(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-527865
(P2024-527865A)
(43)公表日　令和6年7月26日(2024.7.26)

(51)国際特許分類		FI		テーマコード（参考）
Ｅ０１Ｃ	*9/00 (2006.01)*	Ｅ０１Ｃ	9/00	２Ｄ０５１
Ｅ０１Ｃ	*5/06 (2006.01)*	Ｅ０１Ｃ	5/06	
Ｅ０１Ｃ	*5/16 (2006.01)*	Ｅ０１Ｃ	5/16	
Ｅ０１Ｃ	*5/20 (2006.01)*	Ｅ０１Ｃ	5/20	
Ｂ６４Ｆ	*1/02 (2006.01)*	Ｂ６４Ｆ	1/02	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全21頁）

(21)出願番号　特願2024-503846(P2024-503846)
(86)(22)出願日　令和4年5月24日(2022.5.24)
(85)翻訳文提出日　令和6年3月12日(2024.3.12)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/064041
(87)国際公開番号　WO2023/001431
(87)国際公開日　令和5年1月26日(2023.1.26)
(31)優先権主張番号　20210934
(32)優先日　令和3年7月21日(2021.7.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ノルウェー(NO)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　524027189
ランウェイ・セイフ・アイピーアール・エービー
ＲＵＮＷＡＹ　ＳＡＦＥ　ＩＰＲ　ＡＢ
スウェーデン国、４１１　３６　ヨーテボリ、クングスポルトサベニエン　２１
(74)代理人　110003708
弁理士法人鈴榮特許綜合事務所
(72)発明者　バルソッティ、マット
アメリカ合衆国、テキサス州　７８７３９、テキサス、オースティン、クラロ・ビスタ・コーブ　１１１００
(72)発明者　ハジオアノウ、ミハリス
アメリカ合衆国、テキサス州　７８７３６、テキサス、オースティン、ハイウェ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　機能性材料アレスティングシステム

(57)【要約】
本発明は、バルク圧縮強度と、前端から前端と反対側の後端まで伸長する長手方向中心軸Ａ－Ａ’とを有する圧縮可能な発泡材料のアレスターベッド１を備えた車両アレスティングシステムに関し、ここで、アレスターベッドは、ベッドの長手方向中心軸と平行に伸張するバルク圧縮強度よりも低い圧縮強度を有する線形ゾーンのセットを備え、および／または、アレスターベッドの長手方向中心軸に向かって角度αで傾斜され、０°＜α＜４５°である。
【選択図】図８、図９

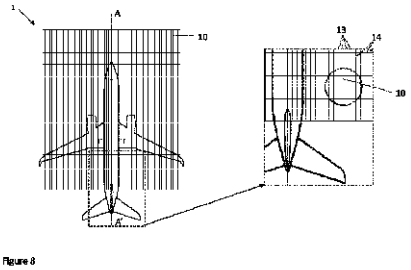


Figure 8

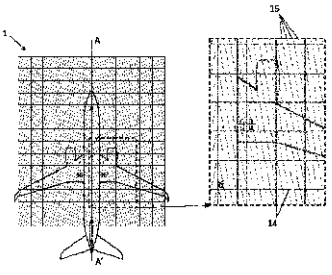


Figure 9

【特許請求の範囲】
【請求項１】
バルク圧縮強度と、前端から前記前端と反対側の後端まで伸長する長手方向中心軸とを有する圧縮可能な発泡材料のアレスターベッドを備えた車両アレスティングシステムであって、
前記アレスターベッドは、前記圧縮可能な発泡材料のバルク圧縮強度よりも低い圧縮強度を有する前記圧縮可能な発泡材料の複数の線形ゾーンをさらに備え、前記線形ゾーンのそれぞれは、
ａ）前記ベッドの長手方向中心軸と平行に伸張するか、または
ｂ）前記アレスターベッドの長手方向中心軸に向かって角度αで傾斜され、０°＜α≦４５°であり、前記複数の線形ゾーンは、上から見たときに、前記アレスターベッドの前端から後端への方向に対して逆Ｖ字パターンを形成するか、または
ｃ）　ａ）とｂ）の組み合わせであることを特徴とする車両アレスティングシステム。
【請求項２】
比較的低い圧縮強度の線形ゾーンのセットは、角度αで角度付けされ、０°＜α≦４０°、好ましくは１°≦α≦３５°、より好ましくは２°≦α≦３０°、より好ましくは３°≦α≦２５°、より好ましくは４°≦α≦２０°、より好ましくは５°≦α≦１５°、最も好ましくは５°≦α≦１０°である、請求項１に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項３】
前記圧縮可能な発泡材料は、セル状セメント、セル状セメント材料、発泡セメント、ポリマー発泡体、ハニカム、金属ハニカム、バーミキュライト、パーライト、セラミック、発泡ガラス、及び他の等方性または異方性の圧縮可能／変形可能な材料、またはそれらの組み合わせから選択される材料である、請求項１または２に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項４】
前記圧縮可能な発泡材料の圧縮強度は、有利には、６.９から６８９.８ｋＰａ、好ましくは６８.９から６２０.５ｋＰａ、より好ましくは１３７.９から５５１.８ｋＰａ、より好ましくは２０６.８から４８２.６ｋＰａ、最も好ましくは２７５.８から４１３.７ｋＰａの範囲である、請求項１から３のいずれか一項に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項５】
比較的低いエネルギー吸収の線形ストライプ／ゾーンは、比較的低い圧縮強度を有する圧縮可能な発泡材料、バルク圧縮可能な発泡材料より高い多孔性を有する圧縮可能な発泡材料、前記圧縮可能な発泡材料の貫通孔、上面の線形チャネル／凹部／トレンチ、及び前記アレスターベッドの深さを部分的にまたは完全に通って伸張する前記アレスターベッド内への距離のうちの１つである、請求項１から４のいずれか一項に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項６】
前記アレスターベッドは、前記アレスターベッドの底層に至るまでの圧縮可能な発泡材料の各連続層に対してより高い圧縮強度を有する圧縮可能な発泡材料の複数の層の階層化された構造を前記アレスターベッドに設けることによって得られる、前記ベッドの深さの増加に伴って圧縮強度が増加する圧縮強度の深さ変動を有する、請求項１から５のいずれか一項に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項７】
前記アレスターベッドは、前記圧縮可能な発泡材料の組立式ブロックで作られ、前記組立式ブロックは、組み立てられ、接着、コーキング、または接着テープによって一緒に接着され、前記組立式ブロックは、長さｌ及び幅ｗ、ｗ≠ｌ、高さｈの矩形ベースを有する直方体、
または、
長さｌ及び幅ｗ、ｗ＝ｌ、高さｈの正方形ベースを有する直方体のいずれかに成形され

