

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6902805号
(P6902805)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月24日(2021.6.24)

(51) Int. Cl.	F I
B 6 4 F 1/02 (2006.01)	B 6 4 F 1/02
C O 4 B 28/02 (2006.01)	C O 4 B 28/02
C O 4 B 14/02 (2006.01)	C O 4 B 14/02 B
C O 4 B 14/24 (2006.01)	C O 4 B 14/24
C O 4 B 20/00 (2006.01)	C O 4 B 20/00 B

請求項の数 23 (全 45 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-548002 (P2019-548002)	(73) 特許権者	519315176 ランウェイ セーフ アイピーアール エイビー スウェーデン王国 ヨーテボリ 400 16, ボックス 53257
(86) (22) 出願日	平成30年3月5日(2018.3.5)	(74) 代理人	110000408 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(65) 公表番号	特表2020-510575 (P2020-510575A)	(72) 発明者	バーソッティ マシュー アメリカ合衆国 78739 テキサス州 オースティン クラロ ビスタ コープ 11100
(43) 公表日	令和2年4月9日(2020.4.9)	(72) 発明者	ジョーンズ クリフ アメリカ合衆国 78748 テキサス州 オースティン セダー スタンド パス 1404
(86) 国際出願番号	PCT/IB2018/051411		
(87) 国際公開番号	W02018/158756		
(87) 国際公開日	平成30年9月7日(2018.9.7)		
審査請求日	令和1年9月13日(2019.9.13)		
(31) 優先権主張番号	62/466,922		
(32) 優先日	平成29年3月3日(2017.3.3)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工材料拘束システム及びその形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

押しつぶせる、平均サイズが1インチ以上3インチ以下の骨材を含むベース層と、
材料の体積に対して20体積%を超える体積で、区分された安定したガスセルを含む気泡コンクリートを含むカバー層と、

前記ベース層を支持する舗装基礎と前記カバー層とを接続する複数のアンカーと、
を含む車両拘束システム。

【請求項2】

前記複数のアンカーの各々は、前記舗装基礎に固定される支持ロッドを含む、請求項1に記載の車両拘束システム。

【請求項3】

前記複数のアンカーの各々は、前記カバー層に埋め込まれているパックを含む、請求項1に記載の車両拘束システム。

【請求項4】

前記気泡コンクリートは200psi以上600psi以下の圧縮応力を有する、請求項1に記載の車両拘束システム。

【請求項5】

前記気泡コンクリートは、水及びセメントを含む混合物を準備し、発泡体を形成し、前記発泡体を前記混合物に混合して泡状混合物を形成し、前記泡状混合物を配分することによって形成される、請求項1に記載の車両拘束システム。

【請求項 6】

前記骨材は、ガラス泡状物質である、請求項 1 に記載の車両拘束システム。

【請求項 7】

押しつぶせる骨材を含むベース層と、

材料の体積に対して 20 体積%を超える体積で、区分された安定したガスセルを含む気泡コンクリートを含むカバー層と、

前記ベース層と前記カバー層との間に位置する分離層と、

前記ベース層を支持する舗装基礎と前記カバー層とを接続する複数のアンカーと、
を含み、

前記分離層は、ポリマー物質を含む車両拘束システム。

10

【請求項 8】

前記複数のアンカーの各々は、前記舗装基礎に固定される支持ロッドを含む、請求項 7 に記載の車両拘束システム。

【請求項 9】

前記複数のアンカーの各々は、前記カバー層に埋め込まれているパックを含む、請求項 7 に記載の車両拘束システム。

【請求項 10】

前記ポリマー物質は、ポリマーファブリック (polymer fabric) 又はポリマーシートを含む、請求項 7 に記載の車両拘束システム。

【請求項 11】

前記ベース層は、前記骨材の第 1 部分及び前記骨材の第 2 部分を含み、

前記第 1 部分は、前記第 2 部分の下方に設けられ、

前記第 2 部分は、前記分離層と接しており、

前記第 2 部分は、前記第 1 部分より高密度に圧縮されている、請求項 7 に記載の車両拘束システム。

20

【請求項 12】

前記カバー層に接するトップコート層をさらに有し、

前記トップコート層は、ポリマー物質を含む、請求項 1 に記載の車両拘束システム。

【請求項 13】

押しつぶせる骨材を含むベース層と、

材料の体積に対して 20 体積%を超える体積で、区分された安定したガスセルを含む気泡コンクリートを含むカバー層と、

パックに接続された支持ロッドを含む複数のアンカーと、
を含み、

前記支持ロッドは、前記ベース層を支持する舗装基礎 (pavement foundation) に固定されており、

前記パックは、前記カバー層に埋め込まれている車両拘束システム。

30

【請求項 14】

前記パックの少なくとも一つは、前記パックの中央キャビティから離れるように延びる一つ以上の補剛部を含み、

前記補剛部は、前記カバー層の中に埋め込まれている、請求項 13 に記載の車両拘束システム。

40

【請求項 15】

前記支持ロッドは、前記パックと前記支持ロッドとの間に設けられて所定の負荷で破壊可能な剪断リンクを備えたヒューズを介して、前記パックに接続されている、請求項 13 に記載の車両拘束システム。

【請求項 16】

車両が拘束されるべき領域上に、押しつぶせる、平均サイズが 1 インチ以上 3 インチ以下の骨材を含むベース層を堆積させ、

前記ベース層を支持する舗装基礎と接続する複数のアンカーを形成し、

50

ベース層上に、材料の体積に対して20体積%を超える体積で、区分された安定したガスセルを含む気泡コンクリートを含むカバー層を堆積し、

前記複数のアンカーは、前記カバー層と前記舗装基礎とを接続する、車両を拘束するための方法。

【請求項17】

前記カバー層を前記ベース層の上に堆積する前に、前記複数のアンカーに含まれる複数の支持ロッドを前記舗装基礎に固定することをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記カバー層にパックを埋め込むことをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項19】

前記カバー層を前記ベース層の上方に堆積する前に、前記舗装基礎に複数の支持ロッドを固定し、

パックに接続された前記支持ロッドを含む前記複数のアンカーを生成するために、前記パックを各々の前記支持ロッドに接続し、

各々の前記パックを前記カバー層に埋め込むことをさらに含む請求項16に記載の方法。

【請求項20】

前記骨材はガラス発泡体であり、

前記気泡コンクリートは 40 lb / ft^3 以上 50 lb / ft^3 以下の乾燥密度を有し

、
前記気泡コンクリートは 200 psi 以上 600 psi 以下の圧縮応力を有する、請求項16に記載の方法。

【請求項21】

拘束される前記車両は航空機であり、

前記領域は滑走路の端部を越えた安全領域に位置する、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記カバー層は、ジェットブラスト上昇力に抵抗する単一のスラブを含む、請求項1に記載の車両拘束システム。

【請求項23】

前記ポリマー物質は、ジオテキスタイルファブリックを含む、請求項7に記載の車両拘束システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本出願は、滑走路端部をオーバーランした航空機を拘束するためのシステムおよびそのようなシステムを構築する方法に関する。

【0002】

空港の滑走路は、複数種類の航空機の離着陸に対応するように構成されている。これらのイベントの圧倒数は、インシデント(incident)なしに発生するが、航空機がその滑走路をオーバーランして停止させる必要がある場合がある。航空機を拘束する1つのこのような方法は、滑走路の端部を越えた安全領域に設計された材料拘束システム(アレスターベッド; EMAS; Engineered material arresting system)を配置する。EMASはエネルギーの消散、変形可能、押しつぶせる、及び/又は、コンパクトにできる材料を含み、これらは航空機の車輪とかみ合い、その運動エネルギーを消散させることによって航空機を減速させる。EMAS中の材料は、オーバーランが発生している間に航空機のタイヤを圧縮するように設計される。

【0003】

EMAS設備は、滑走路の一方または両方の端部に配置することができる。EMASは、EMASから離れるように離陸する、又はEMASを通過するように地上走行する航空機からのジェットブラスト負荷を受けることがある。これらの負荷は、典型的には、EM

10

20

30

40

50

A S上に上向きの揚力を発生させ、これは、材料の被覆されていない路床に損傷をもたらす可能性がある。その結果、E M A Sの完全性が少なくとも部分的に損なわれる可能性があり、破片 (d e b r i s) が滑走路領域にわたって広がることもあり、E M A Sの有効性が低減する場合がある。

【 0 0 0 4 】

上昇力に対抗するための方法は、圧縮可能な材料の路床内に連続的なジオグリッド壁を埋め込むことであった。この壁は、路床のオーバーラン方向に配置されている。ジオグリッドは、その長さに沿った一つ以上のアンカーを用いた下層の舗装に付着するメッシュ状構造である。ジオグリッドは、圧縮可能な材料の上方に突出することがあり、その材料が最初に配置されるときに、材料の水平化をより困難にし、設置プロセスの速度が落ちる。さらに、ジオグリッドへの損傷の場合、修理の労力は、ジオグリッドの長さを置き換えるために、圧縮可能な材料の大きな部分を掘削することを必要とする場合がある。

10

【 0 0 0 5 】

航空機が滑走路を出てE M A Sシステムによって停止されるオーバーランが発生している間、より高い航空機出口速度で、航空機の拘束負荷が増加することが観測されている。したがって、いくつかのE M A Sシステムの航空機は、利用可能なE M A S長よりもむしろ着陸装置負荷によって制限される最大出口速度を有することができる。

【 0 0 0 6 】

より小型で軽量の航空機は、オーバーラン発生中にE M A Sと効果的にかみ合うのに必要な重量及びタイヤ負荷を欠いている可能性があることが観察されている。これらの状況では、航空機タイヤがE M A S材料にかみ合う及び/又は埋め込まれずに、それらは材料中にほとんど貫通しない又は僅かな垂直の貫通を伴いE M A S上を転がる。その結果、そのシステムの有効性を低下させてしまう可能性がある。

20

【 0 0 0 7 】

一態様では、車両拘束システム (v e h i c l e a r r e s t i n g s y s t e m) は、押しつぶせる骨材 (c r u s h a b l e a g g r e g a t e) を含むベース層 (b a s e l a y e r) と、 $100\text{ lb} / \text{ft}^3$ 以下のオープン乾燥密度 (o v e n - d r y d e n s i t y) を有するセメント質材料を含むカバー層 (c o v e r l a y e r) と、を含む。別の態様では、車両拘束システムは、押しつぶせる骨材を含むベース層と、約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $100\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間、約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $90\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間、約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $80\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間、約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $70\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間、約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $60\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間、又は約 $40\text{ lb} / \text{ft}^3$ と約 $50\text{ lb} / \text{ft}^3$ との間のオープン乾燥密度を有するセメント質材料を含むカバー層と、を含む。

30

【 0 0 0 8 】

別の態様では、車両拘束システムは、アレスターベッド (a r r e s t o r b e d) と複数のアンカー (a n c h o r) とを含む。各々のアンカーは、関連するパック (p u c k) に接続された支持ロッド (s u p p o r t r o d) を含み、各々の支持ロッドは、アレスターベッドの下の安全領域 (s a f e t y a r e a) の舗装 (p a v e m e n t) に固定されており、各々のパックは、前記アレスターベッドのカバー層内に埋め込まれている。さらに、各々の支持ロッドは、所定の負荷で破断するように設計されたシャーリンク (s h e a r l i n k a g e) を介して、その関連するパックに接続される。

40

【 0 0 0 9 】

別の態様では、車両を拘束するための方法は、車両が拘束されるべき領域上に骨材を含むベース層を堆積させ、ベース層上に $100\text{ lb} / \text{ft}^3$ 以下のオープン乾燥密度を有するセメント質材料を含むカバー層を堆積することを含む。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、移動方向に垂直な複数のポイントアンカー (p o i n t a n c h o r) を含むE M A Sの断面図である。

50

【図 2】図 2 は、移動方向に垂直な複数のポイントアンカーを含む E M A S の第 2 の断面図である。

【図 3】図 3 は、複数のポイントアンカーと共に使用するための E M A S が充填された下方グレード (b e l o w - g r a d e) のくぼ地 (b a s i n) の断面図であり、移動の方向に平行な断面図である。

【図 4】図 4 は、複数のポイントアンカーと共に使用するための E M A S の上方グレード (a b o v e - g r a d e) の実施形態の断面図であり、移動の方向に平行な断面図である。

【図 5】図 5 は、E M A S に使用するためのポイントアンカーサブアセンブリの等角図である。

10

【図 6】図 6 は、図 5 のポイントアンカーサブアセンブリの断面図である。

【図 7】図 7 は、図 5 のポイントアンカーサブアセンブリの上面図である。

【図 8】図 8 は、図 5 のポイントアンカーサブアセンブリの底面図である。

【図 9】図 9 は、図 5 のポイントアンカーサブアセンブリの側面図である。

【図 10】図 10 は、ポイントアンカーサブアセンブリの別の実施形態の断面図である。

【図 11】図 11 は、図 10 のポイントアンカーサブアセンブリの上面図である。

【図 12】図 12 は、ポイントアンカーサブアセンブリ内の、分離した又は脆弱なヒューズの一連の等角投影図である。

【図 13】図 13 は、設計された破断経路に沿って故障した、ポイントアンカーサブアセンブリ内の、分離した又は脆弱なヒューズの一連の等角図である。

20

【図 14】図 14 は、図 5 のポイントアンカーサブアセンブリの側面図であり、航空機のジェットブラストからのスラブ上昇負荷 (s l a b u p l i f t l o a d s) によって引き起こされる上向き負荷に分散される様子を示す。

【図 15】図 15 は、異なるアンカー構成を有する複数のゾーンに分割された E M A S の第 1 の上面図である。

【図 16】図 16 は、異なるアンカー構成を有する複数のゾーンに分割された E M A S の第 2 の上面図である。

【図 17】図 17 は、ポイントアンカーサブアセンブリのパック構成要素が 1 5 0 0 ポンドの上昇力を受けた場合のたわみを表す有限要素フリンジプロットである。

【図 18】図 18 は、図 14 と同じ負荷がかかっているパックのフォン・ミーゼス応力 (V o n M i s e s s t r e s s) を表す有限要素フリンジプロットである。

