(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0117611
(43) 공개일자 2020년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B60L 58/40* (2019.01) *B60L 1/00* (2006.01)
*B66F 9/075* (2006.01) *H01M 8/04089* (2016.01)
(52) CPC특허분류
*B60L 58/40* (2019.02)
*B60L 1/003* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0039969
(22) 출원일자 2019년04월05일
심사청구일자 2019년04월05일

(71) 출원인
**울산대학교 산학협력단**
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
**안경관**
울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)
**도 찌 크엉**
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교(무거동)
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**김정수**

전체 청구항 수 : 총 5 항

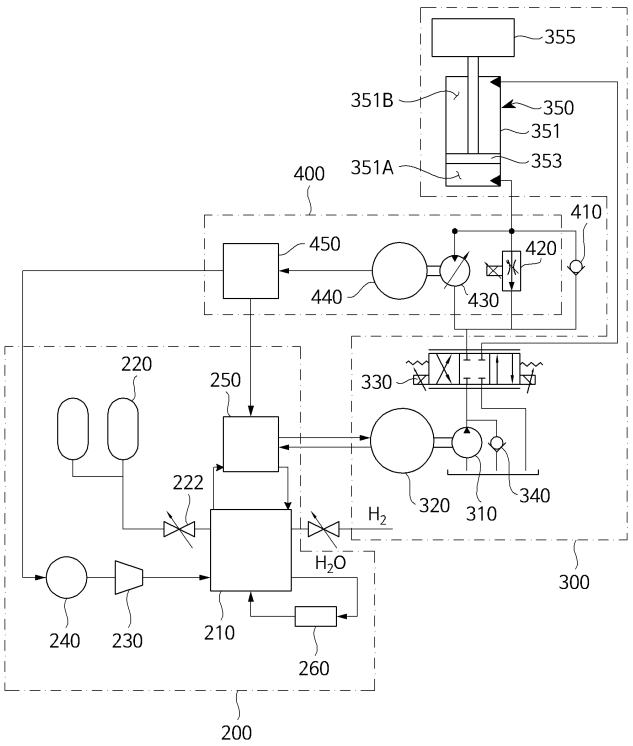
(54) 발명의 명칭 **에너지 회생기능을 가지는 ＰＥＭ 연료전지 지게차**

## *(57) 요 약*

본 발명은 PEM 연료전지 지게차에 관한 것이다. 본 발명에서 지게차(100)에는 작업장치(120)를 동작시키기 위해 동력전달부(200), 유압회로부(300), 및 에너지 재생부(400)가 배치된다. 상기 동력전달부(200)는 연료전지 스택(210) 및 상기 연료전지 스택(210)이 발전한 직류전기를 지게차(100)가 필요로 하는 전력으로 변환하여 제어해주

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도4



는 인버터(250)를 포함한다. 상기 인버터(250)에는 상기 유압회로부(300)가 연결된다. 상기 유압회로부(300)는 작업장치(120)를 작동시키는 유압을 발생하는 유압펌프(310) 및 상기 작업장치(120)를 상하 이동시키는 유압실린더(350)로 구성된다. 상기 동력전달부(200)와 유압회로부(300)에는 에너지 재생부(400)가 연결된다. 상기 에너지 재생부(400)는 상기 작업장치(120)가 자체 중량으로 하강하는 것과 동시에 구동되는 유압모터(430), 상기 유압모터(430)와 연결되어 구동되는 제너레이터(440), 상기 제너레이터(440)가 발전한 직류전기를 저장하고, 전기모터(240)로 전력을 공급하거나 인버터(250)를 통해 구동모터(320)로 전력을 공급하는 배터리(450)로 구성된다. 이와 같이 구성되는 본 발명에 의하면, 지게차의 작업장치가 높은 전력을 필요로 할 때 PEM 연료전지와 에너지 재생부로부터 함께 전력을 공급할 수 있으므로, PEM 연료전지를 이용하는 지게차의 효율을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류
***B66F 9/07504*** (2013.01)
***H01M 8/04089*** (2013.01)
*B60L 2200/42* (2013.01)
*B60Y 2200/15* (2013.01)
*H01M 2008/1095* (2013.01)
*H01M 2250/20* (2013.01)
*Y02T 90/40* (2020.08)

(72) 발명자
**장 찌 둥**
울산광역시 남구 대학로37번길 16, 204호(무거동)

**정은진**
울산광역시 중구 남외로 88, 101동 403호(남외동, 병영삼일아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 KNRF-2019023245
부처명 과기부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원사업
연구과제명 유체 마찰전기 기반의 에너지 수확 기전 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 G032070313
부처명 한국에너지기술평가원
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지기술개발사업
연구과제명 1.5~3Ton급 전동지게차의 에너지 효율 7% 증가를 위한 16kw급 PAM모터와 LIFT 회생 시스템 응용 기술개발(3)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 울산대학교 산학협력단
연구기간 2017.05.01 ~ 2020.04.30

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

수소연료와 산소를 공급받고, 상기 수소연료와 산소의 전기화학적 반응을 통해 전력을 생산하는 연료전지 스택;

상기 연료전지 스택과 연결되고, 상기 수소연료를 상기 연료전지 스택에 공급하는 수소연료탱크;

상기 연료전지 스택과 연결되고, 상기 연료전지 스택에 산소를 공급하는 압축기;

상기 압축기와 연결되어 외부로부터 전달받은 제어신호 입력에 따라 상기 압축기를 구동시키는 전기모터;

상기 연료전지 스택과 연결되어 상기 연료전지 스택이 발전한 직류전기를 지게차가 필요로 하는 전력으로 변환하여 제어해주는 인버터;

상기 지게차의 작업장치를 작동하도록 유압을 발생하는 유압펌프;

상기 유압펌프와 연결되어 상기 유압펌프를 구동하는 유압펌프 구동모터;

상기 유압펌프로부터 공급되는 작동유에 의해 상하 이동 가능하게 설치되는 피스톤로드가 구비되는 유압실린더;

상기 유압실린더의 출력포트에 설치되어 상기 작업장치가 자체 중량으로 하강하는 것과 동시에 구동되는 유압모터;

상기 유압모터와 연결되어 구동되는 제너레이터; 및

상기 제너레이터가 발전한 직류전기를 저장하고, 상기 전기모터로 전력을 공급하거나 상기 인버터를 통해 상기 구동모터로 전력을 공급하는 배터리를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 유압실린더와 상기 유압펌프 사이에 연결되어 상기 유압펌프에서 상기 유압실린더로 공급되는 작동유를 공급하거나 여분의 작동유는 오일탱크로 귀환시키는 방향 밸브를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 작업장치가 하강하는 경우, 상기 유압실린더로부터의 유량이 상기 유압모터의 유량보다 작으면, 유량제어 밸브가 닫히고, 상기 유압모터가 작동하여 상기 제너레이터를 구동시켜 전기 에너지를 생성하고 전기 에너지는 상기 배터리에 저장되는 것을 특징으로 하는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 유압실린더와 상기 방향 밸브 사이에 설치되어 상기 작업장치가 자체 중량에 의해 하강할 때만 작동유가 흐르도록 개방되는 제 2체크 밸브가 설치되는 것을 특징으로 하는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차.

