



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월29일
(11) 등록번호 10-2379304
(24) 등록일자 2022년03월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 99/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
F16K 99/0003 (2013.01)
F16K 99/0034 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7006821
- (22) 출원일자(국제) 2017년09월18일
심사청구일자 2020년09월09일
- (85) 번역문제출일자 2020년03월06일
- (65) 공개번호 10-2020-0035136
- (43) 공개일자 2020년04월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/052048
- (87) 국제공개번호 WO 2019/040088
국제공개일자 2019년02월28일
- (30) 우선권주장
15/683,937 2017년08월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20080087853 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
페이스북 테크놀로지스, 엘엘씨
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크, 윌로우 로드 1601
- (72) 발명자
켈러 셴 제이슨
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드 1601
오클러스 브이알, 엘엘씨
린제이 잭
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드 1601
오클러스 브이알, 엘엘씨
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

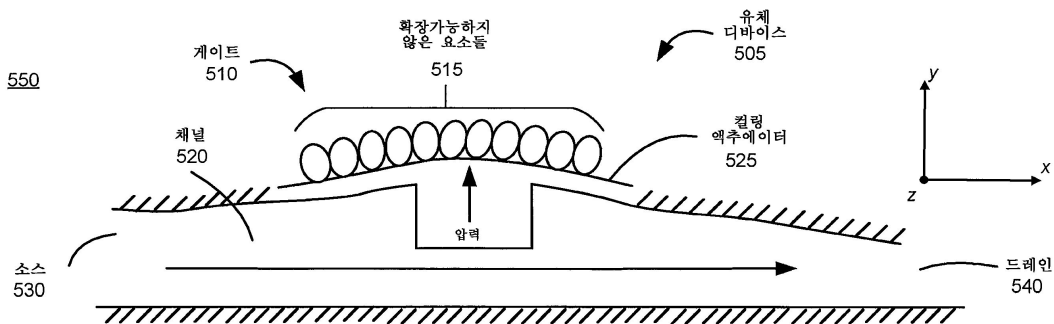
심사관 : 곽성룡

(54) 발명의 명칭 유체 스위칭 디바이스들

(57) 요약

유체 디바이스는 소스로부터 드레인으로 채널에서의 유체 흐름을 제어한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스들은 게이트, 채널, 및 방해물(obstruction)을 포함한다. 게이트는 체적이 유체 압력에 따라 증가하는 적어도 하나의 챔버를 포함한다. 게이트의 고압 상태는 제 1 챔버 크기에 대응하고 게이트의 저압 상태는 제 1 챔버 크기보다 작은 제 2 챔버 크기에 대응한다. 방해물은 게이트에서 유체 압력에 기초하여 채널 내의 유체 흐름의 레이트를 제어한다. 방해물은 게이트의 저압 상태에 따라 채널에서 기껏해야 유체의 제 1 유량, 및 게이트의 고압 상태에 따라 채널에서 적어도 유체의 제 2 유량을 유도한다.

대표도



(72) 발명자

투르키일마즈 세룰

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드
1601 오클러스 브이알, 엘엘씨

루티안 존 마이클

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드
1601 오클러스 브이알, 엘엘씨

트루트나 트리스탄 토마스

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드
1601 오클러스 브이알, 엘엘씨

스탠리 앤드류 아서

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 윌로우 로드
1601 오클러스 브이알, 엘엘씨

명세서

청구범위

청구항 1

유체 디바이스에 있어서:

유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된 채널로서, 상기 소스는 유체가 상기 채널에 진입하는 입력부이고, 상기 드레인은 상기 채널에서 유체를 위한 출력부인, 상기 채널; 및

게이트 내의 상기 유체 압력에 따라 상기 소스와 상기 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하는 방해물 (obstruction) 형태의 게이트로서, 상기 방해물은 상기 게이트의 저압 상태에 따라 상기 채널에서 상기 유체의 제 1 유량 및 상기 게이트의 고압 상태에 따라 상기 채널에서 상기 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성되는, 상기 방해물 형태의 게이트를 포함하고,

상기 게이트는 저압 상태에서 제 1 형상 및 고압 상태에서 제 2 형상을 가지는 복수의 확장가능하지 않은 요소들을 포함하고,

상기 확장가능하지 않은 요소들은, 확장가능하지 않은 요소들이 유연하지만 확장가능하지 않은 재료로 만들어지고, 상기 확장가능하지 않은 요소들 내의 유체 압력이 증가될 때 제 1 방향으로 확장하고 제 2 방향으로 수축함으로써 상기 방해물들이 상기 채널로 돌출되는 거리를 감소시키고,

상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 저압 상태에서 상기 제 1 형상을 취하여 상기 방해물이 상기 채널에서 유체 흐름을 상기 제 1 유량으로 조정하기 위해 상기 채널 내로 돌출되게 하고, 상기 고압 상태에서 상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 제 2 형상을 취하여 상기 방해물이 상기 채널에서 유체 흐름을 상기 제 2 유량으로 조정하기 위해 상기 채널 내로 덜 돌출되게 하도록 구성되고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 게이트는 상기 채널을 적어도 부분적으로 차단하는 블록을 포함하고, 상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 블록에 결합되는 컬링 액추에이터(curling actuator)에 부착되고, 상기 컬링 액추에이터는 상기 게이트에서 상기 유체 압력에 부분적으로 기초하여 상기 채널 내의 상기 블록의 위치를 조정하는, 유체 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 방해물은:

상기 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 장벽 부분; 및

상기 채널의 외부에 위치되고 하나 이상의 게이트 액추에이터들과 상호작용하도록 구성되는 액추에이터 부분을 포함하는 T 블록이고, 상기 유체 압력은 상기 T 블록의 액추에이터 부분에 상기 하나 이상의 게이트 액추에이터들에 의해 가해진 압력을 제어하고, 상기 가해진 압력은 상기 장벽 부분과 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 상기 소스와 상기 드레인 사이의 상기 유체 흐름의 레이트를 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 방해물은 상기 채널 내에 그리고 상기 소스와 상기 드레인 사이에 위치한 좌굴 벽(buckling wall)이고, 상

기 좌굴 벽은 상기 게이트 내의 유체 압력에 기초하여 상기 채널 내에서 구부러지도록 구성되고, 상기 좌굴 벽은 상기 게이트의 저압 상태에서 상기 소스로부터 상기 드레인으로의 유체 흐름을 차단하고, 상기 게이트의 고압 상태에서, 상기 좌굴 벽은 상기 채널 내에서 구부러져서 상기 드레인을 상기 소스로부터 직접적으로 흐르는 유체에 노출시키고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 방해물은:

인터페이스 부분에 견고하게 결합되는 밸브 부분을 포함하는 영역 밸브이고, 상기 밸브 부분은 상기 게이트에 의해 상기 인터페이스 부분에 적용된 압력에 따라 상기 소스와 상기 드레인 사이의 유체 흐름을 점진적으로 증가시키고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

각각이 상기 채널로부터 파생되는 복수의 로브(lobe)들을 더 포함하고, 상기 채널로부터의 유체는, 상기 소스와 상기 드레인 사이의 유체 흐름의 방향에 적어도 부분적으로 대항하는 방향으로 상기 채널에 재진입하기 전에 상기 로브들 주위로 흐르고, 상기 게이트는 상기 복수의 로브들의 각각 내의 유체 흐름을 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 방해물은 상기 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 예압식 밸브(pre-loaded valve)이고, 상기 유체 압력은 상기 예압식 밸브에 상기 게이트에 의해 가해진 압력을 제어하고, 상기 가해진 압력은 상기 예압식 밸브와 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 상기 소스와 상기 드레인 사이의 상기 유체 흐름의 레이트를 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 유체 디바이스.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

복합 유체 디바이스에 있어서:

제 1 압력으로 유체를 전달하는 고압 레일;

상기 제 1 압력 미만인 제 2 압력으로 유체를 전달하는 저압 레일; 및

상기 고압 레일 및 상기 저압 레일에 결합된 유체 디바이스를 포함하고, 상기 유체 디바이스는:

적어도 하나의 챔버로 구성된 게이트로서, 상기 챔버의 체적은 상기 챔버 내의 유체 압력으로 확장하여 상기 챔버의 체적이 증가하게 하고, 상기 게이트의 고압 상태는 제 1 챔버 크기에 대응하고, 상기 게이트의 저압 상태는 상기 제 1 챔버 크기보다 작은 제 2 챔버 크기에 대응하는, 상기 게이트,

유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된 채널로서, 상기 소스는 유체가 상기 채널에 진입하는 입력부이고, 상기 드레인은 상기 채널에서 상기 유체를 위한 출력부인, 상기 채널, 및

상기 게이트 내의 유체 압력에 따라 상기 소스와 상기 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하는 방해물로서, 상기 게이트의 저압 상태에 따라 상기 채널에서 상기 유체의 제 1 유량 및 상기 게이트의 고압 상태에 따라 상기 채널에서 상기 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성되는, 상기 방해물을 포함하고,

상기 방해물은 상기 게이트이고, 상기 게이트는 상기 저압 상태에서 제 1 형상 및 상기 고압 상태에서 제 2 형상을 가지는 복수의 확장가능하지 않은 요소들을 포함하고, 상기 저압 상태에서 상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 제 1 형상을 취하여 상기 게이트가 상기 채널에서 유체 흐름을 상기 제 1 유량으로 조정하기 위해 상기 채널 내로 돌출되게 하고, 상기 고압 상태에서 상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 제 2 형상을 취하여 상기 게이트가 상기 채널에서 유체 흐름을 상기 제 2 유량으로 조정하기 위해 상기 채널 내로 덜 돌출되게 하며, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 23

삭제

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 게이트는 상기 채널을 적어도 부분적으로 차단하는 블록을 포함하고, 상기 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 상기 블록에 결합되는 컬링 액추에이터에 부착되고, 상기 컬링 액추에이터는 상기 게이트에서 상기 유체 압력에 부분적으로 기초하여 상기 채널 내의 상기 블록의 위치를 조정하는, 복합 유체 디바이스.

청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 방해물은:

상기 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 장벽 부분; 및

상기 채널의 외부에 위치되고 하나 이상의 게이트 액추에이터들과 상호작용하도록 구성되는 액추에이터 부분을 포함하는 T 블록이고, 상기 유체 압력은 상기 T 블록의 액추에이터 부분에 상기 하나 이상의 게이트 액추에이터들에 의해 가해진 압력을 제어하고, 상기 가해진 압력은 상기 장벽 부분과 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 상기 소스와 상기 드레인 사이의 상기 유체 흐름의 레이트를 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 26

제 22 항, 제 24 항, 및 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방해물은 상기 채널 내에 그리고 상기 소스와 상기 드레인 사이에 위치한 좌굴 벽이고, 상기 좌굴 벽은 상기 게이트 내의 유체 압력에 기초하여 상기 채널 내에서 구부러지도록 구성되고, 상기 좌굴 벽은 상기 게이트의 저압 상태에서 상기 소스로부터 상기 드레인으로의 유체 흐름을 차단하고, 상기 게이트의 고압 상태에서, 상기 좌굴 벽은 상기 채널 내에서 구부러져서 상기 드레인을 상기 소스로부터 직접적으로 흐르는 유체에 노출시키고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 27

제 22 항, 제 24 항, 및 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방해물은:

인터페이스 부분에 견고하게 결합되는 밸브 부분을 포함하는 영역 밸브이고, 상기 밸브 부분은 상기 게이트에 의해 상기 인터페이스 부분에 적용된 압력에 따라 상기 소스와 상기 드레인 사이의 유체 흐름을 점진적으로 증가시키고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 28

제 22 항, 제 24 항, 및 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

각각이 상기 채널로부터 파생되는 복수의 로브들을 더 포함하고, 상기 채널로부터의 유체는, 상기 소스와 상기 드레인 사이의 상기 유체 흐름의 방향에 적어도 부분적으로 대항하는 방향으로 상기 채널에 재진입하기 전에 상기 로브들 주위로 흐르고, 상기 게이트는 상기 복수의 로브들의 각각 내의 유체 흐름을 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 29

제 22 항, 제 24 항, 및 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방해물은 상기 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 예압식 밸브이고, 상기 유체 압력은 상기 예압식 밸브에 상기 게이트에 의해 가해진 압력을 제어하고, 상기 가해진 압력은 상기 예압식 밸브와 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 상기 소스와 상기 드레인 사이의 상기 유체 흐름의 레이트를 제어하고, 상기 제 1 유량은 상기 제 2 유량 미만인, 복합 유체 디바이스.

청구항 30

제 22 항, 제 24 항, 및 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유체는 액체인, 복합 유체 디바이스.

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로, 머리 장착 디스플레이들(HMD)을 위한 유체 디바이스들에 관한 것이고 더 구체적으로, 가상 현실, 증강 현실, 및/또는 혼합 현실 시스템들에서 사용하기 위한 유체 스위칭 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가상 현실(VR)은 컴퓨터 기술에 의해 생성되고 VR 시스템을 통해서와 같이 사용자에게 제공되는 시뮬레이팅된 환경이다. 일부 VR 시스템들에서, 착용가능한 디바이스들(예로서, 장갑)은 사용자가 가상 객체들과 상호작용하는 것을 허용한다. 이러한 착용가능한 디바이스들의 회로는 복잡하고, 부피가 크며, 일부 경우들에서 무거울 수 있다. 결과적으로, 종래의 착용가능한 디바이스들은 VR 시스템을 통한 사용자의 경험을 방해할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 일반적으로, 머리 장착 디스플레이들(HMD)을 위한 유체 디바이스들을 제공하는 것이고 더 구체적으로, 가상 현실, 증강 현실, 및/또는 혼합 현실 시스템들에서 이용하기 위한 유체 스위칭 디바이스들을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 개시된 발명의 실시예들은 VR, 증강 현실(AR) 시스템들, 및/또는 혼합 현실(MR) 시스템들에서 사용된 유체 디바이스들을 포함한다. 유체 디바이스들은 전자 디바이스들(예로서, 전기 트랜지스터, 전기 다이오드, 저항기, 커패시터, 등)과 유사하게 기능하는 유체 취급 디바이스들이다. 예를 들면, 유체 디바이스는 그것이 유체 트랜지스터로서 동작하도록 설계될 수 있다. 부가적으로, 유체 디바이스들은 구성가능하며, 이는 유체 디바이스들이 복합 유체 디바이스(예로서, 디코더)를 형성하기 위해 함께 결합될 수 있음을 의미한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스들의 그룹들은 VR 시스템을 위한 착용가능한 디바이스들(예로서, 햅틱 장갑들)의 햅틱 장치들을 위한 제어기들로서 작용하도록 함께 결합된다.

[0005] 유체 디바이스는 일반적으로, 입력부(예로서, 소스) 및 출력부(예로서, 드레인)을 포함하는 채널을 포함한다. 채널은 유체(예로서, 액체 또는 가스)를 입력부로부터 출력부로 지향시킨다. 유체 디바이스는 또한, 채널에서 유체의 흐름에 영향을 미치는 게이트를 포함한다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 일단 임계 게이트 압력이 성취되면(즉, 고압 상태), 게이트는 채널에서 유체 흐름을 제한할 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 채널에서의 흐름은 게이트에서의 임계 압력(즉, 고압 상태)이 성취될 때까지 제한된다.

[0006] 일부 실시예들에서, 유체 디바이스는 게이트, 채널, 및 방해물(obstruction)을 포함한다. 게이트는 체적이 챔버 내의 유체 압력으로 확장하는 적어도 하나의 챔버를 포함한다. 특정 실시예들에서, 게이트의 고압 상태는 제 1 챔버 크기에 대응하고 게이트의 저압 상태는 제 1 챔버 크기보다 작은 제 2 챔버 크기에 대응한다. 채널은 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 소스는 채널에 진입하는 유체의 입력부이고, 드레인은 채널에서 유체의 출력부이다. 방해물은 게이트 내의 유체 압력에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어한다. 일부 실시예들에서, 방해물은 게이트의 저압 상태에 따라 채널에서 유체의 적어도 제 1 유량 및 게이트의 고압 상태에 따라 채널에서 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성된다.

[0007] 일부 실시예들에서, 유체 디바이스는 채널, 게이트, 및 채널 파티션을 포함한다. 채널은 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 입력부이고, 드레인은 채널에서 유체를 위한 출력부이다. 게이트는 하나 이상의 게이트 밸브 및 게이트 막을 포함한다. 게이트 밸브는 소

스와 게이트 사이의 유체 압력 차이를 변경한다. 게이트 막의 위치는 소스와 게이트 사이의 유체 압력 차이에 기초하여 변경된다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 작은 유체 압력 차이는 게이트 막의 제 1 위치에 대응하고 큰 유체 압력 차이는 게이트 막의 제 2 위치에 대응한다. 게이트 막의 제 2 위치는 게이트 막의 제 1 위치보다 채널 파티션으로부터 멀다. 채널 파티션은 게이트 막의 위치에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어한다. 예를 들면, 일부 실시예들에서, 채널 파티션은 게이트 막의 제 1 위치에 따라 채널에서 기껏해야 유체의 제 1 유량 및 게이트 막의 제 2 위치에 따라 채널에서 적어도 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성된다.

[0008] 일부 실시예들에서, 유체 디바이스는 채널, 게이트, 및 대체 경로를 포함한다. 채널은 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 제 1 입력부이고, 드레인은 채널에서 유체를 위한 제 1 출력부이다. 게이트는 유체를 채널 내로 전달하도록 구성된다. 따라서, 게이트는 유체가 채널에 진입하는 제 2 입력부이다. 대체 경로는 유체를 채널 밖으로 전달하도록 구성된다. 따라서, 대체 경로는 채널에서 유체를 위한 제 2 출력부이다. 대체 경로는 게이트로부터 채널로 유입하는 유체가 소스로부터 이동하는 유체와 조합할 수 있도록 채널에 대해 배치된다. 그리고, 게이트로부터 채널에 진입하는 유체의 유량은 드레인에 대한 유체의 유량 및 대체 경로를 향한 유체의 유량을 제어한다.

[0009] 일부 실시예들에서, 유체 디바이스는 채널 및 게이트를 포함한다. 채널은 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 입력부이고, 드레인은 채널에서 유체를 위한 출력부이다. 게이트는 채널과 게이트 사이의 유체 압력 차이에 기초하여 형태를 변화시키는 적어도 하나의 막을 포함한다. 일부 실시예들에서, 작은 유체 압력 차이는 막의 제 1 형태에 대응하고 큰 유체 압력 차이는 막의 제 2 형태에 대응한다. 또 다른 실시예들에서, 막의 제 2 형태는 막의 제 1 형태보다 막의 휴지 형태에 비해 더 변형된다. 일부 실시예들에서, 이러한 유체 디바이스는 햅틱 디바이스에 통합될 수 있다.

[0010] 하나의 실시예에서, 착용가능한 디바이스는 디바이스를 착용하는 사용자에게 VR, AR, MR, 또는 그들의 일부 조합 경험을 제공하기 위한 시스템에서 구현된다. 더 상세하게, 착용가능한 디바이스는 시스템의 콘솔로부터의 명령들에 응답하여 햅틱 피드백을 사용자에게 제공한다. 착용가능한 디바이스는 적어도 하나의 액추에이터(actuator), 및 제어를 포함한다. 제어기는 본 명세서에서 설명된 적어도 하나의 유체 디바이스를 포함하는 복수의 유체 디바이스들로 구성된다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스들은 하나 이상의 복합 유체 디바이스들을 형성하기 위해 함께 결합된다. 예를 들면, 복합 디바이스는 적어도 하나의 액추에이터를 어드레싱하기 위해 이용되는 디코더일 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 실시예들은 유체 디바이스 및 복합 유체 디바이스에 관한 첨부된 청구항들에 특히 개시되고, 하나의 청구항 카테고리 예로서, 시스템 즉, 유체 디바이스 또는 복합 유체 디바이스에서 언급된 임의의 특징은 또 다른 청구항 카테고리 예로서, 방법, 저장 매체, 및 컴퓨터 프로그램 제품에서 또한 청구될 수 있다. 다시, 첨부된 청구항들에서의 종속성들 또는 참조들은 단지 공식적인 이유들을 위해 선택된다. 그러나, 임의의 이전의 청구항들(특히, 다수의 종속성들)에 대해 다시 의도적인 참조로부터 발생하는 임의의 요지가 또한, 청구될 수 있어서, 청구항들 및 그들의 특징들의 임의의 조합이 개시되고 첨부된 도면들에서 선택된 종속성들에 관계없이 청구될 수 있게 한다. 청구될 수 있는 요지는 첨부된 청구항들에 제공된 바와 같은 특징들의 조합들뿐만 아니라, 청구항들에서의 특징들의 임의의 다른 조합을 포함하고, 청구항들에서 언급된 각각의 특징은 청구항들에서의 임의의 다른 특징 또는 다른 특징들의 조합과 조합될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 설명되거나 묘사된 실시예들 및 특징들 중 임의의 실시예 및 특징은 별개의 청구항에서 및/또는 본 명세서에서 설명되거나 묘사된 임의의 실시예 또는 특징과 또는 첨부된 청구항들의 특징들 중 임의의 특징과의 임의의 조합으로 청구될 수 있다.

[0012] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 유체 디바이스는: 적어도 하나의 챔버로 구성된 게이트로서, 챔버의 체적은 챔버 내의 유체 압력으로 확장하여 챔버의 체적이 증가하게 하고, 게이트의 고압 상태는 제 1 챔버 크기에 대응하고, 게이트의 저압 상태는 제 1 챔버 크기보다 작은 제 2 챔버 크기에 대응하는, 상기 게이트;

[0013] 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된 채널로서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 입력부이고, 드레인은 채널 내 유체를 위한 출력부인, 상기 채널; 및

[0014] 게이트 내의 유체 압력에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하는 방해물로서, 게이트의 저압 상태에 따라 채널에서 유체의 제 1 유량 및 게이트의 고압 상태에 따라 채널에서 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성되는, 상기 방해물을 포함할 수 있다.

[0015] 방해물은 게이트일 수 있고, 게이트는 저압 상태에서 제 1 형상 및 고압 상태에서 제 2 형상을 가지는 복수의

확장가능하지 않은 요소들을 포함할 수 있고, 제 1 형상 및 제 2 형상은 실질적으로 동일한 영역의 단면들을 가질 수 있고, 저압 상태에서, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 제 1 형상을 취할 수 있어서 게이트가 채널에서 유체 흐름을 제 1 유량으로 조정하기 위해 채널 내로 돌출되게 하고, 고압 상태에서, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 제 2 형상을 취할 수 있어서 게이트가 채널에서 유체 흐름을 제 2 유량으로 조정하기 위해 채널 내로 덜 돌출되게 하고, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0016] 게이트는 채널을 적어도 부분적으로 차단하는 블록을 포함할 수 있고, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 블록에 결합되는 킨링 액추에이터(curling actuator)에 부착될 수 있으며, 킨링 액추에이터는 게이트에서 유체 압력에 부분적으로 기초하여 채널 내의 블록의 위치를 조정할 수 있다.

[0017] 방해물은:

[0018] 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 장벽 부분; 및

[0019] 채널의 외부에 위치되고 하나 이상의 게이트 액추에이터들과 상호작용하도록 구성되는 액추에이터 부분을 포함하는 T 블록일 수 있고, 유체 압력은 T 블록의 액추에이터 부분에 하나 이상의 게이트 액추에이터들에 의해 가해진 압력을 제어하고, 가해진 압력은 장벽 부분과 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만이다.

[0020] 방해물은 채널 내에 그리고 소스와 드레인 사이에 위치한 좌굴 벽(buckling wall)일 수 있고, 좌굴 벽은 게이트 내의 유체 압력에 기초하여 채널 내에서 구부러지도록 구성될 수 있고, 좌굴 벽은 게이트의 저압 상태에서, 소스로부터 드레인으로의 유체 흐름을 실질적으로 차단할 수 있고, 게이트의 고압 상태에서, 좌굴 벽은 채널 내에서 구부러져서 드레인을 소스로부터 직접적으로 흐르는 유체에 노출시킬 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0021] 방해물은:

[0022] 인터페이스 부분에 견고하게 결합되는 밸브 부분을 포함하는 영역 밸브일 수 있고, 밸브 부분은 게이트에 의해 인터페이스 부분에 적용된 압력에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름을 점진적으로 증가시킬 수 있고, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 유체 디바이스는 각각이 채널로부터 파생되는 복수의 로브(robe)들을 포함할 수 있고, 채널로부터의 유체는, 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 방향에 적어도 부분적으로 대항하는 방향으로 채널에 재진입하기 전에 로브들 주위로 흐를 수 있고, 게이트는 복수의 로브들의 각각 내의 유체 흐름을 제어할 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0024] 방해물은 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 예압식 밸브(pre-loaded valve)일 수 있고, 유체 압력은 예압식 밸브에 게이트에 의해 가해진 압력을 제어할 수 있고, 가해진 압력은 예압식 밸브와 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어할 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0025] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 유체 디바이스는:

[0026] 유체를 소스로부터 드레인으로 전달하도록 구성된 채널로서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 입력부이고, 드레인은 채널에서 유체를 위한 출력부인, 상기 채널;

[0027] 소스와 게이트 사이의 유체 압력 차이를 변경하는 적어도 하나의 게이트 밸브, 및 소스와 게이트 사이의 유체 압력 차이에 따라 위치가 변경되는 게이트 막으로 구성되는 게이트로서, 제 1 유체 압력 차이는 게이트 막의 제 1 위치에 대응하고 제 1 유체 압력 차이보다 큰 제 2 유체 압력 차이는 게이트 막의 제 1 위치보다 채널 파티션으로부터 더 먼 게이트 막의 제 2 위치에 대응하는, 상기 게이트; 및

[0028] 게이트 막의 위치에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하는 채널 파티션으로서, 게이트 막의 제 1 위치에 따라 채널에서 유체의 제 1 유량 및 게이트 막의 제 2 위치에 따라 채널에서 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성되는, 상기 채널 파티션을 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 유체 디바이스는 유체가 소스로부터 그리고 게이트로 흐르는 것을 허용하는 블리드 밸브(bleed valve)를 포함할 수 있다.

