

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0093552 (43) 공개일자 2014년07월28일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01R 31/36 (2006.01) H01M 10/48 (2006.01)	(71) 출원인 엘지이노텍 주식회사 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)	
(21) 출원번호 10-2013-0006123 (22) 출원일자 2013년01월18일 심사청구일자 없음	(72) 발명자 박수영 서울 중구 한강대로 416, (남대문로5가, 서울스퀘어)	
	(74) 대리인 서교준	

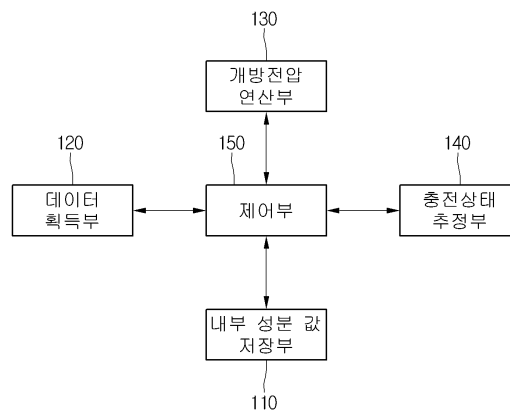
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **배터리 용량 상태 추정 장치 및 이의 방법**

(57) 요약

실시 예에 따른 배터리 용량 추정 방법은 온도, 전류 및 전압 데이터를 입력받는 단계; 상기 입력받은 전류에 따라 배터리 모델을 구성하는 내부 성분의 파라미터가 갱신되는 단계; 상기 갱신된 파라미터를 이용하여 개방 전압(OCV:Open Circuit Voltage)을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 개방 전압을 이용하여 배터리 용량(SOC:State Of Charge)를 추정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

온도, 전류 및 전압 데이터를 입력받는 단계;
 상기 입력받은 전류 데이터에 따라 배터리 모델을 구성하는 내부 성분의 파라미터가 갱신되는 단계;
 상기 갱신된 파라미터를 이용하여 개방 전압(OCV:Open Circuit Voltage)을 산출하는 단계; 및
 상기 산출된 개방 전압을 이용하여 배터리 용량(SOC:State Of Charge)를 추정하는 단계를 포함하는
 배터리 용량 추정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 온도, 전류 및 SOC에 따라 변화하는 상기 내부 성분의 파라미터를 정의하고, 이를 테이블로 저장하는 단계가 더
 포함되는
 배터리 용량 추정 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 저장하는 단계는,
 일정 간격으로, 온도, 전류 및 SOC에 대응하는 내부 성분의 파라미터 값들을 추출하는 단계와,
 상기 온도, 전류 및 SOC에 따라 추출된 파라미터 값들을 기반으로 3차원 보간법을 이용하여 중간값을 추정하는
 단계와,
 상기 추출된 파라미터 값 및 상기 추정된 중간값을 이용하여 상기 온도, 전류 및 SOC에 대응하는 파라미터 값들
 로 이루어진 테이블을 저장하는 단계를 포함하는
 배터리 용량 추정 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 온도, 전류 및 전압 데이터는
 배터리로부터 측정된 값이며, 배터리 모델링을 위한 수식에 입력되는
 배터리 용량 추정 방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,
 상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분은,
 내부 저항(R0), 하나의 저항(R1) 및 하나의 콘덴서(C1)로 이루어지며,
 상기 테이블은,
 상기 하나의 저항(R1) 및 콘덴서(C1)를 이용하여 상기 전류에 변화에 따른 파라미터 값들을 정의하는
 배터리 용량 추정 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 SOC가 추정되면, 상기 추정된 SOC를 기준으로 정격 전류의 파라미터로 상기 내부 성분의 파라미터를 갱신하는 단계가 더 포함되는

배터리 용량 추정 방법.

청구항 7

제 1항 내지 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추정된 SOC는 다음 배터리의 용량 상태 추정 시에 이용되는

배터리 용량 추정 방법.

청구항 8

온도, 전류 및 용량에 따른 배터리 모델의 내부 성분의 파라미터 값들이 정의된 테이블을 저장하는 내부 성분 값 저장부;

배터리로부터 측정된 온도, 전류 및 전압 데이터를 입력받는 데이터 획득부;

상기 배터리 모델의 내부 성분에 대한 파라미터 값들과 상기 입력받은 전압을 이용하여 개방 전압(OCV:Open Circuit Voltage)을 산출하는 개방 전압 연산부;

상기 개방 전압 산출부를 통해 산출된 개방 전압을 이용하여 상기 배터리의 용량(SOC:State Of Charge)을 추정하는 충전상태 추정부; 및

상기 획득된 전류를 이용하여 상기 내부 성분의 파라미터 값들을 갱신하고, 상기 갱신된 파라미터 값들에 의거하여 상기 개방 전압 및 용량이 추정되도록 제어하는 제어부를 포함하는

배터리 용량 추정 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 테이블은,

상기 온도, 전류 및 SOC에 따라 변화하는 상기 내부 성분의 파라미터 값들을 정의하는

배터리 용량 추정 장치.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 입력된 온도, 전류 및 전압 데이터는

배터리로부터 측정된 값이며, 배터리 모델링을 위한 수식에 입력되는

배터리 용량 추정 장치.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분은,

내부 저항(R0), 하나의 저항(R1) 및 하나의 콘덴서(C1)로 이루어지며,

상기 테이블은,

상기 하나의 저항(R1) 및 콘덴서(C1)를 이용하여 상기 전류에 변화에 따른 파라미터 값들을 정의하는

배터리 용량 추정 장치.

청구항 12

제 8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 SOC가 추정되면, 상기 추정된 SOC를 기준으로 정격 전류의 파라미터로 상기 내부 성분의 파라미터를 갱신하는

배터리 용량 추정 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 배터리의 용량 상태 추정 장치에 관한 것으로, 특히 기존에 고려했던 용량 및 온도 이외에 전류의 크기를 고려하여 배터리 내부 성분을 결정하여 간단한 모델로 배터리를 표현할 수 있으며, 배터리를 해석할 때도 연산량 복잡도를 개선할 수 있는 배터리 용량 상태 추정 장치 및 이의 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 가솔린이나 중유를 주연료로 사용하는 내연 엔진을 이용하는 자동차는 대기오염 등 공해발생에 심각한 영향을 주고 있다. 따라서 최근에는 공해발생을 줄이기 위하여, 전기 자동차 또는 하이브리드(Hybrid) 자동차의 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

[0003] 최근 들어 고에너지 밀도의 비수전해액을 이용한 고출력 이차 전지가 개발되고 있다. 전기 자동차 등과 같이 모터 구동을 위한 대전력을 필요로 하는 기기에 사용될 수 있도록 상기 고출력 이차 전지는 복수 개를 직렬로 연결하여 대용량의 이차 전지를 구성하게 된다.

