(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월05일
(11) 등록번호 10-2621411
(24) 등록일자 2024년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 7/02 (2006.01) *B25J 9/14* (2006.01)
F16K 17/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16K 7/02 (2013.01)
B25J 9/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0130513
(22) 출원일자 2022년10월12일
심사청구일자 2022년10월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2019505007 A
JP2002349768 A
JP2011226358 A
US20170165468 A1

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
배준범
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김지윤
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인더웨이브

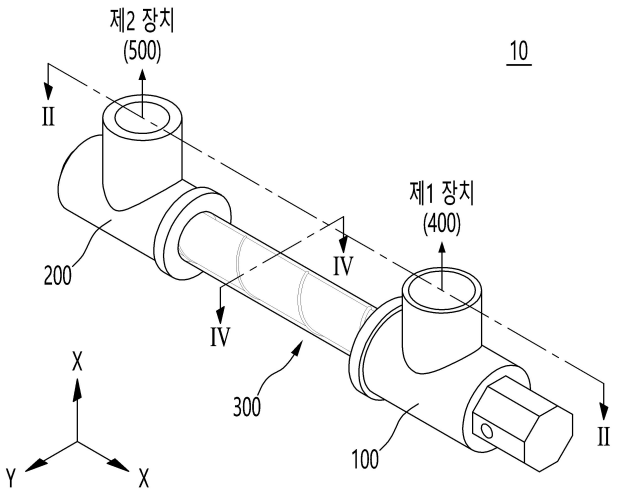
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 곽성룡

(54) 발명의 명칭 **소프트 밸브**

(57) 요 약

본 발명은 소프트 밸브에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예는, 제1 커넥터, 제2 커넥터 및 상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 연결하는 조절부재를 포함하고, 상기 조절부재는, 신축성을 갖는 아우터 튜브, 신축성을 갖고 상기 아우터 튜브의 내부에 배치되며, 기체가 유동할 수 있는 제1 채널이 형성된 이너 튜브 및 상기 이너 튜브의 길이를 따라 상기 이너 튜브의 외부를 나선형으로 감싸는 적어도 하나의 나선사(Wrapping Helical Yarn)를 포함하며, 상기 아우터 튜브와 상기 이너 튜브 사이에는 기체가 유동할 수 있는 제2 채널이 형성되고, 상기 조절부재는 상기 아우터 튜브 및 상기 이너 튜브의 인장 길이에 따라 상기 제1 채널 및 상기 제2 채널의 개폐정도를 제어하여, 상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 따라 유동하는 기체의 압력을 조절하는, 소프트 밸브를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
F16K 17/02 (2013.01)
(72) 발명자
김준수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
최준규
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711168254
과제번호 2019R1A2C2084677
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 향상된 상호작용 및 착용성을 위한 스마트 패브릭 기반 완전 통합형 햅틱 수트 개발
기 여 율 1/4
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415178415
과제번호 20008912
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 로봇산업기술개발
연구과제명 산업현장 근로자들의 근력 보조를 위한 소프트 센서 내장 옷감형 하이브리드 구동기 및 의복형 로봇 기술 개발
기 여 율 1/4
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711165735
과제번호 2020R1A2C2102842
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 차세대 초지능형 사물플랫폼을 위한 프로그래머블 메타모픽 디바이스 개발
기 여 율 1/4
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711169741
과제번호 2021R1A4A3033149
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원
연구과제명 차세대 로봇 설계 및 제어를 위한 인공지능 플랫폼 연구실
기 여 율 1/4
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 커넥터;

제2 커넥터; 및

상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 연결하는 조절부재;를 포함하고,

상기 조절부재는,

신축성을 갖는 아우터 튜브;

신축성을 갖고 상기 아우터 튜브의 내부에 배치되며, 기체가 유동할 수 있는 제1 채널이 형성된 이너 튜브; 및

상기 이너 튜브의 길이를 따라 상기 이너 튜브의 외부를 나선형으로 감싸는 적어도 하나의 나선사(Wrapping Helical Yarn);를 포함하며,

상기 아우터 튜브와 상기 이너 튜브 사이에는 기체가 유동할 수 있는 제2 채널이 형성되고,

상기 조절부재는 상기 아우터 튜브 및 상기 이너 튜브의 인장 길이에 따라 상기 제1 채널 및 상기 제2 채널의 개폐정도를 제어하여, 상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 따라 유동하는 기체의 압력을 조절하는, 소프트 밸브.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 나선사는 상기 아우터 튜브 또는 상기 이너 튜브보다 신축성이 작은, 소프트 밸브.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 나선사는 복수개로 구성되며,

상기 복수의 나선사는 상기 이너 튜브의 외부에서 일정 간격으로 이격되어 배치되는, 소프트 밸브.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 복수의 나선사는 대칭적으로 배치되며, 동일한 나선 방향을 갖는, 소프트 밸브.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 나선사의 피치(pitch)는 상기 이너 튜브의 최대 인장 길이와 반비례 관계인, 소프트 밸브.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제1 채널과 상기 제2 채널의 개폐정도는 반비례 관계인, 소프트 밸브.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 나선사는 상기 이너 튜브가 인장되는 경우 상기 이너 튜브를 압축하여 상기 제1 채널의 단면적을 감소시키

고 상기 제2 채널의 단면적을 증가시키는, 소프트 밸브.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 이너 튜브는 상기 아우터 튜브보다 긴 길이로 구비되는, 소프트 밸브.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 제1 커넥터는,

상기 아우터 튜브의 일단이 삽입되어 고정되는 제1 포트;

상기 제1 커넥터 내부로 삽입된 상기 이너 튜브의 일단이 고정되는 고정부; 및

외부장치와 연결되며 상기 제1 채널을 통과하는 기체가 유출입하는 제2 포트;를 포함하는, 소프트 밸브.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 이너 튜브의 일단은 상기 제1 커넥터의 내측면과 이격되어 고정되는, 소프트 밸브.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 소프트 밸브에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 로봇의 활동 영역이 다양하게 확대되고 점점 복잡해짐에 따라 로봇의 동작 환경을 확장하기 위한 다양한 기술들이 개발되고 있다. 강체(Rigid body)로 이루어진 로봇들은 외부 환경에 맞춰 모양이 변형되지 않아 대응할 수 있는 환경 조건이 유한하기 때문에 다양하고 가변적인 외부 환경에 대응하는데 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여, 생물이 가진 연성 기반 적응성에 착안하여 유연한 소재를 활용한 소프트 로봇에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 소프트 로봇은 외부 환경에 대한 적응성이 향상되도록 유연성과 신축성을 포함하는 부드러운 재질로 제작되어 동작 및 외관의 자유로운 변형이 가능한 로봇을 의미한다. 소프트 로봇은 물체와의 상호 작용 시에 부드러운 터치감을 제공하며 물체에 손상을 가하지 않아 서비스 및 의료 분야 등 사람의 생활과 밀접한 관련이 있는 분야에서 수요가 높다.

[0004] 소프트 로봇의 구조는 기존의 강체 기반 로봇 구조와 달리 링크와 조인트의 구분이 모호하거나 두 요소가 일체화된다. 이러한 구조적 특징으로 인해 소프트 로봇은 동작의 자유도가 향상되는 반면 구동 및 제어에 제한이 발생하게 된다. 소프트 로봇에 사용되는 구동 방식은 공압 구동, 모터-와이어 구동, 지능 재료를 이용한 구동 등이 있다.

[0005] 공압 구동 방식은 공기의 압력을 조절하여 로봇 내부의 에어 챔버들의 부피 변화를 일으켜 구동력을 전달하고 움직임을 생성한다. 공압 구동 방식은 압력이 가해진 후에 추가적인 에너지의 소비가 없이 자세를 유지할 수 있고, 공기의 넓은 가용성으로 인하여 비용이 저렴하며 효율적인 구동이 가능하다.

