



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0127674
(43) 공개일자 2013년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D06M 11/77 (2006.01) D06M 11/45 (2006.01)
D06M 11/46 (2006.01) F41H 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0051365
(22) 출원일자 2012년05월15일
심사청구일자 2012년05월15일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
윤병일
대전광역시 유성구 지족동 반석마을 3단지 307동 602호
백종규
대전광역시 유성구 반석동 반석마을 5단지 505동 1501호
(74) 대리인
특허법인 원진

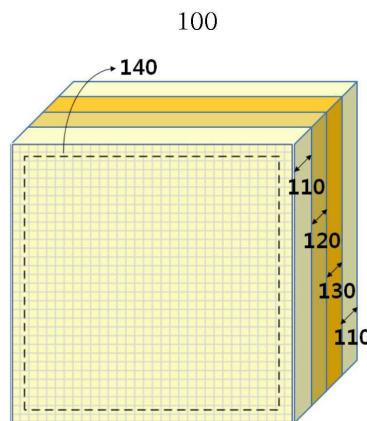
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **전단농화유체를 이용한 방탄복합재, 그 제조방법 및 그를 이용한 방탄복**

(57) 요약

본 발명은 전단농화유체를 이용한 방탄복합재, 그 제조방법 및 그를 이용한 방탄복에 관한 것으로, 본 발명에 의하면, 방탄복합재를 구성하고 있는 식물층들의 적층 위치에 따라서 전단농화유체를 함침하지 않은 식물층과, 전단농화유체를 부분 함침한 식물층 및 전단농화유체를 전체 함침한 식물층을 적층함으로써, 방탄력의 효과를 극대화한 방탄복합재, 그 제조방법 및 방탄복이 제공된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

다수의 방탄직물층을 포함하는 방탄복합재(100)에 있어서, 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물층과 전단농화유체가 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 함침된 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층 및 전단농화유체가 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 함침된 전단농화유체 함침 방탄직물층을 포함하여 이루어지는 방탄복합재.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 방탄복합재(100)는

전단농화유체가 함침되지 않은 제 1의 표면 방탄직물층(110);

전단농화유체가 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 함침된 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층(120);

전단농화유체가 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 함침된 전단농화유체 함침 방탄직물층(130); 및

전단농화유체가 함침되지 않은 제 2의 표면 방탄직물층(110')

을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 방탄직물층을 이루는 방탄직물에 사용되는 섬유는 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 자일론 섬유, 나일론 섬유, 유리 섬유, 탄소 섬유 및 초고분자량 폴리에틸렌섬유로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전단농화유체는 무기 나노입자가 유기용매에 분산되어 있는 유체로서, 상기 무기 나노입자는 산화규소, 산화알루미늄, 탄산칼슘, 지르코니아 및 하이드로탈사이트로부터 선택되는 1종 이상이며, 상기 유기용매는 메탄올, 에탄올, 에틸렌글리콜 및 폴리에틸렌글리콜로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 무기 나노입자의 크기는 20~500nm이고, 전단농화유체 중 무기 나노입자의 함량은 60~75중량%이며, 상기 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층 및 상기 전단농화유체 함침 방탄직물층에 있어서 전단농화유체의 함침량은 각각의 방탄직물층의 총 중량의 10~40중량%인 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 방탄복합재는 가장자리부를 박음질 또는 접착 또는 체결에 의해 서로 구속한 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 방탄복합재는 방탄직물층들이 적층된 적층물을 필름으로 밀봉하여 이루어진 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 필름은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드 또는 폴리 카보네이트로 된 필름인 것을 특징으로 하는 방탄복합재.

청구항 9

다음의 단계들을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는, 방탄복합재의 제조방법:

- (a) 방탄직물을 절단하여 건조시키는 단계;
- (b) 건조처리된 방탄직물의 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 전단농화유체 졸을 함침시켜, 전단농화유체 부분 함침 방탄직물을 얻는 단계;
- (c) 건조처리된 방탄직물의 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 전단농화유체 졸을 함침시켜 전단농화유체 함침 방탄직물을 얻는 단계;
- (d) 상기 (b)단계와 (c)단계에서 얻어진 방탄직물들을 각각 압착하여 건조시키는 단계;
- (e) 상기 (d)단계에서 얻어진 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 및 전단농화유체 함침 방탄직물을 적층하고, 그 양면에 각각 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물을 적층하는 단계; 및
- (f) 상기 (e)단계에서 얻어진 적층물의 가장자리부를 박음질 또는 접착 또는 체결에 의해 서로 구속하는 단계.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 (e)단계에서 상기 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물은 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 및 전단농화유체 함침 방탄직물보다 넓이가 넓고, 상기 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물과 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 및 전단농화유체 함침 방탄직물은 각각 1장 이상 적층되는 것을 특징으로 하는 방탄복합재의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 (f)단계의 결과물을 필름으로 밀봉하는 (g)단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄복합재의 제조방법.

