



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H02J 7/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년01월22일 10-0673036 2007년01월16일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2001-0069787 2001년11월09일 2004년10월20일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2003-0038992 2003년05월17일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 현대중공업 주식회사
 울산광역시 동구 전하동 1번지

(72) 발명자 이재문
 서울특별시구로구개봉본동154-22

 최옥돈
 서울특별시강동구둔촌동주공아파트305-603

 이중찬
 서울특별시양천구신정5동888-4

(74) 대리인 최영복

(56) 선행기술조사문헌
 JP11007984 A
 * 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 박태식

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법

(57) 요약

본 발명은 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법에 관한 것으로, 전류센서, 전압센서 및 온도센서를 통하여 배터리의 방전전류, 전압 및 온도를 측정하는 단계와, 배터리 방전전류에 대한 전압 특성에 의한 SOC 추정에 필요한 매개변수를 조정하는 단계와, 상기 전류센서를 통하여 측정된 배터리의 방전전류에 대해 퓨커트(Peukert) 방정식을 이용하여 SOC를 추정하는 단계와, 상기 SOC의 추정이 완료되면, 전류센서를 통하여 측정된 방전전류가 지정된 전류영역 안에 포함되는지를 판단하는 단계와, 상기 측정된 방전전류가 지정된 전류영역 안에 포함되면, IV 체크값(IV_Chk)을 1 증가시킨 다음, 증가된 IV 체크값이 지정된 값 이상인지를 판단하는 단계와, 상기 IV 체크값이 지정된 값 이상이면, 일정한 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 SOC 추정치를 보상하는 단계, 및 상기 SOC 추정치에 대한 보상이 완료되면, 상기 IV 체크값(IV_Chk)을 초기화하고, 보상이 완료된 SOC를 표시하는 단계를 포함하므로써 배터리의 방전전류에 대한 배터리 전압대 SOC 특성곡선으로부터 정확한 배터리의 SOC를 추정하여 현재의 SOC 추정치를 실시간으로 보상할 수 있도록 한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

전류센서, 전압센서 및 온도센서를 통하여 배터리의 방전전류, 전압 및 온도를 측정하는 단계;

배터리 방전전류에 대한 전압 특성에 의한 SOC 추정에 필요한 매개변수를 조정하는 단계;

상기 전류센서를 통하여 측정된 배터리의 방전전류(I_b)에 대해 푸커트(Peukert) 방정식을 이용하여 SOC를 추정하는 단계;

상기 SOC의 추정이 완료되면, 전류센서를 통하여 측정된 방전전류(I_b)가 지정된 전류영역(C/n) 안에 포함되는지를 판단하는 단계;

상기 측정된 방전전류가 지정된 전류영역(C/n) 안에 포함되면, IV 체크값(IV_Chk)을 1 증가시킨 다음, 증가된 IV 체크값이 지정된 값 이상인지를 판단하는 단계;

상기 IV 체크값이 지정된 값 이상이면, 일정한 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 SOC 추정치를 보상하는 단계; 및

상기 SOC 추정치에 대한 보상이 완료되면, 상기 IV 체크값(IV_Chk)을 초기화하고, 보상이 완료된 SOC를 표시하는 단계를 포함하는 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 전류센서를 통하여 측정된 배터리의 방전전류에 대해 푸커트(Peukert) 방정식을 이용하여 SOC를 추정하는 단계는,

배터리의 평균 방전전류 I_{avg} 에 따라 식(1) 및 식(2)를 이용하여 배터리의 사용 가능용량(Ah_available)을 계산한 후, 구해진 배터리의 사용 가능용량을 식(3)에 대입하여 SOC를 추정하는 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법.

$$Ah_available = Capacity(Ah) = K \times I_{avg}^{(1-n)} \text{ ----- 식(1)}$$

$$n = \frac{\log \frac{t_1}{t_2}}{\log \frac{I_1}{I_2}}, K = I_1^n \times t_1 = I_2^n \times t_2 \text{ ----- 식(2)}$$

