



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월12일
 (11) 등록번호 10-1907763
 (24) 등록일자 2018년10월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B29B 7/48 (2006.01) B29B 7/42 (2006.01)
 B29B 7/82 (2006.01) B29B 7/84 (2006.01)
 B29C 47/40 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 B29B 7/482 (2013.01)
 B29B 7/421 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7021063
- (22) 출원일자(국제) 2015년04월03일
 심사청구일자 2016년08월01일
- (85) 번역문제출일자 2016년08월01일
- (65) 공개번호 10-2016-0105505
- (43) 공개일자 2016년09월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/060639
- (87) 국제공개번호 WO 2015/156230
 국제공개일자 2015년10월15일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2014-081252 2014년04월10일 일본(JP)
 JP-P-2015-066280 2015년03월27일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US03924842 A*
 JP2013071428 A
 WO2010061872 A1
 JP2005313608 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 도시바 기카이 가부시카가이샤
 일본 도쿄도 치요다구 우찌사이와이쵸 2초메 2반 2고
 가부시카가이샤 에이치에스피 테크놀로지스
 일본 이바라키켄 츠쿠바시 센겐 2-1-6 츠쿠바 소교 플라자 103
- (72) 발명자
 고바야시 아키요시
 일본 4108510 시즈오카켄 누마즈시 오카 2068-3 도시바 기카이 가부시카가이샤 내
 후지이 시게유키
 일본 4108510 시즈오카켄 누마즈시 오카 2068-3 도시바 기카이 가부시카가이샤 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 9 항

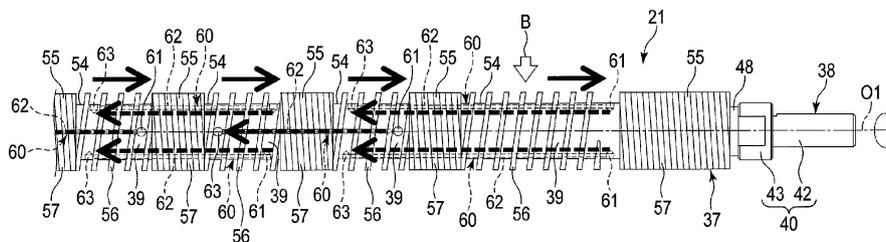
심사관 : 박세영

(54) 발명의 명칭 압출기용 스크루, 압출기 및 압출 방법

(57) 요약

압출기용 스크루(21)는 스크루 본체(37)를 구비하고 있다. 스크루 본체(37)는 원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선(O1)을 중심으로 회전한다. 스크루 본체(37)의 외주면에 플라이트(56)를 갖는 반송부(54)가 설치되어 있다. 플라이트(56)는 스크루 본체(37)의 회전 시에 원료를 스크루 본체(37)의 축 방향으로 반송하도록 구성되 (뒷면에 계속)

대표도



어 있다. 스크루 본체(37)의 내부에 플레이트(56)에 의해 반송된 원료가 유입됨과 함께, 유입된 원료가 스크루 본체(37)의 외주면을 향하여 유통하는 통로(60)가 설치되어 있다. 통로(60)는 스크루 본체(37)의 축선(01)을 벗어난 위치에 설치되어 있다.

(52) CPC특허분류

B29B 7/426 (2013.01)

B29B 7/429 (2013.01)

B29B 7/487 (2013.01)

B29B 7/489 (2013.01)

B29B 7/82 (2013.01)

B29B 7/845 (2013.01)

B29C 47/402 (2013.01)

(72) 발명자

사메시마 다카후미

일본 4108510 시즈오카켄 누마즈시 오카 2068-3 도
시바 기카이 가부시키가이샤 내

시미즈 히로시

일본 3058565 이바라키켄 츠클바시 히가시 1-1-1
고쿠리츠 겐큐 가이하츠 호장 산교 기즈즈 소고 겐
큐쵸 츠클바 추오 다이5지교쵸 내

명세서

청구범위

청구항 1

원료를 혼련하면서 반송하는 압출기용 스크루로서,

원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선을 갖고, 그 축선을 중심으로 회전하는 스크루 본체와,

상기 스크루 본체의 둘레 방향을 따르는 외주면에 설치되고, 상기 스크루 본체의 회전 시에 원료를 상기 스크루 본체의 축 방향으로 반송하는 플라이트를 갖는 반송부와,

상기 스크루 본체의 둘레 방향을 따르는 외주면에 설치되고, 상기 플라이트에 의해 반송되는 원료의 유동을 제한함으로써 원료의 압력을 높이는 장벽부와,

상기 스크루 본체의 내부에 설치되고, 상기 장벽부에 의해 압력이 높아진 원료가 유입됨과 함께, 유입된 원료가 상기 스크루 본체의 외주면을 향하여 유통하는 통로를 포함하고,

상기 스크루 본체는, 상기 통로를 구성하는 구멍의 형상을 규정하는 벽면을 갖고, 상기 벽면은 상기 스크루 본체의 상기 축선의 둘레를 공전하도록 상기 축선에 대하여 편심된 위치에 설치된, 압출기용 스크루.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스크루 본체를 냉각하는 냉매가 흐르는 냉매 유로를 더 구비한, 압출기용 스크루.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 통로는, 상기 스크루 본체의 상기 외주면에 개구된 입구 및 출구를 갖고, 상기 입구 및 상기 출구는, 상기 스크루 본체의 축방향으로 서로 이격되어 있음과 함께, 상기 입구로부터 상기 통로로 유입된 원료가 상기 출구로부터 상기 스크루 본체의 상기 외주면으로 귀환되는, 압출기용 스크루.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 통로의 상기 입구는 상기 장벽부의 직전에 위치된, 압출기용 스크루.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 통로는, 상기 입구 및 상기 출구에 연통된 통로 본체를 갖고, 상기 통로 본체의 직경이 상기 입구의 직경보다도 작은, 압출기용 스크루.

청구항 7

원료를 혼련하여 연속적으로 반송하는 압출기용 스크루로서,

원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선을 갖고, 그 축선을 중심으로 회전하는 스크루 본체와,

상기 스크루 본체의 둘레 방향을 따르는 외주면에 설치되고, 그 스크루 본체의 회전 시에 원료를 상기 스크루 본체의 축 방향으로 반송하는 플라이트를 갖는 반송부와,

상기 스크루 본체의 내부에 설치되고, 상기 플라이트에 의해 반송된 원료가 유입됨과 함께, 유입된 원료가 상기 스크루 본체의 외주면으로 귀환하도록 유통하는 복수의 통로를 포함하고,

상기 복수의 통로는, 상기 스크루 본체의 상기 축선으로부터 편심된 위치에서 상기 스크루 본체의 축방향으로 간격을 두고 배열된, 압출기용 스크루.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 스크루 본체를 냉각하는 냉매가 흐르는 냉매 유로를 더 구비한, 압출기용 스크루.

청구항 10

제1항 또는 제7항에 기재된 스크루를 구비하고, 그 스크루로 원료를 혼련함으로써 혼련물을 생성하는 압출기로
서,

상기 스크루가 회전 가능하게 수용된 배럴과,

상기 배럴에 설치되고, 상기 스크루에 원료를 공급하는 공급구와,

상기 배럴에 설치되고, 상기 혼련물이 압출되는 토출구

를 구비한 압출기.

청구항 11

배럴의 내부에서 회전하는 스크루에 원료를 공급하고,

상기 원료를 상기 스크루의 외주면에 형성된 플라이트를 사용하여 상기 스크루의 축 방향으로 연속적으로 반송
함과 함께, 상기 스크루의 외주면에 형성된 장벽부에 의해 상기 플라이트에 의해 반송되는 원료의 유동을 제한
함으로써 상기 원료의 압력을 높이고,

상기 스크루의 회전 시에, 상기 스크루의 내부에서 상기 스크루에 추종하여 공전하는 통로로 상기 장벽부에 의
해 압력이 높아진 원료를 상기 스크루의 외주면으로부터 도입함과 함께, 상기 원료를 상기 통로를 통하여 상기
스크루의 외주면으로 귀환시키도록 한 압출 방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 블렌드된 원료에 전단 작용 및 신장 작용을 부가하면서 그 원료를 혼련하는 압출기용 스크루에 관한
것이다. 또한, 본 발명은 상기 압출기용 스크루를 사용하여 혼련물을 생성하는 압출기 및 압출 방법에 관한 것
이다.

배경 기술

[0002] 예를 들어, 스크루의 회전수가 300rpm 정도로 설정된 압출기로 복수의 비상용성의 수지를 블렌드한 원료를 혼련
할 경우, 블렌드 성분의 한쪽 또는 양쪽과 친화성 또는 접착성을 갖는 상용화제를 첨가할 필요가 있다.
그러나, 상용화제를 사용했다고 해도, 블렌드 성분이 분자 레벨로 서로 용해되어 있지 않기 때문에, 압출기에
의해 생성되는 혼련물의 성능이나 기능을 높임에 있어서 자연히 한계가 있다.

[0003] 이러한 문제를 해소하기 위해서, 종래, 상용화제와 같은 첨가제를 일절 첨가하지 않고, 원료가 나노 레벨로 혼
련된 혼련물을 생성할 수 있도록 한 뱃치식의 고전단 성형 장치가 개발되어 있다.

[0004] 특허문헌 1에 개시된 뱃치식의 고전단 성형 장치는, 실린더 내에 수용된 피드백형의 스크루를 구비하고 있다.
스크루는, 비상용성의 수지를 블렌드한 원료를 스크루의 내부에서 충분히 혼련시키는 구조를 갖고 있다.

[0005] 구체적으로는, 스크루는, 원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선을 갖고, 그 축선을 중심으로 실린더의 내부
에서 회전하도록 구성되어 있다. 스크루의 외주면에는, 나선형으로 비틀린 플라이트가 형성되어 있다. 플라이
트는, 스크루의 기단에 공급된 원료를 스크루의 선단을 향해 반송한다. 플라이트에 의해 반송된 원료는, 스크
루의 선단면과 실린더의 개구단부를 폐색한 시일 부재와의 사이의 간극에 충전된다.

[0006] 또한, 스크루는, 그 대략 중심부에 내경이 1mm부터 5mm 정도인 구멍을 갖고 있다. 구멍은, 스크루의 축선 방향

으로 연장되어 있다. 구멍의 상류단은, 스크루의 선단면에서 상기 간극에 개구되어 있다. 구멍의 하류단은, 두갈래형으로 분기되어서 스크루의 기단의 외주면에 개구되어 있다.

- [0007] 간극에 갇힌 원료는, 스크루의 회전에 수반하여 구멍의 상류단으로부터 구멍 내로 유입됨과 함께, 구멍의 하류단으로부터 스크루의 기단의 외주면으로 귀환된다. 귀환된 원료는, 다시 플라이트에 의해 간극을 향해 반송된다.
- [0008] 이와 같이 스크루를 피드백형으로 함으로써, 스크루에 공급된 원료는, 플라이트에 의해 반송되는 과정에서 전단 작용을 받음과 함께, 구멍 내를 통과하는 과정에서 신장 작용을 받는다.
- [0009] 이 결과, 원료는, 전단 유동 및 신장 유동을 수반한 상태에서 실린더의 내부의 밀폐된 공간에서 순환된다. 이 원료의 순환에 필요로 하는 시간에 따라서 원료의 고분자 성분이 나노 분산화되어, 미시적인 분산 구조를 갖는 혼련물을 얻을 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 국제 공개 번호 W02010/061872호 팜플렛

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 특허문헌 1에 개시된 고전단 성형 장치에서는, 간극에 충전된 원료가 유입되는 구멍이 스크루의 축선 상에 위치되어 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 구멍을 규정하는 스크루의 내벽면이 스크루의 회전에 추종하여 회전하므로, 원료가 구멍을 통과할 때에 구멍의 둘레 방향으로 교반되어버린다.
- [0012] 이 결과, 구멍을 통과하는 원료는, 신장 작용 뿐만 아니라 구멍의 둘레 방향으로의 교반에 수반하는 전단 작용을 받게 되어, 원료의 혼련 상태를 보편적으로 표현하는 것이 곤란해진다. 따라서, 원료의 혼련 조건을 최적화하는 데 있어서 개선의 여지가 남아 있다.
- [0013] 본 발명의 목적은, 스크루 본체의 내부의 통로에서 유통하는 원료가 전단 작용을 받기 어려워져, 원료의 혼련 정도를 고정밀도로 제어할 수 있는 압출기용 스크루를 얻는 것에 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적은, 원료의 혼련 정도를 고정밀도로 제어할 수 있고, 원료의 고분자 성분이 나노 분산화된 미시적인 분산 구조를 갖는 혼련물을 생성할 수 있는 압출기 및 압출 방법을 얻는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 하나의 형태에 관한 압출기용 스크루는, 스크루 본체를 구비하고 있다. 상기 스크루 본체는, 원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선을 중심으로 회전한다. 상기 스크루 본체의 외주면에 플라이트를 갖는 반송부가 설치되어 있다. 상기 플라이트는, 상기 스크루 본체의 회전 시에 원료를 상기 스크루 본체의 축 방향으로 반송하도록 구성되어 있다. 상기 스크루 본체의 둘레 방향을 따르는 외주면에 장벽부가 설치되어 있다. 상기 장벽부는 상기 플라이트에 의해 반송되는 원료의 유동을 제한함으로써 원료의 압력을 높이도록 구성되어 있다. 상기 스크루 본체의 내부에, 상기 장벽부에 의해 압력이 높아진 원료가 유입됨과 함께, 유입된 원료가 상기 스크루 본체의 상기 외주면을 향해 유통하는 통로가 설치되어 있다. 상기 스크루 본체는, 상기 통로를 구성하는 구멍의 형상을 규정하는 벽면을 갖고, 상기 벽면은 상기 스크루 본체의 상기 축선의 둘레를 공전하도록 상기 축선에 대하여 편심된 위치에 설치되어 있다.
- [0016] 삭제
- [0017] 본 발명의 바람직한 형태에 의하면, 상기 스크루 본체의 내부에, 상기 스크루 본체를 냉각하는 냉매가 흐르는 냉매 통로가 형성되어 있다.
- [0018] 본 발명의 바람직한 형태에 의하면, 상기 통로는, 상기 스크루 본체의 상기 외주면에 개구된 입구 및 출구를 갖

는다. 상기 입구 및 상기 출구는, 상기 스크루 본체의 축방향으로 서로 이격되어 있음과 함께, 상기 입구로부터 상기 통로로 유입된 원료가 상기 출구로부터 상기 스크루 본체의 상기 외주면으로 귀환하도록 되어 있다.

[0019] 본 발명의 바람직한 형태에 의하면, 상기 통로의 상기 입구는 상기 장벽부의 직전에 위치되어 있다.

[0020] 본 발명의 바람직한 형태에 의하면, 상기 통로는, 상기 입구 및 상기 출구에 연통된 통로 본체를 갖고, 상기 통로 본체의 직경이 상기 입구의 직경보다도 작게 설정되어 있다.

[0021] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 하나의 형태에 관한 압출기용 스크루는, 스크루 본체를 구비하고 있다. 상기 스크루 본체는, 원료의 반송 방향을 따르는 직선형의 축선을 갖고, 그 축선을 중심으로 회전한다. 상기 스크루 본체의 둘레 방향을 따르는 외주면에 플라이트를 갖는 반송부가 설치되어 있다. 상기 플라이트는, 상기 스크루 본체의 회전 시에 원료를 상기 스크루 본체의 축 방향으로 반송하도록 구성되어 있다. 상기 스크루 본체의 내부에, 상기 플라이트에 의해 반송된 원료가 유입됨과 함께, 유입된 원료가 상기 스크루 본체의 외주면으로 귀환하도록 유통하는 복수의 통로가 설치되어 있다. 상기 복수의 통로는, 상기 스크루 본체의 상기 축선으로부터 편심된 위치에서 상기 스크루 본체의 축방향으로 간격을 두고 배열되어 있다.

[0022] 삭제

[0023] 본 발명의 바람직한 형태에 의하면, 상기 스크루 본체의 내부에, 상기 스크루 본체를 냉각하는 냉매가 흐르는 냉매 통로가 형성되어 있다.

[0024] 상기 다른 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 하나의 형태에 관한 압출기는, 상기 스크루를 사용하여 원료를 혼련함으로써 혼련물을 생성하는 압출기로서, 상기 스크루가 회전 가능하게 수용된 베럴과, 상기 베럴에 설치되고, 상기 스크루에 원료를 공급하는 공급구와, 상기 베럴에 설치되고, 상기 혼련물이 압출되는 토출구를 구비하고 있다.

[0025] 상기 다른 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 하나의 형태에 관한 압출 방법은, 베럴의 내부에서 회전하는 스크루에 원료를 공급한다. 상기 원료를 상기 스크루의 외주면에 형성된 플라이트를 사용하여 상기 스크루의 축 방향으로 연속적으로 반송함과 함께, 상기 스크루의 외주면에 형성된 장벽부에 의해 상기 플라이트에 의해 반송되는 원료의 유동을 제한함으로써 상기 원료의 압력을 높인다. 상기 스크루의 회전 시에, 상기 스크루의 내부에서 상기 스크루에 추종하여 공전하는 통로로 상기 장벽부에 의해 압력이 높아진 원료를 상기 스크루의 외주면으로부터 도입함과 함께, 상기 원료를 상기 통로를 통하여 상기 스크루의 상기 외주면으로 귀환시키는 것을 특징으로 하고 있다.

[0026] 삭제

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면, 스크루 본체의 내부 통로는, 스크루 본체의 축선을 중심으로 회전하지 않고 그 축선의 주위로 공전한다. 이 때문에, 통로를 통과하여 스크루 본체의 외주면으로 귀환되는 원료가 전단 작용을 받기 어려워져, 통로를 통과하는 원료가 받는 것은 주로 신장 작용이 된다.

[0028] 즉, 스크루 상에서 원료에 전단 작용을 부가하는 개소 및 원료에 신장 작용을 부가하는 개소가 정해지고, 원료의 혼련 정도를 고정밀도로 제어할 수 있다. 따라서, 원료의 고분자 성분이 나노 분산화된 미시적인 분산 구조를 갖는 혼련물을 생성하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은, 제1 실시 형태에 따른 연속식 고전단 가공 장치를 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 2는, 제1 실시 형태에서 사용하는 제1 압출기의 단면도이다.

도 3은, 제1 실시 형태에 있어서, 제1 압출기의 2개 스크루가 서로 교합한 상태를 도시하는 사시도이다.

도 4는, 제1 실시 형태에서 사용하는 제3 압출기의 단면도이다.

도 5는, 제1 실시 형태에서 사용하는 제2 압출기의 단면도이다.

- 도 6은, 제1 실시 형태에 있어서, 배럴 및 스크루를 모두 단면으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 7은, 제1 실시 형태에서 사용하는 스크루의 측면도이다.
- 도 8은, 도 6의 F8-F8선을 따르는 단면도이다.
- 도 9는, 도 6의 F9-F9선을 따르는 단면도이다.
- 도 10은, 제1 실시 형태에 있어서, 회전축 상에서 인접하는 3개의 통체 사이에 걸쳐서 통로가 형성된 상태를 확대하여 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 11은, 제1 실시 형태에 있어서, 스크루에 대한 원료의 유동 방향을 도시하는 측면도이다.
- 도 12는, 제1 실시 형태에 있어서, 스크루가 회전했을 때의 원료의 유동 방향을 개략적으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 13은, 제1 실시 형태의 변형예를 개략적으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 14는, 제1 실시 형태의 변형예에 있어서, 통체를 제조된 상태를 개략적으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 15는, 제2 실시 형태에서 사용하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 16은, 제3 실시 형태에서 사용하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 17은, 제3 실시 형태에 있어서, 배럴 및 스크루를 모두 단면으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 18은, 도 17의 F18-F18선에 따른 단면도이다.
- 도 19는, 제3 실시 형태에서 사용하는 통체의 사시도이다.
- 도 20은, 제3 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 내부에 형성된 통로의 구조를 확대하여 도시하는 단면도이다.
- 도 21은, 제3 실시 형태에 있어서, 스크루가 회전했을 때의 원료의 유동 방향을 도시하는 스크루의 측면도이다.
- 도 22는, 제3 실시 형태에 있어서, 스크루가 회전했을 때의 원료의 유동 방향을 개략적으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 23은, 제3 실시 형태에 있어서, 장벽부의 변형예를 도시하는 사시도이다.
- 도 24는, 제4 실시 형태에서 사용하는 스크루의 측면도이다.
- 도 25는, 제4 실시 형태에서 사용하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 26은, 제4 실시 형태에 있어서, 배럴 및 스크루를 모두 단면으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 27은, 도 26의 F27-F27선에 따른 단면도이다.
- 도 28은, 제4 실시 형태에서 사용하는 통체의 사시도이다.
- 도 29는, 도 28의 화살표 F29의 방향으로부터 본 통체의 사시도이다.
- 도 30은, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루가 회전했을 때의 원료의 유동 방향을 도시하는 스크루의 측면도이다.
- 도 31은, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루가 회전했을 때의 원료의 유동 방향을 개략적으로 도시하는 제2 압출기의 단면도이다.
- 도 32는, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 1을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 33은, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 2를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 34는, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 3을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 35의 (A)는 도 34의 F35A 부분을 확대하여 도시하는 단면도, 도 35의 (B)는 도 35의 (A)의 F35B-F35B선에 따른 단면도이다.
- 도 36의 (A)는 도 34의 F36A 부분을 확대하여 도시하는 단면도, 도 36의 (B)는 도 36의 (A)의 F36B-F36B선에 따른 단면도이다.

