



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월21일
(11) 등록번호 10-2720552
(24) 등록일자 2024년10월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 9/32 (2006.01) A63G 31/02 (2006.01)
F16F 9/18 (2006.01) G08B 25/10 (2006.01)
G08B 5/36 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F16F 9/3292 (2013.01)
A63G 31/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7027698
- (22) 출원일자(국제) 2020년01월31일
심사청구일자 2021년08월31일
- (85) 번역문제출일자 2021년08월30일
- (65) 공개번호 10-2021-0130162
- (43) 공개일자 2021년10월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2020/016154
- (87) 국제공개번호 WO 2020/160433
국제공개일자 2020년08월06일
- (30) 우선권주장
62/800,147 2019년02월01일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
US20020035423 A1
US05707045 A
US20140312171 A1
US20140238797 A1

- (73) 특허권자
에이스 컨트롤스 인코포레이티드
미국 미시간 파밍턴힐스 인터스트리얼 파크 드라이브 23435 (우: 48335)
- (72) 발명자
찬드라세카르, 라홀
미국 48336 미시간주 파밍턴 킹슬레인 코트 33297
니믹, 크리스토퍼 엠.
미국 48150 미시간주 리보니아 히스 스트리트 31617
맥닐, 스콧 더블유.
미국 48104 미시간주 앤아버 모던 애비뉴 2015
- (74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 23 항

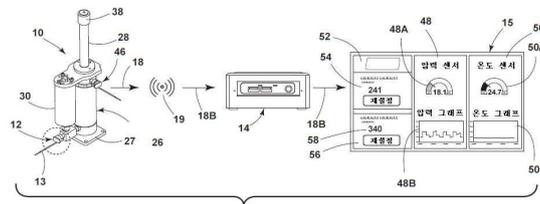
심사관 : 장준영

(54) 발명의 명칭 충격 흡수기의 고장을 예측하는 시스템

(57) 요약

충격 흡수기 시스템은 충격의 동작 동안 충격 흡수기의 동작 파라미터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 센서를 포함할 수 있다. 동작 파라미터는 압력, 온도, 충격 흡수기의 피스톤 로드(piston rod)의 위치, 피스톤 로드의 속도, 및/또는 피스톤 로드의 가속도 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 시스템은 측정된 동작 파라미터 데이터를 평가하고 충격 흡수기의 수명을 예측하고/하거나 고장을 검출하도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

F16F 9/18 (2013.01)
F16F 9/3264 (2013.01)
G08B 25/10 (2013.01)
G08B 5/36 (2013.01)
A63G 2031/002 (2013.01)
F16F 2230/0047 (2013.01)

(30) 우선권주장

62/800,217 2019년02월01일 미국(US)
62/862,760 2019년06월18일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

산업용 기계들을 위한 충격 흡수기 시스템으로서,

본체 및 상기 본체에 이동 가능하게 연결된 힘 수용 부재를 가지는 충격 흡수기 - 상기 힘 수용 부재는 상기 본체의 제1 위치에서 상기 본체의 제2 위치로 이동하며, 상기 본체에 대한 상기 힘 수용 부재의 이동은, 상기 힘 수용 부재의 이동에 저항하는 방식으로 상기 충격 흡수기의 작동 유체의 이동을 야기하며, 상기 충격 흡수기는, 그 사이에 간극을 형성하기 위해 초기에 상기 힘 수용 부재로부터 떨어져 이격된(spaced-apart) 이동 가능한 부재가 상기 간극을 메우고 상기 힘 수용 부재와 접촉한 상태가 되어, 상기 힘 수용 부재를 상기 제1 위치에서 상기 제2 위치로 이동시킬 때, 에너지를 흡수하도록 설계되고 구성됨 -;

상기 작동 유체의 압력 및 상기 작동 유체의 온도 중 적어도 하나에 대응하는 센서 데이터를 생성하도록 구성된 제1 센서;

상기 본체에 대한 상기 힘 수용 부재의 위치를 센싱하도록 구성된 적어도 하나의 근접 센서;

상기 제1 센서 및 상기 적어도 하나의 근접 센서에 동작 가능하게 결합된 적어도 하나의 컴퓨팅 디바이스;

상기 적어도 하나의 컴퓨팅 디바이스에 동작 가능하게 결합된 통보 디바이스를 포함하고,

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 제1 센서 및 상기 근접 센서로부터의 센서 데이터가 미리 정의된 기준을 만족하는지를 결정하고, 상기 센서 데이터가 상기 미리 정의된 기준을 만족할 때, 상기 통보 디바이스로 하여금: 1) 상기 충격 흡수기의 고장; 2) 상기 충격 흡수기의 오작동; 및 3) 상기 충격 흡수기의 예측된 고장 중 적어도 하나를 나타내게 하도록 구성된, 충격 흡수기 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 충격 흡수기의 시간 스루 스트로크(time-through-stroke)를 산출하기 위해 상기 제1 센서로부터의 센서 데이터와 상기 근접 센서로부터의 센서 데이터를 조합하도록 구성되고,

상기 시간 스루 스트로크는, 이동가능 부재가 상기 힘 수용 부재와 접촉한 상태가 될 때 상기 힘 수용 부재가 상기 제1 위치로부터 상기 제2 위치로 이동하기 위해 요구되는 시간을 포함하는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 힘 수용 부재는 주기를 정의하기 위해 제1 위치로부터 제2 위치로 및 다시 상기 제1 위치로 이동하도록 구성되고;

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 제1 센서 및 상기 근접 센서 중 적어도 하나로부터의 데이터를 활용하여 미리 정의된 시간 간격 동안 발생한 주기의 수를 결정하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 충격 흡수기의 수명 동안 상기 주기의 수를 예상된 주기의 수와 비교하고 상기 결정된 주기의 수가 상기 충격 흡수기의 수명 동안 상기 예상된 주기의 수를 초과하는 경우, 또는 상기 충격 흡수기가 미리 정의된 주기의 수 내에 고장날 것으로 예측되는 경우, 상기 통보 디바이스에 신호를 생성하도록 구성

되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 6

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 센서는 압력 센서를 포함하고;

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 압력 센서로부터의 데이터에서 압력 피크를 식별하고 상기 압력 피크의 수에 기초하여 얼마나 많은 압력 주기가 발생했는지를 결정하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 7

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 충격 흡수기가 오작동하고 있는지를 결정하고/하거나 상기 충격 흡수기의 예측된 수명을 결정하기 위해 상이한 시간 및 미리 정의된 기준에서 측정된 센서 데이터를 활용하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 8

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 충격 흡수기 본체는 실린더를 포함하고 상기 힘 수용 부재는 상기 실린더에 이동 가능하게 연결되는 피스톤 로드(piston rod)를 포함하고, 상기 충격 흡수기는 상기 실린더의 외부에 외부 축압기를 더 포함하고, 상기 외부 축압기는 상기 피스톤 로드가 움직일 때 상기 실린더로부터 동작 유체를 수용하는 공동을 갖고;

상기 제1 센서는 상기 외부 축압기 내부의 동작 유체의 압력 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 9

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 센서는 센서 데이터를 상기 컴퓨팅 디바이스로 무선으로 송신하도록 구성된 무선 송신기를 포함하는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 10

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 센서는 상기 제1 센서와 연관된 고유 식별자를 가지며, 상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 고유 식별자 및 시간 스탬프를 활용하여 상기 제1 센서로부터의 데이터를 저장하도록 구성되고;

상기 컴퓨팅 디바이스는 시간에 따른 상기 데이터의 경향을 결정하기 위해 저장된 센서 데이터를 활용하도록 구성되며;

상기 컴퓨팅 디바이스는 상기 통보 디바이스로 하여금 시간에 따라 상기 저장된 센서 데이터의 적어도 하나의 경향에 관한 정보를 디스플레이하게 하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 11

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 통보 디바이스는 압력, 온도, 센서 이력(historical sensor) 데이터, 및 파생(derived) 데이터로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 동작 파라미터에 관한 정보를 디스플레이하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 12

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 센서는 상기 힘 수용 부재의 위치, 속도, 및 가속도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성되고;

상기 미리 정의된 기준은 위치, 속도, 및 가속도 중 적어도 하나에 대한 복수의 데이터 값들을 포함하는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 13

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항의 충격 흡수기 시스템을 포함하는 놀이 공원 놀이기구로서,
 상기 놀이 공원 놀이기구는 타워, 상기 타워에 의해 이동 가능하게 지지된 곤돌라, 상기 곤돌라가 하부 위치로의 상기 곤돌라의 자유 낙하를 야기하기 위해 해제되는 상부 위치로 상향으로 상기 곤돌라를 이동시키도록 구성된 전동 리프트, 및 상기 놀이 공원 놀이기구의 오퍼레이터 제어를 제공하도록 구성된 제어 유닛을 포함하되;
 상기 충격 흡수기의 힘 수용 부재는 상기 곤돌라가 에너지를 흡수하고 상기 곤돌라를 감속시키기 위해 상기 하부 위치에 도달함에 따라 상기 본체에 대해 이동하며;
 상기 통보 디바이스는 상기 놀이 공원 놀이기구의 제어 유닛에 위치되고, 이에 의해 상기 통보 디바이스는 상기 제어 유닛에 위치된 오퍼레이터에게 상기 충격 흡수기에 관한 정보를 제공하도록 구성되는, 놀이 공원 놀이기구.

청구항 14

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항의 충격 흡수기 시스템을 포함하는 고정식 기계로서,
 상기 고정식 기계는, 그 사이에 간극을 형성하기 위해 제1 위치에서 상기 힘 수용 부재로부터 초기에 떨어져 이격되고 분리되는(disconnected) 적어도 하나의 이동 기계 구성요소를 포함하고,
 상기 이동 기계 구성요소는, 상기 이동 기계 구성요소가 상기 제1 위치로부터 제2 위치로 이동함에 따라 상기 힘 수용 부재와의 접촉까지 이동하며,
 상기 이동 기계 구성요소는, 상기 기계의 동작 동안 상기 이동 기계 구성요소가 상기 힘 수용 부재와의 접촉까지 이동한 후에, 상기 충격 흡수기에 의해 감속되는, 고정식 기계.

청구항 15

제1항 및 제3항 내지 제5항 중 어느 한 항의 충격 흡수기 시스템으로서,
 상기 충격 흡수기의 적어도 하나의 특성에 대응하는 부가적인 측정된 데이터를 생성하도록 구성되는 적어도 하나의 부가적인 센서를 포함하되, 상기 적어도 하나의 특성은 상기 작동 유체의 진동, 가속도, 점도, 잡음, 사운드, 및 적외선으로 구성된 그룹으로부터 선택되며,
 상기 시스템은 상기 부가적인 측정된 데이터를 활용하여 고장, 예측된 수명 종료, 및 예측된 유지 보수 중 적어도 하나를 결정하도록 구성되는, 충격 흡수기 시스템.

청구항 16

산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법으로서,
 상기 산업용 충격 흡수기는, 표면 상에 지지된 베이스 및 상기 충격 흡수기에 대해 제1 위치와 제2 위치 사이에서 이동하는 이동가능 기계 부재를 갖는 산업용 기계에 장착되고, 상기 충격 흡수기는 본체 및 상기 본체에 이동 가능하게 연결된 힘 수용 부재를 포함하고, 이에 의해, 로드 아웃 위치로부터 로드 인 위치로의 본체에 대한 상기 힘 수용 부재의 이동이 동작 유체의 이동을 야기하여, 상기 동작 유체가 상기 힘 수용 부재의 이동에 저항하며,
 상기 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법은:
 주기적인 방식으로 상기 이동가능 기계 부재가 상기 힘 수용 부재를 향해 이동하고 그리고 상기 힘 수용 부재로부터 떠나게 하는 단계 - 이에 의해, 상기 이동가능 기계 부재는, 상기 이동가능 기계 부재와 상기 힘 수용 부재 사이에 간극을 형성하기 위해 상기 힘 수용 부재로부터 떠나 상기 제2 위치로 이동하고, 그리고 상기 이동가능 기계 부재는, 상기 이동가능 기계 부재가 상기 힘 수용 부재를 상기 로드 아웃 위치로부터 상기 로드 인 위치로 이동하게 하기 위해 상기 제1 위치에서 있을 때, 상기 이동가능 기계 부재가 상기 힘 수용 부재와 접촉한 상태가 되도록 상기 제2 위치로부터 상기 힘 수용 부재를 향해 이동함 -;

상기 산업용 충격 흡수기의 적어도 하나의 동작 파라미터를 측정함으로써 동작 파라미터 데이터를 생성하기 위해 적어도 하나의 센서를 활용하는 단계;

상기 동작 파라미터 데이터가 상기 산업용 충격 흡수기가 과도한 마모를 경험했거나, 고장났거나, 또는 고장날 것으로 예측됨을 나타내는지를 결정하기 위해, 미리 정의된 기준을 활용하여 상기 동작 파라미터 데이터를 평가하는 단계; 및

상기 미리 정의된 기준에 따라, 상기 산업용 충격 흡수기가 과도한 마모를 경험했거나, 고장났거나, 미리 정의된 시간 내에 고장이 발생할 것으로 예측되거나, 또는 미리 정의된 주기의 수 내에 고장이 발생할 것으로 예측될 때 경보를 생성하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 적어도 하나의 센서는 산업용 충격 흡수기의 작동 유체의 압력 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성되는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서에 의해 측정된 압력이 미리 정의된 값 미만이면 경보를 생성하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 19

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 적어도 하나의 센서에 의해 측정된 압력이 미리 정의된 경고 기준을 충족하는 경우 경고를 포함하는 경보를 생성하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 20

제16항 또는 제17항에 있어서,

시간에 따라 상기 적어도 하나의 센서에 의해 생성된 동작 파라미터 데이터를 저장하는 단계;

상기 충격 흡수기의 동작 상태가 시간이 따라 저하되었는지를 결정하기 위해 상기 동작 파라미터 데이터를 평가하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 21

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 산업용 충격 흡수기의 예측된 수명을 결정하기 위해 상기 데이터를 평가하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 22

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 적어도 하나의 센서는 상기 산업용 충격 흡수기의 외부 축압기의 작동 유체의 압력 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성되는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 23

제16항 또는 제17항에 있어서,

원격 지리적 위치에 있는 복수의 산업용 충격 흡수기로부터 모니터링 시설로 동작 파라미터 데이터를 전달하는 단계;

상기 복수의 산업용 충격 흡수기의 동작 상태를 동시에 모니터링하기 위해 상기 동작 파라미터 데이터를 활용하

는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

청구항 24

제16항 또는 제17항에 있어서,

적어도 1년 동안인 시간 기간에 걸쳐 복수의 횡수로 동작 파라미터 데이터를 저장하는 단계를 포함하는, 산업용 충격 흡수기를 모니터링하는 방법.