[0006] 하지만, 공압 구동 방식의 소프트 로봇은 공기의 압력을 조절하는 장치인 압축기 등의 구성을 필수적으로 갖추어야 하며, 이러한 구성으로 인해 전체 장치의 부피 및 무게가 증가하는 단점이 있다. 또한, 압축기의 큰 부피 및 무게로 인해 다른 시스템에 적용하는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예들은 상기한 문제 및/또는 한계를 해결하기 위한 것으로, 간단한 구조를 가지면서도 공기의 압력을 조절하여 제공할 수 있는 소프트 밸브를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예는, 제1 커넥터, 제2 커넥터 및 상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 연결하는 조절부재를 포함하고, 상기 조절부재는, 신축성을 갖는 아우터 튜브, 신축성을 갖고 상기 아우터 튜브의 내부에 배치되며, 기체가 유동할 수 있는 제1 채널이 형성된 이너 튜브 및 상기 이너 튜브의 길이를 따라 상기 이너 튜브의 외부를 나선형으로 감싸는 적어도 하나의 나선사(Wrapping Helical Yarn)를 포함하며, 상기 아우터 튜브와 상기 이너 튜브 사이에는 기체가 유동할 수 있는 제2 채널이 형성되고, 상기 조절부재는 상기 아우터 튜브 및 상기 이너 튜브의 인장 길이에 따라 상기 제1 채널 및 상기 제2 채널의 개폐정도를 제어하여, 상기 제1 커넥터와 상기 제2 커넥터 사이를 따라 유동하는 기체의 압력을 조절하는, 소프트 밸브를 제공한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 나선사는 상기 아우터 튜브 또는 상기 이너 튜브보다 신축성이 작을 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 나선사는 복수개로 구성되며, 상기 복수의 나선사는 상기 이너 튜브의 외부에서 일정 간격으로 이격되어 배치될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 나선사는 대칭적으로 배치되며, 동일한 나선 방향을 가질 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 나선사의 피치(pitch)는 상기 이너 튜브의 최대 인장 길이와 반비례 관계일 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 채널과 상기 제2 채널의 개폐정도는 반비례 관계일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 나선사는 상기 이너 튜브가 인장되는 경우 상기 이너 튜브를 압축하여 상기 제1 채널의 단면적을 감소시키고 상기 제2 채널의 단면적을 증가시킬 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 이너 튜브는 상기 아우터 튜브보다 긴 길이로 구비될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 커넥터는, 상기 아우터 튜브의 일단이 삽입되어 고정되는 제1 포트, 상기 제1 커넥터 내부로 삽입된 상기 이너 튜브의 일단이 고정되는 고정부 및 외부장치와 연결되며 상기 제1 채널을 통과하는 기체가 유출입하는 제2 포트를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 이너 튜브의 일단은 상기 제1 커넥터의 내측면과 이격되어 고정될 수 있다.

[0019] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0020] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 본 발명의 실시예들에 따른 소프트 밸브는 인장되는 길이에 따라 기체의 압력을 조절하도록 함으로써, 간편하고 효율적으로 기체의 압력을 제어하여 제공할 수 있다. 또한, 시스템에 적용시 별도의 압력 조절 장치 또는 제어 장치 없이도 압력을 조절하는 것이 가능하여 시스템의 부피 및 무게를 감소시킬 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 소프트 밸브는 기체의 압력을 연속적으로 조절 가능하며, 단순한 동작만으로 제어가 가능하여 사용자 편의성이 증대된다. 또한, 전기 부품 등을 사용하지 않음으로써 구동 안정성이 향상되며, 제작이 용이하고 가격 경쟁력이 향상된다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 소프트 밸브는 다양한 설계의 장치에 적용될 수 있으며, 고정밀도 또는 고출력이 요구되는 시스템으로도 확장이 가능하다.

[0023] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 밸브를 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1의 소프트 밸브를 Ⅱ-Ⅱ에 따라 취한 부분단면도이다.

도 3은 이너 튜브 및 나선사의 정상상태 및 인장상태를 나타내는 개략도이다.

도 4는 도 1의 소프트 밸브를 Ⅳ-Ⅳ에 따라 취한 단면도이다.

도 5는 아우터 튜브 및 이너 튜브의 인장 길이에 따른 제1 압력과 제2 압력 비의 변화를 나타내는 그래프이다.

도 6은 나선사의 개수 및 인장률에 따른 소프트 밸브의 단면도 시뮬레이션 결과 및 실제 실험 결과를 도시한다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 밸브의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 이하의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0026] 본 실시예들은 다양한 변환을 가할 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 실시예들의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 내용들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 실시예들은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0027] 도면에서는 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0028] 이하의 실시예에서 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.

[0029] 이하의 실시예에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0030] 이하의 실시예에서 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0031] 이하의 실시예에서 유닛, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 유닛, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0032] 이하의 실시예에서 연결하다 또는 결합하다 등의 용어는 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 반드시 두 부재의 직접적 및/또는 고정적 연결 또는 결합을 의미하는 것은 아니며, 두 부재 사이에 다른 부재가 개재된 것을 배제하는 것이 아니다.

[0033] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 이하의 실시예는 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 밸브(10)를 도시한 사시도이며, 도 2는 도 1의 소프트 밸브(10)를 Ⅱ-Ⅱ에 따라 취한 부분단면도이다.

[0035] 도 1 및 도 2를 참고하면, 소프트 밸브(10)는 제1 커넥터(100), 제2 커넥터(200) 및 조절부재(300)를 포함할 수 있다. 소프트 밸브(10)는 외부의 제2 장치(500)로부터 유입되는 기체의 압력을 조절하여 외부의 제1 장치(400)로 제공할 수 있다.

[0036] 제1 장치(400)는 소프트 밸브(10)로부터 제공되는 기체의 압력으로 구동되는 액츄에이터(actuator)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 장치(400)는 공압 실린더 또는 공압 모터를 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0037] 제2 장치(500)는 소프트 밸브(10)와 연결되어 소프트 밸브(10)에 일정한 압력(제1 압력)으로 기체를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(500)는 압축 기체가 저장된 캐니스터를 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0038] 제1 커넥터(100)는 소프트 밸브(10)의 일단에 배치되며, 내부에 조절부재(300)가 삽입되고, 기체가 유동하는 공간이 형성된다. 제1 커넥터(100)는 조절부재(300)와 연결되는 제1 포트(110) 및 제1 장치(400)와 연결되는 제2

포트(120)를 포함할 수 있다.

[0039] 일례로 제1 커넥터(100)는 "L 형상"을 가질 수 있으며, 각 단부에는 외부와 연통되는 개구가 형성될 수 있다. 즉, 제1 커넥터(100)는 제1 포트(110) 및 제2 포트(120)가 수직으로 연결된 구조일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0040] 제1 포트(110)는 제1 커넥터(100)의 내부공간과 연통되며 소정의 길이로 연장될 수 있다. 제1 포트(110)의 일단에는 개구가 형성되고, 상기 개구를 통하여 조절부재(300)가 삽입될 수 있다. 상기 개구 및 제1 포트(110)는 조절부재(300)의 형상에 대응하도록 형성될 수 있다. 일례로 제1 포트(110)의 내경은 제1 포트(110)로 삽입된 조절부재(300) 중 아우터 튜브(310)의 외경과 같은 값을 가질 수 있다. 따라서, 제1 포트(110)의 내측면은 아우터 튜브(310)의 외측면과 접촉할 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 제1 포트(110)에 삽입된 아우터 튜브(310)의 일단은 제1 포트(110) 내부에 형성된 제1 고정부(130)와 접촉할 수 있다. 제1 고정부(130)는 제1 포트(110)의 내부에서 제1 포트(110)의 개구와 이격되어 배치되며, 제1 포트(110)의 내측면에서 내부공간을 향해 돌출되도록 형성될 수 있다. 제1 고정부(130)는 제1 포트(110)의 내측면에서 아우터 튜브(310)의 두께보다 작거나 같은 높이로 돌출될 수 있다.

