



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0080488
(43) 공개일자 2024년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61G 5/04 (2006.01) A61G 5/10 (2006.01)
H01M 10/06 (2006.01) H01M 10/42 (2014.01)
H02J 7/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61G 5/04 (2013.01)
A61G 5/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0163892

(22) 출원일자 2022년11월30일

심사청구일자 2023년03월09일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

노대석

충청남도 천안시 서북구 봉서산1길 35, 111동 301호(쌍용동, 파크밸리동일하이빌)

이민행

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1634-13, 별밭하우스 1동 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김민태

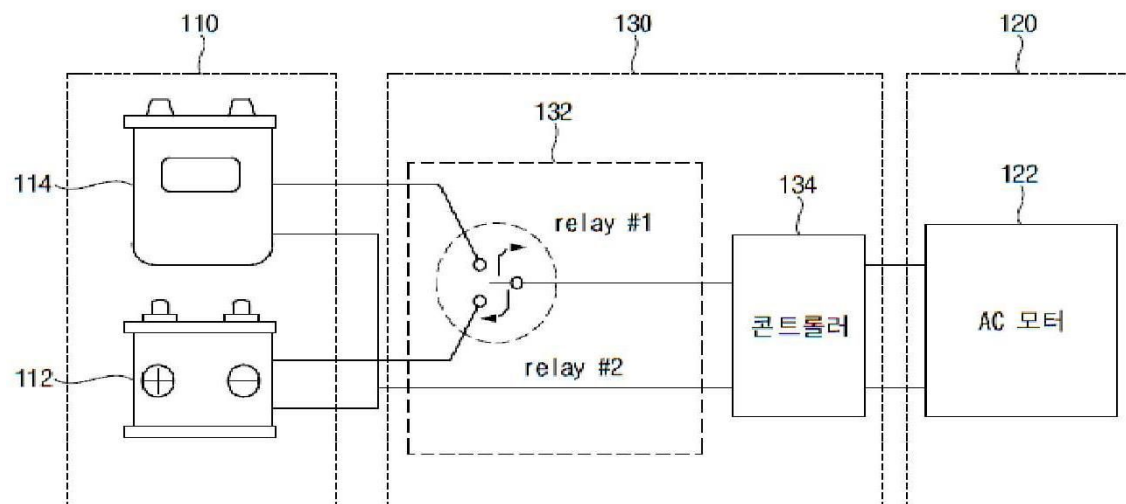
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 하이브리드형 전동 휠체어 및 이의 제어 방법

(57) 요약

연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어 및 이의 제어 방법이 개시된다. 하이브리드형 전동 휠체어는, 병렬 구조로 배치된 연축전지와 슈퍼커패시터를 포함하는 하이브리드 전원저장부; 전동 휠체어의 구동륜을 구동시키는 AC 모터를 포함하는 부하장치부; 및 일반적인 전원출력이 요구되면 상기 연축전지의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하고, 고출력의 전원이 요구되면 상기 슈퍼커패시터의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하는 제어장치부를 포함한다. 이에 따라, 출력 특성이 우수한 슈퍼커패시터와 연축전지를 결합하여 하이브리드형 전동 휠체어를 운용하므로써, 연축전지에서 높은 c-rate의 전류가 방전되는 것을 방지할 수 있어, 연축전지의 수명을 향상시킬 수 있고, 전동 휠체어의 배터리 교체 주기를 지연시킬 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

H01M 10/06 (2013.01)
H01M 10/4264 (2013.01)
H02J 7/345 (2013.01)
A61G 2203/10 (2013.01)
A61G 2203/70 (2013.01)

(72) 발명자

이예빈

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1628-11,
 시애틀 305호

조민근

전라북도 군산시 미룡로 42, 303동 1402호(미룡동,
 미룡(3)주공아파트)

이상원

대전광역시 서구 청사로 70, 110-604(월평동, 누리
 아파트)

김윤호

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전8길 91, 다운
 빌라 B동 304호

이나경

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전6길 19-1, 남
 향빌 302호

김경화

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1634-15,
 별밭하우스 3동 402호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180667
과제번호	20214910100010
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	고신뢰장주기대용량RFB-ESS(수십MWh급)기술개발사업
연구과제명	대용량(1MWh 이상) VRFB-ESS 현장평가(SAT) 기술기준 및 시험평가 기기 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(재)한국화학융합시험연구원
연구기간	2021.05.01 ~ 2024.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356194
과제번호	1345356194
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	3단계산학협력선도대학육성사업(LINC3.0)
연구과제명	캡스톤디자인1(연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어 구현)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

청구범위유예 : 있음

임시명세서출원 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

병렬 구조로 배치된 연축전지와 슈퍼커패시터를 포함하는 하이브리드 전원저장부;

전동 휠체어의 구동륜을 구동시키는 AC 모터를 포함하는 부하장치부; 및

일반적인 전원출력이 요구되면 상기 연축전지의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하고, 고출력의 전원이 요구되면 상기 슈퍼커패시터의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하는 제어장치부를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어장치부는 동시에 동작되지 않도록 구성된 제1 릴레이 및 제2 릴레이를 포함하는 스위칭부를 포함하고,

상기 스위칭부는 아두이노 소프트웨어를 통해 구현된 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 아두이노 소프트웨어는 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압을 각각 측정하여, 상기 전동 휠체어의 최소동작전압 이상인지를 체크하고, 상기 최소동작전압 이하인 경우에는 상기 전동 휠체어의 동작을 정지시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 아두이노 소프트웨어는 상기 부하장치부가 고출력을 필요로 하는 경우에는 상기 연축전지에서 상기 슈퍼커패시터로 전환하여 상기 전동 휠체어를 동작시키며, 충전 상태 정보(State of Charge, 이하 SOC)를 평가하여 운용하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어.

청구항 5

(a) 병렬 구조로 배치된 연축전지와 슈퍼커패시터를 포함하는 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류와 휠체어의 최소동작전압을 초기조건으로 상정하는 단계;

(b) 운용 시간대를 초기 값으로 설정하는 단계;

(c) 상기 운용 시간대에 대하여, 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압 각각을 측정하는 단계;

(d) 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압이 상기 휠체어의 최소동작전압 이상인지 체크하는 단계;

(e) 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압 모두가 상기 휠체어의 최소동작전압 이상인 것으로 체크되면, 상기 연축전지를 사용하여 전동 휠체어를 작동시키는 단계;

(f) 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류를 측정하는 단계;

(g) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 작거나 같은지의 여부를 체크하는 단계;

(h) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 작거나 같은 것으로 체크되면, 상기 연축전지를 사용하여 전동 휠체어를 작동시킨 후, 상기 운용 시간대가 최대값인지의 여부를 체크하는 단계;

(i) 상기 운용 시간대가 상기 최대값이 아닌 것으로 체크되면 상기 운용 시간대를 증가시킨 후 단계 (b)로 피드백하고, 상기 운용 시간대가 상기 최대값인 것으로 체크되면 종료하는 단계;

(j) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 큰 것으로 체크되면, 슈

퍼커패시터의 SOC를 계측하는 단계;

(k) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 상기 휠체어의 최소동작전압보다 크거나 같은지의 여부를 체크하는 단계;

(l) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 상기 휠체어의 최소동작전압보다 작은 것으로 체크되면, 단계 (h)으로 피드백하는 단계;

