

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6125366号  
(P6125366)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int.Cl. F I  
HO2N 2/18 (2006.01) HO2N 2/18

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-157697 (P2013-157697)	(73) 特許権者	000219602 住友理工株式会社 愛知県小牧市東三丁目1番地
(22) 出願日	平成25年7月30日 (2013.7.30)	(74) 代理人	100103252 弁理士 笠井 美孝
(65) 公開番号	特開2015-29377 (P2015-29377A)	(74) 代理人	100147717 弁理士 中根 美枝
(43) 公開日	平成27年2月12日 (2015.2.12)	(72) 発明者	栗熊 甫 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内
審査請求日	平成28年4月5日 (2016.4.5)	(72) 発明者	長谷川 浩一 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内
		審査官	柿崎 拓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁歪素子利用の振動発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、

前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、

該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設け、更に、

前記永久磁石から前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす前記磁路に、前記振動部材から及ぼされる振動外力に伴って磁気抵抗が変化せしめられる磁束変化素子を配することで、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させる前記バイアス磁界変化機構が構成されていることを特徴とする磁歪素子利用の振動発電装置。

10

【請求項2】

振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、

前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、

該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界

20

の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設ける一方、

前記磁歪素子の一方の端部側が前記振動部材に固定されることにより、該磁歪素子の他方の端部側が自由端とされた片持構造とされていると共に、該磁歪素子の側方に強度部材が並設されて該磁歪素子と該強度部材が両端側において互いに連結されており、

前記磁歪素子における前記自由端とされた端部側において、前記バイアス磁界を及ぼす磁極部が振動変位方向の一方の側で離隔して対向配置されていることを特徴とする磁歪素子利用の振動発電装置。

【請求項 3】

振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、

前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、

該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設ける一方、

前記磁歪素子の一方の端部側が前記振動部材に固定されることにより、該磁歪素子の他方の端部側が自由端とされた片持構造とされていると共に、該磁歪素子の側方に強度部材が並設されて該磁歪素子と該強度部材が両端側において互いに連結されており、

前記磁歪素子における前記自由端とされた端部側において、前記バイアス磁界を及ぼす磁極部が、振動変位方向に直交する側方に離隔して且つ振動変位方向で一方の側に偏倚して配置されていることを特徴とする磁歪素子利用の振動発電装置。

【請求項 4】

振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、

前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、

該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設け、且つ、

前記磁歪素子の両端部に対して前記振動部材の加振力が直接に及ぼされて該磁歪素子に圧縮方向の変形が生ぜしめられるようになっていることを特徴とする磁歪素子利用の振動発電装置。

【請求項 5】

前記永久磁石から前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす前記磁路に磁気ギャップが設けられており、前記振動部材から及ぼされる該磁歪素子の振動変形に伴って該磁気ギャップの大きさが変化せしめられることで、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させる前記バイアス磁界変化機構が構成されている請求項 2 ~ 4 の何れか一項に記載の磁歪素子利用の振動発電装置。

【請求項 6】

前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす磁路を、該磁歪素子と前記永久磁石を含んで閉磁路状に形成するヨーク部材が設けられている請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の磁歪素子利用の振動発電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動エネルギーを電気エネルギーに変換して発電する振動発電装置であって、特に磁歪素子の変形による磁歪作用を利用する磁歪式の振動発電装置に関するものである。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来から、振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電装置として、磁歪素子の逆磁歪作用を利用した発電装置が提案されている。例えば特許第4905820号公報（特許文献1）に記載のものがそれであり、磁歪素子としての磁歪棒にコイルが巻回された構造とされている。

## 【 0 0 0 3 】

そして、かかる発電装置は、振動体に取り付けられて、振動体から及ぼされる振動により磁歪棒が繰り返して圧縮変形せしめられる。この磁歪棒の圧縮変形の繰り返しの伴って逆磁歪作用で惹起される磁界変化をコイルに及ぼすことにより、電磁誘導作用による起電力をコイルから取り出すようになっている。

10

## 【 0 0 0 4 】

ところで、このような磁歪素子を利用した発電装置では、振動エネルギーから電気エネルギーへの変換効率の向上が課題の一つとされている。

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、磁歪素子を利用した発電装置において、振動エネルギーから電気エネルギーへの変換効率を向上させる有効な技術は、未だ実現されるに至っていないのが実情であった。

## 【 0 0 0 6 】

なお、上記特許文献1では、部材の曲げ方向の振動荷重を磁歪素子に対して圧縮方向の振動荷重として及ぼすことにより、部材の曲げ共振を利用する等して振動エネルギーの電気エネルギーへの変換効率の向上を図る技術も提案されているが、未だ十分な発電効率の向上効果が得られ難く、しかも、曲げ共振を利用する必要があることから適用範囲が限定されやすいという問題もあった。

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特許第4905820号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の事情を背景に為されたものであって、その解決課題は、振動エネルギーの電気エネルギーへの変換効率の向上が図られ得る、新規な構造とされた磁歪素子利用の振動発電装置を提供することにある。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の第一の態様は、振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設け、更に、前記永久磁石から前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす前記磁路に、前記振動部材から及ぼされる振動外力に伴って磁気抵抗が変化せしめられる磁束変化素子を配することで、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させる前記バイアス磁界変化機構が構成されていることを特徴とするものである。

40

## 【 0 0 1 0 】

本態様の振動発電装置では、磁歪素子に対して予め及ぼされるバイアス磁界に着目し、かかるバイアス磁界の磁束密度を、振動を利用して、磁歪素子の振動と同期して積極的に変化させるようにした。その結果、振動入力に際しての磁歪素子における磁束密度の変化が、磁歪素子の逆磁歪効果による分だけでなく、磁歪素子に及ぼされるバイアス磁界の変

50

化分も併せて、大きく生ぜしめられ得る。それ故、振動変形せしめられる磁歪素子における磁束密度の変化を、電磁誘導作用により電気エネルギーとして取り出して、振動エネルギーから電気エネルギーを取り出す振動発電装置において、振動エネルギーから電気エネルギーへの変換効率の向上が図られ得ることとなる。

