 상기 스위칭부(Q1 ~ Q8)의 게이트(Gate) 단자(G)는 보호저항(R11 ~ R18)을 통해 밸런싱 제어전압(Vc1 ~ Vc8)을 인가받고, 드레인(Drain) 단자(D)는 상기 각 배터리 셀(C1 ~ C8)의 양극(+)에 연결되고, 소스(Source) 단자(S)는 방전저항(R1 ~ R8)을 통해 상기 각 배터리 셀(C1 ~ C8)의 음극(-)에 연결된다.

즉, 상기 스위칭부(Q1 ~ Q8)가 '하이(High)' 레벨의 밸런싱 제어전압(Vc1 ~ Vc8)에 의해 턴온(Turn-on) 되는 것으로 가정하였을 때에 상기 배터리 모듈(40)의 각 배터리 셀(C1 ~ C8)에 대해 셀 밸런싱 동작을 수행할 필요가 없는 경우에는, 상기 제어부(23)에서 밸런싱 제어전압(Vc1 ~ Vc8)을 '로우(Low)' 레벨을 유지하여 상기 스위칭부(Q1 ~ Q8)를 턴오프

(Turn-off) 상태로 한다. 반대로, 셀 밸런싱 동작을 수행하여야 하는 경우에는, 밸런싱 제어전압($V_{c1} \sim V_{c8}$)을 '하이' 레벨로 출력하여 상기 스위칭부($Q1 \sim Q8$)가 턴온 상태가 되도록 한다. 이에 따라서, 임의의 배터리 셀($C1 \sim C8$)의 셀 전압을 상기 방전저항($R1 \sim R8$)을 통해 방전시켜 주도록 한다.

그리고, 상기 밸런싱 제어전압($V_{c1} \sim V_{c8}$)이 '하이' 레벨을 유지하는 시간과 상기 방전저항($R1 \sim R8$)의 저항값을 조절하여, 임의의 배터리 셀($C1 \sim C8$)이 방전되는 용량을 조절할 수 있고, 상기 보호저항($R11 \sim R18$)은 상기 밸런싱 제어전압($V_{c1} \sim V_{c8}$)이 상기 스위칭부($Q1 \sim Q8$)가 스위칭에 적합한 레벨로 인가되도록 그 레벨을 유지하는 역할을 수행하며, 상기 스위칭부($Q1 \sim Q8$)는 응답 속도를 고려하여 FET(Field Effect Transistor) 등을 이용하여 구현하도록 한다.

본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법을 도 4의 순서도를 참조하여 다음과 같이 설명한다.

먼저, 마스터 모듈(10)의 주제어부(14)에서는, 운전자의 선택, 배터리 셀의 관리 필요 등에 의해서, 각 슬레이브 모듈(20, 30)에서 관리하는 배터리 모듈(40, 50)이 충전모드에 있는지의 여부를 확인한다(S40). 여기서, 해당 배터리 모듈(40, 50)이 휴식(Rest) 모드에 있거나 방전(Discharge) 모드에 있는 경우에는, 통상적으로 본 발명의 실시 예에 따른 셀 밸런싱 동작을 수행하지 않도록 설정한다. 그러나, 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 운용에 있어서 필요한 경우에는, 배터리 전원을 사용하지 않고 있는 휴식모드 혹은 강제적인 방전을 수행하는 방전모드에서도 본 발명의 실시 예에 따라 셀 밸런싱을 수행할 수 있으며, 이런 경우에 도 4에 도시된 각 과정(S41 ~ S46)의 동작은 동일하다.

상기 단계(S40)의 확인 결과, 상기 각 배터리 모듈(40, 50)이 충전 중에 있는 경우, 상기 슬레이브 모듈(20, 30)을 제어하여 상기 각 배터리 모듈(40, 50)별로 상기 각 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압을 읽어(S41), 해당 읽은 각 셀 전압들 중에 최소의 셀 전압을 선정한다(S42).

상기 단계(S42)에서, 상기 마스터 모듈(10)의 주제어부(14)가 상기 각 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 각 배터리 셀의 셀 전압 중에서 최소의 셀 전압을 선정하는 동작을, 도 2를 참조하여 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

상기 주제어부(14)는 우선 상기 제1 배터리 모듈(40)을 구성하고 있는 8개의 배터리 셀($C1 \sim C8$)로부터 셀 전압을 읽어 그 중에서 최소가 되는 셀 전압(V_{min1})을 선정하고, 다음으로 상기 제2 배터리 모듈(50)의 배터리 셀($C9 \sim C16$)로부터 셀 전압을 읽어 이들을 상기 선정된 셀 전압(V_{min1})과 비교하여 최소가 되는 셀 전압(V_{min2})을 선정하며, 이와 같은 방식으로 모든 배터리 모듈(40, 50)에 대해서 셀 전압을 읽는 동작을 수행하여 최종적으로 가장 최소가 되는 셀 전압(V_{min3})을 선정하도록 한다.

