



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월27일
(11) 등록번호 10-1404591
(24) 등록일자 2014년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F41H 1/02 (2006.01) B32B 17/04 (2006.01)
B32B 27/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0140919
(22) 출원일자 2012년12월06일
심사청구일자 2012년12월06일
(56) 선행기술조사문헌
W02004103231 A1*
EP02324910 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
(72) 발명자
유의상
경기 고양시 덕양구 화중로 164, 542동 202호 (화정동, 은빛마을5단지아파트)
김주혜
서울 강남구 헌릉로590길 11, 307동 204호 (세곡동, 리엔파크3단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박용순, 김인한, 김희곤

전체 청구항 수 : 총 12 항

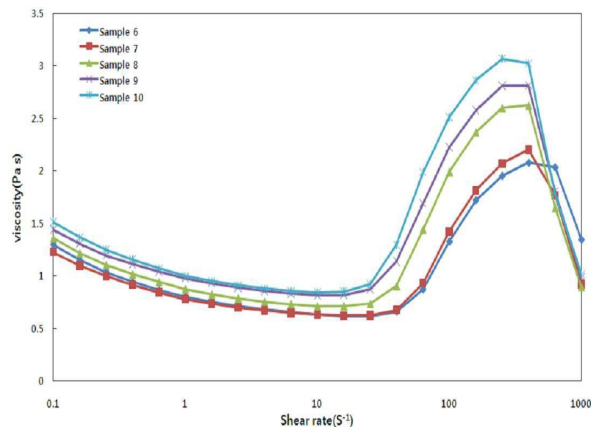
심사관 : 정아람

(54) 발명의 명칭 전단농화유체 및 이를 포함하는 방탄재

(57) 요약

본 발명은 전단농화유체 및 이를 포함하는 방탄재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전단농화유체에 포함되는 분산유체로서 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 사용함으로써, 유체의 특성을 유지하면서 전단농화현상 시 전단응력에 의한 에너지 흡수를 극대화할 수 있는 전단농화유체, 이를 포함하는 방탄재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

정원영

경기 군포시 고산로 596-15, 1023동 201호 (산본동, 주몽마을대림아파트)

이현경

경기 수원시 영통구 산남로 104, (매탄동)

권남희

서울 서초구 방배중앙로13길 7, 201호 (방배동)

권미연

경기 안양시 동안구 경수대로 430, 111동 1403호 (호계동, 호계e-편한세상아파트)

임대영

경기 용인시 기흥구 동백4로 72, 4001동 2004호 (중동, 어은목마을한라비발디)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 E0-12-0005

부처명 기획재정부

연구사업명 기관고유임무형사업 (세부사업:대표과제)

연구과제명 나노융합 3-D 입체 섬유기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국생산기술연구원

연구기간 2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

무기 입자 및 분산유체를 포함하며,

상기 분산유체는 분자량이 200 ~ 600인 저분자량 성분 및 분자량이 1000 ~ 8000인 고분자량 성분의 혼합유체이고,

상기 분산유체는 저분자량 성분 80 ~ 95 중량% 및 고분자량 성분 5 ~ 20 중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분산유체는 폴리에틸렌글리콜(PEG)인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분산유체는 분자량이 200인 저분자량 성분 및 분자량이 1000, 2000 또는 4000인 고분자량 성분의 혼합유체인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 무기 입자는 실리카, 이산화티탄 및 나노 카본튜브 중에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 무기 입자는 실리카인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 무기 입자는 옴드 실리카 및 구형 실리카를 포함하는 2종의 실리카인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전단농화유체는 무기 입자 10 ~ 90 중량% 및 분산유체 10 ~ 90 중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 전단농화유체는 분산제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 분산제는 에탄올 및 메탄올 중에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 전단농화유체.

청구항 12

고강력 원사로 이루어진 섬유체, 및 상기 섬유체에 함침된 제1항, 제2항, 제4항, 제6항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 포함하는 방탄재.

