

명세서

발명의 명칭: 배터리 자동 해체 시스템

기술분야

- [1] 본 개시는 배터리 자동 해체 시스템에 관한 것이다. 상세하게는, 전기 자동차나 에너지 저장 장치 등에 사용되는 배터리 팩이나 배터리 모듈을 자동으로 해체하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 전기차에 쓰이는 배터리는 리튬이온 배터리로서 양극재, 음극재, 전해액, 분리막의 4대 요소로 구성되어 있다. 그 중에 양극재로 쓰이는 물질에 따라 니켈 삼원계(Li-Co계, Li-Mn계) 배터리와 코발트 대신 철을 이용한 리튬인산철 배터리가 사용되고 있으며, 향후 액체 전해질의 화재 위험성을 낮추기 위해 전고체 배터리까지 다양한 배터리가 사용될 예정이다.
- [3] 이차전지는 전기차 생산 전 주기 탄소발자국의 30% 차지하고 있으며, 니켈, 코발트, 망간 등 금속원료의 탄소발자국 비중이 높다. 대부분 원료의 채굴 및 정제 과정에서 발생되며, 이차전지의 재사용 및 재활용은 2050년 탄소중립 사회로의 전환을 위해 온실가스 배출량을 저감하는데 큰 기여를 할 수 있다.
- [4] 앞으로 전기자동차 시장의 성장에 따라 수 년간 사용 후 폐기되는 폐배터리 규모가 확대되면서 폐배터리의 재활용 및 재사용을 위한 배터리 리사이클링(recycling) 산업이 활성화되고 있다. 이러한 배터리 리사이클링을 통해, 배터리 제조시 필수적으로 사용되는 유가금속(니켈, 코발트, 망간, 구리, 리튬 등)을 회수 및 재활용함으로써 자원의 재활용 및 경제적인 이익을 창출할 수 있을 뿐만 아니라, 해당 금속을 채취하는데 과정에서 생기는 환경오염을 줄일 수도 있다.
- [5] 기존에 폐배터리 팩의 재활용 및 재사용을 위해서는, 작업자가 공구 등을 이용하여 배터리 팩을 직접 분해하여 배터리 모듈을 추출하고, 배터리 방전을 해야 하는데 이때 염수(saline water)를 이용한 방전을 이용하고 있다. 이러한 염수 방전 방식은 폐배터리를 염화나트륨(NaCl) 또는 염화칼슘(CaCl₂)과 물을 3%에서 3.5%의 농도로 희석시킨 염수가 사용되고 있다. 염수 방전 방식은 최소 8시간에서 10일 이상 장시간 소요된다. 염수 방전 과정에서도 화재 및 폭발사고가 발생하여 주의해야 하며, 중금속 유출 및 폐수처리로 인한 고비용이 발생되고 많은 작업공간이 필요한 문제점이 있다. 염수 방전된 배터리 모듈은 건조 후 다시 직접 분해하여 배터리 셀을 추출해야 했다.
- [6] 상술한 배터리 팩의 종래의 재활용 방법은 대부분 수작업으로 이루어지기 때문에 대단히 비효율적이고 시간이 많이 소요된다. 또한 분해 작업 시 많은 인원이 필요하고, 작업자가 유해한 환경에 노출될 우려가 높아 여러가지 문제점이 발생할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 개시는 상기와 같은 문제점을 해결할 수 있는 배터리 자동 해체 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [8] 이러한 과제를 해결하기 위해서, 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 시스템은, 제1 작업대, 제2 작업대, 제3 작업대 및 방전용 작업대를 포함하는 작업부; 방전 장치; 로봇장치; 이송장치; 및 상기 로봇장치 및 상기 이송장치와 전기적으로 연결된 제어부를 포함하고, 상기 제어부는 상기 로봇장치를 제어하여: 배터리 팩이 상기 제1 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 팩에서 상부 커버를 분리하고; 상기 배터리 팩이 상기 방전용 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 팩을 상기 방전 장치에 연결하여 방전시키고; 상기 방전된 배터리 팩이 상기 제2 작업대 상에 배치될 때, 상기 방전된 배터리 팩에서 배터리 모듈을 분리하고; 및 상기 배터리 모듈이 상기 제3 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 모듈에서 배터리 셀을 분리하도록 구성될 수 있다.
- [9] 상기 제어부는 상기 이송장치를 제어하여: 상기 배터리 팩에서 상기 상부 커버를 분리한 후, 상기 제1 작업대에 배치된 상부 커버가 분리된 상기 배터리 팩을 상기 방전용 작업대로 이송하여 상기 배터리 팩을 방전하고; 상기 배터리 팩을 방전한 후, 상기 방전용 작업대 상에 배치된 상기 방전된 배터리 팩을 제2 작업대로 이송하여 상기 배터리 팩으로부터 상기 배터리 모듈을 분리하고; 및 상기 배터리 팩으로부터 상기 배터리 모듈을 분리한 후, 상기 제2 작업대에 배치된 상기 배터리 모듈을 제3 작업대로 이송하여 상기 배터리 모듈로부터 상기 배터리 셀을 분리하도록 구성될 수 있다.
- [10] 배터리 자동 해체 시스템은 상기 제어부와 연결되고, 소화수가 채워질 수 있게 구성된 수조를 포함하는 소화장치를 더 포함하고, 상기 제어부는, 상기 소화장치를 제어하여 상기 작업부에 배치된 상기 배터리 팩을 상기 수조에 수용시키도록 구성될 수 있다.
- [11] 배터리 자동 해체 시스템은 상기 제어부와 전기적으로 연결된 비전시스템을 더 포함하고, 상기 제어부는, 상기 비전시스템을 통해 획득된 데이터에 기반하여 상기 로봇장치를 제어하여 상기 작업부 상에 배치된 배터리 팩의 구성요소를 해체하도록 구성될 수 있다.
- [12] 배터리 자동 해체 시스템은 저장 박스를 더 포함하고, 상기 제어부는, 상기 로봇장치를 제어하여 상기 배터리 팩에서 분리된 구성요소를 상기 저장 박스로 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [13] 상기 방전장치는 방전기 및 쇼트용 방전지그를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 로봇장치를 제어하여 상기 방전용 작업대 상에 배치된 상기 배터리 팩을 상기 방전기에 연결하여 상기 배터리 팩을 방전하고, 이후, 상기 로봇장치를 제어하여

상기 배터리 팩을 상기 쇼트용 방전지그와 연결하고 상기 배터리 팩을 쇼트 방전 시키도록 구성될 수 있다.