### 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 작업장치가 자체 중량에 의해 하강하는 경우, 상기 유압펌프 및 상기 연료전지 스택의 구동이 정지하는 것

을 특징으로 하는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 PEM 연료전지 지게차에 관한 것으로, 보다 상세하게는 PEM 연료전지 지게차의 작업장치가 자체 중량에 의해 하강될 때의 위치에너지를 전기에너지로 변환하여 PEM 연료전지와 함께 전력을 공급받을 수 있도록 구성되는 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 현재 에너지 절약 및 환경 보호에 대해 요구가 높아짐에 따라 에너지 소비 및 배출량을 줄이기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다. 이러한 기술 중 하이브리드 파워 시스템(Hybrid power system)은 차량에 성공적으로 적용되어 건설 기계, 특히, 유압식 지게차 분야에서 많은 주목을 받고 있다. 하이브리드 파워 시스템은 일반적으로 내연 기관과 이차전지(축전지)를 포함하는 두 가지 에너지 원을 가지고 있다.

[0003] 그러나 내연 기관의 단점은 낮은 효율, 소음 및 환경오염을 유발하는 많은 배출 가스를 방출한다. 그리고 이차전지는 공해와 소음이 없는 장점을 갖고 있는 반면에 한 번의 충전으로 작업할 수 있는 시간이 약 3~4시간으로 짧으며, 한 번 작업 후 재 충전하는데 장 시간(약 6~9시간)이 소요될 뿐만 아니라 충전과 방전을 계속 반복함에 따라 수명이 단축되어 약 2년 정도 사용하면 새로운 이차전지로 교체하여야 하므로 비용이 많이 발생하게 된다.

[0005] 이러한 이유로 연료전지를 이용하는 연료전지 지게차가 연구 개발되면서 연료전지가 내연 기관을 대체하는 새로운 동력원으로 부상하고 있다.

[0006] 이와 같이 연료전지를 동력원으로 사용하는 연료전지 지게차는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 연료 공급원(1a)과 공급되는 연료의 화학반응을 통해 수소(H2)를 발생시키는 연료개질기(1b) 및 연료개질기(1b)로부터 공급되는 수소(H2)를 공급받아 전기 에너지를 생성시켜 축적하는 축전지(1c)를 포함하여 구성되는 연료전지(1)와, 연료전지(1)에서 공급되는 전기적 에너지를 일정 전압으로 출력되도록 하며, 모터 제어기를 포함하여 모터(3)의 구동을 제어하는 인버터(2)로 이루어진다.

[0007] 상기한 바와 같은 연료전지 지게차의 경우 차량 부하 모두를 연료전지가 담당하는 구조로, 전지모터는 고속 운전 영역에서 저속 운전 영역보다 높은 DC 전압을 요구하게 되나 연료 전지는 출력량(출력파워)이 증대되면 출력전압이 급격하게 감소하는 출력 특성이 있으므로 모터가 요구하는 충분한 DC 전압을 공급 못하게 된다.

[0008] 따라서, 모터의 출력 파워를 감소시키게 되어 지게차의 성능을 저하하게 되는 문제점이 발생한다.

[0009] 또한, 초기 시동시 연료 개질기로부터 수소를 추출하고 화학반응을 일으켜 전기 에너지를 공급하기까지의 시간이 최소 1분 내지 최대 수 분의 시간이 소모되며, 차량에 급격한 부하가 인가되는 경우 연료 개질기를 통한 충분한 수소가 공급되기까지의 지연기간이 존재하게 되어 연료전지 출력전압이 순간적으로 급 강하하는 현상이 발생할 수 있으며, 이로 인하여 전기 모터에 충분한 전력을 공급하지 못하여 지게차의 성능이 저하되는 단점이 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1151748호(2012년05월24일 등록)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1072878호(2011년10월06일 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위해 발명된 것으로, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 작업장치가 자체 중량에 의해 하강될 때의 위치에너지를 전기에너지로 변환하여 에너지 재생부의 배터리에 저장하고, 높은 전력을 필요로 할 때 PEM 연료전지와 에너지 재생부로부터 함께 전력을 공급함으로써 PEM 연료전지를 이용하는 지게차의 효율을 향상시킬 수 있도록 구성되는 에너지 회생기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 과제의 해결 수단

[0014] 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른  에너지 회생기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차에 따르면, 수소연료와 산소를 공급받고, 상기 수소연료와 산소의 전기화학적 반응을 통해 전력을 생산하는 연료전지 스택; 상기 연료전지 스택과 연결되고, 상기 수소연료를 상기 연료전지 스택에 공급하는 수소연료탱크; 상기 연료전지 스택과 연결되고, 상기 연료전지 스택에 산소를 공급하는 압축기; 상기 압축기와 연결되어 외부로부터 전달받은 제어신호 입력에 따라 상기 압축기를 구동시키는 전기모터; 상기 연료전지 스택과 연결되어 상기 연료전지 스택이 발전한 직류전기를 지게차가 필요로 하는 전력으로 변환하여 제어해주는 인버터; 상기 지게차의 작업장치를 작동하도록 유압을 발생하는 유압펌프; 상기 유압펌프와 연결되어 상기 유압펌프를 구동하는 유압펌프 구동모터; 상기 유압펌프로부터 공급되는 작동유에 의해 상하 이동 가능하게 설치되는 피스톤로드가 구비되는 유압실린더; 상기 유압실린더의 출력포트에 설치되어 상기 작업장치가 자체 중량으로 하강하는 것과 동시에 구동되는 유압모터; 상기 유압모터와 연결되어 구동되는 제너레이터; 및 상기 제너레이터가 발전한 직류전기를 저장하고, 상기 전기모터로 전력을 공급하거나 상기 인버터를 통해 상기 구동모터로 전력을 공급하는 배터리를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기 유압실린더와 상기 유압펌프 사이에 연결되어 상기 유압펌프에서 상기 유압실린더로 공급되는 작동유를 공급하거나 여분의 작동유는 오일탱크로 귀환시키는 방향 밸브를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 상기 작업장치가 하강하는 경우, 상기 유압실린더로부터의 유량이 상기 유압모터의 유량보다 작으면, 유량제어 밸브가 닫히고, 상기 유압모터가 작동하여 상기 제너레이터를 구동시켜 전기 에너지를 생성하고 전기 에너지는 상기 배터리에 저장되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 유압실린더와 상기 방향 밸브 사이에 설치되어 상기 작업장치가 자체 중량에 의해 하강할 때만 작동유가 흐르도록 개방되는 제 2체크 밸브가 설치되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 작업장치가 자체 중량에 의해 하강하는 경우, 상기 유압펌프 및 상기 연료전지 스택의 구동이 정지하는 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차에 따르면, 작업장치의 캐리지와 연결된 유압실린더의 피스톤로드가 자체 중량에 의해 하강할 때의 위치에너지를 전기에너지로 변환하여 에너지 재생부의 배터리에 저장하고, 지게차의 작업장치가 높은 전력을 필요로 할 때 PEM 연료전지와 에너지 재생부로부터 함께 전력을 공급할 수 있다. 따라서 PEM 연료전지를 이용하는 지게차의 효율을 향상시킬 수 있는 것과 동시에 에너지 소모를 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0020] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 일반적인 순수 연료전지 차량의 동력 시스템의 구성도.

