



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월23일

(11) 등록번호 10-2125694

(24) 등록일자 2020년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0139169

(22) 출원일자 2014년10월15일

심사청구일자 2019년10월08일

(65) 공개번호 10-2015-0050366

(43) 공개일자 2015년05월08일

(30) 우선권주장

14/066,639 2013년10월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US06451463 B1

US20110027633 A1

W02012156091 A1

W02000025325 A1

(73) 특허권자

팔로 알토 리서치 센터 인코포레이티드

미국 캘리포니아주 94304 팔로 알토 코요테 힐 로드 3333

(72) 발명자

에릭 제이. 슈레더

미합중국 94002 캘리포니아주 벨몬트 힐만 에비뉴 1934

로버트 손 맥켄리

미합중국 94010 캘리포니아주 버링검 플리모쓰 웨이 749

(74) 대리인

장훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

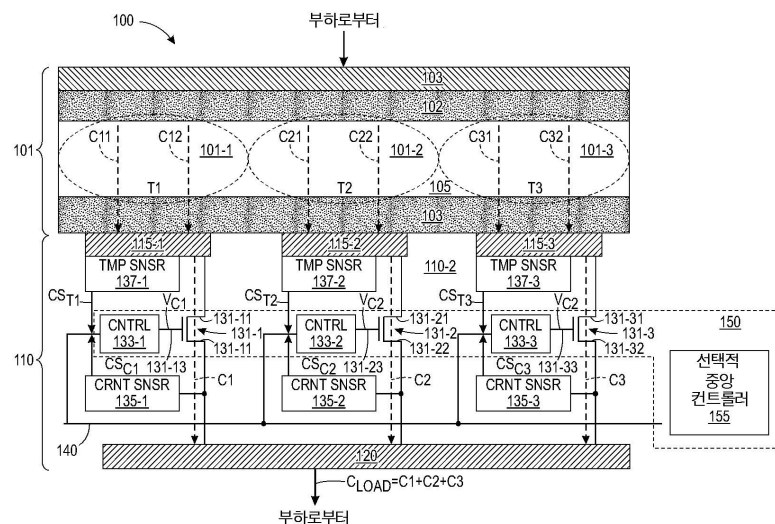
심사관 : 이종은

(54) 발명의 명칭 적응적 집전 장치 전기화학 시스템

(57) 요약

적응적 집전 장치(ACE) 시스템은 접촉 패드 및 연관된 전류 제어 트랜지스터의 어레이를 활용하여 배터리의 불연속 영역 내의 국지 전류 생성을 제어한다. 각 접촉 패드는 배터리 전극(양극이나 음극) 상에 형성되고 연관된 불연속 배터리 영역에 커플링되어, 연관된 트랜지스터에 의해 집전판에 연결된다. 센서는 각 불연속 배터리 영역의 작동 파라미터(예를 들면, 국지 전류 흐름과 작동 온도)를 모니터링하도록 사용되고, 제어 회로는 센서 데이터를 사용하여 트랜지스터의 작동 상태를 제어하고, 이에 따라, 각 트랜지스터를 통한 국지(localized) 전류 흐름이 측정된 로컬 작동 파라미터에 따라 증가하거나, 감소하거나, 차단된다. 제어 회로는 "스탠드-얼론(stand-alone)" 제어 로직을 사용하는 로컬 센서 데이터를 처리하는 로컬 제어 회로를 활용하거나, 또는 모든 센서 데이터를 처리하고 트랜지스터 작동을 조율하는 중앙 컨트롤러를 활용한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

배터리 어셈블리에 있어서:

양극(anode), 음극(cathode), 및 복수의 배터리 영역들 내에 상기 양극과 상기 음극 사이에 국지 전류를 생성하도록 구성된 전해질을 포함하는 배터리로서, 상기 양극 및 상기 음극 모두는 전극 접촉부를 규정하는 연속하는 판형 구조들을 포함하고, 상기 복수의 배터리 영역들 각각은 각각의 상기 국지 전류가 상기 양극의 대응하는 부분과 상기 음극의 대응하는 부분 사이에 배치된 상기 전해질의 연관된 부분을 통과하도록 상기 전극 접촉부의 불연속 영역을 포함하는, 상기 배터리; 및

상기 배터리와 부하 회로 사이의 전류 흐름을 제어하도록 구성된 적응적 집전 장치(current-collector) 전기화학 시스템을 포함하고,

상기 적응적 집전 장치 전기화학 시스템은:

상기 양극과 상기 음극 중 하나에 부착된 복수의 접촉 패드들로서, 상기 복수의 접촉 패드들의 각 접촉 패드는 대응하는 상기 배터리 영역의 상기 대응하는 양극 부분과 상기 대응하는 음극 부분 중 하나에 부착되어, 상기 대응하는 배터리 영역 내의 상기 연관된 국지 전류가 상기 각 접촉 패드를 통해 흐르는, 상기 복수의 접촉 패드들;

집전 기관;

복수의 트랜지스터들로서, 각각의 상기 트랜지스터는 연관된 접촉 패드에 연결되는 제1 단자, 상기 집전 기관에 연결되는 제2 단자, 및 제어 단자를 갖는, 상기 복수의 트랜지스터들;

복수의 센서들로서, 각각의 센서는 상기 복수의 배터리 영역들 각각의 작동 파라미터를 측정하고, 상기 측정에 의해 결정된 값들을 갖는 복수의 제1 센서 신호들을 생성하도록 구성되는, 상기 복수의 센서들; 및

상기 제1 센서 신호들을 처리하고 복수의 제어 전압들을 생성하여, 각각의 제어 전압이 상기 제1 센서 신호들 중 적어도 하나에 의해 결정되는 전압 레벨을 갖도록 하는 컨트롤러를 포함하고,

각각의 상기 제어 전압은, 연관된 트랜지스터를 통해 연관된 상기 접촉 패드로부터 상기 집전 기관으로 지나가는 국지 전류 부분이 상기 제어 전압에 비례하도록, 연관된 상기 트랜지스터의 제어 단자에 인가되는, 배터리 어셈블리.

청구항 2

배터리와 부하 회로 사이의 전류 흐름을 제어하는 적응적 집전 장치 전기화학 시스템에 있어서,

상기 배터리는 양극, 음극, 및 상기 양극과 상기 음극 사이에 복수의 국지 전류들을 생성하도록 구성된 전해질을 포함하고, 상기 양극 및 상기 음극 모두는 각각의 상기 국지 전류가 연관된 배터리 영역에서 생성되도록 배열된 복수의 불연속 배터리 영역들을 포함하는 전극 접촉부를 규정하는 연속하는 판형 구조들을 포함하며,

상기 시스템은:

상기 양극과 상기 음극 중 하나에 부착되어 이격 구성으로 배열된 복수의 접촉 패드들로서, 상기 복수의 접촉 패드들 각각의 접촉 패드가 대응하는 상기 배터리 영역에 커플링되어, 상기 대응하는 배터리 영역에 생성된 상기 연관된 국지 전류가 상기 각각의 접촉 패드를 통해 흐르게 되는, 상기 복수의 접촉 패드들;

집전 기관;

복수의 트랜지스터들로서, 각각의 상기 트랜지스터는 연관된 상기 접촉 패드에 연결되는 제1 단자 및 상기 집전 기관에 연결되는 제2 단자를 갖는, 상기 복수의 트랜지스터들;

복수의 센서들로서, 각각의 상기 센서는 대응하는 상기 배터리 영역의 작동 파라미터를 측정하고 상기 측정에 따라 설정된 값을 갖는 제1 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 상기 복수의 센서들; 및

복수의 제어 전압들을 생성하도록 구성되는 제어 회로로서, 각각의 상기 제어 전압은 상기 제1 센서 신호들 중 적어도 하나에 의해 결정되는 전압 레벨을 갖는, 상기 제어 회로를 포함하고,

각각의 상기 제어 전압은, 연관된 트랜지스터를 통해 상기 연관된 접촉 패드로부터 상기 집전 기관으로 지나가는 국지 전류 부분이 상기 각각의 제어 전압에 의해 결정되도록, 연관된 상기 트랜지스터를 제어하는, 적응적 집전 장치 전기화학 시스템.

청구항 3

배터리와 부하 회로 사이의 전류 흐름을 제어하는 방법에 있어서,

상기 배터리는 양극, 음극, 및 복수의 배터리 영역들 내에 복수의 국지 전류들을 생성하도록 구성된 전해질을 포함하고, 상기 양극 및 상기 음극 모두는 전극 접촉부를 규정하는 판형 구조들을 포함하고, 상기 복수의 배터리 영역들 각각은 각각의 상기 국지 전류가 상기 양극 및 상기 음극의 대응하는 부분들 사이에 배치된 상기 전해질의 연관된 부분에서 생성되도록 상기 전극 접촉부의 불연속 영역을 포함하며,

상기 방법은:

복수의 접촉 패드들을 상기 양극과 상기 음극 중 하나에 이격 구성으로 배치하는 단계로서, 상기 복수의 접촉 패드들 각각의 접촉 패드가 대응하는 배터리 영역 내에 생성된 연관된 상기 국지 전류를 수신하게 되는, 상기 배치하는 단계;

각각의 스탠드-얼론 제어 회로가 오직 하나의 연관된 배터리 영역의 연관된 센서에 인접하여 배치되고 연결되도록 상기 배터리 영역들의 배열에 대응하는 이격 배열로 배치된 복수의 스탠드-얼론 제어 회로들을 사용하여 상기 복수의 배터리 영역들 각각에서 국지 작동 파라미터를 측정하고, 상기 측정된 작동 파라미터들에 따라 복수의 센서 신호들을 생성하는 단계; 및

