

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-330802

(P2005-330802A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
E O 4 B 1/18	E O 4 B 1/18	2 E 1 2 5
E O 4 B 1/24	E O 4 B 1/24	F
E O 4 B 1/26	E O 4 B 1/26	F
E O 4 B 1/58	E O 4 B 1/58	D

審査請求 未請求 請求項の数 43 O L 外国語出願 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2005-174221 (P2005-174221)  
 (22) 出願日 平成17年5月18日 (2005. 5. 18)  
 (31) 優先権主張番号 10/848346  
 (32) 優先日 平成16年5月18日 (2004. 5. 18)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 597143845  
 シンプソン ストロング タイ カンパニ  
 ー インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9456  
 8 ダブリン スイート 400 ダブリ  
 ン ブールバード 4120  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 禎男  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭  
 (74) 代理人 100065189  
 弁理士 宍戸 嘉一  
 (74) 代理人 100082821  
 弁理士 村社 厚夫

最終頁に続く

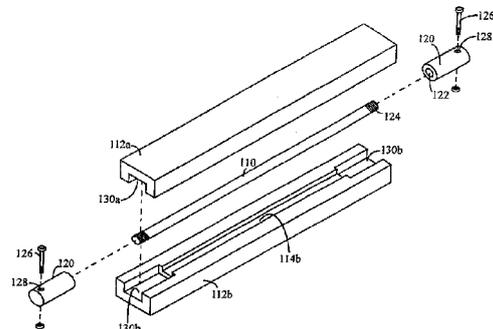
(54) 【発明の名称】 座屈抑制ブレース付きのフレーム

(57) 【要約】

【課題】 軽量フレーム構造物のための座屈抑制ブレース付きのフレームを提供する。

【解決手段】 本発明は、座屈抑制ブレース付きのフレーム及びそれに用いられる座屈抑制ブレースに関する。本発明による座屈抑制ブレースは、コア(110)と、このコア(110)の少なくとも一部を取り囲むケーシング(112a, 112b)を有する。ケーシング(112a, 112b)刃、コア(110)に対する圧縮荷重下でのコア(110)の座屈に抵抗する。ケーシング(112a, 112b)は、木材等で形成される。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、コアと、前記コアの少なくとも一部を取り囲んで、前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗するケーシングと、を有し、前記ケーシングが木材で形成されることを特徴とする座屈抑制ブレース。

## 【請求項 2】

前記ケーシングが、互いに固定される 2 つの別個の半部から形成される請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

10

## 【請求項 3】

前記別個の半部が、接着剤、エポキシ、ねじ、釘又は鋸、ボルト、及び半部間の交差部分に配置されるメンディングプレートの少なくとも 1 つによって互いに固定される請求項 2 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 4】

前記別個の半部が、この半部の周りに付けられるロープ、ストラップ、及びバンドによって互いに固定される請求項 2 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 5】

前記別個の半部は、それらを互いに接合したときに前記ケーシングの外周の周りに付けられるラップによって互いに固定される請求項 2 に記載の座屈抑制ブレース。

20

## 【請求項 6】

前記半部は、それらの間の滑りを防ぐための手段によって互いに固定される請求項 2 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 7】

前記ケーシングの各半部に、それらが互いに固定されたときに前記コアを受入れるためのチャンネルが形成され、前記半部が互いに固定されたとき、前記コアが前記チャンネルの少なくとも 1 つを構成する少なくとも 1 つの表面と接触する状態で配置される請求項 2 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 8】

前記コアが延性を有する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

30

## 【請求項 9】

前記コアが、その中心軸線に対して直角な平面において円形の直径を有する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 10】

前記コアが、その中心軸線に対して直角な平面において正方形、矩形、長円形、楕円形又はクロス形状のうちの 1 つの形状の直径を有する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 11】

前記ケーシングが、正方形、矩形、円形、長円形、及び楕円形のうちの 1 つの形状の外周を有する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 12】

前記ケーシングが、丸みが付けられた縁部を含む外周を有する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

40

## 【請求項 13】

前記ケーシングがその中央を通る開口部を含み、前記開口部が実質的に正方形である請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 14】

前記ケーシングがその中央を通る開口部を含み、前記開口部が実質的に前記コアの形状と合致する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 15】

前記ケーシングが、互いに固定される 4 つの別個の部分で形成され、前記コアを少なく

50

とも部分的に囲むことができる開口部を構成する請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 16】

前記コアの第 1 の端部及び第 2 の端部に取付けられた一对の管状延長部を更に含み、前記一对の管状延長部により、前記コアが、前記座屈抑制ブレース付きフレームのフレームに取付けられる請求項 1 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 17】

前記一对の管状延長部の管状延長部がねじ山付きの孔を有し、前記コアの第 1 の端部及び第 2 の端部のねじ山と螺合する請求項 16 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 18】

前記一对の管状延長部の一方の管状延長部が、前記コアの前記第 1 の端部又は第 2 の端部に溶接される請求項 16 に記載の座屈抑制ブレース。 10

【請求項 19】

座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、コアと、

前記コアの少なくとも一部を取り囲んで、前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗するケーシングと、を有し、

前記ケーシングは、木材、アルミニウム、銅、真鍮、青銅及びこれらの合金を含む金属、剛性プラスチックを含むポリマー、及び、繊維ガラスからなる材料群から選択される材料で形成されることを特徴とする座屈抑制ブレース。

【請求項 20】

前記ケーシングが、互いに固定される 2 つの別個の半部から形成される請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。 20

【請求項 21】

前記ケーシングは、一体的な部材から形成され、少なくとも部分的に前記コアを囲むことができる開口部を有する請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 22】

前記半部は、それらの間の滑りを防ぐための手段によって互いに固定される請求項 20 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 23】

前記コアが、その中心軸線に対して直角な平面において正方形、矩形、長円形、楕円形、又はクロス形状のうちの 1 つの形状の直径を有する請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。 30

【請求項 24】

前記ケーシングが、正方形、矩形、円形、長円形、及び楕円形のうちの 1 つの形状の外面を有する請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 25】

前記ケーシングが、丸みが付けられた縁部を含む外面を有する請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 26】

前記ケーシングが、その中央を通る開口部を含み、前記開口部が実質的に前記コアの形状と合致する請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。 40

【請求項 27】

前記コアの第 1 の端部及び第 2 の端部に取付けられる一对の管状延長部を更に含み、前記一对の管状延長部が、前記コアが、前記座屈抑制ブレース付きフレームのフレームに取付けられる請求項 19 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 28】

座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、コアと、

前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に対抗するための手段と、を有することを特徴とする座屈抑制ブレース。 50

## 【請求項 29】

軽量フレーム構造物におけるヒステリシスの減衰のための座屈抑制ブレース付きのフレームであって、

フレームと、座屈抑制ブレースと、を有し、

前記座屈抑制ブレースが、コアと、前記コアの少なくとも一部を取り囲んで、前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗するケーシングと、を有し、

前記ケーシングが、木材、アルミニウム、銅、真鍮、青銅及びこれらの合金を含む金属、剛性プラスチックを含むポリマー、及び、繊維ガラスからなる材料群から選択される材料で形成されることを特徴とする座屈抑制ブレース付きのフレーム。

## 【請求項 30】

前記ケーシングが、互いに固定される２つの別個の半部から形成される請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 31】

前記ケーシングが、一体的な部材から形成され、少なくとも部分的に前記コアを囲むことができる開口部を有する請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 32】

前記半部が、それらの間の滑りを防ぐための手段によって互いに固定される請求項 30 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 33】

前記ケーシングが、正方形、矩形、円形、長円形、及び楕円形のうちの１つの形状の外面を有する請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 34】

前記ケーシングが、丸みが付けられた縁部を含む外面を有する請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 35】

前記ケーシングが、その中央を通る開口部を含み、前記開口部が実質的に前記コアの形状と合致する請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 36】

前記コアの第 1 の端部及び第 2 の端部に取付けられた一对の管状延長部を更に含み、

前記一对の管状延長部により、前記コアが、前記座屈抑制ブレース付きのフレームのフレームに取付けられる請求項 29 に記載の座屈抑制ブレース。

## 【請求項 37】

剪断力のヒステリシスの減衰をすることができる座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、

コアと、前記コアの少なくとも一部を取り囲んで、前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗するケーシングと、を有し、

前記ケーシングが、木材、アルミニウム、銅、真鍮、青銅及びこれらの合金を含む金属、剛性プラスチックを含むポリマー、及び、繊維ガラスからなる材料群から選択される材料で形成され、

前記コアに対して作用する引張り荷重及び圧縮荷重が、前記コアと前記ケーシングとの間にスリップ層を採用することなしに、前記ケーシングに伝達されないことを特徴とする座屈抑制ブレース。

## 【請求項 38】

座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、

一定長さを有するコアと、

前記コアの周辺の前 1 の導管と、

前記コアの周辺の前 2 の導管と、を有し、

前記第 1 の導管及び前記第 2 の導管が、前記コアの前記一定長さよりも短い組合わせ長さを有し、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間に間隙を形成し、

ばねが、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間の間隙内において前記コアの周りに巻

10

20

30

40

50

かれ、前記第 1 の導管及び前記第 2 の導管を、それらが互いに離れるように付勢することを特徴とする座屈抑制ブレース。

【請求項 39】

更に、前記ばねの周り、及び、前記間隙に隣接した前記第 1 の導管及び前記第 2 の導管の少なくとも端部分の周辺に配置された第 3 の導管を有する請求項 38 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 40】

更に、前記第 3 の導管、前記第 1 の導管、前記第 2 の導管、及び前記コアの少なくとも一部を取り囲むケーシングを有し、

前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗し、

前記ケーシングが木材で形成される請求項 39 に記載の座屈抑制ブレース。

10

【請求項 41】

前記第 1 及び第 2 の導管が鋼で形成された請求項 38 に記載の座屈抑制ブレース。

【請求項 42】

座屈抑制ブレース付きのフレームにおいて用いられる座屈抑制ブレースであって、

一定長さを有するコアと、

前記コアの周辺の第 1 の導管と、

前記コアの周辺の第 2 の導管と、を有し、

前記第 1 の導管及び前記第 2 の導管が、前記コアの前記一定長さよりも短い組合わせ長さを有し、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間に間隙を形成し、

20

ばねが、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管との間の間隙内において前記コアの周りに巻かれ、

更に、前記ばねの周り、及び、前記間隙に隣接した前記第 1 の導管及び前記第 2 の導管の少なくとも端部分の周辺に配置された第 3 の導管を有することを特徴とする座屈抑制ブレース。

【請求項 43】

更に、前記第 3 の導管、前記第 1 の導管、前記第 2 の導管、及び前記コアの少なくとも一部を取り囲むケーシングを有し、

前記コアに対する圧縮荷重下での前記コアの座屈に抵抗し、

前記ケーシングが木材で形成される請求項 42 に記載の座屈抑制ブレース。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軽量フレーム構造物において用いられるヒステリシス減衰要素、特に、圧縮荷重下でのコアの座屈に抵抗する軽量ケーシングにより取り囲まれた延性荷重支持コアを含む、軽量フレーム構造物において用いられる座屈抑制ブレース付きのフレームに関する。

【背景技術】

【0002】

地震活動及び強風といった自然現象による剪断応力は、軽量フレーム構造物の構造的一体性に対して破壊的な影響をもつことがある。こうした自然現象により発生する横方向の力は、壁の上部分を壁の底部分に対して横方向に移動させ、この移動が壁の構造上の欠陥、幾つかの場合においては、建築物の崩壊をもたらすことがある。剪断応力による損傷を防ぐ 1 つの方法は、座屈抑制ブレース (brace) 又は突張り付きのフレームを使用することである。元は日本で開発され、採用されたものであり、現在は米国でも広く用いられている座屈抑制ブレース付きのフレームは、大きい鋼及びコンクリートのフレームの建築物及び超高層ビルに設置され、地震活動及び強風により発生した剪断応力の受動的なヒステリシスの減衰を与える。

40

【0003】

このような大規模構造物において用いられる座屈抑制ブレース付きのフレームは、構造

50

用鋼フレームに対角線上に取付けられた中央鋼コアを備える。鋼コアは、高い引張り荷重に耐えることができる。圧縮荷重下での剛性を付与するために、中央鋼コアは、通常、その長さにわたってコンクリート又はモルタルで充填された鋼管の中に入れられる。コンクリートで充填された鋼管は、圧縮力下での鋼コアの座屈を防ぐ。座屈抑制ブレース付きのフレームは、地震その他の剪断応力事象により発生したエネルギーを、張力及び圧縮の両方において損傷なしに反復的に撓むことによって吸収し、それにより、基本的な構造フレームに対する損傷を防ぐ。