발명의 설명

배경 기술

[0001] 이동 객체를 감속시키기 위한 다양한 에너지 흡수 메커니즘(예컨대, 충격 흡수기)이 개발되었다. 그러나, 알려진 에너지 흡수 메커니즘은 다양한 단점을 겪을 수 있다.

발명의 내용

[0002] 본 발명은 일반적으로, 하나 이상의 센서를 활용하는 하나 이상의 충격 흡수기의 하나 이상의 동작 파라미터를 모니터링하도록 구성된 시스템에 관한 것이다. 시스템은 하나 이상의 충격 흡수기의 고장 및/또는 성능 저하 및/또는 과도한 마모를 예측하고/하거나 검출하도록 구성될 수 있다.

[0003] 본 발명의 하나의 양태는 충격 흡수기의 하나 이상의 동작 파라미터를 검출하고/하거나 모니터링하는 모니터링/감지 시스템을 가지는 충격 흡수기이다. 시스템은 충격 흡수기의 하나 이상의 동작 파라미터에 관한 정보를 오퍼레이터에게 제공하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한, 오퍼레이터 및/또는 원격 모니터링 시설에 알리기 위해 충격 흡수기의 오작동 및/또는 과도한 마모 및/또는 고장을 검출하고/하거나 예측하도록 구성될 수 있다.

[0004] 본 발명에 따른 충격 흡수기 및 모니터링 시스템은 충격 흡수기를 활용하는 사실상 임의의 기계 또는 디바이스와 함께 사용하기 위해 구성될 수 있다. 예는 제철소, 제재소, 선적장, 창고, 스택커 크레인, 자동화된 저장 및 검색 시스템 등을 포함한다. 또 다른 예에 따르면, 시스템은 선택적으로, 곤돌라와 같은 이동 구성요소를 느리게 하는 충격을 가지는 드롭 타워 놀이기구(drop tower ride)와 같은 디바이스와 관련하여 사용하기 위해 구성될 수 있다. 충격 흡수기는 선택적으로, 본체 및 본체에 이동 가능하게 연결되는 힘 수용 부재를 포함할 수 있다. 본체에 대한 힘 수용 부재의 이동은 충격 흡수기의 동작 유체(예컨대, 오일)의 압력을 변화시킨다. 그리고, 본체에 대한 힘 수용 부재의 이동은, 힘 수용 부재의 이동에 저항하는 방식으로 충격 흡수기의 동작 유체의 이동을 야기한다. 본체는 선택적으로, 제1 공동 또는 챔버를 가지는 실린더를 포함할 수 있으며, 힘 수용 부재는 선택적으로, 피스톤 로드(piston rod)를 포함할 수 있다. 충격 흡수기는 피스톤 로드에서 힘이 가해질 때 피스톤 로드가 움직임에 따라 실린더로부터 동작 유체를 수용하는 제2 공동 또는 챔버를 가지는 외부 축압기를 포함할 수 있다. 모니터링 시스템은 선택적으로, 충격 흡수기의 동작 파라미터를 측정하도록 구성되는 적어도 하나의 센서를 포함할 수 있다. 동작 파라미터는 압력, 온도, 피스톤 로드의 위치, 피스톤 로드의 속도, 또는 피스톤 로드의 가속도 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 특히, 센서는 제1 및/또는 제2 공동 및/또는 제1 및 제2 공동을 상호 연결하는 유체 통로에서 동작 유체의 압력 및/또는 온도를 측정하도록 구성될 수 있다. 센서, 또는 또 다른 센서는 피스톤 로드가 완전히 연장되고/되거나 완전히 수축될 때 신호를 생성하는 하나 이상의 근접 스위치를 포함할 수 있다. 이 데이터는 충격 흡수기가 설치된 이후에 겪은 이의 주기의 수를 결정하기 위해 활용될 수 있다. 각각의 센서는 측정되고 저장된 데이터가 특정(고유) 센서 및 충격 흡수기와 연관될 수 있도록 일련 번호 또는 다른 적합한 고유 식별자를 가지는 고유 센서를 포함할 수 있다. 데이터는 또한, 시간 스탬프 또는 다른 표시기를 가질 수 있고, 이에 의해 각각의 데이터 지점과 연관된 측정 시간이 저장될 수 있다. 그러나, 본 발명이 드롭 타워 놀이기구 또는 다른 오락 놀이기구로 제한되지 않는다는 것이 이해될 것이다.

[0005] 모니터링 시스템은 센서로부터 동작 파라미터 데이터를 수신하기 위해 하나 이상의 센서에 동작 가능하게 결합되는 적어도 하나의 적합한 프로세싱/컴퓨팅 디바이스를 활용하도록 구성된다. 적어도 하나의 통보 디바이스는 적어도 하나의 컴퓨팅 디바이스에 동작 가능하게 결합되도록 구성된다. 컴퓨팅 디바이스는 미리 정의된 기준에 따라 동작 파라미터 데이터를 평가하고, 통보 디바이스로 하여금 1) 충격 흡수기의 고장; 2) 충격 흡수기의 오작동; 또는 3) 충격 흡수기의 예측된 고장 중 적어도 하나를 나타내게 하도록 구성된다. 모니터링 시스템은 다양한 지리적 위치에 위치될 수 있는 복수의 충격 흡수기로부터 데이터를 수신하고 평가하도록 구성될 수 있다.

- [0006] 시스템은 충격 흡수기의 수명 종료를 예측하고/하거나 충격 흡수기에 동작 가능하게 연결되는 센서에 의해 관독된 마모 및/또는 고장 서명을 사용하여 프로파일링될 수 있는 특성의 저하에 기초하여 조기 고장 및/또는 과도한 마모를 검출하도록 구성될 수 있다. 시스템은 각각의 충격 흡수기 내부 또는 외부에서 수집된 센서 데이터를 활용하도록 구성될 수 있다. 각각의 센서는 선택적으로, 무선 센서를 포함할 수 있다. 각각의 센서는 선택적으로, 특정 충격 흡수기에 대한 것일 수 있는 고유 디지털 자산 번호(식별 번호 또는 코드)를 가질 수 있다. 각각의 센서는 선택적으로, 피스톤 로드 위치(예컨대, 로드 아웃 및/또는 로드 인), 압력, 온도, 진동 및/또는 다른 동작 파라미터에 대한 데이터를 수집함으로써 충격 흡수기의 특성의 라이브 모니터링을 수행할 수 있다. 신호(데이터)는 선택적으로, 와이파이, 블루투스, MQTT, LORA, NuBit, 이더넷, Paho 등과 같은 적합한 통신 프로토콜을 활용하여 하나 이상의 지상 제어 유닛에 전달될 수 있다. 시스템은 선택적으로, 진동, 사운드, 점도 등과 같은 다양한 다른 동작 파라미터를 모니터링하도록 구성되는 하나 이상의 부가적인 센서를 포함할 수 있다.
- [0007] 시스템은 선택적으로, 충격 흡수기에 대한 각각의 주기/충격 동안 피스톤 로드 연장 상태 및/또는 압력으로부터 산출된 정보에 기초하여 충격 흡수기가 설치된 이후(또는 다른 선택된 시간에) 각각의 충격 흡수기가 경험한 주기의 수에 관한 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 도 7a 내지 도 7d와 관련하여 하기에 더 상세히 논의된 바와 같이, 시스템은 각각의 주기에 대한 시간 스루 스트로크(time-through-stroke)를 산출하기 위해 하나 이상의 근접 스위치(들) 및/또는 압력 신호(예컨대, 압력 데이터)로부터의 데이터를 활용하도록 구성될 수 있다. 시스템은 선택적으로, 1) 주기의 수; 2) 시간 스루 스트로크; 3) 주기의 특성; 및/또는 4) 충격 흡수기 내에서 선택적으로 측정될 수 있는 충격 흡수기의 동작 온도 중 하나 이상에 적어도 부분적으로 기초하여, 충격 흡수기의 수명 종료를 계산하도록 구성될 수 있다.
- [0008] 시스템은 선택적으로, 하나 이상의 지상 제어 유닛 또는 각각의 고유 센서로부터의 신호(데이터)를 프로세싱하도록 구성되는 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스를 가지는 다른 적합한 장치를 포함할 수 있다. 이 프로세싱은 시간 기간에 걸쳐 다양한 산출을 지속적으로 또는 주기적으로 업데이트하는 것을 수반할 수 있거나, 부가적인 센서 데이터가 이용 가능하게 한다. 프로세싱은 선택적으로, 에지 컴퓨팅 또는 다른 적합한 장치를 활용할 수 있다. 시스템은 선택적으로, 가장 최근의 측정된 값(측정된 데이터)을 이력 데이터(이전에 측정된 데이터)와 비교하도록 구성될 수 있다. 시스템은 선택적으로, 수집된 센서 관독치(측정된 데이터)에 기초하여 발생했거나 발생할 것으로 예측되는 고장 또는 과도한 마모 유형을 프로파일링(즉, 결정)하고 값(측정된 데이터)을 조정하는 알고리즘을 활용하도록 구성될 수 있다. 검출되거나 발생할 것으로 예측되는 고장 프로파일에 기초하여, 통보는 수행될 필요가 있을 수 있는 임의의 동작에 대한 경보를 제공하기 위해 지상 제어 유닛 및/또는 중앙 시설의 오퍼레이터로 전송될 수 있다. 지상 제어 유닛은 선택적으로, 지상 제어 유닛(들)에서 오퍼레이터에게 대시보드 뷰를 제공하기 위해 하나 이상의 선택된 충격 흡수기의 성능 특성의 라이브 중계를 제공할 수 있다. 시스템은 또한, 하나 이상의 센서 내에서 배터리의 배터리 상태(예컨대, 충전 레벨)에 관한 정보를 제공하고/하거나 배터리 교체 시기를 오퍼레이터에게 통보하도록 구성될 수 있다.
- [0009] 시스템은 선택적으로, 엔지니어 또는 다른 직원에 의한 교정을 위한 성능 값을 제공하도록 구성될 수 있어서 플랫폼 알고리즘이 특정 고장 검출을 제공하기 위해 재사용되고/되거나 수정될 수 있게 한다. 예를 들면, 시스템 경고에 대한 압력 값은 특정 응용 분야에 대해 조정될 수 있다. 이 조정은 동일하거나 유사한 응용 분야에 대한 이력 고장 데이터에 적어도 부분적으로 기초할 수 있다. 시스템은 FOTA(Flash Over the Air) 프로토콜을 활용하여 지상국 소프트웨어에 플랫폼(소프트웨어) 업데이트를 제공하도록 구성될 수 있다. 각각의 디지털 자산으로부터의 수집된 데이터세트는 클라우드/서버 공간에 업로드될 수 있으며, 사용자는 생성 일로부터 충격 흡수기의 특성 값을 비교하기 위해 저장된 데이터를 활용할 수 있다.
- [0010] 컴퓨팅 디바이스는 압력 및/또는 온도와 같은 측정된 파라미터의 저하에 적어도 부분적으로 기초하여 고장을 검출하고/하거나 예측하도록 구성(예컨대, 프로그래밍)될 수 있다. 센서는 고유 식별자(예컨대, 일련 번호)를 가질 수 있으며, 컴퓨팅 디바이스는 시간이 따라 특정한 센서 및 충격 흡수기에 대한 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 시스템은 특정 충격 흡수기와 연관된 복수의 센서를 포함할 수 있으며, 상이한 지리적 위치에 있는 복수의 충격 흡수기는 하나 이상의 모니터링/평가 시설과 통신하도록 구성될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(또는 디바이스들)는 피스톤 로드의 압력, 온도, 및 가속도와 같은 동작 파라미터 데이터를 수집함으로써 하나 이상의 충격 흡수기의 동작 특성의 실시간("라이브") 모니터링을 수행하도록 구성될 수 있다. 이 데이터는 게이트웨이 모듈에 무선으로 전달되고, 그 다음 와이파이, 블루투스, MQTT, LORA, NuBit, 이더넷, Paho 등과 같은 무선 통신 프로토콜을 사용하여 지상 제어 에지 또는 클라우드 유닛에 전달될 수 있다. 부가적인 센서는 진동(가속), 작동 유체의 점도, 잡음(사운드), 적외선 등과 같은 충격 흡수기의 다양한 특성을 모니터링하기 위해 활용될 수 있고, 부가적인 센서로부터의 데이터는 또한, 미리 정의된 고장 기준 및/또는 고장 예측 기준에 대해 측정된 것

을 비교함으로써 충격 고장을 검출하고/하거나 예측하기 위해 활용될 수 있다.

