

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7165291号
(P7165291)

(45)発行日 令和4年11月4日(2022.11.4)

(24)登録日 令和4年10月26日(2022.10.26)

(51)国際特許分類

E 2 1 D 11/04 (2006.01)
E 2 1 D 11/00 (2006.01)

F I

E 2 1 D 11/04
E 2 1 D 11/00

Z
Z

請求項の数 3 (全20頁)

(21)出願番号 特願2019-519380(P2019-519380)
(86)(22)出願日 平成29年8月23日(2017.8.23)
(65)公表番号 特表2019-530819(P2019-530819)
A)
(43)公表日 令和1年10月24日(2019.10.24)
(86)国際出願番号 PCT/US2017/048140
(87)国際公開番号 WO2018/071097
(87)国際公開日 平成30年4月19日(2018.4.19)
審査請求日 令和2年8月6日(2020.8.6)
(31)優先権主張番号 201610900434.6
(32)優先日 平成28年10月14日(2016.10.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)

(73)特許権者 520028531
デュポン セイフティー アンド コンス
トラクション インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 デラウェア州 1980
5 ウィルミントン センター ロード 9
74
(74)代理人 100094569
弁理士 田中 伸一郎
(74)代理人 100103610
弁理士 吉田 和彦
(74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎
(74)代理人 100130937

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トンネルで落下する岩石を捕捉するための保護ネット

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

鉄道または道路トンネルで落下する岩石を捕捉するための保護ネットであって、
斜方形状の複数のメッシュを形成するために結び目を作られている少なくとも1本のネットロープから構成されるネット本体、
ネット境界としての連続周囲長部材であるフレームロープ、および
前記ネット本体を前記フレームロープに複数の固定位置で取り付けるための部材であるタイロープ
を含み、

金属ワイヤを含まず、
前記保護ネットの形状は、長方形、正方形、円形または三角形であり、
前記保護ネットの少なくとも1つの端部の長さまたは前記保護ネットの直径は、1メートルより大きく、および
前記ネットロープ、フレームロープおよびタイロープのそれぞれは、複数のp-アラミドヤーンから構成され、かつそれぞれのヤーンは、少なくとも4000cN/テックスの引張りモジュラスを有する、保護ネット。

【請求項2】

約30mm~100mmの範囲のメッシュサイズを有し、および前記メッシュサイズは、斜方形メッシュの2つの隣接する結び目の中心間の距離である、請求項1に記載の保護ネット。

【請求項 3】

前記保護ネットは、ポリウレタンコーティング材料をさらに含み、前記ポリウレタンコーティング材料の含有量は、前記ポリウレタンコーティング材料を含む前記保護ネットの全重量に基づいて約5～15重量%である、請求項1に記載の保護ネット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、鉄道または道路トンネルで落下する岩石を捕捉するための、高い電気絶縁特性を有する保護ネットに関する。

【背景技術】**【0002】**

数十年前に構築された鉄道または道路トンネルの多くは、コンクリートライニングを有さず、岩石が落下する災害のリスクは、水浸食、地震、地滑りおよび風化によって引き起こされる岩石の亀裂のために経年で増大する。このような災害を防止するために、通常、スチールワイヤネットが設置される。高強度スチールワイヤで作られた保護ネットは、十分な耐力および破棄または破断に対する良好な耐性を与えなければならない。落下岩石の一部は、0.5 m³よりも大きくかつ1トンを超える重さであるため、保護ネットは、通行者、貨物車、列車／車両を保護するだけでなく、トラックまたは道路表面を落下岩石からの重度の損傷から保護しなければならない。

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

スチールワイヤネットの課題の1つは、スチールの固有の高い導電性であり、保守作業者または通過電車および車の通過に対する静電気放電は、高い安全性リスクを常に課す。したがって、高い電気絶縁性、高い強度および高いモジュラスを有する材料、例えばp-アミド繊維から構成される保護ネットを開発することは、有意義な意味を有する。

20

【課題を解決するための手段】**【0004】**

本発明は、鉄道または道路トンネルで落下する岩石を捕捉するための保護ネットであつて、

30

斜方形状で複数のメッシュを形成するために結び目を作られている少なくとも1本のネットロープから構成されるネット本体、

ネット境界としての連続周囲長部材であるフレームロープ、および

ネット本体をフレームロープに複数の固定位置で取り付けるための部材であるタイロープを含み、

金属ワイヤを含まず、

ネットの形状は、長方形、正方形、円形または三角形であり、

ネットの少なくとも1つの端部の長さまたはネットの直径は、1メートルより大きく、および

ネットロープ、フレームロープおよびタイロープのそれぞれは、複数のp-アラミドヤーンから構成され、それぞれのヤーンは、少なくとも4000 cN / テックスの引張りモジュラスを有する、保護ネットを提供する。

40

【図面の簡単な説明】**【0005】**

【図1】緩んだ形態(A)での一般的な結び目ならびに本発明の保護ネットのために使用され得る結び目を作る方法(B)および(C)を示す。

【図2】メッシュサイズ定義を示す。

【図3】本発明の保護ネットの断片断面図(A)およびフレームロープの2つの端部を接続する一例(B)を示す。

【図4】本発明の保護ネットでライニングされたトンネルの前面図(A)および完全長さ

50

のトンネルをライニング / 被覆するための本ネットの複数の対の連結の平面図 (B) を示す。

【発明を実施するための形態】

【0006】

本明細書で言及される刊行物、特許出願、特許および他の参考文献のすべては、特に断りのない限り、あたかも完全に示されているかのようにあらゆる目的のためにその全体が参照により本明細書に明確に援用される。

【0007】

特に定義されない限り、本明細書で使用されるすべての技術用語および科学用語は、本発明が属する技術分野の当業者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有する。不一致の場合、定義を含めて本明細書が優先される。

10

【0008】

特に明記されない限り、すべてのパーセント、部、比率などは、重量基準である。

【0009】

本明細書で使用される場合、用語「から製造される」は、「含んでいる」と同義語である。本明細書で使用される場合、用語「含む」、「含んでいる」、「包含する」、「包含している」、「有する」、「有している」、「含有する」もしくは「含有しているまたはそれらの任意の他の変形は、非排他的包含に及ぶことを意図される。例えば、要素のリストを含む組成物、プロセス、方法、物品または装置は、それらの要素のみに必ずしも限定されず、明確に列挙されていないかまたはそのような組成物、プロセス、方法、物品もしくは装置に固有の他の要素を含み得る。

