

축적기에 제한된다. 제어 시스템은 시스템 파라미터(예컨대, 압출기의 중합 재료의 압력, 배럴의 스크류의 축방향 위치, 스크류 회전 여부 등)에 관한 입력을 수신하고, 이 입력에 기초하여 발포제를 제한 및 유입하도록 밸브의 작동을 정리할 수도 있다. 본 유입 시스템은 사출 성형 및 블로 성형과 같은 비연속 소성 프로세스에 사용될 수도 있고, 미세량의 발포제를 사용하는 프로세스에 특히 유용할 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

압출기 안에서 중합 재료를 비연속적으로 소성하는 단계와,

성형 사이클의 제1 소성 주기에 중합 재료를 소성하는 동안 중합 재료 내로 발포제의 제1 투여량을 유입시키는 단계와,

성형 사이클의 제1 소성 주기에 중합 재료를 소성하는 동안 중합 재료 내로 발포제의 제2 투여량을 유입시켜서 발포제와 중합 재료의 혼합물을 형성하는 단계와,

상기 혼합물을 주형 내에 사출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량은 발포제 포트로부터 30.48 cm(12 inch) 내에서의 압출기의 중합 재료의 압력 보다 큰 압력으로 가압되는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량은 제2 투여량과 동일한 질량으로 되어 있는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량은 발포제 포트로부터 30.48 cm(12 inch) 내에서의 압출기의 중합 재료의 압력 보다 344.74 kPa(50 psi) 내지 6894.76 kPa(1000 psi) 더 큰 값으로 가압되는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량은 발포제 포트로부터 30.48 cm(12 inch) 내에서의 압출기의 중합 재료의 압력 보다 344.74 kPa(50 psi) 내지 3447.4 kPa(500 psi) 더 큰 값으로 가압되는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량의 유입과 제2 투여량의 유입 사이에는 적어도 1.0초의 주기가 있는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량 및 제2 투여량은 0 g 초과, 0.1 g 미만인 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 투여량 및 제2 투여량은 0 g 초과, 0.01 g 미만인 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 제1 소성 주기에 중합 재료를 소성하는 동안 중합 재료 내로 발포제의 추가의 투여량을 유입시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 혼합물을 형성하도록 중합 재료와 함께 제1 투여량 및 제2 투여량을 혼합시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 혼합물을 단상 용액인 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 미세 물품을 형성하는 단계를 더 포함하며, 미세 물품은 100 마이크로미터 미만의 평균 셀 치수를 갖는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 중합 발포체(foam) 처리에 관한 것으로서, 특히 중합 프로세스에서 중합 재료 내로 발포제를 유입시키기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 중합 재료는 다양한 기술을 사용하여 처리된다. 다수의 기술이 중합 재료를 소성시키도록 배럴 내부에서 회전하는 중합 처리 스크류를 포함하는 압출기를 채용한다. 사출 성형 및 블로 성형(blow molding)과 같은 몇몇 처리 기술은 비연속적일 수도 있다. 즉, 작업 동안, 스크류는 연속적으로 중합 재료를 소성하지 않는다. 비연속 프로세스는 스크류가 회전하지 않고 축적된 중합 재료가 주형 내로 사출되는(또는 다이를 통해 배출되는) 사출(또는 배출) 주기에 이어, 스크류가 회전하고 중합 재료가 축적되는 소성 주기를 포함하는 반복 사이클을 포함할 수도 있다. 미세 재료를 포함하는 중합 발포체 재료는 배럴의 발포제(blowing agent) 포트를 통해 압출기 내부의 중합 재료 내로 물리적 발포제를 유입시킴으로써 처리될 수도 있다. 종래의 다수의 발포제 유입 시스템은 배럴 내부의 중합 재료 내로 연속해서 발포제를 유입시킨다. 소정의 사출 성형 및 블로 성형 프로세스를 포함하는 비연속적인 프로세스에서, 이러한 유입 시스템은 중합 재료 내로 사출되는 발포제의 속도에 대한 제어 부족을 야기할 수도 있고 중합 재료의 발포제의 불균일한 분포를 초래할 수도 있다. 특히, 스크류가 중합 재료를 소성하는 것을 멈춘 경우 발포제 포트 근방에서의 중합 재료는 발포제 사출 포트 근방에서의 잔류 시간의 증가로 인해, 대량의 발포제를 함유할 수도 있다. 발포제의 불균일한 분포는 출력 불일치 및 다른 문제점을 야기할 수 있는 중합 재료 내부의 점성 편차를 가져올 수도 있다. 이러한 효과는 일반적으로 프로세스에 대한 제어를 감소시킬 수도 있고, 처리 원도우를 협소하게 만들 수도 있다.

[0003] 소정 비연속적인 프로세스를 포함하는 몇몇 중합 프로세스에 있어서, 이러한 종래의 발포제 유입 시스템이 적절 할 수도 있다. 그러나, 발포제 유입에 대한 상대적으로 정밀한 제어를 필요로 하는 비연속적인 프로세스와 같은 다른 프로세스에 있어서, 종래의 유입 시스템은 상술된 하나 이상의 이유로 프로세스를 약화시킬 수도 있다. 특히, 발포제가 정밀하게 제어되지 않는다면, 소형 성형 제품 및/또는 미세 발포체 제품을 생산하기 위한 소정의 프로세스에 악영향을 미칠 수도 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명은 발포제 유입 시스템과, 중합 발포체 처리 시스템 내로 발포제를 유입시키기 위한 방법과, 발포제 유입 시스템을 포함하는 중합 처리 시스템을 제공한다.

[0005] 일 태양에서, 본 발명은 발포제 유입 시스템을 포함한다. 일 세트의 실시예에서, 발포제 유입 시스템은 발포제의 공급원에 연결 가능한 입구와, 압출기의 발포제 포트에 연결 가능한 출구를 갖는 축적기(accumulator)를 포함한다. 시스템은 발포제의 공급원과 축적기의 입구 사이에 위치 설정된 압력 조절 장치를 더 포함한다. 압력 조절 장치는 축적기로 전달되는 발포제의 압력을 제어하도록 설계된다. 시스템은 압출기의 중합 재료의 압력을 측정하도록 구성되고 배열된 압력 측정 장치를 더 포함한다. 시스템은 압출기의 중합 재료의 압력을 측정하는 압력 측정 장치로부터 제1 입력 신호를 수신하고 축적기로 전달되는 발포제의 압력을 압출기의 중합 재료의 압력보다 큰 값으로 제어하도록 압력 조절 장치에 제1 출력 신호를 송신할 수 있는 제어 시스템을 더 포함한다.

[0006] 다른 세트의 실시예에서, 본 발명은 발포제 유입 시스템을 포함한다. 시스템은 발포제의 공급원에 연결 가능한 입구와, 압출기의 발포제 포트에 연결 가능한 출구를 갖는 축적기를 포함한다. 시스템은 발포제의 공급원과 축적기의 입구 사이에 위치 설정된 압력 조절 장치를 더 포함한다. 압력 조절 장치는 축적기로 전달되는 발포제의 압력을 제어하도록 설계된다. 시스템은 축적기의 출구와 연계된 출구 밸브와, 압출기의 중합 재료의 압력을 측정하도록 구성되고 배열된 압력 측정 장치를 더 포함한다. 시스템은 압출기의 중합 재료의 압력을 측정하는 압력 측정 장치로부터 제1 입력 신호를 수신하고, 축적기로 전달되는 발포제의 압력이 압출기의 중합 재료의 압력보다 큰 경우 출구 밸브를 개방시키도록 제1 출력 신호를 송신할 수 있는 제어 시스템을 더 포함한다.

[0007] 본 발명은 일 세트의 실시예의 발포제 유입 시스템을 포함한다. 시스템은 실질적으로 고정된 부피와, 발포제의 공급원에 연결 가능한 입구와, 압출기의 발포제 포트에 연결 가능한 출구를 갖는 축적기를 포함한다. 시스템은 압출기의 중합 재료의 압력에 응답하여 축적기의 발포제의 압력을 조정할 수 있는 제어 시스템을 더 포함한다.

[0008] 또 다른 태양에서, 본 발명은 소정의 시스템을 포함한다. 시스템은 성형 사이클의 소성 주기 동안 중합 재료를 소성시키기 위해 배럴 내부에서 회전하도록 설계된 스크류를 포함하는 압출기를 포함한다. 압출기는 발포제 포트를 포함한다. 시스템은 발포제의 공급원에 연결 가능한 입구와, 발포제 포트에 연결 가능한 출구를 갖는 축적기를 더 포함한다. 시스템은 축적기의 출구와 연계된 출구 벨브와, 소성 주기의 시작을 나타내는 입력 신호를 수신하고 출구 벨브를 개방시키도록 출력 신호를 송신할 수 있는 제어 시스템을 더 포함한다.

[0009] 또 다른 태양에서, 시스템은 방법을 포함한다. 일 세트의 실시예에서, 방법은 압출기 안에서 중합 재료를 비연속적으로 소성하는 단계와, 성형 사이클의 제1 소성 주기에 중합 재료를 소성하는 동안 중합 재료 내로 발포제의 제1 투여량을 유입시키는 단계와, 성형 사이클의 제1 소성 주기에 중합 재료를 소성하는 동안 중합 재료 내로 발포제의 제2 투여량을 유입시켜서 발포제와 중합 재료의 혼합물을 형성하는 단계와, 상기 혼합물의 발포를 주형 내에 사출하는 단계를 포함한다.

[0010] 일 세트의 실시예에서, 본 발명은 중합 재료 내로 발포제를 유입시키는 방법을 포함한다. 방법은 압출기의 중합 재료를 소성하는 단계와, 제1 성형 사이클의 소성 주기 동안 제1 속도, 제2 속도 및 제3 속도로 중합체 재료 내로 발포제를 순차적으로 유입시키는 단계를 포함한다. 제2 속도는 제1 및 제3 속도의 최대값보다 50% 작은 최소값을 갖는다.

