(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0136105
(43) 공개일자 2017년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D06M 10/00 (2006.01) *D01D 5/42* (2006.01)
D03D 1/00 (2006.01) *D06B 3/10* (2006.01)
D06M 11/79 (2006.01) *D06M 15/21* (2006.01)
F41H 1/02 (2006.01) *F41H 5/04* (2006.01)
D06M 101/18 (2006.01) *D06M 101/34* (2006.01)
(52) CPC특허분류
D06M 10/00 (2013.01)
D01D 5/423 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0067271
(22) 출원일자 2016년05월31일
심사청구일자 2016년05월31일

(71) 출원인
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
(72) 발명자
정원영
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, 한국생산기술연구원
임대영
경기도 용인시 기흥구 동백4로 72 4001동 2004호 (중동,어은목마을한라비발디아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김인한

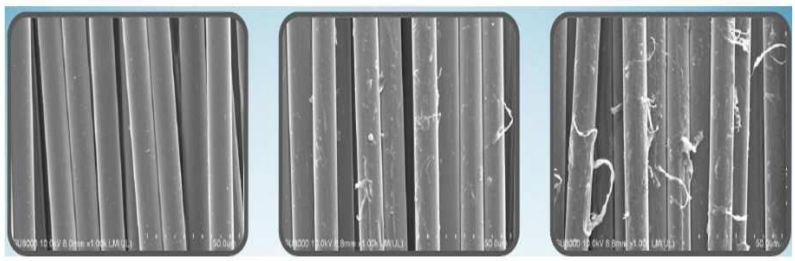
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **전자빔을 이용한 방탄용 직물 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 간단한 방법으로 방탄 성능을 향상시킨 경량의 방탄용 직물에 대한 것으로, 전자빔 조사에 의해 피브릴이 형성된 섬유를 포함하는 것을 특징으로 한다. 또한, 섬유로 제직된 방탄용 직물에 전자빔을 조사하여 피브릴을 형성시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법을 제공한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
D03D 1/0052 (2013.01)
D06B 3/10 (2013.01)
D06M 11/79 (2013.01)
D06M 15/21 (2013.01)
F41H 1/02 (2013.01)
F41H 5/0471 (2013.01)
D06M 2101/18 (2013.01)
D06M 2101/34 (2013.01)
D10B 2507/00 (2013.01)

(72) 발명자
유의상
전라북도 전주시 덕진구 동부대로 785 301동 508호 (호성동1가,동신3차아파트)
권남희
서울특별시 서초구 방배중앙로13길 7 201호 (방배동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자빔 조사에 의해 피브릴이 형성된 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전자빔은 전자빔흡수선량이 10KGy 내지 1,000KGy의 범위인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전자빔은 전자빔흡수선량이 50KGy 내지 500KGy의 범위인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 방탄용 직물은 경사와 위사의 비율이 34 X 34 내지 34 X 38 범위인 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 방탄용 직물에 전단농화유체가 함침되어 있는 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 전단농화유체는 실리카 파티클 및 폴리에틸렌글리콜을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 섬유는 아라미드 또는 UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) 소재인 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 방탄용 직물은 평직(Plain weave) 직물조직으로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자빔을 이용한 방탄용 직물

청구항 9

섬유로 제직된 방탄용 직물에 전자빔을 조사하여 피브릴을 형성시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 단계 전단계로,

상기 방탄용 직물에 전단농화유체를 함침 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 단계 후단계로,

상기 방탄용 직물에 전단농화유체를 함침 처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 전자빔 조사는 전자빔흡수선량이 10KGy 내지 1,000KGy의 범위인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 전자빔 조사는 전자빔흡수선량이 50KGy 내지 500KGy의 범위인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 방탄용 직물은 경사와 위사의 비율이 34 X 34 내지 34 X 38 범위인 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 15

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 전단농화유체는 실리카 파티클 및 폴리에틸렌글리콜을 포함하는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 섬유는 아라미드 또는 UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) 소재인 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 17

