

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-78738

(P2005-78738A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 7/24

F I

G 1 1 B 7/24

5 6 3 Z

テーマコード (参考)

5 D O 2 9

G 1 1 B 7/24

5 6 3 A

G 1 1 B 7/24

5 6 3 D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2003-309479 (P2003-309479)

(22) 出願日

平成15年9月2日(2003.9.2)

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人

100075096

弁理士 作田 康夫

(72) 発明者

新谷 俊道

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者

安齋 由美子

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者

峯邑 浩行

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク基板

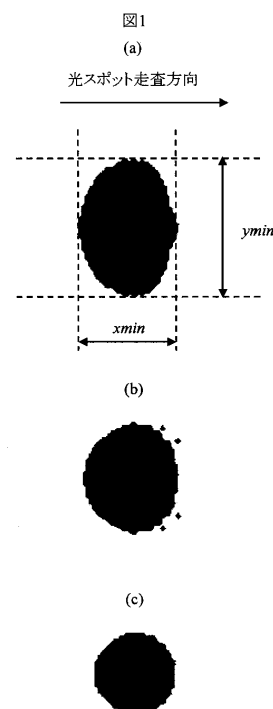
(57) 【要約】

【課題】 光ディスクにおけるROMディスクを作製するには、熱で記録する方法が提案されているが、記録パワーマージンが低いため、微小マークの記録精度に限界があった。

【解決手段】 記録膜に相変化膜を用い、熔融記録をすることにより、再結晶化現象を利用して微小マークを高精度に記録する。この場合、最短記録マークの形状は従来の方法と異なり、トラック方向よりもディスク半径方向に長いマークが記録される。記録後は、反応性イオンエッチングによる結晶部分とアモルファス部分のエッチングレートの違いを利用し、相変化マークを凹凸パターンに変えて原盤を作製する。

【効果】 記録パワーマージンが増大し、データ再生信号のジッタの低減を図ることができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ディスクの基板上に作製した凹凸を記録データとして情報を記録し、該凹凸を光を照射することによって読み取る光ディスクにおいて、該凹凸マークの光スポット走査方向の長さを x 、該 x に垂直なディスク半径方向の長さを y とし、該ディスク上に存在する全てのマーク長さのうち、 x 、 y の最小値を夫々 x_{min} 、 y_{min} と記した場合、 $x_{min} < y_{min}$ が成り立つマークを有することを特徴とする光ディスク基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は光ディスク技術に関し、特に光ディスク基板に関する。

【背景技術】

【0002】

光ディスクには、その用途によって、大きく、再生専用 (Read Only Memory; ROM)、追記型 (Write Once Read Many; WORM)、書き換え可能型 (Rewritable Memory 又は Random Access Memory; RAM) に分けられる。このうち、ROM は基板に記録データに対応するビットが作製されており、そのビットに集光したレーザ光を照射し、その反射光量を検出することによって、データを読み取る。WORM と RAM は、その基板にトラックに対応する溝 (グループ溝) が作製されており、ユーザデータはその溝に沿って記録される。WORM と RAM には溝の他に、そのディスクの種類の情報やアドレス情報を示すビットが作製されており、光ディスクドライブはそのビット情報を読み取ることによって、そのディスクの種類や特性等の情報を認識する。

20

【0003】

上記のようなビットや溝を有するディスク基板は、大まかには次のようなプロセスで作製される; 1. ガラス基板に感光性レジストを塗布する、2. その基板を回転させ、その基板に対物レンズで集光したレーザ光を入射し、レジストを感光させる、3. 基板を現像し、感光パターンを凹凸パターンにする、4. Ni などの金属をメッキし、それを原盤として融解したポリカーボネートを流し込み、固化させて基板を作製する。レーザ光によって露光することをカッティング、その装置をカッティング装置と呼ぶ。また、原盤を作製する一連のプロセスをマスタリングと呼ぶ。

30

【0004】

上記 2 において、溝を作製する場合には入射するレーザ光を DC 光とし、ビットを作製する場合には適切な条件のパルス光とする。その条件は、レジストの感光性等を考慮して最適化する。