청구항 12

제1항 내지 제8항 중 어느 한항에 따른 방탄복합재로 제조되는 것을 특징으로 하는 방탄복.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전단농화유체를 이용한 방탄복합재, 그 제조방법 및 그를 이용한 방탄복에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 방탄복합재를 구성하고 있는 다수의 직물층들의 적층 위치에 따라서, 나노입자가 함유된 전단농화유체를 함침하지 않은 직물층과, 전단농화유체 부분 함침 직물층 및 전단농화유체 함침 직물층을 포함하여 이루어지므로써 방탄력의 효과를 극대화하는 것을 특징으로 하는 전단농화유체를 이용한 방탄복합재, 그 제조방법 및 그를 이용하여 제조된 방탄복에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 방탄복의 재질은 1960년대에 나일론 섬유로부터 시작하여 오늘날에는 섬유 강도가 크게 향상된 아라미드(Aramid)계의 섬유와 초고분자량의 폴리에틸렌(ultra high molecular weight polyethylene: UHMWPE)계의 섬유가 주류를 이루고 있다. 오늘날 이들 섬유는 다양한 형태로 제조되어 방호성능 요구에 따라서 사용되고 있으나, 가장 널리 사용되고 있는 소재는 다양한 형태의 직물과 섬유 양(Yarn)을 0° 방향으로 배열하여, 여기에 섬유 양이 직진성을 유지하도록 고분자 수지를 코팅하고, 이를 0° 와 90° 방향으로 각각 2층 이상 적층한 일방향 직물(Unidirectional Fabric: UD)이 주류를 이루고 있다. 방탄복은 방호력의 수준 및 용도에 따라서 이들 소

재를 다수층으로 적층 배열하여 사용한다.

