



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월15일
(11) 등록번호 10-2478432
(24) 등록일자 2022년12월13일

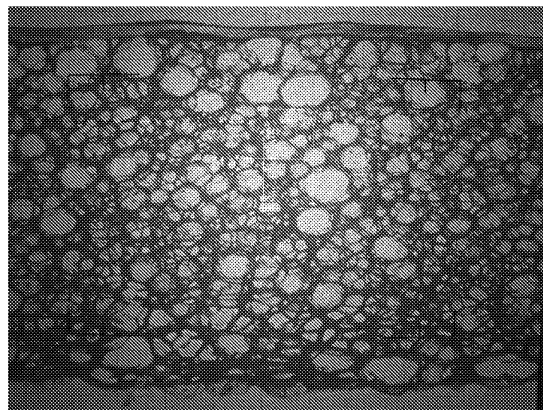
- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 48/18 (2019.01) B29C 35/04 (2006.01)
B29C 35/08 (2006.01) B29C 44/50 (2018.01)
B29C 48/00 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
B29C 48/21 (2021.08)
B29C 35/0866 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7020914
(22) 출원일자(국제) 2015년12월29일
심사청구일자 2020년12월24일
(85) 번역문제출일자 2017년07월26일
(65) 공개번호 10-2017-0102286
(43) 공개일자 2017년09월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/067875
(87) 국제공개번호 WO 2016/109544
국제공개일자 2016년07월07일
- (30) 우선권주장
14/586,781 2014년12월30일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2005519178 A*
(뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 43 항
- (73) 특허권자
도레이 플라스틱 아메리카 인코오포레이티드
미국 로드 아일랜드 02582-7500 노스 킹즈타운 벨
버 애비뉴 50
- (72) 발명자
볼드윈, 제시
미국 22657 버지니아주 스트라스버그 버지니아 스
트리트 247
복, 케이틀린, 미셸
미국 22655 버지니아주 스티븐스 시티 버크셔 코
트 5301 아파트먼트 1
시에라드즈키, 파웰
미국 22625 버지니아주 크로스 정크션 사우쓰 레
이크뷰 드라이브 600
- (74) 대리인
장수길, 박보현
- 심사관 : 이진아

(54) 발명의 명칭 **재생 폴리올레핀 재료로부터 공압출 가교된 다층 폴리올레핀 발포체 구조물 및 그의 제조 방법**

(57) 요약

적어도 하나의 폴리프로필렌/폴리에틸렌 공압출 발포체 층을 포함하는 물리적으로 가교된 폐쇄 셀 연속 다층 발포체 구조물이 수득된다. 상기 다층 발포체 구조물은, 적어도 하나의 발포체 조성물 층을 포함하는 다층 구조물을 공압출하고, 공압출된 구조물에 이온화 방사선을 조사하고, 조사된 구조물을 연속적으로 발포시킴으로써 수득된다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B29C 44/505 (2016.11)
B29C 48/0012 (2019.02)
B29C 48/0022 (2019.02)
B29C 2035/046 (2013.01)
B29C 2035/0805 (2013.01)
B29C 2035/0855 (2013.01)
B29C 2035/0872 (2013.01)
B29K 2023/06 (2019.01)
B29K 2023/06 (2019.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20110244206 A1*
 KR1019970009628 B1*
 CN103849004 A
 DE102012202804 A1
 JP08052781 A
 US04203815 A
 US20090263645 A1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장

14/586,745 2014년12월30일 미국(US)
 14/586,721 2014년12월30일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌; 및

제1 화학적 발포제

를 포함하는 제1 층; 및

5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료;

25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합; 및

제2 화학적 발포제

를 포함하는, 제1 층의 일측 상의 제2 층

을 공압출하는 것을 포함하는, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 층 반대편의 제2 층의 일측 상에 제3 층을 공압출하는 것을 더 포함하며, 제3 층은

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌; 및

제3 화학적 발포제

를 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 5 wt% 미만의 재생 폴리올레핀 재료를 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료가 0.375 인치의 표준 체(sieve)를 통과할 만큼 충분히 작은 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료가 재생 전 0.003 내지 100 μm 의 전체 두께를 갖는 하나 이상의 금속 층을 갖는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 제1 층이 230℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 폴리프로필렌을 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1 층이 190℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 8

제2항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 9

제2항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 층이 가교제를 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 10

제2항에 있어서, 제1, 제2 및 제3 화학적 발포제가 아조디카본아미드를 포함하는 것인, 다층 구조물의 형성 방법.

청구항 11

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌; 및

제1 화학적 발포제

를 포함하는 제1 층; 및

5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료;

25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합; 및

제2 화학적 발포제

를 포함하는, 제1 층의 일측 상의 제2 층

을 공압출하고;

공압출된 층에 이온화 방사선을 조사하고;

조사 공압출된 층을 발포시키는 것

을 포함하는, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1 층 반대편의 제2 층의 일측 상에 제3 층을 공압출하는 것을 더 포함하며, 제3 층은

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌; 및

제3 화학적 발포제

를 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 5 wt% 미만의 재생 폴리올레핀 재료를 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 이온화 방사선이 알파선, 베타선, 감마선, 또는 전자 빔으로 이루어진 군으로부터 선택된 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 공압출된 구조물에 최대 별도로 4회 조사하는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 이온화 방사선이 200 내지 1500 kV의 가속 전압을 갖는 전자 빔인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 흡수된 전자 빔 조사선량이 10 내지 500 kGy인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 18

제11항에 있어서, 이온화 방사선이 압출된 구조물을 20 내지 75%의 가교도로 가교시키는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 19

제11항에 있어서, 발포가, 조사된 구조물을 용융 염으로 가열하는 것을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 20

제11항에 있어서, 다층 발포체 구조물이 20 내지 250 kg/m³의 밀도를 갖는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 21

제11항에 있어서, 다층 발포체 구조물이 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 갖는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 22

제11항에 있어서, 다층 발포체 구조물이 0.2 내지 50 mm의 두께를 갖는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 23

제11항에 있어서, 제1 층에 대한 평균 표면 조도가 80 μ m 미만인 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 24

제12항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물의 형성 방법.

청구항 25

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층; 및

5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료; 및

25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합

을 포함하는, 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층

을 포함하는 다층 발포체 구조물.

청구항 26

제25항에 있어서, 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 더 포함하며, 제3 발포체 층은 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 27

제25항에 있어서, 제1 발포체 층 및 제3 발포체 층이 5 wt% 미만의 재생 폴리올레핀 재료를 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 28

제26항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 29

제25항에 있어서, 제1 층이 230℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 폴리프로필렌을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 30

제25항에 있어서, 제1 층이 190℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 폴리에틸렌을 포함하는 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 31

제25항에 있어서, 다층 발포체 구조물의 밀도가 20 내지 250 kg/m³인 다층 발포체 구조물.

청구항 32

제25항에 있어서, 20 내지 75%의 가교도를 갖는 다층 발포체 구조물.

청구항 33

제25항에 있어서, 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 갖는 다층 발포체 구조물.

청구항 34

제25항에 있어서, 0.2 내지 50 mm의 두께를 갖는 다층 발포체 구조물.

청구항 35

제25항에 있어서, 제1 발포체 층에 대한 평균 표면 조도가 80 μm 미만인 것인, 다층 발포체 구조물.

청구항 36

제25항에 있어서, 슬릿화, 마찰 톱질, 전단, 열 절단, 레이저 절단, 플라즈마 절단, 워터 젯(water jet) 절단, 다이-절단, 기계적 절단, 또는 수동 절단되어 물품을 형성하는 다층 발포체 구조물.

청구항 37

폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층; 및
5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료; 및
25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합
을 포함하는, 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층
을 포함하는 다층 발포체 구조물; 및
제2 발포체 층 반대편의 제1 발포체 층의 일측 상의 라미네이트 층
을 포함하는 라미네이트.

청구항 38

제37항에 있어서, 라미네이트 층이 필름, 직물, 섬유 층, 및 가죽으로 이루어진 군으로부터 선택된 것인 라미네이트.

청구항 39

제37항에 있어서, 제1 발포체 층에 대한 평균 표면 조도가 80 μm 미만인 것인 라미네이트.

청구항 40

제37항에 있어서, 다층 발포체 구조물이 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 더 포함하며, 제3 발포체 층은 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌을 포함하는 것인 라미네이트.

청구항 41

제40항에 있어서, 제1 발포체 층 및 제3 발포체 층이 5 wt% 미만의 재생 폴리올레핀 재료를 포함하는 것인 라미

네이트.

청구항 42

제40항에 있어서, 제2 발포체 층 반대편의 제3 발포체 층의 일측 상에 기관을 더 포함하고, 기관 상으로 열성형된 라미네이트.

청구항 43

제40항에 있어서, 제1 층 및 제3 층이 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌을 포함하는 것인 라미네이트.

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

삭제

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

청구항 122

삭제

청구항 123

삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] <관련 출원에 대한 참조>

[0002] 본 출원은 2014년 12월 30일에 출원된 미국 특허 출원 제14/586,721호, 2014년 12월 30일에 출원된 미국 특허 출원 제14/586,745호, 및 2014년 12월 30일에 출원된 미국 특허 출원 제14/586,781호를 우선권 주장하며, 이들 출원의 내용은 그 전문이 본원에 참조로 포함된다.

[0003] <발명의 분야>

[0004] 본 발명은 다층 폴리올레핀 발포체 구조물, 보다 특히 공압출 가교된 폴리올레핀 다층 발포체 구조물에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 과거 30년에 걸쳐 제조업에서는 신문지, 판지, 알루미늄, 스틸(steel), 유리, 다양한 플라스틱, 필름, 발포체 등의 많은 유형의 폐기물을 재생하는데 성공하였다. 플라스틱의 경우, 상용화 가능한 새로운 제품으로 용이하게 재생되지 않는 특정 유형의 플라스틱 폐기물이 존재한다. 이러한 유형의 한 폐기물은 금속화된 폴리올레핀 재료이다.

[0006] 금속화된 폴리올레핀은 식품 포장 산업에서 배리어 필름으로서 보편적이다. 예를 들어, 금속화된 폴리올레핀 필름은 포테이토칩 백, 스낵바 포장지 등으로서 사용된다. 금속화된 폴리올레핀 필름, 특히 폴리프로필렌 필름의 다른 응용은 전자 필름 커패시터 내 유전체뿐만 아니라 전자 및 의료 장치의 포장을 포함한다.

[0007] 금속화된 폴리올레핀, 특히 폴리프로필렌의 또 다른 응용은 도금 산업이다. 사출 성형된 폴리프로필렌의 장식 크롬(chrome) 도금 (3가 크롬)은 다른 내구성 및 비-내구성 상품의 구성요소에서만 아니라 가정 및 주방 용품에서 보편적으로 발견된다. 추가로, 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌 성형 부품 및 열성형 시트, 예컨대 제과용 트레이의 장식 진공 금속화 또한 보편적이다.

[0008] 폴리프로필렌 성형물의 금속 도금은 또한 장식 응용으로 제한되지 않는다. 엔지니어링 요건, 예컨대 EMI 및 RFI 차폐, 정전기 소산, 내마모성, 내열성, 및 열적 및 화학적 배리어는 때로는 폴리프로필렌 성형물의 금속 도금을 필요로 한다.

[0009] 현재, 금속화된 폴리올레핀을 함유하는 필름 및 발포체를 비롯한 다양한 필름 및 발포체를 재활용 및 재생하기 위한 다양한 방법 및 시스템이 존재한다. 또한, 제조자는 제조 공정에서 계속해서 "친환경" 기술을 사용하고자 하기 때문에, 상기와 같은 재생 재료에 대한 상업적 용도의 수요가 증가하고 있다. 그러나, 제조 공정에서 재생 재료가 사용될 때마다 다양한 문제가 발생한다.

발명의 내용

[0010] 본 출원인은, 재생 재료를 사용하여 발포체 구조물을 생성하면 발포체 상에 원치 않는 표면 변형이 야기될 수

있음을 발견하였다. 상기와 같은 원치 않는 표면 변형은 특히, 원치 않는 표면 조도, 원치 않는 표면 연성(softness), 원치 않는 표면 견고성(firmness), 원치 않는 표면 에너지, 및 원치 않는 표면 접착제 상용성을 포함할 수 있다. 특정 상업적 응용에서, 예컨대 자동차 내장 트림(trim) 산업에서, 발포체의 표면 특성은 중요하다. 자동차 내장 트림에 사용되는 경우, 라미네이터(laminator)는 통상 발포체에 필름, 직물, 섬유 층, 또는 가죽을 라미네이팅할 것이다. 이어서, 발포체 라미네이트는 전형적으로 경질(hard) 폴리프로필렌, ABS, 또는 목재 섬유 복합체 기반 상으로 열성형될 수 있다. 발포체 라미네이트 형성 및/또는 발포체 라미네이트 열성형 형성이 성공적이기 위해서는, 발포체 표면이 일정하여야 한다. 발포체 표면 상의 표면 변형은 라미네이션 강도 및 품질에 대해 부정적 영향을 미칠 수 있다.

[0011] 바람직하지 못한 표면 특징의 예는 도 5a 및 5b에 예시되어 있다. 도 5a 및 5b 내 발포체는 세절된 (그러나 극저온 제분되지 않은) 공장 스크랩 가교 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체를 8% (수지 백부 당 부(parts per hundred parts resin), "PPHR") 함유한다. 도 5a 및 5b에 나타난 바와 같이, 어두운 얼룩 및 "겔"은, 이들 발포체 시트 내로 완전히 파괴, 분산, 및 달리 재혼입되지 않은 흑색 재생 발포체로서 간주될 수 있다. 이들 얼룩 및 "겔"은 라미네이터가 상기와 같은 발포체에 필름, 직물, 섬유 층, 또는 가죽을 부착하는데 있어서 문제를 야기할 수 있다. 구체적으로, "겔"에서의 접착은 불충분할 수 있고, 열성형과 같은 2차 작업 동안 파괴되어, 필름, 직물, 섬유 층, 또는 가죽 상에 가시화되는 블리스터(blisters)-유사 결함을 야기할 수 있다.

[0012] 본 출원인은, 신선한(virgin) (비-재생) 폴리올레핀 재료에서 유래된 표면 발포체 층(들), 및 1종 이상의 재생 폴리올레핀 재료에서 유래된 내부 발포체 층(들)을 포함하는 공압출된 다층 발포체 구조물을 발견하였다. 또한, 이들 발포체 구조물은, 2개의 비-재생 발포체 층 사이에 개재 또는 매립된 재생 발포체 층(들)을 포함할 수 있다. 그에 준해서, 이들 다층 발포체 구조물은 제조자가 계속해서 재생 재료를 사용하여, 비-재생 재료로부터 전적으로 제조된 발포체 구조물과 동일한 표준에 따라 수행할 수 있는 제품을 보다 낮은 비용 및 보다 환경 친화적으로 생성할 수 있게 한다.

[0013] 다층 발포체 구조물 및 이들 구조물의 제조 및 사용 방법이 기재되어 있다. 보다 특히, 폐쇄 셀(closed cell) 모폴로지를 갖는 물리적으로 가교된 공압출된 연속 다층 발포체 구조물의 제형이 기재되어 있다. 이들 제형은 재생 폴리올레핀 재료를 활용할 수 있고, 그들 층 내로 혼입할 수 있다. 본원에 언급된 바와 같이, "구조물"은 층, 필름, 웹, 시트, 또는 기타 유사 구조물을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.

[0014] 일부 실시양태는, 발포체 층, 및 발포체 층의 일측 상의 필름 층을 공압출하여 다층 구조물을 형성하는 방법을 포함한다. 발포체 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 발포체 층은 또한 가교제를 포함할 수 있고, 화학적 발포제는 아조디카본아미드일 수 있다. 필름 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 양 층 내 폴리프로필렌은 230°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 양 층 내 폴리에틸렌은 190°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다.

[0015] 일부 실시양태에서, 이들 공압출된 구조물에 이온화 방사선을 조사할 수 있다. 공압출된 구조물에 최대 별도로 4회 조사할 수 있다. 이온화 방사선은 알파선, 베타선, 감마선, 또는 전자 빔일 수 있다. 추가로, 이온화 방사선은 200 내지 1500 kV의 가속 전압을 갖는 전자 빔일 수 있다. 전자 빔의 조사선량은 10 내지 500 kGy일 수 있다. 이온화 방사선은 공압출된 구조물을 20 내지 75%의 가교도로 가교시킬 수 있다.

[0016] 일부 실시양태에서, 조사 공압출된 구조물은 또한 발포될 수 있다. 발포체 구조물을 형성하는 발포 공정은 연속식일 수 있다. 발포는 조사된 구조물을 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍(hot air) 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 그의 조합으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m³의 밀도 및 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 발포체 층은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기 및 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다.

[0018] 일부 실시양태는, 제1 발포체 층, 및 제1 발포체 층의 일측 상의 제2 발포체 층을 공압출하여 다층 구조물을 형성하는 방법을 포함한다. 제1 발포체 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제1 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 제2 발포체 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제2 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 양 층 내 폴리프로필렌은 230°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 양 층 내 폴리에틸렌은 190°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 제1 및/또는 제2 발포체 층은 또한 가교제를 포함할 수 있다. 추가로, 제1 및/또는 제2 화학적 발포제는 아조디카본아미드일 수 있다.

[0019] 일부 실시양태에서, 이들 공압출된 구조물에 이온화 방사선을 조사할 수 있다. 공압출된 구조물에 최대 별도로

4회 조사할 수 있다. 이온화 방사선은 알파선, 베타선, 감마선, 또는 전자 빔일 수 있다. 추가로, 이온화 방사선은 200 내지 1500 kV의 가속 전압을 갖는 전자 빔일 수 있다. 전자 빔의 조사선량은 10 내지 500 kGy일 수 있다. 이온화 방사선은 공압출된 구조물을 20 내지 75%의 가교도로 가교시킬 수 있다.

[0020] 일부 실시양태에서, 조사 공압출된 구조물은 또한 발포될 수 있다. 발포체 구조물을 형성하는 발포 공정은 연속식일 수 있다. 발포는 조사된 구조물을 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 그의 조합으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.

[0021] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m³의 밀도 및 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 가질 수 있다. 추가로, 제1 발포체 층 및/또는 제2 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다.

[0022] 일부 실시양태는, 제1 층, 및 제1 층의 일측 상의 제2 층을 공압출하여 다층 구조물을 형성하는 방법을 포함한다. 제1 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제1 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 제2 층은 5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료; 25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합; 및 제2 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 추가로, 제1 층 반대편의 제2 층의 일측 상에 제3 층이 공압출될 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제3 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 또한, 제1 및/또는 제3 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 추가로, 제1, 제2 또는 제3 층 중 어느 것 또는 모두는 가교체를 포함할 수 있다. 또한, 제1, 제2 또는 제3 화학적 발포체 중 어느 것 또는 모두는 아조디카본아미드일 수 있다. 임의의 층 내 폴리프로필렌은 230℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 임의의 층 내 폴리에틸렌은 190℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다.

[0023] 재생 금속화된 폴리올레핀 재료는 0.375 인치의 표준 체(sieve)를 통과할 만큼 충분히 작을 수 있다. 추가로, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료는 재생되기 전에 0.003 내지 100 μm의 전체 두께를 갖는 금속 층(들)을 가졌을 수 있다.

[0024] 일부 실시양태에서, 이들 공압출된 구조물에 이온화 방사선을 조사할 수 있다. 공압출된 구조물에 최대 별도로 4회 조사할 수 있다. 이온화 방사선은 알파선, 베타선, 감마선, 또는 전자 빔일 수 있다. 추가로, 이온화 방사선은 200 내지 1500 kV의 가속 전압을 갖는 전자 빔일 수 있다. 전자 빔의 조사선량은 10 내지 500 kGy일 수 있다. 이온화 방사선은 공압출된 구조물을 20 내지 75%의 가교도로 가교시킬 수 있다.