(m) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 휠체어의 최소동작전압보다 크거나 같은 것으로 체크되면, 상기 슈퍼커패시터를 사용하여 상기 전동 휠체어를 작동시킨 후, 상기 운용 시간대가 최대값인지의 여부를 체크하는 단계; 및

(n) 상기 운용 시간대가 상기 최대값이 아닌 것으로 체크되면 상기 운용 시간대를 증가시킨 후 단계 (f)로 피드백하고, 상기 운용 시간대가 상기 최대값인 것으로 체크되면 종료하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어의 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 슈퍼커패시터의 SOC는,

$SOC_{\text{total}}(\%) = SOC_{\text{OCV_max}}(\%) + SOC_{\text{Ph_max}}(\%)$ (여기서, SOC_{total} 은 슈퍼커패시터의 총 SOC(%)이고, $SOC_{\text{OCV_max}}$ 은 OCV 법에 의

한 슈퍼커패시터의 초기 SOC(%)로서 $SOC_{\text{OCV_max}}(\%) = \frac{V_{\text{socp}(t)} - V_{\text{socp-min}}}{V_{\text{socp-max}} - V_{\text{socp-min}}} \times 100$ (여기서, $V_{\text{socp}(t)}$ 은 슈퍼커패시터의 전압이고, $V_{\text{socp-max}}$ 은 슈퍼커패시터의 최대 전압이고, $V_{\text{socp-min}}$ 은 슈퍼커패시터의 최소 전압임)이고, $SOC_{\text{Ph_max}}$ 은 Ph

카운팅 법에 의한 슈퍼커패시터의 누적 SOC(%)로서 $SOC_{\text{Ph_max}}(\%) = [1 - \frac{Ph_{\text{socp}(t)}}{Ph_{\text{socp-max}}}] \times 100$ (여기서, $Ph_{\text{socp}(t)}$ 은 t 시간까지의 총방전량이고, $Ph_{\text{socp-max}}$ 은 정격용량임)에 의해 산정되는 것을 특징으로 하는 하이브리드형 전동 휠체어의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드형 전동 휠체어 및 이의 제어 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 인구 고령화로 노인 인구가 지속적으로 증가하고 있으며, 우리나라 노인의 비율은 2021년 16.7%에서 2030년 33.5%로 급격하게 증가할 전망이다. 이에 따라 노약자와 장애인의 이동 편리성이 주목받으면서 전동 휠체어의 보급이 지속적으로 증가하고 있다.

[0003] 일반적으로 전동 휠체어는 연축전지를 사용하는데, 순간적인 고출력, 시동 꺼짐, 방지턱 걸림 등이 발생하는 경우, 전동 휠체어 이용자들의 안전성과 연축전지의 수명에 악영향을 미칠 가능성이 있다.

[0004] 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안 중 하나로 수명과 출력 특성이 우수한 리튬이온전지가 주목받고 있지만, 국민건강보험공단에서 지급하는 노약자 및 장애인 보조기기 급여 지원에서 화재 안전상의 이유로 제외되어 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1299340호(2013. 08. 16.)(슈퍼커패시터 및 재충전배터리의 충방전 제어장치)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1363627호(2014. 02. 10.)(연료전지와 슈퍼 커패시터를 이용한 하이브리드 무정전 전원장치 및 그 동작 방법)

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-1893063호(2018. 08. 23.)(슈퍼커패시터와 배터리를 이용한 하이브리드 전력공급장치 및 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에 착안한 것으로, 본 발명의 목적은 상대적으로 경제적이고 안전성이 높은 연축전지와 출력 특성이 우수하고 수명이 반영구적인 슈퍼커패시터를 결합한 하이브리드형 전동 휠체어를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기한 하이브리드형 전동 휠체어의 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일 실시예에 따른 하이브리드형 전동 휠체어는, 병렬 구조로 배치된 연축전지와 슈퍼커패시터를 포함하는 하이브리드 전원저장부; 전동 휠체어의 구동륜을 구동시키는 AC 모터를 포함하는 부하장치부; 및 일반적인 전원출력이 요구되면 상기 연축전지의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하고, 고출력의 전원이 요구되면 상기 슈퍼커패시터의 방전을 통해 상기 AC 모터에 전원이 공급되도록 제어하는 제어장치부를 포함한다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 제어장치부는 동시에 동작되지 않도록 구성된 제1 릴레이 및 제2 릴레이를 포함하는 스위칭부를 포함하고, 상기 스위칭부는 아두이노 소프트웨어를 통해 구현될 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 아두이노 소프트웨어는 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압을 각각 측정하여, 상기 전동 휠체어의 최소동작전압 이상인지를 체크하고, 상기 최소동작전압 이하인 경우에는 상기 전동 휠체어의 동작을 정지시킬 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 아두이노 소프트웨어는 상기 부하장치부가 고출력을 필요로 하는 경우에는 상기 연축전지에서 상기 슈퍼커패시터로 전환하여 상기 전동 휠체어를 동작시키며, 충전 상태 정보(State of Charge, 이하 SOC)를 평가하여 운용할 수 있다.

[0012] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위하여 일 실시예에 따른 하이브리드형 전동 휠체어의 제어 방법은, (a) 병렬 구조로 배치된 연축전지와 슈퍼커패시터를 포함하는 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류와 휠체어의 최소동작전압을 초기조건으로 상정하는 단계; (b) 운용 시간대를 초기 값으로 설정하는 단계; (c) 상기 운용 시간대에 대하여, 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압 각각을 측정하는 단계; (d) 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압이 상기 휠체어의 최소동작전압 이상인지 체크하는 단계; (e) 상기 연축전지의 전압과 상기 슈퍼커패시터의 전압 모두가 상기 휠체어의 최소동작전압 이상인 것으로 체크되면, 상기 연축전지를 사용하여 전동 휠체어를 작동시키는 단계; (f) 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류를 측정하는 단계; (g) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 작거나 같은지의 여부를 체크하는 단계; (h) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 작거나 같은 것으로 체크되면, 상기 연축전지를 사용하여 전동 휠체어를 작동시킨 후, 상기 운용 시간대가 최대 값인지의 여부를 체크하는 단계; (i) 상기 운용 시간대가 상기 최대값이 아닌 것으로 체크되면 상기 운용 시간대를 증가시킨 후 단계 (b)로 피드백하고, 상기 운용 시간대가 상기 최대값인 것으로 체크되면 종료하는 단계; (j) 측정된 전동 휠체어의 부하전류가 상기 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류보다 큰 것으로 체크되면, 슈퍼커패시터의 SOC를 측정하는 단계; (k) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 상기 휠체어의 최소동작전압보다 크거나 같은지의 여부를 체크하는 단계; (l) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 상기 휠체어의 최소동작전압보다 작은 것으로 체크되면, 단계 (h)으로 피드백하는 단계; (m) 상기 슈퍼커패시터의 SOC가 휠체어의 최소동작전압보다 크거나 같은 것으로 체크되면, 상기 슈퍼커패시터를 사용하여 상기 전동 휠체어를 작동시킨 후, 상기 운용 시간대가 최대 값인지의 여부를 체크하는 단계; 및 (n) 상기 운용 시간대가 상기 최대값이 아닌 것으로 체크되면 상기 운용 시간대를 증가시킨 후 단계 (f)로 피드백하고, 상기 운용 시간대가 상기 최대값인 것으로 체크되면 종료하는 단계를 포함한다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 슈퍼커패시터의 SOC는,