그 다음에, 모든 배터리 모듈(40, 50)에 대하여 최소가 되는 셀 전압(V_{min3})을 선정하는 동작을 완료하게 되면(S43), 상기 주제어부(14)는 상기 선정된 최소 셀 전압(V_{min3})과 상기 단계(S41)에서 읽은 각 배터리 모듈(40, 50) 내 배터리 셀의 셀 전압을 일일이 비교하여(S44), 상기 최소 셀 전압(V_{min3})을 기준으로 상기 각 배터리 모듈(40, 50) 내 배터리 셀의 셀 전압 전압차가 기설정된 임계치 범위에 있는지의 여부를 판단한다(S45).

상기 단계(S45)의 판단 결과, 그 전압차가 상기 임계치 이상이면, 이것은 배터리 셀 간의 셀 전압이 불균형하여 상기 임계치 이상의 전압차가 발생한 배터리 모듈(40, 50)의 배터리 셀이 과충전 상태에 있다는 것을 의미하므로, 상기 주제어부(14)는 상기 배터리 셀에 대해 소정의 방전시간 동안 방전을 수행하도록 해당되는 슬레이브 모듈(20, 30)을 제어한 후(S46), 충전이 완료되기까지 상기 단계(S40 ~ S46)를 반복 수행하여 상기 최소 셀 전압(V_{min3})을 갖는 배터리 셀을 기준으로 다른 배터리 셀의 셀 전압의 밸런싱을 조절함으로써, 각 배터리 셀 간의 전압차를 상기 임계치 이내로 유지하도록 해준다.

반면에, 상기 단계(S45)의 판단 결과, 상기 전압차가 상기 임계치 이상이 아닌 경우, 이것은 배터리 셀 간의 전압차가 상기 임계치 이내로 유지되고 있음을 의미하므로, 상기 주제어부(14)는 충전모드에서 충전이 완료되기까지 충전 동작을 수행하도록 제어한다(S47).

상기 단계(S45)에서, 상기 임계치는 배터리 셀의 용량 및 성능에 따라 조절될 수 있는 값으로서, 대략 20(mV) 정도를 설정하여, 상기 최소 셀 전압(V_{min3})을 갖는 배터리 셀을 기준으로 다른 배터리 셀들의 셀 전압과 20(mV) 이내의 차를 유지하도록 함으로써, 배터리 셀의 수명 및 성능을 안정적으로 유지시켜 주게 된다.

또한, 상기 단계(S46)에서, 상기 마스터 모듈(10)의 주제어부(14)가 상기 임계치 이상의 전압차가 발생하는 배터리 셀에 대해 방전을 수행하는 시간과, 상기 슬레이브 모듈(20)의 셀 밸런싱부(27)의 방전저항(R1 ~ R8)의 저항값은, 배터리 셀이 방전되는 용량을 결정하는 요소가 되므로, 배터리 셀의 용량 및 성능을 고려하여 조정할 수 있으며, 본 발명의 경우에 상기 방전시간을 대략 10초 정도로 설정하는 것을 예로 한다.

이상과 같은 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법은, 도 5의 그래프에 도시되어 있는 바와 같이, 충전모드가 진행되는 시간($t_0 \sim t_1$) 동안에 '구간 A 및 B'에서 상기 최소 셀 전압(V_{min3})을 선정하는 동작을 수행하는 것을 예로 든 것이다. '구간 A'의 경우 배터리 셀 간의 셀 전압 차이가 10(mV) 정도로 상기 임계치 이내에 해당하여 본 발명의 실시 예에 따른 셀 밸런싱을 수행하지 않고 지나가는 영역이고, 그 후에 충전이 계속 진행되어 '구간 B'가 되는 경우 배터리 셀 간의 셀 전압 차이가 25(mV) 정도로 상기 임계치를 벗어나게 되어 본 발명의 실시 예에 따른 셀 밸런싱을 수행하여야 하는 영역임을 나타내고 있다.

그리고, 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 셀의 셀 밸런싱은, 상기 배터리 모듈(40, 50)이 충전모드에 있는 경우뿐만 아니라, 필요에 따라 상기 배터리 모듈(40, 50)의 현재 모드를 확인하여 상기 배터리 모듈(40, 50)이 휴식모드나 방전모드에 있는 경우에도 수행할 수도 있는데, 이와 같은 동작을 도 6의 그래프에 나타나 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 각 배터리 셀 간의 셀 전압 차이가 상기 임계치 이내로 되기까지, 도 4에서 언급된 최소 셀 전압 선정, 임계치 범위 확인 및 방전 단계(S41 ~ 46)를 반복적으로 수행하면 된다.

이때, 방전모드에서 셀 밸런싱을 수행하는 경우, 배터리 전력의 손실문제가 발생하므로, 필요한 경우에만 선별적으로 수행하여야 하며, 특히 도 6에 도시된 바와 같이 방전이 거의 끝나가는 시점인, 방전중지 근처에서 셀 전압 간의 불균형(Unbalance)이 발생하는 경우, 다음 충전모드에서 충전이 개시되어 셀 밸런싱 동작을 수행하게 될 때의 부담을 줄여주기 위하여, 방전이 끝난 직후나 휴식모드에서 셀 밸런싱을 수행함으로써, 셀 간의 전압차를 줄여 놓을 수 있다.