30

【図 19】図 19 は、航空機のタイヤが E M A S を 6 インチ貫入するオーバーランシミュレーションの有限要素描写である。

【図 20】図 20 は、航空機のタイヤが E M A S を 1 2 インチ貫入するオーバーランシミュレーションの有限要素描写である。

【図 21】図 21 は、E M A S をインストールするための第 1 の方法を示すフローチャートである。

【図 22】図 22 は、E M A S をインストールするための第 2 の方法を示すフローチャートである。

【図 23】図 23 は、現在の E M A S の一例に対する正規化されたけん引力対距離のグラフである。

40

【図 24】図 24 は、E M A S で利用されるパックの実際対予測故障モードのいくつかの例を示す図である。

【図 25】図 25 は、E M A S で利用されるスラブ部分 (s l a b s e c t i o n s) の図の底面図である。

【図 26】図 26 は、図 25 の A - A 線に沿った断面図である。

【図 27】図 27 は、滑走路方向に垂直に配置されたリブ付き部分を有する複数のスラブ部分の底面図である。

【図 28】図 28 は、滑走路方向に平行に配置されたリブ付き部分を有する複数のスラブ部分の底面図である。

50

【図29】図29は、EMASで利用されるスラブ部分の別の図の底面図である。

【図30】図30は、図29のA-A線に沿った断面図である。

【図31】図31は、図29のB-B線に沿った断面図である。

【図32】図32は、滑走路方向に垂直に配置された格子縞部分を有するスラブ部分の底面図である。

【図33】図33は、滑走路方向に対してある角度で配置された格子縞部分を有するスラブ部分の底面図である。

【図34】図34は、滑走路方向に垂直に配置された異なるサイズの格子縞部分を有する複数のスラブ部分の底面図である。

【図35】図35は、円形かつ異なるサイズの格子縞部分を有する複数のスラブ部分の底面図である。

10

【図36】図36は、スラブ層と骨材層との間の第1のタイプの空隙を有するEMASの断面図である。

【図37】図37は、スラブ層と骨材層との間の第2のタイプの空隙を有するEMASの断面図である。

【図38】図38は、スラブ層と骨材層との間の第3のタイプの空隙を有するEMASの断面図である。

【図39】図39は、下層の舗装にスラブを固定するために使用されるジオグリッドを有するEMASの上面図である。

【図40】図40は、図39のA-A線に沿った断面図である。

20

【図41】図41は、下層の舗装にスラブを固定するために使用されるポイントアンカーを有するEMASの上面図である。

【図42】図42は、図41のA-A線に沿った断面図である。

【図43】図43は、空隙の上方の位置でスラブ層を通過してスラブ層に穴を開ける航空機のタイヤを例示する、滑走路方向に垂直なEMASの断面図である。

【図44】図44は、オーバーラン発生中に、骨材とスラブとの間の空隙への骨材の変位を示す、滑走路方向に平行なEMASの断面図である。

【図45】図45は、EMASの骨材層を形成するために使用される、隣接する骨材部分の上面図のシーケンスである。

【図46】図46は、図45のA-A線に沿った断面図である。

30

【図47】図47は、EMASの骨材層を形成するために使用される、重なる第1の例の上面図のシーケンスである。

【図48】図48は、図47のA-A線に沿った断面図である。

【図49】図49は、EMASの骨材層を形成するために使用される、重なる第2の例の上面図のシーケンスである。

【図50】図50は、図49のA-A線に沿った断面図である。

【図51】図51は、接着剤を使用してジオグリッドを舗装に設置する第1の方法を示すEMASの断面図である。

【図52】図52は、図51の舗装およびジオグリッドの等角図である。

【図53】図53は、図51の接着剤接続の詳細図である。

40

【図54】図54は、接着剤を使用してジオグリッドを舗装に設置する第2の方法の等角図である。

【図55】図55は、図54の接着剤接続の詳細図である。

【図56】図56は、接着剤を使用してジオグリッドを舗装に設置する第3の方法の等角図である。

【図57】図57は、図56の接着剤接続の詳細図である。

【図58】図58は、接着剤を使用してジオグリッドを舗装に設置する第4の方法の等角図である。

【図59】図59は、図58の接着剤接続の詳細図である。

【図60】図60は、接着剤を使用してジオグリッドを舗装に設置する第5の方法の等角

50

図である。

【図61】図61は、図60の接着剤接続の詳細図である。

【図62】図62は、複数の骨材層を示すEMASの第1の態様の断面図である。

【図63】図63は、複数の骨材層を示すEMASの第2の態様の断面図である。

【図64】図64は、複数の骨材層を示すEMASの第3の態様の断面図である。

【図65】図65は、複数の骨材層を示すEMASの第4の態様の断面図である。

【図66】図66は、複数の骨材層を示すEMASの第5の態様の断面図である。

【図67】図67は、図62のEMASを転がって通過する大型航空機のタイヤの断面図である。

【図68】図68は、図62のEMASを転がって通過する小型航空機のタイヤの断面図である。 10

【図69】図69は、蓋(lid)を組み込んだEMASの断面図である。

【図70】図70は、図69のEMASに使用されるタイプの蓋の底面図である。

【図71】図71は、図69のEMASSに使用される第2のタイプの蓋の底面図である。

【図72】図72は、蓋補剛剤と支持シートとの間の界面の詳細図である。

【図73】図73は、蓋補剛剤と支柱(props)との間の界面の詳細図である。

【図74】図74は、支柱の第1のタイプの図である。

【図75】図75は、支柱の第2のタイプの図である。

【図76】図76は、支柱の第3のタイプの図である。 20

【図77】図77は、支柱の第4のタイプの図である。

【図78】図78は、蓋を備えたEMASの断面図であり、蓋の下層の舗装への固定を示す断面図である。

【0011】

一態様において、図1～図4に見られるように、設計された材料拘束システム(EMAS)50は、骨材54が充填されたくぼ地を含むアレスターベッド52と、骨材54の上部に配置されたスラブ56と、トップコート58を含む。前記アレスターベッド52は、他の態様では、図3に見られるように、滑走路の下方のグレード部分を含むくぼ地であってもよい。しかし、図4に最もよく見られるように、EMASの一部または全部は、滑走路グレード以上であってもよい。例えば、くぼ地の底部は滑走路グレードであってもよく、傾斜部、隆起部、傾斜路、または地面の上に延在する類似の構造体を、くぼ地の頂部に向けて延在するように構成してもよい。 30

【0012】

以下でより詳細に説明するように、EMAS50内の各層に複数の材料を使用することができる。しかし、一態様では、骨材54は、商品名Glasoporとして入手可能な材料である、発泡ガラス骨材であってもよい。スラブ56は、制御された低強度材料(CLSM; Controlled Low-Strength Material)または気泡コンクリート(cellular concrete)であってもよい。トップコート58は、TRANSPORT-18又はT-28(登録商標)として販売されているメタクリル酸メチル(MMA)のような高摩擦表面処理であってもよい。代替的に、トップコート58は、ポリ尿素、エポキシ、または噴霧または注入された仕上げを含むことができる。 40

【0013】

骨材54は、押しつぶせる、圧縮可能な材料であってもよい。例えば、骨材54は、平均骨材サイズが1～3インチ(1 to 3-in)のガラス発泡充填材であってもよく、圧縮強度の範囲であってもよい。一態様では、ガラス発泡体は、例えば、それぞれ24psiおよび18psiの押圧を有するグレード24またはグレード18のGlasoporであってもよい。一態様では、EMASベッドは、その長さに沿った単一の骨材54を使用することができる。別の態様では、図3及び図4に見られるように、第1の骨材が路床の第1の部分に充填し、第2の異なるグレードの骨材が路床の第2の部分に充填して 50

もよい。例えば、より高い圧潰強度の骨材は、路床の入口部分を充填することができる。あるいは、より低い圧潰強度の骨材は、路床の入口部分を充填してもよい。

【0014】

スラブ56は、航空機のタイヤによる負荷に負けるように構成された低強度材料であってもよい。そのような材料は、 $110\text{ lb}/\text{ft}^3$ 以上 $130\text{ lb}/\text{ft}^3$ 以下の密度を有する、約 200 psi と約 600 psi との間の圧縮応力を有するセメント質材料の特殊な構造であるCLSMである。一例では、CLSMは、砂、セメント、飛散灰(fly ash)、水、混和剤、及び繊維を混合することによって作ることができる。その結合された強度および密度のために、CLSMは、ジェットプラスト上昇力に抵抗するのに十分に適している。しかし、同時に、その高密度は、オーバーラン中に高い慣性負荷を引き起こす可能性があり、これは、着陸装置の構成要素に伝達する航空機のタイヤ上にかかる力を増大させる可能性がある。一態様では、単一のスラブ材料がシステム50の長さに沿って使用することができる。別の態様では、図3及び図4に見られるように、第1のスラブ材料が路床の第1の部分を充填し、第2の異なるスラブ材料が路床の第2の部分を充填してもよい。これらの図が示すように、第1のスラブ部分は、第1の骨材よりもEMASの長さに沿って異なる長手方向の長さを有することができる。例えば、第1のスラブ部分は、第1の骨材部よりもその長手方向に長く延びることができる。別の態様では、第1のスラブ部分は、第1の骨材部よりもその長手方向に短く延びることができる。さらに別の態様では、第1のスラブ部分および第1の骨材部は、EMASに沿って実質的に同じ長手方向の距離で延在することができる。加えて、後続のスラブ及び骨材部についても同様の変形が可能である。

10

20

【0015】

別の態様では、スラブ56は、軽量である気泡コンクリートから形成することができる。例えば20%を超える体積で、材料全体にわたって均一に分散された安定した空気またはガスセルを含有するセメント質材料から形成することができる。このように、気泡コンクリートは、約65%の空隙空間を含むことができ、その材料は、オーバーランしているときの航空機のタイヤのようになり、かなりの体積圧縮およびエネルギー消失を受けることを可能にする。例えば、気泡コンクリートは、水と発泡剤とを混合して予備成形された発泡体を形成してもよい。予備成形された発泡体は、セメントおよび水と混合されてもよい。次いで、繊維を混合物に添加して、クラック耐性及び引張応力への耐性を増大させることを補助することができる。最後に、混合物は、他のセメント組成物と同様に注がれて平準化されてもよい。本明細書で使用される気泡コンクリートは、アメリカコンクリート協会(American Concrete Institute)によって確立された仕様に適合することができる。

30

【0016】

気泡コンクリートは、CLSMとほぼ同じ強度である、約 200 psi ~約 600 psi の間の圧縮強度を有することができる。同時に、気泡コンクリートはCLSMよりも著しく軽量であり、 $40\text{ lb}/\text{ft}^3$ と $50\text{ lb}/\text{ft}^3$ との間の密度を有する。その結果、そのスラブ56内に気泡コンクリートを組み込んだEMAS50は、出口速度の改善及びスラブ56材料としてCLSMのみを含むEMASと比較して、小型航空機に対する性能の改善をすることができる。さらに、気泡コンクリートの使用は、驚くべきことに、CLSMのような他の材料と実質的に同じ圧縮強度を提供するが、密度の一部では、これによりスラブ56の重量を、例えば約3倍~約3.5倍の間の係数で削減することができる。

40

【0017】

スラブ56の使用は、オーバーラン発生中に骨材54の有効強度を劇的に変更することができる。特に、骨材54は、土壌または他の地質材料(geomaterials)と同様の圧力依存剪断強度挙動を示す。この層を被覆することにより、スラブ56は、穏やかで一定の静的な過剰負荷を引き起こす死荷重を与えることにより、骨材の動きに垂直な慣性抵抗及びオーバーラン時にタイヤの前方の骨材の弾頭波(bow wave)の鈍化(blunting)を提供することにより、並びに、当該スラブの屈曲強度を通る骨材

50

の動きに対する非慣性抵抗を提供することにより、骨材 5 4 の材料強度を制限し、増大させることができる。したがって、スラブは、骨材の移動を制限し、静水圧を増大させ、骨材の有効剪断強度を増大させる。

【 0 0 1 8 】

スラブ 5 6 はまた、スラブ 5 6 を通る各タイヤの内側及び外側に剪断故障線が形成されているので、剪断故障を介してオーバーラン発生中にエネルギーを放散することができる。そのタイヤがその下のスラブ材料を引っ張り、混合モードの破断を介してその材料を破砕し、粉砕されたスラブ材料を再度摩擦粉砕することで、スラブ 5 6 はタイヤからのエネルギーを吸収することができる。スラブはまた、航空機のタイヤに慣性抵抗を提供し、航空機速度及び変位されたスラブ質量に比例する運動量を吸収することができる。

10

【 0 0 1 9 】

図 1 に戻って、E M A S 5 0 は、ジェットブラストによって生成された上向きの力にさらされたとき、及び/又は、オーバーラン又は停止事象中に航空機のエネルギーを放散するように構成される場合に、E M A S 5 0 の停止を保ち続けることを補助するように構成される。ポイントアンカー 6 0 は、埋込みパック 6 2 と、パック 6 2 に近接端 6 6 で結合され、パック 6 2 から下方に延びる、すなわち下方に延びるストラップまたはロッド 6 4 とを含む。舗装アンカー 6 8 は、ロッド 6 4 またはストラップを E M A S の下層の舗装に固定する。例えば、ボルトまたはリベットは、下層の舗装にロッド 6 4 の先端部 7 2 に取り付けプレート 7 0 を固定することができる。

20

【 0 0 2 0 】

図 5 ~ 図 9 を参照すると、埋め込みパック 6 2 は、ロッド 6 4 の近接端 6 6 を受容するハブ 7 4 と、ハブ 7 4 に脆弱に結合されたキャップ 7 6 とを含む。キャップ 7 6 は、一態様では、実質的に滑らかであることができる上面 7 8 を含む。別の態様では、上面 7 8 は、1 つまたは複数のマーク 8 0 を含むことができ、キャップ 7 6 の複数の片または複数の区画への破壊を容易にするパック 6 2 の成形後冷却のための起伏 (r e l i e f) を提供し、それにより、キャップ 7 6 の均一な厚さを促進する。マーク 8 0 は、例えば、上面 7 8 にパターンで配置することができる。例えば、マーク 8 0 は、上面 7 8 の中央キャピティ 8 2 から外向きに放射され、上面 7 8 を複数のウェッジ 8 4 に分割するために実質的に等間隔に配置されてもよい。キャップ 7 6 は、上方から見たときに実質的に円形であってもよい。あるいは、キャップ 7 6 は、三角形、長方形、五角形、六角形等のような様々な他の形状をとってもよい。

30

【 0 0 2 1 】

ポイントアンカー 6 0 はまた、キャップ 7 6 の一部又は全部を覆うトッププラグ (図示せず) を含むことができる。特に、トッププラグは、少なくともキャップ 7 6 の中央キャピティ 8 2 を覆うように構成することができる。これにより、パック 6 2 を保持するナットを所定位置に覆い、カバー層スラリー (c o v e r l a y e r s l u r r y) 、汚れ、水、または他の異物が中央キャピティ 8 2 に侵入することを防止する。一態様におけるトッププラグは、スラブ 5 6 の注入及び/又はトップコート 5 8 の適用前に設置することができる。これにより、スラブスラリー (s l a b s l u r r y) 及び/又はトップコート材料が中央キャピティ 8 2 に侵入することを防止する。

40

【 0 0 2 2 】

キャップ 7 6 は、複数の半径方向補剛部 8 8 によって中断された下側 8 6 を含むことができる。補剛部 8 8 は、パックの周りに等間隔に配置され、ハブ 7 4 からパック 6 2 の外側周辺部 9 0 まで半径方向に延在することができる。各補剛部 8 8 は、下側 8 6 から下方に延びて、ハブ 7 4 に近接して外側周辺部 9 0 よりも大きな長手方向距離を有していてもよい。例えば、各補剛部 8 8 は、略三角形状であってもよく、外側周辺部 9 0 をハブ 7 4 に接続する斜辺 9 2 を備えてもよい。補剛部 8 8 は、例えば、当業者には理解されるように、斜辺を置換する凹状又は凸状の縁部を有してもよい。

【 0 0 2 3 】

図 5 及び図 6 に見られるように、ハブ 7 4 および中央キャピティ 8 2 の一方または両方

50

は、例えば、ロッド64を受容するように構成された開口を含むことができる。ロッド64は、雄ねじ94を含むことができ、ハブ74および/または中央キャビティ82は、雌ねじを含むことができる。あるいは、ハブ74および/または中央キャビティ82は、1つまたは複数のナット96を受けるように構成されてもよく、ナット96は、ねじ94をロッド64に係合するためのねじ98を有する。例えば、ハブ74及び/又は中央キャビティ82は、ナット96の形状に適合する六角形又は他の形状を有するように、又はハブ74及び/又は中央キャビティ82に関連するナット96の回転を防止するように成形される。そのシステムは、ハブ74内に配置された一対のナット96a、96bと、近接したキャップ76及び第1のナット96a、第2のナット96bと離隔した第3のナット96cと、近接して配置されたハブ74の底部(bottom)を含む。ワッシャ100は、一対のナット96a、96bと第3のナット96cとの間に配置することができ、ハブ74内に形成されたフランジ102に載置されている。ワッシャ100及びナット96a、96bは、上部から中央キャビティ82を通してハブ74に挿入され、ナット96cは、底部からハブ74に挿入され得る。ワッシャ100は、ロッド64を含むポイントアンカー構成要素の熱膨張及び圧縮に適應するために圧縮可能であってもよい。

【0024】

別の態様では、図10及び図11に最もよく示されるように、ねじ接続に代わって、結束バンドタイプ(zip tie-type)と同様に、ロッド164が複数の歯165を含み、パック162が歯に沿って摺動するように構成されたラチェットに動作可能に連結されていてよい。パック162が過度に押された場合、ラチェットは、ラチェットを歯から外す解放機構を含むことができる。これにより、パック162をロッド164に沿った方向に取り外すことができる。このような連結は、複数のパック162の迅速な設置を可能にし、また、そのようなコネクタの一方方向性に起因して、通常のジェットブラスト中にパック162の上下方向の上方への変位を防止する。

【0025】

図12および図13を参照すると、図5～図9のパックを参照すると、パック62は、パック62の中央におけるヒューズ106の形成に必要な、意図的な弱いリンク104をさらに含むことができる。ヒューズ106は、ハブ74内又は中央キャビティ82内に形成することができ、ヒューズ106の周囲に間隔を置いて配置され、ヒューズ106の長さの少なくとも一部分に沿って長手方向に延びて、ハブ74からのロッド64、ナット96、およびワッシャ100の分離を容易にする複数の剪断リンクまたはリブ112を含むことができる。

【0026】

パック62およびポイントアンカー60の他の要素は、それらが露出されることが予想される負荷に応じてサイジング(sizing)され得る。例えば、スラブ56の強度は、パック62のサイジングを駆動することができる。一例では、スラブ56は、約200～600Psiの強度を有することができる。安全性の要因を考慮する場合、パック62のキャップ76は、約4インチと約12インチとの間、又は約4インチと約8インチとの間、一態様では約6インチの直径を有することができる。これに関連して、より低いスラブ強度は、より大きなパック62の使用を必要とする可能性がある。

【0027】

パックはまた、約1インチと約6インチとの間、又は約1インチと約4インチとの間、一態様では約2インチの高さを有することができる。その高さの約1/4インチと1インチとの間、又はその高さの約1/2インチと1インチとの間、又は一態様では、その高さの約5/8インチは、補剛部88を含まないハブ74の一部に対応することができる。さらに、ウェッジ84、補剛部88及びハブ74は、全て、実質的に異なる又は同様の厚さを有することができる。例えば、これらの構成要素の各々は、約1/32インチ～1/4インチ、または一態様では、約1/16インチの厚さを有することができる。1つまたは複数の構成要素に対する他の厚さは、パック62の残りの大きさ、設置されたパック62の数、設計負荷等に応じて変更することができる。

【 0 0 2 8 】

ロッド 6 4、ナット 9 6 およびワッシャ 1 0 0 は、それらの部材として一般的に利用可能なものを選択することができる。例えば、ロッドは、約 1 / 4 インチ ~ 1 / 2 インチ、または一態様では約 3 / 8 インチのねじ直径を有していてもよく、ナット 9 6 およびワッシャ 1 0 0 は、同様に、内径が約 1 / 4 インチ ~ 1 / 2 インチ、または一態様では約 3 / 8 インチであってもよい。ロッド 6 4 およびナット 9 6 はまた、互いに良好に結合するために、例えば 1 6 ~ 2 4 ねじ山 / インチのように、同様のねじ山数を有してもよい。

【 0 0 2 9 】

さらに別の態様（図示せず）では、パック 6 2 は、一体構造として雌ねじを用いて成形することができる。それによって、複数のナットおよび / またはワッシャのうちの 1 つまたは複数を取り除くことができる。