청구항 13

분산유체로서 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 제조하는 단계;

상기 분산유체 및 무기 입자를 교반하여 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 제조하는 단계; 및

상기 전단농화유체를 고강력 원사로 이루어진 섬유체에 함침하는 단계;

를 포함하고,

상기 분산유체는 분자량이 200 ~ 600인 저분자량 성분 및 분자량이 1000 ~ 8000인 고분자량 성분의 혼합유체이고,

상기 분산유체는 저분자량 성분 80 ~ 95 중량% 및 고분자량 성분 5 ~ 20 중량%를 포함하는 방탄재의 제조방법.

청구항 14

제12항에 따른 방탄재를 이용하여 제조되는 것을 특징으로 하는 방탄복.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 전단농화유체 및 이를 포함하는 방탄재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전단농화유체에 포함되는 분산유체로서 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 사용함으로써, 유체의 특성을 유지하면서 전단농화현상시 전단응력에 의한 에너지 흡수를 극대화할 수 있는 전단농화유체, 이를 포함하는 방탄재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

- [0002] 본 발명을 지원한 국가연구개발사업
- [0003] 과제고유번호: E0-12-0005
- [0004] 관계부처명: 기획재정부
- [0005] 연구사업명: 기관고유임무형사업 (세부사업: 대표과제)
- [0006] 연구과제명: 나노융합 3-D 입체 섬유기술 개발
- [0007] 주관기관: 한국생산기술연구원
- [0008] 연구기간: 2012년 01월 01일 ~ 2012년 12월 31일

배경 기술

- [0009] 방탄재를 이용한 제품 중 하나인 방탄복은 총탄으로부터 사람을 보호하는 옷으로서 우선 무게가 가벼워야 하고, 우수한 사격 및 열 충격 저항능력을 가져야 하며, 구조적 변형이 작아야 하고, 통풍성이 좋아야 한다. 따라서 방탄복 등에 포함되는 섬유는 고강력, 고탄성, 고내열, 저비중, 고통풍성의 섬유가 사용되고 있다.
- [0010] 이러한 방탄복 등에 이용되는 방탄재에는 종래 고강도 폴리에틸렌 시트가 널리 사용되어 왔으나 제조원가가 비싸고 제조가 어려운 문제가 있어, 또 다른 종류로서 세라믹 판과 아라미드 직물을 여러 매로 적층시킨 아라미드 직물 적층체가 널리 사용되어 왔다. 최근에는 또 다른 방탄재로서 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)가 함침된 아라미드 직물이 여러 매 겹쳐져 있는 아라미드 직물 적층체가 사용되고 있다.
- [0011] 일반적으로 전단농화유체란 유체에 전단응력(Shear stress)또는 전단속도(Shear rate)가 가해졌을 때 초기에는 전단담화(Shear thinning)현상을 보이다가 임계전단속도에 도달하게 되면 점도가 급격히 증가하면서 전단농화(Shear thickening)현상을 보이는 비뉴턴 유체를 말한다(도 1 참조). 상기 전단농화유체는 액상 분산매에 고체 입자가 분산되어 있는 콜로이드와 같은 현탁액 형태이다. 구체적으로, 도 1에서 입자상은 무기 입자(예컨대, 실리카 입자)를 나타내며, 그 빈 공간을 분산유체(예컨대, 폴리에틸렌글리콜)가 채우고 있는 형태이다.
- [0012] 이러한 전단농화유체를 섬유에 함침하는 경우, 전단농화유체는 총탄 등으로 외부에서 급격한 충격이 가해지면 액상에서 고상으로 상변화가 일어나 딱딱해지면서 외부충격이 내부로 침투하는 것을 방지하는 역할을 수행한다. 그 결과 전단농화유체는 탄환 등의 충격으로부터 신체를 보호할 수 있는 방탄 내지 방검 효과를 발휘하게 된다.
- [0013] 종래 실리카 입자와 분산유체를 함유하는 전단농화유체의 경우 분산유체로는 주로 친수성의 폴리에틸렌글리콜(Polyethylene glycol; PEG)이 사용되어 왔다. 여기서, 폴리에틸렌글리콜로는 유체의 특성을 충분히 발현하기 위해 분자량 200 정도의 것을 사용하게 된다. 사용되는 실리카의 종류나 함량에 따라 전단농화특성은 달라지게 되며, 이때 전단농화유체가 흡수할 수 있는 충격에너지의 양은 전단농화특성을 나타내는 레올로지 특성 곡선의 면적으로 표현된다.
- [0014] 방탄성능과 관련하여, 전단농화유체의 구성성분 중 하나인 분산유체(예컨대, PEG)의 분자량을 증가시키면 전단농화현상이 발현되는 임계전단응력이 낮아지고 농화현상의 점도값을 상승시킬 수 있다. 그러나 어느 정도 이상의 분자량에서는 유체로서의 특성이 없어져 전단농화현상 자체가 상실되는 더 큰 문제가 발생하게 된다.
- [0015] 이에, 유체의 특성을 유지하면서도 전단농화현상시 전단응력에 의한 충격에너지 흡수를 최대화할 수 있는 전단농화유체에 개발이 요구되는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2011-0114008호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 한 것으로, 유체로서의 특성은 유지하면서도 전단농화 현상시 더욱 큰 점도 발현으로 충격흡수효과가 극대화되어 방탄재 등으로 유용하게 적용될 수 있는 전단농화유체 및 이를 포함하는 방탄재를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기한 기술적 과제를 달성하고자, 본 발명은 무기 입자 및 분산유체를 포함하며, 상기 분산유체는 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체인 것을 특징으로 하는 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 제공한다.