【0011】

特に、本態様の振動発電装置では、バイアス磁界を入力振動に同期して変化させるために、別途に作動エネルギー源を必要とするモータやアクチュエータ等の駆動手段を用いることなく、入力振動によって及ぼされる変形や応力等を利用してバイアス磁界の磁束密度を変化させるようにしたことから、一層優れたエネルギー効率が簡単な構造で実現可能となる。

10

【0015】

さらに、本態様の振動発電装置では、磁歪素子に及ぼされる振動外力を磁束変化素子に対しても及ぼすことにより、振動外力によって磁歪素子に生ぜしめられる振動変形と高精度に同期させて、バイアス磁界の磁束密度を変化させるバイアス磁界変化機構が実現可能となる。

【0018】

本発明の第二及び第三の態様に係る振動発電装置においては、前記磁歪素子の一方の端部側が前記振動部材に固定されることにより、該磁歪素子の他方の端部側が自由端とされた片持構造とされていると共に、該磁歪素子の側方に強度部材が並設されて該磁歪素子と該強度部材が両端側において互いに連結されている態様が、採用されている。

20

【0019】

第二及び第三の態様の振動発電装置では、片持構造で振動部材に取り付けられる磁歪素子に対して曲げ方向に及ぼされる振動外力が、強度部材と磁歪素子との相互作用に基づいて、磁歪素子に対して圧縮方向の振動外力として及ぼされ得る。その結果、磁歪素子における逆磁歪作用が効率的に惹起されると共に、磁歪素子の耐久性や耐荷重性の向上も図られ得る。

【0020】

本発明の第二の態様は、振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設ける一方、前記磁歪素子の一方の端部側が前記振動部材に固定されることにより、該磁歪素子の他方の端部側が自由端とされた片持構造とされていると共に、該磁歪素子の側方に強度部材が並設されて該磁歪素子と該強度部材が両端側において互いに連結されており、前記磁歪素子における前記自由端とされた端部側において、前記バイアス磁界を及ぼす磁極部が振動変位方向の一方の側で離隔して対向配置されていることを特徴とするものである。

30

【0021】

本発明の第二の態様では、上記【0010】、【0011】、【0019】に記載の効果に加えて、次の効果が発揮され得る。

40

すなわち、本態様の振動発電装置では、振動外力で変形せしめられる磁歪素子の振動変位を利用して、磁歪素子の端部側が磁極部に対して接近及び離隔方向で相対変位せしめられる。その結果、磁歪素子に逆磁歪効果を生ぜしめる振動変形と同期して、バイアス磁界の磁束密度を簡単な構造で且つ大きく変化させることが可能になる。

【0022】

本発明の第三の態様は、振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させる

50

ことにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設ける一方、前記磁歪素子の一方の端部側が前記振動部材に固定されることにより、該磁歪素子の他方の端部側が自由端とされた片持構造とされていると共に、該磁歪素子の側方に強度部材が並設されて該磁歪素子と該強度部材が両端側において互いに連結されており、前記磁歪素子における前記自由端とされた端部側において、前記バイアス磁界を及ぼす磁極部が、振動変位方向に直交する側方に離隔して且つ振動変位方向で一方の側に偏倚して配置されていることを特徴とするものである。

【0023】

本発明の第三の態様では、上記[0010]、[0011]、[0019]に記載の効果に加えて、次の効果が発揮され得る。

すなわち、本態様の振動発電装置では、第二の態様と同様に、振動外力で変形せしめられる磁歪素子の振動変位を巧く利用することで、磁歪素子に逆磁歪効果を生ぜしめる振動変形と同期したバイアス磁界の磁束密度の変化を、簡単な構造で生ぜしめることが可能になる。しかも、磁極部が磁歪素子から振動変位方向の側方に外れて配置されていることから、仮に磁歪素子の振動変位量が大きくなったような場合でも、磁極部に対する磁歪素子の打ち当たりが回避され得る。

【0024】

本発明の第四の態様は、振動部材に装着されて、磁歪素子の逆磁歪効果により振動エネルギーを電気エネルギーに変換する磁歪素子利用の振動発電装置において、前記磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす永久磁石を設けると共に、該永久磁石から該磁歪素子に該バイアス磁界を及ぼす磁路の磁気抵抗を前記振動部材から及ぼされる振動を利用して変化させることにより、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設け、且つ、前記磁歪素子の両端部に対して前記振動部材の加振力が直接に及ぼされて該磁歪素子に圧縮方向の変形が生ぜしめられるようになっていることを特徴とするものである。

【0025】

本発明の第四の態様では、上記[0010]、[0011]に記載の効果に加えて、次の効果が発揮され得る。

すなわち、本態様の振動発電装置では、磁歪素子を加振外力で直接に圧縮変形させることが出来るから、磁歪素子の耐荷重性能や耐久性能の更なる向上が図られ得ると共に、例えば片持構造とされた磁歪素子の曲げ共振を利用する場合などに比して磁歪素子の変形応答速度を上げることも可能になり、それによって例えば衝撃的な振動外力等に際しても優れたエネルギー変換効率で発電することが可能になる。

本発明の第五の態様は、前記第二～第四の何れかの態様に係る振動発電装置であって、前記永久磁石から前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす前記磁路に磁気ギャップが設けられており、前記振動部材から及ぼされる該磁歪素子の振動変形に伴って該磁気ギャップの大きさが変化せしめられることで、該磁歪素子における該バイアス磁界の磁束密度を該磁歪素子の振動変形と同期して変化させる前記バイアス磁界変化機構が構成されているものである。

本態様の振動発電装置では、磁歪素子にバイアス磁界を及ぼす磁路上に磁気ギャップを設けるという簡単な構造で、バイアス磁界変化機構が実現可能となる。なお、磁気ギャップは、例えば磁路を構成する強磁性材の磁極部どうしを所定大きさの空間を隔てて対向位置させることによって容易に実現され得る。

本発明の第六の態様は、前記第一～第五の何れかの態様に係る振動発電装置であって、前記磁歪素子に前記バイアス磁界を及ぼす磁路を、該磁歪素子と前記永久磁石を含んで閉磁路状に形成するヨーク部材が設けられているものである。

本態様の振動発電装置では、ヨーク部材によって漏れ磁束が抑えられることから、磁歪素子に対するバイアス磁界とその変化が、より効率的に及ぼされ得る。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

