

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5158082号
(P5158082)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日(2012.12.21)

(51) Int.Cl.
H02N 11/00 (2006.01)

F I
H02N 11/00 C

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-528543 (P2009-528543)	(73) 特許権者	000003207
(86) (22) 出願日	平成19年1月11日 (2007.1.11)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公表番号	特表2010-516220 (P2010-516220A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公表日	平成22年5月13日 (2010.5.13)	(74) 代理人	100064746
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/050640		弁理士 深見 久郎
(87) 国際公開番号	W02008/084559	(74) 代理人	100085132
(87) 国際公開日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		弁理士 森田 俊雄
審査請求日	平成21年7月8日 (2009.7.8)	(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫
		(72) 発明者	久須美 秀年
			愛知県名古屋市中千種区新池町2-8-707

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 量子モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

量子的特性を制御可能な機能材料を含むロータ(60)と、
前記ロータに磁場を印加する磁場印加部(20)と、
前記ロータの量子的特性を変化させる可変部(90)とを備え、
前記可変部(90)が前記ロータ(60)の量子的特性を変化させて前記ロータ(60)
に回転力が生じて前記ロータが回転し、
前記ロータはフタロシアニンを含む、量子モータ。

【請求項2】

磁気モーメントの向きを変化させることが可能な材料を含むロータ(60)と、
前記ロータ(60)に磁場を印加する磁場印加部(80)と、
前記ロータ(60)に作用してロータ(60)の磁気モーメントの向きを変化させるこ
とが可能な可変部(801, 802)とを備え、
前記ロータ(60)が前記磁場印加部(80)に近づく方向に移動しているときには前
記ロータ(60)と前記磁場印加部(80)とが引き合い、前記ロータ(60)が前記磁
場印加部(80)から遠ざかる方向に移動しているときには前記ロータ(60)と前記磁
場印加部(80)とが反発するように前記可変部(801, 802)が前記ロータ(60)
の磁気モーメントの向きを調整する、量子モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

【 0 0 0 1 】

この発明は、量子モータに関し、より特定的には磁場とロータとの作用により回転する量子モータに関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、量子の概念を用いたモータは、たとえば特開 2 0 0 1 - 2 6 8 9 5 7 号公報（特許文献 1）に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 6 8 9 5 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら従来の量子モータでは十分な回転力を得ることができないという問題があった。

【 0 0 0 5 】

そこで、この発明は上述のような問題点を解決するためになされたものであり、十分な回転力を得ることが可能な量子モータ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】

【 0 0 0 6 】

この発明に従った量子モータは、量子的特性を制御可能な機能材料を含むロータと、ロータに磁場を印加する磁場印加部と、ロータの量子的特性を変化させる可変部とを備え、可変部がロータの量子的特性を変化させてロータに回転力が生じてロータが回転する。ロータは、フタロシアニンを含む。

【 0 0 0 7 】

このように構成された量子モータでは、ロータの量子的特性を変化させてロータに回転力が生じるため、十分に回転力を発生させることができる量子モータを得ることができる。

【 0 0 1 4 】

この発明のさらに別の局面に従った量子モータは、磁気モーメントの向きを変化させることが可能な材料を含むロータと、ロータに磁場を印加する磁場印加部と、ロータに作用してロータの磁気モーメントの向きを変化させることが可能な可変部とを備え、ロータが磁場印加部に近づく方向に移動しているときにはロータと磁場印加部とが引き合い、ロータが磁場印加部から遠ざかる方向に移動しているときにはロータと磁場印加部とが反発するように可変部がロータの磁気モーメントの向きを調整する。

【 0 0 1 5 】

このように構成された量子モータでは、ロータが磁場印加部に近づく方向に移動しているときにはロータと磁場印加部とが引き合い、ロータが磁場印加部から遠ざかる方向に移動しているときにはロータと磁場印加部とが反発するように可変部がロータの磁気モーメントの向きを調整するため、ロータと磁場印加部との間の相互作用を用いることで確実にロータを回転させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】この発明の機能材料の構造式であり、図 1 の（A）は水素フタロシアニンの構造式を示す図であり、図 1 の（B）は、一部が磁気素子で置換されたフタロシアニン（Me、Pc）の構造式を示す図である。

【図 2】水素フタロシアニンと Me - フタロシアニンの希釈相の構成を示す図であり、図 2 の（A）は、希釈されていない Me P c を示す図であり、図 2 の（B）は、Me - フタロシアニンの β 相を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】 β 相 AM [H_2Pc / $MePc$] 材料に対するアイデアを示す図である。

【図 4】AM [H_2Pc / $MePc$] 系の α 相を示す図である。

【図 5】量子機構を説明するための斜視図であり、この発明の実施の形態 1 に従った量子モータの構成を模式的に示す斜視図である。

【図 6】光源に設けられた LED の配置を説明するために示す量子モータの斜視図である。

【図 7】機能材料を示す図であり、図 7 の (A) は光が照射されていない機能材料の斜視図であり、図 7 の (B) は光が照射された機能材料の斜視図である。

【図 8】永久磁石の平面図であり、図 8 の (A) は N 極永久磁石の平面図であり、図 8 の (B) は S 極永久磁石の平面図である。

【図 9】単位磁気モーメントを示す図である。

【図 10】量子モータの図であり、図 10 の (A) は量子モータのロータおよびステータの斜視図であり、図 10 の (B) は分解斜視図であり、図 10 の (C) はロータを拡大して示す断面図である。

