

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5025949号
(P5025949)

(45) 発行日 平成24年9月12日 (2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日 (2012.6.29)

(51) Int.Cl. F I
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 C
G11B 21/10 (2006.01) G11B 21/10 N

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-356656 (P2005-356656)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成17年12月9日 (2005.12.9)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2007-166714 (P2007-166714A)		埼玉県川口市本町四丁目1番8号
(43) 公開日	平成19年6月28日 (2007.6.28)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成20年12月9日 (2008.12.9)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100124394
			弁理士 佐藤 立志
		(74) 代理人	100113099
			弁理士 和田 祐造
		(74) 代理人	100117547
			弁理士 須田 浩史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変位拡大装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電素子と、前記圧電素子の変位量を拡大する変位拡大機構と、を備え、
 前記変位拡大機構は、前記圧電素子を支持した支持部と、この支持部に隙間を
 おいて対向した可動部と、それぞれ前記支持部と可動部とを連結している
 とともに前記圧電素子の変位に応じて変形する一対の平行なリンク部と、
 を有し、
 前記圧電素子は、前記一対のリンク部の外側で前記支持部に取り付けられ、
 前記リンク部の一方は、板ばねにより構成され、前記リンク部の他方は、
 それぞれ弾性ヒンジにより前記支持部および可動部に連結された両端部を
 有する変位拡大装置。

【請求項2】

前記支持部は台座部を有し、前記圧電素子は、前記台座部に固定された一端部と、
 弾性ヒンジを介して前記他方のリンク部に接続された他端部とを有している
 請求項1に記載の変位拡大装置。

【請求項3】

圧電素子と、前記圧電素子の変位量を拡大する変位拡大機構と、を備え、
 前記変位拡大機構は、前記圧電素子を支持した支持部と、この支持部に隙間を
 おいて対向した可動部と、それぞれ前記支持部と可動部とを連結している
 とともに前記圧電素子の変位に応じて変形する一対の平行なリンク部と、
 を有し、
 前記圧電素子は、前記一対のリンク部の外側で前記支持部に取り付けられ、
 前記リンク部の一方は、板ばねにより構成され、前記圧電素子は、前記支持部の
 台座部に固定された

一端部と、弾性ヒンジを介して他方のリンク部に接続された他端部とを有する変位拡大装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、圧電素子および変位拡大機構を備えた変位拡大装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、磁気記録装置として、例えば、ハードディスクドライブ（以下、HDDと称する）は、急速に磁気ディスクの大容量化、小型化、高速化が進んでいる。磁気記録装置の高性能化を実現するためにディスクの磁性体や磁気ヘッドの改良が行われ、ディスクの記録密度が高くなってきている。

10

【0003】

通常、HDDは、情報を記録するトラックが設けられた磁気ディスク、およびこの磁気ディスクに対して情報の書込み、読出しを行う磁気ヘッド、および磁気ヘッドを支持したアクチュエータを備えている。磁気ディスクは、磁気記録を高密度化するため、トラック間隔を非常に小さくした狭トラック化が急速に進んできている。例えば、記録密度が200 Gbit/in²以上の磁気ディスクでは、許容される位置誤差は5 nmになり、磁気ヘッドはそれに対応する位置決め精度が要求される。

【0004】

20

また、磁気ディスクおよび磁気ヘッドの記録・再生性能を評価する磁気記録評価装置（スピンドル）が提供されている。このような評価装置は実際の磁気記録に対する誤差を評価する必要性から、さらに高精度な位置決め精度が要求されている。そのため、高性能な磁気記録評価装置は、磁気ヘッドを高精密に位置決めするために、粗動機構としてX-Yステージを用い、微動機構として、ナノオーダーで精密位置決めするためのNMA（ナノ・モーション・アクチュエータ）を用いている。

