

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)****(11) 공개번호** 10-2020-0044073  
**(43) 공개일자** 2020년04월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C08J 9/16 (2006.01) B29B 9/10 (2006.01)  
B29B 9/16 (2006.01) B29C 44/02 (2006.01)  
C08J 9/18 (2006.01) C08J 9/232 (2006.01)  
C08J 9/236 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C08J 9/16 (2013.01)  
B29B 9/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7008313  
(22) 출원일자(국제) 2018년08월20일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2020년03월20일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/072392  
(87) 국제공개번호 WO 2019/038213  
국제공개일자 2019년02월28일
- (30) 우선권주장  
17187663.4 2017년08월24일  
유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인  
에보닉 오퍼레이션스 게임베하  
독일 45128 에센 렐링하우저 슈트라쎬 1-11
- (72) 발명자  
트라쎬 크리스티안  
독일 95485 바르멘슈타이나흐 힌터가이어스베르크 9  
홀라인 데니스  
독일 65719 호프하임 암 타우누스 힌터가쎬 50아  
베른하르트 카이  
미국 06410 코네티컷주 체셔 윌링포드 로드 440
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 13 항

**(54) 발명의 명칭** 항공기 내부에서의 적용을 위한 PEI 입자 발포체**(57) 요약**

폴리에테리미드 (PEI)-기반 중합체 발포체는 항공 산업에 의해 요구되는 항공기 내부에 대한 법정 요구사항을 준수한다. 화재 거동, 매질에 대한 저항성 및 기계적 강도에 관한 요구사항은 특히 상당한 난제를 나타낸다. 적합한 중합체 발포체가 선행 기술에서 반마감된 생성물로서 제조된다. 성형된 부품으로의 후-가공은, 예를 들어 절삭 폐기물의 큰 부피로 인해 시간 및 물질 사용 면에서 비경제적이다. 본 발명은 원리적으로 적합한 물질이 입자-발포체 성형 부품으로 가공될 수 있다는 점에서 문제점을 해결한다. 상기 성형된 부품은 짧은 사이클 시간으로 후-가공 없이, 따라서 경제적으로 제조될 수 있다. 또한, 예컨대 삽입부의 직접 발포체 몰딩 등, 및 설계 자유성과 관련한 새로운 옵션이 기능 통합을 위해 제기된다.

(52) CPC특허분류

*B29B 9/12* (2013.01)  
*B29B 9/16* (2013.01)  
*B29C 44/02* (2013.01)  
*C08J 9/04* (2013.01)  
*C08J 9/18* (2013.01)  
*C08J 9/232* (2013.01)  
*C08J 9/236* (2013.01)  
*B29B 2009/166* (2013.01)  
*C08J 2379/08* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

