

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4122002号
(P4122002)

(45) 発行日 平成20年7月23日 (2008. 7. 23)

(24) 登録日 平成20年5月9日 (2008. 5. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 7/243 (2006. 01)

G 1 1 B 7/24 (2006. 01)

B 4 1 M 5/26 (2006. 01)

B 8 2 B 1/00 (2006. 01)

G 1 1 B 7/005 (2006. 01)

G 1 1 B 7/24 5 1 1

G 1 1 B 7/24 5 2 2 A

G 1 1 B 7/24 5 2 2 H

G 1 1 B 7/24 5 2 2 Q

B 4 1 M 5/26 X

請求項の数 33 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-559988 (P2004-559988)
 (86) (22) 出願日 平成15年11月17日 (2003. 11. 17)
 (65) 公表番号 特表2006-511003 (P2006-511003A)
 (43) 公表日 平成18年3月30日 (2006. 3. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2003/005253
 (87) 国際公開番号 W02004/055786
 (87) 国際公開日 平成16年7月1日 (2004. 7. 1)
 審査請求日 平成18年11月14日 (2006. 11. 14)
 (31) 優先権主張番号 02080615. 4
 (32) 優先日 平成14年12月18日 (2002. 12. 18)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレク
 トロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (72) 発明者 クルト, ラルフ
 オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アイン
 ドーフェン, プロフ・ホルストラーン 6
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ナノチューブおよびナノワイヤで構成される群から選択されるナノ素子を有する光情報記録媒体であって、前記ナノ素子は発光が可能である、光情報記録媒体。

【請求項 2】

第1および第2のナノ素子の化学種を有し、該化学種は

- a) 発光波長、
- b) 発光の偏光面の配向、または
- c) a) およびb)、

が異なることを特徴とする請求項1に記載の光情報記録媒体。

10

【請求項 3】

さらに前記2種類の化学種は、各化学種の発光が誘起される照射波長が異なることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項 4】

前記ナノ素子は、半導体ナノ素子であることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項 5】

少なくとも1の前記化学種のナノ素子は、可視光波長域の光を放射することを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項 6】

20

前記2種類の化学種は、InAs、GaAs、GaN、InP、CdSe、CdS、ZnS、ZnSe、ZnO、GaP、BN、NiCl₂、MoS₂、WS₂、SiC、SiおよびCナノ素子で構成される群から選択されることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項7】

前記ナノ素子は、単一壁のナノチューブであることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項8】

前記ナノ素子は、カーボンナノチューブであることを特徴とする請求項6に記載の光情報記録媒体。

【請求項9】

前記2種類の化学種は、異なる組成であることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項10】

前記2種類の化学種は、異なる径であることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項11】

前記第1および第2のナノ素子の化学種は、さらに、前記ナノ素子で吸収される光の偏光面の配向が異なることを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項12】

当該光情報記録媒体は、第1および第2の種類の位置を有し、前記第1の種類の位置は、前記第1の化学種のナノ素子を有し、前記第2の化学種のナノ素子を実質的に有さず、前記第2の種類の位置は、前記第2の化学種のナノ素子を有し、前記第1の化学種のナノ素子を実質的に有さないことを特徴とする請求項2に記載の光情報記録媒体。

【請求項13】

前記第1および第2の種類の位置は、それぞれ第1および第2の種類のトラックに配置され、各第1の種類のトラックは、第1の種類の位置を有し、第2の種類の位置を実質的に有さず、各第2の種類のトラックは、第2の種類の位置を有し、第1の種類の位置を実質的に有さないことを特徴とする請求項12に記載の光情報記録媒体。

【請求項14】

当該光情報記録媒体はさらに、情報を担持する第1の種類の情報層を有し、前記第1の種類の情報層は、第1の種類の位置を有し、第2の種類の位置を実質的に有さず、前記第2の種類の情報層は、第2の種類の位置を有し、第1の種類の位置を実質的に有さないことを特徴とする請求項12に記載の光情報記録媒体。

【請求項15】

情報層の各位置に対して、隣接情報層の全ての隣接位置は、対象位置の前記ナノ素子に吸収される光を放射するナノ素子を実質的に有さないことを特徴とする請求項14に記載の光情報記録媒体。

【請求項16】

請求項1に記載の光情報記録媒体から情報を読み出す光情報再生装置であって、
a) 偏光面の第1の配向および第1の波長の偏向光で、前記光情報記録媒体の第1の位置を照射する光源、
b) ナノ素子の第1の所定の化学種による発光強度に対応する第1の強度の信号を発生する検出手段、

を有する光情報再生装置。

【請求項17】

前記検出手段は、所定の第2の波長および/または偏光面の配向の発光の強度を選択的に測定するフィルタ手段を有することを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

【請求項18】

前記検出手段は、偏光等方性発光と偏光異方性発光を識別できることを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記検出手段は、2波長の発光の強度を検出することができることを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

【請求項 20】

前記光源は、少なくとも2の波長の光を放射することができることを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

【請求項 21】

前記検出器は、さらに、第2の所定のナノ素子の化学種による発光の強度に対応する、第2の強度の信号を同時に発生することができることを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

10

【請求項 22】

前記光源は、前記照射光の偏光面の配向を選択する手段を有することを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

【請求項 23】

さらに、

- c) 前記偏向光線で、前記光情報記録媒体の第2の位置を照射するための移動手段と、
 - d) 前記第1の位置の照射により生じる前記第1の信号の強度と、前記第2の位置の照射により生じる前記第1の信号の強度との差異を識別する比較手段と、
- を有することを特徴とする請求項16に記載の光情報再生装置。

【請求項 24】

20

請求項2に記載の光情報記録媒体から情報を読み出す方法であって、

- a) 偏光面の第1の配向および第1の波長の偏光で、前記光情報記録媒体の第1の位置を照射するステップと、
 - b) 第1の所定のナノ素子の化学種による発光の強度に対応する、第1の強度の信号を発生させるステップと、
- を有する、情報を読み出す方法。

【請求項 25】

ステップb)は、所定の第2の波長および/または偏光面の配向の発光強度を選択的に測定する手段を有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 26】

30

ステップb)は、偏光等方性発光と偏光異方性発光を識別するステップを有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 27】

ステップb)は、前記光情報記録媒体の第1の位置が偏向光で照射された際に、2の波長の発光の強度を検出するステップを有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 28】

ステップa)は、少なくとも2の波長から、前記第1の波長を選択するステップを有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 29】

40

さらにステップb)は、第2の所定のナノ素子の化学種からの発光の強度に対応する、第2の強度の信号を同時に発生させるステップを有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 30】

ステップa)において、前記第1の位置は、所定の偏光面の光で選択的に照射されることを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 31】

さらに、

- c) 前記偏向光線で前記光情報記録媒体の第2の位置を照射するステップと、
- d) 前記第1の位置の照射によって生じる前記第1の強度の信号と、前記第2の位置の照射に

50

よって生じる前記第1の強度の信号の差異を判断するステップと、
を有することを特徴とする請求項24に記載の、情報を読み出す方法。

【請求項 3 2】

請求項1に記載の光情報記録媒体の製作方法であって、

- a) ナノ素子を担持する担体の表面にマスク材の第1のパターンを設置するステップと、
 - b) 前記担体の前記表面に第1の化学種のナノ素子を設置するステップであって、前記表面には、前記マスク材が実質的に設置されない、ステップと、
 - c) ナノ素子を担持する担体の前記表面にマスク材の第2のパターンを設置するステップと、
 - d) 前記担体の前記表面に第2の化学種のナノ素子を設置するステップであって、前記表面には、前記マスク材が実質的に設置されない、ステップと、
- を有する製作方法。

10

【請求項 3 3】

ステップb)とc)の間に、前記担体の表面に予備担持層が設置され、前記第1および第2の化学種のナノ素子が、空間的に分離されることを特徴とする請求項32に記載の製作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光情報記録媒体、ならびに光情報記録媒体に情報を記録し、光情報記録媒体から情報を読み取る方法および装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

各種光情報記録媒体は、従来から知られており、特にコンパクトディスク(CD)およびデジタル多用途ディスク(DVD)媒体は、良く知られている。記録媒体に変調レーザービームを照射することで媒体の光学特性に変化が生じ、読み取り動作時に、この変化が光学的に検出される。