【図 11】ロータの平面図であり、図 11 の (A) は連続的なロータの平面図であり、図 11 の (B) は放射状にパターンが設けられたロータの平面図であり、図 11 の (C) は放射状かつ円周状にパターンが設けられたロータの平面図である。

【図 12】電子の流れを説明するために示す量子モータの斜視図であり、図 12 の (A) はステータおよびロータの斜視図であり、図 12 の (B) は量子モータの分解斜視図であり、図 12 の (C) はロータの平面図であり、図 12 の (D) は電子の位置とエネルギーとの関係を示すグラフである。

【図 13】スピンの反転を説明するために示す量子モータの図であり、図 13 の (A) は量子モータのロータおよびステータの斜視図であり、図 13 の (B) は機能材料を拡大して示す図、図 13 の (C) はスピンの反転を説明するための図である。

【図 14】この発明の実施の形態 2 に従った量子モータの斜視図である。

【図 15】この発明の実施の形態 2 に従った量子モータを詳細に示す斜視図である。

【図 16】機能材料を構成する $F_{16}CuPc$ の構造式を示す図である。

【図 17】機能材料を構成する $VO Pc$ の構造式を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の実施の形態では同一または相当する部分については同一の参照符号を付し、その説明については繰返さない。

【0018】

(実施の形態 1)

1. 量子効果を用いて動きを生じさせるための基本的な概念および機構

有機分子磁石は、従来の強磁性金属合金のような直接的交換相互作用でなく、電子スピンの介在する磁気による異なる磁気機構 (量子超交換、スーパーエクスチェンジ) に基づかせることができる。その仮定によると、従来の材料よりもかなり速い (所与の電源におけるより速い回転速度) 切換の可能な (電気機械のロータ)、純粋なドメイン構造を有するかまたはドメイン構造を有さない磁気材料がもたらせ得る。

【0019】

薄層として調製される新しい材料は、電気モータのロータの表面層として用いることにより、ステータとロータとの間の磁束の伝達を改善できる。回転速度がより速いために、材料の塊に磁束が貫通する深さが小さくなり得る (ワイヤード電流の強度が小さくなる)。仮説上の理想的な場合には、電気機械のステータおよびロータは、表面下の領域のみを通じて磁氣的相互作用を行なうはずである。

【0020】

要約すると、有機分子物質中の量子磁気によって、液体窒素の温度 (140 K) から 300 K およびそれ以上の温度において全く新しい高速のドメインレス磁気切換を行なう材

10

20

30

40

50

料がもたらされるはずである。

【 0 0 2 1 】

1 . 1 材料

物理的観点から、分子系磁気の発達は以下のステップによって進行する。

【 0 0 2 2 】

a) 入力 (基本) 材料としての水素フタロシアニン (H_2Pc)

図 1 は、この発明の機能材料の構造式であり、図 1 の (A) は水素フタロシアニンの構造式を示す図であり、図 1 の (B) は、一部が磁気素子で置換されたフタロシアニン (Me 、 Pc) の構造式を示す図である。

【 0 0 2 3 】

b) 金属置換 - 磁気素子置換 (Co 、 Fe 、 Ni 、) による水素フタロシアニンの修飾

図 1 の (B) に一部が磁気素子で置換されたフタロシアニン (Me 、 Pc) を示す。磁気原子間の距離は十分に大きい ($2 \sim 5 \text{ nm}$ 以下) ため、非常に低い温度 (5 K 以下) における常磁性の挙動が保証される。

【 0 0 2 4 】

c) $H_2Pc / MePc$ の希釈相の調整

図 2 は、水素フタロシアニンと Me - フタロシアニンの希釈相の構成を示す図であり、図 2 の (A) は、希釈されていない $MePc$ を示す図であり、図 2 の (B) は、 Me - フタロシアニンの β 相を示す図である。

【 0 0 2 5 】

図 2 の (A) を参照して、 Me フタロシアニンではフタロシアニン 2 に磁性要素 1 が結合している。磁性要素 1 は Co 、 Fe 、 Ni などの金属元素である。図 2 の (B) を参照して、水素フタロシアニン 3 で希釈化された場合には、水素フタロシアニン 3 が Me フタロシアニンの間に介在する。超交換磁力媒介物 (電子) のための空きの空間が必要である。

【 0 0 2 6 】

d) Na 、 K 、 Al 、 Mg などのアルカリ金属 (AM) により希釈 $H_2Pc / MePc$ の混合相の調製

これらの金属は、 Pc 分子の中心に位置する磁気原子間の (超交換) 磁気量子力を媒介する電子の供給源となるはずである。この修飾によって、より高い温度における磁性挙動が保証されるはずである (室温以上での高温超電導体による作業のために重要) 。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、 β 相 $AM [H_2Pc / MePc]$ 材料に対するアイデアを示す図である。図 3 を参照して、金属フタロシアニンまたは水素フタロシアニンの間にアルカリ金属原子 4 が介在してこれらを結合している。