[0030] 유체 디바이스는:

- [0031] 제 1 압력의 유체를 전달하는 고압 레일;
- [0032] 제 1 압력 미만일 수 있는 제 2 압력의 유체를 전달하는 저압 레일; 및
- [0033] 적어도 하나의 다른 유체 디바이스를 포함할 수 있는 복합 유체 디바이스의 구성요소일 수 있고, 유체 디바이스는 고압 레일 및 저압 레일에 결합된다.
- [0034] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 복합 유체 디바이스는:
- [0035] 제 1 압력의 유체를 전달하는 고압 레일;
- [0036] 제 1 압력 미만일 수 있는 제 2 압력의 유체를 전달하는 저압 레일; 및
- [0037] 고압 레일 및 저압 레일에 결합된 유체 디바이스를 포함할 수 있고, 유체 디바이스는:
- [0038] 적어도 하나의 챔버로 구성된 게이트로서, 챔버의 체적은 챔버 내의 유체 압력으로 확장하여 챔버의 체적이 증가하게 하고, 게이트의 고압 상태는 제 1 챔버 크기에 대응하고, 게이트의 저압 상태는 제 1 챔버 크기보다 작은 제 2 챔버 크기에 대응하는, 상기 게이트,
- [0039] 유체를 소스로부터 드레인로 전달하도록 구성된 채널로서, 소스는 유체가 채널에 진입하는 입력부이고, 드레인 은 채널에서 유체를 위한 출력부인, 상기 채널, 및
- [0040] 게이트 내의 유체 압력에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하는 방해물로서, 게이트의 저압 상태에 따라 채널에서 유체의 제 1 유량 및 게이트의 고압 상태에 따라 채널에서 유체의 제 2 유량을 유도하도록 구성되는, 상기 방해물을 포함할 수 있다.
- [0041] 장애물은 게이트일 수 있고, 게이트는 저압 상태에서 제 1 형상 및 고압 상태에서 제 2 형상을 가지는 복수의 확장가능하지 않은 요소들을 포함할 수 있고, 제 1 형상 및 제 2 형상은 실질적으로 동일한 영역의 단면들을 가질 수 있고, 저압 상태에서, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 제 1 형상을 취할 수 있어서 게이트가 채널에서 유체 흐름을 제 1 유량으로 조정하기 위해 채널 내로 돌출되게 하고, 고압 상태에서, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 제 2 형상을 취할 수 있어서 게이트가 채널에서 유체 흐름을 제 2 유량으로 조정하기 위해 채널 내로 덜 돌출되게 하며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.
- [0042] 게이트는 채널을 적어도 부분적으로 차단하는 블록을 포함할 수 있고, 복수의 확장가능하지 않은 요소들은 블록에 결합될 수 있는 컬링 액추에이터에 부착될 수 있으며, 컬링 액추에이터는 게이트에서 유체 압력에 부분적으로 기초하여 채널 내에서 블록의 위치를 조정할 수 있다.
- [0043] 방해물은:
- [0044] 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 장벽 부분; 및
- [0045] 채널의 외부에 위치될 수 있고 하나 이상의 게이트 액추에이터들과 상호작용하도록 구성될 수 있는 액추에이터 부분을 포함할 수 있는 T 블록일 수 있고, 유체 압력은 T 블록의 액추에이터 부분에 하나 이상의 게이트 액추에이터들에 의해 가해진 압력을 제어하고, 가해진 압력은 장벽 부분과 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어하며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.
- [0046] 방해물은 채널 내에 그리고 소스와 드레인 사이에 위치된 좌굴 벽일 수 있고, 좌굴 벽은 게이트 내의 유체 압력에 기초하여 채널 내에서 구부러지도록 구성될 수 있고, 좌굴 벽은 게이트의 저압 상태에서, 소스로부터 드레인 으로의 유체 흐름을 실질적으로 차단할 수 있고, 게이트의 고압 상태에서, 좌굴 벽은 채널 내에서 구부러져서 드레인을 소스로부터 직접적으로 흐르는 유체에 노출시킬 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.
- [0047] 방해물은:
- [0048] 인터페이스 부분에 견고하게 결합될 수 있는 밸브 부분을 포함하는 영역 밸브일 수 있고, 밸브 부분은 게이트에 의해 인터페이스 부분에 적용된 압력에 따라 소스와 드레인 사이의 유체 흐름을 점진적으로 증가시킬 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.
- [0049] 본 발명에 따른 일 실시예에서, 복합 유체 디바이스는 각각이 채널로부터 파생되는 복수의 로브들을 포함할 수 있고, 채널로부터의 유체는, 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 방향에 적어도 부분적으로 대항하는 방향으로 채널에 재진입하기 전에 로브들 주위로 흐를 수 있고, 게이트는 복수의 로브들의 각각 내의 유체 흐름을 제어할 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0050] 방해물은 채널 내로 적어도 부분적으로 돌출되는 예압식 밸브일 수 있고, 유체 압력은 예압식 밸브에 게이트에 의해 가해진 압력을 제어할 수 있고, 가해진 압력은 예압식 밸브와 채널 벽 사이의 거리를 조정함으로써 소스와 드레인 사이의 유체 흐름의 레이트를 제어할 수 있으며, 제 1 유량은 제 2 유량 미만일 수 있다.

[0051] 유체는 액체일 수 있다.

[0052] 유체 디바이스는 복합 유체 디바이스일 수 있다.

[0053] 본 발명의 또 다른 실시예들에서, 하나 이상의 컴퓨터 관독가능한 비일시적 저장 매체들은 본 발명에 따른 시스템 또는 상기 언급된 실시예들 중 임의의 실시예에서 수행하도록 실행될 때 동작가능한 소프트웨어를 구현할 수 있다.

[0054] 본 발명의 또 다른 실시예들에서, 컴퓨터 구현 방법은 본 발명에 따른 시스템 또는 상기 언급된 실시예들 중 임의의 실시예를 사용할 수 있다.

[0055] 본 발명의 또 다른 실시예들에서, 바람직하게 컴퓨터 관독가능한 비일시적 저장 매체들을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품은 본 발명에 따른 시스템 또는 상기 언급된 실시예들 중 임의의 실시예에서 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 일 실시예에 따른, 복합 유체 디바이스의 일 예시적인 도면.

도 2는 일 실시예에 따른, NOT 기능을 수행하도록 구성된 이중 레일 논리 게이트의 일 예시적인 도면.

도 3a는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 고 유량 유체 디바이스의 단면도.

도 3b는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트를 갖는 도 3a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 4a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트를 포함하는 유체 디바이스의 단면도이고, 게이트는 복수의 확장 가능하지 않은 요소들을 포함한다.

도 4b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 4a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 5a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트를 포함하는 유체 디바이스의 단면도이며, 게이트는 컬링 액추에이터에 부착된 복수의 확장가능하지 않은 요소들을 포함한다.

도 5b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 5a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 6a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트를 포함하는 제트 편향 증폭 유체 디바이스의 단면도.

도 6b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 6a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 7a는 일 실시예에 따른, 저압 상태에서 리프팅 T 게이트를 포함하는 유체 디바이스의 단면도.

도 7b는 일 실시예에 따른, 게이트 액추에이터들을 갖고 고압 상태에 있는 도 7a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 8a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트 및 NFET 좌굴 벽을 포함하는 유체 디바이스의 y-x 평면에서의 측면도.

도 8b는 일 실시예에 따른, y-z 평면에서의 도 8a의 유체 디바이스의 일 대안적인 측면도.

도 8c는 일 실시예에 따른, 도 8a의 유체 디바이스의 등각도.

도 8d는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 8a 내지 도 8c에 도시된 유체 디바이스의 y-x 평면에서의 측면도.

도 9a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트 및 NFET 핀치 튜브 채널을 포함하는 유체 디바이스의 단면도.

도 9b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 9a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 10a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트 및 영역 밸브를 포함하는 유체 디바이스의 단면도.

도 10b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트를 갖는 도 10a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.

도 11a는 일 실시예에 따른, 저압 상태에서 복수의 NFET 테슬라 게이트들을 포함하는 유체 디바이스의 단면도.

- 도 11b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트들을 갖는 도 11a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.
- 도 12a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트들 및 예압식 NFET 밸브를 포함하는 유체 디바이스의 단면도.
- 도 12b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트들을 갖는 도 12a에 도시된 유체 디바이스의 단면도.
- 도 13a는 일 실시예에 따른, 벤투리 게이트(venturi gate)(1310)를 포함하는 유체 디바이스의 도면.
- 도 13b는 일 실시예에 따른, 도 13a의 유체 디바이스의 영역의 x-y 평면에서의 단면도.
- 도 14는 하나의 실시예에 따른, 머리 장착 디바이스(HMD) 시스템의 블록도.
- 도 15는 일 실시예에 따른, 가상 객체들과 상호작용하기 위한 일 예시적인 햅틱 장갑을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 도면들은 단지 예시의 목적들을 위해 본 발명의 실시예들을 묘사한다. 당업자는 다음 설명으로부터, 본 명세서에 도시된 구조들 및 방법들의 대안적인 실시예들이 본 명세서에 설명된 본 발명의 원리들, 또는 내세워진 이득들을 벗어나지 않고 이용될 수 있음을 용이하게 인식할 것이다.
- [0058] 유체 디바이스들은 전자 디바이스들(예로서, 전기 트랜지스터, 전기 다이오드, 저항기, 커패시터, 등)과 유사하게 기능하는 유체 취급 디바이스들이다. 적은 유체(예로서, 액체 또는 가스) 디바이스들은 가상 현실(VR), 증강 현실(AR) 시스템들, 및/또는 혼합 현실(MR) 시스템들에서 사용된다. 고 레벨에서, 유체 디바이스들은 게이트 압력이 스스로부터 드레인으로의 채널을 통한 액체의 흐름을 조절할 수 있도록 종래의 전기 트랜지스터들과 유사한 방식으로 기능한다. 유체 디바이스들은 예로서, 고 유량 밸브, 확장가능하지 않은 게이트 밸브, 컬링 액추에이터를 갖는 확장가능하지 않은 게이트 밸브, 제트 편향 증폭기, 리프팅 T 게이트, NFET 좌굴 벽 밸브, NFET 핀치 튜브 밸브, NFET 상대 영역 밸브, NFET 테슬라 밸브, NFET 상대 영역 밸브, 예압식 NFET, 및 벤투리 밸브로서 기능할 수 있다. 유체 디바이스들의 다양한 실시예들은 도 3a 내지 도 13b와 관련하여 하기에 상세히 논의된다.
- [0059] 부가적으로, 유체 디바이스들은 더 큰 구조를 생성하기 위해 복수의 유체 디바이스들이 함께 결합될 수 있다는 점에서 "구성가능"하다. 유체 디바이스가 예로서, 유체 트랜지스터로서 동작하도록 설계될 수 있기 때문에, 다수의 유체 디바이스들은 논리 기능들(예로서, AND 게이트)을 수행하는 전기 회로들을 형성하기 위해 함께 사용되는 전기 트랜지스터들과 유사한 방식으로 특정 논리 기능들을 수행하는 복합 디바이스를 생성하도록 함께 결합될 수 있다. 그에 따라, 복합 유체 디바이스는 예로서, AND 함수, NOT 함수, NAND 함수, OR 함수, NOR 함수, 배타적 OR 함수, 일부 다른 논리 함수, 또는 그들의 일부 조합을 포함하는 다양한 논리 함수들을 수행할 수 있다. 게다가, 다수의 복합 디바이스들은 심지어 더 큰 유체 회로들(예로서, 디코더, 햅틱 장갑에서의 제어기, 등)을 형성하기 위해 함께 결합될 수 있다. 복합 유체 디바이스는 조합 논리, 순차 논리, 또는 둘 모두를 수행하도록 구성될 수 있거나, 그것은 값들(예로서, 패스 트랜지스터(pass transistor) 또는 패스 게이트)을 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 도 1은 일 실시예에 따른, 복합 유체 디바이스(100)의 일 예시적인 도면이다. 복합 유체 디바이스(100)는 고압 레일(110), 저압 레일(120), 하나 이상의 유체 디바이스들(130A 및 130B), 입력 인터페이스(142) 및 출력 인터페이스(144)를 포함한다. 도 1에 도시된 다이어그램(100)은 단지 하나의 예이고, 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 다이어그램(100)은 고압 레일(110)과 고압 레일(120) 사이에 부가적인/더 적거나 상이한 유체 디바이스들을 포함할 수 있다. 마찬가지로, 다이어그램(100)의 다양한 개체들은 상이한 실시예들에서 상이할 수 있다.
- [0061] 고압 레일(110)은 고정 압력에서 유체를 제공하는 구조이다. 구조는 이 압력에서 용이하게 변형되지 않는 재료로 만들어지거나, 또 다른 실시예에서 그것은 변형이 디바이스를 결합있게 하지 않도록 충분히 용량성이다. 예를 들면, 구조는 예로서, 고 듀로미터 폴리디메틸실록산(PDMS) 및 다른 중합체들로 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 구조는 유연할 수 있다. 구조는 원형 단면, 직사각형 단면, 또는 일부 다른 단면을 가질 수 있다. 대안적으로, 구조는 강성 또는 반 강성일 수 있다. 고정 압력은 상대적으로 일정하다. 일부 실시예들에서, 고압 레일(110)은 가압 유체 소스, 하나 이상의 펌프들, 또는 고압 레일(110)에서 유체가 제 1 압력에 있음을 보장하기 위해 사용될 수 있는 일부 다른 디바이스에 연결된다. 유체는 액체 또는 가스일 수 있다. 예를 들면, 유체는 물, 탈 이온수, 알코올, 오일, 표준 유압 유체들, 공기, 및 질소일 수 있다. 유체가 고압 레일(110)으로부터, 레일 전압이 전기 회로의 다른 부분들에 포텐셜을 제공하는 것과 동일한 방식으로 훨씬 더 낮은 압력을 갖는 영역들을 향해 흐르도록, 고압 레일(110)에서 유체의 압력은 전기 시스템에서 트랜지스터에 대한 레일 전압과 유

사하다. 예를 들면, 고압 레일(110)에서 유체의 전형적인 동작 압력은 1 내지 100 PSI(평방 인치 당 파운드)일 수 있다.

[0062] 저압 레일(120)은 유체를 전달하는 또 다른 구조이다. 저압 레일(120)은 제 1 압력보다 낮은 제 2 압력의 유체를 제공하고, 일반적으로 복합 유체 디바이스(100) 내에서 가장 낮은 압력에 있다. 구조는 제 1 압력에서 변형되지 않는 재료로 만들어진다. 예를 들면, 구조는 예로서, 고 듀로미터 PDMS, 및 다른 중합체들로 구성될 수 있다. 저압 레일(120)은 일반적으로, 저압 레일(120)에 결합된 복합 유체 디바이스(100)의 다른 부분들로부터의 유체가 저압 레일(120)을 향해 흐르도록 저압 존으로서 기능한다. 저압 레일(120)에서 유체의 압력은 전기 시스템의 전기 접지와 유사하다. 예를 들면, 저압 레일(120)에서 유체의 압력은 그 범위가 고진공으로부터 15 PSI까지일 수 있다. 고진공은 예로서, 1.45×10^{-5} PSI 이하의 절대 압력일 수 있다. 하나의 실시예에서, 저압 레일 압력 값의 상단은 고압 레일과의 차로서 정의될 수 있고, 이 경우에 그것은 예로서, 고 레일의 절대 압력 값에 관계 없이 고 레일 미만의 5 PSI일 수 있다.

[0063] 유체 디바이스들(130A, 130B)은 전기 시스템들에서 트랜지스터들 예를 들면, P 채널 전계 효과 트랜지스터(PFET), 또는 N 채널 전계 효과 트랜지스터(NFET)와 유사하게 기능하는 유체 디바이스들이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 유체 디바이스들(130A 및 130B)의 각각은 소스, 드레인, 및 게이트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 소스와 드레인 사이에 유체로 채워진 채널이 존재하고, 소스에서 유체의 압력은 드레인에서 유체의 압력보다 높아서, 채널에서의 흐름이 채널이 개방될 때 소스로부터 드레인으로 흐르는 것을 허용한다. 하나의 실시예에서, 게이트가 저압 상태에 있을 때, 채널은 개방되고; 게이트가 고압 상태에 있을 때, 채널은 폐쇄된다. 또 다른 실시예에서, 게이트가 고압 상태에 있을 때, 채널은 개방 상태에 있고; 게이트가 저압 상태에 있을 때, 채널은 폐쇄 상태에 있다.

[0064] 채널의 "개방" 상태는 채널에서 유체가 일부 개방 임계 레이트로 하나의 단부(예로서, 소스)로부터 다른 단부(예로서, 드레인)로 흐르고 있을 때의 상태를 언급한다. 예를 들면, 개방 임계 레이트는 10cc/s일 수 있다. 본 명세서에 걸쳐 사용된 측정("cc/s")은 "cubic-cm/sec"를 언급한다. 대조적으로, 채널의 "폐쇄" 상태는 채널에서 유체의 흐름이 일부 폐쇄 임계 레이트 미만일 때의 상태를 언급한다. 일부 실시예들에서, 폐쇄 임계 레이트는 제로 흐름일 수 있다. 대안적으로, 폐쇄 임계 레이트는 개방 임계 레이트보다 낮은 흐름의 일부 레이트일 수 있다. 예를 들면, 폐쇄 임계 레이트는 0.1cc/s일 수 있다. 게다가, "전환" 상태는 채널이 개방 상태에서부터 폐쇄 상태로 또는 폐쇄 상태에서부터 개방 상태로 전환될 때 발생한다. 채널의 "개방" 상태는 또한, 유체 디바이스의 "ON" 조건으로서 언급되고, 채널의 "폐쇄" 상태는 또한, 유체 디바이스의 "OFF" 조건으로서 언급된다.

[0065] 본 명세서에서 설명된 "고압" 및 "저압"은 유체 디바이스를 채우는 유체의 압력 및 유체 디바이스 구조들에 의존한다. 일반적으로, "저압"은 저압 범위 내에 있는 유체의 압력이고, "고압"은 고압 범위 내에 있는 유체의 압력이다. 저압 범위는 "0"으로 간주될 수 있고 고압 범위는 "1"로서 간주될 수 있다. 그에 따라, 유체 디바이스들(130A, 130B)은 상이한 압력들에서 유체를 사용하여 디지털로 동작할 수 있다. 게다가, 유체 디바이스의 상이한 구성요소들은 상이한 고압 범위들 및 상이한 저압 범위들을 가질 수 있다. 예를 들면, 게이트의 고압 범위는 소스의 고압 범위보다 상당히 작을 수 있다. 채널이 개방되거나 폐쇄되는 응답 시간들의 범위는 0.1ms로부터 30ms까지일 수 있다.

[0066] 입력 인터페이스(142)는 유체 디바이스들(130A, 130B)이 입력들을 수신하는 것을 가능하게 하는 인터페이스이다. 하나의 실시예에서, 유체 디바이스(130)로의 입력은 유체 디바이스로 하여금 "ON" 또는 "OFF" 조건이 되게 할 수 있는 유체 디바이스의 특정 부분들에 적용되는 특정 압력의 유체이다. 하나의 예로서, 입력은 유체 디바이스들(130A, 130B)의 게이트들에 적용되는 특정 압력의 유체일 수 있다. 유사하게, 출력 인터페이스(144)는 유체 디바이스들(130A, 130B)이 출력들을 제공하는 것을 가능하게 하는 인터페이스이다.

[0067] 도 2는 일 실시예에 따른, NOT 기능을 수행하도록 구성된 이중 레일 논리 게이트의 일 예시적인 다이어그램(200)이다.

[0068] 일반적으로, 이중 레일 논리 게이트들은 2개의 상이한 제어 입력들을 수신한다. 2개의 상이한 제어 입력들은 상호 배타적이다. 일부 실시예들에서, 제 1 입력은 제 2 입력과 동일하지 않다. 이중 레일 논리 게이트를 사용하는 하나의 장점은 게이트가 하나의 밸브 스타일을 사용할 수 있지만, 여전히 예로서, AND 함수, NOT 함수, NAND 함수, OR 함수, NOR 함수, 배타적 OR 함수, 일부 다른 논리 함수, 또는 그들의 일부 조합을 포함하는 다양한 논리 함수들을 수행할 수 있다는 점이다. 예를 들면, 도 2에 묘사된 이중 레일 논리 게이트는 "NOT" 함수를 수행한다. 부가적으로, 다수의 밸브들을 사용함으로써, 저압 입력들은 증폭된 고압 출력들을 생성하기 위해 용이하다.

게 조합될 수 있다. 이것은 회로의 에너지 효율을 증가시킨다.

- [0069] 도 2의 "NOT" 함수와 같은 논리 게이트들은 트랜지스터들 및 저항기들과 같은 더 큰 회로 요소들을 구축하기 위해 사용된 기본 구축 블록들이다. 사용된 논리 게이트들의 조합 및 순서에 의존하여, 상이한 트랜지스터들 및 저항기들이 구축될 수 있다. 도 2에 묘사된 논리 게이트의 실시예에서, 회로의 매체는 전기이다. 그러나, 회로의 또 다른 가능한 매체는 임의의 유형의 유체이다. 실제로, 본 발명의 주제는 유체 트랜지스터들에 초점을 맞춘다. 또 다른 실시예들에서, 유체 저항기들은 또한, 단순한 논리 게이트들을 사용하여 구축될 수 있다. 즉, 상이한 전기 논리 게이트들의 조합들을 사용하여 전자 트랜지스터들 및 저항기들이 구축될 수 있는 것처럼, 상이한 유체 논리 게이트들의 조합들을 사용하여 유체 트랜지스터들 및 저항기들이 또한 구축될 수 있다.
- [0070] 도 3a는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(310)를 포함하는 고 유량 유체 디바이스(305)의 단면도이다. 유체 디바이스(305)는 게이트(310), 및 소스(330)로부터 유체를 수용하고 유체를 드레인(340)에 출력하는 채널(320)을 포함한다. 채널(320)은 채널(320)을 통한 유체 흐름을 적어도 부분적으로 차단할 수 있는 채널 파티션(345)을 포함한다. 게이트(310)는 게이트(310)에서 유체에 대한 입력부 및/또는 출력부로서 역할을 하는 게이트 밸브(315)를 포함하고, 게이트(310)와 소스(330) 사이의 압력 차이를 좌우할 수 있다. 게이트(310)는 또한, 게이트 막(335)을 포함한다. 유체 디바이스(305)는 소량의 유체가 소스(330)로부터 게이트(310)로 상대적으로 느린 레이트로 이동하는 것을 허용하는 적어도 하나의 블리드 밸브(325)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(305)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(330), 드레인(340) 및 게이트(310)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인, 및 게이트와 각각 유사하게 기능한다.
- [0071] 채널(320)은 소스(330) 및 드레인(340)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(320)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(320)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(320)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(320)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 채널(320)은 실리콘(일 유형의 탄성 중합체), 플라스틱 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.
- [0072] 채널(320)은 채널(320)을 통한 유체 흐름이 적어도 부분적으로 방해될 수 있도록 소스(330)와 드레인(340) 사이에 배치되는 채널 파티션(345)을 포함한다. 구체적으로, 채널 파티션(345)이 도 3a에서 보여지는 바와 같이 게이트 막(335)과 같은 동일 평면 상에 있으면, 소스(330)로부터 드레인(340)으로의 유체 흐름이 완전히 차단된다. 채널 파티션(345)이 도 3b에 보여지는 바와 같이 게이트 막(335)과 동일 평면 상에 있지 않으면, 유체가 드레인(340)에 도달하기 위해 채널 파티션(345) 주위로 이동할 수 있기 때문에, 소스(330)로부터 드레인(340)으로의 유체 흐름은 단지 부분적으로 방해된다. 채널 파티션(345)에 대한 게이트 막(335)의 위치지정은 하기에 더 상세하게 논의된다.
- [0073] 게이트(310)는 유체 디바이스(305)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 게이트(310)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 게이트(310)는 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다.
- [0074] 게이트(310)는 게이트 밸브(315) 및 게이트 막(335)을 포함한다. 게이트 밸브(315)는 게이트(310) 내에서 유체를 위한 출력부의 역할을 하고 게이트(310)와 소스(330) 사이의 압력 차이를 좌우할 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트 밸브(315)는 또한, 게이트(310)로의 유체를 위한 입력부의 역할을 한다. 단순화를 위해, 게이트 밸브(315A)의 입력부 및 출력부는 도 3a 및 도 3b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트 밸브(315)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터의 것일 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트 밸브(315)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 도 3a에서 게이트(310)는 단일 게이트 밸브를 포함한다. 대안적인 실시예들에서, 게이트(310)는 복수의 게이트 밸브들(315)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 복수의 게이트 밸브들(315)의 각각은 상이한 기능들을 제공할 수 있다. 예를 들면, 하나의 게이트 밸브(315)는 유체를 위한 입력부의 역할을 할 수 있고, 또 다른 게이트 밸브(315)는 유체를 위한 출력부의 역할을 할 수 있다. 도 3a에서 게이트 밸브(315)는 원형 단면을 가지며 게이트 막(335)에 인접하는 게이트(310)의 영역에 내장된다. 대안적인 실시예들에서, 게이트 밸브(315)의 단면은 타원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 게이트 막(335)은 게이트(310)와 채널(320) 사이에 위치되는 가요성 재료이다. 게이트 막(335)은 그것의 형상을 변경할 수 있고, 그것은 변위될 수 있다.