(여기서, I_{avg} : 평균 배터리 전류, I_1 : 운행중 최대 배터리 전류, I_2 : 운행중 최소 배터리 전류, t_1 : 일정전류 I_1 의 방전시간, t_2 : 일정전류 I_2 의 방전시간)

$$SOC(\%) = SOC_{initial} - \left(\frac{Ah-used}{Ah-available} \right) \times 100 \text{ ----- 식(3)}$$

(여기서, Ah_available : 배터리의 사용 가능용량, Ah_used : 사용한 배터리 용량)

청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 일정한 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 SOC 추정치를 보상하는 단계는,

일정한 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선으로부터 얻어진 SOC를 식(4)를 이용하여 보상하는 전기자동차용 전지관리 시스템의 배터리 충전상태 추정 방법.

$$SOC(V_{battery}) = \frac{A1-A2}{1 + e^{\frac{V_{battery}-V_o}{d_v}}} + A2 \text{ ----- 식(4)}$$

(여기서, A1 : SOC 0%일 때의 전압, A2 : SOC 100%일 때의 전압, Vo : SOC 50%일 때의 전압, d_v : 그래프의 기울기)

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전기자동차용 전지관리시스템(Battery Management System: BMS)의 배터리 충전상태(State Of Charge: SOC; 이하, SOC라 한다) 추정 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 배터리의 방전전류에 대한 배터리 전압대 SOC 특성곡선으로부터 배터리의 충전상태를 추정하여 현재의 충전상태 추정치를 보상할 수 있도록 한 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법에 관한 것이다.

최근의 자동차 개발 추세는 대기오염에 심각한 영향을 주고 있는 현재의 가솔린이나 증유를 주연료로 사용하여 동력을 얻도록 된 차량 대신에 공해발생이 적은 차량을 개발하기 위하여 많은 연구가 이루어지고 있는 바, 그 중 하나로서 전력에 의하여 움직이는 전기자동차의 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

전기자동차는 구동연료로서 대개 충전가능한 2차전지인 배터리(battery)를 사용하고 있으며, 배터리에서 출력되는 전원으로 동력발생장치를 구동시키고 이를 동력전달장치를 통해 구동휠로 전달하여 구동휠을 회전시키므로써 전기자동차를 구동시킨다.

이러한 충전가능한 2차전지의 하나인 배터리는 대용량이고 충전 및 방전 성능이 좋은 이유로 전기자동차 등 각종 기기의 전지로서 주목받고 있다. 상기 배터리를 에너지원으로 하는 기기, 예를 들면 전기자동차에 있어서 배터리의 남아 있는 잔류용량을 실시간으로 검출하는 것이 중요하다.

그래서, 종래에는 전기자동차용 전지관리시스템에서 방전개시점으로부터 배터리의 방전전류, 온도 및 전압을 수시로 검출하여 배터리의 충전상태를 추정한다. 이때, 전기자동차용 전지관리시스템에서는 방전개시시의 푸커트(Peukert) 방정식에 의해 구한 배터리의 초기 사용 가능용량에서 측정된 방전전류를 시간에 대해 적분하여 구한 현재시점까지 사용한 배터리 사용 가능용량을 빼므로써 SOC를 추정한다. 이와 같이, 배터리의 SOC를 추정하므로써 전기자동차의 배터리 충전을 적절한 시기에 실시할 수 있다.