【 0 0 2 8 】

e) 溶液全体の材料の β 相および α 相の両方を確認すべきである。

図 4 は、 $AM [H_2Pc / MePc]$ 系の α 相を示す図である。図 4 を参照して、 α 相では水素フタロシアニンおよび金属フタロシアニンが互いに同一平面上に位置している。

【 0 0 2 9 】

分子面間の距離は、サンプル生成条件に依存する。この距離は、磁気原子および分子間の量子相互作用の力を決定する。 α および β 相の選択は、巨視的な機械的 (弾性) 特性にも依存し、($MOKE$ および BLS による) 実験による試験が行なわれるべきである。

【 0 0 3 0 】

提案されるタイプの材料は、 $A \cdot R \cdot Harutyunyan$ らにより 1996 年に発明された $Na_x [(CoPc)_y (H_2Pc)_{1-y}]$ 系 (ここで $x = 1 \sim 7$ 、 $y = 0 \sim 2$ または $0 \sim 1$) である。彼らは室温におけるヒステリシスループ挙動を得た。しかし、異なる割合での Ni および Fe などのその他の磁気素子ならびにその他のアルカリ金属は試験されていない。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

1 . 2 . 1 . 1 で述べた材料を用いたトルク発生機構

トルクは古典的機構および量子機構から生じる。

【 0 0 3 2 】

古典的機構において、照明されたロータの外部からその中心へ向かって伝搬する電子キャリアは、ローレンツ型の力によって影響される。このような電流は、ロータの照明された（縁部付近の）部分および照明されていない部分の局所的な電気キャリアの濃度の差から生じる。磁界において保持されていないリングの半分は光によって照明される（注入される）。この古典的機構の一般概念を図で示す。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、量子機構を説明するための斜視図であり、この発明の実施の形態 1 に従った量子モータの構成を模式的に示す斜視図である。たとえば、ロータ 6 0 の周りで分布した 1 組の孔を用いた他の種類のロータの照明が存在することを無視することはできない。

【 0 0 3 4 】

図 5 で示すように量子モータ 1 0 はロータ 6 0 と、ロータ 6 0 の上下に設けられた N 極永久磁石 2 0 および S 極永久磁石 3 0 と、光源 9 0 と、非磁場 7 0 とを有する。ロータ 6 0 は機能材料 4 0 と反強磁性材料 5 0 の積層構造となっている。図 5 では機械的トルクを発生させるために有機的な、感光性の、磁気性の材料を用いる一般原理を示している。有機性の、感光性のかつ導電性の材料が機能材料 4 0 として用いられ N 極永久磁石 2 0 と S 極永久磁石 3 0 との間に位置している。この機能材料 4 0 によりトルクが発生する。

【 0 0 3 5 】

反強磁性材料 5 0 はたとえば基板の上に配置され、その反強磁性材料 5 0 上に接触するように機能材料 4 0 が設けられる。反強磁性材料 5 0 は機能材料 4 0 の磁気特性を制御する。

【 0 0 3 6 】

光源 9 0 は機能材料 4 0 に光を照射し、これにより機能材料 4 0 でのスピンの向きを変化させることが可能である。

【 0 0 3 7 】

量子機構において、ロータ 6 0 の層および取付けられた反強磁性材料 5 0 の間の量子型の交換およびバイアスの相互作用のために、有機タイプの機能材料 4 0 の層の磁性状態を制御することによって、トルクを強化することができる。これは外部印加磁場（N 極永久磁石 2 0 および S 極永久磁石 3 0 で印加される磁場）からのリングの除去をもたらす。量子ベースのエネルギーは、有機材料における相互作用する分子のスピン間の超交換エネルギーまたは二重交換エネルギーから生じる。スピンの方位は、外部磁界によって、および有機材料の最も重要な利点と思われる外部から与えられる光（おそらくダイオードからのレーザー光）によって影響を及ぼされることができる。すなわち、光源 9 0 として、レーザやダイオードが用いられる。

【 0 0 3 8 】

有機的な磁気タイプの層としての機能材料 4 0 は光に反応しやすく、一部の次数（ 10^4 以上）における導電率の変化をもたらす。この基準は、図 1 から図 4 で示した $H_2Pc / MePc$ の希釈化されたフェーズ（金属タイプのフタロシアニン（ $MePc$ ）によって希釈化された純粋なフタロシアニン（ H_2Pc ））によって満たすことができる。好対称性を有する $MePc$ 分子は、新しい材料、すなわち磁気の感光性である、透明で有機的な二次元の組が強磁性または反強磁性的にスピンと相互作用する基本要素としてのみ扱われるべきである。