[0014] $SOC_{sotp}(\%) = SOC_{OCV_{sotp}}(\%) + SOC_{Ph_{sotp}}(\%)$ (여기서, SOC_{sotp} 은 슈퍼커패시터의 총 SOC(%)이고, $SOC_{OCV_{sotp}}$ 은 OCV 법에 의한 슈퍼커패시터의 초기 SOC(%)로서 $SOC_{OCV_{sotp}}(\%) = \frac{V_{sotp(t)} - V_{sotp-min}}{V_{sotp-max} - V_{sotp-min}} \times 100$ (여기서, $V_{sotp(t)}$ 은 슈퍼커패시터의 전압이고, $V_{sotp-max}$ 은 슈퍼커패시터의 최대 전압이고, $V_{sotp-min}$ 은 슈퍼커패시터의 최소 전압임)이고, $SOC_{Ph_{sotp}}$ 은 Ph 카운팅 법에 의한 슈퍼커패시터의 누적 SOC(%)로서 $SOC_{Ph_{sotp}}(\%) = [1 - \frac{Ph_{sotp(t)}}{Ph_{sotp-ratio}}] \times 100$ (여기서, $Ph_{sotp(t)}$ 은 t 시간까지의 총방전량이고, $Ph_{sotp-ratio}$ 은 정격용량임)에 의해 산정될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 이러한 하이브리드형 전동 휠체어 및 이의 제어 방법에 의하면, 출력 특성이 우수한 슈퍼커패시터와 연축전지를 결합하여 하이브리드형 전동 휠체어를 운용함으로써, 연축전지에서 높은 c-rate의 전류가 방전되는 것을 방지할 수 있어, 연축전지의 수명을 향상시킬 수 있고, 전동 휠체어의 배터리 교체 주기를 지연시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전동 휠체어를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 하이브리드 전동 휠체어를 설명하기 위한 회로도이다.
 도 3은 도 2에 도시된 아두이노 소프트웨어를 이용한 전동 휠체어의 프로그램 코드의 일례를 나타낸다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전동 휠체어의 동작 알고리즘을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 5a 및 도 5b는 연축전지의 c-rate에 따른 방전 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 6a 및 도 6b는 슈퍼 커패시터의 c-rate에 따른 방전 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 7은 연축전지를 이용한 전동 휠체어의 동작특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 8은 하이브리드 전동 휠체어의 보관장치 작동 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 9는 하이브리드 전동 휠체어의 현재 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 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.

[0018] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0019] 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. 예를들어, 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.

[0020] 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.

[0021] 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 형

식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전동 휠체어를 설명하기 위한 블록도이다. 도 2는 도 1에 도시된 하이브리드 전동 휠체어를 설명하기 위한 회로도이다.
- [0023] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전동 휠체어는 하이브리드 전원저장부(110), 부하장치부(120), 및 제어장치부(130)를 포함하여, 연축전지(112) 단독 사용시 발생하는 전동 휠체어의 문제점을 해결한다.
- [0024] 하이브리드 전원저장부(110)는 병렬 구조로 배치된 하나 이상의 연축전지(112)와 하나 이상의 슈퍼커패시터(114)를 포함한다.
- [0025] 부하장치부(120)는 전동 휠체어의 구동륜을 구동시키는 AC 모터(122)를 포함한다.
- [0026] 제어장치부(130)는 스위칭부(132) 및 콘트롤러(134)를 포함하고, 일반적인 출력의 경우 연축전지(112)를 통해 하이브리드 전동 휠체어를 구동하고, 순간적으로 고출력이 발생하는 경우 슈퍼커패시터(114)를 통해 하이브리드 전동 휠체어를 구동한다. 즉, 일반적인 전원출력이 요구되면, 제어장치부(130)는 연축전지(112)의 방전을 통해 AC 모터(122)에 전원이 공급되도록 제어한다. 고출력의 전원이 요구되면, 제어장치부(130)는 슈퍼커패시터(114)의 방전을 통해 AC 모터(122)에 전원이 공급되도록 제어한다.
- [0027] 구체적으로, 일반적인 출력이 발생하는 경우, 제2 릴레이(relay #2)에 의해 연축전지(112)가 방전되어 부하장치부(120)에 전원을 공급하도록 제어한다. 고출력이 필요한 상황에서는 제1 릴레이(relay #1)에 의해 슈퍼커패시터(114)가 방전되어 부하장치부(120)에 전원을 공급하도록 제어한다. 이때, 제1 릴레이(relay #1)와 제2 릴레이(relay #2)는 아두이노 S/W에 의한 인터록 동작으로 동시에 동작하지 않도록 구성한다.
- [0028] 하이브리드 전원저장부(110)를 이용한 제어 기능을 수행하기 위하여, 전동 휠체어의 제어장치부(130)의 스위칭부(132)는 아두이노 소프트웨어를 통해 구현될 수 있다.
- [0029] 도 3은 도 2에 도시된 아두이노 소프트웨어를 이용한 전동 휠체어의 프로그램 코드의 일례를 나타낸다.
- [0030] 도 1, 도 2 및 도 3을 참조하면, 아두이노 소프트웨어는 연축전지(112)의 전압과 슈퍼커패시터(114)의 전압을 각각 계측하여, 전동 휠체어의 최소동작전압 이상인지를 체크하고, 최소동작전압 이하인 경우에는 전동 휠체어의 동작을 정지시킨다. 또한, 아두이노 소프트웨어는 전동 휠체어의 부하장치부(120)가 고출력을 필요로 하는 경우에는 연축전지(112)에서 슈퍼커패시터(114)로 전환하여 전동 휠체어를 동작시키며, 충전 상태 정보(State of Charge, 이하 SOC)를 평가하여 운용하도록 한다.
- [0031] 이하, 개방 회로 전압(open circuit voltage, 이하 OCV) 법과 전력 시간(power hour, 이하 Ph) 카운팅 법을 이용하여 하이브리드 SOC를 산정하는 알고리즘에 대해서 설명한다.
- [0032] OCV 법을 이용한 SOC 산정 수식은 연축전지(112)와 슈퍼커패시터(114)로 구성된 하이브리드 전원저장부(110)의 최소 및 최대 전압의 범위에서 현재 OCV를 등분함으로써, 다음의 수식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.
- [0033] [수식 1]
- [0034]
$$SOC_{OCV}(\%) = \frac{V_{(t)} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \times 100$$
- [0035] 여기서, $V_{(t)}$ 은 하이브리드 전원저장부(110)의 전압이고, V_{max} 은 하이브리드 전원저장부(110)의 최대 전압이고, V_{min} 은 하이브리드 전원저장부(110)의 최소 전압이다.
- [0036] 또한, 전력사용량을 바탕으로 한 Ph 카운팅 법을 이용한 SOC 산정 수식은 하이브리드 전원저장부(110)의 충/방전된 용량에 대하여 정격용량을 등분함으로써, 다음의 수식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.
- [0037] [수식 2]
- [0038]
$$SOC_{Ph}(\%) = [1 - \frac{Ph_{(t)}}{Ph_{rating}}] \times 100$$
- [0039] 여기서, $Ph_{(t)}$ 는 t 시간까지의 총방전량이고, Ph_{rating} 은 정격용량이다.
- [0040] 본 발명에서는 상기한 두 가지 SOC 산정 수식을 바탕으로 하이브리드 전원저장부(110)의 SOC를 보다 정확하게

평가하기 위하여, 초기 SOC를 OCV 법으로 산정한 후, Ph 카운팅 법으로 SOC를 누적시켜 산정하는 하이브리드 방식을 제안한다.