る、請求項１から６のいずれか一項に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項８】
前記組立式ブロック（１０）は、
互いに接着された複数の階層化された層（９）の垂直スタックを備え、各階層化された層（９）は、１つのより小さいブロック（７）からなる、または、
互いに接着された複数の階層化された層（９）の垂直スタックを備え、各階層化された層（９）は、単一水平面に配置された第２の複数のより小さいブロック（８）からなり、階層化された層（９）のより小さいブロック（８）は、前記組立式ブロック（１０）のより小さいブロック（８）がレンガパターンを形成するように、下層から上層へと、その下および／または上の前記階層化された層（９）の複数のより小さいブロック（８）に対してオフセットされる、請求項７に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項９】
前記階層化された組立式ブロック（１０）の前記上層（９）の前記１つまたは前記第２の複数のより小さいブロック（７、８）は、第１の圧縮強度を有し、前記上層の下の第１の階層化された層（９）の前記１つまたは前記第２の複数のより小さいブロック（７、８）は、第２の圧縮強度を有し、前記上層の下の第２の階層化された層（９）の前記１つまたは前記第２の複数のより小さいブロック（７、８）は、第３の圧縮強度を有し、前記下層の階層化された層（９）まで同様であり、前記第１の圧縮強度＜前記第２の圧縮強度＜前記第３の圧縮強度であり、前記下層の階層化された層（９）まで同様である、請求項８に記載の車両アレスティングシステム。
【請求項１０】
前記組立式ブロック（１０）の前記階層化された層（９）は、前記階層化された層（９）が長手方向の長手方向中心軸と実質的に平行であり、前記アレスターベッドの前記長手方向中心軸に向かって横方向に下方に傾くように傾斜している、請求項９に記載の車両アレスティングシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、自力で停止することができない車両／航空機を減速させ操縦するための機能性材料（engineered material）アレスティングシステム（arresting system）（ＥＭＡＳ）ベッドに関する。
より正確には、本発明は、ベッドに入る車両に対して進路誘導効果を有するＥＭＡＳベッドに関する。
【背景技術】
【０００２】
滑走路オーバーランは、航空機が滑走路の端部に到達する前に停止できないことによって引き起こされる、潜在的に致命的な結果を伴う着陸事故である。滑走路のオーバーランの典型的な原因は、パイロットのエラー、悪天候、及び／又は航空機の技術的な故障である。
【０００３】
機能性材料アレスティングシステム（ＥＭＡＳ）は、滑走路の端部に到達する前に停止できない航空機を停止させるのを助けるために滑走路の端部に設置されるシステムである。ＥＭＡＳ設計は、典型的には、最良の全体的なフリート（fleet）性能を提供するために、ベッドの幾何学的形状を最適化することを含む。フリート最適化は、妥協を必要とし、航空機の一部に対して準最適な性能をもたらす。浅いベッドとより柔らかい材料は、より小型の航空機のための停止性能を改善するが、大型の航空機は、反対の特性を必要とする。その結果、大型航空機と小型航空機の混合されたフリートの性能を改善することができるＥＭＡＳ概念を開発するための大きな動機がある。ほとんどの空港は広範囲の航空機にサービスを提供するので、ＥＭＡＳは、有利には、わずか１２メートルトンから４５０メートルトンまでの範囲の非常に異なるサイズの航空機を停止させるように設計されるベ

きである。航空機は、直径が５０ｃｍ未満から１４５ｃｍ超までの範囲の非常に異なるタイヤサイズを有することがある。ＥＭＡＳは、特定の空港によってサービスを受ける航空機の典型的なフリート用に特別に設計され、滑走路の端部を越えて利用可能な空間に合わせて調整される。

【０００４】

従来技術

ＥＭＡＳは、通常、航空機のタイヤに係合し、航空機の運動エネルギーを吸収して航空機を制御された停止位置に導く、吸収材料の大きく浅いベッドからなる。市販のＥＭＡＳは、異なるタイプの構造を使用するが、主要な吸収材料は、典型的には、セメント質発泡体ブロックまたはガラス発泡体骨材である。

【０００５】

ＵＳ３，９６７，７０４は、車両の軌道に隣接して破砕可能な材料の減速ベッドを形成することによって、飛行機および自動車などの車両の移動を迅速に阻止するための安全装置を記載している。アミノプラスチック樹脂組成物から発泡体を形成し、車両の軌道に隣接するベッドに置き、そこでその場で硬化させて、１５から５０ｐ．ｓ．ｉ．（０.１０から０.３４ＭＰａ）の圧縮強度および０.２５から１０ポンド／立方フィート（４から１６０ｋｇ／ｍ^3）の密度を有する非弾性硬化発泡体を製造する。この文献は、中央位置で均一な厚さを有し、それを使用する航空機に対して集中効果を提供するために傾斜した側面を有するベッドの例示的な実施形態を記載している。

【０００６】

ＵＳ５，８８５，０２５は、航空機の着陸装置が、安全な値の範囲内で減速を提供しながら、様々なタイプの航空機を減速させるのに有効な抗力を受けるように、予め定められた圧縮勾配強度を有する多孔質コンクリートの多数のブロックから組み立てられた車両停止を記載している。アレスティングベッドは、典型的には、第１の圧縮勾配強度を有するブロックで形成された、９から２４インチ（２３から６１ｃｍ）に増加する深さの入口領域を含む。第１の領域に向かってテーパ状になっており、深さが３０インチ（７６ｃｍ）まで増加している第２の領域は、より大きな圧縮勾配強度を有するブロックから形成されている。したがって、航空機は、ベッドを通過する間に抗力の増加を経験し、様々な航空機に適した停止能力を提供する。ブロックよりも強度の大きい多孔質コンクリートの保護ハードコート層がブロックの上に重なり、サービス員が損傷を受けることなくベッド上を歩くことができるようにする。アレスティングベッドシステムは、他の圧縮性材料の散在した片を有するかまたは有さない多孔質コンクリートの片を含み、ハードコート層によって覆われた骨材から形成されたベッドなどの代替の構成で提供されてもよい。この文献は、航空機の長手方向の遅延効果を増大させるために、第１の横列のブロックセルセメントが、後続の横列のブロックよりも低い圧縮勾配強度を有する例示的な実施形態をさらに開示している。

【０００７】

ＵＳ１０，４５８，０７３Ｂ２は、航空機を停止させるためのシステム及び方法を開示している。特定の実施形態では、システムおよび方法は、軽量航空機が典型的には利用可能なＥＭＡＳシステムを貫通する重量を有さないため、軽量航空機を停止させるのに有用であることがある。このシステムは、一般に、エネルギー吸収材料の懸架層を有する構造として提供される。システムの下部は、システムのより強く／より高いエネルギー吸収性の上部を吊り下げる方法として使用される、より低い強度を有することができる。

【０００８】

ブロック発泡ガラス材料を使用する概念は、米国輸送研究委員会によって探求され、ＡＣＲＰ　Ｒｅｐｏｒｔ２９［１］に文書化されている。ガラス発泡体ブロック材料は、ほぼ理想的な圧縮応力－歪み曲線、化学的不活性、低歪み速度依存性、環境耐久性、および引火性を含む、多くの望ましいＥＭＡＳ特性を有すると決定された。この報告書は、組立式ブロック（prefabricated block）に配置された、または滑走路の現場で組み立てられたガラス発泡体を含む設計概念を記載している。ブロックの概念は、ブロック間の接合

部および継ぎ目を含むが、連続的な表面を提供するために、構築されたアプローチを構築することができる。ガラス発泡体は、典型的には、比較的小さいブロックまたはボード形状で製造されるので、この報告は、より小さいボードを一緒に接着してより大きいブロックを作製するか、または層に構築してモノリシックベッドを作製することを想定した。

【０００９】

ＡＣＲＰ　Ｒｅｐｏｒｔ２９はまた、異なる圧縮強度を有する圧縮可能な発泡材料の複数の層が、より柔らかい層がベッドの表面近くに配置され、より硬い層が底部近くに配置されるように、一緒に接着されることによって深さが変化する組立式ブロックを記載している。この概念は、混合した航空機のフリートがある場合に、アレスターベッドの性能を改善するのに役立つことを意図したものであった。より軽量の航空機は、表面近くの圧縮可能な発泡体のより柔らかい層と主に係合し、一方、より重い航空機は、より深く貫入し、底部近くの発泡体のより硬い層と係合する。この報告書は、厚さ全体にわたって単一の材料強度を有するＥＭＡＳと比較して、改善された混合フリート性能を示したモデリング及びシミュレーション結果を記載している。

【００１０】

ＵＳ２０１９／０８４６９３は、破砕可能な骨材を備えるベース層と、１００ｌｂ／ｆｔ３以下のオーブン乾燥密度を有するセメント質材料を含むカバー層とを備える車両アレスティングシステムを開示している。システムはまた、アレスターベッドおよび複数のアンカーを含んでいてもよい。各アンカーは、関連するパックに結合された支持ロッドを含み、各支持ロッドは、アレスターベッドを支持する基礎に固定され、各パックは、アレスターベッドのカバー層スラブに埋め込まれる。さらに、各支持ロッドは、所定の荷重で破断可能な剪断リンクを介して、その関連するパックに結合される。車両を停止させる方法は、車両が停止される領域に、骨材を含む基層を堆積させることと、基層の上に、１００ｌｂ／ｆｔ３以下の絶乾密度を有するセメント質材料を含むカバー層を堆積させることとを含む。