도 37은, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 4를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 38은, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 5를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 39는, 제4 실시 형태에 있어서, 스크루 본체의 변형예 6을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 40은, 제5 실시 형태에 따른 제2 압출기의 단면도이다.
 도 41은, 제6 실시 형태에 따른 제2 압출기의 단면도이다.
 도 42는, 제7 실시 형태에 따른 제2 압출기의 단면도이다.
 도 43은, 제8 실시 형태에 따른 제2 압출기의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] [제1 실시 형태]
- [0031] 이하, 제1 실시 형태에 대해서, 도 1 내지 도 12를 참조하여 설명한다.
- [0032] 도 1은, 제1 실시 형태에 따른 연속식 고전단 가공 장치(1)의 구성을 개략적으로 도시하고 있다. 고전단 가공 장치(1)는 제1 압출기(2), 제2 압출기(3) 및 제3 압출기(4)를 구비하고 있다. 제1 압출기(2), 제2 압출기(3) 및 제3 압출기(4)는 서로 직렬로 접속되어 있다.
- [0033] 제1 압출기(2)는 예를 들어 2종류의 비상용성의 수지를 예비적으로 혼련하기 위한 요소이다. 블렌드되는 수지로서는, 예를 들어 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)와 같은 메타크릴레이트계 수지 및 폴리카르보네이트 수지(PC)를 사용하고 있다. 블렌드되는 2종류의 수지는, 예를 들어 펠렛의 상태로 제1 압출기(2)에 공급된다.
- [0034] 본 실시 형태에서는, 수지의 혼련·용융의 정도를 강화하기 위해서, 제1 압출기(2)로서 동일 방향 회전형의 2축 혼련기를 사용하고 있다. 도 2 및 도 3은, 2축 혼련기의 일례를 개시하고 있다. 2축 혼련기는, 배럴(6)과, 배럴(6)의 내부에 수용된 2개의 스크루(7a, 7b)를 구비하고 있다. 배럴(6)은 2개의 원통을 조합한 형상을 갖는 실린더부(8)를 포함하고 있다. 상기 수지는, 배럴(6)의 일단부에 설치한 공급구(9)로부터 실린더부(8)로 연속적으로 공급된다. 또한, 배럴(6)은 실린더부(8)에 공급된 수지를 가열하기 위한 히터를 구비하고 있다.
- [0035] 스크루(7a, 7b)는, 서로 맞물린 상태로 실린더부(8)에 수용되어 있다. 스크루(7a, 7b)는, 도시하지 않은 모터로부터 전해지는 토크를 받아서 서로 동일 방향으로 회전된다. 도 3에 도시한 바와 같이, 스크루(7a, 7b)는, 각각 피드부(11), 혼련부(12) 및 펌핑부(13)를 구비하고 있다. 피드부(11), 혼련부(12) 및 펌핑부(13)는 스크루(7a, 7b)의 축방향을 따라서 일렬로 배열되어 있다.
- [0036] 피드부(11)는 나선형으로 비틀린 플라이트(14)를 갖고 있다. 스크루(7a, 7b)의 플라이트(14)는 서로 맞물린 상태로 회전함과 함께, 공급구(9)로부터 공급된 2종류의 수지를 혼련부(12)를 향하여 반송한다.
- [0037] 혼련부(12)는 스크루(7a, 7b)의 축방향을 배렬된 복수의 디스크(15)를 갖고 있다. 스크루(7a, 7b)의 디스크(15)는 서로 대향한 상태에서 회전함과 함께, 피드부(11)로부터 보내진 수지를 예비적으로 혼련한다. 혼련된 수지는, 스크루(7a, 7b)의 회전에 의해 펌핑부(13)로 보내진다.
- [0038] 펌핑부(13)는 나선형으로 비틀린 플라이트(16)를 갖고 있다. 스크루(7a, 7b)의 플라이트(16)는 서로 맞물린 상태로 회전함과 함께, 예비적으로 혼련된 수지를 배럴(6)의 토출단으로부터 압출한다.
- [0039] 이러한 2축 혼련기에 의하면, 스크루(7a, 7b)의 피드부(11)에 공급된 수지는, 스크루(7a, 7b)의 회전에 수반하는 전단 발열 및 히터에 의해 가열된 배럴(6)로부터의 열을 받아서 용융된다. 2축 혼련기에서의 예비적인 혼련에 의해 용융된 수지는, 블렌드된 원료를 구성한다. 원료는, 도 1에 화살표 A로 나타내는 바와 같이, 배럴(6)의 토출단으로부터 제2 압출기(3)로 연속적으로 공급된다.
- [0040] 원료가 제2 압출기(3)에 공급되는 시점에서는, 원료는 제1 압출기(2)에서의 예비적인 혼련에 의해 용융되어서 유동성을 갖고 있다. 따라서, 원료를 본격적으로 혼련하는 제2 압출기(3)의 부담을 경감할 수 있다.
- [0041] 제2 압출기(3)는 원료의 고분자 성분이 나노 분산화된 미시적인 분산 구조를 갖는 혼련물을 생성하기 위한 요소이다. 본 실시 형태에서는, 제2 압출기(3)로서 단축 압출기를 사용하고 있다. 단축 압출기는, 배럴(20)과, 1개의 스크루(21)를 구비하고 있다. 스크루(21)는 용융된 원료에 전단 작용 및 신장 작용을 반복하여 부가하는 기능을 갖고 있다. 스크루(21)를 포함하는 제2 압출기(3)의 구성에 대해서는, 나중에 상세하게 설명한다.

- [0042] 제3 압출기(4)는 제2 압출기(3)로부터 압출된 혼련물에 포함되는 가스 성분을 제거하기 위한 요소이다. 본 실시 형태에서는, 제3 압출기(4)로서 단축 압출기를 사용하고 있다. 도 4에 도시한 바와 같이, 단축 압출기는, 배럴(22)과, 배럴(22)에 수용된 1개의 벤트 스크루(23)를 구비하고 있다. 배럴(22)은 곧은 원통형의 실린더부(24)를 포함하고 있다. 제2 압출기(3)로부터 압출된 혼련물은, 실린더부(24)의 축방향을 따르는 일단부로부터 실린더부(24)로 연속적으로 공급된다.
- [0043] 배럴(22)은 벤트구(25)를 갖고 있다. 벤트구(25)는 실린더부(24)의 축방향을 따르는 중간부에 개구되어 있음과 함께, 진공 펌프(26)에 접속되어 있다. 또한, 배럴(22)의 실린더부(24)의 타단부는, 헤드부(27)로 폐색되어 있다. 헤드부(27)는 혼련물을 토출시키는 토출구(28)를 갖고 있다.
- [0044] 벤트 스크루(23)는 실린더부(24)에 수용되어 있다. 벤트 스크루(23)는 도시하지 않은 모터로부터 전해지는 토크를 받아서 1 방향으로 회전된다. 벤트 스크루(23)는 나선형으로 비틀린 플라이트(29)를 갖고 있다. 플라이트(29)는 벤트 스크루(23)와 일체적으로 회전함과 함께, 실린더부(24)에 공급된 혼련물을 헤드부(27)를 향하여 연속적으로 반송한다.
- [0045] 혼련물은, 벤트구(25)에 대응하는 위치로 반송된 때에, 진공 펌프(26)의 진공압을 받는다. 이에 의해, 혼련물에 포함되는 가스상 물질이나 기타 휘발 성분이 혼련물로부터 연속적으로 제거된다. 가스상 물질이나 기타 휘발 성분이 제거된 혼련물은, 헤드부(27)의 토출구(28)로부터 고전단 가공 장치(1)의 밖으로 연속적으로 토출된다.
- [0046] 이어서, 제2 압출기(3)에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0047] 도 5 및 도 6에 도시한 바와 같이, 제2 압출기(3)의 배럴(20)은 곧은 통형이며, 수평으로 배치되어 있다. 배럴(20)은 복수의 배럴 엘리먼트(31)로 분할되어 있다.
- [0048] 각 배럴 엘리먼트(31)는 원통형의 관통 구멍(32)을 갖고 있다. 배럴 엘리먼트(31)는 각각의 관통 구멍(32)이 동축형으로 연속되도록 일체적으로 결합되어 있다. 배럴 엘리먼트(31)의 관통 구멍(32)은 서로 협동하여 배럴(20)의 내부에 원통형의 실린더부(33)를 규정하고 있다. 실린더부(33)는 배럴(20)의 축방향으로 연장되어 있다.
- [0049] 공급구(34)가 배럴(20)의 축방향을 따르는 일단부에 형성되어 있다. 공급구(34)는 실린더부(33)에 연통함과 함께, 그 공급구(34)에 제1 압출기(2)로 블렌드된 원료가 연속적으로 공급된다.
- [0050] 배럴(20)은 도시하지 않은 히터를 구비하고 있다. 히터는, 배럴(20)의 온도가 원료의 혼련에 최적의 값이 되도록 배럴(20)의 온도를 조정한다. 또한, 배럴(20)은 예를 들어 물 또는 기름과 같은 냉매가 흐르는 냉매 통로(35)를 구비하고 있다. 냉매 통로(35)는 실린더부(33)를 둘러싸도록 배치되어 있다. 냉매는, 배럴(20)의 온도가 미리 결정된 상한값을 초과했을 때에 냉매 통로(35)를 따라 흘러서, 배럴(20)을 강제적으로 냉각한다.
- [0051] 배럴(20)의 축방향을 따르는 타단부는, 헤드부(36)로 폐색되어 있다. 헤드부(36)는 토출구(36a)를 갖고 있다. 토출구(36a)는 공급구(34)에 대하여 배럴(20)의 축방향을 따르는 반대측에 위치됨과 함께, 제3 압출기(4)에 접속되어 있다.
- [0052] 도 5 내지 도 7에 도시한 바와 같이, 스크루(21)는 스크루 본체(37)를 구비하고 있다. 본 실시 형태의 스크루 본체(37)는 1개의 회전축(38)과, 복수의 원통형의 통체(39)로 구성되어 있다.
- [0053] 회전축(38)은 제1 축부(40) 및 제2 축부(41)를 구비하고 있다. 제1 축부(40)는 배럴(20)의 일단부측인 회전축(38)의 기단에 위치되어 있다. 제1 축부(40)는 조인트부(42) 및 스톱퍼부(43)를 포함하고 있다. 조인트부(42)는 도시하지 않은 커플링을 통하여 모터와 같은 구동원에 연결된다. 스톱퍼부(43)는 조인트부(42)에 동축형으로 설치되어 있다. 스톱퍼부(43)는 조인트부(42)보다도 직경이 크다. 제2 축부(41)는 제1 축부(40)의 스톱퍼부(43)의 단부면부터 동축형으로 연장되어 있다. 제2 축부(41)는 배럴(20)의 대략 전체 길이에 걸치는 길이를 가짐과 함께, 헤드부(36)와 대향하는 선단을 갖고 있다.
- [0054] 제2 축부(41)는 스톱퍼부(43)보다도 직경이 작은 중실 원기둥형이다. 도 8 및 도 9에 도시한 바와 같이, 제2 축부(41)의 외주면에 한 쌍의 키(45a, 45b)가 설치되어 있다. 키(45a, 45b)는, 제2 축부(41)의 둘레 방향으로 180° 어긋난 위치에서 제2 축부(41)의 축방향으로 연장되어 있다.
- [0055] 또한, 스크루 본체(37)는 곧은 축선(01)을 갖고 있다. 축선(01)은, 제1 축부(40) 및 제2 축부(41)를 동축형으로 관통함과 함께, 회전축(38)의 축방향으로 수평으로 연장되어 있다.

- [0056] 도 6 내지 도 10에 도시한 바와 같이, 통체(39)는 스크루 본체(37)의 외경을 규정하는 요소이며, 제2 축부(41) 상에 동축형으로 삽입되어 있다. 본 실시 형태에 의하면, 모든 통체(39)의 외경 D1은, 서로 동일하게 설정되어 있다.
- [0057] 통체(39)는 그 축방향을 따르는 양단에 단부면(39a)을 갖고 있다. 단부면(39a)은 축선(01)과 직교하는 방향을 따르는 편평한 면이다. 한 쌍의 키 홈(47a, 47b)이 통체(39)의 내주면에 형성되어 있다. 키 홈(47a, 47b)은, 통체(39)의 둘레 방향으로 180° 어긋난 위치에서 통체(39)의 축방향으로 연장되어 있음과 함께, 통체(39)의 양쪽 단부면(39a)에 개구되어 있다.
- [0058] 통체(39)는 키 홈(47a, 47b)을 제2 축부(41)의 키(45a, 45b)에 맞춘 상태에서 제2 축부(41)의 선단 방향으로부터 제2 축부(41) 상에 삽입된다. 본 실시 형태에서는, 제2 축부(41) 상에 최초로 삽입된 통체(39)와 제1 축부(40)의 스톱퍼부(43)의 단부면 사이에 제1 칼라(48)가 개재되어 있다. 또한, 모든 통체(39)를 제2 축부(41) 상에 삽입한 후, 제2 축부(41)의 선단면에 고정 나사(49)를 통하여 제2 칼라(50)가 고정되어 있다.
- [0059] 고정 나사(49)는 체결구의 일레이며, 제2 칼라(50)는 단부판의 일레이다. 제2 칼라(50)를 제2 축부(41)의 선단면에 고정함으로써, 모든 통체(39)가 제1 칼라(48)와 제2 칼라(50) 사이에서 제2 축부(41)의 축방향으로 체결되고, 인접하는 통체(39)의 단부면(39a)이 간극 없이 밀착되어 있다.
- [0060] 이 결과, 모든 통체(39)가 제2 축부(41) 상에서 동축형으로 결합되어, 외경이 일정한 세그먼트식의 스크루 본체(37)가 구성된다. 그와 함께, 회전축(38)과 통체(39)가 일체 구조물로서 조립되고, 통체(39)가 회전축(38)에 추종하여 축선(01)을 중심으로 회전하게 되어 있다.
- [0061] 본 실시 형태에 있어서, 통체(39)는 키(45a, 45b)에 의해 회전축(38)에 고정되는 것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 키(45a, 45b) 대신에 도 2에 도시한 바와 같은 스플라인을 사용하여 통체(39)를 회전축(38)에 고정해도 된다.
- [0062] 스크루(21)는 배럴(20)의 실린더부(33)에 수용되어 있다. 스크루(21)의 스크루 본체(37)는 실린더부(33)에 대하여 동축형으로 위치되어 있어, 그 스크루 본체(37)의 외주면과 실린더부(33)의 내주면 사이에 반송로(51)가 형성되어 있다. 도 8 및 도 9에 도시한 바와 같이, 반송로(51)는 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 단면 형상이 원환형이며, 실린더부(33)의 축방향으로 연장되어 있다. 또한, 회전축(38)의 조인트부(42) 및 스톱퍼부(43)는 배럴(20)의 일단부로부터 배럴(20)의 밖으로 돌출되어 있다.
- [0063] 본 실시 형태에서는, 스크루(21)를 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 본 때에, 스크루(21)는 구동원으로부터의 토크를 받아서 도 5에 화살표로 나타낸 바와 같이 반시계 방향으로 좌회전한다. 스크루(21)의 회전수는, 600rpm~3000rpm으로 하는 것이 바람직하다.
- [0064] 도 5 내지 도 7 및 도 10에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)는 원료를 반송하는 복수의 반송부(54)와, 원료의 유동을 제한하는 복수의 장벽부(55)를 갖고 있다. 반송부(54) 및 장벽부(55)는 스크루 본체(37)의 축 방향으로 교대로 나란히 배치되어 있다. 스크루 본체(37)의 축방향은, 스크루 본체(37)의 길이 방향이라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0065] 각 반송부(54)는 나선형으로 비틀린 플라이트(56)를 갖고 있다. 플라이트(56)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(56)의 정상부가 반송부(54)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(56)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(56)는 플라이트(56)의 비틀림 방향이 원나사와 동일하게 왼쪽으로 비틀려 있다.
- [0066] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 반송부(54)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 또한, 반송부(54)란, 적어도 통체(39)의 외주면에 플라이트(56)가 형성된 영역을 의미하지만, 플라이트(56)의 시점과 종점 사이의 영역에 특정되는 것은 아니다.
- [0067] 즉, 통체(39)의 외주면 중 플라이트(56)로부터 벗어난 영역도 반송부(54)로 간주되는 경우가 있고, 플라이트(56)를 갖는 통체(39)와 인접하는 위치에 원통형의 스페이서 또는 원통형의 칼라가 배치된 경우, 그 스페이서나 칼라도 반송부(54)에 포함되는 경우가 있을 수 있다.
- [0068] 각 장벽부(55)는 나선형으로 비틀린 플라이트(57)를 갖고 있다. 플라이트(57)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(57)의 정상부가 장벽부(55)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(57)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원

료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(57)는 플라이트(57)의 비틀림 방향이 오른나사와 동일하게 오른쪽으로 비틀려 있다.

- [0069] 플라이트(57)의 피치는, 플라이트(56)의 피치와 동일하거나, 플라이트(56)의 피치보다도 작다. 또한, 플라이트(56, 57)의 정상부와 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면 사이에는, 약간의 클리어런스가 확보되어 있다.
- [0070] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 장벽부(55)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 장벽부(55)는 반송부(54)에 의해 보내지는 원료의 유동을 막도록 기능한다. 즉, 장벽부(55)는 원료의 반송 방향의 하류측에서 반송부(54)와 인접함과 함께, 반송부(54)에 의해 보내지는 원료가 플라이트(57)의 정상부와 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 통과하는 것을 방해하도록 구성되어 있다.
- [0071] 본 실시 형태에서는, 배럴(20)의 일단부에 대응하는 스크루 본체(37)의 기단에 장벽부(55)가 위치되고, 배럴(20)의 타단부에 대응하는 스크루 본체(37)의 선단부에는, 토출용 플라이트(58)가 설치되어 있다. 토출용 플라이트(58)는 스크루 본체(37)의 선단부에 위치한 통체(39)의 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있다. 토출용 플라이트(58)는 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단의 방향으로 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 배럴(20)의 공급구(34)는 스크루 본체(37)의 기단에 가장 가까운 하나의 반송부(54)의 축방향을 따르는 중간부와 마주보고 있다.
- [0072] 본 실시 형태에 의하면, 플라이트(56, 57, 58)는, 모두 외경 D1이 동등한 복수의 통체(39)의 외주면으로부터 반송로(51)를 향하여 돌출되어 있다. 이 때문에, 통체(39)의 외주면은, 스크루(21)의 골지름을 규정하고 있다. 스크루(21)의 골지름은, 스크루(21)의 전체 길이에 걸쳐서 일정값으로 유지되어 있다.
- [0073] 도 5 내지 도 7, 도 10에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되는 복수의 통로(60)를 갖고 있다. 통로(60)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 간격을 두고 배열되어 있다. 또한, 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 중간부에서는, 도 9에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되는 4개의 통로(60)가 스크루 본체(37)의 둘레 방향으로 90°의 간격을 두고 배열되어 있다.
- [0074] 도 6 및 도 10에 도시한 바와 같이, 각 통로(60)는 1개의 장벽부(55)와, 그 장벽부(55)를 사이에 둔 2개의 반송부(54)를 하나의 유닛으로 했을 때, 이들 반송부(54) 및 장벽부(55)에 대응하는 3개의 통체(39)의 사이에 걸쳐서 형성되어 있다.
- [0075] 구체적으로 설명하면, 각 통로(60)는 제1 내지 제3 통로 요소(61, 62, 63)로 규정되어 있다. 제1 통로 요소(61)은 통로(60)의 입구라고 바꿔 말할 수 있다. 제1 통로 요소(61)는 상기 하나의 유닛마다 장벽부(55)보다도 스크루 본체(37)의 기단 측에 위치된 반송부(54)에 대응하는 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제1 통로 요소(61)의 개구단부는, 반송부(54)에 대응하는 통체(39)의 외주면 상에 있어서, 그 반송부(54)보다도 스크루 본체(37)의 기단 측에서 인접하는 장벽부(55)와의 경계 부근에 위치되어 있다. 또한, 제1 통로 요소(61)의 개구단부는, 플라이트(56)로부터 벗어나 있다.
- [0076] 본 실시 형태에서는, 제1 통로 요소(61)는 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제1 통로 요소(61)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 축선(01)과 직교하도록 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제1 통로 요소(61)의 바닥(61a)은 드릴의 선단으로 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.
- [0077] 제2 통로 요소(62)는 원료가 유통하는 통로 본체라고 바꿔 말할 수 있다. 제2 통로 요소(62)는 반송부(54) 및 장벽부(55)에 대응하는 3개의 통체(39)의 사이에 걸쳐도록 스크루 본체(37)의 축선(01)과 평행으로 연장되어 있다. 따라서, 제2 통로 요소(62)는 도중에 분기하지 않고 스크루 본체(37)의 축방향으로 일직선형으로 설치되어 있음과 함께, 미리 결정된 전체 길이를 갖고 있다.
- [0078] 도 10에 가장 잘 도시된 바와 같이, 제2 통로 요소(62)는 상기 3개의 통체(39) 중 스크루 본체(37)의 기단 측의 통체(39)의 내부에 형성된 제1 부분(65a)과, 상기 3개의 통체(39) 중 중간의 통체(39)의 내부에 형성된 제2 부분(65b)과, 상기 3개의 통체(39) 중 스크루 본체(37)의 선단 측의 통체(39)의 내부에 형성된 제3 부분(65c)으로 구성되어 있다. 제1 부분(65a), 제2 부분(65b) 및 제3 부분(65c)은 스크루 본체(37)의 축방향을 따라서 동축형으로 배열되어 있다.
- [0079] 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)은 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 그 통체(39) 중 인접하는 중간의 통체(39) 측의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제1 부분(65a)의 개구단부와는 반대측의 단

부는, 통체(39)의 단벽(39b)으로 폐색되어 있다. 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)은 통체(39)의 단부면(39a)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제1 부분(65a)은 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.

[0080] 제2 통로 요소(62)의 제2 부분(65b)은 중간의 통체(39)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 제2 부분(65b)은 중간의 통체(39)를 축 방향으로 관통함과 함께, 중간의 통체(39)의 양쪽 단부면(39a)에 개구되어 있다. 그로 인해, 제2 부분(65b)은 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.

[0081] 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)은 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 그 통체(39) 중 인접하는 중간의 통체(39) 축의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제3 부분(65c)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 통체(39)의 단벽(39b)으로 폐색되어 있다. 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)은 통체(39)의 단부면(39a)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제3 부분(65c)은 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.

[0082] 도 6 및 도 10에 도시한 바와 같이, 제1 부분(65a)의 개구단부, 제2 부분(65b)의 개구단부 및 제3 부분(65c)의 개구단부는, 인접하는 3개의 통체(39)를 회전축(38)의 축방향으로 체결했을 때, 서로 연통되도록 동축형으로 맞대져 있다.

[0083] 제3 통로 요소(65c)는 통로(60)의 출구라고 바꿔 말할 수 있다. 제3 통로 요소(65c)는 상기 하나의 유닛마다 장벽부(55)보다도 스크루 본체(37)의 선단 측에 위치된 반송부(54)에 대응하는 하우징(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제3 통로 요소(63)의 개구단부는, 반송부(54)에 대응하는 통체(39)의 외주면 상에 있어서, 그 반송부(54)보다도 스크루 본체(37)의 선단 측에서 인접하는 장벽부(55)와의 경계 부근에 위치되어 있다. 또한, 제3 통로 요소(65c)의 개구단부는, 플라이트(56)로부터 벗어나 있다.

[0084] 또한, 본 실시 형태에서는, 제3 통로 요소(63)는 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제3 통로 요소(63)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제3 통로 요소(63)의 바닥(63a)은 드릴의 선단으로 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.

[0085] 제1 통로 요소(61)의 개구단부와 제3 통로 요소(63)의 개구단부는, 2개의 반송부(54) 및 1개의 장벽부(55)를 사이에 끼워서 스크루 본체(37)의 축방향으로 서로 이격되어 있다. 바꾸어 말하면, 제1 통로 요소(61)의 개구단부와 제3 통로 요소(63)의 개구단부 사이에서 스크루 본체(37)의 표면 형태가 변화하고 있다.

[0086] 도 10에 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 통체(39)의 내부에서 제1 통로 요소(61)에 접속되어 있다. 제1 통로 요소(61) 및 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)은 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)의 단부는, 제1 통로 요소(61)의 원추형의 바닥(61a)을 벗어난 위치에서 제1 통로 요소(61)에 접속되어 있다. 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)은 제1 통로 요소(61)의 바닥(61a)에 접속해도 된다.

[0087] 이 때문에, 제1 통로 요소(61)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(62)의 제1 부분(65a)의 단부로부터 통체(39)의 직경 방향으로 상승된 제1 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.

[0088] 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 통체(39)의 내부에서 제3 통로 요소(63)에 접속되어 있다. 제3 통로 요소(63) 및 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)은 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)의 단부는, 제3 통로 요소(63)의 원추형의 바닥(63a)을 벗어난 위치에서 제3 통로 요소(63)에 접속되어 있다. 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)은 제3 통로 요소(63)의 바닥(63a)에 접속해도 된다.

[0089] 이 때문에, 제3 통로 요소(63)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(62)의 제3 부분(65c)의 단부로부터 통체(39)의 직경 방향으로 상승된 제2 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.

[0090] 추가로, 스크루 본체(37)의 중간부에서는, 통로(60)의 입구가 되는 제1 통로 요소(61)와, 인접하는 다른 통로(60)의 출구가 되는 제3 통로 요소(63)가 인접하는 2개의 장벽부(55)의 사이에서 반송로(51)로 통과하고 있다.

[0091] 그와 함께, 통체(39)의 내부에 통로(60)를 설치함으로써, 그 통로(60)는 스크루 본체(37)의 축선(O1)에 대하여 편심되어 있다. 이 때문에, 통로(60)는 스크루 본체(37)가 회전했을 때 축선(O1)의 주위를 공전한다.