【0005】

しかし、上記のような評価装置では、複雑な粗動機構および微動機構の二重構造の制御を簡素化することや、スタンド装置から排出される発熱や周囲温度の変化による温度ドリフトやRRO（リピータブル・ラン・アウト）、NRRO（アンリピータブル・ラン・アウト）のスピンドルモータの回転振れ等に対応する必要がある。このような磁気ディスクに対する磁気ヘッドの相対位置の変化に対して、微動機構に使われるNMAの拡大変位量をさらに大きくすることへの期待が高まっている。

30

【0006】

従来、磁気記録評価装置の微動機構に使われているNMAは、圧電素子と、圧電素子の変位を拡大する拡大機構とを有している。拡大機構は、圧電素子を取り付けられた固定部と、固定部に対向して設けられた可動部（変位拡大部）と、それぞれ可動部と固定部とを連結しているとともに前記圧電素子の変位に応じて移動する一对の平行なリンク部と、を備えている。圧電素子としては、PZT（PbZrO₃-PbTiO₃）に代表される圧電材料を多層に積層した積層型圧電素子が用いられている。この圧電素子は、一对のリンク部間に配設され、一端が固定部に、他端が一方のリンク部に連結されている（例えば、特許文献1）。各リンク部の両端は弾性ヒンジを介して固定部および可動部に連結されている。可動部には、磁気ヘッドが設けられている。

40

【0007】

圧電素子の変位により、一对のリンク部が4つの弾性ヒンジの部分で回動し、磁気ヘッドの取り付けられた可動部を平行移動させて精密位置決めを行う。このような平行リンク機構は、理想的には圧電素子の微小な伸び p を A/B 倍に変位拡大して以下の式（1）で示すような拡大変位量 u を得ることができる。

$$u = (A/B) p \quad \dots (1)$$

【特許文献1】特開2005-261167号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のように、理想的には、理想的にはリンク部の長さAを大きくすると拡大変位量uが増大するが、共振周波数が低下する問題がある。NMAを動作させる周波数を変えて、拡大変位振幅(ゲイン)の変化を調べた。周波数を増加させるとある周波数で急激に振動振幅(ゲイン)が増加する。このピークの周波数を共振周波数という。共振周波数では振動が大変大きくなり、制御が困難になる。そのため、高速、高精度な位置決めには高い共振周波数を持つ構造が要求される。

【0009】

このように、拡大変位量が大きく、高い共振周波数を持つ構造の最適な設計を得るため、リンク部の長さAを変えて、拡大変位量と共振周波数との関係について有限要素解析によって調査した。その結果、おおよそ拡大変位量が10 μm、共振周波数が5 kHzの構造が採用されている。

【0010】

しかし、前述した変位拡大装置の構造では、それ以上の大幅な性能向上が困難になっている。すなわち、上記変位拡大装置は、4個の弾性ヒンジを用いた平行リンクと、その内側に配置された圧電素子とを備えた機構を採用している。このような平行リンクを用いた拡大変位機構は、平行リンクのリンク部の長さAを大きくすると、拡大変位量は増加するが、共振周波数が低下する。そのため、リンク全体の剛性を高めて共振周波数を高く維持する必要がある。しかし、弾性ヒンジの剛性を大きくすると、弾性ヒンジへの応力集中により、大きな応力が発生する。そのため、大きな変位を生じる構造に対して、剛性を大きくすることが困難になる。

【0011】

また、拡大変位量を大きくするためには、大きな圧電素子を使用することが有効である。しかし、平行リンクの内側に圧電素子設置用のスペースを確保すると、平行リンク移動部の質量の増加に伴い、結果として共振周波数を低下させることになる。そのため、圧電素子の選択に制約が生じる。

【0012】

この発明の以上の点に鑑みなされたもので、その目的は、高い共振周波数を維持し拡大変位量を増大することができるとともに、圧電素子の選択の自由度が向上した変位拡大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】