상기 복수의 센서 신호들에 따라, 상기 복수의 접촉 패드들과 상기 부하 회로 사이의 상기 복수의 국지 전류들의 흐름을 제어함으로써, 상기 복수의 배터리 영역들의 각각 내의 상기 국지 전류의 생성을 제어하는 단계를 포함하는, 배터리와 부하 회로 사이의 전류 흐름을 제어하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 복수의 센서들은 복수의 전류 센서들을 포함하고, 각각의 상기 전류 센서는 연관된 상기 트랜지스터의 제1 및 제2 단자들 사이에 흐르는 측정된 국지 전류 부분에 따라 연관된 상기 제1 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 복수의 배터리 영역들의 배열에 대응하는 이격 배열로 배치된 복수의 스탠드-얼론 제어 회로들을 포함하며, 각각의 상기 스탠드-얼론 제어 회로는 오직 하나의 연관된 배터리 영역의 연관된 상기 전류 센서에 인접하여 배치되어 연결되고, 상기 제1 센서 신호들 중 하나를 저장된 목표(target) 전류 흐름 값과 비교하여 상기 비교에 따라 연관된 상기 제어 전압을 조정하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 컨트롤러는 중앙 컨트롤러를 포함하고, 상기 중앙 컨트롤러는 상기 복수의 전류 센서들 모두로부터 상기 제1 센서 신호들을 수신하고, 상기 수신된 제1 센서 신호들에 따라 상기 복수의 제어 전압들을 조정하고, 상기 복수의 제어 전압들 중 하나를 상기 복수의 트랜지스터들 각각의 제어 단자로 전송하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 복수의 센서들은 복수의 온도 센서들을 포함하고, 각각의 상기 온도 센서는 상기 대응하는 배터리 영역의 측정된 국부화된 국지 온도에 따라 연관된 상기 제1 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 복수의 배터리 영역들의 배열에 대응하는 이격 배열로 배치된 복수의 스탠드-얼론 제어 회로들을 포함하며, 각각의 상기 스탠드-얼론 제어 회로는 오직 하나의 연관된 배터리 영역의 연관된 상기 온도 센서에 인접하여 배치되어 연결되고, 상기 제1 센서 신호들 중 하나를 저장된 목표 온도 값과 비교하여 상기 비교에 따라 연관된 상기 제어 전압을 조정하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 컨트롤러는 중앙 컨트롤러를 포함하고, 상기 중앙 컨트롤러는 상기 복수의 온도 센서들 모두로부터 상기 제1 센서 신호들을 수신하고, 상기 수신된 제1 센서 신호들에 따라 상기 복수의 제어 전압들을 조정하고, 상기 복수의 제어 전압들 중 하나를 상기 복수의 트랜지스터들 각각의 제어 단자로 전송하도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 복수의 트랜지스터들 각각은 파워 MOSFET을 포함하는, 배터리 어셈블리.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 복수의 트랜지스터들 각각은 양극형 트랜지스터를 포함하는, 배터리 어셈블리.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 복수의 트랜지스터들은 얇은 필름 기판 상의 어레이로 배치되는, 배터리 어셈블리.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는:

복수의 로컬 제어 회로들로서, 각각의 상기 제어 회로는 상기 제1 센서 신호들 중 하나를 저장된 목표 전류 흐름 값과 비교하여 상기 비교에 따라 연관된 상기 제어 전압을 조정하도록 구성되는, 상기 복수의 로컬 제어 회로들; 및

중앙 컨트롤러로서, 상기 복수의 로컬 제어 회로들과 통신하고 갱신된 목표 전류 값들을 상기 복수의 로컬 제어 회로들 각각으로 전송하도록 구성되는, 상기 중앙 컨트롤러를 포함하는, 배터리 어셈블리.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 중앙 컨트롤러는 또한 상기 복수의 배터리 영역들 중 결함있는 배터리 영역을 식별하도록 구성되고 상기 결함있는 배터리 영역에 커플링된 연관된 상기 트랜지스터를 차단함으로써 상기 결함있는 배터리 영역에서 상기 연관된 국지 전류를 중단시키도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 중앙 컨트롤러는 또한 상기 결함있는 배터리 영역에 근접하여 배치된 복수의 근접한 상기 배터리 영역들을 식별하도록 구성되고, 상기 복수의 근접한 배터리 영역들에 커플링된 연관된 트랜지스터들의 제어 단자에 인가된 제어 전압을 조정함으로써 상기 복수의 근접한 배터리 영역들에서 상기 연관된 국지 전류를 감소시키도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 중앙 컨트롤러는 또한 상기 결함있는 배터리 영역 및 상기 근접한 배터리 영역들로부터 떨어져 배치된 복수의 먼 쪽의 상기 배터리 영역들을 식별하도록 구성되고, 상기 복수의 먼 쪽의 배터리 영역들에 커플링된 연관된 트랜지스터들의 제어 단자에 인가된 제어 전압을 조정함으로써 상기 복수의 먼 쪽의 배터리 영역들에서 상기 연관된 국지 전류를 증가시키도록 구성되는, 배터리 어셈블리.

청구항 17

제2항에 있어서, 상기 복수의 센서들은 복수의 전류 센서들을 포함하고, 각각의 상기 전류 센서는 연관된 상기 트랜지스터의 제1 및 제2 단자들 사이에 흐르는 측정된 국지 전류 부분에 따라 연관된 상기 제1 센서 신호를 생

성하도록 구성되는, 적응적 집전 장치 전기화학 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제어 회로는 복수의 로컬 제어 회로들을 포함하며, 각각의 상기 로컬 제어 회로는 연관된 상기 전류 센서에 연결되고, 상기 제1 센서 신호들 중 하나를 저장된 목표 전류 흐름 값과 비교하여 상기 비교에 따라 연관된 상기 제어 전압을 조정하도록 구성되는, 적응적 집전 장치 전기화학 시스템.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 제어 회로는 중앙 컨트롤러를 포함하고, 상기 중앙 컨트롤러는 상기 복수의 전류 센서들로부터 상기 제1 센서 신호들을 수신하고, 상기 수신된 제1 센서 신호들에 따라 상기 복수의 제어 전압들을 조정하고, 상기 복수의 제어 전압들 중 하나를 상기 복수의 트랜지스터들 각각의 제어 단자로 전송하도록 구성되는, 적응적 집전 장치 전기화학 시스템.

청구항 20

제2항에 있어서, 상기 복수의 센서들은 복수의 온도 센서들을 포함하고, 각각의 상기 온도 센서는 상기 대응하는 배터리 영역의 측정된 국부화된 국지 온도에 따라 연관된 상기 제1 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 적응적 집전 장치 전기화학 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 제어 시스템의 개선에 관련된다.

배경 기술

[0002] 다음의 설명은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자가 특정 응용과 그 요구사항의 맥락에서 제공되는 것처럼 발명을 만들고 사용하도록 하기 위하여 기술된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 여기서 사용될 때, "위쪽"과 "너머"와 같은 방향성 용어는 설명의 목적으로 상대적인 위치를 제공하기 위한 것이며, 참조의 절대적인 프레임을 지정하기 위한 것이 아니다. 여기서 활용될 때, 용어 "커플링된"과 "연결된"은, 다음과 같이 정의된다. 용어 "연결된"은, 예를 들면, 통상적인 집적회로 제작 기술에 따라 형성되는 금속 배선(metal line)을 통해, 두 개의 회로 구성요소 간의 직접적인 연결을 설명하기 위해 사용된다. 반대로, 용어 "커플링된"은 두 개의 회로 구성요소 간의 직접적인 또는 간접적인 연결을 모두 기술하도록 사용된다. 예를 들면, 두 개의 커플링된 구성요소는 금속 배선을 통해 직접 연결되거나, 매개 회로(예를 들면, 커패시터, 레지스터, 인덕터, 또는 트랜지스터의 소스/드레인 단자를 통해)를 거치거나 인덕턴스에 의해 간접적으로 연결될 수 있다. 바람직한 실시예에 대한 다양한 변경이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이고, 여기 정의되는 일반적인 원칙이 다른 실시예에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기 도시되고 기술된 특정 실시예에 한정되는 것은 아니지만, 여기 개시된 원칙과 신규한 특징에 따른 가장 넓은 영역에 부합됨이 의도된다.

도면의 간단한 설명

[0004] 도면들은 본 발명의 일반적인 실시예들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005] 도 1은 본 발명의 일반적인 실시예에 따른 외부 부하(미도시)에 부하 전류 C_{LOAD} 를 공급하는 배터리 어셈블리(100)를 보여주는데, 배터리 어셈블리(100)는 배터리(101)와 적응적 집전 장치 전기화학(adaptive current-collector electrochemical, ACE) 시스템(100)을 포함한다.

[0006] 도 1의 상부를 참조하면, 배터리(101)는 양극(anode)(102), 음극(cathode)(103), 전해질 영역(105) 및 양극(102)과 음극(103) 간의 국지(localized) 전류 C11 - C32를 생성하도록 작용하는 상위 집전판(106)을 포함하는 일반적인 형태(그리고 스케일되지 않은)로 도시되고, 각 국지 전류는 배터리(101)의 연관된 영역내의 양극(102)과 음극(103) 사이에 생성된다. 배터리(101)는 특정 배터리 타입에 한정되지 않지만, 그러나 충전가능한 것(예를 들면 리튬-이온 및 서브 타입, 예를 들면, Li-MMC, LI-NCA, Li-FePO₄, 니켈-수소(nickel-metal hydride)나 아연브롬화물)이 좋다. 또한, 배터리(101)는 상대적으로 큰 전극 접촉부 구성을 갖는 특징이 있다(즉, 양극(102)과 음극(103)의 넓이 W가 배터리(101)의 두께 T보다 훨씬 더 크며, 양극(102)과 음극(103)은 전체 전극 접촉부에 대하여 (물리적 분리 없이) 계속 이어지는 구조를 포함한다). 이하 설명되는 것처럼, 큰 접촉부 구성은 파선의 타원형으로 도시된, 불연속 배터리 영역(101-1, 101-2, 101-3)에 대한 제어를 용이하게 한다. 작동하는 동안, (두 개의 파선 화살표로 지시되는) 전류가 알려진 배터리 기술에 따라 양극(102)과 음극(103) 간에 생성되거나 또는 흐른다. 설명의 목적으로, 각 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내의 국지 전류는 연관된 파선의 타원형을 통과하는 두 개의 파선 화살표에 의해 식별된다(예를 들면, 국지 전류 C11, C12는 연관된 배터리 영역(101-1) 내에 생성되고, 국지 전류 C21, C22는 연관된 배터리 영역(101-2) 내에 생성되고, 국지 전류 C31, C32는 연관된 배터리 영역(101-3) 내에 생성된다). 각 배터리 영역 내에 두 개의 파선 화살표를 사용하는 국지 전류의 묘사는 오로지 전류가 각 배터리 영역의 모든 부분 내에 생성되는 것을 지시하기 위해 의도된다.

