

발명의 설명

발명의 명칭: 인공육 생산 방법 및 이를 수행하는 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 인공육 또는 인공 장기를 생산하기 위한 방법 및 이를 수행하는 장치에 관한 것으로, 바이오 잉크의 상태를 모니터링하고 압출 방식으로 추출함으로써, 인공육 또는 인공 장기를 단시간에 다량으로 생산하는 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 본 발명은 바이오 잉크를 사용하여 인공육 또는 인공 장기를 제조하는 장치에 관한 것이다. 인공육은 중요한 미래 식량 중 하나로, 지구 온난화 억제에 기여할 수 있는 친환경적인 대안이며, 기존의 육류 생산 과정에서 발생하는 대규모 온실가스 배출 문제를 해결할 수 있고, 지속 가능한 식량 생산 방식으로의 역할을 할 수 있다. 인공 장기도 향후 인류의 건강 수명 연장과 건강 증진, 기능 강화에 매우 큰 기여를 할 수 있는 등 중요도가 높다.
- [4] 기존의 인공육 및/또는 인공 장기(이하, 인공육)의 제조 방식은 주로 3D 프린팅 기술을 활용하여 바이오 잉크를 추출하는 방식에 의존해 왔다. 이 과정은 생산 속도가 더디며, 대규모 생산에 있어서 효율적이지 못하다는 한계가 있다. 더욱이, 이러한 방식으로 제조된 인공육은 실제 육류의 질감이나 단면의 모양을 재현하는데 한계가 있었다. 이는 소비자들이 인공육을 실제 육류와 유사한 대체품으로 받아들이는 데에 장벽으로 작용할 수 있다.
- [5] 이와 같은 종래 기술의 한계점을 극복하고, 바이오 잉크의 상태를 정확하게 모니터링하고, 대량의 바이오 잉크를 추출함으로써 빠른 시간 내에 대량의 인공육을 생산할 수 있으며, 동시에 실제 고기의 질감과 모양을 최대한 재현할 수 있는 기술 개발의 필요성이 대두된다.

[6]

발명의 내용

기술적 과제

- [7] 본 발명의 일 과제는, 바이오 잉크를 저장 및 모니터링하고, 압출 장치를 통해 대량의 바이오 잉크를 단시간 내에 추출함으로써, 빠른 시간 내에 실제 고기의 질감과 모양을 재현한 인공육을 대량 생산하는 방법을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[9]

과제 해결 수단

[10] 본 발명에 개시된 바이오 잉크를 사용하여 인공육을 생산하는 장치에 있어서, 복수의 모듈 및 상기 복수의 모듈을 제어하는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 복수의 모듈은, 모니터링 모듈 및 압출 모듈을 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 모니터링 모듈을 통해 상기 바이오 잉크의 상태가 미리 정해진 조건을 유지하도록 제어하고, 상기 압출 모듈을 통해 상기 바이오 잉크 중 적어도 일부가 압출되어 추출되도록 제어할 수 있다.

[11] 본 발명의 과제에 해결 수단이 상술한 해결 수단들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 해결 수단들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[12]

발명의 효과

[13] 본 실시예에 의하면, 인공육 생산 장치를 통해 한 번에 대량의 바이오 잉크를 추출함으로써, 인공육 제조 과정의 속도를 대폭 개선하고, 대규모 생산을 가능하게 할 수 있다. 이로 인해, 인공육의 상업적 생산이 보다 현실적이고 경제적으로 실현될 수 있다는 효과를 제공할 수 있다.

[14] 본 실시예에 의하면, 바이오 잉크를 섬유 다발 형태로 대량 추출하는 방법으로 인공육을 생산함으로써, 실제 고기의 생김새와 질감을 최대한 재현할 수 있으며, 이로 인해 인공육의 질감과 모양만이 아니라, 맛과 영양 가치를 실제 육류와 더욱 유사하게 만들어내어 소비자들로 하여금 인공육에 대한 수용성을 높일 수 있다는 효과를 제공할 수 있다.

[15] 발명의 효과가 상술한 효과들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[16]

도면의 간단한 설명

[17] 도 1은 일 실시예에 따른 인공육 제조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[18] 도 2는 일 실시예에 따른 제조 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[19] 도 3 및 도 4는 일 실시예에 따른 제조 모듈을 구성하는 복수의 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[20] 도 5 및 도 6은 일 실시예에 따른 한 쌍의 제조 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[21] 도 7 내지 도 9는 일 실시예에 따른 모니터링 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[22] 도 10 및 도 11은 일 실시예에 따른 압출 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[23] 도 12는 일 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저의 단면을 표시한 도면이다.

[24] 도 13은 일 실시예에 따른 플런저의 압출 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[25] 도 14는 일 실시예에 따른 플런저의 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[26] 도 15는 다른 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저를 설명하기 위한 도면이다.

- [27] 도 16은 다른 실시예에 따른 플런저의 압출 동작 및 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [28] 도 17은 또 다른 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저를 설명하기 위한 도면이다.
- [29] 도 18은 또 다른 실시예에 따른 플런저의 압출 동작 및 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [30] 도 19 및 도 20은 일 실시예에 따른 노즐을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 21은 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 22는 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈의 배치 및 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 23 내지 도 25는 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈에 포함된 모니터링 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [34] 도 26은 일 실시예에 따른 사용자 입력에 기반한 압출 모듈 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 27은 다른 실시예에 따른 압출 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [36] 도 28은 일 실시예에 따른 이송 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [37] 도 29는 일 실시예에 따른 이송 장치 내에서 유체의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- [38] 도 30 및 도 31은 일 실시예에 따른 이송 장치를 사용했을 때의 이송 효율을 설명하기 위한 도면이다.
- [39] 도 32는 다른 실시예에 따른 제조 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [40] 도 33은 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [41] 도 34는 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치의 구성에 대해 설명하기 위한 도면이다.
- [42] 도 35는 일 실시예에 따른 교반 모듈의 세부 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [43] 도 36 및 도 37은 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [44] 도 38 및 도 39는 일 실시예에 따른 다수의 세포 혼합 모듈 및 압출 소재 조성 모듈의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [45] 도 40은 일 실시예에 따른 후처리 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [46] 도 41은 일 실시예에 따른 가교 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [47] 도 42는 일 실시예에 따른 프로세서가 가교 모듈의 동작을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [48] 도 43은 일 실시예에 따른 배양 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 44는 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈의 동작을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [50] 도 45 및 도 46은 일 실시예에 따른 프로세서가 압출 소재의 후처리 공정을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [51] 도 47은 일 실시예에 따른 프로세서가 자동화 시스템을 구성하는 복수의 모듈을 제어하고 관제하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [52] 도 48 및 도 49는 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈의 상태를 관리하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [53] 도 50은 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈에 포함된 복수의 컨테이너를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [54] 도 51 및 도 52는 일 실시예에 따른 조립 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [55] 도 53은 일 실시예에 따른 조립 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [56] 도 54 내지 도 56은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제1 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [57] 도 57은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제2 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [58] 도 58은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 복수의 작업 영역에서 동작하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [59] 도 59 내지 도 61은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제3 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [60] 도 62 내지 도 64는 일 실시예에 따른 조립 모듈이 미리 정해진 패턴을 갖는 인공육을 제조하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [61] 도 65 및 도 66은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 복수의 레이어를 포함하는 유닛 구조체를 가공하여 인공육을 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [62] 도 67은 일 실시예에 따른 제조 장치에 의해 제조되는 인공육의 단면을 설명하기 위한 도면이다.

[63]

발명의 실시를 위한 형태

- [64] 본 출원의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 출원은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [65] 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 원칙적으로 동일한 구성요소들을 나타낸다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명하며, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [66] 본 출원과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 출원의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.

- [67] 또한, 이하의 실시예에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [68] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [69] 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.
- [70] 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 나타낸 것으로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [71] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 프로세스의 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 프로세스가 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.
- [72] 이하의 실시예에서, 구성 요소 등이 연결되었다고 할 때, 구성 요소들이 직접적으로 연결된 경우뿐만 아니라 구성요소들 중간에 구성 요소들이 개재되어 간접적으로 연결된 경우도 포함한다.
- [73] 예컨대, 본 명세서에서 구성 요소 등이 전기적으로 연결되었다고 할 때, 구성 요소 등이 직접 전기적으로 연결된 경우뿐만 아니라, 그 중간에 구성 요소 등이 개재되어 간접적으로 전기적 연결된 경우도 포함한다.
- [74]
- [75] 본 명세서에서는 인공육 및/또는 인공 장기를 제조하기 위한 방법에 대해 서술한다. 다만, 본 명세서를 통해 개시되는 인공육을 제조하기 위한 방법과 인공 장기를 제조하기 위한 방법은 서로 대응되는 부분이 대부분 이므로 설명의 편의를 위해 "인공육 및/또는 인공 장기"를 "인공육"으로 표현하도록 한다. 특별한 언급이 없는 한, "인공육"은 "인공육 및/또는 인공 장기"를 포함하는 용어로 해석되어야 하며, 그렇지 않은 경우는 별도의 설명을 덧붙여서 서술된다.
- [76]
- [77] 도 1은 일 실시예에 따른 인공육 제조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [78] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 인공육 제조 시스템은 제조 장치(100), 제어 서버(200), 압출 소재 생산 장치(300) 및 사용자 단말(400)을 포함할 수 있다.
- [79] 일 실시예에 따르면, 압출 소재 생산 장치(300)는 인공육 생산의 기초가 되는 바이오 잉크를 생산하는 장치에 관한 것이며, 제조 장치(100)는 바이오 잉크를 이용하여 인공육을 생산하는 장치에 관한 것이다. 사용자 단말(400)은 사용자 맞춤형 인공육 생산을 위해 사용자의 입력을 수신하는 전자 장치일 수 있다. 제어 서버(200)는 시스템을 구성하는 구성 요소들 중 적어도 하나를 제어하는 전자 장치일 수 있다.

- [80] 압출 소재 생산 장치(300)는 미리 정해진 기준에 따라 하나 또는 둘 이상의 종류의 바이오 잉크를 생산할 수 있다. 압출 소재 생산 장치(300)는 지방과 관련된 바이오 잉크를 생산하는 장치 및 단백질과 관련된 바이오 잉크를 생산하는 장치를 포함할 수 있다.
- [81] 제조 장치(100)는 압출 소재 생산 장치(300)를 통해 생산되는 바이오 잉크를 보관하는 기능, 바이오 잉크의 상태를 모니터링하는 기능 및 바이오 잉크를 추출하는 기능을 수행할 수 있다. 제조 장치(100)는 상술한 기능을 수행하는 복수의 모듈을 포함할 수 있으며, 상기 복수의 모듈에 관한 보다 자세한 설명은 도면을 참고하여 후술하도록 한다.
- [82] 제어 서버(200)는 압출 소재 생산 장치(300) 및/또는 제조 장치(100)의 기능을 제어하는 동작을 수행할 수 있다. 제어 서버(200)는 압출 소재 생산 장치(300) 및/또는 제조 장치(100)와 통신적으로 연결되어 각각의 기능을 제어하는 동작을 수행할 수 있다. 제어 서버(200)는 사용자 단말(400)로부터 수신되는 제어 신호에 기반하여, 압출 소재 생산 장치(300) 및/또는 제조 장치(100)의 동작을 제어할 수 있다.
- [83] 사용자 단말(400)은 사용자의 입력을 수신하는 전자 장치일 수 있으며, 사용자가 원하는 형태의 인공육에 관한 정보를 수신할 수 있다. 사용자는 사용자 단말(400)을 통해 자신이 원하는 조건(예컨대, 인공육의 형상, 모양, 질감 및 비율(지방과 단백질의 비율) 등)을 입력할 수 있고, 제어 서버(200)는 이에 관한 정보에 기반하여 인공육이 생산될 수 있도록 제조 장치(100)의 동작을 제어할 수 있다.
- [84] 도 2는 일 실시예에 따른 제조 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 제조 장치(100)는 적어도 하나의 모듈을 포함할 수 있다.
- [85] 일 실시예에 따른 제조 장치(100)는 제조 모듈(1000), 프로세서(2000), 통신 모듈(3000), 메모리(4000), 출력 모듈(5000) 및 사용자 인터페이스(6000) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [86] 제조 장치(100)는 제조 모듈(1000)을 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000)은 바이오 잉크를 보관하는 동작, 모니터링하는 동작, 압출하는 동작 및/또는 가교하는 동작을 수행할 수 있으며, 복수의 모듈로 구성될 수 있다. 제조 모듈(1000)을 구성하는 복수의 모듈에 대한 보다 자세한 설명은 도면을 참조하여 후술하도록 한다.
- [87] 제조 장치(100)는 프로세서(2000)를 포함할 수 있다. 제조 장치(100)는 적어도 하나 이상의 프로세서를 구비할 수 있으며, 프로세서(2000)를 통해 제조 장치(100)를 구성하는 요소들의 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(2000)는 소프트웨어 명령어를 실행함으로써 장치 내의 다른 구성요소들과 통신하고, 입력된 사용자의 명령을 해석하고 실행할 수 있다.
- [88] 제조 장치(100)는 통신 모듈(3000)을 포함할 수 있다. 통신 모듈(3000)은 외부 장치 또는 네트워크와 통신적으로 연결되어 데이터를 송수신하는 기능을 수행할 수 있다. 통신 모듈(3000)은 통신적 연결을 통해 클라우드 서버나 다른 장치와

정보 교환이 가능하게 하며, 실시간으로 바이오 잉크 상태의 모니터링, 소프트웨어 업데이트, 제조 과정의 최적화 및 원격 제어와 같은 기능을 보조할 수 있다.

- [89] 제조 장치(100)는 메모리(4000)를 포함할 수 있다. 제조 장치(100)는 메모리(4000)를 통해 프로세서(2000)가 실행할 명령어들과 바이오 잉크 상태 모니터링에 필요한 정보를 저장할 수 있다.
- [90] 제조 장치(100)는 출력 모듈(5000)을 포함할 수 있다. 출력 모듈(5000)은 제조 장치(100)는 인공육 생산 과정에서 발생하는 이벤트(예컨대, 제조 과정의 진행 상황, 경고 메시지, 완성된 결과물의 품질 평가 등)에 대한 정보를 출력 모듈(5000)을 통해 사용자에게 전달할 수 있다. 출력 모듈(5000)은 시각적 출력 장치, 청각적 출력 장치 등 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [91] 제조 장치(100)는 사용자 인터페이스(6000)를 포함할 수 있다. 제조 장치(100)는 사용자 인터페이스(6000)를 통해 사용자 입력을 수신할 수 있고, 입력된 사용자 입력에 기반하여 장치의 동작이 제어되도록 할 수 있다. 사용자 인터페이스(6000)는 터치 스크린, 버튼, 키보드, 마우스 등 다양한 입력 도구의 형태일 수 있으며, 사용자는 사용자 인터페이스(6000)를 통해 제조 동작의 시작 및 중지를 조정할 수 있고, 바이오 잉크의 종류, 압출 속도, 온도 등의 파라미터를 설정할 수도 있다.
- [92]
- [93] 도 3 및 도 4는 일 실시예에 따른 제조 모듈을 구성하는 복수의 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [94] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 제조 모듈(1000)은 복수의 모듈을 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000)은 제1 모듈(1100), 제2 모듈(1200), 제3 모듈(1300) 및 제4 모듈(1400)을 포함할 수 있다. 각각의 모듈은 바이오 잉크를 보관하는 동작, 바이오 잉크의 상태를 모니터링하는 동작, 바이오 잉크를 압출하는 동작 및 바이오 잉크를 가교하는 동작을 수행할 수 있다.
- [95] 도 4를 참조하면, 제1 모듈은 보관 모듈(1100)일 수 있고, 제2 모듈은 모니터링 모듈(1200)일 수 있고, 제3 모듈은 압출 모듈(1300)일 수 있고, 제4 모듈은 후처리 모듈(1400)일 수 있다.
- [96] 보관 모듈(1100)은 바이오 잉크를 저장하는 모듈일 수 있다. 보관 모듈(1100)은 내부 공간을 구비하는 탱크 형태일 수 있다. 보관 모듈(1100)은 다량의 바이오 잉크를 보관할 수 있는 대형 탱크(bulk tank) 형태일 수 있다.
- [97] 모니터링 모듈(1200)은 바이오 잉크의 상태를 모니터링하는 모듈일 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 적어도 하나의 지표에 기반하여 바이오 잉크의 상태를 모니터링할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 바이오 잉크의 온도 또는 pH 값을 모니터링할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)에 관하여는 도면을 참조하여 후술하도록 한다.
- [98] 압출 모듈(1300)은 바이오 잉크를 압출하는 기능을 수행할 수 있다. 압출 모듈(1300)은 시린지(syringe)를 통해 바이오 잉크에 압력을 가함으로써 바이오 잉크를

- 압출할 수 있다. 압출 모듈(1300)은 바이오 잉크를 섬유 다발의 형태로 다량 압출할 수 있으며, 이에 관한 보다 자세한 설명은 도면을 참조하여 후술하도록 한다.
- [99] 후처리 모듈(1400)은 내부 공간을 구비할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 미리 정해진 용량의 가교액을 수용할 수 있는 내부 공간을 구비할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 내부 공간을 구비하는 탱크 또는 수조 형태일 수 있으며, 내부 공간에는 가교액이 보관될 수 있다. 상기 가교액은 화학 물질(chemical)이 포함된 수용액일 수 있다. 상기 가교액은 염화 칼슘(CaCl_2)일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 상기 가교액은 미리 정해진 온도의 용액(예컨대, 수돗물, 정수 등)일 수도 있다.
- [100] 후처리 모듈(1400)은 적어도 하나의 센서를 포함할 수 있으며, 상기 적어도 하나의 센서를 이용하여 내부 공간에 보관된 가교액의 상태를 모니터링할 수 있다. 예컨대, 후처리 모듈(1400)은 전기전도도 센서(Conductivity Sensor)를 구비할 수 있으며, 상기 전기전도도 센서에 기반하여 내부 공간에 보관된 가교액의 상태를 모니터링할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 상기 전기전도도 센서에 기반하여 내부 공간의 오염 농도를 측정할 수 있으며, 프로세서(2000)는 상기 오염 농도가 일정 수준을 넘어선 것으로 판단되면, 가교액이 순환 교체되도록 제어할 수 있다.
- [101] 후처리 모듈(1400)은 제조 모듈(1000)에서 분리 가능한 형태로 구비될 수 있다. 후처리 모듈(1400)에 저장된 가교액은 일정 시간이 지나거나 미리 정해진 기준을 만족하는 경우 교체해줘야 할 필요가 있으므로, 제조 모듈(1000)에서 분리 가능한 카트 형태로 장착 및 분리 가능한 형태로 구비될 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 투명 케이스 수조 형태일 수 있다.
- [102] 후처리 모듈(1400)은 순환 시스템을 구비할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 내부 공간에 저장된 가교액에 대하여 일정 시간이 지나거나 미리 정해진 기준을 만족하는 경우 순환 시스템을 통해 가교액을 교체할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 펌프 및 파이프 라인을 구비할 수 있고, 이를 통해 순환 시스템을 동작시킬 수 있다.
- [103]
- [104] 도 5 및 도 6은 일 실시예에 따른 한 쌍의 제조 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 도 5 및 도 6을 참조하면, 제조 모듈(1000)은 복수의 보관 모듈, 복수의 모니터링 모듈, 복수의 압출 모듈 및 복수의 후처리 모듈을 구비할 수 있다.
- [105] 일 실시예에 따르면, 바이오 잉크의 종류는 복수일 수 있다. 예컨대, 바이오 잉크는 지방에 관한 제1 바이오 잉크 및 단백질에 관한 제2 바이오 잉크를 포함할 수 있다.
- [106] 보관 모듈(1100)은 상기 제1 바이오 잉크를 보관하기 위한 제1 보관 모듈 및 제2 바이오 잉크를 보관하기 위한 제2 보관 모듈을 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 상기 제1 바이오 잉크를 모니터링하기 위한 제1 모니터링 모듈(1200a) 및 제2 바이오 잉크를 모니터링하기 위한 제2 모니터링 모듈(1200b)을 포함할 수

있다. 압출 모듈(1300)은 상기 제1 바이오 잉크를 압출하기 위한 제1 압출 모듈(1300a) 및 제2 바이오 잉크를 압출하기 위한 제2 압출 모듈(1300b)을 포함할 수 있다. 후처리 모듈(1400)은 상기 제1 바이오 잉크를 가교하기 위한 제1 후처리 모듈(1400a) 및 제2 바이오 잉크를 가교하기 위한 제2 후처리 모듈(1400b)을 포함할 수 있다.