- [14] 상기 제어부는: 상기 방전기를 통해, 상기 배터리 팩의 잔류에너지에 따라 상기 배터리 팩을 1시간 내지 4시간 방전하여 상기 배터리 팩의 전압이 30 V 이하가 되도록 방전하고, 상기 쇼트용 방전지그를 통해, 상기 배터리 팩을 상기 배터리 팩의 전압이 0.2 V 이하가 되도록 방전하도록 구성될 수 있다.

- [15] 상기 배터리 모듈은, 제1 방향으로 배열된 복수의 배터리 셀을 포함하고, 상기 배터리 셀은 상기 제1 방향에 수직인 길이방향으로 연장하는 바디 및 상기 바디의 길이 방향의 양단에서 연장하는 전극리드를 포함하고, 상기 배터리 모듈에서 상기 배터리 셀을 분리하는 것은, 상기 배터리 모듈을, 상기 배터리 모듈을 위에서 바라볼 때 상기 제1 방향과 나란하고 상기 전극리드 위를 지나는 라인을 따라 절단하는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [16] 본 개시의 배터리 자동 해체 시스템은, 폐배터리 해체 작업시 작업자 투입을 최소화하며, 로봇장치 및 개발된 자동화기기를 이용하여 배터리 팩 및 모듈을 자동으로 분해 및 분리하여 작업자가 유해한 환경으로부터 노출을 피하고, 폐배터리 분해 또는 해체 능력을 향상시키며 또한 작업 인원을 최소화할 수 있다. 나아가, 본 개시의 배터리 자동 해체 시스템은 폐배터리의 해체 생산성을 증대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 시스템의 구성도이다.
 [18] 도 2는 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 시스템의 평면도이다.
 [19] 도 3은 도 2의 배터리 자동 해체 시스템의 측면도이다.
 [20] 도 4는 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 방법의 흐름도이다.
 [21] 도 5는 각 작업대에서 실시되는 화재모니터링을 도시한 것이다.
 [22] 도 6은 일 실시예에 따른 배터리 모듈의 해체 방법을 도시한 것이다.
 [23] 도 7은 배터리 자동 해체 시스템에 의해 분리된 구성물의 사진이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [24] 본 개시의 실시예들은 본 개시의 기술적 사상을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것이다. 본 개시에 따른 권리범위가 이하에 제시되는 실시예들이나 이들 실시예들에 대한 구체적 설명으로 한정되는 것은 아니다.
- [25] 본 개시에 사용되는 모든 기술적 용어 및 과학적 용어들은, 달리 정의되지 않는 한, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일반적으로 이해되는 의미를 갖는다. 본 개시에 사용되는 모든 용어들은 본 개시를 더욱 명확히 설명하기 위한 목적으로 선택된 것이며 본 개시에 따른 권리범위를 제한하기 위해 선택된 것이 아니다.

- [26] 본 개시에서 사용되는 "포함하는", "구비하는", "갖는" 등과 같은 표현은, 해당 표현이 포함되는 어구 또는 문장에서 달리 언급되지 않는 한, 다른 실시예를 포함할 가능성을 내포하는 개방형 용어(open-ended terms)로 이해되어야 한다.
- [27] 본 개시에서 기술된 단수형의 표현은 달리 언급하지 않는 한 복수형의 의미를 포함할 수 있으며, 이는 청구범위에 기재된 단수형의 표현에도 마찬가지로 적용된다.
- [28] 본 개시에서 사용되는 "제1", "제2" 등의 표현들은 복수의 구성요소들을 상호 구분하기 위해 사용되며, 해당 구성요소들의 순서 또는 중요도를 한정하는 것은 아니다.
- [29] 본 개시에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 경우, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수 있거나 접속될 수 있는 것으로, 또는 새로운 다른 구성요소를 매개로 하여 연결될 수 있거나 접속될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- [30] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 개시의 실시예들을 설명한다. 첨부된 도면에서, 동일하거나 대응하는 구성요소에는 동일한 참조부호가 부여되어 있다. 또한, 이하의 실시예들의 설명에 있어서, 동일하거나 대응하는 구성요소를 중복하여 기술하는 것이 생략될 수 있다. 그러나, 구성요소에 관한 기술이 생략되어도, 그러한 구성요소가 어떤 실시예에 포함되지 않는 것으로 의도되지는 않는다.
- [31] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 시스템(100)의 구성도이다. 도 2는 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 시스템(100)의 평면도이다. 도 3은 도 2의 배터리 자동 해체 시스템(100)의 측면도이다.
- [32] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 전기자동차 등에 사용되는 배터리 팩을 해체하도록 구성된다. 이는 배터리 팩 내부의 구성요소를 재활용하거나 재사용하기 위함이다. 배터리 팩에서 배터리 셀을 추출하면, 배터리 셀을 구성하는 소재를 회수 및 재활용할 수 있다. 또는, 배터리 팩에서 추출된 배터리 모듈은 다른 용도로 재사용될 수 있다. 예를 들어, 전기 자동차에서 사용되었던 배터리 팩에서 분리된 배터리 모듈을 이용하여 에너지 저장 시스템(ESS)을 구성할 수 있다.
- [33] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 작업부(110), 이송장치(120), 로봇장치(130)를 포함한다.
- [34] 작업부(110)는 배터리 팩이 안착될 수 있도록 구성된다. 배터리 자동 해체 시스템(100)은 2개 이상의 작업대를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 작업부는 복수의 작업대(111, 112, 113, 114, 115)를 포함할 수 있다. 본 개시에서 작업부(110)는 복수의 작업대(111, 112, 113, 114, 115) 각각 또는 전부를 지칭할 수 있다.
- [35] 서로 다른 작업대에서는 서로 다른 공정이 수행될 수 있다. 예를 들어, 배터리 팩이 제1 작업대(111)에 배치되었을 때에는, 배터리 팩의 상부 커버가 해체될 수 있고, 배터리 팩이 제2 작업대(114)에 배치되었을 때에는 배터리 모듈에서 배터리 셀이 분리될 수 있다.

