



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0103557
(43) 공개일자 2013년09월23일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/12 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2013-7012983</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2011년10월24일
심사청구일자 2013년05월21일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2013년05월21일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2011/057517</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2012/054926
국제공개일자 2012년04월26일</p> <p>(30) 우선권주장
61/405,784 2010년10월22일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
고어 엔터프라이즈 홀딩즈, 인코포레이티드
미국 델라웨어주 19714-9206 뉴워크 피.오. 박스 9206 페이퍼 밀 로드551</p> <p>(72) 발명자
셜링 토마스 더블유.
미국 80227 콜로라도주레이크우드 더블유. 발틱 코트 6022
톨트 토마스 엘.
미국 80016 콜로라도주 오로라 에이퍼티. 1617 이스트 프리몬트 애비뉴 16363
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
안국찬, 양영준</p> |
|---|--|

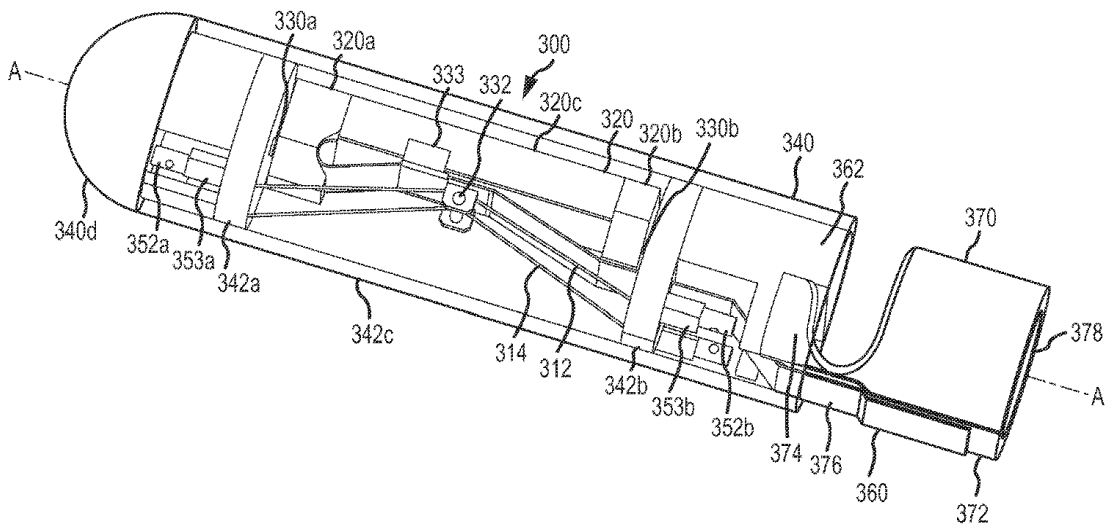
전체 청구항 수 : 총 88 항

(54) 발명의 명칭 **형상 기억 합금 액추에이터를 구비한 카테터**

(57) 요약

본 발명은 하중물의 진동 운동을 위해 채용 가능한 액추에이터에 관한 것이다. 개선된 액추에이터는 하중물의 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 작동 가능한 적어도 제1 형상 기억 부재를 포함할 수 있다. 액추에이터는 하중물의 진동 운동의 적어도 제2 부분을 수행하도록 작동 가능한 제2 형상 기억 부재를 추가로 포함할 수 있다. 하나 이상의 형상 기억 부재들의 이용은 하중물의 제어 가능하며 신뢰할 수 있는 진동 운동의 실현을 콤팩트한 방식으로 용이하게 한다. 그러한 액추에이터는 관심 내부 영역을 가로질러 스캔하기 위해 진동 운동하도록 배치된 초음파 트랜스듀서를 갖는 촬영 카테터 내에서 사용될 수 있다. 그러한 촬영 카테터는 3차원 및/또는 실시간 3차원(4D) 영상을 발생시키는데 사용될 수 있다.

대표도



(72) 발명자

오클리 클라이드 쉼.

미국 80112 콜로라도주 센테니얼 에스. 잔티아 스트리트 7308

데니 리차드 더블유.

미국 80108 콜로라도주 케슬 록 토폴러 드라이브 59

디에츠 데니스 알.

미국 80120 콜로라도주 리틀톤 에스. 루탄 서클 7038

보네쉬 마이클 제이.

미국 86004 아리조나주 플래그스태프 코코펠리 레인 3885

노르다우젠 크레이그 티.

미국 80138 콜로라도주 파커 노스 포레스트 캐니언 드라이브 12380

특허청구의 범위

청구항 1

카테터이며,

세장형 카테터 본체;

상기 카테터 본체의 원위 단부에 지지 가능하게 배치되며, 유체를 담는 구획된 체적을 형성하는 원위 단부 부분;

상기 유체 내에 침지되며, 상기 구획된 체적 내에서 피벗 축에 대해 일정 각도 범위를 통한 진동식 피벗 운동을 위해 배치된 초음파 트랜스듀서 - 상기 피벗 축은 상기 원위 단부 부분에 대해 고정됨 -; 및

상기 초음파 트랜스듀서와 동작식으로 관련된 제1 및 제2 형상 기억 부재

를 포함하고,

상기 제1 형상 기억 부재는 상기 제1 형상 기억 부재의 상태 변화를 일으킴으로써 작동될 수 있고, 상기 제2 형상 기억 부재는 상기 제2 형상 기억 부재의 상태 변화를 일으킴으로써 작동될 수 있고, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하기 위해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 작동 가능한,

카테터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 상기 구획된 체적 내에서 상기 초음파 트랜스듀서와 동작식으로 관련되고,

카테터는,

상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들의 적어도 일 부분 둘레에 각각 배치되고 상기 유체 내에 침지되는 제1 및 제2 단열 층

을 추가로 포함하는,

카테터.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 유체는 액체인 카테터.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 함불소 중합체를 포함하는 카테터.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 폴리테트라플루오로에틸렌; 및 확장된 폴리테트라플루오로에틸렌으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 재료를 포함하는 카테터.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 소수성인 적어도 하나의 재료를 포함하는 카테터.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 미세 다공성인 적어도 하나의 재료를 포함하는 카테터.

청구항 8

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 약 25℃에서 측정될 때 약 0.05 W/mK와 0.08 W/mK 사이의

열 전도율을 갖는 카테터.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 확장된 폴리테트라플루오로에틸렌을 포함하는 카테터.

청구항 10

제3항에 있어서,

상기 제1 및 제2 단열 층들 둘레에 각각 접촉식으로 배치되며, 상기 유체 내에 침지되는 제1 및 제2 외층을 추가로 포함하는 카테터.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 각각 적어도 약 500 kV/m의 유전 내전압을 갖는 카테터.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 각각 소수성 재료를 포함하는 카테터.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 약 50 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 갖는 카테터.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 제1 형상 기억 부재는 상기 피벗 축에 대해 제1 방향으로 상기 초음파 트랜스듀서를 회전시키도록 작동 가능하고, 상기 제2 형상 기억 부재는 상기 피벗 축에 대해 제2 방향으로 상기 초음파 트랜스듀서를 회전시키도록 작동 가능하고, 상기 제1 방향은 상기 제2 방향과 반대인, 카테터.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이에 의해 형성되고, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 상기 피벗 축의 일 측면 상에서 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결되고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 상기 일 측면에 대항하는 상기 피벗 축의 타 측면 상에서 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결되는, 카테터.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이는 제1 상호 연결 위치에서 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 원위 단부 부분 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이는 제2 상호 연결 위치에서 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 원위 단부 부분 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에 있는, 카테터.

청구항 17

제16항에 있어서, 각각의 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 상기 대응하는 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제2 단부를 갖고, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 그들의 대응하는 제1 및 제2 단부들 사이에서, 각각 상기 대응하는 제1 및 제2 상호 연결 위치들에서 원위 단부 부분 및 초음파 트랜스듀서 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에서 오프셋되는, 카테터.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 각각 그들 사이에서 대응하는 제1 및 제2 끼인감을 각각 형성하는 대응하는 제1 및 제2 부분들을 각각 포함하는, 카테터.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 제1 및 제2 끼인각들이 각각 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들의 대응하는 작동 및 비작동에 응답하여 증가 및 감소하도록 배열되는, 카테터.

청구항 20

제16항에 있어서, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 피벗 축으로부터 실질적으로 등거리인, 카테터.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 초음파 트랜스듀서에 대해 대칭으로 배치되는, 카테터.

청구항 22

제16항에 있어서, 상기 제1 상호 연결 위치는 상기 피벗 축의 상기 타 측면 상에 위치되고, 상기 제2 상호 연결 위치는 상기 피벗 축의 상기 일 측면 상에 위치되는, 카테터.

청구항 23

제15항에 있어서, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이는 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 상기 대응하는 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제2 단부를 갖고,

카테터는,

제1 형상 기억 와이어 길이의 상기 제1 및 제2 단부들이 상호 연결되는 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 다른 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 맞물림 부재를 추가로 포함하고,

상기 제1 형상 기억 와이어 길이는 상기 제1 형상 기억 와이어 길이의 작동 중에 상기 제1 방향으로 상기 초음파 트랜스듀서를 회전시키도록 상기 맞물림 부재 내에 맞물리는,

카테터.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 상기 대응하는 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제2 단부를 갖고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 제2 형상 기억 와이어 길이의 작동 중에 상기 제2 방향으로 상기 초음파 트랜스듀서를 회전시키도록 상기 맞물림 부재 내에 맞물리는, 카테터.

청구항 25

제15항에 있어서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 각각 물리적으로 분리된 제1 및 제2 와이어를 포함할 수 있는, 카테터.

청구항 26

제15항에 있어서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 연속적인 형상 기억 와이어의 대응하는 상이한 세그먼트들에 의해 형성되는, 카테터.

청구항 27

제1항에 있어서,

대응하는 제1 및 제2 시간 주기 동안, 각각의 제1 시간 주기의 종료와 각각의 제2 시간 주기의 시작 사이의 제1 시간 간격에서, 각각 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재의 상태를 변화시키기 위해 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재에 제1 및 제2 에너지 신호를 반복적으로 제공하기 위한 구동 에너지 공급원을 추가로 포함하고, 적어도 상기 제2 형상 기억 부재는 제2 형상 기억 부재가 각각의 제1 시간 간격 중에 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작 가능하도록 각각의 제1 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성

인장되도록 제공되는, 카테터.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 구동 에너지 공급원은 각각의 제2 시간 주기의 종료와 각각의 제1 시간 주기의 시작 사이의 제2 시간 간격에서, 상기 제1 및 제2 에너지 신호를 반복적으로 제공하고, 상기 제1 형상 기억 부재는 제1 형상 기억 부재가 각각의 제2 시간 간격 중에 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작 가능하도록 각각의 제2 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성 인장되도록 제공되는, 카테터.

청구항 29

제28항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 상기 각도 범위의 대향하는 단부 부분들과 대응하는 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 상이한 부분들을 수행하도록 제공되는, 카테터.

청구항 30

제1항에 있어서,
상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 하나에 지지 가능하게 연결되며, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 적어도 제1 부분을 수행하도록 위치된 제1 자기 부재를 추가로 포함하는 카테터.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 제1 자기 부재는 영구 자석을 포함하는 카테터.

청구항 32

제30항에 있어서, 상기 제1 자기 부재는 전자기 부재를 포함하는 카테터.

청구항 33

제30항에 있어서,
상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 하나에 지지 가능하게 연결되며, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 적어도 제2 부분을 수행하도록 위치된 제2 자기 부재를 추가로 포함하는 카테터.

청구항 34

제33항에 있어서, 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동의 상기 제1 및 제2 부분들은 상기 미리 결정된 각도 범위의 대향하는 단부 부분들과 대응하는, 카테터.

청구항 35

제33항에 있어서, 각각의 상기 제1 및 제2 자기 부재는 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결된 적어도 하나의 자화 가능한 부재에 인력 및 척력 중 하나를 인가하도록 동작 가능한, 카테터.

청구항 36

제1항에 있어서, 상기 원위 단부 부분은 카테터 본체에 대한 일정 각도 범위를 가로질러 선택적으로 위치 가능한 카테터.

청구항 37

제1항에 있어서, 상기 원위 단부 부분은 카테터 본체에 대해 선택적으로 회전 가능한 카테터.

청구항 38

유체 내에 침지되며, 세장형 카테터 본체의 원위 단부에 지지 가능하게 배치된 원위 단부 부분에 의해 형성된 구획된 체적 내에서 피벗 축에 대한 피벗 운동을 위해 배치된 초음파 트랜스듀서를 갖는 카테터 내에서 사용하

기 위한 방법이며,

상기 초음파 트랜스듀서를 제1 방향으로 피벗시키기 위해 상기 초음파 트랜스듀서와 동작식으로 관련된 제1 형상 기억 부재를 1차로 작동시키는 단계;

상기 초음파 트랜스듀서를 상기 제1 방향과 반대인 제2 방향으로 피벗시키기 위해 상기 초음파 트랜스듀서와 동작식으로 관련된 제2 형상 기억 부재를 2차로 작동시키는 단계;

피벗 축에 대한 일정 각도 범위를 통해 상기 초음파 트랜스듀서의 진동식 피벗 운동을 수행하기 위해 미리 결정된 사이클에 따라 상기 제1 및 제2 작동 단계들을 반복하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 작동 단계들 중 적어도 하나의 각각의 발생의 적어도 일 부분 중에 상기 유체를 통해 음향 신호를 송신 및 수신하는 것 중 적어도 하나를 위해 상기 초음파 트랜스듀서를 동작시키는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 제1 작동 단계는,

상기 제1 형상 기억 부재를 제1 구성으로부터 제2 구성으로 변화시켜서, 상기 초음파 트랜스듀서에 제1 힘을 부여하도록 상기 제1 형상 기억 부재에 제1 전기 신호를 1차로 인가하는 단계를 포함하고,

상기 제2 작동 단계는,

상기 제2 형상 기억 부재를 제1 구성으로부터 제2 구성으로 변화시켜서, 상기 초음파 트랜스듀서에 제2 힘을 부여하도록 상기 제2 형상 기억 부재에 제2 전기 신호를 2차로 인가하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이에 의해 형성되고, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이는 상기 제1 인가 단계 중에 단축되고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 제2 인가 단계 중에 단축되는, 방법.

청구항 41

제40항에 있어서, 각각의 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 원위 단부 부분에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제1 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 그들의 대응하는 제1 및 제2 단부들 사이에서, 피벗 축으로부터 오프셋된 대응하는 제1 및 제2 상호 연결 위치들에서 상기 초음파 트랜스듀서에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에 있는, 방법.

청구항 42

제41항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 각각 대응하는 제1 및 제2 끼임각을 형성하도록 그들의 대응하는 제1 상호 연결 위치 및 제2 상호 연결 위치로부터 멀리 연장하는 대응하는 제1 및 제2 부분들을 각각 포함하고,

상기 방법은,

상기 제1 인가 단계 중에 상기 제1 끼임각을 증가시키고 제2 끼임각을 감소시키는 단계; 및

상기 제2 인가 단계 중에 상기 제2 끼임각을 증가시키고 제1 끼임각을 감소시키는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 43

제39항에 있어서,

상기 제2 형상 기억 부재를 그의 제2 구성으로부터 그의 제1 구성으로 복귀시키기 위해 상기 제1 힘을 사용하는

단계; 및

상기 제1 형상 기억 부재를 그의 제2 구성으로부터 그의 제1 구성으로 복귀시키기 위해 상기 제2 힘을 사용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 44

제43항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동은 1과 50 Hz 사이의 속도로 발생하는 방법.

청구항 45

제43항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동은 8과 30 Hz 사이의 속도로 발생하는 방법.

청구항 46

제43항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동은 적어도 10 Hz의 속도로 발생하는 방법.

청구항 47

제43항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서의 상기 진동식 피벗 운동은 적어도 50 Hz의 속도로 발생하는 방법.

청구항 48

제39항에 있어서, 상기 미리 결정된 사이클은 제1 인가 단계의 종료와 제2 인가 단계의 시작 사이의 제1 시간 간격을 포함하고,

상기 방법은,

상기 제2 방향으로의 상기 초음파 트랜스듀서의 피벗 운동을 개시하기 위해 각각의 제1 간격 중에 상기 제2 형상 기억 부재의 탄성 응답을 채용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 49

제48항에 있어서, 상기 미리 결정된 사이클은 제2 인가 단계의 종료와 제1 인가 단계의 시작 사이의 제2 시간 간격을 포함하고,

상기 방법은,

상기 제1 방향으로의 상기 초음파 트랜스듀서의 피벗 운동을 개시하기 위해 각각의 제2 간격 중에 상기 제1 형상 기억 부재의 탄성 응답을 채용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 50

제39항에 있어서, 적어도 하나의 자석이 상기 원위 단부 부분 및 상기 초음파 트랜스듀서 중 하나에 상호 연결되고,

상기 방법은,

상기 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 상기 초음파 트랜스듀서에 자력을 인가하기 위해 상기 적어도 하나의 자석을 채용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 51

제39항에 있어서, 제1 자석이 상기 초음파 트랜스듀서에 상호 연결되고, 제2 자석이 상기 원위 단부 부분에 상호 연결되고,

상기 방법은,

상기 진동식 피벗 운동의 상이한 부분들을 수행하도록 자력을 인가하기 위해 상기 제1 자석 및 상기 제2 자석을 채용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 52

제38항에 있어서,

상기 제1 및 제2 작동 단계들 중 적어도 하나의 각각의 발생의 적어도 일 부분 중에 상기 유체를 통해 음향 신호를 수신하여, 대응하는 출력 신호를 제공하도록 상기 초음파 트랜스듀서를 동작시키는 단계; 및

초음파 촬영 시스템 내에서 상기 출력 신호를 사용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 53

제38항에 있어서,

상기 제1 및 제2 작동 단계들 중 적어도 하나의 각각의 발생의 적어도 일 부분 중에 상기 유체를 통해 음향 신호를 수신하여, 대응하는 출력 신호를 제공하도록 상기 초음파 트랜스듀서를 동작시키는 단계; 및

적어도 3차원 영상을 발생시키도록 컴퓨터 프로세서를 이용하여 상기 출력 신호를 처리하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 54

제53항에 있어서,

사용자 인터페이스에서 상기 3차원 영상을 디스플레이하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

청구항 55

하중물의 진동 운동을 위한 액추에이터이며,

유체를 담은 구획된 체적을 형성하는 엔클로저;

상기 하중물과 각각 동작식으로 관련된 제1 및 제2 형상 기억 부재 - 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 상기 하중물의 상기 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 작동 가능하고, 적어도 상기 제1 형상 기억 부재의 일 부분 및 상기 제2 형상 기억 부재의 일 부분은 상기 유체 내에 침지됨 -; 및

상기 제1 형상 기억 부재의 상기 부분 및 상기 제2 형상 기억 부재의 상기 부분 둘레에 각각 배치된 제1 및 제2 단열 층

을 포함하는 액추에이터.

청구항 56

제55항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 함몰소 중합체를 포함하는 액추에이터.

청구항 57

제56항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 폴리테트라플루오로에틸렌; 및 확장된 폴리테트라플루오로에틸렌으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 재료를 포함하는 액추에이터.

청구항 58

제55항에 있어서, 상기 유체는 액체인 액추에이터.

청구항 59

제58항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 각각 약 25℃에서 측정될 때 약 0.05 W/mK와 0.08 W/mK 사이의 열 전도율을 갖는 액추에이터.

청구항 60

제59항에 있어서, 상기 제1 및 제2 단열 층들은 확장된 폴리테트라플루오로에틸렌을 포함하는 액추에이터.

청구항 61

제59항에 있어서,

상기 제1 및 제2 단열 층들 둘레에 각각 접촉식으로 배치되며, 상기 유체 내에 침지되는 제1 및 제2 외층을 추가로 포함하는 액추에이터.

청구항 62

제61항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 각각 적어도 약 500 kV/m의 유전 내전압을 갖는 액추에이터.

청구항 63

제61항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 각각 소수성 재료를 포함하는 액추에이터.

청구항 64

제61항에 있어서, 상기 제1 및 제2 외층들은 각각 약 50 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 갖는 액추에이터.

청구항 65

제55항에 있어서, 상기 제1 형상 기억 부재는 상기 피벗 축에 대해 제1 방향으로 상기 하중물을 회전시키도록 작동 가능하고, 상기 제2 형상 기억 부재는 상기 피벗 축에 대해 제2 방향으로 상기 하중물을 회전시키도록 작동 가능하고, 상기 제1 방향은 상기 제2 방향과 반대인, 액추에이터.

청구항 66

제65항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이에 의해 형성되고, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 상기 피벗 축의 일 측면 상에서 상기 엔클로저 및 상기 하중물 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결되고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 상기 일 측면에 대항하는 상기 피벗 축의 타 측면 상에서 상기 엔클로저 및 상기 하중물 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결되는, 액추에이터.

청구항 67

제66항에 있어서, 상기 제1 형상 기억 와이어 길이는 제1 상호 연결 위치에서 상기 하중물 및 상기 엔클로저 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제2 형상 기억 와이어 길이는 제2 상호 연결 위치에서 상기 하중물 및 상기 엔클로저 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에 있는, 액추에이터.

청구항 68

제67항에 있어서, 각각의 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 엔클로저 및 상기 하중물 중 상기 대응하는 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제2 단부를 갖고, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 그들의 대응하는 제1 및 제2 단부들 사이에서, 각각 상기 대응하는 제1 및 제2 상호 연결 위치들에서 엔클로저 및 하중물 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에서 오프셋되는, 액추에이터.

청구항 69

제68항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 각각 그들 사이에서 대응하는 제1 및 제2 끼인각

을 형성하는 대응하는 제1 및 제2 부분들을 각각 포함하는, 액추에이터.

청구항 70

제69항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 제1 및 제2 끼인각들이 각각 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들의 대응하는 작동 및 비작동에 응답하여 증가 및 감소하도록 배열되는, 액추에이터.

청구항 71

제67항에 있어서, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 하중물의 상기 피벗 축으로부터 실질적으로 등거리인, 액추에이터.

청구항 72

제71항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 하중물에 대해 대칭으로 배치되는, 액추에이터.

청구항 73

제55항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들에 의해 형성되고, 각각의 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 상기 엔클로저에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제1 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 그들의 대응하는 제1 및 제2 단부들 사이에서, 상기 하중물의 피벗 축으로부터 오프셋된 대응하는 제1 및 제2 상호 연결 위치들에서 상기 하중물에 상호 연결되고, 상기 제1 및 제2 오프셋된 위치들은 상기 피벗 축의 대향 측면들 상에 있는, 액추에이터.

청구항 74

제73항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 각각 대응하는 제1 및 제2 끼인각을 형성하도록, 각각 그들의 대응하는 제1 상호 연결 위치 및 제2 상호 연결 위치로부터 멀리 연장하는 대응하는 제1 및 제2 부분을 각각 포함하는, 액추에이터.

청구항 75

제74항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 제1 및 제2 끼인각들이 각각 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들의 대응하는 작동 및 비작동에 응답하여 증가 및 감소하도록 배열되는, 액추에이터.

청구항 76

제75항에 있어서, 상기 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 상기 피벗 축으로부터 실질적으로 등거리인, 액추에이터.