[0092] 제2 통로 요소(62)를 구성하는 구멍의 내경은, 예를 들어 1mm 이상, 6mm 미만, 바람직하게는 1mm 이상, 5mm 이

하로 설정하면 된다. 또한, 제2 통로 요소(62)의 내경은, 입구가 되는 제1 통로 요소(61)의 내경보다도 작다. 그와 함께, 제2 통로 요소(62)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 훨씬 작게 설정되어 있다.

- [0093] 본 실시 형태에 의하면, 통체(39)는 제1 내지 제3 통로 요소(61, 62, 63)를 구성하는 구멍의 형상을 결정짓는 원통형의 벽면(66)을 갖고 있다. 벽면(66)으로 둘러싸인 제1 내지 제3 통로 요소(61, 62, 63)는, 원료의 유통만을 허용하는 중공의 공간이며, 그 공간 내에 스크루 본체(37)를 구성하는 요소는 존재하지 않는다. 또한, 벽면(66)은 스크루 본체(37)가 회전했을 때, 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0094] 본 실시 형태에 있어서, 복수의 통체(39)를 회전축(38)으로부터 제거하여 스크루(21)를 분해했을 때, 적어도 플라이트(56, 57, 58)의 일부가 형성된 통체(39)는 스크루 엘리먼트라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0095] 또한, 본 실시 형태에 의하면, 스크루(21)의 스크루 본체(37)는 회전축(38) 상에 스크루 엘리먼트로서의 복수의 통체(39)를 순차 삽입함으로써 구성된다. 이 때문에, 예를 들어 원료의 혼련 정도에 따라서 반송부(54) 및 장벽부(55)의 교환이나 제조합이 가능함과 함께, 교환·제조합 시의 작업을 용이하게 행할 수 있다.
- [0096] 추가로, 복수의 통체(39)를 회전축(38)의 축방향으로 체결하여 인접하는 통체(39)의 단부면(39a)을 서로 밀착시킴으로써, 통로(60)의 제2 통로 요소(통로 본체)(62)가 형성되고, 그 제2 통로 요소(62)를 통하여 제1 통로 요소(입구)(61)와 제3 통로 요소(출구)(63) 사이가 일체적으로 연통된다.
- [0097] 이 때문에, 스크루 본체(37)에 통로(60)를 형성하는 데 있어서는, 스크루 본체(37)의 전체 길이에 비하여 길이가 대폭 짧은 개개의 통체(39)에 가공을 실시하면 된다. 따라서, 통로(60)를 형성할 때의 작업성 및 취급이 용이해진다.
- [0098] 이와 같은 구성의 연속식 고전단 가공 장치(1)에 의하면, 제1 압출기(2)는 복수의 수지를 예비적으로 혼련한다. 이 혼련에 의해 용융된 수지는, 블렌드된 유동성을 갖는 원료로 되어서 제2 압출기(3)의 공급구(34)로 연속적으로 공급된다.
- [0099] 제2 압출기(3)에 공급된 원료는, 도 11에 화살표 B로 나타내는 바와 같이, 스크루(21)의 기단에 가장 가까운 반송부(54)의 외주면에 투입된다. 스크루(21)는 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 본 때에 반시계 방향으로 좌회전하므로, 반송부(54)의 플라이트(56)는 도 11에 실선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 공급구(34)로부터 투입된 원료를 스크루 본체(37)의 기단 측에서 인접하는 장벽부(55)를 향하여 반송한다. 즉, 플라이트(56)는 공급구(34)로부터 투입된 원료를 스크루 본체(37)의 기단을 향해 역이송한다.
- [0100] 이때, 반송로(51) 내에서 선회하는 플라이트(56)와 실린더부(33)의 내주면 간의 속도차에 의해 발생하는 전단 작용이 원료에 부가됨과 함께, 플라이트(56)의 미묘한 비틀림 상태에 의해 원료가 교반된다. 이 결과, 원료가 본격적으로 혼련되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 진행된다.
- [0101] 전단 작용을 받은 원료는, 반송로(51)를 따라 반송부(54)와 장벽부(55) 사이의 경계에 달한다. 장벽부(55)의 플라이트(57)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원료를 반송하도록 우측 방향으로 비틀려 있으므로, 플라이트(56)에 의해 보내지는 원료를 플라이트(57)가 저지한다. 바꿔 말하면, 장벽부(55)의 플라이트(57)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 플라이트(56)에 의해 보내지는 원료의 유동을 제한함과 함께, 원료가 장벽부(55)의 외주면과 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 타고 빠져 나가는 것을 방해한다.
- [0102] 이 결과, 반송부(54)와 장벽부(55)의 경계에서 원료의 압력이 높아진다. 구체적으로 설명하면, 도 12는, 반송로(51) 중 스크루 본체(37)의 반송부(54)에 대응한 개소의 원료 충만율을 그래프적으로 나타내고 있고, 색조가 짙어질수록 원료의 충만율이 높게 되어 있다. 도 12로부터 명백해진 바와 같이, 반송로(51)에서는, 장벽부(55)에 근접함에 따라서 원료의 충만율이 높아지게 되어 있고, 장벽부(55)의 직전에는, 원료의 충만율이 100%로 되어 있다.
- [0103] 이 때문에, 장벽부(55)의 직전에 원료의 충만율이 100%인 원료 고임부 R이 형성된다. 원료 고임부 R에서는, 원료의 유동이 막힘으로써 원료의 압력이 상승되어 있다. 압력이 상승된 원료는, 도 11 및 도 12에 파선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 통로(60)의 제1 통로 요소(61)로부터 제2 통로 요소(62)로 유입된다.
- [0104] 제2 통로 요소(62)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 작다. 바꾸어 말하면, 제2 통로 요소(62)의 내경은, 스크루 본체(37)의 외경보다도 훨씬 작으므로, 원료

가 제2 통로 요소(62)를 통과할 때에 원료가 급격하게 압축되어, 그 원료에 신장 작용이 부가된다.

- [0105] 추가로, 제2 통로 요소(62)의 단면적이 반송로(51)의 단면적보다도 충분히 작기 때문에, 원료 고입부 R에 고인 원료가 통로(60)로 유입됨에도 불구하고, 장벽부(55)의 직전의 원료 고입부 R이 소멸되는 일은 없다. 이 때문에, 예를 들어 플라이트(56)에 의해 장벽부(55)로 보내지는 원료의 유량이 다소 감소했다고 해도, 유량의 감소분을 원료 고입부 R에 고인 원료로 보충할 수 있다. 따라서, 원료는, 항상 안정된 상태로 통로(60)로 공급된다.
- [0106] 제2 통로 요소(62)를 통과한 원료는, 도 12에 실선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 제3 통로 요소(63)를 통하여 스크루 본체(37)의 선단 측에서 인접하는 반송부(54)로 귀환된다. 귀환된 원료는, 반송부(54)의 플라이트(56)에 의해 스크루 본체(37)의 기단을 향해 반송되고, 이 반송의 과정에서 다시 전단 작용을 받는다. 전단 작용을 받은 원료는, 통로(60)의 제1 통로 요소(61)로부터 제2 통로 요소(62)로 유입됨과 함께, 그 제2 통로 요소(62)에서 유통하는 과정에서 다시 신장 작용을 받는다.
- [0107] 본 실시 형태에서는, 복수의 반송부(54) 및 복수의 장벽부(55)가 스크루 본체(37)의 축방향으로 교대로 배열되어 있음과 함께, 복수의 통로(60)가 스크루 본체(37)의 축방향으로 간격을 두고 배열되어 있다. 이 때문에, 공급구(34)로부터 스크루 본체(37)에 투입된 원료는, 도 10 및 도 11에 화살표로 나타낸 바와 같이, 전단 작용 및 신장 작용을 교대로 반복하여 받으면서 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단의 방향으로 연속적으로 반송된다. 따라서, 원료의 혼련 정도가 강화되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 촉진된다.
- [0108] 복수의 통로(60)의 제2 통로 요소(62)는 개별적으로 제1 통로 요소(61) 및 제3 통로 요소(63)를 통하여 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되어 있다. 이 때문에, 각 통로(60)에 있어서, 제1 통로 요소(61)로부터 제2 통로 요소(62)로 유입된 원료는, 반드시 제3 통로 요소(63)를 통하여 스크루 본체(37)의 외주면으로 귀환되고, 복수의 통로(60)의 사이에서 원료가 서로 섞이는 일은 없다.
- [0109] 따라서, 원료의 혼련도가 과잉으로 되는 것을 회피할 수 있어, 원하는 혼련도에 맞는 적절한 혼련이 가능하게 된다.
- [0110] 스크루 본체(37)의 선단에 달한 원료는, 충분히 혼련된 혼련물이 되어서 통로(60)의 출구(63)로부터 실린더부(33)와 헤드부(36) 사이의 간극으로 유도된다. 또한, 혼련물은, 헤드부(36)의 토출구(36a)로부터 제3 압출기(4)로 연속적으로 공급된다.
- [0111] 제3 압출기(4)에서는, 이미 설명한 바와 같이, 혼련물에 포함되는 가스상 물질이나 기타의 휘발 성분이 혼련물로부터 연속적으로 제거된다. 가스상 물질이나 기타의 휘발 성분이 제거된 혼련물은, 헤드부(27)의 토출구(28)로부터 고전단 가공 장치(1)의 밖으로 도중에 끊어짐 없이 연속적으로 토출된다. 토출된 혼련물은, 수조 내에 축적된 냉각수에 침지된다. 이에 의해, 혼련물이 강제적으로 냉각되어서, 원하는 수지 성형품이 얻어진다.
- [0112] 제2 압출기(3)에서는, 제1 압출기(2)로부터 공급된 원료가 스크루 본체(37)의 축방향으로 복수회에 걸쳐서 반전을 반복하면서 반송되고, 이 반송의 과정에서 원료에 전단 작용 및 신장 작용이 반복하여 부가된다. 바꾸어 말하면, 원료가 스크루 본체(37)의 외주면 상의 동일한 개소에서 몇번이나 순환하는 일이 없으므로, 원료를 제2 압출기(3)로부터 제3 압출기(4)에 끊임없이 공급할 수 있다.
- [0113] 이에 의해, 충분히 혼련된 혼련물을 연속적으로 성형할 수 있어, 뱃치식의 고전단 성형 장치와의 비교에 있어서, 혼련물의 생산 효율을 비약적으로 높일 수 있다.
- [0114] 그와 함께, 본 실시 형태에서는, 제1 압출기(2)로 예비적으로 혼련된 수지가 도중에 끊어짐 없이 제2 압출기(3)에 계속하여 공급되므로, 제1 압출기(2)의 내부에서 수지의 흐름이 일시적으로 정체되는 일은 없다. 이 때문에, 예비적으로 혼련된 수지가 제1 압출기(2)의 내부에 체류함으로써 발생하는 수지의 온도 변화, 점도 변화 또는 상 변화를 방지할 수 있다. 따라서, 항상 품질이 균일한 원료를 제1 압출기(2)로부터 제2 압출기(3)에 공급할 수 있다.
- [0115] 제1 실시 형태에 의하면, 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(60)는 스크루 본체(37)의 회전 중심이 되는 축선(01)에 대하여 편심된 위치에서 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되어 있으므로, 통로(60)는 축선(01)의 주위를 공전한다. 바꾸어 말하면, 통로(60)를 규정하는 원통형의 벽면(66)은 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0116] 이 때문에, 원료가 통로(60)를 통과할 때에 원료는 원심력을 받기는 하지만 그 원료가 통로(60)의 내부에서 활발하게 교반되는 일은 없다. 따라서, 통로(60)를 통과하는 원료가 전단 작용을 받기 어려워져, 통로(60)를 통

과하여 반송부(54)로 귀환되는 원료가 받는 것은 주로 신장 작용이 된다.

- [0117] 따라서, 제1 실시 형태의 스크루(21)에 의하면, 원료에 전단 작용을 부가하는 개소 및 원료에 신장 작용을 부가하는 개소를 명확하게 정할 수 있다. 이것으로부터, 원료의 혼련 정도를 파악함에 있어서 유리한 구성으로 된 과 함께, 혼련의 정도를 고정밀도로 제어할 수 있다. 이 결과, 원료의 고분자 성분이 나노 분산화된 미시적인 분산 구조를 갖는 혼련물을 생성하는 것이 가능하게 된다.
- [0118] 추가로, 복수의 통로(60)의 모두가 축선(01)에 대하여 편심되어 있으므로, 복수의 통로(60)를 통과하는 원료에 균등하게 신장 작용을 부가할 수 있다. 즉, 복수의 통로(60)의 사이에서의 혼련의 조건의 변동을 해소할 수 있어, 균일한 혼련을 행할 수 있다.
- [0119] 제1 실시 형태에 의하면, 복수의 통체(39)의 외경 D1이 서로 동일하게 설정되어 있으므로, 반송로(51)는 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 전체 길이에 걸쳐서 균일한 원환형의 단면 형상을 갖게 된다. 이 때문에, 반송로(51)를 통하여 원료에 전단 작용 및 신장 작용을 반복하여 부가할 때에 전단 작용 및 신장 작용을 순차 원활하게 원료에 부가할 수 있어, 더한층 균일한 혼련을 행할 수 있다.
- [0120] 또한, 제1 실시 형태에 의하면, 종래의 단축 압출기의 스크루가 구비하고 있는 가소화 존을 갖지 않고, 반송부(54), 장벽부(55) 및 통로(60)를 조합하여 배치한 스크루(21)로 하고 있으므로, 제2 압출기(3)를 용이하게 조작할 수 있다.
- [0121] [제1 실시 형태의 변형예]
- [0122] 도 13 및 도 14는, 제1 실시 형태와 관련성을 갖는 변형예를 개시하고 있다.
- [0123] 도 13에 도시하는 변형예에서는, 제2 통로 요소(62)의 제2 부분(65b)이 설치된 통체(39)의 외주면에, 장벽부(55)를 구성하는 모든 플라이트(57)와, 반송부(54)를 구성하는 일부의 플라이트(56)가 연속하여 형성되어 있다. 즉, 2종류의 플라이트(56, 57)가 형성된 통체(39)의 내부에, 제2 통로 요소(62)의 제2 부분(65b)이 위치되어 있다.
- [0124] 이와 같은 구성의 경우, 제2 통로 요소(62)의 제2 부분(65b)이 설치되는 통체(39)로서, 도 14에 도시되는 외주면의 모든 영역에 장벽부(55)용의 플라이트(57)가 형성된 전용의 통체(68)를 준비하면, 그 통체(68)를 2종류의 플라이트(56, 57)가 형성된 상기 통체(39)와 교체하는 것이 가능하게 된다.
- [0125] 이에 의해, 통로(60)를 형성하는 3개의 통체(39, 68)의 길이의 범위 내에서 반송부(54)용의 플라이트(56)가 차지하는 영역과 장벽부(55)용의 플라이트(57)가 차지하는 영역의 비율을, 예를 들어 원료의 혼련 정도에 따라서 변경할 수 있다.
- [0126] [제2 실시 형태]
- [0127] 도 15는, 제2 실시 형태를 개시하고 있다. 제2 실시 형태는, 스크루(21)의 회전축(38)에 관한 사항이 제1 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 제2 압출기(3)의 구성은, 기본적으로 제1 실시 형태와 동일하다. 그로 인해, 제2 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 동일한 구성 부분에는 동일한 참조 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0128] 도 12에 도시한 바와 같이, 냉매 통로(71)가 회전축(38)의 내부에 형성되어 있다. 냉매 통로(71)는 회전축(38)의 축선(01)을 따라 동축형으로 연장되어 있다. 냉매 통로(71)의 일단부는, 조인트부(42)의 개소에서 로터리 조인트(72)를 통하여 출구 배관(73)에 접속되어 있다. 냉매 통로(71)의 타단부는, 회전축(38)의 선단에서 액체 밀봉식으로 막혀 있다.
- [0129] 냉매 도입관(74)이 냉매 통로(71)의 내부에 동축형으로 삽입되어 있다. 냉매 도입관(74)의 일단부는, 로터리 조인트(72)를 통하여 입구 배관(75)에 접속되어 있다. 냉매 도입관(74)의 타단부는, 냉매 통로(71)의 타단부 부근에서 냉매 통로(71) 내에 개구되어 있다.
- [0130] 제2 실시 형태에서는, 물 또는 기름 등의 냉매가 입구 배관(75)으로부터 로터리 조인트(72) 및 냉매 도입관(74)을 통하여 냉매 통로(71)로 보내진다. 냉매 통로(71)로 보내진 냉매는, 냉매 통로(71)의 내주면과 냉매 도입관(74)의 외주면 사이의 간극을 통하여 회전축(38)의 조인트부(42)로 귀환함과 함께, 로터리 조인트(72)를 통하여 출구 배관(73)으로 되돌려진다.
- [0131] 제2 실시 형태에 의하면, 냉매가 회전축(38)의 축방향을 따라서 순환하므로, 그 냉매를 이용하여 스크루 본체(37)를 냉각할 수 있다. 이 때문에, 원료에 접하는 스크루 본체(37)의 온도를 적정하게 조절할 수 있어, 원료

의 온도 상승에 기초하는 수지의 열화 및 점도의 변화 등을 미연에 방지할 수 있다.

- [0132] [제3 실시 형태]
- [0133] 도 16 내지 도 22는, 제3 실시 형태를 개시하고 있다. 제3 실시 형태는, 스크루(21)의 스크루 본체(37)에 관한 사항이 제1 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 제2 압출기(3)의 구성은, 기본적으로 제1 실시 형태와 동일하다. 그로 인해, 제3 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 동일한 구성 부분에는 동일한 참조 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0134] 도 16 및 도 17에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)를 구성하는 복수의 통체(39)는 제1 실시 형태와 마찬가지로, 제1 칼라(48)와 제2 칼라(50) 사이에서 제2 축부(41)의 축방향으로 체결되고, 인접하는 통체(39)의 단부면(39a)이 간극 없이 밀착되어 있다.
- [0135] 스크루 본체(37)는 원료를 반송하는 복수의 반송부(81)와, 원료의 유동을 제한하는 복수의 장벽부(82)를 갖고 있다. 반송부(81) 및 장벽부(82)는 스크루 본체(37)의 축 방향으로 교대로 나란히 배치되어 있다.
- [0136] 도 17 및 도 19에 도시한 바와 같이, 각 반송부(81)는 나선형으로 비틀린 플라이트(84)를 갖고 있다. 플라이트(84)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(84)의 정상부가 반송부(81)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(84)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(84)는 플라이트(84)의 비틀림 방향이 오른나사와 동일하게 오른쪽으로 비틀려 있다.
- [0137] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 반송부(81)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 또한, 반송부(81)란, 적어도 통체(39)의 외주면에 플라이트(84)가 형성된 영역을 의미하지만, 플라이트(84)의 시점과 종점 사이의 영역에 한정되는 것은 아니다.
- [0138] 바꾸어 말하면, 통체(39)의 외주면 중 플라이트(84)로부터 벗어난 영역도 반송부(81)로 간주되는 경우가 있다. 그와 함께, 플라이트(84)를 갖는 통체(39)와 인접하는 위치에 원통형의 스페이서 또는 원통형의 칼라가 배치된 경우, 그 스페이서나 칼라도 반송부(81)에 포함되는 경우가 있을 수 있다.
- [0139] 각 장벽부(82)는 나선형으로 비틀린 플라이트(85)를 갖고 있다. 플라이트(85)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(85)의 정상부가 장벽부(82)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(85)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(85)는 플라이트(85)의 비틀림 방향이 왼나사와 동일하게 왼쪽으로 비틀려 있다.
- [0140] 장벽부(82)의 플라이트(85)의 피치는, 반송부(81)의 플라이트(84)의 피치와 동일하거나, 플라이트(84)의 피치보다도 작다. 또한, 플라이트(84, 85)의 정상부와 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면 사이에는, 약간의 클리어런스가 확보되어 있다.
- [0141] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 장벽부(82)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 장벽부(82)는 반송부(81)에 의해 보내지는 원료의 유동을 막도록 기능한다. 즉, 장벽부(82)는 원료의 반송 방향의 하류측에서 반송부(81)와 인접함과 함께, 반송부(81)에 의해 보내지는 원료가 플라이트(85)의 정상부와 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 통과하는 것을 저지하도록 구성되어 있다.
- [0142] 따라서, 본 실시 형태에 따른 제2 압출기(3)에서는, 장벽부(82)의 위치에서 원료의 유동이 저지되어, 원료가 장벽부(82)의 외주면과 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 통과하지 않는 것을 전제로 하고 있다.
- [0143] 본 실시 형태에 의하면, 스크루 본체(37)의 기단에서는, 복수의 반송부(81)가 스크루 본체(37)의 축방향으로 연속하여 배열되어 있다. 배럴(20)의 공급구(34)는 스크루 본체(37)의 기단에 있어서 하나의 반송부(81)의 축방향을 따르는 중간부와 마주보고 있다. 마찬가지로, 스크루 본체(37)의 선단에서는, 복수의 반송부(81)가 스크루 본체(37)의 축방향으로 연속하여 배열되어 있다.
- [0144] 도 17 및 도 19에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)의 중간부에서는, 반송부(81)를 구성하는 플라이트(84) 및 장벽부(82)를 구성하는 플라이트(85)가 공통되는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면에 연속하여 형성되어 있다. 즉, 하나의 통체(39)의 외주면에 기능이 서로 다른 2종류의 플라이트(84, 85)가 축방향으로 연속하여 형성되어 있다. 장벽부(82)를 구성하는 플라이트(85)는 반송부(81)를 구성하는 플라이트(84)에 대하여 스크루 본

체(37)의 선단 측에 위치되어 있다.

- [0145] 또한, 본 실시 형태에서는, 플라이트(84, 85)는, 모두 외경 D1이 동등한 복수의 통체(39)의 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있다. 이 때문에, 통체(39)의 외주면은, 스크루(21)의 골지름을 규정하고 있다. 스크루(21)의 골지름은, 스크루(21)의 전체 길이에 걸쳐서 일정값으로 유지되어 있다.
- [0146] 도 16 내지 도 20에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되는 복수의 통로(86)를 갖고 있다. 통로(86)는 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 동일한 직선 상에 위치하도록 일렬로 정렬되어 있다. 각 통로(86)는 2종류의 플라이트(84, 85)가 형성된 2개의 통체(39)의 사이에 걸치도록, 그 통체(39)의 내부에 형성되어 있다. 구체적으로 설명하면, 각 통로(86)는 제1 내지 제3 통로 요소(87, 88, 89)로 규정되어 있다.
- [0147] 제1 통로 요소(87)는 통로(86)의 입구라고 바꿔 말할 수 있다. 제1 통로 요소(87)는 인접하는 2개의 통체(39) 중 한쪽 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제1 통로 요소(87)의 개구단부는, 반송부(81)와 장벽부(82)의 경계에 위치되어 있음과 함께, 반송부(81)의 플라이트(84) 및 장벽부(82)의 플라이트(85)로부터 벗어나 있다.
- [0148] 또한, 본 실시 형태에서는, 제1 통로 요소(87)는 한쪽 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제1 통로 요소(87)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 축선(01)과 직교하도록 한쪽 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제1 통로 요소(87)의 바닥(87a)은 드릴의 선단에서 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.
- [0149] 제2 통로 요소(88)는 원료가 유통하는 통로 본체라고 바꿔 말할 수 있다. 제2 통로 요소(88)는 인접하는 2개의 통체(39)의 사이에 걸치도록, 스크루 본체(37)의 축선(01)과 평행으로 연장되어 있다. 따라서, 제2 통로 요소(88)는 도중에 분기하지 않고 스크루 본체(37)의 축방향으로 일직선형으로 설치되어 있음과 함께, 미리 결정된 전체 길이를 갖고 있다.
- [0150] 도 20에 가장 잘 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(88)는 한쪽 통체(39)의 내부에 형성된 제1 부분(91a)과, 다른 쪽 통체(39)의 내부에 형성된 제2 부분(91b)을 구비하고 있다.
- [0151] 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)은 한쪽 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 한쪽 통체(39) 중 다른 쪽 통체(39) 측의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제1 부분(91a)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 한쪽 통체(39)의 축방향을 따르는 중간부에서 폐색되어 있다. 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)은 한쪽 통체(39)의 단부면(39a) 측으로부터 한쪽 통체(39)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제1 부분(91a)은 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.
- [0152] 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)은, 다른 쪽 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 다른 쪽 통체(39) 중 한쪽 통체(39) 측의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제2 부분(91b)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 다른 쪽 통체(39)의 내부에서 폐색되어 있다.
- [0153] 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)은, 다른 쪽 통체(39)의 단부면(39a) 측으로부터 다른 쪽 통체(39)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제2 부분(91b)은, 제1 부분(91a)과 마찬가지로 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.
- [0154] 도 17 및 도 20에 가장 잘 도시된 바와 같이, 제1 부분(91a)의 개구단부와 제2 부분(91b)의 개구단부는, 인접하는 2개의 통체(39)를 회전축(38)의 축방향으로 체결했을 때, 서로 연통되도록 동축형으로 맞대져 있다.
- [0155] 제3 통로 요소(89)는 통로(86)의 출구라고 바꿔 말할 수 있다. 제3 통로 요소(89)는 인접하는 2개의 통체(39) 중 다른 쪽 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제3 통로 요소(89)의 개구단부는, 반송부(81)의 상류단에 위치됨과 함께, 그 반송부(81)가 갖는 플라이트(84)로부터 벗어나 있다. 이 결과, 제1 통로 요소(87)의 개구단부와 제3 통로 요소(89)의 개구단부는, 장벽부(82)를 사이에 두고 스크루 본체(37)의 축방향으로 서로 이격되어 있다.
- [0156] 또한, 본 실시 형태에서는, 제3 통로 요소(89)는 다른 쪽 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제3 통로 요소(89)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 축선(01)과 직교하도록 다른 쪽 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제3 통로 요소(89)의 바닥(89a)은 드릴의 선단으로 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.