[0011] 또 다른 세트의 실시예에서, 본 발명은 중합 재료 내로 발포제를 유입시키기 위한 방법을 포함한다. 방법은 압출기의 중합 재료의 압력을 측정하는 단계와, 압출기의 중합 재료의 압력보다 344.74 kPa(50 psi) 내지 6894.76 kPa(1000 psi) 만큼 더 큰 값으로 축적기의 발포제의 압력을 제어하는 단계를 포함한다. 방법은 축적기로부터 압출기의 중합 재료 내로 발포제를 유입시키는 단계를 더 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 이점들, 신규한 특징들 및 목적들이 개략적이고 실제 크기로 도시되지 않는 첨부 도면과 연계하여 고려될 경우, 본 발명의 비제한적인 실시예의 이하 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 도면에서, 통상 다양한 도면에 도시된 각각의 동일하거나 또는 거의 동일한 부품은 단일 번호로 나타낸다. 명료함을 위해, 모든 부품이 모든 도면에서 도면 번호 기입되지 않고, 본 기술 분야의 숙련자가 본 발명을 이해할 수 있는데 도시가 필요하지 않는 경우, 본 발명의 각각의 실시예의 모든 부품이 도시되지는 않는다. 본 명세서와 참고 문헌으로서 합체된 문헌이 상충하는 개시 내용을 포함하는 경우에, 본 명세서는 대조될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 비제한적인 실시예가 이하 첨부 도면을 참조하여 예시적으로 설명될 것이다.

도1은 사출 성형 시스템의 압출기 내로 발포제를 유입시키는데 사용되는 발포제 유입 시스템을 개략적으로 도시한다.

도2는 사출 성형 시스템의 압출기 내로 발포제를 유입시키는데 사용되는 또 다른 발포제 유입 시스템을 개략적으로 도시한다.

도3은 사출 성형 시스템의 압출기 내로 발포제를 유입시키는데 사용되는 또 다른 발포제 유입 시스템을 개략적으로 도시한다.

도4는 발포제 유입 시스템의 도관에 연결된 다중 발포제 포트를 포함하는 압출기 배럴의 섹션을 개략적으로 도시한다.

도5는 압출기 배럴에 위치 설정된 발포제 유입 시스템의 벨브 조립체를 개략적으로 도시한다.

도6a 및 도6b는 예 3에서 생산된 부품의 대표 단면을 도시하는 SEM 사진의 사본이다.

도7a 및 도7b는 예 3에서 생산된 부품의 대표 단면을 도시하는 SEM 사진의 사본이다.

도8a 및 도8b는 예 3에서 생산된 부품의 대표 단면을 도시하는 SEM 사진의 사본이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 발포제 유입 시스템과, 중합 발포체 처리 시스템 내로 발포제를 유입시키기 위한 방법을 제공한다.

본 방법은 성형 사이클의 소성 주기 동안 압출기의 중합 재료 내로 발포제의 하나 이상의 투여량을 유입시키는 단계를 포함할 수도 있다. 유입 전에, 투여량은 예를 들어 입구 밸브와 출구 밸브 사이에 한정된 부피를 갖는 축적기에 구속된다. 제어 시스템은 시스템 파라미터(예컨대, 압출기의 중합 재료의 압력, 배럴의 스크류의 축 방향 위치, 스크류 회전 여부 등)에 관한 입력을 수신하고, 이 입력에 기초하여 발포제를 제한 및 유입하도록 밸브의 작동을 정리할 수도 있다. 본 유입 시스템은 사출 성형 및 블로 성형과 같은 비연속 소성 프로세스에 사용될 수도 있고, 미세량의 발포제를 사용하는 프로세스에 특히 유용할 수 있다.

[0015] 도1을 참조하면, 사출 성형 시스템(14)의 압출기(12)와 연결된, 본 발명에 따른 발포제 유입 시스템(10)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 유입 시스템(10)은 공급원(22)으로부터 발포제 포트(24)를 통해 압출기(12)의 중합 재료 내로 발포제를 유입시킨다. 도판(26)은 발포제 공급원을 유입 시스템의 다양한 부품에 및 발포제 포트에 연결시킨다. 공급원(22)의 하류에, 유입 시스템은 발포제의 압력을 증가시키는 펌프(85)와, 발포제를 저장하는 고압력 탱크(83)와, 장치의 하류에 있는 발포제의 압력을 고정된 값으로 조절하는 압력 조절 장치[예컨대, 압력 감소 조절기(81)]를 포함한다. 본 유입 시스템은 또한 입구 밸브(28)와 출구 밸브(30) 사이에 한정된 부피를 갖는 축적기(16)를 포함한다. 도1의 실시예에서, 축적기는 축적기의 부피의 대부분을 한정하는 챔버(20)를 포함한다. 다른 실시예에서, 챔버는 축적기 부피의 대부분을 한정하지 않을 수도 있다. 입구 밸브(28)는 축적기 내로의 발포제의 유동을 허용/방지하도록 발포제 공급원과 축적기 사이에 위치 설정되고, 출구 밸브(30)는 발포제 포트 내로의 발포제의 유동을 제어하도록 축적기와 발포제 포트 사이에 위치 설정된다. 몇몇 경우에 도시된 바와 같이, 포트(24)에 인접하게 출구 밸브를 위치 설정시키는 것이 바람직할 수도 있다. 이하 더 설명되는 바와 같이, 제어 시스템(29)은 사출 성형 제어기(31) 및/또는 발포제 유입 시스템(10)으로부터 입력 신호를 수신하고, 밸브(28, 30)를 개폐하도록 출력 신호를 송신하여, 유입 시스템의 작동을 제어할 수도 있다. 사출 성형 제어기(31)를 포함하지 않는 시스템에서, 제어 시스템(29)은 사출 성형 시스템의 부품들로부터 입력을 수용할 수도 있다.

[0016] 유입 시스템은 본 발명의 다른 실시예에서 다양한 다른 구조를 가질 수도 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어, 도2에 도시되고 이하 추가로 설명되는 바와 같이, 축적기는 챔버를 포함하지 않을 수도 있다. 또한, 소정의 실시예에서, 유입 시스템은 펌프 또는 고압력 탱크와 같은 소정의 부품을 포함하지 않을 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 압력 조절 장치는 도2에 도시되고 이하 추가로 설명되는 바와 같이 배압 조절기일 수도 있다.

[0017] 사출 성형 시스템(14)은 본 기술 분야에 공지된 임의의 적절한 유형일 수도 있다. 적절한 사출 성형 시스템의 예는 예를 들어, 본 명세서에 참고 문헌으로 합체되어 있는, 피에릭(Pierick) 등의 "미세 재료의 사출 성형"을 발명의 명칭으로 갖는 국제 공개 번호 제W0 98/31521호에 설명되어 있다. 도1의 예시적인 실시예에서, 사출 성형 시스템은 사출 주형(32)에 유체식으로 연결된 출구(33)를 갖는 압출기(12)를 포함한다. 압출기는 배럴(36) 내부에 장착되는 중합 처리 스크류(34)를 포함한다. 중합 처리 스크류는 예를 들어 모터(37)에 의해 회전되어 하류 방향으로 축방향 이동될 수 있다. 통상 웰릿 형태로 된 중합 재료가 호퍼(38)로부터 오리피스(40)를 통해 배럴(36) 내로 공급된다. 스크류(34) 및 배럴(36)은 그 사이에, 중합 재료가 스크류 회전에 의해 사이클의 소성 주기 동안 하류 방향(44)으로 이송되는 중합 처리 공간(42)을 한정한다. 발포제 포트(24)는 중합 처리 공간의 중합 재료 내로 발포제를 유입시키는 것을 허용하도록 배럴에 형성된다. 배럴(36)에는 그 축 길이를 따라 선택 위치에 온도 제어 유닛(46)이 설치될 수도 있다. 온도 제어 유닛(46)은 예를 들어 웰릿형 중합 재료의 용융을 용이하게 하도록 배럴을 가열하거나 또는 예를 들어 중합 용융물의 점성을 증가시키도록 배럴을 냉각시키는데 사용될 수도 있다. 압출기(12)는 또한 배럴의 길이에 따른 다양한 지점에서 온도 및 압력을 각각 모니터링하도록 열전대 및 압력 변환기와 같은 측정 계기(도시되지 않음)를 포함할 수도 있다.

[0018] 발포제 유입 시스템의 작동은 성형 사이클의 소성 주기에 연계될 수도 있다. 성형 사이클의 시작시, 스크류(34)는 도1에 도시된 배럴(36)의 하류 단부에 위치 설정되고, 통상 발포제의 양(또는 "투여량")은 축적기(16) 내에서 상대적으로 고압으로 제한된다. 스크류(34)는 중합 재료를 소성시키도록 배럴(36) 내부에서 회전하고 중합 처리 공간의 하류 방향으로 중합 재료를 이송하는 것을 시작한다. 소성의 시작시 또는 임의의 시기에, 출구 밸브(30)는 제어 시스템(29)에 의해 개방될 수도 있다. 제어 시스템은 예컨대, 이하 추가로 설명되는 바와 같이 특정 조건에 응답하여 출구 밸브를 개방시킬 수도 있다. 예를 들어, 제어 시스템은 축적기의 발포제 압력이 압출기의 중합 재료의 압력보다 큰 경우 출구 밸브를 개방시킬 수도 있다. 출구 밸브가 개방되는 경우, 축적기의 발포제는 팽창되어, 발포제 포트를 관통하고 중합 재료로 진입하여, 중합 처리 공간에서 중합 재료와 발포제의 혼합물을 형성한다.

[0019] 투여량이 유입된 후에, 출구 밸브는 폐쇄된다. 통상, 이어서 입구 밸브는 예를 들어 발포제가 축적기 내로 유동하는 것을 허용하는 제어 시스템으로부터의 신호에 의해 개방된다. 입구 밸브는 이어서 폐쇄된 입구 밸브와

출구 밸브 사이에 축적기의 발포제의 투여량을 제한하도록 폐쇄될 수도 있다. 몇몇 프로세스에서, 이하 추가로 설명되는 바와 같이, 다중 발포제 투여량은 단일 소성 주기 동안 유입될 수도 있다.

[0020] 투여량이 유입된 후에, 중합 재료와 발포제 혼합물을 회전 스크류에 의해 하류로 이송되어 스크류 하류의 배럴 내부의 구역(52)에 축적된다. 축적된 혼합물은 스크류가 배럴의 상류 방향으로 축방향 후퇴하게 만드는 압력을 생성한다. 통상, 소성은 원하는 양의 혼합물이 축적될 때까지 계속된다. 몇몇 실시예에서, 이하 추가로 설명되는 바와 같이, 소성 주기 동안 유입되는 발포제의 양은 원하는 중량 퍼센트를 갖는 발포를 생성하도록 제어될 수도 있다. 예를 들어, 발포제의 양은 단일 소성 주기에서 다중 발포제 투여량을 유입시키거나 또는 (예컨대, 축적기 부피 및/또는 축적기의 발포제의 압력 및/또는 축적기의 발포제의 온도에 의해) 투여량 크기를 제어함으로써 제어될 수도 있다.