즉, OCV 법과 Ph 카운팅 법을 이용한 하이브리드 SOC 산정 수식은 수식 (1)과 수식 (2)를 조합하여, SOC의 백분율 형태로 다음의 수식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

[수식 3]

$$SOC_{Hybrid}(\%) = SOC_{OCV}(\%) + SOC_{Ph}(\%)$$

여기서, SOC_{Hybrid} 은 하이브리드 전원저장부(110)의 총 SOC(%)이고, SOC_{OCV} 은 OCV 법에 의한 초기 SOC(%)이고, SOC_{Ph} 은 Ph 카운팅 법에 의한 누적 SOC(%)이다.

한편, 슈퍼커패시터 SOC 산정 수식은 다음의 수식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

[수식 4]

$$SOC_{scap}(\%) = SOC_{OCV_{scap}}(\%) + SOC_{Ph_{scap}}(\%)$$

여기서, SOC_{scap} 은 슈퍼커패시터(114)의 총 SOC(%)이고, $SOC_{OCV_{scap}}$ 은 OCV 법에 의한 슈퍼커패시터(114)의 초기 SOC(%)이고, $SOC_{Ph_{scap}}$ 은 Ph 카운팅 법에 의한 슈퍼커패시터(114)의 누적 SOC(%)이다.

수식 (4)의 $SOC_{OCV_{scap}}$ 은 다음의 수식 (5)에 의해 정의된다.

[수식 5]

$$SOC_{OCV_{scap}}(\%) = \frac{V_{scap(t)} - V_{scap-min}}{V_{scap-max} - V_{scap-min}} \times 100$$

여기서, $V_{scap(t)}$ 은 슈퍼커패시터(114)의 전압이고, $V_{scap-max}$ 은 슈퍼커패시터(114)의 최대 전압이고, $V_{scap-min}$ 은 슈퍼커패시터(114)의 최소 전압이다.

수식 (4)의 $SOC_{Ph_{scap}}$ 은 다음의 수식 (6)에 의해 정의된다.

[수식 6]

$$SOC_{Ph_{scap}}(\%) = [1 - \frac{Ph_{scap(t)}}{Ph_{scap-max}}] \times 100$$

여기서, $Ph_{scap(t)}$ 은 t 시간까지의 총방전량이고, $Ph_{scap-max}$ 은 정격용량이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 전동 휠체어의 동작 알고리즘을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4를 참조하면, 초기조건으로 휠체어의 최소동작전압($V_{min}(t)$)과 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류($I_{switch}(t)$)를 설정한다(단계 S102).

단계 S102에 이어, 운용 시간대(t)를 초기 값으로 설정한다(단계 S104).

단계 S104에 이어, 운용 시간대(t)에서 연축전지(112)(도 1 및 도 2에 도시됨)의 전압($V_{acid}(t)$)과 슈퍼커패시터(114)(도 1 및 도 2에 도시됨)의 전압($V_{scap}(t)$)을 각각 측정한다(단계 S106). 상기한 연축전지(112)의 전압이나 슈퍼커패시터(114)의 전압은 도 2에 도시된 전압 센서에 의해 측정될 수 있다.

단계 S106에서 측정된 연축전지(112)의 전압($V_{acid}(t)$)과 슈퍼커패시터(114)의 전압($V_{scap}(t)$)이 휠체어의 최소동작전압($V_{min}(t)$) 이상인지 체크한다(단계 S108).

단계 S108에서 연축전지(112)의 전압($V_{acid}(t)$)과 슈퍼커패시터(114)의 전압($V_{scap}(t)$)이 모두 휠체어의 최소동작전

압($V_{min}(t)$)이상인 것으로 체크되면, 연축전지(112)를 사용하여 전동 휠체어를 작동시킨다(단계 S110).

[0063] 단계 S110에 이어, 연축전지(112)와 슈퍼커패시터(114)로 구성된 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류($I_{switch}(t)$)를 예측한다(단계 S112). 상기한 전환기준전류는 도 2에 도시된 전류 센서에 의해 예측될 수 있다.

[0064] 단계 S112에서 예측된 전동 휠체어의 부하전류($I_{load}(t)$)가 상기한 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류($I_{switch}(t)$)보다 작거나 같은지의 여부를 체크한다(단계 S114).

[0065] 단계 S114에서 예측된 전동 휠체어의 부하전류($I_{load}(t)$)가 상기한 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류($I_{switch}(t)$)보다 작거나 같은 것으로 체크되면, 연축전지(112)를 사용하여 전동 휠체어를 작동시킨 후(단계 S116), 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})인지의 여부를 체크한다(단계 S118).

[0066] 단계 S118에서, 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})이 아닌 것으로 체크되면 운용 시간대(i)를 증가시킨 후(단계 S120), 단계 S106으로 피드백하고, 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})인 것으로 체크되면 종료한다.

[0067] 한편, 단계 S114에서 예측된 전동 휠체어의 부하전류($I_{load}(t)$)가 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류($I_{switch}(t)$)보다 큰 것으로 체크되면, 슈퍼커패시터(114)의 SOC($SOC_{scap}(t)$)를 예측한다(단계 S122).

[0068] 단계 S122에 이어, 슈퍼커패시터(114)의 SOC($SOC_{scap}(t)$)가 휠체어의 최소동작전압($V_{min}(t)$)보다 크거나 같은지의 여부를 체크한다(단계 S124).

[0069] 단계 S124에서 슈퍼커패시터(114)의 SOC($SOC_{scap}(t)$)가 휠체어의 최소동작전압($V_{min}(t)$)보다 작은 것으로 체크되면, 단계 S116으로 피드백한다.

[0070] 한편, 단계 S124에서 슈퍼커패시터(114)의 SOC($SOC_{scap}(t)$)가 휠체어의 최소동작전압($V_{min}(t)$)보다 크거나 같은 것으로 체크되면, 슈퍼커패시터(114)를 사용하여 전동 휠체어를 작동시킨 후(단계 S126), 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})인지의 여부를 체크한다(단계 S128).

[0071] 단계 S128에서, 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})이 아닌 것으로 체크되면 운용 시간대(i)를 증가시킨 후(단계 S130) 단계 S112로 피드백하고, 운용 시간대(i)가 최대값(t_{max})인 것으로 체크되면 종료한다.

[0072] 이하에서, 본 발명에 따라 구성된 하이브리드형 전동 휠체어에 대한 시험결과 및 분석을 설명한다.

[0073] 먼저, 연축전지(112)(도 1에 도시됨)와 슈퍼커패시터(114)(도 1에 도시됨)의 c-rate 별 방전 특성 시험 및 하이브리드형 전동 휠체어의 특성시험의 조건은 표 2와 같이 나타낼 수 있다. 여기서, c-rate는 Current rate로서, 배터리를 충전, 방전시키는 속도를 나타내는 값이다.

