

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年6月18日(18.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/087956 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082794
- (22) 国際出願日: 2014年12月11日(11.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-258446 2013年12月13日(13.12.2013) JP
特願 2013-258447 2013年12月13日(13.12.2013) JP
特願 2013-265216 2013年12月24日(24.12.2013) JP
- (71) 出願人: 住友理工株式会社(SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 Aichi (JP). パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 長谷川 浩一(HASEGAWA, Koichi); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内 Aichi (JP). 栗熊 甫(KURIKUMA, Hajime); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内 Aichi (JP). 勝村 英則(KAT-

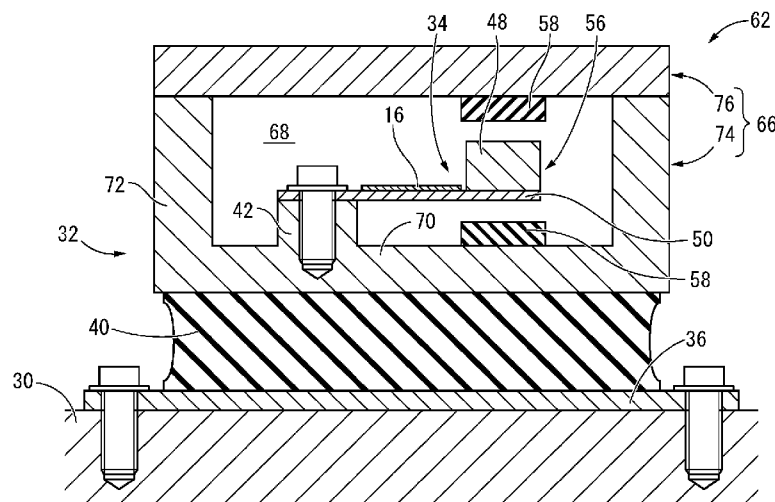
SUMURA, Hidenori); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 加賀田 博司(KAGATA, Hiroshi); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 田村 昌也(TAMURA, Masaya); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 笠井 美孝, 外(KASAI, YOSHITAKA et al.); 〒5140003 三重県津市桜橋一丁目681番地 笠井中根国際特許事務所 Mie (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION POWER GENERATOR

(54) 発明の名称: 振動発電装置



(57) Abstract: Provided is a vibration power generator with a novel structure which can efficiently and stably generate power even in circumstances in which the frequency range and direction of the inputted vibration vary. A vibration system with multiple degrees of freedom is configured which comprises a first vibration system (32) and a second vibration system (34) arranged in series and each having a different eigenfrequency. Meanwhile, the second vibration system (34) is arranged housed inside of a housing space (68) in a first mass member (66) having a hollow structure, and by means of a support unit (42) protruding from the first mass member (66), the base end of a leaf spring (50) of the second vibration system (34) is supported in a position further into the housing space (68) than the peripheral wall unit (72) of the first mass member (66). A power generating element (16) is mounted on the leaf spring (50), and a second mass member (48) is provided on the distal side of the leaf spring (50).

(57) 要約:

[続葉有]



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

入力される振動の周波数域や方向が多様な状況下でも効率的且つ安定した発電を実現し得る、新規な構造の振動発電装置を提供する。互いに固有振動数が異なる第 1 の振動系 3 2 と第 2 の振動系 3 4 を直列的に配して多自由度振動系を構成する一方、中空構造の第 1 のマス部材 6 6 の収容空所 6 8 内に第 2 の振動系 3 4 を収容配置して、第 1 のマス部材 6 6 から突設された支持部 4 2 によって第 2 の振動系 3 4 の板ばね 5 0 の基端側を第 1 のマス部材 3 8 の周壁部 7 2 よりも収容空所 6 8 内方に位置して支持せしめ、板ばね 5 0 に発電素子 1 6 を装着すると共に、板ばね 5 0 の先端側に第 2 のマス部材 4 8 を設けた。

明 細 書

発明の名称：振動発電装置

技術分野

[0001] 本発明は、振動部材の振動エネルギーを発電素子によって電気エネルギーに変換する振動発電装置、及びそれを利用したセンサ装置や車両用発光装置、建築物用発光装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、各種物理量を検出するセンサ装置や車両用発光装置、建築物用発光装置などの機器では、作動に必要とされる電力をバッテリーや商用電源などの外部電源から給電線を通じて供給する必要があった。

[0003] 因みに、センサ装置としては、特開２０１３－１４７１６１号公報（特許文献１）に開示されたシート用圧力センサ等があり、例えば自動車では各種の力学的センサや電磁的センサ、温度センサ、光学的センサ、化学センサなどセンサの装着数が１００を越えることも少なくない。また、車両用発光装置としては、特開２００５－６７３６５号公報（特許文献２）や特開平８－１０４１７０号公報（特許文献３）に開示されたコーナーポールやサイドミラー用ライト等があり、特に車両の端部を構成する部材に装着されるものも多くある。更にまた、建築物用発光装置としては、特許第４２９０６９０号公報（特許文献４）に開示されているように、住宅の階段を照明する発光装置などがある。

[0004] ところが、例えば自動車のセンサ装置や発光装置において、バッテリーから給電線を配すると、センサ装置の数が多いことや、発光装置が車体端部付近に多く装着されていることなどもあり、給電線の総延長が多大となって重量増につながり、燃費や走行性能への悪影響も避け難い。また、建築物用発光装置では、一般に商用電源で発光することから、停電の際に役に立たず、特に災害時には非難通路となる階段や廊下が照明されずに安全が確保され難いという問題があった。

[0005] なお、ボタン電池のような小型内蔵電池を利用したり、太陽光パネルによる発電装置を利用する他、特開 2009-254163 号公報（特許文献 5）に開示されている回転式発電装置を利用したり、上記特許文献 4 に記載のように歩行者の体重作用に伴う可撓性の踏板の変形を圧電素子に及ぼして発電することも考えられる。

[0006] しかしながら、小型内蔵電池は頻繁な交換作業が必要となりメンテナンスが面倒になる問題があるし、太陽光パネルは蓄電池や制御装置を伴う設備が大掛かりとなり損傷リスクも大きいという問題がある。また、特許文献 5 に記載の回転式発電装置は、そもそも内燃機関のコネクティングロッド等の高速回転部分に限定されることから用途が狭く、利用が難しいという問題がある。更にまた、特許文献 4 に記載の踏板利用の発電装置は、建築物の歩行領域に限定されることに加えて、歩行領域の踏面が可撓性になってしまい、歩行感覚に違和感を及ぼすだけでなく、デザインの自由度も大幅に制限されて建築物の意匠に悪影響を及ぼすという問題があった。

[0007] そこで、昨今の省エネルギーへの高度な要求にも対応するために、特開 2011-152004 号公報（特許文献 6）では、振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電装置が提案されている。しかしながら、特許文献 6 に記載の発電装置では、振動圧電体が、マス部材をばね部材で弾性支持した 1 自由度の振動系であることから、かかる振動系の固有振動数を外れた周波数の振動入力に対しては、ばね部材の十分な変形が生じ得ずに、電力を有効に得られないおそれがあった。

[0008] 一方、国際公開第 2012/137695 号（特許文献 7）には、振動部材の上方に配されて水平方向に広がるベース部材をバネで弾性支持すると共に、このベース部材上で水平方向に延びて上下方向に屈曲振動可能な発電素子を、当該ベース部材で支持せしめた振動発電装置が開示されている。また、国際公開第 2013/024848 号（特許文献 8）には、振動体に取り付けられる保持枠に対して矩形枠形の支持枠を弾性支持せしめると共に、該支持枠の周壁から枠内に向かって突出する振動板に対して発電素子を装着し

た振動発電装置が開示されている。このような振動発電装置を採用することにより、外部からの給電を軽減又は不要とすることが可能になる。

[0009] ところが、これら特許文献 7, 8 に開示された何れの振動発電装置も、振動入力に際して、目的とする発電が、未だ安定して効率的には行われ難いという問題があった。

[0010] かかる問題について本発明者が多くの検討と実験を重ねたところ、振動入力に伴って発電素子に生ぜしめられる変形状態が安定しがたいという新たな課題を見出した。即ち、発電素子や圧電素子において発電に寄与する振動方向は特定されるのに対して、振動部材に弾性支持されたベース部材や保持枠の振動方向は特定され難い。それ故、外部からの振動入力によってベース部材や保持枠が、発電に寄与しない方向に振動すると、発電素子や圧電素子に対して揺動（ピッチング）やねじれ、こじれなどの多様な振動変形が発生することとなり、その振動変形が不安定になってしまって目的とする発電効果を安定して得難いという問題もあったのである。

先行技術文献

特許文献

- [0011] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 1 4 7 1 6 1 号公報
特許文献2：特開 2 0 0 5 - 6 7 3 6 5 号公報
特許文献3：特開平 8 - 1 0 4 1 7 0 号公報
特許文献4：特許第 4 2 9 0 6 9 0 号公報
特許文献5：特開 2 0 0 9 - 2 5 4 1 6 3 号公報
特許文献6：特開 2 0 1 1 - 1 5 2 0 0 4 号公報
特許文献7：国際公開第 2 0 1 2 / 1 3 7 6 9 5 号
特許文献8：国際公開第 2 0 1 3 / 0 2 4 8 4 8 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 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、

広い周波数域の振動入力に対して高効率な発電を安定して実現し得る、新規な構造の振動発電装置、及びそれを利用したセンサ装置や車両用発光装置、建築物用発光装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] すなわち、振動発電装置に関する本発明の第1の態様は、振動部材に取り付けられて該振動部材の振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電素子を備えた振動発電装置であって、第1のマス部材が第1のばね部材によって弾性支持される第1の振動系と、第2のマス部材が第2のばね部材によって該第1のマス部材に弾性連結された第2の振動系とを含んで構成された多自由度振動系を備えていると共に、前記発電素子が前記第1のマス部材と前記第2のマス部材の間に配設されて、前記振動部材から該第1のマス部材に及ぼされた振動が該第2のマス部材に伝達されてそれら第1のマス部材と第2のマス部材が相対変位することにより該振動部材の振動エネルギーが該発電素子に入力されるようになっており、更に、前記第1の振動系の固有振動数と前記第2の振動系の固有振動数が異ならされている一方、該第1のマス部材が内部に收容空所を備える中空構造とされており、該收容空所内に該第2の振動系が收容配置されていると共に、該第2の振動系における該第2のばね部材が板ばねで形成されて該板ばねに該発電素子が装着されており、該板ばねの一端側が、該第1のマス部材において該收容空所内に突設された支持部に取り付けられることにより該第1のマス部材の周壁部よりも該收容空所内方に位置して支持せしめられている一方、該板ばねの他端側に該第2のマス部材が取り付けられていることを、特徴とする。

[0014] このような本態様に従う構造とされた振動発電装置によれば、先ず、全周囲が周壁で囲まれる中空構造をもって第1のマス部材が構成されている。これにより、第1のマス部材の重心が周壁の外周面よりも内方に効率的に設定され得て第1の振動系の振動状態の安定化や設計の容易化が図られ得ると共に、第1のマス部材の内部に形成された收容空所内に第2の振動系が收容配置されることで、第1のマス部材の周壁に対して、第2の振動系の配設領域

への防塵や防水の機能を付与することも容易となり、外乱の影響を防止して第2の振動系の振動状態の安定化も図られ得る。

[0015] しかも、かかる第2の振動系のばね部材を構成する板ばねが、第1のマス部材の周壁部から突設された支持部により、周壁部よりも収容空所内方に位置して支持されている。これにより、板ばねの低減衰能によって大きな振動倍率を得ることができて発電効率の向上が図られると共に、第1の振動系から第2の振動系への振動伝達に際して発電に有効な方向の振動が安定して入力されて発電効率の向上が図られ得る。即ち、板ばねの支持部を第1のマス部材の周壁部よりも収容空所内方に位置設定したことで、かかる支持部を通じて、第1のマス部材から第1の振動系に入力される振動として、板ばねに曲げ変形を有効に生ぜしめて発電素子の発電に寄与する、第1のマス部材の中央側で振幅が大きくなるバウンス（上下）方向の振動が、効率的に伝達され得る。一方、第1のマス部材のピッチング（揺動）や振れ、こじれなどの第1のマス部材の外周において振幅が大きくなる振動方向成分の伝達が抑えられることとなる。その結果、板ばねに対する不規則な変形が抑えられて、目的とする板ばねの曲げ方向の振動変形に伴う発電素子による発電作動がより安定して実現可能となる。

[0016] なお、板ばねに装着される発電素子としては、板ばねの歪や変形、応力等の機械的物理量をエネルギー変換し得る圧電素子や磁歪素子などが好適に採用される。また、板ばねとしては、ばね鋼などの金属ばねが好適に用いられるが、条件に応じて樹脂ばね等も採用可能であり、表面をゴム被覆して所望の減衰能を補助的に付加することも可能である。

[0017] また、本態様の振動発電装置では、互いに異なる複数の固有振動数において、第1のマス部材と第2のマス部材の相対変位量が共振現象によって大きく確保されて、第1のマス部材と第2のマス部材との相対変位量に応じて得られる発電素子の発電量を効率的に得ることができる。

[0018] しかも、多自由度振動系の第1、第2のマス部材間に発電素子を配することで、第1のマス部材と第2のマス部材が逆位相で相対変位する周波数域の

振動入力時には、振動系の固有振動数を外れた周波数の入力振動であっても、第１のマス部材と第２のマス部材の相対変位量が大きく確保される。それ故、広い周波数域の振動入力に対して、発電素子の発電量が十分に得られて、電力を有効に得ることができる。

[0019] ここで、相対変位とは、振動部材の振動が第１のばね部材を介して第１のマス部材に及ぼされ、第１のマス部材自身が振動し、更に、その振動が第２のばね部材を介して第２のマス部材に伝達されて、第２のマス部材が第１のマス部材に対して変位することをいう。

[0020] このように、本態様に係る発電装置によれば、振動系の機械的な固有振動数に一致する周波数の振動入力のみならず、固有振動数を外れた周波数域の振動入力に対しても、有効な発電が実現されて、振動エネルギーを効率的に電気エネルギーに変換することが可能となる。

[0021] 振動発電装置に関する本発明の第２の態様は、第１の態様に記載された振動発電装置において、前記第１のマス部材の重心が、前記收容空所内に設定されているものである。

[0022] 本態様の振動発電装置では、第１のマス部材の重心が、支持台が設けられた收容空所内に設定されて、第２の振動系のばね部材である板ばねの支持点に対してより近く位置設定され得る。これにより、第１のマス部材におけるピッチング（揺動）や振れ、こじれなどの振動成分における第２の振動系への伝達が一層効果的に抑えられ得て、板ばねの不規則な変形振動の低減と、それに伴う発電素子による発電作動の安定化が更に向上され得る。

[0023] 振動発電装置に関する本発明の第３の態様は、第１又は第２の態様に記載された振動発電装置において、前記第２の振動系の固有振動数が、前記第１の振動系の固有振動数に対して低周波数に設定されているものである。

[0024] 第３の態様の振動発電装置では、第２の振動系の固有振動数が第１の振動系の固有振動数に対して低周波数に設定されていることから、第２のばね部材のばね定数を小さく設定して、第１のマス部材に対する第２のマス部材の相対変位量を確保し易くなり、第１のマス部材と第２のマス部材の相対変位

量に対応する発電効率の更なる向上も図り易い。また、2自由度の振動系における反共振周波数よりも低周波数の領域では、第1のマス部材と第2のマス部材が何れも入力振動に対して同位相で変位することから、入力振動のエネルギーが第1、第2の振動系に効率的に及ぼされて、有効な発電が実現可能となる。

[0025] 振動発電装置に関する本発明の第4の態様は、第1～第3の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記第1の振動系の固有振動数が、前記第2の振動系の電氣的な反共振周波数よりも高周波数に設定されているものである。

[0026] 第4の態様によれば、1自由度振動系の発電装置において発電効率の低下が問題となり易い電氣的な反共振周波数よりも高周波数の領域において、振動系の2次固有振動数での共振等に基づいた発電効率の向上が図られて、より広い周波数域の振動入力に対して有効な発電を実現することができる。

[0027] 振動発電装置に関する本発明の第5の態様は、第1～第4の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記第1の振動系の固有振動数が、前記第2の振動系の固有振動数の $\sqrt{2}$ 倍以下とされているものである。

[0028] 第5の態様によれば、第1の振動系の振動と第2の振動系の振動を相互に伝達させて連成的な振動状態とすることで、第1の振動系と第2の振動系の振動状態を広い周波数域に亘って相互補完的に維持することができて、効率的な発電を実現することができる。

[0029] 振動発電装置に関する本発明の第6の態様は、第1～第5の何れか1つの態様に記載された発電装置において、前記第2の振動系の共振応答倍率が前記第1の振動系の共振応答倍率よりも大きくされていると共に、前記第1のマス部材の質量と該第1の振動系の共振応答倍率の積が、前記第2のマス部材の質量と該第2の振動系の共振応答倍率の積よりも大きくされているものである。

[0030] 第6の態様によれば、第2の振動系の共振応答倍率が第1の振動系の共振応答倍率よりも大きくされることで、振動入力時に第2のマス部材の振幅が

大きく確保されて、第2の振動系に配設される発電素子において効率的な発電が実現される。また、第1の振動系と第2の振動系の間に作用する相殺的な制振作用が抑制されて、第1の振動系および第2の振動系の振動状態が安定して確保されることから、広帯域の振動に対して有効な発電が実現される。

[0031] 振動発電装置に関する本発明の第7の態様は、第1～第6の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記第2のマス部材の前記第1のマス部材に対する相対変位量を制限するストッパ手段が設けられているものである。

[0032] 第7の態様によれば、第1のマス部材と第2のマス部材の過大な相対変位がストッパ手段によって防止されることから、発電素子に対する入力が制限されて、発電素子の損傷等が防止される。

[0033] 振動発電装置に関する本発明の第8の態様は、第1～第7の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記第1のばね部材がゴム弾性体で形成されているものである。

[0034] 第8の態様によれば、第1のばね部材が減衰性能を有するゴム弾性体で形成されることから、より広い周波数域の振動入力に対して第1のマス部材と第2のマス部材の相対変位量が確保されて、有効な発電が実現される。

[0035] 振動発電装置に関する本発明の第9の態様は、第1～第8の何れか1つの態様に記載された振動発電装置であって、前記振動部材において、互いに異なる周波数域で振動レベルが最大になる複数種類の振動が前記多自由度振動系に対して及ぼされる部位に装着されるものである。

[0036] 第9の態様によれば、多自由度振動系を利用した本発明に従う構造の発電装置を、複数周波数域で振動ピークをもつ特定の振動部材へ適用することにより、多様な状況下で安定した発電効率を得ることが可能になる。なお、本態様が適用される振動部材としては、例えば洗濯物重量等に応じて振動周波数が異なる電気洗濯機や、走行状況等に応じて振動周波数が異なる自動車などを挙げることができる。

- [0037] 振動発電装置に関する本発明の第10の態様は、第1～第9の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記第1のマス部材の質量が、前記振動部材の等価マス質量の10%以上とされているものである。
- [0038] 第10の態様によれば、第1の振動系を振動部材の振動を相殺して低減するダイナミックダンパとして機能させて、有効な制振作用を得ることも可能となる。
- [0039] 振動発電装置に関する本発明の第11の態様は、第1～第10の何れか1つの態様に記載された振動発電装置において、前記発電素子の出力状態を外部へ送信する送信器が設けられているものである。
- [0040] 第11の態様によれば、振動発電装置の出力状態を外部の例えば遠隔地からでも監視等することが可能になるだけでなく、振動発電装置の出力状態から、振動発電装置が装着された振動体などの振動状態なども把握することも可能になる。
- [0041] 振動発電装置に関する本発明の第12の態様は、第11の態様に記載された振動発電装置において、前記送信器として無線送信装置を備えており、前記発電素子への振動エネルギーの入力によって得られた電力を利用して該無線送信装置が作動せしめられて該発電素子の出力状態が外部へ無線送信されるようになっているものである。
- [0042] 第12の態様によれば、発電素子の出力状態を外部送信するに際して、電力の給電用のケーブルや信号送信用のケーブルを外部との間で配線することが不要となり、装置の構造の簡略化や装着作業の容易化などに加えて、振動発電装置の装着条件の緩和によって装着適合箇所の拡大も達成され得る。
- [0043] センサ装置に関する本発明の第1の態様は、センサ素子を備えたセンサ装置において、前記振動発電装置に関する本発明の第1～12の何れか1つの態様に係る振動発電装置が設けられて、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを、特徴とする。
- [0044] このような本態様に従う構造とされたセンサ装置は、前述の如き従来構造のセンサ装置において給電線の総延長が多大となって重量増につながりやす

い等といった問題点に鑑みて為されたものである。即ち、先ず、本発明者は、例えば自動車等の車両に装着されるセンサ装置が必要とする給電用や出力用のリード線の配線数を減少させるべく、発生する振動を利用した発電装置の実用化を検討した。センサ装置が発電装置を備えることにより、例えばセンシング用電源を自給したり、検出信号を無線送信することなどにより、給電用及び／又は出力用のリード線の配線を不要とすることが可能になるからである。

[0045] ところが、例えば自動車等における振動は、内燃機関などのパワーユニットや車輪などから及ぼされるものであり、走行条件等によって入力振動が異なり振動周波数が広い範囲で変化すると共に、振動の入力方向も多様となって、一定方向の振動だけが入力されるものでもない。一方、振動発電装置は、一般に特定周波数域にチューニングされた共振系を備えており、当該共振系の共振作用を活用して発電するようになっており、特定方向の振動に対して有効な発電性能が発揮されるようになっている。そのために、例えば車両に振動発電装置を装着しても、十分な発電効率を得ることが困難であり、安定した作動を見込み難いという問題があった。

[0046] かかる状況下、本発明者が更なる研究を重ねた結果、上述の如きセンサ装置に関する本発明の第1の態様に係る発明を完成するに至ったのであって、本態様に従う構造とされたセンサ装置では、それ自体が発電装置を備えていることから、作動に電力が必要とされる場合において、外部から給電する必要がなく給電用のリード線を不要としたり、給電用のリード線を減少させることができ、多くのリード線の敷設に伴う重量増加が抑えられ得る。特に、かかる発電装置として振動発電装置を採用したことにより、例えば内燃機関や電動機などのパワーユニットの如き振動発生源を備えていたり、外部から振動が入力されたりする自動車等の車両、工作機械、家電、橋梁、建築物における柱や床等において、必要な電気エネルギーを振動エネルギーから効率的に得ることができる。

[0047] 特に本態様では、中空構造の第1のマス部材の周壁部から突設された支持

部によって第2の振動系の板ばねを支持せしめてなる特定構造の第1及び第2の振動系が採用されている。これにより、板ばねの低減衰能によって大きな振動倍率を得ることができて発電効率の向上が図られると共に、第1の振動系から第2の振動系に対して、発電に有効な方向の振動が安定して入力されて発電効率の向上と安定化が図られ得る。特に、自動車等の車両では、走行条件などに応じて各種方向の振動が及ぼされるが、そのような多様な振動の入力状況下でも、発電素子を備えた第2の振動系へ伝達される振動について、発電に有利な方向の振動伝達を効率的に維持して、他方向の振動伝達を低減させることで、第2の振動系の振動発電作動の安定化が図られ得る。

