

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023년 4월 6일 (06.04.2023)



(10) 국제공개번호
WO 2023/055136 A1

(51) 국제특허분류:

H02J 7/00 (2006.01)

G01R 31/382 (2019.01)

G01R 19/165 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

G08B 21/18 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2022/014675

(22) 국제출원일:

2022년 9월 29일 (29.09.2022)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0130275 2021년 9월 30일 (30.09.2021) KR

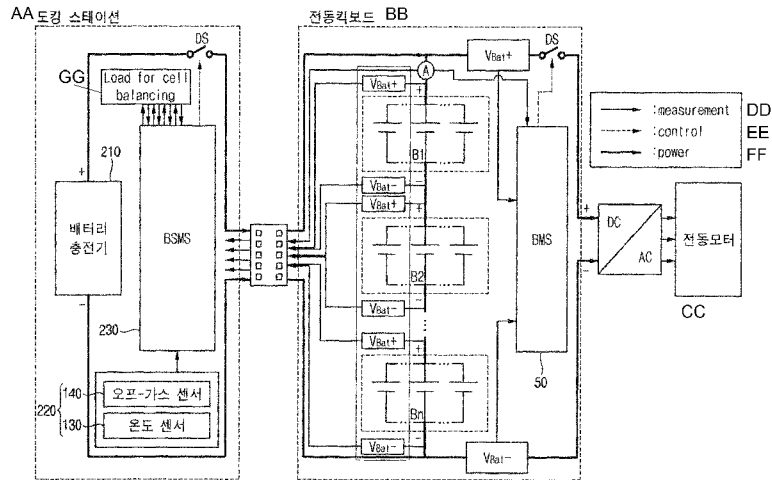
(71) 출원인: 한국기술교육대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 31253 충청남도 천

안시 동남구 병천면 충절로 1600, Chungcheongnam-do (KR).

(72) 발명자: 노대석 (RHO, Dae Seok); 31161 충청남도 천안시 서북구 봉서산1길 35, 111동 301호, Chungcheongnam-do (KR). 김지명 (KIM, Ji Myung); 31253 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1636, 201호, Chungcheongnam-do (KR). 최성문 (CHOI, Sung Moon); 28562 충청북도 청주시 서원구 1순환로633번길 51-1, Chungcheongbuk-do (KR). 김경화 (KIM, Kyung Hwa); 31253 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1634-15, 3동 402호, Chungcheongnam-do (KR). 정희철 (JUNG, Hui Cheol); 17855 경기도 평택시 비전3로 76, 101동 804호, Gyeonggi-do (KR). 김동근 (KIM, Dong Guen); 28114 충청북도 청주시 흥덕구 옥산면 덕촌덕질길 48-37, Chungcheongbuk-do (KR). 김동현 (KIM, Dong Hyeon); 16385 경기도 수원시 권선구 금곡로 20, 610동 1201호, Gyeonggi-do (KR). 황현석 (HWANG, Hyeon Seok);

(54) Title: BATTERY SAFETY OPERATING SYSTEM FOR SHARED ELECTRIC KICKBOARD, AND METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법



130 ... Temperature sensor
140 ... Off-gas sensor
210 ... Battery charger
AA ... Docking station
BB ... Electric kickboard
CC ... Electric motor
DD ... measurement
EE ... control
FF ... power
GG ... Load for cell balancing

(57) Abstract: A battery safety operating system for a shared electric kickboard, and a method therefor are disclosed. The battery safety operating system for a shared electric kickboard comprises a charging unit, a sensing unit, and a monitoring and control unit. The charging unit charges, with a charge, a lithium ion battery for an electric kickboard according to specifications of an electric motor. The sensing unit comprises a voltage sensor for detecting the charging voltage of the lithium ion battery, a current sensor for detecting the charging current of the lithium ion battery, a temperature sensor for detecting the temperature of the lithium ion battery, and an off-gas sensor for detecting the off-gas of the lithium ion battery. The monitoring and control unit performs a protection function on the lithium ion battery for an electric kickboard during charging and idle periods through an operating algorithm composed of a self-energy

17095 경기도 용인시 기흥구 덕영대로2077번길 33, 110
동 1401호, Gyeonggi-do (KR).

- (74) 대리인: 김민태 (KIM, Min-tae); 06224 서울특별시 강남구 논현로 414, 세일빌딩 5층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

balancing algorithm, a cell-balancing algorithm, and an off-gas detection algorithm, and cuts off a circuit by operating a switchgear device for separating the parallel connection between battery cells if it is determined that there is a risk of fire by detecting off-gas or self-energy balancing current on the basis of sensing data measured by means of the sensing unit.

(57) 요약서: 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법이 개시된다. 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템은, 충전부, 센싱부 및 감시제어부를 포함한다. 충전부는 전동 모터의 사양에 따라 전동킥보드용 리튬이온배터리에 전하를 충전한다. 센싱부는 리튬이온배터리의 충전 전압을 검출하는 전압 센서, 리튬이온배터리의 충전 전류를 검출하는 전류 센서, 리튬이온배터리의 온도를 검출하는 온도 센서 및 리튬이온배터리의 오프-가스를 검출하는 오프-가스 센서를 포함한다. 감시제어부는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 및 오프-가스 검출 알고리즘으로 구성된 운영 알고리즘을 통해 충전 및 휴지 기간 중 전동킥보드용 리튬이온배터리의 보호기능을 수행하되, 센싱부에 의해 측정된 센싱 데이터를 바탕으로 오프-가스 또는 셀프-에너지 밸런싱 전류가 감지되어 화재가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우, 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시켜 회로를 차단한다.

명세서

발명의 명칭: 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 리튬이온배터리에 대한 셀-밸런싱 알고리즘을 통한 셀간 전압 편차를 감소시킴으로써, 저전압 셀이 과충전되는 것을 방지할 수 있는 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근, 국내의 전동킵보드를 포함하여 1인용 전동이동장치 시장은 2017년의 8만대 수준에서 2022년엔 20만~30만대의 규모로 증가할 전망이다. 하지만, 전동킵보드에 배터리 운영 시스템(Battery Management System, BMS)가 설치되었음에도 불구하고, 발생한 화재사고 건수는 2018년에 5건, 2019년에 10건, 2020년에 39건으로 매년 늘어나는 추세이고, 그 중 대부분 화재사고는 충전 또는 휴지 기간 중 전동킵보드에 설치된 리튬이온배터리에서 발생한 것이다.
- [3] 하지만, 전동킵보드의 구조적인 측면에서 고성능의 배터리 보호장치를 설치할 공간이 매우 제한적이고 생산단가가 증가하는 문제가 발생하여, 화재사고에 대한 방지기능이 매우 취약한 실정이다. 특히, 공유형 전동킵보드의 경우, 사용 패턴이 일정하지 않고 운전 성향이 다른 다수의 사용자들이 공유하는 특성으로 인하여, 전동킵보드용 리튬이온배터리는 열화가 더 많이 진행될 수 있고, 화재사고에 더 쉽게 노출될 수 있다.
- [4] 한편, 전동킵보드용 배터리팩은 전동 모터의 정격전압에 따라 여러 개의 소용량 원통형 리튬이온배터리를 직렬, 병렬조합으로 구성하고, 이 배터리팩을 보호하고 안전하게 운용하기 위하여 도 1과 같이 전동킵보드의 본체에 BMS가 설치된다.
- [5] 도 1은 일반적인 전동킵보드의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- [6] 도 1을 참조하면, BMS는 리튬이온배터리의 출력 전압 및 전류를 측정하고, 이를 바탕으로 리튬이온배터리에서 과전압, 과전류, 과방전, 과충전 등과 같은 문제가 발생할 경우, 회로(DS)를 빠르게 차단하여 화재사고가 발생하는 것을 방지한다.
- [7] 하지만, 이러한 BMS가 전동킵보드에 설치되어 있지만, 전동킵보드의 구조적인 측면에서 고성능의 배터리 보호장치를 설치할 공간이 매우 제한적이고 생산단가가 증가하는 문제가 발생하여, 화재사고에 대한 방지기능이 매우 취약한 실정이다.
- [8] 특히, 공유형 전동킵보드의 경우, 사용 패턴이 일정하지 않고 운전성향이 다른

다수의 사용자들이 공유하는 특성으로 인하여, 전동킥보드용 리튬이온배터리는 열화가 더 많이 진행될 수 있고, 화재사고에 더 쉽게 노출될 수 있다.

[9] [선행기술문헌]

[10] [특허문헌]

[11] (특허문헌 0001)한국공개특허 제2021-0100233호(2021. 08. 17.)(배터리 충전 관리 시스템 및 충전 관리 방법)

[12] (특허문헌 0002)한국등록특허 제10-2205841호(2021. 01. 15.)(배터리의 상태를 추정하는 방법 및 장치)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에 착안한 것으로, 본 발명의 목적은 기존의 전동킥보드용 BMS가 갖고 있는 문제점을 해결하고 배터리에 대한 효과적인 보호 기능을 제공하기 위해, 리튬이온배터리에 대한 셀-밸런싱 알고리즘을 통한 셀간 전압 편차를 감소시킴으로써, 저전압 셀이 과충전되는 것을 방지할 수 있는 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템을 제공하는 것이다.

[14] 본 발명의 다른 목적은 상기한 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템을 이용한 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[15] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템은, 충전부, 센싱부 및 감시제어부를 포함한다. 상기 충전부는 전동 모터의 사양에 따라 복수의 배터리 셀들의 직/병렬 조합으로 구성된 전동킥보드용 리튬이온배터리에 전하를 충전한다. 상기 센싱부는 상기 리튬이온배터리의 충전 전압을 검출하는 전압 센서, 상기 리튬이온배터리의 충전 전류를 검출하는 전류 센서, 상기 리튬이온배터리의 온도를 검출하는 온도 센서 및 상기 리튬이온배터리의 오프-가스를 검출하는 오프-가스 센서를 포함한다. 상기 감시제어부는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 및 오프-가스 검출 알고리즘으로 구성된 운영 알고리즘을 통해 충전 및 휴지 기간 중 상기 전동킥보드용 리튬이온배터리의 보호기능을 수행하되, 상기 센싱부에 의해 측정된 센싱 데이터를 바탕으로 오프-가스 또는 셀프-에너지 밸런싱 전류가 감지되어 화재가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우, 상기 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시켜 회로를 차단한다.

[16] 일실시예에서, 상기 감시제어부는, 상기 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘을 통해 각 배터리 셀의 전압, 전류, 온도를 측정하여 배터리 셀의 상태가 정상범위에 있는지 판단하고, 배터리 셀의 상태가 비정상이거나 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치를 초과하는 경우, 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를

동작시킬 수 있다.

- [17] 일실시예에서, 상기 감시제어부는, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치 미만인 경우, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하는지를 판단하고, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하면 상기 셀-밸런싱 알고리즘을 통해 배터리 셀 간 전압편차를 최소화할 수 있다.
- [18] 일실시예에서, 상기 감시제어부는, 상기 오프-가스 검출 알고리즘을 통해 오프-가스가 검출되고 리튬이온배터리의 온도가 설정값에 도달하는 경우, 회로를 차단하여 화재가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [19] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 방법은, 전동킥보드용 리튬이온배터리를 구성하는 각 셀들에 대해 셀 전압 및 전류를 측정하고, 각 운용 모드를 k 로 지정하는 제1 단계; $k=1$ 인 셀-밸런싱 운용 모드인 경우, 측정된 최소 셀전압(V_{min})을 셀-밸런싱 기준전압으로 상정하고, n 번 셀의 단자전압(V_{celln})과 최소전압(V_{min})의 차전압(ΔV_n)을 제조사에서 제공되는 셀간 허용전압차(V_{allow})와 비교하는 제2 단계; 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 큰 경우, 셀-밸런싱에 필요한 방전용량을 산정하여 셀-밸런싱을 수행한 후, 상기 차전압(ΔV_n)을 다시 산정하고 셀간 허용전압차(V_{allow})와의 비교를 통하여 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 이내로 밸런싱되었는지 확인하는 제3 단계; 재산정한 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 큰 경우 셀-밸런싱을 다시 수행하고, 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 작은 경우, 다음 셀에 대한 셀-밸런싱을 수행하고, n 이 최대값에 도달하면 제1 단계로 피드백하여 다음 운용 모드로 진행하는 제4 단계; $k=2$ 인 오프-가스 검출 운용 모드인 경우, 오프-가스 센서, 유사 가스 센서 및 온도 센서에 대하여 작동 여부를 확인하되, 상기 오프-가스 센서가 작동하면 상기 유사 오프-가스 센서를 통하여 검출된 가스가 리튬이온배터리에서 발생한 오프-가스가 맞는지 확인하고, 배터리 셀의 온도가 허용값을 초과할 경우 충전 회로를 차단하고 공유형 전동킥보드 관리자에게 알리고 다음 운용 모드로 진행하는 제5 단계; 및 $k=3$ 인 셀프-에너지 밸런싱 운용 모드인 경우, 배터리 안전 운영 시스템(Battery Safety Management System, BSMS)의 동작상태를 확인하고, 휴지상태일 경우, 각 배터리 셀들의 전압 및 전류를 측정하여, 셀프-에너지 밸런싱 전류의 크기(I_n)를 허용값(I_{ref})과 비교하는 제6 단계를 포함한다.
- [20] 일실시예에서, 상기 제2 단계에서, 상기 차전압(ΔV_n)이 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 작은 경우, 셀간 충전상태(state of charge, SOC) 및 단자전압 편차가 비교적 작으므로, 다음 셀에 대한 셀-밸런싱을 수행할 수 있다.
- [21] 일실시예에서, 상기 제6 단계에서, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류의 크기(I_n)가 허용값(I_{ref})보다 큰 경우, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류를 차단하기 위하여 셀스위치를 작동하고 관리자에게 알릴 수 있다.