#### 【0004】

引張り荷重及び圧縮荷重の下でブレース付きのフレームが適当に撓むためには、これらの荷重がケーシングではなく鋼コアによって支持されることが重要である。したがって、スリップ界面又は「非接着」層が、鋼コアと周囲コンクリートとの間に設けられ、鋼コアをコンクリートから分離させて、圧縮荷重及び引張り荷重が鋼コアによってのみ支持されることを確実にする。通常のブレース付きのフレームにおいては、スリップ層の材料及び幾何学的形状は、剪断及びポワソン効果による鋼コアとコンクリートとの間の相対的な移動を可能にするのと同時に、コアが圧縮により撓むときにコアの局所的な座屈を抑制するように、注意深く設計及び構築されねばならなかった。

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

これらの構成のために、通常の座屈抑制ブレース付きのフレームは、軽量フレーム構造物において用いるのには適していない。大規模な高層建築物及び超高層ビルにおいては効率的に用いられるが、通常のブレースにおける費用及びオフサイト製造要求は、その重量と併せて、軽量フレーム構造物に対する使用を妨げてきた。更に、地震事象の際には、ブレース付きのフレーム自体を破壊することなく、通常のブレース付きのフレームの鋼コアを検査することは不可能であった。

20

#### 【0006】

したがって、本発明の利点は、特に、軽量フレーム構造物における使用に適した座屈抑制ブレース付きのフレームを提供することにある。

本発明の更に別の利点は、安定して予測可能なヒステリシス反応を与える座屈抑制ブレース付きのフレームを提供することである。

30

本発明の別の利点は、製造が容易であり、既存の軽量フレーム構造物の中に容易に後付けすることができる座屈抑制ブレース付きのフレームを提供することにある。

本発明の更に別の利点は、ブレース付きのフレーム全体を交換することなく、コアの一体性を検査することを可能にする座屈抑制ブレース付きのフレームを提供することにある。

本発明の別の利点は、コアとケーシングとの間に別個の材料層で構成されたスリップ層を用いることなく、効率的な座屈抑制ブレース付きのフレームを提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

これらその他の利点は、実施形態においては、軽量フレーム構造物において用いられる座屈抑制ブレース付きのフレームに関する本発明により実現される。座屈抑制ブレース付きのフレームは、フレームと、フレームの対向するコーナーに対角線状に取付けられた座屈抑制ブレースと、を有する。座屈抑制ブレースは、軽量ケーシングにより取り囲まれた延性荷重支持コアを含み、ケーシングは、圧縮荷重下でのコアの座屈に抵抗する。本発明の実施形態においては、コアは、円形の断面を有する鋼ロッドで形成され、ケーシングは、木材その他の軽量の材料で形成され、コアを受入れるために、縦方向に中央を貫通する開口部が形成される。ケーシングは、2つの別個の半部から形成され、これらは種々の固定方法により互いに固定され、互いに対して滑らないようにされる。変形例として、ケーシングは、単一の一体的な構造体であってもよい。ケーシング及びコアの両方は、様々な断面形状であってもよく、変形実施形態において、コアが配置されるケーシングの開口部

40

50

は、コアの形状と合致してもよいし、そうでなくてもよい。

【0008】

管状延長部をコアの各端部に連結して、ケーシングをコアの周りの所定位置に維持することができ、フレームのコーナーにおけるプレースの取付けを可能にする。延長部は、ケーシングの端部に形成された凹部分の中に部分的に嵌まり、コアの端部に、ねじ込み、溶接、ボルト留め、糊付け、及び/又は、別の方法により取付けられる。

【0009】

このような構成により、壁の中で剪断応力によりもたらされる座屈抑制プレースの引張り荷重及び圧縮荷重は、張力及び圧縮の両方において、座屈抑制プレースの反復可能な撓みによって効率的に減衰される。コアに固有の延性特性により、座屈抑制プレースが引張り荷重下で撓むことを可能にし、コアに対するケーシングの抑制は、座屈抑制プレースが圧縮荷重下で撓むことを可能にする。更に、コアとケーシングとの間には低摩擦があるため、引張り荷重及び圧縮荷重は、コアにより支持され、ケーシングに伝達されない。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図面を参照して、本発明を説明する。

図1～図19を参照して述べる本発明の実施形態は、軽量フレーム構造物において用いられる座屈抑制プレース付きのフレームに関し、フレームは延性荷重支持コアを含み、このコアは、圧縮荷重下でのコアの座屈に抵抗する軽量ケーシングにより取り囲まれている。本発明は、多数の異なる形態により具体化することができ、ここに述べる実施形態に制限されるものとして解釈されないことを理解すべきである。むしろ、これらの実施形態は、本開示を十分に完全なものにして、本発明を当業者に完全に伝えるために与えられる。実際、本発明は、特許請求の範囲により定義される本発明の範囲及び精神内に含まれるこれらの実施形態の変形的手法、修正、及び均等技術をカバーすることを意図している。更に、以下の本発明の詳細な説明においては、本発明の十分な理解を与えるために、幾多の特定の詳細が述べる。しかし、当業者であれば、本発明は、このような特定の詳細なしに実施できることが明らかであろう。

20

【0011】

ここで図1を参照すると、軽量フレーム構造物において用いられる座屈抑制プレース付きのフレーム(「BRBF」)100が示される。ここで用いられる軽量フレーム構造物とは、垂直方向構造要素及び水平方向構造要素が、主として、繰り返しの木フレーム部材及び/又は軽量ゲージ鋼フレーム部材システムによってフレームにされた任意の種類の構造物である。BRBF100は、鋼フレーム102と、座屈抑制プレース104とを有している。プレース104は、フレーム102の対角コーナー108、110に溶接されるか、ボルト留めされるか、糊付けされるか及び/又は別の方法により取付けられたガセットプレート106のところでフレーム102に取付けられている。図1においては、フレーム102の正面又は前面におけるガセットプレート106のみが視認可能であるが、付加的な2つのこのようなガセットプレートが、更に、図1に示すガセットプレート106の後側でフレーム102の後側に溶接されるか、ボルト留めされるか、糊付けされるか及び/又は別の方法により取付けられている。フレーム102は、鋼で形成され、この鋼の強度は、プレース104が作動可能な最大の力に対する降伏応力レベルよりも十分小さく維持され、したがって、撓みが、フレーム102ではなく、プレース104に確実に限定されることが好ましい。

30

40

【0012】

図2～図4を参照すると、座屈抑制プレース104は、外側ケーシング112内に囲まれた延性内側コア110を有している。本発明の実施形態においては、コア110は、およそ1/2インチ(1.27センチメートル)の円形断面直径を有する鋼ロッドで形成されるのがよい。変形実施形態においては、コアは、他の延性材料、及び他の直径で形成されてもよい。例えば、コア110は、銅又は熱可塑性ポリウレタン等のポリマーで形成されてもよい。同様に、変形実施形態においては、コア110の直径は、1/4～2インチ

50

(0.635 ~ 5.08センチメートル)であってもよい。

【0013】

本発明によれば、ケーシング112は、例えば、木材で形成され、その縦方向の中心を通るチャンネル114a、114bによって形成された、コア110を収容するための開口部114(図4及び図7)を有する。スプルースマツモミ(spruce-pine-fir)、ダグラスモミ(Douglas)・カラマツ(fir-larch)、ヘムモミ(hem-fir)及び南部マツ(southern pine)を含む材木群から鋸で切られた材木を含む様々な種類の木材をケーシング112に用いることができる。変形例として、ケーシング112は、集成材及び木材複合物等の加工木材で形成されてもよい。他の種類の木材も想定される。更に、変形例として、ケーシング112は、例えば、アルミニウム、銅、真鍮、青銅、及びこれらの合金を含む軽金属といったその他の材料で形成してもよいことを理解すべきである。ケーシングは、更に、繊維ガラス又は例えば種々のプラスチックを含む剛性ポリマー等の他の軽量材料で形成されてもよい。様々な他の軽金属及び軽量材料は、上述の金属及び材料に対して許容される均等物であり、本発明における使用のために想定されることを理解すべきである。本発明の目的のためには、通常の鋼とセメント又はモルタルの組み合わせは、上述の軽量材料に対する均等物とは考慮されず、これがケーシング112のために用いられることはない。

10

【0014】

本発明の実施形態においては、ケーシング112は、図2~図4に示すように、2つの別個の半部112a、112bから形成されるのがよい。各半部112a、112bは、例えば、その長さ方向に対して垂直で、2インチ(5.08センチメートル)×4インチ(10.16センチメートル)の断面寸法を有し、それらが一体に組立てられたとき、ケーシング112の断面寸法は、4インチ(10.16センチメートル)×4インチ(10.16センチメートル)になる。変形実施形態においては、各半部及びケーシング全体の寸法が変更されてもよいことを理解すべきである。

20

【0015】

半部112a、112bは、互いに対して滑らないように、互いに固定される。半部112a、112b間の滑りを防ぐために、接着剤、エポキシ、ねじ、釘又は鋸、ボルト又はこれらの組み合わせを含む種々の固定方法を適用することができる。固定方法は、追加的に、半部112a、112b間の界面において、1つ又はそれ以上のメンディングプレートを含んでもよい。例えば、カリフォルニア州Dublin所在のSimpson Strong-Tie, Co., Inc., から入手可能なメンディングプレートは、その表面及び裏面から突出する鋭い突出部を含み、それにより、半部112a、112bがそれらの間の滑りを防ぐように互いに固定されるとき、メンディングプレートは、半部112a、112bの対向する面に打ち込まれる。

30

【0016】

半部は、付加的に又は代替的に、半部112a、112bの周りに緊密に付けられた1つ又はそれ以上のロープ、ストラップ、又はバンドによって、互いに固定されてもよい。半部112a、112bの間の滑りを防ぐために、上述の方法に加えて又はその代わりに用いることができる更に別の方法は、半部が互いに接合されたときに、ケーシングの外面の周りに付けられるラップである。このラップは、液体形態で塗布されて、乾燥すると硬くなるものが好ましく、例えば、繊維性樹脂である。

40

【0017】

図2及び図3に例示するように、ケーシング112は、半部112a、112bで形成され、開口部114が、それぞれの半部に形成された一对のチャンネル116a、116bによって形成される(図2及び図3の図では、チャンネル116aは視認できないが、図5及び図6に示す)。チャンネル116a及び116bは、溝彫り具及びその他の木材にチャンネルを形成するための既知の装置により形成することができる。上述し且つ以下に述べるように、チャンネル116a、116bは、半部112a、112bが連結されたときにコアが開口部114内に嵌まるように、コア110の直径に応じて寸法決めされ

50

る。一体的な木材片を貫通する開口部 1 1 4 を形成することは困難であるが、ケーシング 1 1 2 が、例えば、孔あけ加工によって貫通するように形成された開口部 1 1 4 を有する単一の一体的な木材片で形成されてもよいことが想定される。

**【 0 0 1 8 】**

上述したように、変形例として、ケーシング 1 1 2 は、その他の軽量金属で形成されてもよいし、単一の一体的な構造の材料で形成されてもよく、例えば、アルミニウム、銅、真鍮、プラスチック又は繊維ガラスで形成される。この実施形態においては、開口部 1 1 4 は、押出成形、鑄造その他の一体的なケーシングを製造するための工程中に形成されるのがよい。変形例として、上記軽量金属及び材料で形成されたケーシング 1 1 2 は、上述したように、別個の半部により形成されてもよく、その場合、半部は、チャンネル 1 1 6 a、1 1 6 b を有し、上述した固定方法の少なくとも幾つかを用いて互いに固定される。

10

**【 0 0 1 9 】**

軽量フレーム構造物において軽量材料を用いる利点に加えて、ケーシング 1 1 2 の材料と、コア 1 1 0 が開口部 1 1 4 内に嵌まることにより、座屈抑制ブレースが、ケーシングとコアとの間に通常要求されるスリップ層を用いることなく、B R B F 1 0 0 に作用する剪断力のヒステリシスを減衰させることを可能にする。特に、コアが軸線方向荷重（すなわち、コアの中心軸線に沿った荷重）を受ける間、ケーシングとコアとの間の比較的低い摩擦により、コアが軸方向荷重をケーシングに伝達することを大幅に防止する。