청구항 77

제76항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 상기 하중물에 대해 대칭으로 배치되는, 액추에이터.

청구항 78

제55항에 있어서, 대응하는 제1 및 제2 시간 주기 동안, 각각의 제1 시간 주기의 종료와 각각의 제2 시간 주기의 시작 사이의 제1 시간 간격에서, 각각 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재에 제1 및 제2 작동 신호를 반복적으로 제공하기 위한 구동 신호 공급원을 추가로 포함하고, 적어도 상기 제2 형상 기억 부재는 제2 형상 기억 부재가 각각의 제1 시간 간격 중에 상기 하중물의 상기 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작 가능하도록 각각의 제1 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성 인장되도록 제공되는, 액추에이터.

청구항 79

제78항에 있어서, 상기 구동 신호 공급원은 각각의 제2 시간 주기의 종료와 각각의 제1 시간 주기의 시작 사이의 제2 시간 간격에서, 상기 제1 및 제2 작동 신호를 반복적으로 제공하고, 상기 제1 형상 기억 부재는 제1 형상 기억 부재가 각각의 제2 시간 간격 중에 상기 하중물의 상기 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작

가능하도록 각각의 제2 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성 인장되도록 제공되는, 액추에이터.

청구항 80

제79항에 있어서, 상기 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 미리 결정된 운동 범위의 대항하는 단부 부분들과 대응하는 상기 하중물의 상기 진동 운동의 상이한 부분들을 수행하도록 제공되는, 액추에이터.

청구항 81

제55항에 있어서,

상기 하중물의 상기 진동 운동의 적어도 제1 부분을 수행하도록 위치된 제1 자기 부재를 추가로 포함하는 액추에이터.

청구항 82

제81항에 있어서, 상기 제1 자기 부재는 영구 자석을 포함하는 액추에이터.

청구항 83

제81항에 있어서, 상기 제1 자기 부재는 전자기 부재를 포함하는 액추에이터.

청구항 84

제81항에 있어서, 상기 하중물의 상기 진동 운동의 적어도 제2 부분을 수행하도록 지지 가능하게 위치된 제2 자기 부재를 추가로 포함하는 액추에이터.

청구항 85

제84항에 있어서, 하중물의 상기 진동 운동의 상기 제1 및 제2 부분은 미리 결정된 운동 범위의 대항하는 단부 부분들과 대응하는 액추에이터.

청구항 86

제84항에 있어서, 상기 제1 및 제2 자기 부재들 중 적어도 하나는 상기 하중물에 상호 연결된 적어도 하나의 자화 가능한 부재에 인력을 인가하도록 동작 가능한, 액추에이터.

청구항 87

제84항에 있어서, 상기 제1 및 제2 자기 부재들 중 적어도 하나는 상기 하중물에 상호 연결된 다른 자석에 인력을 인가하도록 동작 가능한, 액추에이터.

청구항 88

제84항에 있어서, 상기 제1 및 제2 자석 부재들 중 적어도 하나는 상기 하중물에 상호 연결된 다른 자석에 척력을 인가하도록 동작 가능한, 액추에이터.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119 하에서, 본원에서 전체적으로 참조로 통합된 발명의 명칭이 "형상 기억 합금 액추에이터를 구비한 카테터"인 2010년 10월 22일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/405,784호에 기초하여 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 하중물의 진동 운동을 위해 채용 가능한 액추에이터에 관한 것이고, 특히 하나 이상의 형상 기억 부재를 채용하는 액추에이터에 관한 것이다. 본 발명은 관심 내부 해부학적 영역을 에워싸는 체적을 스캐닝하기 위한 진동 운동하도록 배치된 초음파 트랜스듀서를 갖는 촬영 카테터에 대해 특히 적합하다.

배경 기술

[0003] 액추에이터가 메커니즘 또는 하중물의 제어된 운동을 위한 다양한 용도에서 채용된다. 점점 더, 고유한 설계

문제를 제시하는 작은 공간, 높은 신뢰성, 및 낮은 전력 요건을 갖는 액추에이터 용도가 인식되고 있다.

- [0004] 액추에이터는 운동을 생성하기 위해 형상 기억 재료를 채용할 수 있다. 형상 기억 재료는 온도 또는 자기장과 같은 외부 자극의 인가 하에서 치수 변화를 경험하는 재료이다. 열 유도식 가역적 형상 변화를 달성할 수 있는 형상 기억 재료의 2가지 유형이 있다: 1) 온도 변화 시에 2개의 상이한 결정 상들 사이에서 가역적 상 변화를 겪는 금속 합금인 형상 기억 합금(SMA), 및 2) 2개의 중합체 성분 및 하나가 다른 하나보다 더 높은 용융 온도를 갖는 2개의 상으로 전형적으로 구성된 형상 기억 중합체(SMP). 형상 기억 중합체가 특정 유리 전이 온도 위로 가열되면, 하나의 상이 대체로 고무 상이 되어, 쉽게 변형될 수 있다. 이후에 이러한 유리 전이 온도 아래로 냉각되면, SMP는 그의 주어진 영구적 형상을 보유한다. 모든 다른 중합체에 비교한 SMP의 구분되는 특징은 이러한 치수 변화가 영구적인 국소 재료 손상을 생성하지 않고서 큰 변형을 가능케 하는 능력과 함께, 예리한 전이 온도 및 고무상 평탄부에 의해 표시되는 것이다.
- [0005] 중요한 형상 기억 합금(SMA)의 예는 니티놀(Nitinol), 니켈 및 티타늄의 합금, 구리계 합금, 및 FeMnSiCrNi 형상 기억 스테인리스 강이다. 이러한 금속성 합금은 이들이 길이의 감소를 일으키는 대응하는 마르텐사이트-오스텐사이트 결정 상 변환을 생성하도록 가열될 수 있는 점에서 구분된다. 형상 기억 합금의 이후의 냉각이 오스텐사이트-마르텐사이트 상 변환을 일으킬 수 있고, 형상은 변화되지 않고 유지되고, 이에 의해 이는 인가되는 응력 하에서 그의 원래의 길이로 복귀될 수 있다. 형상 기억 재료가 다른 부재와 동작식으로 관련되면, 상 변화는 다른 부재의 운동을 생성하기 위해 사용될 수 있는 힘을 발생시키기 위해 사용될 수 있다. 그러한 가열은 형상 기억 재료를 통해 전류를 통과시킴으로써 생성될 수 있다.
- [0006] 카테터는 혈관, 공동, 또는 관강 내로 삽입되어, 신체의 외부로 연장하는 부분을 이용하여 조작될 수 있는 의료 장치이다. 전형적으로, 카테터는 비선형 경로를 따른 전진/후퇴를 용이하게 하도록 상대적으로 얇고 가요성이다. 카테터는 진단 및/또는 치료 장치의 신체내 위치 설정을 포함한, 매우 다양한 목적으로 채용될 수 있다. 예를 들어, 카테터는 내부 촬영 장치(예컨대, 초음파 트랜스듀서)를 위치시키기 위해, 이식 가능한 장치(예컨대, 스텐트, 스텐트 이식편, 대정맥 필터)를 전개하기 위해, 그리고/또는 약물을 전달하기 위해 채용될 수 있다 (예컨대, 절제 카테터, 약물 전달).
- [0007] 이와 관련하여, 구조물의 시각적 영상을 얻기 위한 초음파 촬영 기술의 사용이 점점 더 일반화된다. 대략적으로 말하자면, 어레이로 배열된 다수의 개별 작동식 압전 소자를 전형적으로 포함하는 초음파 트랜스듀서는 초음파 에너지의 펄스가 환자의 신체 내로 이동하도록, 적합한 구동 신호를 제공받는다. 초음파 에너지는 변화하는 음향 임피던스의 구조물들 사이의 계면에서 반사된다. 동일하거나 상이한 트랜스듀서가 복귀 에너지의 수신을 검출하여, 대응하는 출력 신호를 제공한다. 이러한 신호는 구조물들 사이 그리고 구조물 자체의 계면의, 디스플레이 스크린 상에서 보이는 영상을 산출하도록 공지된 방식으로 처리될 수 있다.
- [0008] 심장 초음파(ICE) 카테터가 심장의 연조직 구조의 고해상도 2D 초음파 영상을 제공하기 때문에, 구조적 심장 중재술에서 사용하기 위한 바람직한 촬영 기법이 되었다. 추가로, ICE 촬영은 시술에 대해 이온화 방사선을 부여하지 않는다. ICE 카테터는 그의 정상적인 시술 흐름의 맥락에서 다른 병원 직원을 추가하지 않고서, 중재적 심장 전문의 및 직원에 의해 사용될 수 있다. 현재의 ICE 카테터 기술은 제한을 갖는다. 종래의 ICE 카테터는 2D 영상만을 발생시키는 것으로 제한된다. 또한, 의사는 해부학적 구조물 내에서 복수의 영상 평면을 포착하기 위해 카테터를 조향하고 재위치시켜야 한다. 특정 2D 영상 평면을 얻기 위해 필요한 카테터 조작은 사용자가 카테터 조향 메커니즘과 친숙해지는데 상당량의 시간을 소모할 것을 요구한다.
- [0009] (미국 매사추세츠주 앤도버 소재의 필립스 헬스케어(Philips Healthcare)로부터 구입 가능한) 새로운 3D 경식도(TEE) 프로브를 이용하는 필립스 iE33 심장 초음파 시스템은 최초의 상업적으로 구입 가능한 실시간 3D(4차원(4D)) TEE 초음파 촬영 장치를 대표한다. 이러한 시스템은 더 복잡한 중재술에 대해 필요한 4D 촬영 능력을 의사에게 제공하지만, 이러한 시스템과 관련된 여러 상당한 단점이 있다. TEE 프로브의 큰 크기(50 mm 원주 및 16.6 mm 폭)로 인해, 환자는 프로브 도입 이전에 마취되거나 극도로 진정될 필요가 있다 (G. Hamilton Baker, MD et al., Usefulness of Live Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography in a Congenital Heart Disease Center, Am J Cardiol 2009; 103: 1025-1028). 이는 마취 전문의가 환자를 마취 유도하고 모니터링하기 위해 존재할 것을 요구한다. 또한, 환자의 혈액 동역학적 상태가 모니터링을 요구할 수 있다. 또한, 인후염 내지 식도 천공의 범위에 이르는 합병증을 포함한 TEE 프로브 사용으로부터의 경증 및 중증 합병증이 발생한다. 필립스 TEE 시스템 및 프로브의 복잡성은 마취 전문의, 심장 초음파 검사자 및 초음파 기술자와 같은 추가의 직원의 참여를 요구한다. 이는 시술 시간 및 비용을 증가시킨다.
- [0010] 소규모 액추에이터를 위한 촬영 카테터 용도가 특히 관심이 있다. 본 발명자는 카테터를 기반으로 하며 실시간

3차원 촬영(4D) 능력으로 경피 접근을 위해 충분히 작은 촬영 플랫폼에 대한 필요를 실현하였다. 중재술 중에 실시간 기반으로, 예를 들어, 심장의 3차원(3D) 구조를 시각화하기 위해 그러한 카테터 기반 촬영 시스템을 사용하는 것은 좌심방이 폐색술, 이첨판 수복, 및 심방 세동에 대한 절제술과 같은 더 복잡한 시술을 용이하게 하므로 임상적 관점에서 고도로 바람직하다. 3D 촬영은 또한 의사가 구조물들의 상대 위치를 완전히 결정하도록 허용한다. 이러한 능력은 전형적인 해부학적 구조가 존재하지 않는 심장 내의 구조적 이상의 경우에 특히 중요하다. 2차원 트랜스듀서 어레이는 3D 영상을 발생시키기 위한 수단을 제공하지만, 현재 이용 가능한 2D 어레이는 충분한 개구 크기 및 대응하는 영상 해상도를 제공하기 위해 많은 수의 소자를 요구한다. 이러한 높은 소자 개수는 임상적으로 허용 가능한 카테터 프로파일에 대해 과도한 비용의 2D 트랜스듀서를 생성한다.

[0011] 내과적 진단 및 치료 시술이 계속해서 발전하므로, 콤팩트하고 조정 가능한 카테터에 의한 향상된 시술 촬영의 바람직함이 본 발명자에 의해 인식되었다. 더 구체적으로, 본 발명자는 상대적으로 작은 프로파일을 유지하면서, 카테터의 원위 단부에 위치한 (예컨대, 실시간 3D 영상을 생성하기 위한) 촬영 구성요소들의 선택적인 위치 설정 및 액추에이터 제어를 용이하게 하는 카테터 특징부를 제공하여, 다양한 임상적 용도에 대해 향상된 성능을 산출하는 바람직함을 인식하였다. 이해될 수 있는 바와 같이, 카테터 상에서의 초음파 트랜스듀서의 이용은 특히 혈관 용도에 대해, 치수적 문제를 제시한다. 예를 들어, 심혈관 용도에 대해, 심장의 우심방 또는 다른 공간 내로의 촬영 카테터의 전진 중에, 약 12 프렌치(Fr) 미만, 더 바람직하게는 약 10 Fr 미만의 최대 단면을 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 몇몇 해부학적 위치, 예컨대, 심장 내의 해부학적 위치의 크기 구속으로 인해, 원하는 관찰 각도를 달성하기 위해 필요한 선택적인 위치 설정이, 예를 들어, 약 3 cm 미만의 최대 단면 치수를 구비한 체적과 같은 작은 해부학적 체적 내에서 얻어질 수 있는 것이 바람직하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 하중물의 진동 운동을 위해 채용 가능한 액추에이터에 관한 것이다. 개선된 액추에이터는 하중물의 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 작동 가능한 (예컨대, 형상 기억 재료를 포함하는) 적어도 제1 형상 기억 부재를 포함할 수 있다. 고려되는 실시예에서, 액추에이터는 하중물의 진동 운동의 적어도 제2 부분을 수행하도록 작동 가능한 (예컨대, 형상 기억 재료를 포함하는) 제2 형상 기억 부재를 추가로 포함할 수 있다. 하나 이상의 형상 기억 부재의 이용은 콤팩트한, 저전력 방식으로 하중물의 제어 가능하며 신뢰할 수 있는 진동 운동의 실현을 용이하게 한다. 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 하중물의 진동 운동의 적어도 일 부분을 수행하기 위해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 작동 가능할 수 있다.

[0013] 하나의 태양에서, 액추에이터는 구획된 체적을 형성하는 엔클로저를 포함할 수 있다. 구획된 체적은 유체를 담을 수 있다. 유체는 (예컨대, 음향 신호 전달을 용이하게 하기 위한) 액체일 수 있다. 액추에이터의 제1 형상 기억 부재의 적어도 일 부분이 유체 내에 침지될 수 있고, 제1 단열 층이 제1 형상 기억 부재의 침지된 부분 둘레에 배치될 수 있다. 유사하게, 액추에이터의 제2 형상 기억 부재의 적어도 일 부분이 유체 내에 침지될 수 있고, 제2 단열 층이 제2 단열 층의 침지된 부분 둘레에 배치될 수 있다. 이해될 수 있는 바와 같이, 하나 이상의 형상 기억 부재(들) 상에서의 단열 층의 제공은 담긴 유체와 형상 기억 부재(들) 사이에서의 열 에너지의 전달 속도에 유리하게 영향을 줄 수 있다. 그러한 태양에서, 예를 들어, 하중물은 초음파 트랜스듀서를 포함할 수 있다.

[0014] 하나의 구현예에서, 하중물은 유체 내에 침지되고, 구획된 체적 내에서 피벗 축에 대해 일정 각도 범위를 통한 진동 운동을 위해 배치되고, 피벗 축은 구획된 체적에 대해 고정된다. 이와 관련하여, 액추에이터는 하중물과 동작식으로 관련된 제1 및 제2 형상 기억 부재를 포함할 수 있고, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 하중물의 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하기 위해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 작동 가능하다. 그러한 구현예는, 예를 들어, 세장형 카테터 본체, 및 카테터 본체의 원위 단부에 지지 가능하게 배치되며, 하중물 및 유체를 담은 구획된 체적을 형성하는 원위 단부 부분을 갖는 카테터의 형태일 수 있다. 그러한 구현예에서, 하중물은 초음파 트랜스듀서일 수 있고, 초음파 트랜스듀서는 초음파 신호 송신 및/또는 수신을 위해 유체 내에 침지될 수 있다.

[0015] 소정의 실시예에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 구획된 체적 내에서 하중물에 상호 연결되며, 담긴 유체 내에 침지될 수 있다. 이어서, 제1 및 제2 단열 층들이 각각 구획된 체적 내에서 유체 내에 침지된 제1 및 제2 형상 기억 부재들의 적어도 일 부분 둘레에 배치될 수 있다. 아울러, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 전기적 격리를 위해 개별적으로 절연될 수 있다.

- [0016] 배열에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 약 25°C에서 측정될 때 약 0.03 W/mK와 0.20 W/mK 사이의 열 전도율을 가질 수 있다. 배열에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 약 25°C에서 측정될 때 약 0.05 W/mK와 0.08 W/mK 사이의 열 전도율을 가질 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 합불소 중합체를 포함할 수 있다. 하나의 구현예에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 확장된 폴리테트라플루오로에틸렌(ePTFE), 정전기 분사 코팅된 PTFE, 불소화된 에틸렌 프로필렌, 확장된 불소화된 에틸렌 프로필렌, 퍼플루오로알콕시 공중합체, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리우레탄, 실리콘 고무, 플라즈마 코팅 중합체 필름(예컨대, 저온 플라즈마 강화 트리메틸실란), 파릴렌(PARYLENE)TM, 이들의 블렌드 및 공중합체로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 재료를 포함할 수 있다. 유사한 열 전도율을 갖는 다른 재료가 또한 채용될 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 미세 다공성 재료를 포함할 수 있다.
- [0017] 위에서 기술된 바와 같은 제1 및/또는 제2 단열 층에 추가하여, 액추에이터는 각각 제1 및/또는 제2 단열 층들 둘레에 각각 배치된(예컨대, 접촉식으로 배치된) 대응하는 제1 및/또는 제2 외층을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 제1 및/또는 제2 외층들은 유리하게는 엔클로저 내에 담긴 유체 내에 침지되도록 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 및/또는 제2 외층들은 각각 소수성 재료를 포함할 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및/또는 제2 외층들은 약 50 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 갖도록 선택될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제1 및/또는 제2 외층들은 적어도 약 500 kV/m의 유전 내전압을 갖도록 선택될 수 있다.
- [0018] 하나의 접근에서, 위에서 기술된 바와 같은 제1 및/또는 제2 단열 층의 열적 특성에 추가하여, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 유리하게는 엔클로저 내에 담긴 유체 내에 침지되도록 적용되거나 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 제1 및/또는 제2 단열 층들의 전술한 기능 및 제1 및/또는 제2 외층들의 전술한 기능을 모두 실행할 수 있다. 따라서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 각각 소수성 재료를 포함할 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 약 50 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 갖도록 선택될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 적어도 약 500 kV/m의 유전 내전압을 갖도록 선택될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 및/또는 제2 단열 층들은 전술한 소수성 및 유전 내전압과 함께 전술한 단열 특성을 제공할 수 있다.
- [0019] 전술한 제1 및/또는 제2 단열 층 및 전술한 제1 및/또는 제2 외층과 같은, 제1 및 제2 형상 기억 부재의 적어도 일 부분 둘레에 배치된 층들은 형상 기억 부재들이 길이를 변화시킬 때 층들이 형상 기억 부재들과 함께 이동하도록 허용하는 신장 계수를 가질 수 있다. 이와 관련하여, 층들은 박리, 균열, 또는 탈리가 없이 형상 기억 부재들과 함께 신장 및 수축하도록 동작 가능할 수 있다. 층들은 형상 기억 부재에 접촉식으로 접합될 수 있다.
- [0020] 하나의 실시예에서, 구획된 체적 내에서, 전기적 능동 구성요소가 원치 않은 전류 유동(예컨대, 단락)을 제한하도록 절연될 수 있다. 그러한 전기적 능동 구성요소는, 예를 들어, 유체 내에 침지된 형상 기억 부재 및 초음파 트랜스듀서로의 전기 상호 연결을 포함할 수 있다. 그러한 절연은 구획된 체적 내의 유체가 액체인 경우에 특히 유익할 수 있다.
- [0021] 다른 태양에서, 제1 형상 기억 부재가 피벗 축에 대해 제1 방향으로 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)을 회전시키도록 작동 가능할 수 있다. 역으로, 제2 형상 기억 부재가 피벗 축에 대해 제2 방향으로 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)을 회전시키도록 작동 가능할 수 있고, 제1 방향은 제2 방향과 반대이다.
- [0022] 하나의 배열에서, 형상 기억 부재들은(예컨대, 전류를 통과시킴으로써 가열에 의한) 작동으로 인해 적어도 약 1%만큼 길이가 변화하도록 동작 가능할 수 있다. 다른 배열에서, 형상 기억 부재들은 작동으로 인해 적어도 약 2%만큼 길이가 변화하도록 동작 가능할 수 있다. 특정 배열에서, 형상 기억 부재들은 작동으로 인해 약 4%만큼 길이가 변할 수 있다.
- [0023] 다양한 실시예에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들에 의해 형성될 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 물리적으로 분리된 제1 및 제2 와이어를 포함할 수 있다. 다른 접근에서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 연속적인 형상 기억 와이어의 상이한 세그먼트들, 예컨대, 제1 및 제2 길이들에 의해 각각 형성될 수 있다.
- [0024] 제1 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 피벗 축의 제1 측면 상에서(예컨대, 카테터의 원위 단부 부분에서의) 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 와이어 길이의 제1 단부가 제1 측면에 대향하는, 피벗 축의 제2 측면 상에서(카테터의 원위 단부 부분에서의) 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결될 수 있다.

