



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월12일
(11) 등록번호 10-1440182
(24) 등록일자 2014년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 1/06 (2006.01) F04B 7/00 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01) F04B 53/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7024234
(22) 출원일자(국제) 2011년02월23일
심사청구일자 2011년10월14일
(85) 번역문제출일자 2011년10월14일
(65) 공개번호 10-2012-0018289
(43) 공개일자 2012년03월02일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2011/050354
(87) 국제공개번호 WO 2011/104543
국제공개일자 2011년09월01일
(30) 우선권주장
1003000.5 2010년02월23일 영국(GB)
(56) 선행기술조사문헌
GB2459520 A
KR100273463 B1
JP2007534886 A
EP01319836 A2

(73) 특허권자
아르테미스 인텔리전트 파워 리미티드
영국 이에이치20 9티비 론헤드 로디언 에지필드
인더스트리얼 에스테이트 유닛 3
(72) 발명자
샬터 스티븐 휴
영국 이에이치9 2디티 에딘버러 블랙포드 로드 27
람펜 윌리엄 휴 살빈
영국 이에이치10 5에이엔 에딘버러 머치스톤 크레
센트 1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 안국찬

전체 청구항 수 : 총 13 항

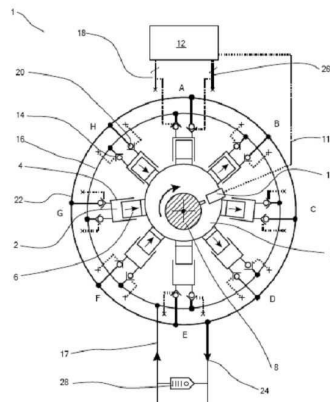
심사관 : 김상배

(54) 발명의 명칭 유체 작동 기계 및 유체 작동 기계의 작동 방법

(57) 요약

본 발명은, 유체 작동 기계의 작동 방법에 관한 것으로, 각 사이클마다 변위되는 작동 유체의 체적은 선택 가능하며, 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적은 작동 챔버의 적합성을 고려하여 유체를 변위시킨다. 다른 양상들에서 본 발명은, 이러한 유체 작동 기계를 포함하는 재생 에너지 장치와 같은 동력 흡수 구조체에 관한 것이다. 본 발명은 유체 작동 기계 및 동력 흡수 구조체가 더욱 연장된 수명으로 작동할 수 있게 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

필딩 마이클 리차드

영국 이에이치49 7디와이 린리스크 유니온 로드 3

캘드웰 니콜 제임스

영국 이에이치15 2엔에이치 에딘버러 브런스테인
로드 사우스 21

레이드 스티븐 마이클

영국 이에이치10 4엘와이 에딘버러 몬트필리어 4에
프2 25

줄리 피에르 로버트

영국 에이이치9 1제이쥬 에딘버러 워렌더 파크 테
라스 1에프2 18

특허청구의 범위

청구항 1

주기적으로 변화하는 체적을 가지는 복수의 작동 챔버를 포함하고, 각각의 작동 챔버는 작동 챔버 체적의 각 사이클에 대해 선택하는 것이 가능한 작동 유체의 체적을 변위시키도록 작동할 수 있는 유체 작동 기계의 작동 방법으로서, 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하기 위해 작동 챔버 체적의 각 사이클 동안 하나 이상의 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하는 단계를 포함하는 유체 작동 기계의 작동 방법에 있어서,

유체를 변위시켜 작동 기능을 수행하기 위해 제1 작동 챔버의 적합성을 고려하여 작동 챔버 체적의 사이클 동안 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하며,

상기 적합성은 하나 이상의 작동 챔버의 과거 사용량에 의해 결정되거나, 유체 가압된 작동 챔버에 의해 상기 유체 작동 기계의 회전 샤프트에 인가된 순 힘을 측정 또는 예측함으로써 결정되거나, 상기 유체 작동 기계의 영향을 받는 기계적 구성요소의 운동을 측정하거나 예측하여 그에 따라 결정되는, 유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

유체 작동 기계는, 제어기 및 각각의 작동 챔버와 연관되며 각각의 작동 챔버와 저압 매니폴드 및 고압 매니폴드의 연결을 조절하는 적어도 하나의 밸브를 포함하며, 각각의 작동 챔버와 연관된 적어도 하나의 밸브는 제어기의 능동 제어 하에서 전자 제어 가능하여 작동 챔버 체적의 사이클 동안 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하며, 이 때 제어기는 요구량 신호를 수신하고 작동 챔버 체적의 사이클에 위상 관계로 상기 전자 제어식 밸브를 능동 제어하여, 수신된 요구량 신호에 따라, 작동 챔버 체적의 각 사이클에서 작동 챔버 중 하나 이상에 의한 유체의 변위를 선택하는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

작동 챔버 체적의 개별 사이클 동안 제1 작동 챔버에 의해 변위된 유체의 양은, 부적합할 때보다 적합할 때에 더 큰

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

적어도 하나의 제2 작동 챔버의 상대 적합성을 또한 고려하여 유체를 변위시켜 작동 기능을 수행하는 단계를 포함하는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

작동 챔버 체적의 개별 사이클 동안 제1 작동 챔버에 의해 변위된 유체의 양은, 상기 제2 작동 챔버가 제1 작동 챔버보다 상대적으로 더욱 적합한 경우보다 더 큰

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

작동 챔버 체적의 각 사이클 시에 각각의 작동 챔버는 작동 챔버가 작동 유체의 순 변위를 생성하는 활성 사이클 또는 작동 챔버가 작동 유체의 순 변위를 생성하지 않는 유힬 사이클을 수행하도록 작동 가능하며, 이 때 적어도 일부 경우에, 제1 작동 챔버는 제2 작동 챔버의 부적합성의 결과로 유힬 사이클 대신 활성 사이클을 수행하는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

작동 챔버 체적의 각 사이클 시에 각각의 작동 챔버는 작동 챔버가 작동 유체의 순 변위를 생성하는 활성 사이클 또는 작동 챔버가 작동 유체의 순 변위를 생성하지 않는 유힬 사이클을 수행하도록 작동 가능하며, 이 때 적어도 일부 경우에, 제1 작동 챔버는 제2 작동 챔버보다 더 큰 적합성을 가지는 결과로서 유힬 사이클 대신 활성 사이클을 수행하는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 8

제4항에 있어서,

수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하기 위해, 상기 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 선택된 체적을 고려하여 상기 적어도 하나의 제2 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적이 선택되는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 9

제4항에 있어서,

제1 작동 챔버의 체적 사이클은 제2 작동 챔버의 체적 사이클보다 더 빠르거나 더 느리게 위상 조절되는

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제1항에 있어서,

수신된 요구량 신호가 나타내는 요구량이 충분히 낮으면, 작동 기능을 수행하는데 이용 가능한 작동 챔버 중 적어도 하나에 의해 변위되는 유체의 선택된 체적이 작동 챔버 체적의 적어도 일부 사이클에서 0인

유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 14

주기적으로 변화하는 체적을 갖는 복수의 작동 챔버를 포함하고 각각의 작동 챔버가 각 사이클 동안 작동 유체의 선택 가능한 체적을 변위시키도록 작동 가능한 유체 작동 기계를 복수의 사이클 동안 작동시키는 방법이며,

각 사이클 동안 변위된 작동 유체의 총 체적이 전체 요구량 기능에 순응하도록 전체로서 복수의 작동 챔버들을 제어하는 단계; 및

각 작동 챔버의 적합성을 결정하는 적합성 함수에 따라 복수의 작동 챔버를 개별적으로 제어하는 단계를 포함하며,

상기 적합성은 하나 이상의 작동 챔버의 과거 사용량에 의해 결정되거나, 유체 가압된 작동 챔버에 의해 상기 유체 작동 기계의 회전 샤프트에 인가된 순 힘을 측정 또는 예측함으로써 결정되거나, 상기 유체 작동 기계의 영향을 받는 기계적 구성요소의 운동을 측정하거나 예측하여 그에 따라 결정되는, 유체 작동 기계의 작동 방법.

청구항 15

제어기 및 주기적으로 변화하는 체적을 갖는 복수의 작동 챔버를 포함하는 유체 작동 기계로서, 상기 각각의 작동 챔버는 작동 챔버 체적의 각 사이클 시에 제어기에 의해 선택 가능한 작동 유체의 체적을 변위시키도록 작동 가능하며, 제어기는 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하기 위해 작동 챔버 체적의 각 사이클 시에 하나 이상의 상기 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하도록 작동 가능한 유체 작동 기계에 있어서,

제어기는 유체를 변위시켜 작동 기능을 수행하기 위해 제1 작동 챔버의 적합성을 고려하여 작동 챔버 체적의 사이클 시에 상기 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하도록 작동 가능하며,

상기 적합성은 하나 이상의 작동 챔버의 과거 사용량에 의해 결정되거나, 유체 가압된 작동 챔버에 의해 상기 유체 작동 기계의 회전 샤프트에 인가된 순 힘을 측정 또는 예측함으로써 결정되거나, 상기 유체 작동 기계의 영향을 받는 기계적 구성요소의 운동을 측정하거나 예측하여 그에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는,

유체 작동 기계.