도 2는 도 1에 도시된 순수 연료전지 차량의 동력 시스템 블록 구성도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차를 나타내는 사시도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차를 나타내는 회로도

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차의 유압실린더의 상승 시의 사용상태도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차의 유압실린더의 하강 시의 사용상태도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차의 에너지 관리 흐름도.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0022] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0023] 실시 예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0024] 마찬가지 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.

[0025] 도 3에는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차가 사시도로 도시되어 있고, 도 4에는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차가 회로도로 도시되어 있다.

[0026] 도 3에 도시된 바와 같이, 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차(100)(이하 'PEM 연료전지 지게차(100)라' 칭함)는 차량본체(110) 및 작업장치(120)로 구성될 수 있다. 상기 차량본체(110)에는 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 작업장치(120)를 동작시키기 위해 동력전달부(200), 유압회로부(300), 및 에너지 재생부(400)가 배치되는 것이 바람직하다. 이는 동력전달부(200), 유압회로부(300), 및 에너지 재생부(400)가 지게차(100)를 구성하는 장치들 중에서 가장 무거우므로 가능하면 차량본체(110)의 후방에 배치하는 것이 바람직하다.

[0027] 상기 작업장치(120)는 팰릿(미도시)을 들어올리는 두 개의 암으로 이루어진 포크(121), 상기 포크(121)를 지지하는 캐리지(122), 상기 캐리지(122)가 미끄러져 움직이는 마스트(123)로 구성될 수 있다. 상기 캐리지(122)는 아래에서 설명될 유압실린더(350)의 피스톤로드(355)로부터 동력을 전달받아 상하 이동될 수 있다.

[0029] 본 발명에서, 작업장치(120)에 구동력을 전달하는 동력전달부(200)는 연료전지 스택(210), 수소연료탱크(220), 탱크 밸브(222), 압축기(230), 전기모터(240), 인버터(250) 및 냉각기(260)를 포함한다.

[0030] 상기 연료전지 스택(210)은 수소의 화학에너지를 전기화학적 반응에 의해 전력으로 변환시키는 역할을 한다. 상기 연료전지 스택(210)은 수소연료탱크(220)로부터 수소연료를 공급받는다.

[0031] 본 발명에서, 상기 연료전지 스택(210)은, PEM(Polymer Electrolyte Membrane : 고분자 전해질형)연료전지이다. 이와 같은 PEM 연료전지는 전해질로 H(+수소이온)을 전도할 수 있는 나피온(Nafion)이라는 고분자 전해질막을 사용한다. 나피온은 비닐처럼 보이나 내부에는 많은 미세가공을 가지고 있어 수소이온과 양이온을 전도할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 이에 대한 화학반응은 다음과 같다.

[0032] 연료극반응 : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

[0033] 공기극반응 : $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

[0034] 전체반응 : $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

[0035] 상기 연료전지 스택(210)에는 수소연료탱크(220)가 연결된다. 상기 수소연료탱크(220)에는 상기 연료전지 스택(210)이 전기를 발전하는데 필요한 수소연료가 저장된다. 상기 수소연료탱크(220)는 수소연료를 상기 연료전지 스택(210)으로 수소연료를 공급하는 역할을 한다.

[0036] 상기 수소연료탱크(220)와 상기 연료전지 스택(210) 사이에는 탱크 밸브(222)가 구비된다. 상기 탱크 밸브(222)는 상기 수소연료탱크(220)와 상기 연료전지 스택(210) 사이를 선택적으로 개폐하는 역할을 한다.

[0037] 상기 연료전지 스택(210)에는 압축기(230)가 연결된다. 상기 압축기(230)는 상기 연료전지 스택(210)과 연결되어 상기 연료전지 스택(210)이 전기를 발전하는데 필요한 산소를 공급하는 역할을 한다.

[0038] 상기 압축기(230)에는 전기모터(240)가 연결된다. 상기 전기모터(240)는 외부로부터 전달받은 제어신호 입력에 따라 상기 압축기(230)를 구동시키는 역할을 한다.

[0039] 상기 연료전지 스택(210)에는 인버터(250)가 연결된다. 상기 인버터(250)는 상기 연료전지 스택(210)이 발전한 직류전기를 지게차(100)가 필요로 하는 전력으로 변환하여 제어해주는 역할을 한다.

[0040] 이때, 연료전지 스택(210)으로부터 생성된 물($H_2O$)은 상기 연료전지 스택(210)을 냉각시키기 위한 냉각기(260)로 공급된다. 상기 냉각기(260)는 상기 연료전지 스택(210)을 냉각시키는 역할을 한다.

[0042] 한편, 상기 인버터(250)에는 유압회로부(300)가 연결된다. 상기 유압회로부(300)는 유압펌프(310), 구동모터(320), 방향 밸브(330), 제 1체크 밸브(340), 유압실린더(350)로 구성될 수 있다.

[0043] 상기 유압펌프(310)는 상기 지게차(100)의 작업장치(120)를 작동시키는 동력을 발생하는 역할을 한다. 즉, 상기 유압실린더(350)로 작동유를 공급하는 역할을 한다. 상기 유압펌프(310)는 메인 벨브(330)와 연결된다.

[0044] 상기 유압펌프(310)에는 구동모터(320)가 연결된다. 상기 구동모터(320)는 상기 유압펌프(310)를 구동시키는 역할을 한다. 상기 구동모터(320)는 상기 인버터(250)와 연결되어 전기를 공급받는다.

