



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 37 041 T2 2008.08.14

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 346 348 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 37 041.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP00/08403

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 977 999.2

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2002/045080

(86) PCT-Anmeldetag: 29.11.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 06.06.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 24.09.2003

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 07.11.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 14.08.2008

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G11B 5/66 (2006.01)

G11B 5/62 (2006.01)

G11B 5/00 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(74) Vertreter:

W. Seeger und Kollegen, 81369 München

(72) Erfinder:

ACHARYA, B. Ramamurthy, San Jose, CA 95134,  
US; ABARRA, E. Noel Fujitsu Limited,  
Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588, JP

(54) Bezeichnung: MAGNETAUFZEICHNUNGSMEDIUM UND MAGNETSPEICHERGERÄT

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****TECHNISCHES GEBIET**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Magnetaufzeichnungsmedien und Magnetspeichervorrichtungen, und insbesondere auf ein Magnetaufzeichnungsmedium und eine Magnetspeichervorrichtung, welche für eine Aufzeichnung mit hoher Dichte geeignet sind.

**TECHNISCHER HINTERGRUND**

**[0002]** Die Speicherkapazität longitudinaler Magnetaufzeichnungsmedien hat aufgrund der Reduktion eines Medienrauschens und der Entwicklung hochempfindlicher Spin-Valve-Köpfe und hochmagnetisierter Schreibköpfe erheblich zugenommen. Aufzeichnungsdichten von über 50 Gbit/Zoll<sup>2</sup> wurden aufgezeigt, und solche hohen Aufzeichnungsdichten stehen kurz vor der Anwendung bei kommerziellen Festplattenlaufwerken. Die Nachfrage nach größeren Aufzeichnungsdichten für Computer mit besserer Leistung zeigt jedoch einen steigenden Trend, der die Aufzeichnungsmedien und anderes Komponentendesign vor größere Herausforderungen stellt.

**[0003]** Das Senken des Medienrauschens involviert das Schreiben schärferer Magnetübergänge in der Magnetschicht. Dies wird allgemein durch eine Erhöhung der Medienkoerzitivkraft, Verringerung der Dicke der Magnetschicht, Senkung der Korngröße und Korngrößenverteilung der Magnetschicht und magnetische Isolierung der Körper der Magnetschicht erreicht.

**[0004]** Die Senkung der Korngröße oder die Verringerung der Mediendicke beeinträchtigt jedoch die Wärmestabilität des Magnetaufzeichnungsmediums. Die Wärmestabilität der Magnetschicht wird normalerweise dadurch repräsentiert, wie groß der Faktor KuV/kT ist, wobei Ku die magnetische Anisotropie bezeichnet, V das Volumen des Korns bezeichnet, T die Temperatur bezeichnet, und k die Boltzmann-Konstante bezeichnet. Um kleine Körner zu erhalten, die wärmestabil sind, muss die magnetische Anisotropie Ku erhöht werden.

**[0005]** Das magnetische Anisotropiefeld H<sub>k</sub> ist definiert durch  $H_k = 2K_u/M_s$ , wobei M<sub>s</sub> die Sättigungsmagnetisierung bezeichnet. Ein großes magnetisches Anisotropiefeld H<sub>k</sub> bedeutet eine große Koerzitivkraft H<sub>c</sub> im Nanosekundenregime, wobei das Schreiben der Informationen normalerweise für Magnetaufzeichnungsmedien mit hoher Aufzeichnungsdichte bei hohen Datentransferraten auftritt. Aber eine hohe Koerzitivkraft H<sub>c</sub> auf den Schreibfrequenzen setzt dem Schreibkopf starke Grenzen, da ein großer Schreibstrom erforderlich ist, um die Informationen auf solche Magnetaufzeichnungsmedien zu

schreiben. Der Schreibstrom des Schreibkopfs ist aufgrund von Schwierigkeiten bei der Entwicklung von Schreibköpfen mit einem hohen magnetischen Moment stark eingeschränkt. Die Überschreibleistung, welche die Fähigkeit ist, neue Daten auf vorher geschriebene Daten zu schreiben, ist für Magnetaufzeichnungsmedien mit einem hohen magnetischen Anisotropiefeld H<sub>k</sub> schlechter. Ferner erhöhen die Magnetaufzeichnungsmedien mit einer hohen magnetischen Anisotropie K<sub>u</sub> das magnetische Anisotropiefeld H<sub>k</sub>, wodurch die Überschreibleistung eingeschränkt wird.

**[0006]** Die EP-0 718 829-A offenbart ein Magnetaufzeichnungsmedium, das aufweist: einen ersten Magnetfilm, der eine Legierung aus CoPt enthält, einen nicht-magnetischen Zwischenfilm, der auf dem ersten Magnetfilm abgeschiedenes Cr enthält, und einen zweiten Magnetfilm, der eine Legierung aus CoPt enthält, auf dem nicht-magnetischen Film.

