

(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2006-242240

(P2006-242240A)

(43) 公開日 平成18年9月14日(2006.9.14)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 F</b> 15/04 (2006.01)	F 1 6 F 15/04 A	3 J 0 4 8
<b>E 0 4 B</b> 1/36 (2006.01)	F 1 6 F 15/04 P	3 J 0 6 6
<b>E 0 4 H</b> 9/02 (2006.01)	E 0 4 B 1/36 D	
<b>F 1 6 F</b> 7/12 (2006.01)	E 0 4 H 9/02 3 3 1 B	
	F 1 6 F 7/12	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号 特願2005-56946 (P2005-56946)  
 (22) 出願日 平成17年3月2日(2005.3.2)

(特許庁注：以下のものは登録商標)  
 1. テフロン

(71) 出願人 000183303  
 住友金属鉱山株式会社  
 東京都港区新橋5丁目11番3号  
 (74) 代理人 100094536  
 弁理士 高橋 隆二  
 (74) 代理人 100109243  
 弁理士 元井 成幸  
 (72) 発明者 柏木 栄介  
 東京都港区新橋5-11-3 住友金属鉱山株式会社内  
 (72) 発明者 山口 直之  
 東京都港区新橋5-11-3 住友金属鉱山株式会社内  
 Fターム(参考) 3J048 AA02 AC06 BA08 BE10 DA01  
 EA38  
 3J066 BA04 BF01

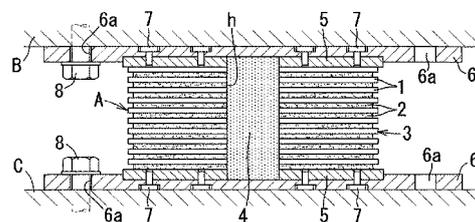
(54) 【発明の名称】 エネルギー吸収装置

(57) 【要約】

【課題】例えば地震発生時に建築物や土木構造物等に伝達される振動エネルギーを減少させるためのエネルギー吸収装置に係り、エネルギー吸収性能が安定していて繰返し耐久性も高く、しかも容易・安価に製造できるようにする。

【解決手段】鋼板等の硬質板1とゴム等の弾性体2とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体3に、上下方向に貫通する中空部hを設け、その中空部h内に地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体4を収容配置したエネルギー吸収装置において、振動エネルギー吸収時に上記エネルギー吸収体4と上記中空部hの内面との間および/または上記エネルギー吸収体4と上記エネルギー吸収装置の取付板6との間に生じる面圧力よりも大きい降伏力を有する弾塑性材料により上記エネルギー吸収体4を形成したことを特徴とする。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

鋼板等の硬質板とゴム等の弾性体とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体に、上下方向に貫通する中空部を設け、その中空部内に地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体を収容配置したエネルギー吸収装置において、

振動エネルギー吸収時に上記エネルギー吸収体と上記中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に生じる面圧力よりも大きい降伏点を有する弾塑性材料により上記エネルギー吸収体を形成したことを特徴とするエネルギー吸収装置。

**【請求項 2】**

鋼板等の硬質板とゴム等の弾性体とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体に、上下方向に貫通する中空部を設け、その中空部内に地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体を収容配置したエネルギー吸収装置において、

上記エネルギー吸収体と上記中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に減摩材を介在させたことを特徴とするエネルギー吸収装置。

**【請求項 3】**

上記減摩材として、テフロン、モリブデン等の固体又は粉体状の潤滑剤、又はグリース、オイル等の液状潤滑剤、若しくは上記の固体や粉体状の潤滑剤と液状潤滑剤の両方を併用することを特徴とする請求項 2 に記載のエネルギー吸収装置。

**【請求項 4】**

鋼板等の硬質板とゴム等の弾性体とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体に、上下方向に貫通する中空部を設け、その中空部内に地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体を収容配置したエネルギー吸収装置において、

上記エネルギー吸収体と上記中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に弾性スペーサを介在させたことを特徴とするエネルギー吸収装置。

