



- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- 특허법인 남앤남

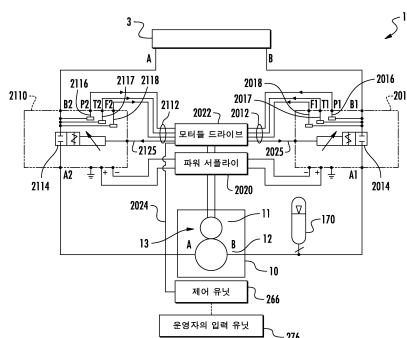
심사관 : 최진환

- (54) 발명의 명칭 유동체를 펌프하는 시스템 및 그것의 제어

(57) 요약

유동체 시스템은 펌프 유동체에 대한 가변-속력 및/또는 가변-토크 펌프, 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리, 부하를 제어하기 위해 유동체에 의해 동작되는 액추에이터, 및 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리의 위치 및 펌프의 속력 및/또는 토크를 수립하는 제어기를 포함한다. 펌프는 유동체를 액추에이터에 제공하는 적어도 하나의 유동체 드라이버를 포함하되, 예를 들어, 부하를 제어하는 유동체-작동 실린더, 유동체-피동 모터 또는 다른 유형의 유동체-피동 액추에이터 일 수 있다. 각각의 유동체 드라이버는 원동기 및 유동체 변위 어셈블리를 포함한다. 유동체 변위 어셈블리 유동체가 펌프의 입구 포트로부터 펌프의 출구 포트로 전송되도록 원동기에 의해 구동된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F04C 15/008 (2013.01)

F04C 29/124 (2013.01)

F04C 2270/58 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유압 시스템에 있어서,

제 1 및 제 2 포트들을 갖는 유압 액추에이터에 유압 유동체를 제공하는 유압 펌프로서, 상기 유압 펌프는,

가변-속력 모터 및 가변-토크 모터 중 적어도 하나인, 적어도 하나의 모터, 및

유동체가 상기 유압 펌프의 입구 포트로부터 상기 유압 펌프의 출구 포트로 전송되도록 상기 적어도 하나의 모터에 의해 구동되는 기어 어셈블리;를 포함하고,

제 1 제어 밸브 어셈블리로서,

상기 입구 포트의 측상에 배치되고, 상기 제 1 포트 및 상기 입구 포트와 유체 연통하는 제 1 제어 밸브, 및

상기 제 1 제어 밸브를 동작시키는 제 1 제어 밸브 액추에이터;를 포함하고,

제 2 제어 밸브 어셈블리로서,

상기 출구 포트의 측상에 배치되고, 상기 제 2 포트 및 상기 출구 포트와 유체 연통하는 제 2 제어 밸브, 및

상기 제 2 제어 밸브를 동작시키는 제 2 제어 밸브 액추에이터;를 포함하고; 및

흐름(flow)을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 적어도 하나의 모터의 속력, 토크, 또는 속력과 토크 모두를 제어하며, 상기 유압 시스템의 흐름을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 제 1 제어 밸브의 개방(opening) 또는 상기 제 2 제어 밸브의 개방을 동시에 제어하는 제어기를 포함하는, 유압 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 유압 액추에이터는 유압 실린더 및 유압 모터 중 하나인, 유압 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 유압 시스템은 폐-루프(closed-loop) 시스템인, 유압 시스템.

청구항 4

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 제어 밸브들은 0%와 100% 사이에서 개방 가능한, 유압 시스템.

청구항 5

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 제 1 제어 밸브는 상기 펌프의 유동체 흐름에 대하여 업스트림에 배치되고 상기 제 2 제어 밸브는 상기 펌프의 상기 유동체 흐름에 대하여 다운스트림에 배치되고, 및

상기 제어기는 상기 유압 시스템을 흐름 설정 값 또는 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 제 1 제어 밸브의 개방 및 상기 제 2 제어 밸브의 개방을 개별적으로 제어하는, 유압 시스템.

청구항 6

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 제 1 제어 밸브는 상기 펌프의 유동체 흐름에 대하여 업스트림에 배치되고 상기 제 2 제어 밸브는 상기 펌프의 상기 유동체 흐름에 대하여 다운스트림에 배치되고, 및

상기 제어기는 상기 유압 시스템을 흐름 설정 값 또는 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 제 1 제어 밸브상에 일정한 개방을 유지하고 상기 제 2 제어 밸브의 개방을 제어하는, 유압 시스템.

청구항 7

청구항 1 또는 2에 있어서,

압력 트랜스듀서, 온도 트랜스듀서, 및 흐름 트랜스듀서(flow transducer) 중 적어도 하나를 더 포함하는, 유압 시스템.

청구항 8

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 밸브들은 볼(ball) 밸브들인, 유압 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 제어기는 상기 볼 밸브들에 대한 상기 볼 밸브들의 단면 개방에 각각의 볼 밸브의 회전 위치를 상관시키는 하나 이상의 특성 커브(characteristic curve)들을 포함하는, 유압 시스템.

청구항 10

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 제어기는 흐름 모드, 압력 모드, 및 균형 모드 중 적어도 하나를 포함하는 복수개의 동작 모드들을 포함하는, 유압 시스템.

청구항 11

청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 적어도 하나의 모터는 제 1 모터 및 제 2 모터를 포함하고, 상기 기어 어셈블리는 복수개의 제 1 기어 이빨(teeth)을 갖는 제 1 기어 및 복수개의 제 2 기어 이빨을 갖는 제 2 기어를 포함하고,

상기 제 1 모터는 상기 유동체를 전송하도록 상기 제 1 기어를 상기 제 1 기어의 제 1 축의 중심선에 대하여 제 1 방향으로 회전시키고, 상기 제 2 모터는 상기 유동체를 전송하도록 상기 제 1 모터와는 독립적으로 상기 제 2 기어를 상기 제 2 기어의 제 2 축의 중심선에 대하여 제 2 방향으로 회전시키고, 그리고

상기 제 1 모터 및 상기 제 2 모터는 상기 복수개의 제 2 기어 이빨 중 적어도 하나의 이빨의 겹면(face)과 상기 복수개의 제 1 기어 이빨 중 적어도 하나의 이빨의 겹면 사이에 컨택을 동기화하도록 제어되는, 유압 시스템.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 모터들 중 하나에 대한 요구 신호(demand signal)는 상기 동기화된 컨택(contact)을 이루기 위해 상기 제 1 및 제 2 모터들 중 다른 것에 대한 요구 신호보다 더 높게 설정되는, 유압 시스템.

청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 동기화된 컨택은 슬립 계수가 5% 이하인, 유압 시스템.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 모터들은 외전형(outer-rotor) 구성을 갖는, 유압 시스템.

청구항 15

청구항 11에 있어서, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향은 동일한 방향인, 유압 시스템.

청구항 16

청구항 11에 있어서, 상기 제 1 방향은 상기 제 2 방향에 반대인, 유압 시스템.

청구항 17

유압 시스템에서 유동체 흐름을 제어하기 위한 방법에 있어서, 상기 유압 시스템은 닫혀진 위치와 개방 위치 사이에서 추력조절가능한 적어도 하나의 제어 밸브와 유압 펌프를 포함하고, 상기 유압 펌프는 부하를 제어하는

유압 액추에이터에 유압 유동체를 제공하고, 상기 유압 펌프는 적어도 하나의 원동기 및 상기 적어도 하나의 원동기에 의해 구동되는 유동체 변위 어셈블리를 포함하고, 상기 방법은:

상기 유압 펌프의 가변-속력 및 가변-토크 동작 중 적어도 하나를 개시하는 단계;

유동체 흐름을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 적어도 하나의 원동기의 속력, 토크, 또는 속력과 토크 모두를 제어하는 단계; 및

유동체 흐름을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 적어도 하나의 제어 밸브의 개방을 제어하는 단계를 포함하고,

상기 적어도 하나의 원동기를 제어하는 단계는 상기 적어도 하나의 제어 밸브를 제어하는 단계와 동시에 행해지는, 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서, 상기 유압 펌프의 동작은 폐-루프 시스템에서 개시되는, 방법.

청구항 19

청구항 17 또는 18에 있어서,

상기 유동체 변위 어셈블리는 복수개의 제 1 기어 이빨을 갖는 제 1 기어 및 복수개의 제 2 기어 이빨을 갖는 제 2 기어를 포함하고,

상기 방법은,

상기 제 1 기어를 구동시키는 상기 적어도 하나의 원동기 중 제 1 원동기에 대한 제 1 요구 신호와 상기 제 2 기어를 구동시키는 상기 적어도 하나의 원동기 중 제 2 원동기에 대한 제 2 요구 신호에 차이를 수립하여 슬립 계수가 5% 이하 이도록 함으로써 상기 유동체 변위 어셈블리의 상기 제 1 기어 및 상기 제 2 기어 사이의 컨택을 동기화시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 20

청구항 17 또는 18에 있어서, 상기 적어도 하나의 제어 밸브는 유동체 흐름에 대하여 상기 유압 펌프의 업스트림에 배치된 제 1 제어 밸브를 포함하고 및 상기 유동체 흐름에 대하여 상기 유압 펌프의 다운스트림에 배치된 제 2 제어 밸브를 포함하고, 및

상기 적어도 하나의 제어 밸브의 개방을 제어하는 단계는 상기 제 1 제어 밸브의 개방을 일정한 값에 유지하면서 상기 제 2 제어 밸브의 개방을 제어하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 21

유동체 펌핑 시스템에 있어서,

상기 유동체에 의해 동작되는 액추에이터에 유동체를 제공하는 펌프로서, 상기 펌프는,

적어도 하나의 유동체 드라이버로서, 각각의 유동체 드라이버는,

가변-속력 및 가변-토크 원동기 중 적어도 하나, 및

유동체가 상기 펌프의 입구 포트로부터 상기 펌프의 출구 포트로 전송되도록 상기 원동기에 의해 구동되는 유동체 변위 어셈블리;를 포함하고,

적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리로서, 각각의 비례 제어 밸브 어셈블리는,

상기 비례 제어 밸브가 상기 펌프와 유체 연통하도록 상기 유동체 펌핑 시스템에 배치된 비례 제어 밸브, 및

상기 비례 제어 밸브를 동작시키는 밸브 액추에이터를 포함하고; 및

상기 유동체 펌핑 시스템의 흐름을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 적어도 하나의 유동체 드라이버의 각각의 원동기의 속력, 토크, 또는 속력과 토크 모두를 제어하고, 상기 유동체 펌핑 시스템의 흐름을 흐름 설정 값에 유지하거나 압력을 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 적어도 하나의 비례

제어 밸브 어셈블리 중 각각의 비례 제어 밸브의 개방을 동시에 제어하는 제어기를 포함하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 22

청구항 21에 있어서, 상기 유동체 변위 어셈블리는 상기 입구 포트로부터 상기 출구 포트로 전송을 수행하기 위해 상기 원동기에 의해 구동되는 제 1 유동체 변위 부재 및 상기 제 1 유동체 변위 부재에 의해 구동되는 제 2 변위 부재를 포함하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 23

청구항 21 또는 22에 있어서,

상기 적어도 하나의 유동체 드라이버는 제 1 유동체 드라이버 및 제 2 유동체 드라이버를 포함하고,

각각의 상기 제 1 유동체 드라이버 및 상기 제 2 유동체 드라이버의 유동체 변위 어셈블리는 상기 개별 원동기에 의해 독립적으로 구동되는 유동체 변위 부재를 포함하고, 및

상기 제 1 유동체 드라이버 및 상기 제 2 유동체 드라이버는 상기 펌프의 상기 입구 포트로부터 상기 펌프의 상기 출구 포트로 전송을 수행하기 위해 상기 제 1 유동체 드라이버의 제 1 표면이 상기 제 2 유동체 드라이버의 제 2 표면을 컨택하도록 배치되는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 24

청구항 23에 있어서, 상기 제 1 유동체 드라이버는 제 1 원동기 및 제 1 유동체 변위 부재를 갖는 제 1 유동체 변위 어셈블리를 포함하고, 상기 제 2 유동체 드라이버는 제 2 원동기 및 제 2 유동체 변위 부재를 갖는 제 2 유동체 변위 어셈블리를 포함하고, 및

상기 제 1 원동기는 상기 제 1 유동체 변위 부재 내에 배치되고 상기 제 2 원동기는 상기 제 2 유동체 변위 부재 내에 배치되는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 25

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 액추에이터는 유동체-피동(driven) 실린더 및 유동체-피동 모터 중 하나인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 26

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리의 각각의 제어 밸브는 볼 밸브인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 27

청구항 26에 있어서, 상기 제어기는 상기 볼 밸브들에 대한 상기 볼 밸브들의 실제 퍼센트 단면 개방에 상기 볼 밸브의 퍼센트 회전을 상관시키는 하나 이상의 특성 커브들을 포함하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 28

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 유동체 펌핑 시스템은 폐-루프 시스템인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 29

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리는 유동체 흐름에 대하여 상기 펌프의 업스트림에 배치된 제 1 비례 제어 밸브 어셈블리 및 상기 유동체 흐름에 대하여 상기 펌프의 다운스트림에 배치된 제 2 비례 제어 밸브 어셈블리를 포함하고, 및

상기 제어기는 상기 유동체 펌핑 시스템을 흐름 설정 값 또는 압력 설정 값에 유지시키기 위해 상기 제 1 및 제 2 비례 제어 밸브 어셈블리들 내의 각각의 비례 제어 밸브의 개방을 제어하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 30

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리는 유동체 흐름에 대하여 상기 펌프

의 업스트림에 배치된 제 1 비례 제어 밸브 어셈블리 및 상기 유동체 흐름에 대하여 상기 펌프의 다운스트림에 배치된 제 2 비례 제어 밸브 어셈블리를 포함하고, 및

상기 제어기는 상기 유동체 펌핑 시스템을 흐름 설정 값 또는 압력 설정 값에 유지하기 위해 상기 제 1 비례 제어 밸브 어셈블리 내의 상기 비례 제어 밸브상에 일정한 개방을 유지하고 상기 제 2 비례 제어 밸브 어셈블리 내의 상기 비례 제어 밸브의 개방을 제어하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 31

청구항 21 또는 22에 있어서, 상기 적어도 하나의 유동체 드라이버는 제 1 유동체 드라이버 및 제 2 유동체 드라이버를 포함하고,

상기 제 1 유동체 드라이버의 상기 유동체 변위 어셈블리는 상기 제 1 유동체 변위 부재상에 돌기(projection)에 해당하는 적어도 하나의 제 1 표면을 갖는 제 1 유동체 변위 부재를 포함하고,

상기 제 2 유동체 드라이버의 상기 유동체 변위 어셈블리는 상기 제 2 유동체 변위 부재상에 돌기 및 움푹 들어간 곳(ident) 중 적어도 하나에 해당하는 적어도 하나의 제 2 표면을 갖는 제 2 유동체 변위 부재를 포함하고,

상기 제 1 유동체 드라이버의 원동기는 상기 제 1 유동체 변위 부재를 제 1 방향으로 구동시키고, 및

상기 제 2 유동체 드라이버의 원동기는 상기 유동체를 진송하기 위해 상기 제 2 유동체 변위 부재를 제 2 방향으로 구동시키고, 및

상기 제어기는 상기 적어도 하나의 제 1 표면과 상기 적어도 하나의 제 2 표면 사이에 컨택을 동기화하기 위해 각각의 상기 원동기들에 요구 신호들의 차이를 제어하는, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 32

청구항 31에 있어서, 상기 동기화된 컨택은 슬립 계수가 5% 이하인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 33

청구항 32에 있어서, 상기 슬립 계수는 3000 psi 내지 5000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 5%이하, 2000 psi 내지 3000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 3%이하, 1000 psi 내지 2000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 2%이하, 및 1000 psi까지의 범위내 펌프 압력들에 대하여 1%이하 중 하나인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 34

청구항 31에 있어서, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향은 동일한 방향인, 유동체 펌핑 시스템.

청구항 35

청구항 31에 있어서, 상기 제 1 방향은 상기 제 2 방향에 반대인, 유동체 펌핑 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2014년 9월 23일에 출원된 U.S. 가특허 출원 번호. 62/054,176 및 2015년 9월 1일에 출원된 U.S. 가특허 출원 번호. 62/212,788에 대한 우선권을 주장하고, 이들은 그것들의 전체가 참조로서 본 출원에 통합된다.

[0002] 본 발명은 전반적으로 유동체를 펌프하는 다양한 시스템들 및 그것의 제어 방법론들에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 시스템내 적어도 하나의 유동체 드라이버 및 적어도 하나의 비례 제어 밸브를 갖는 가변 속력 및/또는 가변 토크 펌프의 제어에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 유동체가 펌프되는 시스템들은 몇가지만 열거하자면 대형 및 산업용 기계들, 화학 산업, 음식산업, 의료 산업, 커머셜 애플리케이션들, 및 주거용의 애플리케이션들과 같은 여러 가지 애플리케이션들에서 찾아볼 수 있다. 펌프 시스템의 세부 내용은 애플리케이션에 의존하여 변화할 수 있기 때문에, 간결함을 위하여, 발명의 배경이 되는 기술은 전형적으로 대형 및 산업용 기계들에서 발견되는 일반화된 유압 시스템 애플리케이션이 면에서 설명

될 것이다. 이런 기계들에서, 유압 시스템(hydraulic system)들은 소형으로부터 대형 부하(load) 애플리케이션들에 이르는 애플리케이션들, 예를 들어, 몇가지만 열거하자면 굴착기들, 프론트-엔드 로더(front-end loader)들, 크레인들, 및 정유압 변속기들(hydrostatic transmission)에 사용될 수 있다. 시스템의 유형에 의존하여, 유압 시스템을 갖는 통상의 기계는 일반적으로 많은 파트들 예컨대 유압 액추에이터 (예를 들어, 유압 실린더, 유압 모터, 또는 외부 부하에 작업을 수행하는 다른 유형의 액추에이터), 유압 펌프 (모터 및 기어 어셈블리를 포함), 및 유동체 저장소를 포함한다. 모터는 유동체 저장소로부터 유압 액추에이터로, 미리 결정된 방식으로 가압된 유동체를 제공하기 위해 기어 어셈블리를 구동시킨다. 예를 들어, 유압 액추에이터가 유압 실린더인 때, 펌프로부터의 유압 유동체는 실린더의 피스톤 로드(rod)가 실린더의 본체내에서 이동하게 한다. 유압 액추에이터가 유압 모터인 경우에, 펌프로부터의 유압 유동체가 유압 모터로 하여금 예를 들어, 첨부 부하를 회전시키고 및 구동시키게 한다.