한편, 상기 단계(S40)에서 상기 배터리 모듈(40, 50)이 충전모드에 있는지의 여부를 확인하는 동작을 수행하기 위해서는, 우선 SOC(State of Charge)를 산출하거나 추정하여 상기 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 배터리 셀의 잔존 용량이 충전해야 할 정도로 감소되었는지를 판단한 후에 충전모드로 자동 전환시켜 주는 동작을 수행해야 한다. 여기서, 해당 SOC는 배터리 셀의 잔존 용량이 100(%) 충전된 상태에 대비하여 현재 몇 퍼센트 남아 있는가를 표시하는 것으로서, 특히 전지자동차나 하이브리드 전기자동차에서 정확한 SOC를 산출하거나 추정하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

일반적으로 배터리 개방전압(Open Circuit Voltage)의 크기로부터 잔존 용량을 추정하는데, 이것은 오차가 커 실용성이 낮다. 그래서, 본 발명에서는 도 7의 순서도에 도시된 바와 같이 상기 SOC를 산출하도록 한다.

상기 SOC 산출 동작을 시작하게 되면, 상기 마스터 모듈(10)의 주제어부(14)에서는 우선 상기 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 배터리 셀의 셀 전압을 읽어(S71), 해당 읽은 각 셀 전압의 평균치를 구하도록 한다(S72).

그리고, 상기 주제어부(14)는 상기 구한 평균치 전압을 상기 마스터 모듈(10) 내에 미리 준비된 메모리 속의 룩업 테이블(Look-up Table)과 매칭시켜, 상기 구한 평균치 전압에 해당하는 기준 SOC(SOC(ref))를 구하도록 한다(S73). 여기서, 해당 기준 SOC(SOC(ref))는 기준 값으로서 첫 시작점($t = 0$)에 해당되는 SOC를 말한다. 또한, 해당 룩업 테이블은 각 평균치 전압들에 대응하여 첫 시작점($t = 0$)에 해당되는 기준 SOC들(SOC(ref))을 미리 설정하여 저장해 둔 것이다.

이에, 상기 주제어부(14)는 상기 구한 기준 SOC(SOC(ref))를 메모리에 임시로 저장해 주게 된다(S74).

그런 다음에, 상기 주제어부(14)는 상기 단계(S73)에서 평균치 전압에 해당하는 기준 SOC(SOC(ref))를 구한 시점으로부터 경과된 소정의 시간(Δt) 동안에 흐른 전류의 합($\sum I$)을 구한 후에, 해당 경과된 시간(Δt)과 해당 경과된 시간(Δt) 동안에 흐른 전류의 합($\sum I$)을 곱하여 전류 용량을 구하게 된다(S75). 이때, 첫 시작점($t = 0$)에서는 전류 용량($\Delta t * \sum I$)의 값은 '0'이 된다.

그러나, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 경과된 시간(Δt)이 't1'인 경우에, 상기 주제어부(14)는 상기 단계(S74)에 임시로 저장해 둔 기준 SOC(SOC(ref))를 판독하여(S76) 상기 단계(S75)에서 구한 전류 용량($\Delta t * \sum I$)에 더함으로써 'SOC(t1)'를 산출하는데, 즉 아래의 수학적 식 1에 의해서 'SOC(t1)'를 산출해 주게 된다.

수학적 식 1

$$SOC(t1) = SOC(ref) + (\Delta t * \sum I)$$

그리고, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 경과된 시간(Δt)이 't2'인 경우에, 큰 전류(I)가 흘러 상기 단계(S75)에서 구한 전류 용량($\Delta t * \Sigma I$)이 더 커지게 되는데, 이때 상기 주제어부(14)는 그 동안에 경과된 시간(Δt)과 해당 경과된 시간(Δt) 동안에 흐른 전류의 합(ΣI)을 곱한 값(즉, 전류 용량)에 상기 산출된 'SOC(t1)'를 더하여 'SOC(t2)'를 산출하는데, 즉 아래의 수학적 식 2에 의해서 'SOC(t2)'를 산출해 주게 된다(S77).

수학적 식 2

$$SOC(t2) = SOC(t1) + (\Delta t * \Sigma I)$$

이에, 상기 주제어부(14)는 상기 단계(S77)에서 경과된 시간(Δt)에 따라 산출되는 SOC(t)를 출력해 주게 된다(단계 S78). 또한, 상기 주제어부(14)는 해당 단계(S78)에서 출력되는 SOC(t)를 이용하여 상기 배터리 셀의 잔존 용량을 정확하게 표시해 줌으로써, 해당 표시된 잔존 용량을 기설정된 임계치와 비교하여 상기 배터리 셀의 잔존 용량이 충전해야 할 정도로 감소되었는지를 판단한 후에 충전모드로 자동 전환시켜 주게 된다.