- [36] 작업부(110)는 방전용 작업대(112, 113)를 포함할 수 있다. 방전용 작업대는 배터리 팩을 방전하는 공정에서 배터리 팩이 배치되는 작업대이다. 방전용 작업대로 이송된 배터리 팩은 방전장치(150)에 연결되어 방전될 수 있다.
- [37] 작업부(110)는 턴테이블(turn table) 구조로 제작되어 회전할 수 있게 구성된 제1 방전용 작업대(112)를 포함할 수 있다. 제1 방전용 작업대(112)는 배터리 팩을 방전에 적합한 위치 또는 방향으로 회전시킬 수 있다. 배터리 팩은 제조사 및 모델의 종류에 따라 방전 연결 부위 위치가 모두 다르기 때문에 회전 가능한 제1 방전용 작업대(112)를 이용하면 다양한 형태의 배터리 팩을 다룰 수 있게 된다.
- [38] 제2 방전용 작업대(113)는 배터리 팩을 방전기(151)를 이용하여 방전된 후, 쇼트방전용 랙(22)에 옮겨지기 전의 배터리 팩의 대기장소로서 이용될 수 있다. 다른 실시예에서 작업부(110)는 특정 모델의 배터리 팩에 특화된 제2 방전용 작업대(113)를 포함할 수 있다.
- [39] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 제1 방전용 작업대(112) 및 제2 방전용 작업대(113)를 2개 이상 구비할 수 있다. 도 2를 참고하면, 제1 방전용 작업대(112)와 제2 방전용 작업대(113)는 각각 2개씩 제공될 수 있다.
- [40] 방전용 작업대(112, 113)에서 배터리 팩의 방전 외에 다른 공정도 함께 수행될 수 있다. 예를 들어, 배터리 팩이 방전용 작업대(112, 113)에 놓인 후, 배터리 팩을 방전하기 전에, 로봇장치(130)가 배터리 팩에서 배터리 관리 시스템(BMS)을 해체 및 제거할 수 있다.
- [41] 이송장치(120)는 배터리 팩을 작업부(110)로 이송하거나, 작업부(110)에 배치된 배터리 팩을 다른 장소로 이동시키도록 구성된다. 이송장치(120)는 갠트리(gantry) 및 갠트리에 설치된 지그를 포함할 수 있다. 이송장치(120)는, 갠트리에 설치된 지그를 이용하여 배터리 팩이나 배터리 팩 내부의 구성요소(예: 배터리 모듈)를 클램핑한 후 다른 장소로 이송할 수 있다. 예를 들어, 이송장치(120)는 제1 작업대(111)에 배치된 배터리 팩을 제1 방전용 작업대(112)로 이송할 수 있다. 다른 예를 들어, 이송장치(120)는 제1 작업대(111)에 배치된 배터리 팩 내부의 배터리 모듈을 제2 작업대(114)로 이동시킬 수 있다.
- [42] 로봇장치(130)는 배터리 팩을 해체하는 장치로서, 배터리 팩의 구성요소를 배터리 팩으로부터 해체하여 분리하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 로봇장치(130)는 로봇 암(arm) 및 로봇 암에 장착된 다양한 툴(예: 볼트 드라이버, 레이저 절단기, 집게, 톱 등)을 이용하여 배터리 팩을 해체할 수 있다. 로봇장치(130)의 주변에는 레이저 커팅툴, 볼팅 처리툴, 케이블 절단툴, 커버 핸들링툴, 스크랩 핸들링툴, 케이블 핸들링툴 등이 구비되어 있고, 로봇장치(130)는 필요에 따라 로봇 암에 결합되는 툴을 교체할 수 있다. 로봇장치(130)는 배터리 팩에 다른 구성요소를 장착할 수 있다. 예를 들어, 로봇장치(130)는 배터리 팩에 방전용 지그를 장착할 수 있다. 방전용 지그가 장착된 배터리 팩은 방전기에 연결되어 방전될 수 있다.
- [43] 로봇장치(130)는 배터리 팩에서 분리된 구성요소를 다른 장소로 이송시키도록 구성될 수 있다. 로봇장치(130)는 배터리 팩에서 해체된 부품(상부 커버, 하부 커

버, 배터리 셀 등)을 저장 박스(예: 상부 커버 저장 박스(31), 하부 커버 저장 박스(32), 셀박스(33), 해체박스(34))로 옮길 수 있다.