[0045] 본 실시예에서, 상기 유압실린더(350)는, 작동유가 내부에 수용되는 실린더본체(351) 및 일단은 상기 실린더본체(351) 내에 상하 이동 가능하게 설치되고, 타단은 피스톤로드(355)와 연결되는 피스톤(353)으로 구성될 수 있다. 상기 유압실린더(350)는 유압에 의해 상기 피스톤(353)을 상하 왕복 운동시켜 기계적인 일을 행하게 하는 장치이다.

[0046] 본 실시예에서, 상기 실린더본체(351) 내부 공간은 상기 피스톤(353)에 구획될 수 있다. 즉, 상기 실린더본체(351) 내부 공간은 상기 피스톤로드(355)가 신장 구동되도록 작동유가 유입되어 보어챔버(351A) 및 상기 피스톤로드(355)가 신장 구동되는 것과 동시에 상기 피스톤(353)을 중심으로 상기 보어챔버(351A)와 반대되는 위치의 로드리스 챔버(351B)로부터 귀환되는 작동유는 오일탱크로 배출된다.

[0048] 상기 유압실린더(350)의 피스톤(353)의 상하 왕복 이동은 방향 밸브(330)에 의해 제어될 수 있다. 그리고 에너지를 절약하기 위해 상기 유압펌프(310)가 꺼지면, 작동유가 후퇴 운동 중에 오일탱크(미도시)에서 유압펌프(310)와 연결된 제 1체크밸브(340)를 통해 상기 유압실린더(350)로 이동한다.

[0049] 즉, 상기 방향 밸브(330)는 상기 유압펌프(310)와 유압실린더(350) 사이의 공급 측 및 귀환 측 유로에 각각 분기접속되는 유로에 설치되고, 상기 유압실린더(350)의 보어챔버(351A) 및 로드리스 챔버(351B)의 단면적 차이에 따라 부족한 작동유를 보충하여 상기 유압실린더(350)에 공급하고, 여분의 작동유는 상기 오일탱크로 귀한시킨다.

[0051] 한편, 상기 동력전달부(200)와 유압회로부(300)에는 에너지 재생부(400)가 연결된다. 상기 에너지 재생부(400)는 제 2체크 밸브(410), 유량제어 밸브(420), 유압모터(430), 제너레이터(440), 및 배터리(450)를 포함할 수 있다.

[0052] 상기 유압실린더(350)와 상기 방향 밸브(330) 사이에는 제 2체크 밸브(410)가 설치된다. 상기 제 2체크 밸브(410)는 상기 유압실린더(350)가 하강할 때만 작동유가 흐르게하는 역할을 한다.

[0053] 그리고 상기 유압실린더(350)와 상기 방향 밸브(330) 사이에는 상기 제2 체크밸브(410)와 병렬로 위치되어 유량제어 밸브(420)가 설치된다. 상기 유량제어 밸브(420)는 상기 유압실린더(350)로부터 유출되는 작동유의 유량을 제어하는 역할을 한다.

[0054] 상기 유압모터(430)는 상기 유압실린더(350)의 출력포트(미도시)에 설치된다. 이때, 상기 유압모터(430)에 회전

가능하게 설치된 출력축은 상기 유압실린더(350)의 피스톤(353)이 하강할 때의 토출되는 작동유에 의해 회전된다.

[0055] 상기 유압모터(430)의 출력축에는 제너레이터(440)가 연결된다. 상기 제너레이터(440)는 상기 유압모터(430)로부터 전달되는 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 역할을 한다. 본 실시예에서, 상기 유압모터(430) 및 제너레이터(440)는 유압실린더(350)의 위치에너지를 재사용하기 위한 것이다.

[0056] 상기 제너레이터(440)에는 배터리(450)가 연결된다. 상기 배터리(450)는 상기 제너레이터(440)가 발전한 직류전기를 저장한다. 또한, 상기 전기모터(240)로 전력을 공급하거나 상기 인버터(250)를 통해 상기 구동모터(320)로 전력을 공급하는 역할을 한다.

[0057] 즉, 상기 배터리(450)는, 상기 연료전지 스택(210)이 발전한 전력의 일부를 저장하여 상기 PEM 연료전기 지게차(100)를 구성하는 모든 장치들이 작동하는데 필요한 전력을 공급하고, 각종 모터의 급격한 부하변동에 대응하기 위해 전력을 저장하는 역할을 한다.

[0059] 한편, 본 실시예에서, 상기 PEM 연료전지 지게차(100)에는 컨트롤러(미도시)가 구비된다. 상기 컨트롤러는 외부로부터 입력되는 신호에 따라 상기 인버터(250), 구동모터(320), 유압실린더(350), 및 전기모터(240) 등을 구동시키도록 제어신호를 출력하는 역할을 한다. 여기서 외부로부터 입력되는 신호는 작업자가 조작하는 조이스틱 등이 될 수 있다.

[0061] 한편, 상기 인버터(250)에는 콘덴서(미도시)가 접속될 수 있다. 상기 콘덴 서는 상기 인버터(250)로부터 상기 배터리(450)에 대해 과잉 충전 또는 방전으로 인해 열화되는 것을 방지하는 역할을 한다.

[0062] 한편, 도시되지는 않았지만, 상기 유압실린더(350)의 실린더보어(351A)와 유량제어 밸브(420) 사이에 연결되는 이동통로에는 압력센서가 설치될 수 있다. 상기 압력센서는 상기 유압실린더(350)의 피스톤로드(355)의 하강 시 귀환되는 작동유 압력을 검출하여 검출신호를 아래에서 설명될 컨트롤러에 전달하는 역할을 한다. 이때, 상기 컨트롤러는 상기 압력센서로부터 신호를 전달받아 상기 유압실린더(350)의 동작 여부 및 정상 여부를 판단할 수 있다.

[0064] 다음으로, 도 5 및 도 6을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차의 동력전달부(200), 유압회로부(300), 및 에너지 재생부(400)의 작동 원리를 설명한다.

[0065] 먼저, 작업장치(120)가 구동되기 위해서는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 유압실린더(350)의 피스톤(353)이 상승하게 되면, 즉, 피스톤로드(355)가 상승하게 되면, 수소연료탱크(220) 및 압축기(230)로부터 수소 및 산소가 연료전지 스택(210)으로 공급된다. 상기 연료전지 스택(210)은 전기화학적 반응을 일으켜 전력으로 변환시켜 상기 인버터(250)로 전달한다.