여기서, 본 발명은 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 't2'인 시점에서, 급격한 전류(I)가 흐르는 경우에 그 순간에 배터리 전압(V)도 급격히 저하(Down)되어, 그 순간의 전압치로서 상기 록업 테이블에서 대응하여 산출한 SOC는 오차를 크게 포함하기 때문에, 소정 구간(Δt) 동안의 전류의 크기($\Delta t * \Sigma I$)를 계산하여 해당 계산된 값에 'SOC(t-1)'에 더해 줌으로써, 오차를 감소시킬 수 있게 된다.

다른 한편, 상술한 바와 같은 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템에 있어서, 배터리 모듈 또는 배터리 팩(40, 50)을 사용하는 시간이 경과되고 충방전 사이클 수가 증가함에 따라, 해당 배터리 모듈 또는 배터리 팩(40, 50) 내에 구비되어 있는 배터리 셀은 점점 노화되어 간다. 이에, 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템은, 해당 배터리 셀이 얼마나 노화되었는지를 추정하는 기능도 수행하도록 함으로써, 해당 배터리 셀의 노화 정도를 정확히 추정하여 해당 배터리 셀의 교체 시점을 예측할 수 있는 편리성을 제공하도록 한다.

일반적으로 배터리 충방전 사이클 수를 카운터하여 배터리 셀을 만든 제조사가 보증한 수명 사이클 수에 대비하여 노화도를 퍼센트로 표시하도록 하였으나, 현실적으로 기계장치에 사용하는 배터리는 완전한 충전과 완전한 방전의 한 사이클씩 종료되지 아니하며, 일부 충전한 상태로 방전하기도 하고, 일부 방전하다가 다시 충전하기도 하므로, 정확한 사이클 카운터가 불가능하며, 이로 인해 배터리 셀의 노화도를 정확하게 추정하기에는 한계가 있었다. 그래서, 본 발명에서는 도 9의 순서도에 도시된 바와 같이 배터리 셀의 노화도를 추정하도록 한다.

상기 배터리 셀의 노화도 추정 동작을 시작하게 되면, 상기 마스터 모듈(10)의 주제어부(14)에서는 우선 상기 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 배터리 셀의 전류를 측정하여(S91), 해당 측정된 각 셀의 전류 극성을 확인하여 현재의 배터리 상태가 충전 중인지 아니면 방전 중인지를 판단하도록 한다(S92).

이때, 상기 주제어부(14)는 해당 전류 극성이 부(-)이면 방전 상태로 판단하고, 해당 전류 극성이 정(+)이면 충전 상태로 판단한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 'ic'는 충전 전류 상태(Charge State)를 나타내고, 'id'는 방전 상태(Discharge State)를 나타낸다.

상기 단계(S92)에서, 상기 주제어부(14)는 충전 상태이면 상기 단계(S91)로 복귀하도록 하며, 반면에 방전 상태이면 해당 방전 상태로 있는 구간 동안에 경과된 소정의 시간(즉, 방전 전류 시간(Δt)) 동안에 흐른 전류의 합(ΣI)을 구한 후에, 해당 방전 전류 시간(Δt)과 해당 전류 합(ΣI)을 곱하여, 해당 방전 전류 시간(Δt) 동안의 방전 용량을 구하게 된다(S93). 여기서, 해당 방전 전류 시간(Δt)은 충전 상태에서 방전 상태로 변경된 시점부터 해당 방전 상태에서 다시 충전 상태로 변경되는 시점까지 경과된 시간을 말한다.

그리고, 상기 주제어부(14)는 시간이 경과함에 따라 상기 단계(S92)와 같이 방전 상태로 있는 구간만을 감지하여, 해당 감지된 각 구간에 대한 방전 용량을 상기 단계(S93)와 같이 계속적으로 구한 후에, 해당 구한 각 방전 용량들을 더해 누적시켜 간다(S94).

이에, 상기 주제어부(14)는 상기 단계(S94)에서 누적시킨 방전 용량이 상기 배터리 모듈(40, 50) 내에 구성되어 있는 배터리 셀의 정격 용량(Full Charge Capacitance; FCC)과 같거나 초과하는지를 확인한다(S95).

상기 단계(S95)에서, 상기 주제어부(14)는 누적 방전 용량이 정격 용량 미만이면 상기 단계(S91)로 복귀하도록 하며, 반면에 누적 방전 용량이 정격 용량 이상이면 배터리 사이클 카운터를 하나 증가시켜 한 번의 충전/방전 사이클이 완료된 것으로 간주하도록 한다(S96).

이에 따라, 상기 주제어부(14)는 상기 단계(S96)에서 산출된 사이클 카운터(즉, 배터리 충방전 사이클 수)를 상기 배터리 셀을 만든 제조사가 보증한 수명 사이클 수에 대비하여 노화도를 퍼센트로 계산하여 표시해 줌으로써, 상기 배터리 셀의 교체 시점을 보다 정확하게 예측할 수 있도록 한다(S97).