[0025] 일부 실시양태에서, 조사 공압출된 구조물은 또한 발포될 수 있다. 발포체 구조물을 형성하는 발포 공정은 연속식일 수 있다. 발포는 조사된 구조물을 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 그의 조합으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.

[0026] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m³의 밀도를 가질 수 있고, 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 가질 수 있다. 추가로, 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다.

[0027] 일부 실시양태는, 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층, 및 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층을 갖는 다층 발포체 구조물을 포함한다. 제2 발포체 층은 5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료, 및 25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합을 포함할 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한, 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 포함할 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 임의의 층 내 폴리프로필렌은 230℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 임의의 층 내 폴리에틸렌은 190℃에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다.

[0028] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m³의 밀도를 가질 수 있고, 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 가질 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한 20 내지 75%의 가교도를 가질 수 있다. 추가로, 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다. 또한, 일부 실시양태에서 다층 발포체 구조물은 슬릿, 마찰 톱질, 전단, 열 절단, 레이저 절단, 플라즈마 절단, 워터 젯(water jet) 절단, 다이-절단, 기계적 절단, 또는 수동 절단되어 물품을 형성할 수 있다.

- [0029] 일부 실시양태는, 다층 발포체 구조물 및 라미네이트 층을 포함하는 라미네이트를 포함한다. 다층 발포체 구조물은, 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층, 및 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층을 포함할 수 있다. 제2 발포체 층은 5 내지 75 wt%의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료, 및 25 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합을 포함할 수 있다. 라미네이트 층은, 제2 발포체 층 반대편의 제1 발포체 층의 일측 상에 존재할 수 있다. 라미네이트 층은 필름, 직물, 섬유 층, 또는 가죽일 수 있다. 제1 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 포함할 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 제1 및/또는 제3 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 또한, 라미네이트는 추가로, 기판이 제2 발포체 층 반대편의 제3 발포체 층의 일측 상에 존재하도록, 기판 상으로 열성형될 수 있다.
- [0030] 일부 실시양태는, 제1 층, 및 제1 층의 일측 상의 제2 층을 공압출하여 다층 구조물을 형성하는 방법을 포함한다. 제1 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제1 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 제2 층은 5 내지 50 wt%의 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료; 50 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합; 및 제2 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 추가로, 제1 층 반대편의 제2 층의 일측 상에 제3 층이 공압출될 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌 및 제3 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 또한, 제1 및/또는 제3 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 추가로, 제1, 제2 또는 제3 층 중 어느 것 또는 모두는 가교제를 포함할 수 있다. 또한, 제1, 제2 또는 제3 화학적 발포제 중 어느 것 또는 모두는 아조디카본아미드일 수 있다. 임의의 층 내 폴리프로필렌은 230°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 임의의 층 내 폴리에틸렌은 190°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다.
- [0031] 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료는 극저온 제분된 폴리올레핀 발포체 재료일 수 있다. 극저온 제분된 폴리올레핀 발포체 재료는 3.5 미국 표준 메쉬를 통과할 만큼 충분히 작을 수 있다.
- [0032] 일부 실시양태에서, 이들 공압출된 구조물에 이온화 방사선을 조사할 수 있다. 공압출된 구조물에 최대 별도로 4회 조사할 수 있다. 이온화 방사선은 알파선, 베타선, 감마선, 또는 전자 빔일 수 있다. 추가로, 이온화 방사선은 200 내지 1500 kV의 가속 전압을 갖는 전자 빔일 수 있다. 전자 빔의 조사선량은 10 내지 500 kGy일 수 있다. 이온화 방사선은 공압출된 구조물을 20 내지 75%의 가교도로 가교시킬 수 있다.
- [0033] 일부 실시양태에서, 조사 공압출된 구조물은 또한 발포될 수 있다. 발포체 구조물을 형성하는 발포 공정은 연속식일 수 있다. 발포는 조사된 구조물을 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 그의 조합으로 가열하는 것을 포함할 수 있다.
- [0034] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m^3 의 밀도를 가질 수 있고, 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 가질 수 있다. 추가로, 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다.
- [0035] 일부 실시양태는, 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층, 및 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층을 갖는 다층 발포체 구조물을 포함한다. 제2 발포체 층은 5 내지 50 wt%의 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료, 및 50 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합을 포함할 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한, 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 포함할 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 임의의 층 내 폴리프로필렌은 230°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 임의의 층 내 폴리에틸렌은 190°C에서 0.1 내지 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 가질 수 있다. 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료는 극저온 제분된 폴리올레핀 발포체 재료를 포함할 수 있다.
- [0036] 다층 발포 구조물은 20 내지 250 kg/m^3 의 밀도를 가질 수 있고, 0.2 내지 50 mm의 두께를 가질 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 0.05 내지 1.0 mm의 평균 폐쇄 셀 크기를 가질 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한 20 내지 75%의 가교도를 가질 수 있다. 추가로, 제1 발포체 층 및/또는 제3 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다. 또한, 일부 실시양태에서 다층 발포체 구조물은 슬릿, 마찰 톱질, 전단, 열 절단, 레이저 절단, 플라즈마 절단, 워터 잭 절단, 다이-절단, 기계적 절단, 또는 수동 절단되어 물품을 형성할 수 있다.
- [0037] 일부 실시양태는, 다층 발포체 구조물 및 라미네이트 층을 포함하는 라미네이트를 포함한다. 다층 발포체 구조

물은, 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하는 공압출된 제1 발포체 층, 및 제1 발포체 층의 일측 상의 공압출된 제2 발포체 층을 포함할 수 있다. 제2 발포체 층은 5 내지 50 wt%의 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료, 및 50 내지 95 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌의 조합을 포함할 수 있다. 라미네이트 층은 제2 발포체 층 반대편의 제1 발포체 층의 일측 상에 존재할 수 있다. 라미네이트 층은 필름, 직물, 섬유 층, 또는 가죽일 수 있다. 제1 발포체 층은 80 μm 미만의 평균 표면 조도를 가질 수 있다. 재생 가교된 폴리올레핀 발포체 재료는 극저온 제분된 폴리올레핀 발포체 재료를 포함할 수 있다. 다층 발포체 구조물은 또한 제1 발포체 층 반대편의 제2 발포체 층의 일측 상에 공압출된 제3 발포체 층을 포함할 수 있다. 제3 층은 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 제1 및/또는 제3 층에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 또한, 라미네이트는 추가로, 기관이 제2 발포체 층 반대편의 제3 발포체 층의 일측 상에 존재하도록, 기관 상으로 열성형될 수 있다.

[0038] 본원에 기재된 발명의 측면 및 실시양태는 측면 및 실시양태 "로 본질적으로 이루어진" 및/또는 그로 "이루어진" 것을 포함하는 것으로 이해된다. 본원에 기재된 모든 방법, 시스템, 조성물 및 장치에 있어서, 방법, 시스템, 조성물 및 장치는 열거된 구성요소 또는 단계를 포함할 수 있거나, 또는 열거된 구성요소 또는 단계 "로 이루어지거나" 또는 "그로 본질적으로 이루어질" 수 있다. 시스템, 조성물 또는 장치가 열거된 구성요소 "로 본질적으로 이루어진"이라고 기재되어 있는 경우, 시스템, 조성물 또는 장치는 열거된 구성요소를 함유하고, 시스템, 조성물 또는 장치의 성능에 실질적으로 영향을 미치지 않는 다른 구성요소를 함유할 수 있으나, 명백히 열거된 구성요소 이외의, 시스템, 조성물 또는 장치의 성능에 실질적으로 영향을 미치는 다른 구성요소는 전혀 함유하지 않거나; 또는 시스템, 조성물 또는 장치의 성능에 실질적으로 영향을 미치기에 충분한 농도 또는 양의 부가적인 구성요소는 함유하지 않는다. 방법이 열거된 단계 "로 본질적으로 이루어진"이라고 기재되어 있는 경우, 방법은 열거된 단계를 함유하고, 방법의 결과에 실질적으로 영향을 미치지 않는 다른 단계를 함유할 수 있으나, 명백히 열거된 단계 이외의, 방법의 결과에 실질적으로 영향을 미치는 다른 단계는 전혀 함유하지 않는다.

[0039] 개시내용에서, 다양한 실시양태에서 특정 구성요소, 특정 조성물, 특정 화합물 또는 특정 성분 "이 실질적으로 없는"이란 중량 기준으로 약 5% 미만, 약 2% 미만, 약 1% 미만, 약 0.5% 미만, 약 0.1% 미만, 약 0.05% 미만, 약 0.025% 미만, 또는 약 0.01% 미만의 특정 구성요소, 특정 조성물, 특정 화합물 또는 특정 성분이 존재함을 의미한다. 바람직하게는, 특정 구성요소, 특정 조성물, 특정 화합물 또는 특정 성분 "이 실질적으로 없는"이란 중량 기준으로 약 1% 미만의 특정 구성요소, 특정 조성물, 특정 화합물 또는 특정 성분이 존재함을 가리킨다.

[0040] 본 발명의 추가의 이점은 하기 상세한 설명으로부터 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 용이하게 명백해질 것이다. 인식되는 바와 같이, 본 발명은 다른 및 상이한 실시양태가 가능하고, 그의 세부사항은 모두 본 발명으로부터 벗어남 없이 다양하게 명백한 면에서 변경이 가능하다. 따라서, 예 및 설명은 제한으로서가 아닌 본질적으로 예시로서 간주되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0041] 본 발명의 일례의 실시양태를 이하 첨부 도면을 들어 기재할 것이며, 여기서:

- 도 1a는 실시예 1의 발포체의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 1b는 실시예 1의 발포체의 전면발광 비-확대 사진이고;
- 도 1c는 비-발포된 실시예 1의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 2a는 실시예 2의 발포체의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 2b는 실시예 2의 발포체의 전면발광 비-확대 사진이고;
- 도 2c는 비-발포된 실시예 2의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 3a는 실시예 3의 발포체의 제1 후면발광 확대 사진이고;
- 도 3b는 실시예 3의 발포체의 제2 후면발광 확대 사진이고;
- 도 3c는 실시예 3의 발포체의 제1 전면발광 비-확대 사진이고;
- 도 3d는 실시예 3의 발포체의 제2 전면발광 비-확대 사진이고;

- 도 3e는 비-발포된 실시예 3의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 4a는 실시예 4의 발포체의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 4b는 실시예 4의 발포체의 전면발광 비-확대 사진이고;
- 도 4c는 비-발포된 실시예 4의 후면발광 확대 사진이고;
- 도 5a는 세절 재생 가교된 폴리올레핀 발포체를 함유하는 발포체의 제1 사진이고.
- 도 5b는 세절 재생 가교된 폴리올레핀 발포체를 함유하는 발포체의 제2 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 가교된 폐쇄 셀 공압출 다층 발포체 구조물을 제조하는 방법이 기재되어 있다. 다층 발포체 구조물의 층 또는 층들은 재생 폴리올레핀 재료에서 유래될 수 있다. 재생 폴리올레핀 발포체 층을 포함하는 가교된 폐쇄 셀 공압출 다층 발포체 구조물의 제조 방법은 (a) 공압출, (b) 조사 및 (c) 발포의 단계를 포함할 수 있다.
- [0043] 공압출은 다수의 층의 재료를 동시에 압출하는 것이다. 이와 같은 유형의 압출에서는, 재료를 목적하는 형태로 압출할 수 있는 압출 헤드(다이)에 일정 부피 처리량의 재료를 전달하도록 2개 이상의 압출기가 이용된다.
- [0044] 공압출 단계에서, 발포체 조성물은 다수의 압출기 내로 공급되어 비-발포된 다층 구조물을 형성할 수 있다. 예를 들어, "A" 발포체 조성물은 어느 한 압출기 내로 공급될 수 있고, "B" 발포체 조성물은 제2 압출기 내로 공급될 수 있다. 성분들을 압출기 내로 공급하는 방법은 이용가능한 재료 취급 장비 및 압출기의 디자인에 기반할 수 있다. 필요에 따라 그의 분산을 조장하기 위해 발포체 조성물 성분들의 예비블렌딩이 수행될 수 있다. 이러한 예비블렌딩을 위해 헨셀(Henshel) 혼합기가 사용될 수 있다. 모든 성분은 예비블렌딩될 수 있고 단일 포트를 통해 압출기에 공급될 수 있다. 성분들은 또한 별도의 각 성분에 대해 지정된 포트를 통해 개별적으로 공급될 수 있다. 예를 들어, 가교 프로모터 또는 임의의 다른 첨가제가 액체인 경우, 프로모터 및/또는 첨가제는 고체 성분과 예비블렌딩되는 대신에, 압출기 상의 공급 게이트(또는 게이트들)를 통해 또는 압출기 상의 벤트(vent) 개구부(벤트가 구비된 경우)를 통해 첨가될 수 있다. "예비블렌딩" 및 개별 성분 포트 공급의 조합이 사용될 수도 있다.
- [0045] 각각의 압출기는 일정량의 각 조성물을 1개 이상의 매니폴드에 이어 시팅(sheeting) 다이로 전달하여 비-발포 공압출된 다층 시트를 생성할 수 있다. 재료를 공압출하기 위한 2가지 보편적인 방법이 존재한다: (1) 공급 블록 매니폴드; 및 (2) 다이 내 다중 매니폴드. 공급 블록 매니폴드의 요소는, (a) 상부, 중간 및 하부 층을 위한 유입 포트; (b) 별도의 유동 스트림을 공급 블록 내 하나의 라미네이팅된 용융 스트림 내로 안내하는 유선형 용융 라미네이션 영역; (c) 공급 블록과 시트 다이 사이의 어댑터 플레이트; 및/또는 (d) 시트 다이(단층 다이와 유사함)를 포함할 수 있으며, 여기서 라미네이팅된 용융 스트림은 다이 중앙으로 진입하고, 매니폴드를 따라 확산되어 별개의 다층 압출물로서 다이 출구에서 유출된다. 다중 매니폴드 다이의 요소는, (a) 1개 초과 공급 채널이 존재하는 것을 제외하고는 단층 다이와 유사하고/거나; (b) 각각의 용융 채널이 유동 제어를 위한 그 자체의 초커(choker) 바를 갖는 것이고/거나; (c) 용융 스트림이 출구 근처의 다이 내부로 수렴되고 별개의 다층 압출물로서 나오는 것일 수 있다.
- [0046] 층 두께는 매니폴드(들) 및 다이의 디자인에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어, 80/20 공급 블록 매니폴드는 각 압출기의 속도 및 크기가 그에 준해서 매칭될 때 조성물을 대략 4:1 비로 전달할 수 있다. 이 비는 예를 들어 (a) 어느 한 압출기와 또 다른 압출기 간의 상대 압출 속도; (b) 각 압출기의 상대 크기; 및/또는 (c) 개별 층의 조성(즉, 점도)을 변화시킴으로써 변경될 수 있다.
- [0047] 전체 다층 시트의 두께는 전체 다이 간격에 의해 제어될 수 있다. 그러나, 전체 다층 시트 두께는 예를 들어, 용융된 다층 압출물을 신장(즉, "연신")하고/거나 용융된 다층 압출물을 닦(nip)을 통해 평탄화함으로써 추가로 조절될 수 있다.
- [0048] 다층 구조물은 상이한 조성물로 구성된 적어도 2개의 층을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 다층 구조물은 상이한 발포체 조성물로 구성된 적어도 2개의 층을 포함한다. 일부 실시양태에서, 다층 구조물은 적어도 1개의 비-재생 폴리올레핀 층 및 적어도 1개의 재생 폴리올레핀 층을 포함한다. 예를 들어, 구조물은 A/B 층 구조물, A/B/A 층 구조물, A/B/C 층 구조물일 수 있거나, 또는 다수의 다른 층을 가질 수 있다. 일부 구조물에서, B 층은 재생 폴리올레핀 재료를 포함할 수 있고, A 층은 비-재생 폴리올레핀 재료를 포함할 수 있다. 그러나, A, B 둘 모두, 및 다른 층은 또한 비-재생 폴리올레핀 재료 또는 재생 폴리올레핀 재료로 구성될 수 있다. 추가로,

다층 구조물은 특히, 추가의 층, 예컨대 타이(tie) 층, 필름 층, 및/또는 추가의 발포체 층 (예컨대, 추가의 재생 및/또는 비-재생 층)을 포함할 수 있다.

[0049] 비-재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은 적어도 1종의 폴리프로필렌, 적어도 1종의 폴리에틸렌, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 이들 폴리프로필렌(들) 및/또는 폴리에틸렌(들)은 재생 금속화된 폴리올레핀 재료와 관련하여 하기 기재된 동일한 유형을 포함한다. 즉, 폴리프로필렌은 폴리프로필렌, 충격 개질된 폴리프로필렌, 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 충격 개질된 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌, 메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐), 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토-플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토머, 폴리프로필렌 기반 열가소성 폴리올레핀 블렌드 및 폴리프로필렌 기반 열가소성 엘라스토머 블렌드를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 추가로, 폴리프로필렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 또한, 폴리에틸렌은 LDPE, LLDPE, VLDPE, VLLDPE, HDPE, 폴리에틸렌-프로필렌 공중합체, 메탈로센 폴리에틸렌, 메탈로센 에틸렌-프로필렌 공중합체, 및 메탈로센 폴리에틸렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐)를 포함하나 이에 제한되지는 않으며, 이들 모두는, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 그래프팅된 상용화제 또는 공중합체를 함유할 수 있다. 이들 폴리에틸렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 이들 폴리에틸렌은 또한 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체일 수 있고, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체 이오노머일 수 있다. 비-재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은 비-재생 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 그의 조합을 적어도 약 75 wt%, 바람직하게는 적어도 약 90 wt%, 보다 바람직하게는 적어도 약 95 wt%, 보다 더 바람직하게는 적어도 약 98 wt% 포함할 수 있다. 또한, 비-재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물에 재생 폴리올레핀 재료가 실질적으로 없을 수 있다. 비-재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은 또한 100 wt% 신선한 또는 비-재생 재료일 수 있다.

[0050] 개시된 발포체 조성물을 사용하여 폭넓은 범위의 다층 발포체 물품 및 라미네이트가 생성될 수 있기 때문에, 구조물, 물품 및 라미네이트의 다양한 최종 용도 요건을 만족시키기 위해 발포체 조성물에서 폭넓은 범위의 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌이 사용될 수 있다.

[0051] 재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은 재생 재료, 예컨대 이에 제한되지는 않으나 재생 폴리올레핀 재료, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료, 재생 폴리올레핀 필름 재료, 재생 폴리올레핀 금속화된 필름 재료, 재생 폴리올레핀 발포체 재료, 재생 폴리올레핀 금속화된 발포체 재료, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다. 재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은 재생 재료를 적어도 약 5 wt%, 바람직하게는 적어도 약 10 wt%, 보다 바람직하게는 적어도 약 15 wt% 포함할 수 있다. 또한, 재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 이들 발포체 조성물은 적어도 약 25 wt%, 바람직하게는 적어도 약 30 wt%, 보다 바람직하게는 적어도 약 40 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다.

[0052] 재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물이 재생 금속화된 폴리올레핀 재료를 포함하는 경우, 발포체 조성물은 재생 금속화된 폴리올레핀 재료를 약 5 내지 약 75 wt%, 바람직하게는 약 10 내지 약 70 wt%, 보다 바람직하게는 약 20 내지 약 60 wt% 포함할 수 있다. 또한, 이들 재생 금속화된 폴리올레핀 발포체 조성물은 약 25 내지 약 95 wt%, 바람직하게는 약 30 내지 약 90 wt%, 보다 바람직하게는 약 40 내지 약 80 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다.