[0019] 또한, 본 발명의 다른 측면으로, 고강력 원사로 이루어진 섬유체, 및 상기 섬유체에 함침된 본 발명의 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 포함하는 방탄재(및 방탄복)를 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명의 또 다른 측면으로, 분산유체로서 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 제조하는 단계; 상기 분산유체 및 무기 입자를 교반하여 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 제조하는 단계; 및 상기 전단농화유체를 고강력 원사로 이루어진 섬유체에 함침하는 단계;를 포함하는 방탄재의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 전단농화유체는 분자량이 낮은 성분에 상대적으로 분자량이 높은 성분을 소정량 첨가한 혼합 분산유체를 사용함으로써, 이를 방탄복 등에 적용할 경우 유체로서의 특성은 유지되면서 전단농화현상시 더욱 큰 점도가 발현되어 전단응력에 의한 충격에너지 흡수를 최대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 통상적인 전단농화유체의 전단농화 거동을 나타내는 그래프이다.

도 2는 실시예 및 비교예에 따른 전단농화유체의 전단농화 거동을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0024] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0025] 전단농화유체

[0026] 본 발명의 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)는 무기 입자 및 분산유체를 포함하는 것으로서, 상기 분산유체는 (평균)분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체인 것을 특징으로 한다. 본 발명에서는 저분자량 성분에 고분자량 성분을 첨가하여 분산유체의 조성을 변화(개질)시킴으로써, 유체의 성질을 잃지 않게 함과 동시

에 종래 저분자량 성분만을 단독 사용하는 전단농화유체 대비 더욱 개선된 충격흡수효과를 발현한다.

