



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월22일  
(11) 등록번호 10-1225247  
(24) 등록일자 2013년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
D01D 4/02 (2006.01) D01D 5/096 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2006-7024234  
(22) 출원일자(국제) 2005년05월06일  
심사청구일자 2010년04월22일  
(85) 번역문제출일자 2006년11월20일  
(65) 공개번호 10-2007-0018073  
(43) 공개일자 2007년02월13일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/015835  
(87) 국제공개번호 WO 2005/116308  
국제공개일자 2005년12월08일  
(30) 우선권주장  
10/851,340 2004년05월21일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP소화62006211 A  
JP평성03119105 A

(73) 특허권자  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
월슨, 브루스, 비.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427  
스투모, 로저, 제이.  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427  
(74) 대리인  
김영, 주성민

전체 청구항 수 : 총 8 항

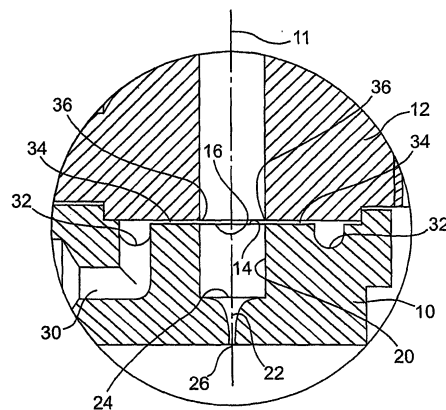
심사관 : 김경효

(54) 발명의 명칭 윤활-처리된 유동 섬유 압출

(57) 요약

중합체성 섬유를 압출하기 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 압출 방법은, 다이 오리피스를 통과할 때 윤활제가 중합체 용융물 스트림을 바람직하게 감싸도록, 중합체성 용융물 스트림으로부터 압출 다이의 각 오리피스로 별도로 윤활제를 공급하는 것을 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**에릭슨, 스탠리, 씨.**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427

**코페키, 윌리엄, 제이.**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427

**브레이스터, 제임스, 씨.**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다이 내에 위치한 오리피스를 통해 중합체 용융물 스트림을 통과시키고 (여기에서 상기 오리피스는 입구, 출구 및 상기 입구에서 출구까지 뻗어있는 내부 표면을 가지며, 상기 오리피스는 반-쌍곡선의 수렴하는 오리피스이고, 상기 중합체 용융물 스트림은 상기 입구에서 상기 오리피스로 들어가고 상기 출구에서 상기 오리피스를 나옴);

상기 중합체 용융물 스트림과는 별도로 상기 오리피스에 윤활제를 공급하고 (여기에서 상기 윤활제는 상기 오리피스의 입구에서 도입됨);

상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 나온 후 상기 중합체 용융물 스트림을 포함하는 섬유를 수집하는 것을 포함하는, 중합체성 섬유의 제조 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 중합체 용융물 스트림이, 오리피스의 입구의 단면적보다 작은 단면적을 포함하는 구멍을 통해 상기 오리피스의 입구로 공급되는 방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 윤활제를 공급하는 것이 윤활제를 상기 오리피스의 입구 주위에 형성된 연속적인 슬롯을 통해 공급하는 것을 포함하는 방법.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 빠져나온 후, 섬유가 실질적으로 윤활제를 함유하지 않도록 윤활제를 상기 중합체 용융물 스트림으로부터 증발시키는 방법.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 윤활제는 상기 오리피스의 입구로 공급될 때 2종 이상의 성분을 포함하고, 또한 상기 성분의 1종 이상은 상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 나온 후 상기 중합체 용융물 스트림으로부터 증발되고 상기 성분 중 1종 이상은 상기 섬유에 남는 방법.

### 청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 중합체 용융물 스트림이 1종 이상의 중합체를 포함하고, 상기 1종 이상의 중합체는 모두, 1종 이상의 중합체에 대하여 명시된 조건에서 측정된 10 이하의 용융 유동 지수를 포함하는 방법.

### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 다이가 복수의 오리피스를 포함하고, 상기 방법이 상기 복수의 오리피스의 각각의 오리피스에 윤활제를 독립적으로 공급하는 것을 더 포함하는 방법.

### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 오리피스의 입구로 통과하는 중합체 용융물 스트림의 평균 온도가 상기 중합체 용융물 스트림의 용융물 처리 온도 위 10℃ 이내에 있는 방법.

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

명세서

배경 기술

- [0001] 본 발명은 중합체 섬유 압출 공정 및 장치의 분야에 관한 것이다.
- [0002] 종래의 섬유 형성 방법 및 장치는 전형적으로 오리피스를 통한 중합체성 물질의 압출을 포함한다. 전형적인 섬유 압출 공정의 속도, 압력 및 온도는 경제적 요구와 중합체성 물질의 물리적 특징 사이에서 타협된다. 예를 들면, 상기 중합체성 물질의 분자량은 용융 점도 및 중합체성 물질의 성능에 모두 직접 관련이 있다. 불행하게도, 중합체성 물질의 성능의 개선은 통상적으로 증가된 분자량 및 상응하는 비교적 높은 용융 점도와 관련된다. 보다 높은 용융 점도는 전형적으로 더 느린, 경제적으로 덜 실행가능한 공정의 결과를 가져온다.
- [0003] 보다 높은 분자량 중합체의 높은 용융 점도에 대처하기 위해, 종래의 공정은 중합체성 물질의 용융 점도를 낮추려는 노력으로 비교적 높은 온도의 공정에 의존한다. 그러나 상기 공정 온도는 전형적으로 보다 높은 온도에서 상기 중합체성 물질의 분해에 의해 제한될 수 있다. 증가된 공정 온도와 함께, 공정 속도를 향상시키기 위해 공정 압력, 즉 상기 중합체가 압출되는 압력 또한 증가될 수 있다. 그러나, 공정 압력은 상기 섬유를 압출하는데 사용되는 장비에 의해 제한될 수 있다. 그 결과, 종래 공정에서의 공정 속도는 전형적으로 전술한 요인들에 의해 제한된다.
- [0004] 전술한 사안들에서 볼 때, 섬유 제조를 위한 용융 중합체의 압출에 있어서 종래의 방법은 중합체성 물질의 분자량을 감소시켜 경제적으로 유리한 공정 속도를 수득하는 것이다. 감소된 분자량은 압출된 중합체성 섬유의 물질 성질에 있어서 상응하는 손해의 결과를 가져온다.
- [0005] 종래의 압출된 섬유의 물질 성질에 있어서의 손해를 적어도 부분적으로 대처하기 위해, 상기 중합체성 물질을 섬유 중에 배향함으로써 섬유 강도가 개선될 수 있다. 배향은 섬유가 압출 다이를 빠져나온 후 섬유를 잡아당기거나 신장시킴으로써 부여된다. 그 결과, 섬유에 사용된 중합체성 물질은, 상기 중합체성 물질이 다이를 빠져나오는 반-용융 상태에서 실질적인 인장 응력 담지 능력을 가져야 한다 (그렇지 않으면 상기 섬유는 당길 때 간단히 파열될 것이다). 그러한 성질은 예를 들면 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르 및 폴리아미드와 같은 반-결정성 중합체에서 통상적으로 얻을 수 있다. 따라서, 통상적인 섬유 압출 공정은 단지 한정된 수의 중합체성 물질을 가지고 수행될 수 있다.
- [0006] 발명의 요약