[0011] 시설은 지상 제어 유닛과 같은 제어 스테이션을 포함할 수 있으며, 컴퓨팅 바이스는 지상 제어 유닛의 일부를 포함할 수 있다. 지상 제어 유닛은 시간 기간에 걸쳐(예컨대, 예지 컴퓨팅을 사용함으로써) 각각의 고유한 디지털 자산(센서)로부터의 신호를 프로세싱할 수 있으며, 계산된 값은 미리 정의된 예상된 값 또는 값의 범위와 비교될 수 있다. 지상 제어 유닛(또는 중앙 모니터링/평가 시설)의 컴퓨팅 디바이스는 계산된 값을 조정하고 수집된 센서 관독치에 기초하여 고장 유형을 프로파일링하도록 구성될 수 있다. 고장 프로파일에 의존하여, 지상 제어 유닛의 오퍼레이터로(예컨대, 지상 제어 유닛의 통보 노드로) 그리고/또는 외부 디바이스 또는 위치로 통보가 전송될 수 있다. 예를 들면, 통보는 놀이기구의 지상국의 통보 디바이스/노드 또는 다른 기계 또는 디바이스로, 및 놀이기구의 동작을 모니터링하고/하거나 평가하는 원격 시설 둘 모두로 전송될 수 있다. 지상 제어 유닛의 컴퓨팅 디바이스는 또한, 원격 스테이션 또는 디바이스에 동작 가능하게 연결될 수 있으며, 한명 이상의 원격 오퍼레이터에 의한 모니터링을 수행하기 위해 대시보드 뷰(예컨대, 디스플레이 화면)에 하나 이상의 선택된 충격 흡수기의 특성의 라이브 중계를 수행할 수 있다. 각각의 디지털 자산(예컨대, 센서)로부터 수집되는 데이터 세트는 클라우드/서비스 기반으로 구성될 수 있으며, 사용자는 시간에 따라 각각의 충격 흡수기의 특성을 다른 충격 흡수기 및/또는 각각의 충격 흡수기의 특성과 비교할 수 있다.

[0012] 시스템은 선택적으로, 결함 또는 고장을 즉시 검출하고, 결함 및/또는 고장을 놀이기구 또는 다른 기계 또는 디바이스의 오퍼레이터에게 전달하도록 구성될 수 있다. 시스템은 선택적으로, 이메일, 전화 메시지(SMS) 등을 활용하여 스마트폰, 스마트워치 등에 즉시 통보하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한 선택적으로, 하나 이상의 충격 흡수기(예컨대, 알고리즘의 사용에 의한)의 센서(센서들)로부터의 데이터를 평가함으로써 고장이 발생하기 전에 고장을 예측하도록 구성될 수 있다. 동작 파라미터(센서 데이터)의 이력은 하나 이상의 충격 흡수기의 성능 저하를 검출하기 위해 활용될 수 있다(예컨대, 하나 이상의 알고리즘을 사용한다). 지상 제어 유닛의 컴퓨팅 디바이스 또는 디바이스들의 소프트웨어 및/또는 시스템의 다른 구성요소가 업데이트될 필요가 있는 경우, 소프트웨어 업데이트는 FOTA(Flash Over the Air) 프로토콜을 사용하여 클라우드로부터 플래싱(flashing)될 수 있다.

[0013] 시스템은 센서 신호와 함께 작동하도록 설계된 패턴 인식 알고리즘을 활용하여 고장이 발생하기 전에 이를 예측하도록 구성될 수 있다. 이 시스템은 센서 내의 배터리 상태에 관한 정보를 제공하고 매 배터리 교체 시기를 오퍼레이터에게 통보하도록 구성될 수 있다.

[0014] 시스템은 선택적으로, 고장 서명으로서 활용되는 미리 로드된 특성 곡선을 활용하도록 구성될 수 있는 예지 컴퓨팅 프로세서를 포함할 수 있다. 예지 컴퓨터는 센서로부터의 원시 데이터를 활용하여 피크 신호를 비교하고 특성 곡선을 활용하여 원시 데이터의 패턴 분석을 수행하여 패턴을 식별하고 고장을 예측하도록 구성될 수 있다. 시스템은 내부 압력 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 충격 흡수기의 활성화 주기를 측정하는 카운터를 제공하도록 구성될 수 있다. 시스템은 2개의 근접 스위치(로드 아웃 및 로드 인)로부터의 데이터를 사용하여 시간 스루 스트로크를 산출하도록 구성될 수 있다. 시스템은 도 6a 내지 도 6d와 관련하여 하기에 더 상세히 논의된 접근법 중 하나 이상을 활용하여 시간 스루 스트로크를 산출하기 위해 근접 스위치 및 압력 신호로부터의 데이터를 조합/활용하도록 구성될 수 있다. 시스템은 주기의 수 및/또는 하나 이상의 동작 조건에 적어도 부분적으로 기초하여, 충격 흡수기의 수명 종료를 예측하도록 구성될 수 있다. 시스템은 수명 종료 예측 모델에 사용될 충격 흡수기의 건강 상태(state of health)를 검출하기 위해 시간 스루 스트로크 파라미터를 사용하도록 구성될 수 있다. 스마트 해결책은 알고리즘을 사용하여 충격 흡수기 성능 저하를 검출하고/하거나 예측하기 위해 활용될 수 있는 일부 또는 모든 동작 파라미터의 이력을 기록하도록 구성될 수 있다.

[0015] 시스템은 가동 시간을 최대화하고 비용을 최소화하기 위해 제조 환경에서 최적의 예방적 유지 보수를 허용하기 위해 정상적인 충격 흡수기 수명 종료를 예측하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한, 정상보다 일찍 고장을 예측하고 장비에 대한 손상을 방지하기 위한 선제적 조치를 허용하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한, 2개의 근접 스위치(예컨대, 하나는 로드 아웃을 위한 것이고 하나는 로드 인을 위한 것임)를 사용하여 시간 스루 스트로크를 직접적으로 측정하도록 구성할 수 있다. 시스템은 또한, 시간 스루 스트로크를 산출(결정)하기 위해 로드 근접 스위치 상태를 측정된 압력 데이터와 조합하도록 구성될 수 있다. 시스템은 또한, 압력 신호만으로 시간 스루 스트로크를 산출하도록 구성될 수 있다. 시간 스루 스트로크는 충격 흡수기 수명 종료를 예측하기 위해 사용될 수 있다. 시스템은 발생하는 고장을 검출하고 즉시 그들을 전달하도록 구성될 수 있고, 따라서 그들은 또 다른 손상을 방지하도록 해결될 수 있다.

[0016] 본 발명의 시스템은 하나 이상의 이동 객체를 감속시키기 위해 하나 이상의 충격 흡수기를 활용하는 사실상 임

의의 유형의 기계 또는 장비와 관련하여 활용될 수 있다.

[0017] 본 발명의 이 및 다른 특징, 장점, 및 목적은 하기의 명세서, 청구항, 및 첨부된 도면에 대한 참조에 의해 당업자에 의해 더 이해되고 인식될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도면에서:

도 1은 본 발명의 또 다른 양태에 따른 하나 이상의 충격 흡수기를 포함하는 생산 기계를 도시하는 개략도;

도 2는 본 발명의 하나의 양태에 따른 충격 흡수기 및 모니터링 시스템을 포함하는 드롭 놀이기구(drop ride)의 개략도;

도 3은 본 발명의 또 다른 양태에 따른 충격 흡수기 및 센서의 등각도;

도 4는 본 발명의 또 다른 양태에 따른 충격 흡수기 및 센서, 컴퓨팅 디바이스, 및 통보 노드 또는 디바이스를 도시하는 개략도;

도 4a는 통보 디스플레이의 도면;

도 5는 본 발명의 하나의 양태에 따른 시스템의 동작을 도시하는 흐름도;

도 6은 본 발명의 하나의 양태에 따른 충격 흡수기 고장 검출 및 예측을 도시하는 흐름도;

도 7은 본 발명의 또 다른 양태에 따른 충격 흡수기 고장 검출 및/또는 예측을 도시하는 흐름도; 및

도 7a 내지 도 7d는 시간 스루 스트로크 결정을 도시하는 개략적인 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 명세서에서의 설명의 목적을 위해, 용어 "상부", "하부", "우측", "좌측", "후면", "정면", "수직", "수평", 및 이의 파생어는 도 2에서 지향된 바와 같이, 본 발명에 관련된 것이다. 그러나, 분명하게 달리 명시되는 경우를 제외하고, 본 발명이 다양한 대안적인 방향 및 단계 시퀀스를 가정할 수 있음을 이해해야 한다. 또한, 첨부된 도면에 도시되고, 다음 명세서에서 설명되는 특정 디바이스 및 프로세스가 첨부된 청구항에 정의된 본 발명의 개념의 단순한 예시적인 실시형태라는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시형태와 관련된 특정 치수 및 다른 물리적 특성은 청구항이 분명하게 달리 언급하지 않는 한, 제한적인 것으로 간주되어서는 안 된다.

[0020] 본 발명은 일반적으로, 이동 객체를 감속시키기 위해 활용될 수 있는 산업용 충격 흡수기에 관한 것이다. 산업용 충격 흡수기는 제철소, 제재소, 선적장, 창고, 스테커 공간, 자동화된 보관 및 회수 시스템, 생산 기계 등과 같은 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 1을 참조하면, 생산 시스템(110) 또는 다른 산업용 시스템은 하나 이상의 충격(120A, 120B) 등에 의해 감속되는 하나 이상의 이동 구성요소(118A, 118B) 등을 포함하는 기계(112)를 포함할 수 있다. 도 1의 도시된 예에서, 기계(112)는 원료(114)를 완제품(116)으로 변환한다. 그러나, 본 발명이 임의의 특정 유형의 기계 또는 응용 분야로 제한되지 않음이 이해될 것이다. 충격(120A 및 120B)은 충격 흡수기(10) 및 하기에 더 상세히 설명된 연관된 모니터링 시스템과 실질적으로 유사할 수 있다. 특히, 충격(120A 및 120B)은 수명 종료를 예측하고/하거나 고장 및/또는 과도한 마모를 검출하기 위해 활용되는 센서를 포함할 수 있다. 충격(120A 및 120B)은 또한, 충격(120A 및 120B)을 모니터링하기 위해 활용될 수 있는 하나 이상의 원격 디바이스 또는 스테이션(16)에 동작 가능하게 연결될 수 있다. 도 2와 관련하여 하기에 더 상세히 또한 논의된 바와 같이, 스테이션(16)은 충격(120A 및/또는 120B)의 하나 이상의 센서(12)에 동작 가능하게 연결되는 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(14)를 포함할 수 있다. 센서(12) 및 컴퓨팅 디바이스(14)는 무선 신호(18) 또는 다른 적합한 수단(예컨대, 하드 라인/와이어 등)을 통해 전달할 수 있다. 스테이션(16)은 또한, 네트워크/클라우드(20) 및/또는 셀룰러 시스템(24)을 통해 하나 이상의 스마트 폰 또는 다른 원격 디바이스(22)와 통신하도록 구성될 수 있다.

[0021] 이러한 충격 흡수기의 또 다른 응용 분야는 감속되어야 하는 이동 구성요소를 포함하는 유형의 놀이 공원 놀이기구와 관련된다. 이 유형의 놀이 공원 놀이기구의 일례는 일반적으로, 드롭 타워로서 알려져 있다. 드롭 타워 놀이기구와 같은 놀이 공원 놀이기구는 전형적으로, 대형 타워, 대형 타워 꼭대기까지 들어올려지는 곤돌라, 곤돌라를 이동시키도록 구성된 전동 리프트, 놀이 공원 놀이기구의 오퍼레이터 제어를 제공하도록 구성된 제어 유

닛을 포함한다. 전동 리프트는, 하부 위치로 곤돌라의 자유 낙하를 야기하기 위해, 곤돌라가 해제되는 상부 위치로 상향으로 곤돌라를 이동시킨다. 곤돌라는 그 다음, 해제되어 타워 아래로 자유 낙하한다. 곤돌라가 놀이기구의 바닥에 접근할 때 이의 속도를 늦추기 위해 다양한 유형의 브레이크 및 다른 에너지 흡수 디바이스가 개발되었다.