【0005】

高密度光ディスクを作製するには、小さなビットや狭いトラック溝を高精度で作製する必要がある。そのためには、入射光のスポットサイズを小さくする必要がある。集光した場合の光スポットの直径は、その波長を λ 、対物レンズの開口数を NA と書くと、 λ / NA に比例する。次世代光ディスクのために現在提案されている仕様では、トラックピッチが最短マーク長が $0.15 \sim 0.2 \mu m$ 、トラックピッチが $0.3 \sim 0.35 \mu m$ 程度で、直径 $120 mm$ のディスクで $20 \sim 30 GB$ の容量を有する。このサイズのビットを作製する為に、カッティング装置の波長を $250 \sim 270 nm$ 、NA を 0.9 程度にしている。

40

【0006】

一方、書き換え可能媒体としては相変化記録が用いられている。相変化記録は、初期状態が結晶状態の記録膜に、入射したレーザ光を吸収して発生する熱によって記録膜の一部が融解し、その後、急激に冷却する過程でアモルファスになる現象を用いてマークを記録する方法である。この方法は、例えば CD-RW や DVD-RAM、DVD-RW、DV

50

D + R Wにおいて用いられており、記録は再生と同様、ドライブで行う。次世代光ディスクドライブでは、波長400～410nmの青紫色レーザと、NA0.65～0.85の対物レンズを用いることが検討されている。

【0007】

通常の相変化記録では、熱を与えた後の冷却過程において、マーク周辺部はマーク中心部に比べてゆっくりと冷却するため、アモルファスにならずに結晶化する。これを再結晶化と呼ぶ。この再結晶化のために、マークは融解した領域よりも小さくなり、微小マークを記録することができる。その再結晶化が起こる程度は、記録膜の結晶化速度と熱の冷却速度で決定される。即ち、同じ冷却速度を有する媒体に、同じ大きさの領域に同じ速度で同じ量の熱を与えた場合、結晶化速度が速い記録膜ではより大きな領域で再結晶化が起こる。結晶化速度は、記録膜の化学組成によって決まる。例えばCD-RWやDVD-RWに多く用いられる記録膜はAgInSbTeでSbの量が最も多く、結晶化速度は比較的速い。DVD-RAMに典型的に用いられる記録膜はGeTeとSb₂Te₃の合金であり、結晶化速度は比較的遅い。また同じGeSbTeでも、Sbの量が多いと結晶化速度が速くなる。このことは、例えばTechnical Digest of Optical Data Storage Topical Meeting 2001 pp. 37～39に報告されている。

10

【0008】

次世代光ディスク用の記録を行う為に必要なスポットサイズは、相変化記録に対しては約500nmであるのに対し、カッティングでは約300nmである。即ち同じサイズの光スポットを用いれば、相変化記録の方が小さなマークを記録することができ、記録データの大容量・高密度化が可能であることがわかる。この違いは、両者の記録メカニズムの違いに起因していると考えられる。

20

【0009】

カッティングは、上記のように感光性レジストを露光することによってレジスト内に光化学反応を誘発してパターンを記録するフォトンモード記録であるのに対し、相変化記録は熱によって材料の物性を変化させる熱モード記録を用いる。

【0010】

フォトンモード記録では、照射されるフォトンの総数によって反応性が決まる。即ち、照射したフォトンの積算が重要となる。通常最小マークサイズは、記録するスポットサイズよりも小さい。このような最小マーク列を記録する場合を考える。そのマークの一つをマークAと名付ける。マークAの前後左右にマークを記録する際に、マークAの領域に光スポットの一部が照射される為、マークAを記録する為に照射した光量よりも多くの光量に露光され、マークAのサイズは大きくなる。その露光総量は前後左右のマークパターンに依存し、そのパターンはランダムであるため、マークサイズはランダムに変動する。このことはデータ再生時のジッタ向上、即ちデータエラー率向上の原因となる。

30

【0011】

このことに注目し、相変化記録を用いたROM作製技術が、Technical Digest of Optical Data Storage Topical Meeting 2003 pp. 52～55に提案されている。この方法では、結晶-アモルファスの相転移を示す遷移金属酸化物をレジストとして用い、レーザ光を入射することによって発生する熱でアモルファス膜内に結晶マークを作製し、結晶・アモルファスの一方を融解する現像液で現像することにより、パターンを作製する。この方法により、波長400nm、NA0.85の光学系で、直径120mmのディスク内に約25GBの記録容量のマークを高精度で作製することに成功している。