[0053] 다양한 형태의 재생 금속화된 폴리올레핀 재료가 이용가능하다. 예는 펠렛, 과립, 칩(chip), 플레이크, 비드, 실린더, 막대, 플러프(fluff) 및 분말을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 일부 실시양태에서, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료는 WO 2013057737 A2에 개시된 방법을 이용하여 균질 펠렛으로서 수득될 수 있으며, 상기 출원은 그 전문이 본원에 참조로 포함된다. 일부 실시양태에서, 재생 금속화된 폴리올레핀 재료의 칩 또는 플레이크는, 폐기물 프로파일, 사출 성형된 단편 등의 크기를 감소시키기 위해 보편적으로 사용되는 플라스틱 치퍼(chipper) 및 세절기로부터 수득될 수 있다. 제3 예로, 제분 금속화된 폴리올레핀 재료는 시판 제분 장비 또는 극저온 제분로부터 수득될 수 있다.

[0054] 형태에 상관없이, 재생 재료 단편이 약 0.375 인치 (9.5 mm)의 표준 체를 통과하는 크기로 감소되는 것이 바람직할 수 있다. 약 0.375 인치 (9.5 mm)의 표준 체를 통과하지 못하는 재생 단편은 압출기 내에서 충분히 전단하고 다른 성분과 혼합하기가 어려울 수 있다. 따라서, 균질 구조물이 수득되지 못할 수 있다.

- [0055] 금속화된 폴리올레핀의 주요 공급원은 금속화 및 금속 코팅 산업이다. 이들 산업은 금속화된 폴리올레핀을 수득하기 위해 다양한 기술, 예컨대 진공 금속화, 아크 또는 화염 분무, 무전해 도금, 또는 무전해 도금에 이은 전기도금을 사용한다. 코팅은 종종 하나의 금속 층으로 제한되지 않는다. 개시된 발명에서 또한, 상이한 기술을 사용하여 침착된 다양한 금속의 다수의 층으로 코팅된 폴리올레핀이 사용될 수 있다.
- [0056] 금속화된 폴리올레핀은 진공 금속화, 아크 또는 화염 분무, 무전해 도금, 또는 무전해 도금에 이은 전기도금에 의해 수득될 수 있다. 금속화된 폴리올레핀을 수득하기 위한 각각의 기술을 다음과 같이 간략하게 기재한다:
- [0057] 진공 금속화에서는, 금속을 진공 챔버에서 증발시킨다. 이어서, 증기를 기관 표면 상으로 응축시켜, 얇은 금속 코팅 층을 배출한다. 이와 같은 침착 공정은 보편적으로 물리적 증착(physical vapor deposition, PVD)이라고도 불리운다.
- [0058] 화염 분무에서는, 소형 장치를 사용하여 기관 상에 금속 코팅 층을 분무한다. 침착 배후의 주요 힘은 산소 및 가스에 의해 유도되는 연소 화염이다. 금속 분말을 가열 및 용융시킨다. 연소 화염은 혼합물을 가속화하고 그것을 분무로서 방출한다.
- [0059] 아크 분무는 화염 분무와 유사하나, 전력 공급원이 상이하다. 연소 화염에 의존하는 대신에, 아크 분무는 그의 에너지를 전기 아크로부터 얻는다. DC 전류를 운반하며 금속성 코팅 재료로 이루어진 2개의 와이어가 그의 팁(tip)에서 함께 접촉한다. 2개의 와이어가 접촉할 때 방출되는 에너지가 와이어를 가열 및 용융시키면서, 가스 스트림이 용융된 금속을 기관 표면 상에 침착시켜 금속 층을 생성한다.
- [0060] 무전해 도금에서는, 산화 용액을 사용하여 플라스틱 표면을 에칭해 낸다. 표면은 산화 용액으로써 수소 결합하기가 극히 쉬워지고, 전형적으로 코팅 적용 동안 증가한다. 코팅은 폴리올레핀 구성요소 (에칭 후)가 금속 이온을 함유하는 용액 중에 침지될 때 발생하며, 이는 이어서 금속 층으로서 플라스틱 표면에 결합된다.
- [0061] 전기도금 (전해 도금)이 성공적이기 위해서는, 폴리올레핀 표면이 먼저 전도성이 되어야 하고, 이는 무전해 도금을 통해 달성될 수 있다. 폴리올레핀 표면이 전도성이면, 기관을 용액 중에 침지시킨다. 용액 중에는 양(positive)의 전류 공급원 (캐소드)에 연결되는 금속 염이 존재한다. 애노드 (음으로 하전됨) 전도체를 또한 배스(bath)에 넣고, 이는 양으로 하전된 염과 함께 전기 회로를 생성한다. 금속 염은 기관에 전기적으로 유인되고, 이 경우 그것들은 금속 층을 생성한다. 이 공정이 일어날 때, 전형적으로 금속 염과 동일한 유형의 금속으로 제조된 애노드 전도체가 용액 내로 용해되고, 침착 동안 고갈되는 금속 염의 공급원을 대체한다.
- [0062] 각 기술에 의해 침착될 수 있는 코팅의 양은 다양하다. 최종 용도 요건에 따라, 어느 한 기술이 또 다른 기술에 비해 바람직할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 이들 기술에 의해 침착되는 금속 코팅은 약 0.003 μm (단층의 경우) 내지 100 μm (다층 코팅의 경우), 바람직하게는 0.006 μm (단층의 경우) 내지 75 μm (다층 코팅의 경우), 보다 바람직하게는 0.01 μm (단층의 경우) 내지 50 μm (다층 코팅의 경우)의 범위일 것이다. 재생 금속화된 폴리올레핀 층의 금속은 약 0.05 내지 약 5 wt%로 다양하다.
- [0063] 폴리올레핀에 적용되는 가장 보편적인 금속 코팅은 알루미늄이다. 덜 보편적인 코팅은 3가 크로뮴, 니켈, 및 구리이다. 보다 덜 보편적인 코팅은 주석, 6가 크로뮴, 금, 은뿐만 아니라, 공침착된 금속, 예컨대 니켈-크로뮴이나 이에 제한되지는 않는다. 관련 기술분야의 통상의 기술자라면 이들 금속 코팅이 반드시 순수한 원소 코팅은 아님을 이해할 것이다. 예를 들어, "니켈"은 니켈-인 또는 니켈-붕소 합금일 수 있고, "구리"는 구리-아연 합금 (황동) 또는 구리-주석 합금 (브론즈)일 수 있다. 금속이 합금인지의 여부에 상관없이, 특정 금속은 여전히 코팅의 주요 구성요소이다. 금속 코팅이 명명된 금속을 70 내지 100%, 보다 바람직하게는 명명된 금속을 80 내지 100%, 보다 더 바람직하게는 명명된 금속을 85 내지 100% 함유하는 것이 바람직할 수 있다. 관련 기술분야의 통상의 기술자라면 또한, 금속 층 표면이 산화될 수 있고, 금속 중 일부는 변색됨을 이해할 것이다.
- [0064] 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌 필름 둘 모두 필름 금속화 산업에서 진공 금속화될 수 있다. 따라서, 임의의 재생 금속화된 폴리올레핀은 적어도 1종의 폴리프로필렌, 또는 적어도 1종의 폴리에틸렌, 또는 이 둘의 혼합물을 함유할 수 있음을 예상하여야 한다. 배리어 적용 (장식 적용이 아님)을 위해, 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌 필름 둘 모두 다른 배리어 층 재료, 예컨대 EVOH 및 PVOH와 공압출될 수 있다. 그와 같은 경우, 이들 다층 필름은 EVOH 및 PVOH를 폴리프로필렌 또는 폴리에틸렌에 결합시키기 위해 접착제 "타이 층"을 가질 수 있다. 이들 타이 층은 폴리올레핀 중 OBC에서부터 아세테이트 또는 에스테르 기를 갖는 폴리에틸렌에서 폴리에틸렌 이오노머까지의 범위이다.
- [0065] 마찬가지로, 인접한 EVOH 또는 PVOH뿐만 아니라 금속 코팅과 접착을 개선시키기 위해 산업에서 말레산 무수물로

그래프팅된 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌이 또한 사용된다.

- [0066] 금속 코팅 산업에서, 폴리프로필렌은 종종 폴리에틸렌에 비해 바람직할 수 있다. 그러나, 상기 산업에서 제조된 물품에 대한 보다 폭넓은 최종 용도 요건 때문에, 폴리프로필렌은 예를 들어 연성 요건, 충격 요건 또는 접착 요건 등을 충족시키기 위해 다른 올레핀과 블렌딩될 수 있다. 따라서, 상기 산업으로부터의 임의의 재생 금속화된 폴리올레핀은 블렌딩 폴리올레핀일 수 있음을 예상하여야 한다.
- [0067] 재생 폴리올레핀의 폴리올레핀 구성요소를 포함하는 폴리프로필렌(들)은 탄성 또는 연화 구성요소, 전형적으로 에틸렌, α -올레핀, 또는 고무 구성요소를 함유할 수 있다. 따라서, 본 개시내용에서 용어 "폴리프로필렌"은 폴리프로필렌, 충격 개질된 폴리프로필렌, 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 충격 개질된 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌, 메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐), 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토-플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토머, 폴리프로필렌 기반 열가소성 폴리올레핀 블렌드 및 폴리프로필렌 기반 열가소성 엘라스토머 블렌드를 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0068] "폴리프로필렌"의 비-제한적 예는 이소택틱(isotactic) 호모폴리프로필렌이다. 상업적으로 입수가능한 예는 브라스켄(Braskem)으로부터의 FF018F, 토탈 페트로케미칼스(Total Petrochemicals)로부터의 3271, 및 코노코(Conoco)로부터의 COPYLENE™ CH020을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0069] "충격 개질된 폴리프로필렌"의 비-제한적 예는 에틸렌-프로필렌 (EP) 공중합체 고무를 갖는 호모폴리프로필렌이다. 고무는 비결정질 또는 반결정질일 수 있으나, 재료가 임의의 플라스틱머 또는 엘라스토머 특성이 되도록 하기에 충분한 양은 아니다. 상업적으로 입수가능한 "충격 개질된 폴리프로필렌"의 몇몇 비-제한적 예는 브라스켄으로부터의 TI4015F 및 TI4015F2, 및 리온델바젤(LyondellBasell)로부터의 프로-팩스(Pro-fax)® 8623 및 프로-팩스® SB786이다.
- [0070] "폴리프로필렌-에틸렌 공중합체"는 랜덤 에틸렌 단위를 갖는 폴리프로필렌이다. 상업적으로 입수가능한 "폴리프로필렌-에틸렌 공중합체"의 몇몇 비-제한적 예는 토탈 페트로케미칼스로부터의 6232, 7250FL, 및 Z9421, 및 브라스켄으로부터의 TR3020F이다.
- [0071] "충격 개질된 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체"는 랜덤 에틸렌 단위 및 에틸렌-프로필렌 (EP) 공중합체 고무를 갖는 폴리프로필렌이다. 고무는 비결정질 또는 반결정질일 수 있으나, 재료가 임의의 플라스틱머 또는 엘라스토 플라스틱머 특성이 되도록 하기에 충분한 양은 아니다. 상업적으로 입수가능한 충격 개질된 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체의 비-제한적 예는 브라스켄으로부터의 PRISMA™ 6910이다.
- [0072] "메탈로센 폴리프로필렌"은 메탈로센 신디오택틱(syndiotactic) 호모폴리프로필렌, 메탈로센 어택틱(atactic) 호모폴리프로필렌, 및 메탈로센 이소택틱 호모폴리프로필렌이다. "메탈로센 폴리프로필렌"의 비-제한적 예는 리온델바젤로부터 상표명 METOCENE™으로 및 엑손모빌(ExxonMobil)로부터 ACHIEVE™로 상업적으로 입수가능한 것들이다. 메탈로센 폴리프로필렌은 또한 토탈 페트로케미칼스로부터 상업적으로 입수가능하며, 등급 M3551, M3282MZ, M7672, 1251, 1471, 1571 및 1751을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0073] "메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체"는 랜덤 에틸렌 단위를 갖는, 메탈로센 신디오택틱, 메탈로센 어택틱 및 메탈로센 이소택틱 폴리프로필렌이다. 상업적으로 입수가능한 예는 토탈 페트로케미칼스로부터의 루미센(Lumicene)® MR10MX0 및 루미센® MR60MC2, 및 리온델바젤로부터의 퓨렐(Purell)® SM170G를 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0074] "메탈로센 폴리프로필렌 올레핀 블록 공중합체"는, 랜덤하게 분포되지 않은 (즉, 제어된 블록 서열을 갖는) 교호 결정화가 가능 경질 "블록" 및 비결정질 연질(soft) "블록"을 갖는 폴리프로필렌이다. "메탈로센 폴리프로필렌 올레핀 블록 공중합체"의 예는 다우 케미칼 캄파니(Dow Chemical Company)로부터의 INTUNE™ 제품 라인을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0075] "폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 플라스틱머" (POP) 및 "폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토플라스틱머"는 플라스틱머 및 엘라스토플라스틱머 특성을 갖는 메탈로센 및 비-메탈로센 프로필렌 기반 공중합체 둘 모두이다. 비-제한적 예는 다우 케미칼 캄파니로부터 상표명 VERSIFY™ (메탈로센)로, 엑손모빌로부터 VISTAMAXX™ (메탈로센)로, 및 리온델바젤로부터 KOATTRO™ (비-메탈로센) (부텐-1 기반 라인의 플라스틱머 중합체 - 특정 등급은 부텐-1 단독중합체 기반이고, 나머지는 폴리프로필렌-부텐-1 공중합체 기반 재료임)로 상업적으로 입수가능한 것들이다.

- [0076] "폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토머" (POE)는 엘라스토머 특성을 갖는 메탈로센 및 비-메탈로센 프로필렌 기반 공중합체 둘 모두이다. 프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토머의 비-제한적 예는, 미즈비시 케미칼 코포레이션(Mitsubishi Chemical Corporation)으로부터 상표명 THERMORUN™ 및 ZELAST™ (비-메탈로센)로, 리온텔 바젤로부터 ADFLEX™ 및 SOFTELL™ (양쪽 모두 비-메탈로센)로, 다우 케미칼 캄파니로부터 VERSIFY™ (메탈로센)로, 및 엑손모빌로부터 VISTAMAXX™ (메탈로센)로 상업적으로 입수가 가능한 중합체이다.
- [0077] "폴리프로필렌 기반 열가소성 폴리올레핀 블렌드" (TPO)는, 열가소성 폴리올레핀 블렌드 (TPO)에 플라스틱머, 엘라스토플라스틱머 또는 엘라스토머 특성을 제공할 만큼 충분히 많은 양의 에틸렌-프로필렌 공중합체 고무를 갖는 폴리프로필렌, 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 호모폴리프로필렌, 및 메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체이다. 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 블렌드 중합체의 비-제한적 예는 제이에스알 코포레이션 (JSR Corporation)으로부터 상표명 EXCELINK™로, 미즈비시 케미칼 코포레이션으로부터 THERMORUN™ 및 ZELAST™로, 페로 코포레이션(Ferro Corporation)으로부터 FERROFLEX™ 및 RxLOY™로, 및 테크노어 아펙스 캄파니 (Teknor Apex Company)로부터 TELCAR™로 상업적으로 입수가 가능한 중합체 블렌드이다.
- [0078] "폴리프로필렌 기반 열가소성 엘라스토머 블렌드" (TPE)는, 열가소성 엘라스토머 블렌드 (TPE)에 플라스틱머, 엘라스토플라스틱머 또는 엘라스토머 특성을 제공할 만큼 충분히 많은 양의 이블록(diblock) 또는 다블록(multiblock) 열가소성 고무 개질제 (SEBS, SEPS, SEEPS, SEP, SERC, CEBC, HSB 등)를 갖는 폴리프로필렌, 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 호모폴리프로필렌, 및 메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체이다. 폴리프로필렌 기반 열가소성 엘라스토머 블렌드 중합체의 비-제한적 예는 지엘에스 코포레이션(GLS Corporation)으로부터 상표명 DYNAFLEX® 및 VERSAFLEX®로, 테크노어 아펙스 캄파니로부터 MONPRENE® 및 TEKRON®으로, 및 어드밴스트 폴리머스 엘로이스(Advanced Polymers Alloys) (페로 코포레이션의 부서)로부터 DURAGRIP®로 상업적으로 입수가 가능한 중합체 블렌드이다.
- [0079] 모든 상기 폴리프로필렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 비-제한적 예는 미즈이 케미칼스(Mitsui Chemicals)로부터의 ADMER® QF500A 및 ADMER® QF551A이다. 대부분의 시판 무수물-그래프팅된 폴리프로필렌은 또한 고무를 함유함을 참고하여야 한다.
- [0080] 용어 "폴리에틸렌"은 LDPE, LLDPE, VLDPE, VLLDPE, HDPE, 폴리에틸렌-프로필렌 공중합체, 메탈로센 폴리에틸렌, 메탈로센 에틸렌-프로필렌 공중합체, 및 메탈로센 폴리에틸렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐)를 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0081] "메탈로센 폴리에틸렌"은 비-탄성 내지 엘라스토머 범위의 특성을 갖는 메탈로센 기반 폴리에틸렌이다. 메탈로센 폴리에틸렌의 비-제한적 예는 다우 케미칼 캄파니로부터 상표명 ENGAGE™로, 엑손모빌로부터 ENABLE™ 및 EXCEED™로, 및 보레알리스(Borealis)로부터 EXACT™로 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0082] "VLDPE" 및 "VLLDPE"는, 탄성 또는 연화 구성요소를 함유하는 초 저밀도 폴리에틸렌 및 초 선밀도 저밀도 폴리에틸렌, 전형적으로 α -올레핀이다. VLDPE 및 VLLDPE의 비-제한적 예는 다우 케미칼 캄파니로부터 상표명 FLEXOMER™로, 및 보레알리스로부터 특정 등급의 STAMYLEX™로 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0083] "메탈로센 폴리에틸렌 올레핀 블록 공중합체"는, 랜덤하게 분포되지 않은 (즉, 제어된 블록 서열을 갖는) 교호 결정화가능 경질 "블록" 및 비결정질 연질 "블록"을 갖는 폴리에틸렌이다. "메탈로센 폴리에틸렌 올레핀 블록 공중합체"의 예는 다우 케미칼 캄파니로부터의 INFUSE™ 제품 라인을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0084] 모든 상기 폴리에틸렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 비-제한적인 상업적으로 입수가 가능한 예는 미즈이 케미칼스로부터의 ADMER® NF539A, 듀폰(DuPont)으로부터의 BYNEL® 4104, 및 아케마(Arkema)로부터의 OREVAC® 18360이다. 대부분의 시판 무수물-그래프팅된 폴리에틸렌은 또한 고무를 함유함을 참고하여야 한다.
- [0085] 이들 폴리에틸렌은 또한, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체일 수 있다. 공단량체 군은 비닐 아세테이트, 메틸 아크릴레이트, 에틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 글리시딜 메타크릴레이트, 및 아크릴산을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 비-제한적 예는 듀폰으로부터 상표명 BYNEL®, ELVAX® 및 ELVALOY®로; 아케마로부터 EVATANE®, LOTADER® 및 LOTRYL®로; 엑손모빌로부터 ESCORENE™, ESCOR™ 및 OPTEMAT™로 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0086] 이들 폴리에틸렌은 또한, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체 이오노머일 수 있다. 보편적인 공단량체 군은 메타크릴산이나 이에 제한되지는 않는다. 비-제한적 예는 듀폰으로부터 상표명 SURLYN®으로; 엑손모빌로부터 IOTEK™로, 및 다우 케미칼 캄파니로부터 AMPLIFY™ IO로 상업적으로 입수가 가능한

다.

