



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월10일
 (11) 등록번호 10-1416308
 (24) 등록일자 2014년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01M 10/6563 (2014.01) H01M 10/625 (2014.01) (21) 출원번호 10-2011-0009423 (22) 출원일자 2011년01월31일 심사청구일자 2012년06월19일 (65) 공개번호 10-2012-0088219 (43) 공개일자 2012년08월08일 (56) 선행기술조사문헌 JP2000100481 A* KR100658623 B1* KR2019980062585 U* *는 심사관에 의하여 인용된 문헌	(73) 특허권자 한국과학기술원 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동) (72) 발명자 조동호 대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 6-6209호 (구성동) 김종우 대전광역시 유성구 문지로 193, 한국과학기술원 문지동캠퍼스 진리관 3층 (문지동) (뒷면에 계속) (74) 대리인 장수현
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

전체 청구항 수 : 총 2 항

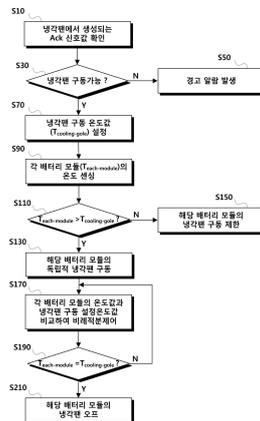
심사관 : 조수익

(54) 발명의 명칭 **전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법**

(57) 요약

본 발명의 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법은 (a) 모듈 단위로 구성되는 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 냉각팬이 구동 가능한 상태인지를 확인하는 단계; (b) 상기 단계(a)에서 상기 냉각팬이 구동 가능한 상태인 경우 상기 냉각팬의 구동 온도값을 설정하는 단계; (c) 상기 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 각 배터리 모듈의 온도를 감지하는 단계; (d) 상기 단계(c)에서 감지된 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 단계(b)에서 설정된 냉각팬 구동 설정 온도값을 비교하는 단계; 및 (e) 상기 단계(d)에서 상기 각 배터리 모듈의 온도값이 상기 냉각팬 구동 설정 온도값을 초과한 경우 해당 배터리 모듈의 냉각팬을 독립적으로 구동시키는 단계를 포함한다. 본 발명에 의하면, 각 배터리 모듈의 다소 상이한 온도 차이에 따라 모든 냉각팬을 동시에 구동하지 않고 배터리 온도 파라미터를 기반으로 독립적으로 냉각팬을 구동시킴으로써 순시 에너지 소비량을 줄이고 소음을 획기적으로 저감시킬 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

서동관

대전 유성구 문지동 문지로 119번지 한국과학기술
원 문지동 캠퍼스 진리관 3층

김중돈

대전 유성구 문지로 119번지 한국과학기술원 문지
동 캠퍼스 진리관 3층

특허청구의 범위

청구항 1

전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법으로서,

- (a) 모듈 단위로 구성되는 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 냉각팬이 구동 가능한 상태인지를 확인하는 단계;
- (b) 상기 단계(a)에서 상기 냉각팬이 구동 가능한 상태인 경우 상기 냉각팬의 구동 온도값을 설정하는 단계;
- (c) 상기 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 각 배터리 모듈의 온도를 감지하는 단계;
- (d) 상기 단계(c)에서 감지된 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 단계(b)에서 설정된 냉각팬 구동 설정 온도값을 비교하는 단계;
- (e) 상기 단계(d)에서 상기 각 배터리 모듈의 온도값이 상기 냉각팬 구동 설정 온도값을 초과한 경우 해당 배터리 모듈의 냉각팬을 독립적으로 구동시키고, 상기 각 배터리 모듈의 온도값이 상기 냉각팬 구동 설정 온도값보다 작거나 같은 경우 해당 배터리 모듈의 냉각팬 구동을 제한하는 단계;
- (f) 상기 단계(e) 이후에 상기 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 냉각팬 구동 설정 온도값을 비교하여 상기 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 냉각팬 구동 설정 온도값의 차이가 커질수록 해당 배터리 모듈의 냉각팬의 회전속도를 높이고, 상기 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 냉각팬 구동 설정 온도값의 차이가 작을수록 해당 배터리 모듈의 냉각팬의 회전속도를 줄이는 비례적분제어를 수행하는 단계; 및
- (g) 상기 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 냉각팬 구동 설정 온도값의 차이가 없는 경우 해당 배터리 모듈의 냉각팬을 오프시키는 단계를 포함하고,

상기 단계(a)는,

- (a1) 상기 모듈 단위로 구성되는 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 냉각팬에서 각 배터리 모듈의 냉각오류 상태값이 생성되는 단계;
- (a2) 상기 단계 (a1)에서 생성된 각 배터리 모듈의 냉각오류 상태값 중에서 1개 이상의 냉각오류 상태값이 1을 가지는 경우 상기 냉각팬의 구동이 불가능한 상태이고, 상기 각 배터리 모듈의 냉각오류 상태값이 0인 경우 상기 냉각팬의 구동이 가능한 상태인 것으로 판단하는 단계를 포함하는 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 (a2)에서 상기 냉각팬의 구동이 불가능한 상태인 경우 경고 알람이 발생하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법.