청구항 16

유체 작동 기계 제어기 상에서 실행될 때 제1항에 따른 유체 작동 기계를 작동시키는 프로그램 코드를 포함하는 컴퓨터 소프트웨어를 저장하는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 17

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유체 작동 기계의 작동 방법, 유체 작동 기계, 컴퓨터 프로그램 코드 및 동력 흡수 구조체에 관한 것이다. 본 발명은 더 구체적으로는 개별 작동 챔버를 제어하는 유압 펌프 또는 모터에 관한 것일 수 있다.

배경기술

[0002] 대부분의 보통 용적식 유압 기계에서, 유체 챔버는 대략 사인 곡선 함수를 따라 체적의 주기적인 변동을 겪는다. EP 0361927호에는, 작동 챔버와 저압 소스 사이의 전자기적 구동 밸브를 개방 상태로 유지함으로써 챔버를 유힐 상태로 둘 수 있음이 공지되어 있다. 따라서 이러한 종합 정류식 기계의 출력은, 먼저 각 작동 챔버를 액체로 채우고 그 후 액체를 저압 소스로 다시 돌려보낼지 또는 압력을 가하여 출력 매니폴드로 펌핑할지 결정하는 작용을 통해 가변된다. 액체를 저압 소스로 다시 펌핑한다는 것은, 여전히 작동 챔버가 최소한의 대기 시간으로 생산적으로 되게 하면서, 작동 챔버가 유힐 상태인 시간 동안 매우 적은 양의 동력이 소모될 필요가 있다는 것을 의미한다.

[0003] EP 0494236호에는, 회전 샤프트에 토크가 인가되는 모터링 사이클에서 유압 기계를 사용할 수 있게 함에 따라 제어 가능한 양방향 에너지의 흐름을 가능하게 하는 추가적인 작동 모드가 개시되어 있다.

[0004] WO 2008/012587호에는, 기계의 샤프트(또는 출구)로부터 토크(또는 유동)를 더하거나 뺌으로써 매우 신속하게 이벤트에 반응하도록 이러한 기계의 작동 챔버 사이클을 조정하는 방법이 개시되어 있다. 이러한 조정은, 원래의 근본적인 요구 토크(또는 유동)에 비해 추가적이거나 또는 더 적은 토크(또는 유동)를 야기한다.

[0005] (예를 들어, 그 탁월한 효율성과 제어성으로 인해) 상기 언급한 유형의 기계를 사용하고자 하는 설계자는, 모든 작동 챔버가 매 회전마다 대체로 서로 동일한 정도로 활성인 기계들을 사용할 때 발견되지 않은 새로운 난관에

직면한다. 이러한 난관에는, 마모 차이, 샤프트 하중 균형, 및 공진이 포함된다. 이러한 모든 난관은, 때때로 불규칙적인 유체의 변위 및 회전 샤프트로의 토크 인가로 야기되는 것이며, 다음 단락에서 더 상세히 설명된다.

[0006] 마모 차이: 시간의 흐름에 따라 종합 정류식 기계는 일부 실린더들을 통계적으로 다른 것보다 더 자주 사용할 수 있다. 이는 예를 들어 WO 2008/009950호에 기술된 바와 같이, 특히 특정 실린더들이 때로는 상이한 작동 기능들과 연관될 때 문제가 된다. 이로써 특정 작동 챔버들이 덜 빈번하게 사용되는 것들보다 더 빨리 피로를 받고 마모될 수 있으므로 기계의 수명이 감소하게 된다.

[0007] 샤프트 하중 균형: 다수의 종래 유체 작동 기계들은, 동시에 활성인 많은 작동 챔버들에 의해 회전 샤프트에 인가된 반경방향 힘들이 서로에 대해 균형을 이루거나 오프셋되도록 설계된다. 그러나, 일부 작동 챔버가 종합 정류식 기계에서와 같이 사용할 수 없게 된 경우, 매우 높은 불균형 힘이 마모를 증가시키거나 샤프트를 지지하는 베어링을 손상시키기도 하고, 또는 심지어 샤프트 자체를 휘게 할 수도 있다.

[0008] 공진: 샤프트로 불규칙한 토크가 인가되는 것이 바람직하지 않은 응용에는, 차량 및 풍력 터빈 변속기(wind turbine transmission)와 같은 변속기가 포함되는 한편, 유체의 불규칙한 변위가 바람직하지 않은 용도에는, 이동 및 고정된 유압 구동 재료 취급 기기들(지게차, 굴삭기 등)과 같은 작동 기능을 가지는 응용이 포함된다. 이러한 응용에서, 불규칙성은 유체 작동 기계에 의해 구동되거나 또는 이를 구동시키는 부품 및 구조물에 내재된 기계적 공진을 일으키거나 악화시킬 수 있다. 예를 들어, 휠의 불규칙적인 구동은, 차축의 고유 주파수에서 과도한 비틀림 진동을 유발할 수 있고, 또는 지면에 대해 반응하며 구동된 휠로부터 나오는 불규칙적인 힘은, 차량 새시의 부품들의 고유 주파수에서 과도한 구조적 진동을 유발할 수 있다. 재료 취급 기기에서, 유압 액추에이터 내로 유체의 변위의 불규칙성은, 예를 들어 지게차 탑 또는 굴삭기의 연장 아암의 고유 주파수에서 과도한 진동을 유발할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기 내용으로부터, 수많은 응용에서 종합 정류식 유체 작동 기계로부터 출력 토크 또는 유체 변위의 세심한 제어는 매우 중요하다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 전술한 다양한 문제점들을 다루는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 제1 양상에서, 본 발명은 청구범위 제1항에 따른 유체 작동 기계의 작동 방법을 제공하며, 본 발명의 바람직한 특징 또는 선택적인 특징이 종속항에 나타나 있다.

[0011] 작동 유체의 체적을 선택하는 것은, 예를 들어 제어 유닛으로부터 수신된 제어 신호에 따라 액추에이터를 작동 시킴으로써 달성될 수 있다. 그러나, 본 발명은, 수신된 요구량 신호에 의해 나타난 요구량을 충족시키는 시간 평균 유동을 계속해서 제공하는 한편, 이차적인 요구(다시 말해서, 수신된 요구량 신호에 의해 나타난 요구량을 충족시키는 것 이외의 요구)에 따라 작동 챔버 체적의 개별적인 사이클 동안 변위되는 유체의 양을 가변시키는 것과 관련된다. 따라서, 상기 방법은, 동일한 총 유동을 제공할 개별적인 작동 챔버들에 의한 유체 변위의 복수의 조합들 중에서, 이차적인 요구를 충족시키는 개별적인 작동 챔버들에 의한 유체 변위의 조합을 선택하는 단계를 포함하며, 따라서 더욱 또는 가장 적합하다.

[0012] 작동 챔버에 의해 변위될 작동 유체의 체적을 선택할 때 작동 챔버들의 적합성을 고려함으로써, 수신된 요구량 신호에 따라, 유체 작동 기계가 작동 기능을 충족하도록 적절한 양의 유체를 변위시키면서 또한 작동 챔버들의 적합성이 고려되지 않은 경우 불가능할 하나 이상의 추가적인 고려사항의 균형을 유지하는 것을 가능하게 한다. 일반적으로, 작동 챔버에 의해 변위될 작동 유체의 체적을 선택할 때 적합성이 고려되는 경우, 유체 작동 기계에 의해 생성되는 피크 대 피크 유동 및 샤프트 토크 리플은 증가한다. 이는 보통 바람직하지 않은 속성으로 간주되지만, 놀랍게도 본 발명자들은 요구량 및 이차적인 요구 둘 다에 따라 작동 챔버들이 선택된다면, 일부 경우에는 증가된 리플이 유익하다는 것을 알아내었다.

[0013] 작동 기능을 수행하기 위해 유체를 변위시키는 작동 챔버(예컨대, 제1 작동 챔버)의 적합성은 일반적으로 기계적인 고려사항(유체의 시간 평균 유동이 아님)에 관련된다. 기계적인 고려사항은 일반적으로 유체 작동 기계에 의해 변위된 작동 유체에 의해 이동 가능한 기계적 구성요소에 인가된 힘이 이에 끼치는 영향이다. 예를 들어, 기계적 고려사항에는, 유체 작동 기계의 하나 이상의 구성요소의 마모, 작동 챔버에 의한 유체의 변위의 결과로 기계에 작용하는 순 힘(net force), 또는 유체 작동 기계에 의해 구동되거나 또는 이를 구동하는 기계적 구성요

소 내부의 공진이 포함된다. 작동 챔버의 적합성은, 유체 작동 기계 또는 그 하나 이상의 구성요소들의 유지보수 요건들 사이의 시간 또는 예상된 수명과 관련된 기계적 고려사항에 관한 것일 수 있다.