[0042] 제1 고정부(130)는 아우터 튜브(310)의 삽입 길이에 대응되는 위치에 형성되어, 아우터 튜브(310)의 걸림턱 역할을 할 수 있다. 즉, 아우터 튜브(310)는 제1 포트(110)의 개구로 삽입되어 아우터 튜브(310)의 일단이 제1 고정부(130)와 접촉할 때까지 삽입될 수 있다.

[0043] 한편, 아우터 튜브(310)는 제1 포트(110)와 결합하여 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 아우터 튜브(310)는 일단이 제1 고정부(130)와 접촉하는 위치에 고정될 수 있으며, 아우터 튜브(310)의 외측면과 제1 포트(110)의 내측면이 결합하여 고정될 수 있다.

[0044] 제1 포트(110)와 아우터 튜브(310) 사이에는 제1 포트(110)와 아우터 튜브(310)를 결합시키는 결합부재(미도시)가 구비될 수 있다. 예를 들어, 제1 포트(110)의 내측면 또는 아우터 튜브(310)의 외측면에 도포되는 접착제를 이용하여 제1 포트(110) 및 아우터 튜브(310)를 결합할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0045] 제2 포트(120)는 제1 커넥터(100)의 내부공간과 연통되며, 소정의 길이로 연장될 수 있다. 제2 포트(120)의 연장방향은 제1 포트(110)의 연장방향과 다를 수 있다. 즉, 제2 포트(120)는 제1 포트(110)로 삽입되어진 조절부재(300)의 길이방향(제1 방향)과 다른 방향으로 연장될 수 있다.

[0046] 제2 포트(120)의 일단에는 개구가 형성되고, 상기 개구를 통하여 기체가 출입할 수 있다. 제2 포트(120)는 외부의 제1 장치(400)와 연결되어 제1 장치(400)와 기체를 교환할 수 있다.

[0047] 제1 커넥터(100)의 내부공간에는 조절부재(300)의 이너 튜브(320)가 결합되는 제2 고정부(140)가 구비될 수 있다. 제2 고정부(140)는 이너 튜브(320)의 형상에 대응되도록 형성될 수 있다. 일례로 제2 고정부(140)는 이너 튜브(320)의 일단부가 끼움 결합 가능하도록 형성될 수 있으며, 이때 제2 고정부(140)의 내경은 이너 튜브(320)의 외경보다 크거나 같도록 형성될 수 있다.

[0048] 제2 고정부(140)는 제1 커넥터(100)의 내부에서 이너 튜브(320)의 위치를 가이드하는 역할을 하며, 이너 튜브(320)의 일단(321)과 결합하여 이너 튜브(320)의 일단(321)을 제1 커넥터(100)에 고정시키는 역할을 할 수 있다. 일 실시예에서, 제2 고정부(140)는 이너 튜브(320)의 일단(321)에 배치되는 제1 고정부재(341)와 결합하여 이너 튜브(320)의 일단(321)이 제1 커넥터(100)에 고정되도록 할 수 있다.

[0049] 이너 튜브(320)의 일단(321)은 제1 커넥터(100)의 내부로 삽입되어, 인접하는 제1 커넥터(100)의 내측면과 이격되어 고정될 수 있다. 다시 말해, 이너 튜브(320)의 일단(321)은 대향하는 제1 커넥터(100)의 제1 내측벽(150)과 g만큼 이격되어 고정될 수 있다. 따라서, 이너 튜브(320)의 일단(321)과 제1 내측벽(150) 사이에는 g의 길이를 가지는 기체 유동 공간이 형성될 수 있다.

[0050] 제2 커넥터(200)는 소프트 밸브(10)의 타단에 배치되며, 내부에 조절부재(300)가 삽입되고, 기체가 유동하는 공간이 형성된다. 제2 커넥터(200)는 제3 포트(210), 제4 포트(220) 및 제5 포트(230)를 포함할 수 있다.

[0051] 일례로 제2 커넥터(200)는 "T 형상"을 가질 수 있으며, 각 단부에는 외부와 연통되는 개구가 형성될 수 있다. 즉, 제2 커넥터(200)는 제3 포트(210) 및 제5 포트(230)가 나란히 연결되고 제4 포트(220)가 제3 포트(210)와 제5 포트(230)의 사이에 수직으로 연결된 구조일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0052] 제3 포트(210)는 제2 커넥터(200)의 내부공간과 연통되며 소정의 길이로 연장될 수 있다. 제3 포트(210)의 일단

에는 개구가 형성되고, 상기 개구를 통하여 조절부재(300)가 삽입될 수 있다. 제3 포트(210)는 제1 커넥터(100)의 제1 포트(110)와 같이 조절부재(300)의 형상에 대응하도록 형성될 수 있다. 제3 포트(210)의 내측면은 아우터 튜브(310)의 외측면과 접촉할 수 있다.

[0053] 일 실시예에서, 제3 포트(210)의 내부에 제3 고정부가 형성될 수 있으며, 제3 포트(210)로 삽입된 아우터 튜브(310)의 타단은 제3 고정부와 접촉할 수 있다. 제3 고정부는 제1 고정부(130)와 동일한 형상으로 구비될 수 있다.

[0054] 제3 포트(210)는 아우터 튜브(310)의 타단부와 결합할 수 있다. 일 실시예에서, 아우터 튜브(310)는 타단은 제3 고정부와 접촉하는 위치에 고정될 수 있으며, 아우터 튜브(310)의 외측면과 제3 포트(210)의 내측면이 접착하여 결합될 수 있다.

[0055] 제4 포트(220)는 제2 커넥터(200)의 내부공간과 연통되며, 소정의 길이로 연장될 수 있다. 제4 포트(220)의 연장방향은 제3 포트(210) 또는 제5 포트(230)의 연장방향과 다를 수 있다. 제4 포트(220)는 제3 포트(210)에 삽입된 조절부재(300)의 길이방향(제1 방향)과 다른 방향으로 연장될 수 있다.

[0056] 제4 포트(220)의 일단에는 개구가 형성되고, 상기 개구를 통하여 기체가 소프트 밸브(10)의 내부로 유입될 수 있다. 제4 포트(220)는 외부의 제2 장치(500)와 연결되며, 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체가 유입되는 유입구의 역할을 할 수 있다. 이때, 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체는 일정한 압력(제1 압력)으로 소프트 밸브(10)의 내부로 유입될 수 있다.

[0057] 제5 포트(230)는 제2 커넥터(200)의 내부공간과 연통되며, 소정의 길이로 연장될 수 있다. 제5 포트(230)의 연장방향은 제3 포트(210)의 연장방향과 나란할 수 있다. 즉, 제5 포트(230)는 제3 포트(210)와 함께 조절부재(300)가 삽입되는 통로를 형성할 수 있다.

[0058] 제5 포트(230)는 이너 튜브(320)의 형상에 대응하도록 형성될 수 있으며, 제5 포트(230)의 내측면은 이너 튜브(320)의 외측면과 접촉할 수 있다. 예를 들어, 제5 포트(230)의 내경은 이너 튜브(320)의 외경보다 크거나 같도록 형성될 수 있다.