청구항 5

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기에너지를 동력원으로 사용하는 전기자동차 및 기타 전기 에너지를 사용하는 특수 차량 등의 이동체에 적용/탑재되는 중대형 배터리의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 21세기 전기자동차의 등장으로 에너지 공급원인 배터리 및 슈퍼커패시터 등 에너지 저장장치에 대한 중요성이 증대되었다. 다양한 전지 가운데 순간 방전률 성능이 우수하고 급속 충전이 가능한 리튬 폴리머 물질 기반의 전지가 전기자동차 및 기타 전기에너지를 사용하는 이동체에 널리 적용되고 있다.

[0003] 배터리는 흔히 볼 수 있는 휴대폰과 같은 모바일 기기, 기타 최소한의 전원을 필요로 하고 잔여 전력을 구비해야 하는 시스템에 필수적으로 적용되어 있다. 최근 신재생 에너지 분야에서는 풍력, 파력, 태양광 시스템에도 안정된 전원 공급과 충전이 가능한 2차 전지 채택 및 활용이 급격화되고 있으며, 나아가 차세대 자동차 산업에도 중대형 2차 전지를 이용한 자동차의 기술혁신과 기술개선을 꾀하고 있다. 이러한 모든 산업 전반에 2차 전지 배터리의 응용이 다각화됨으로 더욱 쓰임새와 활용범위가 커지고 있다.

[0004] 그러나, 슈퍼커패시터에 비해 에너지 밀도가 크고, 주요 전력 공급체로 사용되는 배터리는 슈퍼커패시터에 반해 운용 온도 범위가 매우 제한된다. 일반적인 리튬 폴리머 배터리는 상온 충전을 권장하며, 방전은 미소한 영하의 온도에서부터 방전이 가능하다.

[0005] 따라서, 정상적인 운용 및 차량 성능을 내려면 배터리 관리가 매우 중요하며 이는 곧, 배터리의 냉각장치 제어 및 기구 설계 기술에 종속된다고 해도 과언이 아니다. 현재 전기에너지를 사용하는 이동체에 배터리를 냉각하는 방식은 강제공냉, 순환식이 주류를 이루고 있다.

[0006] 도 1은 종래의 전기자동차에 적용된 리튬 이온 배터리를 나타내는 도면으로, 공랭식 냉각 방법으로 흡입(Intake)부와 방출(Outlet)부가 외부에 설치되어 있다. 도 2는 배터리 냉각을 위한 자연 순환식 공기 유로의 일반적인 형태를 나타내는 도면으로, 블로워 팬을 통해 유입되어 방출되는 공기에 의해 배터리를 냉각시킨다.

[0007] 특히, 전기에너지를 사용하는 이동체의 중대형 배터리는 여러 전지 또는 모듈이 직렬로 연결되어 하나의 팩으로 구성된다. 일반적으로 공랭식 냉각장치의 구성은 냉각팬이라는 장치를 이용하여 강제 냉각한다. 냉각팬의 수량은 모듈 수량 및 규모에 비례하여 많아지고 취부 위치도 각기 다르다. 그러나, 이러한 다수의 냉각팬을 이용하여 배터리 냉각을 하는데 있어 모든 냉각팬이 동시에 구동됨으로 순시 에너지 소비량이 많고 소음이 심하게 발생한다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 각 배터리의 모듈은 다소 상이한 온도차이가 발생함으로 모든 냉각팬을 동시에 구동하지 않고 배터리 온도 파라미터를 기반으로 독립적으로 냉각팬이 구동될 수 있도록 한 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법의 일 측면에 따르면, (a) 모듈 단위로 구성되는 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 냉각팬이 구동 가능한 상태인지를 확인하는 단계; (b) 상기 단계(a)에서 상기 냉각팬이 구동 가능한 상태인 경우 상기 냉각팬의 구동 온도값을 설정하는 단계; (c) 상기 전기자동차의 중대형 배터리 시스템의 각 배터리 모듈의 온도를 감지하는 단계; (d) 상기 단계(c)에서 감지된 각 배터리 모듈의 온도값과 상기 단계(b)에서 설정된 냉각팬 구동 설정 온도값을 비교하는 단계; 및 (e) 상기 단계(d)에서 상기 각 배터리 모듈의 온도값이 상기 냉각팬 구동 설정 온도값을 초과한 경우 해당 배터리 모듈의 냉각팬을 독립적으로 구동시키는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 의하면, 각 배터리 모듈의 다소 상이한 온도 차이에 따라 모든 냉각팬을 동시에 구동하지 않고 배터

리 온도 파라미터를 기반으로 독립적으로 냉각팬을 구동시킴으로써 순시 에너지 소비량을 줄이고 소음을 획기적으로 저감시킬 수 있다.

