

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-177861

(P2016-177861A)

(43) 公開日 平成28年10月6日(2016.10.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 1 1 B 5/31 (2006.01)</b>	G 1 1 B 5/31	5 D 0 3 3
<b>G 1 1 B 5/02 (2006.01)</b>	G 1 1 B 5/02	5 D 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-55360 (P2016-55360)	(71) 出願人	500373758
(22) 出願日	平成28年3月18日 (2016. 3. 18)		シーゲイト テクノロジー エルエルシー
(31) 優先権主張番号	62/136, 555		Seagate Technology
(32) 優先日	平成27年3月22日 (2015. 3. 22)		LLC
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国、95014 カリフォル
(31) 優先権主張番号	62/167, 314		ニア州、クパチーノ、サウス・デ・アンザ
(32) 優先日	平成27年5月28日 (2015. 5. 28)		・ブールバード、10200
(33) 優先権主張国	米国 (US)		10200 South De Anza
(31) 優先権主張番号	15/060, 914		Blvd Cupertino CA
(32) 優先日	平成28年3月4日 (2016. 3. 4)		95014 United States
(33) 優先権主張国	米国 (US)		of America
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気軸受面を有する装置

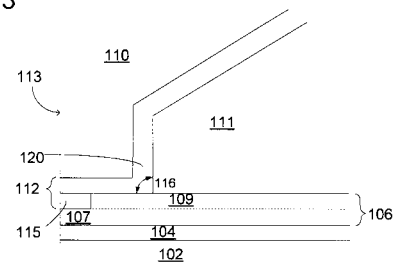
(57) 【要約】

【課題】 空気軸受面 (ABS) を有する装置を提供する。

【解決手段】 空気軸受面 (ABS) 113 を有する装置であって、書込極 110 と、ペグ 107 およびディスク 109 を有する近接場トランスデューサ (NFT) 106 とを備える。ペグ 107 は、装置の空気軸受面 113 に位置する。装置は、近接場トランスデューサ 106 のディスク 109 に隣接して配置されているヒートシンク 111 と、装置の空気軸受面 113 において近接場トランスデューサ 106 のペグ 107 に隣接して配置されている誘電体ギャップ 105 と、書込極 110 と、誘電体ギャップ 105、ディスク 109、およびヒートシンク 111 との間に配置されている適合拡散バリア層 120 とをさらに備える。適合拡散バリア層 120 は、135 度以下の少なくとも 1 つの角度を形成している。

【選択図】 図 3

FIG. 3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

空気軸受面 ( A B S ) を有する装置であって、  
書込極と、

ペグおよびディスクを有する近接場トランスデューサ ( N F T ) とを備え、

前記ペグは、前記装置の前記空気軸受面に位置し、さらに、

前記近接場トランスデューサの前記ディスクに隣接して配置されているヒートシンクと

、  
前記装置の前記空気軸受面において前記近接場トランスデューサの前記ペグに隣接して  
配置されている誘電体ギャップと、

前記書込極と、前記誘電体ギャップ、前記ディスク、および前記ヒートシンクとの間に  
配置されている適合拡散バリア層とを備え、

前記適合拡散バリア層は、135度以下の少なくとも1つの角度を形成している、装置  
。

10

**【請求項 2】**

前記適合拡散バリア層は、モリブデン ( M o )、タンタル ( T a )、ニオブ ( N b )、  
ハフニウム ( H f )、ネオジウム ( N d )、ホルミウム ( H o )、タングステン ( W )、イ  
リジウム ( I r )、ロジウム ( R h )、ルテニウム ( R u )、レニウム ( R e )、チタン  
( T i )、ジルコニウム ( Z r )、ニッケル ( N i )、ウラン ( U )、イットリウム ( Y  
)、バナジウム ( V )、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 1 に記載の装置。

20

**【請求項 3】**

前記適合拡散バリア層は、ルテニウム ( R u )、イリジウム ( I r )、タンタル ( T a )  
)、ジルコニウム ( Z r )、ニオブ ( N b )、ハフニウム ( H f )、またはこれらの組み  
合わせを含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記適合拡散バリア層は、ルテニウム ( R u )、イリジウム ( I r )、タンタル ( T a )  
)、ジルコニウム ( Z r )、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記適合拡散バリア層は、前記書込極に直接隣接して配置されている、請求項 1 に記載  
の装置。

30

**【請求項 6】**

前記適合拡散バリア層は、約 5 n m から約 30 n m までの厚みを有している、請求項 1  
に記載の装置。

**【請求項 7】**

ペグ連結層をさらに備え、

前記ペグ連結層は、前記適合拡散バリア層と、前記誘電体ギャップ、前記近接場トラン  
スデューサ、および前記ヒートシンクとの間に配置されている、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記ペグ連結層は、金 ( A u ) またはその合金を含む、請求項 7 に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記ペグ連結層は、約 8 n m から約 25 n m までの厚みを有している、請求項 7 に記載  
の装置。

40

**【請求項 10】**

エッチング停止層をさらに備え、

前記エッチング停止層は、前記書込極の反対側において前記適合拡散バリア層に隣接し  
て配置されている、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 11】**