항공기 구조물에서의 PEI 입자 발포체의 용도로서, 발포 PEI 가 180℃ 내지 215℃ 의 유리 전이 온도를 가지며 입자 발포체의 평균 셀 직경이 2 mm 미만인 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 80 내지 99.5 중량% 의 PEI, 0.5 내지 10 중량% 의 발포제 및 0 내지 10 중량% 의 첨가제로 이루어지는 조성물로부터 수득되는 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 첨가제가 난연제, 가소제, 안료, UV 안정화제, 조색제, 충격 개질제, 접착 촉진제, 리올로지 개질제, 사슬 연장제, 섬유 및/또는 나노입자인 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 발포제가 알코올, 케톤, 알칸, 알켄, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, 물, 에테르, 알데히드, 화학적 발포제 또는 이의 둘 이상의 혼합물을 포함하는 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 입자 발포체가 ISO1926 에 따른 0.5 MPa 초과인 인장 강도, ISO1926 에 따른 8% 내지 12% 의 과탄신율, ASTM C273 에 따른 실온에서의 8 MPa 초과인 전단 모듈러스, ASTM C273 에 따른 실온에서의 0.45 MPa 초과인 전단 저항, ISO 844 에 따른 실온에서의 13 MPa 초과인 압축 모듈러스, 및 ISO 844 에 따른 실온에서의 0.4 MPa 초과인 압축 강도를 갖는 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서, 입자 발포체가 항공기 내부에 설치되는 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 입자 발포체의 평균 셀 직경이 500 μm 미만인 것을 특징으로 하는, 입자 발포체의 용도.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 용도를 위한 PEI 입자 발포체의 제조 방법으로서, 80 내지 99.5 중량% 의 PEI, 0.5 내지 10 중량% 의 발포제 및 0 내지 10 중량% 의 첨가제로 이루어지는 조성물이 다공판을 갖는 압출기에 의해 가공되어 발포 펠렛이 수득되고, 여기서 흡입 구역과 스크류 팁 사이의 온도가 180℃ 내지 380℃ 범위 내에 있고, 다공판의 온도가 250℃ 내지 350℃ 이며, 다공판을 통한 배출시 용융 온도가 230℃ 내지 360℃ 인 것을 특징으로 하고, 발포 펠렛이 이후 추가로 발포되어 입자 발포체가 수득되는 것을 특징으로 하는, PEI 입자 발포체의 제조 방법.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 용도를 위한 PEI 입자 발포체의 제조 방법으로서, 90 내지 100 중량% 의 PEI 및 0 내지 10 중량% 의 첨가제로 이루어지는 조성물이 다공판을 갖는 압출기에 의해 가공되어 펠렛이 수득되고, 여기서 흡입 구역과 스크류 팁 사이의 온도가 180℃ 내지 380℃ 의 범위 내에 있고, 다공판의 온도가 300℃ 내지 350℃ 이며, 다공판을 통한 배출시 용융 온도가 250℃ 내지 360℃ 인 것을 특징으로 하고, 이후 펠렛에, 0.5 내지 10 중량% 의 발포제가 함유되는 방식으로 오토클레이브에서 발포제가 적재되는 것을 특징

으로 하며, 그런 다음 발포제-적재된 펠렛이 팽창에 의해 및/또는 200℃ 를 초과하는 온도로의 가열에 의해 발포되어 입자 발포체가 수득되는 것을 특징으로 하는, PEI 입자 발포체의 제조 방법.

**청구항 10**

제 8 항 또는 제 9 항에 따른 제조 방법에 의해 제조된 입자 발포체가 커버 물질에 접촉, 재봉 또는 용접되는 것을 특징으로 하는, 복합체 부품의 제조 방법.

**청구항 11**

제 8 항 또는 제 9 항에 따른 제조 방법에 의해 제조된 입자 발포체가 접촉제 본딩 또는 용접에 의해 접촉되는 방식으로 커버 물질의 존재 하에 발포되는 것을 특징으로 하는, 복합체 부품의 제조 방법.

**청구항 12**

제 8 항에 있어서, 압출기로부터 배출시 PEI 가 커버 물질을 임의로 함유하는 임의 가열된 몰드에 도입되고, 성형으로 발포되어 입자 발포체 또는 복합 물질이 수득되는 것을 특징으로 하는, PEI 입자 발포체의 제조 방법.

**청구항 13**

제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서, 삽입부 및/또는 채널이 발포 동안 입자 발포체에 혼입되는 것을 특징으로 하는, 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 폴리에테르이미드 (PEI) 기반의 중합체 발포체는 항공기 내부에 대해 항공 산업에 의해 요구되는 법률적 사양을 충족시킨다. 특히, 화재 특성에 대한 요구, 매질에 대한 안정성 및 기계적 특성이 큰 난제를 구성한다. 선행 기술에 따르면, 적합한 중합체 발포체는 반가감 생성물로서 제조된다. 성형 물품을 제공하기 위한 재가공은 예를 들어 다량의 절삭 폐기물에 의한 시간 및 재료 이용 면에 있어서 비경제적이다. 본 발명은, 원론적으로 적합한 물질이 입자 발포체 몰딩이 제공되도록 가공될 수 있다는 점에서 이러한 문제점을 해결한다. 이러한 몰딩은 짧은 사이클 시간으로 재가공 없이, 따라서 경제적으로 제조될 수 있다. 또한, 이는 예를 들어 발포체에서 삽입부 등의 직접 통합에 의해, 그리고 설계 면에서 자유성에 관해 기능 통합의 새로운 수단이 생기게 한다.