- [0007] 본 발명은 중합체성 섬유를 압출하기 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 압출 공정은 바람직하게는 다이 오리피스를 통과할 때 윤활제가 중합체 용융물 스트림을 바람직하게 감싸도록, 중합체성 용융물 스트림으로부터 압출 다이의 각 오리피스로 별도로 윤활제를 공급하는 것을 포함한다. 중합체 섬유 압출 공정에서 중합체 용융물 스트림으로부터 별도로 공급된 윤활제의 사용은 다수의 가능한 장점을 제공할 수 있다.
- [0008] 예를 들면, 별도로-공급된 윤활제의 사용은 당기지 않고도 배향된 중합체성 섬유를 제공할 수 있으며, 즉, 일부 구현예에서는 섬유가 다이를 빠져나온 후 배향된 중합체성 섬유를 수득하기 위해 섬유를 당기거나 신장시킬 필요가 없을 수도 있다. 상기 중합체성 섬유가 압출 후 당기지 않을 경우, 이들은 그것이 다이를 빠져나온 후의 반-용융 상태에서 실질적인 인장 응력-담지 능력을 나타내야 할 필요가 없다. 대신, 본 발명의 윤활-처리된 압출 방법은 일부의 경우에 상기 중합체성 물질이 다이를 통해 이동할 때 상기 물질에 방향성을 부여하여 상기 중합체성 물질이 그 다이를 빠져나오기 전에 바람직하게 배향될 수 있도록 한다.
- [0009] 방향성을 부여하기 위해 당기거나 신장시킬 필요를 줄이거나 없애는 것의 하나의 가능한 장점은 중합체성 섬유를 압출하기 위한 후보 중합체성 물질이, 그렇지 않으면 압출된 섬유로 사용될 수 없었을 중합체성 물질을 포함하도록 상당히 넓어질 수 있다는 점이다. 불균질 상의 중합체 또한 상기 제안된 방법에 의해 배향된 섬유로 압출될 수 있다. '외피/코어' 또는 '바다의 섬' 또는 '파이' 또는 '속 빈 파이'와 같은 복합재 섬유 구조 또한 본 방법에 적합하다.
- [0010] 본 발명의 방법의 가능한 장점은 예를 들면 비교적 낮은 압력에서 다수의 중합체성 섬유를 동시에 압출할 수 있는 능력을 포함할 수 있다. 비교적 낮은 압력은 장비 및 공정 비용의 면에서 비용 절감의 결과를 가져올 수 있다.
- [0011] 본 발명의 목적을 위해, "섬유"라는 용어(및 이의 변형)는 그 폭에 비하여 실질적으로 연속적인 길이를 갖는, 예를 들면 그 폭의 적어도 1000 배의 길이를 갖는, 가느다란 실같은 구조 또는 필라멘트를 의미한다. 본 발명의 섬유의 폭은 5 밀리미터 이하, 바람직하게는 2 밀리미터 이하, 더욱 바람직하게는 1 밀리미터 이하의 최대 차원으로 바람직하게 제한될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 섬유는 단일성분 섬유; 2-성분 또는 혼방 섬유(편의상, "2-성분"이라는 용어는 종종 두 성분으로 이루어진 섬유 뿐만 아니라 세 성분 이상으로 이루어진 섬유를 의미하도록 사용될 것이다); 및 2-성분 섬유의 섬유 부분, 즉 상기 2-성분 섬유의 길이의 단면의 부분을 차지하며 상기 길이에 걸쳐 뻗어있는 부분일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일부 구현예의 또 다른 가능한 장점은 낮은 용융 유동 지수(MFI)를 갖는 중합체를 압출하는 능력에서 발견될 수 있다. 종래의 중합체성 섬유 압출 공정에서, 압출된 중합체의 MFI는 약 35 또는 그 이상이다. 본 발명의 방법을 이용하면, 중합체성 섬유의 압출은 30 이하, 일부의 경우 10 이하, 다른 경우 1 이하, 또 다른 경우 0.1 이하의 MFI를 갖는 중합체를 이용하여 수행될 수 있다. 본 발명 이전에, 섬유를 형성하기 위한 그러한 높은 분자량 (낮은 MFI) 중합체의 압출 공정은 전형적으로 상기 중합체를 용해시키는 용매를 사용함으로써 그 점도를 낮추어 수행되었다. 상기 방법은 고분자량 중합체를 용해시킨 다음 이를 제거하는 어려움(폐기 또는 재활용을 포함)을 수반한다. 낮은 용융 유동 지수 중합체의 예로서, 바스프 코포레이션(BASF Corporation, Wyandotte, MI)로부터 입수가 가능한 루란(LURAN) S 757 (ASA, 8.0 MFI), 헌츠맨 폴리머즈(Huntsman Polymers, Houston, TX)로부터 입수가 가능한 P4G2Z-026 (PP, 1.0 MFI), 폴리원 코포레이션(PolyOne Corporation, Avon Lake, OH)으로부터 입수가 가능한 FR PE 152 (HDPE, 0.1 MFI), 엑손모빌 케미칼(ExxonMobil Chemical, Houston, TX)로부터 입수가 가능한 7960.13 (HDPE, 0.06 MFI), 엑손모빌 케미칼(Houston, TX)로부터 입수가 가능한 인게이지(ENGAGE) 8100(ULDPE, 1.0 MFI)을 들 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일부 방법의 또 다른 가능한 장점은 수득될 수 있는 비교적 높은 질량 유동 속도를 포함할 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 방법을 이용하면, 10 g/분 이상, 일부의 경우 100 g/분 이상, 다른 경우 400 g/분 이상의 속도로 중합체성 물질을 섬유로 압출하는 것이 가능할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일부 방법의 또 다른 가능한 장점은, 예를 들면 강도를 향상시키거나 여타 유리한 기계적, 광학적 성질 따위를 제공할 수 있는, 분자 수준에서의 방향성을 포함하는 중합체성 섬유를 압출하는 능력을 포함할 수 있다. 상기 중합체성 섬유가 무정형 중합체로 구성된 경우, 상기 무정형 중합체성 섬유는 강성의 또는 질서있는 무정형 중합체 상 또는 배향된 무정형 중합체 상의 부분(즉, 섬유 내의 분자 사슬이, 일반적으로 섬유 축을 따라서 다양한 정도로 정렬되어 있는 부분)을 포함하는 것으로 선택적으로 특징될 수 있다.
- [0016] 배향된 중합체성 섬유가 알려져 있지만, 상기 배향은 섬유가 다이 오리피스를 빠져나올 때 상기 섬유를 당기거나 뽑음으로써 통상적으로 이루어진다. 그러나 다수의 중합체는 압출 직후에 용융된 또는 반-용융 상태에서 파

열되지 않고 당겨지기에 충분한 기계적 강도를 갖지 못하므로 압출 후에 당겨질 수 없다. 그러나, 본 발명의 방법은 중합체성 물질이 상기 오리피스를 빠져나가기 전에 다이 내에서 배향될 수 있기 때문에, 방향성을 수득하기 위해 중합체성 섬유를 당길 필요를 없앨 수 있다. 그 결과, 종전에는 상업적으로 사용가능한 공정에서 압출되고 당겨질 수 없었던 중합체를 이용하여 배향된 섬유가 압출될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일부 방법에서는, 상기 방향성이 소실되거나 다이의 외부 이완으로 인하여 실질적으로 감소되지 않도록 중합체성 물질을 저지(quench)하기 위해, 윤활제, 다이 또는 상기 윤활제 및 다이 모두의 온도를 바람직하게 조절할 수 있다. 일부의 경우, 윤활제는, 예를 들면 증발에 의해, 상기 중합체성 물질을 저지할 수 있는 그의 능력에 적어도 부분적으로 근거하여 선택될 수 있다.

[0018] 하나의 측면에서, 본 발명은 다이 내에 위치한 오리피스를 통해 중합체 용융물 스트림을 통과시키고 (여기에서 상기 오리피스는 입구, 출구 및 상기 입구에서 출구까지 뻗어있는 내부 표면을 가지며, 상기 오리피스는 반-쌍곡선의 수렴하는 오리피스이고, 상기 중합체 용융물 스트림은 상기 입구에서 상기 오리피스로 들어가고 상기 출구에서 상기 오리피스를 나옴); 상기 중합체 용융물 스트림과는 별도로 상기 오리피스에 윤활제를 공급하고 (여기에서 상기 윤활제는 상기 오리피스의 입구에서 도입됨); 상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 나온 후 상기 중합체 용융물 스트림을 포함하는 섬유를 수집함으로써 중합체성 섬유를 제조하는 방법을 제공한다.

[0019] 또 다른 측면에서, 본 발명은 다이의 오리피스를 통해 중합체 용융물 스트림을 통과시키고 (여기에서 상기 오리피스는 입구, 출구 및 상기 입구에서 출구까지 뻗어있는 내부 표면을 가지며, 상기 오리피스는 반-쌍곡선의 수렴하는 오리피스이고, 상기 중합체 용융물 스트림은 상기 입구에서 상기 오리피스로 들어가고 상기 출구에서 상기 오리피스를 나오며, 상기 중합체 용융물 스트림은 벌크 중합체를 포함하고, 상기 벌크 중합체가 주된 중합체 용융물 스트림이고, 상기 벌크 중합체는 ASTM D1238에 중합체에 대하여 명시된 조건에서 측정된 1 미만의 용융 유동 지수를 갖는 중합체로 주로 구성됨); 상기 중합체 용융물 스트림과는 별도로 상기 오리피스에 윤활제를 공급하고; 상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 나온 후 상기 벌크 중합체를 포함하는 섬유를 수집함으로써 중합체성 섬유를 제조하는 방법을 제공한다.

[0020] 본 발명의 방법, 시스템 및 물품의 다양한 구현예의 상기 및 여타 특성 및 장점을 본 발명의 다양한 예시적 구현예와 관련하여 이하에 기재한다.

### 발명의 상세한 설명

[0029] 본 발명의 예시적 구현예의 다음 상세한 설명에서, 본 출원의 일부를 형성하며, 본 발명이 실시될 수 있는 구체적인 구현예를 예시로서 나타내는 첨부 도면을 참고한다. 다른 구현예들이 사용될 수도 있으며, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 구조상의 변화가 가해질 수 있음이 이해되어야 한다.

[0030] 전술한 바와 같이, 본 발명은 윤활-처리된 유동 압출 공정을 통해 중합체성 섬유를 제조하는 방법 및 시스템을 제공한다. 본 발명은 또한 그러한 시스템 및 방법을 이용하여 제조될 수 있는 중합체성 섬유를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 방법은 하나 이상의 오리피스를 갖는 다이로부터 중합체 용융물 스트림의 압출을 바람직하게 수반한다. 윤활제는 상기 중합체 용융물 스트림과는 별도로, 바람직하게는 다이를 통과할 때 상기 중합체 용융물 스트림의 외부 표면 주위에 윤활제가 주로 위치하도록 하는 방식으로, 다이에 공급된다. 윤활제는 다른 중합체 또는 예를 들면 무기 오일 등과 같은 다른 물질일 수 있다. 윤활제의 점도는 상기 윤활-처리된 중합체의 점도보다 (상기 윤활-처리된 중합체가 압출되는 조건에서) 실질적으로 낮은 것이 바람직할 것이다. 몇 가지 예시적인 다이 및 그로부터 압출될 수 있는 섬유를 이하에 기재한다.

[0032] 본 발명의 방법 및 시스템에서 윤활제를 사용하는 것의 하나의 가능한 장점은 섬유가 제조될 수 있는 공정 윈도우가 종래의 중합체 섬유 압출 공정에 비하여 넓어질 수 있다는 점이다. 도 1은 이러한 가능한 장점을 보여주는 무차원의 그래프이다. 중합체 용융물 스트림의 유량은 x-축을 따라서 오른쪽으로 갈수록 증가하고 윤활제의 유량은 y-축을 따라서 위로 갈수록 증가한다. 점선(x-축에 가장 가깝게 나타난)과 실선(상기 점선의 위에 위치한) 사이의 영역은 중합체 용융물 스트림과 윤활제의 유량이 서로에 대하여 정상 상태로 유지될 수 있는 영역을 나타낸다. 정상 상태 흐름의 특징은 바람직하게는 중합체 용융물 스트림과 윤활제 모두에 대하여 정상 압력이다. 뿐만 아니라, 정상 상태 흐름은 또한 윤활제 및/또는 중합체 용융물 스트림의 경우 상대적으로 낮은 압력에서 바람직하게 일어날 수 있다.