20

【0010】

移行句「からなる」は、明記されていないあらゆる要素、工程または原料を除外する。請求項における場合、そのような句は、それらと通常関係がある不純物を除いて列挙されるもの以外の材料の包含を請求項から排除する。

【0011】

移行句「からなる」が、前文の直後ではなく請求項の本文の一節に出現した場合、その移行句は、その節に記載された要素のみを限定する。他の要素は、その請求項から全体として排除されない。

30

【0012】

移行句「から本質的になる」は、字義どおり検討されるものに加えて、材料、工程、特徴、成分または要素を含む組成物、方法または装置を定義するために使用され、ただし、これらの追加の材料、工程、特徴、成分または要素が、特許請求される本発明の基本的および新規な特徴に実質的に影響しないことを条件とする。用語「から本質的になる」は、「含む」と「からなる」との間の中間の立場を占める。

【0013】

用語「含んでいる」は、用語「から本質的になる」および「からなる」によって包含される実施形態を含むことが意図される。同様に、用語「から本質的になる」は、用語「からなる」によって包含される実施形態を含むことが意図される。

40

【0014】

量、濃度または他の値もしくはパラメーターが範囲、好ましい範囲としてまたは上側の好ましい値および下側の好ましい値のリストとしてのいずれかで与えられる場合、これは、範囲が別個に開示されているかどうかに関わらず、任意の上側範囲限界または好ましい値と、任意の下側範囲限界または好ましい値との任意の対から形成されるすべての範囲を具体的に開示していると理解されるべきである。例えば、「1 ~ 5」の範囲が列挙される場合、列挙された範囲は、「1 ~ 4」、「1 ~ 3」、「1 ~ 2」、「1 ~ 2 および 4 ~ 5」、「1 ~ 3 および 5」などの範囲を含むと解釈されるべきである。ある範囲の数値が本明細書において列挙される場合、特に明記されない限り、その範囲は、その端点ならびに範囲内のすべての整数および分数を含むことが意図される。

【0015】

50

用語「約」という用語が範囲の値または端点を表すのに使用される場合、本開示は、言及される具体的な値または端点を含むと理解されるべきである。さらに、それと反対であることが明記されない限り、「または」は、包括的な「または」を意味し、排他的な「または」を意味しない。例えば、条件 A 「または」 B は、以下のいずれか 1 つによって満たされる：A が真であり（または存在し）かつ B が偽である（または存在しない）；A が偽であり（または存在せず）かつ B が真である（または存在する）；ならびに A および B の両方が真である（または存在する）。

【0016】

「モル%」または「mol%」は、モルパーセントを意味する。

【0017】

本発明を説明しおよび／または特許請求する際、用語「ホモポリマー」は、繰り返し単位の 1 つの化学種の重合から誘導されるポリマーを意味する。例えば、用語「ポリ (p - フェニレンテレフタルアミド) ホモポリマー」は、 p - フェニレンテレフタルアミドの繰り返し単位の 1 つの化学種から本質的になるポリマーを意味する。

【0018】

本明細書で使用される場合、用語「コポリマー」は、2 種以上のコモノマーの共重合から生じる共重合単位を含むポリマーを意味する。

【0019】

本明細書で使用される場合、用語「フィラメント」は、幅に対する長さの高い比を有する、比較的可撓性の細長い本体と定義され、ここで、幅は、長手方向に垂直の横断領域の平均幅を意味する。フィラメント横断面は、円形、平形または橢円形などの任意の形状であり得るが、典型的には円形である。フィラメント横断面は、中実または中空、好ましくは中実であり得る。単纖維は、単に 1 本のフィラメントからまたは複数のフィラメントから形成され得る。単に 1 本のフィラメントから形成された纖維は、本明細書では、「单一フィラメント」纖維または「モノフィラメント」纖維のいずれかとして言及され、複数のフィラメントから形成された纖維は、本明細書では「マルチフィラメント」纖維として言及される。

【0020】

本明細書で使用される場合、用語「ベースヤーン」は、ヤーン製造者から受け取ったままのフィラメントまたは纖維の束からなる單一ヤーンを意味し、これは、撚られたヤーンまたは撚りなしのヤーンを含み得る。ここで、用語「纖維」は、用語「ヤーン」と交換可能に使用される。ヤーンの纖度は、ヤーンの線密度と定義される。線密度は、長さ当たりの重量として計算され、通常、「デニール」または「デシテックス」として特徴付けられ、「デニール」は、ヤーン 9000 メートルのグラムでの重量であり、「デシテックス」は、ヤーン 10,000 メートルのグラムでの重量である。「ストランド」は、ロープを形成する際の中間工程として複数のヤーンをプライし（すなわち主として互いに平行に置き）、撚りまたはブレイドすることによって得られた生成物を意味する。「ロープ」は、複数のストランドと一緒にプライするか、撚るか、またはブレイドすることによって得られた最終生成物を意味する。

【0021】

本発明の概要に記載されるとおりの本発明の実施形態は、本明細書に記載される任意の他の実施形態も含み、任意の方法で組み合わせることができ、および実施形態における変形形態の記載も本発明の保護ネットに関する。

【0022】

本発明は、本明細書で以下に詳細に説明される。

【0023】

本発明の保護ネットは、(a) ネット本体、(b) フレームロープ、および(c) タイロープを含み、ここで、ネット本体は、少なくとも 1 本のネットロープから構成され、タイロープは、ネット本体をフレームロープに取り付け、およびネットロープ、フレームロープおよびタイロープのそれぞれは、複数の p - アラミドヤーンから構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

本発明の保護ネットは、p - アラミド繊維から構成される少なくとも1本のネットロープから構成されるネット本体を含む。

【 0 0 2 5 】

p - アラミド繊維は、それらの優れた高い引張り強度対重量比、摩耗および摩損に対する耐性、湿度の低い吸収、低い燃焼性および低い導電性のため、落下する岩石を捕捉するために使用される保護ネットを製造するのに特に適する。

