



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월02일

(11) 등록번호 10-2320088

(24) 등록일자 2021년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60G 17/015 (2006.01) B60G 17/016 (2006.01)

B60G 17/019 (2006.01) B60G 17/052 (2006.01)

B60G 21/067 (2006.01) B60G 21/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B60G 17/0155 (2013.01)

B60G 17/0162 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7037000

(22) 출원일자(국제) 2018년06월15일

심사청구일자 2021년06월15일

(85) 번역문제출일자 2019년12월13일

(65) 공개번호 10-2020-0019877

(43) 공개일자 2020년02월25일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/037807

(87) 국제공개번호 WO 2018/232276

국제공개일자 2018년12월20일

(30) 우선권주장

62/520,918 2017년06월16일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030049214 A

US02784978 A1

WO2003029687 A1

US02361575 A1

(73) 특허권자

베이스 에어 매니지먼트 리미티드

호주 시드니 뉴사우스웨일스 2000 매쿠아리 스트리트 139, 레벨 11

(72) 발명자

보간, 매튜

미국, 버지니아 24060, 블랙스버그 사우스 메인 스트리트 401, 아파트 301

칼라웨이, 조셉

미국, 미시간 49232, 캠던 오스틴 로드 8400

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이룸리온

전체 청구항 수 : 총 41 항

심사관 : 김수형

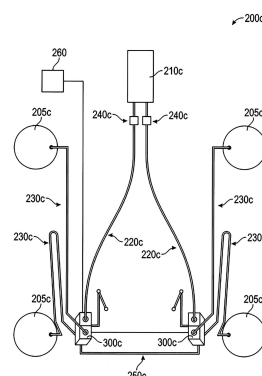
(54) 발명의 명칭 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 에어 관리 시스템

(57) 요약

제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로를 갖는 차량의 에어 관리 시스템으로서, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 교차 흐름 메커니즘을 통해 중립 위치에 공압식으로 연결된다. 제 1 공압 회로는 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 포함한다. 제 2 공압 회로는 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적

(뒷면에 계속)

대표도 - 도9



으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 포함한다. 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨링 밸브가 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고 제 2 레벨링 밸브가 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성된다.

(52) CPC특허분류

B60G 17/019 (2013.01)

B60G 17/0525 (2013.01)

B60G 21/067 (2013.01)

B60G 21/106 (2013.01)

B60G 2202/1524 (2013.01)

B60G 2204/111 (2013.01)

B60G 2204/82 (2013.01)

B60G 2204/8304 (2013.01)

B60G 2400/05162 (2013.01)

(72) 발명자

루이스, 데이비드, 브라이언

미국, 버지니아 23002-3313, 아멜리아 코트 하우스
왈드람 로드 804

아란츠, 조지

미국, 버지니아 23219, 리치먼드 스위트 1000, 이
스트 메인 스트리트 919 베이스 에어 매니지먼트
인코포레이티드 내

(30) 우선권주장

62/573,587 2017년10월17일 미국(US)

62/626,373 2018년02월05일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

차량용 에어 관리 시스템(air management system)에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은,

상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브(leveling valve)를 갖는 제 1 공압 회로 - 상기 제 1 레벨링 밸브는 제 1 교차 흐름 포트(first cross-flow port) 및 제 1 밸브 엘리먼트(first valve element)를 포함함 -;

상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 갖는 제 2 공압 회로 - 상기 제 2 레벨링 밸브는 제 2 교차 흐름 포트(second cross-flow port) 및 제 2 밸브 엘리먼트(second valve element)를 포함함 -; 및

상기 제 1 레벨링 밸브와 상기 제 2 레벨링 밸브를 연결하는 교차 흐름 라인(cross-flow line);

을 포함하고;

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 레벨링 밸브의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 및 상기 제 2 레벨링 밸브의 상기 제 2 밸브 엘리먼트가 동시에 교차 흐름 모드(cross-flow mode)로 전환되어 상기 제 1 교차 흐름 포트 및 상기 제 2 교차 흐름 포트를 통해 공압 연통을 수립하는 경우, 상기 교차 흐름 라인을 통해 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성되고, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브가 상기 교차 흐름 모드에서 상기 차량의 상기 제 1 측면의 높이 및 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않도록 구성된, 에어 관리 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각은 하우징 바디 및 상기 하우징 바디를 통해 연장되는 샤프트(shaft)에 피벗식으로 연결된 제어 암을 포함하고, 상기 제어 암은 중립 위치로부터 하나 이상의 응답 위치로 피벗되도록 구성되는, 에어 관리 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 둘 모두의 제어 암이 중립 위치에 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이에서 공압 연통을 수립하도록 구성되고, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 암이 하나 이상의 응답 위치로 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 방지하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각은 상기 제어 암의 위치를 검출하도록 구성된 제어 암 센서를 포함하는, 에어 관리 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

각각의 제어 암 센서와 전기 통신하는 제어 유닛을 더 포함하고, 각각의 제어 암 센서는 상기 제어 유닛에 제어 암 위치 입력으로서 상기 제어 암의 위치를 송신하도록 구성되고, 상기 제어 유닛은 상기 제어 암 위치 입력에 기초하여 상기 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 차축(axle)에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성된, 에어 관

리 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로(pneumatically) 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및

상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 에어 관리 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 복수의 에어 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖고, 상기 제 1 공급 라인 및 상기 제 2 공급 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖는, 에어 관리 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 하우징 바디 및 상기 하우징 바디 내에서 회전하여 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 연통을 변경하도록 구성된 회전 디스크를 포함하는 회전식 밸브인, 에어 관리 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 매니폴드 하우징(manifold housing), 상기 매니폴드 하우징의 보어(bore) 내에 배치된 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트, 및 전자 액추에이터를 포함하고, 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트는 적어도 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위한 중립 위치 및 에어 공급 탱크로부터 개별 공압 회로로 에어를 공급하는 공급 위치 및 상기 개별 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하기 위한 배기 위치를 포함하는 하나 이상의 위치로 상기 매니폴드 하우징의 보어 내에서 이동하도록 구성되고, 상기 전자 액추에이터는 상기 하나 이상의 위치 사이에서 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트는 플런저, 회전 디스크 및 포펫(poppet)으로 구성된 그룹으로부터 선택된, 에어 관리 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 전자 액추에이터는 솔레노이드, 서보 모터 및 스테퍼 모터로 구성된 그룹으로부터 선택된, 에어 관리 시스템.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

각각의 레벨링 밸브의 전자 액추에이터와 전기적으로 통신하는 제어 모듈을 더 포함하고, 상기 제어 모듈은 중립 위치, 공급 위치 및 배기 위치 사이에서 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트의 이동을

트리거링하는 명령을 각각의 전자 액추에이터에 송신하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

하나 이상의 레벨링 센서를 더 포함하고, 각각의 레벨링 센서는 상기 차량의 위치를 따라 차축에 대한 차량 높이를 검출하고 검출된 차량 높이를 차량 레벨링 입력으로서 상기 제어 모듈에 송신하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 및

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 에어 관리 시스템.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 원통 형상 매니폴드, 상기 매니폴드 내에 배치되고 상기 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물리는 밸브 부재 및 상기 밸브 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함하고;

상기 매니폴드는 상기 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함하고, 개별 레벨링 밸브가 (i) 개별 공압 회로에 에어를 공급하거나, (ii) 개별 공압 회로에서 에어를 제거하거나, (iii) 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하도록 선택적으로 구성되도록 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브 부재가 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하도록 작동하여 상기 복수의 개구의 노출을 제어하도록 구성되는, 에어 관리 시스템.

청구항 16

레벨링 밸브에 있어서,

밸브 바디(valve body)를 형성하기 위해 하부 하우징에 장착된 상부 하우징으로서, 상기 밸브 바디는 상기 상부 하우징과 상기 하부 하우징 사이에서 연장되는 챔버를 정의하는, 상기 상부 하우징;

상기 하부 하우징은 상기 챔버와 연통하는 복수의 포트를 포함하고, 상기 복수의 포트는 공급 포트, 배기 포트, 하나 이상의 스프링 포트 및 교차 흐름 포트를 포함하고;

상기 상부 하우징의 상부 표면을 통해 연장되는 샤프트에 부착된 제 1 단부를 갖는 제어 암으로서, 상기 제어 암은 차량 서스펜션의 확대 또는 압축에 응답하여 상기 밸브 바디에 대하여 회전하도록 구성된, 상기 제어 암;

상기 밸브 바디의 챔버에 위치되고 상기 상부 하우징을 통해 연장되는 상기 샤프트에 의해 상기 제어 암에 연결된 회전 디스크로서; 상기 회전 디스크는 상기 밸브 바디의 챔버 내에서 상기 샤프트에 대하여 회전하도록 구성된, 상기 회전 디스크를 포함하고; 및

상기 회전 디스크는 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 공급 포트 사이에서도 그리고 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 배기 포트 사이에서도 연통을 수립하지 않지만 교차 흐름 모드(cross-flow mode)에서 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 교차 흐름 포트 사이에서 연통을 수립하도록 구성된, 레벨링 밸브.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 하부 하우징은 덤프 포트(dump port)를 포함하고, 상기 교차 흐름 포트는 상기 하부 하우징의 제 1 측면 상에 배치되고, 상기 덤프 포트는 상기 제 1 측면에 대향하는 상기 하부 하우징의 제 2 측면 상에 배치되는, 레

벨링 밸브.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 제어 압은 상기 공급 포트, 상기 배기 포트, 상기 하나 이상의 스프링 포트 및 상기 교차 흐름 포트 사이의 연통을 변경하기 위해 상기 회전 디스크를 복수의 각도 위치 사이에서 회전하도록 유도하고; 상기 복수의 각도 위치는 (i) 상기 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 상기 교차 흐름 포트와 연통하고, 상기 공급 포트도 그리고 상기 배기 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 중립 위치, (ii) 상기 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 상기 공급 포트와 연통하고, 상기 배기 포트도 그리고 상기 교차 흐름 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 공급 위치, 및 (iii) 상기 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 상기 배기 포트와 연통하고, 상기 공급 포트도 그리고 상기 교차 흐름 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 배기 위치를 포함하는, 레벨링 밸브.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 하부 하우징은 상기 상부 하우징의 하부 표면과 정합(mate)되는 제 1 표면을 포함하고, 상기 제 1 표면은 상기 공급 포트와 직접 연통하는 공급 홀; 상기 배기 포트와 직접 연통하는 배기 홀; 상기 하나 이상의 스프링 포트와 직접 연통하는 저장 공동(reservoir cavity)을 정의하는, 레벨링 밸브.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 회전 디스크는 상기 샤프트를 수용하기 위한 중앙 개구, 복수의 장방형 슬롯 및 교차 흐름 슬롯을 포함하고, 상기 복수의 장방형 슬롯 및 교차 흐름 슬롯은 중앙 개구 주위에 이격되고, 상기 회전 디스크의 주변부 사이에 그리고 그 주변부를 따라 불감대(dead band)가 정의된, 레벨링 밸브.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 교차 흐름 슬롯은 상기 회전 디스크가 중립 위치에 설정될 때 상기 하부 하우징의 교차 흐름 홀에 오버라잉되도록 구성된, 레벨링 밸브.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 장방형 슬롯은 상기 회전 디스크의 결면(face)을 따라 연장되는 중앙 축으로부터 대칭적으로 이격되고, 상기 교차 흐름 슬롯은 상기 중앙 축에 오버라잉되는, 레벨링 밸브.

청구항 23

차량의 안정성을 제어하는 방법으로서,

제 1 항의 에어 관리 시스템을 상기 차량에 설치하는 단계;

상기 제 1 밸브 엘리먼트 및 상기 제 2 밸브 엘리먼트가 동시에 상기 교차 흐름 모드로 전환되어 상기 제 1 교차 흐름 포트 및 상기 제 2 교차 흐름 포트를 통해 공압 연통을 수립하는 경우, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 교차 흐름 라인을 통해 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통(pneumatic communication)을 수립하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 각각은 하우징 및 상기 하우징을 통해 연장되는 샤프트에 피벗식으로 연결된 제어 압을 포함하고, 상기 제어 압은 중립 위치로부터 하나 이상의 응답 위치로 피벗되도록 구

성되는, 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 압이 하나 이상의 응답 위치로 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 방지하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로(pneumatically) 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및

상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 복수의 에어 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖고, 상기 제 1 공급 라인 및 상기 제 2 공급 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖는, 방법.

청구항 28

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 및

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 방법.

청구항 29

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 원통 형상 매니폴드, 상기 매니폴드 내에 배치되고 상기 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물리는 밸브 부재 및 상기 밸브 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함하고;

상기 매니폴드는 상기 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함하고, 개별 레벨링 밸브가 (i) 개별 공압 회로에 에어를 공급하거나, (ii) 개별 공압 회로에서 에어를 제거하거나, (iii) 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하도록 선택적으로 구성되도록 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브 부재가 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하도록 작동하여 상기 복수의 개구의 노출을 제어하도록 구성되는, 방법.

청구항 30

하나 이상의 에어 공급 탱크, 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 공압 회로 및 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 공압 회로를 포함하는 상기 차량의 에어 관리 시스템의 에어 압력을 조정하는 방법에 있어서, 상기 방법은,

제 1 레벨링 밸브가 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 상기 제 1 공압 회로로 에어를 공급하거나 상기 제 1 공압 회로로부터 대기(atmosphere)로 상기 에어를 제거하도록 상기 제 1 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압

회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계 - 상기 제 1 레벨링 밸브는 제 1 교차 흐름 포트(first cross-flow port) 및 제 1 밸브 엘리먼트(first valve element)를 포함함 -;

제 2 레벨링 밸브가 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 상기 제 2 공압 회로로 상기 에어를 공급하거나 상기 제 2 공압 회로로부터 상기 대기로 상기 에어를 제거하도록 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 2 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계 - 상기 제 2 레벨링 밸브는 제 2 교차 흐름 포트(second cross-flow port) 및 제 2 밸브 엘리먼트(second valve element)를 포함함 -; 및

상기 제 1 레벨링 밸브의 제 1 밸브 엘리먼트 및 상기 제 2 레벨링 밸브의 제 2 밸브 엘리먼트가 동시에 교차 흐름 모드(cross-flow mode)로 전환되어 상기 제 1 레벨링 밸브의 상기 교차 흐름 포트 및 상기 제 2 레벨링 밸브의 상기 교차 흐름 포트를 통해 공압 연통을 수립하는 단계 - 각각의 레벨링 밸브는 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 에어를 공급하지 않고 상기 교차 흐름 모드에서 상기 대기로 에어를 제거하지 않음 -;

를 포함하는, 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

각각의 레벨링 밸브는 상기 에어 공급 탱크에 연결된 공급 포트, 상기 대기로 에어를 퍼지하기 위한 배기 포트, 상기 하나 이상의 에어 스프링에 연결된 하나 이상의 포트, 및 상기 제 1 레벨링 밸브 또는 제 2 레벨링 밸브 중 다른 하나에 연결된 교차 흐름 포트를 포함하는 하우징 바디를 포함하는, 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

각각의 레벨링 밸브는 상기 하우징 바디의 챔버에 배치된 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트 및 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하도록 구성된 액추에이터를 포함하고, 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트는 복수의 포트 사이의 연통을 변경하기 위해 복수의 위치 사이에서 이동하도록 구성된, 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 복수의 위치는 불감대 위치 및 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위한 교차 흐름 위치를 포함하는 중립 위치, 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 개별 공압 회로로 에어를 공급하기 위한 공급 위치, 및 상기 개별 공압 회로로부터 상기 대기로 상기 에어를 제거하기 위한 배기 위치를 포함하는, 방법.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트는 플런저, 회전 디스크 및 포펫(poppet)으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 방법.

청구항 35

제 32 항에 있어서,

상기 액추에이터는 상기 하우징 바디를 통해 연장되는 샤프트에 피벗식으로 연결된 제어 암이고, 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트는 회전 디스크인, 방법.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 제어 암은 중립 위치에서 하나 이상의 응답 위치로 피벗하도록 구성되고, 상기 제어 암이 중립 위치에 설정될 때 각각의 레벨링 밸브는 중립 모드로 설정되고, 각각의 레벨링 밸브는 상기 제어 암이 하나 이상의 응답

위치로 설정될 때 개별 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는, 방법.

청구항 37

제 32 항에 있어서,

상기 액추에이터는 솔레노이드, 서보 모터 및 스테퍼 모터로 이루어진 그룹으로부터 선택된 전자 액추에이터인, 방법.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

각각의 레벨링 밸브의 전자 액추에이터와 전기 통신하는 제어 모듈을 더 포함하고, 상기 제어 모듈은 상기 복수의 위치 사이의 각각의 상기 제 1 밸브 엘리먼트 또는 제 2 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하기 위해 각각의 전자 액추에이터에 명령을 송신하도록 구성된, 방법.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

하나 이상의 레벨링 센서를 더 포함하고, 각각의 레벨링 센서는 상기 차량의 위치를 따라서 차축에 대한 차량 높이를 검출하고 검출된 차량 높이를 차량 레벨링 입력으로서 상기 제어 모듈에 송신하도록 구성된, 방법.

청구항 40

제 30 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크 중 적어도 하나와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및

상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크 중 적어도 하나와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 방법.

청구항 41

제 30 항에 있어서,

상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 및

상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 방법.

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2017 년 6 월 16 일 출원된 가특허 출원 일련 번호 62/520918, 2017 년 10 월 17 일 출원된 가특허 출원 일련 번호 62/573587 및 2018 년 2 월 5 일 출원된 가특허 출원 일련 번호 62/626373의 출원일의 35 U.S.C. § 119 (e)의 이익을 주장하고, 이의 개시 내용은 그 전문이 본 출원에 참조로 통합된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 본 개시는 에어 스프링에 의해 지지되는 하나 이상의 차축(axle)을 갖는 짐 운반 원동기 및 트레일러 차량을 포함하여, 임의 유형의 차량, 트레일러 및 견인용을 위한 에어 관리 시스템의 개선에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 차량용 에어 서스펜션 시스템은 각 차축의 양쪽에 하나 이상의 차량 차축을 쌍으로 지지하는 복수의 에어 서스펜션 백을 갖는다. 잘 알려진 하나의 차량에서, 한 쌍의 에어 스프링은 인접한 차축의 대응하여 위치한 에어 스프링 사이에서 연장되는 공통의 큰 직경의 에어 라인에 의해 연결된다. 공통 에어 라인은 각각 에어 라인에 의해 차량의 개별 측면을 향한 높이 제어 밸브에 연결된다. 높이 제어 밸브는 해당 차량이 가변 도로 상태에서 주행할 때 레벨을 유지하도록 하는 것을 보장하기 위해 에어 스프링의 팽창을 조정하도록 공통 에어 라인으로의 에어 공급을 제어한다. 달리 정의되지 않는 한, 용어 "높이 제어 밸브(height control valve)"는 용어 "레벨링 밸브(leveling valve)"와 동일하게 사용되어, 용어 "높이 제어 밸브" 및 "레벨링 밸브"는 상호 교환 가능하게

사용될 수 있다.

[0006] 예를 들어, 차량이 회전할 때, 차량의 무게 중심은 회전에서 멀어 질수록 그것의 폭을 따라 이동한다. 중량 시프트(weight shift)로 인해, 회전으로부터 멀어지는 쪽을 마주하는 차량 측면상의 에어 스프링은 수축하기 시작하고, 반면 회전을 마주하는 차량의 측면상의 에어 스프링은 연장되기 시작한다. 결과적으로, 차량은 좌우로 레벨링이 되지 않게 된다. 이에 따라, 차량의 낮아진 측면상의 레벨링 밸브 중 하나는 수축된 에어 스프링에 에어를 공급하는 반면, 차량의 상승된 측면상의 다른 레벨링 밸브는 연장된 에어 스프링에서 에어를 제거하여 차량의 레벨을 유지한다. 테스트를 통해, 레벨링 밸브가 차량의 동적 중량 시프트에 반응할 때 종종 파잉 보상되는 것으로 밝혀졌고, 여기서 레벨링 밸브로부터 에어를 공급받은 에어 스프링이 레벨링 밸브에 의해 퍼지(purge)된 에어 스프링보다 에어 압력이 더 큰 경향이 있다. 그 결과, 레벨링 밸브가 차량을 레벨링 하려고 시도한 후에도 에어 서스펜션 시스템의 두 측면 사이에 압력 차이가 지속된다. 차량의 대향 측면들에 있는 에어 스프링 사이에 압력 차이가 남아 있어도, 레벨링 밸브는 중립 모드로 돌아간다 (예를 들어, 회전 디스크가 불감대 범위 내에 설정됨), 여기서 차량의 대향 측면들 상에 에어 스프링 사이의 공압 연통이 부족하다. 에어 스프링 사이의 이러한 압력 차이로 인해, 레벨링 밸브가 차량 중량 시프트에 응답하여 에어 스프링의 압력을 조정한 후에도 차량은 레벨링이 유지되지 않는다.

[0007] 다른 유형의 에어 서스펜션 시스템은 에어백의 높이를 제어하기 위해 기계식 레벨링 밸브를 전자식 밸브로 대체했다. 일부 전자식 작동 밸브는 차량 중량 시프트 또는 차량 회전에 반응하도록 디자인되었지만, 전자식 작동 밸브는 차량 중량 시프트에 응답하여 에어 스프링의 높이가 조정된 후에도 지속되는 에어 스프링 간의 압력 차이를 설명하지 못 한다.

[0008] 따라서, 본 발명자들은 차량이 평형(equilibrium) 에어 압력, 레벨 및 승차 높이를 회복될 수 있도록 지속적인 압력 불균형 문제를 해결하는 에어 관리 시스템이 필요하다는 것을 인식하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 위해 차량용 증강된 공압 서스펜션 시스템이 제공되고, 에어 관리 시스템은 제 1 공압 회로, 제 2 공압 회로 및 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로를 공압식으로 연결하는 교차 흐름 메커니즘을 포함한다. 제 1 공압 회로는 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 포함한다. 제 2 공압 회로는 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 포함한다. 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고 상기 제 2 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성된다. 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템의 다양한 예에 따르면, 모든 에어 관리 시스템은 각각의 에어 관리 시스템이 기계적 또는 전자적 동작 하에서 이용될 수 있도록 수정하는데 다루기 쉽다 (예를 들어, 레벨링 밸브를 위한 액추에이터는 기계적 메커니즘으로부터 전자적 메커니즘으로 스위칭될 수 있다).

[0010] 제 1 공압 회로는 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 제 1 에어 스프링 세트를 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 제 1 레벨링 밸브를 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함한다. 제 2 공압 회로는 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 제 2 에어 스프링 세트를 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 제 2 레벨링 밸브를 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함한다. 교차 흐름 연결부는 제 1 레벨링 밸브로부터 제 2 레벨링 밸브까지 연장된다. 다른 예에서, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 에어 관리 시스템이 차량의 양측에서 에어 스프링으로 에어 흐름을 제공하기 위해 단지 하나의 에어 공급 탱크만을 포함하도록 공통 에어 공급 탱크에 의해 에어를 공급될 수 있다. 일 예에서, 상기 제 1 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 복수의 에어 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 가질 수 있고, 상기 제 1 공급 라인 및 상기 제 2 공급 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 가질 수 있다.

[0011] 일 구성에서, 각각의 레벨링 밸브는 하우징, 상기 레벨링 밸브에 피벗 연결되는 제어 암을 포함하고, 상기 제어 암은 에어 스프링의 압축 또는 확장에 응답하여 중립 위치와 하나 이상의 응답 위치 사이에서 피벗하도록 구성

된다. 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨 밸브 및 제 2 레벨 밸브 둘 모두의 제어 암이 중립 위치에 설정된 때 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성될 수 있다. 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 암이 하나 이상의 응답 위치에 설정된 때 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 사이에 공압 연통을 방지하도록 구성될 수 있다. 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 상기 제어 암의 위치를 검출하도록 구성된 제어 암 센서를 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 각각의 제어 암 센서와 전기적으로 통신하는 제어 유닛을 포함할 수 있다. 각각의 제어 암 센서는 제어 암 위치 입력으로서 제어 암의 위치를 제어 유닛에 송신하도록 구성될 수 있다. 제어 유닛은 제어 암 위치 입력에 기초하여 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 차축에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0012] 일 예에서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 하우징 바디 및 상기 하우징 바디 내에서 회전하여 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 연통을 변경하도록 구성된 회전 디스크를 포함하는 회전식 밸브일 수 있다. 각각의 하우징 바디는 에어 소스로부터 에어를 수용하도록 구성된 공급 포트, 대기로 에어를 배출하도록 구성된 배기 포트, 제 1 공압 회로 또는 제 2 공압 회로 중 하나에 에어를 수용하거나 공급하도록 구성된 하나 이상의 스프링 포트, 및 제 1 레벨링 밸브 또는 제 2 레벨링 밸브 중 하나에 에어를 수용하거나 공급하도록 구성된 교차 흐름 포트를 포함할 수 있다. 일 구성에서, 회전 디스크는 하나 이상의 스프링 포트와 공급 포트 사이의 연통을 수립하지 않고 그리고 하나 이상의 스프링 포트와 배기 포트 사이의 연통을 수립하지 않지만 하나 이상의 스프링 포트와 교차 흐름 포트 사이에 연통을 수립하도록 구성될 수 있다. 일 구성에서, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 하우징 바디에 피벗식으로 연결되고 제 1 공압 회로 또는 제 2 공압 회로 중 하나에 의한 높이 변화에 응답하여 밸브 주위에서 회전하도록 구성된 제어 암을 포함할 수 있다. 일 구성에서, 제어 암의 회전은 공급 포트, 배기 포트, 하나 이상의 스프링 포트 및 교차 흐름 포트 사이의 연통을 변경하기 위해 회전 디스크가 복수의 각도 위치 사이에서 회전하도록 유도할 수 있다.

[0013] 일 예에서, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 매니폴드 하우징, 매니폴드 하우징의 보어에 배치된 밸브 엘리먼트, 및 전자 액추에이터를 포함할 수 있다. 상기 밸브 엘리먼트는 적어도 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위한 중립 위치 및 에어 공급 탱크로부터 개별 공압 회로로 에어를 공급하는 공급 위치 및 상기 개별 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하기 위한 배기 위치를 포함하는 하나 이상의 위치로 상기 매니폴드 하우징의 보어 내에서 이동하도록 구성될 수 있다. 전자 액추에이터는 하나 이상의 위치 사이에서 플런저의 이동을 트리거링하도록 구성된다. 밸브 엘리먼트는 플런저(plunger), 회전 디스크 및 포켓(pocket)으로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있다. 전자 액추에이터는 예를 들어 솔레노이드, 서보 모터 및 스테퍼 모터이다.

[0014] 일 예에서, 에어 관리 시스템은 각각의 레벨링 밸브의 전자 액추에이터와 전기 통신하는 제어 모듈을 포함할 수 있다. 상기 제어 모듈은 중립 위치, 공급 위치 및 배기 위치 사이에서 상기 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하는 명령을 각각의 전자 액추에이터에 송신하도록 구성될 수 있다. 에어 관리 시스템은 하나 이상의 레벨링 센서를 포함할 수 있다. 각각의 레벨링 센서는 차량의 위치에 따라 차축에 대하여 차량 높이를 검출하고 및 차량 레벨링 입력으로서 상기 제어 모듈에 상기 검출된 차량 높이를 송신하도록 구성될 수 있다. 제어 모듈은 차량 레벨링 입력에 기초하여 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 차축에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0015] 일 구성에서, 각각의 레벨링 밸브는 원통 형상 매니폴드, 매니폴드 내에 배치되고 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물림되는 밸브 부재, 및 밸브 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함할 수 있다. 매니폴드는 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함할 수 있다. 개별 레벨링 밸브가 (i) 개별 공압 회로에 에어를 공급하거나, (ii) 개별 공압 회로에서 에어를 제거하거나, (iii) 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하도록 선택적으로 구성되도록 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브 부재가 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하도록 작동하여 상기 복수의 개구의 노출을 제어하도록 구성될 수 있다.

[0016] 본 발명은 레벨링 밸브를 포함한다. 레벨링 밸브는 밸브 바디를 형성하기 위해 하부 하우징에 장착된 상부 하우징을 포함할 수 있고, 밸브 바디는 상부 하우징과 하부 하우징 사이에 연장되는 챔버를 정의한다. 상기 하부 하우징은 챔버와 연통하는 복수의 포트를 포함할 수 있고, 상기 복수의 포트는 공급 포트, 배기 포트, 하나 이상의 스프링 포트, 교차 흐름 포트를 포함한다. 일 구성에서, 상기 하부 하우징은 덤프 포트(dump port)를 더 포함할 수 있고, 상기 교차 흐름 포트는 상기 하부 하우징의 제 1 단부 상에 배치되고, 상기 덤프 포트는 상기 제 1 단부에 대향하는 상기 하부 하우징의 제 2 단부 상에 배치된다. 일 구성에서, 상기 공급 포트는 상기 하부 하우징의 제 1 측면 상에 배치될 수 있고, 상기 배기 포트는 상기 하부 하우징의 상기 제 1 측면에 대향하는 상기

하부 하우징의 제 2 측면 상에 배치될 수 있다. 일 구성에서, 상기 교차 흐름 포트는 상기 하부 하우징의 제 1 단부 상에 배치될 수 있고, 상기 제 1 단부는 상기 하부 하우징의 상기 제 1 측면과 제 2 측면 사이에서 연장될 수 있다. 일 구성에서, 하나 이상의 스프링 포트는 하부 하우징의 제 1 측면 또는 제 2 측면 중 하나에 위치한 제 1 스프링 포트를 포함할 수 있다. 레벨링 밸브는 상부 하우징의 상부 표면을 통해 연장되는 샤프트에 부착된 제 1 단부를 갖는 제어 암을 포함할 수 있고, 제어 암은 차량 서스펜션의 확장 또는 압축에 응답하여 밸브 바디 주위에서 회전하도록 구성된다. 레벨링 밸브는 밸브 바디의 챔버에 위치되고 상부 하우징을 통해 연장되는 샤프트에 의해 제어 암에 연결된 회전 디스크를 포함할 수 있고, 회전 디스크는 밸브 바디의 챔버 내 의지지 엘리먼트를 중심으로 회전하도록 구성된다. 회전 디스크는 하나 이상의 스프링 포트와 공급 포트 사이의 연통을 수립하지 않고 그리고 하나 이상의 스프링 포트와 배기 포트 사이의 연통을 수립하지 않지만 하나 이상의 스프링 포트와 교차 흐름 포트 사이에 연통을 수립하도록 구성될 수 있다.

[0017] 본 발명은 차량의 안정성을 제어하는 방법을 포함할 수 있다. 방법은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로를 포함하는 에어 관리 시스템을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 제 1 공압 회로는 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 포함할 수 있다. 제 2 공압 회로는 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 제 1 레벨링 밸브와 제 2 레벨링 밸브를 연결하는 교차 흐름 라인을 포함할 수 있다. 방법은 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고 상기 제 2 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명은 하나 이상의 에어 공급 탱크, 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 공압 회로, 및 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 공압 회로를 포함하는 차량의 에어 관리 시스템의 에어 압력을 조정하는 방법을 포함할 수 있다. 방법은, 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 제 1 공압 회로로 에어를 공급하거나 또는 제 1 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하도록 제 1 레벨링 밸브에 의해 제 1 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은, 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 제 2 공압 회로로 에어를 공급하거나 또는 제 2 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하도록 제 2 레벨링 밸브에 의해 제 2 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 제 1 레벨링 밸브와 제 2 레벨링 밸브가 중립 모드로 설정되어 각각의 레벨링 밸브가 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 에어를 공급하지도 않고 대기로 에어를 제거하지 않을 때에만 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명은 차량용 에어 관리 시스템의 에어 스프링과 관련된 제어 유닛을 포함할 수 있다. 제어 유닛은 에어 스프링의 상판에 장착되도록 구성된 하우징을 포함할 수 있고, 하우징은 밸브 챔버를 포함한다. 제어 유닛은 밸브 챔버에 배치된 밸브를 포함할 수 있다. 밸브는 (i) 밸브가 관련 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 에어 관리 시스템의 제 2 에어 스프링에 연결된 교차 흐름 라인과 관련 에어 스프링 사이의 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이를 스위칭하도록 구성될 수 있다. 제어 유닛은 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 모니터링하고 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 나타내는 측정 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 제어 유닛은 에어 관리 시스템의 제 2 에어 스프링과 관련된 제 2 제어 유닛에 그리고 제 2 제어 유닛으로부터 데이터 신호를 송신 및 수신하도록 구성된 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 제어 유닛은 밸브, 하나 이상의 센서 및 통신 인터페이스에 동작 가능하게 링크된 프로세싱 모듈을 포함할 수 있으며, 프로세싱 모듈은 : (i) 하나 이상의 센서로부터 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터 데이터 신호를 수신하고, 및 (ii) 하나 이상의 센서로부터 수신된 측정 신호 및 상기 통신 인터페이스로부터의 데이터 신호에 기초하여, 능동 모드와 중립 모드 사이를 스위칭하도록 밸브를 작동하도록 구성된다.

[0020] 본 발명은 차량용 에어 관리 시스템을 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은, 차량의 제 1 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 1 공압 회로를 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 차량의 제 2 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 2 공압 회로를 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 하나 이상의 교차 흐름 라인을 포함할 수 있고, 각각의 교차 흐름 라인은 제 1 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로부터 제 2 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로 연장된다. 각각의 에어 스프링은 제어 유닛을 포함할 수 있다. 각각의 제어 유닛은 관련된 에어 스프링의 상판에 장착되도록 구성된 하우징을 포함할 수 있으며, 하우징은 밸브 챔버를 포함한다. 각각의 제어 유닛은 밸브 챔버에 배치된 밸브를 포함할 수 있고, 밸브는 (i) 밸브가 관련 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 개별 교차 흐름 라인과 관련 에어 스프링 사이의 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이를 스위칭하도록

구성될 수 있다. 각각의 제어 유닛은 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 모니터링하고 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 나타내는 측정 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다. 각각의 제어 유닛은 에어 관리 시스템의 다른 에어 스프링과 관련된 다른 제어 유닛에 그리고 다른 제어 유닛으로부터 데이터 신호를 직접 송신 및 수신하도록 구성된 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 각각의 제어 유닛은 밸브, 하나 이상의 센서 및 통신 인터페이스에 동작 가능하게 링크된 프로세싱 모듈을 포함할 수 있으며, 프로세싱 모듈은 : (i) 하나 이상의 센서로부터 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터 데이터 신호를 수신하고, 및 (ii) 하나 이상의 센서로부터 수신된 측정 신호 및 상기 통신 인터페이스로부터의 데이터 신호에 기초하여, 능동 모드와 중립 모드 사이를 스위칭하도록 밸브를 작동하도록 구성된다.