[0022] 도 2를 참조하면, 디바이스(1)는 이동 가능한 부재(3)가 이동 위치(3A)의 단부에 접근함에 따라 이동 가능한 부재(3)를 감속시키기 위해 충격 흡수기(3)와 맞물리는 이동 가능한 부재(3)를 포함할 수 있다. 디바이스(1)는 타워(2)와 같은 가이드 구조를 포함할 수 있고, 이동 가능한 부재(3)는 곤돌라(3)를 포함할 수 있다. 사용 시에, 알려진 유형(도시되지 않음)의 동력 메커니즘은 이동 가능한 부재(3)를 하부 또는 지면 위치(3A)로부터 화살표 "A" 방향으로 상승된 위치(3B)로 상승시킨다. 이동 가능한 부재(3)는 그 다음 해제되고, 이동 가능한 부재(3)는 하부 위치(3A)로 하향 이동한다. 디바이스(1)는 이동 부재를 감속시키도록 구성되는 충격 흡수기(10)를 포함하는 사실상 임의의 유형의 디바이스를 포함할 수 있다.

[0023] 이동 가능한 부재(3)가 하부 위치(3A)에 접근함에 따라, 이동 가능한 부재(3)의 충격 맞물림 구조(6)가 지면(4) 근처에 위치된 충격 흡수기(10)와 맞물리고 그에 의해, 이동 가능한 부재(3)를 감속시킨다. 충격 흡수기(10)는 타워 구조(2)에 고정될 수 있다. 대안적으로, 충격 흡수기(10)는 이동 구성요소(예컨대, 이동 가능한 부재(3))에 장착될 수 있으며, 본 발명은 임의의 특정 장치 또는 구성으로 제한되지 않는다.

[0024] 장치(1)는 충격 흡수기(10)의 하나 이상의 센서(12)에 동작 가능하게 연결되는 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(14)를 가지는 지상국(16)을 포함할 수 있다. 센서(12) 및 컴퓨팅 디바이스(14)는 무선 송신기 및/또는 수신기를 포함할 수 있고 그에 의해 무선 신호(18)를 통해 통신한다. 무선 신호(18)는 와이파이 신호, 블루투스 신호 등을 포함할 수 있다. 센서(12)가 종래의 전도성 라인 등을 활용하여 컴퓨팅 디바이스(14)에 연결될 수 있음이 이해될 것이다. 컴퓨팅 디바이스(14)는 또한, 네트워크 또는 클라우드(20) 및/또는 셀 타워(24) 또는 다른 적합한 통신 디바이스를 통해 하나 이상의 원격 디바이스(22)와 통신하도록 구성될 수 있다. 원격 디바이스(22)는 스마트폰, 컴퓨터 등을 포함할 수 있다. 예를 들면, 원격 디바이스(22)는 충격 흡수기(10) 및/또는 디바이스(1)의 동작을 모니터링하기 위해 원격 직원에 의해 활용되는 스마트폰을 포함할 수 있다. 원격 디바이스(22)는 또한, 모니터링 시설에서 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 원격 디바이스(22)는 중앙집중식 위치에서 활용되어 복수의 디바이스(1)에서 복수의 충격 흡수기(10)를 모니터링할 수 있다. 이 방식으로, 중앙집중식 모니터링 시설은 하나 이상의 지리적 위치에서 많은 디바이스(1)를 동시에 모니터링하기 위해 활용될 수 있다. 지상국(16)의 컴퓨팅 디바이스(14)가 물리적으로, 지상국(16)의 물리적 구조의 외부에 위치되거나, 이로부터 멀리 떨어져 위치될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 또한, 컴퓨팅 디바이스(14)는 상호 연결되는 복수의 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "컴퓨팅 디바이스"는 평가 및/또는 모니터링을 수행하는 임의의 구성에서 사실상 임의의 수의 디바이스를 포함할 수 있다.

[0025] 도 3을 더 참조하면, 충격 흡수기(10)는 실린더 형태의 본체(26) 및 피스톤 로드(28)와 같은 힘 수용 부재를 포함한다. 충격 흡수기(10)는 피팅(36)을 포함하는 유체 통로를 통해 실린더(26)의 메인 챔버(34)에 유동적으로 연결되는 내부 챔버(32)를 가지는 외부 축압기(30)를 포함할 수 있다. 센서(12)는 센서(12)가 피팅(fitting)(36)을 통과하는 작동 유체(예컨대, 오일)의 압력 및/또는 온도를 측정하도록 피팅(36)에 연결될 수 있다. 따라서, 센서(12)는 외부 축압기(30)의 챔버(32)에서 유체의 압력 및/또는 온도를 측정하도록 구성될 수 있다. 그러나, 센서(12)는 실린더(26)의 챔버(34)에서 작동 유체의 압력 및/또는 온도를 측정하도록 구성될 수 있다. 시스템이 챔버(32 및/또는 34) 및/또는 계량 통로(metering passageway)(42) 및/또는 임의의 다른 적합한 위치에서 작동 유체의 압력 및/또는 온도 중 하나 이상을 측정하기 위한 복수의 센서를 포함할 수 있음이 이해될 것이다. 충격 흡수기(10)는 충격 흡수기(10)를 타워 구조(2) 등에 장착하는 것을 제공하기 위해 브래킷(27) 또는 다른 적합한 장착 구조를 포함할 수 있다. 센서(12)는 바람직하게, 지상국(16)의 컴퓨팅 디바이스(14)와 같은 하나 이상의 디바이스와의 무선 통신을 제공하기 위해 안테나(13)를 포함한다(도 2).

[0026] 사용 시에, 피스톤 로드(28)의 외부 단부(38)에 힘("F")이 가해지면, 피스톤 로드(28)는 선형으로 이동하고, 피스톤 로드(28)의 피스톤(40)(내부 단부)은 실린더(26)의 메인 챔버(34)에서 작동 유체의 압력의 증가를 야기한다. 피스톤(40)에 대한 피스톤 로드(28)의 이동은, 피스톤 로드(28)의 이동에 저항하는 방식으로 충격 흡수기의 동작 유체의 이동을 야기한다. 계량 통로(42) 및 피팅(36)은 외부 축압기(30)의 메인 챔버(34) 및 내부 챔버(32)를 유동적으로 상호 연결한다. 계량 통로(42)는 메인 챔버(34)로부터 외부 축압기(30)의 내부 챔버(32)로의 작동 유체의 흐름을 당업계에 일반적으로 알려지는 방식으로 제어한다. 계량 통로(42)가 개략적으로 도시되어 있음이 이해될 것이다. 계량 통로는 실린더(26)(외부 튜브) 내부에 배치된 내부 튜브(도시되지 않음)를 포함할 수 있고 내부 튜브는 오리피스(orifice)(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 다양한 오리피스(계량) 구성이 알려

져 있으며, 본 발명은 임의의 특정 오리피스/계량 구성으로 제한되지 않는다.

[0027] 센서(12)는 바람직하게, 외부 축압기(30)의 내부 챔버(34)와 유체 연통하도록 배치되고 그에 의해 충격 흡수기(10)의 하나 이상의 동작 파라미터를 측정한다. 동작 파라미터는 외부 축압기(30)에서 작동 유체의 압력 및 온도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나, 상기 논의된 바와 같이, 센서(12)가 대안적으로, 계량 통로(42) 또는 메인 챔버(34)에서 작동 유체의 압력 및/또는 온도를 측정하도록 구성될 수 있음이 이해될 것이다.

[0028] 무선 센서(44)는 선택적으로, 피스톤 로드(28)의 가속과 같은 충격 흡수기(10)의 동작 파라미터를 측정하기 위해 활용될 수 있다. 센서(44)는 센서(44)의 이동에 따라 충전되는 배터리를 포함하는 자가 충전 센서를 포함할 수 있다. 센서(46)는 선택적으로, 충격 흡수기(10)의 동작 파라미터를 검출하기 위해 활용될 수 있다. 센서(46)는 피스톤 로드(28)가 완전히 연장된 위치에 있을 때 실린더(26) 내부의 로드 단부(40)의 존재를 검출하도록 구성될 수 있는 무선 근접 스위치 또는 센서를 포함할 수 있고 그에 의해 "로드 아웃" 신호를 생성한다. 이 방식으로 구성될 때, 근접 센서(46)는 스위치 기능(제한 스위치)을 제공한다. 하나 이상의 센서(46A)(예컨대, 근접 스위치)는 또한, 충격 흡수기(10)의 동작 파라미터를 검출하기 위해 활용될 수 있다. 센서(들)(46A)는 피스톤 로드(28)가 완전히 수축된(압축된) 위치에 있을 때를 검출하는 근접 스위치를 포함할 수 있다. 따라서, 시스템은 피스톤 로드(28)의 완전히 연장되고/되거나("로드 아웃") 완전히 수축/압축된("로드 인") 위치를 포함하는 동작 파라미터를 검출하도록 구성될 수 있다. 근접 스위치 또는 센서(46)는 로드 단부(40)가 검출될 때(예컨대, 피스톤 로드(28)가 완전히 연장되거나 완전히 압축될 때) 무선 신호를 컴퓨팅 디바이스(14)로 전송하도록 구성될 수 있다. 근접 센서(46)는 충격(10)이 경험한(예컨대, 디바이스(1)에 설치된 이후) 주기의 수 및/또는 다른 동작 파라미터(예컨대, 시간 스루 스트로크)를 결정하기 위해 활용될 수 있다. 센서(46A)는 충격(10)의 주기의 수 및/또는 시간 스루 스트로크를 결정하기 위해 또한 활용될 수 있는 "로드 인" 신호를 생성하기 위해 활용될 수 있다. 대안적으로, 센서(46)는 실린더(26)에 대한 피스톤 로드(28)의 위치를 검출(측정)하도록 구성되는 위치 센서를 포함할 수 있다. 위치 데이터는 연속적으로 또는 매우 작은 시간 간격(예컨대, 0.01초, 0.005초, 0.0001초 등)으로 측정될 수 있고, 위치 및 시간 데이터는 시간에 대한 위치의 도함수를 수치적으로 산출함으로써 충격(10)의 각각의 주기 동안 피스톤 로드(28)의 속도를 결정하기 위해 활용될 수 있다. 피스톤 로드(28)의 가속도는 또한, 시간에 대한 위치의 2차 도함수를 취함으로써(산출함으로써) 결정될 수 있다. 도 7과 관련하여 하기에 더 상세히 논의된 바와 같이, 센서(12) 및/또는 센서(46)로부터의 데이터는 충격(10)의 예측된 수명을 결정하고/하거나 미리 정의된 고장 기준에 따라 충격(10)이 고장났는지를 결정하기 위해 활용될 수 있다. 센서(46)가 가속을 결정하도록 구성되는 경우 및/또는 수명 주기 예측 및/또는 고장 기준 결정이 가속을 요구하지 않는 경우 가속 센서(44)가 반드시 요구되지 않는다. 충격(10)이 센서(12 및 46) 둘 모두, 특정한 응용 분야를 위해 요구된 바와 같이 센서(12)만 또는 센서(46)만 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 또한, 센서(12, 46 등)의 위치, 유형, 및 수는 특정한 응용 분야를 위해 필요에 따라 달라질 수 있으며, 본 발명은 임의의 특정 수의 센서 또는 유형의 센서로 제한되지 않는다. 일반적으로, 동작 파라미터 및/또는 주기의 수와 관련된 데이터를 제공할 수 있는 임의의 센서가 활용될 수 있다.

[0029] 도 4를 더 참조하면, 충격 흡수기(10)의 센서(12 및 46)는 무선 신호(18 및 18A)를 활용하여 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(14)와 통신하도록 구성된다. 사실상 임의의 통신 수단(예컨대, 하드 라인)이 또한 활용될 수 있음이 이해될 것이다. 센서(12 및/또는 46)로부터의 무선 신호는 와이파이, MQTT, 블루투스, LORA, NuBit, eSIM, GSM, 이더넷, Paho 또는 다른 적합한 무선 기술을 사용하도록 구성되는 무선 수신기 노드(19)를 통해 전달될 수 있다. 무선 수신기 노드(19)는 컴퓨팅 디바이스(14)에 의해 수신되는 무선 신호(18B)를 생성한다. 컴퓨팅 디바이스(14)는 사실상 임의의 적합한 컴퓨팅 디바이스 또는 디바이스들을 포함할 수 있으며, 충격 흡수기(10)의 센서(12 및/또는 46)로부터의 데이터를 프로세싱하도록 프로그래밍될 수 있다. 특정한 응용 분야를 위해 필요하다면, 단지 센서(12)로부터의 데이터 또는 단지 센서(46)로부터의 데이터가 활용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 컴퓨팅 디바이스(14)는 센서(12 및/또는 46)를 가지는 복수의 충격 흡수기(10)로부터 데이터를 수신하도록 구성될 수 있고, 컴퓨팅 디바이스(14)는 다수의 센서(12 및/또는 46)로부터의 데이터를 프로세싱하도록 구성될 수 있다. 각각의 센서(12 및/또는 46)는 고유한 식별자(예컨대, 일련 번호)를 가질 수 있으며, 시간에 따른 각각의 센서(12 및/또는 46)로부터의 데이터는 프로세싱 및 평가를 위해 저장되고 검색될 수 있다.

[0030] 컴퓨팅 디바이스(14)는 바람직하게, 신호(18B)를 통해 선택적으로 지상국(16)(도 2)에 위치될 수 있는 디스플레이 화면(15)(도 4)과 같은 통보 디바이스로 무선으로 송신될 수 있는 통보를 생성하도록 구성된다. 통보 디바이스는 대안적으로, 지상국(16)으로부터 떨어진 곳에 위치되는 스마트폰(22) 또는 다른 디바이스를 포함할 수 있다. 시스템이 다양한 위치에 배치된 복수의 화면 및/또는 다른 적합한 통보 디바이스를 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다.