- [0025] 하나의 접근에서, 제1 형상 기억 와이어 길이는 제1 상호 연결 위치에서 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 및 엔클로저 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결될 수 있다. 아울러, 제2 형상 기억 와이어 길이는 제2 상호 연결 위치에서 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 및 엔클로저 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결될 수 있고, 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 피벗 축의 대향 측면들 상에 위치된다.
- [0026] 하나의 실시예에서, 각각의 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이는 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 대응하는 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 대응하는 제2 단부를 가질 수 있다. 아울러, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 그들의 대향하는 제1 및 제2 단부들 사이에서, 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 대응하는 다른 하나에 상호 연결될 수 있다. 이와 관련하여, 기술된 제1 및 제2 상호 연결 위치들은 피벗 축의 대향 측면들 상에서 오프셋될 수 있다. 하나의 구현예에서, 제1 및 제2 오프셋 위치들은 피벗 축으로부터 실질적으로 등거리일 수 있다. 그러한 배열에서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.
- [0027] 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 제1 및 제2 끼인각을 대응하여 형성하는 그들의 대응하는 제1 및 제2 부분들을 각각 포함하도록 배치될 수 있다. 이어서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 제1 및 제2 끼인각들이 각각 제1 및 제2 형상 기억 부재들의 대응하는 작동 및 비작동에 응답하여 하중물을 변위시키기 위해 증가 및 감소하도록 배열될 수 있다. 그러한 끼인각을 포함하도록 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들을 배열함으로써, 와이어 길이의 적어도 약 10% 내지 20%의 유효 변위가 달성될 수 있다. 달리 말하자면, 적어도 약 10% 내지 20%의 유효 신장률이 달성될 수 있고, 유효 신장률은 하중물에 대해 대체로 직교하여 배치되며 끼인각을 구비한 형상 기억 와이어 길이들과 유사한 체적 내에 배치된 형상 기억 부재에 의한 하중물의 유사한 운동을 생성하기 위해 필요한 신장률이다.
- [0028] 다른 실시예에서, 제1 형상 기억 와이어 길이는 피벗 축의 제1 측면 상에서 (예컨대, 액추에이터의 원위 단부 부분에서의) 엔클로저에 상호 연결된 제1 단부, 및 제1 측면에 대향하는 피벗 축의 제2 측면 상에서 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)에 상호 연결된 제2 단부를 포함할 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 와이어 길이는 피벗 축의 제1 측면 상에서 엔클로저에 상호 연결된 제1 단부, 및 피벗 축의 제2 측면 상에서 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)에 상호 연결된 제2 단부를 가질 수 있다.
- [0029] 또 다른 실시예에서, 제1 형상 기억 와이어 길이는 (예컨대, 카테터의 원위 단부 부분에서의) 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 제1 및 제2 단부를 포함할 수 있다. 아울러, 맞물림 부재(예컨대, 스펀션, 기둥 등)가 엔클로저 및 하중물 중 다른 하나에 대해 고정된 관계로 제공될 수 있고, 제1 형상 기억 와이어 길이는 제1 형상 기억 와이어 길이의 작동 중에 제1 방향으로 하중물을 회전시키도록 맞물림 부재와 맞물린다. 유사하게, 제2 형상 기억 와이어 길이는 엔클로저 및 하중물 중 상기 하나에 고정된 관계로 상호 연결된 제1 단부 및 제2 단부를 포함할 수 있고, 제2 형상 기억 와이어 길이는 제2 형상 기억 와이어 길이의 작동 중에 제2 방향으로 하중물을 회전시키도록 맞물림 부재와 맞물린다.
- [0030] 몇몇 실시예에서, 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)의 중심 축이 피벗 축에 대해 평행할 수 있다. 다른 실시예에서, 그러한 중심 축은 피벗 축과 일치할 수 있다.
- [0031] 다양한 실시예에서, 구동 에너지 공급원이 대응하는 제1 및 제2 시간 주기 중에, 각각 제1 및 제2 형상 기억 부재에 제1 및 제2 에너지 신호를 반복적으로 제공하기 위해 포함될 수 있다. 구동 에너지 공급원은 각각의 제1 시간 주기의 종료와 각각의 제2 시간 주기의 시작 사이의 제1 시간 간격을 형성하도록 동작 가능할 수 있고, 적어도 제2 형상 기억 부재는 제2 형상 기억 부재가 각각의 제1 시간 간격 중에 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)의 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작 가능하도록, 각각의 제1 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성 인장되도록 제공된다. 아울러, 구동 에너지 공급원은 각각의 제2 시간 주기의 종료와 각각의 제1 시간 주기의 시작 사이에서 형성된 제2 시간 간격에서, 제1 및 제2 에너지 신호를 반복적으로 제공하도록 동작 가능할 수 있다. 이어서, 제1 형상 기억 부재는 제1 형상 기억 부재가 각각의 제2 시간 간격 중에 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)의 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 동작 가능하도록 각각의 제2 시간 간격의 적어도 일 부분 중에 탄성 인장되도록 제공될 수 있다. 이해될 수 있는 바와 같이, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 피벗 운동의 각도 범위의 대향하는 단부 부분들과 대응하는 하중물의 진동식 피벗 운동의 상이한 부분들을 수행하도록 이용될 수 있다.
- [0032] 소정의 구현예에서, 적어도 제1 자기 부재가 (예컨대, 카테터의 원위 단부 부분에서의) 엔클로저 및 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서) 중 하나에 지지 가능하게 상호 연결되며, 하중물(예컨대, 초음파 트랜스듀서)의 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하도록 위치될 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 자기 부재는 영구 자석을

포함할 수 있고; 예를 들어, 영구 자석은 코팅된 네오디뮴 철 붕소 또는 사마륨 코발트를 포함한다. 다른 접근에서, 제1 자기 부재는 전자기 부재를 포함할 수 있다.

[0033] 관련하여, 제2 자기 부재가 하중물의 진동식 피벗 운동의 적어도 제2 부분을 수행하기 위해 엔클로저 및 하중물 중 하나에 지지 가능하게 상호 연결될 수 있다. 이와 관련하여, 하중물의 진동식 피벗 운동의 제1 및 제2 부분들은 하중물의 피벗 운동의 미리 결정된 각도 범위의 대향하는 단부 부분들과 대응할 수 있다. 소정의 구현예에서, 제1 자기 부재 및/또는 제2 자기 부재는 인력을 인가하도록 동작 가능할 수 있다. 유사하게, 소정의 배열에서, 제1 자기 부재 및/또는 제2 자기 부재는 척력을 인가하도록 동작 가능할 수 있다. 제1 및/또는 제2 자기 부재에 의한 힘의 인가는 엔클로저 및 하중물 중 다른 하나에 상호 연결된 자화 가능한 부재에 대한 것일 수 있다. 다른 구현예에서, 제1 및/또는 제2 자기 부재에 의한 힘의 인가는 엔클로저 및 하중물 중 다른 하나에 상호 연결된 적어도 하나의 추가의 자기 부재에 대한 것일 수 있다.

[0034] 기술된 바와 같이, 전술한 액추에이터는 카테터 구현예에 대해 특히 적합하다. 이와 관련하여, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 카테터의 원위 단부 부분에서 초음파 트랜스듀서 어레이의 진동 운동을 수행하기 위해 엔클로저 내에 배치될 수 있다. 아울러, 원위 단부 부분은 사용자에게 의해 카테터 본체에 대해 선택적으로 위치 설정 가능하도록 제공될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 원위 단부 부분은 카테터 본체에 대한 일정 각도 범위를 가로질러 선택적으로 각도를 이루도록 제공될 수 있다. 예로써, 카테터는 카테터 본체에 원위 단부 부분을 상호 연결하기 위한 힌지를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 원위 단부 부분은 카테터 본체에 대한 일정 각도 범위에 대해 선택적으로 회전되도록 제공될 수 있다.

[0035] 또 다른 태양에서, 하중물의 진동식 피벗 운동을 수행하는 방법이 제공된다. 방법은 제1 방향으로 하중물을 피벗시키기 위해 하중물과 동작식으로 관련된 제1 형상 기억 부재를 1차로 작동시키는 단계, 및 그 다음 제1 방향과 반대인 제2 방향으로 하중물을 피벗시키기 위해 하중물과 동작식으로 관련된 제2 형상 기억 부재를 2차로 작동시키는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 피벗 축에 대해 일정 각도 범위를 통한 하중물의 진동식 피벗 운동을 수행하기 위해 미리 결정된 사이클에 따라 제1 및 제2 단계들을 반복하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 방법은 하중물이 유체 내에 침지되며 구획된 체적 내에서 피벗 축에 대한 피벗 운동을 위해 배치된 초음파 트랜스듀서이고, 구획된 체적은 세장형 카테터 본체의 원위 단부에 지지 가능하게 배치된 원위 단부 부분에 의해 형성되는, 카테터 내에서 사용하기 위한 방법일 수 있다. 그러한 실시예에서, 방법은 제1 및/또는 제2 작동 단계의 각각의 발생의 적어도 일 부분 중에 유체를 통해 음향 신호를 송신 및/또는 수신하기 위해 초음파 트랜스듀서를 동작시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0036] 하나의 접근에서, 제1 작동 단계는 제1 형상 기억 부재를 제1 구성으로부터 제2 구성으로 변화시켜서, 하중물에 제1 힘을 부여하기 위해 제1 형상 기억 부재에 제1 전기 신호를 1차로 인가하는 단계를 포함할 수 있다. 접근은 또한 제2 형상 기억 부재를 제1 구성으로부터 제2 구성으로 변화시켜서, 하중물에 제2 힘을 부여하기 위해 제2 형상 기억 부재에 제2 전기 신호를 2차로 인가하는 단계를 포함하는 제2 작동 단계를 포함할 수 있다. 방법은 제2 형상 기억 부재를 그의 제2 구성으로부터 그의 제1 구성으로 복귀시키기 위해 제1 힘을 사용하는 단계, 및 제1 형상 기억 부재를 그의 제2 구성으로부터 그의 제1 구성으로 복귀시키기 위해 제2 힘을 사용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] 하나의 구현예에서, 제1 및 제2 작동 단계들을 반복함으로써 달성되는 초음파 트랜스듀서의 왕복식 피벗 운동은 1과 50 Hz 사이, 또는 8과 30 Hz 사이의 속도로 발생할 수 있다. 다른 구현예에서, 제1 및 제2 작동 단계들을 반복함으로써 달성되는 초음파 트랜스듀서의 왕복식 피벗 운동은 적어도 10 Hz의 속도로 발생할 수 있고; 또 다른 구현예에서, 속도는 적어도 50 Hz일 수 있다.

[0038] 하나의 배열에서, 제1 형상 기억 부재는 제1 인가 단계 중에 단축될 수 있고, 제2 형상 기억 부재는 제2 인가 단계 중에 단축될 수 있다. 형상 기억 부재들은 형상 기억 와이어의 형태일 수 있다.

[0039] 다양한 실시예에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이에 의해 형성될 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 물리적으로 분리된 제1 및 제2 와이어를 포함할 수 있다. 다른 접근에서, 제1 및 제2 형상 기억 와이어 길이들은 연속적인 형상 기억 와이어의 상이한 제1 및 제2 길이들에 의해 각각 형성될 수 있다. 제1 및 제2 부분들은 연속적인 형상 기억 와이어의 상이한 제1 및 제2 길이들 각각에 의해 또는 물리적으로 분리된 제1 및 제2 와이어에 의해 형성될 수 있다.

[0040] 소정의 구현예에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 각각 대응하는 제1 및 제2 끼인각을 형성하는 대응하는 제1 및 제2 부분을 각각 포함할 수 있다. 그러한 구현예에서, 방법은 제1 인가 단계 중에 제1 끼인각을 증가시키고

제2 끼인각을 감소시키는 단계, 및 제2 인가 단계 중에 제2 끼인각을 증가시키고 제1 끼인각을 감소시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0041] 하나의 접근에서, 미리 결정된 사이클은 제1 인가 단계의 종료와 제2 인가 단계의 시작 사이의 제1 시간 간격을 포함할 수 있다. 그러한 접근은 제2 방향으로의 하중물의 피벗 운동을 개시하기 위해 각각의 제1 간격 중에 제2 형상 기억 부재의 탄성 응답을 채용하는 단계를 포함할 수 있다. 미리 결정된 사이클은 제2 인가 단계의 종료와 제1 인가 단계의 시작 사이의 제2 시간 간격을 포함할 수 있고, 본 접근은 제1 방향으로의 하중물의 피벗 운동을 개시하기 위해 제2 간격의 각각의 발생 중에 제1 형상 기억 부재의 탄성 응답을 채용하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0042] 하나의 배열에서, 방법은 진동식 피벗 운동의 적어도 일 부분을 수행하기 위해 하중물에 자력을 인가하도록 자석을 채용하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 또한 진동식 피벗 운동의 적어도 상이한 부분을 수행하기 위해 자력을 인가하도록 제2 자석을 채용하는 단계를 포함할 수 있다. 하나의 접근에서, 제1 및 제2 자석은 각도 범위의 대향하는 단부 부분들에 영향을 줄 수 있다.

[0043] 본 발명의 많은 추가의 특징 및 장점이 이하에서 제공되는 실시예 설명을 고려하면 본 기술 분야의 당업자에게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명을 포함하는 액추에이터의 하나의 실시예의 측면도이다.
- 도 2a는 도 1의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 사시도이다.
- 도 2b는 대안적인 액추에이터 구성요소들과 함께 도 1의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 사시도이다.
- 도 3a 및 3b는 상이한 동작 시간에서 도시된 도 1의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 단부도이다.
- 도 3c는 자기 보조의 제1 예를 구비한 도 1의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 단부도이다.
- 도 3d는 자기 보조의 제2 예를 구비한 도 1의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 단부도이다.
- 도 4a는 본 발명을 포함하는 액추에이터의 다른 실시예의 측면도이다.
- 도 4b는 본 발명을 포함하는 액추에이터의 추가의 실시예의 측면도이다.
- 도 4c는 본 발명을 포함하는 액추에이터의 추가의 실시예의 측면도이다.
- 도 5a, 5b, 및 5c는 상이한 동작 시간에서 도시된 도 4a의 액추에이터 실시예의 선택된 구성요소들의 단부도이다.
- 도 5aa, 5bb, 및 5cc는 상이한 동작 시간에서 도시된 도 4a의 액추에이터 실시예의 변형된 배열의 선택된 구성요소들의 단부도이다.
- 도 6은 본 발명을 포함하는 액추에이터의 다른 실시예의 측면도이다.
- 도 7은 본 발명을 포함하는 액추에이터의 다른 실시예의 측면도이다.
- 도 8 및 9는 힌지에 의해 도 7의 액추에이터 실시예에 연결된 카테터 본체의 원위 단부를 도시한다.
- 도 10은 손잡이, 카테터, 및 도 7의 액추에이터 실시예를 구비한 초음파 촬영 시스템을 도시한다.
- 도 11 및 12는 심장의 우심방 내에서의 심장 초음파를 위한 도 7의 액추에이터 실시예를 포함하는 조향 가능한 카테터 실시예의 배치를 도시한다.
- 도 13은 도 7의 액추에이터 실시예가 제2 위치에 있는 심장의 우심방 내에서의 도 11의 실시예의 배치를 도시한다.
- 도 14는 도 7의 액추에이터 실시예가 제3 위치에 있는 심장의 우심방 내에서의 도 11의 실시예의 배치를 도시한다.
- 도 15a는 형상 기억 부재를 구동하기 위해 사용되는 구동 신호 및 구동되는 하중물의 대응하는 위치의 그래프이다.

도 15b는 형상 기억 부재를 구동하기 위해 사용되는 다른 구동 신호 및 구동되는 하중물의 대응하는 위치의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 도 1은 피벗 축(AA)에 대한 하중물(20)의 진동식 피벗 운동을 수행하도록 작동 가능한 제1 형상 기억 부재(12) 및 제2 형상 기억 부재(14)를 포함하는 액추에이터(10)의 하나의 실시예를 도시한다. 이와 관련하여, 피벗 축(AA)은 각각의 단부에서 저널링되며 엔클로저(40)에 대해 회전 가능한 샤프트 부재(30)에 의해 형성될 수 있다. 엔클로저(40)는 (도 1에서 투명하게 도시된) 제1 단부편(42a), 제2 단부편(42b), 및 외측 웰(42c)을 포함한다. 이어서, 하중물(20)이 샤프트 부재(30)에 그와 함께 피벗 운동하도록 지지 가능하게 장착될 수 있다.
- [0046] 제1 및 제2 형상 기억 부재(12, 14)들은 각각 형상 기억 재료(예컨대, 니티놀, 니켈 및 티타늄의 금속 합금)의 길이를 포함할 수 있고, 제1 및 제2 형상 기억 부재(12, 14)들은 대응하는 마르텐사이트-오스텐사이트 상 변환 및 각각의 부재의 길이의 대응하는 감소(예컨대, 수축)를 산출하기 위해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 가열될 수 있다. 이해될 바와 같이, 그러한 교대식 길이 감소는 샤프트 부재(30)가 전후로 회전하게 하고, 이에 의해 하중물(20)이 진동 방식으로 피벗 축(AA)에 대해 전후로 피벗하게 한다. 그러한 가열은 형상 기억 부재(12, 14)에 전기 에너지를 인가함으로써 달성될 수 있다. 인가되는 에너지는 가열을 생성하는 형상 기억 부재(12, 14) 내에서의 전류 흐름을 유도하는 인가되는 전압의 형태일 수 있다. 제1 및 제2 형상 기억 부재(12, 14)들은 각각 형상 기억 와이어 또는 임의의 다른 적절한 형상 기억 형태물(예컨대, 형상 기억 리본, 다중 필라멘트 와이어와 같은 다중 요소 부재, 코일, 나선으로 권취된 스트랜드)의 길이를 포함할 수 있다.
- [0047] 이제 제1 형상 기억 부재(12), 제2 형상 기억 부재(14), 및 샤프트 부재(30) 사이의 동작식 접촉을 도시하는 도 2a, 3a, 및 3b와 함께, 도 1을 참조한다. 설명의 목적으로, 하중물(20), 제1 및 제2 단부편(42a, 42b), 및 외측 웰(42c)은 도 2a 내지 3d에 도시되지 않았다. 도시된 실시예에서, 제1 형상 기억 부재(12)는 제1 단부(12a)에서, 앵커(52a)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 앵커(52a)는 제1 단부편(42a)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(53a)(예컨대, 탄성, 압축 가능 부재와 같은 스프링형 부재)에 상호 연결될 수 있다. 이와 관련하여, 탄성 변형 가능한 부재(53a)의 압축에 의해, 앵커(52a)가 제1 단부편(42a)에 대해 제한된 양으로 이동할 수 있다. 제1 형상 기억 부재(12)가 제2 단부(12b)에서, (도 2a에서 부분적으로 보이는) 앵커(52b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 앵커(52b)는 제2 단부편(42b)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(53b)에 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 부재(14)는 제1 단부(14a)에서, 앵커(54a)에 고정식으로 상호 연결된다. 앵커(54a)는 제1 단부편(42a)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(55a)에 상호 연결될 수 있다. 제2 형상 기억 부재(14)가 제2 단부(14b)에서, (도 2a에서 부분적으로 보이는) 앵커(54b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 앵커(54b)는 제2 단부편(42b)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(55b)에 상호 연결될 수 있다.
- [0048] 탄성 변형 가능한 부재(53a, 53b, 55a, 55b)는 형상 기억 부재들이 동시에 길이를 변화시킬 때 (예컨대, 형상 기억 부재(12, 14)들 중 하나는 길이가 수축하고 다른 하나는 연장될 수 있음) 형상 기억 부재(12, 14)들의 길이들 사이의 가능한 오정합을 보상하는 방식으로 탄성 변형(예컨대, 탄성적으로 압축 및 압축 해제)되도록 동작 가능할 수 있다. 압축에 의해, 탄성 변형 가능한 부재(53a, 53b, 55a, 55b)는 형상 기억 부재(12, 14) 내의 과도한 탄성 인장을 방지하는 것을 도울 수 있다. 추가로, 탄성 변형 가능한 부재(53a, 53b, 55a, 55b)는 하중물(20) 진동 운동 중에 형상 기억 부재(12, 14)들이 피벗할 때의 기하학적 형상의 변화로 인한 탄성 인장 변동을 보상하는 것을 도울 수 있다.
- [0049] 제1 형상 기억 부재(12)는 피벗 축(AA)의 일 측면 상에서 샤프트 부재(30)에 고정식으로 상호 연결되어 그로부터 멀리 측방향으로 연장하는 맞물림 부재(32a)를 거쳐 샤프트 부재(30)에 동작식으로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 부재(14)가 피벗 축(AA)의 타 측면 상에서 샤프트 부재(30)에 고정식으로 상호 연결되어 그로부터 멀리 측방향으로 연장하는 맞물림 부재(32b)를 거쳐 샤프트 부재(30)에 동작식으로 상호 연결될 수 있다. 맞물림 부재(32a, 32b)는 그에 대해 형상 기억 부재(12, 14)를 확실히 위치시키는 것을 돕기 위해 홈이 형성될 수 있다. 맞물림 부재(32a)와 앵커(52a) 사이 그리고 맞물림 부재(32a)와 앵커(52b) 사이의 거리들이 다르고, 그리고/또는 맞물림 부재(32b)와 앵커(54a) 사이 그리고 맞물림 부재(32b)와 앵커(54b) 사이의 거리들이 다른 실시예에서, 대응하는 홈(들)은 대응하는 형상 기억 부재(12, 14)(들)이 그의 길이가 변화하고 하중물(20)이 진동 운동을 겪을 때 내부에서 활주하는 것을 허용하도록 구성될 수 있다. 그러한 거리들이 실질적으로 동일한 실시예에서, 대응하는 형상 기억 부재(12, 14)들은 (예컨대, 그들의 대응하는 길이를 따른 중간 지점에서) 대응하는 맞물림 부재(32a, 32b)에 고정될 수 있다.