[0021] 혼합물이 구역(52)에 축적된 후에, 스크류(34)는 회전하고 후퇴하는 것을 멈춘다. 다음에, 스크류(34)는 압출 기의 출구(33)를 통해 주형 내로 축적된 혼합물을 사출하도록 (도1에 표시된) 하류 방향으로 축방향 이동된다. 압출기의 출구와 연계된 밸브(54)는 혼합물이 주형 내로 유동하는 것을 허용하도록 개방될 수도 있다. 주형이 사출 성형 발포체 제품을 생산하도록 개방된 후에, 중합 재료와 발포제의 혼합물이 주형에서 냉각된다.

[0022] 상술된 바와 같이, 제어 시스템(29)은, 밸브(28, 30)를 개방 및/또는 폐쇄하고 유입 시스템의 다른 부품들[예컨대, 압력 조절 장치(81)]을 제어하도록, 성형 시스템의 부품으로부터 신호를 수신하고 및/또는 출력 신호를 출력할 수도 있다.

[0023] 소정 프로세스에서는, 제어 시스템(29)이 챔버(20) 내부에 위치 설정된 온도 측정 장치(94)로부터 압력 신호를 수신한다. 이하, 추가로 설명되는 바와 같이, 제어기는 발포제 온도 및 다른 입력값(예컨대, 발포제 압력)으로부터 축적기에 제한된 발포제의 질량(즉, 투여량 치수)을 결정할 수도 있다. 축적기의 다른 곳에 위치 설정될 수도 있다는 것을 알 수 있지만, 도시된 바와 같은 온도 측정 장치는 챔버(20) 내부에 위치 설정된다.

[0024] 몇몇 실시예에서, 제어 시스템은, 발포제 포트 근방에서의 중합 처리 공간의 중합 재료의 압력에 관하여 압력 측정 장치(86)로부터 압력 신호를 수신한다. 도1의 실시예에서, 압력 측정 장치(86)는 발포제 포트에 인접하여 배럴에 형성된 계기 포트(88)를 통해 삽입된다. 예를 들어, 계기 포트(88)는 발포제 포트(24)로부터 약 30.48 cm(12 inch) 내, 약 12.70 cm(5 inch) 내 또는 2.54 cm(1 inch) 내에 위치 설정될 수도 있다. 다른 실시예에서, 압력 측정 장치는, 예를 들어 시스템의 다른 곳에서의 압력(예컨대, 스크류의 후방에서의 유압)을 측정 또는 결정하고 중합 재료의 압력을 추정 또는 계산함으로써, 발포제 포트 근방에서의 중합 재료의 압력을 간접적으로 측정할 수도 있다.

[0025] 소정의 경우에는, 제어 시스템이 축적기(16)의 발포제의 압력을 제어하도록 유입 시스템의 부품에 출력 신호를 송신할 수도 있다. 예를 들어, 제어 시스템은 압력 측정 장치(86)로부터의 입력 신호에 응답하여 축적기의 발포제의 압력을 제어하는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 축적기의 발포제의 압력은, 예를 들어 압력 조절 장치 [예컨대, 압력 감소 조절기(81), 도1; 배압 조절기(19), 도2]에 출력 신호를 송신함으로써 원하는 값으로 조정될 수도 있다. 압력 조절 장치는 차례로 입구 밸브(28)가 개방되는 경우 축적기에 이송되는 발포제의 압력을 고정한다. 다른 경우에, 축적기의 발포제의 압력은 축적기로 이송되는 압력을 고정시킬 수 있는 다른 부품들에 출력 신호를 송신함으로써 조정될 수도 있다.

[0026] 제어 시스템은 발포제 포트 근방에서의 압출기의 중합 재료의 압력보다 큰 값으로 축적기에 공급되는 발포제의 압력을 설정할 수 있다. 통상, 제어 시스템은 중합 재료 압력보다 적어도 임계 양만큼 더 크게 발포제 압력을 설정한다. 그 양은 발포제의 투여량을 유입시키고, 중합 재료 압력이 압출기에서 변동하는 경우에서도 유입 전체에 걸쳐 중합 재료 압력보다 더 크게 발포제 압력을 유지시키는데 구동력이 충분한 것을 보장하도록 선택된다. 어떤 경우에는, 제어 시스템이 축적기의 발포제 압력을, 발포제 포트 근방에서의 중합 재료 압력보다 적어도 344.74 kPa(50 psi) 만큼 더 크게 설정하는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 다른 경우에는, 축적기의 발포제 압력을, 발포제 포트 근방에서의 중합 재료 압력보다 적어도 1378.95 kPa(200 psi) 만큼, 또는 심지어 적어도 2757.90 kPa(400 psi) 만큼 더 크게 설정하는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 높은 압력 차이는, 압출기에서의 상대적으로 높은 압력 편차를 갖는 것을 특징으로 하는 프로세스와 같은 소정의 프로세스에서 바람직할 수도 있다. 높은 압력 차이는 또한 발포제 유입 속도를 증가시킬 수도 있다.

[0027] 몇몇 실시예에서, 제어 시스템은 축적기에 공급되는 발포제의 압력을 압출기의 중합 재료의 압력보다는 크지만, 임계 양보다는 작게 설정한다. 압출기의 발포제의 압력과 압출기의 중합 재료의 압력 사이의 압력 차이가 너무

크면 성형 프로세스에 부정적 영향을 미칠 수도 있다. 예를 들어, 압력 차이가 너무 크면, 발포제가 압출기에 서 적절히 혼합되지 않을 수도 있고, 이는 성형 부품의 질에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 압력 차이가 너무 크면 발포제는 압출기에서의 역류를 야기할 수도 있다. 이들 영향은 프로세스 안정성을 약화시킬 수도 있다. 몇몇 프로세스에서, 제어 시스템은 중합 재료 압력보다 크고 6894.76 kPa(1000 psi)보다 작은 값만큼 발포제 포트 근방에서의 중합 재료 압력보다 크게 축적기의 발포제 압력을 설정하는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 다른 프로세스에서, 제어 시스템은 중합 재료 압력보다 크고 3447.4 kPa(500 psi)보다 작은 값만큼 발포제 포트 근방에서의 중합 재료 압력보다 크게 축적기의 발포제 압력을 설정한다. 특정 압력 차이는 프로세스에 의존할 수도 있다. 예를 들어, 어떤 프로세스는 높은 압력 차이에 더 민감할 수도 있다.

[0028] 소정의 프로세스에서, 제어기는 임계 범위 내에서 중합 재료 압력보다 크게 축적기의 발포제 압력을 설정한다. 그 범위의 하한은 상술된 값들(예컨대, 344.74 kPa(50 psi), 1378.95 kPa(200 psi) 및 2757.90 kPa(400 psi)) 중 임의의 하나일 수 있고, 범위의 상한은 상술된 값들[예컨대, 3447.4 kPa(500 psi) 또는 6894.76 kPa(1000 psi)] 중 임의의 하나일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 축적기의 발포제 압력을, 발포제 포트 근방에서의 중합 재료의 압력보다 344.74 kPa(50 psi) 와 6894.76 kPa(1000 psi) 사이의 값만큼 더 크게 설정할 수도 있다. 다른 경우에, 제어기는 축적기의 발포제 압력을, 발포제 포트 근방에서의 중합 재료의 압력보다 344.74 kPa(50 psi) 와 3447.4 kPa(500 psi) 사이의 값만큼 더 크게 설정할 수도 있다.

[0029] 그러나, 본 발명의 어떤 실시예에서는, 제어 시스템이 축적기의 발포제의 압력을 제어하도록 유입 시스템의 부품에 출력 신호를 송신할 필요가 없다는 것을 또한 알 수 있을 것이다. 어떤 실시예에서는, 사용자가 예를 들어 압력 제어기를 수동으로 설정함으로써, 축적기로 이송되는 압력을 수동을 설정할 수도 있다. 다른 실시예에서, 발포제가 조정 필요 없이 [예컨대, 공급원(22)에 의해] 충분한 압력으로 축적기에 제공될 수도 있다.

[0030] 일단 축적기의 발포제의 원하는 압력 값이 달성되면, 제어 시스템은 중합 재료 내로 발포제를 유입시키도록 출구 밸브(30)를 개방시키는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 어떤 경우에는, 유입 시스템이 발포제 압력이 그 원하는 값에 도달했는지를 확인하도록 압력 측정 장치(90)를 포함한다. 이 경우에, 압력 측정 장치(90)는 제어 시스템에 입력 신호를 송신할 수도 있다. 이 입력 신호에 응답하여, 제어 시스템은 적합한 압력 조건이 달성된 경우 출구 밸브를 개방시키도록 출력 신호를 송신한다.

[0031] 그러나, 어떤 실시예에서는, 유입 시스템이 축적기의 압력을 측정하는 장치를 포함하지 않을 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 이 실시예에서, 축적기의 압력은 소정값, 예컨대 압력 조절 장치에 의해 설정된 값으로 예상된다. 압력 측정 장치를 제거함으로써, 유리하게는 소정의 경우에 유입 시스템의 설계를 간단하게 할 수도 있다.

[0032] 압력 측정 장치(90)가 있는 경우, 장치는 계기 포트를 거쳐 축적기의 챔버(20)에 삽입될 수도 있다. 압력 측정 장치(90)는 축적기의 다른 구역[예컨대, 도판(26)]에 삽입될 수도 있다는 것을 또한 알 수 있을 것이다. 다른 실시예에서, 압력 측정 장치(90)는, 예를 들어 시스템의 다른 곳에서의 압력을 측정 또는 결정하고 발포제의 압력을 추정 또는 계산함으로써, 발포제 포트의 압력을 간접적으로 측정할 수도 있다.