【 0 0 3 9 】

将来のデバイスの性能を高めるために、2 分子層（強磁性 / 反強磁性の材料）を多層構造へと配列することができる。

【 0 0 4 0 】

量子モータ 1 0 は主に 4 つの部分、すなわち、ロータ 6 0 、 1 対のステータを構成する

10

20

30

40

50

N極永久磁石20およびS極永久磁石30、ダイオードユニット(コントローラ)から構成される光源90およびシャフトからなる。

【0041】

図6は、光源に設けられたLEDの配置を説明するために示す量子モータの斜視図である。光源90には複数のLED91(発光ダイオード)が配置されており、さらにLED91に電力を供給するための回路も設けられる。

【0042】

光源90に向かい合うようにN極永久磁石20が配置される。N極永久磁石20には複数の孔21が設けられ、この孔21が光源90に設けられたLED91から放たれた光を透過してこの光がロータ60に照射される。

【0043】

ロータ60はシャフト100と固定されており、シャフト100とともに回転する。また、ロータ60はステータ80に挟まれている。

【0044】

ロータ60に向かい合うようにステータ80の一部を構成するS極永久磁石30が配置される。

【0045】

ステータ80は外部磁界をロータ60に与えるために、2つの部分の磁極性としてのN極永久磁石20およびS極永久磁石30とを有する。

【0046】

図7は、機能材料を示す図であり、図7の(A)は光が照射されていない機能材料の斜視図であり、図7の(B)は光が照射された機能材料の斜視図である。図7の(A)および(B)で示すように、薄い有機ベースの層としての機能材料40はロータ60上でコーティングされる。図7の(A)で示すように、有機材料層である機能材料40の表面には磁性要素を含むフタロシアニンが配置される。有機材料はたとえば光のような外部から与えられる物理的エネルギーに対して準安定状態であるべきであり、外部から与えられる物理エネルギーによってその電位または電子スピンを変化させる。図7の(B)で示すように一部分に光が照射されるとスピンの向きが配向し、電子の流れが中央に向かって生じる。ロータ60は磁気ベアリング110によってシャフト100に支持されている。

【0047】

図8は、永久磁石の平面図であり、図8の(A)はN極永久磁石の平面図であり、図8の(B)はS極永久磁石の平面図である。図8の(A)および(B)で示すように、N極永久磁石20およびS極永久磁石30はそれぞれ複数の部分に分割されている。N極永久磁石20およびS極永久磁石30は各々ステータ80を構成する。永久磁石はロータの一区分おきに置かれる。ステータ80は、ロータがLEDアレイユニットとしての光源90からの光にさらされるための孔21またはスリットをも有する。各々の孔21は磁石が置かれていない一区分おきに置かれる。磁気ベアリングがシャフトのために用いられる。

【0048】

2.1 効果についての理論的説明

力と辺との積である機械的トルクNは以下の式で表わされる。

【0049】

【数1】

$$\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F}$$

【0050】

単位磁気モーメント(スピン)に対して力が作用すると仮定する。この力は上記スピンの磁気モーメントpに比例する。すなわち以下の式で表わされる。

【0051】

10

20

30

40

【数 2】

$$F = p \cdot H$$

【 0 0 5 2 】

ここでHは外的に与えられた磁場である。

図9は、単位磁気モーメントを示す図である。スピンのより磁束Φが発生する。その磁束により磁気モーメントが生じ、磁気モーメントは磁束に比例する。

【 0 0 5 3 】

磁気モーメントはスピンにより生じた磁流に比例する(図9)。その値は、磁性体の巨視的なパラメータ、すなわち磁性Mから算出され得る。したがって、磁気モーメントpは以下の式で表わされる。

【 0 0 5 4 】

$$p = M / (\mu_0 \cdot d)$$

【 0 0 5 5 】

【数 3】

$$p = M / (\mu_0 \cdot d)$$

【 0 0 5 6 】

ここで、 μ_0 は真空中の透磁率であり、dは磁気モーメント長さである。次に、外部磁場 $H = B / \mu_0$ に位置する、この磁気モーメントpに作用する力Fは以下に等しい。

【 0 0 5 7 】

【数 4】

$$F = p \cdot (B / \mu_0)$$

【 0 0 5 8 】

次に、ロータ軸から間隔(半径)Rだけ離れた何らかの態様で据付けられた磁気モーメントpに対して作用する機械的モーメント N_p は以下のように推定され得る。

【 0 0 5 9 】

【数 5】

$$N_p = 0.5 \cdot \left(\frac{M}{d} \right) \cdot B \cdot R$$

【 0 0 6 0 】

この簡単な推定から、薄層技術を使用する重要性が示される(図13と比較)。というのも、dパラメータは基本的な磁石(スピン)の長さを表わすばかりでなく、層の厚み範囲をも表わすからである。このプロジェクトの目的のためには、この範囲は単一の強磁性層についておよそ(5nmから100nm)に等しい。