**【 0 0 2 0 】**

座屈抑制ブレース 1 0 4 は、更に、コア 1 1 0 の各端部に連結された管状延長部 1 2 0 を有している。この延長部 1 2 0 は、コア 1 1 0 と同じ材料で形成されてもよいし、延長部が異なる温度及び条件においてコアの端部にしっかりと固定されたままになるように、同様の熱膨張係数を有する別な材料で形成されてもよい。本発明の実施形態においては、各管状延長部 1 2 0 は、それを貫通しないように形成されたねじ山付き孔 1 2 2（図 2）を含み、この孔の中に、コア 1 0 0 のねじ山付き端部 1 2 4 が受入れられる。端部 1 2 4 のねじ山は、その外径がコア 1 1 0 の外径と等しくなるようにコアに切削加工された切削ねじ山であるのがよい。変形例として、端部 1 2 4 のねじ山は、ねじ山間の材料を押しやるロール加工法で形成された転造ねじ山であってもよい。かかる実施形態においては、ねじ山は、コアの外径よりもわずかに大きい外径を有する。管状延長部 1 2 0 は、コア 1 1 0 の端部にねじ込まれることに加えて、又は、その代わりに、コア 1 1 0 の端部に溶接、ボルト留め、糊付け及び / 又は他の手段により固定されてもよい。

20

30

**【 0 0 2 1 】**

延長部 1 2 0 は、ケーシング 1 1 2 をコア 1 1 0 の周りの所定位置に維持するために設けられ、図示のように、ケーシング 1 1 2 の端部の外に突出して、フレーム 1 0 2 に対するブレース 1 0 4 の取付けを可能にする。1 つの実施形態においては、ボルト 1 2 6 が、フレーム 1 0 2 の対向するコーナーにおいて、前側及び後側のガセットプレート 1 0 6 に形成された孔に嵌められ、各管状延長部 1 2 0 を貫通する孔 1 2 8 が形成され、それにより、ブレース 1 0 4 がフレーム 1 0 2 にボルト留めされることを可能にする。ボルト 1 2 6 が孔 1 2 8 を貫通することにより、フレーム 1 0 2 とブレース 1 0 4 との間の幾らかの相対的な移動を可能にするが、このような相対的な移動の結果として、管延長部 1 2 0 又はガセットプレート 1 0 6 内に応力を発生させることはない。

40

**【 0 0 2 2 】**

延長部 1 2 0 は、ケーシングの半部の各端部においてケーシングの半部 1 1 2 a、1 1 2 b のそれぞれに形成された凹部分 1 3 0 a、1 3 0 b（図 2 及び図 3）の中に嵌められる。管状延長部 1 2 0 は、コアが 1 / 2 インチ（1.27 センチメートル）の直径を有する実施形態においては、コア 1 1 0 より大きい、例えば 1 インチ（2.54 センチメートル）の直径を有することが好ましい。したがって、凹部分 1 3 0 a、1 3 0 b は、チャンネル 1 1 6 a、1 1 6 b よりもわずかに大きい程度だけ、半部 1 1 2 a、1 1 2 b の中に凹みが付けれられ、それにより、延長部 1 2 0 を受入れる。組立てられたとき、延長部 1 2 0 が凹部分 1 3 0 a、1 3 0 b に嵌められることにより、ケーシング 1 1 2 がコア 1 1 0

50

の周りの所定位置に維持される。ケーシング 1 1 2 が単一の一体的な部材からなる実施形態においては、凹部分は、孔あけ加工によって形成されてもよいし（ケーシングが木材で形成されている場合）、又は、押出成形法又は鑄造法によって形成されてもよい（ケーシングが他の軽量金属及び材料で形成されている場合）。

#### 【0023】

図 5 及び図 6 は、ケーシングの半部 1 1 2 a におけるチャンネル 1 1 6 a 及び凹部分 1 3 0 a の図である。図 5 に示すように、チャンネル 1 1 6 a と凹部分 1 3 0 a との間の境界部は、ケーシングの半部 1 1 2 a に形成された急な直角部であってもよい。変形例として、図 6 に示すように、チャンネル 1 1 6 a と凹部分 1 3 0 a との間の境界部は、凹部分 1 3 0 a の直径とチャンネル 1 1 6 a の直径との間の部分 1 3 4 である緩やかな結合部であってもよい。上記部分 1 3 4 である緩やかな結合部は、コア 1 1 0 の圧縮変形の際にケーシング 1 1 2 内の応力集中を減少させることができる。図 5 及び図 6 に示す構成は、更に、ケーシングの半部 1 1 2 b にも形成されるのがよい。

10

#### 【0024】

図 7 は、図 4 における線 7 - 7 における、すなわち、コア 1 1 0 の中心軸線に対して直角な平面を通る断面図である。ここに示すように、ケーシング 1 1 2 は、半部 1 1 2 a 及び 1 1 2 b で構成されて開口部 1 1 4 を形成し、開口部 1 1 4 の中にコア 1 1 0 が配置されており、コア 1 1 0 は、4 つの接触線に沿ってケーシング 1 1 2 と接触して配置されている。変形実施形態においては、コアの直径を開口部 1 1 4 の直径よりもわずかに小さくして、コアとケーシング 1 1 2 との間に小さい空間があるようにしてもよい。

20

#### 【0025】

変形実施形態においては、コア 1 1 0 の形状が円形と異なるものであってもよい。例えば、図 8 は、図 7 と同様の断面図を示すが、図 8 の実施形態においては、コア 1 1 0 は四角形又は矩形の断面を有している。コアが矩形の断面を有する実施形態においては、開口部 1 1 4 を形成するチャンネルの寸法は、開口部 1 1 4 が実質的にコア 1 1 0 の形状と合致するような大きさにして、すべての側面において、コアとケーシングとの間に空間がほとんどないか又はまったくないようにするのがよい。図示されていない変形実施形態においては、開口部 1 1 4 を形成するチャンネルの寸法は、矩形のコア 1 1 0 とケーシング 1 1 2 の 1 つ又は 2 つ以上の表面との間に幾らかの空間が存在するような大きさにしてもよい。

30

#### 【0026】

図 8 に示す実施形態においては、半部 1 1 2 a 及び 1 1 2 b が互いに一緒になるように構成された平面は、実質的には、コア 1 1 0 の互いに反対側にある 2 つの主要表面の平面と平行である（すなわち、図 8 に示す実施形態では、平面はすべて水平である）。しかし、コアは、図 8 に示す位置から、ケーシングに対して回転されてもよいことを理解すべきである。例えば、コアは、図 8 に示されるものから 45 度だけ回転され、コアが開口部 1 1 4 内で対角線状に配置されてもよい。変形例として、コアは、図 8 に示すものから 90 度だけ回転され、半部 1 1 2 a、1 1 2 b の間の平面が、コア 1 1 0 の主要表面の平面に対して直角に配置されてもよい。半部 1 1 2 a、1 1 2 b の交差平面に対する他のすべての角度方向が想定される。

40

#### 【0027】

図 9 は、クロス形状、即ち、「X」字形状を構成するように直角に交差した平面により成形されたコア 1 1 0 の更に別の断面形状を示す。長円形又は楕円形等の他の形状も想定され、半部 1 1 2 a、1 1 2 b の交差平面に対するコアの他の配向が想定される。更に、開口部 1 1 4 は、図 9 に示すように、正方形であってもよいし、図 9 に示すコア 1 1 0 の形状と合致するように切削されてもよい。

#### 【0028】

更に、変形実施形態においては、ケーシング 1 1 2 の外面形状及び / 又は開口部 1 1 4 の形状は、異なっていてよいことを理解すべきである。例えば、ケーシングは、図 10 に示すように円形断面を有していてもよいし、又は、図 11 に示すように、楕円形又は長円

50

形の断面を有していてもよい。図 1 1 に示す楕円の主軸は、半部 1 1 2 a、1 1 2 b の交差平面に対して平行であるが、半部 1 1 2 a、1 1 2 b の交差平面に対する楕円の主軸の他のすべての配向が想定される。変形実施形態においては、ケーシング 1 1 2 の外側コーナーは、図 1 2 に示すように丸みを付けてもよい。図示されていないが、更に、変形実施形態においては、ケーシング 1 1 2 の外面は、三角形の断面形状により形成してもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

更に別の変形実施形態においては、半部自体の各々は、図 1 3 に示すように互いに嵌まる実質的に三角形の断面で形成されてもよい。更に別の実施形態においては、半部 1 1 2 a 及び 1 1 2 b の交差平面とケーシング 1 1 2 の外面との間の他の角度方向が想定される。図 1 4 は、図 7 と同じ観点からの断面図を示すが、図 1 4 の実施形態においては、開口部 1 1 4 及びコア 1 1 0 の両方が、実質的に合致する断面の円形、楕円形又は長円形の形状を有する。

10

#### 【 0 0 3 0 】

以上、ケーシング 1 1 2 が一体的なものであるか又は 2 つの別個の半部で形成されたものであるとして述べた。しかし、更に別の変形実施形態においては、ケーシング 1 1 2 は、2 つより多い半部で形成されてもよい。例えば、図 1 5 に示すように、ケーシングは、2 つの大きい部分 1 1 2 a、1 1 2 b が 2 つの小さい部分 1 1 2 c、1 1 2 d と連結された 4 つの別個の部分で形成されてもよい。各部分は、上述の固定方法のいずれかによって互いに固定されるのがよい。更に別の例として（図示せず）、4 つの別個の部分の各々は、同じ大きさの菱形の断面形状を有し、それぞれの部分が互いに嵌まって開口部 1 1 4 を

20

#### 【 0 0 3 1 】

図 8 ~ 図 1 5 までにわたる変形形態に示し又は述べた上述の種々の実施形態を互いに組み合わせ、広範囲にわたるコア及びケーシングの構成を有する座屈抑制ブレース 1 0 4 を提供できることを理解すべきである。

#### 【 0 0 3 2 】

本発明の更に別の実施形態を図 1 6 ~ 図 1 8 に示す。本実施形態によれば、コア 1 1 0 は、一对の円筒形導管 1 5 0、1 5 2 の中に入れられる。導管 1 5 0、1 5 2 は互いに同一のものとするのができ、コア 1 1 0 の外径よりわずかに大きい内径を有するのがよい。例えば、コアの直径が 1 インチ（2.54 センチメートル）である場合、導管 1 5 0、1 5 2 の内径は、2 インチ（5.08 センチメートル）である。導管は、約 1 / 4 インチ（0.635 センチメートル）の肉厚を有するのがよい。変形実施形態においては、コアと導管の内径との間の隙間、並びに、導管の肉厚は、上述した寸法よりも大きく又は小さくなるように変化してもよいことを理解すべきである。導管は、鋼出形成されてもよいし、銅又は青銅等の異なる金属で形成されてもよいし、熱可塑性ポリウレタン等のリマーで形成されてもよい。

30

#### 【 0 0 3 3 】

図 1 7 の断面図において最もよく見られるように、導管 1 5 0 は、組立てられたときに管状延長部 1 2 0 に当接する第 1 端部 1 5 4 と、第 2 端部 1 5 6 とを有する。同様に、導管 1 5 2 は、管状延長部 1 2 0 に当接する第 1 端部 1 5 8 と、第 2 端部 1 6 0 とを有する。導管 1 5 0 及び 1 5 2 の長さは、それらが組立てられたときに導管 1 5 0 の第 2 端部 1 5 6 と導管 1 5 2 の第 2 端部 1 6 0 との間に隙間が存在するように定められる。この隙間は、好ましくは、およそ 1 ~ 4 インチ（2.54 ~ 10.16 センチメートル）であり、更に好ましくは、およそ 2 インチ（5.08 センチメートル）であり、圧縮荷重下におけるブレース 1 0 4 の座屈を導管 1 5 0 及び 1 5 2 が妨げないように定められる。変形実施形態においては、導管 1 5 0 の第 2 端部 1 5 6 と導管 1 5 2 の第 2 端部 1 6 0 との間の隙間は、1 インチ（2.54 センチメートル）よりも小さくてもよいし、4 インチ（10.16 センチメートル）よりも大きくてもよいことを理解すべきである。好ましい実施形態においては、隙間は、ブレース 1 0 4 の長さ方向に沿う中間に配置される。しかし、変形実施形態においては、導管 1 5 0、1 5 2 の長さは互いに異なってもよく、隙間の位置が