[0004] 이와 같이 하나의 대용량 이차 전지(이하 "배터리"라 한다)는 통상 직렬로 연결되는 복수 개의 이차 전지로 이루어진다. 상기 배터리 특히, HEV용 배터리의 경우 수 개에서 많게는 수십 개의 이차 전지가 충전과 방전을 번갈아가면서 수행하게 됨에 따라 이러한 충/방전 등을 제어하여 배터리가 적절한 동작 상태로 유지하도록 관리할 필요성이 있다.

[0005] 이를 위해, 배터리에 대한 제반적인 상태를 관리하는 배터리관리시스템(BMS: Battery Management System)이 구비된다. 상기 BMS는 전지의 전압, 전류, 온도 등을 검출하여 SOC를 연산에 의해 추정하고, 차량의 연료 소비 효율이 가장 좋아지도록 SOC를 제어한다. SOC를 정확히 제어하기 위해, 충/방전을 행하고 있는 배터리의 SOC를 정확히 측정하는 것이 필요하다.

[0006] 종래 기술 1로서 대한민국 특허출원번호 2005-0061123(2005년 07월 07일 출원)에는 "이차 전지 모듈의 전지 잔존 용량 측정방법"가 개시되어 있다.

[0007] 상기 종래 기술 1 발명은 전지의 SOC를 정밀하게 산출할 수 있도록, 시동 온 시 전지 모듈의 전류 값과 전압 값 및 온도 값을 측정하는 단계, 상기 측정된 값으로 초기 SOC를 산출하는 단계, 전류 적산 단계, 상기 전류 적산 값에 따른 실제 SOC 산출 단계, 상기 전지 모듈이 무부하 상태인가를 확인하는 단계, 무부하 상태인 경우 상기 실제 SOC가 전류적산에 의해 측정가능한 설정범위 이내인지를 확인하는 단계, 상기 실제 SOC가 설정범위 밖인 경우 전압 값을 측정하여 전압 값에 따른 SOC를 산출하는 단계를 포함하는 이차 전지 모듈의 전지 잔존용량 측정방법을 제공한다. 그러나 상기 종래 기술 1은 실제 배터리에 대한 간단한 등가 회로 모델을 이용하는 방법 및 장치에 관해서는 개시하고 있지 않다.

[0008] 또한, 종래 기술 2로서, 대한민국 특허출원번호 2008-0094488(2008년 9월 26일)에는 "배터리 관리 시스템에서의 배터리의 SOC 측정 방법 및 장치"가 개시되어 있다.

[0009] 상기 종래 기술 2는, 더욱 간편하고 정확하게 배터리 SOC를 추정할 수 있도록, 실제 배터리에 대한 간단한 등가 회로 모듈 및 적응 디지털 필터를 이용한 SOC 특정 방법이 개시되어 있다.

[0010] 그러나, 상기 종래 기술 2는 온도와 용량의 관계를 이용하여 상기 간단한 등가 회로 모델에 대해 배터리의 내부 성분들을 결정하였다.

[0011] 상기와 같이 배터리의 내부 성분들을 결정하게 되는데, 이때 작은 전류(예를 들어, 1C-rate 이하)에서 천천히

변하는 성분과 큰 전류(예를 들어, 2C-rate)에서 빠르게 변하는 성분이 나타난다. 이에 따라, 상기와 같이 전류에 따라 변하는 성분을 모두 포함하는 배터리 모델을 설계하게 되면, 모델이 복잡해지고 모델을 분석함에 있어서도 계산량 증가와 복잡도가 상승하게 된다.

[0012] 도 1은 일반적인 배터리에서 정격 용량의 충/방전시에 나타나는 전압 변화를 나타낸 도면이다.

[0013] 또한, 도 2는 일반적인 배터리에서 대용량의 충/방전시에 나타나는 전압 변화를 나타낸 도면이다.

[0014] 상기와 같은 도 1에 의해, 정격 용량으로 충/방전을 진행할 경우, 배터리의 기본적인 모델 파라미터를 구할 수 있게 된다.

[0015] 그러나, 상기와 같이 구해진 정격 용량의 파라미터만을 이용하여 상기 대용량에서의 배터리 특성을 구현할 수 없게 된다.

[0016] 일반적인 전기 자동차의 경우, 배터리의 정격 용량보다 큰 전류로 동작하기 때문에, 정격 용량에서의 파라미터만으로는 SOC 추정이 어려우며, 이러한 이유로 대 전류에서의 파라미터 또한 필요로 하게 된다.

[0017] 그러나, 상기와 같이 전류에 따른 파라미터의 종류가 많아질수록 시스템의 연산량과 복잡성이 증가하게 된다.

[0018] 도 3은 종래 기술에 따른 배터리의 등가 회로를 나타낸 도면이다.

[0019] 도 3을 참조하면, 배터리 모델은 내항 저항 성분(R0)과 분극 및 확산 등을 나타내는 1차 회로들이 직렬로 연결된 것으로 나타낼 수 있다.

[0020] 여기에서, 가장 크게 나타나는 성분은 분극 전압의 성분으로 R1, C1으로 생각할 수 있다. 즉, 상기 R1 및 C1의 성분은 일반적인 배터리의 파라미터를 결정하게 된다.

[0021] 이때, 대전류에서 변화하는 성분을 고려하기 위해, 상기 등가 회로도에는 추가적인 R2 및 C2가 존재하게 되며, 이 밖에 다른 추가적인 특성은 n개의 1차 R-C 회로로 나타낼 수 있다.

[0022] 다시 말해서, 종래 기술에 따르면 다양한 조건에 따라 상기 배터리 모델을 정의하기 위해, 상기 등가 회로는 다수의 R-C 회로가 직렬로 연결된 상태로 나타난다.