[0021] 본 발명은 에어 관리 시스템을 포함하는 차량의 안정성을 제어하는 방법을 포함할 수 있고, 상기 에어 관리 시스템은 차량의 제 1 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 1 공압 회로, 차량의 제 2 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 2 공압 회로, 및 하나 이상의 교차 흐름 라인을 포함할 수 있고, 각각의 교차 흐름 라인은 제 1 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로부터 제 2 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로 연장된다. 방법은 높이 센서 및 에어 압력 센서에 의해 각각의 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 모니터링하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 높이 센서 및 에어 압력 센서에 의해, 각각의 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 나타내는 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 프로세싱 모듈에 의해, 각각의 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 나타내는 신호를 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 프로세싱 모듈에 의해, 개별 에어 스프링의 높이를 나타내는 수신된 신호에 기초하여 개별 에어 스프링의 높이 차이 비율 및 압력 차이 비율을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 상기 프로세싱 모듈에 의해 에어 스프링과 개별 교차 흐름 라인 사이에 에어 연통을 수립할지 또는 독립적으로 에어 스프링의 높이를 조정할지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 프로세싱 모듈에 의해 (i) 밸브가 관련 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 개별 교차 흐름 라인과 관련 에어 스프링 사이의 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 모드들 하나로 밸브를 스위칭하도록 작동하는 단계를 포함할 수 있다. 일 구성에서, 높이 센서, 프로세싱 모듈 및 밸브는 에어 스프링의 챔버에 배치된다.

[0022] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템의 다양한 예에 따르면, 모든 에어 관리 시스템은 적어도 2 개의 독립적인 공압 회로를 포함하며, 각각의 독립적인 공압 회로는 동적 차량 중량 시프트에 응답하여 차량의 일 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된다. 차량의 일 측면의 높이를 독립적으로 조정하는 상태에서, 개별 공압 회로는 차량의 일 측면의 에어 스프링이 차량의 반대 측면 상에 배치된 공압 회로와 공압 연통하지 않도록 차량의 반대 측면 상에 배치된 다른 공압 회로와 공압 연통하지 않는다. 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템의 다양한 예에 따르면, 모든 에어 관리 시스템은 2 개의 독립 회로 사이에서 교차 흐름을 선택적으로 수립하여 모든 레벨링 밸브가 중립 위치 또는 중립 모드로 설정된 경우에 차량의 일 측면 상에 배치된 에어 스프링이 차량의 다른 측면 상에 배치된 에어 스프링과 공압 연통할 수 있다. 이와 관련하여, 레벨링 밸브가 에어 공급 탱크로부터 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고 그리고 에어 스프링으로부터 대기로 에어를 퍼지하지 않을 때 레벨링 밸브는 중립 위치 또는 중립 모드로 설정된다 (예를 들어, 회전 디스크는 불감대 범위 내로 설정됨).

[0023] 본 개시 내용의 주제의 다른 특징 및 특성, 뿐만 아니라 동작 방법, 구조의 관련 엘리먼트의 기능 및 부품의 조합 및 제조 경계는 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부된 도면을 참조하여 청구 범위를 참고로 이하의 설명 및 첨부된 청구항들을 고려하여 더욱 명백해질 것이고, 동일한 도면 번호들은 다양한 도면에서 대응하는 부분을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0024] 본 출원에 통합되고 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부 도면은 본 개시의 주제의 다양한 실시예를 예시한다. 도면에서, 동일한 도면 번호는 동일하거나 기능적으로 유사한 엘리먼트를 나타낸다.

도 1a는 본 발명의 일 구성에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다. 도 1b는 본 발명의 일 구성에 따른 차량의 중앙부에 배치된 레벨링 밸브를 포함하는 에어 관리 시스템의 개략도이다. 도 1c는 본 발명의 일 구성에 따른 각각의 레벨링 밸브가 복수의 에어백 포트를 갖는 레벨링 밸브를 포함하는 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 구성에 따른 레벨링 밸브의 평면도이다.

도 3은 본 발명의 일 구성에 따른 레벨링 밸브의 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레벨링 밸브의 분해도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 하부 하우징의 사시도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 디스크의 개략도이다.

도 7은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 8은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 9는 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 10은 본 발명에 따른 하부 하우징의 사시도이다.

도 11은 본 발명에 따른 하부 하우징의 평면도이다.

도 12a는 본 발명에 따른 라인 Z-Z를 따라 취한 하부 하우징의 상부 단면도이다. 도 12b는 본 발명에 따른 라인 Y-Y를 따라 취한 하부 하우징의 측 단면도이고, 도 12c는 본 발명에 따른 라인 X-X를 따라 취한 하부 하우징의 측 단면도이다.

도 13은 본 발명에 따른 회전 디스크의 평면도이다.

도 14a는 본 발명에서 사용되는 제 1 포켓(pocket)의 사시도이다. 도 14b는 본 발명에서 사용되는 제 1 포켓의 라인 B-B를 따라 취한 단면도이다.

도 15a는 본 발명에 따른 제 2 포켓의 사시도이다. 도 15b는 본 발명에 따른 제 2 포켓의 라인 C-C를 따라 취한 단면도이다.

도 16은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 17은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 18은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 19는 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 20은 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 21a는 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 21b는 본 발명에 따른 에어 관리 시스템의 개략도이다.

도 22는 본 발명에 따른 제어 유닛의 개략도이다.

도 23은 본 발명에 따른 시스템 제어기의 개략도이다.

도 24는 본 발명에 따른 제어기의 개략도이다.

도 25는 본 발명에 따른 시스템 제어기의 개략도이다.

도 26a는 본 발명에 따른 밸브의 개략도이다.

도 26b는 도 26a의 라인 A를 따라 취한 본 발명에 따른 밸브의 단면도이다.

도 27은 본 발명에 따른 하부 하우징의 상부 사시도이다.

도 28은 본 발명에 따른 하부 하우징의 저면(bottom) 사시도이다.

도 29는 본 발명에 따른 하우징 하부의 단부도(end view)이다.

도 30은 본 발명에 따른 하부 하우징의 측면도이다.

도 31은 본 발명에 따른 하부 하우징의 상부 평면도이다.

도 32는 본 발명에 따른 하부 하우징의 저면 평면도이다.

도 33은 본 발명에 따른 회전 디스크의 사시도이다.

도 34는 본 발명에 따른 회전 디스크의 상부 평면도이다.

도 35는 본 발명에 따른 회전 디스크의 측면도이다.

도 36은 도 34의 라인 36을 따라 취한 본 발명에 따른 회전 디스크의 측 단면도이다.

도 37 및 도 38은 본 발명에 따른 샤프트의 사시도이다.

도 39는 본 발명에 따른 샤프트의 측면도이다.

도 40은 본 발명에 따른 샤프트의 저면 단부도이다.

도 41은 본 발명에 따른 샤프트의 상부 단부도이다.

도 42는 본 발명에 따른 샤프트의 측면도이다.

도 43은 본 발명에 따른 레벨링 밸브의 다양한 동작 단계에서 다양한 밸브 포트의 에어 압력을 나타내는 그래프이다.

도 44는 본 발명에 따른 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로를 포함하는 에어 관리 시스템의 에어 압력 조절을 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명의 주제의 양태들이 다양한 형태로 구현될 수 있지만, 이하의 설명 및 첨부 도면들은 단지 본 주제의 특정 예로서 이러한 형태의 일부를 개시하도록 의도된다. 따라서, 본 개시의 주제는 그렇게 설명되고 예시된 형태 또는 실시예로 제한되도록 의도되지 않는다.
- [0026] 본 발명은 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 갖는 제 1 공압 회로, 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 갖는 제 2 공압 회로, 상기 제 1 레벨링 밸브와 상기 제 2 레벨링 밸브를 연결하는 교차 흐름 메커니즘(cross-flow mechanism)을 갖는 차량용 에어 관리 시스템을 포함한다. 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨링 밸브가 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고 제 2 레벨링 밸브가 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 예를 들어, 차량의 양쪽 측면의 승차 높이 제어 암(arm)이 중립 위치에 있거나 전자식 작동 밸브가 중립 모드로 설정되어 있을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립한다. 제 1 레벨링 밸브와 제 2 레벨링 밸브가 차량이 실질적으로 시간당 제로 마일 상의 속도로 주행할 때 모든 운전 상태 하에서 중립 위치 또는 중립 모드로 설정되도록 구성된다.
- [0027] 본 출원에서 사용되는 용어 "중립 위치(neutral position)" 및 "중립 모드(neutral mode)"는 레벨링 밸브가 에어 공급 탱크로부터 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고 에어 스프링으로부터 대기로 에어를 제거하지 않는 상태로 정의되며, 레벨링 밸브의 각각은 서로 공압 연통되어 있다.
- [0028] 본 출원에서 사용되는 용어 "능동 모드(active mode)"는 밸브가 하나의 공압 회로에서 하나 이상의 에어 스프링의 높이 또는 에어 압력을 독립적으로 조정하는 반면, 밸브가 다른 공압 회로의 임의의 컴포넌트와 공압 연통하지 않는 상태로 정의된다.
- [0029] 본 출원에서 사용되는 "교차 흐름 메커니즘(cross-flow mechanism)" 또는 "교차 흐름 시스템(cross-flow system)"은 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하는데 필요한 임의의 컴포넌트를 포함하며, 여기서 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 차량 대향 측면, 즉 좌측 및 우측에 제공된다. 교차 흐름 메커니즘 또는 교차 흐름 시스템은 각각의 레벨링 밸브상의 교차 흐름 포트에 연결된 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브를 연결하는 교차 흐름 에어 라인을 포함할 수 있으며, 여기서 교차 흐름 에어 라인은 공급 탱크 또는 공급 탱크에 연결된 공급 라인에 직접 연결되지 않는다. 교차 흐름 메커니즘 또는 교차 흐름 시스템은 또한 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각에 연결된 교차 흐름 제어기 디바이스를 포함할 수 있다. 교차 흐름 메커니즘 또는 교차 흐름 시스템은 또한 전기 센서, 예를 들어, 에어 압력 센서, 에어 흐름 센서, 승차 높이 센서, 안정성 제어 센서를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 출원에 사용되는 용어 "응답 위치(response position)"는 차량의 각각의 측면상의 하나 이상의 레벨링 밸브가 공압 회로에서 독립적으로 에어 스프링의 에어 압력을 조정하는 상태로 정의된다.
- [0031] 본 출원에 사용되는 "불감대 (dead band)"는 회전 디스크의 디스크 표면이 하부 하우징의 저장 공동을 완전히 오버라이딩함으로써 레벨링 밸브가 에어 공급 탱크로부터 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고 에어 스프링으로부터 대기로 에어를 제거하지 않은 회전의 범위를 지칭한다.
- [0032] 일 예에서, 각각의 레벨링 밸브는 하우징, 하우징의 보어(bore) 내에 배치된 밸브 엘리먼트, 및 하우징에 피벗

가능하게(pivotably) 연결된 제어 암을 포함하여 밸브 엘리먼트의 회전 또는 움직임을 유도하기 위해 중립 위치로부터 하나 이상의 응답 위치로 피벗되도록 한다. 다른 예에서, 각각의 레벨링 밸브는 제어 암 대신에 하우징 및 전기적으로 하우징에 연결된 승차 높이 센서(ride height sensor)를 포함한다. 다른 예에서, 각각의 레벨링 밸브는 하우징, 하우징의 보어 내에 배치된 밸브 엘리먼트, 밸브 엘리먼트의 이동 또는 회전을 유도하기 위해 하우징에 피벗 가능하게 연결된 제어 암, 및 제어 암의 움직임을 검출하기 위해 하우징에 배치된 센서를 포함한다. 다른 예에서, 각각의 레벨링 밸브는 밸브 엘리먼트의 회전 또는 움직임을 유도하기 위해 하우징, 밸브 엘리먼트 및 모터 (예를 들어, 스텝퍼 모터(stepper motor))를 포함할 수 있다. 밸브 엘리먼트는 플런저(plunger), 회전 디스크 및 포켓(pocket)으로 구성된 그룹으로부터 선택될 수 있다.

[0033] 일 예에서, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨 밸브 및 제 2 레벨 밸브 둘 모두의 제어 암이 중립 위치에 설정된 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하고, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 암이 하나 이상의 응답 위치에 설정된 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에 공압 연통을 방지하도록 구성된다.

[0034] 일 예에서, 제 1 공압 회로는 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 제 1 에어 스프링 세트를 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 제 1 레벨링 밸브를 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 제 2 공압 회로는 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 제 2 에어 스프링 세트를 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 제 2 레벨링 밸브를 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함한다. 다른 예에서, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 공통 에어 공급 탱크에 의해 에어를 공급하여 에어 관리 시스템이 단지 하나의 에어 공급 탱크만을 포함하여 차량의 양측의 에어 스프링으로 에어 흐름을 제공할 수 있다.

[0035] 일 예에서, 에어 라인은 차량의 양측의 공압 회로 내에서 대칭을 유지하기 위해 동일한 볼륨의 에어를 공급하도록 제공된다. 에어 라인은 실질적으로 동일하거나 (예를 들어, $\pm 10\%$ 또는 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 2\%$ 또는 $\pm 1\%$ 이내) 또는 동일한 직경 및/또는 길이를 갖는다. 공급 라인은 실질적으로 동일하거나 (예를 들어, $\pm 10\%$ 또는 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 2\%$ 또는 $\pm 1\%$ 이내) 또는 동일한 직경 및/또는 길이를 갖는다.

[0036] 도 1a 내지 도 1c는 도면 번호(100)으로 표시된, 본 출원에 개시된 차량용 에어 관리 시스템의 구성을 도시한다. 에어 관리 어셈블리(100)는 차량(1)의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 공압 회로, 차량(1)의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 공압 회로, 및 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로를 공압식으로 연결하는 교차 흐름 라인(cross-flow line)(38)을 포함한다. 차량(1)은 전방 및 후방 구동 및/또는 비 구동 차륜(wheeled) 차축(2 및 3)을 가질 수 있으며, 이는 차축(2 및 3)의 양측에 도시된 바와 같이 위치된 에어백 (에어 스프링으로도 지칭될 수 있음)(4 및 5, 6 및 7, 8 및 9 및 10 및 11)에 의해 새시(1) 상에 공지된 방식으로 지지된다. 본 발명은 이들 엘리먼트는 당업자에게 즉시 명백한 바와 같이 사용되는 차량의 유형에 따라 변하기 때문에 도면에 도시된 특정 수의 차축 (들), 에어백 (에어 스프링), 에어 라인/호스, 에어 공급 탱크 (들)를 갖는 것으로 제한되지 않는다. 다른 예에서, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 에어 관리 시스템(100)이 차량(1)의 양측에서 에어 스프링(4-11)으로 에어 흐름을 제공하기 위해 단지 하나의 에어 공급 탱크만을 포함하도록 공통 에어 공급 탱크에 의해 에어를 공급될 수 있다.

[0037] 도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이, 에어 스프링(4, 5, 8 및 9)은 차량(1)의 제 1 측면 상에 위치되고 별개의 에어 라인(12, 13 및 18-21)에 의해 함께 연결되어 제 1 에어 스프링 세트를 형성한다. 에어 스프링(4, 5, 8 및 9)과 별개의 에어 라인(12, 13 및 18-21)은 제 1 레벨링 밸브(16)에 연결된 밸브 호스(28)에 의해 에어가 공급된다. 공급 호스(30)는 제1 레벨링 밸브(16)에 에어를 공급하기 위해 제 1 레벨링 밸브(16)로부터 제 1 공급 탱크(32)로 직접 연장된다. 공급 호스(30)는 또한 압력 보호 밸브(34)가 제공된다. 따라서, 에어 스프링(4, 5, 8 및 9), 별개의 에어 라인(12, 13 및 18-21), 밸브 호스(28), 제 1 레벨링 밸브(16), 공급 호스(30), 압력 보호 밸브(34) (일부 차량 또는 에어 관리 시스템에는 필요하지 않음), 및 제 1 공급 탱크(32)는 독립적으로 차량(1)의 제 1 측면의 높이 조정에 적합한 제 1 공압 회로를 형성한다.

[0038] 일부 실시예 (미도시)에서, 에어 관리 어셈블리(100)는 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 둘 모두에 동시에 에어를 전달하기 위한 단일 에어 공급 탱크 및 두 개의 공급 호스를 통해 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로에 연결되고, 단일 호스에 의해 에어 공급 탱크에 연결된 단일 압력 보호 밸브를 포함할 수 있다. 단일 압력 보호 밸브는 에어 관리 시스템(100) 내에서 누출 또는 고장이 발생하는 경우 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 둘 모두에 충분한 에어 압력을 공급하도록 구성된다. 단일 압력 보호 밸브는 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 모두

에 동시에 충분한 에어를 제공하기 위해 이중 압력 보호 밸브(34)에 비해 더 큰 에어 용량을 갖도록 구성된다.

[0039] 에어 스프링(6, 7, 10 및 11)은 차량(1)의 제 2 측면 상에 위치되고, 별개의 에어 라인(14, 15 및 22-25)에 의해 함께 연결되어 제 2 에어 스프링 세트를 형성한다. 에어 스프링(6, 7, 10 및 11) 및 개별 에어 라인(14, 15 및 22-25)은 제 2 레벨 밸브(17)에 연결된 밸브 호스(29)에 의해 에어가 공급된다. 공급 호스(31)는 제 2 레벨링 밸브(17)에 에어를 공급하기 위해 제 2 레벨링 밸브(17)로부터 제 2 공급 탱크(33)로 직접 연장된다. 공급 호스(31)는 또한 압력 보호 밸브(35)가 제공된다. 따라서, 에어 스프링(6, 7, 10, 11), 별개의 에어 라인(14, 15 및 22-25), 밸브 호스(29), 제 2 레벨링 밸브(17), 공급 호스(31), 압력 보호 밸브(35) 및 제 2 공급 탱크(33)는 차량(1)의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조절하도록 구성된 제 2 공압 회로를 형성한다. 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 둘 모두 독립적으로 동작 가능하여 제 1 레벨링 밸브(16)는 차량(1)의 제 1 측면으로 에어를 독립적으로 전달하거나 제 1 측면으로부터 에어를 퍼지(purge)하고, 제 2 레벨링 밸브(17)는 차량(1)의 제 2 측면으로 독립적으로 에어를 전달하거나 제 2 측면으로부터 에어를 퍼지한다.

[0040] 각각의 에어 스프링에 대해 실질적으로 동일한 볼륨 및 압력의 균형 잡힌 공급 에어를 보장하기 위해, 차량(1)의 제 1 측면 상의 개별 에어 라인(12, 13 및 18-21)과 차량(1)의 제 2 측면 상의 별개의 에어 라인(14, 15 및 22-25)은 실질적으로 동일한 크기 (내경) 및 길이를 가진다. 예시된 구성에서, 개별 에어 라인(18-21 및 22-25)은 각각 약 12mm(1/2 인치)의 보어 직경을 갖는다. 다른 크기가 사용될 수 있고, 각각의 세트 또는 그룹 (예를 들어, 18 내지 25, 28 및 29, 30 및 30 31 등)에서의 에어 라인의 크기 및 길이가 동일하다면 유사한 결과가 제공된다. 유사한 이유로, 밸브 호스(28 및 29)는 실질적으로 동일한 크기 또는 내경 및 길이를 갖고, 공급 호스(30 및 31)는 실질적으로 동일한 크기 또는 내경 및 길이를 갖는다. 별개의 에어 라인(18-21 및 21-25)의 프로비전 및 별개로 공급된 레벨링 밸브(16 및 17)에 이들 라인들의 연결은 동일한 양의 에어가 각각의 에어 스프링에 빠르게 공급되어 에어 스프링의 내부 압력이 밸브(16 및 17)에 릴레이(relay)되는 도로 상태의 변화에 적절하게 반응하는 것을 보장한다. 따라서, 제 1 에어 스프링 세트의 내부 압력에 대한 변화 속도는 제 2 에어 스프링 세트의 내부 압력에 대한 변화 속도와 실질적으로 대칭이다.

[0041] 제 1 제어 밸브(16) 및 제 2 제어 밸브(17)는 각각 에어 스프링 (9 및 11) 아래에 장착된 강체 바(36)에 링크된 제어 암(16a, 17a)을 포함한다. 제어 암(16a, 17a)은 각각 에어 스프링의 압축 및 확장에 응답하여 상하로 이동하도록 구성되며, 이는 에어 스프링에 에어를 공급 또는 에어 스프링으로부터 퍼지하도록 제 1 제어 밸브 및 제 2 제어 밸브(16, 17)를 작동시킨다. 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 제어 암(16a, 17a)이 중립 위치에 있을 때 공급 탱크로부터 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고, 에어 스프링으로부터 대기로 에어를 제거하지 않는다. 교차 흐름 라인(38)은 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브를 연결하기 위해 제 1 레벨링 밸브(16)로부터 제 2 레벨링 밸브(17)까지 연장된다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 교차 흐름 라인(38)은 공급 라인(30, 31) 또는 에어 공급 탱크(32, 33)와 직접 연결되지 않는다. 제어 암(16a, 17a)이 모두 중립 위치에 있을 때, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 서로와 공압 연통하여 차량(1)의 제 1 측면상의 에어 스프링(4, 5, 8 및 9)과 차량의 제 2 측면상의 에어 스프링(6, 7, 10, 11) 사이의 에어 압력을 균등화하기 위해 교차 흐름 라인(38)을 통한 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에 공압 연통이 존재한다. 결과적으로, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로는 제어 암(16a, 17a)이 모두 중립 위치에 있을 때 공통 회로로서 서로 링크된다. 제 1 에어 스프링 세트와 제 2 에어 스프링 세트 사이에 동일한 에어 압력을 유지함으로써, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 양쪽 제어 암(16a, 17a)이 중립 위치에 있을 때 차량의 양측 사이의 압력을 균등화시킨다. 예시된 실시예에서, 차량의 좌측과 우측 사이에 에어가 흐르도록 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위해 단일 교차 흐름 라인(38)만이 필요하다.

[0042] 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 제어 암(16a, 17a)이 모두 중립 위치에 있을 때에만 교차 흐름 라인(38)을 통해 서로 공압 연통을 허용한다. 다시 말해, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16a, 17a)는 제어 암(16a, 17a) 중 하나가 중립 위치에 있지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 방지한다. 제어 암(16a, 17a) 중 하나가 중립 위치로부터 상하로 이동할 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 연통을 수립하지 않음으로써, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 에어 스프링으로부터 독립적으로 에어를 퍼지하거나 에어 스프링에 에어를 공급할 수 있다. 따라서, 차량(1)이 차량의 무게 중심을 이동시키는 급회전을 할 때, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17) 중 하나는 차량(1)의 중량 시프트로부터 수축된 에어 스프링 세트에 에어를 공급하고 한편 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17) 중 다른 하나는 제 1 레벨링 밸브(16)와 제 2 레벨링 밸브(17) 사이의 교차 흐름 없이 차량의 중량 시프트로부터 연장된 다른 에어 스프링 세트로부터 에어를 퍼지한다. 이 상태에서, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 하나의 에어 스프링 세트에 너무 많은 에어를 공급하거나 다른 에어 스프링 세트로부터 너무 많은 에어를

제거함으로써 차량의 동적 중량 시프트를 과도하게 보상할 수 있고, 이는 에어 스프링의 제 1 세트와 제 2 세트 사이의 약간의 압력 차를 낳는다. 에어 스프링의 제 1 세트와 제 2 세트 사이의 이러한 약간의 압력 차이는 차량(1)이 회전하기 시작할 때 중립 위치로부터 벗어나 피벗되도록 어느 제어 압(16a, 17a)을 트리거링하지 않을 수 있으며, 이는 본 개시에서 설명된 메커니즘이 아니라면 차량(1)을 레벨링이 아닌 상태로 유지시킬 것이다. 본 개시에 따르면, 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브(16, 17)는 양 제어 압(16a, 17a)이 교차 흐름(38)을 통해 중립 위치에 있을 때 서로 연통하기 때문에, 에어가 고압의 에어 스프링 세트로부터 저압의 에어 스프링 세트에 교차 흐름 라인(38)을 통과할 때 제 1 에어 스프링 세트와 제 2 에어 스프링 세트 사이의 약간의 압력 차이가 제거되어 그렇게 함으로써 평형 상태에 도달한다.

[0043] 도 2는 본 발명의 일 구성에 따른 레벨링 밸브(50)를 개략적으로 도시한다. 레벨링 밸브(50)는 하우징(60) 및 제어 압(70)을 포함한다. 하우징(60)은 공급 탱크에 연결된 공급 포트(61), 대기에 연결된 배기 포트(62), 차량의 일 측면의 에어 스프링에 연결된 에어 스프링 포트(63) 및 차량의 다른 측면상의 제 2 레벨링 밸브에 연결된 교차 흐름 포트(64)를 포함한다. 도 2는 하나의 에어 스프링 포트를 갖는 하우징(60)을 도시하지만, 하우징(60)은 차량의 개별 측면 상에 배치된 다수의 에어 스프링 세트와 연통하는 2 개 이상의 에어 스프링 포트를 포함할 수 있다. 더구나, 서로에 대한 그리고 제어 압에 대한 포트의 상대적인 위치는 변할 수 있으며, 도 2에 도시된 구성으로 한정되도록 의도되지 않는다.

[0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 제어 압(70)은 하우징(60)에 연결되고 차량의 일 측면 상에 배치된 에어 스프링의 압축 및 확장에 응답하여 복수의 위치 사이에서 하우징(60) 주위로 피벗된다. 에어 스프링이 압축될 때, 제어 압(70)은 수평 위치에서 제 1 위치로 상향으로 피벗되며, 이는 하우징의 에어 스프링 포트(63)와 공급 포트(61) 사이의 연통을 수립한다. 결과적으로, 에어는 공급 탱크로부터 개별 에어 스프링으로 공급되어 에어 스프링의 에어 압력을 증가시킨다. 개별 에어 스프링이 연장될 때, 제어 압(70)은 수평 위치에서 제 2 위치로 하향 피벗되며, 이는 하우징(60)의 배기 포트(62)와 에어 스프링 포트(63) 사이의 연통을 수립한다. 따라서, 에어는 에어 스프링으로부터 제거되고 대기로 방출되어 에어 스프링의 에어 압력이 감소한다. 제어 압(70)이 어느 방향으로 중립 위치로부터 벗어나 피벗될 때, 에어 스프링 포트(63)는 교차 흐름 포트(64)와 연통하지 않는다. 중립 위치에서, 제어 압(70)은 실질적으로 수평 위치로 배향되어 제어 압(70)은 지표면과 평행하게 연장된다. 제어 압(70)이 중립 위치로 설정되면, 에어 스프링 포트(63)는 공급 포트(61)와 그리고 배기 포트(62)와도 연통하지 않는다. 대신에, 제어 압(70)이 중립 위치에 설정된 때 에어 스프링 포트(63)는 교차 흐름 포트(64)와 연통하여 레벨링 밸브(50)가 차량의 반대쪽에 배치된 다른 레벨링 밸브와 연통할 수 있다 (도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이).

[0045] 일 예시적인 구성에 따라, 레벨링 밸브는 하우징의 중앙 보어 (미도시)에 수용된 디스크와 같은 회전 부재 (미도시)를 포함할 수 있으며, 중앙 보어는 하우징의 각각의 포트에 공압식으로 연결된다. 회전 부재는 제어 압에 회전 가능하게 연결되어 제어 압의 피벗 움직임이 회전 부재의 회전을 유도한다. 회전 부재는 하우징의 포트들 사이의 연통을 변경하기 위해 복수의 위치들 사이에서 회전할 수 있다. 각각의 레벨링 밸브는 응답 위치에서 동작될 때 에어 스프링으로 에어를 전달 또는 퍼지하기 위해 또는 중립 위치에서 작동될 때 퍼지 및 공급 포트로의 에어 흐름을 차단하고 중립 위치의 교차 흐름 포트에서 공압 연통을 개방하기 위해 상이한 크기의 홈 또는 관통 홀을 갖는 적어도 하나의 회전 부재 (미도시)를 갖는 대칭 동적 등화 볼륨 및 압력 분배 밸브이다. 따라서, 차량의 일 측면에 있는 레벨링 밸브가 중립 위치에 있지만 차량의 반대쪽에 있는 레벨링 밸브가 중립 위치에 있지 않으면, 2 개의 레벨링 밸브 사이에 공압 연통이 없다. 두 레벨링 밸브가 중립 위치로 동작된 후에만 차량의 대향 측면들 상에 있는 공압 회로 간의 공압 연통이 수립된다.

[0046] 어떤 레벨링 밸브도 차량의 개별 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 교차 흐름을 수립하는 것은 차량의 각각의 측면에 있는 에어 스프링 사이의 불균형 압력 차이가 완화된다. 이러한 압력 차에 기여하는 한 가지 요인은 중력이라는 것이 발견되었다. 예를 들어, 차량이 회전을 하고 동적 측방 중량 시프트를 경험할 때, 레벨링 밸브 중 하나는 압축 에어 스프링에 에어를 공급하여 반응하는 반면, 레벨링 밸브 중 다른 하나는 확장된 에어 스프링에서 에어를 제거한다. 그러나, 측방 중량 시프트에 응답하여 에어를 공급하는 레벨링 밸브는 압축된 에어 스프링에 작용하는 중력을 극복하기 위해 훨씬 더 큰 힘으로 에어를 공급하는 경향이 있다. 그 결과, 레벨링 밸브는 종종 차량 반대편의 다른 에어 스프링 세트에서 제거된 에어량 보다 에어 스프링 세트에 더 많은 에어를 공급한다. 비록 차량의 대향 측면들 상에 있는 에어 스프링 사이에 압력 차이가 남아 있지만, 제어 압은 수평, 중립 위치로 복귀하여 각각의 레벨링 밸브의 공급 및 퍼지 포트가 폐쇄되고 (예를 들어, 불감대 위치 내), 그렇게 함으로써 에어 스프링 세트 중 하나에 공급된 과잉 보상된 에어를 고려하지 않는다.

[0047] 본 발명의 에어 관리 시스템은 양쪽 레벨링 밸브가 중립 모드에 있을 때 하나의 공통 공압 회로를 형성하기 위

해 적어도 2 개의 독립적인 공압 회로를 링크함으로써 차량의 각각의 측면상의 에어 스프링 사이의 압력 차를 완화시키는 예상치 못한 장점을 제공한다. 이와 관련하여, 레벨링 밸브가 에어 공급 탱크로부터 에어를 공급하지 않고 에어를 대기로 퍼지하지 않을 때 레벨링 밸브는 "중립 모드(neutral mode)"에 있다. 따라서, 본 발명의 에어 관리 시스템은 레벨링 밸브 중 적어도 하나가 중립 모드에 있지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 연통을 방지함으로써 차량의 각각의 측면을 독립적으로 조정할 수 있다. 본 발명의 에어 관리 시스템은 또한 양쪽 레벨링 밸브가 중립 모드에 있을 때에만 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름 연통을 설정함으로써 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로를 하나의 공통 회로에 링크할 수 있다. 차량의 각각의 측면에 있는 에어 스프링 사이에 교차 흐름을 수립하는 것은 더 큰 압력을 갖는 과잉 보상된 에어 스프링이 교차 흐름 라인을 통해 차량의 다른 측면에 있는 에어 스프링으로 에어를 방출하여 차량의 양쪽 측면들 상의 에어 스프링 사이의 평형을 촉진할 수 있게 한다. 궁극적으로, 모든 레벨링 밸브가 중립 모드로 설정되어 있을 때 선택적으로 교차 흐름을 제공하는 기능은 에어 관리 시스템은 더 나은 견인력으로 매우 안정적이고 안전하며 편안한 승차감을 유지할 수 있다.

[0048] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 구성에 따른 기계식 작동 밸브의 상이한 도면을 도시한다. 도 3 및 도 4에 도시된 레벨링 밸브(300)는 하부 하우징(330)에 장착된 상부 하우징(320)을 포함하는 밸브 바디(310)를 포함하고, 제어 암(340)은 상부 하우징(320)을 통해 연장되는 샤프트에 부착된다. 상부 하우징(320)은 상부 하우징(320) 및 하부 하우징(330)의 코너를 통해 연장되는 장착 홀에 수용되는 파스너(미도시)에 의해 하부 하우징(330)에 장착된다.

[0049] 도 4 및 도 5를 참조하여, 하부 하우징(330)은 에어 탱크 (미도시)에 연결되는 공급 포트(334a), 에어 스프링 (미도시)으로부터 에어를 퍼지하기 위한 배기 포트(334b), 제 1 에어 스프링 세트 (미도시)에 연결되는 제 1 포트(334c), 제 2 에어 스프링 세트 (미도시)에 연결되는 제 2 포트(334d) 및 다른 레벨링 밸브에 연결되는 교차 흐름 포트(334e) (미도시)를 포함하는 적어도 5 개의 포트(334a-e)를 포함한다. 제 1 포트 및 제 2 포트(334c, 334d)는 하부 하우징(330)의 일 측면의 제 1 스프링 포트(334c)가 하부 하우징(330)의 타측의 제 2 스프링 포트(334d)와 일치하도록 배열된다. 포트(334a-d)는 추가로 하부 하우징(330)의 일측의 공급 포트(334a)가 하부 하우징(330)의 반대측의 배기 포트(334b)와 일치하도록 배열된다.

[0050] 하부 하우징(330)은 하부 하우징(330)의 각각의 포트(334a-e)로의 별개의 에어 흐름 통로 (미도시)를 포함하여, 공급 포트(334a)로부터 공급된 에어 또는 배기 포트(334b)로 퍼지된 에어가 교차 흐름 포트(334e)를 통해 흐르는 에어와 독립적으로 발생한다. 도 5를 참조하면 하부 하우징(330)은 복수의 원형 형상을 공동(338a-c)을 정의하는 제 1 표면(336)을 포함한다. 공급 포트(334a)는 하부 하우징(330)에 형성된 하나의 에어 흐름 통로에 의해 공급 공동(338a)에 링크되고, 배기 포트(334b)는 하부 하우징(330)에 형성된 제 2 에어 흐름 통로에 의해 배기 공동(338b)에 링크된다. 교차 흐름 포트(334e)는 하부 하우징(330)에 형성된 제 3 에어 흐름 통로에 의해 교차 흐름 공동(338c)에 링크된다. 제 1 스프링 포트 및 제 2 스프링 포트(334c, 334d)는 하부 하우징(330)에 형성된 저장 공동 (미도시)에 의해 링크될 수 있다.

[0051] 도 4 및 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 구성에 따른 회전 디스크(350)를 도시한다. 도 4를 참조하면, 회전 디스크(350)는 하부 하우징과 상부 하우징 사이에 형성된 중앙 보어 내에 수용된다. 회전 디스크(350)는 포스트(post) (미도시)를 회전 가능하게 수용하도록 구성된 중앙 개구(352)를 포함하며, 이는 하부 하우징(330)으로부터 상부 하우징(320)을 통해 제어 암에 연결되도록 연장된다. 회전 디스크(350)는 하부 하우징(330)의 중앙 보어 내에서 포스트 (미도시)를 중심으로 회전하도록 구성되어서 중앙 개구(352)를 피벗 포인트로 정의한다. 회전 디스크(350)는 디스크 표면(353)이 그것들 사이에 그리고 회전 디스크(350)의 주변을 따라 정의된 중앙 개구(352) 주위에 이격된 2 개의 장방형(oblong-shaped) 슬롯(354)을 포함한다. 디스크 표면(353)은 슬롯에 의해 정의된 어떠한 보이드 공간도 포함하지 않는 회전 디스크(350)의 고형(solid) 표면만을 포함하는 회전 디스크(350)의 영역에 해당한다. 따라서, 회전 디스크(350)의 디스크 표면(353)이 개별 공동과 완전히 중첩될 때, 에어 흐름은 개별 공동을 통해 유입되는 것이 제한된다. 회전 디스크(350)는 양쪽 장방형 슬롯(354)보다 작은 교차 흐름 슬롯(355)을 더 포함한다.