**【請求項 5】**

上記の弾性スペーサとして厚さ 1 mm 以上の軟質ゴムを用いた請求項 4 に記載のエネルギー吸収装置。

**【請求項 6】**

上記の弾塑性材料として錫または錫合金を用いて上記エネルギー吸収体を形成してなる請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のエネルギー吸収装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば地震発生時に建築物や土木構造物もしくは精密機器等に伝達される振動エネルギーを減少させるためのエネルギー吸収装置に関する。更に詳しくは、鋼板等の硬質板とゴム等の弾性体とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体中に、地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体を設けたエネルギー吸収装置に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来たとえば地震発生時に建築物や土木構造物等に伝達される振動エネルギーを減少させるエネルギー吸収装置として下記特許文献 1, 2 が提案されている。図 8 はその一例を示すもので、本例のエネルギー吸収装置 A は、鋼板等の硬質板 1 とゴム等の弾性体 2 とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体 3 を上下一対の基板 5・5 間に配置し、その両基板 5・5 および積層体 3 の中心部に形成した上下方向に貫通する中空部（貫通穴）h 内に地震等の振動エネルギーを吸収する鉛等の弾塑性体よりなるエネルギー吸収体 4 を収容配置した構成である。

10

20

30

40

50

## 【0003】

上記積層体3およびエネルギー吸収体4の上下両端部には、図8に示すようにそれぞれ基板5を介して取付板6が一体的に取付けられ、その取付板6を不図示のボルト等で建築物や土木構造物等に取り付ける構成である。具体的には、例えば図9に示すようなビル等の建築物にあっては、その建築物等の上部構造体Bと、その土台等の下部構造体Cとの間に、また図10に示すような橋梁等の土木構造物にあっては、橋桁等の上部構造体Bと橋脚等の下部構造体Cとの間に、それぞれ上記のエネルギー吸収装置Aを1つ若しくは複数個配置し、その各エネルギー吸収装置Aの上下の取付板6に形成した上記取付孔6aにボルト等を挿通して上記各構造体B、Cに取り付けるものである。

## 【0004】

上記のようにして上下の構造体B、C間に配置したエネルギー吸収装置Aは、建築物等を安定に支持しながら地震発生時には水平方向に変形して地震エネルギーを減少させるもので、従来のいわゆる免震アイソレータと免震ダンパーとの両方の機能を併せ持った働きをする。その結果、上記アイソレータとダンパーとを各々別々に配置した場合に比べて、設置スペースを削減できると共に、施工性も向上するという利点がある。

## 【0005】

ところで、前記特許文献1においては、前述のようなエネルギー吸収装置を製造する際に、弾塑性体よりなるエネルギー吸収体に、その剪断降伏応力と同等もしくはそれ以上の静水圧を印加するが提案されている。また特許文献2においては前述のようなエネルギー吸収装置を製造する際に、弾塑性体よりなるエネルギー吸収体4の体積に対し、中空部h内の体積を1.0より大きく、1.05より小さくすることで、エネルギー吸収体4と中空部hとの滑りを抑制することが提案されている。

## 【0006】

これらは例えば前記の積層体3に形成した中空部h内にエネルギー吸収体4を収容配置する際に、その中空部hの内面にエネルギー吸収体4を密着させ、それらの間に隙間ができないようにするためであるが、エネルギー吸収体4が理想通りに塑性変形せずにエネルギー吸収能力や繰返し耐久性に悪影響を及ぼすという不具合がある。また弾塑性体の降伏点と同等以上の印加を行うことにより、弾塑性体と積層ゴムとの面圧は高く、双方間の抵抗力が大きくなる。その結果、弾塑性体が提供力に負けてしまい、弾塑性体がささくれたり、最悪の場合にはヒビが入って割れてしまったりするおそれがある。

## 【0007】

そのメカニズムを図11によって説明すると、上記エネルギー吸収装置は製造時にエネルギー吸収体4に印加した静水圧によって、当初図11(a)のようにエネルギー吸収体4の外周面が、積層体3の中空部hの内面に食い込むようにして密着した状態にある。その状態で、地震等による振動で例えば同図(b)のように上側の基板5が図で右方に相対的にずれるような行き変形が生じると、それに合わせて内部のエネルギー吸収体4も図のように塑性変形する。すると、そのエネルギー吸収体4は全体的に引き伸ばされるように変位して、その径、特に中央部の径は同図(c)のように細るように変形する。

## 【0008】

次に、上記図11(c)の状態から上側の基板5が図で左方の元の位置に戻る方向に変形(戻り変形)すると、エネルギー吸収体4は、その上下両端部に位置する基板5により圧縮を受けながら、径が膨らむような変形をする。特に、基板5に近いエネルギー吸収体4の両端部ではより多くの圧縮力を受けて、より多く膨張する。一方、エネルギー吸収体4の上下方向中央部付近では基板からの圧縮がさほど伝わらないので径の膨出変化は少ない。