【００１１】

ＵＳ２０１５／２４７２９８は、マクロパターン化された材料、及び車両アレスティングシステムに関連したそれらの使用の方法を開示している。特定の実施形態は、車両を停止させるために使用することができる３Ｄ折り畳み材料、ハニカム、格子構造、及び他の周期的なセル状材料構造を提供する。材料は、車両からの圧力下で予測可能な方法で確実に破砕することを可能にする特性を有するように設計することができる。材料は、所望の特性を提供するために、様々な形状に形成され、様々な方法で組み合わされてもよい。

【００１２】

深さが変化する概念は、ＥＭＡＳベッドの厚さを完全にするために、互いに接着された圧縮可能な発泡体の複数の層または階層からなるものとして、ＡＣＲＰ　Ｒｅｐｏｒｔ２９において最初に提案された。ブロックの底部の層は、最も高い密度および破砕強度を有し、一方、頂部の層は、最も低い密度および破砕強度を有する。ベッドの深さが変化する特性は、軽量航空機が柔らかい上層に係合することを可能にすることによって、改善された混合フリート停止性能を提供し、一方、重い航空機は、より深く貫通し、材料のより堅い下層に係合する。

【００１３】

航空機のオーバーランは、１つ以上のことがうまくいかない緊急事態である。オーバーランが発生すると、航空機は、滑走路の中心線に沿って出ないことが多く、その代わりに、左または右にオフセットされることがある。航空機はまた、滑走路に対して平行な方向に移動しないことがあり、代わりに、移動の対角線に沿って方向転換することがある。さらに、滑走路の典型的な設計は、排水を容易にするために浅い側部傾斜を含み、これは、いくつかの状況において方向転換挙動を増加させる可能性がある。航空機が斜めに方向転換するとき、航空機はＥＭＡＳアレスターベッドを通るより短い経路をとることになり得る。この結果、ベッドの側縁部に沿って早期に退出し、それによってベッドを通る移動の長さが短くなり、ＥＭＡＳが提供するように設計された保護が低減する。ＥＭＡＳは、現

在、航空機の移動経路を制御するための設計特徴を有しておらず、センタリング効果を提供することができる革新が望ましい。

【００１４】

発明の目的

本発明の主な目的は、自力で停止することができない車両／航空機を減速させ操縦するための機能性材料アレスティングシステム（ＥＭＡＳ）ベッドを提供することである。

【発明の概要】

【００１５】

本発明は、ＥＭＡＳベッドにおける比較的低い圧縮強度材料またはそうでなければより高い圧縮強度材料の線形ゾーンを利用して、ＥＭＡＳベッドに、オーバーランする車両／航空機の車輪に対して方向的な負荷を与え、車両／航空機がＥＭＡＳベッドを通ってその長手方向に移動するように操縦するのを助けることができるという認識に基づいている。

【００１６】

従って、第１の態様において、本発明は、バルク圧縮強度と、前端から前端と反対側の後端まで伸張する長手方向中心軸とを有する圧縮可能な発泡材料のアレスターベッドを備えた車両アレスティングシステムに関し、

アレスターベッドが、圧縮可能な発泡材料のバルク圧縮強度よりも低い圧縮強度を有する圧縮可能な発泡材料の複数の線形ゾーンを更に備え、複数の線形ゾーンのそれぞれが、

ａ）ベッドの長手方向中心軸と平行に伸張するか、

又は

ｂ）アレスターベッドの長手方向中心軸に向かって０°＜ａ≦４５°の角度αで傾斜して、複数の線形ゾーンが、上から見て、アレスターベッドの前端から後端への方向に対して逆Ｖ字パターンを形成するか、

又は

ｃ）　ａ）及びｂ）の組み合わせであることを特徴とする。

【００１７】

本明細書で使用される「長手方向」という用語は、アレスターベッドに進入する車両／航空機がアレスターベッドを横切って移動することが予想される方向を指す。本明細書で使用される用語「前端」は、車両／航空機がアレスターベッド／ＥＭＡＳに入ることが予想される側であり、「後側」は、前端の反対側である。アレスターベッドは、いくつかの実施形態では、（上から見て）長手方向の矩形ベッドに成形されてもよく、すなわち、その斜めの長さと比較して比較的短い幅を有する。

【００１８】

本明細書で使用される「アレスターベッド」という用語は、地面の広がりの上に置かれた、または、例えば、圧縮可能な発泡材料で満たされた洗面器のように地面に押し込まれた圧縮可能な発泡材料のベッドを指す。アレスターベッドは、いくつかの実施形態では、滑走路の端部に置かれるが、車両／航空機が制御された停止を行うために外部支援を（無意識に）必要とするようになることが予想され得る任意の場所に置かれ／適用されてもよい。しかしながら、以下では、アレスターベッドは、飛行場および航空機のオーバーラン事故を回避する必要性に関連して説明されるが、本発明によるアレスターベッドは、航空／飛行場に限定されず、運動エネルギーを吸収するために適用され、そのような機能性が望まれる場合にはいつでも、アレスターベッドを横切る任意の車輪付き車両を任意の位置で停止させることができる。

【００１９】

第１の態様による本発明は、いかなる特定の設計、サイズ、または位置にも拘束されないが、当業者に知られているか、または当業者が想到することができるアレスターベッドの任意のサイズおよび設計を包含する。さらに、本発明は、アレスターベッドがどのように作られ、組み立てられるかに依存しない。圧縮可能な発泡材料のベッドを、アレスターベッドが配置されるべき位置に形成する任意の公知の考えられる方法は、アレスターベッドが、ａ）ベッドの長手方向中心軸と平行に配置されるか、またはｂ）アレスターベッド

の前端から後端への方向に対して逆Ｖ字パターンを形成するベッドの長手方向中心軸に向かって、０°＜α≦４５°である角度αで傾斜されるか、またはａ）およびｂ）の組み合わせである、比較的低い圧縮強度の線形ゾーンのセットを備える限り、本発明に含まれる。いくつかの実施形態では、比較的低い圧縮強度の線形ゾーンのセットは、角度αで角度付けされてもよく、０°＜α≦４０°、好ましくは１°＜α≦３５°、より好ましくは２°≦α≦３０°、より好ましくは３°≦α≦２５°、より好ましくは４°≦α≦２０°、より好ましくは５°≦α≦１５°、最も好ましくは５°≦α≦１０°であり、ベッドの長手方向中心軸に向かって、アレスターベッドの前端から後端への方向に対して逆Ｖ字パターンを形成する。アレスターベッドの長手方向中心軸に向かう角度αは、直線ゾーンの傾斜がアレスターベッドを通って長手方向に移動する垂直に配向された車輪に横方向の力を引き起こすように水平面に形成された角度であることは、文脈から明らかである。

【００２０】

アレスターベッドの圧縮可能な発泡材料は、アレスターベッドがアレスターベッドに入る車両／航空機の車輪を進めることができないように調整された機械的強度を有するが、圧縮可能な発泡材料が車両／航空機から運動エネルギーを吸収し、図１の写真に示されるように、車両／航空機を強制的に停止させるように、圧縮可能な発泡材料内にある距離だけ沈む。アレスターベッドは、文献では、「機能性材料アレスティングシステム（ＥＭＡＳ）」とも呼ばれる。これらの用語は、本明細書では互換的に使用される。

【００２１】

本明細書で使用される「圧縮可能な発泡材料」という用語は、車両／航空機の到来する車輪に係合し、車両／航空機から運動エネルギーを吸収して、車両／航空機を制御された停止位置にもたらす変形可能／折り畳み可能な材料として好適であることが当業者に知られている任意の材料を包含する。適切な材料の例としては、限定されないが、セル状セメント、セル状セメント系材料、発泡セメント、ポリマー発泡体、ハニカム、金属ハニカム、バーミキュライト、パーライト、セラミック発泡体、発泡ガラス、および他の等方性または異方性の圧縮可能／変形可能な材料、またはそれらの組み合わせが挙げられる。