- [0033] 실선 위의 영역(상기 실선의 점선으로부터의 반대 측)은 과량의 윤활제가 다이를 통한 중합체 용융물 스트림의 유동을 초래하여 펄스를 일으킬 수 있는 영역을 나타낸다. 일부 경우에, 상기 펄스형성은 상기 중합체 용융물 스트림의 유동을 방해하고 다이를 빠져나오는 임의의 섬유를 파열 또는 종결시키기에 충분히 강할 수 있다.
- [0034] 점선 아래의 영역(즉, 점선과 x-축의 사이)는 윤활유 흐름이 벗어나 0으로 가는 상태를 나타낸다. 그러한 상황에서, 중합체 용융물 스트림의 유동은 더 이상 윤활되지 않고, 중합체 용융물 스트림 및 윤활제의 압력은 전형적으로 급속히 상승한다. 예를 들면, 중합체 용융물 스트림의 압력은 그러한 상태에서 수 초 내에 200 psi ( $1.3 \times 10^6$  Pa)로부터 2400 psi ( $1.4 \times 10^7$  Pa)까지 상승할 수 있다. 상기 면적은, 중합체의 질량 유량이 주로 높은 작동 압력에 의해 제한되는 종래의 윤활-처리되지 않은 섬유 형성 다이의 경우 통상의 작동 윈도우로 고려될 것이다.
- [0035] 도 1에 도시된 넓어진 공정 윈도우는, 오리피스가 중합체의 근본적으로 순수한 신장 유동을 초래하는 방식으로 수렴하는 다이를 이용하여 바람직하게 제공될 수 있다. 그렇게 하려면, 다이 오리피스가 여기에 기재한 바와 같이 그 길이(첫 번째 중합체가 흐르는 방향)를 따라 반-쌍곡선의 수렴하는 윤곽을 갖는 것이 바람직할 것이다.
- [0036] 본 발명의 적어도 일부 구현예의 가능한 장점들 중에, 전형적으로 중합체성 섬유로 압출되지 않는 중합체성 물질의 중합체성 섬유를 제조하는 능력이 있다. 용융 유동 지수는 중합체의 용융 점도에 관한 통상의 산업 용어이다. 미국 시험 및 물질학회(ASTM)는 시험 방법(ASTM D1238)을 포함한다. 상기 시험 방법은 특정의 중합체 종류를 측정하기 위해 사용되어야 하는 부하 및 온도를 명시한다. 여기에서 사용되는 용융 유동 지수 값은 주어진 중합체 종류에 대한 ASTM D1238에 의해 명시된 조건에서 수득되어야 한다. 용융 지수 시험의 일반적인 원리는, 상단에 플런저를 가지며 실린더의 바닥에 위치한 작은 모세관 또는 오리피스를 갖는 실린더에서 시험할 중합체를 가열하는 것을 수반한다. 열적으로 평형되었을 때, 소정의 중량을 상기 플런저 위에 놓고 압출물을 수집하여 소정의 시간 동안 칭량한다. 보다 높은 용융 지수 값은 전형적으로 보다 높은 유량 및 보다 낮은 점도와 관련되며, 이 둘은 모두 보다 낮은 분자량을 나타낼 수 있다. 반대로, 낮은 용융 지수 값은 전형적으로 보다 낮은 유량 및 보다 높은 점도와 관련되며, 이 둘은 모두 보다 높은 분자량의 중합체를 나타낼 수 있다.
- [0037] 종래의 중합체성 섬유 압출 공정에서, 압출된 중합체의 MFI는 약 35 또는 그 이상이다. 본 발명의 방법을 이용하면, 압출된 중합체성 섬유를 형성하는 데 사용된 중합체 용융물 스트림은 1종 이상의 중합체를 포함할 수 있고, 상기 1종 이상의 중합체는 모두 30 이하, 일부의 경우에 10 이하, 다른 경우에 1 이하, 또 다른 경우에는 0.1 이하의 MFI를 나타낸다. 일부 구현예에서, 중합체 용융물 스트림은 30 이하, 일부 경우에 10 이하, 다른 경우에 1 이하, 또 다른 경우에 0.1 이하의 MFI를 바람직하게 나타내는 하나의 중합체로 주로 구성될 수 있다.
- [0038] 일부 구현예에서, 중합체 용융물 스트림은 상기 중합체 용융물 스트림의 적어도 주된 부피를 형성하는 벌크 중합체를 포함하는 것으로 특징될 수 있다. 일부의 경우, 상기 벌크 중합체는 상기 중합체 용융물 스트림 부피의 60% 이상을 형성하는 것이 바람직할 수 있는 한편, 다른 경우에는 상기 벌크 중합체가 상기 중합체 용융물 스트림 부피의 75% 이상을 형성하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 경우, 상기 부피는 중합체 용융물 스트림이 다이의 오리피스에 공급될 때 측정된다.
- [0039] 상기 벌크 중합체는 30 이하, 일부의 경우 10 이하, 다른 경우 1 이하, 또 다른 경우 0.1 이하의 MFI를 바람직하게 나타낼 수 있다. 벌크 중합체를 포함하는 것으로 특징될 수 있는 구현예에서, 상기 중합체 용융물 스트림은 상기 벌크 중합체 외에도 1종 이상의 부수적 중합체를 포함할 수 있다. 다양한 구현예에서, 상기 부수적인 중합체는 30 이하, 일부의 경우 10 이하, 다른 경우 1 이하, 또 다른 경우 0.1 이하의 MFI를 바람직하게 나타낼 수 있다.
- [0040] 낮은 MFI 중합체일 수 있고 본 발명과 관련하여 섬유로 압출될 수 있는 중합체의 일부 예로서, 이를테면 초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE), 에틸렌-프로필렌-디엔-단량체 (EPDM) 고무, 고분자량 폴리프로필렌, 폴리카보네이트, ABS, AES, 폴리이미드, 노르보넨, Z/N 및 메탈로센 공중합체 (EAA, EMAA, EMMA 등), 폴리페닐렌 술피드, 이오노머, 폴리에스테르, 폴리아미드 및 유도체(예, PPS, PPO PPE)를 들 수 있다.
- [0041] 본 발명에 적합할 수 있는 낮은 MFI 중합체의 다른 예는 종래의 "유리질(glassy)" 중합체이다. 여기에서 사용되는 "유리질"이라는 용어는 유리 전이 온도( $T_g$ ), 물질 중 밀도, 레올로지, 광학 및 유전성 변화의 특성을 나타내는 조밀한 랜덤 무정형의 전통적인 용어와 같다. 유리질 중합체의 예로서 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리비닐클로라이드 등을 들 수 있지만 이에 국한되지는 않는다.
- [0042] 본 발명에 적합할 수 있는 낮은 MFI 중합체의 또 다른 예는 전통적인 "고무상" 중합체이다. "고무상"이라는 용

어는 전통적인 명명법에서 사용되는 것과 같다: 긴 이완 시간을 갖는 물질을 수득하도록 상당한 압력을 형성하기 위해 충분한 분자량을 갖는 랜덤 고분자 물질. "고무상" 중합체의 예로서 폴리우레탄, 초저밀도 폴리에틸렌, 스티렌-이소프렌-스티렌(SIS), 스티렌-부타디엔-스티렌(SBS), 스티렌-에틸렌/부틸렌-스티렌(SEBS)과 같은 스티렌계 블록 공중합체, 폴리이소프렌, 폴리부타디엔, EPDM 고무 및 이들의 유사물을 들 수 있지만 이에 국한되지는 않는다.

[0043] 본 발명은 또한 무정형 중합체를 섬유로 압출하는 데 사용될 수 있다. 여기에서 사용되는 "무정형 중합체"는 ASTM D3418에 따라 시차 주사 열량계에서 가열될 때 구별되는 용점이 없거나 1차의 전이로 통상적으로 나타나는, 결정성이 적거나 없는 중합체이다.

[0044] 또 다른 구현예에서, 본 발명의 가능한 장점은 다상 중합체를 중합체 용융물 스트림 및 윤활제로 사용하여 중합체성 섬유를 압출하는 능력에서 찾아볼 수 있다. 다상 중합체란, 예를 들면, 그 자체의 별도 영역으로 뭉치는 상이한 화학종으로 이루어진 유기 고분자를 의미하고자 한다. 상기 영역의 각각은 유리 전이 온도(Tg), 중량측정 밀도, 광학 밀도 등과 같은 그 자체의 구별되는 성질을 갖는다. 다상 중합체의 그러한 성질의 하나는 별도의 중합체성 상이 온도에 대하여 상이한 레올로지 반응을 나타내는 것이다. 더욱 구체적으로, 그들의 압출 공정 온도에서의 용융 점도가 구별되게 다를 수 있다. 몇 가지 다상 중합체의 예가 예를 들면 미국 특허 제 4,444,841 호(Wheeler), 4,202,948 호(Peascoe) 및 5,306,548 호(Zabrocki 등)에 개시되어 있다.

[0045] 여기에서 사용되는 "다상"이란 비혼화성 단량체의 공중합체를 포함하는 고분자의 배열을 의미한다. 존재하는 공중합체의 비상용성으로 인하여, 구별되게 상이한 상 또는 "영역"이 물질의 같은 덩어리에 존재할 수 있다. 본 발명에 따른 다상 중합체 섬유를 압출하는 데 사용하기 적합할 수 있는 열가소성 중합체의 예는 다음 부류로부터 선택된 물질을 비제한적으로 포함한다: 폴리에테르, 폴리에스테르 또는 폴리아미드의 다상 중합체; 배향된 신디오택틱 폴리스티렌, 스티렌과 아크릴로니트릴의 혼합물로 그래프트된 에틸렌-프로필렌-비공역 디엔 삼원 공중합체(아크릴로니트릴 EPDM 스티렌 또는 "AES"라고도 알려진)를 포함하는 에틸렌-프로필렌-디엔 단량체("EPDM")의 중합체; "ASA" 또는 아크릴레이트-스티렌-아크릴로니트릴 공중합체로 알려진 스티렌과 아크릴로니트릴 또는 이들의 유도체(예, 알파-메틸 스티렌 및 메타크릴로니트릴)로 그래프트된 가교된 아크릴레이트 고무 기질(예, 부틸 아크릴레이트)을 포함하는 것들, 및 부타디엔 또는 "ABS" 또는 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체로 알려진 스티렌 또는 아크릴로니트릴 또는 이들의 유도체(예, 알파-메틸 스티렌 및 메타크릴로니트릴)로 그래프트된 부타디엔 및 스티렌 또는 아크릴로니트릴의 공중합체의 기질을 포함하는 것들, 뿐만 아니라 전형적으로 "ABS" 중합체라 칭하기도 하는 추출가능한 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체(즉, 비그래프트 공중합체)와 같은, 그래프트 고무 조성물을 포함하는 스티렌-아크릴로니트릴("SAN") 공중합체; 및 이들의 조합 또는 배합. 여기에서 사용되는 "공중합체"라는 용어는 삼원중합체, 사원중합체 등을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0046] 다상 중합체 섬유를 압출하는 데 사용될 수 있는 중합체의 몇 가지 예는 위에서 AES, ASA 및 ABS라 칭한 다상 공중합체 수지(즉, 다상 스티렌계 열가소성 공중합체)의 스티렌 계열, 및 이들의 조합 또는 배합 내에서 찾아볼 수 있다. 그러한 중합체는 미국 특허 제 4,444,841 호(Wheeler), 4,202,948호Peascoe) 및 5,306,548 호(Zabrocki 등)에 개시되어 있다. 상기 배합물은 각 층이 상이한 수지 또는 나중에는 하나의 섬유로 압출되는 중합체의 물리적 배합인 다층의 섬유 형태일 수 있다. 예를 들면, ASA 및/또는 AES 수지가 ABS 위에 공압출될 수 있다.