그러나, 종래의 방법에서는 방전전류의 측정시 생기는 오차를 시간에 따라 적분하기 때문에 시간이 지남에 따라 오차가 커지는 단점이 있다. 따라서, 이 오차를 최소화하기 위해서는 방전전류의 측정주기를 짧게 하거나 회로를 정밀하게 설계 해야 하는 어려움이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명의 목적은 배터리의 방전전류에 대한 배터리 전압대 SOC 특성곡선으로부터 정확한 배터리의 SOC를 추정함으로써 현재의 SOC 추정치를 실시간으로 보상할 수 있도록 한 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법을 제공하는데 있다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법은 전류 센서, 전압센서 및 온도센서를 통하여 배터리의 방전전류, 전압 및 온도를 측정하는 단계와, 배터리 방전전류에 대한 전압 특성에 의한 SOC 추정에 필요한 매개변수를 조정하는 단계와, 상기 전류센서를 통하여 측정된 배터리의 방전전류(I_b)에 대해 푸커트(Peukert) 방정식을 이용하여 SOC를 추정하는 단계와, 상기 SOC의 추정이 완료되면, 전류센서를 통하여 측정된 방전전류가 지정된 전류영역(C/n) 안에 포함되는지를 판단하는 단계와, 상기 측정된 방전전류가 지정된 전류영역 안에 포함되면, IV 체크값(IV_Chk)을 1 증가시킨 다음, 증가된 IV 체크값이 지정된 값 이상인지를 판단하는 단계와, 상기 IV 체크값이 지정된 값 이상이면, 일정한 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 SOC 추정치를 보상하는 단계, 및 상기 SOC 추정치에 대한 보상이 완료되면, 상기 IV 체크값(IV_Chk)을 초기화하고, 보상이 완료된 SOC를 표시하는 단계를 포함한다.

발명의 구성

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하고자 한다.

도 1은 일반적인 전기자동차의 배터리 충전상태 추정회로를 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명에 따른 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법의 흐름도이다.

이들 도면을 참조하여 설명하면, 배터리 충전상태 추정회로는 배터리부(10)의 전원이 부하(30)에 공급되고, 배터리부(10)와 접속된 온도센서부(20)에서 배터리의 온도를 측정하고, 배터리부(10)의 출력단에 접속된 전류센서부(40)가 상기 배터리부(10)의 방전전류량을 검출하는 구조로 이루어진다.

또한, 상기 배터리부(10)와 접속된 전지관리시스템(50)의 논리연산부(53)는 온도센서부(20) 및 전류센서부(40)에서 측정된 배터리의 온도 및 방전전류와, 내부에 구비된 전압센서부(51)에서 측정된 배터리 모듈의 전압을 바탕으로 배터리의 SOC를 추정한다.

이때, 상기 배터리부(10)의 배터리는 병렬로 연결되어 있고, 부하(30)는 배터리부(10)의 전원을 공급받아 구동하는 주행모터, 윈도우와이퍼, 방향지시기, 램프 등을 포함한다.

도 3은 여러 방전전류($C/n_1, C/n_2, C/n_3$)에 대한 배터리 전압의 변화곡선을 보인 것으로, 방전시간(hour)이 경과할 경우 어느 정도 완만하게 전압이 하강하다가 배터리의 방전이 완료되어 종지전압에 도달하면 더 이상 전압이 하강하지 않는다.

상기 전류센서부(40)에서 배터리의 방전전류를 측정하고, 상기 전압센서부(40)는 방전전류에 따른 배터리 전압의 변화를 측정한다.

전기자동차는 방전 시에 배터리의 SOC를 방전전류의 시간에 의한 적분치를 이용하여 추정한다. 이때, 상기 전류센서부(40)에서 방전전류를 측정할 경우 센서에 의한 미세한 오차와 A/D 컨버터(52)에서 아날로그 신호를 디지털 신호로 전환하는 과정에서 계산오차가 발생한다. 이 측정오차와 계산오차를 가진 전류를 시간에 대해 적분해서 방전전류량을 계산하므로 시간이 지남에 따라 오차가 커진다. 따라서, 전기자동차 운행 초기보다 운행을 오래한 후가 배터리 충전상태 추정값과 실제 충전상태의 오차가 커진다.

따라서, 이를 보상하기 위해서 전기자동차의 운행 중에 일정한 오차 내의 방전전류 $I_b(C/n - \alpha \leq I_b \leq C/n + \alpha, C$:배터리 용량전류, n :자연수)가 일정한 시간, 예를 들면 5초 이내에 측정되면 도 4와 같은 방전전류 C/n 에 대한 배터리 전압대 SOC 보상 추정곡선으로부터 배터리의 충전상태를 추정하여 현재의 SOC 추정치를 보상한다.

