(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
2019年12月19日(19.12.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/239559 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/00 (2006.01) *G02B 27/48* (2006.01)
A61B 1/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/022802

(22) 国際出願日： 2018年6月14日(14.06.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: オリンパス株式会社 (**OLYMPUS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 佐々木靖夫(**SASAKI Yasuo**); 〒1928507 東京都八王子市石川町２９５１番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 亀江宏幸(**KAMEE Hiroyuki**); 〒1510072 東京都八王子市石川町２９５１番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

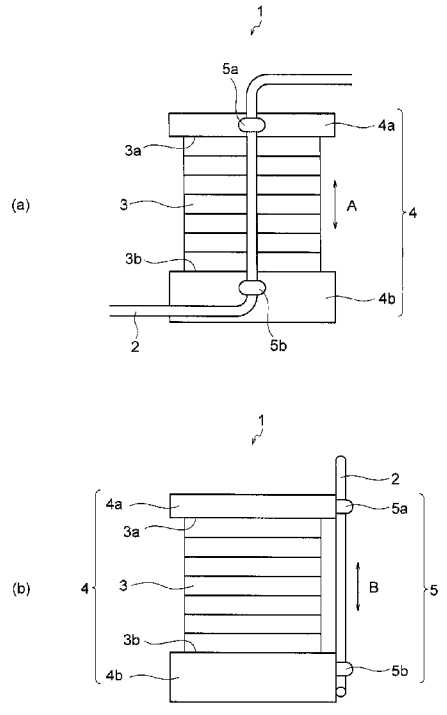
(74) 代理人: 斎藤圭介 (**SAITO Keisuke**); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町１－４１－３ 駿河台下ＭＫビル６階 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

WO 2019/239559 A1

(54) **Title:** OPTICAL FIBER UNIT, ILLUMINATING DEVICE, AND ENDOSCOPE SYSTEM

(54) 発明の名称： 光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システム



(57) **Abstract:** An optical fiber unit, an illuminating device, and an endoscope system in which speckles are sufficiently reduced are provided. An optical fiber unit 1 comprises an optical fiber 2, a vibration member 3 that vibrates in a vibration direction, a holding member 4 that holds the vibration member 3, and a fixing portion 5 that fixes the optical fiber 2 to the holding member 4, wherein the vibration member 3 includes a first end portion 3a and a second end portion 3b, the first end portion 3a and the second end portion 3b are located apart from each other in the vibration direction, the holding member 4 includes a first holding portion 4a in contact with the first end portion 3a and a second holding portion 4b in contact with the second end portion 3b, and the optical fiber 2 is extended in the axial direction of the optical fiber 2 by the vibration member 3.

(57) 要約：スペックルが十分に低減された光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システムを提供する 光ファイバユニット１は、光ファイバ２と、加振方向に加振する加振部材３と、加振部材３を保持する保持部材４と、保持部材４に光ファイバ２を固定する固定部５と、を備え、加振部材３は、第１端部３ａと、第２端部３ｂと、を有し、第１端部３ａと第２端部３ｂは、加振方向に離れて位置し、保持部材４は、第１端部３ａと接する第１保持部４ａと、第２端部３ｂと接する第２保持部４ｂと、を有し、加振部材３によって、光ファイバ２が、光ファイバ２の軸方向に伸びる。

［続葉有］

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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システム

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システムに関する。

背景技術

[0002] 表面に凹凸を有する物体に照明光を照射すると、照明光が凹凸で散乱される。凹凸の大きさが光の波長程度で、照明光がレーザ光の場合、散乱されたレーザ光によってランダムな干渉が生じる。その結果、物体の表面に斑点模様が形成される。このような斑点模様をスペックルパターン、又は、単にスペックルという。スペックルが物体の表面に生じると、物体の表面の情報を正確に得られない。

[0003] レーザ光で物体を照明する装置として、光ファイバを用いた照明装置が知られている。光ファイバを用いた照明装置でも、スペックルは生じる。よって、スペックルの低減が必要になる。

[0004] スペックルを低減する方法として、光ファイバにねじりを加える方法や、光ファイバを側方から圧縮する方法が知られている。しかしながら、これらの方法では、スペックルを十分に低減できない。

[0005] 特許文献１には、光ファイバを用いた照明装置が開示されている。この照明装置では、光ファイバの軸方向に沿って、圧電体が貼り付けられている。圧電体を振動させることで、光ファイバが振動する。その結果、スペックルが低減される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１０－１７２６５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１に開示された照明装置では、所定長の光ファイバが、圧電体に貼り付けられている。この場合、圧電体の振動に対する光ファイバの応答性が低下する。そのため、スペックルを十分に低減できない。

[0008] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、スペックルが十分に低減された光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る光ファイバユニットは、

光ファイバと、

加振方向に加振する加振部材と、

加振部材を保持する保持部材と、

保持部材に光ファイバを固定する固定部と、を備え、

加振部材は、第１端部と、第２端部と、を有し、

第１端部と第２端部は、加振方向に離れて位置し、

保持部材は、第１端部と接する第１保持部と、第２端部と接する第２保持部と、を有し、

加振部材によって、光ファイバが、光ファイバの軸方向に伸びることを特徴とする。

[0010] また、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る照明装置は、

レーザと、

上述の光ファイバユニットと、を有することを特徴とする。

[0011] また、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡システムは、

挿入部を備えた内視鏡と、

挿入部に配置されたイメージャと、

上述の照明装置と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、スペックルが十分に低減された光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]は、第１実施形態の光ファイバユニットを示す図である。

[図2]は、第２実施形態の光ファイバユニットを示す図である。

[図3]は、第１実施形態の光ファイバユニットの斜視図である。

[図4]は、変形例１の光ファイバユニットを示す図である。

[図5]は、第１保持部を示す図である。

[図6]は、変形例２の光ファイバユニットを示す図である。

[図7]は、変形例３の光ファイバユニットを示す図である。

[図8]は、別の第１保持部を示す図である。

[図9]は、変形例４の光ファイバユニットを示す図である。

[図10]は、変形例５の光ファイバユニットを示す図である。

[図11]は、第１実施形態の光ファイバユニットを示す図である。

[図12]は、変形例６の光ファイバユニットを示す図である。

[図13]は、変形例７の光ファイバユニットを示す図である。

[図14]は、加振部材に加える電圧のパターンを示す図である。

[図15]は、本実施形態の内視鏡システムを示す図である。

[図16]は、照明と撮像のタイミングを示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 実施例の説明に先立ち、本発明のある態様にかかる実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

[0015] 本実施形態の光ファイバユニットは、基本構成として、光ファイバと、加振方向に加振する加振部材と、加振部材を保持する保持部材と、保持部材に

光ファイバを固定する固定部と、を備える。また、基本構成では、加振部材は、第１端部と、第２端部と、を有し、第１端部と第２端部は、加振方向に離れて位置し、保持部材は、第１端部と接する第１保持部と、第２端部と接する第２保持部と、を有し、加振部材によって、光ファイバが、光ファイバの軸方向に伸びる。

[0016] 第１実施形態の光ファイバユニットは、上述の基本構成を備えると共に、固定部は、第１保持部と第２保持部の少なくとも一方に設けられている。

[0017] 第１実施形態の光ファイバユニットを図１に示す。図１（ａ）は、光ファイバユニットの正面図、図１（ｂ）は、光ファイバユニットの側面図である。

[0018] 光ファイバユニット１は、光ファイバ２と、加振方向に加振する加振部材３と、保持部材４と、固定部５と、を備える。加振部材３は、第１端部３ａと、第２端部３ｂと、を有する。固定部５によって、光ファイバ２が保持部材４に固定されている。

[0019] 加振部材３では、例えば、電圧を加えることで、加振部材３の全長（以下、「全長」という）が変化する。全長の変化は、矢印で示す方向Ａ（以下、「加振方向Ａ」）で生じる。全長の変化としては、例えば、以下の（Ａ）、（Ｂ）、及び（Ｃ）がある。

[0020] （Ａ）L_{SO}とL_{LO}との間での全長の変化。

（Ｂ）L_{NA}とL_{LO}との間での全長の変化。

（Ｃ）L_{NA}とL_{SO}との間での全長の変化。

[0021] L_{NA}は、電圧を加えない状態における全長である。L_{LO}とL_{SO}は、電圧を加えた状態における全長である。また、$L_{SO}<L_{NA}<L_{LO}$である。全長がL_{SO}になる場合の電圧と全長がL_{LO}の場合の電圧とでは、電圧の符号が逆になっている。

[0022] 電圧を加えない状態を基準にすると、（Ａ）では、全長は伸び縮みしている。（Ｂ）では、全長は伸びているが、縮んではいない。また、（Ｃ）では、全長は縮んでいるが、伸びてはいない。しかしながら、以下の説明におけ

る「伸縮」には、上述の（Ａ）、（Ｂ）、及び（Ｃ）が含まれるものとする。

[0023] 光ファイバユニット１では、加振部材３は、加振方向Ａに伸縮する。光ファイバユニット１における伸縮は、L_{NA}とL_{LO}との間での全長の変化である。

[0024] 第１端部３ａと第２端部３ｂは、加振方向Ａに離れて位置している。上述のように、加振部材３は、加振方向Ａに伸縮する。この伸縮によって、加振方向Ａで振動が生じる。その結果、加振方向Ａにおいて、第１端部３ａと第２端部３ｂとの間隔が変化する。

[0025] 第１保持部４ａは、第１端部３ａと接している。第２保持部４ｂは、第２端部３ｂと接している。よって、加振方向Ａにおいて、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間隔が変化する。

[0026] 光ファイバ２は、保持部材４に固定されている。光ファイバユニット１では、固定部５は、第１固定部５ａと、第２固定部５ｂと、を有する。第１固定部５ａは、第１保持部４ａに設けられている。第２固定部５ｂは、第２保持部４ｂに設けられている。

[0027] 光ファイバ２は、例えば、接着で保持部材４に固定されている。この場合、第１固定部５ａと第２固定部５ｂは、各々、固化した接着剤で形成されている。

[0028] 上述のように、加振方向Ａにおいて、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間隔が変化する。光ファイバ２は、第１保持部４ａと第２保持部４ｂに固定されている。そのため、加振部材３によって、光ファイバ２が、光ファイバ２の軸方向に伸びる。その結果、光ファイバ２では、矢印で示す方向Ｂに伸縮が生じる。すなわち、光ファイバ２が振動する。

[0029] 光ファイバ２には、コヒーレント光源からの光（以下「コヒーレント光」という）を入射させることできる。光ファイバ２の一端から入射したコヒーレント光は、光ファイバ２の他端から出射する。

[0030] 光ファイバ２から出射したコヒーレント光は、例えば、照明光として用い

ることができる。光ファイバユニット１では、光ファイバ２が振動している。そのため、スペックルを低減できる。その結果、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが少ない照明ができる。

[0031] 更に、光ファイバユニット１では、光ファイバ２は、加振部材３ではなく、保持部材４に固定されている。

[0032] 光ファイバ２が、例えば、接着剤で加振部材３に固定されているとする。この場合、加振部材３にも接着剤が付着する。加振部材３に接着剤が付着すると、接着剤が付着していない場合に比べて、振動の幅が小さくなる。また、光ファイバ２が、加振部材３に固定されている。この場合、入力信号に対する伸縮の応答性が悪くなる。そのため、スペックルを十分に低減できない。その結果、コヒーレント光を照明光として用いると、明るさのムラが非常に少ない照明ができない。

[0033] これに対して、光ファイバ２が保持部材４に固定されていると、接着剤で光ファイバ２を固定しても、加振部材３には接着剤が付着しない。この場合、振動の幅は小さくならない。また、光ファイバ２は加振部材３に固定されていない。この場合、入力信号に対する伸縮の応答性は悪化しない。そのため、光ファイバユニット１では、スペックルを十分に低減できる。その結果、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが非常に少ない照明ができる。

[0034] 第２実施形態の光ファイバユニットは、上述の基本構成を備えると共に、保持部材は、第３保持部を有し、第３保持部は、第１保持部と第２保持部との間に位置し、固定部は、第３保持部に設けられている。

[0035] 第２実施形態の光ファイバユニットを図２に示す。図２（ａ）は、光ファイバユニットの正面図、図２（ｂ）は、光ファイバユニットの側面図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0036] 光ファイバユニット１０は、第３保持部４ｃを有する。第３保持部４ｃは、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間に位置している。第１保持部４ａ

、第２保持部４ｂ、及び第３保持部４ｃは、一体に形成されていても良い。第３保持部４ｃに、固定部１１が設けられている。

[0037] 上述のように、加振方向Ａにおいて、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間隔が変化する。そのため、第３保持部４ｃでは、加振方向Ａにおいて伸縮が生じる。光ファイバ２は、第３保持部４ｃに固定されている。そのため、光ファイバ２では、方向Ｂに伸縮が生じる。すなわち、光ファイバ２が振動する。

[0038] このように、光ファイバユニット１０でも、光ファイバ２が振動している。そのため、スペックルを低減できる。その結果、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが少ない照明ができる。

[0039] 光ファイバユニット１０でも、光ファイバ２は、加振部材３ではなく、保持部材４に固定されている。この場合、加振部材３の振動に対する光ファイバ２の応答性が低下しない。そのため、スペックルを更に低減できる。その結果、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが非常に少ない照明ができる。

