

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7516651号
(P7516651)

(45)発行日 令和6年7月16日(2024.7.16)

(24)登録日 令和6年7月5日(2024.7.5)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 26/08 (2006.01)

G 0 2 B 26/08 E

H 0 2 K 33/16 (2006.01)

H 0 2 K 33/16 B

G 0 2 B 26/10 (2006.01)

G 0 2 B 26/10 1 0 4 Z

請求項の数 7 (全15頁)

(21)出願番号	特願2023-501983(P2023-501983)	(73)特許権者	000005016
(86)(22)出願日	令和3年2月26日(2021.2.26)		パイオニア株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/007501		東京都文京区本駒込二丁目2 8 番 8 号
(87)国際公開番号	WO2022/180822	(73)特許権者	520001073
(87)国際公開日	令和4年9月1日(2022.9.1)		パイオニアスマートセンシングイノベーションズ株式会社
審査請求日	令和5年8月22日(2023.8.22)		東京都文京区本駒込二丁目2 8 番 8 号
		(74)代理人	100110928
			弁理士 速水 進治
		(74)代理人	100127236
			弁理士 天城 聡
		(72)発明者	岩崎 新吾
			埼玉県川越市山田2 5 番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内
		(72)発明者	大島 清朗
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アクチュエーター

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

永久磁石が設けられ、基準面に対し、第1の軸と前記第1の軸に非平行な第2の軸とを揺動軸として揺動可能なミラーと、

前記ミラーを、前記第1の軸に対して揺動させる第1の電磁石と、

前記ミラーを、前記第2の軸に対して揺動させる第2の電磁石とを備え、

(A)前記基準面に垂直な方向から見て、前記第1の電磁石は前記第1の軸に対して線対称ではない、および(B)前記基準面に垂直な方向から見て、前記第2の電磁石は前記第2の軸に対して線対称ではない、の少なくともいずれかが成り立つ

アクチュエーター。

【請求項2】

請求項1に記載のアクチュエーターにおいて、

前記第1の電磁石および前記第2の電磁石はそれぞれコイルとヨークとを有し、

前記第1の電磁石のヨークの両端は、前記基準面に垂直な方向から見て、前記永久磁石の少なくとも一部を挟んで互いに対向し、

前記第2の電磁石のヨークは、前記基準面に平行な方向から見て、前記第2の電磁石のコイルを基準に、前記基準面側に位置する第1端部と、前記基準面側とは反対側に位置する第2端部とを有する

アクチュエーター。

【請求項3】

請求項 2 に記載のアクチュエーターにおいて、
前記第 2 の電磁石は前記ミラーを共振周波数で揺動するよう駆動する
アクチュエーター。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載のアクチュエーターにおいて、
前記基準面に垂直な方向から見て、前記第 1 端部の中心と前記ミラーの中心とが重ならない
アクチュエーター。

【請求項 5】

請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載のアクチュエーターにおいて、
前記第 1 端部および前記第 2 端部の少なくとも一方には、前記基準面に垂直な方向から
見て前記永久磁石側に突き出た突出部が設けられている
アクチュエーター。

10

【請求項 6】

請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載のアクチュエーターにおいて、
前記第 2 の電磁石においてコイルが巻かれている部分のヨークの断面は長方形である
アクチュエーター。

【請求項 7】

請求項 2 ～ 6 のいずれか一項に記載のアクチュエーターにおいて、
前記第 2 の電磁石において、コイルは重ね巻きされている
アクチュエーター。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエーターに関する。

【背景技術】

【0002】

光で所定の領域を走査して測定する測定装置等では、光の出射方向を可変とするために
可動ミラーが用いられる。

【0003】

30

特許文献 1 には、ミラーに固定された永久磁石と、電磁石とを相互作用させて、ミラー
に駆動トルクを生じさせる光走査装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2009 - 69676 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ミラーを駆動するアクチュエーターの小型化が、それを含む測定装置等の全体の小型化
のために重要である。一方、ミラーを二軸に対して駆動しようとする、二組の電磁石が
必要となり、アクチュエーターが大型化するという問題があった。

40

【0006】

本発明が解決しようとする課題としては、ミラーを二軸駆動するアクチュエーターを小
型化することが一例として挙げられる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項 1 に記載の発明は、
永久磁石が設けられ、基準面に対し、第 1 の軸と前記第 1 の軸に非平行な第 2 の軸とを
揺動軸として揺動可能なミラーと、

50

前記ミラーを、前記第 1 の軸に対して揺動させる第 1 の電磁石と、

前記ミラーを、前記第 2 の軸に対して揺動させる第 2 の電磁石とを備え、

(A) 前記基準面に垂直な方向から見て、前記第 1 の電磁石は前記第 1 の軸に対して線対称ではない、および (B) 前記基準面に垂直な方向から見て、前記第 2 の電磁石は前記第 2 の軸に対して線対称ではない、の少なくともいずれかが成り立つ

アクチュエーターである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】第 1 の実施形態に係るアクチュエーターの構成を例示する図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係るアクチュエーターの構成を例示する図である。

10

【図 3】ミラー、外側フレーム、および内側フレームを含む構造体を例示する平面図である。

【図 4】第 1 の電磁石および第 2 の電磁石の構造を例示する斜視図である。

【図 5】電磁石の配置の比較例を示す図である。

【図 6】電磁石の配置の比較例を示す図である。

【図 7】第 2 の電磁石のヨークの断面形状の変形例を示す図である。

【図 8】コイルの巻き方の変形例を示す図である。

【図 9】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状を例示する図である。

【図 1 0】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 1】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

20

【図 1 2】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 3】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 4】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 5】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 6】第 2 の実施形態に係る第 2 の電磁石の形状の変形例を示す図である。