[0033] 또 다른 세트의 실시예에서, 제어 시스템(29)은 상술된 바와 같이 중합 재료의 압력에 관한 입력 신호에 응답하는 것 대신에 (예컨대, 스크류의 축방향 위치 또는 스크류 회전의 시작 후의 시간에 기초하여) 성형 사이클의 소성 주기의 시작에 관한 사출 성형 제어기(31)로부터의 (또는 사출 성형 시스템의 부품으로부터의) 입력 신호에 응답하여 출구 밸브를 개방시키도록 출력 신호를 송신할 수도 있다. 따라서, 이 프로세스는 중합 재료의 압력의 직접적인 측정을 필요로 하지 않을 수도 있다. 어떤 프로세스에서는, 제어 시스템(29)이 소성 주기의 시작에 관한 사출 성형 제어기(31)로부터의 입력 신호를 수신하고 압출기의 중합 재료의 압력에 관한 입력 신호를 수신할 수도 있다.

[0034] 어떤 실시예에서는, 제어 시스템이 소성 주기의 시작에 관한 입력 신호를 수신하는 경우, 제어 시스템은, 예를 들어 스크류가 소성 동안 후퇴함에 따라 배럴 내부의 스크류의 축방향 위치에 관한 입력 신호를 수신한다. 시스템은 차례로, 스크류가 배럴의 주어진 축방향 위치로 후퇴하는 경우, 출구 밸브를 개방시키는 출력 신호를 송신한다. 출구 밸브 개방 이전의 후퇴 거리는 일반적으로 압출기의 압력이 상대적으로 안정화되는 것을 보장하는데 충분할 정도로 길다. 어떤 경우에는, 제어 시스템이, 스크류가 그 본래 위치로부터 적어도 1.27 cm(0.5 inch) 후퇴된 경우, 밸브를 개방하는 출력 신호를 송신한다. 다른 실시예에서, 제어 시스템은 스크류가 적어도 0.254 cm(0.1 inch) 후퇴된 경우, 밸브를 개방하는 출력 신호를 송신한다. 출력 신호가 송신되는 스크류의 후퇴 거리는 다양한 인자(예컨대, 사이클 전반에 걸친 후퇴 거리)에 의존하고, 다른 후퇴 거리가 적절할 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0035]

다른 실시예에서, 제어 시스템은 스크류 회전의 시작에 관한 입력 신호를 수신한다. 제어 시스템은 차례로, 스크류가 회전을 시작하거나 또는 보다 통상적으로는 그 후 특정 시간 주기로 출구 밸브를 개방시키는 출력 신호를 송신할 수도 있다. 특정 시간 주기는 압출기의 압력이 상대적으로 안정화되는 것을 보장하는데 충분할 정도로 대체로 길다. 어떤 경우에는, 제어 시스템이 적어도 0.5초, 또는 적어도 1.0초로 밸브를 개방시키는 출력 신호를 송신한다. 다른 시간도 또한 적절하다.

[0036]

제어 시스템은 또한 출구 밸브(30)를 폐쇄시키도록 출력 신호를 송신할 수도 있다. 출구 밸브는 발포제의 투여량이 중합 재료 내로 유입된 후에, 통상 폐쇄된다. 즉, 출구 밸브는, 축적기의 발포제 압력이 압출기의 중합 재료의 압력과 대략 같은 압력으로 감소된 후에, 통상 폐쇄된다. 그러나, 어떤 경우에는, 출구 밸브가 발포제 압력이 압출기의 중합 재료의 압력과 대략 같게 되기 전에 폐쇄될 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0037]

소정의 프로세스에서, 제어 시스템은 출구 밸브가 폐쇄된 후에 특정 시간 주기로 출구 밸브를 폐쇄시키도록 출력 신호를 송신한다. 즉, 제어 시스템은 특정 시간 주기 동안 밸브를 개방시킨다. 특정 시간 주기는, 예를 들어 0.5초 이상일 수도 있다. 다른 경우에, 특정 시간 주기는 1.0초 이상일 수도 있고, 다른 경우에 특정 시간 주기는 5.0초 이상일 수도 있다. 다른 특정 시간 주기 또한 적절하다. 특정 시간 주기는 투여량의 치수, 투여량의 개수 및 소정 주기 시간 등을 포함하는 다양한 인자에 의존한다.

[0038]

어떤 프로세스에서는, 제어 시스템이 다른 시스템 파라미터에 기초하여 출구 밸브를 폐쇄시키도록 출력 신호를 송신할 수도 있다. 예를 들어, 제어 시스템은 압출기 또는 축적기의 압력 조건 때문에, 출구 밸브를 폐쇄시키도록 출력 신호를 송신할 수도 있다.

[0039]

제어 시스템은 통상 입구 밸브(28)를 또한 제어한다. 일반적으로, 출구 밸브(30)가 개방된 경우 입구 밸브는 폐쇄된다. 출구 밸브가 폐쇄되는 경우, 제어 시스템은 입구 밸브를 개방시키는 신호를 송신할 수도 있다. 상술된 바와 같이, 어떤 프로세스에서는, 제어 시스템이 (예컨대, 압력 조절 장치를 사용하여) 축적기에 제공되는 발포제 압력을 조절 또는 제어하도록 신호를 또한 송신한다. 이 경우에, 입구 밸브는, 원하는 공급 압력이 달성된 후에 개방될 수도 있다. 일단 밸브가 개방되면, 발포제는 축적기 내로 유동할 수도 있다. 일단 원하는 투여량이 축적된 후에, 입구 밸브는 발포제를 제한하도록 제어 시스템에 의해 폐쇄될 수도 있다. 어떤 경우에는, 입구 밸브가 투여량이 축적된 후에도 개방된 상태로 남겨진 다음 출구 밸브를 개방시키기 직전에 폐쇄될 수도 있다.

[0040]

상술된 바와 같이, 소정의 프로세스는 단일 소성 주기 동안 발포제의 하나의 투여량보다 많이 유입시킬 수도 있다. 일 세트의 실시예에서, 제어 시스템(29)은 각각의 소성 주기 동안 밸브(28, 30)에 다중 개방/폐쇄 신호를 송신하여, 발포제의 몇개의 투여량이 전달되는 것을 허용한다. 예를 들어, 제어 시스템은 주어진 소성 주기 동안 발포제의 적어도 투여량(2, 3, 5, 7, 10, 15 또는 20)이 전달되게 만들 수도 있다. 단일 소성 주기 동안 유입되는 투여량의 개수는 발포를 발포제의 원하는 중량 퍼센트, 발포 치수 및 투여량 치수를 포함하는 인자의 개수에 의존한다. 소정의 프로세스는 단일 투여량 또는 임의의 다른 적절한 개수의 투여량을 이용할 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0041]

주어진 소성 주기 동안 다중 투여량을 유입시키는 것은 소정의 프로세스에서 유리할 수도 있다. 예를 들어, 다중 투여량은 주어진 발포의 중합 재료 내로 유입되는 발포제의 전체 양에 대한 증가된 제어를 허용한다. 증가된 제어는 중합 재료 압력 편차로 인한 부정확성을 감소시키는 높은 축적기 압력을 사용하는 것에 부분적으로 기인된다. 또한, 높은 축적기 압력은 중합 재료 내로의 향상된 발포제 유입을 불러온다. 증가된 제어는 정확한 양의 발포제가 주어진 발포로 유입되도록 할 수 있다. 이러한 정확성은, 예를 들어 상대적으로 소량의 발포제(예컨대, CO₂의 약 2% 보다 작거나 N₂의 약 0.1% 보다 작음)를 갖는 발포를 생산하고 및/또는 상대적으로 소형의 성형 제품(예컨대, 15g 보다 작음)을 생산하는 소정의 프로세스에서 중요할 수도 있다. 소성 주기 전반에 걸쳐 다중 투여량을 유입시키는 것은 발포 내부의 발포제 분포의 균일성을 또한 증가시킬 수도 있다.

[0042]

본 발명의 유입 시스템 및 프로세스가 폭넓게 다양한 프로세스와 연계하여 사용될 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0043]

일회 발포(shot)의 원하는 발포제 퍼센트는 특정 프로세스 및 발포제 유형에 의존한다. 원하는 발포제 퍼센트는 예를 들어 중합 재료와 발포제 혼합물의 약 5 중량% 보다 작을 수도 있다. 발포제로서 CO₂를 이용하는 실시 예에서, 레벨은 약 4% 보다 작을 수도 있고, 기타 중합 재료와 발포제 혼합물의 약 2 중량% 보다 작을 수도 있다. N₂가 발포제로 사용된 경우, 예를 들어 레벨은 중합 재료와 발포제 혼합물의 약 0.5 중량% 보다 작거나,

약 0.3 중량% 보다 작거나, 또는 약 0.1 중량% 보다 작을 수도 있다. 상술된 바와 같이, 본 발명의 유입 시스템은 낮은 중량 퍼센트의 발포제로 발포제 혼합물을 형성하는데 특히 적합할 수도 있다.

[0044] 발포 치수는 또한 특정 프로세스에 의존하며, 예를 들어 약 1g 과 약 200g 사이일 수도 있다. 상술된 바와 같이, 유입 시스템은 상대적으로 소형의 발포 치수, 예를 들어 15g 보다 작은 발포 치수로 발포제를 유입시키는데 특히 적합할 수도 있다. 어떤 경우에는, 발포 치수가 약 1g 과 약 15g 사이일 수도 있다.

[0045] 투여량 치수는 통상 질량으로 측정된다. 투여량 치수는 중합 재료 내로 유입되는 축적기에 제한되는 발포제의 질량이다. 상술된 바와 같이, 다중 투여량은 단일 소성 사이클에서 유입될 수도 있다. 다중 투여량이 유입되는 경우에, 발포에 있어서 발포제의 전체 양은 투여량 치수만큼 다중화된 투여량 개수이다.

[0046] 투여량 치수는 특정 프로세스 뿐만 아니라, 축적기의 부피와, 축적기의 압력 및 온도에 의존한다. 통상 투여량 치수는 예를 들어 약 0.005g 과 0.1g 사이일 수도 있다. 어떤 경우에는, 투여량 치수가 0.1g 보다 작고, 다른 경우에는 0.05g 보다 작으며, 다른 경우에는 0.005g 보다 작을 수도 있다. 작은 투여량 치수가 예를 들어 증가된 정확성을 위해 사용될 수도 있다. 다른 투여량 치수가 또한 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0047] 일 세트의 실시예에서, 제어 시스템(29)은 발포로 유입되는 발포제의 전체 양 및/또는 발포로 유입되는 발포제 투여량의 개수 및 또는 투여량의 치수를 제어할 수도 있다. 제어 시스템은 중합체와 발포제의 혼합물을 원하는 발포제 퍼센트 및/또는 원하는 투여량 치수 및/또는 원하는 발포 치수의 입력치를 또한 수용할 수도 있다. 제어 시스템은 입력치를 처리하고 원하는 발포제 퍼센트를 갖는 혼합물을 형성하도록 혼합물 내로의 발포제의 유입을 제어하도록 출력 신호를 송신할 수도 있다.