- [0003] 직물 형태에 있어서는 평직(plain), 능직(twill) 및 주자직(satin) 등이 사용되는데, 직물은 일반적으로 파편탄에 의한 관통시에 직물을 구성하고 있는 안-안 사이의 인발(pull-out) 특성으로 방호능력이 다소 우수하고, 반면에 권총탄에 의한 방호력은 충격시 직물의 강도와 안의 큰 변형으로 다소 약하나, 착용시에는 유연성이 좋아 착용성이 매우 우수하다. 반면에 일방향 직물은 파편탄에는 다소 취약하며, 권총탄에 의한 방호력은 섬유강도 유지가 직물보다 높아 우수하나, 소재가 한 방향으로 이루어진 방향성과 고분자 수지의 사용으로 인해 직물보다 뻣뻣하여 착용자의 활동에 지장을 주고 있다. UD는 높은 방호력을 요구하는 경우에는 방탄복합재의 두께가 직물형보다 두꺼워지게 되어 착용자의 활동성에 많은 불편을 주는 단점을 갖고 있다.
- [0004] 일반적으로 직물은 경사와 위사로 구성되며, 여기에 사용하는 섬유는 용도에 따라서 데니어(Denier: 9000m당 1g)가 다른 것을 사용하여 제직을 한다. 직물의 제직 형태에는 여러 가지가 있으나, 개인 방탄복에는 유연성이 높고 안-안 사이의 마찰력이 높아 충격에너지 흡수가 우수한 평직(plain weave)형태가 가장 많이 적용되고 있다. 직물의 경우에는 파편탄이 충돌하면 직물을 구성하고 있는 안이 인발(Pull-out)되면서 탄의 에너지를 흡수 및 분산하여 정지하게 되는데, 인발의 강도는 안-안 간의 마찰력에 의하여 조절되며, 탄자의 에너지가 마찰력이나 안의 인장강도를 넘어서면, 탄자는 안을 파단시키고 관통하게 된다. 한편 권총탄은 일반적으로 탄자의 코어는 납 재질로 되어 있고, 외피는 구리로 덮여있어, 방탄복합재와의 충돌시에 탄자의 모양이 버섯모양(mushroom)으로 변하면서 변형 면적이 2~3배 커지게 되어, 착용자의 신체에 큰 충격을 가하는 것으로, 파편탄과는 다른 관통 메커니즘을 갖고 있다. 따라서 파편탄에 의한 방호는 관통을 저지해야 하며, 권총탄은 미관통시에 신체에 충격에 의한 부상을 입히는 후면변형(back deformation)을 감소시켜야 만이 인체에 미치는 충격을 완화하여 부상 혹은 사망을 줄일 수 있다.
- [0005] 최근에 각종 탄의 성능이 증대됨에 따라 전장에서는 파편탄의 비행 속도가 점점 증가되고 있어 전투원의 생명에 큰 위협을 가하고 있다. 따라서 최근에 군용 방탄복은 고속의 파편탄과 더불어서 권총탄과 같은 볼탄 방어를 모두 요구하고 있으며, 또한 경량성이면서 착용성이 우수한 방탄복 개발을 요구하고 있다. 한편 경호원들이 주로 착용하고 있는 은닉형(concealable) 방탄복의 경우에 방탄복을 구성하고 있는 방탄복합재는 유연하고, 두께가 얇고, 그리고 후면변형이 적음을 요구한다.
- [0006] 방호력의 증대시에는 UD 소재 사용보다는 직물 사용이 착용자의 활동성을 좋게 하기 때문에 방탄복에는 직물이 더 효과적일 수 있다. 기존의 직물은 섬유 자체의 강도 증가와 안-안 사이의 마찰력 증대의 어려움으로 고속의 파편탄 관통 저지와 권총탄에 의한 후면변형 감소에 한계를 지니고 있다. 기본적으로 방탄복합재는 외부에서 충격이 가해지면 운동에너지를 신속하게 인접한 섬유나 다음 층에 전달하여 충격을 분산시켜 주어야 방탄성능을 높일 수 있다. 섬유간의 마찰력을 높여 충격에너지를 분산시키기 위하여 미국특허 등록번호 제5,776,839호, 제5,854,143호 및 제3,649,426호에는 팽창성 건조분말(dilatants)을 섬유에 코팅하거나, 직물에 바르거나 하여 섬유간의 마찰력을 증가시켜 운동에너지를 분산시키는 기술을 개시하였으나, 이 기술은 벌키(bulky)하고, 무겁고 그리고 비교적 유연성이 제한적인 등의 문제점이 있다.
- [0007] 또한, J. Mat. Sci., 1-38(sep.2002), Lee 등의 논문 "The ballistic impact characteristics of Kevlar woven fabrics impregnated with a colloidal shear thickening fluid"와 미국특허 제7,226,878호, 미국특허 제7,498,276호, 미국특허공개 제2005/0266748호, 미국특허공개 제2006/0234577호, 미국특허공개 제2007/0282053호 및 미국특허공개 제2009/0004413호 등에 개시된 기술에서는, 나노입자를 함유한 전단농화유체(STF: Shear Thickening Fluid)를 아라미드(kevlar) 직물에 함침하여 파편탄 형상의 모의탄으로 저속(250m/s 이하)에서 방탄시험을 수행하였을 때에 기존의 직물에 비하여 방탄 저항성을 크게 향상시킨 결과를 제시하였다.
- [0008] 상기 전단농화유체는 농축된 콜로이드 분산용액에서 비 뉴턴 유체 흐름특성으로 전단응력 증가와 함께 분산입자들의 유체 클러스터(Hydro-cluster)를 형성하면서 용액의 점성이 불연속적으로 크게 증가하는 현탁액이다. 직물을 전단농화유체에 함침하면, 평상시에는 액체 상태로 존재하여 유연성을 유지하나, 외부로부터 고속 물체에 의한 충격시 전단농화유체의 급격한 점도 상승으로 액상이 고상으로 변하므로써 섬유간의 마찰력 증가를 가져와 안의 인발이 억제되므로써 직물의 변형을 억제하면서 충격에너지를 신속하게 흡수하고 분산시켜 방탄성능을 크게 증가시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.
- [0009] 오늘날 국가마다 요구조건은 다르나 방탄복의 방호 조건은 파편탄에 의한 방호한계(V50) 수치로 약 600m/s 이상의 범위를 정하고 있는 실정으로, 위의 미국 델라웨어 대학의 특허인 미국특허 제7,226,878호 및 미국특허 제7,498,276호는 실지로 방탄복이나 방탄복합재가 요구하는 파편탄의 방호 속도와는 거리가 먼 아주 낮은 250~300m/s의 탄속 범위에서 가스 건을 사용하여 방탄시험을 수행하였으나, 전단농화유체가 어느 탄속까지 전단

