(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 20 627 B4** 2006.01.26

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **195 20 627.4**
(22) Anmeldetag: **06.06.1995**
(43) Offenlegungstag: **25.01.1996**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **26.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G11B 11/00*** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
P 6-168274 20.07.1994 JP

(73) Patentinhaber:
Sharp K.K., Osaka, JP

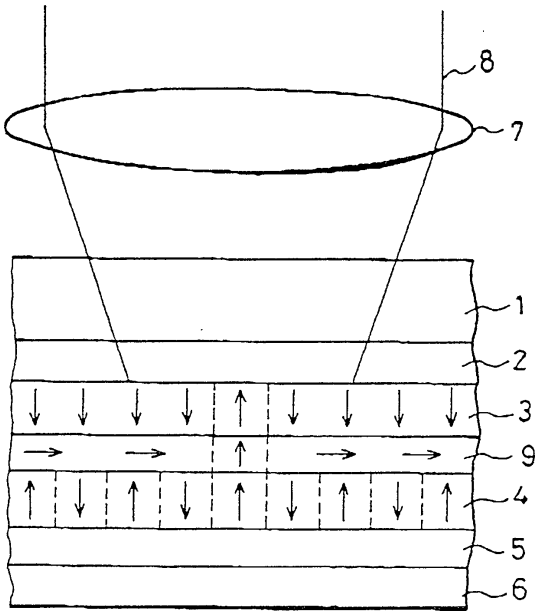
(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:
Hirokane, Junji, Nara, JP; Katayama, Hiroyuki, Sakura, Chiba, JP; Takahashi, Akira, Nara, JP; Ohta, Kenji, Nara, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
EP 04 92 553 A2
JP 04-2 55 941 A
JP 05-81 717 A

(54) Bezeichnung: **Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium**

(57) Hauptanspruch: Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit
– einer Aufzeichnungsschicht (4), in der Information aufzuzeichnen ist;
– einer Abspielschicht (3), an die in der Aufzeichnungsschicht (4) aufgezeichnete Information übertragen wird und von der diese Information ausgelesen wird; und
– einem Zwischenmaterial, das zwischen der Abspielschicht (3) und der Aufzeichnungsschicht (4) gelegen ist und die Stärke der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (3) und der Aufzeichnungsschicht (4) schwächt,
dadurch gekennzeichnet, dass
– das Zwischenmaterial die Stärke der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (3) und der Aufzeichnungsschicht (4) in einem Temperaturbereich schwächt, der niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist und Raumtemperatur einschließt, wobei die vorbestimmte Temperatur niedriger als die Curie-Temperatur der Aufzeichnungsschicht (4) ist und bei dieser vorbestimmten Temperatur die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht (3) der Weite einer aufgezeichneten magnetischen Domäne der Aufzeichnungsschicht (4) entspricht oder kleiner als diese ist,
– die Abspielschicht (3) aus einer...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium, wie beispielsweise eine magnetooptische Aufzeichnungsplatte, ein magnetoptisches Aufzeichnungsband, eine magnetooptische Aufzeichnungskarte oder dergleichen, nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Magnetooptische Schreibplattenspeicher wurden als überschreibbare optische Speicher praktischer Verwendung zugeführt. Jedoch sind herkömmliche magnetooptische Schreibplattenspeicher dahingehend von Nachteil, dass sich ihre Abspieleigenschaften verschlechtern, wenn der Durchmesser eines Aufzeichnungsbits und der Abstand zwischen benachbarten Aufzeichnungsbits kleiner werden als der Durchmesser eines gebündelten Halbleiterlaserstrahls. Dies beruht darauf, dass benachbarte Aufzeichnungsbits in den Fleck des gebündelten Laserstrahls eintreten, was es verhindert, dass jedes Aufzeichnungsbit getrennt von benachbarten Aufzeichnungsbits abgespielt wird.

Stand der Technik

[0003] Um diesen Mangel zu überwinden, schlägt die JP-A-4-255941 eine magnetische Superauflösungstechnologie unter Verwendung eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums mit einer Abspielschicht, einer Hilfsabspielschicht und einer Aufzeichnungsschicht vor. Genauer gesagt, dieses magnetooptische Aufzeichnungsmedium wird vorab so initialisiert, dass die Magnetisierungsrichtung in der Abspielschicht in eine Richtung zeigt, und dann werden die stromaufwärts und stromabwärts in Bezug auf einen Lichtstrahlfleck vorhandenen Aufzeichnungsbits durch die Abspielschicht maskiert, wodurch jeweils ein Bit unter solchen Bits abgespielt werden kann, die mit engerer Schrittweite aufgezeichnet sind, als es der Weite des Lichtstrahlflecks entspricht.

[0004] Jedoch erfordert die vorstehend genannte Technologie ein Magnetfeld zum Vorabinitialisieren der Magnetisierungsrichtung in der Abspielschicht, was bewirkt, dass die Größe eines Aufzeichnungs- und Wiedergabegeräts zunimmt.

[0005] Angesichts des Vorstehenden schlägt die JP-A-5-81717 eine Wiedergabetechnologie mit Superauflösung unter Verwendung eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums mit einer Zweischichtstruktur vor, die über Folgendes verfügt: (i) eine Leseschicht mit in der Ebene liegender Magnetisierung bei Raumtemperatur und rechtwinkliger Magnetisierung bei einem Temperaturanstieg; und (ii) eine Aufzeichnungsschicht, die rechtwinklige Magnetisierung aufweist. Gemäß dieser Technologie kann jeweils ein Aufzeichnungsbit, dessen Durchmesser kleiner als derjenige eines Laserstrahls ist, getrennt von benachbarten Aufzeichnungsbits abgespielt werden, ohne dass die Abspielschicht initialisiert wird.

[0006] Beim Aufzeichnen von Bildinformation oder dergleichen ist ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit sehr großer Speicherkapazität erwünscht. Bei den vorstehend genannten, herkömmlichen magnetooptischen Aufzeichnungsmedien kann jedoch Information nicht mit so hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie es zum ausreichenden Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich ist.

[0007] Ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium der eingangs genannten Art ist aus EP 0 492 553 A2 bekannt. Bei diesem bekannten Aufzeichnungsmedium wird Information von einer Aufzeichnungsschicht auf eine Abspielschicht kopiert und dort ausgelesen, wo die Temperatur des Aufzeichnungsmediums nicht angehoben ist.

Aufgabenstellung

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium anzugeben, von dem Information, die mit hoher Dichte aufgezeichnet ist, wiedergegeben werden kann, indem eine aufgezeichnete magnetische Domäne einer Aufzeichnungsschicht auf eine Abspielschicht lediglich an dem Teil der Aufzeichnungsschicht übertragen wird, der der Nähe des Mittenbereiches eines Lichtstrahles entspricht, welcher das magnetooptische Aufzeichnungsmedium bestrahlt.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht ist bei Raumtemperatur größer als

die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne in der Aufzeichnungsschicht. Demgemäß ist beim Abspielen die Weite der stabilen magnetischen Domäne in einem solchen Bereich der Abspielschicht, in den kein Lichtstrahl eingestrahlt wird und in dem die Temperatur nicht erhöht ist, weiter als die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht.

[0011] Demgemäß wird, obwohl im vorstehend genannten Bereich, in dem die Temperatur nicht erhöht ist, eine magnetische Domäne durch magnetische Kopplung zwischen der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht und der magnetischen Domäne der Abspielschicht eine magnetische Domäne von der Aufzeichnungsschicht auf die Abspielschicht übertragen wird, die an die Abspielschicht übertragene magnetische Domäne nicht stabil vorhanden und verschwindet daher. Andererseits wird in demjenigen Bereich der Abspielschicht der mit einem Lichtstrahl beleuchtet wird und in dem die Temperatur einen vorgegebenen Wert überschreitet, die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne gleich oder sie ist kleiner. Demgemäß wird im Bereich, in dem die Temperatur den vorgegebenen Wert überschreitet, durch magnetische Kopplung zwischen der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht und der magnetischen Domäne der Abspielschicht eine magnetische Domäne von der Aufzeichnungsschicht auf die Abspielschicht übertragen. Demgemäß kann in der Abspielschicht eine abspielbare magnetische Domäne auf stabile Weise ausgebildet werden.

[0012] Daher ist es möglich, die Information einer magnetischen Domäne nur aus demjenigen Bereich der Aufzeichnungsschicht, der dem zentralen Bereich des Lichtstrahls entspricht, in dem die Temperatur durch das Einstrahlen des Lichtstrahls den vorgegebenen Wert überschreitet, auf die Abspielschicht zu übertragen bzw. von dieser abzuspielen.

[0013] Demgemäß ist es möglich, Information mit hoher Dichte aufzuzeichnen, wie es erforderlich ist, um die Aufzeichnungskapazität eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums zu erhöhen. Demgemäß kann ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium geschaffen werden, das Bildinformation oder dergleichen aufzeichnen kann, wozu eine große Aufzeichnungskapazität erforderlich ist.

[0014] Ferner ist zwischen der Aufzeichnungsschicht und der Abspielschicht eine Zwischenschicht vorhanden, um die Intensität der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht und der Aufzeichnungsschicht temperaturabhängig zu ändern. So kann unter Verwendung einer transportierenden oder. rotierenden Sputtervorrichtung ein magnetisches Aufzeichnungsmedium hergestellt werden, bei dem die Übertragung einer magnetischen Domäne der Aufzeichnungsschicht auf die Abspielschicht nach Bedarf abgeschwächt werden kann und bei dem die magnetische Domäne nur eines erforderlich kleinen Bereichs der Aufzeichnungsschicht an die Abspielschicht übertragen werden kann.

[0015] Ferner kann die Curietemperatur der Zwischenschicht auf einen Wert eingestellt werden, der niedriger als die Curietemperatur der Aufzeichnungsschicht ist. Wenn bei einer solchen Anordnung die Temperatur der Aufzeichnungsschicht auf deren Curietemperatur oder darüber erhöht wird, steigt auch die Temperatur der Zwischenschicht auf deren Curietemperatur oder darüber an, so daß ihre Magnetisierung verschwindet. Demgemäß verhindert die Zwischenschicht dann, wenn ein Aufzeichnungsmagnetfeld an die Aufzeichnungsschicht angelegt wird, die Übertragung der Magnetisierung durch das Magnetfeld an die Aufzeichnungsschicht nicht. Dies führt zu einer Verringerung der Intensität des zum Aufzeichnen erforderlichen Magnetfelds.

[0016] Bei einem Aufzeichnungs- und Wiedergabeverfahren überschreitet nur derjenige Bereich der Abspielschicht, der im Zentrum des Lichtstrahls liegt, einen vorgegebenen Wert. Es wird nur die Information eines der mit hoher Dichte aufgezeichneten Bits an die Abspielschicht übertragen und von dieser abgespielt. Dies beschränkt Übersprechen von Aufzeichnungsbits, die an das abgespielte Aufzeichnungsbit angrenzen, was es ermöglicht, dass Information mit hervorragenden T/R-Eigenschaften wiedergegeben wird. Daher ist es möglich, Information auf zufriedenstellende Weise von einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium wiederzugeben, in dem mit hoher Dichte Information wie Bildinformation aufgezeichnet wurde, wofür große Aufzeichnungskapazität erforderlich ist.

[0017] Bei einem Herstellverfahren wird ein Substrat jeweils in der Nähe von Targets vorbeigeführt, wenn die Abspielschicht hergestellt wird und wenn die Aufzeichnungsschicht hergestellt wird. Wenn das Substrat zu jedem der Targets hin und von diesen weg bewegt wird, wird jedes der Sputtermaterialien schräg auf das Substrat aufgebracht. Wenn dagegen das Substrat an einer Position unmittelbar jedem Target gegenüberstehend angeordnet ist, wird das Sputtermaterial im Wesentlichen rechtwinklig auf das Substrat aufgetragen. So wird das magnetooptische Aufzeichnungsmedium im Wesentlichen mit einer Zweischichtstruktur mit einer Abspielschicht und einer Aufzeichnungsschicht hergestellt. Jedoch ist in jeder der Schichten eine nicht messbare Zu-

sammensetzungsverteilung vorhanden. Daher liegen an der Grenzfläche zwischen der Abspielschicht und der Aufzeichnungsschicht magnetische Eigenschaften vor, die sich von den mittleren magnetischen Eigenschaften jeder der Schichten unterscheiden. Dies schwächt die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht und der Aufzeichnungsschicht.

[0018] Demgemäß kann die Übertragung einer magnetischen Domäne von der Aufzeichnungsschicht auf die Abspielschicht nach Bedarf eingestellt oder geschwächt werden. So kann eine magnetische Domäne aus nur einem erforderlich kleinen Bereich der Aufzeichnungsschicht auf die Abspielschicht übertragen werden. Daher kann dieses Herstellverfahren ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit großem Speichervermögen schaffen, das für Aufzeichnen mit hoher Dichte geeignet ist.

Ausführungsbeispiel

[0019] Diese und andere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen deutlicher.

[0020] Fig. 1(a) ist eine Draufsicht, die ein Verfahren zum Abspielen von Information von einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht;

[0021] Fig. 1(b) ist eine Schnittansicht von Fig. 1(a);

[0022] Fig. 2 ist eine Ansicht, die den Aufbau des in den Fig. 1(a) und (b) dargestellten magnetooptischen Aufzeichnungsmediums veranschaulicht;

[0023] Fig. 3 ist ein Kurvendiagramm, das die magnetische Charakteristik des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß Fig. 1(a) und (b) zeigt;

[0024] Fig. 4 ist ein Kurvendiagramm, das die Aufzeichnungs- und Abspielcharakteristik des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß Fig. 1(a) und (b) abhängig von der Markierungslänge zeigt;

[0025] Fig. 5 ist ein Kurvendiagramm, das die Aufzeichnungs- und Abspielcharakteristik des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß Fig. 1(a) und (b) abhängig von der Abspielleistung zeigt;

[0026] Fig. 6 und Fig. 7 sind Ansichten, die Verfahren zum Herstellen des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß Fig. 1(a) und (b) veranschaulichen;

[0027] Fig. 8 ist eine Ansicht, die den Aufbau eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht;

[0028] Fig. 9 ist ein Kurvendiagramm, das Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums von Fig. 8 veranschaulicht;

[0029] Fig. 10 ist ein Kurvendiagramm, das Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht;

[0030] Fig. 11(a) ist eine Draufsicht auf ein Verfahren zum Aufzeichnungen und Abspielen von Information auf bzw. von einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemäß noch einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0031] Fig. 11(b) ist eine Schnittansicht zu Fig. 11(a);

[0032] Fig. 12 ist ein Kurvendiagramm, das Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums von Fig. 11(a) und (b) veranschaulicht;

[0033] Fig. 13 bis Fig. 15 sind Ansichten, die Verfahren zum Aufzeichnen und Abspielen von Information auf bzw. vom magnetooptischen Aufzeichnungsmedium von Fig. 11(a) und (b) veranschaulichen;

[0034] Fig. 16(a) ist eine Draufsicht, die ein Verfahren zum Aufzeichnen und Abspielen von Information auf bzw. von einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemäß einem noch weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht;

[0035] Fig. 16(b) ist eine Schnittansicht zu Fig. 16(a);

[0036] Fig. 17 ist ein Kurvendiagramm, das Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums von Fig. 16(a) und (b) veranschaulicht;

[0037] Fig. 18(a) ist eine Draufsicht, die ein Verfahren zum Aufzeichnen und Abspielen von Information auf bzw. vom magnetooptischen Aufzeichnungsmedium von Fig. 16(a) und (b) veranschaulicht;

[0038] Fig. 18(b) ist eine Schnittansicht zu Fig. 18(a);

[0039] Fig. 19 ist ein Kurvendiagramm, das Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des in Fig. 16(a) und (b) dargestellten magnetooptischen Aufzeichnungsmediums veranschaulicht;

[0040] Fig. 20(a) ist eine Draufsicht, die ein Verfahren zum Abspielen von Information von einem herkömmlichen magnetooptischen Aufzeichnungsmedium veranschaulicht; und

[0041] Fig. 20(b) ist eine Schnittansicht zu Fig. 20(a).

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0042] Die folgende Beschreibung erörtert ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0043] Wie in Fig. 2 dargestellt, verfügt ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel über einen Aufbau, bei dem auf ein Substrat **1** eine transparente dielektrische Schicht **2**, eine Abspielschicht **3**, eine Aufzeichnungsschicht **4**, eine Schutzschicht und eine Überzugsschicht in der genannten Reihenfolge auf laminiert sind. Es ist dafür gesorgt, daß eine Objektivlinse **7** die Abspielschicht **3** mit einem Lichtstrahl **8** beleuchtet, wodurch Information auf dem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium aufgezeichnet und von ihm abgespielt wird.

[0044] Fig. 1(a) und (b) veranschaulichen eine Abspieltechnik mit magnetischer Superauflösung beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Zum Vergleich zeigt Fig. 20(a) und (b) eine herkömmliche Abspieltechnologie mit magnetischer Superauflösung, wie in der Veröffentlichung Nr. 5-81717 zu einer japanischen Patentanmeldung offenbart.