[0048] 어떤 실시예에서는, 상술된 바와 같이, 유입 시스템(10)이 축적기의 발포제의 압력 및 온도에 각각 관련된 압력 측정 장치(90) 및 온도 측정 장치(94)로부터 입력값을 수용하도록 제어 시스템(29)을 이용할 수도 있다. 제어 시스템은 축적기에 제한될 발포제의 선택된 고정 질량에 관한 수동 입력값을 또한 수용하거나, 또는 다르게는 다른 입력값으로부터 축적기에 제한될 발포제의 선택된 고정 질량을 계산할 수도 있다. 제어 시스템은 하나 이상의 발포 치수 또는 발포제와 중합 재료의 혼합물을 원하는 발포제 퍼센트를 전달하도록 프로그래밍될 수도 있다. 제어 시스템(29)은 또한 발포제 온도, 발포제 압력 및 발포제의 선택된 질량의 입력값으로부터 이상 기체 법칙 또는 다른 상 평형 관계를 사용하여 축적기에 제한될 발포제의 부피 및/또는 질량을 계산하도록 구성될 수도 있다.

[0049] 축적기(16)의 부피는 입구 벨브와 출구 벨브 사이에 한정된다. 어떤 경우에는, 축적기의 부피가 벨브 조립체 내부에 부분적으로 한정될 수도 있다. 축적기는, 어떤 실시예에서는, 실질적으로 고정되거나 또는 고정된 부피를 갖는다. 여기에 사용된 바와 같이, 고정 부피는 축적기로부터의 발포제가 중합 재료 내로 유입되는 경우 일정하고 및/또는 성형 사이클의 소성 주기 동안 일정한 부피를 지칭한다. 즉, 이들 실시예에서, 축적기는 발포제가 유입되는 경우 및/또는 소성 동안 이동되는 벽 또는 플린저를 포함하지 않는다. 가동 벽 또는 플린저 조립체의 제거는 이러한 설계가 구성 및 작동을 복잡하게 만들기 때문에, 소정의 경우에 유리할 수도 있다.

[0050] 어떤 실시예에서는, 축적기가 발포제 유입 및 소성 동안 고정되지만 성형 사이클 사이에서 조정될 수 있는 부피를 갖는다. 이들 유형의 축적기는 또한 여기서 정의된 바와 같은 고정 부피를 갖는다. 일 세트의 실시예에서, 축적기는 예를 들어 축적기의 부피를 제어하는 사이클 사이에 피스톤 또는 스크류를 조정함으로써, 또는 축적기 다른 치수를 갖는 또 다른 축적기로 대체함으로써, 조정될 수도 있다.

[0051] 다른 실시예에서, 축적기는 고정 부피를 갖지 않을 수도 있고 가동 벽 및/또는 플린저를 이용할 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0052] 축적기의 부피는 특정 프로세스, 특히 원하는 투여량 치수에 의존한다. 어떤 경우에는, 축적기(16)가 약 50 cm³ 보다 작은 부피를 가질 수도 있다. 다른 경우에, 축적기 부피는 약 10 cm³ 보다 작거나, 약 1cm³ 보다 작거나, 약 0.1 cm³ 보다 작거나, 또는 약 0.01 cm³ 보다 작을 수도 있다.

[0053] 일 세트의 실시예에서, 축적기(16)는 도관의 단면적보다 큰 단면적을 갖는 챔버(20)를 포함한다. 챔버는 도1에 도시된 바와 같이, 벨브(28, 30) 사이의 유체 경로와 일렬로 될 수도 있고, 또는 챔버는 도3에 도시된 바와 같이 벨브(28, 30)와 유체 연통하는 상태를 유지하는 임의의 구조를 가질 수도 있다. 챔버는 원하는 부피를 생산하고 예를 들어 장방형, 구형 또는 원통형의 가압 기체 또는 유체를 함유하기 위해 필요한 임의의 치수 또는 형상을 가질 수도 있다. 챔버는 발포제를 함유할 수 있는 본 기술 분야에 공지된 종류 중 임의의 하나일 수도 있다. 예를 들어, 챔버는 가압 기체, 액체, 및/또는 초임계 유체를 함유하기 위해, 양호하게는 스테인레스 강으

로 제조된 금속 휴브와 같은 적절한 재료로 제조된다. 축적기에 대한 구조 또는 부피의 선택은 본 발명의 이점을 갖도록 본 기술 분야의 숙련자에 의해 결정될 수 있다.

[0054] 또 다른 세트의 실시예에서, 축적기(16)는 도2에 도시된 바와 같이 벨브(28, 30) 사이에 있는 도관에 의해 한정될 수도 있다.

[0055] 벨브(28, 30)는 일 구조에서는 가압 기체, 액화 기체, 또는 초임계 유체의 관통 유동을 선택적으로 허용하고, 다른 구조에서는 이들 유체의 관통 유동을 방지하는, 본 기술 분야의 임의의 장치일 수도 있다. 적절한 유형의 벨브는 솔레노이드, 스플 또는 다른 등가의 벨브를 포함하고, 이들은 차단 벨브일 수도 있다. 소정의 경우에, 벨브는 벨브 본체 또는 조립체를 포함할 수도 있는데, 이는 축적기(16)의 적어도 일 부분을 한정할 수도 있다. 어떤 경우에는, 벨브(28, 30)가 동일한 유형일 수도 있는 반면, 다른 경우에는, 벨브가 상이한 유형일 수도 있다.

[0056] 도1의 예시적인 실시예에서, 출구 벨브(30)는 발포제 포트(24) 가까이 [예컨대, 30.48 cm(12 inch) 보다 작거나, 7.62 cm(3 inch) 보다 작거나, 또는 2.54 cm(1 inch) 보다 작음] 또는 기본적으로 인접하여 위치될 수도 있다. 어떤 경우에는, 이러한 배열이 출구 벨브와 포트(24) 사이의 도관에 제한될 수도 있는 발포제의 부피를 최소화하는데 바람직할 수도 있다. 그러나, 출구 벨브의 위치가 발포제 포트에 대한 발포제의 유동을 제어하도록 발포제 포트(24)에 대해 다른 곳에 있을 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0057] 발포제 포트(24)에 가까이 또는 인접하여 위치 설정되는 경우, 출구 벨브(30)는 도5에 도시된 유형일 수도 있고, "사출 성형용 벨브"를 발명의 명칭으로 하여 2000년 11월 10일자로 출원된, 공동 소유로 계류중인 미국 특허 출원 번호 제09/710,756호와, "발포제 전달 시스템"을 발명의 명칭으로 하여 2001년 2월 13일자로 출원된, 공동 소유로 계류중인 미국 특허 출원 번호 제09/782,673호에 설명되어 있다. 도5는 발포제 포트 내부에 삽입되어 기본적으로는 포트에 인접한 인젝터 조립체의 일부로서의 출구 벨브(30)를 도시한다. 도시된 바와 같이, 출구 벨브는 부분적으로는 인젝터 슬리브(170) 내부에 삽입되는 벨브 본체(168)로 형성된다. 설명된 벨브는 벨브를 개방 또는 폐쇄하도록 벨브 시트(172)에 대해, 예를 들어 압축 기체에 의해 기동가능한 벨브 스템(171)을 포함한다. (도5에 도시된 바와 같이) 개방 위치에서, 벨브 스템은 발포제가 도관(26)(도1)에 연결된 내부 통로(173)를 통해 유동하는 것을 허용하는 경로를 제공하도록 벨브 시트로부터 분리된다. 폐쇄 위치에서, 벨브 스템은 벨브 시트와 접촉하여, 발포제의 유동을 방지하는 밀봉부를 생성한다. 벨브 본체(168)는 또한 선택가능하게는 역류 벨브를 포함할 수도 있다. 다른 벨브 구조가 또한 사용될 수도 있지만, 설명된 바와 같이, 역류 벨브는, 스프링(175)에 의해 상방으로 편의되고 제 위치에 보유되는 볼 체크(174)를 포함한다. 다른 실시예에서, 스프링을 필요로 하지 않고, 볼이 발포제와 중합 재료에 응답하여 자유롭게 이동할 수도 있다. 통상 차단 벨브가 개방된 경우, 발포제의 압력은 볼 체크(174)를 강제로 밀봉면(176)으로부터 멀리 이격시켜 포트로의 발포제 유동을 위한 경로를 제공한다.

[0058] 발포제 포트(24)는 중합 재료가 일반적으로 유체 상태로 있는 위치에서 압출기의 배럴(36)에 형성된다. 발포제 포트는 발포제 유입 시스템을 중합 처리 공간(42)의 중합 재료에 연결시킨다. 발포제 포트(24)는 배럴에 배열된 단일 포트 또는 복수의 포트일 수도 있다. 다중 포트가 이용되는 경우, 포트는 배럴을 중심으로 반경방향으로 또는 배럴의 길이를 따라 선형 방식으로 배열될 수 있다(도4). 도4에 도시된 바와 같이, 배럴의 길이를 따른 포트(24a, 24b, 24c)의 배열은 중합 재료와 발포제의 혼합물이 축적됨에 따라 스크류가 배럴 내부에서 축방향으로 (상류 방향으로) 이동하는 경우 스크류에 대해 상대적으로 일정한 위치에 발포제의 사출을 용이하게 할 수 있다. 반경방향으로 배열된 포트가 사용되는 경우, 복수의 포트(24)는 압출기 배럴 둘레에 12:00시, 3:00시, 6:00시 및 9:00시 위치에 또는 필요시 임의의 구조로 배치될 수도 있다.