**[0007]** Es besteht ein Bedarf, wie oben beschrieben, die Korngröße der Magnetschicht und die Dicke der Magnetschicht zu verringern, um das geringe Medienrauschen und die Aufzeichnungsleistung mit hoher Dichte zu erzielen. Die Verringerung der Korngröße und der Magnetschichtdicke verschlechtert jedoch die Wärmestabilität des Magnetaufzeichnungsmediums.

**OFFENBARUNG DER ERFINDUNG**

**[0008]** Demgemäß ist es eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues und nützliches Magnetaufzeichnungsmedium und eine Magnetspeichervorrichtung vorzusehen, bei denen die oben beschriebenen Probleme entfallen.

**[0009]** Eine weitere und spezifischere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Magnetaufzeichnungsmedium und eine Magnetspeichervorrichtung vorzusehen, die den Rauschabstand, die Überschreibleistung und die Wärmestabilität verbessern können.

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Magnetaufzeichnungsmedium vorgesehen, mit: einer nicht-magnetischen Unterlagsschicht; einer anfänglichen Magnetschicht; einer nicht-magnetischen Abstandshalterschicht, die auf der anfänglichen Magnetschicht vorgesehen ist; einer mittleren Magnetschicht, die auf der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht vorgesehen ist; und einer finalen Magnetschicht, die auf der mittleren Magnetschicht vorgesehen ist, wobei die anfängliche Magnetschicht näher bei der nicht-magnetischen Unterlagsschicht angeordnet ist als die mittlere und die finale Magnetschicht, die anfängliche und die mittlere Magnetschicht anti-ferromagnetisch gekoppelt sind, die mittlere und die finale Magnetschicht ferromagnetisch

gekoppelt sind, zumindest zwei von der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht aus voneinander verschiedenen Zusammensetzungen bestehen, und die anfängliche, die mittlere und die finale Magnetschicht die Beziehungen  $H_{ci} \neq H_{cm}$  und  $H_{ci} \neq H_{cf}$  erfüllen, worin  $H_{ci}$  eine Koerzitivkraft der anfänglichen Magnetschicht bezeichnet,  $H_{cm}$  eine Koerzitivkraft der mittleren Magnetschicht bezeichnet, und  $H_{cf}$  eine Koerzitivkraft der finalen Magnetschicht bezeichnet, und wobei die finale Magnetschicht direkt auf der mittleren Magnetschicht abgeschieden ist. Gemäß dem Magnetaufzeichnungsmedium der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Rauschabstand, die Überschreibleistung und die Wärmestabilität zu verbessern.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil eines Magnetaufzeichnungsmediums zeigt, das die vorliegende Erfindung nicht verkörpert;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung zur Erläuterung eines Rauschabstands des Magnetaufzeichnungsmediums von [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil einer Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0014] [Fig. 4](#) ist eine Darstellung zur Erläuterung des Rauschabstands der Ausführungsform von [Fig. 3](#);

[0015] [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil einer Ausführungsform einer Magnetspeichervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Draufsicht, die den wichtigen Teil der Ausführungsform der Magnetspeichervorrichtung zeigt.

#### BESTE AUSFÜHRUNGSWEISE DER ERFINDUNG

[0017] Um die Wärmestabilität eines Magnetaufzeichnungsmediums zu verbessern, ohne die Überschreibleistung zu beeinträchtigen, ist ein synthetisches ferrimagnetisches Aufzeichnungsmedium vorstellbar, das zumindest ein Paar von Magnetschichten umfasst, die durch eine nicht-magnetische Abstandshalterschicht beispielsweise aus Ru getrennt sind. In diesem vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmedium wird die Magnetisierung der oberen Magnetschicht teilweise durch die untere Magnetschicht aufgehoben, die als Stabilisierungsschicht wirkt. Während der Lesekopf nur für die effektive Magnetisierung empfindlich ist, trägt das Gesamtvolume des Paares der oberen und unteren Magnet-

schicht zur Wärmestabilität bei. Durch die Verwendung dieses Konzepts kann das vorstellbare ferrimagnetische Aufzeichnungsmedium den Rauschabstand (SNR) und die Wärmestabilität stark verbessern.

[0018] Es besteht jedoch ein Bedarf an einer weiteren Reduktion des Medienrauschens und daran, höhere Aufzeichnungsdichten zu erzielen. Demgemäß erfolgt nun eine Beschreibung verschiedenster Ausführungsformen eines Magnetaufzeichnungsmediums gemäß der vorliegenden Erfindung und einer Magnetspeichervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung, die den SNR, die Überschreibleistung und die Wärmestabilität weiter verbessern können, auch im Vergleich zu dem vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmedium.

[0019] Nun erfolgt eine Beschreibung eines Magnetaufzeichnungsmediums, das die vorliegende Erfindung nicht verkörpert, das jedoch für ihr Verständnis nützlich ist. [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil dieses Magnetaufzeichnungsmediums zeigt.

[0020] Das in [Fig. 1](#) gezeigte Magnetaufzeichnungsmedium enthält allgemein ein Substrat **1**, eine nicht-magnetische Unterlagsschicht **2**, eine anfängliche Magnetschicht **31**, eine nicht-magnetische Abstandshalterschicht **4**, eine finale Magnetschicht **32** und eine Schutzschicht **5**, die in dieser Reihenfolge gestapelt sind.

