

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6617159号
(P6617159)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.	F 1
F 41 H 5/04	(2006.01) F 41 H 5/04
F 41 H 7/04	(2006.01) F 41 H 7/04
F 41 H 1/02	(2006.01) F 41 H 1/02
F 41 H 1/04	(2006.01) F 41 H 1/04
B 32 B 15/14	(2006.01) B 32 B 15/14

請求項の数 13 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-559655 (P2017-559655)
(86) (22) 出願日	平成28年6月7日(2016.6.7)
(65) 公表番号	特表2018-519488 (P2018-519488A)
(43) 公表日	平成30年7月19日(2018.7.19)
(86) 國際出願番号	PCT/IB2016/053322
(87) 國際公開番号	W02016/203344
(87) 國際公開日	平成28年12月22日(2016.12.22)
審査請求日	令和1年6月5日(2019.6.5)
(31) 優先権主張番号	102015000023820
(32) 優先日	平成27年6月15日(2015.6.15)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	イタリア(IT)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	511020829 サエス・ゲッターズ・エッセ・ピ・ア イタリア・I-20020・ライナーテ・ ヴィアレ・イタリア・77
(73) 特許権者	515316643 グルッポ・ロルド・エッセ・ピ・ア イタリア・ミラノ・I-20014・ネル ヴィアーノ・ヴィア・デラ・メルラタ・1
(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(74) 代理人	100110364 弁理士 実広 信哉
(74) 代理人	100133400 弁理士 阿部 達彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】衝撃保護構造、および衝撃保護構造を用いた装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

合成纖維の織物から作られた少なくとも第1の衝撃層(110)と、平坦な薄板および/または真っ直ぐな糸状の要素の形態の複数の細長い金属構造(122)が拘束される第1の保持要素(121)を備える少なくとも第2の衝撃層(120)とを備え、前記細長い金属構造(122)は、前記第1の保持要素(121)の様々な点において拘束され、前記細長い金属構造(122)の自由端が前記第1の織物の層(110)に拘束され、

前記細長い金属構造(122)は、前記第1の保持要素(121)から概して垂直に突出することと、前記細長い金属構造(122)は、前記細長い金属構造(122)に対してさらに実質的に垂直である平面に対して実質的に垂直な方向に作用する衝撃のエネルギーを座屈によって吸収するように配置され、前記細長い金属構造(122)の少なくとも90%が、前記第1の保持要素(121)に対して70°から90°の間で成る角度を形成し、前記細長い金属構造(122)は、スマート金属から作られることとを特徴とする、衝撃保護構造(100)。

【請求項 2】

前記第2の衝撃層(120)は、前記細長い金属構造(122)の自由端が拘束される第2の保持要素(123)を備え、前記第2の保持要素(123)は、さらに前記第1の衝撃層(110)に拘束される、請求項1に記載の衝撃保護構造(100)。

【請求項 3】

前記細長い金属構造(122)の少なくとも80%が、超弾性合金から作られる、請求

10

20

項 1 に記載の衝撃保護構造 (100)。

【請求項 4】

前記細長い金属構造 (122) 間の相互の距離が、前記細長い金属構造 (122) の長さの 0.4 倍未満であり、前記距離は、前記第 1 の保持部材 (121) の表面において測定される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の衝撃保護構造 (100)。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の衝撃保護構造 (100) を備える兵士ヘルメットであって、前記第 1 の衝撃層 (110) はシェルの外側面を形成し、前記第 2 の衝撃層 (120) は、使用者の頭に向くように意図されたシェルの内側層を形成する、兵士ヘルメット。10

【請求項 6】

前記第 2 の衝撃層 (120) は、ヘルメットシェルの内側を向く第 1 の保持要素 (121) と、前記第 1 の保持要素 (121) から垂直に伸び、前記第 1 の保持要素 (121) を前記第 1 の衝撃層 (110) に連結する複数の細長い金属構造 (122) とを備え、前記第 2 の衝撃層 (120) は、前記細長い金属構造 (122) の自由端が固定される第 2 の保持部材 (123) を備え、前記第 2 の保持部材 (123) は、前記第 1 の衝撃層 (110) に、さらに拘束される、請求項 5 に記載の兵士ヘルメット。

【請求項 7】

前記細長い金属構造 (122) は、直径が 75 ~ 350 μm の間から成り、長さが約 20 mm である真っ直ぐな糸状の要素であり、前記第 2 の衝撃層 (120) は、1 平方センチメートルあたり 60 本に及ぶ前記真っ直ぐな糸状の要素を備える、請求項 6 に記載の兵士ヘルメット。20

【請求項 8】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の衝撃保護構造 (100) を備える防弾ベストであって、前記第 1 の衝撃層 (110) は前記ベストの外側面を形成し、前記第 2 の衝撃層 (120) は、使用者の体に向くように意図された内側層を形成する、防弾ベスト。