【 0 0 2 6 】

本明細書で使用される場合、用語「p - アラミド」は、ポリ(p - フェニレンテレフタルアミド)ホモポリマーおよびポリ(p - フェニレンテレフタルアミド)コポリマーを意味する。ポリ(p - フェニレンテレフタルアミド)ホモポリマーは、p - フェニレンジアミン(PPD)とテレフタロイルクロリド(TCL)とのモル - モル(mole - for - mole)重合から得られる。また、ポリ(p - フェニレンテレフタルアミド)コポリマーは、p - フェニレンジアミンに関して10モル%ほどの他のジアミン、およびテレフタロイルクロリドに関して10モル%ほどの他のジアシルクロリドの組み込みによって得られ、ただし、他のジアミンおよびジアシルクロリドは、重合反応を妨げる反応基をまったく有さないことを条件とする。p - フェニレンジアミン以外のジアミンの例には、限定されないが、m - フェニレンジアミンまたは3, 4' - ジアミノジフェニルエーテル(3, 4' - DAPE)が含まれる。テレフタロイルクロリド以外のジアシルクロリドの例には、限定されないが、イソフタロイルクロリド、2, 6 - ナフタロイルクロリド、クロロテレフタロイルクロリドまたはジクロロテレフタロイルクロリドが含まれる。

10

【 0 0 2 7 】

上に記載されたp - アラミドは、重合溶媒またはポリマーもしくはコポリマーのための別の溶媒のいずれかにおけるポリマーまたはコポリマーの溶液を使用して、溶液紡糸によって繊維に紡糸することができる。繊維紡糸は、当技術分野で公知であるとおりにマルチフィラメント繊維をもたらすために、乾式紡糸、湿式紡糸またはドライ - ジェット湿式紡糸(空隙紡糸としても知られる)によってマルチホール紡糸口金を通して行うことができる。紡糸後のマルチフィラメント繊維は、次いで、慣用技術を使用して必要に応じて繊維を中和、洗浄、乾燥または熱処理するために処理して、安定で有用な繊維を製造することができる。

30

【 0 0 2 8 】

p - アラミド繊維(すなわちベースヤーン)は、市販されており、例えばTeijin(Japan)製TWARON(登録商標)、E.I.DuPontDeNemours and Company(以下、DuPontと略される)製KEVLAR(登録商標)、Kolon Industries, Inc.製HERACRON(登録商標)である。

【 0 0 2 9 】

好ましくは、p - アラミド繊維は、少なくとも220デシテックスの線密度、200cN/テックスの破断テナシティ、少なくとも4,000cN/テックスの引張りモジュラスおよび5%以下の破断点伸びを有する。

40

【 0 0 3 0 】

ヤーンのcNの単位での破断強度は、ASTM D7269法に従って測定され得、ここで、破断強度は、ヤーンが破断前に耐え得る最大力である。破断テナシティは、ヤーンの破断強度を線密度(テックスの単位)に対して除すことによって計算される。

【 0 0 3 1 】

一実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープ、フレームロープおよびタイロープは、約220~3,300デシテックス、好ましくは約660~2,500デシテックス、より好ましくは約1,100~1,800デシテックスの線密度を有するp - アラミドヤーンから構成される。

【 0 0 3 2 】

50

別の実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープ、フレームロープおよびタイロープは、p - アラミドヤーンから構成され、およびそれぞれは、少なくとも約4000 cN / テックス、または好ましくは約4500 cN / テックス、またはより好ましくは約4800 cN / テックスの引張りモジュラスを有する。

【0033】

ネットロープ

本発明では、斜方形状の複数のメッシュを形成するために結び目を作られている少なくとも1本のネットロープから構成されるネット本体である。斜方形メッシュが約90°の4隅を有するように開けて引かれる場合、メッシュは、実際に正方形である。

【0034】

ネットロープは、慣用のテキスタイル技術、例えば撚ること、ブレイディング、ストランディング、ブライニングまたはそれらの組み合わせによって複数のp - アラミドヤーンから製造され得る。例えば、ネットロープは、2本以上のヤーンを撚ることにより形成された複数のストランドをブレイドすることによって構築され得る。ロープが撚ることによって構築される場合、しかしながら、ストランドは、均衡された方法で撚られすることが不可欠であり（均衡撚り）、これは、高い負荷力ロープをもたらすことを確実にする。例えば、均衡撚りは、一般に2工程、すなわち第1に少なくとも2本のヤーンを合わせ、第1の方向に撚り、それによってヤーン中のフィラメントがヤーンの走行方向に平行に走行して、ストランドが得られる工程、第2に次いで少なくとも2本のストランドを合わせ、第1の方向と反対の第2の方向で撚ってロープを形成し得る工程を伴う。ヤーンおよびストランドの撚りレベルは、1メートル当たりの撚りの数（tpm）で記載される。好ましくは、ヤーンおよびストランドの撚りレベルは、50～250 tpmである。撚り方向は、S撚りを生じさせるために右回り、Z撚りを生じさせるために左回りであり得る。

10

【0035】

一実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープは、ブレイダにおける、撚られたまたは撚られていないヤーンまたはストランドの少なくとも4本のストランドのブレイディングによって構築される。使用されるブレイダの特定のタイプに依存して、ブレイディングのためのヤーンまたはストランドの数は、好ましくは、偶数、例えば4、6、8、10、12以上である。ブレイデッドロープは、複数のヤーンまたはストランドから構成されるコアヤーンを含み得ることに留意されたい。

20

【0036】

1ロープ当たりのヤーンの数が増加するにつれて、ロープの等価直径は、一般に増加し、およびロープの負荷力も同様に増加し、ただし、ロープは、同じヤーンから構成され、かつ同じ方法で構築されることを条件とする。

30

【0037】

当業者は、1ロープ当たりのヤーンの適当な数を選択し、それらを撚らせ、ブレイドさせ、一緒にブライさせ、またはそれらの組み合わせを行うことができる。ロープの構築方法に依存して、ロープ中のそれぞれのヤーンの破断強度は、ロープの負荷力として直接総和され得ず、総和の約50～90%が一般的に観察される。

【0038】

本明細書で使用される場合、用語「等価直径」は、繊維またはストランドをすべて囲む外接円の直径を意味する。したがって、それは、ヤーンまたはロープの最大横断面測定値である。

40

【0039】

手動または慣用の装置で結び目を作るための容易さを考慮すると、本発明の適当なネットロープは、少なくとも0.3mm、または1mm、または3mm、および10mm、または8mm、または6mm以下の等価直径を有する。適当な負荷力を有する保護ネットを得るために、本発明のネットロープは、少なくとも約1,000N、または3,000N、または5,000N、または7,000N、または10,000N、または12,000Nの負荷力を有する。

50

【0040】

一実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープは、約0.3～10mm、または約1～8mm、または約3～6mmの等価直径を有する。

