

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-237113  
(P2001-237113A)

(43)公開日 平成13年8月31日(2001.8.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 F 1/00		H 0 1 F 41/02	G 5 E 0 4 0
41/02		1/00	Z 5 E 0 6 2

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-42970(P2000-42970)

(22)出願日 平成12年2月21日(2000.2.21)

(71)出願人 391012718

岡崎国立共同研究機構長

愛知県岡崎市明大寺町字西郷中38番地

(72)発明者 井上 克也

愛知県岡崎市竜美南2-4-1 竜美ヶ丘

公務員宿舍3-31

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

Fターム(参考) 5E040 AA11 AA20 BD05 HB16

5E062 CD04 CF02 CG03

(54)【発明の名称】 不斉分子磁石およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 磁性を持つと共に光学活性を示し、かつ着色透明性を有し、さらに転移温度が比較的高い等の特性を有する単結晶の不斉分子磁石を提供しようとするものである。

【解決手段】 一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、Lは光学活性(RまたはS)-1, 2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1, 3-ジアミンおよびその誘導体を示す) にて表される単結晶からなることを特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、L は光学活性 (R または S) - 1, 2 - ジアミンおよびその誘導体、光学活性 (R または S) - 1, 3 - ジアミンおよびその誘導体を示す) にて表される単結晶からなることを特徴とする不斉分子磁石。

【請求項 2】 前記一般式の L は、光学活性 (S) - アラナミドであることを特徴とする請求項 1 記載の不斉分子磁石。

【請求項 3】 前記一般式の L は、光学活性 (R, R) - ジアミノシクロヘキサンであることを特徴とする請求項 1 記載の不斉分子磁石。

【請求項 4】 前記一般式の L は、光学活性 (R) - 1, 2 - ジアミノプロパンであることを特徴とする請求項 1 記載の不斉分子磁石。

【請求項 5】 光学活性 (R または S) - 1, 2 - ジアミンおよびその誘導体、光学活性 (R または S) - 1, 3 - ジアミンおよびその誘導体から選ばれる光学活性のジアミン化合物に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりジアミン化合物溶液を調製する工程と、マンガン塩に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりマンガン塩溶液を調製した後、このマンガン塩溶液を非酸化性雰囲気下で前記ジアミン化合物溶液に添加して混合する工程と、ヘキサシアノクロム酸塩に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりヘキサシアノクロム酸塩溶液を調製した後、このヘキサシアノクロム酸塩溶液を非酸化性雰囲気下で前記混合溶液に添加し、混合、反応させ、さらに室温下で放置することにより一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、L は光学活性 (R または S) - 1, 2 - ジアミンおよびその誘導体、光学活性 (R または S) - 1, 3 - ジアミンおよびその誘導体を示す) にて表される単結晶を析出する工程とを具備したことを特徴とする不斉分子磁石の製造方法。

【請求項 6】 前記完全脱気溶媒は、完全脱気純水であることを特徴とする請求項 5 記載の不斉分子磁石の製造方法。

【請求項 7】 前記マンガン塩は、塩化マンガン(II)水和物または過塩素酸マンガン(II)水和物であることを特徴とする請求項 5 記載の不斉分子磁石の製造方法。

【請求項 8】 前記ヘキサシアノクロム酸塩は、ヘキサシアノクロム酸カリウムであることを特徴とする請求項 5 記載の不斉分子磁石の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な不斉分子磁石およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】不斉な分子磁石(磁性体)において、“磁気不斉二色性(Magneto-Chiral Dichroism)”と名付けられた現象が起こることがG.Wagniere and Meier, Chemical Phys. Lett., 93, pp.78-81(1982), G.Wagniere, Chemical Phys. Lett., 110, pp.546-550(1984) およびL.D. Barron, J.Vrbannich, Mol. Phys., 51, pp.715-730(1984)に報告されている。これらの報告には、実際の物質について言及されず、理論のみが述べられている。すなわち、“磁気不斉二色性”は磁気光学効果の一種で例えば結晶の吸光度、発光強度が結晶の磁化の向きと光の進行方向によって制御できる特性を示す。したがって、磁場の向きで光学特性を制御するために光通信分野、光学分野等において多くの応用が期待されている。

【0003】一方、特開平9-246044号公報には光照射により磁気特性が変化したり、光照射後の磁気特性が温度変化により可変である特性を持つ、例えばコバルト-鉄シアノ錯体からなる分子磁性材料が開示されている。特開平10-32111号公報には、フェロ磁性を示す分子磁性材料の磁性イオン単位とフェリ磁性を示す分子磁性材料の磁性イオン単位を各々少なくとも1種以上有する、例えば  $(Fe_{0.4}Mn_{0.6})_{1.6}Cr(CN)_6$  からなる分子磁性材料であって、光照射により磁気特性が可変である分子混合磁性材料が開示されている。特開平10-208924号公報には、一次元スピン配列方向とこれに交差する軸でスピン間相互作用が全く相反する結晶磁気異方性を有する、例えばマンガン(II)(テトラエトキシフェニルホルフィリン)テトラシアノエチレンからなる分子磁性材料が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、磁性を持つと共に光学活性を示し、かつ着色透明性を有し、さらに転移温度が比較的高い等の特性を有する単結晶の不斉分子磁石を提供するものである。