【0003】

例えば、米国特許第6,094,410号には、コレステリック液晶または多層化誘電体薄膜材料を有する光記録媒体が示されており、両者のいずれかは、情報記録層のスタックに利用される。所定の情報記録層にレーザービームを誘導することにより、前記情報層に記録された情報に対応した反射信号が誘出され、この信号が測定される。隣接情報層同士で、(a)各情報層により反射される光の特性および/または(b)各情報層から放射される反射信号の波長、が異なるように情報層をスタック化することにより、高情報密度化が可能となる。

30

【特許文献1】米国特許第6,094,410号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、そのような媒体に記録できる情報密度を増大させ、減衰時間の増大により、記録された情報の安定性を高め、さらに、一般的でよりコスト効果が高く媒体が容易に利用できる方法を見出すには、更なる開発が必要である。

40

【0005】

本発明では、これらの問題を軽減することのできる光情報記録媒体、ならびに光情報記録媒体に情報を記録し、光情報記録媒体から情報を読み取る方法および装置を提供することを課題とする。

【0006】

本発明では、これらの課題は、ナノチューブおよびナノワイヤで構成される群から選択されるナノ素子を有する光情報記録媒体によって解決され、前記ナノ素子は、発光が可能である。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

ナノチューブおよびナノワイヤは、おおよそ円筒状またはプリズム状の微小本体部を有する。以降、方向を表すときは常に、それらの円筒またはプリズム軸の配向に対して示す。

【0008】

ナノワイヤは、しばしばフィラメントあるいはウィスカーとも呼ばれ、以下のような各種材料について用いられる。リン化インジウム (InP) (X. Duanら、ネーチャー、409、66、(2001) ; Wangら、サイエンス、293、1455-1457 (2001))、酸化亜鉛 (ZnO) (M. Huangら、サイエンス、292、1897-1899 (2001))、砒素化ガリウム (GaAs) およびリ

ン化ガリウム (GaP) (K. Haraguchiら、Appl. Phys. Lett. 60、745 (1992) ; X. Duanら、ネーチャー、409、66 (2001))、炭化珪素 (SiC) (S. Motojimaら、J. Crystal Growth、158、78-83 (1996))、窒化ホウ素 (BN) (W. Hanら、Applied Physics Letters、73、21、3085 (1998))、二塩化ニッケル (NiCl₂) (Y. Rosenfeld Hachenら、ネーチャー、395、336 (1998))、二硫化モリブデン (MoS₂) (M. Remskarら、Surface reviews and Letters、5巻、1号、423 (1998)) ならびに二硫化タンゲステン (WS₂) (R. Tenneら、ネーチャー、360、444 (1992))。現在、2種類の材料がナノチューブを形成することが知られている：炭素 (C) (Iijima, S. ネーチャー、354、56-58 (1991) ; Ebbesen T WとAjayan P M、ネーチャー、358、220 (1992)) およびシリコン (Si) (B. Liら、Physical Review、B59、3、1645 (1999)) である。

【0009】

カーボンナノチューブは、現在精力的に研究されている。カーボンナノチューブは、グラファイト (sp²-) 配置型の炭素を基本とする、単および/または多層化円筒状炭素構造である。両金属および半導体ナノチューブの存在は、実験的に確認されている。また最近、AlPO₄-5単結晶のチャンネルに整列された単一壁4 カーボンナノチューブが、光学異方性を示し、カーボンナノチューブは、光電場が中心軸に対して垂直に偏光された場合、1.5 μmから200nmまでの波長領域では、ほぼ透明であり、光電場が中心軸に対して平行に偏光された場合、600nmから少なくとも200nmのスペクトル領域で観測される強い吸収を示すことが示されている (Li Z Mら、Phys. Rev. Lett. 87、127401-1-127401-4 (2001))。

【0010】

同様の特性は、炭素以外のもので構成されるナノチューブまたはナノワイヤにも認められる。従ってナノ素子は、以下の特徴を有するということができる。すなわちナノ素子は、光を吸収し、この吸収特性は、広範な波長領域で認められ、前記吸収は、前記光の偏光面に対するナノ素子の配向の関数であり、ナノ素子の配向は、機械的におよび/または電場によって、誘導され、および/または安定化される。

【0011】

またナノ素子は、発光特性を呈することが示されている。例えば、ゼオライト結晶の微細チャンネルに形成された単一壁カーボンナノチューブは、励起された際、可視領域の光を放出する (N. Nagasawaら、Journal of Luminescence、97、161-167 (2002))。そのような特性は、他の種類のナノ素子およびナノワイヤにおいても認められている (J.-M.ら、Phys. Rev. Lett. 81巻、7号、1441 (1998) ; M. H. Huangら、サイエンス、292巻、1897 (1897) 、K. Yamamotoら、J. Phys. D: Appl. Phys. 31、34-36 (1998) ; X. Duanら、ネーチャー、409、66 (2001) ; J. Wangら、サイエンス、293巻、1455 (2001))。放射光 (発光) は、発光ナノ素子の配向に依存して偏光される。発光の偏光面は、しばしば吸収光の面と等しい (N. Nagasawaら、supra)。本発明の範囲内で、ナノ素子の化学種は、いかなるナノチューブおよび/またはナノワイヤの組であっても良く、その放射スペクトルは、励起時と同じ波長の光を有する。ある化学種のナノチューブは、狭小の波長帯の光のみを放射することが好ましい。本発明の光情報記録媒体のナノ素子の第1および第2の化学種は、発光波長が異なり、すなわち、ナノ素子の第1の化学種のみま

10

20

30

40

50

たは第2の化学種のみによって放射され、他の化学種からは放射されない、発光放射線の少なくとも1の波長が存在する。これに加えて、あるいはこれとは別に、本発明による光情報記録媒体のナノ素子の第1および第2の化学種は、各ナノ素子の発光によって放射される発光の偏光面の配向が異なっている。

【0012】

ナノ素子（ナノチューブおよびナノワイヤ）によって放射される発光信号の寿命は、普通の発光色素に比べて短い。カーボンナノチューブの場合、90ナノ秒以下から数百ピコ秒までの発光信号が得られるのに対して、通常の発光体の寿命は、一般に数百マイクロ秒以上である。従ってナノ素子は、読み取りおよび記録時に特に有意である。光情報記録媒体は、再生または記録ヘッドの前で回転するCDのように、繰り返し照射される。発光信号が短くなると、光情報記録媒体の直前の照射で生じた望ましくない信号がより減少する。従って、ナノ素子によって、光情報記録媒体の再生および記録速度が増大する。

10

【0013】

発光波長は、多くのパラメータによって制御され、そのパラメータには、各ナノ素子を形成する材料およびその組成、ナノ素子のドーピング、ナノ素子の径、ナノ素子の対掌性と結晶完全性およびナノ素子を形成する壁数、がある。

【0014】

ナノ素子、および特にカーボンナノチューブは、管（異方性の軸）方向に対して垂直な偏向光と平行な光との間に、極めて大きな吸収コントラストを提供する。例えば405nmでは、約4-8の光密度が得られ、いくつかのナノワイヤでは偏光コントラスト比は、80となるのに対して、通常の相変化材料では、光密度は約1である。従って、本発明の光情報記録媒体は、それに記録された情報を極めて正確に読み取ることができる。また情報層内の低濃度のナノ素子によって、有益な光記録媒体が得られる。

20

【0015】

また、ナノ素子は安価、軽量であり、製作が容易でリサイクルが可能である。光情報記録媒体の情報層内にナノ素子を設置することで、これらの利点が、そのまま媒体に生かされる。

【0016】

ナノ素子は極めて安定で、毎日使用しても、容易に劣化やラセミ化が生じない。従って、本発明による光情報記録媒体に一旦記録された偏向光の吸収パターンは、極めて安定で、容易に劣化しない。

30

【0017】

現在の光記録媒体の情報密度は、照射レーザービームの波長による制限、および相変化材料の粒径による制限を受ける。ナノ素子は、寸法が極めて小さく（例えば、カーボンナノチューブは、0.3nmから約100nmの全長である）、高密度化することができ、記録媒体の情報密度は制限を受けない。