[0040] 光ファイバユニット１０では、１つの固定部が第３保持部４ｃに設けられている。しかしながら、破線で示すように、２つの固定部を第３保持部４ｃに設けても良い。

[0041] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、第１保持部は、第１平面と、第１側面と、を有し、第１平面は、第１端部と接し、第１側面は、第１平面の外周と接し、且つ、加振方向と平行であり、第１側面に、固定部が設けられていることが好ましい。

[0042] また、第１実施形態の光ファイバユニットでは、第２保持部は、第２平面と、第２側面と、を有し、第２平面は、第２端部と接し、第２側面は、第２平面の外周と接し、且つ、加振方向と平行であり、第２側面に、固定部が設けられていることが好ましい。

[0043] 第１実施形態の光ファイバユニットの斜視図を図３に示す。光ファイバユニット１では、第１保持部４ａは、第１平面１２と、第１側面１３と、を有

する。第１平面１２は、第１端部３ａと接している。第１側面１３は、第１平面１２の外周と接し、且つ、加振方向Ａと平行である。第１側面１３に、第１固定部５ａが設けられている。

[0044] また、第２保持部４ｂは、第２平面１４と、第２側面１５と、を有する。第２平面１４は、第２端部３ｂと接している。第２側面１５は、第２平面１４の外周と接し、且つ、加振方向Ａと平行である。第２側面１５に、第２固定部５ｂが設けられている。

[0045] 図３では、第１保持部４ａと第２保持部４ｂの形状は、円柱である。第１平面１２と第２平面１４は、円柱の底面である。第１側面１３と第２側面１５は、円柱の側面である。第１保持部４ａと第２保持部４ｂの形状は、角柱であっても良い。

[0046] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、第１保持部は、第１平面と、第１側面と、を有し、第１平面は、第１端部と接し、第１側面は、第１平面の外周の一部と接し、光ファイバは、弧を描いて第１側面に接し、第１側面に、固定部が設けられていることが好ましい。

[0047] 変形例１の光ファイバユニットを図４に示す。図４（ａ）は、光ファイバユニットの正面図、図４（ｂ）は、光ファイバユニットの側面図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。また、第１保持部を図５に示す。図５（ａ）は、楕円柱を示す図、図５（ｂ）は、第１保持部の斜視図である。

[0048] 光ファイバユニット２０は、保持部材２１と、固定部２２と、を備える。保持部材２１は、第１保持部２１ａと、第２保持部４ｂと、を有する。固定部２２は、第１固定部２２ａと、第２固定部５ｂと、を有する。

[0049] 第１保持部２１ａについて、図５を用いて説明する。楕円柱３０は、底面３１と、底面３２と、側面３３と、を有する。第１保持部２１ａは、楕円柱３０を４等分することで得られる。

[0050] 第１保持部２１ａは、第１平面２３と、第１側面２４と、を有する。第１平面２３は、楕円柱３０を４等分したときの切断面である。第１側面２４は

、側面３３の一部である。第１側面２４は、外周２５と接している。外周２５は、第１平面２３の外周の一部である。

[0051] 光ファイバ２は、第１側面２４に接している。図５（ｂ）では、光ファイバ２は図示されていない。その代わりに、一点鎖線が図示されている、一点鎖線は、光ファイバ２と第１側面２４との接線を示している。一点鎖線が示すように、光ファイバ２は、弧を描いて第１側面２４に接している。

[0052] 第１保持部２１ａでは、第１平面２３と第１側面２４との間隔は、外周２５から離れるにつれて広がっている。そのため、光ファイバ２の向きは、外周２５から離れるにつれて変化する。また、端部２７で、第１平面２３と第１側面２４との間隔が最大になる。

[0053] 図４（ａ）に戻って説明する。第１側面２４には、第１固定部２２ａが設けられている。第１保持部２１ａでは、第１側面２４と第１固定部２２ａとの間で、光ファイバ２が押圧される。この状態で、第１固定部２２ａは、ねじ２６で第１保持部２１ａに固定される。これにより、光ファイバ２が第１保持部２１ａに固定される。

[0054] 光ファイバユニット２０では、光ファイバ２の固定に、押圧と接着が用いられている。第１保持部２１ａでは、押圧で光ファイバ２が固定されている。第２保持部４ｂでは、接着で光ファイバ２が固定されている。

[0055] 押圧による固定の場合、光ファイバ２と第１固定部２２ａとの間で滑りが生じると、加振部材３の振動を、効率良く光ファイバ２に与えられない。例えば、第１固定部２２ａを外周２５の近傍に配置すると、光ファイバ２の軸方向と加振方向Ａとのなす角度がほぼ０°になる。この場合、光ファイバ２と第１固定部２２ａとの間で滑りが生じ易くなる。

[0056] 一方、第１固定部２２ａを端部２７の近傍に配置すると、光ファイバ２の軸方向と加振方向Ａとのなす角度がほぼ９０°になる。この場合、外周２５から端部２７までの間各点で、光ファイバ２は加振部材３からの引っ張り力によって各点に押しつけられる。その結果、光ファイバ２には、外向きの抗力が発生する。外向きの抗力が発生すると、光ファイバ２と第１固定部２２

ａとの間で滑りが生じにくくなる。そのため、加振部材３の振動を、効率良く光ファイバ２に与えられる。

[0057] このように、押圧で光ファイバ２を固定する場合、固定部は、光ファイバの軸方向と加振方向とのなす角度が９０°に近くなる場所に配置すると良い。

[0058] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、第２保持部は、第２平面と、第２側面と、を有し、第２平面は、第２端部と接し、第２側面は、第２平面の外周の一部と接し、光ファイバは、弧を描いて第２側面に接し、第２側面に、固定部が設けられていることが好ましい。

[0059] 変形例２の光ファイバユニットを図６に示す。図６（ａ）は、光ファイバユニットの正面図、図６（ｂ）は、光ファイバユニットの側面図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0060] 光ファイバユニット４０は、保持部材４１と、固定部４２と、を備える。保持部材４１は、第１保持部４ａと、第２保持部４１ｂと、を有する。固定部４２は、第１固定部５ａと、第２固定部４２ｂと、を有する。

[0061] 第２保持部４１ｂは、光ファイバユニット２０の第１保持部２１ａと同一である。第２保持部４１ｂは、第２平面４３と、第２側面４４と、を有する。第２平面４３は、楕円柱３０を４等分したときの切断面である。第２側面４４は、側面３３の一部である。第２側面４４は、外周４５と接している。外周４５は、第２平面４３の外周の一部である。

[0062] 光ファイバ２は、第２側面４４に接している。光ファイバユニット２０と同様に、光ファイバユニット４０でも、光ファイバ２は、弧を描いて第２側面４４に接している。

[0063] 第２保持部４１ｂでは、第２平面４３と第２側面４４との間隔は、外周４５から離れるにつれて広がっている。そのため、光ファイバ２の向きは、外周４５から離れるにつれて変化する。また、端部４７で、第２平面４３と第２側面４４との間隔が最大になる。

[0064] 第２側面４４には、第２固定部４２ｂが設けられている。第２保持部４１ｂでは、第２側面４４と第２固定部４２ｂとの間で、光ファイバ２が押圧される。この状態で、第２固定部４２ｂは、ねじ４６で第２保持部４１ｂに固定される。これにより、光ファイバ２が第２保持部４１ｂに固定される。

[0065] 光ファイバユニット４０では、光ファイバ２の固定に、押圧と接着が用いられている。第１保持部４ａでは、接着で光ファイバ２が固定されている。第２保持部４１ｂでは、押圧で光ファイバ２が固定されている。

[0066] 光ファイバユニット４０では、第２固定部４２ｂが端部４７の近傍に配置されている。よって、光ファイバ２の軸方向と加振方向Ａとのなす角度がほぼ９０°になる。この場合、外周４５から端部４７までの間各点で、光ファイバ２は加振部材３からの引っ張り力によって各点に押しつけられる。その結果、光ファイバ２には、外向きの抗力が発生する。外向きの抗力が発生すると、光ファイバ２と第２固定部４２ｂとの間で滑りが生じにくくなる。そのため、加振部材３の振動を、効率良く光ファイバ２に与えられる。

[0067] 変形例３の光ファイバユニットを図７に示す。光ファイバユニット２０と同じ構成要素や光ファイバユニット４０と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0068] 光ファイバユニット５０は、保持部材５１と、固定部５２と、を備える。保持部材５１は、第１保持部２１ａと、第２保持部４１ｂと、を有する。固定部５２は、第１固定部２２ａと、第２固定部４２ｂと、を有する。

[0069] 光ファイバユニット５０では、光ファイバ２の軸方向と加振方向Ａとのなす角度がほぼ９０°になる。この場合、外周４５から端部４７までの間各点で、光ファイバ２は加振部材３からの引っ張り力によって各点に押しつけられる。その結果、光ファイバ２には、外向きの抗力が発生する。外向きの抗力が発生すると、光ファイバ２と第１固定部２２ａとの間や、光ファイバ２と第２固定部４２ｂとの間で滑りが生じにくくなる。そのため、加振部材３の振動を、効率良く光ファイバ２に与えられる。

[0070] 別の第１保持部を図８に示す。図８（ａ）は、第１保持部の第１例の図、

図８（ｂ）は、第１保持部の第２例の図である。第１例の第１保持部と第２例の第１保持部は、第２保持部として使用できる。

[0071] 光ファイバユニット４０の第１側面２４や、光ファイバユニット４０の第２側面４４は、滑らかな面である。しかしながら、面と接した状態で光ファイバ２が弧を描いていれば、光ファイバ２が接する面は滑らかな面で無くても良い。

[0072] 第１例では、保持部材６０は、側面６１を有する。側面６１は、表面に微小な凹凸を有する。このように、側面６１は滑らかな面ではない。しかしながら、大まかに見ると、側面６１は、第１側面２４や第２側面４４と同様に、曲面になっている。この場合、光ファイバ２は、弧を描いて側面６１に接する。よって、側面６１を、第１側面２４や第２側面４４の代わりに用いることができる。

[0073] 側面６１では、凹凸の間隔は不規則に変化している。また、凹部の深さや凸部の高さも、不規則に変化している。しかしながら、凹凸の間隔、凹部の深さ、及び凸部の高さは、規則的に変化していても良い。

[0074] 第２例では、保持部材６２は、側面６３を有する。側面６３には、破線で示すように、曲線状の溝６４が形成されている。溝６４の幅と溝の深さは、光ファイバ２が位置ずれしない程度の幅と深さであれば良い。溝６４の幅と溝６４の深さを、光ファイバ２の直径より若干大きくすると、溝６４で光ファイバ２を安定して保持できる。

[0075] 側面６３では、溝６４の曲線部分で、光ファイバ２の滑りを抑制できる。よって、加振部材３の振動を、効率良く光ファイバ２に与えられる。側面６３に形成される溝は、直線状の溝であっても良い。

[0076] 側面６３は、第１側面２４や第２側面４４と同様に、曲面になっている。溝６４の深さを一定にすると、光ファイバ２は弧を描いて側面６３に接する。よって、側面６３を、第１側面２４や第２側面４４の代わりに用いることができる。

[0077] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、第１保持部は、第１固定部を有

し、第２保持部は、第２固定部を有し、第１固定部から第２固定部までの間で、光ファイバの軸方向は、加振方向とは異なることが好ましい。

[0078] 変形例４の光ファイバユニットを図９に示す。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0079] 光ファイバユニット１では、加振方向Ａと方向Ｂとが平行であった。これに対して、光ファイバユニット７０では、加振方向Ａと方向Ｂとが非平行になっている。そのため、第１固定部５ａから第２固定部５ｂまでの間で、光ファイバ２の軸方向は、加振方向Ａとは異なる。

[0080] この場合でも、加振部材３の振動を、光ファイバ２に与えられる。よって、光ファイバユニット７０では、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが非常に少ない照明ができる。

[0081] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、第１保持部は、第１固定部を有し、第２保持部は、第２固定部を有し、光ファイバは、第１固定部又は第２固定部で、少なくとも２回固定されていることが好ましい。

[0082] 変形例５の光ファイバユニットを図１０に示す。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0083] 光ファイバユニット８０は、保持部材８１と、固定部８２と、を備える。保持部材８１は、第１保持部８１ａと、第２保持部８１ｂと、を有する。固定部８２は、第１固定部８２ａと、第２固定部８２ｂと、を有する。第１保持部８１ａは、第１固定部８２ａする。第２保持部８１ｂは、第２固定部８２ｂを有する。

[0084] 光ファイバは、第１固定部８２ａ又は第２固定部８２ｂで、少なくとも２回固定されていると良い。このようにすることで、光ファイバユニット８０では、伸縮が生じる光ファイバ２の長さを、光ファイバユニット１に比べて長くできる。

[0085] そのため、光ファイバユニット８０では、ファイバユニット１に比べてスペックルを更に低減できる。その結果、コヒーレント光を照明光として用いても、明るさのムラが非常に少ない照明ができる。