[0007] 본 발명의 제1 측면에 따르면, ACE 시스템(110)은, 각 접촉 패드(115-1 내지 115-3)가 연관된 배터리 영역(101-1 내지 101-3)에 커플링되는 방법으로 배터리(101)의 전극에 부착되는 이격된(spaced apart) 접촉 패드(집전 장치)(115-1, 115-2, 115-3)를 포함한다. 도 1의 실시예에서, 접촉 패드(115-1 내지 115-3)는 전도성(예를 들면, 알루미늄이나 다른 금속) 구조로서 음극(103)에 배치되고(즉, 작동적으로 연결되고) 이격 구성으로 배열되어 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내에 생성되는 연관된 국지 전류가 각각 접촉 패드(115-1 내지 115-3)를 통해 흐르게 된다. 특히, 접촉 패드(115-1)는 불연속 배터리 영역(101-1) 아래의 음극(103) 부분에 배치되어 국지 전류 부분 C11, C12이 접촉 패드(115-1)에 의해(즉, 통해 흐름으로써) 수신된다. 유사하게, 접촉 패드(115-2)는 불연속 배터리 영역(101-2) 아래에 배치됨으로써 접촉 패드(115-2)는 국지 전류 부분 C21, C22를 수신하게 되고, 접촉 패드(115-3)는 불연속 배터리 영역(101-3) 아래에 배치됨으로써 접촉 패드(115-3)는 국지 전류 부분 C31, C32를 수신하게 된다. 배터리(101)는, 전형적으로 집전 패드보다 전도성이 약한 재료를 포함하는 음극(103)이 이격된(spaced-apart) 접촉 패드들 간의(예를 들면, 접촉 패드(115-1, 115-2) 간의, 또한 접촉 패드(115-2, 115-3) 간의) 전류의 흐름에 저항하거나 방해하도록, 구성된다는 것을 주목하라. 이와 같이, 각 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내에 생성된 국지 배터리 전류는 각각 거의 전적으로 연관된 접촉 패드(115-1 내지 115-3)를 통해서만 흐른다. 여기서 사용될 때, "거의 전적으로"는 배터리 영역의 주변 경계부 내에 생성 전류 부분은 두 개의 인접한 접촉 패드로 흐를 수 있지만, 각 배터리 영역의 내부에 생성된 모든 전류 부분은 오직 하나의 접촉 패드로만 흐른다는 것을 의미한다. 비록 접촉 패드(115-1 내지 115-3)가 음극(103)에 연결되는(즉, 이에 따라, 전류가 접촉 패드(115-1 내지 115-3)를 통해 배터리(101)에서 부하로 흐르는)것으로 묘사되었지만, 접촉 패드(115-1 내지 115-3)가 양극(102)에 연결되도록(즉, 이에 따라 전류가 접촉 패드(115-1 내지 115-3)를 통해 부하(load)로부터 배터리(101)로 흐르도록) 배터리(101)에 ACE 시스템(110)을 부착하는 것도 가능하다는 것을 주목하라.

[0008] 본 발명의 다른 측면에 따르면, ACE 시스템(110)은 집전판(기관)(120)과 접촉 패드(115-1 내지 115-3) 간에 작동적으로 연결되는 MOSFET 트랜지스터의 어레이(131-1 내지 131-3)를 포함한다. 특히, 트랜지스터(131-1)는 연관된 접촉 패드(115-1)에 연결되는 드레인(제1) 단자(131-11), 집전판(120)에 연결되는 소스(제2) 단자(131-12), 연관된 제어 전압 V_{C1}을 수신하는 게이트(제어) 단자(131-13)를 갖는다. 이러한 배열에 의해, 트랜지스터(131-1)가 제어 전압 V_{C1}에 의해 켜질 때(예를 들면, 제어 전압 V_{C1}이 트랜지스터(131-1)의 임계 전압을 초과할 때), (트랜지스터(131-1)를 통과하는 파선 화살표로 지시되는) 국지 전류 C1은 접촉 패드(115-1)로부터 집전판(120)을 통과하는데, 이때 전류 C1은 제어 전압 V_{C1}의 전압 레벨에 의해 결정되는(즉, 비례하는) 전류를 갖는다. 유사하게, 트랜지스터(131-2)는 접촉 패드(115-2)에 연결되는 드레인 단자(131-21), 집전판(120)에 연결되는 소스 단자(131-22), 제어 전압 V_{C2}을 수신하는 게이트 단자(131-23)를 가지며, 트랜지스터(131-3)는 접촉 패드(115-3)에 연결되는 드레인 단자(131-31), 집전판(120)에 연결되는 소스 단자(131-32), 제어 전압 V_{C3}을 수신하는 게이트 단자(131-33)를 갖는다. 제어 전압 V_{C1}, V_{C2}는 각각 트랜지스터(131-2, 131-3)를 제어하여 접촉 패드(115-2, 115-3)로부터 집전판(120)으로 가는 국지 전류 C2, C3을 생성하게 한다. 집전판(120)은, 이러한 전류의 합이 부하 전류 C_{LOAD}를 형성하도록, 금속판 또는 국지 전류 C1 내지 C3의 콤비네이션을 용이하게 하는 다른

전도성 재료에 의해 구현된다.

- [0009] ACE 시스템(110)은 트랜지스터(131-1 내지 131-3)의 작동 상태를 각각 개별적으로 조정함으로써 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내에 생성되는 국지 배터리 전류에 대하여 개별적인 제어를 용이하게 한다. 즉, 접촉 패드(115-1)를 통해 흐르는 전류 부분 C1이 불연속 배터리 영역(101-1)으로부터 도출되기 때문에, 불연속 배터리 영역(101-1)내의 국지 전류 C11, C12에 대한 국지 제어가 제어 전압 V_{C1} 을 조정함으로써(즉, 증가시키거나 감소시킴으로써) 성취되며, 이에 따라, 트랜지스터(131-1)의 작동 상태가 조정된다. 예를 들면, 배터리 영역(101-1) 내의 국지 전류 C11, C12의 양은 트랜지스터(131-1)을 통해 전류 부분 C1을 감소시키는 방법에 의해 효과적으로 감소하며, 이는 제어 전압 V_{C1} 을 감소시킴으로써 성취된다. 역으로, 배터리 영역(101-1) 내의 국지 전류 C11, C12의 양은 제어 전압 V_{C1} 을 증가시킴으로써 효과적으로 증가한다. 유사한 방식으로, 불연속 배터리 영역(101-2, 101-3)에 대한 국지 제어는 제어 전압 V_{C2} , V_{C3} 을 통해 성취된다.
- [0010] 본 발명의 제3 측면에 따라, ACE 시스템(110)은 하나 이상의 컴포넌트(예를 들면, 전류 센서(135-1 내지 135-3) 및/또는 온도 센서(137-1 내지 137-3))를 활용하여 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내의 국지 배터리 작동 파라미터를 측정하고, 제어 회로(150)를 활용하여 상기 측정된 작동 파라미터에 따라 트랜지스터(131-1 내지 131-3)의 작동 상태를 제어한다(즉, 상기 측정된 작동 파라미터에 따라 데이터를 처리하고, 또한 상기 처리된 데이터에 따라 제어 전압 V_{C1} , V_{C2} 및 V_{C3} 을 생성한다). 전류와 온도 센서에 추가하여, 다른 컴포넌트(예를 들면, 전압 계량기나 화학적 센서)가 국지 배터리 작동 파라미터를 측정하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0011] 전류 센서(135-1 내지 135-3)는 알려진 전류 측정 기술을 사용하여 트랜지스터(131-1 내지 131-3)를 통과하는 전류 부분 C1 내지 C3을 측정함으로써 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내에 생성되는 전류의 양을 측정하고, 또한 상기 측정된 전류 부분에 의해 결정되는(예를 들면 비례하는) 값(데이터)을 갖는 연관된 전류 센서 신호 CS_{C1} 내지 CS_{C3} 를 생성한다. 특히, 전류 센서(135-1)는, 불연속 배터리 영역(101-1) 내에 생성되는 국지 전류 C11, C12의 양을 나타내는, 트랜지스터(131-1)의 드레인 단자(131-11)와 소스 단자(131-12) 사이에 흐르는 전류 부분 C1을 측정하고, 측정된 전류 부분 C1에 대응하는 아날로그나 디지털 데이터 값을 갖는 전류 센서 신호 CS_{C1} 을 생성한다. 유사하게, 전류 센서(135-2, 135-3)는 트랜지스터(131-2, 131-3)를 통해 흐르는 각 전류 부분 C2, C3를 측정하고, 연관된 전류 센서 신호 CS_{C2} , CS_{C3} 를 생성한다. 전송된 센서 신호 CS_{C2} , CS_{C3} 는, 전류 센서(135-1 내지 135-3) 내에 포함되는 회로 및 전류 데이터를 처리하기 위하여 사용되는 회로에 따라, 아날로그 또는 디지털 데이터 값을 포함한다.
- [0012] 온도 센서(137-1 내지 137-3)는 각각 접촉 패드(115-1 내지 115-3)에 배치되며, 또한 알려진 온도 측정 기술을 사용하여 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3) 내의 로컬 작동 온도 T1 내지 T3를 측정한다. 온도 센서(137-1 내지 137-3)는 측정된 로컬 온도 T1 내지 T3에 의해 각각 결정되는(예를 들면 비례하는) 값(데이터)을 갖는 연관된 온도 센서 신호 CS_{T1} 내지 CS_{T3} 를 생성하도록 구성될 수 있다. 특히, 온도 센서(137-1)는 접촉 패드(115-1)에 장착되어 불연속 배터리 영역(101-1) 내에 생성된 로컬 온도 T1을 측정하고, 측정된 로컬 온도 T1에 대응하는 아날로그나 디지털 데이터 값을 갖는 연관된 온도 센서 신호 CS_{T1} 를 생성한다. 유사하게, 온도 센서(137-2, 137-3)는 불연속 배터리 영역(101-2, 101-3) 내에 각각 생성된 로컬 온도 T2, T3를 측정하고, 연관된 온도 센서 신호 CS_{T2} , CS_{T3} 를 생성한다.
- [0013] 제어 회로(150)는 전류 센서 신호 CS_{C1} 내지 CS_{C3} 나, 온도 센서 신호 CS_{T1} 내지 CS_{T3} 나, 또는 전류 및 온도 신호의 조합을 수신하고 처리하고, 그리고 상기 수신한 센서 신호 중의 적어도 한 신호에 의해 결정되는(예를 들면, 비례하는) 전압 레벨을 갖는 제어 전압 V_{C1} , V_{C2} 및 V_{C3} 을 생성하도록, 작동적으로 연결되어 알려진 기술을 사용하여 제작된다. 예를 들면, 제어 회로(150)는, 전압 레벨이 센서 신호 CS_{C1} 또는 CS_{T1} 에 비례하거나, 또는 센서 신호 CS_{C1} 또는 CS_{T1} 의 조합에 의해 결정된 계산된 값에 비례하거나, 또는 두 개 이상의 전류 센서 신호 CS_{C1} 내지 CS_{C3} 와 두 개 이상의 온도 센서 신호 CS_{T1} 내지 CS_{T3} 에 의해 결정되는 계산된 값에 비례하도록, 제어 전압 V_{C1} 을 생성한다. 상술한 것처럼, 제어 회로(150)는 제어 전압 V_{C1} , V_{C2} 및 V_{C3} 을 각각 트랜지스터(131-1 내지 131-3)의 제어 단자에 적용하여(전송하여), 연관된 접촉 패드(115-1 내지 115-3)로부터 집전판(120)으로 지나가는 국지 전류 부분 C1 내지 C3가 적용된 제어 전압 V_{C1} , V_{C2} 및 V_{C3} 에 의해 결정되도록(예를 들면 비례하게) 한다.