- [0087] 재생 폴리올레핀의 중합체 구성요소는 또한 EVOH 및/또는 PVOH ("PVA")를 함유할 수 있다. "EVOH"는 에틸렌 및 비닐 알콜의 공중합체이다. 비-제한적 예는 쿠라레이(Kuraray)로부터 상표명 EVAL™ 및 EXCEVAL™로, 및 니폰 고세이(Nippon Gohsei)로부터 SOARNOL™로 상업적으로 입수가 가능하다. "PVOH"는 폴리비닐 알콜이다. 비-제한적 예는 듀폰으로부터 상표명 ELVANOL®로, 및 쿠라레이로부터 POVAL®, MOWIOL® 및 MOWIFLEX®로 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0088] 재생 층(들)을 형성하는데 사용되는 재생 폴리올레핀 발포체 재료는 극저온 제분된 공장 스크랩 가교 발포체, 예컨대 폴리프로필렌 발포체, 폴리에틸렌 발포체, 또는 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 재생 층(들)을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물이 재생 폴리올레핀 발포체 재료를 포함하는 경우, 발포체 조성물은 재생 폴리올레핀 발포체 재료를 약 5 내지 약 50 wt%, 바람직하게는 약 10 내지 약 45 wt%, 보다 바람직하게는 약 15 내지 약 40 wt% 포함할 수 있다. 또한, 이들 재생 폴리올레핀 발포체 재료 발포체 조성물은 약 50 내지 약 95 wt%, 바람직하게는 약 55 내지 약 90 wt%, 보다 바람직하게는 약 60 내지 약 85 wt%의 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 그의 조합을 포함할 수 있다.
- [0089] 극저온 제분 (극저온 분쇄라고도 공지됨)은 감열성, 산화성 및/또는 "밀링이 힘든" 재료를 미세 분말로 효과적으로 및 효율적으로 감소시키는데 사용될 수 있는 방법이다. 가교된 폴리올레핀 발포체는 주위 밀링 시스템에 적합하지 않은 상기와 같은 한 재료의 예이다. 극저온 제분 공정에서는, 재료를 밀링 전 및/또는 그 동안 질소 또는 이산화탄소와 같은 극저온 액체를 사용하여 냉각시켜 그의 용융을 방지하고/거나 취성을 달성하는 것을 도울 수 있다. 극저온 제분된 공장 스크랩 가교 발포체 (예컨대, 폴리프로필렌 발포체, 폴리에틸렌 발포체, 및 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체)는 다양한 입자 크기 및 분포로 시판 극저온 제분기로부터 상업적으로 입수가 가능하다.
- [0090] 분쇄 밀은 전형적으로, 제분되는 재료가 적어도 최대 목적 입자 크기로 감소될 수 있도록 배출 슈트(chute) 근처에 체를 함유한다. 밀링 체는 적어도 3.5 미국 표준 메쉬, 바람직하게는 적어도 6 미국 표준 메쉬, 보다 바람직하게는 적어도 30 미국 표준 메쉬일 수 있다. 재생 발포체 재료 단편은 적어도 3.5 미국 표준 메쉬 (5.6 mm 개구부), 바람직하게는 적어도 6 미국 표준 메쉬 (3.35 mm 개구부), 보다 바람직하게는 적어도 30 미국 표준 메쉬 (0.600 mm 개구부)를 통과하는 크기로 감소되는 것이 바람직할 수 있다.
- [0091] 미분 재생된 공장 스크랩 가교 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 및 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체의 비-제한적 예는 미드웨스트 엘라스토머스, 인크.(Midwest Elastomers, Inc., 미국 오하이오주 와파코네타)로부터 생산된 것이다. 미드웨스트 엘라스토머스로부터의 상기와 같은 재생 발포체는 배출 슈트 근처에 설치된 30 미국 표준 메쉬 체로 제분될 수 있다.
- [0092] 재생 폴리올레핀 발포체 재료는 또한, 재생 폴리올레핀 재료를 이미 포함한 발포체 재료를 포함할 수 있다. 이와 같이, 재생 폴리올레핀 발포체 재료는 재-재생된 폴리올레핀 재료일 수 있다. 예를 들어, 재생 폴리올레핀 발포체 재료는 금속화된 폴리올레핀 재료 및/또는 극저온 제분된 공장 스크랩 가교된 발포체의 재생 내용물을 이미 함유할 수 있다. 또한, 재생 폴리올레핀 발포체 재료는 미국 출원 제14/144,986호에 개시된 바와 같은 재생 금속화된 폴리올레핀 재료에서 유래된 발포체를 포함할 수 있으며, 상기 출원은 그 전문이 본원에 참조로 포함된다.
- [0093] 다양한 발포체 층을 형성하기 위해 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물은, 230℃에서 약 0.1 내지 약 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 적어도 1종의 폴리프로필렌 및/또는 190℃에서 약 0.1 내지 약 25 그램/10분의 용융 유동 지수를 갖는 적어도 1종의 폴리에틸렌을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 폴리프로필렌(들) 및/또는 폴리에틸렌(들)의 용융 유동 지수는 바람직하게는, 230℃ 및 190℃에서 각각 약 0.3 내지 약 20 그램/10분, 보다 바람직하게는 230℃ 및 190℃에서 각각 약 0.5 내지 약 15 그램/10분일 수 있다.
- [0094] 중합체에 대한 "용융 유동 지수" (MFI) 값은 2.16 kg 플런저를 사용하여 10분 동안 폴리에틸렌 및 폴리에틸렌 기반 재료의 경우 190℃에서 및 폴리프로필렌 및 폴리프로필렌 기반 재료의 경우 230℃에서 ASTM D1238에 따라 규정 및 측정될 수 있다. 시험 시간은 비교적 고 용융 유동 수지의 경우 감소될 수 있다.
- [0095] MFI는 중합체의 유동 특징에 대한 척도를 제공하고, 중합체 재료의 분자량 및 가공성에 대한 지표이다. MFI 값이 지나치게 높은 경우 (저점도에 상응함), 본 개시내용에 따른 압출이 만족스럽게 수행되지 못할 수 있다. 지나치게 높은 MFI 값과 관련된 문제로는 압출 동안의 저압, 두께 프로파일의 설정 문제, 낮은 용융 점도로 인한 불균등한 냉각 프로파일, 불충분한 용융 강도, 기계 문제, 또는 그의 조합이 포함된다. 지나치게 낮은 MFI 값

의 문제로는 용융 가공 동안의 고압, 시트 품질 및 프로파일 문제, 및 발포제 분해 및 활성화의 위험을 야기하는 보다 높은 압출 온도가 포함된다.

[0096] 상기 MFI 범위는 또한 재료의 점도를 반영하고 점도는 발포에 영향을 미치기 때문에 발포 공정에 있어서 중요하다. 임의의 이론에 얽매이고자 하는 의도는 없지만, 특정 MFI 값이 나머지 값들보다 더 효과적인 몇 가지 이유가 있다고 생각된다. 보다 낮은 MFI 재료는 분자 쇠 길이가 더 클 때 일부 물리적 특성을 개선시켜, 응력이 인가될 때 쇠가 유동하는데 필요한 에너지를 더 많이 생성할 수 있다. 또한, 분자 쇠 (MW)가 길수록, 결정 실체가 더 많아지고, 쇠는 결정화되어 분자간 결합을 통해 더 많은 강도를 제공할 수 있다. 그러나, 지나치게 낮은 MFI에서, 점도는 지나치게 높아진다. 다른 한편, 보다 높은 MFI 값을 갖는 중합체는 더 짧은 쇠를 갖는다. 따라서, 소정 부피의 더 높은 MFI 값을 갖는 재료에서, 보다 낮은 MFI를 갖는 중합체에 비해 미시적(microscopic) 수준에서 더 많은 쇠 말단이 존재하고, 이는 회전할 수 있으며, 이러한 회전 (예를 들어, 중합체의 T_g 또는 유리 전이 온도 초과에서 발생하는 회전)에 필요한 공간 때문에 자유 부피를 생성할 수 있다. 이는 자유 부피를 증가시키고, 응력 하 용이한 유동을 가능케 한다.

[0097] 발포제 다층 구조물의 층들 중 어느 하나를 형성하는데 사용될 수 있는 특정 MFI 값을 갖는 상기와 같은 폴리프로필렌(들) 및/또는 폴리에틸렌(들)은 서두에 기재된 동일한 유형을 포함한다. 즉, 폴리프로필렌은 폴리프로필렌, 충격 개질된 폴리프로필렌, 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 충격 개질된 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌, 메탈로센 폴리프로필렌-에틸렌 공중합체, 메탈로센 폴리프로필렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐), 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토-플라스틱머, 폴리프로필렌 기반 폴리올레핀 엘라스토머, 폴리프로필렌 기반 열가소성 폴리올레핀 블렌드 및 폴리프로필렌 기반 열가소성 엘라스토머 블렌드를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 추가로, 폴리프로필렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 또한, 폴리에틸렌은 LDPE, LLDPE, VLDPE, VLLDPE, HDPE, 폴리에틸렌-프로필렌 공중합체, 메탈로센 폴리에틸렌, 메탈로센 에틸렌-프로필렌 공중합체, 및 메탈로센 폴리에틸렌 올레핀 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐)를 포함하나 이에 제한되지는 않으며, 이들 모두는 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 그래프팅된 상용화제 또는 공중합체를 함유할 수 있다. 상기에서 논의된 바와 같이, 이들 폴리에틸렌은 말레산 무수물로 그래프팅될 수 있다. 이들 폴리에틸렌은 또한, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체일 수 있고, 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 공중합체 및 삼원공중합체 이오노머일 수 있다.

[0098] 다층 발포제 구조물의 재생 층에 비교적 큰 또는 두꺼운 금속 단편 (발포제 셀 크기에 대해)이 존재하는 경우, 바람직하지 못한 "공극" 및 "대형 셀"이 발생할 수 있다. 따라서, 이와 같은 바람직하지 못한 "공극" 및 "대형 셀"의 형성을 방지하기 위해, 성분으로서 아세테이트 및/또는 에스테르 기를 함유하는 그래프팅된 상용화제 또는 공중합체를 갖는 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하는 것이 필요할 수 있다.

[0099] 추가로, 압출기 내로 공급되는 발포제 조성물은 또한, 개시된 다층 발포제 구조물을 생성하기에 부합한 추가의 첨가제를 함유할 수 있다. 보편적인 첨가제는 유기 퍼옥사이드, 항산화제, 압출 가공 조제, 기타 윤활제, 열 안정화제, 착색제, 난연제, 대전방지제, 기백제, 가소제, 항균제, 항진균제, 광 안정화제, UV 흡수제, 블로킹방지제, 충전제, 탈취제, 증점제, 셀 크기 안정화제, 금속 불활성화제, 및 그의 조합을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.

[0100] 어떻게 모든 성분이 압출기 내로 공급되는지에 상관없이, 재생 폴리올레핀 재료를 가공하는 압출기 내 혼합 및 전단력은 균질 층을 생성하기에 충분하여야 한다 (압출기 내로 공급되는 재생 폴리올레핀 재료가 균질할 만큼). 동일방향-회전 이축 스크류 압출기는 압출기 배럴을 통해 충분한 전단력 및 혼합을 제공하여 균일한 특성을 갖는 층을 압출할 수 있다.

[0101] 비에너지(specific energy)는 성분들의 압출 동안 얼마나 많은 일이 인가되는지 및 압출 공정이 얼마나 집중적 인지에 대한 지표이다. 비에너지는 압출기에 의해 가공되는 재료에 인가된 에너지로서 규정될 수 있으며, 킬로그램 기준 당 정규화될 수 있다. 비에너지는 1시간 당 킬로그램 단위로 공급되는 총 재료 당 인가된 킬로와트 단위의 에너지로 정량화될 수 있다. 비에너지는 하기 식에 따라 계산될 수 있다:

$$\text{비에너지} = \frac{KW(\text{인가})}{\text{공급 속도} \left(\frac{kg}{hr} \right)}, \text{ 여기서}$$

$$KW(\text{인가}) = \frac{KW(\text{모터 정격}) * (\% \text{ 허용 최대값으로부터의 토크}) * RPM(\text{실제 가동 RPM})}{\text{최대 RPM (압출기의 성능)} * 0.97 (\text{기어박스 효율})}$$

[0102] 비에너지는 압출기 내 성분들의 혼합 및 전단의 양을 정량화하는데 사용될 수 있다. 본 발명에 사용되는 압출

기는 적어도 0.090 kW · hr/kg, 바람직하게는 적어도 0.105 kW · hr/kg, 보다 바람직하게는 적어도 0.120 kW · hr/kg의 비에너지를 생성할 수 있다.

- [0104] 다층 구조물의 각 층에 대한 압출 온도는 화학적 발포 (즉, "블로잉(blowing)")제의 열분해 개시 온도보다 적어도 10℃ 낮을 수 있다. 압출 온도가 발포제의 열분해 온도를 초과하면, 발포제는 분해되어 바람직하지 못한 "예비발포(prefoaming)"를 초래할 것이다.
- [0105] 발포체 조성물은 다양한 상이한 화학적 발포제를 포함할 수 있다. 화학적 발포제의 예는 아조 화합물, 히드라진 화합물, 카바자이드, 테트라졸, 니트로소 화합물, 및 카르보네이트를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 또한, 화학적 발포제는 단독으로 또는 임의의 조합으로 사용될 수 있다. 일반적으로, 화학적 발포제의 양은 다양한 층에서 대략 동일할 수 있다. 예를 들어, 어느 한 층이 또 다른 층보다 유의하게 더 많은 PPHR의 화학적 발포제를 가지면 (동일한 화학적 발포제를 가정함), 더 적게 발포되는 층이 더 많이 발포되는 층의 팽창을 방해할 수 있다. 따라서, 다층 구조물이 가열 및 발포될 때 다층 구조물 자체로의 말림(curling), 뒤틀림(buckling) 및/또는 접힘(folding) 문제가 발생할 수 있다.
- [0106] 일부 실시양태에서 사용될 수 있는 한 화학적 발포제는 아조디카본아미드 ("ADCA")이다. 발포체 층 조성물 중의 ADCA의 양은 약 40% PPHR 이하일 수 있다. ADCA의 열분해는 전형적으로 약 190 내지 230℃의 온도에서 발생한다. ADCA가 압출기 내에서 열분해되는 것을 방지하기 위해, 압출 온도는 190℃ 이하로 유지될 수 있다. 일부 실시양태에서 사용될 수 있는 또 다른 화학적 발포제는 p-톨루엔술포닐 히드라지드 ("TSH")이다. 발포체 층 조성물 중의 TSH의 양은 77% PPHR 이하일 수 있다. 일부 실시양태에서 사용될 수 있는 또 다른 화학적 발포제는 p-톨루엔술포닐 세미카바자이드 ("TSS")이다. 발포체 층 조성물 중의 TSS의 양은 63% PPHR 이하일 수 있다. 화학적 발포제의 양은 특히 비-발포 시트 두께, 목적하는 발포체 두께, 목적하는 발포체 밀도, 압출되는 재료, 가교 %, 화학적 발포제의 유형 (상이한 발포제는 상이한 양의 가스를 유의하게 발생시킬 수 있음)에 좌우될 수 있다. 그러나, 각 층 중의 발포제의 양은 각 층의 발포가 비교적 동일하도록 선택되어야 한다.
- [0107] 열분해가능한 발포제의 분해 온도와 최고 용점을 갖는 중합체의 용점 간의 차이가 크면, 발포체 분해를 위한 촉매가 사용될 수 있다. 일례의 촉매는 산화아연, 산화마그네슘, 스테아르산칼슘, 글리세린 및 우레아를 포함하나 이에 제한되지는 않는다.
- [0108] 압출을 위한 온도 하한값은 최고 용점을 갖는 중합체의 것일 수 있다. 압출 온도가 최고 용점을 갖는 중합체의 용융 온도 미만으로 떨어지면, 구조물에서 바람직하지 못한 "비-용융물"이 나타날 수 있다. 발포 시, 상기 온도 하한값 미만에서 압출된 압출 층은 불균등한 두께, 비-균일한 셀 구조물, 셀 붕괴 포켓(pocket), 및 기타 바람직하지 못한 특성을 나타낼 수 있다.
- [0109] 비-발포된 다층 시트를 압출하는 것 (본 출원에 기재된 바와 같음)은 발포된 다층 시트를 압출하는 것 (보편적으로 "압출 발포"라 지칭됨)과 상이하다. 압출 발포는 물리적 발포제, 화학적 발포제, 또는 그의 조합을 사용하여 수행될 수 있다. 물리적 발포제의 예는 고압 하에 중합체 용융 용융물로 직접 주입될 수 있는 무기 및 유기 가스 (예를 들어, 질소, 이산화탄소, 펜탄, 부탄 등)이다. 이들 가스는, 폴리올레핀 용융물이 압출 다이에서 나와 발포된 중합체를 생성할 때 기핵화 및 팽창될 수 있다. 화학적 발포제의 예 (예를 들어, 상기 개시내용에서 기재된 것들)는, 분해 온도 시 발열 또는 흡열 분해되어 가스를 생성할 수 있는 고체이다. 화학적 발포체로부터 발생되는 전형적인 가스는 특히 질소, 이산화탄소, 일산화탄소 및 암모니아를 포함한다. 화학적 발포제를 사용하여 압출 발포하기 위해, 화학적 발포제를 폴리올레핀 용융물 중에 분산시킬 수 있고, 용융물을 압출기 및 다이 중에서도 화학적 발포제의 분해 온도를 초과하여 가열할 수 있다. 이와 같이, 발포된 중합체는 폴리올레핀 용융물이 압출 다이에서 나올 때 만들어질 수 있다.
- [0110] 발포제가 물리적 발포제, 화학적 발포제, 또는 그의 조합인지의 여부에 상관없이, 전형적인 압출 발포는, 비-발포된 다층 시트를 먼저 공압출하고 발포는 압출 후 발생하는 개시된 방법에 의해 제조된 등가의 발포체 구조물보다 유의하게 더 조악한 표면을 갖는 폴리올레핀 발포체 구조물을 발생시킨다. 압출 발포된 구조물의 보다 조악한 표면은 일반적으로, 비-발포된 다층 시트를 먼저 공압출하는 개시된 방법에 의해 제조된 발포체와 비교할 때 더 큰 크기의 셀로 인해 야기된다. 비록 발포체 구조물의 셀 크기 및 크기 분포가 일부 상업적 응용에서 중요하지 않을 수 있지만, 표면 조도는 셀 크기의 함수이기 때문에, 더 큰 셀을 갖는 발포체가 평활한 발포체 표면을 필요로 하는 응용에 있어서 보다 작은 셀을 갖는 발포체 구조물보다 덜 바람직할 수 있다.
- [0111] 상기 상술된 바와 같이, 발포체 구조물에 대한 표면 프로파일은 많은 응용에서 중요하여, 압출 발포된 구조물은 이들 응용에 있어서 바람직하지 못할 수 있다. 오히려, 이와 같은 응용은 목적하는 특성, 예컨대, 필름, 직물,

섬유 층, 및/또는 가죽에의 라미네이션의 용이성; 라미네이션의 접착 %; 및 특히 시각적 미관을 얻기 위해 평활한 발포체 구조물 표면을 필요로 한다. 본원에 기재된 방법에 의해 제조된 비-압출 발포된 시트 및 압출 발포된 시트의 표면 조도 간의 비교는 하기 실시예 부분에서 찾아볼 수 있다. 본원에 기재된 방법에 의해 제조된 발포체에 대한 평균 표면 조도는 약 80 μm 미만, 약 70 μm 미만, 약 50 μm 미만, 약 40 μm 미만, 약 30 μm 미만, 약 25 μm 미만, 약 20 μm 미만, 약 15 μm 미만, 및 약 10 μm 미만일 수 있다. 본원에 기재된 방법에 의해 제조된 발포체의 표면의 최대 높이 (가장 높은 봉우리(peak)와 가장 깊은 골짜기(valley) 간의 높이)는 약 700 μm 미만, 약 600 μm 미만, 약 300 μm 미만, 약 250 μm 미만, 약 200 μm 미만, 약 150 μm 미만, 및 100 μm 미만일 수 있다.