## 【0009】

上記のようにしてエネルギー吸収装置が、地震等による振動で水平方向に動く度にエネルギー吸収体4の上下両端部付近と中央部付近とでは異なった変形、流動を起こすことになる。その結果、図11(d)のようにエネルギー吸収体4の中央部付近と両端部付近においてエネルギー吸収体4の結晶質の不規則化、不均質化が起こり、その境目付近での剪

10

20

30

40

50

断破壊によるささくれやヒビ割れ、中央部と両端部での径変化の違いによるエネルギー吸収体 4 と中空部の内面からの剥がれ、或いはエネルギー吸収体 4 の隅部で隙間が発生する。その結果、エネルギー吸収性能が不安定になったり、繰返し耐久性が低下する等の不具合がある。

【0010】

【特許文献1】特許第3360828号公報

【特許文献2】特開平11-29986号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は上記の問題点を鑑みて提案されたもので、エネルギー吸収性能が安定していて繰返し耐久性も高く、しかも容易・安価に製造することのできるエネルギー吸収装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的を達成するために本発明によるエネルギー吸収装置は、以下の構成にしたものである。すなわち、鋼板等の硬質板とゴム等の弾性体とを上下方向に交互に複数積層してなる積層体に、上下方向に貫通する中空部を設け、その中空部内に地震等の振動エネルギーを吸収するエネルギー吸収体を収容配置したエネルギー吸収装置において、振動エネルギー吸収時に上記エネルギー吸収体と上記中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に生じる面圧力よりも大きい降伏点を有する弾塑性材料により上記エネルギー吸収体を形成したことを特徴とする。

【0013】

なお、上記のようなエネルギー吸収装置において、エネルギー吸収体と中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に生じる面圧力よりも大きい降伏点を有する弾塑性材料により上記エネルギー吸収体を形成する代わりに若しくは形成した上で、エネルギー吸収体と中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に減摩材または弾性スペーサを介在させてもよい。

【発明の効果】

【0014】

上記のように、振動エネルギー吸収時に、エネルギー吸収体と中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に生じる面圧力よりも大きい降伏点を有する弾塑性材料により上記エネルギー吸収体を形成したことによって、上記の面圧力でエネルギー吸収体の変位や変形が阻害されることなく、地震等による振動を良好に吸収することが可能となる。なお上記エネルギー吸収体と中空部内面との間および/または上記エネルギー吸収体と上記エネルギー吸収装置の取付板との間に減摩材または弾性スペーサを介在させた場合にも上記とほぼ同様の効果が得られる。さらに上記のような極めて簡単な構成により、エネルギー吸収性能およびその安定性ならびに繰返し耐久性も高いエネルギー吸収装置を容易・安価に製造できるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明を図に示す実施形態に基づいて具体的に説明する。図1は本発明によるエネルギー吸収装置の一実施形態を示す斜視図、図2はその縦断面図であり、前記従来例と同様の機能を有する部材には同一の符号を付して説明する。

【0016】

本実施形態のエネルギー吸収装置Aは、前記従来例と同様に鋼板等の硬質板1とゴム等の弾性体2とを上下方向に交互に複数積層して接着剤等で一体化してなる積層体3を上下一对の基板5・5間に配置し、その両基板5・5および積層体3の中心部に形成した上下方向に貫通する中空部(貫通穴)h内に地震等の振動エネルギーを吸収する錫等の弾塑性

10

20

30

40

50

体よりなるエネルギー吸収体 4 を收容配置した構成である。

【0017】

そして、本発明は、振動エネルギー吸収時に上記エネルギー吸収体 4 と上記積層体 3 の中空部 h の内面との間および / または上記エネルギー吸収体 4 と後述するエネルギー吸収装置の取付板（取付板面）6 との間に生じる面圧力よりも降伏力大きい弾塑性材料により上記のエネルギー吸収体 4 を形成したもので、その弾塑性材料として本実施形態においては錫を用いて上記エネルギー吸収体 4 を形成したものである。なお、錫以外には例えばビスマス、アルミニウム、銅、アンチモン、鉛、銀、亜鉛、鉄、インジウム等を用いることができる。