【 0 0 6 1 】

M量は所与の材料のマクロパラメータとして扱われ得る。このように、それはサンプル(ロータ)の全体の磁性(磁気モーメント)を表わす。非磁性のフタロシアニンの場合、それは0.001~0.002emu/グラム($A \cdot m^2 / kg$)に等しい。以下のデータ、すなわちロータの直径 $2R = 5cm$ 、外部磁場の磁場誘導 $B = 1T$ 、層の厚み $d = 10nm$ を仮定すると、機械的トルクについて $N_p = 0.125 \cdot 10^4 Nm$ が得られる。これにより、角周波数1000Hzで動作するロータ(1層=10nm)の場合、 $10^7 W$ (1000kW)のオーダのパワーが与えられる。この完全な場合は、漂遊磁場、スピン反転に必要なエネルギーを含まない(図13と比較)。たとえば、既知の金属の場合(コバルト)についてのこのエネルギーの推定は、1000Hzの周波数で切換えられるべき1リ

10

20

30

40

50

ットルについての5 kWの値を与える。しかしながら、金属材料における量子のエネルギーは結晶起源の磁気異方性(マクロ規模で)からの結果であることに注目されたい。磁性有機材料の場合、このエネルギーはより低い場合もある。

【0062】

トルク生成の古典的なメカニズム(図12)は、局所的な光の影響に関連し、明らかに主に半導体において適用され得る。半導体の利点は、電荷担体の濃度が空間において局所的に(ロータのエッジの近くの領域で)変化させることができる点である。このメカニズムの欠点は、拡散電流がその性質において熱的であり、通常の電流ほど速くない点である。この弱い効果は、電流の流れの間にレンツの法則からの結果である負の要因を補償し得ることが予想され得る。一方で、上記流れをパターン化したロータの場合(図11と比較)には阻止可能であり、トルク生成の問題を量子のメカニズムのみに還元する。

10

【0063】

図10は、量子モータの図であり、図10の(A)は量子モータのロータおよびステータの斜視図であり、図10の(B)は分解斜視図であり、図10の(C)はロータを拡大して示す断面図である。図10の(A)から(C)を参照して、ロータ60はスピン型の量子ロータである。レーザダイオードからなる光源から放たれた光はN極永久磁石20の孔21を透過してロータ60へ達する。ステータ80の一部分であるN極永久磁石20は光を供給するための孔21を有する。感光性のロータ60は強磁性材料と反強磁性材料との積層構造である。図10の(C)で示されるように、基板51上に反強磁性材料50が設けられ、その上に機能材料40が設けられる。反強磁性材料50の厚みは10から200 nmである。強磁性材料である機能材料40の厚みは2から50 nmである。

20

【0064】

図11は、ロータの平面図であり、図11の(A)は連続的なロータの平面図であり、図11の(B)は放射状にパターンが設けられたロータの平面図であり、図11の(C)は放射状かつ円周状にパターンが設けられたロータの平面図である。図11の(A)で示すようにロータ60が1つの領域で形成されていてもよい。

【0065】

また図11の(B)で示すようにロータ60が中央から放射状に延びるような線で複数個に分割されていてもよい。

【0066】

30

また、図11の(C)で示すように放射状に延びる線と同心円とによりロータ60の表面の領域が分割されていてもよい。

【0067】

図11(B)および(C)で示すような分割形状に応じて永久磁石がステータに配置されてもよい。

【0068】

図12は、電子の流れを説明するために示す量子モータの斜視図であり、図12の(A)はステータおよびロータの斜視図であり、図12の(B)は量子モータの分解斜視図であり、図12の(C)はロータの平面図であり、図12の(D)は電子の位置とエネルギーとの関係を示すグラフである。図12を参照して、ロータ60に光92が当たると図12の(C)で示すように中心に向かって電子が流れる。これは図12の(D)を用いて説明される。すなわち、中心から外側に向かうにつれて電子のエネルギーは高くなる。これは、光92の照射によるものである。したがって、エネルギーが高くなった外周部の電子が中心に向かって流れる。これが図12中の矢印で示されるような中心部へ向かう電子の流れを示している。

40

【0069】

このように電子が流れることで電流が発生し、電流と直交する方向に印加される磁場とが作用してロータを回転させる方向の力が発生する。

【0070】

図13は、スピンの反転を説明するために示す量子モータの図であり、図13の(A)

50

は量子モータのロータおよびステータの斜視図であり、図13の(B)は機能材料を拡大して示す図であり、図13の(C)はスピンの反転を説明するための図である。図13の(A)で示されるように、ステータ80のN極永久磁石20およびS極永久磁石30の間にロータ60が配置されている。ロータ60はシャフト100と接続されている。

【0071】

図13の(B)で示されるように、スピン41が機能材料40内に存在し、この向きが変更されることによりそれぞれのスピン41とステータ80との間の相互作用により矢印Rで示す方向の回転力が発生する。スピン41の向きが反転するまではステータ80とスピン41が引合い、反転した後はステータ80とスピン41とが反発するように構成する。

10

【0072】

図13の(C)を参照して、最大の磁気スピンエネルギー状態からスピンが反転し最小の磁気スピンエネルギー状態となる。これは光またはその他の外部的な要素により回復される。図13では量子メカニズムおよびバイアス交換作用に基づくトルクが発生している間のスピンの反転の詳細を示している。