[0004] 전형적으로, 상기-설명된 산업용 애플리케이션들에서 유압 펌프의 관성이 시스템내 흐름을 정밀하게 제어하기 위해 유압 펌프의 속력을 가변시키는 것을 비현실적이게 할 수 있다. 즉, 이런 산업용 기계들에 종래 기술의 펌프들은 흐름 요구 변화에 바로 반응하지 않는다. 따라서, 시스템내 흐름을 제어하기 위해, 유량 제어 디바이스들 예컨대 가변-변위 유압 펌프 및/또는 방향성 흐름 제어 밸브가 시스템에 추가되고 유압 펌프는 흐름 제어 디바이스들에 적절한 압력이 항상 유지되는 것을 보장하기 위해 일정한 속력에서 운영된다. 유압 펌프는 시스템이 항상 시스템내 흐름 제어 디바이스들에 대하여 요구되는 압력을 갖는 것을 보장하는 전속력 또는 일부 다른 일정한 속력에서 운영될 수 있다. 그러나, 유압 펌프를 전속력에서 또는 일부 다른 일정한 속력에서 운영하는 것은 시스템의 실제 에너지 입력 요건들을 고려하지 않는 것으로 비효율적이다. 예를 들어, 펌프는 심지어 시스템 부하가 단지 50%에서 있을 때도 전속력에서 운영될 것이다. 추가하여, 이들 시스템들내 흐름 제어 디바이스들은 전형적으로 동작하는데 유압 제어들을 사용하고, 이는 상대적으로 복잡하고 제대로 기능하는데 추가 유압 유동체를 필요로 한다.

[0005] 유압 회로들 및 제어들의 복잡함 때문에, 이들 유압 시스템들은 펌프가 큰 유동체 저장소로부터 유압 유동체를 뽑고 유압 유동체가 유압 액추에이터상에서 작업을 수행한 후에 그리고 유압 제어들에서 사용된 후에 저장소로 다시 보내진다는 점에서 전형적으로 개방-루프(open-loop)이다. 즉, 유압 액추에이터로부터의 유압 유동체 출력 및 유압 제어들은 폐-루프(closed-loop) 시스템에서처럼 펌프의 입구로 직접 보내지지 않는다. 큰 유동체 저장소를 갖는 개방-루프 시스템은 다양한 유압으로-제어되는 컴포넌트들을 동작시키기 위해 그리고 공동현상(cavitation)을 방지하기 위해 펌프가 유압 유동체의 적절한 공급이 있는 것을 보장하고 유압 유동체의 온도를 적정한 레벨로 유지하는 것이 이들 시스템들에서 요구된다. 폐-루프 회로들이 알려져 있지만, 펌프 공동현상의 위험이 최소인 간단한 시스템들에 대하여 이들 경향이 있다. 그러나, 개방-루프 시스템들에서, 다양한 컴포넌트들은 흔히 서로로부터 이격 위치된다. 상호연결 이들 파트들을 상호연결하기 위해, 연결 샤프트들, 호스들, 파이프들, 및/또는 피팅(fitting)들 같은 다양한 추가의 컴포넌트들이 복잡한 방식으로 사용되어서 오염에 민감하다. 게다가, 이들 컴포넌트들은 혹독한 작업 환경들에서 손상 또는 저하에 영향을 받기 쉽고, 그렇게 함으로써 증가된 기계 다운시간 및 축소된 기계 신뢰성을 야기한다. 따라서, 알려진 시스템들은 시스템들의 복잡도 및 신뢰성에 대하여 바람직하지 않은 단점들을 갖는다.

[0006] 도면들을 참고로 하여 본 발명의 나머지에 개시되는 본 발명의 실시예들에서의 해당 접근법들과의 비교를 통하여 통상의, 전통적인, 및 제안된 접근법들의 추가로 제한 및 단점들이 당해 기술의 통상의 기술자에게 분명해질 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 선호 실시예들은 가변-속력 및/또는 가변-토크 펌프를 사용하는 시스템들내 유동체 흐름 및/또는 압력의 더 빠르고 보다 정밀한 제어를 허용한다. 이하에서 설명되는 유동체 펌핑 시스템 및 그것의 제어 방법은 특별히 유익한 폐-루프 유형 시스템에 유익한데 이런 시스템들에서 유동체 흐름 및/또는 압력의 더 빠르고 보다 정밀한 제어는 보다 적은 누산기 사이즈들 및 통상의 시스템들에서 보다 펌프 공동현상의 축소된 위험을 의미할 수 있기 때문이다. 일 대표적인 실시예에서, 유동체 시스템은 가변-속력 및/또는 가변-토크 펌프, 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리, 부하를 제어하기 위해 유동체에 의해 동작되는 액추에이터, 및 상기 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리의 개방(opening) 및 상기 펌프의 속력 및/또는 토크를 동시에 수립하는 제어기를 포함한다. 상기 펌프는 유동체를 액추에이터에 제공하는 적어도 하나의 유동체 드라이버를 포함하되, 예를 들어, 부하(예를 들어, 굴착기의 붐, 정유압 변속기, 또는 액추에이터에 의해 동작될 수 있는 일부 다른 장비

또는 디바이스)를 제어하는 유동체-작동 실린더, 유동체-피동 모터 또는 다른 유형의 유동체-피동 액추에이터일 수 있다. 본 출원에서 사용되는, “유동체(fluid)”는 액체 또는 체적에 대하여 주로 액체를 함유하는 가스 및 액체의 혼합물을 의미한다. 각각의 유동체 드라이버는 원동기 및 유동체 변위 어셈블리를 포함한다. 상기 유동체 변위 어셈블리는 유동체가 상기 펌프의 입구 포트로부터 상기 펌프의 출구 포트로 전송되도록 상기 원동기에 의해 구동될 수 있다. 일부 실시예들에서, 비례 제어 밸브 어셈블리는 상기 액추에이터의 입구 포트와 상기 펌프 출구사이에 배치된다. 상기 비례 제어 밸브 어셈블리는 비례 제어 밸브 및 밸브 액추에이터를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 상기 비례 제어 밸브 어셈블리는 상기 액추에이터의 출구 포트와 상기 펌프 입구사이에 배치된다. 다른 실시예들에서, 상기 시스템은 두개의 비례 제어 밸브 어셈블리들을 포함하되 하나의 밸브 어셈블리는 상기 펌프 출구 및 액추에이터 입구 포트사이에 배치되고 상기 다른 밸브 어셈블리는 상기 액추에이터 출구 포트 및 상기 펌프 입구 사이에 배치된다. 상기 제어기는 상기 유동체 시스템내 흐름 및/또는 압력을 제어하기 위해서 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리내 비례 제어 밸브의 개방 및 상기 원동기의 속력 및/또는 토크를 동시에 수립한다.

[0008] 일부 실시예들에서, 상기 유동체 변위 어셈블리는 제 1 유동체 변위 부재 및 제 2 유동체 변위 부재를 포함한다. 상기 제 1 유동체 변위 부재는 상기 원동기에 의해 구동되고 그리고 구동될 때, 상기 제 1 변위 부재는 상기 제 2 유동체 변위 부재에 의해 구동된다. 구동될 때, 상기 제 1 및 제 2 유동체 변위 부재들은 유동체를 상기 펌프의 입구로부터 상기 펌프의 출구로 전송한다. 상기 디자인에 의존하여, 상기 유동체 변위 부재들 중 하나 또는 둘모두는 상기 유동체를 전송할 때 고정된 엘리먼트, 예를 들어, 펌프 벽, 크레센트(crescent), 또는 다른 유사한 컴포넌트와 조합하여 작업할 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 유동체 변위 부재들은 예를 들어, 구동될 때 유동체를 변위할 수 있는 로브(lobe)들, 또는 다른 유사한 구조들을 갖는 기어 본체, 움푹 들어간 것들 (예를 들어, 공동들, 만입부들, 보이드들 또는 유사한 구조들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 돌기들(projection)들 (예를 들어, 범프들, 확장자들, 볼록한 것들(bulges), 돌출부(protrusion)들, 다른 유사한 구조들 또는 그것의 조합들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 기어 이빨을 갖는 내부 또는 외부 기어일 수 있다.

[0009] 일부 실시예들에서, 상기 펌프는 두개의 유동체 드라이버들을 포함하고 각각의 유동체 드라이버는 원동기 및 유동체 변위 부재를 포함하는 유동체 변위 어셈블리를 포함한다. 각각의 유동체 드라이버에 유동체 변위 부재는 상기 개별 원동기에 의해 독립적으로 구동된다. 각각의 유동체 변위 부재는 복수개의 돌기들 및 복수개의 움푹 들어간 것(indent)들 중 적어도 하나를 갖는다. 즉, 상기 실시예에서 처럼, 각각의 유동체 변위 부재는 예를 들어, 구동될 때 유동체를 변위할 수 있는 로브(lobe)들, 또는 다른 유사한 구조들을 갖는 기어 본체, 움푹 들어간 것들 (예를 들어, 공동들, 만입부들, 보이드들 또는 유사한 구조들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 돌기들(projection)들 (예를 들어, 범프들, 확장자들, 볼록한 것들(bulges), 돌출부(protrusion)들, 다른 유사한 구조들 또는 그것의 조합들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 기어 이빨을 갖는 내부 또는 외부 기어일 수 있다. 상기 펌프에 상기 유동체 변위 부재들의 구성은 동일할 필요는 없다. 예를 들어, 하나의 유동체 변위 부재는 외부 기어-유형 유동체 변위 부재로 구성될 수 있고 다른 유동체 변위 부재는 내부 기어-유형 유동체 변위 부재로 구성될 수 있다. 상기 유동체 변위 부재들은 예를 들어, 전기 모터, 유압 모터 또는 다른 유동체-피동 모터, 내부-연소, 가스 또는 다른 유형의 엔진, 또는 그것의 유동체 변위 부재를 독립적으로 동작할 수 있는 다른 유사한 디바이스에 의해 독립적으로 동작될 수 있다. “독립적으로 동작하고(independently operate),” “독립적으로 동작되고(independently operated),” “독립적으로 구동시키고(independently drive)” 및 “독립적으로 구동되고(independently driven)”는 각각의 유동체 변위 부재, 예를 들어, 기어가 그것 자체의 원동기, 예를 들어, 전기 모터에 의해, 일-대-일 구성으로 동작되고/구동되는 것을 의미한다. 그러나, 상기 유동체 드라이버들은 예를 들어, 상기 유동체를 펌프하고 및/또는 역 흐름 경로를 밀봉하기 위해서 상기 유동체 드라이버들 간에 컨택이 동기화되도록 제어기에 의해 동작된다. 즉, 상기 원동기의 상기 속력 및/또는 토크 및 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리에 비례 제어 밸브의 개방을 동시에 수립하는 것과 함께, 상기 독립적으로 동작되는 유동체 드라이버들의 동작은 각각의 유동체 드라이버에 상기 유동체 변위 부재가 다른 유동체 변위 부재와 동기화된 컨택을 이루도록 상기 제어기에 의해 동기화된다. 상기 컨택은 적어도 하나의 점점(contact point), 컨택 라인(contact line), 또는 컨택 영역(contact area)를 포함할 수 있다.

[0010] 다른 대표적인 실시예는 유압 펌프, 적어도 하나의 비례 제어 밸브 어셈블리, 및 제어기를 갖는 시스템을 포함한다. 상기 유압 펌프는 유압 유동체를 유압 액추에이터에 제공한다. 일부 실시예들에서, 상기 유압 액추에이터는 유압 실린더이고 다른 실시예들에서 상기 유압 액추에이터는 유압 모터이다. 물론, 본 발명은 단지 이들 예들에 제한되지 않고 부하를 동작하는 다른 유형들의 유압 액추에이터들이 사용될 수 있다. 상기 유압 펌프는 적

어도 하나의 모터 및 기어 어셈블리를 포함한다. 상기 기어 어셈블리는 유동체가 상기 펌프의 입구 포트로부터 상기 펌프의 출구 포트로 전송되도록 상기 적어도 하나의 모터에 구동될 수 있다. 각각의 비례 제어 밸브 어셈블리는 비례 제어 밸브 및 상기 비례 제어 밸브를 동작시키는 밸브 액추에이터를 포함한다. 일부 실시예들에서, 비례 제어 밸브는 상기 유압 액추에이터의 입구와 상기 펌프 출구사이에 배치된다. 일부 실시예들에서, 상기 비례 제어 밸브는 상기 유압 액추에이터 출구와 상기 펌프 입구사이에 배치된다. 또 다른 실시예들에서, 상기 유압 시스템은 두개의 비례 제어 밸브들을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 상기 비례 제어 밸브들 중 하나는 상기 펌프 출구와 상기 유압 액추에이터 입구 사이에 배치될 수 있고, 상기 다른 비례 제어 밸브는 상기 유압 액추에이터 출구 및 상기 펌프 입구 사이에 배치될 수 있다. 상기 제어기는 상기 유압 시스템내 흐름 및/또는 압력을 제어하기 위해서 상기 비례 제어 밸브 또는 밸브들의 개방 및 상기 적어도 하나의 모터의 속도 및/또는 토크를 동시에 수렴한다.

[0011] 본 발명의 요약은 본 발명의 일부 실시예들에 대한 개략적인 도입부로서 제공되고, 임의의 특정 유동체 시스템 또는 유압 시스템 구성에 제한되는 것으로 의도되지 않는다. 상기 요약에 설명된 다양한 특징부들 및 특징부들의 구성들은 임의의 개수의 본 발명의 실시예들을 형성하기 위해 임의의 적절한 방식으로 결합될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 변형예들 및 대안적인 구성들을 포함하는 일부 추가의 예시 실시예들이 본 출원에 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 명세서의 일부를 구성하고 본 출원에 통합되는 첨부 도면들은, 본 발명의 대표적인 실시예들을 예시하고, 상기에서 주어진 전반적인 설명과 함께 이하에 주어진 상세한 설명은 본 발명의 선호 실시예들의 특징들을 설명하는 역할을 한다.

도 1은 유동체 시스템의 일 대표적인 실시예를 예시하는 개략도이다.

도 2 는 도 1의 시스템에 사용될 수 있는 제어 밸브의 일 대표적인 실시예를 예시한다.

도 3은 도 1의 시스템에 사용될 수 있는 기어 펌프의 일 대표적인 실시예를 예시한다.

도 4는 도 1의 시스템에 사용될 수 있는 기어 펌프의 일 대표적인 실시예의 전개도를 예시한다.

도 5 는 도 4의 외부 기어 펌프의 평면도를 도시한다.

도 5a는 외부 기어 펌프의 도 5에 라인 A-A를 따라서 취해진 측 단면도를 도시한다.

도 5b는 외부 기어 펌프의 도 2에 라인 B-B를 따라서 취해진 측 단면도를 도시한다.

도 6 은 도 4의 외부 기어 펌프에 의해 펌프되는 유동체의 대표적인 흐름 경로들을 예시한다.

도 6a는 도 4의 외부 기어 펌프에 컨택 영역에 두개의 기어들 사이에 한쪽 컨택을 예시하는 단면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 대표적인 실시예들은 유동체가 가변-속력 및/또는 가변-토크 펌프 및 적어도 하나의 비례 (proportional) 제어 밸브를 이용하여 펌프되는 시스템들에 관한 것이다. 펌프 및 적어도 하나의 비례 제어 밸브의 동작은 통상의 시스템들에서 보다 유동체 흐름 및/또는 압력의 더 빠르고 보다 정밀한 제어를 허용하도록 조정된다. 이하에 추가로 상세하게 설명되는 것처럼 다양한 대표적인 실시예들은 원동기(prime mover)가 하나 이상의 유동체 변위 부재들을 가질 수 있는 유동체 변위 어셈블리를 구동시키는 펌프 구성들을 포함한다. 일부 대표적인 실시예들에서, 유동체 변위 어셈블리는 두개의 변위 부재들을 가지며 원동기는 하나의 유동체 변위 부재를 구동시키고 이는 차례로 다른 유동체 변위 부재 (드라이버(driver)-피동(driven) 구성)을 구동시킨다. 일부 대표적인 실시예들에서, 펌프는 하나 초과와 유동체 드라이버를 포함하고 각각의 유동체 드라이버는 원동기 및 유동체 변위 부재를 가진다. 유동체 변위 부재들은 개별 유동체 변위 부재들 (구동-구동 구성) 간에 컨택을 동기화하기 위해 개별 원동기들에 의해 독립적으로 구동된다. 일부 실시예들에서, 동기화된 컨택은 5% 또는 그 미만 범위에 슬립 계수(slip coefficient)를 제공한다.

[0014] 도 1 은 유동체 시스템의 일 대표적인 실시예를 예시한다. 간결함의 목적들을 위하여, 유동체 시스템은 대표적인 유압 시스템 애플리케이션의 면에서 설명될 것이다. 그러나, 당해 기술분야의 통상의 기술자들은 이하에 설명되는 개념들 및 특징들은 다른 (비-유압의) 유형들의 유동체들을 펌프하는 시스템들에 또한 적용가능하다는 것을 이해할 것이다. 유압 시스템 (1)은 외부 부하에 작업을 수행하는 유압 실린더, 유압 모터, 또는 다른 유형의 유동체-구동 액추에이터일 수 있는 유압 액추에이터 (3)에 유압 유동체를 제공하는 유압 펌프 (10)를 포함한

다. 유압 시스템 (1)은 비례 제어 밸브 어셈블리들 (2010 및 2110)을 또한 포함한다. 그러나, 일부 실시예들에서, 시스템 (1)은 비례 제어 밸브 어셈블리들 (2010 및 2110)중 단지 하나를 포함하도록 디자인될 수 있다. 유압 시스템 (1)은 누산기 (170)를 포함할 수 있다. 비례 제어 밸브 어셈블리 (2010)는 유압 펌프 (10)의 포트 B와 유압 액추에이터 (3)의 포트 B사이에, 즉, 밸브 어셈블리 (2010)가 유압 펌프 (10)의 포트 B 및 유압 액추에이터 (3)의 포트 B와 유체 연통하게 배치된다. 제어 밸브 어셈블리 (2110)는 유압 펌프 (10)의 포트 A 및 유압 액추에이터 (3)의 포트 A사이에, 즉, 제어 밸브 어셈블리 (2110)는 유압 펌프 (10)의 포트 A 및 유압 액추에이터 (3)의 포트 A와 유체 연통하게 배치된다.