- [44] 로봇장치(130)는 복수개 마련되어 배터리 팩의 해체작업을 신속하고 효율적으로 할 수 있다. 예를 들어, 로봇장치(130)는 제1 작업대(111)에 배치된 대상물을 작업할 수 있도록 배치된 제1 로봇(131) 및 제2 로봇(132), 제2 작업대(114)에 배치된 대상물을 작업할 수 있도록 배치된 제3 로봇(133), 제3 작업대(115)에 배치된 대상물을 작업할 수 있도록 배치된 제4 로봇(134) 및 방전용 작업대(112, 113)에 배치된 대상물을 작업할 수 있도록 배치된 제5 로봇(135)을 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 로봇의 배치 및 개수는 예시이며, 다른 실시예에서 로봇은 다른 수로 또는 다른 위치에 배치될 수 있다.
- [45] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 비전시스템(vision system)(140)을 포함할 수 있다. 비전시스템(140)은, 로봇장치(130)와 연계하여 로봇장치(130)의 움직임을 제어하는데 필요한 정보를 제공할 수 있다. 배터리 자동 해체 시스템(100)은 비전시스템(140)을 통해 획득된 데이터에 기반하여 로봇장치(130)를 제어하여 작업부(110) 상에 배치된 배터리 팩의 구성요소를 해체할 수 있다.
- [46] 비전시스템(140)은 로봇장치(130)의 대상물을 카메라로 촬영하여, 로봇장치(130)가 대상물을 정확하게 작업(예: 배터리 팩 커버 제거를 위한 볼트 제거, 배터리 팩 내부의 케이블 절단, 배터리 모듈의 절단 등)할 수 있게 해준다. 또 비전시스템(140)을 이용하여 배터리 팩의 종류를 확인하고, 그 결과에 기반하여 로봇장치(130)가 필요한 작업을 재수행할 수 있다.
- [47] 비전시스템(140)은 로봇장치(130)마다 구성되거나, 작업대마다 구비될 수 있다. 예를 들어, 배터리 자동 해체 시스템(100)에 구비된 복수의 로봇장치(130) 각각에 비전시스템(140)이 구비될 수 있다. 도 1에서 로봇장치(130)와 비전시스템(140)은 별개의 블록으로 도시되나, 이는 설명의 편의를 위한 것이고, 비전시스템(140)은 로봇장치(130)의 일부 구성으로 제공될 수 있다. 후술하는 로봇장치(130)의 배터리 팩 또는 배터리 모듈에 대한 해체 및 분리 작업은 다른 설명이 없는 한 비전시스템(140)을 이용하여 수행되는 것으로 이해될 수 있다.
- [48] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 방전장치(150)를 포함할 수 있다. 배터리 팩 내부의 구성요소(예: 배터리 모듈, 배터리 셀, 배터리 관리 시스템(BMS))를 해체하기 전에 배터리 팩을 방전시킴으로써 안전하게 배터리 팩을 해체할 수 있다. 방전장치(150)는 배터리 팩을 강제로 방전시키는 방전기(151) 및 배터리 팩이 쇼트될 수 있게 구성된 쇼트용 방전지그를 포함할 수 있다. 쇼트용 방전지그는 부스바(bus bar) 및 케이블로 구성된 지그로서, 쇼트용 방전지그는 배터리 팩의 (+)단자와 (-)단자를 쇼트시키도록 구성된다. 쇼트용 방전지그는 로봇장치(130)를 통해 배터리 팩에 장착될 수 있다.
- [49] 배터리 자동 해체 시스템(100)은, 소화장치(160)를 포함할 수 있다. 소화장치(160)는 작업부(110) 상에 배치된 배터리 팩에서 화재가 발생하였을 때, 화재를 진압할 수 있다. 소화장치(160)는 소화수가 채워질 수 있게 구성된 수조를 포함하

며, 화재발생시 작업대를 수조에 수용시킬 수 있다. 작업부(110)를 물이 차있는 수조에 넣음으로써 화재를 진압할 수 있다. 본개시에서 작업부(110)를 수조에 넣는다는 것은 작업부를 구성하는 작업대가 수조로 들어가는 것을 의미한다.

- [50] 소화장치(160)는 화재감지센서를 포함하고, 화재감지센서를 통해 획득한 신호에 기반하여 작업대를 수조에 수용시킬 수 있다. 본 개시에서 화재감지센서는 화재를 감지하는 수단의 예시이고, 화재는 소화장치에 구비된 화재감지센서 외의 구성에 의해서도 감지될 수 있다.
- [51] 수조는 작업부(110)의 하부에 구비될 수 있다. 배터리 팩에 화재가 발생하면 작업대를 지지하고 있는 피스톤이 하강하여 작업부(110) 및 작업부(110) 상의 배터리 팩이 물이 차있는 수조에 잠길 수 있다. 화재가 지속되면 외부에서 수조로 저온의 소화수가 추가적으로 공급될 수 있다. 소화장치(160)는 수조의 소화수를 외부로 배출하는 배출부를 포함할 수 있다. 배출된 소화수는 다시 냉각되어 수조 내부로 유입될 수 있다. 소화장치(160)는 온도센서를 포함할 수 있다. 소화장치(160)는 온도센서를 이용하여 수조 내의 소화수의 온도를 측정하고, 그에 기반하여 수조로 저온의 소화수를 공급할 수 있다.
- [52] 배터리 자동 해체 시스템(100)은 제어부(170)를 포함한다. 제어부(170)는 배터리 자동 해체 시스템(100)을 제어하는 동작을 제어한다. 예를 들어, 제어부(170)는, 로봇장치(130)에 의한 배터리 팩의 해체, 이송장치(120)에 의한 배터리 팩 또는 배터리 팩의 구성요소의 이송, 소화장치(160)의 작동 등을 제어할 수 있다. 제어부(170)는 물리적인 하나의 제어장치에 한정되지 않고, 배터리 자동 해체 시스템(100)의 제어에 관여하는 모든 제어장치를 포함하는 개념으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 소화장치(160)는 자체적으로 소화장치(160)의 동작을 제어하는 제어장치를 포함할 수 있으며, 비록 도 1에서 제어부(170)가 소화장치(160)와 분리된 블록으로 도시되나, 제어부(170)는 소화장치(160)의 제어장치를 포함하는 것으로 이해될 수 있다.
- [53] 본 개시의 배터리 자동 해체 시스템(100)은 배터리 팩을 해체하는 방법이나 과정을 설명하나, 배터리 팩의 해체에만 한정되지 않고, 이차전지를 포함하는 다양한 형태의 에너지 저장 장치(예: 배터리 모듈)의 해체에 이용될 수 있다.
- [54] 도 2 및 도 3을 통해 설명하는 배터리 자동 해체 시스템(100)은 예시이며, 해당 시스템이 설치될 부지 또는 해당 시스템이 담당하게 되는 배터리 팩의 타입 등에 따라 적절한 형태로 구현될 수 있다.
- [55] 도 4는 일 실시예에 따른 배터리 자동 해체 방법(200)의 흐름도이다. 도 5는 각 작업대에서 실시되는 화재 모니터링(290)을 도시한 것이다. 도 6은 일 실시예에 따른 배터리 모듈의 해체 방법을 도시한 것이다. 도 7은 배터리 자동 해체 시스템에 의해 분리된 구성물의 사진이다. 이하 배터리 자동 해체 방법(200)을 도 1 내지 도 3에 도시된 배터리 자동 해체 시스템(100)의 구성요소를 이용하여 설명한다. 다만, 도 4 및 도 5의 배터리 자동 해체 방법(200)이 반드시 도 1 내지 도 3의 배터리 자동 해체 시스템(100)을 이용하여 실시될 것을 요구하는 것은 아니다.