【0041】

さらなる実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープは、少なくとも約1,000N、または3,000N、または5,000N、または7,000N、または10,000N、または12,000Nの負荷力を有する。

【0042】

本発明の一部の実施形態では、ネットロープは、複数のプライドp-アラミドベースヤーン、例えばKevlar(登録商標)K29(1670デシテックス、それぞれのベースヤーンは、破断強度338Nを有する)のブレイディングによって形成され、1ロープ当たりのヤーンの数に基づき、計算された等価直径(mm)および負荷力(N)が参照のために表1に列挙される。

【0043】

10

20

30

40

50

【表1】

表1

1ストランド当たりヤーンの数	1ロープ当たりストランドの数	1ロープ当たりヤーンの全数	等価直径 ^a (mm)	負荷力 ^b (N)
4	-	4	0.3	998
6	-	6	0.4	1331
2	4	8	0.6	1997
2	5	10	0.7	2330
2	6	12	0.8	2663
3	4	12	0.8	2663
2	8	16	1.1	3661
4	4	16	1.1	3661
3	6	18	1.3	4327
5	4	20	1.4	4659
2	12	24	1.7	5658
4	6	24	1.7	5658
6	4	24	1.7	5658
5	6	30	2.1	6989
4	8	32	2.2	7322
3	12	36	2.5	8321
6	6	36	2.5	8321
5	8	40	2.8	9319
4	12	48	3.3	10983
6	8	48	3.3	10983
5	12	60	4.2	13978
6	12	72*	5.0*	16641*
7	12	84	5.8	19304
8	12	96	6.7	22299
9	12	108	7.5	24962
10	12	120	8.3	27624
12	12	144	10	33282

* 72本のヤーンを有する等価直径および負荷力は、測定および試験から直接得た。

^a それぞれのロープの等価直径は、72本のヤーンを有するロープの全数に対するそのヤーンの全数に基づいて比例的に計算する。

^b それぞれのロープの負荷力は、72本のヤーンを有するロープの全数に対するそのヤーンの全数に基づいて比例的に計算する。

【0044】

一実施形態では、本発明の保護ネットにおいて、ネットロープ1本当たり p - アラミドヤーンの全数は、4 ~ 144 本の範囲であり、ここで、p - アラミドヤーンは、1670 デシテックス(1500D)の線密度を有する。

【0045】

ネットロープはまた、例えば、Shanghai Xinhuang Rope Braiding Company および Zhejiang Four Brothers Rope Company, Ltd. から 12 本ストランド単一ブレイドロープ、ひし形ブレ

10

20

30

40

50

イドロープおよびコアロープで市販されており、多様な直径およびスプールサイズが入手可能である。

【0046】

結び目を作られたネットの製造方法は、当技術分野で周知である。

【0047】

本発明では、ネット本体は、慣例の方法において手動または慣用のネット化機械で製作され得る。例えば、図1(A)に示されるとおり、ネットロープは、ZもしくはSタイプシートバンド結び目(A1およびA2)、シートバンド二重結び目(A3)または正方形結び目(A4)で結び目を作られ得、および単一ストランドまたは二重ストランド法を用いてネット本体が形成される(図1(B)および(C)を参照されたい)。単一ストランド法(図1(B))で形成された結び目の場合、ネットロープの織り方向は、ネット進行方向(または長手方向)に垂直であり、すなわち「L」で標識された矢印により示されるとおりである。対照的に、二重ストランド法(図1(C))を使用すると、ネットロープの織り方向は、ネット進行方向に平行である。

10

【0048】

いずれの結び目を作る方法であるかに関わらず、ネットロープのストランドは、それらの交差でインターロックされたままであり、開口部の予備決定されたサイズ、すなわちメッシュサイズ(d)を保持する。本ネットのメッシュサイズは、ハーフメッシュ結び目間(hmkk)としても知られる斜方形メッシュの2つの隣接する結び目の中心間の距離で表すことができ、完全メッシュ結び目(fmkk)は、2dに等しい伸張メッシュの2つの対向する結び目の中心間の距離と定義される(図2を参照されたい)。斜方形メッシュが開かれて引かれ、正方形になるにつれて、メッシュサイズは、d × dによっても表され得る。

20

【0049】

比較的小さいメッシュサイズを有するネットは、比較的小さい岩石を捕捉し、より高い負荷容量を有し得るが、ただし、その使用されるネットロープは、同じであることを条件とする。しかし、それは、ネット重量および製造コストもより高くする。

【0050】

本ネットの負荷力に寄与する主たる要因は、その使用されるネットロープの等価直径およびメッシュサイズである。

30

【0051】

本発明の適用のために、保護ネットは、UNI11437-2012法に従って測定して少なくとも0.3トン、好ましくは少なくとも0.5トン、より好ましくは少なくとも1.0トンの耐力を有する。所与のネットロープにより、当業者は、適当なサイズのフレームロープおよびタイロープを選択し、かつメッシュサイズを調整して、特定のトンネルサイトについての負荷要件を満たすための保護ネットを製造し得る。

【0052】

ネットロープの等価直径に対する保護ネットの負荷力およびメッシュサイズ間の関係について、表2に示される。

【0053】

40

50

【表2】

表2

メッシュサ イズ (mm)	ロープ1 0.3 mmの等価直径		ロープ2 5.0 mmの等価直径	
	ネット耐力 ^a (トン)	ネット重量 ^b (Kg/m ²)	ネット耐力 ^a (トン)	ネット重量 ^b (Kg/m ²)
30	0.98	0.074	16.2	1.24
40	0.74	0.056	12.2	0.93
50	0.59	0.044	9.7	0.74
60	0.49	0.037	8.1	0.62
70	0.42	0.032	6.9	0.53
80	0.37	0.028	6.1	0.47
90	0.33	0.025	5.4	0.41