**배경 기술**

[0002] 항공 산업에서의 설비에 적합한 발포체 물질은 주지의 사실이다. 그러나, 이러한 목적을 위해 기재된 다수의 발포체는 순수 PMI (폴리메타크릴이미드), PPSU (폴리페닐렌 술폰) 또는 PES (폴리에테르 술폰) 단독으로 구성된다. 또한 문헌에서 발견되는 것은 PI (폴리아릴이미드) 이나, 이것은 독물학적 관점에서 적합하지 않다. 이러한 모든 물질은 블록 또는 슬랩 물질로서 지금까지 독점적으로 사용되고 있다.

[0003] 항공 산업에서의 설비에 대한 슬랩 물질로서 다른 물질은 또한 덜 상세히 기재되어 있다. 폴리(옥시-1,4-페닐술폰-1,4-페닐) (PESU) 는 이러한 물질의 예시이다. 이는 예를 들어, DIAB 에 의해 제품명 Divinycell F 로 시판된다. 그러나, 이러한 압출된 발포체 보드의 추가 가공에서, 비경제적으로 다량의 자투리 (offcut) 물질이 발생한다.

[0004] 3 차원 발포체 몰딩의 제조에서의 절삭 폐기물의 방지를 위한 경제적 방법은 슬랩스톡 (slabstock) 발포체보다는 발포체 입자 (비드 발포체) 의 사용이다. 선행 기술에 따라 이용가능한 모든 입자 발포체는 고온에서 사용하는 경우, 또는 전체적으로 최상이 아닌 기계적 특성 및 특히 고온에서 사용하는 경우, 결점을 갖는다. 또한, 매우 가연성이 아니어서, 예를 들어 도로, 레일 또는 항공 운송 수단의 내부에 설치를 위한 품질인 불과 소수의 발포체만이 현존한다. 예를 들어, 폴리프로필렌 (EPP), 폴리스티렌 (EPS), 열가소성 폴리우레탄 엘라스토머 (E-TPU) 또는 PMI (ROHACELL Triple F) 기반의 입자 발포체는 부적절한 난연성을 갖지만, 원론적으로 적합한 모든 본질적 난연성 중합체, 예를 들어 PES, PEI 또는 PPSU 가 단독으로 가공되어, 현 선행기술에 따른 슬랩스톡 발포체가 제공된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 선행 기술에 관해 본 발명에 의해 다루어지는 문제점은, 예를 들어 항공기 구조물에서 사용하기 위한 열가소성 또는 가교 외부층을 갖는 발포체 코어를 포함할 수 있는 신규한 발포체 또는 복합 물질의 제조를 위한 조성물을 제공하는 것이었다. 생성된 발포체는 운송 수단 및 항공기 구조물 분야에서의 수많은 적용을 위해 고온에서의 유용성, 특히 충분한 파단신율에 관해 양호한 기계적 특성, 및 적어도 충분한 난연성의 양호한 조합을 가질 것이다.
- [0006] 보다 특히, 발포체는 다양한 액체, 산성, 염기성 또는 소수성 액체에 관해, 그리고 유액에 관해 높은 안정성을 가질 것이다.
- [0007] 또한, 발포체는 매우 다양한 상이한 방법에 의해 및 광범위한 3 차원 형상으로 개발될 조성물로부터 실현가능해질 것이며, 만약 있다 해도, 매우 적은 자투리 물질만이 최종 성분의 제조에서 발생할 것이다.
- [0008] 이러한 목적을 위해 명시적으로 언급되는 일 없이, 추가의 분명하지 않은 문제점이 본 발명의 상세한 설명, 청구범위 또는 실시예로부터 명백할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상기 문제점은, 항공 산업, 특히 항공기 구조물에서 사용하기 위한 낮은 가연성의 열적으로 안정한 발포체 물질의 제조를 위한 신규한 조성물의 제공에 의해 해결된다. 발포체의 제조를 위한 이러한 발명적 조성물은 폴리에테리미드 (PEI) 기반의 입자 발포체를 포함하는 것을 특징으로 한다. 발포된 물질로서의, 본 발명에 따른 입자 발포체는 180°C 내지 215°C 의 유리 전이 온도를 가지며, 입자 발포체의 평균 셀 직경은 2 mm 미만, 바람직하게는 1 mm 미만, 보다 바람직하게는 500 μm 미만, 가장 바람직하게는 250 μm 미만이다.