- [0014] 본 발명의 대안적인 특정 실시예에 따르면, 제어 회로(150)는 "스탠드-얼론" 제어 로직 기법이나, "중양 컨트롤러" 제어 로직 기법이나, 또는 이 두 제어 로직 기법의 콤비네이션을 구현하도록 작동적으로 구성된다.
- [0015] "스탠드-얼론" 제어 로직 접근방법에서, 제어 회로(150)는 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3)에 인접하여 각각 배치된 "로컬" 제어 회로(133-1 내지 133-3)를 포함하고, 각 제어 회로(133-1 내지 133-3)는 오직 하나의 연관된 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3)에 대하여 생성된 작동 파라미터 데이터를 수신하고 처리한다. 예를 들면, 제어 회로(133-1)는 전류 센서(135-1)에 연결되어, 전류 센서 신호 CS_{C1} 을 저장된 목표(target) 전류 흐름 값과 비교하고, 전류 센서 신호 CS_{C1} 과 저장된 값 간의 차이에 따라서 제어 전압 V_{C1} 을 조정하도록(생성하도록) 구성된다. 대안으로, 제어 회로(133-1)는 온도 센서 신호 CS_{T1} 를 온도 센서(137-1)로부터 수신하도록 연결되어, 온도 센서 신호 CS_{T1} 과 저장된 목표 온도 값의 비교에 따라서 제어 전압 V_{C1} 을 조정하도록 구성된다. 또 다른 대안의 실시예에서, 제어 신호(133-1)는 전류 센서 신호 CS_{C1} 과 온도 센서 신호 CS_{T1} 를 수신하여 처리하도록 연결된다. 동시에 제어 회로(133-2)는 전류 센서 신호 CS_{C2} 를 전류 센서(135-2)로부터, 그리고/또는 온도 센서 신호 CS_{T2} 를 온도 센서(137-2)로부터, 수신하여 처리하고, 트랜지스터(131-2)를 제어하는 트랜지스터 제어 전압 V_{C2} 을 생성하고, 또한, 제어 회로(133-3)는 전류 센서 신호 CS_{C3} 를 전류 센서(135-3)로부터, 그리고/또는 온도 센서 신호 CS_{T3} 를 온도 센서(137-3)로부터, 수신하여 처리하고, 트랜지스터(131-3)를 제어하는 트랜지스터 제어 전압 V_{C3} 을 생성한다. 도 2a, 2b, 4a, 4b를 참조하여 설명되는 예와 관련하여 이하 추가로 설명되는 것처럼, 각 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3)은 모든 타 배터리 영역과 독립적으로 제어되며, 이때, 제어 전압 V_{C1} 내지 V_{C3} 은 오직 로컬 배터리 작동 파라미터에 기초하여 생성된다. 이러한 "스탠드-얼론" 배열의 이점은 이러한 접근방법이 추가적인 상호연결된 배선이나 전자 장치의 사용 없이 다양한 크기의 배터리에 사용될 수 있는 비용-효과적인 스케일러블 배터리 제어 시스템을 용이하게 한다는 것이다.
- [0016] "중양 제어" 제어 로직 접근방법에서, 제어 회로(150)는 중양 컨트롤러(155)를 포함하고, 이는 하나 이상의 버스 라인(140)을 거쳐 모든 센서(135-1 내지 135-3 및 137-1 내지 137-3)에 의해 생성되는 센서 신호를 수신하고, 센서 신호에 의해 제공되는 연관된 데이터를 처리하고, 연관된 트랜지스터 제어 전압 V_{C1} 내지 V_{C3} 을 트랜지스터(131-1 내지 133-3)로 전송한다. 도 3a, 3b, 5a 및 5b를 참조하여 서술되는 예와 관련하여 이하 추가로 설명되는 것처럼, 불연속 배터리 영역(101-1 내지 101-3)은 모든 배터리 영역으로부터 수집한 로컬 배터리 작동 파라미터에 기초하여 집합적으로 제어된다. 비록 이러한 "중양 컨트롤러" 제어 로직 접근방법은 제조 비용을 상승시키는 버스 라인(140)의 형태의 추가적인 오버헤드를 요구하고, 확장성을 제한할 수 있지만(예를 들면, 별도로 제조된 ACE 시스템은 상이한 배터리 사이즈가 필요할 수 있다), 이러한 접근방법은 "스탠드-얼론" 접근방법을 사용하여 성취될 수 없는 (이하 기술되는) 조율된(coordinated) 배터리 제어 기법을 용이하게 한다.
- [0017] 다른 실시예에서, "스탠드-얼론"과 "중양 제어" 제어 로직 기법의 하나 이상의 특징이 결합되는 제어 로직 기법이 구현된다. 예를 들면, 도 7을 참조하여 이하 설명되듯이, 중양 컨트롤러는, 조율된 제어 전압 신호에 응답하여 트랜지스터 제어 전압을 생성하는, 수정된 "로컬" 제어 회로로 전송되는 조율된 제어 전압 신호를 처리하고 생성하도록 활용된다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자는 본 발명의 정신과 영역 내에 속하는 다른 제어 로직 기법도 활용할 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0018] 도 2a와 2b는 제1 실시예에 따른 (앞에서 설명한) 배터리(101)의 배터리 영역(101-1)을 포함하는 부분적인 배터리 어셈블리(100A) 및 연관된 ACE 시스템 부분(110A-1)을 주는 횡단면도이다. 특히, ACE 시스템 부분(110A-1)은 위에서 설명한 방식으로 배터리 영역(101-1)에 커플링된 접촉 패드(115A-1)와, 접촉 패드(115A-1)와 집전판(120A)의 대응하는 부분 사이에 연결된 트랜지스터(131A-1)와, 트랜지스터(131A-1)와 집전판(120A) 사이에 흐르는 전류 부분(작동 파라미터) C1을 측정하고 대응하는 전류 센서 신호 CS_{C1} 를 생성하는 전류 센서(135A-1)와, 그리고 전류 센서 신호 CS_{C1} 을 수신하여 처리하고 또한 트랜지스터(131A-1)의 제어 단자에 적용되는 대응하는 제어 전압 V_{C1} 을 생성하는 로컬 제어 회로(133A-1)를 포함하는 "스탠드-얼론" 제어 회로(150A)를 포함한다. 도 2a와 2b는 또한 두 개의 상이한 작동 기간에 부분적인 배터리 어셈블리(100A) 내에 생성되는 전류와 신호를 묘사하는데, 여기서, 도 2a는 (도면에서 "100A(t1)"으로 지시되는) 제1 시간 t1에서의 배터리 어셈블리(100A)를 보여주며, 도 2b는, 시간 t1 이후에 발생하는, 제2 시간 t2에서의 배터리 어셈블리(100A)를 보여준다.
- [0019] 도 2a를 참조하면, 시간 t1에서, 로컬 제어 회로(133A-1)는 트랜지스터(131A-1)가 전류 부분 C1(t1)을 생성하고

록 유발하는 전압 레벨을 갖는 제어 전압 $V_{Cl(t1)}$ 을 생성한다. 동시에, 전류 센서(135A-1)는 (시간 $t1$ 에서 배터리 영역(101-1) 내의 국지 전류 $C11$, $C12$ 의 합계인) 전류 부분 $C1(t1)$ 을 측정하고, 대응하는 센서 신호 $CS_{Cl(t1)}$ 를 로컬 제어 회로(133A-1)로 전송한다. "스탠드-얼론" 제어 로직 기법을 사용하여, 로컬 제어 회로(133A-1)는 센서 신호 $CS_{Cl(t1)}$ 를 하나 이상의 저장된 목표 전류 흐름 값 CT 와 비교하여, 배터리 영역(101-1)이 미리 설정된 목표 전류 범위 내에 있는지 여부를 결정하고, 상기 비교에 따라 제어 전압 V_{Cl} 을 조정한다(즉, 증가시키거나 감소시킨다). 설명의 목적으로, 전류 부분 $C1(t1)$ 은 목표 전류 범위보다 더 낮은 것으로 간주되며, 이는 도 2a에서 " $C1(T1)<CT$ "로 표시되고, 국지 전류 $C11$ 과 $C12$ 가 너무 낮다는 것을 나타낸다. 이와 같이, 로컬 제어 회로(133A-1)는 트랜지스터(131A-1)를 통한 흐름을 증가시키도록 제어 전압 V_{Cl} 을 증가시킴으로써 작용하여, 결국 국지 전류 $C1$ 과 $C2$ 가 증가 되도록 한다.

[0020] 도 2b를 참조하면, 시간 $t1$ 에 후속하는 시간 $t2$ 에서의 배터리 어셈블리(100A)를 보여주며, 로컬 제어 회로(133A-1)는 제어 전압 $V_{Cl(t1)}$ 보다 미리 결정된 양만큼 더 높은 전압 레벨을 갖는 조정된 제어 전압 $V_{Cl(t2)}$ 을 생성하고, 이에 따라 트랜지스터(131A-1)가 전류 부분 $C1(t1)$ 보다 더 높은 전류 부분 $C1(t2)$ 을 생성하도록 유발한다. 전류 센서(135A-1)는 (시간 $t2$ 에서 배터리 영역(101-1) 내의 국지 전류 $C11$ 과 $C12$ 의 합계와 동일한) 전류 부분 $C1(t2)$ 을 측정하고, 대응하는 센서 신호 $CS_{Cl(t2)}$ 를 로컬 제어 회로(133A-1)로 전송하여, 이에 따라 (필요 시) 도 2a를 참조하여 위에서 설명된 프로세스를 반복함으로써 추가적인 조정이 가해진다.