[0052] 회전 디스크(350)의 각도 위치는 제어 암(340)이 밸브(300)의 밸브 바디(310) 주위를 피벗할 때 변화한다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 제어 암(340)이 수평 위치에 설정될 때, 회전 디스크(350)는 중립 위치로 설정되고, 여기서 회전 디스크(350)의 디스크 표면(353)은 하부 하우징(330)의 배기 공동(338b)과 공급 공동(338a) 둘 모두에 오버라잉된다. 따라서, 중립 위치에서, 회전 디스크(350)는 불감대 회전 범위 내에 설정된다. 결과적으로, 회전 디스크(350)가 중립 위치에 설정될 때, 에어 스프링은 공급 포트(334a)에도 배기 포트(334b)에도 연결되지 않는다. 그러나, 교차 흐름 슬롯(355)은 교차 흐름 공동에 오버라잉되어 제 1 스프링 및 제 2 스프링이 교차 흐

름 포트(334e)와 연통한다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 제어 암(340)의 시계 방향 회전으로 인해, 회전 디스크(350)는 슬롯(354, 355)의 배열이 공급 공동(338a)을 저장 공동 (미도시)과 연결하여 에어 스프링이 공급 탱크로부터 에어를 수용하여 에어 스프링의 에어 압력을 증가시키는 각도 위치로 회전한다. 도 6c에 도시된 바와 같이, 제어 암(340)의 반시계 방향 회전으로 인해, 회전 디스크(350)는 슬롯(354, 355)의 배열이 배기 공동(338b)을 저장 공동 (미도시)과 연결하여 에어가 에어 스프링으로부터 대기로 제거되는 각도 위치로 회전한다. 다른 구성에서, 하나의 회전 디스크(350)의 시계 방향 이동에 대한 하나의 상태는 본 발명에 따른 다른 회전 디스크(350)의 반시계 방향 회전에 대응할 수 있다. 예를 들어, 회전 암의 시계 방향 회전은 회전 디스크(350)가 슬롯(354, 355)의 배열이 배기 공동(338b)을 스프링 저장 공동 (미도시)와 연결하여 에어 스프링이 대기로 퍼지되어 에어 스프링의 에어 압력을 감소되는 각도 위치로 회전하도록 유도할 수 있다. 더욱이, 회전 암의 반시계 방향 회전은 회전 디스크가 슬롯(354, 355)의 배열이 공급 공동(338a)을 스프링 저장 공동 (미도시)과 연결하여 에어가 공급 탱크로부터 에어 스프링으로 공급되는 각도 위치로 회전하도록 유도할 수 있다.

[0053] 도 10, 11 및 12a-c는 본 발명의 일 구성에 따른 하부 하우징(430)을 도시한다. 하부 하우징(430)은 레벨링 밸브의 밸브 바디를 형성하기 위해 도 3 및 4에 도시된 상부 하우징(320)에 장착되도록 구성된다. 도 3 내지 5에 도시된 구성에 유사하게, 하부 하우징(430)은 에어 탱크 (미도시)에 연결되는 공급 포트(434a), 에어 스프링 (미도시)으로부터 에어를 퍼지하기 위한 배기 포트(434b), 제 1 에어 스프링 세트 (미도시)에 연결되는 제 1 포트(434c), 제 2 에어 스프링 세트 (미도시)에 연결되는 제 2 포트(434d) 및 다른 레벨링 밸브에 연결되는 교차 흐름 포트(434e) (미도시)를 포함하는 적어도 5 개의 포트(434a-e)를 포함한다. 하부 하우징(430)은 덤프 밸브(dump valve) (미도시)에 연결되는 제 6 포트(434f) (도 12a 및 12b에 도시됨)를 선택적으로 더 포함할 수 있으며, 덤프 밸브는 동시에 에어 관리 시스템의 각각의 에어 스프링으로부터 에어를 모두 제거하도록 구성된다.

[0054] 도 12a 내지 도 12c에 도시된 바와 같이, 하부 하우징(430)은 공급 포트(434a)에 연결된 공급 통로(432a), 배기 포트(434b)에 연결된 배기 통로(432b), 제 1 포트(434c)에 연결된 제 1 통로(432c), 제 2 포트(434d)에 연결된 제 2 통로(432d), 교차 흐름 포트(434e)에 연결된 교차 흐름 통로(432e) 및 덤프 포트(434f)에 연결된 덤프 통로(432f)를 포함하여 각각의 포트(434a-f) 로의 별개의 에어 흐름 통로를 포함한다. 하부 하우징(430)은 저장 공동(439) 및 복수의 원형 형상의 블라인드(blind) 홀(438a-c)을 정의하는 제 1 표면(436)을 포함한다. 블라인드 홀(438a-c)은 공급 통로(432a)에 의해 공급 포트(434a)에 링크된 공급 홀(438a)을 포함하고, 배기 통로(432b)에 의해 배기 포트(434b)에 링크된 배기 홀(438b), 및 교차 흐름 통로(432e)에 의해 교차 흐름 포트(434e)에 링크된 교차 흐름 홀(438c)을 포함한다. 하부 하우징(430)은 제어 암을 수용하기 위해 상부 하우징(320)을 통해 연장되는 포스트 (미도시)를 수용하도록 구성된 중앙 홀(438d)을 더 포함한다. 제 1 통로(432c), 제 2 통로(432d) 및 덤프 통로(432f)는 서로 연결되어 저장 공동(439)으로부터 연장된다. 도 10에 도시된 일 예에서, 하부 하우징(430)은 제 1 표면(436)으로부터 돌출된 상승 표면(437)을 포함할 수 있으며, 홀(438a-c) 및 공동(439)은 상승 표면(437)을 따라 정의된다. 하부 하우징(430)의 상승 표면(437)은 내부에 챔버를 형성하는 상부 하우징(320)의 하부 표면과 맞물리도록 구성된다.

[0055] 도 13은 본 발명의 구성에 따른 회전 디스크(450)를 도시한다. 도 4 및 도 6a 내지 도 6c에 도시된 구성과 유사하게, 회전 디스크(450)는 중앙 개구(452), 2 개의 장방형 슬롯(454), 및 회전 디스크(450)의 주변을 따라 그리고 그 사이에서 디스크 표면(453)이 연장되는 교차 흐름 슬롯(455)을 포함한다. 2 개의 장방형 슬롯(454)과 교차 흐름 슬롯(455) 사이에 중앙 개구(452)가 배치된다. 2 개의 장방형 슬롯(454)은 회전 디스크(450)의 중심축(A-A)으로부터 대칭으로 이격되고, 교차 흐름 슬롯(455)은 회전 디스크(450)의 중심축(A-A)에 오버라잉되고, 여기서 중앙 개구(452)는 장방형 슬롯(454)과 교차 흐름 슬롯(455) 사이에 배치된다. 교차 흐름 슬롯(455)의 단면적은 각각의 장방형 슬롯(454)의 단면적보다 실질적으로 작다. 예를 들어, 교차 흐름 슬롯(455)의 단면적은 장방형 슬롯(454)의 단면적보다 적어도 3, 4, 5, 10, 20, 30, 40 배 이상 더 작다. 일부 비제한적인 실시예 (예를 들어, 도 33 내지 도 36)에서, 교차 흐름 슬롯(455)의 폭 또는 직경은 그 깊이에 걸쳐 변할 수 있어서 교차 흐름 슬롯(455)의 폭 또는 직경은 회전 디스크(450)의 제 1 결면에서 제 1 횡방향 치수를 갖고, 회전 디스크(450)의 제 2 결면에서 제 2 횡방향 치수를 갖고, 제 1 횡방향 치수는 제 2 횡방향 치수보다 더 크다.

[0056] 회전 디스크(450)는 하부 하우징(430)의 상승 표면(437) 상에 수용되고, 중앙 개구(452)는 하부 하우징(430)의 제 1 표면(436)으로부터 회전 밸브의 상부 하우징 (미도시)으로 연장되는 샤프트 (미도시)를 수용한다. 도 4 및 도 6a 내지 도 6c에 도시된 구성과 유사하게, 회전 디스크(450)는 중립 위치, 제 1 각도 위치 및 제 2 각도 위치를 포함하는 복수의 위치들 사이에서 샤프트를 중심으로 회전하도록 구성된다. 중립 위치에서, 회전 디스크(450)의 디스크 표면(453)은 에어 스프링이 공급 포트(434a)에도, 배기 포트(434b)에도 연결되지 않도록 하부 하우징(430)의 공급 홀(438a) 및 배출 홀(438b) 둘 모두 위에 오버라잉된다. 따라서, 회전 디스크(450)는 중립

위치에 설정될 때 불감대 회전 범위 내에 설정된다. 중립 위치에서, 교차 흐름 슬롯(455)은 교차 흐름 홀(438c)에 오버라잉되어 제 1 스프링 및 제 2 스프링이 교차 흐름 포트(434e)와 연통된다.

[0057] 회전 디스크(450)가 시계 방향으로 중립 위치로부터 제 1 각도 위치로 회전될 때, 장방향 슬롯(454)은 에어 스프링이 공급 탱크로부터 에어를 수용하여 에어 스프링의 에어 압력을 증가시키도록 공급 홀(438a)을 저장 공동(439)과 연결한다. 회전 디스크(450)가 제 1 각도 위치로 설정될 때, 교차 흐름 슬롯(455)은 교차 흐름 홀(438)으로부터 멀어지도록 회전되어, 불감대(453)는 교차 흐름 홀(438c)에 오버라잉된다. 회전 디스크(450)가 반시계 방향으로 중립 위치로부터 제 2 각도 위치로 회전될 때, 장방향 슬롯(454)은 에어가 에어 스프링으로부터 제거되도록 배기 홀(438b)을 저장 공동(439)과 연결한다. 회전 디스크(450)가 제 2 각도 위치로 설정될 때, 교차 흐름 슬롯(455)은 교차 흐름 홀(438c)으로부터 멀어지도록 회전되어, 불감대(453)는 교차 흐름 홀(438c)에 오버라잉된다.

[0058] 교차 흐름 슬롯(455)의 크기로 인해, 회전 디스크(450)는 교차 흐름 홀(438c)을 완전히 오버라잉 하기 위해 불감대(453)를 위한 중립 위치로부터 시계 방향 또는 반시계 방향으로 약 1° 내지 2° 로 약간만 회전될 필요가 있다. 따라서, 회전 디스크는 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 허용하는 것으로부터 교차 흐름이 발생하지 않고 독립적으로 차량의 일측으로의 에어 흐름을 제어하는 것으로 빠르게 전환할 수 있다. 회전 디스크가 중립 위치로부터 시계 방향 또는 반시계 방향으로 약 1° 내지 2° 회전하는 동안, 장방향 슬롯(454)은 하부 하우징(430)의 공급 홀(438a)과 그리고 배기 홀(438b)과도 연통하지 않는다. 회전 디스크의 회전 속도가 미리 결정된 임계 속도를 초과할 때, 회전 디스크(450)는 에어가 전환 동안에 교차 흐름 홀(438c) 및 교차 흐름 포트(434e)를 통해 유동하지 않으면서 제 1 각도의 위치에서 제 2 각도의 위치로 회전할 수 있다. 따라서, 차량이 후속 동적 중량 시프트를 경험할 때, 회전 디스크는 전환 동안 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에서 교차 흐름이 발생하지 않고 에어 스프링으로 에어를 공급 그리고 에어 스프링으로부터 에어를 제거하는 사이에 스위칭할 수 있다.

[0059] 도 14a 및 14b는 본 발명에서 사용되는 일 구성에 따른 제 1 포켓(460)을 도시한다. 제 1 포켓(460)은 제 1 단부(464)로부터 제 2 단부(466)으로 연장되는 원통형 형상 바디(462)를 포함한다. 제 1 포켓(460)은 제 1 단부(464)를 따라 정의된 제 1 개구(463a)로부터 제 2 단부(466)를 따라 정의된 제 2 개구(463b)로 바디(462)를 통과하여 연장되는 통로(463)를 포함한다. 제 1 개구(463a)의 크기는 제 2 개구(463b)의 크기와 동일하다. 제 1 포켓(460)은 하부 하우징(430)의 공급 홀(438a) 및 배기 홀(438b) 둘 모두에 배치되며, 여기서, 제 1 단부(464)는 하부 하우징(430)의 제 1 표면(436) 밖으로 돌출하고 회전 디스크(450)와 맞물려 공급 홀 및 배기 홀(438a, 438b)과 장방향 슬롯(454) 사이의 기밀 밀봉을 제공한다. 몇몇 다른 구성들 (미도시)에서, 제 1 개구(463a)의 크기는 제 2 개구(463b)의 크기와 상이할 수 있어서 통로(463)의 직경 또는 폭은 길이에 따라 변한다. 일 예에서, 제 1 개구(463a)는 제 1 직경을 포함할 수 있고, 제 2 개구(463b)는 제 2 직경을 포함할 수 있고, 제 2 직경은 제 1 직경보다 작다.

[0060] 도 15a 및 15b는 본 발명의 일 구성에 따른 제 2 포켓(470)을 예시한다. 제 1 포켓(460)과 마찬가지로, 제 2 포켓(470)은 제 1 단부(474)로부터 제 2 단부(476)으로 연장되는 원통형 형상의 바디(472)를 포함한다. 제 1 포켓(470)은 제 1 단부(474)를 따라 정의된 제 1 개구(473a)로부터 제 2 단부(476)를 따라 정의된 제 2 개구(473b)로 바디(472)를 통과하여 연장되는 통로(473)를 포함한다. 제 1 포켓(460)과 달리, 제 2 포켓(470)의 제 1 개구(473a)의 크기는 제 2 개구(473b)의 크기보다 작다. 제 2 포켓(470)의 제 1 개구(473a)의 크기 및 형상은 회전 디스크(450)의 교차 흐름 슬롯(455)의 크기 및 형상에 대응한다. 제 2 포켓(470)은 하부 하우징의 교차 흐름 홀(438c)에 배치되고, 여기서, 제 1 단부(474)는 하부 하우징(436)의 제 1 표면(436)을 돌출하고 회전 디스크(450)의 교차 흐름 슬롯(455)과 교차 흐름 홀(438c) 사이에 기밀 밀봉을 제공하기 위해 회전 디스크(450)와 맞물린다.

[0061] 하나의 비 제한적인 실시예에서, 하부 하우징(430)은 제 1 표면(436)을 따라 배치된 제 4 블라인드 홀 (미도시)을 포함할 수 있으며, 이에 의해 제 4 블라인드 홀은 교차 흐름 홀(438c)과 정렬되고 저장 공동(439)이 제 4 블라인드 홀과 교차 흐름 홀(438c) 사이에 배치된다. 일부 실시예에서, 제 4 블라인드 홀은 중앙 홀(438d)에 대해 공급 홀 및 배기 홀(438a, 438b)로부터 90도 이격되고, 중앙 홀(438d)에 대해 교차 흐름 홀(438c)로부터 180도 이격된다. 제 4 블라인드 홀은 공급 통로(432a), 배기 통로(432b), 제 1 통로(432c), 제 2 통로(432d), 교차 흐름 통로(432e) 및 덤프 통로(432f) 중 임의의 어느 하나와 공압 연통되지 않는다. 일부 실시예에서, 제 3 포켓 (미도시)이 제 4 블라인드 홀에 배치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제 3 포켓은 교차 흐름 홀(438c)에 수용된 제 1 포켓(460)과 동일한 구성을 포함하여, 제 3 포켓이 하부 하우징(430)의 제 1 표면(436) 위로 돌출하도록 구성된 제 1 단부를 포함할 수 있다. 회전 디스크(450)가 하부 하우징(430)의 제 1 표면(436) 상에 수용될

때, 제 3 포켓은 회전 디스크(450)와 맞물리도록 구성되어 회전 디스크(450)의 바닥 표면이 4 개의 포켓과 맞물린다 : 공급 홀 및 배기 홀(438a, 438b)에 수용된 한 쌍의 제 1 포켓(460), 교차 흐름 홀에 수용된 제 2 포켓(470) 및 제 4 블라인드 홀에 수용된 제 3 포켓. 중앙 홀(438d)에 대하여 각각 90 도로부터 변위된 4 개의 포켓에 맞물림으로써, 회전 디스크(450)는 레벨 위치(level position)로 유지된다.

[0062] 도 43은 본 발명에 따른 예시적인 실시예에서 레벨링 밸브의 하부 하우징의 다양한 포트에서 에어 압력과 제어 압의 각도 사이의 관계를 도시한다. 도 43에 도시된 바와 같이, x 축은 전동 동작 시간을 초 단위로 나타내고, y 축은 제어 압의 각도 (도) (실선으로 표시)와 제어 압 각도 변경에 따른 다양한 밸브 포트의 제압 인치 게이지 (PSIG) 압력의 에어 압력 (점선 또는 파선으로 표시) 둘 모두를 표시한다. 도 43을 참조하면, 차량이 변화하는 도로 상태에 직면할 때, 즉 제어 압이 x 축에 표시된 중립 위치로부터 벗어나 초기에 피벗될 때, 작업 포트에서의 에어 압력 (즉, 에어 스프링에 연결된 스프링 포트)는 지수함수적으로 증가하지만, 공급 포트에서의 에어 압력은 약간 떨어진다. 따라서, 레벨링 밸브는 제어 압이 중립 위치로부터 벗어나 공급 위치로 피벗될 때 에어 스프링에 에어 압력 공급시에 신속하게 반응하도록 구성된다. 그런 다음, 도 43의 x 축 상의 약 14 초에 표시된 바와 같이, 제어 압이 중립 위치를 향해 다시 처음에 피벗될 때, 스프링 포트 레벨에서의 에어 압력은 일정 레벨에서 유지된다. 일단 레벨링 압이 도 43의 x 축 상에 약 28 초에 표시된 바와 같이 중립 위치로 되돌아가면, 교차 흐름 포트에서의 에어 압력은 약 90 PSIG로 스파이크(spike)되고 스프링 포트에서의 에어 압력은 약간 감소한다. 결과적으로, 차량의 대향 측면 상에 배치된 에어 스프링이 동일하게 되도록 연결된 에어 스프링내 압력이 약간 감소한다. 그런 다음, 차량이 계속 운전하고 상이한 변화하는 도로 상태에 직면할 때, 즉 도 43의 x 축에서 약 29 초부터 시작하는 제어 압이 반대 방향으로 중립 위치로부터 벗어나 회전할 때, 제어 압이 중립 위치에 설정될 때 에어 압력의 감소와 비교하여 스프링 포트에서의 에어 압력이 더 빠른 속도로 지수함수적으로 감소하도록 배기 포트에서의 에어 압력이 증가한다. 따라서, 연결된 에어스프링의 에어 압력은 제어 압이 배기 위치로 스위칭된 것에 응답하여 크게 감소된다. 따라서, 도 43은 본 발명에 따른 레벨링 밸브가 3 개의 고유한 스테이지들, 즉 (i) 공급 모드, (ii) 배기 모드 및 (iii) 교차 흐름 모드에 따라 동작함을 입증한다. 추가하여, 도 43은 레벨링 밸브가 한 번에 세 가지 모드 중 하나에서만 동작할 수 있도록 별개의 스테이지 사이에 블리드(bleed)가 없음을 입증한다.

[0063] 다양한 실시예에 따르면, 도 44는 하나 이상의 에어 공급 탱크(32, 33), 차량의 제 1 측면에 배치된 제 1 공압 회로 및 해당 차량의 제 2 측면에 배치된 제 2 공압 회로를 포함하는 에어 관리 시스템(100)의 에어 압력을 조정하는 방법(900)을 예시한다. 도 44에 도시된 바와 같이, 방법(900)은 제 1 레벨링 밸브(16)에 의해 제 1 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계(910)를 포함한다. 다양한 실시예에서, 제 1 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계는 하나 이상의 에어 공급 탱크(32, 33)로부터 제 1 공압 회로로 에어를 공급하는 단계 또는 제 1 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하는 단계를 포함한다. 도 44에 도시된 바와 같이, 방법(900)은 제 2 레벨링 밸브(17)에 의해 제 2 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계(920)를 포함한다. 다양한 실시예에서, 제 2 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계는 하나 이상의 에어 공급 탱크(32, 33)로부터 제 2 공압 회로로 에어를 공급하는 단계 또는 제 2 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하는 단계를 포함한다. 도 44에 도시된 바와 같이, 방법(900)은 제 1 레벨링 밸브(16)와 제 2 레벨링 밸브(17)가 중립 모드로 설정될 때에만 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하는 단계(930)를 포함한다. 다양한 실시예에서, 중립 모드의 레벨링 밸브는 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 에어를 공급하는 것도 아니고 대기로 에어를 제거하는 것도 아니다.

[0064] 에어 관리 시스템은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로들 간의 연통을 제어하는 기계적으로 또는 전자적으로 작동되는 레벨링 밸브를 포함할 수 있다. 일 예시적인 구성에서, 에어 관리 시스템은 각각의 에어 스프링에 배치된 레벨링 밸브를 포함할 수 있고, 각각의 레벨링 밸브는 매니폴드(manifold) 및 매니폴드의 챔버 내에 배치된 플런저(plunger)를 포함한다. 플런저는 매니폴드의 챔버 내에서 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하기 위한 적어도 제 1 위치 및 차량의 개별 측면의 높이를 독립적으로 조정하기 위한 제 2 위치를 포함하는 하나 이상의 위치들 사이에서 이동하도록 구성된다. 매니폴드는 에어 흐름을 작동시키기 위해 제어 압을 갖기 보다는 오히려, 에어 흐름이 개별 에어 스프링으로부터 공급 또는 제거될 수 있도록 플런저를 하나 이상의 위치 사이에서 이동시키는 전자 액추에이터를 포함할 수 있다. 일 예시적인 구성에서, 에어 관리 시스템은 에어 관리 시스템의 각각의 에어 스프링에 연결된 개별 포트를 포함하는 중앙 매니폴드를 가질 수 있다.

[0065] 일 예시적인 구성에서, 레벨링 밸브는 에어 스프링의 제 1 세트와 제 2 세트 사이의 에어 압력을 균등하게 유지하기 위해 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 선택적으로 허용하면서 차량의 각각의 측면에 에어가 독립적으로 조절될 수 있도록 하는 하나 이상의 솔레노이드 밸브로 구성될 수 있다. 에어 관리 시스템은

전자적으로 작동되는 레벨링 밸브의 동작을 제어하기 위해 레벨링 밸브와 전기 통신하는 제어기 (예를 들어, 유선 또는 무선)을 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 압력 변화 및 불균형을 감지하고 이러한 데이터를 레벨링 밸브와의 전기 통신 (예를 들어, 무선 또는 유선)으로 제어기 또는 하나 이상의 레벨링 밸브 자체와 통신하기 위해 에어 라인에 제공된 에어 압력 센서를 더 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템은 높이 제어를 위한 승차 높이 센서, 하나 이상의 포트에서의 유량 센서(flow sensor), 및 전자 시스템, 예를 들어, 한정되는 것은 아니지만 차량(1)의 전자 안정성 프로그램 (ESP : electronic stability program), 동적 안정성 제어 (DSC :dynamic stability control), 차량 안정성 제어 (VSC :vehicle stability control), 자동 견인 제어 (ATC :automatic traction control) 및/또는 롤 안정성 제어 시스템을 포함하는 임의의 전자 안정성 제어 (ESC : electronic stability control)와의 통신에 기초하여 입력을 더 포함할 수 있다. 에어 관리 시스템의 작동을 차량의 ESP, DSC ATC 또는 VSC에 또한 링크된 제어기에 링크하는 것은 제동 및 조향 제어를 에어 관리 시스템의 동작과 동기화하여 차량의 전체 안전성을 증강시킨다.

[0066] 다양한 구성에서, 에어 관리 시스템의 제어기는 레벨링 밸브, 센서 및 다른 차량 전자 시스템 (예를 들어, ESC, ESP, DSC, VSC, ATC 등)과 전기적 통신한다. 다양한 실시예에서, 제어기는 센서들로부터 송신된 에어 스프링의 높이 및 압력 측정량과 같은 측정 신호를 수신할 수 있다. 측정 및 데이터 신호에 기초하여, 제어기는 에어 관리 시스템의 각각의 에어 스프링의 현재 상태 및 차량의 동적 동작 상태를 계산하도록 구성된다. 일 구성에서, 제어기는 수신된 측정 및 데이터 신호에 기초하여 에어 관리 시스템의 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이를 계산하도록 구성된다. 제어기는 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값보다 높을 때 밸브를 능동 모드로 작동시키고, 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값 아래일 때 밸브를 중립 모드로 작동 시키도록 구성된다. 따라서, 차량의 개별 측면 사이에 실질적인 높이 차이가 있을 때, 제어기는 차량을 더 빠른 속도로 레벨링 상태로 만들기 위해 개별 공압 회로의 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하도록 명령을 레벨링 밸브에 송신하도록 구성된다. 다양한 실시예에서, 제어기는 임의의 차량 속도에서 능동 모드로 동작하도록 명령을 레벨링 밸브에 송신할 수 있다. 롤링 상태를 트리거링하지 않는 차량의 개별 측면 사이에 약간의 높이 차이가 있을 경우, 제어기는 레벨링 밸브에 중립 모드로 설정되도록 하는 명령을 송신하여 에어 스프링 사이의 교차 흐름을 수립함으로써 에어 스프링 사이의 임의의 압력 차이를 완화 시키도록 구성된다. 다양한 실시예에서, 제어기는 실질적으로 시간당 제로 마일 또는 시간당 킬로미터를 초과하는 속도를 포함하는 임의의 차량 속도에서 중립 모드로 동작하도록 명령을 레벨링 밸브에 송신한다.

[0067] 도 7 내지 도 9는 일련의 에어 라인을 포함하는 에어 관리 시스템을 도시하며, 여기서 개별 에어 스프링과 제어 밸브 사이에서 연장되는 모든 에어 라인의 길이는 동일한 길이 및 내경을 갖는다. 도 7은 제 1 공압 회로, 제 2 공압 회로 및 적어도 2 개의 레벨링 밸브(300a)를 포함하는 에어 관리 시스템(200a)을 도시한다. 각각의 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링(205a), 에어 공급 탱크(210a), 레벨링 밸브(300a)와 공급 탱크(210a) 사이에서 연장되는 공급 라인(220a), 및 하나 이상의 에어 스프링(205a)을 레벨링 밸브(300a)에 연결하는 스프링 라인(230a)의 세트를 포함한다. 에어 관리 시스템(200a)은 각각의 공급 라인(220a)에 연결된 압력 보호 밸브(240a) (모든 에어 관리 시스템에 대하여 요구되지 않음)를 더 포함한다. 에어 관리 시스템(200a)의 일부 구성에서, 스프링 라인(230a)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있고, 공급 라인(220a)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있다. 각각의 레벨링 밸브(300a)는 제어 압(305)에 의해 기계적으로 작동되며, 에어 흐름을 제 1 공압 회로 또는 제 2 공압 회로 중 하나에 독립적으로 조정하도록 구성된다. 레벨링 밸브(300a)는 모든 레벨링 밸브가 중립 모드로 설정될 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 유체 연통을 수립하기 위해 교차 흐름 라인(250a)에 의해 서로 링크된다. 따라서, 레벨링 밸브(300a)는 에어가 에어 탱크로부터 에어 스프링으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링으로부터 대기로 제거되지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다.

[0068] 도 8은 제 1 공압 회로, 제 2 공압 회로 및 적어도 2 개의 레벨링 밸브(300b)를 포함하는 에어 관리 시스템(200b)을 도시한다. 각각의 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링(205b), 에어 공급 탱크(210b), 레벨링 밸브(300b)와 공급 탱크(210b) 사이에서 연장되는 공급 라인(220b), 및 하나 이상의 에어 스프링(205b)을 레벨링 밸브(300b)에 연결하는 스프링 라인들(230b)의 세트를 포함한다. 에어 관리 시스템(200b)의 일부 구성에서, 스프링 라인(230b)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있고, 공급 라인(220b)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있다. 에어 관리 시스템(200b)은 또한 각각의 공급 라인(220b)에 연결된 압력 보호 밸브(240b)를 더 포함한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 레벨링 밸브(300b)는 교차 흐름 라인(250b)에 의해 서로 연결된 전자적으로 작동되는 레벨링 밸브이다. 전자식 작동 레벨링 밸브는 에어가 에어 탱크에서 에어 스프링으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링에서 대기로 제거되지 않을 때, 즉 중립 모드에서 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에 교차 흐름

을 제공하도록 구성된다.

[0069] 도 9는 제 1 공압 회로, 제 2 공압 회로 및 적어도 2 개의 레벨링 밸브(300c)를 포함하는 에어 관리 시스템(200c)을 도시한다. 에어 관리 시스템(200c)은 개별 공급 라인(220c)에 의해 각각의 레벨링 밸브(300c)에 연결된 하나 이상의 에어 스프링(205c), 공급 에어 탱크(210c)를 포함하고, 여기서 압력 보호 밸브(240c)는 공급 라인(220c)에 통합된다. 각각의 레벨링 밸브(300c)는 일련의 스프링 라인(230c)에 의해 하나 이상의 에어 스프링(205c)에 연결된다. 에어 관리 시스템(200c)의 일부 구성에서, 스프링 라인(230c)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있고, 공급 라인(220c)은 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있다. 레벨링 밸브(300c)는 교차 흐름 라인(250c)에 의해 서로 연결된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 레벨링 밸브(300c)는 전자적으로 작동되는 레벨링 밸브이고 제어기(260)와 전기적으로 통신한다. 전기적 통신은 유선 연결 또는 무선 연결에 의해 수립될 수 있다. 전자식 작동 레벨링 밸브는 에어가 에어 탱크에서 에어 스프링으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링에서 대기압으로 제거되지 않을 때, 즉 중립 모드에서 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다.

[0070] 도 16 내지 도 18은 에어 흐름의 제어를 전자 제어 유닛과 동기화하는 에어 관리 시스템을 도시한다. 도 16은 제 1 공압 회로(510a), 제 2 공압 회로(520a) 및 적어도 2 개의 레벨링 밸브(600a)를 포함하는 에어 관리 시스템(500a)을 도시한다. 각각의 공압 회로(510a, 520a)는 하나 이상의 에어 스프링(530a)을 포함한다. 각각의 레벨링 밸브(600a)가 독립적으로 제 1 공압 회로 또는 제 2 공압 회로 중 하나에 에어 흐름을 조정하도록 구성된다. 레벨링 밸브(600a)는 모든 레벨링 밸브(600a)가 중립 모드로 설정될 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로(510a, 520a) 사이의 유체 연통을 수립하기 위해 교차 흐름 라인(550a)에 의해 서로 링크된다. 각각의 레벨링 밸브(600a)는 제어 압(610)에 의해 기계적으로 작동되며, 제어 압의 위치를 검출하기 위해 레벨링 밸브(600a)의 하우징 내에 배치된 제어 압 센서(미도시)를 포함한다. 일 예에서, 제어 압 센서는 전위차계(potentiometer)일 수 있다. 제어 압 센서는 차량의 ESP, DSC 또는 VSC에 통합될 수 있는 제어 유닛(650a)과 전기 통신한다. 전기 통신은 유선 연결 또는 무선 연결에 의해 수립될 수 있다. 제어 압 센서는 제어 압의 위치를 검출하고, 제어 압의 위치를 제어 압 위치 입력으로서 제어 유닛(650a)에 송신하도록 구성된다. 제어부(650a)는 제어 압 위치 입력에 기초하여, 차량의 개별 측면에서 차량의 높이를 결정하도록 구성된다.

[0071] 도 17은 에어 공급 탱크(505b), 공급 탱크(505b)에 연결된 제 1 공압 회로(510b), 공급 탱크(505b)에 연결된 제 2 공압 회로(520b) 및 각각의 레벨링 밸브가 제 1 공압 회로 또는 제 2 공압 회로(510b, 520b) 중 하나에 에어 흐름을 독립적으로 제어하도록 구성된 적어도 2 개의 레벨링 밸브(600b)를 포함하는 에어 관리 시스템(500b)을 도시한다. 에어 관리 시스템(500b)의 다른 구성에서, 에어 관리 시스템은 하나 초과와 에어 공급 탱크(505b)를 가질 수 있다. 각각의 공압 회로(510b, 520b)는 하나 이상의 에어 스프링(530b)을 포함한다. 각각의 레벨링 밸브(600b)는 중립 위치, 공급 위치 및 배기 위치를 포함하는 복수의 위치 사이에서 이동하도록 구성된 밸브 엘리먼트(미도시)를 포함한다. 일 예에서, 밸브 엘리먼트는 포켓, 플런저 등일 수 있다. 밸브 엘리먼트가 중립 위치에 있으면, 포트는 에어 탱크에서 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고 에어 스프링에서 대기압으로 에어를 제거하지 않는다. 각각의 레벨링 밸브(600b)는 전자 액추에이터(620)에 의해 전자적으로 작동된다. 일 예에서, 전자 액추에이터(620)는 솔레노이드, 모터 등일 수 있다. 도 17에 도시된 바와 같이, 레벨링 밸브(600b)는 모든 밸브 엘리먼트가 중립 위치에 설정될 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로(510b, 520b) 사이의 유체 연통을 수립하기 위해 교차 흐름 라인(550b)에 의해 서로 연결된다. 에어 관리 시스템은 차량 높이 위치, 개별 에어 스프링의 에어 압력, 또는 차량 안정성과 관련된 임의의 다른 정보를 검출하기 위해 차량의 각각의 측면에 배치된 적어도 하나의 레벨링 센서(630)를 포함하는 복수의 레벨링 센서(630)를 더 포함한다. 레벨 센서(630)는 제어 유닛(650b)과 전기적으로 통신한다. 전기 통신은 유선 연결 또는 무선 연결에 의해 수립될 수 있다. 각각의 레벨링 센서(630)는 차량 레벨링 입력으로서 측정 값을 제어 유닛(650b)에 송신하도록 구성된다. 제어 유닛(650b)은 차량 레벨링 입력에 기초하여 차량의 개별 측면에서의 차량 높이를 결정하도록 구성된다. 제어 유닛(650b)은 각각의 레벨링 밸브(600b)에서 전자 액추에이터(620)를 제어하여 밸브 엘리먼트의 원하는 위치로의 이동을 트리거함으로써 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로로 에어 흐름을 제어하도록 추가로 구성된다.

[0072] 일 구성에서, 제어 유닛(650b)은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510b, 520b)의 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값 내에 있을 때 교차 흐름을 수립하기 위해 레벨링 밸브(600b)를 작동시키도록 구성된다. 제어 유닛(650)은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510b, 520b)의 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값보다 더 큰 경우에 관련된 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하기 위해 능동 모드에서 밸브(600b)를 작동시키도록 구성된다. 제어 유닛(650b)은 센서(630)로부터 수신된 측정 신호에 기초하여 에어 스프링(530b)의 압력 또는 높이 차이를 결정할 수 있다.