【0018】

また硬質板 1 として本実施形態においては炭素鋼板を用いたが、ステンレス鋼板や他の金属板もしくは硬質の合成樹脂板等を用いることもできる。また弾性体 2 として本実施形態においては天然ゴムを用いたが、合成ゴムや軟質の合成樹脂等でもよい。なお、図 2 の縦断面図において、硬質板 1 と弾性体 2 およびエネルギー吸収体 4 の断面を表すハッチング（斜線）は煩雑を避けるため省略した。後述する他の縦断面図や説明図等についても同様である。

【0019】

上記のように構成された積層体 3 およびエネルギー吸収体 4 の上下両端部には、前記従来例と同様に基板 5 を介して取付板 6 がボルト 7 等で一体的に取付けられ、その取付板 6 に取付孔 6a が形成されている。そして、前記図 9 および図 10 の従来例と同様に建築物や構築物等の上部構造体 B と、その土台等の下部構造体 C との間に、上記のエネルギー吸収装置 A を 1 つ若しくは複数個配置して、その各エネルギー吸収装置 A に設けた上記取付孔 6a にボルト 8 等を挿通して上記各構造体 B、C に取付けるものである。

【0020】

上記のようにして上下の構造体 B、C 間に配置されるエネルギー吸収装置 A のエネルギー吸収体 4 として錫等を用いることによって、振動エネルギー吸収時にエネルギー吸収体 4 と積層体 3 の中空部 h の内面との間に生じる面圧力よりもエネルギー吸収体 4 の降伏力が大きくなるようにしたから、エネルギー吸収体 4 が中空部 h の内面の影響、例えば積層体 3 との摩擦あるいは食い込みに負けて不規則な変形を起こすことなく、良好に変形して効率よく振動を吸収することができる。

【0021】

図 3 は上記実施形態のエネルギー吸収装置を用いて地震等の振動を吸収する際の概略構成を示すもので、当初同図（a）のように積層体 3 の中空部 h 内に收容配置したエネルギー吸収体 4 は、その外周面が上記中空部 h の内面にほぼ丁度密着した状態にある。その状態で、地震等による振動で例えば同図（b）のように上側の基板 5 が図で右方に相対的にずれるような行き変形が生じると、それに合わせて内部のエネルギー吸収体 4 も図のように塑性変形する。そのとき、エネルギー吸収体 4 と中空部 h の内面との間に生じる面圧力よりもエネルギー吸収体 4 の降伏力の方が大きいので、上記エネルギー吸収体 4 は殆ど自由に変形もしくは変位するため前記従来のようにエネルギー吸収体 4 の上下方向中央部の径が細ることはない。

【0022】

次に、上記図 3（b）の状態から同図（c）のように上側の基板 5 が図で左方の元の位置に戻る方向に変形（戻り変形）する際に、エネルギー吸収体 4 に、その上下両端部に位置する基板 5 からの圧縮力が作用した場合にも中空部 h の内面との間に生じる面圧力でエネルギー吸収体 4 の動きが規制されることなく該エネルギー吸収体 4 にはその長手方向全長にわたって上記の圧縮力が作用するので前記のように両端部のみの径が膨らむようなことはない。また前記従来のように上記両端部の隅部のエネルギー吸収体 4 の行き場がなくなったり複雑に回転するような流動をすることもない。

【0023】

従って、本発明による上記実施形態のエネルギー吸収装置は、地震等による振動で水平

10

20

30

40

50

方向に動く度にエネルギー吸収体 4 の上下両端部付近と中央部付近とで前記従来のように異なった変形や流動を起こすことなく、エネルギー吸収体 4 全体が片寄りなく変形し、これを繰り返しても図 3 (d) のように当初の状態が維持される。従って前記従来のようなエネルギー吸収体 4 の結晶質の不規則化や不均質化、およびそれによるヒビ割れや剥がれ若しくは隙間の発生等が起こることなく、しかも繰り返し振動にも強く、長期間安定に振動吸収性能を維持することができるものである。

#### 【0024】

上記実施形態は、前記のような課題を解決するために、振動エネルギー吸収時にエネルギー吸収体 4 と積層体 3 の中空部 h の内面との間に生じる面圧力よりも降伏力が大きい弾塑性材料によりエネルギー吸収体 4 を形成したが、そのような構成とする代わりに若しくは上記のような構成とした上で、上記エネルギー吸収体 4 と上記中空部 h の内面との間および/または上記エネルギー吸収体 4 とエネルギー吸収装置の取付板 6 との間に減摩材または弾性スペーサを介在させてもよい。