10

【 0 0 3 0 】

航空機のオーバーランの場合、航空機のタイヤは、1 つまたは複数のポイントアンカー 6 0 と直接接触する可能性がある。したがって、舗装アンカー 6 8 及び取付プレート 7 0 を除いて、パンク、切断、またはタイヤへの他の損傷を防止するために、ポイントアンカー 6 0 は非金属材料から形成されることが好ましい。同時に、ポイントアンカー 6 0 およびパック 6 2 は、特に、塑性的な変形や故障がなく、通常の条件下でのジェットブラスト力に耐えるのに十分な剛性であることが好ましい。したがって、一態様では、パック 6 2 は、約 2 1 0 0 0 P s i の破壊応力 f_u 及び約 4.5 % の終局歪み (u l t i m a t e s t r a i n) ϵ_u を有する 3 3 % ガラス充填ナイロンのような、非延性射出成形ガラス充填ナイロン (n o n - d u c t i l e i n j e c t i o n m o l d e d g l a s s f i l l e d n y l o n) であってもよい。他の適切な材料は、限定されるものではないが、例えば天然アクリロニトリル プタジエン スチレン (A B S)、ガラス充填 A B S、天然ポリプロピレン、ガラス充填ポリプロピレン、および高密度ポリプロピレン (H D P E) を含む、相対的に剛性の高いプラスチックポリマーが挙げられる。

20

【 0 0 3 1 】

同様に、ロッド 6 4、ナット 9 6 及びワッシャ 1 0 0 も非金属材料で作ることができる。ロッド 6 4 は、高強度ガラス繊維であってもよく、ナット 6 4 はガラス繊維であってもよく、ワッシャはナイロンで作られていてもよい。ポイントアンカー 6 0 を以下のように異なる負荷条件下で動作させるために、当業者には理解されるように、他のプラスチックポリマーを含む他の材料を、パック 6 2 と同様にこれらの構成要素に使用することができる。

30

【 0 0 3 2 】

通常のサービス運用 (s e r v i c e o p e r a t i o n) 下では、スラブ 5 6 の上面に対して加重をかけるキャップ 7 6 によって、カバースラブ 5 6 の上面からの負荷をスラブ 5 6 に埋め込まれたパック 6 2 の下側 8 6 に伝達することができる。耐力 (b e a r i n g f o r c e) は、図 1 4 に示すように、均一に分散された負荷として、負荷が補剛部 8 8 およびハブ 7 4 を介してロッド 6 4 にされるように理想化され得る。通常の動作中では、各々のパック 6 2 は、約 7 5 0 ~ 約 3 0 0 0 l b s (一態様では、約 1 5 0 0 l b s) のジェットブラストに起因する持ち上げ力に耐えるように構成され得る。したがって、システム 5 0 は、ジェットブラスト力を分散させ、負荷閾値以下のいずれかのポイントアンカー 6 0 に最大の負荷がかかることを維持するために、複数のポイントアンカー 6 0 を含むことができる。例えば、そこに最も大きなジェットブラストが作用するので、より多くの数のポイントアンカー 6 0 は、滑走路又は誘導路に最も近くかつ直交する端部に沿って配置されてもよい。別の例では、複数のポイントアンカーを、実質的に垂直な行列のグリッド、隣接する行または列の要素がインラインであるのではなく、互いにオフセットされた千鳥状の行及び / または列のグリッド、または他の一般的に均一な分布に配置することができる。

40

【 0 0 3 3 】

さらに別の例では、図 1 5 および図 1 6 に見られるように、路床は、近接して固定され

50

たゾーンと広く固定されたゾーンとの間で、交互に複数のゾーンに分割され得る。図15の両ゾーンのアンカーは、行列に並んだ四角形のグリッドに配置される。対照的に、図16の両ゾーンのアンカーは、ダイヤモンドパターンに配置され、それによって、アンカーの連続する行及び/又は列が互いにオフセットされる。EMASは、四角形およびダイヤモンドグリッドレイアウトの両方、ならびにポイントアンカーの他の配置を含むことができる。

【0034】

さらに、両方の図において、滑走路の端部に最も近い第1のゾーンは、連続する第2のゾーンよりも密接に区切られたアンカーを含むが、ゾーンの配置は逆であってもよい。EMASは、様々な配置の2つ以上のゾーンを含むことができ、この場合、ゾーンの長さは等しくても等しくなくてもよい。

10

【0035】

ポイントアンカー60間の間隔は、アンカーのサイジング、EMASアレスターベッドの特性（例えば、スラブカバーの厚さ）、それぞれの空港の設計フリート（design fleet）によって生成される上昇負荷によって決定される。例えば、より小さな空港では、通常、小さな航空機は小さい上昇負荷しか発生しないので、ポイントアンカー60を近接して間隔を置いて配置する必要がない。

【0036】

1つの態様では、ポイントアンカー60の間隔は、約2.0フィート～約6フィート、または約2.5フィート～約5フィートで十分である。別の態様では、この間隔は、ジェットブラストからの距離に基づいて変化することができる。例えば、路床は複数のゾーンに分割することができ、ジェット送風機に近いゾーンは、ジェット送風機からさらに離れたゾーンよりも近接して配置されたパック62を有する。特定の例では、路床は半分に分割されてもよく、その半分は、約2.5フィートの間隔を置いて配置されたパック62を有し、ジェットブラストに近く、半分は、約5フィートの間隔を置いて配置されたパック62を有し、ジェットブラストから離れている。

20

【0037】

図17は、15001bfの上昇力にかけられたときのパック62内のたわみを表すフリンジプロットを示す。ピーク変位は、パック62の外側周辺部90に近接した補剛部88の間に生じ、0.1インチ未満である。このような変位レベルは無視できると考えることができ、さらに、EMAS50の有用性にも埋込みパック62自体の劣化にも悪影響を及ぼさないような弾性変形を表す。図18は、同じ負荷時のパック62上の応力を示している。応力は、おおよそ10、000psi未満であり、ピーク応力は約16、000psi未満であり、その両方は約21000psiの設計限界よりも十分に低い。したがって、通常のサービス運用の下では、パック62は、比較的変形しないままで、典型的なジェットブラスト負荷に関連するアップロード力に抵抗する。同様に、応力は、変形が弾性であり、負荷が除去されると完全に可逆的となるように十分に低い。

30

【0038】

極端な上昇負荷の条件下では、パック62は、所定の負荷量に達すると、1つ以上の所定の位置で破断して故障するように構成されている。例えば、パック62は、ヒューズ106において、特に1つまたは複数のリップ112において故障し得る。これらの要素は、それらが過負荷になって剪断されるまで、本質的に変形しないままであってもよい。したがって、ヒューズ106は、例えば、図13に示された破断経路に沿って、パック62の残りの部分から分離することができる。パックに組み込まれた安全性の要因のために、その設計及び材料の選択の結果として、パック62が標準の動作負荷より約65%大きい上昇負荷を受けるまで、破断が生じなくすることができる。これにより、所定の位置で故障した結果として、過負荷用のパック62の検査や、その後の交換や修理を簡略化することができる。

40

【0039】

このような故障は、ヒューズ106の故障負荷よりも高い負荷で発生する可能性がある

50

が、ヒューズ106における故障に加えて、材料の選択及び設計により、ポイントアンカー60が1つ以上の付加的な位置で故障するように構成することができる。このような追加の故障モードは、

- 1) パック62の近傍のパック62によるトップコート58及び/又はスラブ56の打ち抜き不良
- 2) ロッド64及びナット96の一方又は両方のねじ山94、98の剥ぎ取り
- 3) 64の破断
- 4) ポイントアンカー60を下にある舗装に取り付ける舗装アンカー68の引き抜き不良

を含む。EMAS50は、好ましくは、これらの故障モードが、そのような故障を引き起こすのに必要な負荷の増加順に一般的にリスト化されるような、バランス設計を採用する。したがって、見て分かるように、EMAS50の頂部に近接するポイントアンカー60の故障は、最初に発生する可能性が高く、アンカー68が引き出された舗装に到達するためにポイントアンカー周辺の骨材54、スラブ56、及びトップコート58の全てを取り外す必要なく、故障した要素を交換することができるので、検査及び修理を再度簡素化することができる。

【0040】

航空機のオーバーラン状態の下では、ポイントアンカー60は、航空機タイヤから離れるように及び/又は1つ以上の位置で破断するように構成される。例えば、図19および図20は、航空機タイヤが、それぞれ6インチおよび12インチのEMAS50を貫通する、2つの有限要素オーバーランシミュレーションの結果を示す。これらのシミュレーションから、ポイントアンカーは、オーバーラン発生中に離脱要素として作用し、それらを走行するタイヤに損傷を与えないことがわかる。図19の浅いオーバーラン現象では、パック62は、ロッド64によって接続されている間は、タイヤによって前方に変位される。パック62は、ヒューズ106で破碎し、一方、キャップ76は、スコアマーク80に沿って、複数の位置でさらに破碎する。図20のより深いオーバーラン現象に対して同様の故障モードが見られる。後者の事象では、タイヤが骨材とスラブ56を変位させ、スラブ56を垂直上方に押し上げるように見える。この変位は、タイヤによって接触される前であっても、ヒューズ106の破壊を引き起こすのに十分な上昇をさせることができる。したがって、キャップ76は、タイヤに抵抗をほとんど与えず、さらに、キャップがタイヤに損傷を与える可能性を低減することができる。したがって、ポイントアンカー60の主な焦点は、オーバーラン現象で航空機を減速させる目的が主に骨材54及びスラブ56によって行われている間、骨材54およびスラブ56を所定の位置に保持することである。

【0041】

別の態様では、ナット96の1つは金属であってもよい。あるいは、パック62は、主に非金属でありながら、埋め込まれた金属部品を含んでいてもよい。したがって、スラブ56および/またはトップコート58によって覆われている場合でも、金属検出器を使用してポイントアンカー60を配置することが可能である。

【0042】

EMAS50におけるポイントアンカー60の使用は、設置および修理の間の時間を節約することを含む、アレスターベッドの構築を容易にすることができる。路床に既に設置されているジオグリッド(geogrid)部分の周りに作用することなしに、現在のシステム及び方法における充填、圧縮、骨材54のレベリングは、以前の設備よりも迅速に行われ、最終的には、より一貫した拘束特性を提供することができる、より均一な厚さを有するスラブ56をもたらす。さらに、アレスターベッドの大きな部分を掘削するのではなく、ポイントアンカー60の完全な交換は、路床の底部でアンカー68に到達するために小さな領域を掘削することのみで行うことができる。さらに、ロッド64が無傷のままであるが、パック62は1つ以上の位置で破碎しても、任意の掘削を行うことなく、または路床の数インチだけを掘削することによって、パック62だけを交換することが可能で

10

20

30

40

50

ある。このような時間の節約は、長期間閉鎖することができない混雑した滑走路に適用されたときに、特に重要になり得る。さらに、パック62はトップコート58の下に埋め込まれているため、すべてのパック62に損傷を与えることなく、EMAS50上で除雪装置を駆動することが可能であり、それによってEMAS50の品位を維持することができる。

【0043】

さらに、EMAS50におけるポイントアンカー60の使用は、オーバーラン発生中のEMASの性能を改善することができる。航空機タイヤのローリング方向にかかわらず、ポイントアンカー60を採用するアレスターベッドは一樣な拘束性能を有することができる。

10

【0044】

図21を参照すると、以下の方法200を用いて、滑走路の端部にEMAS50を設置することができる。方法200は、例えば、ポイントアンカー60をベッドの舗装または他の路床のベースに、ロッド64の先端部72で取り付けプレート70を通過し、次いで舗装またはベースに埋め込まれた舗装アンカー68を使用することによって、固定202することを含むことができる。固定202ステップの前または後に、方法200は、ロッド64をポイントアンカー60に固定204するステップを含むこともできる。さらに、方法200は、路床領域を骨材54で充填206するステップを含むことができる。方法200は、例えば、所望のパック62位置に到達するまで、ねじに沿って回転させてそれを上昇または下降させることによって、ロッド64に対してパック62を調節することを含むことができる。

20

【0045】

骨材54を有する路床領域の充填206の後、方法200は、所望の高さに達するまで骨材54を圧縮208およびレベリング(leveling)210を行うことを含む。圧縮の結果として、骨材は、複数の水平層に分割されてもよく、複数の水平層は、一般的に他方の上に積み重ねられてもよい。例えば、骨材は第1の区画および第2の区画を含むことができ、第1の区画は第2の区画の下方に配置され、前記第2の部分は、前記骨材の上方に設置された分離層と接触している。第2のセクションは、第1のセクションよりも密度が高くなるように、より良好に圧縮され得る。

【0046】

30

その後、方法200は、分離層を設置212して、骨材へのスラブスラリーの侵入を防止することを含むことができる。一態様では、分離層はジオテキスタイルファブリック(geotextile fabric)であってもよいが、ポリプロピレンプラスチックシートのような他の分離層材料を使用してもよいことは、当業者には理解されるだろう。方法200は、例えば、ねじ山94、98、ナット96、およびワッシャ100を使用することによって、パック62をロッドの近接端66に結合214することをさらに含むことができる。付加的に、方法200は、パック62の上に上部プラグを取り付けること216を含むことができる。

【0047】

40

設置ステップに続いて、方法200は、路床上にスラブ材料56を注入218するステップを含むことができる。スラブ材料は、注入される際に埋込みパック62の下を流れることができ、補剛部88の間のスペースを埋めるようなセメント質スラリーの形態であってもよい。方法200は、スラブがパック62の上面78にまたはその上方にあるように、スラブをスクリーディング(screeding)するか、またはレベリングすること220を含んでもよい。例えば、スラブは、パック62がスラブ56内に埋め込まれるように、パック62を実質的に覆う高さに注いでもよい。

【0048】

一態様では、スラブ56は、気泡コンクリートまたはCLSMのような単一の材料を含むことができる。別の態様では、スラブ56は、気泡コンクリートおよびCLSMのような複数の材料を含むことができる。この後者の態様では、複数の材料をEMAS50内に

50

複数のゾーンとして注入することができる。CLSMを使用して、例えばEMAS50の入口部分のような、滑走路に最も近いスラブ56の部分形成することができ、気泡コンクリートを使用して、滑走路から最も遠いスラブ56の部分形成することができる。別の態様では、複数の材料は、滑走路の方向に垂直な交互ゾーンを形成することができる。複数の材料を使用する他のスラブ構成も可能である。

【0049】

スラブ56が十分に硬化した後、方法200は、EMAS50を完成させるためのトップコート58をかぶせること222を含んでもよい。

【0050】

ロッド64は、路床の下層の舗装又はベースに固定された後、自重の下で実質的に垂直に保たれるように十分に固められる。別の態様では、ロッド64を垂直に位置決めするために、支持スリーブ(support sleeve)をロッド64の周りに配置してもよい。骨材54が配置された後、スリーブを除去して、ロッド64を所望の最終位置に残す。択一的に、パック62は、スリーブが取り外されるまでロッド64に結合されなくてもよい。

10

【0051】

別の実施形態では、図22に見られるように、方法300は、骨材を有する路床領域を充填302するステップを含むことができ、次いで、骨材54を圧縮304し、レベリング306し、分離層を設置308する。次に、方法300は、骨材を介して路床の基礎への掘削(boring)又は押圧(pressing)310を含むことができ、続いて、例えば結合器を使用してロッドを舗装アンカーに接合するように、舗装アンカー68を路床の下層の舗装又はベースに固定312し、舗装アンカー68をそれぞれのロッド64に固定314する。方法300は、例えば、ねじ94、98、ナット96、およびワッシャ100を使用して、パック62の下側86が骨材54の上部または頂部のすぐ上に置かれるように、パック62をロッドの近接端66に結合316させることができる。固定ステップ312、314の後に結合ステップ316が示されているが、これらの固定ステップのいずれかまたは両方の前に行われてもよい。いずれの場合でも、方法300は、例えば、所望のパック高さに達するまで、それをロッドねじに沿って回転させてそれを上昇または下降させることによって、ロッド64に対してパック62の高さを調整することを含んでもよい。付加的に、方法300はまた、パック62の上に頂部プラグを取り付ける317ことができる。

20

30

【0052】

次に、方法300は、路床上にスラブ材料56を注入318するステップを含むことができる。スラブ材料は、注入される際にパック62の下を流れることができ、補剛部88の間のスペースを埋めるようなスラリーであってもよい。方法300は、スラブがパック62の上面78にまたはその上方にあるように、スラブをスクリーディング320するか、またはレベリングすることを含むことができる。例えば、スラブ56は、パック62がスラブ56内に埋め込まれるように、パック62を実質的に覆う高さに注いでもよい。

【0053】

スラブ56が十分に硬化した後、方法300は、EMAS50を完成させるためのトップコート58をかぶせること322を含んでもよい。

40

【0054】

ここで図23を参照すると、正規化された抗力対距離の一例が、気泡コンクリートカバー層を有するEMAS路床を通して移動する航空機タイヤを含む物理試験のために示されている。この図に見られるように、正規化された抗力は、試験中の速度の関数として航空機がEMASを通過して進むにつれて減少する傾向がある。この正規化された抗力は、おおそ0.5~0.9であり、これは航空機タイヤがほぼ一定の抗力負荷を受けることを示し、さらに、いかなる極端な負荷の影響がないことをさらに示す。

【0055】

図24は、これらのパックが本明細書に記載された種類のEMASに埋め込まれ、オー

50

バーラン発生中のときのようにEMASを通して移動する航空機タイヤに曝されたときの、パック62の実際対予測故障モードのいくつかの例を示す。図に示すように、パックは、キャップ76に沿った様々な点で故障した。この図には示されていないが、パック62は破損したり、あるいは、テストタイヤに悪影響を与えたりすることはなかった。