- [56] 이하 설명되는, 배터리 자동 해체 방법(200)의 구체적인 동작은 배터리 자동 해체 시스템(100)의 제어부(170)에 의해 수행될 수 있다. 이송장치(120), 로봇장치(130), 소화장치(160) 등의 동작은 제어부(170)에 의해 제어되어 실시될 수 있다. 예를 들어, 로봇장치(130)가 배터리 팩의 특정 구성을 해체하는 동작은, 제어부(170)가 로봇장치(130)를 제어하여 배터리 팩의 특정 구성을 해체하도록 하는 것으로 이해될 수 있다. 다른 예를 들어, 이송장치(120)가 배터리 팩을 제1 작업대(111)에서 제2 작업대(114)로 이송시키는 동작은, 제어부(170)가 이송장치(120)를 제어하여 배터리 팩을 제1 작업대(111)에서 제2 작업대(114)로 이송시키는 것으로 이해될 수 있다.
- [57] 배터리 자동 해체 방법(200)은, 배터리 팩을 제공하는 공정(210), 배터리 팩에서 상부 커버를 해체하는 공정(220), 배터리 팩을 방전하는 공정(240), 배터리 팩에서 배터리 모듈을 분리하는 공정(260) 및 배터리 모듈에서 배터리 셀을 분리하는 공정(280)을 포함할 수 있다. 상술한 공정은 서로 다른 작업대에서 실시될 수 있으며, 이 경우 특정 공정이 종료된 후 후속 공정을 실시하기 전에 배터리 팩 또는 배터리 모듈이 후속 공정이 실시될 수 있는 작업대로 이송될 수 있다. 다만, 공정 사이에 이송이 필수적인 것은 아니다. 예를 들어, 하나의 작업대에서 서로 다른 두개 공정이 동시에 실시될 수 있으면, 해당 두개 공정 사이에 이송은 생략될 수 있다.
- [58] 배터리 팩의 제공 공정(210)에 따라 배터리 자동 해체 시스템(100)에 제공된 배터리 팩은 운송장치(예: 무인 운송 차량(AGV, automated guided vehicle))에 의해 대기존(waiting zone)(101)에 이송 및 적재될 수 있다. 배터리 팩은 팔레트(pallet) 상에 배치된 상태로 제공될 수 있고, 운송장치는 팔레트와 함께 배터리 팩을 대기존(101)에 배치할 수 있다. 이송장치(120)는 대기존(101)에 있는 배터리 팩을 제1 작업대(111)로 이송한다. 배터리 팩이 이송장치(120)에 연결되기 전에 배터리 팩이 안착된 팔레트는 대기존(101)의 특정 위치에 정렬되어 이송장치(120)에 의한 이송을 용이하게 할 수 있다.
- [59] (상부 커버 분리)
- [60] 이송장치(120)가 배터리 팩을 제1 작업대(111)에 옮긴 후 상부 커버 해체 공정(220)이 수행된다. 배터리 팩이 제1 작업대(111) 상에 안착되면, 로봇장치(131, 132)가 배터리 팩의 상부를 비전시스템(140)을 통해 확인하고, 볼트 드라이버 및 레이저 절단기와 같은 각종 툴을 이용하여 배터리 팩에서 상부 커버를 해체한다. 배터리 팩은 제조자나 모델에 따라 다양한 형태를 가지기 때문에, 배터리 팩의 형태에 따라 로봇장치(130)에 구비되는 툴이나 로봇장치(130)의 움직임이 적절하게 정해질 수 있다. 배터리 팩에서 분리된 상부 커버는 이송장치(120)를 통해 상부 커버 저장 박스(31)로 이송된 후 적재될 수 있다.
- [61] (이송)