【0005】本発明は、前述の優れた特性を有する比較的大きな単結晶の不斉分子磁石を室温で高い収率にて製造することが可能な方法を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る不斉分子磁石は、一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、L は光学活性 (R または S) - 1, 2 - ジアミンおよびその誘導体、光学活性 (R または S) - 1, 3 - ジアミンおよびその誘導体を示す) にて表される単結晶からなることを特徴とするものである。

【0007】本発明に係る不斉分子磁石の製造方法は、光学活性 (R または S) - 1, 2 - ジアミンおよびその誘導体、光学活性 (R または S) - 1, 3 - ジアミンおよびその誘導体から選ばれる光学活性のジアミン化合物に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解する

ことによりジアミン化合物溶液を調製する工程と、マンガンを非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりマンガンを調製した後、このマンガンを非酸化性雰囲気下で前記ジアミン化合物溶液に添加して混合する工程と、ヘキサシアノクロム酸塩に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりヘキサシアノクロム酸塩溶液を調製した後、このヘキサシアノクロム酸塩溶液を非酸化性雰囲気下で前記混合溶液に添加し、混合、反応させ、さらに室温で放置することにより一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、Lは光学活性(RまたはS)-1,2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1,3-ジアミンおよびその誘導体を示す)にて表される単結晶を析出する工程とを具備したことを特徴とするものである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る不斉分子磁石を詳細に説明する。

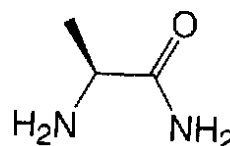
【0009】この不斉分子磁石は、一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、Lは光学活性(RまたはS)-1,2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1,3-ジアミンおよびその誘導体を示す)にて表される単結晶からなる。

【0010】前記一般式のLとしては、例えば下記構造式を有するもの：化1；(R)-アラナミド、化2；(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサン、化3；(R)-1,2-ジアミノプロパン、化4；(LまたはR)-1,2-ジアミノブタン、化5；(LまたはR)-1,3-ジアミノブタン、化6；(LまたはR)-1,2-ジアミノブタン-1-オン、化7；(LまたはR)-1,3-ジアミノブタン-2-オン、化8；(LまたはR)-1,3-ジアミノブタン-1-オン、化9；(SまたはR)-2-(アミノメチル)ピロリジン、化10；(1S,2Sまたは1R,2R)-N,N'-ジメチル-1,2-ビス[3-(トリフルオロメチル)フェニル]-1,2-エタンジアミン、化11；ジメチル(1S,9Sまたは1R,9R)-5-シアノセミコリン-1,9-ジカルボキシレート、化12；(1R,2Rまたは1S,2S)-1,2-ジフェニルチエレンジアミン、化13；(LまたはR)アスパラギン酸エステル誘導体、化14；(LまたはR)アスパラギン酸誘導体、化15；(RまたはS)イソロイシナミド、化16；(RまたはS)グルタミドエステル誘導体、化17；(RまたはS)システナミド誘導体、化18；(RまたはS)セリナミド誘導体、化19；(RまたはS)チロキシナミド誘導体、化20；(RまたはS)チロシナミド誘導体、化21；(RまたはS)トリプトファナミド誘導体、化22；(RまたはS)スレオナミド誘導体、化23；(RまたはS)バリナミド、化24；(RまたはS)ヒスチジナミド、化25；(Rま

たはS)-4-ヒドロキシプロリナミド誘導体、化26；(RまたはS)-4-ヒドロキシリジナミド誘導体、化27；(RまたはS)フェニルアラナミド、化28；(RまたはS)プロリナミド、化29；(RまたはS)メチオナミド、化30；(RまたはS)リジナミド誘導体、化31；(RまたはS)ロイシナミド、等を挙げることができる。ただし、下記化13,化14,化16~化20,化22,化25,化30のR<sup>1</sup>は水素、またはメチル基、エチル基などのアルキル基、下記化26 R<sup>2</sup>は水素、またはメチル基、エチル基などのアルキル基を示す。