- [0011] 또한, 모듈 단위로 배터리 팩이 구성되는 전기에너지 기반 이동체 중대형 배터리의 냉각 시스템 설계에 또 다른 개선된 설계 방법을 제안할 수 있다.
- [0012] 또한, 각 배터리 모듈의 독립적 냉각 방식이 에너지 효율 측면에서 합리적으로 기술 경쟁력에 높은 우위를 점할 수 있다.
- [0013] 또한, 관련 배터리 관리 시스템(Battery Management System: BMS) 제어기의 로직 설계에 더 많은 인력이 필요함으로 일자리 창출 효과와 해당 분야 활성화를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 종래의 전기자동차에 적용된 리튬 이온 배터리를 나타내는 도면.
- 도 2는 배터리 냉각을 위한 자연 순환식 공기 유로의 일반적인 형태를 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법을 나타내는 도면.
- 도 4는 도 3에서 냉각팬의 비례적분제어 방식의 일예를 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 시스템의 2차 전지 잔존용량 연산 방법을 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 배터리 관리 시스템의 2차 전지 잔존수명 연산 방법을 나타내는 도면.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 중대형 에너지 저장장치의 모듈 관리 시스템을 나타내는 도면.
- 도 8은 중대형 에너지 저장장치 모듈의 시리얼 형식의 일예를 나타내는 도면.
- 도 9는 중대형 에너지 저장장치의 모듈관리 프로그램을 이용한 관리화면의 일예를 나타내는 도면.
- 도 10은 사용자가 에너지 저장장치의 성능 유지 및 관리를 위해 각 관련된 파라미터를 설정, 변경하는 튜닝 섹션(section)의 일예를 나타내는 도면.
- 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 중대형 에너지 저장장치의 모듈 관리 방법을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0016] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전기자동차 중대형 전지의 작동온도 최적화를 위한 독립 냉각 방법을 나타내는 도면이고, 도 4는 도 3에서 냉각팬의 비례적분제어 방식의 일예를 나타내는 도면이다.
- [0017] 도 3에 도시된 바와 같이, 1차적으로 다수의 냉각팬 장치가 구동 가능한지 하드웨어 상태를 냉각팬에서 생성되는 디지털 값을 갖는 Ack. 신호를 통해서 확인(S10)하여 냉각팬의 구동 여부를 판단(S30)한다. 이때 냉각팬에서 생성되는 Ack. 신호는 각 배터리 모듈의 냉각오류 상태값인 'Cooling fault' 상태값을 나타낸다.
- [0018] 단계S30에서 다수의 냉각팬의 'Cooling fault' 상태값을 확인한 결과 냉각팬 구동이 가능하지 않은 상태이면 경고 알람을 발생(S50)시킨다. 이때 냉각팬 구동이 가능하지 않은 경우는 다수의 냉각팬의 'Cooling fault' 상태값 중에서 1개 이상의 냉각팬의 'Cooling fault' 상태값이 1을 가지는 경우로서 이러한 경우 'Cooling fault' 활성화에 의해 경고 알람이 발생됨으로써 시스템 운용자는 발생된 경고 알람을 인식할 수 있게 된다.
- [0019] 한편, 단계S30에서 다수의 냉각팬의 'Cooling fault' 상태값을 확인한 결과 냉각팬 구동이 가능한 상태이면 냉

각팬 구동 온도값($T_{cooling-gole}$)을 설정(S70)한다. 이때 냉각팬 구동이 가능한 경우는 다수의 냉각팬의 'Cooling fault' 상태값이 0인 경우로서 이러한 경우에는 냉각팬을 독립적으로 구동시키기 위한 단계가 수행된다.

[0020] 단계S70에서 냉각팬 구동 온도값($T_{cooling-gole}$)이 설정된 이후에는 각 배터리 모듈에 서리된 온도센서에 의해 각 배터리 모듈의 온도($T_{each-module}$)가 감지(S90)된다.

[0021] 이어서, 단계S90에서 감지된 각 배터리 모듈의 온도($T_{each-module}$)값은 냉각팬 구동을 결정하는 문턱값(Threshold)인 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)과 독립적이면서 순차적으로 비교(S110)된다.

[0022] 단계S110에서 비교한 결과, 각 배터리 모듈의 온도($T_{each-module}$)가 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)을 초과하는 경우 즉, $T_{each-module} > T_{cooling-gole}$ 인 경우에는 해당 배터리 모듈의 냉각팬이 독립적으로 구동(S130)됨으로써 해당 배터리 모듈이 독립적으로 냉각된다. 이때 냉각팬 구동을 결정하는 문턱값(Threshold)은 개발자에 의해 정의된 값이다.

[0023] 한편, 단계S110에서 비교한 결과, 각 배터리 모듈의 온도($T_{each-module}$)가 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)보다 작거나 같은 경우 즉, $T_{each-module} \leq T_{cooling-gole}$ 인 경우에는 해당 배터리 모듈의 냉각팬 구동이 제한(S150)된다.

[0024] 이어서, 단계S150에서 각 배터리 모듈의 냉각팬이 독립적으로 구동된 이후에는 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)과 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)을 비교하여 비례적분제어(PI control)가 수행(S170)된다. 비례적분제어는 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)과 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)을 비교하여 각 배터리 모듈의 냉각팬을 제어하는 방식이다. 이러한 비례적분제어에 대해서는 첨부된 도 4를 참조하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0025] 이어서, 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)과 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)이 동일한지를 확인(S190)한다. 확인 결과 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)과 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)이 동일한 경우에는 해당 배터리 모듈의 냉각팬이 오프(S210)된다. 만약, 온도값이 동일하지 않은 경우에는 전술한 단계S170의 비례적분제어 단계가 수행된다.