[0023] 이러한 등가 회로를 분석하기 위한 수학적식은 다음과 같다.

$$\dot{V}_1(t) = -\frac{1}{R_1 C_1} V_1(t) - \frac{1}{C_1} i(t) + \frac{1}{C_1} w_1(t) \quad (1)$$

$$\dot{V}_2(t) = -\frac{1}{R_2 C_2} V_2(t) - \frac{1}{C_2} i(t) + \frac{1}{C_2} w_2(t) \quad (2)$$

⋮

$$\dot{V}_n(t) = -\frac{1}{R_n C_n} V_n(t) - \frac{1}{C_n} i(t) + \frac{1}{C_n} w_n(t) \quad (n)$$

$$V_t(t) = V_1 + V_2 + \dots + V_n - R_0 i(t) + v(t) \quad (n+1)$$

[0024]

[0025] 여기에서, V1(t), V2(t) 및 Vn(t)는 t 시점에서 각 RC 단에 걸리는 전압을 의미하며(예를 들어, V1(t)는 R1과 C1 단에 걸리는 전압을 의미하고, V2(t)는 R2과 C2 단에 걸리는 전압을 의미하며, V3(t)는 R3과 C3 단에 걸리는 전압을 의미함) w(t)는 v(t)의 측정 오차를 보상하기 위한 값이며, i(t) 및 Vt(t)는 배터리의 터미널에서 측정된 전압 값과 전류 값을 의미한다.

[0026] 상기와 같이, 다양한 조건(온도, 용량 및 전류/전압)에 따라 배터리 모델을 정의하게 되면, 상기 기재된 수학적식에서와 같이 많은 연산이 필요하게 되며, 이에 따라 배터리의 SOC를 추정하는데 많은 시간이 소요되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0027] 본 발명에 따른 실시 예에서는 기존에 고려했던 용량 및 온도 이외에 전류의 크기를 고려하여 배터리 내부 성분을 결정하여 간단한 모델로 배터리를 표현할 수 있도록 한다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에서는 전류 크기에 따른 대표 파라미터를 적용함으로써, 시스템의 복잡성과 연산량을 크게 증가시키지 않으면서 정격 전류와 대 전류에서의 성능을 보전할 수 있는 배터리 용량 상태 추정 장치 및 이의 방법을 제공하도록 한다.
- [0029] 제안되는 실시 예에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 제안되는 실시 예가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0030] 실시 예에 따른 배터리 용량 추정 방법은 온도, 전류 및 전압 데이터를 입력받는 단계; 상기 입력받은 전류에 따라 배터리 모델을 구성하는 내부 성분의 파라미터가 갱신되는 단계; 상기 갱신된 파라미터를 이용하여 개방 전압(OCV:Open Circuit Voltage)을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 개방 전압을 이용하여 배터리 용량(SOC:State Of Charge)를 추정하는 단계를 포함한다.
- [0031] 또한, 온도, 전류 및 SOC에 따라 변화하는 상기 내부 성분의 파라미터를 정의하고, 이를 테이블로 저장하는 단계가 더 포함된다.
- [0032] 또한, 상기 저장하는 단계는, 일정 간격으로, 온도, 전류 및 SOC에 대응하는 내부 성분의 파라미터 값들을 추출하는 단계와, 상기 온도, 전류 및 SOC에 따라 추출된 파라미터 값들을 기반으로 3차원 보간법을 이용하여 중간값을 추정하는 단계와, 상기 추출된 파라미터 값 및 상기 추정된 중간값을 이용하여 상기 온도, 전류 및 SOC에 대응하는 파라미터 값들로 이루어진 테이블을 저장하는 단계를 포함한다.
- [0033] 또한, 상기 온도, 전류 및 전압 데이터는 배터리로부터 측정된 값이며, 배터리 모델링을 위한 수식에 입력된다.
- [0034] 또한, 상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분은, 내부 저항(R0), 하나의 저항(R1) 및 하나의 콘덴서(C1)로 이루어지며, 상기 테이블은, 상기 하나의 저항(R1) 및 콘덴서(C1)를 이용하여 상기 전류에 변화에 따른 파라미터 값들을 정의한다.
- [0035] 또한, 상기 SOC가 추정되면, 상기 추정된 SOC를 기준으로 정격 전류의 파라미터로 상기 내부 성분의 파라미터를 갱신하는 단계가 더 포함된다.
- [0036] 또한, 상기 추정된 SOC는 다음 배터리의 용량 상태 추정 시에 이용된다.
- [0037] 한편, 실시 예에 따른 배터리 용량 추정 장치는 온도, 전류 및 용량에 따른 배터리 모델의 내부 성분의 파라미터 값들이 정의된 테이블을 저장하는 내부 성분 값 저장부; 배터리로부터 측정된 온도, 전류 및 전압 데이터를 입력받는 데이터 획득부; 상기 배터리 모델의 내부 성분에 대한 파라미터 값들과 상기 입력받은 전압을 이용하여 개방 전압(OCV:Open Circuit Voltage)을 산출하는 개방 전압 연산부; 상기 개방 전압 산출부를 통해 산출된 개방 전압을 이용하여 상기 배터리의 용량(SOC:State Of Charge)을 추정하는 충전상태 추정부; 및 상기 획득된 전류를 이용하여 상기 내부 성분의 파라미터 값들을 갱신하고, 상기 갱신된 파라미터 값들에 의거하여 상기 개방 전압 및 용량이 추정되도록 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0038] 또한, 상기 테이블은, 상기 온도, 전류 및 SOC에 따라 변화하는 상기 내부 성분의 파라미터 값들을 정의한다.
- [0039] 또한, 상기 입력된 온도, 전류 및 전압 데이터는 배터리로부터 측정된 값이며, 배터리 모델링을 위한 수식에 입력된다.
- [0040] 또한, 상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분은, 내부 저항(R0), 하나의 저항(R1) 및 하나의 콘덴서(C1)로 이루어지며, 상기 테이블은, 상기 하나의 저항(R1) 및 콘덴서(C1)를 이용하여 상기 전류에 변화에 따른 파라미터 값들을 정의한다.
- [0041] 또한, 상기 제어부는, 상기 SOC가 추정되면, 상기 추정된 SOC를 기준으로 정격 전류의 파라미터로 상기 내부 성분의 파라미터를 갱신한다.