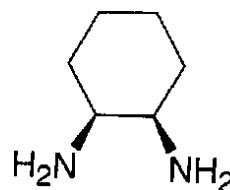
【0011】

【化1】



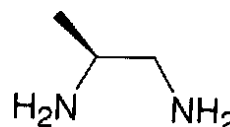
【0012】

【化2】



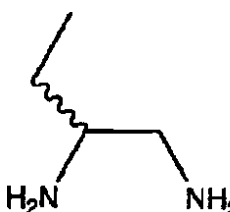
【0013】

【化3】



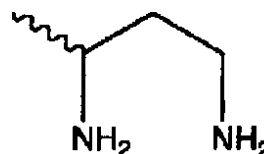
【0014】

【化4】



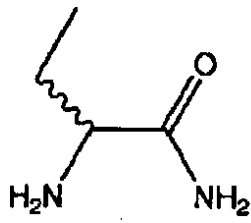
【0015】

【化5】

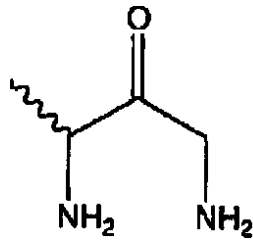


【0016】

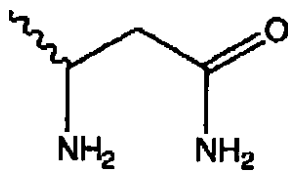
【化6】



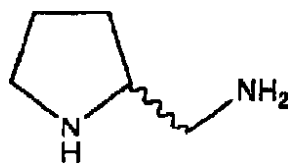
【0017】  
【化7】



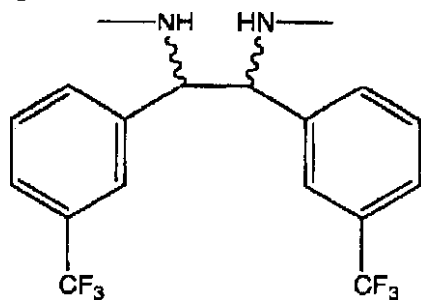
【0018】  
【化8】



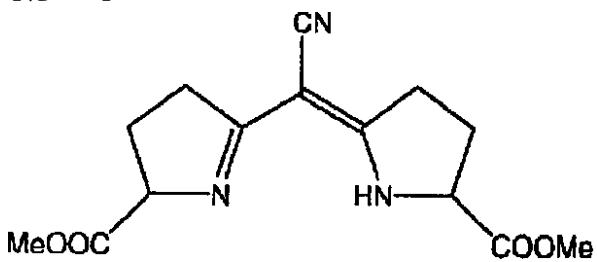
【0019】  
【化9】



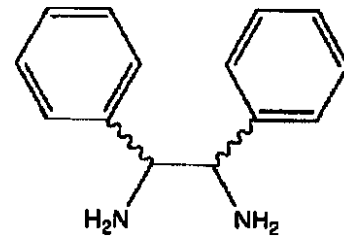
【0020】  
【化10】



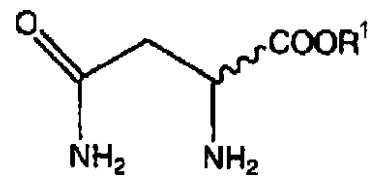
【0021】  
【化11】



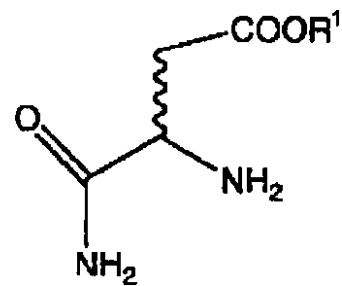
【0022】  
【化12】



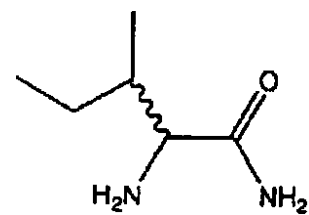
【0023】  
【化13】



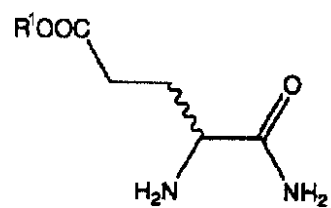
【0024】  
【化14】



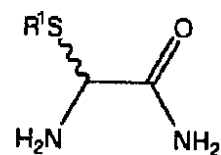
【0025】  
【化15】



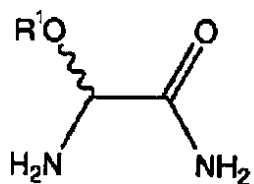
【0026】  
【化16】



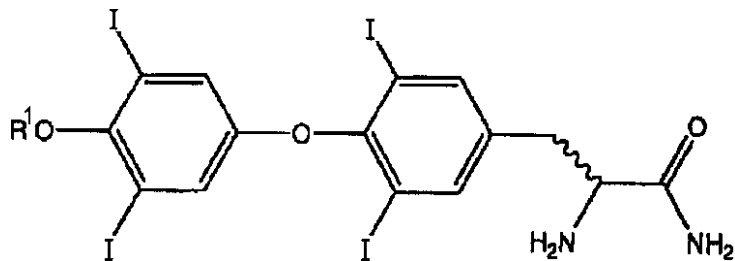
【0027】  
【化17】



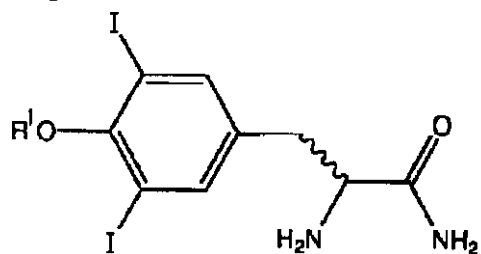
【0028】  
【化18】



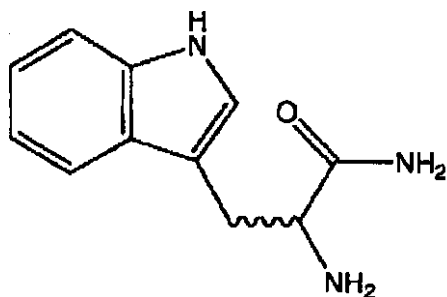
【0029】  
【化19】



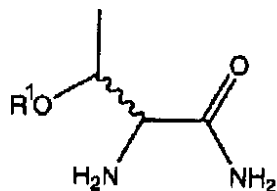
【0030】  
【化20】



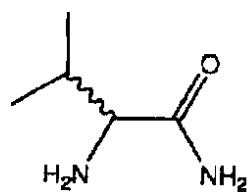
【0031】  
【化21】



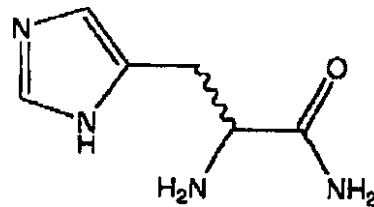
【0032】  
【化22】



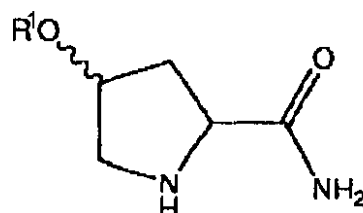
【0033】  
【化23】



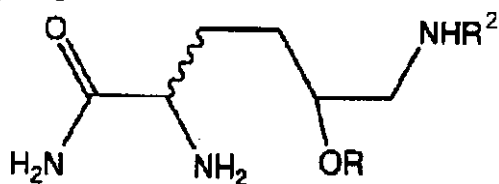