통보 디바이스(15)는 압력, 온도, 센서 이력(historical sensor) 데이터, 및 파생(derived) 데이터로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 동작 파라미터에 관한 정보를 디스플레이하도록 구성될 수 있다.

[0031] 도 4를 참조하면, 디스플레이(15)는 센서(12)로부터의 압력 데이터를 디스플레이하는 제1 부분(48), 및 센서(12)로부터의 온도 데이터를 디스플레이하는 제2 부분(50)을 포함할 수 있다. 압력 및/또는 온도 데이터는 그래픽 형태 및/또는 수치적으로, 및/또는 임의의 다른 적합한 방식으로 디스플레이될 수 있다. 예를 들면, 압력 센서 디스플레이는 현재 압력 관독치를 보여주는 실시간 디스플레이(48A), 및 시간에 따른 압력을 디스플레이하는 차트 또는 그래프(48B)를 포함할 수 있다. 유사하게, 온도 디스플레이는 현재 온도(50A) 및 시간(50B)에 따른 온도를 디스플레이할 수 있다. 압력 및/또는 온도 디스플레이는 지속적으로 빠르게 업데이트될 수 있다.

[0032] 통보 디바이스(15)는 충격 흡수기(10)가 경험한 압력 피크(54)의 수를 디스플레이하는 압력 주기 디스플레이(52)를 포함할 수 있다. 압력 주기 디스플레이(52)는 압력 센서(12)로부터의 압력 데이터를 활용하여 제공될 수 있다. 도 4에 도시된 숫자 "241"이 충격 흡수기(10)가 동작 중에 경험할 수 있는 주기의 수의 일례일 뿐이며, 충격 흡수기(10)의 수명에 걸쳐 그 수가 증가할 것임이 이해될 것이다. 통보 디바이스(15)는 또한, 근접 센서(46)에 의해 측정된 주기(58)의 수를 디스플레이하는 로드 위치 주기 카운터 디스플레이(56)를 포함할 수 있다. 도 6과 관련하여 하기에 더 상세하게 논의된 바와 같이, 시스템은 센서(12) 및/또는 센서(46)로부터의 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여 시스템에 동작 가능하게 연결되는 하나 이상의 충격(10)의 고장을 검출하고/하거나 예측하도록 구성될 수 있다.

[0033] 도 4a를 더 참조하면, 통보 디바이스(15A)는 디바이스(15)와 유사하고, 배터리 디스플레이/통보 피쳐(55)를 더 포함한다. 디스플레이 피쳐(55)는 센서(12, 44, 46), 및/또는 시스템의 다른 전기 디바이스 중 하나 이상에 전력을 제공하기 위해 활용된 하나 이상의 배터리의 배터리 전압 레벨을 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 하나의 양태에 따른 압력 기반 모니터링 진단 프로세스(60)가 도 5에 도시된다. 센서(12)로부터의 압력 데이터(단계(62))는 컴퓨팅 디바이스(14)에 제공될 수 있다(단계(64)). 단계(66)에서, 컴퓨팅 디바이스(14)는 측정된 센서 데이터가 미리 정의된 기준을 충족하는지를 결정한다. 도시된 예에서, 센서 데이터(62)는 압력 측정을 포함할 수 있고, 단계(66)에서 적용된 기준은 측정된 압력이 미리 정의된 값(예컨대, 30 psi) 미만인지를 결정하는 것일 수 있다. 단계(66)에서 압력이 30 psi 미만이면, 프로세스는 단계(64)로 복귀하고 후속 압력 관독치가 그 다음, 수신되고 평가된다. 일련의 압력 관독치가 단계(66)에서 30 psi보다 높으면, 프로세스는 단계(62, 64, 및 66) 사이에서 계속 순환(이동)한다. 그러나, 주어진 압력 데이터 관독치가 단계(66)에서 30 psi 미만이면, 프로세스는 단계(68)로 계속되고, 컴퓨팅 디바이스(14)는 압력이 20 psi 미만인지를 결정한다. 그렇지 않은 경우, 프로세스는 단계(72)로 계속되고, 통보 정보가 오퍼레이터에게 제공된다. 예를 들면, 통보 디바이스(15 또는 15A)는 압력이 20 psi보다 높지만, 30 psi 미만임을 나타내는 "노란색" 경고(예컨대, "압력 낮음")를 생성할 수 있다. 이 예에서, 이 압력 범위는 잠재적으로 최적이거나 예상되지 않지만, 미리 정의된 고장 및/또는 경고 기준을 또한 충족하지 않는 압력(동작 파라미터)을 표현한다.

[0035] 단계(68)에서 측정된 압력 데이터가 미리 정의된 임계 레벨(예컨대, 20 psi) 미만이면, 프로세스는 단계(70)로 계속 진행되고, 오퍼레이터에 대한 "적색" 경고 또는 경보가 생성된다. 예를 들면, 통보 디바이스(15 또는 15A)는 오퍼레이터에게 낮은 압력을 알리고, 오퍼레이터에게 디바이스(1)(도 2) 또는 다른 디바이스(도 1)의 동작을 중지하도록 지시하는 경고 메시지를 제공할 수 있다. 센서 데이터가 충격 흡수기(10)가 고장났고/났거나 안전하지 않은 동작 조건에 도달했음을 나타내는 경우 시스템은 동작을 자동으로 종료하거나 중지하도록 구성될 수 있다.

[0036] 도 5가 단지 하나의 가능한 기준 및 프로세스의 일례임이 이해될 것이다. 예를 들면, 컴퓨팅 디바이스(14)는 단계(64)에서 온도 데이터를 수신하고, 온도 데이터가 잠재적인 문제가 존재함을 나타내는 경우 또는 잠재적인 고장 또는 안전하지 않은 동작 조건이 발생한 경우 경보 및/또는 경고를 생성하기 위해 단계(66 및 68)에서 온도 데이터를 평가하도록 구성될 수 있다. 시스템이, 잠재적으로 문제가 있는 동작 조건이 존재하는지 및/또는 고장 또는 수용 가능하지 않은 동작 조건이 존재하는지를 결정하기 위해 압력, 온도, 로드 근접(로드 아웃/준비 - 근접 스위치) 위치, 속도, 가속, 진동 등을 포함하는 센서 데이터 입력을 활용하여 많은 동작 파라미터를 동시에 평가하도록 구성될 수 있음이 이해될 것이다.

[0037] 또한, 시스템은 충격 흡수기(10)가 더 이상 적절하게 기능하지 않는다는 것을 나타내는 경향이 존재하는지를 결정하고/하거나 충격 흡수기(10)의 미래의 고장을 예측하기 위해 시간이 따라 센서(12)로부터의 데이터를 평가하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 충격 흡수기(10)는 시간에 따른 압력, 온도, 및/또는 다른 동작 파라미터의 경험적 측정을 수집하기 위해 테스트를 받을 수 있으며, 이 데이터는 사용 중인 충격 흡수기(10)의 고장을 예측

하기 위한 기준을 개발하기 위해 활용될 수 있다. 테스트 결과 압력 및/또는 온도 데이터가 전형적으로, 시간이 따라 변경되는 것으로 나타나는 경우(예컨대, 다수의 주기의 함수로서의 선형 또는 지수적 피크 압력 감소) 및 일단 피크 압력이 주어진 값에 도달하거나 접근하면 고장이 발생할 가능성이 있는 경우, 측정된 압력 데이터는 충격의 수명 동안 남은 주기의 수를 예측하기 위해 활용될 수 있다.

[0038] 또한, 하나 이상의 충격 흡수기(10)가 복수의 디바이스(예컨대, 복수의 디바이스(1)(도 2) 또는 다른 기계)(도 1)에서 사용 중인 경우, 많은 충격 흡수기(10)에 대한 이력 데이터는 충격 흡수기(10)의 미래의 고장을 예측하기 위한 기준을 결정하기 위해 수집되고, 저장되며, 평가될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(14)는 오퍼레이터 및/또는 원격 시설에 고장을 알리고/알리거나 하나 이상의 충격 흡수기(10)에 대한 추정된 수명(예컨대, 남은 주기의 수)을 오퍼레이터에게 제공하기 위해 하나 이상의 통보 디바이스(15(또는 15A))에 신호를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0039] 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(14)는 하나 이상의 원격 디바이스(22)에 동작 가능하게 연결될 수 있다. 예를 들면, 원격 디바이스(22)(도 1 및 도 2)는 복수의 지리적 위치에 있는 복수의 충격 흡수기(10)에 동작 가능하게 연결되는 중앙 모니터링 스테이션 또는 시설에 디바이스 또는 시스템을 포함할 수 있다. 모니터링 센터의 엔지니어 또는 다른 기술 전문가는 부가적인 모니터링 및 경보들을 개별적인 디바이스(1) 및/또는 시설/위치에서 오퍼레이터 또는 다른 직원에게 제공하기 위해 하나 이상의 원격 지리적 위치에서 충격 흡수기(120A, 120B)(도 1) 및/또는 충격 흡수기(10)(도 2)로부터 수신된 데이터를 모니터링하고 평가할 수 있다. 이 데이터는 충격 수명, 동작 파라미터의 허용 가능한 조합 등을 예측하기 위한 부가적인 기준을 개발하기 위해 활용될 수 있다. 디바이스(110 및 112)(도 1) 및 디바이스(1)(도 2)가 단지 고장 검출/예측 시스템 및 충격 흡수기(10)를 활용할 수 있는 기계 및/또는 디바이스의 예임이 이해될 것이다.

[0040] 도 6과 관련하여 하기에 더 상세히 논의된 바와 같이, 시스템은 하나 이상의 충격 흡수기(10)의 정상적인 수명 종료를 예측하고/하거나 충격 흡수기(10)의 동작 파라미터(특성)의 저하에 기초하여 조기 고장을 검출하도록 구성되는 제어기를 활용할 수 있다. 시스템은 충격 흡수기(10)의 센서(12, 44, 46 등) 중 하나 이상에 의해 관측되는 고장 서명을 사용하여 프로파일링될 수 있는 동작 파라미터(특성)의 저하를 검출하고 평가하도록 구성될 수 있다.

[0041] 각각의 센서(12, 44, 46 등)(도 3)는 선택적으로, 압력, 온도, 진동, 및/또는 다른 동작 파라미터 중 하나 이상에 대한 데이터를 수집함으로써 각각의 개별적인 충격 흡수기(10)의 성능 특성에 대한 라이브 모니터링을 제공하기 위해 각각의 특정 충격 흡수기(10)와 연관될 수 있는 고유한 디지털 식별자(예컨대, 일련 번호)를 가질 수 있다. 이들 신호(예컨대, 데이터)는 와이파이, 블루투스, MQTT, LORA, NuBit, 이더넷, Paho 등과 같은 적합한 무선 프로토콜, 또는 다른 적합한 배열을 사용하여 지상 제어 스테이션(16)으로 전달될 수 있다. 시스템은 사운드, 점도, 압력, 온도, 피스톤 로드의 위치 등과 같은 다양한 동작 파라미터(특성)를 모니터링하도록 구성되는 하나 이상의 센서(예컨대, 12, 44, 46 등)를 포함할 수 있다.

[0042] 시스템은 각각의 충격 흡수기(10)가 경험한 주기의 수(예컨대, 주기 카운터(54 및/또는 58), 도 4)에 관한 정보를 제공하도록 구성될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(14), 또는 다른 컴퓨팅 디바이스는 충격 흡수기(10)에 대한 각각의 충격 동안 압력 피크 및/또는 로드 위치로부터 산출된 정보에 기초하여 주기의 수에 관한 정보를 결정하도록 구성될 수 있다. 시스템은 주기의 수 및/또는 동작 온도 및/또는 각각의 충격 흡수기(10)의 사실상 임의의 다른 측정된 변수(동작 파라미터)에 기초한 각각의 충격 흡수기(10)의 수명 종료를 계산하도록 구성될 수 있다.

[0043] 컴퓨팅 디바이스(14) 및/또는 지상국의 다른 컴퓨팅 시설(또는 원격 시설)은 선택적으로, 시간에 따라 각각의 고유한 디지털 자산(센서)의 신호에 대해 예지 컴퓨팅을 수행하고, 값을 컴퓨터 디바이스(14) 또는 다른 디바이스에 저장된 이력 데이터세트와 비교하도록 구성될 수 있다. 시스템은 수집된 센서 관측치/데이터에 기초하여 값을 조정하고 고장 유형을 프로파일링하는 알고리즘을 활용하도록 구성될 수 있다. 고장 프로파일에 기초하여, 오퍼레이터 또는 다른 시설로 통보가 전송될 수 있고, 부가적인 동작이 그 다음 수행될 수 있다. 지상 제어 스테이션(16)은 대시보드 뷰(예컨대, 통보 디바이스(15), 도 4)에서 하나 이상의 충격 흡수기(10)의 성능 특성의 실시간 중계를 하나 이상의 오퍼레이터 및/또는 원격 직원에게 제공하도록 구성될 수 있다.