발명의 효과

- [0042] 일반적으로, 배터리 모델의 정확성을 확보하려면 큰 전류에 대한 성분과 작은 전류에 대한 성분을 모두 고려해야 하는데, 이러한 모든 변수를 고려할 경우 복잡성이 증가하고 모델을 분석하는데 어려움이 생긴다.
- [0043] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 온도, 배터리 용량 및 전류 크기에 따른 성분 변화를 고려하여 배터리 모델을 설계함으로써, 간단한 모델로 모든 특성을 대변할 수 있다.
- [0044] 또한, 임피던스 변화를 통한 배터리 노화를 측정하는 방법에서, 내부 성분의 초기값을 기반으로 배터리의 노화 정도를 추정하기 되는데, 이때 배터리의 비선형적인 특성으로 인해 초기 온도와 배터리의 용량, 전류의 크기 등이 동일한 상황에서 값을 측정해야 하는 제약사항이 있다.
- [0045] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 상기에서 온도와 용량 그리고 전류의 크기에 따른 내부 성분의 변화량을 알고 있기 때문에, 앞선 제약 사항 없이 일반적인 상황에서도 배터리의 노화 정도를 측정할 수 있게 된다.
- [0046] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 모델을 기반한 배터리 용량 추정 방법에서도 동일하게 내부 성분들이 온도와 용량, 그리고 전류의 크기에 따라 변화되는 값을 알게 됨으로써, 더 정확한 모델 기반의 배터리 용량 추정이 가능해진다.
- [0047] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 내부 성분을 기반으로 하는 알고리즘에서 내부의 값을 상황에 맞추어 변경하는 부분을 추가함으로써 별도의 큰 연산 과정 없이 배터리 성능을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 일반적인 배터리에서 정격 용량의 충/방전시에 나타나는 전압 변화를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 일반적인 배터리에서 대용량의 충/방전시에 나타나는 전압 변화를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 종래 기술에 따른 배터리의 등가 회로를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 용량 상태 추정 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리를 R-C 회로로 모델링한 회로도이다.
- 도 6 내지 8은 본 발명의 실시 예에 따른 내부 성분 값의 업데이트를 위한 테이블을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 실시 예에 따른 OCV와 SOC의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 10 및 11은 본 발명의 실시 예에 따른 용량 추정 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0050] 본 발명의 실시 예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시 예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0051] 첨부된 도면의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 도면의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다.
- [0052] 또한, 바람직하게는 BMS(Battery Management System)의 임베디드 시스템에 적용되며, 그에 따라 실시간으로 동

작 중인 BMS 내부에 구비되어 동작하게 된다. 더욱 바람직하게, 본 발명은 BMS 내부에 구비된 마이크로컨트롤러에서 동작한다.

- [0053] 실시 예의 설명에 있어서, 용량 상태 (SOC, State Of Charge)는 배터리의 충전상태 또는 배터리의 잔존 상태를 포함하는 의미이며, 각각의 상태에서의 배터리의 용량상태를 나타내는 것이다
- [0054] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리 용량 상태 추정 장치를 나타낸 도면이다.
- [0055] 도 4를 참조하면, 배터리 용량 상태 추정 장치는 내부 성분 값 저장부(110), 데이터 획득부(120), 개방 전압 연산부(130), 충전 상태 추정부(140) 및 제어부(150)를 포함한다.
- [0056] 내부 성분 값 저장부(110)는 배터리를 R-C 회로로 모델링한 배터리 모델에서, 전류, 온도 및 용량에 따라 변화하는 상기 R-C 회로의 내부 성분 값에 대한 정보를 저장하고 있다.
- [0057] 즉, 일반적으로 배터리의 용량은 직접적으로 측정이 불가능하다. 따라서, 측정이 불가능한 충전 상태를 측정하기 위해서, 배터리를 R-C 회로로 모델링하고, 그에 따라 측정이 가능한 온도, 전압 및 전류 등을 이용하여 용량 상태(SOC)를 추정하게 된다.
- [0058] 이때, 배터리를 R-C 회로로 모델링할 때, 분극 전압의 성분(반응에 따른 R, C)이 충준히 표현이 되도록 모델을 정하는 것이 중요하다. 우선, 기본적으로 배터리 모델링에서 가장 기본적인 요소인 내부 저항 성분을 고려하여 모델이 적용된다. 또한, 일반적으로 전류의 크기에 따라 변화하는 성분을 복수 개로 구분하여 구성하게 된다.
- [0059] 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이 배터리 내부에는 내부 저항 성분과, 정격 전류에서 변화하는 성분을 나타낸 분극 성분과, 대 전류에서 빠르게 변화하는 성분으로 구성되는 분극 성분으로 구성된다.
- [0060] 그러나, 상기와 같이 분극 성분이 복수 개로 구성되는 경우, 이에 따른 회로를 분석하는데 많은 연산이 필요로 하게 된다.
- [0061] 이에 따라, 본 발명에서는, 상기와 같은 분극 성분을 복수 개로 구분하여 구성하지 않고, 상기 정격 전류와 대 전류에서 변화하는 성분을 하나의 분극 성분으로 구성하여 배터리 모델을 구성한다.
- [0062] 이를 위해서는, 상기 배터리 모델의 내부 성분 값이 다양한 조건에 따라 어떻게 변화하는지에 대해 알고 있어야 한다.
- [0063] 즉, 상기 내부 성분 값은 온도, 용량 및 전류의 크기에 따라 변화하게 되며, 그에 따라 상기 온도, 용량 및 전류의 크기에 따라 변화되는 내부 성분 값을 정의하고, 그에 따라 상기 정의된 내부 성분 값을 테이블로 구성하여 상기 내부 성분 값 저장부(110)에 저장한다.
- [0064] 상기 내부 성분 값을 정의하고, 그에 따른 테이블을 구성하는 방법에 대해서는 하기에서 더욱 상세히 설명하기로 한다.
- [0065] 한편, 배터리는 화학적 특성을 가지는 물질인데, 이것을 분석하기 위해서 배터리의 특성과 동일한 특성을 가지는 회로를 구성하고, 그 회로를 분석하여 배터리의 성능을 알아보기 위한 작업이 배터리 모델링이다. R-C 회로로 모델링 한다는 것은 회로가 복잡해질수록 분석하기 어렵기 때문에 간단하게 저항과 콘덴서로 구성된 회로로 배터리의 특성이 표현되도록 구성한다는 것이다.
- [0066] 데이터 획득부(120)는 전류 데이터, 전압 데이터 및 온도 데이터를 수집한다.
- [0067] 상기 데이터 획득부(120)를 통해 수집된 전류 데이터, 전압 데이터 및 온도 데이터는 제어부(150)에 전달된다.
- [0068] 상기 데이터 획득부(120)는 배터리 관리 시스템(BMS:BATTERY MANAGEMENT SYSTEM)으로부터 상기 전류 데이터, 전압 데이터 및 온도 데이터를 수집할 수 있다.
- [0069] 제어부(150)는 상기 데이터 획득부(120)를 통해 획득된 전류 데이터, 전압 데이터 및 온도 데이터를 이용하여 상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분들의 값들을 업데이트 한다.
- [0070] 예를 들어, 제어부(150)는 상기 획득된 전류 데이터를 확인하고, 상기 확인한 전류 데이터의 크기에 따라 상기 내부 성분 값들을 업데이트한다.
- [0071] 이때, 상기 내부 성분 값들은 상기 내부 성분 값 저장부(110)에 저장된 테이블에 기초하여 업데이트 된다.
- [0072] 개방 전압 연산부(130)는 상기 제어부(150)에 의해 업데이트 된 배터리 모델의 내부 성분 값들을 이용하여 개방