【0034】  
【化24】



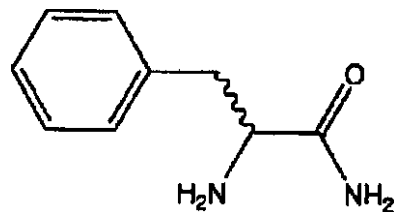
【0035】  
【化25】



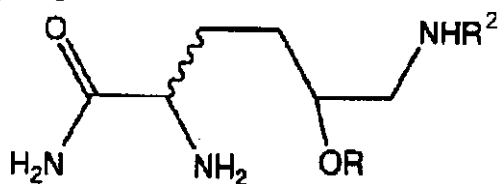
【0036】  
【化26】

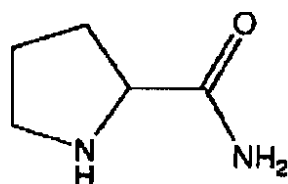


【0037】  
【化27】

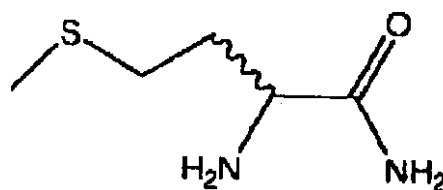


【0038】  
【化28】

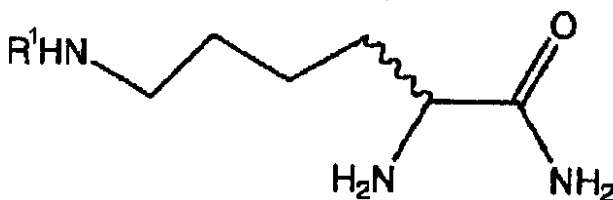




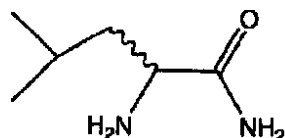
【0039】  
【化29】



【0040】  
【化30】



【0041】  
【化31】



【0042】次に、本発明に係る不斉分子磁石の製造方法を説明する。

【0043】まず、光学活性(RまたはS)-1,2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1,3-ジアミンおよびその誘導体から選ばれる光学活性のジアミン化合物に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりジアミン化合物溶液を調製する。

【0044】前記光学活性のジアミン化合物としては、例えば前述した化1~化3に示す構造式を有する(S)-アラナミド、(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサン、(R)-1,2-ジアミノプロパン等を用いることができる。

【0045】前記非酸化性雰囲気とは、アルゴン、ヘリウム、窒素などの雰囲気を意味する。

【0046】前記完全脱気溶媒としては、例えば完全脱気純水、完全脱気水-アルコール混合液等を挙げることができる。

【0047】次いで、マンガン塩に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりマンガン塩溶液を調製した後、このマンガン塩溶液を非酸化性雰囲気下で前記ジアミン化合物溶液に添加して混合溶液を調製する。

【0048】前記マンガン塩としては、例えば塩化マンガンの(II)水和物または過塩素酸マンガンの(II)水和物等を用いることができる。

【0049】前記完全脱気溶媒としては、例えば完全脱気純水、完全脱気水-アルコール混合液等を挙げることができる。

【0050】次いで、ヘキサシアノクロム酸塩に非酸化性雰囲気下で完全脱気溶媒を添加して溶解することによりヘキサシアノクロム酸塩溶液を調製した後、このヘキサシアノクロム酸塩溶液を非酸化性雰囲気下で前記混合溶液に添加し、混合、反応させ、さらに室温下で放置することにより一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、Lは光学活性(RまたはS)-1,2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1,3-ジアミンおよびその誘導体を示す)にて表される単結晶を析出し、不斉分子磁石を製造する。