- [107] 압출 소재 생산 장치(300)로부터 제1 바이오 잉크 및 제2 바이오 잉크가 생산되면, 제1 바이오 잉크는 제1 보관 모듈에 저장될 수 있다. 제1 모니터링 모듈(1200a)은 펌프를 통해 이동되는 제1 바이오 잉크의 상태를 모니터링하고, 제1 압출 모듈(1300a)은 제1 바이오 잉크를 섬유 다발의 형태로 압출할 수 있다. 제1 후처리 모듈(1400a)은 압출된 제1 바이오 잉크를 가교하는 기능을 수행할 수 있다.
- [108] 마찬가지로, 압출 소재 생산 장치(300)로부터 생산된 제2 바이오 잉크는 제2 보관 모듈에 저장될 수 있다. 제2 모니터링 모듈(1200b)은 펌프를 통해 이동되는 제2 바이오 잉크의 상태를 모니터링하고, 제2 압출 모듈(1300b)은 제2 바이오 잉크를 섬유 다발의 형태로 압출할 수 있다. 제2 후처리 모듈(1400b)은 압출된 제2 바이오 잉크를 가교하는 기능을 수행할 수 있다.
- [109] 상술한 한 쌍의 보관 모듈(1100), 모니터링 모듈(1200), 압출 모듈(1300) 및 후처리 모듈(1400)은 대칭으로 배치될 수 있다. 한 쌍의 보관 모듈(1100), 모니터링 모듈(1200), 압출 모듈(1300) 및 후처리 모듈(1400)은 병렬적으로 제어될 수 있다.
- [110]
- [111] 도 7 내지 도 9는 일 실시예에 따른 모니터링 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 도 7 내지 도 9를 참조하면, 일 실시예에 따른 모니터링 모듈(1200)은 외부 하우징(1210) 및 내부 하우징(1220)을 포함할 수 있다.
- [112] 모니터링 모듈(1200)은 바이오 잉크를 수용할 수 있는 내부 공간을 구비할 수 있으며, 상기 내부 공간은 외부 하우징(1210) 및 내부 하우징(1220) 중 적어도 하나에 기반하여 형성될 수 있다. 상기 외부 하우징(1210) 및 내부 하우징(1220)은 내부 공간을 형성할 수 있으며, 상기 내부 하우징(1220)은 외부 하우징(1210)의 내부에 위치할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 내부 하우징(1220)에 의해 형성되는 내부 공간에 바이오 잉크를 수용할 수 있다.
- [113] 모니터링 모듈(1200)은 블레이드(1230)를 구비할 수 있다. 상기 블레이드(1230)는 내부 하우징(1220)의 내부 공간에 위치할 수 있다. 상기 블레이드(1230)는 임펠라 형태일 수 있으며, 동력에 의해 회전함으로써 내부 하우징(1220) 내부에 저장되어 있는 바이오 잉크를 교반하는 기능을 수행할 수 있다.
- [114] 블레이드(1230)는 내부 하우징(1220)의 내측면과 미리 정해진 거리만큼 이격되도록 배치될 수 있다. 예컨대, 블레이드(1230)가 동력에 의해 회전할 때 평면 상에서 형성되는 제1 반경은 내부 하우징(1220)의 제2 반경보다 작되, 미리 정해진 수치 범위 내에서 형성될 수 있다.
- [115] 상기 제1 반경이 상기 제2 반경보다 미리 정해진 수치 범위 내에서 형성되는 경우, 보다 효율적인 교반이 진행될 수 있다. 예컨대, 제1 반경과 제2 반경의 차이

는 10mm 일 수 있으며, 이 경우 블레이드(1230)가 내부 하우징(1220)의 내측면에 보다 밀착되어 회전함으로써, 바이오 잉크의 교반 동작을 보다 효과적으로 수행할 수 있다.

- [116] 블레이드(1230)의 형상은 도면에 도시된 형태 외의 다양한 형태(예컨대, U자 형태로 구비될 수 있다. 블레이드(1230)가 U자 형태로 구비되는 경우, 블레이드(1230)의 구성 중 내부 하우징(1220)의 내측면에 밀착되는 영역이 증가하게 되고, 이로 인해 보다 효과적으로 바이오 잉크 교반 동작이 수행될 수 있다.
- [117]
- [118] 모니터링 모듈(1200)은 적어도 하나의 센서(1240)를 구비할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 내부 하우징(1220)에 보관되는 바이오 잉크의 상태를 모니터링할 수 있는 적어도 하나의 센서(1240)를 구비할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 바이오 잉크의 온도 값을 측정할 수 있는 온도 센서 및/또는 pH 값을 측정할 수 있는 pH 센서(또는 pH 측정 장치)를 포함할 수 있다.
- [119] 모니터링 모듈(1200)은 시약 펌프(1250)를 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 시약 펌프(1250)를 통해 내부 하우징(1220)에 보관되어 있는 바이오 잉크의 상태를 제어할 수 있다. 예컨대, 모니터링 모듈(1200)은 상기 적어도 하나의 센서(1240)에 기반하여 내부 하우징(1220)에 보관된 바이오 잉크의 pH 값을 모니터링하고, 측정된 pH 값이 미리 정해진 조건을 벗어나는 것으로 판단되는 경우, 시약 펌프(1250)를 통해 바이오 잉크의 pH를 조절할 수 있다.
- [120] 바이오 잉크의 수소 이온 농도 지수(pH)는 인공육의 품질을 결정하는데 중요한 요소일 수 있다. 바이오 잉크의 pH 값이 적절한 수준(예컨대, 중성)으로 유지되도록 모니터링하고 제어하는 것이 중요하므로, 제조 장치(100)는 모니터링 모듈(1200)을 통해 보관된 바이오 잉크의 pH 값이 적절한 수준으로 유지되도록 모니터링하고 제어할 수 있다.
- [121]
- [122] 모니터링 모듈(1200)은 외부 하우징(1210) 및 내부 하우징(1220)에 의해 형성되는 이중 자켓 구조를 가질 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 상기 이중 자켓 구조에 대응되는 다중 레이어 공간을 포함할 수 있다. 상기 다중 레이어 공간은 외부 하우징(1210) 및 내부 하우징(1220) 사이에 형성되는 공간일 수 있다.
- [123] 모니터링 모듈(1200)은 서큘레이터(1260)를 포함할 수 있다. 서큘레이터(1260)는 바이오 잉크의 상태를 미리 정해진 조건에 맞게 유지하기 위한 장치일 수 있다. 서큘레이터(1260)는 유체 순환 메커니즘을 구비할 수 있으며, 이를 통해 바이오 잉크의 온도가 균일하게 유지될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [124] 모니터링 모듈(1200)은 서큘레이터(1260)를 통해 하우징에 보관된 바이오 잉크의 상태를 제어할 수 있다. 예컨대, 모니터링 모듈(1200)은 서큘레이터(1260)를 이용하여 상기 다중 레이어 공간으로 유체를 순환시킴으로써 내부 하우징(1220)에 보관된 바이오 잉크의 온도 값을 제어할 수 있다.

- [125] 보다 구체적으로, 모니터링 모듈(1200)은 적어도 하나의 센서(1240)에 의해 측정되는 바이오 잉크의 온도 값을 모니터링하고, 측정된 온도 값이 미리 정해진 조건을 벗어나는 것으로 판단되는 경우, 서큐레이터(1260)를 통해 바이오 잉크의 온도를 제어할 수 있다.
- [126] 모니터링 모듈(1200)은 히팅 블록(heating block)을 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 히팅 블록을 통해 하우징에 보관된 바이오 잉크의 상태를 제어할 수 있다. 예컨대, 모니터링 모듈(1200)은 적어도 하나의 센서(1240)에 의해 측정되는 바이오 잉크의 온도 값을 모니터링하고, 측정된 온도 값이 일정하게 유지되도록 히팅 블록을 제어할 수 있다. 히팅 블록은 히팅 엘리먼트에서 발생하는 열을 블록으로 전달하여 온도를 보상해주는 장치를 의미할 수 있다.
- [127] 모니터링 모듈(1200)은 펠티어 소자(Peltier element)를 포함하는 펠티어 시스템을 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 전기적 또는 수냉식 펠티어 시스템을 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 펠티어 시스템을 이용하여 하우징에 보관된 바이오 잉크의 상태를 제어할 수 있다. 예컨대, 모니터링 모듈(1200)은 적어도 하나의 센서(1240)에 의해 측정되는 바이오 잉크의 온도 값을 모니터링하고, 측정된 온도 값이 일정하게 유지되도록 상기 펠티어 시스템을 제어할 수 있다.
- [128] 모니터링 모듈(1200)은 상술한 이중 자켓 구조에 기반한 서큐레이팅 시스템, 히팅 블록 및 펠티어 시스템 중 적어도 하나 이상의 조합을 통해 바이오 잉크의 상태를 제어할 수 있다.
- [129] 모니터링 모듈(1200)은 UV 램프(1270)를 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1200)은 UV 램프(1270)를 이용하여 살균 동작을 수행할 수 있다. UV 램프(1270)는 외부 하우징(1210) 또는 내부 하우징(1220)에 배치되어, 내부 공간에 보관되는 바이오 잉크에 대한 살균 동작을 수행할 수 있다.
- [130]
- [131] 도 10 및 도 11은 일 실시예에 따른 압출 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 일 실시예에 따른 압출 모듈(1300)은 바이오 잉크에 압력을 가하여 다수의 섬유 다발 형태로 추출하는 장치일 수 있다.
- [132] 압출 모듈(1300)은 내부 공간을 형성하는 시린지(1310), 상기 시린지의 내부 공간에 배치되는 플런저(1320) 및 상기 플런저(1320)의 말단에 배치되는 노즐(1330)을 포함할 수 있다.
- [133] 압출 모듈(1300)의 시린지(1310)에는 내부 공간이 형성되고, 상기 내부 공간에는 바이오 잉크가 수용될 수 있다. 모니터링 모듈(1200)의 내부 하우징(1220)에 보관된 바이오 잉크 중 적어도 일부가 외력에 의해 이동하여 상기 시린지(1310)의 내부 공간으로 이동할 수 있다.
- [134] 압출 모듈(1300)의 시린지(1310)에 수용된 바이오 잉크 중 적어도 일부는 압출되어 섬유 다발 형태로 추출될 수 있다. 플런저(1320)는 동력에 의해 상승 또는 하강하는 동작을 수행할 수 있고, 플런저(1320)의 상승 또는 하강 동작에 의해 바이오 잉크 중 적어도 일부는 압출되어 추출될 수 있다.

- [135] 플런저(1320)의 말단에는 노즐(1330)이 배치될 수 있으며, 상기 노즐(1330)에는 미리 정해진 직경을 가지는 복수의 홀 또는 슬릿이 형성되어 있을 수 있다. 압출 모듈(1300)은 플런저(1320)의 상승 또는 하강 동작을 제어함으로써, 바이오 잉크 중 적어도 일부가 상기 복수의 홀이 형성된 노즐(1330)을 통과하도록 압출하여 섬유 다발 형태로 추출할 수 있다.
- [136]
- [137] 도 12는 일 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저의 단면을 표시한 도면이다. 도 12를 참조하면, 플런저(1320)는 복수의 내부 공간을 구비할 수 있다. 플런저(1320)는 제1 내부 공간(s1), 제2 내부 공간(s2) 및 제3 내부 공간(s3)을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제1 내부 공간(s1)의 직경(또는 폭)은 제2 내부 공간(s2)의 직경(또는 폭)보다 작게 형성될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1)은 제1 레이어로 정의될 수 있고, 상기 제2 내부 공간(s2)은 제2 레이어로 정의될 수 있으며, 상기 제3 내부 공간(s3)은 제3 레이어로 정의될 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해 제 1 레이어 내지 제3 레이어를 제1 내부 공간 내지 제3 내부 공간으로 혼용하여 설명한다.
- [138] 제2 내부 공간(s2)에는 적어도 하나의 홀을 구비하는 플레이트(pl)가 배치될 수 있다. 상기 플레이트(pl)는 플런저(1320)의 상승 또는 하강 동작에 대응하여 제2 내부 공간(s2) 내에서 상하로 움직일 수 있다. 상기 플레이트(pl)에 구비된 적어도 하나의 홀의 형상은 다양할 수 있다.
- [139] 플레이트(pl)에는 제1 홀(h1) 및 제2 홀(h2)이 구비될 수 있다. 상기 제1 홀(h1) 및 제2 홀(h2)은 플레이트(pl)의 중앙에서 제1 길이(d1)만큼 이격된 위치에 형성될 수 있다. 이때, 제1 내부 공간(s1)의 반경은 제2 길이(d2)일 수 있으며, 상기 제1 길이(d1)는 상기 제2 길이(d2)보다 길게 형성될 수 있다. 상기 제1 홀(h1) 및 제2 홀(h2)은 플레이트(pl)의 중앙을 기준으로 형성되는 제1 반경 범위보다 외측에 형성될 수 있고, 상기 제1 반경 범위는 제1 내부 공간(s1)의 반경 이상일 수 있다.
- [140] 플레이트(pl)의 움직임(상승 또는 하강)에 의해, 플런저(1320) 내부의 이동 통로는 개방되거나 차단될 수 있다. 이하에서는, 도면을 참고하여 플런저(1310) 및 플레이트(pl)의 이동 동작에 따라 유체의 이동 경로가 차단되거나 개방되는 기능에 대해 서술한다.
- [141]
- [142] 도 13은 일 실시예에 따른 플런저의 압출 동작을 설명하기 위한 도면이고, 도 14는 일 실시예에 따른 플런저의 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 플런저(1320)의 이동 방향에 대응하여 제2 내부 공간에 위치한 플레이트에 움직임이 발생하고, 이에 따라 바이오 잉크의 이동 방향이 결정될 수 있다.
- [143] 도 13을 참조하면, 플런저(1320)의 압출 동작이 수행되는 경우, 플레이트는 제 1 방향으로 이동할 수 있고, 이로 인해, 시린지에 보관된 바이오 잉크 중 적어도 일부는 플레이트의 홀을 통과하여 제1 방향으로 이동할 수 있다. 상기 압출 동작

은 플런저(1320)가 시린지(1310)의 내부에서 제1 방향으로 이동하는 동작일 수 있다.

- [144] 플런저(1320)의 압출 동작이 수행되는 경우, 상기 플레이트가 제1 방향으로 이동함으로써, 플런저(1320)의 제1 내부 공간(s1), 제2 내부 공간(s2) 및 제3 내부 공간(s3)은 유체적으로 연결될 수 있다.
- [145] 플런저(1320)의 압출 동작이 수행되는 경우, 도 13의 (b)와 같이 플레이트가 압력에 의해 제1 방향으로 이동함으로써 시린지(1310)의 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부가 플레이트에 형성된 홀을 통과하여 제1 방향으로 이동할 수 있다. 상기 압출 동작은 플런저(1320)가 시린지(1310) 내부에서 제1 방향으로 이동하는 동작일 수 있다.
- [146] 플런저(1320)의 압출 동작이 수행되는 경우, 도 13의 (b)와 같이 플레이트가 압력에 의해 제1 방향으로 이동함으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부가 후처리 모듈(1400)로 이동할 수 있는 제1 이동 통로가 개방될 수 있다. 여기서, 상기 제1 방향은 도 13의 (a) 및 (b)의 화살표 방향일 수 있다.
- [147] 도 14를 참조하면, 플런저(1320)의 충전 동작이 수행되는 경우, 플레이트는 제2 방향으로 이동할 수 있고, 이로 인해, 바이오 잉크는 제2 방향으로의 이동이 차단될 수 있다. 상기 충전 동작은 플런저(1320)가 시린지(1310)의 내부에서 제2 방향으로 이동하는 동작일 수 있다. 여기서, 상기 제2 방향은 도 14의 (b)의 화살표 방향일 수 있다.
- [148] 플런저(1320)의 충전 동작이 수행되는 경우, 상기 플레이트가 제2 방향으로 이동함으로써, 플런저(1320)의 제1 내부 공간(s1)과 제2 내부 공간(s2)은 플레이트에 의해 유체적으로 연결이 차단될 수 있다.
- [149] 플런저(1320)의 충전 동작이 수행되는 경우, 도 14의 (b)와 같이 플레이트가 압력에 의해 제2 방향으로 이동함으로써 플레이트에 형성된 폐쇄된 영역이 플런저(1320)의 제1 내부 공간(s1)을 차폐할 수 있다. 이와 같은 플런저(1320)의 차폐 동작으로 인해 바이오 잉크가 시린지(1310) 내부로 역류하는 것이 방지될 수 있다. 여기서, 상기 폐쇄된 영역은 플레이트의 평면 중 홀이 아닌 영역을 의미할 수 있다.
- [150] 플런저(1320)의 충전 동작이 수행되는 경우, 도 14의 (b)와 같이 플레이트가 압력에 의해 제2 방향으로 이동함으로써 상술한 제1 이동 통로가 차단될 수 있다.
- [151] 플런저(1320)의 충전 동작이 수행되는 경우, 상술한 플런저(1320)의 차폐 동작이 수행될 수 있고, 상술한 제1 이동 통로가 차단될 수 있으며, 이로 인해 시린지(1310)의 내부 공간이 진공 상태를 유지할 수 있다. 동시에, 후처리 모듈(1400)에 보관되어 있는 가교액의 시린지(1310)로의 유입을 차단함으로써, 시린지(1310) 내부에 보관된 바이오 잉크의 가교를 방지할 수 있다.
- [152] 다시 말해, 플런저(1320)의 압출 동작 및 충전 동작이 반복되어 수행됨으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되는 바이오 잉크 중 적어도 일부를 압출하여 외부(예

컨대, 후처리 모듈(1400))로 추출하는 동작 및 시린지(1310) 내부로 다시 바이오 잉크를 충전하는 동작을 반복 수행할 수 있다.

[153]

[154] 도 15는 다른 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저를 설명하기 위한 도면이고, 도 16은 다른 실시예에 따른 플런저의 압출 동작 및 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[155] 도 15의 (a)를 참조하면, 압출 모듈(1300)의 플런저(1320)는 볼 스프링 밸브(ball spring valve) 또는 체크 밸브(check valve) 타입으로 구비될 수 있다. 플런저(1320)는 유체가 이동하는 통로로써 기능하는 적어도 하나의 홀을 포함할 수 있다. 플런저(1320)는 바이오 잉크가 이동할 수 있는 적어도 하나의 홀을 포함할 수 있다. 예컨대, 플런저(1320)는 바이오 잉크가 이동할 수 있는 제1 홀(h1) 및 제2 홀(h2)을 포함할 수 있다.

[156] 도 15의 (b)를 참조하면, 압출 모듈(1300)의 플런저(1320)는 적어도 하나의 볼(ball) 및 적어도 하나의 스프링(spring)을 포함할 수 있다. 상기 볼 및 스프링은 플런저(1320)를 구성하는 하우징 내부에 배치되며, 홀을 통과하는 유체의 이동 경로 상에 배치될 수 있다.

[157] 상기 볼 및 스프링은 한 쌍으로 구비될 수 있다. 예컨대, 플런저(1320)는 제1 홀(h1)에 의해 형성되는 유체의 이동 경로 상에 제1 볼(b1)을 포함할 수 있고, 제2 홀(h2)에 의해 형성되는 유체의 이동 경로 상에 제2 볼(b2)을 포함할 수 있으며, 제1 볼(b1)에 대응되는 위치에 제1 스프링을 포함할 수 있고, 제2 볼(b2)에 대응되는 위치에 제2 스프링을 포함할 수 있다.

[158] 도 16을 참조하면, 플런저(1320)의 상승 동작 또는 하강 동작에 대응하여 플런저(1320) 내부의 적어도 하나의 볼(b1, b2)에 움직임이 발생하고, 이로 인해 유체가 이동하는 공간인 이동 통로가 개방되거나 차단될 수 있다.

[159] 도 16의 (a)와 같이 플런저(1320)가 제1 방향(d1)으로 이동하는 동작(상승 동작)이 수행되는 경우, 플런저(1320) 내부의 적어도 하나의 볼(b1, b2)은 압력에 의해 제2 방향(d2)으로 이동하게 될 수 있으며, 이때 상기 제1 방향과 제2 방향은 반대 방향일 수 있다.