예를 들어, 상기 단계(S96)에서 산출된 사이클 카운터가 300회이고 상기 배터리 셀을 만든 제조사가 보증한 수명 사이클 수가 500회인 경우에, 해당 배터리 셀의 노화도는 60(%)으로 표시할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의해서 배터리 관리 시스템에서 각 배터리 셀을 충전하는 중에 각 셀의 전압을 모니터링하면서, 전체 배터리 셀 중에서 가장 낮은 셀 전압(V_{min})을 기준으로 다른 셀의 전압을 비교하여, 가장 낮은 셀 전압 전압차가 기설정된 임계값 이상이 되는 셀의 전압을 소정 시간 동안 방전시킴으로써, 충전회로의 제어와 상관없이 배터리 관리 시스템 단독으로 각 배터리 셀을 제어함과 아울러, 해당 각 배터리 셀 간의 전압차를 기설정된 임계값 이내로 밸런싱을 유지할 수 있도록 하는 효과가 있다.

그리고, 본 발명에 의해서 배터리 관리 시스템에서 소정 시간 동안의 전류 크기를 계산하여 이전의 SOC에 더해 보다 정확한 SOC를 산출함으로써, 배터리 셀의 잔존 용량을 정확하게 알 수 있으며, 또한 배터리 셀의 노화 정도를 정확히 추정하여 해당 배터리 셀의 교체 시점을 예측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템을 나타낸 구성 블록도.

도 2는 도 1에 있어 배터리 관리 시스템이 적용된 일례를 나타낸 도면.

도 3은 도 1에 있어 슬레이브 모듈 내 셀 밸런싱부를 나타낸 회로도.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 관리 시스템의 제어 방법을 나타낸 순서도.

도 5는 도 4에 있어 충전모드에서의 동작을 설명하기 위한 그래프.

도 6은 도 4에 있어 휴식모드 및 방전모드에서의 동작을 설명하기 위한 그래프.

도 7은 도 4에 있어 SOC(State of Charge)를 산출하는 동작을 설명하기 위한 순서도.

도 8은 도 7에 있어 시간 변화에 따른 전압 및 전류의 변화를 나타낸 그래프.

도 9는 도 4에 있어 배터리 셀의 노화도를 추정하는 동작을 설명하기 위한 순서도.

도 10은 도 9에 있어 시간 변화에 따른 충방전 전류 파형 중 방전 용량의 변화를 나타낸 그래프.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