청구항 9에 있어서,

상기 방탄용 직물은 평직(Plain weave) 직물조직으로 형성되는 것을 특징으로 하는 방탄용 직물 제조방법

청구항 18

청구항 1 내지 8 중 어느 한 항의 방탄용 직물을 이용한 방탄제품

청구항 19

청구항 9 내지 17 중 어느 한 항의 방탄용 직물 제조방법을 적용하여 제조된 방탄제품

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 방탄복 등의 방탄 제품에 적용되는 방탄용 직물 및 이의 제조방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 방탄복은 발사되는 총알이나 폭발로 발생하는 파편 등으로부터 우리의 몸을 보호하는 보호복으로서 소프트타입과 하드타입으로 나눌 수 있다. 소프트타입의 방탄복은 여러겹의 직물이나 섬유복합직물의 적층구조로 되어 있으며 소구경권총이나 산탄총알, 수류탄의 파편으로부터 인체를 보호하는데 사용된다. 소총이상의 충격자로부터 보호받기 위해서는 상기 소프트타입에 금속이나 세라믹판을 보강한 하드타입의 방탄복이 사용된다. 일반적으로 소프트타입은 경찰관이나 보안요원 보디가드등이 사용하며, 하드타입은 용병, 특수부대요원등의 군인들이 사용하고 있다.

[0003] 이러한 방탄복은 강력한 섬유층을 이용하여 날아오는 총알의 모양을 변형시키고 그물과 같은 형상으로 포획함으로써 총알로부터의 힘을 넓은 영역으로 분산시킨다. 따라서 방탄복은 총알의 변화로부터 발생하는 에너지를 흡수함으로써 총알이 섬유층을 완전히 관통하는 것을 막는 역할을 한다. 총알의 변형으로 섬유층의 일부는 파손될 수 있으나 이 결과 에너지는 더 넓은 영역으로 분산되게 된다.

[0004] 이러한 방탄소재에 대한 연구는 원사개발측면부터 직조방법 및 적층방법에 있어서 다양하게 이루어지고 있다. 특히, 고강력원사를 이용한 직조기술을 적용하여 직물을 강인하게 함으로써 탄도체의 관통을 막거나, 직물을 성글고 유연하게 직조함으로써 탄환의 충격에너지의 분산을 유도하는 방식의 기술이 다양하게 시도되어 왔다. 그 일례로 대한민국 공개특허공보 제1996-0010933호에서는 직물의 경위사에 있어 한쪽은 관통방지, 다른 한쪽은 충격시 신장을 통한 에너지 흡수를 목적으로 경위사를 상이한 실을 사용한 방탄용 직물을 제조하는 기술을 개시하

고 있으나 직물의 유연성이 부족하고 중량이 과다한 문제점이 있었다.

[0005] 또한, 방탄 성능을 개선하기 위한 방법으로, 방탄복의 재료가 되는 섬유에 화학적 처리 또는 플라즈마 처리에 의해 피브릴을 형성하여, 피브릴에 의한 마찰력 증가로 인해 방탄성능을 개선하고자 하는 노력이 있었다. 이러한 화학적 처리 또는 플라즈마 처리에 의한 피브릴이 형성된 섬유는 Pull-out force가 현저히 떨어지고 환경변화에 의한 내구성 및 통기성(Air permeability)이 떨어지는 문제점이 있어왔다.

[0006] 따라서, 별도의 소재나 구성 추가 없이 간단한 방법에 의한 내구성 및 경량성이 우수한 방탄용 소재 또는 방탄용 직물의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전자빔을 이용하여 방탄성능을 개선한 방탄용 직물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적 달성을 위한 본 발명의 전자빔을 이용한 방탄용 직물은, 전자빔 조사에 의해 피브릴이 형성된 섬유를 포함한다.

[0013] 일 실시형태로, 상기 전자빔은 전자빔흡수선량이 10KGy 내지 1,000KGy의 범위일 수 있다.

[0015] 다른 일실시형태로, 상기 전자빔은 전자빔흡수선량이 50KGy 내지 500KGy의 범위일 수 있다.

[0017] 또 다른 일실시형태로, 상기 방탄용 직물은 아라미드 섬유 600de 기준, 경사와 위사의 비율이 34 X 34 내지 34 X 38 범위일 수 있다.

[0019] 또 다른 일실시형태로, 상기 방탄용 직물에 전단농화유체가 함침되어 있을 수 있다.

[0021] 또 다른 일실시형태로, 상기 전단농화유체는 실리카 파티클 및 폴리에틸렌글리콜을 포함할 수 있다.

[0023] 또 다른 일실시형태로, 상기 섬유는 아라미드 또는 UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) 소재일 수 있다.

[0025] 또 다른 일실시형태로, 상기 방탄용 직물은 평직(Plain weave) 직물조직으로 형성될 수 있다.