[0047] 다상 중합체 계는, 상이한 상이 공정에 대하여 매우 다른 레올로지 반응을 가질 수 있기 때문에 섬유 공정에서 중대한 도전을 나타낼 수 있다. 예를 들면, 결과는 다상 중합체의 조악한 인장 반응일 수 있다. 상이한 상의 상이한 레올로지 반응은 압출된 섬유의 뽀뽀 또는 당김을 수반하는 종래의 섬유 형성 공정 도중 당김 반응에서 광범한 변동을 일으킬 수 있다. 많은 경우, 다수의 중합체 상의 존재는, 당김 공정의 인장 응력에 저항하기에 불충분한 결합을 나타내어, 섬유를 파열 또는 파괴시킨다.

[0048] 본 발명에서, 다상 중합체를 압출하는 것과 관련된 수 있는 독특한 도전은 그 물질을 섬유 형성 도중 어떻게 배향하는가에 근거하여 대처될 수 있다. 본 발명과 관련하여, 다상 중합체 물질을 다이 오리피스를 통해 짜거나 '밀어내어' 상기 중합체 물질을 (당기거나 뽑는 것과는 반대로) 배향하는 것이 바람직할 수 있다. 그 결과, 본 발명은 파쇄에 대한 가능성을 실질적으로 감소시킬 수 있다.

[0049] 본 발명에 따른 방법에 사용될 수 있는 몇 가지 다상 중합체는 다상 AES 및 ASA 수지, 및 이들의 조합 또는 배합이다. 시판되는 AES 및 ASA 수지 또는 이들의 조합은 예를 들면 다우 케미칼 캄파니(Dow Chemical Company, Midland, MI)로부터 상품명 로벨(ROVEL)로 시판되는 것, 바스프 아크티엔게젤샤프트(BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen, Fed. Rep. of Germany)의 제품인 로란(LORAN) S 757 및 797, 바이엘 플라스틱스(Bayer



Plastics, Springfield, CT)의 제품인 센트렉스(CENTREX) 833 및 401, 제네랄 일렉트릭 캄파니(General Electric Company, Selkirk, NY)의 제품인 겔로이(GELOY), 히타치 케미칼 캄파니(Hitachi Chemical Company, Tokyo, Japan)의 제품인 바이택스(VITAX)를 포함한다. 몇 가지 시판되는 AES 및/또는 ASA 물질은 또한 그 안에 배합된 ABS를 갖는 것으로 생각된다. 시판되는 SAN 수지는 다우 케미칼(Midland, MI)로부터 상품명 타이릴(TYRIL)로 시판되는 것들을 포함한다. 시판되는 ABS 수지는 제네랄 일렉트릭(Pittsfield, MA)의 제품인 시올락(CYOLAC) GPX 3800과 같은 상품명 시올락 하에 시판되는 것들을 포함한다.

[0050] 다상 중합체 섬유는 1종 이상의 상기-나열된 물질 및 1종 이상의 다른 열가소성 중합체의 배합으로부터 제조될 수도 있다. 상기-나열된 생성 물질과 배합될 수 있는 열가소성 중합체의 예로서 다음 부류에서 선택된 물질들을 들 수 있지만 이에 국한되지는 않는다: 이축 배향된 폴리에테르; 이축 배향된 폴리에스테르; 이축 배향된 폴리아미드; 폴리(메틸 메타크릴레이트)와 같은 아크릴계 중합체; 폴리카보네이트; 폴리이미드; 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스(아세테이트-코-부티레이트), 셀룰로오스 니트레이트와 같은 셀룰로오스 물질; 폴리(부틸렌 테레프탈레이트), 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)와 같은 폴리에스테르; 폴리(클로로플루오로에틸렌), 폴리(비닐리덴 플루오라이드)와 같은 플루오로중합체; 폴리(카프로락탐), 폴리(아미노 카프로산), 폴리(헥사메틸렌 디아민-코-아디프산), 폴리(아미드-코-이미드) 및 폴리(에스테르-코-이미드)와 같은 폴리아미드; 폴리테트라케톤; 폴리(에테르이미드); 폴리(메틸펜텐)과 같은 폴리올레핀; 지방족 및 방향족 폴리우레탄; 폴리(페닐렌 에테르); 폴리(페닐렌 술폰); 에택틱 폴리(스티렌); 주조(cast) 신디오택틱 폴리스티렌; 폴리술폰; 실리콘 폴리아미드 및 실리콘 폴리카보네이트와 같은 실리콘 개질된 중합체(즉, 적은 중량 백분율(10 중량% 미만)의 실리콘을 함유하는 중합체); 이. 아이. 듀폰 드 네모아(E. I. duPont de Nemours, Wilmington, DE)로부터 상품명 설린(SURLYN)-8920 및 설린-9910 하에 시판되는, 나트륨 또는 아연 이온을 갖는 폴리(에틸렌-코-메타크릴산)과 같은 이오노머성 에틸렌 공중합체; 폴리(에틸렌-코-아크릴산) 및 폴리(에틸렌-코-메타크릴산), 폴리(에틸렌-코-말레산) 및 폴리(에틸렌-코-푸마르산)와 같은 산 작용성 폴리에틸렌 공중합체; 퍼플루오로폴리(에틸렌테레프탈레이트)와 같은 플루오르 개질된 중합체; 폴리이미드 및 아크릴계 중합체 배합물, 및 폴리(메틸메타크릴레이트) 및 플루오로중합체 배합물과 같은 상기 중합체의 혼합물.

[0051] 본 발명과 관련하여 사용되는 중합체 조성물은 다른 성분, 예를 들면 어가노스(IRGANOX)라는 상품명 하에 시바-가이거 사(Ciba-Geigy Corp., Ardsley, NY)로부터 시판되는 것들과 같은 UV 안정화제 및 산화방지제, 안료, 난연제, 정전방지제, 헨켈 사(Henkel Corp., Hoboken, NJ)로부터 상품명 록실(LOXIL) G-715 또는 록실 G-40 하에 시판되거나, 헤chst 셀라니즈 사(Hoechst Celanese Corp., Charlotte, NC)로부터 왁스 이(WAX E)로 시판되는 지방산 에스테르와 같은 이형제를 포함할 수 있다. 안료 및 염료와 같은 착색제가 또한 상기 중합체 조성물에 도입될 수 있다. 착색제의 예는 듀폰 드 네모아(Wilmington, DE)로부터 상품명 R960 하에 시판되는 금홍색 TiO<sub>2</sub> 안료, 산화 철 안료, 카본 블랙, 황화 카드뮴 및 구리 프탈로시아닌을 포함할 수 있다. 종종, 상기-확인된 중합체는 이러한 첨가제의 1종 이상, 특히 안료 및 안정화제와 함께 시판된다. 전형적으로, 상기 첨가제는 원하는 특징을 부여하기 위한 양으로 사용된다. 바람직하게는, 이들은 중합체 조성물의 총 중량을 기준으로 약 0.02 내지 20 중량%, 더욱 바람직하게는 약 0.2 내지 10 중량%의 양으로 사용된다.

[0052] 본 발명의 적어도 일부 구현예의 또 다른 가능한 장점은 중합체 용융물 스트림을 비교적 낮은 온도에서 압출시킬 수 있는 능력에 있다. 예를 들면, 반-결정성 중합체의 경우, 중합체 용융물 스트림이 다이의 각 오리피스의 입구를 통해 밀어낼 때 그의 평균 온도가 상기 중합체 용융물 스트림의 용융물 처리 온도 위 10°C 내에 있을 때 상기 중합체 용융물 스트림을 압출하는 것이 가능할 수 있다. 일부 구현예에서, 상기 중합체 용융물 스트림의 평균 온도는, 바람직하게는 상기 중합체 용융물 스트림이 상기 오리피스의 출구를 나오기 전 상기 중합체 용융물 스트림의 용융물 처리 온도 이하일 수 있다.

[0053] 이론에 구애되기를 원치 않지만, 본 발명은 압출 도중 중합체를 가공하기 위한 윤활제 성질의 우월함에 의존할 수 있고, 중합체 점도가 응력(압력 및 온도) 반응에 비교적 미약한 요인으로 작용함이 이론화되어 있다. 또한, 윤활제의 존재가 다이 내 중합체의 "퀀칭(quenching)"(예, 결정 또는 유리의 "유리화" 형성)를 가능케 할 수 있다. 다이-내 퀀칭의 가능한 장점은 예를 들면 압출물의 방향성 및 치수 정확도를 유지하는 것을 포함할 수 있다.

[0054] 여기에서 사용되는 중합체 용융물 스트림의 "용융물 처리 온도"는 중합체 용융물 스트림이 1초 이하의 시간 내에 다이의 오리피스를 통과할 수 있는 가장 낮은 온도이다. 일부의 경우에, 상기 용융물 처리 온도는 상기 중합체 용융물 스트림이 무정형일 경우 유리 전이 온도 또는 그보다 약간 높은 온도이거나, 상기 중합체 용융물 스트림이 결정성 또는 반결정성일 경우 용융 온도 또는 그보다 약간 높은 온도일 수 있다. 중합체 용융물 스트

림이 1종 이상의 결정성 및 1종 이상의 반결정성 중합체의 하나 또는 양자와 배합된 1종 이상의 무정형 중합체를 포함한다면, 상기 용융물 처리 온도는 무정형 중합체들의 가장 낮은 유리 전이 온도 또는 결정성 및 반결정성 중합체들의 가장 낮은 용융 온도 중 더 낮은 것이다.

[0055] 본 발명에 따른 다이에 사용될 수 있는 하나의 예시적인 다이 오리피스(10) 및 상보적인 다이 판 덮개(12)를 단면도로 나타낸 도 2의 단면도에서 나타낸다. 상기 다이 판(10) 및 다이 판 덮개(12)는 다이 판(10)의 오리피스(22)와 유체 소통하는 중합체 공급 경로(20)를 정의한다. 다이 판 덮개(12)에 형성된 중합체 공급 경로(20)의 부분이 구멍(16)에서 종결되고, 거기에서 중합체 용융물 스트림은 구멍(14)를 통해 다이 판(10) 내에 형성된 중합체 공급 경로(20)의 부분으로 들어간다. 도시된 구현예에서, 다이 판 덮개(12) 중 구멍(16)은 일반적으로 다이 판(10)의 구멍(14)와 같은 크기이다.

[0056] 도 3은 오리피스(22)의 반경을 나타내는 "r" 및 축(11)을 따라서 오리피스(22)의 길이를 나타내는 "z"의 참고 문자를 가하여 오리피스(22)의 확대도를 나타낸다. 다이 판(10)에 형성된 오리피스(22)는 그 단면적(축(11)을 가로질러 측정함)이 입구(24)의 단면적보다 작도록 수렴하는 것이 바람직할 수 있다. 여기에서 논하는 바와 같이, 다이 오리피스(22)의 형태는 중합체 용융물 스트림의 신장 스트레인 속도가 오리피스(22)의 길이를 따라서(즉, 축(11)을 따라서) 일정하도록 디자인되는 것이 바람직할 수 있다.

