



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년08월09일  
 (11) 등록번호 10-1172109  
 (24) 등록일자 2012년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*A61J 3/02* (2006.01) *A61M 15/00* (2006.01)  
*B65B 1/30* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7014938  
 (22) 출원일자(국제) 2006년11월20일  
 심사청구일자 2009년11월05일  
 (85) 번역문제출일자 2008년06월20일  
 (65) 공개번호 10-2008-0090399  
 (43) 공개일자 2008년10월08일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2006/044972  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/061987  
 국제공개일자 2007년05월31일  
 (30) 우선권주장  
 60/738,474 2005년11월21일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20070131707 A1  
 US20070131708 A1  
 US20070151623 A1

(73) 특허권자  
**맨카인드 코포레이션**  
 미합중국 캘리포니아 91355 발렌시아 28903 노스  
 에비뉴 패인  
 (72) 발명자  
**폴 트렌트 에이.**  
 미국 01002 매사추세츠주 앰허스트 컨트리 코너스  
 로드 59  
**본노 데이빗 에프.**  
 미국 01583 매사추세츠주 웨스트 보일스톤 알마냐  
 웨이 32  
**프고 퍼 비.**  
 미국 10507 뉴욕주 베드포드 힐스 그린 레인 199  
 (74) 대리인  
**안국찬, 양영준**

전체 청구항 수 : 총 34 항

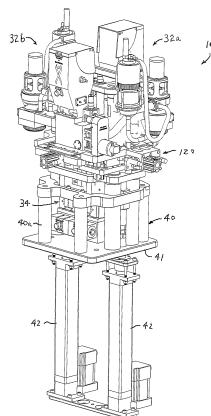
심사관 : 유창용

**(54) 발명의 명칭 분말 분배 및 감지 장치와 방법**

**(57) 요약**

본원에서는 분말 분배 및 감지 장치와 방법이 제공된다. 본 발명의 분말 분배 및 감지 장치와 방법은 카트리지를 보유하는 카트리지 트레이를 수용하기 위한 트레이 지지 구조물, 카트리지 트레이 내의 카트리지의 서브셋을 적어도 구비하는 카트리지 집단에 분말을 분배하기 위한 복수의 분말 분배기 모듈을 구비하는 분말 분배기 조립체, 상기 분말 분배기 모듈에 분말을 전달하기 위한 분말 전달 시스템, 및 카트리지 집단 내의 카트리지 각각의 중량과 같은 충전 상태를 감지하기 위한 복수의 센서 셀을 구비하는 센서 모듈을 구비한다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

분말 분배 및 감지 장치이며,

카트리지를 보유하는 카트리지 트레이를 수용하기 위한 트레이 지지 구조물과,

카트리지 트레이 내의 카트리지 집단의 각 카트리지에 분말을 분배하기 위한 분말 분배기 모듈을 구비하는 분말 분배기 조립체와,

상기 분말 분배기 모듈에 분말을 전달하기 위한 분말 수송 시스템과,

카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 감지하기 위한 복수의 센서 셀을 구비하는 센서 모듈과,

카트리지 집단의 카트리지 각각의 감지된 충전 상태에 응답하여 분말 분배기 모듈을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 분말 분배기 모듈 및 분말 수송 시스템은 분말을 카트리지 집단에 동시에 분배하도록 구성되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 센서 셀은 카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 동시에 감지하도록 구성되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 센서 셀은 중량 센서 셀을 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 분말 분배기 모듈, 센서 셀 및 제어 시스템은 카트리지 각각의 충전 상태를 100% 감지하고 제어하도록 구성되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 카트리지 트레이는 카트리지를 행과 열의 2차원적 어레이로 지지하도록 구성되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 분말 분배기 모듈, 분말 수송 시스템 및 센서 셀은 카트리지 집단에 분말을 동시에 분배하고 카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 감지하도록 구성되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 분말 수송 시스템은 수송 가스를 이동시키기 위한 송풍기 조립체와, 분말 분배기 조립체에 분말을 전달하기 위한 분말 통기 장치를 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 분말 수송 시스템은 폐쇄 루프 재순환 가스 수송 시스템을 형성하기 위해 분말 분배기 조립체로부터의 수송 가스를 송풍기 조립체에 결합시키는 매니폴드를 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 분말 수송 시스템은 수송 가스 상태조절 시스템을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 분말 분배기 모듈의 각각은 분말 수송 시스템으로부터 분말을 수용하기 위한 분말 입구, 분말 출구 및 상기 분말 입구와 분말 출구를 연결하는 분말 전달 도관을 한정하는 하우징과, 분말을 도관을 통해서 분말 출구로 이동시키기 위한 이송 기구를 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 이송 기구는 분말을 도관을 통해서 이동시키기 위한 이송 완드와, 이송 완드를 작동시키기 위한 액추에이터와, 출구를 제어하기 위한 밸브와, 밸브를 작동시키기 위한 액추에이터를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 분말 전달 도관은 분말 입구 아래의 분말층 조제 구역과, 상기 분말층 조제 구역 아래의 분말층 압축 구역과, 상기 분말층 압축 구역 아래의 분말 방출 구역을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 14**

제12항에 있어서, 상기 이송 완드는 샤프트와, 도관의 분말 방출 구역에서 상기 샤프트에 부착되는 방출 요소를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 적어도 하나의 오리피스를 가지며 분말 출구 근처에 배치되는 오리피스 요소를 더 포함하고, 완드 액추에이터가 방출 요소를 오리피스 요소에 대해 회전시키는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 방출 요소는 오리피스 요소 근처에 배치되는 롤러 핀과, 상기 롤러 핀과 이송 완드의 샤프트 사이에 결합되는 지지 부재를 포함하고, 완드 액추에이터가 롤러 핀을 오리피스 요소에 대해 회전시키는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 방출 요소는 이송 완드의 샤프트에 결합되는 오거를 포함하며, 완드 액추에이터가 오거를 오리피스 요소에 대해 회전시키는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 18**

제13항에 있어서, 상기 이송 완드는 샤프트와, 상기 샤프트에 부착되고 분말층 조제 구역과 분말층 압축 구역에 배치되는 나선형 개방 공간 프레임과, 상기 샤프트에 부착되고 분말 방출 구역에 배치되는 방출 요소를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 분말 분배기 모듈의 각각은 적어도 하나의 오리피스를 가지며 분말 출구 근처에 배치되는 오리피스 요소를 더 포함하고, 상기 방출 요소는 도관의 방출 구역에서 이송 완드의 샤프트에 결합되는 오거를 포함하며, 상기 오거는 나선형 개방 공간 프레임에 대해 역피치를 갖는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 20**

제18항에 있어서, 분말 분배기 모듈의 각각은 적어도 하나의 오리피스를 가지며 분말 출구 근처에 배치되는 오리피스 요소를 더 포함하며, 상기 방출 요소는 오리피스 요소 근처에 배치되는 롤러 핀과, 상기 롤러 핀과 이송 완드의 샤프트 사이에 결합되는 지지 부재를 포함하고, 완드 액추에이터가 롤러 핀을 오리피스 요소에 대해 회전시키는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 21**

제15항, 제17항 또는 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 이송 완드는 방출 요소와 오리피스 요소 사이에 간

격을 형성하기 위해 이송 완드의 샤프트와 오리피스 요소 사이에 배치되는 베어링을 더 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 22**

제15항, 제17항 또는 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오리피스 요소는 원추형 오리피스 구역을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 23**

제15항, 제16항 또는 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오리피스 요소는 편평한 오리피스 구역을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 24**

제14항 또는 제18항에 있어서, 상기 방출 요소는 상기 이송 완드의 샤프트로부터 연장되고 나선형 구조를 갖는 제1 및 제2 원재를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 25**

제12항에 있어서, 상기 이송 완드는 샤프트와, 상기 샤프트에 부착되고 나선형 배치를 갖는 복수의 이격된 원재와, 이격된 원재의 일부 또는 전부 사이에 고정되는 하나 이상의 와이어를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 상기 하나 이상의 와이어는 이격된 원재의 일부 또는 전부 사이에서 이중 나선형 구조로 원재의 단부 또는 단부 근처에 고정되는 와이어와, 이격된 원재의 일부 또는 전부 사이에서 이중 산형 구조로 고정되는 와이어를 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 27**

제25항에 있어서, 상기 이송 완드는 밸브 근처에서 샤프트에 부착되는 방출 요소를 더 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 28**

제11항에 있어서, 상기 분말 전달 도관은 분말 입구 아래의 원통형 부분과, 상기 원통형 부분 아래의 테이퍼형 부분을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 29**

제8항에 있어서, 상기 분말 분배기 조립체는 수직 포트 어레이를 갖는 어레이 블록을 구비하고, 상기 분말 분배기 모듈은 어레이 블록의 각각의 수직 포트에 장착되며, 상기 어레이 블록은 분말 분배기 모듈에 분말을 전달하기 위한 채널을 구비하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 상기 분말 분배기 모듈은 어레이 블록 내의 채널과 정렬되는 분말 입구를 구비하며, 분말은 어레이 블록 내의 채널을 통해서 분말 분배기 모듈의 열로 전달되는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 31**

제30항에 있어서, 어레이 블록 내의 각각의 채널은 수송 가스를 송풍기 조립체로 재순환시키기 위해 어레이 블록을 통과하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 32**

제29항에 있어서, 분말 분배기 모듈을 유지하는 어레이 블록을 카트리지 트레이에 대해 이동시키기 위한 액추에이터를 더 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 33**

제1항에 있어서, 카트리지가 각각의 센서 셀에 의해 지지되도록 카트리지 트레이를 하방 이동시키기 위한 액추에이터를 더 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 34**

제1항에 있어서, 카트리지 트레이 내의 제1 및 제2 카트리지 집단을 분말 분배기 조립체 및 센서 조립체와 정렬 상태로 순차적으로 위치시키기 위해 카트리지 트레이를 이동시키기 위한 트레이 위치설정 기구를 더 포함하는 분말 분배 및 감지 장치.

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

**청구항 37**

삭제

**청구항 38**

삭제

**청구항 39**

삭제

**청구항 40**

삭제

**청구항 41**

삭제

**청구항 42**

삭제

**청구항 43**

삭제

**청구항 44**

삭제

**청구항 45**

삭제

**청구항 46**

삭제

**청구항 47**

삭제

- 청구항 48
- 삭제
- 청구항 49
- 삭제
- 청구항 50
- 삭제
- 청구항 51
- 삭제
- 청구항 52
- 삭제
- 청구항 53
- 삭제
- 청구항 54
- 삭제
- 청구항 55
- 삭제
- 청구항 56
- 삭제
- 청구항 57
- 삭제
- 청구항 58
- 삭제
- 청구항 59
- 삭제
- 청구항 60
- 삭제
- 청구항 61
- 삭제
- 청구항 62
- 삭제
- 청구항 63
- 삭제

- 청구항 64  
삭제
- 청구항 65  
삭제
- 청구항 66  
삭제
- 청구항 67  
삭제
- 청구항 68  
삭제
- 청구항 69  
삭제
- 청구항 70  
삭제
- 청구항 71  
삭제
- 청구항 72  
삭제
- 청구항 73  
삭제
- 청구항 74  
삭제
- 청구항 75  
삭제
- 청구항 76  
삭제
- 청구항 77  
삭제
- 청구항 78  
삭제
- 청구항 79  
삭제

- 청구항 80
- 삭제
- 청구항 81
- 삭제
- 청구항 82
- 삭제
- 청구항 83
- 삭제
- 청구항 84
- 삭제
- 청구항 85
- 삭제
- 청구항 86
- 삭제
- 청구항 87
- 삭제
- 청구항 88
- 삭제
- 청구항 89
- 삭제
- 청구항 90
- 삭제
- 청구항 91
- 삭제
- 청구항 92
- 삭제
- 청구항 93
- 삭제
- 청구항 94
- 삭제
- 청구항 95
- 삭제



청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

- 청구항 112  
삭제
- 청구항 113  
삭제
- 청구항 114  
삭제
- 청구항 115  
삭제
- 청구항 116  
삭제
- 청구항 117  
삭제
- 청구항 118  
삭제
- 청구항 119  
삭제
- 청구항 120  
삭제
- 청구항 121  
삭제
- 청구항 122  
삭제
- 청구항 123  
삭제
- 청구항 124  
삭제
- 청구항 125  
삭제
- 청구항 126  
삭제
- 청구항 127  
삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

삭제

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

청구항 140

삭제

청구항 141

삭제

청구항 142

삭제

청구항 143

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 분말의 분배와 감지를 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 정밀하게 제어된 양의 분말을 복수의 카트리지에 분배하고 카트리지 각각의 충전 상태를 개별적으로 감지하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 상기 분말은 약제(drug)를 포함할 수 있으며, 카트리지는 흡입기(inhaler)에 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명은 이러한 용도에 한정되지 않는다.

**배경기술**

[0002] 투여 기구에 의한 분말 흡입에 의해 특정 형태의 약제를 환자에게 투여하는 것이 제안되어 있다. 한 가지 특정 예는 Technosphere<sup>®</sup> 미립자로 알려져있는 디케토피페라진(diketopiperazine) 미립자를 사용한다. Technosphere 미립자는 혈소판 표면 구조를 가지며, 약제가 장전될 수 있다. 예를 들면, 1994년 10월 4일자로 Feldstein 등에게 허여된 미국 특허 제5,352,461호, 1996년 4월 2일자로 Steiner 등에게 허여된 미국 특허 제 5,503,852호, 2000년 6월 6일자로 Steiner 등에게 허여된 미국 특허 제6,071,497호, 2002년 8월 6일자로 Steiner 등에게 허여된 미국 특허 제6,428,771호, 2002년 9월 3일자로 Steiner 등에게 허여된 미국 특허 제 6,444,226호, 및 2003년 11월 25일자로 Steiner 등에게 허여된 미국 특허 제6,652,885호를 참조하기 바란다. 이들 미립자의 한 가지 사용은 흡입에 의한 인슐린 투여이다. 약제 분말이 담긴 교체가능한 카트리지 또는 캡슐을 갖는 흡입기가 약제 투여를 위해 사용된다.

[0003] 흡입에 의한 약제 투여는 통상 흡입기 카트리지 내에 극소량의 분말을 필요로 한다. 예로서, Technosphere 미립자를 사용하는 인슐린의 적용은 10밀리그램 정도로 적은 분말 정량을 필요로 할 수 있다. 또한, 약제 정량은 고도로 정확해야 한다. 정해진 것보다 적은 정량은 소정의 치료 효과를 갖지 못할 수 있으며, 반면에 정해진 것보다 많은 정량은 환자에게 역효과를 줄 수 있다. 또한, Technosphere 미립자는 흡입에 의한 약제 투여에 있어서 매우 효과적인 반면, 그 혈소판 표면 구조는 Technosphere 분말이 응집하여 취급이 다소 어렵게 만든다.

[0004] 흡입에 의한 약제 투여의 상용화에 있어서, 약제를 담은 대다수의 카트리지는 효과적이고 경제적인 방식으로 제조되어야 한다. 각각의 카트리지에는 정확한 정량의 분말이 전달되어야 하며, 각 카트리지 내의 약제 정량은 검증되어야 한다. 제조 기술 및 장비는 수요를 충족하도록 높은 생산량을 달성할 수 있어야 하며, 응집성이 있어서 자유롭게 유동하지 못하는 분말을 취급할 수 있어야 한다. 기존의 제조 기술 및 장비는 이들 요구를 충족하기에 적합하지 못했다.

[0005] 따라서, 분말의 분배 및 감지를 위한 신규한 방법 및 장치가 요구된다.

**발명의 상세한 설명**

[0006] 정밀하게 제어된 정량의 분말을 복수의 카트리지에 동시에 분배하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 분말은 약제를 포함할 수 있으며, 카트리지는 흡입기에 사용될 수 있다. 카트리지 각각의 충전 상태, 통상 분말 중량은 충전 중에 감지되며, 분말 분배기 모듈은 정확한 정량을 보장하기 위해 감지된 중량에 응답하여 개별 제어된다. 상기 시스템은 고속으로 작동하며, 최소한의 플로어 공간 요건에서 제조 충전 작업이 가능하도록 매우 콤팩트할 수 있다.

[0007] 본 발명의 제1 태양에 따르면, 분말 분배 및 감지 장치는 카트리지 트레이 보유(holding) 카트리지를 수용하기 위한 트레이 지지 구조물, 카트리지 트레이 내의 카트리지 집단(batch)의 각 카트리지에 분말을 분배하기 위한 분말 분배기 모듈을 구비하는 분말 분배기 조립체, 상기 분말 분배기 모듈에 분말을 전달하기 위한 분말 수송 시스템, 카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 감지하기 위한 센서 셀을 구비하는 센서 모듈, 및 카트리지 집단의 카트리지 각각의 감지된 충전 상태에 응답하여 분말 분배기 모듈을 제어하기 위한 제어 시스템을 포함한다.

[0008] 상기 분말 분배기 모듈, 분말 수송 시스템, 및 센서 셀은 카트리지 집단에 분말을 동시에 분배하고 카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 동시에 감지하도록 구성될 수 있다. 센서 셀은 중량 센서 셀을 포함할 수 있다. 카트리지 트레이는 카트리지를 2차원 행렬 어레이로 지지하도록 구성될 수 있다.

[0009] 상기 분말 수송 시스템은 수송 가스를 이동시키기 위한 송풍기 조립체, 분말 분배기 조립체에 분말을 전달하기 위한 분말 통기장치(aerator), 및 상기 분말 통기장치에 분말을 공급하기 위한 호퍼 조립체를 구비할 수 있다.

분말 수송 시스템은 폐쇄-루프 재순환 가스 수송 시스템을 형성하기 위해 분말 분배기 조립체로부터의 수송 가스를 송풍기 조립체에 결합시키는 매니폴드를 더 구비할 수 있다. 분말 수송 시스템은 수송 가스의 상대 습도, 온도 또는 양자를 제어하기 위해 수송 가스 상태조절(conditioning) 시스템을 구비할 수 있다.

- [0010] 분말 분배기 모듈의 각각은 분말 수송 시스템으로부터 분말을 수용하기 위한 분말 입구, 분말 출구, 및 상기 분말 입구와 분말 출구를 연결하는 분말 전달 도관을 규정하는 하우징과, 상기 도관을 통해서 분말을 상기 분말 입구로부터 분말 출구로 이동시키기 위한 이송 기구를 구비할 수 있다.
- [0011] 상기 이송 기구는 도관을 통해서 분말을 이동시키기 위한 이송 완드(wand: 봉형상 도구), 상기 이송 완드를 작동시키기 위한 액추에이터, 출구를 제어하기 위한 밸브, 및 상기 밸브를 작동시키기 위한 액추에이터를 구비할 수 있다. 상기 이송 완드는 샤프트와, 이 샤프트에 부착되는 이격된 원재(圓材:spar)를 구비하는 나선형 개방 공간 프레임에 구비할 수 있다. 이격된 원재는 샤프트 상에서 나선형 배열을 가질 수 있다. 이송 완드는 이격된 원재의 일부 또는 전부 사이에 부착되는 하나 이상의 와이어 배열을 더 포함할 수 있다. 이들 와이어는 원재의 단부 사이에 부착되는 하나 이상의 나선형 배열, 및 선택된 반경방향 위치에서 원재 사이에 부착되는 하나 이상의 산형(chevron) 배열을 구비할 수 있다. 일부 실시예에서, 각각의 와이어는 중간 원재의 구멍을 통해서 활주가능하게 고정되며, 각 단부에서 하나의 원재에 부착된다.
- [0012] 이송 완드는 나선형 개방 공간 프레임 아래에서 샤프트에 부착되는 방출 부재를 더 구비한다. 다른 실시예에서, 방출 부재는 이중 나선 구조를 갖는 변형 원재, 오리피스 요소와 조합하여 사용되는 롤러 핀 및 지지 요소 또는 오리피스 요소와 조합하여 사용되는 오리피스 요소 또는 오거( auger ) 블레이드로서 실시될 수 있다.
- [0013] 분말 분배기 조립체는 수직 포트 어레이를 갖는 어레이 블록을 구비할 수 있다. 분말 분배기 모듈은 어레이 블록의 각 수직 포트에 장착될 수 있다. 어레이 블록은 분말 분배기 모듈에 전력을 공급하기 위해 채널을 구비할 수 있다. 분말 분배기 모듈은 어레이 블록 내의 채널과 정렬되는 분말 입구를 구비할 수 있으며 따라서 분말은 어레이 블록 내의 채널을 통해서 분말 분배기 모듈 열(row)에 전달된다. 어레이 블록 내의 각 채널은 수송 가스를 송풍기 조립체로 재순환시키기 위해 어레이 블록을 통과할 수 있다. 어레이 블록 내의 채널들은 분말 분배기 모듈의 하나 이상의 분말 분배 사이클 동안 분말을 저장하기 위한 충분한 용량을 가질 수 있다.
- [0014] 호퍼 조립체는 분말 저류소를 규정하는 호퍼 보디와, 분말 저류소 하부의 제립기( granulator )를 구비할 수 있다. 제립기는 제1 및 제2 응집기 롤러와, 상기 제1 및 제2 응집기 롤러를 각각 작동시키기 위한 제1 및 제2 모터를 포함할 수 있다. 응집기 롤러의 각각은 다수의 핀 또는 다수의 이격된 디스크를 구비할 수 있다.
- [0015] 송풍기 조립체는 재순환 수송 가스를 통해서 수송 가스를 이동시키기 위한 송풍기, 및 재순환하는 수송 가스로부터 분말 응집체를 제거하기 위한 가스-입자 분리 장치를 구비할 수 있다. 일부 실시예에서 가스-입자 분리 장치는 사이클론 분리기로서 실시되며, 다른 실시예에서 가스-입자 분리 장치는 베인 분리기로서 실시된다. 송풍기는 수송 가스를 이동시키기 위한 임펠러, 상기 임펠러를 회전시키기 위한 임펠러 모터, 및 분말 통기장치에 수송 가스를 공급하기 위한 배출 포트를 가지며 상기 임펠러를 둘러싸는 송풍기 하우징을 구비할 수 있다. 상기 송풍기 조립체는 수송 가스의 유동에 상태조절된 수송 가스를 도입하기 위한 도입 붐을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 분말 통기장치는 분말 입구, 분말 분배기 조립체에 결합되는 분말 출력 포트, 및 송풍기 조립체에 결합되는 가스 입구를 규정하는 매니폴드 블록을 구비할 수 있다. 분말 통기장치는 라이저( riser ) 튜브를 통해서 분말 출력 포트에 분말을 전달하기 위한 공기압 브룸(broom: 쓸어냄 도구), 및 일정 양의 분말을 분말 입구로부터 공기압 브룸으로 공급하기 위한 덤프 밸브를 더 구비할 수 있다. 덤프 밸브는 또한 폐쇄-루프 수송 가스 시스템을 외부 환경으로부터 밀봉한다. 분말 통기장치는 분말 출력 포트에 결합되는 바이패스 매니폴드, 및 수송 가스의 선택된 부분을 가스 입구로부터 공기압 브룸으로 향하게 하고 또한 바이패스 매니폴드로 향하게 하기 위한 교차( crossover ) 밸브를 더 구비할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 제2 태양에 따르면, 분말을 분배 및 감지하기 위한 방법이 제공된다. 이 방법은 카트리지 트레이 내에 카트리지를 위치설정하는 단계, 카트리지 트레이 내의 카트리지 집단에 분말을 동시에 분배하는 단계, 및 카트리지 집단의 카트리지 각각의 충전 상태를 동시에 감지하는 단계를 포함한다.
- [0018] 본 발명의 제3 태양에 따르면, 분말 통기장치는 분말 입구, 분말 출력 포트 및 수송 가스 입구를 규정하는 매니폴드 블록; 상기 분말 출력 포트에 분말을 전달하기 위한 공기압 브룸; 일정 양의 분말을 분말 입구로부터 공기압 브룸으로 공급하기 위한 덤프 밸브; 분말 출력 포트에 결합되는 바이패스 매니폴드, 및 수송 가스의 선택된 부분을 가스 입구로부터 공기압 브룸으로 향하게 하고 또한 바이패스 매니폴드로 향하게 하기 위한 교차 밸브를

포함한다.

- [0019] 본 발명의 제4 태양에 따르면, 분말 분배기 조립체는 수직 포트의 어레이 및 상기 수직 포트의 각각과 교차하는 수평 채널을 구비하는 어레이 블록; 및 상기 어레이 블록의 각 수직 포트에 장착되는 분말 분배기 모듈을 포함하고, 분말 분배기 모듈의 각각은 어레이 블록 내의 채널과 연통하는 분말 입구를 가지며, 어레이 블록 내의 채널에 전달되는 분말은 분말 분배기 모듈의 각각에 의해 분배된다.
- [0020] 본 발명의 제5 태양에 따르면, 분말 수송 시스템은 카트리지 내에 분말을 분배하기 위한 분말 분배기 조립체; 수송 가스를 이동시키기 위한 송풍기 조립체; 및 수송 가스에 혼입된 분말을 분말 분배기 조립체에 전달하기 위한 분말 통기장치를 포함한다.
- [0021] 본 발명의 제6 태양에 따르면, 분말 분배기 모듈은 분말을 수용하기 위한 분말 입구, 분말 출구, 및 상기 분말 입구와 분말 출구를 연결하는 분말 전달 도관을 규정하는 하우징; 상기 분말 전달 도관을 통해서 분말을 이동시키기 위한 이송 완드; 상기 이송 완드를 작동시키기 위한 액추에이터; 분말 출구를 제어하기 위한 밸브; 및 상기 밸브를 작동시키기 위한 액추에이터를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 제7 태양에 따르면, 송풍기 조립체는 수송 가스를 이동시키기 위한 임펠러; 상기 임펠러를 회전시키기 위한 임펠러 모터; 상기 임펠러를 둘러싸며 상기 수송 가스용 방출 포트를 갖는 송풍기 하우징; 수송 가스를 수용하기 위한 매니폴드; 및 상기 수송 가스에 혼입된 응집체를 축적하기 위해 매니폴드에 부착되는 가스-입자 분리 장치를 포함한다.
- [0023] 본 발명의 제8 태양에 따르면, 분말 취급 장치는 적어도 제1 카트리지 집단과 제2 카트리지 집단을 보유하는 카트리지 트레이를 수용하기 위한 트레이 지지 구조물; 카트리지 트레이 내의 카트리지 집단에 분말을 분배하기 위한 분배 서브시스템; 및 상기 카트리지 트레이 내의 제1 카트리지 집단과 후속 카트리지 집단을 순차적으로 분배 서브시스템과 정렬하여 위치설정시키기 위해 카트리지 트레이를 이동하기 위한 트레이 위치설정 기구를 포함한다.
- [0024] 본 발명의 제9 태양에 따르면, 카트리지 내에 분말을 전달하기 위한 방법은 분말이 담긴 호퍼를 갖는 분배기 모듈 아래에 카트리지를 위치설정시키는 단계, 호퍼를 제어하는 밸브를 개방하는 단계, 밸브를 통해서 카트리지로 분말을 분배하기 위해 호퍼 내의 이송 완드를 작동시키는 단계, 및 카트리지가 원하는 충전 상태에 도달했을 때 밸브를 폐쇄하는 단계를 포함한다.
- [0025] 이송 완드의 작동은 이송 완드를 회전시키는 단계 및 호퍼 내의 분말을 상태조절하기 위해 이송 완드의 회전을 역전시키는 단계를 포함할 수 있다. 이송 완드는 가변 속도로 회전될 수 있으며, 회전 중에 진동(dithering)될 수 있다. 이송 완드는 일 회전 또는 그 이상의 회전의 일부 동안에 왕복되어 완드를 시계방향 및 반시계방향으로 신속히 회전시킬 수 있다. 상기 방법은 카트리지 내의 분말의 중량을 감지하는 단계와 감지된 중량이 목표 중량 이상일 때 밸브를 폐쇄하는 단계를 포함할 수 있다. 밸브의 개방은 밸브 부재를 선택된 방향으로 회전시키는 것을 포함할 수 있으며, 밸브의 폐쇄는 밸브 부재를 동일 방향으로 회전시키는 것을 포함할 수 있다. 밸브의 개방은 밸브 부재를 분배기 노즐 개구에 대해 후위-배치(post-positioning)하는 것을 포함할 수 있다.
- [0026] 이송 완드는 충전 사이클의 제1 부분 동안 선택된 최대 속도로 회전될 수 있으며 이후 충전 사이클의 제2 부분 동안 저하된 속도로 회전될 수 있다. 충전 사이클의 제2 부분은 카트리지 내로 분배된 분말이 선택된 중량 이상일 때 시작될 수 있다. 충전 사이클의 임의의 부분 동안에는 비례 제어 및/또는 적분 제어가 사용될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 제10 태양에 따르면, 분말 분배 및 감지 장치는 연구소와 생산 설비 양자에서 작동될 수 있는 고도로 콤팩트한 모듈 시스템이다. 이 특징은 일반 기기 용도의 규제 인가를 촉진하며, 보편적인 기술적 지지와 훈련으로 인한 비용 절감 및 부품 재고의 절감을 초래한다.
- [0028] 본 발명의 제11 태양에 따르면, 분말 분배 및 감지 장치는 흡입기 카트리지, 일회용 흡입기, 및 콤팩트한 다중 사용 흡입기를 충전하는 능력을 갖는다. 이 능력은 분말 분배 및 감지 장치에 충전될 용기를 전달하는 시스템에 대한 비교적 작은 변화에 의해 달성될 수 있다.

**실시예**

- [0076] 본 발명의 일 실시예에 따른 분말 분배 및 감지 장치(10)가 도1 내지 도7에 도시되어 있다. 이 장치의 목적은 복수의 카트리지(20)에 분말을 분배하고 카트리지 각각의 충전 상태를 감지하여 제어함으로써 카트리지 각각이

정밀하게 제어된 양의 분말을 수용하도록 하기 위한 것이다. 본 명세서에서 사용되는 "카트리지"란 용어는 분말, 통상은 약품 성분을 함유하는 분말을 보유할 수 있는 임의의 용기 또는 캡슐을 지칭한다. 본 명세서에서 사용되는 "충진(fill)"이란 용어는 충진 및 부분 충진되는 것을 포함하는 바, 이는 각각의 카트리지가 통상 용량까지 충진되지 않고 사실상 그 용량의 일부까지만 충진될 수 있기 때문이다. 후술하듯이, 상기 장치는 흡입기 카트리지 또는 콤팩트 흡입기를 충진하는데 사용될 수 있지만, 충진될 용기의 형태에 있어서 본질적으로 제한되지는 않는다.

[0077] 카트리지(20)는 프로세싱을 위해 트레이 지지 프레임(24)에 배치되는 카트리지 트레이(22)에 보유될 수 있다. 카트리지는 행렬 어레이로 보유될 수 있다. 일 예에서, 카트리지 트레이(22)는 48개의 카트리지(20)를 6×8 어레이로 보유한다. 카트리지 트레이(22)의 구조 및 장치(10)의 대응 구조는 단지 예시적으로 제공되며, 본 발명의 범위를 제한하지 않는다. 카트리지 트레이(22)는 다른 개수의 카트리지를 보유하도록 구성될 수 있으며 카트리지 트레이(22)는 본 발명의 범위 내에서 다른 어레이 구조를 가질 수 있음을 알 것이다. 후술하는 다른 실시예에서, 카트리지 트레이는 192개의 카트리지를 보유할 수 있다. 카트리지 트레이(22)는 지지 프레임(24) 내에 배치될 수 있으며, 로봇에 의해 지지 프레임(24)으로부터 제거될 수 있다.

[0078] 분말 분배 및 감지 장치(10)의 구성요소는, 트레이 지지 프레임(24)에 추가적으로, 카트리지(20)에 분말을 분배하기 위한 분말 분배기 조립체(30), 상기 분말 분배기 조립체(30)에 분말을 전달하기 위한 분말 수송 시스템(32), 및 카트리지(20) 각각의 충진 상태를 감지하기 위한 센서 모듈(34)을 구비한다. 분말 분배 및 감지 장치(10)는 트레이 지지 프레임(24)의 장착을 위한 프레임(40), 분말 분배기 조립체(30), 분말 수송 시스템(32)과 센서 모듈(34), 및 상기 분말 분배기 조립체(30)와 분말 수송 시스템(32)을 카트리지(20)에 대해 이동시키기 위한 액추에이터(42)를 더 포함한다.