- [0010] PEI 의 실제 유리 전이 온도가 215°C 내지 217°C 이며 따라서 물질이 예를 들어 수증 펠렛화에 의해 현 선행 기술에 따른 입자 발포체가 제공되도록 가공될 수 없으므로, 이것은 특히 놀라운 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0011] 본 발명에 따르면, 용어 "셀" 은 임의의 매트릭스 물질을 함유하지 않으나 적어도 부분적으로 그에 의해 둘러싸이는 발포체에서의 부위를 설명한다. 셀은 여기서 기공으로서도 지칭된다. 이상적으로, 강성 발포체에서, 이러한 기공 또는 셀은 밀폐되며, 이는 셀이 발포체의 매트릭스 물질에 의해 완전히 둘러싸이는 것을 의미한다. 연성 발포체의 경우, 개방된 셀이 적어도 어느 정도로 존재한다. 그럼에도 불구하고, 이들은 불완전한 벽 또는 극단적인 경우 바 (bar) 의 배열을 통해 개별 셀로서 확인될 수 있다. 따라서, 이러한 개방된 셀의 크기를 결정할 수도 있다. 셀의 크기는 많은 경우에 간단한 방식으로, 예를 들어 현미경의 도움으로 측정될 수 있다. 이러한 인자를 또한 고려하여, 당업자는 발포체에서 최대 셀 크기를 준수할 수 있다.
- [0012] 발포체 입자는 본 발명에 따라 개별 미발포 또는 사전발포 입자의 발포에 의해 규정된 입자 발포체에서의 부위를 의미하는 것으로 이해된다. 서로 결합된 개별 발포체 입자 사이의 경계선은 광학 현미경 하에 측정되거나 육안으로 용이하게 관찰될 수 있다. 이는 2 개 발포체 입자 사이의 경계선이 용이하게 분명할 때 특히 적용가능하다. 그러나 반드시 그럴 필요는 없으므로, 본 발명은 단순화된 방법을 이용하며: 이를 위해, 발포체 입자의 이론적 평균 직경을 미발포 입자의 직경, 미발포 입자의 총 부피 및 마감 발포체 부품의 부피로부터 간단한 방식으로 계산한다. 당업자는 입자 발포체의 경우, 발포체 입자의 규칙적 크기 분포가, 발포체 부품의 가장자리 부위에서만 작은 편차가 발생하는 방식으로 달성될 수 있다는 것을 인지한다. 개별 발포체 입자 사이의 겹의 부피 비율이, 마감 발포체 부품의 부피 측정에서 거의 드러나지 않도록 작다는 것은 본 발명의 추가 이점이다. 바람직하게는, 마감 발포체에서의 이러한 발포체 입자는 1 cm 보다 작고, 보다 바람직하게는 0.7 cm 보다 작다.
- [0013] 본 발명에 따르면, 보고되는 유리 전이 온도는 다르게 언급되지 않는 한, DSC (시차 주사 열량계) 에 의해 측정된다. 이와 관련하여, 당업자는 물질의 최고 유리 전이 또는 용융 온도보다 최소 25°C 높지만 물질의 최저 파괴 온도보다 적어도 20°C 낮은 온도까지 제 1 가열 사이클 후, 물질 샘플이 이 온도에서 적어도 2 분 동안 유지되는 경우에만 DSC 가 충분히 결정적이라는 것을 인지하고 있다. 그 후, 샘플은 측정할 최저 유리 전이 또는 용융 온도보다 적어도 20°C 낮은 온도까지 다시 냉각되며, 이때 냉각 속도는 20°C/분 이하, 바람직하게는

10℃/분 이하여야 한다. 수 분의 추가 대기 시간 후, 실제 측정이 이루어지며, 샘플을 일반적으로 10℃/분 이하의 가열 속도로 최고 용융 또는 유리 전이 온도보다 적어도 20℃ 높은 온도까지 가열한다.