- [0050] 도 3a에 도시된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(12)가 제1 모멘트 아암(1_1)을 형성하도록 피벗 축(AA)으로부터 오프셋된 위치에서 맞물림 부재(32a)를 거쳐 샤프트 부재(30)에 동작식으로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 부재(14)가 제2 모멘트 아암(1_2)을 형성하도록 피벗 축(AA)으로부터 오프셋된 위치에서 맞물림 부재(32b)를 거쳐 샤프트 부재(30)에 동작식으로 상호 연결될 수 있다. 도시된 배열에서, 모멘트 아암(1_1 , 1_2)들은 실질적으로 동일하다. 모멘트 아암(1_1 , 1_2)들이 동일하지 않은 배열이 구현될 수 있다.
- [0051] 도 2a 및 3a에서, 제1 형상 기억 부재(12)는 제1 형상 기억 부재(12)가 길이가 수축하게 하고, 이에 의해 샤프트 부재(30)를 y_1° 만큼 제1 방향(예컨대, 시계 방향)으로 회전시키도록, 작동, 예컨대 가열되었다. 기술된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(12)가 제2 형상 기억 부재(14)가 작동되는 제2 시간 주기와 적어도 부분적으로 중첩하지 않는 제1 시간 주기 동안 작동될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 형상 기억 부재(12)의 작동은 (예컨대, 작동 후의 그의 오스텐사이트-마르텐사이트 상 변환과 함께) 제2 형상 기억 부재(14)의 연장 상태로의 복귀를 용이하게 하도록 제2 형상 기억 부재(14)에 인장력을 인가하도록 기능할 수 있다.
- [0052] 도 3b에서, 제2 형상 기억 부재(14)는 제2 형상 기억 부재(14)가 길이가 수축하게 하고, 이에 의해 샤프트 부재(30)를 y_2° 만큼 제2 방향(예컨대, 반시계 방향)으로 회전시키도록, 작동(예컨대, 가열)되었다. 제2 형상 기억 부재(14)가 제1 형상 기억 부재(12)의 작동에 대해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 작동되는 배열에서, 제2 형상 기억 부재(14)의 작동은 (예컨대, 작동 후의 그의 오스텐사이트-마르텐사이트 상 변환과 함께) 제1 형상 기억 부재(12)의 연장 상태로의 복귀를 용이하게 하도록 제1 형상 기억 부재(12)에 인장력을 인가하도록 기능할 수 있다.
- [0053] 다시 도 1 및 2a를 참조하면, 제1 형상 기억 부재(12)의 일부가 맞물림 부재(32a) 및 하중물(20)로부터 멀리, 이들 사이에 x_1° 의 끼임각을 형성하도록 연장한다. 유사하게, 제2 형상 기억 부재(14)의 일부가 맞물림 부재(32b) 및 하중물(20)로부터 멀리, 이들 사이에 x_2° 의 끼임각을 형성하도록 연장한다. 이해될 수 있는 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(12)의 작동 중에, 끼임각(x_1)은 증가하고 끼임각(x_2)은 감소하며, 제2 형상 기억 부재(14)의 작동 중에, 끼임각(x_2)은 증가하고 끼임각(x_1)은 감소한다. 도 1에 도시된 제1 형상 기억 부재(12) 및 제2 형상 기억 부재(14)의 각도 구성은 $y_1 + y_2^\circ$ 의 상대적으로 큰 각도 범위를 가로지른 하중물(20)의 피벗 운동을 용이하게 한다 (도 3a 및 3b 참조). 이와 관련하여, 형상 기억 부재(12, 14)들이 약 1% 내지 5%(예컨대, 4%)로 길이가 변경되는 경우 그리고 (예컨대, 하중물(20)이 수평 위치에 있는) 중립 또는 "기본" 위치에서의 각도(x_1 , x_2)가 약 100 내지 170° 인 경우에, $y_1 + y_2^\circ$ 의 총 각도 범위는 약 50-60° 정도일 수 있다. 동일한 총 각도 범위가, 다른 실시예에서, 예를 들어, 기본 위치에서의 각도(x_1 , x_2)를 더 크게 만들고, 형상 기억 부재(12, 14)들의 길이의 변동을 대응하여 감소시킴으로써 달성될 수 있다. 그러한 변동은 형상 기억 부재(12, 14) 상에 더 높은 응력을 일으킬 수 있다. 다른 변경예에서, 기본 위치에서의 각도(x_1 , x_2)를 더 작게 만들고 형상 기억 부재(12, 14)들의 길이의 변동을 대응하여 증가시키는 것은 형상 기억 부재(12, 14)의 길이의 변화와 하중물(20)의 각도의 변화 사이의 선형성을 증가시킬 수 있다. 형상 기억 부재(12, 14)가 맞물림 부재(32a, 32b)와 접촉하는 경우에 대한 제1 및 제2 단부편(42a, 42b) 상에서의 형상 기억 부재(12, 14)들의 고정된 단부의 위치는, 예를 들어, 하중물(20)의 운동 사이클의 선택된 시점에서 형상 기억 부재(12, 14)에 의해 맞물림 부재(32a, 32b) 상에 부여되는 최대력을 제공하도록 조정될 수 있다. 형상 기억 부재(12, 14)들의 고정된 단부들의 위치는 또한 액추에이터(10)에 의해 취해지는 공간의 특정 전체 체적이 달성될 수 있도록 선택될 수 있다. 따라서, 특정 용도에 대해, 액추에이터(10)는 소정의 크기를 달성하도록 구성될 수 있고, 다른 구성에서, 액추에이터는 소정의 선형성을 달성하도록 구성될 수 있고, 다른 구성에서, $y_1 + y_2^\circ$ 의 특정 각도 범위가 달성될 수 있다. 하나의 예에서, 액추에이터는 그가 피벗 축(AA)에 대해 360° 를 통해 하중물(20)을 회전시킴으로써 생성되는 가상 실린더에 의해 형성된 공간의 체적을 점유하도록 구성될 수 있다. 그러한 예에서, 액추에이터(10)의 전체 직경은 하중물(20)을 구동하기 위해 사용되는 메커니즘의 크기와 대조적으로 하중물(20) 크기에 의해 결정될 수 있다. 이와 관련하여, 하중물(20) 크기(예컨대, 길이, 폭, 두께)가 형상 기억 부재(12, 14)의 구성에 있어서 하나의 인자일 수 있다.
- [0054] 도 1, 2a, 3a, 및 3b의 실시예를 참조하면, 제1 형상 기억 부재(12)의 작동은 형상 기억 부재(12)에 전기적으로 상호 연결될 수 있는 앵커(52a, 52b)로의 에너지 신호의 제공에 의해 실현될 수 있다. 이와 관련하여, 앵커(52a, 52b)는 형상 기억 부재(12)로의 전기적 상호 연결을 용이하게 하는 커넥터 블록으로서 역할할 수 있다.

유사하게, 제2 형상 기억 부재(14)의 작동은 형상 기억 부재(14)에 전기적으로 상호 연결될 수 있는 앵커(54a, 54b)로의 에너지 신호의 제공에 의해 실현될 수 있다. 예를 들어, 앵커(52a, 52b 및 54a, 54b)는 오프셋된 시간 관계로 앵커(52a, 52b 및 54a, 54b) (및 형상 기억 부재(12, 14))에 전기 신호를 제공하기 위한 로직을 포함하는 전기 에너지 공급원에 전기 신호 라인을 거쳐 상호 연결될 수 있고, 그러한 전기 신호는 미리 결정된 알고리즘에 따라 크기가 변할 수 있다. 그러한 미리 결정된 알고리즘은 하중물이 진동 방식으로 피벗 축(AA)에 대해 피벗 또는 회전할 때 하중물(20)의 상대적으로 일정한 각 속도를 실현하도록 확립될 수 있다. 대안적으로, 미리 결정된 알고리즘은 하중물(20)에 대한 다른 원하는 운동 프로파일을 실현하도록 확립될 수 있다. 실제로, 형상 기억 부재를 구동하기 위해 사용되는 알고리즘을 변경함으로써, 본원에서 설명되는 실시예들 중 하나의 운동 프로파일이 원하는 대로 조정될 수 있다.

[0055] 자석이 하중물(20)의 운동을 제어하기 위해 다양한 상황 하에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 3c에 도시된 바와 같이, 자석(62)이 맞물림 부재(32a)의 이동의 중점에 또는 그 부근에 위치될 수 있다. 그러한 구성에서, 맞물림 부재(32a, 32b)는 자화 가능한 (예컨대, 철) 재료로부터 만들어질 수 있다. 대안적으로, 맞물림 부재(32a, 32b)는 비자화 재료로부터 만들어질 수 있고, 하나 이상의 자화 가능한 부재가 자석(62) 및 제2 자석(60)이 맞물림 부재(32a, 32b) 상에 자력을 부여하는 것을 가능케 하도록 맞물림 부재(32a, 32b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 자석(62)은 맞물림 부재(32a) 상에 인력을 부여할 수 있고, 따라서 도 3c에 도시된 이동 종료 위치를 달성하기 위해 제1 형상 기억 부재(12) 내에서 필요한 탄성 인장을 감소시킨다. 그러한 배열은 또한 이동 종료 위치를 달성하기 위해 필요한 형상 기억 부재(12)의 가열의 수준을 감소시킬 수 있다. 제2 자석(60)은 다른 이동 종료 위치에서 하중물(20) 상에 유사한 효과를 갖도록 대응하여 위치될 수 있다. 도 3c에 도시된 실시예의 변경예에서, 자석(62)은 그가 이동 종료 위치에서 맞물림 부재(32a)와 직접 접촉하도록 위치될 수 있다. 그러한 구성은 (즉, 맞물림 부재(32a)를 자석(62)과 접촉하도록 구동함으로써) 하중물(20)의 위치를 확실하게 결정하도록 역할할 수 있고, 하중물(20)의 위치는 공지될 것이다. 또한, 그러한 구성은 미리 결정된 시간 길이 동안 이동의 중점에서 하중물(20)의 위치를 유지하거나 유지하는 것을 보조할 수 있는 힘을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 다른 변경예에서, (도시되지 않은) 비철 스페이서가 스페이서가 맞물림 부재(32a)의 운동에 대한 멈춤부로서 역할하여 (하중물(20)의 위치의 확실한 결정을 제공하지만), 자석(62)이 맞물림 부재(32a)와 직접 접촉하는 것을 허용하지 않도록, 자석(62) (또는 대안적으로, 맞물림 부재(32a))에 끼워질 수 있다.

[0056] 도 3d에 도시된 자기 보조의 다른 예에서, 한 쌍의 막대형 자석(66, 70)들이 하중물(20)이 도 3d에 도시된 이동 종료 위치에 접근할 때, 서로에 대해 척력을 부여하도록 위치될 수 있다. 그러한 구성은 하중물(20)을 감속시키는 것을 보조할 수 있고, 보조식 감속으로부터 유익을 얻을 수 있는 상대적으로 높은 속도 및/또는 높은 하중물 질량 용도에 특히 적용 가능할 수 있다. 다른 이동 종료 위치에서 하중물(20)에 대해 유사한 효과를 갖도록 위치된, 유사하게 구성된 막대형 자석(64, 68)의 쌍이 사용될 수 있다.

[0057] 전술한 자석은 영구 자석 및/또는 전자석일 수 있다. 자석이 전자석인 경우에, 이들은 원하는 운동 프로파일을 제공하는 것을 보조하기 위해 능동 제어될 수 있다. 본원에서 설명되는 임의의 다른 실시예가 하중물의 운동의 제어를 보조하기 위해 위에서 설명된 바와 같은 자석을 사용할 수 있다. 자석을 이용하는 실시예에서, 자석과 접촉하는 다양한 부품들이 특정 성능 특징을 제공하도록 성형될 수 있다. 예를 들어, 도 3c의 맞물림 부재(32a, 32b)는 편평 표면이 자석(60, 62)에 제시되도록 (도 1에 도시된 원형 단면과 대조적으로) 정사각형 단면을 가질 수 있다.

[0058] 도 1의 실시예의 구성요소들의 대안적인 배열에서, 형상 기억 부재(12, 14)들의 단부들은 형상 기억 부재(12, 14)들의 단부들이 도 1의 제1 및 제2 단부편(42a, 42b)들에 고정식으로 부착되는 방법과 유사한 방식으로 하중물(20)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 그러한 실시예에서, 맞물림 부재 또는 등가의 구조물이 형상 기억 부재(12, 14)들이 각각 하중물(20)의 일 단부에서 하중물(20)에 고정식으로 상호 연결된 제1 단부, 하중물(20)의 타 단부에서 하중물(20)에 고정식으로 상호 연결된 제2 단부, 및 고정식으로 배치된 맞물림 부재 또는 등가의 구조물 둘레에 부분적으로 배치된 중심 부분을 가질 수 있도록, 하중물(20) 아래에 (즉, 도 1에 도시된 배향에 있을 때 아래에) (외측 헬(42c)에 대해) 고정식으로 배치될 수 있다.

[0059] 도 1의 실시예의 구성요소들의 추가의 대안적인 배열에서, 액추에이터(10)는 형상 기억 부재(12, 14)들 중 하나 또는 모두의 파손의 경우에 예비물을 제공하기 위해 추가의 형상 기억 부재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 형상 기억 부재(12)와 유사하게 구성된 추가의 형상 기억 부재가 형상 기억 부재(12)와 동일한 하중물(20)의 운동을 생성하도록 동작 가능하도록 배치될 수 있다. 이와 관련하여, 추가의 형상 기억 부재는 형상 기억 부재(12)에 대해 대체로 평행하게 배치될 수 있다. 하나의 실시예에서, 추가의 형상 기억 부재는 형상 기억 부재(1

2)와 병렬로 작동될 수 있다. 다른 형상 기억 부재가 유사한 방식으로 형상 기억 부재(14)에 대해 배치 및/또는 작동될 수 있다. 결과적으로, 그러한 배열에서, 형상 기억 부재(12, 14)들 중 하나 또는 모두가 파손되면, 예비 형상 기억 부재가 하중물(20)의 왕복 운동을 생성하도록 채용될 수 있다.

[0060] 도 2b는 도 2a와 동일한 배향의 샤프트 부재(30) 및 맞물림 부재(32a, 32b)를 도시한다. 도 2b의 실시예에서, 도 2a의 형상 기억 부재(12, 14) 및 대응하는 탄성 변형 가능한 부재(53a, 53b, 55a, 55b) 및 앵커(52a, 52b, 54a, 54b)는 나선으로 권취된 형상 기억 부재(16, 18) 및 앵커 부재(22, 24)로 대체되었다. 나선으로 권취된 형상 기억 부재(16, 18)는 나선으로 권취되지 않은 형상 기억 부재(12, 14)에 비교하여 (예컨대, 나선으로 권취된 코일의 종방향 축을 따라) 길이의 감소의 더 높은 비율을 달성하도록 동작 가능할 수 있다. 따라서, 도 2b에 도시된 바와 같이, 나선으로 권취된 형상 기억 부재(16, 18)는 형상 기억 부재(12, 14)에 의해 생성되는 것과 유사한 샤프트 부재(30)의 진동식 피벗 운동을 수행하도록 맞물림 부재(32a, 32b)의 단부에 대해 대체로 직교하여 배치될 수 있다. 또한, 나선으로 권취된 형상 기억 부재(16, 18)는 유사한 공간의 체적 내에서 (예컨대, 도 1의 엔클로저(40) 내에서) 그러한 운동을 생성하도록 동작 가능할 수 있다. 앵커 부재(22, 24)는 탄성 변형 가능한 부재를 포함할 수 있다. 또한, 추가의 나선으로 권취된 형상 기억 부재가 추가의 형상 기억 부재(12, 14)를 참조하여 위에서 설명된 바와 유사한 예비물을 제공하도록 사용될 수 있다.

[0061] 도 4a는 피벗 축(AA)에 대한 하중물(120)의 진동식 피벗 운동을 수행하도록 작동 가능한 제1 형상 기억 부재(112) 및 제2 형상 기억 부재(114)를 포함하는 액추에이터(100)의 다른 실시예를 도시한다. 피벗 축(AA)은 각각의 단부에서 저널링되며 엔클로저(140)에 대해 회전 가능한 샤프트 부재(130)에 의해 형성될 수 있다. 엔클로저(140)는 (도 4a에서 투명하게 도시된) 제1 단부편(142a), 제2 단부편(142b), 및 외측 웰(142c)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 하중물(120)은 샤프트 부재(130)에 그와 함께 피벗 운동하도록 지지 가능하게 장착될 수 있다.

[0062] 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)들은 각각 형상 기억 와이어 또는 임의의 다른 적절한 형상 기억 형태물 (예컨대, 형상 기억 리본, 다중 필라멘트 와이어와 같은 다중 요소 부재, 코일, 나선으로 권취된 스트랜드)의 길이를 포함할 수 있고, 대응하는 마르텐사이트-오스테나이트 상 변환 및 각각의 와이어의 길이의 대응하는 감소(예컨대, 수축)를 산출하도록 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 가열될 수 있다. 이어서, 그러한 교대식 길이 감소는 샤프트 부재(130)가 전후로 피벗 또는 회전하게 하고, 이에 의해 하중물(120)이 진동 방식으로 피벗 축(AA)에 대해 전후로 피벗하게 한다.

[0063] 도 4a에 도시된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(112)가 제1 단부(112a)에서, 탄성 변형 가능한 부재(156a)를 거쳐 엔클로저(140)에 상호 연결된 앵커(152a)에 고정식으로 상호 연결될 수 있고, 제1 형상 기억 부재(112)가 제2 단부(112b)에서, 탄성 변형 가능한 부재(156b)를 거쳐 엔클로저(140)에 상호 연결된 앵커(152b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 각각의 앵커(152a, 152b)는 피벗 축(AA)과, 하중물(120)이 (도 4a에 도시된 바와 같은) "기본" 위치에 있을 때, 샤프트 부재(130)로부터 하방으로 멀리 그에 대해 고정된 관계로 연장하는 맞물림 부재(132)를 따라 놓이는 축(BB)(도 5a 참조)을 포함하는 수직 평면의 공통 측면 상에 배치될 수 있다. 제2 형상 기억 부재(114)가 제1 단부(114a)에서, 탄성 변형 가능한 부재(158a)를 거쳐 엔클로저(140)에 상호 연결된 앵커(154a)에 상호 연결될 수 있고, 제2 형상 기억 부재(114)가 제2 단부(114b)에서, 탄성 변형 가능한 부재(158b)를 거쳐 엔클로저(140)에 상호 연결된 앵커(154b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 각각의 앵커(154a, 154b)는 앵커(152a, 152b)가 배치되는 측면에 대향하는, 축(A-A, B-B)에 의해 형성된 수직 평면의 공통 측면 상에 배치될 수 있다. 대안적으로, 단지 하나의 탄성 변형 가능한 부재(예컨대, 탄성 변형 가능한 부재(156a, 158a))가 각각의 형상 기억 부재(112, 114)에 상호 연결될 수 있거나, 탄성 변형 가능한 부재가 채용되지 않을 수 있다.

[0064] 도 4a에 추가로 도시된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(112) 및 제2 형상 기억 부재(114)가 맞물림 부재(132)의 대향 측면들과의 맞물림에 의해 샤프트 부재(130)와 동작식으로 상호 연결되도록 배치된다. 더 구체적으로, 제1 형상 기억 부재(112)가 앵커(152a, 152b)가 배치되어 있는 맞물림 부재(132)의 측면으로부터 멀리 향하는 맞물림 부재(132)의 측면과 맞물린다. 역으로, 제2 형상 기억 부재(114)가 제1 형상 기억 부재(112)에 의해 맞물림 부재(132)의 측면에 대향하며, 앵커(154a, 154b)가 배치되어 있는 맞물림 부재(132)의 측면으로부터 멀리 향하는 맞물림 부재(132)의 측면과 맞물린다.

[0065] 도 4a에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)들은 하중물(120)로부터의 동일한 거리에서 맞물림 부재(132)와 접촉하도록 구성되지 않음이 이해될 것이다. 따라서, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)들은 맞물림 부재(132) 상에 대칭으로 작용하지 않을 수 있다. 도 4의 액추에이터(100)의 변경예에서, 제1 및

제2 형상 기억 부재(112, 114)들은 하중물(120)로부터의 공동 거리에서 맞물림 부재(132)와 각각 접촉하도록 구성될 수 있다. 그러한 구성에서, 대칭성은, 예를 들어, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)들이 하중물(120)의 피벗 중에 서로 간섭하지 않도록 앵커(152a, 152b, 154a, 154b)의 위치를 대칭으로 조정함으로써 달성될 수 있다.

[0066] 도 4b는 도 4a 실시예에 도시된 액추에이터(100)의 변형된 실시예를 도시한다. 도 4a 실시예에 관련하여, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)는 형상 기억 와이어의 길이를 포함할 수 있음이 기술되었다. 도 4a는 물리적으로 분리된 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)들을 도시한다. 도 4b 실시예에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112', 114')들은 연속적인 형상 기억 와이어(113)의 분리된 세그먼트들 또는 길이들에 의해 형성될 수 있다. 예로써, 형상 기억 합금 와이어(113)는 제1 단부(113a)에서 압착 앵커(153a)에 압착되고, 제2 단부(113b)에서 압착 앵커(153b)에 압착될 수 있다. 아울러, 형상 기억 합금 와이어(113)는 (즉, 압착 앵커(153a, 153c)들 사이에서) 제1 형상 기억 부재(112')와 대응하는 와이어 세그먼트를 형성하도록 압착 앵커(153c)에서 압착될 수 있고, (즉, 압착 앵커(153b, 153d)들 사이에서) 제2 형상 기억 부재(114')를 형성하도록 압착 앵커(153d)에서 압착될 수 있다. 이러한 배열에서, 형상 기억 합금 와이어(113)는 (예컨대, 압착 앵커(153c, 153d)들 사이에서) 공동 전기 접지부(155)에 전기적으로 상호 연결될 수 있다. 도시된 바와 같이, 형상 기억 합금 와이어(113)의 제1 단부(113a)는 제1 전기 구동 신호 공급원(V_A)에 전기적으로 상호 연결될 수 있고, 제2 단부(113b)는 제2 전기 구동 신호 공급원(V_B)에 전기적으로 상호 연결될 수 있다. 제1 및 제2 전기 구동 신호 공급원(V_A, V_B)들은 각각 제1 및 제2 형상 기억 부재(112', 114')들의 작동을 위해 교대로 동작될 수 있다.

[0067] 도 4c는 도 4b의 실시예의 변형된 버전을 도시한다. 도시된 바와 같이, 형상 기억 합금 와이어(113)가 단일 압착 앵커(153c)에서 압착될 수 있다. 그러한 배열에서, 제1 형상 기억 부재(112") 및 제2 형상 기억 부재(114")는 제1 단부(142a)과 맞물림 부재(132) 사이에서 V-형 구성을 형성할 수 있다. 압착 앵커(153c)는 공동 전기 접지부(155)에 전기적으로 상호 연결될 수 있다.

[0068] 도 4a의 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114), 도 4b의 제1 및 제2 형상 기억 부재(112', 114'), 및 도 4c의 제1 및 제2 형상 기억 부재(112", 114")는 각각 형상 기억 와이어 길이의 형태일 수 있다. 하나의 접근에서, 그러한 형상 기억 와이어 길이들은 물리적으로 분리된 제1 및 제2 와이어(예컨대, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114))를 포함할 수 있다. 다른 접근에서, 그러한 형상 기억 와이어 길이들은 연속적인 형상 기억 와이어의 상이한 세그먼트들(예컨대, 제1 및 제2 형상 기억 부재(112', 114') 및 제1 및 제2 형상 기억 부재(112", 114"))에 의해 형성될 수 있다.

[0069] 맞물림 부재(132)를 거친 제1 형상 기억 부재(112)와 샤프트 부재(130) 사이 그리고 맞물림 부재(132)를 거친 제2 형상 기억 부재(114)와 샤프트 부재(130) 사이의 동작식 접촉을 도시하는 도 5a, 5b, 및 5c를 이제 참조한다. 도 5a에서, 액추에이터(100)는 예컨대, 형상 기억 부재(112, 114)들이 각각 마르텐사이트 상태에 있고 하중물(120)이 하중물(120)의 진동 운동 범위의 2개의 극단 사이에서 실질적으로 중심 설정된 위치에 배치되어 있는 작동 이전의, "기본" 위치에 도시되어 있다. 도 5b에서, 제1 형상 기억 부재(112)는 제1 형상 기억 부재(112)가 길이가 수축하게 하고, 이에 의해 맞물림 부재(132), 샤프트 부재(130), 및 하중물(120)을 z_1° 만큼 제1 방향(예컨대, 시계 방향)으로 회전시키기 위해 작동, 예컨대 가열되었다. 기술된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(112)는 제2 형상 기억 부재(114)가 작동되는 제2 시간 주기와 적어도 부분적으로 중첩하지 않는 제1 시간 구간 동안 작동될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 형상 기억 부재(112)의 작동은 (예컨대, 작동 후의 오스텐사이트-마르텐사이트 상 변환과 함께) 제2 형상 기억 부재(114)를 연장시키기 위해 제2 형상 기억 부재(114)에 인장력을 인가하도록 가능할 수 있다.

[0070] 도 5c에서, 제2 형상 기억 부재(114)는 제2 형상 기억 부재(114)가 길이가 수축하게 하고, 이에 의해 맞물림 부재(132), 샤프트 부재(130), 및 하중물(120)을 z_2° 만큼 제2 방향(예컨대, 반시계 방향)으로 회전시키기 위해 작동(예컨대, 가열)되었다. 제2 형상 기억 부재(114)가 제1 형상 기억 부재(112)의 작동에 대해 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 작동되는 배열에서, 제2 형상 기억 부재(114)의 작동은 (예컨대, 작동 후의 오스텐사이트-마르텐사이트 상 변환과 함께) 제1 형상 기억 부재(112)를 연장시키기 위해 제1 형상 기억 부재(112)에 인장력을 인가하도록 가능할 수 있다.