10

20

^aそれぞれのネットの耐力は、5 mmの等価直径および60 mmのメッシュサイズを有するネットロープで構築されたネットについての測定耐力に基づいて計算した。

^bそれぞれのネットの重量は、ネット本体のみの重量について推定した。

【0054】

本発明の一実施形態では、保護ネットは、約30 mm～約100 mmの範囲のメッシュサイズ(d)を有する。

【0055】

図3(A)に示されるとおり、本保護ネット100は、その周囲の可撓性境界を画定し、ネット本体10に強度および耐久性を加えるためにフレームロープ20を使用する。フレームロープ20は、一般に端部メッシュを通してレーシングしている連続ロープであり、その2つの端部は、それぞれの端部を後方に折り畳んで、インターロックされたループを形成し、次いで図3(B)に示されるとおりの結び目を結び付けることによって接続される。適当なフレームロープ20は、前に記載されたとおりのp-アラミド繊維から構成され、ネットロープの等価直径の約1.5～2倍の等価直径を有する。ネット本体10は、タイロープ30によってフレームロープ20に通常の方法のいずれでも結び留められ得る。例えば、タイロープ30をネット本体10のそれぞれの端部メッシュを通してレーシングさせ、フレームロープ20の周囲に巻き結びで等距離間隔方式において結び付ける。タイロープ30は、前に記載されたとおりのp-アラミド繊維から構成される。本発明の適用のために、適当なタイロープ30とネットロープとの等価直径比は、約1/5～1/2である。例えば、本保護ネットは、約5 mmの等価直径を有するネットロープから構成され、その場合、フレームロープは、約7.5 mm～約10 mmの等価直径を有し、タイロープは、約1 mm～約2.5 mmの等価直径を有する。

30

40

【0056】

保護ネットは、特定のトンネルサイトの要件に従う形状で長方形、正方形、円形または三角形であり得る。好ましくは、本保護ネットは、長方形ネットまたは正方形ネットである。本保護ネットのサイズは、特定の限定を有さず、典型的には、ネットの少なくとも1つの端部の長さまたはネットの直径は、1メートルよりも大きい。例えば、長方形ネットまたは正方形ネットの長さおよび幅は、1メートル～10メートルでそれぞれ独立して変

50

わり得る。

【 0 0 5 7 】

輸送および設置の容易さを考慮すると、トンネルの完全長およびアーチ形トンネルシーリングの完全スパンにわたって被覆するためのオーダーメイドの巨大なネットの代わりに、単一ネットの複数の対が設置時に縫いロープで縫合することによって一諸に連結され得る。好ましくは、単一ネットの長さ (L) または幅 (W) は、アーチ形トンネルシーリングの少なくとも中心線から被覆し、図 4 (A) に例証されるとおりに側壁の約 0.5 ~ 2 メートルまで延在され得る。トンネルの長さは、変わり得るため、同じ寸法、例えば 10 m × 6 m (L × W) の本保護ネットの複数の対を、トンネルの完全長さを被覆するために当業者に公知の慣用方法によってアーチ形トンネルシーリング上で連結固定することができます。図 4 (B) は、複数の保護ネットを接続する 1 つの方法の平面図を示す。保護ネットは、好ましくは、クランピング要素および / または纖維保護要素付きのロッドアンカー、例えばアンカーブレートによってトンネルアーチ形シーリングおよび側壁領域の一部に留められる。縫いロープは、前に記載されたとおりの p - アラミド纖維から構成される。適当な縫いロープ対ネットロープの等価直径比は、約 1.2 ~ 2.2 である。

10

【 0 0 5 8 】

p - アラミドヤーンから構成される本保護ネットは、スチールワイヤネットと比較してかなりの重量減少のみならず、低下したドレーピング可能性も専らもたらす。さらに、合成纖維、例えばポリアミド (PA 6, PA 66 など) または超 - 高分子量ポリエチレン (UHMWPE) から構成されるいずれか他のネットと異なり、p - アラミドヤーンから構成される本ネットは、高い電気絶縁性、高い耐熱性 (160 °C) を有し、かつ難燃性であり、また点火されると自己消火する。p - アラミドのポリマー特性のため、本ネットは、UV 線をわずかに受けやすい。トンネル内部で使用される本適用にとって、UV 線により劣化されるネットの機会は、非常に減少される。

20

【 0 0 5 9 】

一実施形態では、本保護ネットの耐力は、少なくとも 0.3 トン、または少なくとも 0.5 トン、または少なくとも 1.0 トンである。

【 0 0 6 0 】

別の実施形態では、本保護ネットは、UL 94、V - 0 等級を満たし、かつ 10^9 以上の電気抵抗率を有する。

30

【 0 0 6 1 】

適切なコーティング材料は、本保護ネットの耐力が維持される限り、摩耗保護および UV 保護のために本ネットに適用され得る。適当なコーティング組成物は、少なくとも 10 ~ 50 % のポリウレタン (PU) 樹脂、担体ならびに紫外線吸収剤、增量剤、可塑剤および / または染料を含み得る。

【 0 0 6 2 】

ポリウレタン樹脂は、典型的には、イソシアネート含有成分およびヒドロキシル含有成分を反応させることから誘導される。ヒドロキシル含有成分に依存して、ポリウレタン樹脂は、アクリルポリウレタン、アルキドポリウレタン、ポリエステルポリウレタン、ポリエーテルポリウレタン、エポキシポリウレタンなどに分けることができる。ポリウレタン樹脂は、好ましくは、ポリエステルポリウレタン、より好ましくはポリエスエル脂肪族ポリウレタンである。

40

【 0 0 6 3 】

担体は、トリクロロエタン、メチレンクロリド、ペルクロルエチレン、水、キシレン、キシロール、トルエン、ミネラルスピリット、例えばナフサまたはそれらの混合物であり得る。好ましくは、担体は、水である。

【 0 0 6 4 】

コーティング組成物は、日光への曝露による纖維破壊を防止することにより、コーティングされた保護ネットの寿命を延長するのに役立つ紫外 (UV) 線吸収剤も含み得る。いくつかの UV 線吸収剤、例えばベンゾトリアゾールおよびベンゾフェノンが利用可能であ

50

り、コーティング組成物のポリウレタン樹脂と相溶性である。現在好ましいUV線吸収剤は、ベンゾトリアゾール、例えばBASF AG, Germanyから入手可能なTUNUVIN(登録商標)である。