- [0014] 바람직하게는, 본 발명의 제 1 대안적 구현예에서, 입자 발포체의 제조를 위한 발명적 조성물은 80 내지 99.5 중량%의 PEI로 이루어진다. 또한, 이러한 조성물은 0.5 내지 10 중량%, 바람직하게는 1 내지 9 중량%의 발포제 (blowing agent)를 포함한다. 이는 그 중에서도, 0 내지 10 중량%, 바람직하게는 1 내지 5 중량%의 첨가제를 추가로 함유할 수 있다.
- [0015] 첨가제는 특히 난연제, 가소제, 안료, UV 안정화제, 조핵제, 충격 개질제, 접착 촉진제, 리올로지 개질제 (rheology modifier), 사슬 연장제, 섬유 및/또는 나노입자일 수 있다.
- [0016] 사용된 난연제는 일반적으로 인 화합물, 특히 포스페이트, 포스핀 또는 포스파이트이다. 적합한 UV 안정화제 및/또는 UV 흡수제는 기술 분야에서의 일반적 주지의 사실이다. HALS 화합물, Tinuvsins 또는 트리아졸이 일반적으로 이러한 목적을 위해 사용된다. 사용된 충격 개질제는 일반적으로 엘라스토머 및/또는 연질/가요성 상 (phase)을 포함하는 중합체 비드이다. 이러한 중합체 비드는 종종, 겨우 약하게 가교되며 순수하게 중합체로서 PEI와 적어도 최소의 혼화성을 나타내는 외부 셸을 갖는 코어-(셸-)셸 비드를 포함한다. 임의의 공지된 안료가 원칙적으로 이용가능하다. 특히 다수량의 경우, 0.1 중량% 초과 양으로 이용되는 다른 모든 첨가제와 같이, 발포 공정에 대한 그의 영향에 대해 시험이 물론 필요하다. 이는 당업자가 수행하기에 매우 부담스러운 것은 아니다.
- [0017] 적합한 가소제, 리올로지 개질제 및 사슬 연장제는 시팅 (sheeting), 멤브레인 또는 몰딩을 PEI, 또는 PEI를 포함하는 블렌드로부터 제조하는 기술 분야에서 일반적 주지의 사실이며, 따라서 최소의 비용 및 불편함으로, 본 발명에 따른 조성물로부터의 발포체의 제조로 옮겨질 수 있다.
- [0018] 임의로 첨가된 섬유는 중합체 조성물에 대한 첨가를 위해 일반적으로 공지된 섬유성 물질이다. 본 발명의 특히 적합한 구현예에서, 섬유는 PEI 섬유, PES 섬유, PPSU 섬유 또는 블렌드 섬유이며, 후자는 언급된 중합체에서 선택된다.
- [0019] 예를 들어 튜브, 판 (platelet), 막대, 구체의 형태, 또는 다른 공지된 형태의 나노입자는 일반적으로 무기 물질이다. 이들은 동시에 최종 발포체에서 다양한 기능을 수행할 수 있다. 이것은 이러한 입자가 발포 공정에서 부분적으로 조핵제로서 작용하기 때문이다. 입자는 발포체의 (기체) 확산 특성 뿐만 아니라 기계적 특성에 더 영향을 줄 수 있다. 입자는 또한 낮은 가연성에 추가적으로 기여한다.
- [0020] 언급된 나노입자 외에, 마이크로입자 또는 매우 비혼화성, 상-분리 중합체가 또한 조핵제로서 포함될 수 있다. 조성물 중 조핵제의 맥락에서, 기재된 중합체는 다른 조핵제와 별도로 생각되어야 하는데, 이들이 발포체의 기계적 특성, 조성물의 용융 점도, 및 그에 따라 발포 조건에 영향을 주로 미치기 때문이다. 조핵제로서 상-분리 중합체의 추가적인 효과는 이러한 성분의 추가적인 원하는 효과이지만, 이러한 경우 주요 효과는 아니다. 따라서, 이러한 추가적인 중합체는 다른 첨가제와 별도로 전체 균형에서 추가로 열거된다.
- [0021] 또한 임의로는, 물리적 특성의 조정을 위해 첨가제가 9 중량% 이하의 추가 중합체 성분을 포함할 수 있다. 추가 중합체는 예를 들어 폴리아미드, 폴리올레핀, 특히 PP, 폴리에스테르, 특히 PET, 황-기반 중합체, 예를 들어 PSU, PPSU, PES 또는 폴리(메트)아크릴아미드일 수 있다.
- [0022] 발포제의 선택은 상대적으로 자유로우며, 당업자는 특히 선택된 발포 방법, 중합체에서의 그의 가용성 및 발포 온도에 의해 결정한다. 적합한 예는 알코올, 예를 들어 이소프로판올 또는 부탄올, 케톤, 예컨대 아세톤 또는 메틸 에틸 케톤, 알칸, 예컨대 이소부탄, n-부탄, 이소펜탄, n-펜탄, 헥산, 헵탄 또는 옥탄, 알켄, 예를 들어 펜텐, 헥센, 헵텐 또는 옥텐, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, 물, 에테르, 예를 들어 디에틸 에테르, 알데히드, 예를 들어 포름알데히드 또는 프로판알, 히드로(클로로)플루오로카본, 화학적 발포제 또는 이의 둘 이상의 혼합물이다.
- [0023] 화학적 발포제는 발포 조건 하에 분해를 거쳐 분해시 실제 발포체를 형성하는 상대적 또는 완전한 비휘발성 물질이다. tert-부탄올은, 발포 조건 하에 이소부텐 및 물을 형성하는 이의 매우 간단한 예이다. 추가 예는 NaHCO<sub>3</sub>, 시트르산, 시트르산 유도체, 아조디카르보아미드 (ADC) 및/또는 이를 기반으로 하는 화합물, 톨루엔 술폰닐히드라진 (TSH), 옥시비스(벤조술포히드로아지드) (OBSh) 또는 5-페닐테트라졸 (5-PT)이다.
- [0024] 바람직하게는, 본 발명에 따른 입자 발포체는 ISO1926에 따른 0.5 MPa 초과 인장 강도, ISO1926에 따른 8% 내지 12%의 파단신율, ASTM C273에 따른 실온에서의 8 MPa 초과 전단 모듈러스, ASTM C273에 따른 실온에서의 0.45 MPa 초과 전단 저항, ISO 844에 따른 실온에서의 13 MPa 초과 압축 모듈러스, 및 ISO 844에