[0057] 여기에서 논하는 바와 같이, 다이 오리피스는 수렴하는 반-쌍곡선의 윤곽을 갖는 것이 바람직할 수 있다. "반-쌍곡선" 형태의 정의는 부피 흐름, 채널 면적 및 유체 속도간의 근본적인 관계로 시작한다. 원통형 좌표가 오리피스(22)의 기재와 관련하여 사용되지만, 본 발명에 관련하여 사용되는 다이 오리피스는 원형의 실린더 윤곽을 갖지 않을 수도 있음이 이해되어야 한다.

[0058] 축(11)을 따라서 오리피스(22)를 통과하는 흐름은 축(11)을 따라서 각 위치에서 다음 수학식에 의해 표현될 수 있다:

### 수학식 1

[0059]  $Q = V * A$

[0060] 상기 식에서 Q는 오리피스를 통과하는 부피 흐름의 측정치이고, V는 오리피스를 통과하는 유동 속도이며, A는 축(11)을 따라서 선택된 위치에서 오리피스(22)의 단면적이다.

[0061] 수학식 1을 재배열하고 속도에 대하여 풀면 다음 수학식을 생성한다:

### 수학식 2

[0062]  $V = Q / A$

[0063] 수렴하는 오리피스의 단면적은 오리피스의 채널의 길이를 따라서 변하므로, 수학식 2의 변수들 간의 다양한 관계를 표현하는 데 다음 수학식이 사용될 수 있다:

### 수학식 3

[0064]  $dV_z/dz = (-Q/A^2)(dA/dz)$

[0065] 수학식 3에서, 오리피스의 길이를 따라 내려가는 위치의 변화에 따른 속도의 변화에 대한 표현은 또한 유체의 연장 흐름( $\epsilon$ )을 정의한다. 정상 또는 일정한 연장 흐름은 수렴하는 오리피스를 통과하는 흐름의 바람직한 결과일 수 있다. 그 결과, 오리피스의 단면적은 오리피스를 통과하는 일정한 연장 흐름을 초래하도록 하는 방식으로 변하는 것이 바람직할 수 있다. 정상 또는 일정한 연장 흐름을 정의하는 수학식은 다음과 같이 표현될 수 있다:

### 수학식 4

[0066]  $dV_z/dz = \epsilon = \text{일정한 값}$

[0067] 오리피스의 길이를 따라 아래로 위치가 변함에 따르는 면적의 변화에 대하여 대체될 수 있고 일정한 또는 정상 연장 흐름을 생성할 표현은 다음 수학식과 같이 표현될 수 있다:

## 수학식 5

[0068]  $f(r, z) = \text{일정한 값} = r^2 z$

[0069] 수학식 5의 표현의 일반적 형태는 다음 수학식과 같다:

## 수학식 6

[0070]  $f(r, z) = C_1 + C_2 r^2 z$

[0071] 수학식 6은 본 발명과 관련하여 사용되는 오리피스(22)의 형태를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 오리피스의 형태를 디자인하기 위해, 오리피스(22)의 출구(26)의 직경의 기하학적 한계를 결정하는 것이 바람직할 것이다 (출구 직경은 오리피스(22)로부터 압출되는 섬유 크기를 나타내는 것임을 이해하면). 그렇지 않으면, 오리피스(22)의 입구(24)의 직경이 사용될 수 있다.

[0072] 오리피스(22)의 입구(24) 또는 출구(26) 중 하나의 반경(및, 따라서 상응하는 면적)이 선택되면, 다른 것은 원하는 연장 스트레인을 선택함으로써 결정될 수 있고, 그 후 다른 반경(즉, 입구(24) 또는 출구(26)의 반경)은 오리피스(22)를 통과하는 유체(즉, 중합체 용융물 스트림)가 경험할 원하는 연장 스트레인을 선택함으로써 바람직하게 결정될 수 있다.

[0073] 상기 값, 즉, 연장 스트레인은 때로 "헝키 스트레인(Hencky Strain)"이라고도 한다. 헝키 스트레인은 신장되는 물질의 연장 또는 공학적 스트레인에 근거한다. 하기에 나타낸 수학식은 예를 들면 본 발명의 오리피스와 같은 채널을 통과하는 유체에 대한 헝키 스트레인을 표현한다:

## 수학식 7

[0074] 유체에 대한 헝키 스트레인 =  $\ln(r_0^2 / r_z^2) = \ln(A_0 / A_z)$

[0075] 오리피스를 통과하는 유체가 경험할 원하는 헝키 스트레인의 선택은 전술한 것과 같은 오리피스의 다른 말단의 반경(및, 따라서 면적)을 고정 또는 조정한다. 마지막 남은 디자인 특성은 윤활-처리될 오리피스의 길이를 구축하는 것이다. 오리피스(22)의 길이(도 3에서 "z")가 일단 선택되고 입구(24) 및 출구의 반경/면적이 알려지면, 수학식 6은 오리피스(22)의 길이를 따라 내려가는 ("z" 방향을 따라) 위치에서의 변화에 따라 반경(면적) 변화에 대하여 역행하여상수  $C_1$  및  $C_2$ 를 수득할 수 있다. 다음 수학식은 "z" 차원을 따라 각 위치에서 오리피스의 반경( $r_z$ )을 제공한다:

## 수학식 8

[0076]  $r_z = [((z)(e^s - 1) + \text{길이}) / (r_{\text{입구}}^2 * \text{길이})]^{-1/2}$

[0077] 상기 식에서 z는 오리피스의 입구로부터 측정할 때 z 방향에서 세로 축을 따르는 위치이고;  $e = (r_{\text{입구}})^2 / (r_{\text{출구}})^2$ 이며; s = 헝키 스트레인이고;  $r_{\text{입구}}$ 는 오리피스의 입구에서의 반경이며;  $r_{\text{출구}}$ 는 오리피스의 출구에서의 반경이고; 길이는 오리피스의 입구에서 출구까지 z 방향에서 오리피스의 총 길이이다. 헝키 스트레인 및 관련된 원리에 대한 논의는 문헌[C.W. Macosko "Rheology - Principles, Measurements and Applications," pp. 285-336 (Wiley-VCH Inc., New York, 1<sup>st</sup> Ed. 1994)]을 참고할 수 있다.

[0078] 다시 도 2로 돌아와서, 다이 판(10)은 또한 다이 판(10)과 다이 판 덮개(12) 사이에 형성된 윤활제 충만한 공간(32)과 유체 소통하는 윤활제 경로(30)를 포함한다. 상기 다이 판(10) 및 다이 판 덮개(12)는, 상기 윤활제 경로(30)를 통해 상기 윤활제 충만한 공간(32) 내로 통과한 윤활제가 슬롯(36)으로부터 구멍(14)을 통해 중합체 공급 경로(20)로 내로 통과하도록 간격(34)을 바람직하게 정의한다. 이와 같이, 윤활제가 중합체 용융물 스트림과는 별도로 오리피스(22)로 공급될 수 있다.

[0079] 상기 슬롯(36)은 중합체 공급 경로(20)의 주변을 둘러 바람직하게 뻗어있을 수 있다. 슬롯(36)은 중합체 공급 경로(20)의 주위를 둘러 연속적 또는 비연속적일 수 있다. 간격(34) 및 슬롯(36)을 형성하는 다이 판(10)과 다이 판 덮개(12) 사이의 간격은 중합체 용융물 스트림이 중합체 공급 경로(20)를 통과하는 압력, 중합체 용융물

스트립과 윤활제의 상대적 점도 등과 같은 다수의 요인에 근거하여 조절될 수 있다. 일부의 경우, 슬롯(36)은 간격(34)을 형성하는 두 개의 거칠어진(예, 모래분사된, 연마된 등) 표면(또는 하나의 거칠어진 표면 및 마주보는 매끈한 표면)의 계면에 의해 형성된 구멍(들)의 형태일 수 있다.

[0080] 도 4는 다이 판 덮개(12)가 제거된 다이 판(10)의 평면도이다. 거기에는 다수의 구멍(14), 중합체 공급 경로(20), 다이 오리피스(22) 및 윤활제 충만한 공간(32)이 나타나 있다. 도시된 중합체 공급 경로(20)는 일정한 단면적(도 2에서 축(11)을 가로질러 측정된)을 가지며, 도시된 구현예에서, 원형의 실린더이다. 그러나, 중합체 공급 경로(20) 및 관련된 다이 오리피스(22)는 예를 들면 직사각형, 난형, 타원형, 삼각형, 정사각형 등 임의의 적합한 단면 형태를 가질 수 있음이 이해되어야 한다.

[0081] 윤활제 충만한 공간(32)은 도 4에서 보는 바와 같이, 윤활제가 중합체 공급 경로(20)의 주변을 둘러 공급될 수 있도록, 중합체 공급 경로(20)의 주위를 둘러 뻗어있는 것이 바람직할 것이다. 그렇게 함으로써, 윤활제는 그것이 중합체 공급 경로(20)를 통과하여 다이 오리피스(22)로 들어갈 때 중합체 용융물 스트립의 주변을 둘러 하나의 층을 바람직하게 형성한다. 도시된 구현예에서, 상기 충만한 공간(32)은 도 4에서 보는 바와 같이 다이 판(10)의 외부 연부로 뻗어있는 윤활제 경로(30)에 의해 공급된다.

[0082] 상기 충만한 공간(32)의 각각이 도 4에서 보는 바와 같이 독립적인 윤활제 경로(30)에 의해 공급되는 것이 바람직할 수 있다. 상기 충만한 공간(32)의 각각(및 그들의 관련된 다이 오리피스(22))을 공급함으로써 다양한 공정 변수에 대한 제어가 수득될 수 있다. 이러한 변수는 예를 들면 윤활제 압력, 윤활제 유량, 윤활제 온도, 윤활제 조성(즉, 상이한 오리피스(22)로 상이한 윤활제가 공급될 수 있다) 등을 포함할 수 있다.

[0083] 그러나, 다른 선택으로서, 일부의 시스템에서, 각각의 윤활제 경로(30)에 윤활제를 공급하는 데 마스터 공간이 사용되고, 이것이 다시 오리피스(22)와 관련된 충만한 공간(32) 각각에 윤활제를 공급하는 것이 바람직할 수도 있다. 그러한 시스템에서, 각각의 오리피스에 윤활제를 공급하는 것은 모든 오리피스들 사이에서 바람직하게 균형될 수 있다.