전압을 연산한다.

[0073] 이때, 상기 개방 전압은 다음과 같은 식에 의해 연산될 수 있다.

[0074] 개방 전압(OCV) = 측정된 전압 - 내부 성분 값들로 인한 전압 강하

[0075] 충전 상태 추정부(140)는 상기 개방 전압 연산부(130)를 통해 연산된 개방 전압을 이용하여 배터리의 충전 상태를 추정한다.

[0076] 이하, 상기와 같이 구성된 배터리 용량 상태 추정 장치에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0077] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 배터리를 R-C 회로로 모델링한 회로도이다.

[0078] 도 5를 참조하면, R-C 회로는, 가장 기본적인 요소인 배터리 내부 저항 성분(R0)과, 전류/온도/용량에 따라 변화하는 분극 성분(R1, C1)으로 구성된다.

[0079] 상기 분극 성분(R1, C1)은 정격 전류에서뿐만 아니라, 대 전류에서 변화하는 성분들을 반영한 것이다. 즉, 전류 크기에 따라 주된 영향을 주는 배터리 모델 내부 성분 값들을 테이블 혹은 수식으로 표현하여 상기 내부 성분 값 저장부(110)에 저장해놓으면, 정격 전류뿐만 아니라, 대전류에서도 상기 하나의 분극 성분만을 가지고 배터리 모델을 구성할 수 있다.

[0080] 또한, RC가 병렬인 경우, 시정수는 T=RC에 의해 상기에서의 RC 값이 고려될 것이다.

[0081] 또한, 도 5에서와 같이 구성된 회로는 각 회로 소자(R0, R1, C1)와 관련된 전압(t 시점에서 전압 변화량 또는 전압 강하)을 다음과 같은 수식에 의해 나타낼 수 있다.

$$\dot{V}_1(t) = -\frac{1}{R_1 C_1} V_1(t) - \frac{1}{C_1} i(t) + \frac{1}{C_1} w_1(t) \quad (1)$$

$$V_t(t) = V_1 - R_0 i(t) + v(t) \quad (2)$$

[0082] 여기서, $\dot{V}_1(t)$, t 시점에서 RC 단에 걸리는 전압을 의미하며(즉, $V_1(t)$ 는 R1과 C1 단에 걸리는 전압을 의미함), $w_1(t)$ 는 $v(t)$ 의 측정 오차를 보상하기 위한 값이며, $i(t)$ 및 $V_t(t)$ 는 배터리의 터미널에서 측정된 전압 값과 전류 값을 의미한다.

[0083] 상기와 같이 RC 모델링은 배터리를 전기전자적으로 해석하고, 그 결과를 가지고 배터리 내부의 분극 전압과 OCV, SOC를 계산하는 데 있어서, 배터리를 전기 전자적으로 해석하기 위한 방법이다.

[0084] 또한, 종래에는 고려할 사항이 많았기 때문에 다수의 분극 성분으로 배터리 모델이 구성되었지만, 본 발명에 따른 실시 예에서는 상기 고려될 사항을 이용하여 테이블을 구성하였기 때문에, 하나의 분극 성분만을 가지고 상기 배터리 모델을 구성할 수 있으며, 이에 따라 SOC 추정을 위한 연산 과정을 현저히 줄일 수 있다.

[0085] 도 6 내지 8은 본 발명의 실시 예에 따른 내부 성분 값의 업데이트를 위한 테이블을 나타낸 도면이다.

[0086] 상기 테이블에는 상기 SOC에 의한 갱신되는 각 파라미터 값(내부 성분 값) (내부저항(R0), 저항(R1), 콘텐서(C1)) 테이블을 의미한다.

[0087] 도 6에 나타난 바와 같이, 먼저 이전에 추정된 SOC 값을 알아야 한다. 그리고, 상기 수집한 전류, 전압 및 온도 데이터를 확인한다.

[0088] 이때, 제어부(150)는 상기 확인한 전류 데이터가 정격 전류인지, 아니면 정류 전류보다 큰 대 전류인지를 확인한다. 그리고, 제어부(150)는 상기 확인한 전류가 정격 전류이면, 이전에 설정된 내부 성분 값들을 이용하여 개방 전압을 연산하고, 상기 연산된 개방 전압을 이용하여 SOC를 추정한다.

[0089] 그러나, 상기 제어부(150)는 상기 확인한 전류 데이터가 대 전류인 경우, 상기 전류 데이터에 의거하여 상기 내부 성분 값들을 갱신한다.

[0090] 즉, 상기 테이블에는 전류, 온도 및 용량에 대응하는 내부 성분 값들이 저장되어 있다.