[0014] 작동 챔버의 적합성에는, 예를 들어 활성 사이클에 대해 작동 챔버를 선택하는 이차 파라미터에 끼치는 영향을 예측하는 적어도 하나의 적합성 측정값이 포함될 수 있다. 요구량 신호는 예를 들어 시간 평균 유체 전달에 대한 요구량일 수 있고, 이차 파라미터는 시간 평균 유체 전달을 이루는 개별적인 전달 타이밍에 대한 요건일 수 있다. 이차 파라미터는 기계적 고려사항에 관련된 기계적 파라미터, 예를 들어, 유체 작동 기계의 하나 이상의 구성요소의 마모, 유체 작동 기계 내부의 순 힘, 또는 유체 작동 기계에 의해 구동되거나 또는 이를 구동하는 기계적 구성요소의 기계적 공진의 측정값에 관한 파라미터일 수 있다.

[0015] 상기 방법은 바람직하게, 기계적 고려사항에 관련된 하나 이상의 기계적 파라미터의 현재 값을 수신하는 단계를 포함한다. 기계적 파라미터의 현재 값은, 측정된 기계적 파라미터 또는 산출된 기계적 파라미터일 수 있다. 일반적으로 작동 챔버의 적합성은, 하나 이상의 기계적 파라미터의 현재 값을 참조하여 결정된다. 일반적으로 작동 챔버의 적합성은 하나 이상의 기계적 파라미터의 예측된 미래 값 중 하나, 일부, 또는 전부를 참조하여, 예를 들어 활성 사이클에 대해 작동 챔버를 선택하는 기계적 고려사항에 끼치는 영향 및 하나 이상의 기계적 파라미터의 현재 값을 고려하여 예측된 미래 값을 참조하여 결정된다. 일반적으로 상기 방법은, 하나 이상의 기계적 파라미터의 예측된 미래 값, 예를 들어 활성 사이클에 대해 작동 챔버를 선택하는 기계적 고려사항에 끼치는 영향 및 하나 이상의 기계적 파라미터의 현재 값을 고려하여 예측된 미래 값을 참조하여 작동 챔버의 적합성을 선택하는 단계를 포함한다.

[0016] 일반적으로, 활성 사이클에 대해 제1 작동 챔버를 선택하는 것이 예를 들어 활성 사이클에 대해 제2 작동 챔버를 선택하는 것에 비교하여, 하나 이상의 기계적 파라미터의 예측된 미래 값을 그 원하는 값으로 만드는 데에 더 큰 영향을 끼치는 경우, 예를 들어, 제1 작동 챔버의 적합성은 제2 작동 챔버의 적합성보다 높다. 하나 이상의 기계적 파라미터의 예측된 미래 값의 바람직한 값은 일반적으로 복수의 기계적 파라미터의 미래 값들이 균형을 이루는 값이다.

[0017] 기계적 파라미터에는, 예를 들어 개별적 작동 챔버들에 의해 수행되는 활성 사이클의 수 및 그 값들이 포함된다: 일반적으로 마모에 대한 현재 조건의 기여(예를 들어 활성 사이클 동안 작동 챔버의 압력) 및 활성 사이클의 수에 의해 영향을 받은 작동 챔버 또는 밸브 마모의 측정값; 사용 중 작동 챔버들에 의해 이들을 구동시키는 샤프트에 인가된 힘 벡터; 및 작동 기능에 의해 구동되거나 이를 구동하는 기계적 구조들의 상대 위치, 속도, 또는 가속도(각위치, 속도 또는 가속도를 포함함).

[0018] 복수의 기계적 파라미터가 존재할 수 있으며, 상기 방법은, 복수의 기계적 파라미터의 미래 값들에 끼치는 영향을 참조하여 작동 챔버의 적합성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 특히, 상기 방법은, 복수의 기계적 파라미터의 미래 값들이 균형을 이룰 때 더 높은 적합성이 결정되도록 작동 챔버의 적합성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 바람직하게, 기계적 파라미터의 현재 또는 미래 값들 사이의 균형을 회복시키거나 증가시키는 작동 챔버 또는 작동 챔버들을, 예를 들어 활성 사이클에 대해 선택하는 단계를 포함한다. 따라서, 상기 방법은 바람직하게, 기계적 파라미터들의 현재 또는 미래 값들 사이의 불균형에 대항하는(또는 보상하는) 작동 챔버 또는 작동 챔버들을, 예를 들어 활성 사이클에 대해 선택하는 단계를 포함한다.

[0019] 복수의 기계적 파라미터에 대해 균형을 이룬다는 것은, 일반적으로 파라미터들이 서로 원하는 방식으로 관련된 것을 의미한다. 따라서 이러한 파라미터들은 응용에 따라 서로 유사하거나 또는 그 벡터 합이 0이 되거나 또는 원하는 비율로 서로 관련된다.

[0020] 일반적으로 작동 기능을 수행하기 위한 적합성은, 각 작동 챔버에 대해 작동 챔버 체적의 사이클당 적어도 한번 결정된다.

[0021] 제어기는, 수신된 요구량 신호에 따라, 작동 챔버들의 시간 평균 변위를 조절하도록, 작동 챔버 체적의 사이클들에 위상 관계로 (예를 들어, 제어 신호를 출력함으로써) 상기 전자 제어식 밸브들을 능동적으로 제어할 수 있다.

[0022] 유체 작동 기계는 오직 모터로 또는 오직 펌프로 기능할 수 있다. 대안적으로, 유체 작동 기계는 대안적인 작동 모드들에서 모터 또는 펌프로 기능할 수 있다.

[0023] 바람직하게, 각 작동 챔버는, 챔버가 작동 유체의 순 변위를 생성하는 활성 사이클 또는 챔버가 작동 유체의 순 변위를 실질적으로 생성하지 않는 유틸 사이클을 수행하도록, 작동 챔버 체적의 각 사이클에서 작동한다. 각 작동 챔버는, 활성 사이클 동안 작동 유체의 복수의 체적들(예를 들어, 작동 유체의 일정 범위의 체적들) 중 하나

를 변위시키도록 작동 가능할 수 있다. 상기 범위의 체적들은 불연속적일 수 있고, 예를 들어 작동 유체의 체적의 범위에는, 실질적으로 순 유체 변위가 없는 제1 최소값에서 작동 챔버의 최대 순 유체 변위의 25% 또는 40% 이하의 제1 최대값까지, 다음으로 작동 챔버의 최대 순 유체 변위의 적어도 60% 또는 75%의 제2 최소값에서 작동 챔버의 최대 순 유체 변위의 100%의 영역에서의 제2 최대값까지 연장된 범위가 포함될 수 있다. 이는, 예를 들어 작동 챔버 체적의 팽창 또는 수축 행정 도중에 밸브를 개방 또는 폐쇄하는 것이 불가능할 정도로 작동 중인 작동 유체 압력이 충분히 높거나, 또는 연속적인 체적 범위로 작동하는 것이 작동 챔버, 작동 챔버의 밸브, 또는 유체 작동 기계의 다른 부품들을 손상시키게 될 정도로 유체 유동이 충분히 높은 경우에 발생할 수 있다.

[0024] 바람직하게 상기 방법은, 작동 기능을 수행하기 위해, 적어도 하나의 제2 작동 챔버(들)의 상대적인 적합성을 고려하여 유체를 변위시키는 단계를 또한 포함한다. 적어도 하나의 제2 작동 챔버의 적합성은, 제1 작동 챔버의 작동 챔버 체적 사이클 직후에, 직전에, 동시에, 또는 위상 관계의 작동 챔버 체적의 사이클 동안 제2 작동 챔버의 적합성일 수 있다. 직후라는 것은 바람직하게, 제1 작동 챔버의 작동 챔버 체적의 사이클이 끝나기 전에 제2 작동 챔버의 작동 챔버 체적의 사이클이 시작되는 것을 의미한다. 직전이라는 것은 바람직하게, 제1 작동 챔버의 작동 챔버 체적의 사이클이 시작되기 전에 제2 작동 챔버의 작동 챔버 체적의 사이클이 끝나는 것을 의미한다. 동시라는 것은 바람직하게, 시간적으로 중첩되는 제1 및 제2 작동 챔버의 작동 챔버 체적 사이클에 대해 적합성이 결정되는 것을 의미한다.

[0025] 바람직하게 유체 작동 기계는, 적어도 일부 경우에, 적어도 하나의 제2 작동 챔버와 비교하여 상대적인 적합성의 결과로 제1 작동 챔버가 유틸 사이클 대신 활성 사이클을 수행하도록 작동한다. 따라서, 상기 방법은, 적어도 하나의 제2 작동 챔버가 부적합한지 여부를 결정하는 단계 및 그에 따라 제1 작동 챔버가 유틸 사이클 대신 활성 사이클을 실행하도록 하는 단계를 포함할 수 있다. 바람직하게 적어도 하나의 제2 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적은, 상기 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 선택된 체적을 고려하여, 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하도록 선택된다. 복수의 제2 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적은, 상기 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 선택된 체적을 고려하여, 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하도록 선택된다. 적어도 하나의 제2 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적은 수신된 요구량 신호에 따라 정확히 작동 기능을 수행하도록 선택될 수 있다.