[0021] Das Substrat **1** kann aus einer auf Al basierenden Legierung, plattierte mit NiP, Glas mit oder ohne NiP-Plattierung, Si, SiC oder dgl. bestehen. Der plattierte NiP-Film auf dem Substrat **1** kann mechanisch texturiert oder oxidiert sein.

[0022] Die nicht-magnetische Unterlagsschicht **2** kann auch aus Cr, einer auf Cr basierenden Legierung wie CrMo, CrTi, CrV und CrW mit einer Dicke von 1 bis 25 nm bestehen. Die nicht-magnetische Unterlagsschicht **2** kann auch aus einer Legierung mit einer B2-Struktur wie NiAl oder FeAl mit einer Dicke von t bis 80 nm bestehen.

[0023] Die anfängliche Magnetschicht **31** kann aus CoCrTa, CoCrPt, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtBAu, CoCrPtBAG, CoCrPtBRe, CoCrPtAu, CoCrPtW, CoCrPtTaNb oder Legierungen davon mit einer Dicke von 1 bis 10 nm bestehen.

[0024] Die nicht-magnetische Abstandshalterschicht **4** kann aus Ru, Ir, Rh oder Legierungen davon mit einer Dicke von 0,4 bis 1,0 nm bestehen.

[0025] Die finale Magnetschicht **32** kann aus CoCrTa, CoCrPt, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtBCu, CoCrPtBAG, CoCrPtBRe, CoCrPtAu, CoCrPtW, Co-

CrPtTaNb oder Legierungen davon mit einer Dicke von 5 bis 25 nm bestehen. Die für die anfängliche Magnetschicht **31** und die finale Magnetschicht **32** verwendeten Materialien können jedoch die gleichen sein, aber die Zusammensetzungen der anfänglichen Magnetschicht **31** und der finalen Magnetschicht **32** sind verschieden. Die anfängliche Magnetschicht **31** besteht beispielsweise aus  $\text{Co}_{60}\text{Cr}_{25}\text{Pt}_{10}\text{B}_5$ , und die finale Magnetschicht **32** besteht aus  $\text{Co}_{66}\text{Cr}_{20}\text{Pt}_{10}\text{B}_4$ .

**[0026]** In dieser Ausführungsform sind die anfängliche Magnetschicht **31** und die finale Magnetschicht **32** anti-ferromagnetisch gekoppelt. Eine Sättigungsmagnetisierung  $M_{si}$  der anfänglichen Magnetschicht **31** und eine Sättigungsmagnetisierung  $M_{sf}$  der finalen Magnetschicht **32** erfüllen eine Beziehung  $M_{si} \neq M_{sf}$ , so dass der SNR höher ist als in einem Fall, wo eine Beziehung  $M_{si} = M_{sf}$  gilt. Vorzugsweise erfüllen die Sättigungsmagnetisierungen  $M_{si}$  und  $M_{sf}$  eine Beziehung  $M_{si} < M_{sf}$ . Zusätzlich erfüllen eine Koerzitivkraft  $H_{ci}$  der anfänglichen Magnetschicht **31** und eine Koerzitivkraft  $H_{cf}$  der finalen Magnetschicht **32** eine Beziehung  $H_{ci} \neq H_{cf}$ , so dass der SNR höher ist als in einem Fall, wo die Beziehung  $H_{ci} = H_{cf}$  gilt. Vorzugsweise erfüllen die Koerzitivkräfte  $H_{ci}$  und  $H_{cf}$  eine Beziehung  $H_{ci} < H_{cf}$ .

**[0027]** Die Schutzschicht **5** kann aus C, diamantähnlichem C (DLC) oder dgl. bestehen. Ferner kann eine organische Gleitmittelschicht (nicht gezeigt) auf der Schutzschicht **5** vorgesehen sein.

**[0028]** In einer ersten Modifikation dieses Magnetaufzeichnungsmediums ist eine nicht-magnetische Zwischenschicht (nicht gezeigt) zwischen der Unterlagsschicht **2** und der anfänglichen Magnetschicht **31** vorgesehen. Die nicht-magnetische Zwischenschicht kann beispielsweise aus einer auf CoCr basierenden Legierung mit einer Dicke von 1 bis 5 nm bestehen.

**[0029]** In einer zweiten Modifikation dieses Magnetaufzeichnungsmediums sind mehr als ein Paar der anfänglichen Magnetschicht **31**, der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht **4** und der finalen Magnetschicht **32** gestapelt, mit einer Abstandsahaltermagnetschicht zwischen solchen Paaren.

**[0030]** [Fig. 2](#) ist eine Darstellung zur Erläuterung des SNR des Magnetaufzeichnungsmediums von [Fig. 1](#). In [Fig. 2](#) zeigt die Ordinate den SNR (dB) des reproduzierten Signals vom Aufzeichnungsmedium für 268 kFCI Bits an, und die Abszisse zeigt die Dicke (nm) der finalen Magnetschicht **32** an. Zusätzlich zeigt ein Symbol "•" den SNR an, der für die erste Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums erhalten wird, und ein Symbol " $\Delta$ " zeigt für Vergleichszwecke den SNR an, der für das vorstellbare ferrimagnetische Aufzeichnungsmedium erhalten wird.