- [0157] 도 20에 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)의 개구단부와 반대측의 단부는, 한쪽 통체(39)의 내부에서 제1 통로 요소(87)에 접속되어 있다. 제1 통로 요소(87) 및 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)은 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)은 제1 통로 요소(87)의 원추형의 바닥(87a)을 벗어난 위치에서 제1 통로 요소(87)에 접속되어 있다. 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)은 제1 통로 요소(87)의 바닥(87a)에 접속해도 된다.
- [0158] 이 때문에, 제1 통로 요소(87)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(88)의 제1 부분(91a)의 단부로부터 하우징(39)의 직경 방향으로 상승된 제1 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0159] 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)의 개구단부와 반대측의 단부는, 다른 쪽 통체(39)의 내부에서 제3 통로 요소(89)에 접속되어 있다. 제3 통로 요소(89) 및 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)은, 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)은, 제3 통로 요소(89)의 원추형의 바닥(89a)을 벗어난 위치에서 제3 통로 요소(89)에 접속되어 있다. 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)은, 제3 통로 요소(89)의 바닥(89a)에 접속해도 된다.
- [0160] 이 때문에, 제3 통로 요소(89)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(88)의 제2 부분(91b)의 단부로부터 하우징(39)의 직경 방향으로 상승된 제2 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0161] 본 실시 형태에 의하면, 통체(39)의 내부에 통로(86)를 설치함으로써, 그 통로(86)는 스크루 본체(37)의 축선(01)에 대하여 편심되어 있다. 이 때문에, 통로(86)는 스크루 본체(37)가 회전했을 때 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0162] 제2 통로 요소(88)를 구성하는 구멍의 내경은, 예를 들어 1mm 이상, 6mm 미만, 바람직하게는 1mm 이상, 5mm 이하로 설정하면 된다. 또한, 제2 통로 요소(88)의 내경은, 입구가 되는 제1 통로 요소(87)의 내경보다도 작다. 그와 함께, 제2 통로 요소(88)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 훨씬 작게 설정되어 있다.
- [0163] 본 실시 형태에 의하면, 통체(39)는 제1 내지 제3 통로 요소(87, 88, 89)를 구성하는 구멍의 형상을 결정짓는 원통형의 벽면(92)을 갖고 있다. 벽면(92)으로 둘러싸인 제1 내지 제3 통로 요소(87, 88, 89)는, 원료의 유통만을 허용하는 중공의 공간이며, 그 공간 내에 스크루 본체(37)를 구성하는 요소는 존재하지 않는다. 또한, 벽면(92)은 스크루 본체(37)가 회전했을 때, 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0164] 또한, 본 실시 형태에서는, 플라이트(84, 85)가 형성된 복수의 통체(39)를 회전축(38)으로부터 제거했을 때, 제1 통로 요소(87) 및 제3 통로 요소(89) 중 적어도 어느 한쪽이 설치되고, 내부에 제2 통로 요소(88)가 설치된 통체(39)는 스크루 엘리먼트라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0165] 이와 같은 구성에 의하면, 제1 압출기(2)로 블렌드된 유동성을 갖는 원료는, 제2 압출기(3)의 공급구(34)로부터 반송로(51)에 연속적으로 공급된다. 제2 압출기(3)에 공급된 원료는, 도 21에 화살표 C로 나타내는 바와 같이, 스크루 본체(37)의 기단에 위치된 하나의 반송부(81)의 외주면에 투입된다. 스크루(21)는 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 본 때에 반시계 방향으로 좌회전하므로, 반송부(81)의 플라이트(84)는 도 21에 실선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 공급구(34)로부터 투입된 원료를 스크루 본체(37)의 선단을 향해 반송한다.
- [0166] 이때, 반송로(51) 내에서 선회하는 플라이트(84)와 실린더부(33)의 내주면 간의 속도차에 의해 발생하는 전단 작용이 원료에 부가됨과 함께, 플라이트(84)의 미묘한 비틀림 상태에 의해 원료가 교반된다. 이 결과, 원료가 본격적으로 혼련되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 진행된다.
- [0167] 전단 작용을 받은 원료는, 반송로(51)를 따라 반송부(81)와 장벽부(82) 사이의 경계에 달한다. 장벽부(82)의 플라이트(85)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 원료를 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 반송하므로, 플라이트(84)에 의해 보내지는 원료를 플라이트(85)가 저지한다.
- [0168] 즉, 장벽부(82)의 플라이트(85)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 반송부(81)의 플라이트(84)에 의해 보내지는 원료의 유동을 제한함과 함께, 원료가 장벽부(82)의 외주면과 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어언스를 타고 빠져 나가는 것을 방해한다.
- [0169] 이 결과, 반송부(81)와 장벽부(82) 사이의 경계에서 원료의 압력이 높아진다. 구체적으로 설명하면, 도 22는, 반송로(51) 중 통로(86)에 대응한 개소의 원료 층만을 그라데이션으로 나타내고 있고, 색조가 짙어질수록 원료의 층만율이 높게 되어 있다. 도 22로부터 명백해진 바와 같이 반송로(51)에서는, 장벽부(82)에 근접함에 따

라서 원료의 충만율이 높아지게 되어 있고, 장벽부(82)의 직전에는, 원료의 충만율이 100%로 되어 있다.

- [0170] 이 때문에, 장벽부(82)의 직전에 원료의 충만율이 100%인 원료 고임부 R이 형성된다. 원료 고임부 R에서는, 원료의 유동이 저지된 것에 수반하여 원료의 압력이 상승되어 있다. 압력이 상승한 원료는, 도 21 및 도 22에 파선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 반송부(81)와 장벽부(82) 사이의 경계에 개구된 통로(86)의 제1 통로 요소(87)로부터 제2 통로 요소(88)로 유입된다. 제2 통로 요소(88)로 유입된 원료는, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 제2 통로 요소(88)를 유통한다.
- [0171] 제2 통로 요소(88)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 작다. 바꾸어 말하면, 제2 통로 요소(88)의 내경은, 스크루 본체(37)의 외경보다도 훨씬 작으므로, 원료가 제2 통로 요소(88)를 통과할 때에 원료가 급격하게 압축되어, 그 원료에 신장 작용이 추가된다.
- [0172] 추가로, 제2 통로 요소(88)의 단면적이 반송로(51)의 단면적보다도 충분히 작기 때문에, 원료 고임부 R에 고인 원료가 통로(86)로 유입됨에도 불구하고, 장벽부(82)의 직전의 원료 고임부 R이 소멸되는 일은 없다. 이 때문에, 예를 들어 반송부(81)의 플라이트(84)에 의해 장벽부(82)로 보내지는 원료의 유량이 다소 감소되었다고 해도, 유량의 감소분을 원료 고임부 R에 고인 원료로 보충할 수 있다. 따라서, 원료는, 항상 안정된 상태에서 통로(86)에 공급된다.
- [0173] 도 22에 파선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 통로(86)의 제2 통로 요소(88)를 통과한 원료는, 제3 통로 요소(89)로부터 인접하는 반송부(81)의 통체(39)의 외주면으로 귀환된다. 귀환된 원료는, 인접하는 반송부(81)의 플라이트(84)에 의해 스크루 본체(37)의 선단 방향으로 반송되고, 이 반송의 과정에서 다시 전단 작용을 받는다. 전단 작용을 받은 원료는, 다음 통로(86)의 제1 통로 요소(87)로부터 제2 통로 요소(88)로 유입됨과 함께, 제2 통로 요소(88)를 통과하는 과정에서 다시 신장 작용을 받는다.
- [0174] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 중간부에서는, 복수의 반송부(81) 및 복수의 장벽부(82)가 스크루 본체(37)의 축방향을 교대로 배열되어 있음과 함께, 복수의 통로(86)가 스크루 본체(37)의 축방향을 간격을 두고 배열되어 있다. 이 때문에, 공급구(34)로부터 스크루 본체(37)에 투입된 원료는, 전단 작용 및 신장 작용을 교대로 반복하여 받으면서 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단의 방향으로 도중에 끊어짐 없이 연속적으로 반송된다. 따라서, 원료의 혼련 정도가 강화되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 촉진된다.
- [0175] 복수의 통로(86)의 제2 통로 요소(88)는 개별적으로 제1 통로 요소(87) 및 제3 통로 요소(89)를 통하여 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되어 있다. 이 때문에, 각 통로(86)에 있어서, 제1 통로 요소(87)로부터 제2 통로 요소(88)로 유입된 원료는, 반드시 제3 통로 요소(89)를 통하여 스크루 본체(37)의 외주면으로 귀환되고, 복수의 통로(86)의 사이에서 원료가 서로 섞이는 일은 없다.
- [0176] 따라서, 원료의 혼련도가 과잉으로 되는 것을 회피할 수 있어, 원하는 혼련도에 맞는 적절한 혼련이 가능하게 된다.
- [0177] 제3 실시 형태에 의하면, 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(86)는 스크루 본체(37)의 회전 중심이 되는 축선(01)에 대하여 편심된 위치에서 스크루 본체(37)의 축방향을 연장되어 있으므로, 통로(86)는 축선(01)의 주위를 공전한다. 바꾸어 말하면, 통로(86)를 규정하는 원통형의 벽면(92)은 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0178] 이 때문에, 원료가 통로(86)를 통과할 때에 원료가 통로(86)의 내부에서 활발하게 교반되는 일은 없다. 따라서, 통로(86)를 통과하는 원료가 전단 작용을 받기 어려워져, 통로(86)를 통과하여 반송부(81)의 외주면으로 귀환되는 원료가 받는 것은 주로 신장 작용이 된다.
- [0179] 따라서, 제3 실시 형태의 스크루(21)에 있어서도, 원료에 전단 작용을 부가하는 개소 및 원료에 신장 작용을 부가하는 개소를 명확하게 정할 수 있어, 상기 제1 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0180] [제3 실시 형태의 변형예]
- [0181] 도 23은, 제3 실시 형태와 관련성을 갖는 변형예를 개시하고 있다. 변형예는, 스크루 본체(37)의 장벽부(82)의 구성이 제3 실시 형태와 상이하다. 도 23에 도시한 바와 같이, 장벽부(82)는 스크루 본체(37)의 축방향을 연장되는 원통형의 대경부(95)로 구성되어 있다. 대경부(95)는 스크루 본체(37)의 둘레 방향으로 연속하는 외주면(95a)을 가진과 함께, 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 길이가 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 장벽부(82)의 길이와 동등하게 설정되어 있다. 대경부(95)의 외주면(95a)은 오목부나 절결이 존재하지 않는 매끄러운

면으로 하는 것이 바람직하다.

- [0182] [제4 실시 형태]
- [0183] 도 24 내지 도 31은, 제4 실시 형태를 개시하고 있다. 제4 실시 형태는, 스크루(21)의 스크루 본체(37)에 관한 사항이 제1 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 제2 압출기(3)의 구성은, 기본적으로 제1 실시 형태와 동일하다. 그로 인해, 제4 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 동일한 구성 부분에는 동일한 참조 부호를 붙이고, 그 설명을 생략한다.
- [0184] 도 24 내지 도 26에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)를 구성하는 복수의 통체(39)는 제1 실시 형태와 마찬가지로, 제1 칼라(48)와 제2 칼라(50) 사이에서 제2 축부(41)의 축방향으로 체결되고, 인접하는 통체(39)의 단부면(39a)이 간극 없이 밀착되어 있다.
- [0185] 스크루 본체(37)는 원료를 반송하는 복수의 반송부(101)와, 원료의 유동을 제한하는 복수의 장벽부(102)와, 원료를 일시적으로 순환시키는 복수의 순환부(103)를 갖고 있다. 반송부(101), 장벽부(102) 및 순환부(103)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 나란히 배치되어 있다.
- [0186] 각 반송부(101)는 나선형으로 비틀린 플라이트(105)를 갖고 있다. 플라이트(105)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(105)의 정상부가 반송부(101)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(105)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(105)는 플라이트(105)의 비틀림 방향이 오른나사와 동일하게 오른쪽으로 비틀려 있다.
- [0187] 본 실시 형태에서는, 스크루 본체(37)의 기단 및 선단에 각각 복수의 반송부(101)가 연속하여 배치되어 있다. 배럴(20)의 공급구(34)는 스크루 본체(37)의 기단에 있어서 하나의 반송부(101)의 축방향을 따르는 중간부와 마주보고 있다.
- [0188] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 반송부(101)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 또한, 반송부(101)란, 적어도 통체(39)의 외주면에 플라이트(105)가 형성된 영역이지만, 플라이트(105)의 시점과 종점 사이의 영역에 특정되는 것은 아니다.
- [0189] 바꾸어 말하면, 통체(39)의 외주면 중 플라이트(105)로부터 벗어난 영역도 반송부(101)로 간주되는 경우가 있다. 그와 함께, 플라이트(105)를 갖는 통체(39)와 인접하는 위치에 원통형의 스페이서 또는 원통형의 칼라가 배치된 경우, 그 스페이서나 칼라도 반송부(101)에 포함되는 경우가 있을 수 있다.
- [0190] 장벽부(102)는 스크루 본체(37)의 기단과 선단 사이의 중간부에 있어서 스크루 본체(37)의 축방향으로 간격을 두고 배열되어 있다. 각 장벽부(102)는 나선형으로 비틀린 플라이트(107)를 갖고 있다. 플라이트(107)는 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)를 향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(107)의 정상부가 장벽부(102)의 외주면을 구성하고 있다. 플라이트(107)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 플라이트(107)는 플라이트(107)의 비틀림 방향이 왼나사와 동일하게 왼쪽으로 비틀려 있다. 장벽부(102)의 플라이트(107)의 피치는, 반송부(101)의 플라이트(105)의 피치와 동일하거나, 플라이트(105)의 피치보다도 작다.
- [0191] 또한, 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 장벽부(102)의 전체 길이는, 반송부(101)의 전체 길이 보다도 짧다. 추가로, 플라이트(107)의 정상부와 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스는, 플라이트(105)의 정상부와 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스보다도 약간 작다.
- [0192] 스크루 본체(37)의 축방향을 따르는 장벽부(102)의 길이는, 예를 들어 원료의 종류, 원료의 혼련 정도, 단위 시간당의 혼련물의 생산량 등에 따라서 적절히 설정된다. 장벽부(102)는 반송부(101)에 의해 보내지는 원료의 유동을 막도록 기능한다. 즉, 장벽부(102)는 반송부(101)에 의해 보내지는 원료가 플라이트(107)의 정상부와 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 통과하는 것을 제한하도록 구성되어 있다.
- [0193] 순환부(103)는 장벽부(102)에 대하여 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 인접하고 있다. 각 순환부(103)는 나선형으로 비틀린 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)를 갖고 있다. 본 실시 형태에서는, 장벽부(102)로부터 스크루 본체(37)의 기단을 향해 제1 플라이트(110), 제2 플라이트(111) 및 제3 플라이트(112)의 순서로 배열되어 있다.
- [0194] 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)는, 각각 통체(39)의 둘레 방향을 따르는 외주면으로부터 반송로(51)로

향하여 돌출되어 있고, 그 플라이트(110, 111, 112)의 정상부가 순환부(103)의 외주면을 구성하고 있다.

- [0195] 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)는, 스크루 본체(37)의 축방향으로 연속하여 배치되어 있음과 함께, 스크루(21)가 회전했을 때, 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원료를 반송하도록 비틀려 있다. 바꾸어 말하면, 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)는, 개개의 비틀림 방향이 오른나사와 동일하게 오른쪽으로 비틀려 있다.
- [0196] 제1 플라이트(110)의 피치는, 인접하는 장벽부(102)의 플라이트(107)의 피치와 동일하거나, 플라이트(107)의 피치보다도 크다. 제2 플라이트(111)의 피치는, 제1 플라이트(110)의 피치보다도 작다. 제3 플라이트(112)의 피치는, 제2 플라이트(111)의 피치보다도 크다. 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)의 정상부와 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면 사이에는, 약간의 클리어런스가 확보되어 있다.
- [0197] 본 실시 형태의 스크루(21)에 의하면, 각종 플라이트(105, 107, 110, 111, 112)는, 모두 외경 D1이 동등한 복수의 통체(39)의 외주면으로부터 반송로(51)로 향하여 돌출되어 있다. 이 때문에, 통체(39)의 외주면은, 스크루(21)의 골지름을 규정하고 있다. 스크루(21)의 골지름은, 스크루(21)의 전체 길이에 걸쳐서 일정값으로 유지되어 있다.
- [0198] 도 24 내지 도 26에 도시한 바와 같이, 스크루 본체(37)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되는 복수의 통로(115)를 갖고 있다. 통로(115)는 순환부(103)의 제1 플라이트(110)의 위치에서 통체(39)의 내부에 형성되어 있고, 스크루 본체(37)의 축방향으로 서로 간격을 두고 일렬로 배열되어 있다.
- [0199] 각 통로(115)는 스크루 본체(37)의 축선(01)과 평행으로 연장되어 있다. 바꾸어 말하면, 통로(115)는 도중에 분기하지 않고 통체(39)의 축방향으로 일직선형으로 연장되어 있고, 미리 결정된 전체 길이를 갖고 있다.
- [0200] 통체(39)의 내부에 통로(115)를 설치함으로써, 그 통로(115)는 스크루 본체(37)의 축선(01)으로부터 편심되어 있다. 이 때문에, 통로(115)는 스크루 본체(37)가 축선(01)을 중심으로 회전했을 때, 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0201] 도 27에 도시한 바와 같이, 통로(115)는 예를 들어 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다. 통로(115)를 구성하는 구멍의 내경은, 예를 들어 1mm 이상, 6mm 미만, 바람직하게는 1mm 이상, 5mm 이하로 설정하면 된다. 통로(115)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 훨씬 작게 설정되어 있다.
- [0202] 또한, 제1 플라이트(110)가 형성된 통체(39)는 구멍을 규정하는 원통형의 벽면(116)을 갖고 있다. 벽면(116)으로 둘러싸인 통로(115)는 원료의 유통만을 허용하는 중공의 공간이며, 그 공간 내에 스크루 본체(37)를 구성하는 요소는 존재하지 않는다. 그와 함께, 벽면(116)은 스크루 본체(37)가 축선(01)을 중심으로 회전했을 때, 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0203] 도 26 및 도 31에 도시한 바와 같이, 각 통로(115)는 입구(117) 및 출구(118)를 갖고 있다. 입구(117)는 순환부(103)에 대하여 회전축(38)의 선단 방향으로부터 인접하는 장벽부(102)의 직전에 위치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 순환부(103)를 구성하는 통체(39)의 단부면에, 통체(39)의 외주면에 개구된 홈(120)이 형성되고, 그 홈(120)의 내면에 입구(117)가 개구되어 있다.
- [0204] 출구(118)는 제1 플라이트(110)와 제2 플라이트(111) 사이의 경계에 위치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 순환부(103)를 구성하는 통체(39)의 단부면에, 통체(39)의 외주면에 개구된 홈(121)이 형성되고, 그 홈(121)의 내면에 출구(118)가 개구되어 있다. 이 때문에, 입구(117) 및 출구(118)는 제1 플라이트(110)에 대응한 위치에서 스크루 본체(37)의 축방향으로 서로 이격되어 있다.
- [0205] 본 실시 형태에 의하면, 홈(120)의 내면에 개구된 입구(117)의 개구 면적 및 홈(121)의 내면에 개구된 출구(118)의 개구 면적은, 통로(115)의 직경 방향을 따르는 면적과 동등하게 또는 크게 하는 것이 바람직하다.
- [0206] 또한, 복수의 통체(39)를 회전축(38)으로부터 제거하여 스크루(21)를 분해했을 때, 제1 플라이트(110) 및 통로(115)가 설치된 통체(39)는 스크루 엘리먼트라고 바꿔 말할 수 있다. 마찬가지로, 다른 플라이트(105, 107, 111, 112)가 형성된 복수의 통체(39)로 해도, 회전축(38)으로부터 제거한 상태에서는 스크루 엘리먼트라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0207] 이와 같은 구성에 의하면, 제1 압출기(2)로 블렌드된 유동성을 갖는 원료는, 제2 압출기(3)의 공급구(34)로부터 반송로(51)에 연속적으로 공급된다. 제2 압출기(3)에 공급된 원료는, 도 30에 화살표 D로 나타내는 바와 같이,

스크루 본체(37)의 기단에 위치한 하나의 반송부(101)의 외주면에 투입된다.