[0112] 비-발포 공압출된 다층 구조물의 두께는 약 0.1 내지 약 30 mm, 바람직하게는 약 0.2 내지 약 25 mm, 보다 바람직하게는 약 0.3 내지 약 20 mm, 보다 더 바람직하게는 약 0.4 내지 약 15 mm일 수 있다. 또한, 비-발포 공압출된 다층 구조물 내 재생 층(들) 및 비-재생 층(들)을 비롯한 임의의 개별 층의 두께는 적어도 약 0.05 mm, 바람직하게는 적어도 약 0.1 mm, 보다 바람직하게는 적어도 약 0.15 mm, 보다 더 바람직하게는 적어도 약 0.2 mm 일 수 있다.

[0113] 다층 구조물의 층(들)이 발포되지 않는 실시양태에서 (예를 들어, 층이 "표피" 또는 "필름" 층임), 비-발포 층(들)은 발포 공정 동안 발포체 층(들)의 팽창을 유의하게 방해하지 않도록 용융될 때 용이하게 휘어지고 얇을 수 있다. 발포체 층(들)의 팽창을 방해할 수 있는 비-발포 층(들)의 물리적 특성은 비-발포 층의 두께, 가요성, 용융 강도, 및 가교 %를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 유사하게는, 발포체 층(들)의 두께, 가요성, 용융 강도, 및 가교 %뿐만 아니라 발포체 층(들)의 최종 두께 및 밀도는 비-발포 층(들)이 발포체 층(들)의 팽창을 억제하는지의 여부에 영향을 줄 수 있다.

[0114] 일반적으로, 비-발포 층(들)의 두께는 바람직하게는 공압출 비-발포된 구조물의 전체 두께의 약 20% 이하일 수 있다. 비-발포 층(들)의 두께가 공압출 비-발포된 구조물의 전체 두께의 약 20%를 초과하는 경우, 다층 구조물이 가열 및 발포될 때 다층 구조물 자체로의 말림, 뒤틀림 및/또는 접힘의 문제가 발생할 수 있다. 반면, 비-발포 층(들)의 두께는 전체 비-발포 공압출된 다층 구조물에 대해 그것이 얼마나 얇을 수 있는지로 제한되지 않는다. 예를 들어, 비-발포 층(들)은 약 0.1 μm (즉, 다층 가요성 포장 및 배리어 필름에서 사용되는 얇은 타 이 층의 전형적인 두께) 정도로 얇을 수 있다.

[0115] 공압출된 다층 구조물이 압출기에 의해 제조된 후, 공압출된 구조물에 소정의 노출로 이온화 방사선을 조사하여 공압출된 구조물의 조성물을 가교시킴으로써, 조사 가교된 다층 구조물을 수득할 수 있다. 이온화 방사선은 종종 폴리프로필렌(들), 폴리프로필렌 기반 재료, 일부 폴리에틸렌(들), 및 일부 폴리에틸렌 기반 재료에 대해 충분한 가교도를 생성할 수 없다. 따라서, 가교를 촉진하기 위해, 전형적으로 압출기 내로 공급되는 발포체 조성물에 가교 프로모터를 첨가할 수 있다. 이온화 방사선에 의해 가교된 중합체는 보편적으로 "물리적으로 가교됨"이라 지칭된다.

[0116] 물리적 가교는 화학적 가교와 상이하다. 화학적 가교에서는, 가교 프로모터를 사용하지만 이온화 방사선은 사용하지 않고 가교를 발생시킬 수 있다. 화학적 가교는 전형적으로 퍼옥시드, 실란, 또는 비닐실란을 사용하는 것을 포함할 수 있다. 퍼옥시드 가교 공정 동안, 가교는 전형적으로 압출 다이에서 발생한다. 반면, 실란 및 비닐실란 가교 공정의 경우, 가교는 전형적으로, 압출 후, 압출된 재료의 가교를 열 및 수분을 사용하여 가속화시킬 수 있는 2차 작업 동안 발생한다.

[0117] 화학적 가교 공정에 상관없이, 화학적으로 가교된 발포체 구조물은 전형적으로, 개시된 물리적 가교 방법에 의해 제조된 등가의 발포체 구조물보다 유의하게 더 조악한 표면을 나타낸다. 화학적으로 가교된 발포체 구조물의 더 조악한 표면은 일반적으로, 물리적 가교를 사용하는 개시된 방법에 의해 제조된 발포체와 비교할 때 더 큰 크기의 셀로 인해 야기된다. 비록 발포체 구조물의 셀 크기 및 크기 분포가 일부 상업적 응용에서는 중요하지 않을 수 있지만, 표면 조도는 셀 크기의 함수이기 때문에, 더 큰 셀을 갖는 발포체가 평활한 발포체 표면을 필요로 하는 응용에 있어서 더 작은 셀을 갖는 발포체 구조물보다 덜 바람직할 수 있다.

[0118] 상기 상술된 바와 같이, 발포체 구조물에 대한 표면 프로파일은 많은 응용에서 중요하여, 화학적으로 가교된 구조물은 이와 같은 응용에 있어서 바람직하지 못하다. 오히려, 이와 같은 응용은 목적하는 특성, 예컨대, 필름, 직물, 섬유 층, 및/또는 가죽에의 라미네이션의 용이성; 라미네이션의 접착 %; 및 특히 시각적 미관을 얻기 위해 평활한 발포체 구조물 표면을 필요로 한다. 본원에 기재된 방법에 의해 제조된 물리적으로 가교된 시트 및 화학적으로 가교된 시트의 표면 조도 간의 비교는 하기 실시예 부분에서 찾아볼 수 있다.

- [0119] 이온화 방사선의 예는 알파선, 베타선, 감마선, 및 전자 빔을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 이들 중, 바람직하게는 균일한 에너지를 갖는 전자 빔을 사용하여 가교된 다층 구조물을 제조할 수 있다. 노출 시간, 조사 빈도, 및 전자 빔에 의한 조사 시 가속 전압은 공압출된 다층 구조물의 의도하는 가교도 및 두께에 따라 광범위하게 다양할 수 있다. 그러나, 이온화 방사선은 일반적으로 약 10 내지 약 500 kGy, 바람직하게는 약 20 내지 약 300 kGy, 보다 바람직하게는 약 20 내지 약 200 kGy의 범위이어야 한다. 노출이 지나치게 낮으면, 발포 시 셀 안정성이 유지되지 못할 수 있다. 노출이 지나치게 높으면, 생성된 다층 발포체 구조물의 성형성이 불충분할 수 있다. (성형성은 다층 발포체 구조물이 열성형 적용에서 사용될 때 바람직한 특성일 수 있음). 또한, 비-발포된 다층 구조물은, 노출이 지나치게 높을 때 구조물이 변형될 수 있도록 전자 빔 방사선에의 노출 시 발열성 열 방출에 의해 연화될 수 있다. 또한, 중합체 구성요소는 또한 과도한 중합체 쇄 분할(scission)로부터 열화될 수 있다.
- [0120] 공압출 비-발포된 다층 구조물은 최대 별도로 4회, 바람직하게는 2회 이하, 보다 바람직하게는 단지 1회 조사될 수 있다. 조사 빈도가 약 4회를 초과하는 경우에는, 발포 시, 예를 들어, 생성된 발포체 층에 균일한 셀이 생성되지 못하도록 중합체 구성요소가 열화를 겪을 수 있다.
- [0121] 공압출된 다층 구조물의 두께가 약 4 mm를 초과하는 경우, 1차 표면(들) 및 내부 층(들)의 가교도를 보다 균일하게 하기 위해, 다층 프로파일의 각 1차 표면에 이온화 방사선을 조사하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0122] 전자 빔에 의한 조사는, 다양한 두께를 갖는 공압출된 구조물이 전자의 가속 전압의 제어에 의해 효과적으로 가교될 수 있다는 점에서 이점을 제공한다. 가속 전압은 일반적으로 약 200 내지 약 1500 kV, 바람직하게는 약 400 내지 약 1200 kV, 보다 바람직하게는 약 600 내지 약 1000 kV의 범위일 수 있다. 가속 전압이 약 200 kV 미만이면, 방사선은 공압출된 구조물의 내부 부분에 도달하지 못할 수 있다. 그 결과, 내부 부분의 셀은 발포 시 불균등하고 거칠 수 있다. 추가적으로, 소정의 두께 프로파일에 있어서 지나치게 낮은 가속 전압은 아킹(arc)을 야기하여, 발포된 다층 구조물 내 "핀홀(pinhole)" 또는 "터널"을 초래할 수 있다. 다른 한편, 가속 전압이 약 1500 kV를 초과하면, 중합체가 열화될 수 있다.
- [0123] 선택된 이온화 방사선의 유형에 상관없이, 가교는 공압출된 구조물의 조성물이 약 20 내지 약 75%, 바람직하게는 약 30 내지 약 60% 가교 ("도레이 겔 분율 퍼센트 방법(Toray Gel Fraction Percentage Method)"에 의해 측정 시)될 수 있도록 수행될 수 있다.
- [0124] "도레이 겔 분율 퍼센트 방법"에 따라, 테트라린 용매를 사용하여 조성물 중에 비-가교된 구성요소를 용해시킨다. 원칙적으로, 비-가교된 재료를 테트라린 중에 용해시키고, 가교도는 전체 조성물 중의 가교된 재료의 중량 %로서 표현된다.
- [0125] 중합체 가교 %를 결정하는데 사용되는 장치는 다음을 포함한다: 100 메쉬 (0.0045 인치 와이어 직경); 유형 304 스테인레스 스틸 백; 번호를 붙인 와이어 및 클립; 미야모토(Miyamoto) 항온 오일 베스 장치; 분석용 저울; 폼(fume) 후드; 가스 버너; 고온 오븐; 대전방지 건(gun); 및 뚜껑이 있는 광구(wide mouth) 스테인레스 스틸 용기 (3.5 리터) 3개. 사용되는 시약 및 재료는 테트라린 고분자량 용매, 아세톤, 및 실리콘 오일을 포함한다. 구체적으로, 빈 와이어 메쉬 백을 칭량하고, 중량을 기록한다. 각 샘플에 있어서, 약 100 밀리그램±약 5 밀리그램의 샘플을 칭량하고, 와이어 메쉬 백으로 옮긴다. 전형적으로 발포체 절단물의 형태의 샘플 및 와이어 메쉬 백의 중량을 기록한다. 각각의 백을 상응하는 번호의 와이어 및 클립에 부착한다. 용매 온도가 130℃에 도달할 때, 다발(백 및 샘플)을 용매 중에 침지시킨다. 샘플을 약 5 또는 6회 위 아래로 진탕하여 임의의 기포를 빼고 샘플을 완전 습윤시킨다. 샘플을 교반기에 부착하고, 용매가 발포체를 용해시킬 수 있도록 세(3) 시간 동안 교반한다. 이어서, 샘플을 폼 후드 내에서 냉각시킨다. 샘플을 1차 아세톤 용기 내에서 약 7 또는 8회 위 아래로 진탕하여 세척한다. 샘플을 제2 아세톤 세척으로 재차 세척한다. 세척된 샘플을 상기와 같이 새로운 제3 아세톤 용기에서 한번 더 세척한다. 그런 다음, 샘플을 폼 후드에 매달아 약 1 내지 약 5분 동안 아세톤을 증발시킨다. 이어서, 샘플을 건조 오븐에서 약 1시간 동안 120℃에서 건조시킨다. 샘플을 최소 약 15분 동안 냉각시킨다. 와이어 메쉬 백을 분석용 저울 상에서 칭량하고, 중량을 기록한다.
- [0126] 이어서, 가교는 식 $100 \times (C-A)/(B-A)$ (여기서, A = 빈 와이어 메쉬 백 중량; B = 와이어 백 중량 + 테트라린 중의 침지 전 발포체 샘플; 및 C = 와이어 백 중량 + 테트라린 중의 침지 후 용해된 샘플)을 사용하여 계산될 수 있다.
- [0127] 적합한 가교제는 상업적으로 입수가 가능한 이관능성, 삼관능성, 사관능성, 오관능성, 및 그 이상의 관능성의 단량체를 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 이러한 가교 단량체는 액체, 고체, 펠렛 및 분말 형태로

이용가능하다. 예는 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트, 예컨대 1,6-헥산디올 디아크릴레이트, 1,6-헥산디올 디메타크릴레이트, 에틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 디메타크릴레이트, 트리메틸올 프로판 트리메타크릴레이트, 테트라메틸올 메탄 트리아크릴레이트, 1,9-노난디올 디메타크릴레이트 및 1,10-데칸디올 디메타크릴레이트; 카복실산의 알킬 에스테르 (예컨대 트리멜리트산 트리알킬 에스테르, 피로멜리트산 트리알킬 에스테르, 및 옥살산 디알킬 에스테르); 시아누르산 또는 이소시아누르산의 알킬 에스테르, 예컨대 트리알킬 시아누레이트 및 트리알킬 이소시아누레이트; 말레이미드 화합물, 예컨대 N-페닐 말레이미드 및 N,N'-m-페닐렌 비스 말레이미드; 적어도 2개의 삼중결합을 갖는 화합물, 예컨대 프탈산 디프로파길 및 말레산 디프로파길; 및 디비닐벤젠을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 추가로, 이러한 가교제는 단독으로 또는 임의의 조합으로 사용될 수 있다. 층 조성물 중에 사용될 수 있는 가교제의 양은 특히 분자량, 관능기, 및 가교제의 가교 효율 및 이온화 방사선 조사선량에 기반하여 다양할 수 있다. 디비닐벤젠 (DVB), 이관능성 액체 가교 단량체는 본 발명에서 가교제로서 사용될 수 있고, 약 4% PPHR 이하, 바람직하게는 약 2% 내지 약 3.5% PPHR의 수준으로 압출기에 첨가될 수 있다. 일부 중합체는 기타 중합체보다 더 용이하게 가교된다. 따라서, 가교하기 더 쉬운 중합체를 함유하는 층은 가교하기 쉽지 않은 중합체를 갖는 층보다 가교제를 더 적게 가질 수 있다. 일부 실시양태에서, 소정 층은 또 다른 층보다 의도적으로 더 많이 가교될 수 있으며, 이는 더 많은 가교를 조장하는 층 내로 가교제를 더 많이 첨가해야 할 수 있다.

[0128] 가교는 다양한 상이한 기술을 사용하여 발생될 수 있고, 상이한 중합체 분자 사이의 분자간, 및 단일 중합체 분자의 일부 사이의 분자내 모두 형성될 수 있다. 이러한 기술은, 중합체 쇄와 별도의 가교제를 제공하는 것, 및 가교를 형성할 수 있거나 또는 가교를 형성하기 위해 활성화될 수 있는 관능기를 함유하는 가교제가 혼입된 중합체 쇄를 제공하는 것을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.

[0129] 압출된 구조물의 조사 후, 발포는 가교된 다층 구조물을, 열분해가능한 발포제의 분해 온도보다 높은 온도로 가열함으로써 달성될 수 있다. 열분해가능한 발포제 아조디카본아미드의 경우, 발포는 약 200 내지 약 260℃, 바람직하게는 약 220 내지 약 240℃에서 연속식 공정으로 수행될 수 있다. 연속 발포체 시트의 제조에 있어서 연속식 발포 공정이 회분식(batch) 공정에 비해 바람직할 수 있다.

[0130] 발포는 전형적으로 가교된 다층 구조물을 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 이들 방법의 조합으로 가열함으로써 수행될 수 있다. 발포는 또한, 예를 들어 오토클레이브에서 질소를 사용하는 함침 공정에 이어, 용융 염, 방사 히터, 수직형 열풍 오븐, 수평형 열풍 오븐, 마이크로파 에너지, 또는 이들 방법의 조합을 통한 자유 발포에 의해 수행될 수 있다. 가교된 다층 구조물을 가열하기 위해, 용융 염 및 방사 히터의 바람직한 조합이 사용될 수 있다. 구체적으로, 용융 염과 접촉되지 않는 조사 압출된 구조물의 면을 방사 히터를 통해 가열할 수 있다.

[0131] 임의로, 발포 전, 가교된 구조물은 예열에 의해 연화될 수 있다. 이는 발포 시 구조물의 팽창을 안정화시키는 것을 도울 수 있다.

[0132] 다층 발포체 구조물의 밀도는 JIS K6767에 의해 측정 시, "코어" 밀도가 아닌 섹션(section) 또는 "전체" 밀도를 사용하여 규정 및 측정될 수 있다. 상기 기재된 방법을 사용하여 제조된 다층 발포체 구조물은 약 20 내지 약 250 kg/m³, 바람직하게는 약 30 kg/m³ 내지 약 125 kg/m³의 섹션 또는 "전체" 밀도를 갖는 발포체를 제공할 수 있다. 섹션 밀도는 공압출된 구조물의 두께 및 발포제의 양에 의해 제어될 수 있다. 구조물의 밀도가 약 20 kg/m³ 미만이면, 구조물은 밀도를 달성하는데 다량의 화학적 발포제가 필요함으로 인해 효율적으로 발포되지 못할 수 있다. 추가적으로, 구조물의 밀도가 약 20 kg/m³ 미만이면, 발포 단계 동안 구조물의 팽창을 제어하기가 점점더 어려워질 수 있다. 추가로, 다층 발포체 구조물의 밀도가 20 kg/m³ 미만이면, 발포체 구조물의 셀 붕괴 경향이 점점더 커질 수 있다. 따라서, 약 20 kg/m³ 미만의 밀도에서는 균일한 섹션 밀도 및 두께의 다층 발포체 구조물 (재생 재료가 존재 또는 부재함)을 제조하기가 어려울 수 있다.

[0133] 다층 발포체 구조물은 약 250 kg/m³의 섹션 밀도로 제한되지 않는다. 약 적어도 350 kg/m³, 약 적어도 450 kg/m³, 또는 약 적어도 550 kg/m³의 발포체가 제조될 수도 있다. 그러나, 다층 발포체 구조물이 약 250 kg/m³ 미만의 밀도를 갖는 것이 바람직할 수 있는데, 이는 더 큰 밀도는 일반적으로, 소정 응용에서 사용될 수 있는 다른 재료와 비교할 때 비용이 너무 많이 들 수 있기 때문이다.

[0134] 다층 발포체 구조물 내 다양한 발포된 층 (재생 폴리올레핀 재료가 존재 또는 부재함)은 유사한 밀도를 가질 수

있다. 이들 밀도는 화학적 발포제(들)의 양, 화학적 발포제의 유형(들), 각각의 공압출 비-발포된 층(들)의 두께, 및/또는 공압출 비-발포된 다층 구조물의 전체 두께에 의해 결정 및 조절될 수 있다. 발포된 개별 층이 서로 유의하게 상이한 밀도를 갖는 경우, 다층 구조물이 가열 및 발포될 때 다층 발포체 구조물 자체로의 탈립, 뒤틀림 및 접힘의 문제가 발생할 수 있다. 발포된 층의 밀도는 서로의 약 15% 이내, 바람직하게는 서로의 약 10% 이내, 보다 바람직하게는 서로의 약 5% 이내의 밀도를 가질 수 있다.