발명의 효과

- [22] 이러한 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템 및 그 방법에 의하면, 리튬이온배터리에 대한 효과적인 보호 기능을 제공하기 위해, 리튬이온배터리에 대한 셀-밸런싱 알고리즘을 통한 셀간 전압 편차를 감소시킴으로써, 저전압 리튬이온배터리 셀이 과충전되는 것을 방지할 수 있다. 또한 유사 가스에 의해 오동작을 일으키지 않고, 오프-가스를 정확하게 검출하여 열폭주의 초기 단계에서 충전 회로를 효과적으로 차단하여 전동킥보드용 리튬이온배터리에서 발생하는 화재사고를 미연에 방지할 수 있다. 또한 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘에 따라 셀프-에너지 밸런싱 전류를 차단하여, 이로 인한 화재가 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 일반적인 전동킥보드의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
 [24] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템(Battery Safety Management System, BSMS)을 설명하기 위한 개념도이다.
 [25] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템(BSMS)을 설명하기 위한 구성도이다.
 [26] 도 4는 셀프-에너지 밸런싱 현상의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
 [27] 도 5는 리튬이온배터리의 열 폭주 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.
 [28] 도 6은 오프-가스 센서의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
 [29] 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d는 BSMS의 전체 동작을 설명하기 위한 흐름도들이다.
 [30] 도 8은 BSMS 하드웨어 설명하기 위한 구성도이다.
 [31] 도 9는 BSMS 소프트웨어를 설명하기 위한 도면이다.
 [32] 도 10은 오프-가스 검출 시험의 전압 및 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 [33] 도 11은 셀-밸런싱 시험에서 셀 전압의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 [34] 도 12는 셀프-에너지 밸런싱 시험에서 전류의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [36] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여

실제보다 확대하여 도시한 것이다.

- [37] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [38] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [39] 또한, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [40] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템(Battery Safety Management System, BSMS)을 설명하기 위한 개념도이다.
- [41] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 공유형 전동킥보드의 BSMS는 공유형 전동킥보드용 도킹스테이션에 설치되어, 충전 및 휴지 기간 중 여러 개의 전동킥보드에 대한 감시 기능 및 보호 기능을 동시에 수행한다.
- [42] 또한 공유형 전동킥보드의 BMS는 각 전동킥보드에 설치되어 운행 중 배터리에 대한 보호 기능을 수행하여, 기존의 전동킥보드용 BMS가 갖고 있는 문제점들을 해결하고 배터리에 대한 효과적인 보호 기능을 제공한다.
- [43] 여기서, 리튬이온배터리의 안전성을 강화한 BSMS는, 도 3과 같이, 측정된 전류, 전압, 온도 및 오프-가스 데이터를 바탕으로, 오프-가스 검출 알고리즘, 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘 및 셀-밸런싱 알고리즘으로 구성된 BSMS의 운용 알고리즘을 통하여 충전 및 휴지 기간 중 배터리에 대한 보호를 수행하고, 기존의 BMS는 운행 중 과방전 및 과전류 방지와 같은 배터리 보호 기능을 수행한다.
- [44] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템(BSMS)을 설명하기 위한 구성도이다.
- [45] 도 3을 참조하면, 기존의 BMS(50)는 각 전동킥보드에 설치되어 운행 중 배터리에 대한 보호 기능을 수행한다. 즉, 기존의 BMS(50)는 전류 센서(110)에서 측정된 전류 신호를 근거로 배터리에 과전류가 흐르지 않도록 하여 배터리를

보호하고, 전압 센서(120)에서 측정된 전압 신호를 근거로 배터리에 과충전이 되지 않도록 하여 배터리를 보호한다.

- [46] 또한 본 발명에 따른 BSMS(200)는 공유형 전동킥보드용 도킹스테이션에 설치되어, 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 오프-가스 검출 알고리즘으로 구성된 운영 알고리즘을 통해 충전 및 휴지 기간 중 여러 개의 전동킥보드에 대한 감시 및 보호 기능을 동시에 수행한다. 즉, BSMS(200)는 전류 센서(110)에서 측정된 전류 신호, 전압 센서(120)에서 측정된 전압 신호, 온도 센서(130)에서 측정된 온도 신호, 오프-가스 센서(140)에서 측정된 오프 가스 신호를 근거로 과충전을 방지하고, 과전류, 과전압, 과온도 및 오프-가스의 발생을 차단하여 화재 사고를 방지하고, 휴지기 배터리를 보호하고, 배터리 셀-밸런싱을 한다.
- [47] 또한 본 발명에 따른 BSMS(200)는 배터리 온도가 기준 온도를 초과하는 것으로 체크되면, 충전 프로세스를 종료하고 그럼에도 배터리 온도가 계속 증가하는 것으로 체크되면 경고 시스템(300)을 통해 운영자에게 경고 처리하고 전동킥보드의 접근을 금지시킨다.
- [48] 이하, 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘에 대해서 설명한다.
- [49] 전동킥보드용 리튬이온배터리는 전동 모터의 사양에 따라 여러 개의 배터리 셀들의 직/병렬 조합으로 구성된다. 조합된 배터리 셀들은 운용되거나 시간이 지나면서 서로 상태의 편차가 달라져 도 4와 같은 현상이 발생할 수 있다.
- [50] 도 4는 셀프-에너지 밸런싱 현상의 개념을 설명하기 위한 도면이다.
- [51] 도 4를 참조하면, 배터리 셀들 중 일부가 열화되어 고유의 용량이 감소되는 경우, 용량의 여유가 있는 병렬 연결된 다른 배터리 셀들로부터 열화된 배터리 셀로 에너지가 흐르게 되는데, 이러한 현상을 셀프-에너지 밸런싱이라고 정의한다.
- [52] 이것은 직렬 연결된 배터리 셀 간에 나타나는 OCV(open circuit voltage) 편차와는 달리, 병렬로 연결되어 있어 전압에 의한 검출이 어렵기 때문에 일반적인 BMS의 기능으로는 보호가 불가능하다. 특히, 충전을 완료하여 배터리랙의 충전상태(state of charge, SOC)가 높은 경우, 상대적으로 열화된 일부 배터리 셀들이 셀프-에너지 밸런싱 현상에 의해 과충전되어, 전동킥보드의 화재를 유발할 가능성이 있다.
- [53] 따라서, 본 발명에서는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘에 따라, 각 배터리 셀의 전압, 전류, 온도를 측정하여 배터리 셀의 상태가 정상범위에 있는지 판단하고, 배터리 셀의 상태가 비정상이거나 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치를 초과하는 경우, 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시킨다.
- [54] 한편, 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치 미만인 경우, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하는지 판단하고, 이 값을 초과하면 셀-밸런싱을 수행한다.
- [55] 이하, 셀-밸런싱 알고리즘에 대해서 설명한다.
- [56] 공유형 전동킥보드를 장기간 운용할 경우, 전동킥보드용 배터리 셀의 고유

내부저항의 차이에 따라 각 배터리 셀의 내부에서 소모되는 에너지의 양이 다르므로, 각 배터리 셀들의 SOC(state of charge) 및 단자전압에 편차가 발생하게 된다.

[57] 또한, 배터리팩은 통상적으로 전용 충전기에 의해 CC-CV(Constant Voltage-Constant Current) 방식으로 충전되는데, 여기서 충전기는 배터리팩의 단자전압을 감지하여 충전 상한전압까지 배터리팩을 충전하므로, 배터리팩 내부의 직렬 연결된 각 셀들은 상태 편차에 따라 과충전되거나 적게 충전되어, 전기적 스트레스로 인한 화재발생의 원인이 될 수 있다.

[58] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에서는 배터리 셀 간 전압 편차를 바탕으로 각 배터리 셀에 대한 적정 방전용량을 산정하고, 해당 용량만큼 셀-밸런싱을 수행하여 배터리 셀 간 전압편차를 최소화 하는 셀-밸런싱 알고리즘을 제안한다.

[59] 구체적으로, 본 발명은 수식 (1)과 같이 리튬이온전지 정격용량($Q_{manu(Ah)}$) 및 셀전압을 이용하여 배터리 셀의 등가 커패시턴스(C_{cell})를 나타내고, 이 식을 적정 방전용량(Q_{CB}) 계산식인 수식 (2)에 대입하여 수식 (3)을 구한다. 한편, 수식 (3)에 리튬이온배터리의 정격용량, 측정된 셀전압 및 셀전압과 기준전압의 편차를 대입하여 셀-밸런싱에 필요한 방전용량(Q_{CB})을 정확하게 산정한다.

[60]
$$C_{cell} = \frac{Q_{(As)}}{V_{cell}} = \frac{3600 \cdot Q_{manu(Ah)}}{V_{cell}} \quad (1)$$

[61]
$$Q_{CB} = C_{cell} \cdot \Delta V_n \quad (2)$$

[62]
$$Q_{CB} = \frac{Q_{manu(Ah)} \cdot \Delta V}{3600 \cdot V_{cell}} \quad (3)$$

[63] 여기서, C_{cell} 은 배터리 셀의 등가 커패시턴스이고, V_{cell} 은 측정된 단자 전압이고, $Q_{manu(As)}$ 는 $A \cdot s$ 단위의 용량이고, $Q_{manu(Ah)}$ 는 배터리 제조사에서 제공하는 $A \cdot h$ 단위의 정격용량이고, ΔV 는 측정된 최소전압과 셀밸런싱을 수행하는 셀의 단자전압의 차이이고, Q_{CB} 는 셀밸런싱에 필요한 방전용량이다.

[64] 이하, 오프-가스 검출 알고리즘에 대해서 설명한다.

[65] 리튬이온배터리에서 발생하는 열폭주의 발생 메커니즘은 일반적으로 도 5와 같이 3개의 단계로 나타낼 수 있다.

[66] 도 5는 리튬이온배터리의 열 폭주 메커니즘을 설명하기 위한 도면이다.

[67] 도 5를 참조하면, 1단계(STAGE 1)에서 대표적인 현상은 리튬이온배터리가

지속적인 전기적 스트레스에 노출될 경우, 배터리 셀 내부온도의 상승으로 인하여 전해질이 기화되어 오프-가스가 발생한다. 1단계에서는 이러한 오프-가스를 조기에 검출하여 회로차단과 같은 전기적인 방식으로 리튬이온배터리에서의 화재가 2단계로 악화되는 것을 방지할 수 있다.