[0015] 일 대표적인 실시예에서, 펌프 (10)는 가변 속력, 가변 토크 펌프이다. 일부 실시예들에서, 유압 펌프 (10)는 양방향이다. 유압 펌프 (10)는 원동기 (11) 및 유동체 변위 어셈블리 (12)를 갖는 유동체 드라이버 (13)를 포함한다. 원동기는 예를 들어, 전기 모터, 유압 모터 또는 다른 유동체-피동 모터, 내부-연소, 가스 또는 다른 유형의 엔진, 또는 그것의 유동체 변위 부재를 독립적으로 동작할 수 있는 다른 유사한 디바이스에 의할 수 있다. 도 1의 대표적인 실시예에서, 단일 유동체 드라이버 (13)가 예시된다. 그러나, 펌프 (10)는 하나 초과와 유동체 드라이버를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 유동체 드라이버는 원동기 (11) 및 유동체 변위 어셈블리 (12)를 포함한다. 대표적인 실시예에서, 유동체 변위 어셈블리 (12)는 원동기 (11)에 의해 구동되는 유동체를 변위시키는 유동체 변위 부재를 갖는다. 유동체 변위 부재는 예를 들어, 구동될 때 유동체를 변위할 수 있는 로브(lobe)들, 또는 다른 유사한 구조들을 갖는 기어 본체, 움푹 들어간 것들 (예를 들어, 공동들, 만입부들, 보이드들 또는 유사한 구조들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 돌기(projection)들 (예를 들어, 범프들, 확장자들, 볼록한 것들(bulges), 돌출부(protrusion)들, 다른 유사한 구조들 또는 그것의 조합들)을 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트)일 수 있다. 원동기 (11)는 구동 유닛 (2022)을 통하여 제어 유닛 (266)에 의해 제어되고, 원동기 (11)는 유동체 변위 어셈블리 (12)를 구동시킨다. 일부 실시예들에서, 원동기 (11)는 양방향이다. 도 1의 대표적인 실시예는 두개의 비례 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)를 포함한다. 각각의 밸브 어셈블리 (2010, 2110)는 비례 제어 밸브 (2014, 2114)를 개별적으로 포함한다. 제어 밸브들 (2014, 2114)은 또한 구동 유닛 (2022)을 통하여 제어 유닛 (266)에 의해 제어된다. 제어 밸브들 (2014, 2114)는 대응하는 통신 연결 (2025, 2125)을 이용하여 구동 유닛 (2022)을 통하여 제어 유닛 (266)에 의해 0%와 100% 사이에서 완전 개방, 완전 폐쇄 또는 추력조절(throttle)하도록 명령될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어 유닛 (266)은 각각의 제어 밸브 어셈블리 (2010, 2110) 및 유압 펌프 (10)와 직접 통신할 수 있다. 공통 파워 서플라이 (2020)는 밸브 어셈블리들 (2010, 2110) 및 유압 펌프 (10)를 제어하기 위해 파워를 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110) 및 유압 펌프 (10)는 별개의 파워 서플라이들을 가진다.

[0016] 구동 유닛 (2022)은 제어 유닛 (266)으로부터의 명령 신호들을 해석하고 적절한 요구 신호들을 원동기 (11) 및/또는 밸브들 (2014, 2114)로 발송하는 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함한다. 예를 들어, 구동 유닛 (2022)은 유압 펌프 (10)를 특징하는 펌프 커브(curve)들 및/또는 원동기 커브들 (예를 들어, 만약 원동기가 전기 모터이면 모터 커브들)을 포함할 수 있어서 제어 유닛 (266)으로부터 명령 신호들은 유압 펌프 (10)의 디자인에 기초하여 유압 펌프 (10)에 대한 적절한 속력/토크 요구 신호들로 변환될 것이다. 유사하게, 구동 유닛 (2022)은 밸브들 (2014, 2114)을 제어하기 위해 특징되는 밸브 커브들 및/또는 밸브 액추에이터 커브들을 포함할 수 있고 제어 유닛 (266)으로부터의 명령 신호들은 밸브의 유형에 기초하여 적절한 요구 신호들로 변환될 것이다. 펌프/원동기 커브들 및 밸브/액추에이터 커브들은 하드웨어 및/또는 소프트웨어로, 예를 들어, 하드와이어(hardwire) 회로들, 소프트웨어 알고리즘들 및 공식들, 또는 그것의 조합의 형태로 구현될 수 있다.

[0017] 일부 실시예들에서, 구동 유닛 (2022)은 원동기 (11) 및/또는 제어 밸브들 (2014, 2114)을 제어하기 위해 애플리케이션 특정 하드웨어 회로들 및/또는 소프트웨어 (예를 들어, 희망하는 동작을 수행하기 위한 알고리즘들 또는 임의의 다른 명령 또는 명령들의 셋)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 애플리케이션들에서, 유압 액추에이터 (3)는 굴착기의 붐(boom)상에 인스톨된 유압 실린더일 수 있다. 이런 대표적인 시스템에서, 구동 유닛 (2022)은 붐의 동작을 특징하는 회로들, 알고리즘들, 프로토콜들 (예를 들어, 안전, 동작상의), 록-업 테이블들, 등을 포함할 수 있다. 따라서, 제어 유닛 (266)으로부터의 명령 신호는 희망하는 위치에 붐을 위치시키기 위해 원동기 (11) 및/또는 제어 밸브들 (2014, 2114)을 적절하게 제어하도록 구동 유닛 (2022)에 의해 해석될 수 있다.

[0018] 제어 유닛 (266)은 원동기 (11)로부터 피드백 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 원동기의 유형에 의존하여 제어 유닛 (266)은 원동기 rpm(revolution per minute) 값들, 속력 값들, 주파수 값들, 토크 값들, 전류 및 전압 값들, 및/또는 원동기의 동작과 관련된 다른 데이터를 수신할 수 있다. 추가하여, 제어 유닛 (266)은 제어

밸브들 (2014, 2114)로부터 피드백 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛 (266)은 제어 밸브들 (2014, 2114)의 개방 및 폐쇄 상태 및/또는 퍼센트 개방 상태를 수신할 수 있다. 추가하여, 밸브 액추에이터의 유형에 의존하여, 제어 유닛 (266)은 피드백들 예컨대 액추에이터의 속력 및/또는 위치를 수신할 수 있다. 더구나, 제어 유닛 (266)은 프로세스 파라미터들 예컨대 압력, 온도, 흐름, 또는 시스템 (1)의 동작에 관련된 다른 파라미터들의 피드백을 수신할 수 있다. 예를 들어, 각각의 제어 밸브 어셈블리 (2010, 2110)는 프로세스 파라미터들 예컨대 압력, 온도, 및 유압 유동체의 유량(flow rate)를 측정하기 위해 센서들 (또는 트랜스듀서들) (2016-2018, 2116-2118)을 개별적으로 가질 수 있다. 센서들 (2016-2018, 2116-2118)은 개별적으로 통신 연결들 (2012, 2112)을 통하여 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)과 통신할 수 있다. 센서들 (2016-2018, 2116-2118)은 희망하는 대로 비례 제어 밸브들 (2014, 2114)의 업스트림 측상에 또는 다운스트림 측상에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 두개의 셋의 센서들 임의의 하나의 또는 각각의 비례 제어 밸브들 (2014, 2114)에 대하여 제공되고 하나의 셋의 센서들은 업스트림 측상에 배치되고 다른 셋은 다운스트림 측상에 배치된다. 대안적으로, 또는 센서들 (2016-2018, 2116-2118) 또는 추가의 셋의 센서들에 추가하여, 유압 시스템 (1)은 프로세스 파라미터들 예컨대, 예를 들어, 압력, 온도, 흐름, 또는 시스템 (1)의 동작과 관련된 다른 파라미터들을 측정하기 위해 시스템 도처에 다른 센서들을 가질 수 있다.

[0019]

도 1로 돌아가서, 비록 구동 유닛 (2022) 및 제어 유닛 (266)은 별개의 제어기들로서 도시되지만, 이들 유닛들의 기능들은 단일 제어기내에 통합될 수 있거나 또는 다수의 제어기들로 추가로 분리될 수 있다 (예를 들어, 만약 다수의 유동체 드라이버들 및 따라서 다수의 원동기들이 있다면, 원동기들은 공통 제어기를 가질 수 있고 및/또는 각각의 원동기는 그것 자체의 제어기를 가질 수 있고 및/또는 제어 밸브들 (2014, 2114)은 공통 제어기를 가질 수 있고 및/또는 각각의 제어 밸브는 그것 자체의 제어기를 가질 수 있다). 제어기들 (예를 들어, 제어 유닛 (266), 구동 유닛 (2022) 및/또는 다른 제어기들)은 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110) 및 유압 펌프 (10)의 동작을 조정하기 위해 서로와 통신할 수 있다. 예를 들어, 도 1에 예시된 바와 같이, 제어 유닛 (266)은 통신 연결 (2024)을 통하여 구동 유닛 (2022)과 통신한다. 통신은 디지털 기반 또는 아날로그 기반 (또는 그것의 조합)일 수 있고 유선 또는 무선 (또는 그것의 조합)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어 시스템은 제어 유닛 (266), 구동 유닛 (2022), 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110), 유압 펌프 (10), 센서들 (2016-2018, 2116-2118)간의 제어 및 센서 신호들은 완전히 전자 또는 거의 전체 전자인 점에서 “플라이-바이-와이어(fly-by-wire)” 동작일 수 있다. 즉, 유압 시스템들의 경우에, 제어 시스템은 제어를 위해 유압의 신호 라인들 또는 유압의 피드백 라인들을 사용하지 않고 예를 들어, 제어 밸브들 (2014, 2114)은 파일럿(pilot) 밸브들에 대하여 유압 연결들을 가지지 않는다. 일부 시스템들에서, 전자 및 유압 제어들의 조합이 사용될 수 있다.

[0020]

제어 유닛 (266)은 운영자의 입력 유닛 (276)으로부터 입력을 수신할 수 있다. 입력 유닛 (276)을 이용하여, 운영자는 수동으로 시스템을 제어할 수 있거나 또는 미리-프로그래밍된 루틴들을 선택할 수 있다. 예를 들어, 운영자는 시스템에 대한 동작 모드 예컨대 흐름 (또는 속력) 모드, 압력 (또는 토크) 모드, 또는 균형 모드(balanced mode)를 선택할 수 있다. 흐름 또는 속력 모드는 상대적으로 낮은 토크 요건으로 상대적으로 빠른 액추에이터 (3)의 응답이 요구되는 경우에 동작, 예를 들어, 유압 실린더에 피스톤 로드와 상대적으로 빠른 수축 또는 추출, 유압 모터에 빠른 rpm 응답, 또는 액추에이터의 빠른 응답이 요구되는 경우의 임의의 유형의 애플리케이션에 임의의 다른 시나리오를 위해 활용될 수 있다. 반대로, 압력 또는 토크 모드는 상대적으로 높은 토크 요건으로 상대적으로 액추에이터 (3)의 느린 응답이 요구되는 동작을 위해 활용될 수 있다. 선택된 동작 모드에 기초하여, 원동기 (11) 및 제어 밸브들 (2014, 2114)를 제어하기 위한 제어 기법이 다를 수 있다. 즉, 희망하는 동작 모드에 의존하여, 예를 들어, 운영자에 의해 설정된대로 또는 애플리케이션 (예를 들어, 유압 붐 애플리케이션 또는 다른 유형의 유압 애플리케이션)에 기초하여 시스템에 의해 결정된 대로, 유압 액추에이터 (3)에 대한 흐름 및/또는 압력은 원동기 (11)의 속력 또는 토크 및/또는 제어 밸브들 (2014, 2114)의 위치를 제어함으로써 희망하는 설정(set-point) 값으로 제어될 수 있다. 제어 밸브들 (2014, 2114) 및 원동기 (11)의 동작은 조정되어 제어 밸브들 (2014, 2114)의 퍼센트 개방 및 원동기 (11)의 속력/토크가 시스템에 희망하는 흐름/압력을 유지하도록 적절하게 제어된다. 예를 들어, 흐름 (또는 속력) 모드 동작에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 아래 설명되는 대로 제어 밸브들 (2014, 2114)의 위치와 조합하여 원동기 (11)의 속력을 제어함으로써 시스템내 흐름을 제어한다. 시스템이 압력 (또는 토크) 모드 동작에 있을 때, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 시스템에 희망하는 지점에서, 예를 들어, 아래 설명되는 대로 제어 밸브들 (2014, 2114)의 위치와 조합하여 원동기 (11)의 토크를 조절함으로써 유압 액추에이터 (3)의 포트 A 또는 B에서 압력을 제어한다. 시스템이 균형 동작 모드에 있을 때, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 원동기 (11) 및 제어 밸브들 (2014, 2114)을 제어할 때 시스템의 압력 및 유압 유량 둘 모두를 고려한다.

[0021]

원동기 (11)를 제어하는 것과 조합하여 제어 밸브들 (2014, 2114)의 사용은 더 큰 유연성을 제공한다. 예를 들

어, 제어 밸브들 (2014, 2114) 및 원동기 (11)의 조합이 유압 펌프 단독 사용보다는 유압 시스템 흐름 및 압력의 더 빠르고 보다 정밀한 제어를 제공한다. 시스템이 흐름에서의 증가 또는 축소를 요구할 때, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 그에 따라서 원동기 (11)의 속력을 바꿀 것이다. 그러나, 유압 펌프 (10) 및 유압 시스템 (1)의 관성(inertia) 때문에, 새로운 흐름 요구 신호가 원동기 (11)에 의해 수신된 때와 유동체 흐름에 실제 변화가 있는 때 사이의 시간 지연이 있을 수 있다. 유사하게, 압력/토크 모드에서, 새로운 압력 요구 신호가 발송된 때와 시스템 압력에서 실제 변화가 있는 때 사이의 시간 지연이 또한 있을 수 있다. 빠른 응답 시간들이 요구된 때, 제어 밸브들 (2014, 2114)은 유압 시스템 (1)이 흐름/압력 요구 신호에 변화들에 거의 순간적인 응답을 제공하는 것을 허용한다. 일부 시스템들에서, 제어 유닛 (266) 및/또는 구동 유닛 (2022)은 수행될 동작의 유형 및 애플리케이션에 기초하여 적절한 동작 모드 (예를 들어, 흐름 모드, 압력 모드, 균형 모드)를 결정할 수 있고 설정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 운영자가 처음에 동작 모드를 설정하지만 그러나 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 예를 들어, 미리 결정된 동작 및 안전 프로토콜들에 기초하여 운영자 설정을 뒤엎을 수 있다. 상기에서 나타낸바와 같이, 유압 펌프 (10) 및 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)의 제어는 동작 모드에 의존하여 변할 것이다.

[0022] 압력/토크 모드 동작에서, 원동기 (11)의 파워 출력은 원동기 (11)의 토크를 최대화하는 것과 같은 기준을 이용하여 시스템 애플리케이션 요건들에 기초하여 결정된다. 만약 유압 압력이 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 포트 A에서 미리 결정된 설정 값보다 작다면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 압력을 증가시키기 위해 원동기의 토크를 증가시킬 것인데, 예를 들어, 만약 원동기가 전기 모터, 모터의 전류 (및 따라서 토크)가 증가된다. 물론, 토크를 증가시키는 방법은 원동기의 유형에 의존하여 바뀔 것이다. 만약 유압 액추에이터 (3)의 포트 A에서의 압력이 희망하는 압력보다 더 높으면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 원동기로부터의 토크를 줄일 것이고, 예를 들어, 만약 원동기가 전기 모터이면, 모터 전류 (및 따라서 토크)가 유압 압력을 줄이기 위해 축소된다. 유압 액추에이터 (3)의 포트 A에서의 압력이 상기 논의된 대표적인 실시예에서 사용되지만, 압력 모드 동작은 해당 위치에서 또는 심지어 단일 위치에서의 압력 측정에 제한되지 않는다. 대신에, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 제어를 위해 시스템내 다수의 위치들로부터 또는 임의의 다른 위치로부터 압력 피드백 신호들을 수신할 수 있다. 압력 모드 동작은 여러 가지 애플리케이션들에 사용될 수 있다.

[0023] 예를 들어, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 실린더이고 유압 실린더를 연장시키는 (또는 추출)하는 명령이 있다면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 실린더의 추출 챔버에 입구 (예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 포트 A)에서 압력 증가가 요구되는지는 결정할 것이고 그런다음 추출 챔버에 입구에서 압력 증가로 귀결되는 신호를 원동기 (11)로 및 제어 밸브들 (2014, 2114)로 발송할 것이다. 유사하게, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 모터이고 유압 모터의 속력을 증가시키는 명령이 있다면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 모터에 입구 (예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 포트 A)에서 압력 증가가 요구되는지는 결정할 것이고 그런다음 유압 모터에 입구에서 압력 증가로 귀결되는 신호를 원동기 (11)로 및 제어 밸브들 (2014, 2114)로 발송할 것이다.

[0024] 압력/토크 모드 동작에서, 유압 펌프 (10)에 대한 요구 신호는 원동기 (11)에 전류를 증가시킬 것이고 유압 펌프 (10)의 유동체 변위 어셈블리 (12)를 구동시켜, 이는 토크를 증가시킨다. 그러나, 상기에서 논의된 바와 같이, 요구 신호가 발송된 때와 압력이 실제로 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 포트 A (예를 들어, 유압 실린더의 추출 챔버에 대한 입구, 유압 모터에 대한 입구, 또는 다른 유형의 유압 액추에이터에 대한 입구일 수 있는)에서 증가하는 때 사이에 시간 지연이 있을 수 있다. 이 시간 지연을 줄이거나 배제하기 위해, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 추가 개방하는 (즉, 밸브 개방을 증가시키는) 신호를 동시에 발송할 것이다(예를 들어, 동시에 또는 거의 동시에). 제어 밸브들 (2014, 2114)이 더 작은 관성을 갖기 때문에 제어 밸브들 (2014, 2114)의 반응 시간이 원동기 (11)의 반응 시간보다 더 빠르기 때문에, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두가 추가로 개방하기 시작할 때 유압 액추에이터 (3)의 압력은 즉각적으로 증가할 것이다. 예를 들어, 만약 유압 펌프 (10)의 포트 A가 펌프 (10)의 방출 포트이면, 제어 밸브 (2114)는 유압 액추에이터 (3)의 포트 A에서의 압력을 희망하는 값으로 즉각적으로 제어하도록 동작될 수 있다. 제어 밸브 (2114)가 제어되는 시간 동안에, 원동기 (11)가 유압 펌프 (10)의 방출 포트에서 압력을 증가시키게 될 것이다. 압력이 증가하면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 포트 A에서 희망하는 압력을 유지하기 위해 제어 밸브 (2114)로 적절한 교정들을 행하게 할 것이다.