[0071] 도 5aa, 5bb, 및 5cc는 도 5a, 5b, 및 5c의 도면에 대응하는 관계로, 도 4a에 도시된 실시예의 변형된 배열을 도시한다. 도시된 바와 같이, 맞물림 부재(132)가 제1 및 제2 형상 기억 부재(112, 114)를 각각 그를 통해 수납하기 위한 개구(132a, 132b)를 구비한다.

- [0072] 도 6은 피벗 축(AA)에 대한 하중물(220)의 진동식 피벗 운동을 수행하도록 작동 가능한 제1 형상 기억 부재(212) 및 제2 형상 기억 부재(214)를 포함하는 액추에이터(200)의 다른 실시예를 도시한다. 피벗 축(AA)은 각각의 단부에서 저널링되며 엔클로저(240)에 대해 회전 가능한 샤프트 부재(230)에 의해 형성될 수 있다. 엔클로저(240)는 (도 6에서 모두 투명하게 도시된) 제1 단부편(240a), 제2 단부편(240b), 및 외측 웰(240c)을 포함한다.
- [0073] 도시된 바와 같이, 하중물(220)이 샤프트 부재(230)에 그와 함께 피벗 운동하도록 지지 가능하게 장착될 수 있다. 제1 및 제2 형상 기억 부재(212, 214)들은 각각 형상 기억 와이어의 길이를 포함할 수 있고, 대응하는 마르텐사이트-오스텐사이트 상 변환 및 각각의 와이어의 길이의 대응하는 감소(예컨대, 수축)를 산출하도록 적어도 부분적으로 오프셋된 시간 관계로 가열될 수 있다. 이어서, 그러한 교대식 길이 감소는 샤프트 부재(230)가 전후로 회전하게 하고, 이에 의해 하중물(220)이 진동 방식으로 피벗 축(AA)에 대해 전후로 피벗하게 한다. 도시된 바와 같이, 제1 형상 기억 부재(212)가 제1 단부에서, 탄성 변형 가능한 부재(253a)를 거쳐 엔클로저(240)에 상호 연결된 앵커(252a)에 고정식으로 상호 연결될 수 있고, 제1 형상 기억 부재(212)가 제2 단부에서, 하중물(220)의 바닥 표면에 고정식으로 상호 연결된 앵커(252b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 제2 형상 기억 부재(214)가 제1 단부에서, 탄성 변형 가능한 부재(255a)를 거쳐 엔클로저(240)에 상호 연결된 앵커(254a)에 고정식으로 상호 연결될 수 있고, 제2 형상 기억 부재(214)가 하중물(220)의 바닥 표면에 고정식으로 상호 연결된 앵커(254b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 대안적으로, 앵커(252b)가 하중물(220)에 상호 연결되는 (도시되지 않은) 탄성 변형 가능한 부재에 고정식으로 상호 연결될 수 있고, 앵커(254b)가 하중물(220)에 상호 연결되는 (도시되지 않은) 다른 탄성 변형 가능한 부재에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 그러한 대안적인 실시예에서, 탄성 변형 가능한 부재(253a, 253b)는 선택적이다.
- [0074] 앵커(252a, 254a)들이 엔클로저(240)의 대향 단부들에서, 피벗 축(AA)을 포함하며 하중물이, 예컨대, 형상 기억 부재(212, 214)에 의한 작동 이전의 "기본" 위치에 있을 때의 하중물(220)의 평면에 대해 직교하는 평면의 대향 측면들 상에 위치될 수 있다. 아울러, 앵커(252b, 254b)들이 하중물이 "기본" 위치에 있을 때의 평면에 대해 오프셋된 위치들에 배치될 수 있다. 하나의 실시예에서, 앵커(252a) 및 앵커(252b)가 하중물이 "기본" 위치에 있을 때의 평면의 대향 측면 상에 배치될 수 있고, 앵커(254a) 및 앵커(254b)가 하중물이 "기본" 위치에 있을 때의 평면의 대향 측면들 상에 배치될 수 있다. 이와 관련하여, 하중물이 "기본" 위치에 있을 때, 각각의 형상 기억 부재(212, 214)들은 엔클로저(240) 상의 그들 각각의 앵커(252a, 254a)로부터 하중물(220) 상의 그들 각각의 앵커(252b, 254b)로 연장할 때 평면과 교차할 수 있다.
- [0075] 도 6에서, 제1 형상 기억 부재(212)는 (도 6에 도시된 바와 같은 액추에이터(200)의 우측면으로부터 보았을 때) 시계 방향으로, 샤프트 부재(230)가 회전하고 하중물(220)이 피벗하게 하도록 작동되었다. 이해될 수 있는 바와 같이, 제2 형상 기억 부재(214)의 작동 및 제1 형상 기억 부재(212)의 비작동 시에, 반시계 방향으로 제2 형상 기억 부재(214)에 의해, 샤프트 부재(230)가 회전될 수 있고 하중물(220)이 피벗될 수 있다.
- [0076] 도 7은 촬영 카테터 용도에서 사용하도록 구성된 도 1의 실시예에 도시된 것과 유사한 액추에이터(300)를 도시한다. 더 구체적으로, 도 7은 피벗 축(AA)에 대한 하중물(320)의 진동식 피벗 운동을 수행하도록 작동 가능한 제1 형상 기억 부재(312) 및 제2 형상 기억 부재(314)를 포함하는 액추에이터(300)를 도시한다. 피벗 축(AA)은 액추에이터(300)의 중심 종방향 축과 일치하는 것으로 도 7에 도시되어 있다. 대안적으로, 하나의 실시예에서, 피벗 축(AA)은 액추에이터(300)의 중심 종방향 축으로부터 오프셋될 수 있다. 하중물(320)은 3개의 부분, 제1 단부 블록(320a), 제2 단부 블록(320b), 및 단부 블록(320a, 320b)들에 고정식으로 상호 연결되며 이들 사이에 배치된 능동 블록(320c)을 포함한다. 능동 블록(320c)은 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태일 수 있다. 피벗 축(AA)이 엔클로저(340)에 저널링되며 그에 대해 회전 가능한 동일 선상의 샤프트 부재(330a, 330b)들에 의해 형성될 수 있다. 이어서, 하중물(320)이 샤프트 부재(330a, 330b)에 그와 함께 피벗 운동하도록 지지 가능하게 장착될 수 있다. 엔클로저(340)는 (도 7에서 투명하게 도시된) 제1 단부편(342a), 제2 단부편(342b), 및 외측 웰(342c)을 포함한다. 엔클로저(340)는 신체를 통한 이동을 용이하게 하도록 라운딩될 수 있는 단부 캡(340d)을 추가로 포함한다. 제1 단부편(342a) 및 제2 단부편(342b)과, 피벗 축(AA)은 엔클로저(340)에 대해 고정될 수 있다.
- [0077] 능동 블록(320c)이 초음파 트랜스듀서 어레이인 경우에, 초음파 트랜스듀서 어레이는 초음파 트랜스듀서 어레이의 길이 치수로부터 연장하는 2차원 평면의 영상을 발생시키기 위해 사용될 수 있는 음향 신호를 전달하도록 동작 가능할 수 있다. 형상 기억 부재(312, 314)를 사용하여 초음파 트랜스듀서 어레이의 진동 운동을 수행함으로써, 초음파 트랜스듀서 어레이의 2차원 촬영 평면은 3차원 체적을 통해 스위핑되어, 3차원 영상의 생성을 가

능케 할 수 있다. 그러한 3차원 영상은 실시간(4D)일 수 있다.

- [0078] 제1 및 제2 형상 기억 부재(312, 314)는 도 1의 제1 및 제2 형상 기억 부재(12, 14)와 유사하게 구성될 수 있다. 이해될 바와 같이, 제1 및 제2 형상 기억 부재(312, 314)들의 교대식 길이 감소는 하중물(320)이 진동 방식으로 피벗 축(AA)에 대해 전후로 피벗하게 한다.
- [0079] 제1 형상 기억 부재(312)는 제1 단부에서 앵커(352a)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 앵커(352a)는 제1 단부편(342a)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(353a)에 상호 연결될 수 있다. 제1 형상 기억 부재(312)가 제2 단부에서 앵커(352b)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 앵커(352b)는 제2 단부편(342b)에 상호 연결되는 탄성 변형 가능한 부재(353b)에 상호 연결될 수 있다. 따라서, 제1 형상 기억 부재(312)가 도 1의 제1 형상 기억 부재(12)와 유사하게 구성될 수 있다. 유사한 방식으로, 제2 형상 기억 부재(314)가 도 1의 제2 형상 기억 부재(14)와 유사하게 구성될 수 있다.
- [0080] 제1 형상 기억 부재(312)는 횡단 샤프트(332)를 거쳐 하중물(320)에 동작식으로 상호 연결될 수 있다. 횡단 샤프트(332)는 이어서 하중물(320)에 고정식으로 상호 연결될 수 있는 횡단 샤프트 브라켓(333)에 고정식으로 상호 연결될 수 있다. 횡단 샤프트(332)는 도 1의 맞물림 부재(32a, 32b)의 것과 유사한 배향 및 위치로 배치될 수 있다.
- [0081] 제1 및 제2 형상 기억 부재(312, 314)들은 도 1의 제1 및 제2 형상 기억 부재(12, 14)들이 맞물림 부재(32a, 32b)들과 접속하는 방법과 유사한 방식으로 횡단 샤프트(330)를 따라 배치될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 및 제2 형상 기억 부재(312, 314)의 작동에 의한 하중물(320)의 진동 운동이 도 1에 대해 설명된 것과 유사한 방식으로 달성될 수 있다.
- [0082] 전기 상호 연결 부재(360)가 능동 블록(320c)에 전기적으로 상호 연결될 수 있다. 예를 들어, 전기 상호 연결 부재(360)는 능동 블록(320c)에 전기적 상호 연결을 제공하는 다중 도체 부재일 수 있다. 전기 상호 연결 부재(360)는 제2 단부편(342b)을 통해, 횡단 샤프트(332)와 능동 블록(320c) 사이로, 제1 단부편(342a)에 근접한 능동 블록(320c)의 단부로 이어질 수 있다. 이와 관련하여, 제2 단부편(342b)과 횡단 샤프트(332) 사이에 배치된 전기 상호 연결 부재(360)의 부분은 능동 블록(320c)으로의 전기 연결을 유지하면서 휘도록 동작 가능할 수 있다. 예로써, 전기 상호 연결 부재(360)는 플렉스보드(가요성/굽힘성 전기 부재 또는 복수의 부재들)를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 플렉스보드는 서비스 루프 또는 클록 스프링 배열 내에 배치될 수 있다. 그러한 클록 스프링 배열은 액추에이터(300) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 단부 부재(362)가 클록 스프링 배열을 수용할 수 있다.
- [0083] 단부 부재(362)가 단부 캡(340d)으로부터 대향하는 단부에서 액추에이터(300)에 상호 연결될 수 있다. 단부 부재(362)는 액추에이터(300)가 카테터 본체와 같은 다른 구조물에 상호 연결되는 것을 가능케 하도록, 카테터 본체의 구성요소들과 같은 외부 구성요소들과 접속할 수 있는 구조물을 제공할 수 있다. 단부 부재(362)는 또한 구획된 체적이 단부 부재(362), 단부 캡(340d), 및 외측 셸(342c)에 의해 형성되도록 액추에이터(300)를 밀봉하도록 역할할 수 있다.
- [0084] 액추에이터(300)는 액추에이터(300)가 카테터 본체의 원위 단부에 대해 고정되도록 카테터 본체의 원위 단부에 상호 연결될 수 있다. 다른 배열에서, 액추에이터(300)는 액추에이터가 카테터 본체의 원위 단부에 대해 회전 가능하게 위치될 수 있도록 카테터 본체의 원위 단부에 상호 연결될 수 있다. 예를 들어, 액추에이터(300)는 카테터 본체의 길이를 따라 그의 원위 단부로부터 근위 단부로 연장하는 구동 부재에 상호 연결될 수 있고, 구동 부재의 근위 단부의 회전은 액추에이터(300)가 회전 (예컨대, 카테터 본체의 원위 단부에서 카테터 본체의 종방향 또는 중심 축과 대응하는 축에 대해 회전)하게 한다.
- [0085] 대안적으로, 도 7에 도시된 바와 같이, 액추에이터(300)는 힌지(370)에 상호 연결될 수 있다. 힌지(370)는 이어서 힌지(370)의 일 부분이 카테터 본체의 원위 단부에 대해 고정되도록 카테터 본체의 원위 단부에 상호 연결될 수 있다. 힌지(370)는 카테터 본체에 상호 연결되도록 동작 가능한 카테터 접속 부분(372), 액추에이터(300)에 상호 연결되도록 동작 가능한 액추에이터 접속 부분, 및 액추에이터 접속 부분(374)과 굽힘 가능한 부분(376) 사이의 상대 각 운동을 허용하여, 액추에이터(300)와 카테터 본체의 원위 단부 사이의 상대 각 운동을 허용하도록 동작 가능한 굽힘 가능한 부분(376)을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 액추에이터(300)는 카테터 본체에 대해 (예컨대, 카테터 본체의 원위 단부에서 카테터 본체의 종방향 또는 중심 축에 대해) 일정 각도 범위를 가로질러 선택적으로 위치 가능할 수 있다. 기술된 바와 같이, 단부 부재(362)는 또한 액추에이터(300)를 밀봉하도록 역할할 수 있거나, 대안적으로 도 7에 도시된 바와 같이, 단부 부재(362) 및 액추에이터 접속 부분

가 함께 액추에이터(300)를 밀봉하도록 역할할 수 있다. 카테터 접속 부분(372)은 카테터 내의 루멘과 정렬될 수 있는 중심 루멘(378)을 포함할 수 있다.

[0086] 능동 블록(320c)이 초음파 트랜스듀서 어레이인 경우에, 초음파 트랜스듀서 어레이는 초음파 트랜스듀서 어레이의 능동 면에 부착된 음향 결합 매체를 포함할 수 있다. 음향 결합 매체는 액체를 흡수할 수 있는 하이드로겔을 포함할 수 있다. 예로써, 그러한 음향 결합 매체는 초음파 트랜스듀서 어레이의 능동 면으로의 음향 결합을 위해 제공될 수 있다.

[0087] 엔클로저(40(도 1), 140(도 4), 240(도 6), 340(도 7))는 구획된 체적을 형성할 수 있다. 구획된 체적은 내부에 유체를 담을 수 있다. 유체는 액체일 수 있다. 이와 관련하여, 하중물과 제1 및 제2 형상 기억 부재는 구획된 체적 내의 유체 내에 침지될 수 있다. 도 7의 액추에이터(300)에 대해, 능동 블록(320c)이 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태인 경우에, 유체는 외측 셸(342c)에 초음파 트랜스듀서 어레이를 음향적으로 결합시키도록 역할할 수 있다. 이와 관련하여, 외측 셸(342c)의 재료는 촬영 중에 액추에이터(300)가 배치되는 영역 내의 환자의 체액의 음향 임피던스 및/또는 음향 속도에 대응(예컨대, 밀접하게 정합)하도록 선택될 수 있다. 하나 이상의 포트 및/또는 밸브가 액추에이터 내에서의 유체의 배치를 용이하게 하도록 제공될 수 있다. 유체가 액체인 경우에, 복수의 포트 및/또는 밸브가 구획된 체적으로부터의 버블의 제거를 더욱 용이하게 하도록 사용될 수 있다.

[0088] 대안적으로, 액추에이터는 위에서 설명된 바와 같은 구획된 체적을 포함하지 않을 수 있고, 액추에이터의 내부는 주위 환경으로 개방될 수 있다. 예를 들어, 액추에이터(300)의 엔클로저(340)는 유체가 액추에이터(300)의 내부와 주위 환경 사이를 통과하도록 허용하는 (도시되지 않은) 구멍 또는 개방 부분을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 촬영 중에 액추에이터(300)가 배치되는 영역 내의 환자의 신체로부터의 유체(예컨대, 심장을 촬영하는 경우 혈액)가 액추에이터(300)의 내부로 유동하도록 허용될 수 있다.

[0089] 다른 대안예에서, 액추에이터의 일 부분이 구획된 체적 내에 배치될 수 있고, 하중물의 적어도 일부가 주위 환경으로 개방된다. 예를 들어, 액추에이터(300)의 하중물(320)은 (예컨대, 가요성 벨로즈에 의해) 하중물(320)의 주연부 둘레에서 엔클로저(340)에 밀봉식으로 상호 연결될 수 있고, 밀봉된 하부 부분 및 상부 부분이 형성될 수 있다. 하부 부분은 유체 및 형상 기억 부재(212, 214)를 포함할 수 있다. 엔클로저(340)의 상부 부분은 구멍을 포함할 수 있고, 능동 블록(320c)(예컨대, 초음파 트랜스듀서 어레이)의 일 면이 주위 환경(예컨대, 심장 촬영 용도에서 혈액)에 노출될 수 있다.

[0090] 본원에서 설명되는 형상 기억 부재는 형상 기억 와이어를 포함하는 코어 둘레에 감긴 재료의 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 그러한 층은 단일 층, 절연 층, 또는 단일 및 절연 층들의 조합으로서 작용할 수 있다. 예를 들어, 형상 기억 부재(312, 314)는 형상 기억 와이어 및 PTFE의 단일 층을 포함하는 내측 코어를 포함할 수 있다. 단일층을 위해 사용될 수 있는 다른 예시적인 재료는 ePTFE, 및 고강도 인성 함불소 중합체(HSTF)를 포함한다. 몇몇 단일 층은 미세 다공성일 수 있다. 미세 다공성 단일 층은 열 저항의 증가에 바람직하게 기여하는 공기를 포획한다. 그러나, 몇몇 미세 다공성 단일 재료는 혈액 및 다른 체액으로 습윤될 수 있고, 이는 그들의 열 저항을 대체로 감소시킬 수 있다. 소수성 재료가 그러한 습윤을 감소시키고 그리고/또는 방지하기 위해 미세 다공성 단일 층 내에서 사용될 수 있다. 함불소 중합체와 같은 소수성 재료가 이러한 목적을 이룰 수 있다. 대안적으로, 비소수성 재료가 이러한 목적에 적합하게 되도록 소수성 및/또는 소유성 처리로 처리될 수 있다. 바람직한 단일 재료는 50 dyn/cm^2 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다. 다른 것들은 40 dyn/cm^2 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다. 또 다른 것들은 약 30 dyn/cm^2 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다.

[0091] 단일 층은 형상 기억 와이어로부터의 열 소산 속도가 유리하게 선택될 수 있도록 형상 기억 와이어를 단일하도록 역할할 수 있다. 예를 들어, 미리 결정된 단일 수준을 달성하도록 단일 층의 미리 결정된 두께를 선택함으로써, 형상 기억 와이어가 가열되는 동안의 형상 기억 와이어로부터 주위 환경(예컨대, 유체)으로의 열 유동은 원하는 응답 시간 및/또는 열 전달 수준을 달성하도록 유리하게 제어될 수 있다. 즉, 형상 기억 와이어에 단일층을 추가함으로써, 형상 기억 와이어의 가열 중에 주위 환경으로 소실되는 열의 양은 (단열이 없는 구성에 비해) 감소될 수 있어서, 원하는 길이 변화를 생성하도록 형상 기억 와이어를 가열하기 위해 필요한 시간 및/또는 전력을 감소시킨다. 또한, 원하는 길이 변화를 생성하기 위해 필요한 전력을 감소시킴으로써, 주위 환경으로의 전체 열 전달은 (다시, 단열이 없는 구성에 비해) 감소될 수 있다. 카테터와 같은 용도에서, 그러한 전력의 감소 및 주위 환경(예컨대, 환자의 신체)으로 전달되는 열의 관련된 감소는 액추에이터(300)의 작동 중에 카테터가 허용 가능한 온도 범위 내에 (예컨대, 예를 들어, 미국 식품 의약품 안전청 및/또는 국제 전기 기술 협회 국제 표준 IEC60601에 의해 규정될 수 있는 소정의 규제 임계치 아래에) 유지되는 것을 가능케 할 수 있다. 예시

적인 실시예에서, 단일 층은 약 25°C에서 측정될 때 약 0.03 W/mK와 0.20 W/mK 사이의 열 전도율을 가질 수 있다. 다른 예시적인 실시예에서, 단일 층은 약 25°C에서 측정될 때 약 0.05 W/mK와 0.08 W/mK 사이의 열 전도율을 가질 수 있다.

[0092] 위에서 설명된 단일 및/또는 절연 층은 허용 가능한 내전압 및/또는 소수성을 제공할 수 있거나, 본원에서 설명되는 형상 기억 부재들은 원하는 특징을 제공하기 위해 단일 층의 외부에 배치된 재료의 추가의 층을 포함할 수 있다. 추가의 층은, 예를 들어, 적어도 약 500 kV/m의 전체 유전 내전압을 갖도록, 형상 기억 부재의 내전압을 추가할 수 있다. 추가의 층은, 예를 들어, 소수성 재료를 포함할 수 있다. 소수성 재료의 그러한 추가의 층은 약 50 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다. 다른 것들은 40 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다. 또 다른 것들은 약 30 dyn/cm² 미만의 표면 에너지를 가질 수 있다. 소수성 재료는, 예를 들어, ePTFE를 포함할 수 있다.

[0093] 소수성 재료는 아래에 놓인 층이 상대적으로 액체가 없이 유지되도록 허용하여 그의 단일 특성을 유지하기 위한 장벽 층으로서 작용할 수 있는 점에서 추가의 층으로서 유익할 수 있다. 소수성 재료가 유일한 층으로서 사용되는 경우에, 그들의 사용은 그들의 열 전도율이 현저하게 변경될 정도로 액체를 흡수하지 않는 점에서 유익할 수 있다. 그러한 소수성 재료와 동일한 이점을 제공하는 (예컨대, 장벽으로서 작용할 수 있고 그리고/또는 액체 내에 침지되는 동안 단일 특성을 유지할 수 있는) 다른 재료가 이용될 수 있다. 단일 및/또는 절연 층은 또한 운동 중에 액추에이터 내의 다른 구성요소들 위에서 그리고/또는 그 둘레에서 원활한 운동을 용이하게 하도록 윤활성 및/또는 저마찰 접촉을 제공할 수 있다.

[0094] 형상 기억 부재 둘레에 배치된 전술한 층에 대해, 층의 구성을 결정하는 제1 단계는 시스템에 대한 원하는 시간 상수를 선택한 다음 그러한 시간 상수를 달성하기 위해 특정 재료를 선택하는 것일 수 있다. 예를 들어, 시간 상수는 형상 기억 부재의 냉각이 원하는 하중물 피벗 속도를 여전히 만족시키면서 가능한 한 느리도록 선택될 수 있다. 따라서, 전력 소산이 최소화될 수 있다. 유사하게, 특정 전력 소산이 특정 용도를 허용하도록 선택될 수 있고, 그 다음 대응하는 시간 상수가 허용된 전력 소산에 기초하여 특정 용도에 대한 최대 하중물 피벗 속도를 제공하도록 선택될 수 있다.