- [0092] 다시 말해서, 상기 테이블은 도 6에 도시된 바와 같이 전류, 온도 및 용량에 대응하는 R0 값을 포함하고 있다.
- [0093] 이에 따라, 만약, 상기 전류, 온도 및 용량에 대응하는 R0 값이 a1인 경우, 상기 제어부(150)는 상기 a1 값으로 상기 R0의 내부 성분 값을 갱신한다.
- [0094] 또한, 상기 테이블은 도 7에 도시된 바와 같이 전류, 온도 및 용량에 대응하는 R1 값을 포함하고 있다.
- [0095] 이에 따라, 만약, 상기 전류, 온도 및 용량에 대응하는 R1 값이 b1인 경우, 상기 제어부(150)는 상기 b1 값으로 상기 R1의 내부 성분 값을 갱신한다.
- [0096] 또한, 상기 테이블은 도 8에 도시된 바와 같이 전류, 온도 및 용량에 대응하는 C1 값을 포함하고 있다.
- [0097] 이에 따라, 만약, 상기 전류, 온도 및 용량에 대응하는 C1 값이 c1인 경우, 상기 제어부(150)는 상기 c1 값으로 상기 C1의 내부 성분 값을 갱신한다.
- [0098] 상기와 같이 내부 성분 값이 갱신되면, 상기 갱신된 내부 성분 값과, 상기 수집한 전압 데이터를 이용하여 개방 전압을 연산할 수 있다.
- [0099] 이후, 상기 개방 전압이 연산되면 개방 전압과 SOC의 관계를 이용하여 상기 SOC를 추정할 수 있다.
- [0100] 도 9는 실시 예에 따른 OCV와 SOC의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0101] 도 9를 참조하면, 상기 OCV가 연산되면, 상기 연산된 OCV를 이용하여 SOC를 추정할 수 있다. 예를 들어, OCV가 27V이면, 상기 SOC는 45%로 추정될 수 있다.
- [0102] 일반적으로, 배터리 모델의 정확성을 확보하려면 큰 전류에 대한 성분과 작은 전류에 대한 성분을 모두 고려해야 하는데, 이러한 모든 변수를 고려할 경우 복잡성이 증가하고 모델을 분석하는데 어려움이 생긴다.
- [0103] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 온도, 배터리 용량 및 전류 크기에 따른 성분 변화를 고려하여 배터리 모델을 설계함으로써, 간단한 모델로 모든 특성을 대변할 수 있다.
- [0104] 또한, 임피던스 변화를 통한 배터리 노화를 측정하는 방법에서, 내부 성분의 초기값을 기반으로 배터리의 노화 정도를 추정하기 되는데, 이때 배터리의 비선형적인 특성으로 인해 초기 온도와 배터리의 용량, 전류의 크기 등이 동일한 상황에서 값을 측정해야 하는 제약사항이 있다.
- [0105] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 상기에서 온도와 용량 그리고 전류의 크기에 따른 내부 성분의 변화량을 알고 있기 때문에, 앞선 제약 사항 없이 일반적인 상황에서도 배터리의 노화 정도를 측정할 수 있게 된다.
- [0106] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 모델을 기반한 배터리 용량 추정 방법에서도 동일하게 내부 성분들이 온도와 용량, 그리고 전류의 크기에 따라 변화되는 값을 알게 됨으로써, 더 정확한 모델 기반의 배터리 용량 추정이 가능해진다.
- [0107] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 내부 성분을 기반으로 하는 알고리즘에서 내부의 값을 상황에 맞추어 변경하는 부분을 추가함으로써 별도의 큰 연산 과정 없이 배터리 성능을 개선할 수 있다.
- [0108] 도 10 및 11은 본 발명의 실시 예에 따른 용량 추정 방법을 단계별로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0109] 도 10을 참조하면, 먼저 내부 성분 값을 갱신하기 위한 테이블을 구성하고 이를 저장해야 한다.
- [0110] 이를 위해, 먼저 일정 온도 간격으로 변화하는 내부 성분 값, 일정 용량(SOC) 간격으로 변화하는 내부 성분 값, 그리고 일정 전류 간격으로 변화하는 내부 성분 값을 추출한다(110단계).
- [0111] 다시 말해서, 일정 온도, 전류 및 용량 간격으로 변화하는 상기 R0 값, R1 값 및 C1 값을 테이블화하고, 이를 저장한다.
- [0112] 이후, 상기 3가지 조건을 기반으로 하여 3차원 보간법을 사용하여 중간 값을 추정한다(120단계). 다시 말해서, 상기와 같이 내부 성분 값은 일정 간격으로 추정되었기 때문에, 특정 온도, 용량 및 전류에 대해서는 상기 내부 성분 값을 알지 못한다.
- [0113] 이에 따라, 상기와 같이 일정 간격으로 추정한 내부 성분 값들을 기반으로 3차원 보간법을 이용하여 중간값을 추정한다.
- [0114] 예를 들어, a온도, b전류, c용량에서 내부 성분 값(예를 들어, R0)이 5로 나왔고, d온도, b전류, c 용량에서 내

부 성분 값이 9로 추정된 경우, 상기 a 온도와 d온도 사이에 존재하는 a`온도, b전류 및 c용량에서의 내부 성분 값은 상기 5와 9의 중간값인 7로 추정될 수 있다.