[0075] 게이트 막(335)은 적어도 하나의 블리드 밸브(325)를 포함한다. 블리드 밸브(325)는 유체가 소스(330)로부터 게이트(310)로 흐르는 것을 가능하게 한다. 블리드 밸브(325)를 통한 유체의 흐름은 적어도 부분적으로, 게이트(310)와 소스(330) 사이의 압력 차이에 좌우할 수 있다. 구체적으로, 블리드 밸브(325)는 소스(330)와 게이트(310) 사이의 압력의 평형을 가능하게 한다. 게이트 밸브(310)를 채널(320)에 비해 작게 만드는 것에 대한 트레이드오프(tradeoff)는 채널(320)이 더 느리게 개방될 것이라는 점이고, 게이트 밸브(315)에 비해 블리드 밸브(325)를 작게 만드는 트레이드오프는 채널(320)이 더 느리게 폐쇄될 것이라는 점이다. 블리드 밸브들(325)의 크기 및 수량은 "OFF" 조건으로부터 "ON" 조건으로의 유체 디바이스(305)의 전환에 좌우한다. 구체적으로, "OFF" 조건으로부터 "ON" 조건으로 유체 디바이스(305)가 전환하기 위해, 블리드 밸브(325)는 다음의 조건이 참이 되도록 크기가 정해진다:

$$EP(g(\text{개방})) * SA(gm(\text{개방})) < P(s) * SA(gm(\text{외부})) + DP(\text{폐쇄}) * SA(gm(\text{내부})) \quad (1)$$

[0076] 여기서, EP(g(개방))는 게이트 밸브(315)가 개방된 게이트(310)에서 평형 압력이고, SA(gm(개방))는 게이트 막(335)의 총 영역이고, P(s)는 소스(330)의 압력이고, SA(gm(외부))는 채널 파티션(345) 외부의 게이트 막(335)의 영역이고, DP(폐쇄)는 폐쇄될 때의 드레인(340)의 압력이며, SA(gm(내부))는 채널 파티션(345) 내부의 게이트 막(335)의 영역이다. EP(g(개방))는 블리드 밸브(325)의 크기에 대한 게이트 밸브(315)의 크기의 비에 기초한다. DP(폐쇄)는 제로 게이지 압력 또는 대기압이거나 그에 가깝다.

[0078] 블리드 밸브들(325)의 크기 및 수량은 또한, 소스(330)와 게이트(310) 사이의 압력이 평형이 될 수 있는 속도 따라서, 유체 디바이스(305)가 "OFF" 조건으로 리턴할 수 있는 속도에 좌우한다. 더 많은 수의 더 큰 블리드 밸브들(325)을 갖는 유체 디바이스는 압력들의 평형을 유지하고 더 적고, 더 작은 블리드 밸브들(325)을 갖는 유체 디바이스보다 빠르게 "OFF" 조건으로 재설정할 수 있다. 블리드 밸브들(325)의 크기 및 수량은 채널(320)의 크기 및 게이트 밸브(315)의 크기에 의존한다. 일부 실시예들에서, 블리드 밸브들(325)의 수량은 그 범위가 1로부터 10까지이고, 각각의 블리드 밸브(325)의 직경은 그 범위가 5um로부터 1mm까지이다.

[0079] 도 3a에 도시된 유체 디바이스(305)의 실시예에서, 게이트 밸브(315)는 폐쇄되고, 게이트 밸브(315)를 통한 유체 흐름은 임계 레이트 미만이다(예로서, 유체 흐름 없음). 소스(330)로부터의 유체는 블리드 밸브(325)를 통해 이동할 수 있다. 게이트 밸브(315)가 폐쇄되고 유체가 블리드 밸브(325)를 통해 흐를 수 있기 때문에, 소스(340)에서의 유체의 압력은 게이트(310)에서 유체의 압력과 같다. 즉, 압력 평형의 상태가 소스(330)와 게이트(310) 사이에 존재한다. 이 상태에서, 게이트 막(335)은 채널(320)이 폐쇄된 상태로 유지되고, 유체가 소스(330)로부터 드레인(340)으로 흐를 수 없도록 채널 파티션(345)과 동일 평면 상에 있다. 따라서, 유체 디바이스(305)는 "OFF" 조건에 있다.

[0080] 도 3b는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(310)를 갖는 도 3a에 도시된 유체 디바이스(305)의 단면도(350)이다. 도 3b에서, 게이트 밸브(315)의 출력부를 개방하는 것은 소스(330)에서의 압력에 비해 게이트(310)에서의 압력이 감소하는 것을 야기한다. 구체적으로, 게이트 밸브(315)의 출력부가 유체가 게이트(310) 밖으로 흐를 수 있게 하도록 개방될 때, 압력 차이가 게이트(310)와 소스(330) 사이에 생성된다. 이것은 블리드 밸브(325)를 통해 소스(330)로부터 그리고 게이트(310)로의 유체 흐름이 계속 발생하는 동안, 블리드 밸브(315)를 통한 유체의 흐름이 게이트 밸브(315) 밖으로의 유체의 흐름과 비교하여 훨씬 느린 레이트로 발생하고, 따라서 소스(330)와 게이트(310) 사이의 압력 차이가 생성되기 때문에 발생한다. 게이트(310)에서의 상대적으로 낮은 압력 및 이 압력 차이의 결과로서, 게이트 막(335)은 게이트 막(335)이 더 이상 채널(320)의 채널 파티션(345)과 동일 평면 상에 있지 않도록 게이트(310)를 향해 이동하고 채널(320)로부터 멀어지며, 유체는 유체 디바이스(305)가 "ON" 조건에 있도록 개방 임계 레이트로 소스(330)로부터 드레인(340)으로 흐를 수 있다.

[0081] 유체 디바이스(305)는 소스(330)와 게이트(310) 사이에 유체 압력 차이를 생성함으로써 폐쇄 상태(도 3a)로부터 개방 상태(도 3b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 소스(330)로부터 드레인(340)으로 흐르는 유체의 레이트를 증가시키기 위해 게이트(310)와 소스(330) 사이의 압력 차이는 점진적으로 증가하고, 게이트 막(335)은 게이트(310)를 향해 점진적으로 이동하고 채널(320)로부터 멀어진다. 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(305)는 "ON" 조건에 있다.

[0082] 도 4a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(410)를 포함하는 유체 디바이스(405)의 단면도(400)이고, 게이

트는 복수의 확장가능하지 않은 요소들(415)을 포함한다. 유체 디바이스(405)는 게이트(410), 및 소스(430)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(440)에 출력하는 채널(420)을 포함한다. 게이트(410)는 유체를 수용하고 및/또는 방출할 수 있는 복수의 확장가능하지 않은 요소들(415)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(400)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(430), 드레인(440) 및 게이트(410)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0083] 채널(420)은 소스(430) 및 드레인(440)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(420)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(420)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(420)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(420)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 채널(420)은 실리콘(일 유형의 탄성 중합체), 플라스틱 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um로부터 5mm까지일 수 있다.

[0084] 게이트(410)는 유체 디바이스(405)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 게이트(410)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 실시예에서, 게이트(410)는 게이트(410)가 유연하고 확장가능하도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 게이트(410)의 크기 및 형상이 변경될 수 있다. 게이트(410)는 소스(430)와 드레인(440) 사이의 유체 흐름이 적어도 부분적으로 방해될 수 있도록 채널(420) 내에 삽입된다.

[0085] 게이트(410)는 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있는 복수의 확장가능하지 않은 요소들(415)을 포함한다. 단순화를 위해, 확장가능하지 않은 요소들(415)의 입력부 및 출력부는 도 4a 및 도 4b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(415)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(415)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 확장가능하지 않은 요소들(415)의 각각은 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 실시예에서, 확장가능하지 않은 요소들(415)은 확장가능하지 않은 요소들(415)이 유연하지만 확장가능하지 않도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 확장가능하지 않은 요소들(415)은 형상을 변경할 수 있지만, 크기를 변경할 수 없다. 또 다른 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(415)은 확장가능하지 않은 요소들(415)이 특정 치수로 확장하도록 바이어싱(biasing)되도록 구성된다. 예를 들면, 도 4a 및 도 4b에 도시된 실시예에서, 확장가능하지 않은 요소들(415)은 확장가능하지 않은 요소들(415) 내의 유체 압력이 증가할 때, 확장가능하지 않은 요소들(415)이 주로 축 방향으로 구부러지고 확장될 수 있도록 구성된다.

[0086] 도 4a에 도시된 바와 같이, 게이트(410)가 저압 상태에 있을 때, 확장가능하지 않은 요소들(415)은 상대적으로 길고 얇으며, 채널(420) 내에 삽입된 게이트(410)는 채널(420) 내로 돌출되어, 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 그리고 유체 디바이스(405)가 "OFF" 조건에 있도록 채널(420)을 통한 유체 흐름을 효과적으로 차단한다.

[0087] 도 4b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(410)를 갖는 도 4a에 도시된 유체 디바이스(405)의 단면도(450)이다. 유체 디바이스(405)는 게이트(410)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 4a)로부터 개방 상태(도 4b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(410)의 확장가능하지 않은 요소들(415) 내의 유체 압력이 증가되어 확장가능하지 않은 요소들(415)로 하여금 측면으로 팽창하고 확장하게 한다. 그러나, 확장가능하지 않은 요소들(415)이 유연하지만 확장가능하지 않은 재료로 만들어지기 때문에, 확장가능하지 않은 요소들(415)의 이 측면 확장은 확장가능하지 않은 요소들(415)로 하여금 일정한 체적을 유지하기 위해 수직 치수로 수축하게 한다. 측면 방향으로의 확장가능하지 않은 요소들(415)의 이 팽창 및 수직 방향으로의 확장가능하지 않은 요소들(415)의 수축은 게이트(410)가 측면으로 확장하고 또한 수직으로 수축하게 한다. 수직 치수에서의 게이트(410)의 이 수축은 게이트(410)가 채널(420) 내로 돌출되는 거리를 효과적으로 감소시키고, 그에 의해 유체 디바이스(405)가 "ON" 조건에 있도록 유체가 개방 임계 레이트로 소스(430)로부터 드레인(440)으로 흐를 수 있도록 채널(420)을 개방시킨다.

[0088] 도 5a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(510)를 포함하는 유체 디바이스(505)의 단면도(500)이고, 게이트(510)는 컬링 액추에이터(525)에 부착된 복수의 확장가능하지 않은 요소들(515)을 포함한다. 유체 디바이스(505)는 게이트(510), 및 소스(530)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(540)에 출력하는 채널(520)을 포함한다. 게이트(510)는 유체를 수용하고 및/또는 방출할 수 있는 복수의 확장가능하지 않은 요소들(515)을 포함한다. 복수의 확장가능하지 않은 요소들(515)은 컬링 액추에이터(525)에 부착된다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(500)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(530), 드레인

(540) 및 게이트(510)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0089] 채널(520)은 소스(530) 및 드레인(540)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(520)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(520)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(520)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(520)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 채널(520)은 실리콘(일 유형의 탄성 중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 이용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0090] 게이트(510)는 유체 디바이스(505)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 게이트(510)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 실시예에서, 게이트(510)는 게이트(510)가 유연하고 확장가능하도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 게이트(510)의 크기 및 형상이 변경될 수 있다. 게이트(510)의 일부는 소스(530)와 드레인(540) 사이의 유체 흐름이 적어도 부분적으로 방해될 수 있도록 채널(520) 내에 삽입된다.

[0091] 게이트(510)는 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있는 복수의 확장가능하지 않은 요소들(515)을 포함한다. 단순화를 위해, 확장가능하지 않은 요소들(515)의 입력부 및 출력부는 도 5a 및 도 5b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(515)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(515)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 확장가능하지 않은 요소들(515)은 채널(520) 내에 삽입되는 게이트(510)의 부분 위에 위치되는 컬링 액추에이터(525)(하기에 더 상세하게 설명됨)에 부착된다. 구체적으로, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 채널(520)에서 먼 컬링 액추에이터(525)의 면에 부착된다. 확장가능하지 않은 요소들(515)의 각각은 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 실시예에서, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 확장가능하지 않은 요소들(515)이 유연하지만 확장가능하지 않도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 형상을 변경할 수 있지만, 크기를 변경할 수 없다. 또 다른 실시예들에서, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 확장가능하지 않은 요소들(515)이 특정 치수로 확장하도록 바이어싱되도록 구성된다. 예를 들면, 도 5a 및 도 5b에 도시된 예에서, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 확장가능하지 않은 요소들(515) 내의 유체 압력이 증가될 때, 확장가능하지 않은 요소들(515)이 주로 축 방향으로 구부러지고 확장할 수 있도록 구성된다. 그러나, 확장가능하지 않은 요소들(515)이 동일한 체적을 유지하기 때문에, 측면 치수에서의 이러한 확장은 확장가능하지 않은 요소들(515)로 하여금 수직 방향으로 수축되게 한다.

[0092] 컬링 액추에이터(525)는 확장가능하지 않은 요소들(515)이 부착되는 재료의 스트립이다. 컬링 액추에이터(525)는 확장가능하지 않은 요소들(515)이 채널(520)에서 먼 컬링 액추에이터(525)의 면에 부착되도록 채널(520) 내에 삽입되는 게이트(510)의 부분 위에, 그리고 채널(520)과 확장가능하지 않은 요소들(515) 사이에 위치된다. 컬링 액추에이터(525)는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 컬링 액추에이터(525)는 컬링 액추에이터(525)가 특정 방향으로 구부러지고 위치를 변경시키도록 바이어싱되도록 구성된다. 예를 들면, 도 5a 및 도 5b에 도시된 실시예에서, 컬링 액추에이터(525)는 확장가능하지 않은 요소들(515) 내의 유체 압력이 증가될 때, 컬링 액추에이터(525)가 구부러지고 채널(520)로부터 멀리 이동하도록 구성된다. 이러한 실시예들은 하기에 더 상세하게 논의된다.

[0093] 도 5a에 도시된 바와 같이, 게이트(510)가 저압 상태에 있을 때, 확장가능하지 않은 요소들(515)은 상대적으로 길고 얇으며, 확장가능하지 않은 요소들(515)이 부착되는 컬링 액추에이터(525)는 오목한 형상으로 배열되고, 오목한 형상의 피크는 채널(520) 근처에 위치된다. 컬링 액추에이터(525)의 이 오목한 배열은 게이트(510)가 채널(520) 내로 돌출되게 하여, 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 그리고 유체 디바이스(505)가 "OFF" 조건에 있도록 채널(520)을 통한 유체 흐름을 효과적으로 차단한다.

[0094] 도 5b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(510)을 갖는 도 5a에 도시된 유체 디바이스(505)의 단면도(550)이다. 유체 디바이스(505)는 게이트(510)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 5a)로부터 개방 상태(도 5b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(510)의 확장가능하지 않은 요소들(515) 내의 유체 압력이 증가되어 확장가능하지 않은 요소들(515)로 하여금 측면으로 팽창하고 확장하게 한다. 확장가능하지 않은 요소들(515)의 이 측면 확장은 확장가능하지 않은 요소들(515)의 배열로 하여금 볼록한 배열의 피크가 채널(520)로부터 멀어지게 대면하는 볼록한 배열로 시프트하게 한다. 결과적으로, 게이트(510)는 채널(520) 밖으로

적어도 부분적으로 들어올려지고, 그에 의해 유체 디바이스(505)가 "ON" 조건에 있도록 유체가 소스(530)로부터 드레인(540)으로 개방 임계 레이트로 흐를 수 있도록 채널(520)을 개방시킨다.

- [0095] 도 6a는 일 실시예에 따른, 저압 상태에서 게이트(610)를 포함하는 제트 편향 증폭 유체 디바이스(605)의 단면도(600)이다. 유체 디바이스(605)는 게이트(610), 및 소스(630)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(640)에 출력하는 채널(620)을 포함한다. 도 6a 및 도 6b에서 보여지는 바와 같이, 게이트(610)는 유체가 게이트(610)로부터 채널(620)로 흐를 수 있도록 채널(620)에 연결된다. 게이트(610)에 더하여, 대체 경로(615)는 또한, 유체가 채널(620)과 대체 경로(615) 사이에서 흐를 수 있도록 채널(620)에 연결된다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(605)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(630), 드레인(640) 및 게이트(610)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.
- [0096] 채널(620)은 소스(630) 및 드레인(640)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(620)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(620)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(620)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(620)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 채널(620)은 실리콘(일 유형의 탄성 중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.
- [0097] 게이트(610)는 유체 디바이스(605)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 상기 언급된 바와 같이, 게이트(610)는 유체가 게이트(610)로부터 채널(620)로 흐를 수 있도록 채널(620)에 연결된다. 단순화를 위해, 게이트(610)의 입력부는 도 6a 및 도 6b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트(610)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 하나의 실시예에서, 게이트(610)는 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 게이트(610)는 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트(610)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 게이트(610)는 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다.
- [0098] 도 6a 및 도 6b에 도시된 실시예에서, 게이트(610)는 게이트(610)로부터의 유체가 채널(620)에서 유체 흐름의 방향에 수직인 채널(620)로 흐르도록 90도 각도로 채널(620)에 연결된다. 그러나, 대안적인 실시예들에서, 게이트(610)는 각도들의 범위에서 채널(620)에 연결될 수 있다.
- [0099] 대체 경로(615)는 유체가 채널(620)로부터 대체 경로(615)로 흐를 수 있도록 채널(620)에 또한 연결되는 유체 디바이스(605)의 일부이다. 단순화를 위해, 대체 경로(615)의 출력부는 도 6a 및 도 6b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 대체 경로(615)의 출력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 하나의 실시예에서, 대체 경로(615)는 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 대체 경로(615)는 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 대체 경로(615)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 대체 경로(615)는 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 대체 경로(615)는 게이트(610)에 대항하는 채널(620)의 측에서 게이트(610)의 다운스트림에(즉, 드레인(640)에 더 가깝게) 위치된다. 또한, 대체 경로(615)는 게이트(610) 및 채널(620)로부터의 유체의 조합된 체적이 대체 경로(615)로 재지향될 수 있도록 각도로 채널(620)에 연결된다.
- [0100] 도 6a에 도시된 바와 같이, 게이트(610)가 저압 상태에 있을 때, 게이트(610)와 채널(620) 사이에 어떠한 유체 흐름도 존재하지 않는다. 게이트(610)로부터 채널(620)로의 어떠한 유체 흐름도 존재하지 않기 때문에, 유체는 유체 디바이스가 "ON" 조건에 있도록 개방 임계 레이트로 소스(630)로부터 드레인(640)으로 아무런 방해도 받지 않고 흐를 수 있다. 상대적으로 적은 양의 유체가 채널(620)로부터 대체 경로(615)로 흐를 수 있지만, 이 양의 유체는 드레인(640)로 흐르는 유체의 양과 비교하여 무시할 수 있음에 유의한다.
- [0101] 도 6b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(610)를 갖는 도 6a에 도시된 유체 디바이스(605)의 단면도(650)이다. 유체 디바이스(605)는 게이트(610)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 개방 상태(도 6a)로부터 폐쇄 상태(도 6b)로 전환한다. 일시적 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(610) 내의 유체 압력은 점진적으로 증가되어 게이트(610)로부터 채널(620)로의 유체 흐름이 증가하게 한다. 이것은 채널(620) 내의 유체가 대체 경로(615)로 재지향되는 것을 초래한다. 구체적으로, 게이트(610)로부터의 유체는 채널(620)을 통해 흐르는 유체에 수직인 방향으로 채널(620)에 진입한다. 게이트(610)로부터 흐르는 유체의 속도 및 채널(620)을 통해 흐르는 유체의 속

도는 조합될 수 있고, 대체 경로(615)로 지향되는 평균 속도를 야기할 수 있다. 따라서, 소스(630) 및 게이트(610) 둘 모두로부터 비롯되는 유체는 대체 경로(615)로 흐른다. 대체 경로(615)로의 유체의 이 재지향은 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 그리고 유체 디바이스(605)가 "OFF" 조건에 있도록 드레인(640)으로의 유체 흐름을 효과적으로 차단한다. 상대적으로 적은 양의 유체가 드레인(640)로 흐를 수 있지만, 이 양의 유체는 대체 경로(615)로 흐르는 유체의 양과 비교하여 무시가능함에 유의한다.

[0102] 도 7a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 리프팅 T 게이트(710)를 포함하는 유체 디바이스(705)의 단면도(700)이다. 유체 디바이스(705)는 T 게이트(710), 및 소스(730)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(740)에 출력하는 채널(720)을 포함한다. T 게이트(710)는 T 블록(715) 및 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)을 포함한다. 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 T 블록(715)이 채널(720)을 통한 유체 흐름을 조절할 수 있도록 T 블록(715)을 변위시키는 역할을 한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(705)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(730), 드레인(740) 및 T 게이트(710)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0103] 채널(720)은 소스(730) 및 드레인(740)으로서 인접되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(720)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(720)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(720)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(720)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 동일 수 있다. 채널(720)은 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다. 도 7a 및 도 7b에서 보여진 바와 같이, 채널(720)은 채널 벽(720A)을 포함한다. 채널 벽(720A)은 하기에 더 상세하게 논의된다.

[0104] T 게이트(710)는 유체 디바이스(705)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. T 게이트(710)는 T 블록(715) 및 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)을 포함한다. T 블록(715)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 도 7a에 도시된 실시예에서, T 블록(715)은 문자 "T"와 같이 형성된다. 그러나, 대안적인 실시예들에서, T 블록(715)은 다른 형상들을 또한 취할 수 있다. 예를 들면, T 블록(715)은 링, 문자 "X", 등과 같이 형성될 수 있다.

[0105] T 블록(715)은 채널 벽(720A)에 대향하여 위치되는 채널(720)의 개구 내에 배치되고, 2개의 부분들 즉, 액추에이터 부분(735) 및 장벽 부분(745)을 포함한다. 액추에이터 부분(735)은 T 블록(715)의 2개의 암(arm)들을 포함하고 채널(720)의 외부에 위치되는 T 블록의 부분이다. T 블록(715)의 액추에이터 부분(735)은 하기에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)과 상호작용한다. 장벽 부분(745)은 채널 벽(720A)을 향해 채널(720) 내로 돌출하여, 채널(720)을 적어도 부분적으로 방해하는 T 블록의 부분이다. T 블록(715)은 T 블록(715)의 장벽 부분(745)이 채널(720) 내로 돌출되는 거리가 증가되거나 감소될 수 있도록 채널(720)의 개구 내에서 수직으로 이동할 수 있다. 구체적으로, T 블록(715)은 T 블록(715)의 장벽 부분(745)과 채널 벽(720A) 사이의 거리가 증가되거나 감소될 수 있도록 채널(720)의 개구 내에서 수직으로 이동할 수 있다. T 블록(715)은 채널(720) 내의 유체가 개구를 통해 빠져나갈 수 없도록 채널(720)의 개구 내에 맞춰진다.

[0106] 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 채널(720)의 외부에 위치된다. 구체적으로, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)의 각각은 채널(720)과 T 블록(715)의 암 사이에 위치된다. 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)의 각각은 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단순화를 위해, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)의 입력부 및 출력부는 도 7a 및 도 7b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)이 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 내의 유체의 압력을 증가시킴으로써 팽창될 수 있도록 유연하고 확장 가능한 재료로 만들어진다. 유사하게, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 내의 유체의 압력을 감소시킴으로써 수축될 수 있다. 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 상이한 유형들의 형상들 및 크기들을 가질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 동일 수 있다.

[0107] 도 7a에 도시된 바와 같이, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)이 저압 상태에 있을지라도, 그들은 수축된다. 결과적으로, T 블록(715)의 액추에이터 부분(735)의 암들은 채널(720) 근처에 놓이고, T 블록(715)의 장벽 부분

(745)은 유체 디바이스(705)가 "OFF" 조건에 있도록 소스(730)로부터 드레인(740)으로의 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 채널(720)로 그리고 채널 벽(720A)에 매우 근접하여 돌출된다.

[0108] 도 7b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)을 갖는 도 7a에 도시된 유체 디바이스(705)의 단면도(750)이다. 도 7b에서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 내의 유체 압력은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)이 T 블록(715)의 암들에 압력을 가하도록 팽창되어, 채널 벽(720A)으로부터 멀리 T 블록(715)을 효과적으로 변위시키도록 하는 것이다. T 블록(715)을 채널 벽(720A)으로부터 멀리 푸시함으로써, T 블록(715)은 T 블록(715)의 장벽 부분(745)이 채널(720) 내로 돌출되는 거리가 감소되도록 채널(720) 밖으로 부분적으로 들어올려진다. 채널(720) 밖으로의 T 블록(715)의 이 상승은 소스(730)로부터 드레인(740)으로의 유체 흐름을 위한 경로를 생성하고 유체 디바이스(705)가 "ON" 조건에 있도록 채널(720)에서의 유량을 개방 임계 레이트로 증가시킨다.