40

【0012】

【非特許文献1】Technical Digest of Optical Data Storage Topical Meeting 2001 pp. 37～39

【0013】

【非特許文献2】Technical Digest of Optical Data

50

S t o r a g e T o p i c a l M e e t i n g 2 0 0 3 p p . 5 2 ~ 5 5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

上記のように、熱モード記録はフォトンモード記録に比べて記録データの大容量化を図ることができるが、上記のような一般的な熱モード記録（単純熱モード記録）は、通常の相変化記録に比べると、大容量化が困難である。その理由は、通常の相変化記録では再結晶化が存在するため、その分マークが融解領域よりも小さなサイズとなり、微小マークの記録が可能であるからである。結晶化速度が極端に遅い相変化膜、結晶化速度が比較的遅い相変化膜、結晶化速度が比較的速い相変化膜の3つに対して、記録パワーとマーク長の関係を調べた結果を図2に示す。横軸は、記録パワーと最適記録パワーの比、縦軸はマーク長の最適値との差を現している。この結果より、結晶化速度が速い膜において、記録パワーの変動に対するマーク長の変動が最も少ない、即ち記録パワーマージンが最も大きいことがわかる。この理由は以下のように考えられる。単純熱モード記録では、記録レーザパワーが変動すると、それに伴って反応領域が変化し、それに比例してマークサイズが変動する。相変化記録では、レーザパワーの変動によって融解領域の大きさが変動するが、それに伴って再結晶化領域も変動するため、両者が補正して、最終的に作製されるマークのサイズの変動が少なくなる。結晶化速度が大きいと、そのパワー変動と再結晶化領域の変動が連動しやすい為、より補正効果が大きいと解釈できる。

【0015】

従来技術において述べた相変化を用いたマスタリングの例では、アモルファスから結晶への変化を用いており、融解を経ていないため、再結晶化が存在しない。また、特殊な材料を用いているため、結晶化速度の制御をすることができない。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明では、再結晶化によって微小マーク記録を可能とするために、結晶を融解してアモルファス化することによってマークを記録する方法を用いる。このことにより、図2のように記録パワーマージンが増大し、データ再生信号のジッタの低減を図ることができる。

【0017】

記録されるマークの形状の結晶化速度依存性を図1に示す。図中、(a)(b)(c)は夫々、結晶化速度が速い場合、遅い場合、結晶化がない場合を示している。図の(a)のような記録膜はDVD-RW、(b)はDVD-RAMに用いられている記録膜である。(c)は単純熱モード記録或いはフォトンモード記録の場合である。微小マークを円形な光スポットで記録する場合、単純熱モード記録或いはフォトンモード記録で記録されるマークは、円形か或いはスポット走査方向に長くなるため、 $x_{min} = y_{min}$ となる。これに対し、再結晶化が存在する系では、スポットが通過した後、その通過したスポットからの熱によってマークの後方において再結晶化が起こり、図(a)(b)のようなマークが形成されるため、 $x_{min} < y_{min}$ となる。このメカニズムについては、例えばJapanese Journal of Applied Physics 第41巻631~635頁に詳細に説明されている。 $x_{min} < y_{min}$ を満たすマークを記録するメカニズムは、記録膜やレジストに異方性がない限りは、この文献に説明されている方法でのみ可能であり、フォトンモード記録や単純熱モード記録では不可能である。

【0018】

AgInSbTe、GeSbTeの膜は、結晶、アモルファスで物理化学的な性質が異なる。そのため、例えば反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching; RIE)に対する単位時間当たりのエッチング量(エッチングレート)が、結晶とアモルファスで異なる。例えば、ArにCHF₃を混合したガスを用い、パワー100WでGe₅Sb₇₀Te₂₅薄膜をエッチングしたところ、その単位時間辺りのエッチングレートは、アモルファスでは5nm/分、結晶では10nm/分であった。因みにS