**[0031]** Der in [Fig. 2](#) gezeigte SNR für das Magnetaufzeichnungsmedium von [Fig. 1](#) wurde für den Fall erhalten, wo die anfängliche Magnetschicht **31** aus  $\text{Co}_{60}\text{Cr}_{25}\text{Pt}_{10}\text{B}_5$  besteht, und die finale Magnetschicht **32** aus  $\text{Co}_{66}\text{Cr}_{20}\text{Pt}_{10}\text{B}_4$  besteht. Zusätzlich beträgt die Sättigungsmagnetisierung  $M_{si}$  der anfänglichen Magnetschicht **31** 250 emu/cc, und die Sättigungsmagnetisierung  $M_{sf}$  der finalen Magnetschicht **32** beträgt 380 emu/cc. Ferner ist die Koerzitivkraft  $H_{ci}$  der anfänglichen Magnetschicht **31** 2700 Oe, und die Koerzitivkraft  $H_{cf}$  der finalen Magnetschicht **32** ist 3840 Oe. Mit anderen Worten, die Zusammensetzung, die Sättigungsmagnetisierung und die Koerzitivkraft der anfänglichen Magnetschicht **31** sind von jenen der finalen Magnetschicht **32** verschieden.

**[0032]** Andererseits wurde der in [Fig. 2](#) gezeigte SNR, der für das vorstellbare ferrimagnetische Aufzeichnungsmedium erhalten wurde, für den Fall erhalten, wo die untere Magnetschicht und die obere Magnetschicht beide aus  $\text{Co}_{66}\text{Cr}_{20}\text{Pt}_{10}\text{B}_4$  bestehen, das heißt, aus derselben Zusammensetzung. Zusätzlich sind die Sättigungsmagnetisierungen der oberen und der unteren Magnetschicht des vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmediums 380 emu/cc und sind gleich. Außerdem sind die Koerzitivkräfte der oberen und der unteren Magnetschicht des vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmediums 3840 Oe und sind gleich.

**[0033]** Aus [Fig. 2](#) ist ersichtlich, dass der SNR des Magnetaufzeichnungsmediums von [Fig. 1](#) gegenüber dem SNR des vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmediums verbessert ist.

**[0034]** Als Nächstes erfolgt eine Beschreibung einer Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums gemäß der vorliegenden Erfindung. [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil der Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 3](#) sind jene Teile, die gleich sind wie die entsprechenden Teile in [Fig. 1](#), mit denselben Bezugszahlen bezeichnet, und eine Beschreibung davon wird weggelassen.

**[0035]** Das in [Fig. 3](#) gezeigte Magnetaufzeichnungsmedium enthält eine anfängliche Magnetschicht **310**, die auf der nicht-magnetischen Unterlagsschicht **2** vorgesehen ist, eine mittlere Magnetschicht **320**, die auf der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht **4** vorgesehen ist, und eine finale Magnetschicht **330**, die auf der mittleren Magnetschicht **320** vorgesehen ist.

**[0036]** In dieser Ausführungsform können die anfängliche Magnetschicht **310** und die mittlere Magnetschicht **320** aus einer auf  $\text{CoCr}_{x_1}$  basierenden Legierung bestehen, worin  $15 < x_1 < 27$ , und die finale Magnetschicht **330** kann aus einer auf  $\text{CoCr}_{y_1}$  basie-

renden Legierung bestehen, worin  $10 < y_1 < 24$ . In diesem Fall kann die Dicke der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht **310**, **320** und **330** jeweils 1 bis 10 nm, 1 bis 10 nm und 5 bis 25 nm betragen.

**[0037]** Alternativ dazu können die anfängliche Magnetschicht **310** und die mittlere Magnetschicht **320** aus einer auf  $\text{CoCrB}_{x_2}$  basierenden Legierung bestehen, worin  $1 < x_2 < 15$ , und die finale Magnetschicht **330** kann aus einer auf  $\text{CoCrB}_{y_2}$  basierenden Legierung bestehen, worin  $0 \leq y_2 < 10$ . In diesem Fall kann die Dicke der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht **310**, **320** und **330** jeweils 1 bis 10 nm, 1 bis 10 nm und 5 bis 25 nm betragen.

**[0038]** Zusätzlich können die anfängliche Magnetschicht **310** und die finale Magnetschicht **330** aus Co-CrTa, CoCrPt, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtBCu, Co-CrPtBAg, CoCrPtBRe, CoCrPtAu, CoCrPtW, Co-CrPtTaNb oder Legierungen davon bestehen.