[0066] 상기 인버터(250)로부터 전달된 전력은 상기 작업장치(120)가 필요로 하는 전력으로 변환하여 구동모터(320)로 전달되고, 상기 구동모터(320)는 상기 유압펌프(310)를 구동시킨다. 이때, 상기 유압펌프(310)로부터 토출되는 작동유는 도 5를 기준으로 우측(X)의 상기 방향 밸브(330)를 통과하여 실린더보어(351A)로 이동되고, 상기 유압실린더(350)의 로드리스 챔버(351B)로부터 귀환되는 작동유는 오일탱크(미도시)로 배출된다. 이와 같은 과정에서 에너지 손실은 없다.

[0068] 다음으로, 작업장치(120)가 구동이 종료되면, 즉, 상기 유압실린더(350)의 동작이 종료되어 피스톤(353)이 중량에 의해 하강하게 되면, 상기 유압펌프(310)는 더 이상 동력이 필요하지 않다. 따라서, 상기 수소연료탱크(220)로부터 수소가 공급되지 않아도 되므로 탱크 밸브(222)는 폐쇄되고, 상기 연료전지 스택(210) 또한 구동되지 않는다. 이때, 상기 유압실린더(350) 내의 작동유는 도 6을 기준으로, 좌측(Y)의 방향 밸브(330)를 통해 오일탱크로부터 직접 충전될수 있다.

[0069] 그리고 상기 피스톤(353)이 중량에 의해 하강되면서 토출되는 작동유는 유압모터(430)를 회전시키고, 제너레이터(440)를 구동시킨다. 상기 제너레이터(440)를 통해 발전된 전력은 배터리(450)로 저장된다.

[0070] 이와 같이 상기 배터리(450)에 저장된 에너지는 지게차(100)가 다음 작동 사이클 동안 높은 전력을 필요로 할 때, 상기 연료전지 스택(210)과 함께 공급될 수 있다.

[0071] 또는, 상기 배터리(450)는 상기 전기모터(240)가 상기 압축기(230)를 구동시킬 수 있도록 전력을 공급하는 역할을 한다.

[0072] 한편, 작업자는 상기 유압모터(430)가 상기 유압실린더(350)로 충분한 작동유를 공급할 수 없는 경우, 유량제어 밸브(420)를 개방시켜 상기 유압실린더(350)로 충분한 작동유를 공급한다.

[0074] 한편, 도 7에는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 회생 기능을 가지는 PEM 연료전지 지게차의 에너지 관리 흐름도가 도시되어 있다.

[0075] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 유압실린더(350)의 상승 및 하강 과정으로 나뉠 수 있다.

[0076] 작업자의 조이스틱 조작에 의하여 상기 작업장치(120)의 상승 운동을 입력받은 경우, 상기 유압실린더(350)는 상기 작업장치(120)를 상승시키기 위하여 상승 운동을 하게 되고, 필요한 전력에 따라 연료전지 스택(210) 또는 연료전지 스택(210) 및 배터리(450), 슈퍼커패시터를 선택된 순서에 따라 순차적으로 또는 동시에 사용하다. 이 경우 상기 슈퍼커패시터는 배터리(450)와 함께 또는 독자적으로 사용될 수 있다. 즉, 유압실린더(350) 상승의 경우, 우선 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210)의 전력($P_{fc}$)과 비교하여 연료전지 스택(210)의 전력($P_{fc}$)보다 낮은 경우 연료전지 스택(210)으로부터 전력을 공급받아 사용한다. 다음으로, 필요한 동력($P_{req}$)이 연료전지 스택(210)의 전력($P_{fc}$)보다 크거나 같은 경우, 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210)와 상기 슈퍼커패시터의 전력을 합친 전력($P_{fc}$+Psc)과 비교한다. 필요한 동력($P_{req}$)이 연료전지 스택(210) 및 상기 슈퍼커패시터의 전력을 합친 전력($P_{fc}$+Psc)보다 클 경우에는 경고 알람을 발생시키고, 작을 경우에는 다시 상기 슈퍼커패시터의 잔존전력을 상기 슈퍼커패시터의 최소잔존전력과 비교한다. 상기 슈퍼커패시터의 잔존전력이 최소잔존전력보다 낮을때에는 경고알람을 발생시키고, 최소잔존전력보다 높을 경우에는 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210)과 상기 슈퍼커패시터로부터 함께 공급받아 사용한다. 이 경우 연료전지 스택의 동력($P_{fc}$)은 상기 유압실린더(350)의 수명을 보장하기 위해 일정하게 유지되어야 한다. 또한 일실시예로서, 상기 슈퍼커패시터의 잔존전력이 최소잔존전력보다 낮을때에는 상기 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210) 및 배터리(450)의 전력을 합친 전력과 비교하여, 상기 필요한 동력($P_{req}$)이 그보다 작을 경우에는 다시 배터리(450)의 잔존전력을 배터리(450)의 최소잔존전력과 비교하여, 배터리(450)의 잔존전력이 최소잔존전력보다 클 경우에는 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210) 및 배터리(450)로부터 공급받을 수 있다. 또한 이는 필요한 동력($P_{req}$)의 크기에 따라, 만일 필요한 동력($P_{req}$)의 크기가 특정 정도 이상이면 위의 순서를 따르고, 특정 정도 미만이면 상기 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210) 및 배터리(450)의 전력을 합친 전력과 먼저 비교하여 이보다 작을 경우 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210) 및 배터리(450)로부터 공급받고, 그보다 클 경우에는 다시 상기 슈퍼커패시터의 잔존전력을 상기 슈퍼커패시터의 최소잔존전력과 비교하여 최소잔존전력보다 낮을때에는 경고알람을 발생시키고, 최소잔존전력보다 높을 경우에는 필요한 동력($P_{req}$)을 연료전지 스택(210)과 상기 슈퍼커패시터로부터 함께 공급받아 사용한다.

[0077] 만일 작업자의 조이스틱 조작에 의하여 상기 작업장치(120)의 하강 운동을 입력받은 경우, 상기 유압실린더(350)는 상기 작업장치(120)를 하강시키기 위하여 하강 운동을 하게 되고, 유량이 유압모터(430)로 공급된다. 상기 유압실린더(350)로부터의 유량(Q)이 유압모터(430)의 최대유량($Q_{HM}$)보다 작으면, 유량제어 밸브(420)가 닫히고, 상기 유압모터(430)만 작동하여 상기 제너레이터(440)를 작동시켜 유압 에너지를 전기 에너지로 변환한다. 이때 생성된 전기 에너지는 다음 작업 사이클을 위해 배터리(450) 또는 상기 슈퍼커패시터에 저장된다.