[0026] 전술한 비례적분제어에 대해 설명하면, 도 4에서와 같이 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)과 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)이 비교되어 비례적분제어가 수행된다. 비례적분제어는 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)과 서모스탯(thermostat)에서 획득된 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)을 비교하여 온도값의 차이에 따라 해당 냉각팬(Cooler)으로 펄스폭 변조(PWM) 신호를 전송하는 제어 방식이다. 즉, 냉각팬 구동 설정 온도값($T_{cooling-gole}$)과 서모스탯(thermostat)에서 획득된 각 배터리 모듈의 온도값($T_{each-module}$)의 차이가 클수록 냉각팬의 회전속도가 빨라지고, 온도값의 차이가 작을수록 냉각팬의 회전속도가 줄어들도록 제어된다. 이와 같은 제어연산에 의한 제어연산 최종값($T_{control}$)은 $T_{control} = T_{each-module} - T_{cooling-gole}$ 와 같이 정의되며, 이때 제어연산 최종값($T_{control}$)이 허용된 오차 범위 내에서 미소하게 작은 값으로 수렴하여 그 값이 0이 되는 경우에는 해당 배터리 모듈의 냉각팬이 오프(off)되고 냉각 로직의 초기 상태로 전이된다.

[0027] 전술한 바와 같이 본 발명에서는 모듈 단위로 구성되는 중대형 배터리 시스템을 각 모듈에 설치된 온도센서의 독립적 온도 변화 차이를 이용하여 전체 냉각이 아닌 냉각팬 구동 문턱값(Threshold)을 초과하는 모듈에 해당되는 부분만을 냉각시킴으로써 에너지 효율을 극대화시킬 수 있다.

[0028] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 시스템의 2차 전지 잔존용량 연산 방법을 나타내는 도면이다.

[0029] 도 5에 도시된 바와 같이, 배터리 관리 시스템(BMS)에 구동 전원이 인가(S10)되어 활성화되면 전지의 충/방전 전류를 획득하는 센서(Shunt 또는 CT)와 전압 센서, 온도(thermostat) 센서가 초기화(S30)된다. 각각의 센서로부터 획득된 데이터값은 A/D 변환(S50)되어 BMS 제어기에서 디코딩(S70)된다.

[0030] 전지 잔존용량(SOC)을 결정짓는 Majority 파라미터는 크게 2가지로 개방회로전압(Open Circuit Voltage: OCV)

기반 전압값과 전류 적산에 의해 연산된 값이다. 이 2가지 값을 평균을 취하여 이퀄라이징(Equalizing)을 수행(S90)한다. 이에 대한 연산 방법을 하기에서 보다 구체적으로 설명한다.

[0031] 배터리 관리 시스템(BMS)의 활성화시 개방회로전압(Open Circuit Voltage: OCV) 즉, 무부하 상태에서 전지 전압 값을 읽어들이어 초기 용량값을 결정하는 매우 중요한 파라미터로 활용된다. 동시에 개방회로전압(OCV)을 통해 SOC 값으로 매칭하여 연산된다. 해당 파라미터와 연산은 일반적으로 전압변동이 적은 충/방전 상태 또는 무부하시에 반영한다.(V_{cell} Vs. SOC)

수학식 1

[0032]
$$\Delta V_{ocv} \rightarrow \frac{dV}{dt} \leq |V_{lim}| \rightarrow SOC_{- \Delta V_{ocv}}$$

[0033] 상기 수학식 1은 개방회로전압(OCV)의 전압값에 대해 변화가 미소한 안정된 범위에 있는지를 검사하고 안정된 상태에 있으면 개방회로전압(OCV)의 SOC값으로 매칭하는 연산방법을 나타낸다.

[0034] 아래는 전류 적산에 의한 SOC값을 산출하는 것으로 기존 모든 SOC 산출 로직에 적용된 방법으로, 하기의 수학식 2는 전지의 충전시에 대한 식으로 기존 저장되어 있던 용량에 충전되고 있는 전류에 대한 적산으로 나타낸 식이며, 수학식 3은 전지의 방전시 전류 적산을 방정식으로 현재 저장된 용량에 방전된 전류량을 감하는 것을 나타낸 식이다.

수학식 2

[0035]
$$I_{sum-charging} = \sum i_{storage} + \int_{t0}^{t1} \Delta i dt$$

수학식 3

[0036]
$$I_{sum-charging} = \sum i_{storage} - \int_{t0}^{t1} \Delta i dt$$

[0037] 하기의 수학식 4는 충/방전 전류 적산이 종료된 값에 대해 배터리 풀 충전시(full charging) 용량으로 나누고 100의 팩터를 통해 SOC 값으로 환산한다.

수학식 4

[0038]
$$\frac{I_{sum-charging} [Ah]}{I_{batt.total\ capacity} [Ah]} \times 100 = SOC_{I-sum}$$

[0039] 이어서, 오차 누적을 최소화하기 위하여 Minority 파라미터로 전지 온도, 전지 잔존수명(SOH)을 연산하는 2가지 파라미터를 통해 가감 연산을 수행(S110)한다. 이에 대한 연산 방법을 하기에서 보다 구체적으로 설명한다.

[0040] 하기의 수학식 5에서 산출된 SOC 값에 대한 보상 대책으로 전지 온도를 고려하는 연산 모듈을 정의한다. 일련의 전지 온도 특성맵을 참조하여 SOC 온도 보상값을 적용할 수 있다. 온도 특성 맵의 입력 파라미터는 전지의 평균 온도와 전지 평균 전압을 입력 파라미터로 정의하였다.