[0044] 시스템은 성능 값(고장 및/또는 경고 기준)이 엔지니어 또는 다른 기술 직원에 의해 교정될 수 있는 해결책을 제공하여 알고리즘이 특정 사용자의 요구에 기초하여 특정 고장을 검출하기 위해 수정되고(필요한 경우) 사용될 수 있게 한다. 시스템은 다양한 유형의 기계 및 디바이스를 위해 요구된 바와 같이 구성될 수 있다. 또한, 시스템은 충격 흡수기(10)의 특정 유형 또는 크기에 대한 고장을 예측하도록 구성될 수 있다. 따라서, 시스템은 특정 유형/크기의 충격(10), 및/또는 특정한 응용 분야에 대한 고장 예측 및/또는 경고를 제공하도록 수정될 수

있다. 예를 들면, 특정 크기 및 유형의 충격(10)은 제1 기계(예컨대, 118A, 도 1)에서 사용될 수 있고 동일한 충격(10)은 또한, 상당히 상이한 구성을 가지는 제2 기계(예컨대, 118B, 도 1)에서 사용될 수 있다. 사용 시에, 압력, 온도, 시간 스루 스트로크는 제1 기계와 제2 기계 사이의 차로 인해 상당히 상이할 수 있다. 충격 고장 및/또는 충격 고장 예측을 결정하기 위해 활용된 동작 파라미터 기준은 2개의 상이한 기계에 대해 상이할 수 있다. 예를 들면, 25 psi 측정된 압력은 제1 기계에 대해 주의 유형 경고를 트리거링할 수 있는 반면, 동일한 25 psi 압력은 제2 기계에 있을 때 고장 경고를 트리거링할 수 있다.

[0045] 지상국(16)의 소프트웨어가 업데이트될 필요가 있는 경우, FOTA(Flash Over the Air) 프로토콜을 사용하여 클라우드로부터 소프트웨어 업데이트가 플래싱될 수 있다. 각각의 디지털 자산(센서)로부터 수집된 데이터세트는 클라우드 및/또는 다른 표면 공간으로 업데이트될 수 있으며 사용자는 그 다음, 충격 흡수기(들)(10)의 동작 파라미터(특성)의 측정 값을 시작일(예컨대, 최초 사용)에서 측정된 초기 동작 파라미터와 비교할 수 있다.

[0046] 도 6을 참조하면, 본 발명의 또 다른 양태에 따른 프로세스(80)는 하나 이상의 데이터 입력(82, 84, 및/또는 86)을 활용한다. 입력(82)은 메인 튜브 실린더(26)의 유체의 압력 및/또는 온도를 포함할 수 있고, 입력(84)은 축압기(30)에 동작 가능하게 연결되는 제2 압력/온도 센서(도시되지 않음)로부터 수신된 외부 튜브 또는 축압기(30)의 유체의 압력 및/또는 온도를 포함할 수 있다. 입력(86)은 (예컨대, 시간에 대한 위치의 2차 도함수를 결정함으로써) 센서(44)로부터의 가속 데이터, 또는 근접 센서(46)로부터의 위치 데이터를 활용하여 결정된 가속 데이터를 포함할 수 있다.

[0047] 센서 또는 청취자 모듈(88)은 내부 튜브 압력/온도 센서(82), 외부 튜브 압력/온도 센서(84) 및/또는 가속 센서(86)로부터 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 센서(82, 84, 및 86)는 본 발명에 따라 활용될 수 있는 단지 센서의 예이고, 본 발명은 이들 특정한 센서 또는 이의 변형으로 제한되지 않는다. 센서 또는 청취자 모듈(88)은 측정된 파라미터(특성) 데이터(예컨대, 미리 정의된 고장 기준 또는 서명(94))를 또한 수신하는 프로세스(90)(예컨대, 에지 컴퓨팅 프로세스)에 정보를 제공한다. 시스템(예컨대, 센서에 동작 가능하게 연결되는 하나 이상의 프로세서)은 그 다음, 센서 중 하나 이상으로부터의 측정된 잠재적 고장 패턴(예컨대, 측정된 데이터의 조합)이 단계(92)에서 하나 이상의 미리 정의된 고장 기준 또는 서명과 매칭하는지를 결정한다. 측정된 패턴(데이터)이 미리 결정된 고장 기준 또는 패턴과 매칭하지 않으면, 프로세스는 단계(88)(센서 청취자 모듈)로 복귀한다. 그러나, 시스템이 단계(92)에서 측정된 데이터가 미리 결정된 고장 서명과 매칭한다고 결정하면(즉, 미리 정의된 고장 기준을 충족함), 프로세스는 단계(96)로 계속된다. 단계(92) 기준은 심지어 단지 상대적으로 사소한(중요하지 않은) 동작 파라미터 이상이 정의되는 경우에 만족되는 미리 결정된 기준을 포함할 수 있다. 단계(96)에서, 시스템은 경고 모드가 활성화되어야 하는지를 결정한다. 이 결정은 고장 서명(기준) 패턴 패치의 유형의 결정을 포함할 수 있다. 예를 들면, 미리 정의된 고장 서명은 고장 모드의 심각도에 의존하여, 고장 모드 경고 또는 고장 모드 정보로서 분류될 수 있다. 고장 서명/패턴/기준은 예를 들면, 충격(10)의 고장에 대응하는 것으로 결정되거나, 충격(10)의 예측 가능한 잔여 수명에 대응하는 동작 파라미터 데이터의 특정 조합을 포함할 수 있다. 하나 이상의 고장 서명/패턴/기준은 경험적으로 결정될 수 있다.

[0048] 다시 도 6을 참조하면, 시스템이 측정된 데이터가 미리 정의된 경고 고장 기준을 만족하고, 경고 모드가 구현되어야 한다고 단계(96)에서 결정하는 경우, 시스템은 단계(98)에서 오퍼레이터에게 경고 통보를 제공한다. 시스템이 측정된 데이터가 경고 고장 기준을 만족하지 않고, 경고 모드가 구현되지 않아야 한다고 단계(96)에서 결정하면, 시스템은 단계(100)에서 도시된 바와 같이 오퍼레이터에게 정보의 통보를 제공한다.

[0049] 일반적으로, 본 발명은 결합 또는 다른 동작 문제를 즉시 검출하고 스마트폰, 스마트워치, 이메일, SMS 등을 통해 오퍼레이터에게 결합을 전달하는 방식을 제공한다. 시스템은 내부 압력 데이터와 같은 측정 데이터에 기초하여 충격 흡수기(10)의 활성화 주기의 수를 결정하고 업데이트하는 카운터를 포함할 수 있다. 시스템은 주기의 수, 압력, 온도와 같은 동작 조건(예컨대, 동작 파라미터), 및/또는 다른 데이터에 기초하여 충격 흡수기 수명 종료를 예측하도록 구성될 수 있다. 현재 시스템은 동작 파라미터의 이력을 기록(저장)하는 방식을 제공한다. 가령, 시스템은 적어도 1년 동안인 시간 기간에 걸쳐 복수의 횡수로 동작 파라미터 데이터를 저장할 수 있다. 저장된 데이터는 하나 이상의 접근법(예컨대, 알고리즘)을 사용하여 성능 저하 및/또는 고장을 검출하기 위해 활용될 수 있다. 시스템은 센서로부터의 신호(데이터)로 작동하도록 구성되는 미리 정의된 기준(예컨대, 알고리즘)을 활용하여 고장이 발생하기 전에 이를 예측하도록 구성될 수 있다. 시스템은 수명 종료 모델을 활용하는 패턴 인식(예컨대, 알고리즘)에 기초하여 수명 종료를 예측하도록 구성될 수 있다. 시스템은 FOTA 프로토콜을 활용하여 클라우드로부터 지상국 소프트웨어의 업데이트를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0050] 도 7을 더 참조하면, 본 발명의 또 다른 양태에 따른 프로세스(130)는 근접 센서(예컨대, 스위치)(46)로부터의

데이터(132) 및 센서(46)로부터의 압력 및/또는 온도 데이터(134)를 활용한다. 센서가 무선 센서를 포함할 수 있거나, 센서가 전도성 라인을 활용하는 컴퓨팅 디바이스(14) 및/또는 다른 디바이스에 연결될 수 있음이 이해될 것이다. 단계(136)에서, 데이터(132) 및/또는 데이터(134)가 프로세싱되고 그 다음, 단계(138)에서 에지 컴퓨팅 서비스 청취자로 전송된다. 단계(136 및 138)는 무선 디바이스(19) 및/또는 컴퓨팅 디바이스(14)(도 4)에 의해 수행될 수 있다. 측정된 데이터(140)는 또한, 에지 컴퓨팅 서비스 청취자(138)에 공급되고, 데이터는 데이터베이스(144)로 전송된다. 데이터베이스(144)는 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(14)를 포함할 수 있다.

[0051] 측정된 데이터(132 및 134)는 단계(142)로 전송되고, 시스템(예컨대, 하나 이상의 프로세서)은 데이터가 미리 정의된 고장 기준을 만족하는지를 결정한다. 그렇지 않은 경우, 프로세스는 단계(136)로 다시 이동한다. 그러나, 시스템이 측정된 데이터가 미리 정의된 고장 기준을 충족한다고 결정하면(즉, 데이터가 패턴 매치를 만족함), 시스템은 단계(148)로 진행한다. 단계(148)에서, 시스템은 단계(146)로부터 충격 듀티 수명 산출 데이터를 활용하고, 경고 모드가 구현되어야 하는지를 결정한다. 경고 모드가 구현되어야 하는 경우, 시스템은 단계(150)에서 도시된 바와 같이 진행하고, 시스템은 오퍼레이터에게 경고를 제공한다. 시스템이 단계(148)에서 경고 모드가 요구되지 않는다고 결정하면(즉, 경고 기준이 만족되지 않음), 시스템은 단계(152)로 진행하고, 통보 정보는 오퍼레이터에게 제공된다. 일반적으로, 단계(150 및/또는 152)의 경고 및/또는 정보는 디스플레이 화면(15), 오디오 디바이스에 의해 제공될 수 있거나, 경고는 다른 디바이스(22)로 원격으로 송신될 수 있다. 원격 디바이스(22)는 스마트폰, 랩톱 컴퓨터, 및/또는 중앙 모니터링 시설의 중앙집중식 컴퓨팅 디바이스 및 시스템을 포함할 수 있다.

[0052] 도 7a 내지 도 7d는 센서 데이터를 사용하여 충격(10)의 시간 스루 스트로크를 결정하는 다양한 방식을 보여주는 그래프이다. 도 7a 내지 도 7d의 접근법이 임의의 조합으로 조합될 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들면, 시간 스루 스트로크는 복수의 접근법(예컨대, 도 7a 내지 도 7d의 접근법 중 2개 이상)을 활용하여 결정될 수 있고, 평균 시간 스루 스트로크는 충격 흡수기 고장을 결정하고/하거나 예측하기 위해 결정되고 활용될 수 있다. 도 7a 내지 도 7d가 본질적으로 도식적이며, 스위치 및 센서로부터의 실제 신호가 특정한 응용 분야에 따라 다를 수 있음이 이해될 것이다.

[0053] 도 7a 내지 도 7d에서, 수직 라인 "T1"은 로드 아웃 스위치로부터의 신호(168)가 "오프"로부터 "온"으로 전환되는 시간을 표현한다. 라인 "T2"는 로드 인 신호(174)가 오프 상태에서부터 온 상태로 전환하는 시간을 표현한다. 도 7d에 도시된 바와 같이, 시간 "T3"은 압력 신호(162)가 주기 동안 증가하기 시작하는 시간을 표현하며, 시간 "T4"는 압력 신호가 수평 또는 일정한 값으로 전환하는 시간을 표현한다.

[0054] 도 7a를 참조하면, 센서 데이터(160A)는 로드 아웃 근접 스위치(라인(168)), 및 로드 인 근접 스위치(라인(174))로부터의 센서 판독치를 포함한다. 도 7a의 라인(168 및 174)은 각각, 로드 아웃 및 로드 인 근접 스위치의 "온" 및 "오프" 상태를 표현한다. 라인(168)은 수평 "오프" 세그먼트(170A 및 170E), 및 수평 "온" 세그먼트(170C)를 포함한다. 수직 라인 세그먼트(170B 및 170D)는 오프 상태에서부터 온 상태로 또는 그 반대로의 전환을 표현한다. 지점(172A 내지 172D)은 이 라인 세그먼트 사이의 전환을 표현한다. 유사하게, 라인(174)은 수평 "오프" 부분(176A 및 176E), 및 수평 "온" 세그먼트(176C), 및 수직 전환 라인 세그먼트(176B 및 176D)를 포함한다. 지점(178A 내지 178D)은 수평 및 수직 라인 세그먼트 사이의 전환을 표현한다. $\Delta T1$ 은 수직 라인(T1과 T2)의 시간 사이의 차를 취함으로써 산출된 시간 스루 스트로크이다.

[0055] 도 7b를 참조하면, 센서 데이터(160B)는 일반적으로, 압력이 주기 동안 초기에 증가함에 따라 반경 코너(166A)에서 경사진 라인 세그먼트(164B)로 전환하는 제1 수평 라인 세그먼트(164A)(기준 압력)를 포함하는 촉압기로부터의 압력 신호 라인(162)을 포함한다. 압력은 그 다음, 지점(166B 및 166C) 사이에서 연장되는 수평 라인 세그먼트(164C)에 의해 도시된 바와 같이 평준화된다. 압력은 그 다음, 지점(166C 및 166D) 사이에서 연장되는 라인 세그먼트(164D)에 의해 도시된 바와 같이 떨어지고, 수평 라인 세그먼트(164E)에 의해 도시된 바와 같이 수평(기준) 압력으로 전송된다. 라인(162)이 대표적이며, 실제 라인 세그먼트(164A 내지 164E)가 완전히 선형이 아닐 수 있고, 전환(166A 내지 166D)이 지점, 곡선 등을 포함할 수 있음이 이해될 것이다. 도 7b의 시간 스루 스트로크($\Delta T2$)는 수직 라인(T1 및 T4) 사이의 거리를 취함으로써 산출될 수 있다.