上記目的を達成するため、この発明の態様に係る変位拡大装置は、圧電素子と、前記圧電素子の変位量を拡大する変位拡大機構と、を備え、

前記変位拡大機構は、前記圧電素子を支持した支持部と、この支持部に隙間をおいて対向した可動部と、それぞれ前記支持部と可動部とを連結しているとともに前記圧電素子の変位に応じて変形する一対の平行なリンク部と、を有し、

前記圧電素子は、前記一対のリンク部の外側で前記支持部に取り付けられ、前記リンク部の一方は、板ばねにより構成され、前記リンク部の他方は、それぞれ弾性ヒンジにより前記支持部および可動部に連結された両端部を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、高い共振周波数を維持しつつ拡大変位量を増大することができるとともに、圧電素子の選択の自由度が向上した高剛性の変位拡大装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下図面を参照しながら、この発明の実施形態に係る変位拡大装置について詳細に説明

10

20

30

40

50

する。

図1および図2は、変位拡大装置10を示す平面図および斜視図である。これらの図に示すように、変位拡大装置10は、積層型の圧電素子12と、圧電素子12の変位を拡大する変位拡大機構14とを備えている。変位拡大機構14は、角柱形状の支持部(固定部)16、この支持部16と隙間を置いてほぼ平行に対向した角柱形状の可動部(変位拡大部)18、および支持部16と可動部18との間を延びた互いに平行な一対のリンク部20a、20bを有し、全体としてほぼL字の枠状に形成されている。リンク部20aは、角柱形状に形成され、その両端は、それぞれ幅の細い弾性ヒンジ22を介して支持部16および可動部18に連結されている。リンク部20aは、可動部18側が細い段付の柱状に形成されている。また、リンク部20bは板ばね21により構成されている。

10

【0016】

リンク部20a、20bは平行リンクを構成し、弾性ヒンジ22の弾性変形および板ばね21の弾性変形により、弾性ヒンジおよび板ばねを支点とする等価的な回動運動等が可能となっている。

【0017】

支持部16には、この支持部を所望の部位、例えば、磁気記録評価装置の本体へねじ止め固定するためのねじ孔11が形成されている。圧電素子12は平行リンクの外側で支持部16に取り付けられている。すなわち、支持部16の端部には可動部18側に突出した台座部24が一体形成され、この台座部24に圧電素子12の一端が固定されている。圧電素子12の他端は、リンク部20aに接続された弾性ヒンジ23を有するてこ機構26

20

を介して、リンク部20aに連結されている。

可動部18には、例えば、磁気ヘッドを含む評価装置のヘッドジンバルアセンブリ(HGA)が取り付けられ、可動部と一体に移動可能となっている。

【0018】

変位拡大機構14の支持部16、可動部18、リンク部20a、20b、弾性ヒンジ22、23、およびてこ機構26は、例えば、ジュラルミン(高力アルミニウム)、ステンレス鋼等の金属あるいはセラミックス等の剛性の高い材料により一体的に成形されている。そして、可動部18、リンク部20a、20b、弾性ヒンジ22、23、およびてこ機構26は、変位拡大機構14の可動機構として機能している。

30

【0019】

圧電素子12が微小変位すると、この変位はてこ機構26により増大されてリンク部20aに伝達される。すると、リンク部20aは支持部16に対して矢印C方向に移動する。これに伴い、可動部18および他方のリンク部20bが矢印C方向に移動する。その結果、支持部16、リンク部20a、20bおよび可動部18により形成されたほぼ矩形枠状の変位拡大機構14は、平行四辺形の枠状に変位する。このようにして、圧電素子12の変位は、変位拡大機構14により拡大され、可動部18の拡大変位として出力される。

【0020】

弾性ヒンジ22間におけるリンク部20aの長手方向の長さをA、てこ機構26の弾性ヒンジ23と支持部16側の弾性ヒンジ22とのリンク部20aの長手方向に沿った距離をBとした場合、前述の式(1)で示したように、圧電素子12の微小変位は可動部18