[0079] 분말 분배기 조립체(30)는 수직 포트(52) 어레이를 갖는 어레이 블록(50), 및 상기 어레이 블록(50)의 수직 포트 각각에 장착되는 분말 분배기 모듈(54)을 구비한다. 어레이 블록(50)은 카트리지 트레이(22) 내에 카트리지(20) 어레이를 배치시키도록 또는 카트리지 트레이 내에 카트리지 서브셋을 배치시키도록 구성될 수 있다. 48개의 카트리지를 보유하는 카트리지 트레이의 상기 예에서, 어레이 블록(50)은 수직 포트(52)의 6×8 어레이를 가질 수 있으며, 48개 분말 분배기 모듈(54)의 장착을 제공한다. 이 실시예에서, 분말 분배기 모듈(54)은 1인치(2.54cm) 중심 간격으로 장착된다. 본 발명의 범위 내에서 다른 간격 배치가 사용될 수 있음을 알 것이다. 도8에 도시하듯이, 어레이 블록(50)은 분말 저장 및 수송 채널(60a, 60b, 60c, 60d, 60e, 60f, 60g, 60h)을 더 구비하며, 이 실시예에서는 여섯 개의 분말 분배기 모듈(54)의 각 열에 대해 하나의 채널이 제공된다. 분말은 후술하듯이 어레이 블록(50) 내의 각 채널을 통해서 분말 수송 시스템(32)에 의해 분말 분배기 모듈(54)에 전달된다. 각 채널은 여러 분말 분배 사이클 동안 분말을 저장하기에 충분한 체적을 갖는 것이 바람직하다.

[0080] 도1 내지 도7의 실시예에서, 분말 수송 시스템(32)은 어레이 블록(50) 내의 제1 군의 네 채널(60a, 60b, 60c, 60d)에 분말을 전달하기 위한 제1 분말 수송 시스템(32a), 및 어레이 블록(50) 내의 제2 군의 네 채널(60e, 60f, 60g, 60h)에 분말을 전달하기 위한 제2 분말 수송 시스템(32b)을 구비한다. 분말 수송 시스템(32a, 32b)의 각각은 수송 가스를 분말 수송 시스템을 통해서 이동시키기 위한 송풍기 조립체(70), 분말 분배기 조립체(30)에 분말을 전달하기 위한 분말 통기장치(72), 및 상기 분말 통기장치(72)에 분말을 공급하기 위한 호퍼 조립체(74)를 구비한다. 다른 실시예에서는 단일의 분말 수송 시스템 또는 둘 이상의 분말 수송 시스템이 사용될 수 있다.

[0081] 송풍기 조립체(70)는 튜브(76)를 통해서 분말 통기장치(72)의 가스 입구(78)에 결합되며, 가스 입구(78)를 통한 수송 가스 유동을 생성한다. 분말 통기장치(72)는 호퍼 조립체(74)로부터 분말을 수용하기 위한 분말 입구(80)를 구비한다. 분말은 분말 통기장치(72)에 의해 네 개의 분말 출력 포트(82)를 통해서 어레이 블록(50) 내의 각 채널의 입구 단부로 전달된다. 분말은 각 채널을 통해서 분말 분배기 조립체(30)의 각 열에 있는 분말 분배기 모듈(54)로 수송된다. 분말은 후술하듯이 분말 분배기 모듈(54)에 의해 카트리지(20)로 개별 분배된다.

[0082] 채널(60a-60h)은 어레이 블록(50)을 통과하며, 튜닝된 흡입 매니폴드(84)가 채널의 출구 단부에 결합된다. 제1 분말 수송 시스템(32a)의 흡입 매니폴드(84)는 채널(60a-60d)의 출구 단부에 연결되며, 제2 분말 수송 시스템(32b)의 흡입 매니폴드(84)는 채널(60e-60h)의 출구 단부에 연결된다. 흡입 매니폴드(84)는 수송 가스를 송풍기 조립체(70)로 복귀시킴으로써, 폐쇄 루프 재순환 가스 수송 시스템을 형성한다. 다른 실시예에서, 분말 수송 시스템은 개방 루프 가스 수송 시스템을 사용할 수 있다. 분말 분배기 모듈(54)에 전달되지 않거나 채널에 저장되어 있는 임의의 분말은 흡입 매니폴드(84)를 통해서 송풍기 조립체(70)로 복귀한다. 후술하듯이, 송풍기 조립체(70)는 일부 실시예에서, 큰 분말 응집체를 유지하기 위한 가스-입자 분리 장치를 구비할 수 있는 반면,



작은 분말 응집체는 분말 분배기 조립체(30)로 전달되기 위해 분말 통기장치(72)로 재순환된다. 추가로 후술하듯이, 각각의 분말 수송 시스템은 재순환 수송 가스의 상대 습도 및/또는 온도를 제어하기 위한 가스 상태조절 유닛을 구비할 수 있다.

[0083] 분말 수송 시스템(32)은 분말 수송 시스템의 다른 구성요소에서의 분말 레벨을 결정하기 위한 센서를 구비할 수 있다. 호퍼 조립체(74)는 호퍼 조립체(74)의 저류소 내의 분말 레벨을 감지하기 위한 호퍼 레벨 센서를 구비할 수 있다. 분말 통기장치(72)는 분말 통기장치(72)의 덤프 밸브 내의 분말 레벨을 결정하기 위한 덤프 밸브 레벨 센서를 구비할 수 있다. 송풍기 조립체(70)는 큰 응집체 레벨 센서를 구비할 수 있다. 송풍기 조립체(70)의 흡입 매니폴드(84)에는 분배기 충전 레벨 센서가 배치될 수 있다. 분말 레벨 센서는 예를 들어 분말 레벨을 감지하기 위한 광학 기술을 사용할 수 있다. 분말 레벨 센서는 분말 전달 시스템(32)의 작동 및 분말 분배기 모듈(54)에의 분말 장전을 제어하는데 사용될 수 있다.

[0084] 센서 모듈(34)(도20)은 센서 하우징(100)(도21) 및 상기 센서 하우징(100)에 장착되는 센서 조립체(110) 어레이를 구비할 수 있다. 도시된 실시예에서, 센서 조립체(110)의 각각은 두 개의 센서 셀(114)(도3)과 관련 회로를 구비한다. 따라서, 하나의 센서 조립체(110)는 두 개의 분말 분배기 모듈(54)과 함께 사용된다. 다른 실시예에서, 각각의 센서 조립체는 단일의 센서 셀 또는 둘 이상의 센서 셀을 구비할 수 있다. 어레이 내의 센서 조립체(110)의 개수 및 센서 조립체(110)의 배열은 센서 셀(114)이 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지(20)의 구조 또는 카트리지 트레이 내의 카트리지의 서브세트와 매치되도록 이루어질 수 있다. 48개의 카트리지(20)를 1인치 중심 간격으로 6×8 어레이로 보유하는 카트리지 트레이(22)의 예에서, 센서 모듈(34)은 24개의 센서 조립체(110)를 구비할 수 있으며, 이 조립체는 48개의 센서 셀(114)을 1인치 중심 간격으로 6×8 어레이로 제공한다. 도1 내지 도7의 실시예에서, 센서 셀(114)의 각각은 각 카트리지(20)로 전달된 분말의 중량을 감지하기 위한 중량 센서이다. 센서 셀(114)의 각각에는 중량 센서 탐침(112)이 부착되며 이는 카트리지 트레이(22) 내의 개구를 통해서 카트리지(20)의 하단부와 접촉한다.

[0085] 센서 셀(114)은 분말의 분배 중에 카트리지(20) 각각의 충전 상태를 개별적으로 감지하며, 따라서 각각의 카트리지(20)에 원하는 양의 분말이 분배되면 분말 분배가 종료될 수 있다. 센서 셀(114)은 분말 분배 공정 중에 카트리지(20)의 중량을 감시하고 본 실시예에서 5 내지 10 $\mu$ g 이내로 정확한 중량 센서인 것이 바람직하다. 매우 작은 중량에서 높은 정확도, 속도 및 반복성을 요하는 용도에서는 전기평형(electrobalance) 빔이 통상 중량 센서로서 사용된다.

[0086] 중량 센서 조립체(110)의 물리적 구성은, 분말 분배기 모듈(54)이 1인치 중심 간격과 같이 밀착 이격되어 있는 시스템에서 고려사항이다. 바람직하게, 중량 센서 조립체(110)는 카트리지 트레이(22) 및 분말 분배기 모듈(54)의 구조와 매치되는 어레이에 배치될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 센서 조립체(110)는 수직 구조를 가지며, 두 개의 센서 셀(114)이 센서 조립체를 형성하도록 함께 패키징된다. 조립체의 정상부에는 중량 감지용 기계적 구성요소가 배치되며, 기계적 구성요소의 아래에는 전기 회로가 배치되고, 바닥에는 전기 커넥터가 배치된다. 센서 조립체는 1인치 중심간격으로 중량 감지하기 위한 어레이로 장착될 수 있다.

[0087] 다른 실시예에서, 시판되는 중량 센서 모듈은 수평 구조를 가지며, 하나의 열에 여섯 개의 카트리지를 갖는 어레이에 대해 세 개의 다른 레벨에서 단계적 배열로 사용될 수 있다. 단계적 배열에서는, 길이가 다른 탐침이 카트리지와 접촉하도록 사용된다.

[0088] 분말 분배 및 감지 장치(10)는 1인치 중심간격으로 장착되는 센서 셀(114)과 분말 분배기 모듈(54)을 갖는 것으로 기술되어 있다. 본 발명의 범위 내에서 구성요소들 간의 크거나 작은 간격이 사용될 수 있음을 알 것이다. 또한, 장치(10)의 구성요소가 반드시 균일한 어레이로 장착되는 것은 아니다. 예를 들어, 구성요소들 간의 x-방향 간격은 구성요소들 간의 y-방향 간격과 다를 수 있거나, 또는 어레이의 일 열이 인접한 열에 대해 오프셋될 수 있다.

[0089] 작동 시에, 카트리지 트레이(22) 보유 카트리지(20)는 바람직하게는 로봇 또는 기타 자동화 기구에 의해 트레이 지지 프레임(24)에 배치된다. 카트리지 트레이(22)는, 카트리지(20)가 각 센서 조립체(110) 상의 중량 센서 탐침(112)에 의해 카트리지 트레이(22)로부터 상승되고 상기 탐침(112)에 의해 지지되도록 하강된다. 탐침(112)이 카트리지 트레이(22)를 통과하여 카트리지(20)를 승강시킬 수 있도록 카트리지 트레이(22)는 각각의 카트리지 위치에 개구를 구비할 수 있다. 따라서, 각각의 카트리지(20)는 카트리지 트레이(22)와 간섭하지 않으면서 하나의 셀(114)에 의해 무게 측정될 수 있다. 일부 실시예(도22 및 도23)에서, 탐침(112)은 카트리지(20)에 대한 3점 지지를 구비한다. 다른 실시예에서, 탐침(112)은 카트리지(20)에 대한 원통형 지지를 구비한다. 분말 분배기 조립체(30)는 분배 위치로 하강된다. 분배 위치에서, 각각의 분말 분배기 모듈(54)은 카트리지(20) 중



하나의 약간 위에 그와 정렬하여 위치한다.

- [0090] 도2에 도시하듯이, 프레임(40)은 하부 프레임(40a), 중간 프레임(40b), 및 상부 프레임(40c)을 구비할 수 있다. 하부 프레임(40a)과 중간 프레임(40b)은 베이스 플레이트(41)에 고정된다. 상부 프레임(40c)은 트레이 지지 프레임(24), 분말 분배기 조립체(30) 및 분말 수송 시스템(32)에 대한 장착을 제공한다. 어레이 블록(50)은 액추에이터(42)에 연결되며, 액추에이터(42)가 여기되면 상하로 이동한다. 센서 모듈(34)은 하부 프레임(40a) 및 중간 프레임(40b) 내의 고정 위치에 장착된다.
- [0091] 후술하듯이, 분말 수송 시스템(32)은 연속적으로 또는 시간 간격을 두고 작동할 수 있다. 분말 분배기 모듈(54)은 카트리지(20)에 분말을 분배하도록 작동된다. 카트리지(20)로의 분말 전달은 동시에 이루어지며, 따라서 카트리지 트레이(22) 내의 모든 카트리지 또는 카트리지 트레이 내의 카트리지의 서브세트는 분말을 동시에 수용한다. 분말 분배가 진행될수록, 카트리지(20)의 중량은 각각의 센서 셀(114)에 의해 감지된다. 각 센서 셀(114)의 출력은 컨트롤러에 결합된다. 후술하듯이, 각각의 컨트롤러는 감지된 중량을 분말의 원하는 양에 대응하는 목표 중량과 비교한다. 감지된 중량이 목표 중량보다 적은 한, 분말 분배는 계속된다. 감지된 중량이 목표 중량 이상이면, 컨트롤러는 대응 분말 분배기 모듈(54)에 지령을 내려서 분말 분배 작업을 종료시킨다. 감지된 중량이 충전 사이클 이후 최대 허용가능한 중량을 초과하면, 대응 카트리지는 결합이 있는 것으로 표시될 수 있다. 따라서, 분말 분배 및 중량 감지는 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지 집단에 대해 동시에 이루어진다. 상기 집단은 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지 전부 또는 카트리지 트레이 내의 카트리지의 서브세트를 구비할 수 있다. 분말 분배 사이클은 분말의 동시 분배와 카트리지 집단의 중량 감지를 포함할 수 있으며, 분말 분배의 100% 감시 및 제어를 달성한다.
- [0092] 일 실시예에서, 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지의 개수와 간격은 장치(10) 내의 분말 분배기 모듈(54)의 개수 및 간격과 매치된다. 다른 실시예에서, 카트리지 트레이는 분말 분배기 모듈(54)의 구조와 다른 카트리지 간격 및 다른 개수의 카트리지를 가질 수 있다. 예를 들어, 카트리지 트레이는 분말 분배기 모듈(54)의 개수의 배수를 보유하도록 또한 분말 분배기 모듈(54) 사이 간격보다 작은 카트리지 사이의 작은 간격을 갖도록 구성될 수 있다. 단지 예로서, 카트리지 트레이는 0.5인치(1.27cm) 중심간격으로 이격된 192개의 카트리지(20)를 보유하도록 구성될 수 있다. 이러한 배치에서, 0.5인치(1.27cm) 중심간격인 카트리지의 12×16 어레이는 1인치 중심간격인 카트리지의 6×8 어레이와 동일한 면적을 차지한다.
- [0093] 도7에 도시하듯이, 카트리지 트레이(22)는 상이한 카트리지 집단을 분말 분배기 모듈(54)과 정렬시키기 위해 트레이 위치설정 기구(120)에 의해 수평 방향으로 변위될 수 있다. 카트리지 트레이(22)는 프로세싱을 위해 트레이 지지 프레임(24)에 배치된다. 트레이 위치설정 기구(120)는 트레이 지지 프레임(24)에 결합되는 X-방향 액추에이터(230) 및 트레이 지지 프레임(24)에 결합되는 Y-방향 액추에이터(232)를 구비한다. 따라서, 트레이 지지 프레임(24) 및 카트리지 트레이(22)는 카트리지 집단을 분말 분배기 모듈(54) 및 센서 셀(114)에 대해 위치시키기 위해 수평방향 X-Y 평면에서 이동될 수 있다.
- [0094] 192개의 카트리지를 갖는 카트리지 트레이는 후술하듯이 처리될 수 있다. 카트리지 트레이는 제1 집단의 48개 카트리지가 48개 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 수직으로 정렬되도록 중립 위치로부터 제1 X-Y 위치(0, 0)로 이동된다. 분말은 제1 집단의 카트리지에 분배되며 이후 카트리지 트레이는 제2 집단의 48개 카트리지를 48개 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 정렬시키기 위해 제2 X-Y 위치(0, 0.5)로 이동된다. 분말은 제2 집단의 카트리지에 분배되며 이후 카트리지 트레이는 제3 집단의 48개 카트리지를 48개 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 정렬시키기 위해 제3 X-Y 위치(0.5, 0)로 이동된다. 카트리지 트레이는 이후 제4 집단의 48개 카트리지를 48개 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 정렬시키기 위해 제4 X-Y 위치(0.5, 0.5)로 이동된다. 분말이 제4 집단의 카트리지에 분배됨으로써 192개 카트리지의 프로세싱이 완료된다. 상기 예에서, 트레이 위치의 순서와 카트리지 집단의 순서는 변경될 수 있다.
- [0095] 이 공정은 상이한 카트리지 간격, 상이한 카트리지 개수 등을 갖는 상이한 트레이 배열에 적용될 수 있음을 알 것이다. 이들 실시예에서, 카트리지 트레이는 카트리지 집단들과 분말 분배기 모듈 어레이 사이에 정렬을 달성하기 위해 수평면에서 변위된다. 카트리지의 집단은 통상 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 매치된다. 그러나, 일부 적용에서 상기 집단은 분말 분배기 모듈의 개수보다 적은 수의 카트리지를 가질 수 있다.
- [0096] 도8 및 도9에는 어레이 블록(50)이 도시되어 있다. 전술했듯이, 어레이 블록(50)은 분말 저장 및 수송 채널(60a, 60b, 60c, 60d, 60e, 60f, 60g, 60h)을 구비하며, 하나의 채널은 분말 분배기 모듈(54) 어레이의 각 열에 대응한다. 채널(60a-60h)의 각각은 어레이 블록(50)을 통해서 연장되며, 어레이의 각 열에 있는 수직 포트(52)와 교차한다. 도1 내지 도7의 실시예에서, 분말 수송 시스템(32a)은 어레이 블록(50)의 일측에 분말을 전

달하며, 분말 수송 시스템(32b)은 어레이 블록(50)의 반대측에 분말을 전달한다. 따라서, 도8과 도9는 채널(60a-60d)의 입구 단부와 채널(60e-60h)의 출구 단부를 도시한다.

- [0097] 도8 및 도9의 실시예에서, 채널(60a-60h)은 슬롯형 단면을 가지며 평행하다. 도10에 도시하듯이, 분말 분배기 모듈(54)의 각각에는 분말 분배기 모듈을 통과하는 슬롯형 개구 형태의 분말 입구(130)가 제공된다. 분말 분배기 모듈(54)이 어레이 블록(50)에 장착될 때, 분말 입구(130)는 어레이 블록(50) 내의 대응 채널과 정렬된다. 분말 입구(130)와 채널(60a-60h)은 크기와 형상이 동일한 단면을 갖는 것이 바람직하며, 매끄러운 내표면을 제공하도록 폴리싱 가공된다. 어레이 블록(50) 내의 각 채널과 분말 분배기 모듈(54) 내의 대응 분말 입구(130)는 분말 분배기 모듈(54) 각각에 분말을 전달하기 위해 어레이 블록(50)을 통한 통로를 형성한다. 분말은 분말 입구(130)를 통해서 분말 분배기 모듈(54)의 각각에 공급된다. 분말 입구(130)는, 채널을 통해서 수송된 분말 부분이 제1 분말 분배기 모듈(54)로 전달되고 분말의 다른 부분이 분말 입구(130)와 어레이 블록(50) 내의 채널을 통해서 연속 분말 분배기 모듈(54)로 수송되도록 관통 개구로서 구성된다.
- [0098] 또한, 채널(60a-60h)은 분말 저장 기능을 담당한다. 채널(60a-60h)은 단일 집단의 카트리지에 분배하기 위해 필요한 것보다 많은 분말을 저장할 수 있다. 일 실시예에서, 분말 수송 시스템(32)은 시간 간격을 두고 작동한다. 복수 집단의 카트리지(20)에 충분한 분말이 호퍼 조립체(74)로부터 채널(60a-60h)로 공급된다. 이후, 분말은 분배기 모듈(54) 내의 분말 공급이 낮아질 때까지 여러 집단의 카트리지(20)에 분배된다. 다른 실시예에서, 분말은 채널(60a-60h)에 계속적으로 공급되며, 채널(60a-60h)은 카트리지(20)로 분배되지 않은 분말을 저장하기 위한 버퍼로서 작용한다.
- [0099] 폐쇄-루프 공기압 분말 수송 시스템(32)은 응집 입자를 분말 통기장치(72)로부터 어레이 블록(50) 내로 이송한다. 이후, 수송 가스가 다시 분말 통기장치(72)로 재순환된다. 수송 가스는 송풍기 조립체(70)에 공급되는 이차 처리 제어 가스에 의해 상태조절될 수 있다.
- [0100] 어레이 블록(50)은 약제 분말의 집단 장전 또는 연속 장전을 개별 분말 분배기 모듈(54)에 이송하는 동적 분말 저장 장치로서 기능한다. 보다 일반적으로, 어레이 블록(50)은 약제 분말의 분말 에어로졸 및/또는 응집체 슬러리를 분말 분배기 모듈의 어레이로 수송하기 위해 사용되는 하나 이상의 채널을 구비한다. 어레이 블록(50)은 개방 루프 또는 폐쇄 루프 가스 수송 시스템에서 작동할 수 있다. 분말 통기장치(72)와 어레이 블록(50)은 약제 분말을 유체화하고 혼입하여 어레이 블록(50)의 채널 내로 수송한다.
- [0101] 어레이 블록(50)은 분말 통기장치(72), 호퍼 조립체(74), 흡입 매니폴드(84), 및 펌프 조립체(70)와 같은, 관련 구성요소 및 서브시스템에 대한 rr주요 구조적 지지체를 제공할 수 있다. 또한, 어레이 블록(50)은 카트리지 어레이에 분말을 분배하기 위한 분말 분배기 모듈(54)의 어레이를 보유한다. 바람직한 실시예에서, 어레이 블록은 메인 블록(132), 상부 플레이트(134), 및 하부 플레이트(136)를 구비한다. 이들 플레이트(134, 136)는 분말 분배기 모듈(54)에 대한 가이드 및 시일로서 작용하는 O-링을 구비한다. 이 어레이 블록은 어레이 블록을 프레임 부재에 부착하기 위한 베어링(140) 및 클램핑 핸들(142)을 더 구비한다.
- [0102] 작동 시에, 분말은 수송 가스에 의해 채널(60a-60h)의 각각을 통해서 수송되며, 제어된 입자 증착 공정에서 분말 분배기 모듈(54) 각각으로 전달된다. 분말은 중력의 작용에 의해 분말 분배기 모듈(54) 각각으로 낙하한다. 분말 분배기 모듈(54)중 하나에 떨어지지 않고 저장되지 않는 상태에서 채널을 통과하는 일체의 분말은 흡입 매니폴드(84)를 통해서 펌프 조립체(70)로 복귀한다.
- [0103] 각각의 분말 분배기 모듈(54)은 분말을 카트리지(20)에 분배한다. 분말 용량은 통상 5 내지 30mg이지만, 이 범위로 한정되지는 않는다.
- [0104] 도10 내지 도16B에 상세히 도시하듯이, 분말 분배기 모듈(54)은 하부 하우징 섹션(150a), 중간 하우징 섹션(150b), 상부 하우징 섹션(150c) 및 커버(150d)를 갖는 분말 분배기 하우징(150)을 구비한다. 분말 분배기 하우징(150)은 어레이 블록(50) 내에서 밀착 이격이 가능하도록 작은 단면을 갖는 세장형 구조를 가질 수 있다. 진술했듯이, 분말 분배기 모듈(54)은 1인치 중심간격으로 장착될 수 있다. 중간 하우징 섹션(150b)은 분말 입구(130)와, 상기 분말 입구(130)로부터 하부 하우징 섹션(150a)으로 하향 연장되는 원통형 도관(152)을 구비한다. 하부 하우징 섹션(150a)은 분배기 노즐(158)을 향해 하향 연장되는 테이퍼형 도관(154)을 구비하며, 이는 카트리지(20)와 호환되는 치수를 갖는다. 원추형 형상일 수 있는 상기 테이퍼형 도관(154)은 원통형 도관(152)의 치수로부터 분배기 노즐(158)의 치수로의 이행을 제공한다. 원통형 도관(152)과 테이퍼형 도관(154)은 분배될 분말을 보유하기 위한 분배기 호퍼(156)를 함께 규정한다. 분배기 호퍼(156) 내의 분말은 벌크 분말층(bulk powder bed)으로 지칭된다. 분배기 노즐(158)은 카트리지(20)에 분말을 분배하도록 구성된다.

- [0105] 분말 분배기 모듈(54)은 분말을 조절하여 분배기 호퍼(156)를 통해서 노즐(158)로 하향 이동시키기 위한 이송 완드(160), 상기 완드(160)를 작동시키기 위한 완드 액추에이터(162), 호퍼(156) 하단부의 분배기 충전 밸브(180), 및 밸브(180)를 개폐하기 위한 밸브 액추에이터(182)를 더 구비한다. 완드 액추에이터(162) 및 밸브 액추에이터(182)는 소형 모터일 수 있다. 완드 액추에이터(162)는 회전에 추가적으로, 수직 완드 요동, 변위 또는 양자를 제공할 수 있는 가요성 커플링(186) 또는 기타 커플링에 의해 이송 완드(160)에 결합될 수 있다. 분말 분배기 모듈(54)은, 완드 액추에이터(162)와 밸브 액추에이터(182)를 제어하기 위한 그리고 분말 분배기 모듈(54)의 작동을 제어하는 제어 회로와 연동하기 위한 회로를 갖는 회로 보드(184)를 더 구비한다.
- [0106] 충전 밸브(180)는 편심-배치된 밸브 개구(191)가 제공된 기어로서 수행되는 밸브 부재(190)를 구비할 수 있다. 밸브 개구(191)가 도16A에 도시하듯이 분배기 노즐(158)과 정렬하도록 회전될 수 있고 도16B에 도시하듯이 분배기 노즐(158)과의 정렬에서 벗어나도록 회전될 수 있도록 밸브 부재(190)는 축 주위로 회전하도록 하부 하우징 섹션(150a)에 장착될 수 있다. 밸브 개구(191)와 분배기 노즐(158)이 정렬되거나 부분 정렬되면, 충전 밸브(180)가 개방되고 분말은 카트리리지 내로 분배된다. 밸브 개구(191)가 분배기 노즐(158)과 정렬되지 않으면, 충전 밸브(180)가 폐쇄되고 분말은 분배되지 않는다. 바람직하게, 충전 밸브(180)는 후술하듯이 부분적으로 개방될 수 있는 형태이다.
- [0107] 충전 밸브(180)의 밸브 부재(190)는 밸브 부재(190)의 기어와 메쉬 결합되는 하부 기어(192), 분배기 모듈(54)의 하부로부터 밸브 액추에이터(182)가 장착되는 상부까지 연장되는 구동 샤프트(193), 구동 샤프트(193)의 상단부에 부착되는 상부 기어(194), 및 밸브 액추에이터(182)에 부착되는 상부 기어(195)를 포함하는 구동 조립체에 의해 밸브 액추에이터(182)에 결합될 수 있다. 상부 기어(194, 195)는 밸브 액추에이터(182)가 여기될 때 밸브 부재(190)가 회전되도록 상호결합된다.
- [0108] 기어(195)는 밸브 부재(190)와 매치될 수 있고 기어(194)는 기어(192)와 매치될 수 있다. 따라서, 기어(195)의 위치는 밸브 부재(190)의 위치 및 노즐(158)에 대한 밸브 개구(191)의 위치를 나타낸다. 상부 기어(195)에 부착된 자석은 충전 밸브(180)의 개방 및 폐쇄된 위치를 각각 나타내기 위한 개방 및 폐쇄 센서(220)(도17)에 대해 회전한다.
- [0109] 분말 입구(130)와 분배기 노즐(158) 사이에서의, 분말 분배기 모듈(54)의 하단부의 개략 단면도가 도12에 도시되어 있다. 도시하듯이, 분배기 호퍼(156)는 분말층 조제 구역(156a), 분말층 압축 구역(156b), 및 배출 구역(156c)을 갖는 것을 알 수 있다. 분말층 조제 구역(156a)은 분말 입구(130) 아래의 원통형 도관(152)에 위치한다. 분말층 압축 구역(156b)은 테이퍼형 도관(154)의 상부에 위치하고, 방출 구역(156c)은 테이퍼형 도관(154)의 하부에 위치한다.
- [0110] 이송 완드(160)는 분배기 호퍼(156)를 통해서 축방향으로 연장되는 봉 형태의 샤프트(170)를 구비할 수 있다. 이송 완드(160)는 샤프트(170)에 부착되는 하나 이상의 이송 요소를 더 구비한다. 이송 요소는 분말 입구(130)로부터 분배기 노즐(158)로 제어되어 이동한다. 도12의 실시예에서, 이송 완드(160)는 분말층 조제 구역(156a)에 분말층 조제 요소(164)를 구비하고, 분말층 압축 구역(156b)에 분말층 압축 요소(165)를 구비하며, 방출 구역(156c)에 방출 요소(166)를 구비한다. 이송 요소(164, 165, 166)의 예에 대해서는 후술한다.
- [0111] 이송 완드(160)의 일 예가 도13A 및 도13B에 도시되어 있다. 본 명세서에 기술된 이송 완드 실시예에서, 분말층 조제 요소(164) 및 분말층 압축 요소(165)는 샤프트(170)에 장착되는 다수의 이격된 원재(172) 및 상기 원재(172)와 샤프트(170)에 부착되는 하나 이상의 와이어를 포함하는 나선형 개방 공간 프레임으로서 실시된다. 원재(172)는 원통형 도관(152) 및 테이퍼형 도관(154)에서 샤프트(170)로부터 반경방향으로 연장될 수 있다. 원재(172)는 내벽과 접촉하지 않고 호퍼(156)의 내벽 근처로 연장될 수 있다. 테이퍼형 도관(154) 내의 원재(172)는 테이퍼형 도관(154)의 원추형 내벽과 매치되도록 길이가 변화된다. 원재(172)는 상이한 반경방향으로 샤프트(170)에 장착된다. 바람직한 실시예에서, 원재(172)의 단부는 이중 나선을 형성한다.
- [0112] 도13A 및 도13B의 실시예에서, 이송 완드(160)는 10개의 원재를 구비한다. 이 예에서, 인접하는 원재는 샤프트(170)를 따라서 0.125인치(3.18mm)의 간격으로 이격되며, 22.5도 만큼 회전되어 있는 샤프트(170) 바닥의 마지막 두 개의 원재를 제외하고 각각의 원재는 인접한 원재에 대해 45도 만큼 회전되어 있다. 원재 직경은 0.025 내지 0.075 인치(0.635 내지 1.905mm) 정도의 바람직한 응집체 크기일 수 있다. 원재 재료는 스테인레스 스틸이거나 또는 기타 구조적으로 강인한 비활성의 내식성 재료, 예를 들면 금속, 세라믹, 플라스틱 등일 수 있다. 이송 완드는 분말 형태에 따라 전도성 또는 비전도성 재료로 제조될 수 있다. 세라믹, 플라스틱 및 엘라스토머와 같은 비전도성 재료는 전도성 외표면을 제공하도록 금속화될 수 있다. 너무 많은 원재는 완드 회전에 따라 분말의 압밀화를 초래하며, 너무 적은 원재는 이중 나선 구조를 지지하지 못할 것이다. 원재 사이의 간격과 인

접한 원재들 사이의 각도는 사용된 원재의 개수에 역비례할 수 있다.