[160] 상기 적어도 하나의 볼(b1, b2)이 제2 방향(d2)으로 이동함으로써, 플런저(1320)에 의해 구분되는 시린지(1310)의 내부 공간인 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)은 서로 유체적으로 연결될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 연결됨으로써, 플런저(1320) 내부의 상기 이동 통로가 개방될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 연결됨으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부는 상기 이동 통로를 통해 제2 방향으로 이동할 수 있다.

[161] 이와 같이, 플런저(1320)가 제1 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부가 제2 방향으로 이동함으로써, 바이오 잉크를 충전하는 동작이 수행될 수 있다.

- [162] 도 16의 (b)와 같이 플런저(1320)가 제2 방향으로 이동하는 동작(하강 동작)이 수행되는 경우, 플런저(1320) 내부의 적어도 하나의 볼(b1, b2)은 압력에 의해 제1 방향(d1)으로 이동하게 될 수 있으며, 이때, 상기 제1 방향과 제2 방향은 반대 방향일 수 있다.
- [163] 상기 적어도 하나의 볼(b1, b2)이 제1 방향(d1)으로 이동함으로써, 플런저(1320)에 의해 구분되는 시린지(1310)의 내부 공간인 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)은 유체적인 연결이 차단될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 차단됨으로써, 플런저(1320) 내부의 상기 이동 통로는 차단될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 차단됨으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크는 상기 이동 통로를 통해 제2 방향으로 이동할 수 없다.
- [164] 이와 같이, 플런저(1320)가 제2 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크는 제2 방향으로 이동할 수 없고, 이로 인해 노즐(1330)을 통한 바이오 잉크의 압출 동작이 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 플런저(1320)가 제2 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 제2 내부 공간(s2)에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부에 대한 압출 동작이 수행될 수 있고, 이와 동시에 제1 내부 공간(s1)에 보관되어 있는 바이오 잉크의 제2 내부 공간(s2)으로의 유입을 차단할 수 있다.
- [165]
- [166] 도 17은 또 다른 실시예에 따른 압출 모듈의 플런저를 설명하기 위한 도면이고, 도 18은 또 다른 실시예에 따른 플런저의 압출 동작 및 충전 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [167] 도 17을 참조하면, 플런저(1320)는 제1 플런저 바디(pb1) 및 제2 플런저 바디(pb2)를 포함할 수 있다. 상기 제1 플런저 바디(pb1) 및 제2 플런저 바디(pb2) 각각에는 적어도 하나의 홀이 형성될 수 있다. 상기 제1 플런저 바디(pb1) 및 제2 플런저 바디(pb2)는 서로 탈부착 또는 결합 가능하도록 형성될 수 있다.
- [168] 플런저(1320)는 디스크(di)를 포함할 수 있으며, 상기 디스크(di)는 상기 제1 플런저 바디(pb1) 및 제2 플런저 바디(pb2)에 의해 형성되는 내부 공간에 배치될 수 있다. 상기 디스크(di)에는 적어도 하나의 홀이 형성될 수 있다. 상기 디스크(di)의 적어도 하나의 홀은 상기 제2 플런저 바디(pb2)의 홀과 대응되는 위치에 형성될 수 있다.
- [169] 플런저(1320)는 스프링(sp)을 더 포함할 수 있으며, 상기 디스크(di)는 상기 스프링(sp)에 의해 플런저(1320)의 움직임에 대응하여 상기 내부 공간에서 움직일 수 있도록 배치될 수 있다.
- [170] 도 18을 참조하면, 플런저(1320)의 상승 또는 하강 동작에 대응하여 플런저(1320)에 포함된 디스크(di)에 움직임이 발생하고, 이로 인해 유체가 이동하는 공간인 이동 통로가 개방되거나 차단될 수 있다.

- [171] 도 18의 (a)와 같이 플런저(1320)가 제1 방향(d1)으로 이동하는 동작(상승 동작)이 수행되는 경우, 디스크(di)는 압력에 의해 제2 방향(d2)으로 이동하게 될 수 있으며, 이때 상기 제1 방향과 제2 방향은 반대 방향일 수 있다.
- [172] 상기 디스크(di)가 제2 방향(d2)으로 이동함으로써, 플런저(1320)에 의해 구분되는 시린지(1310)의 내부 공간인 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)은 서로 유체적으로 연결될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 연결됨으로써, 플런저(1320) 내부의 상기 이동 통로가 개방될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 연결됨으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부는 상기 이동 통로를 통해 제2 방향으로 이동할 수 있다.
- [173] 이와 같이, 플런저(1320)가 제1 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크 중 적어도 일부가 제2 방향으로 이동함으로써, 바이오 잉크를 충전하는 동작이 수행될 수 있다.
- [174] 도 18의 (b)와 같이 플런저(1320)가 제2 방향(d2)으로 이동하는 동작(하강 동작)이 수행되는 경우, 디스크(di)는 압력에 의해 제1 방향(d1)으로 이동하게 될 수 있으며, 이때 상기 제1 방향과 제2 방향은 반대 방향일 수 있다.
- [175] 상기 디스크(di)가 제1 방향(d1)으로 이동함으로써, 플런저(1320)에 의해 구분되는 시린지(1310)의 내부 공간인 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)은 유체적인 연결이 차단될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 차단됨으로써, 플런저(1320) 내부의 상기 이동 통로는 차단될 수 있다. 상기 제1 내부 공간(s1) 및 제2 내부 공간(s2)이 유체적으로 차단됨으로써, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크는 상기 이동 통로를 통해 제2 방향으로 이동할 수 없다.
- [176] 이와 같이, 플런저(1320)가 제2 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 시린지(1310) 내부에 보관되어 있던 바이오 잉크는 제2 방향으로 이동할 수 없고, 이로 인해 노즐(1330)을 통한 바이오 잉크의 압출 동작이 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 플런저(1320)가 제2 방향으로 이동하는 동작이 수행되는 경우, 제2 내부 공간(s2)에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부에 대한 압출 동작이 수행될 수 있고, 이와 동시에 제1 내부 공간(s1)에 보관되어 있는 바이오 잉크의 제2 내부 공간(s2)으로의 유입을 차단할 수 있다.
- [177]
- [178] 도 19 및 도 20은 일 실시예에 따른 노즐을 설명하기 위한 도면이다.
- [179] 도 19의 (a)를 참고하면, 일 실시예에 따른 노즐(1330)은 복수의 홀을 포함할 수 있다. 노즐(1330)에 포함된 복수의 홀은 일정한 패턴을 갖도록 형성될 수 있다. 노즐(1330)에 포함된 복수의 홀은 미리 정해진 간격만큼 이격되어 형성될 수 있다. 노즐(1330)에 포함된 복수의 홀은 각각 서로 동일한 거리만큼 이격되어 형성될 수 있다.

- [180] 도 19의 (b)를 참고하면, 일 실시예에 따른 노즐(1330)은 길이 방향으로 형성되는 복수의 홀을 포함할 수 있다. 노즐(1330)에 형성된 복수의 홀은 미리 정해진 높이를 갖도록 형성될 수 있다. 상기 노즐(1330)에 형성되어 있는 복수의 홀은 유체가 이동하는 통로로써 기능할 수 있다.
- [181] 노즐(1330)에 형성된 복수의 홀은 Y자 형태의 단면을 가질 수 있다. 노즐(1330)에 형성된 홀의 일면은 제1 반경(d1)을 갖도록 형성될 수 있고, 타면은 제2 반경(d2)을 갖도록 형성될 수 있다. 노즐(1330)에 형성된 홀은 입구 부분은 제1 반경(d1)을 갖도록 형성될 수 있고, 출구 부분은 제2 반경(d2)을 갖도록 형성될 수 있다. 이때 상기 제1 반경(d1)은 제2 반경(d2)보다 클 수 있다. 예시적으로, 상기 홀의 일면은 직경이 0.45cm가 되도록 형성될 수 있고, 상기 홀의 타면은 직경이 0.3cm가 되도록 형성될 수 있다.
- [182] 도 20을 참조하면, 노즐(1330)에 포함된 복수의 홀은 원형일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다각형, 직선, 슬릿 등의 다양한 형태일 수 있다. 노즐(1330)에 형성된 복수의 홀의 형상에 따라 추출되는 바이오 잉크의 형상이 달라질 수 있다.
- [183]
- [184] 도 21은 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 도 21을 참조하면, 확장형 제조 모듈(1000b)은 복수의 모듈을 포함할 수 있다.
- [185] 제조 모듈(1000b)은 제1-1 모듈(1100a), 제1-2 모듈(1100b), 제2-1 모듈(1200a), 제2-2 모듈(1200b), 제3-1 모듈(1300a), 제3-2 모듈(1300b), 제4-1 모듈(1400a) 및 제4-2 모듈(1400b)을 포함할 수 있다.
- [186] 제1-1 모듈(1100a) 및 제1-2 모듈(1100b)은 도 4를 참조하여 설명한 보관 모듈(1100)에 대응될 수 있다. 예컨대, 제1-1 모듈(1100a)은 제1 보관 모듈일 수 있으며, 제1-2 모듈(1100b)은 제2 보관 모듈일 수 있다. 상기 제1 보관 모듈 및 제2 보관 모듈은 도 4를 참조하여 상술한 보관 모듈(1100)과 형태적 또는 기능적 구성이 서로 대응될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [187] 제2-1 모듈(1200a) 및 제2-2 모듈(1200b)은 도 4를 참조하여 설명한 모니터링 모듈(1200)에 대응될 수 있다. 예컨대, 제2-1 모듈(1200a)은 제2 모니터링 모듈일 수 있으며, 제2-2 모듈(1200b)은 제2 모니터링 모듈일 수 있다. 상기 제1 모니터링 모듈 및 제2 모니터링 모듈은 도 4를 참조하여 상술한 모니터링 모듈(1200)과 형태적 또는 기능적 구성이 서로 대응될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [188] 제3-1 모듈(1300a) 및 제3-2 모듈(1300b)은 도 4를 참조하여 설명한 압출 모듈(1300)에 대응될 수 있다. 예컨대, 제3-1 모듈(1300a)은 제1 압출 모듈일 수 있으며, 제3-2 모듈(1300b)은 제2 압출 모듈일 수 있다. 상기 제1 압출 모듈 및 제2 압출 모듈은 도 4를 참조하여 상술한 압출 모듈(1300)과 형태적 또는 기능적 구성이 서로 대응될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [189] 제4-1 모듈(1400a) 및 제4-2 모듈(1400b)은 도 4를 참조하여 설명한 후처리 모듈(1400)에 대응될 수 있다. 예컨대, 제4-1 모듈(1400a)은 제1 후처리 모듈일 수 있으

며, 제4-2 모듈(1400b)은 제2 후처리 모듈일 수 있다. 상기 제1 후처리 모듈 및 제2 후처리 모듈은 도 4를 참조하여 상술한 후처리 모듈(1400)과 형태적 또는 기능적 구성이 서로 대응될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.

- [190] 제조 모듈(1000b)은 제1-1 모듈(1100a), 제2-1 모듈(1200a), 제3-1 모듈(1300a) 및 제4-1 모듈(1400a)로 구성되는 제1 유닛 및 제1-2 모듈(1100b), 제2-2 모듈(1200b), 제3-2 모듈(1300b) 및 제4-2 모듈(1400b)로 구성되는 제2 유닛을 포함할 수 있다. 상기 제1 유닛과 상기 제2 유닛은 서로 다른 종류의 바이오 잉크에 관한 동작을 수행할 수 있다. 예컨대, 상기 제1 유닛은 제1 종류의 바이오 잉크에 관련된 동작을 수행할 수 있고, 상기 제2 유닛은 제2 종류의 바이오 잉크에 관련된 동작을 수행할 수 있다. 상기 제1 종류의 바이오 잉크는 지방에 관한 것이고, 제2 종류의 바이오 잉크는 단백질에 관한 것일 수 있다.
- [191] 제조 모듈(1000b)이 한 쌍의 조합으로 구성되는 복수의 모듈을 포함함으로써, 동시에 더욱 많은 양의 인공육 및/또는 인공 장기의 대량 생산이 가능할 수 있다.
- [192]
- [193] 도 22는 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈의 배치 및 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 22를 참조하면, 확장형 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 PLC(Programmable Logic Controller) 박스를 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 제1 PLC 박스(1010a) 및 제2 PLC 박스(1010b)를 포함할 수 있다.
- [194] 상기 PLC 박스는 제조 공정 상에서 다양한 장치 및 모듈의 동작을 자동화하고 제어하는데 사용될 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 PLC 박스를 통해 서클레이터, 모니터링 모듈, 압출 모듈 및 후처리 모듈 중 적어도 하나의 동작을 제어할 수 있다. 사용자는 사전에 프로그래밍함으로써 한 쌍의 PLC 박스를 통해 서클레이터, 모니터링 모듈, 압출 모듈 및 후처리 모듈 중 적어도 하나의 동작이 자동적으로 수행되도록 할 수 있다.
- [195] 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 서클레이터를 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 제1 서클레이터(1020a) 및 제2 서클레이터(1020b)를 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 서클레이터는 도 7을 참조하여 설명한 서클레이터(1260)에 대응할 수 있다. 예컨대, 제1 서클레이터(1020a)는 제1 모니터링 모듈(1030a)에 포함되어 있는 다중 레이저 공간으로 유체를 순환시킴으로써 제1 모니터링 모듈(1030a)의 내부 공간에 보관되어 있는 바이오 잉크의 온도 값을 제어할 수 있다. 마찬가지로, 제2 서클레이터(1020b)는 제2 모니터링 모듈(1030b)에 포함되어 있는 다중 레이저 공간으로 유체를 순환시킴으로써 제2 모니터링 모듈(1030b)의 내부 공간에 보관되어 있는 바이오 잉크의 온도 값을 제어할 수 있다.
- [196] 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 모니터링 모듈을 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 제1 모니터링 모듈(1030a) 및 제2 모니터링 모듈(1030b)을 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 모니터링 모듈은 도 7을 참조하여 설명한 모니터링 모듈(1200)에 대응할 수 있다.

- [197] 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 압출 모듈을 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 제1 압출 모듈(1040a) 및 제2 압출 모듈(1040b)을 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 압출 모듈은 도 7을 참조하여 설명한 압출 모듈(1300)에 대응할 수 있다. 한 쌍의 모니터링 모듈에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부는 펌프에 의해 한 쌍의 압출 모듈로 이동할 수 있다. 이후, 한 쌍의 압출 모듈은 내부 공간에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부를 압출하여 섬유 다발 형태로 추출할 수 있다.
- [198] 제조 모듈(1000b)은 한 쌍의 후처리 모듈을 포함할 수 있다. 제조 모듈(1000b)은 제1 후처리 모듈(1050a) 및 제2 후처리 모듈(1050b)을 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 후처리 모듈은 도 7을 참조하여 설명한 후처리 모듈(1400)에 대응할 수 있다. 상술한 한 쌍의 압출 모듈에 의해 추출되는 바이오 잉크는 한 쌍의 후처리 모듈로 유입될 수 있으며, 한 쌍의 후처리 모듈에 포함된 가교액에 의해 가교 반응이 일어날 수 있다. 한 쌍의 후처리 모듈은 제조 모듈(1000b)로부터 분리 결합 가능하도록 형성될 수 있다.
- [199]
- [200] 도 23 내지 도 25는 일 실시예에 따른 확장형 제조 모듈에 포함된 모니터링 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [201] 도 23 및 도 24를 참조하면, 일 실시예에 따른 모니터링 모듈(1030)은 외부 하우징(1031) 및 내부 하우징(1032)을 포함할 수 있다. 모니터링 모듈(1030)은, 도 7의 모니터링 모듈(1200)과 마찬가지로, 이중 자켓 구조가 적용될 수 있고, 외부 하우징(1031) 및 내부 하우징(1032)에 의해 형성되는 다중 레이어 공간(ml)을 구비할 수 있다.
- [202] 상기 내부 하우징(1032)에는 바이오 잉크를 수용할 수 있는 내부 공간이 구비될 수 있다. 상기 멀티 레이어 공간(ml)에는 유체가 순환할 수 있는 공간이 구비될 수 있으며, 서큘레이터(1020)에 의해 상기 멀티 레이어 공간(ml)을 통해 유체가 순환함으로써 상기 내부 하우징(1032)에 보관되어 있는 바이오 잉크의 온도가 일정한 수준으로 유지될 수 있다.
- [203] 모니터링 모듈(1030)은 바이오 잉크의 상태를 육안으로 확인할 수 있는 윈도우(1036)를 포함할 수 있다. 상기 윈도우(1036)는 길이 방향으로 길쭉한 형태로 형성될 수 있다. 상기 윈도우(1036)는 내부 하우징(1032)의 외측에 형성될 수 있고, 사용자는 윈도우(1036)를 통해 내부 하우징(1032)에 수용되어 있는 바이오 잉크의 상태(예컨대, 바이오 잉크의 종류 및 바이오 잉크의 잔여량)를 육안으로 관찰할 수 있다. 상기 윈도우(1036)는 투명 폴리카보네이트 소재일 수 있다.
- [204] 도 24 및 도 25를 참조하면, 모니터링 모듈(1030)은 블레이드(1033)를 포함할 수 있다. 상기 블레이드(1033)는 도 7을 참조하여 설명한 블레이드(1230)에 대응되는 구성일 수 있으며, 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [205] 블레이드(1033)는 내부 하우징(1032)로부터 미리 정해진 거리(d1)만큼 이격되도록 배치될 수 있다. 예시적으로, 상기 미리 정해진 거리(d1)는 10mm일 수 있

다. 블레이드(1033)와 내부 하우징(1032) 사이의 간격이 소정의 거리 이내로 형성되는 경우, 바이오 잉크를 보다 효율적으로 교반할 수 있다.

[206] 블레이드(1033)는 구동 장치(1034)에 의해 동력을 전달받아 회전할 수 있다. 구동 장치(1034) 또는 상부 플레이트(1035)에는 적어도 하나의 센서가 배치될 수 있으며, 모니터링 모듈(1030)은 상기 적어도 하나의 센서로부터 측정되는 값에 기반하여 내부 하우징(1032)에 수용되어 있는 바이오 잉크의 온도 또는 pH를 모니터링할 수 있다.

[207] 모니터링 모듈(1030)의 내부 공간은 별도 장치(예컨대, 리프팅 장치)에 의해 개폐될 수 있다. 모니터링 모듈(1030)의 상부 플레이트(1035)는 별도 장치에 의해 상하로 움직일 수 있고, 이로 인해 상기 내부 공간은 개폐될 수 있다.

[208] 모니터링 모듈(1030)의 내부 하우징(1032)의 내부 공간에는 세척 장치가 배치될 수도 있다. 세척 장치는 기 알려진 다양한 종류일 수 있으며, 세척 장치의 동작으로 인해 내부 하우징(1032)의 내부 공간에 대한 세척이 이뤄질 수 있다.

[209]

[210] 도 26은 일 실시예에 따른 사용자 입력에 기반한 압출 모듈 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 26을 참조하면, 일 실시예에 따른 제조 장치(100)는 사용자 단말(300)로부터 사용자 입력을 수신하고, 이에 기반하여 제1 압출 모듈(110) 및 제2 압출 모듈(120)을 제어할 수 있다.

[211] 사용자 단말(300)은 인터페이스를 통해 사용자로부터 인공육 또는 인공 장기의 제조 정보를 획득할 수 있다. 인공육 제조 정보는 인공육을 구성하는 제1 성분 및 제2 성분에 관한 정보일 수 있으며, 상기 제1 성분은 단백질이고, 상기 제2 성분은 지방일 수 있다. 상기 인공육 제조 정보는 상기 제1 성분 및 제2 성분의 비율에 관한 것일 수 있다.

[212] 제조 장치(100)는 외부 장치(예컨대, 사용자 단말)로부터 획득되는 인공육 제조 정보를 획득하고 이에 기반하여 제1 압출 모듈(110) 및 제2 압출 모듈(120)을 제어할 수 있다. 상기 제1 압출 모듈(110)은 제1 성분에 관한 바이오 잉크(제1 바이오 잉크)를 추출하기 위한 모듈이고, 상기 제2 압출 모듈(120)은 제2 성분에 관한 바이오 잉크(제2 바이오 잉크)를 추출하기 위한 모듈일 수 있다.