[0048] 加えて、本態様では、2つの振動系を組み合わせ且つ各振動系の固有振動数を相互に異ならせた特定構造の振動発電装置を採用した。これにより、広い周波数域に亘って良好な発電効率、即ち振動エネルギーから電気エネルギーへの変換効率を得ることを可能と為し得た。特に、自動車等の車両では、パワーユニットの回転数や走行速度などに応じて、発生する振動周波数の変化が避けられないが、そのような特殊な振動状態において、上述の如き2つの振動系を組み合わせた特定構造の振動発電装置を採用したことにより、安定した電力を得ることが可能になって、センサ装置に必要な電力を有効に賄って安定したセンサ作動が実現され得るのである。なお、本発明に係るセンサ装置では、自給電される電力のみによって装置や発光、警報などの作動電力が補われる必要はなく、補助的な電力として自給電されるようになっていても良い。

[0049] センサ装置に関する本発明の第2の態様は、センサ装置に関する第1の態様において、前記センサ素子によるセンシングの作動用電源として、前記振動発電装置が用いられているものである。

[0050] 本態様のセンサ装置に従えば、センサ素子に対してセンシング作動用の電力を給電するためのリード線を、別途設けられた電源等から配線する必要がなくなり、又は配線を少なくすることができることから、給電用リード線の重量分の軽量化が図られ得る。

- [0051] センサ装置に関する本発明の第3の態様は、センサ装置に関する前記第1又は第2の態様において、前記センサ素子による検出信号を送信する無線送信装置を備えており、該無線送信装置の作動用電源として、前記振動発電装置が用いられているものである。
- [0052] 本態様のセンサ装置に従えば、センサ素子の検出信号を外部へ出力するためのリード線が不要となり、又は少なくすることができることから、特に離れた場所へ装着されるセンサ装置においてセンサ出力用リード線による重量増加が効果的に回避される。また、本態様は、回転部分等の配線が難しい場所へセンサ装置が装着される場合にも有効である。
- [0053] センサ装置に関する本発明の第4の態様は、センサ装置に関する前記第1～第3の何れか1つの態様において、前記センサ素子による検出信号を加工処理する信号処理装置を備えており、該信号処理装置の作動用電源として、前記振動発電装置が用いられているものである。
- [0054] 本態様のセンサ装置に従えば、センサ素子による検出信号に対して、増幅やフィルタリング、補正等の加工を施す信号処理装置を備える場合にも、当該信号処理装置の作動用電源を確保するための配線が不要とされ、又は少なくすることが可能となる。また、本態様は、センサ装置にマイコンを備えさせてインテリジェント化したスマートセンサ等にも適用可能である。
- [0055] センサ装置に関する本発明の第5の態様は、センサ装置に関する前記第1～第4の何れか1つの態様において、前記センサ素子が前記発電素子によって構成されているものである。
- [0056] 本態様のセンサ装置に従えば、発電素子をセンサ素子として活用することにより、構造の簡略化が図られ得ると共に、信号処理系の簡略化も実現可能になる。
- [0057] センサ装置に関する本発明の第6の態様は、センサ装置に関する前記第1～第5の何れか1つの態様において、前記振動発電装置の発電状況に応じて警報を発する警告装置を備えているものである。
- [0058] 本態様のセンサ装置に従えば、例えばセンサ装置が車両に装着される場合

には、車両の走行状況に応じて振動部材の振動状況が変化する特性を巧く利用して、振動部材の振動状況に応じて変化する振動発電装置の発電状況に基づいて車両の走行状況を把握し、かかる走行状況に応じて光や音などの知覚可能な警報を発することができる。それ故、例えば急加速や急減速などを、特有の振動状況に応じた発電状況から把握することで、反エコの走行状態であることを警報する運転補助なども、本発明に係る発電素子を利用して効率的に実現可能になる。

[0059] 車両用発光装置に関する本発明の第1の態様は、車両の端部を構成する車両部材に設けられて給電によって発光する発光体を備える車両用発光装置において、前記振動発電装置に関する本発明の第1～12の何れか1つの態様に係る振動発電装置が設けられて、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを、特徴とする。

[0060] このような本態様に従う構造とされた車両用発光装置は、前述の如き従来構造の車両用発光装置において、自動車や二輪車などの車両の端部を構成するバンパーやドアミラー、フェンダー、荷台等の部材に設けられた発光装置におけるLED等の発光体（光源）に対して、エンジンルームなどに配されたバッテリーなどから、ワイヤハーネスなどの給電用配線を通じて、電力を供給しようとする、電力供給用のワイヤハーネスが長くなって、重量の増加が避けられないという問題に鑑みて為されたものである。

[0061] そして、本態様に従う構造の車両用発光装置では、車両の端部に設けられる発光体の発光によって、車両の存在や車幅などを知らしめることができる。しかも、作動用電源が振動発電装置とされていることから、作動用電源を発光体の近くに配設することができて、ワイヤハーネスの長さを短くすることができる。更に、車両走行時の振動によって発光に必要な電力が有効に確保又は補われて、電池の交換や充電なども不要とされ又は軽減され得る。特に、発光作動用の電力を給電するためのワイヤハーネスを無くしたり少なくすることにより、特に振動が大きくなり易い車両の端部におけるワイヤハーネスの断線の問題も軽減又は解消され得ることとなる。

[0062] しかも、自動車等における振動は、内燃機関などのパワーユニットや車輪などから及ぼされるものであり、走行条件等によって入力振動が異なり振動周波数が広い範囲で変化すると共に、振動の入力方向も多様となって、一定方向の振動だけが入力されるものでもない。そのような状況下でも、本態様に従う構造の車両用発光装置では、中空構造の第1のマス部材の周壁部から突設された支持部によって第2の振動系の板ばねを支持せしめてなる特定構造の第1及び第2の振動系を備えた振動発電装置を採用したことにより、発電効率の向上と安定化ひいては安定した発光が実現可能となるのである。

[0063] 車両用発光装置に関する本発明の第2の態様は、車両用発光装置に関する前記第1の態様において、前記車両部材が前記車両としての自動車の端部を構成する自動車用部材とされていると共に、前記発光体が、コーナーポールと、ドアミラー用ライトと、バンパー用ライトとの少なくとも一つとされているものである。

[0064] 本態様の車両用発光装置に従えば、自動車の走行時の振動によって、コーナーポールやドアミラー用ライト、バンパー用ライトを発光させることができる。特に、発光体が自動車の端部を構成するバンパー又はドアミラーに設けられることから、振動発電装置への入力振動が有利に確保されて、効率的な振動発電が実現される。

[0065] 車両用発光装置に関する本発明の第3の態様は、車両用発光装置に関する前記第1の態様において、前記車両用部材が前記車両としての二輪車の端部を構成する二輪車用部材とされていると共に、前記発光体が、ハンドルのエンドキャップ用ライトと、シート後方のリアポジションライトと、フロントフォークのフロントポジションライトと、ミラー用ライトとの少なくとも一つとされているものである。

[0066] 本態様の車両用発光装置に従えば、二輪車とくに自動二輪車の走行時の振動によって、ハンドルのエンドキャップ用ライトやシート後方のリアポジションライト、フロントフォークのフロントポジションライト、ミラー用ライトを発光させることができる。特に、自動車に比して振動が大きくなり易い

二輪車に適用することで、振動発電が有利に実現される。

[0067] 車両用発光装置に関する本発明の第4の態様は、車両用発光装置に関する前記第1～第3の何れか1つの態様において、前記振動部材が前記車両のメインフレームに取り付けられる別部品とされているものである。

[0068] 本態様の車両用発光装置に従えば、乗り心地の向上を目的として振動の低減が図られるメインフレームではなく、メインフレームとは別体の部品に車両用発光装置を設けることにより、振動発電装置に振動エネルギーが有効に入力されて、発電効率の向上が図られる。しかも、振動部材がメインフレームに対して相対変位するような場合にも、振動部材とメインフレームとの間に跨ってワイヤハーネスを配線する必要がなくなると共に、ワイヤハーネスの長さも短くされることによって、断線などの不具合が回避される。

[0069] 建築物用発光装置に関する本発明の第1の態様は、建築物の歩行領域を照明するための発光体を備えた建築物用発光装置において、前記振動発電装置に関する本発明の第1～12の何れか1つの態様に係る振動発電装置が設けられて、該建築物の該歩行領域の床材に対して前記第1のマス部材が前記第1のばね部材によって弾性支持されることで前記第1の振動系によって制振装置が構成されていると共に、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを、特徴とする。

[0070] このような本態様に従う構造とされた建築物用発光装置は、前述の如き従来構造の建築物用照明が、商用電源を利用するために停電時の照明が不十分であったり、蓄電池や太陽電池が容量不足や大掛かりな設備による問題があることに鑑みて為されたものであり、更に、踏板そのものを可撓性として発電させる照明装置において問題となる歩行感覚の違和感やデザインおよび構造上の制約を軽減又は解消し得る、新規な構造の建築物用発光装置を提供することも目的として為されたものである。

[0071] そして、本態様に従う構造の建築物用発光装置によれば、歩行に伴って踏面に及ぼされる振動を利用して自家発電し、その電力によって発光体を発光させて歩行領域を照明することができる。特に本態様は、歩行領域の床板や

踏板などの床材に装着されて、その振動を抑制する制振装置を採用し、かかる制振装置を利用して振動発電装置を構成したことを1つの特徴とする。

[0072] すなわち、歩行に際しての衝撃によって床材が振動変形することとなり、例えば家屋の2階床面の歩行振動によって、1階天井が揺れたり異音を生ずる原因ともなる。本発明者は、かかる振動現象に着目し、問題とされている振動エネルギーを有効活用できる電気エネルギーに変換して利用することで、歩行振動の問題と照明確保の問題との両者に巧く対処することを可能と為し得たのである。具体的には、歩行領域の床材に第1の振動系からなる制振装置を設けたことにより、かかる床材の振動や異音を抑えることが出来るのであり、また、床材の振動や異音の低減効果が発揮されている状況では、第1の振動系に大きな振動が惹起されていることを利用して、振動発電装置に大きな振動エネルギーを及ぼすことで効率的に発電することができるのである。

[0073] しかも、本態様の建築物用発光装置では、振動部材である床材に対して複数の振動系が直列的に設けられており、床材からの入力振動で加振される第1の振動系を介して第2の振動系が加振されることとなる。そして、これら第1の振動系と第2の振動系が、固有振動数をずらせて設定されていることから、互いに異なる複数の固有振動数において、第1のマス部材と第2のマス部材の相対変位量が共振現象によって大きく確保されることとなり、第1のマス部材と第2のマス部材との相対変位量に応じて得られる発電素子の発電量を効率的に得ることができる。

[0074] 加えて、多自由度振動系の第1、第2のマス部材間に発電素子を配することで、第1のマス部材と第2のマス部材が逆位相で相対変位する周波数域の振動入力時には、振動系の固有振動数を外れた周波数の入力振動であっても、第1のマス部材と第2のマス部材の相対変位量が大きく確保されて、広い周波数域の振動入力に対して、発電素子の発電量が確保され得る。

[0075] このように、本態様に係る振動発電装置によれば、振動系の機械的な固有振動数に一致する周波数の振動入力のみならず、固有振動数を外れた周波数

域の振動入力に対しても、有効な発電が実現されて、振動エネルギーを効率的に電気エネルギーに変換することが可能となる。しかも、床材から及ぼされる振動は、温度や湿度などの環境の他、家具や人などの載荷重、建具の状態、歩行位置や歩行速度等の各種条件によって異なり振動周波数や振動方向などが変化する。そのような状況下でも、本態様に従う構造の建築物用発光装置では、中空構造の第1のマス部材の周壁部から突設された支持部によって第2の振動系の板ばねを支持せしめてなる特定構造の第1及び第2の振動系を備えた振動発電装置を採用したことにより、発電効率の向上と安定化ひいては安定した発光が実現可能となるのである。

[0076] 建築物用発光装置に関する本発明の第2の態様は、建築物用発光装置に関する前記第1の態様において、前記建築物の歩行領域が階段と廊下の少なくとも一方に設定されているものである。

[0077] 本態様の建築物用発光装置に従えば、例えば災害時においても人の避難経路の照明を確保することが可能になり、安全を確保することができる。なお、自給電される電力を、商用電力などと組み合わせて補助的な電力として利用することも可能であるが、災害時における照明の確保に際しては、自給電される電力のみによって発光作動が実現されることが望ましい。

[0078] 建築物用発光装置に関する本発明の第3の態様は、建築物用発光装置に関する前記第1又は第2の態様において、前記建築物の歩行領域における複数のエリア毎に独立して、前記多自由度振動系に設けた前記発電素子によって得られた電力で前記発光体を発光せしめる電気回路が設けられるものである。

[0079] 本態様の建築物用発光装置に従えば、1つのエリアで発電系や給電系、発光系などに不具合が発生した場合でも、他のエリアの照明を確保することが可能になり、建築物の歩行領域の全体として安全性の向上が図られ得る。

[0080] 本発明の第4の態様は、建築物用発光装置に関する前記第1～第3の何れか1つの態様において、音響装置を備えており、前記発電素子への振動エネルギーの入力によって得られた電力で該音響装置が鳴動されるようになって

いるものである。

[0081] 本態様の建築物用発光装置に従えば、歩行領域を歩行することにより光と音が発生することから、視力の低下したお年寄りなどにおいて、歩行領域の認識を容易とすること等が可能になる。なお、音響装置の発報音は、音楽や警告音、メッセージ等の如何なるものであってもよい。また、音響装置の鳴動は、発電素子の発生電力で全てが補われるものであることが望ましいが、蓄電池などの他電力を合わせて補うことも可能である。

[0082] また、建築物用発光装置に関する前記第1～第4の何れか1つの態様の建築物用発光装置において、振動発電装置に関する前記第11又は第12の態様を組み合わせて採用して、建築物用発光装置における発電素子の出力状態を外部へ送信することも好適な態様の一つである。かかる態様によれば、例えば発電素子へ振動が入力されたことが建築物から遠く離れた位置からでも認識することができることから、建築地における地震発生状態を把握する装置として利用する他、建築物における防犯用の警報発信装置などとして利用することも可能となる。特に振動発電装置に関する前記第12の態様を採用すれば、発電素子の発電状況の外部への発信に際して外部電源も不要となされ得ることから、例えば災害や断線等で建築物の電源が機能しない場合でも作動せしめることが可能になる。

発明の効果

[0083] 本発明によれば、特定構造の振動発電装置において、多自由度振動系を構成する第1のマス部材と第2のマス部材の間に発電素子を配設して、それら第1のマス部材と第2のマス部材の相対変位量に応じて発電素子において電力が得られるようになっている。それ故、互いに異なる複数の周波数の振動入力に対して発電素子によって電力を得ることができると共に、第1のマス部材と第2のマス部材が逆位相で変位する幅広い周波数域の振動入力に対して、発電素子による効率的な発電が実現される。

[0084] 特に、振動発電装置へ及ぼされる振動の周波数や方向が多様な状況下でも、中空構造の第1のマス部材の周壁部から突設された支持部によって第2の

振動系の板ばねを支持せしめてなる特定構造の第 1 及び第 2 の振動系を備えた振動発電装置を採用したことにより、発電効率の向上と安定化が達成され得るのである。

[0085] また、本発明に係る特定構造の振動発電装置を採用して構成されたセンサ装置や車両用発光装置、建築物用発光装置によれば、かかる振動発電装置によって効率的に且つ安定して発電される電力を巧く利用することで、装置に必要とされる給電線等を廃止又は減少させることができ、装置の設置等が容易になると共に、装置の耐久性の向上や利用範囲の拡大なども図られ得る。

図面の簡単な説明

[0086] [図1]本発明の 1 実施形態としての振動発電装置を備えたセンサ装置の概略構造を示す斜視図。

[図2]図 1 に示されたセンサ装置を説明するための機能ブロック図。

[図3]図 1 に示されたセンサ装置に採用される振動発電装置を示す縦断面図。

[図4]図 3 に示された振動発電装置を説明するための振動モデル。

[図5]図 3 に示された振動発電装置における発電量の実測値を実施例データとして、1 自由度振動系で構成された比較例データと併せて示すグラフ。

[図6]図 3 に示された振動発電装置を構成する各振動系を 1 自由度振動系として扱う場合の周波数と振幅との相関を示すグラフ。

[図7]図 3 に示された振動発電装置における第 2 の振動系の電氣的な等価回路を示す概略図。

[図8]図 7 に示された等価回路における入力振動の周波数とインピーダンスおよび位相との相関を示すグラフ。

[図9]図 1 に示されたセンサ装置の別態様を説明するための機能ブロック図。

[図10]図 1 に示されたセンサ装置の更に別態様を説明するための機能ブロック図。

[図11]図 1 に示されたセンサ装置に採用される振動発電装置の別態様を示す縦断面図。

[図12]図1に示されたセンサ装置に採用される振動発電装置の更に別態様を示す縦断面図。

[図13]本発明に係る車両用発光装置の1実施形態を備えた自動車の要部を示す斜視図。

[図14]本発明の1実施形態としての車両用発光装置を示す縦断面図。

[図15]本発明に係る車両用発光装置の別の実施形態を示す断面図であって、図16のXV-XV断面図。

[図16]図15のXVⅠ-XVⅠ断面図。

[図17]図15のXVⅠⅠ-XVⅠⅠ断面図。

[図18]本発明に係る車両用発光装置の更に別の実施形態としてのドアミラーに発光装置を配設した1態様を示す正面図。

[図19]車両用発光装置をドアミラーに配設した別態様を示す正面図。

[図20]本発明に係る車両用発光装置の更に別の実施形態としてのバーエンドに発光装置を配設した1態様を示す断面図であって、図21のXX-XX断面図。

[図21]図20のXXⅠ-XXⅠ断面図。

[図22]図21のXXⅠⅠ-XXⅠⅠ断面図。

[図23]本発明に係る建築物用発光装置の1実施形態を示す縦断面図。

[図24]図23におけるXXⅠV-XXⅠV断面図。

[図25]本発明に係る建築物用発光装置における別の態様を示す縦断面図。

[図26]本発明に係る建築物用発光装置における更に別の態様を示す縦断面図。

発明を実施するための形態

[0087] 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。図1には、本発明に従う構造の振動発電装置を備えた本発明の1実施形態としてのセンサ装置10の概略構造が示されている。即ち、本実施形態のセンサ装置10は、センサ素子12を有するセンサ部分14に加えて、発電素子16を有する本発明に従う構造の振動発電装置18を備えている。特に、本実施形態

のセンサ装置 10 は自動車等の車両に取り付けられる車両用センサ装置とされており、振動部材としての車両ボデー等に取り付けられるようになっている。そして、振動発電装置 18 によって発電される電力を利用して、センサ部分 14 により、装着部位における温度や加速度などの物理量を検出および出力するようになっている。

[0088] より詳細には、センサ部分 14 は、目的とする所定の物理量を検出するセンサ素子 12 と、センサ素子 12 で得られた検出信号を加工処理する信号処理装置としての計測回路部 20 とを、含んで構成されている。

[0089] センサ素子 12 は、検出すべき物理量を電気信号として検出し得るものであり、センサ装置 10 が取り付けられる部位や検出すべき物理量等に応じて公知のものが適宜に選択的に採用される。例えば、運動量や力学量を検出する力学的センサとしては圧電素子やピエゾ素子、磁気抵抗素子等が採用可能であり、電磁気量を検出する電磁的センサとしては電磁ピックアップやホール効果等を利用した半導体磁気センサ素子等が採用可能であり、温度を検出する温度センサとしてはサーミスタやバイメタルを用いた接触式と焦電効果や赤外線による非接触式の測温素子等が何れも採用可能であり、光を検出する光学的センサとしては半導体光センサ素子やフォトダイオード等が採用可能であり、化学的変化量を検出する電気化学的センサとしては固体電解素子による酸素センサ素子や雰囲気による電気伝導度の変化を検出する半導体素子等が採用可能である。

[0090] なお、図 1 は、一つの構造例を示すものであり、筐体 22 にセンサ素子 12 が収容されており、図示しない蓋体で筐体 22 の開口を覆って封止等することができるようになっている。尤も、採用するセンサ素子 12 に応じて、筐体 22 の構造や、センサ素子 12 の配置態様は適宜に変更されるものであり、センサ素子 12 は筐体 22 に収容されている必要はない。例えば排ガスセンサの場合には、センサ素子 12 がエキゾーストパイプ内に装着されて排ガスと基準ガスに晒される構造とされる。

[0091] そして、かかるセンサ素子 12 により、測定すべき物理量に対応した電気

信号として検出された検出信号は、計測回路部 20 に入力されるようになっている。この計測回路部 20 は、センサ素子 12 の検出信号を、電氣的に加工することで利用できる情報をもった信号として生成するものである。具体的には、例えば、アナログ信号である検出信号をデジタル信号に変換して加工処理し易くする A/D 変換器や、検出信号を増幅する増幅器、不必要に含まれる信号を除去するフィルター、欠落やノイズによる不正確な信号を補間法や最小自乗法等で演算処理して補償する補償装置、検出信号を利用し易い関数等に変換する演算処理装置などが、必要に応じて採用される。なお、このような検出信号の加工処理を行う計測回路部 20 は、一つまたは複数の IC パッケージにて構成されることが望ましい。

[0092] また、計測回路部 20 は、加工処理した検出信号を所定量または所定時間に亘って記憶する記憶手段を併せて備えていても良い。

[0093] そして、センサ素子 12 で得られた検出信号は、計測回路部 20 において加工処理された後、外部へ出力されて当該検出信号を必要とする装置、例えば本実施形態では ECU などの外部装置へ送信されることとなる。

[0094] ここにおいて、本実施形態のセンサ装置 10 は、無線送信装置としての無線送信部 24 を備えており、加工処理された検出信号が、無線送信部 24 から送信アンテナ 26 を経て無線送信されるようになっている。即ち、無線送信部 24 は、キャリアとなる搬送波を生成すると共に、それを変調して検出信号を情報として変換してのせる信号処理を行うものであって、振幅変調や角度変調といったアナログ変調の回路を用いることも可能であるが、好適には、デジタル変調やパルス変調の回路により、検出信号をデジタル情報としてのせる信号処理を行うことで、多数のセンサ信号の干渉を回避するようにされる。

[0095] なお、検出信号を必要とする外部装置においても、かかる無線送信部 24 に対応した信号処理を行う無線受信部が装備されることとなり、受信アンテナを経て無線受信部で受信した信号を復調することで、検出信号を取り出すようにされる。

[0096] ところで、このようなセンサ部分 14 における物理量の検出と検出信号の加工処理および送信には、作動電力が必要とされる。即ち、検出信号の加工処理には、信号処理を行う半導体回路の駆動電源が必要であり、また、無線送信部 24 では、搬送波の生成や変調に電力が必要とされる。更に、センサ素子 12 も、例えば静電容量センサや赤外線温度センサなどの場合にセンシングの作動電力が必要とされる。