【００２２】

圧縮可能な発泡材料が応力荷重を受けるとき、発泡材料は、発泡材料が破砕／圧縮され始めるあるプラトー値、σ_u、まで応力荷重を維持する。発泡材料は、発泡微細構造の全てのまたはほとんど全ての空隙が崩壊するまで、プラトー応力の間に徐々に圧縮される。この時点で、材料は著しく硬化し、さらなる圧縮には、劇的に高い応力／圧縮力が必要となる。圧縮可能な発泡材料の典型的な圧縮応力－歪み曲線を図２に示す。プラトーの終わりにおける圧縮度は、材料の最大圧縮歪み、ε_{max}、と呼ばれ、エネルギー吸収が応力－歪み曲線の下の面積に関係するので、圧縮可能な発泡材料の全体的なエネルギー吸収ポテンシャルを決定するのに重要である。より大きな最大圧縮歪み値は、荷重曲線における長いプラトー領域および高いエネルギー吸収に対応する。本明細書で使用される「圧縮強度」という用語は、特に明記しない限り、ＡＳＴＭ　ＣＩ１６５－０７（２０１７）によって決定されるプラトー値、σ_u、を指す。

【００２３】

車両／航空機に対して効果的であるが制御された停止作用を提供する圧縮可能な発泡材料の圧縮強度は、アレスターベッドに進入する車両／航空機の車輪によってアレスターベッドの表面に押し付けられる予想タイヤ圧力に依存する。車両／航空機の質量は大きく変化することがあるので、効果的な停止作用を提供する圧縮強度の範囲も大きく変化する。アレスターベッドの圧縮可能な発泡材料の圧縮強度を、それによって停止されることが意図される車両／航空機に応じて適合させることが必要である。必要な圧縮強度の決定は、当業者の通常の技術の範囲内であり、ＡＣＲＰ　Ｒｅｐｏｒｔ２９［１］に記載されているように、実験的な材料試験および／または数値モデリングによって行われてもよい（例えば、第８章および第９章を参照）。実際には、乗客が往来する飛行場に車両アレスティングシステムを適用する場合、圧縮可能な発泡材料の圧縮強度は、有利には６．９から６８９．８ｋＰａ（１から１００ｐｓｉ）、好ましくは６８．９から６２０．５ｋＰａ（１

０から９０ｐｓｉ）、より好ましくは１３７．９から５５１．８ｋＰａ（２０から８０ｐｓｉ）、より好ましくは２０６．８から４８２．６ｋＰａ（３０から７０ｐｓｉ）、最も好ましくは２７５．８から４１３．７ｋＰａ（４０から６０ｐｓｉ）の範囲であってよい。

【００２４】

アレスターベッドは、いくつかの実施形態では、ベッドの深さが増加するにつれて圧縮強度が増加する、圧縮強度の深さ変動を有してもよい。これは、図３ａ）および図３ｂ）に概略的に示されるように、より軽い車両の車輪は、より柔らかい上層のみに係合し、一方、より重い車両／航空機の車輪は、アレスターベッドのより深くに係合するので、車両／航空機が混在する場合に、アレスターベッドに改善された性能を提供する。図３ａ）及び図３ｂ）に示すアレスターベッドにおいて、深さの変化は、アレスターベッドの底部層までの圧縮可能な発泡材料の各連続層に対してより高い圧縮強度を有する圧縮可能な発泡材料の複数の層の階層化された構造をアレスターベッドに設けることによって得られる。

【００２５】

本明細書で使用される「比較的低いエネルギー吸収の線形ストライプ／ゾーンのセット」という用語は、エネルギー吸収材料がより低い圧縮強度を有する、アレスターベッド内の直線の比較的狭いゾーンをアレスターベッドに提供する任意の可能な方法、および／またはアレスターベッドのバルク材料を通過することと比較して、そのような線形ストライプ／ゾーンに沿って通過する車輪に対して比較的低い制動効果を得る任意の他の方法を包含する。比較的低いエネルギー吸収の線形ストライプ／ゾーンのセットは、例えば、各線形ストライプ／ゾーンに比較的低い圧縮強度を有する圧縮可能なフォーム材料を適用すること、各線形ストライプ／ゾーンにバルク圧縮可能なフォーム材料より高い多孔質を有する圧縮可能なフォーム材料を適用すること、各線形ストライプ／ゾーンの材料に貫通孔を形成すること、上面に、アレスターベッドの深さを部分的にまたは完全に通って伸張するアレスターベッド内にある距離だけ下方に線形チャネル／凹部／トレンチを形成することなどを含む、任意の既知のまたは考えられる方法で得ることができる。

【００２６】

各直線ゾーンは、比較的高い圧縮強度のバルクの圧縮可能な発泡材料によって両側が「囲まれている」ので、直線ゾーンに入る車両／航空機の車輪は、アレスターベッドのバルク部分に移動するよりも直線ゾーンに沿って移動する方が容易であることが分かる。柔らかいゾーンから出て、柔らかいゾーンの側部の比較的硬い圧縮可能なフォーム材料に移動しようとする場合、車輪を柔らかいゾーンに戻す横方向の力がある。本発明の第１の態様の選択肢ａ）のように配向された線形ストライプ／ゾーンのセットは、本発明によるアレスターベッドに、アレスターベッドに入る車両の車輪の移動経路をアレスターベッドの長手方向中心軸と平行な直線で移動するようにガイドしようとする進路修正効果を提供する。この効果は、航空機／車両が横断方向にアレスターベッドに進入するときに、長手方向に車両経路を整列させることに寄与し、したがって、最大通過長さ、したがって最大制動効果を保証することによって有利である。本発明の第１の態様の選択肢ｂ）のように配向され、逆Ｖ字パターンに成形された線形ストライプ／ゾーンは、上述の方向付け効果を示すが、車両が平行に、かつアレスターベッドの長手方向中心軸に沿ってアレスターベッドを通過するのを助ける中心化効果も示す。

【００２７】

アレスターベッドは、いくつかの実施形態では、アレスターベッドを形成するために、現場で組み立てられて一緒に接着される圧縮可能な発泡材料の組立式ブロックで構成されてもよい。ブロックの互いの接着は、例えば、接着、コーキング、接着テープ等による、任意の既知の又は考えられる方法で得られてもよい。

【００２８】

いくつかの実施形態において、組立式ブロックは、長さｌ及び幅ｗ（ｗ≠ｌ）、高さｈ（ｈは幅ｗ及び／又は長さｌと同じであっても異なっていてもよい）の矩形ベースを有する直方体に成形される。いくつかの実施形態において、組立式ブロックは、長さｌ、幅ｗ

（ｗ＝ｌ）、高さｈの正方形ベースを有する直方体に成形され、高さｈは、幅ｗ及び長さｌと同じであってもよく、異なっていてもよい。

【００２９】

いくつかの実施形態では、アレスターベッドは、様々なサイズおよび／または高さのブロックによって組み立てられてもよい。例えば、周辺ブロックは、いくつかの実施形態では、アレスターベッドの中間部分のブロックと比較して高さが低くされ、アレスターベッドの縁部が先細りになっていてもよい。他の実施形態では、アレスターベッドは、前端からの高さが増加し、アレスターベッド内への距離が増加するブロックの連続する列を適用することによってソフトエントリーを与えられてもよく、アレスターベッドからのベッドは一定の厚さ（高さ）を有してもよい。

【００３０】

ある実施形態においては、アレスターベッドは、圧縮可能なエネルギー吸収材料の上に被覆層を備えて、環境、ジェットブラストなどから保護することができる。本発明は、発泡／圧縮可能なエネルギー吸収材料からなるアレスターベッドに適したものとして当業者に知られている、任意の既知の考えられる被覆層を適用してもよい。適切な被覆層の例としては、薄いプラスチック上部、セメントボード上部、ポリマーコーティングもしくはシーラント、塗料、またはそれらの組み合わせが挙げられる。