[0078] 한편, 상기 유압실린더(350)의 유량(Q)이 유압모터(430)의 최대유량($Q_{HM}$)보다 크면 상기 유량제어 밸브(420)가 열린다. 이때, 초과된 유량은 오일탱크로 직접 유입되며, 초과된 유량을 뺀 나머지 유량, 즉 유압모터(430)의 최대유량($Q_{HM}$)만이 유압모터(430)에 공급되어 상기 유압모터(430)와 상기 제너레이터(440)를 작동시켜 유압 에너지를 전기 에너지로 변환한다. 이때 생성된 전기 에너지는 마찬가지로 다음 작업 사이클을 위해 배터리(450) 또

는 상기 슈퍼커패시터에 저장된다.

[0079] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

## 부호의 설명

[0080] 100: PEM 연료전지 지게차 110: 차량본체

120: 작업장치 200: 동력전달부

210: 연료전지 스택 220: 수소연료탱크

222: 탱크 밸브 230: 압축기

240: 전기모터 250: 인버터

260: 냉각기 300: 유압회로부

310: 유압펌프 320: 구동모터

330: 방향 밸브 340: 제 1체크 밸브

350: 유압실린더 400: 에너지 재생부

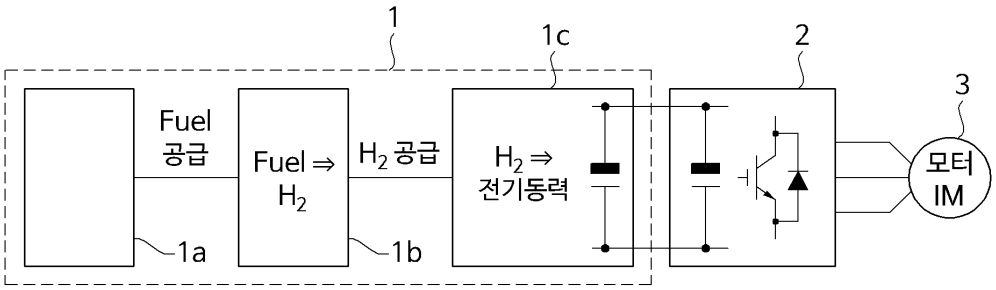
410: 제 2체크밸브 420: 유량제어 밸브

430: 유압모터 440: 제너레이터

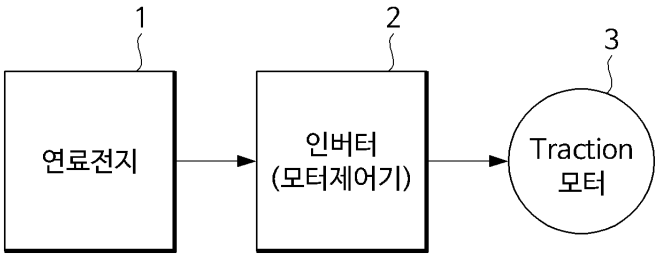
450: 배터리

## 도면

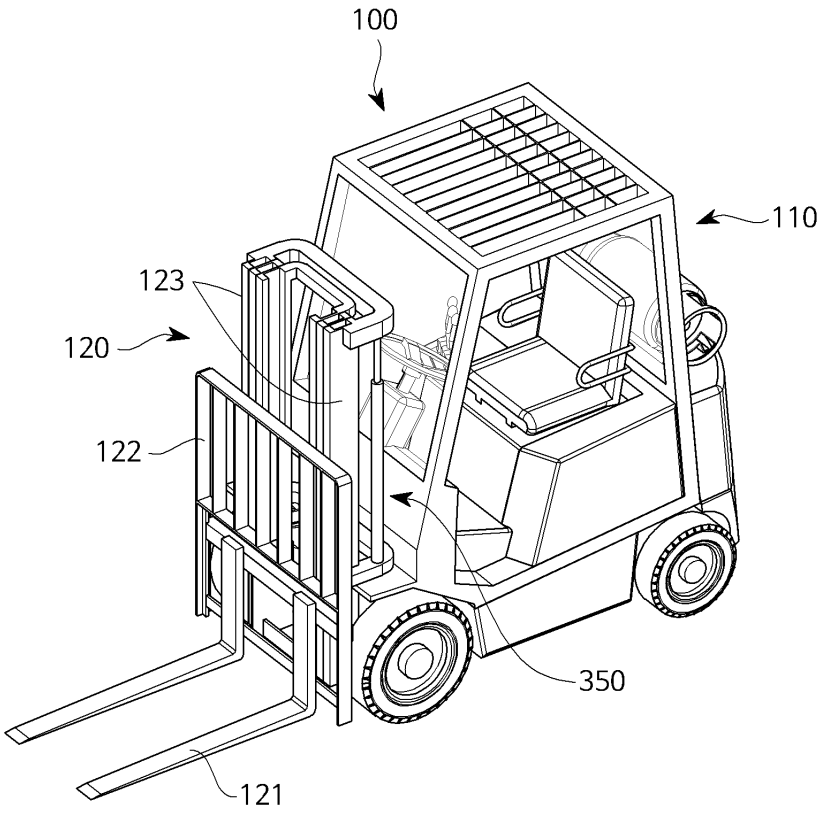
### 도면1



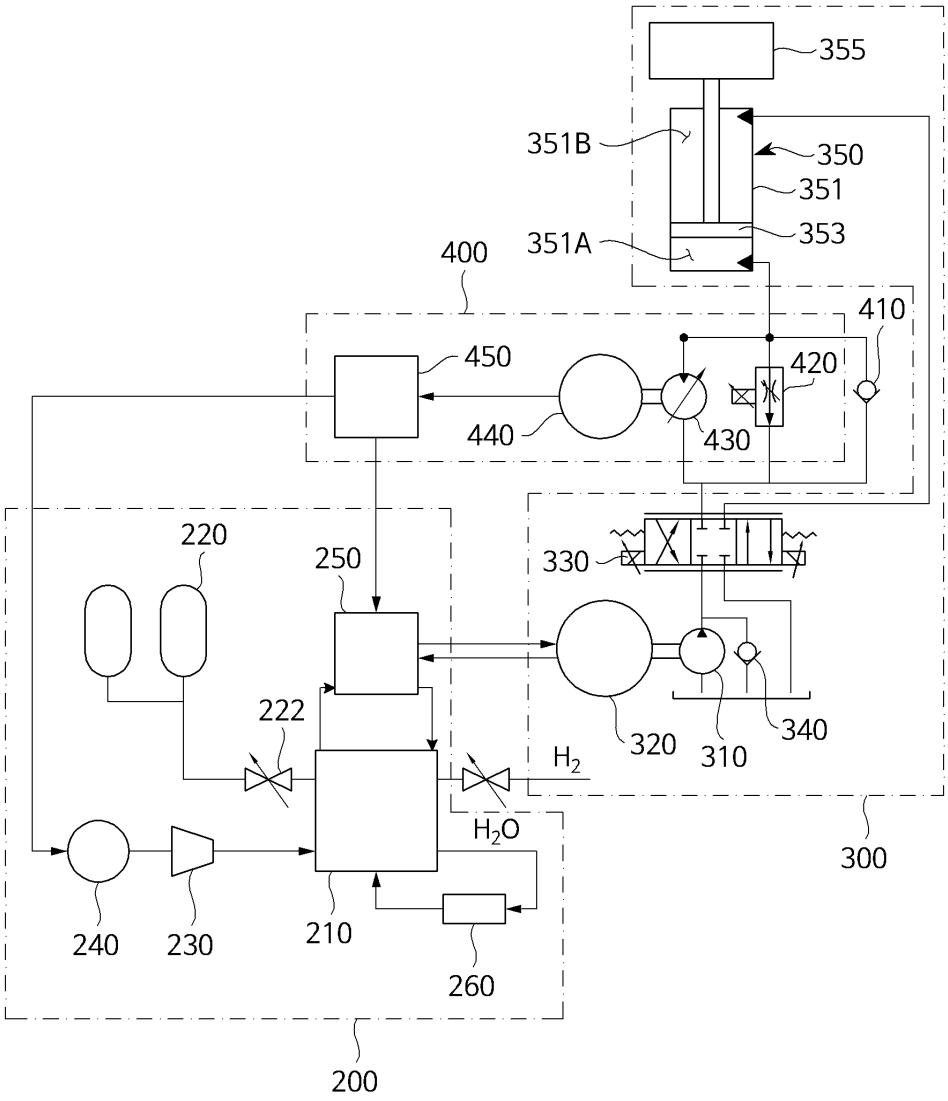

### 도면2



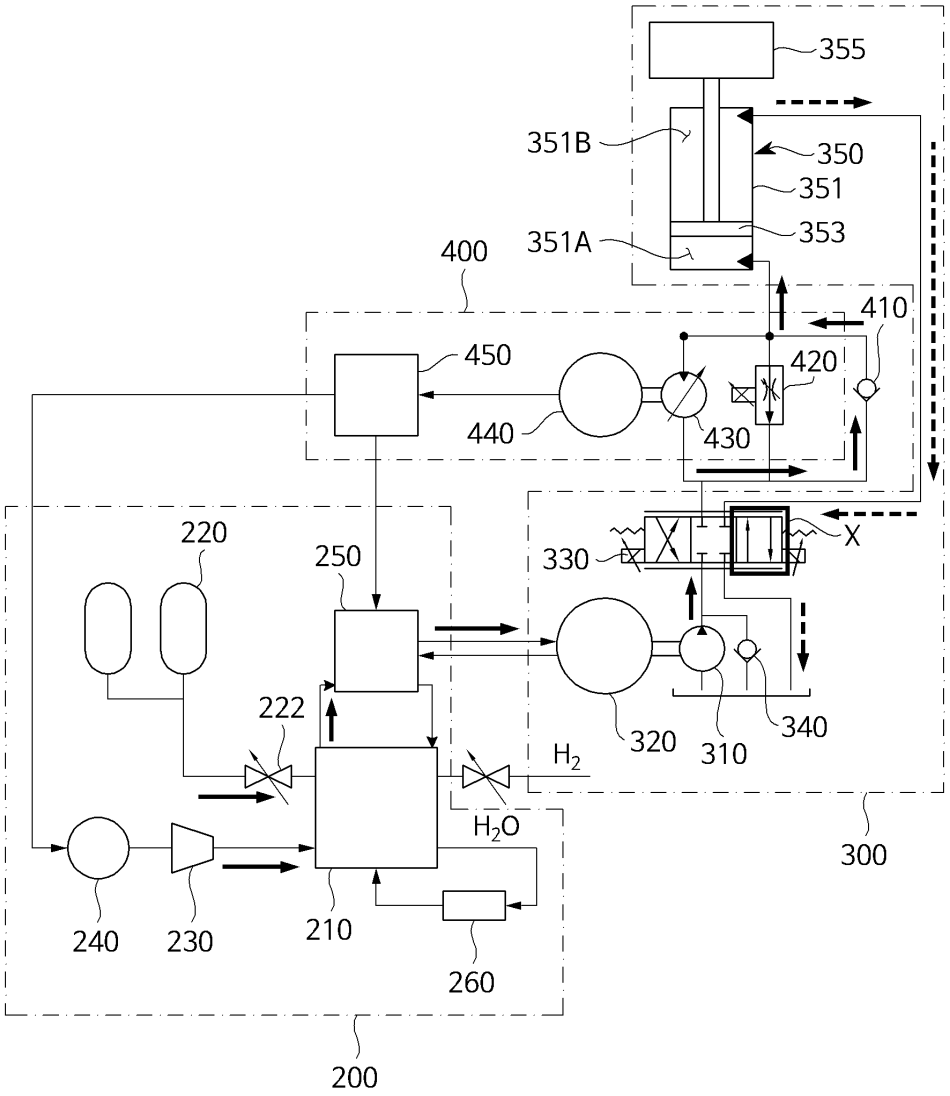
도면3



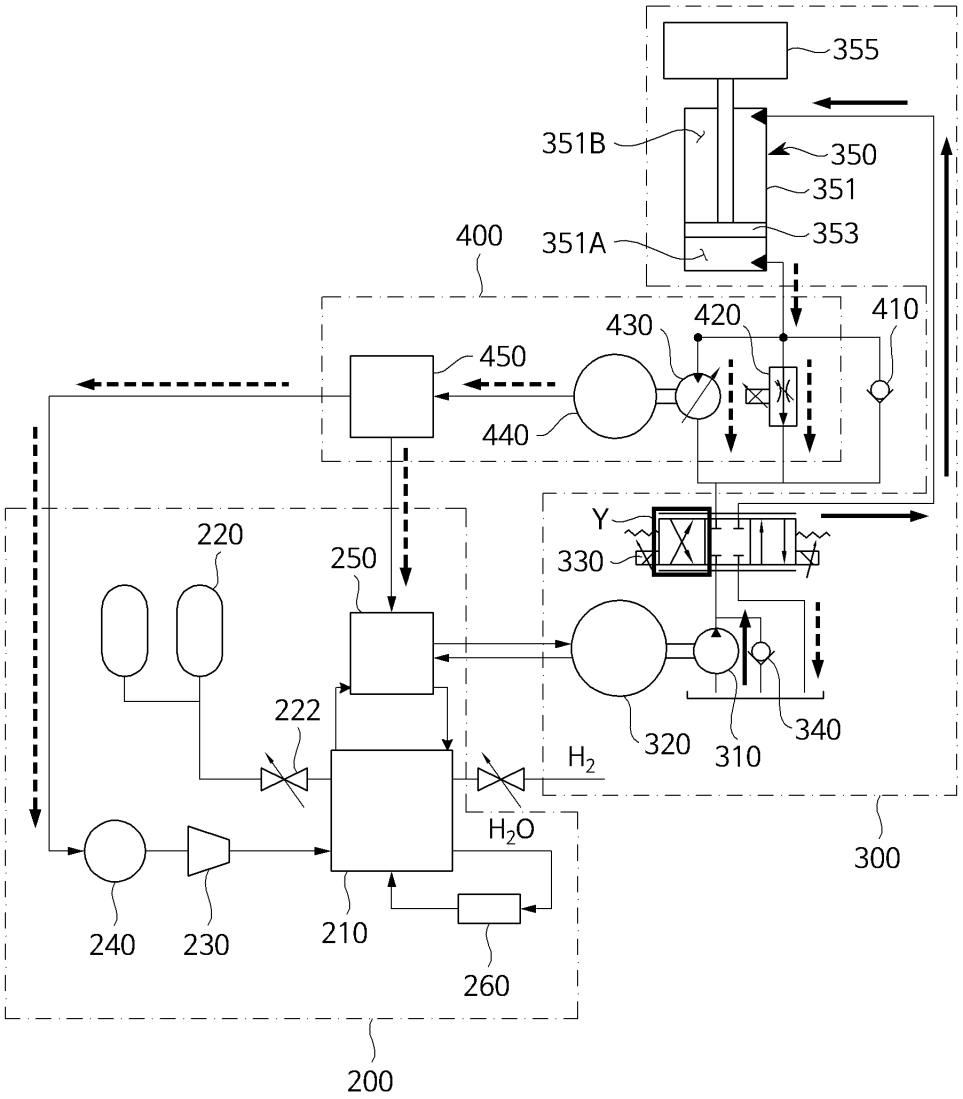
도면4


355
351B
350
351
353
351A
400
410
450
420
440
430
220
250
330
222
320
310
340
$H_2$
$H_2O$
300
240
230
210
260