【0051】前記ヘキサシアノクロム酸塩としては、例えばヘキサシアノクロム酸カリウム、ヘキサシアノクロム酸ナトリウム、ヘキサシアノクロム酸アンモニウム等を用いることができる。

【0052】前記完全脱気溶媒としては、例えば完全脱気純水、完全脱気水-アルコール混合液等を挙げることができる。

【0053】以上説明した本発明に係る不斉分子磁石は、一般式  $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (ただし、Lは光学活性(RまたはS)-1,2-ジアミンおよびその誘導体、光学活性(RまたはS)-1,3-ジアミンおよびその誘導体を示す)にて表される単結晶(立方晶)からなるため、次のような特徴を有する。

【0054】(1)一般式のLの導入により光学活性(円二色性)を示す不斉光学構造を有する。

【0055】(2)不斉磁気構造を有し、優れた磁気特性を示す。

【0056】(3)分子性を示す。

【0057】(4)透明(着色透明)で単結晶である。

【0058】(5)転移温度が比較的高い(例えば108K)性質を有する。

【0059】このような特徴を有する本発明に係る不斉分子磁石は、例えば磁場による光の波長変換、光吸収強度の制御、光振動ベクトルの回転制御等を行うことができ、光磁気デバイス、磁場応答性光デバイス、磁場応答

性光学結晶、光通信用の新規デバイスに応用することができる。

【0060】また、本発明の方法によれば前述の優れた特性を有し、比較的サイズの大きな単結晶の不斉分子磁石を室温で高い収率にて製造することができる。

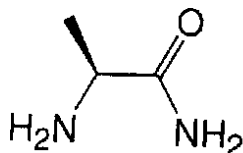
【0061】

【実施例】以下、好ましい実施例を詳細に説明する。

【0062】(実施例1)まず、30mlのナス型フラスコに0.2mモルの下記化4に示される構造式を有する(R)-アラナミドをアルゴン雰囲気下に入れ、さらに同雰囲気下で完全脱気純水3mLを前記フラスコに加えて前記(R)-アラナミドを完全溶解して(R)-アラナミド溶解液を調製した。

【0063】

【化32】



【0064】次いで、過塩素酸マンガン(II)水和物0.2mモルに完全脱気純水7mLをアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製した過塩素酸マンガン溶液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記(R)-アラナミド溶解液に加えて混合溶液を調製した。つづいて、ヘキサシアノクロム酸カリウム0.2mモルに完全脱気純水5mLをアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製したヘキサシアノクロム酸カリウム溶液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記混合溶液に加えた。得られた溶液を室温下で1日間放置することにより単結晶が析出した。

【0065】得られた単結晶は、 $[Mn(L)]_3[Cr(CN)_6]_2 \cdot 4H_2O$  (L:(R)-アラナミド)で表され、かつ8mmの黄色透明の立方晶体であった。また、この単結晶は原料に対して88%の収率が得られた。

【0066】次に、実施例1で得られた単結晶(不斉分子磁石)の磁気特性、光学活性を評価した。

【0067】1)温度-磁化特性

単結晶から切り出した寸法0.8mm×0.8mm×0.8mmの試料を50eの磁場に置き、温度を変化させたときの磁化の変化をSQUID磁束計を用いて測定した。その結果を図1に示す。

【0068】図1から明らかなように実施例1の単結晶(不斉分子磁石)は、約70K以下で磁化が急激に増大しており、この温度域でフェリ磁性体になることが確認された。

【0069】2)磁気モーメントの磁場依存性

単結晶から切り出した寸法0.8mm×0.8mm×0.8mmの試料を温度5Kの雰囲気下に置き、磁場を変

化させたときの磁気モーメントの変化をSQUID磁束計を用いて測定した。その結果を図2に示す。

【0070】図2から明らかなように実施例1の単結晶(不斉分子磁石)は、5Kでの磁気モーメントが1000e程度で飽和していることから磁石になっていることが確認された。また、飽和した磁気モーメントの値が約9μBであることから不斉分子磁石の構成元素であるクロムとマンガンの磁化が100%揃っていることが確認された。

【0071】3)CD(円偏向二色性)吸収スペクトルおよび紫外線吸収スペクトル

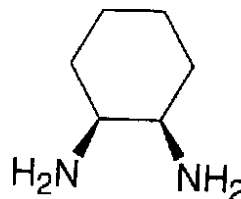
単結晶から切り出した寸法2.0mm×2.0mm×0.5mmの試料に波長の異なる光を透過させたときの光吸収スペクトル(CDおよびUV)をそれぞれ円二色スペクトルメータ、分光光度計を用いて室温下で測定した。その結果を図3に示す。なお、図3中の下横軸および左縦軸でUVの光吸収スペクトルを表示し、上横軸および右縦軸でCDの光吸収スペクトルを表示している。