【００３１】

いくつかの実施形態では、アレスターベッドは、アレスターベッドを貫通して伸張するブロック間の長手方向の直線状の垂直な界面が形成されるように、前端から後端まで等しい幅を有するブロックによって組み立てられてもよい。これらの界面に接着剤を塗布しないか、または比較的弱い接着剤を塗布することによって、長手方向に配向された界面は、本発明の第１の態様による比較的低いエネルギー吸収の線状ストライプ／ゾーンのセットとして機能する。

【００３２】

いくつかの実施形態では、各ブロックは、例えば接着によってスタックに一緒に接着された複数のより小さいブロック７から作製されてもよい。これにより、組立式ブロックに階層化された層状構造が与えられる。このブロックをアレスターベッドに組み立てる方法は、ブロック法と呼ばれることがある。ＥＭＡＳを作製するためのそのようなアセンブリの例を図４ａ）に概略的に示す。図は、複数の列２からなるアレスターベッド１を概略的に図示する図であり、各列は、並んで配置された圧縮可能なエネルギー吸収材料のいくつかのブロックからなる。詳細な拡大から分かるように、アレスターベッドのバルク部分の各ブロック１０は、互いの上に積み重ねられて接着された複数の、ここでは４つの、より小さいブロック７の層から構成される。この実施形態では、前端における先細りは、単に、アレスターベッドの第１の列のためのスタック内により少数のより小さいブロックを適用することによって得られてもよい。列２は、接着または他の適切な方法によって、それらの側面６に沿って互いに封止され接着される。側面６に垂直なブロックの側面、すなわちアレスターベッドの長手方向軸に平行な側面もまた、同じ方法でシールされ接着されてもよく、あるいは、互いに接着／付着されなくてもよく、または本発明の第１の態様による線形ゾーンのセットとして機能する長手方向に配向された側面を有するように比較的軽く接着されるだけでもよい。図４ａ）および図４ｂ）に示される実施形態は、被覆層５を備える。

【００３３】

いくつかの実施形態では、ブロックは、各層がより小さいブロック８で作られ、より小さいブロック８が図４ｂ）に示されるようなレンガパターンを形成するように、各層がその下の層に対してオフセットされる、階層化された層状構造を有してもよい。すなわち、組立式ブロックは、互いに接着された複数の階層化された層９の垂直スタックを備え、各階層化された層９は、単一の水平面に配置された第２の複数のより小さいブロック８からなり、階層化された層９のより小さいブロック８は、組立式ブロック１０のより小さいブロック８がレンガパターンを形成するように、下層から上層へと、その下および／または

上の階層化された層９の複数のより小さいブロック８に対してオフセットされる。このような構造は、よりモノリシックな機械的特性を有するアレスターベッドを得る。

【００３４】

階層化された層状構造を有する実施形態では、圧縮強度の深さの変化は、底部層が最も高い圧縮強度を有し、最上層が最も弱い強度を有し、各連続層がその下の小さいブロックよりも弱い圧縮強度を有するように、より低い深さで徐々により強い圧縮強度を有するより小さいブロック７、８を単に一緒に接着することによって得ることができる。そのような実施形態の例は、図３ａ）および図３ｂ）に示されている。

【００３５】

いくつかの実施形態では、深さ変化を有するブロックは、アレスターベッドの中心線に向かって配向された傾斜した階層化された層を有してもよい。すなわち、階層化された層９がアレスターベッドの長手方向の長手方向中心軸と実質的に平行（すなわち水平）であり、アレスターベッドの長手方向中心軸に向かって横方向に下方に傾斜するように傾斜した組立式ブロック１０の階層化された層９を有することによって、階層化された層は中心線に向かって下方に傾斜するように傾斜している。図５ａ）は、頂部に向かって徐々に圧縮強度が弱くなる圧縮可能なエネルギー吸収材料の６つの層９を有する単一のブロック１０の側面および上面から見た斜視図である。図に見られるように、各階層化された層は、ＡおよびＡ’でマークされたステープル線として示される中心線に向かって幾分傾斜している。図５ｂ）は、図５ａ）と同じブロックを図示するが、ここでは前側表面の側から見た図である。ブロック１０に入り、長手方向に走行する車輪１２は、（走行方向に対して）その右側で比較的多くの弱い圧縮性エネルギー吸収材料と接触し、したがって、図の黒い矢印で示すように、中心線に向かう横方向の力を受ける。

【００３６】

深さが変化し傾斜した階層化された層を有するブロックによって組み立てられたアレスターベッドの例示的な実施形態が図６に示されている。この例示的な実施形態では、アレスターベッド１は、各列（横方向）に深さ変化および傾斜した階層化された層を有する８つのブロック、すなわち中心線Ａ－Ａ’の左側に４つのブロック１０および右側に４つのブロック１３を備える。中心線の左側のブロック１０の層の傾斜は、階層化された層をその右側に向かって下方に傾斜させ、中心線の右側のブロック１３の層の傾斜は、階層化された層をその左側に向かって下方に傾斜させる。この例に示されるように、例えば、アレスターベッドの左側に、ラインから外れてアレスターベッドに進入する航空機は、中心線上に整列されるように航空機をガイドしようとする横方向の力を受ける。この効果は、本発明によるバルク圧縮強度よりも低い圧縮強度を有する線状ストライプ／ゾーンのセットの方向付け効果に加えてもたらされる。

【００３７】

複数の圧縮強度で圧縮可能なエネルギー吸収材料を製造することは、単一強度の材料を製造するよりも高価であり、より複雑である。したがって、いくつかの実施形態では、ブロックの層／階層の深さの変化は、単一の強度の圧縮可能なエネルギー吸収材料を使用することによって得られ、ブロックの底部に向かって各連続層の空隙の割合が減少するように、層に直線状の貫通空隙、チャネル、または孔を形成することができる。上層は、車両／航空機のタイヤ荷重下で、固体の可縮性エネルギー吸収材料よりも柔らかい材料応答を生じ、それによって、より低い圧縮強度を有するより低密度の圧縮可能エネルギー吸収材料と同様に作用する。より低い階層は、航空機タイヤ負荷の下でより堅固な材料応答を生じ、極限では、この強度は、固体の圧縮可能なエネルギー吸収材料の強度に近づく。最下層は、空隙を全く有さない連続的な圧縮可能なエネルギー吸収材料であってもよい。

【００３８】

例示的な実施形態では、階層化された組立式ブロック１０の最上層９の１つまたは第２の複数のより小さいブロック７、８は、第１の圧縮強度を有し、最上層の下の第１の階層化された層９の１つまたは第２の複数のより小さいブロック７、８は、第２の圧縮強度を有し、最上層の下の第２の階層化された層９の１つまたは第２の複数のより小さいブロッ

ク７、８は、第３の圧縮強度を有し、最下層の階層化された層９まで同様であり、第１の圧縮強度＜第２の圧縮強度＜第３の圧縮強度であり、最下層の階層化された層９まで同様である。

【００３９】

層内の空隙空間の割合の変化の程度は、層内により大きい及び／又はより多数の、直線状の貫通する空隙、チャネル、又は孔を形成することによって得ることができる。層の中の直線状の貫通する空隙、チャネル、または孔は、粉砕、穿孔、または、圧縮可能な／発泡材料から材料を局所的に除去するのに適した任意の他の既知の考えられる方法によって得ることができる。あるいは、直線状の貫通空隙は、間に空隙空間／間隙を有して互いに接着された、圧縮可能な／発泡材料の比較的狭いストリップからブロックの各層を組み立てることによって得ることができる。

【００４０】

圧縮強度の深さ変化を有する階層化された構造を形成するために互いに接着されたストリップによって作製されたブロックの例示的な実施形態が図７ａ）に示されている。図は、層２１の貫通空隙２２が見えるように、側面から見た１つのブロック２０の図である。被覆層２３の直下の層である上層は、比較的幅広の空隙／間隙２２を有する比較的幅の狭いストリップ２４から構成され、ブロックに至るまでの各連続層２１は、固体である下層に至るまで、徐々に幅広のストリップ２４と幅の狭い空隙／間隙２２とを有する。図７ｂ）に示す例示的な実施形態では、圧縮強度の深さ変化を有する階層化された構造は、ブロック３０内のより深いところにある各連続層３１に対して減少する断面積を有する直線状の貫通チャネル３２によって得られる。図に示された実施形態は、被覆層３３を有する。同様に、図７ｃ）に示される例示的な実施形態では、圧縮強度の深さ変化を有する階層化された構造は、ブロック４０から穿孔された直線状の貫通孔４２によって得られる。この実施形態では、空隙空間の割合の増加は、連続層４１の孔の直径とその数の両方を変化させることによって得られる。図に示された実施形態は、被覆層４３を有する。