40

においてA/B倍の変位量に拡大される。

【0021】

上記変位拡大装置10のおおよその性能を評価する場合、図3に示すような単純化したモデルを考えることができる。Aはリンク部20aの長さ、Bは弾性ヒンジ22から圧電素子12の支点となる弾性ヒンジ23までの長さで拡大率に大きく関連する。弾性ヒンジ22、23の回転に関するばね定数を k 、板ばね20bのばね定数を k_s 、そして、圧電素子12を、ばね定数 k_p のばねと電圧により p の伸びを生じる伸び要素とによってモデル化する。磁気ヘッドを取り付ける可動部18に相当する運動部分の質量を m とする。このような単純化したモデルを解析すると拡大変位量 u と共振周波数 f を次のように導くことができる。

50

【数 1】

$$u = \left(\frac{A}{B} \right) \left(\frac{k_p}{k_a} \right) \delta_p \quad \dots (2)$$

【0022】

【数 2】

$$f = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{B}{A} \right) \sqrt{\frac{k_a}{m}} \quad \dots (3)$$

10

【0023】

ただし、

【数 3】

$$k_a = \left(\frac{A}{B} \right)^2 k_s + k_p + 3 \left(\frac{1}{B} \right)^2 k_\theta$$

【0024】

ここで、 k_a は変位拡大装置全体のばね定数に相当している。

20

【0025】

上記の式から、変位拡大装置 10 の拡大変位量 u を大きくするためには、式 (2) から拡大率 A/B を大きく、ばね定数 k_p および伸び p の大きな圧電素子 12 を選択すること、そして、装置全体のばね定数 k_a を小さくする必要があることがわかる。

【0026】

一方、共振周波数 f を大きくするには、式 (3) から、運動部分の質量 m を小さく、装置全体のばね定数 k_a を大きく、更に、拡大率 A/B を小さくすればよいことがわかる。本実施形態に係る変位拡大装置 10 は、基本的に装置全体のばね定数 k_a を大きく、運動部分の質量 m を小さくした高剛性変位構造とすることにより、共振周波数 f を高く維持して、かつ、変位量の拡大率 A/B 、ばね定数 k_p 、および伸び p の大きな圧電素子 12

30

【0027】

図 4 は変位拡大装置 10 の性能評価のために行った FEM 解析 (有限要素解析) の結果を示している。この結果は、1 次共振のモード形状、およびその周波数が 5.19 KHz になることを示している。また、図 5 は、圧電素子 12 に 150 V の電圧を印加したときの拡大変位量 u を示している。150 V で伸び $p = 9.1 \mu\text{m}$ を発生する圧電素子 12 を使用して、最大拡大変位量 29.8 μm を得ることができる。

【0028】

一方、変位拡大装置 10 に生じる応力は、弾性ヒンジ 22、23 の分で大きな応力集中を発生する。図 6 は、変位拡大装置 10 の応力分布を示している。図において、無色の領域 (ハッチングのない領域) は応力の小さい部分であるが、弾性ヒンジ 22、23 と板ばねの両端部とで濃さが変化している。濃い部分 (ハッチングが細かい部分) になるほど大きな応力が生じていることを示している。

40

【0029】

図 6 (a)、(b) は、応力集中が明確となるように、弾性ヒンジ 22 と板ばねの下端部分を拡大して示している。弾性ヒンジ 22 では、黒色の部分もあり、非常に大きな応力が集中し、逆に、板ばね 21 部分の応力集中は小さいことが分かる。このことから、弾性ヒンジ 22、23 のみで構成した平行リンクは、許容応力の制限により剛性を高めることが困難であるが分かる。一方、板ばね部分の応力集中は小さいことから、リンク部の一方に剛性の高い板ばねを用いることにより、装置全体の剛性 k_a を高め、共振周波数 f をさ

50

らに大きくすることが可能となる。上記構成の変位拡大装置を試作して測定したところ、圧電素子12に150Vの電圧を印加した場合における拡大変位量 u は27.5 μm 、一次共振周波数は4.7kHzであり、おおよそ期待した性能を得ることができた。