- [0208] 스크루(21)는 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 본 때에 반시계 방향으로 좌회전하므로, 반송부(101)의 플라이트(105)는 공급구(34)로부터 투입된 원료를 인접하는 순환부(103)를 향하여 반송한다. 순환부(103)의 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)는, 도 30 및 도 31에 실선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 계속하여 원료를 스크루 본체(37)의 선단 방향으로 반송한다.
- [0209] 이때, 반송로(51) 내에서 선회하는 플라이트(105, 110, 111, 112)와 실린더부(33)의 내주면 간의 속도차에 의해 발생하는 전단 작용이 원료에 부가됨과 함께, 플라이트(105, 110, 111, 112)의 미묘한 비틀림 상태에 의해 원료가 교반된다. 이 결과, 원료가 본격적으로 혼련되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 진행된다.
- [0210] 전단 작용을 받은 원료는, 반송로(51)를 따라 순환부(103)와 장벽부(102) 사이의 경계에 달한다. 장벽부(102)의 플라이트(107)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 원료를 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 반송하므로, 제1 플라이트(110)에 의해 보내지는 원료를 플라이트(107)가 저지한다.
- [0211] 즉, 장벽부(102)의 플라이트(107)는 스크루(21)가 좌회전했을 때, 순환부(103)의 제1 플라이트(110)에 의해 보내지는 원료의 유동을 제한함과 함께, 원료가 장벽부(102)의 외주면과 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 타고 빠져 나가는 것을 방해한다.
- [0212] 이 결과, 순환부(103)와 장벽부(102) 사이의 경계에서 원료의 압력이 높아진다. 구체적으로 설명하면, 도 31은, 반송로(51) 중 통로(115)에 대응한 개소의 원료 충만율을 그래데이션으로 나타내고 있고, 색조가 짙어질수록 원료의 충만율이 높게 되어 있다. 도 31로부터 명백해진 바와 같이, 반송로(51)에서는, 순환부(103)의 제2 플라이트(111)로부터 장벽부(102)에 근접함에 따라서 원료의 충만율이 높아지게 되어 있고, 장벽부(102)의 직전에는, 원료의 충만율이 100%로 되어 있다.
- [0213] 이 때문에, 장벽부(102)의 직전에 원료의 충만율이 100%인 원료 고임부 R이 형성된다. 원료 고임부 R에서는, 원료의 유동이 막힌 것에 수반하여 원료의 압력이 상승되어 있다. 압력이 상승된 원료는, 도 30 및 도 31에 파선의 화살표로 나타낸 바와 같이, 홈(120)을 통하여 장벽부(102)의 직전에 위치하는 입구(117)에 유도됨과 함께, 그 입구(117)로부터 통로(115)로 유입된다. 통로(115)로 유입된 원료는, 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 통로(115) 내에서 유통한다. 통로(115) 내에서의 원료의 흐름 방향은, 플라이트(105, 110, 111, 112)에 의해 보내지는 원료의 흐름 방향에 대하여 역방향이 된다.
- [0214] 통로(115)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 작다. 바꾸어 말하면, 통로(115)의 내경은, 스크루 본체(37)의 외경보다도 훨씬 작으므로, 원료가 통로(115)를 통과할 때에 원료가 급격하게 압축되어, 그 원료에 신장 작용이 부가된다.
- [0215] 추가로, 통로(115)의 단면적이 반송로(51)의 단면적보다도 충분히 작기 때문에, 원료 고임부 R에 고인 원료가 통로(115)로 유입됨에도 불구하고, 장벽부(102)의 직전의 원료 고임부 R이 소멸되는 일은 없다. 이 때문에, 예를 들어 제1 플라이트(110)를 통하여 장벽부(102)로 보내지는 원료의 유량이 다소 감소되었다고 해도, 유량의 감소분을 원료 고임부 R에 고인 원료로 보충할 수 있다. 따라서, 원료는, 항상 안정된 상태에서 통로(115)로 보내진다.
- [0216] 통로(115)를 통과한 원료는, 출구(118)로부터 홈(121)을 통하여 순환부(103)를 구성하는 통체(39)의 외주면 상으로 귀환된다. 귀환된 원료는, 제1 플라이트(110)에 의해 스크루 본체(37)의 선단을 향해 반송되고, 이 반송의 과정에서 다시 전단 작용을 받는다.
- [0217] 본 실시 형태에서는, 제1 플라이트(110)에 의해 장벽부(102)를 향하여 반송된 원료의 일부는, 다시 입구(117)로부터 통로(115)에 유도되어, 순환부(103)의 개소에서 일시적으로 순환을 반복한다. 장벽부(102)를 향하여 반송된 나머지의 원료는, 장벽부(102)의 플라이트(107)의 정상부와 실린더부(33)의 내주면 사이의 클리어런스를 통과하여 인접하는 순환부(103)로 유입된다. 유입된 원료는, 인접한 순환부(103)의 제1 내지 제3 플라이트(110, 111, 112)에 의해 스크루 본체(37)의 선단 방향으로 반송된다.
- [0218] 복수의 통로(115)는 개별적으로 입구(117) 및 출구(118)를 통하여 순환부(103)의 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 이 때문에, 각 통로(115)에 있어서, 입구(117)로부터 유입된 원료는, 반드시 출구(118)를 통하여 순환부(103)의 통체(39)의 외주면으로 귀환되고, 복수의 통로(115)의 사이에서 원료가 서로 섞일 일은 없다.
- [0219] 따라서, 원료의 혼련도가 과잉으로 되는 것을 회피할 수 있어, 원하는 혼련도에 맞는 적절한 혼련이 가능하게

된다.

- [0220] 본 실시 형태의 스크루(21)에 의하면, 복수의 장벽부(102) 및 복수의 순환부(103)가 스크루 본체(37)의 축방향을 따라서 교대로 배열되어 있다. 그와 함께, 복수의 통로(115)가 복수의 순환부(103)의 제1 플라이트(110)에 대응한 위치에서 스크루 본체(37)의 축방향으로 간격을 두고 배열되어 있다. 이 때문에, 공급구(34)로부터 스크루 본체(37)에 공급된 원료는, 전단 작용 및 신장 작용을 교대로 반복하여 받으면서 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단의 방향으로 도중에 끊어짐 없이 연속적으로 반송된다. 따라서, 원료의 혼련 정도가 강화되어, 원료의 고분자 성분의 분산화가 촉진된다.
- [0221] 제4 실시 형태에 의하면, 원료에 신장 작용을 추가하는 통로(115)는 스크루 본체(37)의 회전 중심이 되는 축선(01)에 대하여 편심된 위치에서 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장되어 있으므로, 통로(115)는 축선(01)의 주위를 공전한다. 바꾸어 말하면, 통로(115)를 규정하는 통형의 벽면(116)은 축선(01)을 중심으로 자전하지 않고 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0222] 이 때문에, 원료가 통로(115)를 통과할 때에 원료는 원심력을 받지만 그 원료에 벽면(116)의 자전에 수반하는 전단력이 작용할 일은 없다. 따라서, 통로(115)를 통과하여 순환부(103)의 통체(39)의 외주면으로 귀환되는 원료가 받는 것은, 주로 신장 작용이 된다.
- [0223] 따라서, 제4 실시 형태의 스크루(21)에 있어서도, 원료에 전단 작용을 추가하는 개소 및 원료에 신장 작용을 추가하는 개소를 명확하게 정할 수 있어, 상기 제1 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0224] [제4 실시 형태의 변형예 1]
- [0225] 도 32는, 제4 실시 형태와 관련성을 갖는 변형예 1을 개시하고 있다.
- [0226] 변형예 1은, 원료에 신장 작용을 추가하는 통로(115)에 관한 사항이 제4 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 구성은, 기본적으로 제4 실시 형태와 동일하다.
- [0227] 도 32에 도시한 바와 같이, 순환부(103)의 제1 플라이트(110)는 회전축(38) 상에서 인접하는 2개의 통체(39)의 사이에 걸쳐서 형성되어 있다. 제1 플라이트(110)가 형성된 2개의 통체(39)는 회전축(38)의 축방향을 따르는 길이 L이 서로 균등하다.
- [0228] 추가로, 원료에 신장 작용을 추가하는 통로(115)는 제1 플라이트(110)가 형성된 2개의 통체(39)의 사이에 걸쳐도록, 이들 2개의 통체(39)의 내부에 형성되어 있다. 구체적으로 설명하면, 통로(115)는 제1 내지 제3 통로 요소(131, 132, 133)로 규정되어 있다.
- [0229] 제1 통로 요소(131)는 통로(115)의 입구라고 바꿔 말할 수 있다. 제1 통로 요소(131)는 인접하는 2개의 통체(39) 중 장벽부(102)와 인접하는 한쪽의 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제1 통로 요소(63)의 개구단부는, 제1 플라이트(110)로부터 벗어나 있음과 함께, 인접하는 장벽부(102)의 직전에 위치되어 있다.
- [0230] 또한, 제1 통로 요소(131)는 한쪽 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제1 통로 요소(131)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 축선(01)과 직교하도록 한쪽 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제1 통로 요소(131)의 바닥(131a)은 드릴의 선단으로 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.
- [0231] 제2 통로 요소(132)는 원료가 유통하는 통로 본체라고 바꿔 말할 수 있다. 도 32에 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(132)는 인접하는 2개의 통체(39)의 사이에 걸쳐도록, 스크루 본체(37)의 축선(01)과 평행으로 연장되어 있다. 따라서, 제2 통로 요소(132)는 도중에 분기하지 않고 스크루 본체(37)의 축방향으로 일직선형으로 설치되어 있음과 함께, 미리 결정된 전체 길이를 갖고 있다.
- [0232] 제2 통로 요소(132)는 한쪽 통체(39)의 내부에 형성된 제1 부분(134a)과, 다른 쪽 통체(39)의 내부에 형성된 제2 부분(134b)를 구비하고 있다. 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)은 한쪽 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 한쪽 통체(39) 중 다른 쪽 통체(39) 측의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제1 부분(134a)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 한쪽 통체(39)의 단벽(39b)으로 폐색되어 있다.
- [0233] 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(131)의 제1 부분(134a)은 한쪽 통체(39)의 단부면(39a) 측으로부터 한쪽 통체(39)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제1 부분(134a)은 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.

- [0234] 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)은 다른 쪽 통체(39)의 축방향으로 직선형으로 연장되어 있음과 함께, 다른 쪽 통체(39) 중 한쪽 통체(39) 측의 단부면(39a)에 개구되어 있다. 제2 부분(134b)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 다른 쪽 통체(39)의 단벽(39b)으로 폐색되어 있다.
- [0235] 본 실시 형태에 의하면, 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)은 다른 쪽 통체(39)의 단부면(39a) 측으로부터 다른 쪽 통체(39)에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 이 때문에, 제2 부분(134b)은 제1 부분(134a)과 마찬가지로 원형의 단면 형상을 갖는 구멍으로 규정되어 있다.
- [0236] 또한, 제1 부분(134a)의 개구단부와, 제2 부분(134b)의 개구단부는, 인접하는 2개의 통체(39)를 회전축(38)의 축방향으로 체결했을 때, 서로 연통되도록 동축형으로 맞대져 있다.
- [0237] 제3 통로 요소(133)는 통로(115)의 출구라고 바꿔 말할 수 있다. 제3 통로 요소(133)는 인접하는 2개의 통체(39) 중 다른 쪽 통체(39)의 외주면에 개구되어 있다. 제3 통로 요소(133)의 개구단부는, 제1 플라이트(110)로부터 벗어나 있음과 함께, 순환부(103)의 제2 플라이트(111)의 직전에 위치되어 있다. 따라서, 제1 통로 요소(131) 및 제3 통로 요소(133)는 스크루 본체(37)의 축방향으로 서로 이격되어 있다.
- [0238] 본 실시 형태에서는, 제3 통로 요소(133)는 다른 쪽 통체(39)의 외주면에 예를 들어 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다. 그로 인해, 제3 통로 요소(133)는 원형의 단면 형상을 갖는 구멍이며, 다른 쪽 통체(39)의 외주면으로부터 통체(39)의 직경 방향으로 연장되어 있다. 제3 통로 요소(133)의 바닥(133a)은 드릴의 선단으로 원추형으로 깎아내진 경사면으로 되어 있다.
- [0239] 도 32에 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 한쪽 통체(39)의 내부에서 제1 통로 요소(131)에 접속되어 있다. 제1 통로 요소(131) 및 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)은 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)은 제1 통로 요소(131)의 원추형의 바닥(131a)을 벗어난 위치에서 제1 통로 요소(131)에 접속되어 있다.
- [0240] 이 때문에, 제1 통로 요소(131)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)의 단부로부터 통체(39)의 직경 방향으로 상승된 제1 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0241] 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 다른 쪽 통체(39)의 내부에서 제3 통로 요소(133)에 접속되어 있다. 제3 통로 요소(133) 및 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)의 단부는, 모두 원형의 단면 형상을 유지한 채 서로 연통되어 있다. 또한, 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)은 제3 통로 요소(133)의 원추형의 바닥(133a)을 벗어난 위치에서 제3 통로 요소(133)에 접속되어 있다.
- [0242] 이 때문에, 제3 통로 요소(133)는 스크루 본체(37)의 외주면에 개구되도록 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)의 단부로부터 통체(39)의 직경 방향으로 상승된 제2 상승부라고 바꿔 말할 수 있다.
- [0243] 제2 통로 요소(132)를 구성하는 구멍의 내경은, 예를 들어 1mm 이상, 6mm 미만, 바람직하게는 1mm 이상, 5mm 이하로 설정하면 된다. 또한, 제2 통로 요소(132)의 내경은, 입구가 되는 제1 통로 요소(131)의 내경보다도 작다. 그와 함께, 제2 통로 요소(132)의 직경 방향을 따르는 단면적은, 실린더부(33)의 직경 방향을 따르는 반송로(51)의 단면적보다도 훨씬 작게 설정되어 있다.
- [0244] 또한, 통체(39)는 제1 내지 제3 통로 요소(131, 132, 133)를 구성하는 구멍의 형상을 결정짓는 원통형의 벽면(135)을 갖고 있다. 벽면(135)으로 둘러싸인 제1 내지 제3 통로 요소(131, 132, 133)는, 원료의 유통만을 허용하는 중공의 공간이며, 그 공간 내에 스크루 본체(37)를 구성하는 요소는 존재하지 않는다. 추가로, 벽면(135)은 스크루 본체(37)가 회전했을 때, 축선(O1)을 중심으로 자전하지 않고 축선(O1)의 주위를 공전한다.
- [0245] 이와 같은 구성의 통로(115)에 있어서도, 원료가 통로(115)를 통과할 때에 원료는 원심력을 받기는 하지만, 그 원료에 전단력이 작용하는 일은 없어, 상기 제4 실시 형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0246] 또한, 통로(115)의 제2 통로 요소(132)는 반드시 스크루 본체(37)의 축선(O1)과 평행으로 형성할 필요는 없다. 예를 들어, 도 32에 이점쇄선으로 나타낸 바와 같이, 제2 통로 요소(132)를 축선(O1)에 대하여 통체(39)의 직경 방향으로 경사지게 하고, 제2 통로 요소(132)의 제1 통로 요소(131)와는 반대측의 단부를 통체(39)의 외주면에 직접 개구시키도록 해도 된다.
- [0247] 이 구성에 의하면, 원료의 출구가 되는 제3 통로 요소(133)를 생략할 수 있어, 통로(115)의 형상을 간소화할 수 있다.

- [0248] [제4 실시 형태의 변형예 2]
- [0249] 도 33은, 제4 실시 형태와 관련성을 갖는 변형예 2를 나타내고 있다.
- [0250] 도 33에 도시하는 변형예 2에서는, 제1 플라이트(110)가 형성된 2개의 통체(39)의 길이가 서로 상이하다. 구체적으로 설명하면, 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)이 형성된 한쪽의 통체(39)의 전체 길이 L1이, 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)이 형성된 다른 쪽 통체(39)의 전체 길이 L2보다도 길게 설정되어 있다.
- [0251] 변형예 2에 의하면, 제1 플라이트(110)가 형성된 2개의 통체(39) 이외에, 회전축(38)의 축방향을 따르는 길이 L3이 서로 다른 2개의 다른 통체(39)를 준비하면, 제1 플라이트(110)를 갖는 2개의 통체(39)의 길이를 3단계에 걸쳐서 조절할 수 있다. 구체적으로 설명하면, 전체 길이 L1의 통체(39)와 전체 길이 L2의 통체(39)의 조합, 전체 길이 L1의 통체(39)와 전체 길이 L3의 통체(39)의 조합, 및 전체 길이 L2의 통체(39)와 전체 길이 L3의 통체(39)의 조합이 가능하게 된다. 따라서, 통로(115)의 전체 길이를 용이하게 변경할 수 있다.
- [0252] [제4 실시 형태의 변형예 3]
- [0253] 도 34 내지 도 36은, 제4 실시 형태의 변형예 1과 관련성을 갖는 변형예 3을 나타내고 있다.
- [0254] 도 34 및 도 35에 도시한 바와 같이, 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 제1 통로 요소(131)와 직교하도록 제1 통로 요소(131)의 원추형의 바닥(131a)에 접속되어 있다. 제1 통로 요소(131)의 바닥(131a)은 제2 통로 요소(132)에 연통된 원형의 개구(140a)를 갖고 있다. 개구(140a)는 스크루 본체(37)의 외주면을 향해 확대 개방되도록 경사진 바닥(131a)의 다른 부분과 마주보고 있다.
- [0255] 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)의 개구단부와는 반대측의 단부는, 제3 통로 요소(133)와 직교하도록 제3 통로 요소(133)의 원추형의 바닥(133a)에 접속되어 있다. 제3 통로 요소(133)의 바닥(133a)은 제2 통로 요소(132)에 연통된 원형의 개구(140b)를 갖고 있다. 개구(140b)는 스크루 본체(37)의 외주면을 향해 확대 개방되도록 경사진 바닥(133a)의 다른 부분과 마주보고 있다.
- [0256] 변형예 3에 의하면, 제1 통로 요소(131)로 유입된 원료는, 도 35의 (A)에 화살표로 나타낸 바와 같이, 제1 통로 요소(131)의 바닥(131a)에 달한 시점에서 바닥(131a)의 경사를 따라서 개구(140a)의 방향으로 안내된다. 이 때문에, 원료는, 제1 통로 요소(131)의 바닥(131a)에 체류하지 않고 원활하게 제2 통로 요소(132)로 유입된다.
- [0257] 제2 통로 요소(132)를 통과한 원료는, 개구(140b)로부터 제3 통로 요소(133)의 바닥(133a)로 유입된다. 제3 통로 요소(133)로 유입된 원료는, 도 36의 (A)에 화살표로 나타낸 바와 같이, 바닥(133a)의 경사를 따라서 스크루 본체(37)의 외주면 방향으로 안내된다. 이 때문에, 원료는, 제3 통로 요소(133)의 바닥(133a)에 체류하지 않고 원활하게 스크루 본체(37)의 외주면으로 귀환한다.
- [0258] 따라서, 통로(115) 내에 국소적인 원료의 체류가 발생하는 것을 회피할 수 있어, 통로(115)를 통과하는 원료에 원하는 신장 작용을 부가할 수 있다.
- [0259] 변형예 3에 있어서, 제1 통로 요소(131)의 바닥(131a) 및 제3 통로 요소(133)의 바닥(133a)의 형상은 원추에 한하지 않고, 예를 들어 반구형으로 형성해도 된다.
- [0260] [제4 실시 형태의 변형예 4]
- [0261] 도 37은, 제4 실시 형태의 변형예 1과 관련성을 갖는 변형예 4를 나타내고 있다.
- [0262] 변형예 4는, 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)의 구성이 변형예 1과 상이하다. 도 37에 도시한 바와 같이, 제2 부분(134b)은 및 스트레이트부(134c) 및 테이퍼부(134d)를 갖고 있다. 스트레이트부(134c) 및 테이퍼부(134d)는 통체(39)의 단부면(39a) 측으로부터 그 통체(39)에 절삭 가공을 실시함으로써 형성되어 있다.
- [0263] 스트레이트부(134c)는 제3 통로 요소(133)에 접속되어 있다. 스트레이트부(134c)의 내경은, 제2 통로 요소(132)의 제1 부분(134a)의 내경보다도 작다. 테이퍼부(134d)는 다른 쪽 통체(39)의 단부면(39a)에 개구되어 있음과 함께, 스트레이트부(134c)에 동축형으로 연통되어 있다. 테이퍼부(134d)는 다른 쪽 통체(39)의 단부면(39a)으로부터 스트레이트부(134c)의 방향으로 진행함에 따라서 내경이 연속적으로 감소되어 있다. 이 때문에, 원료에 신장 작용을 부가하는 주요한 요소인 제2 통로 요소(132)는 원료의 흐름 방향을 따르는 중간부에서 내경이 변화되어 있다.
- [0264] 테이퍼부(134d)는 예를 들어 다른 쪽 통체(39)의 단부면(39a)에 하부 구멍을 형성한 후, 테이퍼 리머를 사용하여 하부 구멍의 내주면을 절삭함으로써 형성된다. 하부 구멍은, 스트레이트부(134c)를 겹하고 있다.

- [0265] 변형예 4에 의하면, 제2 통로 요소(132)의 제2 부분(134b)은 스트레이트부(134c)의 상류에 테이퍼부(134d)를 갖고, 그 테이퍼부(134d)가 제2 통로 요소(132)의 중간부에 위치되어 있다. 이 때문에, 제2 통로 요소(132)는 그 중간부에서 내경이 점차 감소되어 있어, 원료가 제2 통로 요소(132)를 통과할 때에 원료에 부가되는 신장 작용을 강화할 수 있다.
- [0266] [제4 실시 형태의 변형예 5]
- [0267] 도 38은, 제4 실시 형태와 관련성을 갖는 변형예 5를 나타내고 있다.
- [0268] 도 38에 도시하는 변형예 5에서는, 하나의 통체(39)의 내부에 통로(115)가 형성되어 있다. 통로(115)의 제2 통로 요소(132)는 예를 들어 통체(39)의 한쪽 단부면(39a) 측으로부터 통체(39)에 드릴을 사용한 기계 가공을 실시함으로써 형성되어 있다.
- [0269] 이에 의해, 통체(39)의 내부에 통체(39)를 축방향으로 관통하는 원형의 단면 형상을 갖는 관통 구멍(150)이 형성되고, 그 관통 구멍(150)이 통체(39)의 양쪽 단부면(39a)에 개구되어 있다. 관통 구멍(150)은 통체(39)의 내부에서 제1 통로 요소(131) 및 제3 통로 요소(133)와 교차하고 있다.
- [0270] 또한, 관통 구멍(150)의 2개의 개구단부는, 개별적으로 마개(151a, 151b)로 액밀하게 폐색되어 있다. 이에 의해, 하나의 통체(39)의 내부에 제1 통로 요소(131)와 제3 통로 요소(133) 사이를 연결하는 제2 통로 요소(132)가 규정되어 있다.
- [0271] 또한, 통체(39)에 관통 구멍(150)을 형성할 때, 관통 구멍(150)의 선단을 통체(39)의 다른 쪽 단부면(39a)에 개구시키지 않고 통체(39)의 단벽(39b)으로 폐색하도록 해도 된다.
- [0272] [제4 실시 형태의 변형예 6]
- [0273] 도 39는, 변형예 5를 또한 발전시킨 변형예 6을 나타내고 있다.
- [0274] 도 39에 도시한 바와 같이, 하나의 통체(39)를 관통하는 관통 구멍(150)은 상류부(150a), 하류부(150b) 및 중간부(150c)를 갖고 있다. 상류부(150a), 하류부(150b) 및 중간부(150c)는 통체(39)의 축방향을 따라서 동축형으로 일렬로 배열되어 있다. 상류부(150a)는 통체(39)의 내부에서 제1 통로 요소(131) 교차함과 함께, 통체(39)의 한쪽 단부면(39a)에 개구되어 있다. 상류부(150a)의 개구단부는, 마개(151a)로 액밀하게 폐색되어 있다.
- [0275] 하류부(150b)는 상류부(150a)보다도 내경이 작게 형성되어 있다. 하류부(150b)는 통체(39)의 내부에서 제3 통로 요소(133)와 교차함과 함께, 통체(39)의 다른 쪽 단부면(39a)에 개구되어 있다. 하류부(150b)의 개구단부는, 마개(151b)로 액밀하게 폐색되어 있다.
- [0276] 중간부(150c)는 상류부(150a)와 하류부(150b) 사이에 위치되어 있다. 중간부(150c)는 상류부(150a)로부터 하류부(150b)의 방향으로 진행함에 따라서 내경이 연속적으로 감소되어 있다. 이 때문에, 원료에 신장 작용을 부가하는 주요한 요소인 제2 통로 요소(132)는 원료의 흐름 방향을 따르는 중간부에서 내경이 변화되어 있다.
- [0277] 변형예 6에 의하면, 통로(115)의 제2 통로 요소(132)는 그 중간부(150c)의 내경이 상류로부터 하류로 향하여 점차 감소되어 있다. 그로 인해, 원료가 제2 통로 요소(132)를 통과할 때에 원료에 부가되는 신장 작용을 강화할 수 있다.
- [0278] [제5 실시 형태]
- [0279] 도 40은, 제5 실시 형태를 개시하고 있다. 제5 실시 형태는, 원료에 신장 작용을 부가하기 위한 구성이 제1 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 스크루(21)의 구성은 제1 실시 형태와 동일하다.
- [0280] 도 40에 도시한 바와 같이, 통체(39)의 내주면에 한 쌍의 홈(161a, 161b)이 형성되어 있다. 홈(161a, 161b)은, 스크루 본체(37)의 축방향으로 연장됨과 함께, 스크루 본체(37)의 직경 방향으로 서로 이격되어 있다. 또한, 홈(161a, 161b)은, 통체(39)의 내주면에 개구되어 있다.
- [0281] 홈(161a, 161b)의 개구단부는, 통체(39)를 회전축(38)의 제2 축부(41) 상에 삽입된 때에, 제2 축부(41)의 외주면에 의해 폐색되어 있다. 그로 인해, 홈(161a, 161b)은, 제2 축부(41)의 외주면과 협동하여 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(162)를 규정하고 있다. 본 실시 형태에서는, 통로(162)는 회전축(38)과 통체(39) 사이의 경계에 위치되어 있다.
- [0282] 제5 실시 형태에 의하면, 통로(162)는 스크루 본체(37)의 내부에서 회전축(38)의 축선(O1)에 대하여 편심된 위

치에 설치되어 있다. 따라서, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통로(162)는 스크루 본체(37)가 회전했을 때 축선(01)의 주위를 공전한다.