수학식 5

$$\Delta T_{cell-avg} \rightarrow$$

$$\Delta V_{cell-avg} \rightarrow \left(1 - \frac{SOC_{batt.temp}}{100}\right) \times 100 = SOC_{Temp-compen.}$$

[0041]

[0042]

또한, 전지 온도 보상 외에 전지 잔존 수명 파라미터를 반영한 SOC 보상으로 충/방전 횟수에 비례하여 잔존 수명이 감소하는 특성을 갖는다. 하기의 수학식 6은 전지 잔존 수명을 연산하고 수학식 7에 보상된 SOC를 산출하는 일련의 과정을 방정식을 통해 나타내었다.

수학식 6

$$Cycle\ No.\ total - \left| \frac{\int_{t0}^{t1} \Delta i dt [Ah]}{Q_{batt.chg-dchg\ capacity} [Ah]} \right| = Cycle\ No.\ decrease$$

[0043]

수학식 7

$$\left(1 - \frac{Cycle\ No.\ decrease}{Cycle\ No.\ total}\right) \times 100 = SOC_{cycle\ No.-compen.}$$

[0044]

[0045]

최종적으로 Majority 파라미터를 통해 산출된 전지 잔존용량(SOC) 값과 보상을 위한 Minority 파라미터를 통해 합산하여 Real SOC 값을 도출(S130)한다. 이에 대한 연산 방법을 하기에서 보다 구체적으로 설명한다.

[0046]

전술한 4가지의 SOC 산출 및 보상 연산 모듈을 통해 하기의 수학식 8와 같이 Real SOC값을 산출할 수 있다. 그러나 개방회로전압(OCV)에 의한 SOC값 모듈의 전압이 불안정한 경우 수학식 7와 같이 전류적산된 SOC값과 평균을 취하지 않고 전류적산된 SOC값만을 적용하고 온도 및 잔존 수명 부분을 보상한다.

수학식 8

$$\left(\frac{SOC_{I-sigma} + SOC_{-\Delta V_{OCV}}}{2}\right) \pm SOC_{Temp-compen} - SOC_{cycle\ No.-compen.} = SOC_{real}$$

[0047]

[0048]

상기 잔존용량 산출 연산 모듈에 대한 로직을 무한 루프(loop)로 반복함으로 Real SOC값을 연속하여 갱신하고 알 수 있게 된다.

[0049]

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 배터리 관리 시스템의 2차 전지 잔존수명 연산 방법을 나타내는 도면이다.

[0050]

본 발명에서는 전지의 잔존 수명 정확성 향상을 위해 획득되는 데이터의 파라미터 중 충/방전 전류량을 사용하였으며, 이는 풀 충전(full charging), 풀 방전(full discharging)을 잔존 수명 1 사이클(cycle)로 정의하는

방전심도(DOD: Deep of Discharge) 개념에 기인한다.

[0051] 도 6에 도시된 바와 같이, 배터리 관리 시스템(BMS)에 구동 전원이 인가(S10)되어 활성화되면 전지의 충/방전 전류를 획득하는 센서(Shunt 또는 CT)가 켜져 충/방전 전류값이 획득(S30)된다. 획득된 데이터는 A/D 변환(S50)되어 BMS 제어기에서 디코딩(S70)된다.

[0052] 해당 값은 하기의 수학적 식 9에서와 같이 전류량은 충/방전에 관계없이 절대값을 취하여 1차 연산인 전류 적산(S90)을 수행한다. 즉, 잔존 수명(SOH) 연산/도출을 위한 파라미터로 배터리 충/방전 전류 적산이 사용된다.

수학적 식 9

[0053]
$$\int_{t0}^{t1} \Delta i dt [Ah]$$

[0054] 1차 연산 수행과 동시에 배터리 관리 시스템(BMS)은 전류값을 기반으로 충/방전 또는 무부하 2가지의 상태를 검사하여 충/방전 중인지를 확인(S110)한다.

[0055] 배터리 관리 시스템(BMS)은 충/방전 중이면 연속하여 단계S90의 1차 연산을 수행함으로써 전류량을 산출한다. 그러나, 무부하 상태가 되어 충/방전이 종료되면 1차 연산을 중지하고 잔존 수명을 산출하기 위한 2차 연산을 수행(S130)한다. 즉, 충/방전 종료 여부를 검사하고 종료되면 절대값으로 적산된 전류량에 의해 잔존 수명을 산출하기 위한 2차 연산이 수행된다.

수학적 식 10

[0056]
$$Cycle\ No.\ total = \frac{\left| \int_{t0}^{t1} \Delta i dt [Ah] \right|}{Batt.\ chg - dchg\ capacity [Ah]}$$

[0057] 상기 수학적 식 10에서 적산된 충/방전 전류량을 배터리 충/방전 전류용량 합으로 나누고 배터리의 총 수명 사이클에서 빼주면 잔존수명이 연산된다. 즉, 적산된 충/방전 전류량을 배터리 풀충전/풀방전량으로 나누고 최근 업데이트된 잔존수명으로 빼주면 현재의 가용할 수 있는 전지의 잔존 수명을 알 수 있게 된다.