- [0073] 도 18은 에어 공급 탱크(505c), 제 1 공압 회로(510c), 제 2 공압 회로(520c) 및 특정 실시예에서 차량의 중앙에 또는 그 근처에 배치된 매니폴드(600c)를 포함하는 에어 관리 시스템을 도시한다. 에어 관리 시스템(500c)의 다른 구성에서, 에어 관리 시스템은 하나 초과와 에어 공급 탱크(505c)를 가질 수 있다. 매니폴드(600c)는 하나 이상의 공급 라인(506c)에 의해 공급 탱크(505c)에 연결된다. 각각의 공압 회로(510c, 520c)는 하나 이상의 에어 스프링(530c)을 포함한다. 매니폴드(600c)는 스프링 라인(535c)에 의해 각각의 에어 스프링(530c)에 연결된 적어도 하나의 포트(640)를 포함하는 복수의 포트(640)를 포함한다. 매니폴드(600c)는 포트를 통한 에어의 흐름을 제어하기 위해 각각의 포트(640)에 배치된 밸브 엘리먼트(미도시)를 포함한다. 일 예에서, 밸브 엘리먼트는 포켓, 플런저 등일 수 있다. 밸브 엘리먼트는 중립 위치, 공급 위치 및 배기 위치를 포함하는 복수의 위치 사이에서 이동하도록 구성된다. 밸브 엘리먼트가 중립 위치에 있으면, 포트는 에어 탱크에서 에어 스프링으로 에어를 공급하지 않고 에어 스프링에서 대기로 에어를 제거하지 않는다. 매니폴드(600c)는 모든 밸브 엘리먼트가 중립 위치에 설정될 때 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510c, 520c) 사이의 유체 연통을 수립하기 위한 교차 흐름 통로 (미도시)를 더 포함한다. 매니폴드(600c)는 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하기 위해 각각의 포트에 배치된 전자 액추에이터 (미도시)를 더 포함한다. 일 예에서, 전자 액추에이터는 솔레노이드, 모터 등일 수 있다. 에어 관리 시스템(500c)은 차량 높이 위치, 개별 에어 스프링의 에어 압력, 또는 차량 안정성과 관련된 임의의 다른 정보를 검출하기 위해 차량의 각각의 측면에 배치된 적어도 하나의 레벨링 센서(630)를 포함하는 복수의 레벨링 센서(630)를 더 포함한다. 레벨 센서(630)는 제어 유닛(650c)과 전기적으로 통신한다. 전기 통신은 유선 연결 또는 무선 연결에 의해 수립될 수 있다. 각각의 레벨링 센서(630)는 차량 레벨링 입력으로서 측정값을 제어 유닛(650c)에 송신하도록 구성된다. 제어 유닛(650c)은 차량 레벨링 입력에 기초하여 차량의 개별 측면에서의 차량 높이를 결정하도록 구성된다. 제어 유닛(650c)은 각각의 포트(640)에서 전자 액추에이터를 제어하여 밸브 엘리먼트의 원하는 위치로의 이동을 트리거링함으로써 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510c, 520c)로의 에어 흐름을 제어하도록 추가로 구성된다.
- [0074] 일 구성에서, 제어 유닛(650c)은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510c, 520c)의 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값 내에 있을 때 교차 흐름을 수립하기 위해 매니폴드(600c)를 작동 시키도록 구성된다. 제어 유닛(650c)은 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(510c, 520c)의 에어 스프링 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값보다 더 큰 경우에 관련된 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하기 위해 능동 모드에서 매니폴드(600c)를 작동 시키도록 구성된다. 제어 유닛(650c)은 센서(630)로부터 수신된 측정 신호에 기초하여 에어 스프링(530b)의 압력 또는 높이 차이를 결정할 수 있다.
- [0075] 도 19 및 도 20은 에어 흐름의 제어를 각각의 에어 스프링과 관련된 제어 유닛과 동기화하는 에어 관리 시스템을 도시한다. 도 19는 에어 소스(702a), 공급 에어 탱크(704a), 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 공압 회로(710a), 차량의 제 2 측면상에 배치된 제 2 공압 회로(720a)를 포함하는 에어 관리 시스템(700a)을 도시한다. 각각의 공압 회로(710a, 720a)는 하나 이상의 에어 스프링(730a)을 포함한다. 각각의 에어 스프링(730a)은 에어 스프링(730a)의 챔버 내에 배치된 제어 유닛(740a)을 포함한다. 제어 유닛(740a)은 에어 스프링(730a)의 상판(732a)에 장착된 하우징(780a)을 포함한다. 에어 스프링(730) 내에 배치 됨으로써, 제어 유닛(740a)은 외부 환경에 노출되지 않으므로, 잔해 또는 악천후 기상 조건으로 인한 손상으로부터 보호된다. 제어 유닛(740a)은 제어 유닛(740a)에 의해 모니터링되는 하나 이상의 동작 상태에 기초하여 결정되는 원하는 높이로 에어 스프링(730b)의 높이를 조정하도록 구성된다. 제어 유닛(740a)은 관련 에어 스프링(730a)에 대한 원하는 높이를 결정할 때 에어 관리 시스템(700a)의 다른 에어 스프링(730a)의 상태를 고려할 수 있지만, 제어 유닛(740a)은 에어 관리 시스템(700a)의 다른 제어 유닛(740a)에 독립적으로 관련 에어 스프링(730a)의 높이를 조정한다. 도 19에 도시된 바와 같이, 교차 흐름 라인(760a)은 제 1 공압 회로(710a)에 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)을 제 2 공압 회로(720a)에 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)에 연결한다. 각각의 제어 유닛(740a)은 에어가 에어 소스(702a)으로부터 에어 스프링(730a)으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링(730a)으로부터 대기로 제거되지 않을 때, 즉 중립 모드에서 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(710a, 720a)의 2 개의 에어 스프링(730a) 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다.
- [0076] 도 19 및 도 22를 참조하여, 제어 유닛(740a)은 하우징(780a)의 제 1 표면을 따라 배치된 입구 포트(741a), 하우징(780a)의 제 1 표면을 따라 배치된 출구 포트(742a), 및 하우징(780a)의 제 1 표면을 따라 배치된 교차 흐름 포트(743a), 및 하우징(780a)의 제 2 표면을 따라 배치된 전달 포트(delivery port)(744a)를 포함한다. 제어 유닛(740a)은 밸브 챔버(745a) 및 전달 포트(744a), 입구 포트(741a), 출구 포트(742a) 및 교차 흐름 포트(743a)를 밸브 챔버(745a)에 연결하는 복수의 통로(751a-754a)를 포함한다. 입구 포트(741a)는 상판(732a) 상에 배치된 피팅(fitting)(736a)에 연결되어, 에어 공급 탱크(704a)와 제어 유닛(740a) 사이의 공압 연통을 수립

하도록 구성된다. 출구 포트(742a)는 상판(732a) 상에 배치된 배기 포트(738a)에 연결되어 대기와 제어 유닛(740a) 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성된다. 교차 흐름 포트(743a)는 교차 흐름 라인(760a)에 연결되도록 구성되어서 제 1 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)과 제 2 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a) 사이에 공압 연통을 수립한다. 전달 포트(744a)는 에어가 에어 스프링(730a)의 챔버로 공급되거나 방출될 수 있도록 밸브 챔버(745a)와 에어 스프링(730a)의 챔버 사이의 공압 연통을 수립하도록 구성된다.

[0077] 도 22에 도시된 바와 같이, 제어 유닛(740a)은 에어 스프링(730a)의 챔버로의 그리고 에어 챔버로부터의 에어의 공급 및 배출을 선택적으로 제어하기 위해 밸브 챔버(745a) 내에 배치된 밸브(746a)를 포함한다. 밸브(746a)는 에어가 에어 스프링(730a)의 챔버 밖으로 방출되는 제 1 모드, 에어가 에어 스프링(730a)의 챔버로 공급되는 제 2 모드, 에어 스프링(730a)의 챔버가 교차 흐름 라인(760a)에 공압식으로 연결되는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이를 스위칭하도록 구성된다. 제 1 모드에서, 밸브(746a)는 입구 포트(741a)와 전달 포트(744a) 사이의 공압 연통을 수립한다. 제 2 모드에서, 밸브(746a)는 출구 포트(742a)와 전달 포트(744a) 사이의 공압 연통을 수립한다. 밸브(746a)가 제 1 또는 제 2 모드로 설정될 때, 밸브(746a)가 에어 관리 시스템(700a)의 다른 에어 스프링(730a)과 공압 연통하지 않도록 밸브(746a)는 관련 에어 스프링(730a)의 높이를 독립적으로 조정한다(즉, 능동 모드). 중립 모드에서, 밸브(746a)는 교차 흐름 포트(743a)와 전달 포트(744a) 사이의 공압 연통을 수립하여, 관련된 에어 스프링(730a)과 차량의 반대 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링(730a) 사이의 교차 흐름을 초래한다.

[0078] 밸브(746a)는 복수의 유량(flow rate)에서 에어 스프링(730a)의 챔버 내외로의 에어 흐름을 선택적으로 제어하기 위해 양방향, 3 방향 또는 가변 위치 밸브와 같은 임의의 적절한 형태 또는 구성을 취할 수 있다. 일 예(미도시)에서, 밸브(746a)는 밸브 챔버 내에 배치된 회전 부재 및 회전 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함한다. 일 구성에서, 전자 액추에이터는 스테퍼 모터(stepper motor)이다. 회전 부재는 입구 포트와 전달 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 1 위치, 출구 포트와 전달 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 2 위치 및 전달 포트와 교차 흐름 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 3 위치를 포함하는 복수의 위치 사이에서 회전하도록 구성된다. 전자 액추에이터(예를 들어, 스테퍼 모터)는 전원으로부터 에너지를 수신하고, 복수의 위치 사이에 회전 부재의 움직임을 작동하도록 구성된다. 일부 구성에서, 회전 부재는 제 1 위치, 제 2 위치 및 제 3 위치에서 복수의 통로를 선택적으로 오버레이하도록 구성된 복수의 홀을 포함하는 디스크이고, 스테퍼 모터는 디스크에 회전 가능하게 결합된 샤프트를 포함한다. 일부 구성에서, 스테퍼 모터는 챔버로부터 에어를 공급 또는 제거하기 위한 볼륨 유량이 회전 부재의 각각의 개별 위치에서 변할 수 있도록 회전 부재의 움직임을 복수의 위치로 작동 시키도록 구성된다. 따라서, 스테퍼 모터는 에어 스프링(730a)의 챔버로부터 에어가 제 1 속도로 공급 또는 제거되는 제 1 위치로 회전 부재의 이동을 작동시킬 수 있고, 스테퍼 모터는 에어가 에어 스프링(730a)의 챔버로부터 제 1 속도보다 크거나 작은 제 2 속도로 공급 또는 제거되는 제 2 위치로 회전 부재의 이동을 작동시킬 수 있다.

[0079] 다른 예(미도시)에서, 밸브(746a)는 밸브 챔버(745a)에 수용된 플런저 및 플런저에 동작 가능하게 연결된 솔레노이드를 포함할 수 있다. 플런저는 입구 포트와 전달 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 1 위치, 출구 포트와 전달 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 2 위치 및 전달 포트와 교차 흐름 포트 사이의 공압 연통을 수립하는 제 3 위치를 포함하는 복수의 위치 사이에서 밸브 챔버(745a) 내에서 슬라이딩하도록 구성된다. 솔레노이드는 전원으로부터 에너지를 수신하고 복수의 위치들 사이에서 플런저의 이동을 작동 시키도록 구성된다. 일부 구성에서, 솔레노이드는 챔버로부터 에어를 공급 또는 제거하기 위한 볼륨 유량이 플런저의 각각의 위치에서 변할 수 있도록 플런저의 이동을 복수의 위치로 작동 시키도록 구성된다.

[0080] 도 26a 및 도 26b에 도시된 다른 예에서, 밸브(746a)는 원통형 형상 매니폴드(780) 및 스로틀 엘리먼트(790)가 매니폴드(780)의 내부 표면과 슬라이딩 맞물림되도록 매니폴드(780) 내에 망원경식으로(telescopically) 수용되는 스로틀 엘리먼트(790)를 포함할 수 있다. 일 구성에서, 매니폴드(780)는 매니폴드(780)의 표면을 따라 배치된 복수의 개구(781-783)를 포함한다. 복수의 개구(781-783)는 매니폴드(780)의 제 1 단부에 근사하여 배치된 제 1 개구(781), 매니폴드(780)의 제 2 단부에 근사하여 배치된 제 2 개구(782), 제 1 개구와 제 2 개구(781, 782) 사이에 배치된 제 3 개구(783)를 포함한다. 제 1 개구(781)는 제어 유닛(740a)의 입구 포트(741a)와 전달 포트(744a) 사이에 공압 연통을 제공하도록 구성된다. 제 2 개구(782)는 에어 스프링의 챔버와 제어 유닛(740a)의 출구 포트(742a) 사이에 공압 연통을 제공하도록 구성된다. 제 3 개구(783)는 교차 흐름 포트(743a)와 에어 스프링의 챔버 사이에 공압 연통을 제공하도록 구성된다.

[0081] 일 구성에서, 스로틀 엘리먼트(790)는 전기 신호를 수신하고 전기 신호 수신에 응답하여 매니폴드(780)의 종축을 따라 슬라이딩하도록 구성된다. 매니폴드(780)의 종축을 따라 슬라이딩함으로써, 스로틀 엘리먼트(790)는 밸

브(746a)가 선택적으로 에어를 공급하거나, 에어를 제거하거나 또는 관련된 에어 스프링(730a)에 대한 교차 흐름을 수립하도록 구성되도록 제 1 개구, 제 2 개구 및 제 3 개구(781-783)의 노출을 제어하도록 구성된다. 스로틀 엘리먼트(790)의 변위는 제어 유닛(740a)을 통한 에어 흐름 속도를 추가로 제어한다. 스로틀 엘리먼트(790)는 에어 스프링(730a)의 에어 압력이 정적으로 유지되도록 에어 스프링(730a)을 에어 관리 시스템(700)의 다른 모든 컴포넌트로부터 격리시키는 위치에 추가로 설정될 수 있다.

[0082] 다른 구성 (미도시)에서, 스로틀 엘리먼트는 전기 신호 수신에 응답하여 매니폴드의 종축을 중심으로 회전하도록 구성된다. 매니폴드의 종축을 중심으로 회전함으로써, 매니폴드는 밸브(746a)가 에어 스프링의 챔버로부터 에어를 선택적으로 공급 또는 제거하기 위해 구성되도록 제 1 개구, 제 2 개구 및 제 3 개구의 노출을 제어하도록 구성된다. 밸브(746a)는 매니폴드의 종축을 따라 스로틀 엘리먼트의 이동을 트리거링하도록 구성된 전자 액추에이터를 포함할 수 있다.

[0083] 다른 구성 (미도시)에서, 매니폴드는 매니폴드의 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함한다. 복수의 개구는 매니폴드의 제 1 단부에 근사하여 배치된 제 1 개구, 매니폴드의 제 2 단부에 근사하여 배치된 제 2 개구, 제 1 개구와 제 2 개구 사이에 배치되고 제 1 개구 및 제 2 개구에 대한 매니폴드의 반대 측면 상에 배치되는 제 3 개구 및 제 1 개구와 제 2 개구 사이에 배치된 제 4 개구를 포함한다. 제 1 개구는 입구 포트(741a)와 직접 공압 연통된다. 제 2 개구는 출구 포트(742a)와 직접 공압 연통된다. 제 3 개구는 전달 포트(744a)와 직접 공압 연통된다. 제 4 개구는 교차 흐름 포트(143a)와 직접 공압 연통된다. 일 구성에서, 스로틀 엘리먼트는 전기 신호를 수신하고 전기 신호 수신에 응답하여 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하도록 구성된다. 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩함으로써, 스로틀 엘리먼트는 밸브(746a)가 선택적으로 에어를 공급하거나, 에어를 제거하거나 또는 관련된 에어 스프링(730a)에 대한 교차 흐름을 수립하도록 구성되도록 제 1 개구, 제 2 개구, 제 3 개구 및 제 4 개구의 노출을 제어하도록 구성된다. 스로틀 엘리먼트의 변위는 제어 유닛(740a)을 통한 에어 흐름 속도를 추가로 제어한다. 스로틀 엘리먼트는 에어 스프링의 에어 압력이 정적으로 유지되도록 에어 관리 시스템(700)의 다른 모든 컴포넌트로부터 에어 스프링을 격리시키는 위치에 추가로 설정될 수 있다.

[0084] 다른 구성 (미도시)에서, 스로틀 엘리먼트는 전기 신호 수신에 응답하여 매니폴드의 종축을 중심으로 회전하도록 구성된다. 매니폴드의 종축을 중심으로 회전함으로써, 매니폴드는 밸브(746a)가 에어 스프링의 챔버로부터 에어를 선택적으로 공급 또는 제거하기 위해 구성되도록 제 1 개구, 제 2 개구 및 제 3 개구의 노출을 제어하도록 구성된다. 밸브(746a)는 매니폴드의 종축을 따라 스로틀 엘리먼트의 이동을 트리거링하도록 구성된 전자 액추에이터를 포함할 수 있다.

[0085] 제어 유닛(740a)은 하나 이상의 센서(748a), 통신 인터페이스(749a), 및 하나 이상의 센서(748a) 및 통신 인터페이스(749a)에 동작 가능하게 링크된 프로세싱 모듈(750a)을 포함한다. 일부 구성에서, 제어 유닛(740a)은 하나 이상의 센서, 통신 인터페이스 및 프로세싱 모듈에 동작 파워를 제공하기 위해 재충전 가능 배터리 및/또는 제어 유닛(740a)의 하우징(780a)과 통합되거나 제어 유닛(740a)의 하우징(780a)에 외부에 슈퍼커패시터(supercapacitor)와 같은 전원 (미도시)을 포함할 수 있다. 전원은 재충전 전류를 수신하기 위해 차량의 파워 서플라이에 동작 가능하게 링크될 수 있다. 다른 구성들(미도시)에서, 제어 유닛(740a)의 하우징은 밸브 챔버, 밸브 및 프로세싱 모듈이 상판 위에 장착되고 에어 스프링의 챔버 외부에 배치되도록 상판 위로 연장될 수 있다.

[0086] 하나 이상의 센서(748a)는 차량의 상태 또는 에어 관리 시스템의 임의의 컴포넌트를 감지하기 위한 임의의 적절한 구성 또는 디바이스일 수 있다. 일 예에서, 하나 이상의 센서(748a)는 에어 스프링(730a)의 상판(732a)과 베이스 플레이트(734a) 사이의 축 방향 거리를 연속적으로 모니터링하도록 구성된 높이 센서를 포함한다. 높이 센서는 상판(732a)과 베이스 플레이트(734a) 사이의 축 방향 거리와 같은 에어 스프링(730a)과 관련된 높이 또는 거리를 나타내는 신호를 생성하도록 구성된다. 일 구성에서, 높이 센서는 초음파 센서일 수 있고, 여기서 센서는 초음파를 송신하고, 베이스 플레이트(734a)로부터 반사된 파를 검출하고, 검출된 파에 기초 하여 상판과 베이스 플레이트 사이의 축 방향 분리 거리를 결정한다. 다른 구성에서, 높이 센서는 적외선 센서일 수 있고, 여기서, 센서는 송신기에 의해 적외선 광을 송신하고, 수신기에 의해 반사된 적외선 광을 수신하고, 수신기로 다시 반사된 적외선 방사의 양에 기초하여 상판과 베이스 플레이트 사이에서 축 방향 분리 거리를 결정한다. 높이 센서는 전위차계, 선형 위치 트랜스듀서, 레이저 센서 또는 전자파 센서와 같은 에어 스프링(730a)의 높이를 모니터링하기 위한 임의의 다른 적절한 유형 또는 구성일 수 있다. 다른 예에서, 하나 이상의 센서는 에어 스프링(730a)의 내부 에어 압력을 연속적으로 모니터링하고 에어 스프링(730a)의 내부 에어 압력을 나타내는 신호를 생성하도록 구성된 압력 센서를 포함할 수 있다. 일 구성에서, 압력 센서는 압력 트랜스듀서이다.

[0087] 통신 인터페이스(749a)는 에어 관리 시스템(700a) 및/또는 다른 차량 운영 체제의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)과 프로세싱 모듈(750a)로, 그것들로부터 및 그것들 간에 아날로그 또는 디지털 신호를 중계하기 위한 임의의 적절한 디바이스 또는 컴포넌트일 수 있다. 도 19에 도시된 예시적인 구성에서, 에어 스프링(730a)은 제어 유닛(740a)을 CAN, RSC, ESC, ABS, PTC, AEB, 충돌 방지 시스템 등과 같은 다른 차량 운영 체제 및 에어 관리 시스템(700a)의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)에 연결하는 복수의 리드(lead)(735a)를 포함한다. 통신 인터페이스(749a)는 유선 리드(735a)로부터 수신된 임의의 신호를 수신 하고 해당 신호를 프로세싱 모듈(750a)에 중계하도록 구성된다. 통신 인터페이스(749a)는 프로세싱 모듈(750a)에 의해 생성된 임의의 신호를 수신하고 해당 신호를 유선 리드를 통해 에어 관리 시스템(700)의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a) 및 다른 차량 운영 체제로 송신하도록 구성된다. 따라서, 각각의 에어 스프링(730a)에 대한 제어 유닛(740a)은 에어 관리 시스템(700)의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)과 전기적으로 통신할 수 있어서 제어 유닛은 다른 시스템 컴포넌트들을 통해 신호를 중계하지 않고 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)으로 그리고 제어 유닛으로부터 데이터 또는 명령을 직접 송신 및 수신할 수 있다.

[0088] 제어 유닛(740a)의 프로세싱 모듈(750a)은 하나 이상의 센서(748a) 및 통신 인터페이스(749a)로부터 입력 신호를 수신하고 수신된 입력 신호를 기초로 에어 스프링(730a)의 높이를 원하는 높이로 조정하기 위한 명령을 출력하기 위한 임의의 적절한 디바이스 또는 컴포넌트일 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 하나 이상의 프로세서, 중앙 프로세싱 유닛, 애플리케이션 특정 집적 회로, 마이크로 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 마이크로 컨트롤러 또는 마이크로 컴퓨터를 포함할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 제어 유닛(740a)의 동작을 위한 수학 공식 및 제어 전략을 구체화하는 모든 필요한 소프트웨어를 저장하기 위한 판독 전용 메모리와 같은 메모리를 더 포함할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 프로세싱 모듈(750a)이 제어 유닛(740a)의 동작을 제어할 수 있게 하는 클럭 신호를 생성하기 위한 발진기(oscillator) 및 클럭 회로를 포함할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 프로세싱 모듈이 밸브를 선택적으로 작동시킬 수 있도록 밸브에 동작 가능하게 링크된 구동 회로와 같은 드라이버 모듈을 포함할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 예컨대, 펄스 폭 변조 또는 히트-홀드 작동에 의해서와 같이 임의의 적절한 방식으로 밸브를 작동하는 드라이버 모듈에 신호할 수 있다. 예를 들어, 프로세싱 모듈(750a)은 드라이버 모듈로부터 밸브의 전자 액추에이터로 송신된 전자 신호를 변조함으로써 밸브의 회전을 변경할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 하나 이상의 센서에 의해 생성된 신호를 수신하기 위한 센서 인터페이스를 포함할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 하나 이상의 센서로부터 수신된 아날로그 신호가 디지털 신호로 변환될 수 있도록 센서 인터페이스에 링크된 아날로그-디지털 컨버터를 포함할 수 있다. 차례로, 디지털 신호는 스프링 높이 또는 내부 에어 압력과 같은 에어 스프링(730a)의 적어도 하나의 상태를 결정하기 위해 프로세싱 모듈(750a)에 의해 프로세싱된다. 따라서, 프로세싱 모듈(750a)은 에어 스프링(730a)에 대한 원하는 에어 압력을 계산하고, 에어 스프링(730a)의 에어 압력을 변경하기 위해 필요한 에어 유량을 결정하고, 제어 유닛(740a)의 밸브(746a)로 에어를 공급하거나 퍼지하는 측면에서 명령을 전달하기 위해 필요한 모든 입력을 수신하도록 구성된다.

[0089] 제어 유닛(740a)은 차량의 모니터링된 동작 상태에 기초하여 관련된 에어 스프링(730a)의 높이를 원하는 높이로 조정하기 위해 폐루프 제어 시스템으로서 동작한다. 동작시, 프로세싱 모듈(750a)은 에어 스프링(730a)의 높이 및 내부 에어 압력을 결정하기 위해 높이 센서 및 압력 센서와 같은 하나 이상의 센서(748a)로부터 입력을 수신한다. 프로세싱 모듈(750a)은 통신 인터페이스(749a)에 에어 스프링(730a)의 스프링 높이 및 내부 에어 압력을 나타내는 신호를 에어 관리 시스템(700a)의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)으로 송신하도록 명령한다. 그에 응답하여, 통신 인터페이스(749a)는 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)으로부터 데이터 신호를 수신하고 해당 데이터 신호를 입력으로서 프로세싱 모듈(750a)에 중계할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 그런 다음 하나 이상의 센서(748a)로부터의 입력 및 에어 관리 시스템(700)의 다른 에어 스프링(730a)으로부터 수신된 데이터 신호에 기초하여 관련된 에어 스프링(730a)에 대한 원하는 에어 압력을 결정한다. 관련된 에어 스프링(730a)에 대한 원하는 에어 압력을 결정할 때, 프로세싱 모듈(750a)은 에어 관리 시스템(700a)의 모든 에어 스프링(730a) 사이의 에어 압력의 차이를 고려하여 프로세싱 모듈(750a)이 차량 피치 및 롤 비율(roll rate)를 결정할 수 있다. 프로세싱 모듈(750a)은 차량 롤 및 피치 비율에 기초하여 관련된 에어 스프링(730a)의 내부 에어 압력을 조정하는데 필요한 유량을 결정한다. 일 구성에서, 계산된 유량은 에어 스프링(730a)의 높이가 부하 또는 변위 (즉, 높이 차이율)에 응답하여 얼마나 빠르게 변화 하는지에 기초한다. 에어 관리 시스템(700a)의 에어 스프링(730a)의 높이 차이 비율 및 내부 압력 및 에어 스프링(730a)의 높이 사이의 차이에 기초하여, 프로세싱 모듈(750a)은 에어 스프링(730a)을 조정하는데 필요한 원하는 에어 압력 및 유량을 결정하여 차량에 최적의 안정성 및 편안함을 제공하도록 구성된다. 원하는 에어 압력 및 유량을 결정한 후, 프로세싱 모듈(750a)은 관련된 에어 스프링(730a)으로부터 배출되거나 공급되는 에어의 유량을 제어하도록 구성된다. 각각의 제어 유닛(740a)은 다른 에어 스프링(730a)의 스프링 높이에 적어도 부분적으로 기초하여 관련된 에어 스프링(730a)에 대

한 원하는 에어 압력을 결정할 수 있지만, 각각의 제어 유닛(740a)은 에어 관리 시스템의 다른 제어 유닛(740a)과 독립적으로 작용한다. 따라서, 에어 관리 시스템의 각각의 에어 스프링(730a)에 대한 에어 압력은 상이한 속도로 조정될 수 있으며, 이는 궁극적으로 차량을 보다 빠른 속도로 안정된 위치로 향하게 한다.

[0090]

일 구성에서, 각각의 제어 유닛(740a)은 에어가 공급 탱크(704a)로부터 에어 스프링(730a)으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링(730a)으로부터 대기로 제거되지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로(710a, 720a) 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다. 동작시에, 프로세싱 모듈(750a)은 관련된 에어 스프링(730a)의 높이 또는 에어 압력이 독립적으로 조정될 필요가 없다고 결정할 때마다, 프로세싱 모듈(750a)은 밸브(746a)를 작동시켜 전달 포트(744a)와 교차 흐름 포트(743a) 사이의 공압 연통을 수립하는 중립 상태로 스위칭한다. 프로세싱 모듈(750a)은 관련된 센서(748a)로부터의 센서 입력 신호 및 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)으로부터의 데이터 신호에 기초하여 밸브(746a)를 중립 모드로 작동 시키도록 결정할 수 있다. 일 구성에서, 프로세싱 모듈(750a)은 능동 모드와 중립 모드 사이에서 밸브를 작동 시키도록 결정할 때 관련된 에어 스프링(730a)의 스프링 높이와 제 2 에어 스프링(730a)의 제 2 스프링 높이 사이의 차이를 고려하도록 구성된다. 일 구성에서, 프로세싱 모듈(750a)은 능동 모드와 중립 모드 사이에서 밸브(746a)를 작동 시키도록 결정할 때 관련된 에어 스프링(730a)의 에어 압력과 제 2 에어 스프링(730a)의 제 2 에어 압력 사이의 차이를 고려하도록 구성된다. 각각의 제어 유닛(740a)이 관련 밸브(746a)를 중립 모드로 작동 시킨 후에, 제 1 공압 회로(710a)의 에어 스프링(730a)과 제 2 공압 회로(720a)의 에어 스프링(730a)간에 교차 흐름 라인(760a)을 통해 공압 연통이 수립된다. 따라서, 차량의 대향 측면들 상에 배치된 에어 스프링(730a) 사이의 압력 차이가 제거되어 차량에 보다 안정적인 승차감을 제공한다. 다양한 실시예에서, 제어 유닛(740)은 차량이 임의의 속도로 주행할 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 제공하고, 실질적으로 시간당 제로 마일 또는 시간당 제로 킬로미터를 초과하는 속도를 포함하도록 구성되어 차량의 대향 측면들 상에 배치된 에어 스프링(730a) 사이의 압력 차이는 차량 동작 동안 언제든지 제거된다.

[0091]

일 구성에서, 프로세싱 모듈(750a)은 하나 이상의 센서(748a)로부터 에어 스프링(730a)의 높이 및 압력 측정과 같은 측정 신호 및 통신 인터페이스(749a)로부터의 데이터 신호를 수신하도록 구성된다. 데이터 신호는 에어 관리 시스템(700)의 다른 에어 스프링(730a)의 제어 유닛(740a)으로부터의 측정 신호를 포함할 수 있다. 측정 및 데이터 신호에 기초하여, 프로세싱 모듈(750a)은 관련된 에어 스프링(730a)의 현재 상태, 에어 관리 시스템(700)의 다른 에어 스프링(730a)의 현재 상태 및 차량의 동적 동작 상태를 계산하도록 구성된다. 에어 스프링(730a)의 계산된 현재 상태 및 차량의 동적 동작 상태에 기초하여, 프로세싱 모듈(750a)은 밸브(746a)를 능동 모드와 중립 모드 사이에서 작동 시키는 것을 결정하도록 구성된다. 일 구성에서, 프로세싱 모듈(750a)은 수신된 측정 및 데이터 신호에 기초하여 에어 관리 시스템(400)의 에어 스프링(730a) 사이의 압력 차이 또는 높이 차이를 계산하도록 구성된다. 프로세싱 모듈(750a)은 에어 스프링(730a) 사이의 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값보다 높을 때 밸브(746a)를 능동 모드로 작동시키고 압력 차이 또는 높이 차이가 미리 결정된 임계값보다 아래에 있을 때 밸브를 중립 모드로 작동 시키도록 구성된다. 따라서, 차량의 개별 측면들 사이에 실질적인 높이 차이가 있는 경우, 제어 유닛(740a)은 차량을 보다 빠른 속도로 레벨링 상태로 만들기 위해 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된다. 제어 유닛(740a)은 임의의 차량 속도에서 밸브(746a)를 능동 모드로 작동시킬 수 있다. 한편, 롤링 상태를 트리거링하지 않는 차량의 개별 측면들 사이에 약간의 높이 차이가 있을 때, 제어 유닛(740a)은 에어 스프링들 사이의 교차 흐름을 수립함으로써 에어 스프링들 사이의 임의의 압력 차이를 완화 시키도록 구성된다. 제어 유닛(740a)은 임의의 차량 속도에서 밸브를 중립 모드로 작동 시킬 수 있다.

[0092]

에어 스프링의 현재 상태는 에어 스프링의 현재 높이, 에어 스프링의 현재 내부 압력, 에어 스프링의 높이 차이 비율 및/또는 에어 스프링의 내부 압력 차이 비율을 포함할 수 있다. 차량의 동적 동작 상태는 차량 피치 비율 및 차량 롤 비율을 포함할 수 있다. 차량 피치는 차량의 전방 및 후방 사이의 상대적 변위이며, 이는 차량의 질량 중심을 통과하는 축에 대한 회전으로 나타낼 수 있다. 따라서, 차량 피치 비율은 차량의 축에 대한 차량의 각 운동 속도를 지칭하고, 축은 일측으로부터 반대측으로 연장된다. 차량 롤(roll)은 차량의 두 측면 사이의 상대적 변위이며, 이는 차량의 질량 중심을 통과하는 종축에 대한 회전으로 나타낼 수 있다. 따라서, 차량 롤 비율은 종축, 즉 차량의 후방에서 전방으로 연장되는 축에 대한 차량 바디의 각 운동 속도를 지칭한다.

[0093]

도 20은 공급 에어 탱크(704b), 차량의 제 1 측에 배치된 제 1 공압 회로(710b) 및 차량의 제 2 측에 배치된 제 2 공압 회로(720b)를 포함하는 에어 관리 시스템(700b)을 도시한다. 각각의 공압 회로(710b, 720b)는 하나 이상의 에어 스프링(730b)을 포함한다. 각각의 에어 스프링(730b)은 에어 스프링(730b)의 챔버 내에 배치된 제어 유닛(740b)을 포함한다. 에어 관리 시스템(700b)은 또한 에어 스프링(730b)에 동작 가능하게 링크된 시스템 제어

기(770)를 더 포함한다. 시스템 제어기(770)는 에어 관리 시스템(700b)이 에어 관리 시스템(700b)의 각각의 에어 스프링(730b)으로 에어를 선택적으로 공급하거나 에어를 제거할 수 있게 한다. 도 20에 도시된 바와 같이, 교차 흐름 라인(760b)은 제 1 공압 회로(710b)의 에어 스프링(730b)의 제어 유닛(740b)을 제 2 공압 회로(720b)의 에어 스프링(730b)의 제어 유닛(740b)에 연결한다. 시스템 제어기(770)는 에어가 공급 탱크(704b)로부터 에어 스프링(730b)으로 에어가 공급되지 않을 때 그리고 에어가 에어 스프링(730b)으로부터 대기로 제거되지 않을 때, 즉 중성 모드에 있을 때 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(710b, 720b)의 2 개의 에어 스프링(730b) 사이에 교차 흐름을 제공하도록 각각의 제어 유닛(740b)에 명령하도록 구성된다.

[0094] 도 23에 도시된 바와 같이, 시스템 제어기(770)은 하나 이상의 프로세서, 중앙 프로세싱 유닛, 애플리케이션 특정 집적 회로, 마이크로 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 마이크로 컨트롤러 또는 마이크로 컴퓨터로 구성될 수 있는 프로세싱 모듈(772)을 포함한다. 시스템 제어기(770)은 시스템 제어기의 동작을 위한 수학 공식 및 제어 전략을 구체화하는 모든 필요한 소프트웨어를 저장하기 위한 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리와 같은 메모리(774)를 포함할 수 있다. 시스템 제어기(770)는 프로세싱 모듈(772)과, 그리고 에어 관리 시스템(700b)의 다른 에어 스프링(730b)의 제어 유닛들 및/또는 다른 차량 운영 체제들로, 그것들로부터 그리고 그것들 간에 신호를 중계하기 위한 통신 인터페이스(776)를 포함한다. 시스템 제어기(770)는 시스템 제어기의 다양한 컴포넌트를 프로세싱 모듈(772)에 결합하는 버스(778)를 포함한다. 따라서, 시스템 제어기(770)는 에어 관리 시스템(700b)의 각각의 에어 스프링(730b)에 대한 원하는 에어 압력을 계산하기 위해 필요한 모든 입력을 수신하고, 그리고 에어 관리 시스템(700b)의 각각의 에어 스프링(730b)의 에어 압력을 변경하기 위해 필요한 에어 유량을 결정하고, 에어 관리 시스템(700b)의 각각의 에어 스프링(730b)의 제어 유닛(740b)에 에어를 공급 또는 퍼지하는 것에 관한 명령을 전달한다.