【0072】図3から明らかなように実施例1の単結晶(不斉分子磁石)は、所定の波長領域でCDが0以外の値をとることから、光学活性であることを示唆している。

【0073】(実施例2)まず、30mlのナス型フラスコに0.2mモルの下記化5に示される構造式を有する(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサンをアルゴン雰囲気下に入れ、さらに同雰囲気下で完全脱気純水3mLを前記フラスコに加えて前記(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサンを完全溶解して(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサン溶解液を調製した。

【0074】

【化33】



【0075】次いで、過塩素酸マンガン(II)水和物0.2mモルに完全脱気純水7mLをアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製した過塩素酸マンガン溶液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記(R,R)-1,2-ジアミノシクロヘキサン溶解液に加えて混合溶液を調製した。つづいて、ヘキサシアノクロム酸カリウム0.2mモルに完全脱気純水5mLをアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製したヘキサシアノクロム酸カリウム溶液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記混合溶液に加えた。得られた溶液を室温下で1日間放置することにより単結晶が析出した。

【0076】得られた単結晶は、 $[Mn(L)]_3$

$3[\text{Cr}(\text{CN})_6]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (L : (R, R) - 1, 2 - ジアミノシクロヘキサン) で表され、かつ 8 mm の黄色透明の立方晶体であった。また、この単結晶体は原料に対して 88% の収率で得られた。

【0077】次に、実施例 2 で得られた単結晶体 (不斉分子磁石) の磁気特性、光学活性を評価した。

【0078】1) 温度 - 磁化特性

実施例 1 と同様な方法により単結晶体の温度変化に対する磁化の変化を測定した。その結果を図 4 に示す。

【0079】図 4 から明らかなように実施例 2 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、約 72 K 以下で磁化が急激に増大しており、この温度域でフェリ磁性体になることが確認された。

【0080】2) 磁気モーメントの磁場依存性

実施例 1 と同様な方法により単結晶体の温度 5 K における磁場変化に対する磁気モーメントの変化を測定した。その結果を図 5 に示す。

【0081】図 5 から明らかなように実施例 2 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、5 K での磁気モーメントが 100 Oe 程度で飽和していることから磁石になっていることが確認された。また、飽和した磁気モーメントの値が約  $7 \mu\text{B}$  であることから不斉分子磁石の構成元素であるクロムとマンガンの磁化が 100% 揃っていることが確認された。

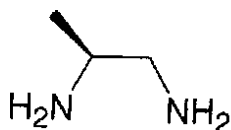
【0082】3) CD (円偏向二色性) 吸収スペクトル  
実施例 1 と同様な方法により単結晶体の光吸収スペクトル (CD) を測定した。その結果を図 6 に示す。

【0083】図 6 から明らかなように実施例 2 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、所定の波長領域で CD が 0 以外の値をとることから、光学活性であることを示唆している。

【0084】(実施例 3) まず、30 ml のナス型フラスコに 0.2 mol の下記化 6 に示される構造式を有する (R) - 1, 2 - ジアミノプロパンをアルゴン雰囲気下に入れ、さらに同雰囲気下で完全脱気純水 3 mL を前記フラスコに加えて前記 (R) - 1, 2 - ジアミノプロパンを完全溶解して (R) - 1, 2 - ジアミノプロパン溶解液を調製した。

【0085】

【化 34】



【0086】次いで、過塩素酸マンガン(II)水和物 0.2 mol に完全脱気純水 7 mL をアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製した過塩素酸マンガン溶解液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記 (R) - 1, 2 - ジアミノプロパン溶解液に加えて混合溶液を調製した。つづいて、ヘキサシアノクロム酸カリウム

0.2 mol に完全脱気純水 5 mL をアルゴン雰囲気下で添加して溶解することにより調製したヘキサシアノクロム酸カリウム溶液を、アルゴン雰囲気下で前記フラスコ内の前記混合溶液に加えた。得られた溶液を室温下で 1 日間放置することにより単結晶体が析出した。

【0087】得られた単結晶体は、 $[\text{Mn}(\text{L})]$

$3[\text{Cr}(\text{CN})_6]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (L : (R) - 1, 2 - ジアミノプロパン) で表され、かつ 8 mm の緑色透明の立方晶体であった。また、この単結晶体は原料に対して 88% の収率で得られた。

【0088】次に、実施例 3 で得られた単結晶体 (不斉分子磁石) の磁気特性、光学活性を評価した。

【0089】1) 温度 - 磁化特性

実施例 1 と同様な方法により単結晶体の温度変化に対する磁化の変化を測定した。その結果を図 7 に示す。

【0090】図 7 から明らかなように実施例 3 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、約 108 K 以下で磁化が急激に増大しており、この温度域でフェリ磁性体になることが確認された。また、約 100 K、約 90 K でも磁化が急激に増大していることから、転移温度約 100 K、約 90 K の結晶を含んでいることがわかる。

【0091】2) 磁気モーメントの磁場依存性

実施例 1 と同様な方法により単結晶体の温度 5 K における磁場変化に対する磁気モーメントの変化を測定した。その結果を図 8 に示す。

【0092】図 8 から明らかなように実施例 3 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、5 K での磁気モーメントが 100 Oe 程度で飽和していることから磁石になっていることが確認された。また、飽和した磁気モーメントの値が約  $9 \mu\text{B}$  であることから不斉分子磁石の構成元素であるクロムとマンガンの磁化が 100% 揃っていることが確認された。