本発明に従う構造とされた磁歪素子利用の振動発電装置では、振動部材の振動と同期してバイアス磁界の磁束密度を変化させるバイアス磁界変化機構を採用したことにより、磁歪素子自体の磁束密度変化に加えて、バイアス磁界の密度変化も利用することが可能になって、発電効率の向上が図られ得る。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本発明の第一の実施形態としての振動発電装置を示す図であって、図 2 における I - I 断面図。

【 図 2 】 図 1 における I I - I I 断面図。

10

【 図 3 】 図 2 における I I I - I I I 断面図。

【 図 4 】 図 1 に示されている振動発電装置の右側面図。

【 図 5 】 本発明の第二の実施形態としての振動発電装置を示す図であって、図 6 における V - V 断面図。

【 図 6 】 図 5 における V I - V I 断面図。

【 図 7 】 本発明の第三の実施形態としての振動発電装置を示す図であって、図 8 における V I I - V I I 断面図。

【 図 8 】 図 7 における V I I I - V I I I 断面図。

【 図 9 】 本発明の第四の実施形態としての振動発電装置を示す図であって、図 1 0 における I X - I X 断面図。

20

【 図 1 0 】 図 9 における X - X 断面図。

【 図 1 1 】 本発明の第五の実施形態としての振動発電装置を概略的に示す正面図。

【 図 1 2 】 本発明の第六の実施形態としての振動発電装置を概略的に示す正面図。

【 図 1 3 】 本発明の第七の実施形態としての振動発電装置を概略的に示す縦断面図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 8 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

## 【 0 0 2 9 】

まず、図 1 ~ 4 には、本発明の第一の実施形態としての磁歪素子利用の振動発電装置 1 0 が示されている。この振動発電装置 1 0 は、磁歪素子 1 2 にコイル 1 4 が装着されてなる発電装置本体 1 6 を有しており、自動車の車両ボデー等の振動部材 1 7 に装着されるようになっている。そして、振動部材 1 7 から加振力として振動発電装置 1 0 の発電装置本体 1 6 に及ぼされる振動エネルギーが、電気エネルギーに変換されて、コイル 1 4 から起電力が取り出されるようになっている。

30

## 【 0 0 3 0 】

より詳細には、発電装置本体 1 6 を構成する磁歪素子 1 2 は磁歪材料で形成されており、本実施形態では矩形板状とされて、図 1 中の左右方向で直線的に延びている。この磁歪素子 1 2 は、変形に伴う応力変化で透磁率が変化するものであり、磁歪素子 1 2 の逆磁歪効果により機械的エネルギーである振動が磁氣的エネルギーに変換される。なお、磁歪素子 1 2 の材質は特に限定されるものではないが、強度に優れた鉄系の磁歪材料が望ましく、例えば、鉄 - ガリウム系合金や鉄 - コバルト系合金、鉄 - ニッケル系合金、テルジウム - ジスプロシウム - 鉄系合金等が、好適に採用され得る。

40

## 【 0 0 3 1 】

また、磁歪素子 1 2 には、長さ方向の中間部分にコイル 1 4 が外挿状態で巻回されている。そして、このコイル 1 4 の巻線の両端が図示しないキャパシタ等の蓄電装置に電氣的に接続されており、発電装置本体 1 6 で得られる電気エネルギーが外部へ取り出されるようになっている。

## 【 0 0 3 2 】

更にまた、磁歪素子 1 2 の側方には、強度部材 1 8 が離隔して並設されている。この強度部材 1 8 は、磁歪素子 1 2 と平行に延びる長手の略平板形状とされており、磁歪素子 1

50

2と略同程度の剛性を有することが望ましい。より好適には、磁歪素子12に対するパイパス的な磁路を構成し得るように、強磁性材からなる強度部材18が採用される。本実施形態では、鉄等の強磁性材からなる金属製の強度部材18が採用されている。

【0033】

強度部材18の長さ方向の両端部分は、断面形状が大きくされており、強度部材18の一端側に取付部26が、また他端側にマス部28が、それぞれ一体形成されている。これら取付部26とマス部28は、中実のロッド形状をもって、強度部材18の長さ方向両側で外方に向かって伸び出している。

【0034】

そして、強度部材18に並設された磁歪素子12が、その軸方向の一端側において取付部26に固着されていると共に、軸方向他端側においてマス部28に固着されている。これにより、互いに離隔して対向配置された取付部26とマス部28が、平行に伸びる磁歪素子12と強度部材18とによって相互に連結されており、以て、前述の発電装置本体16が構成されている。

【0035】

さらに、本実施形態では、発電装置本体16の外側を囲むようにハウジング30が設けられている。かかるハウジング30は、ブロック状のベース部32から筒状に伸び出す周壁部34を一体的に備えている。ベース部32には、振動部材17に対して固定的に取り付けるための固定手段として、例えばボルトやリベット等による固定部や溶着固定部などが適宜に設けられる。また、周壁部34には、発電装置本体16が、周壁部34内の略中央を長さ方向に伸びる状態で收容配置されており、発電装置本体16の取付部26が、ハウジング30のベース部32に対して、圧入等によって固着されている。なお、ハウジング30の材質は特に限定されるものでないが、磁歪素子12への外部電磁場の悪影響を抑えるために電磁遮蔽効果のある材質を採用したり、磁歪素子12に対する磁路構造への悪影響を回避するために非磁性材を採用することも可能である。

【0036】

このようにハウジング30に組み付けられた発電装置本体16は、長さ方向の一端側において取付部26がハウジング30に固定されて、長さ方向の他端側のマス部28側が自由端とされた片持構造とされている。また、発電装置本体16は、その周囲をハウジング30の周壁部34で保護されていると共に、周壁部34内において、発電装置本体16の変形変位を許容するのに十分な空間が設定されている。

【0037】

なお、発電装置本体16は、長さ方向両側の取付部26やマス部28に比して、強度部材18と磁歪素子12とによって構成された長さ方向中間部分が、剛性の小さい可撓部とされている。特に本実施形態では、強度部材18と磁歪素子12が平板形状とされていることから、断面係数が小さい板厚方向への曲げ変形(図1中に矢印で示された方向への変形)が積極的に許容されるようになっている。