- [0027] 본 발명에서의 분산유체는 분자량이 서로 다른 2성분 이상이 혼합된 것이며, 그 성분의 개수가 반드시 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 저분자량 성분 및 고분자량 성분으로 구성된 2성분계 분산유체, 또는 저분자량 성분, 중분자량 성분 및 고분자량 성분으로 구성된 3성분계 분산유체를 사용할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 전단농화유체는 무기 입자(예컨대, 분말 형태의 실리카 입자)가 분산유체에 충전되어 있는 형태이며, 상기 분산유체로는 비휘발성이고 무독성이며 전단농화유체의 전단농화특성을 유지시켜주는 것이라면 특별한 제한없이 사용할 수 있다. 바람직하게는, 분산유체로서 분자량이 서로 다른 2종 이상의 폴리에틸렌글리콜(Polyethylene Glycol; PEG)을 사용한다. 또한, 경우에 따라 저분자량 성분으로서 에틸렌글리콜(Ethylene Glycol; EG)과 고분자량 성분으로서 폴리에틸렌글리콜을 혼합하여 사용할 수도 있다.
- [0029] 일 구체예에서, 상기 분산유체는 분자량이 200 ~ 600인 저분자량 성분 및 분자량이 1000 ~ 8000인 고분자량 성분이 혼합된 유체일 수 있다. 바람직하게는, 분자량이 200 정도인 저분자량 성분 및 분자량이 1000, 2000 또는 4000 정도인 고분자량 성분의 혼합유체를 사용한다.
- [0030] 상기 분산유체에 있어 저분자량 성분과 고분자량 성분의 혼합비는 유체로서의 특성을 유지함과 동시에 전단농화현상시 큰 점도를 발현할 수 있는 수준이라면 특별히 제한되는 것은 아니다.
- [0031] 바람직하게는, 저분자량 성분 80 ~ 95 중량% 및 고분자량 성분 5 ~ 20 중량%를 포함하는 혼합유체를 사용한다. 저분자량 성분이 80 중량% 미만이거나 고분자량 성분이 20 중량%를 초과하면 고분자량 성분의 상대적 함량이 지나치게 높아져 유체로서의 특성이 사라지면서 전단농화현상 자체가 일어나지 않을 수 있으며, 저분자량 성분이 95 중량%를 초과하거나 고분자량 성분이 5 중량% 미만이면 고분자량 성분의 상대적 함량이 지나치게 낮아져 전단농화현상시 점도 상승이 부족하게 일어나 전단응력에 의한 충격에너지 흡수효과가 미미해질 수 있다.
- [0032] 상기 무기 입자로는 실리카, 이산화티탄 및 나노 카본튜브 중에서 선택된 1종 이상을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 실리카 입자를 사용한다. 실리카 입자의 경우, 불꽃에서 만들어진 1차 입자가 충돌로 인해 서로 연결되어 2차 입자를 형성하며, 이것이 3차원의 응집체(Aggregates, Agglomerate)를 형성한다.
- [0033] 상기 실리카 입자로는 흡드 실리카(Fumed silica) 및/또는 구형 실리카(Spherical silica)를 사용할 수 있다. 이 중 흡드 실리카는 1,000℃ 이상의 불꽃 내에서 가수분해됨으로써 아래와 같은 반응에 의하여 형성된다.
- [0034]
$$\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2 + 4\text{HCl}$$
- [0035] 상기 흡드 실리카의 1차 입자는 구형 실리카 입자나 콜로이드 실리카 입자에 비하여 그 크기가 매우 작고 가벼우며 표면적이 넓고 비용이 저렴하다는 장점을 지닌다. 반면, 흡드 실리카 입자들 간의 응집으로 인하여 1차 입자와 2차 입자의 크기가 동일한 구형 실리카 입자들에 비해 균일한 상태로의 분산이 매우 어려운 단점이 있다. 이러한 측면에서, 상기 실리카 입자로는 흡드 실리카 및 구형 실리카를 모두 포함하는 2종의 실리카를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0036] 상기 실리카 입자의 직경은 10 ~ 1000nm, 바람직하게는 10 ~ 500nm, 더욱 바람직하게는 10 ~ 300nm, 가장 바람직하게는 10 ~ 100nm 수준인 것이 방탄성능 측면에서 적절하다.
- [0037] 일 구체예에서, 본 발명의 전단농화유체는 무기 입자 10 ~ 90 중량% 및 분산유체 10 ~ 90 중량%를 포함하는 것일 수 있다. 무기 입자의 함량이 10 중량% 미만이면 방탄성능이 저하될 수 있으며, 그 함량이 90 중량%를 초과

하면 방탄복 등의 무게 및 두께가 증가하여 착용자의 움직임에 불편을 초래할 수 있다.

[0038] 본 발명의 전단농화유체는 분산제를 더 포함하는 것일 수 있다. 상기 분산제로는 에탄올 및 메탄올을 단독으로 또는 혼합하여 사용할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 본 발명의 전단농화유체를 제조하는 방법은 특별히 제한되지 않으며, 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 분산유체로 사용하여 당분야의 통상적인 방법에 따라 제조할 수 있다.