[0135] 상기 방법을 사용하여 제조된 다층 발포체 구조물은 폐쇄 셀을 가질 수 있다. 바람직하게는, 셀의 적어도 90%, 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 98% 초과는 비-손상된 셀 벽을 갖는다. 평균 셀 크기는 약 0.05 내지 약 1.0 mm, 바람직하게는 약 0.1 내지 약 0.7 mm일 수 있다. 평균 셀 크기가 약 0.05 mm 미만이면, 다층 발포체 구조물의 밀도는 전형적으로 250 kg/m^3 초과일 수 있다. 평균 셀 크기가 1 mm보다 더 크면, 발포체는 불균등한 표면을 가질 수 있다. 또한, 발포체 내 셀 군집이 바람직한 평균 셀 크기를 갖지 않으면 발포체 구조물이 바람직하지 못하게 찢어질 가능성이 있다. 이는 발포체 구조물이 신장되거나 또는 그의 일부가 2차 공정으로 처리될 때 발생할 수 있다. 다층 발포체 구조물 내 셀 크기는, 비교적 평면형, 박형 및/또는 장방형인 발포체 구조물 표면 근처의 표피 내 셀 군집, 및 비교적 둥근 발포체 구조물의 코어 내 셀 군집을 나타내는 바이모달(bimodal) 분포를 가질 수 있다.

[0136] 다층 발포체 구조물의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 50 mm, 바람직하게는 약 0.4 mm 내지 약 40 mm, 보다 바람직하게는 약 0.6 mm 내지 약 30 mm, 보다 더 바람직하게는 약 0.8 mm 내지 약 20 mm일 수 있다. 두께가 약 0.2 mm 미만이면, 1차 표면으로부터의 유의한 가스 손실로 인해 발포가 효율적이지 못할 수 있다. 두께가 약 50 mm를 초과하면, 발포 단계 동안 팽창을 제어하기가 점점더 어려워질 수 있다. 따라서, 균일한 섹션 밀도 및 두께를 갖는 다층 발포체 구조물 (재생 폴리올레핀 재료가 존재 또는 부재함)을 제조하는 것이 점점더 많이 어려울 수 있다.

[0137] 목적하는 두께는 또한 슬라이싱(slicing), 스카이빙(skiving) 또는 접합과 같은 2차 공정에 의해 수득될 수 있다. 슬라이싱, 스카이빙 또는 접합은 약 0.1 mm 내지 약 100 mm의 두께 범위를 생성할 수 있다.

[0138] 다층 구조물의 층(들)이 발포되지 않는 실시양태에서, 비-발포 층(들)의 두께는 다층 구조물의 발포 시 감소될 수 있다. 이는 발포 층(들)이 팽창하여 비-발포 층(들)이 신장되는 것에 기인할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 다층 구조물이 그의 원래 면적의 2배로 팽창되면, 비-발포 층(들) 두께는 약 절반이 될 것으로 예상할 수 있다. 추가로, 다층 구조물이 그의 원래 면적의 4배로 팽창되면, 비-발포 층(들)은 그의 원래 두께의 약 1/4로 감소될 것으로 예상할 수 있다.

[0139] 개시된 다층 발포체 구조물은 다양한 응용에서 사용될 수 있다. 이러한 한 응용은 발포체 테이프 및 가스킷이다. 폐쇄 셀 발포체 테이프는 보편적으로 창 글레이징(glazing)과 같은 분야에 사용되며, 이 경우 발포체 테이프의 스트립이 유리 사이의 공기를 씰링하도록 두 창유리 사이에 놓인다. 이는 창을 단열 특성을 개선시킨다. 발포체는 또한, 일일 및 계절 온도 변화에 기인한 빌딩 및 창 프레임의 열적 팽창 및 수축 효과로부터의 유리 창문에 대한 쿠션으로서 작용한다. 마찬가지로, 폐쇄 셀 발포체 가스킷은 보편적으로 씰링 및 완충을 위해 사용된다. 핸드헬드(handheld) 전자 장치 및 가정용 용품은 발포체 가스킷을 함유할 수 있는 두 예이다. 연질의 가요성 발포체 구조물은 통상 테이프 또는 가스킷으로서 적합하다.

[0140] 다층 발포체 구조물이 테이프 또는 가스킷으로서 사용되는 경우, 감압 접착제 층은 한쪽 또는 양쪽 주(major) 표면의 적어도 일부에 배치될 수 있다. 관련 기술분야에 공지된 임의의 감압 접착제가 사용될 수 있다. 이러한 감압 접착제의 예는 아크릴산 중합체, 폴리우레탄, 열가소성 엘라스토머, 블록 공중합체, 폴리올레핀, 실리콘, 고무 기반 접착제, 에틸헥실아크릴레이트 및 아크릴산의 공중합체, 이소옥틸 아크릴레이트 및 아크릴산의 공중합체, 아크릴산 접착제 및 고무 기반 접착제의 블렌드뿐만 아니라 상기의 조합을 포함하나 이에 제한되지는 않는다.

[0141] 다층 발포체 구조물은 또한 열성형될 수 있다. 다층 발포체 구조물을 열성형하기 위해, 발포체는 다층 발포체 구조물 내 모든 층에 있어서 폴리올레핀 블렌드의 용점으로 가열할 수 있다. 임의의 층이 불혼화성 중합체를 갖는 경우, 다층 발포체 구조물은 1개 초과 용점을 나타낼 수 있다. 이 경우, 다층 발포체 구조물은 전형적으로, 발포체가 다층 발포체 조성물의 최저 용점 및 최고 용점 사이의 중간 온도로 가열되는 경우 열성형될 수 있다. 또한, 다층 발포체 구조물은 경질 폴리프로필렌, ABS, 또는 목재 섬유 복합체와 같은 기관 상으로 열성형될 수 있다. 바람직하게는, 다층 발포체 구조물은 다층 발포체의 비-재생 발포체 층의 일층이 기관에 적용되도록 기관 상으로 열성형될 수 있다. 기관 자체는 또한 다층 발포체 구조물과 동시에 열성형될 수 있다.

또한, 기관은 다층 발포체의 비-재생 발포체 층의 일측 (즉, 표면)에 적용될 수 있다.

- [0142] 열성형된 물품의 한 예는 자동차 에어 덕트(air duct)이다. 폐쇄 셀 발포체 구조물은 그의 경량 (고체 플라스틱과 비교할 때), 및 덕트를 통한 공기 유동의 온도를 유지하도록 돕는 그의 절연 특성, 및 진동에 대한 그의 내성 (고체 플라스틱에 비해)으로 인해 상기 적용에 특히 적합할 수 있다. 따라서, 견고한 다층 발포체 구조물은 자동차 에어 덕트에 적합할 수 있다.
- [0143] 일부 실시양태에서, 다층 발포체 구조물은 다층 발포체 및 라미네이트 층을 포함하는 라미네이트이다. 바람직하게는, 라미네이트 층은 다층 발포체의 비-재생 발포체 층의 일측 (즉, 표면)에 적용될 수 있다. 이들 라미네이트에서, 다층 발포체 구조물은 예를 들어 필름 및/또는 포일과 조합될 수 있다. 이러한 층에 적합한 재료의 예는 폴리비닐 클로라이드 (PVC); 열가소성 폴리올레핀 (TPO); 열가소성 우레탄 (TPU); 직물, 예컨대 폴리에스테르, 폴리프로필렌, 천 및 기타 직물; 가죽 및/또는 섬유 층, 예컨대 부직물을 포함하나 이에 제한되지는 않는다. 이러한 층은 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 널리 공지되어 있는 표준 기술을 사용하여 제조될 수 있다. 중요하게는, 개시내용의 다층 발포체는 이들 재료와 일측 또는 양측 상에서 라미네이팅될 수 있고, 다수의 다른 층을 포함할 수 있다. 다층 발포체가 양측 상에 라미네이팅되는 경우, 바람직하게는 이들 라미네이트 층은 다층 발포체의 비-재생 발포체 층 측에 적용될 수 있다.
- [0144] 이들 라미네이트에서, 층은 화학적 결합, 기계적 수단, 또는 그의 조합에 의해 인접 층에 연결될 수 있다. 인접 라미네이트 층은 또한, 양쪽 모두 주로 소수성 특징 또는 주로 친수성 특징을 갖는 재료들 간에 존재하는 인력, 또는 반대 전자기 전하를 갖는 재료들 간의 인력을 사용하는 것을 포함한 임의의 다른 수단에 의해 서로 고착될 수 있다.
- [0145] 일부 실시양태에서, 다층 발포체 구조물 또는 라미네이트는 자동차 내장 부품, 예컨대 도어 패널, 도어 롤, 도어 인서트(insert), 도어 스테퍼(stuffer), 트렁크(trunk) 스테퍼, 팔걸이, 중앙 콘솔, 좌석 쿠션, 좌석 등받이, 헤드레스트(headrest), 좌석 등받이 패널, 기구 패널, 무릎 보호대(knee bolster), 또는 헤드라이너(headliner)에 사용된다. 이들 다층 발포체 구조물 또는 라미네이트는 또한 가구 (예를 들어, 상업용, 사무실 및 주거용 가구), 예컨대 의자 쿠션, 의자 등받이, 소파 쿠션, 소파 트림, 리클라이너(recliner) 쿠션, 리클라이너 트림, 침상 쿠션, 침상 트림, 침목(sleeper) 쿠션, 또는 침목 트림에 사용될 수 있다. 이들 다층 발포체 라미네이트 또는 구조물은 또한 벽, 예컨대 모듈러(modular) 벽, 이동가능한 벽, 벽 패널, 모듈러 패널, 사무실 시스템 패널, 룸 디바이더(room divider), 또는 휴대용 파티션(partition)에 사용될 수 있다. 다층 발포체 라미네이트 또는 구조물은 또한 이동형 또는 고정형일 수 있는 저장 케이스 (예를 들어, 상업용, 사무실 및 주거용)에 사용될 수 있다. 추가로, 다층 발포체 라미네이트 및 구조물은 또한 피복물, 예컨대 의자 쿠션 피복물, 의자 등받이 피복물, 팔걸이 피복물, 소파 피복물, 소파 쿠션 피복물, 리클라이너 쿠션 피복물, 리클라이너 피복물, 침상 쿠션 피복물, 침상 피복물, 침목 쿠션 피복물, 침목 피복물, 벽 피복물, 및 구조체 피복물에 사용될 수 있다.
- [0146] 일부 실시양태는, 개시된 다층 발포체 구조물의 제1 층, 및 고체 경질목재 바닥 패널, 조작된 목재 바닥 패널, 라미네이트 바닥 패널, 비닐 바닥 타일, 세라믹 바닥 타일, 자성(porcelain) 바닥 타일, 스톤(stone) 바닥 타일, 석영 바닥 타일, 시멘트 바닥 타일 및 콘크리트 바닥 타일로 이루어진 군으로부터 선택된 제2 층을 포함한다. 상기 상술된 바와 같이, 바람직하게는 제2 층(들)은 다층 발포체 구조물의 비-재생 층(들)의 일측 (즉, 표면)에 적용될 수 있다.
- [0147] 이들 라미네이트에서, 제1 층은 화학적 결합, 기계적 수단, 또는 그의 조합에 의해 인접 패널 또는 타일에 연결될 수 있다. 인접 라미네이트 층은 또한, 양쪽 모두 주로 소수성 특징 또는 주로 친수성 특징을 갖는 재료들 간에 존재하는 인력, 또는 반대 전자기 전하를 갖는 재료들 간의 인력을 사용하는 것을 포함한 임의의 다른 수단에 의해 서로 고착될 수 있다.
- [0148] 개시된 다층 발포체를 바닥 패널 (특히, 고체 경질목재 바닥 패널, 조작된 목재 바닥 패널, 및 라미네이트 바닥 패널)에 부착하는 인기 있는 방법은 발포체 표면 및/또는 패널 표면의 적어도 일부에 배치될 수 있는 감압 접착제 층을 통한 것일 수 있다. 바람직하게는, 접착제 층은 다층 발포체 구조물의 비-재생 층 표면 상에 배치될 수 있다. 관련 기술분야에 공지된 임의의 감압 접착제가 사용될 수 있다. 이러한 감압 접착제의 예는 아크릴 산 중합체, 폴리우레탄, 열가소성 엘라스토머, 블록 공중합체, 폴리올레핀, 실리콘, 고무 기반 접착제, 에틸헥실아크릴레이트 및 아크릴산의 공중합체, 이소옥틸 아크릴레이트 및 아크릴산의 공중합체, 아크릴산 접착제 및 고무 기반 접착제의 블렌드뿐만 아니라 상기의 조합이다.

- [0149] 바닥 패널 (특히, 고체 경질목재 바닥 패널, 조작된 목재 바닥 패널, 및 라미네이트 바닥 패널)에 부착된 다층 발포체는 여러 목적을 만족시킨다. 발포체는 패널이 충격을 받을 때, 예를 들어 부츠 또는 하이힐로 패널 상에서 거닐 때, 반영되는 음압(sound pressure) 수준을 감소시킬 수 있다. 발포체는 또한 패널과 하부-바닥(sub-floor) 사이의 수증기 배리어로서 작용할 수 있고, 다수의 패널 사이에 보다 균일한 적층(laydown)을 제공하도록 도울 수 있는데, 이는 하부-바닥 상의 임의의 요철, 범프(bump) 또는 스파이크(spike) (예를 들어, 돌출 네일헤드)가 발포체에 의해 완충될 것이기 때문이다. 이들 바닥 패널 및 타일은 보편적으로 주거용 주택, 사무실 빌딩, 및 기타 상업용 빌딩에 설치된다.
- [0150] 본 발명의 또 다른 실시양태는, 다음을 포함하는 바닥 시스템을 제공한다: 상단 바닥 층; 하부-바닥 층; 및 하나 이상의 밀판(underlayment) 층 (밀판 층 중 적어도 하나는 하부-바닥과 상단 바닥 층 사이에 배치되어 있는 개시된 다층 발포체 구조물을 함유함). 바람직하게는, 하부-바닥 및 상단 바닥 층은 다층 발포체 구조물의 비-재생 층의 면/표면에 적용될 수 있다.
- [0151] 상기 시스템에서, 발포체 층은 하부-바닥 또는 상단 바닥 층을 비롯한 임의의 인접 층에 연결되거나 연결되지 않을 수 있다. 개시된 시스템 내 임의의 층이 연결되어 있을 때, 부착은 화학적 결합, 기계적 수단, 또는 그의 조합에 의해 수행될 수 있다. 인접 층은 또한, 양쪽 모두 주로 소수성 특징 또는 주로 친수성 특징을 갖는 재료들 간에 존재하는 인력, 또는 반대 전자기 전하를 갖는 재료들 간의 인력을 사용하는 것을 포함한 임의의 다른 수단에 의해 서로 고착될 수 있다.
- [0152] 임의의 층이 부착되어 있는 경우, 인기 있는 부착 방법은 1성분 우레탄 접착제, 2성분 우레탄 접착제, 1성분 아크릴 접착제, 또는 2성분 아크릴 접착제를 사용하는 것일 수 있다. 접착제는 주거용 주택, 사무실 빌딩, 및 상업용 빌딩 내 시스템의 설치 동안 적용될 수 있다.
- [0153] 상기 시스템 내 발포체는 여러 목적을 만족시킨다. 발포체는 상단 바닥 층이 충격을 받을 때, 예를 들어 부츠 또는 하이힐로 패널 상에서 거닐 때, 반영되는 음압 수준을 감소시킬 수 있다. 발포체는 또한 패널과 하부-바닥 사이의 수증기 배리어로서 작용할 수 있고, 다수의 패널 사이에 보다 균일한 적층을 제공하도록 도울 수 있는데, 이는 하부-바닥 상의 임의의 요철, 범프 또는 스파이크 (예를 들어, 돌출 네일헤드)가 발포체에 의해 완충될 것이기 때문이다. 상단 바닥 층이 그라우트(grout)에 의해 연결된 세라믹 바닥 타일, 자성 바닥 타일, 스톤 바닥 타일, 석영 바닥 타일, 시멘트 바닥 타일 및 콘크리트 바닥 타일로 이루어진 경우, 및 바닥 시스템 내 모든 층이 연결되어 있는 경우, 발포체는 시스템 내 다양한 층의 다양한 열적 팽창 및 수축을 완충시킴으로써 그라우트 파열을 감소시키도록 도울 수 있다.
- [0154] 임의의 상기 응용 요건을 충족시키기 위해, 본 개시내용의 개시된 구조물은 다양한 2차 공정, 예컨대 이에 제한되지는 않으나 엠보싱, 코로나 또는 플라즈마 처리, 표면 조도화, 표면 평활화, 천공 또는 미세천공, 스플라이싱(splicing), 슬라이싱, 스카이빙, 레이어링(layering), 접합, 및 홀 펀칭(hole punching)으로 처리될 수 있다.
- [0155] <실시예>
- [0156] 하기 표는 하기 실시예에서 사용된 구성요소에 대한 설명 및 다양한 구성요소의 열거를 제공한다.

[0157] <표 1>

구성요소	설명
7250FL	토탈 페트로케미칼스에 의해 상업적으로 생산된 폴리프로필렌/폴리에틸렌 랜덤 공중합체 [MFI는 약 1.3-1.6 (2.16 kg, 230°C)임]
6232	토탈 페트로케미칼스에 의해 상업적으로 생산된 폴리프로필렌/폴리에틸렌 랜덤 공중합체 [MFI는 약 1.7-2.3 (2.16 kg, 230°C)임]
인퓨즈(Infuse) TM OBC 9107	다우에 의해 상업적으로 생산된 폴리에틸렌/옥텐 메탈로센 블록 공중합체 (제어된 블록 서열을 가짐) [MFI는 약 0.75-1.25 (2.16 kg, 190°C)임]
에드플렉스(Adflex) TM Q100F	리온텔바젤에 의해 상업적으로 생산된 반응기 생성된 열가소성 폴리올레핀 (rTPO) [MFI는 약 0.5-0.7 (2.16 kg, 230°C)임]
LLP8501.67	엑손모빌에 의해 상업적으로 생산된 선형 저밀도 폴리에틸렌 (LLDPE)/헥산 공중합체 [MFI는 약 5.9-7.5 (2.16 kg, 190°C)임]
ADCA	피.티. 라우텐 오즈카 케미칼(P.T. Lauten Otsuka Chemical)에 의해 상업적으로 생산된 TC-18I 아조디카본아미드
DVB	다우에 의해 상업적으로 생산된 DVB HP (80% DVB)
PR023	14% 향산화제, 0.35% 스테아르산칼슘, 및 85.65% 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE) 캐리어 수지로 이루어진 폴리올레핀 발포체용 도레이 플라스틱 (아메리카), 인크. 표준 컴파운딩 향산화제 패키지
TPM11166	테크머 피엠(Techmer PM)에 의해 상업적으로 생산된 LDPE 캐리어 수지 중 컴파운딩된 압출 가공 조제 블렌드
재생 수지	압출가능한 타원형 펠렛으로 세절 및 재생된 약 0.02-0.05 μm 의 물리적 증착된 알루미늄으로 금속화된 공장 스크랩 금속화 단독중합체 폴리프로필렌 (hPP) 기반 필름
재생 가교된 발포체	극저온 제분된 공장 스크랩 가교된 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체 (PP-PE-X-E): 제분된 발포체 입자의 크기 분포는 ASTM E11에 따라 구성된 미국 표준 체에 의해 로-탭(Ro-Tap) [®] 체 진탕기를 사용하여 측정하였음. 입자 크기 분포는 다음과 같이 측정되었음: 20 미국 표준 체: 0.0% 30 미국 표준 체: 2.5% 40 미국 표준 체: 26.7% 60 미국 표준 체: 31.6% 80 미국 표준 체: 14.4% 100 미국 표준 체: 6.6% 팬(Pan): 18.2%

[0158]

[0159] (본 개시내용에서 모든 실시예는 공급 블록 매니폴드를 사용하여 공압출되었음)

[0160] **실시예 1 - A/B 물품 (여기서, A = 발포체 및 B = 필름)**

[0161] 수지 (50 wt% 인퓨즈(Infuse)TM OBC 9107, 40 wt% 6232, 및 10 wt% 에드플렉스(Adflex)TM Q100F), 화학적 발포제 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.5% PPHR DVB), 향산화제 (5.5% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 A (즉, 발포체 층 구성요소)를 제1 압출기 내로 공급하였다. 제1 압출기가 12.1 kW · hr/kg의 비에너지 및 173°C의 온도에서 구성요소 A를 압출하였다. 수지 (100 wt% 에드플렉스TM Q100F), 향산화제 (2.75% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 B (즉, 필름 층 구성요소)를 제2 압출기 내로 공급하였다. 제1 압출기가 구성요소 A를 압출하는 동시에 제2 압출기가 39.2 kW · hr/kg의 비에너지 및 201°C의 온도에서 구성요소 B를 압출하였다.