【請求項 9】

前記第 1 の衝撃層 (110) は合成繊維の織物から作られ、前記第 2 の衝撃層 (120) は、第 1 の保持要素 (121) と、前記第 1 の保持要素 (121) から垂直に伸び、前記第 1 の保持要素 (121) を前記第 1 の衝撃層 (110) に連結する複数の細長い金属構造 (122) とを備え、前記細長い金属構造は、前記第 1 の保持部材 (121) および前記第 1 の衝撃層 (110) に縫い付けられた超弾性合金から作られた連続ワイヤによって形成される、請求項 8 に記載の防弾ベスト。30

【請求項 10】

前記細長い金属構造の直径が 0.05 ~ 0.30 mm の間から成り、前記細長い金属構造の高さが 0.5 ~ 3 mm の間から成る、請求項 9 に記載の防弾ベスト。

【請求項 11】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の衝撃保護構造 (100) を備える車両の車体構造であって、前記衝撃保護構造 (100) は、合成繊維の織物から作られた第 1 の衝撃層 (110) と、車両の本体に搭載されるように意図された第 1 の保持要素 (121) を備える第 2 の衝撃層 (120) と、加えて、前記第 1 の保持要素 (121) から垂直に伸び、前記第 1 の保持要素 (121) を前記第 1 の衝撃層 (110) に連結する複数の細長い金属構造 (122) とを備える、車両の車体構造。40

【請求項 12】

前記第 2 の衝撃層 (120) は、前記細長い金属構造 (122) の自由端が固定される第 2 の保持部材 (123) を備え、前記第 2 の保持部材 (123) は、さらに前記第 1 の衝撃層 (110) に拘束される、請求項 11 に記載の車両の車体構造。

【請求項 13】

前記細長い金属構造 (122) は、長さが 15 ~ 20 mm の間から成り、直径が 0.35 ~ 0.6 mm の間から成る真っ直ぐな糸状の要素である、請求項 11 または 12 に記載50

の車両の車体構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、衝撃保護システムに関し、詳細には、例えば防弾ベスト、兵士ヘルメット、および戦車の車体構造など、衝撃保護装置で用いられるのに適する衝撃保護構造に関する。

【背景技術】

【0002】

衝撃保護構造は、銃弾を捕らえて皿形に変形することで、その衝撃力を構造の一段と大きな部分にわたって拡散するように構成された、非常に強い纖維の層を概して備える多層構造である。衝撃保護構造は、変形する銃弾からエネルギーを吸収し、銃弾が構造を完全に貫通する前に銃弾を停止させる。

【0003】

例えば、防弾ベスト、兵士ヘルメット、および車両の車体構造の部品などの衝撃保護構造は、耐貫通性の要件と、衝撃保護構造が保護するように意図されている物体へと伝えられる衝撃エネルギーの大きさにおける限度との両方を有している。

【0004】

衝撃保護構造は、典型的には、例えばポリアミドおよびアラミド繊維などの合成繊維の織物から作られ、弾丸および鋭い物体からの衝撃に対する保護を高めるために、例えば鋼、チタン、ポリエチレン、セラミック、およびガラス繊維から作られた強化板部材も備え得る。

【0005】

1992年に刊行されたStuart M. LeeによるHandbook of Composite Reinforcements、および、1995年に刊行されたWellington Sears Handbook of Industrial Textilesは、銃弾の衝撃に特に言及している衝撃吸収のための強化パネルを開示している。

【0006】

近年、材料科学における前進が、特には防弾ベスト用に意図されたより柔らかくより軽量な衝撃保護構造の開発への道を開き、その防弾ベストは、衝撃保護構造の全体重量を概して増加させる追加の金属またはセラミックの板の補助なしで、拳銃およびライフルの銃弾を止めることができる。

【0007】

例えば、米国特許出願公開第2014/0304877(A1)号は、基材としてニチノールなどの形状記憶材料から作られた三次元スペーサ繊維構造を利用する胴体防護具を開示している。三次元スペーサ繊維構造は、いわゆる「耐弾時鈍的外傷」、つまり、胴体防護具の前面への発射体の衝撃において胴体防護具の急激な変形から生じる非貫通の負傷を、低減するように作用する。この変形は、発射体を捕らえる遅延およびエネルギー吸収の過程の一部である。

【0008】

形状記憶材料から作られた三次元スペーサ繊維構造は、繊維の可塑性の変形および伸長によってエネルギーを吸収する繊維マットとして作用する。特に形状記憶材料の超弾性の挙動を活用することで、三次元スペーサ繊維構造を備える胴体防護具は、耐弾時鈍的外傷を低減できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許出願公開第2014/0304877(A1)号