[0109] 유체 디바이스(705)는 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 7a)로부터 개방 상태(도 7b)로 전환한다. 전환 기간 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 소스(730)로부터 드레인(740)으로의 유체 흐름의 레이트가 증가되도록 채널 벽(720A)으로부터 멀리 그리고 채널(720) 밖으로 부분적으로 T 블록(715)을 들러올리기 위해 확장한다(증가하는 압력으로). 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(705)는 "ON" 조건에 있다.

[0110] 도 7a 및 도 7b에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 내에 적용된 상이한 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, T 블록(715)을 들어올리고 채널(720)을 개방하기 위해 확장하는 대신에, 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 외부로부터의 추가 압력은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)이, T 블록(715)이 채널 벽(720A)으로부터 멀리 이동하여, 채널(720)로 하여금 개방되게 하도록 T 블록(715)의 액추에이터 부분(735)을 향해 이동하게 하기 위해 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)에 적용될 수 있다. 예를 들면, 공동 구조된 재료들은 게이트 액추에이터들(725A 및 725B)이 T 블록(715)의 액추에이터 부분(735)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트 액추에이터들(725A 및 725B) 주위에 배치될 수 있다. 공동 구조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고, 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0111] 도 8a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(810) 및 NFET 좌굴 벽(815)을 포함하는 유체 디바이스(805)의 y-x 평면에서의 측면도(800)이다. 도 8b는 일 실시예에 따른, y-z 평면에서의 도 8a의 유체 디바이스(805)의 일 대안적인 측면도이다. 도 8c는 일 실시예에 따른 도 8a의 유체 디바이스(805)의 등각도이다. 유체 디바이스(805)는 게이트(810), 및 소스(830)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(840)에 출력하는 채널(820)을 포함한다. 유체 디바이스(805)는 또한, 소스(830)와 드레인(840) 사이의 채널(820) 내에 위치한 벽(815)을 포함한다. 벽(815)은 채널(820)을 통한 유체 흐름을 조절하기 위해 게이트(810)와 조합하여 작동하도록 설계된다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(805)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(830), 드레인(840) 및 게이트(810)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0112] 채널(820)은 소스(830) 및 드레인(840)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(820)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(820)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(820)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(820)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 채널(820)은 실리콘(일 유형의 탄성 중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 이용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0113] 게이트(810)는 유체 디바이스(805)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 게이트(810)는 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단 순화를 위해, 게이트(810)의 입력부 및 출력부는 도 8a 내지 도 8c에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트(810)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터 유체를 수용할 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트(810)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트(810)는 벽(815) 위의 채널(820)의 외부에 위치된다. 하기에 설명된 바와 같이, 하나의 실시예에서 게이트(810)는 벽(815)에 인접하여 위치된다. 또 다른 실시예들에서, 게이트(810)는 벽(815)에 연결될 수 있다. 게이트(810)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널 게이트(810)의 단면은 원형, 타

원형, 정사각형, 직사각형 등일 수 있다. 하나의 실시예에서, 게이트(810)는 게이트(810)가 유연하고 확장가능하도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 게이트(810)는 그것의 형상 및 크기를 변경할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 게이트(810)는 유체로 채워질 때 게이트(810)가 특정 방향으로 확장하도록 바이어싱되도록 구성된다. 예를 들면, 도 8a 내지 도 8c에 도시된 예에서, 게이트(810)는 게이트(810) 내의 유체 압력이 증가될 때, 게이트(810)가 주로 벽(815)을 향해 확장하도록 구성된다. 게이트(810)에서 이 바이어스를 달성하기 위해, 일부 실시예들에서, 벽(815)에 대항하는 게이트(810)의 하나 이상의 측들은 확장가능하지 않을 수 있다. 이러한 실시예들은 하기에 더 상세하게 논의된다.

[0114] 벽(815)은 소스(830)와 드레인(840) 사이의 유체 흐름이 벽(815)에 의해 적어도 부분적으로 방해될 수 있도록 소스(830)와 드레인(840) 사이의 채널(820) 내에 위치된다. 특정 실시예들에서, 벽(815)은 상대적으로 적은 양의 유체가 소스(830)로부터 드레인(840)으로 벽(815)을 통해 누출되는 것을 허용하는 하나 이상의 슬릿들(도시되지 않음)을 포함한다. 상기 언급된 바와 같이, 벽(815)은 일부 실시예들에서 게이트(810)에 인접하여 위치된다. 다른 실시예들에서, 벽(815)은 게이트(810) 및 게이트(810)에 대항하여 위치되는 채널(820)의 내부면에 연결될 수 있다. 벽(815)은 벽(815)이 유연하도록 재료로 만들어진다. 그에 따라, 벽(815)의 형상이 변경될 수 있고 벽(815)은 변위되고 및/또는 편향될 수 있다. 구체적으로, 벽(815)은 도 8d에서 보여지고 하기에 더 상세하게 논의된 바와 같이, 그것이 드레인(840)을 적어도 부분적으로 노출시키도록 구부릴 수 있을 정도로 충분히 유연하다. 일부 실시예들에서, 벽(815)은 특정 방향으로 구부러지도록 바이어싱될 수 있다. 예를 들면, 벽(815)은 드레인(840)을 향해 구부러지도록 바이어싱될 수 있다. 벽(815)이 구부러지는 방향을 바이어싱하기 위해, 벽(815)은 그 방향으로 약간 미리 구부러질 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 벽(815)은 그것이 특정 방향으로 구부러지도록 바이어싱되도록 재료 조성 및/또는 구조를 가질 수 있다.

[0115] 도 8a 내지 도 8c에 도시된 바와 같이, 게이트(810)가 저압 상태에 있을 때, 벽(815)은 소스(830)로부터 드레인(840)으로의 유체 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 그리고 유체 디바이스(805)가 "OFF" 조건에 있도록 소스(830)와 드레인(840) 사이의 채널(820) 내에 고정된 채로 유지된다.

[0116] 도 8d는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(810)를 갖는 도 8a 내지 도 8c에 도시된 유체 디바이스(805)의 y-x 평면에서의 측면도(875)이다. 유체 디바이스(805)는 게이트(810)에서 압력을 증가시키고 벽(815)의 편향을 야기함으로써 폐쇄 상태(도 8a 내지 도 8c)로부터 개방 상태(도 8d)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(810) 내의 압력이 증가되어서, 게이트(810)가 벽(815)의 방향으로 팽창하고 확장하게 한다. 이 확장은 벽(815)으로 하여금, 유체 디바이스(805)가 "ON" 조건에 있도록 드레인(840)이 적어도 부분적으로 노출되고 유체가 개방 임계 레이트로 소스(830)로부터 드레인(840)으로 흐를 수 있도록 채널(820) 내에서 그리고 드레인(840) 주위에서 구부러지고 편향하게 하는 벽(815)에 대한 압력의 적용을 초래한다. 도 8c가 또한, 변형된 벽(825)이 드레인(840)을 노출시키기 위해 구부러진 이후의 그것의 위치의 하나의 실시예를 묘사함에 유의한다.

[0117] 도 8a 내지 도 8d에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트(810)는 게이트(810) 내에 적용된 상이한 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, 벽(815)을 드레인(840) 주위로 변위시키고 채널(820)을 개방하기 위해 확장하는 대신에, 게이트(810) 외부로부터의 추가 압력은 벽(815)이 드레인(840) 주위로 변위되어 채널(820)로 하여금 개방되게 하도록 게이트(810)가 벽(815)을 향해 이동하게 하기 위해 게이트(810)에 적용될 수 있다. 예를 들면, 공동 주조된 재료들은 게이트(810)가 벽(815)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트(810) 주위에 배치될 수 있다. 공동 주조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고, 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0118] 도 9a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(910) 및 NFET 핀치 튜브 채널(920)을 포함하는 유체 디바이스(905)의 단면도(900)이다. 유체 디바이스(905)는 게이트(910), 및 소스(도시되지 않음)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(도시되지 않음)에 출력하는 채널(920)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(905)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스, 드레인, 및 게이트(910)는 전기 시스템에서 전기 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0119] 채널(920)은 소스 및 드레인으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(920)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(920)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(920)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 도 9a 및 도 9b에 묘사된 실시예들에서, 채널(920)의 단면은 도 9b에 도시된 바와 같이 채널(920)이 게이트(910)로부터의 압력에 의해 변형될 때, 전체 채널(920)이 채널(920) 내부의 유체 흐름을 완전히 차단하기 위해 압착될 수 있어서, 채널

(920)의 완전한 폐쇄를 허용하도록 고양이 눈과 같이 형성된다. 대안적인 실시예들에서, 채널(920)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 채널(920)은 채널(920)이 유연하도록 재료들로 만들어진다. 예를 들면, 채널(920)은 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트(910)로부터 가장 먼 채널(920)의 단부는 하기에 더 상세히 설명되는 바와 같이 게이트(910)에 의해 압력이 채널(920)에 가해질 때 채널(920)의 단부가 최소 변위를 경험하도록 제자리에 고정된다.

[0120] 게이트(910)는 유체 디바이스(905)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 도 9a 및 도 9b에서 보여지는 바와 같이, 게이트(910)는 측들(910A, 910B, 910C, 및 910D)을 갖고, 채널(920) 위에 위치된다. 게이트(910)는 유체의 입력에 의해 팽창되고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단순화를 위해, 게이트(910)의 입력부 및 출력부는 도 9a 및 도 9b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트(910)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터의 것일 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트(910)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트(910)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트(910)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트(910)는 게이트(910)가 게이트(910) 내의 유체의 압력을 증가시킴으로써 팽창될 수 있도록 유연하고 확장가능한 재료로 만들어진다. 유사하게, 게이트(910)는 게이트(910) 내의 유체의 압력을 감소시킴으로써 수축될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 게이트(910)는 게이트(910)가 유체로 채워질 때 특정 방향으로 확장하도록 바이어싱되도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 9a 및 도 9b에 도시된 실시예에서, 게이트(910)는 게이트(910) 내의 유체 압력이 증가될 때, 게이트(910)가 주로 채널(920)을 향해 확장하도록 구성될 수 있다. 게이트(910)에서 이 바이어스를 달성하기 위해, 채널(920)에 대항하는 게이트(910)의 측들은 확장가능하지 않을 수 있다. 예를 들면, 측들(910A, 910C, 및 910D)은 채널(920)의 방향으로 확장하도록 게이트(910)를 바이어싱하기 위해 확장가능하지 않을 수 있다.

[0121] 도 9a에 도시된 바와 같이, 게이트(910)가 저압 상태에 있을지라도, 그것은 수축된다. 결과적으로, 게이트(910)는 채널(920)에 작은 압력을 가하고, 채널(920)은 채널(920)을 통한 그 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있고 유체 디바이스(905)가 "OFF" 조건에 있도록 좁다.

[0122] 도 9b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(910)를 갖는 도 9a에 도시된 유체 디바이스(905)의 단면도(950)이다. 도 9b에서, 게이트(910) 내의 유체 압력은 게이트(910)가 채널(920)에 압력을 가하도록 팽창하도록 하는 것이다. 채널(920)에 가해진 압력은 채널(920)로 하여금 측면으로 확장하게 하여서, 채널(920)을 통한 그 흐름이 개방 임계 레이트에 있고 유체 디바이스(905)가 "ON" 조건에 있도록 채널(920)이 적어도 부분적으로 개방될 때까지 채널(920)로 하여금 효과적으로 넓어지게 한다.

[0123] 유체 디바이스(905)는 게이트(910)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 9a)로부터 개방 상태(도 9b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(910)는 확장하여(증가하는 입력으로), 게이트(910)를 채널(920)로 더 푸시하고, 채널(920)은 채널(920)을 통한 유체 흐름의 레이트가 증가되도록 개방된다. 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(905)는 "ON" 조건에 있다.

[0124] 도 9a 내지 도 9b에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트(910)는 게이트(910) 내에 적용된 상이한 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, 채널(920)을 개방하기 위해 채널(920)을 향해 확장하는 대신에, 게이트(910) 외부로부터의 추가 압력은 게이트(910)가 채널(920)을 향해 이동하게 하기 위해 게이트(910)에 적용될 수 있어서, 채널(920)로 하여금 개방되게 한다. 예를 들면, 공동 주조된 재료들은 게이트(910)가 채널(920)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트(910) 주위에 배치될 수 있다. 공동 주조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고, 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0125] 도 10a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트(1010) 및 영역 밸브(1015)를 포함하는 유체 디바이스(1005)의 단면도(1000)이다. 유체 디바이스(1005)는 게이트(1010), 및 소스(1030)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(1040)에 출력하는 채널(1020)을 포함한다. 유체 디바이스(1005)는 또한, 하기에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 채널(1020)을 통한 유체 흐름을 조절하기 위해 게이트(1010)와 조합하여 작동하는 영역 밸브(1015)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(1005)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(1030), 드레인(1040) 및 게이트(1010)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0126] 채널(1020)은 소스(1030) 및 드레인(1040)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(1020)은 유

체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(1020)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(1020)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(1020)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 또는 그들의 임의의 조합일 수 있다. 채널(1020)은 실리콘(일 유형의 탄성공합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0127] 영역 밸브(1015)는 영역 밸브(1015)가 소스(1030)와 드레인(1040) 사이의 유체 흐름을 적어도 부분적으로 방해하도록 소스(1030)와 드레인(1040) 사이의 채널(1020) 내에 배치된다. 영역 밸브(1015)는 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖거나 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 영역 밸브(1015)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 또는 그들의 임의의 조합일 수 있다.

[0128] 영역 밸브(1015)는 3개의 부분들, 즉 밸브 부분(1025), 결합 부분(1035), 및 인터페이스 부분(1045)을 포함한다. 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)은 채널(1020)의 외부에 위치된다. 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)은 채널(1020) 내의 유체가 개구를 통해 빠져나갈 수 없도록 채널(1020)의 개구 내에 맞춰진다. 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)은 하기에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 게이트(1010)로부터 압력을 받는다.

[0129] 영역 밸브(1015)의 결합 부분(1035)은 인터페이스 부분(1045)을 밸브 부분(1025)에 결합한다. 구체적으로, 인터페이스 부분(1045)과 비교하여 결합 부분(1035)의 상대적으로 작은 영역은 게이트(1010)에 의해 인터페이스 부분(1045)에 적용되는 압력이 밸브 부분(1025)에 집중되고 전달되는 것을 허용한다. 이것은 밸브 부분(1025)이 하기에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 채널(1020)에서의 유체 압력과 반대로 이동하는 것을 허용한다.

[0130] 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)은 채널(1020) 내로 돌출된다. 게이트(1010)로부터 인터페이스 부분(1045)으로, 결합 부분(1035)으로, 그리고 마지막으로 밸브 부분(1025)으로 전달된 압력을 사용하여, 영역 밸브(1015)는 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)이 채널(1020) 내로 돌출되는 거리가 증가되거나 감소될 수 있도록, 채널(1020)에서의 유체 압력과 반대로, 채널(1020)의 개구 내에서 수직으로 이동할 수 있다. 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)은 소스(1030)로부터 드레인(1040)으로의 그 유체 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있고 유체 디바이스(1005)가 "OFF" 조건에 있도록 영역 밸브(1015)가 채널(1020) 내로 돌출되는 하나 이상의 거리들에서, 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)이 채널(1020)을 차단하도록 형성된다. 반대로, 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)은 또한, 소스(1030)로부터 드레인(1040)으로의 그 유체 흐름이 개방 임계 레이트에 있고 유체 디바이스(1005)가 "ON" 조건에 있도록 영역 밸브(1015)가 채널(1020) 내로 돌출되는 하나 이상의 대안적인 거리들에서, 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)이 채널(1020)을 차단하지 않도록 형성된다.

[0131] 게이트(1010)는 유체 디바이스(1005)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 게이트(1010)는 채널(1020)의 개구의 외부에 위치되고 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045) 위에 직접적으로 위치된다. 게이트(1010)는 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단순화를 위해, 게이트(1010)의 입력부 및 출력부는 도 10a 및 도 10b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트(1010)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터의 것일 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트(1010)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트(1010)는 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트(1010)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트(1010)는 게이트(1010)가 게이트(1010) 내의 유체의 압력을 증가시킴으로써 팽창될 수 있도록 유연하고 확장가능한 재료로 만들어진다. 유사하게, 게이트(1010)는 게이트(1010) 내의 유체의 압력을 감소시킴으로써 수축될 수 있다.

[0132] 도 10a에 도시된 바와 같이, 게이트(1010)가 저압 상태에 있을지라도, 그것은 수축된다. 결과적으로, 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)은 소스(1030)로부터 드레인(1040)으로의 그 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있고 유체 디바이스(1005)가 "OFF" 조건에 있도록 채널(1020)이 영역 밸브(1015)에 의해 적어도 부분적으로 차단되는 거리만큼 채널(1020) 내로 돌출된다.

[0133] 도 10b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트(1010)를 갖는 도 10a에 도시된 유체 디바이스(1005)의 단면도(1050)이다. 도 10b에서, 게이트(1010) 내의 유체 압력은 게이트(1010)가 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)에 압력을 가하도록 팽창하도록 하는 것이다. 이 압력은 상대적으로 큰 인터페이스 부분(1045)으로부터 상대적으로 작은 결합 부분(1035) 및 밸브 부분(1025)으로 전달되어, 압력을 효과적으로 집중시키고 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)을 채널(1020)로 더 변위시킨다. 영역 밸브(1015)의 밸브 부분(1025)을 채널(1020)로 더 푸시함으로써, 밸브 부분(1025)은 소스(1030)로부터 드레인(1040)으로의 그 흐름이 개방 임계 레이트에 있고

유체 디바이스(1005)가 "ON" 조건에 있도록 채널(1020)이 밸브 부분(1025)에 의해 적어도 부분적으로 차단되지 않는 거리만큼 채널(1020) 내로 돌출된다.

[0134] 유체 디바이스(1005)는 게이트(1010)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 10a)로부터 개방 상태(도 10b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트(1010)는 영역 밸브(1015)를 채널(1020)로 더 푸시하기 위해 확장하고(증가하는 압력으로), 채널(1020)은 소스(1030)로부터 드레인(1040)으로의 유체 흐름의 레이트가 증가되도록 차단되지 않는다. 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(1005)는 "ON" 조건에 있다.

[0135] 도 10a 내지 도 10b에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트(1010)는 게이트(1010) 내에 적용된 상이한 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, 채널(1020)을 개방하기 위해 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)을 향해 확장하는 대신에, 게이트(1010) 외부로부터의 추가 압력은 게이트(1010)가 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)을 향해 이동하게 하기 위해 게이트(1010)에 적용될 수 있어서, 채널(1020)로 하여금 개방되게 한다. 예를 들면, 공동 구조된 재료들은 게이트(1010)가 영역 밸브(1015)의 인터페이스 부분(1045)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트(1010) 주위에 배치될 수 있다. 공동 구조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0136] 도 11a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 복수의 NFET 테슬라 게이트들(1110A, 1110B, 110C, 1110D, 및 1110E)을 포함하는 유체 디바이스(1105)의 단면도(1100)이다. 유체 디바이스(1105)는 소스(1130)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(1140)에 출력하는 채널(1120)을 포함한다. 유체 디바이스(1105)는 또한, 채널(1120)의 파생물들인 로브들(1115A 내지 E)을 포함한다. 채널(1120)로부터의 유체는 로브들(1115A 내지 E) 주위로 그리고 다시 채널(1120)로 이동할 수 있다. 각각의 로브(1115A 내지 E)는 게이트들(1110A 내지 E) 중 적어도 하나와 연관된다. 게이트들(1110A 내지 E)은 로브들(1115A 내지 E) 주위의 유체 흐름을 제한하는 역할을 한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(1105)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(1130), 드레인(1140) 및 게이트들(1110A 내지 E)은 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트들과 유사하게 기능한다.

[0137] 채널(1120)은 소스(1130) 및 드레인(1140)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(1120)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(1120)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(1120)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(1120)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 채널(1120)은 실리콘(일 유형은 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 이용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0138] 상기 설명된 바와 같이, 로브들(1115A 내지 E)은 채널(1120)의 파생물들이다. 각각의 로브(1115A 내지 E)는 고체 코어(도 11a 및 도 11b에서 스트라이프 패턴으로 지정됨) 및 유체가 채널(1120)로부터, 로브들(1115A 내지 E)의 고체 코어 주위로, 그리고 다시 채널(1120)로 흐르는 것을 허용하는 경로를 포함한다. 로브들(1115A 내지 E)은 상이한 유형의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 로브들(1115A 내지 E)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 로브들(1115A 내지 E)은 실리콘(일 유형은 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 이용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 로브들(1115A 내지 E)은 유체 디바이스(1105)의 상이한 평면들에 배치될 수 있다.

[0139] 각각의 로브(1115A 내지 E)는 적어도 하나의 게이트(1110A 내지 E)와 연관된다. 게이트들(1110A 내지 E)은 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트들과 유사하게 기능한다. 게이트들(1110A 내지 E)은 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단순화를 위해, 게이트들(1110A 내지 E)의 입력부 및 출력부는 도 11a 및 도 11b에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트들(1110A 내지 E)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터의 것일 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 게이트들(1110A 내지 E)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트들(1110A 내지 E)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트들(1110A 내지 E)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트들(1110A 내지 E)은 게이트들(1110A 내지 E)이 게이트(1110A 내지 E) 내의 유체의 압력을 증가시킴으로써 팽창될 수 있도록 유연하고 확장가능한 재료로 만들어진다. 유사하게, 게이트들(1110A 내지 E)은 게이트들(1110A 내지 E) 내의 유체의 압력을 감소시킴으로써 수축될 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 게이트들(1110A 내지 E)은 게이트들(1110A 내지 E)이 유체가 이동

할 수 있는 로브들(1115A 내지 E) 주위의 경로들을 압축함으로써 로브들(1115A 내지 E) 주위의 유체 흐름의 레이트를 제어할 수 있도록 로브들(1115A 내지 E) 근처에 위치된다.

[0140] 도 11a에 도시된 바와 같이, 게이트들(1110A 내지 E)이 저압 상태에 있을지라도, 그들은 로브들(1115A 내지 E)에 압력을 가하지 않는다. 결과적으로, 유체는 채널(1120)로부터 로브들(1115A 내지 E)을 둘러싸는 경로들로 이동하고, 채널(1120)에 재진입하기 전에 로브들(1115A 내지 E) 주위를 순환할 수 있다. 로브들(1115A 내지 E)이 채널(1120)에 대해 배치되는 각도 때문에, 로브들(1115A 내지 E) 주위를 순환한 후에 채널(1120)에 재진입하는 유체는 예전대로 로브들(1115A 내지 E)을 순환하기 이전에 드레인(1140)을 향하기보다는, 소스(1130)를 향해 지향된다. 유체의 이 재순환은 유체 디바이스(1105)가 "OFF" 조건에 있도록 소스(1130)로부터 드레인(1140)으로의 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 채널(1120)을 통한 유체 흐름을 방해한다. 상대적으로 소량의 유체는 소스(1130)로부터 드레인(1140)으로의 재순환 및 흐름을 회피할 수 있지만, 이 유체의 양은 로브들(1115A 내지 E) 주위를 순환하는 유체의 양과 비교하여 무시할 수 있음에 유의한다.

[0141] 도 11b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트들(1110A 내지 E)을 갖는 도 11a에 도시된 유체 디바이스(1105)의 단면도(1150)이다. 도 11b에서, 게이트들(1110A 내지 E) 내의 유체 압력은 게이트들(1110A 내지 E)이 로브들(1115A 내지 E)에 압력을 가하도록 팽창되어, 최소한의 유체가 로브들(1115A 내지 E)을 순환할 수 있도록 로브들(1115A 내지 E) 주위의 경로들을 효과적으로 핀치하도록 하는 것이다. 로브들(1115A 내지 E) 주위의 유체의 이 순환을 금지함으로써, 소스(1130)의 방향으로의 유체의 역류가 최소화되고, 유체는 유체 디바이스(1105)가 "ON" 조건에 있도록 소스(1130)로부터 직접적으로 채널(1120)을 통해 드레인(1140)으로 거의 저항 없이 흐를 수 있다.

[0142] 유체 디바이스(1105)는 게이트들(1110A 내지 E)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 11a)로부터 개방 상태(도 11b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트들(1110A 내지 E)은 로브들(1115A 내지 E)을 핀치하기 위해 점진적으로 확장하고(증가하는 압력으로), 소스(1130)로부터 드레인(1140)으로의 유체 흐름의 레이트가 점진적으로 증가되도록 로브들(1115A 내지 E) 주위의 유체의 순환은 점진적으로 감소된다. 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(1105)는 "ON" 조건에 있다.

[0143] 도 11a 내지 도 11b에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트들(1110A 내지 E)은 게이트들(1110A 내지 E) 내에 적용된 상이한 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, 유체가 로브들(1115A 내지 E) 주위를 순환할 수 없도록 로브들(1115A 내지 E)을 변형시키기 위해 확장하는 대신에, 게이트들(1110A 내지 E) 외부로부터의 추가 압력은 게이트들(1110A 내지 E)이 로브들(1115A 내지 E)를 향해 이동하게 하기 위해 게이트들(1110A 내지 E)에 적용될 수 있어서 로브들(1115A 내지 E)이 유체가 로브들(1115A 내지 E) 주위를 순환할 수 없고 따라서, 채널(1120)을 통해 드레인(1140)을 향해 지향되도록 변형되게 한다. 예를 들면, 공동 주조된 재료들은 게이트들(1110A 내지 E)이 로브들(1115A 내지 E)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트들(1110A 내지 E) 주위에 배치될 수 있다. 공동 주조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고, 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0144] 도 12a는 일 실시예에 따른, 저압 상태의 게이트들(1210A 및 1210B) 및 예압식 NFET 밸브(1215)를 포함하는 유체 디바이스(1205)의 단면도(1200)이다. 유체 디바이스(1205)는 게이트들(1210A 및 1210B), 및 소스(도시되지 않음)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(도시되지 않음)에 출력하는 채널(1220)을 포함한다. 유체 디바이스(1205)는 또한, 예압식 밸브(1215)를 포함한다. 게이트들(1210A 및 1210B)은 예압식 밸브(1215)가 채널(1220)을 통한 유체 흐름을 조절할 수 있도록 예압식 밸브(1215)를 변위시키는 역할을 한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(1205)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스, 드레인, 및 게이트들(1210A 및 1210B)은 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인, 및 게이트들과 유사하게 기능한다.