[0027] 상기 목적 달성을 위한 본 발명의 방탄용 직물 제조방법은, 섬유로 제직된 방탄용 직물에 전자빔을 조사하여 피브릴을 형성시키는 단계를 포함한다.

[0029] 일 실시형태로, 상기 단계 전단계로, 상기 방탄용 직물에 전단농화유체를 함침 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0031] 다른 일 실시형태로, 상기 단계 후단계로, 상기 방탄용 직물에 전단농화유체를 함침 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0033] 또 다른 일실시형태로, 상기 방탄용 직물 및 방탄용 직물의 제조방법에 의해 제조된 방탄용 제품을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0035] 상기와 같이 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 도출된 본 발명은 전자빔 조사 방법에 의해 우수한 방탄성능 가지는 경량의 방탄용 직물 및 방탄용 제품을 제공한다.

[0037] 또한, 전자빔과 전단농화유체의 융합 처리에 의해 더욱 개선된 방탄성능을 가지는 방탄용 직물 및 방탄용 제품을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 화학처리에 의해 피브릴이 형성된 섬유의 SEM 사진을 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태로, 전자빔 처리에 의해 피브릴이 형성되기 전후 섬유의 SEM 사진을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시형태로, 전자빔의 흡수선량에 따른 Pull-out force를 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시형태로, 직물의 밀도 및 전자빔의 흡수선량에 따른 피탄 충격 테스트의 후면변형 깊이(Backface signature)를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0042] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "특징으로 한다", "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략

하기로 한다.

[0046] 본 발명은 방탄용 직물에 전자빔(e-beam)을 조사하여 구성섬유에 피브릴을 형성시킴으로써 방탄 성능을 개선한 방탄용 직물에 대한 것이다.

[0048] 도 1은 종래의 방식인 화학처리에 의해 섬유상에 피브릴이 형성된 SEM 사진을 나타낸 것이고, 도 2의 (b) 및 (c)는 전자빔 조사에 의해 형성된 피브릴을 나타낸 SEM 사진이다. 도 1을 보면, 섬유 가닥의 형상을 변형시키면서 불규칙한 피브릴이 형성되고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 반해 도 2의 (b) 및 (c)는 섬유 가닥을 크게 변형시키지 않으면서 어느 정도의 정형성을 가지는 피브릴이 형성되는 것을 알 수 있다. 도 1과 같은 화학적 처리 또는 플라즈마 처리와 같은 방법에 의해 형성되는 피브릴은 섬유가닥을 변형시키고 섬유 표면의 손상을 야기시키므로 Pull-out force를 상당히 저하시키는 것을 알 수 있으며, 이로 인해 방탄 성능 또한 저하시키는 것을 실험적으로 확인하였다. 또한, 잔가지 형태의 피브릴이 많이 형성되므로 통기성(Air permeability)도 저하됨을 알 수 있으며, 이러한 Pull-out force 저하, 방탄성능 저하, 통기성 저하에 대해서는 실험적으로 확인 되었다.

[0050] 본 발명의 상기 섬유는 바람직하게는 (파라)아라미드 또는 UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene, 고강도 폴리에틸렌) 소재의 섬유일 수 있다. 이하 설명에서는 설명의 편이성을 의해 아라미드 섬유를 중심으로 설명한다. 다만, UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) 섬유가 배제되는 것으로 해석되어서는 아니된다.

[0052] 본 발명의 전자빔 처리에 의한 피브릴 형성은 환경유해 물질인 화학적 물질을 사용하지 않으면서, 상온에서 간단한 처리방법으로 방탄 성능을 향상시킬 수 있다.

[0054] 도 2는 전자빔의 흡수선량에 따라 형성된 아라미드(Aramid) 섬유에 피브릴이 형성된 SEM 사진으로, 도 2의 (a)는 전자빔을 조사하지 않은 것이며, (b)는 전자빔의 흡수선량을 10KGy로 적용한 것이고, (c)는 500KGy로 적용한 것이며, 도 3은 전자빔의 흡수선량에 따른 인치당(inch) 다른 비율을 가지는 경사(warp)와 위사(weft)의 Pull-out force 평균값을 나타낸 그래프이다. Pull-out force는 방탄성능을 예측하는 매우 중요한 테스트 기준이다.