【0018】

異なる配向がされたナノ素子間の吸収コントラストは、波長の広領域にわたって大きい。2情報からなる記録および読み出し情報信号が流れる際、または光記録媒体の位置が、2以上の記録および読み出し情報信号に用いられる際、これらの記録および読み出し情報信号は、単一波長で伝送することができる。本発明の実施例では、各情報信号に対して、それぞれの波長の光を放射する光源は不要である。これにより、記録および読み出し装置の構造を単純化することができる。

40

【0019】

光情報記録媒体の形状は任意であり、記録媒体はディスク状、テープ状およびカード状にすることができる。

【0020】

光記録媒体が、実質的にディスクまたはカード状媒体、または媒体の大部分が優先的に延びる平面を有する別の形状であるとき、ナノ素子は、平面内に設置され、または平面に対して垂直に設置される。Liら（サイエンス、274、1701（1996））およびRenら（サイエ

50

ンス、282、1105 (1998)) は、カーボンナノチューブが表面と垂直に成長し得ることを確認している。カーボンナノチューブは、表面に化学吸着させることもできる (Z. Liu ら、Langmuir、16、8号、3569 (2000)) ; 他の種類のナノ素子についても、表面と垂直に製作および/または利用することが、同様に示されている (上記参照)。さらにナノ素子は、表面にスプレージェット塗布によって設置することができ、必要であれば、その後、整流器によって配向させても良い (B. VigoIola ら、サイエンス、290、1331 (2000) ; H. Shimoda ら、「CNTの自己組織化」、Advanced Materials、14、12号、899 (2002)) 。ナノチューブおよびナノワイヤの異なる設置または成膜方法を利用して、光情報記録媒体の表面に垂直となるようにナノ素子、特にカーボンナノチューブを配向することができ、特に媒体に照射される光の方向に対して平行に配向することができる。

10

【 0 0 2 1 】

光情報記録媒体は、

第1および第2のナノ素子の化学種を有し、該化学種は

- a) 発光波長、
 - b) 発光の偏光面の配向、または
 - c) a) およびb)、
- が異なることが特に好ましい。

【 0 0 2 2 】

化学種の違いによって、選択化学種のナノ素子で構成される特定の位置の記録情報を他の位置のものと識別できることが好ましい。そのような位置が発光によって照射されると、別の化学種のナノ素子を有する隣接位置から生じるいかなる好ましくない発光も、波長特性、偏光特性または波長と偏光特性の両方に応じてフィルタ除去することができる。従って、ナノ素子の2の化学種を有する光情報記録媒体では、そのような媒体から情報を読み取る際の信号対ノイズ比が有意に改善される。

20

【 0 0 2 3 】

従ってナノ素子によって、各種方法により光情報記録装置の位置で情報をコード化させることができる。

【 0 0 2 4 】

情報は、発光波長または発光偏光面の配向の差異を利用することにより、前記光情報記録媒体に記録 (コード化) される。第1の情報は、記録された第1の情報により、光情報記録媒体のある位置でのナノ素子の第1の化学種の存在有無に応じて記録される。次に第2の情報が、記録された第2の情報により、光情報記録媒体の同位置でのナノ素子の第2の化学種の存在有無に応じて記録される。ナノ素子の第1および第2の化学種は、発光波長および/または発光の偏光面の配向が異なるため、それぞれによる波長および/または偏光が現れ、その状態ではいずれかの化学種のみが発光する。

30

【 0 0 2 5 】

光情報記録媒体に記録された情報は、ナノ素子の第1および第2の化学種に吸収される光を読み取り位置に照射して読み取る (デコードする) ことができ、各化学種に対して、各化学種に固有の発光強度が測定される。発光の差異は、a) 波長、b) 偏光面の配向、c) a) とb) の両方、と関係する。

40

【 0 0 2 6 】

第1および第2の情報は、相互に独立させることができる。例えば、第1の情報をデジタル情報とし、第2の情報をアナログ情報あるいは多階層の情報とすることができる。これは、ほとんどの場合、第1および第2の化学種のナノ素子により吸収される光の偏光面の配向の差異を検出することにより行われる。

【 0 0 2 7 】

デジタル情報信号は、偏光面を (予め) 選択して、前記予め選択された面と平行に偏光された光を吸収する、1または2以上のナノ素子の選択化学種を提供することにより、記録することができる。従って配向されたナノ素子が、前記予め選択された面に対応する偏光面の光で照射された際、ナノ素子または複数のナノ素子の配向に依存して、光は吸収され

50

、あるいはされなくなる。あるコード体系では、デジタル「1」の情報は、予め選択された偏光面の偏向光を吸収するナノ素子が存在するときに記録される。デジタル「0」の情報は、そのようなナノ素子が存在しないときに記録される。別のコード体系では、デジタル「1」の情報は、予め選択された偏光面の偏向光を吸収するナノ素子が存在しないときに記録され、デジタル「0」の情報は、予め選択された偏光面の偏向光を吸収するナノ結晶が存在するときに記録される。

【0028】

同様に、多階層の情報信号を光情報記録媒体にコード化することもできる。各コードレベルに対して、対応する偏光面が予め選択される。次に、対応する所定の面に平行に配向された、1または2以上のナノ素子の選択化学種の存在（または不存在）により、所与のレベルの情報信号が記録される。従って、所与の配向のナノ素子の存在有無を判断することによって、レベル情報の再生およびデコードが可能となる。この記録および再生の原理は、ナノ素子の配向に一定の幅を提供することにより、アナログ情報信号にも適用できる。

【0029】

光情報記録媒体の特に好適な実施例では、さらにナノ素子の第1および第2の化学種間で、前記ナノ素子に吸収される光の偏光面の配向が異なる。すなわち第1の化学種のナノ素子は、それらのナノ素子が、第2の化学種のナノ素子に吸収される光を吸収しないように配向される。第2の化学種のナノ素子は、それらが、第1の化学種のナノ素子によって吸収される光を吸収しないように配向されることが好ましい。次に各化学種に固有の偏光面が選択され、ナノ素子の化学種が容易に指定される。

【0030】

情報の流れは、情報の流れを個々の情報信号に分割して、前記媒体上のそれぞれの位置に各情報信号を割り当て、選択されたコード体系に対応する前記位置に記録された情報に対応する各位置での選択化学種のナノ素子の存在（または不存在）を利用することにより、本発明による光情報記録媒体に記録することができる。このように各化学種において、直線偏光された光を吸収するナノ素子のパターンが、記録情報に対応した状態で形成される。

【0031】

各位置に対して、所定の配向のナノ素子の存在有無により、他の配向を有するナノ素子の存在有無とは独立に、情報信号を表すことができる。従って本発明による記録媒体では、各化学種が、前記媒体の各位置に2以上の情報信号（または2以上の情報の流れからなる情報信号）を記憶し、前記位置は十分に広いため、異なる配向の少なくとも2のナノ素子を、前記位置に存在させることが可能となる。

【0032】

例えば、第1の情報流の情報信号は、偏光面の第1の配向で直線偏光された光を吸収する、第1の化学種のナノ素子のパターンによってコード化されるのに対して、第2の情報流の情報信号は、偏光面の第2の配向で直線偏光された光を吸収する、同じ第1の化学種のナノ素子のパターンによってコード化される。前記第2の配向は、例えば、第1の配向に対して垂直にすることができる。このように、情報の第1および第2の流れに対応したパターンは、実質的に重畳されるが、光学的には相互に独立のままである。補助的な情報流の情報信号は、第2のまたは他の化学種のナノ素子の各パターンによってコード化される。第2のまたは他の化学種のナノ素子の発光波長は、第1のまたは他の全ての化学種のものとは異なる。従って本発明による光記録媒体は、高情報密度化することができる。

【0033】

本発明による光情報記録媒体にコード化された情報を読み取る場合、直線または円状偏向光が用いられる。直線偏向光は、適正に配向されたナノ素子にしか吸収されず、他のナノ素子は、実質的に影響されないため、強い発光を示さない。しかしながら、記録媒体を円状偏向光で照射した場合、記録媒体の照射位置にナノ素子の配向に対応した偏光面の成分または複数の成分は、吸収される。光の吸収によって、ナノ素子の各化学種に固有の発光が生じる。この放射を測定して、これを前記媒体に記録された情報の再構成およびデコ