【0093】3) CD (円偏向二色性) 吸収スペクトル  
実施例 1 と同様な方法により単結晶体の光吸収スペクトル (CD) を測定した。その結果を図 9 に示す。

【0094】図 9 から明らかなように実施例 3 の単結晶体 (不斉分子磁石) は、所定の波長領域で CD が 0 以外の値をとることから、光学活性であることを示唆している。

【0095】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、磁性を持つと共に光学活性を示し、かつ着色透明性を有し、さらに転移温度が比較的高い等の特性を有し、光磁気デバイス、磁場応答性光デバイス、磁場応答性光学結晶、光通信用の新規デバイス等に有用な不斉分子磁石を提供できる。

【0096】また、本発明によれば前述の優れた特性を有する比較的大きな単結晶の不斉分子磁石を室温で収率よく製造することが可能な方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】



【図 1】本発明の実施例 1 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度変化に対する磁化変化を示す特性図。

【図 2】本発明の実施例 1 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度 5 K における磁場変化に対する磁気モーメントの変化を示す特性図。

【図 3】本発明の実施例 1 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の光吸収スペクトル（CD および UV）を示す特性図。

【図 4】本発明の実施例 2 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度変化に対する磁化変化を示す特性図。

【図 5】本発明の実施例 2 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度 5 K における磁場変化に対する磁気モーメントの変化を示す特性図。

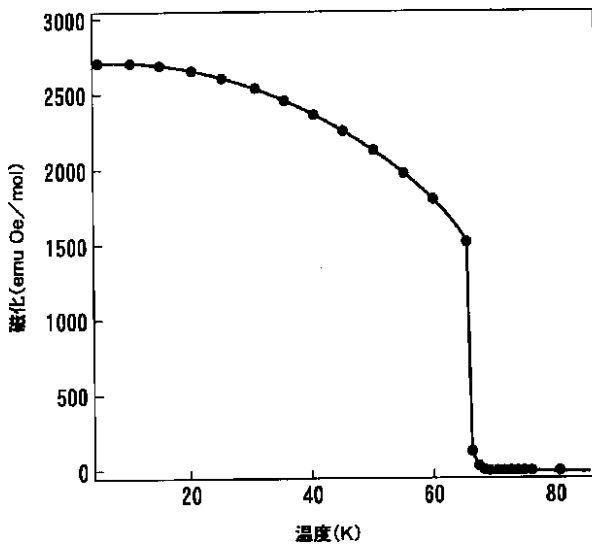
【図 6】本発明の実施例 2 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の光吸収スペクトル（CD）を示す特性図。

【図 7】本発明の実施例 3 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度変化に対する磁化変化を示す特性図。

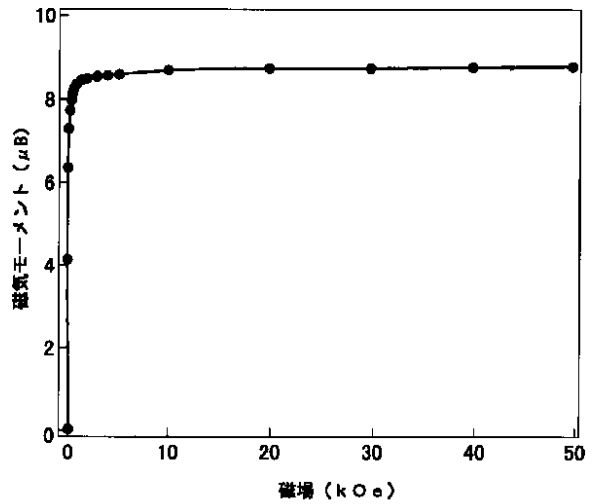
【図 8】本発明の実施例 3 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の温度 5 K における磁場変化に対する磁気モーメントの変化を示す特性図。