【0073】

次に、モータの制御方法について述べる。

光トリガとなるLEDのスイッチング周波数を変えることで、モータの回転数を制御する。

【0074】

20

光の色(波長)または強度を変えることで、電子の励起レベルを制御、または電子スピンの角運動量を制御できるため、トルクを制御できる。

【0075】

また図8において、光照射を外周部ではなく内側にし、励起電子の拡散方向を逆向きにすることで、回転方向を反転させることができる。すなわちLEDの配置と点灯のタイミングを制御することで、正転/反転の制御ができる。

【0076】

また、外部磁場となる磁石の配置を、励起状態の材料と組合せた方向を順方向と仮定すると、磁石の配置をずらし、図6のようにレスト状態の材料と組合せれば逆方向の回転運動を得ることができる。この場合、外部磁場を電磁コイルなどで自由にコントロールできるようなステータを設計すれば、外部から電磁力を制御することで正転/反転の制御が可能となる。

30

【0077】

また、回転軸に発電専用の回転機を接続すれば、従来モータのような回生エネルギーを得ることができる。本発明は、たとえば回転軸を設けずシステム全体を直線状に構成した、量子リニアモータに用いることができる。

【0078】

また、光源として太陽光を利用し、半永久動作可能な屋外用途のモータとして用いることができる。

【0079】

40

また、光源に太陽光を利用し、ロータを回転させることにより発電される、半永久的に動作が可能な太陽光発電装置として用いることができる。

【0080】

また、ロータ部分を独立させディスク型の製品とし、ポータブルなエネルギー源として利用することもできる。この場合、外部磁場と光トリガを供給する別体の装置との組合せで使用する事が可能である。

【0081】

さらに、ロータディスク単体で持ち歩く際に必要となる、準安定的な有機材料の薄膜を保護するためのコーティング材料として用いることができる。

【0082】

50

本発明の概要は、以下のように説明される。

(1) 本発明では、Ni、Co、Feなどの強磁性体とフタロシアニンを合成し、電子的または磁性的に準安定な強磁性材料を創出する。基本材料の合成として、水素フタロシアニンをベースとし、水素をNi、Co、Feなどに置換した金属フタロシアニンとの合成材料を作る。金属原子への置換により、分子内に空孔が生成される。この空間内を電子が移動すること、または空間内で電子スピンの変化することによって、材料の磁性を変えることができる。

【0083】

機能電子の供給に関し、電子の供給源として、水素/金属フタロシアニンにNa、K、Al、Mgなどのアルカリ金属を合成する。アルカリ金属から供給される電子により、材料内の量子的磁力が分子内を伝わり、常温以上で材料の磁性を制御することが可能となる。

10

【0084】

(2) 上記の材料を用い、外部から光などのエネルギーを用い材料の電子密度分布や電子スピンを制御することで材料物性を変化させることができる。

【0085】

(3) さらにこの操作を予め設定した外部磁場内で行ない、その結果として生じる材料に働く力を、機械的エネルギーとして取出すことを基本原理とした駆動装置が提供される。

【0086】

20

(4) (1)から(3)の基本発明を利用した、回転運動を得るための基本構成が図5で示される。ロータ60では上記(1)の材料が用いられる。(1)の材料は単分子程度の薄膜で、特に電子スピンを制御した際に所定の機能が得られるよう、反強磁性材料50と層状に組合されている。これは図10でも示されている。

【0087】

2層1組で1つの機能材料を構成する。ロータとしては、この機能材料を何層にも多層に重ね、最下層に保持材として基板材料を構成する。機能材料の膜厚(2層)は100~300nmであるため、たとえば厚み $t = 1\text{ cm}$ 程度のロータを想定した場合、基板材料の厚みを5mmとすると数万層オーダの機能材料を積み重ねることが可能である。

【0088】

30

(5) 光を入力エネルギー(トリガ)とした場合、ロータ60は透明性を保たなければならない。

【0089】

(6) 図5に示すように、ロータ60は1対の永久磁石などによる外部磁場内に配置され、ロータ60の中心には回転軸が設けられる。図示した要領でロータ60の特定部位(ここでは外周部)に光を照射すると、準安定部分が光励起され、内部に電子密度分布変化による電流が発生し、フレミングの左手の法則に従い磁場と電流それぞれと直角の方向に力が働くため、ロータが回転を始める。同時に、準安定部分の電子スピンの反転することにより、外部磁場と反発する方向に力が発生するため、回転力はさらに強まる。一方、図5においてロータ60の右半分には外部磁場も光トリガも与えない。これは材料をレストするためである。レスト部分を設けることにより、材料内電子のエネルギーポテンシャルと、電子スピンは元の状態に戻り、次の励起に備えることができる。材料の持つ量子エネルギーを、デバイス出力として機械的なエネルギーに変換する過程において、励起部分とレスト部分とを交互に配置することは本発明の大きな特徴の1つであり、デバイスとしての重要な設計要件となる。

40

【0090】

本発明に従った量子モータ10は、外部から量子的特性を制御可能な機能材料40を含むロータ60と、ロータ60に磁場を印加する磁場印加部としてのN極永久磁石20およびS極永久磁石30と、ロータ60の量子的特性を変化させる可変部としての光源90とを備える。光源90がロータ60の量子的特性を変化させてロータ60に回転力が生じて