- [68] 2단계(STAGE 2)에서는 배터리 셀 내부온도의 급격한 상승과 함께 분리막이 파괴되고 양극재가 분해되면서 산소가 발생하므로, 전기적인 조치뿐만 아니라 강제적으로 온도를 낮추는 소방 조치도 동반하여야 마지막 단계인 열폭주로 이어지는 것을 방지할 수 있다.
- [69] 3단계(STAGE 3)에서 리튬이온배터리는 자체적으로 발생시키는 열과 산소로 인하여 일반적인 소화장비로는 소화시킬 수 없다.
- [70] 따라서, 추가적인 소방조치가 필요한 2단계(STAGE 2)나 화재를 막을 수 없는 3단계(STAGE 3)로 이어지는 것을 방지하기 위하여, 1단계(STAGE 1)에서 발생하는 오프-가스를 조기에 검출하여 회로를 차단하는 것이 가장 효과적이다.
- [71] 하지만, 외부에서 유입된 유사 가스로 인한 BSMS의 오작동으로 인하여, 공유형 전동킥보드를 운용함에 있어서 문제점이 발생할 수 있다.
- [72] 따라서, 본 발명에서는 오프-가스를 정확하고 효과적으로 검출하기 위하여, 도 6에 도시된 바와 같이, 오프-가스 센서를 배터리팩에 설치한다.
- [73] 도 6은 오프-가스 센서의 배치를 설명하기 위한 구성도이다.
- [74] 도 6을 참조하면, 전동킥보드 하우징(30) 내에는 배터리팩(40)과 BMS(50)가 배치되고, 온도 센서(130), 오프-가스 센서(140) 및 유사 가스 센서(150)는 전동킥보드 하우징과 BSMS(200) 사이에 배치된다.
- [75] 이에 따라, 외부에서 유입되는 유사 가스로부터의 영향을 최소화하고, 유사 가스 센서(150)는 전동킥보드함과 배터리팩(40) 사이에 설치하여 오프-가스 센서(140)의 검출결과에 대하여 정확도를 향상시킨다. 또한, 열폭주의 2단계(STAGE 2)에 가까워지면 리튬이온배터리의 온도상승이 확연하게 나타나므로, 오프-가스가 검출되고 리튬이온배터리의 온도가 설정값에 도달하는 경우, 오프-가스 검출 알고리즘에 따라 회로를 차단하여 화재가 발생하는 것을 미연에 방지한다.
- [76] 이하, 전동킥보드용 리튬이온배터리에 대한 BSMS의 운용 알고리즘에 대해서 설명한다.
- [77] 상기한 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 오프-가스 검출 알고리즘을 바탕으로 전동킥보드용 리튬이온배터리에 대한 BSMS의 운용 알고리즘을 설명한다.
- [78] 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d는 BSMS의 전체 동작을 설명하기 위한 흐름도들이다.
- [79] 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d를 참조하면, 전동킥보드의 리튬이온배터리의 각 셀 전압 및 전류를 측정한다(단계 S100).
- [80] 이어, 각 셀을 넘버링하고, 초기값 n을 1로 설정한 후(단계 S102), 운용 모드 k를

설정한다(단계 S104). 여기서, k=1은 셀-밸런싱 운용 모드를 나타내고, k=2는 오프-가스 검출 운용 모드를 나타내며, k=3는 셀프-에너지 밸런싱 운용 모드를 나타낸다.

[81] 이어, 설정된 운용 모드로 k=1인지를 체크한다(단계 S106).

[82] 단계 S106에서, 설정된 운용 모드로 k=1로 설정된 것으로 체크되면, 즉 설정된 운용 모드가 셀-밸런싱으로 체크되면, 측정된 최소 셀전압(Vmin)을 셀-밸런싱 기준전압으로 상정하고(단계 S108), n번 셀의 단자전압(Vcell,n)과 최소 셀전압(Vmin)을 비교하고, n번 셀의 단자전압(Vcell,n)과 최소 셀 전압(Vmin)의 전압차(ΔV_n)를 상정한다(단계 S110).

[83] 이어, 상기한 전압차(ΔV_n)가 제조사에서 제공하는 셀간 허용전압차(Vallow)보다 작은지의 여부를 비교한다(단계 S112).

[84] 상기한 전압차(ΔV_n)가 셀간 허용전압차(Vallow) 보다 작은 것으로 체크되면, 셀-밸런싱에 필요한 방전용량을 상술된 수식 (3)을 이용하여 상정한다(단계 S114).

[85] 이어,
$$Q_{CB} = \int_0^{tend} I(t) dt$$
 를 만족하는 시간(tend) 동안 리튬이온배터리를

방전하여 셀-밸런싱을 수행한다(단계 S116).

[86] 상기한 셀-밸런싱을 수행 후 n번 셀의 단자전압(Vcell,n)과 최소 셀전압(Vmin)의 전압차(ΔV_n)를 상정한다(단계 S118).

[87] 이어, 상기한 전압차(ΔV_n)가 제조사에서 제공하는 셀간 허용전압차(Vallow) 보다 작은지의 여부를 비교한다(단계 S120).

[88] 단계 S120에서 전압차(ΔV_n)가 셀간 허용전압차(Vallow) 보다 작지 않은 것으로 체크되면 단계 S110으로 피드백하고, 전압차(ΔV_n)가 셀간 허용전압차(Vallow) 보다 작은 것으로 체크되면 n이 최대인지를 체크한다(단계 S122).

[89] 단계 S122에서, n이 최대가 아닌 것으로 체크되면 n에 1을 더한 후(단계 S124) 단계 S108로 피드백한다.

[90] 단계 S122에서, n이 최대인 것으로 체크되면 k가 최대인지를 체크한다(단계 S126).

[91] 단계 S126에서 k가 최대인 것으로 체크되면 종료하고, k가 최대가 아닌 것으로 체크되면 k에 1을 더한 후(단계 S128), 단계 S100으로 피드백한다.

[92] 한편, 단계 S106에서, 설정된 운용 모드로 k=1로 설정된 것으로 체크되지 않으면, 설정된 운용 모드로 k=2인지를 체크한다(단계 S130).

[93] 단계 S130에서 운용 모드가 k=2로 설정된 것으로 체크되면, 즉 설정된 운용 모드가 오프-가스 검출로 체크되면, 오프-가스가 검출되는지의 여부를 체크한다(단계 S132).

[94] 단계 S132에서 오프-가스가 검출되는 것으로 체크되면, 관련없는 가스가 검출되는지의 여부를 체크한다(단계 S134).

- [95] 단계 S134에서 관련없는 가스가 검출되지 않은 것으로 체크되면, 배터리 온도(T_B)를 측정하고 동작 온도(T_{op})의 상한과 비교한다(단계 136).
- [96] 이어, 배터리 온도(T_B)가 기준 온도(T_{ref}) 보다 큰지의 여부를 체크한다(단계 S138).
- [97] 단계 S138에서 배터리 온도(T_B)가 기준 온도(T_{ref}) 보다 큰 것으로 체크되지 않으면 단계 S132로 피드백하고, 배터리 온도(T_B)가 기준 온도(T_{ref}) 보다 큰 것으로 체크되면, 충전 프로세서를 종료하고 배터리 온도(T_B)가 계속 증가하는지를 확인한다(단계 S140).
- [98] 이어, 운영자에게 경고 처리하고 전동킥보드의 접근을 금지한다(단계 S142).
- [99] 한편, 단계 S130에서, 설정된 운용 모드로 $k=2$ 로 설정된 것으로 체크되지 않으면, 설정된 운용 모드로 $k=3$ 인지를 체크한다(단계 S144).
- [100] 단계 S144에서 운용 모드가 $k=3$ 으로 설정된 것으로 체크되지 않으면 단계 S126으로 피드백하고, 운용 모드가 $k=3$ 으로 설정된 것으로 체크되면, 즉 설정된 운용 모드가 셀프-에너지 밸런싱 운용 모드로 체크되면, BSMS의 상태를 확인한다(단계 S146).
- [101] 이어, 전동킥보드의 리튬이온배터리의 각 셀 전압 및 전류를 측정한다(단계 S148).
- [102] 이어, 셀프-에너지 밸런싱 전류(I_n)와 기준 전류(I_{ref})을 비교한다(단계 S150).
- [103] 이어, 셀프-에너지 밸런싱 전류(I_n)가 기준 전류(I_{ref}) 보다 큰지의 여부를 체크하여(단계 S152), 셀프-에너지 밸런싱 전류(I_n)가 기준 전류(I_{ref}) 보다 크지 않은 것으로 체크되면 n 값을 1 증가시킨 후(단계 S154) 단계 S148로 피드백한다.
- [104] 단계 S152에서 셀프-에너지 밸런싱 전류(I_n)가 기준 전류(I_{ref}) 보다 큰 것으로 체크되면, 셀프-에너지 밸런싱 회로를 차단하기 위해 셀 스위치를 트리거한다(단계 S156).
- [105] 이어, n 이 최대값인지의 여부를 체크하여(단계 S158), n 이 최대값이 아닌 것으로 체크되면 단계 S154로 피드백하고, n 이 최대값인 것으로 체크되면 단계 S142로 피드백한다.
- [106] 도 8은 공유형 전동킥보드용 BSMS 장치의 하드웨어를 설명하기 위한 구성도이다.
- [107] 도 8을 참조하면, 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 시스템은 충전부(210), 센싱부(220) 및 감시제어부(230)를 포함하고, 공유형 전동킥보드용 도킹스테이션에 설치되어, 충전 및 휴지 기간 중 여러 개의 전동킥보드에 대한 감시 및 보호 기능을 동시에 수행하고, 각 전동킥보드에 설치된 기존의 BMS(50)는 운행 중 배터리에 대한 보호 기능을 수행한다.
- [108] 충전부(210)는 전동 모터의 사양에 따라 복수의 배터리 셀들의 직/병렬 조합으로 구성된 전동킥보드용 리튬이온배터리에 전하를 충전한다.
- [109] 센싱부(220)는 상기 리튬이온배터리의 충전 전압을 검출하는 전압 센서(미도시), 상기 리튬이온배터리의 충전 전류를 검출하는 전류 센서(미도시),

상기 리튬이온배터리의 온도를 검출하는 온도 센서(130), 상기 리튬이온배터리의 오프-가스를 검출하는 오프-가스 센서(140) 및 유사 가스 센서 등을 포함하고, 센싱 데이터를 측정하고, 측정된 센싱 데이터를 감시제어부(230)에 제공한다.

- [110] 감시제어부(230)는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 및 오프-가스 검출 알고리즘으로 구성된 운영 알고리즘을 통해 충전 및 휴지 기간 중 상기 전동킥보드용 리튬이온배터리의 보호기능을 수행하되, 센싱부(220)에 의해 측정된 센싱 데이터를 바탕으로 오프-가스 또는 셀프-에너지 밸런싱 전류가 감지되어 화재가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우, 상기 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치(DS)를 동작시켜 회로를 차단한다.
- [111] 본 발명에서, 상기 감시제어부(230)는 상기 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘을 통해 각 배터리 셀의 전압, 전류, 온도를 측정하여 배터리 셀의 상태가 정상범위에 있는지 판단하고, 배터리 셀의 상태가 비정상이거나 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치를 초과하는 경우, 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시킨다.
- [112] 또한 상기 감시제어부(230)는 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치 미만인 경우, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하는지를 판단하고, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하면 상기 셀-밸런싱 알고리즘을 통해 배터리 셀 간 전압편차를 최소화한다.
- [113] 또한 상기 감시제어부(230)는 상기 오프-가스 검출 알고리즘을 통해 오프-가스가 검출되고 리튬이온배터리의 온도가 설정값에 도달하는 경우, 회로를 차단하여 화재가 발생하는 것을 방지한다.
- [114] 리튬이온배터리에 대한 감시제어 기능을 수행하기 위하여, 공유형 전동킥보드용 BSMS의 소프트웨어를 도 9와 같이 Autobase S/W를 이용하여 구현한다.
- [115] 도 9는 BSMS 소프트웨어를 설명하기 위한 도면이다.
- [116] 도 9를 참조하면, BSMS의 소프트웨어는 화면을 통해 각 공유형 전동킥보드의 충전상태, 배터리 셀의 최고전압 및 최저전압을 표시한다.
- [117] 또한 오프-가스의 감지 또는 셀프-에너지 밸런싱이 발생할 경우, 또는 셀프-에너지 밸런싱을 수행할 경우에 대하여 경고등을 통하여 관리자에게 알려준다.
- [118] 상기한 BSMS 운용 알고리즘을 바탕으로 구현한 BSMS 장치의 성능을 평가하기 위하여, 본 발명에서는 표 1과 같이 1.5년 동안 1,030[km]를 주행한 전동킥보드를 대상으로 BSMS 장치의 운용특성을 분석한다.
- [119] [표 1]

[120]

items		contents
battery spec.	type	Li-ion battery
	connection	10S × 5P
	capacity	10.4 [Ah]
	rated voltage	36 [V]
motor spec.		700W-BLDC hub motor
milage range per full charging		maximum 40 [km]
years of use		1.5 [years]
mileage		1,030 [km]

- [121] 여기서, 전동킥보드용 리튬이온배터리는 10직렬, 5병렬로 구성되고, 전체 용량은 10.4[Ah]이며, 정격전압은 36[V]이다. 또한, 오프-가스 검출 시험을 수행하기 위하여, 실제로 배터리에 화재를 발생시키는 것은 어려운 실정이므로, 본 발명에서는 열폭주의 초기단계에서 전해질이 기화하여 발생하는 오프-가스를 전해액 성분의 기체로 모의하고, 유사 가스는 알코올 성분의 기체로 모의하여, BSMS의 오프-가스검출 알고리즘의 성능을 평가한다.
- [122] 한편, 셀프-에너지 밸런싱 시험에서는 정상 셀과 열화셀을 완전히 방전하고, 일정 시간(30분)의 휴지시간 이후 CC-CV 충전 방식으로, 0.2C-rate로 충전한다. 또한, 해당 전동킥보드 배터리팩에서 전압편차가 발생한 3개의 배터리 셀을 선정하여, BSMS의 셀-밸런싱 기능에 대한 평가를 수행한다.
- [123] 상기한 시험조건을 바탕으로 전동킥보드용 리튬이온배터리에 대한 오프-가스 검출 시험을 수행한다.
- [124] 도 10은 오프-가스 검출 시험의 전압 및 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [125] 도 10을 참조하면, 전동킥보드용 리튬이온배터리에 대한 오프-가스(off-gas) 검출 시험을 수행한 결과, 유사 가스(irrelavent gas)가 감지될 경우, 충전이 정상적으로 진행되지만, 오프-가스가 감지됨에 따라 모든 배터리 셀의 전압은 즉시 개방전압으로 나타나고, 전동킥보드용 리튬이온배터리의 충전전류는 1.6[A]에서 0[A]로 감소하는 것을 확인할 수 있다.
- [126] 따라서, 본 발명에서 제안한 BSMS가 유사 가스에 의해 오동작을 일으키지 않고, 오프-가스를 정확하게 검출하여 열폭주의 초기 단계에서 충전 회로를 효과적으로 차단하여 전동킥보드용 리튬이온배터리에서 발생하는 화재사고를 미연에 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [127] 한편, BSMS의 셀-밸런싱 알고리즘에 대한 성능 평가를 수행한 결과를 나타내면 도 11과 같다.