[0045] Zunächst erfolgt eine Beschreibung in Verbindung mit Fig. 20(a) und (b). Aufzeichnungsbits **201**, **202** sind entlang auf einem Substrat ausgebildeten Spuren **203** vorhanden. In diesem Zustand wird ein gebündelter Lichtstrahl **205** auf eine Abspielschicht **33** gestrahlt, und es entsteht eine Temperaturverteilung **204** in der Abspielschicht **33** und einer Aufzeichnungsschicht **34**, die von der Intensitätsverteilung des gebündelten Lichtstrahls **205** abhängt. Die Abspielschicht **33** weist bei Raumtemperatur in der Ebene liegende Magnetisierung auf, jedoch rechtwinklige Magnetisierung bei einem Temperaturanstieg.

[0046] Der Kerreffekt, der beim Abspielen eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums genutzt wird, entsteht nur beim Vorliegen einer Komponente mit rechtwinkliger Magnetisierung. Genauer gesagt, ist nur derjenige Bereich des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums rechtwinklig magnetisiert, der vom gebündelten Lichtstrahl **205** beleuchtet wird, d. h. derjenige Bereich der Abspielschicht **33**, der im zentralen Bereich eines Lichtstrahlflecks **206** liegt, wo die Temperatur erhöht ist. So kann ein Abspielsignal aus diesem Bereich der Abspielschicht **33** erhalten werden, der im zentralen Bereich des Lichtstrahlflecks **206** liegt. Im Ergebnis wird durch magnetische Kopplung nur die Magnetisierung dieses Bereichs der Aufzeichnungsschicht **34** des Aufzeichnungsbits **201**, der im zentralen Bereich des Lichtstrahlflecks **206** liegt, an die Abspielschicht **33** übertragen. Solche Bereiche der Abspielschicht **33**, die anderen Aufzeichnungsbits **202** als dem Aufzeichnungsbit **201** entsprechen, weisen in der Ebene liegende Magnetisierung auf. Dies ermöglicht es, daß die Information des Aufzeichnungsbits **201** abgespielt wird, wodurch mit hoher Dichte aufgezeichnete Information ausgelesen werden kann.

[0047] Jedoch ändert sich der Magnetisierungszustand der Abspielschicht **33** beim Stand der Technik bei einem Temperaturanstieg allmählich von in der Ebene liegender Magnetisierung auf rechtwinklige Magnetisierung, und es steigt auch die Temperatur der an das Aufzeichnungsbit **201** angrenzenden Aufzeichnungsbits **202** etwas an. Demgemäß befindet sich die Magnetisierung der Abspielschicht **33**, die benachbarten Aufzeichnungsbits **202** entspricht, in der Mitte einer Magnetisierungsänderung, wobei die Magnetisierungsrichtung schräg steht und eine Komponente mit rechtwinkliger Magnetisierung vorhanden ist.

[0048] Dies führt zu einem gleichzeitigen Abspielen der Komponenten rechtwinkliger Magnetisierung von den benachbarten Aufzeichnungsbits **202** her, zusammen mit dem Abspielen der Information vom Aufzeichnungsbit **201**. Dies verhindert, daß das Abspielsignal vom Aufzeichnungsbit **201** vollständig von Signalen von benachbarten Aufzeichnungsbits **202** getrennt ist.

[0049] Beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird die Stabilität der magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** so verwendet, daß die Information eines abzuspielenden Aufzeichnungsbits **101** völlig getrennt von der Information von jedem der benachbarten Aufzeichnungsbits **102** erfaßt wird, wie durch Fig. 1(a) und (b) veranschaulicht. So wird eine magnetische Superauflösungstechnologie erzielt. In den Fig. 1(a) und (b) sind die Aufzeichnungsbits **101**, **102** entlang Spuren **103** aufgezeichnet, die entsprechend wie in den Fig. 20(a) und (b) auf dem Substrat ausgebildet sind. In diesem Zustand wird ein gebündelter Lichtstrahl auf die Abspielschicht **3** gestrahlt, und es entsteht eine Temperaturverteilung **104** in dieser, wie auch in der Aufzeichnungsschicht **4**, abhängig von der Intensitätsverteilung des gebündelten Lichtstrahls **105**. Die Abspielschicht **3** und die Aufzeichnungsschicht **4** sind so ausgebildet, daß die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** bei Raumtemperatur größer ist als die Weite einer magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** und daß mit einem Anstieg der Temperatur auf einen vorgegebenen Wert die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** der Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** entspricht oder kleiner ist.

[0050] Demgemäß entspricht im zentralen Bereich eines Lichtstrahlflecks **106**, in dem die Temperatur den vorgegebenen Wert überschreitet, die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** oder ist kleiner. So wird in der Abspielschicht **3** eine abspielbare magnetische Domäne auf stabile Weise ausgebildet. Das heißt, daß die abspielbare magnetische Domäne so ausgebildet wird, daß die magnetische Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** mit der magnetischen Domäne der Abspielschicht magnetisch gekoppelt ist, wodurch die Information des Aufzeichnungsbits **101** der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** übertragen wird.

[0051] Andererseits ist in anderen Bereichen des Lichtstrahlflecks **106**, in denen die Temperatur nicht den vorgegebenen Wert überschritten hat, die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** größer als die Weite einer magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4**. Demgemäß befindet sich, obwohl die Information jedes Aufzeichnungsbits **102** der Aufzeichnungsschicht **4** durch magnetische Kopplung an die Abspielschicht **3** übertragen wird, die in der Abspielschicht **3** durch eine solche Übertragung ausgebildete magnetische Domäne nicht in stabilem Zustand oder sie verschwindet. Demgemäß wird die Information der Aufzeichnungsbits **102** nicht an diejenigen Bereiche der Abspielschicht **3** übertragen, die diesen Aufzeichnungsbits **102** entsprechen. Demgemäß sind diese Bereiche der Abspielschicht **3**, die den Aufzeichnungsbits **102** entsprechen, in derjenigen Richtung magnetisiert, die mit der Magnetisierungsrichtung der Umgebung der Aufzeichnungsbits **102** übereinstimmt, d. h. in der Richtung entgegengesetzt zur Magnetisierungsrichtung der Aufzeichnungsbits **102**.

[0052] Wie erörtert wird an die Abspielschicht **3** nur die Information der magnetischen Domäne des Aufzeichnungsbits **101** in der Mitte des Lichtstrahlflecks **106** übertragen, in der der Temperaturanstieg wegen des Einstrahlens eines Lichtstrahls den vorgegebenen Wert übersteigt. So kann die Information des abgespielten Aufzeichnungsbits **101** vollständig getrennt von der Information jedes der benachbarten Aufzeichnungsbits **102** erfaßt werden. Demgemäß kann Information mit so hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie es zum Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich ist. Demgemäß kann ausreichend Bildinformation oder dergleichen aufgezeichnet werden, wozu ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit großem Speichervermögen erforderlich ist.

[0053] Die folgende Beschreibung erörtert ein Verfahren zum Herstellen eines magnetooptischen Aufzeichnungsmediums mit dem vorstehend genannten Aufbau.

[0054] Ein aus Polycarbonat bestehendes Substrat **1** mit vorab ausgebildeten Gräben und Pits wird in einer transportierenden Sputtervorrichtung mit drei Targets aus Al, einer GdFeCo-Legierung bzw. einer DyFeCo-Legierung auf einem Halter angeordnet. Die Sputtervorrichtung wird auf 1×10^{-6} Torr (1 Torr = 1,33 hPa) evakuiert, und dann wird ein Mischgas aus Argon und Stickstoff eingeleitet, und es wird elektrische Spannung an das Al-Target angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3} Torr wird der Halter mit dem darauf angeordneten Substrat **1** verstellt und am Al-Target vorbeibewegt, um eine transparente dielektrische Schicht **2** aus AlN herzustellen. Um die Abspieleigenschaften zu verbessern, wird die Dicke der transparenten dielektrischen Schicht **2** auf ungefähr einen Wert eingestellt, wie er dadurch erhalten wird, daß 1/4 der Wellenlänge des Abspiellichts durch den Brechungsindex der Schicht **2** geteilt wird. Wenn nun angenommen wird, daß die Wellenlänge des

Abspiellichts 680 nm beträgt, reicht es aus, daß die Dicke der Schicht **2** ungefähr 10 nm bis 68 nm beträgt. Beim ersten Ausführungsbeispiel ist die Dicke der Schicht **2** auf 50 nm eingestellt.

[0055] Nachdem die Sputtervorrichtung erneut auf 1×10^{-6} Torr evakuiert wurde, wurde erneut Argongas eingeleitet, und es wird elektrische Spannung an das Target mit der GdFeCo-Legierung angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3} Torr wird der Halter mit dem darauf angeordneten Substrat **1** verstellt, um eine Abspielschicht **3** aus $Gd_{0,22}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,78}$ mit einer Dicke von 50 nm herzustellen. Im Vergleich mit der Kompensationszusammensetzung weist die so hergestellte Abspielschicht **3** eine ÜM(Übergangsmetall)-reiche Zusammensetzung auf, die immer mehr Übergangsmetall als SE(Seltenerd)-Metall enthält. Diese Abspielschicht **3** weist einen Curiepunkt von 420°C auf.

[0056] Dann wird das Anlegen elektrischer Spannung an das Target aus der GdFeCo-Legierung beendet, und es wird elektrische Spannung an das Target aus der DyFeCo-Legierung angelegt. Unter denselben Bedingungen, wie vorstehend angegeben, wird eine Aufzeichnungsschicht **4** aus $Dy_{0,23}(Fe_{0,78}Co_{0,22})_{0,77}$ mit einer Dicke von 50 nm hergestellt. Diese Aufzeichnungsschicht **4** weist rechtwinklige Magnetisierung auf, mit einem Kompensationspunkt ungefähr bei Raumtemperatur. Die Aufzeichnungsschicht **4** verfügt über einen Curiepunkt von 200°C.

[0057] Dann wird ein Mischgas aus Argon und Stickstoff in die Sputtervorrichtung eingeleitet, und elektrische Spannung wird an das Al-Target angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3} Torr wird auf ähnliche Weise wie oben angegeben eine Schutzschicht **5** aus AlN hergestellt. Es reicht aus, daß die Dicke der Schutzschicht **5** so eingestellt ist, daß die magnetischen Schichten gegen Korrosion, wie Oxidation oder dergleichen, geschützt sind. Beim ersten Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke der Schutzschicht 5 20 nm.

[0058] Dann wird ein durch Ultraviolettstrahlung oder wärmehärtbares Harz durch Schleuderbeschichtung auf die Schutzschicht **5** aufgetragen, und Ultraviolettstrahlung wird auf die Harzschicht gestrahlt oder sie wird erwärmt, um dadurch eine Überzugsschicht **6** herzustellen.

[0059] Auch wurde als Probe ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium hergestellt, bei dem nur eine Abspielschicht **3** und eine Schutzschicht **5** vorhanden sind, die auf ähnliche Weise wie vorstehend beschrieben ausgebildet wurden. Fig. 3 zeigt die Temperaturabhängigkeit der Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** bei diesem Beispiel. Aus Fig. 3 ist erkennbar, daß die Weite der stabilen magnetischen Domäne mit ansteigender Temperatur kleiner wird. Es ist auch erkennbar, daß eine magnetische Domäne mit nur 0,5 µm bei Raumtemperatur in der Abspielschicht **3** nicht stabil ist, daß aber eine derartige kleine magnetische Domäne stabil vorhanden ist, wenn die Temperatur einen vorgegebenen Wert überschreitet, der beim Beispiel ungefähr 80°C beträgt.

[0060] Das beim ersten Ausführungsbeispiel hergestellte magnetooptische Aufzeichnungsmedium wurde hinsichtlich Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften untersucht. Fig. 4 zeigt die Abhängigkeit des T/R(Trägersignal/Rauschsignal)-Verhältnisses TRV von der Markierungslänge im magnetooptischen Aufzeichnungsmedium des ersten Ausführungsbeispiels. Nachdem die Magnetisierung der Aufzeichnungsschicht **4** in einer Richtung ausgerichtet wurde, wurde Laserlicht mit einer Leistung von 6 mW impulsförmig auf das magnetooptische Aufzeichnungsmedium gestrahlt, dessen Lineargeschwindigkeit auf 5 m/s eingestellt war, wobei die Intensität eines Aufzeichnungsmagnetfelds auf 75 kA/m eingestellt war. Dadurch wurden Aufzeichnungsbits mit verschiedenen Markierungslängen ausgebildet, wobei die Abstände jeweils das Doppelte jeder Markierungslänge ausmachten. Dann wurden die TRV-Werte mit einer Abspiellaserleistung von 2 mW gemessen. Zum Vergleich wurde auf ähnliche Weise auch ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit der in den Fig. 20(a) und (b) dargestellten Anordnung als Vergleichsbeispiel 1 gemessen, bei dem $Gd_{0,26}(Fe_{0,82}Co_{0,18})_{0,74}$ als Abspielschicht **33** verwendet war. Die Meßergebnisse sind ebenfalls in Fig. 4 dargestellt.

[0061] Beim Vergleichsbeispiel 1 dringt die Information aus jedem benachbarten Aufzeichnungsbit **202** in die Information des abzuspielenden Aufzeichnungsbits **201** ein. Beim ersten Ausführungsbeispiel haben diejenigen Bereiche der Abspielschicht **3**, die den benachbarten Aufzeichnungsbits **102** entsprechen, genau gleiche Magnetisierungsrichtung wie die Umgebung. Demgemäß tritt keine Information aus den benachbarten Aufzeichnungsbits **102** in die Information des abzuspielenden Aufzeichnungsbits **101** ein. Demgemäß konnten in einem Bereich, in dem die Markierungslänge kürzer ist, viel höhere TRV-Werte als beim Vergleichsbeispiel 1 erzielt werden.

[0062] Aus Fig. 4 ist erkennbar, daß das magnetooptische Aufzeichnungsmedium gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel einen guten TRV-Wert von 35 dB für Aufzeichnungsbits mit einer Markierungslänge von 0,3

µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm liefert. Diese TRV-Messungen erfolgten mit einem optischen System unter Verwendung eines Lasers mit einer Wellenlänge von 830 nm. Bei üblichen Aufzeichnungsbits, die mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm aufgezeichnet sind, kann ein abzuspielendes Aufzeichnungsbit nicht vollständig von benachbarten Aufzeichnungsbits getrennt werden. Genauer gesagt, hat TRV für in üblicher Weise aufgezeichnete Bits mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm den Wert null. Die Tatsache, daß sich bei diesem Zustand ein TRV ergibt, bedeutet, daß sich beim ersten Ausführungsbeispiel der Effekt magnetischer Superauflösung einstellte.

[0063] Fig. 5 zeigt die Abhängigkeit des TRV von der Abspielleistung für Aufzeichnungsbits, die mit einer Markierungslänge von 0,5 µm und einer Markierungsschrittweite von 1,0 µm ausgebildet sind. Beim Vergleichsbeispiel ändert sich die Magnetisierungsrichtung allmählich von in der Ebene liegender Magnetisierung auf rechtwinklige Magnetisierung. Demgemäß nimmt das TRV mit ansteigender Abspielleistung allmählich zu. Andererseits nimmt das TRV beim ersten Ausführungsbeispiel bei einer Abspielleistung von ungefähr 1,4 mW plötzlich zu. Genauer gesagt, erfolgt ein derartiger plötzlicher Anstieg des TRV, da nur ein Aufzeichnungsbit an die Abspielschicht **3** übertragen wird, wenn die Temperatur der Abspielschicht **3** bei einem Erhöhen der Abspielleistung so weit zugenommen hat, daß die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** kleiner als die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne wird.

[0064] In der Zone mit niedriger Leistung zeigt sich ein gewisses TRV. Dies, da durch die Abspielschicht **3** hindurchstrahlendes Licht Signale von Aufzeichnungsbits in der Aufzeichnungsschicht **4** abspielt.

[0065] Demgemäß kann beim ersten Ausführungsbeispiel ein Signal so lange nicht zufriedenstellend abgespielt werden, als nicht die Abspielleistung auf einen Wert eingestellt ist, der nicht kleiner als die Leistung ist, bei der ein Aufzeichnungsbit übertragen werden kann. Anders gesagt, ist es erforderlich, die Abspielleistung auf einen Wert einzustellen, bei dem die Temperatur der Abspielschicht **3** so weit erhöht werden kann, daß die Weite der stabilen magnetischen Domäne kleiner wird als die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne.