50

ロータ 60 が回転する。

【 0091 】

光源 90 はロータ 60 に外部から物理エネルギーを与えることによりロータ 60 の量子的特性を制御する。

【 0092 】

ロータ 60 は反強磁性材料 50 と機能材料 40 とを含んで構成される。

物理的エネルギーは、ロータ 60 の一部分に与えられる。光源 90 がロータ 60 の量子的特性を変化させてロータ 60 内で電流が流れ、その電流と磁場とが作用してロータ 60 に回転力が生じる。光源 90 がロータ 60 の量子的特性を変化させてロータ 60 と磁場との相互作用によりロータ 60 に回転力が生じる。

10

【 0093 】

量子モータ 10 は、一部に電磁波が照射されることで照射された部分から他の部分へ電流が流れる材料を含むロータ 60 と、ロータ 60 に磁場を印加する N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 と、ロータ 60 の一部に電磁波を照射する照射部としての光源 90 とを備え、光源 90 がロータ 60 の一部に電磁波を照射することで照射された部分から他の部分へ電流が流れ、その電流と磁場との相互作用によりロータ 60 が回転する。

【 0094 】

(実施の形態 2)

図 14 は、この発明の実施の形態 2 に従った量子モータの斜視図である。図 14 を参照して、機能材料 40 内でスピン 41 が存在し、スピン 41 はある時点で反転する。このときの反転として、たとえば外部からの何らかの物理的な力を用いることが可能である。またスピン 41 が反転する前には、スピン 41 の各々はステータ 80 を構成する N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 と引き合い、スピンが反転した後は、スピン 41 は N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 と反発し合うようにすれば、ロータ 60 に力が加わりロータ 60 が回転する。

20

【 0095 】

図 15 は、この発明の実施の形態 2 に従った量子モータを詳細に示す斜視図である。図 15 を参照して、量子モータ 10 は、外部からの作用により磁気モーメント (スピン 41) の向きを変化させることが可能な材料を含むロータ 60 と、ロータ 60 に磁場を印加する磁場印加部としての N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 と、ロータ 60 に作用してロータ 60 のスピン 41 の向きを変化させることが可能な可変部としての光源 801 , 802 とを備える。ロータ 60 が N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 に近づく方向に移動しているときにはロータ 60 と N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 とが引き合い、ロータ 60 が N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 から遠ざかる方向に移動しているときにはロータ 60 と N 極永久磁石 20 および S 極永久磁石 30 とが反発するように光源 801 , 802 がロータ 60 のスピン 41 の向きを調整する。

30

【 0096 】

光源 801 , 802 は、ロータ 60 に対して光 (電磁波) を照射することでスピン 41 の向きを変化させることが可能である。光源 801 , 802 に変えて、他の物理的な装置でスピン 41 の向きを変化させることも可能である。スピン 41 の矢印の先側が S 極である。ロータ 60 の上下には N 極永久磁石 20 と S 極永久磁石 30 とが対になって配置されているため、各々の N 極永久磁石 20 と S 極永久磁石 30 とが、スピン 41 と相互作用してロータ 60 が回転する。機能材料 40 のスピン 41 は、光などの外部からのエネルギーを得て向きを変える。

40

【 0097 】

図 16 は、機能材料を構成する $F_{16}CuPc$ の構造式を示す図である。図 17 は、機能材料を構成する $VO Pc$ の構造式を示す図である。以上の実施の形態 1 および 2 においては、機能材料 40 として、図 16 および図 17 で示す $F_{16}CuPc$ または $VO Pc$ を採用することも可能である。

【 0098 】

50

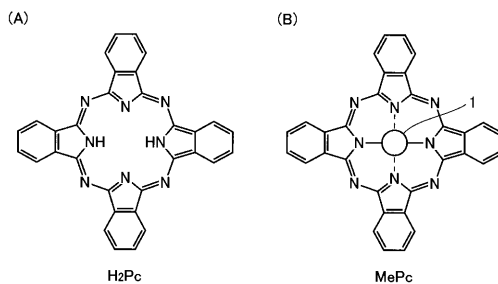
今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

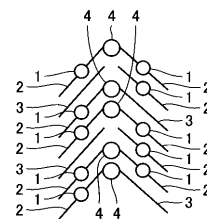
【 0 0 9 9 】

1 磁性要素、2 フタロシアニン、3 水素フタロシアニン、4 アルカリ金属原子、10 量子モータ、20 N極永久磁石、30 S極永久磁石、40 機能材料、50 反強磁性材料、60 ロータ、70 非磁性空間、80 ステータ、90 光源。