【００４１】

いくつかの実施形態では、ブロックの層の中の直線状の貫通する空隙、チャネル、または孔は、有利には、それらが本発明の第１の態様による直線状のストライプ／ゾーンとして機能するように、長手方向中心軸と平行に整列させられるか、またはアレスターベッドの長手方向中心軸に向かって角度α（０°＜α≦４５°）で角度を付けられるか、または両方の組合せであり得る。

【００４２】

長手方向中心軸と平行に整列された直線状の貫通する空隙、チャネル、または孔は、アレスターベッドに進入する車両の車輪の移動経路をアレスターベッドの長手方向中心軸と平行な直線で移動するようにガイドする進路修正効果をアレスターベッドに提供する。長手方向中心軸と平行に整列された直線状の貫通する空隙、チャネル、または孔を有するアレスターベッドの例示的な実施形態が、図８に概略的に図示されている。図は、上から見た図であり、１４列１２ブロックからなるアレスターベッドを図示する。ステープル線を有する箱の中の拡大図から分かるように、各ブロック１０（１つの単一ブロックはステープル円でマークされている）は、アレスターベッドの長手方向中心軸と平行に整列された直線状の貫通する空隙のセットを有し、ブロック内の直線状の貫通する空隙は、連続する列内の同様の位置でブロック内の直線状の貫通する空隙と整列され、それらはアレスターベッド全体を貫通する連続空隙を形成する。ブロック１０の側面は、実線１４でマークされ、一方、直線状の貫通した空隙は、図上でステープル１３でマークされる。

【００４３】

同様に、アレスターベッドの長手方向中心軸に対して角度α（０°＜α≦４５°）で傾斜した直線状の貫通空隙、チャネル、または孔は、アレスターベッドに、車両／航空機がアレスターベッドの長手方向中心軸に平行にかつ長手方向中心軸に沿ってアレスターベッドを通過するのを助ける中心化効果を提供する。図９には、逆Ｖ字形状を形成する長手方向中心軸に向かって角度を付けられた直線状の貫通する空隙、チャネル、または孔を有す

るアレスターベッドの例示的な実施形態が概略的に図示されている。図は、上から見た図であり、１４列１２ブロックからなるアレスターベッドを図示する。図面から分かるように、直線状の貫通する空隙１５は、中心軸の両側で角度αで長手方向中心軸に向かって角度が付けられており、直線状の貫通する空隙の各「対」が逆Ｖ字形状を形成するようになっている。ブロック１０の側面は、実線１４でマークされ、一方、直線状の貫通した空隙は、図上でステープル１５でマークされている。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】図１は、ＥＭＡＳベッドに入り、停止させられた航空機の車輪の写真を示すウィキペディア（Wikipedia）https://en.wikipedia.org/wiki/Engineered_materials_arrestor_systemからの複写である。

【図２】図２は、圧縮可能な発泡材料の典型的な圧縮応力－歪み曲線を示す図である。

【図３ａ）】図３ａ）は、圧縮可能な発泡材料の複数の層の階層化された構造を有するアレスターベッドに進入する重い車輪（図３ａ））の侵入深さを概略的に図示する図であり、上層の圧縮強度が低く、下層の圧縮可能な発泡材料は、圧縮可能な発泡材料の圧縮強度が高くなる。

【図３ｂ）】図３ｂ）圧縮可能な発泡材料の複数の層の階層化された構造を有するアレスターベッドに進入する重い車輪軽い車輪（図３ｂ））の侵入深さを概略的に図示する図であり、上層の圧縮強度が低く、下層の圧縮可能な発泡材料は、圧縮可能な発泡材料の圧縮強度が高くなる。

【図４ａ）】図４ａは、ブロックタイプのアレスターベッドの例示的な実施形態を概略的に図示する図である。

【図４ｂ）】図４ｂは、モノリスタイプのアレスターベッドの例示的な実施形態を概略的に図示する図である。

【図５ａ）】図５ａ）は、本発明の例示的な実施形態による深さ変化及び傾斜を有するブロックを図示する図である。

【図５ｂ）】図５ｂ）は、本発明の例示的な実施形態による深さ変化及び傾斜を有するブロックを図示する図である。

【図６】図６は、図５ａ）および５ｂ）に示すブロックによって組み立てられたアレスターベッドを図示する図である。

【図７ａ）】図７ａ）は、本発明による圧縮強度の深さ変化および貫通空隙を有する階層化された構造を有するブロックの例示的な実施形態を概略的に図示する図であり、貫通空隙を有する層が、距離を置いて一緒に接着されたストリップによって作製される実施形態が図７ａ）に示される。

【図７ｂ）】図７ｂ）は、本発明による圧縮強度の深さ変化および貫通空隙を有する階層化された構造を有するブロックの例示的な実施形態を概略的に図示する図であり、貫通空隙を有する層が、ブロック内のより深い各連続層に対して断面積が減少するチャネルを形成することによって作製される実施形態が図７ｂ）に示される。

【図７ｃ）】図７ｃ）は、本発明による圧縮強度の深さ変化および貫通空隙を有する階層化された構造を有するブロックの例示的な実施形態を概略的に図示する図であり、直線および貫通孔がブロックから穿孔される実施形態を示す。

【図８】図８は、ベッドの長手方向中心軸と平行に走る直線状の貫通空隙を有する本発明によるアレスターベッドの例示的な実施形態の上から見た図である。

【図９】図９は、逆Ｖ字形状を形成する角度を付けられた直線状の貫通空隙を有する本発明によるアレスターベッドの例示的な実施形態の上から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【００４５】

本発明は、航空機を停止させることを意図され、異なる圧縮強度を有する階層によって得られる圧縮強度の深さ変化を有するアレスターベッドの例示的な実施形態によってさらに詳細に説明される。

【００４６】
Ｂａｒｓｏｔｔｉ他［１］（第１２章を参照）、およびＢａｒｓｏｔｔｉ［２］は、航空機の混合されたフリートに対して意図されたアレスターベッドの最適な深さの変化は、７６．２ｃｍ（３０インチ）の深さのアレスターベッドを仮定して、アレスターベッドへの深さ１ｃｍ当たり４．３ｋＰａ（１インチ当たり１．６ｐｓｉ）の圧縮強度の増加であることを調査し、見出した。
【００４７】
アレスターベッドの例示的な実施形態は、それぞれ長さおよび幅が２．１３ｍであり、高さが７６ｃｍである１０５８個の発泡ガラスのブレハブブロックからなっていた。ブロックは、２３個の直線の列および４６個の直線の行に組み立てられ、４９ｍの幅および９８ｍの長さを有するアレスターベッドをもたらす。すなわち、アレスターベッドは、小さなフットボールの競技場に相当する表面エリアをカバーする。
【００４８】
アレスターベッドのこの例示的な実施形態の各組立式ブロックは、３５８．５ｋＰａ（５２ｐｓｉ）の単一圧縮強度を有する発泡ガラスで作られた６階層で構成されているが、階層の深さの変化は、階層の直線空隙の様々な空隙率によって得られる。階層中の空隙は、圧縮中に材料の平均提示面積を効果的に減少させ、これは、階層化された断面の有効圧縮強度を低下させる。
【００４９】
一般に、空隙を有する破砕可能な発泡体の層の近似圧縮強度は、有効圧縮強度、σｅによって与えられる：
【数１】