【0065】

コーティング組成物は、增量剤を含み得る。適當な增量剤は、不活性、耐久性、混和性であり、かつ摩耗耐性であり、用いられるポリウレタン樹脂と相溶性である。增量剤は、それらの同じ特性を有する充填剤でもあり得る。適當な增量剤の例には、シリケート、ガラススフェア、カーボンブラックまたは様々な独自の增量剤のいずれも含まれる。現在好ましい增量剤は、カーボンブラックであり、これは、ブランド名CORAX(登録商標)(Degussa AG, Germany)の下で販売されている。コーティング組成物は、コーティングされたネットの可撓性および耐久性を増加させるために可塑剤も含み得る。適當な可塑剤には、フタル酸、安息香酸、アジピン酸およびセバシン酸のエステル、ポリオール、例えばエチレングリコールおよびその誘導体、ならびにヒマシ油が含まれる。好ましい可塑剤には、ブチルオクチルフタレート、ジ(z-エチルヘキシル)フタレート、ジブチルフタレート、ジスコチルフタレート、ジイソデシルフタレート、ジイソノニルフタレート、ジプロピレングリコールジベンゾエートおよびジエチレングリコールジベンゾエートが含まれる。現在好ましい增量剤は、ベンゾエートエステルであり、これは、Eastman Chemical Company, USAから名称BENZOFLEX(登録商標)の下で市販されている。

10

【0066】

一実施形態では、コーティング組成物は、水性ポリウレタン分散液である。

20

【0067】

別の実施形態では、水性ポリウレタン分散液は、少なくとも10~50%のポリウレタン樹脂を含み、ここで、ポリウレタン樹脂は、ポリエステル脂肪族ポリウレタンである。

【0068】

適當なPUコーティング組成物は、市販の、例えばICO-THANEの商品名の下でI-Coats N.V.(Belgium)からの水性ポリウレタン分散液である。

【0069】

コーティングされた保護ネットを調製する方法は、i)十分な濃度のコーティング組成物を提供する工程と、ii)コーティング組成物を保護ネットに、コーティング組成物を保護ネット纖維内に浸透させるのに十分な時間にわたって適用する工程と、iii)任意選択で、過剰のコーティング組成物を除去する工程と、iv)湿潤ネットを乾燥させる工程とを含む。コーティング組成物は、ディッピング、含侵、ブラッシング、ローリングまたはスプレーイングによって本発明の保護ネットに適用され得る。その適用方法によれば、当業者は、公知の方法、例えば適切な担体で希釈することによってコーティング組成物の濃度を調整することができる。湿潤ネットは、周囲温度でそれを懸架するかもしくはそれを乾燥ラックの上でドレープさせることにより、および/または50~80のオープン中で60~400分間加熱することにより乾燥され得る。過剰のコーティング組成物の除去は、湿潤ネットを振とうすることによるか、湿潤ネットを、2本の対向ローラを通して走行させることによるか、湿潤ネットを、一連の間隔を空けたローラの上を走行させることによるか、または当業者に公知のいくつかの他の方法により行われ得る。

30

【0070】

乾燥後、コーティングされた保護ネットにおけるポリウレタンコーティング材料の含有量は、好ましくは、コーティングされた保護ネットの全重量に基づいて約5~15重量%である。

40

【0071】

一実施形態では、本発明の保護ネットは、ポリウレタンコーティング材料をさらに含む。別の実施形態では、保護ネット中のポリウレタンコーティング材料の含有量は、コーティングされた保護ネットの全重量に基づいて約5~15重量%である。

【0072】

50

さらなる詳細なしに、先の記載を使用する当業者は、本発明をその最大限に用いることができると考えられる。したがって、以下の実施例は、単に例証的なものであり、決して本開示を限定するものではないと解釈されるべきである。

【実施例】

【0073】

材料

ベースヤーン：DuPontから入手可能なp-アラミドK29AP繊維、1670デシテックス、1000フィラメント/ヤーン、破断強度338N、引張りモジュラス4,900cN/テックス、破断点伸び3.6%。

【0074】

ネットロープ：(a) p-アラミドストランドを得るための、ブレイダ機で撚られた4~6本p-アラミドベースヤーン(SまたはZ撚り、60tpm)、(b)約3~5mmの等価直径を有するネットロープを得るための、ブレイドされた12本p-アラミドストランド。

【0075】

フレームロープ：(a) p-アラミドストランドを得るための、ブレイダ機で撚られた8~12本p-アラミドベースヤーン(SまたはZ撚り、60tpm)、(b)約8~10mmの等価直径を有するフレームロープを得るための、ブレイドされた12本p-アラミドストランド。

【0076】

タイロープ：(a) p-アラミドストランドを得るための、ブレイダ機でブライされた3~4本p-アラミドベースヤーン、(b)約1~1.5mmの等価直径を有するタイロープを得るための、ブレイドされた6本p-アラミドストランド。

【0077】

PUCOコーティング組成物：PUCOコーティング組成物は、30重量部の水性ポリエステル脂肪族ポリウレタン分散液(ICO-THANE 10、I-Coats N.V.(Belgium)から販売される)を70重量部の水で希釈することによって調製した。

【0078】

コーティング試験：3片のベースヤーン(63cm長さ)を、前処理重量(W_0)を得るためにコーティング前に秤量した。ヤーンをPUCOコーティング組成物に室温で約10分間含侵させ、次いで容器から取り出し、室温で乾燥させて置き、コーティングされた試料の重量(W_1)を得るために秤量した。コーティング材料の含有量(W)を、以下に示される式：

$$W\% = [(W_1 - W_0) / W_1] \times 100$$

によって計算した。

【0079】

【表3】

表3

試料番号	非コーテッドヤーン	コーテッドヤーン	コーティング材料含有量(%)
1	0.1052	0.1182	11.0
2	0.1044	0.1163	10.2
3	0.1052	0.1174	10.4
平均	0.1049	0.1173	10.6

【0080】

表3のデータは、水性ポリウレタン分散液に室温で10分間含侵させることによって得られたコーテッドヤーン中の平均コーティング材料含有量が約10.6%であったことを

10

20

30

40

50

示した。

【0081】

摩耗耐性試験：破断強度を測定し(S_0)、6本のコーテッドヤーン(CY1～CY6)および6本の非コーテッドヤーン(Y1～Y6)を含むそれらのおよびあらゆる試料について記録した。コーテッドヤーンは、コーティング試験で記載されたとおりの方法に従つて得た。

【0082】

各ヤーン(55cm長さ)を、ヤーン摩耗テスター(Beijing Science and Technology Development Co., Ltd.)により製造されたモデルSM-IIを使用して摩耗処理にかけた。ヤーンの端部を、それ自体を2.5kgの荷重で横切らせることによって2つのホルダ上に固定した。ヤーンホルダが1サイクル当たり1秒の周波数で前後に動くにつれて、ヤーン試験片は、それ自体に対して擦っていた。600サイクル後、試験片を摩耗テスターから取り外し、各試験片の破断強度を測定し(S_1)、記録した。