[0025] 일부 실시예들에서, 유압 펌프 (10)의 다운스트림에 제어 밸브 (2014, 2114), 즉, 방출 측상의 밸브가, 제어될 것이고 한편 업스트림 측상에 밸브는 일정한 미리 결정된 밸브 개방에서 잔류하고, 예를 들어, 업스트림 밸브는 유압 라인들에 유동체 저항을 최소화하기 위해 100% 개방 (또는 거의 100% 또는 상당히 높은 퍼센트 개방)으로

설정될 수 있다. 상기 예에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 제어 밸브 (2114) (즉, 다운스트림 밸브)를 추력조절 (또는 제어) 할 수 있고 한편 일정한 밸브 개방, 예를 들어, 100% 개방에서 제어 밸브 (2014) (즉, 업스트림 밸브)를 유지시킨다. 일부 실시예들에서, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두는 또한 유압 시스템 (1)에 불안정을 배제하거나 또는 줄이도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)가 부하에 동작하도록 사용될 때, 부하는 유압 시스템 (1)에 흐름 또는 압력 불안정을 야기할 수 있다 (예를 들어, 부하에 기계적 문제들, 부하의 중량에서의 시프트(shift) 때문에, 또는 일부 다른 이유 때문에). 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 불안정을 배제 또는 줄이기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114)을 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 만약, 압력이 유압 액추에이터 (3)로 증가되고 있을 때, 부하에 불안정 때문에 액추에이터 (3)는 불규칙적으로 (예를 들어, 실린더가 너무 빨리 움직이기 시작하고, 유압 모터의 rpm이 너무 빠르고, 또는 일부 다른 불규칙 행위) 행동하기 시작하면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 압력 및 흐름 센서들에 기초하여 불안정을 감지하고 유압 시스템 (1)을 적절하게 안정화하기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 폐쇄하도록 구성될 수 있다. 물론, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 펌프 (10)를 기다리기(starve)까지 업스트림 밸브가 폐쇄되지 않도록 보호 장치들과 함께 구성될 수 있다.

[0026]

일부 상황들에서, 유압 액추에이터 (3)에서 (예를 들어, 포트 A에서) 압력은 희망하는 것보다 더 높다. 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)가 유압 실린더인 경우에, 희망하는 압력보다 더 높은 것은 실린더가 너무 빨리 연장되거나 또는 집어넣어지(retract)거나 또는 정지상태에 있어야 할 때 실린더가 연장되거나 또는 집어넣어지는 것을 의미할 수 있거나, 또는 유압 액추에이터 (3)가 유압 모터인 경우에, 희망하는 압력보다 더 높은 것은 유압 모터 rpm이 너무 높은 것을 의미할 수 있다. 물론, 다른 유형들의 애플리케이션들 및/또는 상황들에서 희망하는 압력보다 더 높은 것은 다른 희망하지 않는 동작 상태들을 초래할 수 있다. 이런 경우들에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 적절한 포트에서 너무 많은 압력이 있다고 결정할 수 있다. 만약 그렇다면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 적절한 포트에서 압력에 축소가 요구된다고 결정할 것이고 그런다음 압력 축소로 귀결되는 신호를 원동기 (11)로 및 제어 밸브들 (2014, 2114)로 발송할 것이다. 유압 펌프 (10)에 대한 요구 신호는 원동기 (11)에 전류를 축소시킬 것이고 유압 펌프 (10)의 유동체 변위 어셈블리 (12)를 구동시켜, 이는 토르크를 축소시킨다. 그러나, 상기에서 논의된 바와 같이, 요구 신호가 발송된 때와 유압 실린더 (3)에서 압력이 실제로 줄어든 때 사이의 시간 지연이 있을 수 있다. 이 시간 지연을 줄이거나 배제하기 위해, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 추가로 폐쇄하는 (즉, 밸브 개방을 축소시키는) 신호를 동시에 발송할 것이다(예를 들어, 동시에 또는 거의 동시에). 제어 밸브들 (2014, 2114)이 더 작은 관성을 갖기 때문에 제어 밸브들 (2014, 2114)의 반응 시간이 원동기 (11)의 반응 시간보다 더 빠를 것이기 때문에, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두가 폐쇄되기 시작할 때 유압 액추에이터 (3)의 적절한 포트에서의 압력은 즉각적으로 감소할 것이다. 펌프 방출 압력이 축소하기 시작한 때, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두는 유압 액추에이터 (3)의 적절한 포트에서 희망하는 압력을 유지하기 위해 개방하기 시작할 것이다.

[0027]

흐름/속력 모드 동작에서, 원동기 (11)에 대한 파워는 원동기 (11)가 얼마나 빨리 희망하는 속력까지 램프(ramp)하는지 및 원동기 속력이 얼마나 정밀하게 제어될 수 있는지와 같은 기준을 이용하여 시스템 애플리케이션 요건들에 기초하여 결정된다. 유동체 유량은 원동기 (11)의 속력에 비례하고 및 유동체 유량은 유압 액추에이터 (3)의 동작을 결정하기 때문에 (예를 들어, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 실린더이면 실린더의 이동 속력, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 모터이면 rpm, 또는 시스템의 유형 및 부하의 유형에 의존하는 다른 적절한 파라미터), 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 원동기 (11)의 속력, 유량, 또는 두가지의 일부 조합을 사용하는 제어 기법에 기초하여 유압 액추에이터 (3)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 즉, 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 특정 응답 시간이 요구된 때, 예를 들어, 유압 실린더에 대한 특정 이동 속력, 유압 모터의 특정 rpm, 또는 유압 액추에이터 (3)의 일부 다른 특정 응답이 요구될 때, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 희망하는 특정 응답에 대응하는 미리 결정된 속력 및/또는 미리 결정된 유압의 유량을 달성하기 위해 원동기 (11)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 동작 (예를 들어, 유압 실린더의 이동 속력, 유압 모터의 rpm, 또는 일부 다른 특정 응답)을 유압 펌프 (10)의 속력 및/또는 시스템 (1)내 유압 유동체의 유량에 상관시키는 알고리즘들, 룩-업 테이블들, 데이터셋들(datasets), 또는 다른 소프트웨어 또는 하드웨어 컴포넌트로 셋 업될 수 있다. 따라서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 희망하는 동작을 달성하기 위해 원동기 (11)의 속력 또는 시스템에 유압의 유량을 제어하도록 셋 업될 수 있다.

[0028]

만약 제어 기법이 유량을 사용하면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 시스템내 실제 흐름(flow)을 결정하기 위해서 흐름 센서, 예를 들어, 흐름 센서 (2118) 또는 (2018) 또는 둘모두로부터의 피드백 신호를 수신할 수 있

다. 시스템내 흐름은 예를 들어, 시스템에 두개의 지점들에 걸친 차분 압력, 초음파 유량계(flow meter)로부터의 신호들, 터빈 유량계로부터의 주파수 신호, 또는 일부 다른 흐름 센서/도구를 측정함으로써 결정될 수 있다. 따라서, 제어 기법이 유량을 사용하는 시스템들에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)의 희망하는 동작 (예를 들어, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 실린더이면 이동 속력, 만약 유압 액추에이터 (3)가 유압 모터이면 rpm, 또는 시스템의 유형 및 부하의 유형에 의존하는 다른 적절한 파라미터)에 대응하는 미리 결정된 흐름 설정 값으로 유압 펌프 (10)의 흐름 출력을 제어할 수 있다.

[0029] 유사하게, 만약 제어 기법이 원동기 (11)의 속력을 사용하면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)는 원동기 (11) 또는 유동체 변위 어셈블리 (12)로부터 속력 피드백 신호(들)를 수신할 수 있다. 예를 들어, 원동기(prime mover) (11)의 실제 속력은 유동체 변위 부재의 회전을 감지함으로써 측정될 수 있다. 예를 들어, 만약 유동체 변위 부재가 기어이면, 유압 펌프 (10)는 그것들이 회전할 때 기어 이빨을 감지하는 자기 센서 (미도시)를 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 자기 센서 (미도시)에 추가하여, 하나 이상의 이빨은 유압 펌프 케이싱에 대하여 내부 또는 외부에 위치되는 픽업(pickup)에 의해 감지되는 자석들을 포함할 수 있다. 물론 자석들 및 자기 센서들은 사용될 수 있는 다른 유형들의 유동체 변위 부재들 및 다른 유형들의 속력 센서들내에 통합될 수 있다. 따라서, 제어 기법이 유량(flow rate)인 시스템들에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 액추에이터 (3)의 희망하는 동작에 대응하는 미리 결정된 속력 설정 값으로 유압 펌프 (10)의 실제 속력을 제어할 수 있다.

[0030] 만약 시스템이 흐름 모드 동작에 있고 애플리케이션이 유압 액추에이터 (3)에 미리 결정된 흐름을 요구하면 (예를 들어, 미리 결정된 이동 속력에서 유압 실린더를 움직이기 위해, 미리 결정된 rpm에서 유압 모터를 운용하기 위해, 또는 시스템의 유형 및 부하의 유형에 의존하여 액추에이터 (3)의 일부 다른 적절한 동작), 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 희망하는 유압 유량에 대응하는 요구되는 흐름을 결정할 것이다. 만약 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)이 유압의 흐름에서의 증가가 필요하다고 결정하면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 그런 다음 흐름 증가로 귀결되는 신호를 유압 펌프 (10)로 및 제어 밸브들 (2014, 2114)로 발송할 것이다. 유압 펌프 (10)에 대한 요구 신호는 요구된 더 높은 유량에 대응하는 속력을 일치시키기 위해 원동기 (11)의 속력을 증가시킬 것이다. 그러나, 상기에서 논의된 바와 같이, 요구 신호가 발송된 때와 흐름이 실제로 증가할 때 사이의 시간 지연이 있을 수 있다. 이 시간 지연을 줄이거나 배제하기 위해, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 추가 개방하는 (즉, 밸브 개방을 증가시키는) 신호를 동시에 발송할 것이다(예를 들어, 동시에 또는 거의 동시에). 제어 밸브들 (2014, 2114)이 더 작은 관성을 갖기 때문에 제어 밸브들 (2014, 2114)의 반응 시간이 원동기 (11)의 반응 시간보다 더 빠를 것이기 때문에, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두가 개방되기 시작할 때 유압 유동체 시스템내 흐름은 즉각적으로 증가할 것이다. 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 그런다음 요구된 유량을 유지하기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114)을 제어할 것이다. 제어 밸브들 (2014, 2114)이 제어되고 있는 시간 동안에, 원동기 (11)는 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)로부터의 더 높은 속력 요구에 일치시키기 위해 그것의 속력을 증가시킬 것이다. 원동기 (11)의 속력이 증가할 때, 흐름 또한 증가할 것이다. 그러나, 흐름이 증가할 때, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 요구된 유량을 유지하기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114)에 적절한 교정들이 이루어질 것이고, 예를 들어, 이 경우에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 요구된 유량을 유지하기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 폐쇄하기 시작할 것이다.

[0031] 일부 실시예들에서, 유압 펌프 (10)의 다운스트림에 제어 밸브 (2014, 2114), 즉, 방출(discharge) 측상의 밸브가, 제어될 것이고 한편 업스트림 측상에 밸브는 일정한 미리 결정된 밸브 개방에서 잔류하고, 예를 들어, 업스트림 밸브는 유압 라인들에 유동체 저항을 최소화하기 위해 100% 개방 (또는 거의 100% 또는 상당히 높은 퍼센트 개방)으로 설정될 수 있다. 상기 예에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 제어 밸브 (2114) (즉, 다운스트림 밸브)를 추력조절 (또는 제어) 하고 한편 일정한 밸브 개방, 예를 들어, 100% 개방(또는 거의 100% 또는 상당히 높은 퍼센트의 개방)에서 제어 밸브 (2014) (즉, 업스트림 밸브)를 유지시킨다. 상기에서 논의된 압력 모드 동작에 유사한 일부 실시예들에서, 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두는 또한 상기에서 논의된 바와 같이 유압 시스템 (1)에 불안정을 배제하거나 또는 줄이도록 제어될 수 있다.

[0032] 일부 상황들에서, 유압 실린더 (3)에 대한 흐름은 희망하는 것보다 더 높다. 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)가 유압 실린더인 경우에, 희망하는 압력보다 더 높은 것은 실린더가 너무 빨리 연장되거나 또는 집어넣어지(retract)거나 또는 정지상태에 있어야 할 때 실린더가 연장되거나 또는 집어넣어지는 것을 의미할 수 있거나, 또는 유압 액추에이터 (3)가 유압 모터인 경우에, 희망하는 흐름보다 더 높은 것은 모터 rpm이 너무 높은 것을 의미할 수 있다. 물론, 다른 유형들의 애플리케이션들 및/또는 상황들에서 희망하는 흐름(flow)보다 더 높은 것은 다른 희망하지 않는 동작 상태들을 초래할 수 있다. 이런 경우들에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은

유압 액추에이터 (3)의 대응하는 포트에서 흐름이 너무 높다고 결정할 수 있다. 만약 그렇다면, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 액추에이터 (3)에 대한 흐름 축소가 요구된다고 결정할 것이고 그런다음 흐름 축소하는 신호를 유압 펌프 (10)로 및 제어 밸브들 (2014, 2114)로 발송할 것이다. 유압 펌프 (10)에 대한 요구 신호는 요구된 더 낮은 유량에 대응하는 속력을 일치시키기 위해 원동기 (11)의 속력을 축소시킬 것이다. 그러나, 상기에서 논의된 바와 같이, 요구 신호가 발송된 때와 흐름이 실제로 줄어들 때 사이의 시간 지연이 있을 수 있다. 이 시간 지연을 줄이거나 배제하기 위해, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 적어도 하나의 제어 밸브들 (2014, 2114)을 추가로 폐쇄하는 (즉, 밸브 개방을 축소시키는) 신호를 동시에 발송할 것이다(예를 들어, 동시에 또는 거의 동시에). 제어 밸브들 (2014, 2114)이 더 작은 관성을 갖기 때문에 제어 밸브들 (2014, 2114)의 반응 시간이 원동기 (11)의 반응 시간보다 더 빠를 것이기 때문에, 제어 밸브(들) (2014, 2114)이 폐쇄되기 시작할 때 시스템 흐름은 즉각적으로 축소될 것이다. 원동기 (11)의 속력이 줄어들기 시작할 때, 흐름 또한 줄어들기 시작할 것이다. 그러나, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 요구된 흐름을 유지하기 위해 제어 밸브들 (2014, 2114)을 적절하게 제어할 것이다 (즉, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 원동기 속력이 감소할 때 제어 밸브들 (2014, 2114) 중 하나 또는 둘모두를 개방하기 시작할 것이다). 예를 들어, 유압 펌프 (10)에 대하여 다운스트림 밸브는 흐름을 희망하는 값으로 제어하기 위해 추력조절될 수 있고 한편 업스트림 밸브는 일정한 값 개방, 예를 들어, 흐름 저항을 줄이기 위해 100% 개방에서 유지된다. 만약, 그러나, 훨씬 더 빠른 응답이 요구되면(또는 축소 흐름을 즉시 줄이는 명령 신호가 수신), 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 업스트림 밸브를 상당히 폐쇄하도록 구성될 수 있다. 업스트림 밸브를 상당히 폐쇄하는 것은 유압 액추에이터 (3)상의 뒷단(back) 압력을 증가시킴으로써 유압 시스템 (1)내 흐름을 빠르게 낮추는 “유압 브레이크(hydraulic brake)”로서 동작하는 역할을 할 수 있다. 물론, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 유압 펌프 (10)를 기다리기 까지 업스트림 밸브가 폐쇄되지 않도록 보호 장치들과 함께 구성될 수 있다. 추가적으로, 상기에서 논의된 바와 같이, 제어 밸브들 (2014, 2114)은 또한 유압 시스템 (1)에 불안정을 배제하거나 또는 줄이도록 제어될 수 있다.

[0033] 균형 모드(balanced mode) 동작에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 시스템의 흐름 및 압력 둘 모두를 고려하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 주로 정상 동작동안에 흐름 설정 값으로 제어할 수 있지만, 그러나 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 압력이 어떤 상한치 및/또는 하한치들내에 머무르는 것을 보장할 것이다. 반대로, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 주로 압력 설정 값으로 제어할 수 있지만, 그러나 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 또한 흐름이 어떤 상한치 및/또는 하한치들내에 머무르는 것을 보장할 것이다. 일부 실시예들에서, 유압 펌프 (10) 및 제어 밸브들 (2014, 2114)은 전용 기능들을 가질 수 있다. 예를 들어, 시스템내 압력은 유압 펌프 (10)에 의해 제어될 수 있고 시스템내 흐름은 제어 밸브들 (2014, 2114)에 의해 제어될 수 있거나, 또는 원한다면 반대일 수 있다.