[0056] 측정 기준은 충격이 사용 중인 동안 시간 기간에 걸쳐 복수의 압력 측정(예컨대, 라인(162)) 및 근접 스위치 측정(예컨대, 라인(168))을 생성하기 위해 활용될 수 있고, 그에 의해 시간이 따라 $\Delta T2$ 동작 파라미터의 변화가 결정되는 것을 허용한다. 시간에 따른 $\Delta T2$ 의 변화는 심지어 $\Delta T2$ 동작 파라미터의 변경이 충격의 실제 고장 또는 수명 종료를 구성하지 않더라도, 충격(10)의 수명 종료를 예측하고/하거나 충격(10)이 수명 종료에 접근하고 있음을 나타낼 수 있는 위치 또는 문제를 나타낼 수 있는 충격(10)의 성능 저하를 검출하기 위해 활용될 수 있

다.

- [0057] 도 7c를 참조하면, 센서 데이터(160C)에 대한 시간 스루 스트로크($\Delta T3$) 동작 파라미터는 시간($T3$ 및 $T2$) 사이의 거리를 결정함으로써 산출될 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 시간($T3$)은 압력 신호(162)가 증가하기 시작하는 시간을 표현하고, 시간($T2$)은 오프 상태에서부터 온 상태로의 로드 인 신호(174)의 전환을 표현한다.
- [0058] 도 7d를 참조하면, 센서 데이터(160D)에 대한 시간 스루 스트로크($\Delta T4$) 동작 파라미터는 시간($T3$ 및 $T4$) 사이의 차를 취함으로써 산출될 수 있다. 시간($T3$ 및 $T4$)은 압력 신호(162)가 초기에 증가하기 시작하는 시간($T3$), 및 압력 신호(162)가 상대적으로 일정한 값($T4$)으로 전환하는 시간을 표현한다.
- [0059] 시스템은 도 7a 내지 도 7d에 도시된 접근법 중 하나 이상을 활용하여 시간 스루 스트로크 동작 파라미터를 결정하도록 구성될 수 있고, 주어진 충격에 대한 시간 스루 스트로크 데이터가 저장될 수 있다. 예를 들면, 시스템은 단일 시간 스루 스트로크(예컨대, $\Delta T1$, $\Delta T2$, $\Delta T3$ 또는 $\Delta T4$ 중 하나)만 결정하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 시스템은 시간 스루 스트로크 산출의 조합을 활용하도록 구성될 수 있다. 또한, 시간 스루 스트로크는 근접 센서 데이터만(즉, 라인(168)만, 라인(174)만, 또는 라인(168 및 174))을 활용하여 산출될 수 있다.
- [0060] 또한, 다른 동작 파라미터 기준은 충격이 저하되고 있는지를 결정하고/하거나 충격(10)의 수명 종료를 예측하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들면, 도 7d를 참조하면, 압력(라인(162))은 주어진 충격(10)에 대해 초기에 35 psi(기준 압력)와 90 psi(피크 압력) 사이에서 달라질 수 있다. 그러나, 시간이 따라, 이 압력 중 하나 또는 둘 모두가 감소할 수 있으며, 이 감소는 충격(10)의 충격 마모 및/또는 수명 종료를 예측하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들면, 충격(10)의 고장은 60 psi 미만인 피크 압력으로서 정의될 수 있으며, 시스템은 피크 압력이 60 psi 미만으로 떨어지면 고장 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 또한, 시간에 따른 피크 압력이 90 psi로부터 예를 들면, 70 psi로 감소하면 이 감소는 압력이 60 psi 미만으로 떨어질 것으로 예측되는 시간 또는 주기의 수를 예측하기 위해 추정될 수 있다. 이 수명 종료 예측은 지속적으로 업데이트되고 지상국(16) 및/또는 원격 시설 또는 디바이스(22)(도 1 및 도 2)에서 사용자에게 전달될 수 있다. 이 정보는 디스플레이 화면(15 또는 15A)(도 4 및 도 4a) 또는 다른 적합한 디바이스에 제공될 수 있다. 정보가 또한, 시각적 디스플레이와 관련하여 오디오 형태로 또는 오로지 오디오 신호로서 제공될 수 있음이 이해될 것이다.
- [0061] 시간에 따른 시간 스루 스트로크 변화는 또한, 충격(10)의 수명 종료를 예측하고/하거나 고장을 검출하기 위해 활용될 수 있다. 일반적으로, 충격(10)에 대한 시간 스루 스트로크는 충격(10)이 동일한 부하에 노출될 때마다 거의 동일할 것이다. 일부 응용 분야(예컨대, 생산 기계)에서, 충격(10)은 반복적인 방식으로 특정 크기의 힘에 노출될 수 있다(즉, 부하의 크기는 각각의 주기에 대해 동일하다). 충격(10)이 마모되기 시작하고/하거나 고장을 경험하면, 심지어 시간에 따라 충격(10)에 가해지는 부하가 실질적으로 동일하더라도 충격(10)에 대한 시간 스루 스트로크는 감소할 수 있다. 따라서, 시간에 따른 충격(10)에 대한 시간 스루 스트로크 동작 파라미터는 수명 종료를 예측하고/하거나 고장을 검출하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들면, 경험적 데이터가 주어진 충격(10)이 일단 시간 스루 스트로크 동작 파라미터가 미리 정의된 임계 시간으로 떨어지면 고장 확률이 높다는 것을 보여주는 경우, 이 미리 정의된 시간 스루 스트로크 시간은 수명 종료를 예측하기 위해 활용될 수 있다(예컨대, 시간에 따른 시간 스루 스트로크 데이터는 충격(10)이 임계 시간 스루 스트로크 시간에 도달할 다수의 주기에 대해 추정하기 위해 사용될 수 있다).
- [0062] 충격 고장 및 대응하는 동작 데이터(파라미터)에 관한 경험적 데이터는 충격 수명 종료를 예측하기 위해 활용될 수 있다. 경험적 데이터는 측정된 동작 조건/파라미터(예컨대, 압력, 온도, 주기의 수, 시간 스루 스트로크 등) 사이의 상관을 결정하기 위해 활용될 수 있으며, 데이터는 주어진 충격(10)의 수명 종료를 예측하기 위해 고장 나지 않은 충격(10)에서 측정된 데이터(동작 파라미터)를 추정하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들면, 상이한 기준(예컨대, 압력 기준 및 시간 스루 스트로크 둘 모두)을 활용하여 주어진 충격(10)에 대해 복수의 수명 종료 예측이 결정될 수 있고, 수명 종료에 접근하는 것으로 예측되는 경우 경고를 생성하기 위해 가장 짧은 예측된 충격 수명을 제공하는 기준이 활용될 수 있다. 다양한 수명 종료 예측이 지속적으로 재산출되고 지상국(16)의 오퍼레이터에게 및/또는 원격 디바이스 또는 시설(22)에 전달될 수 있음이 이해될 것이다. 또한, 주어진 충격(10)에 대한 수명 종료를 예측하기 위해 활용된 기준은 수명 종료 예측의 변동이 충격(10)의 수명 종료를 예측하는 더 정확한 방식을 제공했음을 보여주는 부가적인 데이터가 개발되면 시간이 따라 수정될 수 있다.
- [0063] 본 발명의 시스템 및 방법은 가동 시간을 최대화하고 비용을 최소화하기 위해 제조 환경에서 광학적 예방 유지 보수를 제공하도록 정상적인 충격 흡수기 수명 종료를 예측하기 위해 활용될 수 있다. 그것은 또한, 정상보다 일찍 고장을 예측하고 손상을 회피하기 위한 사전 조치를 허용하도록 구성될 수 있다. 시스템은 발생하는 고장을 검출하고 즉시 고장을 전달하도록 구성할 수 있어서 고장이 또 다른 손상을 방지하고 안전을 포함하기 위해

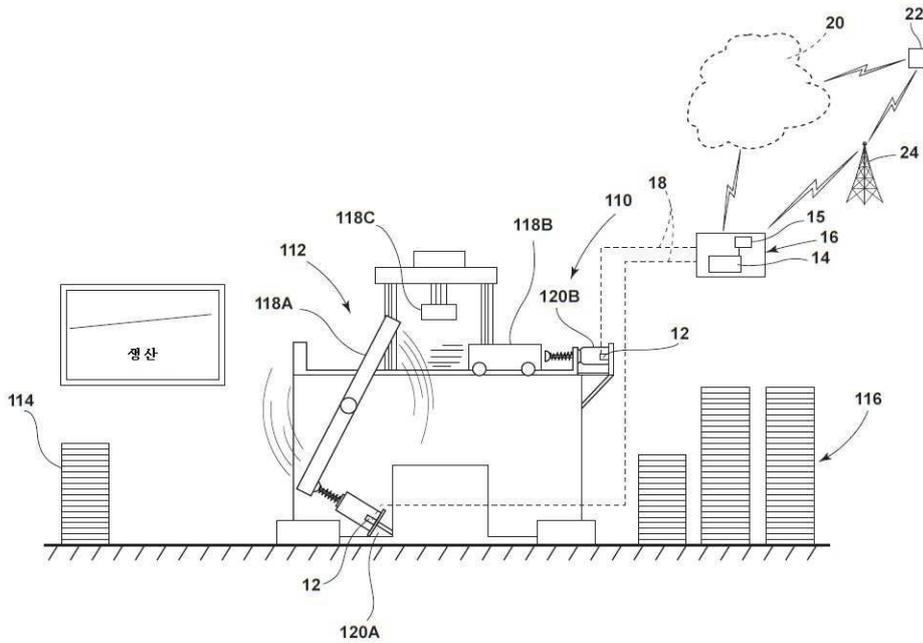
신속하게 해결될 수 있게 한다. 이 방식으로, 시스템은 상당한 비용 절감을 제공할 수 있다.

[0064]

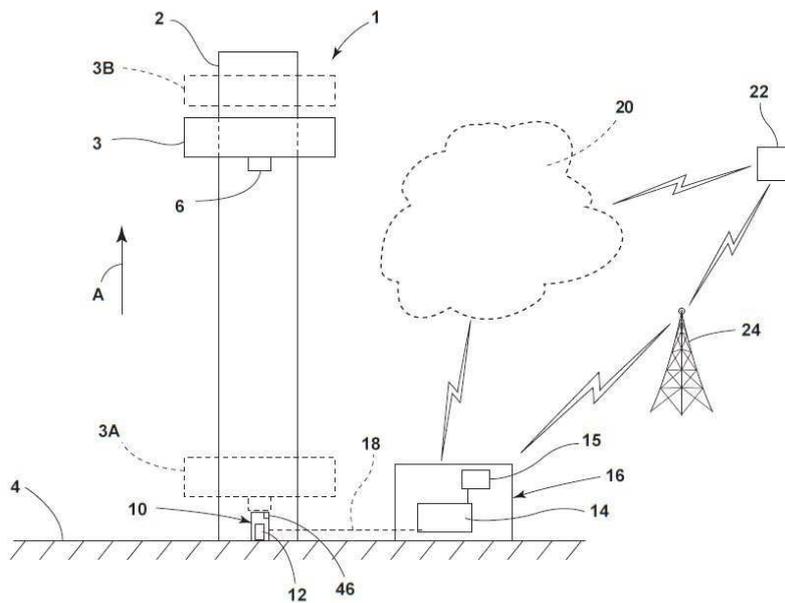
시스템은 고장 서명에 대한 미리 로드된 특성 곡선을 갖는 지상 제어 유닛을 포함할 수 있다. 센서로부터의 원시 데이터에 기초하여, 지상 제어 유닛은 패턴을 식별하고 고장을 예측하기 위해 원시 데이터의 피크 신호 및 패턴 분석을 내장된 특성 곡선과 비교할 수 있다.