[0086] 光ファイバユニット８０では、光ファイバ２は、第１固定部８２ａで２回固定され、第２固定部８２ｂで２回固定されている。この場合、光ファイバ２は、光ファイバユニット８０の周りを１周半する。光ファイバ２の一端は第１保持部８１ａ側に位置し、他端は第２保持部８１ｂ側に位置する。

[0087] 光ファイバ２は、第１固定部８２ａで１回固定され、第２固定部８２ｂで２回固定されていても良い。この場合、光ファイバ２は、光ファイバユニット８０の周りを１周する。光ファイバ２の一端と他端は、共に、第１保持部８１ａ側に位置するか、又は第２保持部８１ｂ側に位置する。

[0088] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、光ファイバは、光ファイバの軸方向に張力が加わった状態で固定されていることが好ましい。

[0089] 変形例６の光ファイバユニットでは、光ファイバは、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。変形例６の光ファイバユニットを説明する前に、第１実施形態の光ファイバユニットについて、説明する。

[0090] 第１実施形態の光ファイバユニットを図１１に示す。図１１（ａ）と図１１（ｃ）は、加振部材に電圧が加えられていないときの様子を示す図、図１１（ｂ）は、全長が伸びたときの様子を示す図、図１１（ｄ）は、全長が縮んだときの様子を示す図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0091] 図１では、光ファイバ２の固定部として、第１固定部５ａと第２固定部５ｂが図示されている。一方、例えば図１１（ａ）では、第１固定部５ａと第２固定部５ｂは図示されていない。その代わりに、矢印９０と矢印９１が図示されている。矢印９０は、第１保持部４ａにおける光ファイバ２の固定点を示している。矢印９１は、第２保持部４ｂにおける光ファイバ２の固定点を示している。

[0092] 以下では、「固定区間」、「区間長」、及び「自然長」を用いて説明する。「固定区間」は、矢印９０と矢印９１との間である。「区間長」は、固定区間における光ファイバ２の長さである。「自然長」は、軸方向に張力が加わっていない状態で、光ファイバ２が直線状に固定されているときの区間長

である。

[0093] 図１１（ａ）と図１１（ｂ）について説明する。図１１（ａ）では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。

[0094] この状態から、加振部材３に、全長が伸びるような電圧を加える。そうすると、図１１（ｂ）に示すように、全長は、矢印Ａ１の方向に、Δ１だけ伸びる。全長がΔ１だけ伸びることで、第１保持部４ａが、矢印Ａ１の方向に、Δ１だけ移動する。

[0095] 第１保持部４ａの移動に伴って、矢印９０も、矢印Ａ１の方向に、Δ１だけ移動する。一方、第２保持部４ｂは移動しないので、矢印９１は移動しない。よって、固定区間の長さＭ１は、Ｍ０＋Δ１になる。

[0096] 固定区間の長さＭ１がＬ＋Δ１になると、区間長もＬ＋Δ１になる。上述のように、Ｌは自然長を表している。よって、加振部材３に全長が伸びるような電圧が加えられると、区間長は自然長よりもΔ１だけ長くなる。

[0097] このように、光ファイバユニット１では、加振部材３に全長が伸びるような電圧が加えられると、矢印Ａ１の方向にΔ１だけ伸ばそうとする張力が、光ファイバ２に加えられる。この張力によって、光ファイバ２は、矢印Ａ１の方向に、Δ１だけ伸びる。

[0098] 光ファイバ２が伸びた状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加える。この場合、固定区間の長さＭ１が自然長Ｌと一致するまでの間では、軸方向に加えられていた張力が、徐々に小さくなる。よって、区間長が自然長Ｌに戻るまでの間、光ファイバ２は、徐々に縮んでいく。

[0099] 図１１（ｃ）と図１１（ｄ）について説明する。図１１（ｃ）では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。

[0100] この状態から、加振部材３に、全長が縮むような電圧を加える。そうすると、図１１（ｄ）に示すように、全長は、矢印Ａ２の方向に、Δ２だけ縮む。全長がΔ２だけ縮むことで、第１保持部４ａが、矢印Ａ２の方向に、Δ２

だけ移動する。

[0101] 第１保持部４ａの移動に伴って、矢印９０も、矢印Ａ２の方向に、Δ２だけ移動する。一方、第２保持部４ｂは移動しないので、矢印９１は移動しない。よって、固定区間の長さＭ２は、Ｍ０－Δ２になる。この場合、固定区間の長さＭ２は、自然長Ｌよりも短くなる。

[0102] 上述のように、光ファイバ２が伸びた状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、軸方向に加えられていた張力が、徐々に小さくなるだけである。よって、この場合、光ファイバ２を縮めようとする力、すなわち、圧縮力は生じない。

[0103] 一方、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、固定区間の長さＭ２は、自然長Ｌよりも短くなる。この場合、矢印Ａ２の方向にΔ２だけ縮めようとする圧縮力が、光ファイバ２に加えられる。

[0104] しかしながら、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間では、光ファイバ２はどこにも固定されていない。そのため、圧縮力が加わっても、光ファイバ２は縮まず、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間で変形してしまう。

[0105] このように、光ファイバユニット１では、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、光ファイバ２は縮まず、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間で変形してしまう。

[0106] 変形例６の光ファイバユニットについて説明する。変形例６の光ファイバユニットを図１２に示す。図１２（ａ）は、第１実施形態の光ファイバユニットを示す図、図１２（ｂ）は、変形例６の光ファイバユニットを示す図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0107] 図１２（ａ）は、図１１（ａ）や図１１（ｃ）と同じ図である。図１２（ａ）では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。

[0108] 一方、光ファイバユニット１００でも、光ファイバ２は、第１保持部４ａ

と第２保持部４ｂに固定されている。また、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で固定されている。

[0109] ただし、光ファイバユニット１００では、光ファイバ２は、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。具体的には、図１２（ｂ）に示すように、矢印Ａ１の方向にΔ２だけ伸ばそうとする張力が、光ファイバ２に加えられている。

[0110] ファイバユニット１において、ファイバ２を矢印Ａ１の方向に伸ばすと、ファイバ２上の点１０１は、矢印Ａ１の方向に移動する。点１０１が移動した点が、図１２（ｂ）における点１０２である。

[0111] 光ファイバユニット１００では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。

[0112] この状態から、加振部材３に、全長が縮むような電圧を加える。そうすると、全長は、矢印Ａ２の方向に、Δ２だけ縮む。全長がΔ２だけ縮むことで、第１保持部４ａが、矢印Ａ２の方向に、Δ２だけ移動する。

[0113] 第１保持部４ａの移動に伴って、矢印９０も、矢印Ａ２の方向に、Δ２だけ移動する。一方、第２保持部４ｂは移動しないので、矢印９１は移動しない。よって、固定区間の長さM’は、Ｍ０－Δ２になる。この場合、光ファイバユニット１と同様に、固定区間の長さM’は、自然長Ｌよりも短くなる。

[0114] しかしながら、光ファイバユニット１００では、光ファイバ２は、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。また、光ファイバユニット１００における自然長Ｌ’は、自然長Ｌよりも短い。この場合、固定区間の長さM’が自然長Ｌ’と一致するまでの間では、軸方向に加えられていた張力が、徐々に小さくなる。よって、区間長が自然長Ｌ’に戻るまでの間、光ファイバ２は、徐々に縮んでいく。

[0115] 光ファイバユニット１では、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、図１１（ｄ）に示すよ

うに、光ファイバ２は、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間で変形してしまう。

[0116] これに対して、光ファイバユニット１００では、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えても、固定区間の長さＭ’が自然長Ｌ’と一致するまでは、光ファイバ２は変形すること無く、矢印Ａ２の方向に縮む。

[0117] また、全長が伸びるような電圧を加振部材３に加えることで、光ファイバ２を、矢印Ａ１の方向に伸ばすことができる。よって、光ファイバユニット１００では、加振部材３の伸縮を、効率良く、光ファイバ２の振動に変換できる。

[0118] 第１実施形態の光ファイバユニットでは、加振部材が最も縮んだ状態で、光ファイバの軸方向の張力がゼロ以上であることが好ましい。

[0119] 変形例７の光ファイバユニットについて説明する。変形例７の光ファイバユニットを図１３に示す。図１３（ａ）は、第１実施形態の光ファイバユニットを示す図、図１３（ｂ）は、変形例７の光ファイバユニットを示す図である。光ファイバユニット１と同じ構成要素には同じ番号を付し、詳細な説明は省略する。

[0120] 図１３（ａ）は、図１１（ａ）や図１１（ｃ）と同じ図である。図１３（ａ）では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。

[0121] 一方、光ファイバユニット１１０でも、光ファイバ２は、第１保持部４ａと第２保持部４ｂに固定されている。また、光ファイバ２は、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。

[0122] ただし、光ファイバユニット１１０では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられている状態で固定されている。具体的には、図１３（ｂ）に示すように、矢印Ａ２の方向にΔ３だけ縮めようとする電圧が、加振部材３に加えられている。これにより、図１３（ｂ）に示すように、全長は、矢印Ａ２の方向に、Δ３だけ縮む。

[0123] この状態から、加振部材３に電圧が加えられていない状態にする。そうすると、全長は、矢印Ａ１の方向に、Δ３だけ伸びる。全長がΔ３だけ伸びることで、第１保持部４ａが、矢印Ａ１の方向に、Δ３だけ移動する。

[0124] 第１保持部４ａの移動に伴って、矢印９０も、矢印Ａ１の方向に、Δ３だけ移動する。一方、第２保持部４ｂは移動しないので、矢印９１は移動しない。よって、加振部材３に電圧が加えられていない状態では、光ファイバ２は、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。

[0125] 光ファイバユニット１１０における自然長Ｌ”は、自然長Ｌよりも短い。この場合、固定区間の長さＭ”が自然長Ｌ”と一致するまでの間では、軸方向に加えられていた張力が、徐々に小さくなる。よって、区間長が自然長Ｌ”に戻るまでの間、光ファイバ２は、徐々に縮んでいく。

[0126] このように、光ファイバユニット１１０では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。一方、光ファイバユニット１００でも、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。よって、光ファイバユニット１１０では、光ファイバユニット１００と同じ作用効果が得られる。

[0127] 光ファイバユニット１では、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、図１１（ｄ）に示すように、光ファイバ２は、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間で変形してしまう。

[0128] これに対して、光ファイバユニット１１０では、加振部材３に電圧が加えられていない状態から、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えても、固定区間の長さＭ”が自然長Ｌ”と一致するまでは、光ファイバ２は変形すること無く、矢印Ａ２の方向に縮む。

[0129] また、全長が伸びるような電圧を加振部材３に加えることで、光ファイバ２を、矢印Ａ１の方向に伸ばすことができる。よって、光ファイバユニット１００では、加振部材３の伸縮を、効率良く、光ファイバ２の振動に変換でき

る。

[0130] 光ファイバ２は、加振部材が最も縮んだ状態で、軸方向の張力がゼロとなるように固定されていると良い。この場合、加振部材の伸縮を光ファイバ２の振動に変換する際に、加振部材の伸縮を最大限生かすことができる。ただし、加振部材が最も縮んだ状態で、軸方向の張力がゼロよりも大きくても良い。

[0131] 加振部材に加える電圧のパターンを図１４に示す。図１４（ａ）は、第１のパターンを示す図、図１４（ｂ）は、第２のパターンを示す図、図１４（ｃ）は、第３のパターンを示す図である。

[0132] 横軸は、加振部材３に加える電圧を示している。ゼロからｍａｘまでの範囲の電圧は、全長が伸びるような電圧である。ゼロからｍｉｎまでの範囲の電圧は、全長が縮むような電圧である。縦軸は、光ファイバ２に加わる張力を示している。張力がゼロのき、区間長は自然長と一致している。

[0133] 第１のパターンは、光ファイバユニット１に用いられる。光ファイバユニット１では、全長が縮むような電圧を加振部材３に加えると、光ファイバ２は、第１保持部４ａと第２保持部４ｂとの間で変形してしまう。そのため、光ファイバユニット１では、全長が縮むような電圧は、加振部材３に加えられない。よって、第１のパターンでは、ゼロからｍａｘまでの範囲の電圧のみが、加振部材３に加えられている。

[0134] また、光ファイバユニット１では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で、且つ、軸方向に張力が加わっていない状態で固定されている。よって、第１のパターンでは、電圧がゼロのとき、加振部材３の伸縮量もゼロになっている。上述のように、伸縮量がゼロのき、全長は自然長と一致している。

[0135] 第２のパターンは、光ファイバユニット１００に用いられる。光ファイバユニット１００では、全長が伸びるような電圧と、全長が縮むような電圧を、加振部材３に加えることができる。よって、第２のパターンでは、ゼロからｍａｘまでの範囲の電圧に加えて、ｍｉｎからゼロからまでの範囲の電圧

が、加振部材３に加えられている。

[0136] また、光ファイバユニット１００では、光ファイバ２は、加振部材３に電圧が加えられていない状態で固定されているが、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。よって、第２のパターンでは、加振部材３に加える電圧がゼロのとき、加振部材３は伸びている。

[0137] 第３のパターンは、光ファイバユニット１１０に用いられる。光ファイバユニット１１０では、全長が伸びるような電圧と、全長が縮むような電圧を、加振部材３に加えることができる。よって、第３のパターンでは、ゼロからｍａｘまでの範囲の電圧に加えて、ｍｉｎからゼロからまでの範囲の電圧が、加振部材３に加えられている。