[0059] 제5 포트(230)의 일단에는 개구가 형성되고, 제3 포트(210)로 삽입된 조절부재(300) 중 이너 튜브(320)는 제2 커넥터(200)의 내부공간을 통과한 후 제5 포트(230)까지 연장될 수 있다. 이때, 이너 튜브(320)의 타단(322)은 제5 포트(230)의 개구와 연결될 수 있다. 제5 포트(230)의 개구와 연결된 이너 튜브(320)의 타단(322)은 외부로 개방될 수 있다.

[0060] 일 실시예에서, 이너 튜브(320)는 타단(322)에 배치되는 제2 고정부재(342)를 통해 제5 포트(230)와 결합할 수 있다. 예를 들어, 제2 고정부재(342)는 제5 포트(230)의 개구에 접합되어 이너 튜브(320)가 제2 커넥터(200)에 고정되도록 할 수 있다.

[0061] 조절부재(300)는 제1 커넥터(100)와 제2 커넥터(200)의 사이를 연결할 수 있다. 구체적으로, 조절부재(300)는 일단이 제1 커넥터(100)의 제1 포트(110)에 삽입되고, 타단이 제2 커넥터(200)의 제3 포트(210)에 삽입되어 제1 커넥터(100)와 제2 커넥터(200)의 사이를 연결할 수 있다. 조절부재(300)는 아우터 튜브(310), 이너 튜브(320) 및 나선사(330)를 포함할 수 있다.

[0062] 아우터 튜브(310)는 소정의 길이를 가지고 제1 방향(x 방향)으로 연장될 수 있다. 아우터 튜브(310)는 신축성을 가지는 소재로 구비되며, 길이방향(제1 방향)으로 작용되는 외력에 의해 탄성 변형될 수 있다.

[0063] 아우터 튜브(310)는 일단에서 타단까지 동일한 폭을 가지며, 내부에 이너 튜브(320) 및 나선사(330)가 배치될 수 있다. 아우터 튜브(310)의 일단은 제1 커넥터(100)의 제1 포트(110)와 결합하고, 아우터 튜브(320)의 타단은 제2 커넥터(200)의 제3 포트(210)와 결합할 수 있다. 아우터 튜브(320)는 각 단부가 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200)에 고정됨으로써 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200)의 움직임에 연동하여 길이가 변화될 수 있다.

[0064] 아우터 튜브(310)의 각 단부는 제1 포트(110) 및 제3 포트(210)의 내측면과 결합하여, 소프트 밸브(10) 내부의 기체가 제1 포트(110)와 아우터 튜브(310)의 사이 또는 제3 포트(210)와 아우터 튜브(310)의 사이로 유출되지 않도록 할 수 있다.

[0065] 이너 튜브(320)는 소정의 길이를 가지고 제1 방향(x 방향)으로 연장될 수 있다. 이너 튜브(320)는 신축성을 가지는 소재로 구비되며, 길이방향(제1 방향)으로 작용되는 외력에 의해 탄성 변형될 수 있다.

[0066] 이너 튜브(320)는 일단에서 타단까지 동일한 폭을 가지며, 아우터 튜브(310)의 내부에 배치될 수 있다. 이너 튜

브(320)의 외측면은 아우터 튜브(310)의 내측면과 접촉할 수 있다.

[0067] 이너 튜브(320)의 길이(d2)는 아우터 튜브(310)의 길이(d1)보다 길 수 있다. 즉, 아우터 튜브(310)의 내부에 배치되는 이너 튜브(320)의 양측 단부는 아우터 튜브(310)의 외부로 돌출될 수 있다. 이너 튜브(320)의 길이(d2)는 조절부재(300)의 길이(L0)와 같을 수 있다.

[0068] 이너 튜브(320)의 일단(321)은 제1 커넥터(100)의 제2 고정부(140)와 결합하고, 이너 튜브(320)의 타단(322)은 제2 커넥터(200)의 제5 포트(230)와 결합할 수 있다. 이너 튜브(320)의 일단(321) 및 타단(322)에는 나선사(330)와의 결합을 위한 제1 고정부재(341) 및 제2 고정부재(342)가 배치될 수 있다.

[0069] 이너 튜브(320)의 일단(321)은 제1 커넥터(100) 내부의 제1 내측벽(150)과 이격되어 배치될 수 있다. 이너 튜브(320)는 각 단부가 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200)에 고정됨으로써 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200)의 움직임에 연동하여 길이가 변화될 수 있다.

[0070] 이너 튜브(320)의 내부에는 기체가 유동할 수 있는 제1 채널(c1)이 형성될 수 있다. 제1 채널(c1)은 이너 튜브(320)의 일단(321)에서 타단(322)까지 연통되며, 일정한 직경을 갖도록 형성될 수 있다.

[0071] 나선사(Wrapping Helical Yarn, WHY)(330)는 일정 굵기를 가지는 실로, 소정의 길이로 구비될 수 있다. 나선사(330)는 이너 튜브(320)의 길이를 따라 이너 튜브(320)의 외부를 나선형으로 감싸도록 배치될 수 있다. 나선사(330)는 일정한 피치(pitch)로 이너 튜브(320)를 감쌀 수 있다.

[0072] 나선사(330)의 양단은 이너 튜브(320)의 양단과 결합할 수 있다. 일 실시예로, 나선사(330) 및 이너 튜브(320)는 이너 튜브(320)의 일단(321)과 타단(322)에 배치되는 제1 고정부재(341)와 제2 고정부재(342)를 이용하여 결합될 수 있으며, 나선사(330)의 양단은 이너 튜브(320)의 양단에 고정될 수 있다.

[0073] 나선사(330)는 신축성이 작은 소재로 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 나선사(330)는 아우터 튜브(310) 또는 이너 튜브(320)보다 신축성이 작은 소재로 이루어질 수 있다. 나선사(330)는 소프트 밸브(10)가 인장(stretch)되는 경우 이너 튜브(320)를 압축할 수 있으며, 이너 튜브(320) 내부에 형성된 제1 채널(c1)의 단면적을 감소시킬 수 있다.

[0074] 일 실시예에서, 나선사(330)는 복수개로 구비될 수 있다. 복수의 나선사(330)는 일정 간격으로 이격되어 이너 튜브(320)의 외부를 나선형으로 감쌀 수 있다. 복수의 나선사(330)는 일정한 피치를 가지도록 배치될 수 있다. 복수의 나선사(330)는 대칭적으로 배치될 수 있으며, 동일한 나선 방향을 가질 수 있다.

[0075] 예를 들어, 나선사(330)는 대칭적으로 배치되는 두개의 나선사를 구비할 수 있다. 즉, 두개의 나선사는 일정 간격으로 이격되어 배치되며, 동일한 나선 방향으로 이너 튜브(320)의 외부를 감쌀 수 있다.

[0076] 다만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 나선사(330)의 개수 및 나선사(330)의 감긴 간격(피치)은 설계자에 의도에 따라 변형될 수 있다. 또한, 복수의 나선사(330)의 나선 방향은 동일하지 않을 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 대칭적으로 배치되는 두개의 나선사(330)로 구성된 실시예를 중심으로 설명하기로 한다.

[0077] 한편, 아우터 튜브(310)와 이너 튜브(320)의 사이에는 기체가 유동할 수 있는 제2 채널(c2, 도 4 참조)이 형성될 수 있다. 제2 채널(c2)은 제1 커넥터(100)와 제2 커넥터(200) 사이를 연결하여 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체를 제1 장치(400) 측으로 전달하는 역할을 할 수 있다.