도 4는 방전전류, 즉 배터리 전압의 변화에 따른 SOC 보상 추정곡선으로서, 도 4의 방전전류에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 필요한 배터리의 SOC 보상치를 보상한다.

상기 배터리부(10)의 배터리를 일정한 전류로 방전시킴에 따른 배터리 전압의 변화곡선은 도 3과 같이 일정한 경향을 보이기 때문에 이를 이용하여 충전상태를 추정하면 상당히 정확한 충전상태 정보를 얻을 수 있다.

이때, 배터리는 방전전류의 변화에 대해 내부적인 화학반응이 느려서 전압이 빠르게 반영되지 못하고 안정화되는데 시간이 걸린다. 이와 같은 이유로 일정한 시간, 예를 들면 5초 후의 일정한 방전전류에 대한 배터리 전압을 필요로 한다.

또한, 필요한 방전전류 C/n 에서 n 에 대한 결정은 배터리 제조회사의 자료나 자체 방전시험을 통해 얻어진 자료를 통해 여러 번의 방전시험을 행하여 얻어진 결과로부터 그래프 간의 오차범위가 최소인 n 을 결정한다.

상기와 같은 구성으로 이루어진 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법에 대한 실시예를 설명하면 다음과 같다.

전류센서부(40)에서 배터리의 방전전류를 측정하고, 전압센서부(40)는 방전전류에 따른 배터리 전압의 변화를 측정한다. 또한, 온도센서부(20)에서 배터리의 온도변화를 측정한다(S201).

상기 온도센서부(20) 및 전류센서부(40)에서 측정된 방전전류 및 배터리 온도에 대한 아날로그 신호는 전지관리시스템(50)의 A/D 컨버터(52)를 거쳐 디지털 신호로 변환되고, 변환된 신호는 논리연산부(53)에 입력된다.

상기 전지관리시스템(50)의 논리연산부(53)는 상기 입력된 배터리의 방전전류, 온도 및 전압을 통하여 SOC를 추정한다.

상기 논리연산부(53)는 먼저 배터리 방전전류에 대한 전압 특성에 의한 SOC 추정에 필요한 매개변수를 조정한다(S202). 즉, 상기 SOC 추정에 필요한 매개변수는 아래의 식 (1)(2)에 나타나는 평균 배터리 전류(I_{avg}), 운행중 최대 배터리 전류(I_1), 운행중 최소 배터리 전류(I_2), 일정전류 I_1 의 방전시간(t_1), 일정전류 I_2 의 방전시간(t_2)을 의미하는 것으로, 그 조정은 일정주기마다 수행되어 추정되는 SOC값을 출력함으로써 이루어지는 것이다.

여기서, 상기 일정주기마다 반복적으로 SOC를 추정하기 위해서는, 상기 SOC를 추정할때마다 매개변수(I_{avg})(I_1)(I_2)(t_1)(t_2)의 조정이 필요하게 되는 것이다.

다음, 배터리의 방전전류(I_b)에 대해 푸커트 방정식을 이용하여 SOC를 추정한다(S203).

이때, 푸커트(Peukert) 방정식을 3단계로 나누어 적용하는데, 방전전류의 용량에 따라 아래 식(1)과 식(2)의 상수 K와 n(자연수)을 결정한다.

상기 배터리의 방전전류(I_b)에 대해 SOC를 추정하는 경우, 우선 배터리의 사용 가능한 배터리 용량(Ah_available)을 계산한다. 상기 배터리의 사용가능 용량은 식(1) 및 식(2)에 의해 구한다.

$$Ah_available = Capacity(Ah) = K \times I_{avg}^{(1-n)} \text{ ----- 식(1)}$$

$$n = \frac{\log \frac{t_1}{t_2}}{\log \frac{I_1}{I_2}}, K = I_1^n \times t_1 = I_2^n \times t_2 \text{ ----- 식(2)}$$

이때, I_{avg} 는 평균 배터리 전류이고, I_1 은 운행중 최대 배터리 전류이며, I_2 는 운행중 최소 배터리 전류이다. 또한, t_1 은 일정전류 I_1 의 방전시간이고, t_2 는 일정전류 I_2 의 방전시간이다.