- [128] 도 11은 셀-밸런싱 시험에서 셀 전압의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [129] 도 11을 참조하면, 충전완료 후 휴지 기간을 거친 배터리 셀들의 전압을 측정한 결과, 배터리 셀 1(Cell 1)의 전압은 3.675[V]로 제일 낮으므로, 셀-밸런싱 기준전압으로 상정한다.
- [130] 배터리 셀 2(Cell 2)의 전압은 3.672[V]로 측정되어, 기준전압과의 편차가 0.141[V]로 발생하는 것을 알 수 있고, 배터리 셀 3(Cell 3)의 전압은 4.014[V]로 측정되어 기준전압과의 편차가 0.339[V]로 나타나는 것을 알 수 있다.
- [131] 이러한 셀간 전압편차를 해소하기 위하여, 배터리 셀 2(Cell 2)와 배터리 셀 3(Cell 3)에 대한 셀-밸런싱을 수행한 결과, 배터리 셀 2(Cell 2)의 전압은 3.672V로 측정되어 기준전압과의 편차가 0.003V로 감소하고, 배터리 셀 3(Cell 3)의 전압은 3.679V로 측정되어 기준전압과의 편차는 0.004V로 감소하여 제조사에서 제공하는 셀간 허용전압편차의 범위(0.1[V]) 이내로 밸런싱이 이루어짐을 알 수 있다.
- [132] 따라서, 본 발명에서 제안한 BSMS는 셀-밸런싱 알고리즘에 따라 셀간 전압편차를 최소화하여, 전압편차가 발생한 셀에서 과충전으로 인한 화재사고가 발생하는 것을 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [133] 한편, 셀프-에너지 밸런싱 시험 결과는 도 12와 같이 나타낼 수 있다.
- [134] 도 12는 셀프-에너지 밸런싱 시험에서 전류의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [135] 도 12를 참조하면, 커브1(Curve 1)은 셀프-에너지 밸런싱이 차단되지 않을 경우의 전류특성을 나타낸 것으로서, 셀프-에너지 밸런싱 전류가 열화된 셀로 천천히 감소하며 지속적으로 흐르는 것을 알 수 있다.
- [136] 하지만, 열화된 셀로 흐르는 셀프-에너지 밸런싱 전류가 상정한 기준 값 0.1[A]보다 큰 값(0.16[A])으로 측정될 경우, BSMS는 열화된 셀을 즉시 차단하여 해당 셀로 전류가 흐르지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [137] 따라서, 본 발명에서 제안한 BSMS는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘에 따라 셀프-에너지 밸런싱 전류를 차단하여, 이로 인한 화재가 발생하는 것을 효과적으로 방지함을 알 수 있다.
- [138] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따르면 BSMS를 공유형 전동킥보드용 도킹스테이션에 설치하여, 충전 및 휴지 기간 중 여러 개의 전동킥보드에 대한 감시 및 보호 기능을 동시에 수행하고, 각 전동킥보드에 설치된 기존의 BMS는 운행 중 배터리에 대한 보호 기능을 수행한다.
- [139] 또한, 배터리 셀간 전압 차이가 감지될 경우, 셀-밸런싱 알고리즘을 통하여 셀간 전압차를 제조사에서 제공되는 셀간 허용전압차 이내로 감소시킴으로써, 전압이 낮은 셀이 과충전되는 것을 방지할 수 있다.
- [140] 또한, BSMS는 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘에 따라 셀프-에너지 밸런싱 전류를 차단하여, 이로 인한 화재가 발생하는 것을 효과적으로 방지함을 알 수 있다.

- [141] 또한, BSMS의 오프-가스 검출 알고리즘은 외기로부터 유입된 유사 오프-가스로부터 리튬이온배터리에서 발생하는 오프-가스를 정확하게 판단하고, 오프-가스가 검출되었을 경우, 충전 회로를 즉시 차단하여 열폭주가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [142] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [143] <부호의 설명>
- [144] 50 : BMS 110 : 전류 센서
- [145] 120 : 전압 센서 130 : 온도 센서
- [146] 140 : 오프-가스 센서 200 : BSMS
- [147] 210 : 충전부 220 : 센싱부
- [148] 230 : 감시제어부 300 : 경고 시스템

청구범위

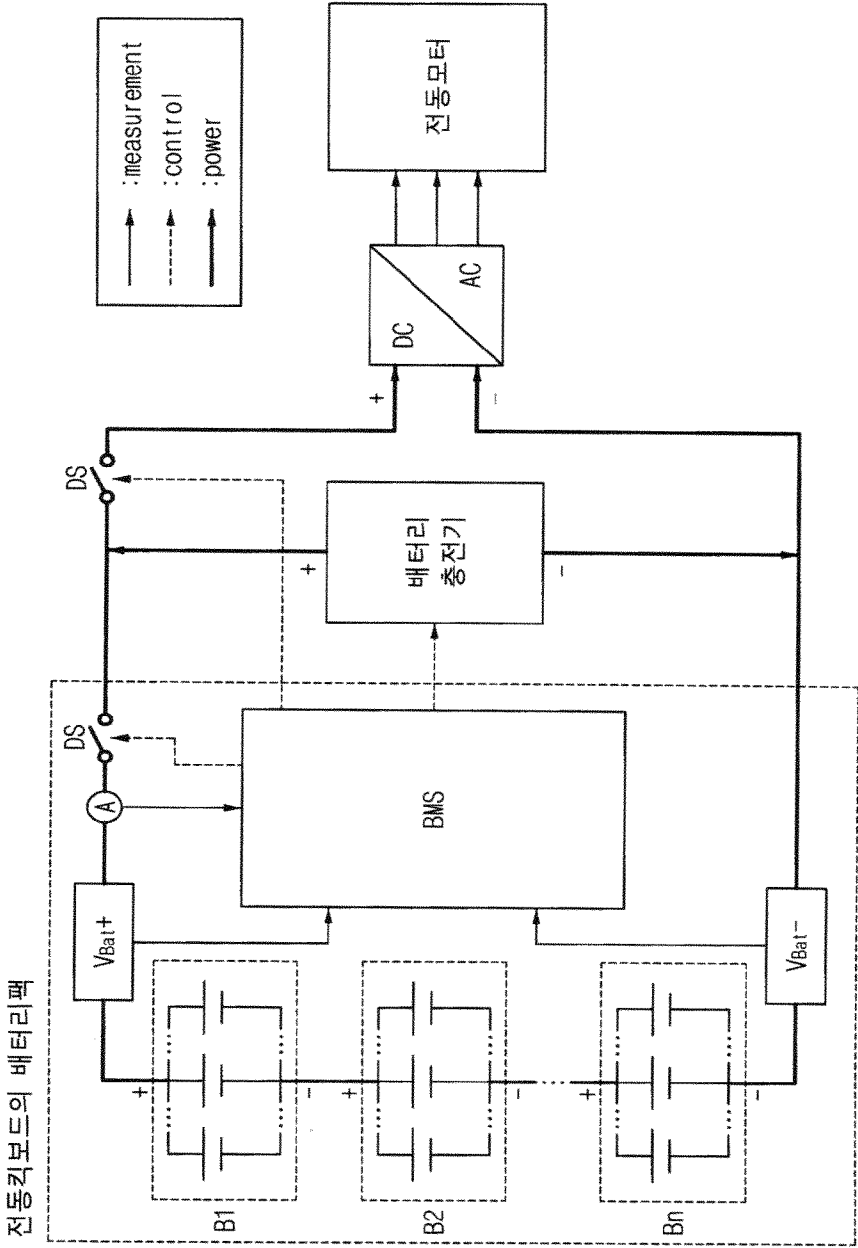
- [청구항 1] 전동 모터의 사양에 따라 복수의 배터리 셀들의 직/병렬 조합으로 구성된 전동킵보드용 리튬이온배터리에 전하를 충전하는 충전부; 상기 리튬이온배터리의 충전 전압을 검출하는 전압 센서, 상기 리튬이온배터리의 충전 전류를 검출하는 전류 센서, 상기 리튬이온배터리의 온도를 검출하는 온도 센서 및 상기 리튬이온배터리의 오프-가스를 검출하는 오프-가스 센서를 포함하는 센싱부; 및 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘, 셀-밸런싱 알고리즘, 및 오프-가스 검출 알고리즘으로 구성된 운영 알고리즘을 통해 충전 및 휴지 기간 중 상기 전동킵보드용 리튬이온배터리의 보호기능을 수행하되, 상기 센싱부에 의해 측정된 센싱 데이터를 바탕으로 오프-가스 또는 셀프-에너지 밸런싱 전류가 감지되어 화재가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우, 상기 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시켜 회로를 차단하는 감시제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 감시제어부는, 상기 셀프-에너지 밸런싱 알고리즘을 통해 각 배터리 셀의 전압, 전류, 온도를 측정하여 배터리 셀의 상태가 정상범위에 있는지 판단하고, 배터리 셀의 상태가 비정상이거나 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치를 초과하는 경우, 배터리 셀간 병렬 연결을 분리하는 개폐장치를 동작시키는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 감시제어부는, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류가 설정치 미만인 경우, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하는지를 판단하고, 배터리 셀의 전압 편차가 기준치를 초과하면 상기 셀-밸런싱 알고리즘을 통해 배터리 셀 간 전압편차를 최소화하는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 감시제어부는, 상기 오프-가스 검출 알고리즘을 통해 오프-가스가 검출되고 리튬이온배터리의 온도가 설정값에 도달하는 경우, 회로를 차단하여 화재가 발생하는 것을 방지하는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킵보드의 배터리 안전 운영 시스템.
- [청구항 5] 전동킵보드용 리튬이온배터리를 구성하는 각 셀들에 대해 셀 전압 및 전류를 측정하고, 각 운용 모드를 k 로 지정하는 제1 단계; $k=1$ 인 셀-밸런싱 운용 모드인 경우, 측정된 최소 셀전압(V_{min})을 셀-밸런싱 기준전압으로 상정하고, n 번 셀의 단자전압(V_{celln})과

최소전압(V_{min})의 차전압(ΔV_n)를 제조사에서 제공되는 셀간 허용전압차(V_{allow})와 비교하는 제2 단계;
 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 큰 경우, 셀-밸런싱에 필요한 방전용량을 산정하여 셀-밸런싱을 수행한 후, 상기 차전압(ΔV_n)을 다시 산정하고 셀간 허용전압차(V_{allow})와의 비교를 통하여 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 이내로 밸런싱되었는지 확인하는 제3 단계;
 재산정한 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 큰 경우 셀-밸런싱을 다시 수행하고, 상기 차전압(ΔV_n)이 상기 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 작은 경우, 다음 셀에 대한 셀-밸런싱을 수행하고, n 이 최대값에 도달하면 제1 단계로 피드백하여 다음 운용 모드로 진행하는 제4 단계;
 $k=2$ 인 오프-가스 검출 운용 모드인 경우, 오프-가스 센서, 유사 가스 센서 및 온도 센서에 대하여 작동 여부를 확인하되, 상기 오프-가스 센서가 작동하면 상기 유사 오프-가스 센서를 통하여 검출된 가스가 리튬이온배터리에서 발생한 오프-가스가 맞는지 확인하고, 배터리 셀의 온도가 허용값을 초과할 경우 충전 회로를 차단하고 공유형 전동킥보드 관리자에게 알리고 다음 운용 모드로 진행하는 제5 단계; 및
 $k=3$ 인 셀프-에너지 밸런싱 운용 모드인 경우, 배터리 안전 운영 시스템(Battery Safety Management System, BSMS)의 동작상태를 확인하고, 휴지상태일 경우, 각 배터리 셀들의 전압 및 전류를 측정하여, 셀프-에너지 밸런싱 전류의 크기(I_n)를 허용값(I_{ref})과 비교하는 제6 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 방법.