[0084] 도 5는 본 발명과 관련되어 사용될 수 있는 하나의 시스템(90)의 개략도이다. 시스템(90)은 중합체를 압출기(96)로 공급하는 중합체 원천(92 및 94)을 바람직하게 포함할 수 있다. 두 개의 중합체 원천이 도시되었지만, 일부 시스템에는 단 하나의 중합체 원천이 구비될 수도 있음이 이해되어야 한다. 뿐만 아니라, 다른 시스템은 3 개 이상의 중합체 원천을 포함할 수도 있다. 또한, 단지 하나의 압출기(96)가 도시되었지만, 시스템(90)은 본 발명에 따라서 다이(98)에 원하는 중합체(들)를 공급할 수 있는 임의의 압출 시스템 또는 장치를 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0085] 시스템(90)은 또한 본 발명의 원리에 따라 다이에 윤활제를 공급하기 위해 다이(98)에 작동가능하게 부착된 윤활제 장치(97)를 포함한다. 일부의 경우에, 상기 윤활제 장치(97)는 윤활제 중합체 원천 및 압출 장치의 형태일 수 있다.

[0086] 시스템(90)과 관련하여, 다이(98)로부터 압출되는 두 개의 섬유(40)가 도시된다. 두 개의 섬유(40)가 도시되었지만, 일부 시스템에서는 단 하나의 섬유가 생성될 수 있는 한편, 다른 시스템은 동시에 3 개 이상의 중합체 섬유를 생성할 수 있음이 이해되어야 한다.

[0087] 도 6은 본 발명에 관련하여 사용될 수 있는 다이 오리피스의 또 하나의 예시적 구현예를 도시한다. 다이 오리피스(122)의 입구(114)와, 다이 판(110)과 다이 판 덮개(112) 사이의 간격(134)을 통한 윤활제의 공급 사이의 가능한 관계를 도시하기 위해, 장치의 일부만이 도 6에 도시된다. 도시된 장치에서, 중합체 용융물 스트립과 별도로 공급되는 윤활제는 오리피스(122)의 입구(114)에서 간격(134)을 통해 도입된다. 중합체 용융물 스트립 자체는 다이 오리피스(122)의 입구(114)로, 다이 판 덮개(112)에 있는 중합체 공급 경로(120)를 통해 공급된다.

[0088] 도 6의 예시적 장치에 도시된 또 하나의 선택적인 관계는 중합체 공급 경로(120)로부터 입구(114)로 유도되는 구멍(116)의 크기에 비하여 다이 오리피스(122)의 입구(114)의 상대적 크기에 있다. 구멍(116)의 단면적은 다이 오리피스(122)의 입구(114)의 단면적보다 작은 것이 바람직할 수 있다. 여기에서 사용되는 구멍의 "단면적"은 세로 축(111)(이는, 바람직하게는, 중합체 용융물 스트립이 중합체 공급 경로 및 다이 오리피스(122)를 통해 이동하는 방향임)을 일반적으로 가로지르는 평면에서 결정된다.

[0089] 도 7은 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 또 다른 가능한 장치를 도시한다. 도 7은 상기 다이 판(210) 위에서 본 하나의 다이 오리피스(222)의 확대된 평면도이다(도 4에 나타난 것과 유사한 시야). 다이 오리피스(222)에 대한 입구(216)가 다이 오리피스(222)의 출구(226)를 따라 보여진다. 도 7에 도시된 디자인과 앞의 도면에서 보여진 것 사이의 하나의 차이는 채널(234a, 234b 및 234c)의 말단에 형성된 다수의 구멍을 통해 다이 오



리피스(222)로 윤활제가 공급된다는 점이다. 이는 전술한 구현예에서 다이 판과 다이 판 덮개 사이의 간격에 의해 형성된 연속적인 슬롯과 대조적이다. 윤활제를 공급하기 위한 3 개의 구멍이 도시되었지만, 2 개와 같이 적은 구멍, 및 4 개 이상의 그러한 구멍이 구비될 수 있음이 이해되어야 한다.

[0090] 도 8은 본 발명에 따른 다이의 출구(26)로부터 중합체 용융물 스트림(40) 및 윤활제(42)의 흐름을 보여준다. 상기 중합체 용융물 스트림(40) 및 윤활제(42)를 단면으로 나타내어, 상기 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41) 상의 윤활제(42)를 보여준다. 윤활제는, 상기 윤활제(42)가 다이 오리피스의 중합체 용융물 스트림(40)과 내부 표면(23)의 사이에 위치하도록 전체 외부 표면(41) 상에 제공되는 것이 바람직할 수 있다.

[0091] 상기 윤활제(42)는 중합체 용융물 스트림(40)이 오리피스 출구(26)를 떠난 후 상기 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41) 상에 나타나지만, 일부의 경우에, 상기 윤활제(42)는, 상기 중합체 용융물 스트림(40) 및 윤활제(42)가 다이 출구(26)를 떠날 때 또는 그 직후에 상기 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41)으로부터 제거될 수 있다.

[0092] 윤활제(42)의 제거는 적극적 또는 소극적일 수 있다. 윤활제(42)의 소극적 제거는 예를 들면 증발, 중력 또는 흡착제를 수반한다. 예를 들면, 일부의 경우, 윤활제(42) 및/또는 중합체 용융물 스트림(40)의 온도는, 윤활제(42)가 다이 출구(26)를 떠난 후 임의의 추가 작용이 없이 증발을 일으키기에 충분히 높을 수 있다. 다른 경우에, 윤활제는 예를 들면 물 또는 다른 용매, 공기 분사 등을 이용하여 중합체 용융물 스트림(40)으로부터 적극적으로 제거될 수 있다.

[0093] 윤활제(42)의 구성에 따라, 윤활제(42)의 일부는 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41) 상에 남을 수 있다. 예를 들면, 일부의 경우, 윤활제(42)는 예를 들면 1종 이상의 담체 및 1종 이상의 여타 성분과 같은 2종 이상의 성분의 조성물일 수 있다. 담체는 적극적 또는 소극적으로 제거되어 상기 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41) 상의 제자리에 1종 이상의 다른 성분을 남기는, 예를 들면 용매(물, 무기 오일 등)일 수 있다.

[0094] 다른 상황에서, 윤활제(42)는 중합체 용융물 스트림(40)의 외부 표면(41) 상에 남을 수 있다. 예를 들면, 윤활제(42)는 압출 도중 윤활제로서 기능할 수 있도록 중합체 용융물 스트림(40)의 점도에 비하여 충분히 낮은 점도를 갖는 중합체일 수 있다. 윤활제로서도 기능할 수 있는 가능하게 적합한 중합체의 예는 예를 들면 폴리비닐 알코올, 높은 용융 유동 지수의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 등을 포함할 수 있다.

[0095] 중합체 용융물 스트림(40)의 표면(41)으로부터 윤활제(42)가 제거되는 여부에 관계없이, 윤활제(42)는 중합체 용융물 스트림(40)이 냉각되는 속도를 증가시키는 켄칭제로서 작용할 수 있다. 그러한 켄칭 효과는 중합체 용융물 스트림(40) 내 방향성과 같은 중합체 용융물 스트림(40)에서 특징의 원하는 구조를 유지하는 데 도움을 줄 수 있다. 켄칭하는 것을 돕기 위해서, 예를 들면 켄칭 공정을 촉진하기 충분히 낮은 온도에서 다이 오리피스에 윤활제(42)를 공급하는 것이 바람직할 수 있다. 다른 경우에, 몇 가지 윤활제를 이용하여 제공될 수 있는 증발 냉각은 중합체 용융물 스트림(40)의 켄칭을 향상시키는 것에 의존할 수 있다. 예를 들면, 윤활제(42)로서 사용되는 무기 오일은 다이를 빠져나온 후 폴리프로필렌(중합체 용융물 스트림)의 표면으로부터 그것이 증발될 때 폴리프로필렌 섬유를 켄칭하도록 작용할 수 있다.

[0096] 본 발명은 윤활제 물질과 압출된 중합체 사이의 점도 차이에 바람직하게 의존할 수 있다. 예를 들면 40:1 이상 또는 50:1 이상의 중합체 대 윤활제 점도 비가 본 발명의 방법에 관련하여 사용되는 윤활제를 선택하는 데 바람직하게는 중요한 요인일 수 있다. 윤활제 화학은 그의 레올로지 성질에 대하여 부수적일 수 있다. 본 명세서에서 SAE 20 중량 오일, 백색 파라핀 오일 및 폴리디메틸 실록산(PDMS) 유체와 같은 물질이 모두 가능하게 적합한 윤활제 물질의 예이다. 이하의 목록은 윤활제 후보물질을 한정하고자 함이 아니며, 즉, 다른 물질들이 본 발명과 관련하여 윤활제로서 사용될 수 있다.

[0097] 무기 또는 합성 오일의 비제한적인 예는 무기 오일, 바셀린, 직쇄 및 분지쇄 탄화수소(및 이들의 유도체), 액체 파라핀 및 낮은 융점의 고체 파라핀 왁스, 글리세롤의 지방산 에스테르, 폴리에틸렌 왁스, 탄화수소 왁스, 몬탄(montan) 왁스, 아마이드 왁스, 글리세롤 모노스테아레이트 등을 포함할 수 있다.

[0098] 많은 종류의 오일 및 그의 지방산 유도체가 또한 본 발명과 관련하여 적합한 윤활제일 수 있다. 오일의 올레산, 리놀레산 및 라우르산과 같은 지방산 유도체가 사용될 수 있지만, 이에 국한되지는 않는다. 올레아미드, 프로필 올레이트 및 올레일 알코올(그러한 물질의 휘발성은 압출 전에 증발하도록 높지는 않은 것이 바람직할 것이다)과 같은 오일의 치환된 지방산 유도체가 또한 사용될 수 있지만, 이에 국한되지는 않는다. 일부 가능한 적합한 식물성 오일의 예로서 살구인 오일, 아보카도 오일, 바오밥 오일, 검정 까치밥 오일(black currant oil), 칼렌둘라 오피시날리스(calendula officinalis) 오일, 카나비스 사티바(cannabis sativa) 오일, 카놀라



오일, 대풍수 오일, 코코넛 오일, 옥수수 오일, 면실유, 포도씨 오일, 헤이즐넛 오일, 잡종 해바라기 오일, 수소화된 코코넛 오일, 수소화된 면실유, 수소화된 야자인 오일, 호호바 오일, 키위씨 오일, 쿠쿠이 너트(kukui nut) 오일, 마카다미아 너트(macadamia nut) 오일, 망고씨 오일, 메도우폼(meadowfoam) 씨 오일, 멕시칸 양귀비 오일, 올리브 오일, 야자인 오일, 부분적으로 수소화된 대두유, 복숭아인 오일, 낙화생유, 피칸 오일, 피스타치오 너트 오일, 호박씨 오일, 퀴노아(quinoa) 오일, 핑지씨 오일, 쌀겨 오일, 홍화유, 사산qua(sasanqua) 오일, 바다 갈매나무 (sea buckthorn) 오일, 참기름, 쉬어 버터(shea butter) 열매 오일, 시섬브리움 이리오(sisymbrium irio oil), 대두유, 해바라기씨 오일, 호두 오일 및 맥아유를 들 수 있지만 이에 국한되지는 않는다.