【0038】

特に本実施形態では、発電装置本体16における曲げ変形方向の弾性中心軸が、磁歪素子12から強度部材18側に離隔して位置するように設定されており、より好適には、磁歪素子12と強度部材18との対向方向での中間部分に弾性中心軸が設定される。また、発電装置本体16では、強度部材18と磁歪素子12から構成された曲げ弾性変形部におけるばね特性または剛性や、弾性中心軸の位置、更にマス部28の質量などを適宜に調節することにより、片持構造で曲げ変形せしめられる振動体としての発電装置本体16における固有振動数を、入力振動の周波数等に応じてチューニングすることが可能とされている。

【0039】

そして、振動部材17からの振動外力が片持構造の発電装置本体16に及ぼされて曲げ変形せしめられると、磁歪素子12に対して軸力が作用することとなり、振動外力と同期した周期をもって磁歪素子12に対して圧縮力及び引張力が繰り返し作用せしめられるこ

10

20

30

40

50

ととなる。そして、この磁歪素子 1 2 に及ぼされる引張応力等の変化に伴って、逆磁歪作用に基づいて磁歪素子 1 2 に生ぜしめられる磁束変化を、コイル 1 4 による電磁誘導作用を利用して電力として取り出すことにより、振動発電装置として機能し得るようになっている。

#### 【 0 0 4 0 】

さらに、かかる発電装置本体 1 6 には、磁歪素子 1 2 に対してバイアス磁界を及ぼす一対のバイアス機構 3 5 , 3 5 が設けられている。かかるバイアス機構 3 5 は、磁歪素子 1 2 に沿って側方を略長さ方向に延びる磁路構造をもって構成されており、具体的には、磁歪素子 1 2 の長さ方向一方の側に配置された永久磁石 3 6 a と他方の側に配置された永久磁石 3 6 b が、強磁性材からなるヨーク部材 3 7 で相互に連結された構造となっている。

10

#### 【 0 0 4 1 】

そして、一対のバイアス機構 3 5 , 3 5 は、磁歪素子 1 2 を曲げ変位方向に直交する板幅方向（図 2 中の上下方向，図 4 中の左右方向）で挟んだ両側に位置しており、それぞれ、ヨーク部材 3 7 がハウジング 3 0 の周壁部 3 4 に固着されることによって位置固定的に配されている。かかる配置状態下、各バイアス機構 3 5 において一方の磁極部を構成する永久磁石 3 6 a の磁極面 4 2 a（図中の N 極面）が、磁歪素子 1 2 の基端側で取付部 2 6 に対して対向配置されている。また、各バイアス機構 3 5 において他方の磁極部を構成する永久磁石 3 6 b の磁極面 4 2 b（図中の S 極面）が、磁歪素子 1 2 の先端側でマス部 2 8 に対して対向配置されている。

#### 【 0 0 4 2 】

20

これにより、各バイアス機構 3 5 は、磁歪素子 1 2 を備えた発電装置本体 1 6 に対して、永久磁石 3 6 a , 3 6 b の磁界を及ぼす磁路を構成しており、各バイアス機構 3 5 の磁極面 4 2 a , 4 2 b から、取付部 2 6 およびマス部 2 8 を介して、磁歪素子 1 2 に対して長さ方向の磁界が及ぼされるようになっている。本実施形態では、永久磁石 3 6 a , 3 6 b とヨーク部材 3 7 を含んで構成されたバイアス機構 3 5 における磁路は、バイアス磁界を及ぼされる対象物である磁歪素子 1 2 における磁路までを含んで、全体として閉磁路状とされている。

#### 【 0 0 4 3 】

なお、発電装置本体 1 6 における前述の如き曲げ方向の変形を許容するように、各バイアス機構 3 5 の磁極面 4 2 a , 4 2 b は、マス部 2 8 に対して、所定距離の隙間からなる磁気ギャップ 4 3 を隔てて、マス部 2 8 の側面に対して対向せしめられている。かかる磁気ギャップ 4 3 の隙間寸法は、発電装置本体 1 6 の変形に際してのマス部 2 8 の磁極面 4 2 b への干渉が可及的に避けられるように設定されることが望ましい。一方、発電装置本体 1 6 の曲げ方向の変形に際して基端側の取付部 2 6 は殆ど変位しないことから、各バイアス機構 3 5 の磁極面 4 2 a は、磁気ギャップ 4 3 を介することなく取付部 2 6 に対して当接状態で重ね合わされていても良い。

30

#### 【 0 0 4 4 】

また、かかるバイアス機構 3 5 では、発電装置本体 1 6 の先端側に配された永久磁石 3 6 a が、静置状態のマス部 2 8 に対して、変形方向の一方の側（図 1 , 3 中の下側）で所定距離だけ偏倚して配置されている。これにより、発電装置本体 1 6 の先端側の磁極面 4 2 b は、静置状態においてマス部 2 8 の側面に対して、変形方向となる幅方向の一方の側（図 1 , 3 中の下側）だけに対向配置されて、幅方向の他方の側（図 1 , 3 中の上側）には対向配置されておらず、更に、当該変形方向となる幅方向の一方の側に向かってマス部 2 8 から更に外方にまで延び出すようにして磁極面 4 2 b が広がって配されている。

40

#### 【 0 0 4 5 】

かくの如き一対のバイアス機構 3 5 , 3 5 で磁歪素子 1 2 には、その長さ方向に磁力線が向かう方向のバイアス磁界が及ぼされており、かかるバイアス磁界によって、長さ方向に及ぼされる引張力の変化に対応して惹起される磁束密度の変化の発生効率の向上が図られている。

#### 【 0 0 4 6 】

50



しかも、バイアス機構 35 において、磁歪素子 12 に磁界を及ぼす先端側の磁極面 42b が、磁歪素子 12 に対して変形方向の一方の方向で偏倚しており、磁歪素子 12 が偏倚方向（図 1 中の下方向）へ湾曲変形した場合には磁極面 42b との対向面積が大きくなってバイアス磁界として及ぼされる磁力ひいては磁歪素子 12 におけるバイアス磁界の磁束密度が大きくなる一方、磁歪素子 12 が偏倚と反対方向（図 1 中の上方向）へ湾曲変形した場合には磁極面 42b との対向面積が小さくなってバイアス磁界として及ぼされる磁力ひいては磁歪素子 12 におけるバイアス磁界の磁束密度が小さくなる。その結果、磁歪素子 12 にバイアス磁界を及ぼす磁路上の磁気抵抗が磁歪素子 12 の振動変形を利用して変化せしめられることにより、磁歪素子 12 に及ぼされるバイアス磁界が、磁歪素子 12 の振動変形と同期して繰り返し増減変化せしめられることとなる。