$$\sigma_e = \frac{V_M}{V_0} \cdot \sigma \qquad (1)$$

ここで、V_Mは空隙のない階層の発泡材料の体積であり、V_oは空隙を含む階層の発泡材料の体積であり、σは発泡ガラス（空隙なし）の圧縮強度である。各階層を通るタイヤ移動のユニット長さ当たりのエネルギー散逸は、層内で圧縮される破砕可能材料の体積に階層の有効圧縮強度を掛けたものに等しい。
【００５０】
階層における直線的な空隙は、この例示的な実施形態では、図７ｃ）に示されるように階層を貫通して穿孔された孔によって形成されるが、代替的に、図７ｂ）に見られるように溝をフライス加工することによって、または図７ａ）に示されるように階層をそれらの間に間隙を有する発泡ガラスのストリップによって構築させることによって作製されてもよい。上述したように、階層に穿孔されたこれらの直線的な孔は、これらの孔がアレスターベッドの長手方向中心軸線と平行に伸張するように形成されている場合には、バルク圧縮強度よりも低い圧縮強度を有する直線的なゾーンとしての機能を達成する。
【００５１】
３０インチの高さのベッドの各階層は５インチ（１２．７ｃｍ）の高さ／厚さを有するので、空隙率が第１（上部）層に対して７７％、第２層に対して６２％、第３層に対して４６％、第４層に対して３１％、第５層に対して１５％、第６（底部）層に対して０％になるように各階層に穿孔された孔の数および／または直径を調整すると、式（１）によって与えられ、表１に要約されるように、１．６ｐｓｉ／インチ（４．３ｋＰａ／ｃｍ）に対応する各連続階層に対する有効圧縮強度σｅの段階的な深さの変化が得られる。

【表１】

表1

層番号	ターゲット破砕強度	発泡体強度	空隙量比	発泡体量比	効果的な層の強度
	psi	*psi*			*psi*
1	12.0	52	77%	23%	12.0
2	20.0	52	62%	38%	20.0
3	28.0	52	46%	54%	28.0
4	36.0	52	31%	69%	36.0
5	44.0	52	15%	85%	44.0
6	52.0	52	0%	100%	52.0

【００５２】

参考文献

１．Matt Barsotti et al. (2009), “ACRP Report 29: Developing Improved Civil Aircraft Arresting Systems” US Transportation Research Board, DOI:10.17226/14340

２．M. Barsotti, "Optimization of a Passive Aircraft Arrestor with a Depth-Varying Crushable Material Using a Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) Model," UMI / Proquest LLC, Ann Arbor, 2008.

【図面】

【図１】



Figure 1

【図２】

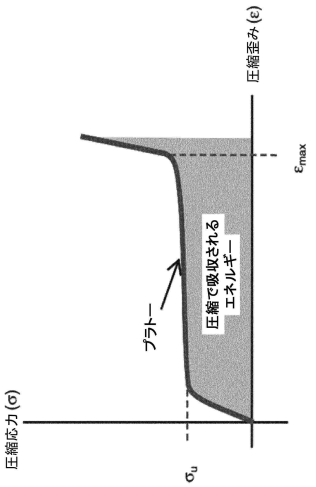


Figure 2 ACRP29の図7－20の複写

【図３】

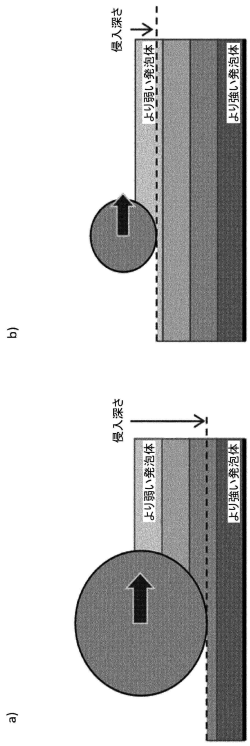
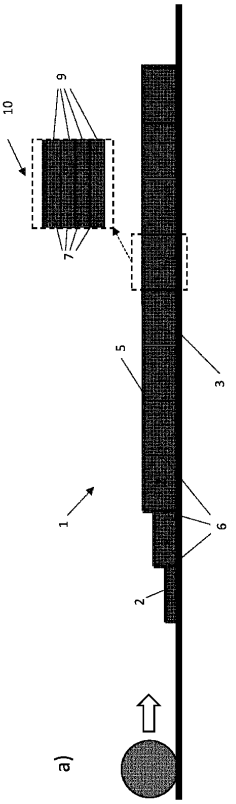
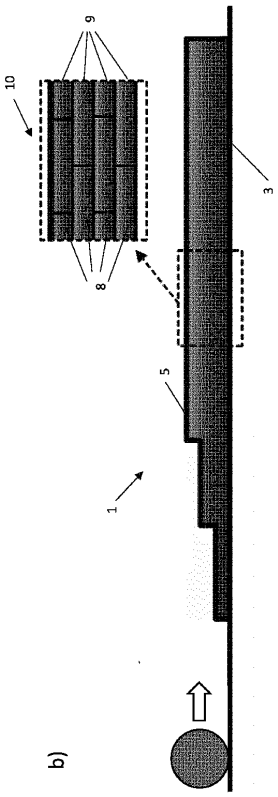