[0095] 도 1 내지 7에 도시된 바와 같은 하중물의 진동 운동을 생성하기 위한 형상 기억 부재의 사용은 그러한 시스템이 상대적으로 작을 수 있는 점에서 유익할 수 있다. 예를 들어, 액추에이터(300)는 12 Fr 이하(예컨대, 10 Fr)의 외경을 가지면서, 실시간 3D 영상(4D 영상)을 발생시키기 위해 진동 방식으로 피벗될 수 있는 초음파 트랜스듀서 어레이(예컨대, 능동 블록(320c))를 포함할 수 있다. 형상 기억 부재 내에서 사용되는 형상 기억 와이어는 직경이 약 1 마이크로미터일 수 있다. 도 7의 실시예에서, 모멘트 아암(1₁, 1₂)은 약 1.0 mm일 수 있다.

[0096] 본원에서 설명되는 액추에이터는 작동되는 하중물의 위치에 관한 피드백을 제공할 수 있는 (예컨대, 이동 종점 및/또는 "기본" 위치의 하중물을 검출하기 위한) 엔코더 및/또는 위치 검출기를 추가로 포함할 수 있다. 그러한 엔코더 및/또는 위치 검출기는 서보 제어 시스템이 작동되는 하중물의 위치를 제어하도록 허용할 수 있다.

[0097] 본원에서 설명되는 액추에이터는 50 Hz까지의 그리고 그를 초과하는 하중물의 진동 운동을 생성할 수 있다. 예를 들어, 액추에이터는 1-50 Hz 또는 8-30 Hz 범위 내의 하중물의 진동 운동을 생성하도록 채용될 수 있다. 그러한 운동은 4D 영상을 용이하게 하도록, 초음파 트랜스듀서 형태의 하중물을, 예를 들어, 운동시키기 위한 정상 상태일 수 있다. 본원에서 설명되는 액추에이터는 또한 단일 방향으로의 초음파 트랜스듀서의 단일 피벗 중에 3D 영상의 촬영을 용이하게 하도록 상대적으로 빠르게 (예컨대, 50 Hz 속도로) 하중물을 운동시키도록 채용될 수 있다. 그러한 단일 피벗 중에 포착된 영상은 상대적으로 더 느린 하중물 운동 중에 포착된 영상보다 관심 체적의 더 예리한 "사진"을 제공할 수 있다. 그러한 "사진"은 심장의 일부와 같은 움직이는 대상을 촬영할 때 유익할 수 있다.

[0098] 도 8 및 9는 힌지(370)에 의해 액추에이터(300)에 연결되는 세장형 카테터 본체(402)를 포함하는 카테터 조립체(400)의 원위 단부를 도시한다. 도 8은 액추에이터가 카테터 본체(402)의 원위 단부와 정렬되어 있는 위치에서의 카테터 조립체(400)의 원위 단부 부분인 액추에이터(300)를 도시한다. 도 9는 액추에이터가 카테터 본체(402)의 단부에 대해 약 +90° 전방 각도로 전개되어 있는 위치에서의 액추에이터(300)를 도시한다. 단지 설명의 목적으로, 각도 값(예컨대, 도 9에 도시된 +90° 각도의 변위)이 액추에이터(300)와 카테터 본체(402)가 정렬되어 있는 위치로부터의 카테터 본체(402)의 중심 축에 대한 액추에이터(300)의 각형성의 양을 설명하기 위해 본원에서 사용될 수 있다. 양의 값이 액추에이터가 적어도 부분적으로 전방을 향하도록 (예컨대, "기본" 위치의 능동 블록(320c)이 전방을 향하도록) 액추에이터(300)가 이동되는 각형성을 설명하기 위해 사용될 것이고,

음의 값이 액추에이터가 적어도 부분적으로 후방을 향하도록 액추에이터(300)가 이동되는 각형성을 설명하기 위해 대체로 사용될 것이다.

- [0099] 액추에이터(300)를 도 8의 위치로부터 도 9의 위치로 재위치시키기 위해, 카테터 본체(402)의 내측 튜브(404)가 카테터 본체(402)의 외측 튜브(406)에 대해 전진될 수 있다. 테더(408)에 의해 외측 튜브(406)에 묶인 액추에이터(300)에 의해, 전진은 액추에이터(300)가 양의 방향으로 각도를 이루게 할 수 있다. 테더(408)는 일 단부에서 액추에이터(300)에 그리고 타 단부에서 외측 튜브(406)에 고정될 수 있다. 테더(408)는 테더 고정 지점들이 테더(408)의 길이보다 더 큰 거리로 서로로부터 멀리 이동하는 것을 방지하도록 동작 가능할 수 있다. 이와 관련하여, 테더(408)를 통해, 액추에이터(300)는 외측 튜브(406)에 구속 가능하게 상호 연결될 수 있다. 유사하게, 테더(408)가 적당한 강성을 갖는 경우에, 도 8에 도시된 위치로부터의 외측 튜브(406)에 대한 내측 튜브(404)의 후퇴는 액추에이터(300)가 음의 방향으로 각도를 이루게 할 수 있다. 내측 튜브(404)는 그를 통한 루멘을 포함할 수 있다.
- [0100] 테더(408)는 액추에이터(300)의 각도 재설정을 제어하는 것이 주요 기능인 별도의 장치일 수 있다. 다른 실시예에서, 테더(408)는 묶음 기능을 제공하는 것에 추가하여, 액추에이터(300) 내의 구성요소들은 카테터 본체(402) 내의 또는 다른 부분의 구성요소들과 전기적으로 상호 연결하는 플렉스보드 또는 다른 다중 도체 구성요소일 수 있다. 다른 실시예에서, 테더(408)는 액추에이터(300) 내의 하나 이상의 구성요소(예컨대, 형상 기억 부재(312, 314))를 액추에이터(300) 외부의 구성요소에 전기적으로 상호 연결하기 위해 사용되는 와이어 또는 와이어들일 수 있다.
- [0101] 도 8 및 9는 힌지(370)가 리빙 힌지인 구성을 도시한다. 라이브 또는 리빙 힌지는 중합체와 같은 가요성 또는 순응성 재료로부터 만들어진 순응성 힌지(굴곡 베어링)이다. 일반적으로, 리빙 힌지는 2개의 부품을 함께 접합시켜서, 이들이 힌지의 굽힘 선을 따라 서로에 대해 피벗하도록 허용한다. 리빙 힌지는 전형적으로 사출 성형에 의해 제조된다. 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리우레탄, 또는 페박스(PEBAX)[®]와 같은 폴리에틸 블록 아미드가 그들의 피로 저항으로 인해, 리빙 힌지에 대해 가능한 중합체이다.
- [0102] 능동 블록(320c)이 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태인 도 7 내지 9의 액추에이터(300)의 용도가 이제 도 10 내지 14를 참조하여 설명될 것이다.
- [0103] 도 10은 손잡이(501) 및 카테터(400)를 구비한, 실시간 3차원(4D) 촬영을 위해 적합한 초음파 촬영 시스템(500)을 도시한다. 카테터(400)는 힌지(370)를 거쳐 액추에이터(300)에 상호 연결된 카테터 본체(402)를 포함한다. 카테터 본체(402)는 가요성일 수 있고, 그가 삽입되는 혈관의 윤곽을 따르거나 안내 와이어 위에서 또는 외피를 통해 추적하기 위해 구부러질 수 있다. 카테터 본체(402)는 조향 가능할 수 있다.
- [0104] 초음파 촬영 시스템(500)은 제어기(505) 및 초음파 콘솔(506)을 추가로 포함할 수 있다. 제어기(505)는 형상 기억 부재(312, 314)의 작동과, 초음파 트랜스듀서 어레이(즉, 능동 블록(320c))의 각 위치를 제어하도록 동작 가능할 수 있다. 초음파 콘솔(506)은 초음파 트랜스듀서 어레이로부터의 신호를 처리하도록 동작 가능한 영상 프로세서, 및 모니터와 같은 디스플레이 장치를 포함할 수 있다. 제어기(505) 및 초음파 콘솔(506)을 참조하여 설명된 다양한 기능은 단일 구성요소에 의해 또는 임의의 적절한 개수의 별개의 구성요소들에 의해 실행될 수 있다.
- [0105] 손잡이(501)는 카테터(400)의 근위 단부(511)에 배치될 수 있다. 카테터(400)의 사용자(예컨대, 의사, 기술자, 중재술 시술자)는 카테터 본체(402)의 조향, 액추에이터(300)의 각도 재설정, 및 카테터(400)의 다양한 다른 기능을 제어할 수 있다. 이와 관련하여, 손잡이(501)는 카테터 본체(402)를 조향하기 위한 2개의 슬라이더(507a, 507b)를 포함한다. 이러한 슬라이더(507a, 507b)는 슬라이더(507a, 507b)들이 서로에 대해 이동될 때, 카테터 본체(402)의 일 부분이 제어된 방식으로 만곡될 수 있도록, 제어 와이어에 상호 연결될 수 있다. 카테터 본체(402) 내에서 제어 와이어를 제어하는 임의의 다른 적절한 방법이 이용될 수 있다. 예를 들어, 슬라이더는 회전식 노브 또는 버튼과 같은 대안적인 제어 수단으로 대체될 수 있다. 카테터 본체(402) 내의 임의의 적절한 개수의 제어 와이어가 이용될 수 있다.
- [0106] 손잡이(501)는 각 위치 제어기(508)를 추가로 포함할 수 있다. 각 위치 제어기(508)는 카테터 본체(402)의 원위 단부(512)에 대한 액추에이터(300)의 각 위치를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 도시된 각 위치 제어기(508)는 회전 가능한 휠의 형태이고, 각 위치 제어기(508)의 회전은 액추에이터(300)의 대응하는 각 위치를 생성할 것이다. 예를 들어, 슬라이더(507a)와 유사한 슬라이더를 포함한 각 위치 제어기(508)의 다른 구성이 고려된다.

- [0107] 손잡이(501)는 액추에이터 활성화 버튼(509)을 추가로 포함할 수 있다. 액추에이터 활성화 버튼(509)은 액추에이터(300) 내의 초음파 트랜스듀서 어레이의 진동 운동을 활성화 및/또는 불활성화하기 위해 사용될 수 있다. 손잡이(501)는 카테터 본체(402) 내의 루멘을 포함하는 초음파 촬영 시스템(500)의 실시예에서 포트(510)를 추가로 포함할 수 있다. 포트(510)는 루멘이 장치 및/또는 재료의 이송을 위해 사용될 수 있도록 루멘과 연통한다.
- [0108] 사용 시에, 사용자는 손잡이(501)를 쥐고, 카테터(400)가 원하는 해부학적 위치로 이동될 때 카테터 본체(402)를 조향하도록 하나 또는 양 슬라이더(507a, 507b)를 조작할 수 있다. 손잡이(501) 및 슬라이더(507a, 507b)는 손잡이(501)에 대한 슬라이더(507a, 507b)의 위치가 유지될 수 있어서, 카테터 본체(402)의 선택된 위치를 유지하거나 "로킹"시키도록, 구성될 수 있다. 각 위치 제어기(508)는 그 다음 액추에이터(300)를 원하는 위치로 각도 재설정하기 위해 사용될 수 있다. 손잡이(501) 및 각 위치 제어기(508)는 손잡이(501)에 대한 각 위치 제어기(508)의 위치가 유지될 수 있어서, 액추에이터(300)의 선택된 각 위치를 유지하거나 "로킹"시키도록, 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 액추에이터(300)는 선택적으로 각도 재설정될 수 있고, 독립적으로, 카테터 본체(402)는 선택적으로 조향될 수 있다. 또한, 액추에이터(300)의 각 위치는 선택적으로 로킹될 수 있고, 독립적으로, 카테터 본체(402)의 형상은 선택적으로 로킹될 수 있다. 그러한 위치의 유지는, 예를 들어, 마찰, 멈춤쇠, 및/또는 임의의 다른 적절한 수단에 의해 적어도 부분적으로 달성될 수 있다. 조향, 각도 재설정, 및 모터에 대한 제어는 모두 사용자에게 의해 독립적으로 동작되고 제어될 수 있다.
- [0109] 초음파 촬영 시스템(500)은 3차원 촬영 체적(514)의 영상을 포착하고 그리고/또는 실시간으로 3D 영상(4D)을 포착하기 위해 사용될 수 있다. 액추에이터(300)는 카테터 본체(402)를 조향하거나, 액추에이터(300)를 각도 재설정하거나, 카테터 본체(402)를 조향하고 액추에이터(300)를 각도 재설정하는 것의 조합에 의해, 위치될 수 있다. 또한, 루멘을 구비한 실시예에서, 초음파 촬영 시스템(500)은, 예를 들어, 환자 내의 선택된 영역 또는 선택된 영역들로 장치 및/또는 재료를 전달하기 위해 추가로 사용될 수 있다.
- [0110] 카테터 본체(402)는 카테터 본체(402) 내의 포트 또는 다른 개방부를 통해 카테터 근위 단부(511)를 진출하고, (예컨대, 초음파 콘솔(506) 내의) 트랜스듀서 구동기 및 영상 프로세서에 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 전기 전도성 와이어를 가질 수 있다.
- [0111] 또한, 루멘을 구비한 실시예에서, 사용자는 포트(510)를 통해 중재 장치(예컨대, 진단 장치 및/또는 치료 장치) 또는 재료를 삽입하거나 장치 및/또는 재료를 회수할 수 있다. 사용자는 그 다음 카테터 본체(402)의 원위 단부(512)로 중재 장치를 이동시키기 위해 카테터 본체(402)를 통해 중재 장치를 공급할 수 있다. 초음파 콘솔(506)과 액추에이터(300) 사이의 전기 상호 연결이 전기 장치 포트(513)를 통해 그리고 카테터 본체(402)를 통해 이어질 수 있다.
- [0112] 종래의 ICE 카테터의 사용과 관련된 한 가지 어려움은 시술 중에 필요한 다양한 촬영 평면을 포착하기 위해 심장 내에서 복수의 지점으로 카테터를 조향하는 필요성이다. 내부에서 그의 진동식으로 피벗 가능한 초음파 트랜스듀서 어레이(320c)를 구비한 각도 재설정 가능한 액추에이터(300)를 포함하는 카테터(400)가 종래의 ICE 카테터의 사용과 관련된 그러한 어려움을 경감시킨다.
- [0113] 도 11은 심장(604)의 우심방(602) 내에서의 심장 초음파를 위한 카테터(400)의 배치를 도시한다. 도 12는 카테터(400)의 원위 단부에 배치된 액추에이터(300)를 원하는 위치에 위치시키기 위해 카테터(400)가 (카테터(400)의 조향을 통해) 재위치된 후의 심장(604)의 우심방(602) 내에서의 카테터(400)의 배치를 도시한다. 의사는 카테터(400) 위치를 로킹시킴으로써 심장(604) 내에서 카테터(400) 위치를 확립하고 그 다음 설정할 수 있다 (도시되지 않은 손잡이 상의 로킹 메커니즘). 이와 관련하여, 설정되면, 카테터(400) 위치는 액추에이터(300)가 각도 재설정되는 동안 실질적으로 변화되지 않고 유지될 수 있다.
- [0114] 액추에이터(300)가 도 12에 도시된 바와 같이 위치되면, 체적 영상이 심장(604)의 제1 부분의 3차원 체적(606)으로부터 발생될 수 있다. 의사는 그 다음 요구되는 촬영 체적의 범위를 포착하기 위해 액추에이터(300) 배향을 조작할 수 있다. 예를 들어, 도 13은 심장(604)의 제2 부분의 3차원 체적(608)의 체적 영상을 포착하기 위한 제2 위치로 각도 재설정된 액추에이터(300)를 도시한다. 도 14는 심장(604)의 제3 부분의 3차원 체적(610)의 체적 영상을 포착하기 위한 제3 위치로 각도 재설정된 액추에이터(300)를 도시한다. 본원에서 설명되는 액추에이터(300)의 실시예들은 약 3 cm의 단면 치수를 구비한 심장내 체적을 가질 수 있는 심장(604)의 우심방(602) 내에서 그러한 위치들 및 그 이상을 달성하도록 동작 가능할 수 있다. 그러한 3차원 체적(606, 608, 610)의 체적 영상은 카테터(400)의 원위 단부가 도 12에 도시된 바와 같은 위치에 유지되는 동안, 초음파 트랜스듀서 어레이의 진동식 피벗을 수행하기 위해 액추에이터(300)를 각도 재설정하고 액추에이터(300)를 동작시킴

으로써 얻어질 수 있다.

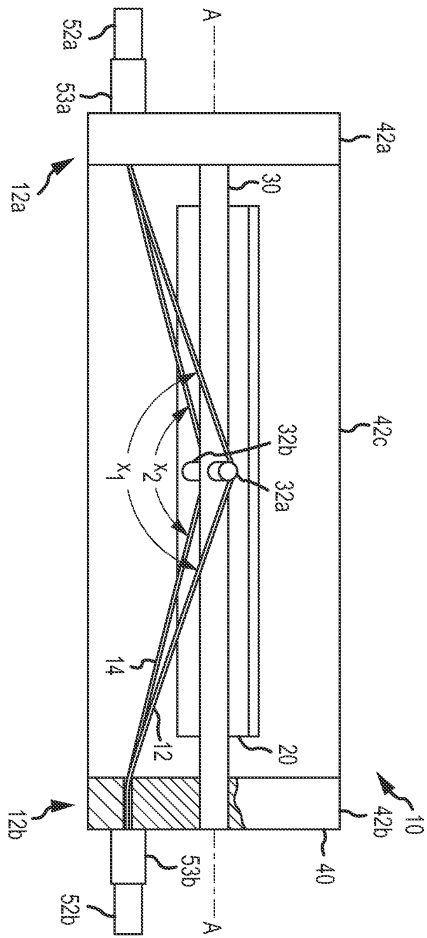
- [0115] 본원에서 개시되는 실시예와 함께 실행될 수 있는 임상적 시술은 중격 천공, 중격 교합기 전개, 절제, 이첨판 중재술, 및 좌심방이 폐색술을 제한적이지 않게 포함한다. 실시예들을 이용한 우심방 촬영을 위한 방법은 카테터 본체(400)를 우심방으로 전진시키는 단계, 카테터 본체(400)의 원위 단부(512)를 원하는 위치로 조향하는 단계, 내부에 배치된 초음파 트랜스듀서 어레이의 운동을 수행하기 위해 액추에이터(300)를 동작시키는 단계, 및 고정된 카테터 본체(400) 위치를 유지하면서, 적어도 하나의 관찰 평면에 걸쳐 적어도 하나의 영상을 포착하기 위해 힌지(370)에 대해 초음파 트랜스듀서 어레이를 포함하는 액추에이터(300)를 각도 재설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0116] 도 15a는 하중물(320)과 같은 하중물의 진동 운동을 생성하기 위해, 액추에이터(300)의 형상 기억 부재(312, 314)와 같은 형상 기억 부재를 구동하기 위해 사용되는 구동 신호(702)의 그래프(700)이다. 수평 축은 시간을 나타내고, 구동 신호(702)에 대해, 수직 축은 인가되는 전압을 나타낸다. 예를 들어, 제1 구동 신호 부분(706)이 형상 기억 부재(312)를 구동할 수 있고, 제2 구동 신호 부분(708)이 형상 기억 부재(314)를 구동할 수 있다. 하중물(320)의 대응하는 위치(704)는 그래프(700)의 상반부에 도시되어 있다. 위치(704)에 대해, 수직 축은 하중물(320)의 각 위치를 나타낸다. 도 15a에 의해 도시된 구동 계획에서, 각각의 형상 기억 부재(312, 314)들은 중첩하지 않는 방식으로 순차적으로 구동되고, 즉 형상 기억 부재(312, 314)들 중 실질적으로 하나만이 특정 시점에서 구동되고, 형상 기억 부재(312, 314)들 하나는 실질적으로 항상 구동된다. 이는 하중물(320)이 그의 진동 운동의 중점들 중 하나 또는 다른 하나로 실질적으로 항상 능동 구동되는 경우에 하중물(320)의 위치(704)의 그래프에 도시된 운동 패턴을 생성한다.
- [0117] 액추에이터(300)에서, 형상 기억 부재(312, 314)들 중 하나(고온 부재)가 그의 실질적인 최소 동작 길이에 있도록 작동되었을 때, 다른 형상 기억 부재(312, 314)(저온 부재)는 상대적으로 저온이고, 탄성 연신으로 인해 소정량의 탄성 인장(예컨대, 탄성 하중)을 포함할 수 있다. 이는 고온 부재가 상대적으로 작은 탄성 인장이므로, 고온 부재에 지나치게 응력을 인가하지 않는다. 고온 부재를 가열하기 위해 사용되는 전류가 제거되면, 저온 부재는 저온 부재 내의 저장된 탄성 에너지로 인해 하중물(320)의 방향을 역전시킬 수 있다. 따라서, 형상 기억 부재(312, 314)들 중 하나를 항상 구동하는 것이 필요치 않을 수 있다. 그러한 구동 계획(722)은 도 15b의 그래프(720)에 도시되어 있다. 도 15b에서, 도 15a에서와 같이, 수평 축은 시간을 나타내고, 구동 신호(722)에 대해, 수직 축은 인가되는 전압을 나타내고, 위치(724)에 대해, 수직 축은 하중물(320)의 각 위치를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 펄스(726, 728)들 사이의 시간 간격(730)이 포함될 수 있다. 시간 간격 중에, 하중물(320)의 운동은 도 15a의 프로파일(704)과 매우 유사한 운동 프로파일(724)을 생성하도록 저장된 탄성 에너지에 의해 발생할 수 있다. 그러한 "반동"의 사용(예컨대, 저장된 탄성 에너지의 소비)은 도 15a의 구동 신호(702)에 비교하여 액추에이터(300)의 전체적인 전력 소모를 감소시킬 수 있다. 탄성 변형 가능한 부재가 또한 반동에 기여할 수 있다.
- [0118] 하나의 실시예에서, 저온 부재는 고온 부재가 그의 마르텐사이트 시작 온도로 냉각됨과 동시에 그의 오스텐사이트 시작 온도에 도달하도록 가열될 수 있다. 이러한 절차는 과도한 탄성 인장을 일으키며, 특히 형상 기억 부재의 파손 또는 감소된 수명의 위험을 증가시킬 수 있는, 부재들이 서로에 대해 직접 작용하는 것을 방지하거나 제한하는 것을 돕는다. 이와 관련하여, 단일 수준은 그러한 균형을 가능케 하는 원하는 냉각 속도를 생성하도록 선택될 수 있다. 균형이 정밀하게 제어되는 경우에, 탄성 변형 가능한 부재가 필요치 않을 수 있다.
- [0119] 형상 기억 부재(312, 314)들은 각 형상 기억 부재(312, 314)로의 에너지의 인가 이전에, 이들이 모두 냉각된(예컨대, 실온) 상태에 있을 때, 형상 기억 부재(312, 314)들이 각각 탄성 인장될 수 있도록 구성될 수 있다. 이는 형상 기억 부재(312, 314)들 중 하나로의 에너지의 인가 이전에 형상 기억 부재(312, 314)들이 횡단 샤프트(332)와 접촉 유지되는 것을 가능케 할 수 있다. 또한, 동작 중에, 형상 기억 부재(312, 314)들은 각각의 형상 기억 부재(312, 314)가 실질적으로 항상 어느 정도 탄성 인장되도록 제어될 수 있다.
- [0120] 형상 기억 부재(312, 314)를 구동하기 위해 사용되는 구동 신호는, 예를 들어, 35 V dc 미만의 전압과 같은 상대적으로 낮은 전압에서 동작할 수 있다. 그러한 낮은 동작 전압은 환자 내에 삽입되는 장치에 대한 허용 가능한 한도 내에 있는 점에서 유익할 수 있다. 액추에이터(300)는 전압 수준 및(예컨대, 환자 내에 배치되는 동안 최대 온도 아래에 유지되는) 온도에 대한 규정 및/또는 다른 요건을 만족시키면서, 초당 1 사이클 또는 그 이상의 주파수로 구동되도록 동작 가능할 수 있다.
- [0121] 예

[0122] 하중물을 피벗시킬 수 있는 제1 및 제2 형상 기억 부재를 구비한 액추에이터가 구성되었다. 액추에이터의 전체 치수는 3 mm의 직경에서 대략 14 mm 길이였다. 외측 셸은 스테인리스강 튜빙으로 만들어졌고, 단부편들은 각각 알루미늄이나 세라믹으로부터 만들어졌다. 하중물은 복합 음향 배킹을 구비한 압전식 64 소자 초음파 트랜스듀서 어레이였다. 단부편들은 중심 보링되었고, 하중물을 위한 피벗 축을 형성하였다. 액추에이터는 44° (기본 위치로부터 ±22°)의 하중물에 대한 총 각도 범위로 동작되었고, 60°의 최대 총 각도 범위를 가졌다. 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 0.0015" 직경의 니티놀 와이어의 형태였다. 구동 신호는 대략 4.8 V dc의 10 Hz 사각파를 포함하였다. 액추에이터는 20 Hz의 초음파 트랜스듀서 어레이에 대한 양방향 스캔 속도를 생성하는 10 Hz 진동식 하중물 운동을 생성하였다. 10 Hz 진동식 하중물 운동은 10 Hz 사각파를 생성하는 하드웨어에 의해 제한되었다. 다른 예시적인 이중 형상 기억 부재 액추에이터에서, 제1 및 제2 형상 기억 부재들은 파릴렌 코팅을 구비한 0.0015" 직경의 니티놀 와이어의 형태였고; 물속에 침지되었다. 구동 신호는 대략 4.5 V dc의 6 Hz 파를 포함하였다. 액추에이터는 50,000회의 연속적인 완전한 스위핑을 통해 50° (기본 위치로부터 ±25°)의 각도 범위를 통한 6 Hz 진동식 하중물 운동을 생성하였다. 다른 예시적인 이중 형상 기억 부재 액추에이터에서, 10%의 하중물의 운동의 선형성이 삼각형 파형 및 제1 및 제2 형상 기억 부재 상의 단열을 사용하여 달성되었다. 단열은 7 마이크로미터 두께의 HSTF ePTFE 중합체였고, 액추에이터는 1000X 실제 체적에서 2.5 Hz로 작동되었다.