【図 1 7】第 3 の実施形態に係るアクチュエーターの構成を例示する図である。

【図 1 8】第 4 の実施形態に係る第 1 の電磁石の構造を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

30

【 0 0 1 0 】

(第 1 の実施形態)

図 1 および図 2 は、第 1 の実施形態に係るアクチュエーター 1 0 の構成を例示する図である。図 1 はアクチュエーター 1 0 の平面図であり、図 2 は、アクチュエーター 1 0 の側面図である。各図には互いに直交する 3 軸として x 軸、y 軸、および z 軸をあわせて示している。本実施形態において、x 軸は第 1 の軸 2 0 1 に平行であり、y 軸は第 2 の軸 2 0 2 に平行である。また、図 3 は、ミラー 2 0、外側フレーム 5 0、および内側フレーム 6 0 を含む構造体 1 2 を例示する平面図である。図 4 は、第 1 の電磁石 3 0 および第 2 の電磁石 4 0 の構造を例示する斜視図である。

40

【 0 0 1 1 】

本実施形態に係るアクチュエーター 1 0 は、ミラー 2 0、第 1 の電磁石 3 0、および第 2 の電磁石 4 0 を備える。ミラー 2 0 には、永久磁石 2 1 が設けられている。ミラー 2 0 は、基準面 1 0 1 に対し、第 1 の軸 2 0 1 と第 2 の軸 2 0 2 とを揺動軸として揺動可能である。第 1 の軸 2 0 1 と第 2 の軸 2 0 2 とは非平行である。第 1 の電磁石 3 0 は、ミラー 2 0 を、第 1 の軸 2 0 1 に対して揺動させる。第 2 の電磁石 4 0 は、ミラー 2 0 を、第 2 の軸 2 0 2 に対して揺動させる。そして、アクチュエーター 1 0 において、以下の (A) および (B) の少なくともいずれかが成り立つ。

(A) 基準面 1 0 1 に垂直な方向 (z 軸方向) から見て、第 1 の電磁石 3 0 は第 1 の軸 2 0 1 に対して線対称ではない。

50

(B) 基準面 101 に垂直な方向から見て、第 2 の電磁石 40 は第 2 の軸 202 に対して線対称ではない。

以下に詳しく説明する。

【0012】

ミラー 20 は、反射面 22 を有し、反射面 22 とは反対側の面の中心には永久磁石 21 が固定されている。永久磁石 21 の一方の極である第 1 の極 211 がミラー 20 側に向き、他方の極である第 2 の極 212 がミラー 20 とは反対側、すなわち、第 1 の電磁石 30 および第 2 の電磁石 40 が設けられている側に向いている。基準面 101 は、アクチュエーター 10 に設けられた全ての電磁石においてコイルに電流が流れていない状態、すなわち、永久磁石 21 が力を受けていない基準状態における、ミラー 20 の反射面 22 を含む平面である。なお、図 1 および図 2 はいずれも基準状態を示している。基準面 101 は x-y 平面に平行である。

10

【0013】

アクチュエーター 10 は 2 軸アクチュエーターであり、ミラー 20 を第 1 の軸 201 と第 2 の軸 202 に対して揺動させる事ができる。それにより、ミラー 20 の反射面 22 で反射された光の方向を 2 次的に変化させることができる。本実施形態において、第 1 の軸 201 と第 2 の軸 202 とは略垂直または垂直である。

【0014】

第 1 の電磁石 30 では、コイル 32 がヨーク 34 の少なくとも一部に巻きつけられている。コイル 32 に電流が流れることにより、端部 341 と端部 342 との間に磁束が発生する。この磁束が永久磁石 21 に作用することにより、ミラー 20 を第 1 の軸 201 に対して揺動させる事ができる。また、第 2 の電磁石 40 では、コイル 42 がヨーク 44 の少なくとも一部に巻きつけられている。コイル 42 に電流が流れることにより、第 1 端部 441 および第 2 端部 442 から伸びる磁束が発生する。この磁束が永久磁石 21 に作用する事により、ミラー 20 を第 2 の軸 202 に対して揺動させる事ができる。

20

【0015】

上記した通り、本実施形態のアクチュエーター 10 では、上記 (A) および (B) の少なくともいずれかが成り立つ。このように複数の電磁石を非対称に配置することにより、アクチュエーター 10 の小型化を実現できる。

【0016】

図 5 および図 6 はそれぞれ、電磁石の配置の比較例を示す図である。図 5 および図 6 には、それぞれ、ミラー (不図示) を 2 軸について揺動させるための 2 つの電磁石が示されている。図 5 において、電磁石 91 は軸 910 を揺動軸としてミラーの駆動を行い、電磁石 92 は軸 920 を揺動軸としてミラーの駆動を行う。2 つの電磁石を z 軸方向から見ると、電磁石 91 は軸 910 に対して線対称であり、かつ、電磁石 92 は軸 920 に対して線対称である。また図 6 において、電磁石 93 は軸 930 を揺動軸としてミラーの駆動を行い、電磁石 94 は軸 940 を揺動軸としてミラーの駆動を行う。2 つの電磁石を z 軸方向から見ると、電磁石 93 は軸 930 に対して線対称であり、かつ、電磁石 94 は軸 940 に対して線対称である。これらの例では、揺動軸に対して磁束発生端部を 2 つずつ設け、対称的に配置している。その結果、互いの構造的な干渉を避けるために一方の電磁石を他方の電磁石がまたぐ必要が生じる。このような構造では、全体として大型化が避けられない。