- [62] 상부 커버 분리 공정(220)을 거친 배터리 팩은 방전 공정(240)을 거친다. 방전 공정(240)은 방전용 작업대(112 또는 113)에서 실시되는 바, 제1 작업대에서 방전용 작업대(112 또는 113)으로 배터리 팩을 옮기는 공정(230)이 실시될 수 있다.
- [63] (방전 공정)
- [64] 배터리 팩의 방전 공정(240)은 방전기(151)를 이용한 1차 방전 공정과 1차 방전 공전 이후에 실시되는 쇼트방전을 이용하는 2차 방전 공정을 포함할 수 있다.
- [65] 상부 커버가 해체된 배터리 팩은 이송장치(120)에 의해 제1 방전용 작업대(112)로 옮겨진 후, 제5 로봇(135)은 전용 지그를 이용하여 배터리 팩에서 배터리 관리 시스템(BMS, battery management system)을 해체할 수 있다. 제5 로봇(135)은 BMS의 해체를 위해 비전시스템(140)과 전용 지그를 이용할 수 있다. 제5 로봇(135)에 의해 BMS가 자동으로 해체되면 BMS는 로봇장치(130)에 의해 BMS 보관 박스로 이송되어 저장될 수 있다.
- [66] BMS 해체가 완료되면 방전을 위해 로봇장치(130)는 배터리 팩을 방전기(151)에 연결할 수 있다. 배터리 팩은 방전기(151)에 연결되어 방전된다. 로봇장치(130)는 방전용 전용지그를 사용하여 배터리 팩과 방전기(151)를 연결할 수 있다. 배터리 팩은 방전기(151)에 연결되어 배터리 팩의 전압이 30 V 이하가 되는 충전 상태(State of Charge, SoC)까지 방전될 수 있다. 예를 들어, 방전기를 통한 방전은 배터리 팩의 잔류 에너지에 따라 1시간 내지 4시간 가량 실시되어 배터리 팩의 전압이 30V 이하가 되게 할 수 있다. 배터리 팩은 방전기(151)에 연결되어 충전상태를 확인 후 잔류에너지는 회수하여 시스템(100)을 위한 보조 전력원으로 활용될 수 있다.
- [67] 배터리 팩이 방전기(151)를 통해 빠르게 방전된 경우, 배터리 팩의 전압이 예를 들어, 30V 이상으로 다시 상승하는 현상이 발생할 수 있다. 이 경우, 배터리 팩을 다시 방전기(151)에 연결하여 배터리 팩의 전압이 다시 30 V 이하로 안정화될 때까지 방전시킬 수 있다. 추가적으로 실시되는 방전은, 배터리 팩이 제2 방전용 작업대(113)로 옮겨진 후, 제2 방전용 작업대(113) 상에서 실시될 수 있다.
- [68] 방전기(151)에 의해 1차적으로 방전된 배터리 팩은 제5 로봇(135)에 의해 쇼트용 방전지그에 결합된다. 쇼트용 방전지그에 결합되면 배터리 팩의 양극단자와 음극단자는 서로 단락되며, 그 상태에서 이송장치(120)에 의해 쇼트방전용 랙(rack)(22)에 옮겨져 거치될 수 있다. 방전기(151)에 의해 배터리 팩을 방전하더라도 배터리 팩의 일정량의 전기에너지가 남아있기 때문에, 배터리 팩의 전압이 약 0.2 V 이하가 될 때까지 쇼트 방전시킴으로써 후속하는 해체 공정의 안정성을 확보할 수 있다. 배터리 팩은 쇼트방전용 랙(22)에 옮겨진 후 소정의 시간, 예를 들어 12시간 내지 24시간 가량 쇼트 방전될 수 있다. 쇼트방전용 랙(22)은 예를 들어 4단서랍식 6개로 구성되어 있으며 이송장치(120)가 쇼트용 방전지그가 부착된 배터리 팩을 이송해오면 쇼트방전용 랙(22)에서 지정된 서랍이 개방된다. 이송장치(120)는 개방된 서랍에 쇼트용 방전지그가 장착된 배터리 팩을 넣을 수 있다.

- [69] 위와 같은 방전은 제어부(190)를 통해 수행될 수 있다. 제어부는 방전기(151)를 통해 배터리 팩의 잔류에너지에 따라 배터리 팩을 1시간 내지 4시간 방전하여 배터리 팩의 전압이 30 V 이하가 되도록 방전할 수 있다. 제어부(190)는, 배터리 팩이 방전기(151)를 통해 방전된 후 배터리 팩의 전압이 다시 상승한 경우, 추가적으로 방전기(151)를 통해 배터리 팩을 방전할 수 있다. 제어부는 쇼트용 방전지그를 통해 배터리 팩을 배터리 팩의 전압이 0.2 V 이하가 되도록 방전할 수 있다. 쇼트용 방전지그를 통해 배터리 팩을 방전시킨다는 것은, 배터리 팩에 쇼트용 방전지그를 결합시킨 상태로 배터리 팩을 방전시키는 것을 의미한다.
- [70] 제1 방전용 작업대(112)에서 방전기(151)에 의한 방전이 종료된 후, 배터리 팩은 쇼트방전용 랙(22)으로 이송되기 전에, 제2 방전용 작업대(113) 상에 임시적으로 배치될 수 있다. 쇼트용 방전지그는 배터리 팩이 제1 방전용 작업대(112) 또는 제2 방전용 작업대(113) 상에 있을 때 배터리 팩에 장착될 수 있다.
- [71] (이송)
- [72] 방전 공정(240)이 수행된 후 배터리 팩은 배터리 모듈 분리 공정(260)을 거친다. 배터리 모듈 분리 공정(260)은 제1 작업대(111)에서 수행된다. 따라서 배터리 모듈 분리 공정(260)이 수행되기 전에 배터리 팩을 방전용 작업대(112 또는 113)에서 제1 작업대(111)로 이송하는 공정(250)이 수행된다. 방전 공정(240)에서 쇼트방전이 완료되거나 쇼트 방전에 의한 배터리 팩의 완전 방전이 확인되면, 이송장치(120)는 방전된 배터리 팩을 쇼트방전용 랙(22)에서 제1 작업대(111)로 이송한다.
- [73] (배터리 모듈 분리)
- [74] 제1 작업대(111)에서는 배터리 팩에서 배터리 모듈이 분리되는 공정(260)이 수행될 수 있다. 배터리 모듈을 분리하기 전에 방전 공정(240)에서 배터리 팩에 결합되었던 쇼트용 방전지그가 로봇장치(130)에 의해 해체될 수 있다. 해체된 쇼트용 방전지그는 지정된 장소로 옮겨져 보관된다.
- [75] 배터리 팩이 제1 작업대(111)에 안착되면 제1 로봇(131)은 비전시스템(140)을 이용하여 해체 부분을 확인하고 볼트 드라이버 및 집게에 의해 배터리 팩 내부에 위치한 배터리 모듈 등에 연결된 각종 볼트류 및 케이블류 등을 해체 및 제거할 수 있다. 제2 로봇(132)은 비전시스템(140)에 의해 해체 부분을 확인하고 레이저 절단기 및 커터에 의해 브라켓류, 플라스틱류 등을 해체 및 절단할 수 있다. 해체 및 절단된 부품은 종류별로 분류되어 해체박스(34)에 적재될 수 있다.
- [76] 배터리 팩 내부에는 배터리 모듈이 2개 층으로 배치될 수 있다. 이 경우, 먼저 상위 층에 배치된 상부 배터리 모듈이 배터리 팩에서 분리되고, 이후에 하위 층에 배치된 하부 배터리 모듈이 분리될 수 있다. 배터리 모듈이 분리된 후 남아있는 배터리 팩의 하부 커버는 이송장치(120)에 의해 하부 커버 저장 박스(32)로 이송될 수 있다.
- [77] 배터리 모듈에 연결된 케이블 및 액세서리, 배터리 모듈을 배터리 팩에 고정시키는 구성 등이 제거된 후, 배터리 모듈이 배터리 팩에서 분리될 수 있다.