[0040] 예를 들어, 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체와 무기 입자를 포함시켜 믹싱(Mixing) 장치 또는 호모게나이저(Homogenizer)를 이용하여 교반함으로써 본 발명의 전단농화유체를 제조할 수 있다. 이때 교반속도는 무기 입자와 분산유체의 원활한 혼합을 위해 120rpm 이상, 예를 들어 120 ~ 3000rpm 수준으로 유지함이 바람직하다.

[0041] 방탄재

[0042] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 고강력 원사로 이루어진 섬유체, 및 상기 섬유체에 함침된 본 발명의 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 포함하는 (나노융합) 방탄재가 제공된다.

[0043] 본 발명의 방탄재는 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체에 무기 입자가 분산, 충전된 전단농화유체를 사용하는바, 상기 전단농화유체가 유체의 특성을 유지하는 한도에서 전단농화현상시 전단응력에 의한 에너지 흡수를 최대화하여 방탄성능을 크게 향상시킬 수 있다.

[0044] 본 발명의 방탄재를 제조하는 방법은 특별히 제한되지 않으며, 당분야의 통상적인 방법에 따라 제조할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 분산유체로서 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 혼합유체를 제조하는 단계; 상기 분산유체 및 무기 입자를 교반하여 전단농화유체(Shear Thickening Fluid; STF)를 제조하는 단계; 및 상기 전단농화유체를 고강력 원사로 이루어진 섬유체에 함침하는 단계;를 거쳐 본 발명의 방탄재를 제조할 수 있다.

[0046] 이때, 상기 전단농화유체는 섬유체의 전체 중량 대비 10 ~ 80 중량%, 바람직하게는 20 ~ 50 중량%로 함침될 수 있다. 전단농화유체에 10 중량% 미만으로 함침되면 방탄성능을 발휘하기 어려울 수 있으며, 80 중량%를 초과하여 함침되면 전단농화유체 자체의 무게로 인하여 전단농화유체가 섬유체로부터 이탈되어 흘러내려 방탄성능이 크게 저하될 수 있다.

[0047]

[0048] 상기 섬유체의 형태는 직물 형태, 부직포 형태 및 종이 형태 중에서 선택된 1종의 형태인 것일 수 있으며, 상기 섬유체의 종류로는 아라미드 섬유체, 폴리아미드 섬유체, 폴리벤즈옥사졸 섬유체, 전방향족 폴리에스테르 섬유체, 고강력 폴리에틸렌 섬유체, 고강력 폴리아미드 섬유체 및 고강력 폴리에스테르 섬유체 중에서 선택된 1종인 것일 수 있다.

[0049] 상기 섬유체는 인장강도가 7000 ~ 20000N/5cm인 높은 강도를 갖는 것이 바람직하다. 이를 위하여 상기 섬유체를 구성하는 고강력 원사는 단사 섬도가 0.7 ~ 1.6 데니어인 모노필라멘트 400 ~ 1000개로 구성되는 것일 수 있으며, 또한 인장강도가 22g/d 이상인 것일 수 있다.

[0050] 이러한 고강도 원사로 이루어진 섬유체의 조직은 평직 및 바스켓직 중에서 선택된 어느 하나일 수 있고, 이때 고강력 원사의 꼬임수는 5개/m 이하인 것이 바람직하다.

[0051] 본 발명의 방탄재는 방탄복, 방탄모자, 방탄갑화 등의 제조에 이용될 수 있으며, 특히 방탄복의 제조에 유용하게 이용될 수 있다.