10

## 【0047】

このように、バイアス機構 35, 35 によって磁歪素子 12 に及ぼされるバイアス磁界を、その磁路上の磁気抵抗を入力振動を利用して変化させることで、磁歪素子 12 の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構を設けたことにより、磁歪素子 12 の振動変形としての引張変化に対応して惹起される磁束密度の変化を、一層大きくすることができる。即ち、磁歪素子 12 自体の逆磁歪作用に基づく磁束密度の変化に加えて、バイアス磁界変化機構によるバイアス磁界の磁束密度も同じ方向に変化させて、それら両者の相乗的効果として大きな磁束密度変化量を得ることができるのであり、かかる磁束密度変化に応じてコイル 14 を通じて得られる発電量を更に増加させることができるのである。

## 【0048】

20

また、本実施形態では、バイアス機構 35 の磁極面 42b が磁歪素子 12 の振動変位方向と直交する方向で離隔して配置されていることから、発電装置本体 16 のバイアス機構 35 への機械的な干渉によって発電装置本体 16 の振動変形が抑制されるようなこともない。

## 【0049】

なお、磁歪素子 12 や強度部材 18, マス部 28 等を含んで構成される片持梁構造の振動系におけるばね定数やマス質量を調節して、その共振周波数を例えば振動部材 17 における主たる振動の周波数に合わせることにより、更なる発電効率の向上を図ることも可能である。

## 【0050】

30

次に、図 5, 6 には、本発明の第二の実施形態としての振動発電装置 44 が示されている。なお、以降の実施形態において、前記第一の実施形態と実質的に同一の部材および部位には、図中に前記第一の実施形態と同一の符号を付すことにより、詳細な説明を省略する。

## 【0051】

すなわち、本実施形態の振動発電装置 44 においても、第一の実施形態と同様に磁歪素子 12 の長さ方向に延びる片持梁構造の発電装置本体 16 を備えており、振動部材 17 における図 5 中の上下方向への振動が固定端側に及ぼされることによって、自由端側が図中の矢印方向へ繰り返し変形変位するようにされている。

## 【0052】

40

一方、磁歪素子 12 へバイアス磁界を及ぼすバイアス機構 35 が、本実施形態では、発電装置本体 16 に対して、振動変位方向の一方の側に対向する状態で配されている。即ち、磁歪素子 12 の板厚方向の一方の側（図 5 中の下側）に離隔して、磁歪素子 12 の長さ方向に延びるヨーク部材 37 が配されている。そして、ヨーク部材 37 の基端側に設けられた永久磁石 36a の磁極面 42a が、発電装置本体 16 の取付部 26 に近接又は当接されている一方、ヨーク部材 37 の先端側に設けられた永久磁石 36b の磁極面 42b が、発電装置本体 16 のマス部 28 に対して、発電装置本体 16 の曲げ変形方向で所定距離を隔てて対向配置されている。

## 【0053】

なお、永久磁石 36b の磁極面 42b と発電装置本体 16 のマス部 28 との対向面間距

50

離は、振動部材 17 から及ぼされる振動外力により発電装置本体 16 が曲げ変形せしめられた場合にも、それら両者 42b, 28 が相互に打ち当たらないように設定されることが望ましい。

【0054】

このような構造とされたバイアス機構 35 も、第一の実施形態と同様に、磁歪素子 12 に対してバイアス磁界を及ぼす磁路が、磁歪素子 12 を含んで閉磁路状に構成されることとなる。また、磁歪素子 12 を含む発電装置本体 16 の変形に際して、磁歪素子 12 の先端側では、マス部 28 が磁極面 42b に対して、対向方向で接近および離隔方向に相対変位せしめられる。これにより、磁歪素子 12 にバイアス磁界を及ぼす磁路上で、マス部 28 と磁極面 42b との対向面間に設けられた磁気ギャップ 46 の大きさ（ギャップ長）ひいては磁気抵抗が、発電装置本体 16 の変形と同期して変化して、磁歪素子 12 に及ぼされるバイアス磁界が、磁歪素子 12 の振動変形と同期して繰り返し増減変化せしめられることとなる。

10

【0055】

従って、本実施形態の振動発電装置 44 においても、第一の実施形態と同様に、磁歪素子 12 自体の逆磁歪作用に基づく磁束密度の変化と、バイアス磁界変化機構によるバイアス磁界の磁束密度の変化との、両者の相乗的效果として大きな磁束密度変化量ひいてはコイル 14 を通じて得られる発電量の増大効果を得ることができるのである。

【0056】

特に本実施形態では、バイアス磁界の磁路上に設けられた磁気ギャップ 46 を介して対向するマス部 28 と磁極面 42b とが、発電装置本体 16 の振動変位方向で対向配置されており、磁気ギャップ 46 のギャップ長が直接に変化せしめられるようになっていることから、対向面積を変化させる場合に比して一層大きな変化率をもって、磁歪素子 12 へのバイアス磁界を変化させることが可能であり、発電効率の更なる向上が図られ得る。

20

【0057】

次に、図 7, 8 には、本発明の第三の実施形態としての振動発電装置 50 が示されている。本実施形態では、磁歪素子 12 へバイアス磁界を及ぼすバイアス機構 35 が、発電装置本体 16 の長さ方向に延びるようにして、振動変位方向の一方の側に離隔して配設されている。即ち、磁歪素子 12 の板厚方向の一方の側（図 7 中の下側）に離隔して、磁歪素子 12 の基端側からマス部 28 の先端側まで延びるヨーク部材 37 が配されている。そして、ヨーク部材 37 の基端側に設けられた永久磁石 52 の磁極面 54 が、発電装置本体 16 の取付部 26 に近接又は当接されている一方、ヨーク部材 37 の先端部分が、発電装置本体 16 のマス部 28 の先端部に対して近接して対向位置せしめられた磁極部 56 とされている。