[0078] 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체는 제2 커넥터(200)의 제4 포트(220)를 통하여 소프트 밸브(10)의 내측으로 유입되고, 제2 채널(c2)을 통해 제1 커넥터(100)로 전달될 수 있다. 제1 커넥터(100)로 전달된 기체는 제2 포트(120)를 통하여 제1 장치(400)로 전달되거나 이너 튜브(320)의 일단(321)을 통해 이너 튜브 내부의 제1 채널(c1)로 유입되어 이너 튜브(320)의 타단(322)을 통해 소프트 밸브(10)의 외부로 방출될 수 있다. 소프트 밸브(10) 내부의 기체 이동에 대해서는 도 7을 참조하여 자세히 후술한다.

[0079] 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 단면적은 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이에 따라 변화할 수 있다.

[0080] 여기서 인장 길이는 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 변형된 길이를 의미한다.

[0081] 여기서, 단면적은 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 길이가 늘어나는 방향에 대하여 수직한 단면의 면적일 수 있다. 본 발명의 기술적 사상은 아우터 튜브(310)와 이너 튜브(320) 사이의 부피 변화 또는 공간의 변화를 통해 입출력되는 공기의 유동을 조절하는 것을 특징으로 하는데, 이하에서는 설명의 편의를 위해 상기 단면적을

기준으로 본 발명의 원리를 설명하고자 한다.

[0082] 조절부재(300)는 양단에 인장력이 가해지는 경우, 신축성을 가지는 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 길이가 연장되며, 탄성한도 내에서는 가해지는 인장력이 클수록 인장 길이가 증가된다. 이때, 신축성이 작은 나선사(330)는 팽팽하게 펴지려는 힘이 작용하고, 나선사(330)가 감싸고 있는 이너 튜브(320)는 압축되게 된다.

[0083] 따라서, 조절부재(300)에 인장력이 가해지면 이너 튜브(320) 내부의 제1 채널(c1)의 단면적은 감소하게 된다. 또한, 이너 튜브(320)가 압축됨에 따라, 아우터 튜브(310)와 이너 튜브(320) 사이의 제2 채널(c2)의 단면적은 증가하게 된다. 조절부재(300)는 가해진 인장력이 제거되는 경우 원래의 길이(L0)로 회복될 수 있다.

[0084] 한편, 인접한 나선사(330)가 길이방향(x 방향)으로 이격된 간격인 피치(pitch)는 이너 튜브(320)의 최대 인장 길이와 반비례 관계를 만족할 수 있다. 다시 말해, 나선사(330)가 이너 튜브(320)를 더욱 촘촘하게 감쌀수록 이너 튜브(320)의 인장 가능한 길이는 길어지게 된다. 반면, 나선사(330)의 피치가 이너 튜브(320)의 길이와 같아지는 경우 이너 튜브(320)는 인장이 불가능하게 된다.

[0085] 소프트 밸브(10)의 조절부재(300)는 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 개폐정도가 변화되며, 이에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)을 따라 이동하는 기체의 양이 변화하게 된다. 즉, 소프트 밸브(10)는 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이를 조절함으로써 제1 커넥터(100)와 제2 커넥터(200) 사이를 따라 유동하는 기체의 압력을 조절할 수 있다.

[0086] 도 3은 이너 튜브(320) 및 나선사(330)의 정상상태 및 인장상태를 나타내는 개략도이며, 도 4는 도 1의 소프트 밸브(10)를 Ⅳ-Ⅳ에 따라 취한 단면도로 정상상태 및 인장상태에서 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 변화를 도시한다. 도 3 및 도 4는 나선사(330)가 제1 나선사(331) 및 제2 나선사(332)로 구비된 경우의 실시예를 도시한다.

[0087] 도 3의 (a)는 인장력이 가해지지 않은 정상상태일 때의 이너 튜브(320) 및 나선사(330)를 도시한다. 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 정상상태에서 이너 튜브(320)는 신장되지 않으며, 나선사(330)는 이러한 이너 튜브(320)의 외측을 나선형으로 감싸도록 배치된다.

[0088] 또한, 제1 나선사(331) 및 제2 나선사(332)는 일정 간격으로 이격되어 배치되며, 서로 교차되지 않는다. 인접한 제1 나선사(331)와 제2 나선사(332) 사이의 거리인 제1 피치(p1)는 일정한 값을 갖는다.

[0089] 도 4의 (a)를 참조하면, 정상상태에서 이너 튜브(320) 내부의 제1 채널(c1)은 최대로 열린 상태이며, 제1 채널(c1)의 단면적은 최대 값을 갖는다. 이너 튜브(320)의 대부분은 아우터 튜브(310)와 접하고 있으며 제2 채널(c2)의 단면적은 최소 값을 갖는다. 이 경우 제2 채널(c2)은 닫힘 상태이다.

[0090] 정상상태에서 제1 채널(c1)은 열린 상태이고 제2 채널(c2)은 닫힌 상태로, 소프트 밸브(10) 내부의 기체는 제1 채널(c1)을 통해 유동한다. 제2 채널(c2)이 닫힘으로써 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체는 소프트 밸브(10)로 유입되지 않게 된다.

[0091] 제2 커넥터(200) 측에 배치되는 제1 채널(c1)의 타단은 외부로 개방되어 있으며, 제1 장치(400)로부터 기체를 제공받지 않는 정상상태에서는 제1 채널(c1)의 타단이 대기압과 같은 압력을 갖게 된다. 따라서, 제1 장치(400) 내부의 기체는 제1 채널(c1)을 통하여 외부로 배출되게 된다.

[0092] 도 3의 (b)는 인장상태일 때의 이너 튜브(320) 및 나선사(330)를 도시한다. 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 인장상태에서 이너 튜브(320)는 길이방향으로 신장되며, 제1 나선사(331) 및 제2 나선사(332)는 팽팽하게 당겨져 이너 튜브(320)를 압축하게 된다. 따라서, 인장상태에서 이너 튜브(320)는 길이가 연장되며, 두께는 감소하게 된다.

[0093] 도 3의 (b)와 도 4의 (b)를 함께 참조하면, 인장상태에서 나선사(330)는 이너 튜브(320)를 압축하여 제1 채널(c1)의 단면적을 감소시키게 된다. 또한, 인장상태에서 이너 튜브(320)의 외측면은 아우터 튜브(310)의 내측면과의 접촉면적이 감소하게 되며, 제2 채널(c2)의 단면적은 증가되게 된다. 따라서, 이너 튜브(320)의 인장 길이에 따라 제1 채널(c1)은 점차 폐쇄되고, 제2 채널(c2)은 점차 개방된다. 제1 채널(c1)과 제2 채널(c2)의 개폐정도는 서로 반비례 관계를 만족할 수 있다.

[0094] 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)가 최대로 신장된 최대인장상태에서 제1 채널(c1)은 최대로 닫힌 상태이며 제1 채널(c1)의 단면적은 최소값을 갖는다. 또한, 최대인장상태에서 제2 채널(c2)은 최대로 열린 상태이며 제2 채널(c2)의 단면적은 최대값을 갖는다.

[0095] 최대인장상태에서 제1 채널(c1)이 닫히고 제2 채널(c2)이 열림으로써, 제2 장치(500)로부터 공급되는 기체는 제2 채널(c2)을 통하여 제1 장치(400)로 유입되게 된다. 이때, 소프트 밸브(10)에서 제1 장치(400)로 제공되는 기체의 압력(제2 압력)인 Pch는 제2 장치(500)로부터 공급되는 기체의 압력(제1 압력)인 Ps와 같아질 수 있다. 제1 장치(400) 내부의 압력은 점차 증가할 수 있으며, Ps와 같아질 때까지 증가할 수 있다.

[0096] 제2 장치(500)로부터 제1 장치(400)로 유입된 기체는 외부로 방출되지 않을 수 있다. 나선사(330)의 개수에 따라 최대인장상태에서 제1 채널(c1)의 폐쇄정도는 바뀔 수 있으며, 이에 따라 제2 장치(500)로부터 소프트 밸브(10)로 유입된 기체가 외부로 방출되는 정도 역시 달라질 수 있다.