[0034] 상기의 대표적인 실시예들에서, 희망하는 때 빠른 흐름 응답을 제공하기 위해 비축 용량(reserve capacity)이 있다는 것을 보장하기 위해, 제어 밸브들 (2014, 2114)은 유압 액추에이터 (3)에서의 흐름 또는 압력에서의 빠른 증가 또는 축소를 허용하기 위해 어느 한쪽 방향에서의 이동을 허용하는 범위내에서 동작될 수 있다. 예를 들어, 유압 펌프 (10)에 대하여 다운스트림 제어 밸브는 100%보다 작은 퍼센트 개방에서, 즉, 추력조절되는 위치에서 동작될 수 있다. 즉, 다운스트림 제어 밸브는 예를 들어, 완전 밸브 개방의 85%에서 동작하도록 설정될 수 있다. 이 추력조절되는 위치는 필요한 때 유압 액추에이터 (3)의 적절한 포트에서 압력 또는 흐름을 빠르게 증가시키기 위해 개방 방향에서 15% 밸브 이동을 허용한다. 물론, 제어 밸브 설정은 85%에 제한되지 않고 제어 밸브들 (2014, 2114)은 임의의 희망하는 퍼센티지에서 동작될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어는 최대 흐름 또는 압력의 퍼센트, 예를 들어, 최대 흐름/압력의 85% 또는 일부 다른 희망하는 값에 대응하는 퍼센트 개방에서 동작하도록 설정될 수 있다. 폐쇄된 방향으로의 이동은 시스템 안정을 유지하기 위해 유압 액추에이터 (3)에서의 흐름 및 압력을 줄이기 위해 0% 밸브 개방까지 내려갈 수 있지만, 폐쇄된 방향으로의 밸브 이동은 예를 들어, 밸브 개방의 퍼센트 및/또는 최대 흐름/압력이 퍼센트로 제한될 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 만약 최대 흐름/압력의 퍼센트 또는 밸브 개방에 대한 하한치가 도달되면 제어 밸브들 (2014, 2114)의 추가 폐쇄를 방지하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 만약 제어 밸브 개방 및/또는 최대 흐름/압력의 퍼센트의 상한치가 도달하였다면 제어 밸브들 (2014, 2114) 추가 개방을 제한할 수 있다.

[0035] 일부 실시예들에서, 유압 시스템 (1)은 폐-루프 유압 시스템일 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 유압 액추에이터 (3), 유압 펌프 (10), 비례 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110), 누산기 (170), 파워 서플라이 (2020), 및 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)이 폐-루프 유압 시스템을 형성할 수 있다. 폐-루프 유압 시스템에서, 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)의 수축 또는 추출 챔버로부터 방출된 유동체는, 펌프 (10)로 다시 향하고 즉각적

으로 재순환된다. 상기에서 논의된 바와 같이, 상기 대표적인 실시예에서 설명된 제어 기법은 특별히 유익한 폐-루프 유형 시스템에 유익한데 시스템내 유동체 흐름 및/또는 압력의 더 빠르고 보다 정밀한 제어는 보다 적은 누산기 사이즈들 및 통상의 시스템들에서 보다 펌프 공동현상의 축소된 위험을 의미할 수 있기 때문이다. 그러나, 본 발명의 유압 시스템 (1)은 폐-루프 유압 시스템들에 제한되지 않는다. 예를 들어, 유압 시스템 (1)은 개방-루프 유압 시스템을 형성할 수 있다. 개방-루프 유압 시스템에서, 예를 들어, 유압 액추에이터 (3)로부터 방출된 유동체는, 배수조로 향할 수 있고 이어서 펌프 (10)에 의해 배수조로부터 뽑아진다. 따라서, 본 발명의 유압 시스템 (1)은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 폐-루프 시스템, 개방-루프 시스템, 또는 둘의 조합이도록 구성될 수 있다.

[0036]

도 1 에 도시된 시스템에서, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)이 유압 펌프 (10)에 외부에 도시되고 하나의 제어 밸브 어셈블리가 흐름 방향을 따라서 유압 펌프 (10)의 각각의 측상에 위치된다. 구체적으로, 제어 밸브 어셈블리 (2010)는 유압 펌프 (10)의 포트 B와 유압 액추에이터 (3)의 포트 B사이에 배치되고 및 제어 밸브 어셈블리 (2110)는 유압 펌프 (10)의 포트 A와 유압 액추에이터 (3)의 포트 A 사이에 배치된다. 그러나, 다른 실시예들에서, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)은 유압 펌프 (10) (또는 펌프 케이싱) 내부에 배치될 수 있다. 예를 들어, 제어 밸브 어셈블리 (2010)는 유압 펌프 (10)의 포트 B 측상의 펌프 케이싱 내부에 배치될 수 있고 제어 밸브 어셈블리 (2110)는 유압 펌프 (10)의 포트 A 측상의 펌프 케이싱 내부에 배치될 수 있다.

[0037]

도 1 에 도시된 유압 시스템 (1)은 은 그 내부에 단일 펌프 (10)를 가지는 것으로 예시되지만, 다른 실시예들에서 유압 시스템 (1)은 복수개의 유압 펌프들을 가질 수 있다. 예를 들어, 유압 시스템 (1)은 그 내부에 두개의 유압 펌프들을 가질 수 있다. 더구나, 복수개의 펌프들은 예를 들어, 유압 시스템 (1)의 동작 요구들에 의존하여 유압 시스템 (1) 에 직렬로 또는 병렬로 (또는 둘의 조합) 연결될 수 있다. 예를 들어, 만약 유압 시스템 (1)이 더 높은 시스템 압력을 필요로 하면, 직렬-연결 구성이 복수개의 펌프들에 대하여 채용될 수 있다. 만약 유압 시스템 (1)이 더 높은 시스템 흐름을 필요로 하면, 병렬-연결 구성이 복수개의 펌프들에 대하여 채용될 수 있다. 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 상기에서 논의된 바와 같이 각각의 펌프들로부터의 압력 및/또는 흐름을 모니터링할 수 있고 각각의 펌프를 해당 펌프에 대한 희망하는 압력/흐름으로 제어할 수 있다.

[0038]

상기에서 논의된 바와 같이, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)은 밸브 개방의 0% 내지 100% 사이에서 추력조절될 수 있는 제어 밸브들 (2014, 2114)을 포함한다. 도 2 는 제어 밸브들 (2014, 2114)의 일 대표적인 실시예를 도시한다. 도 2에 예시된 바와 같이, 각각의 제어 밸브들 (2014, 2114)은 볼 밸브 (2032) 및 밸브 액추에이터 (2030)를 포함할 수 있다. 통신 연결 (2025, 2125)을 통한 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)으로부터의 신호들에 기초하여 볼 밸브 (2032)를 개방 및 폐쇄하는 밸브 액추에이터 (2030)는 완전-전기 액추에이터일 수 있고, 즉, 전혀 유압이 없다. 본 발명의 실시예들은, 그러나, 완전-전기 액추에이터들에 제한되지 않고 다른 유형의 액추에이터들 예컨대 전자-유압(electro-hydraulic) 액추에이터들이 사용될 수 있다. 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 볼 밸브 (2032)의 퍼센트 회전을 볼 밸브 (2032)의 실제 또는 퍼센트 단면 개방에 상관시키는 볼 밸브 (2032)에 대한 특성 커브들을 포함할 수 있다. 특성 커브들은 미리 결정될 수 있고 볼 밸브 (2032)의 각각의 유형 및 사이즈에 특정되며 제어 유닛 (266) 및/또는 구동 유닛 (2022)에 저장된다. 제어 밸브들 또는 원동기들이든 무엇이든, 특성 커브(characteristic curve)들은 룩-업 테이블들, 공식들, 알고리즘들, 등의 형태로 메모리, 예를 들어, RAM, ROM, EPROM, 등에 저장될 수 있다. 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 원동기 (11) 및 제어 밸브들 (2014, 2114)을 정밀하게 제어하기 위해 특성 커브들을 사용한다. 대안적으로, 또는 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)에 저장된 특성 커브들에 추가하여, 제어 밸브들 (2014, 2114) 및/또는 원동기들은 예를 들어, 제어 밸브들의 경우에 대표적인 관계는 볼 밸브의 실제 또는 퍼센트 단면 개방에 대한 볼 밸브의 퍼센트 회전 사이의 상관관계일 수 있고, 원동기의 경우에, 대표적인 관계는 원동기에 대한 파워 입력과 실제 출력 속도, 흐름, 압력, 토크 또는 일부 다른 원동기 출력 파라미터 사이의 상관 관계일 수 있는 적절한 관계를 저장하는 예를 들어, 룩-업 테이블들, 공식들, 알고리즘들, 데이터셋들, 또는 다른 소프트웨어 또는 하드웨어 컴포넌트의 형태로 특성 커브들을 저장하는 메모리, 예를 들어, RAM, ROM, EPROM, 등을 또한 포함할 수 있다.

[0039]

제어 유닛 (266)은 단지 제어 유압 시스템 (1)에 제공될 수 있다. 대안적으로, 제어 유닛 (266)은 유압 시스템 (1)이 동작하는 기계 또는 산업용 애플리케이션을 위한 다른 제어 시스템의 일부 및/또는 다른 제어 시스템과 협력하여 있을 수 있다. 제어 유닛 (266)은 다양한 프로세스들 예컨대 명령 동작들 또는 미리-프로그래밍된 루틴들을 수행하는 중앙 프로세싱 유닛 (CPU)을 포함할 수 있다. 프로세스 데이터 및/또는 루틴들은 메모리에 저장될 수 있다. 루틴들은 또한 스토리지 매체 디스크 예컨대 하드 드라이브 (HDD) 또는 휴대용 스토리지 매체상에 저장될 수 있거나 또는 원격에 저장될 수 있다. 그러나, 스토리지 매체는 상기 열거된 매체에 제한되지 않는다. 예를 들어, 루틴들은 플래시 메모리, RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, 하드 디스크 또는 컴퓨터 보조 디자

인 국이 통신하는 임의의 다른 정보 프로세싱 디바이스, 예컨대 서버 또는 컴퓨터에 CD들, DVD들상에 저장될 수 있다.

[0040] CPU는 Intel of America로부터의 제논(Xe) 또는 코어 프로세서또는 AMD of America로부터의 Opteron 프로세서일 수 있거나, 또는 관련 기술 분야에서의 통상의 기술자에 의해 인식되는 다른 프로세서 유형들일 수 있다. 대안적으로, CPU는 관련 기술 분야에서의 통상의 기술자가 인식하는 FPGA, ASIC, PLD상에 또는 이산 로직 회로들을 이용하여 구현될 수 있다. 더구나, CPU는 명령 동작들 또는 미리-프로그래밍된 루틴들을 수행하기 위해 병렬로 협력적으로 작업하는 다수의 프로세서들로서 구현될 수 있다.

[0041] 제어 유닛 (266)은 네트워크와 인터페이스하는 Intel Corporation of America로부터의 Intel 이더넷 PRO 네트워크 인터페이스 카드와 같은 네트워크 제어기를 포함할 수 있다. 인식될 수 있는 바와 같이, 네트워크는 공중 네트워크, 예컨대 인터넷, 또는 사설 네트워크 예컨대 LAN 또는 WAN 네트워크, 또는 그것의 임의 조합일 수 있고 또한 공중 전화 교환망 또는 ISDN 서브-네트워크들을 포함할 수 있다. 네트워크는 또한 유선, 예컨대 이더넷 네트워크일 수 있거나, 또는 무선, 예컨대 EDGE, 3G, 및 4G 무선 셀룰러 시스템들을 포함하는 셀룰러 네트워크일 수 있다. 무선 네트워크는 또한 와이파이, 블루투스, 또는 알려진 임의의 다른 무선 통신 형태일 수 있다. 제어 유닛 (266)은 유선 또는 무선 통신을 통하여 유저 입력 디바이스 예컨대 키보드 및/또는 마우스를 통하여 운영자로부터의 명령을 수신할 수 있다.

[0042] 도 3은 상기 설명된 유동체 시스템(1)에 사용될 수 있는 유압 펌프의 일 대표적인 실시예를 예시한다. 펌프 (10')는 도 1에 유압 펌프(10)로서 사용될 수 있는 양의-변위 (또는 고정된 변위) 기어 펌프를 나타낸다. 기어 펌프 (10')는 기어 어셈블리 (2040) 및 모터 (2042)를 포함할 수 있다. 기어 어셈블리 (2040)는 한쌍의 기어들이 배열되는 공동을 갖는 케이싱 (또는 하우징)을 포함할 수 있다. 기어 어셈블리 (2040)에 기어들의 쌍은 전형적으로 통상의 기어 펌프에 사용되는 드라이버-피동(driver-driven) 기어 구성 (미도시)을 가질 수 있다. 즉, 기어들 중 하나는 “구동 기어(drive gear)”로서 알려지고 외부 드라이버 예컨대 엔진 또는 전기 모터에 부착된 구동 샤프트에 의해 구동된다. 다른 기어는 구동 기어와 맞물리는 (mesh) “피동 기어(driven gear)” (또는 아이들러 (idler) 기어)로서 알려진다. 기어 펌프는 “내부 기어 펌프(internal gear pump)”일 수 있고 즉, 기어들 중 하나는 내적으로(internally) 이빨 모양이고 다른 기어는 외부에서 이빨 모양, 또는 “외부 기어 펌프(external gear pump)”이고 즉, 기어들 둘 모두는 외부에서 이빨 모양이다. 외부 기어 펌프는 의도된 애플리케이션에 의존하여 스푸르(spur), 헬리컬, 또는 헤링본(herringbone) 기어들을 사용할 수 있다. 모터 (2042)는 샤프트 (2044)를 통하여 기어 어셈블리 (2040)를 구동시킬 수 있다. 모터 (2042)는 상기에서 설명된 것처럼 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)에 의해 제어될 수 있는 가변 속도, 가변 토크 모터일 수 있다. 드라이버-피동 구성을 갖는 내부 및 외부 기어 펌프들은 당해 기술분야의 통상의 기술자들에게 알려져 있기 때문에, 간결함을 위하여, 그것들은 추가로 설명되지 않을 것이다.

[0043] 일부 실시예들에서, 펌프는 두개의 유동체 드라이버들을 포함할 수 있고 각각의 유동체 드라이버는 원동기 및 유동체 변위 어셈블리를 포함한다. 원동기들은 독립적으로 개별 유동체 변위 어셈블리를 구동시킨다. 즉, 도면들 4-6a에 펌프 (10')에 대하여 이하에 추가로 설명되는바와 같이, 이들 펌프들은 드라이버-피동 구성이라기 보다는 드라이브-드라이브 구성을 가진다. 도 4는 상기에서 설명된 유동체 시스템 (1)에 사용될 수 있는 펌프 (10')의 일 대표적인 실시예의 전개도를 도시한다. 다시, 간결함을 위하여, 대표적인 실시예는 원동기들로서 모터들을 갖는 외부 기어 펌프(external gear pump)의 면에서 설명될 것이다. 그러나, 상기에서 설명된 것처럼, 본 발명은 외부 기어 펌프 디자인에, 원동기들로서 전기 모터들에, 또는 유동체 변위 부재들로서 기어들에 제한되지 않는다.

[0044] 펌프 (10')는 모터들 (41, 61) (원동기들) 및 기어들 (50, 70) (유동체 변위 부재들)을 개별적으로 포함하는 두개의 유동체 드라이버들 (40, 60)을 포함한다. 이 실시예에서, 펌프 모터들 (41, 61) 둘 모두는 펌프 기어들 (50, 70) 안쪽에 배치된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 펌프 (10')는 양의(positive)-변위 (또는 고정된 변위) 기어 펌프를 나타낸다. 펌프 (10')는 단부 플레이트들 (80, 82) 및 펌프 본체 (83)를 포함하는 케이싱 (20)을 갖는다. 이들 두개의 플레이트들 (80, 82) 및 펌프 본체 (83)는 복수개의 볼트들 (113) 및 너트들 (115)을 통하여 연결될 수 있고 내부 표면 (26)은 내부 체적 (98)을 정의한다. 누설을 방지하기 위하여, O-링들 또는 다른 유사한 디바이스들이 단부 플레이트들 (80, 82) 및 펌프 본체 (83) 사이에 배치될 수 있다. 케이싱 (20)은 포트 (22) 및 포트 (24) (또한 도 5 참조)를 갖고, 이는 내부 체적(volume) (98)과 유체 연통한다. 동작 동안 및 흐름의 방향에 기초하여, 포트들 (22, 24) 중 하나는 펌프 입구 포트이고 다른 하나는 펌프 출구 포트이다. 일 대표적인 실시예에서, 케이싱 (20)의 포트들 (22, 24)은 케이싱 (20)의 대향하는 측벽들상에 둥근 관통-홀(through-hole)들이다. 그러나, 형상은 제한적인 것이 아니고 쓰루-홀들은 다른 형상들을 가질 수 있다. 추가하

여, 포트들 (22, 24) 중 하나 또는 둘모두는 케이싱의 상단 또는 바닥에 위치될 수 있다. 물론, 포트들 (22, 24)은 하나의 포트가 펌프의 입구 측 하나의 포트가 펌프의 출구 측에 있도록 위치되어야만 한다.

[0045] 도 4 에 도시된 바와 같이, 한쌍의 기어들 (50, 70)은 내부 체적 (98)에 배치된다. 각각의 기어들 (50, 70)은 개별 기어 본체들로부터 바깥쪽으로 방사상으로 연장되는 복수개의 기어 이빨 (52, 72)을 갖는다. 예를 들어, 전기 모터들 (41, 61)에 의해 회전될때, 기어 이빨 (52, 72)은 입구로부터 출구로 유동체를 전송한다. 일부 실시예들에서, 펌프 (10'')는 양방향이다. 따라서, 기어들 (50, 70)의 회전 방향에 의존하여 어느 하나의 포트 (22, 24)는 입구 포트일 수 있고, 다른 포트는 출구 포트일 것이다. 기어들 (50, 70)은 개별 기어 본체들의 축 중심선을 따라서 원통형의 개구들 (51, 71)을 가진다. 원통형의 개구들 (51, 71)은 기어 본체들의 전체 길이 또는 부분적으로 통과하여 연장될 수 있다. 원통형의 개구들은 모터들 (41, 61)의 쌍을 수용하도록 사이즈된다. 각각의 모터 (41, 61)는 개별적으로 샤프트 (42, 62), 고정자(stator) (44, 64), 로터(rotor) (46, 66)를 포함한다.