30

【0058】

なお、かかる磁極部 56 は、発電装置本体 16 の先端部分が変形変位した場合にも打ち当たらないように、発電装置本体 16 の長さ方向でマス部 28 の先端面より更に外方に位置せしめられている。また、磁極部 56 は、マス部 28 の先端部分に対して、発電装置本体 16 の振動変形に伴う一方の側（図 7 中の下側）に偏倚して、磁気ギャップ 60 を介して対向するように配されている。そして、磁気ギャップ 60 において、磁極部 56 とマス部 28 との対向面間距離と対向面積が、発電装置本体 16 の振動変形と同期して変化せしめられるようになっている。

40

【0059】

このような構造とされたバイアス機構 35 も、第二の実施形態と同様に、磁歪素子 12 にバイアス磁界を及ぼす磁路上に設けられた磁気ギャップ 60 の大きさ（ギャップ長）が、発電装置本体 16 の変形と同期して変化して、磁歪素子 12 に及ぼされるバイアス磁界が、磁歪素子 12 の振動変形と同期して繰り返し増減変化せしめられることとなる。それ故、本実施形態の振動発電装置 50 においても、第二の実施形態と同様に、磁歪素子 12 自体の逆磁歪作用に基づく磁束密度の変化と、バイアス磁界変化機構によるバイアス磁界の磁束密度の変化との、両者の相乗的效果として大きな磁束密度変化量ひいてはコイル 1

50

4を通じて得られる発電量の増大効果が発揮されるのである。

【0060】

以上、本発明の実施形態について詳述してきたが、本発明は上述の実施形態における具体的な記載によって限定的に解釈されるものでない。

【0061】

例えば、前記実施形態では、磁歪素子12に及ぼされるバイアス磁界を磁歪素子12の振動変形と同期して変化させるバイアス磁界変化機構として、バイアス磁界の磁路上に設けた磁気ギャップにおけるギャップ長や磁極対向面積を変化させるようにした構造が採用されていたが、それに限定されるものでない。例えば、入力される外力の大きさの変化に応じて透磁率が変化するような素子を利用して、磁歪素子12に及ぼされるバイアス磁界を振動外力に応じて変化させること等も可能である。

10

【0062】

具体的には、図9、10に示された第四の実施形態としての振動発電装置64のように、ハウジング30の周壁部34の内面に固着されて、磁歪素子12に沿って延びるように配設されたヨーク部材70を、発電装置本体16に対して振動変形方向(図9中の上下方向)で対向配置せしめる。そして、ヨーク部材70の基端側が、永久磁石72を介してベース部32に磁気接続されている一方、ヨーク部材70の先端側が磁束変化素子73を挟んでマス部28に対して連結されている。

【0063】

なお、磁束変化素子73としては、外部から及ぼされる荷重によって磁気抵抗が変化する特性を有するものであり、例えば応力の大きさに応じて透磁率または磁束密度が変化する磁歪材料からなる部材によって構成され得る。

20

【0064】

また、ヨーク部材70の先端側とマス部28とは、それらの対向面間に磁束変化素子73が介在するようになっていれば良く、発電装置本体16の振動変形に際して磁束変化素子73とヨーク部材70との間またはマス部28との間に隙間が発生したり、磁束変化素子73に引張力が作用したりするようになっていても良い。尤も、好適には、磁束変化素子73に対して、振動入力時にもヨーク部材70とマス部28との対向方向で圧縮力が維持されるように、マス部28が磁束変化素子73に対して予め所定荷重で押し付けられるように予荷重が設定されていることが望ましく、それによって、磁束変化素子73に及ぼされる外力変化に対して磁気抵抗変化が一層効率的に生ぜしめられ得る。

30

【0065】

このような振動発電装置64では、振動部材17から及ぼされる振動外力で発電装置本体16が振動変形せしめられるのに同期して、磁束変化素子73に外力が及ぼされて、磁歪素子12に対するバイアス磁界の磁路上の磁気抵抗が変化して、磁歪素子12におけるバイアス磁界の磁束密度が変化せしめられ得る。

【0066】

また、本発明は、前記実施形態のように発電装置本体16の曲げ変形を利用して、磁歪素子12に応力変化を及ぼすもののほか、振動部材の振動外力が磁歪素子に対して圧縮力として直接に及ぼされるようにしても良い。その具体例を、図11および図12に示す。

40

【0067】

図11に示された本発明の第五の実施形態としての振動発電装置74では、上下方向に延びるロッド状の磁歪素子75に対して、コイル14が外挿状態で組み付けられている。また、磁歪素子75の下端には、下側永久磁石76が重ね合わされて配設されている一方、磁歪素子75の上端には、上側永久磁石78が、上方に所定距離を隔てて対向位置して配設されている。

【0068】

そして、これら上下の永久磁石76、78により、磁歪素子75の長さ方向の両側に対となる磁極が設定されて、磁歪素子75の長さ方向にバイアス磁界が及ぼされている。また、上側永久磁石78には、上下両端面に対となる磁極を有しており、その下端面側の磁

50

極が、磁歪素子 75 の上端面に対して、磁気ギャップを介して対向配置されている。

【0069】

このような振動発電装置 74 は、磁歪素子 75 の下端が、下側永久磁石 76 を介して、ベース部材 79 に対して重ね合わされて固着される一方、磁歪素子 75 の上端が、連結部材 80 を介して、振動部材 82 に対して重ね合わされて固着されている。このような装着状態下では、ベース部材 79 に対する接近および離隔方向に惹起される振動部材 82 の振動外力が、上側永久磁石 78 と連結部材 80 を通じて、磁歪素子 75 に対して軸方向の圧縮外力として直接的に及ぼされることとなる。

【0070】

また、上側の永久磁石 78 は、ベース部材 79 に固設された支持部材 84 により固定的に支持されており、振動部材 82 からの振動が及ぼされないようになっている。

10

【0071】

それ故、このような振動発電装置 74 では、振動部材 82 の振動外力が磁歪素子 75 に対して圧縮方向に直接に及ぼされることとなり、かかる圧縮方向の振動外力の作用で磁歪素子 75 が軸方向に圧縮変形されると、磁歪素子 75 の上端面と上側永久磁石 78 との対向面間の磁気ギャップの大きさが変化する。その結果、磁歪素子 75 に及ぼされるバイアス磁束が、振動に同期して変化せしめられることとなることから、前述の各実施形態と同様に、発電効率の向上効果が達成され得るのである。