【特許文献2】EPO226826B1

10

20

30

40

50

【特許文献 3】米国特許第 4 , 0 6 7 , 7 5 2 号

【非特許文献】

【0 0 1 0】

【非特許文献 1】Hand book of Composite Reinforcements

【非特許文献 2】Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 1】

10

より一段と軽量な構造を達成する一方で、このような構造を用いる装置の安全性を高め、衝撃および負傷を低減するために、衝撃保護構造をさらに向上する必要性がなおもあり、これが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 2】

前記目的は、主要な特徴が第 1 の請求項に開示されている衝撃保護構造で達成され、一方、他の特徴は残りの請求項に開示されている。

【0 0 1 3】

20

本発明の根底にある解決策の発想は、衝撃保護構造が合成繊維の織物から作られた少なくとも第 1 の衝撃層と、平坦な薄板および／または真っ直ぐな糸状の要素の形態の複数の細長い金属構造が拘束される第 1 の保持要素を備える少なくとも第 2 の衝撃層とを備え、前記金属構造は、第 1 の保持要素の様々な点において拘束され、第 1 の保持要素から概して垂直に突出し、細長い金属構造の自由端が前記第 1 の織物の層に拘束される。

【0 0 1 4】

30

それらの構成のおかげで、細長い金属構造は、細長い構造に対して垂直である平面に対して垂直な方向に作用する衝撃のエネルギーを吸収するように配置され、それによって、本発明による衝撃保護構造は、細長い金属構造のいわゆる「座屈効果」を、衝撃に由来する機械的エネルギーを放散するための手段として活用する。このような座屈層は、先行技術の織物の衝撃層と組み合わせることができるかなり軽量かつ機械的に簡単な構造を用いることで、非常に高い度合いの変形を達成し、それによって機械的エネルギーの吸収を達成することを許容する。

【0 0 1 5】

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 0 4 8 7 7 (A 1) 号の三次元スペーサ繊維構造と比較すると、本発明による衝撃保護構造は、プラスチックの変形および伸長によってエネルギーを吸収するように構成された三次元構造を形成するように細長い金属構造が編まれていないため、著しくより単純である。それと異なり、細長い金属構造は、衝撃においてエネルギー吸収手段として座屈を活用するように、第 1 の保持要素に対して概して垂直に拘束される。

【0 0 1 6】

40

別の言い方をすれば、細長い金属構造の異なる構成は、米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 0 4 8 7 7 (A 1) 号の先行技術の衝撃保護構造と比較した場合、異なるエネルギー吸収機構を活用することを可能にする。

【0 0 1 7】

本発明によれば、細長い金属構造は、第 1 の保持要素に対して完全に垂直である必要はなく、座屈効果の活用は、細長い金属構造が第 1 の保持要素に対して 7 0 ° ~ 9 0 ° の間から成る角度を形成するとき、同じく可能である。

【0 0 1 8】

さらに、座屈効果を活用して衝撃エネルギーを吸収するために、細長い金属構造の少なくとも 9 0 % が第 1 の保持要素に対して 7 0 ° ~ 9 0 ° の間から成る角度を形成すれば、十分である。

50

【0019】

先行技術の衝撃保護構造と比較して、本発明の衝撃保護構造は、等しいレベルの保護においてより軽量であり、これは、防弾ベストの製造にとって特に有利である。

【0020】

本発明の衝撃保護構造は高い度合いの変形性を特徴とし、これは、衝撃保護構造を任意の所望の形で提供することを有利に可能にし、衝撃保護構造を防弾ベストの製造のために使用するだけでなく、構造がドーム形とされる兵士ヘルメット、または、さらには車両の設計に依存して変わり得る湾曲を典型的には有する車両の車体構造の部品などの品物を作ることも、有利に可能にする。

【0021】

10

本発明による衝撃保護構造のさらなる利点および特徴は、添付の図面を参照して、本発明の以下の詳細な非限定的な記載から当業者には明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】兵士ヘルメットの一部として構成される、本発明の第1の実施形態による衝撃保護構造の概略的な断面図である。

【図2】防弾ベストの一部として構成される、本発明の第2の実施形態による衝撃保護構造の概略的な断面図である。

【図3】車両の車体構造の一部として構成される、本発明の第3の実施形態による衝撃保護構造の概略的な断面図である。

20

【図4】本発明による衝撃保護構造の第1の試験サンプルの写真である。

【図5】先行技術による衝撃保護構造の第2の試験サンプルの写真である。

【図6】図4および図5の例において実行される圧縮試験の結果を比較したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明による衝撃保護構造は、大まかには符号100によって指示されており、例えば、織られたまたは重ねられたアラミド繊維、ガラス繊維、または炭素繊維など、合成繊維の織物から作られた少なくとも第1の衝撃層110を備える。