[0097] ここにおいて、本実施形態のセンサ装置 10 では、前述の如き本発明の一実施形態でもある振動発電装置 18 によってこれらの作動用電源が構成されており、作動電力が供給されて自給電されるようになっている。具体的には、図 2 に示されているように、振動発電装置 18 によって、振動部材の振動エネルギーを電気エネルギーに変換し、得られた電圧を整流蓄電回路 28 で直流電力にして、センサ素子 12 や計測回路部 20、無線送信部 24 に対して作動電力として給電するようになっている。なお、整流蓄電回路 28 は、例えばダイオード等を用いた整流回路とコンデンサ等を用いた蓄電回路を含んで構成されており、振動発電装置 18 の出力電圧を、所定時間に亘る作動電力として安定して給電し得るようになっている。更に、かかる整流蓄電回路 28 は、必要に応じて容量の大きい二次電池を含んで構成されていても良い。また、図 2 中において、実線は駆動電源となる振動発電装置 18 に対して電氣的に接続されることによる電力の伝達経路を示しており、破線はセンサ素子 12 から計測回路部 20 を経て無線送信部 24 に至る検出信号の伝達経路を示している。

[0098] そして、センサ素子 12 や計測回路部 20、無線送信部 24 を含むセンサ装置の作動電力が、振動発電装置 18 で発電される電力で賄われることにより、本実施形態のセンサ装置 10 においては、センサ装置 10 へ作動電力をバッテリー等から給電するためのリード線の配線が不要とされている。これにより、センサ装置 10 の装着位置の設定自由度が大幅に向上されると共に、配線に伴う車両の重量増加が回避されることとなり、走行燃料消費率の改善や走行安定性の向上などが図られ得る。

[0099] しかも、本実施形態のセンサ装置 10 では、検出信号を外部へ無線送信する無線送信部 24 を備えていることから、検出信号の出力用のリード線も不要とされており、それによって、センサ装置の装着に伴う重量増加の低減が一層効果的に達成され得る。

[0100] 特に、かかる振動発電装置 18 として、本発明に従って構成された、以下に詳述する如き複数の振動系を備えた特定の構造を有するものが採用されている。これにより、走行状況などに応じて振動周波数が広い範囲で変化する、即ち互いに異なる周波数域で振動レベルが最大になるような複数の振動が及ぼされる自動車の振動部材に対して振動発電装置 18 が装着されて用いられる場合でも、振動発電装置 18 により安定した電力を発電して、センサ部分 14 へ給電することが可能とされている。その結果、本実施形態のセンサ装置 10 において、安定したセンシング作動と無線による信号送信作動とが、外部との給電用や出力用のリード線を必要とすることなく、高い信頼性をもって安定して実現可能となるのである。

[0101] すなわち、本実施形態における振動発電装置 18 は、その概略構造が図 3 に示されているように、振動部材としてのボデー 30 に取り付けられる第 1 の振動系 32 と、第 1 の振動系 32 を介してボデー 30 に取り付けられる第 2 の振動系 34 とを含む多自由度振動系を、備えている。なお、以下の説明において、特に説明がない限り、上下方向とは、振動部材 30 からの主たる振動入力方向である図 1 中の上下方向を言う。

[0102] より詳細には、第 1 の振動系 32 は、取付部材 36 と第 1 のマス部材 38 が第 1 のばね部材としての連結ゴム弾性体 40 で弾性連結された構造を有しており、取付部材 36 がボデー 30 に対してボルト等で固定されることによって、第 1 のマス部材 38 がボデー 30 に対して連結ゴム弾性体 40 で弾性連結されるようになっている。第 1 のマス部材 38 の形状や形成材料は特に限定されるものではないが、小型化のために比重の大きな材料で形成されていることが望ましく、本実施形態では鉄で形成された中実の矩形ブロック状を呈する部材とされている。更に、第 1 のマス部材 38 には上方に突出する

支持部としての支持突部 42 が一体形成されており、その上面に開口するようにねじ穴が形成されている。連結ゴム弾性体 40 は矩形ブロック状のゴム弾性体であって、上下に対向配置された取付部材 36 と第 1 のマス部材 38 の間に介装されて、下面が取付部材 36 に固着されていると共に、上面が第 1 のマス部材 38 に固着されている。

[0103] なお、連結ゴム弾性体 40 として採用されるゴム弾性体の材料としては、天然ゴム、合成ゴム、あるいは天然ゴムと合成ゴムとのブレンドゴムが使用される。合成ゴムとしては、スチレンーブタジエンゴム、ブタジエンゴム、イソプレングム、クロロプレングム、イソブチレンーイソプレングム、塩素化ーイソブチレンーイソプレングム、アクリロニトリルーブタジエンゴム、水素化ーアクリロニトリルーブタジエンゴム、エチレンープロピレンージエングム、エチレンープロピレングム、アクリルゴム、シリコングム等を挙げることができる。

[0104] また、本実施形態の第 1 のマス部材 38 は、カバー部材 44 を備えている。カバー部材 44 は、下方に開口する矩形桁状とされており、開口部に設けられたフランジ状の固定片が第 1 のマス部材 38 にボルト等で固定されることで、第 1 のマス部材 38 に対して上面を覆うように取り付けられている。かくの如きカバー部材 44 の装着によって、第 1 のマス部材 38 の上方には、カバー部材 44 で外部から隔てられた收容空所としての收容領域 46 が画成されており、第 1 のマス部材 38 の支持突部 42 が收容領域 46 内に突出している。なお、図 1 では、見易さのために、カバー部材 44 の図示を省略している。

[0105] さらに、カバー部材 44 を含む第 1 のマス部材 38 の質量： m_1 は、ボデー 30 の等価マス質量： M に対して、10%以上 ($m_1 \geq 0.1 * M$) とされていることが望ましい。これにより、第 1 のマス部材 38 がボデー 30 の振動状態に対して十分な影響を及ぼして、ダイナミックダンパとして機能し得ることから、振動の相殺によるボデー 30 の振動低減が期待される。

[0106] また、收容領域 46 には、第 2 の振動系 34 が配設されている。第 2 の振

動系 34 は、第 2 のマス部材 48 が第 2 のばね部材としての板ばね 50 の一方の端部に固定されると共に、板ばね 50 の他方の端部が第 1 のマス部材 38 に固定されることで、第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 に対して板ばね 50 で弾性連結された片持梁状の構造を有している。

[0107] 第 2 のマス部材 48 は、矩形ブロック状とされており、第 1 のマス部材 38 と同様に鉄等の高比重の材料で形成されている。また、本実施形態では、第 2 のマス部材 48 の質量： m_2 は、第 1 のマス部材 38 の質量： m_1 との間で、 $m_1 * X > m_2 * Q$ を満たすように設定される。なお、 X は、第 1 の振動系 32 の固有振動数での応答倍率（共振応答倍率）を、 Q は、第 2 の振動系 34 の共振応答倍率を、それぞれ示しており、本実施形態では、第 2 の振動系 34 の共振応答倍率： Q が、第 1 の振動系 32 の共振応答倍率： X よりも大きくされている（ $X < Q$ ）。また、好適には、第 2 のマス部材 48 の質量： m_2 が、第 1 のマス部材 38 の質量： m_1 に対して $1/5$ 倍以下とされる（ $m_2 \leq m_1 / 5$ ）ことによって、第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 に比して小型軽量とされている。このように第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 に比して軽量とされていることで、振動系の固有振動数を発電対象振動の周波数に応じて設定しながら、板ばね 50 のばね定数を十分に小さく設定して、第 1 のマス部材 38 の第 2 のマス部材 48 に対する相対変位を有効に生ぜしめることができる。

[0108] 板ばね 50 は、導電性のばね鋼で形成された長手板状の金属部材であって、長手方向一方の端部に第 2 のマス部材 48 が固定されていると共に、長手方向他方の端部が、第 1 のマス部材 38 の支持突部 42 に重ね合わされてねじ止めされている。これにより、第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 に対して板ばね 50 を介して弾性連結されており、第 2 のマス部材 48 の第 1 のマス部材 38 に対する相対変位が板ばね 50 の板厚方向（図 3 中の上下方向）となる剪断方向での弾性変形によって許容されている。このことから明らかなように、振動発電装置 18 は、第 1 の振動系 32 と第 2 の振動系 34 で構成された 2 自由度の振動系を備えている。

[0109] 本実施形態では、第2の振動系34を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r2} が、第1の振動系32を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r1} よりも低周波数に設定されている（ $f_{r2} < f_{r1}$ ）。更に、第1の振動系32単体の固有振動数： f_{r1} が、第2の振動系34単体の固有振動数： f_{r2} の $\sqrt{2}$ 倍以下（ $f_{r2} < f_{r1} \leq \sqrt{2} * f_{r2}$ ）であることが望ましい。これにより、いわゆるスカイフックダンパー効果（sky hook damper effect）による制振作用で第2のマス部材48に対する第1のマス部材38の相対的な変位量が抑えられてしまうことに起因する発電効率の低下などの不具合を回避することが可能となる。なお、第1の振動系32単体の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r1} は、第1のマス部材38の質量： m_1 と連結ゴム弾性体40のばね定数： k_1 から〔数1〕のように算出される。第2の振動系34単体の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r2} は、第2のマス部材48の質量： m_2 と板ばね50のばね定数： k_2 から〔数2〕のように算出される。

[0110] 〔数1〕

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1}{m_1}}$$

[0111] 〔数2〕

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_2}{m_2}}$$

[0112] また、板ばね50には、発電素子16が固着されている。発電素子16は、一般的な圧電素子や電歪素子等が好適に用いられて、板ばね50の表面に重ね合わされて固着されることで、第1のマス部材38と第2のマス部材48の間に配設されている。そして、振動入力時に、ボデー30から第1のマ

ス部材 38 に及ぼされた外力が第 2 のマス部材 48 に伝達されることで、それら第 1 のマス部材 38 と第 2 のマス部材 48 が相対変位して、板ばね 50 が弾性変形することにより、発電素子 16 が板ばね 50 と共に変形して電気を生じるようになっている。換言すれば、第 1 のマス部材 38 と第 2 のマス部材 48 の相対変位によって振動エネルギーが発電素子 16 に入力されるようになっており、発電素子 16 が、第 1 のマス部材 38 と第 2 のマス部材 48 の相対変位量に応じて、振動エネルギーを電気エネルギーに変換するようになっている。この発電素子 16 には、電気回路が接続されており、整流蓄電回路 28 やセンサ部分 14 等に対して電氣的に接続されている。なお、発電素子 16 として圧電素子を採用する場合には、その形成材料としては、例えば、セラミック材料や単結晶材料等が採用される。より具体的には、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛、窒化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等が、圧電素子の形成材料として何れも好適に採用され得る。

[0113] なお、本実施形態では、板ばね 50 に固着された発電素子 16 が、カバー部材 44 で外部空間から隔てられた収容領域 46 内に配設されて、カバー部材 44 で覆われていることにより、水や埃等といった異物の付着が防止されている。

[0114] 本実施形態では、第 2 のマス部材 48 の第 1 のマス部材 38 に対する相対変位量を制限するストッパ手段 56 が設けられており、板ばね 50 および発電素子 16 の過大な変形が防止されて、発電素子 16 の損傷が回避されている。具体的には、第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 の上面およびカバー部材 44 の上底壁内面に当接することで、第 2 のマス部材 48 の変位が制限されるようになっており、第 1 のマス部材 38 とカバー部材 44 を含んでストッパ手段 56 が構成されている。また、本実施形態では、第 1 のマス部材 38 の上面と、カバー部材 44 の上底壁内面に、それぞれストッパゴム 58 が固着されており、第 2 のマス部材 48 が第 1 のマス部材 38 およびカバー部材 44 に対してストッパゴム 58 を介して緩衝的に当接されるようになっている。

[0115] このような構造とされた本実施形態に係る振動発電装置 18 は、ボデー 30 への装着状態において、ボデー 30 の振動エネルギーを発電素子 16 で電気エネルギーに変換して取り出すようになっている。ここにおいて、振動発電装置 18 では、2 自由度の振動系を設けると共に、第 1、第 2 のマス部材 38、48 の間に発電素子 16 を配することで、発電素子 16 による効率的な発電が実現されるようになっている。

[0116] このような振動発電装置 18 は、機械的には、前述のとおり第 1 のマス部材 38 と第 1 のばね部材としての連結ゴム弾性体 40 とからなる第 1 の振動系 32 と、第 2 のマス部材 48 と第 2 のばね部材としての板ばね 50 とからなる第 2 の振動系 34 とが直列的に接続された 2 自由度振動系を構成していることから、公知の多自由度系の振動モデルを用いて解析することが可能である。即ち、かかる振動発電装置 18 の機械的な振動系の振動モデルは図 4 に示すとおりであり、[数 3] に示す公知の 2 自由度系の運動方程式で表される。なお、[数 3] において、 x_1 は振動発電装置 18 における第 1 のマス部材 38 の変位量に相当すると共に、 x_2 は振動発電装置 18 における第 2 のマス部材 48 の変位量に相当する。更に、[数 3] 中の $F_0 \sin 2\pi f t$ は、振動発電装置 18 におけるボデー 30 から入力される振動荷重に相当する。

[0117] [数 3]

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = -k_1 x_1 - k_2 (x_1 - x_2) + F_0 \sin 2\pi f t \\ m_2 \ddot{x}_2 = -k_2 (x_2 - x_1) \end{cases}$$

[0118] 良く知られているように、[数 3] に示された一般的な 2 自由度振動系の運動方程式の解として求められる Ω_1 、 Ω_2 ($\Omega_1 < \Omega_2$) が、それぞれかかる 2 自由度振動系の固有振動数である。ところで、機械装置としての振動発電装置 18 は 2 自由度振動系として把握されるが、発電素子 16 への振動エネルギーは第 1 のマス部材 38 に対する第 2 のマス部材 48 の相対的な変位量として及ぼされる。それ故、第 1 のマス部材 38 と第 2 のマス部材 48 の位

相差が略180度となって逆向きに変位することにより、振動発電装置18へ及ぼされる振動エネルギーが、発電素子16へ効率的に及ぼされて大きな発電電力を得ることができる。

[0119] 具体的に説明すると、上述の2自由度振動系の固有振動数： Ω_1 、 Ω_2 では、何れも、理論上はマス変位の運動量がピークとなるものの、第1の固有振動数： Ω_1 までの低い周波数では、第1及び第2のマス部材38、48が同相で動くことから、入力される振動エネルギーが発電電力へ効率的に変換され難い。これに対して、第1の固有振動数： Ω_1 から第2の固有振動数： Ω_2 までの周波数では、第1及び第2のマス部材38、48が逆相で動くことから、振動エネルギーが発電電力へ効率的に変換されて大きな発電電力を得ることができる。

[0120] ここにおいて、理解を容易とするために、第2のマス部材48が第1のマス部材38に対して相対的に弾性変位する1自由度系として第2の振動系34をとらえることができるとすれば、かかる第2の振動系34の第2のマス部材48は、第2の振動系34の1自由度振動系としての機械的な固有振動数： f_{r2} において、第1の振動系32の第1のマス部材38に対する位相が反転する。しかも、かかる固有振動数： f_{r2} の周波数域では、第2の振動系34の機械的な共振現象により、第2のマス部材48の第1のマス部材38に対する相対変位量も効率的に得ることが可能になる。

[0121] このことから、第1の振動系32よりも第2の振動系34の方が、機械的な固有振動数を低周波数域に設定された本実施形態では、2自由度振動系の振動モードで第1及び第2のマス部材38、48が逆相で動く高周波側の固有振動数： Ω_2 までの低い周波数域でも、第2の振動系34の1自由度振動系としての機械的な固有振動数： f_{r2} を超えた周波数域では、第2のマス部材48の第1のマス部材38に対する位相が反転することにより、優れた発電効率で大きな発電電力を得ることができるのである。

[0122] このことは、本発明者が発電電力を実測した結果によっても確認されている。即ち、図3及び図4に示された本実施形態に従う構造とされた振動発電

装置 18 を試作して、ボデー 30 側からスweep加振することにより、発電素子 16 による発電電力の周波数特性を測定した。その結果を図 5 に示す。かかる図 5 では、発電素子 16 の発電電力の実測値が実施例データとして実線で示されていると共に、第 1 の振動系が省略された第 2 の振動系単体に相当する機械的な 1 自由度系の構造体からなる発電装置による発電電力の実測値が比較例データとして破線で示されている。

[0123] 図 5 から明らかなように、実質的に第 2 の振動系単体からなる比較例では、発電電力が、第 2 の振動系の機械的な固有振動数： f_{r2} の周波数域だけで一つのピークを有するに過ぎず、入力振動が固有振動数： f_{r2} を外れてしまうと発電効率が著しく低下してしまう。これに対して、本発明の実施例では、発電電力が、二つの周波数： P_1 、 P_2 でそれぞれピークを有していると共に、それら二つの周波数： P_1 、 P_2 間の周波数域や P_2 を超えた高周波数域に至る広い周波数域に亘って高い発電効率が維持されている。ここにおいて、高周波側のピークとなる周波数： P_2 は、2 自由度振動系の振動モードで第 1 及び第 2 のマス部材 38、48 が逆相で動く高周波側の固有振動数： Ω_2 に相当する周波数である。一方、低周波側のピークとなる周波数： P_1 は、2 自由度振動系の振動モードで第 1 及び第 2 のマス部材 38、48 が逆相で動く低周波側の固有振動数： Ω_1 に相当する周波数であり、また第 2 の振動系 34 が 1 自由度振動系として第 1 のマス部材に対する位相が反転する固有振動数： f_{r2} に略対応する周波数である。

[0124] また、本実施形態では、第 2 の振動系 34 の共振応答倍率： Q が、第 1 の振動系 32 の共振応答倍率： X よりも大きくされている（ $X < Q$ ）と共に、第 1 のマス部材 38 の質量： m_1 と第 1 の振動系 32 の共振応答倍率： X との積が、第 2 のマス部材 48 の質量： m_2 と第 2 の振動系 34 の共振応答倍率： Q との積よりも大きくされている（ $m_1 * X > m_2 * Q$ ）。これにより、振動入力時には、第 2 のマス部材 48 の振幅ひいては板ばね 50 の弾性変形量が大きく確保されて、発電素子 16 による発電が効率的に実現される。また、第 1 のマス部材 38 に共振状態で及ぼされる加振力が、第 2 のマス部材 48

に共振状態で及ぼされる加振力に対して大きくされていることから、第2の振動系34による入力振動の相殺的な制振作用が抑制されて、第1のマス部材38と第2のマス部材48の相対変位が安定して生じることで、より有効な発電が広帯域に亘って実現される。

[0125] さらに、振動発電装置18では、第2のマス部材48の質量： m_2 が、第1のマス部材38の質量： m_1 に対して、 $1/5$ 倍以下とされており、2自由度振動系の機械的な固有振動数を所定値に設定しながら、板ばね50のばね定数： k_2 が小さく設定されている。それ故、第2のマス部材48の第1のマス部材38に対する相対変位が生じ易くなっており、発電素子16による発電量を効率的に得ることができる。

[0126] また、本実施形態では、第2の振動系34単体の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r2} が、第1の振動系32単体の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r1} よりも、低周波数に設定されている（ $f_{r2} < f_{r1}$ ）。これにより、振動入力時に第1のマス部材38に対する第2のマス部材48の相対変位が十分に生ぜしめられて、第1のマス部材38と第2のマス部材48の相対変位量に対応する発電効率の向上が図られ得る。

[0127] さらに、 $f_{r2} < f_{r1}$ とされていることにより、第2の振動系34の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r2} から第1の振動系32の1自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r1} までの周波数域においては、第1のマス部材38が入力振動に対して同相で変位する。それ故、ボデー30に対して同相で振動変位する第1のマス部材38を介して、第2の振動系34に対して振動エネルギーがより効率的に伝達されて発電効率の一層の向上が図られ得る。一方、 $f_{r2} > f_{r1}$ とした場合では、2自由度振動系における低周波側の固有振動数： Ω_1 にて、第1の振動系32が入力振動に対して逆相で変位するため、第2の振動系34に対して振動エネルギーを効率的に伝達することができない。そこで、本実施形態のように $f_{r2} < f_{r1}$ とすることで、図5に示される $P_1 \sim P_2$ 間の周波数域を十分に大きく設定して一層広い周波数域で優れた発電効率を得ることが可能になる。

[0128] また、振動発電装置 18 の 2 自由度振動系を構成する第 1 の振動系 32 のばね成分が、ゴム弾性体で形成された連結ゴム弾性体 40 で構成されている一方、第 2 の振動系 34 のばね成分が、金属で形成された板ばね 50 で構成されている。これにより、図 6 に示されているように、第 2 の振動系 34 では、大きな共振応答倍率で、発電可能な振幅を共振周波数付近の狭い周波数域でのみ得られる一方、第 1 の振動系 32 では、第 2 の振動系 34 に比して小さな共振応答倍率で、発電可能な振幅を広い周波数域に亘って得ることができる。それ故、第 1 の振動系 32 と第 2 の振動系 34 を組み合わせて採用することで、第 2 の振動系 34 単体では著しく狭い周波数域でのみ実現される発電が、第 1 の振動系 32 の連結ゴム弾性体 40 の減衰性能に基づいた特性のブロード化によって、より広い周波数域の振動入力に対して有効に実現される。これにより、種々の振動入力条件下において有効な発電が可能とされて、高い実用性を備えた振動発電装置 18 を提供することができる。なお、図 6 では、第 1 の振動系 32 単体の 1 自由度振動系における周波数－振幅特性が実線で示されていると共に、第 2 の振動系 34 単体の 1 自由度振動系における周波数－振幅特性が破線で示されている。

[0129] また、振動発電装置 18 では、第 1 の振動系 32 単体の 1 自由度振動系における機械的な固有振動数： f_{r1} が、第 1，第 2 の振動系 32，34 で構成された多自由度振動系の電氣的な反共振周波数： f_{a2} よりも高周波数に設定されている（ $f_{r1} > f_{a2}$ ）ことで、広い周波数域の振動入力に対する発電が実現されている。以下、図 7 に示された第 2 の振動系 34 の電氣的な特性を考慮した等価回路を用いて説明する。

[0130] 図 7 の等価回路は、発電素子 16（圧電素子）を配設された第 2 の振動系 34 の圧電特性である機械－電気変換特性を示す回路であって、直列的に配置された等価直列インダクタンス： L_1 と等価直列静電容量： C_1 と等価直列抵抗： R_1 と、それら L_1 ， C_1 ， R_1 に対して並列に配置された並列静電容量： C_0 とによって、発電素子 16 の機械的な振動を電氣的な回路として表すものである。

[0131] L_1 , C_1 , R_1 は、振動モードに応じてそれぞれ一意的に決まる定数である。一方、 C_0 は、発電素子 16 が誘電体として機能することによる静電容量であって、発電素子 16 の大きさや誘電率等により規定される定数である。