30

40

【0017】

それに対し、本実施形態に係るアクチュエーター 10 では、複数の電磁石を非対称に配置する事により、アクチュエーター 10 の大型化を避けることができる。

【0018】

図 1、図 2、および図 4 を参照し、第 1 の電磁石 30 および第 2 の電磁石 40 についてさらに説明する。本実施形態に係るアクチュエーター 10 では、第 1 の電磁石 30 および第 2 の電磁石 40 はそれぞれコイルとヨークとを有する。具体的には、第 1 の電磁石 30 はコイル 32 およびヨーク 34 を備える。第 2 の電磁石 40 は、コイル 42 およびヨー

50

ク 4 4 を備える。第 1 の電磁石 3 0 は U 字型または C 字型であり、第 2 の電磁石 4 0 は I 字型である。具体的には、第 1 の電磁石 3 0 のヨーク 3 4 の両端（端部 3 4 1 および端部 3 4 2）は、基準面 1 0 1 に垂直な方向から見て、永久磁石 2 1 の少なくとも一部を挟んで互いに対向している。第 2 の電磁石 4 0 のヨーク 4 4 は、基準面 1 0 1 に平行な方向から見て、第 2 の電磁石 4 0 のコイル 4 2 を基準に、基準面 1 0 1 側に位置する第 1 端部 4 4 1 と、基準面 1 0 1 側とは反対側に位置する第 2 端部 4 4 2 とを有する。基準面 1 0 1 に垂直な方向から見て、第 1 端部 4 4 1 は少なくとも一部が第 2 端部 4 4 2 に重なる。端部 3 4 1、端部 3 4 2、第 1 端部 4 4 1、および第 2 端部 4 4 2 はいずれも磁束発生端部である。

【 0 0 1 9 】

図 1 の例においては、上記の（ A ）が成り立たず、（ B ）が成り立つ。ただし、（ A ）が成り立ち、（ B ）が成り立たない構成であっても良いし、（ A ）と（ B ）の両方が成り立つ構成であっても良い。

【 0 0 2 0 】

本実施形態において、第 1 の電磁石 3 0 は第 2 の電磁石 4 0 を囲っていない。具体的には、基準面 1 0 1 に平行な少なくともいずれかの方向（たとえば y 軸方向）から見て、第 1 の電磁石 3 0 と第 2 の電磁石 4 0 とは互いに重ならない。本実施形態において、第 1 の電磁石 3 0 のヨーク 3 4 のうちコイル 3 2 が巻かれている部分は基準面 1 0 1 に平行に延在している。基準面 1 0 1 に垂直な方向から見て、コイル 3 2 は、第 2 の軸 2 0 2 を基準に第 2 の電磁石 4 0 とは反対側に位置している。また、端部 3 4 1 および端部 3 4 2 はコイル 3 2 よりもミラー 2 0 に近い。第 2 の電磁石 4 0 のヨーク 4 4 は、基準面 1 0 1 に垂直な方向に延在しており、ヨーク 4 4 の両端のうち、一方のみがミラー 2 0 に対向している。本図の例において、コイル 4 2 が巻かれている部分のヨーク 4 4 の断面は正方形である。構造体 1 2 に対向する磁束発生端部の数は、第 1 の電磁石 3 0 と第 2 の電磁石 4 0 とで異なっている。

【 0 0 2 1 】

次に、図 1 および図 3 を参照し、ミラー 2 0、外側フレーム 5 0、および内側フレーム 6 0 を含む構造体 1 2 について説明する。アクチュエーター 1 0 は、外側フレーム 5 0、トーションバー 5 2、内側フレーム 6 0、およびトーションバー 6 2 をさらに備える。外側フレーム 5 0 と内側フレーム 6 0 は 2 つのトーションバー 5 2 を介して接続されている。内側フレーム 6 0 とミラー 2 0 とは、2 つのトーションバー 6 2 を介して接続されている。外側フレーム 5 0、トーションバー 5 2、内側フレーム 6 0、トーションバー 6 2 およびミラー 2 0 は、たとえば半導体ウエハを微細加工することにより一体に構成されており、アクチュエーター 1 0 は MEMS アクチュエーターである。本実施形態において、第 1 の電磁石 3 0 および第 2 の電磁石 4 0 は、外側フレーム 5 0、トーションバー 5 2、内側フレーム 6 0、トーションバー 6 2、およびミラー 2 0 を含む構造体 1 2 の一方の面側に、全体が位置している。

【 0 0 2 2 】

たとえば外側フレーム 5 0 は、アクチュエーター 1 0 の筐体（不図示）に対して固定されている。内側フレーム 6 0 は外側フレーム 5 0 に対して第 1 の軸 2 0 1 を揺動軸として揺動可能である。2 つのトーションバー 5 2 は第 1 の軸 2 0 1 に一致する。すなわち 2 つのトーションバー 5 2 は第 1 の軸 2 0 1 に沿って重なり、トーションバー 5 2 のねじれを伴って内側フレーム 6 0 が外側フレーム 5 0 に対して揺動する。また、ミラー 2 0 は内側フレーム 6 0 に対して第 2 の軸 2 0 2 を揺動軸として揺動可能である。2 つのトーションバー 6 2 は第 2 の軸 2 0 2 に一致する。すなわち 2 つのトーションバー 6 2 は第 2 の軸 2 0 2 に沿って重なり、トーションバー 6 2 のねじれを伴ってミラー 2 0 が内側フレーム 6 0 に対して揺動する。上記した基準状態において、トーションバー 5 2 およびトーションバー 6 2 にはねじれが生じておらず、外側フレーム 5 0、内側フレーム 6 0 およびミラー 2 0 の一方の面は基準面 1 0 1 と同一平面上に位置する。