- [0113] 전술했듯이, 이송 완드(160)는 원재(172)에 부착되는 와이어를 구비한다. 도13A 및 도13B의 실시예에서, 와이어는 이중 나선(174), 제1 산형(176) 및 제2 산형(178)을 규정한다. 도시하듯이, 이중 나선(174)은 각 원재(172)의 일 단부 또는 그 근처에 나선형 와이어(174a)를 구비하고 각 원재(172)의 대향 단부 또는 그 근처에 나선형 와이어(174b)를 구비한다. 각각의 나선형 와이어(174a, 174b)는 완드 액추에이터(162)로부터 하측으로 볼 때 원재에서 원재로 시계방향으로 하향 진행한다.
- [0114] 제1 산형(176)은 샤프트(170)로부터 제1 간격에서 원재(172)에 부착되는 제1 산형 와이어(176a)를 구비할 수 있으며, 제2 산형(178)은 샤프트(170)로부터 제2 간격에서 원재(172)에 부착되는 제2 산형 와이어(178a)를 구비할 수 있다. 제1 산형 와이어(176a)는 샤프트(170) 내의 구멍(176b)을 통과하며, 제2 산형 와이어(178a)는 샤프트(170) 내의 구멍(178b)을 통과한다. 나선형 와이어 및 산형 와이어는 이송 완드(160) 내의 모든 원재에 반드시 부착될 필요가 없음을 알 것이다. 특히, 제1 산형 와이어(176a)는 제1 원재(최상위 원재) 및 제5 원재에 부착된다. 제2 산형 와이어(178a)는 제3 원재 및 제7 원재에 부착된다. 제1 및 제2 산형은 상호 90도 이격될 수 있다.
- [0115] 도13A 및 도13B의 실시예에서, 나선형 와이어 및 산형 와이어는 각 원재의 구멍을 통해서 꿰어지며, 각 단부에 부착된다. 나선형 와이어는 원재의 단부 또는 그 근처에 배치되며, 산형 와이어는 샤프트(170)로부터 원하는 간격에서 배치된다. 원재(172) 내의 구멍은 공구 드릴링, 레이저 드릴링, 또는 방전(edm) 드릴링될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 원재(172) 내의 구멍은 와이어의 심각한 절곡을 회피하는 각도로 방전 드릴링된다. 따라서, 각 원재 내의 구멍은 인접한 원재와 대략 정렬된다. 이러한 배열은 분말 로딩력이 전체 와이어 길이를 따라서 분포되도록 와이어가 구멍을 통해서 다소 자유롭게 활주할 수 있게 하며, 따라서 파괴를 초래할 수 있는 와이어 응력 집중을 감소시킨다. 다른 실시예에서, 와이어는 예를 들어 레이저 용접과 같은 것에 의해 원재에 부착될 수 있다. 이 예에서, 나선형 와이어 및 산형 와이어는 직경이 0.008인치(0.203mm)이다.
- [0116] 이중 나선(174)은 나선형-장착된 원재(172)의 외측 단부를 나선형 와이어(174a, 174b)와 엮어냄(lacing)으로써 형성될 수 있다. 양 외측 단부에 원재(172)를 와이어링함으로써 이중 나선 와이어 패턴이 생성된다. 이중 나선 와이어 패턴은 세 가지 주요 기능을 수행한다. 첫째로, 주변 와이어는 압축된 분말이 도관 벽, 특히 테이퍼형 도관(154)에 달라붙는 것을 방지한다. 둘째로, 완드(160)가 (내려보는 액추에이터 샤프트로부터) 시계방향으로 회전할 때, 이중 나선은 도관 벽 경계면에서 분말을 리프트하며, 추가로 이 분말을 바람직한 응집 유동성 크기 범위로 감소시킨다. 셋째로, 완드(160)가 반시계방향으로 회전할 때, 이중 나선은 벌크 분말을 샤프트(170)를 따라서뿐 아니라, 산형 와이어 자유 경로를 따라서 분배기 노즐(158) 내로 이송시킨다. 또한, 이 회전식 벌크 분말 이송 동작은 회전하는 원재(172) 사이에 수평으로 형성되는 압축된 분말 디스크를 파괴시키는 경향이 있다.
- [0117] 이송 완드(160)는 전술했듯이, 중심 지지체로서의 샤프트(170), 원추형으로 테이퍼진 하단부 형상을 갖는 나선형 패턴을 형성하는 구조적 크로스 부재로서의 원재(172), 및 이중 나선(174)과 제1 및 제2 산형(176, 178)을 형성하는 와이어를 구비하는 나선형 개방 공간 프레임을 사용한다. 역전 원추 형상은 원재를 대직경 도관으로부터 소직경 분말 방출 노즐로 이행시킨다. 와이어는 벌크 분말 압축 효과를 감소시키고 응집체 슬러리의 유동을 촉진하기 위해 원재에 부착된다. 이송 완드(160)는 고응집성 분말을 벌크 분말 압밀(compaction) 경향을 제어하면서  $\mu\text{g}$  분배 정밀도로 수송하는 능력을 갖는다. 분말 압밀은 분말 압축 로크업(lock-up)을 유도하며, 따라서 분배기 막힘(clogging)을 초래한다. 나선형 개방 공간 프레임은, 자유 유동으로부터 고응집성까지 모든 유형의 분말 형태를 정밀 수송 및 분배할 수 있는 최적의 벌크 분말 수송 부재를 제공한다. 이 능력은, 나선형 기계력의 작은 부분만이 벌크 분말층으로 하향 지향되게 하고 그로인해 분배되는 분말의 개별 특징에 대한 압축 효과를 적절히 제어함으로써 달성된다. 이 압축 제어로 인해, 응집성 분말을 대직경 도관으로부터 소직경 도관으로 효과적으로 수송할 수 있다.
- [0118] 샤프트(170)는 이송 완드(160)의 중심 구동 샤프트를 형성한다. 샤프트(170)는 원재(172), 이중 나선(174), 제1 및 제2 산형(176, 178)을 지지하며, 이것들은 차례로 벌크 분말을 정밀 분배되도록 수송한다. 중심 구동 샤프트는 미세한 분말이 그 매끄러운 표면을 따라서 분배기 노즐(158) 쪽으로 유동할 수 있게 한다.
- [0119] 원재(172)는 압밀화된 분말 응집층을 파괴하는 구조적 가로-부재이다. 원재(172)는 또한 나선형 및 산형 와이어를 지지한다. 또한, 원재(172)는 벌크 분말층을 제어된 저압 방식으로 이송하는데 필요한 나선형 스파이럴 기구를 제공한다.



- [0120] 산형 와이어(176a, 178a)는 벌크 분말층 내에 절단 패턴을 제공한다. 와이어는 압밀화된 분말을 축소시키고 분말층 내에 일시적인 자유 경로를 개방하도록 배치되며, 상기 자유 경로는 소량의 분말 응집체가 중력에 의해 분말층을 통해서 하향 유동할 수 있게 한다. 또한, 산형 와이어는 원재(172) 사이에 형성되는 벌크 분말 디스크를 절단한다. 이들 디스크는 점진적인 압밀력에 의해 생성되며, 부유 응집 분말 구조체를 형성한다. 바람직하게는 중간-원재에서 디스크를 절단함으로써, 디스크는 구조적으로 불안정해지며 파괴되어 하향 유동하기 시작하는 바, 이는 나선형으로 피치이격된 원재(172)로부터의 기계력에 의해 구동된다.
- [0121] 방출 요소(166)(도12)는 분배기 노즐(158)에 배치된 분말 압축 디스크를 파괴하도록 형상을 가지며 배치된다. 분말 디스크는 이송 밸브(180)가 폐쇄되고 완드(160)가 벌크 분말의 레이킹(raking) 및 그루밍(grooming) 작업을 수행할 때 형성된다. 디스크를 제거하고 축소시키기 위한 방출 요소(166)가 없으면, 디스크는 밸브가 개방될 때 카트리지 내로 낙하하거나 노즐을 막게 될 것이며, 이는 카트리지 과충진(overflow)을 초래할 수도 있다. 분말 디스크는 주위 습도가 50퍼센트 이상일 때 노즐을 차단하는 경향이 가장 크다.
- [0122] 방출 요소(166)의 실시예가 도13A-도13B, 도14A-도14F, 및 도15A-도15D에 도시되어 있다. 이들 실시예의 각각은 전술한 원재 및 와이어의 나선형 개방 공간 프레임의 변형을 사용하지만, 다른 방출 요소도 사용한다. 전술한 나선형 개방 공간 프레임을 회전시킴으로써 분말이 분말층 조제 구역(156a)으로 떨어지도록 유도된다. 외측 나선형 와이어는 분말과 원통형 도관 벽 사이의 흡인력을 파괴하며, 역 방향으로 회전할 때는 분말층을 리프트하여 통기시킨다. 산형 와이어는 나선형 공간 프레임이 회전함에 따라 분말층을 절단하고 추가로 축소시킨다. 분말층 조제 구역(156a)은 분말층 압축 구역(156b)의 테이퍼형 도관에 진입할 때 분말층의 유동성을 향상시킨다. 분말 유동성은, 나선형 개방 공간 프레임의 힘에 의해 유도될 때 분말 유동을 허용하는 자연 응집체를 형성하는 나선형 개방 공간 프레임의 능력에 의해 향상된다. 분말층 압축 구역(156b)에서, 응집된 분말층은 테이퍼형 도관의 체적 감소에 기인하는 압축을 겪는다. 상기 압축 구역은 분말층의 압밀을 꾸준히 증가시키며, 원재 및 와이어는 분말층을 지속적으로 축소 및 통기시킨다. 방출 구역(156c)에서, 분말 응집체 덩어리는 추가로 축소되어 노즐(158)을 통해서 방출된다. 방출 요소는 분말의 축소 및 분배 특징을 제어한다. 부적절한 분말 축소 제어는 방출 오리피스의 막힘을 초래한다. 부적절한 분말 축소 제어는 또한 정량 초과 없이 정해진 제한 시간 내에 분말을 분배하는 것을 저해한다. 방출 요소는 최종 분말 분배 유량 및 분말 응집체 견실도(consistency)를 결정짓는다.
- [0123] 도13A-도13B의 실시예에서, 방출 요소(166)는 변형(modified) 원재(181)로서 구성된다. 변형 원재(181)의 두 측부(181a, 181b)는 1/2턴(half-turn) 반시계방향 나선형으로 하향 연장되어, 이중 나선을 형성한다. 이중 나선 변형 원재(181)와 이중 나선(174)은 상반되는 피치를 갖는다. 다른 실시예에서, 변형 원재의 일 측부는 나선형으로 상향 터닝된다. 변형 원재는 시계방향 또는 반시계방향 나선형을 사용할 수 있다. 일부 실시예에서, 변형 원재는 역U-형상 또는 S-형상으로 형성될 수 있다. U-형상은 자유-유동 분말에 대해 양호하게 작용하며, S-형상은 응집성 분말에 대해 양호하게 작용한다. U-형상에서는, 변형 원재의 양 측부가 분배기 노즐을 향해서 터닝된다. S-형상에서는, 변형 원재의 일 측부가 분배기 노즐을 향해서 터닝되고 다른 측부는 상향 터닝된다.
- [0124] 도13A-도13B의 이중 나선형 변형 원재(181)는 테이퍼형 도관의 하단부 내에서 회전하는 분극(polarizing) 요소로서 기능한다. 변형 원재의 역 피치 형상은 분말 분배를 제어하고 분말 견실도를 향상시키기 위해 분말 리프트 및 통기를 추가한다. 역 피치 형상은 또한 레이킹 사이클 중에 분말을 노즐 쪽으로 구동시킨다. 이는 분배 사이클의 시작 시에 2 내지 4mg의 분말 덩크를 생성하며, 종료 시에는 충진을 위해 보다 많은 시간을 허용한다.
- [0125] 이송 완드(160)의 다른 실시예가 도14A-도14F에 도시되어 있다. 도14A-도14F의 실시예에서, 방출 요소(166)는 역U-형상을 갖는 지지 요소(185)에 의해 샤프트(170)에 장착되는 롤러 핀(183)으로서 실시된다. 도14A-도14F의 실시예에서는, 선택적인(optional) 멀티-슬롯 배플(baffle) 디스크(189)가 테이퍼형 도관(154)의 상부에 배치되어 하부 하우징 섹션(150a)에 부착될 수 있다.
- [0126] 분말 분배기 모듈(54)은 테이퍼형 도관(154)의 하단부에 장착되는 오리피스 요소(187)를 더 구비한다. 오리피스 요소(187)는 하나 이상의 슬롯형 오리피스를 가질 수 있다. 도14D에 도시된 일 실시예에서, 오리피스 요소(187a)는 십자를 형성하도록 교차하는 두 개의 슬롯형 오리피스를 구비한다. 다른 실시예에서, 오리피스 요소(187b, 187c)는 도14E 및 도14F에 도시하듯이 세 개의 교차하는 슬롯형 오리피스를 구비한다. 오리피스는 도14E에 도시하듯이 비교적 넓을 수 있거나, 또는 도14F에 도시하듯이 비교적 좁을 수 있다. 이송 완드(160)는 롤러 핀(183)이 오리피스 요소(187)로부터 자연 응집체 크기보다 작은 간격으로 이격되도록 배치된다. 작동 시에, 롤러 핀(183)은 오리피스 요소(187)에 대해 회전하여, 분말을 오리피스 요소(187) 내의 오리피스를 통해서 방출시킨다.

- [0127] 배플 디스크(189)는 분말층 전진 속도를 제어하고 분말 응집체를 테이퍼형 도관에 진입할 때 더 축소시키는데 사용될 수 있다. 방출 구역(156c)에서, 분말 응집체 덩어리가 축소되며 이후 회전 롤러 핀(183)에 의해 오리피스 요소(187) 내의 오리피스를 통해서 압출된다. 지지 요소(185), 롤러 핀(183) 및 오리피스 요소(187)를 포함하는 기구는 분말의 축소 및 분배 특징을 제어한다. 부적절한 분말 축소 제어는 방출 오리피스의 막힘을 초래한다. 부적절한 분말 축소 제어는 또한 정량 초과 없이 정해진 제한 시간 내에 분말을 분배하는 것을 저해한다. 지지 요소(185) 및 롤러 핀(183)은 최종 분말 분배 유량 및 분말 응집체 건설도를 결정짓는다. 지지 요소(185), 롤러 핀(183) 및 오리피스 요소(187)를 포함하는 기구는 특정 분말 형태에 대해 최적의 분말 유동 및 응집체 크기를 제공하도록 구성될 수 있다. 지지 요소(185)는 이송 완드(160)를 자기-중심조절하기 위해 하부 하우징 섹션(150a)의 주연부 홈을 따라 이동한다. 오리피스 요소(187)와 조합된 롤러 핀(183)은 낮은 힘의 분말 응집체 분배를 발생시킨다. 오리피스 요소(187)는 보다 타이트한 응집체 크기 범위 내에서 분말 응집체 건설도를 제공한다.
- [0128] 이송 완드(160)의 추가 실시예가 도15A-도15D에 도시되어 있다. 방출 요소(166)는 샤프트(170)에 부착된 나선형 오거 블레이드(240, 242)로서 실시된다. 각각의 오거 블레이드(240, 242)는 샤프트(170) 주위로 대략 1/2턴을 갖는다. 오거 블레이드(240, 242)의 축방향 길이는 테이퍼형 도관(154)의 축방향 길이의 대략 절반일 수 있다. 도시하듯이, 도15A-도15D의 이송 완드는 도13A-도13B의 실시예보다 적은 원재를 사용하며, 오거 블레이드(240, 242)의 상측 에지에는 나선형 와이어와 산형 와이어가 부착될 수 있다. 오거 블레이드(240, 242)와 이중 나선(174)은 상반되는 피치를 가질 수 있다.
- [0129] 도15A-도15D에 도시된 분말 분배기 모듈(54)은 테이퍼형 도관(154)의 하단부에 장착되는 오리피스 요소(244)를 더 구비한다. 도15A-도15D의 실시예에서, 오리피스 요소(244)는 역전된 원추 형상을 가지며, 노즐(158)을 통해서 분말을 방출하기 위해 다수의 오리피스(244a)를 구비한다. 또한, 오거 블레이드(240, 242)의 하측 에지는 역전된 원추형 오리피스 요소(244)와 매치되도록 만곡된다. 샤프트(170)의 하단부에 장착된 베어링(246)은 오리피스 요소(244) 내의 개구와 결합하며, 오거 블레이드(240, 242)와 오리피스 요소(244) 사이에 원하는 간격을 확립한다. 베어링(246)은 분배되는 약제 분말에 대해 오염되지 않는 루비나 사파이어와 같은 보석 재료일 수 있다. 작동 시에, 오거 블레이드(240, 242)는 오리피스 요소(244)에 대해 회전하여, 분말이 오리피스 요소(244) 내의 오리피스를 통해서 방출되게 한다. 다른 실시예에서, 오리피스 요소는 도14D-도14F에 도시하듯이 편평할 수 있으며, 오거 블레이드(240, 242)의 하측 에지는 오리피스 요소와 매치되도록 편평하다.
- [0130] 이 실시예는 도13A-도13B 및 도14A-도14F에 도시된 이송 완드와 반대로 회전한다. 방출 구역(156c)에서, 분말 응집체는 역피치 오거 블레이드에 의해 유동하게 되며, 이후 회전하는 오거 팁에 의해 오리피스 요소(244) 내의 오리피스를 통해서 압출 및 입자화된다. 오거 블레이드 및 오리피스 요소의 기구는 분말의 축소 및 분배 특징을 제어한다. 부적절한 분말 축소 제어는 방출 오리피스의 막힘을 초래한다. 부적절한 분말 축소 제어는 또한 정량 초과 없이 정해진 제한 시간 내에 분말을 분배하는 것을 저해한다. 오거 블레이드(240, 242) 및 오리피스 요소(244)의 기구는 분말층 유체 헤드 높이의 가변성을 보상하고, 그로인해 분말층 헤드 상태에 대한 분배 공정의 감도를 감소시키는 능력을 갖는다. 오거 블레이드의 1/2턴 이중 나선은 노즐 내의 분말로부터 수직 유동층 힘을 격리시키며, 따라서 노즐 내에 분말을 패킹시키는 경향이 있는 힘 벡터를 제거한다. 오거 블레이드(240, 242)와 오리피스 요소(244)의 기구는 최적의 단조로운 분말 응집체 크기를 제공하도록 구성될 수 있다. 상기 기구는 보다 좁은 응집체 크기 범위 내에서 분말 응집체 건설도를 제공한다. 베어링(246)은 오거 정렬 및 지지를 제공하는 한편, 오거-대-오리피스 분말 멤브레인 두께를 유지한다.
- [0131] 일부 실시예에서, 방출 요소(166)는 샤프트(170) 선단의 구멍에 장착된다. 다른 실시예에서, 방출 요소(166)는 샤프트(170)의 착탈식 선단 상에 실시된다. 예를 들면, 이중 나선 방출 요소는 샤프트(170)의 단부에 압입되는 착탈식 선단에 형성될 수 있다. 착탈식 선단은 상이한 분말 형태를 수용하도록 변경될 수 있다.
- [0132] 분말 분배기 모듈(54)의 작동에 대한 하기 논의는 도13A-도13B 및 도14A-도14F의 실시예에서의 레이킹 작업 및 분배 작업을 참조한다. 레이킹은 분말층을 균등하게 통기된, 바람직한 응집체 크기 매트릭스로 그루밍하고 다시 상태조절하여, 벌크 분말 수송을 위한 보다 양호한 유동성 특징을 제공하는 작업이다. 바람직한 응집체 크기는 분말층 텀블링 작업에 의해 생성된 응집성 분말 응집체의 자연적이고, 안정적인 크기이며, 통상 0.025인치 내지 0.075인치(0.635 내지 1.905mm)의 구형 직경의 범위에 있다. 분말층 레이킹은 하향-이송 또는 부상(浮上: uplift) 모드로 수행될 수 있다. 그러나, 응집성 분말은 최적의 통기 및 향상된 유동성을 달성하기 위해 부상 레이킹을 선호한다. 분배는 건조 벌크 분말을 카트리지가 내로 분배하는 분말 노즐로부터 방출되는 바람직한 응집체 매트릭스로서 압축없이 중력 하에 떨어지는 "스프링클링(sprinkling)" 방식으로 수송하기 위한 작업이다. 본 명세서에서 기술되는 분말 분배 및 감지 장치는 0.005인치 내지 0.075인치의 구형 직경 범위에 있는 분말 응

집체와 더불어 작동할 수 있지만, 이 범위에 한정되지는 않는다.

- [0133] 이송 완드(160)는 벌크 분말층을 레이킹, 그루밍 및 통기시키기 위해 분배기 모듈(54)의 상부로부터 볼 때 시계 방향으로 회전된다. 시계방향 회전은 이중 나선에 의해 생성되는 상방 유동 벡터로 인해 분말을 리프트시킨다. 이 작동에서, 완드는 그 캡부에서 수직하게 유지되고 분말 내로 회전되는 나선으로서 보일 수 있다. 이중 나선은 도관 벽을 긁어내며, 또한 외부 응집체를 분배기 호퍼의 중심을 향해 이동시킨다. 완드가 회전에 따라, 원재는 커다란 응집체를 균등하게 파괴한다. 이는 벌크 분말층을 통기시킴으로써 보다 양호한 층 건설도를 생성한다.
- [0134] 분말을 분배하기 위해, 완드(160)는 반시계방향으로 회전하는 것이 바람직하다. 원재(172)와 산형(176, 178)은 분말층을 파괴하고, 분말이 샤프트(170)를 따라서 이동하기 위한 자유 경로를 개방한다. 이중 나선(174)은 분말을 분배기 노즐(158)을 통해서 하향 구동시키기 위해 하방 압축 벡터를 추가한다. 다른 실시예에서, 완드(160)는 분말을 분배하기 위해 시계방향으로 회전한다. 그러나, 응집체가 더 커지는 경향이 있으며, 시계방향 회전에 의해 분말을 분배하기 위해서는 과충진 경향이 훨씬 크다.
- [0135] 전술한 실시예에서, 원재와 나선형 와이어는 위에서 볼 때 시계방향 구조를 갖는다. 이송 완드의 원재 및 와이어의 배치는 본 발명의 범위 내에서 역전될 수 있음을 알 것이다. 따라서, 원재 및 나선형 와이어는 위에서 볼 때 반시계방향 구조를 가질 수 있다. 이 구조에서, 완드는 분말을 분배하기 위해 시계방향으로 회전되는 것이 바람직하다.
- [0136] 분말 분배기 모듈(54)의 작동에 대한 하기 논의는 도15A-도15D의 실시예에서의 레이킹 작업 및 분배 작업을 참조한다. 이송 완드(160)는 벌크 분말층을 그루밍하고 오거를 충전하기 위해 분배기 모듈(54)의 위에서 볼때 반시계방향으로 회전된다. 이중 나선(174)은 분말을 하방으로 노즐(158) 내로 구동하기 위해 하방 압축 벡터를 추가한다. 동시에, 오거 블레이드(240, 242)는 오거 내의 분말을 상층으로 상승시켜 통기시키기 위해 분말에 대한 상방 힘 벡터를 공급한다.
- [0137] 분말을 분배하기 위해, 이송 완드(160)는 시계방향으로 회전하는 것이 바람직하다. 시계방향 회전은 나선형 개방 공간 프레임의 이중 나선에 의해 생성되는 상방 유동 벡터로 인해 상층 분말을 리프트시킨다. 이 작동에서, 상층 완드는 그 캡부에서 수직하게 유지되고 분말 내로 회전되는 나선으로서 보일 수 있다. 이중 나선은 도관 벽을 긁어내며, 또한 외부 응집체를 분배기 호퍼의 중심을 향해 이동시킨다. 완드가 회전에 따라, 원재는 커다란 응집체를 균등하게 파괴한다. 이는 벌크 분말층을 통기시킴으로써 보다 양호한 층 건설도를 생성한다. 원재(172) 및 산형(176, 178)은 분말층을 파괴하고, 분말이 샤프트(170)를 따라서 이동하기 위한 자유 경로를 개방한다.
- [0138] 제1 출발물질을 분배할 때 오거 내의 분말은 오거의 하방 힘 벡터에 의해 노즐을 통해서 이동한다. 분배 중에, 추가 분말은 상층으로부터 떨어지는 통기된 분말에 의해 공급된다.
- [0139] 전술한 실시예에서, 원재와 나선형 와이어는 위에서 볼때 시계방향 구조를 갖는다. 이송 완드의 원재 및 와이어의 배치는 본 발명의 범위 내에서 역전될 수 있음을 알 것이다. 따라서, 원재 및 나선형 와이어는 위에서 볼때 반시계방향 구조를 가질 수 있다. 이 구조에서, 완드는 분말을 분배하기 위해 반시계방향으로 회전되는 것이 바람직하다.
- [0140] 단일 분말 분배기 모듈(54) 및 대응 센서 셀(114)의 컨트롤러의 블록선도가 도17에 도시되어 있다. 바람직하게, 분말 분배기는 최저 레벨에서 전략적으로 집중된 파다한 연산 파워를 제공한다. 분말 분배기 모듈(54)은 회로 기관(184)(도11) 상에 분배기 컨트롤러(200)(도17)를 구비한다. 분배기 컨트롤러(200)는 세 개의 프로세서를 구비할 수 있다. 완드 액추에이터(162)와 밸브 액추에이터(182) 각각에 하나의 프로세서가 제공되며, 상태 LED(224) 및 선택적 아날로그 센서 입력을 제어하기 위해 하나의 프로세서가 사용된다. 센서 모듈(34)의 뒷면에는 후술하듯이 제어 프로세서(210)가 배치된다. 시스템은 각각의 분배기 모듈(54) 및 그 관련 센서 셀(114)에 대해 하나의 제어 프로세서(210)를 사용한다. 프로세서(210)는 센서 모듈(34)과 분배기 모듈(54) 사이의 통신뿐 아니라 외부 통신을 제어한다. 충전 파라미터와 "진행(go)" 명령이 주어지면, 제어 프로세서(210)는 센서 셀을 감독하고 분배기 모듈 액추에이터에 대해 카트리지 충진을 수행하도록 명령을 내리기 위한 정보를 제공한다. 제어 프로세서(210)는 또한 네트워크 인터페이스를 통해서 관리 프로세서(212)와 통신한다. 관리 프로세서(212)는 모든 분말 분배기 모듈과 센서 셀의 높이 레벨 제어를 제공한다.
- [0141] 도17의 컨트롤러는 관리 프로세서를 제외한, 시스템 내의 각 분배기 모듈(54)과 관련 센서 셀(114)의 반복이다. 분배기 모듈의 6×8 어레이의 상기 예에서, 시스템은 48개의 컨트롤러를 구비한다. 이러한 배열은 각 카트리지

내로의 분말 분배의 개별 제어 및 감시를 제공한다.

- [0142] 일 실시예에서, 분말 분배기 모듈(54)은 10초 내에 10.0mg의 분말을 정확히 분배하도록 구성 및 제어된다. 평균 유량은 +/- 0.3mg 또는 3퍼센트의 정확도에서 1.0mg/sec이다. 제어 회로는 이 유량으로 충전하기 위해 초당 적어도 20회의 결정을 내린다. 다른 실시예에서, 제어 회로는 원하는 정확도를 달성하기 위해 초당 20회보다 많거나 적은 결정을 내린다. 이송 완드 형상은 이 성능을 달성하기에 충분한 유동 견실도를 제공한다. 이송 완드는 분말 덩어리를 작은 응집체 입자로 파쇄한다. 기계적으로 이송된 응집체 슬러리는, 이송 완드가 정지될 때 분말이, 카트리지의 과충진을 초래하게 될 분말 과잉(overspill)이 최소인 상태로 중단될 수 있게 하는 유동 특징을 갖는다.
- [0143] 제어 회로는 이하의 제어 및 기능을 제공할 수 있다.
- [0144] 1. 완드 속도는 50개의 다른 속도에서 초당 0.1회전 내지 초당 5회전으로 변경될 수 있다.
- [0145] 2. 완드는 충전되면서 진동(dithering)될 수 있다. 진동 시에, 완드는 프로그래밍가능한 진동 인자에 기초하여 예를 들어 2단 정회전/1단 역회전과 같이 번갈아서 시계방향으로 회전한 이후 반시계방향으로 회전한다. "중량 미만의 진동" 기능은 충전 중량이 선택된 중량 미만일 때 진동 모션과 결합한다. "중량보다 큰 진동" 기능은 충전 중량이 선택된 중량보다 클 때 진동 모션과 결합한다. "사이 진동" 기능은 충전 중량이 두 개의 선택된 중량 사이에 있을 때 진동 모션과 결합한다. 진동 지수(index)는 진동하는 동안 선택된 회전 속도이다. 진동 중량은 진동을 시작하거나 정지시키기 위한 선택된 중량이며, 선택된 진동 중량에서의 최소 진동 시간이 선택될 수 있다. 일부 적용에서, 진동은 사용되지 않을 수 있다.
- [0146] 3. 제어 회로는 분말 분배기 충전 밸브를 개폐할 수 있다.
- [0147] 4. 제어 회로는 센서 셀을 무게측정하고 분말 분배 사이클을 개시할 수 있으며, 분말 분배 사이클을 정지시킬 수 있다.
- [0148] 5. 제어 회로는 레이킹 시간, 진동 시간 및 속도에 의해 규정되는 순서로 분말 분배기 내에서 분말을 레이킹할 수 있다.
- [0149] 6. 신규 장전 기능은 분배기 모듈을 신선한 분말로 장전한 후 대개 작동되는 레이킹/진동 사이클을 개시한다. 레이킹 시간, 진동 시간 및 속도가 특정된다.
- [0150] 7. 추가적인 기능은 충전 사이클 도중에 충전 밸브를 자동으로 개폐하는 것, 밸브가 폐쇄될 때마다 분말을 자동으로 레이킹하는 것, 및 밸브가 폐쇄될 때마다 레이킹 이후 분말을 자동으로 진동시키는 것을 포함한다.
- [0151] 8. "정지-단계" 기능은 목표 중량에 도달한 후 이송 완드를 역회전시키기 위한 단계의 수를 설정한다. 이는 과충진을 방지하기 위해 분말 유동을 후퇴시키는 경향이 있으며, 분말 형태 및 관련 주변 습도 조건의 유형에 종속된다.
- [0152] 9. 속도 제어 기능은 이송 완드가 선택된 충전 중량에 도달할 때까지 진속력으로 움직이게 한다. 이 촉발 지점에서, 비례 제어가 완드 속도를 목표 중량 마이너스 실제 중량에 비례하여 감소시키기 시작한다. 이러한 접근법은 전체 충전 시간을 감소시킨다. 10mg의 공칭 충전 중량과 +/- 3퍼센트의 공차에 대해서는, 10.3 내지 9.7mg 사이의 임의의 충전 중량이 허용될 수 있다. 과충진된 카트리지 폐기되어야 하므로, 잠재적인 과충진을 방지하기 위해 최소 중량에 도달하자마자 충전이 중지된다. 최소 중량은 예를 들어 실제 하한인 9.70mg보다 약간 위인 9.75mg으로 설정된다. 이는 분말이 카트리지 내로 떨어지기 때문에 필요하며, 관성, 공기역학, 정전 기장 및 자기장 플럭스와 같은 주변 힘은 실제 분말 중량보다 약간 높은 일시적인 중량 관독값을 초래할 수 있다. 관독값은 몇 분의 일초에 해당하는 짧은 시간에 걸쳐 실제 중량으로 정착된다. 최소 중량을 0.05mg을 실제 하한 이상으로 설정하게 되면 언더필(underfilled) 카트리지의 위험이 감소된다.
- [0153] 10. 충전 사이클에 관련된 파라미터는 충전 서보 루프의 비례 게인, 목표 중량보다 가벼운 예를 들어 1.0mg에서 작동되는 충전 서보 루프의 적분 게인, 및 충전 사이클 동안 허용되는 최대 완드 속도를 포함한다. 완드 속도는 속도 지수를 0 내지 50 사이에서 특정함으로써 제어될 수 있다. 완드 속도 지수의 함수로서의 완드 속도(분당 회전수)는, 완드 속도 지수의 낮은 값에서 비교적 선형적이고 이후 최대 완드 속도로 급격히 증가하는 특징을 갖는다. 이 특징은 높은 속도보다는 낮은 속도에서 더 정교한 제어를 제공하며, 카트리지를 그 충전 중량의 90퍼센트까지 신속히 충전하기 위해 완드가 충전 사이클의 초기 70퍼센트 중에 훨씬 빨리 움직일 수 있게 해준다. 최대 완드 속도는 통상 대략 5회전(revolution)/sec이다. 그 속도를 넘어서면, 분말이 타이트하게 패킹될



위험이 있게 되어, 본래의 분말 유동 특징을 회복하도록 분배기를 제거하여 세척해야 할 것이다.