【0030】

以上のように構成された変位拡大装置によれば、平行リンクの1つのリンク部に剛性の高い板ばねを用いることと、圧電素子を平行リンクの外側に配置することにより、平行リンクの剛性向上と圧電素子の選択の自由度を高めることが出来る。これにより、高い共振周波数を維持して、大きな拡大変位を発生する高剛性の変位拡大装置を提供が得られる。

【0031】

本実施形態に係る変位拡大装置10は、FEM解析では従来と同じ5kHzの共振周波数を維持して、従来の2倍に相当するおおよそ30 μm の拡大変位量を達成することができる。また、平行リンクの剛性と圧電素子の選択の自由度が高いことから、板ばねの剛性を高めることにより、さらに高い共振周波数を持つ変位拡大機構の実現が可能となる。従って、例えば、磁気記録評価装置の種々の仕様に対応した変位拡大装置を提供することができる。

10

【0032】

更に、本変位拡大装置は、高い共振周波数と大きな変位拡大が可能であり、磁気記録評価装置の粗動機構の簡素化や温度ドリフトや外乱の補償を容易にすることができる。このように、変位拡大装置を磁気記録評価装置に適用することにより、磁気記録評価装置の飛躍的な性能向上に貢献できる。

20

【0033】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0034】

例えば、変位拡大機構を構成する支持部、可動部、リンク部の形状は上述した実施形態に限らず、必要に応じて変形可能である。リンク部を構成する板ばねは、必ずしも一様な板ばねに限らず、長さ方向あるいは幅方向に断面形状が変化する板ばねを用いてもよい。リンク部の長さAに係らず、支持部において、板ばねとの接続部を可動部側に延長し、板ばねの長さを調整する構成としてもよい。圧電素子は積層型に限らず、他の圧電素子、磁歪素子等の同様な特性を有する駆動素子を用いることもできる。

30

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】この発明の実施形態に係る変位拡大装置を示す平面図。

【図2】上記変位拡大装置を示す斜視図。

【図3】上記変位拡大装置を簡素化したモデルを概略的に示す図。

【図4】上記変位拡大装置のFEM解析結果を示す図。

【図5】上記変位拡大装置の圧電素子に電圧を印加した場合の各部の変位量を示す図。

40

【図6】上記変位拡大装置の応力分布を示す図。

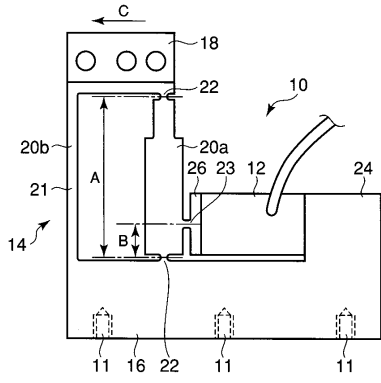
【符号の説明】

【0036】

- 10...変位拡大装置、 12...圧電素子、 14...変位拡大機構、
 16...支持部、 18...可動部、 20a、20b...リンク部、
 21...板ばね、 22、23...弾性ヒンジ、 26...てこ機構