[0021] 도 3a와 3b는 "중앙 컨트롤러" 제어 로직 기법을 사용하는 제2 실시예에 따른, 배터리(101)의 배터리 영역(101-1)을 포함하는 부분적인 배터리 어셈블리(100B)와 연관된 ACE 시스템 부분(110B-1)을 보여주는 횡단면도이다. 앞의 실시예와 유사하게, ACE 시스템 부분(110B-1)은 접촉 패드(115B-1)와 집전관(120B) 사이에 연결된 트랜지스터(131B-1)와, 전류 부분 $C1$ 을 측정하는 전류 센서(135B-1)를 포함한다. ACE 시스템 부분(110B-1)이 앞의 실시예와 다른 것은 제어 회로(150B)가 중앙 제어(CC) 회로(155B)를 포함하는 것인데, 이는 전류 센서 신호를 버스 라인(또는 지정된 신호 라인)(140)을 거쳐 (전류 센서(135B-1)로부터 수신된 전류 센서 신호 CS_{Cl} 를 포함하는) 복수의 전류 센서로부터 수신하고, 연관된 트랜지스터의 제어 단자에 적용된 대응하는 제어 전압을 생성한다(예를 들면 제어 전압 V_{Cl} 은 트랜지스터(131B-1)의 게이트 단자로 전송된다). 도 3a를 참조하면, 시간 $t3$ 에서, 로컬 제어 회로(133A-1)는 트랜지스터(131A-1)를 통해 배터리 영역(101-1)으로부터 전류 부분 $C1(t1)$ 을 생성하는 제어 전압 $V_{Cl(t3)}$ 을 생성하는데, 이는 대응하는 센서 신호 $CS_{Cl(t3)}$ 를 라인(140)을 경유하여 중앙 컨트롤러(155B)로 넘겨주는 전류 센서(135A-1)에 의해 측정된다. 중앙 컨트롤러(155B)는 센서 신호 $CS_{Cl(t3)}$ 와 다른 전류 센서로부터의 센서 신호를 수신하고, 저장된 로직에 따라 센서 신호를 처리한다(예를 들면, 제어 전압 V_{Cl} 을 수신된 제1 센서 신호 $CS_{Cl(t3)}$ 에 기초하여 조정한다). 설명의 목적으로, 전류 부분 $C1(t3)$ 은 목표 전류 범위보다 더 높은 것으로 간주되며, 이는 도 3a에서 " $C1(t3)<CT$ "로 표시되고 또한 배터리 영역(101-1) 내의 국지 전류가 너무 높다는 것을 나타낸다. 이와 같이, 중앙 컨트롤러(155B)는 트랜지스터(131B-1)를 통한 흐름을 감소시키기 위하여 트랜지스터(131B-1)에 대한 제어 전압을 감소시키도록 작용하는데, 이는 결국 국지 전류 $C1$ 과 $C2$ 가 증가 되도록 한다. 도 3b를 참조하면, 시간 $t4$ 에서의 배터리 어셈블리(100A)를 보여주는데, 로컬 제어 회로(133B-1)는 제어 전압 $V_{Cl(t3)}$ 보다 미리 결정된 양만큼 더 낮은 전압 레벨을 갖는 조율된 제어 전압 $V_{Cl(t4)}$ 을 생성하고, 이에 따라 트랜지스터(131B-1)가 전류 부분 $C1(t3)$ 보다 더 낮은 전류 부분 $C1(t4)$ 을 생성하도록 유발하게 된다.

[0022] 도 4a와 4b는 온도 과부하(over-temperature) 상태가 사소한 국지 장애에 의해 야기되어, 적응적 집전 장치가 전류 흐름을 조정하여 국지 온도를 감소시키는 예를 보여준다. 본 실시예에서, ACE 시스템(110C-1)은 접촉 패드(115C-1)와 기관(120C) 사이에 연결되는 트랜지스터(131C-1)와, 배터리 영역(101-1) 내의 배터리(101)의 국지 작동 온도(작동 파라미터) $T1$ 를 측정하고, 대응하는 온도 센서 신호 CS_{T1} 를 생성하는 온도 센서(137C-1)와, 그리고 온도 센서 신호 CS_{T1} 를 수신하고 처리하고, 트랜지스터(131C-1)의 제어 단자에 적용되는 대응하는 제어 전압 V_{Cl} 을 생성하는 로컬 제어 회로(133C-1)를 포함하는 "스탠드-얼론" 제어 회로(150C)를 포함한다. 도 4a를 참조하면, 시간 $t5$ 에서, 로컬 제어 회로(133C-1)는 전류 부분 $C1(t5)$ 을 만드는 제어 전압 $V_{Cl(t5)}$ 을 생성하고, 온도 센서(137C-1)는 온도 $T_{101-1(t5)}$ 를 측정하고, 그리고 대응하는 센서 신호 $CS_{T1(t5)}$ 를 로컬 제어 회로(133C-1)로 전송하는데, 이는 센서 신호 $CS_{T1(t5)}$ 를 하나 이상의 저장된 목표 온도 값(예를 들면 최대의 최적 작동 온도 T_{MAX})과 비교하고, 이러한 비교에 따라 제어 전압 V_{Cl} 을 조정한다(즉, 증가시키거나 감소시킨다). 설명의 목적으로, 온도

$T_{101-1(t5)}$ 는 목표 온도 T_{MAX} 보다 더 높은 것으로 간주된다. 도 4b를 참조하면, 시간 $t5$ 에 연속하는 시간 $t6$ 에서의 배터리 어셈블리(100C)를 보여주는데, 로컬 제어 회로(133C-1)는 제어 전압 $V_{C1(t5)}$ 보다 미리 결정된 양만큼 더 낮은 전압 레벨을 갖는 조정된 제어 전압 $V_{C1(t6)}$ 을 생성하고, 이에 따라 트랜지스터(131C-1)가 전류 부분 C1($t5$)보다 더 낮은 전류 부분 C1($t6$)을 생성하도록 유발하여, 시간 $t6$ 에 후속하는 로컬 온도가 시간 $t5$ 에서 측정된 것보다 감소하게 된다.

[0023] 도 5a와 5b는 온도 과부하(over-temperature) 상태가 불리한 상태(예를 들면, 화재)나 셀에 걸쳐서 밀어닥쳐서 안전 위험을 나타내는 주요 결합에 의해 야기되고, 적응적 집전 장치가 모든 제어 영역에 걸쳐 작용하여 배터리를 차단하는, 예를 보여준다. ACE 시스템(110D-1)은 접촉 패드(115D-1)와 집전판(120D) 사이에 연결되는 트랜지스터(131D-1), 배터리(101)의 영역(101-1) 내의 국지 온도 T_{101-1} 을 측정하도록 배치된 온도 센서(137D-1)를 포함하는데, 여기서 제어 회로(150D)는 라인(140)을 경유하여 (온도 센서(137D-1)로부터의 센서 신호 CS_{T1} 를 포함하여) 복수의 센서로부터 센서 신호를 수신하고, 라인(140)을 통해 연관된 트랜지스터로 전송되는 대응하는 제어 전압(예를 들면, 신호 V_{C1} 은 트랜지스터(131D-1)로 전송된다)을 생성하는, 중앙 제어 (CC) 회로(155D)를 포함한다. 도 5a를 참조하면, 시간 $t7$ 에서, 제어 전압 $V_{C1(t7)}$ 은 트랜지스터(131D-1)에 적용되어 배터리 영역(101-1)을 통해 전류 부분 C1($t7$)을 생성하는 한편, 온도 센서(137D-1)는 온도 $T_{101-1(t7)}$ 를 측정하고 그리고 대응하는 센서 신호 $CS_{T1(t7)}$ 를 라인(140)을 경유하여 중앙 컨트롤러(155B)로 전송한다. 도 5b에 도시된 것처럼, 시간 $t8$ 에서, 중앙 컨트롤러(155B)는 센서 신호 $CS_{T1(t7)}$ 로부터, 온도 $T_{101-1(t7)}$ 가 목표 온도 T_{MAX} 보다 훨씬 더 높다는 것을 결정하고, 제어 전압 $V_{C1(t8)}$ 을 비활성화함으로써(즉, $V_{C1(t8)} = 0V$) 대처하여, 이에 따라 배터리 영역(101-1)을 통한 전류 흐름 C12를 중단되게 한다.

[0024] 도 2a/2b, 4a/4b의 예를 참조하여 앞에서 설명된 것처럼, "스탠드 얼론" 제어 회로를 활용하는 적응적 집전 장치 배열은, 원인과 상관없이 국지 전류가 설계 임계치(목표값)보다 낮거나 초과할 때, 각 배터리 영역에 대한 국지 제어를 가능하게 한다. 만일 배터리(101)가 과소(under)-전류를 생성함으로써 출력을 감소시키는 로컬 결합을 갖는다면, 하나 이상의 로컬 제어 회로가 자동으로 그들의 연관된 제어 전압을 상향으로 (예를 들면, 도 2a와 2b를 참조하여 앞에서 설명한 것처럼, 제어 회로(133A-1)가 제어 전압 V_{C1} 을 상향 조정하는 방식으로) 적응(조정)하고, 이에 따라 결합이 있는 배터리 영역(들) 내의 트랜지스터 저항을 감소시켜서(즉, 트랜지스터 컨덕턴스를 증가시켜서) 전류 생성을 촉진한다. 반대로, 만일 배터리(101)가 과대 전류 상태를 생성하는 로컬 결합을 갖는다면, 도 4a와 4b를 참조하여 설명한 것처럼, 적응적 집전 장치 배열은 자동으로 전도성을 감소시켜서(저항을 증가시켜서) 제어 대역 내의 전류를 유지한다. 또한, 하나 이상의 측정된 전류 부분이 임박한 대결함(예를 들면, 급격하게 증가하는 전류나 온도)을 지시한다면, 도 5b를 참조하여 설명된 것과 유사한 방식으로, 로컬 제어 회로는 자동으로 트랜지스터를 차단하여 배터리(101) 내부의 전류 생성을 중단시키고, 이에 따라 배터리(101)로부터의 에너지 방출은 활성 배터리 재료의 물리적 고립에 의해 설계 한도를 초과할 수 없게되어, 직접적으로 모든 다운스트림 위험을 완화하게 된다. 본 실시예에서, 제어 회로(150A)에 의해 수행되는 폐쇄-루프 적응적 제어 동작은 충전과 방전 주기 동안 구현된다.

[0025] 도 3a/3b, 5a/5b의 예를 참조하여 앞에서 설명된 것처럼, "중앙 컨트롤러" 제어 회로를 활용하는 적응적 집전 장치 배열은 모든 배터리 영역에 대한 조율된 제어를 가능하게 하여, 원인과 상관없이 설계 임계치(목표값)보다 낮거나 초과하는 전류/온도 상태에 대하여 조정하도록 국지 전류의 조정을 용이하게 한다. 모든 배터리 영역의 성능이 그들의 설계 성능 대역 내의 그들의 각 전류 부분 제공을 유지하도록 적응함으로써, 안전 위험과 셀-투-셀(cell-to-cell) 불균형을 방지하면서, 본 발명의 ACE 시스템은 대부분의 오버헤드 시스템에 대한 요구를 제거하는 자가-공급 배터리 어셈블리의 제작을 용이하게 한다.