[213] 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 제1 바이오 잉크 및 제2 바이오 잉크의 추출을 위한 파라미터를 결정할 수 있다. 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 제1 압출 모듈(110)이 제1 바이오 잉크를 압출을 시작하는 시점, 압출을 종료하는 시점, 압출 속도 및 압출 양 중 적어도 하나를 결정할 수 있다. 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 제2 압출 모듈(120)이 제2 바이오 잉크를 압출을 시작하는 시점, 압출을 종료하는 시점, 압출 속도 및 압출 양 중 적어도 하나를 결정할 수 있다.

[214] 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 제1 바이오 잉크 및 제2 바이오 잉크의 상태를 모니터링하고 제어할 수 있다. 예컨대, 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 제1 바이오 잉크의 온도 및 pH 값이 미리 정해진 조건에

부합되도록 모니터링 및 제어할 수 있고, 제2 바이오 잉크의 온도 및 pH 값이 미리 정해진 조건에 부합되도록 모니터링 및 제어할 수 있다.

[215] 제조 장치(100)는 인공육 제조 정보에 기반하여 생산될 인공육의 패턴에 관한 정보를 결정할 수 있다. 제조 장치(100)는 인공육 패턴에 관한 정보를 획득한 후, 인공육 패턴에 관한 정보에 기반하여 제1 바이오 잉크 및 제2 바이오 잉크의 추출을 위한 파라미터를 결정할 수 있다. 제조 장치(100)는 인공육 패턴에 관한 정보에 기반하여 결정되는 파라미터에 기반하여 압출 모듈을 병렬적으로 제어할 수 있고, 이로 인해 사용자가 원하는 형태의 패턴을 갖는 인공육을 생산할 수 있다.

[216] 제1 압출 모듈(110) 및 제2 압출 모듈(120)의 구성 및 동작 방법은 도 10 내지 도 20을 참조하여 상술한 내용과 동일하거나 이와 대응되므로 중복되는 설명은 생략하도록 한다.

[217]

[218] 도 27은 다른 실시예에 따른 압출 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 도 27을 참조하면, 압출 모듈(1300)은 바이오 잉크에 압력을 가하여 다수의 섬유 다발 형태로 추출하는 장치일 수 있으며, 도면에 포함된 압출 장치와 관련된 구성은 상술한 바 있으므로 중복되는 설명은 생략한다. 본 발명은 혼합물의 흐름을 제어하는 시스템에 대해 개시하고 있으며, 여기서, 본 명세서 전반에 걸쳐 사용된 '바이오 잉크'라는 용어는 특정한 단일 성분만을 지칭하는 것이 아니라, 고점도 유체, 바이오 소재, 식용 소재, 유기물 혼합물, 무기물 혼합물, 젤, 파우더 제형 및 반죽을 포함한 다양한 물질들의 조합, 즉 혼합물로 해석될 수 있다. 이는 본 발명의 기술적 사상이 단순히 특정 물질에 국한되지 않고, 다양한 유형의 혼합물을 바이오 잉크 등의 범주 내에서 효율적으로 이송하고 제어하는 기술적 특징을 포함함을 나타낸다. 이하에서는, 바이오 잉크라는 용어로 통일하여 서술되지만, 바이오 잉크는 상술한 혼합물에 포함되는 여러 유형의 물질로 혼용되어 해석될 수 있다.

[219] 압출 모듈(1300)에 구비되는 호퍼(1340)에 보관된 바이오 잉크 중 적어도 일부가 외력에 의해 이동하여 상기 시린지(1310)의 내부 공간으로 이동할 수 있다.

[220] 압출 모듈(1300)은 호퍼(1340)를 포함할 수 있다. 호퍼(1340)는 바이오 잉크를 수용할 수 있는 내부 공간을 구비할 수 있다. 호퍼(1340)는 이송 장치(1350)의 적어도 일부와 유체적으로 연결될 수 있다. 호퍼(1340)에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부는 외력 또는 중력에 의해 이송 장치(1350)로 투입될 수 있다.

[221] 압출 모듈(1300)은 이송 장치(1350)를 포함할 수 있다. 이송 장치(1350)는 바이오 잉크의 흐름을 제어할 수 있다. 이송 장치(1350)는 호퍼(1340) 또는 모니터링 모듈(1200)에 포함된 바이오 잉크를 시린지(1310)로 이송하고, 이를 통해 압출이 이루어질 수 있도록 동력을 제공하는 장치일 수 있다. 이송 장치(1350)는 바이오 잉크와 같은 유체를 효율적이고 안정적으로 이송할 수 있는 메커니즘을 제공하며, 고점도 또는 저점도 바이오 잉크와 같은 다양한 물질 특성에 대응할 수 있다.

- 록 설계될 수 있다. 이송 장치(1350)는 유체의 정밀한 이송을 통해 바이오 프린팅 또는 관련 제조 공정의 정확도와 생산성을 높이는 데 중요한 역할을 할 수 있다.
- [222] 이송 장치(1350)는 다양한 형태의 펌프 중 하나로 구현될 수 있으며, 예를 들어 피스톤 펌프(piston pump)와 같이 왕복 운동을 통해 유체를 이송하는 방식이 적용될 수 있다. 이를 통해 유체를 일정한 압력과 속도로 안정적으로 전달하며, 유체의 이송 과정에서 발생할 수 있는 손실이나 불규칙성을 최소화할 수 있다. 이송 장치(1350)는 바이오 잉크의 특성을 유지하면서 안정적으로 이송할 수 있도록 설계되어, 바이오 프린팅과 같은 정밀 제조 공정에서 유리하게 작동할 수 있다.
- [223] 이송 장치(1350)는 압출 장치를 포함할 수 있으며, 압출 장치에는 상술한 실린더(1310), 플런저(1320) 및 노즐(1330)이 포함될 수 있다.
- [224] 압출 모듈(1300)은 혼합기(1360)를 포함할 수 있다. 혼합기(1360)는 다양한 물질을 혼합하여 균질한 상태로 만드는 장치로, 파우더와 물 같은 서로 다른 재료를 혼합하여 균질한 혼합물을 생성하는데 사용되는 장치일 수 있다. 혼합기(1360)는 내부에서 재료를 섞어주는 회전 블레이드나 교반 장치를 포함할 수 있으며, 이를 통해 고점도 또는 저점도 물질에 모두 대응할 수 있도록 설계될 수 있다. 혼합기(1360)를 통해 물질이 혼합되는 동안 물리적 또는 화학적 특성이 유지되도록 설계될 수 있다.
- [225] 한편, 압출 모듈(1300)은 균질기 또는 파쇄기를 포함할 수도 있다. 균질기는 고점도 혼합물 또는 미세 입자를 균일하게 분산시키는 기능을 수행할 수 있으며, 파쇄기는 고형 재료를 분쇄하여 혼합의 효율성을 높이는 데 활용될 수 있다. 상술한 혼합기(1360), 균질기 및 파쇄기는 압출 모듈(1300)의 필수 요소는 아니며, 선택적으로 사용될 수 있다.
- [226]
- [227] 도 28은 일 실시예에 따른 이송 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 28을 참고하면, 일 실시예에 따른 이송 장치(1350)는 바이오 잉크가 유입되는 유입구(1351), 바이오 잉크가 배출되는 배출구(1352), 피스톤에 동력을 제공하는 모터(1353), 제 1 유체 채널(1354), 제 2 유체 채널(1355), 실린더 내에서 왕복 운동하는 피스톤(1356) 및 유입구와 배출구 사이에 위치하며 유체의 흐름을 제어하는 체크 밸브(1357)를 포함할 수 있다.
- [228] 유입구(1351)는 바이오 잉크가 유입되는 입구, 즉 인렛(inlet)일 수 있고, 배출구(1352)는 바이오 잉크가 배출되는 출구, 즉 아웃렛(outlet)일 수 있다.
- [229] 유입구(1351)는 호퍼(1340)와 유체적으로 연결될 수 있고, 호퍼(1340)에 수용되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부는 유입구(1351)를 통해 이송 장치(1350)로 공급될 수 있다. 유입구(1351)는 중력 방향으로 형성될 수 있고, 호퍼(1340)에 수용되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부는 중력에 의해 유입구(1351)로 유입될 수 있다.
- [230] 배출구(1352)는 압출 장치와 유체적으로 연결될 수 있고, 실린더 내에 존재하는 바이오 잉크 중 적어도 일부는 피스톤(1356)의 왕복 운동에 의해 배출구(1352)

를 통해 압출 장치로 배출될 수 있다. 배출구(1352)는 유입구(1351)의 방향과 다른 방향으로 형성될 수 있다. 배출구(1352)는 유입구(1351)의 방향과 수직인 방향으로 형성될 수 있다.

- [231] 모터(1353)는 구동 장치이며, 피스톤 펌프를 작동시키기 위해 필요한 동력을 제공할 수 있다. 모터(1353)는 회전 운동을 발생시키며, 회전 운동이 피스톤 펌프의 왕복 운동으로 변환되어 바이오 잉크와 같은 유체를 안정적으로 이송할 수 있도록 보조한다. 모터(1353)는 기 알려진 다양한 기술이 적용될 수 있으며, 예시적으로, BLDC 모터(Brushless DC Motor)가 적용될 수 있다. 이 경우, 높은 정밀도와 에너지 효율성을 제공하며, 소음과 진동이 적어 바이오 잉크와 같은 민감한 물질의 이동에 유리할 수 있다. 모터(1353)는 제어 시스템(예컨대, 적어도 하나의 프로세서)과 연동되어 유체의 점도, 흐름 속도, 압력 등의 조건에 대응하여 작동할 수 있다.
- [232] 제1 유체 채널(1354) 및 제2 유체 채널(1355)는 바이오 잉크가 흐르는 경로를 제공할 수 있다. 제1 유체 채널(1354) 및 제2 유체 채널(1355)는 바이오 잉크가 내부를 통과하는 유체 통로의 역할을 할 수 있고 원통형 구조로 형성될 수 있다. 제1 유체 채널(1354)은 유입구(1351)와 연결되어 형성되고, 제2 유체 채널(1355)는 배출구(1352)와 연결되어 형성될 수 있다.
- [233]
- [234] 도 29는 일 실시예에 따른 이송 장치 내에서 유체의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- [235] 도 29를 참고하면, 일 실시예에 따른 이송 장치(1350)의 유입구(1351)로 바이오 잉크가 투입되면, 바이오 잉크는 제1 유체 채널(1354)을 통과하여 실린더 내에서 왕복 운동하는 피스톤(1356)으로 전달될 수 있다. 바이오 잉크는 피스톤(1356)에 의해 제2 유체 채널(1355)로 이동할 수 있고, 이후 배출구(1352)를 통해 배출될 수 있다.
- [236] 제1 유체 채널(1354)에는 제1 체크 밸브(1357a)가 포함될 수 있고, 제2 유체 채널(1355)에는 제2 체크 밸브(1357b)가 포함될 수 있다. 상기 체크 밸브(1357a, 1357b)는 유체의 흐름 방향을 제어하고 역류를 방지하는 기능을 수행할 수 있다.
- [237] 제1 체크 밸브(1357a)는 유입구(1351)와 인접한 영역에 배치될 수 있으며, 바이오 잉크가 유입구(1351)에서 제1 유체 채널(1354)를 통해 피스톤(1356)으로 전달될 때 역류되는 것을 방지할 수 있다. 제2 체크 밸브(1357b)는 배출구(1352)와 인접한 영역에 배치될 수 있으며, 피스톤(1356)이 바이오 잉크를 제2 유체 채널(1355)로 밀어낼 때, 바이오 잉크가 역류하지 않고 배출구(1352)를 통해 외부로 방출되도록 할 수 있다.
- [238] 이송 장치(1350)는 적어도 하나의 프로세서를 더 포함할 수 있으며, 상기 프로세서는 메모리에 저장된 적어도 하나의 명령어를 실행함으로써, 피스톤(1356)의 동작을 제어할 수 있다.

- [239] 상기 프로세서는 피스톤(1356)의 동작 조건을 제어할 수 있다. 여기서, 동작 조건은 피스톤의 왕복 속도, 왕복 주기, 압력, 모터의 RPM 값 중 적어도 하나와 관련될 수 있다.
- [240] 프로세서는 압출 장치의 상태에 대응하여 피스톤(1356)의 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 압출 장치의 시린지(1310) 내 바이오 잉크 양에 따라 피스톤의 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 압출 장치의 시린지(1310)에 바이오 잉크가 미리 정해진 수치 이하로 수용되어 있는 경우, 피스톤(1356)이 왕복 운동을 하도록 제어할 수 있다. 반대로, 프로세서는 압출 장치의 시린지(1310)에 바이오 잉크가 미리 정해진 수치 이상 수용되어 있는 경우, 피스톤(1356)의 동작이 정지되도록 제어할 수 있다.
- [241] 프로세서는 바이오 잉크의 상태에 기반하여 피스톤(1356)의 동작을 제어할 수 있다. 상기 프로세서는 바이오 잉크의 점도에 기반하여 서로 다른 조건으로 피스톤(1356)의 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 바이오 잉크의 상태를 저점도, 중간점도 및 고점도 중 어느 하나로 판단하고, 이에 기반하여 피스톤(1356)의 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 바이오 잉크의 상태가 저점도로 판단되면 피스톤을 제1 속도로 제어하고, 바이오 잉크의 상태가 중간점도로 판단되면 피스톤을 제2 속도로 제어하고, 바이오 잉크의 상태가 고점도로 판단되면 피스톤을 제3 속도로 제어할 수 있다.
- [242] 예를 들어, 제1 속도는 제2 속도보다 빠른 속도일 수 있고, 제2 속도는 제3 속도보다 빠른 속도일 수 있다. 보다 구체적인 예로, 프로세서는 바이오 잉크가 저점도일 경우에는 피스톤의 왕복 속도를 빠르게 동작시킴으로써 높은 유속을 제공할 수 있으며, 바이오 잉크가 중간점도일 경우에는 피스톤의 왕복 속도를 중간 속도로 동작시킴으로써 균일한 흐름을 제공할 수 있으며, 바이오 잉크가 고점도일 경우에는 피스톤의 왕복 속도를 낮추어 안정적이고 낮은 속도로 바이오 잉크가 이동할 수 있도록 제어할 수 있다. 다른 예로, 제1 속도는 제2 속도보다 느린 속도일 수 있고, 제2 속도는 제3 속도보다 느린 속도일 수 있다.
- [243]
- [244] 도 30 및 도 31은 일 실시예에 따른 이송 장치를 사용했을 때의 이송 효율을 설명하기 위한 도면이다.
- [245] 일 실시예에 따른 이송 장치(1350)를 사용하여 다양한 점도의 바이오 잉크를 이송할 때의 효율을 평가하고, 종래 알려진 다른 종류의 펌프(예컨대, 롱거 펌프(Longer Pump) 및 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump))와 비교하여 본 발명의 이송 장치(1350)의 성능을 검증하기 위한 실험이 진행되었다.
- [246] 본 실험을 위해 바이오 잉크는 점도에 따라 저점도, 중간점도, 고점도로 분류되었다. 여기서, 저점도의 바이오 잉크는 알지네이트(Alginate) 2%, 물 98%의 조성으로 준비되었고, 중간점도의 바이오 잉크는 알지네이트(Alginate) 2%, 메틸셀룰로오스(M.C) 1%, 피쉬 콜라겐(Fish Collagen) 2%, 팜유(Palm Oil) 15%, 물 80%의 조성으로 준비되었고, 고점도의 바이오 잉크는 알지네이트(Alginate) 2%, 메틸셀

물로오스(M.C) 1.5%, ISP 1%, 소금 0.5%, 설탕 0.5%, 해바라기유(36%) 및 물 58.5%의 조성으로 준비되었다.

- [247] 본 실험에는 롱거 펌프(Longer Pump), 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump) 및 이송 장치(1350)가 사용되었으며, 빈 용기의 초기 무게를 측정한 후, 각 펌프로 3분 동안 바이오 잉크를 이송시키고, 이송 후의 용기 무게를 측정하여 이송된 바이오 잉크의 무게를 계산하였다. 총 3번의 반복 실험을 진행하였으며, 반복 실험 진행 후 평균 이송량 및 효율을 비교하였다.
- [248] 도 30의 (a)는 저점도 바이오 잉크의 이송 효율을 비교한 결과이다. 도 30의 (a)를 참고하면, 롱거 펌프(Longer Pump)의 평균 이송량은 222.3g이고, 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)의 평균 이송량은 675.0g이며, 이송 장치(1350)의 평균 이송량은 5200.0g이었다. 결과적으로, 본 발명의 이송 장치(1350)는 저점도의 바이오 잉크에서 롱거 펌프(Longer Pump) 대비 약 23배, 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump) 대비 약 7.7배의 높은 이송 효율을 나타내었다.
- [249] 도 30의 (b)는 중간점도 바이오 잉크의 이송 효율을 비교한 결과이다. 도 30의 (b)를 참고하면, 롱거 펌프(Longer Pump)의 평균 이송량은 77.3g이고, 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)의 평균 이송량은 73.5g이며, 이송 장치(1350)의 평균 이송량은 4466.0g이었다. 결과적으로, 본 발명의 이송 장치(1350)는 중간점도의 바이오 잉크에서 롱거 펌프(Longer Pump)와 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)의 효율은 큰 차이가 없었으나, 본 발명의 이송 장치(1350)는 대략 60배 정도의 높은 이송 효율을 나타내었다.
- [250] 한편, 고점도 바이오 잉크의 이송 효율에 있어서, 롱거 펌프(Longer Pump) 및 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)는 고점도 바이오 잉크를 이송시킬 수 없었다. 이에 반하여, 본 발명의 이송 장치(1350)는 고점도 바이오 잉크를 이송시킬 수 있었으며, 평균 이송량은 약 3916.7g이었다.
- [251] 도 31은 최종적으로 각 장치 간의 점도 별 이송 효율을 비교하는 그래프이다. 도 31을 참고하면, 점도가 높아질수록 모든 장치의 이송 효율은 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 저점도 바이오 잉크의 경우, 이송 장치(1350), 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump), 롱거 펌프(Longer Pump) 순으로 높은 효율을 보였으며, 중간 점도 이상에서는 이송 장치(1350)가 가장 높은 효율을 보이며, 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)와 롱거 펌프(Longer Pump)의 효율에는 큰 차이가 없었다. 특히, 고점도 바이오 잉크에서는 에어 다이어프램 펌프(Air Diaphragm Pump)와 롱거 펌프(Longer Pump)는 동작하지 않았고, 이송 장치(1350)만이 동작 가능하였다.
- [252] 이와 같은 실험 결과를 통해, 다양한 점도의 바이오 잉크를 효율적으로 이송시키기 위해서는 본 발명의 이송 장치(1350)가 가장 효과적임을 알 수 있다.
- [253]
- [254] 도 32는 다른 실시예에 따른 제조 장치를 설명하기 위한 도면이다.