10

#### 【0025】

図 4 はその一例を示すもので、上記のエネルギー吸収体 4 と中空部 h の内面との間に減摩材 10 を介在させたものであるが、上記エネルギー吸収体 4 と取付板 6 との間および上記両方の間に介在させてもよい。その減摩材 10 としては、例えばテフロン(登録商標)、モリブデン等の固体又は粉体状の潤滑剤、又はグリース、オイル等の液状潤滑剤、若しくは上記の固体や粉体状の潤滑剤と液状潤滑剤の両方を併用することもできる。

#### 【0026】

上記のようにエネルギー吸収体 4 と中空部 h の内面との間および/または上記エネルギー吸収体 4 と取付板 6 との間に減摩材 10 を介在させると、振動エネルギー吸収時にエネルギー吸収体 4 と積層体 3 の間および/または上記エネルギー吸収体 4 と取付板 6 との間に発生する面圧力を可及的に低減することが可能となり、前記の実施形態と同様に、エネルギー吸収体 4 は、積層体 3 の中空部内面および/または取付板 6 との面圧力に影響されることなく変形できるため、繰り返し振動にも強く且つ安定したエネルギー吸収能力を継続することができるものである。

20

#### 【0027】

なお、図には省略したが、上記減摩材 10 の代わりにゴム等よりなる弾性スペーサを、上記エネルギー吸収体 4 と中空部 h の内面との間および/または上記エネルギー吸収体 4 と取付板 6 との間に介在させてもよい。その弾性スペーサとしては例えば厚さ 1 mm 以上のシート状または筒状もしくは所望形状の軟質ゴムを用いるのが望ましい。又その弾性スペーサは、例えばエネルギー吸収体 4 の外周面に予め巻いてから上記中空部 h 内に挿入すると、容易に装填することができる。

30

#### 【0028】

上記のようにエネルギー吸収体 4 と積層体 3 の中空部 h の内面との間にゴム等よりなる弾性スペーサを介在させると、その弾性によって振動エネルギー吸収時に、上記中空部 h の内面に対するエネルギー吸収体 4 の変位が許容され、前記各実施形態と同様に、エネルギー吸収体 4 は積層体 3 の中空部 h 内面の影響を殆ど受けずに変形できるため、繰り返し振動にも強く且つ安定したエネルギー吸収能力を継続することができる。

40

#### 【実施例】

#### 【0029】

次に、本発明の具体的な実施例として前記図 1 および図 2 に示すようなエネルギー吸収装置を実際に作製して加振試験を行った。その結果を図 5 ~ 図 7 に示す。なお本実施例で作製したエネルギー吸収装置の各部の寸法および材質は以下の通りである。先ず、図 1 および図 2 における積層体 3 の高さは、上下の基板 5 を含めて 250 mm、外径は 500 mm であり、コアとなるエネルギー吸収体 4 の高さは 250 mm、外径は 100 mm であり、エネルギー吸収体 4 の材質としては純度 99% の錫に 0.3% のビスマスを加えた合金で降伏点が 20 MPa のものを使用した。一方、上記実施例に対する比較例として、コアの材料に 99% の純錫で降伏点が 15 MPa のものを用いた以外は上記実施例と同様の工

50

エネルギー吸収装置を用いた。

【0030】

上記加振試験は面圧を上記実施例と比較例の降伏点の間の数値である18MPaに設定し、試験変形速度5mm/s、変形量(弾性体2の総厚さ寸法に対する水平方向変位量)は250%変形(水平変位量約310mm)として実施した。図5は上記実施例および比較例における1サイクル目の変位履歴曲線を示すもので、この時点では実施例および比較例ともに履歴ループ形状にはあまり差が無い。しかしながら、上記と同じ加振条件で10サイクル目の履歴を取った図6では比較例の方が履歴ループ内面積であるエネルギー吸収量が実施例に比べて落ちてきていることが分かる。また図7は最初のエネルギー吸収量を1.0として、サイクル毎のエネルギー吸収量の低下率を測定したもので、これによると、実施例は比較例に対して10サイクル目の低下率が0.1程度少なく、繰返しに耐久性に優れることがわかる。以上の結果から、面圧よりも降伏点の高い金属をコアに使用することで耐久性の高い、つまりは繰返しでもエネルギー吸収量に変化しない、エネルギー吸収装置を得ることができるものである。