【0083】

破断強度の損失(S)：摩耗処理後のロープ試料での破断強度損失を、以下に示される式：

$$S \% = [(S_1 - S_0) / S_0] \times 100$$

によって計算した。

【0084】

【表4】

表4

試料	S_0 (N)	S_1 (N)	ΔS (%)
Y1	343	148	
Y2	343	213	
Y3	351	179	
Y4	335	188	
Y5	349	173	
Y6	332	202	
平均	342	184	-46
CY1	345	342	
CY2	342	331	
CY3	330	347	
CY4	366	323	
CY5	357	337	
CY6	345	302	
平均	348	331	-5

10

20

30

【0085】

ヤーンの摩耗耐性は、破断強度損失の程度によって判断される。表4のデータは、PUコーテッドヤーンが破断強度のより少ない損失、したがって非コーテッドヤーンのものと比較してより高い摩耗耐性を有することを示す。

【0086】

電気抵抗試験：ネットロープ(長さ10cmおよび等価直径5mm)の5つの試験片を、IEC60468, 1st Edition, 08-15-1990法に従つて抵抗装置メガーを使用して電気抵抗について試験した。データは、以下の表に列挙し、ネットロープが高い電気抵抗率を有することを実証した。

【0087】

40

50

【表5】

表5

ロープ番号	番号1	番号2	番号3	番号4	番号5
単位: $10^9 \Omega$	3.36	3.20	4.42	3.45	5.15

【0088】

負荷力試験：ネットロープ（長さ 40 cm および等価直径 5 mm）の 5 つの試験片を Instron 9995 万能試験機で負荷力について試験した。ネットロープの負荷力は、ASTM D7269 法に従って測定した。データは、以下の表に列挙し、等価直径 5 mm を有する試験ネットロープの平均負荷力は、16641 N であった。

10

【0089】

【表6】

表6

ロープ番号	番号1	番号2	番号3	番号4	番号5	平均
単位: N	16352	15555	17208	17562	16528	16641

【0090】

耐炎性試験 (UL94)：方法：“Tests for Flammability of Plastic Materials, UL94”，Underwriter's Laboratory Bulletin 94 に従って、ネットロープ（長さ 10 cm および等価直径 5 mm）の 5 つの試験片を試験した。V-0 等級が 10 の炎適用の試験結果に基づいて得られた。

20

【0091】

実施例 1 ~ 実施例 3 . ネット調製

表 7 に特定されるとおりの等価直径を有する p - アラミド繊維から構成されるネットロープ、フレームロープおよびタイロープを使用して、2.5 m × 2.5 m のネットを作成した。第 1 に、ネットロープを、单一ストランド法に従って正方形結び目を結び付けることによって手で結び目を作り、メッシュサイズは、60 mm であった。第 2 に、ネット本体を巻き結びでタイロープによってフレームロープに留めた。

30

【0092】

ネットを秤量し (W_0)、約 50 L の PU コーティング組成物が入っている容器に室温で 10 分間含浸させた。容器から取り出した後、ネットを周囲温度で一晩乾燥させて、PU コーティング材料を硬化させ、再び秤量した (W_1)。コーティングされたネットのポリウレタンコーティング材料の含有量は、以下に示される式：

$$W\% = [(W_1 - W_0) / W_1] \times 100$$

によって計算した。

【0093】

40

【表7】

表7

	ネットロープ (mm)	フレームロープ (mm)	タイロープ (mm)	W_0 (Kg)	W_1 (Kg)	コーティング材料の含有量 %
E1	3	8	1	-	-	-
E2	4	9	1	4.44	4.88	9.0
E3	5	10	1.5	4.65	5.12	9.2

10

【0094】

負荷力試験：ネット試験片を、1000KNバーストテスト装置(Sichuan Aote Machinery Co., Ltd., Chengdu, Chinaにより製造された)であるバーストテスターのフレームに引っ掛けた。ネットの負荷力は、5つ以下のバースティングメッシュを引き起こす最大力により決定した。

【0095】

【表8】

20

表8

ネットID	ネット負荷力(T)
E2	7.3
E3	8.1

30

【0096】

本発明が典型的な実施形態で例示されかつ記載されてきた一方、様々な修正形態および置換形態が本発明の趣旨から逸脱することなく可能であるため、それは、示された詳細に限定されることを意図されない。したがって、本明細書に開示される本発明の修正形態および均等物は、単なるルーチンにすぎない実験を使用して当業者に想到され得、すべてのそのような修正形態および均等物は、以下の請求項によって定義されるとおりの本発明の趣旨および範囲内にあると考えられる。

次に、本発明の好ましい態様を示す。

1. 鉄道または道路トンネルで落下する岩石を捕捉するための保護ネットであって、斜方形状の複数のメッシュを形成するために結び目を作られている少なくとも1本のネットロープから構成されるネット本体、

ネット境界としての連続周囲長部材であるフレームロープ、および前記ネット本体を前記フレームロープに複数の固定位置で取り付けるための部材であるタイロープ

を含み、

金属ワイヤを含まず、

前記保護ネットの形状は、長方形、正方形、円形または三角形であり、

前記保護ネットの少なくとも1つの端部の長さまたは前記保護ネットの直径は、1メートルより大きく、および

前記ネットロープ、フレームロープおよびタイロープのそれぞれは、複数のp-アラミドヤーンから構成され、かつそれぞれのヤーンは、少なくとも4000cN/テックスの引張りモジュラスを有する、保護ネット。

2. 約30mm～100mmの範囲のメッシュサイズを有し、および前記メッシュサイ

40

50

ズは、斜方形メッシュの2つの隣接する結び目の中心間の距離である、上記1に記載の保護ネット。

3. 前記ネットロープは、約0.3mm～約1.0mmの等価直径を有する、上記1に記載の保護ネット。

4. 前記ネットロープに対する前記フレームロープの等価直径は、約1.5～2である、上記1に記載の保護ネット。

5. 前記ネットロープに対する前記タイロープの等価直径は、約1/5～1/2である、上記1に記載の保護ネット。

6. 前記ネットロープは、前記ネット本体を形成するためにZもしくはSタイプシートベンド結び目、シートベンド二重結び目または正方形結び目で結び目を作られている、上記1に記載の保護ネット。

7. 前記タイロープは、前記ネット本体の端部メッシュを通してレーシングしており、かつ等距離間隔方式で前記フレームロープの周囲に結び付いている、上記1に記載の保護ネット。