[표 2]

item	contents		
specifications of storage device	lead-acid battery	nominal voltage[V]	12
		cut-off voltage[V]	10.5
		rated capacity[Ah]	24
		rated power[Wh]	288
	super capacitor	nominal voltage[V]	32.4
		cut-off voltage[V]	0.8
		rated capacity[Ah]	1.124
		rated power[Wh]	36.5
test conditions of discharging in storage devices	lead-acid battery	discharging cut-off voltage[V]	10.5
		discharging c-rate	0.2 0.5
	super capacitor	discharging cut-off voltage[V]	0.8
		discharging c-rate	0.5 1 2
test conditions of operation in electric wheelchair	switching reference current of hybrid device [A]	4.8	
	configuration of storage device	lead-acid battery	3slp
		super capacitor	1slp

표 2를 참조하면, 시험에서 사용한 연축전지(112)의 정격전압은 12[V], 정격용량은 24[Ah]이고, 슈퍼커패시터(114)의 정격전압은 32.4[V], 정격용량은 1.124[Ah]이다. 먼저, 저장장치 방전 특성 시험은 제조사에서 제공한 종지전압까지 배터리를 방전시키며, 연축전지(112)는 0.2, 0.5[c-rate], 슈퍼커패시터(114)는 0.5, 1, 2[c-rate]의 조건으로 방전 시험을 수행한다. 한편, 하이브리드형 전동 휠체어의 전환 기준전류는 4.8[A]이며, 연축전지(112) 및 슈퍼커패시터(114)는 각각 3slp, 1slp로 결선한다.

상기한 시험 조건을 바탕으로 연축전지(112)의 방전 특성을 분석하면 도 5a 및 도 5b와 같다.

도 5a 및 도 5b는 연축전지의 c-rate에 따른 방전 특성을 설명하기 위한 그래프이다. 특히, 도 5a는 연축전지(112)(도 1에 도시됨)의 c-rate 별 방전 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이고, 도 5b는 c-rate 별 방전전력 특성(출력 파워)를 설명하기 위한 그래프이다.

먼저, 0.2[c-rate]로 연축전지(112)를 방전할 경우, 방전 용량 및 방전전력량은 각각 18.52[Ah], 218.56[Wh]이고 0.5[c-rate]로 방전할 경우, 방전 용량 및 방전전력량은 각각 16.10[Ah], 186.9[Wh]임을 알 수 있다.

즉, 표 3과 같이 연축전지(112)의 효율은 c-rate가 0.2에서 0.5로 증가함에 따라 77.3[%]에서 66.1[%]로 감소하여, c-rate가 증가할수록 연축전지(112)의 효율이 급격하게 감소함을 알 수 있다.

표 3은 연축전지(112)의 c-rate별 방전 용량 및 효율을 나타낸다.

[표 3]

c-rate	discharging capacity[Ah]	discharging power[Wh]	power efficiency[%]
0.2	18.52	218.56	77.3
0.5	16.10	186.9	66.1

한편, 슈퍼커패시터(114)의 방전 특성을 나타내면 도 6a 및 도 6b와 같다.

도 6a 및 도 6b는 슈퍼 커패시터의 c-rate에 따른 방전 특성을 설명하기 위한 그래프이다. 특히, 도 6a는 슈퍼 커패시터(114)(도 1에 도시됨)의 c-rate 별 방전 전류 특성을 설명하기 위한 그래프이고, 도 6b는 c-rate 별 방전전력 특성(출력 파워)를 설명하기 위한 그래프이다.

먼저, 0.2[c-rate]로 슈퍼커패시터(114)를 방전할 경우, 방전 용량 및 방전전력량은 각각 1.125[Ah],

38.48[Wh]이고 2[c-rate]로 방전할 경우, 방전 용량 및 방전전력량은 각각 1.12[Ah], 38.3[Wh]임을 알 수 있다.

[0087] 즉, 표 4와 같이 슈퍼커패시터(114)의 효율은 99.73[%]에서 99.13[%]로 감소하여, 방전전류의 c-rate가 증가해도 효율의 변화가 거의 없는 것을 알 수 있다.

[0088] 표 4는 슈퍼 커패시터의 c-rate별 방전 용량 및 효율을 나타낸다.

[0089] [표 4]

c-rate	discharging capacity[Ah]	discharging power[Wh]	power efficiency[%]
0.5	1.125	38.48	99.63
1	1.123	38.4	99.30
2	1.12	38.3	99.13

[0090]

[0091] 따라서, 연축전지(112)(도 1에 도시됨)는 c-rate의 변화에 따른 저장장치 효율의 변화가 큰 것을 알 수 있어, 하이브리드 전원저장부의 전환기준전류는 연축전지(112)의 전류를 기준으로 표준 방전율인 0.2[c-rate]로 상정하여, 연축전지(112)의 전류가 4.8[A] 이상인 경우, 슈퍼커패시터(114)로 전환하여 전동 휠체어를 운용한다.

[0092] 한편, 기존의 연축전지(112)를 사용한 전동 휠체어의 전류 특성을 나타내면 도 7과 같다.

[0093] 도 7은 연축전지를 이용한 전동 휠체어의 동작특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0094] 도 7을 참조하면, Section A는 초기 기동 시 전류를 계측한 것으로 기동전류는 6.2[A]임을 알 수 있고, Section B는 고출력 시에 전류를 계측한 것으로 평균 5.2[A]의 전류가 방전되는 것을 알 수 있다.

[0095] 따라서, 기존의 방식대로 전동 휠체어를 운용하는 경우, 높은 c-rate의 전류에 의해 연축전지의 수명이 단축되며, 전동 휠체어 운행 및 경사면 이동 시 정지 등의 문제점이 발생하여 이용자에게 불편을 끼칠 가능성이 있다.

[0096] 상기한 시험 조건을 바탕으로, 하이브리드형 전동 휠체어의 운용 특성을 나타내면 도 8과 같다.

[0097] 도 8은 하이브리드 전동 휠체어의 보관장치 작동 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0098] 도 8을 참조하면, Section A는 전동 휠체어 초기 구동 시를 나타낸 것으로 6.7[A]의 기동전류가 발생함을 알 수 있고, 슈퍼커패시터(114)(도 1에 도시됨)를 통해서 전동 휠체어가 운용되는 것을 알 수 있다.

[0099] 또한, Section B는 전동 휠체어에서 고출력이 발생한 경우를 나타내며, 슈퍼커패시터(114)에서 최대 7.6[A]의 전류가 발생하며, 전동 휠체어의 하이브리드 전원저장부(110)가 연축전지(112)에서 슈퍼커패시터(114)로 전환되는 것을 알 수 있다.

[0100] 즉, 고출력을 필요로 하는 경우 본 발명에서 제안한 전동 휠체어가 동일한 환경에서 기존 방식보다 46[%] 증가된 고출력을 낼 수 있어, 이용자들의 편리성을 높일 수 있음을 알 수 있다.

[0101] 한편, 실제 운용하면서 계측한 하이브리드형 전동 휠체어의 전류 특성은 도 9와 같이 나타낼 수 있다.

[0102] 도 9는 하이브리드 전동 휠체어의 현재 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0103] 도 9를 참조하면, 연축전지(112)(도 1에 도시됨)는 전동 휠체어 운용 시간의 90[%] 정도를 담당하며, 순간적으로 고출력이 발생하는 경우, 아두이노의 동작에 의해 슈퍼커패시터(114)(도 1에 도시됨)로 전환되어, 전체 운용 시간의 10[%] 정도 담당하는 것을 알 수 있다.