[0138] 光ファイバユニット１１０では、光ファイバ２は、加振部材３が最も縮んだ状態で、軸方向の張力がゼロ以上となるように固定されている。そのため、加振部材３に電圧が加えられていない状態では、光ファイバ２は、軸方向に張力が加わった状態で固定されている。よって、第３のパターンは、第２のパターンと類似している。

[0139] 図１４（ｃ）には、実線で示す直線と、破線で示す直線と、が示されている。実線で示す直線の場合、光ファイバ２は、加振部材３が最も縮んだ状態で、軸方向の張力がゼロとなるように固定されている。破線で示す直線の場合、光ファイバ２は、加振部材３が最も縮んだ状態で、軸方向の張力がゼロより大きくなるように固定されている。

[0140] 本実施形態の光ファイバユニットでは、加振部材は、積層圧電素子であることが好ましい。

[0141] このようにすることで、光ファイバユニットを小型にすることができる。

[0142] 本実施形態の照明装置は、レーザと、本実施形態の光ファイバユニットと、を有することを特徴とする。

[0143] 本実施形態の照明装置は、小型で、スペックルが十分に低減された照明光を発生する光ファイバユニットを有する。よって、本実施形態の照明装置によれば、照明装置を小型にできると共に、スペックルが十分に低減された照

明光を発生させることができる。

[0144] 本実施形態の内視鏡システムは、挿入部を備えた内視鏡と、挿入部に配置されたイメージャと、本実施形態の照明装置と、を備えることを特徴とする。

[0145] 本実施形態の内視鏡システムを図１５に示す。内視鏡システム２００は、内視鏡２０１と、イメージャ２０２と、照明装置２０３と、を有する。内視鏡２０１は、挿入部２０４を有する。挿入部２０４は、先端硬質部２０５と、湾曲部２０６と、可撓管部２０７と、を有する。挿入部２０４には、イメージャ２０２が配置されている。

[0146] 照明装置２０３は、光源としてレーザを有する。図１５には図示されていないが、照明装置２０３は、例えば、図１に示す光ファイバユニット１を有する。レーザ光は、光ファイバ２の一方の端面から入射する。また、照明装置２０３は、加振部材を駆動する駆動電源を有する。

[0147] 内視鏡システム２００は、制御装置２０８と、画像表示部２０９と、を有する。制御装置２０８には、内視鏡２０１と、照明装置２０３と、画像表示部２０９と、が接続されている。内視鏡２０１は、ユニバーサルコード２１０で、照明装置２０３と制御装置２０８とに接続されている。

[0148] 加振部材を駆動するために、駆動電源が用いられる。更に、駆動電源を制御するために、制御ユニットが用いられる。駆動電源と制御ユニットは図示されていないが、各々、照明装置２０３と制御装置２０８のどちらか一方に配置することができる。

[0149] 内視鏡２０１は、操作部２１１を有する。操作部２１１は、本体部２１２と、把持部２１３と、を有する。本体部２１２には、処置具挿入口部２１４が設けられている。把持部２１３は、湾曲操作部２１５と、スイッチ部２１６と、を有している。湾曲操作部２１５では、湾曲部２０６の湾曲の大きさや、湾曲方向が変更される。スイッチ部２１６では、送気、送水、吸引、及び内視鏡撮影が行われる。

[0150] 内視鏡システム２００は、小型で、スペックルが十分に低減された照明光

を発生する照明光源を有する。よって、内視鏡システム２００によれば、システムを小型にできると共に、コントラストの高い観察、又は、コントラストの高い画像を取得できる。

[0151] 本実施形態の内視鏡システムでは、レーザは、パルスレーザであり、パルス発光のタイミングと加振部材の振動とが、イメージャのフレームレートに同期しており、レーザ光源が発光する時間と、加振部材における変位速度が最大になる時間とが、１フレームあたり少なくとも１回は重なることが好ましい。

[0152] 本実施形態の内視鏡システムでは、光源にレーザを用いることができる。この場合、レーザを、パルスレーザにできる。パルスレーザでは、レーザ光が間欠的に射出される。１回の射出における発光時間は、非常に短い。よって、照明光の明るさは、発光時間と射出回数とで決められる。

[0153] 本実施形態の光ファイバユニットでは、光ファイバを振動させることで、スペックルを低減している。スペックルの低減効果は、加振部材の変位がゼロになるときに、最も大きくなる。よって、光ファイバユニットによる照明と、イメージャによるイメージングは、加振部材の変位がゼロになるときを含むと良い。

[0154] 照明と撮像のタイミングを図１６に示す。図１６には、発光信号、変位信号、撮像信号が示されている。

[0155] 発光信号は、パルスレーザの発光のタイミングを表している。発光信号がＨｉｇｈになると、パルスレーザからレーザ光が射出される。変位信号は、加振部材の変位の変化を表している加振部材の変位がゼロになるときに、変位の速度が最大になる。撮像信号は、撮像素子のフレームレートを示している。撮像信号がＨｉｇｈの間、撮像が行われる。

[0156] 図１６に示すように、加振部材の変位が生じている間に、発光信号と撮像信号が、共にＨｉｇｈになる。よって、パルスレーザの発光のタイミングと加振部材の振動とが、イメージャのフレームレートに同期している。

[0157] また、時刻Ｔ１では、加振部材の変位がゼロになっている。よって、時刻

Ｔ１では、パルスレーザが発光する時間と、加振部材における変位速度が最大になる時間とが、１フレームあたり少なくとも１回は重なっている。

[0158] よって、本実施形態の内視鏡システムでは、スペックルが十分に低減された照明光を発生させることができる。その結果、コントラストの高い観察、又は、コントラストの高い画像を取得できる。

[0159] 本発明には、以下の発明が含まれる。

（付記項１）

第１端部と、第２端部と、を有する加振部材と、

加振部材を保持する保持部材と、

保持部材に光ファイバを固定する固定部と、を備え、

第１端部と第２端部は、加振方向に位置し、

保持部材は、第１端部と接する第１保持部と、第２端部と接する第２保持部と、を有し、

第１保持部は、第１固定部を有し、

第２保持部は、第２固定部を有し、

光ファイバを、第１固定部と第２固定部で、固定することを特徴とする光ファイバユニットの製造方法。

（付記項２）

光ファイバを、第１固定部と第２固定部で、少なくとも２回固定することを特徴とする付記項１に記載の光ファイバユニットの製造方法。

（付記項３）

光ファイバを、軸方向に張力が加わった状態で固定することを特徴とする付記項１に記載の光ファイバユニットの製造方法。

（付記項４）

加振部材が最も縮んだ状態で、軸方向の張力をゼロ以上にして、光ファイバを、第１固定部と第２固定部で、固定することを特徴とする付記項１に記載の光ファイバユニットの製造方法。

産業上の利用可能性

[0160] 以上のように、本発明は、スペックルが十分に低減された光ファイバユニット、照明装置、及び内視鏡システムに有用である。

符号の説明

[0161] １　光ファイバユニット
２　光ファイバ
３　加振部材
３ａ　第１端部
３ｂ　第２端部
４　保持部材
４ａ　第１保持部
４ｂ　第２保持部
４ｃ　第３保持部
５、１１　固定部
５ａ　第１固定部
５ｂ　第２固定部
１０　光ファイバユニット
１２　第１平面
１３　第１側面
１４　第２平面
１５　第２側面
２０　光ファイバユニット
２１　保持部材
２１ａ　第１保持部
２２　固定部
２２ａ　第１固定部
２３　第１平面
２４　第１側面
２５　外周

２６　ねじ

２７　端部

３０　楕円柱

３１　底面

３２　底面

３３　側面

４０　光ファイバユニット

４１　保持部材

４１ｂ　第２保持部

４２　固定部

４２ｂ　第２固定部

４３　第２平面

４４　第２側面

４５　外周

４６　ねじ

４７　端部

５０　光ファイバユニット

５１　保持部材

５２　固定部

６０、６２　保持部材

６１、６３側面

７０、８０　光ファイバユニット

８１　保持部材

８１ａ　第１保持部

８１ｂ　第２保持部

８２　固定部

８２ａ　第１固定部

８２ｂ　第２固定部

９０、９１　矢印

１００、１１０　光ファイバユニット

１０１、１０２　点

２００　内視鏡システム

２０１　内視鏡

２０２　イメージャ

２０３　照明装置

２０４　挿入部

２０５　先端硬質部

２０６　湾曲部

２０７　可撓管部

２０８　制御装置

２０９　画像表示部

２１０　ユニバーサルコード

２１１　操作部

２１２　本体部

２１３　把持部

２１４　処置具挿入口部

２１５　湾曲操作部

２１６　スイッチ部

請求の範囲

[請求項1] 光ファイバと、

加振方向に加振する加振部材と、

前記加振部材を保持する保持部材と、

前記保持部材に前記光ファイバを固定する固定部と、を備え、

前記加振部材は、第１端部と、第２端部と、を有し、

前記第１端部と前記第２端部は、前記加振方向に離れて位置し、

前記保持部材は、前記第１端部と接する第１保持部と、前記第２端部と接する第２保持部と、を有し、

前記加振部材によって、前記光ファイバが、前記光ファイバの軸方向に伸びることを特徴とする光ファイバユニット。

[請求項2] 前記固定部は、前記第１保持部と前記第２保持部の少なくとも一方に設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項3] 前記保持部材は、第３保持部を有し、

前記第３保持部は、前記第１保持部と前記第２保持部との間に位置し、

前記固定部は、前記第３保持部に設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項4] 前記第１保持部は、第１平面と、第１側面と、を有し、

前記第１平面は、前記第１端部と接し、

前記第１側面は、前記第１平面の外周と接し、且つ、前記加振方向と平行であり、

前記第１側面に、前記固定部が設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項5] 前記第２保持部は、第２平面と、第２側面と、を有し、

前記第２平面は、前記第２端部と接し、

前記第２側面は、前記第２平面の外周と接し、且つ、前記加振方向

と平行であり、

前記第２側面に、前記固定部が設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項6] 前記第１保持部は、第１平面と、第１側面と、を有し、

前記第１平面は、前記第１端部と接し、

前記第１側面は、前記第１平面の外周の一部と接し、

前記光ファイバは、弧を描いて前記第１側面に接し、

前記第１側面に、前記固定部が設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項7] 前記第２保持部は、第２平面と、第２側面と、を有し、

前記第２平面は、前記第２端部と接し、

前記第２側面は、前記第２平面の外周の一部と接し、

前記光ファイバは、弧を描いて前記第２側面に接し、

前記第２側面に、前記固定部が設けられていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項8] 前記第１保持部は、第１固定部を有し、

前記第２保持部は、第２固定部を有し、

前記第１固定部から前記第２固定部までの間で、前記光ファイバの軸方向は、前記加振方向とは異なることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項9] 前記第１保持部は、第１固定部を有し、

前記第２保持部は、第２固定部を有し、

前記光ファイバは、前記第１固定部又は前記第２固定部で、少なくとも２回固定されていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項10] 前記光ファイバは、前記光ファイバの軸方向に張力が加わった状態で固定されていることを特徴とする請求項１に記載の光ファイバユニット。