[0097] 도 5는 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이(△L)에 따른 제1 압력(Ps)과 제2 압력(Pch) 비의 변화를 나타내는 그래프이다. 제2 장치(500)로부터 소프트 밸브(10)에 제공되는 기체의 압력인 제1 압력(Ps)은 일정한 값을 가지므로, 제1 압력(Ps)과 제2 압력(Pch) 비의 변화는 곧 제2 압력(Pch)의 변화를 나타낸다.

[0098] 도 5를 참조하면, 소프트 밸브(10)로부터 제1 장치(400)에 제공되는 제2 압력(Pch)은 조절부재(300)의 초기 길이(L0)에 상관없이 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이(△L)가 증가함에 따라 증가되는 것을 알 수 있다. 또한, 제2 압력(Pch)은 0에서부터 증가하여 제1 압력(Ps)과 같은 값까지 증가할 수 있다.

[0099] 한편, 조절부재(300)의 초기 길이(L0)가 증가하면, 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 최대 인장 길이가 증가되는 것을 알 수 있다.

[0100] 조절부재(300)의 초기 길이(L0)가 80㎜인 경우를 살펴보면, 제2 압력(Pch)은 아우터 튜브(310) 및 이너 튜브(320)의 인장 길이(△L)가 10㎜ 부근에서 급격히 변화하기 시작하며, 20㎜ 부근에서 최고값인 Ps에 도달하는 것을 알 수 있다. 조절 부재(300)의 초기 길이(L0)가 다른 그래프 역시 Pch의 변화가 급격하게 일어나는 양상은 비슷하게 나타나나, 조절 부재(300)의 초기 길이(L0)가 짧을수록 Pch가 좀 더 급격하게 변화되는 것을 알 수 있다.

[0101] 도 6은 나선사의 개수 및 인장률에 따른 소프트 밸브의 단면도 시뮬레이션 결과 및 실제 실험 결과를 도시한다. 도 6의 (i)는 나선사의 개수가 1개인 경우이고, (ii)는 나선사의 개수가 2개인 경우이고, (iii)은 나선사의 개수가 3개인 경우이며, (iv)는 나선사의 개수가 4개인 경우이다.

[0102] 도 6을 참조하면, 나선사(330)의 개수와 상관없이 모든 경우에 조절부재(300)가 인장됨에 따라 제1 채널(c1)의 단면적은 감소하고 제2 채널(c2)의 단면적은 증가하는 것을 알 수 있다.

[0103] (i)를 참조하면, 나선사(330)의 개수가 1개인 경우, 제1 채널(c1)이 충분히 닫히지 않는 것을 알 수 있다. 이 경우 최대인장상태에서 제1 장치(400)로 전달되는 기체의 압력은 제2 장치(500)로부터 제공되는 기체의 압력에 미치지 못할 수 있다.

[0104] (ii)를 참조하면, 나선사(330)의 개수가 2개인 경우, 조절부재(300)가 인장됨에 따라 이너 튜브(320)의 단면의 형상은 타원형에서 덤벨형으로 변화하게 된다. 이에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)은 급격한 단면적의 변화가 생기게 되고 제1 커넥터(100)를 통해 제1 장치(400)로 제공되는 기체의 압력 역시 급격히 변화하게 된다.

[0105] (iii)을 참조하면, 나선사(330)의 개수가 3개인 경우 조절부재(300)가 인장됨에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 단면적은 점진적으로 변화된다. 따라서, 이 경우 제1 커넥터(100)를 통해 제1 장치(400)로 제공되는 기체의 압력은 완만하게 변화하게 된다.

[0106] (iv)를 참조하면, 나선사(330)의 개수가 4개인 경우 조절부재(300)가 인장됨에 따라 이너 튜브(320)의 단면의 형상은 중심부로부터 점대칭인 형상에서 선대칭인 형상으로 급격하게 변화된다. 이에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)은 급격한 단면적의 변화가 생기게 되고 제1 커넥터(100)를 통해 제1 장치(400)로 제공되는 기체의 압력 역시 급격히 변화하게 된다.

[0107] 소프트 밸브(10)는 필요한 압력 제어에 따라 나선사(330)의 개수 및 조절부재(300)의 길이를 선택하여 구비할 수 있으며, 제1 장치(400)로 제공되는 기체의 압력인 제2 압력(Pch)의 증가세를 조절할 수 있다. 또한, 나선사(330)의 개수에 따라 최대인장상태에서의 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 단면적이 변화되므로 나선사(330)의 개수를 조절하여 제2 장치(500)로부터 소프트 밸브(10)로 유입된 기체가 외부로 방출되는 정도를 조절할 수 있다.

[0108] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 소프트 밸브(10)의 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 7의 (a)는 정상상태, (b)는 인장상태, (c)는 최대인장상태에서의 소프트 밸브(10)를 나타낸다.

[0109] 도 7을 참조하면, 소프트 밸브(10)는 제1 커넥터(100)에 제1 액츄에이터(401)를 연결하고 제2 커넥터(200)에 일정한 압력 Ps로 기체를 공급하는 외부 장치를 연결하여 제1 액츄에이터(401)를 동작하게 할 수 있다. 제1 액츄에이터(401)는 신축성을 가지고 내부의 압력에 따라 길이가 연장되며, 휘어지는 성질을 갖는다.

[0110] 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 정상상태에서 조절부재(300)는 신장되지 않으며, 제1 채널(c1)은 최대로 개방되고 제2 채널(c2)은 최대로 폐쇄된다. 따라서, 제2 커넥터(200)에 연결된 외부 장치로부터 공급되는 기체는 소프트 밸브(10)의 내부로 유입되지 않는다.

[0111] 이때, 제1 액츄에이터(401)는 제1 채널(c1)을 통하여 외부와 기체를 교환할 수 있으며 제1 액츄에이터(401) 내부의 압력은 대기압과 동일한 Patm일 수 있다. 즉, 정상상태에서 제1 액츄에이터(401)는 형상이 변형되지 않고 본래의 형상을 가진다.

[0112] 도 7(b)를 참조하면, 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200)에 인장력이 부가된 경우 조절부재(300)가 신장되게 된다. 이러한 인장상태에서는 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)이 일부 개방되며, 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)을 통하여 기체가 유동할 수 있다. 외부 장치로부터 공급되는 압력 Ps의 기체는 제2 커넥터(200)를 통하여 소프트 밸브(10)의 내부로 유입되고 제2 채널(c2)을 따라 제1 커넥터(100)로 이동하게 된다.

[0113] 제1 커넥터(100)로 이동된 기체의 일부는 제1 액츄에이터(401)로 공급되고, 나머지 일부는 제1 채널(c1)로 유입된 후 제1 채널(c1)을 따라 제2 커넥터(200) 측으로 이동되어 외부로 방출된다. 이때, 제1 액츄에이터(401)로 공급되는 기체의 압력 Pch는 외부 장치로부터 공급되는 기체의 압력인 Ps보다 작고 대기압 Patm보다 큰 값을 가진다.

[0114] 인장상태에서 제1 액츄에이터(401)는 공급되는 기체의 압력 Pch로 인해 길이가 연장되며 휘어진다. 한편, 제1 액츄에이터(401)로부터 방출되는 기체는 제1 채널(c1)로 유입되며, 외부로 방출될 수 있다.

[0115] 도 7(c)를 참조하면, 조절부재(300)가 최대로 신장된 최대인장상태에서는 제1 채널(c1)이 최대로 폐쇄되며, 제2 채널(c2)이 최대로 개방된다. 외부 장치로부터 공급되는 압력 Ps의 기체는 제2 커넥터(200)를 통하여 소프트 밸브(10)의 내부로 유입되고 제2 채널(c2)을 따라 제1 커넥터(100)로 이동하게 된다.