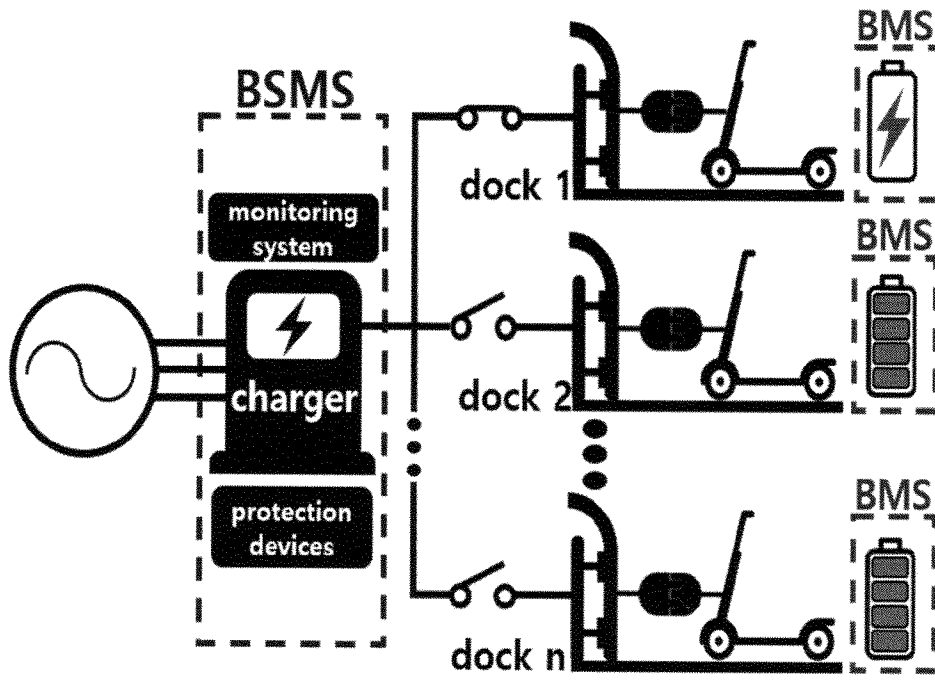
[청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 제2 단계에서, 상기 차전압(ΔV_n)이 셀간 허용전압차(V_{allow}) 보다 작은 경우, 셀간 충전상태(state of charge, SOC) 및 단자전압 편차가 비교적 작으므로, 다음 셀에 대한 셀-밸런싱을 수행하는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 방법.

[청구항 7] 제5항에 있어서, 상기 제6 단계에서, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류의 크기(I_n)가 허용값(I_{ref})보다 큰 경우, 상기 셀프-에너지 밸런싱 전류를 차단하기 위하여 셀스위치를 작동하고 관리자에게 알리는 것을 특징으로 하는 공유형 전동킥보드의 배터리 안전 운영 방법.

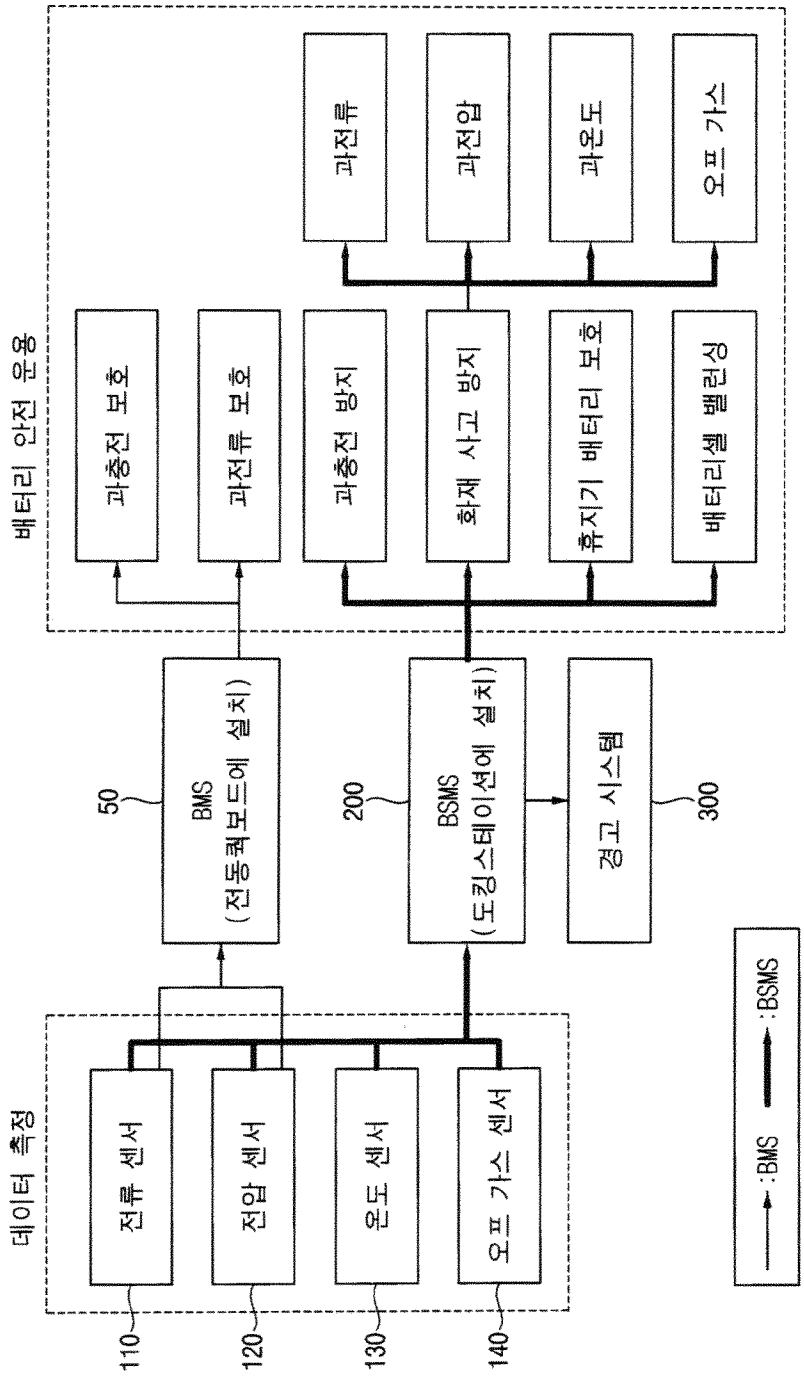
[도1]



[도2]

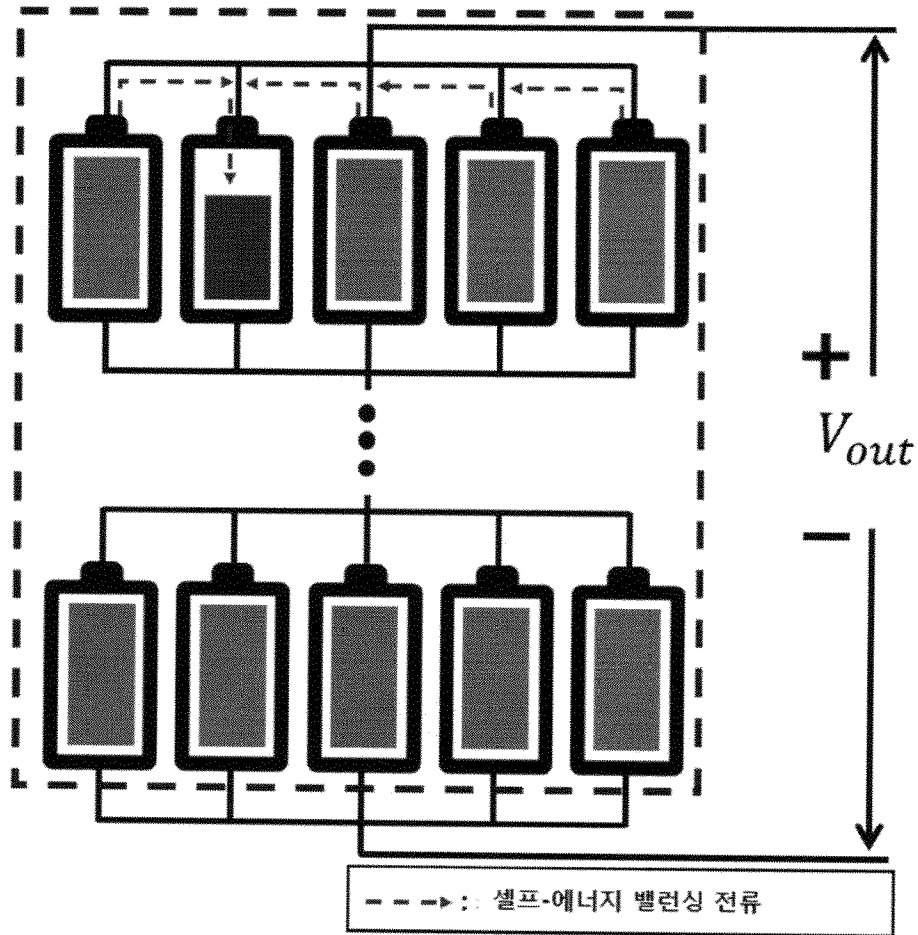


[도3]

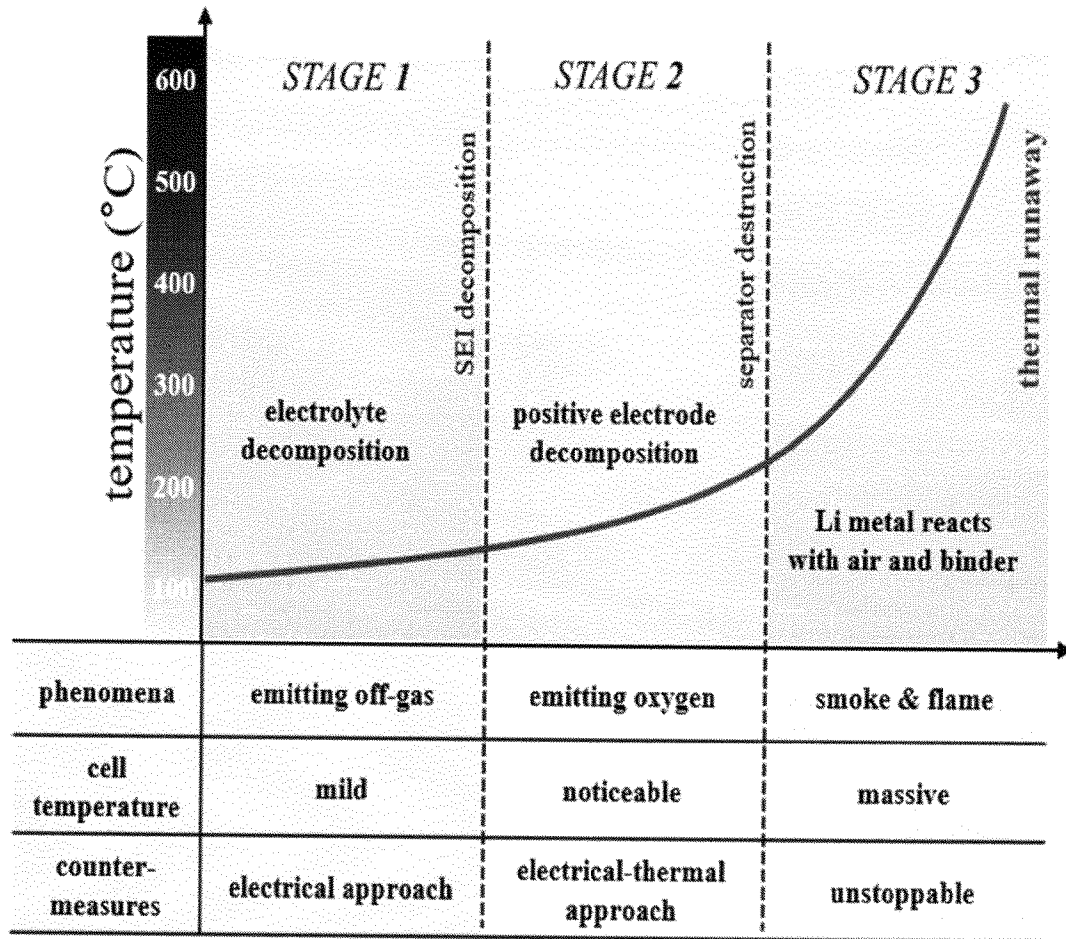


[도4]