[0026] 제어기는, 적합성 데이터를 포함한 복수의 입력 데이터를 고려하는 알고리즘을 산출하거나 또는 처리할 수 있으며, 이 때 적합성 데이터를 포함한 적어도 일부 입력 데이터는, 제2 작동 챔버가 제1 작동 챔버보다 작동 기능을 수행하는 데 더 적합하다는 것을 나타내며, 알고리즘은 제1 작동 챔버가 활성 사이클을 수행해서는 안 된다는 것을 결정하도록 작동하고, 적합성 데이터를 제외한 동일한 입력 데이터는, 제2 작동 챔버가 제1 작동 챔버보다 작동 기능을 수행하는 데 덜 적합하다는 것을 나타내며, 알고리즘은 제1 작동 챔버가 활성 사이클을 수행해야 한다는 것을 결정하도록 작동한다. 예를 들어, 제어기는, 저장된 프로그램(알고리즘을 부호화하는 저장된 프로그램)을 실행함으로써 알고리즘을 처리할 수 있다. 다시 말해서, 제어기는 복수의 입력 데이터를 수신할 수 있고, 제1 작동 챔버가 활성 사이클을 수행해야 하는지 여부를 결정하도록 입력 데이터를 처리할 수 있으며, 상기 처리는, 제1 작동 챔버 및 제2 작동 챔버와 연관된 적합성 데이터를 처리하여, 제2 작동 챔버에 대한 제1 작동 챔버의 상대적 적합성을 결정하는 단계를 더 포함한다.

[0027] 제어기는, 유체 작동 기계의 작동 챔버들의 체적 사이클의 위상을 나타내는 위상 신호를 수신하기 위한 위상 입력을 포함할 수 있다. 위상 신호는, 위상 센서, 예를 들어 광학, 자기, 또는 유도 위상 센서로부터 수신될 수 있다. 위상 센서는 크랭크 샤프트(편심 크랭크 샤프트일 수 있음)의 위상을 감지할 수 있고, 제어기는 감지된 편심 크랭크 샤프트 위상으로부터 작동 챔버 위상을 추정할 수 있다.

[0028] 바람직하게, 수신된 요구량 신호가 나타내는 요구량이 충분히 낮으면, 작동 기능을 수행하기 위해 유체를 변위시키도록 작동하는 하나 이상의 작동 챔버는 작동 챔버 체적의 하나 이상의 사이클 동안 불필요하다(redundant). 다시 말해서, 작동 챔버가 존재하지 않거나 작동하지 않는 경우, 유체 작동 기계는 어떻게든지, 작동 챔버 체적의 활성 사이클의 전체 빈도를 변화시키지 않으면서 요구량을 충족시키기에 충분한 유체를 변위시킬 수 있다.

[0029] 바람직하게, 수신된 요구량 신호가 나타내는 요구량이 충분히 낮으면, 작동 기능을 수행하는 데 이용할 수 있는 작동 챔버 중 적어도 하나에 의해 변위되는 유체의 선택된 체적은, 작동 챔버 체적의 적어도 일부 사이클에 대해 실질적으로 0이다. 일부 실시형태에서, 수신된 요구량 신호가 나타내는 요구량이 충분히 낮으면, 작동 기능을 수행하는 데 이용할 수 있는 작동 챔버들 중 적어도 하나는, 작동 챔버 체적의 적어도 일부 사이클에 대해 유틸 사이클을 수행한다. 일부 실시형태에서, 작동 챔버들은 작동 유체의 복수의 체적 중 하나를 변위시키도록

작동하며, 수신된 요구량 신호가 나타내는 요구량이 충분히 낮으면, 작동 기능을 수행하는 데 이용할 수 있는 작동 챔버들 중 적어도 하나에 의해 변위되는 유체의 선택된 체적은, 상기 작동 챔버들 중 적어도 하나가 변위 시키도록 작동하는 작동 유체의 최대 체적보다 작다.

- [0030] 수신된 요구량 신호는, 작동 기능을 이행하기 위해 변위될(예컨대, 수신 또는 출력될) 작동 유체의 원하는 체적을 나타낼 수 있다. 수신된 요구량 신호는, 예를 들어 원하는 출력 또는 입력 압력을 나타낼 수 있다. 수신된 요구량 신호는, 작동 기능을 이행하기 위해 유체를 변위시키기 위한 원하는 비율을 나타낼 수 있다. 유체 응답 센서가 구비되어, 수신 또는 출력된 유체의 특성, 예를 들어 수신 또는 출력된 유체의 압력, 또는 수신 또는 출력된 유체의 변위율을 모니터링하고, 유체 응답 신호를 제공할 수 있다. 제어기는, 예를 들어 펌프 제어를 수행하기 위해, 유체 응답 신호와 수신된 요구량 신호를 비교하여, 작동 챔버 체적의 각 사이클 상에서, 하나 이상의 상기 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택할 수 있다.
- [0031] 제1 및 제2 작동 챔버들의 체적 사이클은 (위상으로) 동기화될 수 있거나, 또는 제1 작동 챔버의 체적 사이클이 제2 작동 챔버 앞에 오거나, 또는 제2 작동 챔버의 체적 사이클이 제1 작동 챔버 앞에 올 수 있다.
- [0032] 작동 챔버의 과거 사용량(historical amount of use)에 의해 적합성이 결정되는 실시형태에서, 사용의 측정값 또는 예측값에는, 바람직하게 사용 시 하나 이상의 작동 파라미터로부터 결정되는 가중치가 포함된다. 상기 작동 파라미터에는 적어도 하나의 밸브의 개방 또는 폐쇄 타이밍, 압력, 온도 및/또는 유체 상태(물 함량, 공기 함량, 수명)가 포함될 수 있다.
- [0033] 유체-가압 작동 챔버에 의해 상기 유체 작동 기계의 회전 샤프트에 인가된 순 힘의 측정값 또는 예측값에 의해 적합성이 결정되는 실시형태에서, 상기 방법은 바람직하게, 복수의 작동 챔버의 작동 유체와 유체 연통되는 하나 이상의 압력 센서로부터의 측정값을 이용하여 순 힘을 산출하는 단계를 포함한다. 바람직하게 순 힘은 작동 챔버 체적 사이클당 두 번 이상 예측 또는 측정된다. 바람직하게 상기 방법은, 다음 작동 챔버 체적 사이클 내에 속하는 지점에서 순 힘을 예측하는 단계를 포함한다. 바람직하게 상기 방법은, 제1 작동 챔버의 작동 챔버 체적의 다음 사이클의 시작 전에, 다음 사이클에서 나중 지점에서 순 힘을 예측하는 단계를 포함한다. 순 힘은 바람직하게 반경방향 순 힘이다. 반경방향 순 힘은 회전 샤프트의 회전축에 수직으로 작용하는 것이다. 순 힘은 최대 순 힘일 수 있고, 또는 평균 순 힘일 수 있고, 또는 순 힘의 일부 상대적인 추정치일 수 있다.
- [0034] 순 힘의 계산은 바람직하게 작동 챔버의 물리적 배치에 대한 지식을 이용하는 것을 포함한다. 순 힘의 계산은 바람직하게, 어느 작동 챔버가 유체 가압되는지 기록하는 것을 포함하며, 이는 어느 작동 챔버가 활성 사이클을 수행하고 있는지 기록하는 것을 포함할 수 있다. 순 힘의 계산은 바람직하게 회전 샤프트 상의 비-유체 힘을 고려하는 것을 포함한다. 비-유체 힘에는 바람직하게 스프링 힘, 관성력 및 중력이 포함된다. 순 힘은 임의의 스케일(비선형 스케일을 포함함) 또는 임의의 단위로 계산될 수 있다.
- [0035] 기계적 구성요소의 운동의 측정값 또는 예측값에 의해 적합성이 결정되는 실시형태에서, 각 작동 챔버의 적합성은, 기계적 구성요소의 미래 운동을 예측함으로써 결정된다. 일반적으로 작동 챔버의 적합성이 더 높을수록, 예측된 미래 운동이 가장 원활한데, 다시 말해서 가장 낮은 가속도 또는 가장 낮은 요동 또는 이들의 일부 조합을 가진다.
- [0036] 상기 방법은, 작동 챔버 그룹의 적합성을 결정하는 단계 및 상기 그룹의 적합성을 참조하여 단일 작동 챔버의 적합성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 단일 작동 챔버의 적합성은, 작동 챔버가 속한 하나 이상의 작동 챔버 그룹의 적합성 및 단일 작동 챔버 자체에만 관련된 적합성의 측정값을 참조하여 결정될 수 있다.
- [0037] 제2 양상에 있어서, 본 발명은, 제어기, 및 주기적으로 가변하는 체적을 가진 복수의 작동 챔버를 포함하는 유체 작동 기계에 관한 것으로, 상기 각 작동 챔버는, 작동 챔버 체적의 각 사이클에서, 제어기에 의해 선택 가능한 작동 유체의 체적을 변위시키도록 작동하고, 제어기는, 작동 챔버 체적의 각 사이클에서 하나 이상의 상기 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하여, 제1 양상을 참조하여 설명된 방법 중 임의의 방법에 따라 작동된, 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하도록 작동 가능하다.
- [0038] 제3 양상에 있어서, 본 발명은, 유체 작동 기계 제어기 상에서 실행되는 경우, 제1 양상을 참조하여 설명된 방법 중 임의의 방법에 따라 유체 작동 기계를 작동시키는 컴퓨터 프로그램 코드에 관한 것이다.
- [0039] 제4 양상에 있어서, 본 발명은, 적어도 하나의 기계적 구성요소를 포함하며, 주기적으로 가변하는 체적을 가진 복수의 작동 챔버를 포함하는 유체 작동 기계 자체를 더 포함하는 동력 흡수 구조체의 작동 방법에 관한 것으로, 상기 각 작동 챔버는 작동 챔버 체적의 각 사이클에 대해 선택 가능한 작동 유체의 체적을 변위시키도록 작동한다. 상기 방법은 작동 챔버 체적의 각 사이클 동안 상기 하나 이상의 작동 챔버에 의해 변위되는 작동