[0132] 第 2 の振動系 34 の電気的な特性を考慮した等価回路が、このような L_1 , C_1 , R_1 , C_0 で構成されることから、第 2 の振動系 34 のインピーダンスは、入力振動の周波数に対して、図 8 に示すグラフのようになっており、直列共振周波数： f_{r2} で極小値となると共に、電気的な反共振周波数（並列共振周波数）： f_{a2} で極大値となる。なお、直列共振周波数は、第 2 の振動系 34 の機械的な共振周波数： f_{r2} と実質的に同じとなる。また、直列共振周波数： f_{r2} は、厳密には、 C_0 の影響で第 2 の振動系 34 のインピーダンスが極小値となる周波数とは僅かに異なるが、ここでは実質的に同じとみなす。同様に、並列共振周波数： f_{a2} は、第 2 の振動系 34 のインピーダンスが極大値となる周波数とは僅かに異なるが、ここでは実質的に同じとみなす。

[0133] 図 8 のグラフからも明らかなように、発電素子 16 を配設された第 2 の振動系 34 では、直列共振周波数： f_{r2} において大きな発電量が得られる一方、並列共振周波数： f_{a2} において発電量が小さくなり、 f_{a2} より高周波数域においても発電量は比較的に小さい状態が続くことになる。

[0134] なお、第 2 の振動系 34 の等価回路において、直列共振周波数： f_{r2} と並列共振周波数（反共振周波数）： f_{a2} は、以下の〔数 4〕と〔数 5〕によって定義される。

[0135] 〔数 4〕

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}$$

[0136]

[数5]

$$f_{a2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_0 C_1 / (C_0 + C_1)}}$$

[0137] 一方、本実施形態では、振動発電装置 18 の振動系を 2 自由度としたことにより、振動発電装置 18 の振動系の機械的な 2 次固有振動数： Ω_1 を同振動系の機械的な反共振周波数よりも高周波数に設定することで、広い周波数域に亘って発電量の低下が抑えられる。このことから、一般に、第 1 の振動系 32 の機械的な固有振動数： f_{r1} を等価回路の並列共振周波数： f_{a2} よりも高周波数に設定することで、発電効率の低下を広帯域に亘って防ぐことができる。

[0138] 更にまた、より好適には、第 1 の振動系 32 単体の機械的な共振周波数： f_{r1} が、第 2 の振動系 34 単体の機械的な共振周波数： f_{r2} の $\sqrt{2}$ 倍以下 ($f_{r1} \leq \sqrt{2} * f_{r2}$) とされることにより、広い周波数域の振動入力に対して第 1 のマス部材 38 と第 2 のマス部材 48 の相対変位量が大きく確保される。それ故、広い周波数域の振動入力に対して、発電素子 16 による高効率な発電が実現される。要するに、第 1 の振動系 32 単体の機械的な共振周波数： f_{r1} は、好適には、 $f_{a2} < f_{r1} \leq \sqrt{2} * f_{r2}$ の範囲に設定される。

[0139] なお、本発明者が実験等で検討したところ、 $f_{r1} \leq \sqrt{2} * f_{r2}$ とすることによって、第 1 の振動系 32 における振動と、第 2 の振動系 34 における振動とを相互に伝達させて連成的な振動状態とすることができる。即ち、例えば入力振動の周波数が変化するような場合において、第 1 の振動系 32 および第 2 の振動系 34 が相互に完全に独立して振動すると一方が振動停止するような状況でも、当該一方の振動系に対して他方の振動系が影響を及ぼすことで、ある程度の振動状態を維持することも可能となる。これにより、双方の振動が及ぼされて、双方の振動系 32, 34 における振動状態が補完的に維持され得ることから、各振動系 32, 34 における振動状態の発現ひいては

目的とする発電状態の発現とその維持が、一層効率的に達成され得ることとなる。なお、第1, 第2の振動系32, 34において、各共振周波数が $f_{r1} \leq \sqrt{2} * f_{r2}$ を満たすように設定されることで、振動の連成による振動状態の補完的な維持が実現されることは、例えば特許4862286号公報を一助として理解することができる。

[0140] 上記の如き構造とされた振動発電装置18とセンサ部分14が、例えば筐体22に收容されることにより、本実施形態のセンサ装置10が構成されている。そして、例えば筐体22が取付部材とされると共に、筐体22の開口部を蓋体等で覆蓋するなどしてセンサ装置10を車両に取り付けることにより、走行状態の違いによる異なった周波数域での振動入力下においても、振動エネルギーが電気エネルギーへ効率的に変換されて、振動発電装置18による安定した発電、ひいてはセンサ装置10の安定した作動が実現され得る。

[0141] 以上、本発明のセンサ装置に関する実施形態について詳述してきたが、本発明はその具体的な記載によって限定されない。

[0142] 例えば、センサ装置が車両に装着される場合には、図9に機能ブロック図が示されているように、センサ部分14における検出信号を、有線で配線されたセンサ出力用リード線59を通じて、かかる検出信号を必要とするECU等の車体側コントローラ60へ送信することも可能である。

[0143] このような有線送信を採用すれば、振動発電装置18で得られた電力をセンサ部分14における情報の取得や生成に注力して活用することが可能になる。その結果、例えばサンプリングレートを向上させるなど、必要電力の増大を伴う検出精度の向上が実現可能になると共に、センサ部分14を含むセンサ装置の作動の安定性の更なる向上も図られ得る。

[0144] また、上述の如き構造とされた特定構造の振動発電装置18の発電素子16そのものをセンサ素子として利用することも可能である。具体的には、例えば図10に機能ブロック図が示されているように、振動発電装置18の発電波形が、入力される振動に対応することに着目し、計測回路部20におい

て、かかる発電波形を用いて時間微分などの演算処理を行うことにより、検出信号として加速度情報を得ることも可能である。

[0145] このように、振動発電装置 18 の発電素子 16 をセンサ素子として利用することで、センサ装置の構造の簡略化や消費電力の低減を図ることが可能になる。

[0146] また、センサ装置が車両に装着される場合、振動発電装置 18 の発電状況は車両の走行状況に対応することから、かかる発電状況を監視することによって車両の走行状況を監視し、例えば急激な加減速が繰り返されるなどの特定の走行状況が、発電状況に基づいて把握された場合には、音や光などで運転者に警告を発して注意を促すことも可能となる。このような警告装置 61 は、センサ装置の外部、例えば車両のディスプレイや車室内に設けられてもよい。即ち、センサ素子としての振動発電装置 18 により検出された特定の走行状況がアンテナ 26 やリード線を介して警告装置 61 に無線或いは有線送信されることにより、ディスプレイにメッセージやマークが表示されたり、車室内のスピーカーによりメッセージや警告音が発せられるようにして、運転者に認識可能とされるようにしてもよい。

[0147] あるいは、センサ装置が建築物の柱や床に装着される場合には、これらの柱や床が振動部材とされて、近隣を通過する車両や居住者の歩行に伴う振動が、かかる柱や床に及ぼされることにより、振動発電装置 18 により電力を得ることができる。更に、例えば上記の如き警告装置 61 を採用することにより、音や光で居住者に注意を喚起することができて、地震発生時等における避難を迅速に行うことができる。

[0148] さらに、本発明のセンサ装置では、振動発電装置としても、前記実施形態の他に各種態様が採用可能である。例えば、図 11 及び図 12 には、それぞれ、本発明において採用される別の態様例としての振動発電装置 62, 64 が示されている。なお、前記実施形態と同一の部材または部位については、図中に前記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。

[0149] すなわち、図 1 1 に示された振動発電装置 6 2 は、第 1 のマス部材 6 6 が中空構造とされており、第 1 のマス部材 6 6 において、外部空間に対して略遮断された收容空所 6 8 が設けられている。このような中空構造の第 1 のマス部材 6 6 は、例えば、底壁 7 0 と周壁部としての周壁 7 2 を備えた略有底筒形状の下部マス 7 4 に対して、略平板形状の上部マス 7 6 を重ね合わせて下部マス 7 4 の上部開口を覆蓋するように固着せしめることによって実現される。

[0150] そして、この第 1 のマス部材 6 6 の收容空所 6 8 に收容された状態で、前記実施形態と略同様な構造とされた第 2 の振動系 3 4 が設けられている。なお、收容空所 6 8 は、第 2 のばね部材としての板ばね 5 0 の弾性変形に伴う第 2 のマス部材 4 8 の変位を許容するのに十分な大きさとされている。また、收容空所 6 8 には、第 2 のマス部材 4 8 の変位方向の両側壁部において、それぞれストッパゴム 5 8、5 8 が設けられており、第 2 のマス部材 4 8 の変位量が緩衝的に制限されるようになっている。

[0151] このような構造とされた振動発電装置 6 2 では、第 1 の振動系 3 2 における第 1 のマス部材 6 6 の重心位置と、第 2 の振動系 3 4 における第 2 のマス部材 4 8 の重心位置とを、高さ方向で近接して設定することが可能になる。しかも、これら第 1 のマス部材 6 6 と第 2 のマス部材 4 8 が、振動入力基準面となる第 1 のばね部材としての連結ゴム弾性体 4 0 のボデー 3 0 への固着面である支持面、即ち取付部材 3 6 の上面からの高さを小さくして位置決めすることが可能になる。

[0152] また、前記第 1 の実施形態でも、カバー部材 4 4 が、その質量によって第 1 のマス部材 3 8 の一部を構成していることから理解できるように、第 1 の実施形態では、中空構造の第 1 のマス部材とされて、カバー部材 4 4 と第 1 のマス部材 3 8 との間に形成された收容領域 4 6 内に第 2 の振動系 3 4 が收容配置されており、且つ、板ばね 5 0 の基端側が、第 1 のマス部材における收容空所（收容領域）4 6 の周壁を構成する第 1 のマス部材 3 8 の上端面から收容空所 4 6 内に突設された支持突部 4 2 で支持されることにより、板

ばね 50 の支持位置が、収容空所 46 の周壁部よりも収容空所 46 の内方に位置して設定されている。ここにおいて、図 11 に示された実施形態では、第 1 の実施形態のカバー部材 44 が厚肉とされて上部マス 76 が構成されているものとみることも可能であることから、第 1 の実施形態の説明をもって図 11 の態様を理解することも可能である。

[0153] これにより、第 1 の実施形態と本実施形態の何れにおいても、第 2 の振動系 34 を構成する板ばね 50 の基端側の第 1 のマス部材 38, 66 による支持位置が、第 1 のマス部材 38, 66 の外周壁部よりも中央側に離れて、第 1 のマス部材 38, 66 の重心に近い位置に設定されている。その結果、第 1 のマス部材 38, 66 に対して、発電に有意な曲げ変形を板ばね 50 に惹起させる、図 11 中の上下方向の振幅を伴うバウンスのような変位を伴う目的とする振動は、第 1 のマス部材 38, 66 の上下振動が板ばね 50 に対して直接的に効率良く伝達されて、第 2 の振動系 34 が有利に加振され得ることとなる。一方、図 11 中で左右方向の略中央を支点としたシーソーのような揺れ変位を伴うピッチングや、図 11 中で左右方向に延びる直線を中心とした回動変位を伴う振り、図 11 中で上下方向に延びる直線を中心とした回動変位を伴うこじりなどの各種方向の振動に対しては、何れも、第 1 のマス部材 38, 66 の外周壁部で振動振幅が最大となることから、外周壁部よりも中央側に支持点が設定された第 2 の振動系 34 に対する振動伝達が抑えられることとなり、板ばね 50 に対する悪影響が軽減されて、板ばね 50 の目的とする曲げ変形ひいてはそこに装着された発電素子 16 による発電効率が、安定して良好に維持され得るのである。

[0154] 特に、図 11 の実施形態では、第 1 の実施形態のカバー部材 44 よりも上部マス 76 が厚肉とされることで、第 1 のマス部材 66 の重心が、水平方向だけでなく上下方向においても中央側によせられて、収容空所 68 の内部に設定されている。これにより、第 1 のマス部材 66 の重心と、第 2 の振動系 34 の板ばね 50 の支持点とを、より近い位置に設定することが可能となり、例えば略同じ位置に設定することも可能となる。その結果、上述の如き、

第１のマス部材６６におけるピッチングや振じり、こじりなどの振動入力を一層抑えつつ、振動発電に有意な上下方向の振動の伝達による安定した発電をより効果的に実現可能ことができるのである。

[0155] このように、本態様では、振動入力時における第１のマス部材６６や第２のマス部材４８の揺動など、特に第２のマス部材４８の上下方向以外の不規則な変位を伴う板ばね５０の不規則な変形が抑えられて、目的とする主たる振動入力方向となる上下方向への振動変位が一層安定して生ぜしめられる結果、連結ゴム弾性体４０や板ばね５０の弾性変形量が大きくされて振動エネルギーの電気エネルギーへの変換効率の更なる向上が図られ得るのである。

[0156] しかも、第２の振動系３４の配設領域が、第１のマス部材６６によって外部空間から遮断されることから、別途にカバー構造等を必要とすることなく、第２の振動系３４の配設領域において簡単な構造をもって防塵性能や防水性能を付与することも可能になる。

[0157] 加えて、第１のマス部材６６を中空構造としたことにより、容積が大きい外周部分で大きなマス重量を確保しつつ、収容空所６８へ第２の振動系３４を収容させて、前記実施形態のように第１のマス部材６６から上方への大きな突出を回避することが可能になる。その結果、第１のマス部材６６の質量を十分に確保しつつ、防振装置全体の特に高さ方向のサイズを小さく抑えることが可能になる。

[0158] また、図１２に示された振動発電装置６４は、図１１に示された振動発電装置６２と同様に、中空構造とされた第１のマス部材６６の収容空所６８に収容された状態で、第２の振動系３４が設けられている。一方、第１のマス部材６６は、その周壁７２の外周面上に設けられた第１のばね部材７８によって、振動部材たるボデー３０に対して弾性連結されている。

[0159] すなわち、ボデー３０に対してボルト等で固着される取付部材８０が、第１のマス部材６６の外周側に離隔した縦壁構造をもって形成されており、第１のマス部材６６の外周面が、取付部材８０に対して、主たる振動入力方向に略直交する方向で対向位置せしめられている。そして、これら第１のマス

部材 6 6 の外周面と取付部材 8 0 との対向面間にゴム弾性体からなる第 1 のばね部材 7 8 が配設されることにより、第 1 のマス部材 6 6 が取付部材 8 0 によって弾性支持されている。

[0160] なお、第 1 のばね部材 7 8 は、第 1 のマス部材 6 6 の全周に亘って設けられていても良いが、周上で適数箇所に位置して設けられていても良い。

[0161] このような構造とされた振動発電装置 6 4 では、ボデー 3 0 からの振動により第 1 の振動系 3 2 における第 1 のばね部材 7 8 が主たる振動入力方向で主に剪断変形せしめられることから、低動ばねチューニングすることが可能になり、特性チューニングの自由度の向上が図られ得る。なお、本実施形態の振動発電装置 6 4 においても、第 1 のマス部材 6 6 の底壁 7 0 と取付部材 8 0 の底壁との対向面間に、補助的に圧縮ゴムを介在させて特性チューニングすることも可能である。

[0162] その他、本発明において採用される振動発電装置では、例えば、振動発電装置の振動系において、3 つ以上のマス部材をそれぞればね部材を介して直列的に弾性連結して、3 自由度以上の多自由度振動系とすることもできる。これによれば、より一層広い周波数域の振動入力に対して、高い発電効率を得ることができる。なお、3 自由度以上の多自由度振動系を採用する場合には、互いに弾性連結された 2 つのマス部材を選択して、それらマス部材の間にのみ発電素子を設けても良いが、隣接配置されて相互に弾性連結された複数組のマス部材間に、それぞれ発電素子を設けることでもできる。

[0163] また、例えば、第 1 のマス部材に対して 2 つ以上の第 2 のマス部材を並列的に且つ互いに独立した 2 つ以上の第 2 のばね部材を介してそれぞれ弾性連結することで、振動発電装置の多自由度振動系を構成することもできる。これによれば、第 2 の振動系が複数構成されることから、それら第 2 の振動系単体の機械的な固有振動数を互いに異ならせて、より広い周波数域の振動入力に対する有効な発電を実現したり、第 2 の振動系単体の機械的な固有振動数を互いに同じにすることで、特定周波数域の振動入力に対する発電効率の向上を図ったりすることも可能である。

- [0164] さらに、発電素子としては、圧電素子や電歪素子、磁歪素子等の発電素子が何れも採用可能である他、エレクトレットや交差磁束の時間変化を使った電磁方式等を用いた発電構造を採用することもできる。このことから理解されるように、第2の振動系を構成する第2のマス部材および第2のばね部材の具体的な構造は限定されるものではなく、例えば、第2のばね部材としてコイルスプリングやゴム弾性体、棒ばね等を用いることもできる。同様に、第1のマス部材および第1のばね部材の具体的な構造も特に限定されず、例えば、第1のばね部材としてコイルスプリングや板ばね、棒ばね等の金属ばねを用いても良い。
- [0165] 更にまた、前記実施形態の振動発電装置18(62, 64)では、第1のマス部材38(66)のボデー30に対する質量比を調節することで、第1の振動系32がボデー30の振動に対する制振作用を及ぼすようになっていたが、振動発電装置に制振装置としての機能を持たせることは、本発明において必須ではない。要するに、第1のマス部材の質量を振動部材の等価質量の10%よりも小さくしても良く、振動発電装置とは別にダイナミックダンパ等の制振装置を配設することもできる。
- [0166] なお、前記実施形態では、第2の振動系34を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r2} が、第1の振動系32を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r1} よりも低周波数に設定されていた($f_{r2} < f_{r1}$)。それと共に、第2のマス部材48の質量： m_2 は、第1のマス部材38, 66の質量： m_1 との間で、 $m_1 * X > m_2 * Q$ を満たすように設定されていた(X, Q はそれぞれ、第1の振動系32および第2の振動系34の共振応答倍率)。しかし、本発明に係る発電装置は、これらの態様に限定されない。
- [0167] すなわち、第2の振動系34を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r2} が第1の振動系32を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r1} よりも高周波数に設定されている($f_{r2} > f_{r1}$)場合であっても、第1のマス部材38, 66の質量： m_1 と第1の振動系32

の共振応答倍率： X との積が第2のマス部材48の質量： m_2 と第2の振動系34の共振応答倍率： Q との積に近い（ $m_1 * X \div m_2 * Q$ ）場合には、第1の振動系32と第2の振動系34との相互作用により発電量が増加され得る。従って、本発明に係る発電装置では、第2の振動系34を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r2} が、第1の振動系32を1自由度振動系として取り扱う場合の機械的な固有振動数： f_{r1} に対して、異なっており（ $f_{r1} \neq f_{r2}$ ）いればよい。

[0168] さらに、前記図11、12に示した振動発電装置62、64では、下部マス74が略有底筒形状とされると共に上部マス76が略平板形状とされており、下部マス74の上部開口部に対して上部マス76を上方から覆蓋せしめることで收容空所68が形成されて、かかる收容空所68内に第2の振動系34が收容されていたが、かかる態様に限定されない。即ち、例えば、下部マスが略平板形状とされると共に上部マスが逆向きの略有底筒形状とされていてもよいし、第1のマス部材が、側方に開口する筒形状の部材と、この側方開口部を覆蓋する部材とから構成されていてもよい。

[0169] また、前記実施形態では、センサ装置が車両に取り付けられて車両用のセンサ装置とされていたが、かかる態様に限定されず、振動部材は、発電に足るだけの振動入力があれば特に限定されるものではない。更に、本発明に係る発電装置は、振動部材において、互いに異なる振動周波数域で複数種類の振動の振動レベルが最大になる場合に、特に好適に採用される。具体的には、例えば、洗濯物の量等で振動周波数が変化する洗濯機や、冷凍機の作動状態等に応じて振動周波数が変化する冷蔵庫、走行状態や路面の凹凸等に応じて振動周波数が変化する自動車、加工状態等に応じて振動周波数が変化する工作機械、通過する車両の重量等に応じて振動周波数が変化する橋梁、或いは建築物の柱や床等において、筐体やボデー等が発電装置を装着する振動部材となり得る。

[0170] ところで、上述の如き本発明に従う振動発電装置18、62、64は、前記実施形態に示すセンサ装置10への適用に限定されるものでない。以下、

車両用発光装置や建築物用発光装置へ適用した実施態様について、図面を参照しつつ、説明する。なお、振動発電装置については、前記実施形態と同様な構造であり、その理解を容易とするために、前記実施形態と同じ符号を図中に付しておく。

[0171] 次に、図１３には、本発明に従う構造とされた車両用発光装置１１０を備える自動車１１１の前部が示されている。車両用発光装置１１０は、図１４に示すように、発光体としてのコーナーポール１１２と、作動用電源としての振動発電装置１１４とを備えている。以下の説明において、上下方向とは、原則として、車両装着状態での鉛直上下方向となる図１４中の上下方向を言う。

[0172] より詳細には、コーナーポール１１２は、導光ポール１１６に光源としてのＬＥＤ１１８が収容された構造を有している。導光ポール１１６は、アクリルなどの合成樹脂で形成された透明乃至は半透明の部材であって、上方に向かって直線的に延びる先細ロッド状とされている。

[0173] 導光ポール１１６の基端部には、ＬＥＤ１１８が収容されている。ＬＥＤ１１８は、公知の構造であって、図示しない基板に給電用配線としてのワイヤハーネス１２０が接続されており、ワイヤハーネス１２０を通じて基板に電力が供給されることによって発光するようになっている。そして、ＬＥＤ１１８の光が、導光ポール１１６によって上方に導かれて、外周側に放射されることにより、導光ポール１１６が全体的に乃至は部分的に発光して、周囲から容易に視認可能となるようにされている。

[0174] また、コーナーポール１１２には、振動発電装置１１４が取り付けられている。振動発電装置１１４は、図１１に示された前記実施形態の振動発電装置６２と実質的に同じ構造とされており、振動部材としてのバンパー１２２に取り付けられる第１の振動系３２と、第１の振動系３２を介してバンパー１２２に取り付けられる第２の振動系３４とを含む多自由度振動系を、備えている。なお、本実施形態では、図１１に示された振動発電装置６２を上下反対にして装着した態様となっている。即ち、上部マス７６が逆向きの略有

底筒形状とされていると共に、下部マス 74 が略平板形状とされている。

[0175] そして、前述のような優れた発電効率を得られる振動発電装置 114 に、コーナーポール 112 を接続することにより、図 14 に示すように、本実施形態に係る車両用発光装置 110 が構成されている。即ち、コーナーポール 112 は、導光ポール 116 の基端部と LED 118 が、振動発電装置 114 の取付部材 128 に固定されている。そして、コーナーポール 112 の LED 118 と、振動発電装置 114 の発電素子 16 が、ワイヤハーネス 120 によって電氣的に接続されることにより、LED 118 を発光させるための作動用電源が、振動発電装置 114 によって構成されている。

[0176] なお、例えば、発電素子 16 によって得られる電気をフィルタリングするための回路や、LED 118 への電力供給のオンとオフを制御する制御手段などを、收容空所 68 に配設することもできる。特に、それら回路や制御手段などを、收容空所 68 の内部に設けることにより、回路や制御手段などを保護することもできる。