- [0154] 진동 인자는 진동이 가능하다면 이송 완드가 회전할 때 그 왕복을 제어한다. 이 실시예에서, 역회전에 대한 정회전의 비율은 2이다. 따라서, 이송 완드는 진동 인자의 값에 기초하여 2n 단계 정회전하고 n단계 역회전한다. 따라서, 예를 들면, 500의 진동 인자는 1000단계의 정회전과 500단계의 역회전을 나타내고, 1의 진동 인자는 2단계의 정회전과 1단계의 역회전을 나타낸다. 다른 실시예에서, 역회전에 대한 정회전의 비율은 2와 다른 값일 수 있거나 및/또는 프로그래밍가능하다.
- [0155] 11. 충전 시간 서보 제어 기능은 마지막 충전 사이클 중에 전속력으로 소비된 시간에 비례하여 완드 속도의 최대 지수를 조절한다. 전속력으로 소비된 시간은 분말이 어떻게 잘 유동하는지에 대한 양호한 표시이다. 전속력에서의 실제 시간이 설정치보다 크면, 제어는 충전 속도를 높이기 위해 최대 완드 속도 지수를 증가시킨다. 역으로, 전속력에서의 실제 시간이 설정치보다 낮으면, 최대 완드 속도 지수는 일정한 처리 시간을 유지하기 위해 감소된다. 가능한 빠른 충전이 바람직한 것으로 드러나지만, 분말이 패킹되어, 분배기를 막아버리거나 카트리지를 과충진할 위험이 있다.
- [0156] 분말 분배기 모듈(54)의 파라미터는 후술하듯이 상관된다. 보다 작은 입자 응집체 크기가 카트리지를 내로 분배될 때는, 보다 큰 오버슈트 제어가 이용될 수 있다. 완드의 속도를 증가시키면 유량이 증가되지만, 분말이 대형 응집체로 압축된다. 대형 응집체는 유동을 증가시키지만, 충전의 최종 순간에 과충진될 것 같다. 대형 분말 저장소는 분배기 장전 시간을 절약하지만, 분말을 대형 응집체로 압축하고 충전 이전에 보다 많은 상태조절을 요구한다. 진동은 대형 응집체를 보다 정확한 충진을 위해 잘게 썰지만 유량을 감소시킨다. 분말을 충전 이전에 상태조절하는 것은 충전 견실도를 증가시키지만, 전체 충전 시간을 증가시킨다.
- [0157] 카트리지를 충전 사이클의 일 실시예는 도18 및 도19를 참조하여 기술된다. 충전 사이클은 카트리지를 10초 내에 Technosphere 미립자의 10mg 정량으로 충전하는 일 예를 참조하여 기술된다. 상이한 충전 중량, 상이한 분말 형태, 상이한 충전 시간, 및 상이한 환경 조건에 대해 상이한 파라미터가 사용될 수 있음을 알 것이다. 카트리지를 충전 사이클은 제어 프로세서(210) 및 분배기 컨트롤러(200)에 의해 실행될 수 있다.
- [0158] 분배기 제어 프로세서는 감독 컴퓨터와 함께 이들 제어 인자 전부를 충전 중량 값에 대해 감시하고, 분배기가 카트리지를 충전함에 따라 초당 20회 판독한다. 이 데이터는 이상적인 분배 사이클에 대해 비교할 때, 개선된 분말 응집성, 유동성, 견실도, 환자 약제 효과, 및 전체 품질 제어를 촉진하기 위해 피드백을 제공한다. 중량 값은 본 발명의 범위 내에서 초당 20회보다 많거나 적게 판독될 수 있음을 알 것이다.
- [0159] 도18을 참조하면, 분배기 모듈 작동을 위한 제어 파라미터는 단계250에서 설정될 수 있다. 예를 들어, 초기에, 진동은 "오프"로 설정된다. 밸브 제어 파라미터는, 신규 분말 장전 이후 2초 동안 레이킹이 설정되고, 속도 지수는 44로 설정되며, 자동-개방은 "on"으로 설정되고, 폐쇄 이후의 자동 레이킹은 2초로 설정되도록 설정될 수 있다. 충전 파라미터는 비례 제어가 시작되는 8.8mg의 세팅을 포함할 수 있으며, 타겟 충전 중량은 10.0mg으로 설정될 수 있고, 비례 계인은 1.0으로 설정될 수 있으며, 적분 계인은 0.03으로 설정될 수 있고, 최대 완드 속도 지수는 41(초당 2회전)로 설정될 수 있다. 진동 인자는 50으로 설정될 수 있으며, 충전 시간 서보는 10.0초로 설정될 수 있다. 양극 이온화장치는 분말 분배기 모듈과 카트리지를 대전 중화시키도록 작동될 수 있다.
- [0160] 단계254에서, 분배기 호퍼(156)는 분말 수송 시스템(32)의 작동에 의해 분말로 충전된다. 분말은 분말 통기장치(72)에 의해 어레이 블록(50)으로 전달된다. 분말은 어레이 블록(50) 내의 채널을 통해서 분말 분배기 모듈(54)의 각각으로 공급된다. 과잉 분말이 어레이 블록(50)을 통과하고 흡입 매니폴드(84) 내의 분배기 충전 레벨 센서에 의해 감지되면, 분배기 모듈(54)의 장전이 완료되고, 분말 수송 시스템이 전원 차단된다. 분배기 호퍼(156)는 커다란 에어 갭과 분말층 내의 불균일을 제거하기 위해 호퍼 충전 사이클 도중에 레이킹될 수 있다.
- [0161] 호퍼 조립체(74)는 조작자 또는 기타 자동 분사 시스템에 의해 충전된다. 유동 보조 기구는 신규 압축된 분말을 파괴하기 위해 회전한다. 응집기 롤러는 커다란 응집체 분말을 통기장치(72) 내의 덤프 밸브로 전달하기 위해 회전한다. 덤프 밸브 레벨 센서는 덤프 밸브가 응집기 롤러를 정지시키기 위해 풀(full) 상태인 것을 나타낸다. 송풍기 조립체(70)는 가스를 시스템을 통해서 순환시키기 위해 대략 3500rpm으로 회전한다. 공기압 브룸은 덤프 밸브에 의한 분말 전달을 위한 조제시에 회전한다. 바이패스 밸브는 분말 및 공기 스트림 가스 수송을 촉진하기 위해 50%로 설정된다.
- [0162] 덤프 밸브는 분말을 공기압 브룸 챔버 내로 점진적으로 낙하시키기 위해 초당 10도로 회전한다. 분말이 공기압 브룸에 이용가능하게 됨에 따라, 미세한 응집체가 라이저(riser) 위로 및 분배기 충전 챔버 내로 수송된다. 최고의 충전은 이때 마지막 분배기 위치에서 일어난다. 덤프 밸브 사이클이 완료된 후, 교차 밸브는 최대 공기압

브룸 압력을 단계적으로 끌어들이기 위해 초당 10도의 증분으로 0% 바이패스로 회전한다. 이는 모든 그러나 가장 무거운 응집체를 분배기 챔버 내로 수송하며, 분배기 모듈의 중간 열을 충전한다. 마지막으로, 송풍기 조립체(70)는 분말의 나머지를 공기압 브룸 챔버로부터 분배기 모듈의 제1 열로 수송하기 위해 속도를 8000rpm으로 증가시킨다.

[0163] 이들 충전 사이클이 지속될수록, 분배기 호퍼는 충전 상태가 되어간다. 바이패스 밸브와 조합되는 송풍기 조립체(70)는 분말을 고 피크로부터 끌어내고, 미세 분말을 시스템을 통해서 순환시키며, 분말을 피크 사이의 분말 층의 저압 영역에 증착함으로써 분배기 층 높이를 분배기 모듈에 걸쳐서 균등하게 만든다.

[0164] 단계258에서, 카트리지는 중량 센서 셀 상의 분배기 노즐(158) 아래에 위치한다. 전술했듯이, 카트리지의 트레이는 분말 분배기 모듈(54)의 어레이와 센서 모듈(34) 사이에 배치된다. 단계260에서, 카트리지는 규정된 정량의 분말로 충전된다. 충전 사이클은 도19와 관련하여 후술된다. 단계262에서, 충전 밸브는 폐쇄되고 이송 완드의 회전은 중지된다.

[0165] 단계264에서는, 분배기 호퍼가 재충진을 필요로 하는지에 대한 판정이 이루어진다. 분배기 호퍼가 재충진을 필요로 하면, 프로세스는 단계254로 복귀한다. 분배기 호퍼가 재충진을 필요로 하지 않으면, 프로세스는 단계256으로 복귀한다. 본 예에서, 분배기 호퍼는 네 번의 10.0mg 정량 이후 재충진될 수 있다. 분배기 호퍼의 재충진은 예를 들어 분배기 호퍼의 용량 및 각각의 충전 사이클에서 분배되는 분말의 양에 따라 넷 이상 또는 이하의 카트리지 충전 사이클 이후에 시작될 수 있음을 알 것이다. 분배기 호퍼는 단계254에서 재충진된다. 재충진이 필요치 않으면, 프로세스는 단계256에서 다음 카트리지를 위한 충전 사이클로 진행된다. 본 예에서, 분배기 호퍼는 20개의 10.0mg 정량을 위해 충분한 분말을 수용한다. 일부 실시예에서, 충전 공정은 건조 분말 유체 헤드를 생성하고 중력-유도형 분말 유동을 보조하기 위해 분배기 호퍼 내의 분말 높이에 종속된다. 적절한 유체 헤드가 없으면, 충전 시간은 충전 시간 제한을 넘어서 증가된다. 분배기 호퍼(156)의 재충진이 필요한지를 판정하기 위해 다른 기술이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 카트리지 충전 사이클 중에 분말이 거의 또는 전혀 분배되지 않으면, 분배기 호퍼(156)의 재충진이 필요한 것으로 추정될 수 있다.

[0166] 카트리지 충전 사이클의 일 예가 도19에 도시되어 있다. 초기 작업은 단계280에서 센서 셀을 무게측정(tare)하는 것이다. 무게측정 작업은 센서 셀 판독치가 충전 사이클의 초기에 제로이거나 제로 근처이도록 센서 셀 판독값으로부터 빈 카트리지 무게를 뺀다. 제어 회로는 센서 셀이 그 무게측정 사이클을 완료하기 위해 0.5초를 대기하고, 센서 셀이 0.02mg 미만을 판독하면 충전 작업으로 진행된다. 그렇지 않으면, 무게측정 사이클이 반복된다.

[0167] 단계282에서는, 충전 밸브(180)가 개방된다. 후술하듯이, 충전 밸브 개구는 일관된 작업을 보장하기 위해 분배기 노즐(158)로부터 약간 오프셋될 수 있다.

[0168] 단계284에서, 이송 완드는 충진을 위해 반시계 방향으로 회전된다. 통상, 실제 충전은 레이킹 이후 분말 유동을 다시 개시하기 위해 충분한 분말을 전진시키는데 필요한 시간인 약 2초후에 시작된다. 초기에, 이송 완드는 분배기 모듈 셋업 도중에 정해진 전속력으로 회전한다. 카트리지 내의 분배된 분말의 중량은 충전 도중에 감시된다.

[0169] 단계286에서는, 현재 감지된 중량이 비례 제어가 시작되는 선택된 중량보다 크지에 대해 판정이 이루어진다. 10mg 정량의 예에서, 선택된 중량은 8.8mg일 수 있다. 감지된 중량이 선택된 중량보다 크지 않으면, 프로세스는 단계284로 복귀하며, 이송 완드의 회전은 전속력으로 계속된다. 감지된 중량이 선택된 중량보다 크면, 완드 속도의 서보 제어는 단계288에서 사용된다. 초기 에러는 목표 중량 마이너스 서보 제어가 시작되는 선택된 중량으로서 결정된다. 상기 예에서, 초기 에러는 10.0-8.8 = 1.2mg이다. 완드 속도는 하기에 따라 제어된다:

[0170] 신규 완드 속도 지수 = ((현재 에러/초기 에러)\*비례 게인\*최대 지수) +

[0171] (적분 게인\*경과된 시간).

[0172] 이 실시예에서, 제어 회로는 초당 20회의 현재 에러에 기초하여 완드 속도를 설정한다. 현재 에러는 목표 중량에서 현재 감지된 중량을 뺀 것으로서 결정된다. 상기 예에서 초기 에러의 1/2인 0.6mg의 현재 에러에 있어서, 완드 속도는 41의 최대 지수로부터 20의 지수로 감소된다. 지수-속도 곡선의 비선형성으로 인해, 실제 완드 속도는 초기 속도의 절반 미만이다. 전술했듯이, 지수-속도 곡선은 최대 제어가 필요한 곳에서 제로로 선형적이다. 비례 게인 값은 에러 함수로서의 속도 변화의 양이 변화될 수 있게 한다. 경과 시간은 현재 감지된 중량이 목표 중량에서 1.0mg을 뺀 것보다 클 때 "온"으로 전환된다. 비례 에러 방정식은 원하는 중량에 대한 실제 중량의 고정 비율에 기초하여 완드 속도를 감소시킨다. 매우 낮은 속도에서는 목표 중량에 근접할 때 완드 속

도가 분말 유동을 생성하기에 부족한 경우가 종종 있다. 단독으로 남겨진 경우, 충전 사이클은 오버타임으로 작동하고 목표 중량을 완성하지 못할 것이다. 적분 계인 인자는 경과 시간을 축적하고 경과 시간을 적분 계인 인자와 곱함으로써 속도를 증가시킨다. 이 인자는 신규 완드 속도를 증가시키며 충전 실속(stall)을 극복하기 위해 완드를 더 빨리 회전시킨다.

[0173] 도19를 다시 참조하면, 현재 감지된 중량은 단계290에서 최소 중량과 비교된다. 현재 감지된 중량이 최소 중량보다 작으면, 완드 속도의 서보 제어는 단계288에서 계속된다. 현재 감지된 중량이 최소 중량 이상이면, 현재 감지된 중량은 단계292에서 최대 중량과 비교된다. 현재 감지된 중량이 최대 중량보다 크면, 카트리지는 단계294에서 과충진되도록 결정된다. 현재 감지된 중량이 최대 중량보다 크지 않으면, 충전 사이클이 완료되고 프로세스는 도18에서 단계262로 복귀한다.

[0174] 단계262에서, 제어 회로는 서보를 조절할 수 있다. 충전 시간이 11초보다 크면, 제어 회로는 최대 속도 지수를 1만큼 증가시킬 수 있다. 충전 시간이 9초 미만이면, 제어 회로는 최대 속도 지수를 1만큼 감소시킬 수 있다. 이 제어는 10초의 일관된 충전 시간을 유지하고자 시도한다.

[0175] 바람직하게, 밸브 부재(190)는 충전 밸브(180)가 개방 위치에 있을 때 밸브 개구(191)가 테이퍼형 도관(154)의 하단부에 대해 오프셋되도록 배치된다. 보다 구체적으로, 밸브 부재(190)는 밸브 개구(191)가 테이퍼형 도관(154)에 대해 후위-배치되도록 오프셋된다. 즉 밸브 개구(191)는 밸브의 폐쇄 위치를 향하여 오프셋된다. 또한, 밸브 부재(190)는 구동 트레인에서의 일체의 히스테리시스를 보상하기 위해 밸브를 개폐할 때 일 방향으로 회전된다. 따라서, 예를 들어, 밸브 부재(190)는 밸브를 개방하기 위해 시계방향으로 회전될 수 있으며, 밸브를 폐쇄하기 위해 더 시계방향으로 회전될 수 있다. 이러한 동작은 개방 위치에서 밸브 부재(190)와 테이퍼형 도관(154) 사이의 제어되지 않은 오프셋에 기인할 수 있는 일관되지 않은 충전 또는 과충진의 위험을 감소시킨다.

[0176] 개방 위치에서 밸브 개구(191)와 테이퍼형 도관(154) 사이의 일체의 오프셋은 분말을 축적할 수 있는 작은 선반을 밸브 부재(190)의 상부에 생성한다. 밸브 개구(191)가 테이퍼형 도관(154)에 대해 사전 배치되면, 선반 상의 일체의 분말은 밸브가 폐쇄될 때 덤핑되며 따라서 카트리지를 잠재적으로 과충진시킨다. 밸브 개구(191)가 테이퍼형 도관(154)에 대해 후위-배치될 때, 밸브는 선반으로부터 일체의 분말의 덤핑이 없이 폐쇄된다. 분말은 밸브가 다음 카트리지를 위해 개방될 때 덤핑되며, 덤핑된 분말은 센서 셀에 의해 측정된다.

[0177] 분말 분배기 모듈(54) 및 그 작동은 특정한 양의 Technosphere 미립자를 정해진 시간 내에 분배하기 위한 실시예들과 관련하여 기술되었다. 본 발명의 범위 내에서 다양한 다른 분배기 모듈 구조 및 작동 프로토콜이 사용될 수 있음을 알 것이다. 예를 들면, 이송 완드는 다른 원재 구조, 다른 와이어 구조와 같은 다른 구조를 사용할 수 있으며, 일부 실시예에서 와이어는 필요치 않을 수도 있다. 다른 개수의 나선형 와이어 및 산형 와이어가 사용될 수 있다. 다른 방출 요소가 사용될 수 있다. 이송 완드는 분말을 방출하기 위해 나사 기구와 같은 다른 이송 기구를 사용할 수 있다. 분말의 분배를 제어하기 위해 임의의 적합한 충전 밸브 기구가 사용될 수 있다. 작동에 관하여, 소정의 작동 파라미터를 달성하는 임의의 작동 파라미터가 사용될 수 있다. 예를 들어, 회전, 왕복 또는 진동과 같은 이송 완드의 임의의 적합한 운동이 사용될 수 있다. 운동의 속도는 고정되거나 변동될 수 있거나 또는 그 조합일 수 있다. 필요에 따라 진동, 비례 제어, 적분 제어 및 기타 제어 기술이 개별적으로 또는 조합하여 사용될 수 있다. 센서 모듈은 감지된 값을 센서 모듈의 용량 내에서 임의의 원하는 비율로 제공하도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 분말 분배기 모듈(54)은 전술한 어레이에 장착될 수 있도록 콤팩트한 구조를 가져야 하며, 전술한 실시예에서의 중량 센서와 같은 센서 모듈로부터 감지된 값을 수용하는 제어 회로에 응답하여 원하는 양의 분말을 정해진 시간 간격 내에 분배하도록 구성되어야 한다.

[0178] 도20 및 도21에 도시하듯이, 센서 모듈(34)은 센서 하우징(100)에 장착된 센서 조립체(110)를 구비할 수 있다. 도시된 실시예에서, 각각의 센서 조립체(110)는 두 개의 센서 셀(114)을 구비한다. 센서 조립체(110)는 센서 셀(114)이 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지(20)를 무게 측정하도록 배치되도록 센서 하우징(100)에 장착된다. 일 실시예에서, 센서 셀(114)은 1인치 중심간격으로 6×8 어레이로 장착된다. 이 실시예에서는, 48개의 센서 셀의 어레이를 제공하기 위해, 그 각각이 두 개의 센서 셀(114)을 구비하는 24개의 센서 조립체(110)가 사용된다.

[0179] 각각의 센서 조립체(110)는 두 개의 센서 셀이 수직으로 패키징되는 수직 구조를 갖는다. 조립체의 상부에는 중량을 감지하는 기계적 구성요소가 배치되고, 기계적 구성요소의 아래에는 전자 회로가 배치되며, 센서 조립체(110)의 바닥에는 전기 커넥터(300)가 배치된다.

- [0180] 센서 하우징(100)은 센서 설치판(310), 센서 인클로저(312), 센서 트레이(314) 및 가이드핀 조립체(316)를 포함한다. 설치판(310)은 센서 셀(114)이 카트리지(20)에 대해 정확히 배치되도록 카트리지 트레이(22) 내의 카트리지(20)의 위치와 매치되는 개구의 어레이를 포함한다. 가이드핀 조립체(316)는 민감한 탐침(112)이나 센서 셀을 손상시키지 않으면서 설치판(310)을 센서 조립체(110) 상에 배치시킬 수 있다. 센서 트레이(314)는 센서 조립체(110)를 센서 모듈(34)에 위치시키기 위한 분할기(divider)의 배치를 포함할 수 있다.
- [0181] 센서 모듈(34)은 센서 조립체(110)의 전기 커넥터(300)와 결합하기 위한 커넥터(332)를 갖는 센서 배면판(backplane)(330)을 추가로 구비한다. 도20 및 도21의 실시예에서, 센서 모듈(34)은 두 개의 배면판(330)을 구비하며, 각각의 배면판은 총 24개의 센서 조립체(110)를 수용하기 위해 12개의 커넥터(332)를 갖는다. 각각의 센서 배면판(330)은 센서 조립체(110)로부터의 신호를 처리하고 카트리지 충전 작업 중에 분말 분배기 모듈(54)과 연통하기 위한 제어 회로를 구비할 수 있다.
- [0182] 센서 모듈(34)은 센서 냉각 그리드(340), 센서 냉각 하우징(342) 및 센서 냉각 매니폴드(344, 346)를 구비하는 센서 조립체(110)를 냉각하기 위한 장치를 구비할 수 있다. 전기 회로를 내장하는 센서 모듈(34)의 하부에 강제 공기 냉각이 제공되도록 냉각 공기가 냉각 매니폴드(344)를 통해서 방향성을 가질 수 있다. 도20 및 도21의 실시예에서, 냉각 매니폴드(344)는 센서 트레이(314)에 부착되고 냉각 매니폴드(346)는 냉각 하우징(342)에 부착된다. 이러한 배치에서, 냉각 공기는 냉각 매니폴드(344)를 통해서 센서 모듈(34) 내로 순환하며, 센서 트레이(314)를 통해서 순환하고, 이후 냉각 하우징(342) 내로 하향 순환하며, 냉각 매니폴드(346)를 통해서 배기된다. 다른 냉각 배치에서, 냉각 매니폴드(346)는 냉각 공기가 센서 트레이(314)를 통해서 유동하도록 센서 트레이(314)에 부착된다. 센서 트레이(314) 내의 비사용 개구는 커버 플레이트(348)에 의해 폐쇄될 수 있다. 냉각 매니폴드(344, 346)의 각각은 센서 모듈을 통해서 균일한 공기 유동을 제공하는 내부 통로를 구비할 수 있다. 또한, 냉각 매니폴드(344, 346)는 센서 모듈 온도를 감시하기 위한 온도 감지 요소를 구비할 수 있다.
- [0183] 중량 센서 셀과 카트리지(20) 사이에 경계면을 제공하는 중량 센서 탐침의 제1 실시예가 도22에 도시되어 있다. 탐침(112)은 센서 셀과 결합하는 포스트(362), 헤드(364), 및 먼지와 이탈한 분말 입자를 축적하는 컵(366)을 구비하는 본체(360)를 구비한다. 탐침(112)은 먼지와 분말 입자를 센서 셀로부터 편향시키는 먼지 스키프(370) 및 카트리지(20)와 결합하여 이를 지지하기 위한 핀(372)을 추가로 구비한다. 세 개의 핀(372)이 120도 간격으로 등간격 이격되어 있으며, 이들 핀은 탄성적으로 휘어진 후 그 본래 위치로 돌아가도록 설계된다. 또한, 이들 핀은 센서 셀을 보호하도록 과부하 조건에서 좌굴되도록 설계된다. 도22의 실시예에서, 핀(72)은 상이한 카트리지 트레이 설계에 있어서 핀 높이 변경을 위해 제거될 수 있다. 핀의 작은 단면적은 정밀한 마이크로그래프 중량 측정에 바이어스 부하력을 추가할 수 있는 열류의 공기역학적 효과를 감소시킨다.
- [0184] 중량 센서 셀과 카트리지(20) 사이에 경계면을 제공하는 중량 센서 탐침의 제2 실시예가 도23에 도시되어 있다. 탐침(112a)은 포스트(382), 헤드(384) 및 컵(386)을 구비하는 본체(380)를 구비한다. 컵(386)은 먼지와 이탈한 분말 입자를 축적한다. 먼지 스키프(390)는 먼지 및 분말 입자를 센서 셀로부터 편향시킨다. 도23의 실시예에서, 탐침(112a)은 헤드(384)와 일체로 형성되는 핀(392)을 구비한다. 각각의 핀(392)은 반경방향 보강판으로 보강된다. 이 구조는 수직으로 외팔지지되는 리프트 핀에 대해 구조적 강성을 추가해준다. 이 구조는 또한 핀의 선단에서의 진동 및 변위를 감소시키며, 따라서 튜닝 포크 효과를 감소시킨다.
- [0185] 분말 통기장치(72)의 제1 실시예가 도24-도27 및 도28A-도28C에 도시되어 있다. 분말 통기장치(72)의 제2 실시예가 도29-도32에 도시되어 있다. 분말 통기장치(72)는 가스 입구(78), 분말 입구(80) 및 분말 출력 포트(82)를 규정하는 매니폴드 블록(500)을 구비한다. 전술했듯이, 가스 입구(78)는 튜브(76)를 통해서 송풍기 조립체(70)에 연결되며, 호퍼 조립체(74)는 분말 입구(80)에 장착되고, 분말 출력 포트(82)는 어레이 블록(50)내의 각 채널에 연결된다. 분말 통기장치(72)는 분말을 라이저 튜브(512)를 통해서 분말 출력 포트(82)로 전달하기 위한 공기압 브룸(510), 및 일정 양의 분말을 분말 입구(80)로부터 공기압 브룸(510)으로 공급하기 위한 덤프 밸브(520)를 구비할 수 있다. 도24-도27 및 도28A-도28C의 실시예에서, 매니폴드 블록(500) 내의 네 개의 라이저 튜브(512)는 공기압 브룸(510)을 분말 출력 포트(82)에 연결시킨다. 분말 통기장치(72)는 가스 입구(78)를 통해서 수용된 수송 가스를 공기압 브룸(510)으로 향하게 하고 원하는 비율로 바이패스 매니폴드(526)로 향하게 하는 교차 밸브(524)를 추가로 구비한다. 바이패스 매니폴드(526)를 통해서 방향부여된 수송 가스는, 분말을 어레이 블록(50) 내의 각 채널에 장착된 분말 분배기 모듈(54)에 수송하기 위해 분말 출력 포트(82)를 통해서 어레이 블록(50) 쪽으로 유동하게 된다.
- [0186] 공기압 브룸(510)은 증공형의 내부와 방출 노즐(532)을 갖는 대체로 원통형의 통기장치 튜브(530)를 구비한다. 통기장치 튜브(530)는 매니폴드 블록(500) 내의 보어에 배치된다. 방출 노즐(532)들은 통기장치 튜브(530) 상



에 나선형 패턴으로 형성될 수 있으며, 통기장치 튜브(530)의 원통형 표면에 대해 대략 접선방향을 따를 수 있다. 분할기(534)는 통기장치 튜브(530)를 따라서 이격되어 있으며, 각각의 라이저 튜브(512)에 대응하는 환형 챔버(542)를 규정한다. 또한, 공기압 브룸(510)은, 분할기(534)에 부착되고 환형 챔버(542) 주위에 이격되는 패들(paddle)(590)을 구비한다. 방출 노즐(532)과 패들(590)의 조합은 분말 슬러리를 어레이 블록(50) 내로 효과적으로 수송한다. 통기장치 튜브(530)의 일 단부에 부착된 유동 방향부여기(director)(536)는 분말 덩어리를 파괴하고 가스를 교차 밸브(524)로부터 통기장치 튜브(530)의 중공 내부로 향하게 하는 것을 보조하기 위한 베인을 구비한다. 통기장치 코어(538)는 방출 노즐(532)을 통한 수송 가스 유동의 동등화를 보조하기 위한 윤곽을 갖는다. 모터(540)는 통기장치 튜브(530)와 유동 방향부여기(536)를 매니폴드 블록(500) 내에서 회전시킨다. 모터(540)는 가변적인 속도를 가질 수 있으며, 예를 들어 분말 슬러리의 수송을 위해 공기압 브룸(510)을 예를 들면 3500rpm과 같은 비교적 높은 속도로 회전시킨다.

- [0187] 덤프 밸브(520)는 직경상 대향하는 공동(552)을 갖는 원통형 코어(550)를 구비한다. 코어(550)는 공기압 브룸(510) 위의 매니폴드 블록(500) 내의 보어에 장착되며, 모터(554)에 대해 그 중심축 주위로 회전하도록 연결된다. 코어(550)는 공동(552) 중 하나가 분말 입구(80)를 향해서 위로 향하도록 모터(554)에 의해 배치된다. 분말은 공동(552)을 충전하거나 부분 충전하도록 분말 입구(80)를 통해서 호퍼 조립체(74)에 의해 공급된다. 이후, 코어(550)는 180도 회전되어, 분말이 통기장치 튜브(530) 주위의 환형 챔버(542) 내로 덤핑되게 한다. 덤프 밸브(520)의 단일 작업으로 공급되는 분말의 최대 양은 공동(552)의 체적에 의해 한정된다.
- [0188] 교차 밸브(524)는 매니폴드 블록(500) 내의 보어에 장착되는 밸브 부재(560) 및 밸브 부재(560)를 그 중심축 주위로 회전시키기 위한 밸브 액추에이터(562)를 구비한다. 밸브 부재(560)는 선택된 원주 위치에 입구 포트(564)와 출구 포트(566, 568)를 갖는 중공 실린더로서 구성될 수 있다. 포트(564, 566, 568)는 분말 덩어리를 차단 및 파괴하기 위한 베인을 구비할 수 있다. 밸브 부재(560)의 적절한 조절에 의해, 가스 입구(78)를 통해서 수용된 수송 가스는 공기압 브룸(510)과 바이패스 매니폴드(526)를 통해서 원하는 비율로 유도될 수 있다. 일 실시예에서, 교차 밸브(524)는 어레이 블록(50)으로의 분말 전달 도중에 조절된다. 다른 실시예에서, 교차 밸브(524)는 어레이 블록(50)으로의 분말 전달 중에 고정 위치를 갖는다.
- [0189] 분말 통기장치(72)는 분말 출력 포트(82) 각각을 통한 수송 가스의 균일한 유동의 제공을 돕기 위해 유동 직선화장치(570) 및 곡선(contoured) 유동 요소(572)를 추가로 구비할 수 있다. 각각의 출구 포트(82)는 채널(60a-60h) 중 하나의 입구 단부와 매치되는 방출 공동으로서 구성될 수 있다. 바이패스 매니폴드(526)는 각각의 방출 공동의 상부에 수송 가스를 공급하며, 각각의 라이저 튜브(512)는 도28A에 가장 잘 도시되어 있듯이, 통기된 분말을 방출 공동 내의 수송 가스 유동 내로 상향 공급한다.
- [0190] 분말 통기장치(72)는 호퍼 조립체(74), 어레이 블록(50) 및 송풍기 조립체(70) 사이의 경계면으로서 작용한다. 분말 통기장치(72)는 호퍼 조립체(74)로부터 신선한 분말을 수용하며, 송풍기 조립체(70)로부터 재순환된 분말을 수용한다. 신선한 분말은 덤프 밸브(520)를 통해서 수용되고, 재순환된 분말은 가스 입구(78)를 통해서 수용되며 교차 밸브(524)의 위치에 따라 교차 밸브(524)에 의해 공기압 브룸(510) 및 바이패스 매니폴드(526)로 분배된다.
- [0191] 도29 내지 도32에 도시된 분말 통기장치(72)의 제2 실시예는, 후술하는 것을 제외하고 도24 내지 도27 및 도28A 내지 도28C에 도시된 분말 통기장치와 유사하다. 도31 및 도32에 가장 잘 도시되어 있듯이, 공기압 브룸(510)은 마찬가지로 통기장치 튜브(530)를 따라서 이격되고 매니폴드 블록(500)내의 각 라이저 튜브에 대응하는 환형 챔버를 규정하는 분할기(534a)를 구비한다. 제2 실시예에서의 공기압 브룸(510)은 환형 챔버 주위에 이격 배치되는 패들을 구비하지 않는다. 또한, 도29 내지 도32의 분말 통기장치는 분말 에어로졸의 수송을 위해 공기압 브룸(510)을 비교적 느린 속도, 예를 들면 1 내지 10rpm으로 회전시키는 모터(540a)를 구비한다.
- [0192] 분말 통기장치(72)의 구성요소는 공기압 브룸(510), 덤프 밸브(520) 및 교차 밸브(524)를 구비한다. 또한, 어레이 블록(50)의 각 채널 내에서 가스 유동을 동등화하기 위해 바이패스 매니폴드(526), 유동 요소(572) 및 유동 직선화장치(570)가 사용된다. 상기 공기압 브룸(510), 교차 밸브(524) 및 덤프 밸브(520)는 모터로 작동되며, 시스템 제어 컴퓨터에 의해 제어된다.
- [0193] 교차 밸브(524)는 유입되는 수송 가스를 두 방향으로, 즉 바이패스 매니폴드(526) 내로 및 공기압 브룸(510) 내로 전달한다. 회전식 원통형 밸브는 비교적 일정한 수력학적 손실을 유지하면서 유동을 전달하여 안정적인 배출을 촉진하기 위한 중방향 슬롯을 갖는다.
- [0194] 공기압 브룸(510)은 여러가지 요소를 갖는다. 유동 방향부여기(536) 상의 흡입 채널링 베인은 유입되는 수송

가스의 방향을 효과적이고 손실이 적은 방식으로 변경하는 한편으로, 응집체가 하류 방출 노즐(532)을 막기 전에 응집체를 파괴 및 제거하는 임팩터 시스템을 생성한다. 바람직하게 이중 나선 구조를 갖는 접선방향 가스 방출 노즐(532)이 통기장치 튜브(530)의 길이를 따라서 배치된다. 공기압 브룸(510)은 네 개의 환형 챔버(542)로 분할된다. 덤프 밸브(520)로부터 공급되는 약제 분말은 환형 챔버(542) 내에서 통기된다. 접선방향 방출 노즐(532)은 약제 분말을 효과적으로 통기시키고 챔버 벽으로부터 쓸어내린다. 교차 밸브(524)는 두 개의 수송 가스 스트림이 반대로 제어될 수 있게, 즉 하나는 증가될 수 있고 다른 하나는 감소되도록 한다. 이 제어 기능은 약제 분말이 환형 챔버(542) 내에서 뒤집어질 수 있게 하여 자연 평균 응집체 크기를 형성한다. 이후 수송 가스 유동은 꾸준히 증가되어, 통기된 분말 슬러리를 라이저 튜브(512) 위로, 그리고 어레이 블록(50)의 채널 내로 수송할 수 있으며, 이는 어레이 블록 채널을 제어된 입자 증착 공정에서 촉진한다. 이 수송 공정은 자연적으로 응집되는 분말의 바람직하지 않은 분말 형태를 이용하며, 이들을 효과적으로 공기압적으로 수송될 수 있게 해주는 응집체 상태로 강요한다.