[請求項11] 前記加振部材が最も縮んだ状態で、前記光ファイバの軸方向の張力がゼロ以上であることを特徴とする請求項１０に記載の光ファイバユニット。

[請求項12] 前記加振部材は、積層圧電素子であることを特徴とする請求項１から１１の何れか一項に記載の光ファイバユニット。

[請求項13] レーザと、

請求項１から１２のいずれか一項に記載の光ファイバユニットと、を有することを特徴とする照明装置。

[請求項14] 挿入部を備えた内視鏡と、

前記挿入部に配置されたイメージャと、

請求項１３に記載の照明装置と、を備えることを特徴とする内視鏡システム。

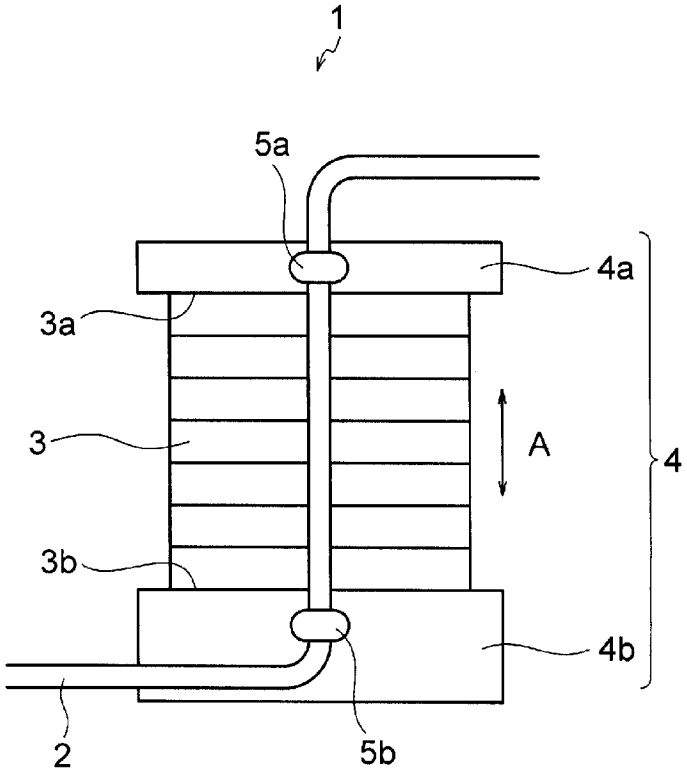
[請求項15] 前記レーザは、パルスレーザであり、

前記パルスレーザの発光のタイミングと前記加振部材の振動とが、前記イメージャのフレームレートに同期しており、

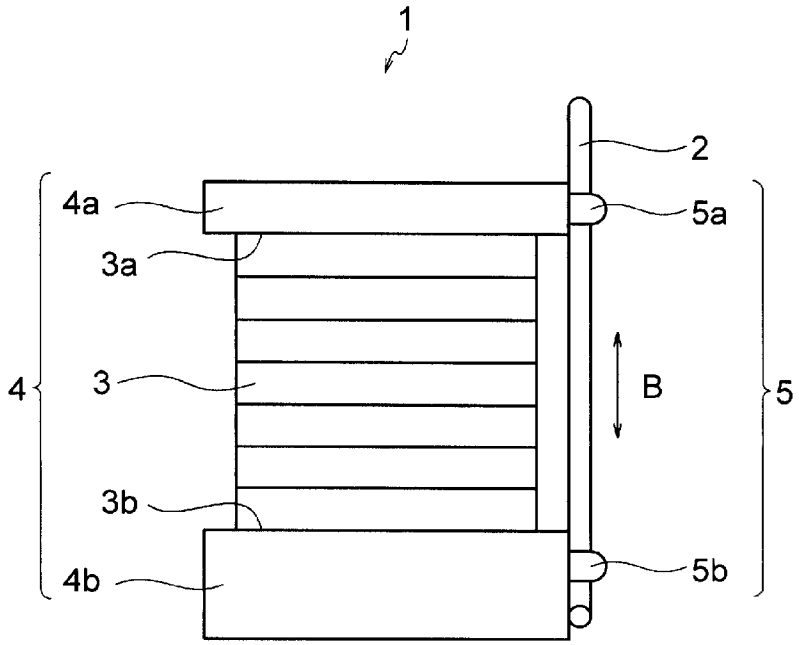
前記パルスレーザが発光する時間と、前記加振部材における変位速度が最大になる時間とが、１フレームあたり少なくとも１回は重なることを特徴とする請求項１４に記載の内視鏡システム。

[図1]

(a)

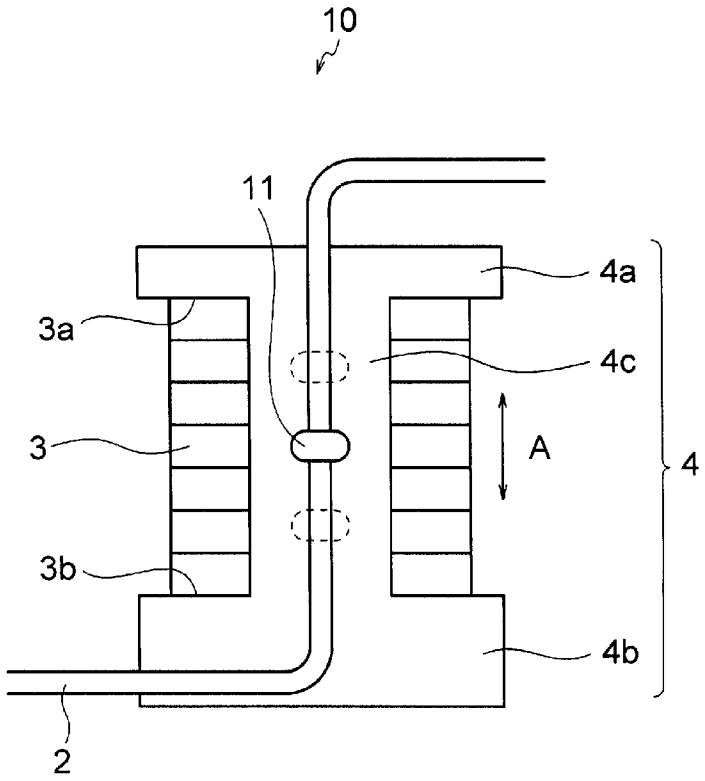


(b)

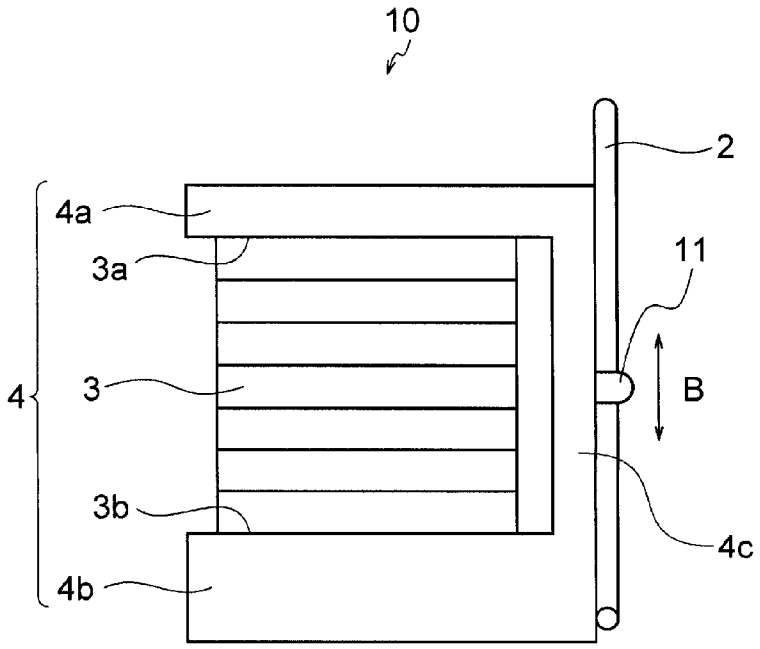


[図2]

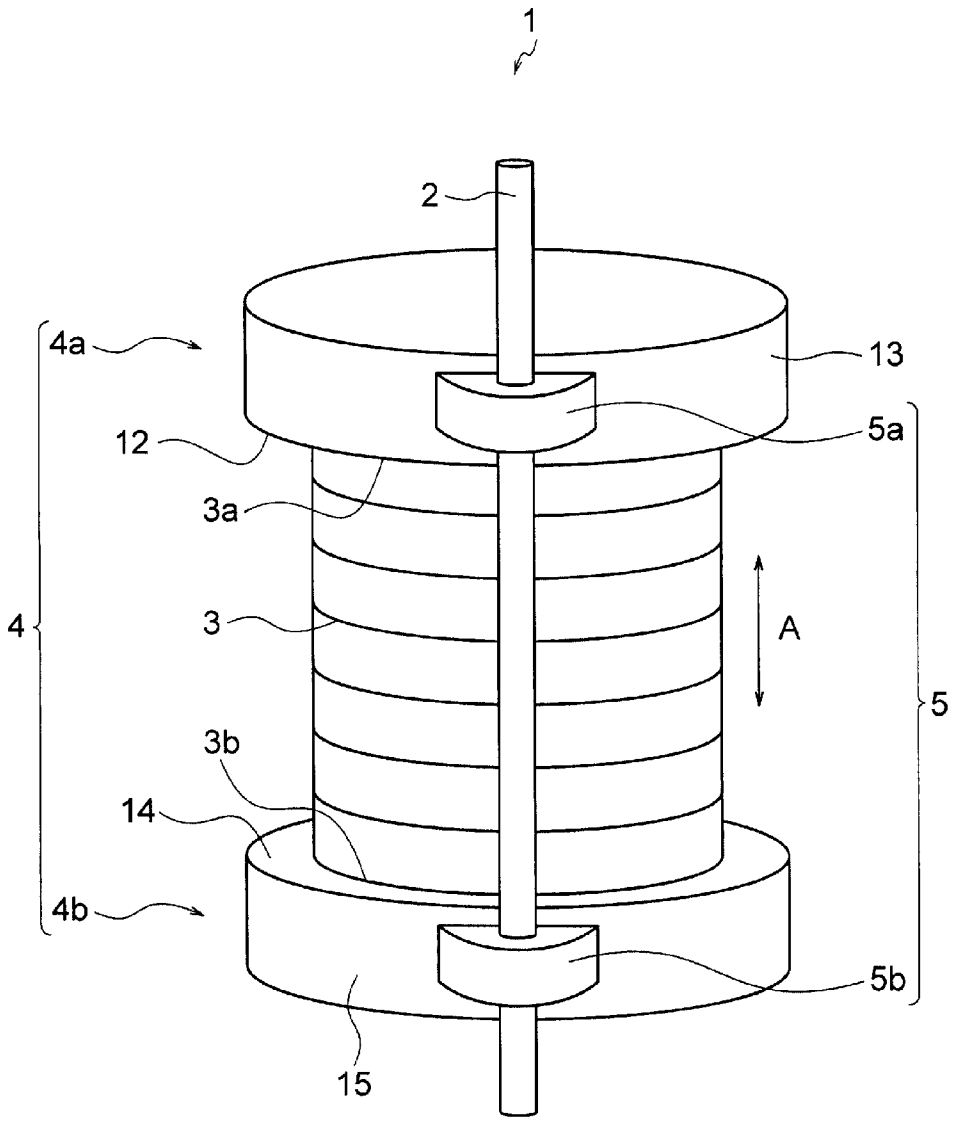
(a)



(b)

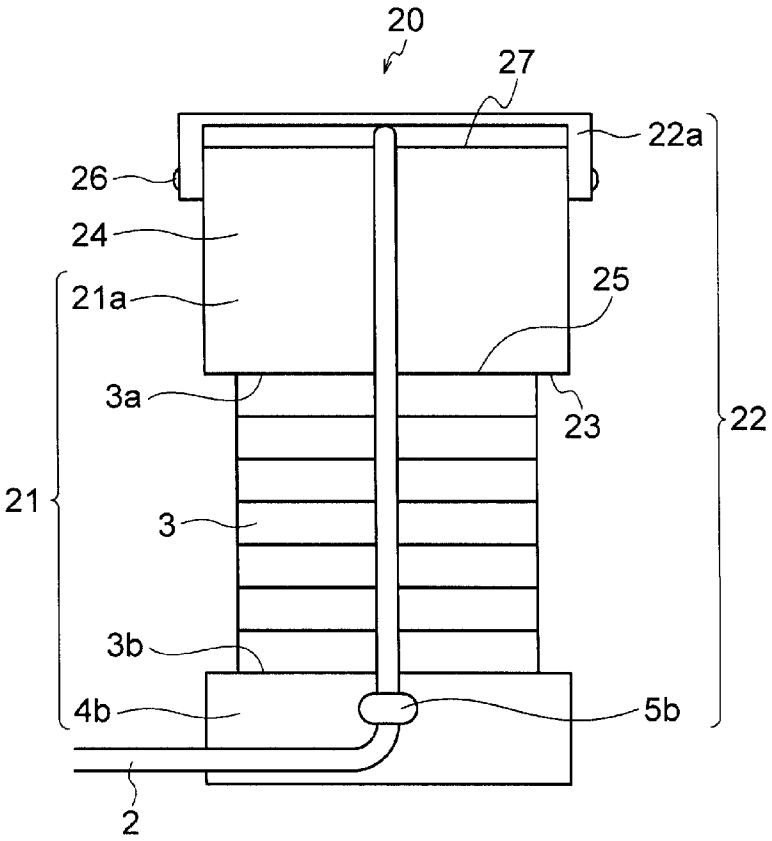


[図3]

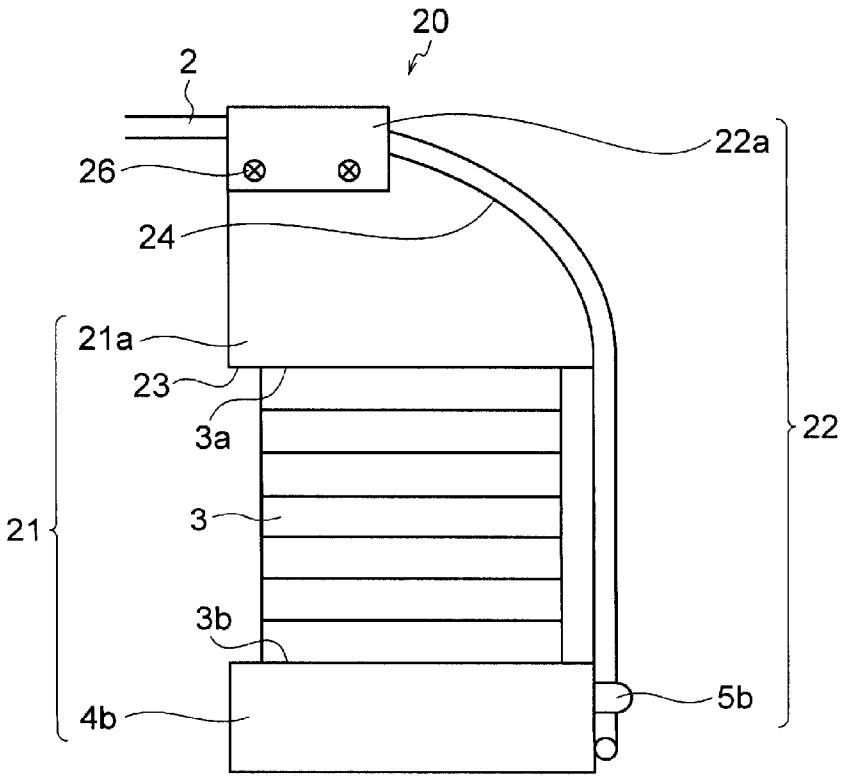


[図4]