10

20

30

40

50

ードに利用することができる。いずれの場合も、光情報記録媒体から放射される発光の強度は、前記媒体の照射光の偏光面に応じて、また前記偏向光を吸収するナノ素子の存在または不存在に応じて変調される。

【0034】

光情報記録媒体の好適実施例では、ある化学種のナノ素子、好ましくは全ての化学種のナノ素子、は、透明基板に埋設される。透明基板は、少なくとも一般の光情報記録媒体に用いられる波長、すなわち約785nm、650nmおよび/または405nmでは、光学的に透明である。しかしながら、透明基板は、紫外線領域よりも短い波長、例えば290-230nmで透明であることが好ましい。この場合、本発明による光情報記録媒体の高情報密度化が達成できる。

10

【0035】

また、光情報記録媒体の2の化学種において、各化学種の発光に対する照射波長は、異なることが好ましい。これにより、光情報記録媒体からの情報の読み取りが容易となり、ナノ素子の1の化学種を選択的に励起させ、他の化学種のナノ素子からの好ましくない発光を抑制することができる。

【0036】

また、光情報記録媒体において、ナノ素子は、半導電性ナノ素子であることが好ましい。そのようなナノ素子は、発光に特に適している。

【0037】

少なくとも1の化学種、好ましくは2の化学種のナノ素子は、可視光波長の領域の光を放射することが好ましい。これによりそのような光情報記録媒体の再生装置の構成および動作が単純化され、安価で軽量の検出器、レンズ、および他の光学装置を、可視光の影響下で利用することが可能となる。可視光は、780nmから360nmの範囲の波長の光を有する。

20

【0038】

光情報記録媒体の別の好適実施例では、

前記2種類の化学種は、InAs、GaAs、GaN、InP、CdSe、CdS、ZnS、ZnSe、ZnO、GaP、BN、NiCl₂、MoS₂、WS₂、SiC、SiおよびCナノ素子で構成される群から選択される。従ってナノ素子は、大部分または全部が列举材料で構成される。これにより、ナノ素子を他の元素または材料でドーピングし、あるいはナノ素子を合金化することが可能となる。大部分または全部が列举材料で構成されるナノ素子は、可視光波長の領域で強い発光放射線を放射する。

30

【0039】

光情報記録媒体において、前記ナノ素子は、単一壁のナノチューブであることが好ましい。これらのナノチューブでは、発光波長および偏光特性の選定が容易である。

【0040】

本発明の好適実施例のナノ素子は、カーボンナノチューブである。カーボンナノチューブは、光記録媒体にナノ素子を用いることにより、上述の利点を兼ね備えることが好ましい。ナノ素子に関係する以下の記載は、明確な記載がない限り、全てカーボンナノチューブに置き換えることができ、あるいは逆も成立する。

【0041】

発光および/または偏光特性によって、ナノチューブの2化学種を分離するため、光情報記録媒体において、2化学種の組成および/または径は異なることがさらに好ましい。ここで「径」という言葉は、円周の径を意味する。これらのパラメータは、極めて簡単に制御することができるため、ある、または他の化学種にナノ素子を割り当てることが容易となる。

40

【0042】

ある化学種のナノ素子は、所定の領域に平行に揃えられることが好ましい。この配置は、帯またはテープ状記録媒体への利用に特に適している。これらの媒体は、記録または再生ヘッドに沿って動かされる。記録または再生ヘッドの視野内では、ナノ素子の配向は、実質的に変化しない。従って、対応する記録および/または再生装置の構成およびメンテ

50

ナンスが容易となる。

【 0 0 4 3 】

ある化学種のナノ素子が、光情報記録媒体の軸に対して半径方向に揃えられた光情報記録媒体は、特に好ましい。そのような配置では、前記半径方向に偏光された光は、十分に吸収されて発光信号が得られるが、前記半径方向に対して垂直に偏光された光は、ほとんど吸収されない。そのような光記録媒体は、光ディスク再生および／または記録装置での使用に特に適している。前記媒体の異なる記録位置を指定する際、光源および／または検出器は、前記軸の周りを回転する媒体および／または複数の媒体上を半径方向にわたって移動する。本発明による前記媒体が回転する場合、あるいは光源および／または検出器が半径方向に移動する場合、光源および／または検出器の視野内では、ナノ素子の配向は、

10

無変化のままである。従って、偏向フィルタの単一配向でも十分に、光情報記録媒体の異なる位置で情報を記録／または再生することができる記録媒体を構成することが可能となる。これにより光情報記録および／または再生装置の構成およびメンテナンスが容易となる。

【 0 0 4 4 】

当該光情報記録媒体は、第1および第2の種類の位置を有し、前記第1の種類の位置は、前記第1の化学種のナノ素子を有し、前記第2の化学種のナノ素子を実質的に有さず、前記第2の種類の位置は、前記第2の化学種のナノ素子を有し、前記第1の化学種のナノ素子を実質的に有さないことが好ましい。このように、2の化学種のナノ素子は、空間的に相互に十分に分離される。これにより、そのような光情報記録媒体のコード情報を読み取ることが容易となり、1のナノ素子の化学種だけで、各位置が予測できる。対象位置のナノ素子に対し、特定の偏光面の発光波長および配向に対応しないいかなる発光信号も、情報のパターンには含まれないため、これらの信号は、前記位置でコード化されずに無視されることになる。

20

【 0 0 4 5 】

第1および第2の位置は、いかなる形状で配置することもできる。しかしながら、前記第1および第2の種類の位置は、それぞれ第1および第2の種類のトラックに配置され、各第1の種類のトラックは、第1の種類の位置を有し、第2の種類の位置を実質的に有さず、各第2の種類のトラックは、第2の種類の位置を有し、第1の種類の位置を実質的に有さないことが好ましい。トラック構造は、CDおよびDVDのような従来の光情報記録媒体の構造と同様である。従って、そのような本発明の光情報記録媒体は、従来のCDおよび／またはDVDおよび再生装置のそれぞれと、下位互換性および／または適合性を維持するのに特に適している。

30

【 0 0 4 6 】

また、ある化学種のナノ素子は、情報を担持する情報層内に構成されることが好ましい。「層」という言葉は、情報層の形状が、通常のテープやディスクのようなシート状の形状であることに限定されるものではなく、ブロックまたは情報を担持するのに有益ないかなる形状をも意味する。

【 0 0 4 7 】

特に好適な光情報記録媒体は、

40

情報を担持する第1の種類の情報層を有し、前記第1の種類の情報層は、第1の種類の位置を有し、第2の種類の位置を実質的に有さず、前記第2の種類の情報層は、第2の種類の位置を有し、第1の種類の位置を実質的に有さないことを特徴とする。ナノ素子の化学種が空間的に分離されていることで、光情報記録媒体の製作が容易になる。

【 0 0 4 8 】

ナノ素子が、上述のように、それぞれの化学種として情報層内に設置される場合、各2の隣接情報層において、各情報層のナノ素子によって吸収される光の偏光面の配向および／または波長および／または各情報層のナノ粒子から放射される発光の偏光面、は相互に異なることが好ましい。上述の条件を満たす各2の隣接する情報層は、デッキを構成する。そのようなデッキは、再生および／または記録時の、情報層の正確な指定を可能にする

50

。隣接情報層の最大組は、各情報層のナノ素子によって吸収される光の偏光面の配向および/または波長および/または各情報層のナノ素子から放射される発光の偏光面の方向が異なり、スタックと呼ばれる。本発明による光情報記録媒体は、1以上のスタックを有し、同じ吸収および発光特性を有するすべての情報層間の距離（スタック距離）は、十分に大きく、そのようないかなる情報層にも光線を集束することができる。