[0095] 도 22에 도시된 제어 유닛(740a)과 유사한, 도 24에 도시된 제어유닛(740b)은 하우징(780b)의 제 1 표면을 따라 배치된 입구 포트(741b), 하우징(780b)의 제 1 표면을 따라 배치된 출구 포트(742b), 하우징(780b)의 제 1 표면을 따라 배치된 교차 흐름 포트(743b), 하우징(780b)의 제 2 표면을 따라 배치된 전달 포트(744b), 밸브 챔버(745b)에 배치된 밸브(746b), 하나 이상의 센서(748b), 통신 인터페이스(749b), 및 하나 이상의 센서(748b)와 통신 인터페이스(749b)에 동작 가능하게 링크된 프로세싱 모듈(750b)을 포함한다. 제어 유닛(740b)은 통신 인터페이스(749b)가 시스템 제어기(770)와 무선으로 통신하도록 구성된 안테나 (미도시)를 포함한다는 점에서 도 22에 도시된 제어 유닛(740a)과 다르다.

[0096] 시스템 제어기(770) 및 제어 유닛(740b)은 차량의 모니터링된 동작 상태에 기초하여 각각의 에어 스프링(730b)의 높이를 원하는 높이로 조정하기 위해 폐 루프 제어 시스템으로서 작동하도록 서로 링크된다. 동작시에, 각각의 제어 유닛(740b)은 관련된 에어 스프링(730b)의 스프링 높이 및 내부 에어 압력을 나타내는 신호를 시스템 제어기(770)에 송신한다. 리턴시에, 시스템 제어기(770)는 제어 유닛(740b)으로부터 수신된 신호에 기초하여 각각의 에어 스프링(730b)으로 에어를 제거 및 공급하기 위해 원하는 에어 압력 및 원하는 볼륨 유량을 결정한다. 각각의 에어 스프링(730b)에 대한 원하는 에어 압력을 결정할 때, 시스템 제어기(770)는 에어 관리 시스템(700b)의 모든 에어 스프링(730b) 사이의 에어 압력과 스프링 높이의 차이를 고려할 수 있다. 각각의 에어 스프링(730b)에 대한 원하는 에어 압력 및 유량을 결정한 후, 시스템 제어기(770)는 에어 관리 시스템(700b)의 각각의 에어 스프링(730b)의 제어 유닛으로 명령을 송신하는데, 명령은 능동 모드와 중립 모드 사이에서 각각의 제어 유닛(740b)의 밸브(746b)를 작동시키는 것을 포함한다.

[0097] 일 구성에서, 시스템 제어기(770)은 에어가 공급 탱크(704b)로부터 에어 스프링(730b)으로 공급되지 않고 에어가 에어 스프링(730b)으로부터 대기로 제거되지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로(710b, 720b) 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다. 동작시, 시스템 제어기(770)가 에어 스프링(730b)의 높이가 독립적으로 조정될 필요가 없다고 결정할 때마다, 시스템 제어기(770)는 개별 밸브(746b)를 중립 모드로 작동시키기 위한 명령 신호를 제어 유닛(740b)에 송신한다. 시스템 제어기(770)는 제어 유닛(740b)으로부터 수신된 높이 측정 신호에 기초하여 각각의 제어 유닛(740b)에 중립 모드로 스위칭하도록 명령할 것을 결정할 수 있다. 각각의 제어 유닛(740b)이 관련 밸브(746b)를 중립 모드로 작동 시키면, 제 1 공압 회로(710b)의 에어 스프링(730b)과 제 2 공압 회로(720b)의 에어 스프링(730b) 사이에서 교차 흐름 라인(760b)을 통해 공압 연통이 수립된다. 따라서, 차량의 대향 측면들 상에 배치된 에어 스프링(730b) 사이의 압력 차이가 제거되어 차량에 보다 안정적인 승차감을 제공한다.

[0098] 도 21a는 공급 에어 탱크(804), 차량의 제 1 측에 배치된 제 1 공압 회로(810) 및 차량의 제 2 측에 배치된 제 2 공압 회로(820)를 포함하는 에어 관리 시스템(800)을 도시한다. 각각의 공압 회로(810, 820)는 하나 이상의 에어 스프링(830)을 포함한다. 에어 관리 시스템(800)은 시스템 제어기(840) 및 시스템 제어기(840)에 동작 가

능하게 연결된 복수의 밸브(850)를 더 포함한다. 도 21a에 도시된 바와 같이, 밸브(850) 중 하나는 제 1 공압 회로(810)에 배치되고, 밸브(850) 중 다른 하나는 제 2 공압 회로(820)에 배치된다. 시스템 제어기(840)는 에어 관리 시스템(800)이 복수의 밸브(850)를 작동시킴으로써 에어 관리 시스템(800)의 각각의 에어 스프링(830)에 에어를 선택적으로 공급하거나 에어를 제거할 수 있게 한다.

[0099] 도 21a에 도시된 바와 같이, 교차 흐름 라인(860)은 제 1 공압 회로(810)의 하나의 밸브(850)를 제 2 공압 회로(820)의 밸브(850)에 연결함으로써, 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(810, 820)의 에어 스프링(830) 사이의 공압 연결을 수립한다. 각각의 밸브(850)는 에어가 에어 스프링(830)으로부터 방출되는 제 1 모드, 에어가 스프링(830)으로 공급되는 제 2 모드, 에어 스프링(830)이 교차 흐름 라인(860)에 공압식으로 연결되는 중립 모드를 포함하는 복수의 상태 사이를 스위칭하도록 구성된다. 시스템 제어기(840)는 공급 탱크(804)로부터 에어 스프링(830)으로 에어가 공급되지 않고 에어가 에어 스프링(830)으로부터 대기로 제거되지 않을 때 제 1 공압 회로 및 제 2 공압 회로(810, 820)의 2 개의 에어 스프링(830) 사이에 교차 흐름을 제공하기 위해 각각의 밸브(850)에 중립 모드로 스위칭할 것을 명령하도록 구성된다.

[0100] 도 21a을 참조하면, 높이 센서(870)는 각각의 에어 스프링(830)의 상판(832)에 배치되고, 관련된 에어 스프링(830)의 높이를 연속적으로 모니터링하도록 구성된다. 높이 센서(870)는 전술한 예와 같은 에어 스프링의 축 방향 높이를 모니터링하기 위한 임의의 적합한 디바이스일 수 있다. 각각의 높이 센서(870)는 시스템 제어기(840)에 배선되어 각각의 높이 센서(870)는 관련된 에어 스프링(830)의 높이를 나타내는 신호를 시스템 제어기(840)로 송신할 수 있다. 다른 구성에서, 에어 관리 시스템(800)은 각각의 에어 스프링(830)의(832)의 상판에 배치된 에어 압력 센서를 포함할 수 있다. 에어 압력 센서는 에어 스프링(830)의 에어 압력을 모니터링하고, 관련된 에어 스프링의 에어 압력을 나타내는 신호를 생성하도록 구성된다.

[0101] 도 23에 도시된 시스템 제어기와 유사하게, 도 25에 도시된 시스템 제어기(840)는 에어 관리 시스템(800)의 각각의 에어 스프링(830)에 대한 원하는 에어 압력 및 유량을 결정하기 위한 프로세싱 모듈(842), 프로세싱 모듈(842) 및 에어 스프링(830)의 높이 센서로 그리고 그것들로부터 신호를 중계하기 위한 통신 인터페이스(846), 시스템 제어기(840)의 동작을 위한 제어 전략 및 수학 공식을 구체화하는 모든 필요한 소프트웨어를 저장하기 위한 메모리(844), 및 통신 인터페이스(846) 및 메모리(844)를 프로세싱 모듈(842)에 연결하는 버스(848)를 포함한다. 시스템 제어기(840)가 밸브(850)를 선택적으로 작동시킬 수 있도록 시스템 제어기(840)는 프로세싱 모듈(842)을 각각의 밸브(850)에 동작 가능하게 링크하는 구동 회로와 같은 드라이버 모듈(845)을 더 포함한다. 시스템 제어기(840)의 프로세싱 모듈(842)은 펄스 폭 변조 또는 히트-홀드 작동과 같은 임의의 적절한 방식으로 밸브(850)를 작동 시키도록 드라이버 모듈(845)에 신호를 보낼 수 있다. 따라서, 시스템 제어기(840)는 에어 관리 시스템(800)의 각각의 에어 스프링에 대한 원하는 에어 압력을 계산하기 위해 필요한 모든 입력을 수신하고, 에어 관리 시스템(800)의 각각의 에어 스프링(830)의 에어 압력을 변경하기 위해 필요한 에어 유량을 결정하고, 에어 관리 시스템(800)의 스프링(830) 중 적어도 하나의 에어 압력 및 높이를 조정하기 위해 밸브(850) 중 적어도 하나를 작동하도록 구성된다.

[0102] 일 구성에서, 시스템 제어기(840)는 에어가 공급 탱크(804)로부터 에어 스프링(830)으로 공급되지 않고 에어 스프링(830)으로부터 대기로 에어가 제거 되지 않을 때 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로(810, 820) 사이에 교차 흐름을 제공하도록 구성된다. 동작시, 시스템 제어기(840)가 에어가 에어 스프링(830)에 추가되거나 제거될 필요가 없다고 결정할 때마다, 시스템 제어기(840)는 각각의 밸브(850)를 중립 모드로 작동시킨다. 시스템 제어기(840)는 에어 스프링(830) 사이의 압력 차이가 미리 결정된 허용 오차 내에 있을 때 밸브(850)를 중립 모드로 작동 시키도록 결정할 수 있다. 시스템 제어기(840)는 에어 스프링(830)의 압력 센서로부터 수신된 신호에 기초하여 에어 스프링(830) 사이의 압력 차이를 계산할 수 있다. 시스템 제어기(840)는 높이 센서(870)로부터 수신된 높이 측정 신호에 기초하여 밸브(850)를 중립 모드로 작동 시키도록 결정할 수 있다. 시스템 제어기(840)는 밸브를 능동 모드 (즉, 제 1 모드 또는 제 2 모드) 또는 중립 모드로 작동 시킬지 여부를 결정할 때 에어 스프링(830) 사이의 높이 차이를 고려할 수 있다. 각각의 밸브(850)가 중립 모드로 작동되면, 제 1 공압 회로(810)의 에어 스프링(830)과 제 2 공압 회로(820)의 에어 스프링(830) 사이에서 교차 흐름 라인(860)을 통해 공압 연결이 수립된다. 따라서, 차량의 대향 측면들 상에 배치된 에어 스프링(830) 사이의 압력 차이가 제거되어 차량에 보다 안정적인 승차감을 제공한다.

[0103] 도 21b는 본 발명의 일 구성에 따른 에어 관리 시스템(800')을 도시한다. 에어 관리 시스템(800')은 시스템 제어기(840')가 에어 관리 시스템(800')의 각각의 에어 스프링(830)에 공압식으로 연결된 단일 밸브(850')를 포함하는 것을 제외하고는 도 21a의 에어 관리 시스템(800)과 유사하다. 따라서, 시스템 제어기(840')는 단지 하나의 밸브(850')의 사용을 통해 에어 스프링(830)으로부터 에어를 선택적으로 공급 또는 제거할 수 있다. 일 구성

에서, 시스템 제어기(840')는 센서로부터 수신된 측정 신호에 기초하여 에어 스프링(830)의 에어 압력 사이의 차이를 계산하도록 구성된다. 시스템 제어기(840')가 에어 스프링(830)의 에어 압력 사이의 차이가 미리 결정된 오차 내에 있다고 결정하면, 시스템 제어기(840')는 각각의 에어 스프링(830)의 에어 압력을 동일한 에어 압력으로 설정하기 위해 밸브(850')를 작동시킨다.

[0104] 도 19 내지 도 21b에 도시된 에어 관리 시스템의 각각의 구성에서, 제어 유닛 또는 시스템 제어기는 에어가 에어 관리의 각각의 에어 스프링으로부터 동시에 방출되도록 덤프 사이클(dump cycle)을 실행하도록 구성될 수 있다. 도 19-21b에 도시된 각각의 에어 관리 시스템에서, 에어 관리 시스템은 제어 유닛 또는 시스템 제어기에 동작 가능하게 링크되고 에어가 모든 에어 스프링으로부터 방출되도록 덤프 사이클을 실행하기 위해 명령을 시스템 제어기 또는 제어 유닛에 송신하도록 구성된 사용자 인터페이스 유닛을 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스 유닛은 차량 대시 보드에 배치되거나 스마트폰 또는 휴대용 컴퓨터와 같은 디스플레이 디바이스 상에 다운로드된 애플리케이션으로서 구성될 수 있다.

[0105] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템의 모든 구성은 한정되지는 아니지만, 스포츠 유틸리티 차량, 승용차, 경주용 차량, 픽업 트럭, 덤프 트럭, 화물선, 보트, 소, 말용 트레일러를 포함한 모든 유형의 트레일러, 중장비, 트랙터, 농업기구 (예를 들어, 과립 살포기, 비료 분무기 및 기타 유형의 분무기, 피더(feeder) 및 살포기), 액체 운반 차량, 배플된(baffled) 및 배플되지 않은 액체 유조선, 기계류, 견인 장비, 철도 차량, 도로 철도 차량, 노면 차 및 에어백 등을 갖는 임의의 다른 유형의 새시 등을 포함하는 임의의 유형의 차량, 트레일러 또는 견인 가능한 차량에 통합될 수 있다.

[0106] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템은 심지어 타이어가 회전하지 않는 경우에도 마모를 감소시키고 고른 마모로 귀결되는 측면에서 타이어 수명을 크게 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 하나의 예시적인 실시예에서, 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템이 구비되지 않은 트럭에 장착될 때 평균 수명이 100,000km 인 트럭 타이어가 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템이 구비된 동일한 트럭에 장착될 때 마모가 상당히 감소되는 것으로 관찰되었다. 특정 실시예에서, 평균 트럭 타이어 수명은 적어도 20 %, 일부 경우에는 최대 30 %, 40 %, 50 % 또는 그 이상 연장된다. 이와 같이, 예상치 못한 상당한 재정적, 시간 (타이어 회전, 타이어 변경, 재생 및 교체에 소요되는 시간 낭비 줄임) 및 환경 절약은 본 개시의 발명의 추가적인 놀라운 장점으로 실현된다.

[0107] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템은 속도로 주행하는 차량, 특히 트럭 트레일러에서 윈드 시어(wind shear)의 안전하지 않은 영향을 상당히 감소시키는 것으로 밝혀졌다. 윈드 시어는 고속도로 속도로 트레일러를 운반하는 트럭을 불안정하게 하고, 이러한 트레일러가 전복되어 치명적인 부상과 인명, 화물 및 다중 차량 사고로 이어진다. 일 예시적인 실시예에서, 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템이 구비된 트레일러 및 레저용 차량은 고속도로 속도에서 윈드 시어에 대해 훨씬 더 안정적이고 내성이 있을 수 있다. 이와 같이, 예상치 못한 상당한 안전과 편안함 장점은 본 개시의 발명의 추가 놀라운 장점으로 실현된다.

[0108] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템은 가축, 말 등을 포함하는 살아있는 화물 뿐만 아니라 운전자, 승객을 위한 도로 소음, 진동 및 불편을 상당히 감소시키는 것으로 밝혀졌다. 일 예시적인 실시예에서, 도로 소음, 진동 및 불편함이 크게 감소되어 불편으로 인해 하루에 단지 수백 마일만 큰 차량을 이전에 주행할 수 있었던 운전자가 통증, 고통, 불편 함 및 피로감에서의 감소로 현저히 개선된 승차감과 안정성이 달성된 것으로 인해 훨씬 더 긴 거리를 주행할 수 있음이 관찰되었다. 이와 같이, 예상치 못한 상당한 편안함 장점은 본 개시의 발명의 추가 놀라운 장점으로 실현된다.

[0109] 본 출원에서 설명된 에어 관리 시스템은 제동시 차량 급강하(nose-diving)을 크게 줄이거나 없애는 것으로 밝혀졌다. 이러한 급강하는 안전하지 않은 상태를 만들 수 있으며 운전자와 승객에게 매우 불편하며 수많은 차량 컴포넌트에 증가된 응력을 가한다. 이러한 급강하를 감소시키고 많은 경우에 제거함으로써, 예상치 못한 상당한 안전성 및 편안함 장점이 본 개시의 발명의 추가적인 놀라운 장점으로 실현된다.

[0110] 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템은 미끄러운 상태에서도 견인력을 현저하게 증가시켜 핸들링을 향상시키는 것으로 밝혀졌다. 하나의 예시적인 실시예에서, 불균일한 지형 및/또는 미끄러운 지형을 통해 주행하기 위해 4 른 구동 모드 (본 출원에 설명된 에어 관리 시스템이 장착되지 않은 경우)를 사용해야 하는 트럭은 견인력을 잃지 않고 고정된 2 른 구동 모드에서 동일한 지형을 통해 주행할 수 있음이 관찰되었다. 이와 같이, 예상치 못한 상당한 안전과 유틸리티 장점은 본 개시의 발명의 추가 놀라운 장점으로 실현된다.

[0111] 본 출원에서 설명된 에어 관리 시스템은 브레이크 성능을 향상시킬 수 있다. 전자 안정 시스템 예를 들어, 한정되는 것은 아니지만 전자 안정성 프로그램 (ESP), 동적 안정성 제어 (DSC), 차량 안정성 제어 (VSC), 자동 견인

제어 (ATC)를 포함하는 임의의 전자 안정성 제어 (ESC)가 구비된 차량들에서, 본 출원에 설명된 에어 관리 시스템은 차량이 레벨링이고 안정된 위치에 유지되기 때문에 브레이크를 적용하는 이러한 전자 시스템의 발생률을 감소시키고, 그렇게 함으로써, 이러한 전자 시스템의 능동화를 피하여 브레이크 성능 및 수명을 향상시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다.

[0112] 본 문맥에서, 어구 "독립적으로 조정(adjust independently)"은 레벨링 밸브가 하나의 공압 회로에서 에어 스프링의 에어 압력을 조정하는 반면, 해당 레벨링 밸브는 다른 공압 회로의 임의의 컴포넌트와 공압 연통하지 않는 상태를 지칭한다.

[0113] 본 출원에 사용된 용어 "실질적으로(substantially)" 및 "실질적인(substantial)"은 상당한 정도 또는 크기를 지칭한다. 예를 들어 이벤트, 환경, 특징 또는 특성과 관련하여 함께 사용될 때, 용어는 이벤트, 상황, 특징 또는 특성이 정확하게 발생하는 경우 뿐만 아니라 이벤트, 상황, 특징 또는 특성이 본 출원에서 설명된 예의 일반적인 허용 수준 또는 변동을 설명하는 것과 같은 근사치로 발생하는 경우를 지칭할 수 있다.

[0114] 본 출원에 사용되는 수치와 관련하여 사용될 때 용어 "약(about)"은 인용된 값의 5 % 내에 있는 임의의 값을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 더욱이, 값의 범위와 관련하여 약 및 대략의 용어의 인용은 인용된 범위의 상단 및 하단 모두를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0115] 본 출원에서 사용되는, 용어들 "부착된(attached)", "연결된(connected)" 또는 "고정된(fastened)"는 서로 접촉하거나 서로 접촉하지 않고 고정되는 2 개의 엘리먼트를 포함하는 것으로 해석될 수 있다.

[0116] 본 발명은 코일 스프링 또는 리프 스프링 서스펜션 시스템을 포함하지만 이에 제한되지 않는 에어 스프링 없이 제조된 차량을 개조하기 위한 방법, 키트 및 시스템을 포함한다. 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 분배 에어 관리 시스템은 에어 탱크, 압축기, 차량의 각각의 좌측 및 우측에 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 분배 공압 밸브, 각각의 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 분배 공압 밸브에 연결된 적어도 하나의 에어 스프링; 및 본 명세서에 설명되고 예시된 에어 관리 시스템 컴포넌트들을 연결하는 복수의 에어 호스를 포함하는 키트를 제공함으로써 이러한 차량에 대한 개량으로서 설치될 수 있다. 본 개시의 일부 구성에서, 복수의 에어 호스는 동일한 길이 및 직경을 가질 수 있다.

[0117] 첨부된 청구 범위에서, 용어 "포함하는(including)"는 개별 용어 "포함하는(comprising)"과 평등한 영어 용어로 사용된다. 용어 "포함하는" 및 "포함하는"는 인용된 엘리먼트를 포함할 뿐만 아니라 임의의 추가 엘리먼트를 추가하여 아우르는 것으로 오픈 엔드된 것으로 본 출원에서 의도된다. 게다가, 이하의 청구 범위에서, 용어 "제 1", "제 2" 및 "제 3" 등은 단지 라벨링으로서 사용되며, 이들의 객체에 수치적 요건을 부과하도록 의도되지 않는다. 또한, 이하의 청구 범위의 제한은 기능식(means-plus-function) 형식으로 기록되지 않으며, 이러한 청구 범위가 "수단" 이라는 문구에 이어서 추가 구조가 없는 기능에 대한 진술이 명시적으로 사용하지 않는 한 35 U.S.C. § 112 (f)에 기초하여 해석되도록 의도되지 않는다.

[0118] 본 발명의 다양한 실시예는 다음 항목 중 하나 이상을 포함한다 :

[0119] 1. 차량의 에어 관리 시스템에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은 : 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 갖는 제 2 공압 회로; 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 2 레벨링 밸브와 연결하는 교차 흐름 라인(cross-flow line)을 포함하고; 상기 제 1 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고, 상기 제 2 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통(pneumatic communication)을 수립하도록 구성되는, 에어 관리 시스템.

[0120] 2. 항목 1에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각은 하우징 바디 및 상기 하우징 바디를 통해 연장되는 샤프트에 피벗식으로 연결된 제어 암을 포함하고, 상기 제어 암은 중립 위치로부터 하나 이상의 응답 위치로 피벗되도록 구성된, 에어 관리 시스템.

[0121] 3. 항목 1 또는 2에 있어서, 상기 제 1 레벨 밸브 및 상기 제 2 레벨 밸브 둘 모두의 제어 암이 중립 위치에 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이에서 공압 연통을 수립하도록 구성되고, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 암이 하나 이상의 응답 위치로 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 방지하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

- [0122] 4. 항목 1 내지 3 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각은 상기 제어 압의 위치를 검출하도록 구성된 제어 압 센서를 포함하는, 에어 관리 시스템.
- [0123] 5. 항목 1 내지 항목 4 중 어느 하나에 있어서, 각각의 제어 압 센서는 상기 제어 유닛에 제어 압 위치 입력으로서 상기 제어 압의 위치를 송신하도록 구성되고, 상기 제어 유닛은 상기 제어 압 위치 입력에 기초하여 상기 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 차축에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0124] 6. 항목 1 내지 5 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및 상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 에어 관리 시스템.
- [0125] 7. 항목 1 내지 6 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 복수의 에어 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖고, 상기 제 1 공급 라인 및 상기 제 2 공급 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖는, 에어 관리 시스템.
- [0126] 8. 항목 1 내지 7 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 하우징 바디 및 상기 하우징 바디 내에서 회전하여 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 연통을 변경하도록 구성된 회전 디스크를 포함하는 회전식 밸브인, 에어 관리 시스템.
- [0127] 9. 항목 1 내지 8 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 매니폴드 하우징(manifold housing), 상기 매니폴드 하우징의 보어 내에 배치된 밸브 엘리먼트, 및 전자 액추에이터를 포함하고, 상기 밸브 엘리먼트는 적어도 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위한 중립 위치 및 에어 공급 탱크로부터 개별 공압 회로로 에어를 공급하는 공급 위치 및 개별 공압 회로로부터 대기로 에어를 제거하기 위한 배기 위치를 포함하는 하나 이상의 위치로 상기 매니폴드 하우징의 보어 내에서 이동하도록 구성되고, 상기 전자 액추에이터는 상기 하나 이상의 위치 사이에서 상기 플런저의 이동을 트리거링하도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0128] 10. 항목 1 내지 9 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브 엘리먼트는 플런저, 회전 디스크 및 포펫(poppet)으로 구성된 그룹으로부터 선택된, 에어 관리 시스템.
- [0129] 11. 항목 1 내지 10 중 어느 하나에 있어서, 상기 전자 액추에이터는 솔레노이드, 서보 모터 및 스테퍼 모터로 구성된 그룹으로부터 선택된, 에어 관리 시스템.
- [0130] 12. 항목 1 내지 11 중 어느 하나에 있어서, 각각의 레벨링 밸브의 전자 액추에이터와 전기적으로 통신하는 제어 모듈을 더 포함하고, 상기 제어 모듈은 중립 위치, 공급 위치 및 배기 위치 사이에서 상기 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하는 명령을 각각의 전자 액추에이터에 송신하도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0131] 13. 항목 1 내지 12 중 어느 하나에 있어서, 하나 이상의 레벨링 센서를 더 포함하고, 각각의 레벨링 센서는 상기 차량의 위치를 따라 차축에 대한 차량 높이를 검출하고 검출된 차량 높이를 차량 레벨링 입력으로서 상기 제어 모듈에 송신하도록 구성되고, 상기 제어 모듈은 상기 차량 레벨링 입력에 기초하여 상기 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 상기 차축에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0132] 14. 항목 1 내지 13 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 에어 관리 시스템.
- [0133] 15. 항목 1 내지 14 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 원통 형상 매니폴드, 상기 매니폴드 내에 배치되고 상기 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물리는 밸브 부재 및 상기 밸브 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함하고; 상기 매니폴드는 상기 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함하고, 개별 레벨링 밸브가 (i) 개별 공압 회로에 에어를 공급하거나, (ii) 개별 공압 회로에서 에어를 제거하거나, (iii) 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하도록 선택적으로 구성되도록 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브 부재가 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하

도록 작동하여 상기 복수의 개구의 노출을 제어하도록 구성되는, 에어 관리 시스템.

- [0134] 16. 레벨링 밸브(leveling valve)에 있어서, 밸브 바디를 형성하기 위해 하부 하우징에 장착된 상부 하우징으로서, 상기 밸브 바디는 상기 상부 하우징과 상기 하부 하우징 사이에서 연장되는 챔버를 정의하는, 상기 상부 하우징; 상기 하부 하우징은 상기 챔버와 연통하는 복수의 포트를 포함하고, 상기 복수의 포트는 공급 포트, 배기 포트, 하나 이상의 스프링 포트 및 교차 흐름 포트를 포함하고; 상기 상부 하우징의 상부 표면을 통해 연장되는 샤프트에 부착된 제 1 단부를 갖는 제어 암으로서, 상기 제어 암은 상기 차량 서스펜션의 확대 또는 압축에 응답하여 상기 밸브 바디에 대하여 회전하도록 구성된, 상기 제어 암; 상기 밸브 바디의 챔버에 위치되고 상기 샤프트에 의해 상기 제어 암에 연결된 회전 디스크로서, 상기 회전 디스크는 상기 밸브 바디의 챔버 내에서 지지 엘리먼트에 대하여 회전하도록 구성된, 상기 회전 디스크를 포함하고; 및 상기 회전 디스크는 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 공급 포트 사이에서도 그리고 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 배기 포트 사이에서도 연통을 수립하지 않지만 상기 하나 이상의 스프링 포트와 상기 교차 흐름 포트 사이에서 연통을 수립하도록 구성된, 레벨링 밸브.
- [0135] 17. 항목 16에 있어서, 상기 하부 하우징은 덤프 포트(dump port)를 포함하고, 상기 교차 흐름 포트는 상기 하부 하우징의 제 1 측면 상에 배치되고 상기 덤프 포트는 상기 제 1 측면에 대향하는 상기 하부 하우징의 제 2 측면 상에 배치되는, 레벨링 밸브.
- [0136] 18. 항목 16 내지 17 중 어느 하나에 있어서, 상기 제어 암은 상기 공급 포트, 상기 배기 포트, 상기 하나 이상의 스프링 포트 및 교차 흐름 포트 사이의 연통을 변경하기 위해 회전 디스크를 복수의 각도 위치 사이에서 회전하도록 유도하고; 상기 복수의 각도 위치는 (i) 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 상기 교차 흐름 포트와 연통하고, 상기 공급 포트도 그리고 상기 배기 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 중립 위치, (ii) 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 공급 포트와 연통하고, 상기 배기 포트도 그리고 상기 교차 흐름 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 공급 위치, 및 (iii) 하나 이상의 스프링 포트가 공압식으로 배기 포트와 연통하고, 상기 공급 포트도 그리고 상기 교차 흐름 포트도 공압식으로 상기 하나 이상의 스프링 포트와 연통하지 않는 배기 위치를 포함하는, 레벨링 밸브.
- [0137] 19. 항목 16 내지 18 중 어느 하나에 있어서, 상기 하부 하우징은 상기 상부 하우징의 하부 표면과 정합(mate)되는 제 1 표면을 포함하고, 상기 제 1 표면은 상기 공급 포트와 직접 연통하는 공급 홀; 상기 배기 포트와 직접 연통하는 배기 홀; 상기 하나 이상의 스프링 포트와 직접 연통하는 저장 공동을 정의하는, 레벨링 밸브.
- [0138] 20. 항목 16 내지 19 중 어느 하나에 있어서, 상기 회전 디스크는 상기 샤프트를 수용하기 위한 중앙 개구, 복수의 장방형 슬롯 및 교차 흐름 슬롯을 포함하고, 상기 복수의 장방형 슬롯 및 교차 흐름 슬롯은 중앙 개구 주위에 이격되고, 상기 회전 디스크의 주변부 사이에 그리고 그 주변부를 따라 불감대(dead band)가 정의된, 레벨링 밸브.
- [0139] 21. 항목 16 내지 20 중 어느 하나에 있어서, 각각의 장방형 공동은 상기 하부 하우징의 저장 공동에 적어도 부분적으로 오버라잉(overlie)되도록 구성되고, 상기 교차 흐름 슬롯은 상기 회전 디스크가 중립 위치에 설정될 때 상기 하부 하우징의 상기 교차 흐름 홀에 오버라잉되도록 구성된, 레벨링 밸브.
- [0140] 22. 항목 16 내지 20 중 어느 하나에 있어서, 상기 장방형 슬롯은 상기 회전 디스크의 결면(face)을 따라 연장되는 중앙 축으로부터 대칭적으로 이격되고, 상기 교차 흐름 슬롯은 상기 중앙 축에 오버라잉되는, 레벨링 밸브.
- [0141] 23. 차량의 안정성을 제어하는 방법에 있어서, 에어 관리 시스템을 제공하는 단계로서, 상기 에어 관리 시스템은 : 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 갖는 제 2 공압 회로; 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 2 레벨링 밸브와 연결하는 교차 흐름 라인(cross-flow line)을 포함하는, 상기 제공하는 단계; 상기 제 1 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고, 상기 제 2 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통(pneumatic communication)을 수립하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0142] 24. 항목 23에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브 각각은 하우징 및 상기 하우징을 통해 연장되는 샤프트에 피벗식으로 연결된 제어 암을 포함하고, 상기 제어 암은 중립 위치로부터 하나 이상의 응답 위치로 피벗되도록 구성되는, 방법.

- [0143] 25. 항목 24에 있어서, 상기 제 1 레벨 밸브 및 상기 제 2 레벨 밸브 둘 모두의 제어 압이 중립 위치에 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이에서 공압 연통을 수립하는 단계 및 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브 중 하나의 제어 압이 하나 이상의 응답 위치로 설정될 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 방지하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0144] 26. 항목 23 내지 25 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 제 1 공급 탱크, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 1 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및 상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 제 2 공급 탱크, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 제 2 공급 탱크와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 방법.
- [0145] 27. 항목 23 내지 26 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 복수의 에어 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖고, 상기 제 1 공급 라인 및 상기 제 2 공급 라인은 실질적으로 동일한 직경 및 길이를 갖는, 방법.
- [0146] 28. 항목 23 내지 27 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 방법.
- [0147] 29. 항목 23 내지 28 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 각각 원통 형상 매니폴드, 상기 매니폴드 내에 배치되고 상기 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물리는 밸브 부재 및 상기 밸브 부재에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함하고; 상기 매니폴드는 상기 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함하고, 개별 레벨링 밸브가 (i) 개별 공압 회로에 에어를 공급하거나, (ii) 개별 공압 회로에서 에어를 제거하거나, (iii) 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 교차 흐름을 수립하도록 선택적으로 구성되도록 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브 부재가 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하도록 작동하여 상기 복수의 개구의 노출을 제어하도록 구성되는, 방법.
- [0148] 30. 하나 이상의 에어 공급 탱크, 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 공압 회로 및 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 공압 회로를 포함하는 상기 차량의 에어 관리 시스템의 에어 압력을 조정하는 방법에 있어서, 상기 방법은 : 제 1 레벨링 밸브가 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 상기 제 1 공압 회로로 에어를 공급하거나 상기 제 1 공압 회로로부터 대기로 상기 에어를 제거하도록 상기 제 1 레벨링 밸브에 의해 상기 제 1 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계; 제 2 레벨링 밸브가 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 상기 제 2 공압 회로로 상기 에어를 공급하거나 상기 제 2 공압 회로로부터 대기로 상기 에어를 제거하도록 상기 제 2 레벨링 밸브에 의해 상기 제 2 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는 단계; 및 각각의 레벨링 밸브가 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 에어를 공급하지도 않고 대기로 상기 에어를 제거하지도 않도록 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브가 중립 모드로 설정될 때에만 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0149] 31. 항목 30에 있어서, 각각의 레벨링 밸브는 상기 에어 공급 탱크에 연결된 공급 포트, 상기 대기로 에어를 퍼지하기 위한 배기 포트, 상기 하나 이상의 에어 스프링에 연결된 하나 이상의 포트, 및 상기 제 1 레벨링 밸브 또는 제 2 레벨링 밸브 중 다른 하나에 연결된 교차 흐름 포트를 포함하는 하우징 바디를 포함하는, 방법.
- [0150] 32. 항목 31에 있어서, 각각의 레벨링 밸브는 하우징 바디의 챔버에 배치된 밸브 엘리먼트 및 상기 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하도록 구성된 액추에이터를 포함하고, 상기 밸브 엘리먼트는 상기 복수의 포트 사이의 연통을 변경하기 위해 복수의 위치 사이에서 이동하도록 구성된, 방법.
- [0151] 33. 항목 32에 있어서, 상기 복수의 위치는 상기 제 1 공압 회로와 상기 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통을 수립하기 위한 중립 위치, 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크로부터 개별 공압 회로로 에어를 공급하기 위한 공급 위치, 및 개별 공압 회로로부터 상기 대기로 상기 에어를 제거하기 위한 배기 위치를 포함하는, 방법.
- [0152] 34. 항목 32 또는 33에 있어서, 상기 밸브 엘리먼트는 플런저, 회전 디스크 및 포켓으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 방법.