- [255] 도 32를 참고하면, 다른 실시예에 따른 제조 장치(500)는 프로세서(510), 호퍼(520), 이송 장치(530), 압출 장치(540), 컨테이너(550) 및 전원 공급 장치(560)를 포함할 수 있다. 제조 장치(500)는 이동 가능한 구조로 설계될 수 있으며, 이동을 위한 구동부를 더 포함할 수 있다.
- [256] 프로세서(510)는 제조 장치(500)의 제어 장치로, 이송 장치(530)와 압출 장치(540)의 동작을 실시간으로 제어할 수 있다. 프로세서(510)는 바이오 잉크의 점도, 압출 속도, 유량 등 공정 조건을 분석하여 최적의 작동 상태를 유지하도록 제어할 수 있으며, 사용자가 설정한 조건에 따라 장치의 동작을 정밀하게 제어할 수 있다.
- [257] 호퍼(520)는 제조 공정에서 사용할 바이오 잉크를 보관하고 공급하는 역할을 수행할 수 있다. 바이오 잉크가 안정적인 상태로 유지될 수 있도록 설계될 수 있으며, 고점도 및 저점도 바이오 잉크를 모두 수용할 수 있다.
- [258] 이송 장치(530)는 바이오 잉크를 호퍼(520)에서 압출 장치(540)로 안정적으로 이송하는 기능을 수행할 수 있다. 피스톤 기반의 설계가 적용되어 바이오 잉크의 점도 특성에 관계없이 일정한 유속과 압력을 유지하며, 유체의 역류를 방지하기 위한 체크 밸브를 포함하고 있다. 이는, 도 5 내지 도 8을 참고하여 상술한 내용과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.
- [259] 압출 장치(540)는 이송 장치(530)를 통해 공급받은 바이오 잉크를 압출하여 추출하는 역할을 수행할 수 있다. 이는 바이오 잉크가 최종 용도로 사용되기 위해 필요한 형태나 위치로 배출될 수 있도록 설계되었으며, 정밀한 압출 제어 기능을 제공한다.
- [260] 컨테이너(550)는 압출 장치(540)에서 추출된 바이오 잉크를 보관하거나 임시 저장하는 공간일 수 있으며, 바이오 잉크가 손상되지 않는 재질로 설계될 수 있고, 사용 목적에 따라 이송 후 추가 가공이나 저장이 용이하도록 설계될 수 있다.
- [261] 제조 장치(500)는 이동 가능한 구조로 설계될 수 있으므로, 내부에 전원 공급 장치(560)를 포함할 수 있다. 전원 공급 장치(560)는 장치의 모든 구성 요소에 안정적인 전력을 공급하고, 제조 장치(500)가 고정된 장소뿐만 아니라 다양한 작업 환경에서 작동할 수 있도록 지원할 수 있다.
- [262]
- [263] 도 33은 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 33을 참조하면, 일 실시예에 따른 압출 소재 생산 장치(300)는 세포 혼합 장치(Cell Mixer)를 포함할 수 있다.
- [264] 세포 혼합 장치(3000)는 압출 소재의 획득을 위해 사용되는 장치로써, 세포와 적어도 하나의 물질을 균일하게 혼합하여 압출 소재의 품질을 최적화하는 역할을 수행할 수 있다. 세포 혼합 장치(3000)는 압출 소재 내에서 세포의 균일한 분포가 가능하게 하며, 특정한 조직 구조를 형성할 수 있도록 조성물의 물리적 및/또는 화학적 특성을 조정하는 기능을 수행할 수 있다. 세포 혼합 장치(3000)를 통한 혼합 과정에서 점도 및 유동성을 조절하여 압출 공정이 원활하게 이뤄질 수 있도록

록 보조할 수 있으며, 세포에 물리적 손상이 가해지지 않도록 교반 속도 및 혼합 방식을 정밀하게 제어할 수 있다.

[265] 세포 혼합 장치(3000)는 제조 장치(100) 내에 구비될 수도 있다. 제조 장치(100) 내에 구비되는 세포 혼합 장치(3000)를 통해 압출 소재가 제조되고, 제조 완료된 소재는 인공육으로 가공될 수 있다.

[266]

[267] 도 34는 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치의 구성에 대해 설명하기 위한 도면이다. 도 34를 참조하면, 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치(3000)는 제1 교반 모듈(3100), 제2 교반 모듈(3200) 및 제3 교반 모듈(3300)을 포함할 수 있다.

[268] 제1 교반 모듈(3100) 및 제2 교반 모듈(3200)은 1차 교반 모듈일 수 있으며, 제3 교반 모듈(3300)은 2차 교반 모듈일 수 있다. 상기 1차 교반 모듈은 1차 압출 전 소재를 생산하기 위한 장치일 수 있으며, 상기 2차 교반 모듈은 압출 소재를 생산하기 위한 장치일 수 있다.

[269] 보다 구체적으로, 상기 1차 교반 모듈은 세포와 미리 정해진 제1 소재를 혼합하여 압출 전 소재를 획득하기 위한 장치일 수 있으며, 상기 2차 교반 모듈은 상기 압출 전 소재와 미리 정해진 제2 소재를 혼합하여 압출 소재를 획득하기 위한 장치일 수 있다.

[270] 도면에는 세포 혼합 장치(3000)가 3개의 교반 모듈을 포함하는 것으로 도시되어 있으나, 이에 한정되지 않으며, 세포 혼합 장치(3000)는 1차 교반 모듈(예컨대, 제1 교반 모듈) 및 2차 교반 모듈(예컨대, 제3 교반 모듈)을 포함할 수 있고, 또는, 세포 혼합 장치(3000)는 3개 이상의 1차 교반 모듈 및 2개 이상의 2차 교반 모듈을 포함할 수도 있다.

[271]

[272] 도 35는 일 실시예에 따른 교반 모듈의 세부 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 35를 참고하면, 제1 교반 모듈(3100)은 제1 탱크(3110), 세포 투입 튜브(3120), 제1 소재 투입 튜브(3130), 제1 교반 수단(3140), 제1 밸브(3150)를 포함할 수 있다.

[273] 제1 교반 모듈(3100)은 재료를 수용할 수 있는 내부 공간을 갖는 제1 탱크(3110)를 포함할 수 있다. 상기 제1 탱크(3110)에는 세포를 내부로 투입하기 위한 세포 투입 튜브(3120), 제1 소재를 내부로 투입하기 위한 제1 소재 투입 튜브(3130), 재료를 혼합하는 동작을 수행하는 제1 교반 수단(3140) 및 탱크 내부에 배치된 재료의 배출을 제어하는 동작을 수행하는 제1 밸브(3150)를 포함할 수 있다.

[274] 세포 투입 튜브(3120)는 배양된 세포를 제1 탱크(3110)의 내부로 공급하는 통로이며, 일정한 유량을 유지하면서 세포가 손상되지 않도록 설계될 수 있다. 제1 소재 투입 튜브(3130)는 세포와 혼합될 수 있는 바이오 소재, 배양액, PBS 용액(인산완충생리식염수), 생리 식염수, 비뉴턴 유체의 특성을 가지는 용액, 알지네이트 또는 기타 첨가제를 제1 탱크(3110) 내부로 주입하는 역할을 수행할 수 있으

며, 투입되는 소재의 점도와 흐름 특성에 맞춰 튜브의 직경과 압력이 조절될 수 있다.

- [275] 제1 교반 수단(3140)은 투입된 세포와 제1 소재를 균일하게 혼합하는 기능을 수행하며, 효율적인 혼합을 위해 교반 속도, 회전 방식(예컨대, 회전식 블레이드 등), 교반 강도 등이 조절되도록 설계될 수 있다.
- [276] 제1 밸브(3150)는 혼합이 완료된 재료를 배출하는 과정에서 개폐를 조절하는 역할을 수행하며, 배출 속도를 조절하여 후속 공정으로 일정한 유량과 균질한 혼합물을 전달할 수 있도록 한다.
- [277] 제3 교반 모듈(3300)은 재료를 수용할 수 있는 내부 공간을 갖는 제3 탱크(3310)를 포함할 수 있다. 상기 제3 탱크(3310)에는 제1 교반 모듈(3100) 또는 제2 교반 모듈(3200)에서 혼합된 물질을 내부로 투입하기 위한 혼합물 투입 튜브(3320), 제2 소재를 내부로 투입하기 위한 제2 소재 투입 튜브(3330), 재료를 혼합하는 동작을 수행하는 제3 교반 수단(3340) 및 탱크 내부에 배치된 재료의 배출을 제어하는 동작을 수행하는 제3 밸브(3350)를 포함할 수 있다.
- [278] 혼합물 투입 튜브(3320)는, 상술한 것처럼, 제1 교반 모듈(3100) 또는 제2 교반 모듈(3200)에서 혼합된 물질(예컨대, 혼합물)을 제3 탱크(3310) 내부로 공급하는 통로이며, 일정한 유량을 유지하도록 설계될 수 있다. 제2 소재 투입 튜브(3320)는 상기 혼합물과 혼합될 수 있는 바이오 소재, 배양액, PBS 용액(인산완충생리 식염수), 생리 식염수, 비뉴턴 유체의 특성을 가지는 용액, 알지네이트 또는 기타 첨가제를 제3 탱크(3310) 내부로 주입하는 역할을 수행할 수 있으며, 상기 제2 소재는 상기 제1 소재와 동일하거나 다른 종류의 소재일 수 있다.
- [279] 제3 교반 수단(3340)은 투입된 혼합물과 제2 소재를 균일하게 혼합하는 기능을 수행하며, 1차 교반 모듈 내에 포함된 교반 수단과 다른 종류일 수 있다.
- [280]
- [281] 도 36 및 도 37은 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [282] 도 36을 참조하면, 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치(3000)는, 세포와 배양액(또는, PBS 용액(인산완충생리식염수), 생리 식염수, 비뉴턴 유체의 특성을 가지는 용액, 알지네이트 또는 기타 첨가제 등)을 제1 탱크 및 제2 탱크에 투입하는 단계(S3110), 제1 교반 수단을 동작시켜 제1 탱크에 수용된 세포와 제1 소재를 교반하여 제1 혼합물을 획득하는 단계(S3120), 제2 교반 수단을 동작시켜 제2 탱크에 수용된 세포와 제1 소재를 교반하여 제2 혼합물을 획득하는 단계(S3130), 제2 소재를 펌프를 통해 연속적으로 제3 탱크에 투입하는 단계(S3140), 제1 밸브를 제어하여 제1 혼합물을 제1 시점에 투입하는 단계(S3150), 제2 밸브를 제어하여 제2 혼합물을 제2 시점에 제3 탱크에 투입하는 단계(S3160), 제3 시점에 제3 교반 수단을 동작시켜 제3 탱크에 수용된 용액을 교반하여 압출 소재를 획득하는 단계(S3170) 및 압출 소재를 미리 정해진 조건에 따라 압출하는 단계(S3180)를 통해 동

작할 수 있다. 이처럼, 세포 혼합 장치(3000)는 복수의 교반 모듈을 통해 세포와 미리 정해진 소재를 혼합하여 압출 소재를 생산할 수 있다.

- [283] 도 37을 참조하면, 세포 혼합 장치(3000)는 제1 교반 모듈(3100), 제2 교반 모듈(3200) 및 제3 교반 모듈(3300)을 병렬적으로 제어할 수 있다. 세포 혼합 장치(3000)는 제1 교반 모듈(3100) 및 제2 교반 모듈(3200) 내에 포함된 혼합물을 순차적으로 제3 교반 모듈(3300) 내부로 투입시킬 수 있다.
- [284] 세포 혼합 장치(3000)는 제1 교반 모듈(3100) 내에 수용된 혼합물을 우선적으로 제3 교반 모듈(3300)로 투입하고, 동작이 완료된 이후 제2 교반 모듈(3200) 내에 수용된 혼합물을 순차적으로 제3 교반 모듈(3300)로 투입할 수 있다. 세포 혼합 장치(3000)는 서로 다른 시점에 제1 교반 모듈(3100) 내에 수용된 혼합물과 제2 교반 모듈(3200) 내에 수용된 혼합물을 순차적으로 제3 교반 모듈(3300)로 투입할 수 있다.
- [285] 세포 혼합 장치(3000)는 제1 시점에 제1 밸브(3150)를 제어하여 제1 혼합물을 제3 탱크(3310)로 투입할 수 있고, 제3 시점에 제3 교반 수단(3340)을 동작시켜 제3 탱크(3310)에 수용된 물질의 혼합을 동작을 진행할 수 있다. 여기서, 상기 제3 시점은 제1 시점 이후이며, 제3 탱크(3310)로 제1 혼합물이 투입 완료된 것으로 확인된 시점일 수 있다.
- [286] 예시적으로, 상기 제1 소재는 배양액(또는, PBS 용액(인산완충생리식염수), 생리 식염수, 비뉴턴 유체의 특성을 가지는 용액, 알지네이트 또는 기타 첨가제 등)일 수 있으며, 상기 제1 혼합물은 세포와 상기 제1 소재가 혼합된 물질일 수 있다. 상기 제2 소재는 알지네이트 용액일 수 있으며, 상기 제2 혼합물은 상기 제1 혼합물과 상기 알지네이트 용액이 혼합된 물질일 수 있다.
- [287] 제1 교반 수단(3140) 내지 제3 교반 수단(3340)은 혼합 대상의 물성과 혼합의 균질성 확보 요구 사항에 따라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [288] 예를 들어, 진동에 의한 교반 수단일 수 있으며, 진동을 이용하여 혼합액 내부의 유동을 유도하는 방식으로 동작할 수 있다. 다른 예로, 임펠러(Impeller) 기반 교반 방식일 수 있으며, 회전하는 임펠러 블레이드를 이용하여 강한 유체 흐름을 형성하는 방식으로, 배양액만이 아니라 점도가 높은 알지네이트 용액과 같은 고분자 물질의 혼합에도 효과적일 수 있다. 임펠러의 형태는 러스톤(Rushton) 타입, 마린(Marine) 타입, 터빈(Turbine) 타입, 헬리컬 임펠러(Helical Impeller) 타입 등의 기 알려진 다양한 형태일 수 있다. 특히, 헬리컬 임펠러 형태로 구현될 경우, 스파이럴 구조를 통해 점성이 높은 물질의 교반에 효과적이며, 균일한 흐름을 유도할 수 있으며, 세포 생존율을 높이는데 보다 유리할 수 있다. 다른 예로, 정적 혼합기(Static Mixer)에 의한 교반 수단일 수 있으며, 내부의 고정된 패턴 구조를 통해 유체를 다단계로 교차 혼합시킬 수 있다. 다른 예로, 하우징(탱크) 자체를 흔들어주는 교반 수단일 수 있다. 예를 들어, 선형 왕복 운동, 회전 진동 또는 자이로스코픽 믹싱을 통해 하우징(탱크) 자체를 흔들어주는 방식의 교반 방법이 적용될 수도 있다.

- [289] 제1 교반 수단(3140) 내지 제3 교반 수단(3340) 중 적어도 하나는 3-Way Stopcock 밸브를 이용한 혼합 방식이 적용될 수 있다. 3-Way Stopcock 밸브의 경우, 제1 입구, 제2 입구, 내부 교반부 및 출구를 포함하며, 제1 입구 및 제2 입구로 세포 및 제1 소재가 유입되고, 내부 교반부에서 유입된 물질이 자연스럽게 혼합되며, 혼합된 물질이 출구를 통해 배출되는 형태일 수 있다.
- [290]
- [291] 도 38 및 도 39는 일 실시예에 따른 다수의 세포 혼합 모듈 및 압출 소재 조성 모듈의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [292] 도 38을 참조하면, 일 실시예에 따른 세포 혼합 장치(3000)는, 제1 세포 혼합 모듈 내부에서 제1 교반 수단을 이용하여 제1 혼합물을 생성 후 보관하는 단계(S3210), 제1 세포 혼합 모듈 내에 보관되어 있는 제1 혼합물을 압출 소재 조성 모듈로 배출하는 단계(S3220), 제1 혼합물이 압출 소재 조성 모듈로 투입되는 것이 확인되면 압출 소재 조성 모듈 내의 교반 수단을 동작시키는 단계(S3230), 제1 혼합물의 배출이 완료된 것으로 확인되면, 제1 세포 혼합 모듈 내부를 세척하는 동작 및/또는 추가 제1 혼합물을 생성하는 동작을 수행하는 단계(S3240), 제1 혼합물의 배출이 완료된 것으로 확인되면, 제2 세포 혼합 모듈 내에 보관되어 있는 제2 혼합물을 압출 소재 조성 모듈로 배출하는 단계(S3250)를 통해 동작할 수 있다.
- [293] 도 38 및 도 39를 참조하면, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1) 내지 제5 세포 혼합 모듈(CMM5)은 상술한 1차 교반 모듈에 대응할 수 있으며, 소재 조성 모듈(MFM)은 상술한 2차 교반 모듈에 대응할 수 있다.
- [294] 세포 혼합 장치(3000)는 복수의 세포 혼합 모듈(CMM)을 병렬적으로 제어할 수 있으며, 각각의 세포 혼합 모듈(CMM)을 순차적으로 제어할 수 있다. 예컨대, 세포 혼합 장치(3000)는 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)에 수용된 혼합물을 우선적으로 소재 조성 모듈(MFM)로 투입시키고, 소재 조성 모듈(MFM)에서의 교반 동작이 완료되면, 제2 세포 혼합 모듈(CMM2)에 수용된 혼합물을 순차적으로 소재 조성 모듈(MFM)로 투입시킬 수 있다.
- [295] 세포 혼합 장치(3000)는 제1 혼합물이 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로부터 배출된 것으로 확인되면, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1) 내부를 세척하는 동작을 수행할 수 있다. 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)에는 폐수 배출부가 포함될 수 있으며, 내부 세척 후 발생하는 폐수를 상기 폐수 배출부를 통해 외부로 배출할 수 있다.
- [296] 일 예로, 세포 혼합 장치(3000)는 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로 투입되는 세포를 모니터링할 수 있으며, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로 투입되는 세포의 종류에 따라 제1 세포 혼합 모듈(CMM1) 내부 세척 동작의 진행 여부를 결정할 수 있다. 예컨대, 세포 혼합 장치(3000)는 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로 제1 세포가 투입된 것으로 확인되고, 제1 세포와 관련된 혼합물이 배출된 것으로 확인된 이후, 추가로 투입되는 세포가 상기 제1 세포와 다르다고 판단되는 경우, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1) 내부 세척 동작을 진행할 수 있다.

- [297] 다른 예로, 세포 혼합 장치(3000)는 잔여 세포 검출 센서, 오염물 검출 센서, 전도도 센서 및 pH 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 상기 센서로부터 측정된 값에 기반하여 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)의 내부의 세척이 필요한지 여부를 판단할 수 있다.
- [298] 세포 혼합 장치(3000)는 제1 혼합물이 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로부터 배출된 것으로 확인되면, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1) 내부에 남아있는 잔여물을 배출하는 동작을 수행할 수 있다. 예시적으로, 상기 잔여물 배출 동작은, 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)에 구비된 도구를 통해 하우징 내부를 긁어주는 동작일 수 있다. 보다 구체적인 예로, 상기 잔여물 배출 동작은 고압의 공기 또는 세척액 분사 방법을 통해 수행될 수 있으며, 회전식 스크래퍼를 통해 수행될 수도 있다.
- [299] 세포 혼합 장치(3000)는 제1 혼합물이 제1 세포 혼합 모듈(CMM1)로부터 완전히 배출된 것으로 확인되면, 제1 교반 수단을 동작시켜 추가 제1 혼합물을 생성하는 동작을 수행할 수 있다. 상기 추가 혼합물을 생성하는 동작은 선행 교반(Pre-Mixing) 방식이 적용되어, 제1 혼합물이 배출되는 동안, 제2 혼합물이 제2 세포 혼합 모듈(CMM2)에서 미리 교반되는 방식으로 연속적인 공정 흐름이 유지되도록 진행될 수 있다.
- [300]
- [301] 도 40은 일 실시예에 따른 후처리 모듈을 설명하기 위한 도면이다. 도 40을 참조하면, 일 실시예에 따른 후처리 모듈(1400)은 가교 모듈(1410), 세척 모듈(1420) 및 배양 모듈(1430)을 포함할 수 있다.
- [302] 도 41은 일 실시예에 따른 가교 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 가교 모듈(1410)은, 상술한 것처럼, 압출된 소재의 구조적 안정성을 확보하고 최종 조직 형성을 위한 가교 반응을 수행하는 역할을 할 수 있다. 가교 모듈(1410)은 알지네이트와 같은 하이드로겔 기반 소재를 활용하여, 특정 이온 용액(예컨대, CaCl₂ 용액) 또는 기타 화합물 수용액(예컨대, 철 이온 수용액, 구리 이온 수용액, 마그네슘 이온 수용액, 폴리로신), 효소(트랜스글루타민나제)와의 반응을 통해 압출 소재를 가교시키는 방식으로 구현될 수 있다.
- [303] 도 41을 참조하면, 가교 모듈(1410)은 프로세서(1411), 제1 하우징(1412), 제2 하우징(1413), 제3 하우징(1414), 연동 펌프(1415), 순환 펌프(1416) 및 센서(1417)를 포함할 수 있다.
- [304] 프로세서(1411)는 가교 모듈(1410) 내에 포함되어 있는 구성 요소의 동작을 실시간으로 제어하며, 순환 시스템을 제어할 수 있다. 프로세서(1411)는 센서(1417)로부터 데이터를 수집하여 가교 반응이 최적의 상태에서 수행될 수 있도록 피드백 루프를 형성하며, 조건에 따라 펌프(1415, 1416)의 작동을 제어하여 용액의 흐름을 동적으로 조절할 수 있다.
- [305] 제1 하우징(1412)은 특정 이온 용액(예컨대, CaCl₂ 용액)을 수용할 수 있는 내부 공간을 포함할 수 있다. 상기 내부 공간 내에서 압출 소재와 상기 이온 용액 간의 가교 반응이 일어날 수 있다.