200

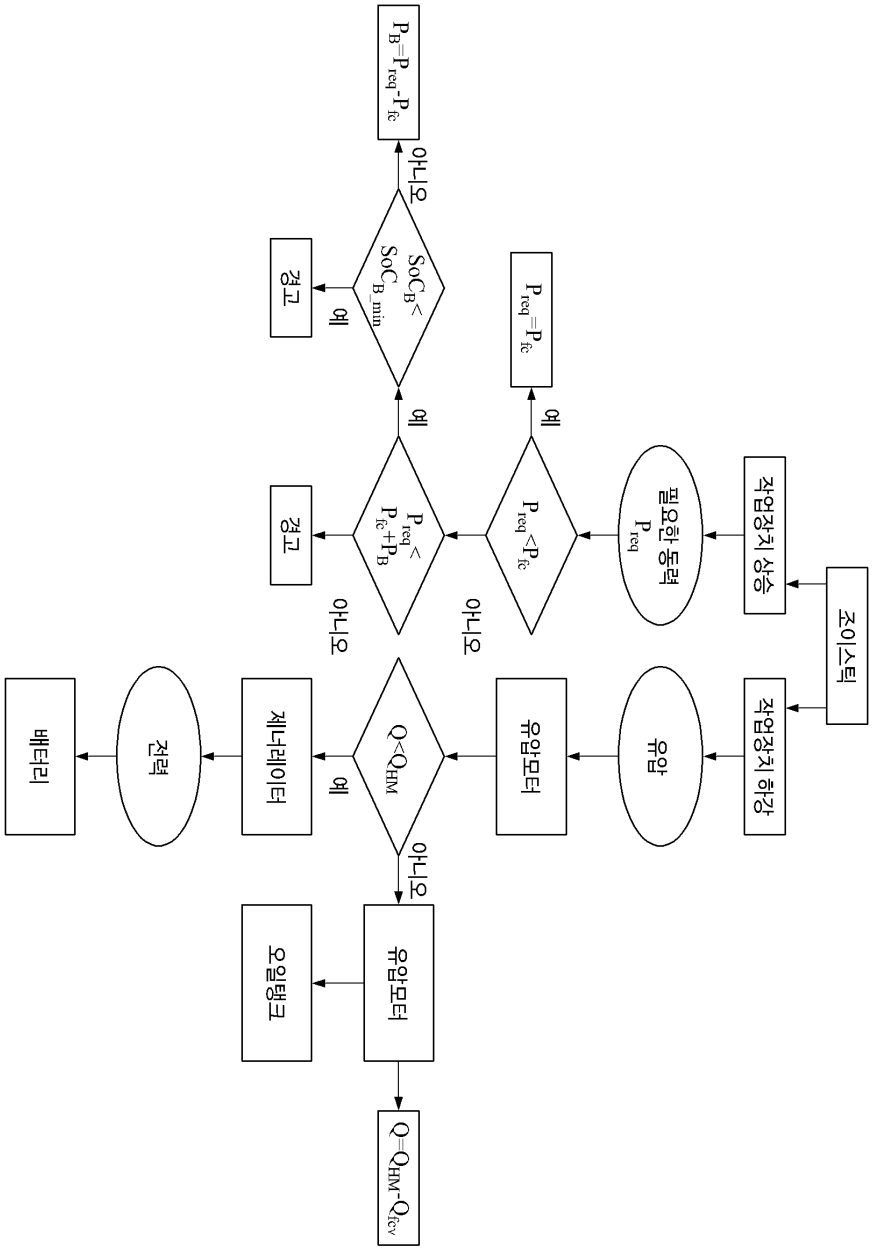
도면5


355
351B
350
351
353
351A
400
410
450
420
440
430
220
250
330
X
222
320
310
340
$H_2$
$H_2O$
300
240
230
210
260
200

도면6


355
351B
350
351
353
351A
400
410
430
420
450
440
Y
330
220
250
222
320
310
340
$H_2$
$H_2O$
300
240
230
210
260
200

도면7


조이스틱
작업장치 상승
작업장치 하강
필요한 동력 $P_{req}$
유압
$P_{req}<P_{fc}$
예
$P_{req}=P_{fc}$
아니오
$P_{req}<P_{fc}+P_B$
예
경고
아니오
$SoC_B<SoC_{B_min}$
예
경고
아니오
$P_B=P_{req}-P_{fc}$
유압모터
$Q<Q_{HM}$
예
제너레이터
전력
배터리
아니오
유압모터
오일탱크
$Q=Q_{HM}-Q_{fcv}$