유체의 체적을 선택하여, 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하는 단계를 포함한다. 상기 방법은, 기계적 구성요소의 운동을 측정 또는 예측하는 단계, 및 유체 작동 기계의 영향 하에 기계적 구성요소의 측정 또는 예측된 운동을 고려하여 작동 챔버 체적의 사이클 동안 제1 작동 챔버에 의해 변위되는 작동 유체의 체적을 선택하는 단계를 더 포함한다.

[0040] "영향 하에서"라는 것은, 유체 작동 기계가 기계적 구성요소를 구동할 수 있거나 또는 기계적 구성요소가 유체 작동 기계를 구동할 수 있거나 또는 여러 경우에 둘 다를 의미한다. 동력 흡수 구조체는 바람직하게 주위 환경으로부터 동력을 흡수한다. 동력 흡수 구조체는 유체 작동 기계로부터 동력을 흡수할 수 있다. 동력 흡수 구조체는 바람직하게 재생 에너지 장치이며, 풍력 또는 조력 터빈일 수 있다. 동력 흡수 구조체는 차량 또는 차량의 휠 또는 트랙일 수 있다. 유체 작동 기계는 둘 이상의 상기 기계적 구성요소를 구동하거나 또는 그에 의해 구동될 수 있다.

[0041] 기계적 구성요소에는 유체 작동 기계의 회전 샤프트 또는 유체 작동 기계의 회전체가 포함될 수 있으며, 또는 상기 회전 부품에 직접적으로 또는 간접적으로 부착된 구성요소들이 포함될 수 있다. 상기 운동은 진동 운동, 가속도 및/또는 속도일 수 있다. 상기 운동은, 회전 운동, 선형 운동, 또는 하나 이상의 회전 및 선형 운동의 조합일 수 있다. 상기 운동은 절대 운동일 수 있으며, 이는 본질적으로 고정된 기저부에 비교해서 기계적 구성요소의 운동을 의미한다. 운동은 상대 운동일 수 있으며, 이는 그 자체로 이동 중이거나 이동할 수 있는 기준 기계적 구성요소에 비교해서 기계적 구성요소의 운동을 의미한다. 상기 방법은, 운동의 결과로 발생하는 기계적 구성요소의 기계적 상태에서부터 작동 챔버의 적합성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 기계적 상태에는 응력, 변형 또는 형상이 포함될 수 있으며, 동력학적인 응력, 변형 또는 형상이 포함될 수 있다.

[0042] 상기 방법은 기계적 구성요소의 미래 운동을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은, 기계적 구성요소의 미래 운동으로부터 작동 챔버의 적합성을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0043] 제5 양상에 있어서, 본 발명은, 적어도 하나의 기계적 구성요소를 포함하고, 제4 양상의 방법에 따라 작동 가능한 유체 작동 기계를 더 포함하는 동력 흡수 구조체에 관한 것이다. 바람직하게 동력 흡수 구조체는, 기계적 구성요소의 운동을 결정하는 센서들을 포함한다. 바람직하게 유체 작동 기계의 영향 하에서 기계적 구성요소의 운동은 예측 가능하거나 측정 가능하다. 바람직하게 동력 흡수 구조체는 유체 작동 기계의 영향 하에서 기계적 구성요소의 운동을 예측하기 위한 컴퓨터를 포함한다.

[0044] 제6 양상에 있어서, 본 발명은, 적어도 하나의 기계적 구성요소를 포함하고, 주기적으로 가변하는 체적을 가진 복수의 작동 챔버를 포함하는 유체 작동 기계 자체를 더 포함하는 동력 흡수 구조체의 컴퓨터 모델에 관한 것으로, 상기 각 작동 챔버는 수신된 요구량 신호에 따라 작동 기능을 수행하기 위해 작동 챔버 체적의 각 사이클에 대해 선택 가능한 작동 유체의 체적을 변위시키도록 작동하며, 상기 컴퓨터 모델은 유체 작동 기계의 영향 하에서 상기 적어도 하나의 기계적 구성요소의 운동을 예측하도록 작동한다. 컴퓨터 모델은 유체 작동 기계의 부분 모델, 즉, 유체 작동 기계의 특성 중 일부만을 시뮬레이션할 수 있는 모델을 포함할 수 있다. 바람직하게 컴퓨터 모델은 유체 작동 기계의 선택된 작동 챔버들에 의해 생성된 토크를 시뮬레이션할 수 있다. 컴퓨터 모델은 기계적 구성요소의 부분 모델, 즉 기계적 구성요소의 특성 중 일부만을 시뮬레이션할 수 있는 모델을 포함할 수 있다. 바람직하게 컴퓨터 모델은 유체 작동 기계의 영향 하에서 기계적 구성요소의 운동을 시뮬레이션할 수 있다. 컴퓨터 모델은 컴퓨터 판독 가능 캐리어 상에 저장된 데이터 및 프로그램 코드를 포함할 수 있다. 컴퓨터 모델은 프로세서와 전기적으로 통하는 메모리에 저장된 데이터 및 프로그램 코드를 포함할 수 있다.

[0045] 본 발명의 다른 양상에 의하면, 작동 챔버 체적의 복수의 사이클에 대한 유체 작동 기계의 작동 방법이 제공되는데, 유체 작동 기계는 주기적으로 가변되는 체적을 가진 복수의 작동 챔버를 포함하고, 상기 각각의 작동 챔버는 각 사이클 동안 작동 유체의 선택 가능한 체적(예를 들어, "활성" 사이클에 해당하는 제1 체적 및 "유향" 사이클에 해당하는 비 순 체적(no net volume) 중 하나)을 변위시키도록 작동한다. 상기 방법은: 각 사이클 동안 변위된 작동 유체의 전체 체적이 전체 요구량 기능에 순응하도록(예를 들어, 압력, 체적, 또는 다른 적절한 측정값의 측면에서 시간 평균 요구량 신호 및/또는 다수의 사이클의 과정에 걸쳐 변화하거나 변화하지 않을 수 있는 요구량 신호에 순응하도록) 복수의 작동 챔버를 전체적으로 제어하는 단계; 및 각 작동 챔버의 적합성을 결정하는 적합성 함수(예를 들어 각 작동 챔버가 구동되는지 여부를 결정하며, 그러한 구동은 주어진 사이클 동안 변위시킬 작동 유체의 체적의 선택을 결정하도록, 예를 들어, 문턱값으로 사용될 수 있거나 또는 기존의 문턱값을 수정하는 데 사용될 수 있는 절대값 또는 상대값과 같은 적합성 값을 결정함)에 따라 복수의 작동 챔버들을 개별적으로 제어하는 단계를 포함한다. 이러한 방법은 예를 들어, 하중에 제공된 시간 평균 토크(또는 다른 적절한 측정값)는 (전체) 요구량에 따라 가변될 수 있지만 순간 토크를 제공하는 개별 작동 챔버의 선택은

이차적인 고려사항에 따라 시간에 맞춰 가변될 수 있는 배치에 관한 것일 수 있다. 본 양상의 구체적인 특징들 및 용어들은 상기 언급된 다른 양상의 특징들과 다를 수 있음이 이해될 것이며, 하기의 설명과 관련하여, 당업자는 그러한 특징들 및 용어들이 전반적으로 상호교환적으로 사용될 수 있고, 몇몇 경우에는 (이들이 본 발명의 본질적인 특징임을 명확히 나타내지 않는 한) 생략되거나 추가될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0046] 예측값에 대한 상기 참조들은, 예를 들어 적절한 공식에 따른 예측값과 관련된 측정값을 나타내는 데이터 세트를 처리하고 관련된 예측값을 나타내는 예측값을 출력하는 단계, 또는 이를 위한 수단을 포함할 수 있다.