[0066] Ferner sinkt dann, wenn die Abspielleistung weiter erhöht wird, das TRV plötzlich ab. Dies, da die Übertragung von Aufzeichnungsbits auch für benachbarte Aufzeichnungsbits erfolgt. Beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium des ersten Ausführungsbeispiels darf die Abspielleistung nicht kleiner sein als derjenige Wert, durch den ein abzuspielendes Aufzeichnungsbit an die Abspielschicht **3** übertragen werden kann; und die Abspielleistung muß noch kleiner sein als der Wert, bei dem die Übertragung irgendeines benachbarten Aufzeichnungsbits beginnt. Daher ist es möglich, nur diejenige Information auf die Abspielschicht **3** zu übertragen und von ihr abzuspielen, die der magnetischen Domäne der Aufzeichnungsschicht **4** im zentralen Abschnitt des Lichtstrahls entspricht, in dem die Temperatur durch das Einstrahlen eines Lichtstrahls einen vorgegebenen Wert überschritten hat. Demgemäß kann Information mit so hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie es zum Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich ist. Demgemäß kann ausreichend Bildinformation oder dergleichen aufgezeichnet werden, wofür ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit großem Speichervermögen erforderlich ist.

[0067] Unter Verwendung einer rotierenden Sputtervorrichtung wurde auch ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit einer Abspielschicht und einer Aufzeichnungsschicht als Vergleichsbeispiel 2 hergestellt, mit demselben Aufbau wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Es wurde die Abhängigkeit des TRV von der Markierungslänge beim so hergestellten magnetooptischen Aufzeichnungsmedium gemessen. Die Meßergebnisse sind in Fig. 4 dargestellt. Beim Vergleichsergebnis 2 ist kein Effekt mit magnetischer Superauflösung erzielt, und das TRV nimmt plötzlich ab, wenn die Markierungslänge verkürzt wird, ähnlich wie bei einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium mit nur einer Aufzeichnungsschicht. Das bedeutet, daß bei einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium mit ähnlichem Aufbau wie beim ersten Ausführungsbeispiel, das jedoch unter Verwendung einer rotierenden Sputtervorrichtung hergestellt wurde, die Information von Aufzeichnungsbits **102** an die Abspielschicht übertragen wurde, so daß Information eines abzuspielenden Aufzeichnungsbits **101** nicht getrennt von der Information benachbarter Aufzeichnungsbits **102** abgespielt werden konnte.

[0068] Die Fig. 6 und Fig. 7 veranschaulichen den Unterschied zwischen magnetischen Schichten, wie sie unter Verwendung einer transportierenden und einer rotierenden Sputtervorrichtung hergestellt wurden. Der Einfachheit halber erörtert die folgende Beschreibung nur Schritte zum Herstellen einer Abspielschicht und einer Aufzeichnungsschicht.

[0069] Beim transportierenden Typ wird ein an einem Halter befestigtes Substrat **1** in einer Richtung von einer Position **701** durch eine Position **702** zu einer Position **703** an einem Target **709** aus einer GdFeCo-Legierung

vorbeibewegt, um dadurch eine Abspielschicht herzustellen. Dann wird das Substrat **1** zum Herstellen einer Aufzeichnungsschicht in einer Richtung von einer Position **704** über eine Position **705** in eine Position **706** an einem Target **710** aus einer DyFeCo-Legierung vorbei transportiert.

[0070] Wenn die Ausbildung der Abspielschicht betrachtet wird, ist es ersichtlich, daß Zustandsunterschiede zwischen der Position **702** und jeder der Positionen **701** und **703** bestehen. Genauer gesagt, steht das Substrat **1** in der Position **702** dem Target **709** aus der GdFeCo-Legierung genau gegenüber, so daß GdFeCo horizontal auf dem Substrat **1** ausgebildet wird. Andererseits liegt das Substrat **1** in jeder der Positionen **701** und **703** entfernt vom Target **709** aus einer GdFeCo-Legierung, so daß GdFeCo schräg auf dem Substrat **1** ausgebildet wird.

[0071] Das Vorstehende gilt auch entsprechend hinsichtlich des Targets **710** aus einer DyFeCo-Legierung, das zum Herstellen der Aufzeichnungsschicht verwendet wird.

[0072] Demgemäß hat ein mit einer transportierenden Sputtervorrichtung hergestelltes magnetooptisches Aufzeichnungsmedium zwar im wesentlichen eine Zweischichtstruktur aus einer Abspielschicht und einer Aufzeichnungsschicht, jedoch ist in derartigen Schichten eine nicht meßbare Zusammensetzungsverteilung vorhanden. Das heißt, daß an der Grenzfläche zwischen der Abspielschicht und der Aufzeichnungsschicht magnetische Eigenschaften vorliegen, die sich von den mittleren magnetischen Eigenschaften jeder der Schichten unterscheiden. Dies schwächt die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht und der Aufzeichnungsschicht wesentlich. Daher ist es möglich, Übertragungsvorgänge so zu steuern, daß die Übertragung einer magnetischen Domäne aus der Aufzeichnungsschicht in die Abspielschicht nach Bedarf unterdrückt ist, z. B. wenn die Temperatur niedrig ist. Im Ergebnis tritt eine Übertragung von Information ausgehend von der Aufzeichnungsschicht kaum in einem anderen Bereich als demjenigen der Aufzeichnungsschicht auf, der dem mittleren Bereich eines Lichtstrahls entspricht. Daher ist es möglich, an die Abspielschicht nur die magnetische Domäne aus einem erforderlich kleinen Bereich der Aufzeichnungsschicht zu übertragen, d. h. nur aus demjenigen Bereich der Aufzeichnungsschicht, der dem mittleren Bereich eines Lichtstrahls entspricht. So kann der Effekt des Verhinderns des Eindringens von Störsignalen weiter dadurch verbessert werden, daß die Zusammensetzung der Abspielschicht **3** so ausgewählt wird, daß die Weite einer stabilen magnetischen Domäne in ihr bei einem Temperaturanstieg kleiner wird, wobei durch die Verwendung einer transportierenden Sputtervorrichtung die magnetische Kopplung bei Raumtemperatur verringert wird.

[0073] Unter Verwendung einer rotierenden Sputtervorrichtung wird dagegen ein an einem Halter befestigtes Substrat **1** in einer Position **707** einem Target **709** aus einer GdFeCo-Legierung gegenüberstehend gedreht, um eine Abspielschicht herzustellen. Dann wird das Substrat **1** zum Herstellen einer Abspielschicht an einer Position **708** gedreht, die einem Target **710** aus einer DyFeCo-Legierung gegenübersteht. So ist weder in der Abspielschicht noch der Aufzeichnungsschicht eines mit einer rotierenden Sputtervorrichtung hergestellten magnetooptischen Aufzeichnungsmediums eine unregelmäßige Zusammensetzung vorhanden. Demgemäß ist die magnetische Kopplung zwischen der Abspiel- und der Aufzeichnungsschicht stark.

[0074] Wie erörtert, zeigt das magnetooptische Aufzeichnungsmedium des ersten Aufzeichnungsbeispiels den Effekt magnetischer Superauflösung, da magnetische Domänen in der Abspielschicht stabil sind und da die Abspielschicht und die Aufzeichnungsschicht mit geeigneter Stärke magnetisch miteinander gekoppelt sind. Ferner kann ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium für Aufzeichnungsvorgänge mit hoher Dichte und mit hohem TRV mit einer transportierenden Sputtervorrichtung hergestellt werden, wodurch die magnetische Kopplung zwischen der Abspiel- und der Aufzeichnungsschicht geschwächt werden kann, jedoch kann kein entsprechendes magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit einer rotierenden Sputtervorrichtung hergestellt werden, in welchem Fall eine starke magnetische Kopplung zwischen der Abspiel- und der Aufzeichnungsschicht erzielt wird.

[0075] Beim ersten Ausführungsbeispiel ist als Material für die Abspielschicht bei der Erfindung GdFeCo erörtert, von dem angenommen wird, daß es die besten Abspieleigenschaften ergibt. Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung besteht für das Material der Abspielschicht jedoch keine Beschränkung auf GdFeCo. Neben GdFeCo kann als Material, bei dem sich die Weite einer stabilen magnetischen Domäne mit einem Temperaturanstieg ändert, eine andere Seltenerdmetall-Übergangsmetall-Legierung verwendet werden, wie TbFeCo, DyFeCo, HoFeCo, GdTbFeCo, GdDyFeCo, GdHoFeCo oder dergleichen.

[0076] Ferner besteht der Trend, einen Halbleiterlaser als Lichtquelle mit kürzerer Wellenlänge zu verwenden. Wenn zur Abspielschicht eine Spurenmenge mindestens eines der Elemente Nd, Pt, Pr und Pd hinzugefügt wird, kann der Winkel der polaren Kerr-Rotation für Licht kurzer Wellenlänge erhöht werden, ohne daß sich

die Eigenschaften verschlechtern, die die Abspielschicht aufweisen muß. Demgemäß kann selbst beim Verwenden eines Lasers mit kurzer Wellenlänge ein Abspielsignal hoher Qualität erhalten werden.

[0077] Ferner ist beim ersten Ausführungsbeispiel DyFeCo als Material für die Aufzeichnungsschicht bei der Erfindung erörtert. Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung besteht jedoch für das Material der Aufzeichnungsschicht keine Beschränkung auf DyFeCo. Neben DyFeCo können Materialien verwendet werden, wie sie für herkömmliche magnetooptische Platten verwendet werden, d. h. Seltenerdmetall-Übergangsmetall-Legierungen, wie TbFeCo, GdDyFe, GdTbFeCo, GdDyFeCo oder dergleichen.

[0078] Ferner kann die Beständigkeit jeder Schicht gegen Umgebungseinflüsse dadurch verbessert werden, daß sowohl zur Abspielals auch zur Aufzeichnungsschicht beim ersten Ausführungsbeispiel eine Spurenmenge mindestens eines der Elemente Cr, V, Nb, Mn, Be und Ni zugesetzt wird. Genauer gesagt, verhindert ein derartiger Zusatz, daß sich die Eigenschaften jeder Schicht wegen Oxidation des Materials verschlechtern, zu der es durch das Eindringen von Feuchtigkeit oder Sauerstoff kommt, um dadurch ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit ausgezeichneter Langzeitzuverlässigkeit zu schaffen.

[0079] Ferner wurde beim ersten Ausführungsbeispiel AlN als Material für die transparente dielektrische Schicht und die Schutzschicht bei der Erfindung erörtert. Jedoch besteht für das Material dieser Schichten keine Beschränkung auf AlN. Die transparente dielektrische Schicht soll nur durch Lichtinterferenz den Kerreffekt unterstützen, und sie soll das Eindringen von Sauerstoff oder Feuchtigkeit von außen verhindern. Es kann eine transparente dielektrische Schicht aus SiN, AlSiN, AlTaN, SiAlON, TiN, TiON, BN, TiO_2, $BaTiO_3$, $SrTiO_3$, ZnS oder dergleichen, neben AlN, verwendet werden. Unter diesen enthalten SiN, AlSiN, AlTaN, SiAlON, TiN, BN und ZnS keinen Sauerstoff als Bestandteil. Demgemäß kann unter Verwendung jeder dieser Verbindungen ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium geschaffen werden, das besonders feuchtigkeitsbeständig ist. Andererseits muß die Schutzschicht nur das Eindringen von Sauerstoff oder Feuchtigkeit von außen verhindern. So kann als Schutzschicht eine undurchsichtige Schicht aus Cr, Ta oder dergleichen verwendet werden, welche Materialien ausgezeichnete Feuchtigkeitsbeständigkeit haben, neben den Materialien der transparenten dielektrischen Schicht.

[0080] Beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium des ersten Ausführungsbeispiels kann z. B. eine Wärmefreisetzschicht aus Al mit einer Dicke von ungefähr 100 nm zwischen die Aufzeichnungsschicht **4** und der Schutzschicht **5** oder zwischen der Schutzschicht **5** und der Überzugsschicht **6** vorhanden sein. Bei einer solchen Anordnung kann Wärme, wie sie im magnetooptischen Aufzeichnungsmedium bei einem Aufzeichnungsvorgang entsteht, in der Dickenrichtung freigesetzt werden. Dies verringert die Wärmeausbreitung in der Richtung der Schichtfläche, so daß die Temperaturverteilung im magnetooptischen Aufzeichnungsmedium steiler wird. Dies ermöglicht es, Aufzeichnungsbits mit gleichmäßigerer Form zu erzeugen. Als Material für die Wärmefreisetzschicht kann ein solches verwendet werden, bei dem die Wärmeleitfähigkeit größer als die der Aufzeichnungsschicht ist. So wird vorzugsweise ein Material wie Au, Ag, Cu, SUS, Ta, Cr oder dergleichen verwendet.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0081] Im folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung erörtert. Der Einfachheit halber sind solche Teile beim zweiten Ausführungsbeispiel, die mit solchen beim ersten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, mit denselben Bezugszahlen versehen, und eine detaillierte Beschreibung zu ihnen wird weggelassen.

[0082] Wie in Fig. 8 dargestellt, verfügt ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel über eine Anordnung, bei der eine transparente dielektrische Schicht **2**, eine Abspielschicht **3**, eine Zwischenschicht **9**, eine Aufzeichnungsschicht **4**, eine Schutzschicht **5** und eine Überzugsschicht **6** in dieser Reihenfolge auf ein Substrat **1** auf laminiert sind. Die Zwischenschicht **9** verfügt über in der Ebene liegende Magnetisierung, und sie ist vorhanden, um die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** zwangsweise zu steuern.

[0083] Das magnetooptische Aufzeichnungsmedium des zweiten Ausführungsbeispiels wurde auf die folgende Weise hergestellt.

[0084] Ein Substrat **1** aus einem Polycarbonat, in dem vorab Gräben und Pits ausgebildet waren, wurde auf einem Halter in eine rotierende Sputtervorrichtung mit fünf Targets aus Al, Gd, Fe, Co bzw. Dy eingesetzt. Nachdem die Sputtervorrichtung auf 1×10^{-6} Torr evakuiert war, wurde ein Mischgas aus Argon und Stickstoff eingeleitet, und es wurde elektrische Spannung an das Al-Target angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3}

Torr und einer Sputtergeschwindigkeit von 12 nm/min wurde der Halter mit dem darauf befindlichen Substrat **1** gedreht, um eine transparente dielektrische Schicht **2** aus AlN herzustellen. Um die Abspieleigenschaften zu verbessern, wurde die Dicke der transparenten dielektrischen Schicht **2** ungefähr auf einen Wert eingestellt, wie er dadurch erhalten wird, daß 1/4 der Wellenlänge des Abspiellichts durch den Brechungsindex der Schicht **2** geteilt wird. Wenn nun angenommen wird, daß die Wellenlänge des Abspiellichts 680 nm beträgt, reicht es aus, die Dicke der Schicht **2** im Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 68 nm einzustellen. Beim zweiten Ausführungsbeispiel war die Dicke der Schicht **2** auf 50 nm eingestellt.

[0085] Dann wurde, nachdem die Sputtervorrichtung erneut auf 1×10^{-6} Torr evakuiert war, Argon in sie eingeleitet, und es wurde elektrische Spannung an die Targets aus Gd, Fe und Co angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3} Torr und einer Sputtergeschwindigkeit von 15 nm/min wurde eine Abspielschicht **3** aus $Gd_{0,22}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,78}$ mit einer Dicke von 50 nm hergestellt. Die so hergestellte Abspielschicht **3** hatte ÜM-reiche Zusammensetzung, in der das Konzentrationsverhältnis von Übergangsmetall zu SE-Metall größer war, als es einer Kompensationszusammensetzung entspricht. Diese Abspielschicht **3** wies einen Curiepunkt von 420°C auf.

[0086] Dann wurde die an jedes der Targets anzulegende elektrische Spannung eingestellt, und es wurde bei ähnlichen Bedingungen wie den vorstehend genannten eine Zwischenschicht **9** aus $Gd_{0,42}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,58}$ mit einer Dicke von 10 nm mit in der Ebene liegender Magnetisierung hergestellt.

[0087] Dann wurde das Anlegen elektrischer Spannung an das Gd-Target beendet, und elektrische Spannung wurde an das Dy-Target angelegt. Bei ähnlichen Bedingungen wie den oben genannten wurde eine Aufzeichnungsschicht **4** aus $Dy_{0,23}(Fe_{0,78}Co_{0,22})_{0,77}$ mit einer Dicke von 50 nm hergestellt. Diese Aufzeichnungsschicht **4** hatte rechtwinklige Magnetisierung mit einem Kompensationspunkt ungefähr bei Raumtemperatur. Die Aufzeichnungsschicht **4** wies einen Curiepunkt von 200°C auf.

[0088] Dann wurde in die Sputtervorrichtung ein Mischgas aus Argon und Stickstoff eingeleitet, und elektrische Spannung wurde an das Al-Target angelegt. Bei einem Gasdruck von 4×10^{-3} Torr und einer Sputtergeschwindigkeit von 12 nm/min wurde auf ähnliche Weise wie oben angegeben eine Schutzschicht **5** aus AlN hergestellt. Es reicht aus, daß die Dicke der Schutzschicht **5** so eingestellt wird, daß die magnetischen Schichten gegen Korrosion geschützt sind, wie Oxidation oder dergleichen. Beim zweiten Ausführungsbeispiel war die Dicke der Schicht **5** auf 20 nm eingestellt. Auf ähnliche Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel wurde eine Überzugsschicht **6** hergestellt.