【0024】

30

本発明によれば、衝撃保護構造は少なくとも第2の衝撃層120を備え、第2の衝撃層120はさらに、平坦な薄板および/または真っ直ぐな糸状の要素の形態の複数の細長い金属構造122が拘束される第1の保持要素121を備える。金属構造122は、保持要素121の様々な点において拘束されており、保持要素121から概して垂直に突出している。したがって、細長い金属構造122同士は概して互いに平行である。

【0025】

保持要素の製造のための適切な材料は、金属材料、プラスチック材料、纖維材料、またはポリマー材料であり得る。

【0026】

40

細長い金属構造122は、第1の保持要素121に形成されたそれぞれの空所に細長い金属構造122を接着することで第1の保持要素121に拘束されてもよく、これは、第1の保持要素121が、プラスチック、または、シリコンゴムなどの弾性材料から作られた板であるときに好ましく、または、細長い金属構造122は、第1の保持要素121が例えば衝撃織物などの織物であるとき、縫い付けもしくは圧入されてもよい。

【0027】

細長い金属構造122の自由端は、例えば接着または縫い付けによって、織物層110に直接的に拘束されてもよい。代替で、第2の層120は、細長い金属構造122が拘束される第2の保持要素123を備えてもよく、第2の保持部材123はさらに織物層110に拘束される。

【0028】

50

本発明による衝撃保護構造の全体の構成は、第2の衝撃層120を形成する細長い金属構造が、第1の衝撃層110と、第1の保持部材と、任意選択の第2の保持部材とに対して実質的に垂直に作用する衝撃力を、それら金属構造の長さに沿って、つまり、真っ直ぐな糸状の要素の場合に軸方向で吸収するように配置されるようになっている。

【0029】

この構成は、細長い構造のいわゆる「座屈効果」を、衝撃力によって引き起こされる機械的エネルギーを吸収するための手段として活用することを許容する。科学的には、座屈は、圧縮応力を受ける細長い構造の故障モードに通じる数学的不安定である。理論的には、座屈は、静的平衡の数式に対する解における分岐によって引き起こされる。増加する圧縮荷重の下でのある段階において、さらなる荷重は、平衡の2つの状態のうちの一方、つまり、純粹に圧縮された状態（側方偏位がない）または側方に変形された状態の一方において、持続されることが可能である。10

【0030】

大きい変形に耐えることができる金属材料の細長い金属構造を作ることによって、大きい量の機械的エネルギーを吸収することが可能である。

【0031】

本発明によれば、細長い金属構造122は、第1の保持要素121に対して完全に垂直である必要はなく、座屈効果の活用は、細長い金属構造122が第1の保持要素121に対して70°～90°の間から成る角度を形成するとき、つまり、第1の保持部材121に対して垂直な方向に対して、20°まで傾斜され得るとき、同じく可能である。20

【0032】

さらに、座屈効果を活用して衝撃エネルギーを吸収するために、細長い金属構造122の少なくとも90%が第1の保持要素121に対して70°～90°の間から成る角度を形成すれば、十分である。

【0034】

スマート金属は、本発明の衝撃保護構造の細長い金属構造の製造に特に適している。スマート金属は超弾性合金および形状記憶合金を含み、形状記憶合金は、頭文字「SMA」で当分野でも知られている。これらの材料は、当分野において広く知られており、例えば、超弾性合金および形状記憶Ni-Ti合金に関する欧州特許EPO226826B1に記載されている。30

【0035】

スマート金属（SMAおよび超弾性）の様々な組成が知られているが、当分野において主に使用されているスマート金属は、ニッケルおよびチタンが合金の少なくとも70wt%を形成するNi-Ti合金に基づくものである。最も一般的な合金は、重量で54%から55.5%までのニッケルと、残りにチタンとを含む（微量の他の成分も可能であり、典型的には、その全体の含有量は1wt%未満である）。

【0036】

これらの合金は、それらの成分によってだけでなく、2つの安定した相（オーステナイト、マルテンサイト）の間での遷移を引き起こす加熱過程（典型的には、制御された電流を合金に供給することによる）に曝されるときの合金の挙動によっても、通常は完全に特徴付けられる。具体的には、A_sおよびA_fは、オーステナイト相転換が開始する開始温度および終了温度であり、代わりに、M_sおよびM_fはマルテンサイト相を特徴付ける温度であり、ニチノールなどの可逆性のオーステナイト-マルテンサイトの転換を受ける合金の挙動についてのさらなる詳細および情報は、例えば米国特許第4,067,752号など、様々な出版物で見出すことができる。40

【0037】

SMA材料は、加熱処理を受けるとき、それらの元の形へと戻ることができ、そのため、本発明による衝撃保護構造では、SMA材料は、第2の衝撃構造の元の形を回復するために使用され得る、または、第2の衝撃の変形が起こったことの証拠として、超弾性合金などのより大きい弾性を呈する他の材料と合同で用いることができる事が知られている50