**[0039]** In dieser Ausführungsform ist die anfängliche Magnetschicht **310** anti-ferromagnetisch mit der mittleren Magnetschicht **320** gekoppelt, und die mittlere Magnetschicht **320** ist ferromagnetisch mit der finalen Magnetschicht **330** gekoppelt. Eine Sättigungsmagnetisierung  $M_{si}$  der anfänglichen Magnetschicht **310**, eine Sättigungsmagnetisierung  $M_{sm}$  der mittleren Magnetschicht **320** und eine Sättigungsmagnetisierung  $M_{sf}$  der finalen Magnetschicht **330** erfüllen zumindest zwei der Beziehungen  $M_{si} \neq M_{sm}$ ,  $M_{sm} \neq M_{sf}$  und  $M_{si} \neq M_{sf}$ , so dass der SNR höher ist als in einem Fall, wo die Beziehung  $M_{si} = M_{sm} = M_{sf}$  gilt. Vorzugsweise erfüllen die Sättigungsmagnetisierungen  $M_{si}$ ,  $M_{sm}$  und  $M_{sf}$  eine Beziehung  $M_{si} \leq M_{sm} < M_{sf}$ . Zusätzlich erfüllen eine Koerzitivkraft  $H_{ci}$  der anfänglichen Magnetschicht **310**, eine Koerzitivkraft  $H_{cm}$  der mittleren Magnetschicht **320** und eine Koerzitivkraft  $H_{cf}$  der finalen Magnetschicht **330** zumindest zwei der Beziehungen  $H_{ci} \neq H_{cm}$ ,  $H_{cm} \neq H_{cf}$  und  $H_{ci} \neq H_{cf}$ , so dass der SNR höher ist als in einem Fall, wo eine Beziehung  $H_{ci} = H_{cm} = H_{cf}$  gilt. Vorzugsweise erfüllen die Koerzitivkräfte  $H_{ci}$ ,  $H_{cm}$  und  $H_{cf}$  eine Beziehung  $H_{ci} \leq H_{cm} < H_{cf}$ .

**[0040]** In einer ersten Modifikation der Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums ist eine nicht-magnetische Zwischenschicht (nicht gezeigt) zwischen der Unterlagsschicht **2** und der anfänglichen Magnetschicht **310** vorgesehen. Die nicht-magnetische Zwischenschicht kann beispielsweise aus einer auf CoCr basierenden Legierung mit einer Dicke von 1 bis 5 nm bestehen.

**[0041]** In einer zweiten Modifikation der Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums sind mehr als ein Paar der anfänglichen Magnetschicht **310**, der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht **4**, der mittleren Magnetschicht **320** und der finalen

Magnetschicht **330** gestapelt, mit einer Abstandshaltermagnetschicht zwischen solchen Paaren.

**[0042]** [Fig. 4](#) ist eine Darstellung zur Erläuterung des SNR der Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums. In [Fig. 4](#) zeigt die Ordinate den SNR (dB) des reproduzierten Signals vom Aufzeichnungsmedium für 268 kFCI Bits an, und die Abszisse zeigt das Produkt effektive remanente Magnetisierung-Dicke (Gauss Mikron-m) der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht **310**, **320** und **330** an. Zusätzlich zeigt ein Symbol "•" den SNR an, der für die zweite Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums erhalten wird, und ein Symbol "Δ" zeigt für Vergleichszwecke den SNR an, der für ein modifiziertes vorstellbares ferrimagnetisches Aufzeichnungsmedium erhalten wird.

**[0043]** Der in [Fig. 4](#) gezeigte SNR für die Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums wurde für den Fall erhalten, wo die anfängliche Magnetschicht **310** und die mittlere Magnetschicht **320** beide aus  $\text{Co}_{60}\text{Cr}_{25}\text{Pt}_{10}\text{B}_5$  bestehen, und die finale Magnetschicht **330** aus  $\text{Co}_{66}\text{Cr}_{20}\text{Pt}_{10}\text{B}_4$  besteht. Zusätzlich betragen die Sättigungsmagnetisierungen  $M_{si}$  und  $M_{sm}$  der anfänglichen und der mittleren Magnetschicht **310** und **320** beide 250 emu/cc, und die Sättigungsmagnetisierung  $M_{sf}$  der finalen Magnetschicht **330** beträgt 380 emu/cc. Ferner sind die Koerzitivkräfte  $H_{ci}$  und  $H_{cm}$  der anfänglichen und der mittleren Magnetschicht **310** und **320** beide 2700 Oe, und die Koerzitivkraft  $H_{cf}$  der finalen Magnetschicht **330** ist 3840 Oe. Mit anderen Worten, die Zusammensetzung, die Sättigungsmagnetisierung und die Koerzitivkraft sind für zumindest zwei der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht **310**, **320** und **330** verschieden.