[0089] Das magnetooptische Aufzeichnungsmedium wurde hinsichtlich der Abhängigkeit des TRV von der Markierungslänge untersucht wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Fig. 9 zeigt die Ergebnisse einer solchen Untersuchung. Entsprechend wie beim ersten Ausführungsbeispiel wurden hohe TRV-Werte selbst in einer Zone erhalten, in der die Markierungslänge kurz ist. Genauer gesagt, wurde ein TRV von 33 dB erzielt, wenn Aufzeichnungsbits mit einer Markierungslänge von 0,3 µm mit einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm hergestellt wurden und dann mit einer Abspielleistung von 2 mW abgespielt wurden. Dies bedeutet, daß das zweite Ausführungsbeispiel zu guten Abspieleigenschaften führt, entsprechend denen beim ersten Ausführungsbeispiel.

[0090] Beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium mit dem vorstehend angegebenen Aufbau steuert die Zwischenschicht **9** zwangsweise die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4**. Selbst wenn die Grenzfläche zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** eine Zustandsänderung erfährt, übt demgemäß eine solche Änderung auch einen Einfluß auf die Übertragung einer magnetischen Domäne von der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** aus.

[0091] Dabei kann, obwohl anstelle einer transportierenden eine rotierende Sputtervorrichtung verwendet wird, die Übertragung einer magnetischen Domäne von der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** nach Bedarf abgeschwächt oder gesteuert werden. So kann die magnetische Domäne nur eines erforderlichen kleinen Bereichs der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** übertragen werden. Demgemäß kann Information mit so hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie es zum Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich ist. Demgemäß kann Bildinformation oder dergleichen ausreichend aufgezeichnet werden, wozu ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit großem Speichervermögen erforderlich ist.

[0092] In der folgenden Beschreibung werden Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums mit der vorstehend angegebenen Anordnung erörtert.

[0093] Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse von Messungen von TRV-Werten für Aufzeichnungsbits mit jeweils einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm bei magnetooptischen Aufzeichnungsmedien gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, wobei die Abspielschicht **3** jeweils dieselbe Zusammensetzung aufweist, die Zwischenschicht **9** jeweils dieselbe Zusammensetzung aufweist und die Aufzeichnungsschicht **4** jeweils dieselbe Zusammensetzung aufweist, aber diese Schichten verschiedene Dicken haben. Die Messungen wurden mit einem optischen System unter Verwendung eines Lasers mit einer Wellenlänge von 830 nm ausgeführt. Die Tatsache, daß, wie in Tabelle 1 dargestellt, einige TRV-Werte für Bits erhalten wurden, die auf übliche Weise mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm aufgezeichnet wurden, bedeutet, daß der Effekt magnetischer Superauflösung erzielt war. In der Tabelle 1 ist die Markierung o in der Spalte für die Abspieleigenschaften für jedes Medium eingesetzt, das die auszeichnenden Abspieleigenschaften gemäß der Erfindung aufweist, d. h. einen plötzlichen Anstieg des TRV mit einem Anstieg der Abspielleistung, ähnlich der Abhängigkeit des TRV von der Abspielleistung, wie in **Fig. 5** in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt.

[0094] Aus der Tabelle 1 ist erkennbar, daß die Dicke der Abspielschicht **3** nicht kleiner als 10 nm sein darf. Wenn die Dicke der Abspielschicht **3** kleiner als 10 nm ist, verringert sich die Menge des durch die Abspielschicht **3** reflektierten Lichts, so daß Information hauptsächlich durch Licht abgespielt wird, das durch die Abspielschicht **3** gedrungen ist und an der Aufzeichnungsschicht **4** reflektiert wurde. Dies erschwert es, den Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung zu erzielen. Dagegen besteht für die Dicke der Abspielschicht **3** keine obere Grenze. Wenn jedoch die Abspielschicht **3** zu dick ist, ist viel Lichtleistung erforderlich, um die Temperatur des Mediums zu erhöhen. So beträgt die Dicke der Abspielschicht **3** vorzugsweise nicht mehr als 100 nm.

[0095] Es ist auch zu beachten, daß die Dicke der Zwischenschicht **9** nicht weniger als 4 nm und nicht mehr als 40 nm betragen soll. Wenn die Dicke der Zwischenschicht **9** auf ungefähr 2 nm verringert wird, kann die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** nicht gesteuert werden. Dies führt dazu, daß die Abspielschicht **3** und die Aufzeichnungsschicht **4** immer sicher miteinander gekoppelt sind. Dadurch kann der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden. Wenn dagegen die Dicke der Zwischenschicht **9** auf 50 nm erhöht wird, wird die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** sehr klein. Demgemäß kann selbst dann, wenn die Temperatur erhöht wird, keine Information aus der Aufzeichnungsschicht **4** in die Abspielschicht **3** übertragen werden, wodurch der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden kann.

[0096] Ferner ist zu beachten, daß die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4** nicht kleiner als 10 nm sein soll. Wenn die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4** auf ungefähr 5 nm verkleinert wird, verringert dies die Kraft der magnetischen Kopplung, wie sie zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** besteht. Demgemäß kann selbst bei einer Erhöhung der Temperatur keine Information aus der Aufzeichnungsschicht **4** in die Abspielschicht **3** übertragen werden, wodurch der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden kann. Dagegen besteht keine Obergrenze für die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4**. Wenn diese Aufzeichnungsschicht **4** jedoch zu dick ist, ist viel Licht erforderlich, um die Temperatur des Mediums zu erhöhen. Demgemäß beträgt die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4** vorzugsweise nicht mehr als 100 nm.

Tabelle 1

Dicke der Abspielschicht (nm)	Dicke der Zwischenschicht (nm)	Dicke der Aufzeichnungsschicht (nm)	TRV (dB)	Abspieleigenschaften
5	10	40	0	-
10	10	40	5	o
20	10	40	12	o
30	10	40	33	o
40	10	40	33	o
50	10	40	33	o
60	10	40	33	o
80	10	40	33	o
100	10	40	33	o
40	2	40	0	-
40	4	40	6	o
40	6	40	12	o
40	8	40	22	o
40	10	40	33	o
40	20	40	21	o
40	30	40	10	o
40	40	40	6	o
40	50	40	0	-
40	10	5	0	-
40	10	10	12	o
40	10	20	26	o
40	10	40	33	o
40	10	80	33	o
40	10	120	33	o

[0097] Tabelle 2 zeigt die Meßergebnisse für das TRV für Aufzeichnungsbits mit jeweils einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm in magnetooptischen Aufzeichnungsmedien gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, bei denen die Abspielschichten drei verschiedene Zusammensetzungen aufweisen und auch die Zwischenschichten **9** verschiedene Zusammensetzungen aufweisen. In der Tabelle 2 repräsentieren X, Y, A und B die Zusammensetzungsverhältnisse in $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$ der Abspielschichten **3** und in $Gd_A(Fe_BCo_{1-B})_{1-A}$ der Zwischenschichten **9**. Diese Messungen wurden mit einem optischen System unter Verwendung eines Lasers mit einer Wellenlänge von 830 nm ausgeführt. Die Tatsache, daß einige TRV-Werte für normal mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm aufgezeichnete Bits erhalten wurden, bedeutet, daß der magnetische Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erzielt war. In der Tabelle 2 ist die Markierung o in die Spalte der Abspieleigenschaften für jedes der Medien eingesetzt, das die unterscheidenden Abspieleigenschaften gemäß der Erfindung zeigt, d. h. einen plötzlichen Anstieg des TRV mit ansteigender Abspielleistung, ähnlich der Abhängigkeit des TRV von der Abspielleistung, wie in Fig. 5 in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Auch zeigt Tabelle 2 die Stärken der zum Aufzeichnen erforderlichen Aufzeichnungsmagnetfelder.

[0098] Aus der Tabelle 2 ist erkennbar, daß für $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$ der Abspielschicht **3** die folgende Bedingungen erfüllt sein müssen:
$0{,}13 \leq X \leq 0{,}33$; und
$0{,}50 \leq Y \leq 1{,}00$.

[0099] Genauer gesagt, befindet sich bei einer von den vorstehend angegebenen Bereichen abweichenden Zusammensetzung die Abspielschicht **3** immer im Zustand mit in der Ebene liegender Magnetisierung, so daß also keine rechtwinklige Magnetisierung erzielbar ist, wie sie zum Erzielen des Superauflösungseffekts gemäß der Erfindung erforderlich ist. Durch geeignetes Einstellen der Zusammensetzung innerhalb der vorstehend angegebenen Bereiche kann in der Abspielschicht **3** rechtwinklige Magnetisierung erzielt werden, wie sie für den Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erforderlich ist.

[0100] Aus der Tabelle 2 ist auch erkennbar, daß hinsichtlich des $Gd_A(Fe_BCo_{1-B})_{1-A}$ der Zwischenschicht **9** die folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:
$0{,}05 \leq A \leq 0{,}15$; oder
$0{,}31 \leq A \leq 0{,}85$.

[0101] Im Zusammensetzungsbereich $A < 0{,}05$ oder $0{,}85 < A$ ist die Anisotropie der in der Ebene liegenden Magnetisierung der Zwischenschicht **9** zu stark. Demgemäß kann die magnetische Kopplung zwischen der Aufzeichnungsschicht **4** und der Abspielschicht **3** nicht so aufrechterhalten werden, daß der magnetische Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung gewährleistet ist. Im Zusammensetzungsbereich $0{,}15 < A < 0{,}31$ wird die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung der Zwischenschicht **9** zu stark, so daß die Aufzeichnungsschicht **4** und die Abspielschicht **3** magnetisch vollkommen miteinander gekoppelt sind. Dadurch kann nicht der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erzielt werden.

[0102] Vorzugsweise weist die zum Herstellen eines erfindungsgemäßen magnetooptischen Aufzeichnungsmediums verwendete Zwischenschicht **9** eine Zusammensetzung auf, gemäß der die Konzentration an Seltenerdmetall größer als bei der Kompensationszusammensetzung ist, d. h. eine Zusammensetzung, bei der A nicht kleiner als 0,31 und nicht größer als 0,85 ist. Unter Verwendung einer Zwischenschicht **9**, deren Zusammensetzung im vorstehend genannten Bereich liegt, kann die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung der Zwischenschicht **9** geschwächt werden, wenn die Temperatur niedrig ist, d. h., wenn die Temperatur unter dem Wert liegt, bei dem die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** der Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** entspricht oder kleiner ist, und die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung der Zwischenschicht **9** verstärkt werden kann, wenn die Temperatur hoch ist, d. h., wenn die Temperatur auf einem Wert ist, bei dem die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** der Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** entspricht oder kleiner ist. Genauer gesagt, kann die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** geschwächt werden, wenn die Temperatur niedrig ist, und die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** kann verstärkt werden, wenn die Temperatur hoch ist. Demgemäß kann stabilerer Superauflösungsbetrieb auf einfache Weise in einem weiteren Bereich im obengenannten Zusammensetzungsbereich der Abspielschicht **3** ausgeführt werden.

[0103] Vorstehend wurde das $Fe_{0,6}Co_{0,4}$-System beschrieben. Jedoch erweitert sich der für A zugängliche Bereich, wenn das Zusammensetzungsverhältnis von Fe zu Co so verändert wird, daß die Konzentration an Co erhöht wird.

Tabelle 2

X	Y	A	B	TRV (dB)	Abspiel-eigen-schaften	Aufzeich-nungs-magnetfeld (kA/m)
0.08	0.60	0.42	0.60	0	-	-
0.13	0.60	0.42	0.60	12	o	75
0.18	0.60	0.42	0.60	23	o	75
0.22	0.60	0.42	0.60	32	o	75
0.33	0.60	0.42	0.60	20	o	75
0.37	0.60	0.42	0.60	0	-	-
0.22	0.47	0.42	0.60	0	-	-
0.22	0.50	0.42	0.60	22	o	75
0.22	0.75	0.42	0.60	32	o	75
0.22	1.00	0.42	0.60	28	o	75
0.22	0.60	0.02	0.60	0	-	-
0.22	0.60	0.05	0.60	12	o	75
0.22	0.60	0.15	0.60	28	o	75
0.22	0.60	0.18	0.60	0	-	-
0.22	0.60	0.27	0.60	0	-	-
0.22	0.60	0.31	0.60	18	o	75
0.22	0.60	0.42	0.60	32	o	75
0.22	0.60	0.65	0.60	27	o	75
0.22	0.60	0.85	0.60	12	o	75
0.22	0.60	0.92	0.60	0	-	-

[0104] Ferner wurden beim zweiten Ausführungsbeispiel GdFeCo und GdDyFe für die Zwischenschicht **9** bei der Erfindung erörtert. Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung besteht jedoch für das Material der Zwischenschicht **9** keine Beschränkung auf GdFeCo und GdDyFe. Das heißt, daß es ausreicht, wenn die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** durch die Zwischenschicht **9** gesteuert werden kann. Demgemäß erfolgte beim zweiten Ausführungsbeispiel eine Beschreibung für GdFeCo und GdDyFe, mit denen auf einfache Weise eine Schicht mit in der Ebene liegender Magnetisierung hergestellt werden kann, mit der relativ einfach die magnetische Kopplungskraft gesteuert werden kann. Jedoch können außer GdFeCo und GdDyFe andere Seltenerdmetall-Übergangsmetall-Legierungen verwendet werden wie TbFeCo, DyFeCo, GdTbFe, GdDyFeCo, GdTbFeCo oder dergleichen.

[0105] Ferner kann ähnlich wie zur Abspielschicht **3** und zur Aufzeichnungsschicht **4** eine Spurenmenge mindestens eines der Elemente Cr, B, Nb, Mn, Be und Ni zugegeben werden, um die Umgebungsbeständigkeit zu verbessern. Genauer gesagt, verhindert ein solcher Zusatz, daß sich die Eigenschaften der Zwischenschicht **9** durch Oxidation des Materials verschlechtern, hervorgerufen durch das Eindringen von Feuchtigkeit und Sauerstoff; dadurch wird ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit ausgezeichneter Langzeitzuverlässigkeit erhalten.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

[0106] Im folgenden wird ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung erörtert. Der Einfachheit halber sind solche Teile beim dritten Ausführungsbeispiel, die mit solchen beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, mit denselben Bezugszahlen versehen, und eine detaillierte Beschreibung zu ihnen wird weggelassen.

[0107] Das magnetooptische Aufzeichnungsmedium gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel wurde bei ähnlichen Bedingungen hergestellt, wie sie beim zweiten Ausführungsbeispiel verwendet wurden, mit der Ausnahme, daß die Zwischenschicht **9** beim dritten Ausführungsbeispiel als Schicht mit in der Ebene liegenden Magnetisierung aus $(Gd_{0,61}Dy_{0,39})_{0,4}Fe_{0,60}$ mit einer Dicke von 10 nm hergestellt wurde. Beim dritten Ausführungs-

beispiel betrug die Curietemperatur der Zwischenschicht **9** 180°C, was niedriger ist als die Curietemperatur (200°C) der Aufzeichnungsschicht **4**. Beim magnetooptischen Aufzeichnungsmedium des dritten Ausführungsbeispiels überschreitet die Temperatur der Zwischenschicht **9** dann, wenn die Temperatur der Aufzeichnungsschicht **4** auf deren Curietemperatur oder mehr erhöht wird und ein Magnetfeld zum Aufzeichnen von Information in der Aufzeichnungsschicht **4** angelegt wird, ihre Curietemperatur, wodurch ihre Magnetisierung verschwindet. Im Ergebnis verhindert die Zwischenschicht **9** nicht, daß das Magnetfeld die Magnetisierung auf die Aufzeichnungsschicht **4** überträgt. Demgemäß kann die Intensität des zum Aufzeichnen erforderlichen Magnetfelds verringert werden. Daher kann ohne Kostenerhöhung Information mit hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie zum Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich. So kann Bildinformation oder dergleichen in ausreichender Weise aufgezeichnet werden, wofür ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit großem Speichervermögen erforderlich ist.

[0108] Fig. 10 zeigt die Abhängigkeit des TRV vom Aufzeichnungsmagnetfeld für Aufzeichnungsbits mit jeweils einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm für magnetooptische Aufzeichnungsmedien gemäß dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel. Aus Fig. 10 ist erkennbar, daß ein Magnetfeld mit einer Stärke von 75 kA/m erforderlich ist, um Information beim zweiten Ausführungsbeispiel aufzuzeichnen, wohingegen beim dritten Ausführungsbeispiel Information mit einem Magnetfeld von 15 kA/m aufgezeichnet werden kann. Ferner sind die Eigenschaften der Abspielschicht **3** beim dritten Ausführungsbeispiel dieselben wie beim zweiten Ausführungsbeispiel. Demgemäß kann hinsichtlich der Abspieleigenschaften Superauflösung erzielt werden, ähnlich wie beim zweiten Ausführungsbeispiel. Wenn Aufzeichnungsbits mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm hergestellt und dann mit einer Abspielleistung von 2 mW abgespielt wurden, wurde ein gutes TRV von 32 dB erhalten.