【0049】

別の好適実施例では、各情報層のナノ素子は、それぞれの情報層に固有の方向に配向される。情報を記録し、あるいは情報を読み出すための情報層は、選択された情報層に対応する光の偏光面を選択することによって、指定することができる。例えば、2の情報層を有する光記録媒体において、第1の情報層のナノ素子は、光情報記録媒体の軸に容易に合わせることができ、第2の情報層のナノ素子は、前記情報層のナノ素子に垂直に合わせる
10
ことができる。そのような配置では、第1の情報層から情報を読み取りまたは第1の情報層に情報を記録するため、照射光の偏光面は、光情報記録媒体の前記軸に対して容易に位置調整され、それにより、第1の情報層のナノ素子によってのみ高い吸収および発光が得られ、第2の情報層のナノ素子は、光の吸収にはほとんどあるいは全く影響しない。第2の情報層から情報を読み出し、あるいはこれに情報を記録するため、偏光面は、第2の情報層のナノ素子と平行に合わされ、すなわち、第1の情報層を指定するのに必要な方向と垂直に合わされ、第2の情報層のナノ素子によってのみ、高い吸収および発光が得られ、第1の情報層のナノ素子は、光の吸収にはほとんどあるいは全く影響を及ぼさない。従って第1および第2の情報層は、相互に光学的に独立に取り扱われる。異なる層間でのクロストークが、ある層でのコントラストよりも低い場合、別の層が設置される。照射光の焦点面を選択することにより、情報層間のクロストークをさらに抑制することができる。
20

【0050】

各情報層と隣接する情報層の全ての隣接位置には、対象位置のナノ素子に吸収される光を放射するナノ素子が、実質的に存在しないことが好ましい。この場合、隣接位置の発光信号間のクロストークが最小化される。

【0051】

上述のような光情報記録媒体は、少なくとも情報層の各スタックに対して、バンドギャップ勾配が得られるように配置された情報層を有することが好ましい。バンドギャップ勾配を得るには、長波長側の光を放射するナノ素子は、短波長側の光を放射するナノ素子に
30
比べて、光情報記録媒体の表面から離れた位置に設置され、記録および/または再生のため、情報層の照射光は、この素子を通過する。従って、検出までに最長経路を移動する必要のある発光信号のナノ素子からは、情報層の発光信号は、実質的に全く生じず、あるいは極めて制限された量しか生じない。例えば、情報層のスタックは、InP、CdSeおよびZnOからなる情報層で構成され、InP層は、発光放射線強度を検出する検出器から最も遠い。InP層がUV線で励起された場合、この層のナノ素子は、波長約980nmの光を放射する。この光は、CdSeおよびZnO層には実質的に吸収されない。従って情報層間のクロストークおよび相互作用は、実質的に抑制される。当業者には、特定の用途に適した情報層の並びが容易に想定される。特に以下の光バンドギャップおよび波長が想定される。

【0052】

10

20

30

40

【表 1】

材料	光バンドギャップ/発光波長
InAs	3400 nm
GaAs	919 nm
GaN	371 nm
InP	984 nm
CdSe	730 nm
CdS	517 nm
ZnS	335 nm
ZnSe	460 nm
ZnO	388 nm

10

20

光情報記録媒体は、2の情報層スタックを有することが特に好ましく、各スタックはバンドギャップ勾配を形成するように配置され、各スタックのナノ素子は、各個々の情報層スタックに固有の偏光面の配向の光を吸収するように配置される。このように、ナノ素子を形成する材料を変更することに加えて、その光吸収特性を変化させることにより、情報層の1以上のスタックで、光情報記録媒体に光学的にバンドギャップ勾配が形成される。

【0053】

所望のバンドギャップを得るため、バンドギャップ勾配を形成するナノ素子の材料によらず、ナノ素子の他のパラメータを変化させることが可能である。例えば、カーボンナノチューブの径を変化させて、バンドギャップおよび発光波長を変化させる。バンドギャップ勾配を得るには、検出器に検出される表面に対して、より薄いナノチューブを厚いものの上に設置する。本発明の好適実施例では、ナノワイヤの径は、1nmから15nmの範囲であるが、3nmから10nmであることがより好ましい。ナノワイヤの径を変化させることにより、300nmの波長シフトを得ることができる。ナノチューブ特にカーボンナノチューブの場合、径は0.3nmから30nmの範囲にあることが好ましい。当然のことながら、バンドギャップ勾配を得るには、ナノ素子の材料変更と、径の変更を組み合わせる。

30

【0054】

光情報記録媒体は、さらに情報層を透過する光を反射する反射層を有する。従ってナノ素子からの発光は、検出器の方向に放射、反射され、発光領域と非発光領域間のコントラストはさらに高まる。前記光情報記録媒体の情報層の数が1より多い場合、反射層を設置して、全ての情報層の発光を反射させることが好ましい。また反射層は、2の情報層の間に設置することもでき、この場合、ある情報層の発光により、別の情報層が照射されることが制限される。反射層が光情報記録媒体の照射に用いられる光を反射する際、2面を有する光記録媒体が形成され、反射層によって、片面の情報層が、他の面の情報層から保護される。

40

【0055】

また反射層は、偏光に応じて所定の偏光面の光のみを反射することができる。そのような反射層は、例えば銀のナノ粒子で、あるいは標準的な光学多層化層を用いて、構成することができる。偏向依存型反射層またはその複数の層は、2の情報層間に設置され、所定の偏光面の光のみを反射する。これは、隣接情報層が、反射層で反射された光を吸収するように配向されたナノ素子を有する場合、特に有益である。そのような配置では、単一の

50

情報層の吸収コントラストは、有意に強調され、反射層は、各情報層を個々に利用することができる。

【0056】

実際の使用を考慮すると、光情報記録媒体は、透明被覆層を有することが好ましい。被覆層は、機械的な力からナノ素子を保護し得る。

【0057】

本発明の光情報記録媒体の好適実施例では、少なくとも1の化学種のナノ素子、特に全ての化学種のナノ素子は、透明基板に埋設され、前記基板は、実質的に30 以下の温度で固体化する。これは、ナノ素子の配向の安定性を高める。従ってナノ素子は、固められ、突発的な配向の変化が防止される。本発明の範囲で、ナノ素子が埋設された透明基板は、30 以下の温度での情報層の粘度が、10Pa s以上(100ポイズ)のときに、実質的に固体である。粘度は、特に20Pa sであることが好ましく、50Pa s(500ポイズ)以上であることがより好ましい。10Pa s以下の粘度では、透明基板は実質的に液状である。透明基板は、実質的に80 までは固体であることが好ましく、100 以上まで固体であることがより好ましい。これにより、光情報記録媒体の通常の使用条件でのナノ素子の配向の安定性が向上する。ナノ素子が情報層に設置されると、この層は、情報層の透明基板が実質的に固体である場合、実質的に固体とみなされる。この層は、情報層の透明基板が実質的に液状である場合、実質的に液状であるとみなされる。

10

【0058】

実質的に、ある温度では固体であり、別の温度では液体である情報層は、光情報記録媒体に利用することができ、光情報記録媒体は、ナノ素子の再配向によって、後述のように再書き込みができる。

20

【0059】

別の好適実施例では、透明基板は、ナノ素子が実質的に壊れない温度で液状化する。情報層は、基板が実質的に固体以外の場合、そのような情報層の透明基板の粘度を低下させることにより、液状化させることができる。従って、情報層のナノ素子を液化させたり、構造完全性を変化させたりする必要はない。通常ナノ素子は、100 の温度に耐える。例えばカーボンナノチューブは、800乃至1000 で崩壊する。液状化によって、液状化情報層のナノ素子に再配向が生じ、これにより液状化情報層の位置での消去および再記録が可能となる。好適実施例では、透明基板は、液状化後に再固体化させることができ、ナノ素子の配向の安定性が回復する。

30

【0060】

透明基板は、熔融またはガラス化温度が800 以下のガラス、熱プラスチックおよびパラフィンで構成される群から選択されることが特に好ましい。そのような透明基板では、30 以下の温度で実質的に固体である情報層の形成が容易となる。また、ナノ素子、特にカーボンナノチューブが、実質的に崩壊しない温度で液状化する情報層を製作することができ、そのような液状化後に再固体化させることができる。

【0061】

ある実施例では、光情報記録媒体は、1または2以上の放熱層、特に金属放熱層および誘電体層、をさらに有する点で有意である。少なくとも1の放熱複層-または媒体がそのような層のみを有する場合には放熱単層-は、光情報記録媒体の表面に、あるいはその近傍に設置される。放熱層は、偏向光線による光情報記録媒体の照射によって生じる熱を放熱し、これにより隣接位置を過熱せずに、媒体の微小箇所に熱を集中させることが可能となる。また放熱層は、反射層と同一であっても良い。