- [0283] 제5 실시 형태에서는, 통체(39)를 회전축(38)의 제2 축부(41) 상에 삽입된 때에, 스크루 본체(37)의 내부에 통로(162)가 형성된다. 통로(162)를 규정하는 홈(161a, 161b)은, 통체(39)의 내주면에 개구되어 있으므로, 홈(161a, 161b)을 형성하는 작업을 용이하게 행할 수 있다.
- [0284] 따라서, 예를 들어 통로(162)의 단면 형상을 변경할 필요가 발생했을 때에도 용이하게 대응하는 것이 가능하게 된다.
- [0285] [제6 실시 형태]
- [0286] 도 41은, 제6 실시 형태를 개시하고 있다. 제6 실시 형태는, 원료에 신장 작용을 부가하기 위한 구성이 제5 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 스크루(21)의 구성은 제5 실시 형태와 동일하다.
- [0287] 도 41에 도시한 바와 같이, 회전축(38)의 제2 축부(41)의 외주면에 한 쌍의 홈(171a, 171b)이 형성되어 있다. 홈(171a, 171b)은, 제2 축부(41)의 축방향으로 연장됨과 함께, 제2 축부(41)의 직경 방향으로 서로 이격되어 있다. 또한, 홈(171a, 171b)은, 제2 축부(41)의 외주면에 개구되어 있다.
- [0288] 홈(171a, 171b)의 개구단부는, 통체(39)를 회전축(38)의 제2 축부(41) 상에 삽입된 때에, 통체(39)의 내주면에 의해 폐색되어 있다. 그로 인해, 홈(171a, 171b)은, 통체(39)의 내주면과 협동하여 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(172)를 규정하고 있다. 본 실시 형태에서는, 통로(172)는 회전축(38)과 통체(39) 사이의 경계에 위치되어 있다.
- [0289] 제6 실시 형태에 의하면, 통로(172)는 스크루 본체(37)의 내부에서 회전축(38)의 축선(01)에 대하여 편심된 위치에 설치되어 있다. 따라서, 상기 제5 실시 형태와 마찬가지로, 통로(172)는 스크루 본체(37)가 회전했을 때 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0290] 제6 실시 형태에서는, 통체(39)를 회전축(38)의 제2 축부(41) 상에 삽입된 때에, 스크루 본체(37)의 내부에 통로(172)가 형성된다. 통로(172)를 규정하는 홈(171a, 171b)은, 회전축(38)의 외주면에 개구되어 있으므로, 홈(171a, 171b)을 형성하는 작업을 용이하게 행할 수 있다.
- [0291] 따라서, 예를 들어 통로(172)의 단면 형상을 변경할 필요가 발생했을 때에도 용이하게 대응하는 것이 가능하게 된다.
- [0292] [제7 실시 형태]
- [0293] 도 42는, 제7 실시 형태를 개시하고 있다. 제7 실시 형태는, 원료에 신장 작용을 부가하기 위한 구성이 제1 실시 형태와 상이하다. 그 이외의 스크루(21)의 구성은 제1 실시 형태와 동일하다.
- [0294] 도 42에 도시한 바와 같이, 제2 축부(41)의 외주면으로부터 돌출된 키(45a, 45b)의 선단면에 오목부(181a, 181b)가 형성되어 있다. 오목부(181a, 181b)는, 제2 축부(41)의 축방향을 따라서 연장되어 있음과 함께, 키(45a, 45b)의 선단면에 개구되어 있다. 오목부(181a, 181b)의 개구단부는, 키(45a, 45b)를 통체(39)의 키 홈(47a, 47b)에 감합된 때에, 키 홈(47a, 47b)의 내주면에 의해 폐색되어 있다.
- [0295] 그로 인해, 오목부(181a, 181b)는, 키 홈(47a, 47b)의 내주면과 협동하여 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(182)를 규정하고 있다. 본 실시 형태에서는, 통로(182)는 키(45a, 45b)와 통체(39)의 경계에 위치되어 있다.
- [0296] 제7 실시 형태에 의하면, 통로(182)는 스크루 본체(37)의 내부에서 회전축(38)의 축선(01)에 대하여 편심된 위치에 설치되어 있다. 따라서, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통로(182)는 스크루 본체(37)가 회전했을 때 축선(01)의 주위를 공전한다.
- [0297] 제7 실시 형태에서는, 회전축(38)의 키(45a, 45b)를 통체(39)의 키 홈(47a, 47b)에 감합된 때에, 스크루 본체(37)의 내부에 통로(182)가 형성된다. 통로(182)를 규정하는 오목부(181a, 181b)는, 키(45a, 45b)의 선단면에 개구되어 있으므로, 오목부(181a, 181b)를 형성하는 작업을 용이하게 행할 수 있다.
- [0298] 따라서, 예를 들어 통로(182)의 단면 형상을 변경할 필요가 발생했을 때에도 용이하게 대응하는 것이 가능하게 된다.
- [0299] 제7 실시 형태에 있어서, 키 홈(47a, 47b)의 내주면에 제2 축부(41)의 축방향으로 연장되는 다른 오목부를 설치

하고, 그 다른 오목부를 상기 오목부(181a, 181b)와 합치시킴으로써 상기 통로(182)를 규정하도록 해도 된다.

[0300] [제8 실시 형태]

[0301] 도 43은, 제8 실시 형태를 개시하고 있다. 제8 실시 형태는, 스크루(21)의 구성 및 원료에 신장 작용을 부가하기 위한 구성이 제1 실시 형태와 상이하다.

[0302] 도 43에 도시한 바와 같이, 스크루(21)는 단단한 스크루 본체(200)를 구비하고 있다. 스크루 본체(200)는 곧은 1개의 축형상 부재(201)로 구성되어 있다. 축형상 부재(201)는 그 중심부를 동축형으로 관통하는 축선(01)을 가짐과 함께, 배럴(20)의 실린더부(33)에 동축형으로 수용되어 있다.

[0303] 축형상 부재(201)는 둘레 방향으로 연속하는 외주면(201a)을 갖고, 그 외주면(201a)이 배럴(20)의 실린더부(33)의 내주면과 마주보고 있다. 축형상 부재(201)의 외주면(201a)에는, 원료를 반송하는 플라이트(202)가 형성되어 있다.

[0304] 또한, 축형상 부재(201)의 내부에 원료에 신장 작용을 부가하는 한 쌍의 통로(203)가 형성되어 있다. 통로(203)는 축형상 부재(201)의 축방향으로 연장되어 있음과 함께, 축선(01)을 사이에 두고 서로 평행으로 배치되어 있다. 이 때문에, 통로(203)는 스크루 본체(200)의 내부에서 축형상 부재(201)의 축선(01)에 대하여 편심된 위치에 설치되어 있다. 따라서, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통로(203)는 스크루 본체(200)가 회전했을 때 축선(01)의 주위를 공전한다.

[0305] 원료에 신장 작용을 부가하는 통로(203)는 스크루 본체(200)가 1개의 막대형 부재(201)로 구성되는 경우에도, 스크루 본체(200)로 형성할 수 있다. 이 때문에, 스크루 본체는, 회전축과 통체를 조합한 구성에 특정되는 것이 아니다.

[0306] 본 발명의 몇 가지의 실시 형태를 설명했지만, 이들 실시 형태는, 예로서 제시한 것이며, 발명의 범위를 한정하는 것은 의도하고 있지 않다. 이들 신규의 실시 형태는, 기타의 다양한 형태로 실시되는 것이 가능하고, 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서, 다양한 생략, 치환, 변경을 행할 수 있다.

[0307] 예를 들어, 원료에 신장 작용을 부가하는 통로는, 단면 형상이 원형인 구멍에 한정되지 않는다. 그 통로는, 예를 들어 단면 형상이 타원형이나 다각형의 구멍으로 구성해도 되고, 통로의 단면 형상에 특별히 제약은 없다.

[0308] 추가로, 상기 제1 실시 형태에서는, 스크루 본체(37)를 회전축(38)의 기단의 방향으로부터 본 때에, 스크루(21)가 반시계 방향으로 좌회전하는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 이것에 제약되는 것은 아니다. 예를 들어, 스크루(21)는 시계 방향으로 우회전시켜도 된다.

[0309] 이 경우, 스크루(21)의 반송부(54)가 갖는 플라이트(56)는 스크루 본체(37)의 선단으로부터 기단을 향하여 원료를 반송하도록, 오른나사와 마찬가지로 오른쪽으로 비틀려 있으면 된다. 마찬가지로, 장벽부(55)가 갖는 플라이트(57)는 스크루 본체(37)의 기단으로부터 선단을 향하여 원료를 반송하도록, 왼나사와 마찬가지로 왼쪽으로 비틀려 있으면 된다.

[0310] 그와 함께, 제2 압출기(3)로부터 압출된 혼련물에 포함되는 가스 성분을 제거하는 제3 압출기는, 단축 압출기로 특정되는 것은 아니며, 2축 압출기를 사용해도 된다.

[0311] 본 발명에 따른 연속식 고전단 가공 장치는, 적어도 원료를 예비적으로 혼련하는 제1 압출기 및 원료를 본격적으로 혼련하는 제2 압출기를 구비하고 있으면 되고, 가스상 물질이나 휘발 성분을 제거하는 제3 압출기는 생략해도 된다. 제3 압출기를 생략할 경우, 제2 압출기의 중간부에 가스상 물질이나 휘발 성분을 혼련 과정에 있는 원료로부터 제거하는 적어도 하나의 벤트구를 형성하면 된다.

부호의 설명

[0312] 3: 압출기(제2 압출기)

20: 배럴

21: 스크루

34: 공급구

36a: 토출구

37, 200: 스크루 본체

54, 101: 반송부

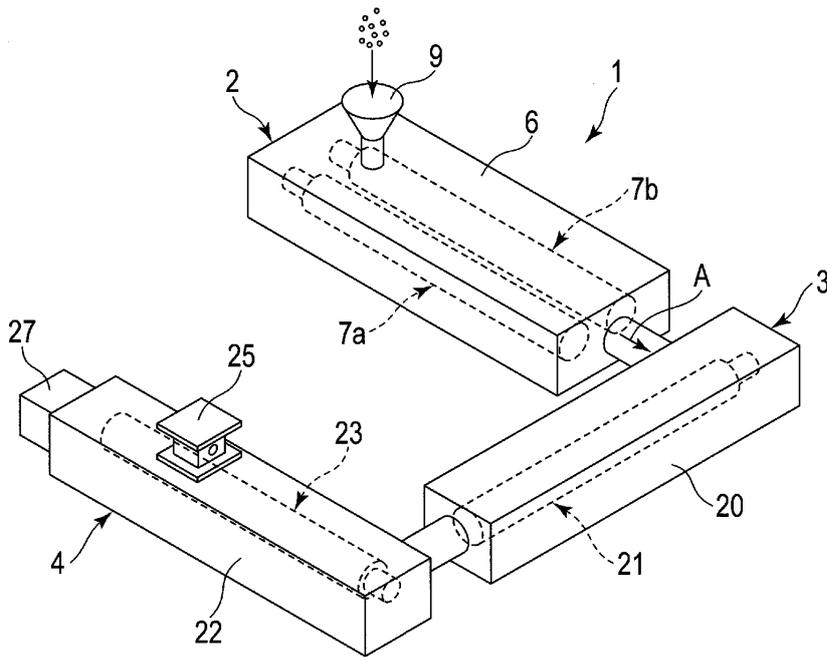
56, 57, 84, 85, 105, 107, 110, 111, 112: 플라이트