[0109] Die folgende Beschreibung erörtert Aufzeichnungs- und Abspieleigenschaften des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums mit dem vorstehend angegebenen Aufbau.

[0110] Tabelle 3 zeigt Meßergebnisse für das TRV für Aufzeichnungsbits mit jeweils einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm bei magnetooptischen Aufzeichnungsmedien gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, wobei die Abspielschicht **3**, die Zwischenschicht **9** und die Aufzeichnugnsschicht **4** in allen Fällen dieselbe Zusammensetzung jedoch jeweils verschiedene Dicken aufwiesen. Diese Messungen wurden mit einem optischen System unter Verwendung eines Lasers mit einer Wellenlänge von 830 nm ausgeführt. Die Tatsache, daß, wie in Tabelle 3 dargestellt, einige TRV-Werte für Bits erhalten wurden, die auf übliche Weise mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm aufgezeichnet wurden, bedeutet, daß magne tische Superauflösung erzielt war. In der Tabelle 3 ist die Markierung o in die Spalte für die Abspieleigenschaften für jedes der Medien eingesetzt, die die unterscheidenden Abspieleigenschaften der Erfindung aufweisen, d. h. einen plötzlichen Anstieg des TRV mit einem Anstieg der Abspiel leistung, ähnlich der Abhängigkeit des TRV von der Abspielleistung, wie in Fig. 5 in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt.

[0111] Aus der Tabelle 3 ist erkennbar, daß die Dicke der Abspielschicht **3** nicht kleiner als 10 nm sein soll. Wenn die Dicke der Abspielschicht **3** kleiner als 10 nm ist, verringert sich das von der Abspielschicht **3** reflektierte Licht in solchem Ausmaß, daß Information hauptsächlich durch Licht abgespielt wird, das durch die Abspielschicht **3** gedrungen ist und an der Aufzeichnungsschicht **4** reflektiert wurde. Dies erschwert es, den Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung zu erzielen. Andererseits besteht keine Obergrenze für die Dicke der Abspielschicht **3**. Wenn jedoch die Abspielschicht **3** zu dick ist, ist viel Lichtleistung erforderlich, um die Temperatur des Mediums zu erhöhen. So ist die Abspielschicht **3** vorzugsweise nicht dicker als 100 nm.

[0112] Es ist auch zu beachten, daß die Dicke der Zwischenschicht **9** nicht kleiner als 4 nm und nicht größer als 40 nm sein soll. Wenn die Dicke der Zwischenschicht **9** auf ungefähr 2 nm verringert wird, kann die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** nicht gesteuert werden. Dies bewirkt, daß die Abspielschicht **3** und die Aufzeichnungsschicht **4** dauernd sicher miteinander gekoppelt sind, wodurch der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden kann. Wenn dagegen die Dicke der Zwischenschicht **9** auf über 50 nm erhöht wird, wird die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** sehr klein. Demgemäß kann, selbst wenn die Temperatur erhöht wird, keine Information von der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** übertragen werden, wodurch der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden kann.

[0113] Ferner ist es erkennbar, daß die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4** nicht kleiner als 10 nm sein darf. Wenn die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4** auf ungefähr 5 nm verringert wird, verringert dies die Kraft der magnetischen Kopplung, die von der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** ausgeübt wird. Demge-

mäß kann selbst dann, wenn die Temperatur erhöht wird, die Information der Aufzeichnungsschicht **4** nicht auf die Abspielschicht **3** übertragen werden, wodurch der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden kann. Dagegen besteht keine Obergrenze für die Dicke der Aufzeichnungsschicht **4**. Wenn die Aufzeichnungsschicht **4** jedoch zu dick ist, ist viel Lichtleistung erforderlich, um die Temperatur des Mediums zu erhöhen. Demgemäß beträgt die Dicke der Aufzeichnungsschicht vorzugsweise nicht mehr als 100 nm.

Tabelle 3

Dicke der Abspiel-schicht (nm)	Dicke der Zwischen-schicht (nm)	Dicke der Aufzeich-nungs-schicht (nm)	TRV (dB)	Abspiel-eigen-schaften
5	10	40	0	–
10	10	40	4	o
20	10	40	10	o
40	10	40	32	o
60	10	40	32	o
80	10	40	32	o
100	10	40	32	o
40	2	40	0	–
40	4	40	8	o
40	6	40	12	o
40	8	40	21	o
40	10	40	32	o
40	20	40	20	o
40	30	40	11	o
40	40	40	5	o
40	50	40	0	–
40	10	5	0	–
40	10	10	10	o
40	10	20	28	o
40	10	40	32	o
40	10	80	32	o
40	10	120	32	o

[0114] Tabelle 4 zeigt Meßergebnisse für TRV-Werte für Aufzeichnungsbits mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm bei magnetooptischen Aufzeichnungsmedien gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, wobei die Aufzeichnungsschichten **3** verschiedene Zusammensetzungen aufweisen und die Zwischenschichten **9** verschiedene Zusammensetzungen aufwiesen. In der Tabelle 4 repräsentieren X, Y, A und B die Zusammensetzungsverhältnisse in $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$ der Abspielschichten **3** und $(Gd_ADy_{1-A})_BFe_{1-B}$ der Zwischenschichten **9**. Diese Messungen wurden mit einem optischen System unter Verwendung eines Lasers mit einer Wellenlänge von 830 nm ausgeführt. Die Tatsache, daß TRV-Werte für Bits erhalten wurden, die auf übliche Weise mit einer Markierungslänge von 0,3 µm und einer Markierungsschrittweite von 0,6 µm aufgezeichnet wurden, bedeutet, daß der magnetische Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erzielt war. In Tabelle 4 ist in die Spalte der Abspieleigenschaften die Markierung o für jedes der Medien eingesetzt, die die unterscheidenden Abspieleigenschaften der Erfindung zeigen, d. h. einen plötzlichen Anstieg des TRV mit einem Anstieg der Abspielleistung, ähnlich wie der Abhängigkeit des TRV von der Abspielleistung, wie in **Fig. 5** in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Auch zeigt Tabelle 4 die Stärken der zum Aufzeichnen erforderlichen Aufzeichnungsmagnetfelder.

[0115] Aus Tabelle 4 ist erkennbar, daß hinsichtlich des $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$ der Abspielschicht **3** die folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:
$0{,}13 \leq X \leq 0{,}33$; und
$0{,}50 \leq Y \leq 1{,}00$.

[0116] Genauer gesagt, befindet sich die Abspielschicht **3** bei einer von den vorstehend genannten Bereichen abweichenden Zusammensetzung immer im Zustand mit in der Ebene liegender Magnetisierung, und in der Abspielschicht **3** kann demgemäß keine rechtwinklige Magnetisierung erzielt werden, wie sie für den Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erforderlich ist. Wenn die Zusammensetzung innerhalb der vorstehend angegebenen Bereiche geeignet eingestellt wird, kann in der Abspielschicht **3** rechtwinklige Magnetisierung erzielt werden, wie sie für den Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erforderlich ist.

[0117] Aus der Tabelle 4 ist auch erkennbar, daß hinsichtlich des $(Gd_ADy_{1-A})_BFe_{1-B}$ der Zwischenschicht **9** die folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:
$0{,}30 \leq A \leq 1{,}00$; und
$0{,}05 \leq B \leq 0{,}15$ oder $0{,}35 \leq B \leq 0{,}85$.

[0118] Im Zusammensetzungsbereich von $A < 0{,}30$ wird die Curietemperatur der Zwischenschicht **9** zu niedrig. Demgemäß steigt beim Einstrahlen von Abspiellicht die Temperatur der Zwischenschicht **9** auf die Curietemperatur oder mehr, was verhindert, daß Information übertragen werden kann.

[0119] Auch wird im Zusammensetzungsbereich $B < 0{,}05$ oder $0{,}85 < B$ die Anisotropie der in der Ebene liegenden Magnetisierung der Zwischenschicht **9** zu stark. Demgemäß kann keine magnetische Kopplung zwischen der Aufzeichnungsschicht **4** und der Abspielschicht **3** beibehalten werden, was für den magnetischen Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung erforderlich wäre. Auch wird im Zusammensetzungsbereich $0{,}15 < B < 0{,}35$ die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung zu stark, so daß die Aufzeichnungsschicht **4** und die Abspielschicht **3** magnetisch vollständig miteinander gekoppelt sind. Dadurch kann der Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung nicht erzielt werden.

[0120] Unter Verwendung einer Zusammensetzung in den obenangegebenen Bereichen für die Zwischenschicht **9** zum Herstellen eines erfindungsgemäßen magnetooptischen Mediums kann die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung der Zwischenschicht **9** geschwächt werden, wenn die Temperatur niedrig ist, d. h., wenn die Temperatur auf einem Wert ist, bei dem die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** der Weite einer magnetischen Aufzeichnungsdomäne in der Aufzeichnungsschicht **4** entspricht oder größer ist, und die Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung der Zwischenschicht **9** kann verstärkt werden, wenn die Temperatur hoch ist, d. h., wenn die Temperatur auf einem Wert ist, bei dem die Weite der stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht **3** der Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne der Aufzeichnungsschicht **4** entspricht oder kleiner ist. Genauer gesagt, kann die magnetische Kopplung zwischen der Abspielschicht **3** und der Aufzeichnungsschicht **4** geschwächt werden, wenn die Temperatur niedrig ist, dagegen kann sie verstärkt werden, wenn die Temperatur hoch ist. Demgemäß kann ein stabilerer Superauflösungsvorgang auf einfache Weise in einem größeren Bereich innerhalb des Zusammensetzungsbereichs der obenangegebenen Abspielschicht **3** ausgeführt werden.

[0121] Um Information in einem schwachen Magnetfeld aufzuzeichnen, muß A im Bereich von $0{,}30 \leq A \leq 0{,}68$ liegen. Wenn A im Bereich $0{,}6 < A \leq 0{,}85$ liegt, ist die Konzentration an Dy verringert, so daß die Curietemperatur der Zwischenschicht **9** erhöht ist und über der Curietemperatur der Aufzeichnungsschicht **4** liegt.

Tabelle 4

X	Y	A	B	TRV (dB)	Abspiel-eigen-schaften	Aufzeich-nungs-magnet-feld (kA/m)
0.08	0.60	0.61	0.40	0	-	-
0.13	0.60	0.61	0.40	12	o	15
0.17	0.60	0.61	0.40	23	o	15
0.22	0.60	0.61	0.40	32	o	15
0.26	0.60	0.61	0.40	30	o	15
0.33	0.60	0.61	0.40	18	o	15
0.37	0.60	0.61	0.40	0	-	-
0.22	0.47	0.61	0.40	0	-	-
0.22	0.50	0.61	0.40	22	o	15
0.22	0.75	0.61	0.40	32	o	15
0.22	1.00	0.61	0.40	28	o	15
0.22	0.60	0.61	0.03	0	-	-
0.22	0.60	0.61	0.05	18	o	15
0.22	0.60	0.61	0.15	27	o	15
0.22	0.60	0.61	0.18	0	-	-
0.22	0.60	0.61	0.31	0	-	-
0.22	0.60	0.61	0.35	13	o	15
0.22	0.60	0.61	0.54	31	o	15
0.22	0.60	0.61	0.85	12	o	15
0.22	0.60	0.61	0.90	0	-	-

[Viertes Ausführungsbeispiel]

[0122] Im folgenden wird ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung erörtert. Der Einfachheit halber sind solche Teile beim vierten Ausführungsbeispiel, die mit solchen beim ersten bis dritten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, mit denselben Bezugszahlen versehen, und eine detaillierte Beschreibung zu ihnen wird weggelassen.

[0123] In den Fig. 11(a) und (b) umfaßt ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel eine Mediumsschicht **10** und ein Substrat **1**, auf dem die Mediumsschicht **10** ausgebildet ist. Die Mediumsschicht **10** verfügt über die Schichtanordnung des dritten Ausführungsbeispiels mit folgendem: der transparenten dielektrischen Schicht **2** aus AlN mit einer Dicke von 50 nm, der Abspielschicht **3** aus $Gd_{0,22}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,78}$ mit einer Dicke von 50 nm, der Zwischenschicht **9** aus $(Gd_{0,61}Dy_{0,39})_{0,40}Fe_{0,60}$ mit einer Dicke von 10 nm, der Aufzeichnungsschicht **4** aus $Dy_{0,23}(Fe_{0,78}Co_{0,22})_{0,77}$ mit einer Dicke von 50 nm, der Schutzschicht **5** aus AlN mit einer Dicke von 50 nm und der Überzugsschicht G. Das Substrat **1** verfügt über eine spezielle Struktur mit erhabenen Bereichen aus Polycarbonat mit (i) erhabenen Bereichen **301** mit jeweils einer Weite von 0,9 µm und einer Gangweite von 1,2 µm, und (ii) Gräben **302** jeweils mit einer Weite von 0,3 µm. Die erhabenen Bereiche **301** dienen als Aufzeichnungsspuren. Das heißt, daß Aufzeichnungsbits **303**, **304**, **305** mit jeweils verschiedenen Breiten in solchen Bereichen der Aufzeichnungsschicht **4** ausgebildet sind, die den erhabenen Bereichen **301** entsprechen.

[0124] Fig. 12 zeigt Meßergebnisse, die zeigen, wie das Übersprechverhalten abhängig von verschiedenen Markierungslängen eine Änderung erfährt, wenn die Breite von Aufzeichnungsbits so geändert wird, wie es in Fig. 11(a) dargestellt ist. Betreffend das Übersprechverhalten legt der Standard ISO 10089 (der die Bestimmungen für neu beschreibbare optische Platten von 5,25 Zoll vorschreibt) vor, daß das Übersprechausmaß für die kürzesten Aufzeichnungsbits (0,765 µm) nicht mehr als –26 dB beträgt. Für längere Aufzeichnungsbits kann der Übersprechwert ansteigen, beträgt jedoch vorzugsweise nicht mehr als –26 dB. Beim vierten Ausführungsbeispiel wurde der Übersprechwert für jedes Aufzeichnungsbit abhängig vom Übersprech-Meßverfahren gemessen, wie es im Standard ISO 10089 festgelegt ist.

[0125] Aus Fig. 12 ist erkennbar, daß für jedes Aufzeichnungsbit mit einer Breite nicht über 0,7 µm der Übersprechwert ungefähr –40 dB für alle Markierungslängen betrug, so daß im wesentlichen kein Übersprechen vorlag. Wenn jedoch die Breite eines Aufzeichnungsbits 0,7 µm übersteigt, steigt plötzlich das Übersprechen an. Dieser Trend ist auffällig, wenn die Markierungslänge größer ist. Genauer gesagt, muß zum Verringern des Übersprechens beim vierten Ausführungsbeispiel die Breite eines Aufzeichnungsbits kleiner als die Breite eines erhabenen Bereichs sein.

[0126] In den Fig. 13 und Fig. 15 sind zum Veranschaulichen des vorstehend genannten Effekts der Einfachheit halber nur die Abspielschicht **3** und die Aufzeichnungsschicht **4** des magnetooptischen Aufzeichnungsmediums dargestellt. In jeder der Fig. 13 und Fig. 14 ist ein Aufzeichnungsbit **305** mit einer Breite, die kleiner als die Breite eines erhabenen Bereichs ist, in der Aufzeichnungsschicht **4** ausgebildet. Wenn ein gebündelter Lichtstrahl **105** nicht eingestrahlt wird, wie in Fig. 13 dargestellt, ist die Weite einer stabilen magnetischen Domäne in der Abspielschicht **3** größer als die Weite eines Aufzeichnungsbits. Demgemäß wird keine Information an die Abspielschicht **3** übertragen, und der Bereich der Abspielschicht **3** auf dem Aufzeichnungsbit hat dieselbe Magnetisierungsrichtung wie die Umgebung des Aufzeichnungsbits.

[0127] Wenn der gebündelte Lichtstrahl **105** eingestrahlt wird, wie in Fig. 14 dargestellt, wird die Weite der stabilen magnetischen Domäne in der Abspielschicht **3** kleiner als die Weite des Aufzeichnungsbits. Demgemäß erfolgt eine Übertragung von Information an die Abspielschicht **3**.

[0128] Wenn jedoch ein Aufzeichnungsbits **303** vorhanden ist, das dieselbe Weite hat, wie es der Breite des erhabenen Bereichs entspricht, wie in Fig. 15 dargestellt, sind die magnetischen Schichten an der Grenze zwischen den erhabenen Bereichen und den Gräben unterbrochen, so daß die Weite einer stabilen magnetischen Domäne im wesentlichen mit der Breite eines erhabenen Bereichs übereinstimmt. Demgemäß wird im Zustand, in dem kein Lichtstrahl **105** eingestrahlt wird, d. h. im Zustand bei Raumtemperatur, die Information der Aufzeichnungsschicht **4** auf die Abspielschicht **3** übertragen, was keinem Superauflösungseffekt gemäß der Erfindung entspricht. Aus diesem Grund muß die Weite eines Aufzeichnungsbits so eingestellt sein, daß sie kleiner als die Breite eines erhabenen Bereichs ist. Z. B. muß die Abspielleistung des Lichtstrahls **105** auf einen Wert eingestellt werden, durch den die Weite eines Aufzeichnungsbits kleiner wird als die Breite eines erhabenen Bereichs.