[0026] 도 6a와 6b는 ACE 시스템(110E)이 얇은 필름 전해질을 사용하여 구성되는 실증적 실시예에 따른 배터리 어셈블리(100E)를 보여주는 분해조립 투시도이다. 배터리(101)는 양극(102), 음극(103), 전해질 영역(105), 그리고 양극 집전판(106)을 포함한다. ACE 시스템(110E)은 유연한 얇은 필름(예를 들면, 플라스틱) 기판(111E) 상에 배치된 "스탠드-얼론" 제어/센서 유닛(160E)의 어레이, 기판(111E) 위에 배치된 이격된 접촉 패드(115E)의 어레이, 그리고 기판(111E) 아래에 배치된 집전판(120E)을 포함한다. 각 제어/센서 유닛(160E)은, 연관된 접촉 패드(115E)와 집전판(120) 사이에 연결된, 연관된 얇은 필름 트랜지스터로 전도성 트레이스에 의해 연결된다. 예를 들면, 도 6b를 참조하면, 제어/센서 유닛(160-18)은 전도성 트레이스에 의해 연관된 양극형 얇은 필름 트랜지스터(131E-18)로 연결되고, 이는 구조를 거쳐 접촉 패드(115E-18)로 1차 금속에 의해 연결되는 방사 단자와, 절연

계층(112E)을 통해 연장되는 구조를 거쳐 집전판(120E)으로 2차 금속에 의해 연결되는 집전 단자와, 제어/센서 유닛(160E-18)으로부터 제어 전압을 수신하도록 연결되는 제어(베이스) 단자를 갖는다. 제어/센서 유닛(160-18)은 트랜지스터(131E-18)를 통과하는 전류를 측정하는 회로와, 앞에서 설명된 것과 유사한 "스탠드-얼론" 제어 로직 기법을 사용하여 트랜지스터(131E-18)의 베이스 단자에 적용되는 제어 전압을 생성하는 프로세싱 회로를 모두 포함하는 집적 회로이고, 따라서 제어/센서 유닛(160E-18)은 접촉 패드(115E-18)로부터 집전 기관(120E)으로 흐르는 국지 전류 부분을 제어한다. 다시 도 6a를 참조하면, 이와 같이, 제어/센서 유닛(160E-18)은 배터리(101)의 불연속 배터리 영역(101-18)을 제어하고, 나머지 제어/센서 유닛(160E)은 배터리(101)의 불연속 배터리 영역(101-11 내지 101-98)을 개별적으로 제어한다. 도 6a와 6b에 도시된 얇은 필름 제조 방법을 사용함으로써, ACE 시스템(110E)은 대략 종래의 알루미늄 호일과 같은 두께로 만들어지며, 종래의 제조 공정에 통합되어 음극 코팅을 위한 기관으로 제공된다.

[0027] 도 7은 다른 실시예에 따른 ACE 시스템(110F)을 보여주는 단순화된 블록도이다. 이전의 실시예와 유사하게, ACE 시스템(110F)은 유연한 얇은 필름(예를 들면, 플라스틱) 기관(111F) 상에 제작되고, 제어/센서 (CNT/SEN) 유닛(160F-11 내지 160F-mn)의 아래 및 앞에서 설명한 기술을 사용하여 대응하는 접촉 패드(115F-11 내지 115F-mn)에 연결되는 연관된 얇은 필름 트랜지스터를 포함한다. ACE 시스템(110F)은 앞의 실시예에서와 다르게, 버스 라인(140F-1 내지 140F-n)을 거쳐 제어/센서 유닛(160F-11 내지 160F-mn)과 통신하도록 구성되는 중앙 컨트롤러(155F)를 포함한다. 중앙 컨트롤러(155F)는 앞에 설명한 "스탠드-얼론"과 "중앙 컨트롤러" 로직 기법의 특징을 결합한 제어 로직을 구현하는데, 여기서 각 제어/센서 유닛(160F-11 내지 160F-mn)은 배터리(미도시)의 연관된 영역을 "스탠드-얼론" 로직 기법을 사용하여 제어하지만, 경고 신호(예를 들면, 센서나 다른 신호)를 버스 라인(140F-1 내지 140F-n)을 거쳐 중앙 컨트롤러(155F)로 전송한다. 이러한 배열은 중앙 컨트롤러(155F)가 작동 스펙(specification)을 갱신하여 각 제어/센서 유닛(160F-11 내지 160F-mn)으로 전송하는 것을 허용한다. 즉, 각 제어/센서 유닛(160F-11 내지 160F-mn)은 연관된 트랜지스터의 컨덕턴스를 중앙 컨트롤러(155F)로부터 전송된 저장된 목표 스펙 값(예를 들면, 목표 전류 흐름값)에 기초하여 설정하고, 또한 필요에 따라 국지 전류 흐름을 조정하기 위하여 자신의 "로컬" 센서 측정을 활용한다. 만일 특정 제어/센서 유닛에 의해 제어되는 배터리 영역이 저장된 경고 한도를 초과한다면(예를 들면, 전류나 온도가 너무 높다면), 제어/센서 유닛(160F-11 내지 160F-mn)은 장애가 있는 배터리 영역을 폐쇄하고, 적절한 신호를 중앙 컨트롤러(155F)로 송신하도록 구성된다. 중앙 컨트롤러(155F)는 이때 손상된 배터리 영역에 인접한 배터리 영역들을 영구히 폐쇄하고, 타 제어/센서 유닛으로 송신된 스펙을 조정함으로써, 이에 따라 병렬 센싱과 적절한 감손 특징을 갖는 제어 중복과 강건함을 제공하면서, 손상된 배터리 영역 내의 활성 재료의 개방 회로 단절을 제공하는 안정 장치로서 작동한다.

[0028] 도 8 - 10은 도 6a를 참조하여 앞에서 설명된 것과 유사한 배터리(101)를 포함하고, 도 7을 참조하여 앞에서 설명된 것과 같은 ACE 시스템(110F)을 사용하는 배터리 어셈블리(100F)의 작동을 보여준다. 본 예에서, 배터리(101)는 앞에서 설명된 방법을 사용하는 ACE 시스템(110F)에 의해 접근되는 (점선으로 지시되는) 64 개의 불연속 배터리 영역을 포함한다. 도 8을 참조하면, 불연속 배터리 영역(101-36)의 장애 발생 이후의 배터리 어셈블리(100F)를 보여주는데, 이는 (예를 들면, 범위를 벗어난 전류나 온도를 측정하는 방식으로) 연관된 로컬 제어/센서 유닛에 의해 탐지된다. 연관된 제어/센서 유닛은 (예를 들면, "0V" 제어 신호를, 어떻게 명암처리된, 배터리 영역(101-36)을 제어하는 트랜지스터에 적용함으로써) 장애 배터리 영역(101-36) 내의 전류 생성을 중단하고, 제어 신호를 (도 7에 도시된) 중앙 컨트롤러(155F)로 전송한다. 다음으로, 도 9에 표현된 것처럼, 중앙 컨트롤러(155F)는 스펙(specification)을 인접한 제어/센서 유닛으로 전송하여, 장애 영역(101-36)(예를 들면, 밝게 명암처리된, 배터리 영역(101-25, 101-27)) 주변의 선택된 배터리 영역 내의 전류를 감소시켜서, 가능한 재난을 최소화한다. 일 실천적 예에서, 이러한 안전 대책들은 이러한 주변 배터리 영역으로부터의 파워 출력을 20%까지 감소시키는 단계를 포함하며, 이는 배터리(101)에 의해 생성되는 파워의 4%를 감소시키게 된다. 도 10은 중앙 컨트롤러(155F)가 보완 계획을 구현한 이후의 배터리 어셈블리(100F)를 보여주는데, 여기서 추가적인 제어 신호가 주변 배터리 영역(예를 들면, 배터리 영역(101-11, 101-88과 도 10의 L-형태의 명암처리된 영역인 중재 배터리 영역)을 제어하는 제어/센서 유닛으로 전송되어, 전류 생성은 이러한 각 배터리 영역에서 17% 만큼 증가되며, 배터리(101)의 총 배터리 출력 파워 레벨은 완전한 파워로 복원된다.

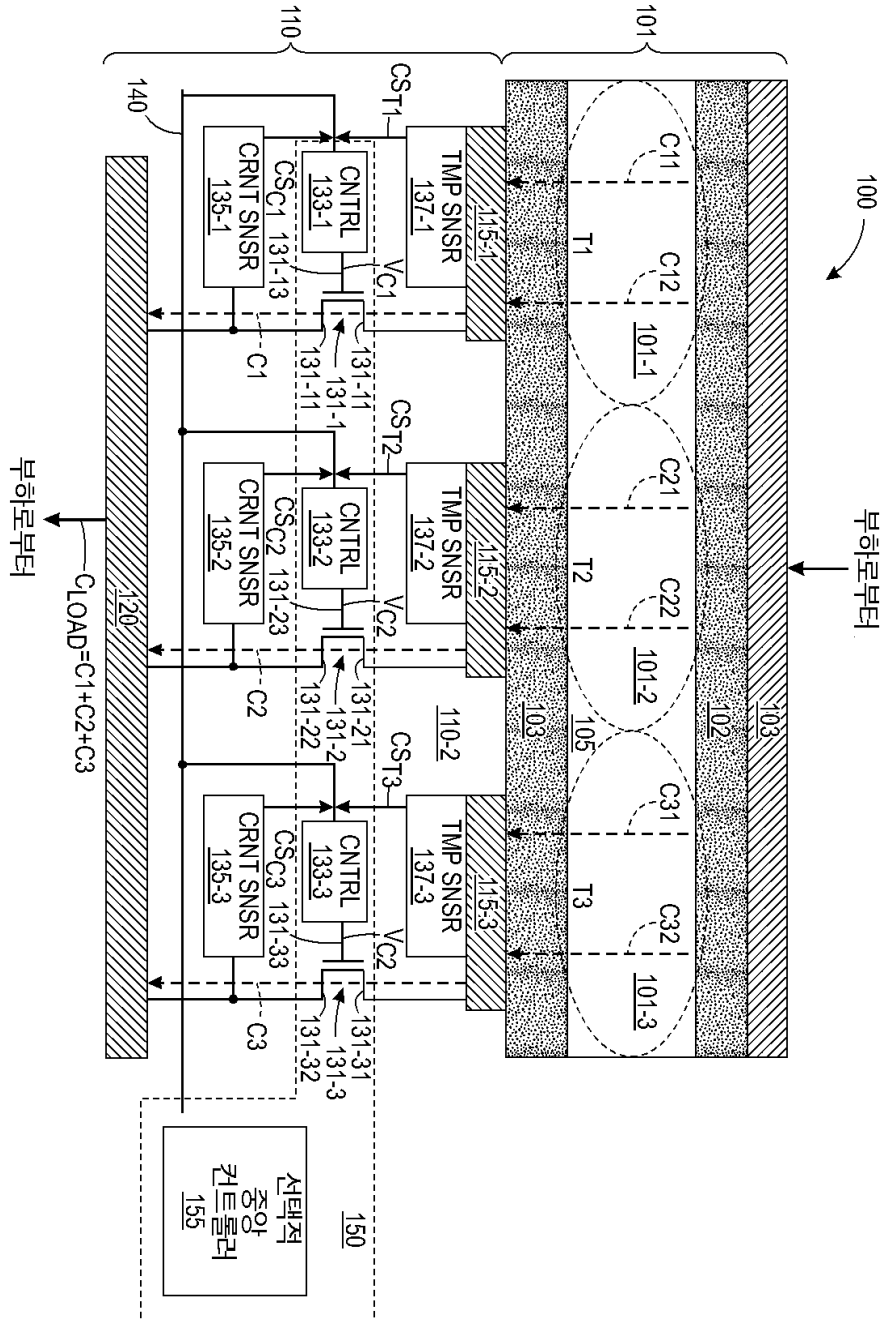
[0029] 본 발명의 ACE 시스템은 한계 비용을 필연적으로 추가하고 셀 레벨에서 부피 에너지 밀도를 감소시키지만, 그러나 EV 배터리 시스템의 밸런스에 대한 극적인 영향력은 이러한 비용을 몇 배 이상 상쇄하는 잠재력을 갖는다. 추가적인 비용적인 장점은, ACE 시스템이 사소한 제조 결함을 보완할 성능을 제공하기 때문에, 배터리 재료 순도와 제조 제어 요구사항의 감소에 의해 가능하게 된다. 계속되는 EV 배터리 시스템 분석은 본 발명의 시스템을 사용하여 약 25%의 중량과 비용의 감소를 성취할 잠재력을 나타낸다.