40

【0062】

また光情報記録媒体は、さらにナノ素子に近接して設置された酸化剤を有することが好ましい。これにより、所定の偏光面の光を吸収するナノ素子を、容易に局部的に焼失させ、直線偏向光の吸収パターンを形成することができる。これは、追記型光情報記録媒体に特に適する。一旦焼失したナノ素子は、偏向光を吸収することはなく、発光が、記録媒体へのノからの記録およびノまたは読み出しに利用されることはないからである。

50

【 0 0 6 3 】

酸化剤は、窒化物、酸化物、スルホキシド、 BaO_2 および Ag_2O からなる群から選択されることが特に好ましい。さらに、透明基板および被覆層（被覆層が存在する場合）は、多孔質であって、媒体からナノ素子が焼失する際に、いかなる気体も生じないことが好ましい。

【 0 0 6 4 】

ナノ素子の焼失の代わりに、ナノ素子を合金化して、金属層に溶解させても良い。この場合、本発明の光情報記録媒体に金属層が提供される。特に適した金属は、鉄（Fe）、モリブデン（Mo）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、タングステン（W）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、チタン（Ti）、ニオブ（Nb）およびマンガン（Mn）である。金属層は、反射層と同一であっても良い。金属の代わりに、合金やシリコンを利用することも可能である。

10

【 0 0 6 5 】

カーボンナノチューブは、カーボンナノチューブを通常の sp^2 -配置からダイヤモンド型 sp^3 -配置構造に変換させて、局部的に除去することができる（B. Weiら、Journal of Materials Science Letters、13、5、402（1997）；B. Weiら、カーボン、36、7-8、997（1998））。 Sp^3 -配置では、カーボンナノチューブは、顕著な光吸収性を示さず、光を放射しない。

【 0 0 6 6 】

本発明の別の態様によれば、光情報記録媒体に情報を記録する光情報記録装置が提供され、前記装置は、

20

- a) 直線偏光の光線を生じる光源、
- b) 前記光線の偏光面の配向を変化させる手段、および
- c) 前記光情報記録媒体に記録された情報に基づいて、前記光線を変調する手段、を有する。

【 0 0 6 7 】

本装置では、本発明による光情報記録媒体によって提供される利点が生かされる。特に記録装置は、ナノ素子の異なる配向に適合される。例えば、上述のように、2の情報層を有する記録媒体のナノ素子の配向は、情報層間で異なる。次に特定の情報層を指定するため、選択された情報層に基づいて、偏光面の配向が選定される。

30

【 0 0 6 8 】

光情報記録装置は、異なる焦点面に直線偏向光線を焦点化する手段を有する。これにより、個々のスタックまたは個々の情報層を指定することが可能となる。

【 0 0 6 9 】

光源は、十分に高出力であることが好ましく、これにより、前記記録装置に設置された光情報記録媒体の情報面のナノ素子が焼失する。選択位置の情報層において特定の配向のナノ素子が存在しない場合、前記記録媒体に記録された情報に対応した、前記情報層の吸収パターンを形成することができる。

【 0 0 7 0 】

光源は、直線偏向光を放射することが特に好ましい。これにより、選択された偏光面の光を吸収するナノ素子のみが選択的に焼失され、その位置に存在する他のナノ素子は、実質的に焼失されない。また、直線偏向光は、偏光面の配向の光を吸収する特定のナノ素子を選択的に励起することができる。光情報記録媒体のナノ素子の各化学種が、ある偏光の光のみを吸収するように配向されると、光情報記録媒体の照射により、照射光の偏光によって選択された化学種のナノ素子のみが、発光放射線を放射する。このように、他の化学種の好ましくない発光を抑制することができる。

40

【 0 0 7 1 】

さらに別の好適実施例では、光情報記録装置は、光情報記録媒体の情報層の加熱手段を有し、前記情報層の液化化が生じる。このようにして、記録装置を用いて、情報層の加熱領域でのナノ素子の再配向が可能となる。本発明の特に好適な実施例では、直線または円

50

状偏向光の光源は、十分に高出力であり、そのような情報層の加熱によって、前記液状化が生じる。情報層の加熱手段は、他の位置は無変化のまま、情報層の選択位置を液状化させることが好ましい。

【0072】

さらに光情報記録装置は、光情報記憶装置のナノ素子を配向させる手段を有する。この場合、前記情報層の吸収パターンの形成および/または消去のため、記録装置は、1または2以上の情報層のナノ素子を再配向する。ナノ素子に直接力を加えることにより、あるいはナノ素子の粒子を配向させる力を加えて固体マトリクスの粒子内の1または2以上のナノ素子を被覆することにより、ナノ素子が配向される。

【0073】

特に、情報層のナノ素子は、ゼオライト粒子内に設置することができる。

【0074】

好適実施例では、ナノ素子を配向させる手段は、光情報記録媒体に電場を印加する手段を有する。最近、直流電場あるいは交流電場において、カーボンナノチューブが、電気泳動的に配向されることが示されている (Yamamoto Kら、J. Phys. D: Appl. Phys、31、: L34-L36(1998))。情報層内のナノ素子が、固体マトリクス粒子、例えばゼオライト粒子に被覆された場合、電場を印加して、その位置に設置されたナノ素子で粒子を配向させることができる。

【0075】

別の好適実施例では、ナノ素子を配向させる手段は、光情報記録媒体に直線偏向光を提供する手段を有する。実際の使用では、これらの手段は、光情報記録媒体の情報層を加熱する手段と同一であり、前記情報層の液状化が可能である。光情報記録媒体に偏向光を提供する光源、特にレーザー光源は、前記記録媒体の情報層に局部的な電場を印加し、前記情報層の照射領域のナノ素子に双極子モーメントを提供する。従って照射領域のナノ素子は、照射光の偏光の方向に揃えられる。直線偏向光を提供する手段は、前記光の偏光面の配向を変化させ得ることが好ましい。これにより、いかなる方向のナノ素子の配向も可能となる。

【0076】

液状化情報層、すなわち情報層の液状化透明基板内のナノ素子が再配向した場合、情報層の再固体化の間に、再配向の力(電場)を加えることが好ましい。これにより、情報層の再固体化の前に、配向されたナノ素子がランダムに動くことが防止される。

【0077】

本発明では、上述の光情報記録媒体から情報を読み取る光情報記録装置が提供され、当該光情報再生装置は、
a) 偏光面の第1の配向および第1の波長の偏向光で、前記光情報記録媒体の第1の位置を照射する光源、
b) ナノ素子の第1の所定の化学種による発光強度に対応する第1の強度の信号を発生する検出手段、
を有する。

【0078】

この装置は、ナノ素子によって発光される光の偏光面を定めることができることが好ましい。これは、再生情報層内のナノ素子の配向が、予め把握できない場合に特に有意である。例えば、多階層の情報が情報層にコード化されている場合である。また、本装置は、読み出す化学種とは異なるナノ素子化学種からの好ましくない発光を抑制することができる。

【0079】

別の光情報記録装置では、前記検出手段は、所定の第2の波長および/または偏光面の配向の発光の強度を選択的に測定するフィルタ手段を有する。波長をカットオフするローパスフィルタのようなフィルタ手段は、好ましくない発光を抑制するのに特に適している。フィルタは、さらに例えば第1の波長の光が、光情報記録媒体から散乱または反射され

10

20

30

40

50

検出手段に入射されることを防止する。

【0080】

前記検出手段は、偏光等方性発光と偏光異方性発光を識別できることが好ましい。ナノワイヤの発光は、周波数等方性であり、その結晶構造のため、ナノチューブは偏向発光を示す。異なる化学種の偏光特性の差異により、光情報記録媒体からの情報を再生する際の信号対ノイズ比は、さらに増大する。