40

50

、ブレースの長さ方向に沿う中間になくてもよいことを理解すべきである。

【0034】

ばね162が、導管150と導管152との間の間隙内に且つコア110の周りに設けられる。組立てられたとき、ばね162は、導管150の第2端部156と導管152の第2端部160との間で圧縮される。ばね120は、導管150の第1端部154及び導管152の第1端部158をそれぞれの管状延長部120と接触した状態に維持することに加えて、コアの座屈に対する幾らかの抵抗を与える。

【0035】

導管と導管の間隙において、コアの座屈に対するより大きな抵抗を与えるために、更にわずかに大きい直径の導管164をばね162の上に配置するのがよく、この導管164の端部は、導管150の第2端部156及び導管152の第2端部160の上に数インチだけ重なっている。実施形態においては、コイルばね162のワイヤ直径は、導管150、152の肉厚と同じになるように定められる。したがって、組立てられたとき、コア110とばね162との間の間隔は、コア110と導管150、152との間の間隔と同じになる。それと同時に、導管164を、導管150、152及びばね162の両方の上を所定の位置まで滑らせることが可能である。導管164は、およそ4～6インチ(10.16～15.24センチメートル)の長さであるのがよいが、変形実施形態においては、これよりも短くてもよいし、長くてもよいことを理解すべきである。導管164は、溶接、ねじ留め、ボルト留め、糊付け及び/又はその他の取付け方法によって所定の位置に保持されるのがよい。

【0036】

図16に示すように、チャンネル114a、114bの寸法は、導管150、152の周りに比較的ぴったりと嵌まるように定められるのがよい。拡径導管部分164を収容するために、ケーシングのそれぞれの半部112a、112bは、拡大部分170(一方の部分を半部112bに示す)を構成するように局部的に除去される。変形実施形態においては、導管150、152、164の内径及び/又は外径の断面は、円形以外のものであってもよいことを理解すべきである。

【0037】

ここまで述べた本発明の実施形態では、BRBF100は、フレーム102と、このフレーム102に対角線状に取付けられた単一の座屈抑制ブレースとを有している。図19は、フレーム102内で「V」字を形成する1つより多い座屈抑制ブレース104を有する更に別の変形実施形態を示す。この実施形態においては、一对の付加的な中央ガセットプレート140が設けられる(見ることができない第2のプレート140は、図示のプレート140の後側でフレーム102に取付けられている)。各座屈抑制ブレース104は、上述のブレース104と同一の構造であり、図19に示す各ブレース104は、第1端部がフレーム102の上コーナーに連結され、第2端部が中央ガセットプレート140に連結される。図19に示すBRBF100は、変形例として、上下逆の「V」字を形成するように、逆に配置されてもよい。中央ガセットプレート140における各ブレース104の連結箇所は、ブレース104によって中央ガセットプレート140に発生するモーメント力を最小にするために、互いに近くにあることが好ましい。

【0038】

BRBF100は、異なる大きさに拡大縮小可能であり、異なるアスペクト比を有していてもよい。1つの実施形態においては、フレーム102は、幅4フィート(121.92センチメートル)で高さ8フィート(243.84センチメートル)である。本発明の例示に過ぎず且つ本発明を制限するものではないが、この実施形態においては、図1に示す座屈抑制ブレース104は、およそ8.5フィート(259.08センチメートル)の長さであり、ケーシング112はおよそ8フィート(243.84センチメートル)の長さであり、管状延長部120はケーシング112の両端部からそれぞれおよそ3インチ(7.62センチメートル)だけ延びるのがよい。この実施形態におけるコア110は、およそ7フィート8インチ(233.68センチメートル)の長さであり、コアの両端部が

それぞれ、管状延長部内に1インチ(2.54センチメートル)受入れられるのがよい。管状延長部は、凹部分130a、130bの中におよそ3インチ(7.62センチメートル)だけ延び、管状延長部の全長はおよそ6インチ(15.24センチメートル)であるのがよい。幅4フィート(121.92センチメートル)で高さ8フィート(243.84センチメートル)のフレームにおける変形実施形態においては、ケーシングの長さ、コアの長さ、コア上のねじ山の長さ、管状延長部の長さ、及び管状延長部がケーシングから延びる長さはすべて、上述した値とは異なってもよいことを理解すべきである。同様に、上述した値は、BRBF100の異なる大きさ及びアスペクト比に対して異なってもよい。

#### 【0039】

BRBF100は、軽量フレーム構造物の壁の中に取付けられ、構造に剛性を加え、剪断に対する抵抗を加えることができる。BRBF100は、コンクリート建築物の土台、建築物の土台上の床部ダイアフラム、又は階下の上部プレート上の床部ダイアフラムである下に位置する支持面を取付けられるのがよい。これは、フレーム102の下方の棒に形成された貫通孔に通されるアンカーによって、下にある支持表面を取付けることができる。変形実施形態においては、例えば、ストラップアンカー、敷土台アンカー、後付けボルト、土台プレートの留め具、ストラップ、タイ、釘又は鋸、ねじ、継手金物、タイ、プレート、ストラップ、又はこれらの組み合わせといった他のアンカー機構を用いてもよい。BRBF100は、同様に、上述のボルトその他のアンカー機構によってのように、壁の上部プレートに対する取付けのために、フレーム102の上部の棒に孔を含むことができる。

#### 【0040】

例えば、地震活動又は強風において、壁に作用する剪断力による座屈抑制ブレース104の引張り荷重及び圧縮荷重の両方によって、ブレース104は、引張り及び圧縮の両方において反復的に撓んで、剪断力のヒステリシスの減衰を与える。コアに固有の延性特性は、座屈抑制ブレースが引張り荷重下で撓むのを可能にし、コア110に対するケーシング112の抑制は、座屈抑制ブレースが圧縮荷重下で撓むのを可能にし、このようにして、他の場合においてはフレーム102が受ける剪断応力を減衰する。更に、前に示したように、コア及びケーシングに用いられる材料の性質は、引張り荷重及び圧縮荷重が、ケーシングではなくコアによって支持されることを可能にする。

#### 【0041】

本発明によるBRBF100の更に別の利点は、これらが建設中に現場で建設できることである。更に、地震事象の後、ケーシング112を容易に除去してコアを検査することができる。したがって、コアの一体性が元の状態のままである場合には、新しいケーシングをコアの周りに組み立てることができ、BRBF100を置き換える必要がない。

#### 【0042】

本発明は、ここに詳細に述べられたが、本発明は、ここに開示された実施形態に限定されるものではない。当業者であれば、特許請求の範囲に述べられ、定義される本発明の精神及び範囲から離れることなく、種々の変更、置き換え及び修正をここに行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0043】

- 【図1】本発明による座屈抑制ブレース付きのフレームの正面図である。
- 【図2】本発明によるフレームに用いられる座屈抑制ブレースの分解斜視図である。
- 【図3】中央コア上に取付けられた管状延長部を示す、本発明による座屈抑制ブレースの部分分解斜視図である。
- 【図4】本発明による座屈抑制ブレースの斜視図である。
- 【図5】本発明による座屈抑制ブレースの端部分の部分底面図である。
- 【図6】本発明による座屈抑制ブレースの端部分の変形実施形態の部分底面図である。
- 【図7】図4に示す座屈抑制ブレースの線7-7における断面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明による座屈抑制ブレースのコアの変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 9】本発明による座屈抑制ブレースのコアの変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 10】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの外表面の変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 11】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの外表面の変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 12】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの外表面の変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 13】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 14】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの内表面の変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 15】本発明による座屈抑制ブレースのケーシングの更に別の変形形態を示す、図 7 と同様の断面図である。