- [306] 제1 하우징(1412)의 내부 공간에는 교반 장치가 포함될 수 있다. 상기 교반 장치는 제1 하우징(1412) 내에 수용된 이온 용액의 흐름을 유도하고 용액의 균일한 분포를 유지하는 역할을 수행할 수 있다. 여기서, 교반 방식은 회전식 임펠러, 자기 교반기, 초음파 교반기 등 기 알려진 다양한 수단이 활용될 수 있다.
- [307] 제1 하우징(1412)의 내부 공간에는 필터가 포함될 수 있다. 상기 필터는 압출 소재가 펌프(1415, 1416)에 의해 빨려들어가지 않도록 방지하는 기능을 수행할 수 있다. 예시적으로, 상기 필터는 특정한 기공 크기를 갖는 메쉬 필터(Mesh Filter), 다공성 막(Porous Membrane), 사이클론 필터(Cyclone Filter) 등이 적용될 수 있다.
- [308] 제2 하우징(1413)은 내부 공간을 구비할 수 있으며, 상기 내부 공간 내에 아직 가교 반응에 사용되지 않은 이온 용액이 보관될 수 있다. 제2 하우징(1413) 내에 수용된 이온 용액 중 적어도 일부는 미리 정해진 기준에 따라 제1 하우징(1412)으로 공급될 수 있다. 제2 하우징(1413)에는 센서(1417)와 연동되어 용액 농도를 실시간으로 감지하고, 농도가 기준 이하로 떨어질 경우 신선한 이온 용액을 보충하는 기능이 구비될 수 있으며, 이는 프로세서(1411)에 의해 제어될 수 있다.
- [309] 제3 하우징(1414)은 내부 공간을 구비할 수 있으며, 상기 내부 공간 내에는 정제수가 수용될 수 있다. 가교 반응이 진행됨에 따라 제1 하우징(1412) 내의 용액이 점차 소모되며, 용액의 양이 미리 정해진 기준 이하로 감소할 경우, 제3 하우징(1414)에 저장된 정제수 중 적어도 일부는 제1 하우징(1412)으로 자동 공급될 수 있으며, 이는 프로세서(1411)에 의해 제어될 수 있다.
- [310]
- [311] 도 42는 일 실시예에 따른 프로세서가 가교 모듈의 동작을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [312] 도 42를 참조하면, 프로세서(1411)는 압출 시스템을 통해 압출 소재를 가공하여 섬유 다발을 생성하는 동작(S1411), 섬유 다발이 가교 모듈의 제1 하우징으로 이동하도록 제어하는 동작(S1412), 전도도 센서를 통해 제1 하우징 내의 이온 용액(예컨대, CaCl_2)의 농도를 모니터링하는 동작(S1413), 이온 용액의 농도가 특정 값 이하가 되면 제2 하우징 내의 용액 중 적어도 일부가 제1 하우징으로 투입되도록 제어하는 동작(S1414), 수위 센서를 통해 제1 하우징 내의 이온 용액의 용량을 모니터링하는 동작(S1415) 및 이온 용액의 용량이 특정 값 이하가 되면 제3 하우징 내의 정제수 중 적어도 일부가 제1 하우징으로 투입되도록 제어하는 동작(S1416)을 수행할 수 있다.
- [313] 프로세서(1411)는 섬유 다발이 제1 하우징(1412) 내의 특정 영역에 위치하도록 제어할 수 있다. 제1 하우징(1412)의 내부 공간은 복수의 영역으로 구분될 수 있으며, 프로세서(1411)는 미리 정해진 기준에 따라 상기 복수의 영역 중 어느 한 곳을 타겟 영역으로 결정할 수 있다. 프로세서(1411)는 압출된 섬유 다발이 상기 타겟 영역에 위치하도록 제어할 수 있다. 예시적으로, 상기 타겟 영역은 상기 복수의 영역 중 섬유 다발이 현재 위치하고 있지 않은 영역일 수 있다.

- [314] 프로세서(1411)는 전도도 센서(Conductivity Sensor)를 통해 제1 하우징 내 용액의 이온 농도를 측정할 수 있고, 이에 기반하여 제2 하우징(1413) 내의 용액 중 적어도 일부가 제1 하우징(1412) 내로 공급되도록 제어할 수 있다. 프로세서(1411)는 상기 전도도 센서를 이용하여 제1 하우징 내의 이온 농도가 가교 반응을 유지하기에 적절한 범위 내에 있는지 판단할 수 있고, 센서 값에 기반하여 이온 농도가 희석되거나 보충이 필요하다고 판단되면, 제2 하우징(1413) 내의 용액 중 적어도 일부가 제1 하우징(1412) 내로 공급되도록 제어할 수 있다.
- [315] 프로세서(1411)는 제1 하우징(1412) 내의 이온 농도에 기반하여 가교 반응의 시간을 조정하거나, 추가적인 교반 동작이 수행되도록 시스템을 제어할 수 있다.
- [316] 프로세서(1411)는 수위 센서(Level Sensor) 또는 무게 센서를 통해 제1 하우징(1412) 내의 이온 용액의 잔량을 모니터링할 수 있으며, 이온 용액이 일정 임계값 이하로 감소된 것으로 판단되면, 제3 하우징(1414) 내의 정제수를 자동으로 공급하는 단계를 수행할 수 있다. 프로세서(1411)는 제3 하우징(1414) 내의 정제수 공급으로 인해 제1 하우징(1412) 내의 이온 농도가 기준 값 이상 희석된 것으로 판단되는 경우, 추가적으로 제2 하우징(1413) 내의 이온 용액을 제1 하우징(1412) 내로 공급할 수 있다.
- [317] 도면에는 도시되지 않았으나, 가교 모듈(1410)은 제4 하우징을 더 포함할 수 있다. 상기 제4 하우징의 내부 공간에 수용된 용액은 상기 제1 하우징(1412)의 내부 공간에 수용된 용액과 동일 또는 유사할 수 있다. 프로세서(1411)는 센서 값에 기반하여 제1 하우징(1412)에 포함된 용액의 농도 또는 용량이 미리 정해진 기준을 만족하지 못하는 경우, 상기 제4 하우징 내부의 용액 중 적어도 일부가 상기 제1 하우징 내부로 공급되도록 제어할 수 있다.
- [318]
- [319] 도 43은 일 실시예에 따른 배양 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 배양 모듈(1430)은 가교 반응이 완료된 압출된 소재를 미리 정해진 시간 동안 배양하는 역할을 할 수 있다.
- [320] 도 43을 참조하면, 배양 모듈(1430)은 프로세서(1431), 제1 하우징(1432), 제2 하우징(1433), 제3 하우징(1434), 연동 펌프(1435), 순환 펌프(1436) 및 센서(1437)를 포함할 수 있다.
- [321] 프로세서(1431)는 배양 모듈(1430)에 포함된 모든 구성 요소의 동작을 실시간으로 제어하고, 배양 환경을 자동으로 조정하는 동작을 수행할 수 있다. 프로세서(1431)는 센서(1437)로부터 데이터를 수집하여 배양액의 온도, pH, 영양소 농도 등을 모니터링하고 피드백 루프를 형성할 수 있으며, 필요 시 배양액의 보충 및 교체 동작을 자동으로 수행할 수 있다. 프로세서(1431)는 펌프(1435, 1436)의 동작을 제어하여 배양액의 흐름을 최적화하고, 압출 소재가 일정한 환경에서 균일하게 배양될 수 있도록 지원할 수 있다.
- [322] 제1 하우징(1432)은 배양이 이뤄지는 내부 공간을 제공할 수 있으며, 상기 내부 공간에는 배양 혼합액(Culture Medium Mixture)이 저장될 수 있다. 압출된 소재

는 일정 시간 동안 제1 하우스징(1432) 내에 머물면서 세포가 성장하고 조직화될 수 있다.

- [323] 제1 하우스징(1432) 내부는 온도, pH, 용존 산소, 영양소 농도 등이 일정하게 유지 되도록 제어될 수 있다. 제1 하우스징(1432)은 교반 장치를 포함할 수 있으며, 상기 교반 장치를 통해 배양 혼합액이 균일하게 분포될 수 있도록 제어될 수 있다. 제1 하우스징(1432)은 필터를 포함할 수 있으며, 배양 중인 압출 소재가 펌프(1435, 1436)에 의해 빨려들어가지 않도록 방지될 수 있다.
- [324] 제1 하우스징(1432)은 홀더를 포함할 수 있다. 상기 홀더는 압출된 소재가 제1 하우스징(1432)의 내부 공간에 포함된 복수의 영역 중 특정 영역을 벗어나지 않도록 제어하는 기능을 수행할 수 있다.
- [325] 제2 하우스징(1433)은 신선한 배양 혼합액을 저장하는 내부 공간을 포함할 수 있으며, 상기 신선한 배양 혼합액은 배양 과정에서 소모된 배양 혼합액을 보충하기 위해 사용될 수 있다. 제2 하우스징(1433) 내의 배양 혼합액은 미리 정해진 영양소 조성, pH, 온도를 유지할 수 있도록 내부 환경이 제어될 수 있다.
- [326] 제2 하우스징(1433)에는 제1 종류의 배양액 요소가 포함될 수 있고, 제3 하우스징(1434)에는 제2 종류의 배양액 요소가 포함될 수 있다.
- [327] 또는, 제3 하우스징(1434)은 정제수를 저장하는 내부 공간을 포함할 수 있으며, 제1 하우스징(1432) 내의 용액의 수위가 감소되는 경우, 정제수가 보충될 수 있다. 예컨대, 제1 하우스징(1432) 내에서 배양되는 과정 중 배양 혼합액이 증발하거나 소모되면서 농도가 변화하거나 잔량이 변화할 수 있는데, 이를 일정하게 유지하기 위해 정제수가 추가로 공급될 수 있다.
- [328] 상술한 센서(1417, 1437)는 복수의 센서를 포함할 수 있으며, 예시적으로, pH 센서, 온도 센서, 산소 센서, 전도도 센서, 수위 센서, 무게 센서 등을 포함할 수 있다.
- [329]
- [330] 도 44는 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈의 동작을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [331] 도 44를 참조하면, 프로세서(1431)는 가교 모듈에 수용되어 있는 섬유 다발이 배양 모듈로 이동하도록 제어하는 단계(S1431), 적어도 하나의 홀더를 이용하여 섬유 다발이 제1 하우스징 내 특정 영역에 위치하도록 제어하는 동작(S1432), 센서 값을 통해 제1 하우스징 내의 pH 및 포도당 농도 모니터링하는 동작(S1433), 모니터링 결과에 기반하여 순환 펌프를 통해 제1 하우스징 내의 배양 혼합액이 제2 하우스징 내의 배양 혼합액 중 적어도 일부로 교체되도록 제어하는 동작(S1434), 수위 센서를 통해 배양 모듈 내 용액의 용량 모니터링하는 동작(S1435) 및 제1 하우스징 내 용액의 용량이 특정 값 이하가 되면 제3 하우스징 내의 정제수 중 적어도 일부가 제1 하우스징으로 투입되도록 제어하는 동작(S1436)을 수행할 수 있다.
- [332] 프로세서(1431)는 적어도 하나의 홀더를 이용하여 섬유 다발이 제1 하우스징(1432) 내의 특정 영역에 위치하도록 제어할 수 있다. 제1 하우스징(1432)의 내부 공간

은 복수의 영역으로 구분될 수 있으며, 프로세서(1431)는 미리 정해진 기준에 따라 상기 복수의 영역 중 어느 한 곳을 타겟 영역으로 결정할 수 있다. 프로세서(1431)는 홀더를 이용하여 섬유 다발이 상기 타겟 영역 내에서 배양될 수 있도록 제어할 수 있다. 이처럼, 홀더는 섬유 다발이 제1 하우징(1432) 내의 특정 영역을 벗어나지 않도록 고정하는 기능을 수행할 수 있다.

[333]

[334] 프로세서(1431)는 센서를 통해 제1 하우징 내의 pH, 포도당 농도 등을 모니터링할 수 있고, 이에 기반하여 제2 하우징(1433) 내의 배양 혼합액 중 적어도 일부가 제1 하우징(1432) 내로 공급되도록 제어할 수 있다. 프로세서(1431)는 센서를 이용하여 제1 하우징 내의 배양 혼합액이 배양 환경에 적합한지 판단할 수 있고, 교체 또는 보충이 필요하다고 판단되면, 제2 하우징(1433) 내의 배양 혼합액 중 적어도 일부가 제1 하우징(1432) 내로 공급되도록 제어할 수 있다.

[335] 프로세서(1431)는 제1 하우징(1432) 내의 배양 혼합액의 모니터링 결과에 기반하여 배양 시간을 조정하는 동작을 수행할 수 있다.

[336] 프로세서(1431)는 수위 센서(Level Sensor) 또는 무게 센서를 통해 제1 하우징(1432) 내의 배양 혼합액의 잔량을 모니터링할 수 있으며, 배양 혼합액이 일정 임계값 이하로 감소된 것으로 판단되면, 제3 하우징(1434) 내의 정제수를 자동으로 공급하는 단계를 수행할 수 있다. 프로세서(1431)는 제3 하우징(1434) 내의 정제수 공급으로 인해 제1 하우징(1432) 내의 배양 혼합액의 농도가 기준 값 이상 희석된 것으로 판단되는 경우, 추가적으로 제2 하우징(1433) 내의 배양 혼합액을 제1 하우징(1432) 내로 공급할 수 있다.

[337]

[338] 프로세서(1411, 1431)는 압출 소재가 제1 하우징(1412, 1432)의 특정 영역에 배치된 지점을 개별적으로 기록할 수 있다. 프로세서(1411, 1431)는 하우징 내부를 복수의 가교 영역 또는 배양 영역으로 구분하고, 각 영역에 위치한 소재의 처리 상태를 측정하고 모니터링할 수 있다.

[339] 프로세서(1411, 1431)가 각 소재의 투입 시간을 기록함에 따라, 일정 시간이 경과한 후 소재를 제거하거나 추가적인 처리가 수행될 수 있도록 제어할 수 있다. 예컨대, 가교 또는 배양되는 소재의 종류(예컨대, 지방 섬유, 단백질 섬유 등)에 따라 적정 가교 시간 및 배양 시간이 다를 수 있다. 프로세서(1411, 1431)는 소재의 타입 별 최적 배양/가교 시간을 고려하여 개별적인 타이머를 설정할 수 있으며, 특정 소재가 설정된 시간이 초과되었을 경우, 알람을 제공하거나 자동으로 소재 제거를 위한 동작을 수행할 수 있다.

[340] 프로세서(1411, 1431)는 가교 또는 배양 시간이 초과된 소재는 제거 모듈(예컨대, 자동 이송 장치, 배출 밸브, 로봇 암 등)을 통해 하우징 외부로 배출될 수 있도록 처리하는 동작을 수행할 수 있다. 프로세서(1411, 1431)는 하우징(1412, 1432) 내부의 특정 위치에서 일정 시간이 경과한 소재를 자동으로 감지하고, 배출되도록 하는 동작을 수행할 수 있다.

- [341] 프로세서(1411, 1431)는 소재의 배양 및/또는 가교 시간이 완료된 시점에 사용자에게 알람을 제공할 수 있으며, 사용자가 수동으로 확인 후 제거할 수 있도록 인터페이스를 구성할 수 있다.
- [342] 한편, 가교 모듈(1410), 배양 모듈(1430)에는 폐수 배출부가 포함될 수 있으며, 용액의 순환 과정에서 발생하는 배출 물질을 상기 폐수 배출부를 통해 외부로 배출할 수 있다.
- [343]
- [344] 도 45 및 도 46은 일 실시예에 따른 프로세서가 압출 소재의 후처리 공정을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [345] 도 45를 참조하면, 일 실시예에 따른 프로세서(2000)는 인공육 제조 자동화 시스템을 제어할 수 있으며, 압출 소재의 종류에 따라 시스템에 포함된 복수의 공정 중 적어도 하나를 선택적으로 동작시킬 수 있다.
- [346] 프로세서(2000)는 복수의 압출 모듈(1300)로부터 획득되는 압출 소재의 종류를 식별하고, 압출 소재의 종류에 기반하여 서로 다른 후처리 공정이 수행되도록 시스템을 제어할 수 있다. 예컨대, 후처리 공정은 가교 모듈(1410)에 의해 수행되는 가교 동작, 세척 모듈(1420)에 의해 수행되는 세척 동작 및 배양 모듈(1430)에 의해 수행되는 배양 동작 등이 있을 수 있으며, 프로세서(2000)는 압출 소재에 대응되는 후처리 공정이 수행되도록 시스템을 제어할 수 있다.
- [347] 도 46을 참조하면, 프로세서(2000)는 미리 정해진 방법으로 압출 소재의 유형을 판단하는 동작(S2110), 압출 소재가 제1 유형으로 판단되는 경우 제1 후처리 공정을 수행하도록 제어하는 동작(S2120) 및 압출 소재가 제2 유형으로 판단되는 경우 제2 후처리 공정을 수행하도록 제어하는 동작(S2130)을 수행할 수 있다.
- [348] 예시적으로, 프로세서(2000)는 압출 모듈(1300)을 통해 획득되는 소재에 세포가 포함되어 있다고 판단되는 경우, 상기 소재를 제1 유형으로 판단할 수 있다. 프로세서(2000)는 상기 제1 유형의 소재가 제1 후처리 공정(예컨대, 가교 동작, 세척 동작, 배양 동작 및 세척 동작이 순차적으로 수행되는 공정)에 따라 후처리되도록 시스템을 제어할 수 있다.
- [349] 다른 예로, 프로세서(2000)는 압출 모듈(1300)을 통해 획득되는 소재에 세포가 포함되어 있지 않다고 판단되는 경우, 상기 소재를 제2 유형으로 판단할 수 있다. 프로세서(2000)는 상기 제2 유형의 소재가 제2 후처리 공정(예컨대, 가교 동작 및 세척 동작이 순차적으로 수행되는 공정)에 따라 후처리되도록 시스템을 제어할 수 있다.
- [350]
- [351] 도 47은 일 실시예에 따른 프로세서가 자동화 시스템을 구성하는 복수의 모듈을 제어하고 관제하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [352] 도 47을 참고하면, 일 실시예에 따른 자동화 시스템은 적어도 하나의 압출 모듈(1300), 적어도 하나의 가교 모듈(1410), 적어도 하나의 세척 모듈(1420), 적어도 하나의 배양 모듈(1430) 및 적어도 하나의 조립 모듈(1500)을 포함할 수 있다.

- [353] 프로세서(2000)는 제어 파라미터에 기반하여 상기 자동화 시스템을 구성하는 복수의 모듈을 제어할 수 있다. 프로세서(2000)는 압출 소재의 종류(예컨대, 지방 소재, 단백질 소재, 세포 유무 등) 및/또는 압출 시점 등을 고려하여 제어 파라미터를 설정할 수 있고, 이에 기반하여 자동화 시스템을 구성하는 복수의 모듈을 제어할 수 있다.
- [354] 자동화 시스템에는 복수의 압출 모듈(1300)이 포함될 수 있으며, 프로세서(2000)는 복수의 압출 모듈(1300)에서 추출되는 압출 소재에 가교 모듈(1410) 및 세척 모듈(1420)을 거치는 제1 후처리 공정이 수행될 수 있도록 시스템이 제어될 수 있다.
- [355] 프로세서(2000)는 제1 후처리 공정이 완료된 압출 소재에 미리 정해진 기준에 따라 제2 후처리 공정이 수행되도록 시스템을 제어하거나, 조립 모듈(1500)을 통해 가공되도록 시스템을 제어할 수 있다.
- [356] 배양 모듈(1430)은 복수의 컨테이너를 포함할 수 있다. 상기 복수의 컨테이너에는 배양 혼합액이 보관될 수 있으며, 복수의 압출 모듈을 통해 획득되는 압출 소재는 상기 복수의 컨테이너 중 어느 한 곳으로 투입되어 배양될 수 있다.
- [357]
- [358] 도 48 및 도 49는 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈의 상태를 관리하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [359] 도 48 및 도 49를 참조하면, 프로세서(2000)는 배양 모듈에 포함된 복수의 컨테이너 내에 수용된 용액의 종류에 기반하여 각각의 타입 정보 획득하는 동작(S2210), 복수의 컨테이너 내부 공간에 압출 소재가 배치되어 배양되고 있는지 여부에 기반하여 각각의 가동 정보 획득하는 동작(S2220), 가동 중인 복수의 컨테이너 내에 압출 소재가 배치된 시점에 기반하여 각각의 배양 시간 정보 획득하는 동작(S2230), 복수의 컨테이너에 대한 센서 값에 기반하여 각각의 상태 정보 획득하는 동작(S2240) 및 타입 정보, 가동 정보, 배양 시간 정보 및 상태 정보 중 적어도 하나에 기반하여 배양 모듈 모니터링하는 동작(S2250)을 수행할 수 있다.
- [360] 프로세서(2000)는 복수의 컨테이너에 수용된 용액의 조성(예컨대, 아미노산 농도, 포도당 농도, 온도, 첨가제 종류 등)에 따라 복수의 컨테이너에 대한 타입 정보를 획득할 수 있다. 예시적으로, 프로세서(2000)는 특정한 유형의 세포 배양이 필요한 경우, 배양 혼합액의 특정 성분의 농도를 기준으로 컨테이너를 분류할 수 있으며, 프로세서(2000)는 이에 기반하여 배양 프로토콜을 자동으로 조정할 수 있다.
- [361] 프로세서(2000)는 복수의 컨테이너 내부 공간에 압출 소재가 배치되어 배양이 진행 중인지 여부를 판단할 수 있고, 이에 기반하여 복수의 컨테이너에 대한 가동 정보를 획득할 수 있다. 예시적으로, 프로세서(2000)는 광학 센서, 적외선 센서 또는 무게 감지 센서를 활용하여, 배양이 진행되지 않는 컨테이너는 자동으로 "비가동 상태"로 설정할 수 있다.