(a)

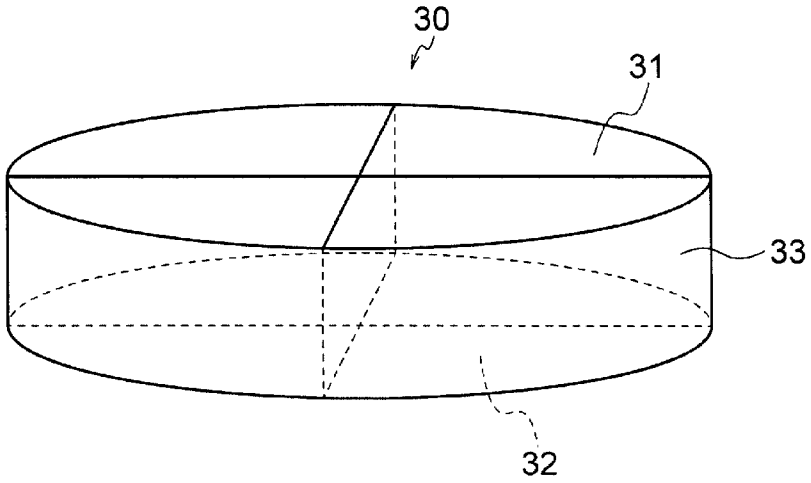

20
27
22a
26
24
21a
25
3a
23
22
21
3
3b
4b
5b
2

(b)

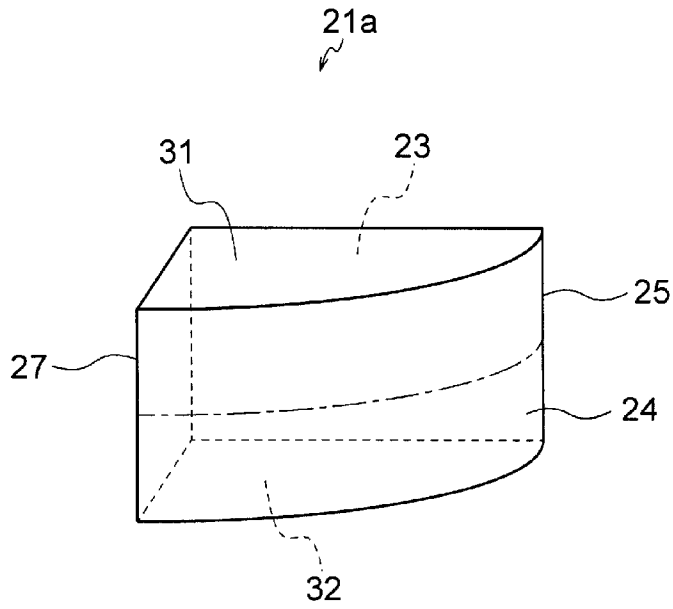

20
2
22a
26
24
21a
23
3a
22
21
3
3b
4b
5b

[図5]

(a)

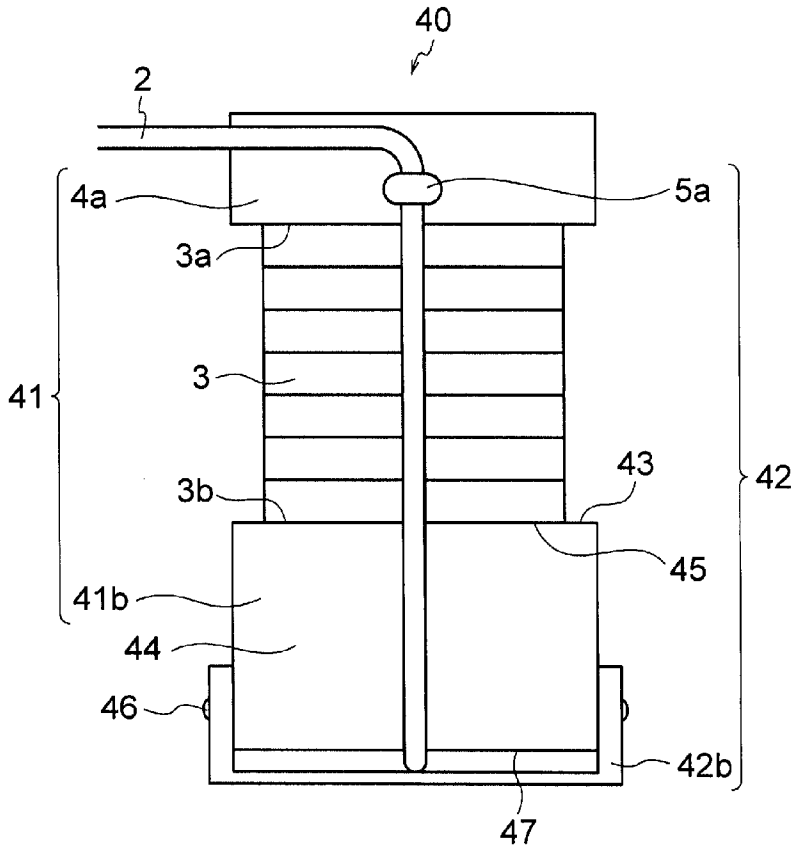


(b)

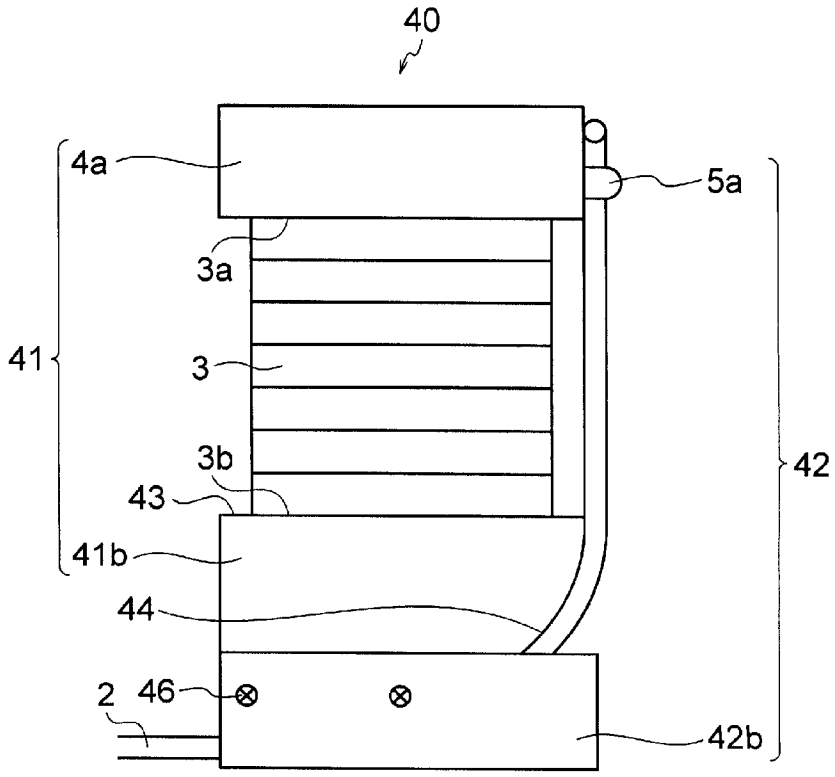


[図6]

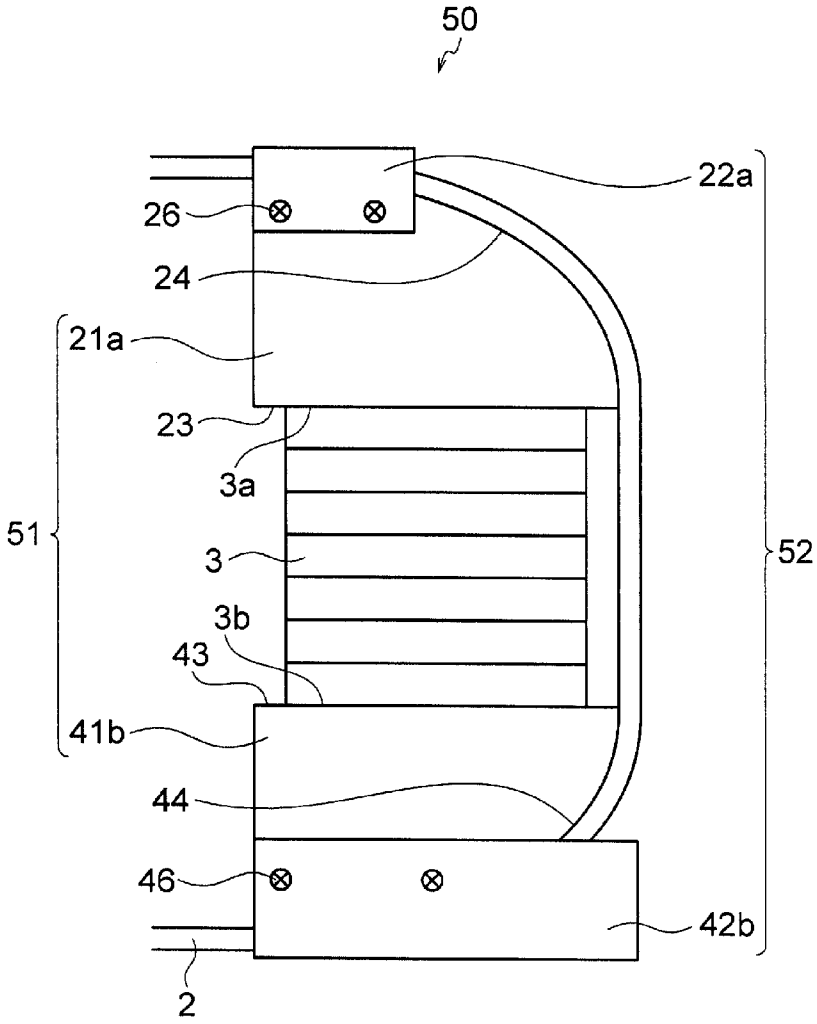
(a)


40
2
4a
5a
3a
3
41
43
42
3b
45
41b
44
46
42b
47

(b)

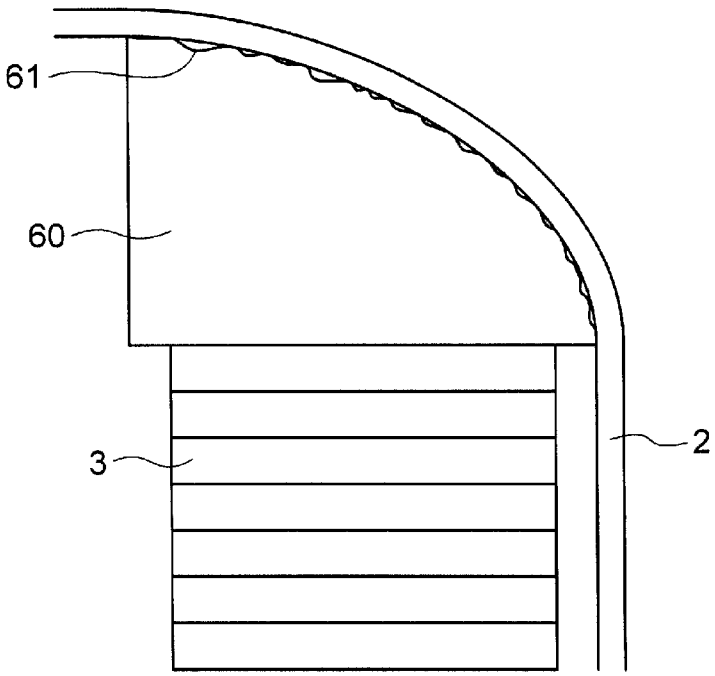

40
4a
5a
3a
41
3
42
3b
43
41b
44
2
46
42b

[図7]

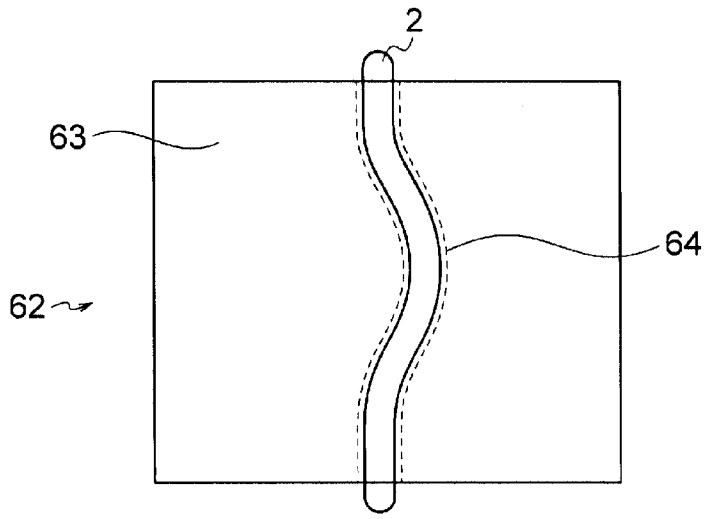


[図8]