10

【産業上の利用可能性】

【0031】

以上のように本発明によるエネルギー吸収装置は、振動エネルギー吸収時に、エネルギー吸収体と積層体の中空部内面との間に生じる面圧力でエネルギー吸収体の変位や変形が阻害されることなく、地震等による振動を良好に吸収することが可能となるもので、極めて簡単な構成により、エネルギー吸収性能およびその安定性ならびに繰返し耐久性も高いエネルギー吸収装置を容易・安価に製造できる。その結果、上記のようなエネルギー吸収装置の設計および選択の自由度が増し産業上の利用可能性を増大させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明によるエネルギー吸収装置の一実施形態を示す斜視図。

【図2】上記実施形態のエネルギー吸収装置の縦断面図。

【図3】上記エネルギー吸収装置の動作状態を示す概略構成説明図。

【図4】本発明によるエネルギー吸収装置の他の実施形態を示す縦断面図。

【図5】本発明に基づく実施例および比較例の変位履歴曲線図。

【図6】本発明に基づく実施例および比較例の変位履歴曲線図。

30

【図7】本発明に基づく実施例および比較例のエネルギー吸収量変化測定図。

【図8】従来のエネルギー吸収装置の一例を示す縦断面図。

【図9】上記従来のエネルギー吸収装置を建築物に施工した例の説明図。

【図10】上記従来のエネルギー吸収装置を土木構築物に施工した例の説明図。

【図11】上記従来のエネルギー吸収装置の動作状態を示す概略構成説明図。

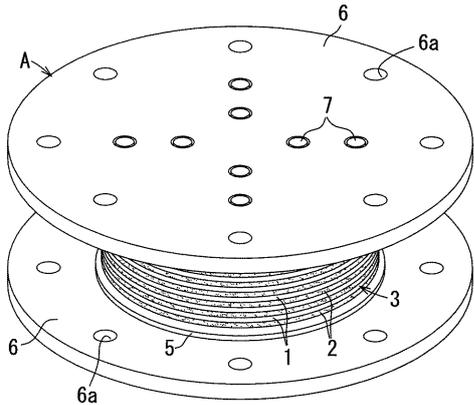
【符号の説明】

【0033】

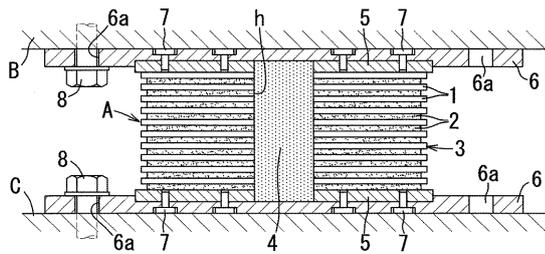
- 1 硬質板
- 2 弾性体
- 3 積層体
- 4 エネルギー吸収体
- 5 基板
- 6 取付板
- 7、8 ボルト
- A エネルギー吸収装置
- B 上部構造体
- C 下部構造体
- h 中空部