[0056] 도 3에 나타난 바와 같이, 전자빔을 조사하지 않은 아라미드 섬유의 방탄용 직물의 Pull-out force는 약 400gf 정도인 반면, 10KGy의 흡수선량만을 조사하더라도 약 85gf가 향상됨을 알 수 있다. 즉, 10KGy 정도의 약한 전자빔 조사만으로도 월등히 향상된 Pull-out force를 나타냄을 알 수 있다. 전자빔은 바람직하게는 10회 내지 15회로 나누어 도 3의 흡수선량을 조사하는 것이 섬유를 손상시키지 않는 수준에서 Pull-out force를 향상시킬 수 있다.

[0058] 도 3의 그래프를 보면, 전자빔을 조사하지 않은 경우와 흡수선량 10KGy를 조사하였을 경우뿐만 아니라, 흡수선량 30KGy에서 50KGy로 변경될 때에도 급격한 Pull-out force가 개선됨을 알 수 있다. 이로써, 50KGy의 흡수선량에서 피브릴 형성에 관여하는 큰 화학적인 변형이 일어남을 추측할 수 있었다. 또한, 50KGy에서 1,000KGy까지는 Pull-out force가 다소 상승하다가, 1,200KGy의 흡수선량 이후에는 Pull-out force가 하락한다는 것을 알 수 있었다. 이로 인해, 1,200KGy의 흡수선량에서 아라미드 섬유의 물성을 급격하게 변화시키는 화학적인 변형이 일어남을 예상할 수 있었다.

[0060] 상기와 같이, 본 발명의 전자빔 조사는 흡수선량 10 내지 1,000KGy일때 Pull-out force가 개선됨을 알 수 있으며, 바람직하게는 50 내지 1,000KGy일때 최적의 Pull-out force를 나타냄을 알 수 있다.

[0062] 하기 [표 1]은 흡수선량에 따른 피탄 충격에 의한 후면변형 깊이, 즉 BFS(Back Face Signature)를 나타낸 것이다. 본 피탄 충격 테스트는 미국 법무부 사법연구소 표준의 모의시험으로, 실제 탄환 모양의 충격자를 이용하여 고압의 충격을 가하고, 이때 관통여부 및 후면변형의 깊이를 판정함으로써 NIJ 규격을 시뮬레이션 한 것이다. 본 테스트는 평직(Plain weave) 형태 아라미드 섬유 직물을 사용하였으며, 경사(warp)와 위사(weft)의 수치는 아라미드 섬유 600de를 기준으로 산출되었다. 하기 [표 1]의 데이터는 도 4에 그래프화 하였다.

표 1

[0064]

Fabric count (warpxweft/in.)	Backface signature (mm)							
	0KGy	10KGy	30KGy	50KGy	100KGy	500KGy	600KGy	800KGy
L1(30X30)	29.37	28.60	28.26	25.62	24.94	24.12	25.58	26.73
L2(30X34)	27.77	27.11	26.39	24.48	23.08	22.59	23.97	24.53
L3(30X38)	26.62	26.22	25.88	24.33	22.52	21.48	22.52	23.21
H1(34X34)	25.30	24.62	23.92	20.13	19.84	19.15	21.32	22.87
H2(34X38)	23.03	22.19	21.91	19.45	19.01	18.43	20.02	22.36
H3(34X42)	22.51	21.64	21.02	19.64	19.21	19.01	19.73	21.62

[0065] 상기 [표 1] 및 도 4를 보면, 전자빔을 조사하면 후면변형 깊이(Backface signature)가 개선됨을 알 수 있으며(후면변형 깊이가 작아짐), 전자빔의 흡수선량이 50KGy일때 후면변형 깊이가 급격하게 감소(개선)함을 알 수 있다. 그리고, 600KGy부터 후면변형 깊이가 증가, 즉 방탄특성이 감소함을 알 수 있다.

[0066] 또한, 경사(warp)와 위사(weft)의 밀도가 증가하면서 후면변형 깊이가 개선되고 있으나, 일정 영역에서는 급격하게 증가하거나 감소되는 부분이 존재한다는 것을 알 수 있다. 즉, 대체적으로 50KGy에서부터 급격하게 후면변형 깊이가 감소하고 있으며, 600KGy부터 후면변형 깊이가 증가함을 알 수 있다. 또한, H1 및 H2의 50KGy에서 가장 급격하게 후면변형 깊이의 감소를 알 수 있으며(방탄특성이 개선됨을 알 수 있으며), H3는 50KGy에서부터 H2의 후면변형 깊이보다 오히려 증가함을 알 수 있다.