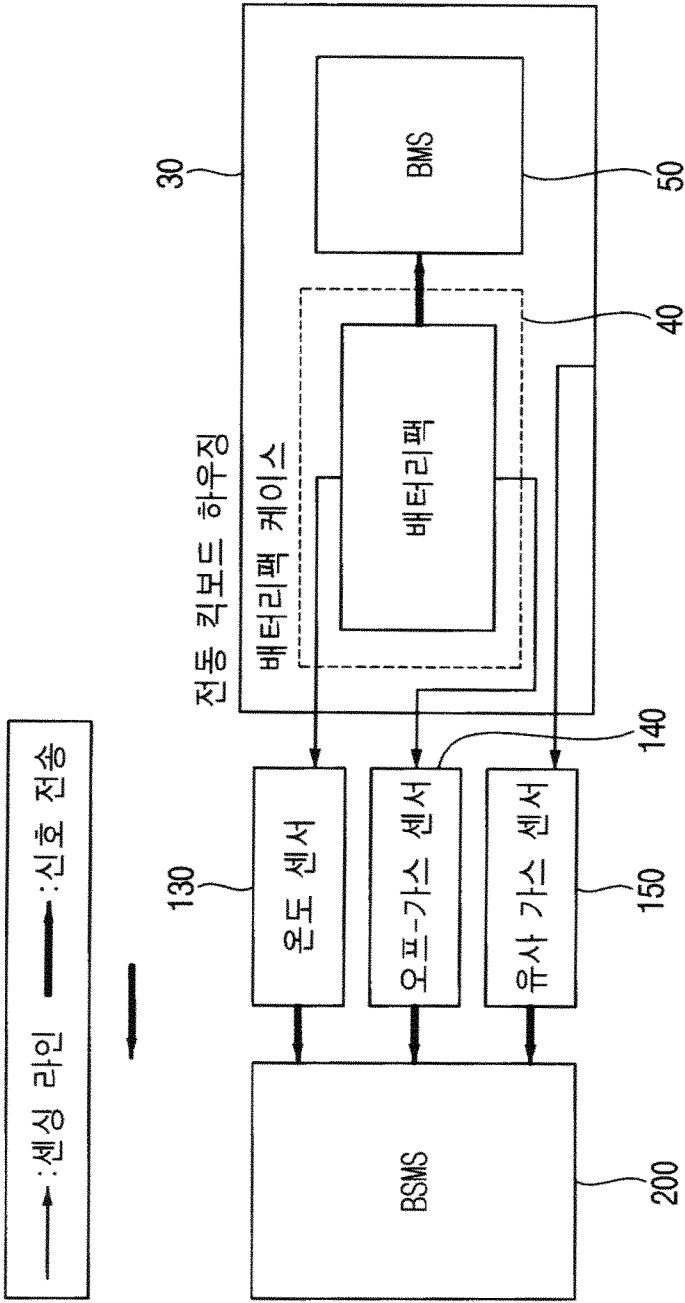
전동킥보드용 배터리팩



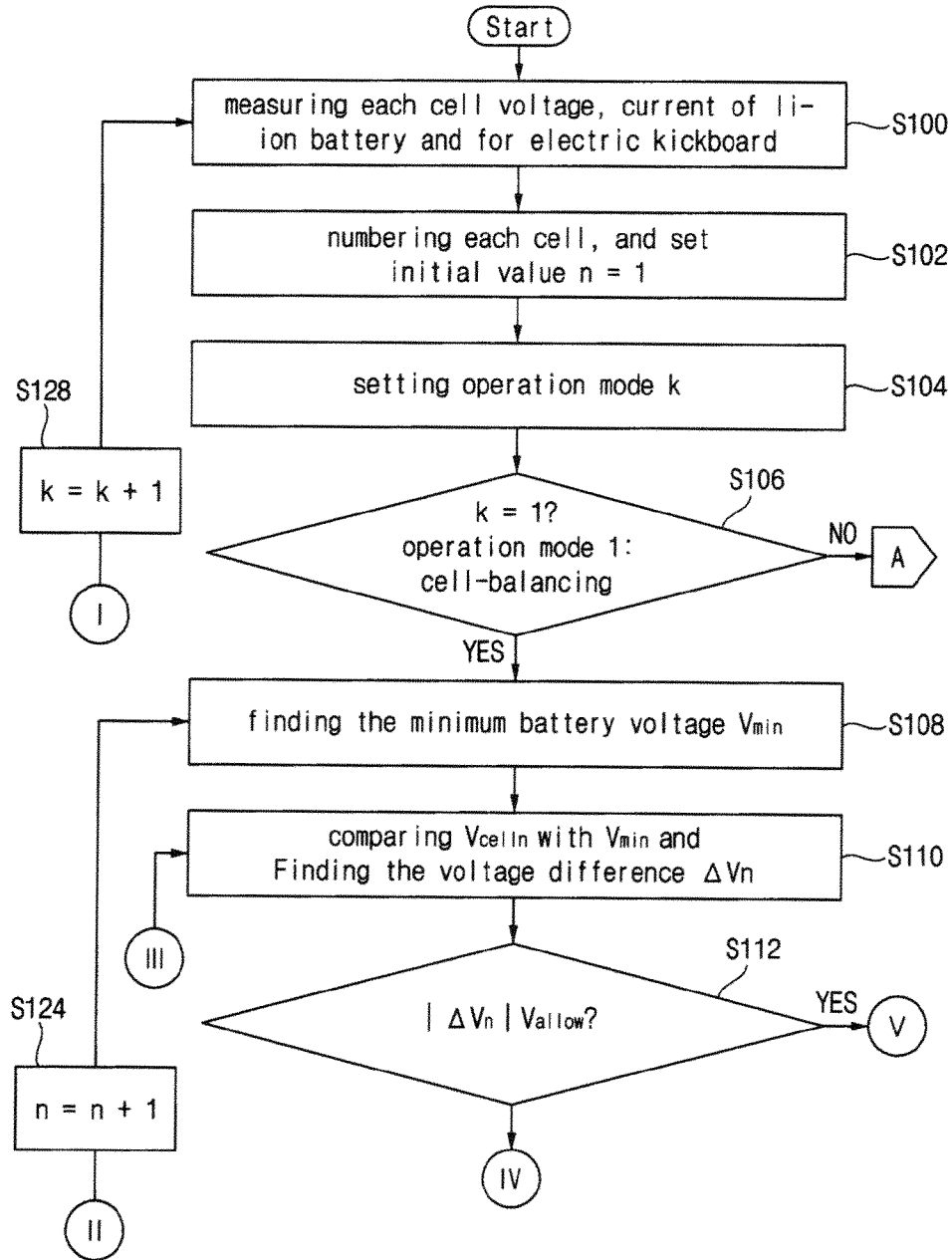
[도5]



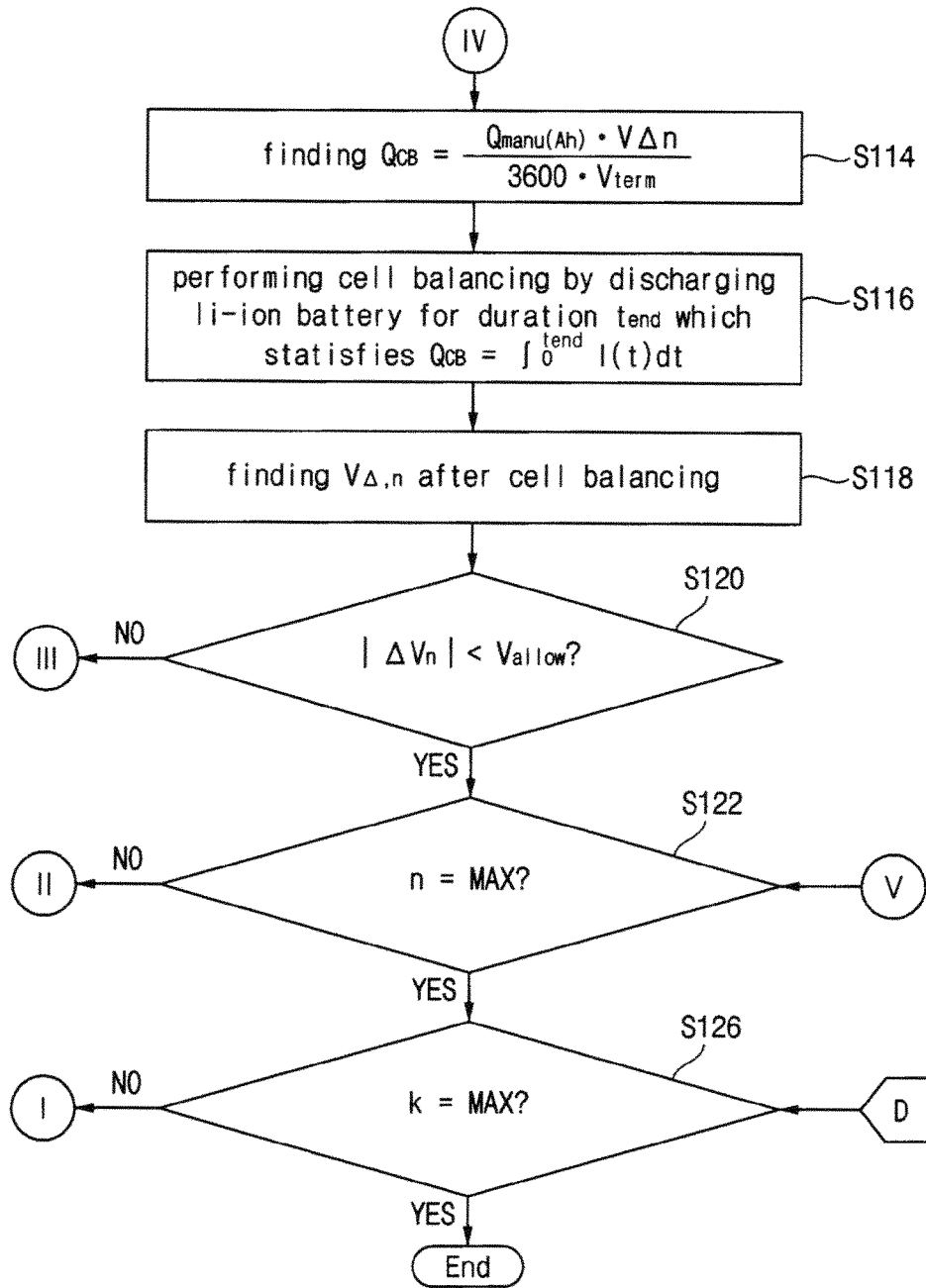
[도6]