。

【0038】

本発明によれば、細長い金属構造122の少なくとも80%、および、好ましくは95%が、例えばニチノールといった超弾性合金から作られ、残りが、例えば形状記憶合金から作られる。形状記憶合金から作られた細長い金属構造の使用は、細長い金属構造が衝撃の「可逆性の証拠」として作用でき、加熱におけるジュール効果によってそれらの元の形を回復することもできる点において、有利である。

【0039】

したがって、例えば、アラミド繊維から作られたものなど、先行技術の衝撃織物のエネルギー吸収作用との組み合わせで、機械的エネルギーを吸収するためのより大きい能力を特徴とする向上した衝撃保護構造を達成し、柔軟性および軽量性を実質的に維持しつつ、先行技術の衝撃織物より衝撃および負傷を減らすことが可能である。10

【0040】

細長い金属構造122間の相互の距離が、細長い金属構造122の長さの0.4倍未満であり、距離は、第1の保持部材121に拘束される金属構造122の端部に対して測定される。このような構成は、単位面積あたりで比較的大きな数の細長い金属構造122を達成することを許容し、これは、構造への銃弾などの物体の貫通を防止することに効果的に寄与する。

【0041】

座屈を適切に活用するために、細長い金属構造122は、第1の保持部材121に拘束され、可及的に、細長い金属構造122に対して概して垂直な第2の保持部材123にも拘束される。したがって、細長い金属構造122は、実質的に互いに平行であるが、後に明記されている実施形態の記載から明らかであるように、0°から20°の間の相互の傾斜範囲が作られ得る傾斜した配置が作られてもよい。20

【0042】

明確性のために、図面に示した様々な部品の寸法および寸法比は、細長い金属構造の高さおよび幅への具体的な非排他的な参照において、変更されている。

【0043】

図1を参照すると、兵士ヘルメットシェルとして構成された衝撃保護構造が示されている。30

【0044】

兵士ヘルメットは、シェルの外側面を形成する第1の衝撃層110をさらに備える衝撃保護構造100を備え、第2の衝撃層120は、使用者の頭を向くように意図されたシェルの内側層を形成する。

【0045】

第1の衝撃層110は、例えば織られたまたは重ねられたアラミド繊維など、合成繊維の織物から作られる。第1の衝撃層の厚さは、必要とされる保護レベルに依存する。この層の適切な厚さは、例えば7~8mmの間から成ってもよく、これは、先行技術に従って、いくつかの織られたまたは重ねられたアラミド繊維を、例えば5~50層の間で重ね合わせて拘束することで得ることができる。40

【0046】

第2の衝撃層120は、ヘルメットシェルの内側を向く第1の保持要素121と、第1の保持要素121から垂直に伸び、第1の保持要素121を第1の衝撃層110に連結する複数の細長い金属構造122とを備える。第1の衝撃層110と第2の衝撃層120との間の連結は、細長い金属構造122の自由端を第1の織物の層110に、例えば接着または圧入によって、直接的に拘束することで行われ得る。代替で、図1に示しているように、第2の衝撃層120は、細長い金属構造122の自由端が固定される第2の保持部材123を備えることができ、前記第2の保持部材123は、さらに第1の衝撃層に拘束され、例えば接着される。

【0047】

10

20

30

40

50

第1の保持部材121および第2の保持部材123は、第1の保持部材121と第2の保持部材123との間に細長い要素122を適合させて拘束することを伴う、第2の衝撃層120を平坦な構成で組み立てることと、第2の衝撃層120をヘルメットシェルへと適合するように第2の衝撃層120にドーム形を容易に提供することとを許容する、例えば、例としてシリコンゴムなどの弾性材料から、作ることができる。

【0048】

細長い金属構造122は好ましくは真っ直ぐな糸状の要素であり、真っ直ぐな糸状の要素は、第1の衝撃層110によって形成されたヘルメット外側シェル110に適合および結合されるように、第2の衝撃層120をドームのように成形させることができる。

【0049】

真っ直ぐな糸状の要素122の直径は75～350μmの間から成り、それらの長さは約20mmのものとでき、これは、オイラーの公式で計算された約800の細長比をもたらす。

10

【0050】

第2の衝撃層120は、1平方センチメートルあたり60本の真っ直ぐな糸状の要素まで備えることができ、これは、衝撃保護構造100への弾丸などの貫通物体に効果的に対抗することを可能にする、組み立ての容易性と細長い金属構造の密度との間の良好な妥協点を表している。

【0051】

第1の衝撃層110および第2の衝撃層120だけが示されているが、図1のヘルメットは、例えば、より高い保護のレベルを達成するように第1の衝撃層110の上方に配置される、例えば金属またはセラミックの層など、さらなる層を備えてもよい。