[0068] 정리하면, 전자빔의 흡수선량이 50KGy 내지 500KGy일 때 임계영역이 존재하면서, 최적의 방탄 특성(피탄 충격)을 나타내고 있으며, 전자빔의 흡수선량이 50KGy 내지 500KGy에서 아라미드 섬유 600de 기준, 경사(warp)와 위사(weft)의 비율이 34X34 내지 34X38 일때, 최적의 방탄특성을 보임을 알 수 있다. 또한, 이로써, 최적의 방탄특성을 보이면서, 최적의 통기성을 나타내는 범위는 전자빔의 흡수선량이 50KGy 내지 500KGy이면서, 경사(warp)와 위사(weft)의 비율이 34X34 내지 34X38의 범위를 가질때임을 알 수 있다.

[0070] 본 발명의 방탄용 직물조직의 형태, 즉 평직(Plain weave), 능직(Twill weave), 주자직(Satin weave) 등의 다양한 형태가 적용될 수 있다. 바람직하게는 평직(Plain weave)이 올 수 있다. 평직은 다른 직물조직보다 생산성의 측면에서 바람직하며, 본 발명의 전자빔 조사시, Pull-out force의 개선 비율이 가장 큼을 실험적으로 확인하였다. 이러한 큰 Pull-out force의 개선 비율로 인해 능직(Twill weave), 주자직(Satin weave)보다 우수한 피탄 충격량 특성(Backface signature)을 나타냄을 실험적으로 확인하였다.

[0072] 상기 본 발명의 전자빔 조사는 한국의 EB-TECH사의 'ELV-8' 기기를 사용하였으며, 'an energy of 1.14MeV, 6.7mA of electron current, and 10m/min of velocity' 조건으로 테스트를 진행하였다.

[0074] 본 발명은 상기의 전자빔이 처리된 방탄용 직물에 전단농화유체 처리에 의해, 전단농화유체가 함침되어 있을 수 있다. 전단농화유체의 처리는 전자빔을 조사하기 전의 방탄용 직물에 처리되거나, 전자빔을 조사한 후의 방탄용 직물에 처리될 수 있다.

[0076] 전단농화유체란, 유체에 전단응력을 가하면 초기에는 전단담화(shear thinning)현상을 보이다가 임계전단속도에

도달하게 되면 점도가 급격히 증가하는 전단농화(shear thickening)현상을 보이는 비뉴턴 유체를 말하는 것으로, 구체적으로 전단농화유체는 연속상인 용매에 수십에서 수백나노 크기를 가지는 입자가 분산되어 있는 형태를 가지며, 이렇게 분산되어 있는 입자들에 전단응력을 가하게 되면 입자들은 초기에 규칙적인 정렬 구조를 완성하게 되는데, 이 시점에서는 전단담화현상이 일어나다가 임계전단속도에서 도달하게 되면 이런 정렬구조가 무너지게 되고 입자 간에 응집이 발생하여 급격히 점도가 증가하게 된다. 또한 전단응력을 제거하면 본래의 상태로 돌아오는 가역적인 현상을 보인다. 따라서 전단담화시에는 액체의 상을 지니다가 임계전단속도 이상에서는 점도가 높아져 마치 고체와 같은 성질을 갖고 응력을 제거하게 되면 다시 액체의 상태로 돌아오는 특징이 있다. 따라서, 상기 전단농화유체를 섬유에 함침하는 경우, 전단농화유체는 총알 등으로 외부에서 급격한 충격이 가해질 경우 액상에서 고체상으로 상변화가 일어나 딱딱해지면서 외부 충격이 내부로 침투하는 것을 방지하는 역할을 수행하여 탄환 등의 충격으로부터 신체를 보호할 수 있는 방탄효과를 발현한다.

[0078] 본 발명의 전단농화유체는 100~3,000rpm의 교반 속도로 교반하는 것에 의하여 제조될 수 있다. 교반과정은 흄드실리카를 3차원의 사슬구조(aggregates, agglomerate)로 형성함과 함께 상기 흄드실리카의 사이로 구형실리카가 균일하게 충진되도록 하기 위한 과정이며, 이 과정에서 교반속도가 100rpm 미만일 경우 흄드실리카와 구형실리키가 분산용매와 혼합되기가 어렵고, 3,000rpm을 초과할 경우 사슬구조의 흄드실리카가 분해되면서 전단농화현상을 저해하는 요소로 작용할 우려가 있다.