【0081】

別の好適な光情報記録装置では、前記検出手段は、2波長の発光の強度を検出することができる。これにより、光情報記録媒体のある位置が照射されたときに、2波長の発光強度を検出することができる。通常、光情報記録媒体の各照射位置で測定される波長の数が増え、ナノ素子の所定の化学種での発光強度を判定する確度が向上する。従って、上述のような再生装置では、光情報記録媒体の位置を読み誤る確率を有意に抑制することができる。本装置はさらに、発光波長の異なる2の化学種の発光強度を同時検出することができ、これにより、適当な光情報記録媒体の再生速度を向上させることが可能となる。

【0082】

光情報再生装置の別の好適実施例では、前記光源は、少なくとも2の波長の光を放射することができることを特徴とする。これは、光情報記録媒体が、照射波長の異なる光が放射される、2のナノ素子の化学種を有する場合、特に有意である。本装置は、一方の化学種のナノ素子を選択的に励起させることができ、他の化学種のナノ素子の励起はほとんど生じない。これにより、光情報記録媒体を再生するときの信号対ノイズ比が向上する。また、光情報記録装置で、発光ナノ素子を有さない通常的光情報記録媒体を利用することが可能となり、装置は、下位互換性を備えることができる。

【0083】

前記検出器は、さらに、第2の所定のナノ素子の化学種による発光の強度に対応する、第2の強度の信号を同時に発生することができることが好ましい。ナノ素子の第2の化学種は、第1の化学種に対していかなる位置に設置しても良く、同じまたは別の情報層に隣接する位置に設置することも可能となる。光情報記録装置で、ナノ素子の第1および第2の化学種の発光信号を同時に検出できることが、特に好ましい。これにより再生速度が向上する。

【0084】

好ましくない発光信号を抑制するため、前記光源は、前記照射光の偏光面の配向を選択する手段を有することが好ましい。光情報記録媒体の各化学種は、それぞれ、固有の偏光面の配向の光を吸収することが特に好ましい。これにより、照射光によって多数の化学種が励起されることを抑制することができる。

【0085】

本発明による光情報記録媒体からの情報を読み取る、光情報再生装置は、
c) 前記偏向光線で、前記光情報記録媒体の第2の位置を照射するための移動手段と、
d) 前記第1の位置の照射により生じる前記第1の信号の強度と、前記第2の位置の照射により生じる前記第1の信号の強度との差異を識別する比較手段と、
を有する。

【0086】

この再生装置は、グレーレベルの読み出しが可能であり、情報層の上部位置の発光特性の比較ができる。従って、照射位置よりも小さな配向ナノチューブの領域で表された情報をデコードすることが可能となる。そのような高解像再生ができるようにするには、第1および第2の位置が交差するように、装置において、光情報記録媒体上に照射されるスポットを徐々に移動させる。第1および第2の位置からの発光強度の差異から、測定されるナノ素子の発光量の差異が算出される。第一の位置でのナノ素子の発光量の差異が既知である場合、第1の位置に続く位置に記録された一連の情報が、再構成される。

【0087】

本発明によれば、上述の種類のいかなる光情報記録媒体においても、情報を記録する方

10

20

30

40

50

法が提供され、当該方法は、

ナノ素子がない場合に、記録情報に基づき、所定の偏光面の直線偏光を吸収するステップを有する。

【0088】

本情報を記録する方法では、光記録媒体の情報層に偏向光の吸収パターンが形成され、前記パターンは、記録情報に対応する。ナノ素子による光の吸収は、発光に対応するため、吸収パターンは、光情報記録媒体のナノ素子が照射された際の発光パターンに対応する。

【0089】

前記パターンの各位置に、所定の偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子がない場合、そのようなナノ素子が選択的に除去され、所定の無関与の偏光面とは異なる配向がされた偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子が残る。従って各位置を用いて、各吸収パターンと関連する所定の偏光面の配向に依存した、1以上の吸収パターンでコード化することができる。

10

【0090】

あるいは、各ナノ素子の吸収特性とは無関係に、情報層の位置で全てのナノ素子を除去しても良い。この場合、コード化パターンは容易に検出され、偏光面を微調節する必要性は少なくなる。また、ナノ素子の配向に基づいて選択的にナノ素子を除去するよりも容易に、所与の位置で全てのナノ素子を除去することができる。整列されたナノ素子を有する光情報記録媒体が使用される場合、例えば半径方向にまたは平行に揃えられたカーボンナノチューブでは、全てのナノ素子を、その配向によらず、所与の位置で容易に除去することができる。全てのナノ素子は、実質的に1方向に配向されているからである。

20

【0091】

実質的に所定の偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子を消滅させることにより、所定の偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子を存在させなくする。これは、ナノ素子を部分的に焼失させることにより行われる。この目的のため、適当な酸化剤、温度および透明基板の粘度が、上述のように選択される。本方法に使用される光情報記録媒体は、ナノ素子に近い位置に酸化剤を有することが特に好ましい。この場合、酸化剤は、ナノ素子の焼失を助長する。

【0092】

30

ナノ素子を再配向させることにより、所定の偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子を存在させなくすることが好ましい。すなわち、所定の偏光面の直線偏向光を吸収するナノ素子のみを除去して、他のナノ素子が、その位置であまり影響を受けないようにすることができる。またナノ素子の再配向により、光情報記憶媒体の書き込みが可能となり、記録情報に対応するナノ素子の崩壊により、前記媒体に1回のみ記録が可能となる。当然のことながら、ナノ素子は、ナノ素子自体に、あるいは再配向ナノ素子を有する粒子に、再配向の力を加えて配向させることができる。

【0093】

ナノ素子の再配向は、記録情報に応じた電場を印加して行うことが好ましい。ナノ素子は、印加電場に応じて整列される。

40

【0094】

ナノ素子の再配向は、記録情報に応じて、直線偏向光線を照射して行っても良い。直線偏向光線は、ナノ素子に電場を誘起し、その力でナノ素子は、偏光面に対応して整列される。

【0095】

ハンドリング性を高めるため、ナノ素子の再配列を行う方法は、

- a) 情報を担持する情報層を有する光情報記録媒体を提供するステップであって、前記情報層は、30 以下の温度で固体化し、前記情報層は、ナノ素子を有する、ステップと、
- b) 記録された情報に応じて、情報層を加熱するステップであって、加熱領域の情報層を液状化させ、ナノ素子の再配向が可能となる、ステップと、

50

c) 記録情報層に応じて、直線偏向光の吸収パターンに影響を及ぼすナノ素子を再配向させるステップであって、前記パターンは前記記録情報に一致する、ステップと、を有する。

【0096】

この方法では、ナノ素子の再配向に必要な液状化可能情報層の持つ利点が生かされる。各位置のナノ素子が再配向された後、情報層の各液状化位置を冷却することは、特に有益であり、この場合、情報層は、冷却位置で実質的に固体化する。この追加ステップは、再配列位置でのナノ素子の固定化により、情報層上の記録情報の安定性を高め、ナノ素子がランダムな配向に変化することを防止する。

【0097】

上述の各種類の光情報記録媒体から情報を読み出す好適な方法は、

a) 偏光面の第1の配向および第1の波長の偏光で、前記光情報記録媒体の第1の位置を照射するステップと、

b) 第1の所定のナノ素子の化学種による発光の強度に対応する、第1の強度の信号を発生させるステップと、

を有する。

【0098】

この方法は、上述の光情報再生装置によって実施することができる。本方法では、前記装置の利点が生かされる。

【0099】

好適な、情報を読み出す方法では、ステップb)は、所定の第2の波長および/または偏光面の配向の発光強度を選択的に測定する手段を有する。この方法では、上述の各装置のように、好ましくない発光信号を抑制することができる。

【0100】

別の好適な、情報を読み出す方法では、ステップb)は、偏光等方性発光と偏光異方性発光を識別するステップを有する。各光情報再生装置についての上述の説明のように、この方法では、光情報記録媒体から情報を読み出す際の信頼性が向上する。

【0101】

さらに別の好適な、情報を読み出す方法では、ステップb)は、前記光情報記録媒体の第1の位置が偏向光で照射された際に、2の波長の発光の強度を検出するステップを有する。本方法には、各光情報再生装置についての上述の説明のような利点がある。

【0102】

情報を読み出す方法において、ステップa)は、少なくとも2の波長から、前記第1の波長を選択するステップを有することが好ましい。これは、情報が読み取られる光情報記録媒体が、発光照射波長の異なる化学種を有する場合、特に好ましい。本方法により、それらの化学種のうちの1つのナノ素子が、選択的に励起され、信号対ノイズ比が向上する。