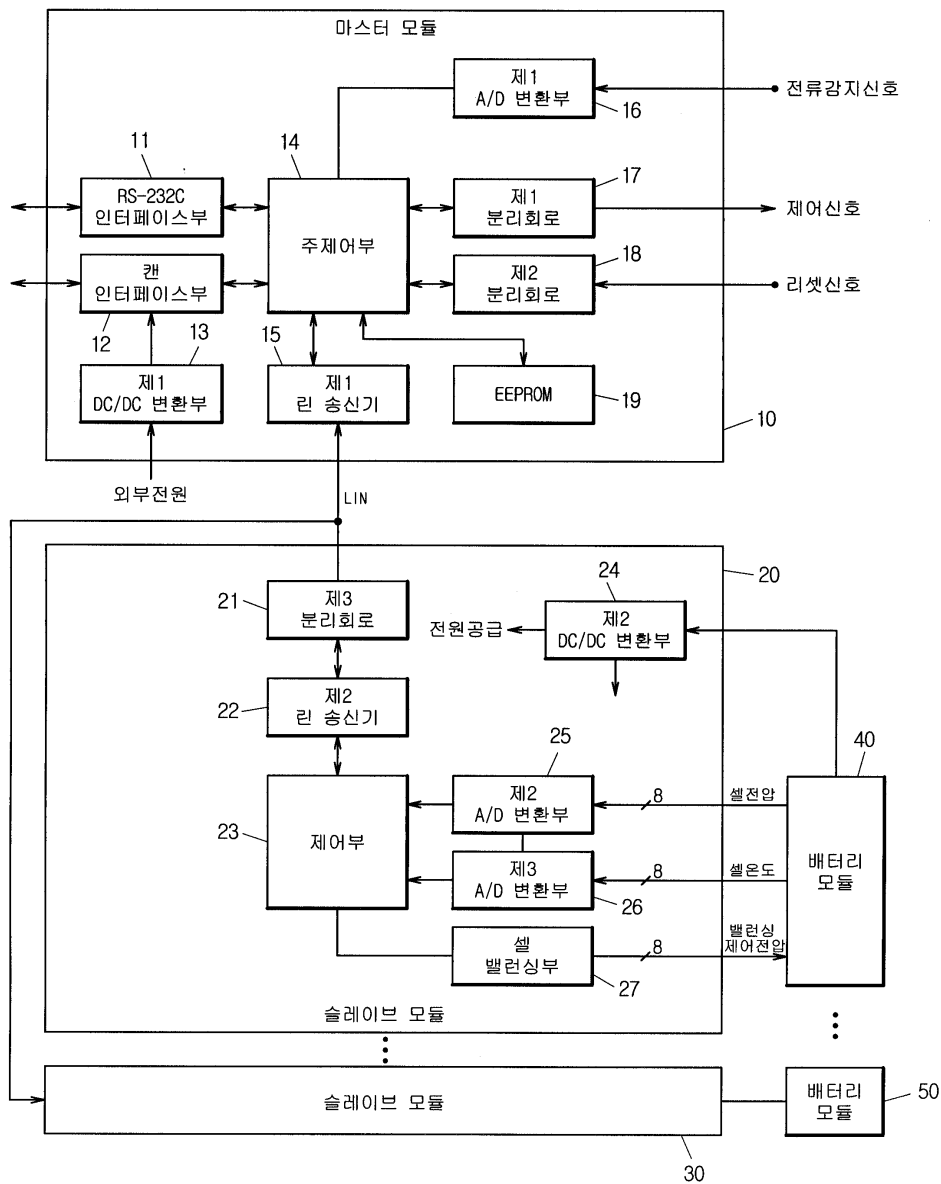
10: 마스터 모듈

20, 30: 슬레이브 모듈

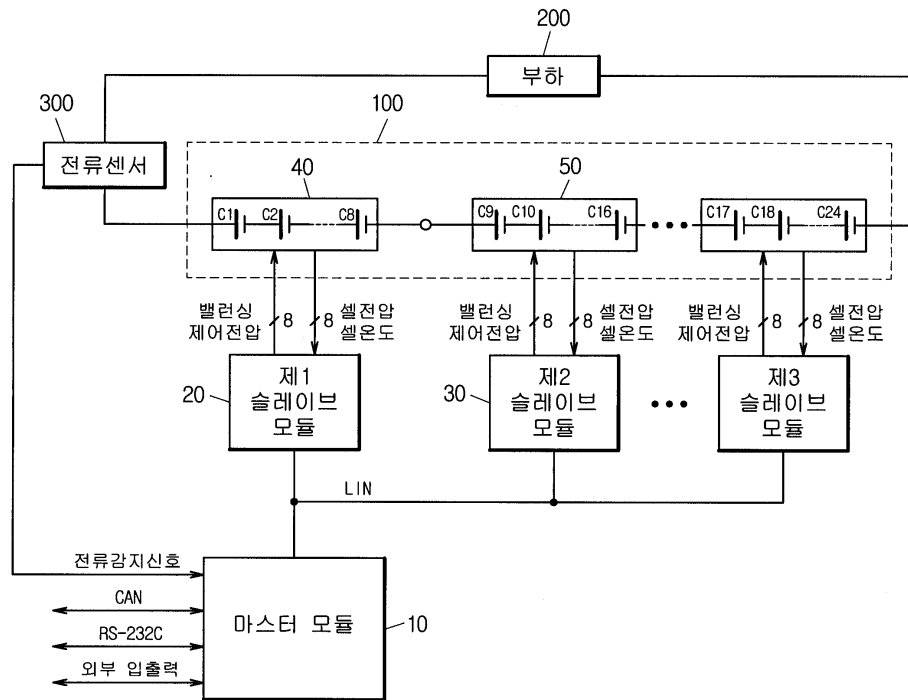
40, 50: 배터리 모듈

도면

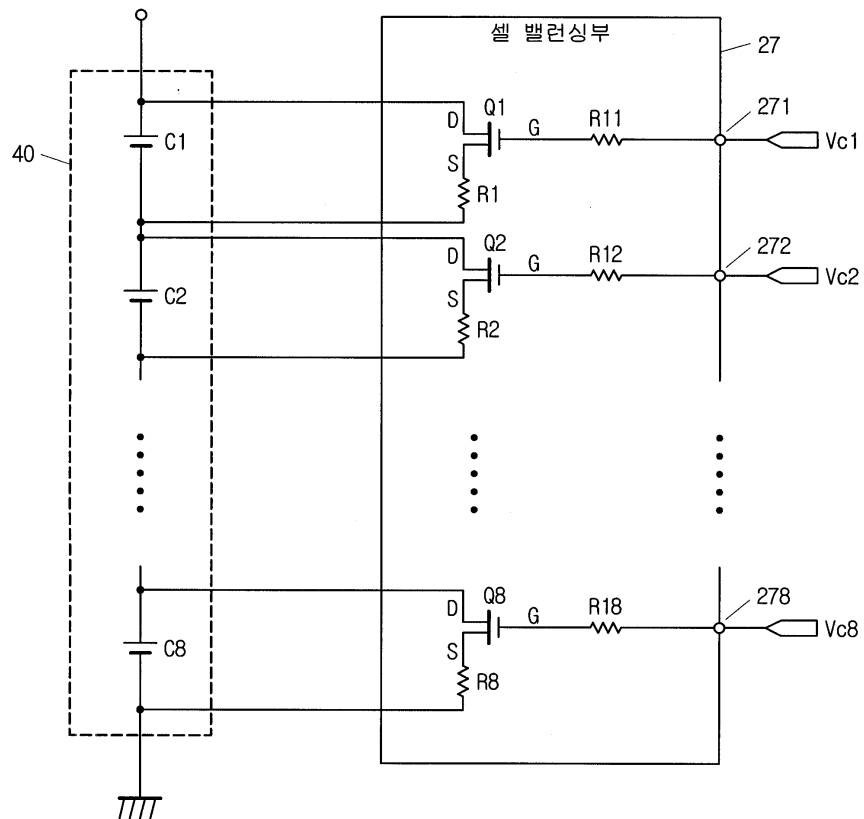