- [0052] 이하, 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐 어떠한 의미로든 본 발명의 범위가 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0053] 실시예 1(Sample 7)
- [0054] 입자크기가 10 ~ 100nm인 무기 입자(흡드 실리카 입자 및 구형 실리카 입자) 18 중량%와 분산유체 82 중량% 및 분산제로 메탄올을 혼합하고, Mechanical stirrer를 이용하여 150rpm의 교반속도로 15분간 교반하여 전단농화유체를 제조하였다.
- [0055] 이때, 분산유체로는 분자량이 200인 폴리에틸렌글리콜(PEG 1) 95 중량%와 분자량이 1000인 폴리에틸렌글리콜(PEG 2) 5 중량%로 이루어진 혼합유체를 사용하였다.
- [0056] 실시예 2(Sample 8)
- [0057] 분산유체로서 분자량이 200인 폴리에틸렌글리콜(PEG 1) 90 중량%와 분자량이 1000인 폴리에틸렌글리콜(PEG 2) 10 중량%로 이루어진 혼합유체를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 전단농화유체를 제조하였다.
- [0058] 실시예 3(Sample 9)
- [0059] 분산유체로서 분자량이 200인 폴리에틸렌글리콜(PEG 1) 85 중량%와 분자량이 1000인 폴리에틸렌글리콜(PEG 2) 15 중량%로 이루어진 혼합유체를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 전단농화유체를 제조하였다.
- [0060] 실시예 4(Sample 10)
- [0061] 분산유체로서 분자량이 200인 폴리에틸렌글리콜(PEG 1) 80 중량%와 분자량이 1000인 폴리에틸렌글리콜(PEG 2) 20 중량%로 이루어진 혼합유체를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 전단농화유체를 제조하였다.
- [0062] 비교예(Sample 6)
- [0063] 분산유체로서 분자량이 200인 폴리에틸렌글리콜(PEG 1)만을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 전단농화유체를 제조하였다.

[0064] [표 1] 실시예 및 비교예의 분산유체 구성

Sample No.	PEG 1			PEG 2		
	종류	함량(wt%)	중량(g)	종류	함량(wt%)	중량(g)
6	Mw. 200	100%	40.00	Mw. 1000	0%	0.00
7	Mw. 200	95%	38.00	Mw. 1000	5%	2.00
8	Mw. 200	90%	36.00	Mw. 1000	10%	4.00
9	Mw. 200	85%	34.00	Mw. 1000	15%	6.00
10	Mw. 200	80%	32.00	Mw. 1000	20%	8.00

[0065]

[0066] 실험예

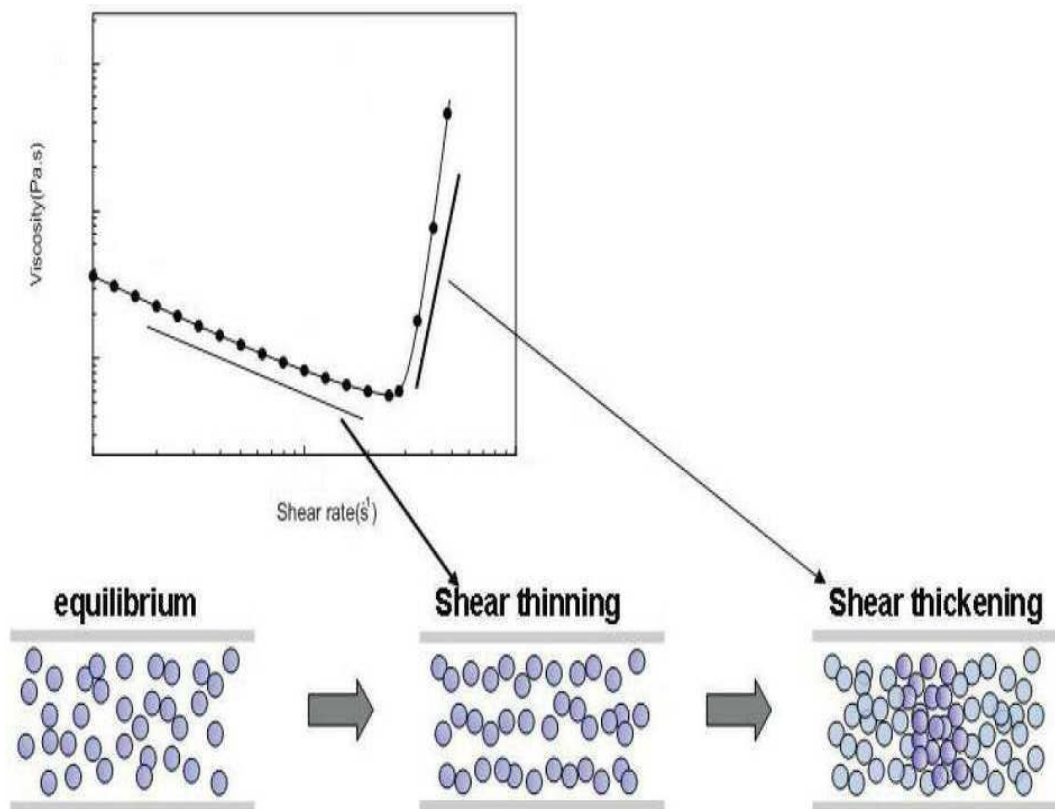
[0067] 실시예 및 비교예에 따라 제조된 전단농화유체에 전단응력을 가하여 각각의 전단농화 정도를 측정하였으며, 그 결과를 하기 도 2에 나타내었다.