[0145] 채널(1220)은 소스 및 드레인으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하는 구조이고, 채널(1220)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 하나의 실시예에서, 채널(1220)은 유체로 채워진 유연한 튜브일 수 있다. 채널(1220)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 채널(1220)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 등일 수 있다. 채널(1220)은 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0146] 예압식 밸브(1215)는 예압식 밸브(1215)가 소스(1230)와 드레인(1240) 사이의 유체 흐름을 적어도 부분적으로

방해(및 일부 실시예들에서 완전히 차단)하도록 소스(1230)와 드레인(1240) 사이의 채널(1220) 내에 배치된다. 구체적으로, 예압식 밸브(1215)는 채널(1220)의 개구를 통해 채널(1220) 내로 돌출된다. 예압식 밸브(1215)는 예압식 밸브(1215)가 채널(1220) 내로 돌출되는 거리가 증가되거나 감소될 수 있도록 채널(1220)의 개구 내에서 x 축을 따라 이동할 수 있다. 예압식 밸브(1215)는 채널(1220) 내에서 유체가 개구를 통해 빠져나갈 수 없도록 채널(1220)의 개구 내에 맞춘다. 예압식 밸브(1215)는 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 도 12a 내지 도 12b에 묘사된 실시예들에서, 예압식 밸브(1215)의 단면은 사다리꼴이다. 대안적인 실시예들에서, 예압식 밸브(1215)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 또는 그들의 임의의 조합일 수 있다.

[0147] 게이트들(1210A 및 1210B)은 유체 디바이스(1205)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트들과 유사하게 기능한다. 게이트들(1210A 및 1210B)은 채널(1220)의 어느 하나의 측면에서 채널(1220)의 외부에 위치된다. 게이트들(1210A 및 1210B)은 또한, 게이트들(1210A 및 1210B)의 각각의 적어도 일부가 예압식 밸브(1215)의 적어도 일부 아래에 직접적으로 위치되도록 위치된다. 따라서, 게이트들(1220)의 위치는 예압식 밸브(1215)의 형상 및 치수들에 의존할 수 있다. 각각의 게이트(1210A 및 1210B)는 유체의 입력에 의해 팽창될 수 있고 및/또는 유체의 출력에 의해 수축될 수 있다. 단순화를 위해, 게이트들(1210A 및 1210B)의 입력부 및 출력부는 도 12a에 도시되지 않는다. 일부 실시예들에서, 게이트들(1210A 및 1210B)에 대한 입력부는 일부 다른 유체 디바이스로부터의 것일 수 있다. 유사하게, 일부 실시예들에서, 게이트들(1210A 및 1210B)의 출력부는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트들(1210A 및 1210B)은 상이한 형상들, 크기들을 가질 수 있고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 하나의 예로서, 게이트들(1210A 및 1210B)의 단면은 원형, 타원형, 정사각형, 직사각형, 동일 수 있다. 일부 실시예들에서, 게이트들(1210A 및 1210B)은 게이트들(1210A 및 1210B)이 게이트들(1210A 및 1210B) 내의 유체의 압력을 증가시킴으로써 팽창될 수 있도록 유연하고 확장가능한 재료로 만들어진다. 유사하게, 게이트들(1210A 및 1210B)은 게이트들(1210A 및 1210B) 내의 유체의 압력을 감소시킴으로써 수축될 수 있다. 특정 실시예들에서, 게이트들(1210A 및 1210B)의 확장은 특정 방향으로 게이트들(1210A 및 1210B)의 확장을 촉진하기 위해 게이트들(1210A 및 1210B)의 하나 이상의 측들에서 제한될 수 있다. 예를 들면, 하나의 실시예에서, 게이트들(1210A 및 1210B)의 확장은 게이트들(1210A 및 1210B)이 측면보다는 예압식 밸브(1215)의 방향으로 x 축을 따라 우선적으로 확장되도록 특정 측들에서 제한될 수 있다.

[0148] 도 12a에 도시된 바와 같이, 게이트들(1210A 및 1210B)이 저압 상태에 있을지라도, 그들은 수축된다. 결과적으로, 예압식 밸브(1215)는 유체 디바이스(1205)가 "OFF" 조건에 있도록 채널(1220)을 통한 유체 흐름이 폐쇄 임계 레이트에 있도록 채널(1220) 내로 돌출된다.

[0149] 도 12b는 일 실시예에 따른, 고압 상태의 게이트들(1210A 및 1210B)을 갖는 도 12a에 도시된 유체 디바이스(1205)의 단면도(1250)이다. 도 12b에서, 게이트들(1210A 및 1210B) 내의 유체 압력은 게이트들(1210A 및 1210B)이 예압식 밸브(1215)에 압력을 가하도록 팽창되어, 예압식 밸브(1215)가 채널(1220) 내로 돌출되는 거리가 감소되도록 예압식 밸브(1215)를 채널(1220) 밖으로 적어도 부분적으로 효과적으로 들어올리도록 하는 것이다. 채널(1220) 밖으로의 예압식 밸브(1215)의 이 상승은 유체 디바이스(1205)가 "ON" 조건에 있도록 채널(1220)을 통한 유체 흐름을 위한 경로를 생성하고 채널(1220)에서의 유량을 개방 임계 레이트로 증가시킨다.

[0150] 유체 디바이스(1205)는 게이트들(1210A 및 1210B)에서 유체 압력을 증가시킴으로써 폐쇄 상태(도 12a)로부터 개방 상태(도 12b)로 전환한다. 전환 기간(도시되지 않음) 동안, 게이트들(1210A 및 1210B)은 예압식 밸브(1215)를 채널(1220) 밖으로 적어도 부분적으로 들러올리기 위해 점진적으로 확장하고(증가하는 압력으로), 채널(1220)은 채널(1220)을 통한 유체 흐름의 레이트가 점진적으로 증가되도록 점진적으로 차단되지 않는다. 유체 흐름이 개방 임계값에 도달할 때, 유체 디바이스(1205)는 "ON" 조건에 있다.

[0151] 도 12a 및 도 12b에 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 게이트들(1210A 및 1210B)은 게이트들(1210A 및 1210B) 내에 적용된 상이한 유체 압력으로 확장하거나 수축할 수 있는 유연한 형상을 갖지 않을 수 있다. 이 경우에, 채널(1220)을 개방하기 위해 확장하는 대신에, 게이트들(1210A 및 1210B) 외부로부터의 추가 압력은 게이트들(1210A 및 1210B)이 예압식 밸브(1215)를 향해 이동하고 그것을 들어올리게 하기 위해 게이트들(1210A 및 1210B)에 적용될 수 있어서, 채널(1220)로 하여금 개방되게 한다. 예를 들면, 공동 구조된 재료들은 게이트들(1210A 및 1210B)이 예압식 밸브(1215)의 방향으로만 실질적으로 변형되도록 게이트들(1210A 및 1210B) 주위에 배치될 수 있다. 공동 구조된 재료들 및 유체 디바이스들에서의 그들의 용도는 또한, 2016년 9월 23일에 출원되고, 그에 의해 전체적으로 참조로서 통합되는 미국 가 특허 출원 번호 제 62/399,153 호에서 설명된다.

[0152] 도 13a는 일 실시예에 따른, 벤투리 게이트(1310)를 포함하는 유체 디바이스(1305)의 도면이다. 유체 디바이스

(1305)는 하기에 더 완전하게 설명된 바와 같이, 게이트(1310)를 개방하고 및/또는 폐쇄하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 게이트(1310)는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다.

[0153] 유체 디바이스(1305)는 게이트(1310), 및 소스(1330)로부터 흐르는 유체를 수용하고 유체를 드레인(1340)에 출력하는 채널(1320)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 유체 디바이스(1305)는 도 1에 도시된 유체 디바이스(130A 또는 130B)이다. 하나의 실시예에서, 소스(1330), 드레인(1340) 및 게이트(1310)는 전기 시스템에서 전계 효과 트랜지스터의 소스, 드레인 및 게이트와 유사하게 기능한다.

[0154] 채널(1320)은 소스(1330) 및 드레인(1340)으로서 언급되는 2개의 단부들을 연결하고, 채널(1320)은 유체(예로서, 액체 또는 가스)로 채워진다. 채널(1320)은 상이한 유형들의 형상들, 크기들을 갖고 및/또는 상이한 재료들로 만들어질 수 있다. 도 13a에 묘사된 실시예와 같은 특정 실시예들에서, 채널(1320)은 게이트(1310) 근처에서 상당히 좁아진다. 게이트(1310) 근처의 채널(1320)의 이 좁아짐은 하기에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 게이트(1310)를 작동시키기 위한 압력 차이를 생성한다. 채널(1320)은 실리콘(일 유형의 탄성중합체), 플라스틱, 등과 같은 재료들로 구성될 수 있고, 사용된 예시적인 재료들은 PDMS와 같은 중합체들이다. 크기는 그 범위가 50um으로부터 5mm까지일 수 있다.

[0155] 게이트(1310)는 유체 디바이스(1305)의 일부이고 전기 시스템에서 전자 트랜지스터의 게이트와 유사하게 기능한다. 상기 언급된 바와 같이, 게이트(1310)는 다른 유체 디바이스들에 결합될 수 있다. 게이트(1310)는 특정 실시예들에서, 채널(1320)을 통해 흐르는 유체가 게이트(1310)에 진입하지 않도록 채널(1320)에 수직으로 배치된다.

[0156] 도 13b는 일 실시예에 따른, 도 13a에 나타내어진 바와 같은 유체 디바이스(1305)의 영역(1350)의 x-y 평면에서의 단면도이다. 도 13b에서, 유체는 채널(1320)을 통해 소스(1330)로부터 드레인(1340)으로 빠른 레이트로 흐른다. 도 13b에 묘사된 채널(1320)의 부분이 도 13a에서 더 분명하게 보여진 바와 같은, 채널(1320)의 다른 부분들과 비교하여 상대적으로 좁음에 유의한다. 채널(1320)을 통한 유체 흐름의 빠른 레이트와 조합하여 채널(1320)의 이 좁아짐은 채널(1320) 내의 압력을 증가시킨다. 이 증가된 압력은 결과적으로, 채널(1320)에 수직으로 위치되는 게이트(1310) 내에 상대적인 압력 강하를 생성한다. 압력의 상대적 강하는 그 다음, 게이트(1310) 내에 유도된 진공(1325)을 생성한다. 유도된 진공(1325)의 저압은 게이트(1310)를 개방하고 및/또는 폐쇄하기 위해 다양한 방식들로 이용될 수 있다. 도 13b에 묘사된 실시예와 같은 일부 실시예들에서, 막(1335)은 게이트(1310) 내에 위치된다. 유도된 진공(1325)의 저압은 막(1335)을 변형시키기 위해 이용될 수 있고, 이 막 변형은 결과적으로, 게이트(1310)를 개방하고 및/또는 폐쇄할 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 유도된 진공(1325)의 저압은 게이트(1310)가 빠르게 확장하게 하기 위해 사용될 수 있고, 이 확장은 게이트(1310)를 개방하고 및/또는 폐쇄하기 위해 사용될 수 있다.

[0157] 도 14는 하나의 실시예에 따른, 머리 장착 디바이스(HMD) 시스템(1400)의 블록도이다. 시스템(1400)은 가상 현실(VR) 시스템, 증강 현실(AR) 시스템, 혼합 현실(MR) 시스템, 또는 그들의 일부 조합으로서 이용하기 위한 것일 수 있다. 시스템(1400)은 하기에 또한 설명된 바와 같이 도 3a 내지 도 13b에 묘사된 예시적인 유체 디바이스들 중 하나 이상을 활용할 수 있다. 도 14에 의해 도시된 시스템(1400)은 콘솔(1420)에 각각 결합되는 HMD(1410), 이미징 디바이스(1415), 및 햅틱 어셈블리(1405)를 포함한다. 도 14가 하나의 HMD(1410), 하나의 이미징 디바이스(1415) 및 하나의 햅틱 어셈블리(1405)를 포함하는 일 예시적인 시스템(1400)을 도시할지라도, 다른 실시예들에서, 임의의 수의 이들 구성요소들이 시스템(1400)에 포함될 수 있다. 예를 들면, 각각이 연관된 햅틱 어셈블리(1405)를 갖고 각각의 HMD(1410), 햅틱 어셈블리(1405), 및 콘솔(1420)과 통신하는 이미징 디바이스들(1415)을 갖는 하나 이상의 이미징 디바이스들(1415)에 의해 모니터링되는 다수의 HMD들(1410)이 존재할 수 있다. 대안적인 구성들에서, 상이하고 및/또는 부가적인 구성요소들은 시스템 환경(1400)에 포함될 수 있다. 부가적으로, 일부 실시예들에서, VR 시스템(1400)은 AR 시스템 환경과 같은 다른 시스템 환경들을 포함하도록 수정될 수 있다.

[0158] HMD(1410)는 VR, AR, 및/또는 MR HMD로서 작용할 수 있다. MR 및/또는 AR HMD는 컴퓨터 생성 요소들(예로서, 이미지들, 비디오, 사운드, 등)을 갖는 물리적인 실세계 환경의 뷰들을 증가시킨다. HMD(1410)는 콘텐츠를 사용자에게 제공한다. VR 헤드 세트에 의해 제공된 매체들의 예들은 하나 이상의 이미지들, 비디오, 오디오, 또는 그들의 일부 조합을 포함한다. 일부 실시예들에서, 오디오는 HMD(1410), 콘솔(1420), 또는 둘 모두로부터 오디오 정보를 수신하고, 오디오 정보에 기초하여 오디오 데이터를 제공하는 외부 디바이스(예로서, 스피커들 및/또는 헤드폰들)를 통해 제공된다. HMD(1410)는 서로 함께 견고하거나 견고하지 않게 결합될 수 있는 하나 이상의 강체들을 포함할 수 있다. 강체들 사이의 강성 결합은 결합된 강체들로 하여금 단일 강성 개체로서 작용하게 한

다. 그에 반해, 강체들 사이의 비강성 결합은 강체들이 서로에 관해 이동하는 것을 허용한다. HMD(1410)는 전자 디스플레이(1425), 광학 블록(1430), 하나 이상의 위치자들(1435), 하나 이상의 위치 센서들(1440), 및 관성 측정 유닛(IMU)(1445)을 포함한다.

[0159] 전자 디스플레이(1425)는 콘솔(1420)로부터 수신된 데이터에 따라 2D 또는 3D 이미지들을 사용자에게 디스플레이한다. 다양한 실시예들에서, 전자 디스플레이(1425)는 단일 전자 디스플레이 요소 또는 다수의 전자 디스플레이들(예로서, 사용자의 각각의 눈을 위한 디스플레이)을 포함한다. 전자 디스플레이 요소의 예들은: 액정 디스플레이(LCD), 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이, 무기 발광 다이오드(ILED) 디스플레이, 능동 매트릭스 유기 발광 다이오드(AMOLED) 디스플레이, 투명 유기 발광 다이오드(TOLED) 디스플레이, 도파관 디스플레이, 일부 다른 디스플레이, 또는 그들의 일부 조합을 포함한다.

[0160] 광학 블록(1430)은 전자 디스플레이(1425)로부터의 수신된 광을 확대하고, 이미지 광과 연관된 광학 오차들을 정정하며, 정정된 이미지 광을 HMD(1410)의 사용자에게 제공한다. 광학 요소는 개구부, 프레넬 렌즈, 볼록 렌즈, 오목 렌즈, 필터, 또는 전자 디스플레이(1425)로부터 방출된 이미지 광에 영향을 주는 임의의 다른 적합한 광학 요소일 수 있다. 게다가, 광학 블록(1430)은 상이한 광학 요소들의 조합들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 블록(1430)에서 광학 요소들 중 하나 이상은 반사 방지 코팅들과 같은 하나 이상의 코팅들을 가질 수 있다.

[0161] 위치자들(1435)은 서로에 대해 그리고 HMD(1410)의 특정 기준 지점에 대해 HMD(1410)의 특정 위치들에 위치한 객체들이다. 위치자(1435)는 발광 다이오드(LED), 코너 큐브 반사기, 반사형 표시자, HMD(1410)가 동작하는 환경과 대비되는 일 유형의 광원, 또는 그들의 일부 조합일 수 있다. 위치자들(1435)이 활성인 실시예들(즉, LED 또는 다른 유형의 발광 디바이스)에서, 위치자들(1435)은 가시 대역(~380 nm 내지 750 nm)에서, 적외선(IR) 대역(~750 nm 내지 1 mm)에서, 자외선 대역(10 nm 내지 380 nm), 전자기 스펙트럼의 일부 다른 부분, 또는 그들의 일부 조합에서 광을 방출할 수 있다.

[0162] 일부 실시예들에서, 위치자들(1435)은 위치자들(1435)에 의해 방출되거나 반사된 광의 파장들에 투명하거나, 위치자들(1435)에 의해 방출되거나 반사된 광의 파장들을 실질적으로 감쇠시키지 않도록 충분히 얇은 HMD(1410)의 외부 표면 아래에 위치된다. 부가적으로, 일부 실시예들에서, HMD(1410)의 외부 표면 또는 다른 부분들은 광의 파장들의 가시 대역에서 불투명하다. 따라서, 위치자들(1435)은 IR 대역에서는 투명하지만 가시 대역에서는 불투명한 외부 표면 아래의 IR 대역에서 광을 방출할 수 있다.

[0163] IMU(1445)은 위치 센서들(1440) 중 하나 이상으로부터 수신된 측정 신호들에 기초하여 빠른 교정 데이터를 생성하는 전자 디바이스이다. 위치 센서(1440)는 HMD(1410)의 움직임에 응답하여 하나 이상의 측정 신호들을 생성한다. 위치 센서들(1440)의 예들은: 하나 이상의 가속도계들, 하나 이상의 자이로스코프들, 하나 이상의 자력계들, 움직임을 검출하는 또 다른 적합한 유형의 센서, IMU(1445)의 오차 정정을 위해 이용된 일 유형의 센서, 또는 그들의 일부 조합을 포함한다. 위치 센서들(1440)은 IMU(1445) 외부, IMU(1445) 내부, 또는 그들의 일부 조합에 위치될 수 있다.

[0164] 하나 이상의 위치 센서들(1440)로부터의 하나 이상의 측정 신호들에 기초하여, IMU(1445)은 HMD(1410)의 초기 위치에 관한 HMD(1410)의 추정된 위치를 나타내는 빠른 교정 데이터를 생성한다. 예를 들면, 위치 센서들(1440)은 병진 운동(전진/후진, 위/아래, 좌측/우측)을 측정하기 위한 다수의 가속도계들 및 회전 운동(예로서, 피치, 요(yaw), 롤(roll))을 측정하기 위한 다수의 자이로스코프들을 포함한다. 일부 실시예들에서, IMU(1445)은 측정 신호들을 빠르게 샘플링하고 샘플링된 데이터로부터 HMD(1410)의 추정된 위치를 산출한다. 예를 들면, IMU(1445)은 속도 벡터를 추정하기 위해 시간에 걸쳐 가속도계들로부터 수신된 측정 신호들을 통합하고 HMD(1410) 상의 기준 지점의 추정된 위치를 결정하기 위해 시간에 걸쳐 속도 벡터를 통합한다. 대안적으로, IMU(1445)은 샘플링된 측정 신호들을 콘솔(1420)에 제공하고, 상기 콘솔은 빠른 교정 데이터를 결정한다. 기준 지점은 HMD(1410)의 위치를 설명하기 위해 사용될 수 있는 지점이다. 기준 지점이 일반적으로, 공간에서의 지점으로서 정의될 수 있을지라도; 그러나, 실제로 기준 지점은 HMD(1410) 내의 지점(예로서, IMU(1445)의 중심)으로서 정의된다.

[0165] IMU(1445)은 콘솔(1420)로부터 하나 이상의 교정 파라미터들을 수신한다. 하기에 또한 논의된 바와 같이, 하나 이상의 교정 파라미터들은 HMD(1410)의 추적을 유지하기 위해 이용된다. 수신된 교정 파라미터에 기초하여, IMU(1445)은 하나 이상의 IMU 파라미터들(예로서, 샘플 레이트)을 조정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 특정 교정 파라미터들은 IMU(1445)으로 하여금 기준 지점의 초기 위치를 업데이트하게 하고, 따라서 그것은 기준 지점의 다음 교정된 위치에 대응한다. 기준 지점의 다음 교정된 위치로서 기준 지점의 초기 위치를 업데이트하는 것

은 결정된 추정된 위치와 연관된 누적 오차를 감소시키는데 도움이 된다. 드리프트 오차(drift error)로서 또한 언급된 누적 오차는 기준 지점의 추정된 위치로 하여금 시간에 걸쳐 기준 지점의 실제 위치로부터 "멀어지게"한다.

[0166] 이미징 디바이스(1415)는 콘솔(1420)로부터 수신된 교정 파라미터들에 따라 느린 교정 데이터를 생성한다. 느린 교정 데이터는 이미징 디바이스(1415)에 의해 검출가능한 위치자들(1435)의 관측된 위치들을 보여주는 하나 이상의 이미지들을 포함한다. 이미징 디바이스(1415)는 하나 이상의 카메라들, 하나 이상의 비디오 카메라들, 위치자들(1435) 중 하나 이상을 포함하는 이미지들을 캡처할 수 있는 임의의 다른 디바이스, 또는 그들의 일부 조합을 포함할 수 있다. 부가적으로, 이미징 디바이스(1415)는 하나 이상의 필터들을 포함할 수 있다(예로서, 신호 대 잡음 비를 증가시키기 위해 이용됨). 이미징 디바이스(1415)는 이미징 디바이스(1415)의 시야에서 위치자들(1435)로부터 방출되거나 반사된 광을 검출하도록 설계된다. 위치자들(1435)이 수동 요소들(예로서, 역반사기)을 포함하는 실시예들에서, 이미징 디바이스(1415)는 위치자들(1435)의 일부 또는 전부를 비추는 광원을 포함할 수 있고, 상기 위치자들은 이미징 디바이스(1415)에서 광원을 향해 광을 역반사한다. 느린 교정 데이터는 이미징 디바이스(1415)로부터 콘솔(1420)로 전달되고, 이미징 디바이스(1415)는 하나 이상의 이미징 파라미터들(예로서, 초점 길이, 초점, 프레임 레이트, ISO, 센서 온도, 셔터 속도, 개구부, 등)을 조정하기 위해 콘솔(1420)로부터 하나 이상의 교정 파라미터들을 수신한다.

[0167] 햅틱 어셈블리(1405)는 사용자가 동작 요청들을 콘솔(1420)로 전송하는 것을 허용하는 디바이스이다. 동작 요청은 특정한 동작을 수행하기 위한 요청이다. 예를 들면, 동작 요청은 애플리케이션을 시작 또는 종료하거나 애플리케이션 내에서 특정한 동작을 수행하기 위한 것일 수 있다. 햅틱 어셈블리(1405)는 또한, 가상 객체에 접촉하는 지각을 포함하는 햅틱 피드백을 제공한다. 하나의 실시예에서, 햅틱 어셈블리(1405)는 하나 이상의 복합 유체 디바이스들을 형성할 수 있는, 도 3a 내지 도 13b에 묘사된 유체 디바이스들과 같은 복수의 구성가능한 유체 디바이스들을 포함한다. 복합 유체 디바이스들은 예로서, 콘솔(1420)로부터의 햅틱 피드백 신호에 따라 햅틱 어셈블리(1405)에 포함된 액추에이터들을 어드레싱하기 위해 이용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 도 15에서 하기에 더 완전하게 설명된 바와 같이, 햅틱 어셈블리(1405)는 콘솔(1420)이 사용자가 가상 객체와 상호작용하는 것을 가능하게 하는 햅틱 장갑(1500)이다.

[0168] 도 14에서, 햅틱 어셈블리(1405)는 위치자들(1450), 하나 이상의 위치 센서들(1455), 및 관성 측정 유닛(IMU)(1460)을 더 포함한다. 일부 실시예들에서, 위치자들(1450), 하나 이상의 위치 센서들(1455), 관성 측정 유닛(IMU)(1460)은 햅틱 어셈블리(1405)의 물리적 위치 또는 움직임을 결정하기 위해 설치된다. 게다가, 햅틱 어셈블리(1405)는 콘솔(1420)로부터, 사용자에게 대한 햅틱 피드백에 대응하는 햅틱 피드백 신호를 수신한다. 햅틱 어셈블리(1405)는 햅틱 피드백 신호에 따라 가상 공간에서 가상 객체를 터치하는 햅틱 피드백을 사용자에게 제공한다. 구체적으로, 햅틱 어셈블리(1405)는 가상 공간에서 가상 객체와 접촉하는 사용자의 일부의 물리적 움직임을 방지하거나 가능하게 한다. 예를 들면, 사용자의 손가락이 가상 공간에서 가상 객체(예로서, 가상 벽)와 접촉하면, 햅틱 어셈블리(1405)는 가상 공간에서 가상 객체를 통해 방향으로 이동하기 위해 사용자 손가락의 물리적 움직임을 방지한다. 그에 따라, 사용자는 가상 객체에 접촉하는 지각을 수신할 수 있다.