[0046] 도 5 는 도 4의 외부 기어 펌프(10'')의 평면도를 도시한다. 도 5a는 외부 기어 펌프 (10)의 도5에 라인 A-A를 따라서 취해진 측부 단면도를 도시하고, 도 5b는 외부 기어 펌프 (10)의 도 5a에 라인 B-B를 따라서 취해진 측부 단면도를 도시한다. 도면들 5-5b에 도시된 것처럼, 유동체 드라이버들 (40, 60)은 케이싱 (20)안에 배치된다. 유동체 드라이버들 (40, 60)의 지지 샤프트들 (42, 62)이 케이싱 (20)의 포트 (22) 및 포트 (24) 사이에 배치되고 일단 (84)에서 상단 플레이트 (80) 및 타단 (86)에서 하단 플레이트 (82)에 의해 지지된다. 그러나, 샤프트들 (42, 62)을 지지하기 위한 수단들 및 따라서 유동체 드라이버들 (40, 60)은 이 디자인에 제한되지 않고 샤프트를 지지하기 위한 다른 디자인들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 샤프트들 (42, 62)은 직접 케이싱 (20)에 의하기 보다는 케이싱 (20)에 부착되는 블럭들에 의해 지지될 수 있다. 유동체 드라이버 (40)의 지지 샤프트 (42)는 유동체 드라이버 (60)의 지지 샤프트 (62)와 평행하게 배치되고 두개의 샤프트들은 회전할 때 개별 기어들 (50, 70)의 기어 이빨 (52, 72)이 서로 컨택하도록 적절한 거리만큼 간격된다.

[0047] 모터들 (41, 61)의 고정자들 (44, 64)은 개별 지지 샤프트들 (42, 62)과 로터들 (46, 66) 사이에 방사상으로 배치된다. 고정자들 (44, 64)은 개별 지지 샤프트들 (42, 62)에 고정되게 연결되어, 이는 케이싱 (20)에 고정되게 연결된다. 로터들 (46, 66)은 고정자들 (44, 64)의 바깥쪽으로 방사상으로 배치되어 개별 고정자들 (44, 64)를 둘러싼다. 따라서, 이 실시예에서 모터들 (41, 61)은 외전형(outer-rotor) 모터 디자인 (또는 외부-로터 모터 디자인)을 가지며, 이는 모터의 외측이 회전하고 모터의 중심이 정지상태인 것을 의미한다. 그에 반해서, 내전형(internal-rotor) 모터 디자인에서, 로터는 회전하는 중심 샤프트에 부착된다. 일 대표적인 실시예에서, 전기 모터들 (41, 61)은 다방향성 모터들이다. 즉, 어느 하나의 모터가 동작 요구에 의존하여 시계 또는 반-시계에 회전 모션을 생성하도록 동작할 수 있다. 더구나, 일 대표적인 실시예에서, 모터들 (41, 61)은 가변 속력, 가변 토크 모터들이고 로터의 속력 및 따라서 부착된 기어는 다양한 체적 흐름들 및 펌프 압력들을 생성하기 위해 변화될 수 있다.

[0048] 상기에서 논의된 바와 같이, 기어 본체들은 모터들 (41, 61)을 수용하는 원통형의 개구들 (51, 71)을 포함할 수 있다. 일 대표적인 실시예에서, 유동체 드라이버들 (40, 60)은 모터들 (41, 61)상에 기어들 (50, 70)을 지지하는데 있어서 모터들 (41, 61)을 기어들 (50, 70)에 결합하는데 도움이 되는 바깥쪽 지지 부재들 (48, 68) (도 5 참조)을 개별적으로 포함할 수 있다. 각각의 지지 부재들 (48, 68)은 예를 들어, 처음에 모터들 (41, 61)의 바깥쪽 케이싱 또는 원통형의 개구들 (51, 71)의 내부 표면에 부착되는 슬리브(sleeve)일 수 있다. 슬리브들은 끼어 맞춤(interference fit), 프레스 피트, 접착제, 스크류들, 볼트들, 웰딩(welding) 또는 납땜 방법, 또는 지지 부재들을 원통형의 개구들에 부착할 수 있는 다른 수단들을 이용함으로써 부착될 수 있다. 유사하게, 지지 부재들 (48, 68)을 이용하여 모터들 (41, 61)과 기어들 (50, 70) 사이에 최종 결합은 끼어 맞춤, 프레스 피트, 스크류들, 볼트들, 접착제, 웰딩 또는 납땜 방법, 또는 모터들을 지지 부재들에 부착하기 위한 다른 수단들을 이용하여 이루어질 수 있다. 슬리브들은 예를 들어, 상이한 물리적 사이즈들을 갖는 모터들 (41, 61)을 기어들 (50, 70)에 또는 반대로 부착하는 것을 용이하게 하기 위해 상이한 두께들을 가질 수 있다. 추가하여, 만약 모터 케이싱들 및 기어들이 예를 들어, 화학적으로 또는 다른 식으로 호환 가능하지 않은 재료들로 만들어지면, 슬리브들은 기어 조성물 및 모터 케이싱 조성물 둘 모두와 호환 가능한 재료로 만들어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 지지 부재들 (48, 68)은 희생 피스(sacrificial piece)로서 디자인될 수 있다. 즉, 지지 부재들 (48, 68)은 예를 들어, 과잉 응력(excessive stress)들, 온도, 또는 다른 원인들의 고장 때문에 기어들 (50, 70) 및 모터들 (41, 61)에 비교하여 먼저 고장나도록 디자인된다. 이는 고장의 이벤트시에 펌프 (10)의 보다 더 경제적인 수리를 허용한다. 일부 실시예들에서, 바깥쪽 지지 부재들 (48, 68)은 별개 부분이 아니라 기어들 (50, 70)의 원통형의 개구들 (51, 71)의 내부 표면의 일부 또는 모터들 (41, 61)에 대한 케이싱의 통합부분이다. 다른 실시예들

에서, 모터들 (41, 61)은 바깥쪽 지지 부재들 (48, 68)에 대한 요구 없이 그것들의 외부 표면들상에 기어들 (50, 70) (및 복수개의 제 1 기어 이빨 (52, 72))을 지지할 수 있다. 예를 들어, 모터 케이싱들은 끼어 맞춤, 프레스 피트, 스크류들, 볼트들, 접착제, 웰딩 또는 납땜 방법, 또는 원통형의 개구에 모터 케이싱을 부착하기 위한 다른 수단들을 이용함으로써 기어들 (50, 70)의 원통형의 개구 (51, 71)의 내부 표면에 직접 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 모터들 (41, 61)의 바깥쪽 케이싱들은 기어 이빨 (52, 72)의 형상화하기 위한 예를 들어, 기계가공(machine), 주조(cast), 또는 바깥쪽 케이싱을 형성화하는 다른 수단들일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 복수개의 기어 이빨 (52, 72)은 각각의 기어/로터 조합이 하나의 회전의 본체를 형성하도록 개별 로터들 (46, 66)과 통합될 수 있다.

[0049] 상기 설명된 대표적인 실시예들에서, 전기 모터들 (41, 61) 및 기어들 (50, 70)를 포함하는 유동체 드라이버들 (40, 60)이 단일 펌프 케이싱 (20)내에 통합된다. 본 발명의 외부 기어 펌프 (10)의 이 새로운 구성은 다양한 장점들을 제공하는 콤팩트한 디자인을 가능하게 한다. 첫번째, 상기에서 논의된 기어 펌프 실시예들에 의해 차지되는 공간 또는 풋프린트는 통상의 기어 펌프들에 비교되었을 때 필요한 컴포넌트들을 단일 펌프 케이싱내로 통합함으로써 상당히 축소된다. 추가하여, 펌프 시스템의 총 중량 또한 모터들 펌프에 연결하는 샤프트와 같은 불필요한 파트들 및 모터/기어 드라이버를 위한 별개의 마운팅들을 제거함으로써 축소된다. 더구나, 본 발명의 펌프 (10)는 콤팩트한 및 모듈식 디자인을 갖기 때문에, 그것은 심지어 통상의 기어 펌프들이 설치될 수 없는 위치들에 용이하게 설치될 수 있고 용이하게 교체될 수 있다. 펌프 동작의 상세한 설명이 다음에 제공된다.

[0050] 도 6 은 외부 기어 펌프 (10)의 일 대표적인 실시예의 대표적인 유동체 흐름 경로를 예시한다. 포트들 (22, 24), 및 복수개의 제 1 기어 이빨 (52) 및 복수개의 제 2 기어 이빨 (72) 사이에 컨택 영역 (78)은 실질적으로 단일 직선 경로를 따라서 정렬된다. 그러나, 포트들의 정렬은 이 대표적인 실시예에 제한되지 않고 및 다른 정렬들이 허용된다. 설명을 위한 목적을 위해, 기어 (50)는 모터 (41)에 의해 시계 방향으로(74) 회전가능하게 구동되고 기어 (70)는 모터 (61)에 의해 반-시계방향으로 (76) 회전가능하게 구동된다. 이 회전 구성으로, 포트 (22)는 기어 펌프 (10)의 입구 측 및 포트 (24)는 기어 펌프 (10)의 출구 측이다. 일부 대표적인 실시예들에서, 양쪽 기어들 (50, 70)은 별개로 제공된 모터들 (41, 61)에 의해 개별적으로 독립적으로 구동된다.

[0051] 도 6에 도시된 대로, 펌프되는 유동체는 화살표 (92)에 의해 도시된 바와 같이 포트 (22)에서 케이싱 (20)내로 끌어 당겨지고 화살표 (96)에 의해 도시된 바와 같이 포트 (24)에서 펌프 (10)를 빠져 나간다. 유동체의 펌핑은 기어 이빨 (52, 72)에 의해 성취된다. 기어 이빨 (52, 72)이 회전하면, 컨택 영역 (78)으로부터 회전하는 기어 이빨은 각각의 기어상에 인접한 이빨 사이에 이빨 간(inter-tooth) 체적들을 확대 형성한다. 이들 이빨간 체적들이 확대될 때, 각각의 기어상에 인접한 이빨사이에 공간들은 이 대표적인 실시예에서 포트 (22)인 입구 포트로부터의 유동체로 충전된다. 유동체는 그런다음 화살표들 (94 및 94')에 의해 도시된 바와 같이 케이싱 (20)의 내부 벽 (90)을 따라서 각각의 기어와 함께 이동되도록 강요된다. 즉, 기어 (50)의 이빨 (52)은 유동체가 경로 (94)를 따라서 흐르게 하고 기어 (70)의 이빨 (72)은 유동체가 경로 (94')를 따라서 흐르게 한다. 각각의 기어상의 기어 이빨 (52, 72)의 팁들과 케이싱 (20)의 대응하는 내부 벽 (90) 사이에 매우 작은 간극들이 이빨간 체적들에 유동체가 포획되도록 하고, 이는 유동체가 입구 포트를 향하여 거꾸로 누출되는 것을 방지한다. 기어 이빨 (52, 72)이 둘러서 컨택 영역 (78)으로 다시 회전할 때, 각각의 기어상의 인접한 이빨사이에서 이빨 간 체적들 수축이 형성되는데 다른 기어의 대응하는 이빨이 인접한 이빨 사이의 공간으로 들어오기 때문이다. 이빨 간 체적들 수축은 유동체가 인접한 이빨 사이의 공간을 빠져나가게 하고 흐름 화살표 (96)에 의해 도시된 바와 같이 포트 (24)를 통과하여 펌프 (10) 밖으로 흐르게 한다. 일부 실시예들에서, 모터들 (41, 61)은 양방향이고 및 모터들 (41, 61)의 회전은 역전될 수 있어서 펌프 (10)을 통과하는 유동체 흐름 방향을 거꾸로, 즉, 유동체가 포트 (24)로부터 포트 (22)로 흐른다.

[0052] 거꾸로흐름을 즉, 컨택 영역 (78)을 통과하여 출구 측으로부터 입구 측으로 유동체 누설을 방지하기 위해, 컨택 영역 (78)에 제 1 기어 (50)의 이빨과 제 2 기어 (70)의 이빨 사이의 컨택은 거꾸로흐름(backflow)에 대항하여 밀봉을 제공한다. 접촉력(contact force)은 실질적 밀봉을 제공하기에 충분한 정도로 크지만 그러나, 관련 기술 시스템들과 달리, 접촉력은 다른 기어를 상당히 구동시킬 정도로 그렇게 크지 않다. 관련 기술 드라이버-피동 시스템들에서, 드라이버 기어에 의해 인가된 힘은 피동 기어를 회전시킨다. 즉, 드라이버 기어는 기계적으로 피동 기어를 구동시키기 위해 피동 기어와 맞물린다 (또는 인터락(interlock)된다). 드라이버 기어로부터의 힘은 두개의 이빨사이의 인터페이스 지점에서 밀봉을 제공하지만, 이 힘은 밀봉에 필요한 것도 훨씬 더 큰데 이 힘은 회망하는 흐름 및 압력에서 유동체를 전송시키기 위해 피동 기어를 기계적으로 구동시킬 정도로 충분하여야 하기 때문이다. 이 큰 힘은 관련 기술 펌프들에서 이빨로부터 재료를 깎아내리게 한다. 이들 깎인 재료들은 유동체에 분산될 수 있고, 유압 시스템을 통과하여 이동, 및 중요한 동작 컴포넌트들, 예컨대 O-링들 및 베어링들을 손상

시킨다. 결과적으로, 전체 펌프 시스템이 고장날 수 있고 펌프의 동작을 중단할 수 있다. 펌프 동작의 이 고장 및 중단은 펌프를 수리하는데 상당한 다운시간으로 이어질 수 있다.

[0053] 펌프 (10'')의 대표적인 실시예들에서, 그러나, 펌프 (10)의 기어들 (50, 70)은 이빨 (52, 72)이 컨택 영역 (78)에서 밀봉을 형성할 때 임의의 상당한 정도로 다른 기어를 기계적으로 구동시키지 않는다. 대신에, 기어들 (50, 70)은 독립적으로 회전가능하게 구동되어 기어 이빨 (52, 72)은 서로에 대하여 갈지(grind) 않는다. 즉, 기어들 (50, 70)은 컨택을 제공하지만 서로에 대하여 갈지 않도록 동기식으로 구동된다. 구체적으로, 기어들 (50, 70)의 회전은 출구 포트 측으로부터 입구 포트 측으로 컨택 영역 (78)을 통과하여 유동체 누설이 실질적으로 배제되는 즉, 실질적 밀봉을 제공할 정도로 충분하게 기어 (50)의 이빨이 제 2 기어 (70)의 이빨을 컨택 영역 (78)에서 컨택하도록 적절한 회전율에서 동기화된다. 그러나, 상기에서 논의된 드라이버-피동 구성들과 달리, 두개의 기어들사이의 접촉력은 하나의 기어가 임의의 상당한 정도로 다른 기어를 기계적으로 구동시키기에는 불충분하다. 모터들 (41, 61)의 정밀한 제어가 기어 위치들이 동작동안에 서로에 대하여 동기화를 유지하는 것을 보장할 것이다.

[0054] 일부 실시예들에서, 기어들 (50, 70)의 회전은 적어도 99% 동기화되고, 100% 동기화된 것은 양쪽 기어들 (50, 70)이 동일한 rpm에서 회전되는 것을 의미한다. 그러나, 두개의 기어들 (50, 70)의 기어 이빨 사이에서 컨택을 통하여 실질적 밀봉이 제공되는 한 동기화 퍼센티지는 변화될 수 있다. 대표적인 실시예들에서, 동기화율은 기어 이빨 (52)과 기어 이빨 (72) 사이의 간극 관계에 기초하여 95.0% 내지 100%의 범위에 있을 수 있다. 다른 대표적인 실시예들에서, 동기화율은 기어 이빨 (52)과 기어 이빨 (72)사이의 간극 관계에 기초하여 99.0% 내지 100%의 범위에 있고, 또 다른 대표적인 실시예들에서, 동기화율은 기어 이빨 (52)과 기어 이빨 (72) 사이의 간극 관계에 기초하여 99.5% 내지 100%의 범위에 있다. 다시, 모터들 (41, 61)의 정밀한 제어가 기어가 위치들이 동작동안에 서로에 대하여 동기화를 유지하는 것을 보장할 것이다. 기어들 (50, 70)을 적절하게 동기화함으로써, 기어 이빨 (52, 72)은 실질적 밀봉, 예를 들어, 5% 이하의 범위에 슬립 계수를 갖는 거꾸로흐름 또는 누설율을 제공할 수 있다. 예를 들어, 약 120 deg. F에서 전형적인 유압 유동체에 대하여, 슬립 계수 (slip coefficient)는 3000 psi 내지 5000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 5%이하, 2000 psi 내지 3000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 3%이하, 1000 psi 내지 2000 psi의 범위내 펌프 압력들에 대하여 2%이하, 및 1000 psi까지의 범위내 펌프 압력들에 대하여 1%이하 일 수 있다. 물론, 펌프 유형에 의존하여, 동기화된 컨택은 유동체를 펌핑하는데 도움을 준다. 예를 들어, 어떤 내부-기어 게로토르(georotor) 디자인들에서, 두개의 유동체 드라이버들사이의 동기화된 컨택은 또한 대향하는 기어들의 이빨 사이에서 포획되는 유동체를 펌핑하는데 도움을 준다. 일부 대표적인 실시예들에서, 기어들 (50, 70)은 모터들 (41, 61)을 적절하게 동기화함으로써 동기화된다. 다수의 모터들의 동기화가 관련 기술에 알려져있어서 상세한 설명은 본 출원에서 생략된다.