[0059] 도4에서, 개별 차단 벨브(62a, 62b, 62c)는 각각의 발포제 포트(24a, 24b, 24c)에 제공될 수도 있다. 차단 벨브(62a, 62b, 62c)는 예를 들어, 발포제가 스크류의 발포제 사출부에 유입되는 것을 보장하기 위해 스크류의 위치에 대해 원하는 위치에 발포제의 사출을 제어하도록, 소성 시간 주기 동안 별개로 개폐된다. 하나 이상의 벨브가 동시에 개방될 수도 있다. 예시적인 실시예에서, 각각의 발포제 포트는 동일한 발포제 유입 시스템에 연결된다. 그러나, 어떤 실시예에서, 각각의 발포제는 단일 발포제 유입 시스템에 연결될 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[0060] 발포제 포트(24)는 단일 오리피스 또는 복수의 오리피스(178; 도5)를 포함할 수도 있다. 다중 오리피스 실시예에서, 포트는 적어도 약 2개, 어떤 경우에는 적어도 약 4개, 다르게는 적어도 약 10개, 다르게는 적어도 약 40개, 다르게는 적어도 약 100개, 다르게는 적어도 약 300개, 다르게는 적어도 약 500개, 심지어 다르게는 700개의 발포제 오리피스를 포함할 수도 있다. 다른 실시예에서, 포트(24)는 복수의 개별 오리피스를 기계가공할

필요없이, 발포제가 관통하여 배럴로 유동하는 것을 허용하는 다공성 재료를 함유한 오리피스를 포함한다.

[0061] 소정의 양호한 실시예에서, 발포제 포트(24)는 사이클의 소성 주기 동안 스크류의 발포제 사출부(48)에 위치될 수도 있다. 스크류의 발포제 사출부는 완전하고 파손되지 않은 플라이트 패스(flight paths)를 포함할 수도 있다. 이러한 방식으로, 각각의 플라이트(flight)는 스크류가 회전하고 있는 경우 주기적으로 오리피스를 포함하는 발포제 포트를 통과하고, 또는 "와이핑한다." 이러한 와이핑은 압출기의 발포제와 중합 재료의 신속한 혼합을 증가시키고, 이는 배럴로의 사출시 바로 및 임의의 혼합 이전에 중합 재료의 발포제의 상대적으로 미세하게 분할되고 분리된 구역을 초래한다. 이는 미세 처리를 포함하는 임의의 유형의 중합 발포제 처리에 바람직할 수도 있는 균일한 중합체와 발포제 혼합물의 형성을 촉진시킨다. 발포제 사출부의 하류에서, 스크류는 압출기 내부의 균일한 혼합물의 형성을 촉진하도록 중합체와 발포제를 더 혼합하도록 매우 파손된 플라이트들(flights)을 갖는 혼합부(50)를 포함할 수도 있다. 양호한 균일 혼합물은, 어떤 경우에, 균질의 단상 용액이다. 어떤 실시예에서는, 미세 재료를 형성하는 경우, 국제 특허 공개 공보 제WO/9831521호에 설명된 바와 같이, 중합 재료와 발포제의 균질의 단상 용액이 구역(52)에 축적되고, 투입량(charge)이 주형으로 사출됨에 따라 핵이 된다.

[0062] 공급원(22)은 축적기(16)보다 큰 부피를 갖는다. 공급원은 질소, 이산화탄소, 탄화수소, 클로로플루오로카본, O족 기체 등 또는 그 혼합물을 포함하는, 본 기술 분야의 숙련자에게 공지된 임의의 유형의 물리적 발포제를 제공할 수도 있다. 발포제는 임의의 유동가능한 상태, 예컨대, 기체, 액체 또는 초임계 유체 상태로 챔버에 공급될 수도 있다. 양호한 일 실시예에 따르면, 공급원(22)은 발포제로서 이산화탄소를 제공한다. 또 다른 실시예에서, 공급원(22)은 발포제로서 질소를 제공한다. 소정의 실시예에서, 이산화탄소 또는 질소 단독으로 공급원에 의해 제공될 수도 있다. 압출기로의 사출 후에 (선택가능하게는, 사출 전에), 초임계 유체 상태로 된 발포제, 특히 초임계 이산화탄소 및 초임계 질소는 소정의 실시예에 특히 바람직하다.

[0063] 도관(26)은 발포제를 운송하는데 적절한, 본 기술 분야에 공지된 임의의 종류일 수도 있다. 예를 들어, 도관은 양호하게는 스테인레스 강으로 제조된 금속 튜브와 같은, 가압 기체, 액체 및/또는 초임계 유체를 운반하는데 적절한 재료로 제조될 수도 있다. 도관은 또한 스테인레스 강과 같은 금속 블럭 내부의 드릴형 통로와 같은 재료의 블럭 내부의 통로에 의해 한정될 수도 있다. 다른 크기가 가능하지만, 발포제 도관은 통상 약 0.1 mm 와 약 1.0 cm 사이의 단면 직경을 갖는다. 도관(26)의 길이와 구조는 제한되지 않고, 일반적으로 이용가능한 제조 공간과, 발포제 유입 시스템 및 사출 성형 시스템의 레이아웃과 같은 인자에 의존한다. 어떤 실시예에서는, 도관 내부에 제한되는 과도한 발포제가 프로세스에 심각한 영향을 미치지 않는 것을 보장하도록 도관의 부피를 감소 및 최소화시키는 것이 바람직할 수도 있다. 어떤 실시예에서는 도시된 바와 같이, 도관 조립체가 예를 들어 축적기(16)에 대한 연결을 용이하게 하거나(도3) 또는 다중 발포제 포트에 대한 연결을 제공하도록 하나 이상의 분기관을 가질 수도 있다(도4).

[0064] 제어 시스템(29)과 사출 성형 제어기(31)는 본 기술 분야에 공지된 적절한 유형일 수도 있다. 적절한 제어 시스템 및 제어기는 "발포제 성형 처리를 위한 방법 및 장치"를 발명이 명칭으로 하여 2001년 5월 4일자로 출원되고 참고문헌으로서 본 명세서에 합체되어 있는, 공동 소유로 계류증인 미국 특허 출원 번호 제09/826,603호에 설명되어 있다. 본 발명의 어떤 시스템과 프로세스는 사출 성형 제어기를 이용하지 않는다.

[0065] 펌프(85)는 공급원으로부터 제공된 발포제의 압력을 증가시키기 위한, 본 기술 분야에 공지된 임의의 적절한 유형일 수도 있다.

[0066] 고압 탱크(83)는 또한 발포제를 저장하기 위한, 본 기술 분야에 공지된 임의의 적절한 유형일 수도 있다. 탱크(83)는 공급원(22)보다 작지만, 축적기(16)의 부피보다는 큰 부피를 갖는다. 고압 탱크는 펌프가 사이클될 경우, 축적기로의 압력 동요의 영향을 제한하도록 제공된다. 탱크의 통상 압력은 약 34474 kPa(5,000psi) 와 68947.6 kPa(10,000 psi) 사이[예컨대, 약 48263.3 kPa(7,000 psi)]일 수도 있다.

[0067] 압력 조절 장치는 또한 고정 부피를 하류 압력을 조절하기 위한, 본 기술 분야에 공지된 임의의 적절한 유형일 수도 있다. 어떤 경우에는 도1에 도시된 바와 같이, 압력 조절 장치는 압력 감소 조절기이다. 압력 감속 조절기의 하류 단부에서의 압력은 장치의 상류 단부에서의 압력보다 더 낮게 고정될 수도 있다. 예를 들어, 장치의 상류 단부에서의 압력은 약 48263.3 kPa(7,000 psi)일 수도 있고, 장치의 하류 단부에서의 압력은 약 27579.0 kPa(4,000 psi)로 감소될 수도 있다. 고정 저압은 축적기로 전달되는 발포제의 압력이다.

[0068] 다른 경우에, 압력 조절 장치는 도2에 도시된 바와 같이 도관의 분기관 내부에 위치 설정된 배압 조절기(19)일 수도 있다. 배압 조절기는 고정 상류 압력을 제공하는데, 예를 들어 환경으로 배출되는 출구를 가질 수도 있다. 고정 상류 압력은 축적기로 전달되는 발포제의 압력이다.

[0069] 상술된 바와 같이, 소정의 실시예에서, 압력 조절 장치는 제어 시스템으로부터 입력 신호를 수신하고, 응답하여 축적기로 전달되는 압력을 고정시킨다. 이들 실시예에서, 압력 조절 장치는 제어 시스템으로부터의 입력 신호에 응답하여 축적기로 전달되는 압력을 고정시킬 수 있는 적절한 설계를 갖는다.

[0070] 발포제 유입 시스템(10)이 사출 성형 시스템과 연계하여 설명되지만, 본 발명에 따른 발포제 유입 시스템이 다른 비연속식 시스템, 특히 블로 성형 시스템을 포함하는 다른 중합 처리 시스템과 연계하여 사용될 수도 있다. 적절한 블로 성형 시스템의 예가 예를 들어 본 명세서에 참고문헌으로 합체되어 있는 국제 공개 공보 제WO 99/32544호(안델슨 등)에 설명되어 있다.

[0071] 발포제 유입 시스템은 폭넓게 다양한 성형 중합 재료 제품, 특히 성형 발포체 제품을 형성하는데 사용될 수도 있다. 어떤 실시예에서는, 성형 미세 제품이 형성될 수도 있다. 적절한 미세 제품은 본 명세서에 참고문헌으로 합체되어 있는 국제 공개 공보 제WO 98/31521호(페릭 등)에 설명되어 있다. 어떤 실시예에서는, 미세 제품이 100 마이크로미터(micrometer) 보다 작고, 다른 실시예에서는 50 마이크로미터 보다 작고, 다른 실시예에서는 25 마이크로미터 보다 작고, 다른 실시예에서는 5 마이크로미터 보다 작은 평균 셀 치수를 갖고, 다른 실시예에서는 심지어 더 작은 셀 치수도 가능하다.

[0072] 본 발명의 이들 및 다른 실시예들의 기능 및 이점을 이하 예로부터 충분히 알 수 있을 것이다. 이하 예는 본 발명의 장점을 설명하려는 것으로서, 본 발명의 범주 전체를 예시하지 않는다.

[0073] 예1

[0074] 본 예는 본 발명의 일 실시예의 사용을 설명한다.

[0075] 사용된 사출 성형 기계는 20 mm 스크류를 갖는 55톤 기계이다. 발포제 유입 시스템은 사출 성형 기계에 연결된다. 발포제 유입 시스템은 입구 밸브와, 발포제 인젝터 조립체에 합체된 출구 밸브와, 이하 설명되는 바와 같이 발포제의 투입량(charge) 또는 투여량이 중합 용융물 내로의 유입 전에 축적되는 축적기 부피를 달성하도록 도관의 특정 길이를 포함한다. 축적기에 공급되는 압력은 공기로 배출되는 출구를 갖는 도관의 T형 부분 상에 배압 조절기를 사용하여 모니터링되고 제어된다. 튜빙의 온도는 휴대용 표면 열전대 장치를 사용하여 측정된다.