【図 1】

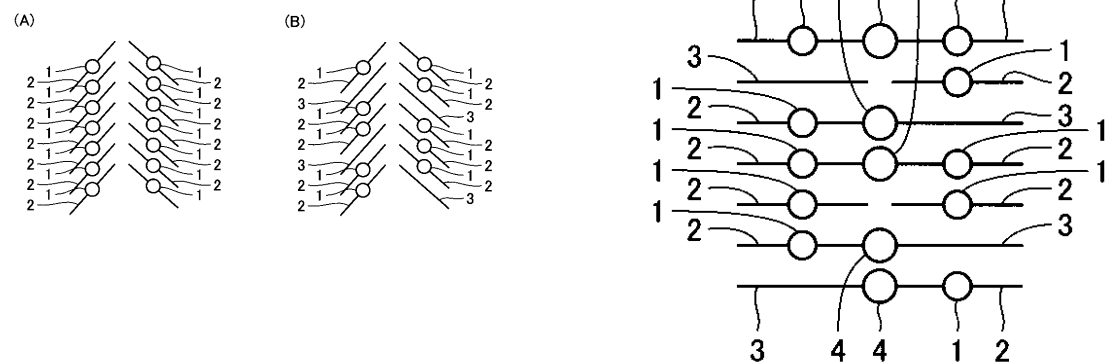


【図 3】

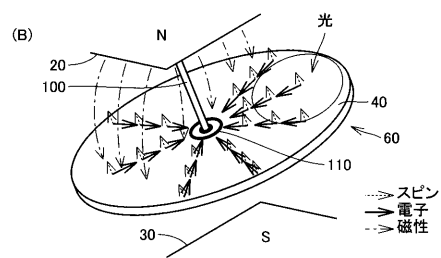
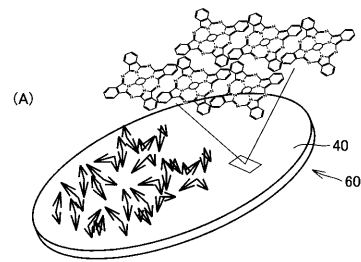


【図 4】

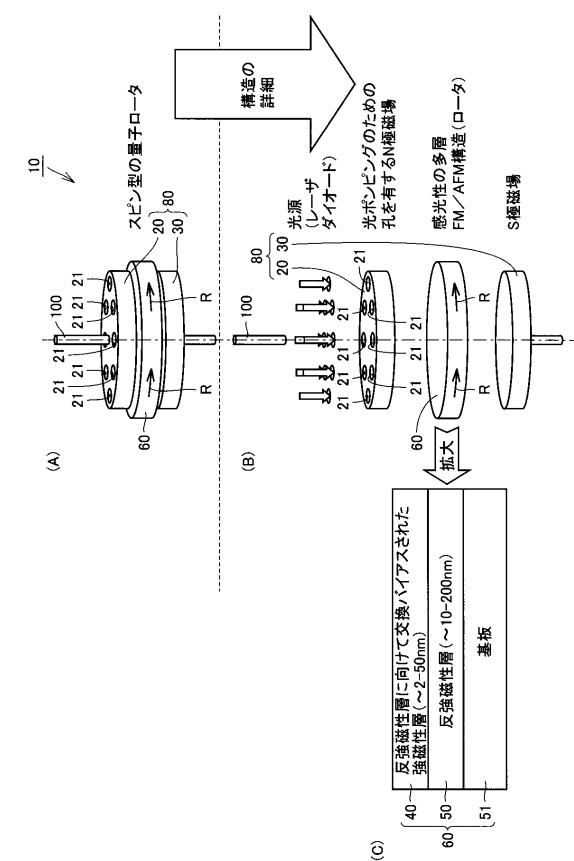
【図 2】



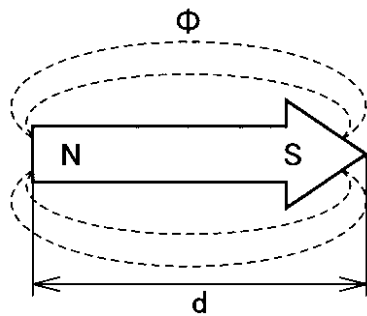
【 図 7 】



【 図 1 0 】



【圖 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ブラコビッツ, トマシュ
ポーランド、4 4 1 0 5 グリピツェ、オンツ、6 / 3
- (72)発明者 柳原 弘道
ベルギー、1 1 5 0 ブリュッセル、アブニュ・デュ・マンワール・ダンジュ、8 3 / 1
- (72)発明者 ドゥーバーゼル, マルレーン
ベルギー、3 0 1 2 ビルセーレ、エクステルフェルトシュトラート、2
- (72)発明者 アムベック - マデセン, ヨナス
ベルギー、1 0 0 0 ブリュッセル、リュ・シャルル・マルテル、3 5
- (72)発明者 オスメゾウリー, ガブリエル
ベルギー、1 0 5 0 ブリュッセル、アブニュ・ピエール・キュリー、8 4
- (72)発明者 スタンコビッチ, イゴール
セルビア共和国、1 1 0 0 0 ベオグラード、カラジョルジェバ、6 9
- (72)発明者 船山 竜士
神奈川県横浜市青葉区青葉台 2 - 1 5 - 8
- (72)発明者 坂井 克弘
神奈川県秦野市立野台 3 - 5 - 5

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開平 0 7 - 0 7 9 5 8 2 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 3 5 4 1 8 (J P , A)
実開平 0 1 - 1 5 0 4 8 9 (J P , U)
特表 2 0 0 3 - 5 2 8 4 7 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H02N 11/00