[0162] 구성요소 A 및 구성요소 B는 80/20 공급 블록 매니폴드를 사용하여 공압출되어 약 1.33 mm 두께의 비-가교 비-발포된 다층 시트를 생성하였다 (비-발포된 A 층은 두께가 약 0.97 mm이고, 비-발포된 B 층은 두께가 약 0.36 mm임). 도 1c는 비-발포된 다층 시트의 박형 슬라이스의 후면발광 확대 사진이다. 공압출 후, 시트를, 방사선 공급원을 향하여 구성요소 B 층 (즉, 필름 층)과 45 kGy의 조사선량으로 전자 빔 방사선에 의해 가교시켰다.

또한, 노출이 시트 깊이 전반에 걸쳐 상당히 균일하도록 방사선 전압 (650 kv)을 선택하였다.

[0163] 가교 후, 시트를 양쪽 표면 상에서 약 450°F로 가열하여 평균 두께 3.98 mm 및 평균 전체 밀도 0.102 g/cm³의 다층 발포체 구조물을 수득하였다. 발포체 층은 두께가 약 3.88 mm이었고, 필름 층은 두께가 약 0.10 mm였다. 또한, 다층 발포체 구조물의 전체 평균 겔 분율 % (가교 %)는 45.7%였다. 도 1a는 박형으로 슬라이싱된 실시예 1 발포체의 후면발광 확대 사진이다. 도 1b는 박형으로 슬라이싱된 실시예 1 발포체의 전면발광 비-확대 사진이다. 표피 층은 도 1a 및 1b 모두에서 가시화되어 있다.

[0164] **실시예 2 - A/B 물품 (여기서, A = 발포체 및 B = 발포체)**

[0165] 수지 (50 wt% 인퓨즈™ OBC 9107, 40 wt% 6232, 및 10 wt% 애드플렉스™ Q100F), 화학적 발포체 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.5% PPHR DVB), 향산화제 (5.5% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 A (즉, 제1 발포체 층 구성요소)를 제1 압출기 내로 공급하였다. 제1 압출기가 11.5 kW · hr/kg의 비에너지 및 173°C의 온도에서 구성요소 A를 압출하였다. 수지 (40 wt% 7250FL, 32.5 wt% 6232, 15 wt% 애드플렉스™ Q100F, 12.5 wt% LLP8501.67), 화학적 발포체 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.75% PPHR DVB), 향산화제 (5.0% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 B (즉, 제2 발포체 층 구성요소)를 제2 압출기 내로 공급하였다. 제1 압출기가 구성요소 A를 압출하는 동시에 제2 압출기가 15.5 kW · hr/kg의 비에너지 및 168°C의 온도에서 구성요소 B를 압출하였다.

[0166] 구성요소 A 및 구성요소 B는 80/20 공급 블록 매니폴드를 사용하여 공압출되어 약 1.05 mm 두께의 비-가교 비-발포된 다층 시트를 생성하였다 (비-발포된 A 층은 두께가 약 0.80 mm이고, 비-발포된 B 층은 두께가 약 0.25 mm임). 도 2c는 비-발포된 다층 시트의 박형 슬라이스의 후면발광 확대 사진이다. 공압출 후, 시트를, 방사선 공급원을 향하여 구성요소 B 층 (즉, 제2 발포체 층)과 45 kGy의 조사선량으로 전자 빔 방사선에 의해 가교시켰다. 또한, 노출이 시트 깊이 전반에 걸쳐 상당히 균일하도록 방사선 전압 (650 kv)을 선택하였다.

[0167] 가교 후, 시트를 양쪽 표면 상에서 약 450°F로 가열하여 평균 두께 2.24 mm 및 평균 전체 밀도 0.133 g/cm³의 다층 발포체 구조물을 수득하였다. 제1 발포체 층은 두께가 약 1.61 mm이었고, 제2 발포체 층은 두께가 약 0.63 mm였다. 또한, 다층 발포체 구조물의 전체 평균 겔 분율 % (가교 %)는 46.7%였다. 도 2a는 박형으로 슬라이싱된 실시예 2 발포체의 후면발광 확대 사진이다. 도 2b는 박형으로 슬라이싱된 실시예 2 발포체의 전면발광 비-확대 사진이다.

[0168] **실시예 3 - A/B/A 물품 (여기서, A = 발포체 및 B = 재생 금속화된 폴리올레핀 재료를 포함하는 발포체)**

[0169] 수지 (40 wt% 7250FL, 32.5 wt% 6232, 15 wt% 애드플렉스™ Q100F, 12.5 wt% LLP8501.67), 화학적 발포체 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.75% PPHR DVB), 향산화제 (5.0% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 A (즉, 제1 및 제3 발포체 층 구성요소)를 제1 및 제3 압출기 내로 공급하였다. 제1 및 제3 압출기가 18.3 kW · hr/kg의 비에너지 및 172°C의 온도에서 구성요소 A를 압출하였다. 수지 (40 wt% 7250FL, 32.5 wt% 6232, 15 wt% 재생 수지, 12.5 wt% LLP8501.67), 화학적 발포체 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.75% PPHR DVB), 향산화제 (5.0% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM11166)를 포함하는 구성요소 B (즉, 제2 재생 발포체 층 구성요소)를 제2 압출기 내로 공급하였다. 제1 및 제3 압출기가 구성요소 A를 압출하는 동시에 제2 압출기가 16.4 kW · hr/kg의 비에너지 및 169°C의 온도에서 구성요소 B를 압출하였다.

[0170] 구성요소 A 및 구성요소 B는 25/50/25 공급 블록 매니폴드를 사용하여 공압출되어 약 1.04 mm 두께의 비-가교 비-발포된 다층 시트를 생성하였다 (비-발포된 A 층은 두께가 약 0.26 및 0.28 mm이고, 비-발포된 B 층은 두께가 약 0.50 mm임). 도 3e는 비-발포된 다층 시트의 박형 슬라이스의 후면발광 확대 사진이다. 공압출 후, 시트를 45 kGy의 조사선량으로 전자 빔 방사선에 의해 가교시켰다. 또한, 노출이 시트 깊이 전반에 걸쳐 상당히 균일하도록 방사선 전압 (650 kv)을 선택하였다.

[0171] 가교 후, 시트를 양쪽 표면 상에서 약 450°F로 가열하여 평균 두께 2.05 mm 및 평균 전체 밀도 0.208 g/cm³의 다층 발포체 구조물을 수득하였고, 여기서 제1 및 제3 발포체 층 사이에 제2 재생 발포체 층이 개재되어 있다. 합쳐진 제1 및 제3 발포체 층은 두께가 약 1.06 mm (각각 약 0.53 mm)이었고, 제2 재생 발포체 층은 두께가 약 0.99 mm였다. 또한, 다층 발포체 구조물의 전체 평균 겔 분율 % (가교 %)는 43.2%였다. 도 3a 및 3b는 박형으로 슬라이싱된 실시예 3 발포체의 후면발광 확대 사진이다. 도 3c 및 3d는 박형으로 슬라이싱된 실시예 3 발포체의 전면발광 비-확대 사진이다.

[0172] **실시예 4 - A/B/A 물질 (여기서, A = 발포체 및 B = 재생 극저온 제분된 발포체 재료를 포함하는 발포체)**

[0173] 수지 (40 wt% 7250FL, 32.5 wt% 6232, 15 wt% 애드플렉스™ Q100F, 12.5 wt% LLP8501.67), 화학적 발포제 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.75% PPHR DVB), 항산화제 (5.0% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM1166)를 포함하는 구성요소 A (즉, 제1 및 제3 발포체 층 구성요소)를 제1 및 제3 압출기 내로 공급하였다. 제1 및 제3 압출기가 18.3 kW · hr/kg의 비에너지 및 172℃의 온도에서 구성요소 A를 압출하였다. 수지 (40 wt% 7250FL, 32.5 wt% 6232, 15 wt% 재생 가교된 발포체, 12.5 wt% LLP8501.67), 화학적 발포제 (7.5% PPHR ADCA), 가교 프로모터 (2.75% PPHR DVB), 항산화제 (5.0% PPHR PR023), 및 가공 조제 (2.0% PPHR TPM1166)를 포함하는 구성요소 B (즉, 제2 재생 발포체 층 구성요소)를 제2 압출기 내로 공급하였다. 제1 및 제3 압출기가 구성요소 A를 압출하는 동시에 제2 압출기가 17 kW · hr/kg의 비에너지 및 170℃의 온도에서 구성요소 B를 압출하였다.

[0174] 구성요소 A 및 구성요소 B는 25/50/25 공급 블록 매니폴드를 사용하여 공압출되어 약 1.11 mm 두께의 비-가교 비-발포된 다층 시트를 생성하였다 (비-발포된 A 층은 두께가 약 0.26 및 0.25 mm이고, 비-발포된 B 층은 두께가 약 0.60 mm임). 도 4c는 비-발포된 다층 시트의 박형 슬라이스의 후면발광 확대 사진이다. 공압출 후, 시트를 45 kGy의 조사선량으로 전자 빔 방사선에 의해 가교시켰다. 또한, 노출이 시트 깊이 전반에 걸쳐 상당히 균일하도록 방사선 전압 (650 kv)을 선택하였다.

[0175] 가교 후, 시트를 양쪽 표면 상에서 약 450°F로 가열하여 평균 두께 3.60 mm 및 평균 전체 밀도 0.130 g/cm³의 다층 발포체 구조물을 수득하였고, 여기서 제1 및 제3 발포체 층 사이에 제2 재생 발포체 층이 개재되어 있다. 합쳐진 제1 및 제3 발포체 층은 두께가 약 1.90 mm (각각 약 0.95 mm)이었고, 제2 재생 발포체 층은 두께가 약 1.70 mm였다. 또한, 다층 발포체 구조물의 전체 평균 겔 분율 % (가교 %)는 37.9%였다. 도 4a는 실시예 4 발포체의 후면발광 확대 사진이다. 도 4b는 실시예 4 발포체의 전면발광 비-확대 사진이다. 실시예 4에서, 재생 가교된 발포체 재료는 짙은 회색이었고, 이것이 중간 층이 더 어두운 이유임을 참고하기 바란다.

[0176] **압출 발포 대 압출에 이은 발포**

[0177] 압출 발포된 폴리에틸렌 시트 (글래든 캄파니(Gladon Company, 미국 위스콘신주 오크 크릭)로부터 상업적으로 입수가능한 0.025 내지 0.026 g/cm³의 풀 라이너(pool liner) 벽 발포체 ("38064 블루 글래든(blue Gladon)"))를, 본원에 개시된 방법에 의해 제조된 0.025 내지 0.026 g/cm³의 폴리에틸렌 발포체 시트 2개와 비교하였다. 제1 시트는 도레이 카부시키가이샤(Toray Industries, Inc, 일본 시가)에 의해 상업적으로 생산된 도레이 페프(Toraypef)® 40100-AG00이다. 40100-AG00는 방사선 가교된 시트를 열풍으로 가열함으로써 발포시켰다. 제2 시트는 도레이 플라스틱 (아메리카), 인크.(Toray Plastics (America), INC.)에 의해 생산된 도레이페프® 40064LCE-STD이다. 40064LCE-STD는 방사선 가교된 시트를 한쪽 표면 상에서는 용융 염에 의해 다른 쪽 표면 상에서는 방사 열에 의해 가열함으로써 발포시켰다. 이들 세 실시예의 표면 특징을 나노비아(Nanovea) ST400 3D 프로필로미터(Profilometer)를 사용하여 시험하였다. 프로브(probe) 사항 및 측정 파라미터는 하기 표 2 및 3에서 찾아볼 수 있다. 하기 표 4에 나타난 바와 같이, 가열 방법에 상관없이, 압출 발포된 재료 (38064 블루 글래든)는, 압출에 이어 발포된 시트 (40100-AG00 & 40064LCE-STD) (20.7 내지 65.2 μm의 평균 표면 조도 (Sa) 및 237 내지 592 μm의 최대 높이 (Sz)를 나타냄)보다 유의하게 더 조악 (83.9 μm의 평균 표면 조도 (Sa) 및 706 μm의 최대 높이 (가장 높은 봉우리와 가장 깊은 골짜기 간의 높이) (Sz)를 나타냄)하다.

[0178] 0.067 g/cm³의 화학적으로 가교된 폴리올레핀 발포체 시트 (트로셀렌 그룹 오브 캄파니스(Trocullen Group of Companies)에 의해 상업적으로 생산된 프로게임(ProGame)™ XC-컷(Cut) 7010)의 표면을, 본원에 개시된 방법에 의해 제조된 0.067 g/cm³의 물리적으로 가교된 폴리프로필렌/폴리에틸렌 블렌딩 발포체 시트 (도레이페프® 15030AC17-STD & 도라소프트(ToraSoft)® 15030SR18-STD) 2개와 비교하였다. 화학적으로 가교된 발포체 및 물리적으로 가교된 발포체 둘 모두 압출 후 공정으로 발포시켰다. 이들 세 실시예의 표면 특징을 나노비아 ST400 3D 프로필로미터를 사용하여 시험하였다. 프로브 사항 및 측정 파라미터는 하기 표 2 및 3에서 찾아볼 수 있다. 하기 표 4에 나타난 바와 같이, 화학적으로 가교된 발포체 (XC-컷 7010)는 89.5 μm의 평균 표면 조도 (Sa) 및 856 μm의 최대 높이 (Sz)를 나타내었다. 물리적으로 가교된 발포체는 7.63 내지 23.9 μm의 평균 표면 조도 (Sa) 및 81.0 내지 273 μm의 최대 높이 (Sz)를 나타내었다. 따라서, 물리적으로 가교된 발포체가 화학적으로 가교된 발포체에 비해 유의하게 더 평활한 표면을 나타낸다.

[0179] <표 2>

측정 범위	P1-OP400C	P1-OP1200C
Z 해상도 (nm)	12	25
Z 정확도 (nm)	60	200
측방향 해상도 (μm)	3.5	4.0

[0180]

[0181] <표 3>

	400100-AG00, 40064 LCE-STD, 15030AC17-STD, 15030SR18-STD	40064 LCE-STD 비-표지된 측면, 38064, XC-Cut 7010
프로브	P1-OP400C	P1-OP1200C
취득 속도	800-1850Hz	200-1500Hz
평균화	1	1
측정된 표면	10mm x 10mm	10mm x 10mm
단계 크기	10μm x 15μm	10μm x 15μm
측정 시간	00:49:23	01:31:45

[0182]

[0183] <표 4>

샘플	Sa (μm)	Sz (μm)
400100-AG00 표지된 측면	20.7	237
400100-AG00 비-표지된 측면	29.5	276
40064 LCE-STD 표지된 측면	22.8	281
40064 LCE-STD 비-표지된 측면	65.2	592
38064 블루 글래스	83.9	706
15030AC17-STD 표지된 측면	22.7	273
15030AC17-STD 비-표지된 측면	7.63	81.0
15030SR18-STD 표지된 측면	23.9	261
15030SR18-STD 비-표지된 측면	12.7	149
XC-Cut 7010 "15100"	89.5	856

[0184]

[0185] 시험 방법

[0186] 상기 실시예에서 다양한 특성은 하기 방법에 의해 측정하였다:

[0187] 압출기의 비에너지는 다음 식에 따라 계산할 수 있다:

$$\text{비에너지} = \frac{KW(\text{인가})}{\text{공급 속도} \left(\frac{kg}{hr} \right)}, \text{ 여기서}$$

$$KW(\text{인가}) = \frac{KW(\text{모터 정격}) * (\% \text{ 허용 최대값으로부터의 토크}) * RPM(\text{실제 가동 RPM})}{\text{최대 RPM (압출기의 성능)} * 0.97 (\text{기어박스 효율})}$$

[0188]

[0189] 일반적으로, 바람직한 비에너지 값은 적어도 0.090 kW · hr/kg, 바람직하게는 적어도 0.105 kW · hr/kg, 보다 바람직하게는 적어도 0.120 kW · hr/kg, 보다 더 바람직하게는 적어도 10 kW · hr/kg일 것이다.

[0190] 다층 발포체 구조물의 "밀도"는 JIS K6767에 따라, "코어" 밀도가 아닌 섹션 또는 "전체" 밀도를 사용하여 규정 및 측정될 수 있다. 일반적으로, 바람직한 밀도 값은 20 내지 250 kg/m³, 보다 바람직하게는 30 내지 125 kg/m³일 것이다.

[0191] 다층 발포체 구조물 표면의 "평균 표면 조도" 및 "최대 높이" (가장 높은 봉우리와 가장 깊은 골짜기 간의 높이)는 나노비아 3D 비-접촉 프로파일로미터를 사용하여 규정 및 측정될 수 있다. 평균 표면 조도 및 최대 높이를 측정하기 위한 프로브 사항 및 측정 파라미터는 표 2 및 3에서 찾아볼 수 있다. 제조된 발포체에 대한 평균 표면 조도는 약 80 μm 미만, 약 70 μm 미만, 약 50 μm 미만, 약 40 μm 미만, 약 30 μm 미만, 약 25 μm 미만, 약 20 μm 미만, 약 15 μm 미만, 및 약 10 μm 미만일 수 있다. 제조된 발포체의 표면에 대한 최대 높이는 약 700 μm 미만, 약 600 μm 미만, 약 300 μm 미만, 약 250 μm 미만, 약 200 μm 미만, 약 150 μm 미만, 및 100 μm 미만일 수 있다.

[0192] "가교"는 "도레이 겔 분율 방법"에 따라 측정될 수 있으며, 이 경우 비-가교된 구성요소를 용해시키는데 테트라린 용매가 사용된다. 원칙적으로, 비-가교된 재료를 테트라린 중에 용해시키고, 가교도는 가교된 재료의 중량%로서 표현된다. 중합체 가교 %를 결정하는데 사용되는 장치는 다음을 포함한다: 100 메쉬 (0.0045 인치 와이어 직경); 유형 304 스테인레스 스틸 백; 번호를 붙인 와이어 및 클립; 미야모토 항온 오일 배스 장치; 분석용 저울; 폼 후드; 가스 버너; 고온 오븐; 대전방지 건; 및 뚜껑이 있는 광구 스테인레스 스틸 용기 (3.5 리터) 3개. 사용되는 시약 및 재료는 테트라린 고분자량 용매, 아세톤, 및 실리콘 오일을 포함한다. 구체적으로, 빈 와이어 메쉬 백을 칭량하고, 중량을 기록한다. 각 샘플에 있어서, 약 100 밀리그램 ± 약 5 밀리그램의 샘플을 칭량하고, 와이어 메쉬 백으로 옮긴다. 전형적으로 발포체 절단물의 형태의 샘플 및 와이어 메쉬 백의 중량을 기록한다. 각각의 백을 상응하는 번호의 와이어 및 클립에 부착한다. 용매 온도가 130℃에 도달할 때, 다발 (백 및 샘플)을 용매 중에 침지시킨다. 샘플을 약 5 또는 6회 위 아래로 진탕하여 임의의 기포를 빼고 샘플을 완전 습윤시킨다. 샘플을 교반기에 부착하고, 용매가 발포체를 용해시킬 수 있도록 세 (3) 시간 동안 교반한다. 이어서, 샘플을 폼 후드 내에서 냉각시킨다. 샘플을 제1 아세톤 용기 내에서 약 7 또는 8회 위 아래로 진탕하여 세척한다. 샘플을 제2 아세톤 세척으로 재차 세척한다. 세척된 샘플을 상기와 같이 새로운 제3 아세톤 용기에서 한번 더 세척한다. 그런 다음, 샘플을 폼 후드에 매달아 약 1 내지 약 5분 동안 아세톤을 증발시킨다. 이어서, 샘플을 건조 오븐에서 약 1시간 동안 120℃에서 건조시킨다. 샘플을 최소 약 15분 동안 냉각시킨다. 와이어 메쉬 백을 분석용 저울 상에서 칭량하고, 중량을 기록한다. 이어서, 가교는 식 100*(C-A)/(B-A) (여기서, A = 빈 와이어 메쉬 백 중량; B = 와이어 백 중량 + 테트라린 중의 침지 전 발포체 샘플; 및 C = 와이어 백 중량 + 테트라린 중의 침지 후 용해된 샘플)을 사용하여 계산한다. 일반적으로, 바람직한 가교도 값은 20 내지 75%, 보다 바람직하게는 30 내지 60%일 수 있다.