[0055] 일 대표적인 실시예에서, 기어들 (50, 70)의 동기화는 기어 (50)의 이빨과 기어 (70)의 이빨 사이에 한쪽측면(one-sided) 컨택을 제공한다. 도 6a는 컨택 영역 (78)내 두개의 기어들 (50, 70)사이의 이 한쪽 측면 컨택을 예시하는 단면도를 도시한다. 예시적인 목적을 위해, 기어 (50)는 시계 방향으로(74) 회전가능하게 구동되고 기어 (70)는 기어 (50)와 독립적으로 반-시계방향으로 (76) 회전가능하게 구동된다. 더구나, 기어 (70)는 일초의 일부, 예를 들어 0.01 초/회전만큼 기어 (50)보다 더 빠르게 회전 가능하게 구동된다. 기어 (50) 및 기어 (70) 사이에 요구되는 이 회전 속력 차이는 두개의 기어들 (50, 70)사이의 한쪽 측면 컨택을 가능하게 하여, 이는 두개의 기어들 (50, 70)의 기어 이빨사이의 실질적 밀봉을 제공하여 상기에서 설명된 것 처럼 입구 포트와 출구 포트 사이를 밀봉한다. 따라서, 도 6a에 도시된 바와 같이, 기어 (70) 상의 이빨 (142)은 컨택 지점 (152)에서 기어 (50)상의 이빨 (144)을 컨택한다. 만약 회전 방향 (74, 76)에서 앞을 마주하는 기어 이빨의 걸면(face)이 프론트 사이드(front side) (F)로 정의되면, 이빨 (142)의 프론트 사이드 (F)는 컨택 지점 (152)에서 이빨 (144)의 리어 사이드(rear side)(R)을 컨택한다. 그러나, 기어 이빨 치수는 이빨 (144)의 프론트 사이드 (F)는 기어 (70)상의 이빨 (142)에 인접한 이빨인 이빨 (146)의 리어 사이드 (R)과 접촉하지 않게 된다(즉, 이격된). 따라서, 기어 이빨 (52, 72)은 기어들 (50, 70)이 구동될 때 컨택 영역 (78)내 한쪽 측면 컨택이 있도록 디자인된다. 이빨 (142) 및 이빨 (144)은 기어들 (50, 70)이 회전할 때 컨택 영역 (78)으로부터 멀리 이동하기 때문에, 이빨 (142) 및 (144)사이에서 형성된 한쪽 측면 컨택은 페이즈 아웃(phase out)된다. 두개의 기어들 (50, 70)사이에서 필요한 회전 속력 차이가 있는한, 이 한쪽 측면 컨택은 기어 (50)상이 이빨과 기어 (70)상의 이빨 사이에서 간헐적으로 형성된다. 그러나, 기어들 (50, 70)이 회전할 때, 개별 기어들상의 다음 두개의 뒤따르는 이빨은 다음 한쪽 측면 컨택을 형성하기 때문에 항상 컨택이 있고 컨택 영역 (78)내 거꾸로흐름 경로는 실질적으로 밀봉된 채로 유지된다. 즉, 한쪽 측면 컨택(one-sided contact)은 포트들 (22 및 24) 사이에서 밀봉을 제공하여 펌프 입구로부터 펌프 출구로 운반되는 유동체는 컨택 영역 (78)을 통과하여 펌프 입구로 다시 흐르는

것이 방지된다 (또는 실질적으로 방지된다).

[0056] 도 6a에서, 이빨 (142)과 이빨 (144)사이의 한쪽 측면 컨택은 특정 지점에서, 즉 컨택 지점 (152)에 있는 것으로 도시된다. 그러나, 대표적인 실시예들에 기어 이빨간의 한쪽 측면 컨택은 특정 지점에 컨택에 제한되지 않는다. 예를 들어, 한쪽 측면 컨택은 이빨 (142)과 이빨 (144) 사이의 컨택 라인을 따라서 또는 복수개의 지점들에서 발생할 수 있다. 다른 예를 위하여, 한쪽 측면 컨택은 두개의 기어 이빨의 표면적들간에 발생할 수 있다. 따라서, 밀봉 영역은 한쪽 측면 컨택 동안에 이빨 (142)의 표면상에 면적이 이빨 (144)의 표면상의 면적과 접촉할 때 형성될 수 있다. 각각의 기어 (50, 70)의 기어 이빨 (52, 72)은 두개의 기어 이빨 사이의 한쪽 측면 컨택을 달성하기 위해서 이빨 프로파일 (또는 곡률)을 갖도록 구성될 수 있다. 이런 식으로, 본 발명에서 한쪽 측면 컨택은 지점 또는 지점들에서, 라인을 따라서, 또는 표면적들 상에서 발생할 수 있다. 따라서, 상기에서 논의된 컨택 지점 (152)은 컨택의 일부 위치 (또는 위치들)로서 제공될 수 있고, 단일 컨택 지점에 제한되지 않는다.

[0057] 일부 대표적인 실시예들에서, 개별 기어들 (50, 70)의 이빨은 컨택 영역 (78)내 이빨 사이에서 과잉 유동체 압력을 포획하지 않도록 디자인된다. 도 6a에 예시된 것처럼, 유동체 (160)는 이빨 (142),(144),(146)사이에서 포획될 수 있다. 포획된 유동체 (160)은 펌프 입구와 펌프 출구 사이에서 밀봉 효과를 제공하지만, 과잉 압력이 기어들 (50, 70)이 회전할 때 축적될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 기어 이빨 프로파일은 작은 간극 (또는 갭) (154)이 가압된 유동체를 배출 하기 위해 기어 이빨 (144,146)사이에서 제공되도록 된다. 이런 디자인은 밀봉 효과를 보장하고 한편 과잉 압력이 빌드업 되지 않는 것을 보장한다. 물론, 컨택의 지점, 라인 또는 면적은 하나의 이빨 겉면의 측이 다른 이빨 겉면 측을 컨택하는 것에 제한되지 않는다. 유동체 변위 부재의 유형에 의존하여, 동기화된 컨택은 제 1 유동체 변위 부재상에 적어도 하나의 돌기(예를 들어, 범프, 확장자, 볼록한 것, 돌출부, 다른 유사한 구조 또는 그것의 조합들)의 임의의 표면과 제 2 유동체 변위 부재상에 적어도 하나의 돌기(예를 들어, 범프, 확장자, 볼록한 것, 돌출부, 다른 유사한 구조 또는 그것의 조합들) 또는 움푹 들어간(예를 들어, 공동, 만입부, 보이드 또는 유사한 구조)의 임의의 표면 사이에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 유동체 변위 부재들은 접촉력이 더 큰 양의 밀봉 영역을 제공하도록 탄력성 있는 재료, 예를 들어, 고무, 탄성중합체 재료, 또는 다른 탄력성 있는 재료로 만들어 질 수 있거나 또는 포함할 수 있다. 유압 펌프 (10'') 및 다른 구동-구동 펌프 구성들의 추가 세부사항들은 본 발명자에 의한 2015 년 3월 2일에 출원된 국제 출원 No. PCT/US2015/018342 및 2015년 3월 3일에 출원된 U.S. 특허 출원번호 14/637,064에서 찾아볼 수 있고 이들은 참조로서 본 출원에 통합된다.

[0058] 다시 도 1을 참조하여, 일부 실시예들에서, 펌프 (10)는 유압 시스템 (1)에 펌프 (10') (도 3 참조) 또는 펌프 (10'') (도 4 참조)로 대체될 수 있다. 더구나, 다른 실시예들에서, 단일 펌프 (10, 10', 10'') 대신에, 복수개의 펌프들 (10, 10', 10'') (또는 임의의 조합)이 유압 시스템 (1)의 동작 요구에 의존하여 활용될 수 있다. 상기에서 논의된 바와 같이, 복수개의 펌프들은 예를 들어, 직렬-연결 또는 병렬-연결을 가질 수 있다.

[0059] 다른 실시예들에서, 하나 이상의 펌프들 (10'')은 펌프 (10'') (또는 펌프 (10'')의 케이싱 (20))에 내부에 배치된 제어 밸브 어셈블리 (2010, 2110)를 가질 수 있다. 예를 들어, 도면들 1 및 5에 관련하여, 제어 밸브 어셈블리 (2010)은 케이싱 (20)에 내부에 그리고 포트 (22) 근처에 배치될 수 있고, 제어 밸브 어셈블리 (2110)는 케이싱 (20)에 내부에 그리고 포트 (24) 근처에 배치될 수 있다. 이 구성에서, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)가 펌프 (10'')에 근접하게 배치된 때, 제어 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)의 제어 민감성이 개선될 수 있다. 더구나, 펌프 (10'')의 케이싱 (20)의 안쪽에 밸브 어셈블리들 (2010, 2110)이 포함되어, 유압 시스템 (1)의 콤팩트한 디자인이 달성될 수 있다. 제어 유닛 (266)/구동 유닛 (2022)은 각각의 펌프들 또는 펌프/밸브 어셈블리로부터 압력 및/또는 흐름을 모니터링할 수 있고, 상기에서 논의된 바와 같이 펌프하는 또는 펌프/밸브 어셈블리에 대하여 희망하는 압력/흐름으로 각각의 펌프 또는 펌프/밸브 어셈블리를 제어할 수 있다.

[0060] 추가하여, 비록 원동기가 유동체 변위 부재 안쪽에 배치된 실시예들이 두개의-유동체 드라이버 구성으로 설명되었지만, 당해 기술분야의 통상의 기술자들은 원동기가 단일 유동체 드라이버 구성내 유동체 변위 부재 내부에 배치될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 도 1의 시스템에서, 원동기 (11)는 유동체 변위 어셈블리 (12)의 통합부일 수 있고, 즉, 원동기 (11)는 예를 들어, 유동체 변위 어셈블리 (12)의 유동체 변위 부재 내에 배치된 전기 모터일 수 있다. 예를 들어, 도 3의 기어 펌프에서, 모터 (2042)는 기어 어셈블리 (2040)의 통합부일 수 있다.

[0061] 비록 상기의 구동-구동 및 드라이버-피동 실시예들이 기어 이빨을 갖는 스퍼 기어들 및 원동기들로서 전기 모터들을 갖는 외부 기어 펌프 배열에 대하여 설명되었지만, 당해 기술분야의 통상의 기술자들은 이하에 설명되는 개념들, 기능들, 및 특징들은 다른 기어 구성들 (헬리컬 기어들, 헤링본(herringbone) 기어들, 또는 유동체를

구동하기 위해 적응될 수 있는 다른 기어 이빨 구성들)을 갖는 외부 기어 펌프들, 다양한 기어 구성들을 갖는 내부 기어 펌프들, 두개이상의 원동기들을 갖는 펌프들, 전기 모터들외에 원동기들, 예를 들어, 유압 모터들 또는 다른 유동체-피동 모터들, 인터-연소, 가스 또는 다른 유형의 엔진들 또는 유동체 변위 부재를 구동시킬 수 있는 다른 유사한 디바이스들, 및 기어 이빨을 갖는 외부 기어 외에 유동체 변위 부재들, 예를 들어, 이빨을 갖는 내부 기어, 돌기들 (예를 들어, 범프들, 확장자들, 볼록한 것, 돌출부들, 다른 유사한 구조들 또는 그것의 조합들)를 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 다른 유사한 컴포넌트), 움푹 들어간 것들 (예를 들어, 공동들, 만입부들, 보이드들 또는 다른 유사한 구조들)를 갖는 허브 (예를 들어, 디스크, 실린더, 또는 다른 유사한 컴포넌트), 로브들을 갖는 기어 본체, 또는 구동될 때 유동체를 변위시킬 수 있는 다른 유사한 구조들에 쉽게 적응될 것이라는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 간결함을 위하여, 다양한 펌프 구성들의 상세한 설명은 생략된다. 추가하여, 당해 기술분야의 통상의 기술자들은 펌프의 유형에 의존하여, 동기화 컨택 (구동-구동) 또는 맞물림(meshing)(드라이버-피동)이 역 흐름 경로 밀봉에 추가하여 또는 그것에 대신하여 유동체의 펌핑에 도움을 줄 수 있다는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 어떤 내부-기어 게로토르(gerotor) 구성들에서, 두개의 유동체 변위 부재들사이의 동기화된 컨택 또는 맞물림은 또한 대향하는 기어들의 이빨 사이에서 포획되는 유동체를 펌핑하는데 도움을 준다. 더구나, 상기의 실시예들은 외부 기어 구성을 갖는 유동체 변위 부재들이지만, 당해 기술분야의 통상의 기술자들은, 유동체 변위 부재의 유형에 의존하여, 동기화된 컨택 또는 맞물림은 측면-겉면(side-face) 대 측면-겉면 컨택에 제한되지 않고 하나의 유동체 변위 부재 상에 적어도 하나의 돌기 (예를 들어, 범프, 확장자, 볼록한 것, 돌출부, 다른 유사한 구조, 또는 그것의 조합들)의 임의 표면과 다른 유동체 변위 부재상의 적어도 하나의 돌기(예를 들어, 범프들, 확장자, 볼록한 것, 돌출부, 다른 유사한 구조, 또는 그것의 조합들) 또는 움푹 들어간 것 (예를 들어, 공동, 만입부, 보이드 또는 다른 유사한 구조)의 임의의 표면사이에 있을 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0062] 유동체 변위 부재들, 예를 들어, 상기 실시예들에 기어들은 전체가 금속 재료 또는 비금속 재료 중 임의의 하나로 만들어질 수 있다. 금속 재료는 스틸, 스테인리스 스틸, 양극처리된(anodized) 알루미늄, 알루미늄, 티타늄, 마그네슘, 황동, 및 그것들의 개별 합금들을 포함할 수 있지만, 그에 제한되지 않는다. 비금속 재료는 세라믹, 플라스틱, 합성물, 탄소 파이버, 및 나노-합성물 재료를 포함할 수 있지만 그에 제한되지 않는다. 금속 재료는 예를 들어 높은 압력을 견딜 수 있는 강건성을 요구하는 펌프에 대하여 사용될 수 있다. 그러나, 낮은 압력 애플리케이션에 사용되는 펌프에 대하여, 비금속 재료가 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 유동체 변위 부재들은 예를 들어, 추가로 밀봉 영역을 강화하기 위해서 탄력성 있는 재료, 예를 들어, 고무, 탄성중합체의 재료로 만들어질 수 있다.

[0063] 대안적으로, 유동체 변위 부재, 예를 들어, 상기 실시예들에 기어들은, 상이한 재료들의 조합으로 만들어질 수 있다. 예를 들어, 본체는 알루미늄으로 만들어질 수 있고 및 다른 유동체 변위 부재와 컨택을 이루는 부분, 예를 들어, 상기의 대표적인 실시예들에서 기어 이빨은 높은 압력을 견디기 위해 강건성을 요구하는 펌프에 대하여 스틸로, 낮은 압력 애플리케이션을 위한 펌프에 대하여 플라스틱, 탄성중합체 재료, 또는 애플리케이션의 유형에 기초하여 다른 적절한 재료로 만들어 질 수 있다.

[0064] 유동체 전달 시스템의 대표적인 실시예들은 여러 가지 유동체들을 변위시킬 수 있다. 예를 들어, 펌프들은 유압 유동체, 엔진 오일, 원유, 혈액, 액체 약 (시럽), 페인트, 잉크, 수지들, 접착제들, 용융된 열가소성 수지들, 역청(bitumen), 피치, 당밀(molasses), 용융된 초콜릿, 물, 아세톤, 벤젠, 메탄올, 또는 다른 유동체를 펌프하도록 구성될 수 있다. 펌프될 수 있는 유동체의 유형에 의해 알 수 있는 것처럼, 펌프의 대표적인 실시예들은 여러 가지 애플리케이션들 예컨대 대형 및 산업용 기계들, 화학 산업, 음식 산업, 의료 산업, 커머셜 애플리케이션들, 주거용의 애플리케이션들, 또는 펌프들을 사용하는 다른 산업에 사용될 수 있다. 요인들 예컨대 유동체의 점도, 애플리케이션에 대한 희망하는 압력들 및 흐름, 유동체 변위 부재의 구성, 모터들의 사이즈 및 파워, 물리적 공간 고찰, 펌프의 중량, 또는 펌프 구성에 영향을 미치는 다른 요인들이 펌프 배열에 역할을 할 것이다. 애플리케이션의 유형에 의존하여, 상기에서 논의된 유동체 전달 시스템의 대표적인 실시예들은 예를 들어, 1 내지 5000 rpm의 전체 범위에 해당하는 동작 범위들을 가질 수 있다는 것을 고려한다. 물론, 이 범위는 제한적인 것이 아니고 다른 범위들이 가능하다.

[0065] 펌프 동작 속력은 요인들 예컨대 유동체의 점도, 원동기 용량(예를 들어, 전기 모터, 유압 모터 또는 다른 유동체-구동 모터, 내부-연소, 가스 또는 다른 유형의 엔진 또는 유동체 변위 부재를 구동시킬 수 있는 다른 유사한 디바이스의 용량), 유동체 변위 부재 치수 (예를 들어, 기어, 돌기들을 갖는 허브(hub), 움푹 들어간 것들을 갖는 허브, 또는 구동될 때 유동체를 변위시킬 수 있는 다른 유사한 구조들의 치수), 희망하는 유량, 희망하는 동작 압력, 및 펌프 베어링 부하를 고려함으로써 결정될 수 있다. 대표적인 실시예들에서, 예를 들어, 전형적인

산업용 유압 시스템 애플리케이션들에 관한 애플리케이션들에서, 펌프의 동작 속력은 예를 들어, 300 rpm 내지 900 rpm의 범위에 있을 수 있다. 추가하여, 동작 범위는 또한 펌프의 의도된 용도에 의존하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 상기의 유압 펌프 예제에서, 1-300 rpm의 범위내에서 동작하도록 구성된 펌프는 유압 시스템에서 요구될 때 보충 흐름을 제공하는 예비 펌프로서 선택될 수 있다. 300-600 rpm의 범위에서 동작하도록 구성된 펌프는 유압 시스템에 연속 동작을 위해 선택될 수 있지만, 한편 600-900 rpm의 범위에서 동작하도록 구성된 펌프는 피크 흐름 동작을 위해 선택될 수 있다. 물론, 단일의, 일반 펌프는 전체 세개의 동작 유형들을 제공하도록 구성될 수 있다.