**[0044]** Andererseits wurde der in [Fig. 4](#) gezeigte SNR, der für das modifizierte vorstellbare ferrimagnetische Aufzeichnungsmedium erhalten wurde, für den Fall erhalten, wo die untere Magnetschicht, eine mittlere Magnetschicht und die obere Magnetschicht alle aus  $\text{Co}_{66}\text{Cr}_{20}\text{Pt}_{10}\text{B}_4$  bestehen, das heißt, aus derselben Zusammensetzung. Zusätzlich sind die Sättigungsmagnetisierungen der oberen, der mittleren und der unteren Magnetschicht des modifizierten vorstellbaren fern-magnetischen Aufzeichnungsmediums 380 emu/cc und sind gleich. Außerdem sind die Koerzitivkräfte der oberen, der mittleren und der unteren Magnetschicht des modifizierten vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmediums 3840 Oe und sind gleich.

**[0045]** Aus [Fig. 4](#) ist ersichtlich, dass der SNR der zweiten Ausführungsform des Magnetaufzeichnungsmediums gegenüber dem SNR des modifizierten vorstellbaren ferrimagnetischen Aufzeichnungsmediums verbessert ist.

**[0046]** Als Nächstes erfolgt eine Beschreibung einer Ausführungsform einer Magnetspeichervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#). [Fig. 5](#) ist eine Schnittansicht, die einen wichtigen Teil dieser Ausführungsform der Magnetspeichervorrichtung zeigt, und [Fig. 6](#) ist eine Draufsicht, die den wichtigen Teil dieser Ausführungsform der Magnetspeichervorrichtung zeigt.

**[0047]** Die Magnetspeichervorrichtung, wie in [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt, enthält allgemein ein Gehäuse **113**. Ein Motor **114**, eine Nabe **115**, eine Vielzahl von Magnetaufzeichnungsmedien **116**, eine Vielzahl von Aufzeichnungs- und Reproduktionsköpfen **117**, eine Vielzahl von Aufhängungen **118**, eine Vielzahl von Armen **119**, und eine Betätigereinheit **120** sind innerhalb des Gehäuses **113** vorgesehen. Die Magnetaufzeichnungsmedien **116** sind auf der Nabe **115** montiert, die vom Motor **114** gedreht wird. Der Aufzeichnungs- und Reproduktionskopf **117** besteht aus einem Reproduktionskopf wie einem MR- oder GMR-Kopf, und einem Aufzeichnungskopf wie einem induktiven Kopf. Jeder Aufzeichnungs- und Reproduktionskopf **117** ist am Spitzenende eines entsprechenden Arms **119** über die Aufhängung **118** montiert. Die Arme **119** werden von der Betätigereinheit **120** bewegt. Die Grundkonstruktion dieser Magnetspeichervorrichtung ist bekannt, und eine detaillierte Beschreibung davon wird in dieser Spezifikation weggelassen.

**[0048]** Diese Ausführungsform der Magnetspeichervorrichtung ist durch die Magnetaufzeichnungsmedien **116** gekennzeichnet. Jedes Magnetaufzeichnungsmedium **116** hat die Struktur der Ausführungsform und die Modifikationen des oben in Verbindung mit [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) beschriebenen Magnetaufzeichnungsmediums. Selbstverständlich ist die Anzahl von Magnetaufzeichnungsmedien **116** nicht auf drei begrenzt, und es können nur ein, zwei oder vier oder mehrere Magnetaufzeichnungsmedien **116** vorgesehen sein.

**[0049]** Die Grundkonstruktion der Magnetspeicherseinheit ist nicht auf die in [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigte beschränkt. Zusätzlich ist das in der vorliegenden Erfindung verwendete Magnetaufzeichnungsmedium nicht auf eine Magnetplatte beschränkt.

**[0050]** Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt, sondern es können verschiedenste Variationen und Modifikationen vorgenommen werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Magnetaufzeichnungsmedium, mit:  
einer nicht-magnetischen Unterlagesschicht (**2**);  
einer anfänglichen Magnetschicht (**310**);

einer nicht-magnetischen Abstandshalterschicht (**4**), die auf der anfänglichen Magnetschicht (**310**) vorgesehen ist;  
einer mittleren Magnetschicht (**320**), die auf der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht (**4**) vorgesehen ist; und  
einer finalen Magnetschicht (**330**), die auf der mittleren Magnetschicht (**320**) vorgesehen ist,  
wobei die anfängliche Magnetschicht (**310**) näher bei der nicht-magnetischen Unterlagesschicht (**2**) angeordnet ist als die mittlere und die finale Magnetschicht (**320, 330**),  
die anfängliche und die mittlere Magnetschicht (**310, 320**) anti-ferromagnetisch gekoppelt sind,  
die mittlere und die finale Magnetschicht (**320, 330**) ferromagnetisch gekoppelt sind,  
zumindest zwei von der anfänglichen, der mittleren und der finalen Magnetschicht (**310, 320, 330**) aus voneinander verschiedenen Zusammensetzungen bestehen, und  
die anfängliche, die mittlere und die finale Magnetschicht (**310, 320, 330**) die Beziehungen  $H_{ci} \neq H_{cm}$  und  $H_{ci} \neq H_{cf}$  erfüllen, worin  $H_{ci}$  eine Koerzitivkraft der anfänglichen Magnetschicht bezeichnet,  $H_{cm}$  eine Koerzitivkraft der mittleren Magnetschicht bezeichnet, und  $H_{cf}$  eine Koerzitivkraft der finalen Magnetschicht bezeichnet, und wobei die finale Magnetschicht (**330**) direkt auf der mittleren Magnetschicht (**320**) angeordnet ist.