【図 16】本発明の変形実施形態による座屈抑制ブレース付きフレームの分解斜視図である。

【図 17】図 16 に示す座屈抑制ブレース付きフレームの実施形態の拡大断面図である。

【図 18】図 16 に示す座屈抑制ブレース付きのフレームの実施形態の拡大断面図である。

【図 19】本発明による変形の座屈抑制ブレース付きのフレームの正面図である。

【符号の説明】

【0044】

100 座屈抑制ブレース付きのフレーム

102 フレーム

104 座屈抑制ブレース

106 ガセットプレート

110 コア

112 ケーシング

112 a、112 b 半部

112 c、112 d 半部

114 開口部

114 a、114 b チャンネル

120 管状延長部

124 端部

150、152 導管

162 ばね

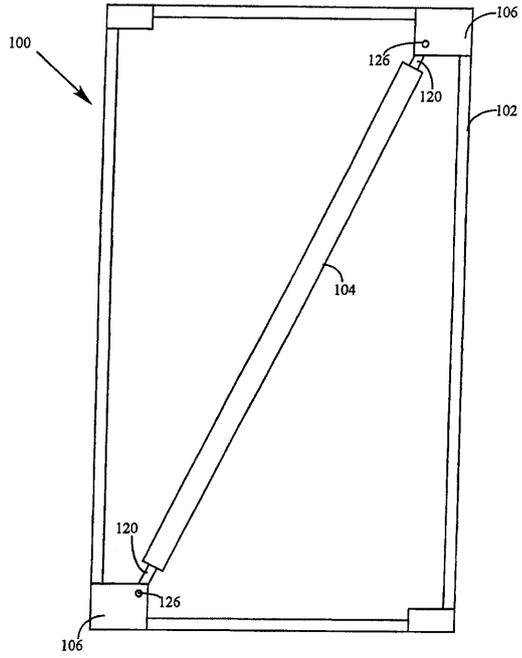
164 導管

10

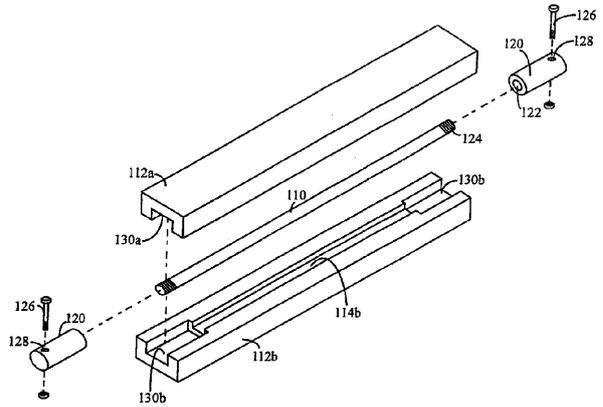
20

30

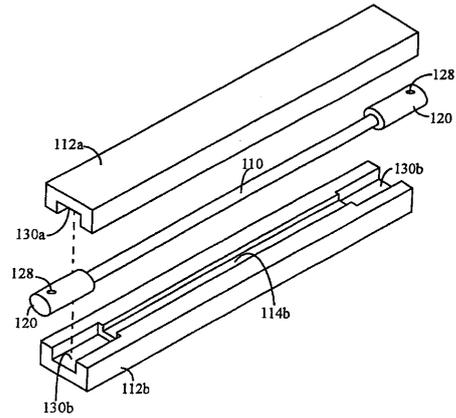
【 図 1 】



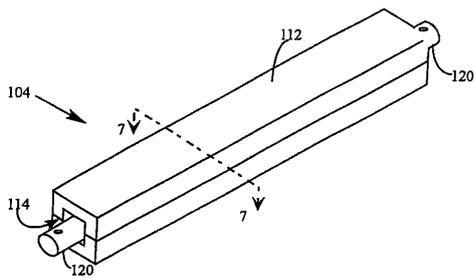
【 図 2 】



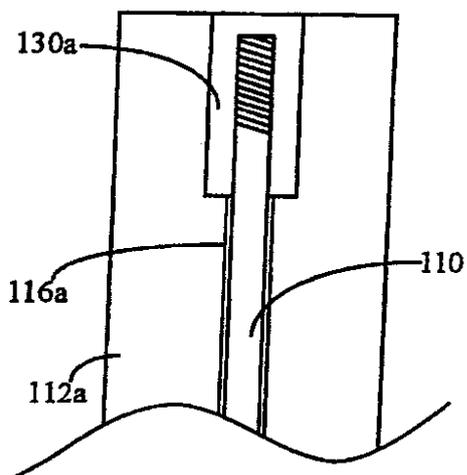
【 図 3 】



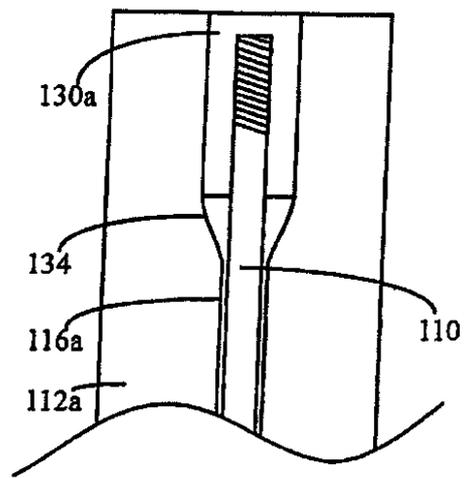
【 図 4 】



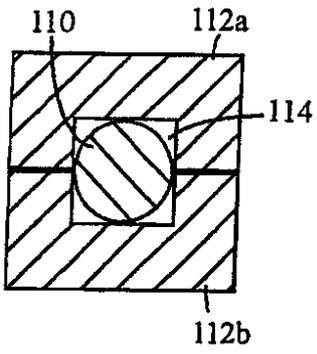
【 図 5 】



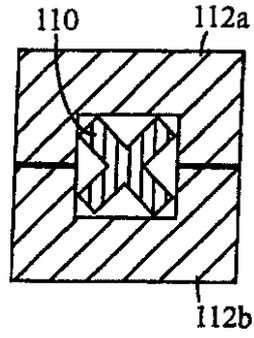
【 図 6 】



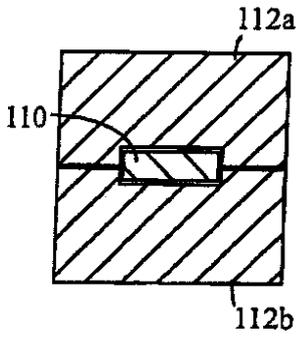
【 図 7 】



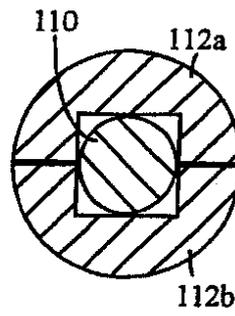
【 図 9 】



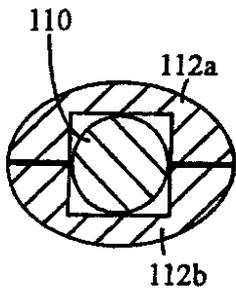
【 図 8 】



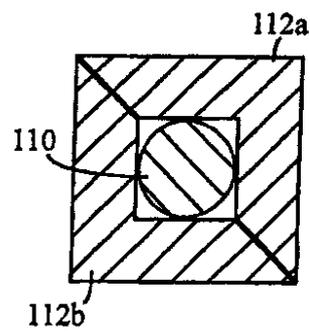
【 図 10 】



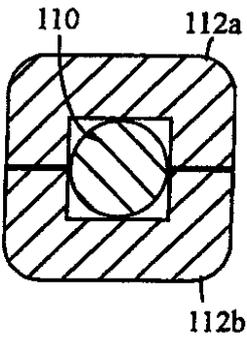
【 図 11 】



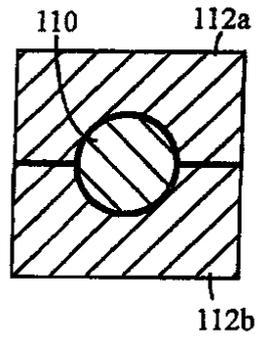
【 図 13 】



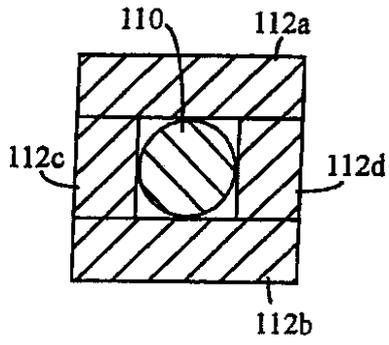
【 図 12 】



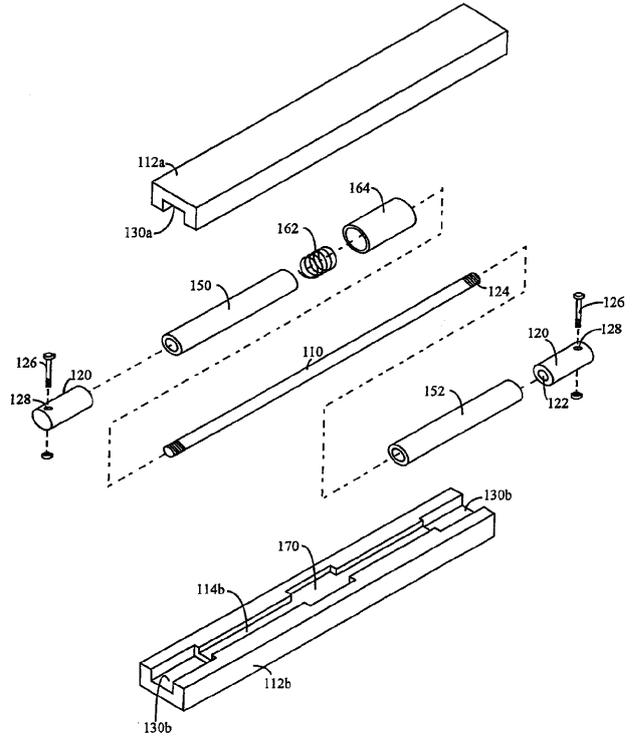
【 図 14 】



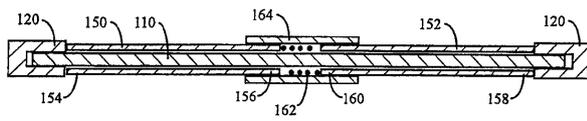
【 図 1 5 】



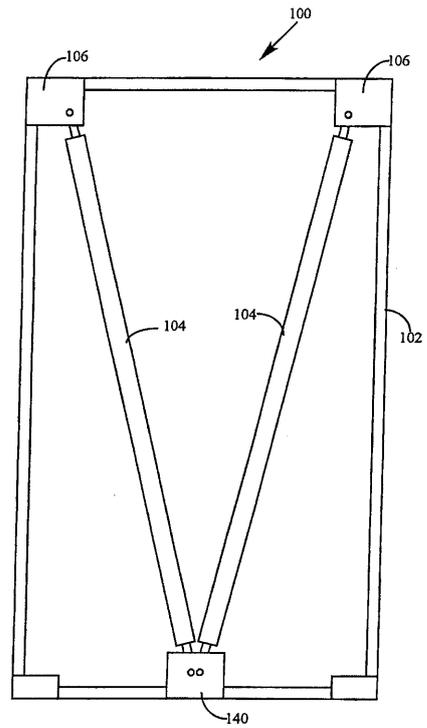
【 図 1 6 】



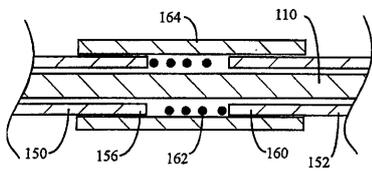
【 図 1 7 】



【 図 1 9 】



【 図 1 8 】



## フロントページの続き

(74)代理人 100088694

弁理士 弟子丸 健

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(72)発明者 スティーヴン イー ブライアー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 8 ダブリン ブリストル ロード 7 8 6 4

(72)発明者 パトリック フリン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 4 9 ラファイエット ジュディス レーン 3 2 6  
8

(72)発明者 ウィリアム ダウンズ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 2 0 7 スtockton グローズ ラン ドライヴ 4  
7 7 7 # 1 5 9

Fターム(参考) 2E125 AA33 AB11 AC18 AC28 AG03 AG12 AG16 AG45 BB02 BD01

BE02 CA05 EA25

【外国語明細書】

## BUCKLING RESTRAINED BRACED FRAME

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### Field of the Invention

[0001] The present invention relates to hysteretic damping elements for use in light-framed constructions, and in particular to a buckling restrained braced frame for use in light-framed constructions which includes a ductile load bearing core surrounded by a lightweight casing which resists buckling of the core under compressive loads.

#### Description of the Related Art

[0002] Shear stresses due to natural phenomena such as seismic activity and high winds can have devastating effects on the structural integrity of light-framed constructions. Lateral forces generated during such natural phenomena may cause the top portion of a wall to move laterally with respect to the bottom portion of the wall, which movement can result in structural failure of the wall and, in some instances, collapse of the building. One method of preventing damage due to shear stresses is through the use of buckling restrained braced frames. Originally developed and deployed in

-2-

Japan, and now widely used in the United States, buckling restrained braced frames are installed in large steel and concrete frame buildings and skyscrapers to provide passive hysteretic damping of shear stresses generated during seismic activity and high winds.

**[0003]** Buckling restrained braced frames used in such large-scale constructions comprise a central steel core mounted diagonally within a structural steel frame. The steel core is capable of withstanding high tensile loads. In order to provide stiffness under compressive loads, the central steel core is conventionally encased over its length in a steel tube filled with concrete or mortar. The concrete-filled steel tube prevents buckling of the steel core under compressive forces. Buckling restrained braced frames absorb the energy generated in seismic and other shear stress events by repeatable yielding without failure in both tension and compression to thereby prevent damage to the primary structural frame.

**[0004]** For the braced frame to yield properly under tensile and compressive loads, it is important that the loads are borne by the steel core as opposed to the casing. A slip interface, or "unbonding" layer, is therefore provided between the steel core and the surrounding concrete to decouple the steel core from the concrete and ensure that compression and tensile loads are carried only by the steel core. In conventional braced frames, the materials and geometry of the slip layer had to be carefully designed and constructed to allow relative movement between the steel core and the concrete due to shearing and Poisson's effect, while simultaneously inhibiting local buckling of the core as it yields in compression.

**[0005]** Owing to their construction, conventional buckling restrained braced frames are not well suited for use in light-framed constructions.

While effectively used in large-scale, multistory buildings and skyscrapers, the expense and offsite manufacturing requirements of conventional braces, together with their weight, have prevented their use in light-framed constructions. Moreover, upon a seismic event, it is impossible to inspect the steel core of conventional braced frames without having to destroy the braced frame itself.

### **SUMMARY OF THE INVENTION**

**[0006]** It is therefore an advantage of the present invention to provide a buckling restrained braced frame specifically adapted for use in light-framed constructions.

**[0007]** It is a further advantage of the present invention to provide a buckling restrained braced frame providing stable and predictable hysteretic behavior.

**[0008]** It is another advantage of the present invention to provide a buckling restrained braced frame which is easy to manufacture and which may be easily retrofit into existing light-framed constructions.

**[0009]** It is a still further advantage of the present invention to provide a buckling restrained braced frame which allows the integrity of the core to be inspected without having to replace the entire braced frame.

**[0010]** It is another advantage of the present invention to provide an effective buckling restrained braced frame without the use of a slip layer between the core and the casing composed of a separate material layer.

**[0011]** These and other advantages are provided by the present invention which in embodiments relates to a buckling restrained braced frame for use in light-framed constructions. The buckling restrained braced frame includes a frame and a buckling restrained brace diagonally mounted to opposed corners of the frame. The buckling restrained brace includes a ductile load-bearing core surrounded by a lightweight casing which resists buckling of the core under compressive loads. In embodiments of the present invention, the core may be formed of a steel rod having a circular cross-sectional area, and the casing may be formed of wood or other lightweight material having an opening defined through its longitudinal center for receiving the core. The casing may be formed from two separate halves which are affixed together to prevent slip with respect to each other by various affixation methods. Alternatively, the casing may be a single, unitary construction. Both the casing and the core may have a variety of cross-sectional shapes, and the opening in the casing in which the core is positioned may or may not conform to the shape of the core in alternative embodiments.

**[0012]** Tubular extensions may be connected to each end of the core to maintain the casing in position around the core, and to allow affixation of the brace to the corners of the frame. The extensions fit partially within recessed sections formed in the ends of the casing, and may be screwed, welded bolted, glued and/or otherwise affixed onto the ends of the core.