60, 86, 115, 162, 172, 182, 203: 통로

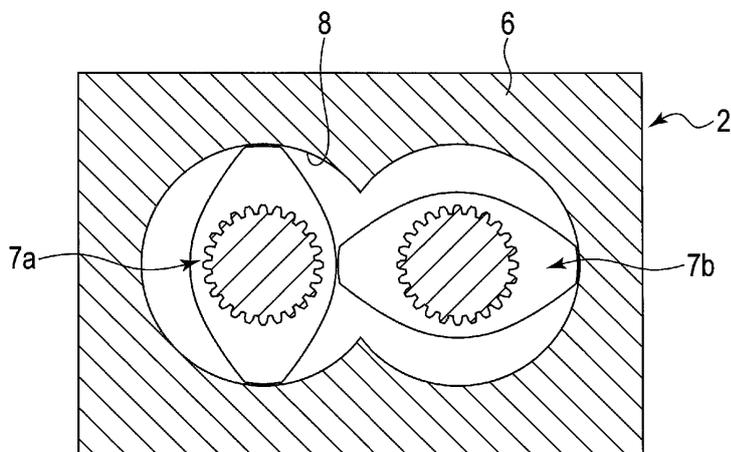
01: 축선

도면

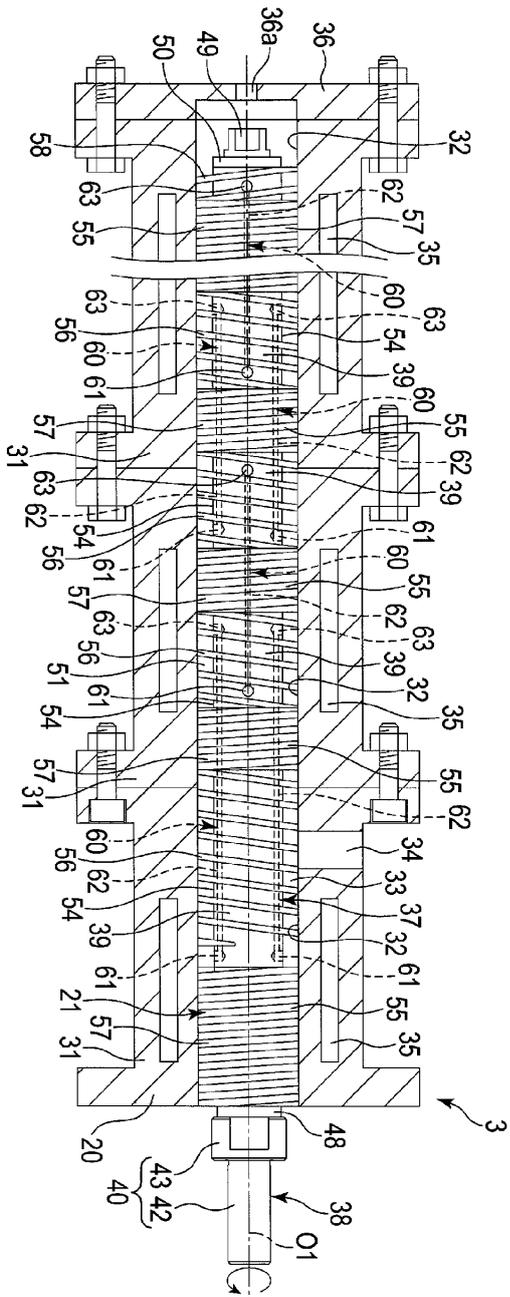
도면1



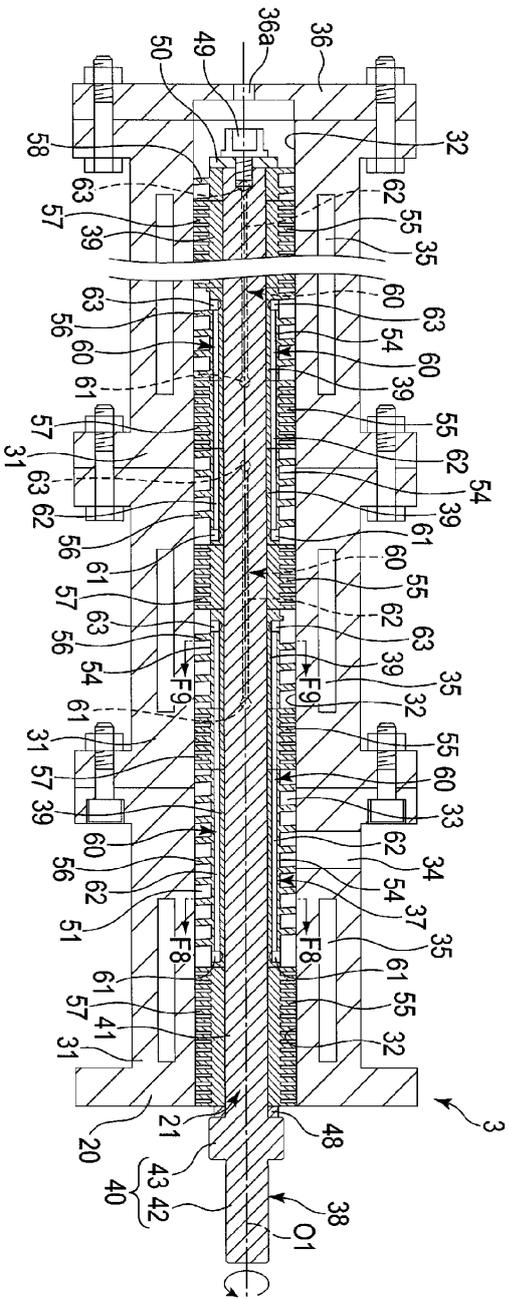
도면2



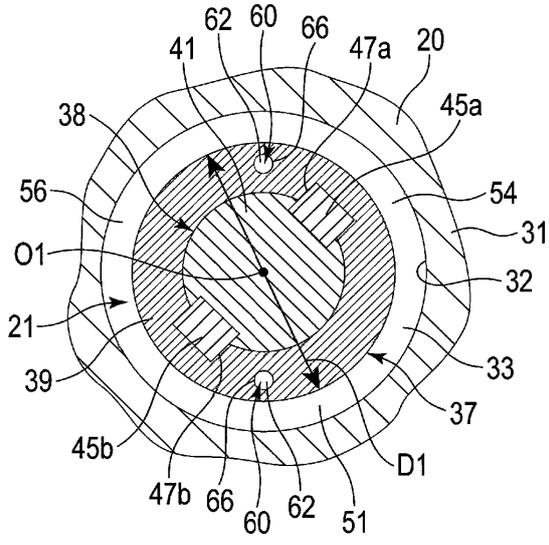
도면5



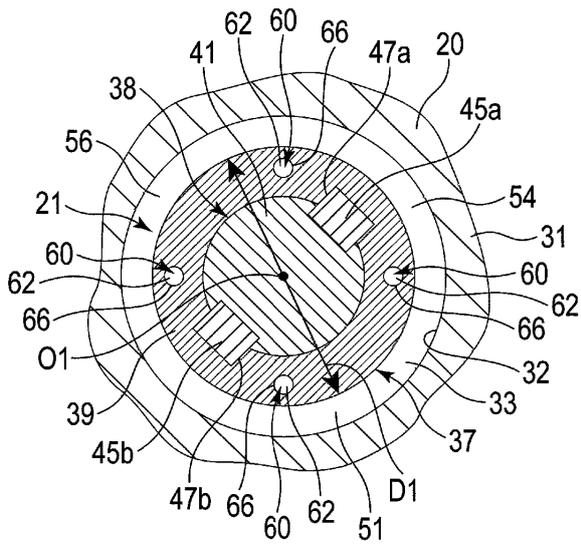
도면6



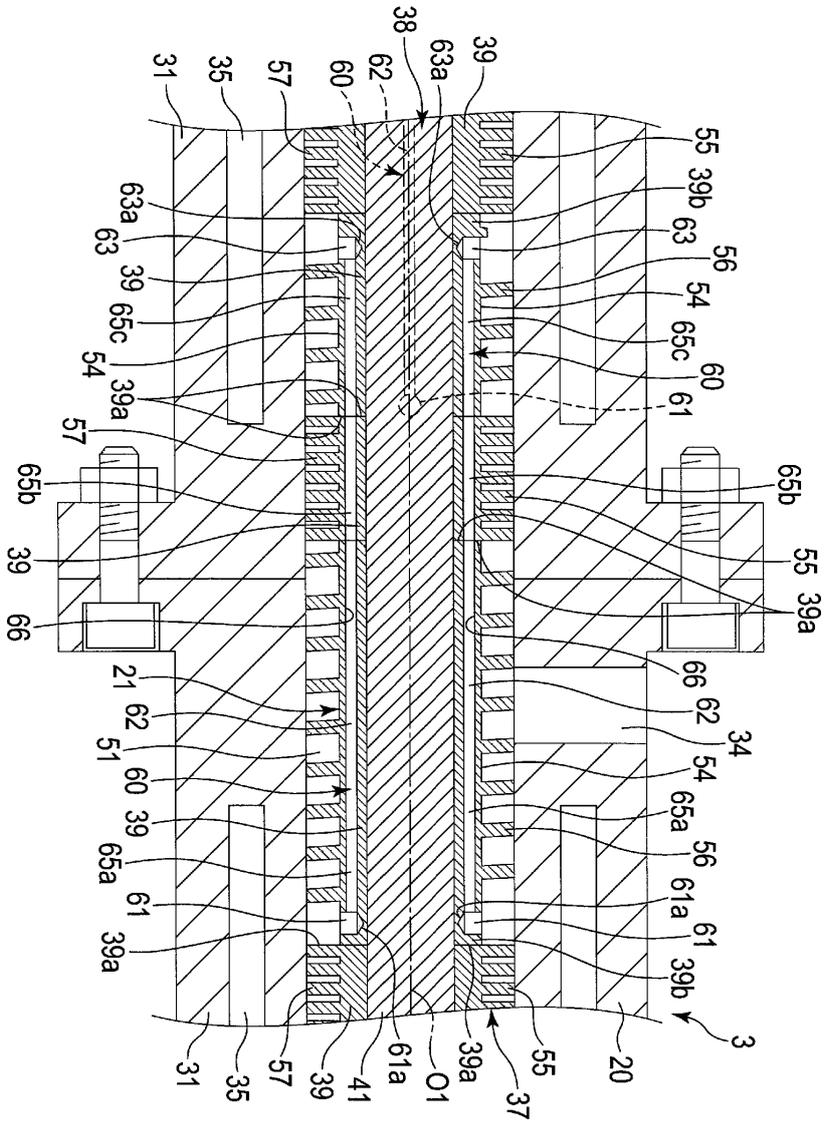
도면8



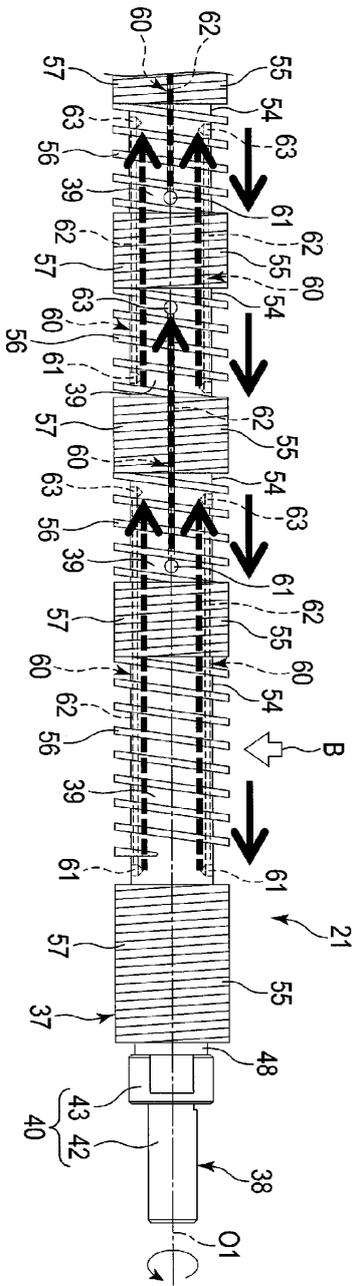
도면9



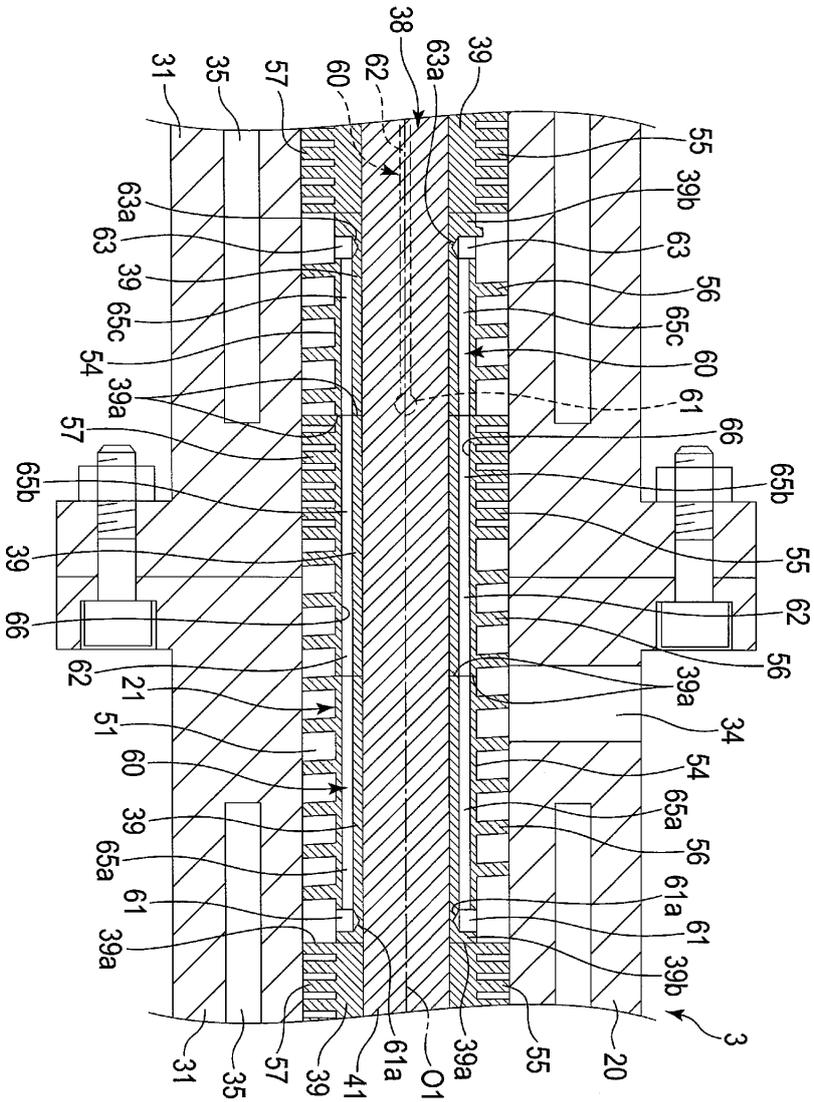
도면10



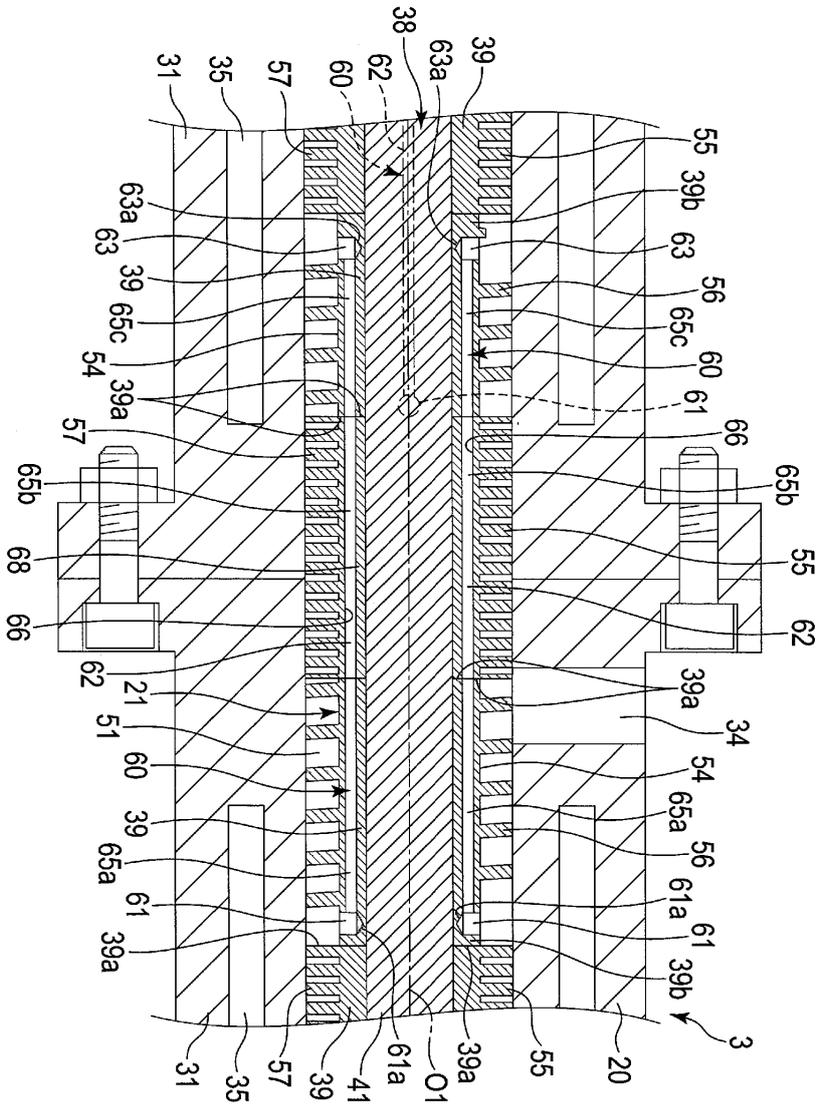
도면11



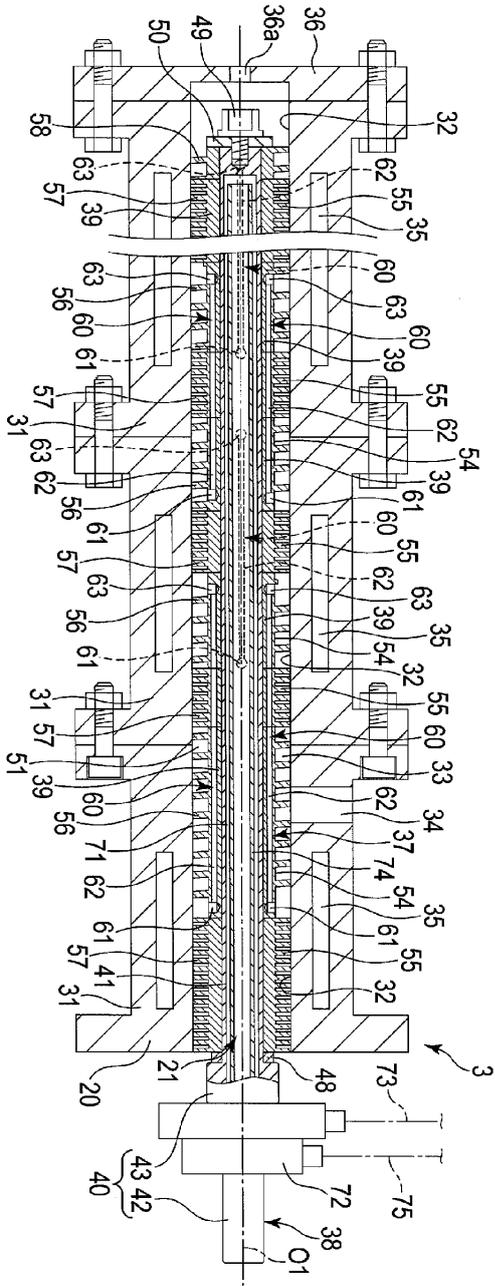
도면13



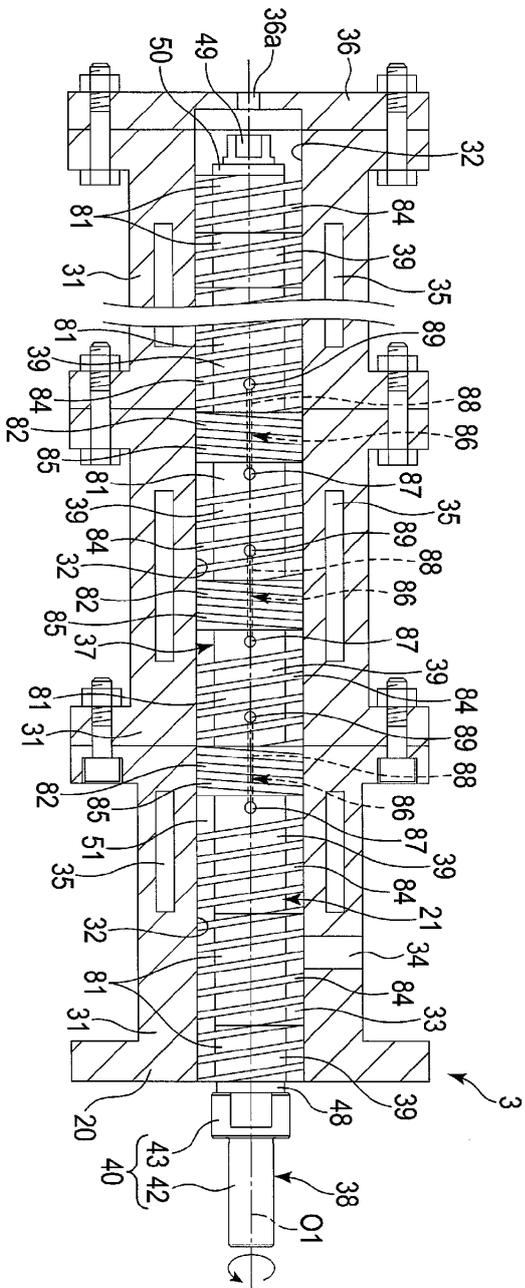
도면14



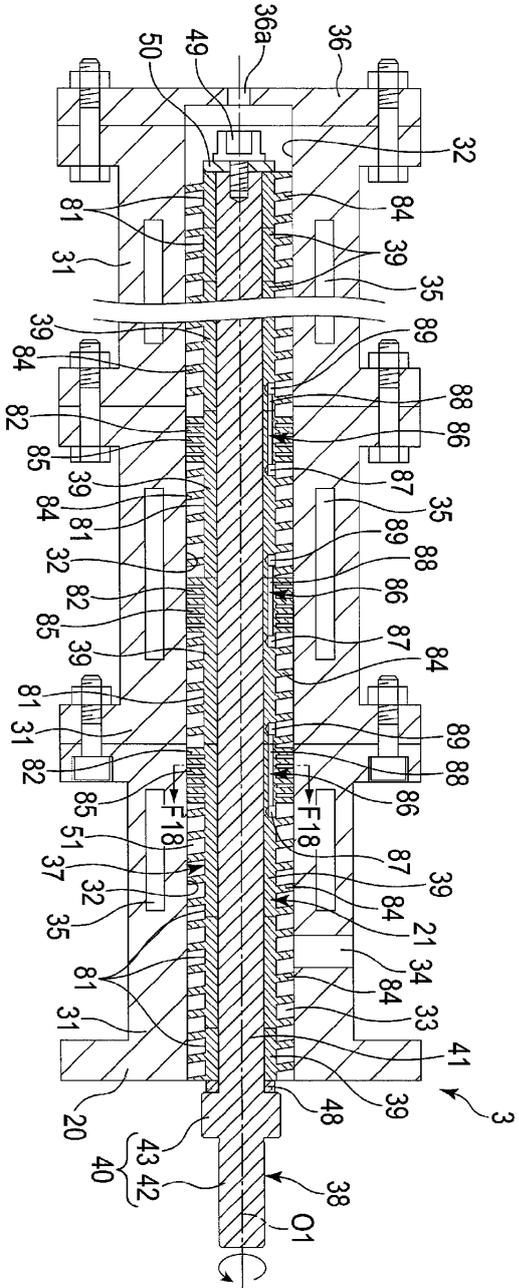
도면15



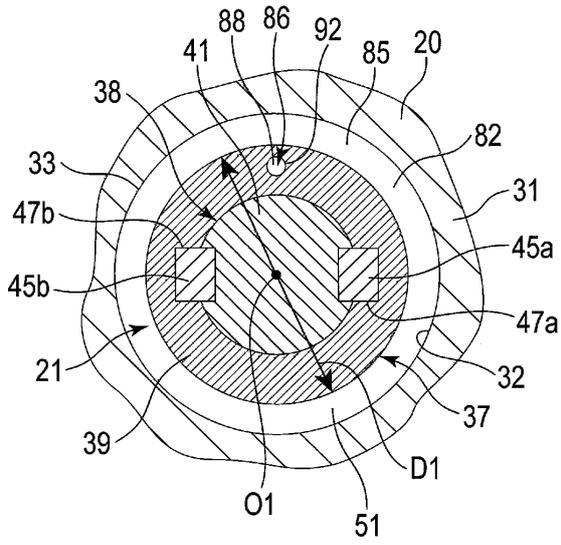
도면16



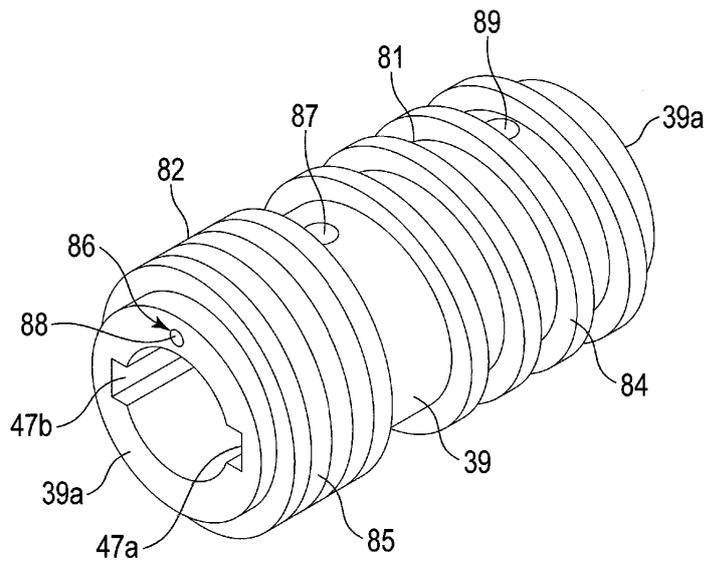
도면17



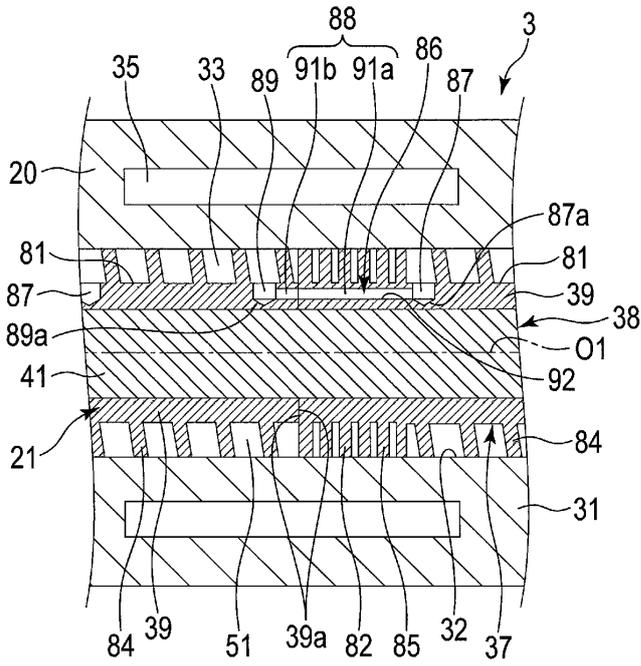
도면18



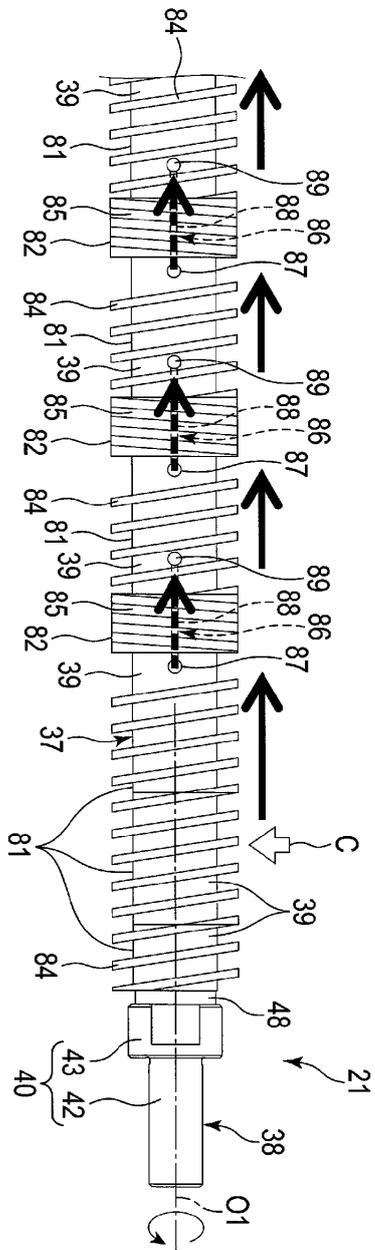
도면19



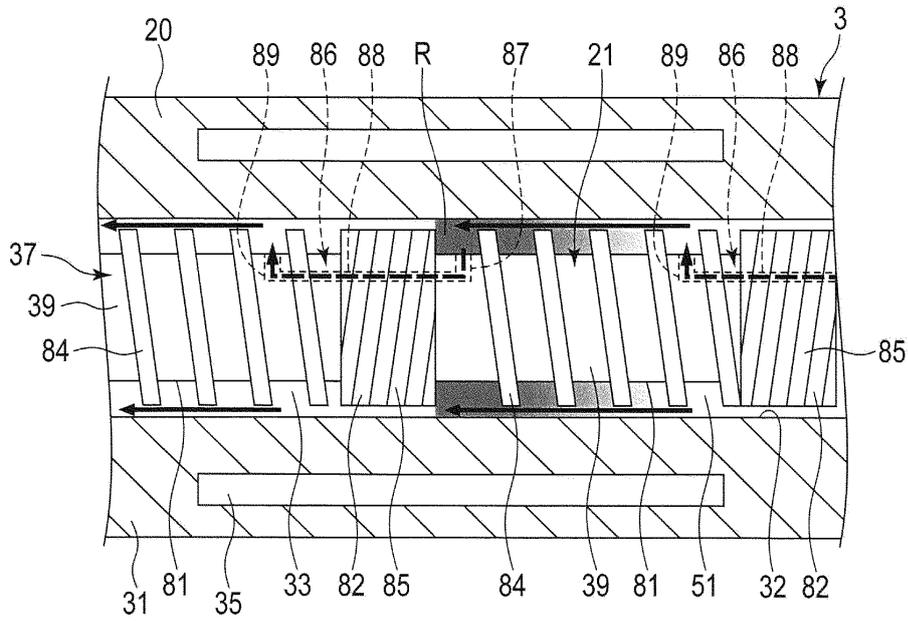
도면20