[0099] 다른 가능한 적합한 윤활제 물질은 예를 들면 헥산산, 카프릴산, 데칸산, 운데칸산, 라우르산, 미리스트산, 팔미트산 및 스테아르산을 포함하는 포화된 지방산, 올레산 및 에루스산을 포함하는 불포화 지방산, 벤조산, 페닐스테아르산, 폴리스테아르산 및 크실릴 베헨산을 포함하는 방향족 산 및 6, 9 및 11 개 탄소의 평균 사슬 길이를 갖는 분지 카르복실산, 톨유 산 및 로진산을 포함하는 기타 산, 1-옥탄올, 노닐 알코올, 데실 알코올, 1-데칸올, 1-도데칸올, 트리데실 알코올, 세틸 알코올 및 1-헵타데칸올을 포함하는 1차 포화 알코올, 운데실레닐 알코올 및 올레일 알코올을 포함하는 1차 불포화 알코올, 2-옥탄올, 2-운데칸올, 디노닐 카비놀 및 디운데실 카비놀을 포함하는 2차 알코올, 및 1-페닐 에탄올, 1-페닐-1-펜타놀, 노닐 페닐, 페닐스테아릴 알코올 및 1-나프톨을 포함하는 방향족 알코올을 포함할 수 있다. 다른 가능하게 유용한 히드록실-함유 화합물은 올레일 알코올의 폴리옥시에틸렌 에테르 및 약 400의 수평균 분자량을 갖는 폴리프로필렌 글리콜을 포함할 수 있다. 또 다른 가능하게 유용한 액체는 4, t-부틸 시클로헥산을 및 메탄올과 같은 고리형 알코올, 살리실 알데히드를 포함하는 알데히드, 옥틸아민, 테트라데실아민 및 헥사데실아민과 같은 1차 아민, 비스-(1-에틸-3-메틸헨틸)아민과 같은 2차 아민 및 N-라우릴 디에탄올아민, N-텔로우 디에탄올아민, N-스테아릴 디에탄올아민 및 N-코코 디에탄올아민을 포함하는 에톡실화된 아민을 포함할 수 있다.

[0100] 추가의 가능하게 유용한 윤활제 물질은 N-sec-부틸아닐린, 도데실아닐린, N,N-디메틸아닐린, N,N-디에틸아닐린, p-톨루이딘, N-에틸-o-톨루이딘, 디페닐아민 및 아미노디페닐메탄과 같은 방향족 아민, N-에루실-1,3-프로판 디아민 및 1,8-디아미노-p-메탄을 포함하는 디아민, 분지화된 테트라아민 및 시클로데실아민을 포함하는 기타 아민, 코코아미드, 수소화된 텔로우 아미드, 옥타데실아미드, 에루시아미드, N,N-디에틸 톨루아미드 및 N-트리메틸로프로판 스테아르아미드를 포함하는 아미드, 메틸 카프릴레이트, 에틸 라우레이트, 이소프로필 미리스테이트, 에틸 팔미테이트, 이소프로프로필 팔미테이트, 메틸 스테아레이트, 이소부틸 스테아레이트 및 트리데실 스테아레이트를 포함하는 포화 지방족 에스테르, 스테아릴 아크릴레이트, 부틸 운데실레네이트 및 부틸 올레이트를 포함하는 불포화 에스테르, 부톡시에틸 스테아레이트 및 부톡시에틸 올레이트를 포함하는 알콕시 에스테르, 비닐 페닐 스테아레이트, 이소부틸 페닐 스테아레이트, 트리데실 페닐 스테아레이트, 메틸 벤조에이트, 에틸 벤조에이트, 부틸 벤조에이트, 벤질 벤조에이트, 페닐 라우레이트, 페닐 살리실레이트, 메틸 살리실레이트 및 벤질 아세테이트를 포함하는 방향족 에스테르, 및 디메틸 페닐렌 디스테아레이트, 디에틸 프탈레이트, 디부틸 프탈레이트, 디-이소-옥틸 프탈레이트, 디카프릴 아디페이트, 디부틸 세바세이트, 디헥실 세바세이트, 디-이소-옥틸 세바세이트, 디카프릴 세바세이트 및 디옥틸 말레에이트를 포함하는 디에스테르를 포함할 수 있다. 또 다른 가능한 유용한 윤활제 물질은 폴리에틸렌 글리콜(약 400의 수평균 분자량을 바람직하게 가질 수 있는)을 포함하는 폴리에틸렌 글리콜 에스테르, 디페닐스테아레이트, 피마자유(트리글리세리드), 글리세롤 모노스테아레이트, 글리세롤 모노올레이트, 글리콜 디스테아레이트, 글리세롤 디올레이트 및 트리메틸올 프로판 모노페닐스테아레이트를 포함하는 폴리히드록실 에스테르, 디페닐 에테르 및 벤질 에테르를 포함하는 에테르, 헥사클로로시클로펜타디엔, 옥타브로모비페닐, 데카브로모디페닐 옥시드 및 4-브로모디페닐 에테르를 포함하는 할로젠화 화합물, 1-노넨, 2-노넨, 2-운데센, 2-헵타데센, 2-노나데센, 3-에이코센, 9-노나데센, 디페닐메탄, 트리페닐메탄 및 트랜스-스틸벤을 포함하는 탄화수소, 2-헵타온, 메틸 노닐 케톤, 6-운데칸온, 메틸운데실 케톤, 6-트리데칸온, 8-펜타데칸온, 11-펜타데칸온, 2-헵타데칸온, 8-헵타데칸온, 메틸 헵타데실 케톤, 디노닐 케톤 및 디스테아릴 케톤을 포함하는 지방족 케톤, 아세트페논 및 벤조페논을 포함하는 방향족 케톤 및 크산톤을 포함하는 기타 케톤을 포함할 수 있다. 또 다른 가능하게 유용한 윤활제는 트리크실레닐 포스페이트를 포함하는 인 화합물, 폴리실록산, 무제 히아신스(Muget hyacinth, An Merigenaebler, Inc), 터피네올 프라임(Terpineol Prime) No.1 (Givaudan-Delawanna, Inc), 목욕 오일 방향제 (Bath Oil Fragrance) #5864 K(International Flavor & Fragrance, Inc), 포스클레어 (Phosclere) P315C (유기포스파이트), 포스클레어 P576 (유기포스파이트), 스티렌화된 노닐 페놀, 퀴놀린 및 퀴날리딘을 포함할 수 있다.

[0101] 우족유, 인도멀구슬나무 종자유, PEG-5 수소화된 피마자유, PEG-40 수소화된 피마자유, PEG-20 수소화된 피마자유 이소스테아레이트, PEG-40 수소화된 피마자유 이소스테아레이트, PEG-40 수소화된 피마자유 라우레이트,

PEG-50 수소화된 피마자유 라우레이트, PEG-5 수소화된 피마자유 트리이소스테아레이트, PEG-20 수소화된 피마자유 트리이소스테아레이트, PEG-40 수소화된 피마자유 트리이소스테아레이트, PEG-50 수소화된 피마자유 트리이소스테아레이트, PEG-40 호호바 오일, PEG-7 올리브 오일, PPG-3 수소화된 피마자유, PPG-12-PEG-65 라놀린 오일, 수소화된 링크 오일, 수소화된 올리브 오일, 라놀린 오일, 말레에이트화 대두유, 사향장미 오일, 캐슈 너트 오일, 피마자유, 도그로즈 힙 오일, 예뮬 오일, 달맞이꽃 오일 및 골드업 플레저(gold of pleasure) 오일과 같은 유화제 품질을 갖는 오일 또한 윤활제 물질로서 가능하게 사용될 수 있지만, 이에 국한되지는 않는다.

## 실시예

### [0102] 시험 방법

### [0103] 질량 유량:

[0104] 질량 유량은 기본적인 중량측정 방법에 의해 측정되었다. 나오는 배출물을 60 초의 시간 동안 미리 무게 단 알루미늄 트레이에 받았다. 총 중량과 트레이 중량의 차이를 그래프로 측정하고 표 1에 그래프/분으로 보고한다.

### [0105] 용융 유동 지수 (MFI):

[0106] 중합체의 용융 유동 지수를 주어진 중합체 종류에 대하여 명시된 조건에서 ASTM D1238에 준하여 측정하였다.

### [0107] 실시예 1

[0108] 도 5에 나타난 것과 유사한 장치를 이용하여 중합체 섬유를 제조하였다. 도 6에 나타난 것과 같은 단일 오리피스 다이를 사용하였다. 상기 다이 오리피스는 원형이었고 1.68 mm의 입구 직경, 0.76 mm의 출구 직경, 12.7 mm의 길이 및 다음 수학적식에 의해 정의되는 반-쌍곡선 형태를 가졌다:

## 수학적식 9

$$[0109] \quad r_z = [0.00140625/((0.625*z)+0.0625)]^{0.5}$$

[0110] 상기 식에서 z는 입구로부터 측정된 오리피스의 축을 따르는 위치이고,  $r_z$ 는 위치 z에서의 반경이다.

[0111] 폴리프로필렌 단독중합체(FINAPRO 5660, 9.0 MFI, Atofina Petrochemical Co., Houston, TX)를 3.175 cm 단일 나사 압출기(30:1 L/D)로, 177°C-232°C-246°C의 배럴 온도 윤곽 및 19.1 RPM으로 조정된 인-라인 제니트(ZENITH) 기어 펌프(1.6 입방 센티미터/회전 (cc/rev))를 이용하여 압출하였다. 다이 온도 및 용융 온도는 약 220°C였다. 윤활제로서 셰브론 슈퍼라(Chevron SUPERLA) 백색 무기 오일 #31을, 30 RPM으로 조정된 두 번째 제니트 기어 펌프(0.16 cc/rev)를 이용하여 다이의 입구에 공급하였다.