【 0 0 2 3 】

図 1 および図 2 を参照し、第 1 の電磁石 3 0 によるアクチュエーター 1 0 の駆動について以下に説明する。第 1 の電磁石 3 0 のコイル 3 2 に電流が流れると、端部 3 4 1 と端部 3 4 2 との間に磁束が発生する。このとき端部 3 4 1 と端部 3 4 2 とは互いに異なる極となる。そして、端部 3 4 1 と端部 3 4 2 の内、第 2 の極 2 1 2 とは異極である端部側へ永久磁石 2 1 が向くように、ミラー 2 0 の向きが変化する。コイル 3 2 に流す電流の向きおよび大きさを变化させることによりミラー 2 0 の反射面 2 2 の向きを制御する事ができる。なお、磁束は、端部 3 4 1 と端部 3 4 2 との互いに向かい合う面（本図の例において y 軸に垂直な面）のみならず、端部 3 4 1 および端部 3 4 2 の各側面（本図の例において x 軸に垂直な面）や上面（本図の例において z 軸に垂直な面）からも伸びうる。これらの磁束が永久磁石 2 1 に作用してミラー 2 0 を駆動する。

10

【 0 0 2 4 】

第 2 の電磁石 4 0 によるアクチュエーター 1 0 の駆動について以下に説明する。基準面 1 0 1 に垂直な方向から見て、第 1 端部 4 4 1 の中心とミラー 2 0 の中心とは重なっていない。すなわち、第 1 端部 4 4 1 とミラー 2 0 とがずれている。本図の例において、具体的には、第 1 端部 4 4 1 の中心は、ミラー 2 0 の中心から、第 2 の軸 2 0 2 と垂直な方向（x 軸方向）にずれている。一方、第 1 端部 4 4 1 の中心は、ミラー 2 0 の中心から、第 2 の軸 2 0 2 と平行な方向（y 軸方向）にはずれていない。第 2 の電磁石 4 0 のコイル 4 2 に電流が流れると、第 1 端部 4 4 1 から伸びる磁束が発生する。この第 1 端部 4 4 1 からの磁束が永久磁石 2 1 に作用する事によりミラー 2 0 を第 2 の軸 2 0 2 に対して揺動させる。具体的には、第 1 端部 4 4 1 の極性が第 2 の極 2 1 2 と異極である場合、永久磁石 2 1 が第 1 端部 4 4 1 側に向くようにミラー 2 0 の向きが変化する。一方、第 1 端部 4 4 1 の極性が第 2 の極 2 1 2 と同極である場合、永久磁石 2 1 が第 1 端部 4 4 1 から離れる方向に向くようにミラー 2 0 の向きが変化する。コイル 4 2 に流す電流の向きおよび大きさを变化させることによりミラー 2 0 の反射面 2 2 の向きを制御する事ができる。なお、磁束は、第 1 端部 4 4 1 の上面（本図の例において z 軸に垂直な面）、第 2 端部 4 4 2 の下面（本図の例において z 軸に垂直な面）や第 1 端部 4 4 1 および第 2 端部 4 4 2 の側面（本図の例において y 軸または x 軸に垂直な面）から伸びうる。これらの磁束が永久磁石 2 1 に作用してミラー 2 0 を駆動する。

20

【 0 0 2 5 】

上記した第 1 の電磁石 3 0 と第 2 の電磁石 4 0 による駆動を同時に行うことにより、反射面 2 2 を所望の方向へ向ける事ができる。

30

【 0 0 2 6 】

本実施形態において、第 2 の電磁石 4 0 はミラー 2 0 を共振周波数で揺動するよう駆動する。第 2 の電磁石 4 0 のように 1 つの磁束発生端部のみを永久磁石 2 1 側に向けて駆動する場合、第 1 の電磁石 3 0 のように 2 つの磁束発生端部を永久磁石 2 1 に向けて駆動する場合よりも、駆動力が小さくなりやすい。それに対し、ミラー 2 0 を共振周波数で揺動するよう駆動することで、小さな力でも十分にミラー 2 0 を駆動する事ができる。

【 0 0 2 7 】

図 7 は、第 2 の電磁石 4 0 のヨークの断面形状の変形例を示す図である。本図の例では、第 2 の電磁石 4 0 においてコイル 4 2 が巻かれている部分のヨーク 4 4 の断面は長方形である。そうすることにより、ヨークの断面積を大きくして第 2 の電磁石 4 0 が発生させる磁力を強める事ができる。その結果、1 つの磁束発生端部のみを永久磁石 2 1 側に向けて駆動する場合でも、ミラー 2 0 を十分に駆動することができる。

40

【 0 0 2 8 】

図 8 は、コイル 4 2 の巻き方の変形例を示す図である。本図の例では、第 2 の電磁石 4 0 において、コイル 4 2 はヨーク 4 4 に対して重ね巻きされている。そうすることにより、第 2 の電磁石 4 0 が発生させる磁力を強める事ができる。その結果、1 つの磁束発生端部のみを永久磁石 2 1 側に向けて駆動する場合でも、ミラー 2 0 を十分に駆動することができる。

【 0 0 2 9 】

50

以上、本実施形態によれば、上記した（Ａ）および（Ｂ）の少なくともいずれかが成り立つ。そうすることにより、設計における２つの電磁石の配置自由度が増し、アクチュエーター１０を小型化することができる。

【００３０】

（第２の実施形態）

図９は、第２の実施形態に係る第２の電磁石４０の形状を例示する図である。本実施形態に係るアクチュエーター１０は、以下に説明する第２の電磁石４０の形状を除いて第１の実施形態に係るアクチュエーター１０と同じである。以下に説明する図９～図１６において、各図の上部分には第２の電磁石４０の平面図を示し、下部分には側面を示している。