[0068] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 전단농화유체의 경우 분자량이 서로 다른 2성분의 혼합유체를 분산유체로 사용함으로써, 저분자량 성분만을 사용한 비교예 대비 전단농화현상시 더욱 큰 점도가 발현되어 충격흡수효과가 극대화됨을 확인하였다.

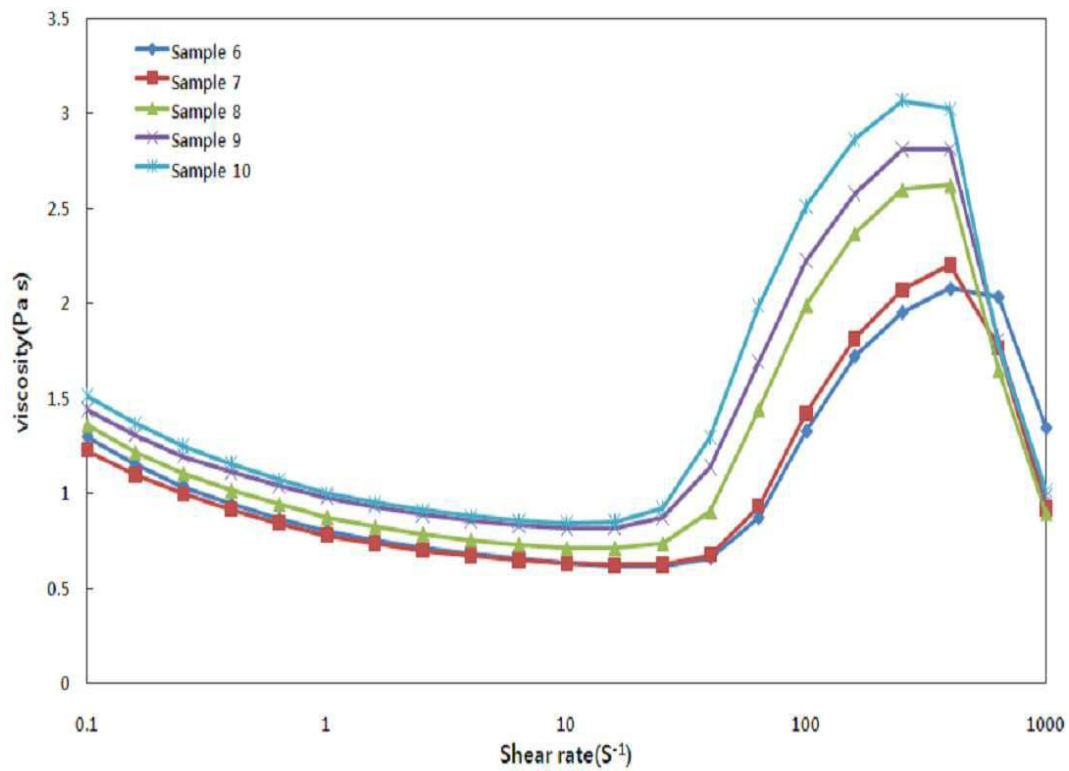
[0069] 아울러, 본 발명에 따라 분자량이 서로 다른 2성분 이상의 분산유체를 적용한 전단농화유체를 이용하여 액체형 방탄복을 제작하였을 경우 방탄성능 또한 크게 향상됨을 확인하였다.

도면

도면1



도면2



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항

【변경후】

제1항, 제2항, 제4항, 제6항 내지 제11항 중 어느 한 항