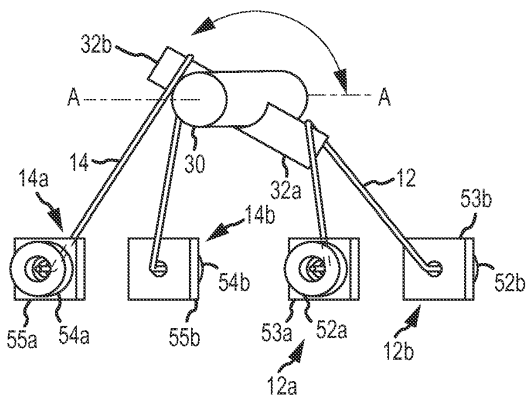
[0123] 본 발명의 상기 설명은 예시 및 설명의 목적으로 제시되었다. 또한, 설명은 본원에서 개시되는 형태로 본 발명을 제한하려는 것은 아니다. 결과적으로, 변경 및 변형이 상기 개시 내용과 상응하고, 관련 분야의 기술 및 지식은 본 발명의 범주 내에 있다. 상기에서 설명된 실시예들은 본 발명을 실시하는 공지된 모드를 설명하고 본 기술 분야의 당업자가 본 발명을 그러한 또는 다른 실시예에서 그리고 본 발명의 특정 용도(들) 또는 사용(들)에 의해 요구되는 다양한 변형과 함께 이용하는 것을 가능케 하도록 추가로 의도된다. 첨부된 특허청구범위는 종래 기술에 의해 허용되는 범위까지 대안적인 실시예를 포함하는 것으로 해석되도록 의도된다.