[0030]

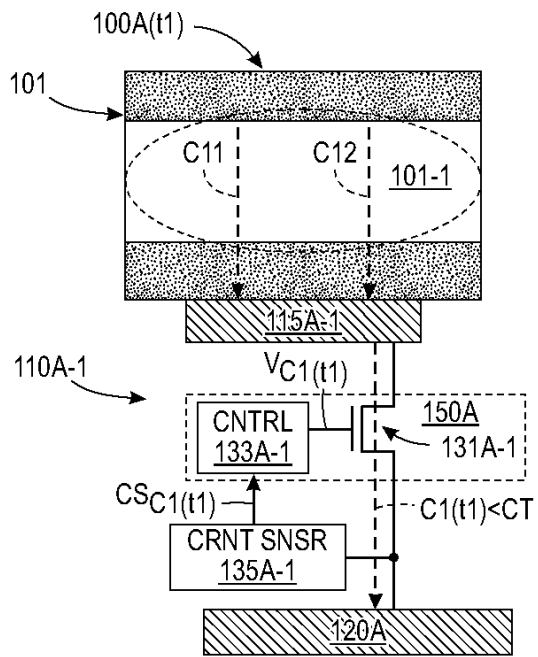
비록 본 발명은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 새로운 특징은 타 실시예에도 적용될 수 있으며, 이들은 모두 본 발명의 영역 내에 속하는 것으로 의도된다는 것이 명백할 것이다.