Figure 3

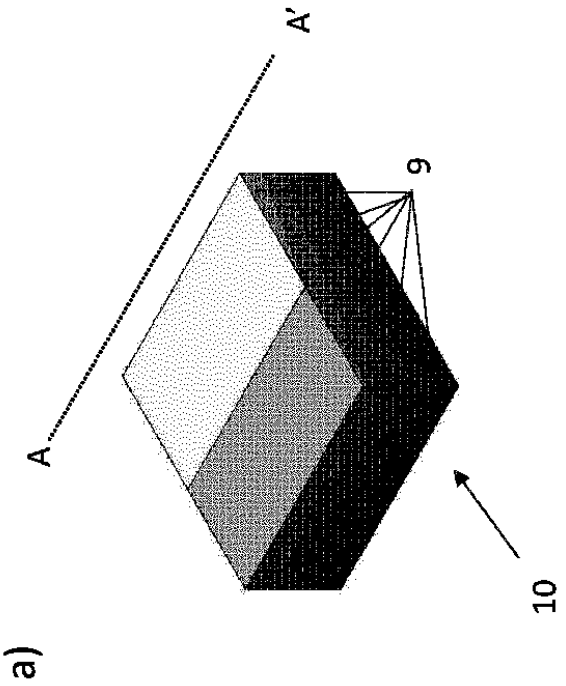
【図４ａ）】



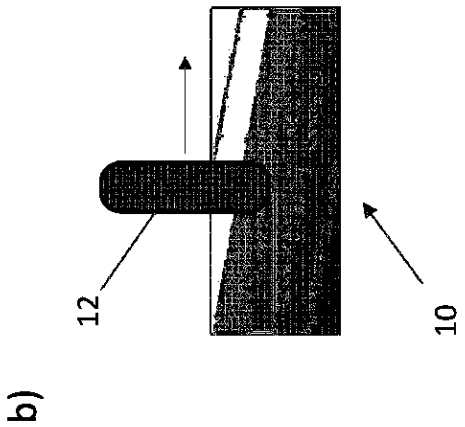
【図４ｂ）】



【図５ａ）】



【図５ｂ）】



【図６】

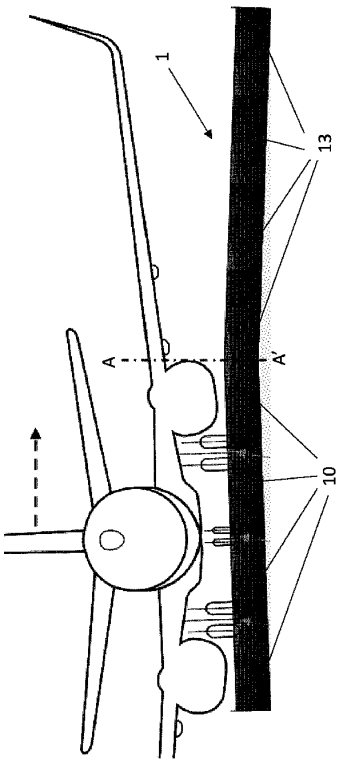
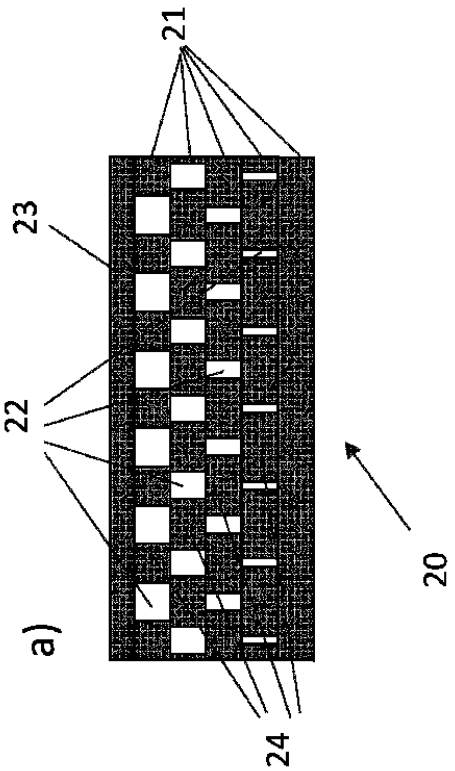
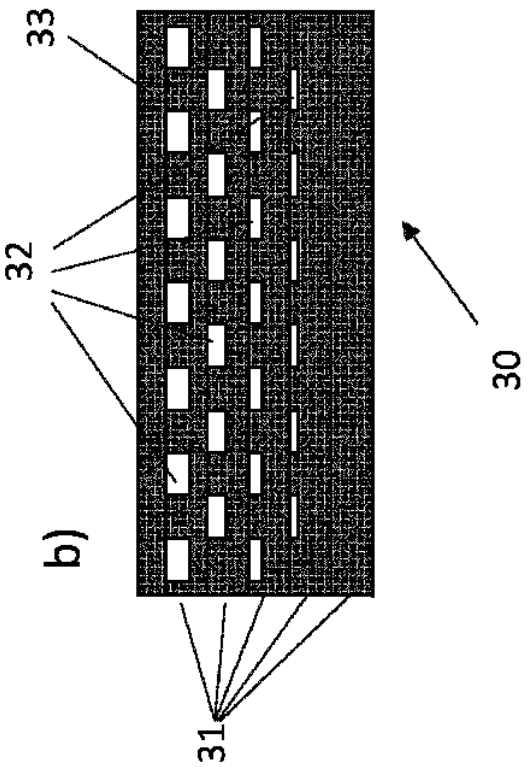


Figure 6

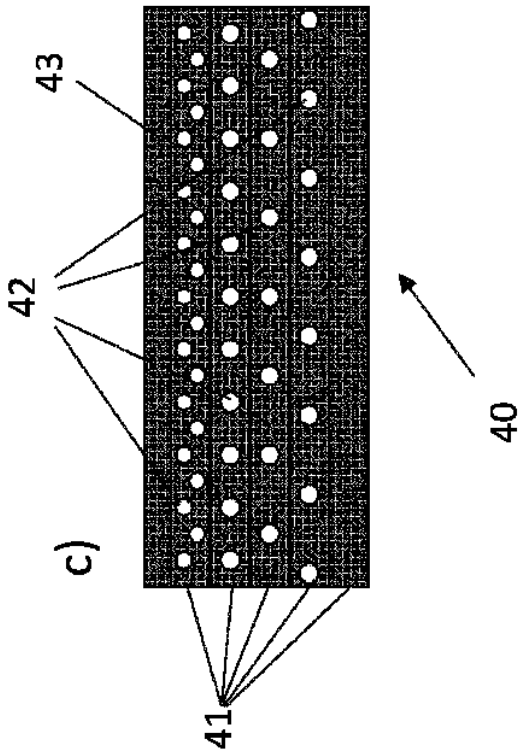
【図７ａ）】



【図７ｂ）】



【図７ｃ）】



【図８】

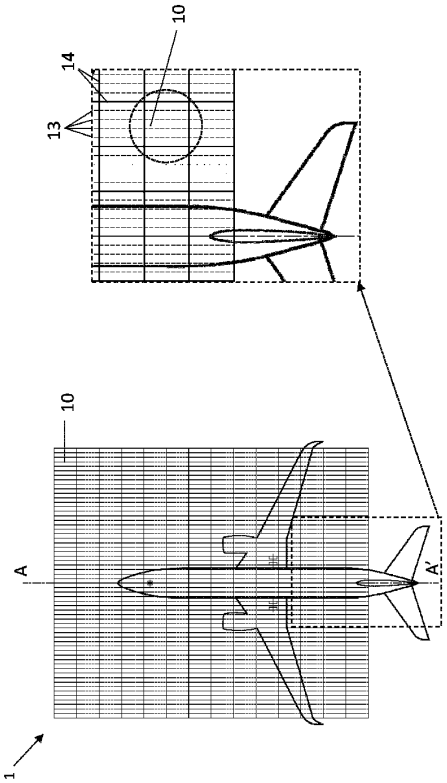


Figure 8

【図９】

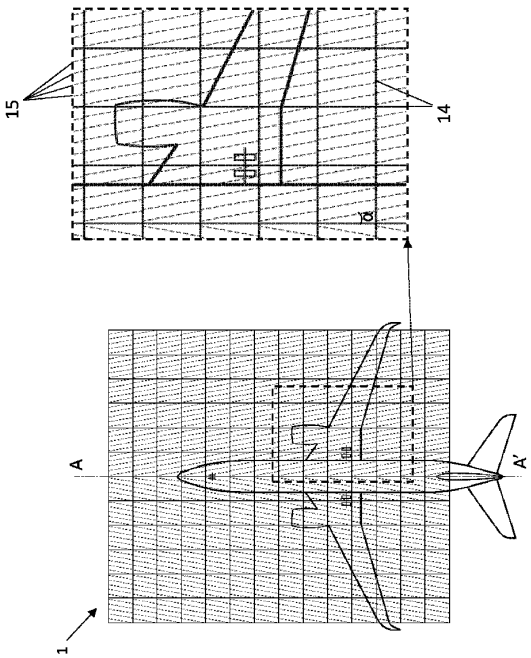


Figure 9

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/064041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64F1/02 E01C9/00 E01C5/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B64F E01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 967 704 A (OGDEN DENNIS HENRY) 6 July 1976 (1976-07-06) cited in the application The following figures, and related description text:; figures 2, 8	1-10
A	US 6 726 400 B1 (ANGLEY RICHARD D [US] ET AL) 27 April 2004 (2004-04-27) The following figures, and related description text:; figures 1A-1C	1-10
A	DE 100 41 492 B4 (VOGTS ARNOLD [DE]) 21 June 2007 (2007-06-21) paragraphs [0011] - [0015]; figures 3, 5, 7-14	1

-/--

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [x] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 August 2022	26/08/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dorpema, Huijb

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/064041

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3 297 920 A1 (ENG ARRESTING SYS CORP [US]) 28 March 2018 (2018-03-28) The following figures, and related description text:; figures 3-8, 9A-B -----	9

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2022/064041

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3967704 A	06-07-1976	NONE	
US 6726400 B1	27-04-2004	NONE	
DE 10041492 B4	21-06-2007	NONE	
EP 3297920 A1	28-03-2018	CA 2985374 A1	24-11-2016
		EP 3297920 A1	28-03-2018
		ES 2734297 T3	05-12-2019
		JP 6778979 B2	04-11-2020
		JP 2018514458 A	07-06-2018
		US 2016340838 A1	24-11-2016
		WO 2016187276 A1	24-11-2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

イ・ユーエス２９０・ウェスト ８０００

(72)発明者 ヘルゲセン、ヒェル・ホーコン

ノルウェー国、エヌ－１１８５ オスロ、ラシュス・バイ ８３

(72)発明者 ナルモ、ジョン・エー.

ノルウェー国、エヌ－２３１７ ハーマル、ホーイェンサルガタ ６８

Ｆターム（参考） 2D051 AB01 AF02 AF06 AF11 AG11 AH02 AH03 DA02 DB02