- [0153] 35. 항목 32 내지 34 중 어느 하나에 있어서, 상기 액추에이터는 상기 하우징 바디를 통해 연장되는 샤프트에 피벗식으로 연결된 제어 암이고, 상기 밸브 엘리먼트는 회전 디스크인, 방법.
- [0154] 36. 항목 32 내지 35 중 어느 하나에 있어서, 상기 제어 암은 중립 위치에서 하나 이상의 응답 위치로 피벗하도록 구성되고, 상기 제어 암이 중립 위치에 설정될 때 각각의 레벨링 밸브는 중립 모드로 설정되고, 각각의 레벨링 밸브는 상기 제어 암이 하나 이상의 응답 위치로 설정될 때 개별 공압 회로의 에어 압력을 독립적으로 조정하는, 방법.
- [0155] 37. 항목 32 내지 36 중 어느 하나에 있어서, 상기 액추에이터는 솔레노이드, 서보 모터 및 스테퍼 모터로 이루어진 그룹으로부터 선택된 전자 액추에이터인, 방법.
- [0156] 38. 항목 37에 있어서, 각각의 레벨링 밸브의 전자 액추에이터와 전기 통신하는 제어 모듈을 더 포함하고, 상기 제어 모듈은 상기 복수의 위치 사이의 상기 밸브 엘리먼트의 이동을 트리거링하기 위해 각각의 전자 액추에이터에 명령을 송신하도록 구성된, 방법.
- [0157] 39. 항목 38에 있어서, 하나 이상의 레벨링 센서를 더 포함하고, 각각의 레벨링 센서는 상기 차량의 위치를 따라서 차축에 대한 차량 높이를 검출하고 검출된 차량 높이를 차량 레벨링 입력으로서 상기 제어 모듈에 송신하도록 구성되고, 상기 제어 모듈은 상기 차량 레벨링 입력에 기초하여 상기 차량의 제 1 측면 및 제 2 측면에서 상기 차축에 대한 차량 높이를 결정하도록 구성된, 방법.
- [0158] 40. 항목 30 내지 39 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 제 1 에어 스프링 세트, 상기 제 1 에어 스프링 세트를 상기 제 1 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 1 복수의 에어 라인, 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크 중 적어도 하나와 공압식으로 연결하는 제 1 공급 라인을 포함하고; 및 상기 제 2 공압 회로는 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 제 2 에어 스프링 세트, 상기 제 2 에어 스프링 세트를 상기 제 2 레벨링 밸브와 공압식으로 연결하는 제 2 복수의 에어 라인 및 상기 제 2 레벨링 밸브를 상기 하나 이상의 에어 공급 탱크 중 적어도 하나와 공압식으로 연결하는 제 2 공급 라인을 포함하는, 방법.
- [0159] 41. 항목 30 내지 40 중 어느 하나에 있어서, 상기 제 1 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고, 상기 제 2 공압 회로는 하나 이상의 에어 스프링을 포함하고; 상기 제 1 레벨링 밸브 및 상기 제 2 레벨링 밸브는 각각 개별 에어 스프링의 챔버에 배치된 전자적으로 작동되는 밸브인, 방법.
- [0160] 42. 차량용 에어 관리 시스템의 에어 스프링과 관련된 제어 유닛에 있어서, 상기 제어 유닛은 : 상기 에어 스프링의 상판에 장착되도록 구성된 하우징으로서, 상기 하우징은 밸브 챔버를 포함하는, 상기 하우징; 상기 밸브 챔버에 배치된 밸브로서, 상기 밸브는 (i) 상기 밸브가 관련된 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 상기 밸브가 상기 능동 모드에 있지 않을 때, 상기 밸브가 관련 에어 스프링과 상기 에어 관리 시스템의 제 2 에어 스프링에 연결된 교차 흐름 라인 사이에서 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이에서 스위칭하도록 구성되는, 상기 밸브; 상기 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 모니터링하고 상기 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 나타내는 측정 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 센서; 상기 에어 관리 시스템의 제 2 에어 스프링과 관련된 제 2 제어 유닛에 그리고 상기 제 2 제어 유닛으로부터 데이터 신호를 송신 및 수신하도록 구성된 통신 인터페이스; 및 상기 밸브, 상기 하나 이상의 센서 및 상기 통신 인터페이스에 동작 가능하게 연결된 프로세싱 모듈을 포함하되; 상기 프로세싱 모듈은 : (i) 상기 하나 이상의 센서로부터 측정 신호 및 상기 통신 인터페이스로부터 데이터 신호를 수신하고; 및 (ii) 상기 하나 이상의 센서로부터 수신된 측정 신호 및 상기 통신 인터페이스로부터의 데이터 신호에 기초하여 상기 밸브를 상기 능동 모드와 상기 중립 모드 사이를 스위칭하도록 작동하도록 구성된, 제어 유닛.
- [0161] 43. 항목 42에 있어서, 상기 하우징은 에어 소스로부터 에어 흐름을 수용하도록 구성된 입구 포트, 대기로 에어를 방출하도록 구성된 출구 포트, 서스펜션 시스템의 제 2 에어 스프링에 연결된 교차 흐름 라인에 연결되도록 구성된 교차 흐름 포트 및 상기 에어 스프링의 챔버로 그리고 챔버로부터 에어를 공급 또는 방출하도록 구성된 전달 포트를 포함하고, 상기 밸브 챔버는 복수의 통로에 의해 상기 입구 포트, 상기 출구 포트 및 상기 전달 포트에 연결되는, 제어 유닛.
- [0162] 44. 항목 42 또는 43에 있어서, 상기 하나 이상의 센서는 상기 에어 스프링의 높이를 모니터링하고 상기 에어 스프링의 높이를 나타내는 신호를 생성하도록 구성된 높이 센서를 포함하는, 제어 유닛.
- [0163] 45. 항목 44에 있어서, 상기 높이 센서는 초음파 센서, 적외선 센서, 전자기파 센서 또는 전위차계인, 제어

유닛.

- [0164] 46. 항목 42 내지 45 중 어느 하나에 있어서, 상기 프로세싱 모듈은 상기 능동 모드와 상기 중립 모드 사이에서 상기 밸브를 작동 시키도록 결정할 때 관련된 에어 스프링의 스프링 높이와 상기 제 2 에어 스프링의 제 2 스프링 높이 사이의 차이를 고려하도록 구성된, 제어 유닛.
- [0165] 47. 항목 42 내지 46 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브 챔버, 상기 밸브 및 상기 프로세싱 모듈은 상기 상판 아래에 장착되고 상기 에어 스프링의 챔버에 배치되는, 제어 유닛.
- [0166] 48. 항목 42 내지 47 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브 챔버, 상기 밸브 및 상기 프로세싱 모듈은 상기 상판 위에 장착되고 상기 에어 스프링의 챔버 외부에 배치되는, 제어 유닛.
- [0167] 49. 항목 42 내지 항목 48 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브는 원통 형상 매니폴드, 상기 매니폴드 내에 배치되고 상기 매니폴드의 내부 표면과 슬라이딩 맞물림되는 밸브 부재, 및 상기 밸브 및 상기 프로세싱 모듈에 동작 가능하게 링크된 전자 액추에이터를 포함하고, 상기 매니폴드는 상기 매니폴드의 측부 표면을 따라 배치된 복수의 개구를 포함하고, 상기 전자 액추에이터는 상기 밸브가 상기 능동 모드와 상기 중립 모드 사이에서 스위칭하도록 복수의 개구의 노출을 제어하기 위해 상기 밸브 부재를 상기 매니폴드의 종축을 따라 슬라이딩하게 작동시키도록 구성된, 제어 유닛.
- [0168] 50. 차량의 에어 관리 시스템에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은 : 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 2 공압 회로; 및 하나 이상의 교차 흐름 라인으로서, 각각의 교차 흐름 라인은 상기 제 1 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로부터 상기 제 2 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로 연장되는, 상기 하나 이상의 제어 흐름 라인; 각각의 에어 스프링은 제어 유닛을 포함하고, 각각의 제어 유닛은 : 관련 에어 스프링의 상판에 장착되도록 구성된 하우징, 상기 하우징은 밸브 챔버를 포함하고; 상기 밸브 챔버에 배치된 밸브로서, 밸브는 : (i) 상기 밸브가 관련된 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 관련된 에어 스프링과 개별 교차 흐름 라인 사이에서 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이를 스위칭하도록 구성된, 상기 밸브; 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 모니터링하고 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 나타내는 측정 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 센서; 서스펜션 시스템의 다른 에어 스프링과 관련된 다른 제어 유닛에 그리고 상기 다른 제어 유닛으로부터 데이터 신호를 직접 송신 및 수신하도록 구성된 통신 인터페이스; 및 상기 밸브, 상기 하나 이상의 센서 및 상기 통신 인터페이스에 동작 가능하게 연결된 프로세싱 모듈을 포함하고; 상기 프로세싱 모듈은 : (i) 하나 이상의 센서로부터 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터 데이터 신호를 수신하고, (ii) 하나 이상의 센서로부터 수신된 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터의 데이터 신호에 기초하여 밸브를 능동 모드와 중립 모드 사이에서 스위칭하도록 작동시키도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0169] 51. 항목 50에 있어서, 상기 에어 관리 시스템의 각각의 제어 유닛의 통신 인터페이스와 전기 통신하는 시스템 제어기를 포함하고, 상기 시스템 제어기는 : (i) 상기 에어 관리 시스템의 각각의 제어 유닛으로부터 측정 신호를 수신하고, (ii) 수신된 측정 신호에 기초하여 에어 관리 시스템의 각각의 에어 스프링의 챔버로 그리고 챔버로부터 에어를 제거 또는 공급하기 위한 원하는 볼륨 유량을 결정하고, 및 (iii) 각각의 제어 유닛이 능동 모드와 중립 모드 사이에서 관련된 밸브를 작동 시키도록 상기 에어 관리 시스템의 각각의 제어 유닛에 명령을 송신하도록 구성된, 에어 관리 시스템.
- [0170] 52. 항목 50 또는 51에 있어서, 상기 하우징은 에어 소스로부터 에어 흐름을 수용하도록 구성된 입구 포트, 대기로 에어를 방출하도록 구성된 출구 포트, 상기 에어 관리 시스템의 제 2 에어 스프링에 연결된 교차 흐름 라인에 연결되도록 구성된 교차 흐름 포트 및 상기 에어 스프링의 챔버로 그리고 챔버로부터 에어를 공급 또는 방출하도록 구성된 전달 포트를 포함하고, 상기 밸브 챔버는 복수의 통로에 의해 상기 입구 포트, 상기 출구 포트 및 상기 전달 포트에 연결되는, 에어 관리 시스템.
- [0171] 53. 항목 50 내지 52 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브 챔버, 상기 밸브 및 상기 프로세싱 모듈은 상판 아래에 장착되고, 상기 에어 스프링의 상기 챔버에 배치되는, 에어 관리 시스템.
- [0172] 54. 항목 50 내지 53 중 어느 하나에 있어서, 상기 밸브 챔버, 상기 밸브 및 상기 프로세싱 모듈은 상기 상판 위에 장착되고, 상기 에어 스프링의 챔버 외부에 배치된, 에어 관리 시스템.
- [0173] 55. 에어 관리 시스템을 포함하는 차량의 안정성을 제어하는 방법에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은 차량의 제 1 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치

된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 2 공압 회로; 및 하나 이상의 교차 흐름 라인을 포함하고, 각각의 교차 흐름 라인은 상기 제 1 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로부터 상기 제 2 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로 연장되고, 상기 방법은 : 높이 센서 및 압력 센서에 의해, 개별 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 모니터링하는 단계; 높이 센서 및 에어 압력 센서에 의해, 개별 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 나타내는 신호를 생성하는 단계; 프로세싱 모듈에 의해, 개별 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 나타내는 신호를 수신하는 단계; 프로세싱 모듈에 의해, 개별 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 나타내는 수신된 신호에 기초하여 개별 에어 스프링의 높이 차이 비율 및 압력 차이 비율을 계산하는 단계; 프로세싱 모듈에 의해, 에어 스프링의 높이 및 에어 압력을 독립적으로 조정할지 또는 에어 스프링과 개별 교차 흐름 라인 사이의 공압 연통을 수립할지 여부를 결정하는 단계; 및 프로세싱 모듈에 의해, (i) 밸브가 관련된 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 관련된 에어 스프링과 개별 교차 흐름 라인 사이에서 공압 연통을 수립하는 중립 모드 중 하나로 스위칭하기 위해 밸브를 작동시키는 단계를 포함하고; 여기서 상기 높이 센서, 상기 프로세싱 모듈 및 상기 밸브는 상기 에어 스프링의 챔버에 배치된, 방법.

[0174] 56. 제동시 차량 급강하(nose-diving)을 줄이고, 윈드 시어 또는 급변하는 도로 상태로 인해 차량, 트레일러 또는 견인 가능한 차량의 전복 방지하고, 상기 차량에서의 타이어의 타이어 수명 증가시키고, 차량의 브레이크 마모를 감소시키고 및/또는 차량의 견인력 증가시키기 위한 방법에 있어서, 항목 1 내지 55 중 어느 하나에 따른 에어 관리 시스템이 구비된 차량을 제공하는 단계; 변화하는 도로 상태하에서 차량을 운전하는 단계; 항목 1 내지 55 중 어느 하나에 따른 차량의 복수의 공압 회로에서 에어를 관리하여 상기 차량이 제동시 상기 차량 급강하를 줄이고, 부착된 차량, 트레일러 또는 견인 가능한 차량의 전복 방지하고, 상기 차량에서의 타이어의 타이어 수명 증가시키고, 상기 차량의 브레이크 마모를 감소시키고 및 상기 차량의 견인력 증가시키는 것 중 적어도 하나를 경험하는, 방법. 57. 키트에 있어서, 2 개 이상의 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 분배 공압 밸브, 각각의 대칭적으로 동적 균등화된 볼륨 및 압력 분배 공압 밸브에 연결되도록 구성된 적어도 하나의 에어 스프링; 항목 1 내지 56 중 어느 하나에 설명되고 예시된 에어 관리 컴포넌트를 연결하도록 구성된 복수의 에어 호스; 및 옵션으로 에어 탱크, 압축기, 압력 보호 밸브 및/또는 덤프 밸브를 포함하는, 키트.

[0175] 58. 차량의 에어 관리 시스템에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은 : 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 1 레벨링 밸브를 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하도록 구성된 제 2 레벨링 밸브를 갖는 제 2 공압 회로; 및 상기 제 1 레벨링 밸브를 상기 제 2 레벨링 밸브와 연결하는 교차 흐름 라인(cross-flow line)을 포함하고; 상기 제 1 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 1 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않고, 상기 제 2 레벨링 밸브가 상기 차량의 제 2 측면의 높이를 독립적으로 조정하지 않을 때 상기 제 1 레벨링 밸브 및 제 2 레벨링 밸브는 상기 제 1 공압 회로와 제 2 공압 회로 사이의 공압 연통(pneumatic communication)을 수립하도록 구성되고; 상기 에어 관리 시스템은 항목 30의 방법을 수행하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

[0176] 59. 항목 58에 있어서, 항목 2 내지 14 중 어느 하나의 주제를 더 포함하는, 에어 관리 시스템.

[0177] 60. 차량의 에어 관리 시스템에 있어서, 상기 에어 관리 시스템은 : 상기 차량의 제 1 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 1 공압 회로; 상기 차량의 제 2 측면 상에 배치된 하나 이상의 에어 스프링을 갖는 제 2 공압 회로; 및 하나 이상의 교차 흐름 라인, 각각의 교차 흐름 라인은 상기 제 1 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로부터 상기 제 2 공압 회로와 관련된 에어 스프링으로 연장되고; 각각의 에어 스프링은 제어 유닛을 포함하고, 각각의 제어 유닛은 : 관련 에어 스프링의 상판에 장착되도록 구성된 하우징, 상기 하우징은 밸브 챔버를 포함하고; 상기 밸브 챔버에 배치된 밸브로서, 밸브는 : (i) 상기 밸브가 관련된 에어 스프링의 높이를 독립적으로 조정하는 능동 모드, 및 (ii) 밸브가 능동 모드에 있지 않을 때 밸브가 관련된 에어 스프링과 개별 교차 흐름 라인 사이에서 공압 연통을 수립하는 중립 모드를 포함하는 복수의 모드 사이를 스위칭하도록 구성되고; 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 모니터링하고 관련된 에어 스프링의 적어도 하나의 상태를 나타내는 측정 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 센서; 서스펜션 시스템의 다른 에어 스프링과 관련된 다른 제어 유닛에 그리고 상기 다른 제어 유닛으로부터 데이터 신호를 직접 송신 및 수신하도록 구성된 통신 인터페이스; 및 상기 밸브, 상기 하나 이상의 센서 및 상기 통신 인터페이스에 동작 가능하게 연결된 프로세싱 모듈; 상기 프로세싱 모듈은 : (i) 하나 이상의 센서로부터 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터 데이터 신호를 수신하고, (ii) 하나 이상의 센서로부터 수신된 측정 신호 및 통신 인터페이스로부터의 데이터 신호에 기초하여 밸브를 능동 모드와 중립 모드 사이에서 스위칭하도록 작동시키도록 구성된, 상기 프로세싱 모듈을 포함하고; 상기 에어 관리 시스템은 항목 55의 방법을 수행하도록 구성된, 에어 관리 시스템.

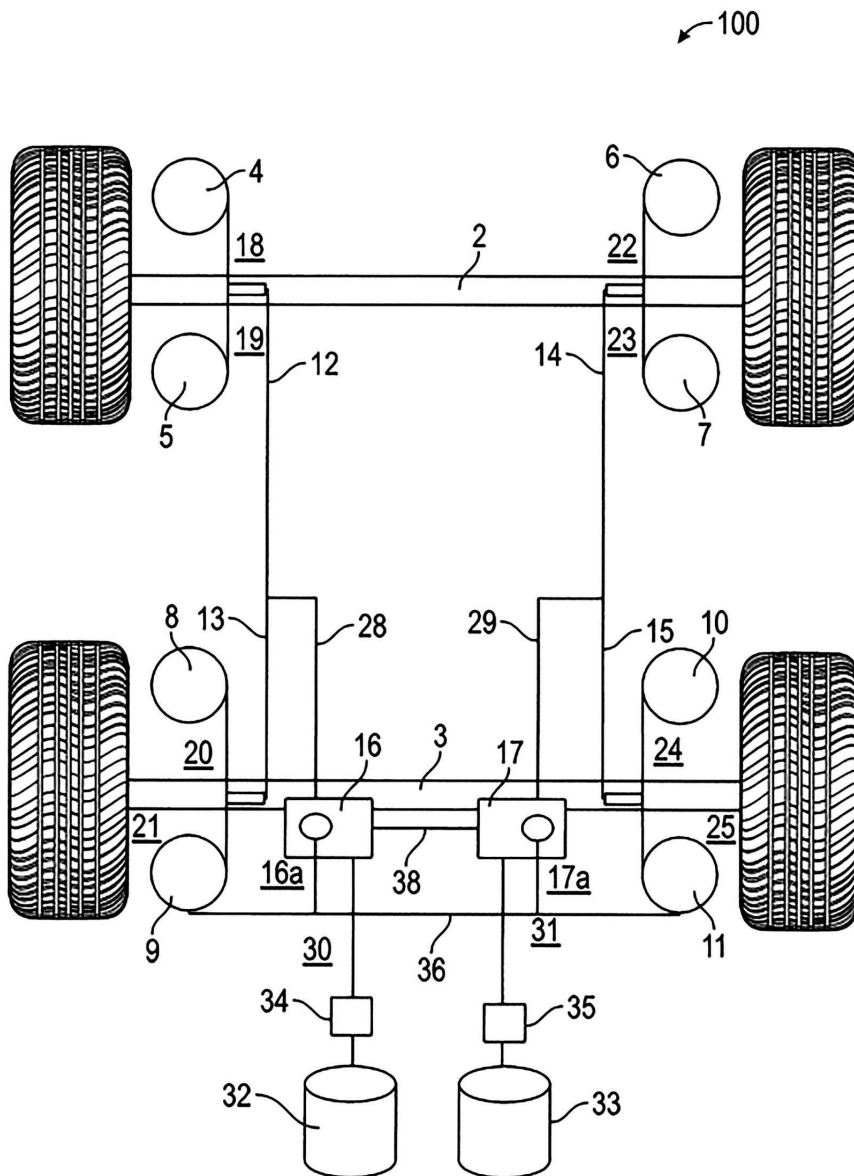
[0178] 61. 항목 60에 있어서, 항목 52 내지 54 중 어느 하나의 주제를 더 포함하는, 에어 관리 시스템.

[0179] 본 발명은 도시되고 설명된 바와 같이 레벨링 밸브, 하부 하우징, 상부 하우징, 하나 이상의 회전 디스크, 샤프트 및 본 개시의 임의의 다른 실시예를 위한 장식 디자인을 포함한다.

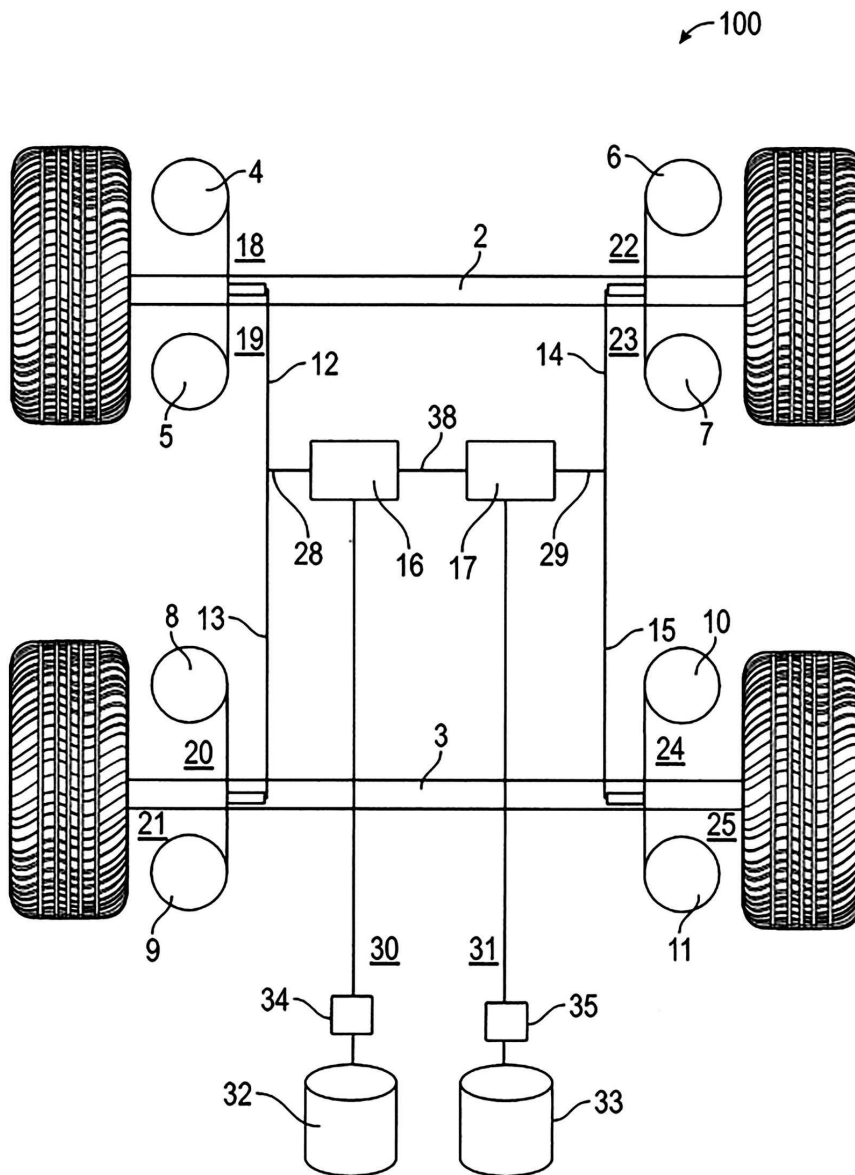
[0180] 본 개시의 주제가 다양한 조합 및 특징의 서브 조합을 포함하는 특정 예시적인 실시예를 참조하여 상당히 상세하게 설명되고 도시되었지만, 당업자는 본 개시의 범위내에 포함된 다른 실시예 및 그것의 변형 및 수정을 용이하게 이해할 것이다. 게다가, 이러한 실시예, 조합 및 서브 조합에 대한 설명은 청구된 주제가 청구 범위에 명시적으로 지칭된 것 이외의 특징 또는 특징의 조합을 요구한다는 것을 전달하도록 의도되지 않는다. 따라서, 본 개시의 범위는 이하의 첨부된 청구 범위의 사상 및 범위 내에 포함되는 모든 수정 및 변형을 포함하도록 의도된다.