[0193] 중합체에 대한 "용융 유동 지수" (MFI) 값은 2.16 kg 플런저를 사용하여 10분 동안 폴리에틸렌 및 폴리에틸렌 기반 재료의 경우 190℃에서 및 폴리프로필렌 및 폴리프로필렌 기반 재료의 경우 230℃에서 ASTM D1238에 따라 규정 및 측정될 수 있다. 시험 시간은 비교적 고 용융 유동 수지의 경우 감소될 수 있다.

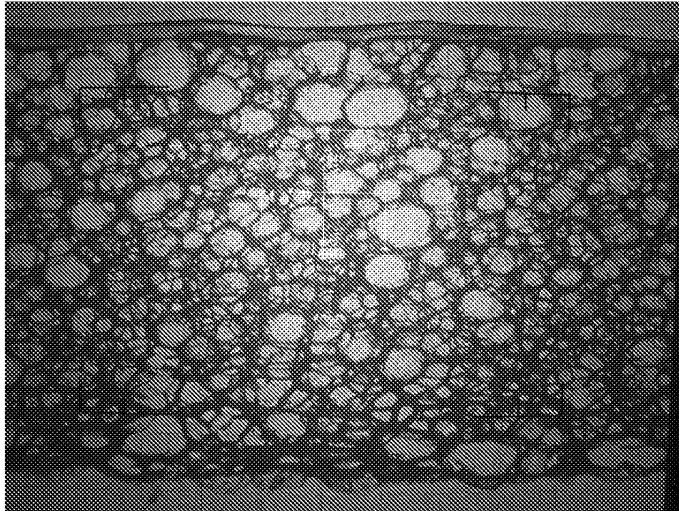
[0194] 본 출원에는 내용 및 도면에서 여러 수치 범위가 개시되어 있다. 본 발명은 개시된 수치 범위 전반에 걸쳐 실시될 수 있기 때문에, 비록 명세서에서 정확한 범위 제한이 글자 그대로 상술되어 있지 않더라도, 본래 개시된 수치 범위는 개시된 수치 범위 내의 임의의 범위 또는 값을 지지한다.

[0195] 상기 설명은 관련 기술분야의 통상의 기술자가 본 발명을 만들고 사용하는 것을 가능하게 하기 위해 제시되고, 특정 응용 및 그의 요건의 맥락에서 제공된다. 바람직한 실시양태에 대한 다양한 변경은 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 쉽게 명백할 것이고, 본원에 규정된 일반 원리는 본 발명의 취지 및 범주로부터 벗어남이 없이 다른 실시양태 및 응용에 적용될 수 있다. 이와 같이, 본 발명은 나타낸 실시양태에 제한되도록 의도되지 않으나, 본원에 개시된 원리 및 특징과 일관되는 가장 넓은 범주가 부여되어야 한다. 마지막으로, 여기서 본 출원

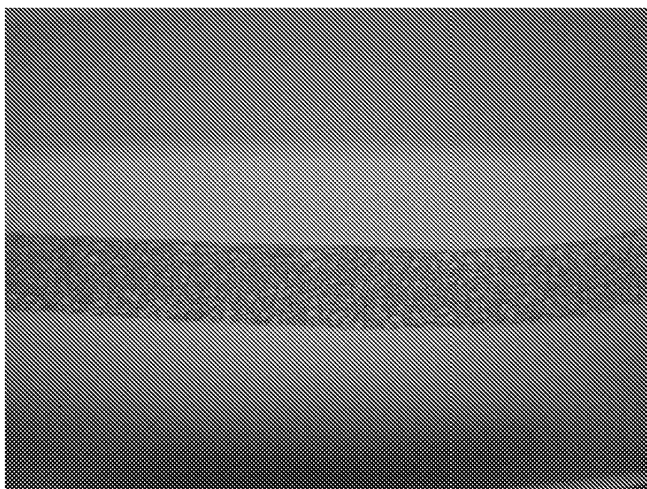
에 언급된 특허 및 간행물의 전체 개시내용은 본원에 참조로 포함된다.

도면

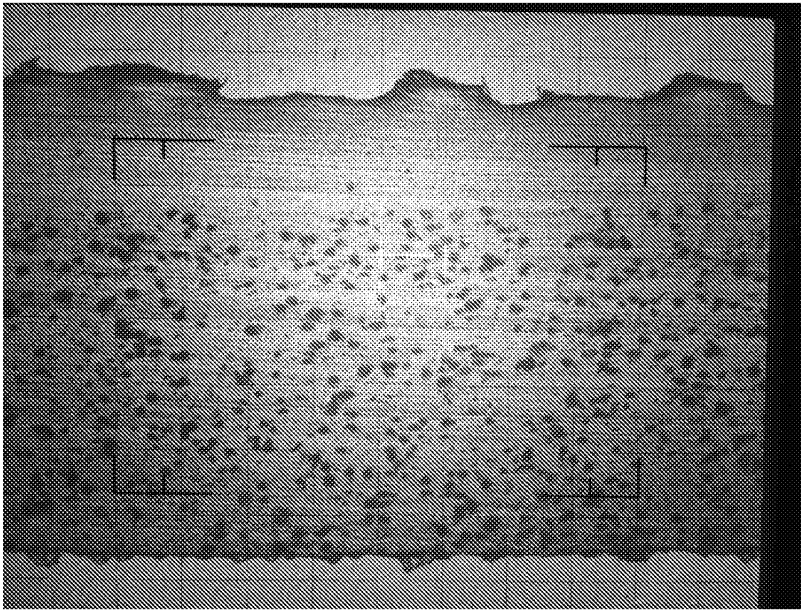
도면1a



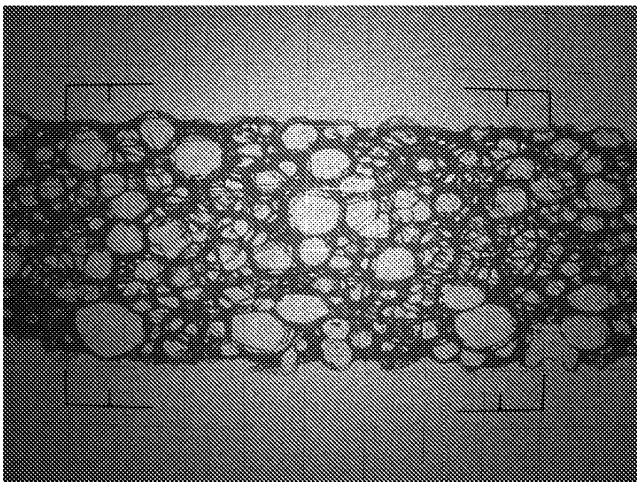
도면1b



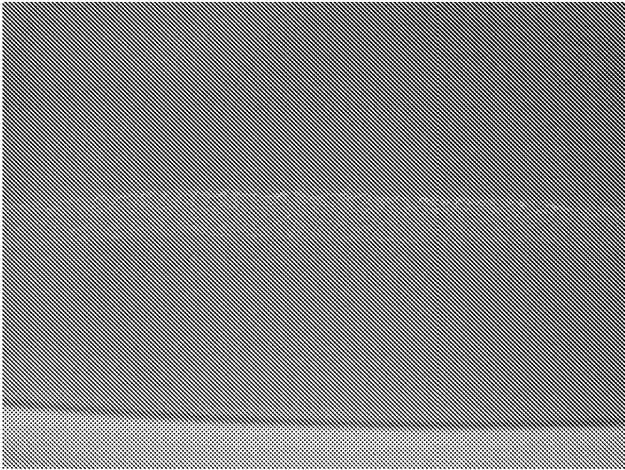
도면1c



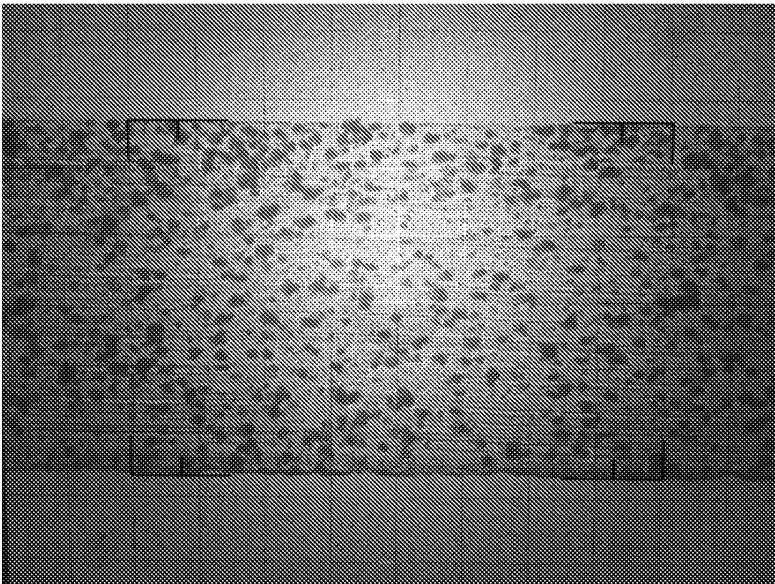
도면2a



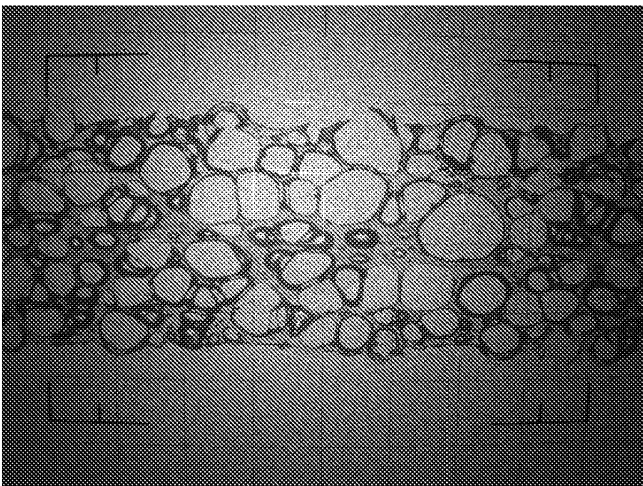
도면2b



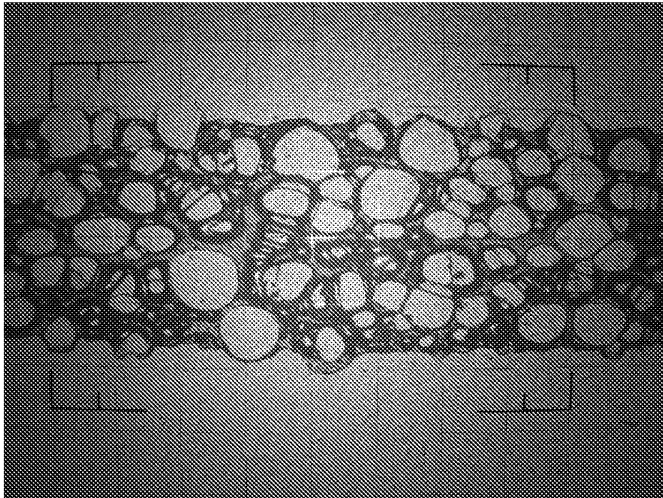
도면2c



도면3a



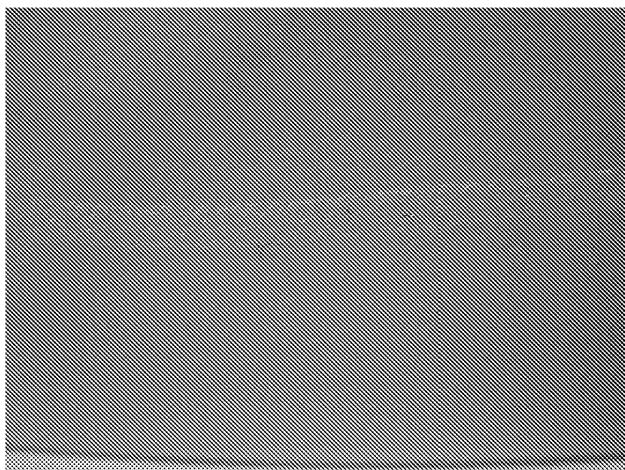
도면3b



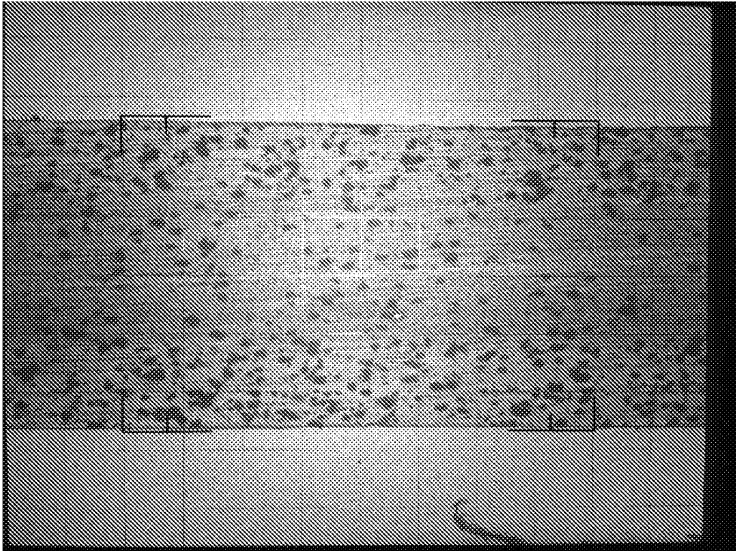
도면3c



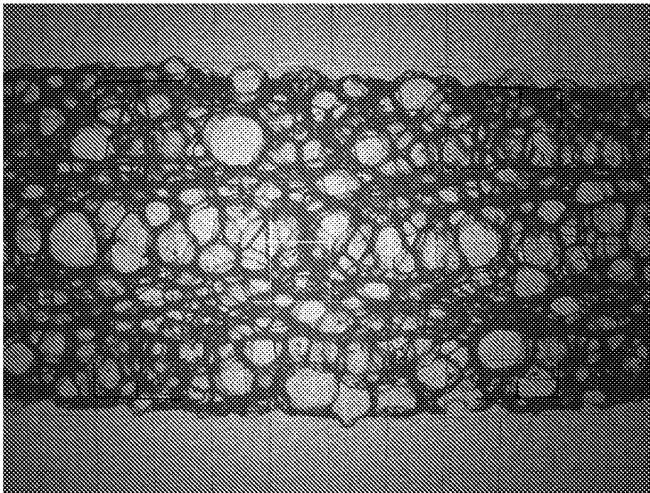
도면3d



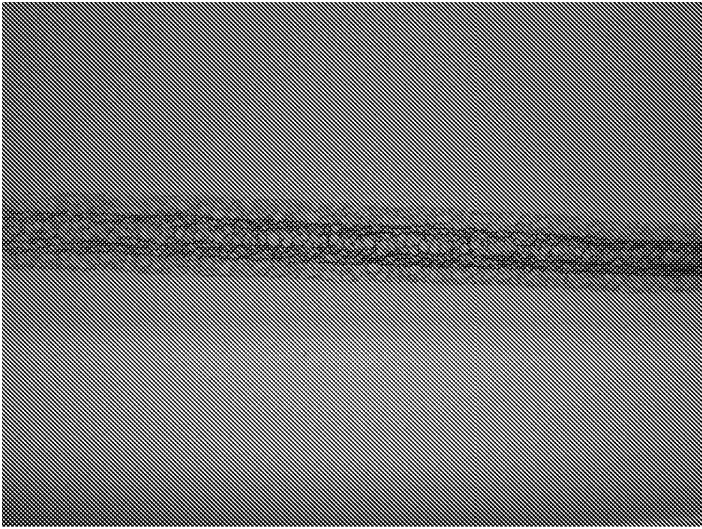
도면3e



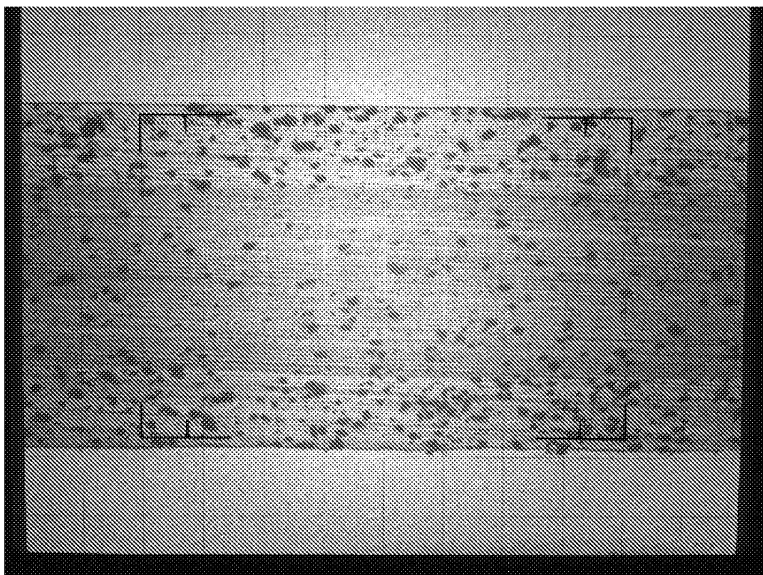
도면4a



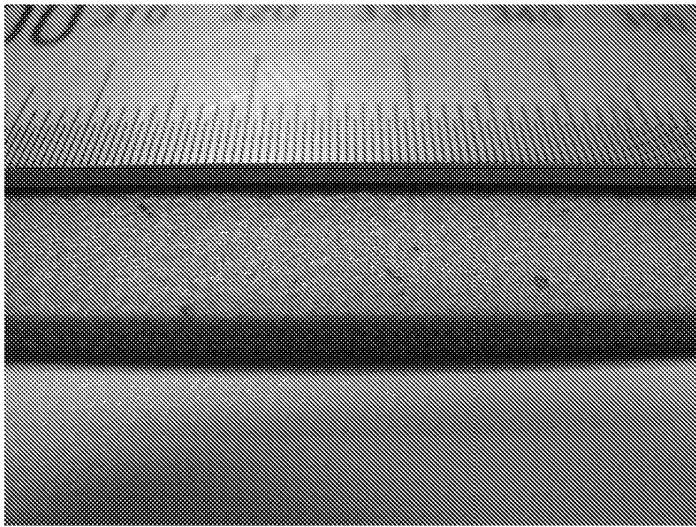
도면4b



도면4c



도면5a



도면5b