[0177] かくの如き構造とされた車両用発光装置 110 は、振動発電装置 114 が自動車 111 の端部を構成するバンパー 122 に取り付けられることから、振幅の大きな振動が発電素子 16 に入力されて、より効率的な発電が実現される。特に、バンパー 122 は、自動車 111 のメインフレームとは別部品とされた端部構成部材であって、バンパー 122 への振動伝達を低減する防振構造はなく、大きな振動エネルギーが振動発電装置 114 に入力されることから、振動発電によって電力を効率的に得ることができる。加えて、振動発電装置 114 がバンパー 122 の振動エネルギーを電気エネルギーに変換して LED 118 に供給することで、バンパー 122 の振動が低減される。

[0178] また、振動が入力される自動車 111 の走行時には、振動発電装置 114 の発電によって得られる電力が、コーナーポール 112 に安定して供給されることから、電池交換や充電などの手間を要することなく、コーナーポール 112 を発光させることができる。しかも、駐車時には、振動発電装置 114 に振動が入力されず、LED 118 への電力供給が停止されて、コーナー

ポール 1 1 2 の発光が自動的に停止されることから、コーナーポール 1 1 2 の発光のオンとオフが、操作することなく自動的に切り替えられる。

[0179] なお、振動発電装置 1 1 4 において、発電が有効に実行される入力振動の周波数域（例えば、走行時のエンジンシェイクに相当する低周波数域）と、実質的に発電されない周波数域（例えば、停車時のアイドリング振動に相当する中周波数域）とを設定することにより、コーナーポール 1 1 2 の発光のオンとオフを、自動車 1 1 1 の走行状態などに応じて自動的に切り替えることもできる。

[0180] また、振動発電装置 1 1 4 とコーナーポール 1 1 2 が相互に連結されて近接配置されていることから、LED 1 1 8 に電力を供給するためのワイヤハーネス 1 2 0 を短くすることができる。それ故、ワイヤハーネス 1 2 0 の重量を低減することができて、車両の軽量化が図られると共に、ワイヤハーネス 1 2 0 が他部材に干渉して破断するといった不具合も回避され、ワイヤハーネス 1 2 0 の取回しが容易になる。

[0181] また、振動発電装置 1 1 4 では、第 1 の振動系 3 2 における第 1 のマス部材 6 6 の重心位置と、第 2 の振動系 3 4 における第 2 のマス部材 4 8 の重心位置とを、水平方向で何れも第 1 のマス部材 6 6 の外周壁よりも中央部分寄りに設定することができると共に、高さ方向で近接して設定することが可能になる。しかも、これら第 1 のマス部材 6 6 と第 2 のマス部材 4 8 が、振動入力基準面となる第 1 のばね部材としての連結ゴム弾性体 4 0 のバンパー 1 2 2 への固着面である支持面からの高さを小さくして位置決めすることが可能になる。

[0182] それ故、振動入力時における第 1 のマス部材 6 6 や第 2 のマス部材 4 8 の揺動が抑えられて、目的とする主たる振動入力方向となる上下方向への振動変位が一層安定して生ぜしめられる結果、連結ゴム弾性体 4 0 や板ばね 5 0 の弾性変形量が大きくされて振動エネルギーの電気エネルギーへの変換効率の更なる向上が図られ得るのである。

[0183] しかも、第 2 の振動系 3 4 の配設領域が、第 1 のマス部材 3 0 によって外

部空間から遮断されることから、別途にカバー構造等を必要とすることなく、第2の振動系34の配設領域において簡単な構造をもって防塵性能や防水性能を付与することも可能になる。

[0184] 加えて、第1のマス部材66を中空構造としたことにより、容積が大きい外周部分で大きなマス重量を確保しつつ、収容空所68へ第2の振動系34を収容させて、第1のマス部材66から下方への大きな突出を回避することが可能になる。その結果、第1のマス部材66の質量を十分に確保しつつ、振動発電装置114全体の特に高さ方向のサイズを小さく抑えることが可能になる。その他、前述の車両用センサ装置における効果が、本実施形態の車両用発光装置において、何れも同様に発揮され得るのである。

[0185] また、図13に示すように、自動車111のバンパー122には、本発明の別の実施形態としての車両用発光装置160も設けられている。

[0186] より詳細には、車両用発光装置160は、図15～17に示すように、発光体としてのバンパー用ライト162と、作動用電源としての振動発電装置168とを備えている。バンパー用ライト162は、前方に向かって発光するアクセサリライトであって、光源としての5つのLED118が、前面を透明乃至は半透明の合成樹脂で形成された透光カバー164で覆われた構造を有している。なお、5つのLED118は、電気回路を備えた基板166に取り付けられている。

[0187] また、LED118の後方には、振動発電装置168が配設されている。振動発電装置168は、箱状の取付部材184に第1の振動系32と第2の振動系34が収容された構造を有している。本実施形態の振動発電装置168は、図14に示された前記実施形態の振動発電装置114を上下逆向きにしたような構造となっている。即ち、第1のマス部材66が底壁70と周壁72を有する略有底四角筒状の下部マス74と、下部マス74の上開口を塞ぐ板状の上部マス76とによって構成されている。更に、本実施形態では、図17に示すように、板ばね50の先端側となる一端の上下両面にわたって第2のマス部材48が固着されている。

- [0188] そして、LED 118が取付部材184に固定されていると共に、LED 118の基板166と振動発電装置114の発電素子16とが、ワイヤハーネス120によって電氣的に接続されている。
- [0189] かくの如き構造とされた車両用発光装置160は、図13に示すように、バンパー122に配設されており、バンパー用ライト162の透光カバー164がバンパー122の前面に露出している。そして、自動車111の走行時には、振動発電装置168に入力される振動エネルギーが、コーナーポール112に関する前記実施形態と同様に電気エネルギーに変換されて、得られた電力がLED 118に供給されることで、バンパー用ライト162が発光するようになっている。
- [0190] このような本実施形態に係る車両用発光装置160においても、前記実施形態の車両用発光装置110と同様の効果を得ることができる。要するに、本発明の車両用発光装置において、発光体はコーナーポール112に限定されるものではなく、バンパー用ライト162であっても良い。
- [0191] また、車両用発光装置160の発光体をドアミラー用ライト186とすることもできる。即ち、図13に示すように、自動車111のドアミラー188に車両用発光装置160を設けて、ドアミラー用ライト186をドアミラー188の前面に露出させると共に、振動発電装置168をドアミラー188に内蔵することにより、ドアミラー188に車両用発光装置160によるアクセサリライトを設けることも可能である。このように、車両用発光装置160をドアミラー188に設けることにより、特に夜間の走行時に、対向車両の運転手に車幅を知らしめることができる。なお、ドアミラー188に車両用発光装置160を設ける場合には、ドアミラー188の前面におけるドアミラー用ライト186の露出位置は、特に限定されないが、図18, 19に示すように、車幅方向でドアミラー188の外端部分に設けられることが望ましい。
- [0192] 図20～22には、車両用発光装置に関する本発明の第3の実施形態としての車両用発光装置190が示されている。車両用発光装置190は、エン

ドキャップ１９２が光源としてのＬＥＤ１１８の外側に配されて構成される発光体としてのエンドキャップ用ライト１９４と、エンドキャップ１９２に收容されてＬＥＤ１１８に接続された振動発電装置１９３とを、備えている。なお、本実施形態における振動発電装置１９３は、前記車両用発光装置に関する第２の実施形態に記載の車両用発光装置１６８と同様の構造とされている。

[0193] エンドキャップ１９２は、自転車や自動二輪車等の端部を構成する振動部材としてのハンドルエンド１９５に取り付けられる部材であって、全体として横転有底円筒形状を有しており、ハンドルエンド１９５に嵌入される筒状部１９６と、筒状部１９６の外側の開口部を閉塞するように設けられた透明乃至は半透明の透光部１９８とを、備えている。本実施形態では、筒状部１９６と透光部１９８が一体形成されているが、二色成形によって筒状部１９６が不透明とされていても良いし、別体形成された筒状部１９６と透光部１９８が後固定されていても良い。

[0194] さらに、エンドキャップ１９２の内周領域には、ＬＥＤ１１８が配設されている。そして、ＬＥＤ１１８の発する光が、エンドキャップ１９２の透光部１９８を通じて、外方に照射されるようになっており、もって、自転車等のハンドルエンド１９５に設けられるエンドキャップ用ライト１９４が構成されている。

[0195] また、エンドキャップ１９２の内周領域には振動発電装置１９３が配設されて、連結ゴム弾性体４０が筒状部１９６に固着されていると共に、ＬＥＤ１１８と振動発電装置１９３の発電素子１６とが、ワイヤハーネス１２０によって電氣的に接続されている。そして、発電素子１６で得られた電力が、ワイヤハーネス１２０を介してＬＥＤ１１８に供給されることにより、ＬＥＤ１１８が発光せしめられて、ＬＥＤ１１８の光が透光部１９８を通じてエンドキャップ１９２の軸方向に発せられるようになっている。

[0196] このような構造とされた車両用発光装置１９０は、エンドキャップ１９２の筒状部１９６が自転車のハンドルエンド１９５に嵌め入れられることによ

り、ハンドルエンド１９５に取り付けられており、振動発電装置１９３がハンドルエンド１９５に收容されていると共に、エンドキャップ用ライト１９４がハンドルエンド１９５の外側端面に露出している。これにより、自転車の走行時の振動によって、エンドキャップ用ライト１９４が発光して、自転車の左右両端部分であるハンドルエンド１９５の位置を視認容易とすることができる。なお、自転車の車幅を夜間などでも目視で把握可能とするために、左右両方のハンドルエンド１９５、１９５にそれぞれ車両用発光装置１９０、１９０を取り付けることが望ましい。

[0197] 以上、本発明の車両用発光装置の実施形態について詳述してきたが、本発明はその具体的な記載によって限定されない。例えば、前記実施形態では、光源としてＬＥＤ１１８が例示されているが、光源は特に限定されるものではない。更に、光源の数や配置、形状、大きさなども、限定的に解釈されるものではない。

[0198] また、本発明構造では、光源と振動発電装置を近接して配置可能とされることから、光源と振動発電装置とを接続する配線（本実施形態のワイヤハーネス１２０）を省略して、コネクタによる接続構造を採用することもできる。これによれば、配線の断線による作動不良などを回避することができる。

[0199] また、振動部材は、発電に足るだけの振動入力がある車両の端部構成部材であれば、特に限定されるものではないが、本発明に係る車両用発光装置の振動発電装置は、振動部材において、互いに異なる振動周波数域で複数種類の振動の振動レベルが最大になる場合に、特に好適に採用される。具体的には、例えば、走行状態や路面の凹凸等に応じて振動周波数が変化する自動車や自動二輪車、自転車などにおいて、端部構成部材が振動発電装置を装着する振動部材となり得る。

[0200] 振動部材としては、前記実施形態で示した自動車１１１のフロントバンパー１２２とドアミラー１８８、二輪車のハンドルエンド１９５などの他、例えば、自動車のリアバンパーや二輪車（自転車や自動二輪車）のフロントフォークやサドル、ミラー、ペダルなどが挙げられる。それらの場合には、車

両用発光装置の発光体が、リアバンパー用ライトやフロントポジションライト、リアポジションライト、ミラー用ライト（上部車幅灯）、ペダル用ライト（下部車幅灯）とされる。更に、前記実施形態では、振動部材として、自動車 1 1 1 のメインフレームに取り付けられる別部品であるバンパー 1 2 2 やドアミラー 1 8 8 が例示されているが、例えば、振動部材は、メインフレームの端部の一部によって構成されていても良い。

[0201] また、本発明の適用対象となる車両としては、自動車や自動二輪車、自転車に限定されず、例えば、鉄道用車両や産業用車両などでも良い。

[0202] さらに、本発明の車両用発光装置では、振動発電装置としても、前記実施形態の他に各種態様が採用可能である。例えば、車両用センサ装置の実施形態において図 3 や図 1 2 に記載の如き別態様の振動発電装置 1 8 や 6 4 を採用して、車両用発光装置を構成することも可能である。

[0203] また、前記図 1 4 に示した振動発電装置 1 1 4 では、上部マス 7 6 の開口部に対して下部マス 7 4 を覆蓋せしめることで収容空所 6 8 が形成されて、かかる収容空所 6 8 内に第 2 の振動系 3 4 が収容されていたが、かかる態様に限定されない。即ち、例えば、上部マスが略平板形状とされると共に下部マスが略有底筒形状とされていてもよいし、第 1 のマス部材が、側方に開口する筒形状の部材と、この側方開口部を覆蓋する部材とから構成されていてもよい。

[0204] 続いて、図 2 3 ～ 2 4 には、本発明に従う構造とされた建築物用発光装置 2 1 0 が示されている。この建築物用発光装置 2 1 0 は、建築物 2 1 2 に装着されることにより、建築物 2 1 2 における歩行領域 2 1 4 を照明するものである。なお、以下の説明において上下方向とは、原則として、鉛直方向である図 2 3 中の上下方向を言う。

[0205] より詳細には、建築物 2 1 2 は公知の各種の建築構造をもって築造され得るものであり、その歩行領域 2 1 4 としての廊下の構造概略が図 2 3 に例示されている。かかる建築物 2 1 2 の歩行領域 2 1 4 は、胴差や床梁、根太等の水平構造材 2 1 6 a によって合板等の床基材 2 1 6 b が支持されて敷設さ

れることで床強度が確保されていると共に、床基材 216b の上に床シートやフローリング等の床仕上材 216c が貼り付けられた構造となっている。

[0206] また、床材としての水平構造材 216a や床基材 216b, 床仕上材 216c で構成された歩行領域 214 の上面を、人が歩行するようになっていると共に、かかる歩行領域 214 の両側には、内壁材 218, 218 が立設されている。なお、内壁材 218 は、柱や胴縁などからなる公知の建築構造をもって取り付けられて支持されており、歩行領域 214 に面する内面には必要に応じてクロスや塗膜が被着される。

[0207] かくの如き建築物 212 に装着されて歩行領域 214 を照明する建築物用発光装置 210 は、床材に取り付けられて制振装置として機能する振動発電装置 219 と、内壁材 218 に取り付けられた発光体としての LED 220 とを含んで構成されている。そして、例えば歩行領域 214 を人が歩行することで変形振動せしめられる床材の振動エネルギーを振動発電装置 219 で電気エネルギーに変換して、LED 220 を発光させるようになっている。なお、このことから明らかなように、本実施形態では、水平構造材 216a や床基材 216b, 床仕上材 216c で構成された床材が、人の歩行や地震等の外力の作用により主に上下方向で振動変形せしめられる振動部材とされている。

[0208] ここにおいて、LED 220 は、公知のものが採用可能である。そして、LED 220 は、歩行領域 214 の両側の内壁材 218 に取り付けられて、発光により床仕上材 216c の上面を照明するようになっている。

[0209] なお、本実施形態では、後述する振動発電装置 219 で発電される電力を各 LED 220 へ給電するリード線 224 上に制御装置 225 が設けられており、振動発電装置 219 からの電力に対して、制御装置 225 において安定化や定電圧化などの処理を行って LED 220 へ給電するようになっている。この制御装置 225 は、例えばフィルタやオペアンプ、シャントレギュレータの他、コンデンサ等を用いた蓄電回路を備えることが望ましい。

[0210] 一方、床材に装着された振動発電装置 219 は、図 11 に示された前記実

施形態の振動発電装置 6 2 と実質的に同じ構造とされており、振動部材としての床材に取り付けられる第 1 の振動系 3 2 を備えており、更に、この第 1 の振動系 3 2 を介して第 2 の振動系 3 4 が床材に取り付けられている。換言すれば、床材からの振動伝達経路上で第 1 の振動系 3 2 と第 2 の振動系 3 4 が直列的に設けられており、第 1 の振動系 3 2 と第 2 の振動系 3 4 とにより多自由度振動系が構成されている。

[0211] さらに、第 1 のマス部材 6 6 の質量： m_1 は、床材の等価マス質量： M に対して、10%以上 ($m_1 \geq 0.1 * M$) とされていることが望ましい。これにより、第 1 のマス部材 6 6 が床材の振動状態に対して十分な影響を及ぼして、ダイナミックダンパとして機能し得ることから、振動の相殺による床材の振動低減が期待される。このように、第 1 のマス部材 6 6 と連結ゴム弾性体 4 0 を含んで構成される第 1 の振動系 3 2 により、振動部材である床材の振動を抑制する制振装置が構成されている。

[0212] また、第 2 のマス部材 4 8 の第 1 のマス部材 6 6 に対する相対変位が板ばね 5 0 の板厚方向（図 2 3 中の上下方向）となる剪断方向での弾性変形（剪断変形）によって許容されている。このことから明らかなように、建築物用発電装置 2 1 0 は、第 1 の振動系 3 2 と第 2 の振動系 3 4 で構成された 2 自由度の振動系を備えており、床材の振動が、片持ち梁状に支持された板ばね 5 0 の剪断方向に及ぼされて曲げ変形が生ぜしめられるようになっている。

[0213] このような構造とされた建築物用発電装置 2 1 0 は、床材への装着状態において、床材の振動エネルギーを発電素子 1 6 で電気エネルギーに変換して取り出すようになっている。そこにおいて、建築物用発電装置 2 1 0 では、2 自由度の振動系を設けると共に、第 1、第 2 のマス部材 6 6、4 8 の間に発電素子 1 6 を配することで、発電素子 1 6 による効率的な発電が実現されるようになっている。従って、かかる建築物用発電装置 2 1 0 では、第 1 の振動系 3 2 により制振装置が構成されていると共に、第 1 の振動系 3 2 と第 2 の振動系 3 4 を含んで振動発電装置 2 1 9 が構成されている。

[0214] そして、前述のように優れた発電効率を得られる振動発電装置 219 によって、発光体としての LED 220 を発光させるための作動用電源が構成されている。なお、本実施形態では、LED 220 が、振動部材である床材と異なる部位に装着されているが、床材に LED を装着して床面を発光させても良い。

[0215] また、本実施形態では、図 24 に示されているように、歩行領域 214 である廊下が歩行方向で連続的に連なった複数のエリア 256 に分割されており、各エリア 256 に建築物用発光装置 210 と制御装置 225、LED 220 が、独立して作動可能に装着されている。具体的には、例えば図示されているように、各一つの建築物用発光装置 210 に対して、歩行領域 214 の長さ方向（図 2 中の上下方向）両側および幅方向（図 2 中の左右方向）両側に位置する合計 4 つの LED 220、220、220、220 と、当該建築物用発光装置 210 と電氣的に接続された制御装置 225 とが、リード線 224、224、224、224 によって接続される。

[0216] これにより、歩行領域 214 において、人が図 2 中の白矢印の方向に歩を進めると、振動が入力される振動発電装置 219 が、図 24 中の下側のエリア 256 から順次に上側に隣接するエリア 256 へと移行することとなる。そして、歩行者が図 24 中の最も下方のエリア 256 内を通過して、このエリア 256 に設置された建築物用発光装置 10 に振動を及ぼすことにより、振動が及ぼされた建築物用発光装置 210 に接続されている LED 220 が発光することから、図 24 中の下方の LED 220 から順次に上方の LED 220 が発光することとなる。要するに、歩行領域 214 を歩行するのに伴い、歩行領域 214 の足元照明が、LED 220 により歩行と略同じ速度で次第に移動せしめられることとなる。なお、歩行後のエリア 256 では加振力がなくなって振動発電装置 219 の第 2 の振動系 34 の振動が収束するのに伴って、LED 220 が順次に消灯される。

[0217] なお、本実施形態では、振動発電装置 219 が装着された部位に対して、当該振動発電装置 219 からの給電で発光せしめられる LED 220 が、歩

行方向前後両側に配されていることから、図 2 4 中の白矢印と反対の方向に歩行しても、同様に歩行領域 2 1 4 の L E D 2 2 0 が、歩行方向に向かって順次に発光することとなる。

[0218] また、制御装置 2 2 5 を、收容空所 6 8 の内部に設けることにより、回路や制御手段などを保護するようにしても良い。

[0219] かくの如き構造とされた建築物用発光装置 2 1 0 は、振動発電装置 2 1 9 が振動部材である床材の下面に取り付けられることから、歩行領域 2 1 4 を歩行することに伴う振幅の大きな振動が発電素子 1 6 に入力されて、より効率的な発電が実現される。加えて、かかる建築物用発光装置 2 1 0 には制振装置も構成されていることから、床材からの振動エネルギーを電気エネルギーに変換するだけでなく、床材の振動も低減され得る。

[0220] また、歩行領域 2 1 4 を歩行することにより振動発電装置 2 1 9 により電力が得られることから、L E D 2 2 0 に電気が安定して供給されて、電池交換や充電などの手間を要することなく L E D 2 2 0 を発光させることができる。しかも、非歩行時には、振動発電装置 2 1 9 に振動が入力されず、L E D 2 2 0 への電力供給が停止されて、L E D 2 2 0 の発光が自動的に停止されることから、L E D 2 2 0 の発光のオンとオフが、操作することなく自動的に切り替えられる。

[0221] さらに、本実施形態では、歩行領域 2 1 4 を歩行することで足元を照明させられることから、別途照明を点灯させる必要がなく、暗闇でも確実に歩行領域 2 1 4 を認識させて歩行を補助することができる。特に、地震による停電時など、長時間に亘って外部電源が機能しない場合でも、安定して歩行領域 2 1 4 を照明させることができ、建築物用発光装置 2 1 0 は避難灯としても採用され得る。更にまた、地震等による災害時においても、建築物用発光装置 2 1 0 が建築物 2 1 2 の内部に設けられていることから、損傷のおそれも低減できて歩行領域 2 1 4 を照明させることができる。

[0222] また、歩行領域 2 1 4 が複数のエリア 2 5 6 に分割されて、エリア 2 5 6 毎に建築物用発光装置 2 1 0 や L E D 2 2 0 が独立的に配備されていること

から、幾つかのエリア 2 5 6 の設備が損傷した場合でも、他のエリア 2 5 6 の設備により歩行領域 2 1 4 の照明機能が確保されるという利点もある。

[0223] その他、本実施形態においても、採用した特定構造の振動発電装置に基づいて、前述の車両用センサ装置や車両用発光装置と同様な技術的效果が、何れも有効に発揮され得ることとなる。

[0224] また、建築物用発光装置においても、前記実施形態における具体的な記載によって限定されない。例えば、本発明の建築物用発光装置における振動発電装置は、前記実施形態の他に図 2 5, 2 6 に示される如き各種態様が採用可能である。なお、図 2 5, 2 6 では、L E D 等の前記実施形態と同様な構造とされた部材または部位については、図中に、図示を省略し又は前記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。

[0225] すなわち、図 2 5 に示された振動発電装置は、図 1 2 に示された前記車両用センサ装置の実施形態の振動発電装置と略同様に、中空構造とされた第 1 のマス部材 6 6 の収容空所 6 8 に収容された状態で、第 2 の振動系 3 4 が設けられている。一方、第 1 のマス部材 6 6 は、その周壁 7 2 の外周面上に設けられた第 1 のばね部材としての連結ゴム弾性体 7 8 によって、振動部材たる床材に対して間接的に弾性連結されている。