【0056】

この試験から、ポイントアンカー60は、スラブ材料として、気泡コンクリートとCLSMの両方で使用可能であることが分かる。また、これらのポイントアンカー60は、ジオグリッドよりも作業が容易であり、設置の容易性及び迅速性、良好な離脱性能、及び明らかな航空機タイヤ損傷の抑制を提供する。

【0057】

ここで図25～図34を参照すると、EMASのスラブ部分への追加の変形が示されている。特に、スラブの下面は、骨材と上部スラブ(overlying slab)との間に空隙を含むように特別に構成することができる。本明細書に記載された変形例の各々は、上述した様々な骨材構成と共に使用されてもよく、あるいは、当業者には理解されるように、他の骨材の上に使用されてもよい。

【0058】

図25および図26は、下方に垂下する複数のリブ404を含む下面402を有するスラブ400を示す。各リブ404は第1の厚さ t_1 を有し、一方、リブ404の間のスラブ400の部分406は第2の厚さ t_2 を有し得る。一例では、第1の厚さは、第2の厚さ以上であってもよい。例えば、第1の厚さは、第2の厚さの約1/2と約3倍との間であってもよく、別の例では、第2の厚さの約2倍であってもよい。リブ404は、先端408が近接端410の幅よりも小さい幅を有するようなテーパ状であってもよい。各側面412は、好ましくは約45度と約90度の間の、一実施形態では約60度の、先端408との角度を形成し得る。さらに、先端408の距離 d_2 は、例えばリブ404の間の部分406の距離 d_1 と異なることができる。距離 d_1 は、距離 d_2 と少なくとも同じ大きさであってもよく、好ましくは大きくてもよい。図26は、一例では、距離 d_1 が距離 d_2 の約2倍であってもよいことを示している。

【0059】

リブ404は、EMASの長さに沿って互いに実質的に平行であり得る。図25に見られるように、リブ404は、それらの長さに沿って実質的に直線状であってもよいが、他の変形も本開示の範囲内である。例えば、リブはジグザグ、正弦波、または他の曲線であってもよいが、互いに実質的に平行である。

【0060】

ここで図27および図28を参照すると、リブ404は、航空機の移動方向に対して、すなわち、EMASが設置されているところに隣接する滑走路の方向に対して、EMASに沿って1つ以上の方法で配列され得ることが理解されるであろう。図27は、リブ404が走行方向に対してほぼ垂直に配列され得ることを示し、一方、図28は、リブ404が走行方向に対してほぼ平行に配列され得ることを示す。さらに別の代替例では、リブ404は、図27および図28の配列の間のある角度、例えば、両方に対して45度の角度でオフセットされてもよい。

【0061】

図27および図28は、EMASを複数のゾーンに分割することもでき、このゾーンは、EMASへの入口416に隣接する第1のゾーン414と第1のゾーン414に隣接する第2のゾーン418とを含む。第1のゾーン414は、第2のゾーン418のリブ404bよりも互いに近接して配置されたリブ404aを含むことができ、第2のゾーン418と比較して第1のゾーン414を通過する航空機タイヤへの抵抗及び減速をもたらす。リブ間の間隔は、リブ間隔が所定のゾーン内で実質的に同一である複数の別個のゾーンを有するのではなく、例えば、一組のリブから別のリブまでの範囲内で変化することができる。

【0062】

10

20

30

40

50

さらに、リブ404a、404bは、それぞれのスラブゾーン414、418を強化し、曲げ強度を高めるように作用することができる。EMASへの入口416に近接するリブ404aの数が増加した結果、第1のゾーン414はより良好な強度特性を示すことができ、それにより、例えば、EMASが航空機の離陸のための開始端として配置されている滑走路の端部を使用する場合に、航空機がEMASから離れているときに顕著であり得るジェットプラスト及び風による上昇負荷に対する耐性を高めることができる。

【0063】

図29～図31を参照すると、別の態様では、スラブ430は、それから下方に垂下するワッフル形状パターン434を備えた下側432を含むことができる。ワッフル形状パターン434は、第1の方向において、下側432から下方に垂下する第1の一連のリブ436と、第2の方向において、下側432から下方に垂下する第2の一連のリブ438とを含むことができる。第2の方向は、第1の方向に対して垂直であってもよいし、それ以外の角度をなしてもよい。

10

【0064】

一態様では、第1の一連のリブ436及び第2の一連のリブ438は、例えば、上述したリブ404と同様の形状のように、同様の形状を有してもよい。例えば、リブ436は第1の厚さ t_3 を有し、リブ436の間のスラブ430の部分440は第2の厚さ t_4 を有し得る。同様にリブ438は第1の厚さ t_5 を有し、リブ438の間のスラブ430の部分は第2の厚さ t_6 を有し得る。厚さ t_3 は厚さ t_5 と実質的に等しくすることができ、厚さ t_4 は厚さ t_6 と実質的に等しくすることができる。あるいは、それぞれの第1の厚さは異なってもよく、それぞれの第2の厚さは異なってもよいが、各々の一連のリブ436、438の第1の厚さと第2の厚さの合計は実質的に等しくすることができる。さらに別の実施形態では、第1の厚さは、第2の厚さと異なってもよく、第1の一連のリブ436の第1および第2の厚さの合計は、第2の一連のリブの第1および第2の厚さの合計とは異なってもよい。第2の厚さとすることができる第1の一連のリブ436は、第2の一連のリブの第1および第2の厚さの合計とは異なってもよい。

20

【0065】

さらに、第1の一連のリブ436および第2の一連のリブ438は、先端444、446がそれぞれ近接端448、450の幅より小さい幅を有するテーパ状にすることができる。第1の一連のリブ436の各側面452は、先端444と角度 θ_1 を形成し得る。第2の一連のリブ438の各側面454は、先端445と角度 θ_2 を形成し得る。角度 θ_1 および θ_2 の各々は、約45度と約90度との間であってもよく、一実施形態では、それぞれが約60度である。

30

【0066】

さらに、第1の一連のリブ436の先端444の距離 d_4 は、例えば、リブ436の間の部分440の距離 d_3 と異なってもよい。例えば、距離 d_4 は、距離 d_3 と少なくとも同じ大きさであってもよく、好ましくは大きくてもよい。第2の一連のリブ438は、それぞれの距離 d_6 、 d_5 と同様に構成されてもよい。図30は、一例として、距離 d_3 は距離 d_4 の約1～2倍の間であってよいことを示す。逆に、距離 d_5 は距離 d_6 の約3～約5倍であってもよい。各距離 d_1 ～ d_6 は、それぞれのスラブ400、430の脆弱性をカスタマイズするために、又はワッフルパターンの形状を変化させるために、必要に応じて変更することができる。例えば、図29のリブ436、438は、中央凹領域456が長方形であるワッフルパターンとなる。あるいは、図32および図33は、リブ436、438が、中央の凹部が正方形となるようにサイジングされ、間隔を置いて配置されたワッフルパターンを示す。

40

【0067】

ここで、図32～図34を参照すると、第1のリブ436及び第2のリブ438が、航空機の移動方向に対して、すなわち、EMASが設置されるところに隣接する滑走路の方向に対して、EMASに沿った1つ以上の方法で配向されるように設けられていることが理解されるであろう。図32は、第1のリブ436がその方向とほぼ平行に配向され、第

50

2のリップ438がその方向に対してほぼ垂直に配向され得ることを示す。あるいは、図33は、両方のリップ436、438が、走行方向に対してある角度でオフセットされ得ることを示している。オフセット角度は、例えば45度又は135度であるが、他のオフセット量でもよい。さらに、図33では、第1のリップ436及び第2のリップ438が、互いにほぼ垂直に形成されている。別の態様では、リップは、互いに鋭角又は鈍角に傾斜していてもよい。

【0068】

図34は、EMASが、EMASへの入口460に隣接する第1のゾーン458と、第1のゾーン458に隣接する第2のゾーン462を含む複数のゾーンに分割され得ることを示す。第1のゾーン458は、第2のゾーン462のリップ436b、438bよりも互いに近接して配置された第1のリップ436a及び第2のリップ438aを含むことができる。図34は、第1及び第2のリップの間の相対的な間隔は、ほぼ正方形からワッフルパターン形状に変化させるように、第1のゾーン458から第2のゾーン462にかけて変化する。各々のゾーン及びゾーン間におけるリップのアライメント(alignment)及びサイジングは、図27及び図28の構成に関して上述した同様の結果を達成するように変更することができる。

10

【0069】

別の態様では、リップ構成はゾーンごとに変化してもよく、これにより第1のゾーンはリップのみを含み、第2のゾーンはワッフルパターン化されたリップを含むことができ、あるいはその逆も可能である。さらに別の態様では、EMASは、フラットゾーンが他のゾーンの前、1つ以上の他のゾーンの間、又は他のゾーンの後に配置されるときに、リップもワッフルも有しない1つ以上のフラットゾーンを含む。さらに別の態様では、ワッフルは、長方形以外のものであってもよい。例えば、図35は、様々な円形のワッフルを備えたEMASを示す。スラブの下側を他の形状にすることも可能であることは、当業者には理解されるであろう。

20

【0070】

上述したリップまたはワッフル構成は、航空機タイヤによるパンチスルーを容易にし、下にある骨材への閉じ込めをより少なくすることにより、骨材の上部に直接設置される平坦なスラブを改善することができる。特に、後者の利点は、航空機から骨材へのエネルギー移動の増加を可能にし、EMASがより迅速に航空機を停止させることを可能にする。

30

【0071】

このような利点は、リップ又はワッフルパターンを、スラブと下にある骨材との間に複数の空隙を形成させることによって達成することができる。これに関連して、ポイドは、必ずしも2つの構造の間の空のまたは空気充填された空間を意味しないことを理解すべきである。むしろ、空隙は、骨材とスラブ以外のものが充填されたスラブとの間の一つ以上の領域とみなされるべきである。図36は、空隙が空気充填されている第1の空隙464を有するEMASを示す。図37は、1つ以上の第2の空隙466を有するEMASを示す。型枠468と骨材との間の空気充填部470と同様に、空隙466がスラブ内の得られるリップの形状を提供する型枠(formwork)468によって画定される。図38は、1つまたは複数の第3の空隙472を有するさらに別のEMASを示し、ここで、第3の空隙472は、骨材上に置かれた型枠474によって画定され、骨材とスラブとの間の領域を実質的に完全に充填する。さらに別の態様では、図36および図37の空隙は、空気充填部分のうちのまたは複数、例えば軽量フォームまたはプラスチックのような異なる媒体で置換することができる。

40

【0072】

図37および図38を参照すると、型枠468、474は、図1が示されている、EMASを通過する航空機タイヤによって引き起こされる負荷の下で容易に破断するのに十分に脆弱でありながら、スラブを支持するのに十分な強度を提供する材料を含むことができる。例えば、型枠は、ポリスチレン、ポリ乳酸(PLA)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリメチルメタクリレート、または他のアクリルを含むがこれらに限定されず、脆弱な特

50

性を有するプラスチックまたはポリマーを含むことができる。

【0073】

上述したように、スラブを製造するための方法は、例えばCLSM、気泡コンクリート、又はその他のスラブ材料などのスラブ材料を骨材の上に流動させることである。これらの現場打ち(CIP)では、この方法は、スラブを注入する前に、骨材の上部に型枠を配置するステップを含むように変更することができる。このように、スラブ材料は、型枠の形状に適合するように流動することができ、その結果、スラブと下にある空隙の両方を形成することができる。空隙が空気以外の何らかの媒体を含む場合には、この追加の媒体は、型枠を設置する前に、骨材の上部または型枠の空間に設置することができる。

【0074】

CIP法の代わりに、スラブを骨材の上部に設置する前に、スラブを所望の形状にプレキャスト(pre-cast)することができる。EMASを構築するために必要な時間を短縮するので、プレキャストは有利である。これは、EMASがアクティブな滑走路の端部に設置されるとき、またはその設置がアクティブな滑走路のシャットダウンを要求する場合に、重大である可能性がある。このような場合、スラブ材料は、所望の下面形状を形成する金型内に注入され、硬化させることができる。一旦硬化されると、スラブは型枠から分離され、スラブが骨材の上部に設置されることを可能にする。あるいは、型枠がEMASの永久的な構成要素となるように、型枠は、両方の構成要素が骨材の上部に設置されるように、注入されたスラブに接着されたままであってもよく、そうでなければ、注入されたスラブに接触したままであってもよい。

【0075】

上述のスラブのいずれも、本明細書で説明される固定構造のうちのまたは複数を使用して、当業者には理解されるような別の固定方法を使用して又はEMASに固定され得る。例えば、図39および図40は、ジオグリッドを使用して設置されるリブ付きスラブの一例を示し、図41および図42は、パック型リテーナ(puck-type retainers)を使用して設置されるリブ付きスラブの一例を示す。両方の実施例において、ジオグリッドおよびパックは、リブと共にインラインで設置され、これらのリブは、それらの取り付け機構が通過するスラブの厚さを増加させ、それによってそれらの有効性を増大させる。同時に、ジオグリッド、パック、または他の取り付け機構をスラブの他の部分を介して設置することができる。さらに、両方の実施例において、空隙は単一の均一な媒体として示されている、空気であってもよいし、ポリスチレンのような他の媒体であってもよい。上述したように、しかし、空隙は、複数の異なる媒体を含むことができ、この複数の媒体は、EMASの残りの部分にスラブを取り付ける方法に影響を及ぼさない。

【0076】

本明細書に記載のリブ又はワッフル構造を含むスラブ構造は、同等の平坦なスラブよりも剛性で軽量であってもよく、また、平坦なスラブよりも少ない材料で形成されてもよい。同時に、このようなスラブは、スラブ上の上昇負荷に対してより良好な強度特性を示す。例えば、リブ又はワッフルのような構造体を含めることにより、スラブを強化し、平坦なスラブと比較してその曲げ強度を高めることができる。その結果、より少ないアンカー(例えば、本明細書で説明するジオグリッドまたはパックアンカー)を使用してスラブを固定する必要があり、さらに材料および施工時間をさらに低減することができる。さらに、図43に見られるように、リブ間のより薄いスラブ領域の形成は、小型及び/又は軽量の航空機によるオーバーラン発生中にスラブのパンチスルー又は破断を可能にする比較的弱い領域である。それによって、単一のEMASが平坦なスラブよりも大きな範囲の航空機に対して有効であることを可能にする。

【0077】

さらに、図44に見られるように、骨材とスラブとの間に1つ以上の空隙を含めることにより、骨材材料の崩壊を可能にするか、または強化することができ、すなわち、その材料の閉じ込めを低減することができる。より広い範囲のタイヤサイズおよび航空機によって引き起こされるより広い範囲の垂直負荷に対してより均一な応答を有するEMASにつ

10

20

30

40

50

ながる可能性がある。空隙の大きさおよび形状は、EMASによって提供される空港への制限レベルを調整するようにカスタマイズすることもできる。例えば、地域的または局所的な空港は、国際空港と比較して、主に小型の航空機及びそれらの滑走路を有している。後者は、エネルギーを分散させるために、より大きなエンジンによって引き起こされる上昇気流に対する良好な耐性を備えた剛性の高いスラブと同様に、より大きな骨材変位を必要とする。あるいは、より柔らかいグレードの材料が使用されているにもかかわらず、骨材の閉じ込めがより小さくなると、より脆弱な効果的な応答がもたらされる可能性がある。このように、より小さい平面を提供するように設計されたEMASにおけるより、少ない閉じ込めを可能にすることにより、より深い貫入及びより大きな拘束力を得ることができる。

10

【0078】

ここで、図45～図50を参照し、さらに、上述した現場打ち及びプレキャストされた、複数の当接及び潜在的に重なり合った型枠502a～dを含む型枠システム500によって形成されるスラブについて説明する。これらの図に示された形式に共通の特徴は、各型枠が形成する結果として生じるスラブ部分504a～dを残すように設計されていることである。さらに、各型枠は、本明細書に記載のアンカー60のような埋め込みパックを固定するのを助けるためにアンカーポイント506a～dを含む。そのようなアンカーは、アンカー60を所望の方向に整列させるのを助けるために、複数の脚部508を含むように変更される。

【0079】

20

図45および図46は、型枠システム500aのような一態様を示す。システムは、上述のリブ又はワッフルパターンを形成するように設計された複数の型枠502a～dを含む。各型枠は、舗装516の上に置かれた骨材514と結果として生じるスラブ504との間に空隙512を形成する形状の下側510を有する。各型枠はまた、スラブ材料を收容するように構成された上側518を有する。さらに、第1の型枠502aは、第1の隣接する型枠502bの対向する辺522に当接するように構成された第1の辺520を含む。第1の型枠502aは、例えば、第1の隣接する型枠502に垂直であるように、異なる方向に隣接する第3の型枠502cの対向する辺526に当接するように構成された第2の辺524を含むことができる。さらに、型枠システムは、第2の型枠502bおよび第3の型枠502cに隣接した少なくとも第4の型枠502dを含むことができる。図45に見られるように、第4の型枠502dは、第1の型枠に対してほぼ反対方向に対向してもよい。

30

【0080】

一態様では、当接する辺は、実質的に直線形であってもよい。別の態様では、当接する辺は曲線、ギザギザな形状、又はその他の形状を有することができる。これらの辺は、当接を容易にするために、互いの鏡面画像であることを特徴とする。

【0081】

当接すると、少なくとも1つの開口528を隣接する型枠の間に形成することができる。例えば、図45では、型枠502a～dの各々は、凹状のノッチ530a～dを含む。このように、当接するフォームは円形の開口528を形成する。他のノッチ形状も可能である、当業者には理解されるように、例えば、型枠の三角形の角部を効果的に除去し、当接するフォームが正方形又は他の長方形の開口を規定する線形セグメントを含む。