10

20

30

40

50

SiO_2 では 40 nm / 分であった。このことにより、上記の方法で記録した相変化マークを凹凸ピットとすることができ、 $x_{\min} < y_{\min}$ を満たす ROM ピットが作製される。

【0019】

ROM ピットは、その深さを制御する必要がある。例えば CD-ROM や DVD-ROM では波長を λ 、基板の屈折率を n とすると $\lambda/4n$ としている。即ち、CD-ROM では約 130 nm 、DVD-ROM では約 100 nm である。記録膜をその程度に厚くすると、媒体内に生じた熱の拡散が抑制され、再結晶化が過度に起こる。それを防ぐために、記録膜の下部に RIE のエッチングレートが比較的大きな材料を設け、RIE で残ったアモルファス部分をマスクとして、所望の深さの凹凸パターンを作製することができる。

10

【発明の効果】

【0020】

記録パワーマージンが増大し、データ再生信号のジッタの低減を図ることができる。

【実施例 1】

【0021】

ここでは、 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{70}\text{Te}_{25}$ を記録膜とした場合について述べる。 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{70}\text{Te}_{25}$ は結晶化速度が速く、その最短マークの形状は図 1 (a) のようになる。

【0022】

媒体構造を図 3 に示す。媒体は、ガラス基板 301 の上に Ag 合金 302 を 200 nm 、 SiO_2 303 を 60 nm 、 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{70}\text{Te}_{25}$ 304 を 20 nm 、 SiO_2 305 を 20 nm スパッタで製膜して作製した。マーク記録のためのレーザ光は、図の上方から入射する。その光の波長は 400 nm 、対物レンズの開口数 NA は 0.85 である。

20

【0023】

データ記録の変調コードは、1 - 7 変調を用いた。その場合、ウィンドウ幅を T_w とすると、最短マークが $2T_w$ 、最長マークが $8T_w$ となる。記録のために用いたレーザの射出パワーのパターン波形を図 4 に示す。この波形は、図のように $0.5T_w$ を単位とした記録パワー P_w 、ボトムパワー P_b 、消去パワー P_e の 3 つのパワーレベルから成る。 $2T_w$ マークを 1 つのパルス、 $8T_w$ マークを 7 つのパルスというように、 nT_w マークを $n-1$ 個のパルスで記録する。この記録レーザ波形は、通常の手書き型相変化記録に用いられるものと同様であり、このような波形を用いることにより、再結晶化が誘発され、図 1 (a) に示したような形状のマークを記録することができる。

30

【0024】

ここでは、 $2T_w$ マークの長さを $0.15 \mu\text{m}$ 、トラックピッチを $0.32 \mu\text{m}$ とした。このことにより、直径 120 mm のディスクに約 25 GB のデータを記録することができる。記録パワーは、 $P_w/P_e/P_b$ が夫々媒体上で $5 \text{ mW}/2.5 \text{ mW}/0.3 \text{ mW}$ となるように設定した。スポット走査速度は 5 m/s とした。

【0025】

プロセスの過程を図 5 に示す。(a) は図 4 で示した媒体の記録膜を相変化媒体初期化機で結晶化したものである。この媒体にレーザ光を照射し、(b) のように結晶である記録膜 504 にアモルファスマーク 506 を記録した。その後、(b) の試料を Ar と CHF_3 の混合ガスを用いた RIE で 219 秒エッチングすることにより、(c) のように 50 nm の深さのピットを作製することができた。 50 nm となったのは、以下の理由による。解決手段において述べたように、この膜の RIE のエッチングレートは、アモルファスで 5 nm/分 、結晶で 10 nm/分 、 SiO_2 で 40 nm/分 であった。このことより、初めの 30 秒で SiO_2 505 が全てエッチングされる。次に相変化膜がエッチングされるが、結晶が 120 秒で全てエッチングされ、その時点でアモルファス部分 506 が 10 nm 残る。この時点で残ったアモルファスがマスクの役割を担い、 SiO_2 が高エッチングレートでエッチングされる。 69 秒エッチングすると、 SiO_2 が約 46 nm エッチングされ、アモルファスが約 6 nm エッチングされ、 4 nm 残る。よって合計でピット深さは約 50 nm となる。