【0072】

なお、支持部材 84 や連結部材 80 は、剛性材であれば良く特に材質が限定されるものでないが、支持部材 84 として強磁性材を採用することでバイアス磁界を及ぼす磁路における漏れ磁束を抑えることができるし、連結部材 80 として非磁性材を採用することで、バイアス磁界によって磁歪素子 75 に及ぼされる磁束変化が、連結部材 80 を通じての漏れ磁束によって低下してしまう不具合も回避され得る。

20

【0073】

さらに、図 12 に示された本発明の第六の実施形態としての振動発電装置 92 では、上記第五の実施形態と同様にコイル 14 が外挿装着された磁歪素子 75 が、ベース部材 79 と振動部材 82 との対向面間で上下方向に延びるように配されている。磁歪素子 75 の下端は、下側の永久磁石 76 を介して、ベース部材 79 に固着されている。磁歪素子 75 の上端は、互いに直列的に重ね合わされた磁束変化素子 94 と上側の永久磁石 96 を介して、振動部材 82 に固着されている。

30

【0074】

かかる磁束変化素子 94 は、前記第四の実施形態における磁束変化素子 (73) と同様であり、外部から及ぼされる力の大きさに応じて内部の磁気抵抗が変化する特性を有している。また、上下の永久磁石 76, 96 は、対をなす磁極面を磁歪素子 75 の両端面に向けて配されており、磁歪素子 75 に対して軸方向のバイアス磁界を及ぼす磁路を構成している。

【0075】

このような本実施形態の振動発電装置 92 では、バイアス磁界の磁路上に配された磁束変化素子 94 を介して、磁歪素子 75 に軸方向の振動外力が及ぼされることとなり、振動外力によって磁歪素子 75 に惹起される軸方向の圧縮変形に同期して、振動外力によって磁束変化素子 94 の磁気抵抗が変化せしめられる。そして、かかる磁束変化素子 94 の磁気抵抗の変化により、磁歪素子 75 のバイアス磁界が変化せしめられることから、前記実施形態と同様に、磁歪素子 75 の逆磁歪作用に基づく発電効率の向上が図られ得るのである。

40

【0076】

また、図 13 には、例えば自動車のボデーや洗濯機のハウジングなどのように振動により曲げ変形せしめられる振動部材 98 に対して適用される本発明の第七の実施形態としての振動発電装置 100 が示されている。かかる振動発電装置 100 は、コイル 14 が外挿装着された磁歪素子 102 が、振動部材 98 の一方の側に所定距離を隔てて並設されてお

50

り、磁歪素子 102 の長さ方向の両端部分が、それぞれ、振動部材 98 の一方の面上にスベサ 104 , 104 を介して重ね合わされていると共に、振動部材 98 に立設された固定ボルト 106 , 106 によって固定的に支持されている。

【0077】

これにより、振動部材 98 において振動による曲げ変形が惹起されると、一对の固定ボルト 106 , 106 が傾斜変位することとなり、かかるボルト 106 , 106 を通じて、磁歪素子 102 に対して長さ方向（図 13 中の左右方向）の外力が及ぼされて、磁歪素子 102 が長さ方向で圧縮変形せしめられるようになっている。

【0078】

さらに、磁歪素子 102 には、長さ方向に延びるヨーク部材 108 が並設されている。このヨーク部材 108 は強磁性材で形成されており、一方の端部（図 13 中の左方の端部）が固定ボルト 106 で磁歪素子 102 の一端部に友締め固定されている。また、ヨーク部材 108 の他方の端部は、磁歪素子 102 の他端部に対し、所定の磁気ギャップ 109 を介して、長さ方向の外方から対向配置されている。

【0079】

更にまた、ヨーク部材 108 には、長さ方向の中間部分に永久磁石 110 が配されており、ヨーク部材 108 の長さ方向の両端部分に磁極部が形成されて、磁歪素子 102 に対してその長さ方向にバイアス磁束を及ぼすようになっている。

【0080】

このような本実施形態の振動発電装置 100 では、振動入力に伴って磁歪素子 102 が長さ方向で変形せしめられるに際し、磁気ギャップ 109 の大きさの変化に伴い、磁歪素子 102 に及ぼされるバイアス磁束が、振動と同期して変化せしめられることとなる。それ故、前記実施形態と同様に、磁歪素子 102 の逆磁歪作用に基づく発電効率の向上が図られ得るのである。

【符号の説明】

【0081】

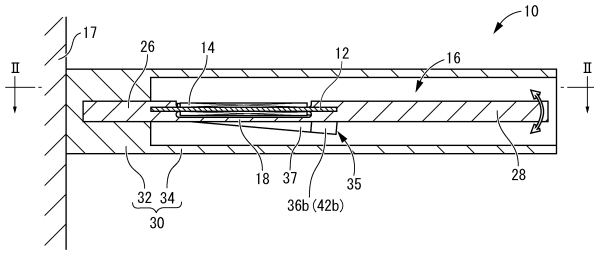
10 , 44 , 50 , 64 , 74 , 92 , 100 : 振動発電装置、12 , 75 , 102 : 磁歪素子、14 : コイル、17 , 82 , 98 : 振動部材、18 : 強度部材、36a , 36b , 52 , 72 , 76 , 78 , 96 , 110 : 永久磁石、37 , 70 , 108 : ヨーク部材、42a , 42b , 54 : 磁極面、43 , 46 , 60 , 109 : 磁気ギャップ、56 : 磁極部、73 , 94 : 磁束変化素子