도면1



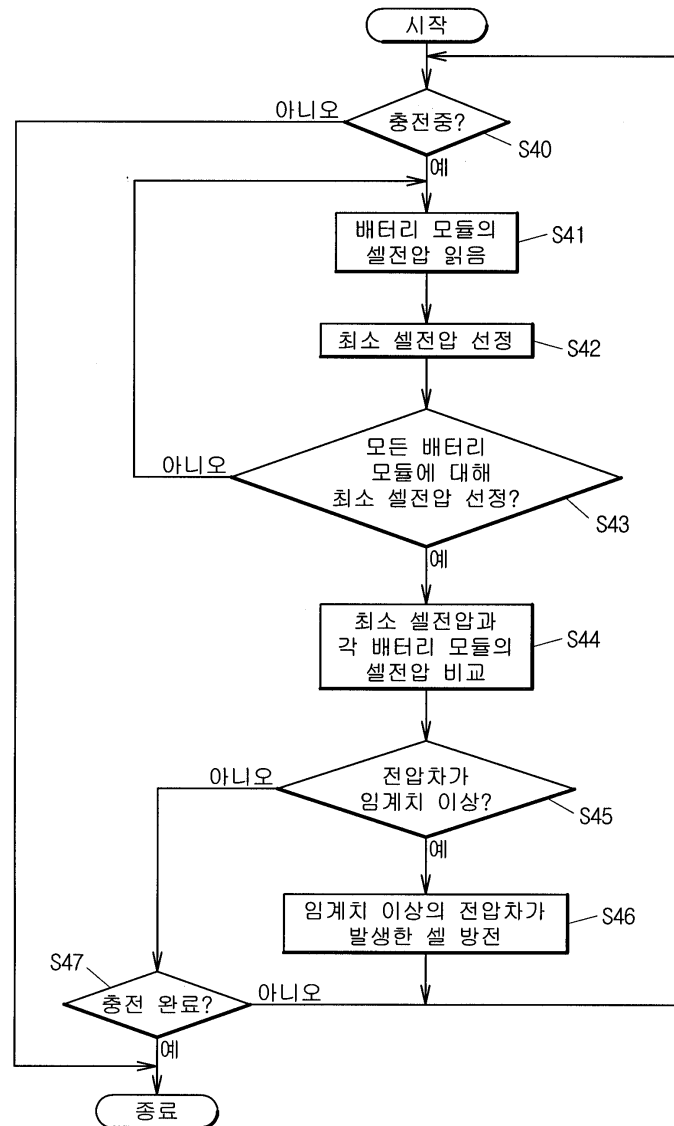
도면2



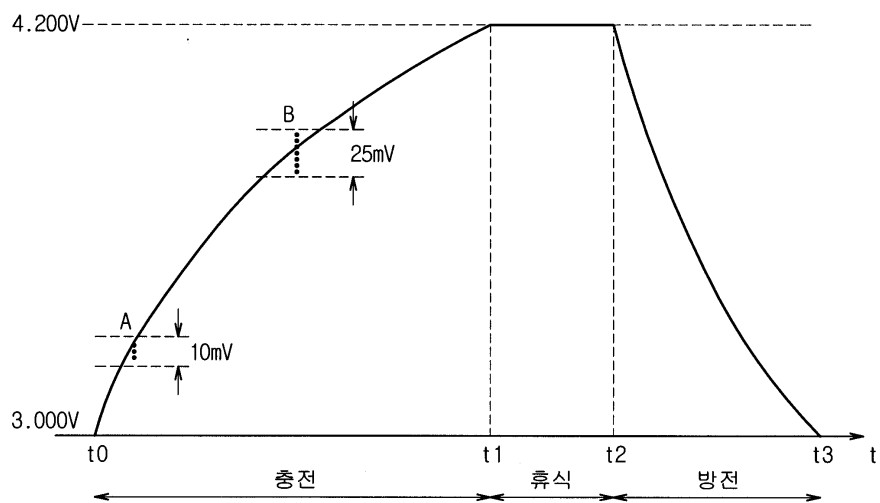
도면3



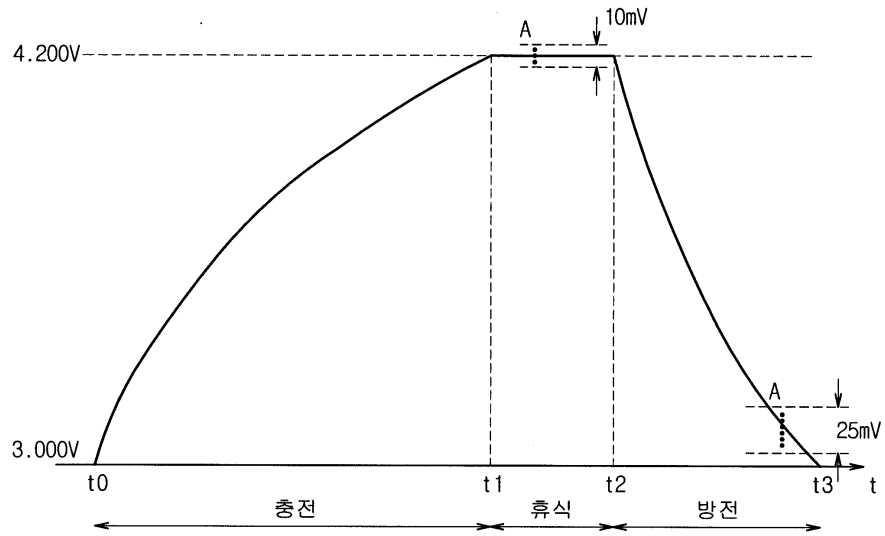
도면4