[0047] 제2 내지 제6 양상의 바람직한 특징들 및 선택적인 특징들은, 제1 양상에 대해 기술한 특징들에 상응한다. 다른 변경 및 변형들이 당업자들에게 그 자체를 나타내는 바와 같이 본 발명의 범주 내에서 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 이하, 다음의 도면들을 참조하여 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명한다.

도 1은 본 발명의 이용에 적합한 유체 작동 기계를 보여준다.

도 2는 본 발명을 구현하는 알고리즘의 진행을 보여준다.

도 3은 링 캠 유체 작동 기계에서 불균형 힘을 감소시키기 위한 본 발명의 사용을 보여준다.

도 4는 풍력 발전기에서 구조적 진동을 제거하기 위한 본 발명의 사용을 보여준다.

도 5는 세그먼트 링 캠 모터에서 세그먼트 경계에 걸쳐 구동되는 롤러에 의해 야기된 손상을 방지하기 위한 본 발명의 용도를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 도 1은 종합 정류식 펌프/모터(1) 형태의 유체 작동 기계를 도시한다. 유체 작동 기계는, 실린더(4)의 내부면 및 피스톤(6)에 의해 정의된 체적을 가지는 복수의 작동 챔버(2, 문자 "A"~"H"로 개별적으로 표시됨)를 포함한다. 피스톤은 편심 캠(9)에 의해 회전 크랭크 샤프트(8)로부터 구동되며, 실린더 내에서 왕복 운동하여 작동 챔버의 체적을 주기적으로 가변시킨다. 샤프트 위치 및 속도 센서(10)는 샤프트의 순간적인 각위치 및 회전 속도를 결정하여, 신호 라인(11)을 통해 제어기(12)에 알리고, 이로써 제어기는 각 작동 챔버의 사이클의 순간적인 위상을 결정할 수 있다. 제어기는 일반적으로, 사용 중 저장된 프로그램을 실행하는 마이크로 프로세서 또는 마이크로 컨트롤러이다.

[0050] 작동 챔버는 각각 전자 구동식 면-밀봉형 포핏 밸브(14) 형태의 저압 밸브(LPV)와 연관되어 있으며, 저압 밸브는 이와 연관된 작동 챔버를 향해 내측으로 대향되어 있고, 작동 챔버로부터 저압 매니폴드(16)로 연장된 채널을 선택적으로 밀봉하도록 작동하며, 저압 매니폴드는 일반적으로 사용 중 유체의 순 소스 또는 싱크로 기능하며, 하나 또는 수 개의 작동 챔버를 또는 실제로 여기에 도시된 바와 같이 모든 작동 챔버를 저압 포트(17)를 통해 저장부(미도시)에 연결할 수 있다. LPV는 상시 개방 솔레노이드 폐쇄 밸브로서, 작동 챔버 내부 압력이 저압 매니폴드 내부 압력보다 낮을 때, 즉 흡입 행정 동안 수동적으로 열려, 작동 챔버를 저압 매니폴드 내로 유체 연통시키지만, 작동 챔버를 저압 매니폴드와의 유체 연통으로부터 해제시키기 위해 LPV 제어 라인(18)을 통해 제어기의 능동적인 제어 하에서 선택적으로 닫힐 수 있다. 대안적으로, 상시 폐쇄 솔레노이드 개방 밸브와 같은 전자 제어식 밸브가 채용될 수 있다.

[0051] 작동 챔버는 또한 각각 압력 구동 릴리버리 밸브 형태의 고압 밸브(HPV, 20)와 연관된다. HPV는 작동 챔버로부터 외측으로 대향되고, 작동 챔버로부터 고압 매니폴드(22)로 연장된 채널을 밀봉하도록 작동하며, 고압 매니폴드는 사용 중 유체의 순 소스 또는 싱크로 기능하고, 하나 또는 수 개의 작동 챔버, 또는 실제로 여기에 도시된 바와 같이 모든 작동 챔버를 고압 포트(24)에 연결할 수 있다. HPV는 상시 폐쇄 가압 개방 체크 밸브로 기능하여, 작동 챔버 내부 압력이 고압 매니폴드 내부 압력을 초과할 때 수동적으로 열린다. HPV는 또한 상시 폐쇄 솔레노이드 개방 체크 밸브로 기능할 수 있으며, 일단 연관된 작동 챔버 내부의 압력에 의해 HPV가 열리면 HPV 제어 라인(26)을 통해 제어기가 선택적으로 HPV를 개방 상태로 유지할 수 있다. HPV는 추가적으로 작동 챔버가 아닌 고압 매니폴드 내에 압력이 존재할 때 제어기의 제어 하에 개방될 수 있으며, 또는 부분적으로 개방될 수 있다. 압력 릴리프 밸브(28)는 유체 작동 기계를 손상으로부터 보호할 수 있다.

[0052] 종래 기술의 방식으로 사이클 단위로 LPV 또는 HPV를 닫을지 또는 개방을 유지할지 결정하는 것뿐만 아니라, 제어기는 가변하는 작동 챔버 체적에 대해 LPV 및 HPV의 폐쇄의 정확한 위상 조절을 가변시키도록 작동한다. 포트

(17, 24) 상의 화살표는 펌핑 모드에서 유체 유동을 나타내며, 모터링 모드에서 유동은 반대가 된다.

- [0053] 도 2는 본 발명을 구현하는 알고리즘의 작동을 보여주며, 다음과 같이 진행된다. 각 시간 단계 t_1 내지 t_{13} 에서 (연속된 작동 챔버(A-H)의 최대 체적 지점에서 떨어짐), 레지스터는 펌프(1)의 순간 변위 요구량을 나타내는 값 만큼 증가하며, 변위 요구량은 여전히 필요한 토크, 압력 또는 유동에 관한 것이다. 레지스터 값은 선(50)으로 나타난다. 종래 기술의 기계들에서, 레지스터가 기본 문턱값(52)(일반적으로 하나의 작동 챔버의 체적의 100%에 상당함)에 도달하면, 제어기(12)는 해당 작동 챔버의 밸브(14, 20)를 구동하여, 다량의 유체를 펌핑(또는 모터링)하게 된다. 그 때 펌핑(또는 모터링)된 유체의 체적은 레지스터로부터 빼고, 다음 시간 단계에서는 더 낮은 레벨에서 축적이 시작된다. 이러한 방식으로, 일련의 작동 챔버 구동으로부터 임의의 필요한 유동이 생성될 수 있다.
- [0054] 본 발명의 방법은, 선(54)으로 표시된 조정된 문턱값을 생성하기 위해 기본 문턱값(52)을 수정하도록 가변하는 이차 파라미터를 제공하며, 이는 한 작동 챔버의 다른 작동 챔버에 대한 사용 적합성을 나타낸다. 따라서, 본 발명 및 실시예에 따른 기계는 t_3 에서 작동 챔버(C)를 구동시키며(부호(56)로 표시됨), 이는 덜 적절한 시간인 시간 t_4 에 작동 챔버(D)를 구동시키는 이전의 공지된 기계에 비해 특히 적절한 시간이다. 그 후 레지스터는 새로운 레벨로 감소한다(58). 기본 문턱값 및 조정된 문턱값이 매우 유사하다는 점에서 시간 t_5 의 중립이 반영된다. t_7 에서 이전에 공지된 기계는, 기본 문턱값(52)을 초과하는 레지스터 값(50)으로 인해 작동 챔버(G)를 구동하게 되지만, 이는 특히 부적합한 작동 챔버이고, 따라서 이차 파라미터는 조정된 문턱값을 상승시킨다. 작동 챔버(H)가 대신 지연된 시간 t_8 에서 구동된다.
- [0055] 이러한 방식으로 본 발명은 사용에 대한 적합성을 나타내는 임의의 적합한 이차 파라미터를 기초로 특정 작동 챔버를 선호하거나 또는 회피하려 함으로써, 유체의 동일한 평균 처리량을 유지하면서 변위의 타이밍을 가변시킬 수 있다.
- [0056] 유체 작동 기계가 임의의 주어진 시간에 사용 가능한 다수의 작동 챔버를 가지는 경우(예를 들어, 크랭크 샤프트의 길이를 따라 축방향으로 이격된 두 개 이상의 실린더 평면을 구비한 다중 편심 기계, 또는 멀티-로브형 캠을 구비한 기계), 알고리즘은 각각의 시간 단계에서, 예를 들어 어떤 하나보다 다른 하나를 선호하도록 결정이 이루어지는 작동 챔버들 각각에 대해 상이한 조정된 문턱값을 이용할 수 있다.
- [0057] 본 발명을 이용하여 펌프/모터(1)의 작동 챔버들(A-H) 중에 마모나 피로가 균일하게 분배되도록 할 수 있다. 조정된 문턱값은 작동 챔버에 발생한 과거 마모를 제어기에 의해 추정함으로써 산출될 수 있다. 과거의 마모 예측은 단순히 작동 챔버가 이전에 사용된 과거 횟수일 수 있다. 대안적으로 알고리즘은, 작동 챔버를 사용할 때 특정 작동 조건 하에서 발생한 마모량을 추정하거나 측정함으로써, 예를 들어 높거나 낮은 샤프트 스피드, 높거나 낮은 압력, 높거나 낮은 온도 또는 마모와 관련된 다른 임의의 요인 또는 요인들의 조합에서 실린더 사용을 더 강하게 측정하거나 또는 단지 확인함으로써 마모를 예측할 수 있다. 알고리즘은 하나의 작동 챔버와 연관된 상이한 구성요소들, 예를 들어 밸브, 피스톤 또는 실린더에서 각각에 대한 상이한 예측 측정값들을 사용하여 개별적으로 마모를 확인할 수 있다.
- [0058] 조정된 문턱값은 과거의 마모로 인해 일군의 작동 챔버들에 대해 조정될 수 있다. 크랭크 샤프트의 길이를 따라 축방향으로 이격된 두 개 이상의 실린더 평면을 구비한 다중 편심 기계에서, 제어기는 편심의 마모를 확인하고, 각 편심과 연관된 모든 작동 챔버들의 조정된 문턱값을 변경할 수 있다. 멀티 로브형 캠을 가진 기계에서, 제어기는 각 로브의 마모를 확인하고, 그와 일시적으로 연관된 각 작동 챔버의 조정된 문턱값을 변경할 수 있다.
- [0059] 상기 설명은 지금까지 기본 문턱값이 과거의 이벤트를 반영하도록 조정되는 것을 가정한 한편, 일부 상황에서는, 특정 작동 챔버가 실제로 구동되거나 구동되지 않는다는 시나리오 하에서 조정된 문턱값이 미래의 상황을 나타내거나 모델링하는 것이 가능하며 유리하다.
- [0060] 도 3a는, 높은 토크 롤러-피스톤 펌프 및 빠른 회전 유압 모터를 포함하는 유압 풍력 터빈 변속기의 펌프를 위한 캠 링(70)을 보여준다. 이러한 롤러-피스톤 펌프에서, 롤러(미도시)는 캠 링(70) 상에서 회전하고, 실린더 내에서 결과적으로 미끄럼 회전하여 도 1의 유체 작동 기계에서와 유사한 작동 챔버를 함께 형성하는 피스톤(미도시)에 연결된다. 캠 링이 방향(72)으로 회전함에 따라, 제어기는 전술한 방식으로 (즉, 샤프트 위치 센서를 참조하여 저압 및 고압 밸브의 구동을 통해) 작동 챔버의 가압을 제어하며, 따라서 캠 상에 작용하는 롤러에 의한 힘(74)의 인가를 제어한다. 베어링(76)은 순 힘(78)에 대해 적소에 캠을 유지하는 데 필요하다.
- [0061] 종래 기술의 방법에 따라 제어된 기계는 도 3a에 도시된 것과 같은 구성을 용이하게 생성할 수 있으며, 이 때 캠의 일 측 상의 다수의 작동 챔버들이 구동되지만 반대측 상에서는 거의 구동되지 않는다. 이는 다량의 순 힘