- [0195] 라이저 튜브(512)는 각 출구 포트(82)의 방출 공동과 교차한다. 이 접합부에서, 수평 수송 가스는 상승하는 신생 분말 슬러리를 편향시키고 이를 어레이 블록(50)의 채널 내로 하강시킨다. 이 공정은 제어된 입자 증착 공정을 위한 조건을 생성한다.
- [0196] 분말 통기장치(72)는 호퍼 조립체(74)로부터 공지된 양의 분말을 수용한다. 분말은 덤프 밸브(520)에 수집된다. 덤프 밸브(520)는 수송 가스를 호퍼 조립체(74)로부터 격리시킨다. 또한, 덤프 밸브(520)는 분말을 이 가스 인터로크를 통해서 공기압 브룸(510) 내로 수송한다. 덤프 밸브(520)는 호퍼 조립체(74)로부터 시스템 내로 증착된 초기 약제 분말의 대략적인 무게 측정을 수행하는 능력을 경우에 따라 가질 수 있다. 무게 측정은 덤프 밸브(520)의 공동(552)에 배치된 로드 셀에 의해 이루어질 수 있다. 대략적인 무게 측정은 호퍼 조립체(74)에 대한 피드백 제어로서뿐만 아니라, 벌크 분말 분배 속도를 감시하기 위한 추가적인 데이터로서 사용될 수 있다.
- [0197] 공기압 브룸(510)은 약제 분말을 환형 챔버(542) 내의 수송 가스에 유동화, 분산 및 혼합시킨다. 챔버(542)는 나선형 구조의 복수의 접선방향 방출 노즐(532)에 의해 수송 가스로 공급된다. 나선형 구조는 이중 나선과 같은 하나 이상의 나선을 구비할 수 있다. 또한, 공기압 브룸(510)은, 가스를 통기장치 튜브(530) 내로 효과적으로 향하게 하고 대형 응집체가 방출 노즐(532)에 도달하기 전에 이를 감소시키기 위한 임팩터로서 작용하는 가스 채널링 베인을 유동 방향부여기(536) 내에 구비한다.
- [0198] 교차 밸브(524)는 유입 수송 가스를 공기압 브룸(510)과 바이패스 매니폴드(526) 사이에서 분할한다. 교차 밸브(524)는 콤팩트한 설계 내에서 일체의 와류 유동 조건을 억제하도록 구성된다. 밸브는 가스의 유동을 최적화하고 제어하기 위한 슬롯 유동 포트를 갖는다. 교차 밸브는 어레이 블록(50)의 채널(60a-60h) 내로의 통기된 응집 분말 슬러리 수송을 제어하는데 사용된다.
- [0199] 곡선 유동 요소(572)는 도관 유동 형상을 향상시키기 위해 바이패스 매니폴드(526) 내에 배치된다. 바이패스 가스가 교차 밸브(524)로부터 바이패스 매니폴드(526)로 유동함에 따라, 트립된 유동 또는 와류 스테그네이션 구역 조건의 형성을 억제하기 위해 등운동성(isokinetic) 유동 패턴을 생성하는 것이 바람직하다.
- [0200] 유동 직선화장치(570)는 방출 공동(580) 내로 방출될 때의 가스 유동을 제한하고 직선화함으로써 가스 유동을 규제하는 베인을 구비한다. 베인 사이의 간격을 변경함으로써, 어레이 블록(50)의 채널(60a-60h) 각각을 통해서 균일한 유량을 달성할 수 있다.
- [0201] 호퍼 조립체(74)의 제1 실시예가 도33 및 도34에 도시되어 있다. 도33 및 도34에 도시하듯이, 호퍼 조립체(74)는 분말 공급체를 보유하기 위한 분말 저류소(610)를 규정하는 호퍼 본체(600), 및 분말 통기장치(72)의 분말 입구(80)와 결합하는 분말 출구(612)를 구비한다. 호퍼 조립체(74)는 힌지형 커버(614)와 유동 보조 기구(620)를 구비할 수 있다. 유동 보조 기구(620)는 분말 저류소(610) 내에 설치되는 나선형 코일(622) 및 코일(622)을 회전시키기 위한 모터(624)를 구비할 수 있다. 호퍼 조립체(74)는 분말 저류소(610)의 하부에 제립기(630)를 추가로 구비할 수 있다. 제립기(630)는 제1 모터(634)에 결합되는 제1 응집기 롤러(632) 및 제2 모터(638)에 결합되는 제2 응집기 롤러(636)를 구비할 수 있다. 응집기 롤러(632, 636)의 각각은 각각의 롤러로부터 반경방향으로 연장되는 다수의 핀(640)을 구비한다. 일 실시예에서, 각각의 롤러(632, 636) 상의 핀(640) 위치는 하나 이상의 나선형 패턴을 규정한다. 또한, 응집기 롤러(632, 636)는 중공 센터를 가질 수 있으며, 중공 센터에 연결되는 공기 구멍을 가질 수 있다. 롤러(632, 636) 단부에서의 가스 커넥터(650)는 압축 공기 소스에 연결될 수 있다. 롤러(632, 636) 내의 공기를 통한 공기 유동은 시스템에 공급되는 분말의 통기를 보조한다.

- [0202] 작동 시에는, 분말 저류소(610)가 호퍼 레벨 센서의 레벨로 충전된 후, 제1 및 제2 응집기 롤러(632, 636)가 회전하여, 분말 응집을 초래하고, 응집된 분말이 분말 출구(612)를 통해서 분말 통기장치(72)로 방출되게 한다. 바람직한 실시예에서, 응집기 롤러(632, 636)는 반대 방향으로 회전하는 바, 롤러(632, 636)의 상부는 서로를 향해서 회전한다. 그러나, 작동은 이에 관하여 한정되지 않는다. 응집기 롤러(632, 636)는 왕복 운동으로 또는 연속적이며 왕복적인 운동의 조합으로 연속 회전될 수 있으며, 역전될 수 있다. 회전 프로토콜은 분말 형태에 종속된다. 제립기(630)는 호퍼 조립체(74)로부터 분말 통기장치(72)로의 분말 유동을 향상시키기 위해 원하는 크기 범위의 분말 응집체를 생성한다.
- [0203] 호퍼 조립체(74)의 제2 실시예가 도35 및 도36에 도시되어 있다. 도35 및 도36의 호퍼 조립체는 후술하는 것을 제외하고 도33 및 도34의 호퍼 조립체와 유사하다. 도35 및 도36의 호퍼 조립체에서, 유동 보조 기구는 사용되지 않는다. 또한, 제립기(630)는 응집기 롤러(632a, 632b)로 실시되며, 각각의 응집기 롤러는 각각의 롤러의 샤프트에 장착된 복수의 이격된 디스크(660)를 구비한다. 디스크(660)는 분말을 저류소(610)를 통해서 하향 이동시키는 것을 보조하는 노치(662)를 구비할 수 있다. 롤러(632a)의 디스크는 롤러(636a)의 디스크와 상호결합(intermesh)될 수 있다.
- [0204] 벌크 분말은 커버(614)가 개방된 상태에서 호퍼 본체(600) 상부의 개구를 통해서 분말 저류소(610)로 도입될 수 있다. 도35 및 도36에 도시된 호퍼 조립체(74)의 제2 실시예에서는, 분말 슬러리가 호퍼 본체(600)의 만곡부 상의 이음쇠(670)를 통해서 분말 저류소(610)에 도입될 수 있다. 호퍼 본체(600)의 상부에 장착되는 이음쇠(672)는 분말 슬러리와 함께 이음쇠(670)를 통해서 도입되는 수송 가스에 대해 배기를 제공한다.
- [0205] 호퍼 조립체(74)는 메인 분말 저류소이며, 분말이 분말 전달 시스템(32) 내로 도입되는 스테이지이다. 호퍼 조립체(74)는 Technosphere 미립자와 같은 고도 응집성 분말을 위해 설계된다. 제립기(630)는 미세 크기 범위의 분말 응집체를 생성한다. 이 사전 상태조절은 보다 균일한 폴리사이즈(polysize)의 응집된 분말 혼합을 생성함으로써 분말 통기와 혼입 특징을 향상시킨다. 또한, 분말 제립 공정은 분말 저류소(610) 내부에 적층될 때 보통 중력에 의해 압축되는 분말을 통기시키고 혼합한다.
- [0206] 분말 저류소(610)의 중간 구역에서, 유동 보조 기구(620)는 분말이 제립기(630)를 향해서 떨어지거나 하향 붕괴하게 만든다. 유동 보조 기구(620)에 대한 필요성은 분말 응집성의 레벨을 조건으로 한다. 입자를 보다 점성적으로 만드는 단백질 함량의 증가와 같은 약제 농도가 증가될 때 효과는 보다 명백해질 수 있다.
- [0207] 송풍기 조립체(70)의 제1 실시예가 도37 및 도38에 도시되어 있다. 도37 및 도38에 도시하듯이, 송풍기 조립체(70)의 구성요소는 가변 속도 송풍기(700) 및 사이클론 분리기(702)를 구비할 수 있다. 송풍기(700)는 모터 마운트(706)에 의해 지지되는 송풍기 모터(704) 및 송풍기 하우징(710)에 장착되는 임펠러(708)를 구비한다. 송풍기 하우징(710)은 수송 가스를 튜브(76)를 통해서 분말 통기장치(72)로 공급하기 위한 방출 포트(712)를 갖는다. 송풍기 하우징(710)의 하단부에는 튜닝된 흡입 매니폴드(84)가 장착된다. 전술했듯이, 수송 가스는 어레이 블록(50)으로부터 송풍기 조립체(70)로 재순환된다. 흡입 매니폴드(84)는 어레이 블록(50) 내의 각 채널에 연결되는 입구 포트(714a, 714b, 714c, 714d)를 구비한다. 사이클론 분리기(702)는 송풍기 하우징(710)에 장착되는 흡입 매니폴드(84)의 원통형 하우징 섹션(84a), 및 흡입 매니폴드(84) 아래에 장착되는 사이클론 용기(720)를 구비한다. 가스-입자 분리 장치로서 작용하는 사이클론 분리기(702)는 분말 분배기 모듈(54)에 전달되지 않고 어레이 블록(50)을 통과하는 분말 응집체를 수용한다.
- [0208] 사이클론 용기(720)의 중심에는 다공성 유도 봉(724)이 배치되고, 이는 도41에 도시되고 이하에 설명되듯이 가스 상태조절 시스템(730)에 연결된다. 가스 상태조절 시스템(730)은 분말 전달 시스템(32) 내에 정밀-제어된 상대 습도를 확립하기 위해 상태조절된 가스를 다공성 유도 봉(724)을 통해서 공급한다.
- [0209] 다른 실시예에서, 상태조절된 가스는 밸브에 의해 순수 증기 소스 또는 스팀 소스와 같은 소스로부터 폐쇄 루프 시스템 내로 맥동될 수 있다. 루프 상대습도는 온도, 압력 및 상대습도 센서를 위한 감지 챔버에 연결되는 소형 바이패스 루프 내의 가스를 감지함으로써 제어된다. 바이패스 루프는 송풍기 방출 포트(712)와 튜닝된 흡입 매니폴드(84) 사이에 설치될 수 있다. 추가 실시예에서, 맥동 밸브 시스템은 일정 양의 상태조절된 가스가 폐쇄 루프 시스템 내로 맥동될 수 있게 하고 보상 또는 동등한 양의 수송 가스가 폐쇄 루프 시스템 밖으로 배출될 수 있게 하는 듀얼 포트 시스템으로서 구성될 수 있다.
- [0210] 송풍기 조립체(70)의 제2 실시예가 도39 및 도40에 도시되어 있다. 도39 및 도40의 송풍기 조립체는 후술하는 것을 제외하고 도38 및 도39의 송풍기 조립체와 유사하다. 도39 및 도40의 송풍기 조립체에서는 사이클론 분리기가 사용되지 않는다. 대신에, 베인 분리기(750)는 송풍기의 흡입 측에서 흡입 매니폴드(84)의 하우징 섹션



(84a)에 배치된다. 가스-입자 분리 장치로서 작용하는 베인 분리기(750)는 수송 가스로부터 무거운 입자를 분리하기 위해 수직 슬롯에 의해 분리되는 베인(752)의 원통형 구조를 갖는다. 베인 분리기(750) 외부의 수송 가스의 접선방향 유동은 가벼운 입자와 수송 가스가 베인 분리기(750)의 내부로 이동한 후 임펠러(708)로 이동하는 동안 무거운 입자를 제거한다. 송풍기 조립체(70)의 제2 실시예에서 유도 봉(724)은 베인 분리기(750)의 내부에 배치된다.

- [0211] 본 실시예에서의 분말 수송 시스템(32)은 분말 통기장치 방출 노즐(532)의 입자 막힘을 방지하기 위해 재순환 가스 루프로부터 과잉 입자 및 응집체가 추출되는 폐쇄 루프 시스템으로서 구성된다. 이는 사이클론 분리기(702), 베인 분리기 또는 일체의 다른 가스-입자 분리 장치에 의해 달성된다.
- [0212] 분말 수송 시스템(32)은 송풍기(700)의 방출 포트(712)와 가스-입자 분리 장치 사이의 이차 프로세스 가스 루프로 구성된다. 이 제어 루프는 온도, 압력, 상대습도, 정전기 레벨, 이온 대전 농도, 가스원소 혼합물, 에어로졸 미세입자 종자 등과 같은 일차 재순환 수송 가스의 환경 파라미터를 규제하기 위해 이차 상태조절된 가스를 도입할 수 있다.
- [0213] 폐쇄 루프 분말 전달 시스템(32)은 사이클론 분리기 또는 기타 가스-입자 분리 장치의 출구측에 결합되는 임펠스 임펠러 송풍기의 혼성물인 송풍기 조립체(70)에 의해 구동된다. 송풍기 조립체(70)는 수송 가스 원동기를 형성하며, 자동-세정 분말 응집체 여과 시스템을 구비한다. 또한, 수송 가스는 일차 프로세스 루프의 가스 상태를 제어하는 이차 프로세스 루프에 의해 상태조절된다. 이들 두 루프는 송풍기 조립체(70) 내에서 함께 포개진다. 송풍기 조립체(70)는 각각의 임펠러 블레이드 사이에 스크롤 커브를 갖는 패들 휠 구조를 갖는 임펠러(708)를 구비한다. 패들 휠 임펠러 구조는 튜브(76) 아래로 및 분말 통기장치(72) 내로의 압력 펄스 형태의 동적 충격파를 생성한다. 이들 충격파는 압축된 약제 분말의 파괴, 통기 및 분산을 보조한다.
- [0214] 송풍기는 가변 속도 능력을 가지며, 송풍기 모터(704)에 의해 구동된다. 모터(704)가 정상 작동 속도를 넘어서 작동될 때, 수송 가스는 폐쇄 루프 도관 채널로부터 잔여 분말의 제거를 보조하는 재순환 가스 세정기(scrubber)로서 작용한다.
- [0215] 가스 상태조절 시스템(730)의 개략 블록선도가 도41에 도시되어 있다. 가스 상태조절 시스템(730)은 수송 가스를 재순환시키고 분말을 어레이 블록(50)으로 전달하기 위한 폐쇄 루프 시스템과 식별되는 이차 가스 처리 루프를 구비한다. 재순환 수송 가스의 일부는 송풍기 조립체(70)의 방출 포트(712) 근처에서 이차 가스 처리 루프로 분기된다. 상태조절된 가스는 도입 로드(724)를 통해서 재순환 수송 가스 루프 내로 도입된다. 가스 상태조절 시스템(730)은 수증기를 신속히 발생하기 위해 물 공급원(802)에 결합되는 증기 발생기(800), 수송 가스의 상대습도를 감소시키기 위한 건조기(desiccator)(810), 증기 발생기(800) 또는 건조기(810)를 선택하기 위한 밸브(812 또는 814), 및 필터(820, 822)를 구비한다.
- [0216] 수송 가스의 상대습도는 수송 가스를 감지하기 위해 배치되는 후술하는 센서 챔버와 같은 센서에 의해 측정될 수 있다. 수송 가스의 상대습도가 증가될 때, 밸브(812, 814)는 증기 발생기(800)에 연결된다. 증기 발생기(800)는 수증기를 신속히 생성하기 위해 기포 발생기와 플래시 증발기 히터를 구비한다. 이차 루프 내의 분기된 수송 가스는 필터(820), 증기 발생기(800) 및 필터(822)를 통과하며, 따라서 상대습도가 증가된 가스를 유도 봉(724)으로 복귀시킨다. 수송 가스의 상대습도가 감소될 때, 밸브(812, 814)는 건조기(810)에 연결된다. 이차 루프 내의 분기된 수송 가스는 필터(820), 건조기(810) 및 필터(822)를 통과하며, 따라서 상대습도가 감소된 가스를 유도 봉(724)으로 복귀시킨다.
- [0217] 수송 가스 상태조절은 프로세스 처리 가스를 사이클론 용기(720)의 내측 코어 내로 도입함으로써 달성된다. 상태조절된 가스는 유도 봉(724)의 단부에서 용기 내로 도입된다. 유도 봉(724)은 물방울이나 슬러그 유동 조건을 생성하지 않으면서 상태조절된 가스를 재순환 수송 가스 내에 균일하게 혼합할 수 있는 소결 금속 또는 다공성 플라스틱 폴리머로 제조된다. 프로세스 처리 가스 루프는 송풍기(700)의 방출측의 복귀 발전 분기라인에 의해 평형화된다. 사이클론 분리기(720) 또는 하우징 섹션(84a)의 일부는 수집된 약제 분말의 시각적 검사를 위해 유리로 제조될 수 있다. 수집된 분말이 인양될 수 있으면, 이는 호퍼 조립체(74) 내로 재순환될 수 있거나 폐기될 수 있다.
- [0218] 분말 수송 시스템의 작동 중에 분말 습도의 제어는, 분말의 노출된 표면적이 수송 과정 중에 변화한다는 사실에 의해 복잡해진다. 분말은 초기에 응집된 상태로 조제된다. 그러나, 분말이 가스 수송 중에 파괴되고 분산됨에 따라, 그 노출된 표면적은 상당히 증가하며, 이어서 급격한 수분 흡수를 초래한다. 습화 공정인 수송 가스 루프의 이러한 급속한 탈수에 대응하고 이를 제어하도록 하기 위해, 가스 처리 시스템은 신속히 강제된 수화를



수행할 수 있어야 한다.

- [0219] 사이클론 분리기(702)는 최소한의 수력학적 손실로 사이클론 본체에 탑재되는 통합 튜닝된 흡입 매니폴드를 갖는다. 송풍기 조립체는 커다란 유동 범위를 가지며, 시스템 분말 스크리버로서 작용할 수 있다. 송풍기는 미세 분말 에어로졸을 효과적으로 수송하고 분말 재응집 및 들러붙음을 방지하기 위해 각각의 패들 사이에 스크롤링된 만곡면을 갖는 패들 휠-형 임펠러를 구비한다. 패들 휠-형 임펠러는 약제 분말의 유동화를 보조하기 위해 동적 충격파가 분말 통기장치(72)로 향하게 한다. 송풍기 조립체(70)는 이차 가스 처리 루프가 사이클론 용기 내의 유도 봉(724)을 통해서 유닛 내로 도입되는 가스 상태조절 시스템을 구비한다. 가스 상태조절 시스템은 상대습도와 온도, 이온 정적 제어, 미세입자 종자, 미량원소 종자, 가스 촉매 활성화, 가스/광 살균 제어 등과 같은 여러가지 가스 파라미터를 제어할 수 있다.
- [0220] 분말 수송 시스템 내의 수송 가스 상태를 감지하기 위한 센서 챔버(850)의 일 실시예가 도42 및 도43에 도시되어 있다. 분말이 실용적인 정도로 제거된 수송 가스는 분말 수송 시스템과 병행하여 센서 챔버(850)를 통해서 순환된다. 센서 챔버(850)는 전술한 바와 같은 수송 가스 상태조절이 가능하도록 상대습도 및 온도와 같은 수송 가스 파라미터를 감지하기 위한 센서를 내장한다.
- [0221] 센서 챔버(850)는 송풍기 조립체(70)의 송풍기 하우징(710)에 연결된 입구 튜브(852)를 통해서 수송 가스를 수용하며, 흡입 매니폴드(84)에 연결된 출구 튜브(854)를 통해서 수송 가스를 출력한다. 입구 튜브(852)와 출구 튜브(854)의 각각은 절연되며, 이격된 링에 의해 분리되는 입구 튜브와 출구 튜브로서 구성될 수 있다. 입구 튜브(852)는 센서 챔버(850) 내로의 분말 흡입을 제한하기 위해 수송 가스 유동의 방향에 수직하게 송풍기 하우징(710)에 연결될 수 있다.
- [0222] 도43에 도시하듯이, 센서 챔버(850)는 어레이 블록(50)의 내부 체적과 대략 동등한 내부 체적을 갖는 하부 하우징(858) 및 상부 하우징(856)을 구비할 수 있다. 센서 챔버(850)는 상대습도 센서(860), 온도 센서(862) 및 압력 센서(864)를 구비할 수도 있다. 도42 및 도43의 실시예에서, 상대습도 센서(860)는 온도 센서(862)에 의해 감지되는 온도값에 대해 크로스-체킹을 허용하는 온도 센서를 구비한다. 판독값의 불일치는 센서에 분말이 들러붙어 센서가 정확한 감지를 제공하지 못함을 나타낼 수 있다. 하부 하우징(858)에는 에어 배플(866)이 장착된다. 센서 챔버(850)는 분말 수송 시스템 내의 수송 가스의 조건을 정확히 감지한다.
- [0223] 흡입기 카트리지를 위한 분말 충전 및 조립 공정의 화상 표시가 도44에 도시되어 있다. 카트리지 트레이 내의 시스템에는 카트리지 저부(900)가 도입되고, 이는 중량 센서 탐침(112a)에 충진을 위해 배치된다. 카트리지 저부(900)는 상세하게 전술했듯이 분말 분배기 모듈(54)에 의해 약제 분말로 충전된다. 충전 이후, 카트리지 상부(902)는 밀봉 포장을 위해 준비된 완성 카트리지(910)를 제공하기 위해 카트리지 저부(900)로 스냅된다.
- [0224] 전술했듯이, 본 발명의 분말 분배 및 감지 장치는 다른 형태의 컨테이너의 충진을 위해 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 분말 분배 및 감지 장치는 2005년 8월 2일에 Poole 등에게 허여된 미국 특허 제6,923,175호에 기술된 콤팩트한 흡입기를 충전하기 위해 사용된다. 도45에 도시하듯이, 콤팩트한 흡입기의 카트리지 흡입기의 카트리지 저부(920)는 충진을 위해 중량 센서 탐침(112a)에 배치된다. 카트리지 저부(920)는 전술했듯이 약제 분배기 모듈(54)에 의해 약제 분말로 충전된다. 이후, 카트리지 저부(920)에는 카트리지 상부(922)가 부착되며 카트리지 조립체에는 마우스피스 하우징(924)이 체결된다. 최종적으로, 밀봉 포장 준비된 콤팩트한 흡입기(932)를 제공하기 위해 마우스피스 하우징(924) 위에는 먼지 커버(930)가 스냅핑된다.
- [0225] 본 발명의 적어도 하나의 실시예의 여러 태양에 대해 전술했지만, 다양한 변경, 수정 및 개량이 당업자에게 쉽게 일어날 것임을 알 수 있다. 이러한 변경, 수정 및 개량은 본 명세서의 일부로 간주되며, 본 발명의 정신 및 범위 내에 포함되도록 의도된다. 따라서, 전술한 설명 및 도면은 단지 예시적인 것이다.

**도면의 간단한 설명**

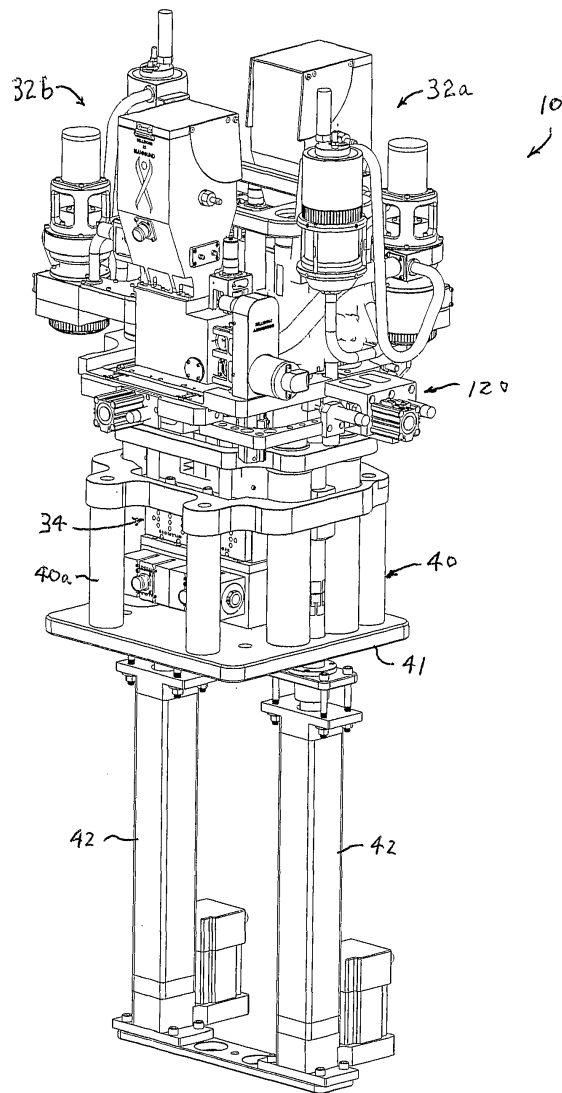
- [0029] 본 발명에 대한 양호한 이해를 돕기 위해, 이하의 첨부도면을 참조한다.
- [0030] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 분말 분배 및 감지 장치의 사시도이다.
- [0031] 도2는 도1의 분말 분배 및 감지 장치의 분해도이다.
- [0032] 도3은 분말 분배 및 감지 장치의 부분 수직 단면도이다.

- [0033] 도3A는 분말 분배 및 감지 장치의 개략 블록선도이다.
- [0034] 도4는 분말 분배기 모듈, 카트리지가, 카트리지 트레이 및 중량 센서 셀의 사시도이다.
- [0035] 도5는 분말 수송 시스템의 사시도이다.
- [0036] 도6은 어레이 블록 및 하나의 분말 수송 시스템의 단면도이다.
- [0037] 도7은 카트리지 트레이 및 트레이 위치설정 시스템의 단면도이다.
- [0038] 도8은 어레이 블록의 사시도이다.
- [0039] 도9는 도8의 어레이 블록의 분해도이다.
- [0040] 도10은 분말 분배기 모듈의 사시도이다.
- [0041] 도11은 도10의 분말 분배기 모듈의 분해도이다.
- [0042] 도12는 분말 분배기 모듈의 하단부의 개략 단면도이다.
- [0043] 도13A 및 도13B는 본 발명의 일 실시예에 따른 이송 완드의 도시도이다.
- [0044] 도14A 내지 도14F는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이송 완드의 도시도이다.
- [0045] 도15A 내지 도15D는 본 발명의 추가 실시예에 따른 이송 완드의 도시도이다.
- [0046] 도16A 및 도16B는 개방 위치와 폐쇄 위치 각각에서의 충전 밸브의 도시도이다.
- [0047] 도17은 단일 분말 분배기 모듈 및 중량 센서 셀을 위한 제어 회로의 블록선도이다.
- [0048] 도18은 분말 분배 공정의 흐름도이다.
- [0049] 도19는 카트리지 충전 사이클의 흐름도이다.
- [0050] 도20은 센서 모듈의 사시도이다.
- [0051] 도21은 도20의 센서 모듈의 분해도이다.
- [0052] 도22는 중량 센서 탐침의 제1 실시예의 사시도이다.
- [0053] 도23은 중량 센서 탐침의 제2 실시예의 사시도이다.
- [0054] 도24는 분말 통기장치의 제1 실시예의 사시도이다.
- [0055] 도25는 도24의 분말 통기장치의 분해도이다.
- [0056] 도26은 도24의 분말 통기장치에 사용되는 공기압 브룸의 사시도이다.
- [0057] 도27은 도26의 공기압 브룸의 분해도이다.
- [0058] 도28A 내지 도28C는 도24의 분말 통기장치의 단면도이다.
- [0059] 도29는 분말 통기장치의 제2 실시예의 사시도이다.
- [0060] 도30은 도29의 분말 통기장치의 분해도이다.
- [0061] 도31은 도29의 분말 통기장치에 사용되는 공기압 브룸의 사시도이다.
- [0062] 도32는 도31의 공기압 브룸의 분해도이다.
- [0063] 도33은 호퍼 조립체의 제1 실시예의 사시도이다.
- [0064] 도34는 도33의 호퍼 조립체의 분해도이다.
- [0065] 도35는 호퍼 조립체의 제2 실시예의 사시도이다.
- [0066] 도36은 도35의 호퍼 조립체의 분해도이다.
- [0067] 도37은 송풍기 조립체의 제1 실시예의 사시도이다.
- [0068] 도38은 도37의 송풍기 조립체의 분해도이다.

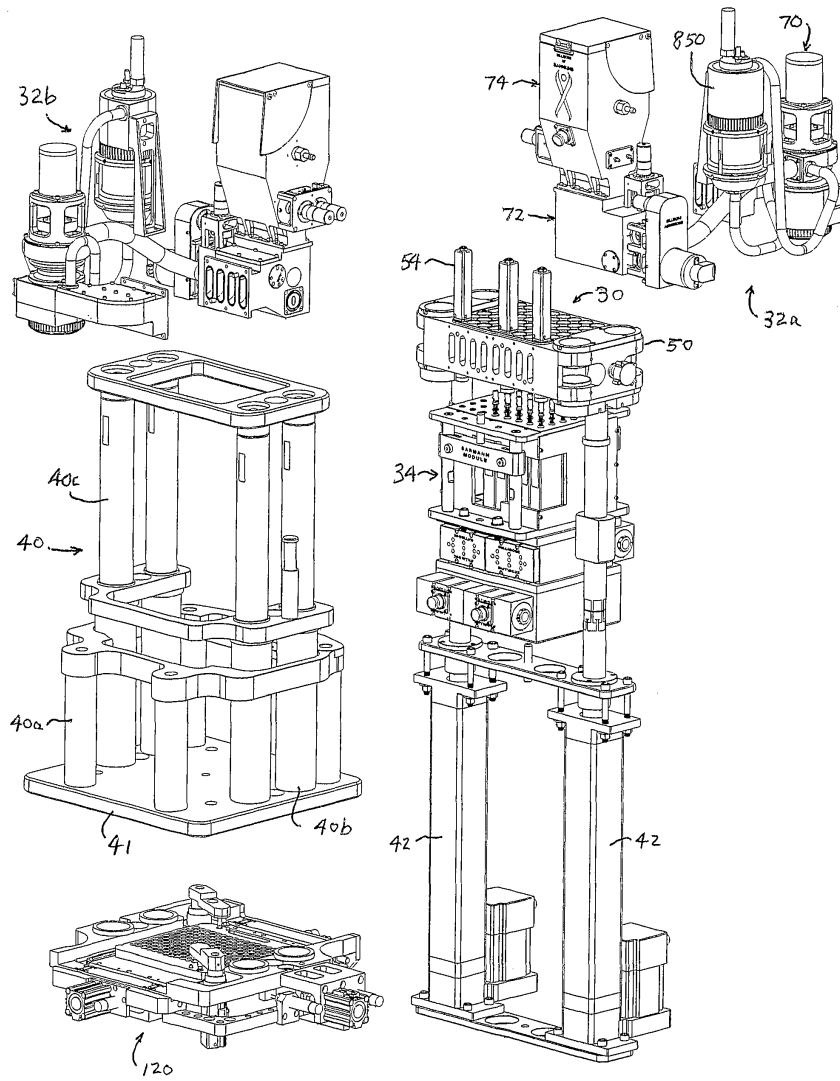
- [0069] 도39는 송풍기 조립체의 제2 실시예의 사시도이다.
- [0070] 도40은 도39의 송풍기 조립체의 분해도이다.
- [0071] 도41은 가스 상태조절 시스템의 개략도이다.
- [0072] 도42는 센서 챔버를 포함하는 분말 전달 시스템의 사시도이다.
- [0073] 도43은 도42에 도시된 센서 챔버의 분해도이다.
- [0074] 도44는 흡입기 카트리지 충전 공정의 도시도이다.
- [0075] 도45는 콤팩트 흡입기 충전 공정의 도시도이다.