- [362] 프로세서(2000)는 가동 중인 복수의 컨테이너에 압출 소재가 배치된 시점에 기반하여 각각의 컨테이너의 배양 시간 정보를 획득할 수 있다. 프로세서(2000)는 각 컨테이너에서 배양이 시작된 시점을 기록할 수 있으며, 이에 기반하여 배양 시간 정보를 획득할 수 있다. 프로세서(2000)는 배양 개시 시점과 현재 시간을 비교하여 실시간으로 상기 배양 시간 정보를 획득할 수 있으며, 목표 배양 시간에 도달하는 경우 사용자에게 알람을 제공하거나 이후 공정이 수행되도록 모듈을 제어할 수 있다.
- [363] 프로세서(2000)는 복수의 컨테이너에 대한 센서 값에 기반하여 컨테이너의 상태 정보를 획득할 수 있다. 예시적으로, 프로세서(2000)는 pH 센서, 온도 센서, 용존 산소 센서, 전도도 센서, 수위 센서 또는 무게 센서를 통해 배양 환경이 정상적으로 유지되고 있는지 판단할 수 있다.
- [364] 프로세서(2000)는 상술한 방법으로 획득되는 타입 정보, 가동 정보, 배양 시간 정보 및 상태 정보 중 적어도 하나에 기반하여 배양 모듈(1430)을 모니터링할 수 있다.
- [365]
- [366] 도 50은 일 실시예에 따른 프로세서가 배양 모듈에 포함된 복수의 컨테이너를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [367] 도 50을 참조하면, 일 실시예에 따른 프로세서(2000)는 압출 소재의 유형 판단하는 동작(S2310)을 수행할 수 있다. 프로세서(2000)는 압출 소재의 물리적 및/또는 화학적 특성에 기반하여 소재의 유형을 결정할 수 있다. 예시적으로, 프로세서(2000)는 단백질 기반 소재, 지방 기반 소재, 혼합형 소재, 세포 유형, 영양소 함량, 점도 등을 기준으로 소재의 유형을 결정할 수 있다.
- [368] 프로세서(2000)는 배양 모듈(1430)에 포함된 복수의 컨테이너 중 상기 압출 소재의 유형에 대응되는 타입에 해당하는 적어도 하나의 후보 컨테이너 결정하는 동작(S2320)을 수행할 수 있다. 예시적으로, 프로세서(2000)는 컨테이너 내부의 배양액 조성, 컨테이너의 온도 조건, 컨테이너의 가용 상태, 컨테이너 내 산소 농도 및 pH 수준 등을 기준으로 상기 후보 컨테이너를 결정할 수 있다.
- [369] 프로세서(2000)는 센서 값(예컨대, pH, 온도, 용존 산소 농도 등)에 기반하여 배양 모듈(1430)에 포함된 복수의 컨테이너의 상태를 모니터링하는 동작(S2330)을 수행할 수 있다.
- [370] 프로세서(2000)는 상기 적어도 하나의 후보 컨테이너의 가동 여부 및 상태 중 적어도 하나에 기반하여 어느 하나를 타겟 컨테이너로 결정하는 동작(S2340)을 수행할 수 있다. 프로세서(2000)는 후보 컨테이너 중 현재 배양 중인 컨테이너는 제외하고, 비가동 상태의 컨테이너를 우선적으로 선택할 수 있으며, 센서 값에 기반하여 최적의 배양 환경으로 판단되는 컨테이너를 타겟 컨테이너로 결정할 수 있다.
- [371] 프로세서(2000)는 타겟 컨테이너 내부의 미리 정해진 영역에 압출 소재가 배치될 수 있도록 제어하고, 배양 시간을 모니터링하는 동작(S2350)을 수행할 수 있

다. 프로세서(2000)는 상기 배양 시간 모니터링 결과에 기반하여 미리 정해진 시간 동안 배양된 것으로 확인되면, 타겟 컨테이너에 배치된 압출 소재를 외부로 배출되도록 제어하는 동작(S2360)을 수행할 수 있다.

[372]

[373] 도 51 및 도 52는 일 실시예에 따른 조립 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[374] 도 51 및 도 52를 참고하면, 일 실시예에 따른 인공육 제조 시스템의 제조 장치(100)는 제조 모듈(1000)을 포함할 수 있고, 상기 제조 모듈(1000)은 제1 모듈(1100), 제2 모듈(1200), 제3 모듈(1300), 제4 모듈(1400) 및 제5 모듈(1500)을 포함할 수 있다. 상기 제1 모듈(1100) 내지 제4 모듈(1400)은 도 3을 참고하여 상술한 바 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.

[375] 제5 모듈은 조립 모듈(1500)일 수 있으며, 조립 모듈(1500)은 압출 소재(예컨대, 압출된 섬유 다발)를 조립(assembly)하여 인공육의 형상을 형성하는 기능을 수행할 수 있다.

[376] 조립 모듈(1500)은 압출된 소재를 정밀하게 배치하고 결합하는 동작을 수행할 수 있으며, 이를 통해 최종적으로 실제 육류와 유사한 조직 구조와 외형을 갖춘 인공육을 가공하는 역할을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 압출된 섬유 다발을 특정한 패턴으로 배열하고, 각 섬유 다발을 결합하는 과정을 포함하며, 결합 방식에는 물리적 결합, 화학적 결합, 기계적 압축, 열처리 또는 특정 바이오 접착제를 활용한 방식 등이 적용될 수 있다.

[377]

[378] 도 53은 일 실시예에 따른 조립 모듈의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 53을 참고하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은 투입부(1510), 압착부(1520), 제1 성형 틀(1530), 제2 성형 틀(1540), 플레이트(1550) 및 후처리부(1560)를 포함할 수 있다.

[379] 상기 투입부(1510)는 압출 소재를 성형 틀로 투입하는 기능을 수행할 수 있다. 예컨대, 투입부(1510)는 시린지 내에 포함된 압출 소재에 압력을 가하여 압출 소재가 성형 틀에 채워지도록 하는 기능을 수행할 수 있다.

[380] 상기 압착부(1520)는 성형 틀에 투입된 압출 소재에 물리적 압력을 가하여 압출 소재가 성형 틀에 충분히 채워지도록 하는 기능을 수행할 수 있다.

[381] 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 플레이트(1550) 상에 배치될 수 있다. 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 압출 소재가 채워질 수 있는 공간(예컨대, 홈)을 제공할 수 있으며, 압출 소재가 일정한 형태로 성형될 수 있도록 가이드하는 역할을 할 수 있다.

[382] 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 복수의 홈을 포함할 수 있으며, 상기 복수의 홈은 적어도 하나의 서로 다른 너비를 갖는 홈을 포함할 수 있다. 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 너비의 조절이 가능한 복수의 홈을 포함할 수 있다. 상기 복수의 홈은 미리 정해진 기준에 따라 각각의 너비가 조절되도록 형성될 수 있다.

- [383] 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 형상을 변경할 수 있도록 교체형 모듈의 형태로 제공될 수 있다. 상기 교체형 모듈의 형태가 적용될 경우, 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)을 통해 다양한 크기 및 모양의 인공육을 제작할 수 있다.
- [384] 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)은 서로 다른 종류의 소재를 가공하기 위한 용도일 수 있다. 예컨대, 상기 제1 성형 틀(1530)은 제1 소재를 조립하기 위해 사용될 수 있고, 제2 성형 틀(1540)은 제2 소재를 조립하기 위해 사용될 수 있다.
- [385] 상기 후처리부(1560)는 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)에 채워진 압출 소재 중 적어도 일부에 대해 후처리하는 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 상기 후처리부(1560)는 상기 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)에 채워진 압출 소재 중 적어도 일부를 커팅하는 기능(또는, 잘라내는 기능)을 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 투입부(1510)가 소재를 제1 방향으로 투입할 경우, 상기 후처리부(1560)는 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 커팅 동작을 수행할 수 있다.
- [386]
- [387] 도 54 내지 도 56은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제1 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [388] 도 54를 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은 플레이트 상에 제1 성형 틀을 배치하는 동작(S1511), 제1 성형 틀에 소재를 채워주는 동작(S1512), 제1 성형 틀을 제거하고 플레이트 상에 제2 성형 틀을 배치하는 동작(S1513), 제2 성형 틀에 소재를 채워주는 동작(S1514), 제2 성형 틀을 제거하고 유닛 구조체를 획득하는 동작(S1515) 및 유닛 구조체를 이용하여 인공육 제조하는 동작(S1516)을 수행할 수 있다.
- [389] 조립 모듈(1500)은, 도 55의 (a)와 같이, 플레이트(1550) 상에 제1 성형 틀(1530)을 배치하는 동작을 수행할 수 있다.
- [390] 조립 모듈(1500)은, 도 55의 (b)와 같이, 제1 성형 틀(1530)에 압출 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 투입부(1510)를 이용하여 제1 성형 틀(1530)의 홈에 압출 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 예시적으로, 조립 모듈(1500)은 에어 실린더 방식으로 동작하는 투입부(1510)를 통해 제1 성형 틀(1530)에 압출 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다.
- [391] 제1 성형 틀(1530)의 홈에 채워진 소재는 제1 소재 유닛(mu1)일 수 있으며, 상기 제1 소재 유닛(mu1)은 상기 제1 성형 틀(1530)에 포함된 홈에 대응되는 개수 및 형상일 수 있다. 예시적으로, 상기 제1 소재 유닛(mu1)은 지방에 대응되는 소재 유닛일 수 있다.
- [392] 조립 모듈(1500)은, 도 55의 (c)와 같이, 제1 성형 틀(1530)을 제거하고 플레이트(1550) 상에 제2 성형 틀(1540)을 배치하는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제1 성형 틀(1530)을 통해 획득되는 제1 소재 유닛(mu1)은 플레이트(1550)

상에 그대로 배치하고, 제1 성형 틀(1530)만을 제거할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제2 성형 틀(1540)을 상기 플레이트(1550) 및 상기 제1 소재 유닛(mu1) 상에 배치할 수 있다.

- [393] 조립 모듈(1500)은, 도 55의 (d)와 같이, 제2 성형 틀(1540)에 압출 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 여기서, 제2 성형 틀(1540)을 통해 채워지는 압출 소재는 제1 성형 틀(1530)을 통해 채워지는 압출 소재와 다른 종류일 수 있다. 상기 소재는 제2 성형 틀(1540)의 홈에 채워질 수 있다. 예시적으로, 조립 모듈(1500)은 에어 실린더 방식으로 동작하는 투입부(1510)를 통해 제2 성형 틀(1540)에 압출 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다.
- [394] 제2 성형 틀(1540)의 홈에 채워진 소재는 제2 소재 유닛(mu2)일 수 있으며, 상기 제2 소재 유닛(mu2)은 상기 제2 성형 틀(1540)에 포함된 홈에 대응되는 개수 및 형상일 수 있다. 예시적으로, 상기 제2 소재 유닛(mu2)은 단백질에 대응되는 소재 유닛일 수 있다.
- [395] 조립 모듈(1500)은, 도 55의 (e) 및 도 55의 (f)와 같이, 제2 성형 틀(1540)을 제거하고 유닛 구조체(us)를 획득하는 동작을 수행할 수 있다. 상기 유닛 구조체(us)는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)의 조합일 수 있다.
- [396] 도 56을 참조하면, 상기 유닛 구조체(us)는 동일 레이어 상에 이웃하여 배치된 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)으로 구성될 수 있다. 상기 유닛 구조체(us)는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)이 각각 교차하며 배치된 형태로 구성될 수 있다.
- [397] 조립 모듈(1500)은 상기 유닛 구조체(us)를 이용하여 인공육을 제조하는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 유닛 구조체(us)에 물리적인 변화를 가하여 인공육을 제조하는 동작을 수행할 수 있다. 상기 인공육을 제조하는 동작은 유닛 구조체(us)를 실제 육류와 유사한 형상으로 가공하는 동작일 수 있다.
- [398]
- [399] 도 57은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제2 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [400] 도 57을 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은, 플레이트 상에 제1 성형 틀을 배치하고, 제1 성형 틀에 소재를 채워주는 동작(S1521), 플레이트에 놓인 소재에 물리적 변화를 제공하는 동작(S1522), 제1 성형 틀에 채워진 소재의 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(S1523), 제1 성형 틀을 제거하고, 플레이트 상에 제2 성형 틀을 배치하는 동작(S1524), 제2 성형 틀에 소재를 채워주는 동작(S1525), 플레이트에 놓인 소재에 물리적 변화를 제공하는 동작(S1526), 제2 성형 틀에 채워진 소재의 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(S1527), 제2 성형 틀을 제거하고 유닛 구조체를 획득하는 동작(S1528) 및 유닛 구조체를 이용하여 인공육을 제조하는 동작(S1529)을 수행할 수 있다.

- [401] 상기 동작 중 일부(예컨대, S1521, S1524, S1525, S1528, S1529)는 도 54를 통해 상술한 내용과 대응되므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [402] 조립 모듈(1500)은 제1 성형 틀(1530)에 소재를 채워준 후, 소재에 물리적 변화를 제공하는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 압착부(1520)를 통해 제1 성형 틀(1530)에 채워진 소재에 물리적 변화(예컨대, 압착)를 가할 수 있다. 제1 성형 틀(1530)에 채워진 소재에 물리적 변화를 가함으로써, 소재가 제1 성형 틀(1530)의 홈에 보다 밀도 있게 채워질 수 있다. 마찬가지로, 조립 모듈(1500)은 제2 성형 틀(1540)에 소재를 채워준 후, 소재에 물리적 변화를 제공하는 동작을 수행할 수 있으며, 이는 상술한 내용과 대응되므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [403] 조립 모듈(1500)은 제1 성형 틀(1530)에 채워진 소재의 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(예컨대, 커팅 동작)을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 소재의 적어도 일부 영역에 대해 후처리하는 동작(예컨대, 커팅하는 동작)을 수행함으로써, 제1 성형 틀(1530)의 홈에 대응되는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1)을 획득할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제2 성형 틀(1540)에 채워진 소재의 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(예컨대, 커팅하는 동작)을 수행할 수 있으며, 이는 상술한 내용과 대응되므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [404]
- [405] 도 58은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 복수의 작업 영역에서 동작하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [406] 도 58을 참고하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은 복수의 작업 영역에서 유닛 구조체(us)를 획득할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제1 작업 영역(WA1)에서 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1)을 획득하고, 제2 작업 영역(WA2)에서 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 획득하도록 설계될 수 있다.
- [407] 조립 모듈(1500)은 플레이트(1550)가 제1 작업 영역(WA1) 및 제2 작업 영역(WA2)으로 순차적으로 이동하도록 제어할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 서로 다른 위치에서 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 획득할 수 있다.
- [408] 조립 모듈(1500)은 한 쌍의 투입부(1510)을 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 투입부(1510)은 제1 투입부(1510a) 및 제2 투입부(1510b)를 포함할 수 있으며, 제1 투입부(1510a)는 제1 작업 영역(WA1)에 배치될 수 있고, 제2 투입부(1510b)는 제2 투입부(1510b)에 배치될 수 있다.
- [409] 상기 제1 투입부(1510a)는 제1 소재를 투입하기 위한 장치이고, 상기 제2 투입부(1510b)는 제2 소재를 투입하기 위한 장치일 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제1 작업 영역(WA1)에서 제1 투입부(1510a)를 통해 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1)을 획득할 수 있고, 제2 작업 영역(WA2)에서 제2 투입부(1510b)를 통해 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 획득할 수 있다.
- [410]

- [411] 도 59 내지 도 61은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 인공육을 제조하는 제3 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [412] 도 59를 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은, 제1 작업 영역에 플레이트를 위치시키는 동작(S1531), 플레이트 상에 제1 성형 틀을 배치하는 동작(S1532), 제1 성형 틀에 제1 소재를 채워주는 동작(S1533), 제1 성형 틀을 제거하고, 플레이트 상에 제2 성형 틀을 배치하는 동작(S1534), 제2 작업 영역에 플레이트를 위치시키는 동작(S1535), 제2 성형 틀에 제2 소재를 채워주는 동작(S1536), 제2 성형 틀을 제거하고 유닛 구조체를 획득하는 동작(S1537) 및 유닛 구조체를 이용하여 인공육 제조하는 동작(S1538)을 수행할 수 있다.
- [413] 조립 모듈(1500)은, 도 60의 (a)와 같이, 제1 작업 영역(WA1)에 플레이트(1550)를 위치시키고, 플레이트(1550) 상에 제1 성형 틀(1530)을 배치하는 동작을 수행할 수 있다.
- [414] 조립 모듈(1500)은, 도 60의 (b) 및 도 60의 (c)와 같이, 제1 작업 영역(WA1)에 놓인 제1 성형 틀(1530)에 제1 소재를 채우는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제1 투입부(1510a)를 통해 제1 성형 틀(1530)에 제1 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제1 성형 틀(1530)에 제1 소재를 채우는 동작을 통해 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1)을 획득할 수 있다.
- [415] 조립 모듈(1500)은, 도면에는 도시되지 않았으나, 제1 성형 틀(1530)에 제1 소재를 채운 후에 제1 소재에 물리적 변화(예컨대, 압착)를 가하는 동작 및/또는 제1 소재 중 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(예컨대, 커팅하는 동작)을 통해 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1)을 획득할 수 있다.
- [416] 조립 모듈(1500)은, 도 60의 (d)와 같이, 제1 성형 틀(1530)을 제거하고, 플레이트(1550) 상에 제2 성형 틀(1540)을 배치하는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은, 도 61의 (e)와 같이, 플레이트(1550)를 제2 작업 영역(WA2)에 위치시키는 동작을 수행할 수 있다. 도면에는 도시되지 않았지만, 플레이트(1550) 상에 제2 성형 틀(1540)을 배치하는 동작은 플레이트(1550)를 제2 작업 영역(WA2)으로 위치시킨 이후에 수행될 수 있다.
- [417] 조립 모듈(1500)은, 도 61의 (f) 및 도 61의 (g)와 같이, 제2 성형 틀(1540)에 제2 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제2 투입부(1510b)를 통해 제2 성형 틀(1540)에 제2 소재를 채워주는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 제2 성형 틀(1540)에 제2 소재를 채우는 동작을 통해 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 획득할 수 있다.
- [418] 조립 모듈(1500)은, 도면에는 도시되지 않았으나, 제2 성형 틀(1540)에 제2 소재를 채운 후에 제2 소재에 물리적 변화(예컨대, 압착)를 가하는 동작 및/또는 제2 소재 중 적어도 일부 영역을 후처리하는 동작(예컨대, 커팅하는 동작)을 통해 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 획득할 수 있다.
- [419] 조립 모듈(1500)은, 도 61의 (h)와 같이, 제2 성형 틀(1540)을 제거하고 유닛 구조체(us)를 획득하는 동작을 수행할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 미리 정해진 공법

에 기반하여 유닛 구조체(us)를 가공하여 인공육을 제조하는 동작을 수행할 수 있다.

[420]

[421] 도 62 내지 도 64는 일 실시예에 따른 조립 모듈이 미리 정해진 패턴을 갖는 인공육을 제조하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[422] 도 62를 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은, 적어도 하나의 제1 소재 유닛 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛이 동일 레이어 상에 이웃하도록 배치된 유닛 구조체 획득하는 단계(S1541) 및 유닛 구조체를 가공하여 단면에 미리 정해진 패턴을 포함하는 인공육을 획득하는 단계(S1542)를 수행할 수 있다.