2. Magnetaufzeichnungsmedium nach Anspruch 1, wobei die anfängliche, die mittlere und die finale Magnetschicht (**310, 320, 330**) zumindest zwei von den Beziehungen  $M_{si} \neq M_{sm}$ ,  $M_{sm} \neq M_{sf}$  und  $M_{si} \neq M_{sf}$  erfüllen, worin  $M_{si}$  eine Sättigungsmagnetisierung der anfänglichen Magnetschicht bezeichnet,  $M_{sm}$  eine Sättigungsmagnetisierung der mittleren Magnetschicht bezeichnet, und  $M_{sf}$  eine Sättigungsmagnetisierung der finalen Magnetschicht bezeichnet.

3. Magnetaufzeichnungsmedium nach Anspruch 1 oder 2, wobei mehr als ein Paar der anfänglichen Magnetschicht (**310**), der nicht-magnetischen Abstandshalterschicht (**4**), der mittleren Magnetschicht (**320**) und der finalen Magnetschicht (**330**) mit einer zwischen solchen Paaren angeordneten Abstandshaltermagnetschicht versehen sind.

4. Magnetaufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die anfängliche und die mittlere Magnetschicht (**310, 320**) aus einer auf  $\text{CoCr}_{x_1}$  basierenden Legierung bestehen, worin  $15 < x_1 < 27$ , und die finale Magnetschicht (**330**) aus einer auf  $\text{CoCr}_{y_1}$  basierenden Legierung besteht, worin  $10 < y_1 < 24$ .

5. Magnetaufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die anfängliche und die mittlere Magnetschicht (**310, 320**) aus einer auf

CoCrB<sub>x2</sub> basierenden Legierung bestehen, worin  $1 < x2 < 15$ , und die finale Magnetschicht (**330**) aus einer auf CoCrB<sub>y2</sub> basierenden Legierung besteht, worin  $0 \leq y2 < 10$ .

6. Magnetaufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die anfängliche und die finale Magnetschicht (**310**, **330**) aus einem Material bestehen, das aus einer Gruppe von CoCrTa, Co-CrPt, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtBCu, CoCrPtBAg, CoCrPtBRe, CoCrPtAu, CoCrPtW, CoCrPtTaNb und Legierungen davon ausgewählt ist.

7. Magnetaufzeichnungsmedium nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die nicht-magnetische Abstandshalterschicht (**4**) aus einem Material besteht, das aus einer Gruppe von Ru, Ir, Rh und Legierungen davon ausgewählt ist.

8. Magnetspeichervorrichtung, welche zumindest ein Magnetaufzeichnungsmedium nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

**FIG.1**

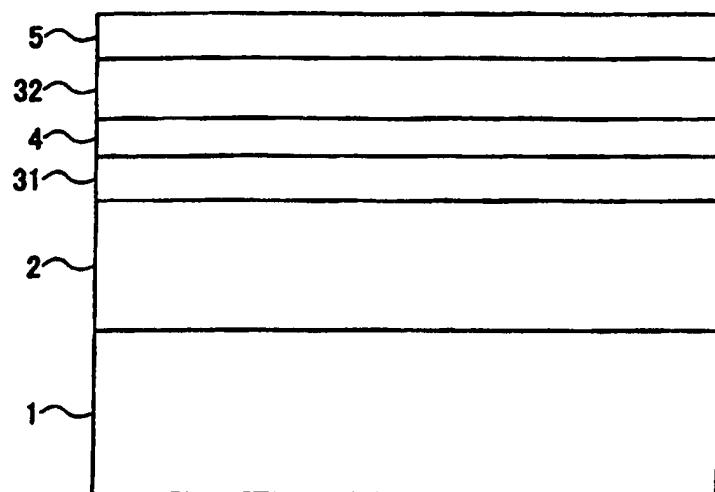
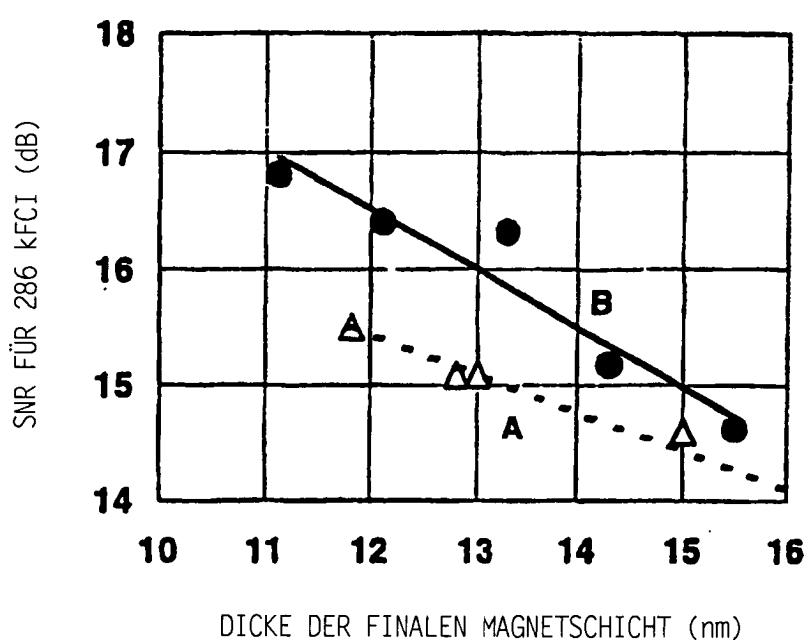