[0169] 하나의 실시예에서, 햅틱 피드백 신호는 작동될 햅틱 어셈블리(1405)의 위치 또는 부분, 및 햅틱 피드백을 제공하기 위한 햅틱 어셈블리(1405)의 위치 또는 부분의 작동량을 나타낸다. 이 실시예에서, 작동량은 햅틱 어셈블리(1405)의 물리적 위치에 대응하는 햅틱 어셈블리(1405)의 가상 위치 및 가상 공간에서 가상 객체의 가상 위치에 따라 예로서, 콘솔(1420)에 의해 결정된다. 햅틱 어셈블리(1405)는 사용자가 햅틱 피드백 신호에 의해 나타내어진 작동량에 따라 가상 객체를 터치하는 사용자의 촉지각(tactile perception)을 제공한다.

[0170] 위치자들(1450)은 서로에 대해 그리고 햅틱 어셈블리(1405) 상의 햅틱 어셈블리(1405)의 특정 기준 지점에 대해 햅틱 어셈블리(1405) 상의 특정 위치들에 위치된 객체들이다. 위치자(1450)는 위치자(1450)가 햅틱 어셈블리(1405)의 부분인 것을 제외하고 위치자(1435)와 실질적으로 유사하다. 부가적으로, 일부 실시예들에서, 햅틱 어셈블리(1405)의 외부 표면 또는 다른 부분들은 광의 파장들의 가시 대역에서 불투명하다. 따라서, 위치자들(1450)은 IR 대역에서는 투명하지만 가시 대역에서는 불투명한 외부 표면 아래의 IR 대역에서 광을 방출할 수 있다.

[0171] 위치 센서(1455)는 햅틱 어셈블리(1405)의 움직임에 응답하여 하나 이상의 측정 신호들을 생성한다. 위치 센서들(1455)은 위치 센서들(1455)이 햅틱 어셈블리(1405)의 일부인 것을 제외하고, 위치 센서들(1440)과 실질적으로 유사하다. 위치 센서들(1455)은 IMU(1460) 외부, IMU(1460) 내부, 또는 그들의 일부 조합에 위치될 수 있다.

[0172] 하나 이상의 위치 센서들(1455)로부터의 하나 이상의 측정 신호들에 기초하여, IMU(1460)은 햅틱 어셈블리

(1405)의 초기 위치에 대한 햅틱 어셈블리(1405)의 추정된 현재 위치를 나타내는 햅틱 어셈블리(1405)의 빠른 교정 데이터를 생성한다. 예를 들면, 위치 센서들(1455)은 햅틱 어셈블리(1405)의 병진 운동(전진/후진, 위/아래, 좌측/우측)을 측정하기 위한 다수의 가속도계들 및 회전 운동(예로서, 피치, 요, 롤)을 측정하기 위한 다수의 자이로스코프들을 포함한다. 일부 실시예들에서, IMU(1460)은 측정 신호들을 빠르게 샘플링하고 샘플링된 데이터로부터 햅틱 어셈블리(1405)의 추정된 위치를 산출한다. 예를 들면, IMU(1460)은 속도 벡터를 추정하기 위해 시간에 걸쳐 가속도계들로부터 수신된 측정 신호들을 통합하고 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점의 추정된 위치를 결정하기 위해 시간에 걸쳐 속도 벡터를 통합한다. 대안적으로, IMU(1460)은 샘플링된 측정 신호들을 콘솔(1420)에 제공하고, 상기 콘솔은 햅틱 어셈블리(1405)의 빠른 교정 데이터를 결정한다. 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점은 햅틱 어셈블리(1405)의 위치를 설명하기 위해 이용될 수 있는 지점이다. 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점이 일반적으로, 공간에서의 지점으로서 정의될 수 있을지라도; 그러나, 실제로 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점은 햅틱 어셈블리(1405) 내의 지점(예로서, IMU(1460)의 중심)으로서 정의된다.

[0173] IMU(1460)은 콘솔(1420)로부터 햅틱 어셈블리(1405)의 하나 이상의 교정 파라미터들을 수신한다. 하기에 또한 논의된 바와 같이, 햅틱 어셈블리(1405)의 하나 이상의 교정 파라미터들은 햅틱 어셈블리(1405)의 추적을 유지하기 위해 사용된다. 햅틱 어셈블리(1405)의 수신된 교정 파라미터에 기초하여, IMU(1460)은 하나 이상의 IMU 파라미터들(예로서, 샘플 레이트)을 조정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 햅틱 어셈블리(1405)의 특정 교정 파라미터들은 IMU(1460)으로 하여금 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점의 초기 위치를 업데이트하게 하고, 따라서 그것은 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점의 다음 교정된 위치에 대응한다. 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점의 다음 교정된 위치로서 햅틱 어셈블리(1405)의 기준 지점의 초기 위치를 업데이트하는 것은 결정된 추정된 위치와 연관된 누적 오차를 감소시키는데 도움이 된다.

[0174] 콘솔(1420)은: 이미징 디바이스(1415), HMD(1410), 및 햅틱 어셈블리(1405) 중 하나 이상으로부터 수신된 정보에 따라 사용자에게 제공하기 위한 매체들을 HMD(1410)에 제공한다. 도 14에 도시된 예에서, 콘솔(1420)은 애플리케이션 저장장치(1465), 추적 모듈(1470), 및 엔진(1475)을 포함한다. 콘솔(1420)의 일부 실시예들은 도 14와 결부하여 설명된 모듈들과 상이한 모듈들을 갖는다. 유사하게, 하기에 또한 설명된 기능들은 본 명세서에서 설명된 것과 상이한 방식으로 콘솔(1420)의 구성요소들 사이에 분산될 수 있다.

[0175] 애플리케이션 저장장치(1465)는 콘솔(1420)에 의해 실행하기 위한 하나 이상의 애플리케이션들을 저장한다. 애플리케이션은 프로세서에 의해 실행될 때 사용자에게 제공하기 위한 콘텐츠를 생성하는 지시들의 그룹이다. 애플리케이션에 의해 생성된 콘텐츠는 HMD(1410) 또는 햅틱 어셈블리(1405)의 움직임들 통해 사용자로부터 수신된 입력들에 응답할 수 있다. 애플리케이션들의 예들은: 게임 애플리케이션들, 회의 애플리케이션들, 비디오 재생 애플리케이션, 또는 다른 적합한 애플리케이션들을 포함한다.

[0176] 추적 모듈(1470)은 HMD(1410)의 위치의 결정 시에 오차를 감소시키기 위해 하나 이상의 교정 파라미터들을 이용하여 VR 시스템(1460)을 교정하고 하나 이상의 교정 파라미터들을 조정할 수 있다. 예를 들면, 추적 모듈(1470)은 HMD(1410) 상의 관측된 위치자들에 대해 더 정확한 위치를 얻기 위해 이미징 디바이스(1415)의 초점을 조정한다. 게다가, 추적 모듈(1470)에 의해 수행된 교정은 또한, IMU(1445)으로부터 수신된 정보를 설명한다. 부가적으로, HMD(1410)의 추적이 실패하면(예로서, 이미징 디바이스(1415)가 적어도 임계 수의 위치자들(1435)의 가시성을 놓쳐버림), 추적 모듈(1470)은 시스템 환경(1460)의 일부 또는 전부를 재교정한다.

[0177] 추적 모듈(1470)은 이미징 디바이스(1415)로부터의 느린 교정 정보를 이용하여 HMD(1410)의 움직임들을 추적한다. 추적 모듈(1470)은 HMD(1410)의 모델 및 느린 교정 정보로부터의 관측된 위치자들을 이용하여 HMD(1410)의 기준 지점의 위치들을 결정한다. 추적 모듈(1470)은 또한, 빠른 교정 정보로부터의 위치 정보를 사용하여 HMD(1410)의 기준 지점의 위치들을 결정한다. 부가적으로, 일부 실시예들에서, 추적 모듈(1470)은 헤드셋(1410)의 미래 위치를 예측하기 위해 빠른 교정 정보, 느린 교정 정보, 또는 그들의 임의의 조합의 부분들을 이용할 수 있다. 추적 모듈(1470)은 HMD(1410)의 추정되거나 예측된 미래 위치를 엔진(1475)에 제공한다.

[0178] 엔진(1475)은 시스템 환경(1460) 내에서 애플리케이션들을 실행하고 추적 모듈(1470)로부터 HMD(1410)의 위치 정보, 가속 정보, 속도 정보, 예측된 미래 위치들, 또는 그들의 일부 조합을 수신한다. 수신된 정보에 기초하여, 엔진(1475)은 사용자에게 제공하기 위해 HMD(1410)에 제공할 콘텐츠를 결정한다. 예를 들면, 수신된 정보가 사용자가 좌측을 보았음을 나타내면, 엔진(1475)은 가상 환경에서 사용자의 움직임을 미러링하는 HMD(1410)에 대한 콘텐츠를 생성한다. 부가적으로, 엔진(1475)은 햅틱 어셈블리(1405)로부터 수신된 동작 요청에 응답하여 콘솔(1420)에서 실행되는 애플리케이션 내에서 동작을 수행하고 동작이 수행되었다는 피드백을 사용자에게 제공한다. 제공된 피드백은 HMD(1410)를 통한 시각 또는 청취가능한 피드백이거나 햅틱 어셈블리

(1405)를 통한 햅틱 피드백일 수 있다.

- [0179] 도 15는 일 실시예에 따른, 가상 객체들과 상호작용하기 위한 일 예시적인 햅틱 장갑(1500)이다. 도 15에 도시된 햅틱 장갑(1500)은 장갑 몸체(1510), 햅틱 장치(1520), 제어기(1530), 시그널링 경로(1540), 하나 이상의 위치자들(1450), 위치 센서(1455) 및 IMU(1460)을 포함한다. 단지 하나의 시그널링 경로(1540), 하나의 햅틱 장치(1520), 하나의 위치 센서(1455) 및 하나의 IMU(1460)이 설명을 단순화하기 위해 도 15에 도시된다. 도시되지 않은 대안적인 실시예들에서, 햅틱 장갑(1500)은 다수의 시그널링 경로들, 제어기(1530)에 연결되는 위치 센서들 및 햅틱 장치를 포함할 수 있고 예를 들면, 햅틱 장갑(1500)의 각각의 손가락을 위해, 햅틱 장치의 세트, 위치 센서들 및 IMU들은 제어기에 연결될 수 있다. 마찬가지로, 햅틱 장갑(1500)의 다양한 개체들에 의해 수행된 기능들은 상이한 실시예들에서 상이할 수 있다. 부가적으로, 햅틱 장갑(1500)의 다양한 개체들은 장갑 몸체(1510)의 상이한 위치들에 배치될 수 있다. 하나의 예로서, 부가적인 햅틱 장치들(1520) 및 위치 센서들(1455)은 장갑 몸체(1510)의 상이한 부분들에 위치된다. 또 다른 예로서, 햅틱 장치들(220)은 장갑 몸체(1510)의 전체 손가락들에 결합되거나 그들을 둘러싼다. 또 다른 예로서, 제어기(1530)는 예를 들면, 손목 또는 손바닥에 대응하는 장갑 몸체(1510)의 상이한 부분들에 결합된다.
- [0180] 장갑 몸체(1510)는 손 예를 들면, 위치 센서(1455), 햅틱 장치(1520), 제어기(1530), 및 시그널링 경로(1540)에 결합되는 의복을 커버하는 장치이다. 하나의 실시예에서, 위치 센서(1455)는 장갑 몸체(1510)의 대응하는 손가락(예로서, 장갑 몸체의 손가락 끝에 대응하는 일부)에 결합되고; 햅틱 장치(1520)는 장갑 몸체(1510)의 대응하는 손가락 부분(예로서, 2개의 지골들 사이의 관절에 대응하는 일부)에 결합되고; 제어기(1530)는 손등(즉, 등측)에 대응하는 장갑 몸체(1510)의 일부에 결합된다. 시그널링 경로(1540)는 제어기(1530)와 햅틱 장치(1520) 사이에 결합된다. 하나의 실시예에서, 이들 구성요소들 중 하나 이상은 장갑 몸체(1510)의 외부 표면 아래에 배치되고, 따라서 외부로부터 보이지 않는다. 부가적으로 또는 대안적으로, 이들 구성요소 중 일부는 장갑 몸체(1510)의 외부 표면에 배치되고, 시각적으로 검출가능하다.
- [0181] 하나의 실시예에서, 햅틱 장갑(1500)은 도 14에 도시된 햅틱 어셈블리(1405)일 수 있고 햅틱 장갑(1500)의 위치자들(1450), 위치 센서(1455) 및 IMU(1460)은 도 14에 도시된 햅틱 어셈블리(1405)의 대응하는 위치자들(1450), 위치 센서들(1455) 및 IMU들(1445)일 수 있다. IMU(1460)으로부터의 빠른 교정 데이터 및/또는 이미징 디바이스(1415)로부터의 위치자들(1450)의 느린 교정에 따라 사용자의 손 움직임이 검출되고 추적될 수 있다. 게다가, 가상 객체에 접촉하는 사용자의 지각을 포함하는 햅틱 피드백은 제어기(1530), 시그널링 경로(1540), 및 햅틱 장치(1520)에 의해 사용자에게 제공될 수 있다.
- [0182] 햅틱 장치(1520)는 사용자가 가상 객체에 접촉하는 지각을 포함하는 햅틱 피드백을 제공한다. 하나의 실시예에서, 햅틱 장치(1520)는 제어기(1530)로부터 수신된 지시들에 따라 작동된다. 하나의 실시예에서, 햅틱 장치(1520)는 장갑 몸체(1510)의 2개의 지골들 사이의 관절에 대응하는 일부에 결합된다. 또 다른 실시예에서, 햅틱 장치(1520)는 전체 장갑 몸체(1510)를 커버하거나 장갑 몸체(1510)의 다른 부분들(예로서, 2개의 상이한 손가락들 사이의 관절에 대응하는 영역)에 배치된다. 햅틱 장치(1520)는 예를 들면, 복수의 액추에이터들일 수 있다.
- [0183] 제어기(1530)는 햅틱 장치(1520)가 특정 기능들을 수행하기 위한 지시들을 제공하는 디바이스이다. 제어기(1530)는 콘솔(1420)로부터 지시들 또는 햅틱 피드백을 수신할 수 있고 그에 따라 햅틱 장치(1520)를 작동시킨다. 제어기(1530)는 도 3a 내지 도 3b에 묘사된 유체 디바이스들과 같은 복수의 유체 디바이스들을 포함하고, 상기 유체 디바이스들은 하나 이상의 햅틱 장치들(예로서, 액추에이터들)에 대한 지시들을 생성한다. 도 1, 도 2 및 도 14와 관련하여 상기 상세하게 논의된 바와 같이, 유체 디바이스들이 구성가능하고 예로서, 디코더와 같은, 복합 유체 디바이스들을 형성하기 위해 함께 결합될 수 있다. 디코더들은 예를 들면, 제어기(1530) 내의 다수의 논리적 연결들 및/또는 햅틱 장치(1520)에 대한 연결들을 감소시키는데 도움을 줄 수 있다. 그에 따라, 제어기(1530)는 도 3a 내지 도 3b에 대해 상기 설명된 것들의 다양한 조합들을 포함하는, 복수의 유체 디바이스들로 구성될 수 있다.
- [0184] 부가적인 구성 정보
- [0185] 본 발명의 실시예들의 상기 설명은 예시의 목적을 위해 제공되었고; 그것은 철저한 것으로 의도되지 않거나 본 발명을 개시된 정확한 형태들로 제한하도록 의도되지 않는다. 관련 분야에서의 숙련자들은 상기 발명에 비추어 많은 수정들 및 변형들이 가능하다는 것을 이해할 수 있다.
- [0186] 이 설명의 일부 부분들은 정보에 대한 연산들의 상징적 표현들 및 알고리즘들의 관점에서 본 발명의 실시예들을 설명한다. 이들 알고리즘적 설명들 및 표현들은 데이터 프로세싱 분야들의 숙련자들의 작업의 핵심을 다른 당업

자들에게 효과적으로 전달하기 위해 상기 데이터 프로세싱 분야들의 숙련가들에 의해 공통적으로 이용된다. 기능적으로, 계산적으로, 또는 논리적으로 설명될지라도, 이들 동작들은 컴퓨터 프로그램들 또는 등가 전기 회로들, 마이크로코드, 등에 의해 구현되는 것으로 이해된다. 또한, 이들 동작들의 배열들을 일반성의 손실 없이, 모듈들로서 언급하는 것이 때때로 편리한 것으로 또한 입증되었다. 설명된 동작들 및 그들의 연관된 모듈들은 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어, 또는 그들의 임의의 조합들로 구현될 수 있다.

[0187] 본 명세서에서 설명된 단계들, 동작들, 또는 프로세스들 중 임의의 것들은 단독으로 또는 다른 디바이스들과 조합하여 하나 이상의 하드웨어 또는 소프트웨어 모듈들로 수행되거나 구현될 수 있다. 하나의 실시예에서, 소프트웨어 모듈은 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 컴퓨터 판독가능한 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품으로 구현되며, 상기 컴퓨터 프로그램 코드는 설명된 단계들, 동작들, 또는 프로세스들 중 임의의 것 또는 전부를 수행하기 위해 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

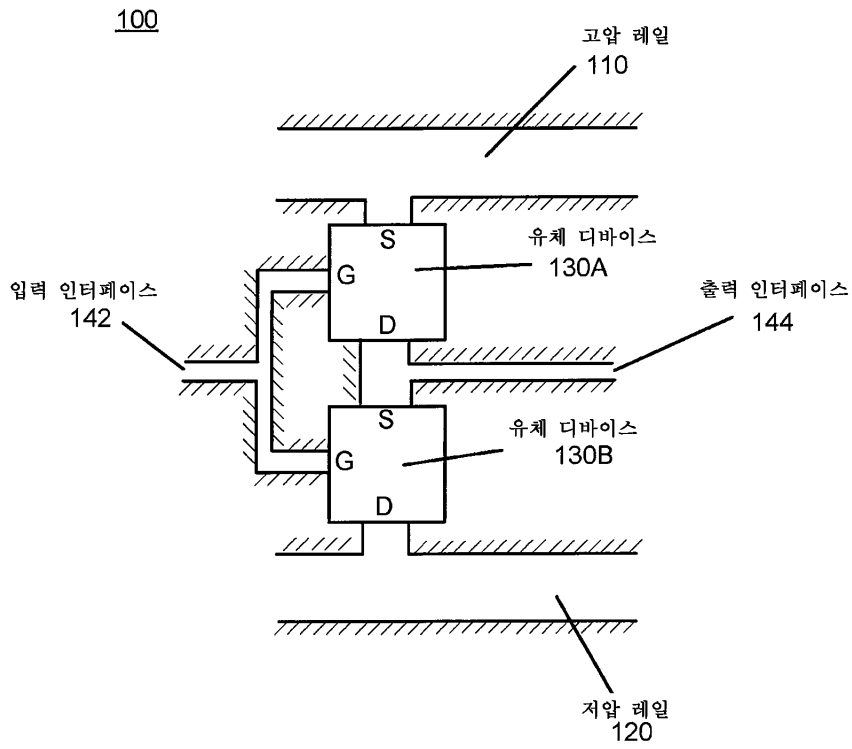
[0188] 본 발명의 실시예들은 또한, 본 명세서에서의 동작들을 수행하기 위한 장치에 관한 것일 수 있다. 이 장치는 요구된 목적들을 위해 특수하게 구성될 수 있고 및/또는 그것은 컴퓨터에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 선택적으로 활성화되거나 재구성된 범용 컴퓨팅 디바이스를 포함할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 비일시적인 유형의 컴퓨터 판독가능한 저장 매체, 또는 컴퓨터 시스템 버스에 결합될 수 있는 전자 지시들을 저장하기 위해 적합한 임의의 유형의 매체들에 저장될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 언급된 임의의 컴퓨팅 시스템들은 단일 프로세서를 포함할 수 있거나 증가된 컴퓨팅 능력을 위해 다수의 프로세서 설계들을 이용하는 아키텍처들일 수 있다.

[0189] 본 발명의 실시예들은 또한, 본 명세서에서 설명된 컴퓨팅 프로세스에 의해 생성되는 제품에 관한 것일 수 있다. 이러한 제품은 컴퓨팅 프로세스로부터 발생하는 정보를 포함할 수 있고, 여기서 정보는 비일시적인 유형의 컴퓨터 판독가능한 저장 매체에 저장되며 본 명세서에서 설명된 컴퓨터 프로그램 제품 또는 다른 데이터 조합의 임의의 실시예를 포함할 수 있다.

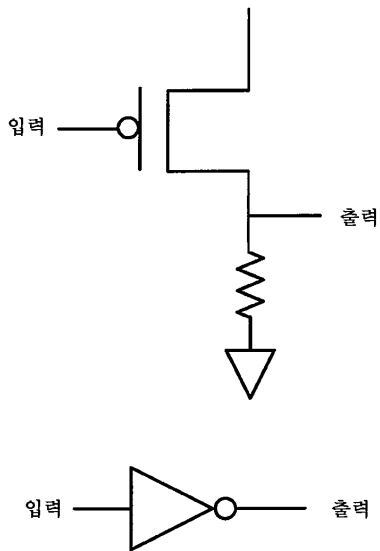
[0190] 마지막으로, 본 명세서에서 이용된 언어는 원칙적으로, 가독성 및 교육 목적들을 위해 선택되었으며, 그것은 독창적인 주제들을 상세하게 설명하거나 제한하기 위해 선택되지 않았을 수 있다. 따라서, 본 발명의 범위는 이상세한 설명에 의해 제한되는 것이 아니라, 오히려 여기에 기초한 출원에 관해 발행되는 임의의 청구항들에 의해 제한되는 것으로 의도된다. 그에 따라, 실시예들의 개시는 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니라 예시적인 것으로 의도되며, 이는 다음의 청구항들에 제시된다.