[0116] 이때, 제1 채널(c1)은 폐쇄되므로, 제1 커넥터(100)로 이동된 기체는 모두 제1 액츄에이터(401)로 공급되게 된다. 따라서, 제1 액츄에이터(401)로 공급되는 기체의 압력 Pch는 외부 장치로부터 공급되는 기체의 압력인 Ps와 같은 값을 가진다. 최대인장상태에서 제1 액츄에이터(401)는 공급되는 기체의 압력 Ps로 인해 길이가 연장되며 휘어지고 최대로 변형되게 된다.

[0117] 소프트 밸브(10)는 조절부재(300)의 인장길이에 따라 제1 채널(c1) 및 제2 채널(c2)의 개폐정도를 제어할 수 있으며, 기체의 유동방향을 제어할 수 있다. 또한, 소프트 밸브(10)는 조절부재(300)의 인장길이를 제어하여 제1 커넥터(100) 및 제2 커넥터(200) 사이를 따라 유동하는 기체의 압력을 조절할 수 있다.

[0118] 소프트 밸브(10)는 간단한 구조를 가지며 작은 크기로 구비될 수 있어, 시스템에 용이하게 적용할 수 있으며, 전체 시스템의 부피 및 무게를 현저하게 감소시킬 수 있다. 또한 별도의 전자 제어 장치 등을 필요로 하지 않아 다양한 환경(예: 수중 환경, 스파크가 튀거나 먼지가 많은 환경 등)에 적용되는 어플리케이션에 활용이 가능하다.

[0119] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0120] 10 : 소프트 밸브

100 : 제1 커넥터

200 : 제2 커넥터

300 : 조절부재

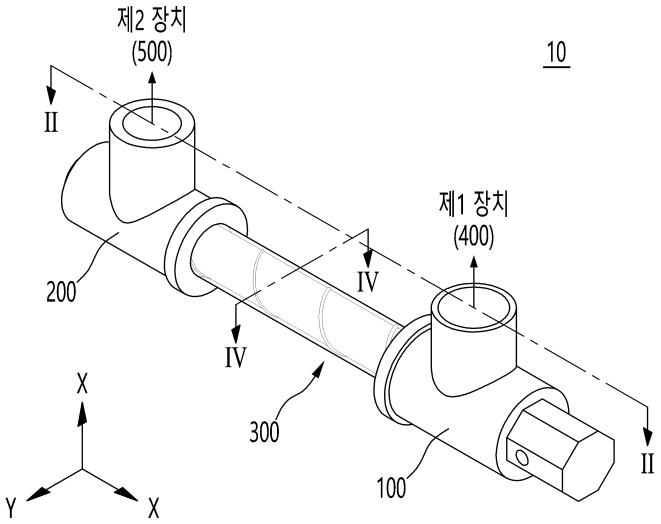
310 : 아우터 튜브

320 : 이너 튜브

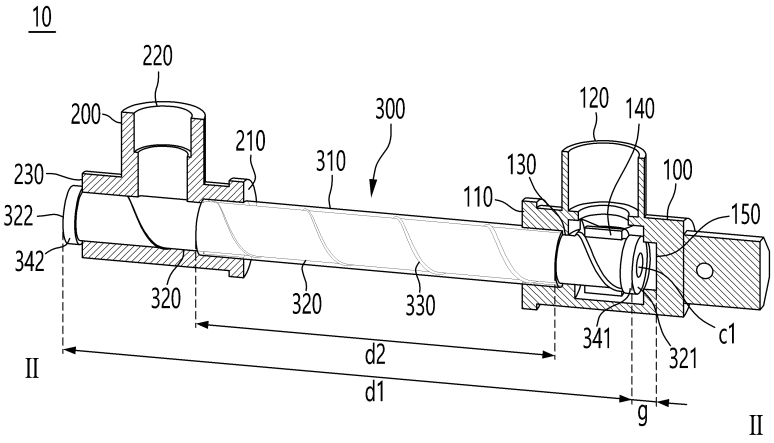
330 : 나선사

도면

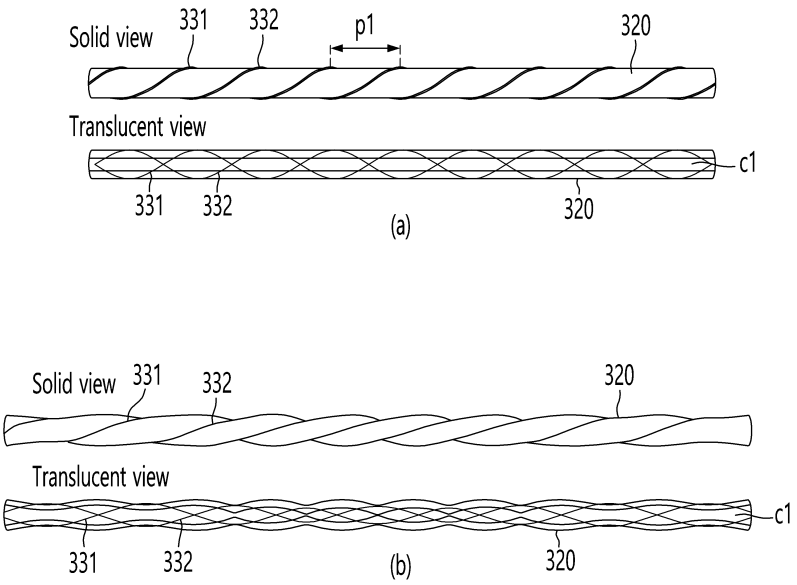
도면1



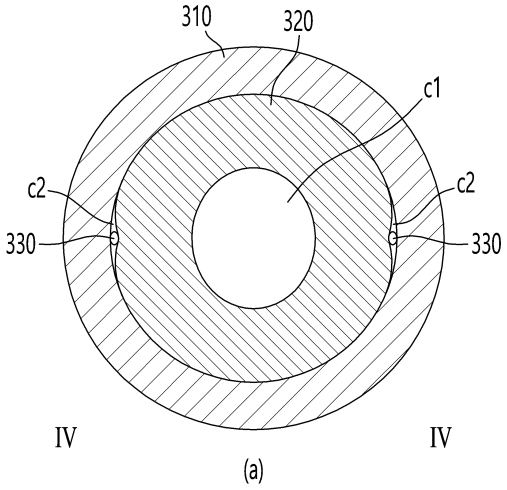
도면2



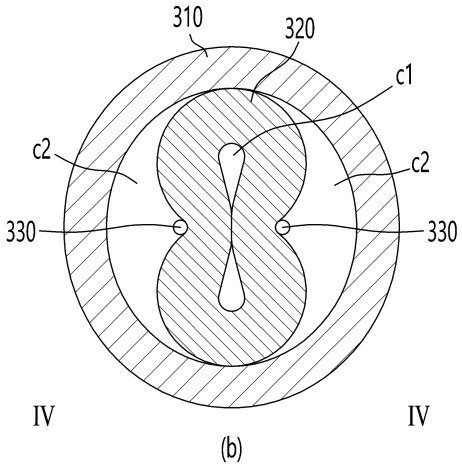
도면3


Solid view
331
332
p1
320
Translucent view
c1
331
332
320
(a)
Solid view
331
332
320
Translucent view
c1
331
332
(b)
320