(78)을 생성하여, 베어링(76)을 불필요하게 마모, 변형, 또는 심지어 파괴할 수 있다.

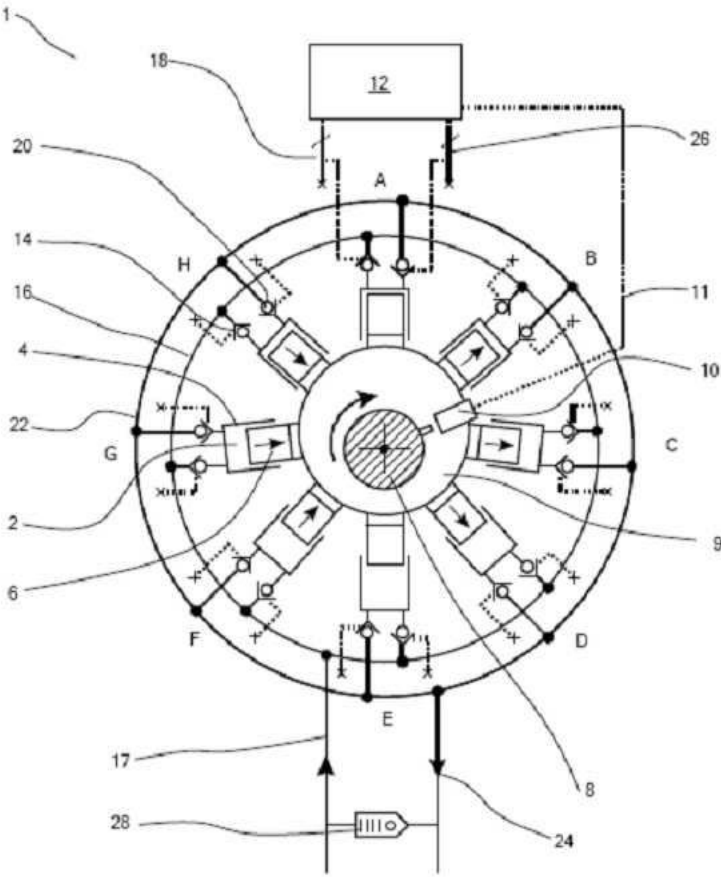
- [0062] 도 3b는 본 발명의 이점을 가지는 기계의 거동을 보여주며, 이 때 베어링 상의 순 힘의 크기를 예측하는 이차 파라미터는 해당 작동 챔버가 구동되면 기본 문턱값을 조정한다. 본 발명에 따른 펌프는, 어떤 작동 챔버를 구동할지 결정할 때, 현재 요구량을 충족하기 위해 구동될 수 있는 각각의 가능한 작동 챔버 또는 그 조합에 대해, 다음 작동 챔버 체적 사이클 동안 결과로 발생할 수 있는 순 힘의 피크 크기를 산출하고, 따라서 가장 작은 순 힘을 생성하는 작동 챔버 또는 챔버들을 결합하여 구동하거나, 또는 특정 문턱값 밑으로 떨어지는 순 힘을 생성하는 것으로 발견된 제1 작동 챔버를 구동하도록 선택한다. 순 힘은 작동 챔버 보어 크기 및 고압 매니폴드 압력 및 각 작동 챔버의 기하학적인 위치로부터 산출될 수 있다.
- [0063] 순 힘의 피크 크기 대신에, 평균 또는 일부 다른 측정값이 사용될 수 있다. 하나의 작동 챔버 사이클의 가로 대신, 더 길거나 더 짧은 가로가 사용될 수 있다. 따라서 본 발명의 방법은, 유체 작동 기계가 도 3b에 도시된 작동 챔버를 구동하여 도 3a에서보다 더 작은 순 힘(80)을 베어링(76) 상에 생성하도록 할 수 있다.
- [0064] 도 4는 탭(104)에 회전 가능하게 장착된 나셀(102)을 포함하며 그 위에 장착되어 세 개의 블레이드(108)를 지지하는 허브(106)를 가지는 풍력 터빈 발전기(WTG, 100, 동력 흡수 구조체로 작용함)를 보여준다. 허브는 샤프트(110, 개략적으로 도시됨)를 통해 유압 풍력 터빈 변속기에 연결되며, 풍력 터빈 변속기는, 고압 라인(116) 및 저압 라인(118)에 의해 서로 유체 공학적으로 연결된 높은 토크 롤러-피스톤 링 캠 펌프(112) 및 빠른 회전 모터(114)를 포함한다. 펌프 및 모터는 바람직하게 도 1을 참조하여 기술된 유형으로 이루어진다. 펌프 및 모터라는 용어는 WTG에서 자신들의 가장 일반적인 작동을 나타내며, 반드시 그러한 모드에서만 작동하는 것으로 제한함을 나타내지는 않는다. 고압 라인(116) 및 저압 라인(118)은 각각 고압 포트(24) 및 저압 포트(17)에 연결된다. 모터(114)는 동기 또는 다른 발전기 또는 모터(120)에 연결되어, 예를 들어 전기 네트워크 내로 동력을 제공하거나 또는 그로부터 동력을 제공받는다.
- [0065] 제어기(12)는 샤프트 속도 센서(10) 및 복수의 센서들(122)로부터의 입력을 이용하여 적어도 펌프의 밸브들을 제어한다. 센서들은, 가속도계, 변형계 및 상대 위치 센서로, WTG의 현재 구조적 상태, 예를 들어 탭 또는 블레이드의 바람직하지 않은 진동 또는 공진 상태를 제어기에 알리는 데 사용된다.
- [0066] 사용 시 WTG는 도 2를 참조하여 전술된 알고리즘을 사용함으로써 본 발명으로부터 이점을 얻을 수 있다. 각 시간 단계에서 제어기(제6 양상의 컴퓨터 모델로 작용함)는 제한된 작동 챔버의 시간 반응을 WTG 펌프, 유압 시스템, 탭, 및 블레이드의 공지된 특성 반응과 결부시킴으로써 WTG의 미래 운동(구조적 반응)을 예측한다. 이러한 예측은 또한 센서(122)로부터의 현재 운동(구조적 상태)을 이용한다. 운동의 특정 파라미터, 예를 들어 측정값들이 초과되는지 여부 또는 복수의 측정값의 상대 스케일이 사용되어, 기본 문턱값으로부터 각 잠재적 작동 챔버에 대한 조정된 문턱값을 생성하기 위한 이차 파라미터를 산출하고, 그 뒤에 다른 작동 챔버에 비교하여 자신의 적합성을 기초로 작동 챔버에 의해 변위되는 체적을 선택한다.
- [0067] 이러한 방식으로 WTG는, 종래 기술에 따라 제어된 펌프를 구동하는 WTG에 비해서 구조적 진동을 감소시키고, 더 오래 지속되게 하며, 더 극심한 어려움을 극복하고, 또는 더 경량으로 구축되고 이전보다 더 비용 효율적이다. WTG의 두 부분의 운동은 본 발명에 의해 바람직하게 균형을 이룬 상태로 복원될 수 있다.
- [0068] 도 5는 롤러 피스톤 유체 작동 기계(112)의 일부를 보여주는 것으로, 두 개 이상의 세그먼트(130, 132)로 구성된 캠 링(70)을 보여주며, 그 웨이브형 표면(134)은 실린더(4) 내의 피스톤(6)을 주기적으로 구동하기 위한 복수의 롤러(136)를 구동한다. 제어기(12)는 능동 저압 밸브(14)를 제어하며, 제어 라인(18, 26)을 통해 선택적으로 고압 밸브(20)를 제어하여 각각 저압 매니폴드(16) 및 고압 매니폴드(22)로부터 작동 챔버를 유체 공학적으로 연결하거나 분리한다. 제어기는 방향(138)으로 회전함에 따라 샤프트 위치를 측정하는 샤프트 위치 센서(10)를 가지고 따라서 세그먼트 경계(140)를 감지한다. 세그먼트 경계는 일반적으로 롤러가 바람직한 작동 모드 또는 방향으로 그 위치를 회전할 때, 작동 챔버가 가압되지 않도록 즉 롤러가 세그먼트 경계를 교차할 때 항상 언로딩되도록 배치된다. 예를 들어 방향(138)으로 회전하고 바람직하게 펌프로 작동되는 도 5에 도시된 기계에서, 롤러는 연관된 작동 챔버의 팽창 행정에서 세그먼트 경계와 교차한다.
- [0069] 사용 시, 유체 작동 기계는 예를 들어 유지 보수를 위해 적어도 일부 시간 모터로서, 또는 반대 방향으로 펌프로서 작동하는 것이 요구될 수 있다. 이러한 경우, 종래 기술의 기계는 롤러가 하중 하에서 세그먼트 경계를 교차하도록 작동 챔버를 구동하여 손상과 마모를 일으킬 수 있다. 그러나, 본 발명의 방법을 채용한 기계는 샤프트 위치 센서로부터 유래되며 구동된 작동 챔버가 하중을 받은 롤러로 하여금 세그먼트 경계에 교차하도록 하지 예측하는 이차 파라미터를 사용하여, 어느 작동 챔버를 구동할지 선택하고, 시간의 흐름에 따라 원하는 출력을