도면

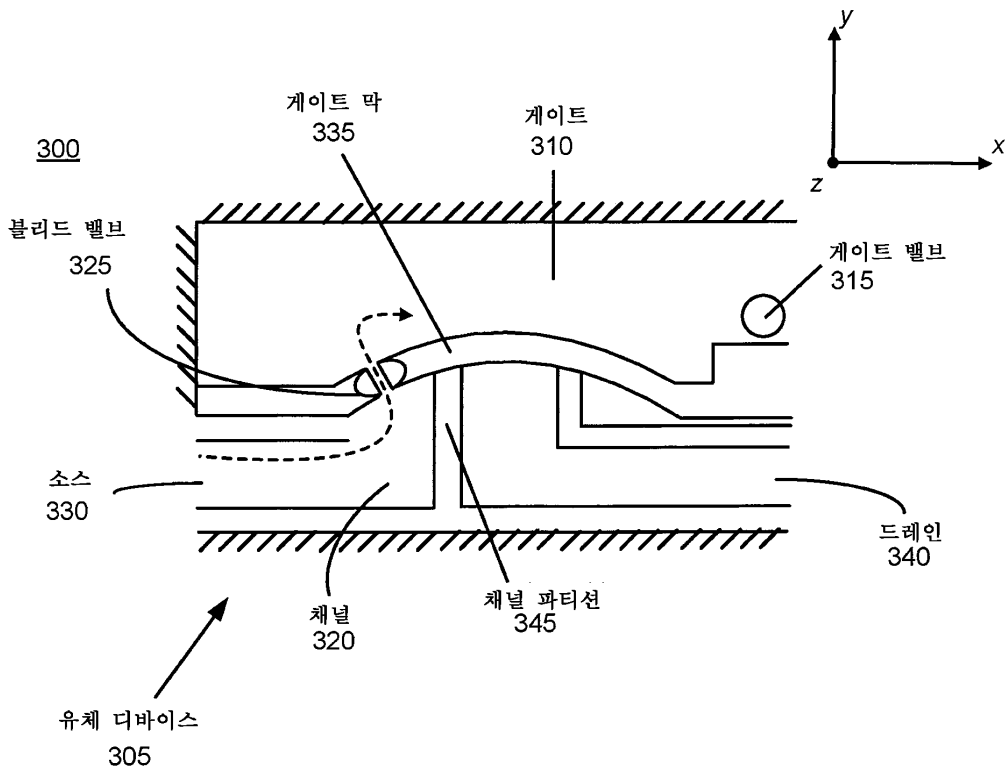
도면1



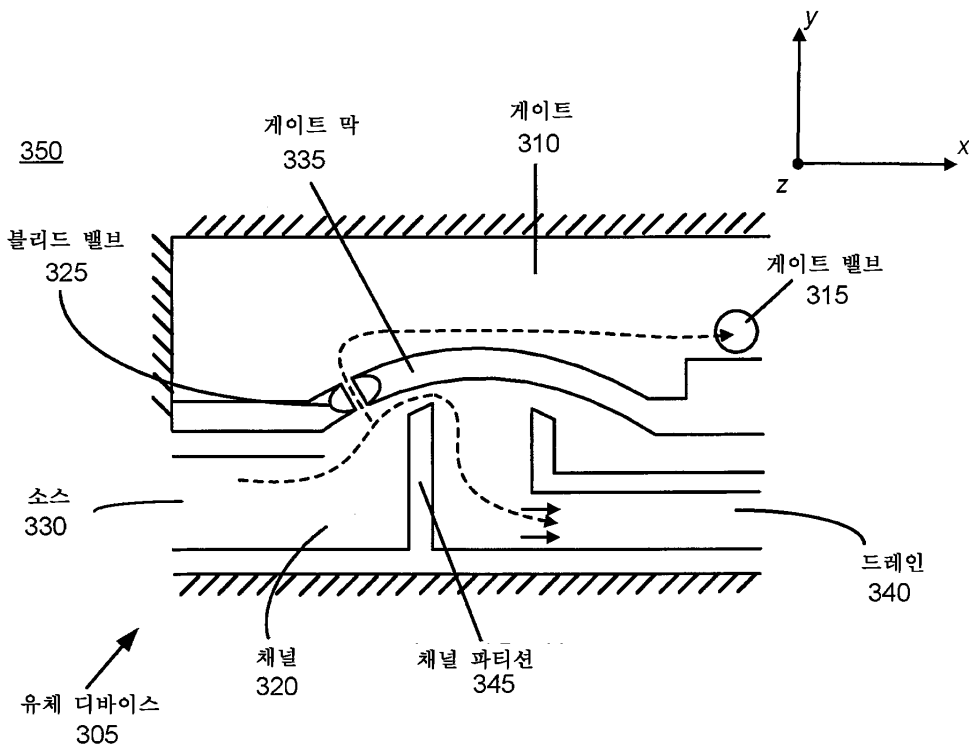
도면2



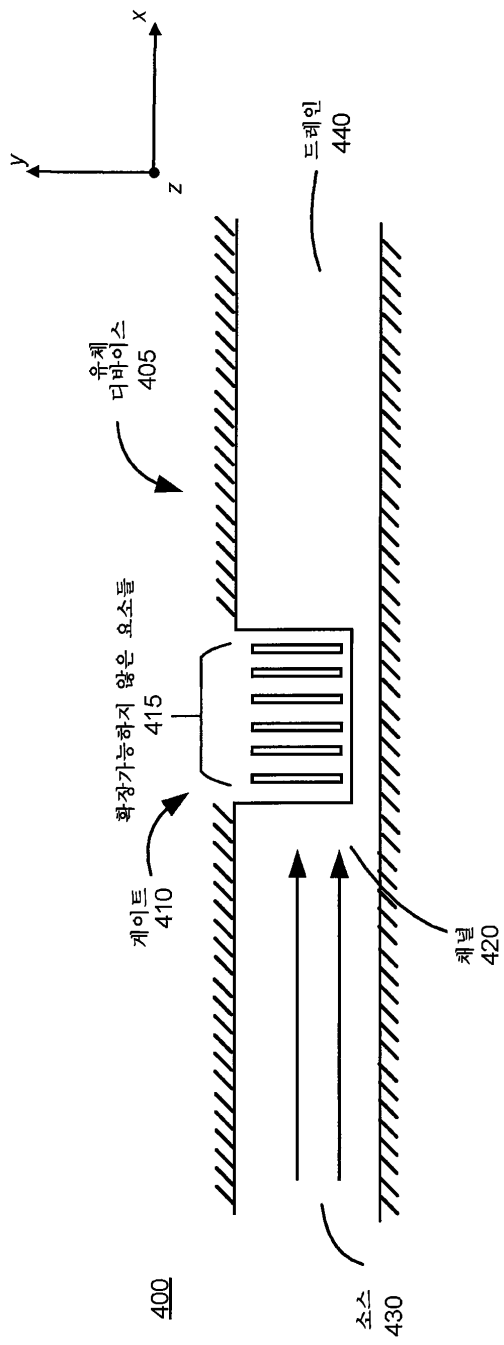
도면3a



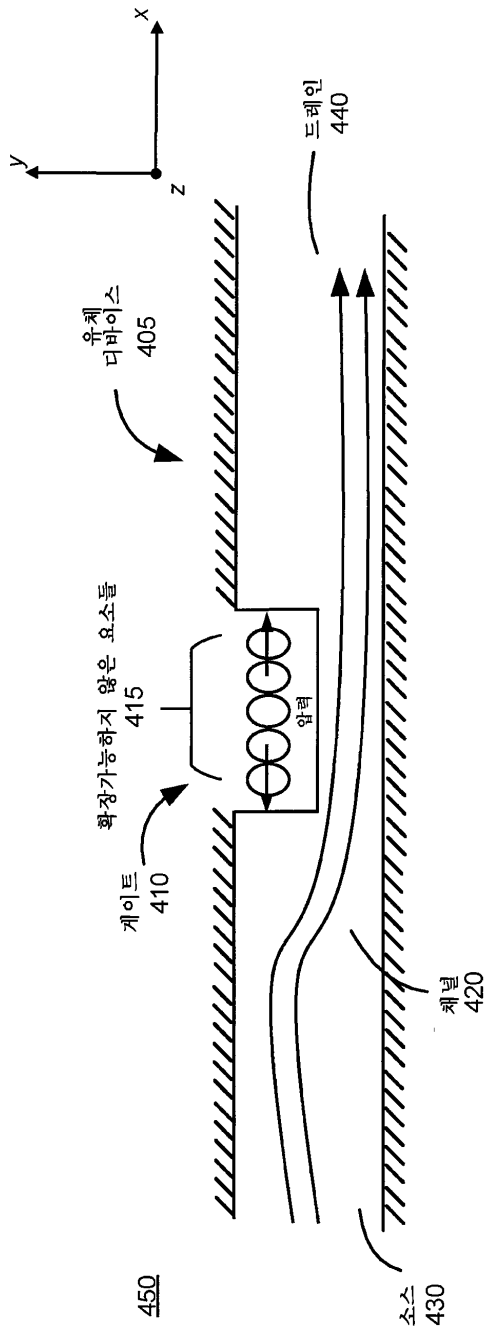
도면3b



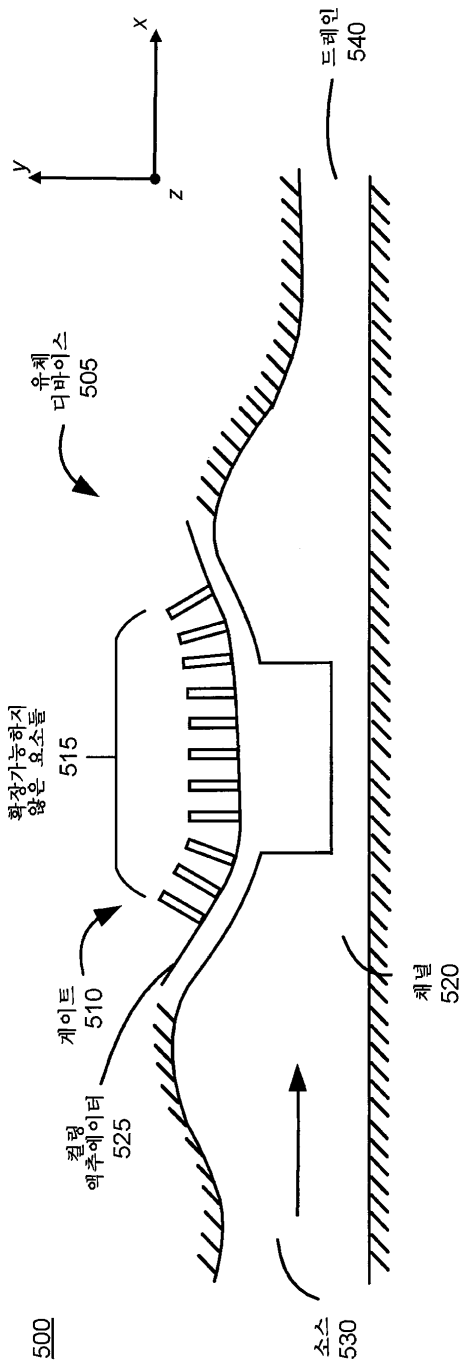
도면4a



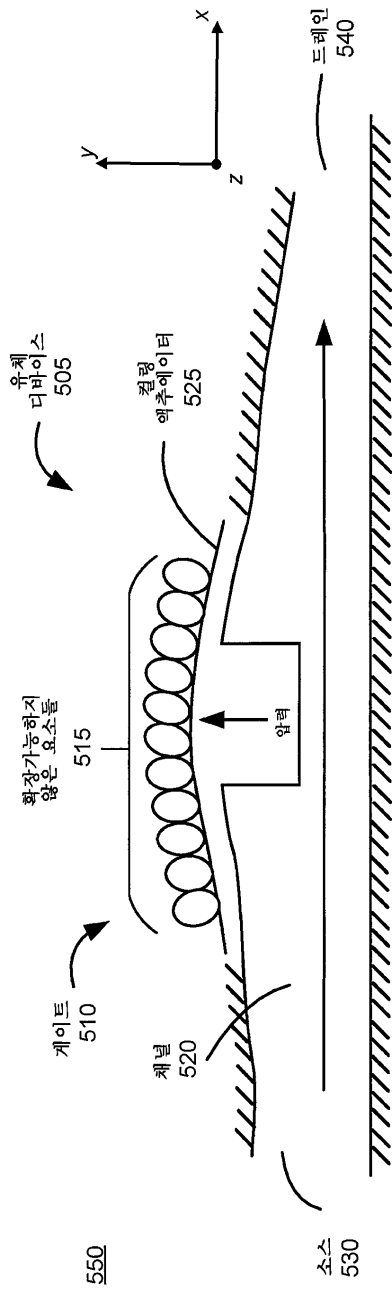
도면4b



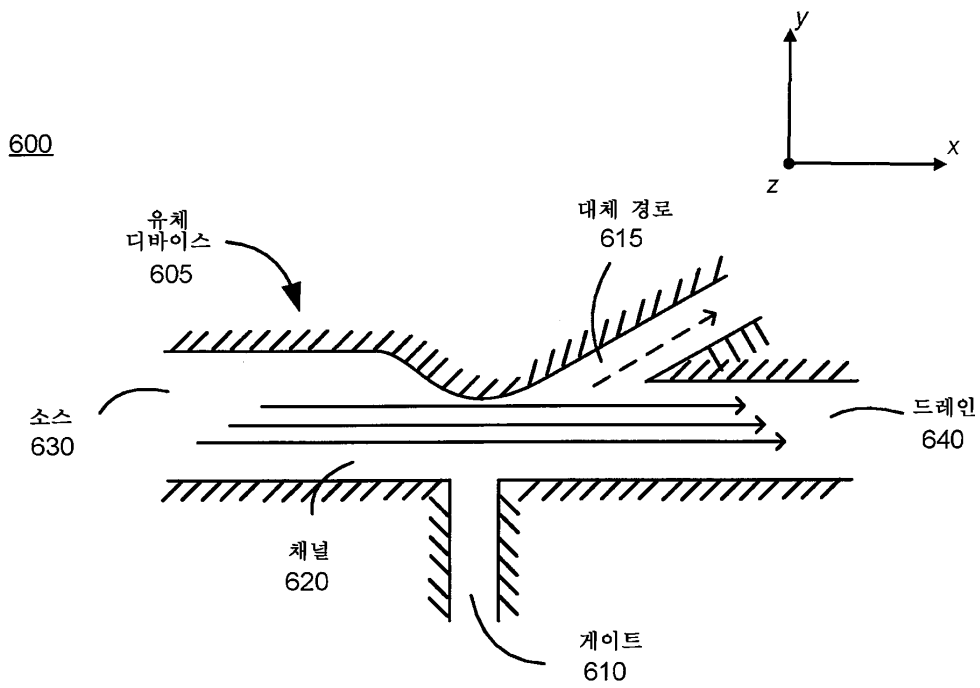
도면5a



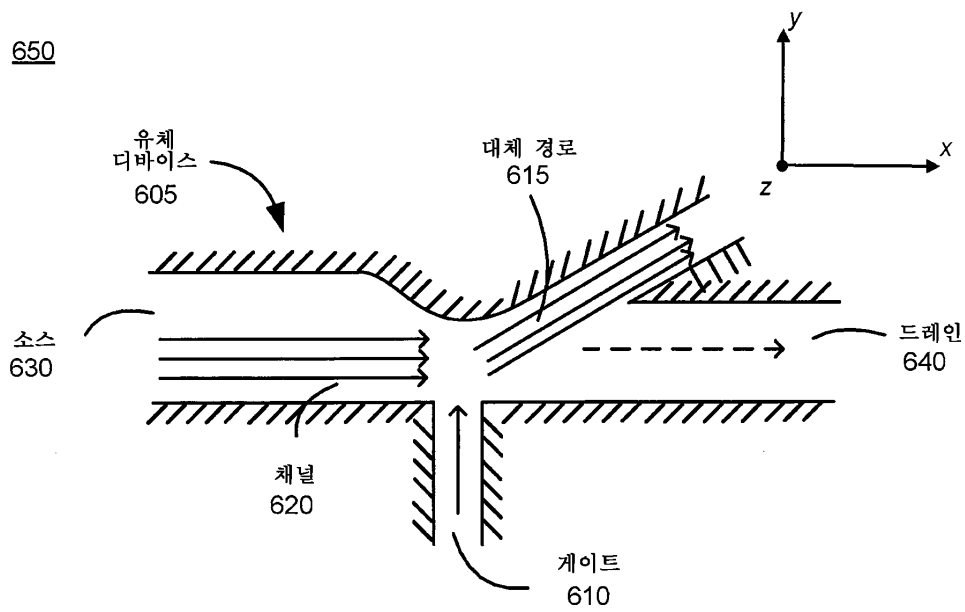
도면5b



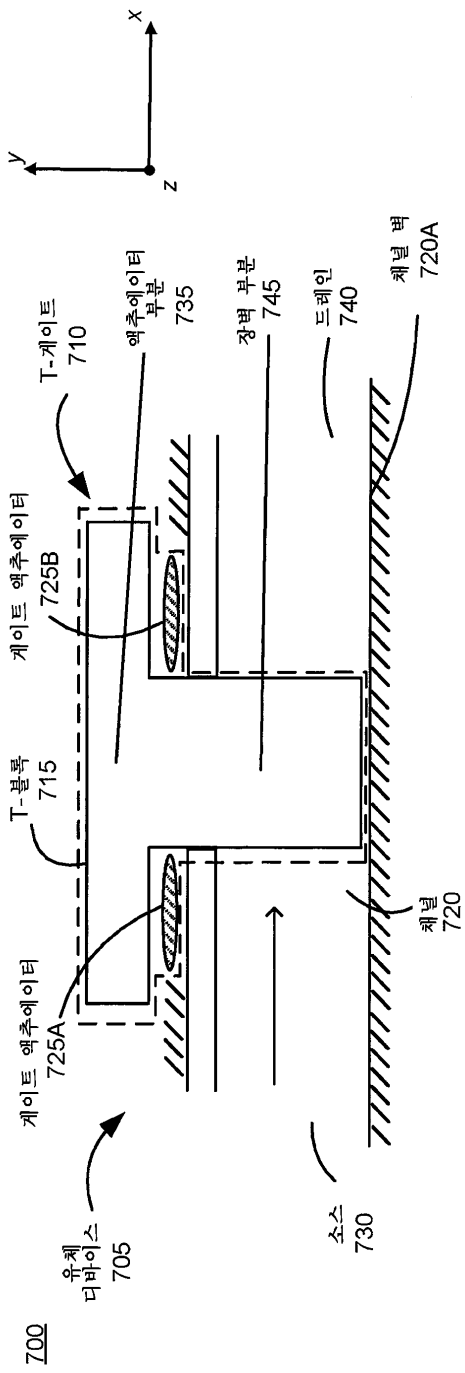
도면6a



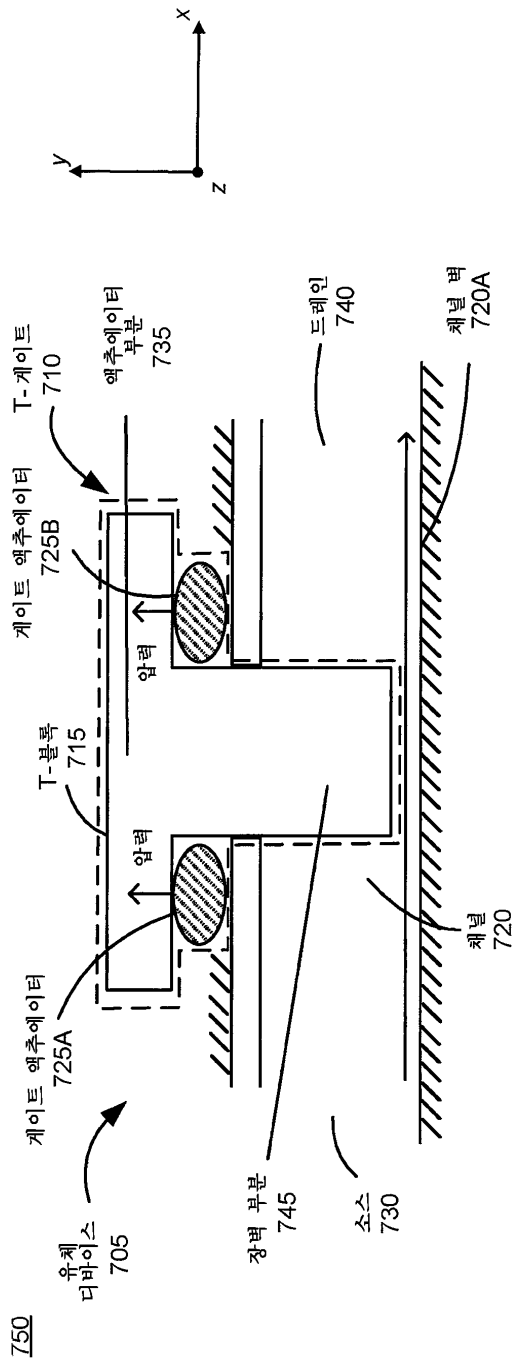
도면6b



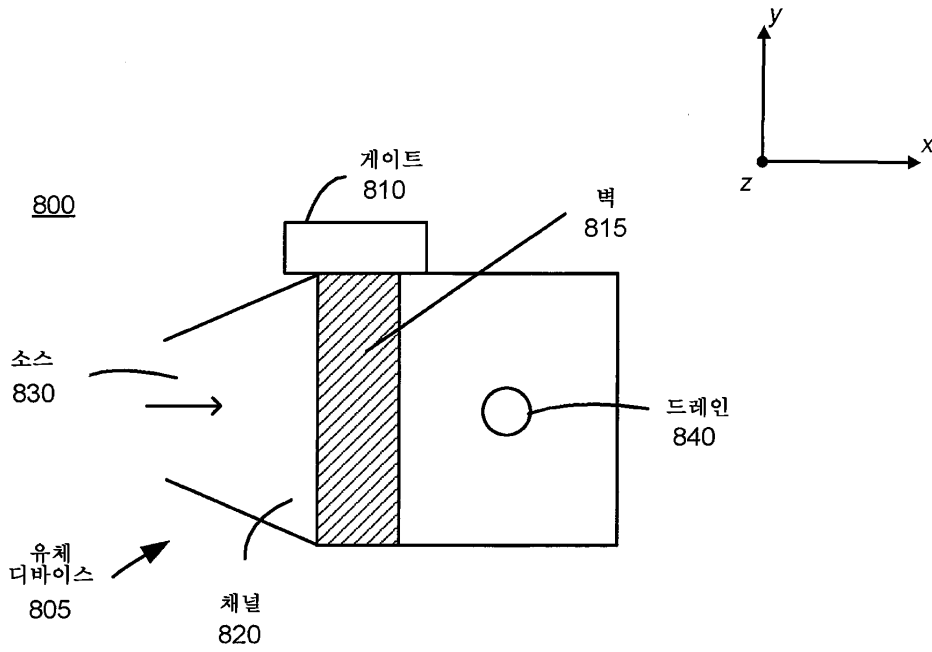
도면7a



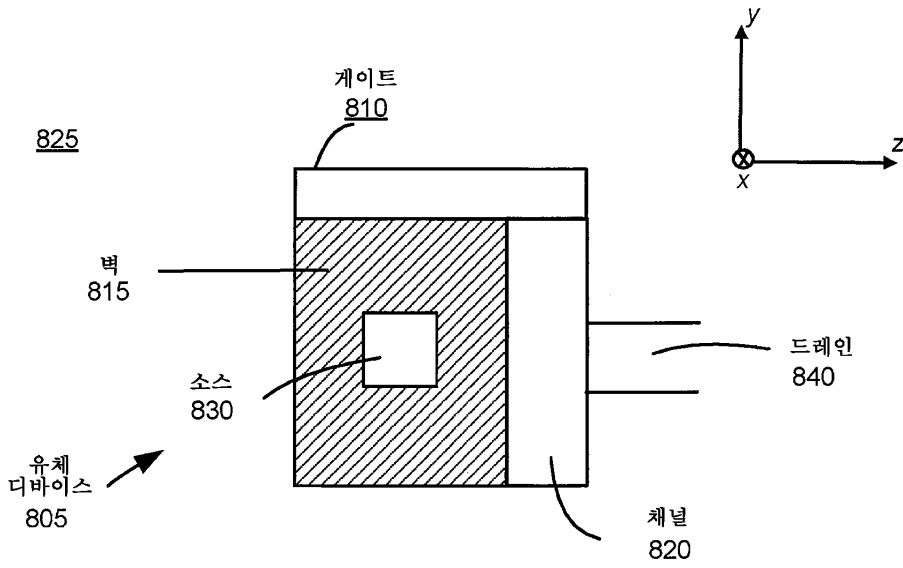
도면7b



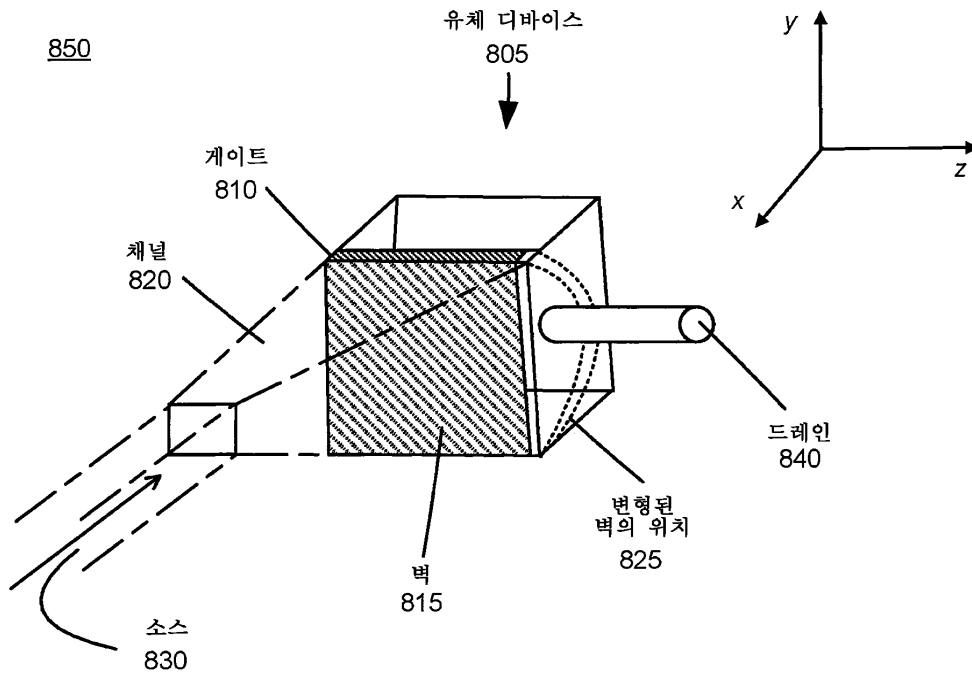