【００３１】

本実施形態において、第１端部４４１および第２端部４４２の少なくとも一方には、基準面１０１に垂直な方向から見て永久磁石２１側に突き出た突出部４４４が設けられている。突出部４４４が設けられていることにより、ヨーク４４の磁束発生端部と永久磁石２１とをより近づけて、ミラー２０の駆動力を強めることができる。また、コイル４２を重ね巻きした場合、コイル４２が巻かれた部分が太くなり、ヨーク４４の中心軸を永久磁石２１から離す必要が生じる。その場合でも、突出部４４４を設けることにより、永久磁石２１へ十分に磁束を作用させる事ができる。

【００３２】

図９の例では、第１端部４４１のみに突出部４４４が設けられている。第１端部４４１に突出部４４４を設ける事により、より効果的に駆動力を強める事ができる。また、第２端部４４２に突出部４４４を設けない事により、設ける場合よりもアクチュエーター１０の小型化および軽量化を図れる。

【００３３】

図１０～図１６は、本実施形態に係る第２の電磁石４０の形状の変形例をそれぞれ示す図である。以下に順に説明する。

【００３４】

図１０の例では、突出部４４４は永久磁石２１側のみならず、ｙ軸方向側にも突出している。また、図１１の例では、突出部４４４はさらに永久磁石２１側とは反対側へも突出している。突出部４４４を広げる事により、駆動力をより強くする事ができる。

【００３５】

図１２の例では、第２端部４４２のみに突出部４４４が設けられている。このような構成でも第２の電磁石４０によるミラー２０の駆動力を強める事ができる。なお、第２端部４４２側の突出部４４４の形状も特に限定されず、たとえば図１０または図１１の様であってもよい。

【００３６】

図１３～図１６の例では、第１端部４４１と第２端部４４２の両方に突出部４４４が設けられている。そうすることにより、どちらか一方のみに突出部４４４を設ける場合よりも駆動力を強める事ができる。図１３～図１５の例では、第１端部４４１側の突出部４４４と第２端部４４２側の突出部４４４とは、同じ形状である。図１６の例では、第１端部４４１側の突出部４４４と第２端部４４２側の突出部４４４とは、形状が異なる。

【００３７】

以上、本実施形態によれば、第１の実施形態と同様の作用および効果が得られる。くわえて、第１端部４４１および第２端部４４２の少なくとも一方に、基準面１０１に垂直な方向から見て永久磁石２１側に突き出た突出部４４４が設けられている。そうすることにより、第２の電磁石４０の磁束をより強く永久磁石２１に作用させてミラー２０の駆動力を強めることができる。

【００３８】

（第３の実施形態）

図１７は、第３の実施形態に係るアクチュエーター１０の構成を例示する図である。本実施形態に係るアクチュエーター１０は、第１の電磁石３０がミラー２０を共振周波数で

10

20

30

40

50

揺動するよう駆動する点を除いて、第１および第２の実施形態の少なくともいずれかに係るアクチュエーター１０と同じである。

【００３９】

本実施形態において、内側フレーム６０は外側フレーム５０に対して第２の軸２０２を揺動軸として揺動可能である。２つのトーションバー５２は第２の軸２０２に一致する。すなわち２つのトーションバー５２は第２の軸２０２に沿って重なり、トーションバー５２のねじれを伴って内側フレーム６０が外側フレーム５０に対して揺動する。また、ミラー２０は内側フレーム６０に対して第１の軸２０１を揺動軸として揺動可能である。２つのトーションバー６２は第１の軸２０１に一致する。すなわち２つのトーションバー６２は第１の軸２０１に沿って重なり、トーションバー６２のねじれを伴ってミラー２０が内側フレーム６０に対して揺動する。

10

【００４０】

以上、本実施形態によれば、第１の実施形態と同様の作用および効果が得られる。

【００４１】

（第４の実施形態）

図１８は、本実施形態に係る第１の電磁石３０の構造を例示する図である。本実施形態に係るアクチュエーター１０は、以下に説明する点を除いて第１から第３の実施形態の少なくともいずれかに係るアクチュエーター１０と同じである。本図において、永久磁石２１を破線で示している。

【００４２】

20

本実施形態において、第１の電磁石３０は、電磁石７０および電磁石８０の２つの電磁石からなる。言い換えると、第１の電磁石３０のヨーク３４は２つに別れている。第１の電磁石３０は、全体として第１の軸２０１に対し線対称である。電磁石７０および電磁石８０は、それぞれ、基準面１０１に垂直な方向から見て第１の軸２０１に平行に延在している。基準面１０１に垂直な方向から見て、第１の電磁石３０は第１の軸２０１と重なっていない。

【００４３】

電磁石７０はコイル７２およびヨーク７４を備え、電磁石８０はコイル８２およびヨーク８４を備える。コイル７２はヨーク７４の少なくとも一部に巻きつけられている。コイル８２はヨーク８４の少なくとも一部に巻きつけられている。本実施形態に係る構成でも、第１の電磁石３０は、第１の実施形態に係る第１の電磁石３０と同様に機能する。具体的には、端部７４１と端部８４１が対向して対を構成する。電磁石７０の端部７４１が第１の実施形態で説明した端部３４１として機能し、電磁石８０の端部８４１が第１の実施形態で説明した端部３４２として機能する。

30

【００４４】

以上、本実施形態によれば、第１の実施形態と同様の作用および効果が得られる。くわえて、第１の電磁石３０のヨーク３４は２つに別れている。そうすることにより、設計における２つの電磁石の配置自由度がさらに増し、アクチュエーター１０をより小型化することができる。

【００４５】

40

以上、図面を参照して実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。たとえばアクチュエーター１０は、図に示した構成要素の他、各構成要素を支持する部分や配線、制御部等をさらにも含んでも良い。また、ミラー２０、第１の電磁石３０、第２の電磁石４０、構造体１２等の形状は本実施形態の例に限定されない。