[0058] 단계S130에서 연산이 완료되어 갱신된 배터리의 잔존수명 데이터는 ROM(Read Only Memory) 또는 플래시 롬(Flash RAM) 등의 BMS 메모리에 저장(S150)된다. 이와 같이 저장된 배터리의 잔존수명 데이터는 배터리 관리 시스템(BMS)의 온/오프(On/Off)에 관계없이 항상 참조해야 하는 파라미터로서 배터리 관리 시스템(BMS)이 오프(Off)되어도 데이터가 저장되며, 배터리 관리 시스템(BMS)이 활성화(On)되었을 때 갱신된 잔존수명 데이터는 로딩(loading)되어 연산시 가용할 수 있는 최종 잔존수명의 파라미터에 반영된다. 즉, 잔존수명 데이터는 배터리 관리 시스템(BMS)의 메모리에 액세스(access)하여 반영구적으로 확보된다.

[0059] 최종적으로 해당 값을 모니터링(S170)함으로써 사용자가 전지의 성능을 관리할 수 있게 됨으로써 전지 사용에 최적 성능을 유지/확보하며 운영할 수 있게 된다.

[0060] 상기 로직은 배터리 관리 시스템(BMS)이 활성화(On) 상태일 때 잔존수명 산출 로직을 무한 루프(loop)로 반복한다.

[0061] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 중대형 에너지 저장장치의 모듈 관리 시스템을 나타내는 도면이다.

[0062] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 시스템은 중대형 에너지 저장장치의 모듈 단위의 실시간 관리를 위해, 배터리 제어기 역할을 수행하는 배터리 관리 시스템(Battery Management System: BMS)(10)과, 차량용 PC에 탑재되는 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)을 포함한다. 배터리 관리 시스템(BMS)(10)과 차량용 PC에 탑재되는 에

너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 상호간에 유기적인 데이터 교환이 가능하고 통신 오류에 강인할 수 있도록 CAN 통신 매체를 이용한다.

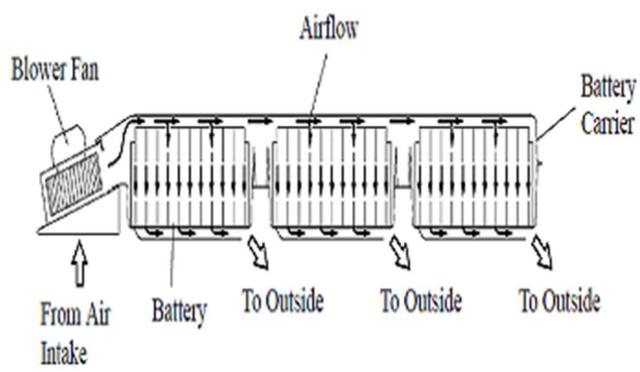
- [0063] 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 중대형 에너지 저장장치의 모듈별 잔존수명을 변경 및 설정한다. 즉, 제한된 사용 수명으로 모듈 교체시 수명값을 초기화하고, 설정된 값은 배터리 관리 시스템(BMS)(10)에 CAN 통신을 통해 전송되어 반영/적용될 수 있도록 한다.
- [0064] 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 중대형 에너지 저장장치의 모듈별 잔존수명 한계값을 설정한다. 즉, 제한된 사용 수명의 한계값을 설정함으로써 적절한 시기 즉, 물리적 수명이 다되어 사용할 수 없는 한계값을 적절히 설정함으로써 기타 잔존수명을 갖고 있는 주변 모델에 데미지(damage)를 최소화하고 정상적인 성능을 발휘하고 유지할 수 있는 파라미터 및 기능으로 활용된다.
- [0065] 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 중대형 에너지 저장장치의 모듈별 교체 횟수를 설정한다. 즉, 모듈의 교체된 횟수를 카운팅하고 설정함으로써 에너지 저장장치의 기구 설계 및 배치의 문제점은 물론 구동 시스템의 부하 정도를 조정하는 등 일련의 에너지 저장장치 관리에 있어 다양한 문제를 파악할 수 있는 파라미터 및 기능으로 활용할 수 있다.
- [0066] 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 배터리 관리 시스템(BMS)(10)에서 연산된 각 모듈의 잔존수명을 모니터링한다. 즉, 모듈이 설치되고 배터리 관리 시스템(BMS)(10)에서 연산된 각 모듈의 잔존수명 상태(값)를 사용자가 보고 전송한 바와 같이 고장진단 및 잔존수명 진행 상태를 참조하는 값으로 활용할 수 있다.
- [0067] 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)은 모듈별 시리얼과 잔존수명 로깅 기능을 갖는다. 즉, 이전 데이터 기록, 이력 변경, 통계 및 해석에 필요한 데이터 로깅(logging) 기능으로 txt 파일로 포맷된다. 로깅 파라미터는 각 모듈의 시리얼 번호, 모듈 번호, 잔존수명, 교체 횟수이다.
- [0068] 배터리 관리 시스템(BMS)(10)은 중대형 에너지 저장장치의 모듈별 잔존수명을 연산 및 갱신한다. 즉, 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)에서 설정된 값 즉, 에너지 저장장치의 모듈별 잔존수명값, 잔존수명 한계값, 교체횟수 설정값을 수신하여 메모리에 저장하고 잔존용량(SoC) 및 잔존수명(SoH) 연산에 반영한다. 그리고 업데이트된 데이터 값을 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)로 전송함으로써 에너지 저장장치 운용관리모듈(30)에서는 업데이트된 데이터 값을 모니터링한다.
- [0069] 도 8은 중대형 에너지 저장장치 모듈의 시리얼 형식의 일례를 나타내는 도면으로서, 모듈의 시리얼 형식은 크게 4가지로 분류된다. 예를 들어, 'OLEV'는 모듈 설계 및 운용 업체, 'MOD'는 모듈, '2010'은 조립 및 설치 연도, '001'은 교체 횟수를 나타낸다.
- [0070] 도 9는 중대형 에너지 저장장치의 모듈관리 프로그램을 이용한 관리화면의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0071] 도 9에 도시된 바와 같이, 중대형 에너지 저장장치의 UI 프로그램 부분으로, 에너지 저장장치의 전압, 전류, 온도, 잔존용량(SoC), 상태 정보, 결함 정보를 포함하는 다양한 정보와 함께 하단에 각 모듈 관리를 위한 부분이 있다. 각 모듈의 시리얼 번호, 모듈 번호, 잔존 수명값과 해당 파라미터들을 로깅할 수 있는 'Data log' 이벤트 버튼(31)과 배터리 관리 시스템(BMS)으로부터 연산된 현재의 각 모듈 잔존 수명값 업로드를 요청하는 'Data read' 이벤트 버튼(33)이 구비된다.
- [0072] 도 10은 사용자가 에너지 저장장치의 성능 유지 및 관리를 위해 각 관련된 파라미터를 설정, 변경하는 튜닝 섹션(section)의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0073] 도 10에 도시된 바와 같이, 인덱스 9번에 각 모듈의 잔존수명 초기화 및 변경이 가능하도록 수치를 기입하는 부분과 모듈의 잔존수명 한계값을 기입하는 부분에서 모듈의 잔존수명 수치 변경 및 한계값 설정이 가능하다. 모든 설정된 데이터 값을 공장 레벨(Factory level)로 초기화 할 수 있는 'Reset' 이벤트 버튼(35)과 UI 프로그램 상에서 설정, 변경된 값을 배터리 관리 시스템(BMS)으로 전송하여 반영시키기 위한 'Update' 이벤트 버튼(37)이 구비된다.