따른 실온에서의 0.4 MPa 초과 압축 강도를 갖는다. 입자 발포체의 제조를 위해 하기 기재된 방법을 이용하는 경우, 본 발명에 따른 셀 크기 및 유리 전이 온도를 유지하면서 기계적 특성을 준수하는 것은 당업자에게 간단한 사안이다. 또한 놀랍게도 본 발명에 따른 입자 발포체가, 항공 산업에서 항공기의 내부에서 사용하기 위해 특히 중요한 것인, FAR 25.852 에 따른 화재 보호 사양 또는 화재 특성이 충족되어 사용가능하다는 것이 발견되었다.

[0025] 항공기 내부에서 사용하기 위한 전제 조건인 필요한 모든 물질 특성이 본 발명에 따른 입자 발포체 뿐만 아니라 상응하는 슬랩 형태의 발포체에 의해 충족된다는 것은 또한 매우 놀라운 것이다. 예를 들어 PMI 에 대해, 슬랩스톡 발포체로 구성된 폴리메타크릴아미드 시트 물질에 대해 조건이 충족되는 반면, 입자 발포체가 종종 슬랩스톡 발포체보다 더 불량한 기계적 특성을 가지므로, 이러한 관계는 존재하지 않는다. 슬랩스톡 발포체와 반대로, 이러한 종류의 입자 발포체가, 있다 해도, 유의한 세포 배향을 갖지 않는다는 특히 놀라운 이점이 추가적으로 발견되었다. 이는 많은 경우에 입자 발포체에 유리한 등방성 기계적 특성을 초래하는 반면, 상응하는 슬랩스톡 발포체는, 하나의 구역 및 이 구역에 대해 직각인 축에 있어서 상이하다는 점에서 종종 이방성 기계적 특성을 갖는다. 특이적 용도에 따르면, 등방성 기계적 특성은 특히 상이한 방향으로부터의 균일한 압축 응력이 존재할 때, 꽤 유리할 수 있는 가능성이 있다.