농화 특성을 발휘할 수 있는지에 대한 발표는 언급되지 않고 있다. 위의 연구에서 방탄시험에 사용된 시편의 크기가 100×100mm로서, 본 발명자의 연구에 의하면 시편의 크기가 작으면 시편의 사이즈 효과로 인하여 방탄효과가 아주 높게 나타나 전단농화 특성이 크게 우수한 것으로 나타날 수 있다. 그러나 방탄복과 같이 제품의 크기가 증가하면 델라웨어 대학에서 얻은 연구결과는 효과를 전혀 발휘하지 못하며, 또한 전단농화유체 함침시 함침량이 어느 범위를 초과하면 파편탄의 경우에는 전단농화유체의 특성에 의해 관통이 순수 방탄직물의 경우보다 더 용이하게 발생한다. 따라서 탄속의 변화에 따른 전단농화 현상의 발현을 파악해야만 파편탄 방호를 위한 설계가 가능하다. 권총탄은 앞서 언급한 바와 같이 탄자가 방탄복합체와 충돌시에 변형이 크게 일어나는 파단 특성을 가지고 있어, 파편탄과 같이 탄자의 형상이 변하지 않는 것과는 달리 다른 개념으로 방호 설계가 요구된다.

[0010] 지금까지 파편탄과 권총탄을 동시에 만족하거나 혹은 권총탄만을 방어하기 위하여 전단농화유체를 이용한 연구와 실질적인 방탄복합체의 설계는 발표되지 않고 있다. 위에서 언급한 미국 델라웨어 대학이 공개한 발명에는 전단농화유체를 이용하여, 상기 조건을 만족하기 위한 전단농화유체 함침 설계 조건이나 방탄복합체 설계 및 제작에 대한 내용은 기재되어 있지 않다. 파편탄이나 권총탄을 방어하기 위해서는 전단농화유체의 최적 조건 설정과, 방탄복합체의 최적설계가 해결되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 종래기술들의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 파편탄과 권총탄 모두에 대해 방탄 성능이 우수하고, 또한 무게가 가볍고 유연성도 우수한 방탄복합체와 그의 제조방법 및 상기 방탄복합체를 이용하여 제조되는 방탄복을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 방탄복합체는, 표면부와 중간부로 이루어지고, 상기 표면부는 방탄복합체의 전면과 후면에 위치하는 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물층을 포함하여 이루어지고, 상기 중간부는 상기 표면부를 이루는 전면과 후면의 방탄직물층들 사이에 위치하며, 전단농화유체가 방탄직물의 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 함침된 전단농화유체 부분 함침 직물층과 전단농화유체가 방탄직물의 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 함침된 전단농화유체 함침 직물층을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 명세서에 있어서, "가장자리영역"이란, 예로서 400×400mm 크기의 방탄제품의 경우, 방탄직물층의 가장자리 말단으로부터 10~30mm까지의 부분을 의미하고, "중앙영역"이란, 방탄직물층의 가장자리 말단으로부터 120~170mm까지의 부분을 제외한 가운데 부분으로서, 중앙영역 면적은 전체 방호 면적의 75% 이상임을 의미한다.

[0014] 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명에 따른 방탄복합체를 상세히 설명한다.

[0015] 그러나, 본 발명의 방탄복합체가 도면에 도시된 구조에 제한되는 것은 아니다.

[0016] 본 발명의 방탄복합체의 일예를 나타낸 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 방탄복합체(100)는,

[0017] 전단농화유체가 함침되지 않은 제 1의 표면 방탄직물층(110);

[0018] 전단농화유체가 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 함침된 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층(120);

[0019] 전단농화유체가 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 함침된 전단농화유체 함침 방탄직물층(130); 및

[0020] 전단농화유체가 함침되지 않은 제 2의 표면 방탄직물층(110')

[0021] 을 포함하여 이루어진다.

[0022] 본 발명에 있어서, 상기 표면부를 이루는 제 1 및 제 2의 표면 방탄직물층들(110, 110')은 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 자일론(Zylon) 섬유, 나일론 섬유, 유리 섬유, 탄소 섬유 및 초고분자량 폴리에틸렌 섬유로부터 선택되는 섬유로 제직된 것이 바람직하고, 상기 아라미드 섬유의 방탄소재로는 케블라(kevlar)와 스타본드(Stabond) 등이 있으며, 폴리에틸렌 섬유의 방탄소재로는 다이니마(Dyneema)를 예로 들 수 있다. 상기 표면 방탄직물층의 제직상태는 특별히 한정 없이 평직, 주자직, 트월직 및 부직포 동일 수 있다.

[0023] 본 발명의 방탄복합체에 있어서, 상기 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층(120) 및 전단농화유체 함침 방탄직물층(130)은 일반 방탄직물에 전단농화유체를 함침시켜 만들 수 있는데, 전단농화유체가 함침되어질 방탄직물층은

로는 상기 표면 방탄직물층으로서 사용가능한 것으로 열거된 직물층들 중에서 선택하여 사용할 수 있다.