40

【0082】

上述したように、EMASは、ストラップまたはロッド64を介してスラブ504を下層の舗装516に固定するために、複数のポイントアンカー60を含むことができる。型枠502a～dの間に形成された開口528は、ポイントアンカー60が、当接する型枠502a～dの間の交差部がおおよそ中心となるように、そのストラップまたはロッド64を收容するような大きさにすることができる。各ポイントアンカー60は、各々の型枠502a～dの角及びそれぞれに対応するスラブ504a～dを舗装516に固定する。

【0083】

50

上述したように、各型枠502a～dは、ポイントアンカー60によって、又はポイントアンカー60と連結して規定されたアンカー脚部508を受けるように構成された、それぞれのアンカーポイント506a～dを含むことができる。ポイントアンカー60とスラブ部分504a～dとの間に発生する圧縮力に加えて、アンカー脚部508は、ポイントアンカー60dをスラブ部分504a～dに結合され、スラブ504に対するポイントアンカー60の回転運動を防止することができる。

【0084】

代替的に、ポイントアンカー60から下方に延在するのではなく、アンカー脚部508は、型枠502a～d及びそれぞれのスラブ504a～dの設置に先立って、骨材514の中で固定され、骨材514から上方に延びている。これらのアンカーポイント506a～dはアンカー脚部508の周りに落とされ、EMAS内にスラブ504a～dを正確に位置決めするようにすることができる。

10

【0085】

また、上述したように、型枠は、オーバーラン事象中に比較的容易に破断するために、低強度で脆弱な材料で作ることができる。ポイントアンカー60の下にある領域532は、ポイントアンカー60によって及ぼされる圧縮力によって引き起こされる破壊を防止するために、より高い強度の材料で補強又は形成されてもよい。

【0086】

ポイントアンカーのための固定点を提供することに加えて、型枠の間の開口528は、それらのアンカーシステムへの容易なアクセスが可能であり、スラブが材料の連続した路床であるシステムと比較して、迅速な検査およびよりターゲットを絞ったメンテナンスを可能にする。開口528は、ストラップ又はロッド64及びアンカー脚部508のための別個の開口を掘削する必要性を低減又は排除するので、EMAS路床を構成するのに必要な時間を短縮することもできる。例えば、アンカーポイント506a～dおよび/または開口528と同一または類似の断面を有するカラムを、スラブの注入前にそれらの開口に配置することができる。スラブ材料が注入されると、スラブを通してそれらの開口に明確な経路が確立されるように、スラブ材料はそれらのカラムの周りに流れることができ、これらの経路を生成するために後続の掘削の必要性を減少または排除する。

20

【0087】

さらに、図45の型枠502a～dは、単一のアンカーポイント506a～dおよびノッチ530を有するものとして示されているが、図の型枠は、複数のアンカーポイントおよびノッチを含むことができることが理解されるであろう。例えば、型枠は、型枠の1つ以上の他の角に類似の特徴を含むことができ、型枠の側面に沿ってより中心に配置された1つまたは複数の点で、または型枠の側面からより内側に画定された1つ以上の位置で配置されている。

30

【0088】

図47および図48を参照すると、別の態様では、型枠502a～dは、それらの長さに沿って互いに隣接することに加えて、例えば、角部534a～dにおいて異なる点でオーバーラップすることもできる。開口を規定する複数のノッチを有するのではなく、これらの型枠は角部534a～dから延びる突出部536a～dを含む。図48に見られるように、突出部536は、型枠502a～dの下側510及び上側518の両方に対して異なる深さ及び異なる角度で延在することができる。これにより、それらのスラブ部分504a～dがEMASに設置されたときに、突出部が互いに上に実質的に重なり合うことを可能にする。

40

【0089】

各突出部536a～dは、型枠502a～dおよびそれらに対応するスラブ504a～dがEMASに設置されたときに、垂直に整列する1つまたは複数の相補的な開口538a～dを含むことができる。これらの開口538a～dは、ストラップまたはロッド64のための経路を提供するように結合されている。各型枠502a～dは、アンカー脚部508を受けてEMAS内の適切な位置に型枠502a～dを位置決めするために、1つ以

50

上の他の開口（図示せず）を含むこともできる。これらの開口は、アンカー脚部が複数の開口を通過することができるように、互いに整列することができる。あるいは、これらの開口のうち1つ以上は、アンカー脚部のみが通過するような大きさおよび/または位置にすることができる。

【0090】

ここで図49および50を参照すると、さらに別の態様では、型枠502a~dは、1つ以上の辺が隣接する型枠に重なるように構成することができる。例えば、第1の型枠502aの第1の辺520は、隣接する型枠502の第1の辺522と重なってもよく、第2の辺524は、異なる隣接する型枠502cの第1の辺526と重なり合うことができる。上述の態様におけるオーバーラップする突出部と同様に、型枠502a~d及びスラブ504a~dがストラップまたはロッド64のための経路を提供するためにEMAS内に設置されるとき、各辺は、垂直方向に配列された1つ以上の相補的開口538a~dを含むことができる。

10

【0091】

重複する態様では、型枠は、現場打ち設置で使用することができ、その結果、スラブ材料を、重なり合う部分の全ての上部に注入することができる。つまり、前記突出部536a~d又は前記辺を、一度型枠502a~dに設置することができる。現場打ち設置では、スラブを型枠の中に形成することができるが、スラブは、型枠の残りの部分から重複部分を分離する取外し可能または永久的な壁（図示せず）を含むことができる。このようにして、後の積層又はそれらの部分の重なりを抑制する、重なり合う部分の上に注入された現場打ちスラブ材料が存在しなくてもよい。その場合、設置プロセスは、スラブ材料を現場で重ね合わせた部分の上の領域に、スラブ504a~dが設置された後に充填するステップを含むことができる。

20

【0092】

代替的に、オーバーラップする型枠502a~dの全ては、それらの重なり合う部分を型枠の残りの部分から分離する壁を含むことができる。重ね合わせ工程において最上位になる重複部分は、型枠が流し込まれるときのスラブ材料を受けることができるような、このような壁を含まないことがある、これにより、部分の重なりを可能にし、スラブ504a~dの設置後にスラブ材料を追加的に注入する必要性を低減または排除することができる。

30

【0093】

ここで図51~図61を参照すると、上述のパックリテーナの代わりに、またはそれに加えて、EMASのカバー層602を下層の舗装604に接続するために、ジオグリッドメッシュ600を使用することができることが理解されるであろう。このような例では、ジオグリッド600は、骨材層606及び/又はスラブ層（図示せず）を通過して延在することができる。ジオグリッド600は、路床のオーバーラン方向に設置されてもよいが、オーバーラン方向に対して垂直又は角度をなすように設置されてもよい。

【0094】

適切に機能するために、ジオグリッド600は、近接端608および先端部610において、下層の舗装604およびカバー層602にそれぞれ接続されるべきである。従来、ジオグリッドは、ポイントアンカー位置間のジオグリッドの均一な閉じ込めを提供するために、近接端608を舗装604に固定するポイントアンカーと、アンカーの間の剛性ストラップとを固定して設置される。各ポイントアンカーの設置は、舗装604に穴を開け、次いで、労働集約的かつ長いプロセスであるジオグリッド及び舗装604を介してアンカーを駆動することを必要とする。図51に見られるように、接着剤612を使用してアンカーを置き換えて、ジオグリッド600の1つ以上の部分を舗装に固定することができる。別の態様（図示せず）では、接着剤は、または複数のアンカーと組み合わせて使用することができるが、接着剤は、接着剤なしで必要とされるよりも少ないアンカーの使用を可能にすることができる。

40

【0095】

50

選択された接着剤は、経時的および極端な天候状態の下で、その保持特性を実質的に保持しなければならず、劣化しないべきであり、かつ、与えられた負荷に耐えるのに十分な強度を提供するべきである。例示的な接着剤は、瀝青ベース (bituminous-based) の接着剤、エポキシ、またはシリコンベースの接着剤のような揺変性 (thixotropic) の接着剤を含む。

【0096】

図52～図61は、接着剤を使用してジオグリッド600を設置するための様々な方法を示す。各例において、ジオグリッド600の近接端608は、ジオグリッド600の中央領域614に対して実質的に直角に曲げられる。

【0097】

図52および図53では、接着剤612の層が舗装604に適用され、近接端608を接着剤に圧入し、使用する接着剤の種類に応じて、熱を加える、または熱を加えることなく硬化させることができる。付加的に、追加の接着層を、第1の層およびジオグリッドの上に適用することができる。次いで、このプロセスは、E M A S路床内にジオグリッドの追加のセクションを設置するために、必要に応じて繰り返される。中央領域がほぼ垂直に上向きに全てのジオグリッド部分が設置されると、本明細書で説明されるように、路床は骨材で充填され、スラブで覆われる。

【0098】

図54および図55は、補足的なバーまたはプレート616が、舗装604および接着剤の上に追加され、配置される態様を示している。この態様では、接着剤612aの第1の層が舗装に適用され、近接端608がその第1の層に圧入され、次いで、接着剤612bの第2の層が、第1の層が硬化することが可能になる前または後に、近接端608の頂部に追加され、プレート616は、接着剤612bの第2層に圧入され、及び接着剤層が硬化される。一例では、プレート616は、近接端608の幅よりも小さい幅を有し、プレート616は、近接端608とジオグリッドの中央領域614との交差部618に近接して配置される。別の例では、プレート616は、近接端608の幅よりも小さい幅を有し、プレート616は、近接端608の幅に沿った任意の場所に配置され、プレート616の全部または少なくとも一部が近接端608と重なっている。プレート616は、近接端608の幅以上の幅を有し、プレート616は、交差部618に近接してまたは交差部618から離間して配置される。さらに、プレート616は、これらの図において平坦で実質的に平坦な部材として図示されているが、おおよそ垂直又は他の方向に中央領域614に配列して硬化又は補助する、L字型、U字型、又は他の角度の部材であってもよい。プレート616は、ジオグリッド600が接着剤612から剥離したり、及び/又は接着剤612に対して応力集中を形成したりすることを防止するのに十分な剛性を有していてもよい。プレート616のための例示的な材料は、鋼、アルミニウム、および種々の剛性ポリマーを含む。さらに、このような応力集中を避けるようにプレート616を形成することができる。例えば、応力集中は、各プレート616の端部に形成されてもよく、そのため、これらの端部は、各プレート616の残りの部分と比較して拡大されるか又は丸くされてもよい。

【0099】

図56および図57は、ジオグリッド600の近接端608が、中央領域614の一方から横方向に離れるように延在する1つ以上の第1部分608aと、中央領域614の反対側から横方向に延びる1つまたは複数の第2の部分608bとに分割されるさらなる態様を示す。第1の部分608aおよび第2の部分608bは所定の長さを有し、ジオグリッドの近接端608は、設置場所にジオグリッドが到着する前にセグメント化され得る。あるいは、近接端608は、周期的な間隔で記録されて、設置者が、近接端608を第1の部分608aおよび第2の部分608bに分離する位置を選択することを可能にすることができる。さらに別の態様では、ジオグリッド600は、単一の一体化ピースとして設置場所に到着し、設置時に第1の部分608a及び第2の部分608bにジオグリッドの近接端608を区分するために何らかの種類の切断器具を使用することができる。このジ

10

20

30

40

50

オグリッドを設置するために、設置者は、まず舗装 6 0 4 上に 1 つ以上の接着剤 6 1 2 の領域を堆積させることができる。第 1 の部分 6 0 8 a および第 2 の部分 6 0 8 b が交互に反対方向に延びるように、ジオグリッドを準備することができる。次いで、これらの部分 6 0 8 a、6 0 8 b は、使用される接着剤の種類に応じて、接着剤中に押し付けられ、熱を加える、または熱を加えることなく硬化させることができる。付加的に、追加の接着層を、第 1 の層およびジオグリッドの上に適用することができる。次いで、このプロセスは、E M A S 路床内にジオグリッドの追加のセクションを設置するために、必要に応じて繰り返される。中央領域 6 1 4 がほぼ垂直に上向きに全てのジオグリッド部分が設置されると、本明細書で説明されるように、路床は骨材で充填され、スラブで覆われる。

【 0 1 0 0 】

図 5 8 および図 5 9 は、複数の補足的なバーまたはプレート 6 1 6 a、6 1 6 b が、ジオグリッドの近接端部 6 0 8 a、6 0 8 b の上部に配置されている、図 5 6 および図 5 7 の態様の変形例を示す。これらの図は、平板状の実質的に平坦な部材であるプレート 6 1 6 a、6 1 6 b を示しているが、おおよそ垂直又は他の方向に中央領域 6 1 4 に配列して硬化又は補助する、L 字型、U 字型、又は他の角度の部材であってもよい。さらに、プレート 6 1 6 a、6 1 6 b は、これらの図において、それぞれの近接端部 6 0 8 a、6 0 8 b の長さにほぼ等しい長さの別個の要素として示されている。別の態様では、プレート 6 1 6 a、6 1 6 b は、ジオグリッド近接端部 6 0 8 a、6 0 8 b よりも実質的に長くてもよい。例えば、プレート 6 1 6 a、6 1 6 b は、ジオグリッド 6 0 0 のほぼ全幅に、2 つの近接端部 6 0 8 a または 2 つの近接端部 6 0 8 b を十分に覆うことができる距離に、5 つの近接端部に、1 0 個の近接端部に、又は 2 0 個の近接端部に亘って広がることができる。この態様では、接着剤 6 1 2 a の第 1 の層が舗装に適用され、近接端部 6 0 8 a、6 0 8 b が第 1 の層に圧入され、第 2 層の接着剤 6 1 2 b が近接端部 6 0 8 a、6 0 8 b の頂部に追加され、第 1 の層を硬化させる前または後に、プレート 6 1 6 a、6 1 6 b を接着剤 6 1 2 b の第 2 の層に圧入し、接着剤層を硬化させる。

【 0 1 0 1 】

図 5 2 ~ 図 5 9 に示される各態様において、ジオグリッド 6 0 0 は、さらに 1 つ以上の締結具を用いて舗装 6 0 4 に固定されてもよい。しかし、接着剤を含めることにより、ジオグリッド 6 0 0 に同等の接着性を提供するために、接着剤の使用を含まない同様のシステムよりも少ない締結具で固定することができる。

【 0 1 0 2 】

ここで図 6 0 および図 6 1 を参照すると、さらに別の態様では、チャンネル 6 2 0 が舗装 6 0 4 内に形成される。チャンネル 6 2 0 は、ジオグリッド 6 0 0 の幅よりもわずかに広い。例えば、自己拡張型接着剤、及び近接端 6 0 8 のような接着剤 6 1 2 がチャンネル 6 2 0 内に配置される。次いで当該接着剤は硬化される。次に、このプロセスは、追加のジオグリッド要素を設置するために必要に応じて繰り返され、該ジオグリッド要素の周囲に骨材が追加される。図 6 1 に見られるように、チャンネル 6 2 0 は、少なくとも幅と同じだけの深さ、少なくとも幅の 2 倍の深さ、または少なくとも幅の 2.5 倍の深さを有することができる。

【 0 1 0 3 】

図 6 2 ~ 図 6 8 を参照すると、骨材及び / 又はスラブ層への付加的な修正によって E M A S の操作性を改善することができる。これらの図には示されていないが、E M A S は、本明細書でより詳細に説明した特徴と同様の、1 つ以上のタイプのアンカーシステムと同様の、ある種のトップコート又はカバーを含むことができることが理解されるであろう。

【 0 1 0 4 】

図 6 2 は、第 1 の骨材層 7 0 0 が下層の舗装 7 0 2 の上部に注入される一態様を示す。骨材は圧縮され、P C または C I P のいずれかである第 1 のスラブ層 7 0 4 は、第 1 の骨材層 7 0 0 の上部に設置される。第 2 の骨材層 7 0 6 は、第 1 のスラブ層 7 0 4 の上部に注入され、圧縮される。P C または C I P のいずれかである第 2 のスラブ層 7 0 8 は、第 2 の骨材層 7 0 6 の上部に設置される。骨材層 7 0 0、7 0 6 は、例えば、ボブキャット

10

20

30

40

50

(b o b c a t)、振動板などを使用するなど、同じ材料および同じ圧縮方法を含むことができる。あるいは、骨材層は、異なる材料および/または異なる圧縮方法を含むことができる。図62はまた、骨材層がほぼ等しい深さであることを示しているが、異なる拘束特性を提供するために異なる深さに注いでもよいことが理解されるであろう。例えば、第1の骨材層700は第2の骨材層706よりも深くてもよく、あるいはその逆であってもよい。また、追加の骨材および/またはスラブ層を、図示の層の上部または間に追加することができることも理解されるであろう。

【0105】

図63は、第1の骨材層700が舗装702の上部に注入され、圧縮される、第2の態様を示す。薄い分離層710は、第1の骨材700の上部に設置され、第2の骨材層706は、分離層710の上部に注入され、次いで圧縮される。最後に、スラブ層704は、例えば、本明細書に記載の方法のうちの1つ以上を使用して、第2の骨材層の上部に設置される。この例では、分離層710は、ガラス繊維のように比較的薄く、比較的脆いまたは脆弱な材料であってもよく、約1mmと約13mmとの間の厚さを有する繊維セメント板または硬質ポリプロピレンを含む。この態様における第1及び第2の骨材層は、同じ材料であり、同じ方法を用いて圧縮され、実質的に同じ深さを有することが示されている。しかしながら、異なる骨材材料、圧縮方法、及び/又は深さが、異なる骨材層のために使用されてもよいことが理解されるであろう。また、追加の骨材、分離層、及び/又はスラブ層を、図示された層の上又は間に追加することができることも理解されるであろう。