20

【0052】

図2は、衝撃保護構造100が防弾ベストの一部として構成されている本発明の第2の実施形態を示している。

【0053】

図1の実施形態と同様に、第1の衝撃層110は、例えば織られたまたは重ねられたアラミド繊維など、合成繊維の織物から作られる。この場合でも、第1の衝撃層の厚さは、必要とされる保護レベルに依存する。この層の適切な厚さは、例えば2～3mmの間から成ってもよく、これは、先行技術に従って、いくつかの織られたまたは重ねられたアラミド繊維の層を重ね合わせて拘束することで得ることができる。

30

【0054】

第2の衝撃層120は、第1の保持要素121と、第1の保持要素121から垂直に伸び、第1の保持要素121を第1の衝撃層110に連結する複数の細長い金属構造122とを備える。第1の保持要素121は、第1の衝撃層110と同様に、例えば織られたまたは重ねられたアラミド繊維など、合成繊維の織物から作ることができ、2～3mmの同じ厚さを有する。細長い金属構造は、例えばニチノールなどの超弾性合金から作られた連続ワイヤを、第1の保持部材121と第1の衝撃層110とに縫い付けることで形成される。細長い金属構造は、第1の衝撃層110に作用する衝撃圧縮力において座屈を許容するように、第1の保持部材121と第1の衝撃層110との間で垂直に伸びている。

40

【0055】

細長い金属構造の直径は、好ましくは0.05～0.3mmの間から成り、細長い金属構造の高さは0.5～3mmの間から成り、これは、オイラーの公式で計算された約160の細長比を与える。

【0056】

細長い金属構造の縫い付けは、1平方センチメートルあたり60本の真っ直ぐな糸状の要素を超える密度を達成することを許容し、この場合でも、衝撃保護構造への弾丸などの物体の貫通に効果的に対抗することに効果的に寄与する。

【0057】

したがって、図2の実施形態による衝撃保護構造100の全体の構成は、防弾ベストの

50

製造に特に適合した柔らかく軽量で高度に変形可能な構造の構成である。

【0058】

ここで図3を見ると、本発明のさらなる実施形態によれば、衝撃保護構造は、例えば自動車または戦車などの車両のための車体構造の一部として用いることもできる。

【0059】

図3に示しているように、この場合も、衝撃保護構造は、例えば織られたまたは重ねられたアラミド繊維など、合成繊維の織物から作られた第1の衝撃層110を備える。第1の衝撃層の厚さは、必要とされる保護レベルに依存し、例えば、先行技術に従って、いくつかの織られたまたは重ねられたアラミド繊維の層を重ね合わせて拘束することで得られた10mmの程度であり得る。

10

【0060】

第2の衝撃層120は、例えばシャーシCにおいて、車両の車体に搭載されるように意図された第1の保持要素121と、第1の保持要素121から垂直に伸び、第1の保持要素121を第1の衝撃層110に連結する、好ましくは真っ直ぐな糸状の要素の形態での複数の細長い金属構造122とを備える。図1の実施形態と同様に、第1の衝撃層110と第2の衝撃層120との間の連結は、細長い金属構造122の自由端を第1の織物の層110に、例えば接着または圧入によって、直接的に拘束することで行われ得る。代替で、図3に示しているように、第2の衝撃層120は、細長い金属構造122の自由端が固定される第2の保持部材123を備えることができ、前記第2の保持部材123は、さらに第1の衝撃層に拘束され、例えば接着される。

20

【0061】

この場合における細長い金属構造の長さは、例えば15~20mmのものとでき、一方、細長い金属構造の直径は、例えば0.35~0.6mmのものとでき、これは、オイラーノの公式で計算された約340の細長比を与える。

【0062】

さらなる保護層が、例えば、第1の衝撃層110に接着されるといった例によって拘束されたセラミック層130、および、接着されるといった例によってセラミック層130に拘束された金属層140など、保護を高めるために第1の衝撃層110に有利に付着されてもよい。

【0063】

本発明による衝撃保護構造の効果を試験するために、本発明によって作られた2つの試験サンプルと、先行技術によって作られた比較試験サンプルとが構築され、圧縮ユニットにおいて圧縮試験を受けた。

30

【0064】

本発明による衝撃保護構造の第1の試験サンプルS1は、60本の真っ直ぐな超弾性ニチノールワイヤを細長い金属構造122として用いることで構築された。超弾性ニチノールワイヤは、300μmの直径と34mmの長さとを有している。

【0065】

超弾性ニチノールワイヤは、Full Cure Verogray 850の商品名で市販されている施策の目的のために使用されたアクリル系フォトポリマーから作られた第1の保持部材121に拘束されている。第1の試験サンプルS1も、シリコンから作られた第2の保持部材123から成っている。