[0076] 축적기 부피는 인젝터 조립체 부피와, 차단 밸브 시트의 하류의 입구 밸브 부피와, 인젝터에 밸브를 연결시키는 도관의 부피의 합으로서 계산된다. 0.659 cm³의 전체 부피에 대해, 인젝터 조립체는 0.18 cm³의 부피를 갖고, 밸브는 0.41 cm³의 부피를 갖고, 튜빙은 0.069 cm³의 부피를 갖는다. 사출 성형 기계의 주형은 1.6g 중량부의 고체를 갖는 테스트 폴리프로필렌 부분을 생산하는데 사용된다.

[0077] 온도와 압력의 함수로서 질소의 밀도에 대한 방정식을 사용하여, 중합 용융물 내로 유입되는 질소 질량이 축적기 부피의 초기 압력과, 축적기 부피 내부의 최종 압력을 기초로 계산된다. 초기 압력은 최종 압력보다 크게 될 배압 조절기에 의해 제어되는 프리셋 밸브이다. 장치는 제어 부피 내부에 압력 변환기를 포함하지 않아서, 제어 부피 내부의 압력은 용융된 중합체의 압력과 실질적으로 동일한 것으로 추측된다. 중합 용융 압력은 밸브 출구에 인접하여, 용융된 중합체 내에 위치된 압력 변환기를 사용하여 모니터링된다.

[0078] 질소의 투여량을 유입시키기 위해, 축적기 하류의 차단 밸브는 1초 동안 개방된다. 질소의 단일 투여량은 소성 주기 동안 유입된다. 축적기 하류의 차단 밸브는 축적기 하류의 차단 밸브가 질소의 추가의 투여량을 제한하도록 폐쇄된 후에 0.5초의 시간 지연을 갖고 개방된다.

[0079] 소성 동안 프로세스 파라미터가 이하 표시된다.

[0080] 주연방향 스크류 속도 10.16 cm/sec(4in/sec)

[0081] 스크류 상의 특정 배압 10342.14 kPa(1500 psi)

[0082] 중합체 투여 적량(dosage) 부피 2.46 cm³ (0.15 in³)

[0083] 입구 밸브 폐쇄 부피 위치 0.49 cm³ (0.03 in³)

[0084] 축적기 부피의 평균 온도 121.1 °C(250° F)

[0085] 질소 사출을 위한 위치에서의 중합 용융 압력은 스크류 회수 동안 15926.9 kPa(2310 psi) 내지 16271.6 kPa(2360 psi)로 측정된다. 제어 부피의 질소 압력은 17581.6 kPa(2550 psi)로 설정된다. 계산된 질소의 투

여량은 플라스틱 중량의 1.6g 당 0.375%의 투여 적량을 사용하면 6 mg 이다.

[0086] 프로세스 설정에 대한 어떠한 변화 없이, 프로세스는 1시간 동안 반복된다. 대략 120 발포체 부분이 생산된다. 프로세스 전반에 걸쳐 부분은 유사한 특성을 갖는다. 테스트 부분의 일치는 본 발명의 일 실시예를 사용하는 프로세스의 안정성과, 소량의 질소를 일관되게 투여할 수 있는 능력을 보여준다.

[0087] 예2

[0088] 이는 발포제의 낮은 투여 속도를 사용하는 본 발명의 일 실시예의 예이다.

[0089] 본 실시예의 장치의 프로세스 파라미터는 예1의 것과 동일하지만, 축적기 부피의 질소 압력은 16202.7 kPa(2350 psi)의 중합 용융 압력으로 17064.5 kPa(2475 psi)로 설정된다. 전달되는 질소의 계산량은 대략 3.8 mg이고, 온도는 약 121.1 °C(250° F)이다. 시스템 파라미터는 운전 동안 변화되지 않고, 부분은 대략 2시간 동안 일관되게 생산된다.

[0090] 예3

[0091] 본 예는 본 발명의 다른 실시예의 사용을 설명한다. 특히, 본 예는 전체 부분 중량이 기계의 행정의 작은 페센트를 필요로 하는 프로세스와 연계된 발포제 유입 시스템의 사용을 설명한다. 이 예에서, 필요로 하는 행정은 전체 기계 용량의 약 7%이다. 통상 발포제 유입 시스템은 기계 행정 용량의 15% 보다 작은 일치성으로 쉽게 작동될 수 없다.

[0092] 사용된 사출 성형 기계는 30 mm 스크류를 갖는 88톤 기계이다. 사출 성형 기계는 예1에 설명된 발포제 사출 조립체에 연결된다.

[0093] 사출 성형 기계의 주형은 6.5g의 중량부의 고체를 갖는 U형 부분을 생산하는데 사용된다. 주형은 중심형 냉각 주동이에 의해 연결된 두 개의 공동을 갖는다. 사용된 재료는 유리 충진 나일론 6이다.

[0094] 온도와 압력의 함수로서 질소의 밀도에 대한 방정식을 사용하여, 중합 용융물 내로 유입되는 제어 부피의 질소 질량은 축적기 부피의 초기 압력과, 축적기 부피 내부의 최종 압력을 기초로 계산된다. 초기 압력은 최종 압력 보다 큰 프리셋 밸브이다. 장치는 제어 부피 내부에 압력 변환기를 포함하지 않아서, 제어 부피 내부의 최종 압력은 용융된 중합체의 압력의 경우와 실질적으로 동일한 것으로 추측된다. 중합 용융 압력은 인저터 밸브 출구에 인접하여, 용융된 중합체에 위치된 압력 변환기를 사용하여 모니터링된다.

[0095] 질소의 투여량을 유입시키기 위해서, 입구 밸브는 폐쇄되고, 축적기 하류의 출구 밸브는 1초 동안 개방된다. 질소의 단일 투여량은 소성 주기 동안 유입된다. 축적기의 입구 밸브는 질소의 추가의 투여량을 제한하도록 축적기의 출구 밸브가 폐쇄된 후에, 0.3초의 시간 지연을 갖고 개방된다.

[0096] 소성 동안의 프로세스 파라미터는 아래와 같다.

[0097] 주연방향 스크류 속도 15.24 cm/sec(6 in/sec)

[0098] 스크류 상의 특정 배압 18615.8 kPa(2700 psi)

[0099] 중합체 투여 행정 1.14 cm(0.45 in)

[0100] 입구 밸브 폐쇄 위치 0.38 cm(0.15 in)

[0101] 축적기 부피의 평균 온도 93.3 °C(200° F)

[0102] 사이클 시간 ~ 18 sec

[0103] 질소 사출을 위한 위치에서의 중합 용융 압력은 스크류 회수 동안 21029.0 내지 21649.5 kPa(3050 내지 3140 psi)로 측정된다. 제어 부피의 질소 압력은 네 개의 상이한 값으로 설정된다.

[0104] 제1 설정은 22752.7 kPa(3300 psi)의 축적기 압력에서 질소의 9.3mg(0.14 중량% 농도)을 전달하는 것으로 계산된다. 시스템은 조정되고 부분을 수집하기 전에 대략 20 사이클로 운전된다. 시스템 구조는 대략 1시간 동안 변하지 않는 상태로 유지된다. 고품질의 발포체 부분이 생산된다. 부분은 솔리드 플라스틱에 비해 약 3.1%의 밀도 감소를 갖는다. 부분은 약 100 마이크로미터의 평균 셀 치수를 갖는 폐쇄형 셀 구조체를 갖는다. 도6a 및 도6b는 부분의 대표적인 단면을 보여주는 SEM 사진의 사본이다.

[0105] 제2 설정은 23442.2 kPa(3400 psi)의 축적기 압력에서 질소의 13 mg(0.20 중량% 농도)을 전달하는 것으로 계산

된다. 다시 부분이 1시간 동안 수집되고, 프로세스 및 부분이 모니터링된다. 고품질의 부분이 생산되고, 시스템 구조는 안정화된다. 부분은 솔리드 플라스틱에 비해 약 4.1%의 밀도 감소를 갖는다. 부분은 약 75 마이크로미터의 평균 셀 치수를 갖는 폐쇄형 셀 구조체를 갖는다. 도7a 및 도7b는 부분의 대표적인 단면을 보여주는 SEM 사진의 사본이다.

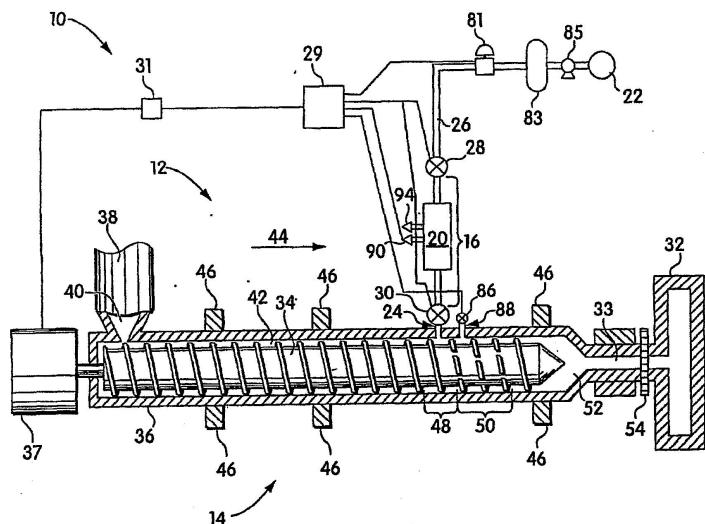
두 개의 다른 설정이 검사된다. 하나는 24131.6 kPa(3500 psi) 및 24821.1 kPa(3600 psi)의 축적기 압력 설정 값으로 질소의 16.5 mg(0.25 중량% 농도)을 전달하고 다른 하나는 18.5 mg(0.28 중량% 농도)으로 전달하는 것으로 각각 설정된다. 고품질의 부분이 두 개의 추가의 설정값으로 생산되고, 시스템 구성이 안정화된다.