【0106】

図64は、第1の骨材層700が舗装702の上部に注入され、圧縮される、第3の態様を示す。第2の骨材層706は、第1の層の上部に注入され、圧縮される。第3の骨材層712は、第2の層の上部に注入され、圧縮される。最後に、スラブ層704は、例えば、本明細書に記載の方法のうちの1つ以上を使用して、第3の骨材層の上部に設置される。この態様では、骨材層は、異なる種類の骨材、例えば、異なる等級のガラス発泡体骨材又は異なる種類の骨材材料を含むことができる。骨材層は、同じ方法を用いて圧縮することができるが、異なる方法を使用して1つ以上の層を圧縮することもできる。さらに、骨材層は、実質的に同じ深さを有するものとして示されているが、1つ以上の層は、他の層とは異なる深さを有していてもよいことが理解されるであろう。また、追加の骨材、分離層、及び/又はスラブ層を、図示された層の上又は間に追加することができることも理解されるであろう。

【0107】

図65は、第1の骨材層700が舗装702の上部に注入され、圧縮される、第4の態様を示す。第2の骨材層706は、第1の層の上部に注入され、圧縮される。第3の骨材層712は、第2の層の上部に注入され、圧縮される。最後に、スラブ層704は、例えば、本明細書に記載の方法のうちの1つ以上を使用して、第3の骨材層の上部に設置される。この態様では、骨材層は、同じ種類の骨材を含むこともでき、1つまたは複数の層は、他の層と比較して異なる種類の骨材を含むこともできる。この態様においても、異なる骨材層のうちの少なくとも1つの圧縮方法を使用することができる。さらに、骨材層は、実質的に同じ深さを有するものとして示されているが、1つまたは複数の層は、他の層とは異なる深さを有していてもよいことが理解されるであろう。さらに、追加の骨材、分離層、および/またはスラブ層を、図示された層の上または間に追加することができることも理解されるであろう。

【0108】

図66は、第1の骨材層700が舗装702の上部に注入され、圧縮される、第5の態様を示す。第2の骨材層706は、第1の層の上部に注入され、圧縮される。第3の骨材層712は、第2の層の上部に注入され、圧縮される。最後に、スラブ層704は、例えば、本明細書に記載の方法のうちの1つ以上を使用して、第3の骨材層の上部に設置される。この態様では、骨材層の各々は、異なる骨材組成を含むことができ、異なる方法を用いて圧縮することができるが、少なくとも2つの層は、同じ組成物及び/又は圧縮方法を

10

20

30

40

50

含むことができる。さらに、骨材層は、実質的に同じ深さを有するものとして示されているが、1つ以上の層は、他の層とは異なる深さを有していてもよいことが理解されるであろう。また、追加の骨材、分離層、および/またはスラブ層を、図示された層の上部または層の間に追加することができることも理解されるであろう。

【0109】

図67および図68は、様々な骨材およびスラブの層状化が特に調整され得る、異なるオーバーラン現象を示す。図において、大型タイヤは、EMASを通過して転動し、両方のスラブ層と両方の骨材層を貫通することができる。このタイヤは、所望の停止性能を提供するために、追加のより深い骨材および/またはスラブから利益を得ることができる。あるいは、図68では、より小型の航空機に接続された小型タイヤが、第2のスラブ層708及び第2の骨材層706のみを貫通し、第1のスラブ層704及び第1の骨材層700を乱さずに残す。このような場合、オーバーラン現象の後に第1のスラブ層704及び/又は第1の骨材層700を除去する必要がない場合があり、滑走路の稼働中又はEMASが修理される前のダウンタイムを減少させ、並びにそのような修理のためのコストを低減する。同様の結果は、上述の他の層状化の例についても得ることができる。したがって、多層システムの正味の効果は、EMASの反応が異なるサイズの航空機に自己調整することを可能にすることであり得る。このような路床設計は、航空機の複数のサイズのクラスをそれらの設計理想に近い方法で取り扱うことができる、複数対1のシステム設計に効果的になる。

【0110】

ここで図69～図78を参照すると、EMASはまた、スラブの上部またはその代わりに1つ以上の蓋部750を含むことができる。各蓋部750は、骨材層752の上に配置されたパネルの形態をとることができ、さらに、下層の舗装756に固定するための1つ以上のアンカー754を含む。蓋部750の露出面758は、実質的に平坦であってもよい。逆に、蓋部750の下面760は、1つ以上の補強部材762を含むことができる。オーバーラン発生中の脆弱性および所望の骨材の閉じ込めを提供する必要性を有する補強部材762の数、サイズ、及び配列は、ジェットブラスト、風、又はその他の要因によって引き起こされた負荷を取り扱うための増大された強度及び剛性のバランスを取るために、特定のEMAS設置のために調整することができる。

【0111】

1つの態様では、図69に見られるように、補強部材762は、蓋750の下側760に沿った単一の方向に延在する複数のリブ764の形態をとることができる。別の態様では、図70に見られるように、補剛部材は、第1の方向に延在する第1の複数のリブ764a、及び第1の方向と直交する第2の方向に延びる第2の複数のリブ764bとを備えている。非垂直角度にオフセットされたリブ、円形リブ、曲線リブなどを含む補剛部材の他の構成を採用して、所望の強度が脆弱性バランスに達成されるようにしてもよい。また、蓋に使用するために選択された材料の選択および厚さは、所望のバランスを達成するための要因であってもよい。1つの態様では、蓋は、ガラス繊維、ポリエチレン、硬質ポリ塩化ビニル、ポリ(メチルメタクリレート)、ポリプロピレン、または、ポリカーボネートのような脆弱なプラスチック材料で作ることができるが、当業者には理解されるように、他の材料を使用してもよい。加えて、使用される材料がより強いほど、リッドの厚さが薄くなり、その逆も同様であることが理解されるであろう。

【0112】

図71は、補強部材762が骨材層752上に配置され、蓋750の下側760が骨材752の上端766から離れて配置されていることを示している。骨材752と下側760との間に1つ以上の空隙768を形成する。しかし、骨材上に直接載置するのではなく、EMASは、1つ以上の支持シートまたは先端を受けるための複数の支柱を含むことができる。例えば、図72は、プラスチック支持シート772の使用を示し、図73は、補強部材762の先端770と骨材752の上端766との間に配置された複数の支柱774の使用を示す。支持シート772及び支柱774の両方は、補強部材762の先端77

0と比較して表面接触面積が増大していることにより、蓋750への力に起因する圧力を減少させ、その力をより大きな領域に分配する。さらに、支持シート772は、オーバーラン発生中に骨材752のより大きな閉じ込めが望まれる設備で使用することができ、オーバーラン現象の間に空隙768に向かう骨材752の上方への移動を阻止することができる。

【0113】

図74～図77は、支柱774の様々な例を示している。特に、これらの支柱は、2つの一般的なカテゴリに分割することができる。すなわち、図74および図75のような点型支持体の第1のカテゴリと、図76及び図77に示すような一般的な連続した支持体の第2のカテゴリとを含む。点型支持体は、補強部材のより小さいセグメントを受容することができ、補剛部材に沿って支持体を位置決めする上でより大きな自由度を有する設置者を提供することができる。逆に、一般的な連続した支持体は、点支持体よりも多くの部屋を占めることができるため、点型支持体と比較して表面積の著しい増大をもたらし、補剛部材 - 骨材界面における応力集中の存在を劇的に低減することができる。

10

【0114】

図78を参照すると、上述したポイントアンカー60と同様のまたは複数のポイントアンカー776を使用して、蓋750を下層の舗装756に固定することができる。各ポイントアンカー776は、舗装に固定されたロッド778に摺動または螺合して係合することができる。ロッドの上端780は、ポイントアンカー776を蓋750に対して固定するために、1つ以上のワッシャまたはナットを受けるためのねじ切りをさらに含むことができる。特に、ポイントアンカーは、アンカー60内の可融リンクと同様に、固定システムの他の構成要素、例えば、上向きに延びるロッドまたは舗装アンカーの破壊前のリンクの破壊を促進するために、アンカー60内の可融リンクと同様の可融リンク（図示せず）を含むことができる。

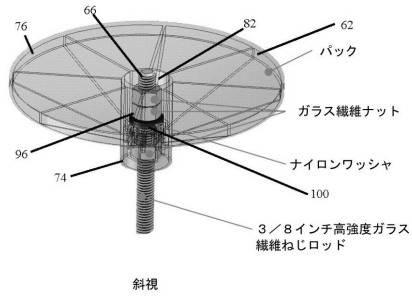
20

【0115】

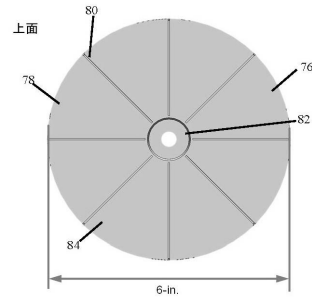
本発明の前述の記載は、現在、最良のモードであると考えられるものを、当業者が作成し、使用することを可能にする。当業者は、本明細書における特定の例示的な実施形態および方法の変形、組合せ、および均等物の存在を理解するであろう。したがって、本発明は、上記の実施形態および方法によって限定されるべきではなく、特許請求される本発明の範囲および思想内にあるすべての実施形態および方法によって実施され得る。