- [78] 이송장치(120)는 배터리 모듈을 클램핑하여 제2 작업대(114)로 이송할 수 있다. 제2 작업대(114)로 이송된 배터리 모듈은 제3 로봇(133)에 의해 일부가 절단될 수 있다. 제3 로봇(133)은 비전시스템(140)을 이용하여 절단 톨을 정확한 위치로 위치시킨 후 배터리 모듈의 특정 부분을 절단할 수 있다.
- [79] 제3 로봇(133)은 절단 톨(예: 회전 톨)을 이용하여 배터리 모듈 내에 배치된 배터리 셀이 절단되지 않게, 배터리 모듈의 양쪽 끝단을 잘라낼 수 있다. 예를 들어, 도 6을 참조하면, 배터리 모듈(10)은, 일방향으로 배열된 셀 조립체(11)를 포함하고, 셀 조립체(11)는 내부에 적어도 하나의 배터리 셀(14)을 포함한다. 즉, 배터리 모듈(10)은 일방향으로 배열된 복수의 배터리 셀(14)을 포함한다. 복수의 셀 조립체(11)는 엔드 플레이트(12)와 커버 프레임(13)에 의해 둘러싸여 상호간에 고정된다. 배터리 셀(14)은 배터리 셀(14)의 배열 방향에 수직인 길이방향으로 연장하는 바디(14a) 및 바디(14a)의 길이방향의 양단에서 연장하는 전극리드(14b)를 포함한다. 바디(14a)의 내부에는 전극조립체가 배치된다. 전극조립체는 양극판, 음극판 및 분리막이 적층된 형태로 제공되며, 양극판과 음극판은 서로 다른 전극리드(14b)에 연결된다. 제3 로봇(133)에 구비된 절단 톨은 배터리 셀(14)의 바디(14a)를 절단하지 않게, 배터리 모듈(10)을 절단할 수 있다. 예를 들어, 절단 톨은, 배터리 모듈(10)을 위에서 바라볼 때, 배터리 셀(14)의 배열 방향으로 연장하되 배터리 셀(14)의 바디(14a)의 바깥을 지나는 라인(L)을 따라 수직 방향(VD)으로 배터리 모듈(10)을 절단할 수 있다. 예를 들어, 라인(L)은 배터리 모듈(10)의 위에서 볼 때, 배터리 셀(14)의 전극리드(14b) 위를 지날 수 있다. 그 결과 복수의 배터리 셀(14)의 전극리드(14b)가 절단면에 노출될 수 있다(도 7의 "배터리 모듈의 절단부" 참고).
- [80] 제2 작업대(114)와 제3 로봇(133)은 하나 이상씩 구비될 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 제2 작업대(114)와 제3 로봇(133)이 두개씩 제공될 수 있다. 배터리 모듈의 양쪽 끝단을 잘라내는 작업에는 비교적 시간이 많이 소요되기 때문에, 2개 이상의 제2 작업대(114) 및 제3 로봇(133)을 이용하여 배터리팩의 해체 속도를 높일 수 있다. 예를 들어, 한쪽의 제2 작업대(114)에서 배터리 모듈의 절단 작업이 진행되고 있는 경우, 제1 작업대(111)에 있는 배터리 모듈은 이송장치(120)에 의해 다른 쪽의 제2 작업대(114)로 이송된 후 해당 작업대의 근처에 설치된 제3 로봇(133)에 의해 절단될 수 있다.
- [81] (이송)
- [82] 위와 같이 제2 작업대(114)에서 분리된 배터리 모듈은 이송장치(120)에 의해 제3 작업대(115)로 이송되는 과정(270)을 거친다.
- [83] (배터리 셀 분리)
- [84] 제3 작업대(115) 상에 배터리 모듈이 준비되면, 배터리 모듈에서 배터리 셀이 분리하는 공정(280)이 실시된다. 배터리 모듈이 이송장치(120)에 의해 제3 작업대(115)에 반입되면 배터리 모듈은 제3 작업대(115)에 센터링된 후 클램핑된다. 제3 작업대(115)에 고정된 배터리 모듈은, 제4 로봇(134)에 의해 해체된다. 제4 로

봇(134)은, 비전시스템(140)에 의해 해체 타겟을 확인하고 제4 로봇(134)에 장착된 진공그립퍼, 해체용 지그를 이용하여, 배터리 모듈에서 플라스틱, 셀 보호용 알루미늄 커버, 기타 불필요한 요소를 해체하고 배터리 셀을 분리할 수 있다. 배터리 셀은 제4 로봇(134)에 의해 셀박스(33)에 저장된다. 셀박스(33)에 일정량의 배터리 셀이 적재되면 AGV와 같은 운송장치가 셀박스(33)를 자동으로 저장 공간으로 옮긴다. 배터리 팩에서 해체된 다른 구성요소가 적재되는 저장박스(예: 상부 커버 저장 박스(31), 하부 커버 저장 박스(32))도 일정량 이상 차면 운송장치에 의해 자동으로 지정된 장소로 옮겨진다.