【符号の説明】

【００４６】

１０ アクチュエーター

１２ 構造体

２０ ミラー

50

2 1	永久磁石	
2 2	反射面	
3 0	第 1 の電磁石	
3 2	コイル	
3 4	ヨーク	
4 0	第 2 の電磁石	
4 2	コイル	
4 4	ヨーク	
5 0	外側フレーム	
5 2	トーションバー	10
6 0	内側フレーム	
6 2	トーションバー	
7 0	電磁石	
7 2	コイル	
7 4	ヨーク	
8 0	電磁石	
8 2	コイル	
8 4	ヨーク	
1 0 1	基準面	
2 0 1	第 1 の軸	20
2 0 2	第 2 の軸	
2 1 1	第 1 の極	
2 1 2	第 2 の極	
3 4 1	端部	
3 4 2	端部	
4 4 1	第 1 端部	
4 4 2	第 2 端部	
4 4 4	突出部	

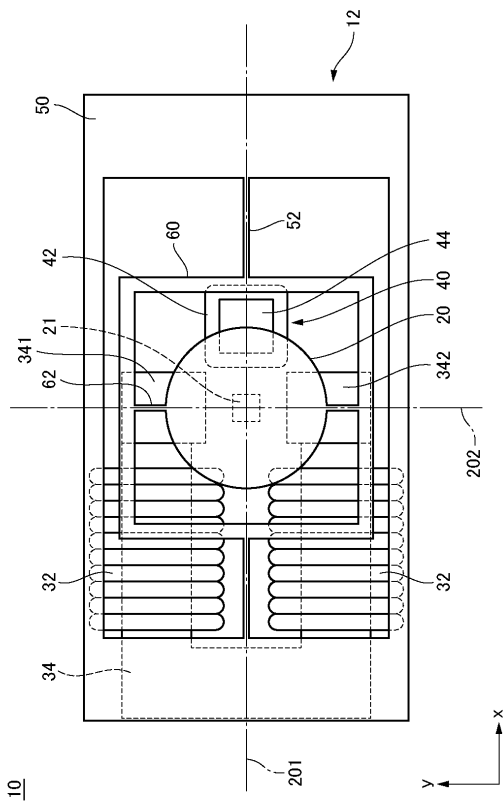
30

40

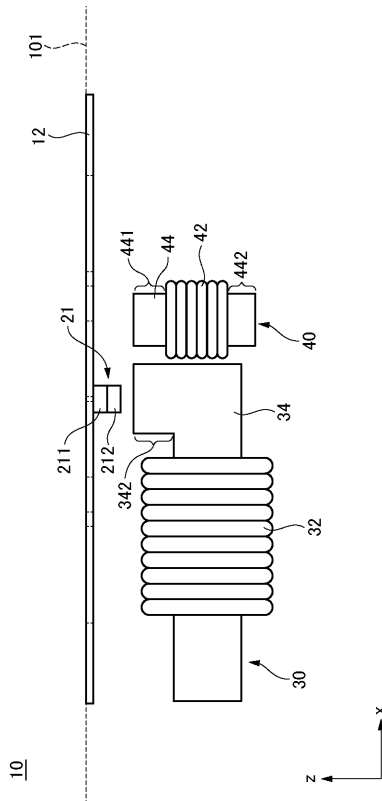
50

【図面】

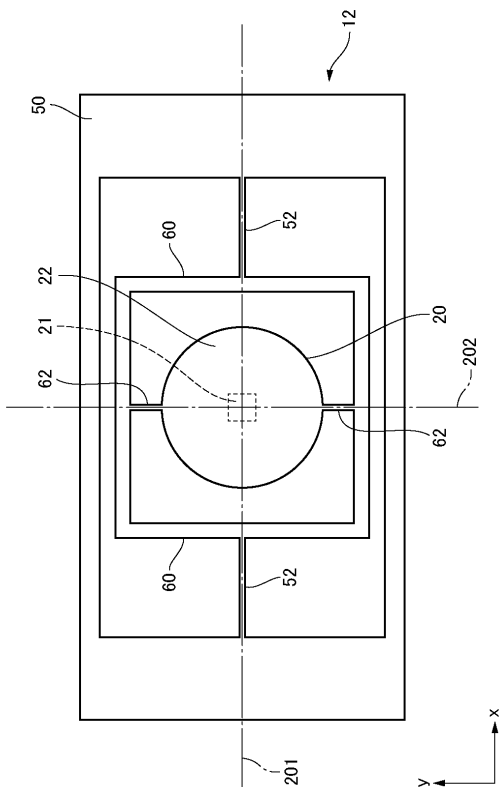
【図 1】



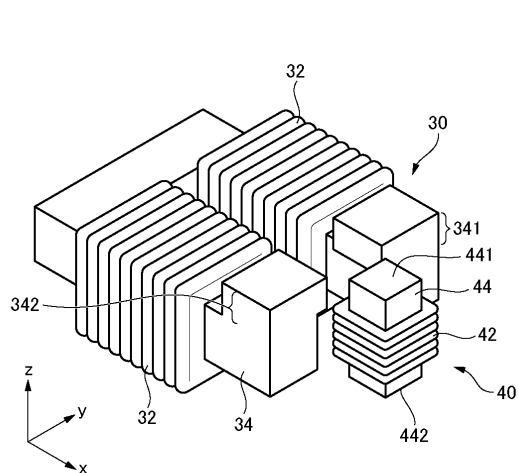
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