- [0024] 본 발명에 있어서, 상기 전단농화유체는 무기 나노입자가 유기용매에 분산되어 있는 유체로서, 상기 무기 나노입자는 산화규소, 산화알루미늄, 탄산칼슘, 지르코니아 및 하이드로탈사이트 등으로부터 선택되는 1종 이상이며, 상기 유기용매는 메탄올, 에탄올, 에틸렌글리콜 및 폴리에틸렌글리콜 등으로부터 선택되는 것을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 전단농화유체에 있어서, 무기 나노입자와 유기용매의 혼합비는 특별히 한정이 없고, 무기 나노입자:유기용매의 중량비가 0.3~0.7:1인 것이 바람직한데, 상기 범위를 벗어나면 전단속도 증가시에 점도의 급격한 증가가 나타나는 전단농화현상 발생이 뚜렷하게 발생하지 못하여 바람직하지 않다. 상기 무기 나노입자의 크기는 20~500nm인 것이 바람직한데, 나노입자의 크기가 20nm 미만이면 전단농화의 개시점이 되는 임계전단속도가 너무 증가하여 바람직하지 않고, 500nm를 초과하면 반대로 전단농화의 개시점이 지연되어 바람직하지 않다. 상기 전단농화유체 중 상기 나노입자의 함량은 60~75중량%인 것이 바람직한데, 상기 나노입자의 함량이 60중량% 미만이면 전단농화현상 발생이 미약하여 충격흡수력이 떨어져 바람직하지 않고, 75중량%를 초과하면 전단농화현상 발생에는 문제가 없으나 필요 이상의 입자량의 증가로 무게 증가를 가져오므로 바람직하지 않다.
- [0026] 상기 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층(120) 및 전단농화유체 함침 방탄직물층(130)에 대한 상기 전단농화유체의 함침량은 각각 방탄직물층의 총 중량의 10~40중량%인 것이 바람직한데, 상기 전단농화유체의 함침량이 상기 방탄직물층의 총 중량의 10중량% 미만이면 안-안 간의 마찰력이 약하여 충격시 직물의 변형억제 효과가 적어 바람직하지 않고, 40중량%를 초과하면 안-안 사이의 마찰력이 너무 증대하여 직물이 너무 뻣뻣하게 되어 작은 충격 에너지에도 직물이 파단될 수 있어 바람직하지 않다.
- [0027] 상기와 같이, 본 발명에 따른 방탄복합재(100)는, 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물층을 표면부에 배치함으로써, 전단농화유체를 함침한 직물에 고속의 파편탄자가 충돌하면 안-안 간의 마찰력이 너무 증가하여 도리어 섬유 파단이 낮은 탄속에서 일어나 방호력이 저하되는 것을 방지하여, 파편탄 방어가 가능하다. 또한, 권총탄 탄자의 충격시에 후면변형(BFS: Back face Signature)이 감소되도록 안의 이동 억제체를 위하여, 전단농화유체를 함침 처리하여 직물의 변형이 억제되도록 하면서, 직물의 중앙 부위는 안의 이동이 억제되어 일반적으로 변형이 가장자리보다는 적게 발생하지만, 직물의 제직 조건에 따라서는 중앙에서도 변형이 규격 범위를 벗어날 수 있으므로, 이를 방지하기 위하여 직물의 중앙영역을 함침 처리하지 않은 직물층과 중앙영역을 함침 처리한 직물층을 함께 적층하므로써 권총탄 방어도 가능하다.
- [0028] 본 발명의 방탄복합재에 있어서는, 상기 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층 및 전단농화유체 함침 방탄직물층의 가장자리영역을 전단농화유체로 함침처리하지 않는데, 이렇게 하더라도 안의 인발 발생 억제에 문제가 없으면서 경량화를 달성할 수 있고, 또한 다수의 직물층들이 적층된 방탄복합재의 가장자리부를 박음질 또는 접착 또는 체결할 때에도 용이하여 바람직하다.
- [0029] 본 발명에 따른 방탄복합재의 제조방법은 다음의 단계들을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다:
- [0030] (a) 방탄직물을 절단하여 건조시키는 단계;
- [0031] (b) 건조처리된 방탄직물의 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 전단농화유체 졸을 함침시켜, 전단농화유체 부분 함침 방탄직물을 얻는 단계;
- [0032] (c) 건조처리된 방탄직물의 가장자리영역을 제외한 전체 부분에 전단농화유체 졸을 함침시켜 전단농화유체 함침 방탄직물을 얻는 단계;
- [0033] (d) 상기 (b)단계와 (c)단계에서 얻어진 방탄직물들을 각각 압착하여 건조시키는 단계;
- [0034] (e) 상기 (d)단계에서 얻어진 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 및 전단농화유체 함침 방탄직물을 적층하고, 그 양면에 각각 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물을 적층하는 단계; 및
- [0035] (f) 상기 (e)단계에서 얻어진 적층물의 가장자리부를 박음질 또는 접착 또는 체결에 의해 서로 구속하는 단계.
- [0036] 본 발명에 따른 방탄복합재의 제조방법은, 상기 (f)단계의 결과물을 필름으로 밀봉하는 (g)단계를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명에 따른 방탄복합재의 제조방법에 있어서, 상기 (a)단계에서의 건조는 일반적인 건조기에서 수행할 수 있으며, 건조온도는 70~110℃, 건조시간은 0.2~3시간인 것이 바람직하다.