도면8a



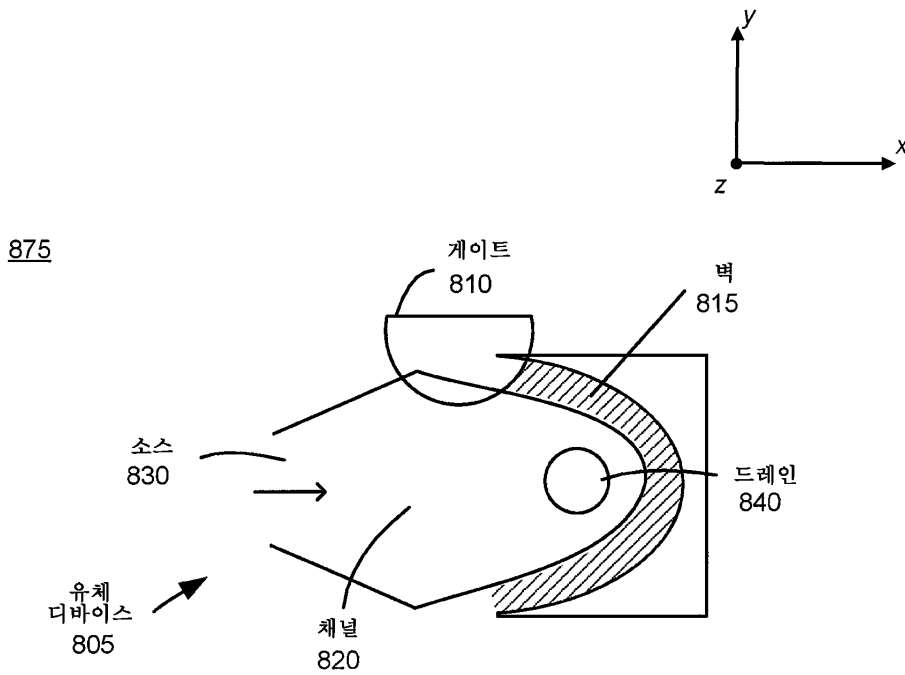
도면8b



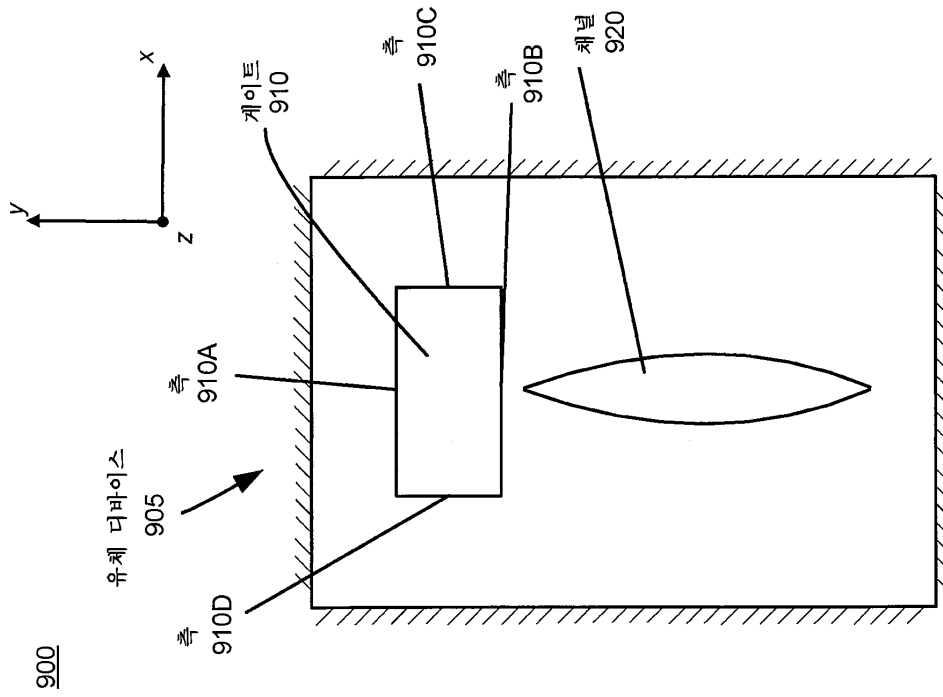
도면8c



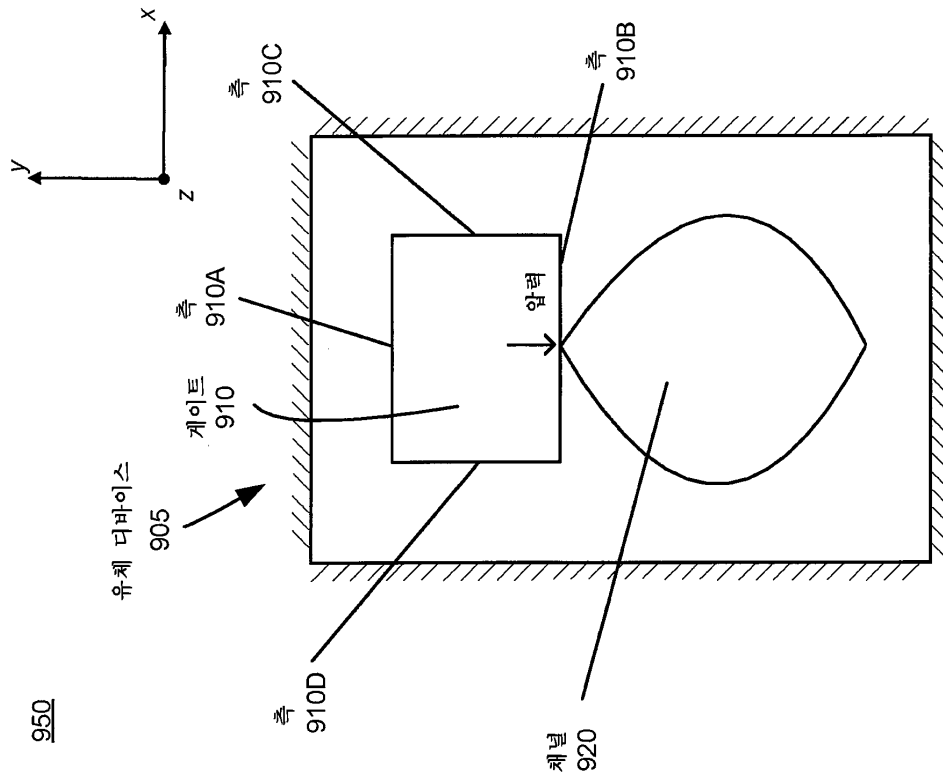
도면8d



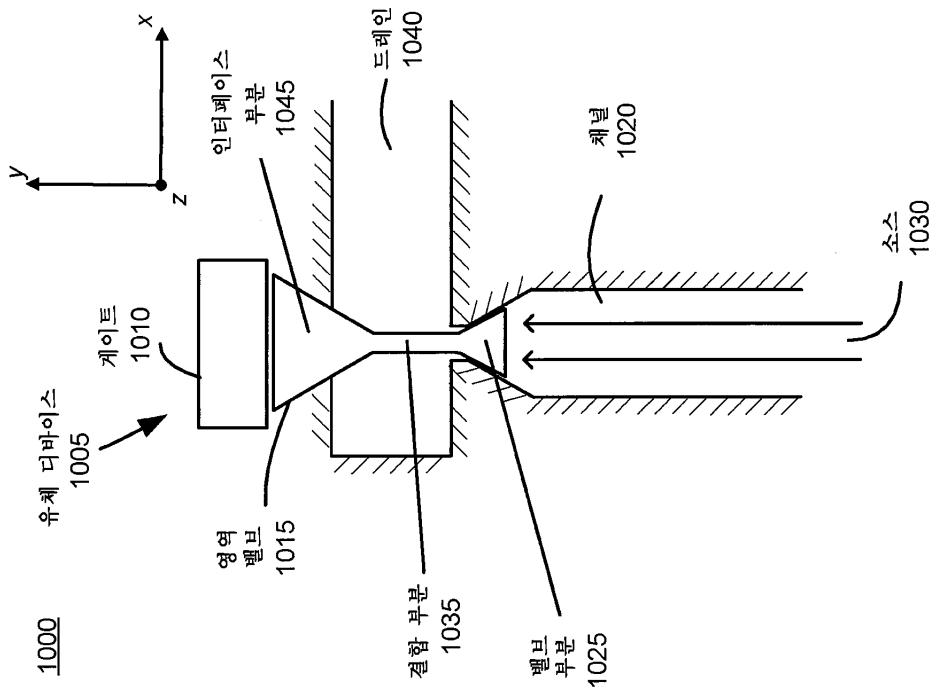
도면9a



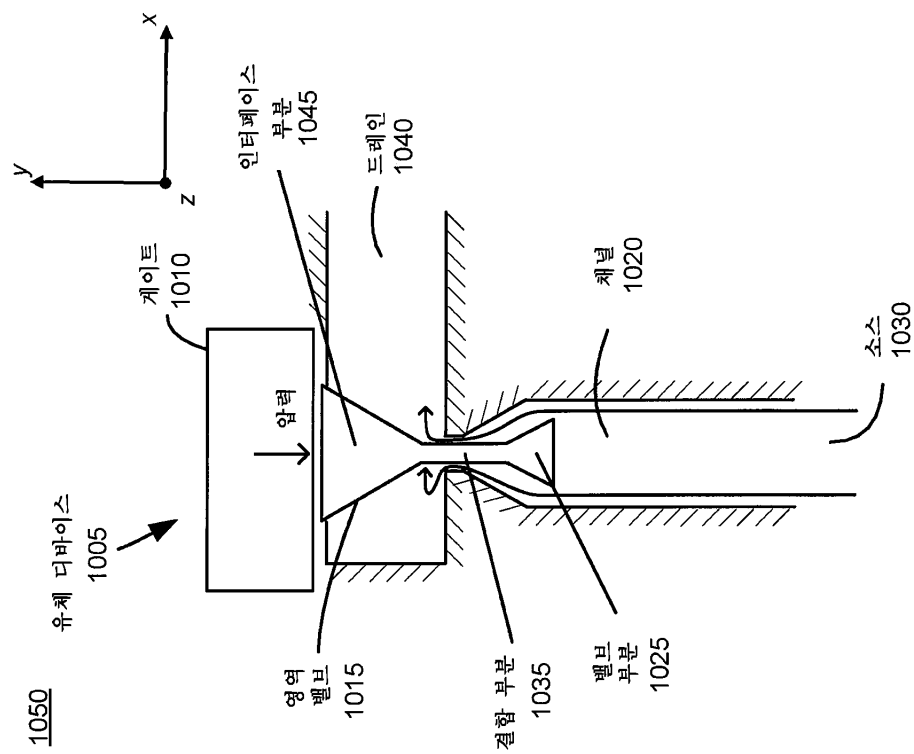
도면9b



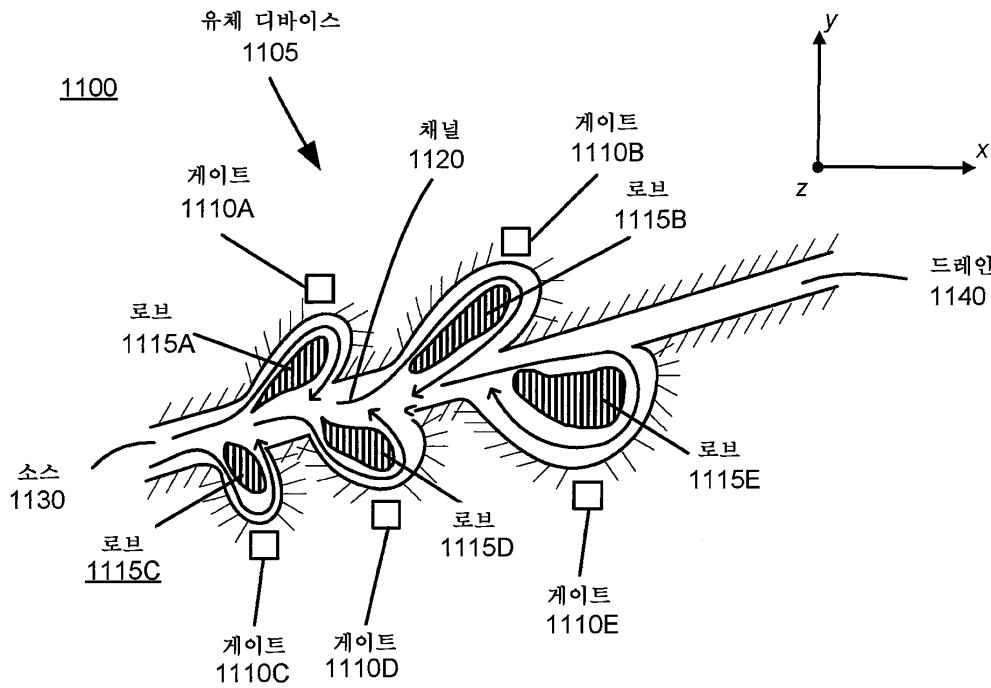
도면10a



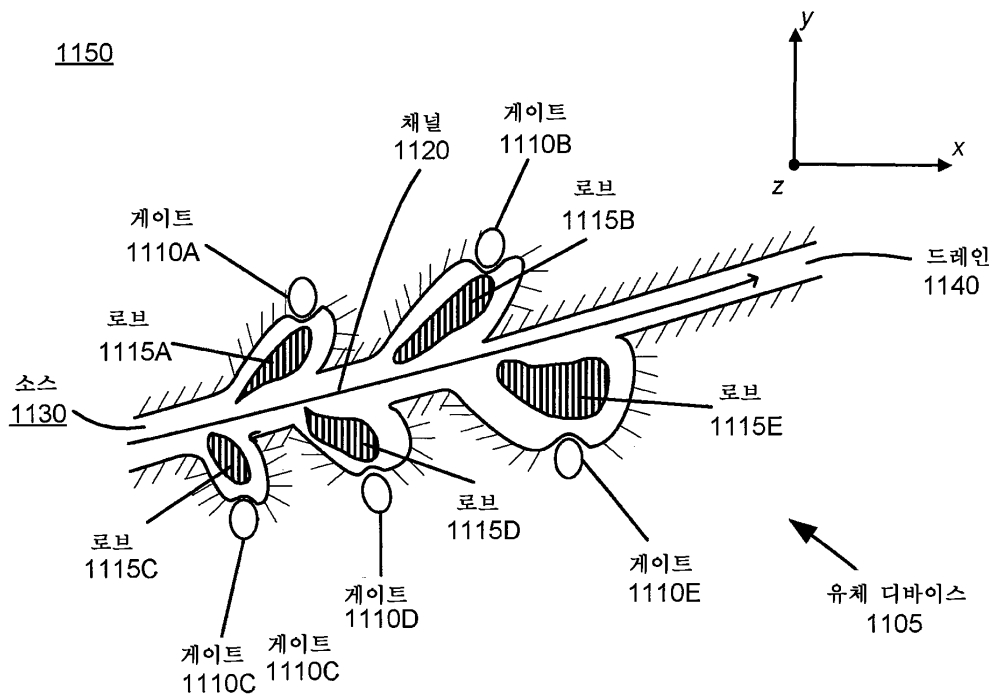
도면10b



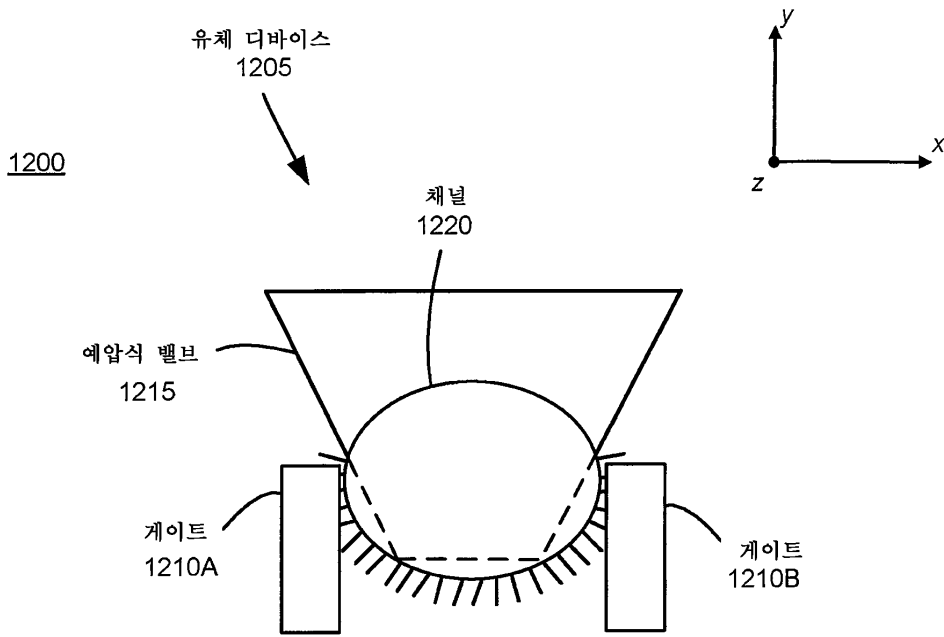
도면11a



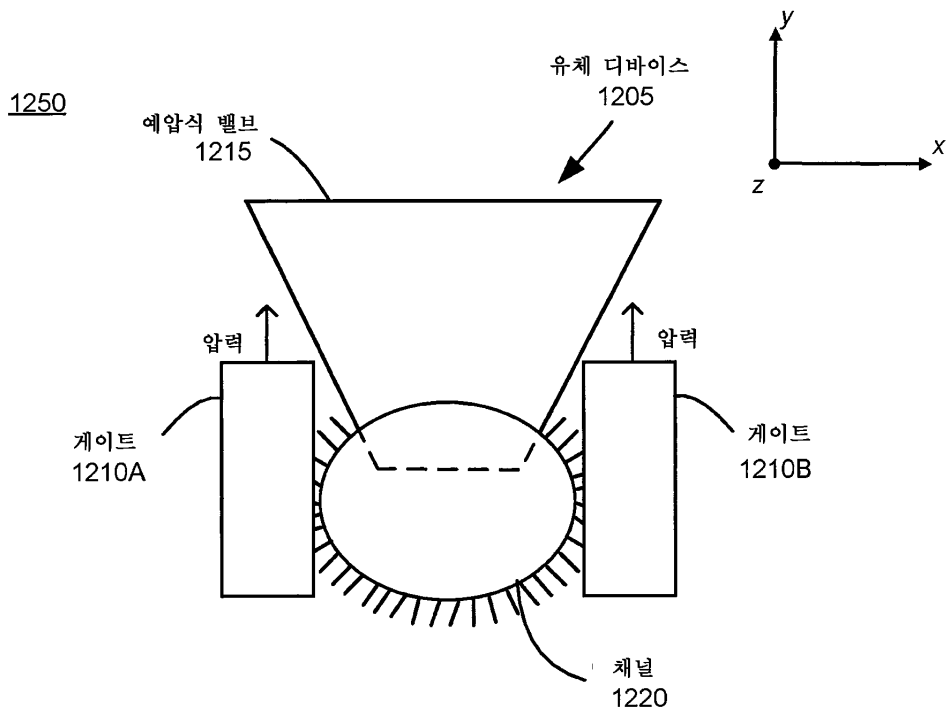
도면11b



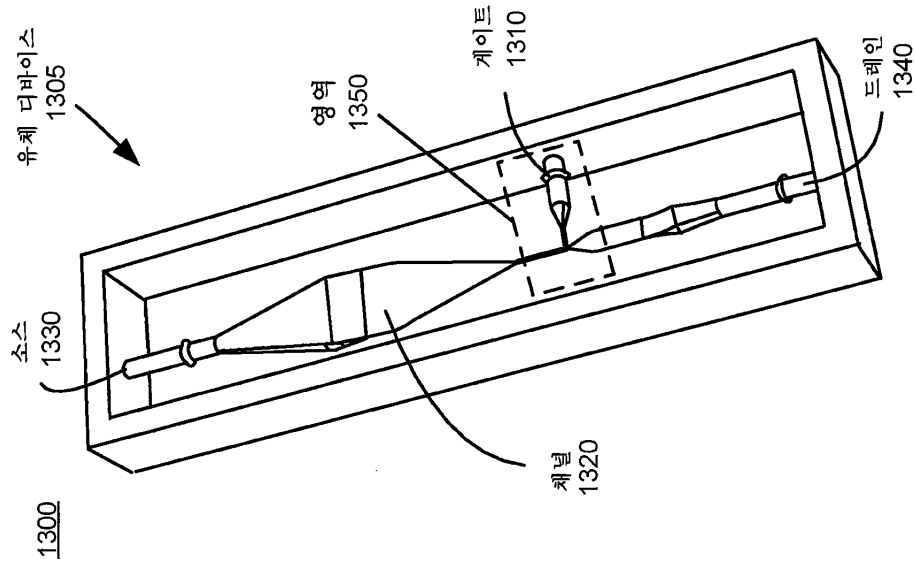
도면12a



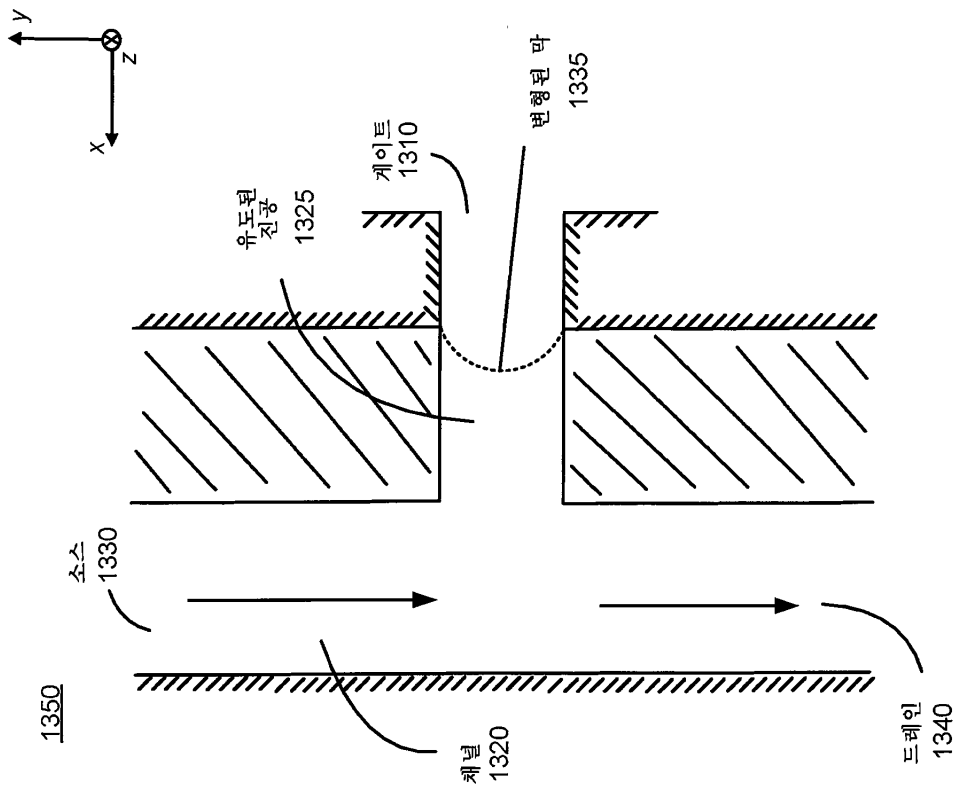
도면12b



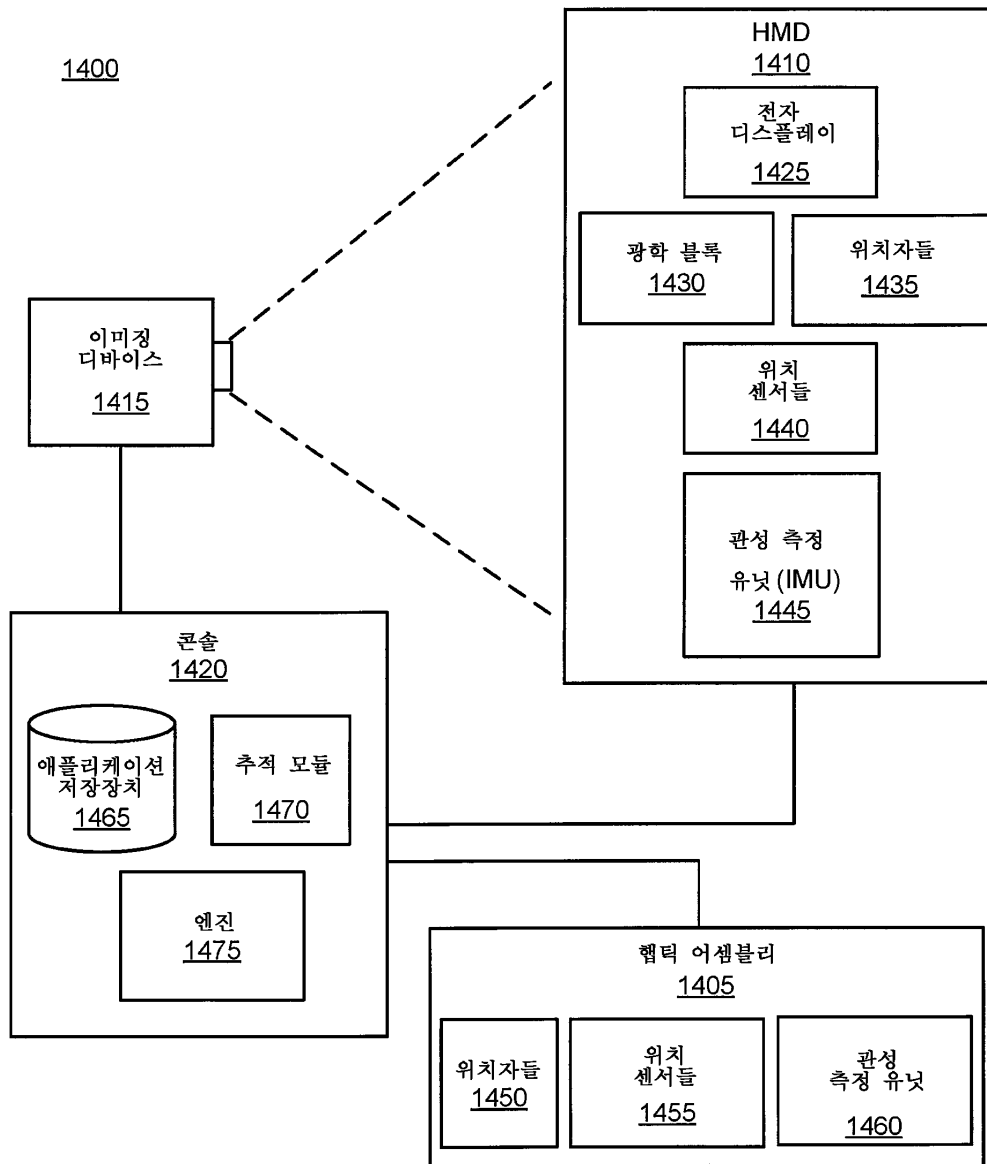
도면 13a



도면 13b



도면14



도면15

1500