40

図5(c)を原盤として作製したROM基板に、Ag合金を50nmスパッタし、0.1mmの厚さのポリカーボネートシートを貼り付けた。このディスクを、波長400nm、対物レンズのNA0.85の光ディスク評価機で、線速4.92m/sでデータのジッタを測定したところ、4.5%であった。

【実施例2】

【0026】

実施例1と同じ材料及びプロセスを用いて、更に微小なマークを作製した。ただしここでは、記録レーザ波長を266nm、対物レンズのNAを0.9とした。また、2Twマークの長さを0.11μm、トラックピッチを0.24μmとして記録した。記録レーザ波形は図5と同じものを用いたが、記録パワーPw/Pe/Pbは、媒体上で1mW/0.5mW/0.05mWとなるように設定した。作製したROMピットの長さを原子間力顕微鏡(AFM)で測定した。ピット200個の長さを測定して、その標準偏差を算出したところ、標準偏差は5.2nmであった。これはウィンドウ幅の約9.5%に相当する。

【実施例3】

【0027】

ここでは、実施例1で述べた媒体の記録膜にAg₂In₈Sb₇₀Te₂₀を用いた例について述べる。この記録膜は、実施例1、2のそれと同様に結晶化速度が速く、そのマーク形状は図1(a)のようになる。媒体の膜厚、記録条件は実施例1のそれと同じにした。

【0028】

Ag₂In₈Sb₇₀Te₂₀のRIEによるエッチングレートは、実施例1のRIEと同じ条件下では、結晶が12nm/分、アモルファスが5.5nm/分であった。図5(b)の状態の試料を201秒間エッチングすることにより、50nmの深さのピットを作製することができた。その理由は以下の通りである。初めの30秒でSiO₂505が全てエッチングされる。相変化膜の結晶が100秒で全てエッチングされ、その時点でアモルファスが約9nm残る。結晶が除去された部分のSiO₂がエッチングされ、約71秒でSiO₂が約47nmエッチングされる。その時点で記録膜のアモルファス部分が約6nmエッチングされ、3nm残るので、SiO₂部分と記録膜部分で合計約50nmの深さのピットが作製される。

【0029】

この試料を原盤としてROMディスクを作製し、光ディスク評価機でジッタを測定したところ、5.2%のジッタが得られた。

【実施例4】

【0030】

ここでは、実施例1で述べた媒体の記録膜にGe₂Sb₂Te₅を用いた例について述べる。Ge₂Sb₂Te₅は比較的結晶化速度が遅く、そのマーク形状は図1(b)のようになる。

【0031】

この場合の媒体構造を図6に示す。この構造は図4のそれに類似しているが、反射膜にAg合金よりも熱伝導率の低いAl合金を用い、その膜厚を100nmとした。この理由は、上記のようにGe₂Sb₂Te₅の結晶化速度が比較的遅い為、記録時に記録膜から反射膜へ拡散する熱量を抑制し、記録膜の温度降下を遅くすることによって再結晶化を誘発させることを目的としたからである。

【0032】

プロセスは図5のそれと同様である。Ge₂Sb₂Te₅のRIEによるエッチングレートは、実施例1~3と同じ条件下で、結晶が15nm/分、アモルファスが8nm/分であった。

【0033】

図5(b)の状態の試料を168秒間RIEでエッチングすることにより、40nmの

深さのピットを作成することができた。60 nmの深さとなった理由は、以下の通りである。初めの30秒でSiO₂ 605が全てエッチングされる。次の80秒で記録膜の結晶部分が全てエッチングされ、その時点でアモルファス部分が約9.3 nm残る。次の58秒でSiO₂ 605が約38.5 nmエッチングされ、その時点でアモルファス部分が約1.5 nm残り、合計40 nmのピット深さとなる。

【0034】

この試料を原盤として、実施例1と同様にROMディスクを作製し、光ディスク評価機で測定したところ、ジッタは約6.2%であった。

【産業上の利用可能性】

【0035】

10

本願は、光照射により情報を記録再生する媒体に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】記録膜と最短マークの形状の関係。(a)結晶化速度の速い記録膜の場合、(b)結晶化速度が比較的遅い記録膜の場合、(c)結晶化速度がない場合。