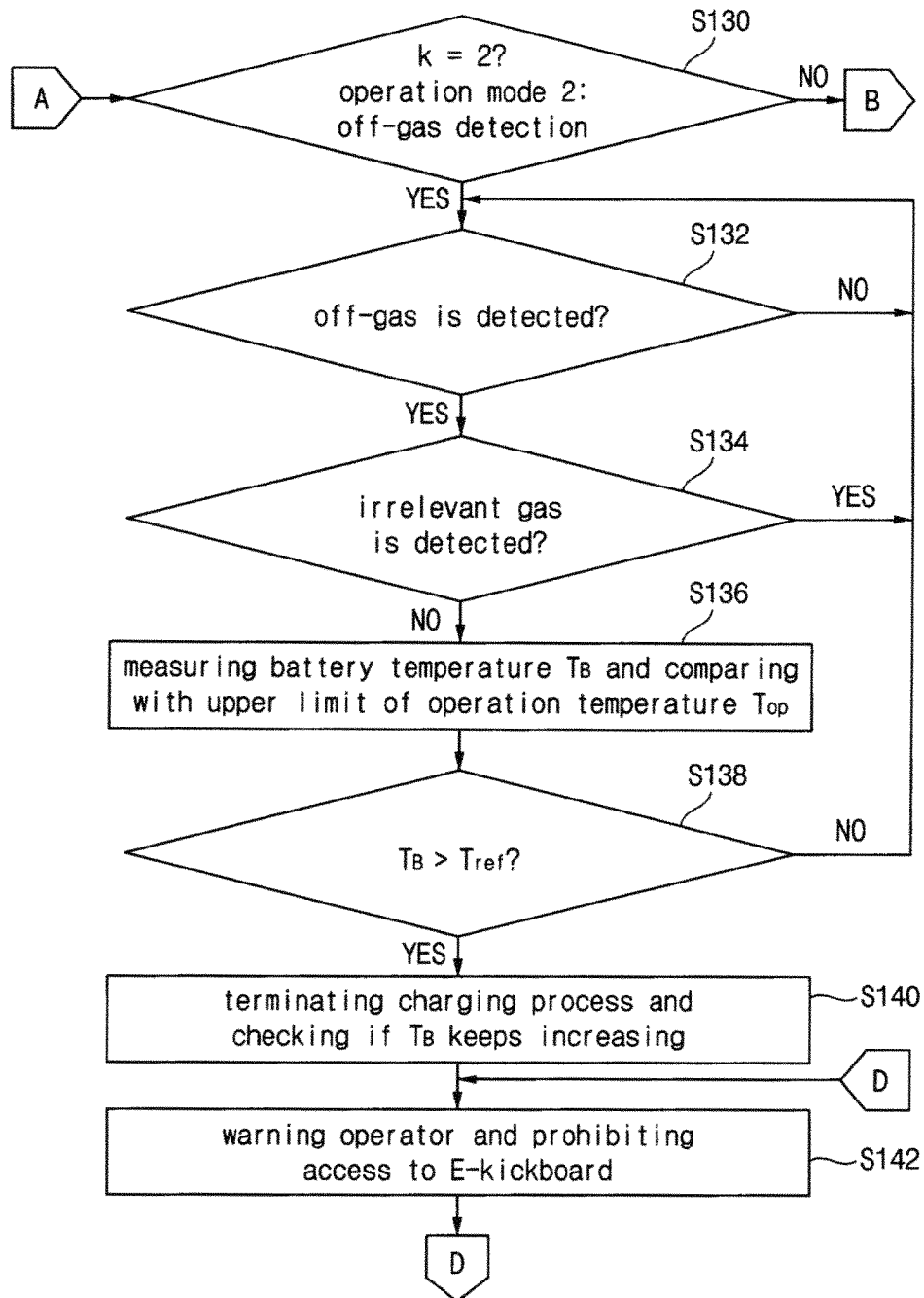
[도7a]



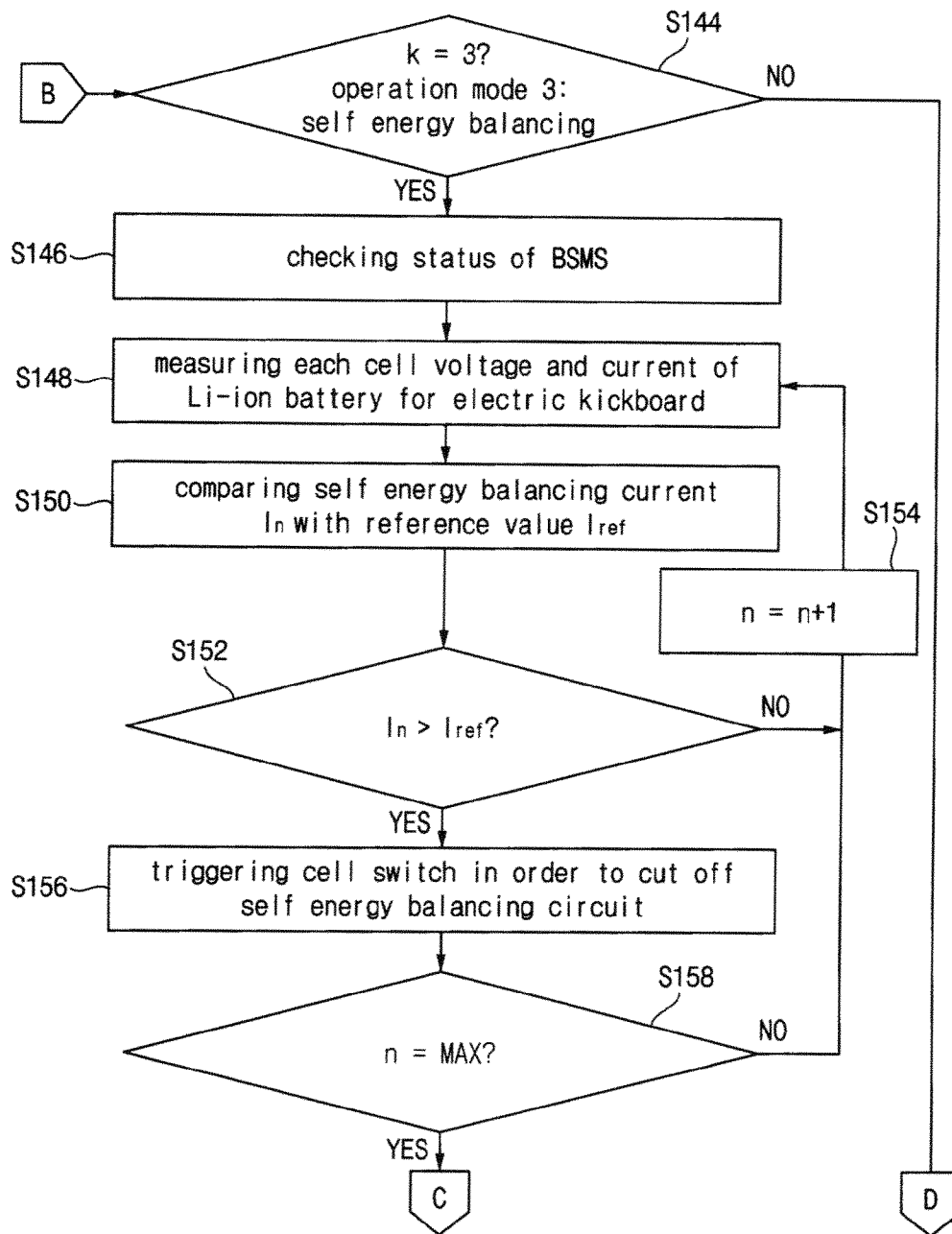
[도7b]



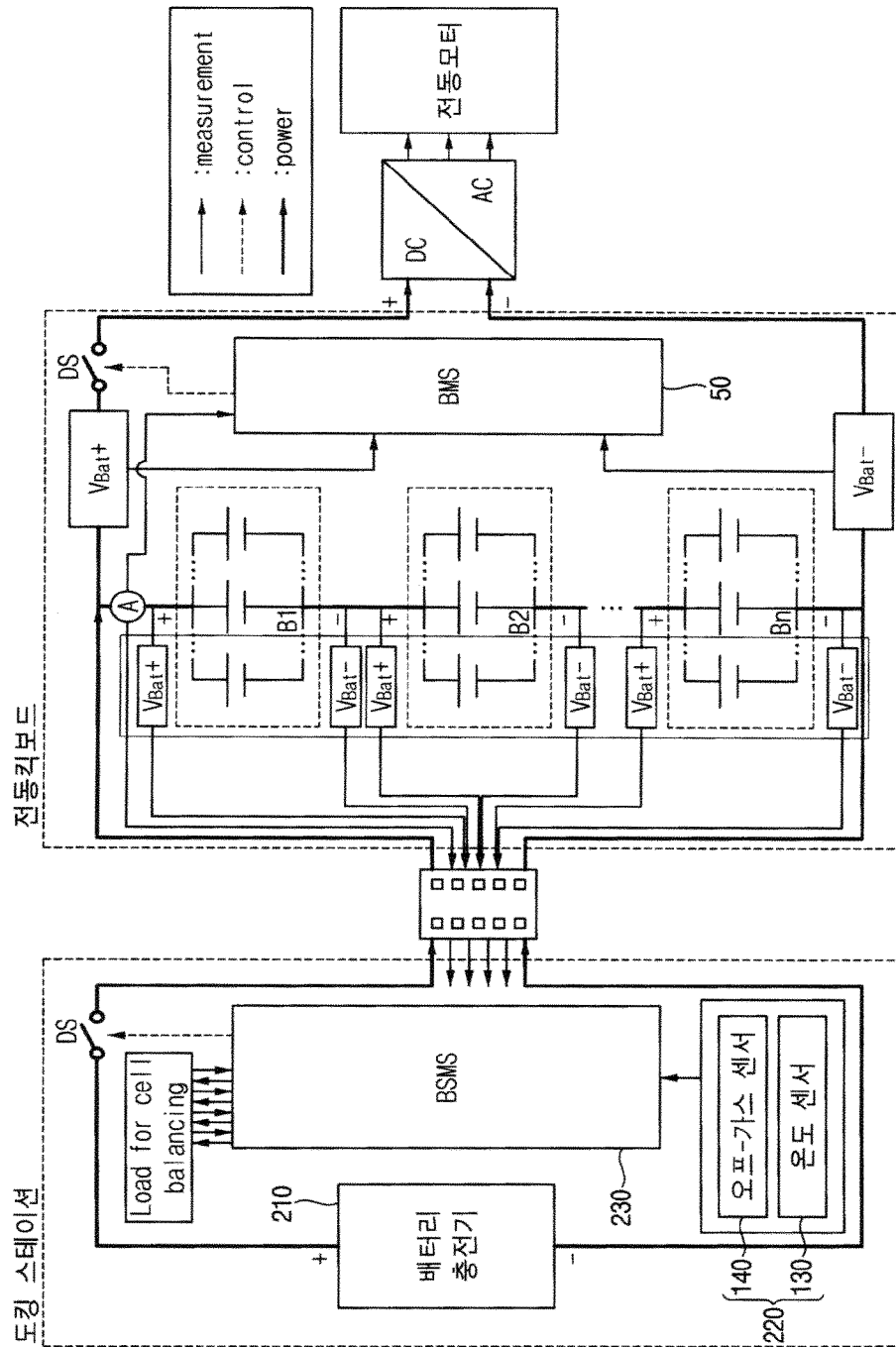
[도7c]



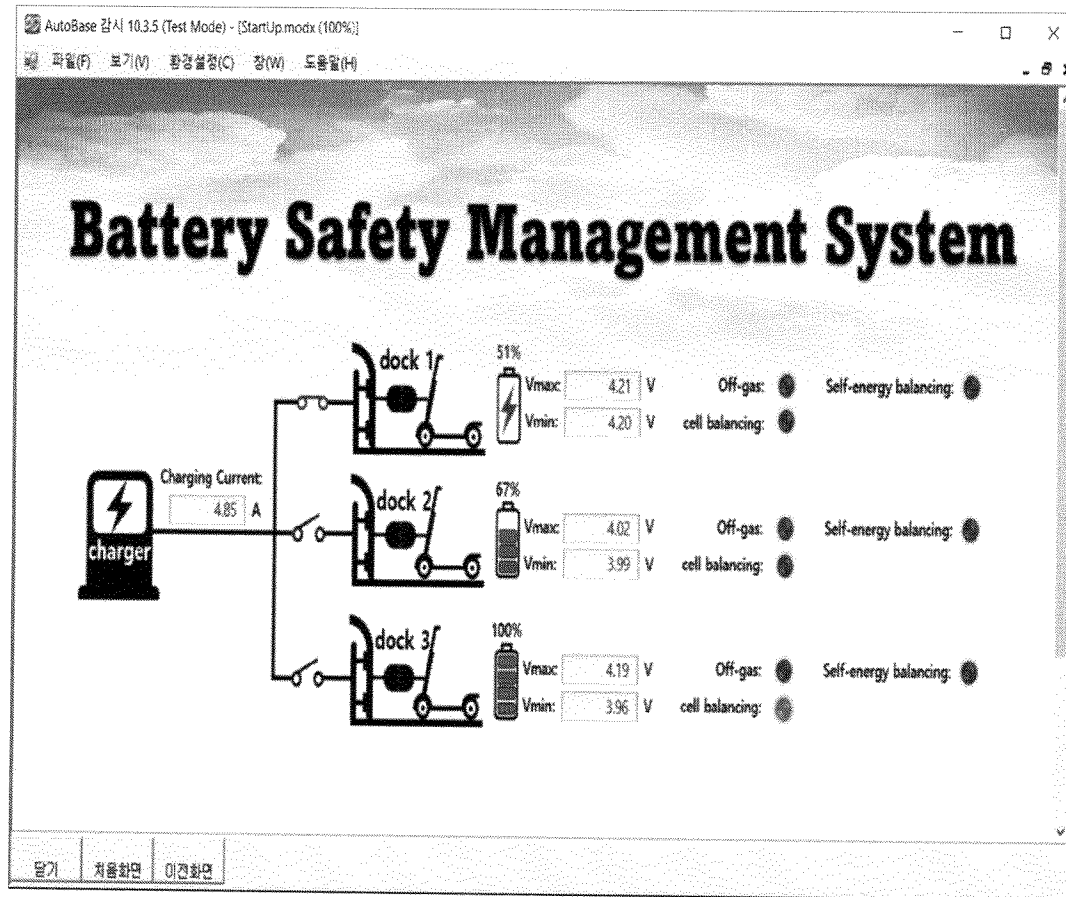
[도7d]