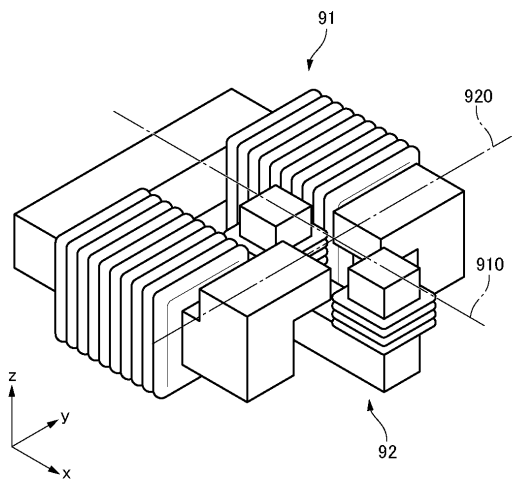
20

30

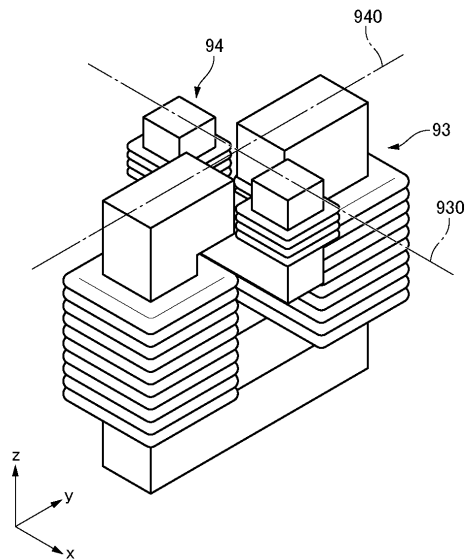
40

50

【図 5】

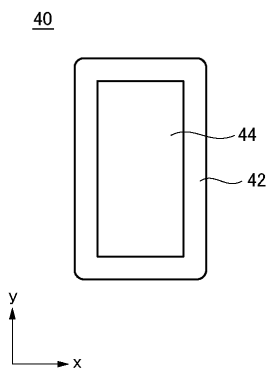


【図 6】

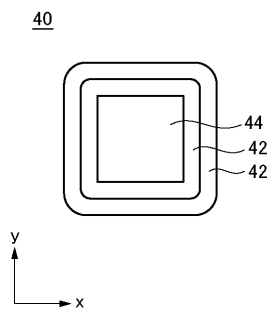


10

【図 7】



【図 8】

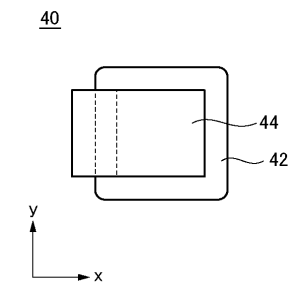


30

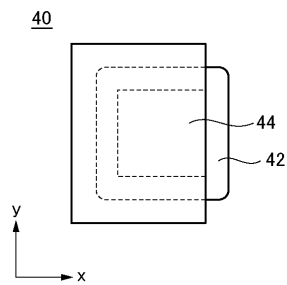
40

50

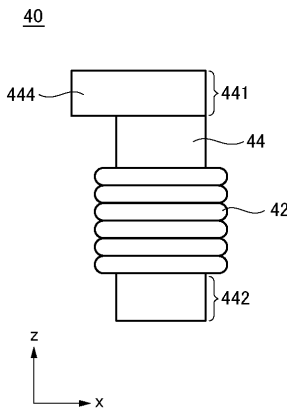
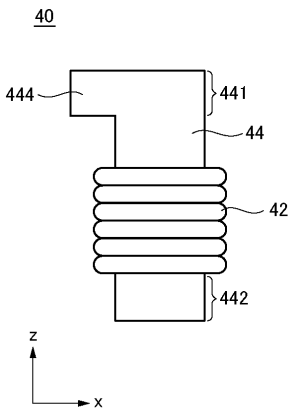
【図 9】



【図 10】

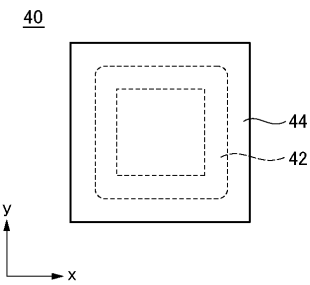


10

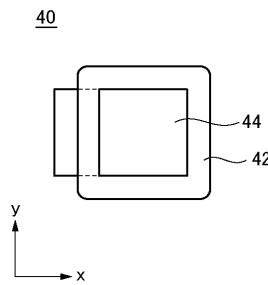


20

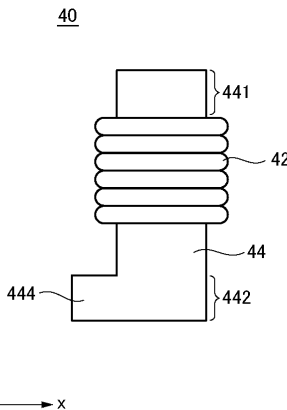
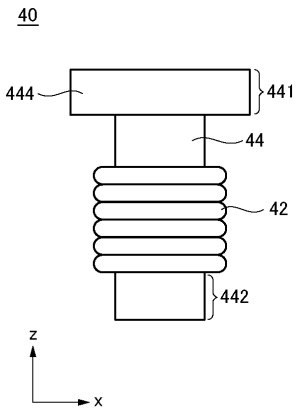
【図 11】