40

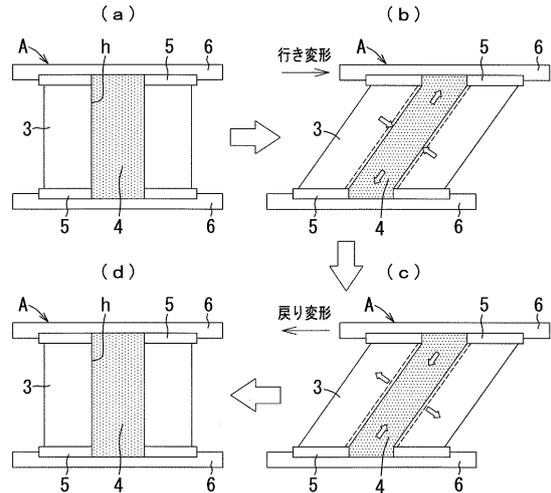
【 図 1 】



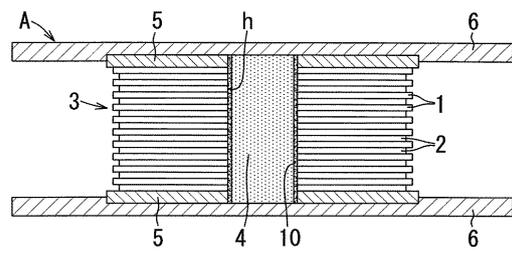
【 図 2 】



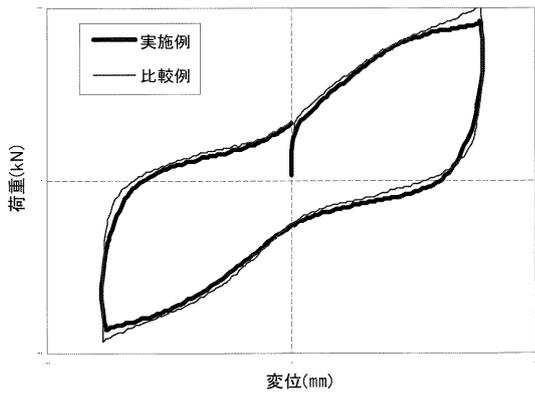
【 図 3 】



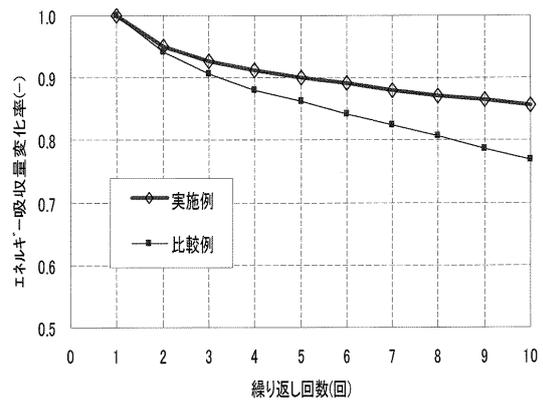
【 図 4 】



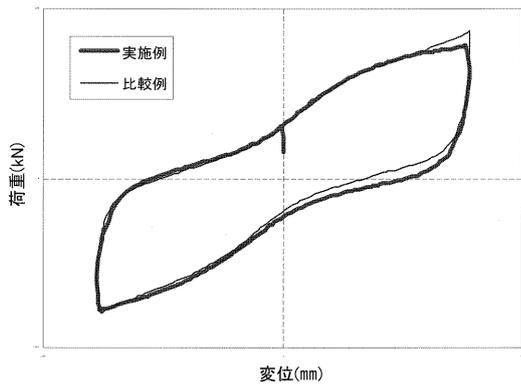
【 図 5 】



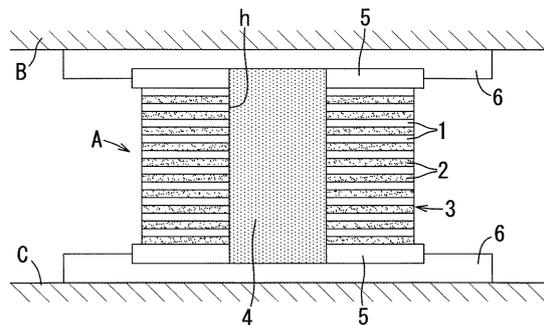
【 図 7 】



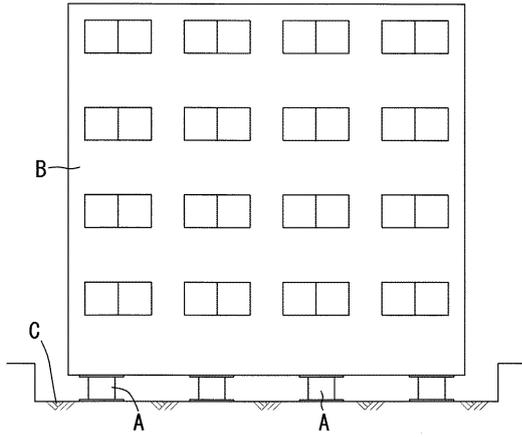
【 図 6 】



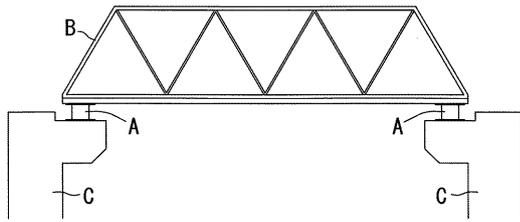
【 図 8 】



【図9】



【図10】



【図11】