[0129] Gemäß dem vorstehend genannten Aufzeichnungs- und Abspielverfahren ist es möglich, auf die Abspielschicht **3** nur die Information einer magnetischen Domäne desjenigen Bereichs der Aufzeichnungsschicht zu übertragen oder von dort abzuspielen, der dem mittleren Bereich des Lichtstrahls entspricht, in dem die Temperatur wegen des Einstrahlens des Lichtstrahls einen vorgegebenen Wert überschritten hat. Demgemäß kann Information mit so hoher Dichte aufgezeichnet werden, wie es zum Erhöhen der Aufzeichnungskapazität erforderlich ist. So kann Bildinformation oder dergleichen in ausreichender Weise aufgezeichnet werden, wofür ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät mit hohem Speichervermögen erforderlich ist.

[Fünftes Ausführungsbeispiel]

[0130] Die folgende Beschreibung erörtert ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Einfachheit halber sind Teile beim fünften Ausführungsbeispiel, die mit solchen beim ersten bis vierten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, mit denselben Bezugszahlen versehen, und eine detaillierte Beschreibung zu ihnen wird weggelassen.

[0131] In den Fig. 16(a) und (b) umfaßt ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel eine Mediumsschicht **10** und ein Substrat **1**, auf dem die Mediumsschicht **10** ausgebildet ist. Die Mediumsschicht **10** hat die Schichtanordnung des dritten Ausführungsbeispiels mit folgendem: einer transparenten dielektrischen Schicht **2**, aus AlN mit einer Dicke von 50 nm, einer Abspielschicht **3** aus $Gd_{0,22}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,78}$ mit einer Dicke von 50 nm, einer Zwischenschicht **9** aus $(Gd_{0,61}Dy_{0,39})_{0,40}Fe_{0,60}$ mit einer Dicke von 10 nm, eier Aufzeichnungsschicht **4** aus $Dy_{0,23}(Fe_{0,78}Co_{0,22})_{0,77}$ mit einer Dicke von 50 nm, einer Schutzschicht **5** aus AlN mit einer Dicke von 50 nm und einer Überzugsschicht **6**. Das Substrat **1** ist durch erhabene Bereiche spezifiziert, und es besteht aus Polycarbonat mit (i) erhabenen Bereichen **401** mit einer Breite von 0,7 µm und einer Gangweite von 1,4 µm und (ii) Gräben **402** mit einer Breite von 0,7 µm. Die erhabenen Bereiche **401** dienen als Aufzeichnungsspuren. Das heißt, daß in denjenigen Bereichen der Aufzeichnungsschicht **4**, die den Gräben **402** entsprechen, Aufzeichnungsbits **403**, **404**, **405** mit jeweils verschiedenen Weiten ausgebildet sind.

[0132] Fig. 17 zeigt Meßergebnisse, die zeigen, wie das Übersprechverhalten für verschiedene Markierungs-

längen eine Änderung erfährt, wenn sich die Weite von Aufzeichnungsbits so ändert, wie es in Fig. 16(a) dargestellt ist. Beim fünften Ausführungsbeispiel wurde das Übersprechen für alle Aufzeichnungsbits abhängig vom Übersprech-Meßverfahren gemessen, wie es im Standard ISO 10089 festgelegt ist, also so wie beim vierten Ausführungsbeispiel.

[0133] Aus Fig. 17 ist erkennbar, daß für jedes Aufzeichnungsbit mit einer Weite nicht über 0,5 μm das Übersprechen –40 dB für alle Markierungslängen betrug, so daß praktisch kein Übersprechen vorlag. Wenn jedoch die Weite der Aufzeichnungsbits 0,5 μm übersteigt, steigt das Übersprechen plötzlich an. Dieser Trend ist auffällig, wenn die Markierungslänge größer ist. Genauer gesagt, muß zum Verringern des Übersprechens beim fünften Ausführungsbeispiel die Weite der Aufzeichnungsbits kleiner als die Grabenbreite sein.

[0134] Was die erhabenen Bereiche betrifft, fällt es ebenfalls auf, daß die Weite eines Aufzeichnungsbits kleiner als die Breite eines erhabenen Bereichs sein muß, entsprechend wie beim vierten Ausführungsbeispiel.

[0135] Die Fig. 18(a) und (b) veranschaulichen einen Fall, bei dem sowohl die erhabenen Bereiche **401** als auch die Gräben **402** als Aufzeichnungsspuren dienen, und Information ist sowohl in den erhabenen Bereichen **401** als auch den Gräben **402** aufgezeichnet. Bei dieser Anordnung muß das Übersprechen von benachbarten Gräben oder von benachbarten erhabenen Bereichen minimiert werden, und das Übersprechen beträgt vorzugsweise nicht mehr als –26 dB.

[0136] Fig. 19 zeigt Auswertungsergebnisse für das Übersprechen, wie es von benachbarten Gräben erzeugt wird, und zwar sowohl für das magnetooptische Aufzeichnungsmedium des fünften Ausführungsbeispiels, wie in den Fig. 18(a) und (b) dargestellt, und für das magnetooptische Aufzeichnungsmedium, wie es in der Veröffentlichung Nr. 5-81717 zu einer japanischen Patentanmeldung offenbart ist, d. h. zum Vergleichsbeispiel 1, das in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel erörtert wurde. Bei dieser Anordnung ist Information sowohl in den erhabenen Bereichen **401** als auch den Gräben **402** aufgezeichnet. Demgemäß wurde das Übersprechen dadurch bewertet, daß Übersprecheffekte gemessen wurden, wie sie für jeden erhabenen Bereich **401**, der als Meßgegenstand diente, von benachbarten Gräben erzeugt wurden.

[0137] Information wurde in der Form von Aufzeichnungsbits **406** aufgezeichnet, von denen jedes eine Weite aufwies, die um 0,1 μm kleiner war als die Breite jedes erhabenen Bereichs oder jedes Grabens (a/2). Beim Vergleichsbeispiel 1 wurde Übersprechen über –26 dB bereits bei einer Breite a/2 der erhabenen Bereiche oder der Gräben von 0,7 μm erzeugt. Beim fünften Ausführungsbeispiel wurde jedoch selbst dann, wenn die Breite a/2 der erhabenen Bereiche oder der Gräben den kleinen Wert von 0,6 μm einnahm, nur wenig Übersprechen nicht über –26 dB erzeugt. Demgemäß kann beim fünften Ausführungsbeispiel Information mit höherer Dichte als beim Vergleichsbeispiel 1 aufgezeichnet werden.

Patentansprüche

1. Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit
– einer Aufzeichnungsschicht (**4**), in der Information aufzuzeichnen ist;
– einer Abspielschicht (**3**), an die in der Aufzeichnungsschicht (**4**) aufgezeichnete Information übertragen wird und von der diese Information ausgelesen wird; und
– einem Zwischenmaterial, das zwischen der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) gelegen ist und die Stärke der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) schwächt,
dadurch gekennzeichnet, dass
– das Zwischenmaterial die Stärke der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) in einem Temperaturbereich schwächt, der niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist und Raumtemperatur einschließt, wobei die vorbestimmte Temperatur niedriger als die Curie-Temperatur der Aufzeichnungsschicht (**4**) ist und bei dieser vorbestimmten Temperatur die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht (**3**) der Weite einer aufgezeichneten magnetischen Domäne der Aufzeichnungsschicht (**4**) entspricht oder kleiner als diese ist,
– die Abspielschicht (**3**) aus einer Seltenerdmetall-Übergangsmetall-Legierung besteht und eine solche Zusammensetzung hat, dass die Weite einer stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht (**3**) bei Raumtemperatur größer ist als die Weite der aufgezeichneten magnetischen Domäne, wie sie beim Aufzeichnen von Information in der Aufzeichnungsschicht (**4**) ausgebildet wurde, und dass die Weite dieser stabilen magnetischen Domäne der Abspielschicht (**3**) bei einem Temperaturanstieg über die vorbestimmte Temperatur hinaus nicht größer ist als die Weite der aufgezeichneten magnetischen Domäne in der Aufzeichnungsschicht (**4**).

2. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Weite der stabilen magnetischen Domäne auch dann nicht größer als die Weite der magnetischen Aufzeichnungsdomäne in der Aufzeichnungsschicht (**4**) ist, wenn die Temperatur die vorbestimmte Temperatur überschreitet.

3. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenmaterial als eine Zwischenschicht (**9**) zum temperaturabhängigen Ändern der Intensität der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) angeordnet ist.

4. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenmaterial so beschaffen ist, dass die Intensität der magnetischen Kopplung zwischen der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) bei einer Temperatur unter der vorbestimmten Temperatur verringert ist und dass die Stärke dieser magnetischen Kopplung bei einer Temperatur über der vorbestimmten Temperatur verstärkt ist.

5. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenmaterial eine Anisotropie der rechtwinkligen Magnetisierung aufweist, die bei einer Temperatur über der vorbestimmten Temperatur größer als bei einer Temperatur unter der vorbestimmten Temperatur ist.

6. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abspielschicht (**3**) eine an Übergangsmetall reiche Zusammensetzung aufweist, bei der das Verhältnis von Übergangsmetall zu Seltenerdmetall größer als bei der Kompensationszusammensetzung ist.

7. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abspielschicht (**3**) aus $Gd_{0,22}(Fe_{0,60}Co_{0,40})_{0,78}$ besteht.

8. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufzeichnungsschicht (**4**) rechtwinklige Magnetisierung mit einer Kompensationstemperatur aufweist, die im wesentlichen der Raumtemperatur entspricht.

9. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Wärmefreisetzschicht zum Abstrahlen von Wärme, die an der entgegengesetzten Seite der Abspielschicht (**3**) angeordnet ist, wobei die Aufzeichnungsschicht (**4**) dazwischen liegt.

10. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenmaterial eine in der Ebene liegende Magnetisierung aufweist.

11. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) im Bereich von nicht unter 10 nm bis nicht über 100 nm liegt und die Dicke einer Zwischenschicht (**9**) aus dem Zwischenmaterial im Bereich von nicht unter 4 nm bis nicht über 40 nm liegt.

12. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass
– die Abspielschicht aus $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$, wobei $0,13 \leq X \leq 0,33$ sowie $0,50 \leq Y \leq 1,00$ gelten; und
– das Zwischenmaterial aus $Gd_A(Fe_BCo_{1-B})_{1-A}$ besteht, wobei $0,31 \leq A \leq 0,85$ gilt.

13. Aufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Curietemperatur des Zwischenmaterials niedriger ist als die Curietemperatur der Aufzeichnungsschicht (**4**).

14. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Abspielschicht (**3**) und der Aufzeichnungsschicht (**4**) im Bereich von nicht unter 10 nm bis nicht über 100 nm liegt und die Dicke einer Zwischenschicht (**9**) aus dem Zwischenmaterial im Bereich von nicht unter 4 nm bis nicht über 40 nm liegt.

15. Aufzeichnungsmedium nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass
– die Abspielschicht aus $Gd_X(Fe_YCo_{1-Y})_{1-X}$, wobei $0,13 \leq X \leq 0,33$ sowie $0,50 \leq Y \leq 1,00$ gelten; und
– das Zwischenmaterial aus $(Gd_ADy_{1-A})_BFe_{1-B}$ besteht, wobei $0,30 \leq A \leq 0,68$ und $0,05 \leq B \leq 0,15$ oder $0,35 \leq B \leq 0,85$ gelten.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1 (a)

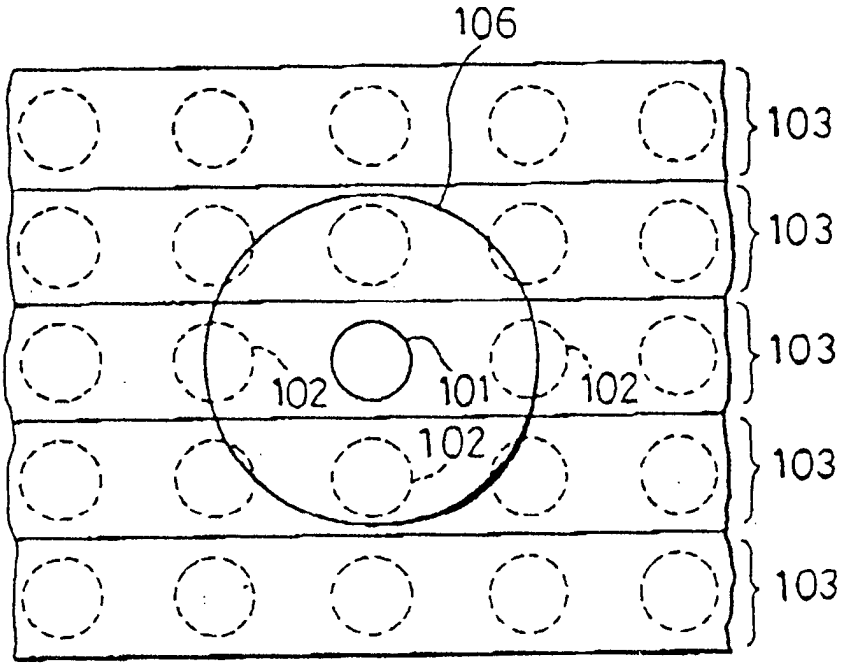


FIG. 1 (b)