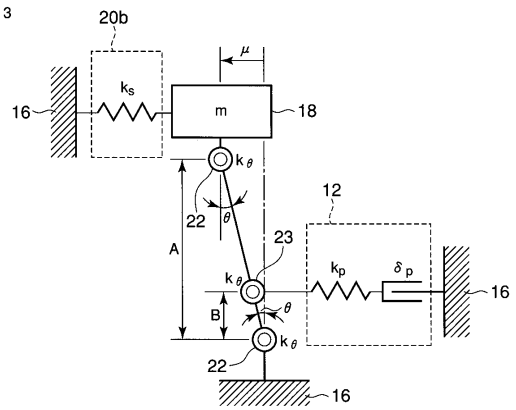
【図1】

図1



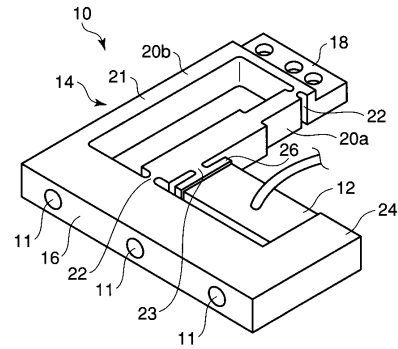
【図3】

図3



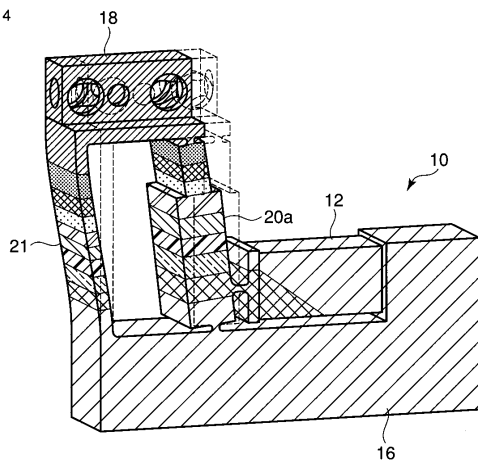
【図2】

図2



【図4】

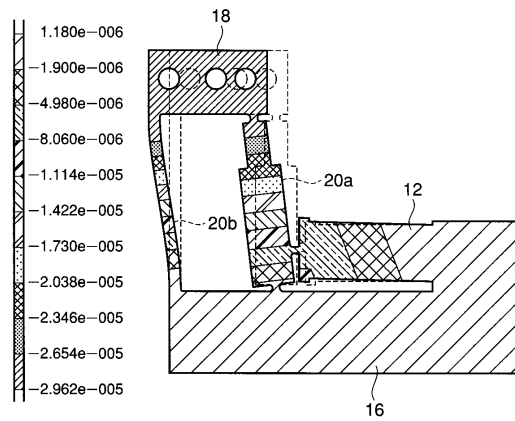
図4



周波数 : 5.191e+0.03

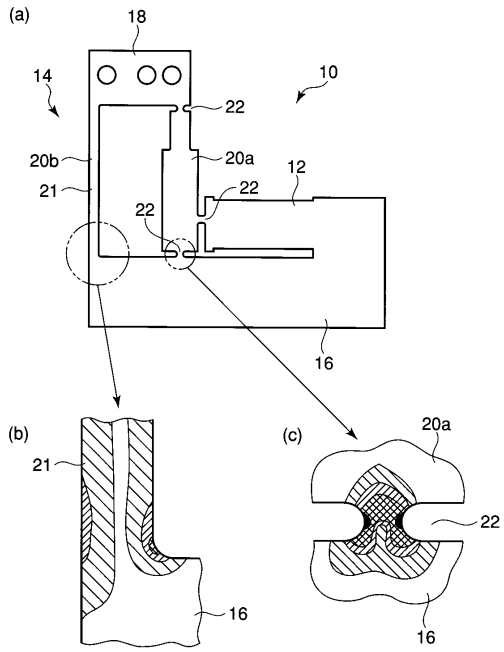
【図5】

図5



【 図 6 】

図 6



フロントページの続き

- (73)特許権者 504409543
国立大学法人秋田大学
秋田県秋田市手形学園町1番1号
- (74)代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
- (74)代理人 100091351
弁理士 河野 哲
- (74)代理人 100088683
弁理士 中村 誠
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 渋谷 嗣
秋田県秋田市御所野元町7-16-11
- (72)発明者 森 英季
秋田県秋田市御所野元町7-19-18
- (72)発明者 長縄 明大

秋田県秋田市川元松丘町3-6

(72)発明者 大日方 五郎

愛知県名古屋市天白区八事山373 パークハウス八事の丘707

審査官 安池 一貴

(56)参考文献 特開平05-147238(JP,A)

特開平05-147237(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00

G11B 21/10