상기 배터리의 평균 방전전류 I_{avg} 에 따라 식(1)을 이용하여 배터리의 사용 가능용량(Ah_available)을 계산한다. 다음, 상기과 같이 구해진 배터리의 사용 가능용량을 아래 식(3)에 대입하여 SOC를 추정한다.

$$SOC(\%) = SOC_{initial} - \left(\frac{Ah-used}{Ah-available} \right) \times 100 \text{ ----- 식(3)}$$

이때, Ah_used는 사용한 배터리 용량이다.

상기 식(1), 식(2) 및 식(3)을 이용하여 SOC의 추정이 완료되면, 전지관리시스템(50)의 논리연산부(53)는 전류센서부(40)에서 측정된 방전전류 I_b 가 지정된 전류영역인 C/n 안에 포함되는지를 판단한다(S204).

이때, 도 4의 지정된 전류영역 C/n에서의 n의 결정방법은 배터리 제조회사의 자료나 자체 방전시험을 통해 얻어진 자료를 통해 여러 번의 방전시험을 행하여 얻어진 결과로부터 그래프 간의 오차범위가 최소인 n을 결정한다.

상기 측정된 방전전류 I_b 가 지정된 전류영역 C/n 안에 포함되면, IV 체크값(IV_Chk)을 1 증가시킨 다음, 증가된 IV 체크값(IV_Chk)이 지정된 값인 5 이상인지를 판단한다(S205)(S206).

이때, 상기 IV 체크값(IV_Chk)은 배터리가 일정한 전류로 방전될 때 전압이 안정화되는데 걸리는 시간이 대략 5초 정도이므로 최대값 5로 지정된다. 상기 5초의 시간은 배터리를 일정한 전류로 방전하다가 순간적으로 방전을 중단한 후 배터리의 전압이 안정화되어가는 시험결과로부터 얻어진 시간이다.

여기서, 상기 IV 체크값(IV_Chk)은 시스템 프로그램상에서 시간의 흐름을 알기 위한 카운터 변수로, 이는 일정시점부터 일정주기마다 1씩 증가시키는 것이며, 이렇게 증가되는 IV 체크값(IV_Chk)을 감시하면 일정시점에서부터의 시간 흐름을 알 수 있게 되는 것이다.

일예로, 시스템의 제어주기가 1/1000(초)인 경우 1/1000초마다 IV 체크값(IV_Chk)을 1씩 증가시키면, 상기 IV 체크값(IV_Chk)이 1000일 경우에는 1초, 5000이면 5초가 경과된 것을 나타내는 것이다.

상기 IV 체크값이 5 이상이면, 상기 논리연산부(53)는 도 4의 일정한 방전전류 C/n(C; 배터리 정격방전 전류, n; 자연수)에 대한 SOC 보상 추정곡선으로부터 얻어진 SOC를 볼츠만(Boltzman) 방정식을 이용하여 추정된 후 배터리의 SOC 추정치를 보상한다(S207).

즉, 도 4의 전압에 대한 SOC 추정곡선은 C/n 및 온도에 따라 많은 곡선이 생성되는데, 시스템의 메모리 용량이 한계가 있기 때문에 많은 곡선을 저장할 수 없어 일정 수의 곡선만을 테이블화하여 저장하고, SOC 추정 주기마다 상기 테이블화되어 저장되는 일정 수의 곡선에서 가장 근사 곡선을 찾아 선택하게 되는 것이다.

그리고, 보다 정확한 SOC를 추정하기 위해서는 선택된 곡선과 아래의 식(4)에 나타나는 볼츠만 방정식을 이용하게 되는 것이다.

다시말해, 도 4의 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선에 대한 볼츠만(Boltzman) 방정식은 아래 식(4)와 같다.

$$SOC(V_{battery}) = \frac{A1-A2}{1 + e^{\frac{V_{battery}-V_o}{d_v}}} + A2 \text{ ----- 식(4)}$$

상기 A1는 SOC 0%일 때의 전압이고, A2는 SOC 100%일 때의 전압이며, V_o 는 SOC 50%일 때의 전압이다. 또한, d_v 는 그래프의 기울기이다.