질소 18.5mg의 경우, 부분은 솔리드 플라스틱에 비해 약 5.3%의 밀도 감소와, 약 40 마이크로미터의 폐쇄형 셀 구조체를 갖는다. 도8a 및 도8b는 부분의 대표적인 단면을 보여주는 SEM 사진의 사본이다.

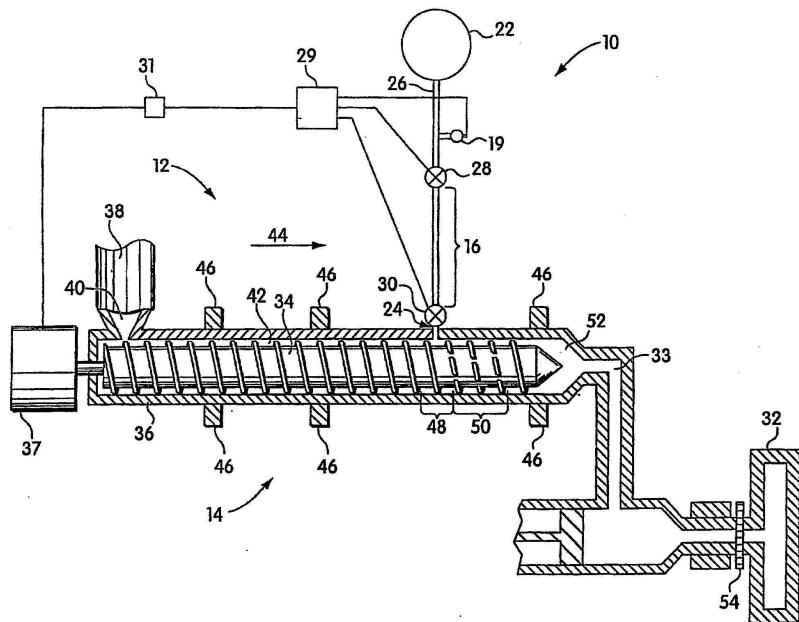
본 기술 분야의 숙련자는 본 명세서에 설명된 모든 파라미터 및 구조가 예시적인 것을 의미하고, 실제의 파라미터 및 구조는 본 발명의 시스템 및 방법이 사용되는 특정 용도에 의존한다는 것을 쉽게 알 수 있을 것이다. 본 기술 분야의 숙련자는 일반적인 실험을 사용하여, 본 명세서에 설명된 특정 실시예에 대한 다수의 균등물이 있다는 것을 인식하거나 또는 알 수 있을 것이다. 따라서, 상기 실시예들은 단지 예시적으로 제시되었을 뿐, 후속의 청구범위와 그 균등물의 범주 내에서, 본 발명이 특정하여 설명된 바와는 달리 실시될 수도 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 본 발명은 본 명세서에 설명된 각각의 개별 기술 구성, 시스템 또는 방법에 관한 것이다. 또한, 이러한 기술 구성, 시스템 또는 방법 중 임의의 조합은, 이러한 기술 구성, 시스템 또는 방법이 상호 불일치하지 않는다면, 본 발명의 범주 내에 포함된다.

도면

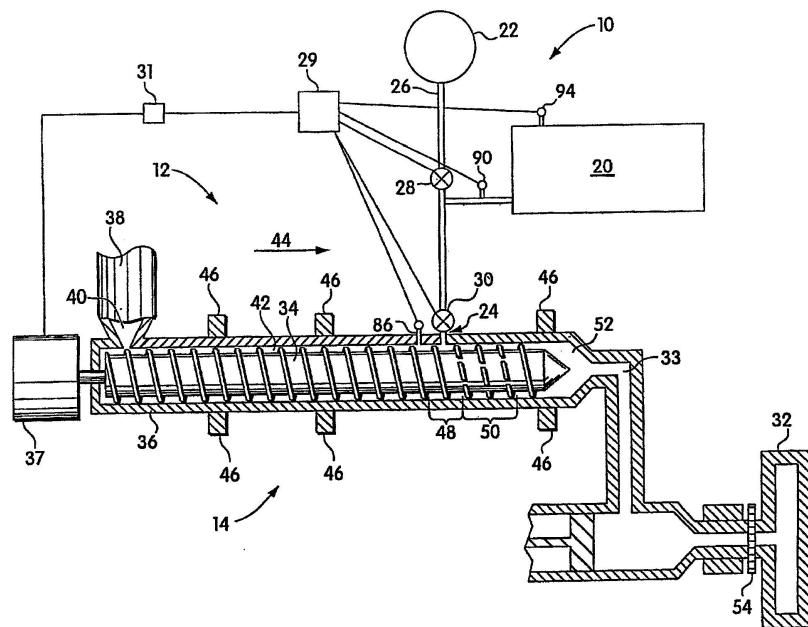
도면1



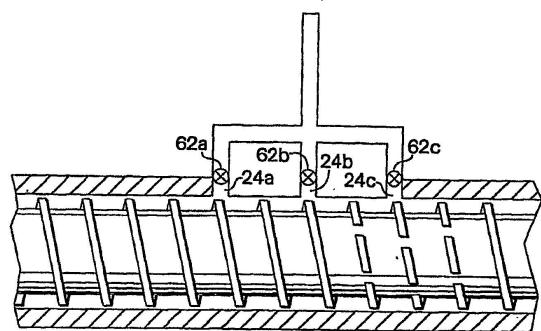
도면2



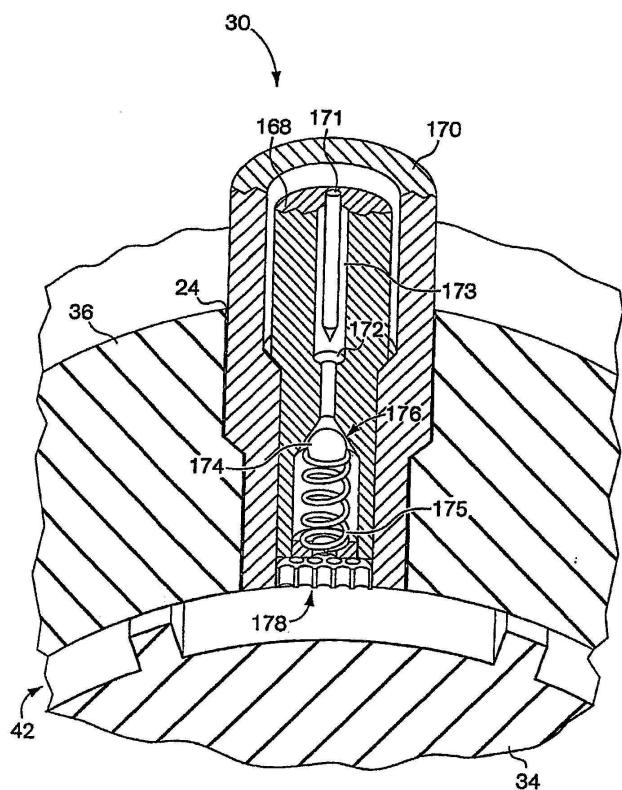
도면3



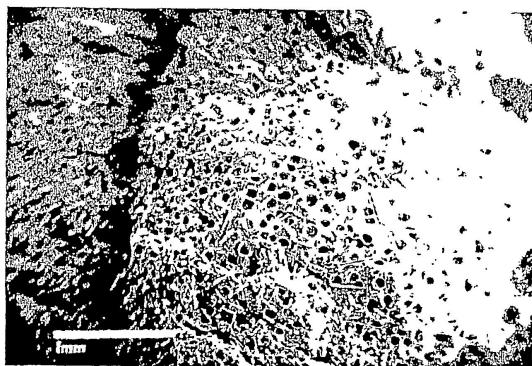
도면4



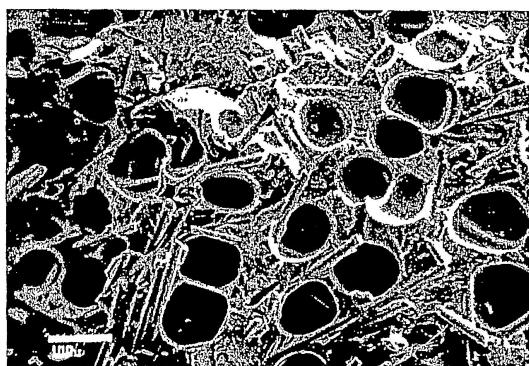
도면5



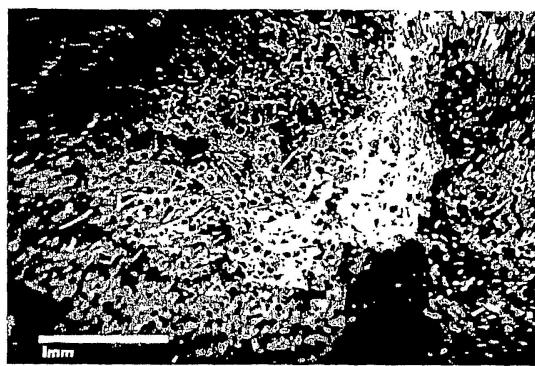
도면6a



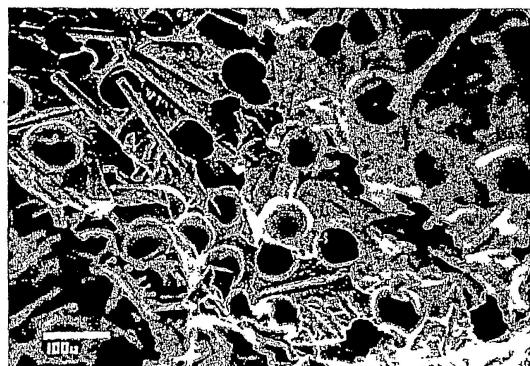
도면6b



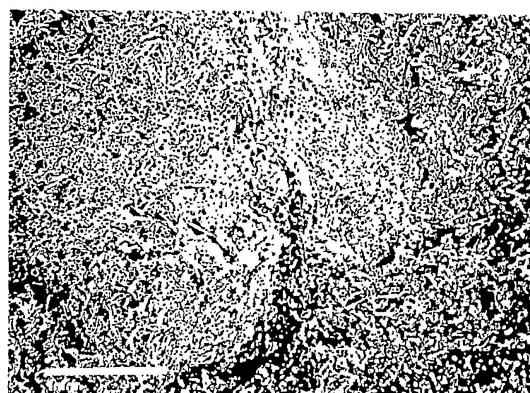
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