도면

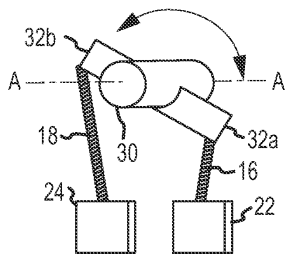
도면1



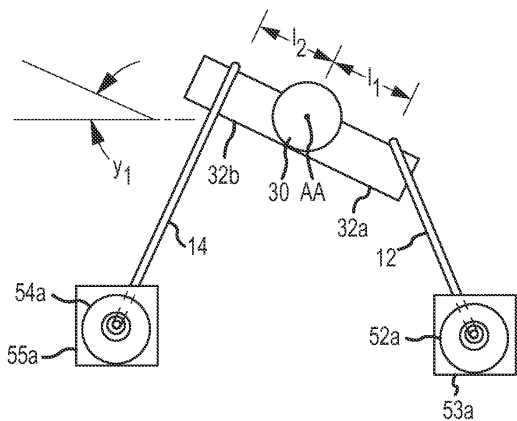
도면2a



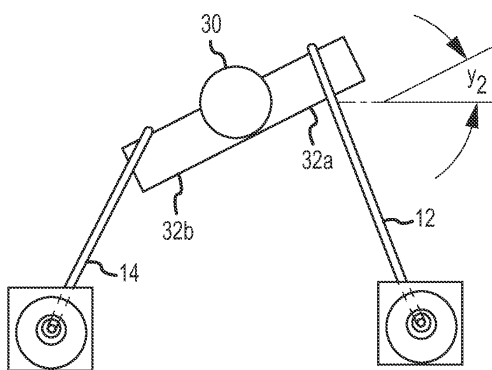
도면2b



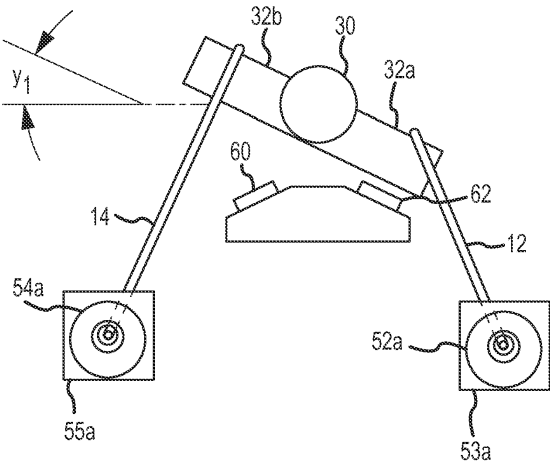
도면3a



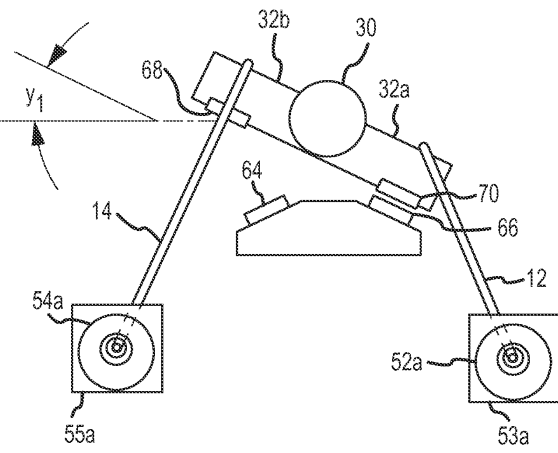
도면3b



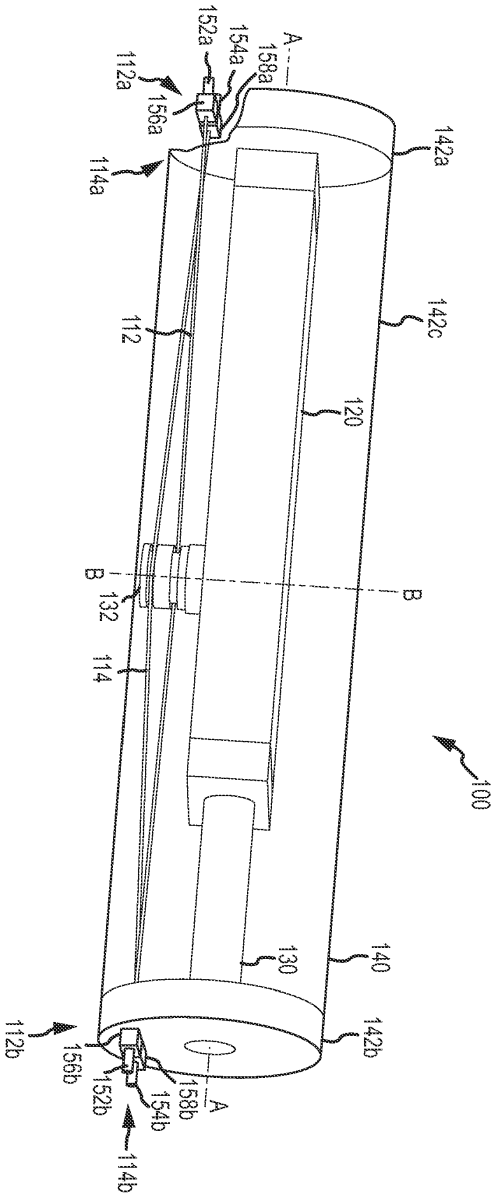
도면3c



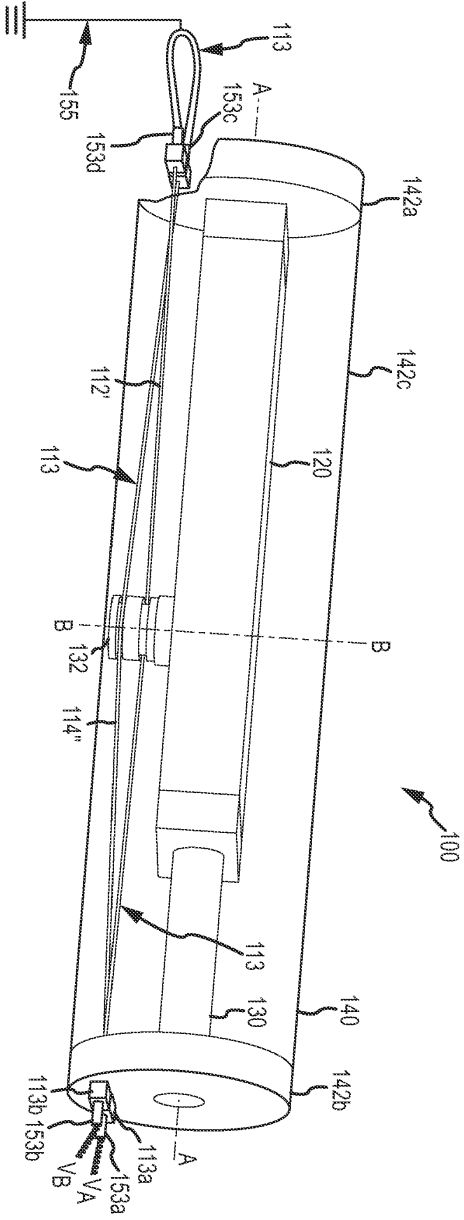
도면3d



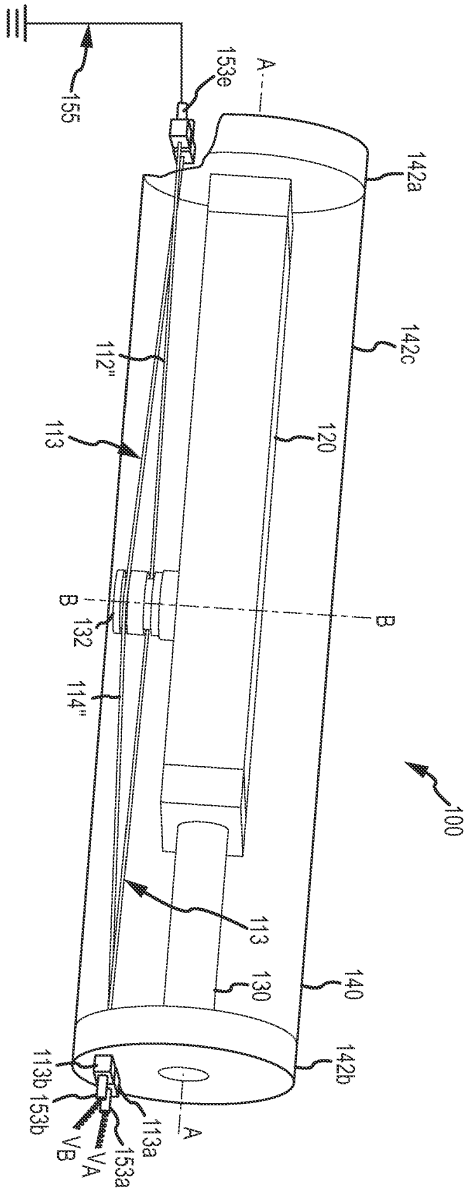
도면4a



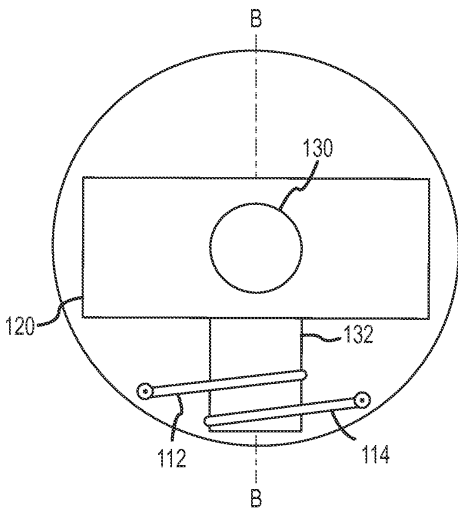
도면4b



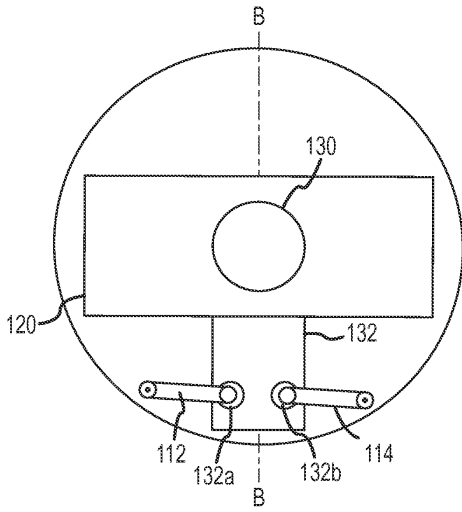
도면4c



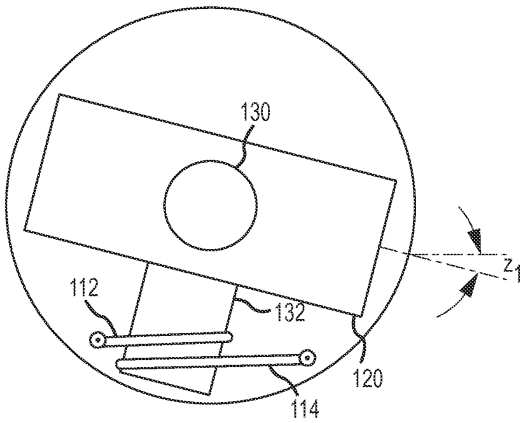
도면5a



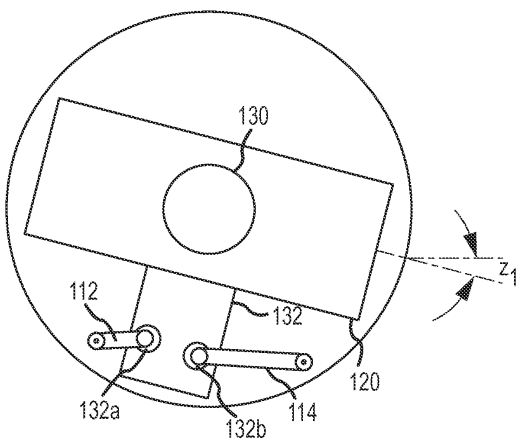
도면5aa



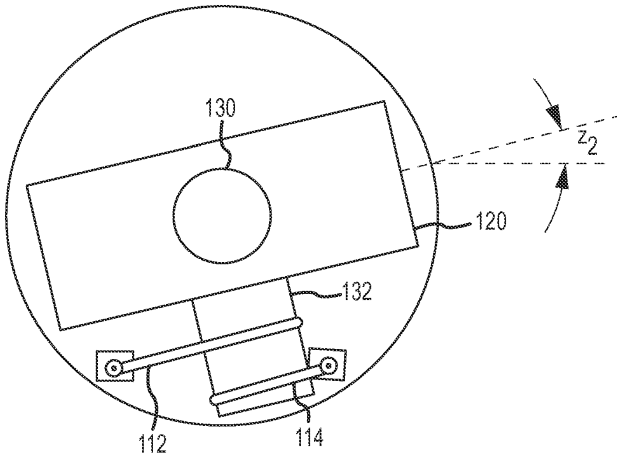
도면5b



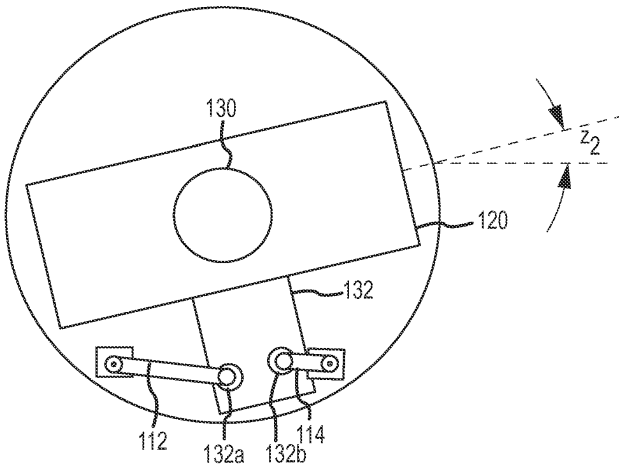
도면5bb



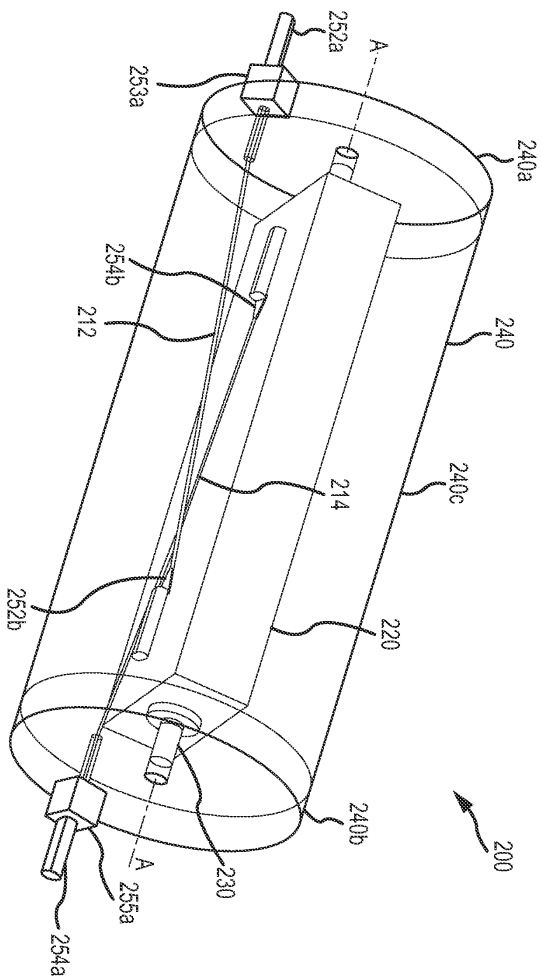
도면5c



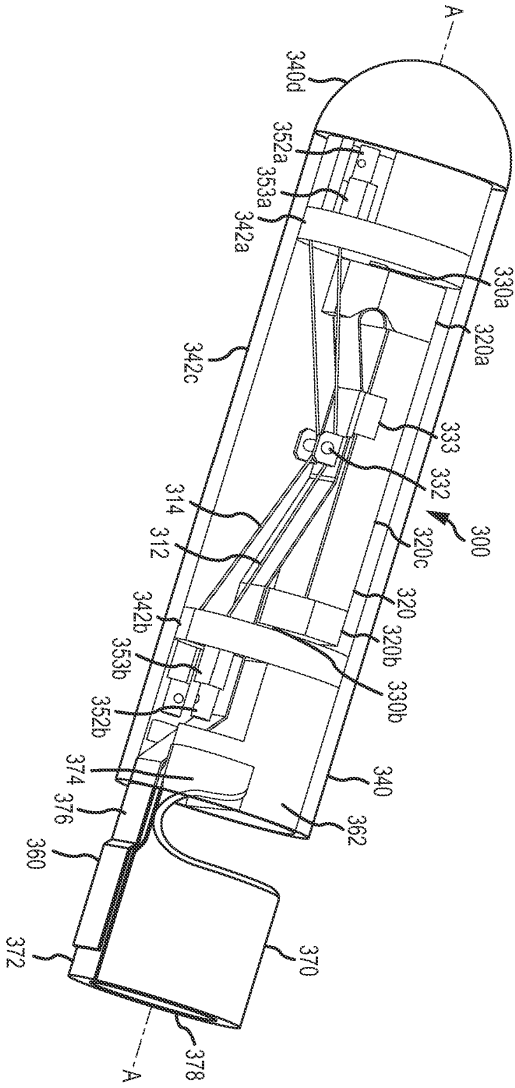
도면5cc



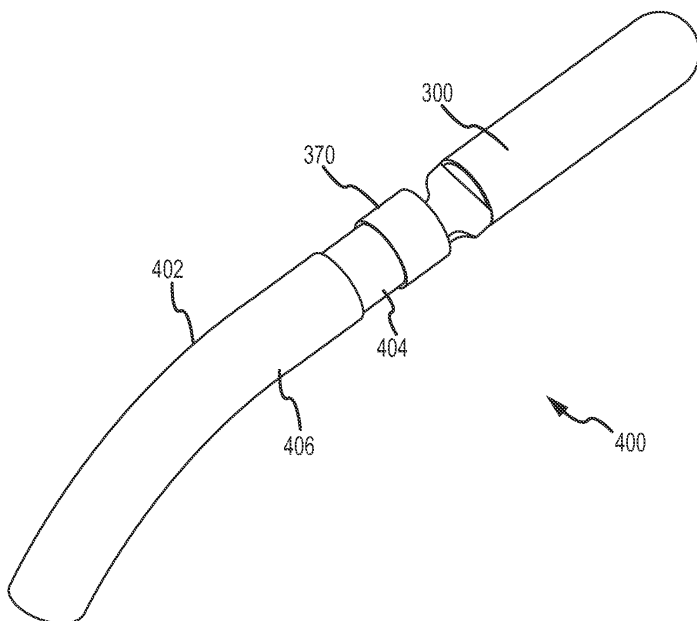
도면6



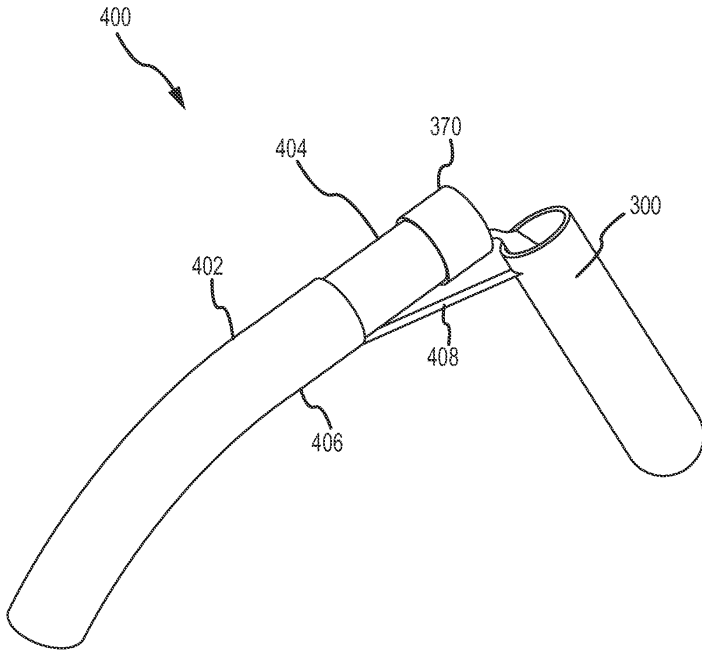
도면7



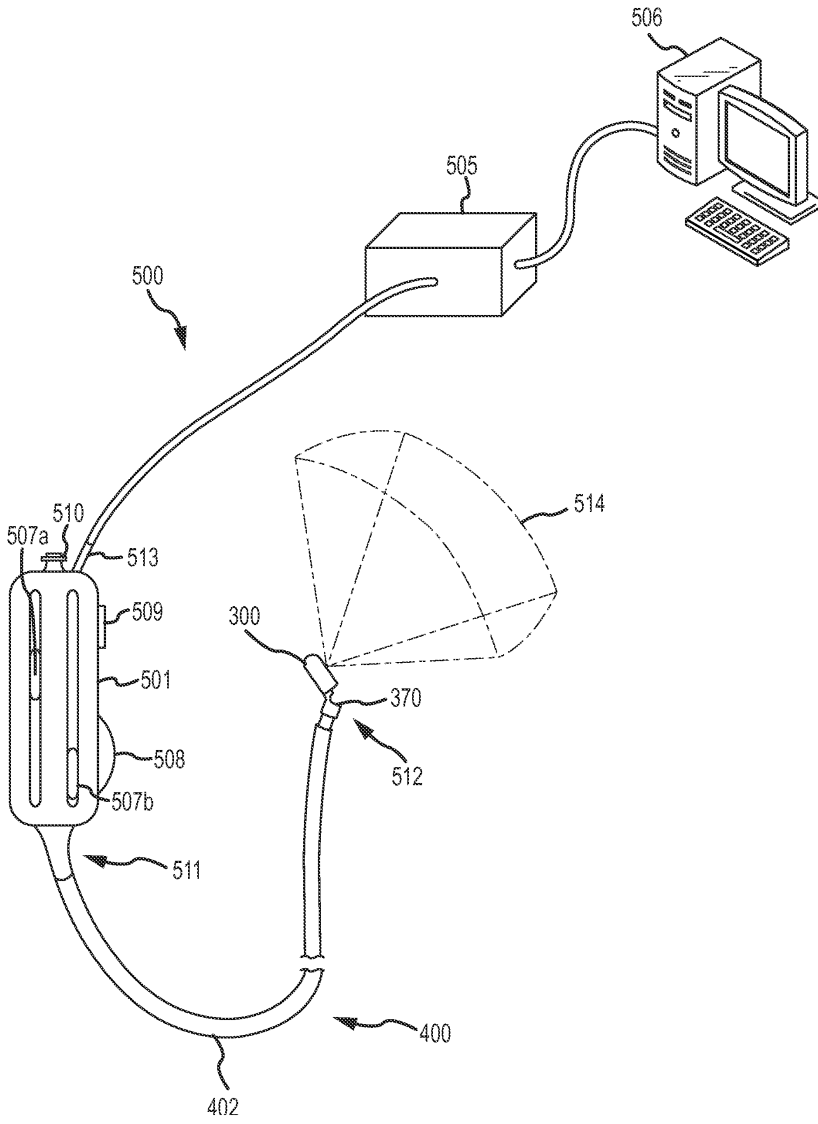
도면8



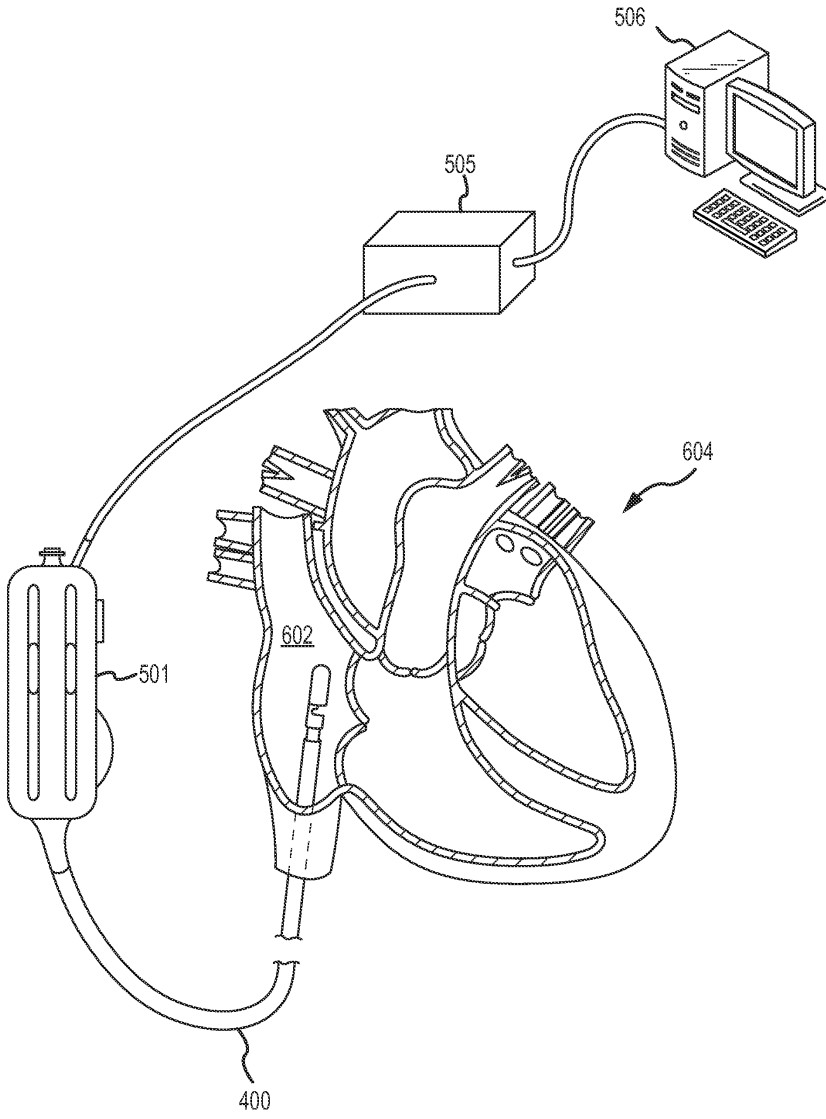
도면9



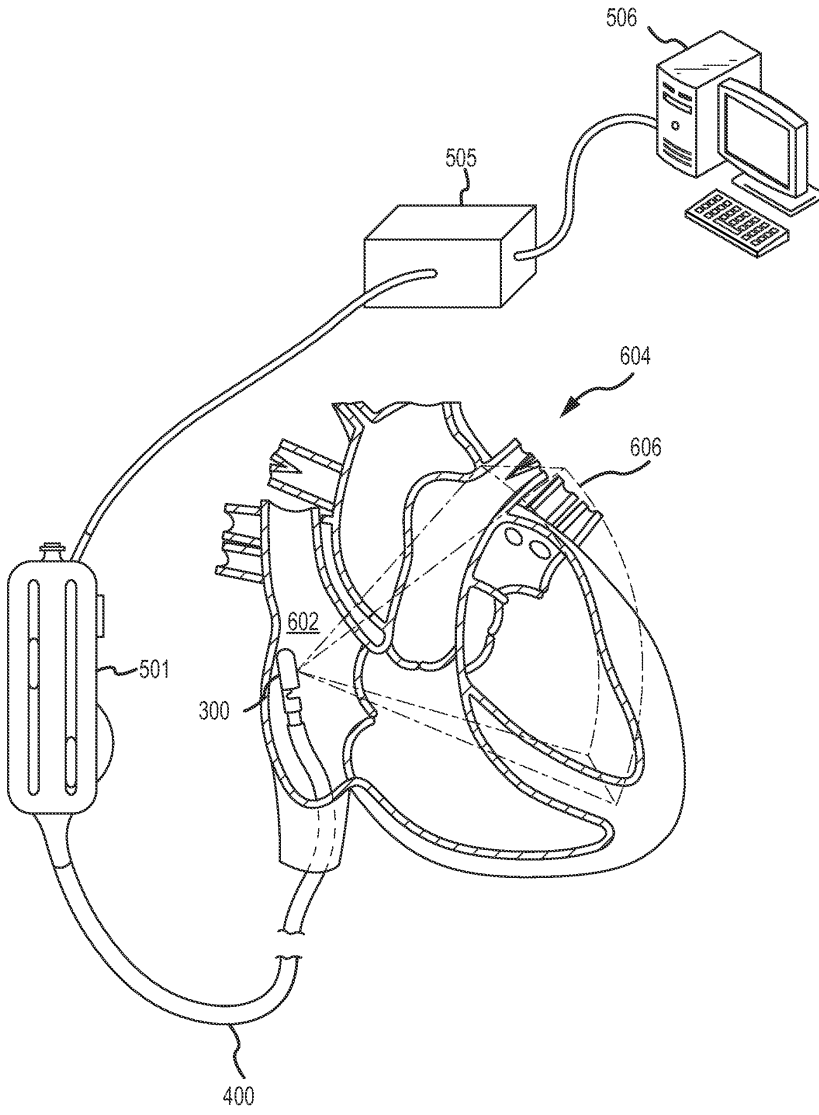
도면10



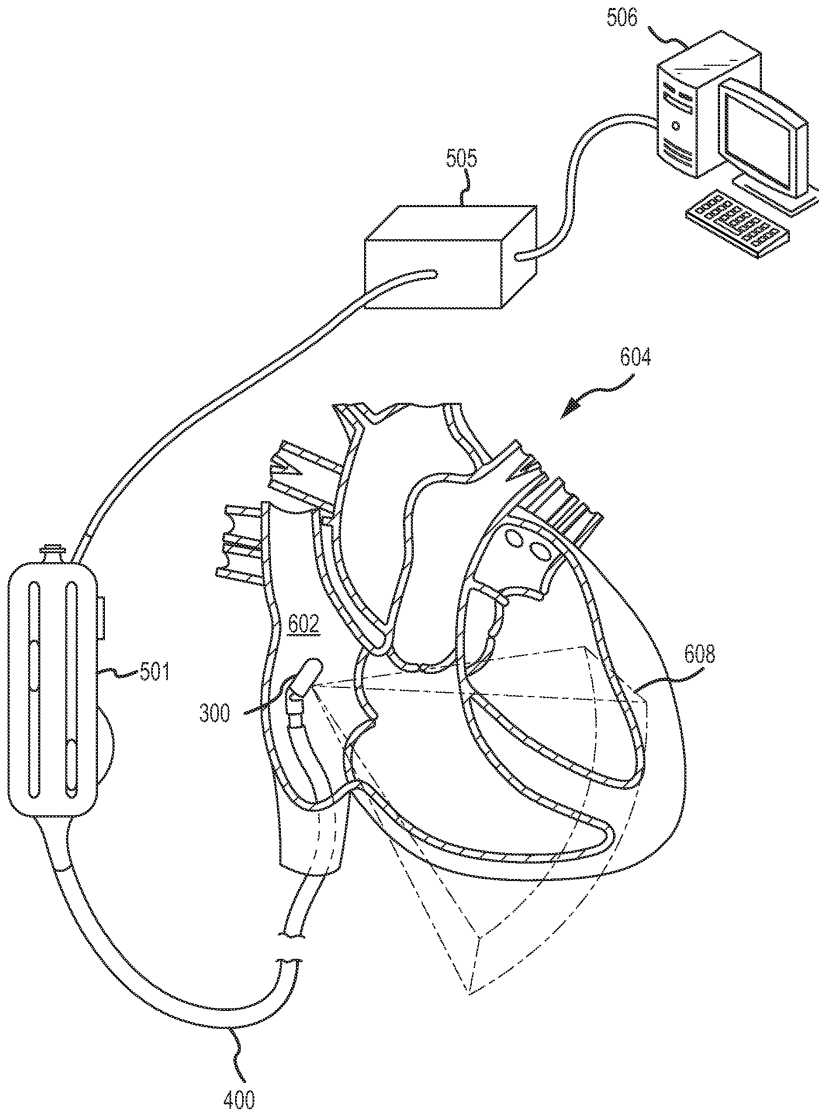
도면11



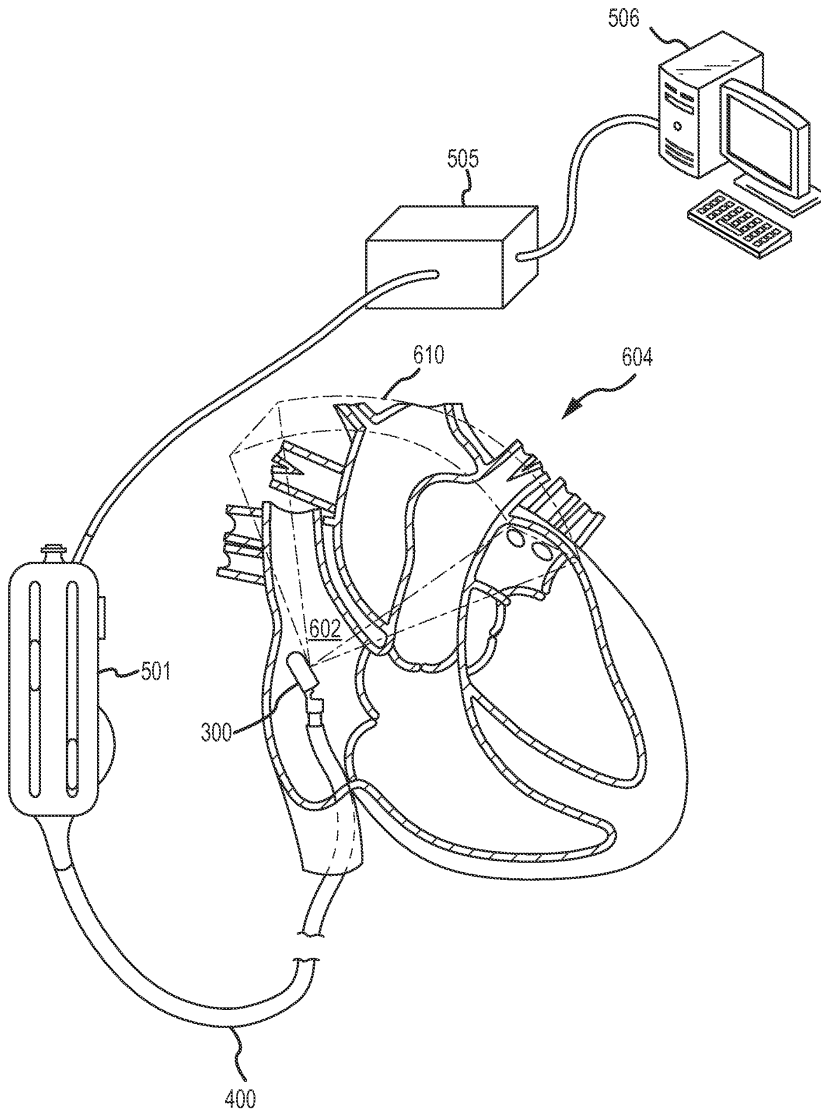
도면12



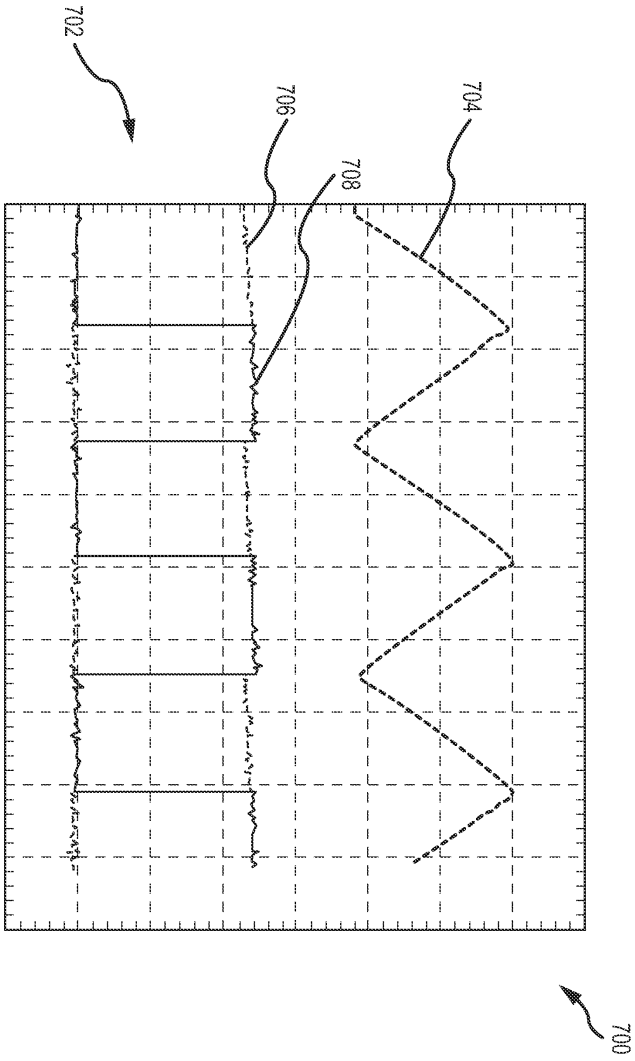
도면13



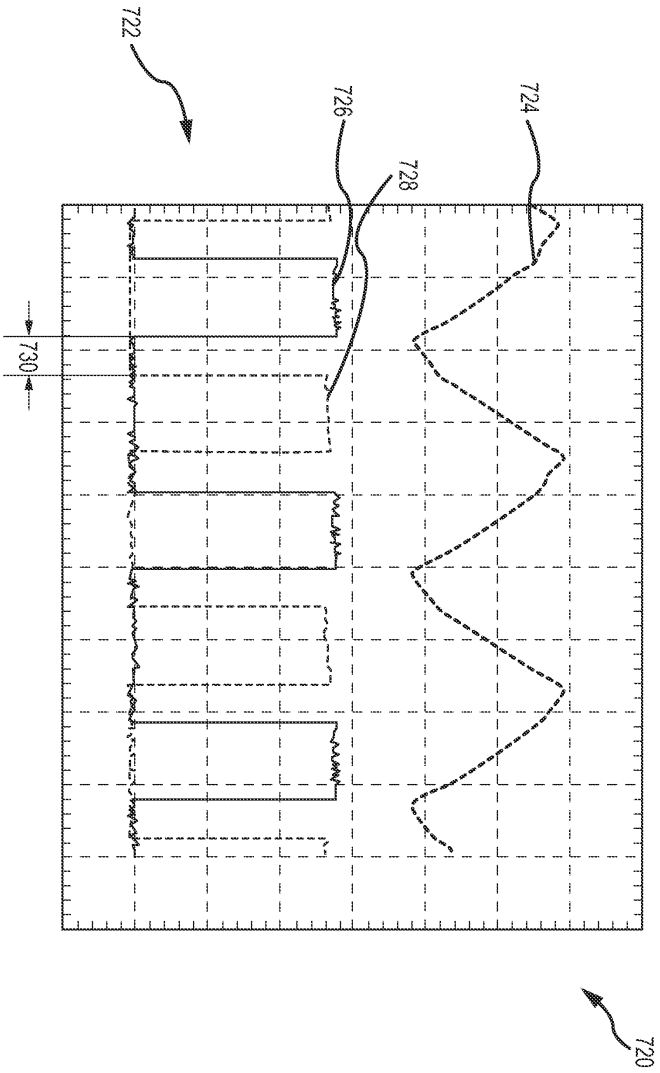
도면14



도면15a



도면15b



专利名称(译)	标题：带形状记忆合金执行器的导管		
公开(公告)号	KR1020130103557A	公开(公告)日	2013-09-23
申请号	KR1020137012983	申请日	2011-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	W.L.戈尔及同仁股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	W.萨尔瓦多.戈尔和同伙的公司		
当前申请(专利权)人(译)	W.萨尔瓦多.戈尔和同伙的公司		
[标]发明人	SHILLING THOMAS W TOLT THOMAS L OAKLEY CLYDE G DENNY RICHARD W DIETZ DENNIS R VONESH MICHAEL J 보네쉬마이클제이 NORDHAUSEN CRAIG T		
发明人	실링토마스더블유. 톨트토마스엘. 오클리클라이드쥐. 데니리차드더블유. 디에츠데니스알. 보네쉬마이클제이. 노르다우젠크레이그티.		
IPC分类号	A61B8/12		
CPC分类号	A61B8/0883 A61B8/12 A61B8/483 A61B8/0891 A61B8/445 A61B8/4461 G01S7/52079 G01S15/894 G01S15/8993 G10K11/004 G10K11/352		
代理人(译)	AN , KOOK CHAN		
优先权	61/405784 2010-10-22 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及可用于摆动负载运动的致动器。改进的致动器可包括至少第一形状记忆构件，其可操作以执行物体的振动运动的至少一部分。致动器还可包括第二形状记忆构件，其可操作以执行负载的振荡运动的至少第二部分。一个或多个形状记忆元件的使用有助于以紧凑的方式实现负载的可控且可靠的振动运动。这种致动器可以用在具有超声换能器的照相导管中，超声换能器设置成振动以扫描感兴趣的区域。这种射击导管可用于生成三维和/或实时三维(4D)图像。