**도면**

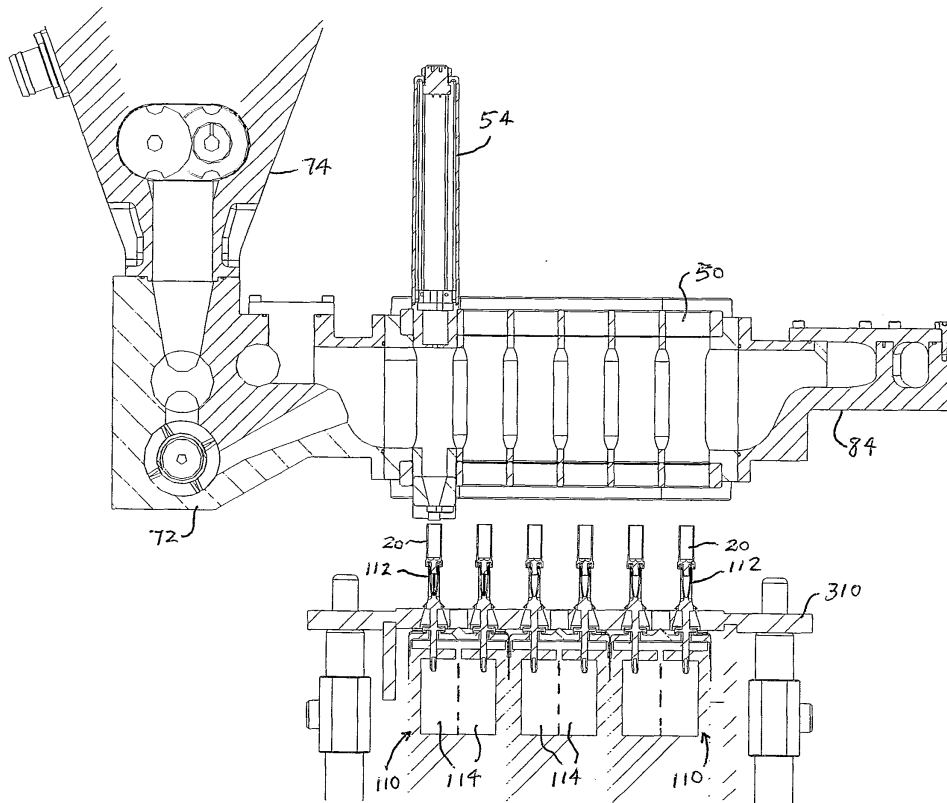
**도면1**



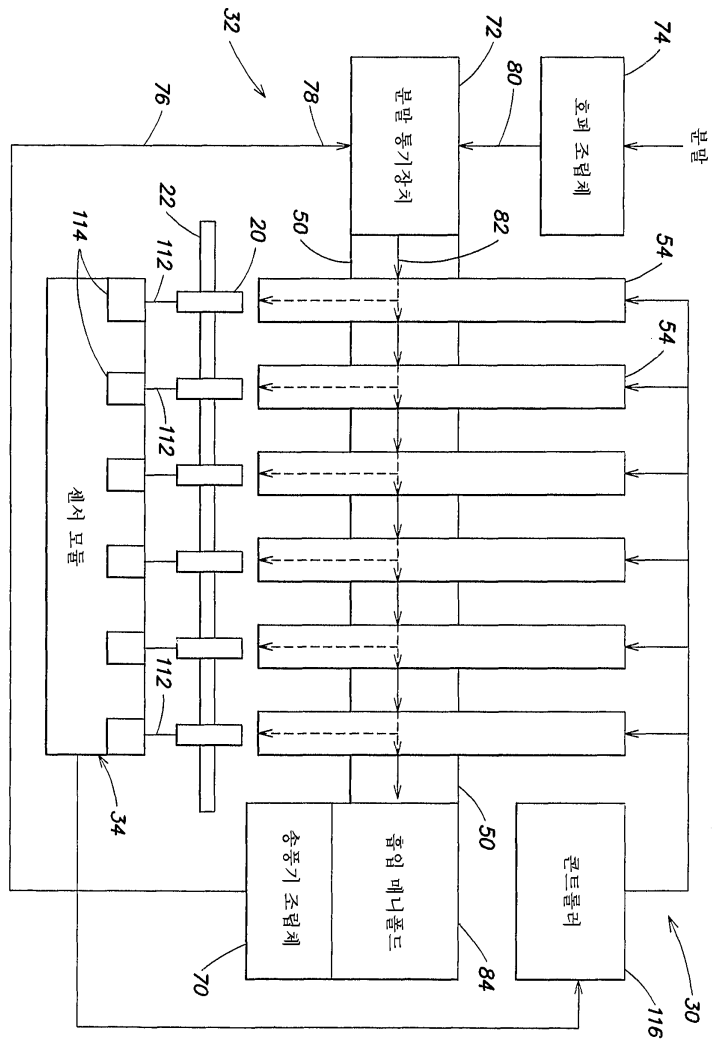
도면2



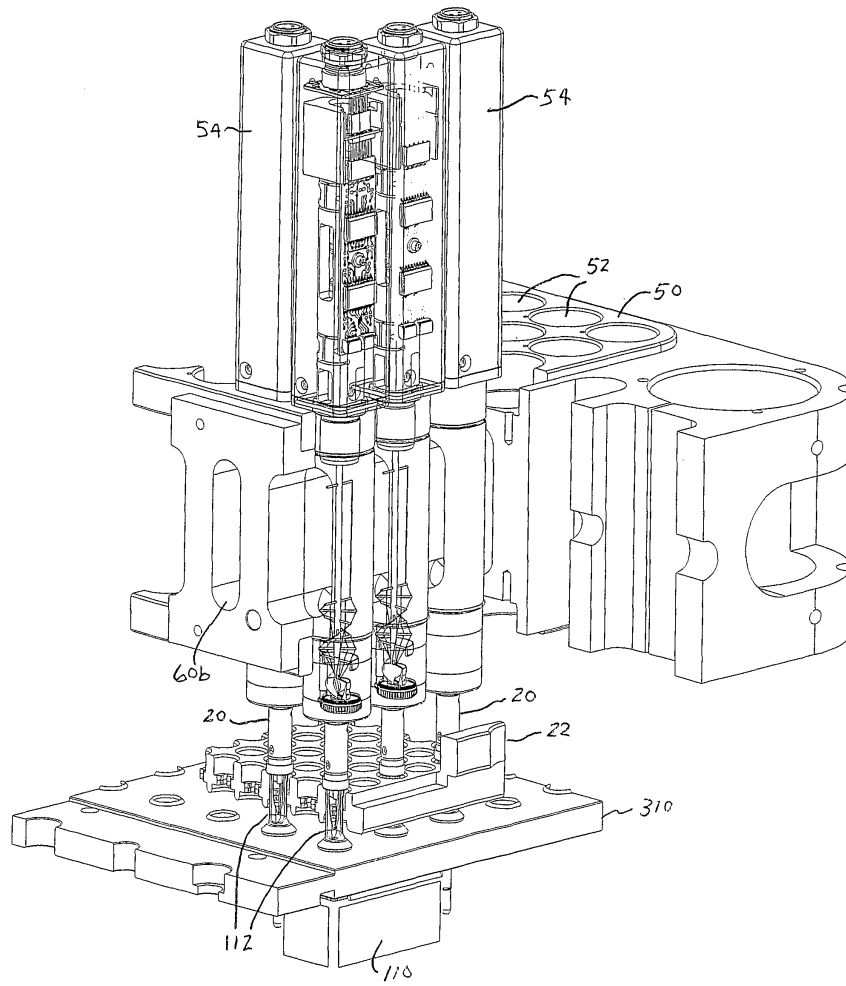
도면3



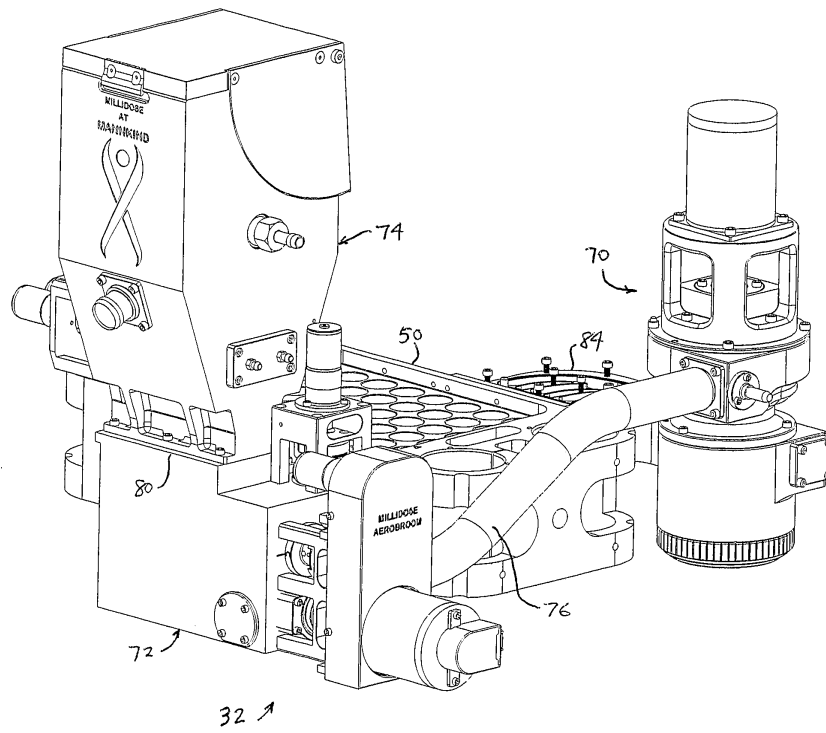
도면3A



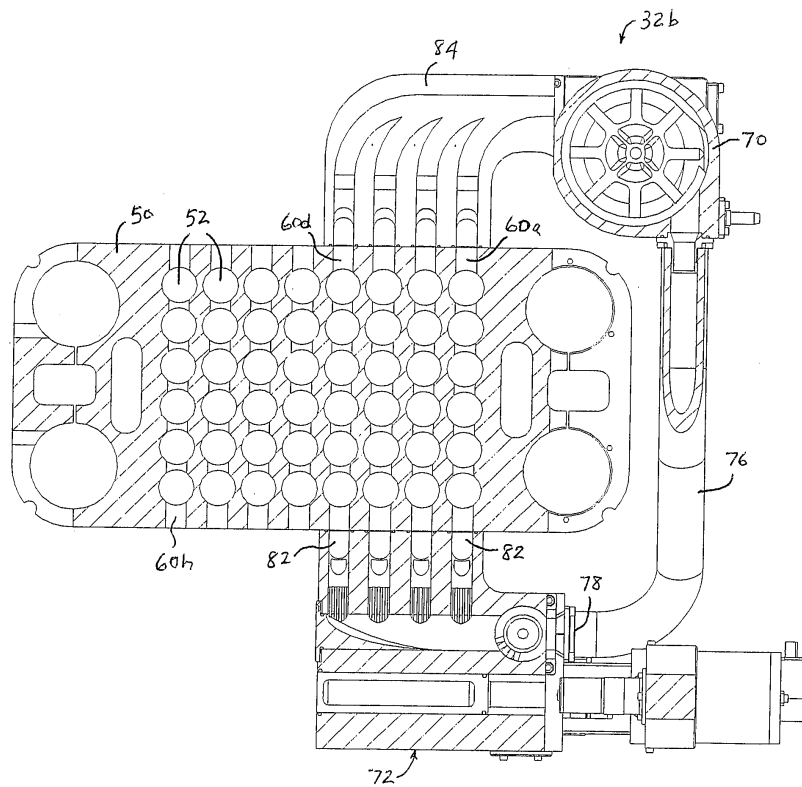
도면4



도면5

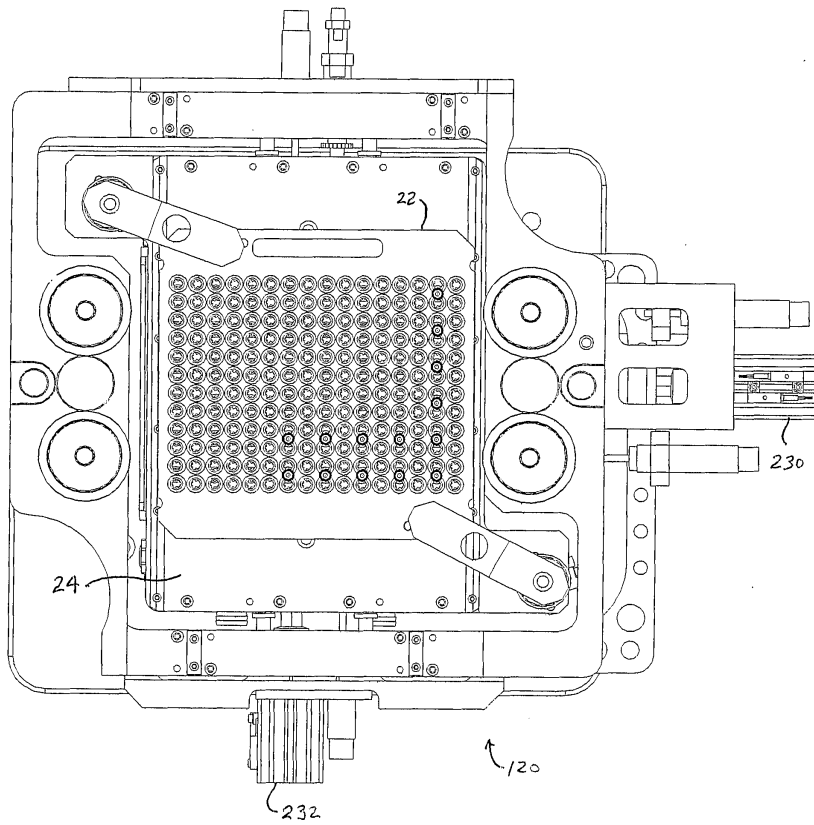


도면6

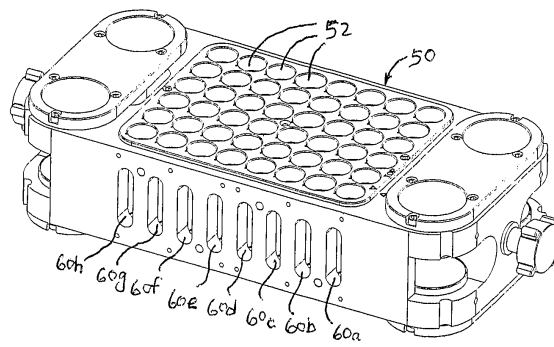




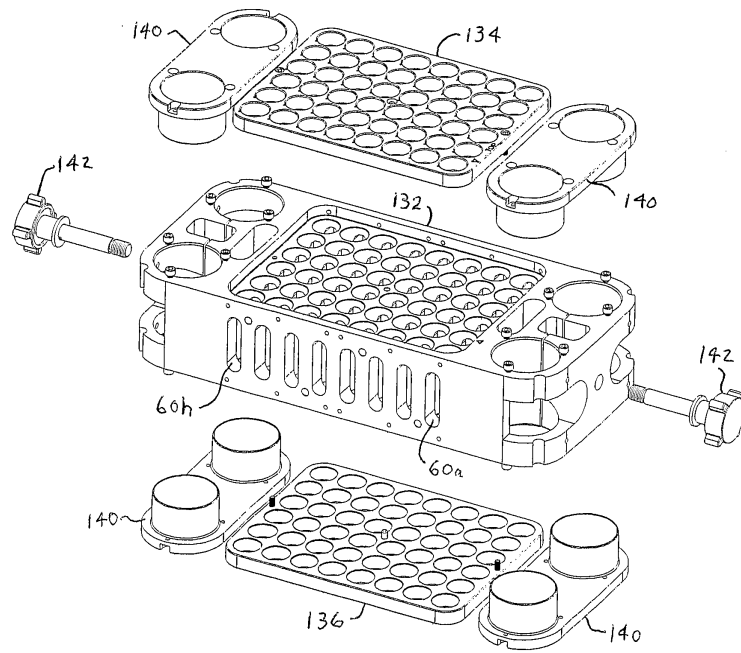
도면7



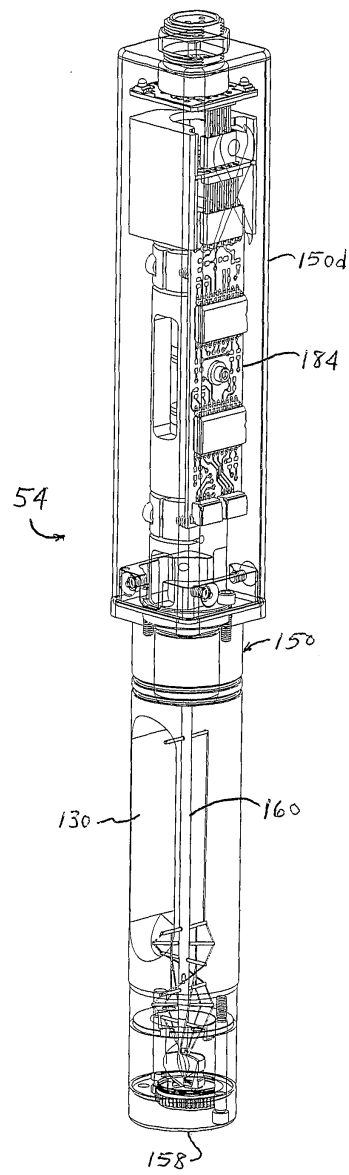
도면8



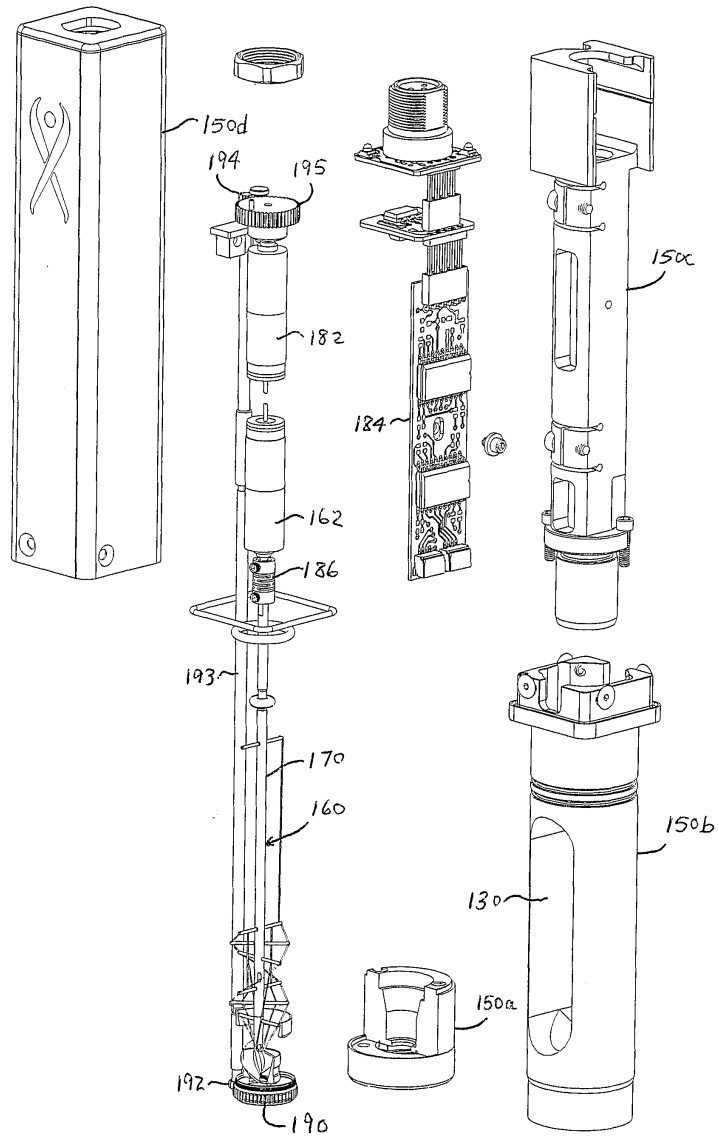
도면9



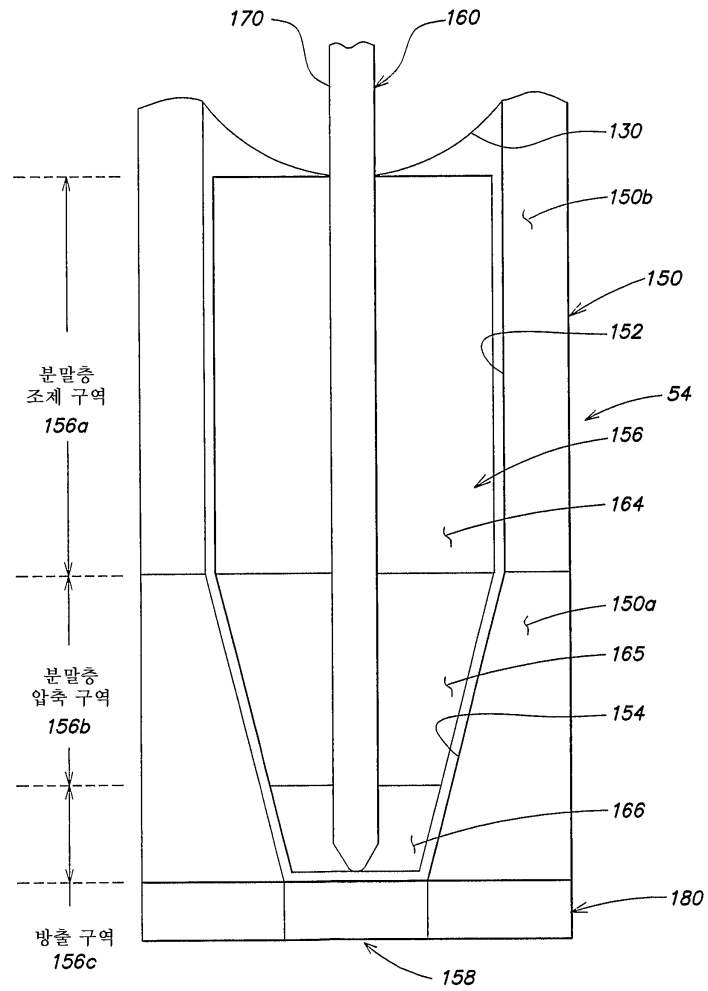
도면10



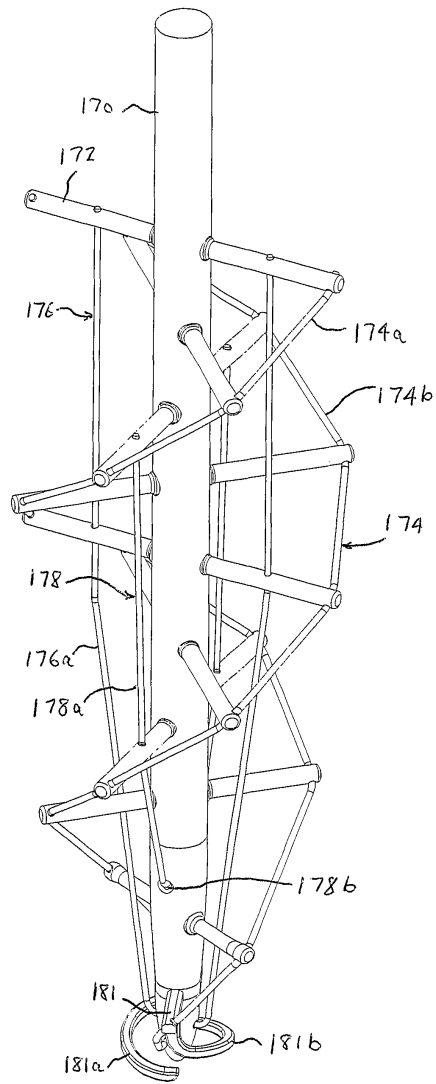
도면11



도면12

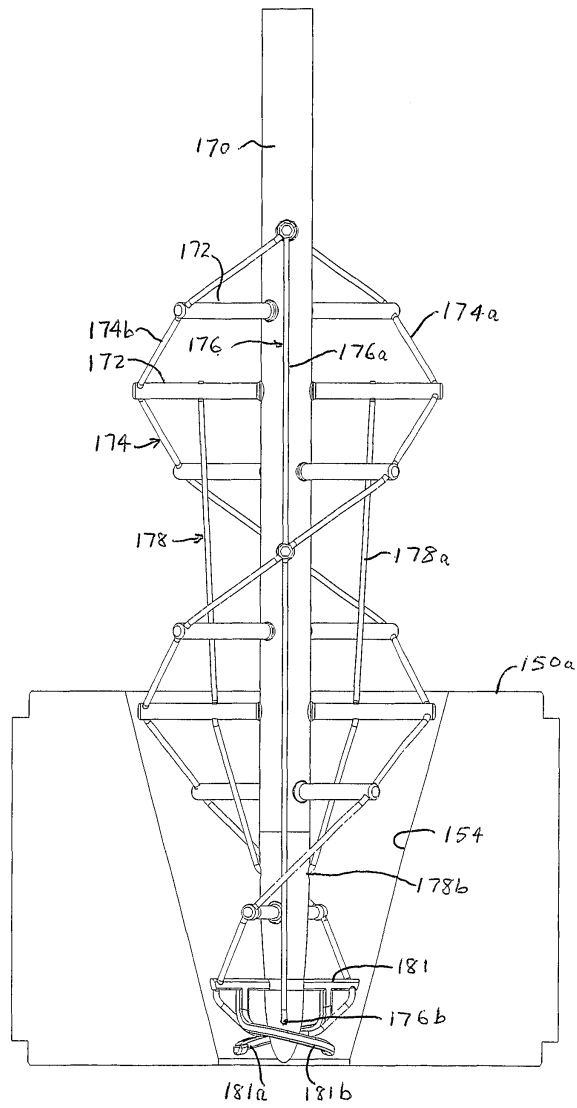


도면13A

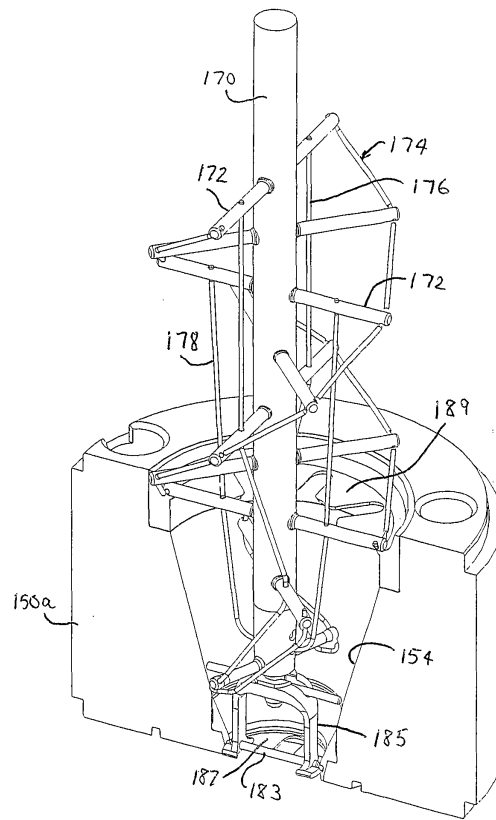




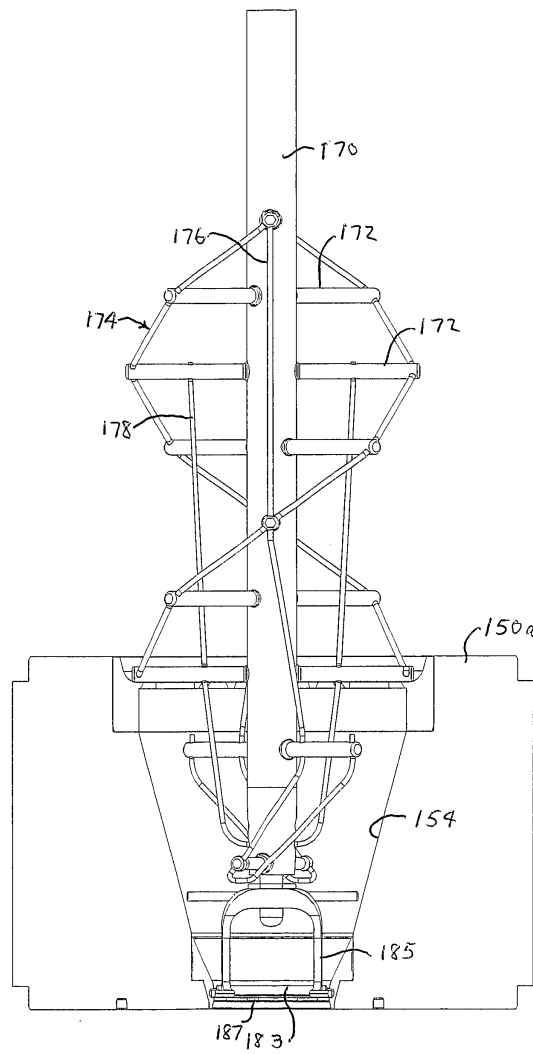
도면13B



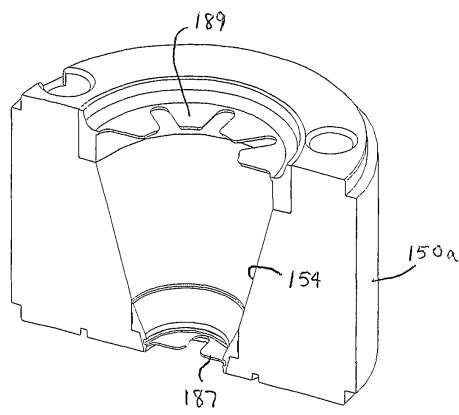
도면14A



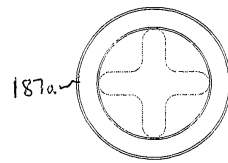
도면14B



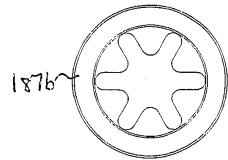
도면14C



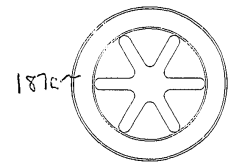