- [0115] 이후, 상기와 같이 중간값들이 추정되면 상기와 같이 추정된 내부 성분 값들을 테이블화 하여 저장한다(130단계).
- [0116] 상기와 같이 테이블이 저장되면, 도 11에 도시된 바와 같이 전류 데이터, 전압 데이터 및 온도 데이터를 획득한다(210단계).
- [0117] 상기와 같은 데이터들이 획득되면, 상기 획득한 전류 데이터를 확인한다(220단계).
- [0118] 이후, 상기 확인한 전류 데이터가 정격 용량의 전류인지, 아니면 대 전류인지 여부를 판단한다(230단계).
- [0119] 다시 말해서, 현재 배터리가 정격 전류로 방전을 수행하고 있는지, 아니면 상기 정격전류보다 높은 대 전류로 방전을 수행하고 있는지 여부를 확인한다.
- [0120] 상기 판단결과(230단계), 상기 확인한 전류 데이터가 대 전류인 경우, 상기 확인한 전류 데이터를 기준으로 배터리 모델의 내부 성분 값을 갱신한다(240단계).
- [0121] 다시 말해서, 상기 확인한 온도 데이터, 전류 데이터 및 이전에 추정된 SOC를 기준으로 상기 배터리 모델을 구성하는 내부 성분들의 값을 갱신한다.
- [0122] 또한, 상기 판단결과(230단계), 상기 확인한 전류 데이터가 정격 전류인 경우, 이전에 설정된 내부 성분 값들을 그대로 유지시킨다.
- [0123] 이후, 상기 내부 성분 값들과, 상기 수집한 전압 데이터를 이용하여 OCV를 연산한다(250단계).
- [0124] 상기 OCV가 연산되면, 상기 연산된 OCV와 SOC의 연관성을 이용하여, 상기 SOC를 추정한다(260단계).
- [0125] 이후, 상기 추정한 SOC를 이용하여 상기 내부 성분 값들을 정격 용량의 값으로 업데이트한다(270단계).
- [0126] 일반적으로, 배터리 모델의 정확성을 확보하려면 큰 전류에 대한 성분과 작은 전류에 대한 성분을 모두 고려해야 하는데, 이러한 모든 변수를 고려할 경우 복잡성이 증가하고 모델을 분석하는데 어려움이 생긴다.
- [0127] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 온도, 배터리 용량 및 전류 크기에 따른 성분 변화를 고려하여 배터리 모델을 설계함으로써, 간단한 모델로 모든 특성을 대변할 수 있다.
- [0128] 또한, 임피던스 변화를 통한 배터리 노화를 측정하는 방법에서, 내부 성분의 초기값을 기반으로 배터리의 노화 정도를 추정하기 되는데, 이때 배터리의 비선형적인 특성으로 인해 초기 온도와 배터리의 용량, 전류의 크기 등이 동일한 상황에서 값을 측정해야 하는 제약사항이 있다.
- [0129] 그러나, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 상기에서 온도와 용량 그리고 전류의 크기에 따른 내부 성분의 변화량을 알고 있기 때문에, 앞선 제약 사항 없이 일반적인 상황에서도 배터리의 노화 정도를 측정할 수 있게 된다.
- [0130] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 모델을 기반한 배터리 용량 추정 방법에서도 동일하게 내부 성분들이 온도와 용량, 그리고 전류의 크기에 따라 변화되는 값을 알게 됨으로써, 더 정확한 모델 기반의 배터리 용량 추정이 가능해진다.
- [0131] 또한, 본 발명에 따른 실시 예에 의하면 내부 성분을 기반으로 하는 알고리즘에서 내부의 값을 상황에 맞추어 변경하는 부분을 추가함으로써 별도의 큰 연산 과정 없이 배터리 성능을 개선할 수 있다.
- [0132] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

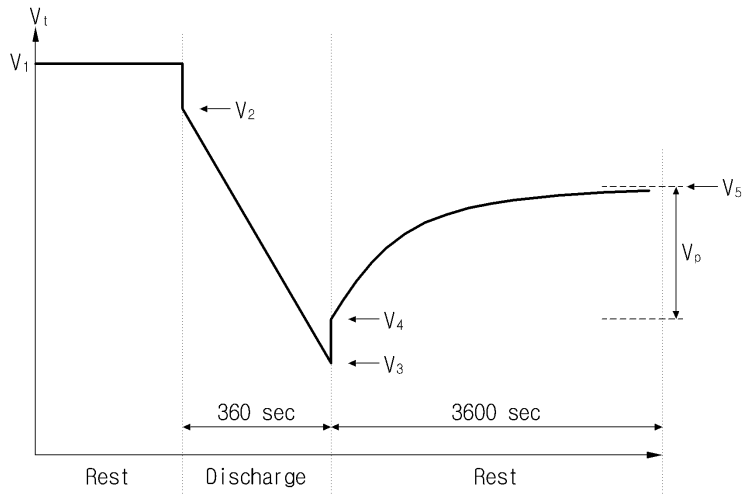
- [0133] 110: 내부 성분 값 저장부
- 120: 데이터 획득부
- 130: 개방 전압 연산부