상기 SOC 추정치에 대한 보상이 완료되면, 논리연산부(53)는 IV 체크값(IV_Chk)을 초기화하고(S208), 보상이 완료된 SOC를 표시한다(S210).

한편, 도 4의 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선은 온도센서부(20)에서 측정된 배터리 온도에 따라 도 5에 도시된 바와 같이 변한다. 이때, 도 5는 여러 온도(T1, T2, T3)에 따른 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선이다.

이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법에 대한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 청구범위에서 청구하는 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 배터리의 방전 시 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선을 이용하여 배터리의 SOC를 실시간으로 보상함으로써 방전전류의 측정시 발생되던 측정오차를 효과적으로 방지하여 정확한 방전전류의 측정이 가능하도록 하는 잇점이 있다.

둘째, 배터리 제조회사로부터 제공되는 방전시 전압에 대한 배터리 특성곡선을 그대로 이용함으로써 배터리 특성곡선을 얻기 위한 노력없이도 SOC에 대한 적절한 보상을 추정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 전기자동차의 배터리 충전상태 추정회로를 나타낸 블록도.

도 2는 본 발명에 따른 전기자동차용 전지관리시스템의 배터리 충전상태 추정 방법의 흐름도.

도 3은 여러 방전전류에 대한 배터리 전압의 변화곡선.

도 4는 방전전류에 따른 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선.

도 5는 여러 온도 T에 따른 전압에 대한 SOC 보상 추정곡선.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