【0103】

情報を読み出す方法において、ステップb)は、第2の所定のナノ素子の化学種からの発光の強度に対応する、第2の強度の信号を同時に発生させるステップを有することが好ましい。この方法は、再生速度を向上させる。

【0104】

情報を読み出す方法は、

ステップa)において、前記第1の位置は、所定の偏光面の光で選択的に照射されることがさらに好ましい。この方法では、上述の各装置の利点が生かされる。

【0105】

さらに好適な、情報を読み出す方法では、当該方法は、さらに、

c) 前記偏向光線で前記光情報記録媒体の第2の位置を照射するステップと、

d) 前記第1の位置の照射によって生じる前記第1の強度の信号と、前記第2の位置の照射によって生じる前記第1の強度の信号の差異を判断するステップと、

を有する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

このグレーレベルの読み出し方法では、照射光線の焦点よりも小さな位置に保管された情報を読み出すことができる。

【 0 1 0 7 】

本発明の別の態様によると、媒体上に情報を記録する、上述の光情報記録媒体を調製する方法が提供され、前記方法は、光情報記録媒体の軸の半径方向に電場を印加するステップであって、光情報記録媒体の前記軸の半径方向にナノチューブが揃えられる、ステップを有する。

【 0 1 0 8 】

光情報記録媒体のこのような処理は、上述のような、情報を記録するディスク状媒体の調製に特に好ましい。

【 0 1 0 9 】

光情報記録媒体を製作するための方法は、

- a) ナノ素子を担持する担体の表面にマスク材の第1のパターンを設置するステップと、
 - b) 前記担体の前記表面に第1の化学種のナノ素子を設置するステップであって、前記表面には、前記マスク材が実質的に設置されない、ステップと、
 - c) ナノ素子を担持する担体の前記表面にマスク材の第2のパターンを設置するステップと、
 - d) 前記担体の前記表面に第2の化学種のナノ素子を設置するステップであって、前記表面には、前記マスク材が実質的に設置されない、ステップと、
- を有する。

【 0 1 1 0 】

マスク材は、担体の表面にナノ素子を設置する方法に応じて、選択されることが好ましい。例えばナノ素子が、水溶液サスペンションから電気泳動法によって設置される場合、マスク材は、撥水性材料にすることができる。撥水性材料は、ナノ素子のサスペンションが担体の表面に付着することを防止し、従ってマスク材にナノ素子が設置されることを防止できる。

【 0 1 1 1 】

ナノ素子の第1および第2の化学種は、担体の同一表面に設置することができる。第1および第2の位置、特にある層内に第1および第2のトラック状の位置、を有する光情報記録媒体を形成する場合に、これは特に有益である。

【 0 1 1 2 】

ただし、ステップb)とc)の間に、前記担体の表面に予備担持層が設置され、前記第1および第1の化学種のナノ素子が、空間的に分離されることが好ましい。これにより、第1の情報層には第1の位置のみがあり、第2の情報層には第2の位置のみがある光情報記録媒体を形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 1 1 3 】

本発明の別の実施例を、図1および2を参照して以下に示す。

【 0 1 1 4 】

図1には、本発明の光情報記録媒体(1)の概略断面図を示す。光情報記録媒体(1)は、カーボンナノチューブ(115、116、125、126、135、136、215、216、225、226、235、236)の1組の情報層(111、112、121、122、131、132、211、212、221、222、231、232)を有する。各情報層のカーボンナノチューブ(115、116、125、126、135、136、215、216、225、226、235、236)は、各情報層に記録された情報に対応するパターンを構成する。情報層(111、112、121、122、131、132、211、212、221、222、231、232)は、隣接情報層の組(110、120、130、210、220、230)にグループ化され、各組は、透明基板層によって分離される。各組(110、120、130、210、220、230)の情報層は、ある化学種のナノチューブを有し、ある組の情報層の全ナノチューブは、ナノチューブの各化学種に固有の波長の光を放射する。従って各組は1つのデッキを構成する。情報層の隣接組(110、120、1

10

20

30

40

50

30、210、220、230) は、ナノチューブ(115、116、125、126、135、136、215、216、225、226、235、236)の各化学種とは異っており、ある組の発光は、波長により各隣接組の発光と識別できる。光情報記録媒体(1)は、情報層の組(110、120、130、210、220、230)からなる2スタック(100、200)を有する。

【0115】

情報を読み出すため、紫外線の光線(50)が、再生情報層を有するスタックに焦点化される。光線(50)は、直線または円状偏向光、あるいは非偏向光であり、全ての偏向光を含む。再生情報層のカーボンナノチューブは、ナノチューブの軸と平行な偏光面からなる光線(50)成分を吸収する。カーボンナノチューブは光を吸収して、各化学種に固有の波長の光であって、これらのカーボンナノチューブに吸収される光の偏光に対応した偏向を有する光を放射し、この放射光が検出される。再生情報層のナノチューブに固有の波長および偏向の光強度を判定することにより、前記情報層にコード化された情報パターンが、再構成され、これが読み出される。

10

【0116】

図2aには、通常のCDのトラック構造を概略的に示す。トラックは、平行に配置されている。個々のトラックの間には、未使用の広い空間があり、選択されたトラック位置での照射により生じた信号と、隣接トラックからの信号干渉が防止される。

【0117】

図2bには、本発明による光情報記録媒体のトラック構造の概略図を示す。この図でも、2のトラック118、119が示されている。トラック118、119は、平行に設置される。ただし、トラック118は、右斜線部で示されたある化学種のナノ素子を有し、トラック119は、左斜線部で示された別の化学種を有する。トラック118および119は、相互に接近しており、トラック118、119のある位置では、隣接しているところもある。しかしながら、いかなるトラック118、119の位置の情報も再生される場合も、選択されたトラック118、119の位置から生じる発光は、対象のトラック118、119に形成されるナノ素子からの発光しか含まないため、この信号を、隣接位置の発光によって生じる、いかなる好ましくない信号とも区別することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0118】

【図1】光情報記録媒体の概略断面図である。

30

【図2a】通常のCDのトラック構造を概略的に示した図である。

【図2b】本発明による光情報記録媒体のトラック構造の概略図である。

【図 1】

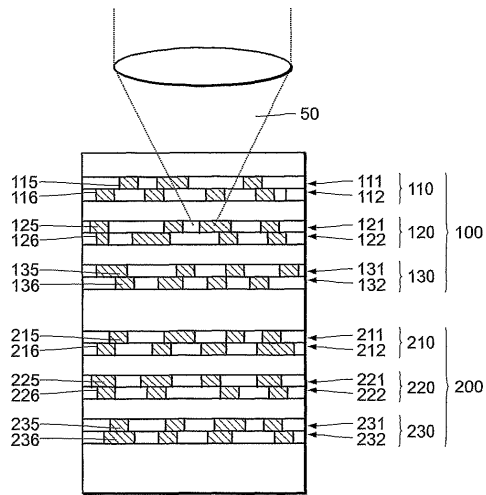


Fig. 1

【図 2 A】

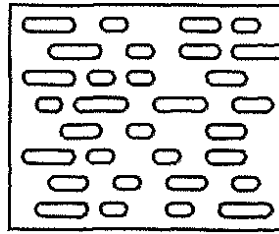


Fig. 2A

【図 2 B】

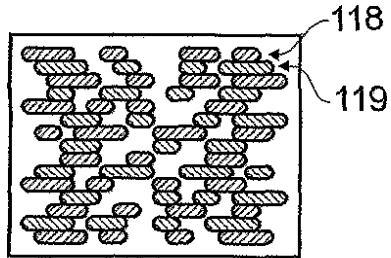


Fig. 2B

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 8 2 B 1/00
G 1 1 B 7/005 Z

(72)発明者 バッケルス, エリク ペー アー エム
オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6

審査官 ゆずりは 広行

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 1 2 1 8 9 2 (J P , A)
特表 2 0 0 4 - 5 3 5 0 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G11B 7/243
B41M 5/26
B82B 1/00
G11B 7/005
G11B 7/24