【図 12】



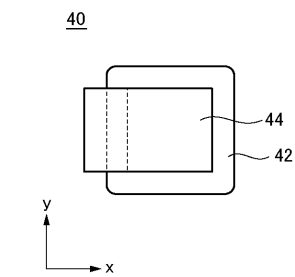
30



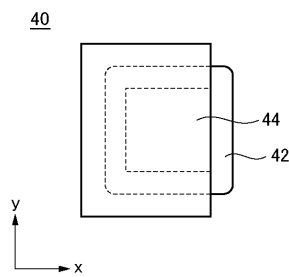
40

50

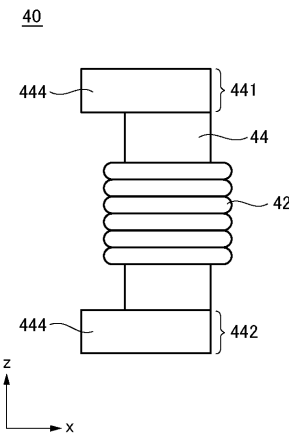
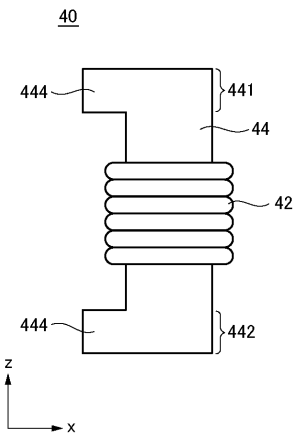
【図 1 3】



【図 1 4】

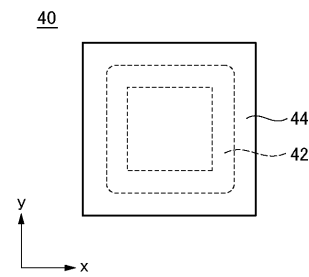


10

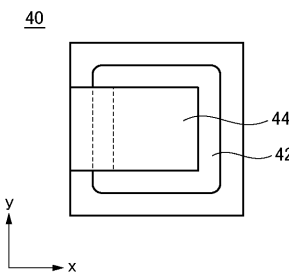


20

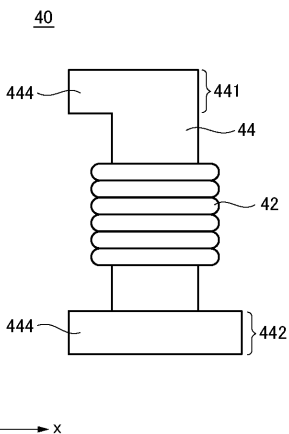
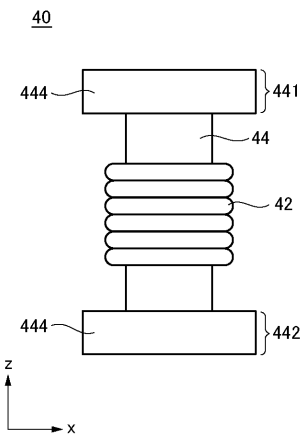
【図 1 5】



【図 1 6】



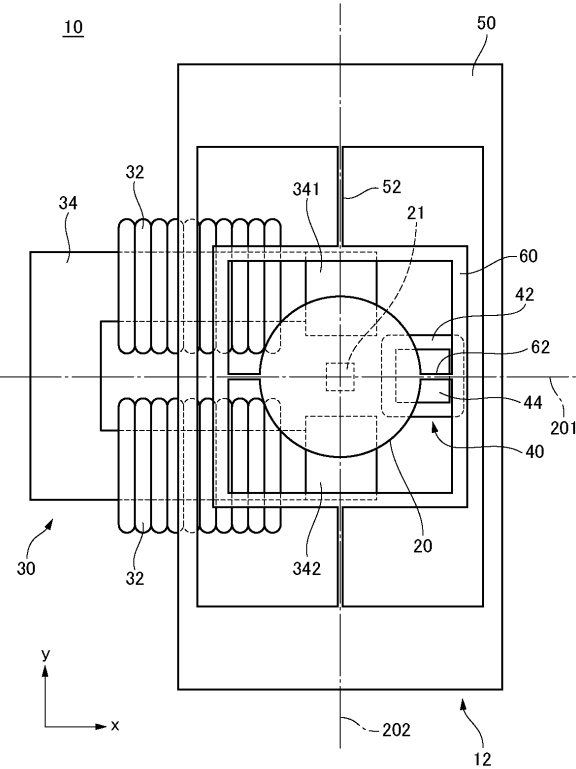
30



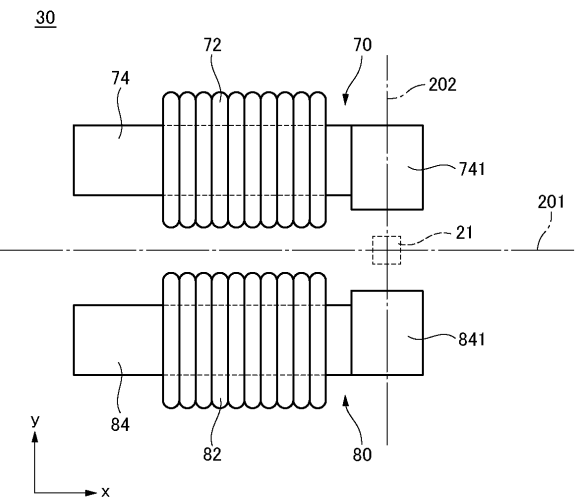
40

50

【図 17】



【図 18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

埼玉県川越市山田 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内
(72)発明者 矢部 友崇
埼玉県川越市山田 2 5 番地 1 パイオニア株式会社 川越事業所内
審査官 所村 陽一
(56)参考文献 特許第 5 7 2 0 6 7 3 (J P , B 2)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 0 - 0 0 6 3 9 9 7 (K R , A)
特許第 6 0 1 4 2 3 4 (J P , B 2)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 2 6 / 0 8
H 0 2 K 3 3 / 1 6
G 0 2 B 2 6 / 1 0