도면

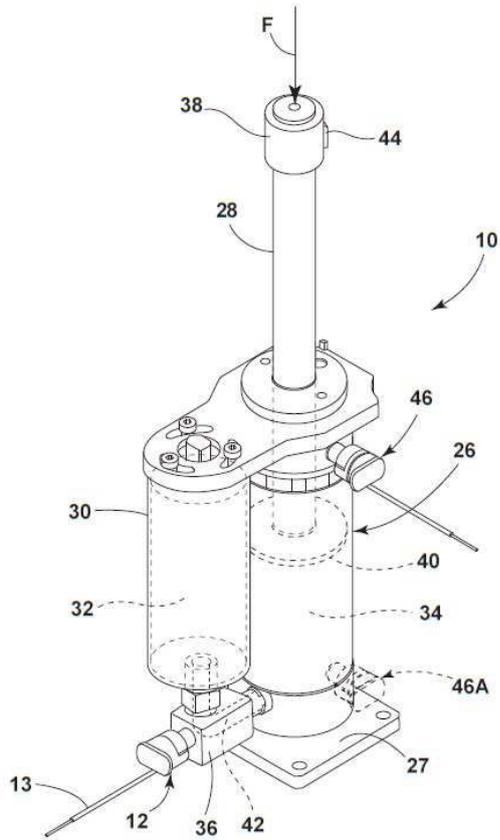
도면1



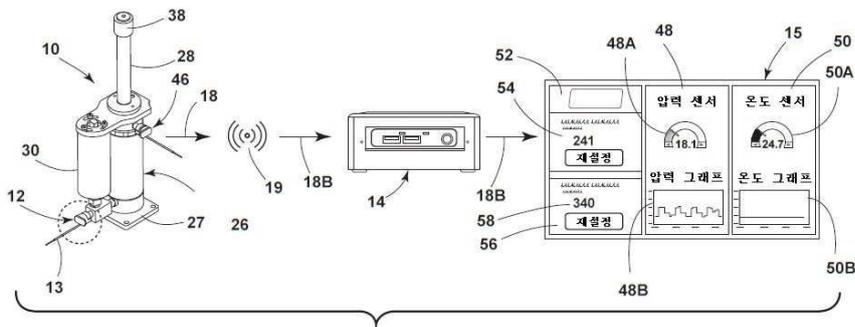
도면2



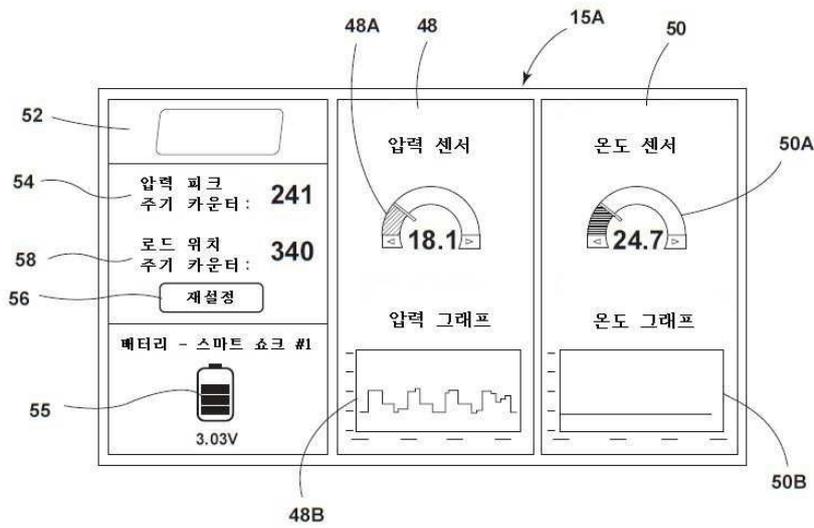
도면3



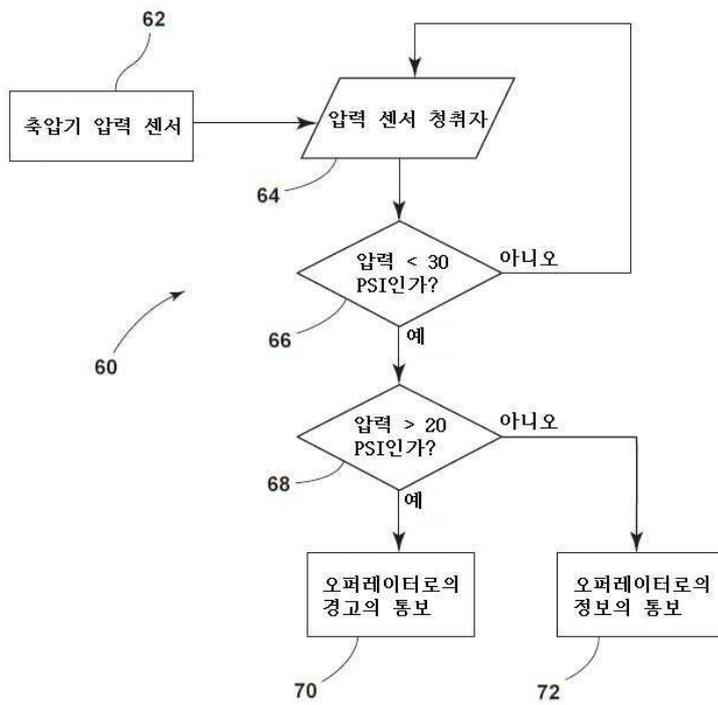
도면4



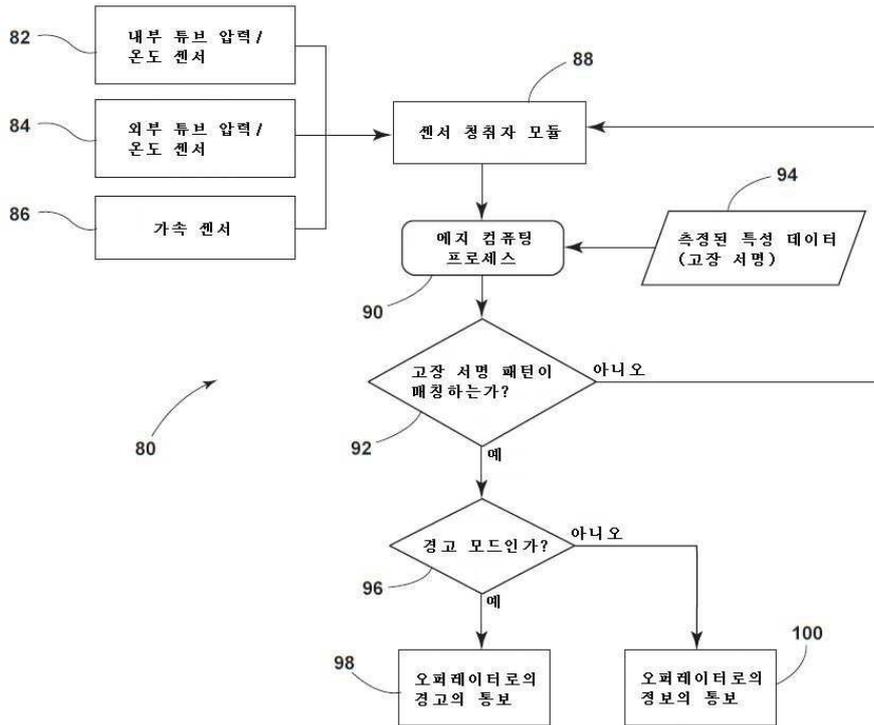
도면4a



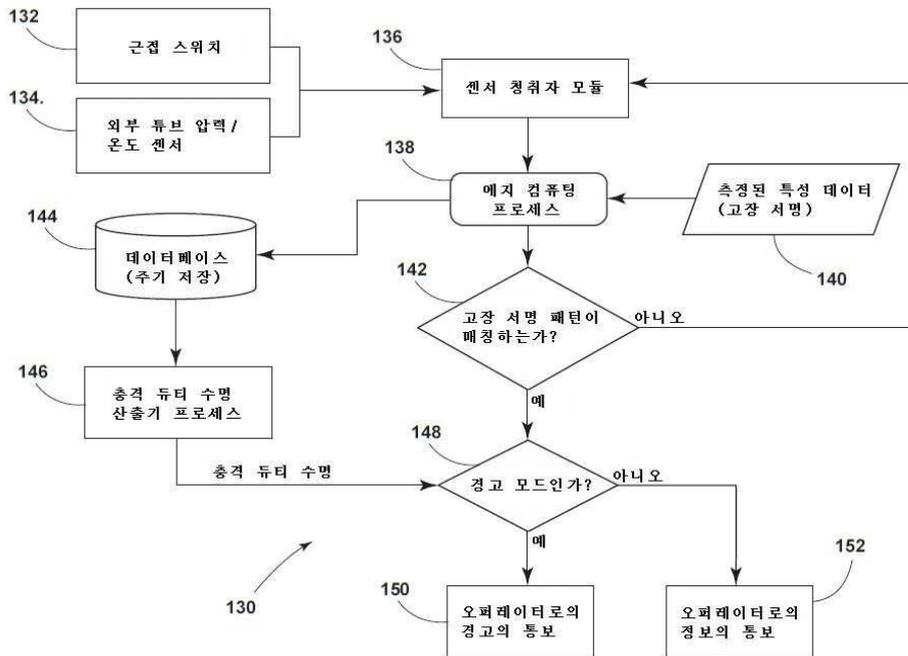
도면5



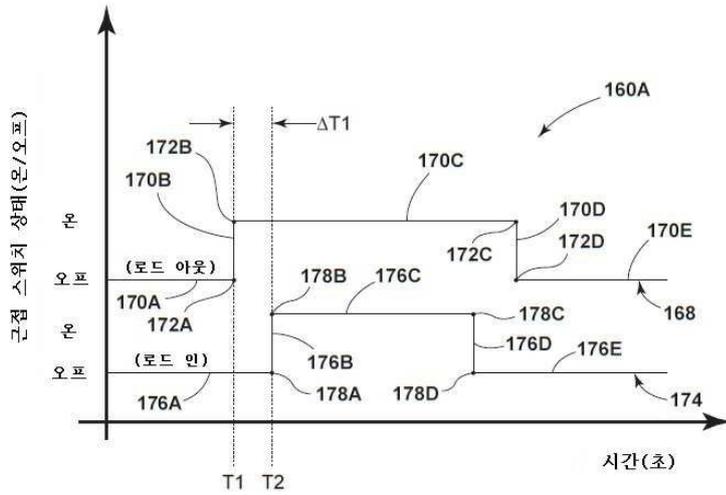
도면6



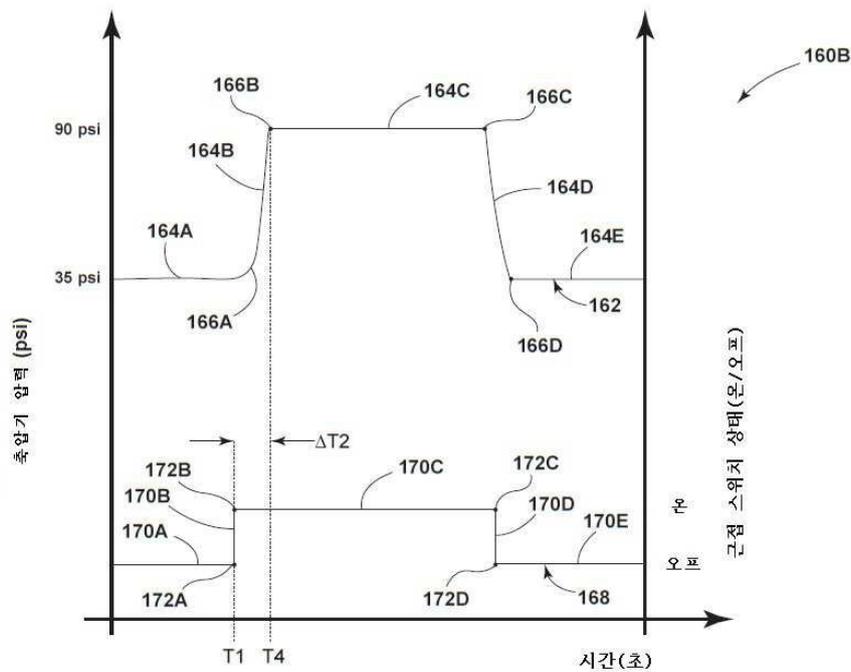
도면7



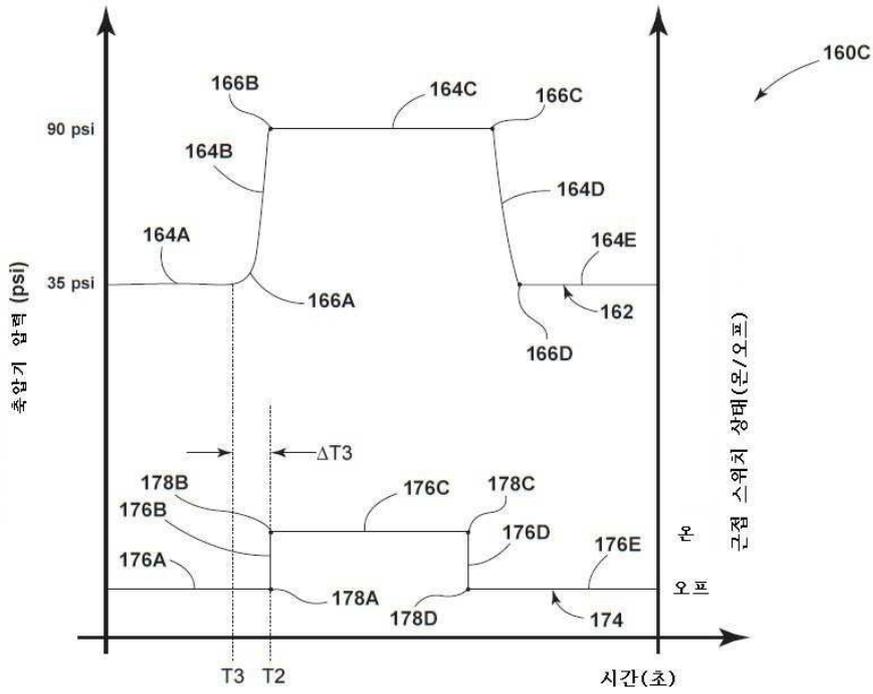
도면7a



도면7b



도면7c



도면7d