[0226] このような構造とされた振動発電装置では、床材からの振動により第 1 の振動系 3 2 における連結ゴム弾性体 7 8 が主たる振動入力方向で主に剪断変形せしめられることから、低動ばねチューニングが可能になり、特性チューニングの自由度の向上が図られ得る。

[0227] 更にまた、図 2 6 における建築物用発光装置 2 7 0 には、音響装置としてのスピーカ 2 7 2 が設けられている。このスピーカ 2 7 2 は、例えば歩行領域 2 1 4 の側壁や天井等に設けられており、建築物用発光装置 2 7 0 と電氣的に接続された制御装置 2 7 4 に対してリード線 2 2 4 により電氣的に接続されている。そして、建築物用発光装置 2 7 0 の振動発電装置 2 1 9 に対して振動が入力されることにより得られる電力を利用して、所定の音を発するようになっている。なお、スピーカ 2 7 2 は、例えばアンプを内蔵している

と共に、発報音の記憶装置を内蔵しており、制御装置 274 から発報信号が入力された際に、制御装置 274 を通じて振動発電装置 219 から供給される電力を利用してアンプを作動させて、記憶装置に記憶された所定の発報音を発するようにされる。スピーカ 272 から発する音は、音楽や警告音の他、メッセージ等であってもよい。

[0228] このように、建築物用発光装置 270 にスピーカ 272 を設けることにより、歩行領域 214 を歩行することによって LED 220 が発光するだけでなく、スピーカ 272 から音が発生する。これにより、目が不自由な人や視力が低下したお年寄りなど視覚で歩行領域 214 の床面を明瞭に認識し難い場合でも、聴覚の補助を活用して歩行領域 214 の認識度を向上させることができる。

[0229] また、電気回路には、振動発電装置に振動が入力されたことを監視して検出信号を生成する検出装置と、当該検出信号を有線又は無線で外部に送信する送信装置を備えていてもよい。これにより、振動発電装置に振動が入力されたことを、例えば建築物の所有者や管理者、警察や警備会社に速やかに通知させることができる。特に、携帯端末や携帯電話等に検出信号を送信することにより、建築物から遠く離れた場所であっても振動発電装置に振動が入力されたことを知ることができる。

[0230] かかる機能を建築物用発光装置に設けることにより、建築物用発光装置が有する発電機能を利用して簡易な防犯装置を構成することもできる。特に、この防犯装置の作動電源は建築物用発光装置における振動発電装置により構成されており、外部電源を必要としない。それ故、停電や断線等の外部電源が機能しない場合であっても、振動発電装置により電力が賄われることから、高度な防犯装置が実現し得る。更に、上記スピーカ 272 と併せて採用して大きな警告音と LED 220 による光を発生可能とすることにより、より高度な防犯装置とされる。

[0231] また、前記実施形態では、発光体として LED 220 が例示されているが、発光体は特に限定されるものではない。更に、発光体の数や配置、形状、

大きさなども、限定的に解釈されるものではない。

[0232] さらに、本発明に係る建築物用発光装置の振動発電装置は、振動部材において、互いに異なる振動周波数域で複数種類の振動の振動レベルが最大になる場合に、特に好適に採用される。具体的には、例えば床板の面積や人の重量等に応じて振動周波数が変化する建築物の歩行領域が振動部材とされて、かかる振動部材から入力される振動が振動発電装置の多自由度振動系に及ぼされる位置に、同一の建築物用発光装置が好適に取り付けられる。前記実施形態では、かかる歩行領域として廊下が例示されていたが、例えば階段やキッチン、玄関などの任意の場所であってよい。

[0233] 特に、建築物用発光装置に関する本発明においても、前述のセンサ装置や車両用発光装置に関する発明と同様な各種の変更態様を採用することが可能であり、何れの態様も、本発明の趣旨を逸脱しない限り、本発明の範囲内に含まれるものである。

[0234] また、前記実施形態では、LED 220は歩行領域214における両内壁材218、218の下端部分に設けられていたが、かかる態様に限定されるものではなく、両内壁材218、218の上端部分や高さ方向中間部分に設けられてもよい。或いは、歩行領域214の床面や天井における建築物用発光装置を外れた位置において、LEDが設けられてもよい。

[0235] さらに、前記実施形態では、歩行領域214が連続した複数のエリア256に分割されていたが、複数のエリア256は連続している必要はない。即ち、本発明に係る建築物用発光装置が階段の如き歩行領域に設置される場合には、階段の踏面のみが建築物用発光装置の設けられるエリアとしてもよい。また、例えば飛石状の離れた歩行領域や、連続した歩行領域で所定距離隔たった位置に建築物用発光装置が設けられてもよい。

符号の説明

[0236] 10：車両用センサ装置（センサ装置）、12：センサ素子、16：発電素子、18、62、64、114、168、193、219：振動発電装置、30：ボデー（振動部材）、32：第1の振動系、34：第2の振動系、3

8, 66 : 第1のマス部材、40 : 連結ゴム弾性体 (第1のばね部材)、42 : 支持突部 (支持部)、46 : 収容領域 (収容空所)、48 : 第2のマス部材、50 : 板ばね (第2のばね部材)、56 : ストップ手段、68 : 収容空所、72 : 周壁 (周壁部)、78 : 第1のばね部材、110, 160, 190 : 車両用発光装置、112 : コーナーポール (発光体)、122 : バンパー (振動部材)、162 : バンパー用ライト (発光体)、186 : ドアミラー用ライト (発光体)、194 : エンドキャップ用ライト (発光体)、195 : ハンドルエンド (振動部材)、210, 270 : 建築物用発光装置、212 : 建築物、214 : 歩行領域、216a : 水平構造材 (床材)、216b : 床基材 (床材)、216c : 床仕上材 (床材)、220 : LED (発光体)、256 : エリア、272 : スピーカ (音響装置)

請求の範囲

[請求項1] 振動部材に取り付けられて該振動部材の振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電素子を備えた振動発電装置であって、

第1のマス部材が第1のばね部材によって弾性支持される第1の振動系と、第2のマス部材が第2のばね部材によって該第1のマス部材に弾性連結された第2の振動系とを含んで構成された多自由度振動系を備えていると共に、

前記発電素子が前記第1のマス部材と前記第2のマス部材の間に配設されて、前記振動部材から該第1のマス部材に及ぼされた振動が該第2のマス部材に伝達されてそれら第1のマス部材と第2のマス部材が相対変位することにより該振動部材の振動エネルギーが該発電素子に入力されるようになっており、更に、

前記第1の振動系の固有振動数と前記第2の振動系の固有振動数が異ならされている一方、

該第1のマス部材が内部に收容空所を備える中空構造とされており、該收容空所内に該第2の振動系が收容配置されていると共に、

該第2の振動系における該第2のばね部材が板ばねで形成されて該板ばねに該発電素子が装着されており、該板ばねの一端側が、該第1のマス部材において該收容空所内に突設された支持部に取り付けられることにより該第1のマス部材の周壁部よりも該收容空所内方に位置して支持せしめられている一方、該板ばねの他端側に該第2のマス部材が取り付けられていることを特徴とする振動発電装置。

[請求項2] 前記第1のマス部材の重心が、前記收容空所内に設定されている請求項1に記載の振動発電装置。

[請求項3] 前記第2の振動系の固有振動数が、前記第1の振動系の固有振動数に対して低周波数に設定されている請求項1又は2に記載の振動発電装置。

[請求項4] 前記第1の振動系の固有振動数が、前記第2の振動系の電氣的な反

共振周波数よりも高周波数に設定されている請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項5] 前記第 1 の振動系の固有振動数が、前記第 2 の振動系の固有振動数の $\sqrt{2}$ 倍以下とされている請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項6] 前記第 2 の振動系の共振応答倍率が前記第 1 の振動系の共振応答倍率よりも大きくされていると共に、該第 1 のマス部材の質量と該第 1 の振動系の共振応答倍率の積が、該第 2 のマス部材の質量と該第 2 の振動系の共振応答倍率の積よりも大きくされている請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項7] 前記第 2 のマス部材の前記第 1 のマス部材に対する相対変位量を制限するストッパ手段が設けられている請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項8] 前記第 1 のばね部材がゴム弾性体で形成されている請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項9] 前記振動部材において、互いに異なる周波数域で振動レベルが最大になる複数種類の振動が前記多自由度振動系に対して及ぼされる部位に装着される請求項 1 ～ 8 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項10] 前記第 1 のマス部材の質量が、前記振動部材の等価マス質量の 10 % 以上とされている請求項 1 ～ 9 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項11] 前記発電素子の出力状態を外部へ送信する送信器が設けられている請求項 1 ～ 10 の何れか一項に記載の振動発電装置。

[請求項12] 前記送信器として無線送信装置を備えており、前記発電素子への振動エネルギーの入力によって得られた電力を利用して該無線送信装置が作動せしめられて該発電素子の出力状態が外部へ無線送信されるようになっている請求項 11 に記載の振動発電装置。

[請求項13] センサ素子を備えたセンサ装置において、請求項 1 ～ 12 の何れか

一項に記載の振動発電装置が設けられて、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを特徴とするセンサ装置。

[請求項14] 前記センサ素子によるセンシングの作動用電源として、前記振動発電装置が用いられている請求項13に記載のセンサ装置。

[請求項15] 前記センサ素子による検出信号を送信する無線送信装置を備えており、該無線送信装置の作動用電源として、前記振動発電装置が用いられている請求項13又は14に記載のセンサ装置。

[請求項16] 前記センサ素子による検出信号を加工処理する信号処理装置を備えており、該信号処理装置の作動用電源として、前記振動発電装置が用いられている請求項13～15の何れか一項に記載のセンサ装置。

[請求項17] 前記センサ素子が前記発電素子によって構成されている請求項13～16の何れか一項に記載のセンサ装置。

[請求項18] 前記振動発電装置の発電状況に応じて警報を発する警告装置を備えている請求項13～17の何れか一項に記載のセンサ装置。

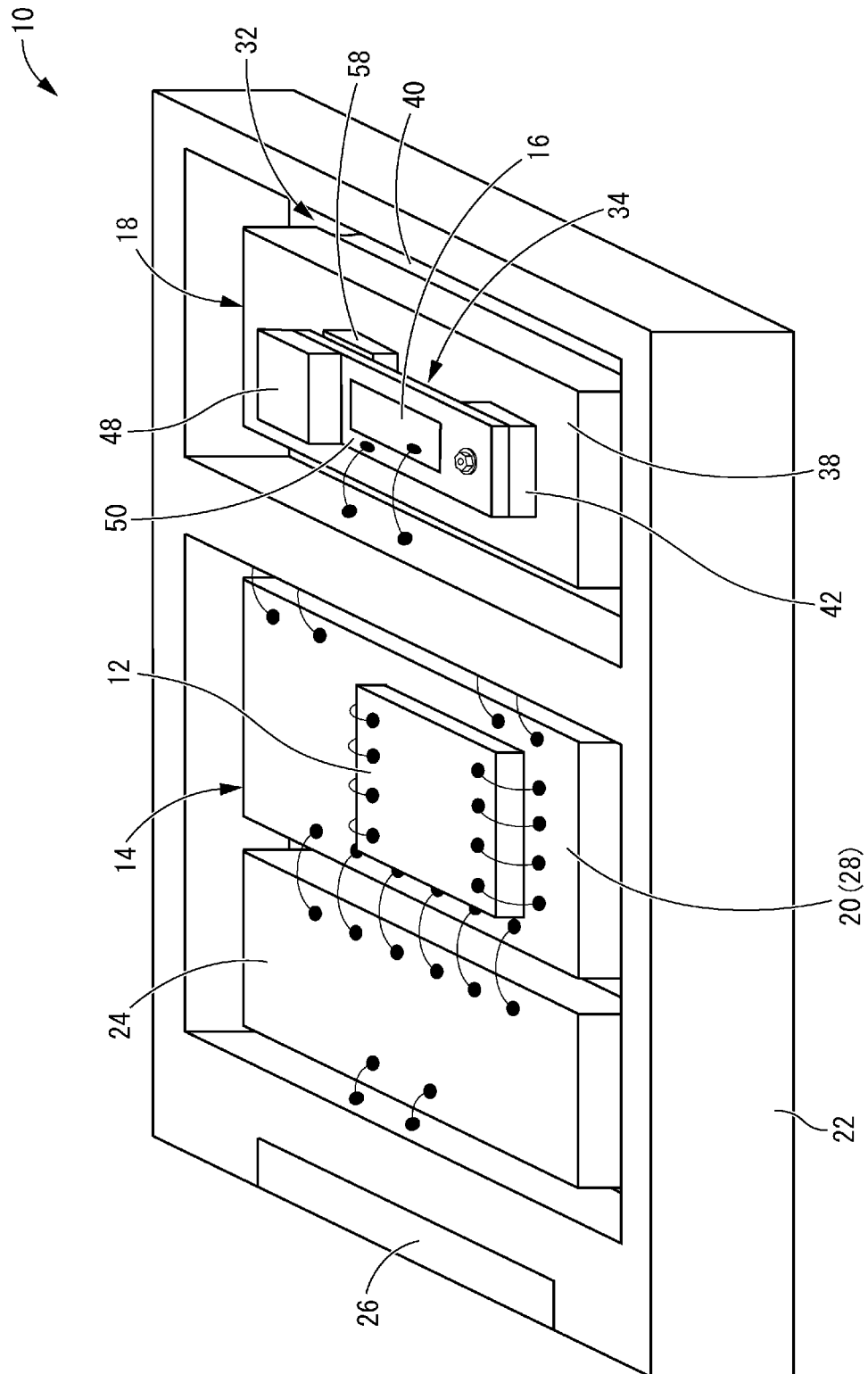
[請求項19] 車両の端部を構成する車両部材に設けられて給電によって発光する発光体を備える車両用発光装置において、請求項1～12の何れか一項に記載の振動発電装置が設けられて、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを特徴とする車両用発光装置。

[請求項20] 前記車両部材が前記車両としての自動車の端部を構成する自動車用部材とされていると共に、前記発光体が、コーナーポールと、ドアミラー用ライトと、バンパー用ライトとの少なくとも一つとされている請求項19に記載の車両用発光装置。

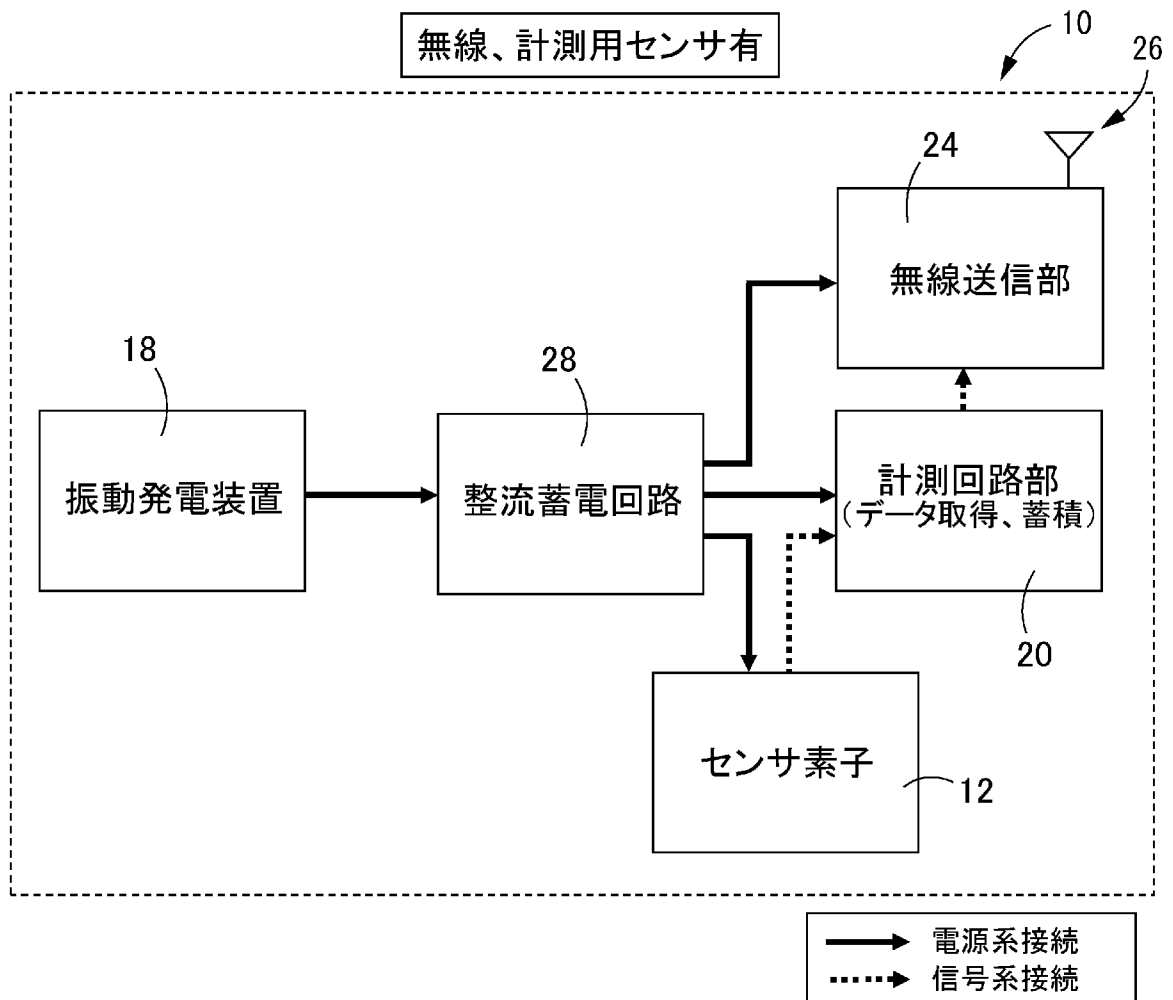
[請求項21] 前記車両用部材が前記車両としての二輪車の端部を構成する二輪車用部材とされていると共に、前記発光体が、ハンドルのエンドキャップ用ライトと、シート後方のリアポジションライトと、フロントフォークのフロントポジションライトと、ミラー用ライトとの少なくとも一つとされている請求項19に記載の車両用発光装置。

- [請求項22] 前記振動部材が前記車両のメインフレームに取り付けられる別部品とされている請求項19～21の何れか一項に記載の車両用発光装置。
- [請求項23] 建築物の歩行領域を照明するための発光体を備えた建築物用発光装置において、請求項1～12の何れか一項に記載の振動発電装置が設けられて、該建築物の該歩行領域の床材に対して前記第1のマス部材が前記第1のばね部材によって弾性支持されることで前記第1の振動系によって制振装置が構成されていると共に、該振動発電装置で得られた電力が自給電されるようになっていることを特徴とする建築物用発光装置。
- [請求項24] 前記建築物の歩行領域が階段と廊下の少なくとも一方に設定されている請求項23に記載の建築物用発光装置。
- [請求項25] 前記建築物の歩行領域における複数のエリア毎に独立して、前記多自由度振動系に設けた前記発電素子によって得られた電力で前記発光体を発光せしめる電気回路が設けられる請求項23又は24に記載の建築物用発光装置。
- [請求項26] 音響装置を備えており、前記発電素子への振動エネルギーの入力によって得られた電力で該音響装置が鳴動されるようになっている請求項23～25の何れか一項に記載の建築物用発光装置。

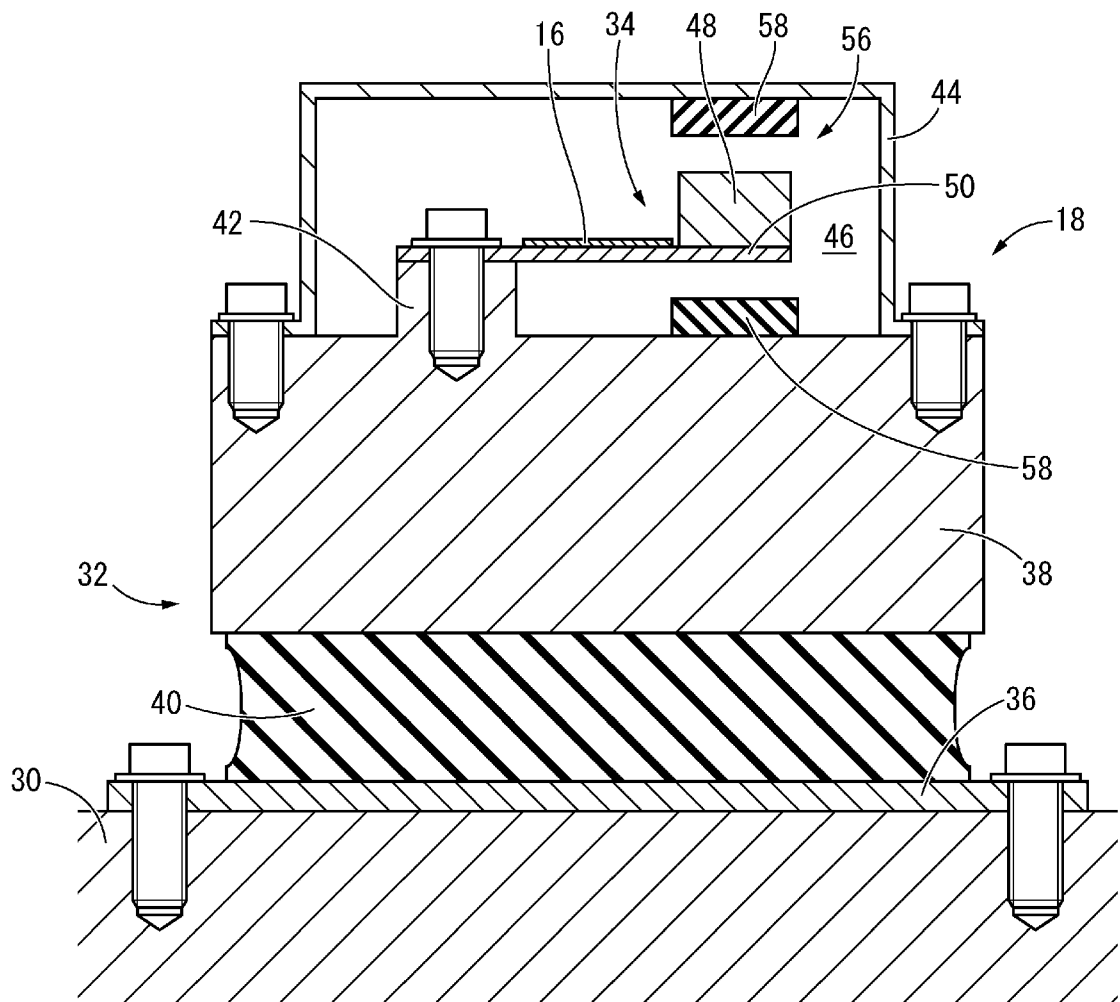
[図1]