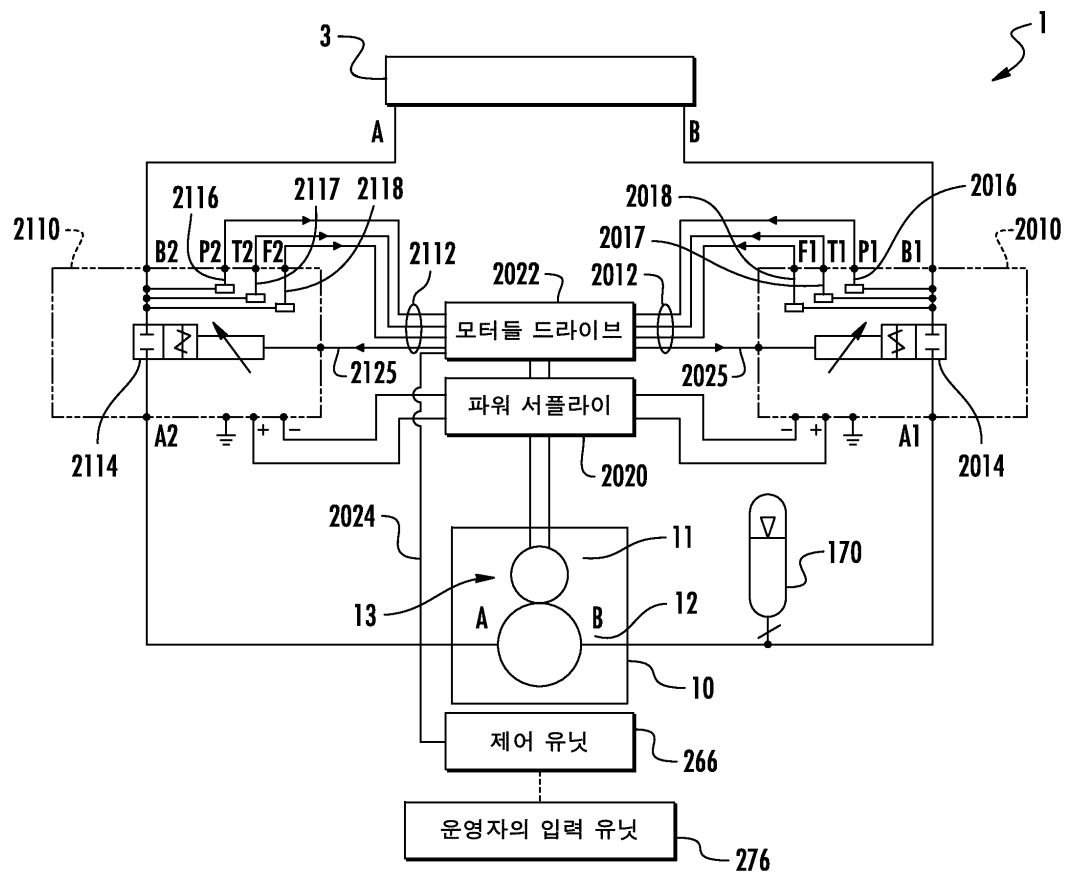
[0066] 대표적인 실시예들의 애플리케이션들은 리치 스택커(reach stackers), 휠 로더(wheel loaders), 지게차, 광업, 항공 작업 플랫폼들, 폐기물 처리, 농업, 트럭 크레인, 건설, 임업, 및 기계 샵 산업을 포함할 수 있지만 이것에 한정되지는 않는다. 소형(light size) 산업들로서 분류되는 애플리케이션들에 대하여, 상기에서 논의된 펌프의 대표적인 실시예들은 예를 들어 1500 psi 내지 3000 psi의 범위내 압력들로 $2 \text{ cm}^3/\text{rev}$ (회전당 입방 센티미터) 내지 $150 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 을 변위시킬 수 있다. 효율 및 슬립 계수를 정의하는 기어 이빨과 기어 하우징 사이의 유동체 갭, 즉, 허용 오차는 이들 펌프들에서 예를 들어 +0.00 -0.05mm 범위내 있을 수 있다. 중형(medium size) 산업들로 분류되는 애플리케이션들에 대하여, 상기에서 논의된 펌프의 대표적인 실시예들은 예를 들어 +0.00 -0.07mm의 범위내 유동체 갭 및 3000 psi 내지 5000 psi의 범위내 압력으로 $150 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 내지 $300 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 을 변위시킬 수 있다. 대형(heavy size) 산업들로 분류되는 애플리케이션들에 대하여, 상기에서 논의된 펌프의 대표적인 실시예들은 예를 들어 +0.00 -0.0125 mm의 범위내 유동체 갭 및 3000 psi 내지 12,000 psi의 범위내 압력으로 $300 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 내지 $600 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 을 변위시킬 수 있다.

[0067] 추가하여, 유동체 변위 부재들의 치수는 펌프의 애플리케이션에 의존하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 기어들이 유동체 변위 부재들로서 사용될 때, 기어들의 원형 피치(pitch)는 광범위한 산업용 애플리케이션들에서 1 mm (예를 들어, 나일론의 나노-합성물 재료) 미만으로부터 수 미터까지의 범위에 이를 수 있다. 기어들의 두께는 애플리케이션에 대하여 희망하는 압력들 및 흐름들에 의존할 것이다.

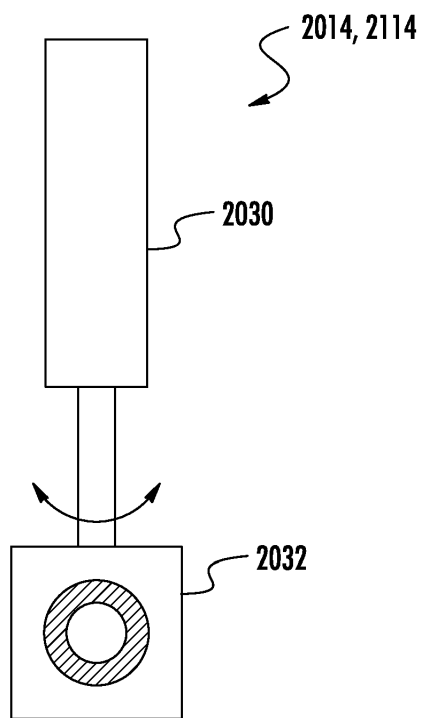
[0068] 본 발명은 임의의 실시예들을 참고로 하여 개시되었지만, 첨부된 청구항들에 정의된 본 발명의 범위 및 영역으로부터 벗어나지 않고서 설명된 실시예들에 많은 수정예들, 변경들, 및 변화들이 가능하다. 따라서, 본 발명은 설명된 실시예들에 제한되지 않고, 그것은 이하의 청구항들, 및 그것의 등가물들의 언어에 의해 정의된 전체 범위를 갖도록 의도된다.

도면

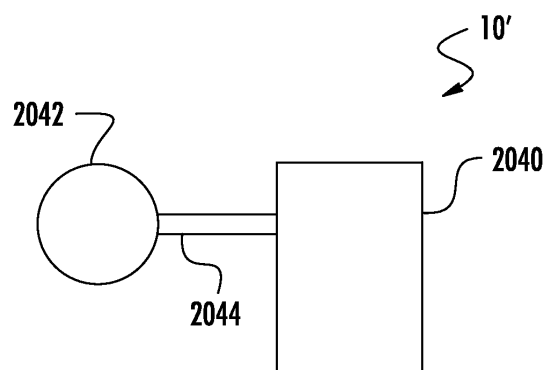
도면1



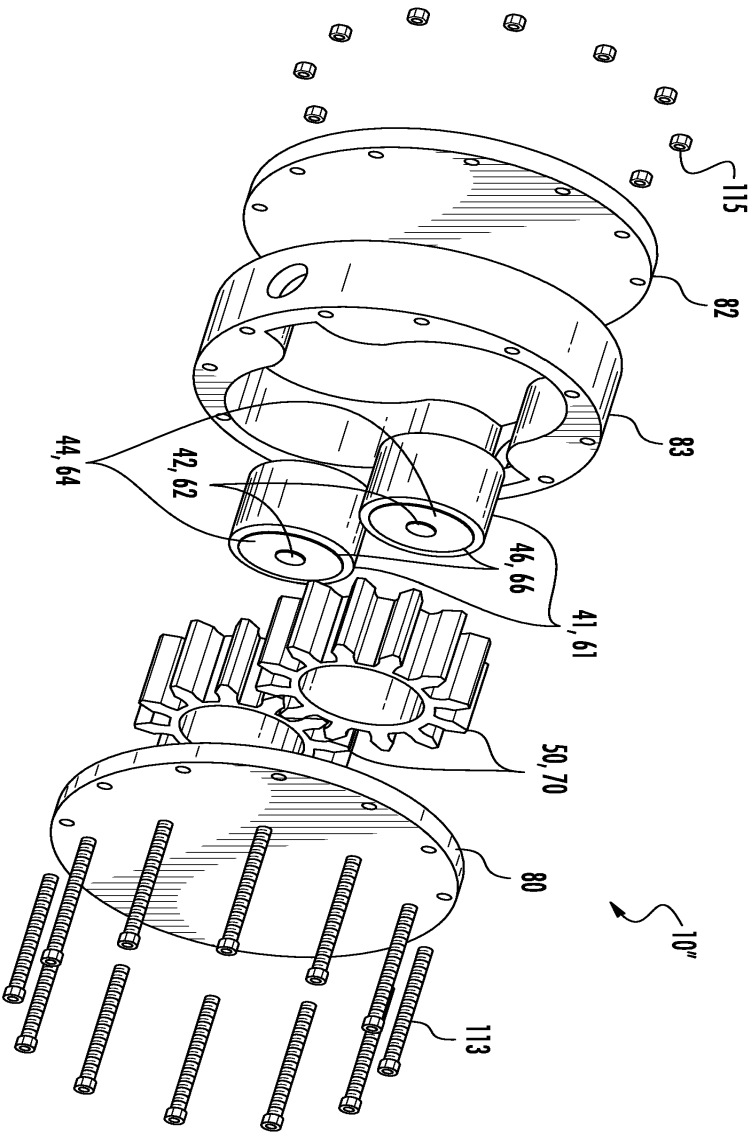
도면2



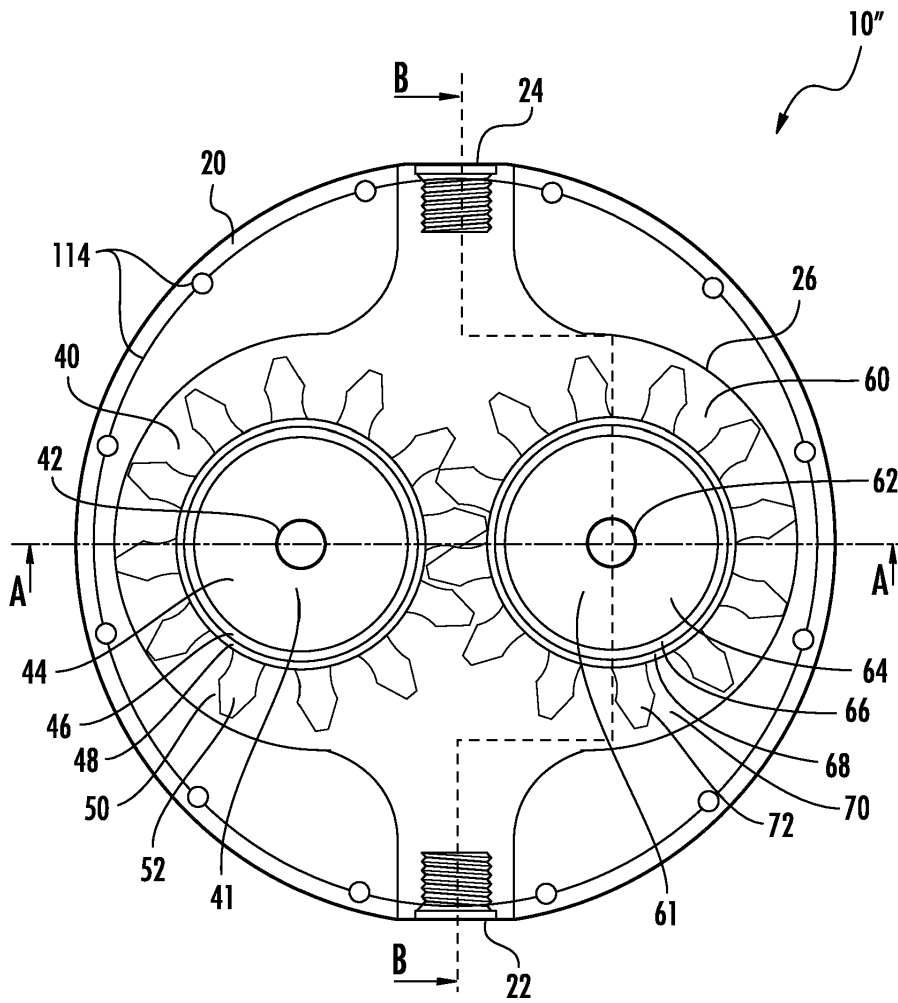
도면3



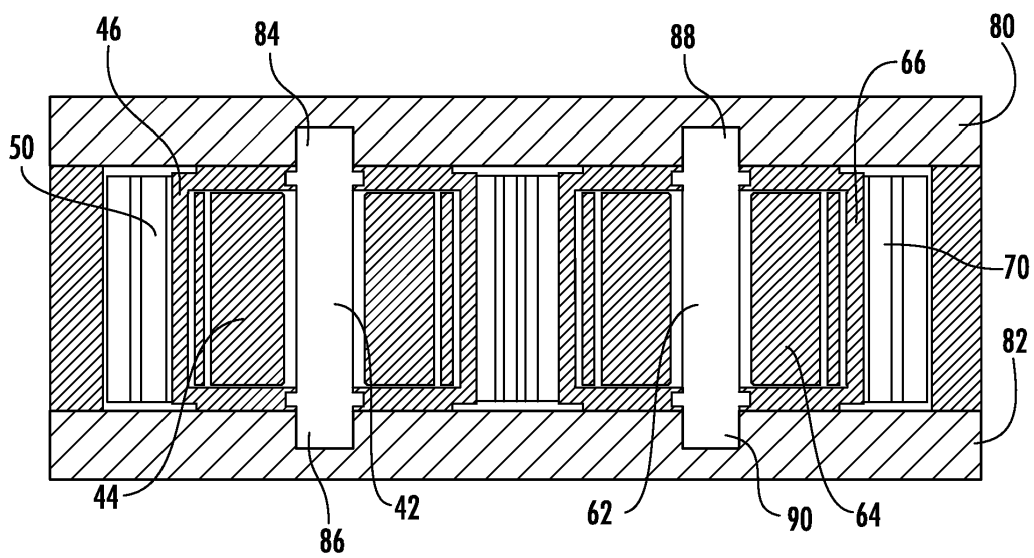
도면4



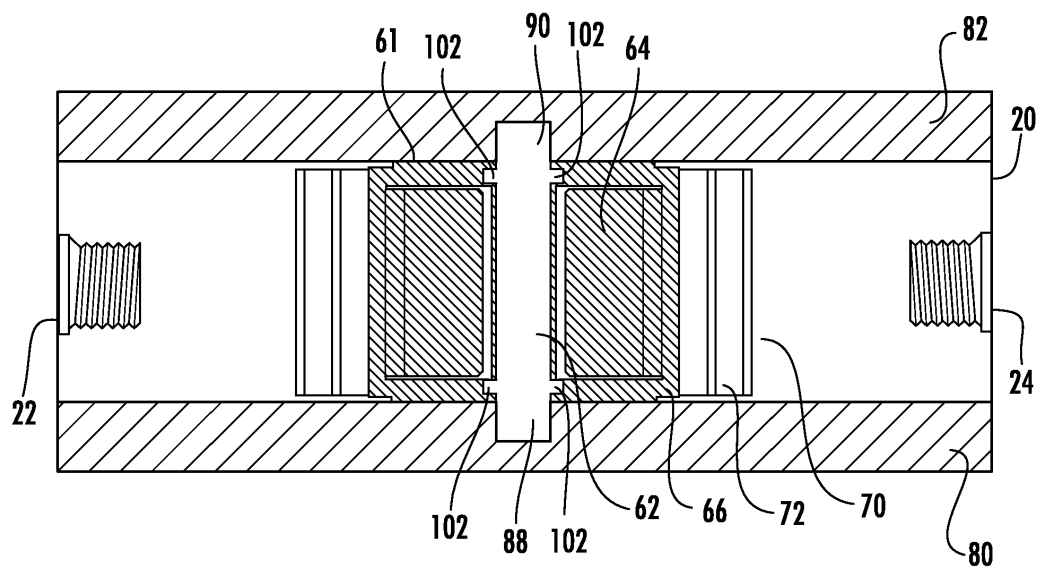
도면5



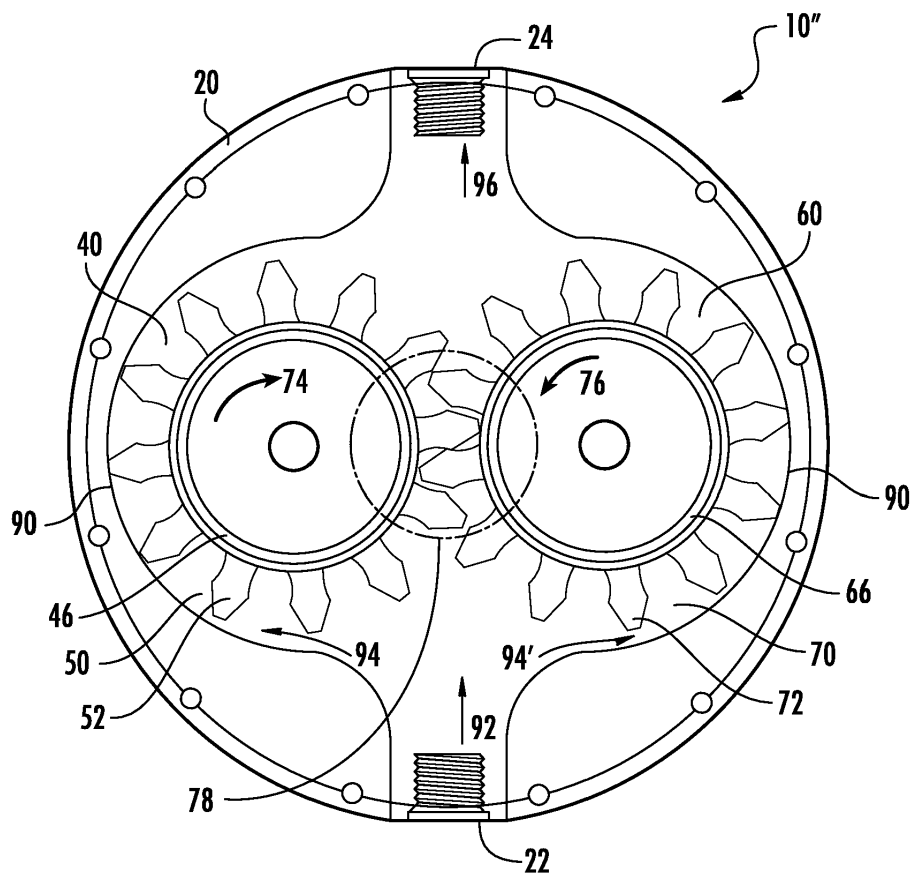
도면5a



도면5b



도면6



도면6a