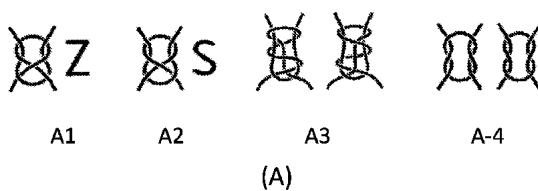
8. 少なくとも0.3トンの負荷力を有する、上記1に記載の保護ネット。

9. UL94、V-0等級を満たし、かつ 10^9 以上の電気抵抗率を有する、上記1に記載の保護ネット。

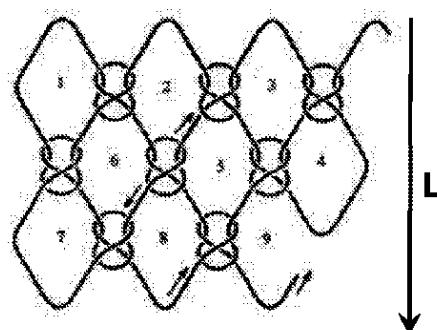
10. ポリウレタンコーティング材料をさらに含み、および前記ポリウレタンコーティング材料の含有量は、前記コーティングされた保護ネットの全重量に基づいて約5～15重量%である、上記1に記載の保護ネット。

【図面】

【図1(A)】



【図1(B)】



10

20

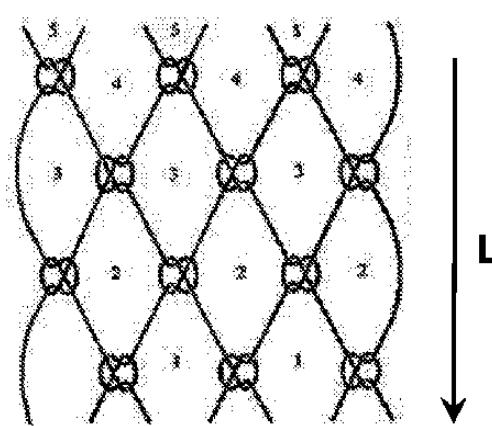
30

(B)

40

50

【図 1 (C)】



【図 2】

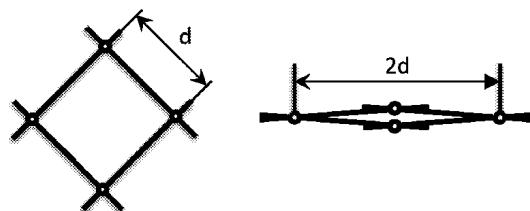
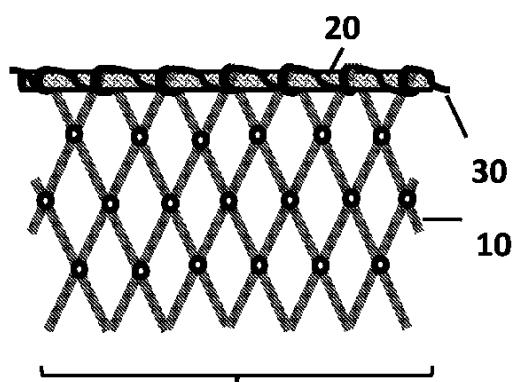


FIG. 2

10

(C)

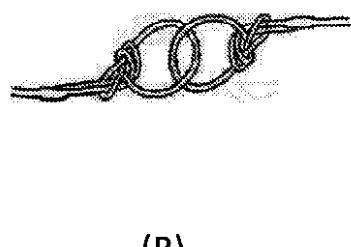
【図 3 (A)】



10

(A)

【図 3 (B)】



(B)

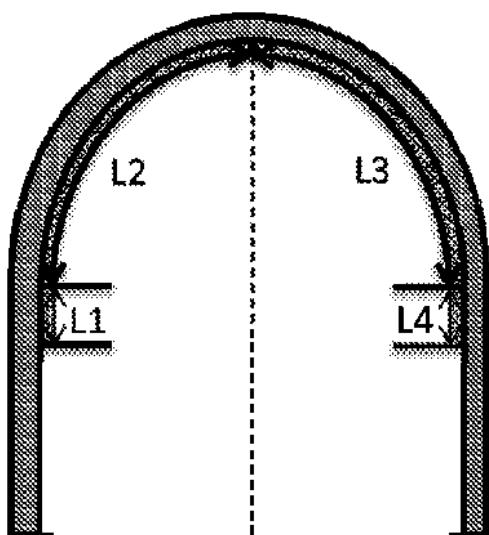
20

30

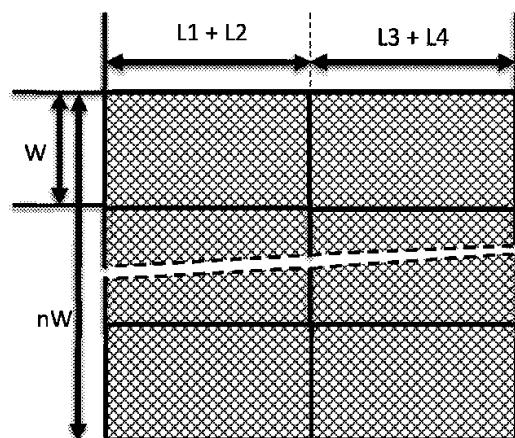
40

50

【図4(A)】



【図4(B)】



10

(B)

(A)

20

30

40

50

フロントページの続き

弁理士 山本 泰史

(74)代理人 100144451

弁理士 鈴木 博子

(74)代理人 100171675

弁理士 丹澤 一成

(72)発明者 ジア ジー ガン

中華人民共和国 上海 ピーオー 201203 プードン ニュー ディストリクト ツイルン ロード ナンバー 600

(72)発明者 ジン レイ

中華人民共和国 上海 202150 チョンミン カウンティ チャンシン タウンシップ シャンファン ヴィレッジ ナンバー 374

(72)発明者 ソン タオ

中華人民共和国 上海 201204 プードン ディストリクト スンチャオ ロード 238# ブロック 22-602

審査官 三笠 雄司

(56)参考文献 西獨国特許出願公開第03724608 (DE, A)

特開2010-106492 (JP, A)

特開2010-077569 (JP, A)

登録実用新案第3072578 (JP, U)

実開昭59-156933 (JP, U)

実公昭48-006788 (JP, Y1)

国際公開第2004/046508 (WO, A1)

国際公開第2008/087537 (WO, A2)

特開2009-185514 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

E 21 D 11/00 - 11/04