FIG. 2



**FIG.3**

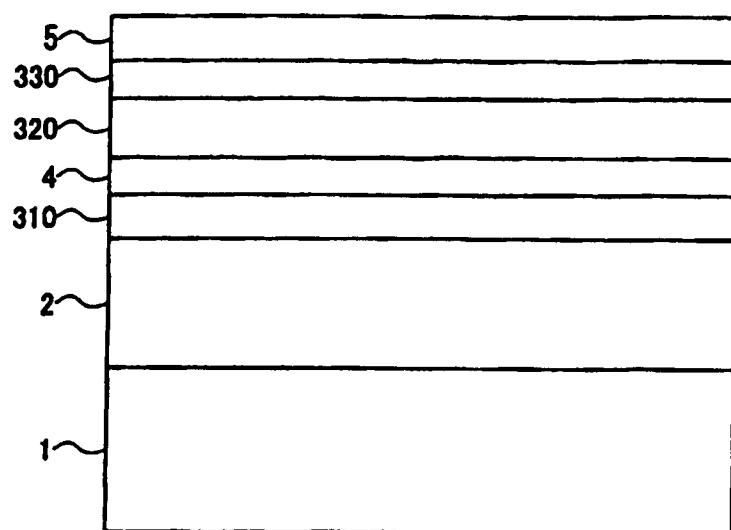


FIG. 4

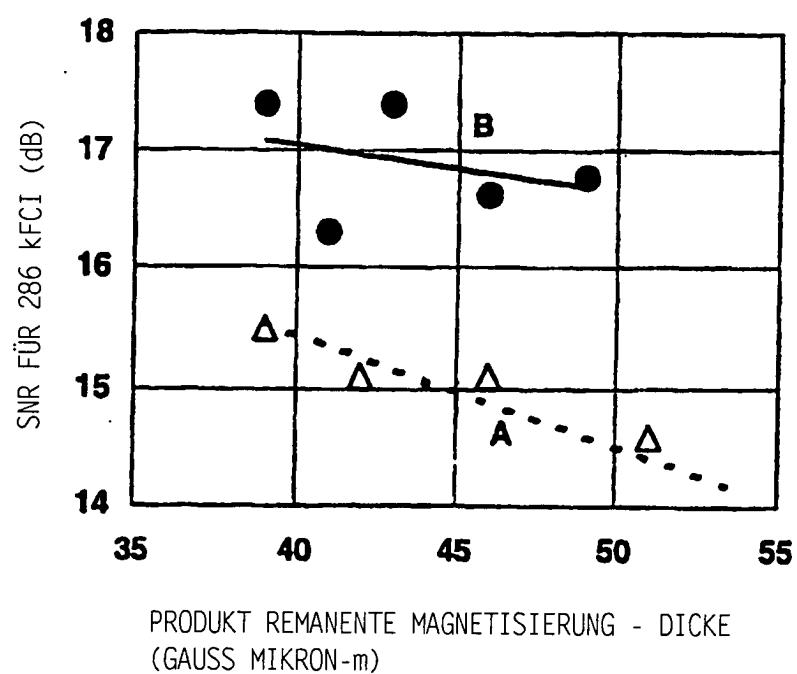


FIG. 5

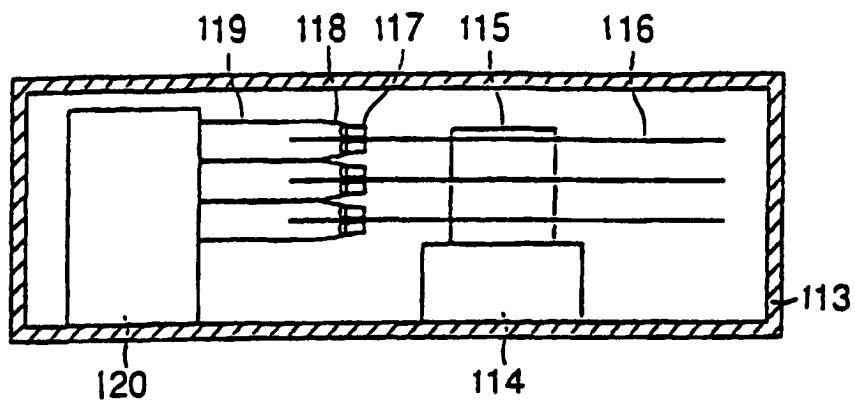


FIG. 6