10 : 배터리부 20 : 온도센서부

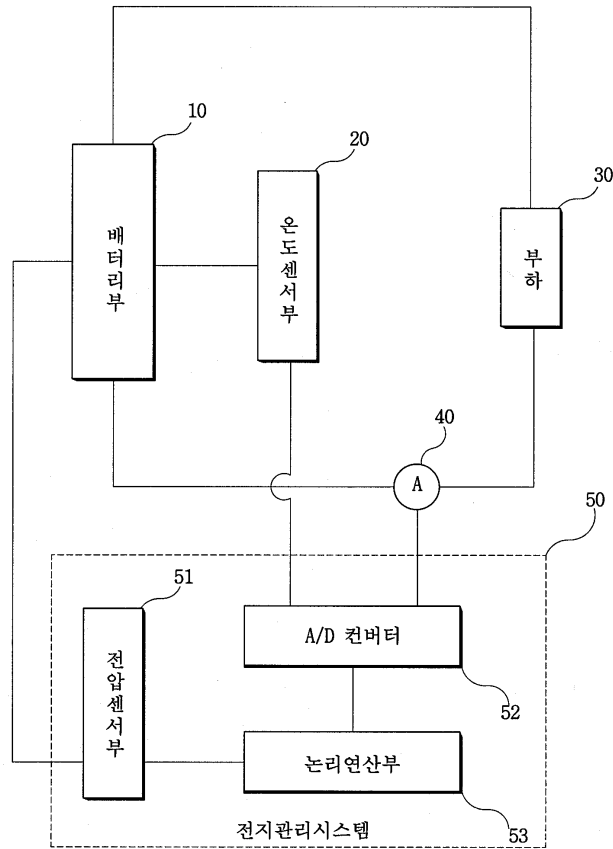
30 : 부하 40 : 전류센서부

50 : 전지관리시스템 51 : 전압센서부

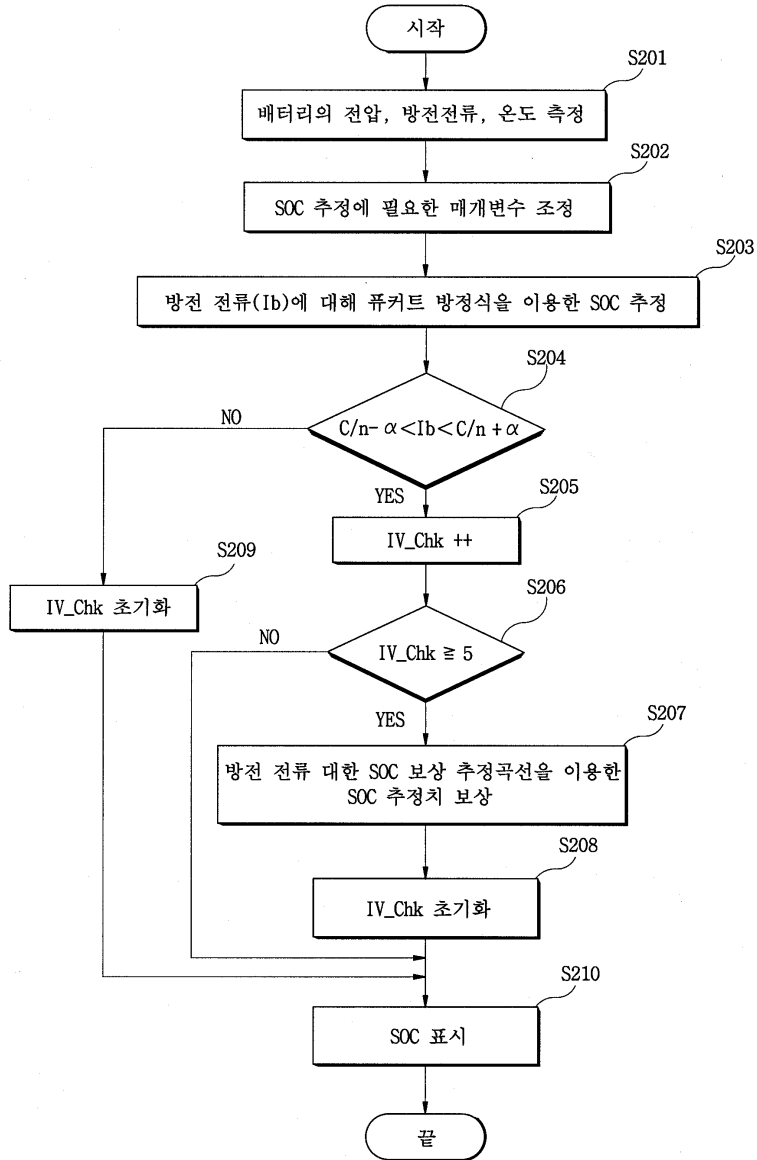
52 : A/D 컨버터 53 : 논리연산부

도면

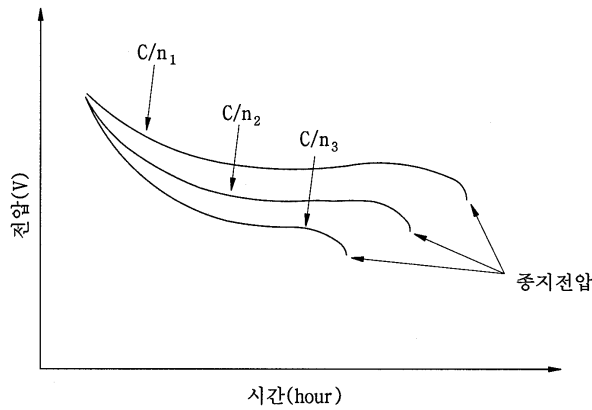
도면1



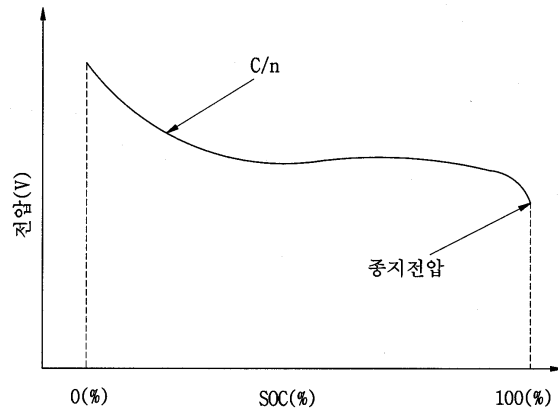
도면2



도면3



도면4



도면5