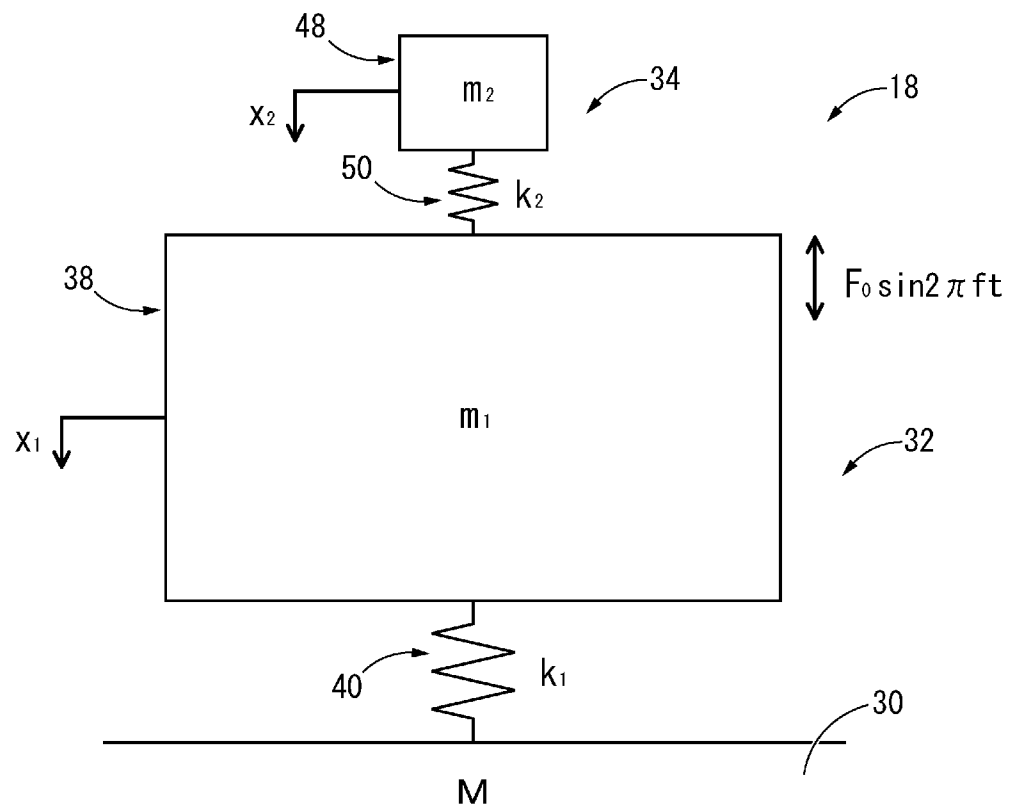
[図2]



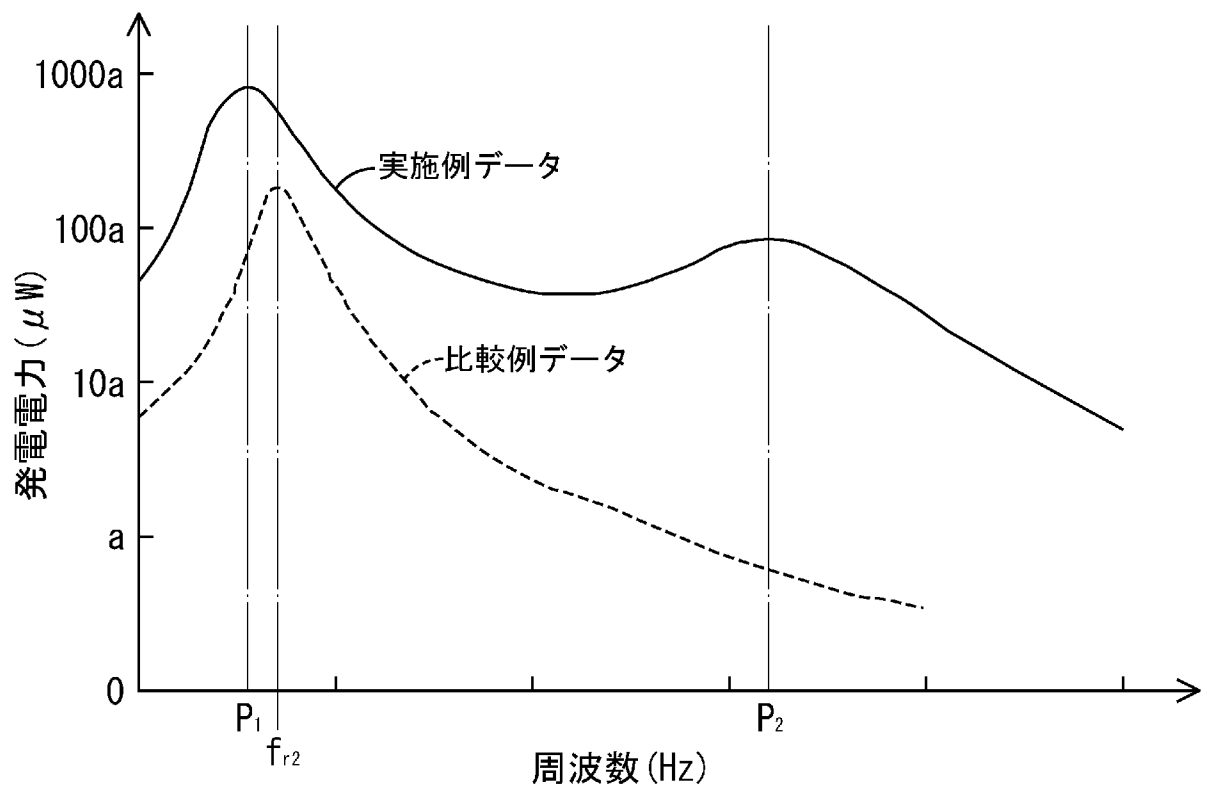
[図3]



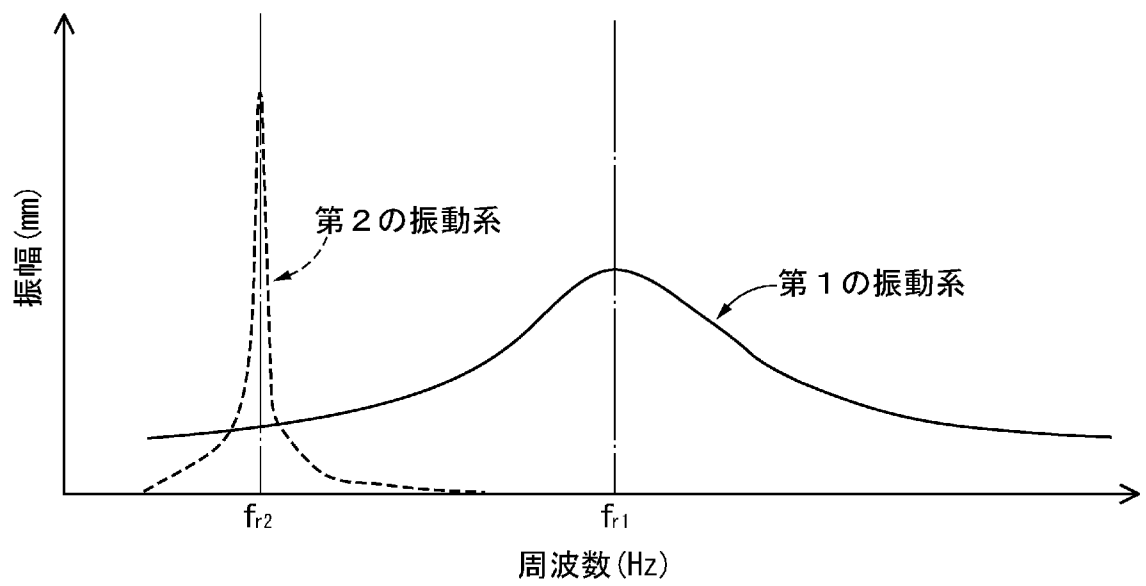
[図4]



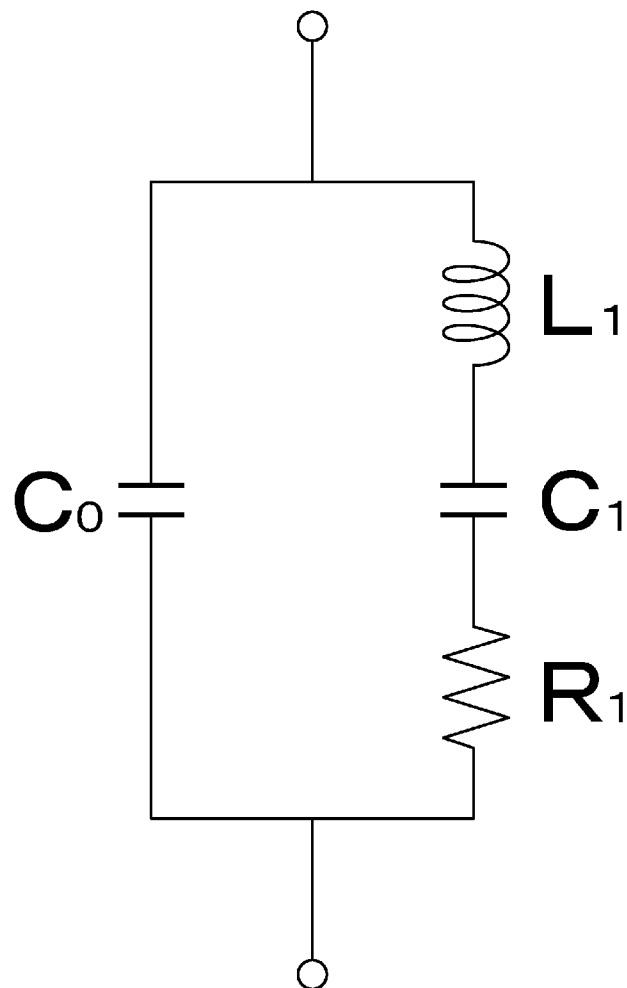
[図5]



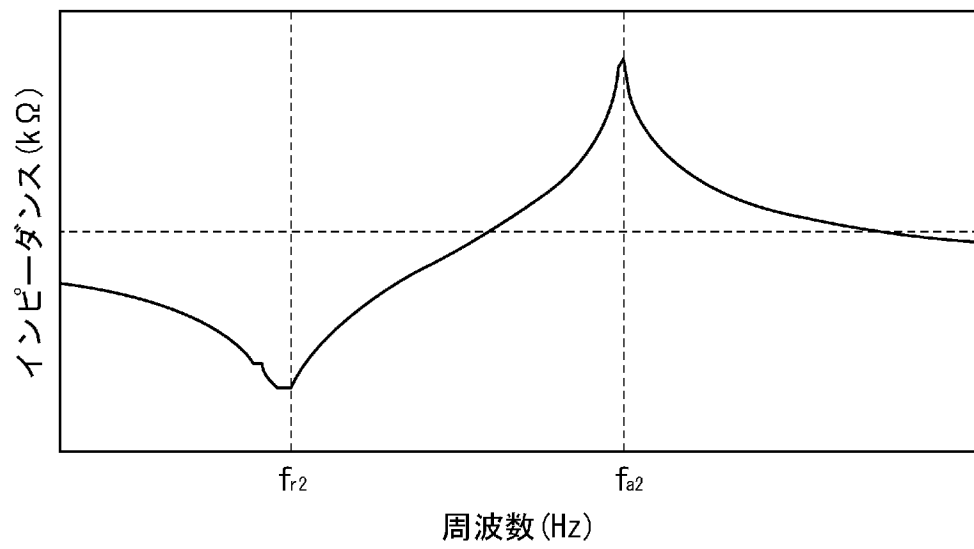
[図6]



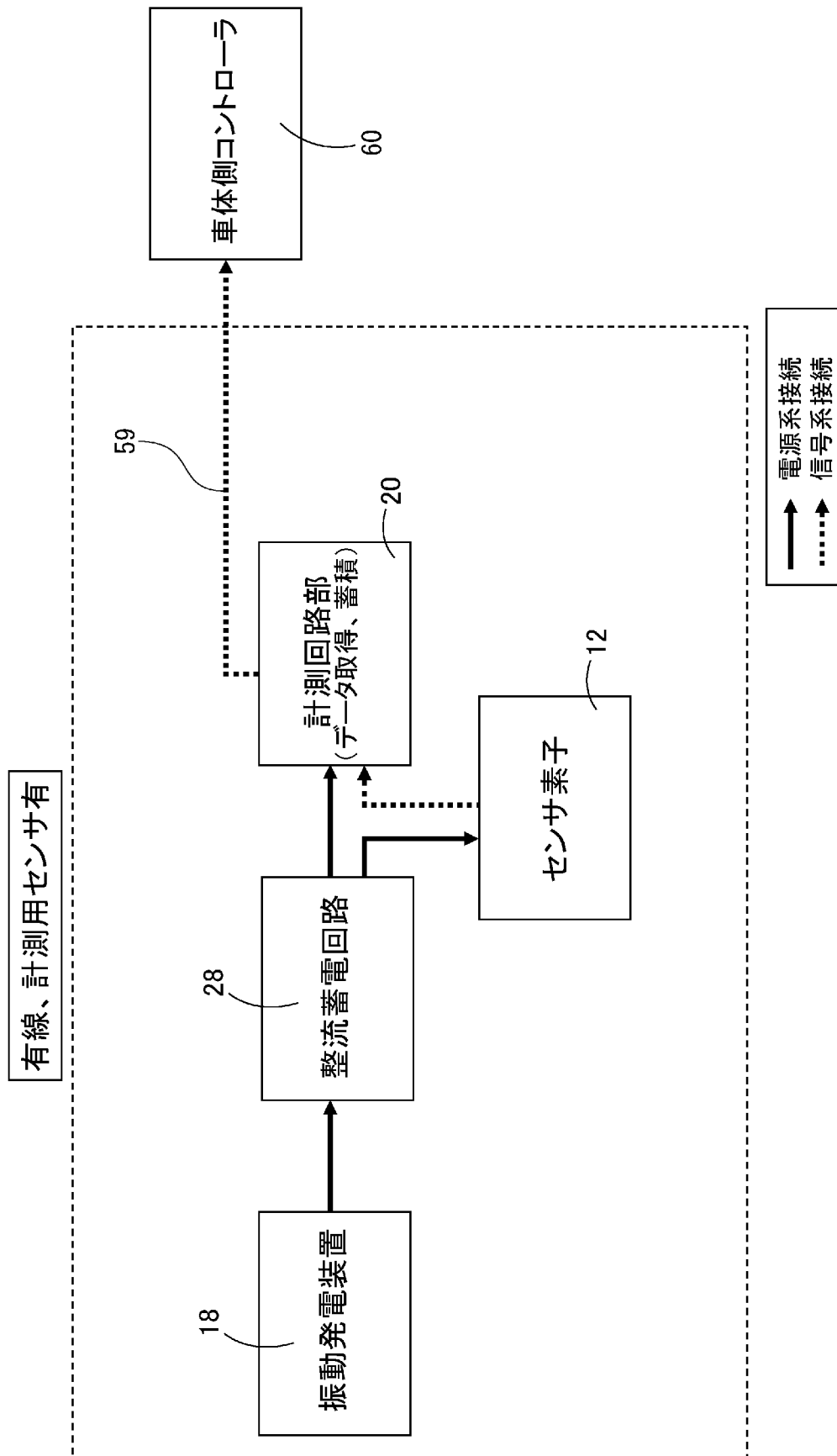
[図7]



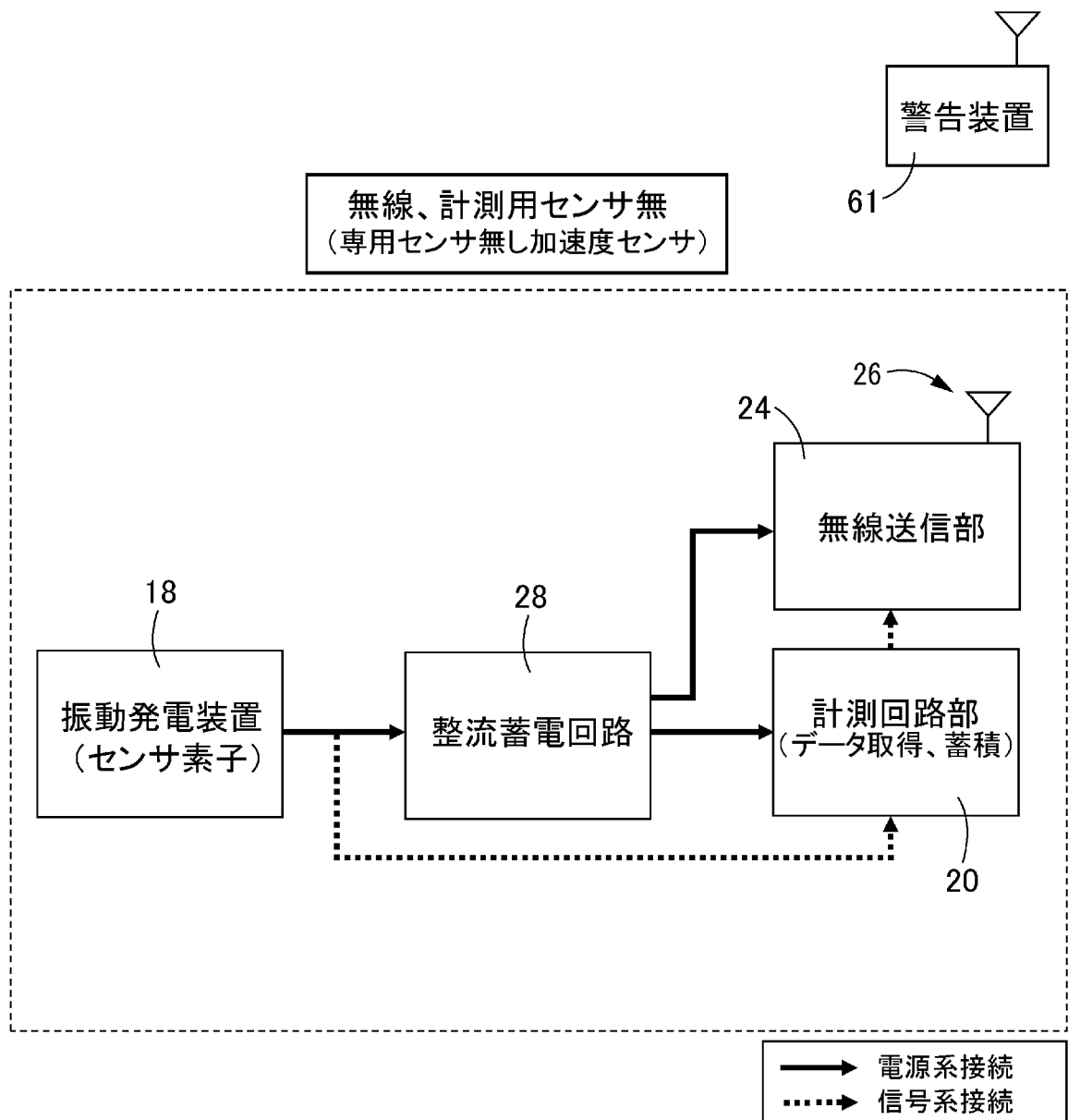
[図8]



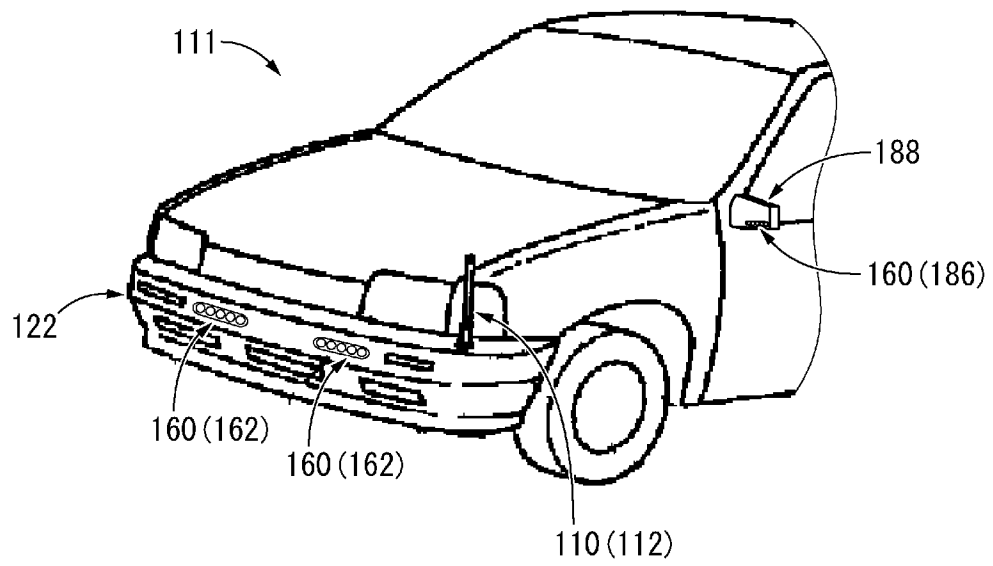
[図9]



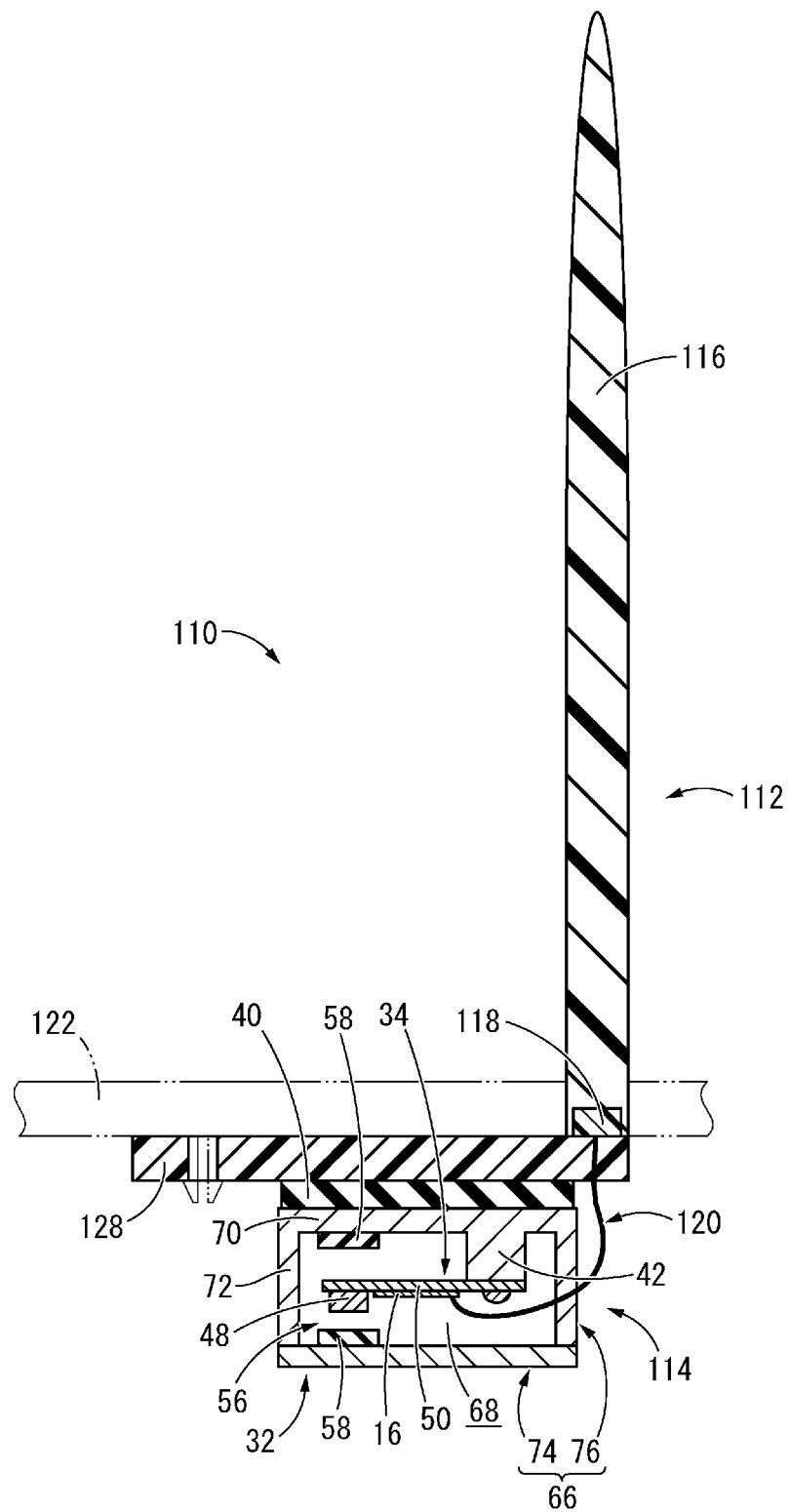
[図10]