10

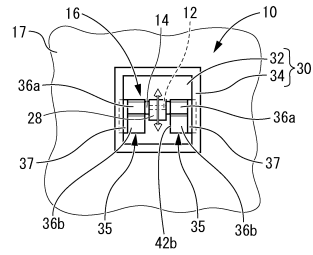
20

30

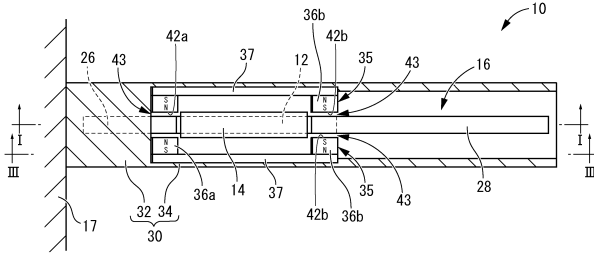
【図1】



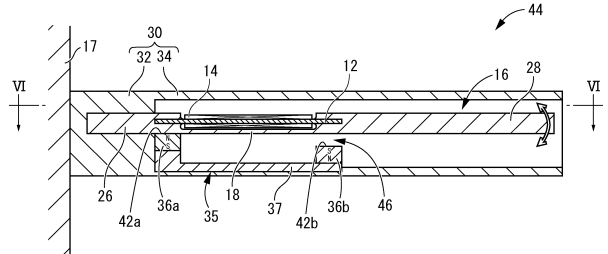
【図4】



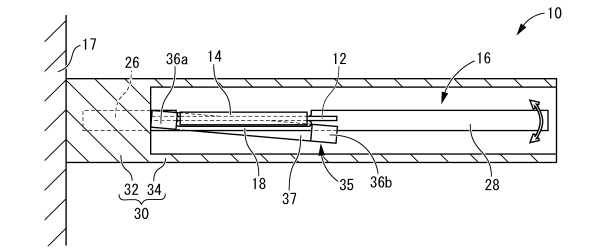
【図2】



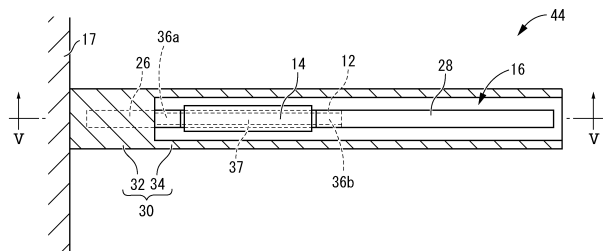
【図5】



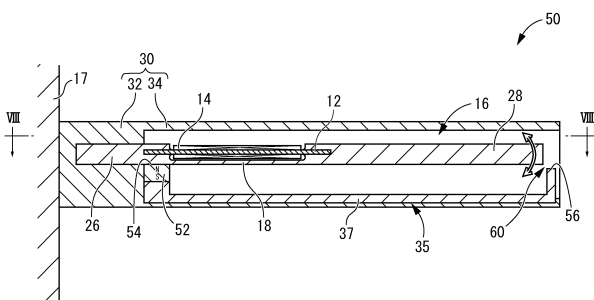
【図3】



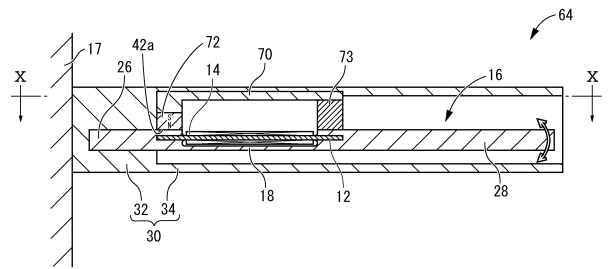
【図6】



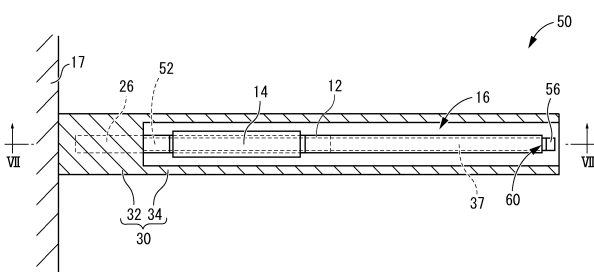
【図7】



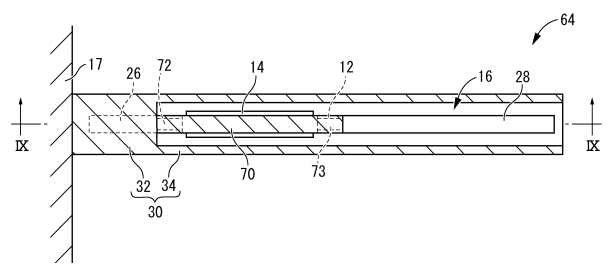
【図9】



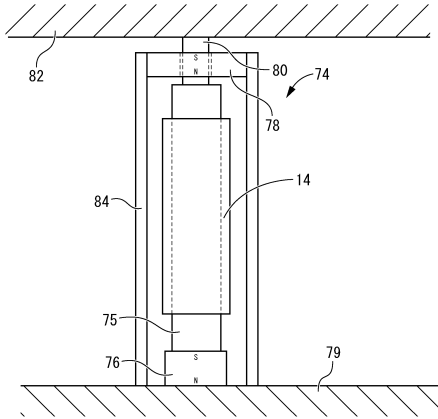
【図8】



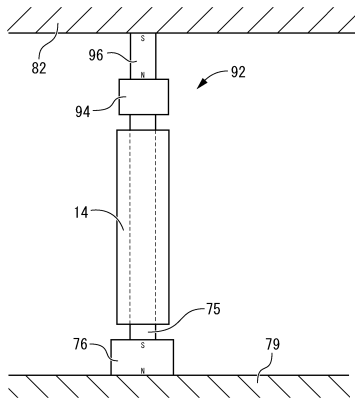
【図10】



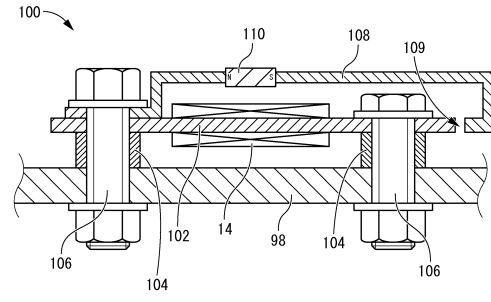
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-143897(JP,A)  
国際公開第2011/158473(WO,A1)  
特開2015-015850(JP,A)  
特開2009-054887(JP,A)  
特開2007-158911(JP,A)  
特開2005-177688(JP,A)  
特開2009-296734(JP,A)  
国際公開第2007/038157(WO,A2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/18