도면

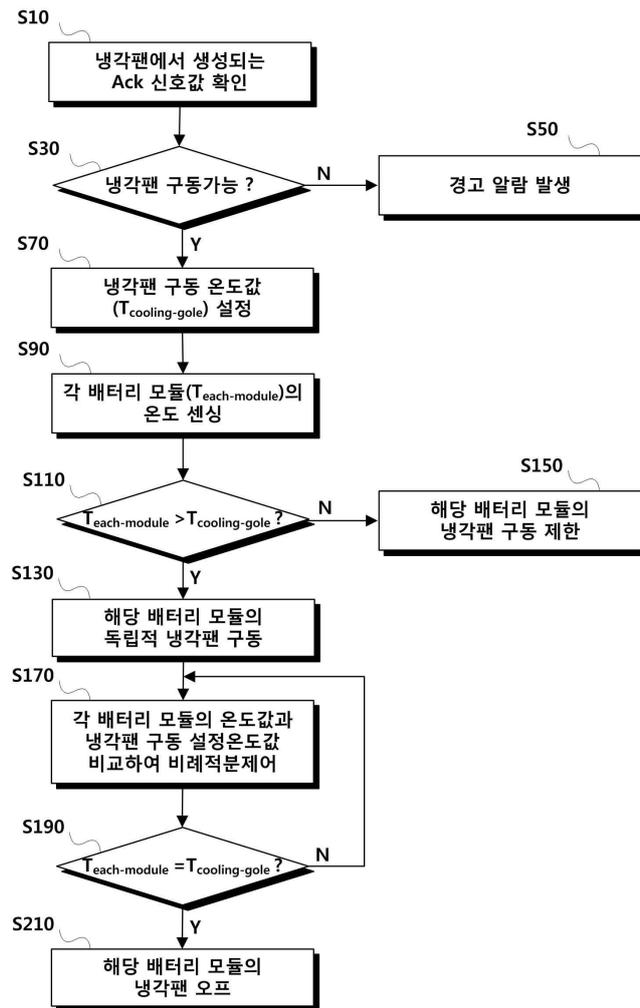
도면1



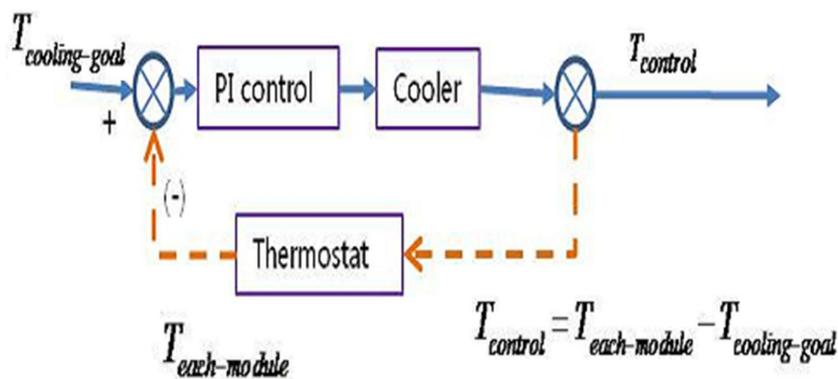
도면2



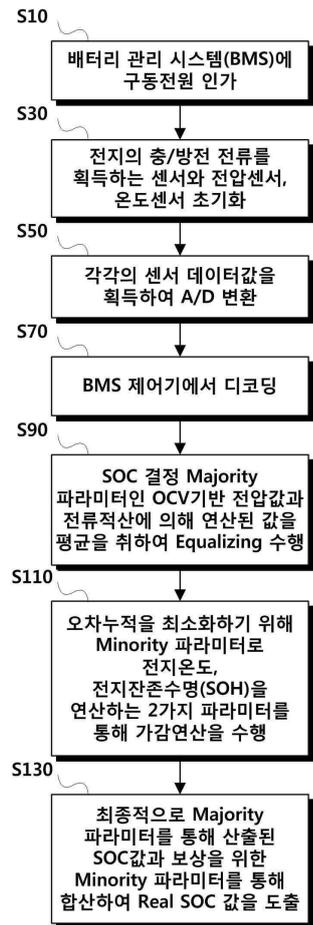
도면3



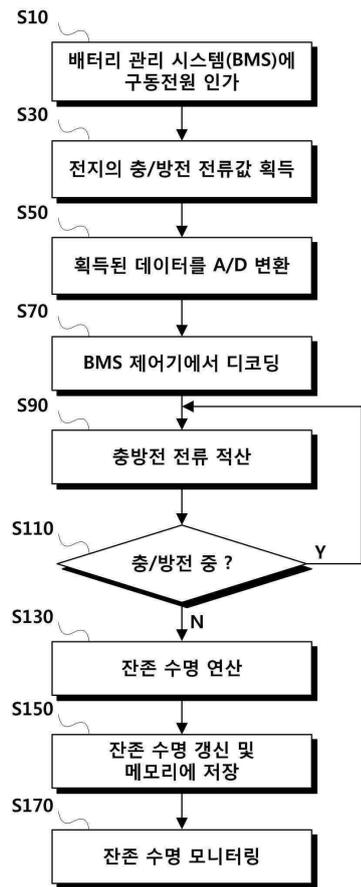