- [85] 분리된 배터리 셀은 재활용 공정을 거치게 된다. 예를 들어, 배터리 셀에서 유가 금속 등이 추출하는 공정이 수행될 수 있다.
- [86] (화재 모니터링)
- [87] 배터리 자동 해체 방법(200)은 화재 모니터링(290)을 포함할 수 있다. 배터리 팩의 해체 공정이 수행되는 동안 화재가 발생하는지 여부가 모니터링될 수 있다.
- [88] 화재 모니터링(290)은, 상부 커버 해체 공정(220), 방전 공정(240), 배터리 모듈 분리 공정(260) 및 배터리 셀 분리 공정(280)이 실시되는 동안, 작업대 상에 배치된 배터리 팩 또는 배터리 모듈에서 화재가 발생하는지 판단하는 단계(291)를 포함한다. 화재가 발생한 것으로 판단하면, 소화장치(160)가 작동된다(292). 예를 들어, 화재가 발생한 작업대를 수조에 담귀서 화재를 진압할 수 있다.
- [89] 본 발명은 폐배터리를 재활용을 함에 있어 작업자에 의해 실시되던 배터리 팩 및 배터리 모듈에 대한 해체 작업을 이송장치(120) 및 로봇 장치(130)와 같은 자동화 기기를 이용하여 자동으로 배터리 팩 및 배터리 모듈을 해체한다. 이로써 전기자동차의 배터리 팩을 효과적으로 재활용할 수 있고 배터리 해체시 생길 수 있는 유해물질이 작업자에게 노출되는 것을 방지하거나 최소화할 수 있다.
- [90] 이상 일부 실시예들과 첨부된 도면에 도시된 예에 의해 본 개시의 기술적 사상이 설명되었지만, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 이해할 수 있는 본 개시의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 치환, 변형 및 변경이 이루어질 수 있다는 점을 알아야 할 것이다. 또한, 그러한 치환, 변형 및 변경은 첨부된 청구범위 내에 속하는 것으로 생각되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 제1 작업대, 제2 작업대, 제3 작업대 및 방전용 작업대를 포함하는 작업부;
방전장치;
로봇장치;
이송장치; 및
상기 로봇장치 및 상기 이송장치와 전기적으로 연결된 제어부를 포함하
고,
상기 제어부는 상기 로봇장치를 제어하여:
배터리 팩이 상기 제1 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 팩에서 상부 커
버를 분리하고;
상기 배터리 팩이 상기 방전용 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 팩을
상기 방전장치에 연결하여 방전시키고;
상기 방전된 배터리 팩이 상기 제2 작업대 상에 배치될 때, 상기 방전된 배
터리 팩에서 배터리 모듈을 분리하고; 및
상기 배터리 모듈이 상기 제3 작업대 상에 배치될 때, 상기 배터리 모듈에
서 배터리 셀을 분리하도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.
- [청구항 2] 제1항에서,
상기 제어부는 상기 이송장치를 제어하여:
상기 배터리 팩에서 상기 상부 커버를 분리한 후, 상기 제1 작업대에 배치
된 상부 커버가 분리된 상기 배터리 팩을 상기 방전용 작업대로 이송하여
상기 배터리 팩을 방전하고;
상기 배터리 팩을 방전한 후, 상기 방전용 작업대 상에 배치된 상기 방전
된 배터리 팩을 제2 작업대로 이송하여 상기 배터리 팩으로부터 상기 배
터리 모듈을 분리하고; 및
상기 배터리 팩으로부터 상기 배터리 모듈을 분리한 후, 상기 제2 작업대
에 배치된 상기 배터리 모듈을 제3 작업대로 이송하여 상기 배터리 모듈
로부터 상기 배터리 셀을 분리하도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.
- [청구항 3] 제1항에서,
상기 제어부와 연결되고, 소화수가 채워질 수 있게 구성된 수조를 포함하
는 소화장치를 더 포함하고,
상기 제어부는, 상기 소화장치를 제어하여 상기 작업부에 배치된 상기 배
터리 팩을 상기 수조에 수용시키도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.
- [청구항 4] 제1항에서,
상기 제어부와 전기적으로 연결된 비전시스템을 더 포함하고,

상기 제어부는, 상기 비전시스템을 통해 획득된 데이터에 기반하여 상기 로봇장치를 제어하여 상기 작업부 상에 배치된 배터리 팩의 구성요소를 해체하도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.

[청구항 5]

제1항에서,
저장 박스를 더 포함하고,
상기 제어부는, 상기 로봇장치를 제어하여 상기 배터리 팩에서 분리된 구성요소를 상기 저장 박스로 이동시키도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.

[청구항 6]

제1항에서,
상기 방전장치는 방전기 및 쇼트용 방전지그를 포함하고,
상기 제어부는, 상기 로봇장치를 제어하여 상기 방전용 작업대 상에 배치된 상기 배터리 팩을 상기 방전기에 연결하여 상기 배터리 팩을 방전하고, 이후, 상기 로봇장치를 제어하여 상기 배터리 팩을 상기 쇼트용 방전지그와 연결하고 상기 배터리 팩을 쇼트 방전시키도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.

[청구항 7]

제6항에서,
상기 제어부는:
상기 방전기를 통해, 상기 배터리 팩의 잔류에너지에 따라 상기 배터리 팩을 1시간 내지 4시간 방전하여 상기 배터리 팩의 전압이 30 V 이하가 되도록 방전하고,
상기 쇼트용 방전지그를 통해, 상기 배터리 팩을 상기 배터리 팩의 전압이 0.2 V 이하가 되도록 방전하도록 구성되는,
배터리 자동 해체 시스템.

[청구항 8]

제1항에서,
상기 배터리 모듈은, 제1 방향으로 배열된 복수의 배터리 셀을 포함하고,
상기 배터리 셀은 상기 제1 방향에 수직인 길이방향으로 연장하는 바디 및 상기 바디의 길이 방향의 양단에서 연장하는 전극리드를 포함하고,
상기 배터리 모듈에서 상기 배터리 셀을 분리하는 것은, 상기 배터리 모듈을, 상기 배터리 모듈을 위에서 바라볼 때 상기 제1 방향과 나란하고 상기 전극리드 위를 지나는 라인을 따라 절단하는 것을 포함하는,
배터리 자동 해체 시스템.