도면14D



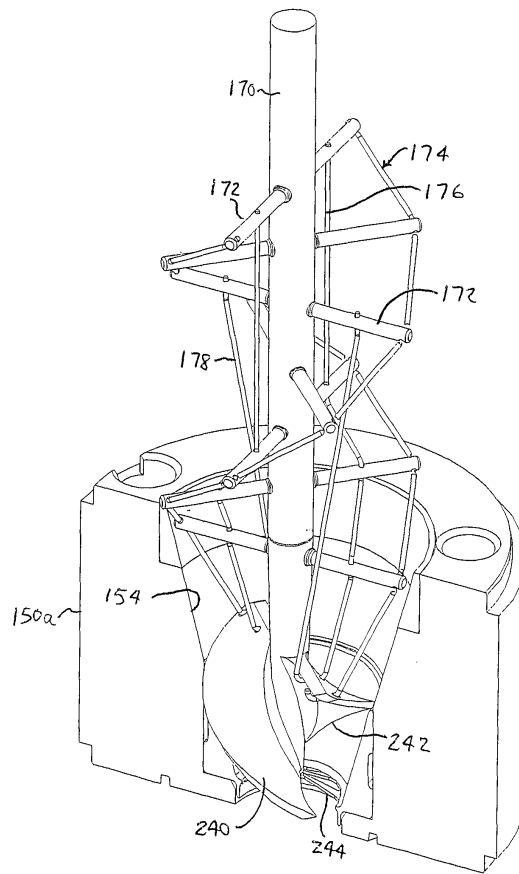
도면14E



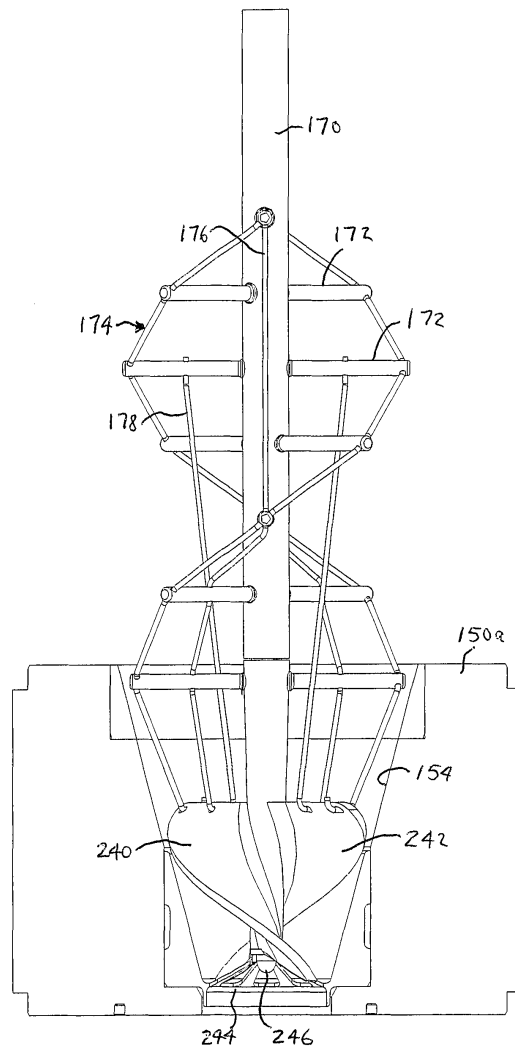
도면14F



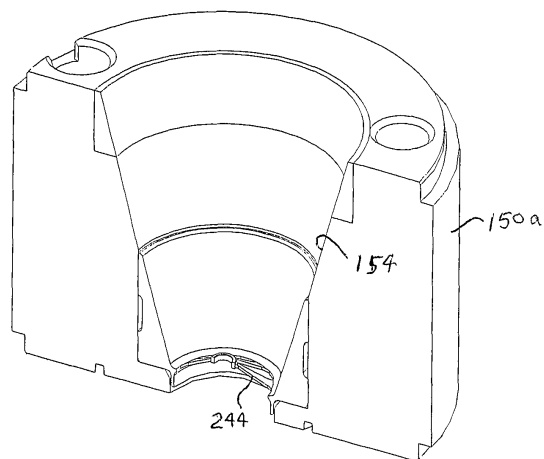
도면15A



도면15B

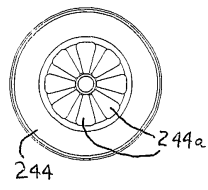


도면15C

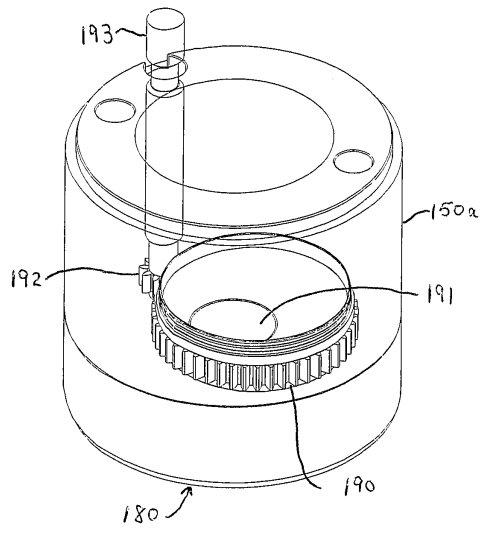




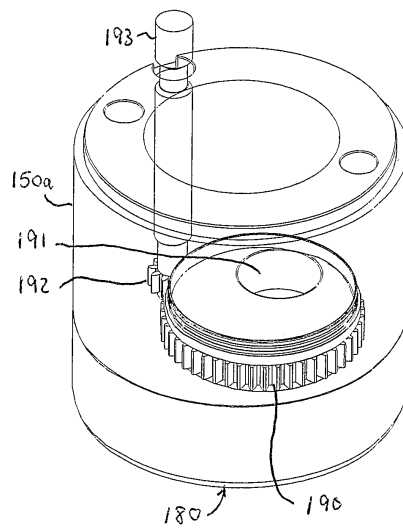
도면15D



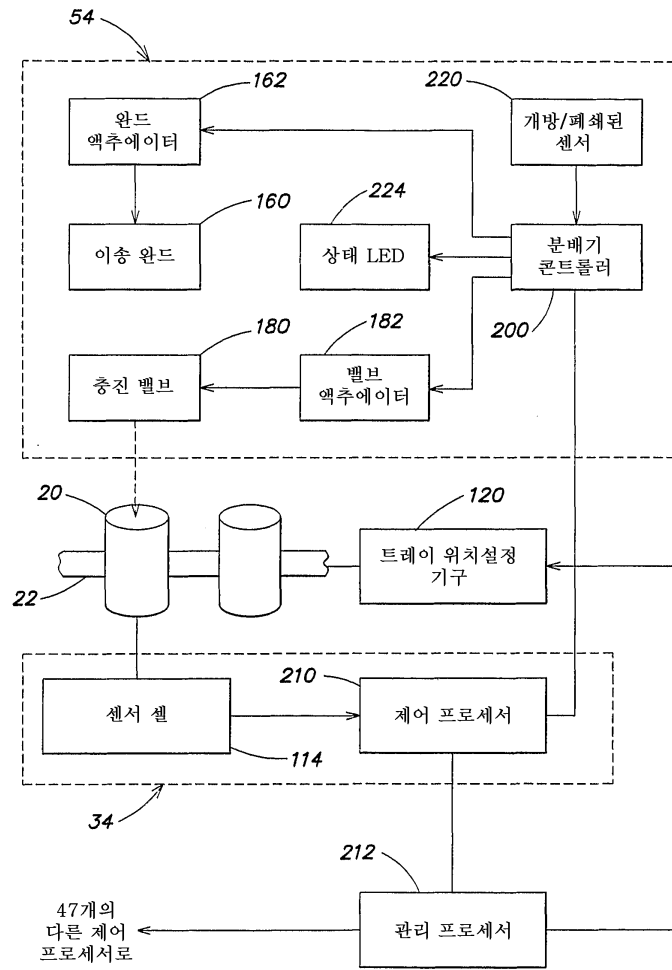
도면16A



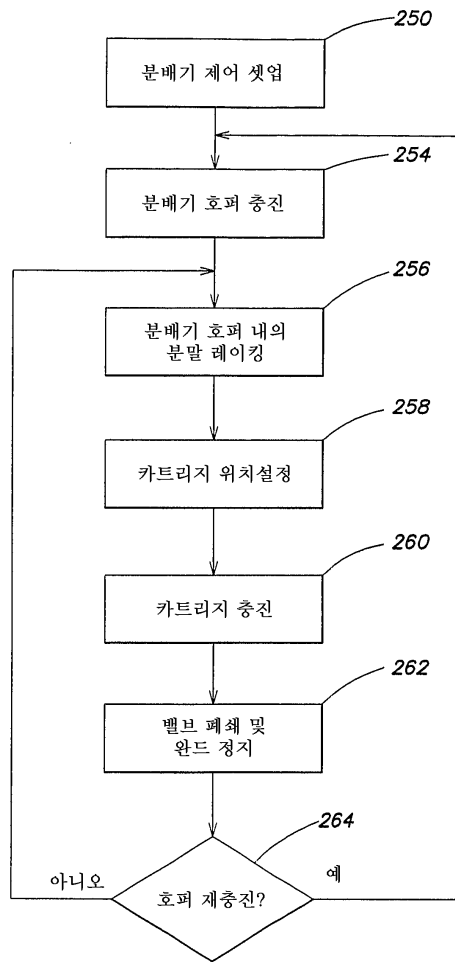
도면16B



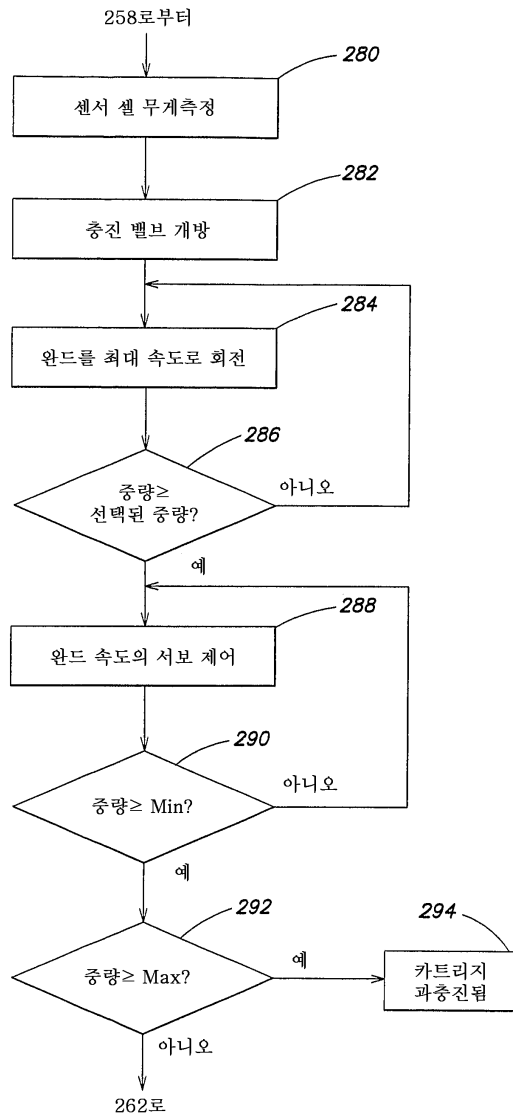
도면17



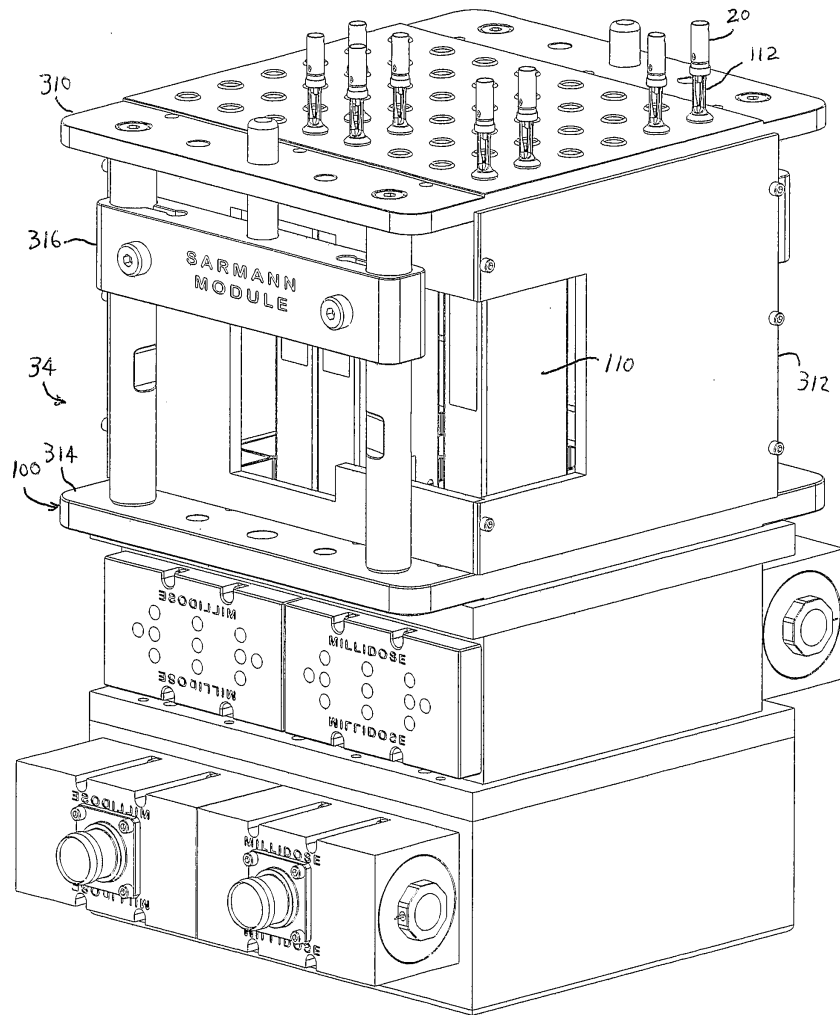
도면18



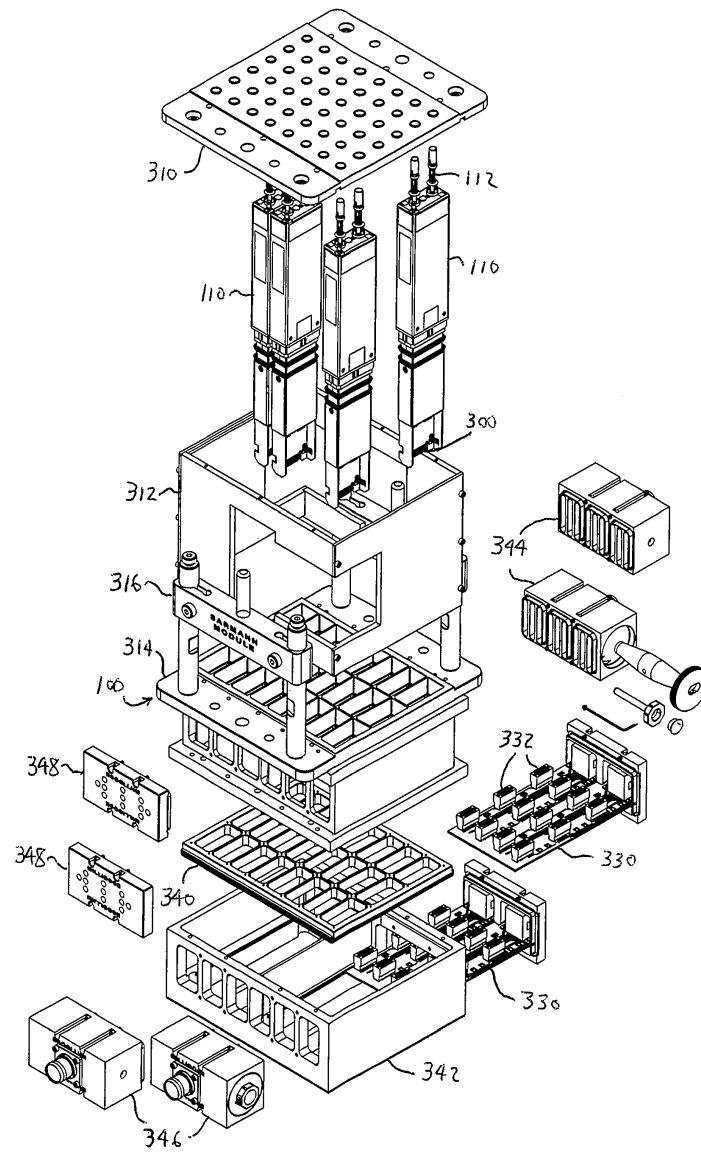
도면19



도면20

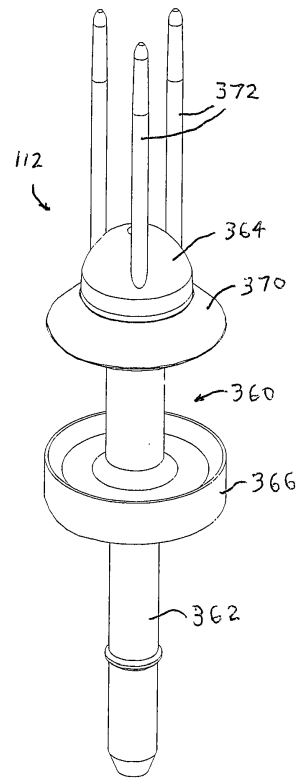


도면21

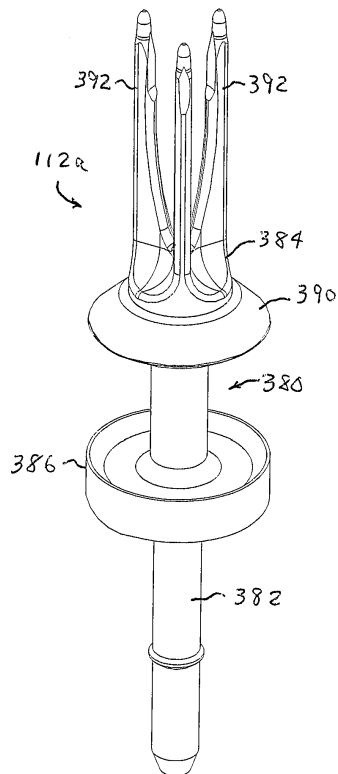




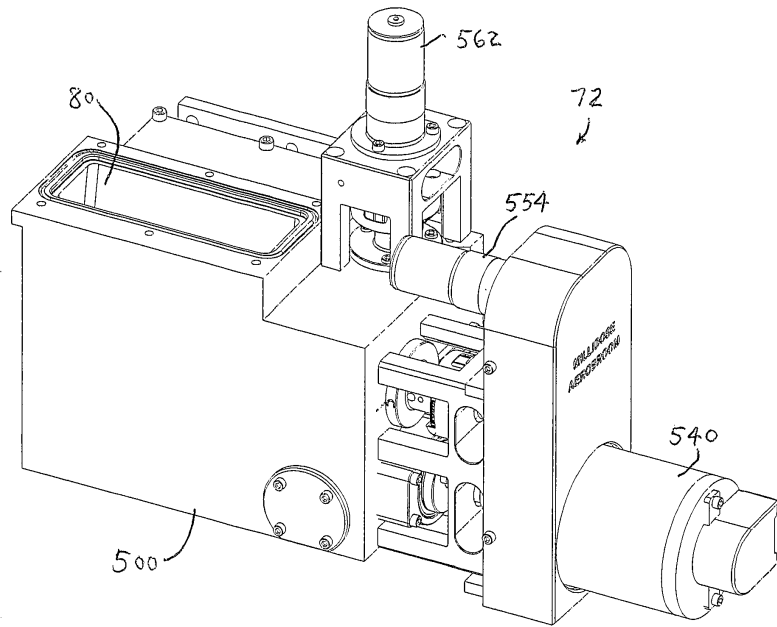
도면22



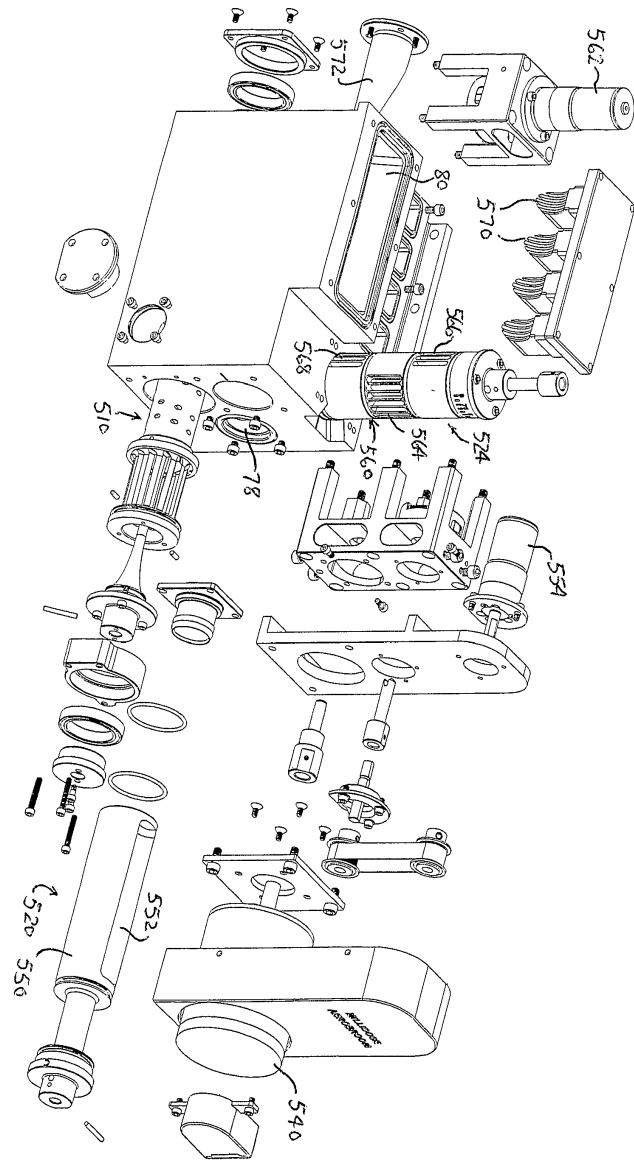
도면23



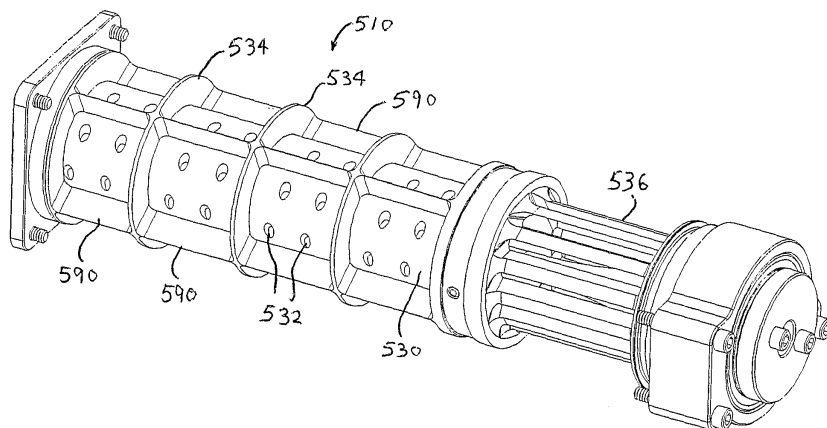
도면24



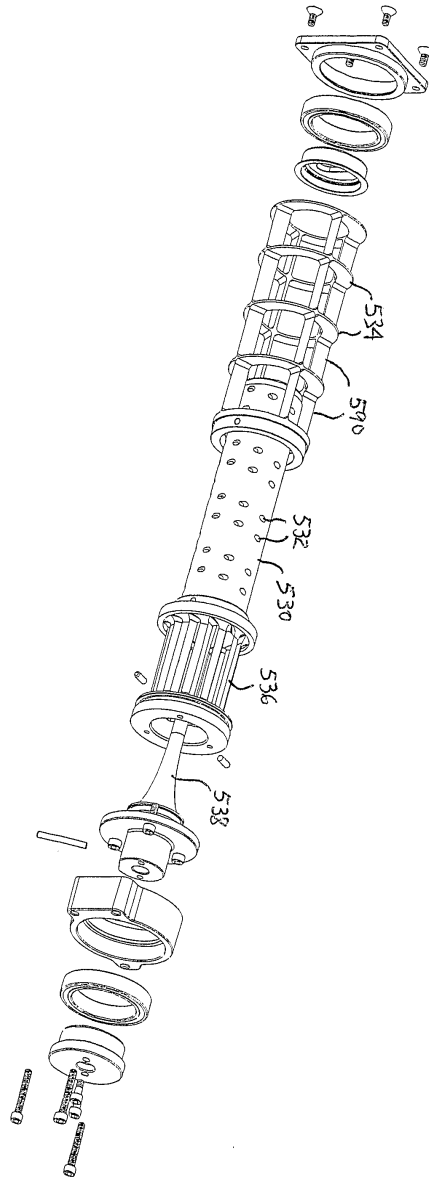
도면25



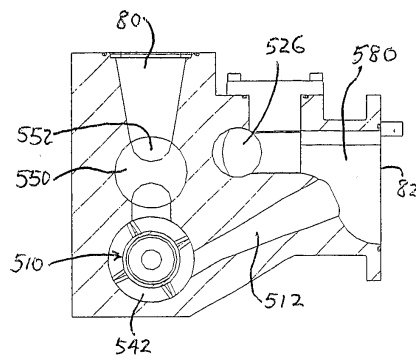