도면4



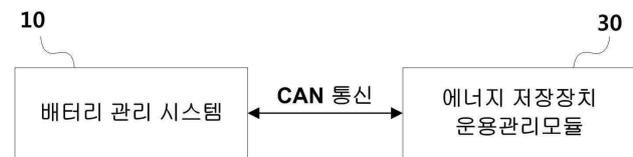
도면5



도면6



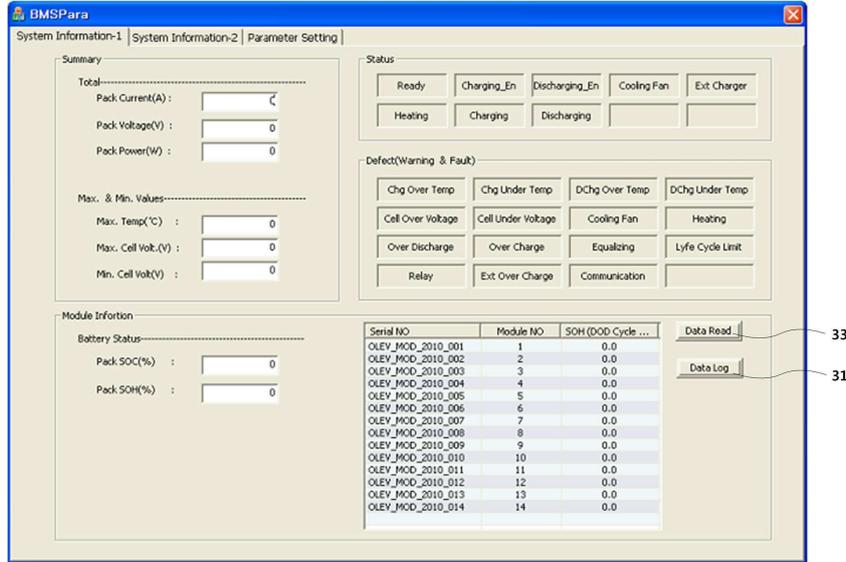
도면7



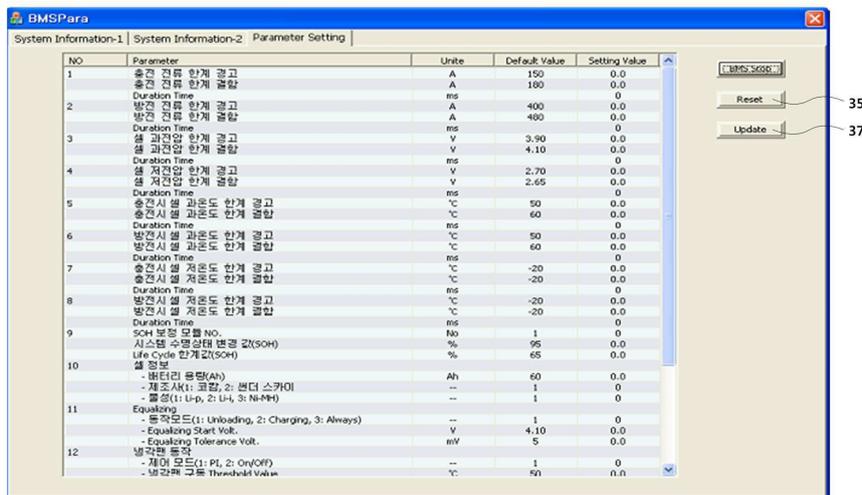
도면8



도면9



도면10



도면11