40

【0066】

第1の保持部材121および第2の保持部材123は、側面が30mmで厚さが5mmの正方形の基部を有している。

【0067】

図4は、第1の試験サンプルS1の写真を示している。

【0068】

図面では示されていないが、第1の試験サンプルS1と同じ構造を有する第2の試験サンプルS2が、構築されている。試験サンプルS1と試験サンプルS2との間の唯一の違

50

いは、試験サンプルS2の60本の真っ直ぐな超弾性ニチノールワイヤが、34mmの代わりに26mmの長さを有し、したがって第1の試験サンプルS1のワイヤより短いことである。

【0069】

第3の比較試験サンプルS3は、同様の第1の保持部材121および第2の保持部材123と、300μmの直径を有する同じ種類の超弾性ニチノールワイヤとを用いることで構築されているが、図5に示しているように、比較試験サンプルS3は、ワイヤ122が第1の保持部材121に対して傾斜され、それらの間に45°の角度を形成する「トレッスル」構成を特徴としている。

【0070】

第3の比較試験サンプルS3は、前述の米国特許出願公開第2014/0304877(A1)号による先行技術の衝撃保護構造の例を表している。

【0071】

比較試験サンプルS3の高さは、第2の試験サンプルS2と同様に、26mmである。ワイヤ122の傾斜の違いのため、第1の保持部材121は長方形を有しており、そのより長い側は70mmの長さである。

【0072】

図4および図5において理解できるように、試験サンプルのいずれも第1の衝撃層110を有していないが、これは、試験の目的が、第2の衝撃層120が検討されている限りにおいて、3つのサンプルのエネルギー吸収能力を測定して比較するためである。

【0073】

3つの試験サンプルは、Instronの商標で市販されている圧縮試験ユニットに搭載された。この圧縮試験ユニットには、500Nの荷重セルが設けられている。

【0074】

より具体的には、各々の試験サンプルの第1の保持部材121および第2の保持部材123が、圧縮されていない条件で、つまり、それぞれ34mmおよび26mmの距離でプレートを設定することで、圧縮試験ユニットの反対のプレートに拘束されている。次に、各々の試験サンプルは、1分間あたり2mmの速さで10mmだけ圧縮され、次に、その元の高さを回復させるために解放される。試験は室温において実施された。

【0075】

図6は、3つのサンプルの圧縮試験の結果を示すグラフである。連続した太い線で示された曲線1は、試験サンプルS1のヒステリシスサイクルを表しており、連続した細い線で示された曲線2は、試験サンプルS2のヒステリシスサイクルを表しており、点線で示された曲線3は、比較試験サンプルS3のヒステリシスサイクルを表している。本発明によって作られた試験サンプルS1およびS2は、細長い金属の構造のため、つまり、それぞれの第1の保持部材に垂直なニチノールワイヤのため、比較試験サンプルS3より大きい剛性を特徴とする（それぞれのヒステリシス曲線の最も左の部分）ことを理解されよう。比較サンプルS3は、代わりに、その細長い金属構造が、それらの第1の保持部材に対する傾斜した配置により、より容易に曲がることができるため、より小さい剛性を特徴とする。

【0076】

サンプルS1およびS2が比較試験サンプルS3より大きいヒステリシス領域によって特徴付けられることも、理解されるものである。これは、サンプルS1およびS2がそれらの細長い金属構造の座屈効果を活用するという事実のためにあり、一方、比較サンプルS3の細長い金属構造の傾斜した配置は、この目的のために適しておらず、ワイヤは曲げられるだけであり、これはより小さいヒステリシス領域をもたらす。

【0077】

座屈のエネルギー吸収効果は、試験サンプルS1およびS2のヒステリシス曲線の初期のほとんど直線的な部分に続く半月部分によって具体的に示され、これは、細長い金属構造の座屈が起こる行程／変形レベルを表している。

10

20

30

40

50

【0078】

図6は、第1の試験サンプルS1(34mmの高さ)のより長い細長い金属構造が、より大きな細長比のおかげで、試験サンプルS2(26mmの高さ)のより短い細長い金属構造より大きなエネルギー吸収(ヒステリシス周期曲線の領域)を達成することを可能にしていることもはっきりと示している。

【0079】

本発明は、その好ましい実施形態を参照して開示されている。当業者は、後に明記されている請求項によって定められているような本発明の発想に関連するさらなる実施形態があり得ることを理解するものである。