[0026] 바람직하게는, 본 발명에 따른 발포체는 1% 내지 98%, 바람직하게는 50% 내지 97%, 보다 바람직하게는 70% 내지 95% 의, 미발포 물질에 대한 밀도 감소에 이르는 발포도를 갖는다. 발포체는 바람직하게는 20 내지 1000 kg/m<sup>3</sup>, 바람직하게는 40 내지 250 kg/m<sup>3</sup>, 특히 바람직하게는 50 내지 150 kg/m<sup>3</sup> 의 밀도를 갖는다.

[0027] 본 발명에 따른 입자 발포체 뿐만 아니라, 이의 제조 방법은 또한 본 발명의 일부이다.

[0028] 원칙적으로, 본 발명에 따른 PEI 입자 발포체의 제조를 위한 2 가지 바람직한 방법이 존재한다. 제 1 방법 변형에서, 80 내지 99.5 중량% 의 PEI, 0.5 내지 10 중량% 의 발포제 및 0 내지 10 중량% 의 첨가제로 이루어지는 조성물은 다공판을 갖는 압출기에 의해 가공되어 발포된 또는 발포가능한 펠렛이 수득된다. 흡입 구역과 스크류 팁 사이의 온도는 바람직하게는 320°C 내지 400°C 의 범위 내에 있다. 또한, 통상 이러한 거리에 걸쳐 균일한 온도가 존재하지 않으나, 대신, 예를 들어 중합체 용융물의 이송 방향으로 온도가 증가하는 구배가 존재한다. 다공판의 온도는 250°C 내지 350°C 이며, 다공판을 통한 배출시 용융 온도는 230°C 내지 360°C 이다. 발포제의 적재는 일반적으로 압출기에서 실행된다. 그런 다음, 수중 펠렛화에서의 압력이 발포제의 팽창력보다 낮은 경우, 펠렛이 다공판으로부터 배출될 때 발포된다. 이에 따라 발포된 펠렛은 바람직하게는 입자 발포체가 수득되도록 추가 가공된다.

[0029] 이러한 구현예의 한 변형에서, 압출기로부터 배출시 조성물은 수중 펠렛화기로 유도될 수 있다. 이러한 수중 펠렛화기는 발포가 방지되는 온도 및 압력의 조합을 갖도록 설계된다. 이러한 절차는 발포제가 적재된 펠렛 물질을 제공하며, 이는 이후 재개된 에너지 공급에 의해 원하는 밀도로 팽창될 수 있고/있거나 선택적 물딩에 의해 비드 발포체 가공물 (workpiece) 로 추가 가공될 수 있다. 사전발포에 필요한 에너지 투입은 접촉 가열에 의해, 예를 들어 공기 순환 오븐에서, 또는 IR 또는 마이크로파 방사선에 의한 방사선-기반 방식으로 실행될 수 있다.

[0030] PEI 입자 발포체 제조를 위한 제 2 방법 변형에서, 90 내지 100 중량% 의 PEI 및 0 내지 10 중량% 의 첨가제로 이루어지는 조성물은 마찬가지로 처음에는 다공판을 갖는 압출기에 의해 가공되나, 발포제가 적재되지 않는다. 또한 여기서, 흡입 구역과 스크류 팁 사이의 - 반드시 다시 균일하지는 않는 - 온도는 320°C 내지 400°C 의 범위 내에 있다. 다공판의 온도는 마찬가지로 250°C 내지 350°C 이고, 다공판을 통한 배출시 용융 온도는 230°C 내지 360°C 이다. 여기서, 펠렛에는 이후, 0.5 내지 10 중량% 의 발포제를 함유하는 방식으로 오토클레이브에서 발포제가 적재된다. 그런 다음, 발포제-적재된 펠렛은 팽창에 의해 및/또는 200°C 를 초과하는 온도로의 가열에 의해 발포되어, 입자 발포체가 수득될 수 있다.

[0031] 실제 발포와 관련하여, 특히 열가소성 발포체에 대한 방법에 관하여 본 조성물에 적용가능한, 중합체 조성물을 발포시키는 각종 방법은 원리적으로 당업자에게 공지되어 있다. 예를 들어, 조성물은 150°C 내지 250°C 의 온도 및 0.1 내지 2 bar 의 압력에서 발포될 수 있다. 바람직하게는, 실제 발포는, 압출 후 이어지지 않는 경우, 표준 압력 분위기에서 180°C 내지 230°C 의 온도에서 실행된다.