[0038] 상기 (d)단계에서의 건조는 일반적인 건조기에서 수행할 수 있으며, 건조온도는 70~90℃, 건조시간은 1~3분인 것이 바람직하다.

[0039] 상기 (e)단계에서, 상기 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물은 전단농화유체 (부분)함침 직물보다 넓이가 좀더 넓은 것이 바람직하고, 상기 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물과 전단농화유체 (부분)함침 방탄직물은 각각 1장 이상 다수 장, 예를 들어 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물은 1~20장, 전단농화유체 부분 함침 방탄직물은 5~20장, 전단농화유체 함침 방탄직물은 1~10장을 적층할 수 있다. 각 직물층별 적층수는 방호하고자 하는 탄의 종류, 탄의 에너지 등에 따라 적절히 조절할 수 있다.

[0040] 상기 (g)단계에서는, (e)단계에서 얻어진 적층물을 플라스틱 필름으로 덮어씌운 후, 필름의 가장자리를 열이나 고주파를 이용하여 열 용착 및 고주파 용착하여 실링하므로써 수행될 수 있으며, 이로써 전단농화유체의 휘발을 방지할 수 있다. 이때 사용되는 상기 필름은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리우레탄, 폴리비닐클로라이드 및 폴리카보네이트 등으로부터 선택되는 재질로 된 필름일 수 있다.

[0041] 본 발명에 따른 방탄복은, 일정 넓이로 제작되는 본 발명에 따른 방탄복합재 다수 장이 수 mm 정도의 극히 작은 간격을 두고 서로 인접해 있거나, 가장자리부가 서로 겹쳐져 있는 형태로 제작되며, 방탄복의 형태 등은 종래와 다를 바 없다.

발명의 효과

[0042] 본 발명에 따른 방탄복합재 및 방탄복에 따르면, 상기와 같이 전단농화유체의 부분 함침 설계로부터의 최적의 적층 배열로 방탄력의 효과를 극대화하여, Cal.22 과편탄에 의한 방호한계가 600m/s 이상이고, 또한 NIJ 스탠다드 0101.06의 level IIIA에서 규정한 .44 Magnum 탄을 동시에 방어할 수 있으며, 동일 면밀도에서 기존의 순수 아라미드 직물 방탄복합재에 비하여 무게를 약 10중량% 이상 감소하여 방탄복합재의 경량화에도 크게 기여할 수 있는 큰 효과가 있다.

[0043] 또한, 방탄직물에 전단농화유체의 부분 함침 처리에 따라 직물과 같은 유연성을 그대로 유지하여 UD 같은 소재에 비하여 착용자의 활동성을 크게 높여주는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명에 따른 방탄복합재의 일예를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 전단농화유체가 방탄직물층의 중앙영역을 제외하고 부분 함침된 방탄직물층(120)을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 전단농화유체가 중앙영역까지 함침된 방탄직물층(130)을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 가장자리부가 박음질된 본 발명의 방탄복합재(100)를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 방탄복합재 전체를 필름으로 밀봉한 상태를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 이하, 본 발명을 하기의 실시예 및 비교예에 의하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기의 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 예에 지나지 않으며, 본 발명의 보호범위를 제한하는 것은 아니다.

[0046] 실시예 및 비교예

[0047] 재료

[0048] 실시예에서 사용된 아라미드 섬유는 코오롱인더스트리사의 헤라크론(heracron) 600데니어(denier) 아라미드로서 고강도의 세사를 사용하였다. 직물은 평직 구조로 경사×위사의 수는 인치 당 27×27 이상을 사용하였으며, 면 밀도는 약 150g/m² 이상이였다. 상기 아라미드 섬유 양의 필라멘트는 인장강도 27g/d, 인장신도 3.4%, 그리고 탄성율은 800g/d 이상이였다. 평직의 인장강도는 경사가 7500N/5cm, 위사는 8500N/5cm이였다.