[0080] 전단농화유체가 함침되어 있는 섬유에 전자빔을 조사한 경우에는, 전자빔만을 처리한 방탄 직물보다 Pull-out force에 있어서는 다소 떨어지는 경향을 보이고 있으나, 피탄 충격력(Backface signature)은 약 2% 이상 개선되고 있음을 테스트 결과 확인 되었다. 또한, 전단농화유체만을 처리한 방탄 직물보다는 Pull-out force에 있어 약 5%의 Pull-out force가 개선되고, 약 3%의 피탄 충격력(Backface signature)이 개선됨을 테스트 결과 확인하였다.

[0081] 전자빔을 조사한 방탄용 직물에 전단농화 유체를 처리하는 경우에는, 전자빔만을 처리한 방탄 직물보다 Pull-out force에 있어 약 4%의 Pull-out force가 개선되고, 피탄 충격력(Backface signature)은 약 5% 이상 개선되고 있음을 테스트 결과 확인 되었다. 또한, 전단농화유체만을 처리한 방탄 직물보다는 Pull-out force에 있어 약 10%의 Pull-out force가 개선되고, 약 7%의 피탄 충격력(Backface signature)이 개선됨을 테스트 결과 확인하였다.

[0082] 상기와 같이, 전자빔 조사와 전단농화유체를 모두 적용할 경우, Pull-out force 및 피탄 충격력(Backface signature)이 모두 개선됨을 알 수 있다. 다만, 좀더 개선된 피탄 충격량 특성(Backface signature)을 얻기 위해서는 전자빔에 의해 피브릴이 형성된 직물에 전단농화 유체를 처리함이 바람직하다. 또한, 전단농화 유체를 후처리함이 전단농화 유체의 함침력을 더욱 향상시킬 수 있으므로, 적은 양의 전단농화유체로 방탄특성을 향상시킬 수 있어 생산성의 측면에서 바람직하다.

[0084] 본 발명의 전단농화유체는 실리카 파티클 및 폴리에틸렌글리콜을 포함할 수 있다. 실리카 파티클은 흄드실리카(fumed silica)와 구형실리카(spherical silica)로 구성된 2종의 실리카를 포함 포함할 수 있으며, 흄드실리카와 구형실리카는 바이모달(Bimodal) 입자분포를 이루고 있을 수 있다. 상기 폴리에틸렌글리콜에 더해서 에틸렌글리콜 단분자를 더 포함할 수 있다.

[0086] 이하에서는 본 발명의 방탄용 직물의 제조방법을 설명한다.

[0088] 본 발명의 방탄용 직물은, 섬유로 제직된 방탄용 직물에 전자빔을 조사하여 피브릴을 형성시키는 단계를 포함한다. 즉, 직조전의 실이나 섬유상태에 전자빔을 조사하는 것이 아니라, 제직된 직물 상태에서 전자빔을 조사하여 피브릴을 형성한다. 직물 상태에서 피브릴이 형성되어야 피브릴에 의한 방탄 특성의 변형없이 유지될 수 있다.