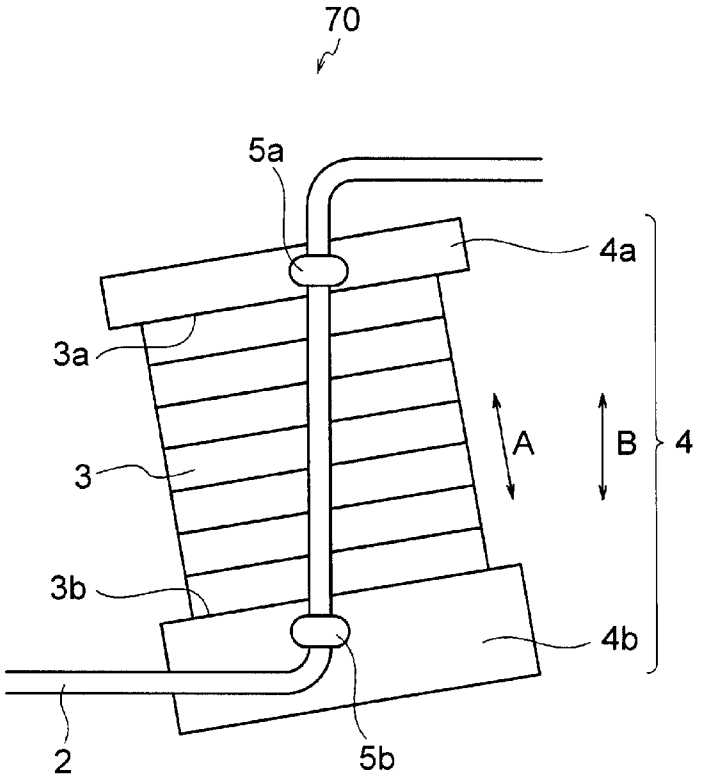
(a)



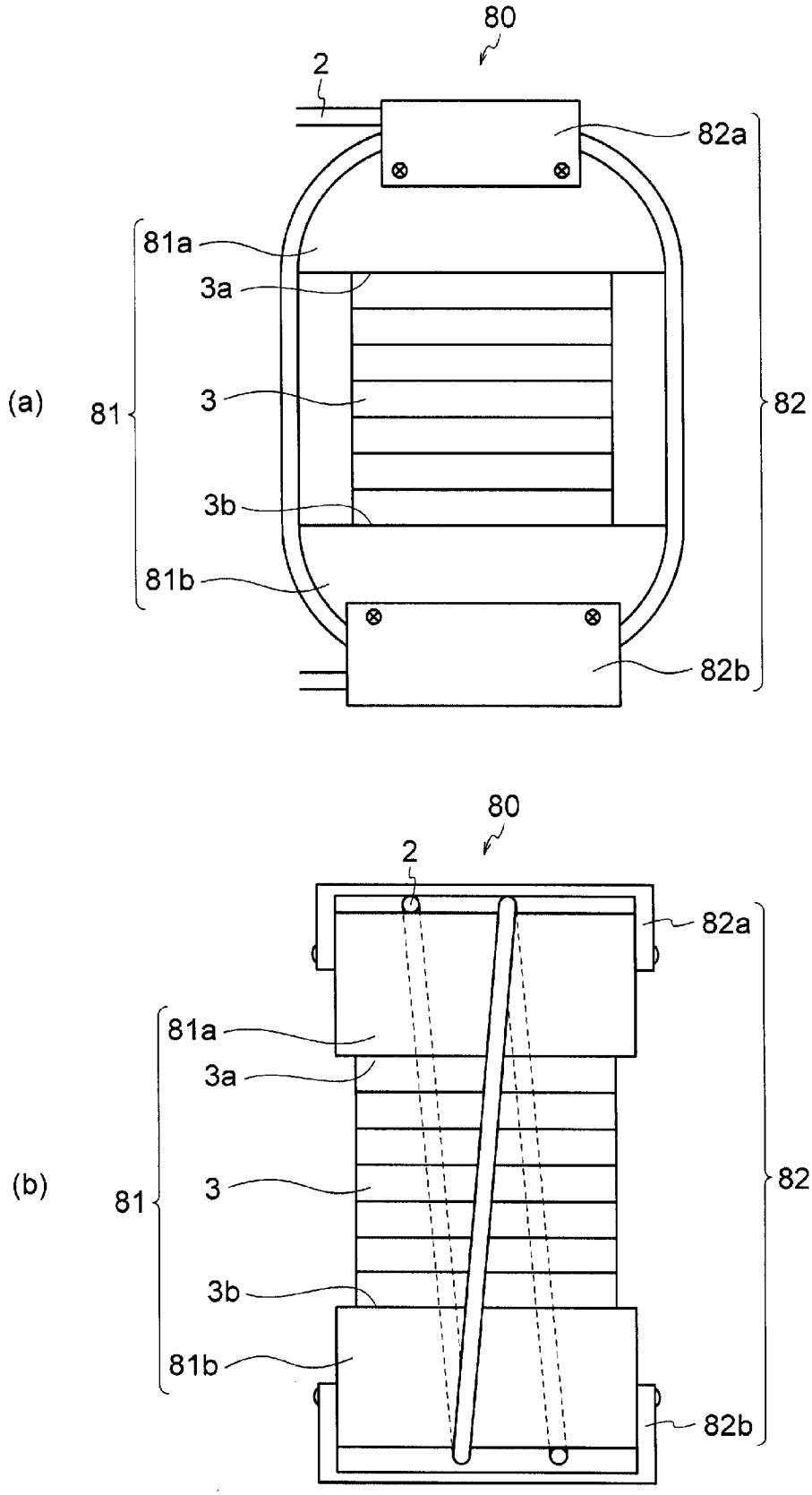
(b)



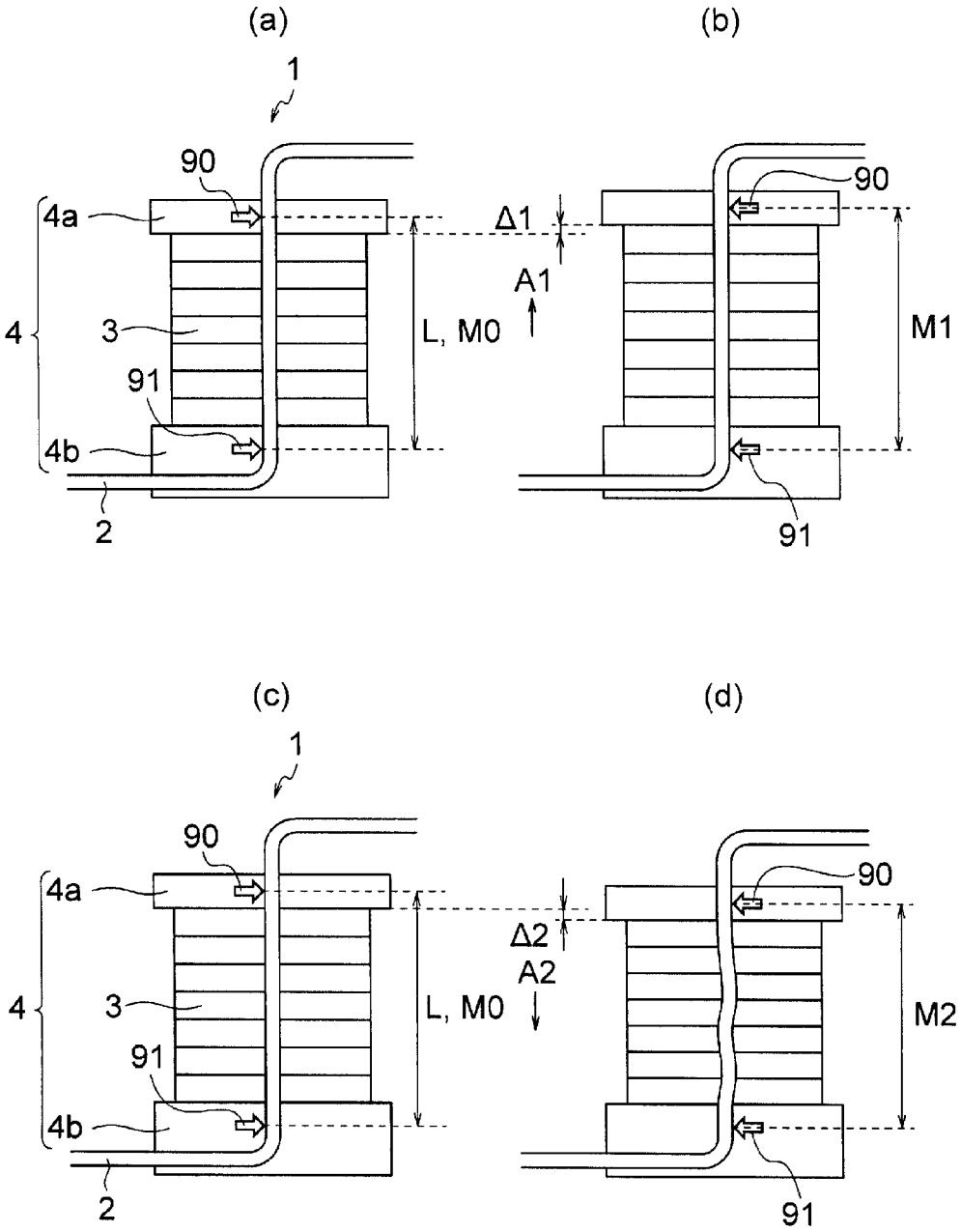
[図9]



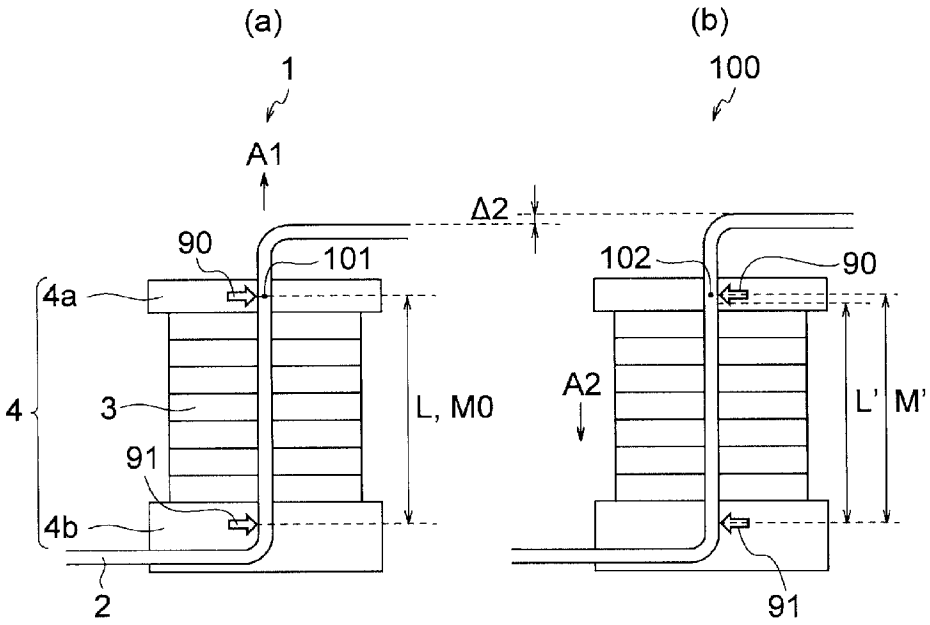
[図10]


(a)
80
2
82a
81a
3a
81
3
3b
81b
82
82b
(b)
80
2
82a
81a
3a
81
3
3b
81b
82
82b

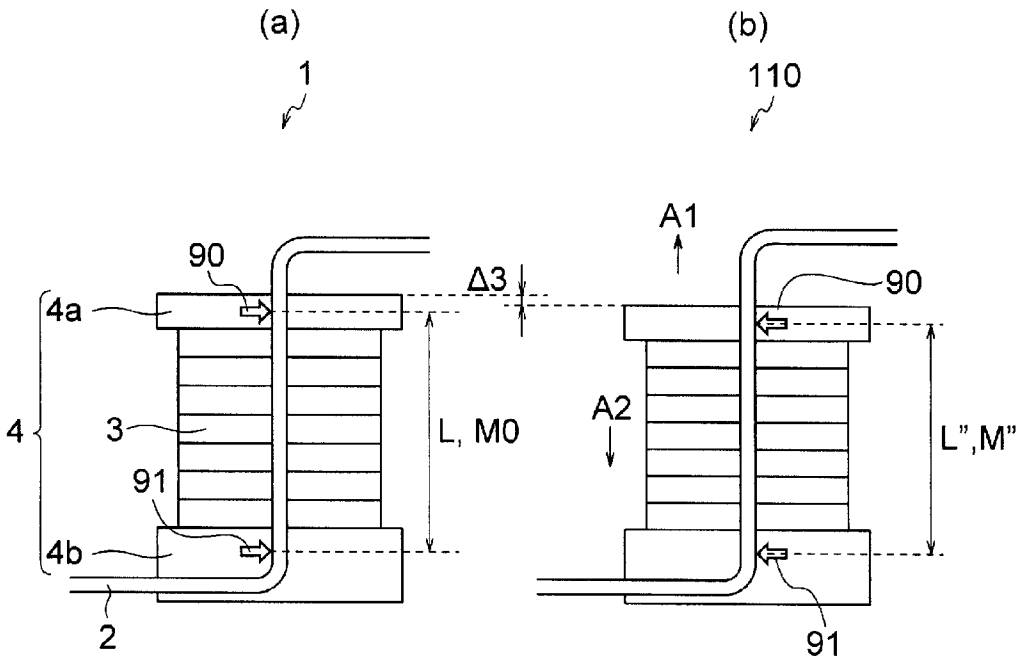
[図11]