[0112] 상기 용융된 중합체 압력 및 상응하는 압출물의 질량 유량을 이하의 표 1에 나타낸다. 상기 중합체에 대한 압력 변환기는 상기 중합체가 다이로 도입되는 지점에서 다이 바로 위의 공급 블럭에 위치하였다. 윤활제 압력 변환기는 다이로 도입되기 전 윤활제 공급 라인에 위치하였다. 윤활제를 사용하지 않고 대조 실험 또한 실시되었다.

### [0113] 실시예 2

[0114] 도 2에 나타난 것과 유사한 다이를 사용한 것 외에는 실시예 1에서와 같이 중합체 섬유를 제조하였다. 다이 오리피스는, 6.35 mm의 입구 직경, 0.76mm의 출구 직경, 10.16 mm의 길이 및 여기에 기재된 수학적식 8에 의해 정의된 반-쌍곡선 형태를 갖는 원형의 윤곽을 가졌다.

[0115] 용융된 중합체 압력 및 압출물의 질량 유량을 윤활제를 포함 및 불포함하는 것으로 하기 표 1에 나타내었다.

### [0116] 실시예 3

[0117] 도 2에 나타난 것과 유사한 다이를 사용한 것 외에는 실시예 1에서와 같이 중합체 섬유를 제조하였다. 다이 오리피스는, 6.35 mm의 입구 직경, 0.51 mm의 출구 직경, 12.7 mm의 길이 및 수학적식 8에 의해 정의된 반-쌍곡선 형태를 갖는 원형의 윤곽을 가졌다.

[0118] 폴리우레탄(PS440-200 Huntsman Chemical, Salt Lake City, UT)을 사용하여 섬유를 형성하였다. 상기 중합체를 3.81 cm 단일 나사 압출기(30:1 L/D)로, 177°C-232°C-246°C의 배럴 온도 윤곽 및 19.1 RPM으로 조정된 인-라인 제니트 기어 펌프(1.6 cc/rev)를 이용하여 공급하였다. 다이 온도 및 용융 온도는 약 215°C였다. 윤활제로서 셰브론 슈퍼라 백색 무기 오일 #31을 각각 99 RPM 및 77 RPM에서 구동되는 일련의 2 개의 기어 펌프를 통

해 다이의 입구에 공급하였다. 용융된 중합체 압력 및 압출물의 질량 유량을 이하의 표 1에 나타낸다. 윤활제를 사용하지 않고 대조 실험 또한 실시되었다.

**표 1**

실시예	용융물 압력 ( $\text{kg/cm}^2$ )	질량 유량 ( $\text{g/분}$ )
1	8.8 - 17.6	33.9
대조 윤활제 없음	8.8 - 17.6	4.1
2	6.3 - 8.4	106
대조 윤활제 없음	52.8	94
3	5.3	45
대조 윤활제 없음	114	22.7

표 1은, 유사한 용융물 압력에서, 실질적으로 더 높은 질량 유량이 본 발명의 방법(실시예 1)을 이용하여 수득될 수 있으며, 유사한 질량 유량에서 상기 중합체는 상당히 더 낮은 압력(실시예 2)에서 압출될 수 있음을 보여준다. 실시예 3에서 알 수 있듯이, 본 발명의 방법을 이용할 경우, 용융물 압력은 상당히 감소되고 질량 유량은 동시에 실질적으로 증가할 수 있다.

본 명세서 및 첨부된 청구항에 사용되는 단수 형태의 "하나의(a, an)" 및 "그(the)"는 문맥이 달리 명백하게 지시하지 않는 한 복수의 의미를 포함한다. 따라서, 예를 들면, "섬유"라는 언급은 복수의 섬유를 포함할 수 있고, "오리피스"라는 언급은 하나 이상의 오리피스 및 당업자에게 알려진 그의 동등물을 포함할 수 있다.

본 발명의 예시적 구현예를 논하였고, 본 발명의 범위 내에서 가능한 변법이 언급되었다. 본 발명에서 상기 및 여타 변경 및 수정은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 당업자에게 명백할 것이며, 본 발명은 여기에 기재된 예시적 구현예에 국한되지 않음이 이해되어야 한다. 따라서, 본 발명은 이하에 제공하는 청구항 및 그 동등물에 의해서만 한정되어야 한다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 방법에 대한 공정 윈도우를 도시하는 개략도이다.

도 2는 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 하나의 예시적 다이의 일부의 확대 단면도이다.

도 3은 도 2의 다이 내 오리피스의 확대도이다.

도 4는 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 하나의 예시적 압출 다이 판의 일부의 평면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 다이를 포함하는 하나의 시스템의 개략도이다.

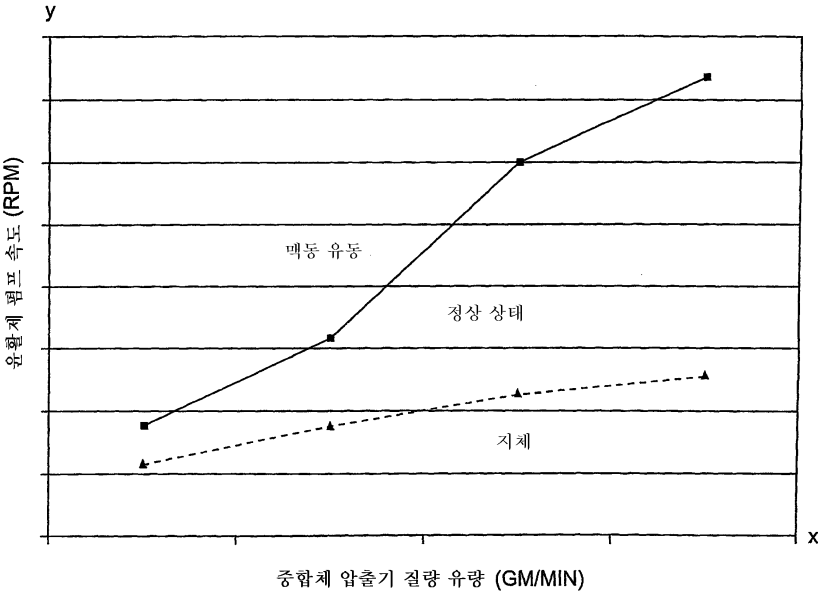
도 6은 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 또 하나의 압출 장치의 확대 단면도이다.

도 7은 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 또 하나의 예시적 오리피스 및 윤활 채널의 확대된 평면도이다.

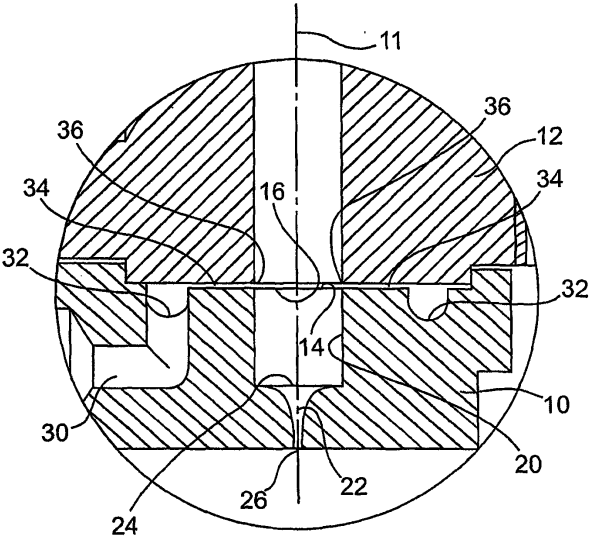
도 8은 본 발명의 방법에 따라서 다이 오리피스를 빠져나오는 하나의 예시적 중합체성 섬유의 확대 단면도이다.

도면

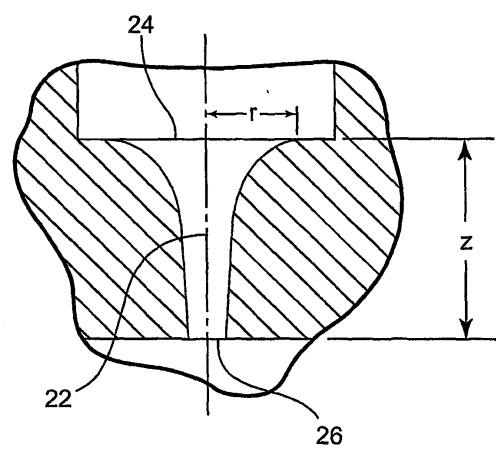
도면1



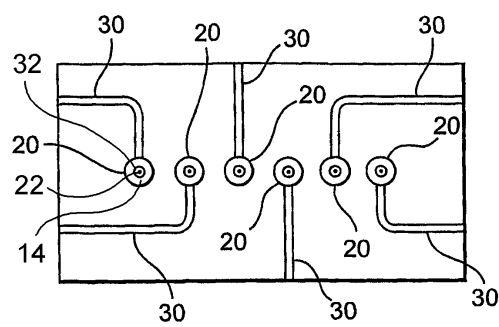
도면2



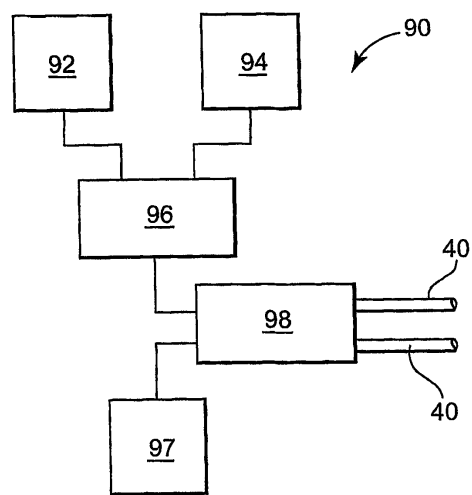
도면3



도면4

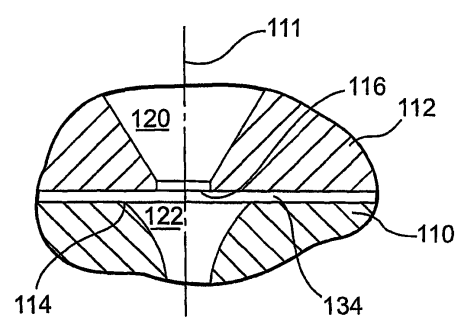


도면5

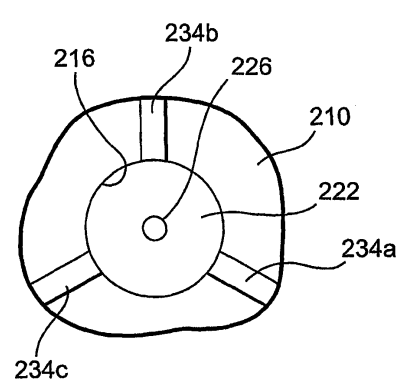




도면6



도면7



도면8