**[0013]** With such a configuration, tensile and compressive loading of the buckling restrained brace resulting from shear stresses within a wall are effectively dampened by repeatable yielding of the buckling restrained brace in both tension and compression. The inherent ductile properties of

the core allow the buckling restrained brace to yield under tensile loads, and the restraint of the casing against the core allows the buckling restrained brace to yield under compressive loads. Moreover, as there is low friction between the core and the casing, the tensile and compressive loads are borne by the core and are not transferred to the casing.

### **BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

**[0014]** The present invention will now be described with reference to the drawings in which:

**[0015]** FIGURE 1 is a front view of a buckling restrained braced frame according to the present invention;

**[0016]** FIGURE 2 is an exploded perspective view of a buckling restrained brace used in the frame according to the present invention;

**[0017]** FIGURE 3 is a partially exploded perspective view of a buckling restrained brace showing tubular extensions fastened onto the central core according to the present invention;

**[0018]** FIGURE 4 is a perspective view of a buckling restrained brace according to the present invention;

**[0019]** FIGURE 5 is a partial bottom view of an end section of a buckling restrained brace according to the present invention;

-6-

**[0020]** FIGURE 6 is a partial bottom view of an alternative embodiment of an end section of a buckling restrained brace according to the present invention;

**[0021]** FIGURE 7 is a cross-sectional view through line 7-7 of the buckling restrained brace shown in Fig. 4;

**[0022]** FIGURES 8 and 9 are cross-sectional views from the same perspective as Fig. 7 illustrating alternative configurations of the core of the buckling restrained brace according to the present invention;

**[0023]** FIGURES 10, 11 and 12 are cross-sectional views from the same perspective as Fig. 7 illustrating alternative configurations of the outer surface of the casing of the buckling restrained brace according to the present invention;

**[0024]** FIGURE 13 is a cross-sectional view from the same perspective as Fig. 7 illustrating an alternative configuration of the casing of the buckling restrained brace according to the present invention;

**[0025]** FIGURE 14 is a cross-sectional view from the same perspective as Fig. 7 illustrating an alternative configuration of the inner surface of the casing of the buckling restrained brace according to the present invention;

**[0026]** FIGURE 15 is a cross-sectional view from the same perspective as Fig. 7 illustrating a further alternative configuration of the casing of the buckling restrained brace according to the present invention;

**[0027]** FIGURE 16 is an exploded perspective view of a buckling restrained braced frame according to an alternative embodiment of the present invention;

-7-

[0028] FIGURES 17 and 18 are enlarged cross-sectional views of the embodiment of the buckling restrained braced frame shown in Fig. 16; and

[0029] FIGURE 19 is a front view of an alternative buckling restrained braced frame according to the present invention.

### **DETAILED DESCRIPTION**

[0030] The present invention will now be described with reference to Figs. 1 through 19, which in embodiments relate to a buckling restrained braced frame for use in light-framed constructions which includes a ductile load bearing core surrounded by a lightweight casing which resists buckling of the core under compressive loads. It is understood that the present invention may be embodied in many different forms and should not be construed as being limited to the embodiments set forth herein. Rather these embodiments are provided so that this disclosure will be thorough and complete and will fully convey the invention to those skilled in the art. Indeed, the invention is intended to cover alternatives, modifications and equivalents of these embodiments, which are included within the scope and spirit of the invention as defined by the appended claims. Furthermore, in the following detailed description of the present invention, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. However, it will be clear to those of ordinary skill in the art that the present invention may be practiced without such specific details.

[0031] Referring now to Fig. 1, there is shown a buckling restrained braced frame ("BRBF") 100 for use in light-framed constructions. As used

-8-

herein, a light-framed construction is any type of construction whose vertical and horizontal structural elements are primarily framed by a system of repetitive wood and/or light gauge steel framing members. BRBF 100 includes a steel frame 102 and a buckling restrained brace 104. The brace 104 is affixed to the frame 102 at gusset plates 106 welded, bolted, glued and/or otherwise attached to diagonal corners 108, 110 of the frame 102. Although only the gusset plates 106 on the front of frame 102 are visible in Fig. 1, an additional two such gusset plates are also welded, bolted, glued and/or otherwise attached to the back of the frame 102 behind the gusset plates 106 shown in Fig. 1. The frame 102 is preferably formed of steel having sufficient strength so as to remain below the yield stress level for the maximum forces deliverable by the brace 104, thus ensuring that yielding will be limited to the brace 104 and not the frame 102.

**[0032]** Referring to Figs. 2 through 4, buckling restrained brace 104 is comprised of a ductile inner core 110 enclosed within an outer casing 112. In embodiments of the present invention, the core 110 may be formed of a steel rod having a circular cross-sectional diameter of approximately  $\frac{1}{2}$  inch. The core may be formed of other ductile materials and with other diameters in alternative embodiments. For example, the core 110 may be formed of copper or a polymer such as thermoplastic polyurethane. Similarly, the diameter of the core 110 may be between  $\frac{1}{4}$  inch to 2 inches in alternative embodiments.

**[0033]** According to the present invention, the casing 112 may be formed for example of wood having an opening 114 (Figs. 4 and 7) defined by channels 114a and 114b through its longitudinal center for receiving core 110. Various types of wood may be used for the casing 112, including sawn lumber from lumber groups including spruce-pine-fir, Douglas fir-

-9-

larch, hem-fir and southern pine. The casing 112 may alternatively be formed of engineered lumber, such as glulam and wood composites. Other types of wood are contemplated. It is further understood that casing 112 may alternatively be formed of a variety of other materials such as a lightweight metal including for example, aluminum, copper, brass, bronze and alloys thereof. The casing may further be formed of other lightweight materials, such as fiberglass or a rigid polymer including for example various plastics. It is understood that a variety of other lightweight metals and materials are accepted equivalents to the metals and materials described above and are contemplated for use in the present invention. For the purposes of the present invention, a conventional steel with cement or mortar combination is not considered equivalent to the lightweight materials described above and would not be used for casing 112.

**[0034]** In embodiments of the present invention, casing 112 may be formed from two separate halves 112a and 112b such as shown in Figs. 2-4. Each half 112a, 112b may have cross-sectional dimensions perpendicular to its length of 2 inches by 4 inches, so that when assembled together, the cross-sectional dimensions of the casing 112 are 4 inches by 4 inches. It is understood that dimensions of the respective halves and overall casing may vary in alternative embodiments.

**[0035]** The halves 112a, 112b are affixed together to prevent slip with respect to each other. Various affixation methods may be applied to prevent slip between the halves 112a, 112b including an adhesive, epoxy, screws, nails, bolts, or a combination thereof. The affixation method may additionally include one or more mending plates at the interface between halves 112a, 112b. Such mending plates, available for example from Simpson Strong-Tie, Co., Inc., of Dublin, California, may include sharp

-10-

prongs protruding from the front and back surfaces of the plate which can be driven into the respective opposed surfaces of the halves 112a, 112b when the halves are affixed to each other to prevent slip between the halves.

**[0036]** The halves may additionally or alternatively be affixed to each other by one or more ropes, straps or bands applied tightly around the halves 112a, 112b. A further method of preventing slip between the halves 112a, 112b that may be used in addition to or instead of the above-described methods is a wrap applied around the outer surface of the casing once the halves are joined together. The wrap may be applied in liquid form that dries hard, and may be for example a fibrous resin.

**[0037]** As shown for example in Figs. 2 and 3, where casing 112 is formed of halves 112a, 112b, the opening 114 may be defined by a pair of channels 116a and 116b formed in the respective halves (channel 116a is not visible in the views of Figs. 2-3, but is shown for example in Figs. 5-6). The channels 116a, 116b may be formed by a router or other known devices for forming channels in wood. Channels 116a, 116b are sized depending on the diameter of the core 110 so that core fits within the opening 114 upon connection of the halves 112a, 112b as described above and hereinafter. While it may be difficult to form opening 114 through a unitary piece of wood, it is contemplated that casing 112 may be formed of a single, unitary piece of wood with the opening 114 formed therethrough, for example by drilling.

**[0038]** As indicated above, casing 112 may alternatively be formed of other lightweight metals and materials in a single, unitary construction, such as for example aluminum, copper, brass, plastic or fiberglass. In such

-11-

embodiments, the opening 114 may be formed during an extrusion, casting or other process for fabricating the unitary casing. A casing 112 formed of these lightweight metals and materials may alternatively be formed in separate halves, as explained above, having channels 116a, 116b which are then affixed together using at least some of the affixation methods described above.

**[0039]** In addition to the advantages of using lightweight materials in light-framed constructions, the material of the casing 112 and the fit of the core 110 within the opening 114 allow the buckling restrained brace to provide hysteretic damping of shear forces on the BRBF 100 without the use of a slip layer conventionally required between the casing and core. In particular, while the core undergoes axial loads (*i.e.*, along the central axis of the core), the relatively low friction between the casing and core prevents the core from transferring any appreciable axial loads to the casing.

**[0040]** The buckling restrained brace 104 may further include tubular extensions 120 connected to each end of core 110. The extensions may be formed of the same material as the core 110 or another material having a like coefficient of thermal expansion so that the extensions remain securely fixed to the ends of the core 110 at different temperatures and conditions. In embodiments of the invention, each tubular extension 120 includes a threaded bore 122 (Fig. 2) formed partially through the extension, into which bores threaded ends 124 of core 110 are received. The threads in ends 124 may be cut threads which are cut into the core so that the outer diameter of the threads is equal to the outer diameter of the core 110. Alternatively, the threads in ends 124 may be rolled threads which are formed in a rolling process which displaces the material between the threads. In such an embodiment, the threads have an outer diameter that

-12-

is slightly larger than the outer diameter of the core. In addition to or instead of screwing onto the ends of core 110, the tubular extensions 120 may be welded, bolted, glued and/or affixed by other means onto the ends of core 110.

**[0041]** The extensions 120 are provided to maintain the casing 112 in position around the core 110, and protrude out of the ends of the casing 112 as shown to allow affixation of the brace 104 to the frame 102. In one embodiment, a bolt 126 may fit through holes formed in the front and rear gusset plates 106 at opposed corners of frame 102, and a hole 128 may be formed through each tubular extension allowing the brace 104 to be bolted to frame 102. The bolts 126 through holes 128 allow some relative movement between the frame 102 and brace 104 without generating stress within the tubular extensions 120 or gusset plates 106 as a result of such relative movement.

**[0042]** The extensions 120 fit within recessed sections 130a, 130b (Figs. 2 and 3) formed in casing halves 112a, 112b, respectively, at each end of the halves. The tubular extensions 120 preferably have a larger diameter than core 110, for example 1 inch in embodiments where the core has a diameter of  $\frac{1}{2}$  inch. Accordingly, recessed sections 130a, 130b are recessed into halves 112a, 112b to a slightly greater degree than are channels 116a, 116b to thereby accommodate the extensions 120. When assembled, the fit of extensions 120 within recessed sections 130a, 130b maintains the casing 112 in position about the core 110. In embodiments where casing 112 comprises a single, unitary member, the recessed sections may be formed by drilling (where the casing is formed of wood), or during the extrusion or casting process (where the casing is formed of other lightweight metals and materials).

-13-

**[0043]** Figs. 5 and 6 are views of the channel 116a and recessed section 130a in casing half 112a. As shown in Fig. 5, the boundary between the channel 116a and the recessed section 130a may be abrupt right angles formed in casing half 112a. Alternatively, as shown in Fig. 6, the boundary between the channel 116a and the recessed section 130a may be a gradual blending at a section 134 between the diameter of the recessed section 130a and the diameter of channel 116a. The gradual blending at section 134 may reduce stress concentrations within the casing 112 upon compressive deformation of core 110. The configurations shown in Figs. 5 and 6 may also be provided in casing half 112b.

**[0044]** Fig. 7 is a cross-sectional view through line 7-7 in Fig. 4, namely through a plane perpendicular to a central axis of the core 110. As shown therein, the casing 112 is comprised of halves 112a and 112b defining the opening 114 within which the core 110 is positioned so as to lie in contact with the casing 112 along four lines of contact. In alternative embodiments, the diameter of the core may be slightly smaller than that of opening 114 so that there is a small spacing between the core 110 and the casing 112.