【符号の説明】

【0080】

1000 衝撃保護構造

110 第1の衝撃層、織物層

120 第2の衝撃層

121 第1の保持要素

122 細長い金属構造、真っ直ぐな糸状の要素

123 第2の保持要素、第2の保持部材

130 セラミック層

140 金属層

C シャーシ

S1 第1の試験サンプル

S2 第2の試験サンプル

S3 第3の比較試験サンプル

20

20

【図1】

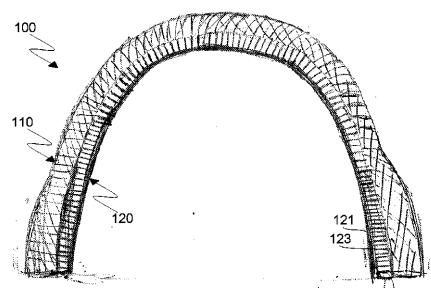


Fig.1

【図3】

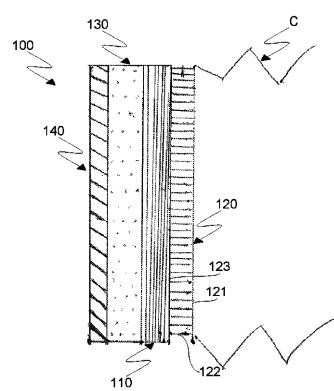


Fig.3

【図2】

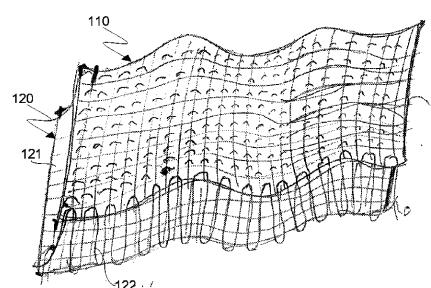


Fig.2

【図4】

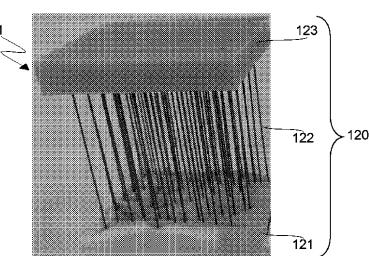


Fig.4

【図5】

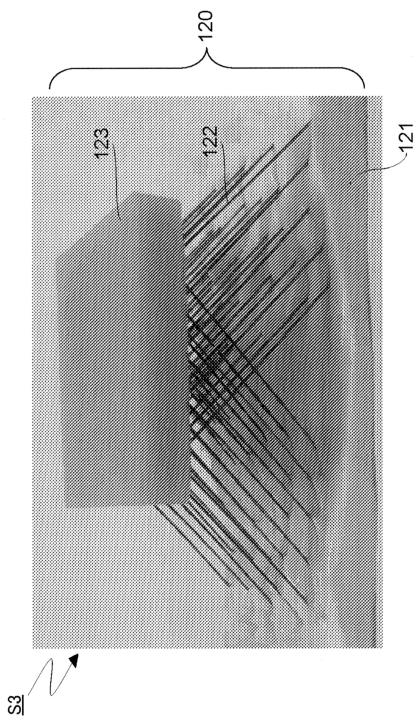


Fig.5

【図6】

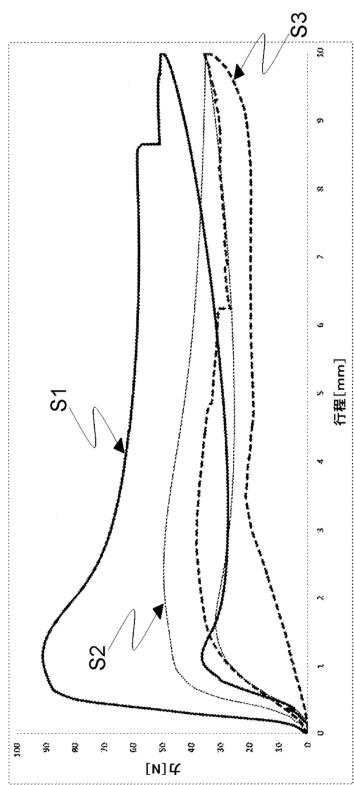


Fig.6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 2 B 15/02 (2006.01) B 3 2 B 15/02

(72)発明者 マルコ・チトロ
イタリア・ヴァレーゼ・21100・ヴァレーゼ・ヴィア・サン・カンディド・22

(72)発明者 ジョルジオ・ヴェルガニ
イタリア・モンツァ・エ・ブリアンツァ・20900・モンツァ・ヴィア・グラツィエ・ヴェッキ
エ・10

(72)発明者 パオロ・バルバテリ
イタリア・ペルージャ・06049・スプレト・ヴィア・デイ・パルティジャーニ・4

審査官 伊藤 秀行

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0304877(US, A1)

米国特許第05254383(US, A)

米国特許出願公開第2007/0136920(US, A1)

米国特許第03018210(US, A)

国際公開第2015/011642(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 41 H 1 / 02

F 41 H 1 / 04

F 41 H 5 / 04

F 41 H 7 / 04

B 3 2 B 15 / 02

B 3 2 B 15 / 14