도면

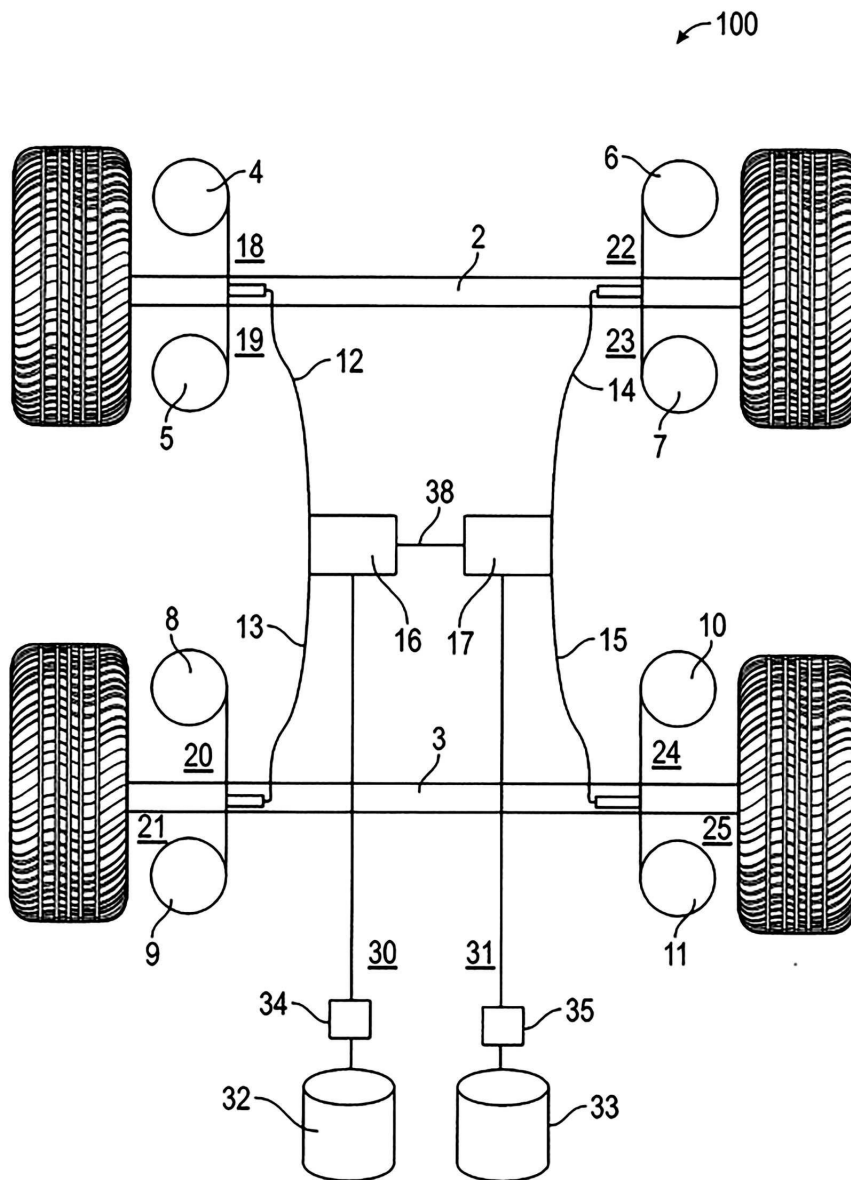
도면1a



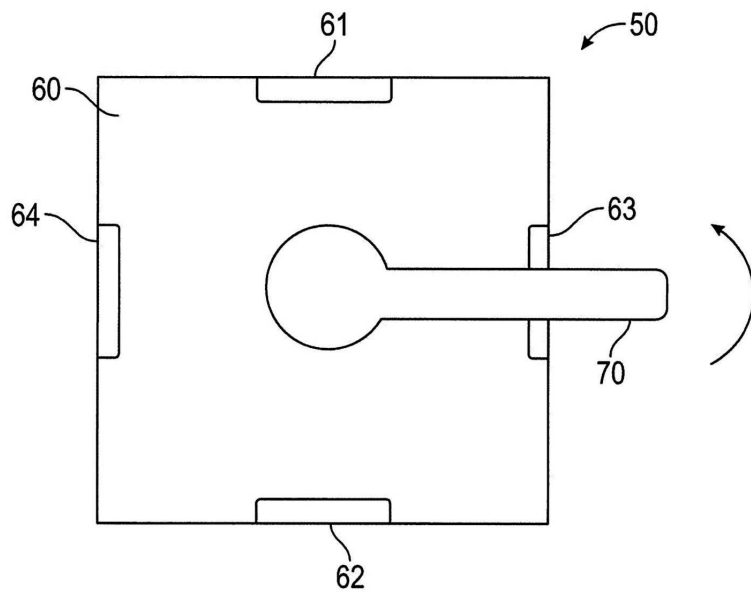
도면1b



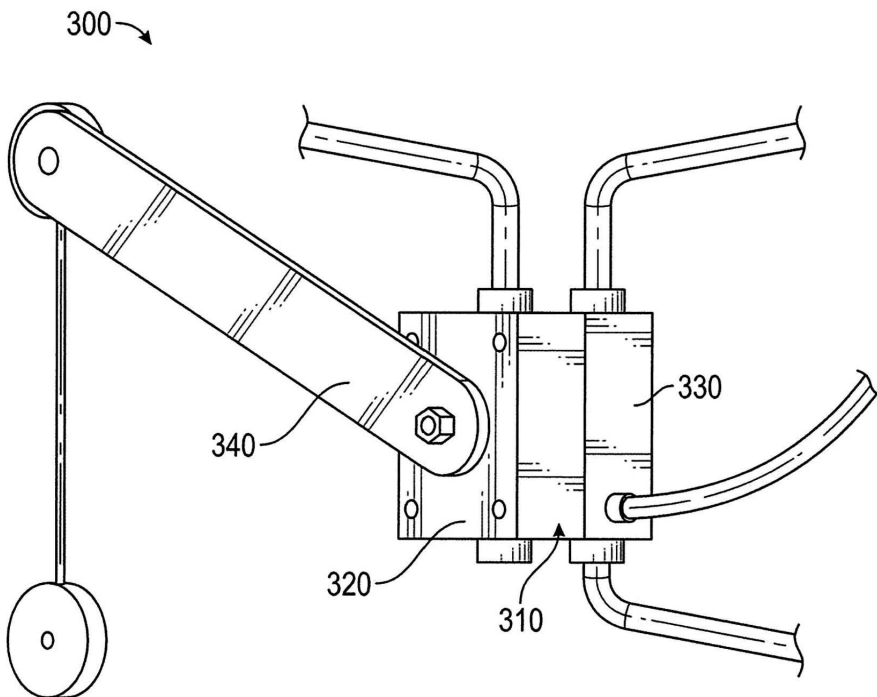
도면1c



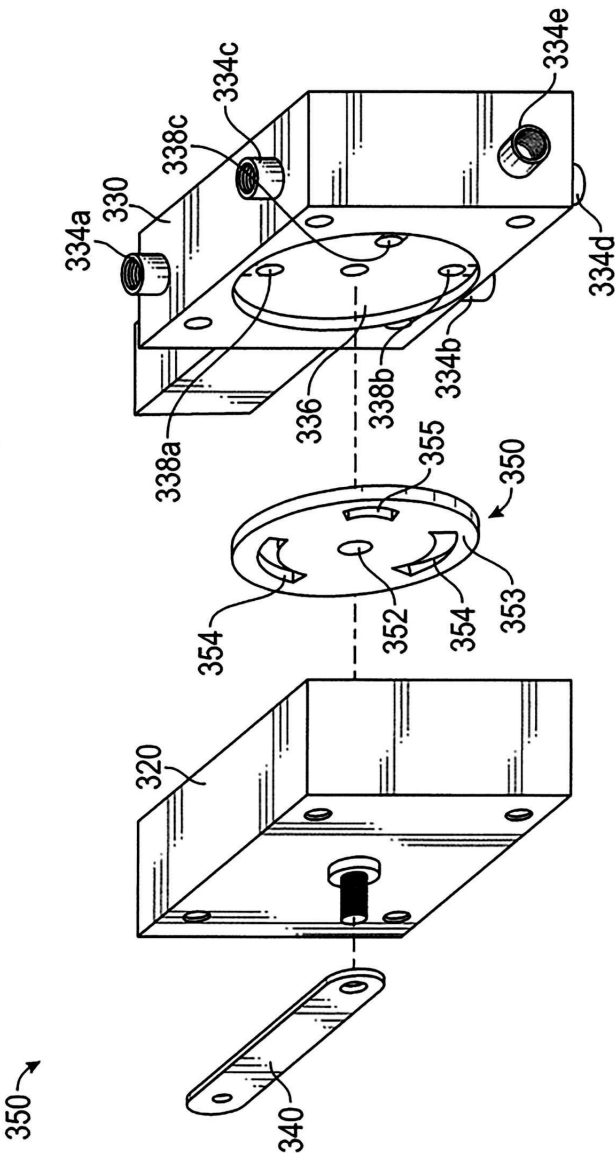
도면2



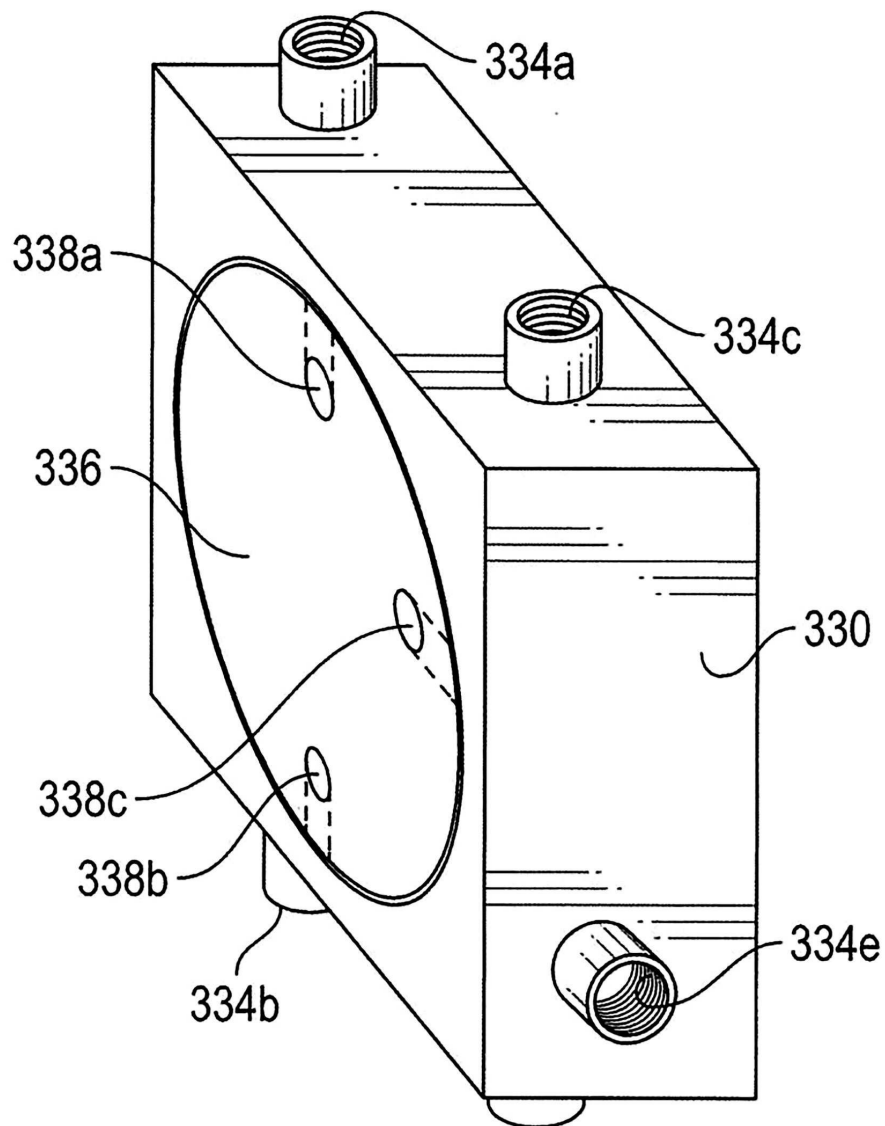
도면3



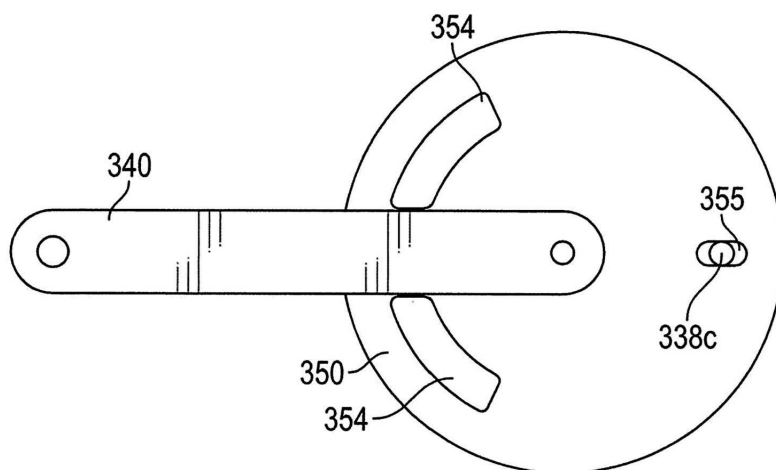
도면4



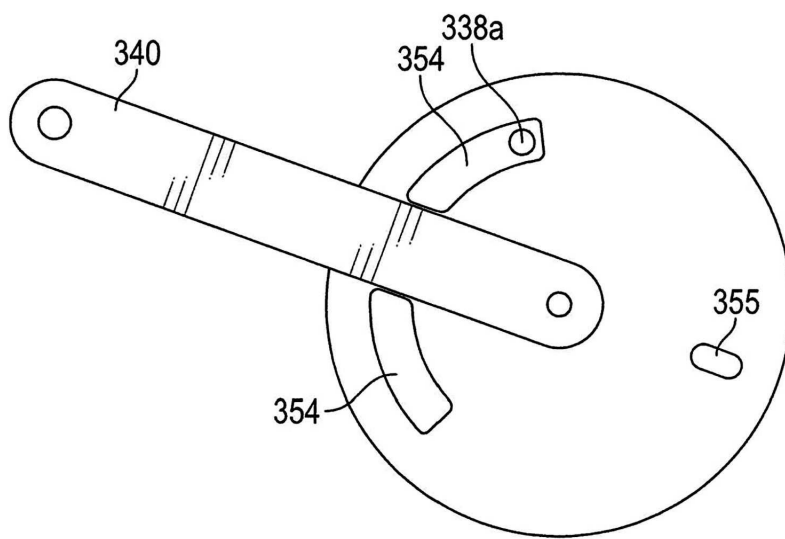
도면5



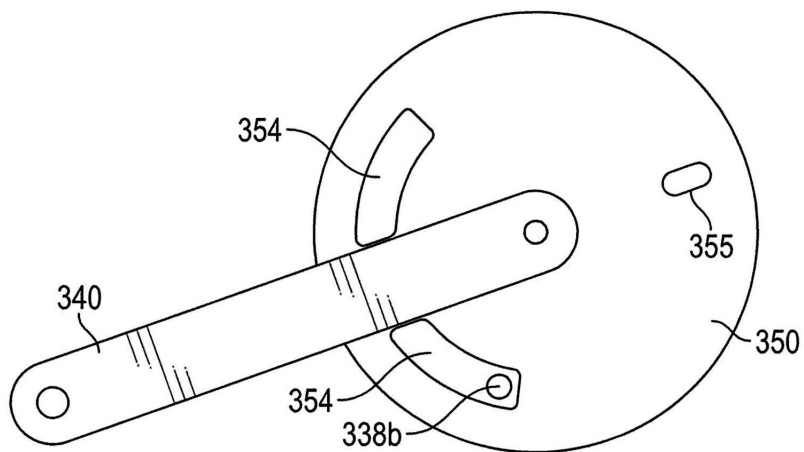
도면6a



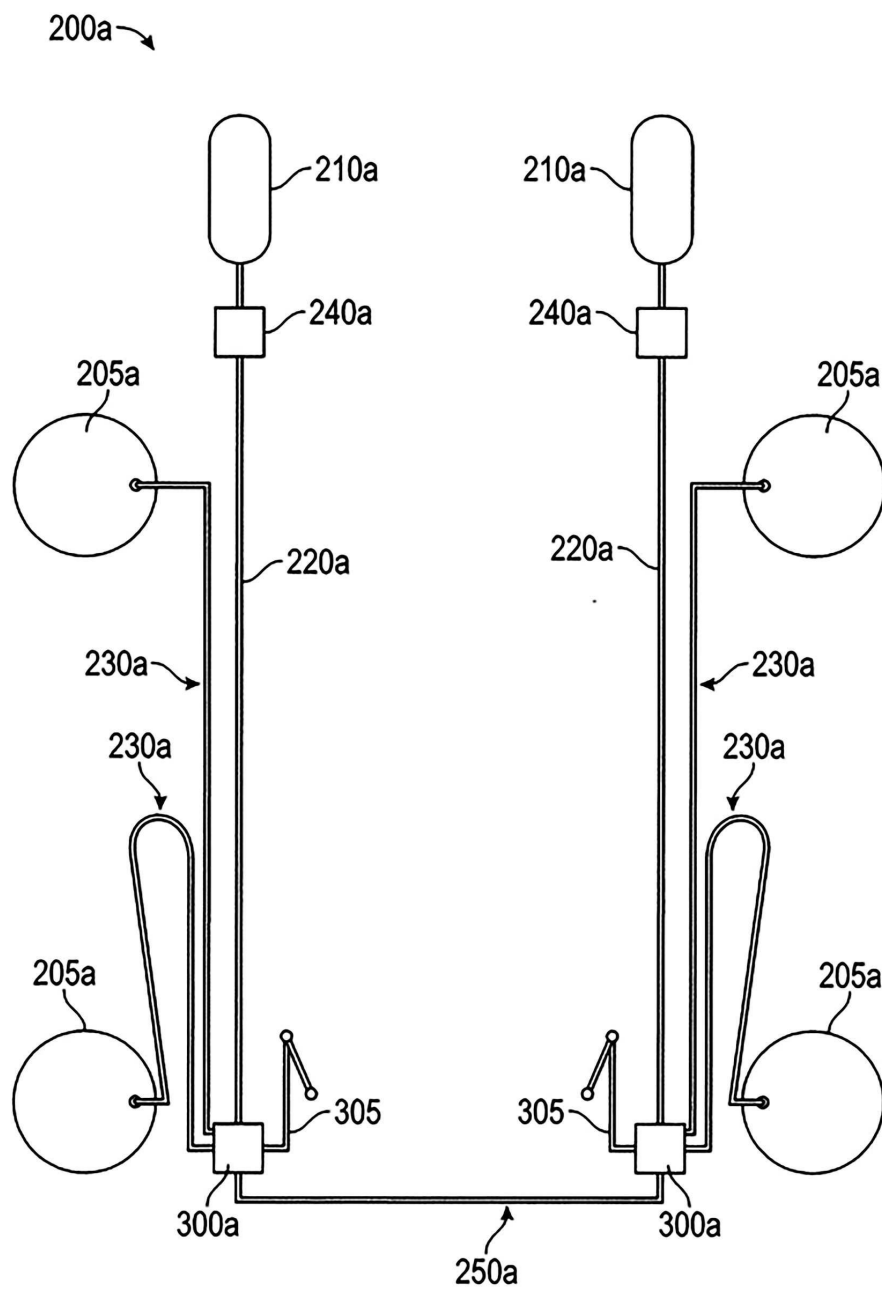
도면6b



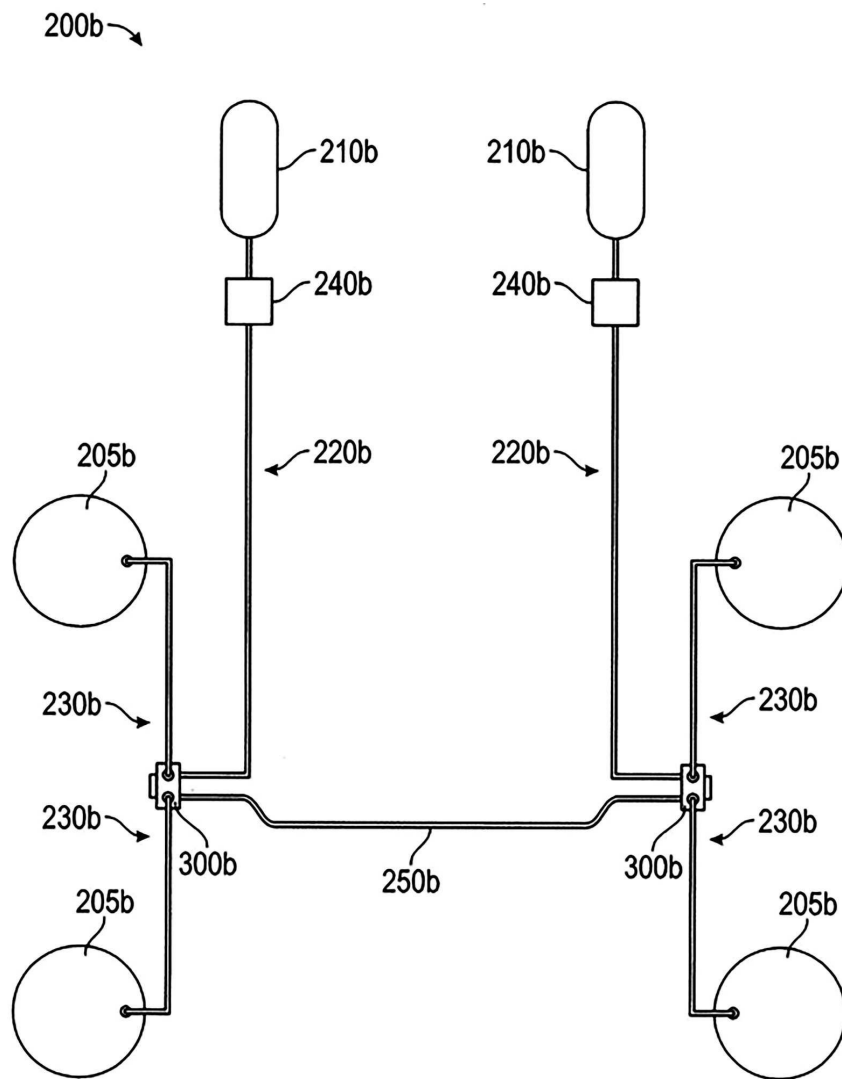
도면6c



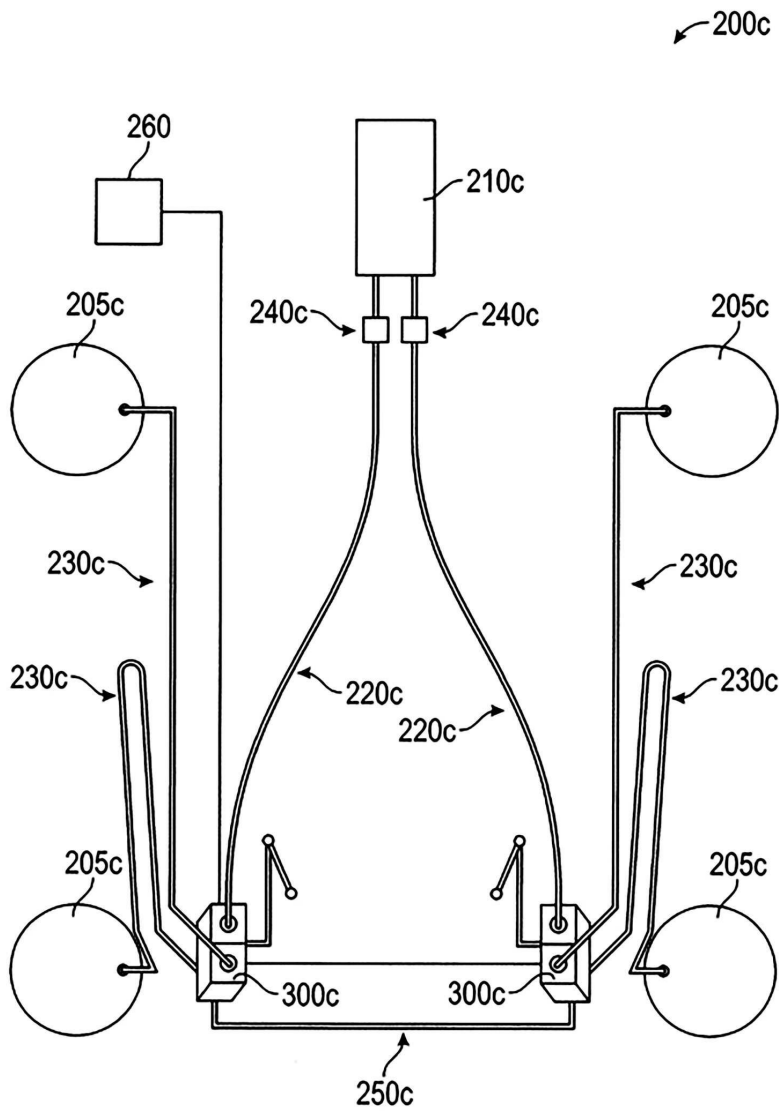
도면7



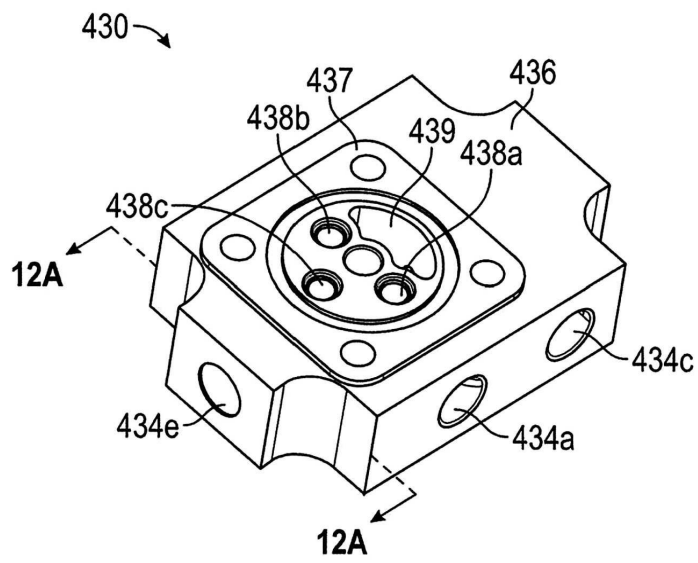
도면8



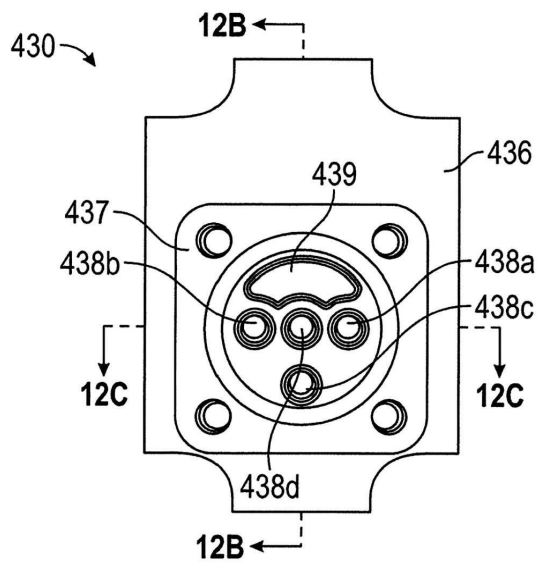
도면9



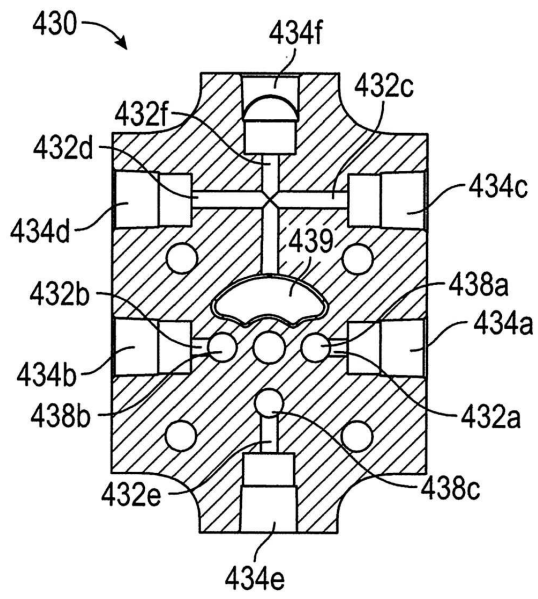
도면10



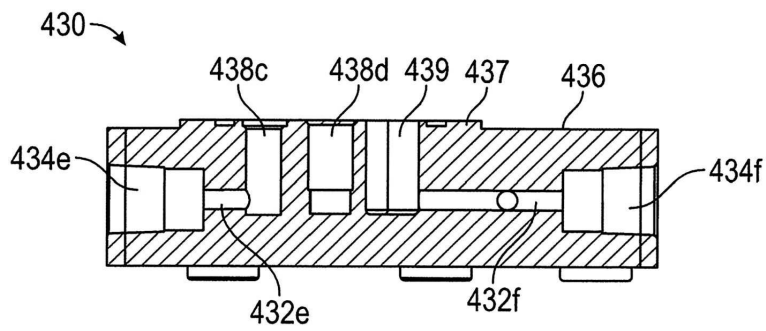
도면11



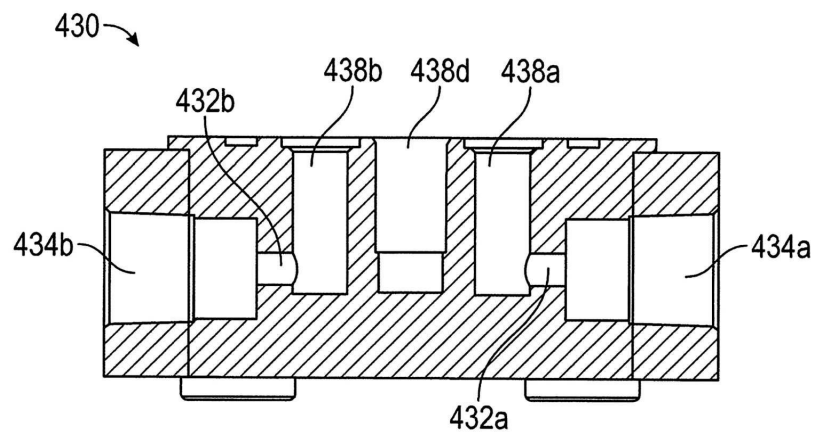
도면12a



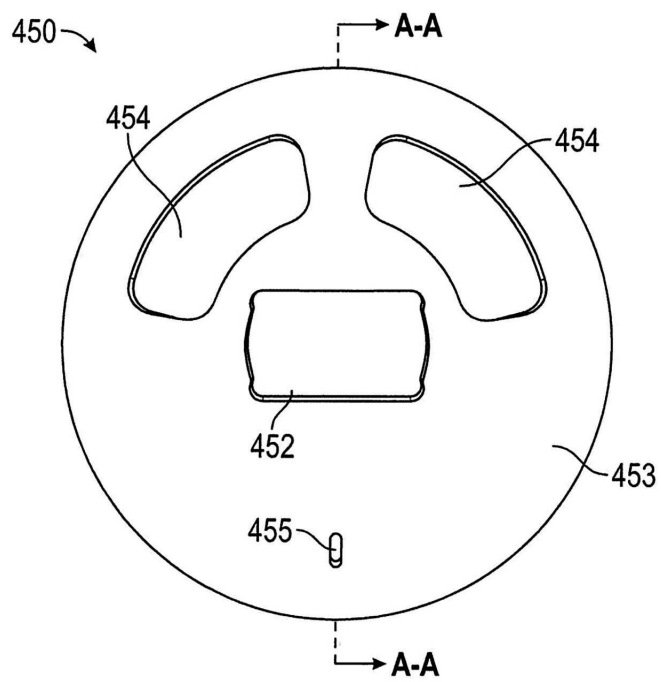
도면12b



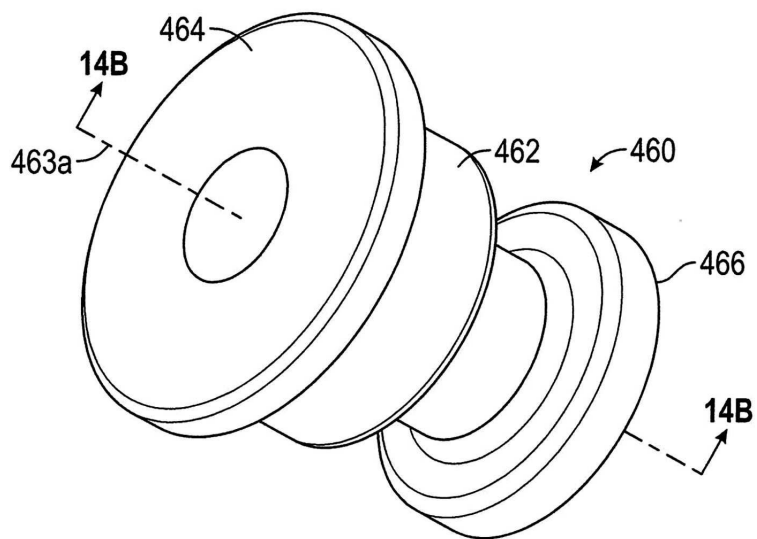
도면12c



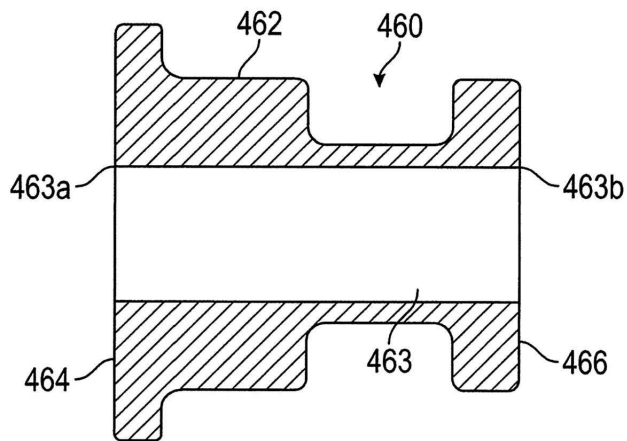
도면13



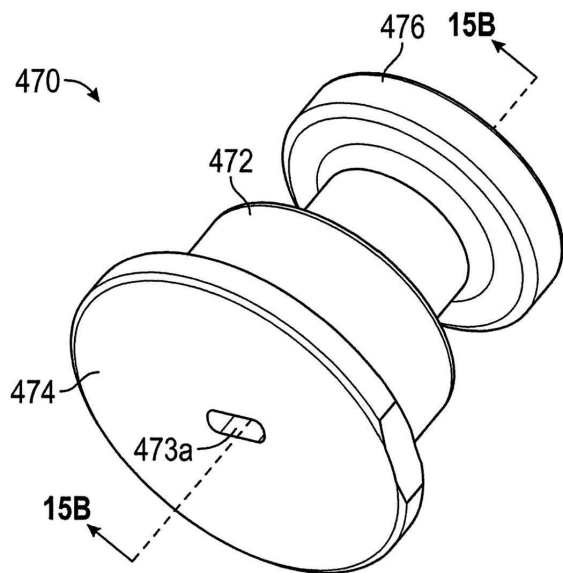
도면14a



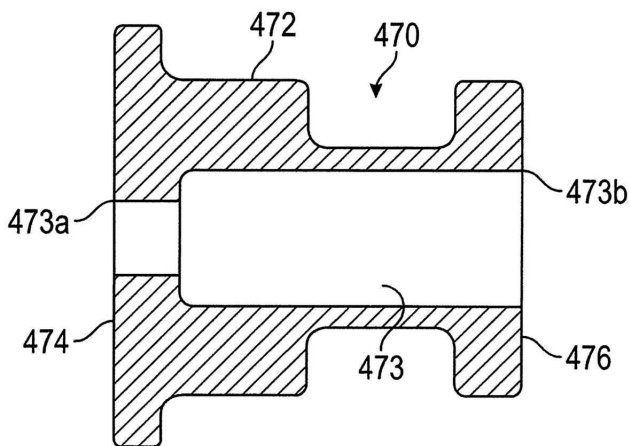
도면14b



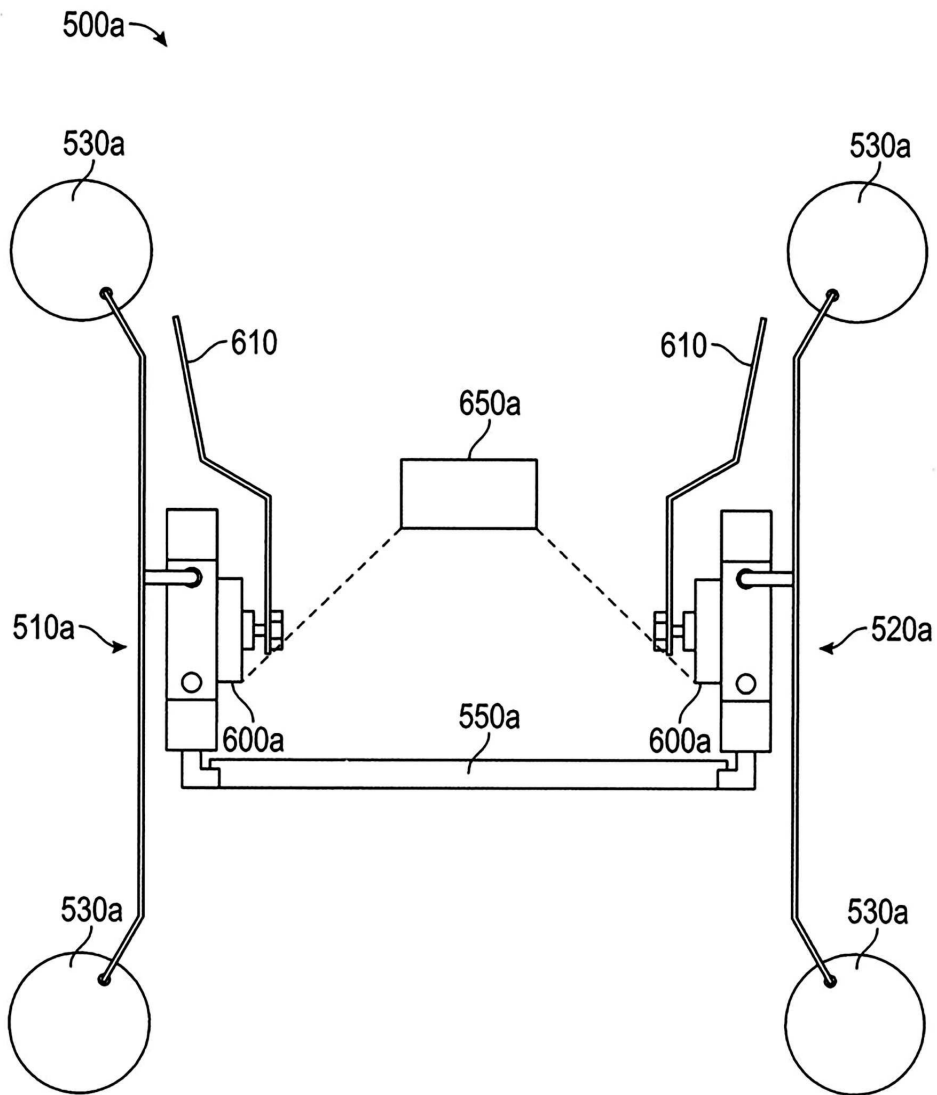
도면15a



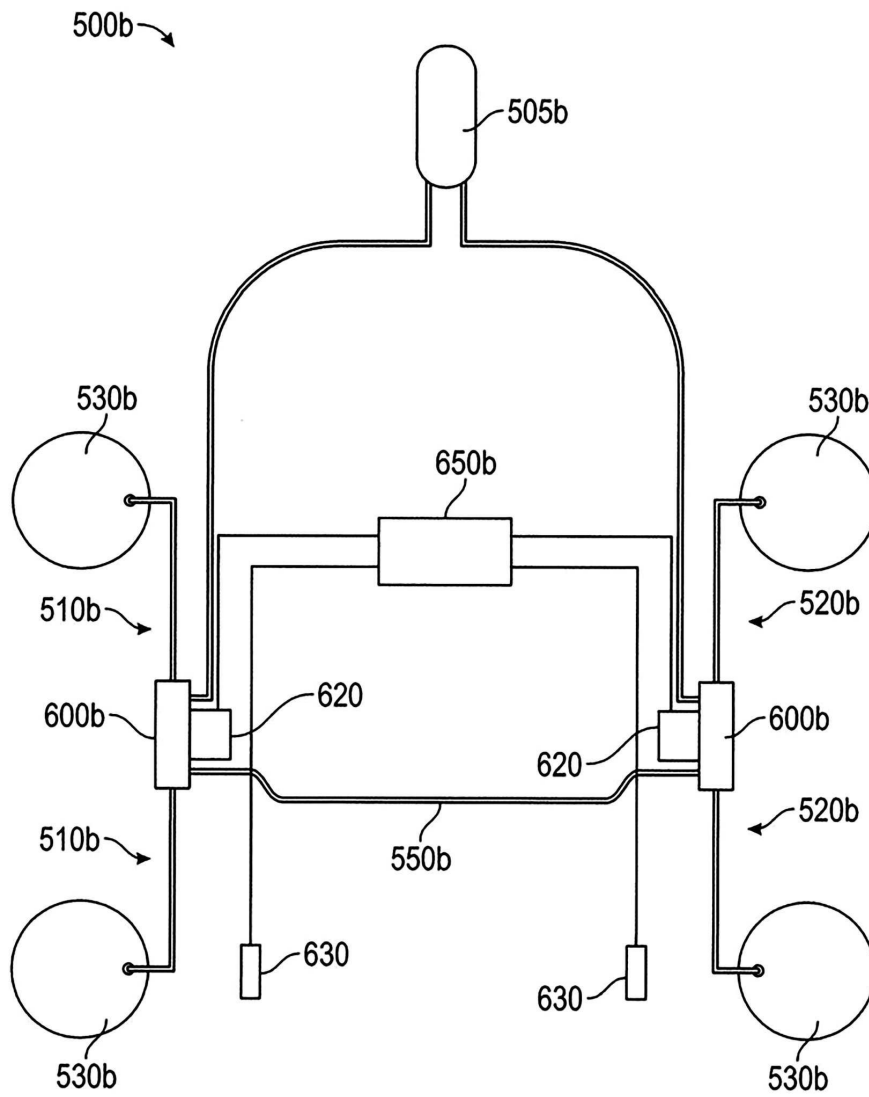
도면15b



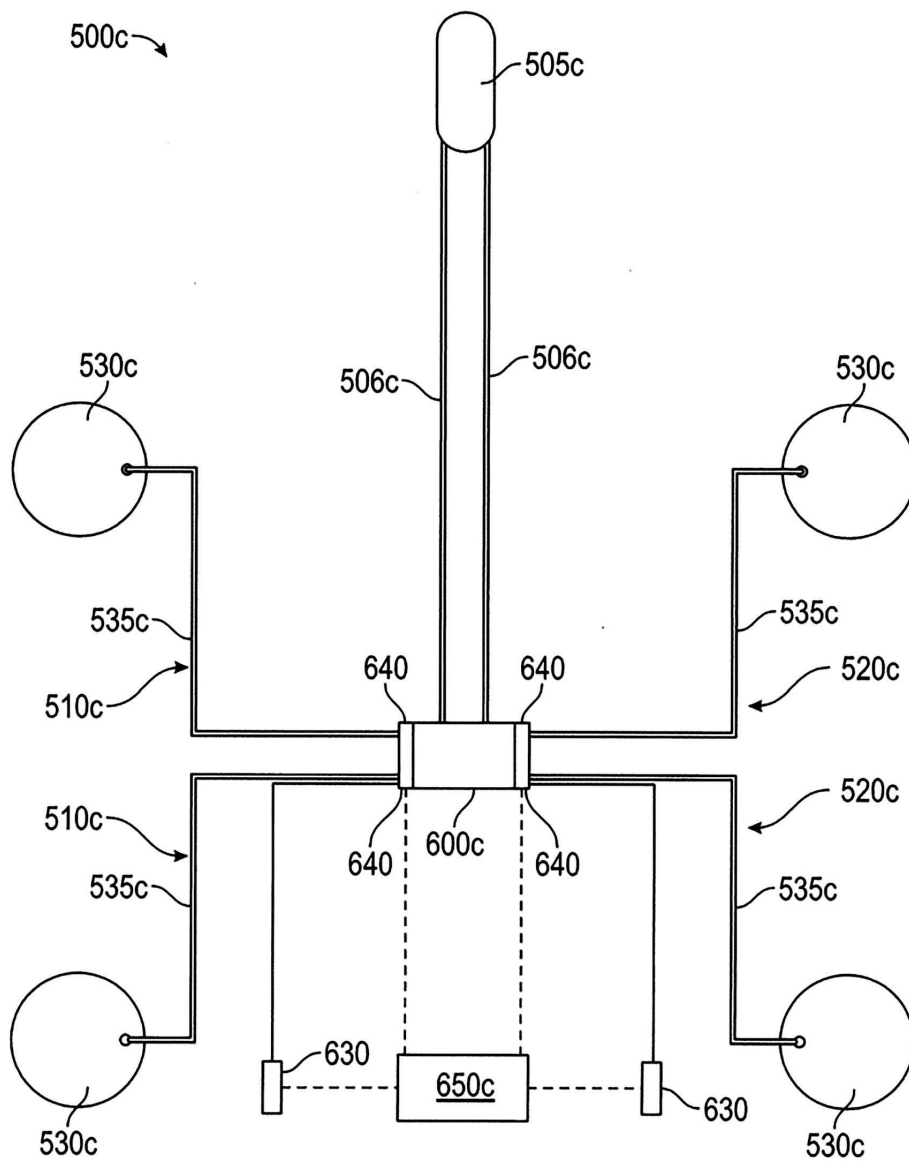
도면16



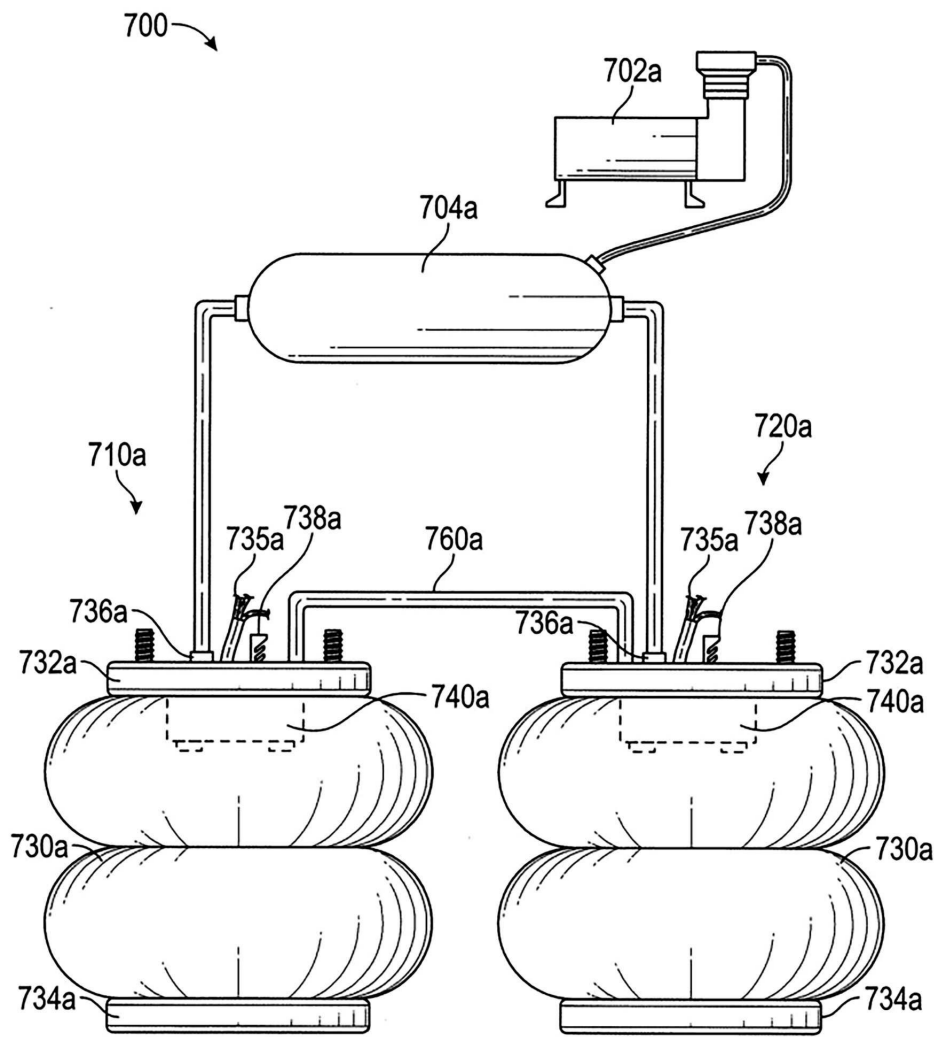
도면17