[0104] 따라서, 출력 특성이 우수한 슈퍼커패시터(114)와 연축전지(112)를 결합한 하이브리드형 전동 휠체어를 운용하는 경우, 연축전지(112)에서 높은 c-rate의 전류가 방전되는 것을 방지할 수 있어, 연축전지(112)의 수명을 향상시킬 수 있고, 전동 휠체어의 배터리 교체 주기를 지연시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0105] 본 발명에서는 전동 휠체어 사용자들의 편리성과 안전성을 향상시키기 위하여 연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어의 운용 알고리즘을 제안하고, 이를 바탕으로 하이브리드형 전동 휠체어의 운용 특성을 제시한다.

[0106] 구체적으로, 연축전지의 효율은 c-rate가 0.2에서 0.5로 증가함에 따라 77.3[%]에서 66.1[%]로 감소하여, c-rate가 증가할수록 연축전지의 효율이 급격하게 감소함을 알 수 있고, 슈퍼커패시터의 효율은 99.73[%]에서

99.13[%]로 감소하여, 방전전류의 c-rate가 증가해도 효율의 변화가 거의 없는 것을 알 수 있었다.

[0107] 또한 기동 시나 과부하 등의 고출력을 필요로 하는 경우, 본 발명에서 제안한 하이브리드형 전동 휠체어가 동일한 환경에서 연축전지를 사용한 전동 휠체어보다 46[%] 증가된 고출력을 낼 수 있어, 편리성과 안전성을 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다.

[0108] 또한 기존의 연축전지에 출력 특성이 우수한 슈퍼커패시터를 결합한 하이브리드형 전동 휠체어를 운용하는 경우, 연축전지에서 높은 c-rate의 전류가 방전되는 것을 방지할 수 있어, 연축전지의 수명을 향상시킬 수 있고, 전동 휠체어의 배터리 교체 주기를 지연시킬 수 있음을 알 수 있었다.

[0109] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따르면 전동 휠체어 사용자들의 편리성과 안전성을 향상시키기 위하여 연축전지와 슈퍼커패시터를 이용한 하이브리드형 전동 휠체어와 이의 운용 알고리즘을 제안한다.

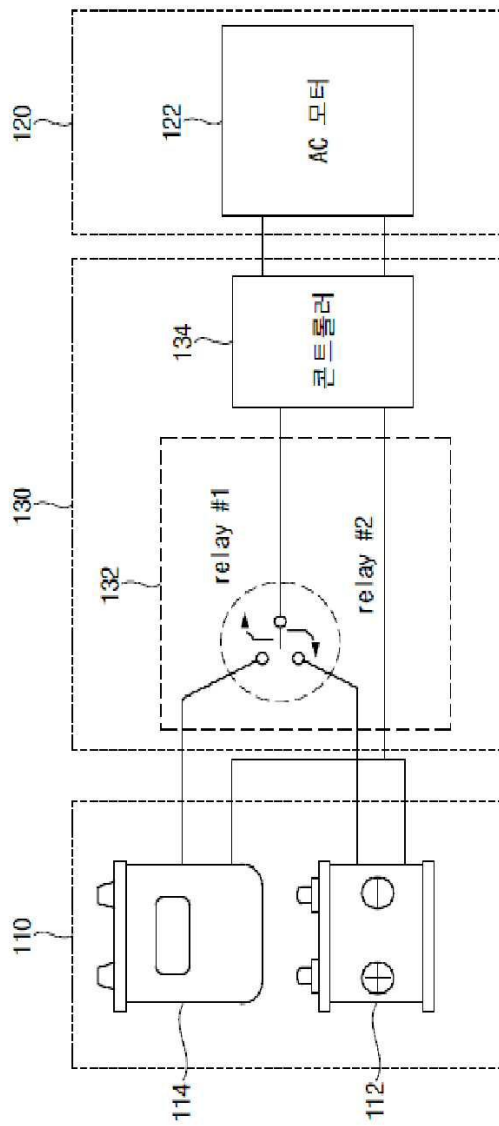
[0110] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

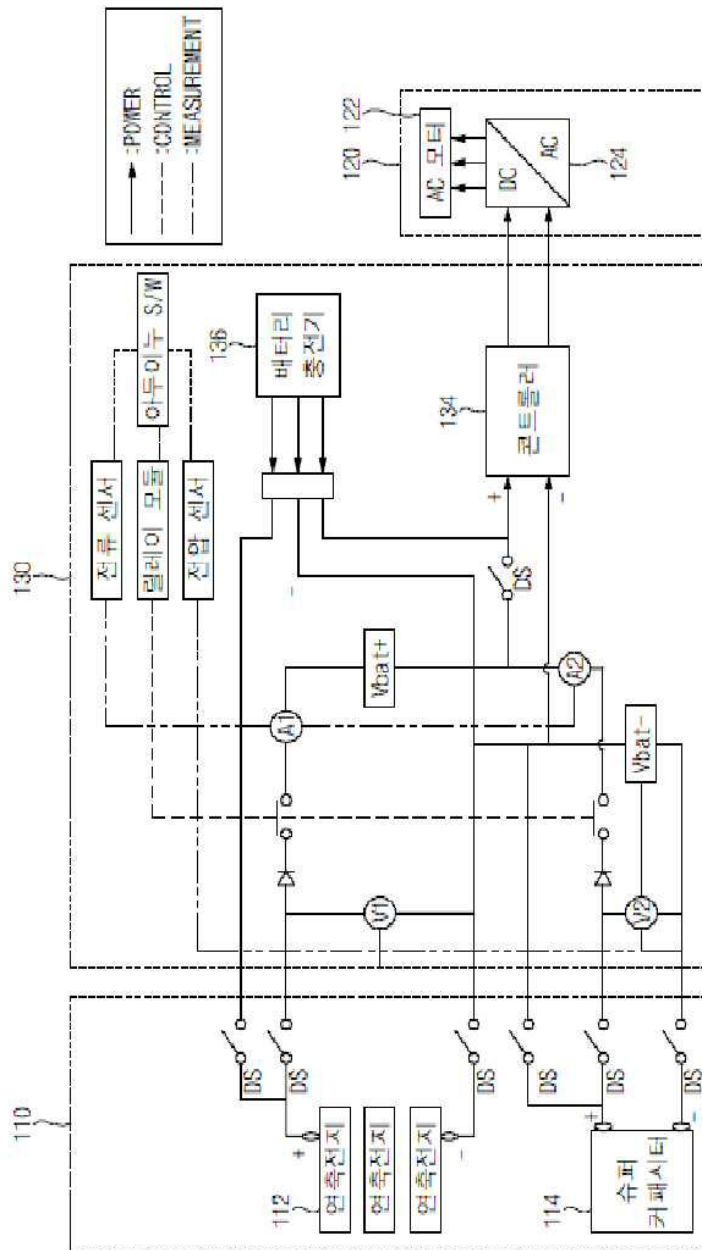
[0111]	110 : 하이브리드 전원저장부	112 : 연축전지
	114 : 슈퍼커패시터	120 : 부하장치부
	122 : AC 모터	130 : 제어장치부
	132 : 스위칭부	134 : 컨트롤러