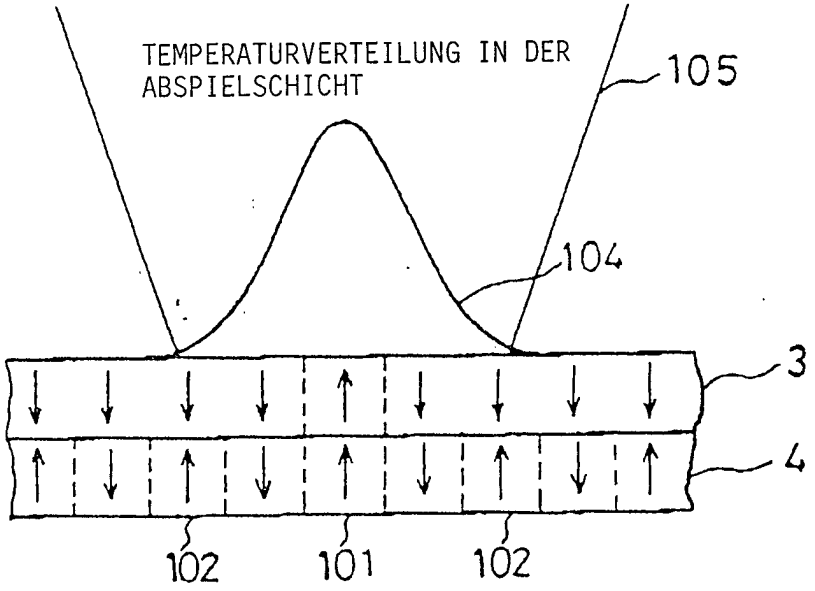


FIG.2

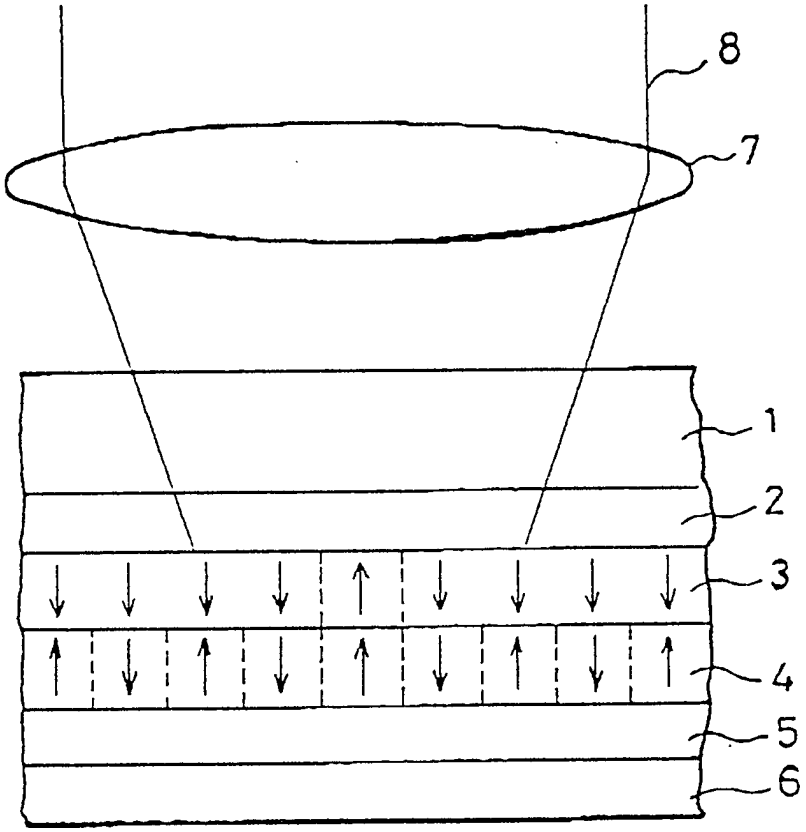


FIG.3

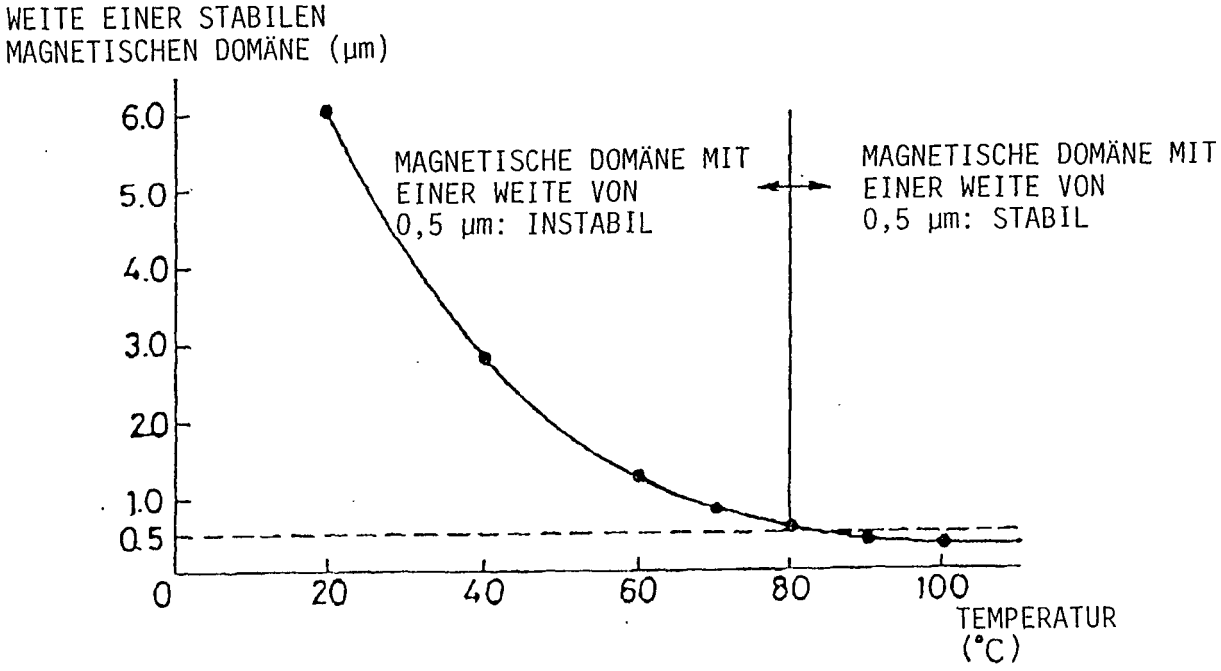

WEITE EINER STABILEN
MAGNETISCHEN DOMÄNE (µm)
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.5
0
20
40
60
80
100
TEMPERATUR
(°C)
MAGNETISCHE DOMÄNE MIT
EINER WEITE VON
0,5 µm: INSTABIL
MAGNETISCHE DOMÄNE MIT
EINER WEITE VON
0,5 µm: STABIL

FIG.4

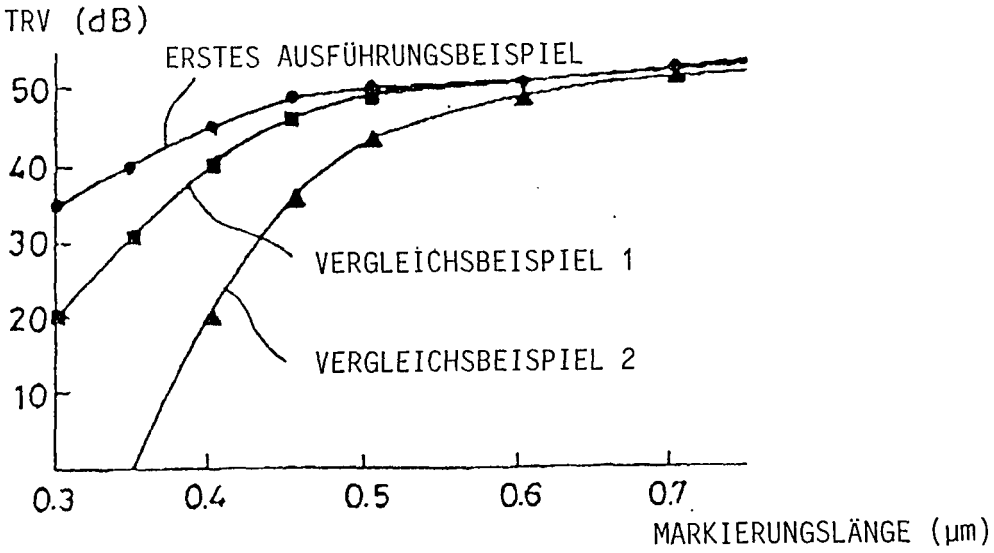

TRV (dB)
ERSTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL
50
40
30
20
10
VERGLEICHSBEISPIEL 1
VERGLEICHSBEISPIEL 2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
MARKIERUNGSLÄNGE (µm)

FIG.5

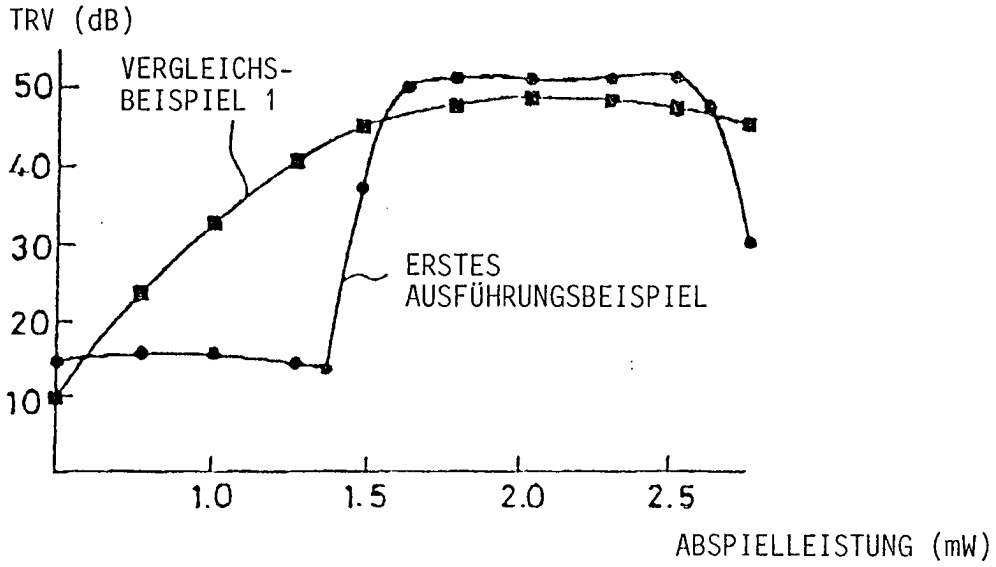


FIG.6

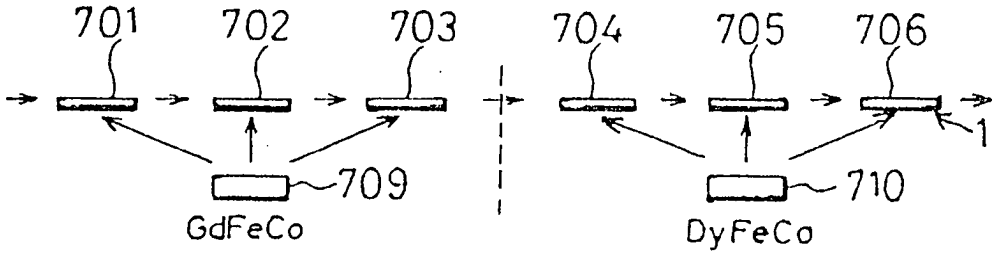


FIG.7

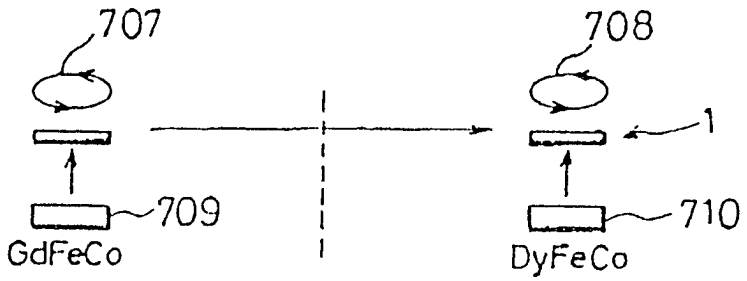


FIG.8

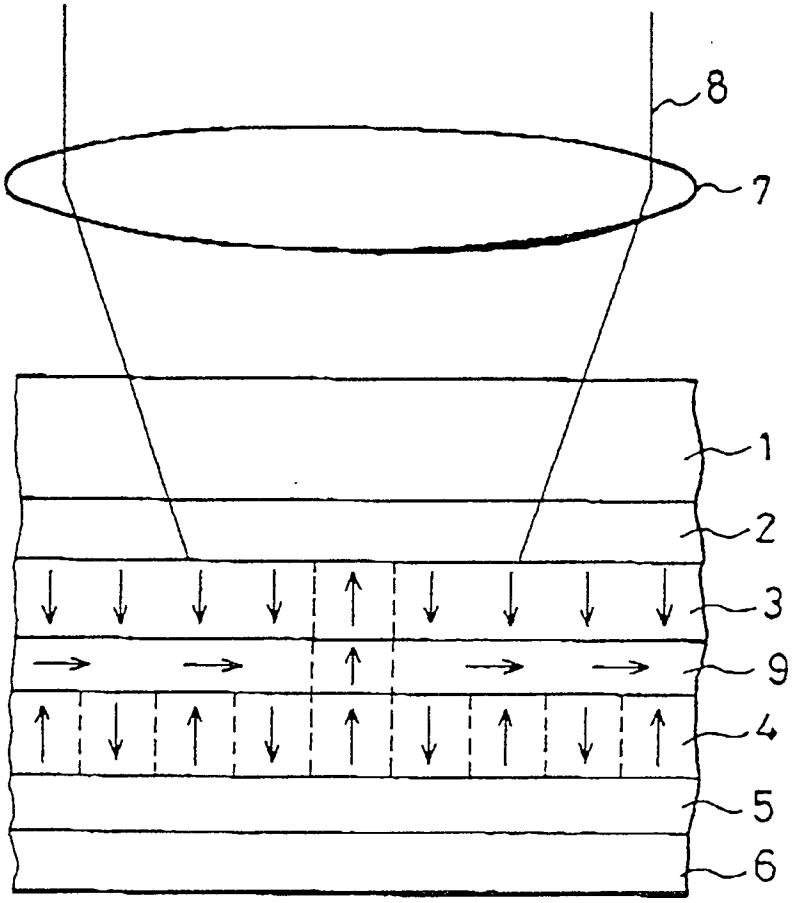


FIG. 9

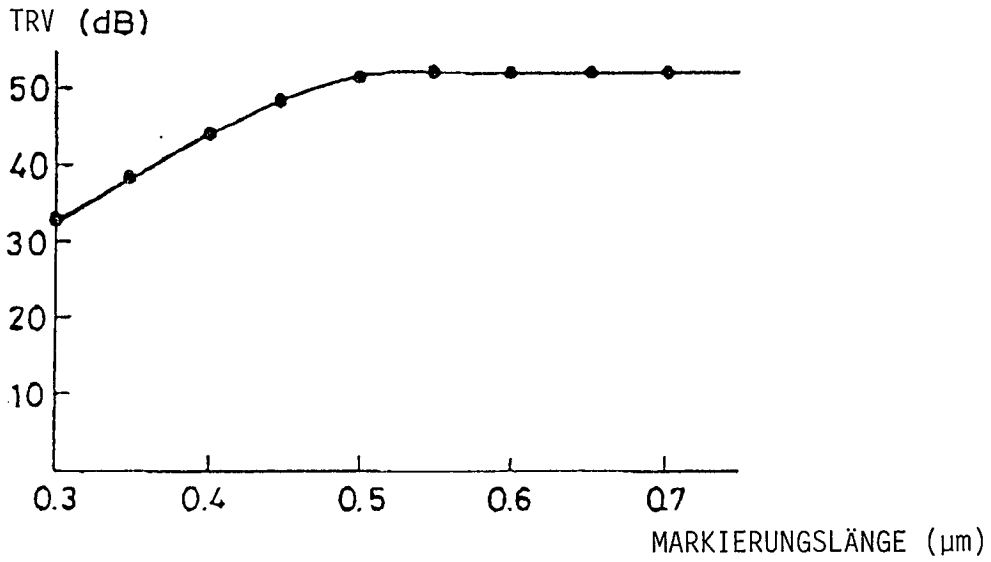

TRV (dB)
50
40
30
20
10
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
MARKIERUNGSLÄNGE (µm)

FIG. 10

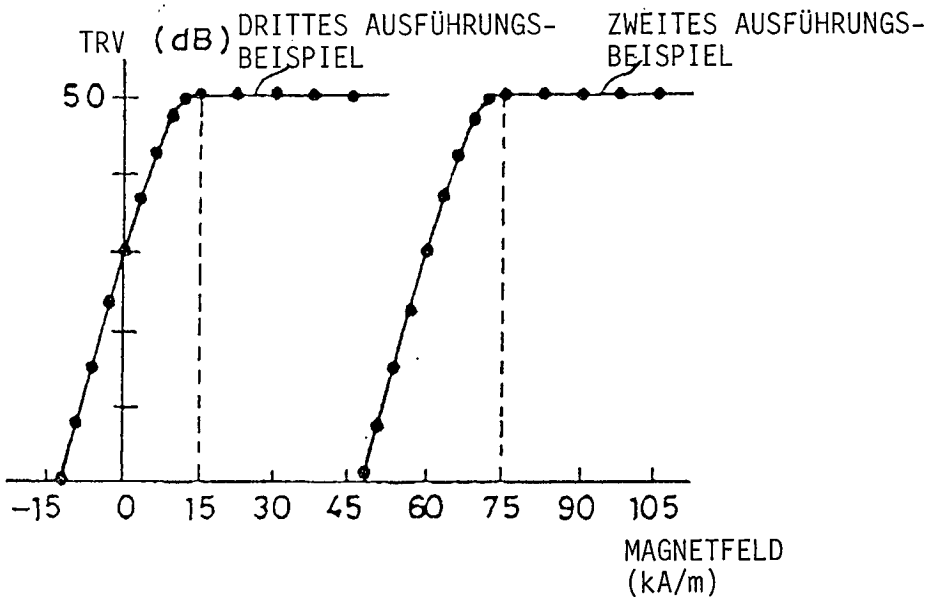

TRV (dB)
DRITTES AUSFÜHRUNGS-BEISPIEL
ZWEITES AUSFÜHRUNGS-BEISPIEL
50
-15
0
15
30
45
60
75
90
105
MAGNETFELD (kA/m)

FIG.11(a)

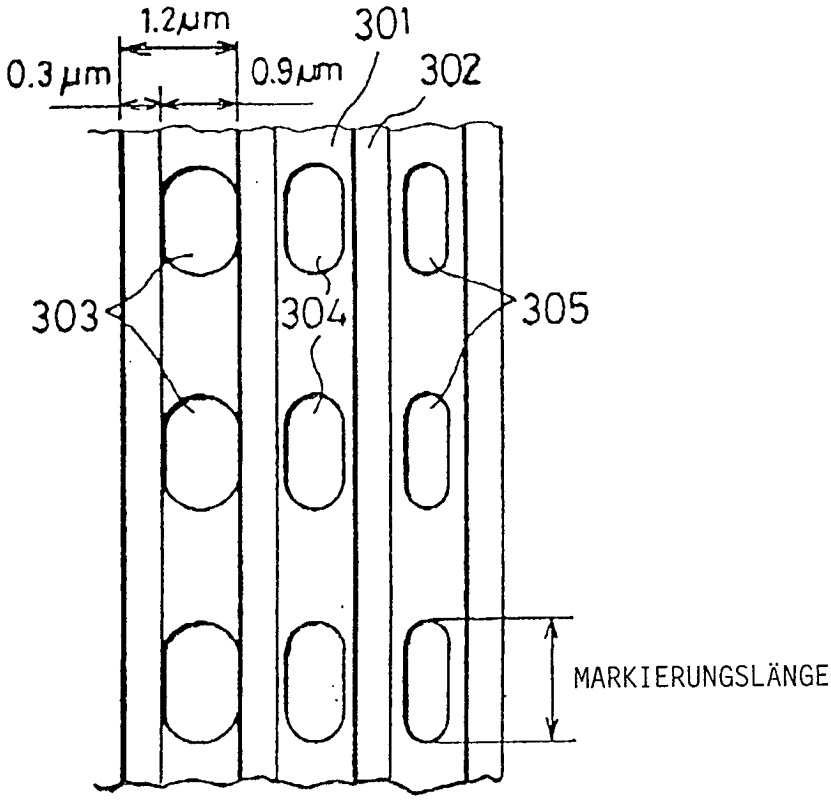


FIG.11(b)