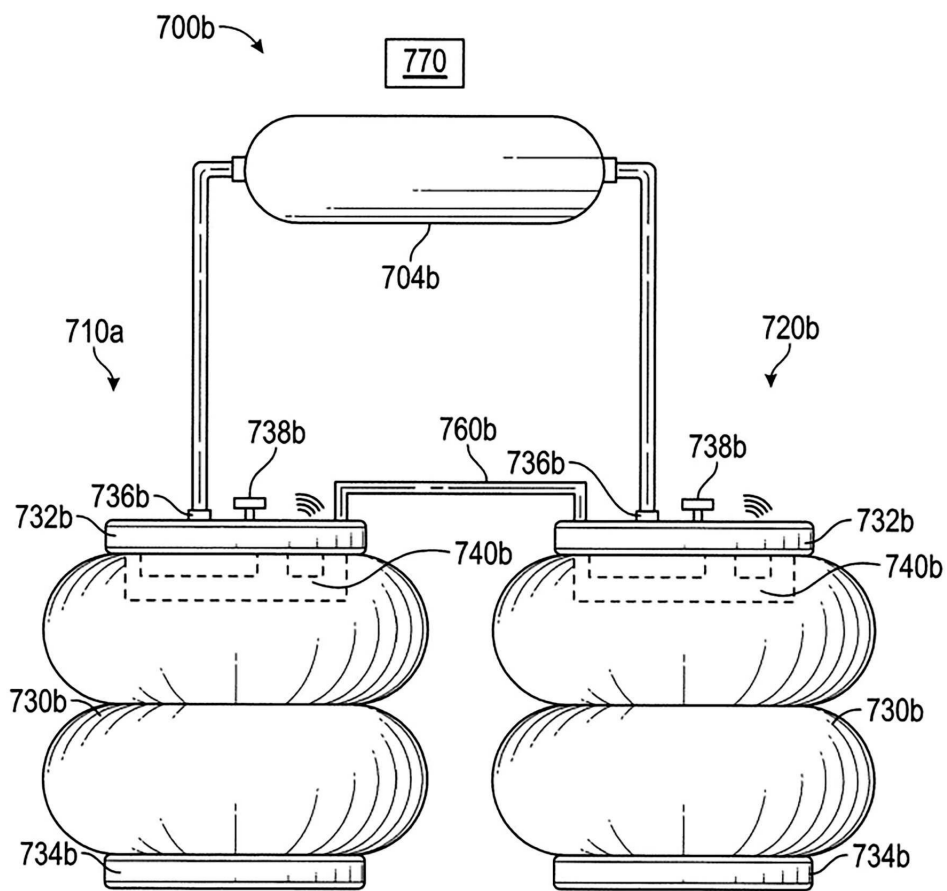
도면18



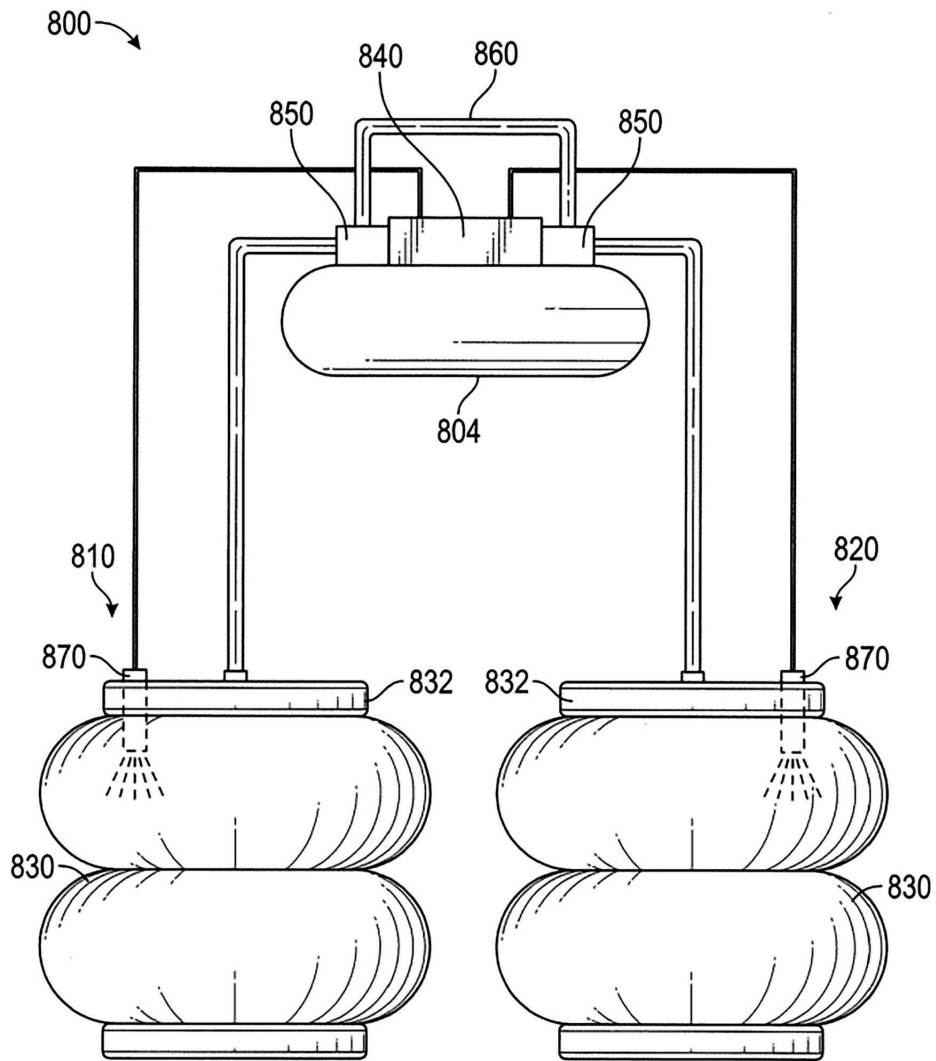
도면19



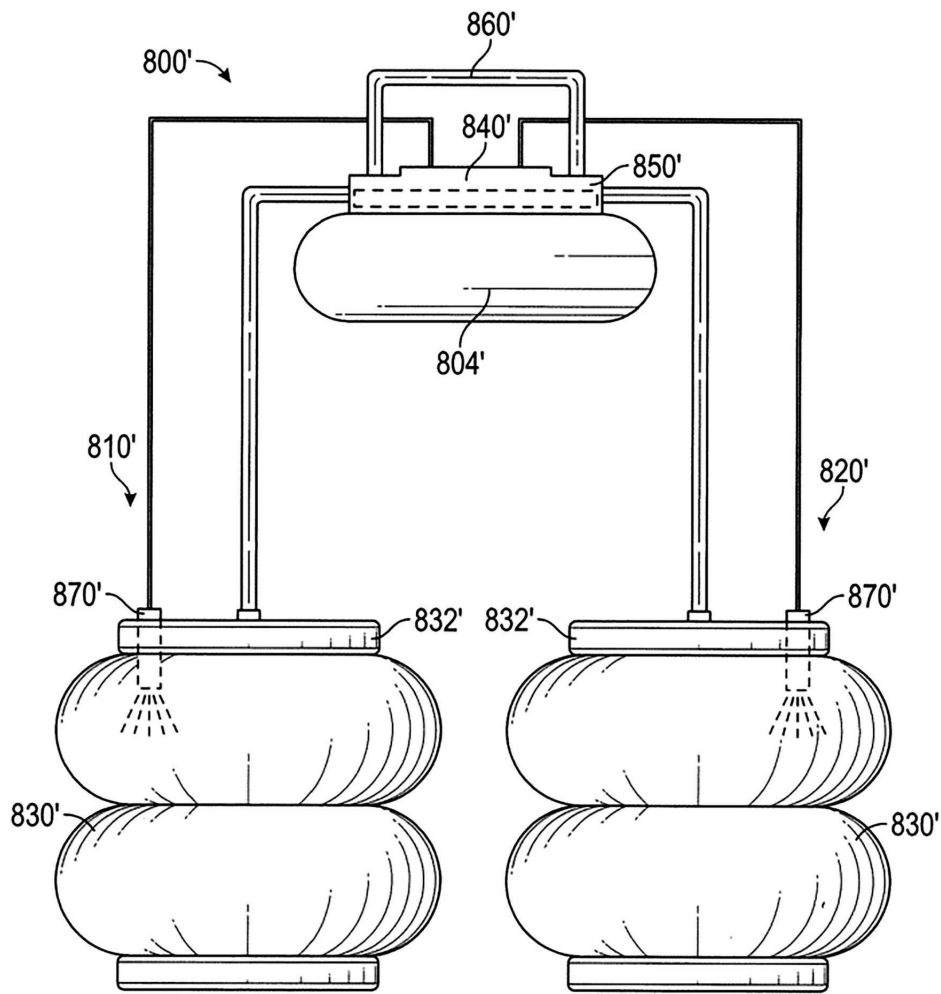
도면 20



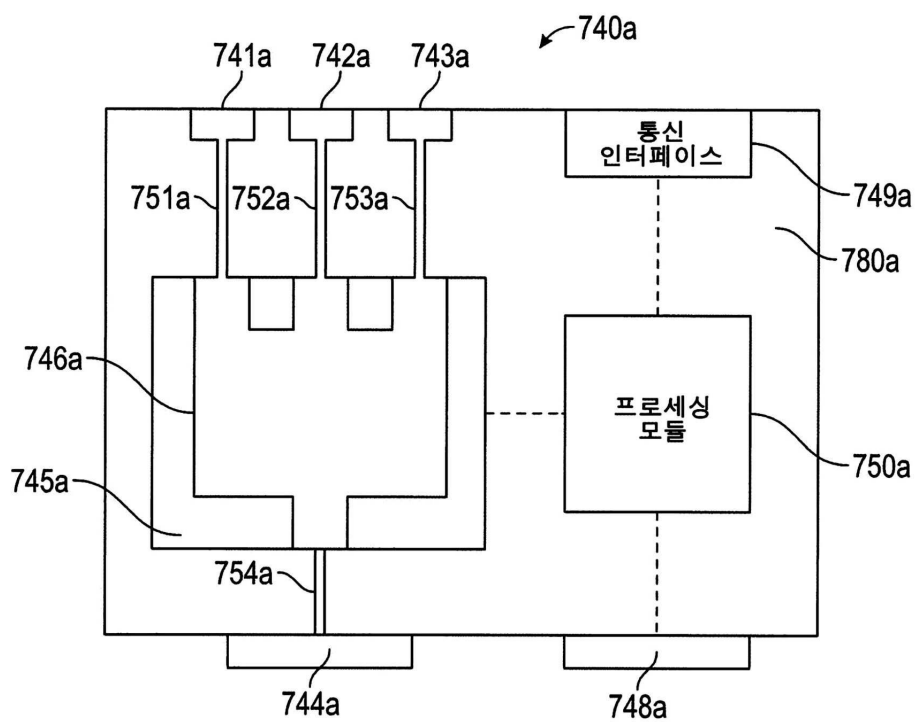
도면21a



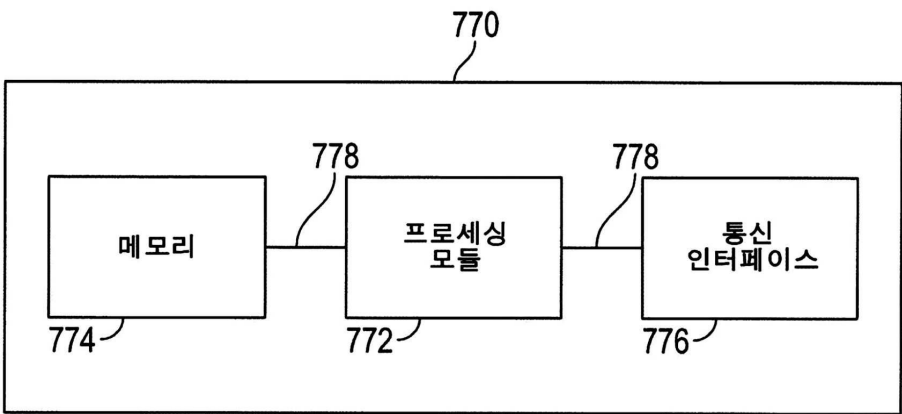
도면21b



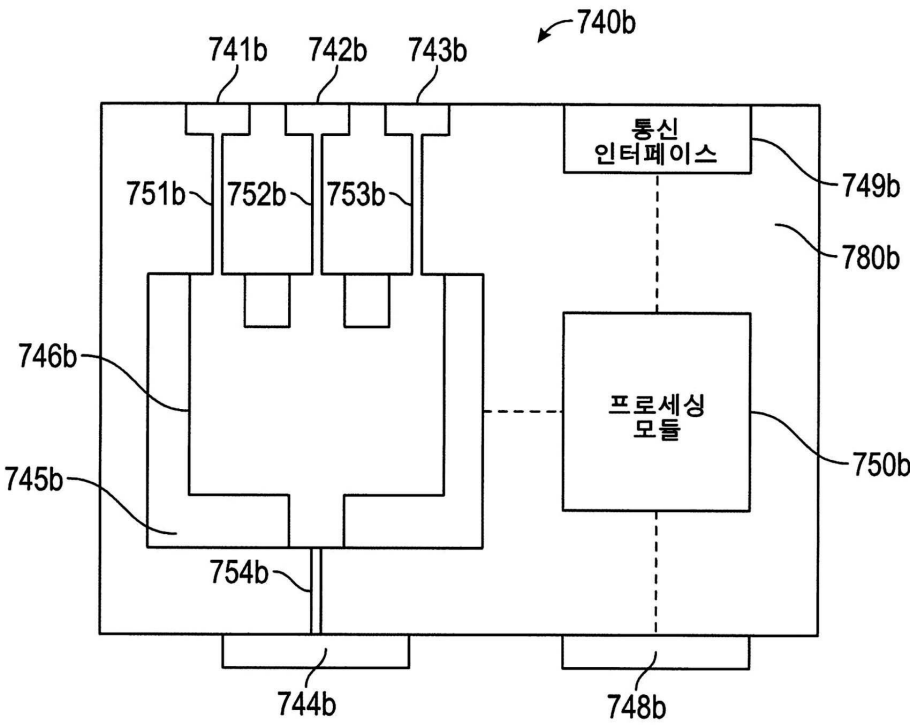
도면22



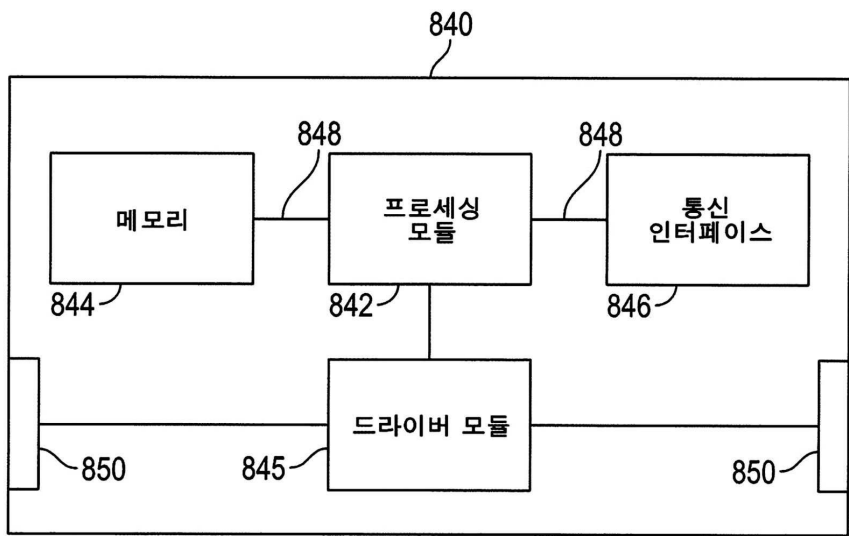
도면23



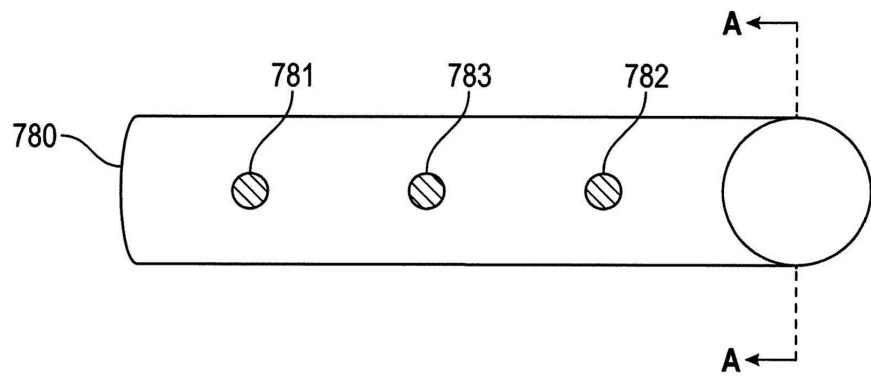
도면24



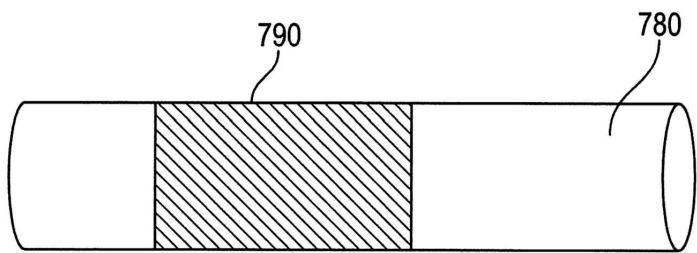
도면25



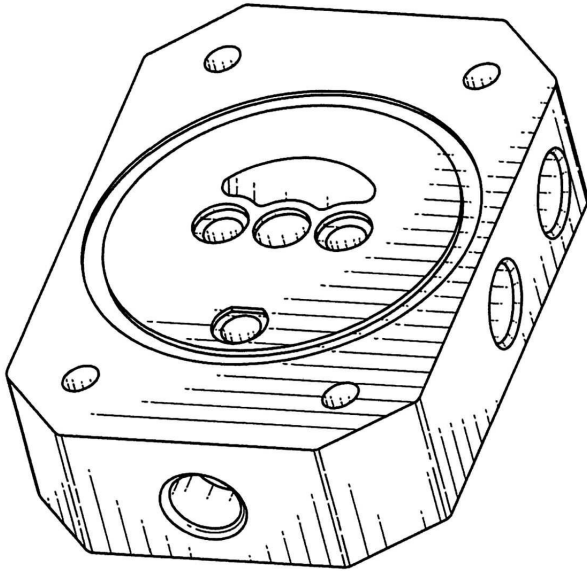
도면26a



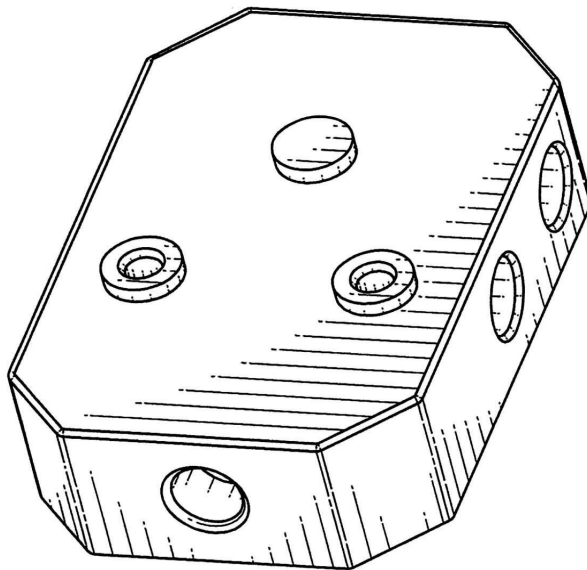
도면26b



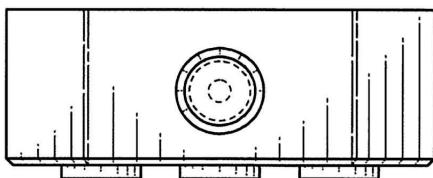
도면27



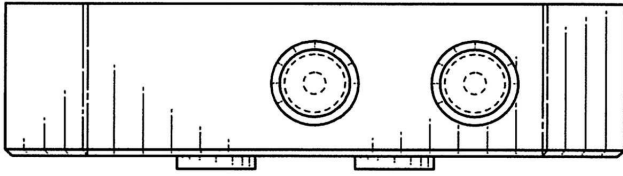
도면28



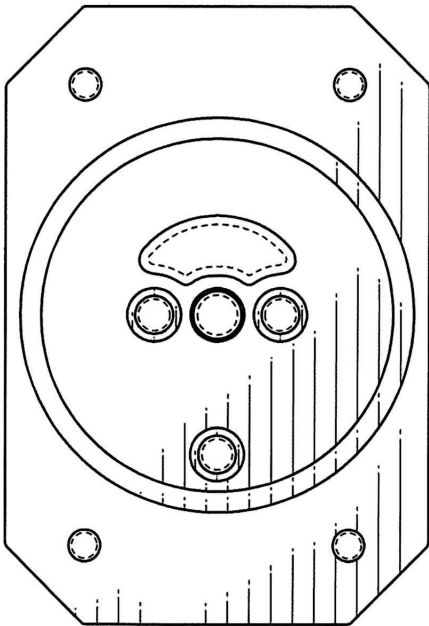
도면29



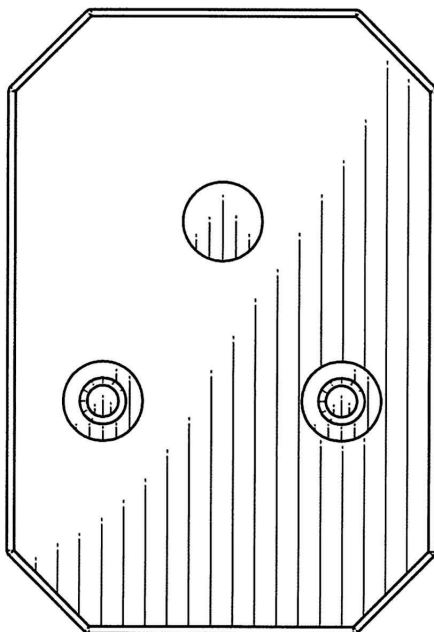
도면30



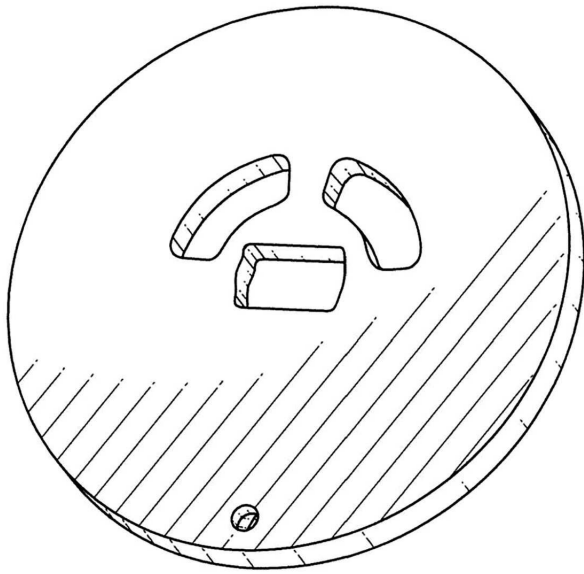
도면31



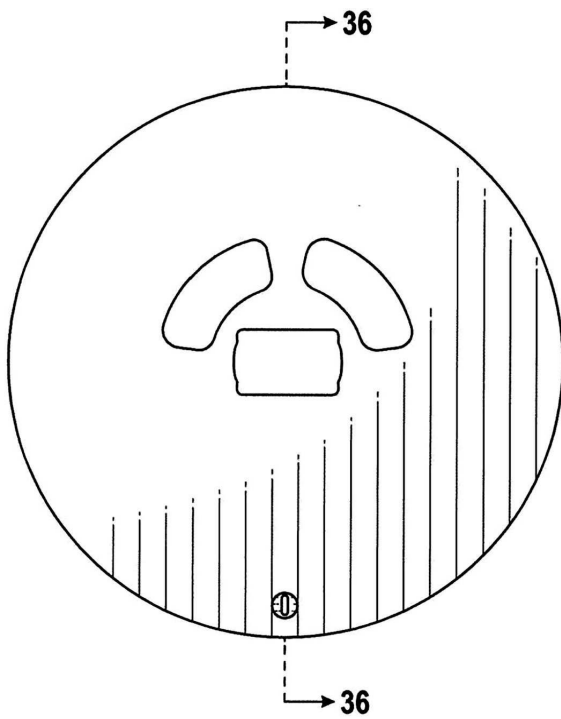
도면32



도면33



도면34



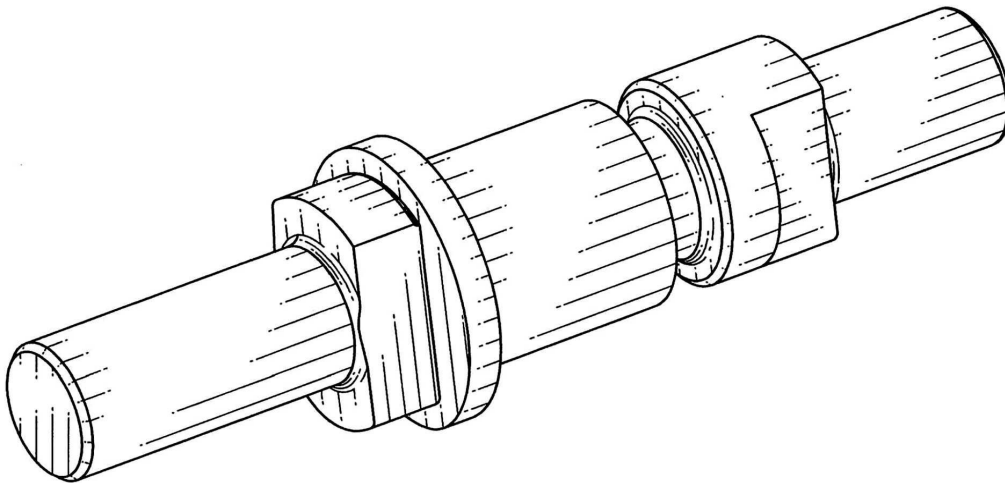
도면35



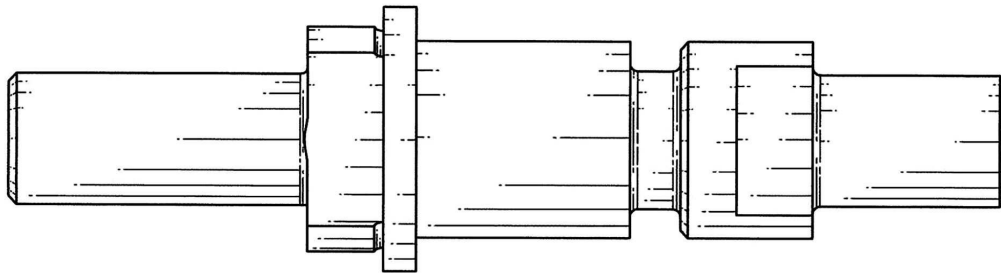
도면36



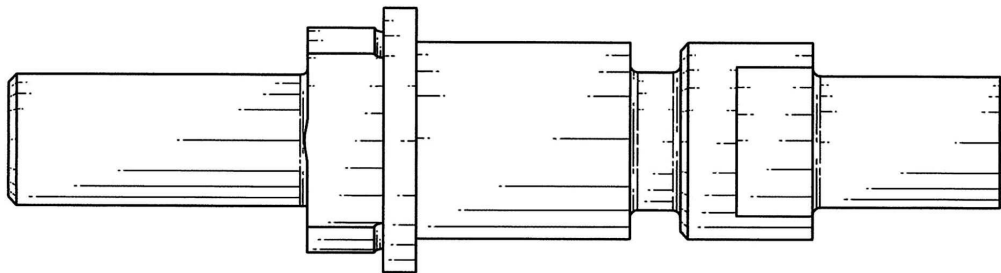
도면37



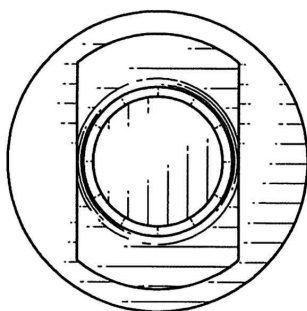
도면38



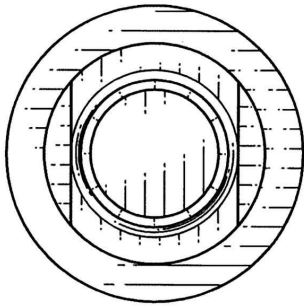
도면39



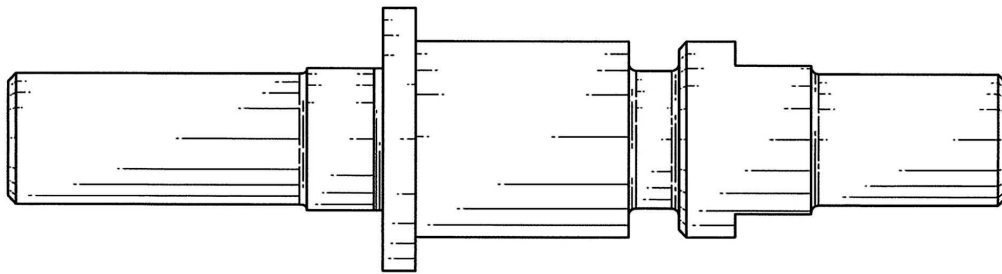
도면40



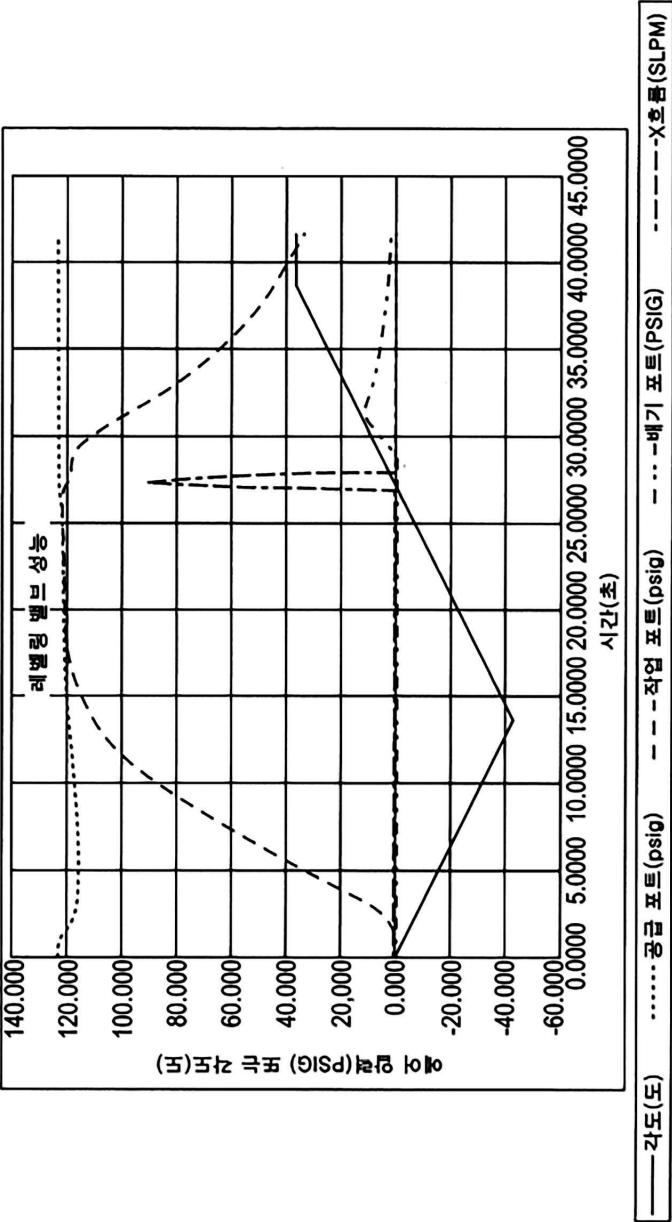
도면41



도면42



도면43



도면44

900