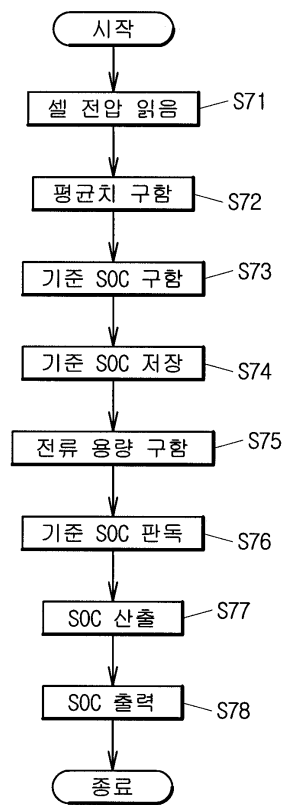
도면5



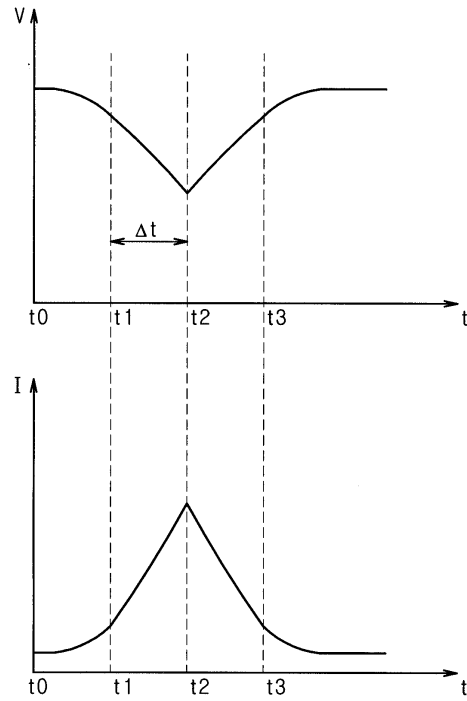
도면6



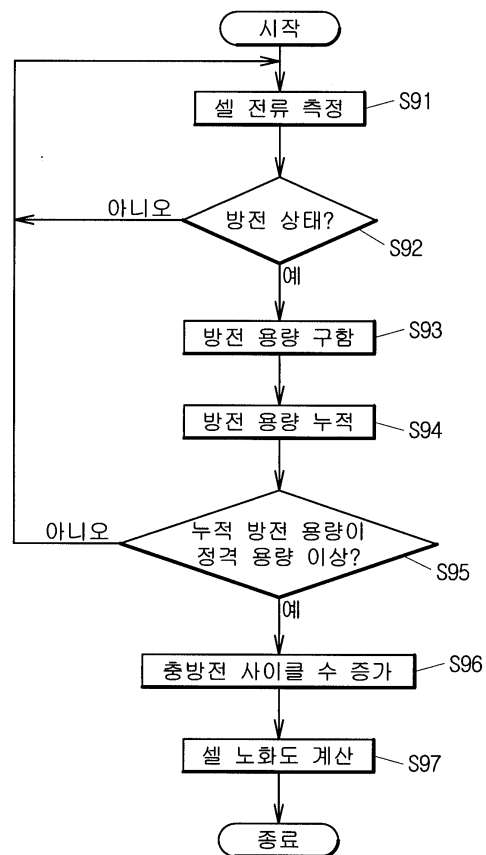
도면7



도면8



도면9



도면10