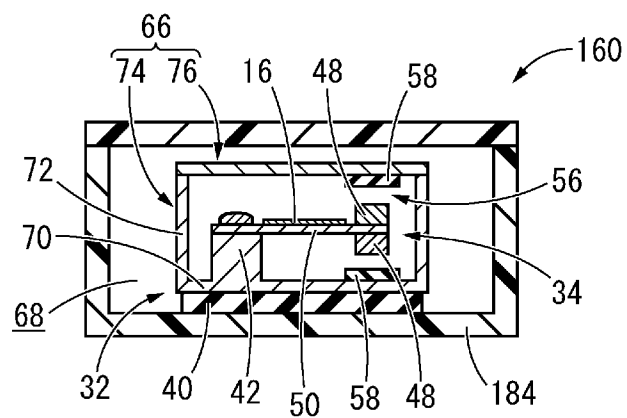
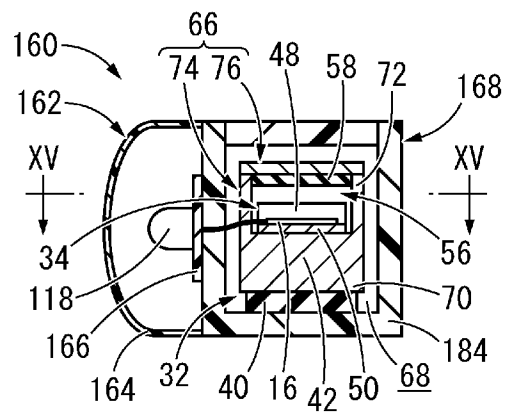
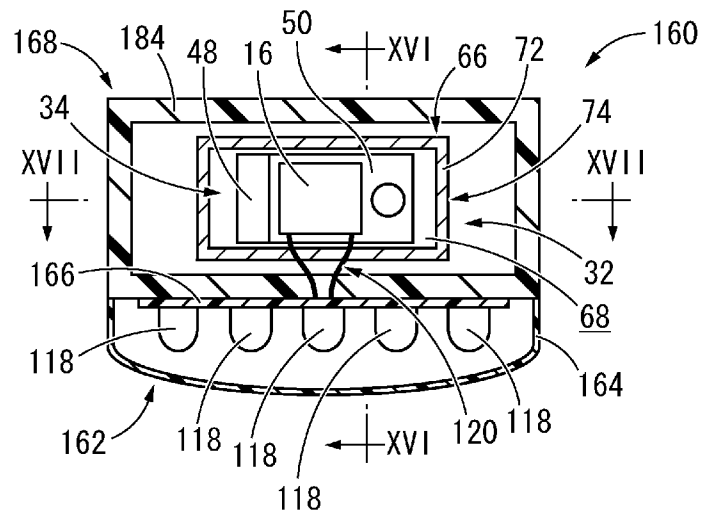


[図13]

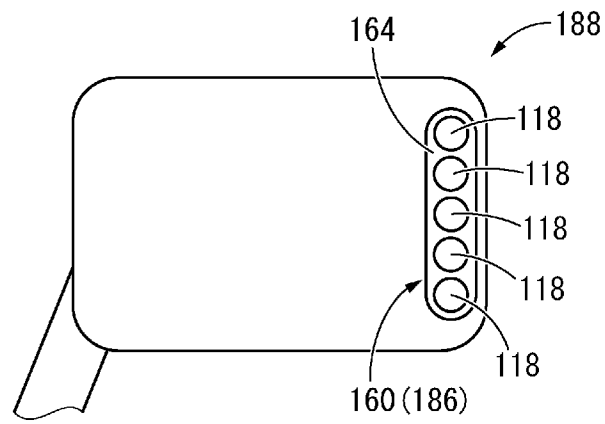


[図14]

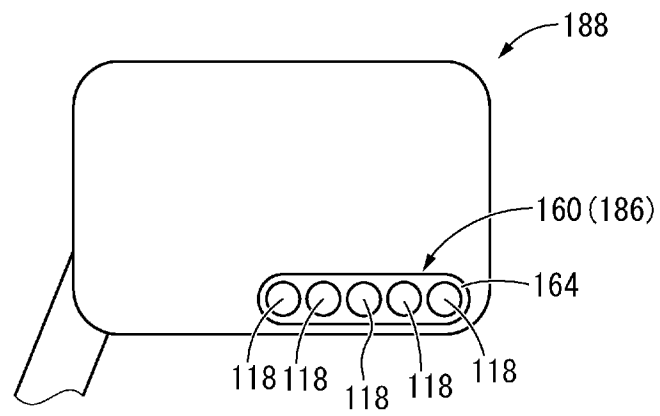




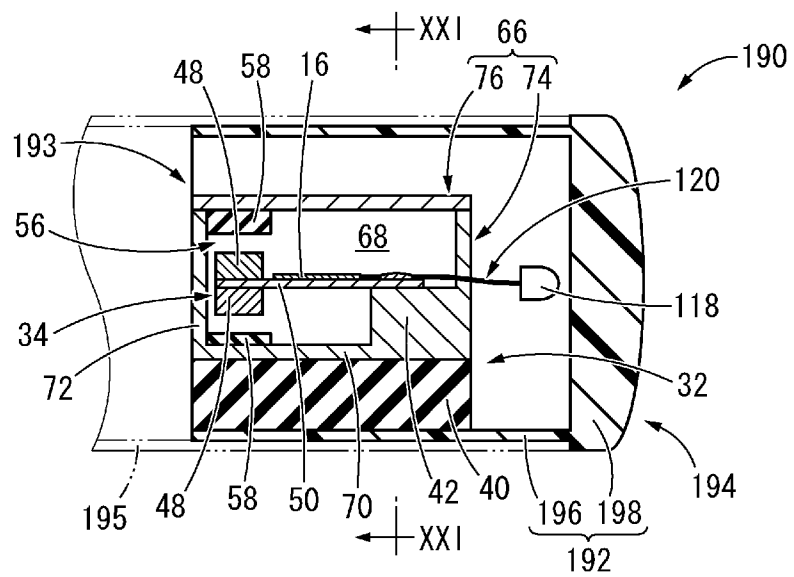
[図18]



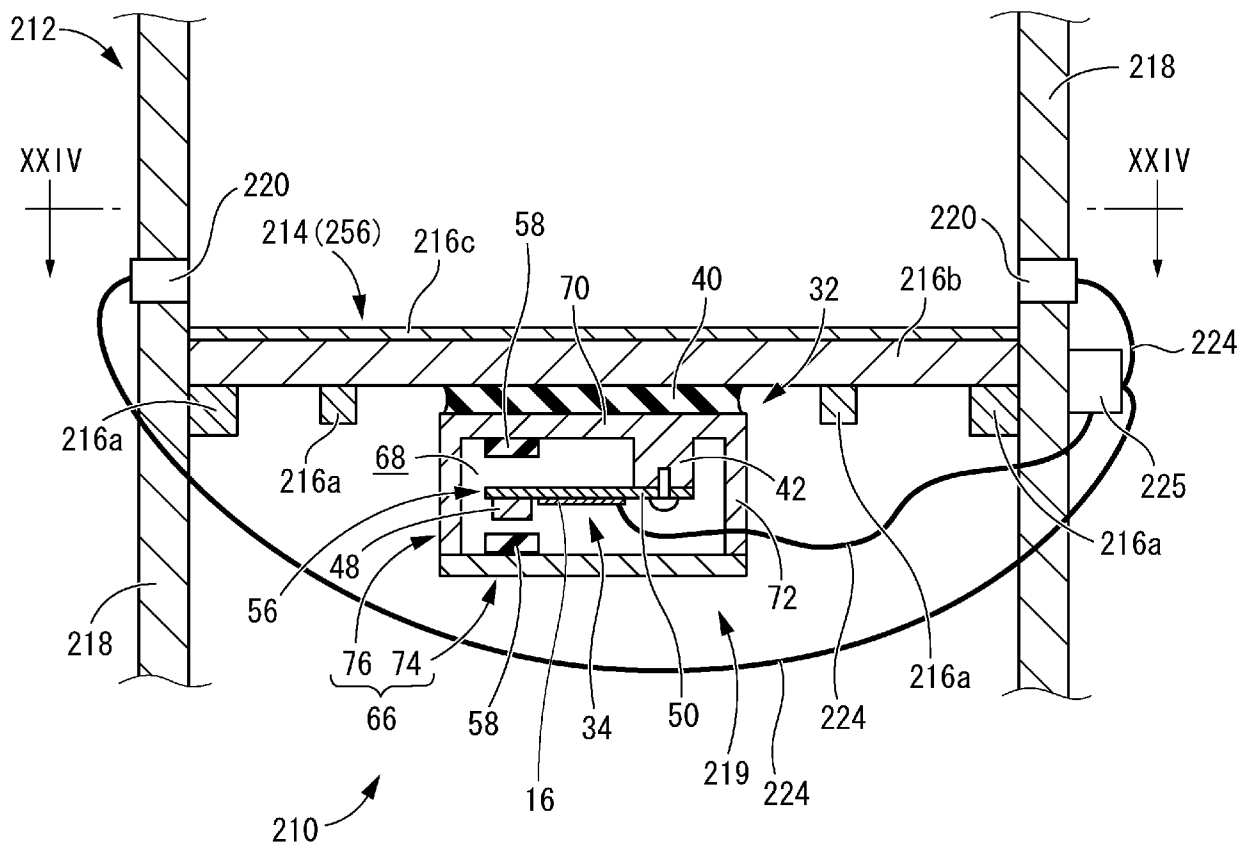
[図19]



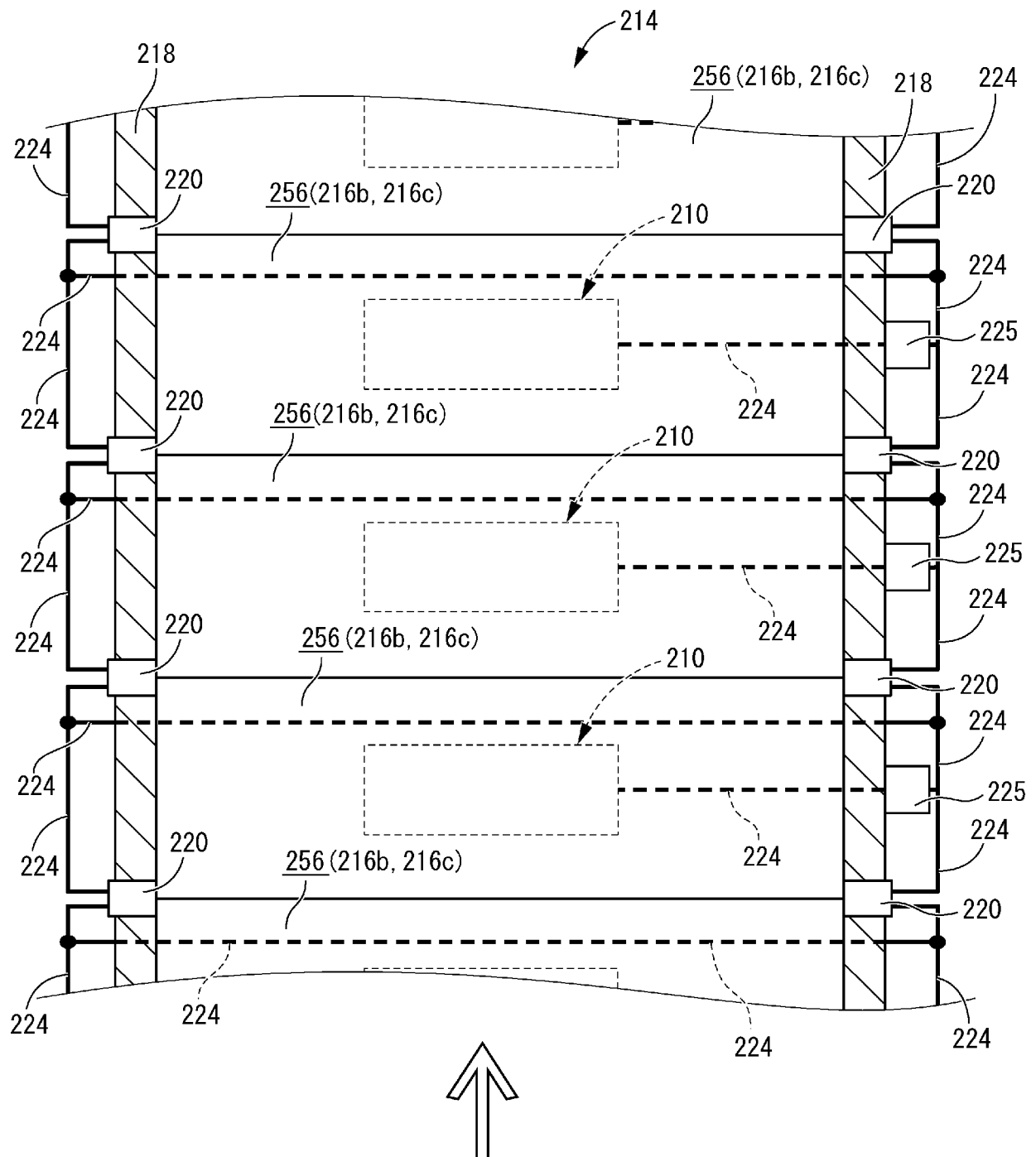
[図20]



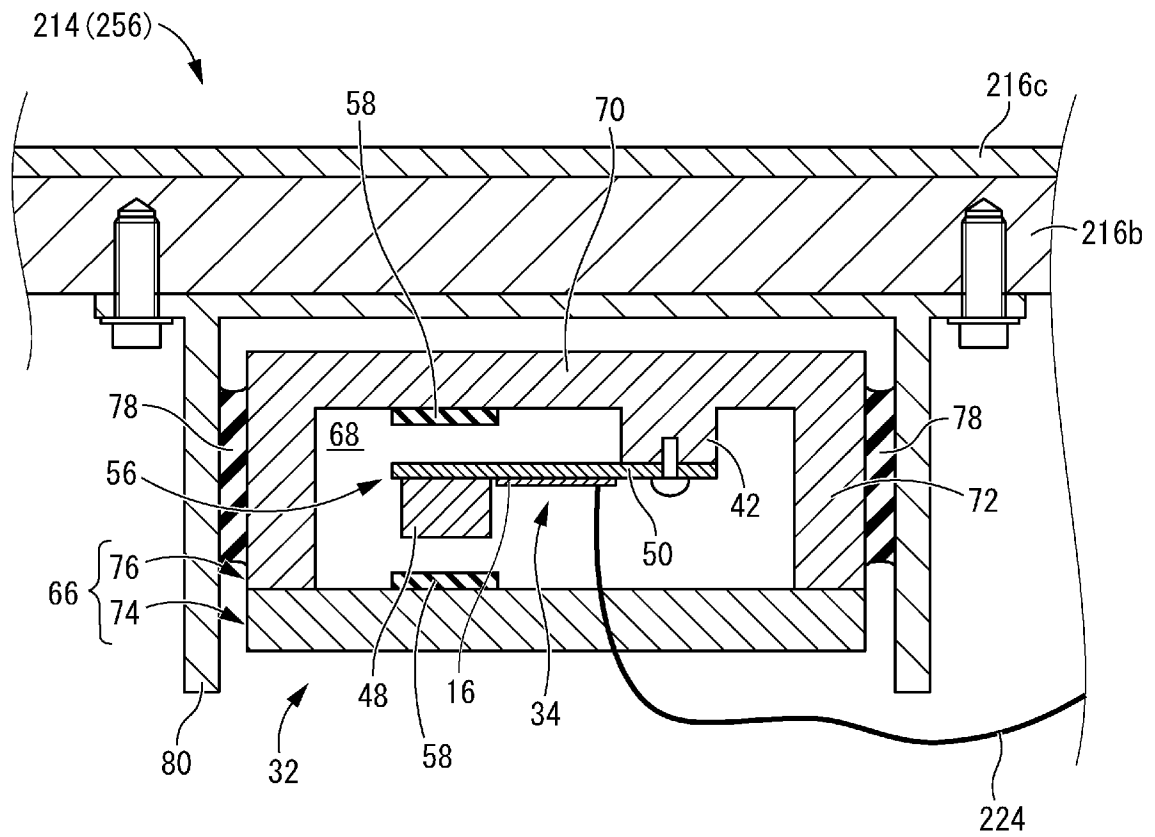
[図23]



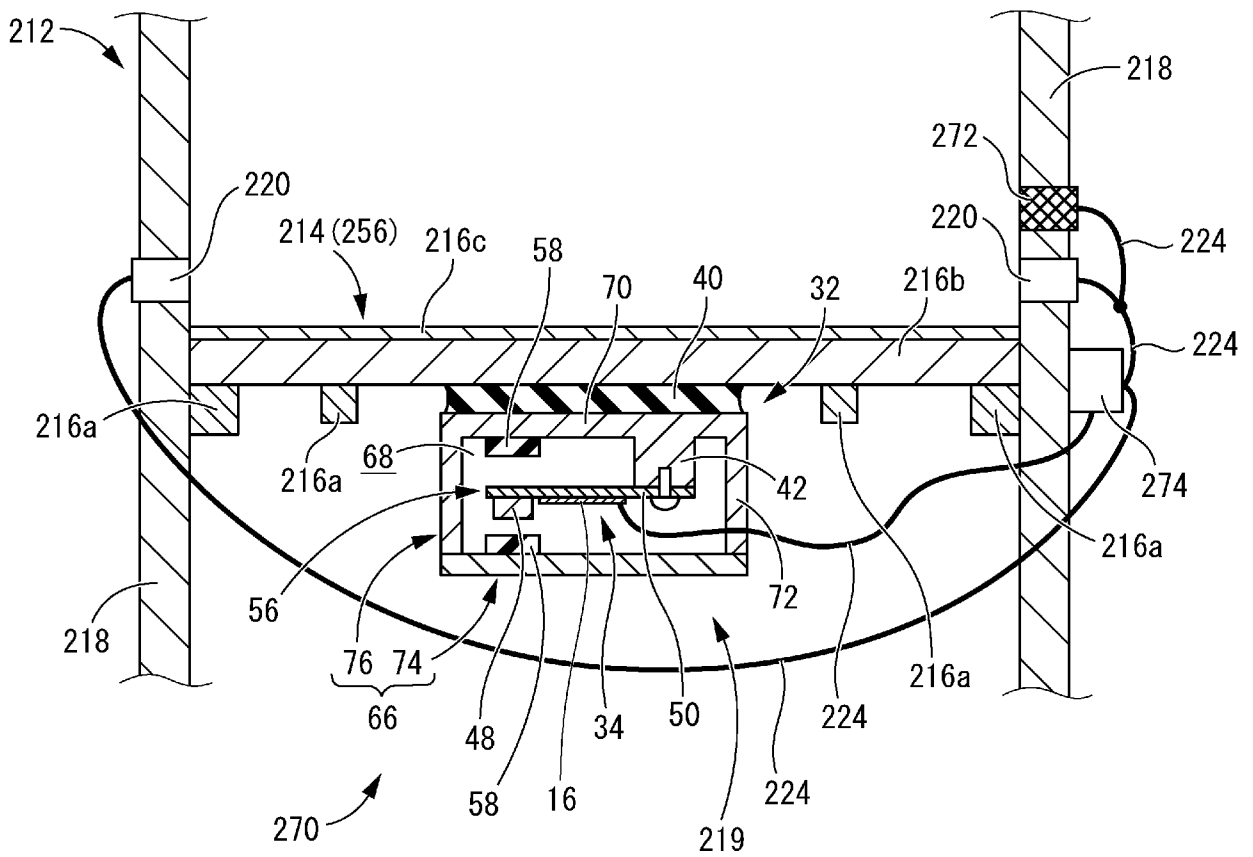
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N2/18(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02N2/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/137695 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), entire text; all drawings & US 2013/0320807 A1 & EP 2662971 A1	1-26
Y	US 2013/0062999 A1 (MIMOS BERHAD), 14 March 2013 (14.03.2013), paragraph [0017]; fig. 3 & WO 2010/036089 A2 & CN 102217184 A	1-26
Y	US 2011/0204752 A1 (HONG KONG APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraph [0026]; fig. 1 (Family: none)	7-26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 February 2015 (18.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082794

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2013-0010760 A (YU JAE IN), 29 January 2013 (29.01.2013), paragraphs [0034] to [0035]; fig. 5 (Family: none)	7-26
Y	JP 2013-10416 A (Toyota Boshoku Corp.), 17 January 2013 (17.01.2013), paragraph [0015]; fig. 3(B) (Family: none)	10-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02N2/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02N2/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2012/137695 A1（株式会社村田製作所）2012.10.11, 全文, 全図 & US 2013/0320807 A1 & EP 2662971 A1	1-26
Y	US 2013/0062999 A1（MIMOS BERHAD）2013.03.14, 段落 0017, 図 3 & WO 2010/036089 A2 & CN 102217184 A	1-26
Y	US 2011/0204752 A1（HONG KONG APPLIED SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE COMPANY LIMITED）2011.08.25, 段落 0026, 図 1（ファミリーなし）	7-26

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

松永 謙一

3 V

2 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	KR 10-2013-0010760 A (YU JAE IN) 2013. 01. 29, 段落 0034-0035, 図 5 (ファミリーなし)	7-26
Y	JP 2013-10416 A (トヨタ紡織株式会社) 2013. 01. 17, 段落 0015, 図 3(B) (ファミリーなし)	10-26