유지하면서 손상과 마모를 피하게 된다.

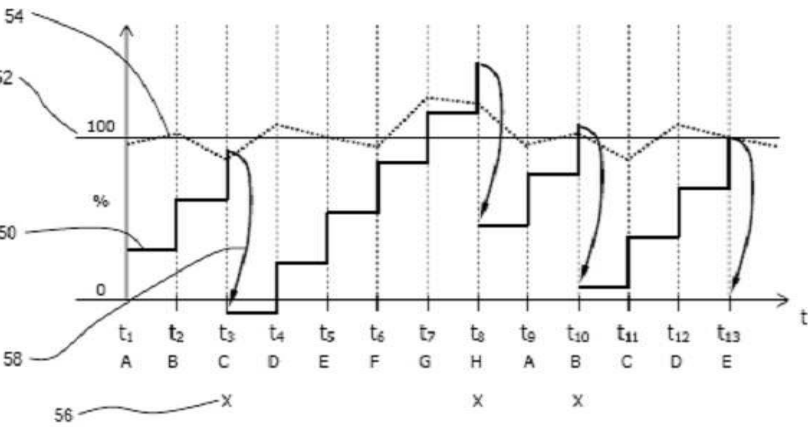
[0070] 서두에 열거된 것들을 비롯하여 많은 다른 응용들이 본 발명으로부터 이점을 얻을 것이다.

도면

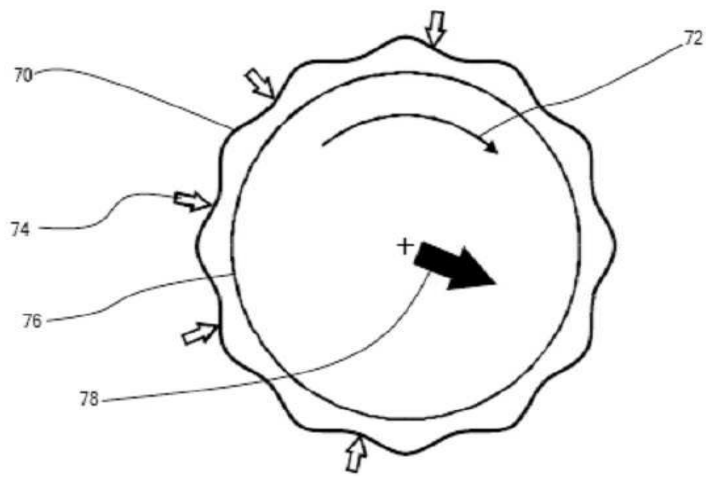
도면1



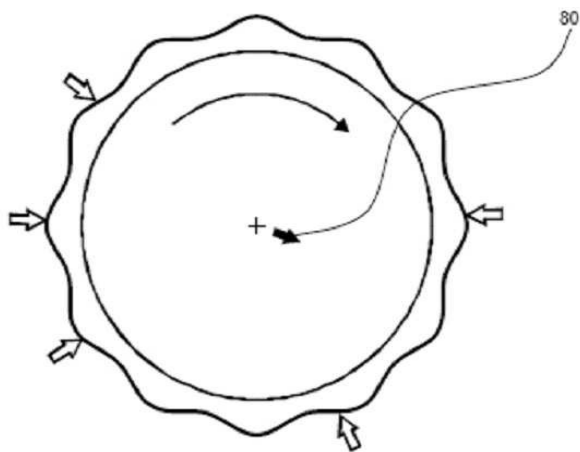
도면2



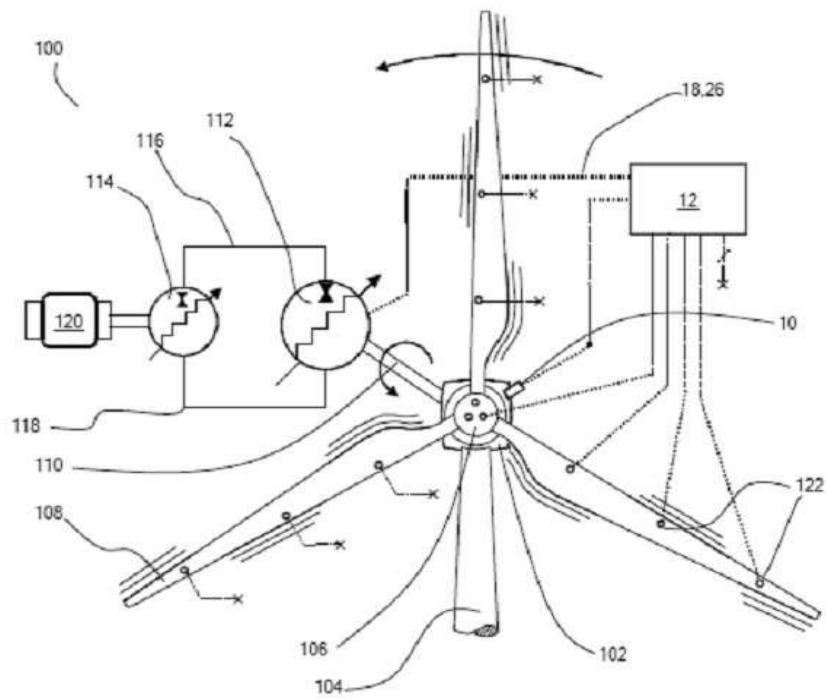
도면3a



도면3b



도면4



도면5