30

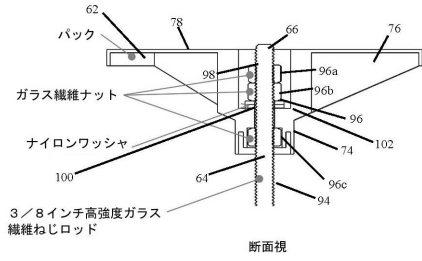
【図5】



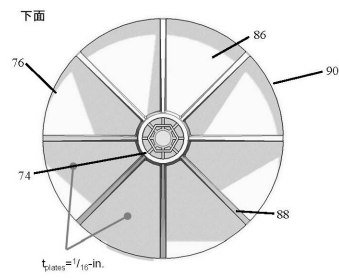
【図7】



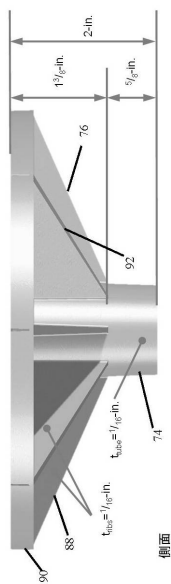
【図6】



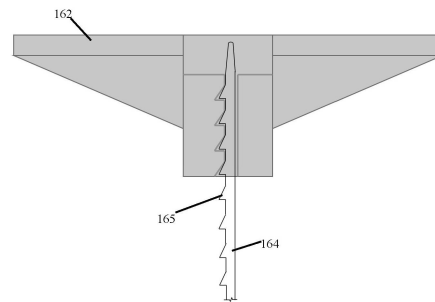
【図8】



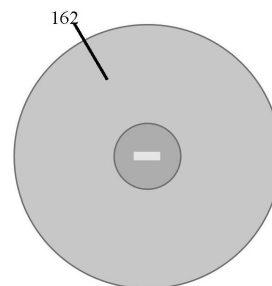
【図9】



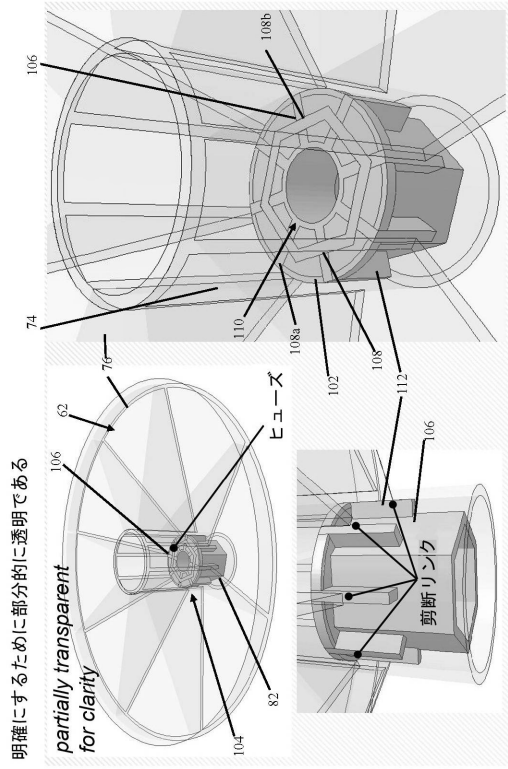
【図10】



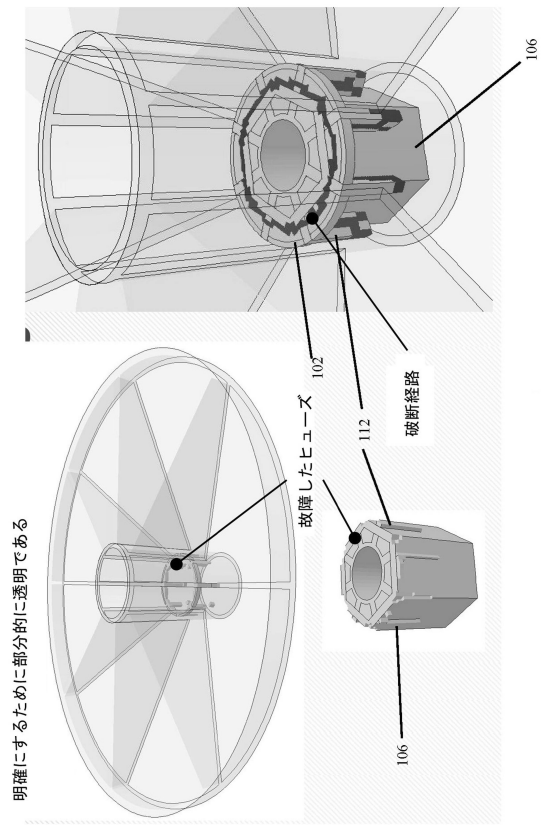
【図11】



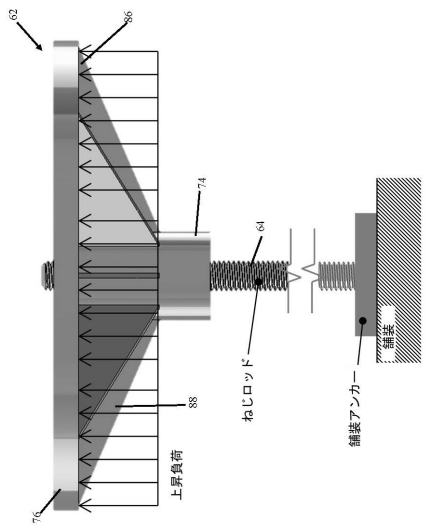
【図 12】



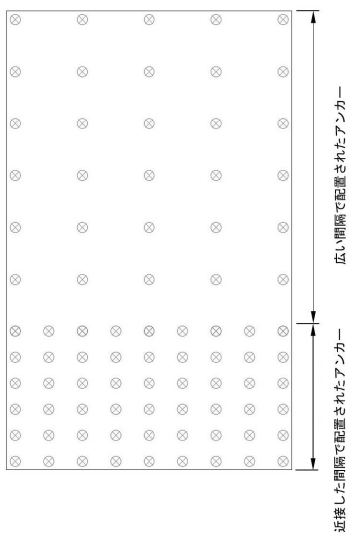
【図 13】



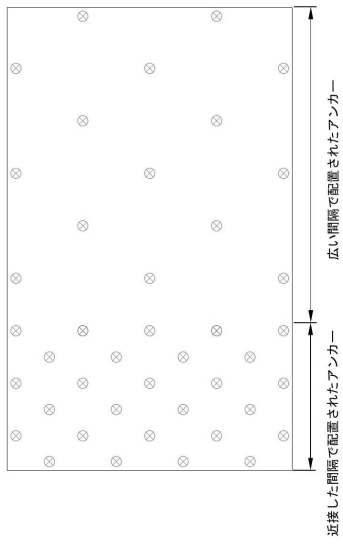
【図 14】



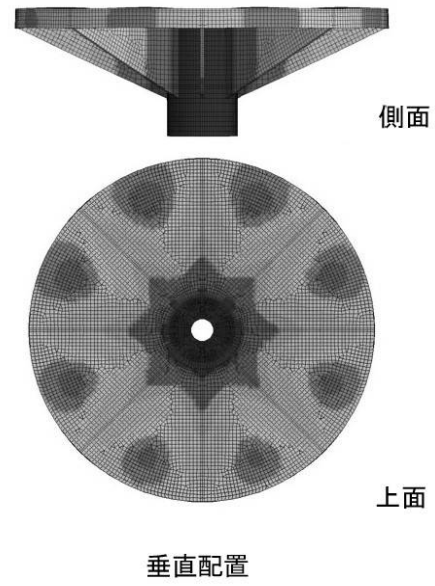
【図 15】



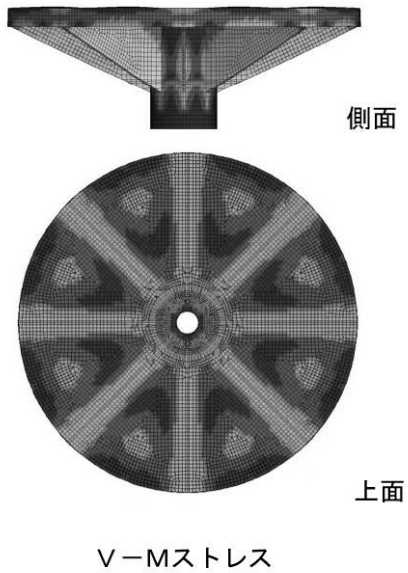
【図 16】



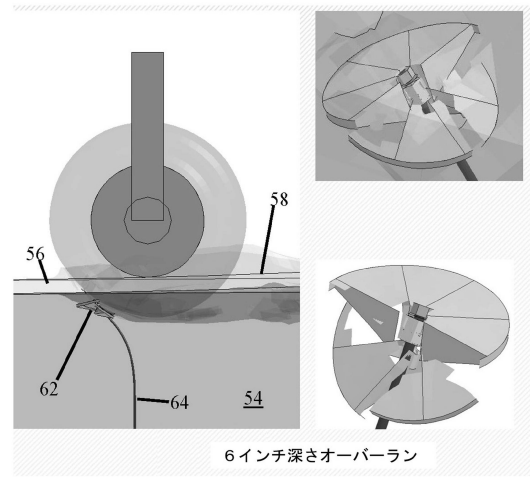
【図 17】



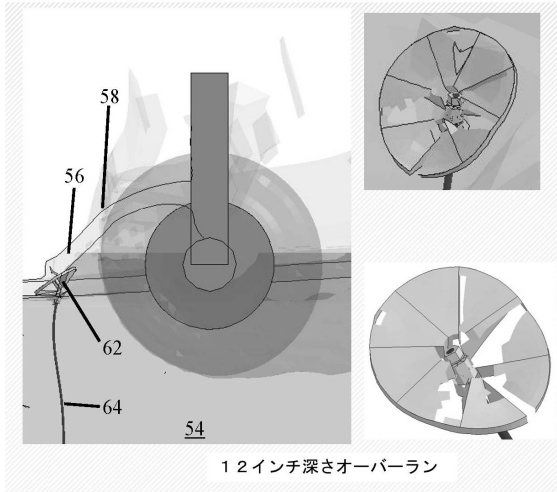
【図 18】



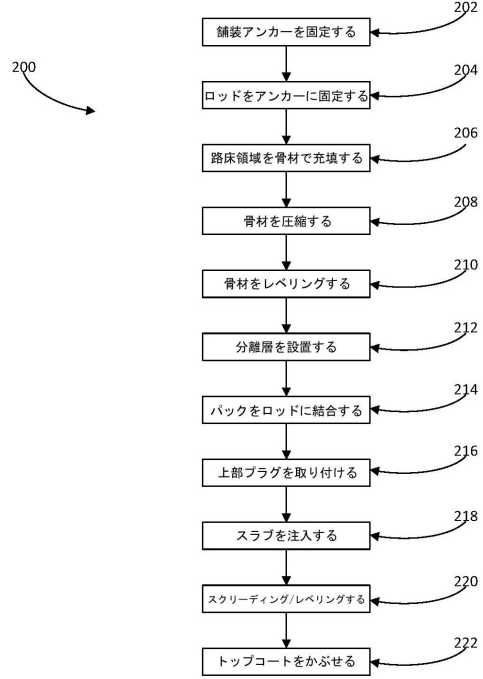
【図 19】



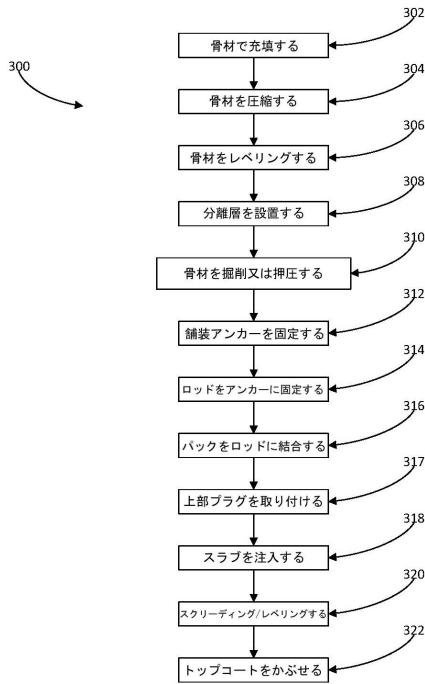
【図20】



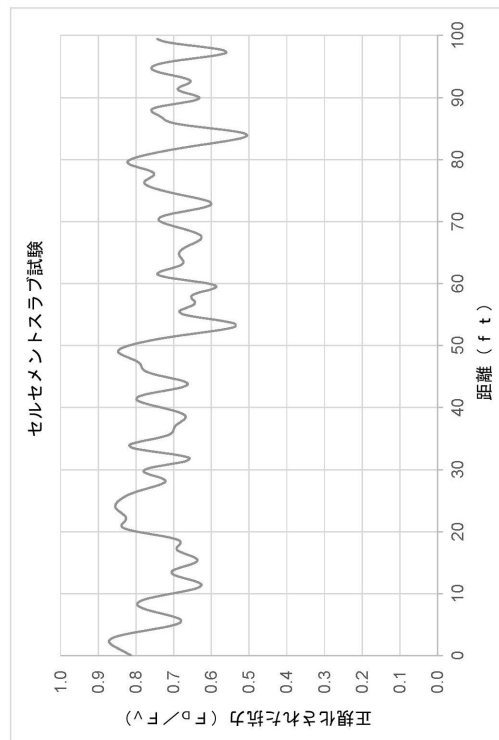
【図21】



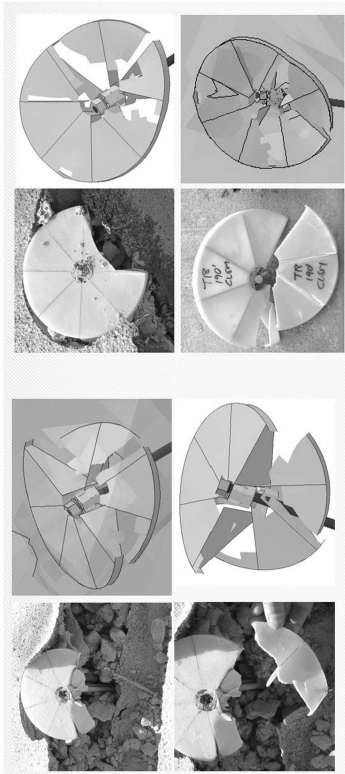
【図22】



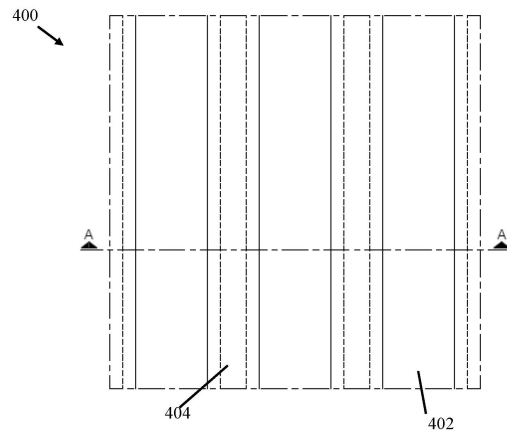
【図23】



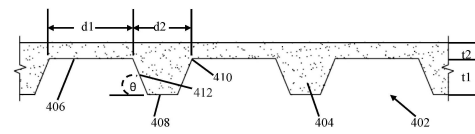
【 図 2 4 】



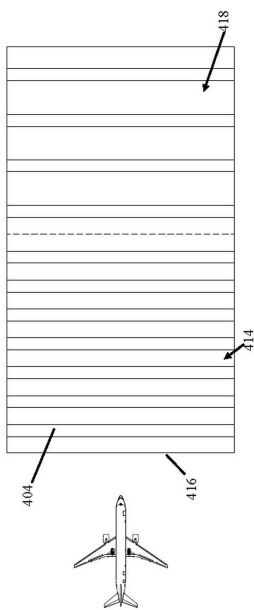
【 図 2 5 】



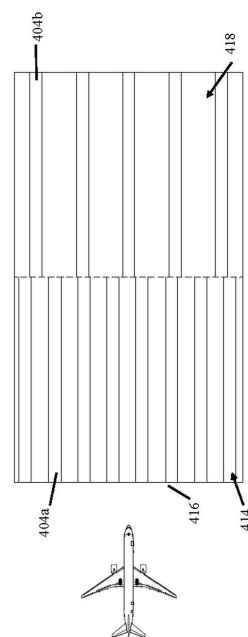
【 図 2 6 】



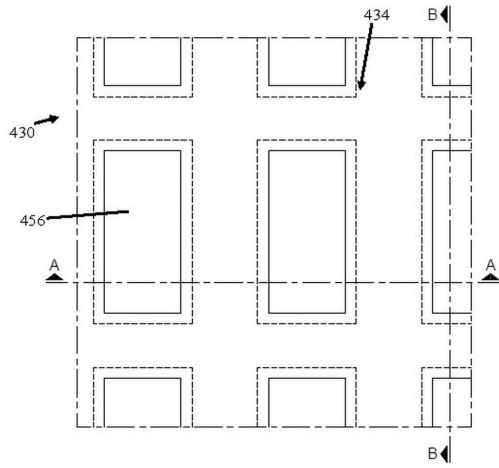
【 図 2 7 】



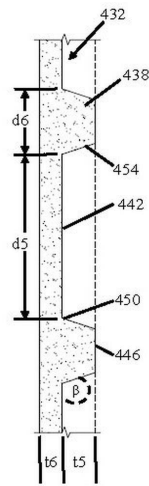
【 図 2 8 】



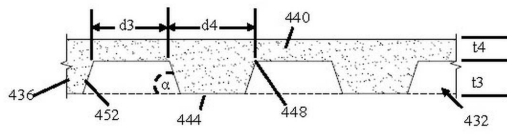
【 図 29 】



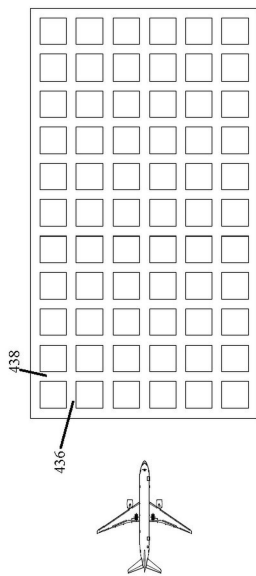
【 図 31 】



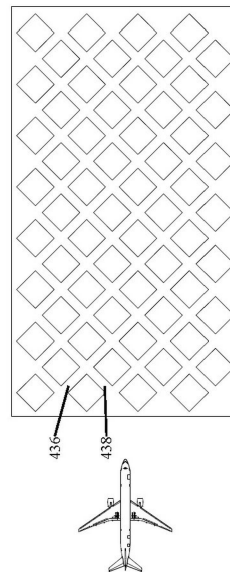
【 図 30 】



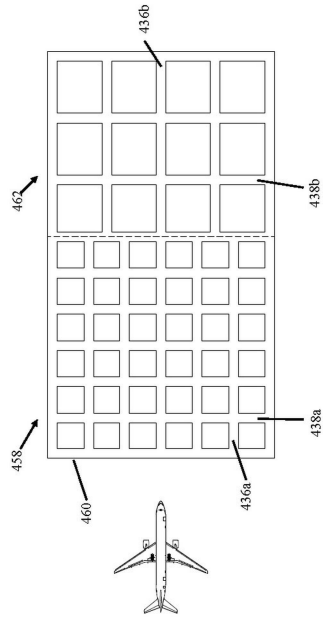
【 図 32 】



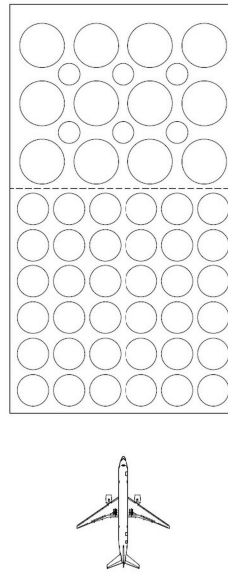
【 図 33 】



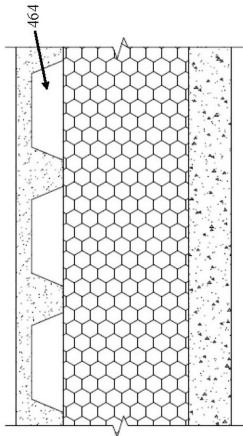
【 図 3 4 】



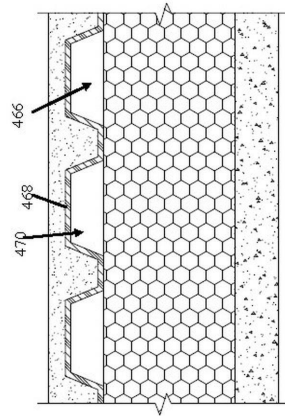
【 図 3 5 】



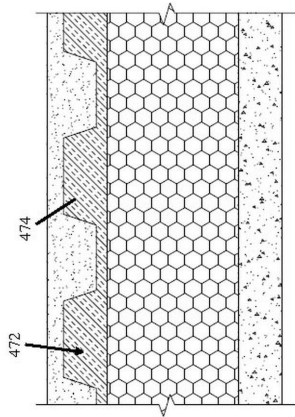
【 図 3 6 】



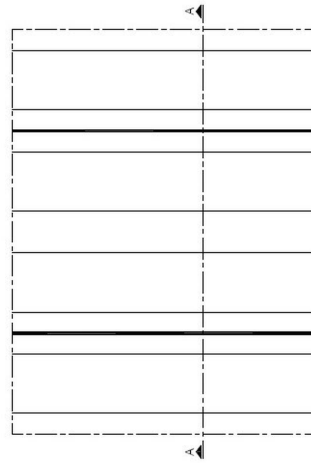
【 図 3 7 】



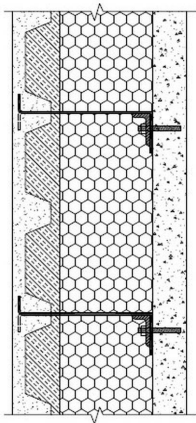
【 図 3 8 】



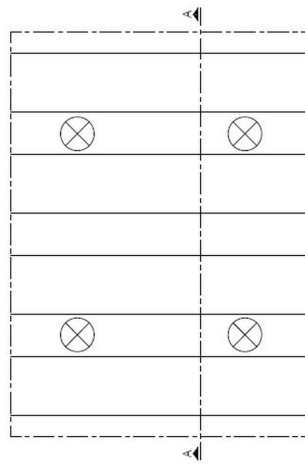
【 図 3 9 】



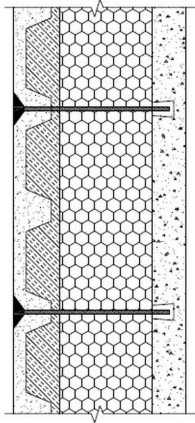
【 図 4 0 】



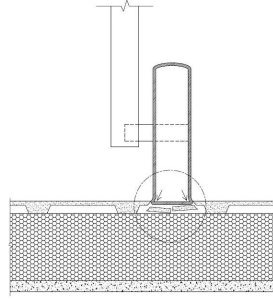
【 図 4 1 】



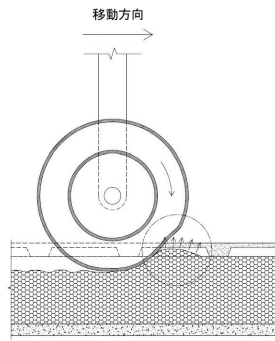
【 図 4 2 】



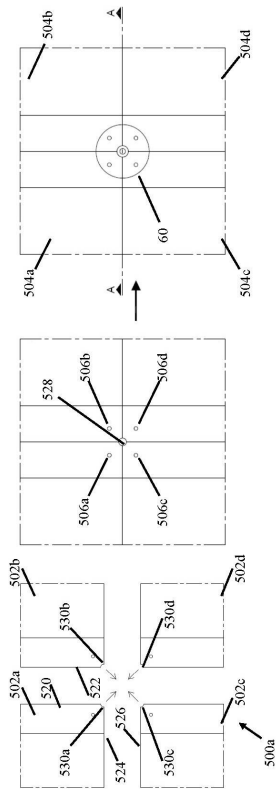
【 図 4 3 】



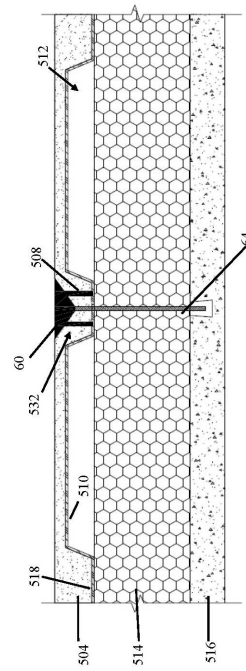
【 図 4 4 】



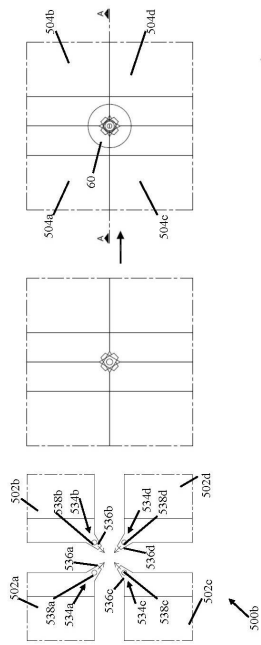