[図12]

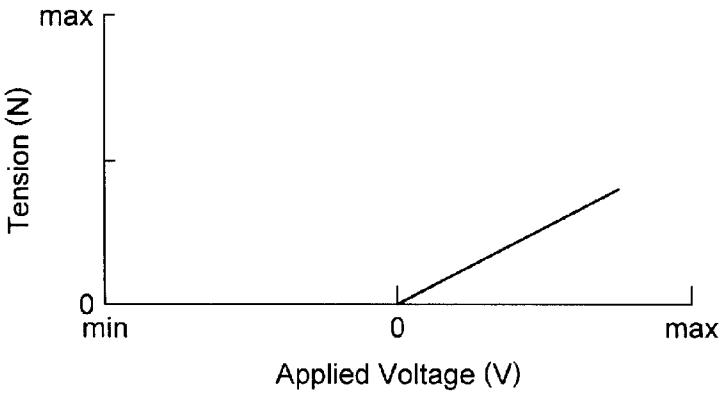


[図13]

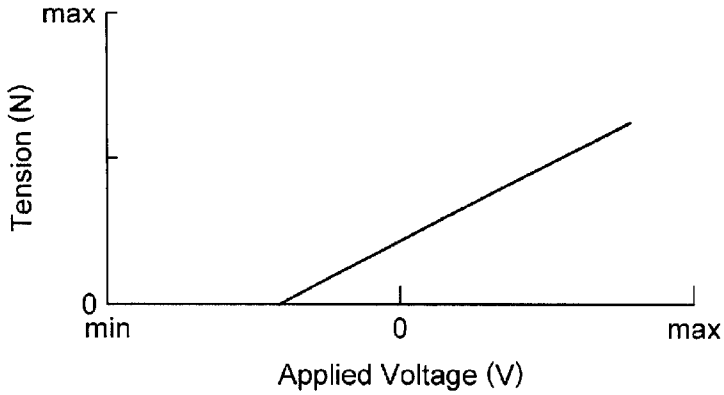


[図14]

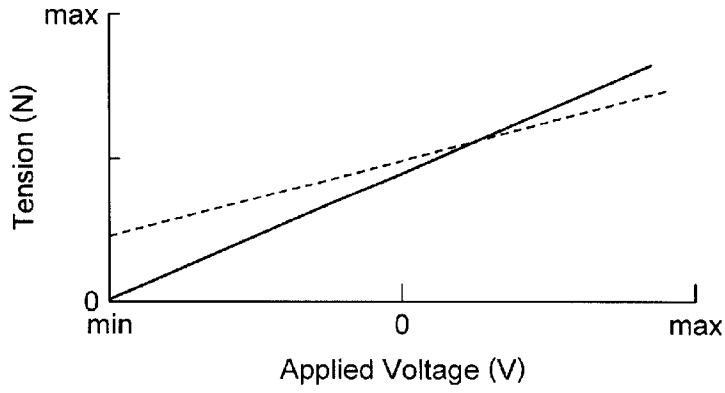
(a)


max
Tension (N)
0
min
0
max
Applied Voltage (V)

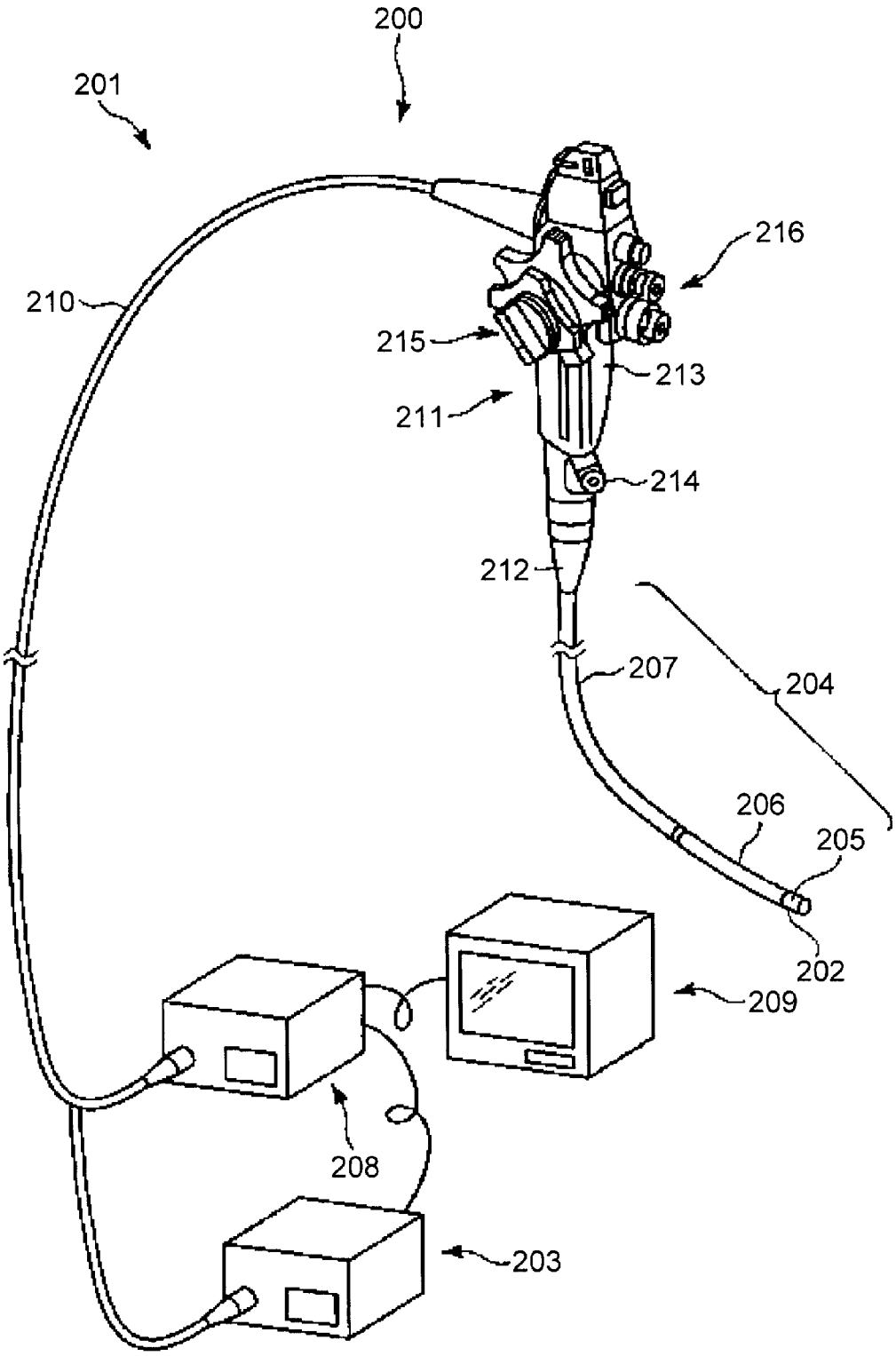
(b)


max
Tension (N)
0
min
0
max
Applied Voltage (V)

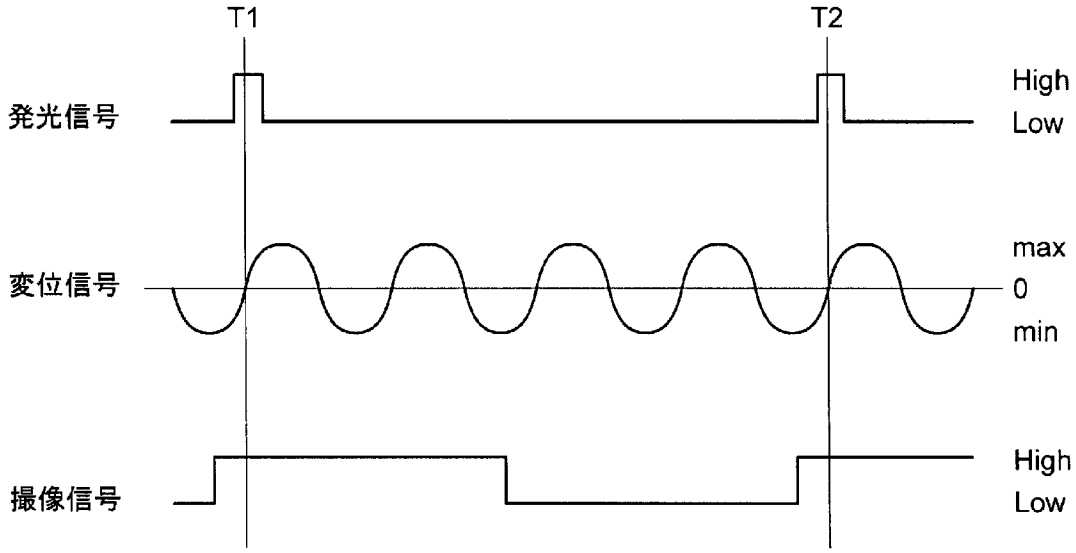
(c)


max
Tension (N)
0
min
0
max
Applied Voltage (V)

[図15]


200
201
216
210
215
213
211
214
212
207
204
206
205
202
209
208
203

[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/022802

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G02B6/00(2006.01)i, A61B1/07(2006.01)i, G02B27/48(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)
Int. Cl. G02B6/00, A61B1/07, G02B27/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	JP 2010-172651 A (FUJIFILM CORP.) 12 August 2010, paragraphs [0017]-[0022], fig. 2 (Family: none)	1-15
Y	JP 2007-517230 A (KLA- TENCOR TECHNOLOGIES CORPORATION) 28 June 2007, paragraph [0045], fig. 4A & US 2005/0141810 A1, paragraph [0057], fig. 4A & WO 2005/065246 A2	1-15
Y	JP 2003-156698 A (TOSHIBA CORP.) 30 May 2003, paragraphs [0037]-[0043], fig. 8, 9 (Family: none)	6-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
07.08.2018	21.08.2018
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/JP2018/022802

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-514497 A (OLIVE MEDICAL CORPORATION) 23 May 2016, entire text, all drawings & US 2014/0288373 A1 & WO 2014/144997 A1 & EP 2972565 A1 & CA 2906828 A1 & AU 2014233475 A1	1-15
A	WO 2007/007388 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 18 January 2007, entire text, all drawings & US 2009/0109698 A1	1-15
A	US 2010/0268034 A1 (KRATTIGER, Beat) 21 October 2010, entire text, all drawings & EP 2241921 A1 & DE 102009017940 A1	1-15
A	HA, W. et al., Speckle reduction in multimode fiber with a piezoelectric transducer in radial vibration for fiber laser marking and display applications, Proceedings of SPIE, 25 February 2008, vol. 6873, 68731V	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２２８０２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/00(2006.01)i, A61B1/07(2006.01)i, G02B27/48(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/00, A61B1/07, G02B27/48

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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	JP 2010-172651 A（富士フイルム株式会社）2010.08.12, 段落[0017]-[0022], 図２（ファミリーなし）	1-15
Y	JP 2007-517230 A（ケーエルエーテンカー　テクノロジィース　コーポレイション）2007.06.28, 段落[0045], 図 4A & US 2005/0141810 A1, [0057], FIG. 4A & WO 2005/065246 A2	1-15
Y	JP 2003-156698 A（株式会社東芝）2003.05.30, 段落[0037]-[0043], 図 8-9（ファミリーなし）	6-9

☑　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	国際調査報告の発送日
０７．０８．２０１８	２１．０８．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　２Ｌ　３６０３
岸　智史
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９５

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
A	JP 2016-514497 A (オリーブ・メディカル・コーポレイション) 2016.05.23, 全文, 全図 & US 2014/0288373 A1 & WO 2014/144997 A1 & EP 2972565 A1 & CA 2906828 A1 & AU 2014233475 A1	1-15
A	WO 2007/007388 A1 (三菱電機株式会社) 2007.01.18, 全文, 全図 & US 2009/0109698 A1	1-15
A	US 2010/0268034 A1 (KRATTIGER, Beat) 2010.10.21, 全文, 全図 & EP 2241921 A1 & DE 102009017940 A1	1-15
A	HA, W. et al., Speckle reduction in multimode fiber with a piezoelectric transducer in radial vibration for fiber laser marking and display applications, Proceedings of SPIE, 2008.02.25, Vol. 6873, 68731V	1-15