【図2】記録パワーとマーク長の関係。横軸の記録パワーは、マーク長が適切に記録されるパワーとの比、縦軸のマーク長は、適切なマーク長からのずれで示した。

【図3】実施形態第1～3形態において用いた媒体構造。

【図4】記録レーザ波形。

【図5】ROMディスク原盤作製過程。

20

【図6】実施形態第4形態において用いた媒体構造。

【符号の説明】

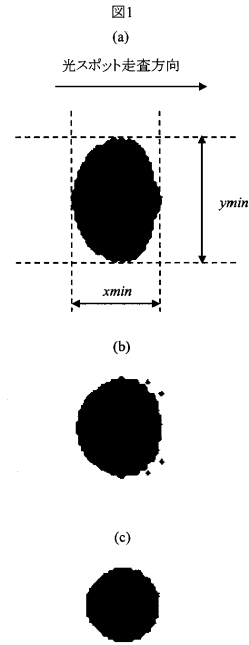
【0037】

301：ガラス基板、302：Ag合金、303：SiO₂、304：記録膜、305：SiO₂、

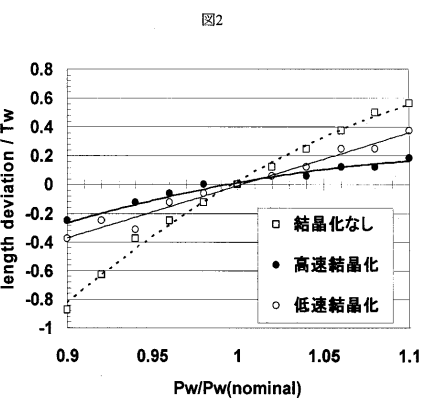
501：ガラス基板、502：Ag合金或いはAl合金、503：SiO₂、504：結晶状態の記録膜、505：SiO₂、506：記録膜内のアモルファスマーク、

601：ガラス基板、602：Al合金、603：SiO₂、604：記録膜、605：SiO₂。

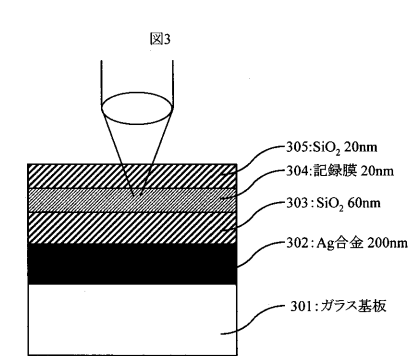
【 図 1 】



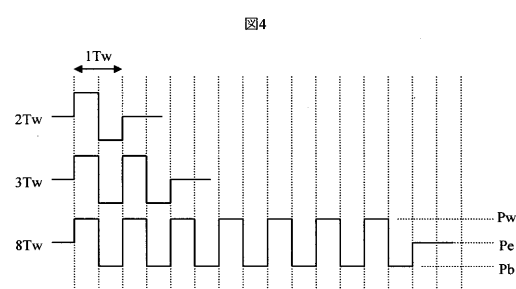
【 図 2 】



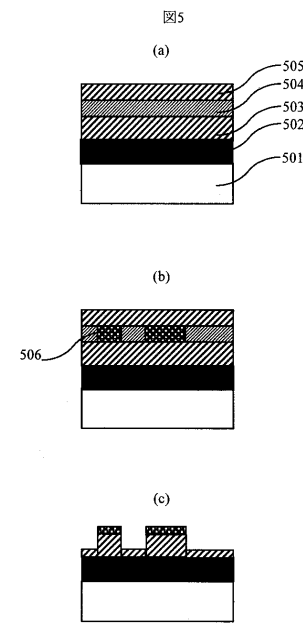
【 図 3 】



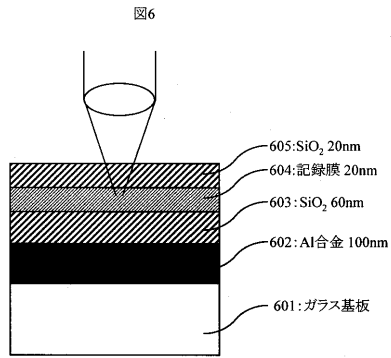
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 宮本 治一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) 5D029 WA21