【 図 4 5 】



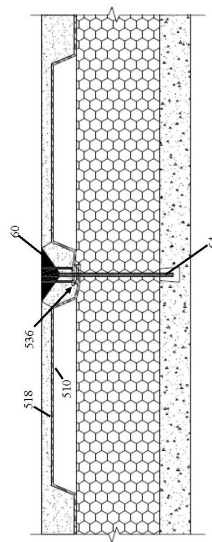
【 図 4 6 】



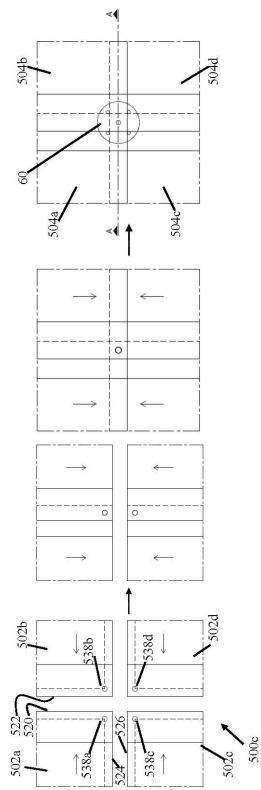
【 図 47 】



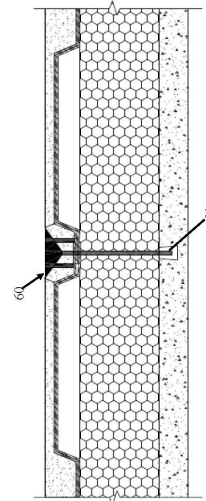
【 図 48 】



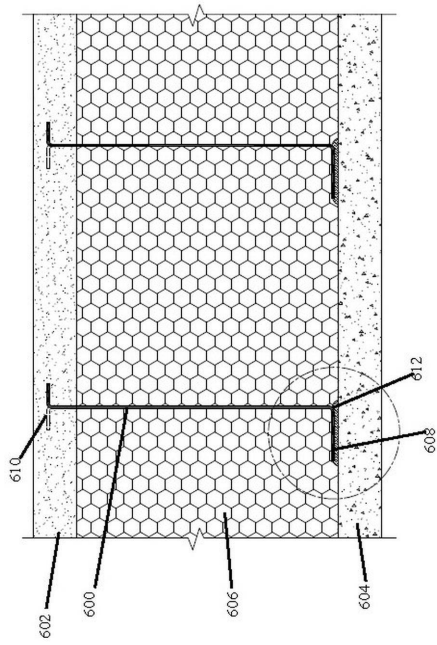
【 図 49 】



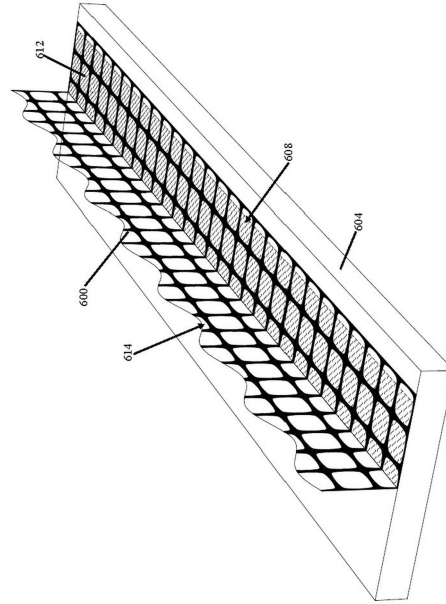
【 図 50 】



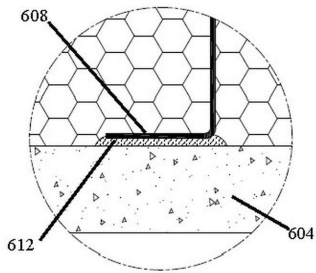
【 図 5 1 】



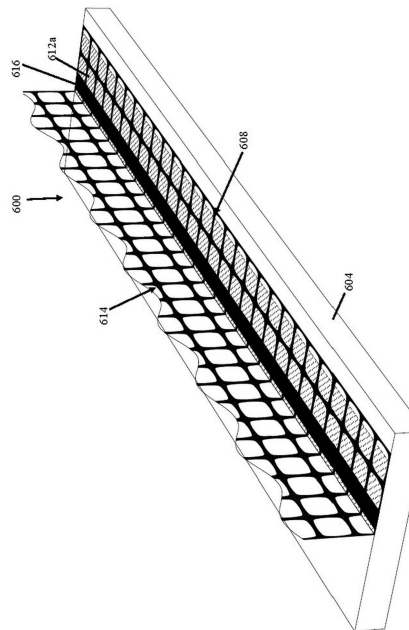
【 図 5 2 】



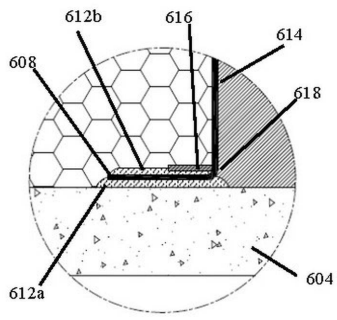
【 図 5 3 】



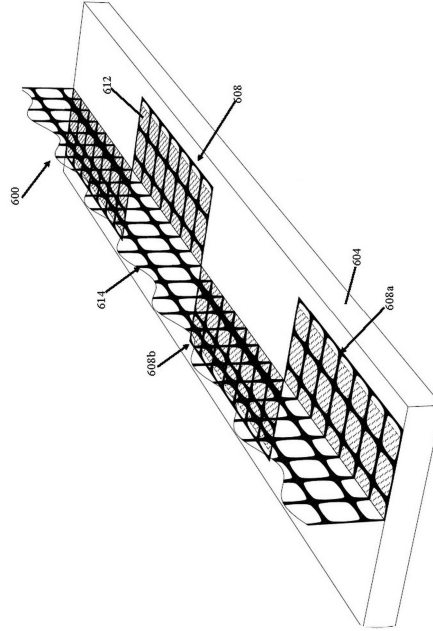
【 図 5 4 】



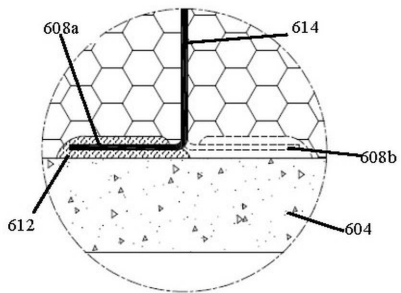
【図 55】



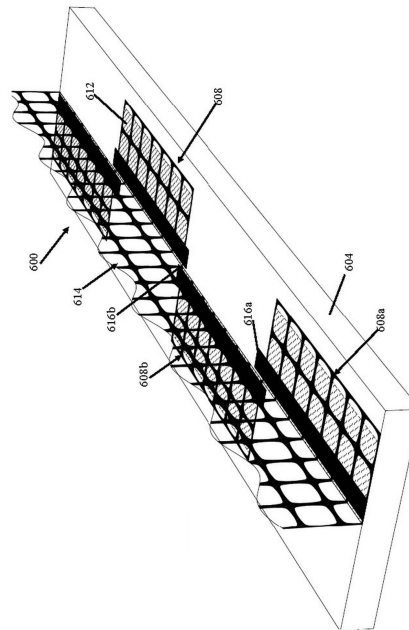
【図 56】



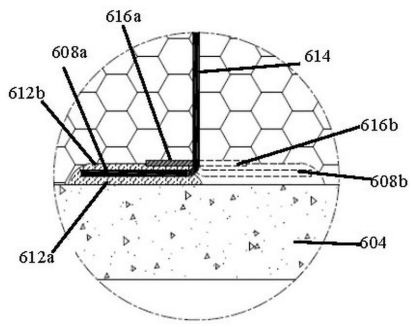
【図 57】



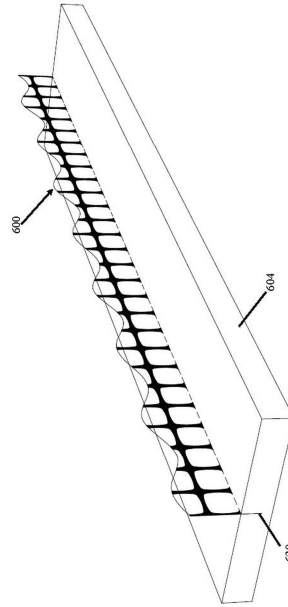
【図 58】



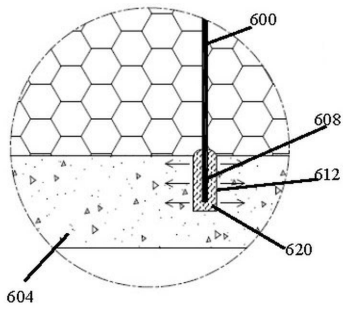
【 図 5 9 】



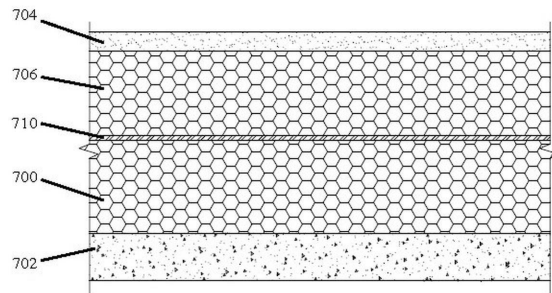
【 図 6 0 】



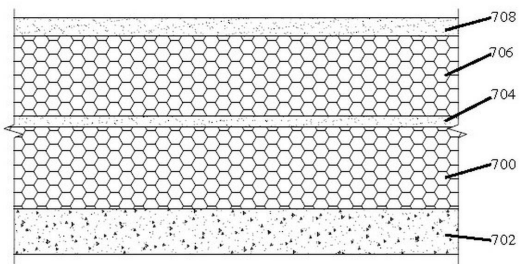
【 図 6 1 】



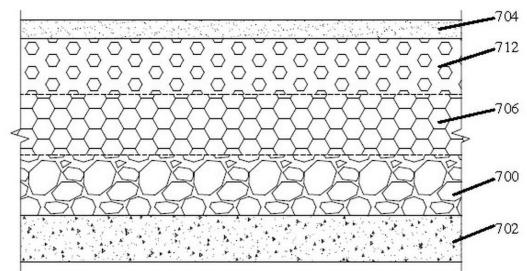
【 図 6 3 】



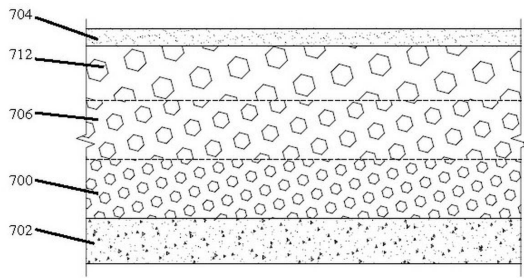
【 図 6 2 】



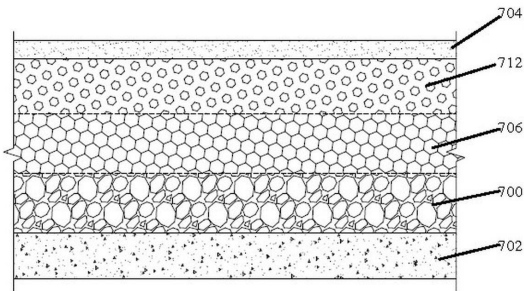
【 図 6 4 】



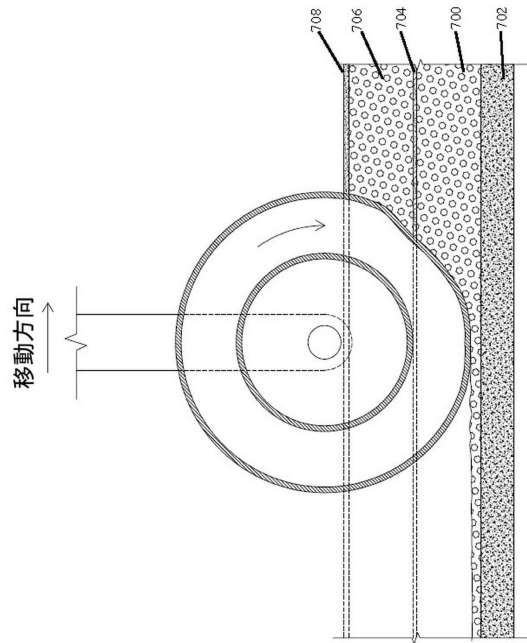
【図 6 5】



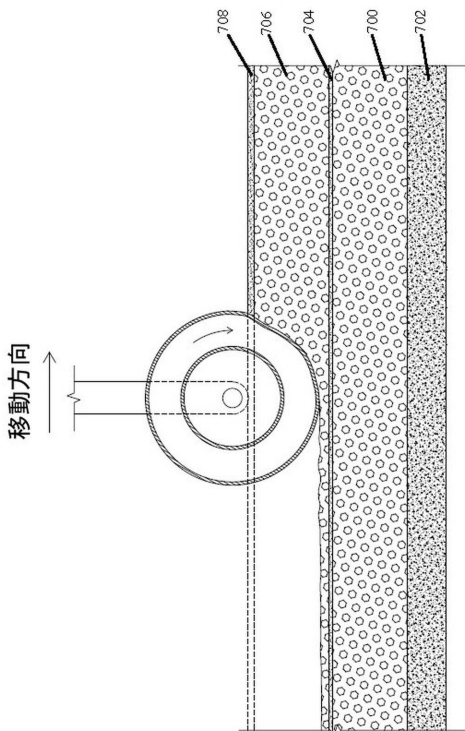
【図 6 6】



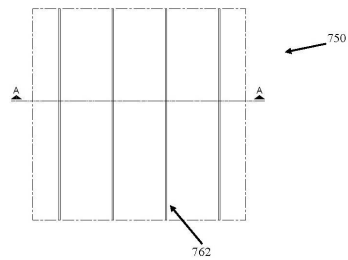
【図 6 7】



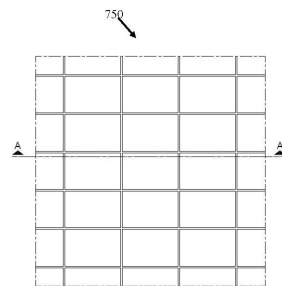
【図 6 8】



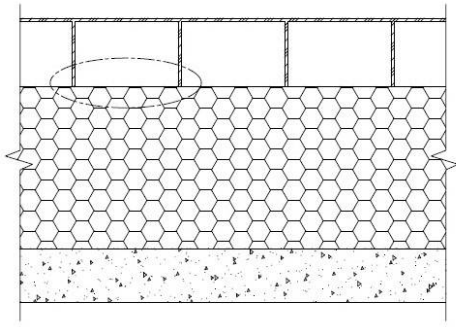
【図 6 9】



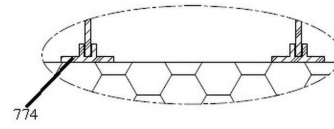
【図 7 0】



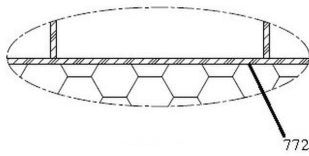
【図 7 1】



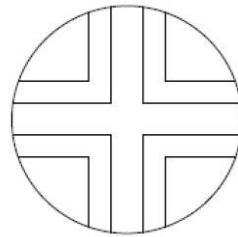
【図 7 3】



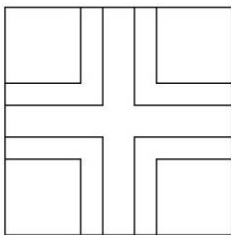
【図 7 2】



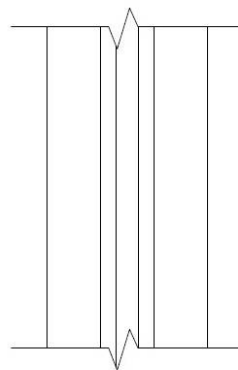
【図 7 4】



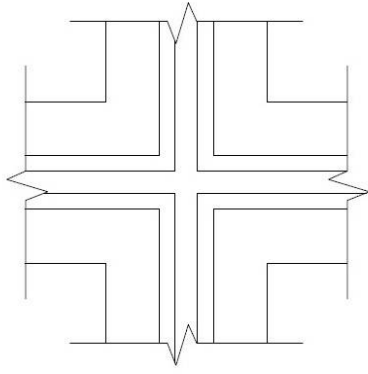
【図 7 5】



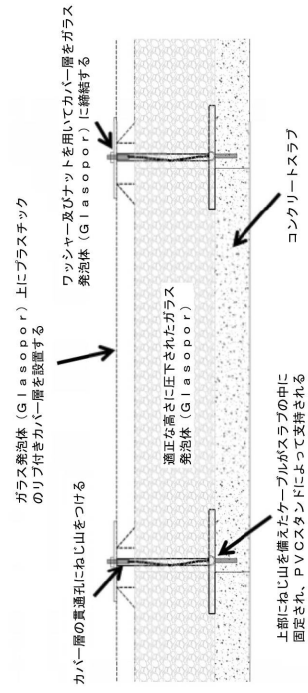
【図 7 6】



【図77】



【図78】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
E 0 1 C 9/00 (2006.01) E 0 1 C 9/00
C 0 4 B 111/40 (2006.01) C 0 4 B 111:40

(72)発明者 ハドジオアノウ ミカリス
アメリカ合衆国 7 8 7 3 6 テキサス州 オースティン アpartment 1 3 0 6 ハイウェイ
ユ-エス290 ダブルユー 8 0 0 0

(72)発明者 パーヤー ジョン
アメリカ合衆国 7 8 2 4 9 テキサス州 サン アントニオ パークレー スクエア 1 1 2 2
7

審査官 立花 啓

(56)参考文献 特表2000-511609(JP,A)
特表2013-517171(JP,A)
中国特許出願公開第101016203(CN,A)
特表2005-502801(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 4 F 1 / 0 2