140: 충전 상태 추정부

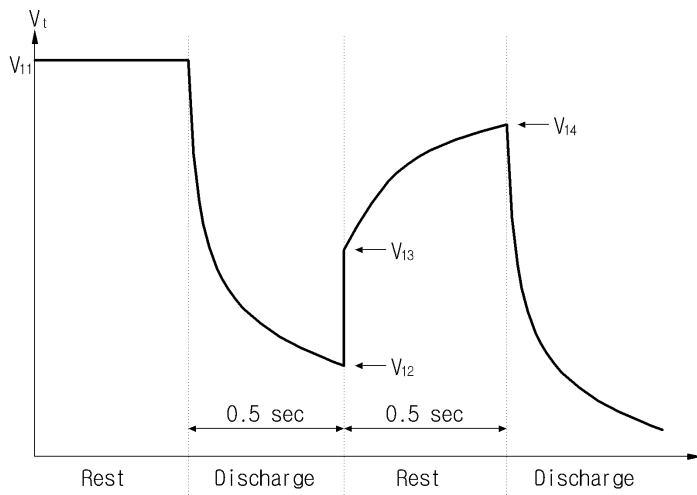
150: 제어부

도면

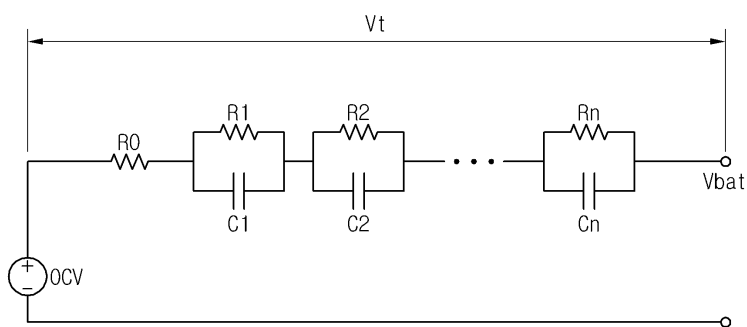
도면1



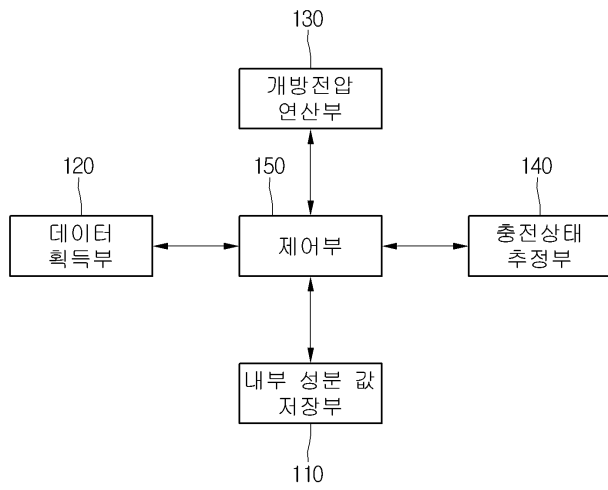
도면2



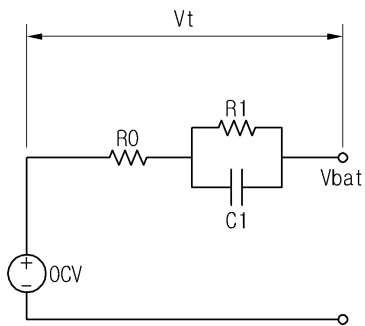
도면3



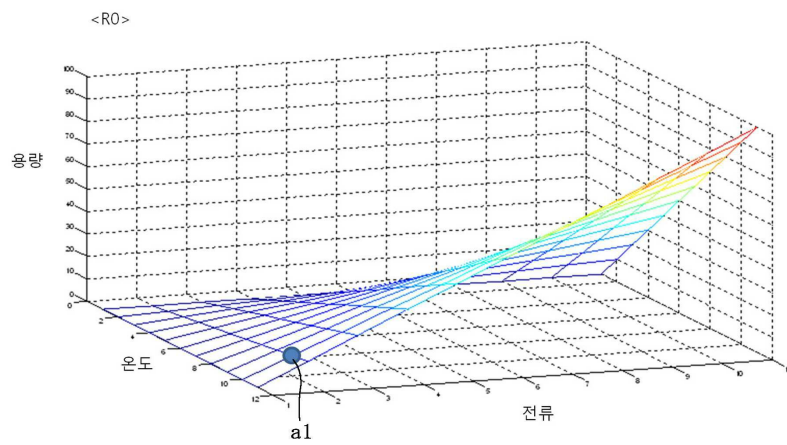
도면4



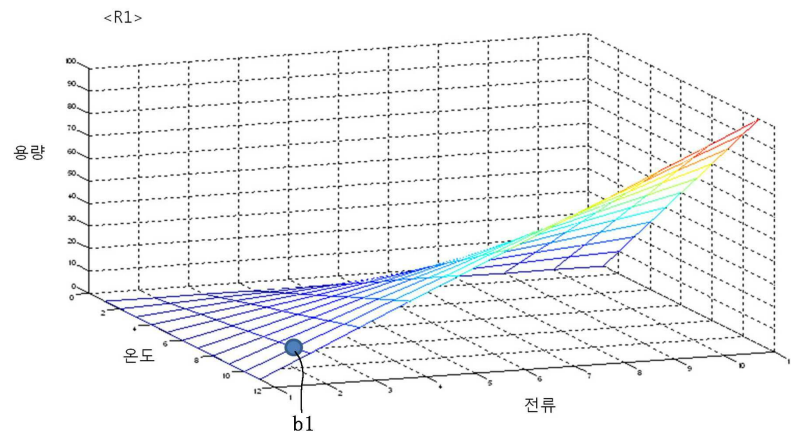
도면5



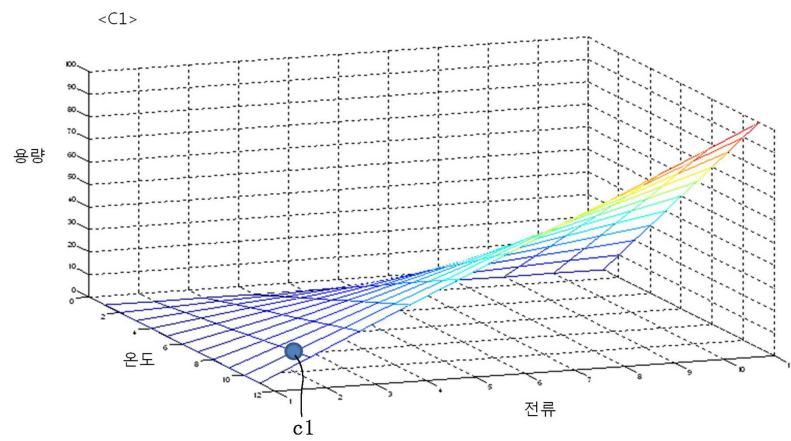
도면6



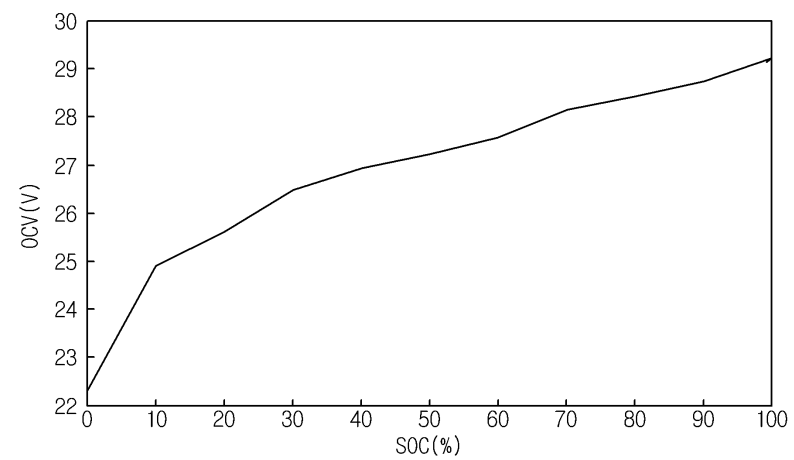
도면7



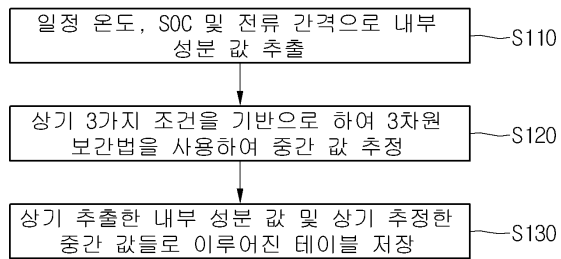
도면8



도면9



도면10



도면11