[도8]

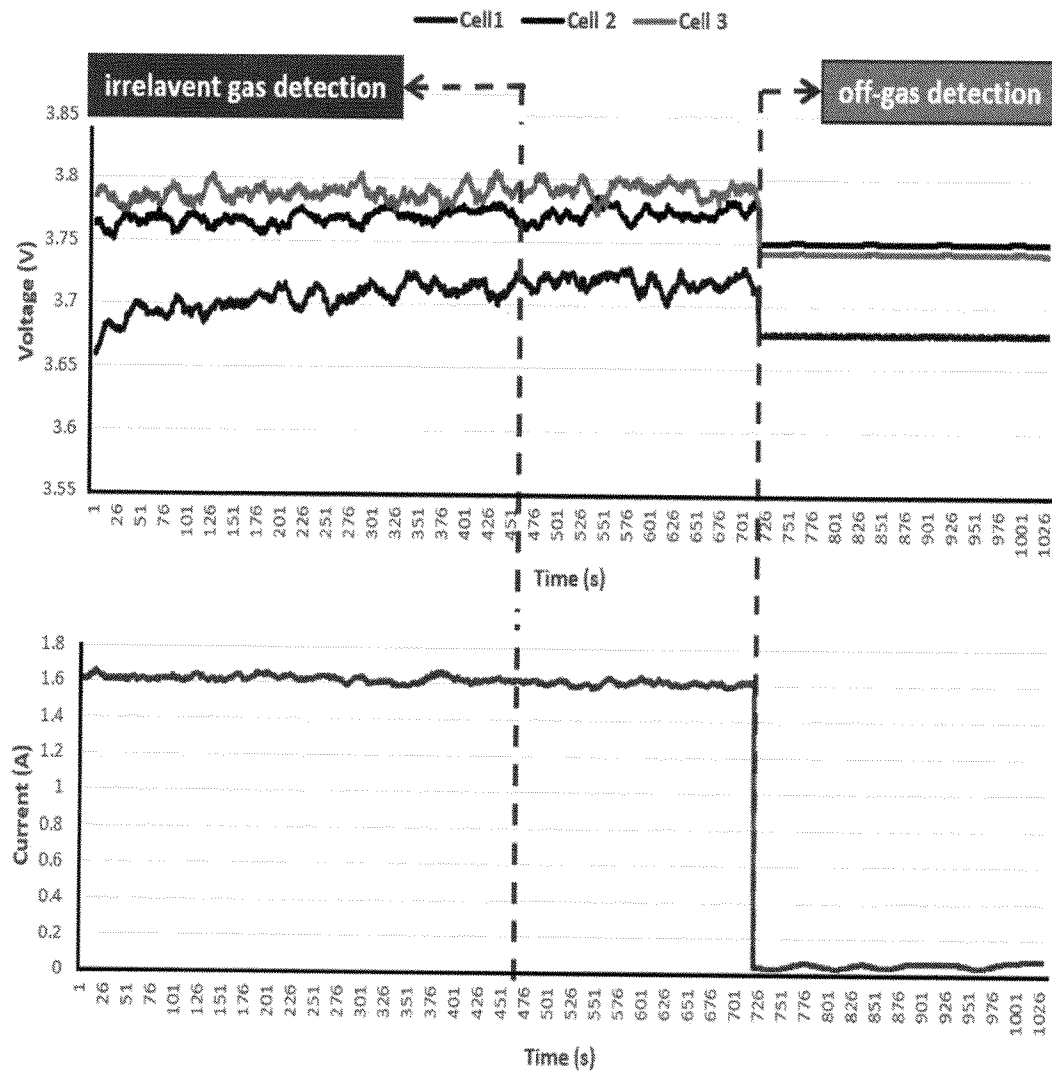


[도9]



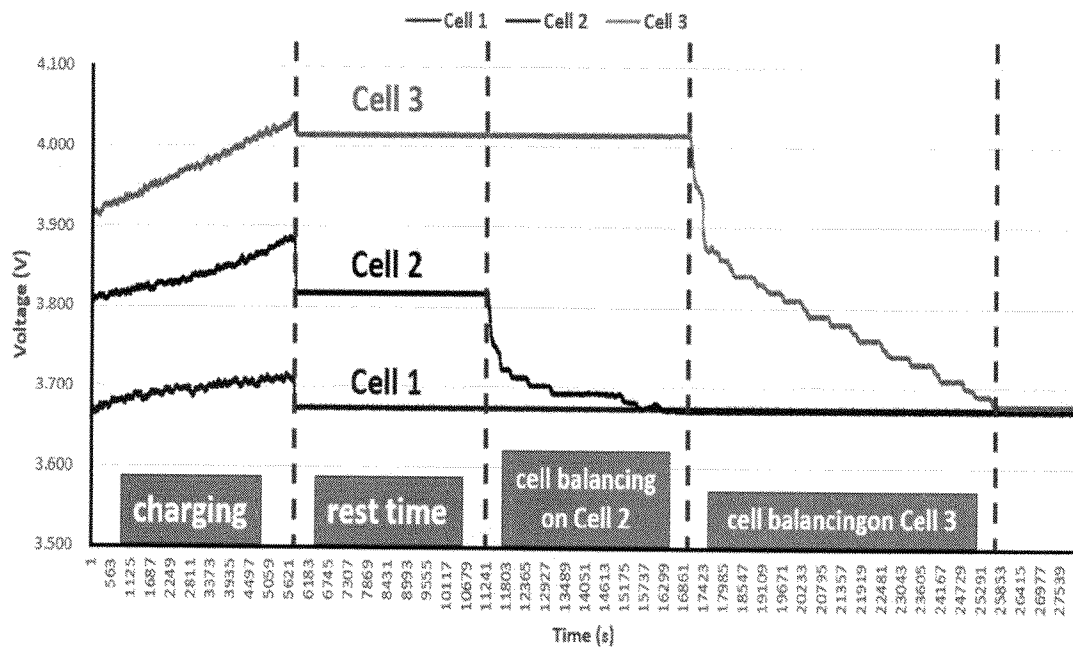
[도10]

characteristics of off-gas detection test

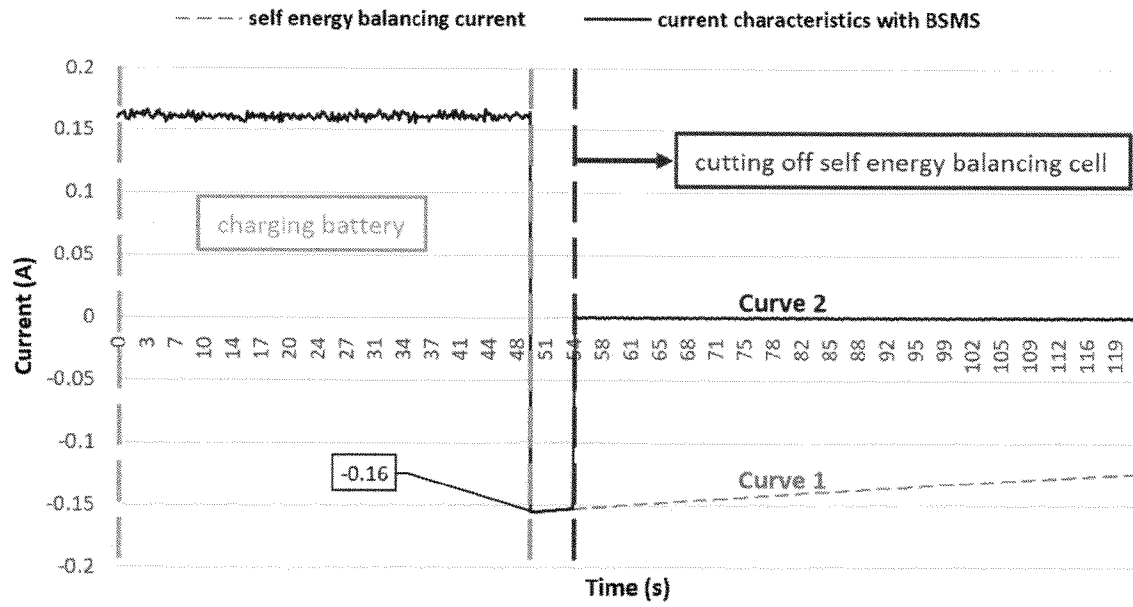


[도11]

voltage characteristics of cell balancing



[도12]

self energy balancing current characteristics

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/014675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J 7/00(2006.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 19/165(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; G08B 21/18(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J 7/00(2006.01); G01R 31/36(2006.01); G01R 31/396(2019.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H01M 2/10(2006.01); H02J 7/02(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 배터리(battery), 센서(sensor), 밸런싱(balancing), 알고리즘(algorithm)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2021-0085713 A (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 08 July 2021 (2021-07-08) See paragraphs [0029]-[0057], claims 1-5, and figures 2-4.	1-7
Y	KR 10-2009-0064774 A (HK INDUSTRY CO., LTD.) 22 June 2009 (2009-06-22) See paragraphs [0026]-[0067], and figures 6-7.	1-7
Y	KR 10-2020-0135046 A (LG CHEM, LTD.) 02 December 2020 (2020-12-02) See paragraphs [0043]-[0063], claims 1-9, and figures 2-3.	5-7
Y	JP 2009-124933 A (CELXPART ENERGY CORP. et al.) 04 June 2009 (2009-06-04) See paragraphs [0018]-[0021], and figure 3.	7
A	KR 10-2134707 B1 (ESTECH CO., LTD.) 17 July 2020 (2020-07-17) See paragraphs [0018]-[0028], and figure 1.	1-7
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 January 2023		Date of mailing of the international search report 16 January 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/014675

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
KR	10-2021-0085713	A	08 July 2021	KR	10-2343790	B1	27 December 2021
KR	10-2009-0064774	A	22 June 2009	KR	10-0950459	B1	02 April 2010
KR	10-2020-0135046	A	02 December 2020	None			
JP	2009-124933	A	04 June 2009	KR	10-1003444	B1	28 December 2010
				KR	10-2009-0050932	A	20 May 2009
				TW	200924336	A	01 June 2009
				TW	I359548	B	01 March 2012
				US	2009-0128094	A1	21 May 2009
				US	8030898	B2	04 October 2011
KR	10-2134707	B1	17 July 2020	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H02J 7/00(2006.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 19/165(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; G08B 21/18(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H02J 7/00(2006.01); G01R 31/36(2006.01); G01R 31/396(2019.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H01M 2/10(2006.01); H02J 7/02(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 배터리(battery), 센서(sensor), 밸런싱(balancing), 알고리즘(algorithm)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2021-0085713 A (한국기술교육대학교 산학협력단) 2021.07.08 단락 29-57, 청구항 1-5, 도면 2-4 참조.	1-7
Y	KR 10-2009-0064774 A (에이치케이산업(주)) 2009.06.22 단락 26-67, 도면 6-7 참조.	1-7
Y	KR 10-2020-0135046 A (주식회사 엘지화학) 2020.12.02 단락 43-63, 청구항 1-9, 도면 2-3 참조.	5-7
Y	JP 2009-124933 A (CELXPART ENERGY CORP. 등) 2009.06.04 단락 18-21, 도면 3 참조.	7
A	KR 10-2134707 B1 (주식회사 이에스텍) 2020.07.17 단락 18-28, 도면 1 참조.	1-7
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2023년01월16일(16.01.2023)		국제조사보고서 발송일 2023년01월16일(16.01.2023)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 정종한 전화번호 +82-42-481-5642

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2021-0085713 A	2021/07/08	KR 10-2343790 B1	2021/12/27
KR 10-2009-0064774 A	2009/06/22	KR 10-0950459 B1	2010/04/02
KR 10-2020-0135046 A	2020/12/02	없음	
JP 2009-124933 A	2009/06/04	KR 10-1003444 B1	2010/12/28
		KR 10-2009-0050932 A	2009/05/20
		TW 200924336 A	2009/06/01
		TW I359548 B	2012/03/01
		US 2009-0128094 A1	2009/05/21
		US 8030898 B2	2011/10/04
KR 10-2134707 B1	2020/07/17	없음	