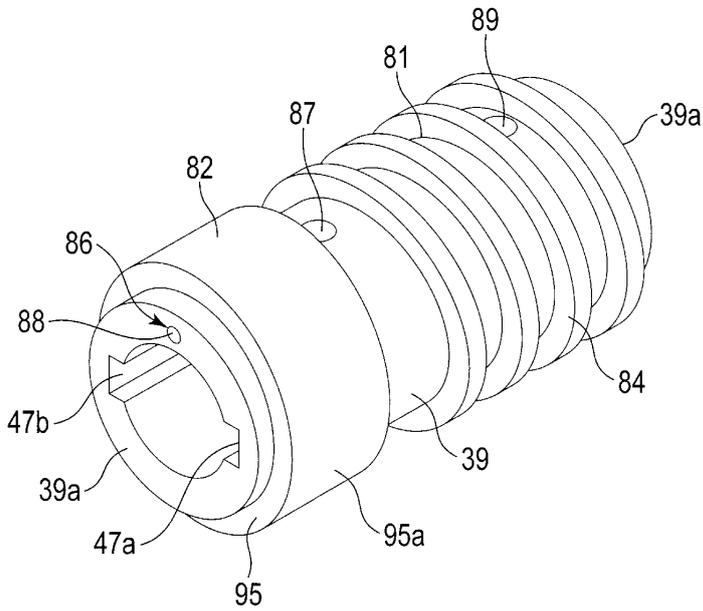
도면21



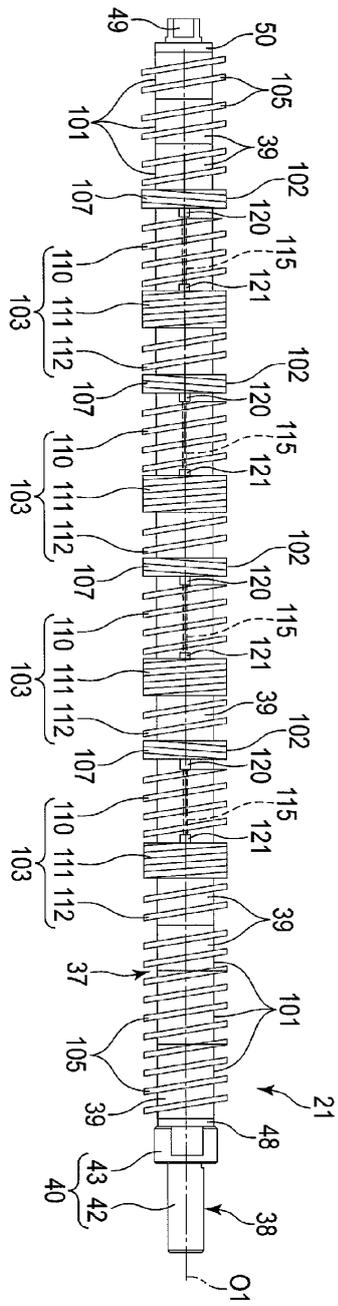
도면22



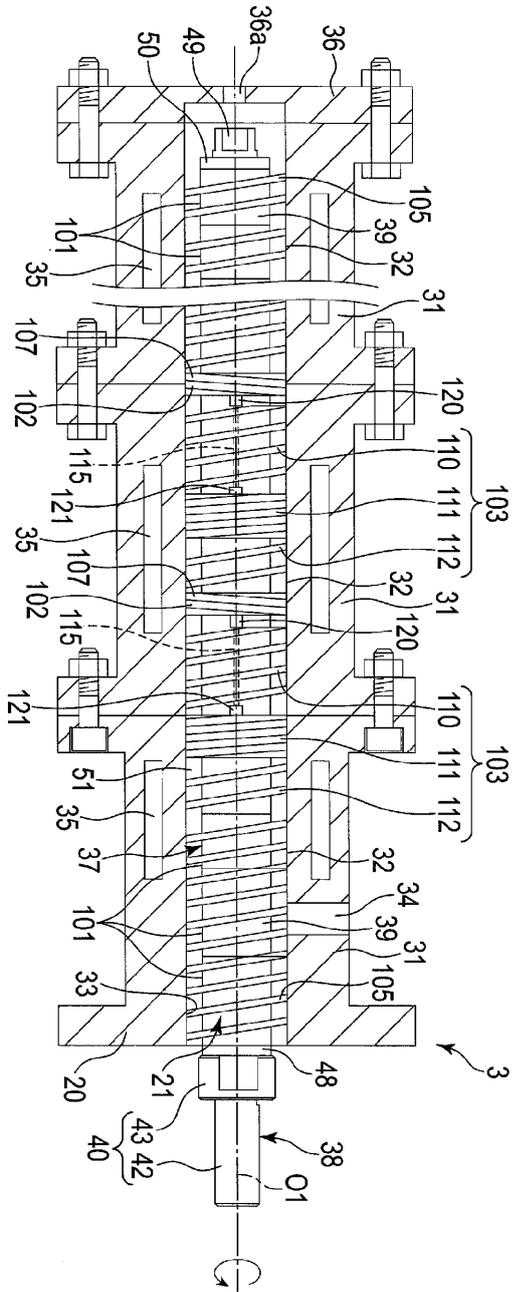
도면23



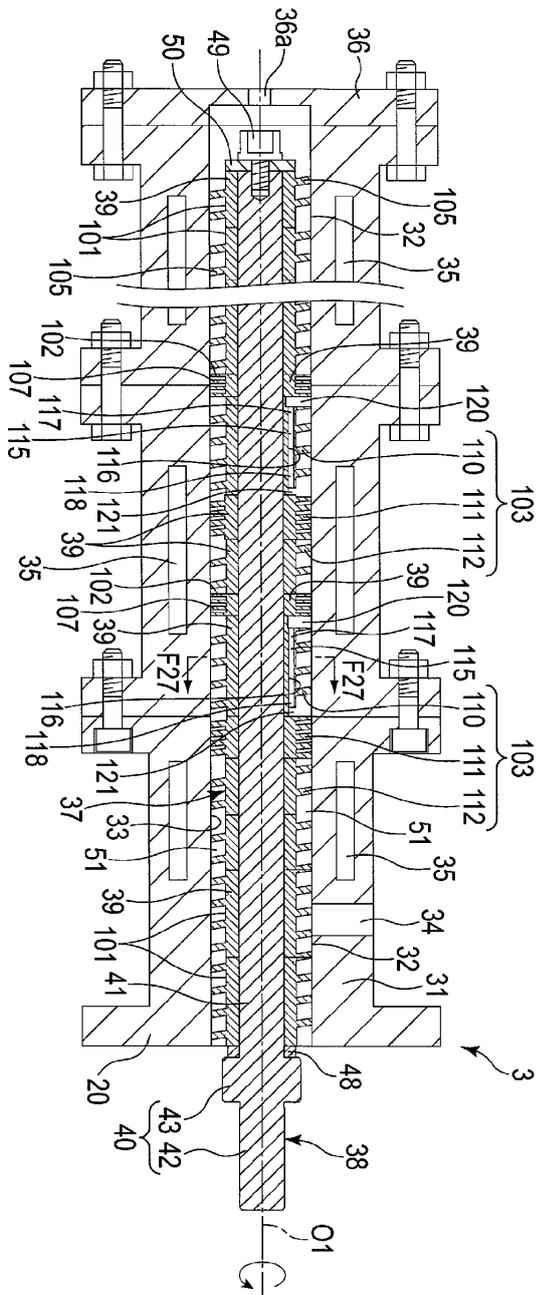
도면24



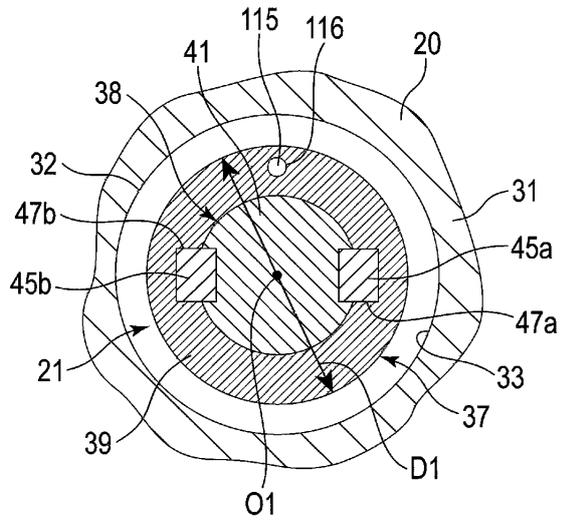
도면25



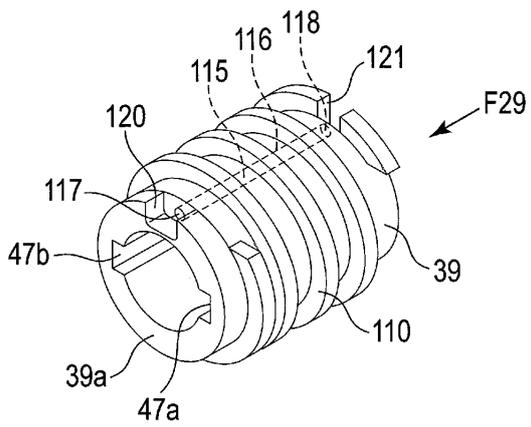
도면26



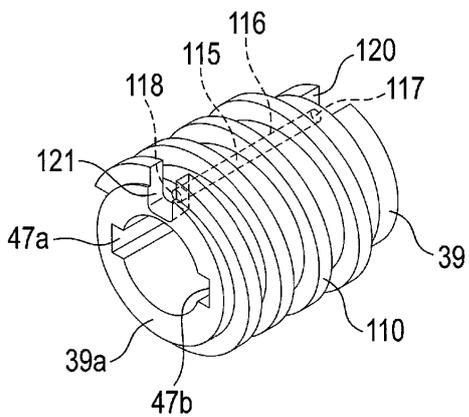
도면27



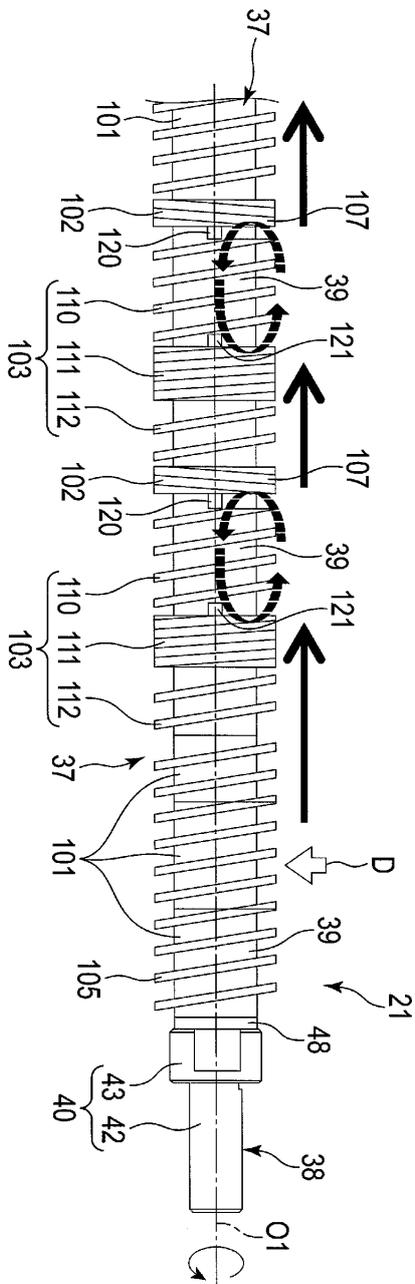
도면28



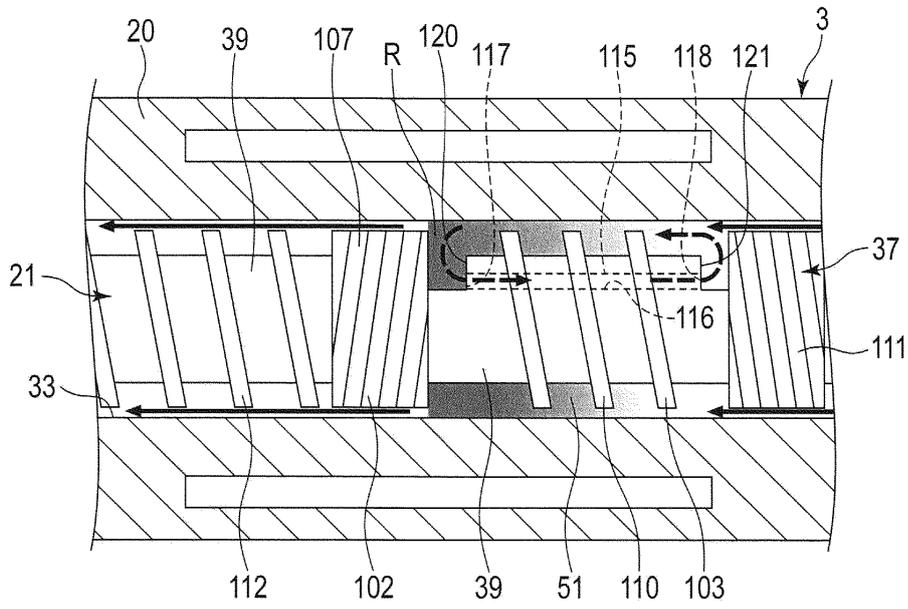
도면29



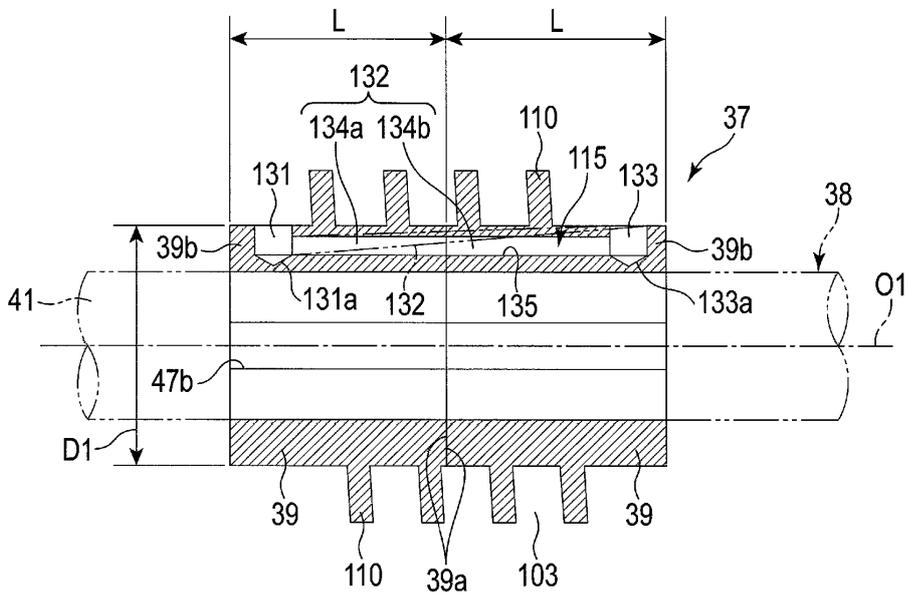
도면30



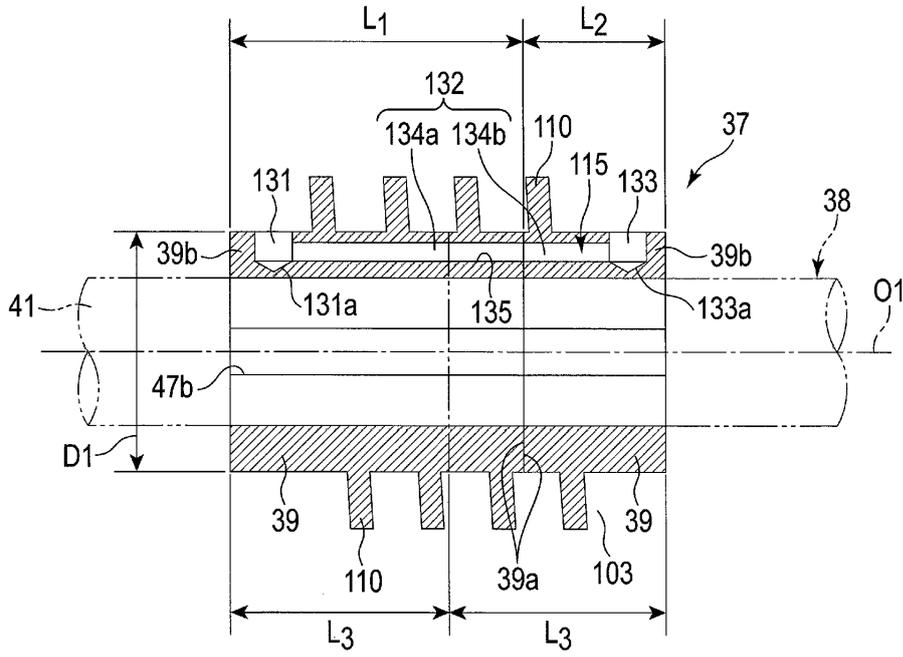
도면31



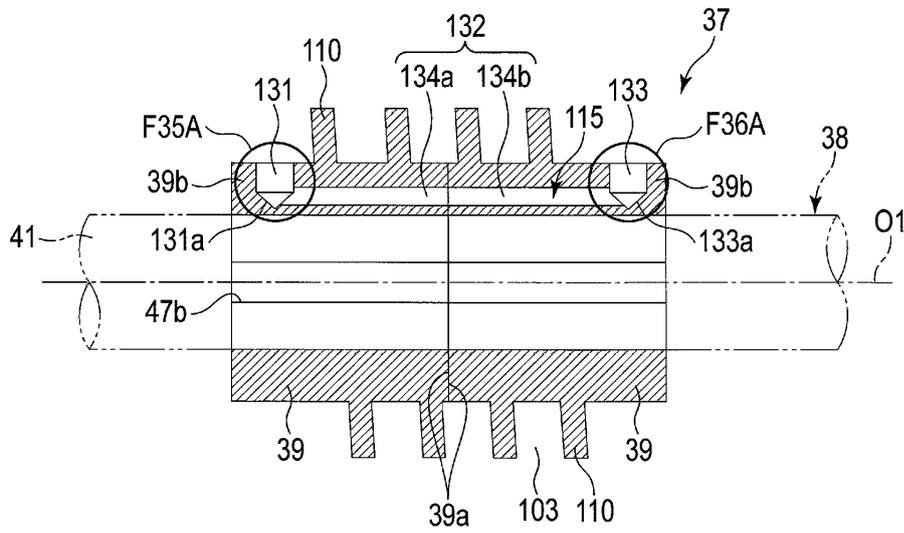
도면32



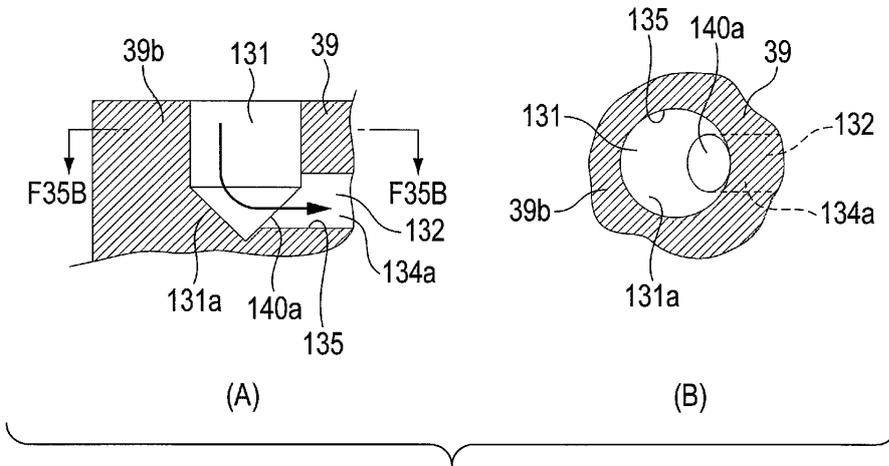
도면33



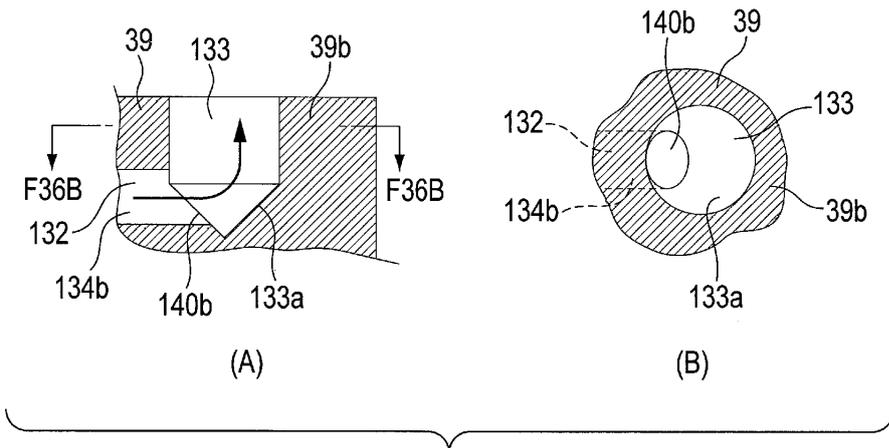
도면34



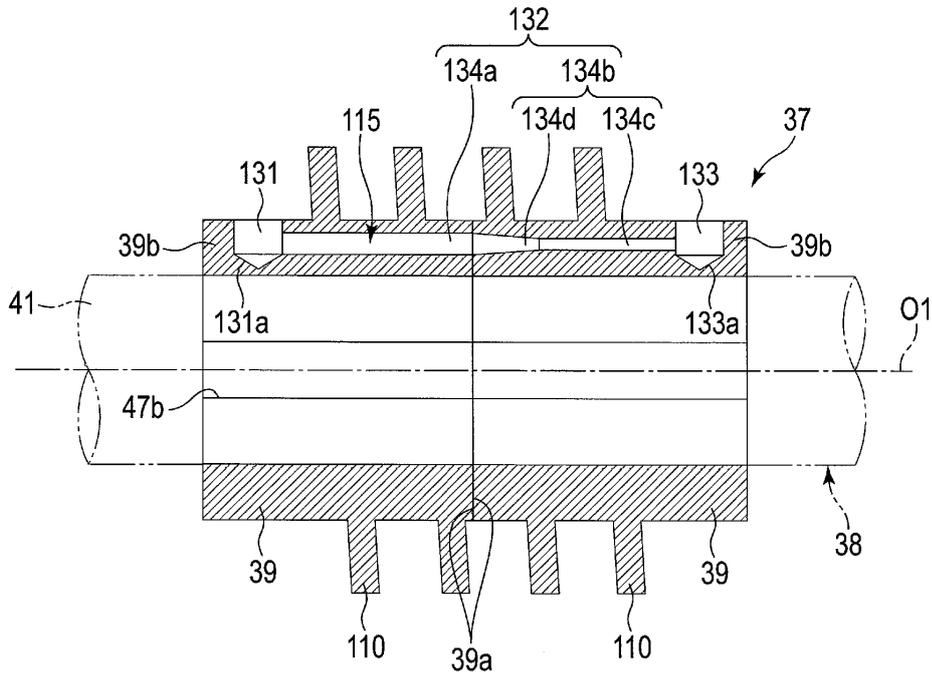
도면35



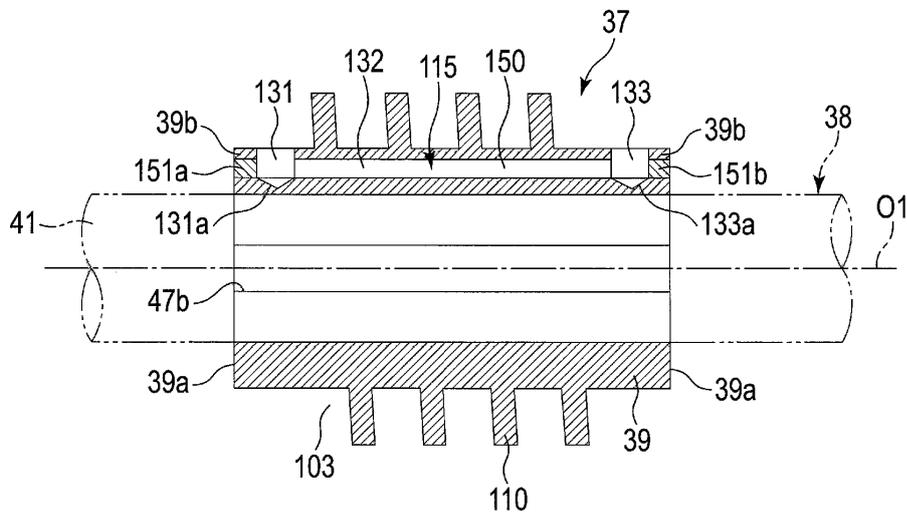
도면36



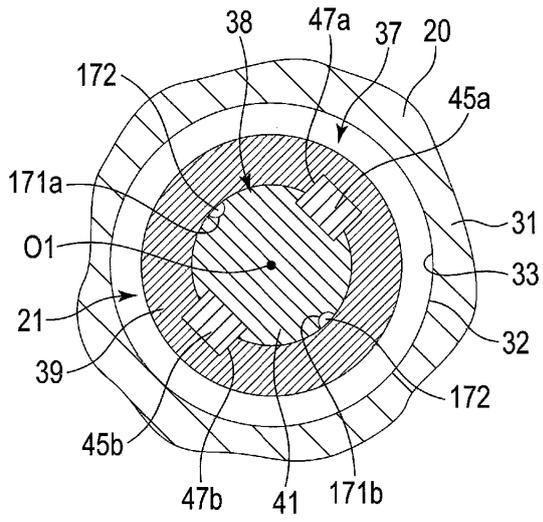
도면37



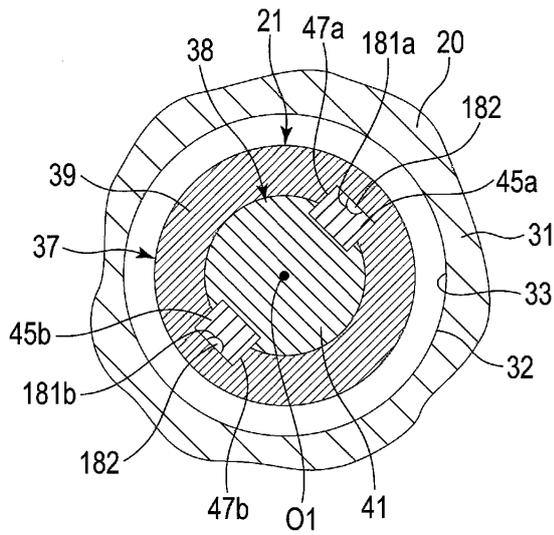
도면38



도면41



도면42



도면43