[0049] 실시예에서 사용된 전단농화유체에 있어서 무기 나노입자는 평균입경 40nm의 실리카 졸로서, 분산용매로는 폴리

에틸렌글리콜(분자량: #200)을 사용하였고, 전단농화유체 내의 나노입자의 무게분율은 68%로 하였다.

[0050] **실시예**

[0051] 상기 아라미드 섬유로 제작된 방탄직물을 400×400mm로 절단한 후에, 100℃의 오븐에서 2시간 동안 건조시켰다. 전단농화유체를 메탄올에 희석한 분산액을 준비하고, 함침용 금형을 줄 용액에 적시고 난 후, 정해진 방탄직물 부위에 올려놓고 압력을 가하여 줄 용액이 직물에 스며들도록 하였다. 그런 다음, 상기 직물을 프레스의 압반에 올려놓고서 수십 초 이상 압력을 가하여 분산과 함침이 균일하게 이루어지도록 하였다.

[0052] 더욱 상세하게는, 전단농화유체 함침 방탄직물의 제조를 위해, 방탄직물의 가장자리로부터 30mm 떨어진 지점부터 전 면적을 전단농화유체로 함침처리하였고, 전단농화유체 부분 함침 방탄직물의 제조를 위해, 다른 직물을 이용하여 방탄직물의 가장자리로부터 30mm 떨어진 지점부터 110mm까지 전단농화유체로 함침하고, 중앙영역은 전 단농화유체로 함침처리하지 않았다. 상기 전단농화유체의 단위 면적당 함침량은 양 직물 모두 동일하게 총 중량 대비 18중량%로 하였다. 상기 프레스 작업 후 시편은 70℃의 오븐에서 5분간 건조하였다.

[0053] 방탄복합재의 제조를 위해, 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물(PN) 17장, 상기에서 제조된 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 7장, 상기에서 제조된 전단농화유체 함침 방탄직물 3장, 상기에서 제조된 전단농화유체 부분 함침 방탄직물 7장, 및 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄직물 17장의 순서로 배열한 후에 적층재의 가장자리로부터 10mm내에서 면-나일론 혼방사로 일부분을 박음질하였다. 그런 다음, 박음질이 끝난 시편은 폴리우레탄 필름으로 포장한 후에 고주파 열을 가하여 실링 처리하여 방탄복합재를 제조하였다.

[0054] **비교예**

[0055] 전단농화유체를 함침하지 않은 방탄직물 43장을 적층하여, 종래의 방탄재를 제조하였다.

[0056] **실험예**

[0057] 상기 실시예에서 제조된 방탄복합재 및 비교예에서 제조된 방탄재에 대하여 방탄성능시험을 수행하였다. 방탄성능시험은 파편탄과 권총탄 2종류를 사용하였다. 파편탄은 Cal.22 FSP(1.1g, 17grain)를 사용하였으며, Mil-STD-662F(V50 Ballistic Test for Armor) 및 NATO STD-2920규격에 의하여, 시편의 4면을 클램프로 고정하고, 시편의 탄착 표면이 일정한 장력을 갖도록 하였다. 탄자의 관통과 비관통 확율이 50%를 나타내는 방호한계인 V50(BL: Ballistic limit) 값을 구하였다. .44 Magnum 탄은 NIJ STD-0101.06 규격의 level IIIA에 속하는 것으로, 탄의 충격에 의한 후면변형 깊이(Back face signature:BFS)를 측정하였다. 이를 측정하기 위하여 유점토(Roma Plastina No.1)를 사용하였다. 시편을 유점토 위에 올려놓고, NIJ 규격에 의하여 탄성을 갖는 밴드로 고정을 하였다. 탄착의 위치는 NIJ 규격에 따라서 6발 사격을 하였다. 시험이 끝난 후에는 유점토의 변형된 깊이를 측정하였다. NIJ 규격은 최대허용 깊이를 44mm로 제한하고 있다.

[0058] **결과**

[0059] 실시예 및 비교예의 시편의 Cal.22 FSP 파편탄 및 .44 Magnum에 대한 방탄성능시험 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

[0060]

	면 밀도 (kg/m ²)	V50(m/s)	후면변형 (mm)
비교예	7.5	640	44mm 이하
실시예	6.5	630	44mm 이하

[0061] 파편탄의 방호한계 V50 값은 실시예 및 비교예의 경우 큰 차이가 없었다. 그러나 .44Magnum탄에 의한 후면변형은 큰 차이를 보이는데, 실시예의 경우 비교예에 비하여 NIJ 규격을 만족하면서, 무게에 있어서는 약 13중량% 가벼워짐을 알 수 있다.