[0032] 발포제로 이후 적재하는 변형에서, 여전히 발포제가 없는 조성물은 예를 들어 20°C 내지 120°C 의 온도 및 예를 들어 30 내지 100 bar 의 압력에서 오토클레이브에서 발포제와 혼화되고, 이후 압력을 감소시키고 발포 온도로 온도를 상승시킴으로써 오토클레이브 내부에서 팽창된다. 대안적으로, 발포제와 혼화된 조성물은 오토클레

이브에서 냉각되고 냉각 후 탈오토클레이브된다. 그런 다음, 조성물은 발포 온도로의 가열에 의해 차후에 팽창가능하다. 이는 또한 예를 들어, 추가 몰딩 하에, 또는 삽입부 또는 대면층 (facing layer) 과 같은 다른 요소와 조합으로 일어날 수 있다.

- [0033] 보다 바람직하게는, 제조된 입자 발포체 - 사용된 방법에 관계없이 - 는 이후에 커버 물질에 접착제-본딩, 재봉 또는 용접된다. 여기서 "용접" 은 성분의 가열이 예를 들어 커버 물질로 발포체 표면에서의 개방된 기공을 부분적으로 충전시킴으로써 물질 사이의 화합 또는 접착을 초래한다는 것을 의미한다.
- [0034] 커버 물질은 목재, 금속, 장식 필름, 복합 물질, 프리프레그 (prepreg) 또는 다른 공지된 물질을 포함할 수 있다.
- [0035] 사용된 물질의 차후 발포의 경우, 예를 들어 오토클레이브에서 발포제로 적재 후, 제조된 입자 발포체는 대안적으로, 접착제 본딩 또는 용접에 의해 이에 접착되도록 커버 물질의 존재 하에 발포될 수도 있다.
- [0036] 발포제 적재가 압출기에서 실행되는 방법 변형에서, PEI 는 대안적으로, 압출기로부터 배출시 커버 물질을 임의로 함유하는 임의 가열된 몰드에 적용될 수도 있다. 이러한 경우, 발포가 성형으로 실행되어 입자 발포체 또는 복합 물질이 수득된다. 대안적으로, 조성물은 압출기로부터 배출시 발포체 분무 장치에 유도될 수 있다. 이러한 장치에서, 팽창이 몰딩 하에 직접 수행된다.
- [0037] 사용된 변형에 관계없이, 입자 발포체 또는 복합 물질에는 발포 동안 삽입부가 제공될 수 있고/있거나 채널이 입자 발포체에 혼입될 수 있다.
- [0038] 본 발명에 따른 발포체, 또는 본 발명에 따른 방법에 의해 제조된 발포체는 우주선 또는 항공기의 구조물에서, 특히 이의 내부 또는 외부에서 사용된다. 이는 본 발명에 따른 방법에 의해 제조되었거나 제조되지 않은 입자 발포체, 및 마찬가지로 그로부터 실현된 복합 물질을 포함할 수 있다. 보다 특히, 이의 낮은 가연성으로 인해, 본 발명의 발포체는 또한 이러한 운송 수단의 내부에 설치될 수 있다.
- [0039] 보다 특히, 순수 PEI 입자 발포체는 특히 항공기 내부에 설치하기에 적합하다. 항공기는 특히, 제트기 또는 소형 항공기 뿐만 아니라 헬리콥터 또는 심지어 우주선을 포함한다. 이러한 항공기 내부의 설비의 예는 예를 들어, 여객기에서의 좌석 뒷면의 접을 수 있는 평판, 좌석 또는 내부 파티션의 충전재 (filling), 및 또한 예를 들어 내부 문이다.
- [0040] PEI 함유 블랜드를 기반으로 하는 입자 발포체는 추가적으로 또한 항공기 외부에서의 설치에도 적합하다. "외부" 는 항공기의 외부 스킨 (skin) 에서의 충전재 뿐만 아니라 특히 항공기 기수 (nose), 꼬리 부위, 날개, 외부 문, 조종면 (control surface) 또는 로터 블레이드에서의 충전재를 의미한다.