**[0045]** The shape of the core 110 may vary from circular in alternative embodiments. For example, Fig. 8 illustrates a cross-sectional view from the same perspective of Fig. 7, but in the embodiment of Fig. 8, the core 110 may have a square or rectangular cross-section. In embodiments where the core has a rectangular cross-section, the dimensions of the channels forming opening 114 may be sized so that opening 114 substantially conforms to the shape of the core 110, leaving little or no space between the core and casing on all sides. In an alternative embodiment not shown, the dimensions of the channels forming opening

-14-

114 may be sized so that some space exists between one or more surfaces of the rectangular core 110 and the casing 112.

[0046] In the embodiment shown in Fig. 8, the plane defined where the halves 112a and 112b come together is substantially parallel to the planes of the two opposed major surfaces of the core 110 (*i.e.*, the planes are all horizontal from the perspective shown in Fig. 8). It is understood however that the core may be rotated from the position shown in Fig. 8 relative to the casing. For example, the core may be rotated 45° from that shown in Fig. 8 so that the core lies diagonally within the opening 114. Alternatively, the core may be rotated 90° from that shown in Fig. 8 so that the plane between the halves 112a, 112b lies perpendicular to the planes of the major surfaces of the core 110. All other angular orientations of the core relative to the intersecting plane of halves 112a, 112b are contemplated.

[0047] Fig. 9 illustrates a further cross-sectional shape of core 110, where the core is shaped by perpendicularly intersecting planes that form a cross- or "X"-shape. Other shapes, such as oval or elliptical, are contemplated, and other angular orientations of the core relative to the intersecting plane of halves 112a, 112b are contemplated. Moreover, the opening 114 may be square shaped as shown in Fig. 9, or it may be cut to conform to the shape of the core 110 shown in Fig. 9.

[0048] It is further understood that the shape of the outer surface of casing 112 and/or the shape of opening 114 may vary in alternative embodiments. For example, the casing may have a circular cross-section as shown in Fig. 10, or an elliptical or oval cross-section as shown in Fig. 11. While the major axis of the ellipse shown in Fig. 11 is parallel to the intersecting plane of halves 112a, 112b, all other orientations of the ellipse

-15-

major axis to the intersecting plane of halves 112a, 112b are contemplated. In an alternative embodiment, the outer corners of the casing 112 may be rounded as shown in Fig. 12. Although not shown, the outer surface of casing 112 may further be formed with a triangular cross-sectional shape in alternative embodiments.

**[0049]** In a further alternative embodiment, each of the halves themselves may be formed in substantially triangular sections that fit together as shown in Fig. 13. Other angular orientations between the intersecting plane of halves 112a and 112b and the outer surfaces of the casing 112 are contemplated in further embodiments. Fig. 14 illustrates a cross-sectional view from the same perspective of Fig. 7, but in the embodiment of Fig. 14, both the opening 114 and core 110 have substantially conforming cross-sectional circular, elliptical or oval shapes.

**[0050]** Up to this point, casing 112 has been described as being either unitary or formed of two separate halves. However, in a further alternative embodiment, the casing 112 may be formed of more than two halves. For example, as shown in Fig. 15, the casing may be formed of 4 separate pieces, two larger sections 112a, 112b connected by two smaller sections 112c, 112d. Each of the sections may be affixed to each other by any of the affixation methods described above. As a further example (not shown), the four separate sections may each have a cross-sectional shape of a rhombus, each being the same size, so that the respective sections fit together to define the opening 114.

**[0051]** It is understood that the various embodiments described above which are shown in, or are described variations of, Figs. 8 through 15 may

-16-

be combined with each other to provide a buckling restrained brace 104 having a wide variety of core and casing configurations.

**[0052]** A further alternative embodiment of the present invention is shown in Figs. 16-18. In accordance with this embodiment, the core 110 is encased within a pair of cylindrical conduits 150 and 152. The conduits 150, 152 may be identical to each other and may have an inner diameter slightly larger than the outer diameter of the core 110. For example, where the core diameter is 1 inch, the inner diameter of the conduits 150, 152 may be 2 inches. The conduits may have wall thicknesses of about ¼ inch. It is understood that the spacing between the core and inner diameters of the conduits, as well as the wall thicknesses of the conduits, may vary above and below the dimensions disclosed above in alternative embodiments. The conduits may be formed of steel, or other materials including different metals such as copper or bronze, and polymers such as thermoplastic polyurethane.

**[0053]** As best seen in the cross-sectional view of Fig. 17, when assembled, the conduit 150 has a first end 154 abutting against the tubular extension 120 and a second end 156. Likewise, the conduit 152 has a first end 158 abutting against the tubular extension 120 and a second end 160. The lengths of the conduits 150 and 152 are provided so that, when assembled, a gap exists between the ends 156 and 160 of the respective conduits 150 and 152. The gap may be approximately 1 to 4 inches and may further be approximately 2 inches, and is provided so that the conduits 150 and 152 do not interfere with the buckling of the brace 104 under a compressive load. It is understood that the gap between the ends 156, 160 of the respective conduits may be less than 1 inch and greater than 4 inches in alternative embodiments. In a preferred embodiment, the gap

-17-

may be located half way along the length of the brace 104. However, it is understood that the lengths of the respective conduits 150 and 152 may be different than each other so that the position of the gap is not centered along the brace 104 in alternative embodiments.

**[0054]** A spring 162 is provided around the core 110 within the gap between the conduits 150 and 152. When assembled, spring 162 is compressed between the conduit ends 156 and 158. In addition to maintaining the conduit ends 154 and 158 in contact with the respective tubular extensions 120, the spring 162 also provides some resistance to buckling of the core.

**[0055]** In order to provide greater resistance to core buckling at the gap between the conduits, a slightly larger diameter conduit 164 may be placed over the spring 162 and has ends which overlap by a few inches the ends 156 and 160 of the conduits 150 and 152. In embodiments, the wire diameter of the coil spring 162 is provided to be the same as the wall thicknesses of conduits 150 and 152. Thus, when assembled, the spacing between the core 110 and spring 162 may be the same as the spacing between the core 110 and conduits 150, 152. At the same time, the conduit 164 may be slid into position over both the conduits 150, 152 and the spring 162. The conduit 164 may be approximately 4 to 6 inches long, but it is understood that it may be shorter or longer than that in alternative embodiments. The conduit 164 may be held in place as by welding, screws, bolting, glue and/or other affixation methods.

**[0056]** Referring to Fig. 16, the dimensions of channels 114a and 114b may be provided to fit relatively snugly around conduits 150 and 152. In order to accommodate the enlarged conduit section 164, the respective

-18-

halves 112a and 112b of the casing may be locally routed to define an enlarged portion 170 (one such portion shown in half 112b). It is understood that the cross-section of the inner and/or outer diameters of the conduits 150, 152 and 164 may be other than circular in alternative embodiments.

**[0057]** In the embodiments of the present invention described to this point, the BRBF 100 includes a frame 102 and a single buckling restrained brace 104 diagonally mounted in frame 102. Fig. 16 illustrates a further alternative embodiment including more than one buckling restrained brace 104 forming a "V" within frame 102. In this embodiment, a pair of additional central gusset plates 140 may be provided (the second plate 140 not seen is mounted to frame 102 behind the plate 140 shown). Each buckling restrained brace 104 may be of identical structure to the brace 104 described above, except that each brace 104 shown in Fig. 16 has a first end connected to the upper corners of the frame 102, and a second end connected to the central gusset plates 140. The BRBF 100 shown in Fig. 16 may alternatively be inverted so that the braces 104 form an upside down "V." The connection points of the respective braces 104 on central gusset plates 140 are preferably near to each other to minimize the moment forces generated on the central gusset plates 140 by the braces 104.

**[0058]** The BRBF 100 is scalable to different sizes, and may be provided with different aspect ratios. In one embodiment, the frame 102 may be 4 feet wide by 8 feet high. In such an embodiment, by way of example only and not limiting on the invention, the buckling restrained brace 104 shown in Fig. 1 may be approximately 8½ feet long, with the casing 112 being approximately 8 feet long, and the tubular extensions 120 extending approximately 3 inches out from each end of the casing 112. The core 110

-19-

in such an embodiment may be approximately 7 feet, 8 inches long, with one inch on each end of the core being received within the tubular extensions. The tubular extensions may extend into the recessed sections 130a, 130b approximately 3 inches to give a total length of the tubular extensions of approximately 6 inches. It is understood that, for a 4 foot by 8 foot frame, the length for the casing, the length of the core, the length of the threads on the core, the length of the tubular extensions and the amount the tubular extensions extend from the casing may all vary from the values given above in alternative embodiments. Similarly, the values given above may vary for different sizes and aspect ratios of the BRBF 100.

**[0059]** The BRBF 100 can be mounted within a wall of a light-framed construction to add structural rigidity and resistance to shear. It may be mounted to an underlying support surface which may be a concrete building foundation, a floor diaphragm on the building foundation or a floor diaphragm on a top plate of a lower floor. It may be fastened to the underlying support surface by means of anchors provided through holes formed in the lower bar of frame 102. Other anchoring mechanisms may be used in alternative embodiments, such as for example by strap anchors, mudsill anchors, retrofit bolts, foundation plate holdowns, straps, ties, nails, screws, framing anchors, ties, plates, straps or a combination thereof. The BRBF 100 may similarly include holes in the top bar of the frame 102 for affixation to a top plate of a wall as by bolts or other anchoring mechanisms described above.

**[0060]** Upon both tensile and compressive loading of the buckling restrained brace 104 by shear forces exerted on a wall, for example during seismic activity or high winds, the brace 104 may repeatably yield in both tension and compression to provide hysteretic damping of the shear forces.

-20-

The inherent ductile properties of the core 110 allows the buckling restrained brace to yield under tensile loads and the restraint of the casing 112 against the core 110 allows the buckling restrained brace to yield under compressive loads, thus damping the shear stresses that would otherwise bear on the frame 102. Moreover, as previously indicated, the nature of the materials used for the core and casing allow the tensile and compressive loads to be borne by the core and not the casing.

**[0061]** A further advantage of the BRBF 100 according to the present invention is that they may be constructed on-site during construction. Additionally, after a seismic event, the casing 112 may be easily removed and the core inspected. Thus, if the integrity of the core remains intact, a new casing may be assembled around the core and no replacement of the BRBF 100 is necessary.

**[0062]** Although the invention has been described in detail herein, it should be understood that the invention is not limited to the embodiments herein disclosed. Various changes, substitutions and modifications may be made thereto by those skilled in the art without departing from the spirit or scope of the invention as described and defined by the appended claims.

What is claimed is:

1. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame, comprising:
  - a core; and
  - a casing surrounding at least a portion of the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of wood.
2. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing is formed from two separate halves that are affixed together.
3. A buckling restrained brace as recited in claim 2, wherein the separate halves are affixed to each other by at least one of an adhesive, an epoxy, screws, nails, bolts, and a mending plate provided at an intersection between the halves.
4. A buckling restrained brace as recited in claim 2, wherein the separate halves are affixed to each other by at least one of a rope, a strap, and a band applied around the halves.
5. A buckling restrained brace as recited in claim 2, wherein the separate halves are affixed to each other by a wrap applied around the outer surface of the casing once the halves are joined together.
6. A buckling restrained brace as recited in claim 2, wherein the separate halves are affixed to each other by means for preventing slip between the halves.

## 2

7. A buckling restrained brace as recited in claim 2, wherein each half of the casing is formed with a channel for receiving the core when the halves are affixed together, the core lying in contact with at least one surface defining at least one of the channels when the halves are affixed together.
8. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the core is ductile.
9. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the core has a circular diameter through a plane perpendicular to a central axis of the core.
10. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the core has a diameter through a plane perpendicular to a central axis of the core in the shape of one of a square, a rectangle, an oval, an ellipse, or cross-shaped.
11. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing has an outer surface which is in the shape of one of a square, a rectangle, a circle, an oval, and an ellipse.
12. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing has an outer surface including rounded edges.
13. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing includes an opening through its center, the opening being substantially square.

## 3.

14. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing includes an opening through its center, the opening substantially conforming in shape to the core.
15. A buckling restrained brace as recited in claim 1, wherein the casing is formed of four separate sections which may be affixed to each other to define an opening capable of at least partially enclosing the core.
16. A buckling restrained brace as recited in claim 1, further comprising a pair of tubular extensions affixed to first and second ends of the core, the pair of tubular extensions affixing the core to a frame of the buckling restrained braced frame.
17. A buckling restrained brace as recited in claim 16, wherein a tubular extension of the pair of tubular extensions has a threaded bore for mating with threads on the first or second end of the core.
18. A buckling restrained brace as recited in claim 16, wherein a tubular extension of the pair of tubular extensions is welded to the first or second end of the core.
19. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame, comprising:
  - a core; and
  - a casing surrounding at least a portion of the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of a material from a group of materials including:

:4

wood,  
metals including aluminum, copper, brass, bronze and  
alloys thereof,  
polymers including rigid plastic, and  
fiberglass.

20. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the casing is formed from two separate halves that are affixed together.
21. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the casing is formed from a unitary member with an opening capable of at least partially enclosing the core.
22. A buckling restrained brace as recited in claim 20, wherein the separate halves are affixed to each other by means for preventing slip between the halves.
23. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the core has a diameter through a plane perpendicular to a central axis of the core in the shape of one of a circle, a square, a rectangle, an oval, an ellipse, or cross-shaped.
24. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the casing has an outer surface which is in the shape of one of a square, a rectangle, a circle, an oval, and an ellipse.
25. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the casing has an outer surface including rounded edges.

26. A buckling restrained brace as recited in claim 19, wherein the casing includes an opening through its center, the opening substantially conforming in shape to the core.
27. A buckling restrained brace as recited in claim 19, further comprising a pair of tubular extensions affixed to first and second ends of the core, the pair of tubular extensions affixing the core to a frame of the *buckling restrained braced frame*.
28. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame, comprising:  
a core; and  
means for resisting buckling of the core under compressive loads on the core.
29. A buckling restrained braced frame for hysteretic damping in light-framed constructions, comprising:  
a frame; and  
a buckling restrained brace, including  
a core, and  
a casing surrounding at least a portion of the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of a material from a group of materials including:  
wood,  
metals including aluminum, copper, brass,  
bronze and alloys thereof,

polymers including rigid plastic, and fiberglass.

30. A buckling restrained brace as recited in claim 29, wherein the casing is formed from two separate halves that are affixed together.
31. A buckling restrained brace as recited in claim 29, wherein the casing is formed from a unitary member with an opening capable of at least partially enclosing the core.
32. A buckling restrained brace as recited in claim 30, wherein the separate halves are affixed to each other by means for preventing slip between the halves.
33. A buckling restrained brace as recited in claim 29, wherein the casing has an outer surface which is in the shape of one of a square, a rectangle, a circle, an oval, and an ellipse.
34. A buckling restrained brace as recited in claim 29, wherein the casing has an outer surface including rounded edges.
35. A buckling restrained brace as recited in claim 29, wherein the casing includes an opening through its center, the opening substantially conforming in shape to the core.
36. A buckling restrained brace as recited in claim 29, further comprising a pair of tubular extensions affixed to first and second ends of the

7.

core, the pair of tubular extensions affixing the core to a frame of the buckling restrained braced frame.

37. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame capable of hysteretic damping of shear forces, the buckling restrained brace comprising:

a core; and

a casing surrounding at least a portion of the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of a material from a group of materials including:

wood,

metals including aluminum, copper, brass,  
bronze and alloys thereof,

polymers including rigid plastic, and

fiberglass;

wherein tensile and compressive loads exerted on the core are not transferred to the casing without employing a slip layer between the core and the casing.

38. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame, comprising:

a core having a length;

a first conduit circumjacent about the core;

a second conduit circumjacent about the core, the first and second conduits having a combined length less than the length of the core to define a gap between the first and second conduits; and

a spring wrapped around the core within the gap between the first and second conduits, the spring biasing the first and second conduits away from each other.

39. A buckling restrained brace as recited in claim 38, further comprising:

a third conduit circumjacent about the spring and at least end portions of the first and second conduits adjacent the gap.

40. A buckling restrained brace as recited in claim 39, further comprising:

a casing surrounding the third conduit, and at least a portion of the first conduit, the second conduit and the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of wood.

41. A buckling restrained brace as recited in claim 38, the first and second conduits formed of steel.

42. A buckling restrained brace for use in a buckling restrained braced frame, comprising:

a core having a length;

a first conduit circumjacent about the core;

a second conduit circumjacent about the core, the first and second conduits having a combined length less than the length of the core to define a gap between the first and second conduits;

a spring wrapped around the core within the gap between the first and second conduits; and

9-



a third conduit circumjacent about the spring and at least end portions of the first and second conduits adjacent the gap.

43. A buckling restrained brace as recited in claim 42, further comprising:

a casing surrounding the third conduit, and at least a portion of the first conduit, the second conduit and the core for resisting buckling of the core under compressive loads on the core, the casing being formed of wood.

**ABSTRACT OF THE INVENTION**

A buckling restrained braced frame for use in light-framed constructions which includes a ductile load bearing core surrounded by a lightweight casing which resists buckling of the core under compressive loads.

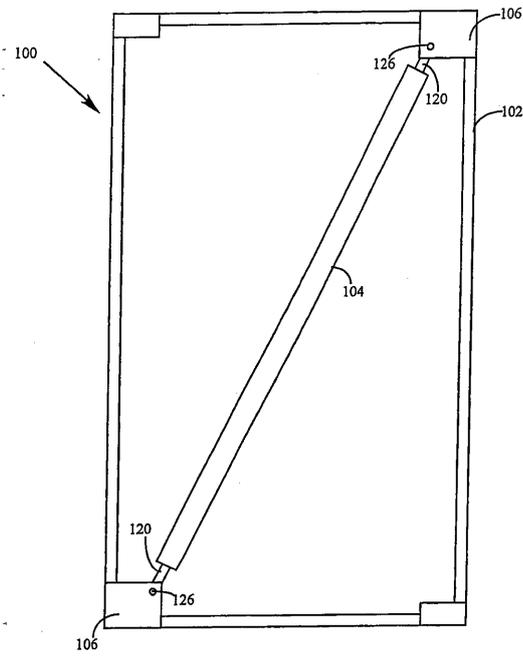


Fig. 1

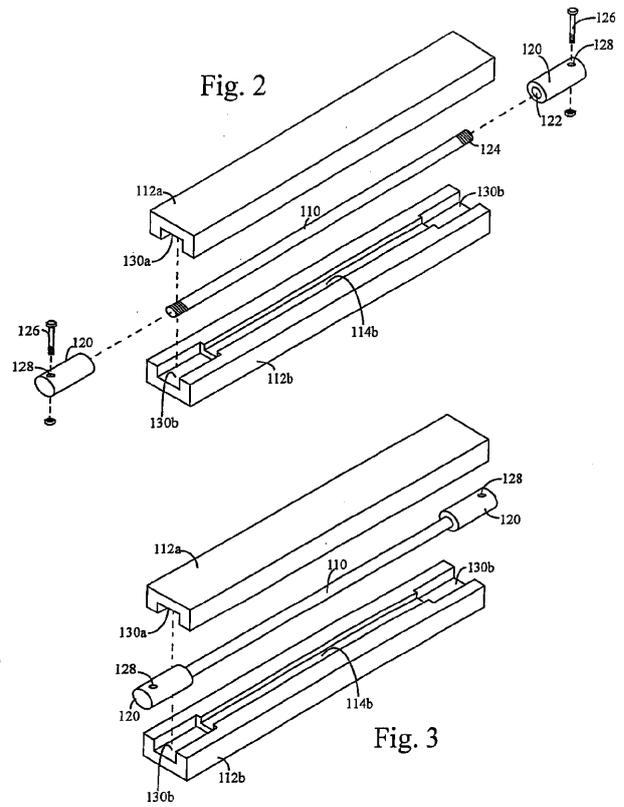


Fig. 2

Fig. 3

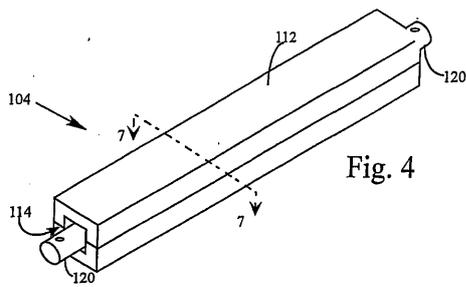


Fig. 4

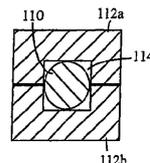


Fig. 7

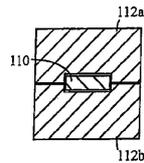


Fig. 8

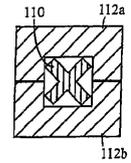


Fig. 9

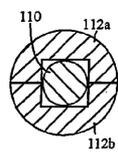


Fig. 10

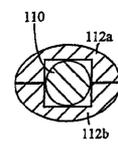


Fig. 11

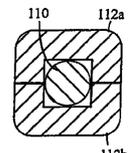


Fig. 12

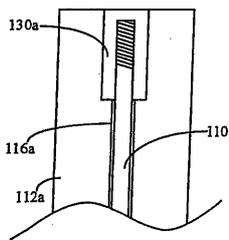


Fig. 5

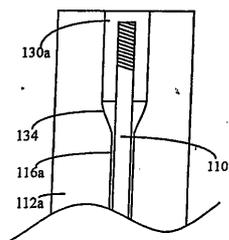


Fig. 6

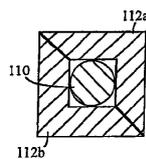


Fig. 13

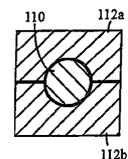


Fig. 14

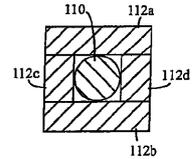


Fig. 15

Fig. 16

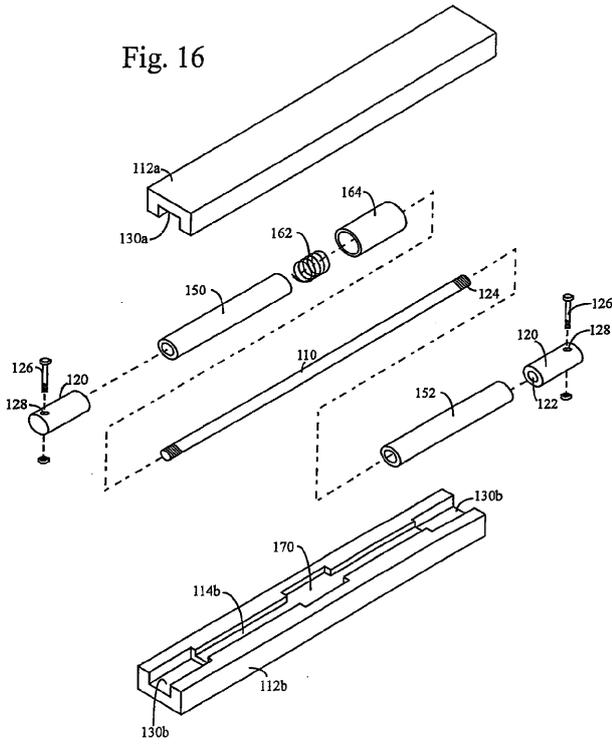


Fig. 17

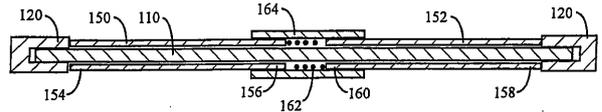


Fig. 18

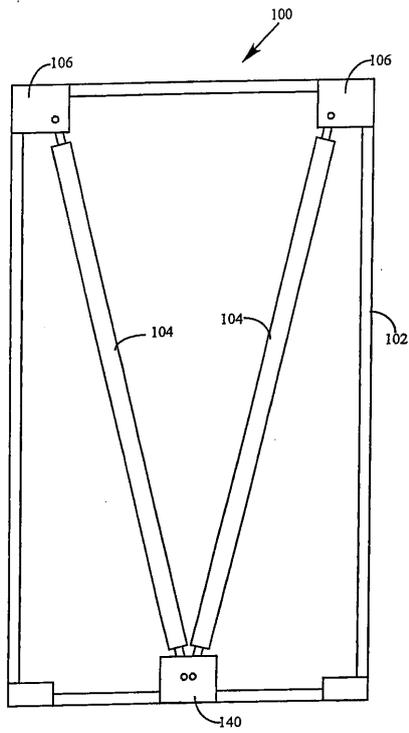
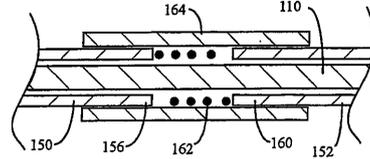


Fig. 19