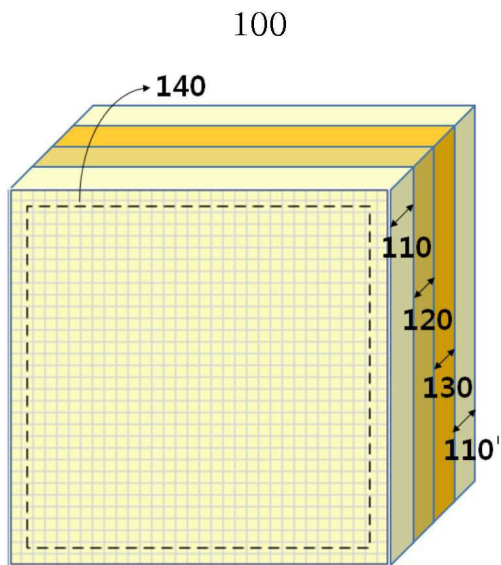
부호의 설명

[0062]

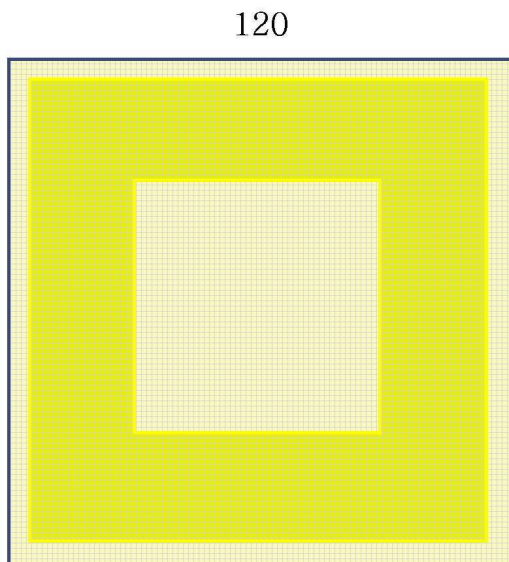
- 100: 본 발명에 따른 방탄복합재
- 110, 110': 전단농화유체가 함침되지 않은 방탄 직물층
- 120: 전단농화유체가 가장자리영역과 중앙영역을 제외한 부분에 함침된, 전단농화유체 부분 함침 방탄직물층
- 130: 전단농화유체가 가장자리영역을 제외하고 전체 부분에 함침된, 전단농화유체 함침 방탄직물층
- 140: 구속부
- 150: 방탄복합재 전체를 필름으로 밀봉한 제품

도면

도면1

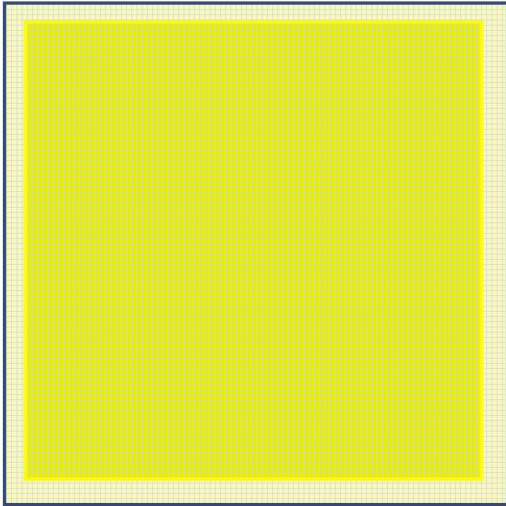


도면2



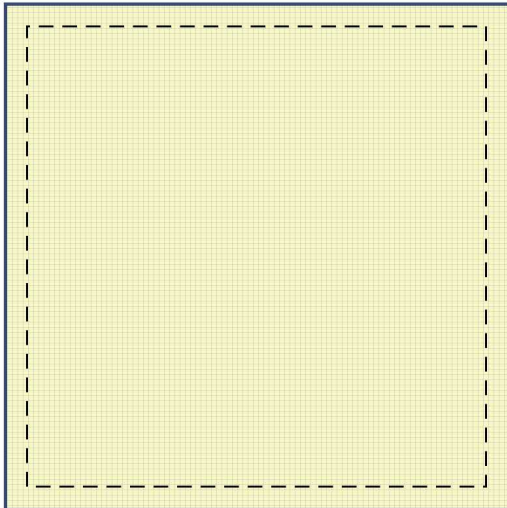
도면3

130



도면4

140



도면5