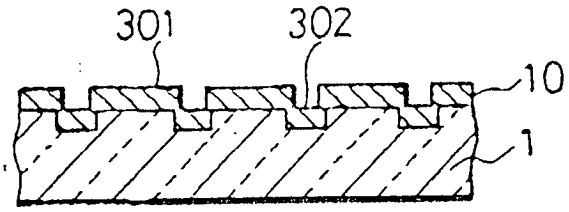


FIG.12

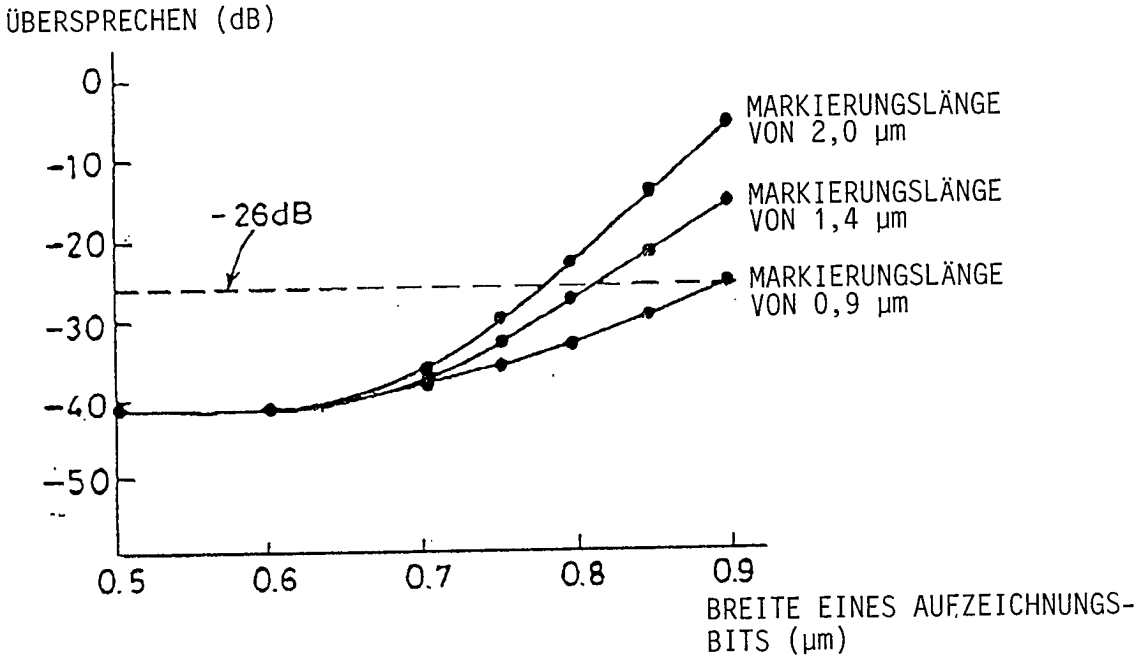

ÜBERSPRECHEN (dB)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-26dB
MARKIERUNGSLÄNGE VON 2,0 µm
MARKIERUNGSLÄNGE VON 1,4 µm
MARKIERUNGSLÄNGE VON 0,9 µm
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
BREITE EINES AUFZEICHNUNGS-BITS (µm)

FIG.13

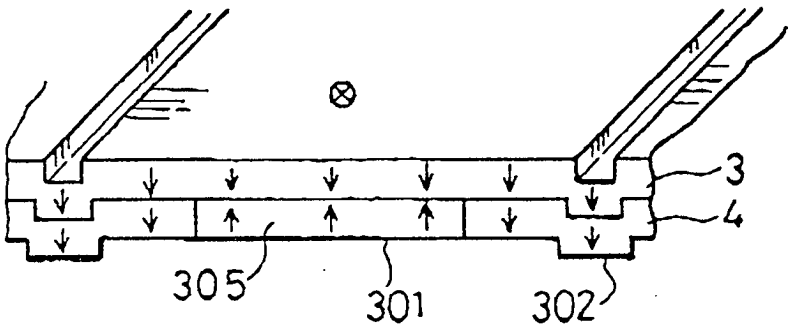


FIG.14

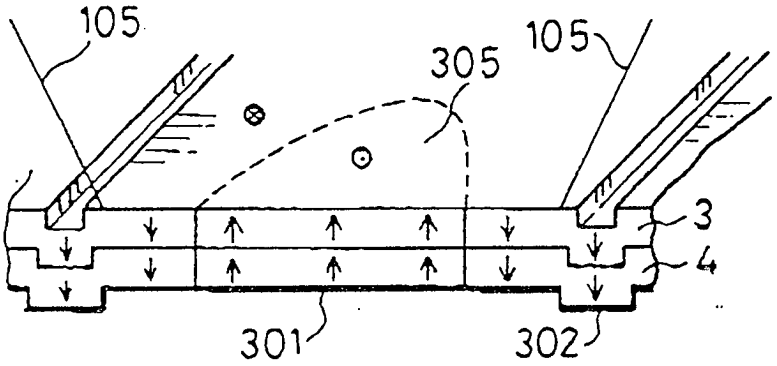


FIG.15

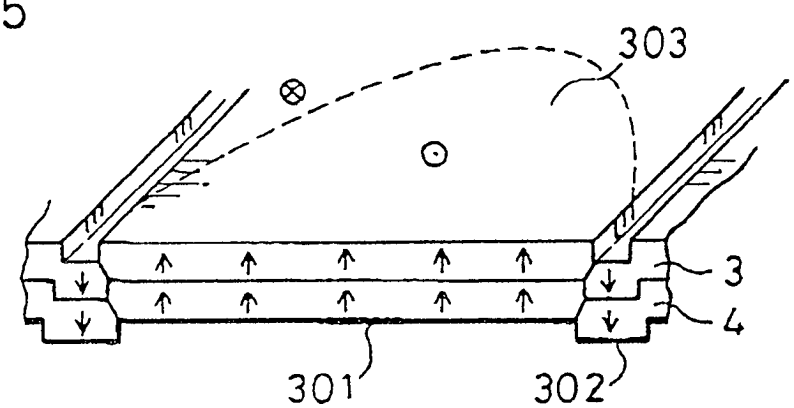


FIG.16(a)

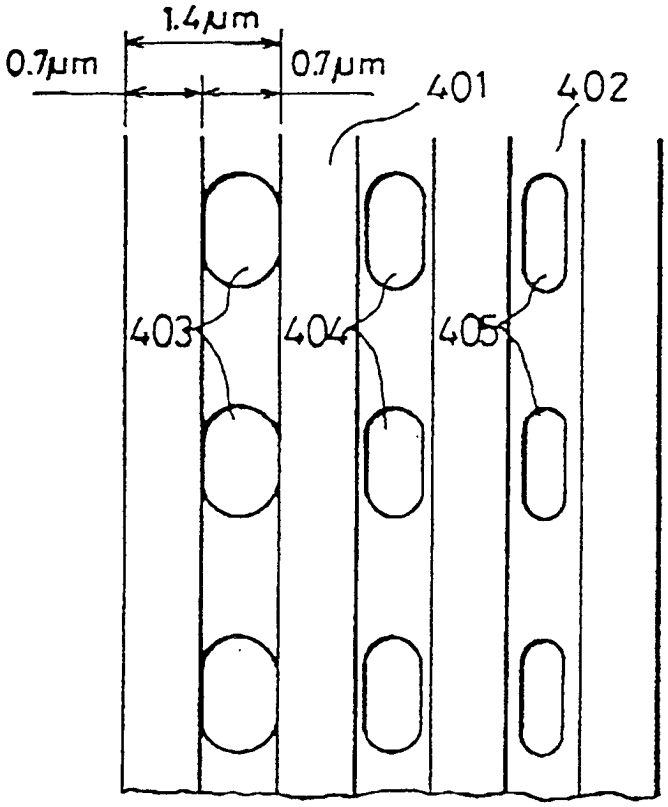


FIG.16(b)

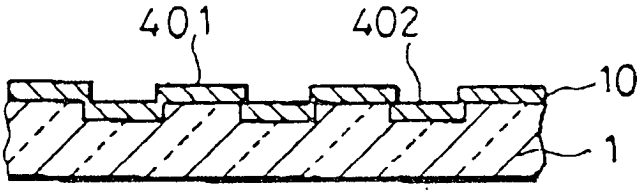


FIG.17

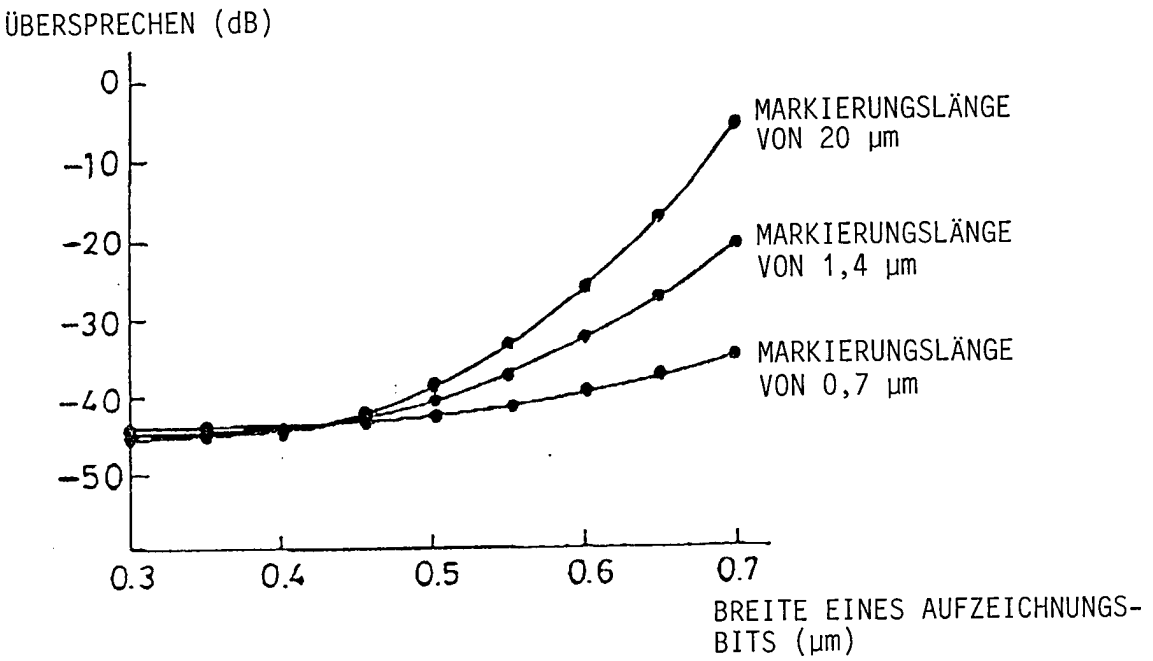

ÜBERSPRECHEN (dB)
0
-10
-20
-30
-40
-50
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
MARKIERUNGSLÄNGE VON 20 µm
MARKIERUNGSLÄNGE VON 1,4 µm
MARKIERUNGSLÄNGE VON 0,7 µm
BREITE EINES AUFZEICHNUNGS-BITS (µm)

FIG.18(a)

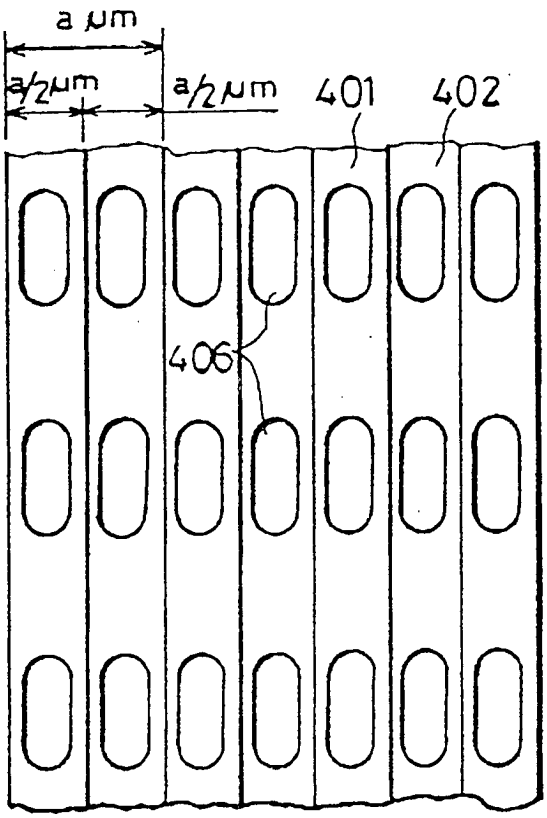


FIG.18(b)

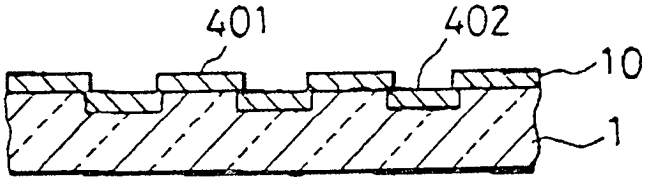


FIG.19

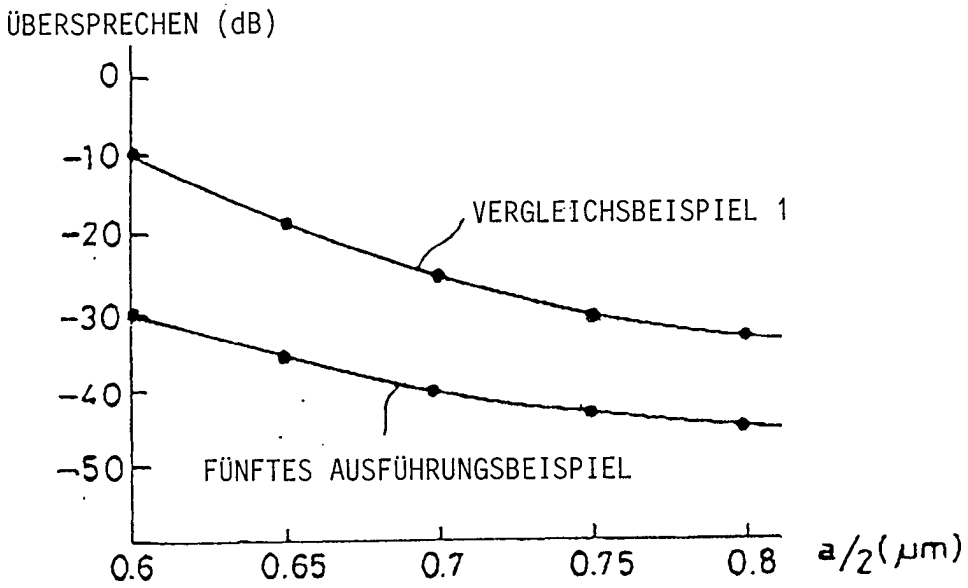

ÜBERSPRECHEN (dB)
0
-10
-20
-30
-40
-50
VERGLEICHSBEISPIEL 1
FÜNFTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL
0.6
0.65
0.7
0.75
0.8
a/2(μm)

FIG. 20(a)

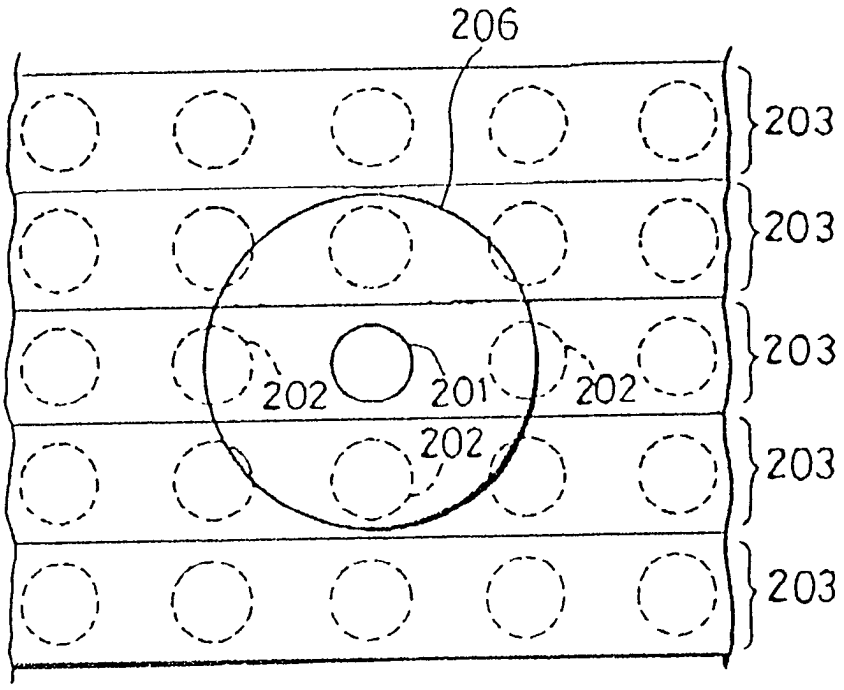


FIG. 20(b)