도면

도면1



도면2



도면3

```

void loop()
{
    // 연속전자의 전압센서 사용코드
    voltagevalue1 = analogRead(A0);
    float vout1 = (voltagevalue1 * 5.0) / 1024.0;
    float vin1 = (vout1 / (R2/(R1+R2)))*40/25;
    sum1 = vin1;
    Serial.print("Ls_01 V= ");
    Serial.println(sum1,2);

    // 슈퍼커패시터의 전압센서 사용코드
    voltagevalue2 = analogRead(A2);
    float vout3 = (voltagevalue2 * 5.0) / 1024.0;
    float vin3 = vout3 / (R2/(R1+R2))*40/25;
    sum2 = vin3 ;
    Serial.print("Sc_02 V= ");
    Serial.println(sum2,2);

    // 연속전자에 측정된 전류센서 사용코드
    currentvalue1 = analogRead(A6);
    amp1 = (((currentvalue1 - 511)*5/0.4)/1024)-0.04)*10;
    Serial.print("Ls_01 c= ");
    Serial.print(amp1);
    Serial.println("A");

    // 슈퍼커패시터에 측정된 전류센서 사용코드
    currentvalue2 = analogRead(A7);
    amp2 = (((currentvalue2 - 511)*5/0.4)/1024)-0.04)*10;
    Serial.print("Sc_02 c= ");
    Serial.print(amp2);
    Serial.println("A");

    amp3 = amp1 + amp2;

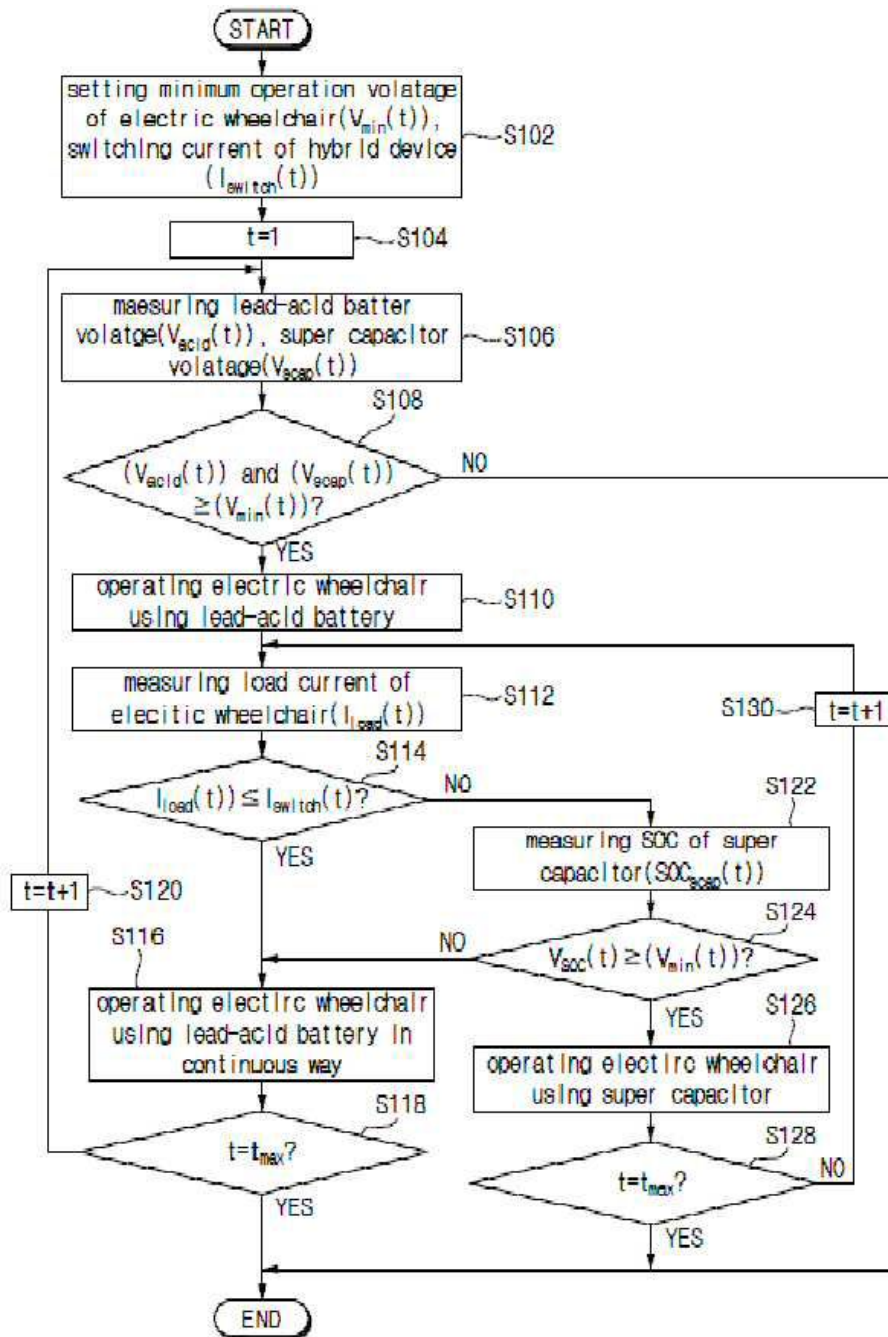
    writeToFile();

    if(amp3 < 4.8 && amp1 < 4.8)
    {
        digitalWrite(relayOutPin1, HIGH);
        digitalWrite(relayOutPin3, HIGH);
        delay(200);
        digitalWrite(relayOutPin2, LOW);
        digitalWrite(relayOutPin4, LOW);
        delay(200);
    }

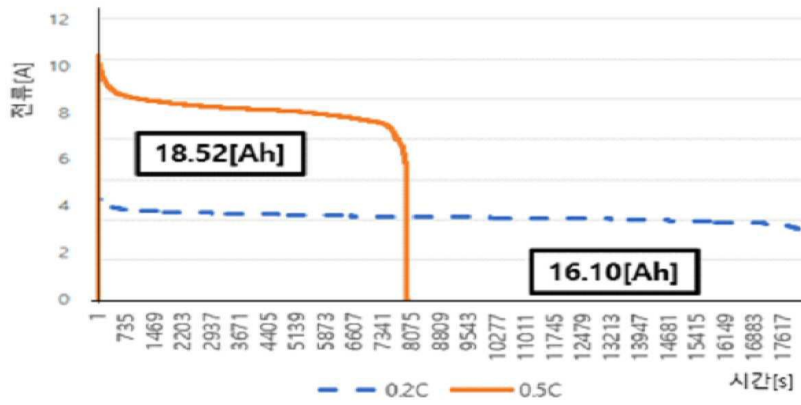
    if(amp3 > 4.8 && amp1 > 4.8)
    {
        digitalWrite(relayOutPin1, LOW);
        digitalWrite(relayOutPin3, LOW);
        delay(200);
        digitalWrite(relayOutPin2, HIGH);
        digitalWrite(relayOutPin4, HIGH);
        delay(200);
    }
}