【図 9】本発明の実施例 3 で得られた単結晶（不斉分子磁石）の光吸収スペクトル（CD）を示す特性図。

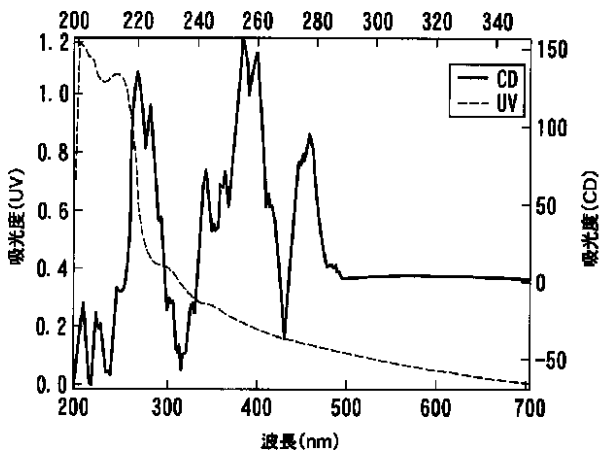
【図 1】



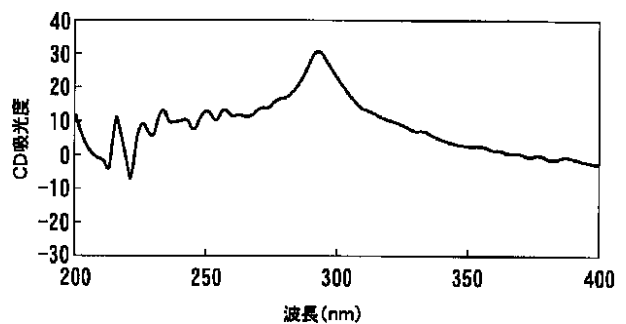
【図 2】



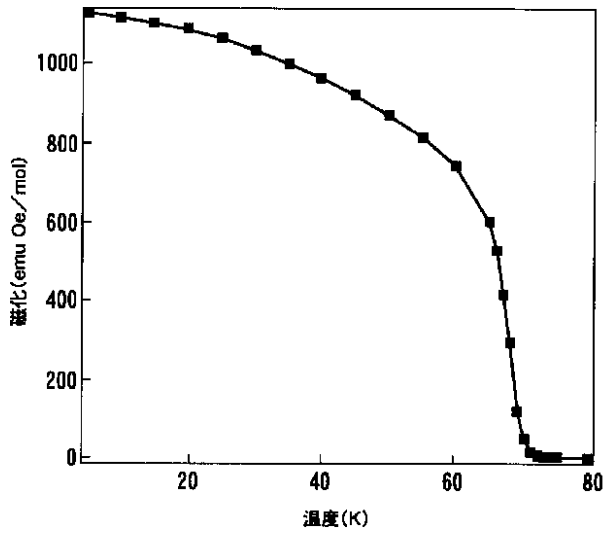
【図 3】



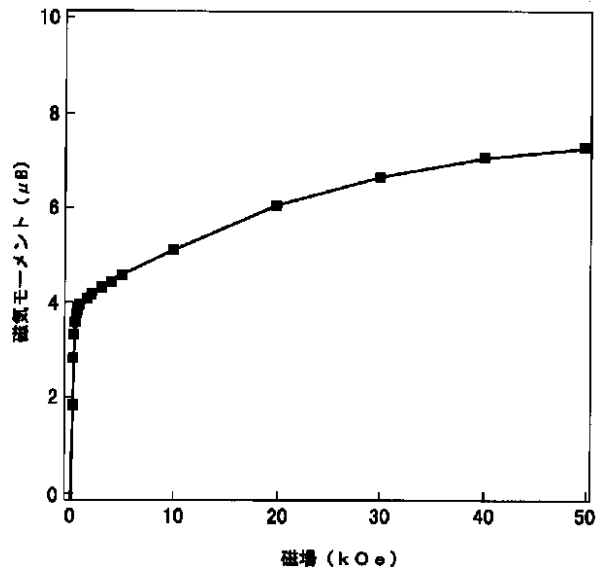
【図 6】



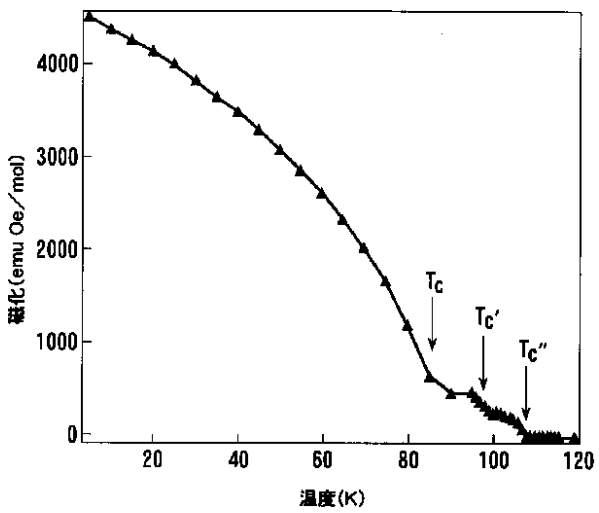
【図4】



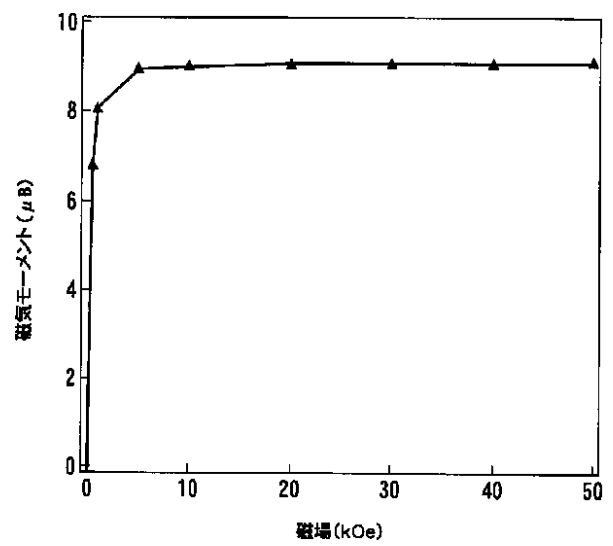
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