[0090] 상기에서 설명한 바와 같이, 상기의 전자빔 조사 전단계로, 전단농화유체를 처리하는 단계를 거칠 수 있으며,

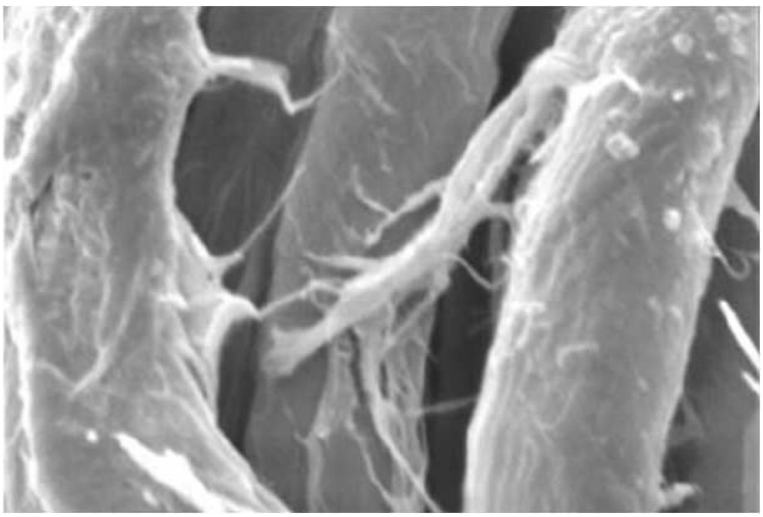
전자빔 조사 후단계로, 즉 전자빔 조사에 의해 피브릴이 형성이 완료된 후 전단농화유체 처리 단계를 더 거칠 수 있다. 전단계 및 후단계의 전단농화유체 처리에 의한 효과상의 차이점은 상술 하였으므로, 생략한다. 또한, 전단농화유체의 제조방법 및 처리는 본 발명의 출원인이 기존에 출원한 특허 제2011-0040499호(출원번호) 및 제2011-0040500호(출원번호)에 기재된 내용에 의할 수 있다.

[0092] 상기의 제조방법에 의한 방탄용 직물은 다양한 방탄용 제품에 적용될 수 있다. 본 발명에 의한 방탄용 직물은 간단한 방법 및 추가적인 구성품의 적용 없이 방탄성능을 향상시킬 수 있으므로 생산성 측면에서 우수하고, 전자빔과 전단농화유체의 융합적인 처리에 의해 단독 처리시보다 더욱 개선된 방탄성능을 달성할 수 있게 되었다.

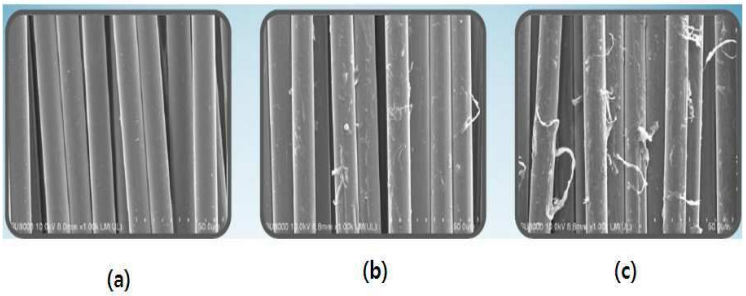
[0094] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다.

도면

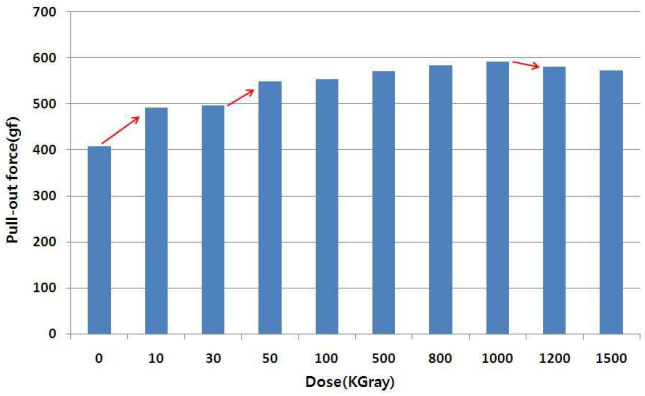
도면1



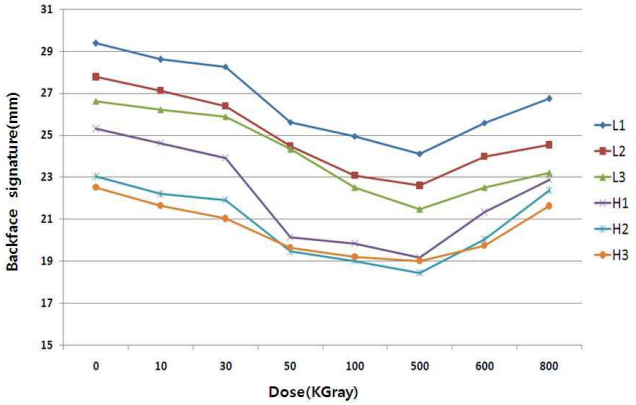
도면2



도면3


700
600
500
400
300
200
100
0
Pull-out force(gf)
0
10
30
50
100
500
800
1000
1200
1500
Dose(KGray)

도면4


31
29
27
25
23
21
19
17
15
Backface signature(mm)
0
10
30
50
100
500
600
800
Dose(KGray)
L1
L2
L3
H1
H2
H3