```

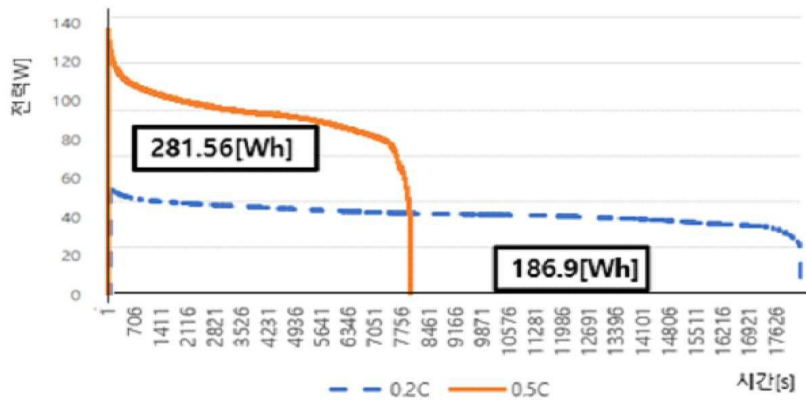
도면4



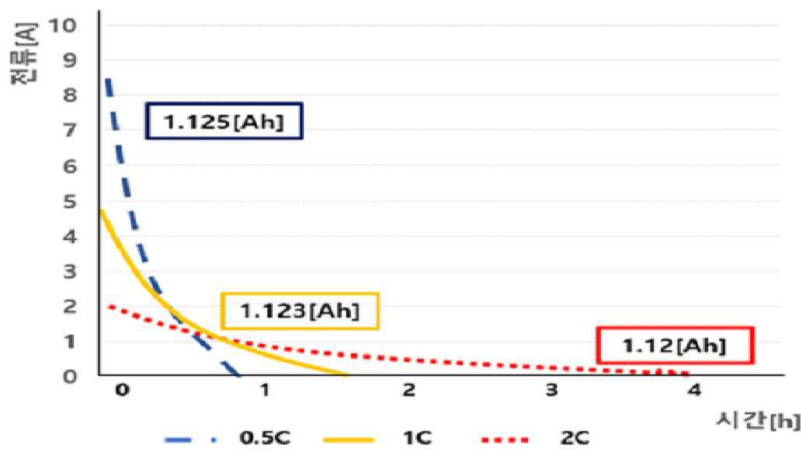
도면5a



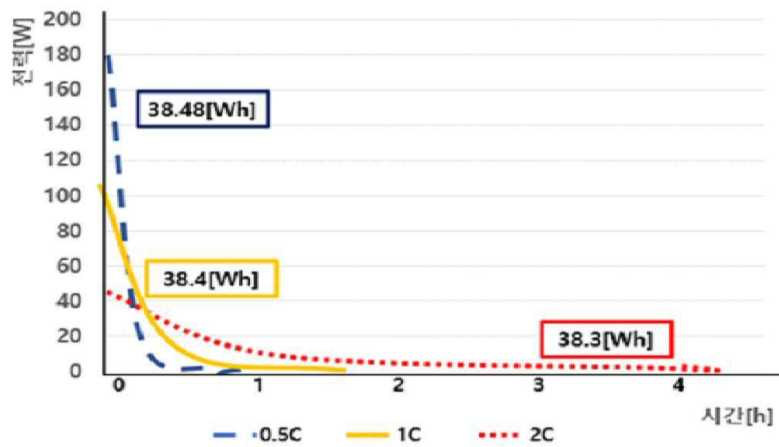
도면5b



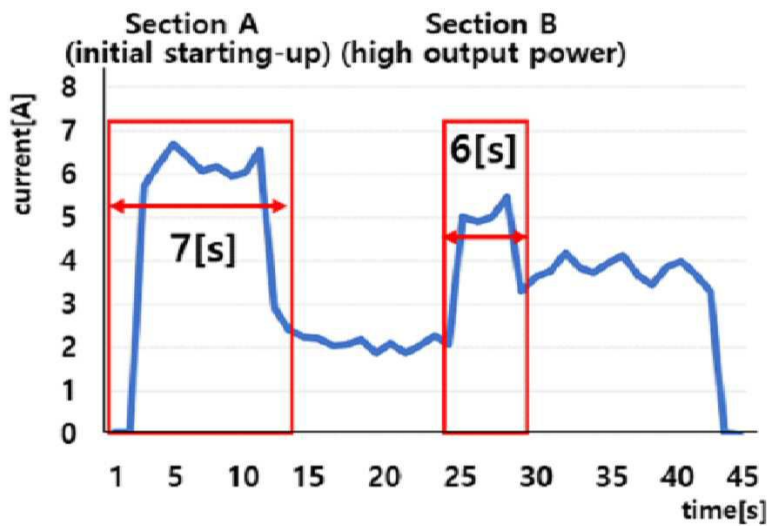
도면6a



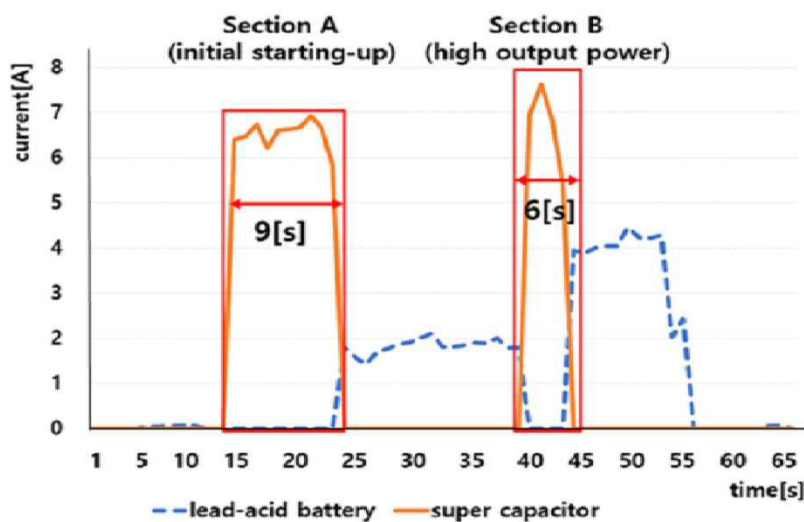
도면6b



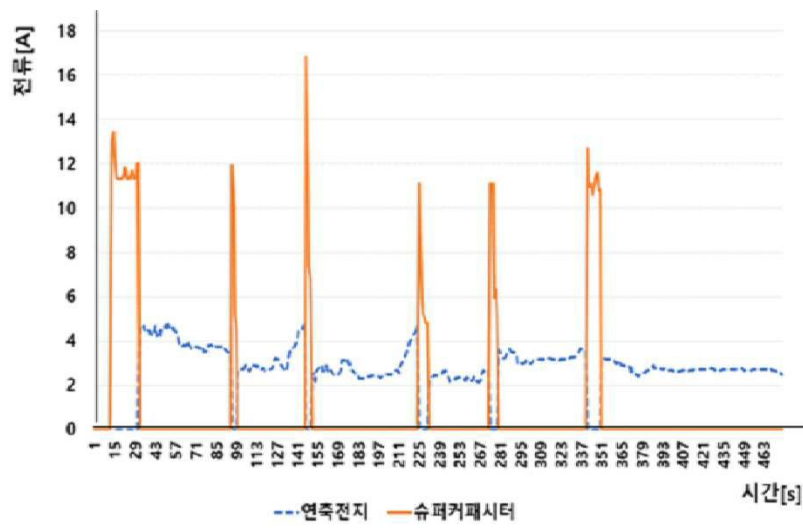
도면7



도면8



도면9



임시명세서(첨부)



아이콘을 더블 클릭하시면 임시명세서 파일이 열립니다.

본 공보 PDF는 첨부파일을 가지고 있습니다. Acrobat Reader PDF뷰어를 제공하지 않는 브라우저(크롬, 파이어폭스, 사파리 등)의 경우 첨부파일 열기가 제한되어 있으므로 Acrobat Reader PDF뷰어 설치 후 공보 PDF를 다운로드 받아 해당 뷰어에서 조회해주시기 바랍니다.