[423] 조립 모듈(1500)은 적어도 하나의 제1 소재 유닛 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛이 동일 레이어 상에 이웃하도록 배치된 유닛 구조체를 가공하여 인공육을 획득할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 상기 유닛 구조체를 가공하여 사용자가 원하는 패턴이 단면에 나타나는 인공육을 제조할 수 있다.

[424]

[425] 도 63 및 도 64를 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은, 사용자 입력으로부터 인공육 단면에 형성될 타겟 패턴 획득하는 단계(S1551), 타겟 패턴에 기반하여 유닛 구조체의 규격(길이)과 관련된 제1 조건을 결정하는 단계(S1552), 타겟 패턴에 기반하여 유닛 구조체를 구성하는 제1 소재 유닛 및 제2 소재 유닛의 종류, 개수, 사이즈, 배치 방법 중 적어도 하나와 관련된 제2 조건을 결정하는 단계(S1553) 및 제1 조건 및 제2 조건에 기반하여 설계 조건을 결정하고, 설계 조건에 기반하여 유닛 구조체 획득하는 단계(S1554)를 수행할 수 있다.

[426] 조립 모듈(1500)은 사용자 입력 또는 사전 정의된 데이터 셋으로부터 인공육 단면에 형성될 타겟 패턴을 획득할 수 있다. 상기 타겟 패턴은 실제 육류의 근섬유 배열, 마블링(근육과 지방의 배합) 형태, 조직의 밀도 및 방향성을 포함할 수 있으며, 특정한 미적 또는 기능적 목적을 위한 맞춤 설계된 패턴일 수 있다.

[427] 조립 모듈(1500)은 타겟 패턴에 기반하여 유닛 구조체(us)의 규격, 길이 및 너비 중 적어도 하나와 관련된 제1 조건을 결정할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 타겟 패턴에 기반하여 유닛 구조체(us)를 구성하는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)의 종류, 개수, 사이즈 및 배치 방법 중 적어도 하나와 관련된 제2 조건을 결정할 수 있다. 상기 제1 조건 및 제2 조건은 인공육의 크기, 단면 형상, 타겟 패턴을 구현하는 데 필요한 최소 크기 등을 고려하여 결정될 수 있다.

[428] 조립 모듈(1500)은 제1 조건 및/또는 제2 조건에 기반하여 설계 조건을 결정하고, 설계 조건에 기반하여 유닛 구조체(us)를 획득할 수 있다.

[429] 조립 모듈(1500)은 상술한 방법으로 획득되는 유닛 구조체(us)에 미리 정해진 공정(예컨대, 롤링 공정, 원통형으로 말아주는 공정, 압축하는 공정 등)을 가하여 단면에 타겟 패턴이 형성되는 인공육을 제조할 수 있다.

- [430] 상기 유닛 구조체(us)는 복수의 제1 소재 유닛(mu1) 및 복수의 제2 소재 유닛(mu2)을 포함하며, 상기 복수의 제1 소재 유닛(mu1) 및 복수의 제2 소재 유닛(mu2)은 동일 레이어 상에서 번갈아 배치(예컨대, 교차 배치)될 수 있다.
- [431] 조립 모듈(1500)은 상기 제1 조건 및/또는 제2 조건에 부합하도록 제1 성형 틀(1530) 및/또는 제2 성형 틀(1540)을 구성하는 홈(슬롯)의 너비가 조절되도록 제어할 수 있다. 상기 제1 조건 및 제2 조건에 따라 조절된 제1 성형 틀(1530) 및 제2 성형 틀(1540)을 이용하여 단면에 타겟 패턴이 형성된 인공육을 획득할 수 있다.
- [432]
- [433] 도 65 및 도 66은 일 실시예에 따른 조립 모듈이 복수의 레이어를 포함하는 유닛 구조체를 가공하여 인공육을 획득하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [434] 도 65를 참조하면, 일 실시예에 따른 조립 모듈(1500)은 서로 이웃하여 배치된 적어도 하나의 제1 소재 유닛 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛을 포함하는 제1 레이어 구조체 획득하는 단계(S1561), 서로 이웃하여 배치된 적어도 하나의 제1 소재 유닛 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛을 포함하는 제2 레이어 구조체 획득하는 단계(S1562), 제1 레이어 구조체 및 제2 레이어 구조체로 구성된 유닛 구조체를 획득하는 단계(S1563), 미리 정해진 형상을 갖춘 가압 장치를 통해 유닛 구조체를 가공하여 인공육 획득 단계(S1564), 적어도 하나의 롤러를 포함하는 성형 장치를 통해 유닛 구조체를 가공하여 인공육 획득 단계(S1565)를 수행할 수 있다. 여기서, 상기 인공육 획득 단계(S1564, S1565)는 선택적으로 수행될 수 있다.
- [435] 도 66을 참조하면, 조립 모듈(1500)은 유닛 구조체(us)를 획득하되, 상기 유닛 구조체(us)는 복수의 레이어 구조체(예컨대, 제1 레이어 구조체(ls1) 내지 제4 레이어 구조체(ls4))를 포함할 수 있다.
- [436] 제1 레이어 구조체(ls1)는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 포함할 수 있고, 제2 레이어 구조체(ls2)는 적어도 하나의 제1 소재 유닛(mu1) 및 적어도 하나의 제2 소재 유닛(mu2)을 포함할 수 있다. 상기 제1 레이어 구조체(ls1) 및 제2 레이어 구조체(ls2)는 상하로 배치되어 유닛 구조체(us)를 구성할 수 있다. 상기 제1 레이어 구조체(ls1) 및 제2 레이어 구조체(ls2)는 수직 방향으로 쌓여 조립될 수 있다.
- [437] 예시적으로, 복수의 레이어 구조체는 서로 다른 특성을 가질 수 있다. 예컨대, 제1 레이어 구조체(ls1)는 고단백 섬유층일 수 있고, 제2 레이어 구조체(ls2)는 지방층일 수 있으며, 제3 레이어(ls3)는 저밀도 근육층일 수 있다. 이와 같은 맞춤형 레이어링을 통해 특정 육류 부위(예컨대, 등심, 안심 등)와 유사한 구조를 인공적으로 구현할 수 있다.
- [438] 조립 모듈(1500)은, 이와 같은 방법으로 획득되는, 복수의 레이어로 구성된 유닛 구조체(us)를 가공하여 인공육을 제조할 수 있다. 조립 모듈(1500)은 미리 정해진 형상을 갖춘 가압 장치를 통해 상기 유닛 구조체(us)에 압력을 가하여 인공육을 획득할 수 있다.

- [439] 조립 모듈(1500)은 적어도 하나의 롤러를 포함하는 성형 장치를 통해 상기 유닛 구조체(us)를 가공하여 인공육을 획득할 수 있다. 상기 성형 장치는 한 쌍의 롤러(상부 롤러 및 하부 롤러)를 포함할 수 있다. 상기 성형 장치는 상부 롤러만을 포함할 수 있다.
- [440] 복수의 레이어를 포함하는 유닛 구조체(us)를 가공하여 제조되는 인공육은 근섬유의 층별 배열로 실제 육류와 유사한 고깃결을 구현할 수 있으며, 층 간 결합력이 증가되어 강도 및 탄력이 향상될 수 있고, 지방과 단백질 층의 적절한 배치를 통해 보다 정밀한 마블링 형성이 가능할 수 있다.
- [441]
- [442] 도 67은 일 실시예에 따른 제조 장치에 의해 제조되는 인공육의 단면을 설명하기 위한 도면이다. 도 67을 참조하면, 일 실시예에 따른 제조 장치(100)은 단면에 패턴이 형성된 인공육을 제조할 수 있다.
- [443] 상기 패턴은, 상술한 것처럼, 근섬유 배열, 마블링(근육과 지방의 배합) 형태, 조직의 밀도 및 방향성을 포함할 수 있으며, 특정한 미적 또는 기능적 목적을 위한 맞춤 설계된 패턴일 수 있다.
- [444] 제조 장치(100)는 제1 소재 및 제2 소재를 가공하여 인공육을 획득할 수 있으며, 상기 제1 소재 및 제2 소재에 의해 인공육에 패턴이 형성될 수 있다.
- [445] 제조 장치(100)는 제1 소재를 길이 방향으로 압출하여 제1 미세 구조체(m1)를 획득할 수 있고, 제2 소재를 길이 방향으로 압출하여 제2 미세 구조체(m2)를 획득할 수 있다. 여기서, 상기 길이 방향은 압력을 가한 방향에 대응하는 방향일 수 있다. 보다 구체적으로, 제조 장치(100)는 적어도 하나의 노즐을 통한 압출 방법을 통해 제1 소재를 가공하여 제1 미세 구조체(m1)를 획득할 수 있고, 제2 소재를 가공하여 제2 미세 구조체(m2)를 획득할 수 있다.
- [446] 상기 패턴은 제1 소재를 가공하여 획득되는 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 제2 소재를 가공하여 획득되는 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)에 의해 형성될 수 있다.
- [447] 상기 패턴은 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1)와 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)의 결합(예컨대, 물리적 결합 또는 화학적 결합)에 의해 형성될 수 있다.
- [448] 상기 패턴은 패턴의 조직적 형태를 구현하는 역할을 하는 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 패턴의 배경을 형성하는 역할을 하는 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)에 의해 형성될 수 있다.
- [449] 상기 패턴은 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1)의 개수, 배열(예컨대, 병렬 배열, 교차 배열, 무작위 배열 등), 결합 방식(예컨대, 미세 구조체를 조립하는 방식, 압축 강도 등) 중 적어도 하나에 의해 결정될 수 있다.
- [450] 상기 패턴은 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1)에 의해 형성되고, 상기 패턴에 의해 정의되는 영역의 외곽 라인은 적어도 하나의 제2 미세 구조체(M2)와 접하도록 형성될 수 있다. 예컨대, 패턴에 의해 정의되는 영역은 복수의 제2 미세 구조체(m2)에 의해 둘러 싸여 있을 수 있다.

- [451] 제조 장치(100)는 제1 작업 공간에서 제1 소재 및 제2 소재를 각각 길이 방향으로 압출하여 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)를 획득할 수 있다. 제조 장치(100)는 제2 작업 공간에서 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)에 물리적 및/또는 화학적 결합 방법을 통해 조립할 수 있다. 여기서, 상기 제1 작업 공간과 제2 작업 공간은 서로 다른 공간일 수 있다.
- [452] 제조 장치(100)는 제1 시점에서 제1 소재 및 제2 소재를 각각 길이 방향으로 압출하여 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)를 획득할 수 있다. 제조 장치(100)는 제2 시점에서 적어도 하나의 제1 미세 구조체(m1) 및 적어도 하나의 제2 미세 구조체(m2)에 물리적 및/또는 화학적 결합 방법을 통해 조립할 수 있다. 여기서 상기 제1 시점과 제2 시점은 서로 다른 시점일 수 있다.
- [453] 예컨대, 일 실시예에 따르면, 제조 장치(100)는 압출 방식을 통해 미세 구조체를 획득한 후, 상술한 후처리 공정을 수행한 후에 미세 구조체의 조립 공정을 통해 단면에 패턴이 형성된 인공육을 획득할 수 있다.
- [454]
- [455] 제조 장치(100)에 의해 제조되는 인공육의 단면은 복수의 패턴을 포함할 수 있으며, 상기 복수의 패턴은 일정한 반복성을 띌 수 있으며, 서로 다른 형태로 형성될 수 있다.
- [456] 인공육의 단면에 포함된 복수의 패턴 중 적어도 하나는 최소 폭(Minimum Width)이 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다. 복수의 패턴의 기하학적 형태와 관계없이, 복수의 패턴 중 적어도 하나는 패턴을 구성하는 최소 폭(최소 단면 치수)은 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다.
- [457] 인공육의 단면에 포함된 복수의 패턴은 다양한 기하학적 형태일 수 있으나, 복수의 패턴 중 적어도 하나를 구성하는 개별 구조 요소의 최소 폭은 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다.
- [458] 인공육의 단면에 포함된 복수의 패턴의 형상에는 복수의 측정 가능 폭(예컨대, 최소 폭, 최소 단면 치수, 최소 특성 치수, 패턴 내 기하학적 요소 중 어느 하나, 공간적으로 가장 좁은 부분의 폭 등)이 있으며, 상기 복수의 측정 가능 폭 중 적어도 하나는 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다.
- [459] 예시적으로, 복수의 패턴 중 적어도 하나는 다각형 형태일 수 있으며, 상기 다각형 형태 내에서 측정 가능한 복수의 폭은 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다. 다른 예로, 복수의 패턴 중 적어도 하나는 원형 형태일 수 있으며, 상기 원형 형태의 최소 직경은 1mm 내지 2mm 이하로 형성될 수 있다.
- [460]
- [461] 제조 장치(100)에 의해 제조되는 인공육의 단면에는 복수의 패턴에 의해 정의되는 복수의 패턴 영역이 포함될 수 있다. 상기 복수의 패턴 영역 중 적어도 하나는 최소 패턴 영역일 수 있다.

- [462] 최소 패턴 영역은 인공육 단면 내에서 특정한 물리적 또는 시각적 특성을 갖도록 형성된 패턴 구조일 수 있으며, 일정한 크기 이하의 면적을 가질 수 있다. 최소 패턴 영역은 미리 정해진 크기 이하로 형성된 패턴에 의해 정의되는 영역일 수 있다. 상기 최소 패턴 영역 내에 위치한 패턴의 최소 폭은 1mm 내지 2mm 이하일 수 있다.
- [463] 최소 패턴 영역은 적어도 하나의 제1 미세 구조체에 의해 형성되는 특징 영역과 상기 특징 영역의 외곽 라인이 적어도 하나의 제2 미세 구조체와 접하는 배경 영역을 포함할 수 있다.
- [464] 최소 패턴 영역은 미리 정해진 가이드 도구에 의해 정의될 수 있다. 상기 가이드 도구는 인공육의 단면 상에서 일정 크기 이하의 패턴을 구별하고, 이를 최소 패턴 영역으로 정의하는 역할을 수행할 수 있다. 다시 말해, 가이드 도구는 특정 크기의 패턴을 기준으로 필터링하는 역할을 하며, 이에 따라 해당 크기 이하의 패턴이 최소 패턴 영역으로 결정될 수 있다.
- [465] 인공육 단면에 포함된 복수의 패턴 중, 가이드 도구를 통해 특정 크기 이하로 구별되는 패턴은 최소 패턴 영역으로 정의될 수 있다. 가이드 도구는 일정한 크기의 투영 영역을 설정할 수 있으며, 인공육 단면에 포함된 복수의 패턴 중 해당 영역 내에서 감지되는 패턴은 최소 패턴 영역으로 정의될 수 있다. 가이드 도구에 의해 설정된 투영 영역 내에 포함되는 패턴은 최소 패턴 영역으로 정의될 수 있다.
- [466] 예시적으로, 상기 가이드 도구는 원형일 수 있으며, 상기 원형의 직경은 1mm 내지 2mm 이하일 수 있다. 이 경우, 제조 장치(100)에 의해 제조되는 인공육의 단면에는 가이드 도구에 의해 설정된 투영 영역 (즉, 직경이 1mm 내지 2mm 이하인 영역) 내에 포함되는 최소 패턴 영역이 적어도 하나 이상 존재할 수 있다.
- [467]
- [468] 이상에서 실시 형태들에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 형태에 포함되며, 반드시 하나의 실시 형태에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 형태에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시 형태들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의해 다른 실시 형태들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [469] 또한, 이상에서 실시 형태를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시 형태의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 즉, 실시 형태에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 바이오 잉크를 사용하여 인공육을 생산하는 장치에 있어서,
복수의 모듈; 및
상기 복수의 모듈을 제어하는 적어도 하나의 프로세서;를 포함하고,
상기 복수의 모듈은,
모니터링 모듈 및 압출 모듈을 포함하고,
상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 모니터링 모듈을 통해 상기 바이오 잉크의 상태가 미리 정해진 조건을 유지하도록 제어하고,
상기 압출 모듈을 통해 상기 바이오 잉크 중 적어도 일부가 압출되어 추출되도록 제어하는,
인공육 제조 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 모니터링 모듈은 상기 바이오 잉크를 수용할 수 있는 내부 공간 및 상기 내부 공간에 수용된 상기 바이오 잉크의 상태를 모니터링하기 위한 적어도 하나의 센서를 포함하되,
상기 적어도 하나의 센서는 상기 바이오 잉크의 온도를 측정하기 위한 제1 센서 또는 상기 바이오 잉크의 pH를 측정하기 위한 제2 센서를 포함하는,
인공육 제조 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 압출 모듈은 복수의 홀을 구비된 노즐을 더 포함하고,
상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 압출 모듈을 통해 상기 바이오 잉크 중 적어도 일부가 상기 노즐을 통과하여 섬유 다발 형태로 추출되도록 제어하는,
인공육 제조 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 노즐에 구비된 상기 복수의 홀 각각은 미리 정해진 동일한 직경을 갖도록 형성되고, 미리 정해진 간격만큼 서로 이격되어 형성되며, Y자 형태의 단면을 갖도록 형성되는,
인공육 제조 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 인공육 제조 장치는 가교 모듈을 더 포함하고,
상기 가교 모듈은 가교액을 수용할 수 있는 내부 공간을 구비하며,
상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 압출 모듈을 통해 압출되어 추출되는 바이오 잉크가 상기 가교 모듈의 내부 공간으로 투입되도록 제어하는,

- 인공육 제조 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 바이오 잉크는 지방과 관련된 제1 바이오 잉크 및 단백질과 관련된 제2 바이오 잉크를 포함하고,
 상기 모니터링 모듈은 상기 제1 바이오 잉크를 모니터링하는 제1 모니터링 모듈 및 상기 제2 바이오 잉크를 모니터링하는 제2 모니터링 모듈을 포함하고,
 상기 압출 모듈은 상기 제1 바이오 잉크를 압출하는 제1 압출 모듈 및 상기 제2 바이오 잉크를 압출하는 제2 압출 모듈을 포함하며,
 상기 가교 모듈은 상기 제1 바이오 잉크가 추출된 후 투입되는 제1 가교 모듈 및 상기 제2 바이오 잉크가 추출된 후 투입되는 제2 가교 모듈을 포함하는,
 인공육 제조 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 복수의 모듈은 제1 유닛 및 제2 유닛으로 구성되고,
 상기 제1 유닛은 상기 제1 모니터링 모듈, 상기 제1 압출 모듈 및 상기 제1 가교 모듈을 포함하고, 상기 제2 유닛은 상기 제2 모니터링 모듈, 상기 제2 압출 모듈 및 상기 제2 가교 모듈을 포함하고,
 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 유닛 및 상기 제2 유닛을 병렬적으로 제어하는,
 인공육 제조 장치.
- [청구항 8] 제5항에 있어서,
 상기 가교 모듈은 전기전도도 센서를 포함하고,
 상기 전기전도도 센서에 기반하여 상기 가교 모듈의 내부 공간에 수용된 상기 가교액의 오염 농도를 측정하고,
 상기 오염 농도가 미리 정해진 수준을 넘어선 것으로 판단되면, 상기 가교액이 순환 교체되도록 제어하는,
 인공육 제조 장치.
- [청구항 9] 제5항에 있어서,
 상기 인공육 제조 장치는 보관 모듈을 더 포함하고,
 상기 보관 모듈은 상기 바이오 잉크를 보관할 수 있는 내부 공간을 구비하며,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 보관 모듈의 내부 공간에 수용되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부가 펌프를 통해 상기 모니터링 모듈로 이동할 수 있도록 제어하는,
 인공육 제조 장치.
- [청구항 10] 바이오 잉크를 사용하여 인공육을 생산하는 방법에 있어서,
 보관 모듈의 내부 공간에 바이오 잉크를 보관하는 단계;

상기 보관 모듈의 내부 공간에 수용되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부를 펌프를 통해 모니터링 모듈로 이동시키는 단계;
상기 모니터링 모듈에 보관되어 있는 바이오 잉크의 상태가 미리 정해진 조건을 유지하도록 제어하는 단계; 및
압출 모듈을 통해 상기 모니터링 모듈에 보관되어 있는 바이오 잉크 중 적어도 일부가 압출되어 추출되도록 제어하는 단계;를 포함하는,
인공육 생산 방법.