도면

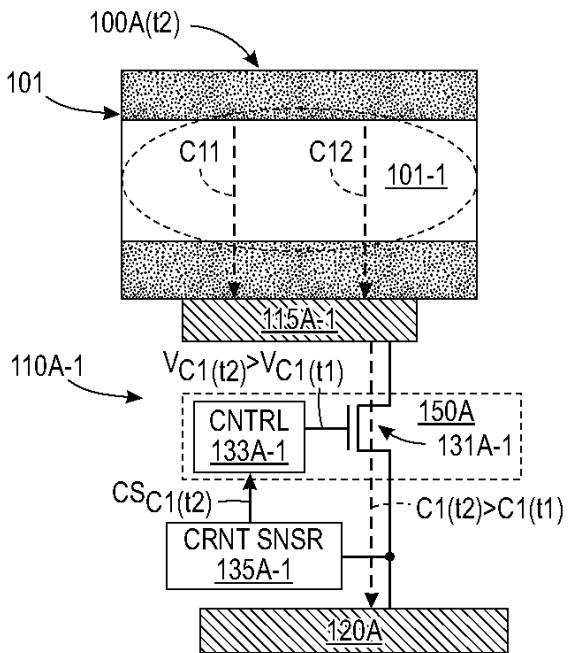
도면1



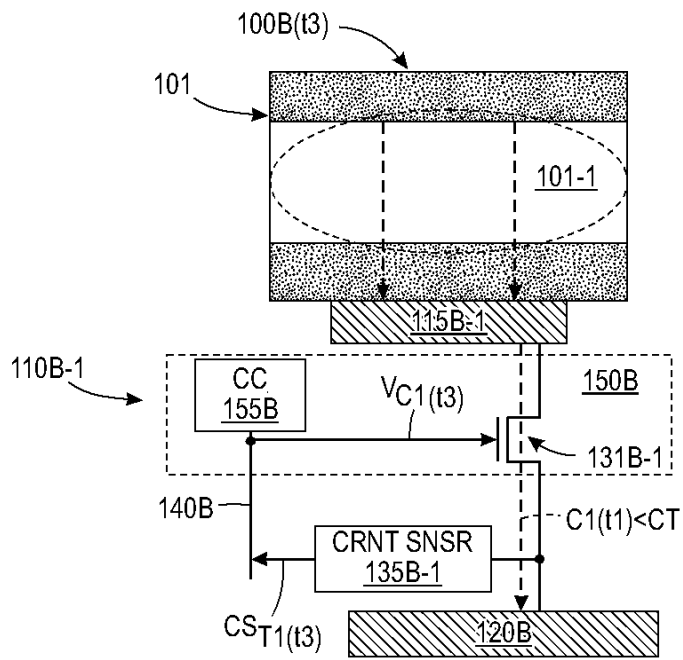
도면2a



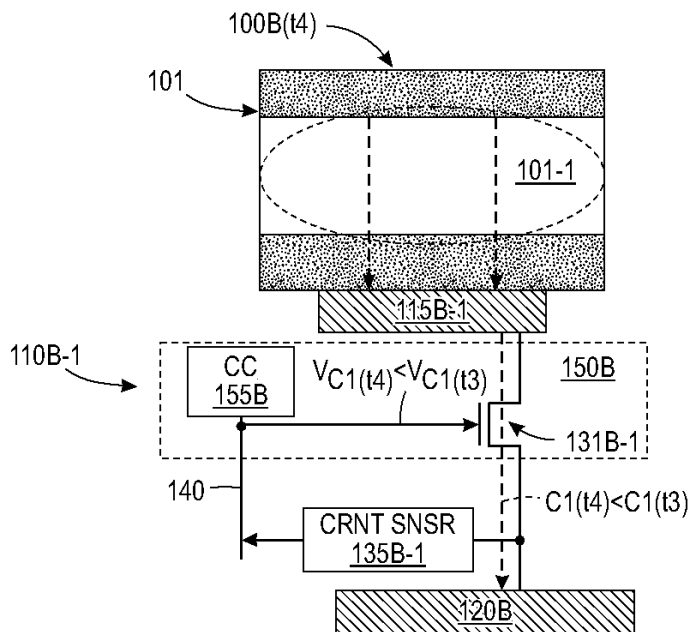
도면2b



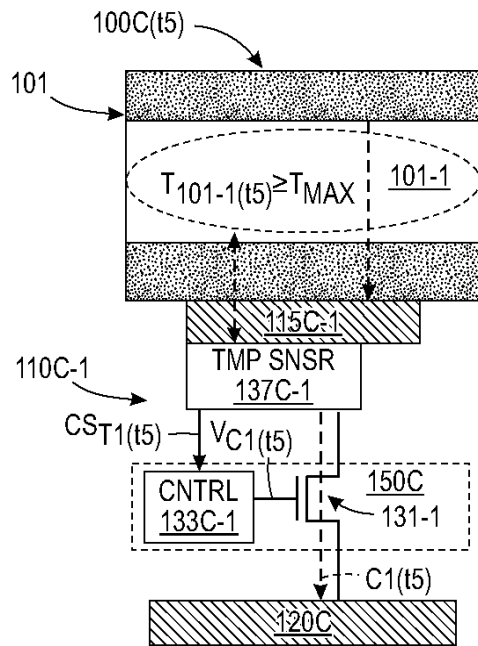
도면3a



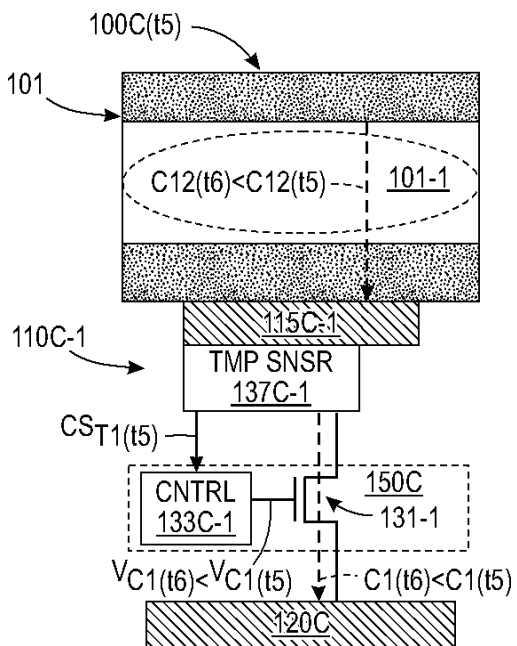
도면3b



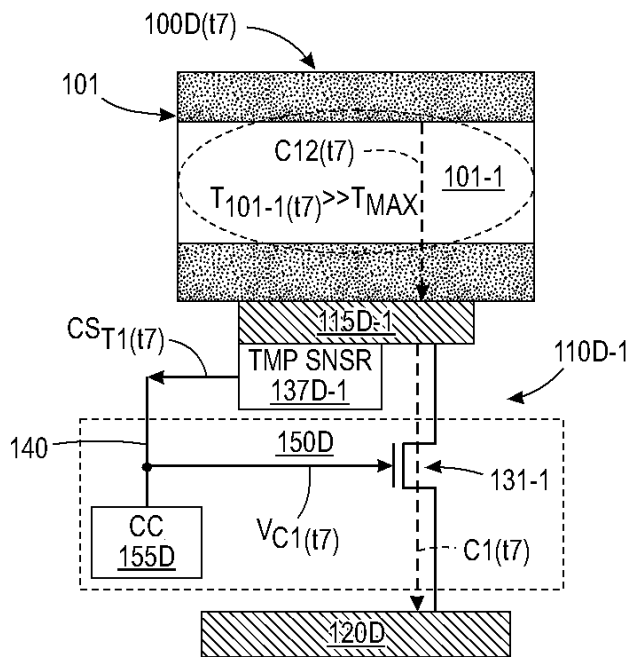
도면4a



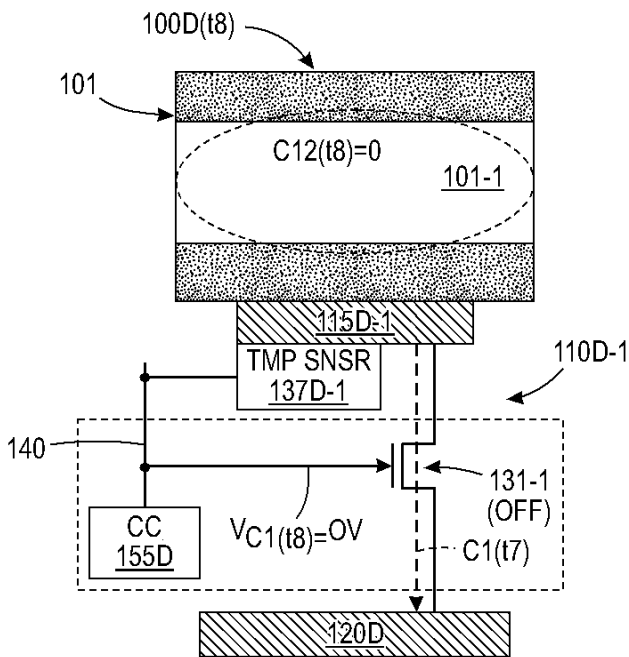
도면4b



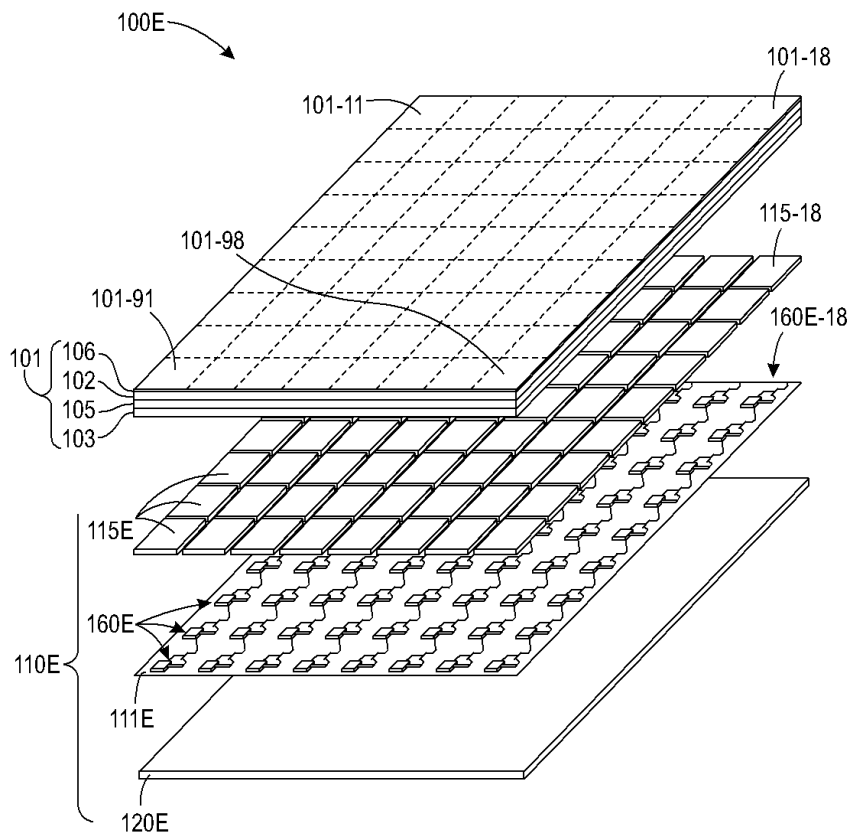
도면5a



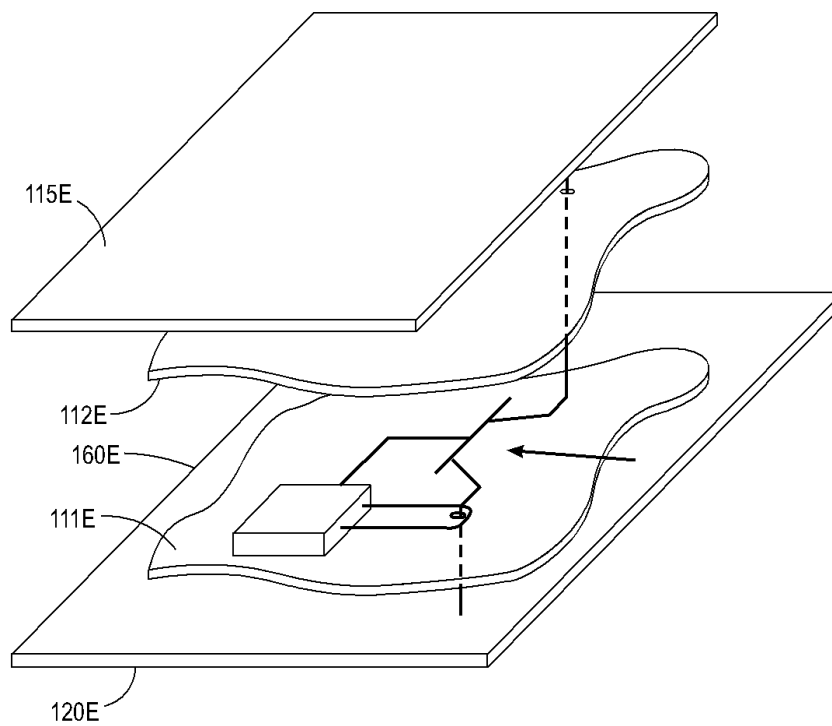
도면5b



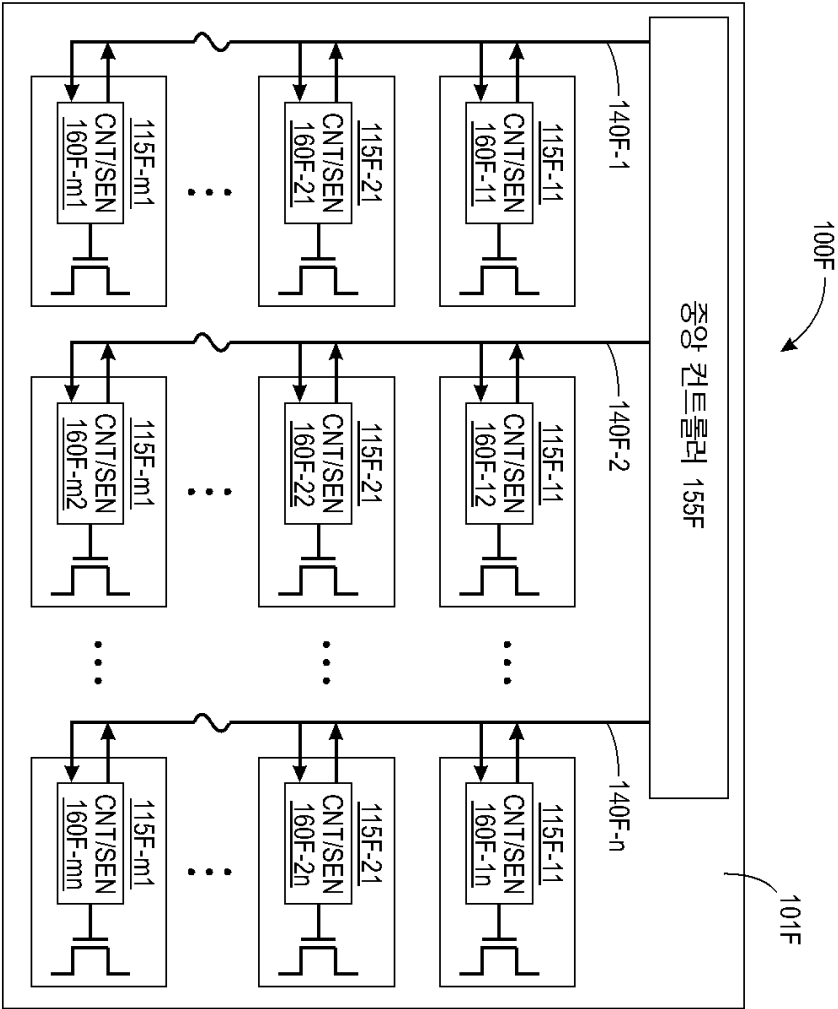
도면6a



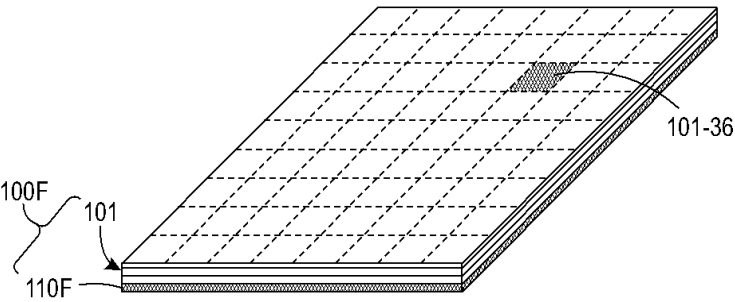
도면6b



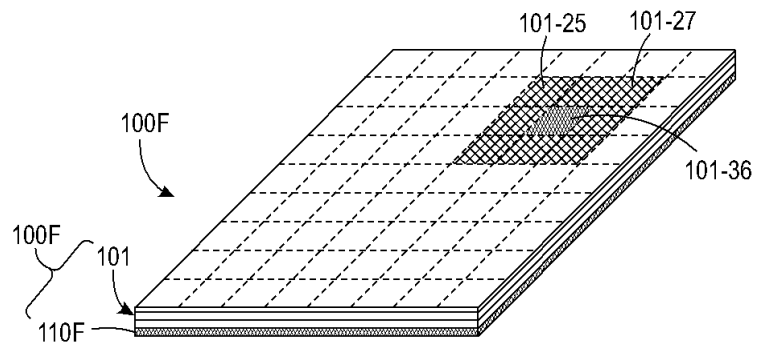
도면7



도면8



도면9



도면10