도면4

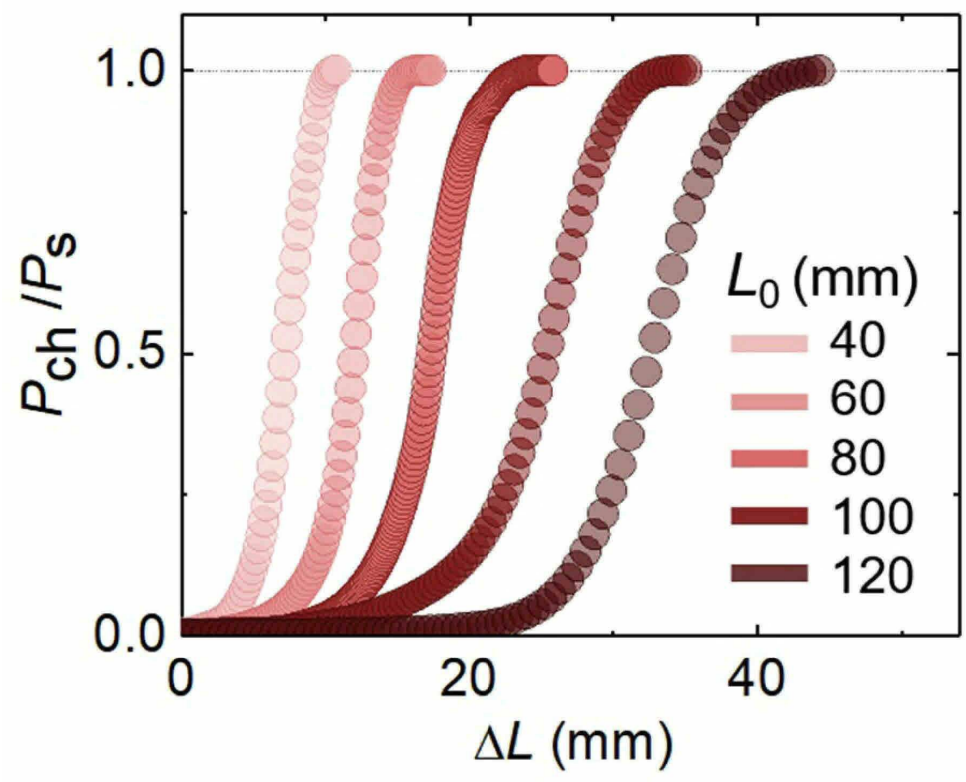


(a)

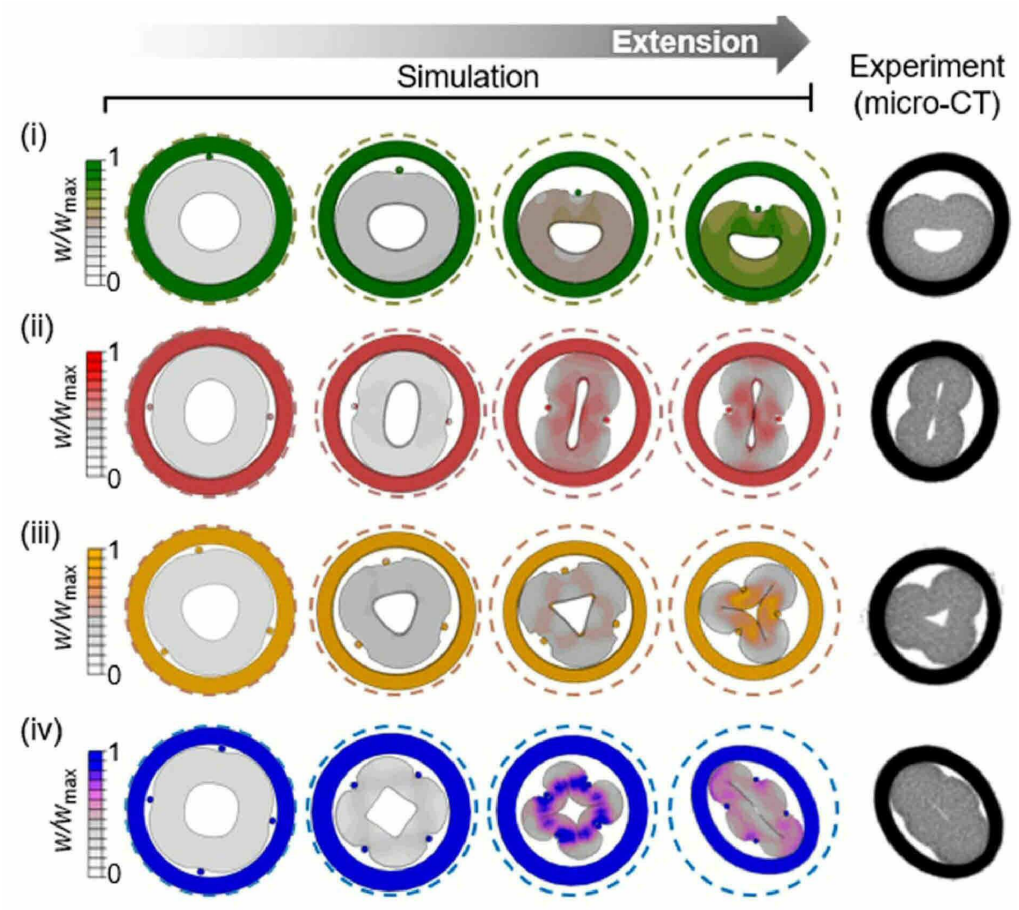


(b)

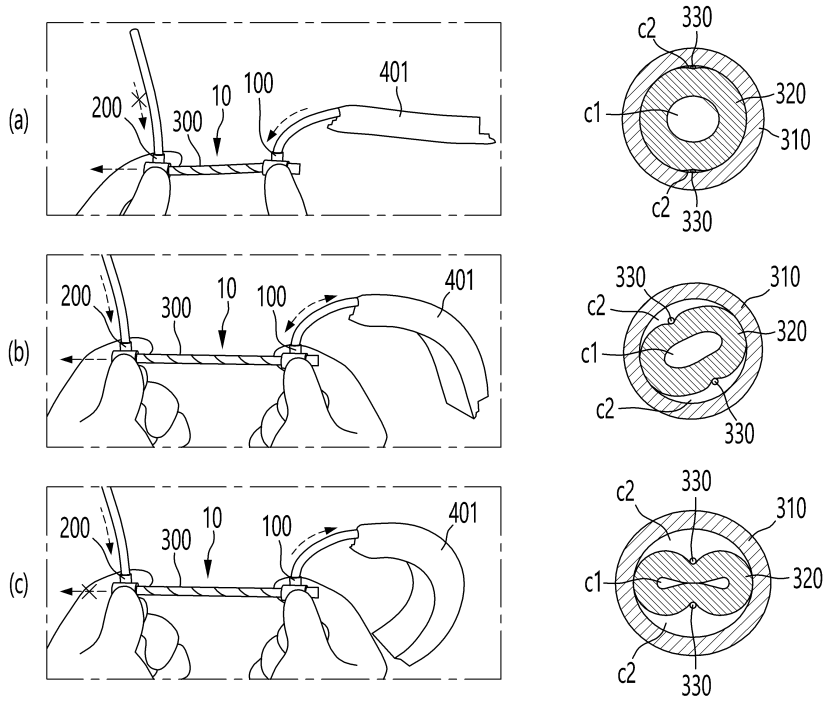
도면5


1.0
0.5
0.0
P_{ch}/P_s
0
20
40
ΔL (mm)
L_0 (mm)
40
60
80
100
120

도면6


Extension
Simulation
Experiment
(micro-CT)
(i)
(ii)
(iii)
(iv)
w/w_{max}
1
0

도면7


(a)
200
300
10
100
401
(b)
200
300
10
100
401
(c)
200
300
10
100
401
c2
330
320
c1
310
c2
330
330
310
c2
320
c1
c2
330
c2
330
310
c1
320
c2
330