도면26



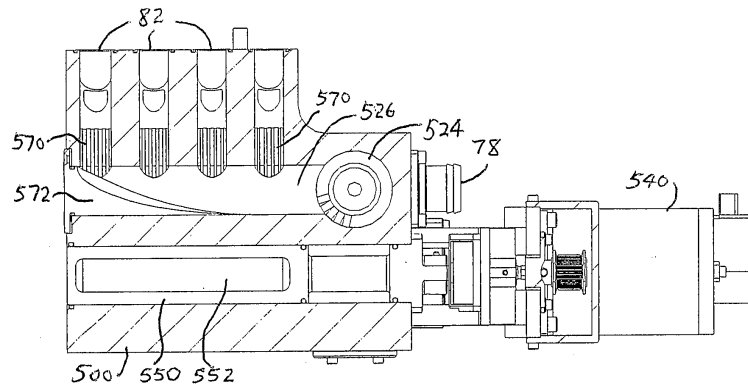
도면27



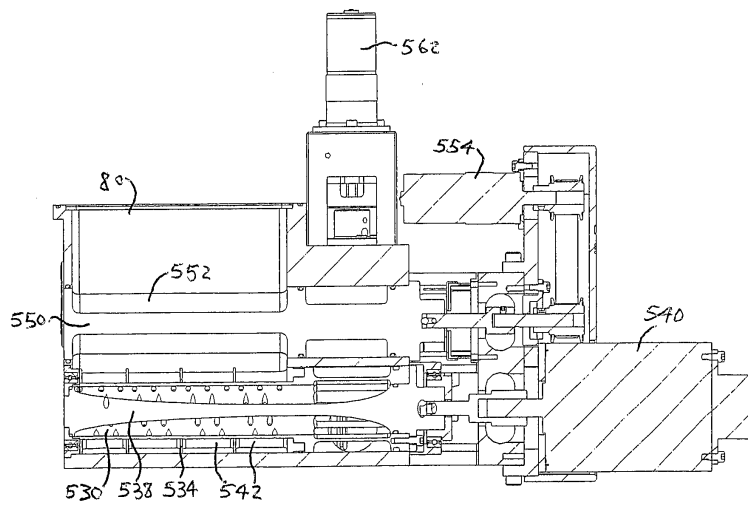
도면28A



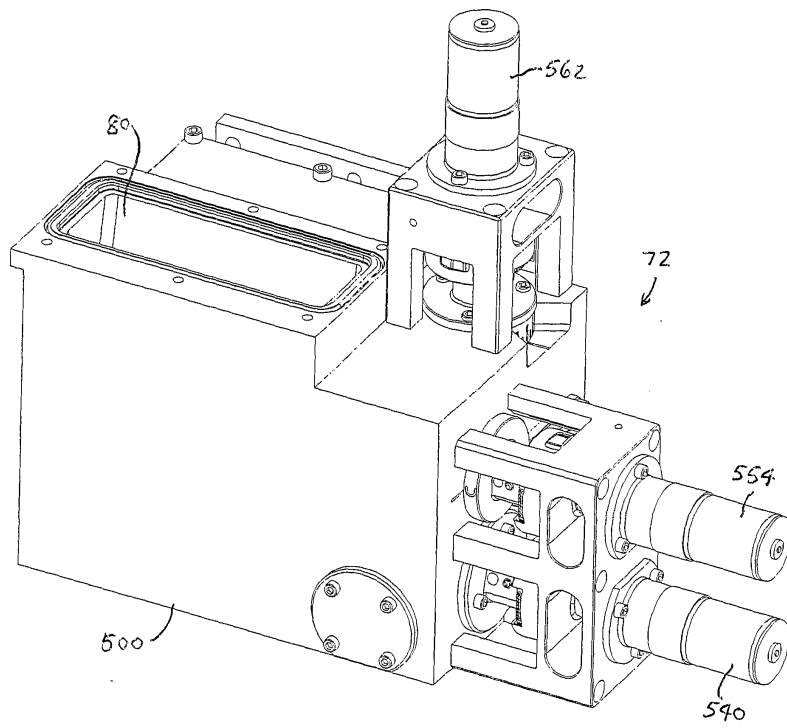
도면28B



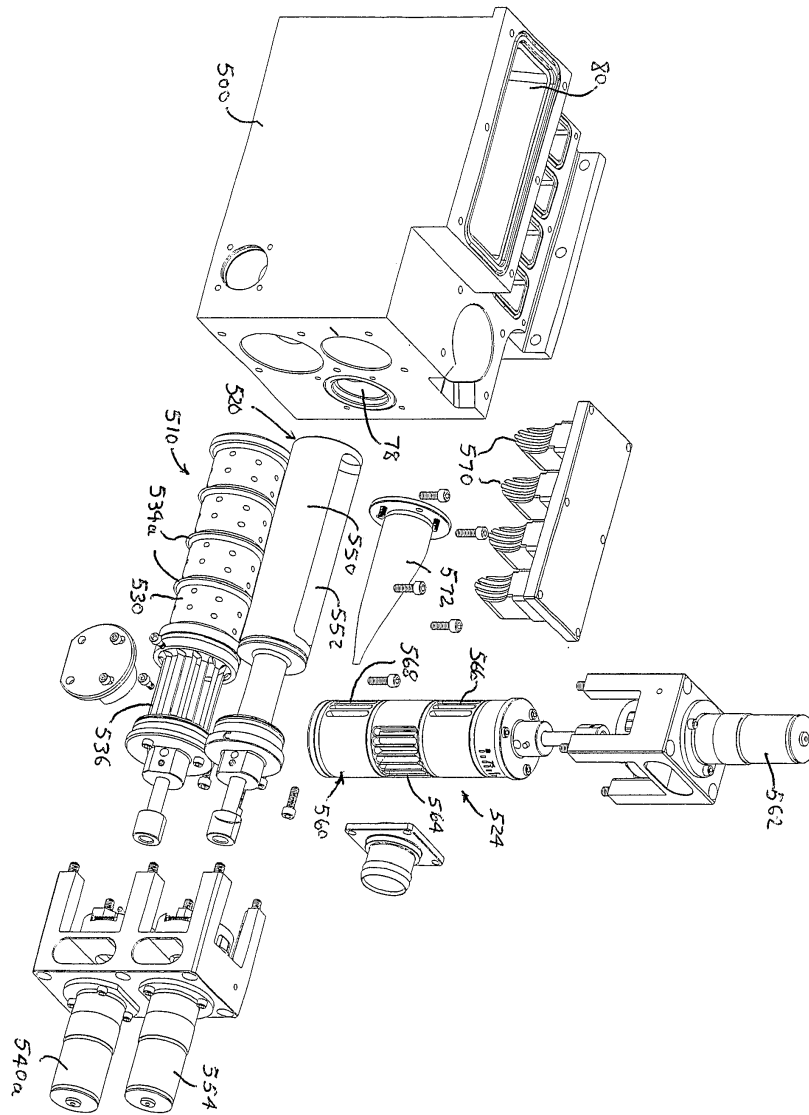
도면28C



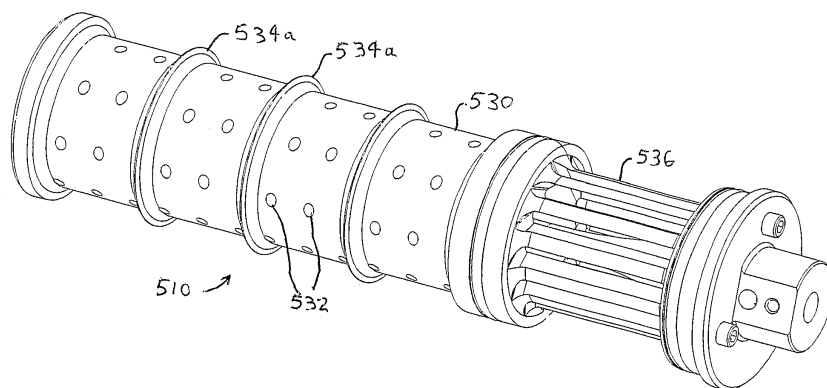
도면29



도면30

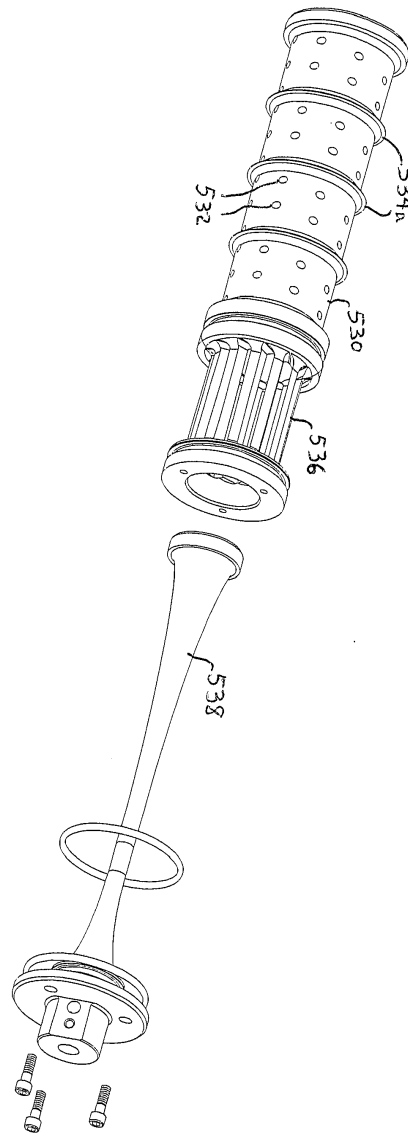


도면31

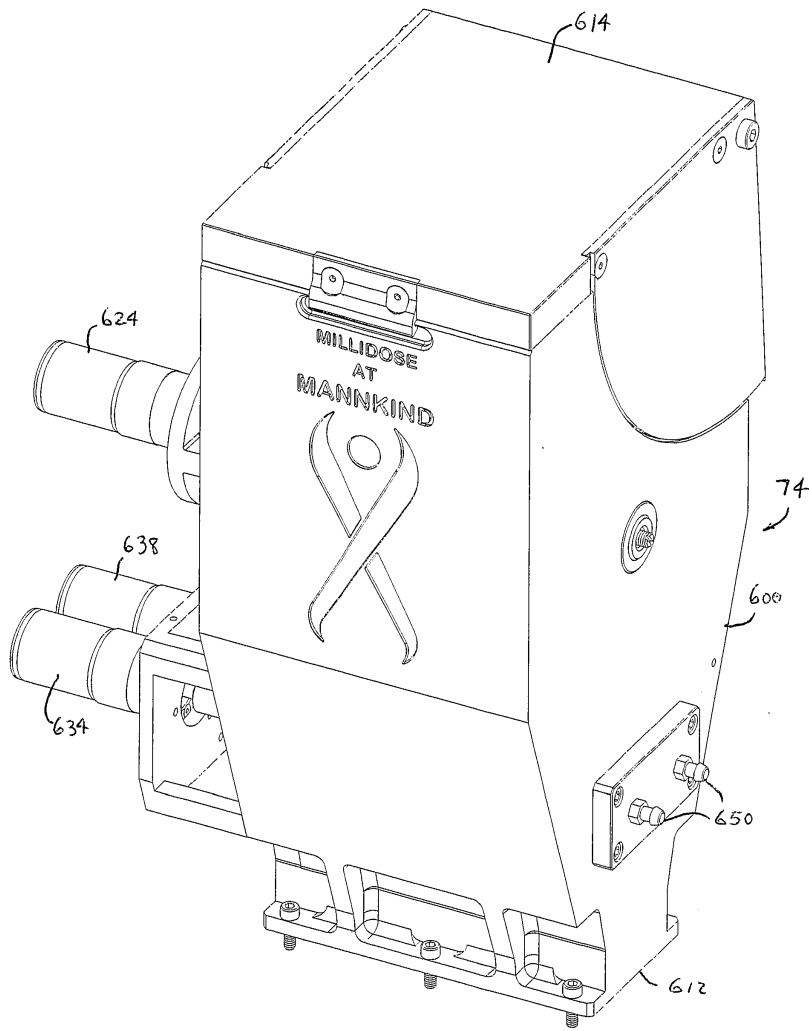




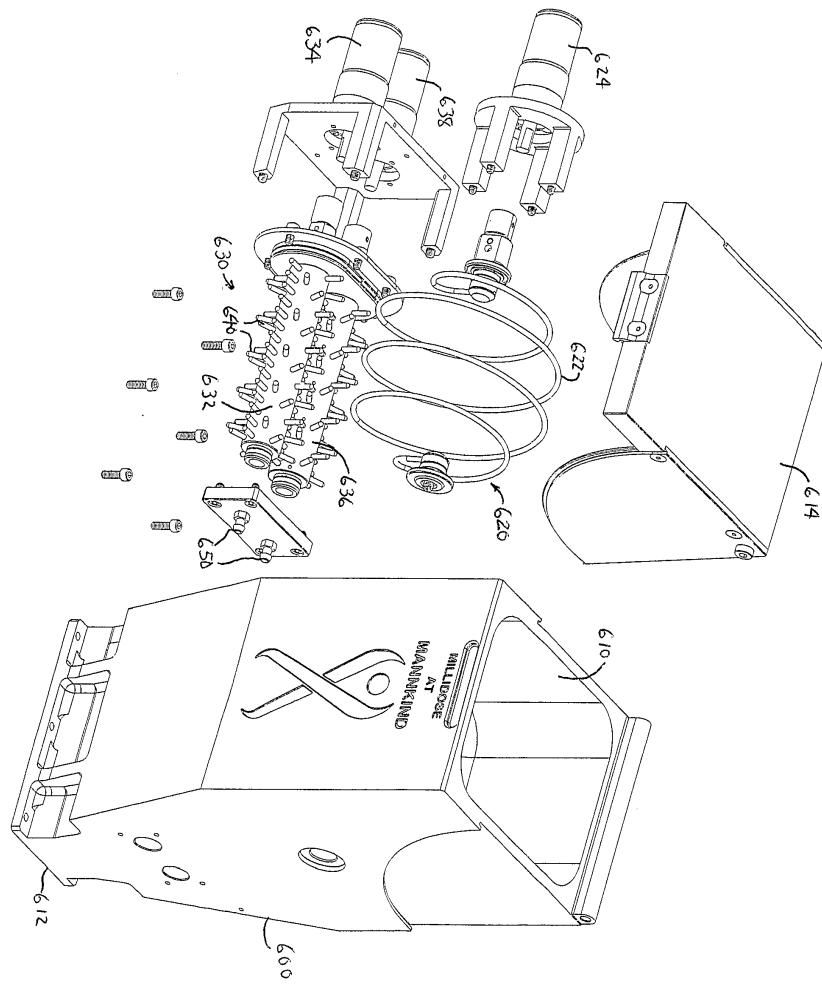
도면32



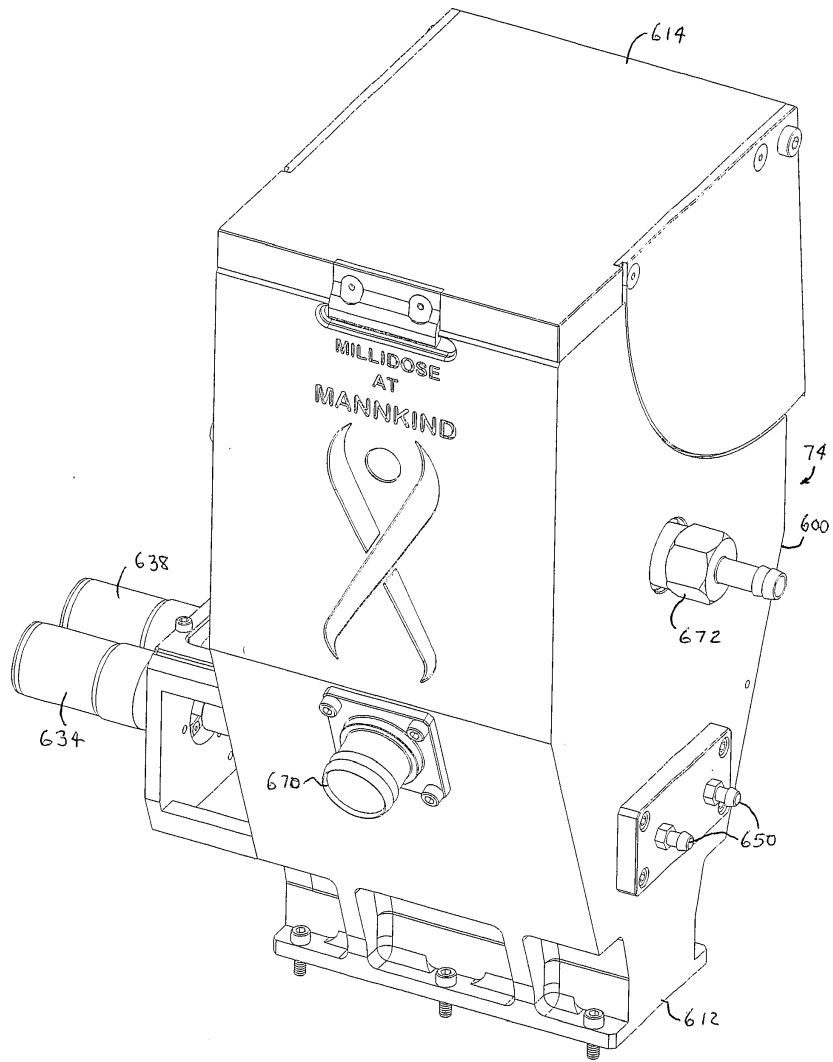
도면33



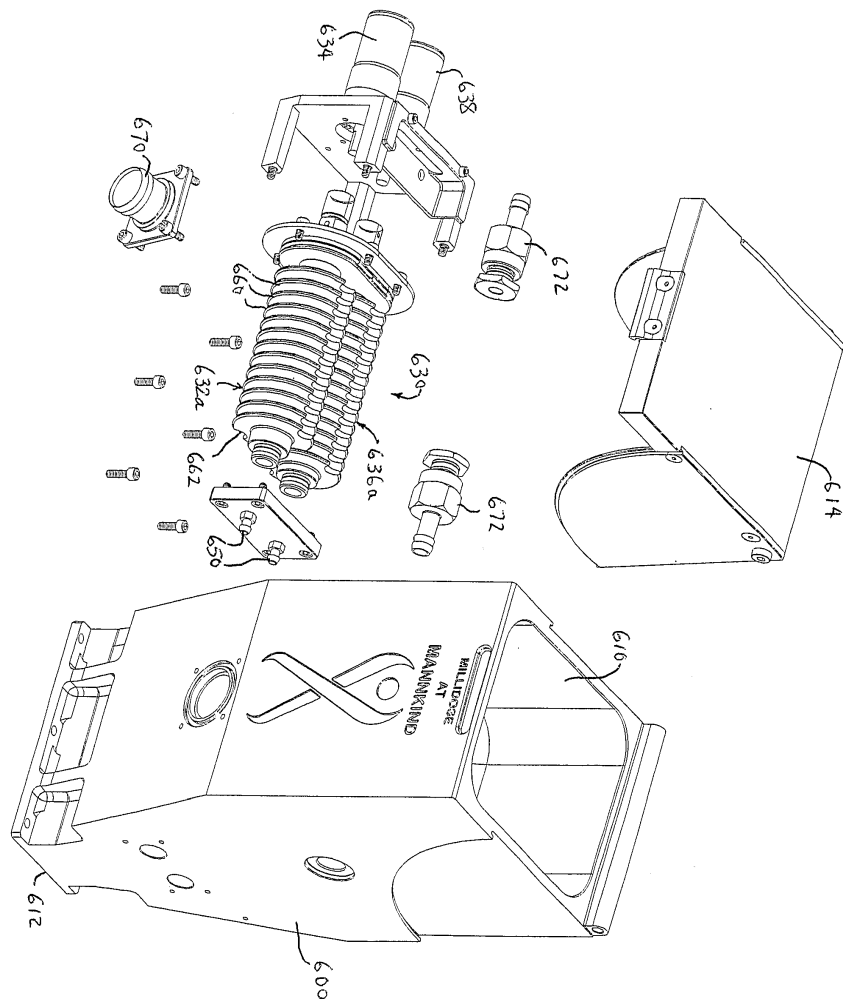
도면34



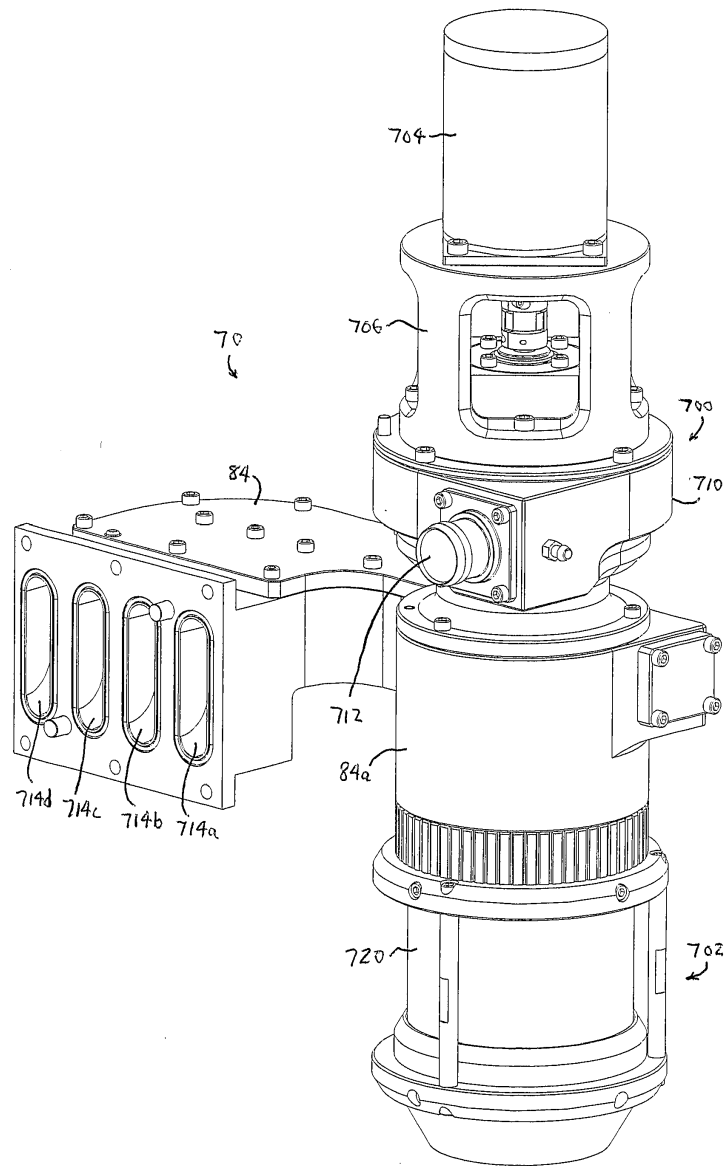
도면35



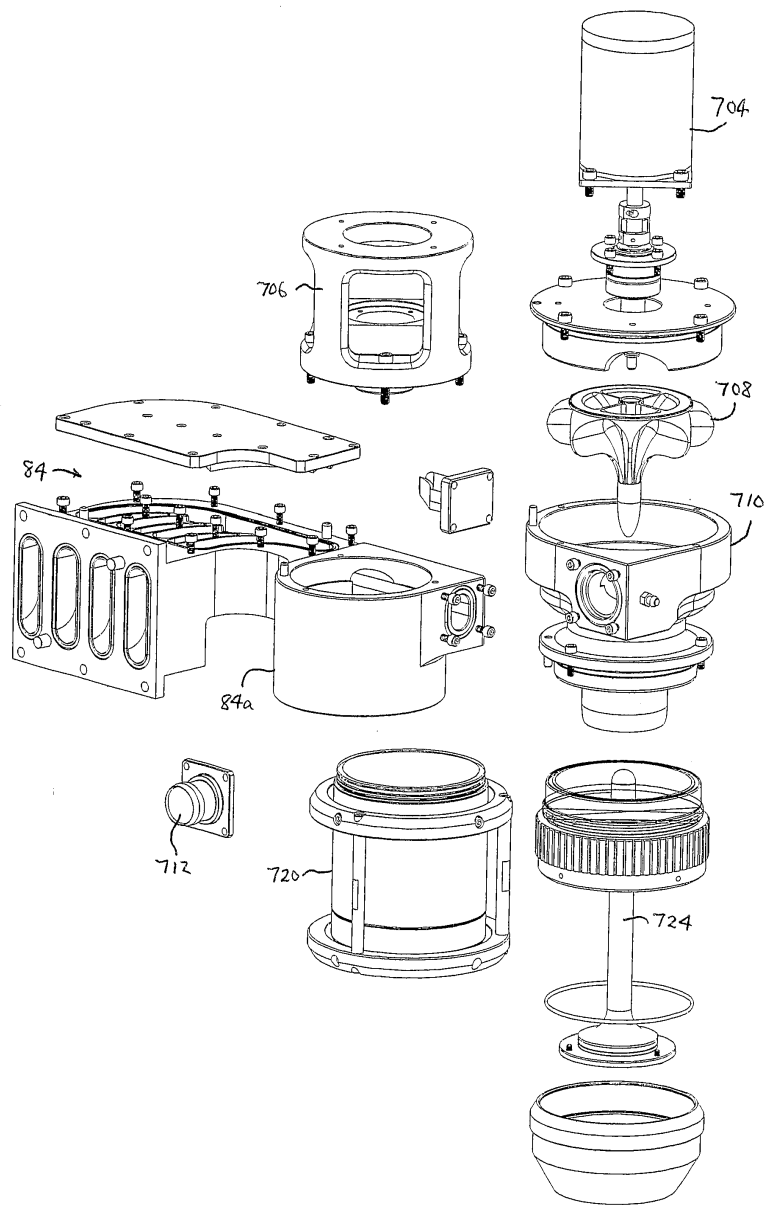
도면36



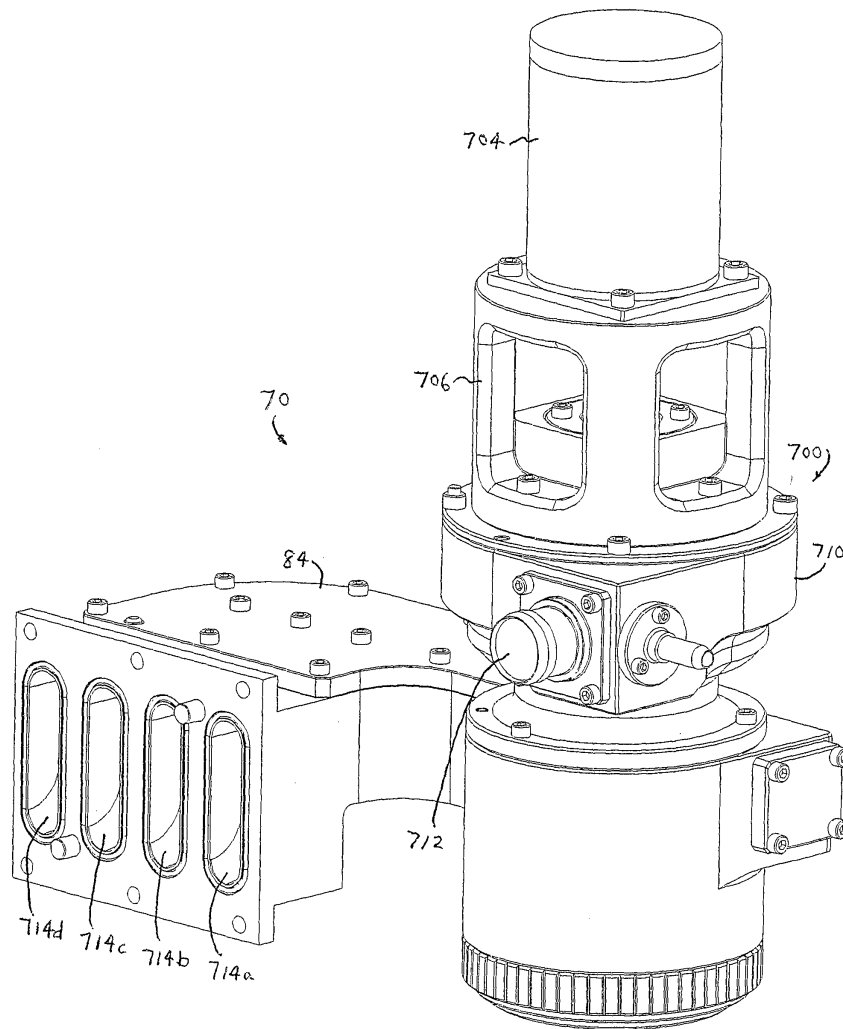
도면37



도면38

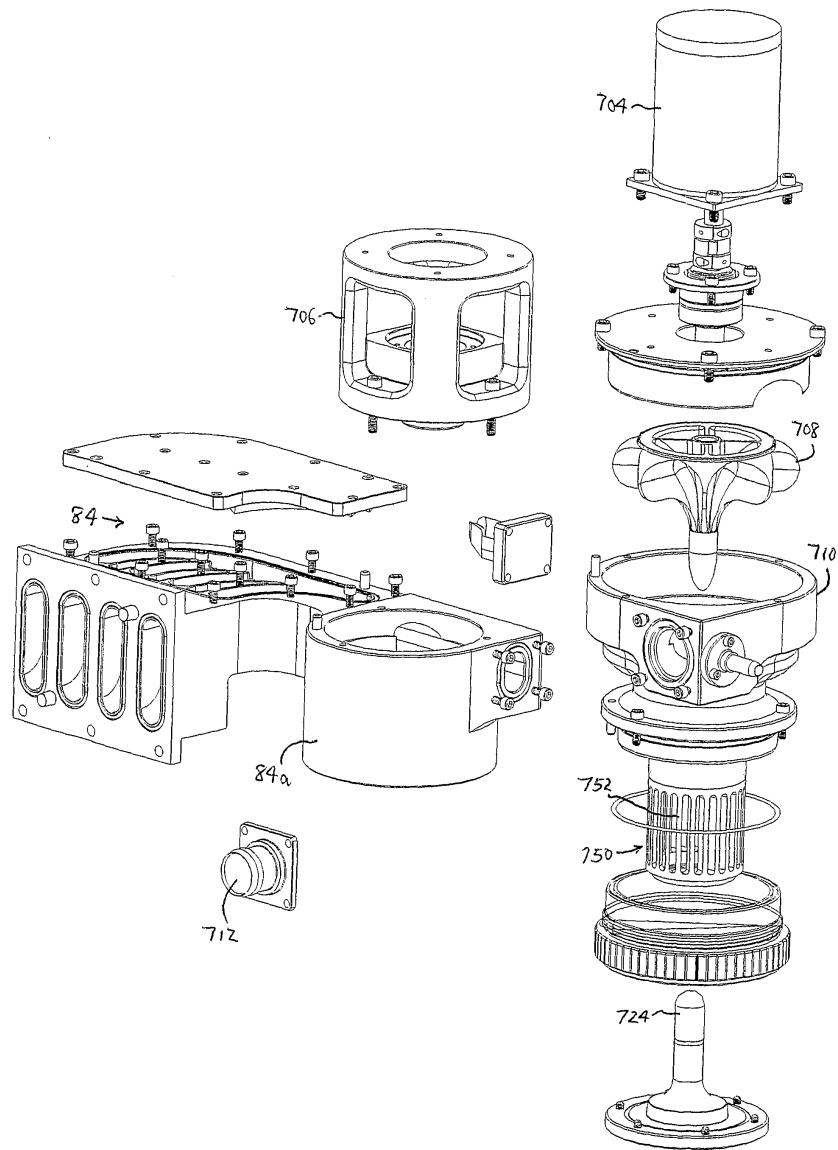


도면39

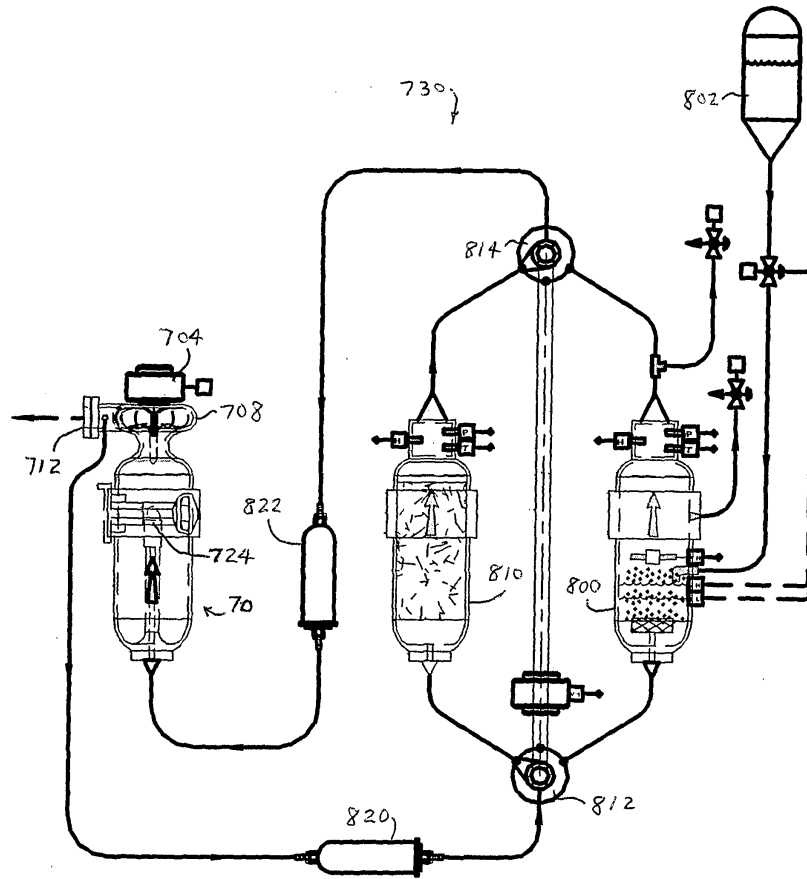




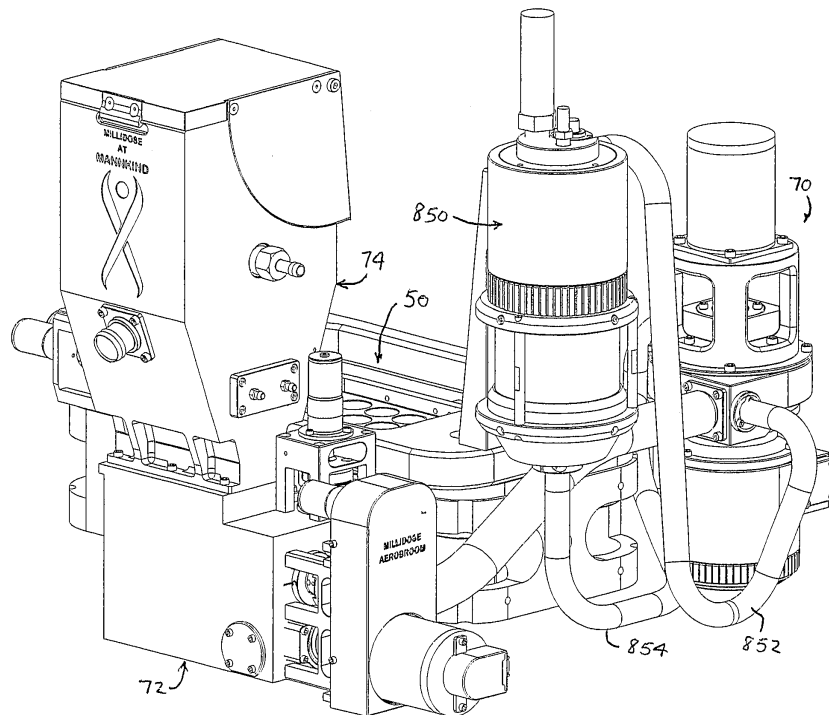
도면40



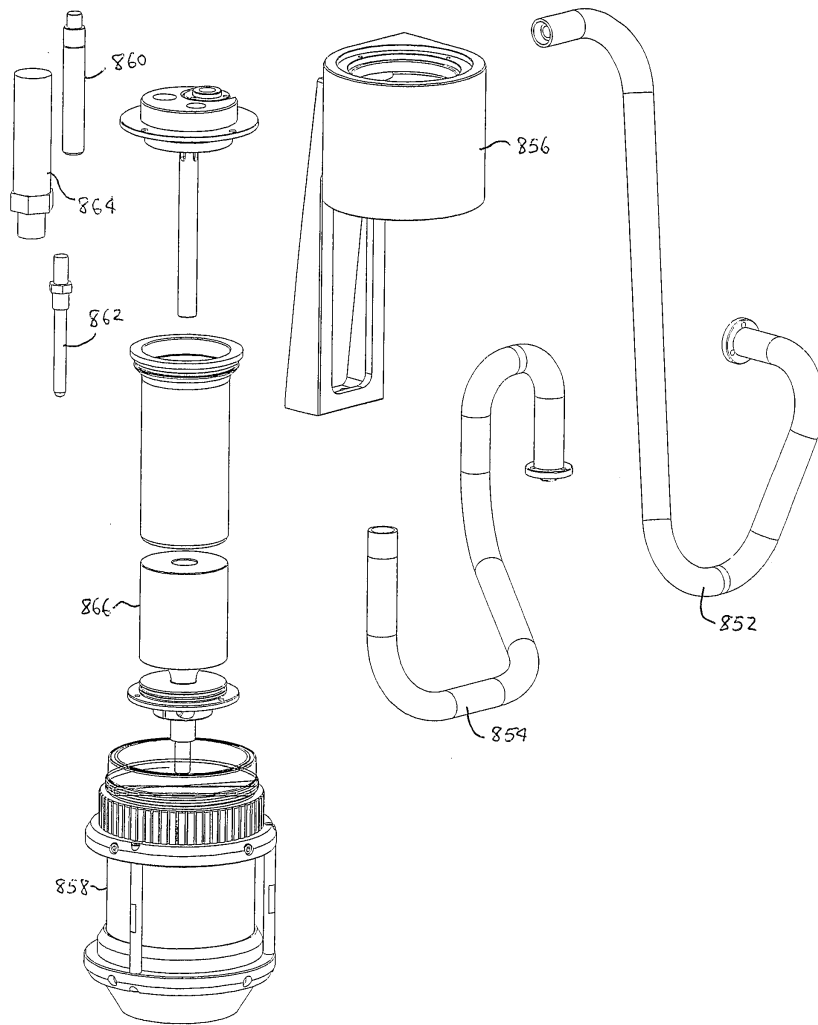
도면41



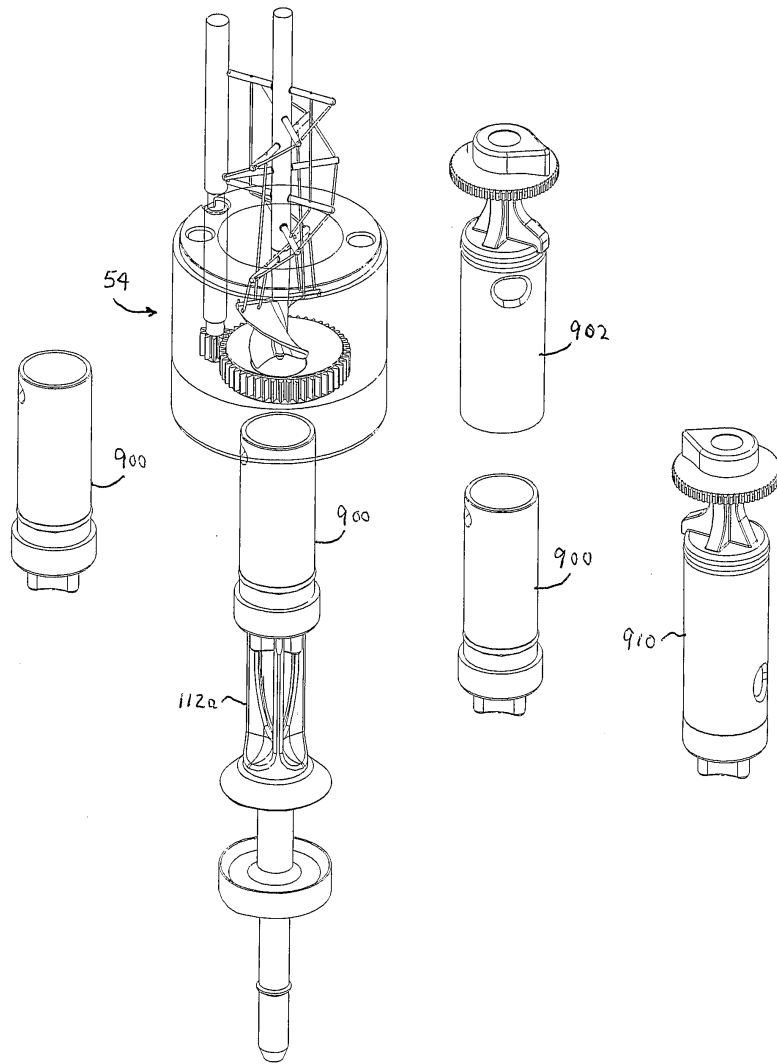
도면42



도면43



도면44



도면45