前記エッチング停止層は、タンタル ( T a )、チタン ( T i )、クロム ( C r )、窒化  
タンタル ( T a N )、窒化チタン ( T i N )、またはこれらの組み合わせを含む、請求項  
10 に記載の装置。

50

## 【請求項 1 2】

空気軸受面（ＡＢＳ）を有する装置であって、  
書込極と、  
ペグおよびディスクを有する近接場トランスデューサ（ＮＦＴ）とを備え、  
前記ペグは、前記装置の前記空気軸受面に位置し、さらに、  
前記近接場トランスデューサの前記ディスクに隣接して配置されているヒートシンクと

、  
前記装置の前記空気軸受面において前記近接場トランスデューサの前記ペグに隣接して配置されている誘電体ギャップと、

前記書込極と、前記誘電体ギャップ、前記ディスク、および前記ヒートシンクとの間に配置されている適合拡散バリア層とを備え、

前記適合拡散バリア層は、１１０度以下の少なくとも１つの角度を形成しており、かつ、モリブデン（Ｍｏ）、タンタル（Ｔａ）、ニオブ（Ｎｂ）、ハフニウム（Ｈｆ）、ネオジム（Ｎｄ）、ホルミウム（Ｈｏ）、タングステン（Ｗ）、イリジウム（Ｉｒ）、ロジウム（Ｒｈ）、ルテニウム（Ｒｕ）、レニウム（Ｒｅ）、チタン（Ｔｉ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、ニッケル（Ｎｉ）、ウラン（Ｕ）、イットリウム（Ｙ）、バナジウム（Ｖ）、またはこれらの組み合わせを含む、装置。

## 【請求項 1 3】

前記適合拡散バリア層は、ジルコニウム（Ｚｒ）、ルテニウム（Ｒｕ）、またはこれらの組み合わせを含む、請求項 1 2 に記載の装置。

## 【請求項 1 4】

前記近接場トランスデューサは、金（Ａｕ）またはその合金を含む、請求項 1 2 に記載の装置。

## 【請求項 1 5】

前記適合拡散バリア層は、約 5 n m から約 3 0 n m までの厚みを有している、請求項 1 2 に記載の装置。

## 【請求項 1 6】

ペグ連結層をさらに備え、

前記ペグ連結層は、前記適合拡散バリア層と、前記誘電体ギャップ、前記近接場トランスデューサ、および前記ヒートシンクとの間に配置されている、請求項 1 2 に記載の装置。

## 【請求項 1 7】

エッチング停止層をさらに備え、

前記エッチング停止層は、前記書込極の反対側において前記適合拡散バリア層に隣接して配置されている、請求項 1 2 に記載の装置。

## 【請求項 1 8】

空気軸受面（ＡＢＳ）を有する装置であって、

書込極と、

ペグおよびディスクを有する近接場トランスデューサ（ＮＦＴ）とを備え、

前記ペグは、前記装置の前記空気軸受面に位置し、さらに、

前記近接場トランスデューサの前記ディスクに隣接して配置されているヒートシンクと

、  
前記装置の前記空気軸受面において前記近接場トランスデューサの前記ペグに隣接して配置されている誘電体ギャップと、

前記書込極と、前記誘電体ギャップ、前記ディスク、および前記ヒートシンクとの間に配置されている適合拡散バリア層とをさらに備え、

前記適合拡散バリア層は、レニウム（Ｒｅ）、バナジウム（Ｖ）、またはこれらの組み合わせを含む、装置。

## 【請求項 1 9】

前記適合拡散バリア層は、１６０度以下の少なくとも１つの角度を形成している、請求

10

20

30

40

50

項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

前記適合拡散バリア層は、約 8 nm から約 15 nm までの厚みを有している、請求項 18 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権

この出願は、2015年3月22日に出願された米国仮特許出願第62/136,555号の優先権、および2015年5月28日に出願された米国仮特許出願第62/167,314号の優先権を主張し、これらの開示は引用によって本明細書に援用される。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

概要

空気軸受面 (ABS) を有する装置が開示されており、この装置は、書込極と、ペグとディスクとを含みペグが ABS にある近接場トランスデューサ (NFT) と、NFT のディスクに隣接して配置されているヒートシンクと、装置の ABS に位置する NFT のペグに隣接して配置されている誘電体ギャップと、書込極と誘電体ギャップ、ディスク、およびヒートシンクとの間に配置されている適合 (conformal) 拡散バリア層とを備え、適合拡散バリア層が 135 度以下の角度を少なくとも 1 つ形成している。

【0003】

また、空気軸受面 (ABS) を有する装置が開示されており、この装置は、書込極と、ペグとディスクとを含みペグが ABS にある近接場トランスデューサ (NFT) と、NFT のディスクに隣接して配置されているヒートシンクと、装置の ABS に位置する NFT のペグに隣接して配置されている誘電体ギャップと、書込極と誘電体ギャップ、ディスク、およびヒートシンクとの間に配置されている適合 (conformal) 拡散バリア層とを備え、適合拡散バリア層が 110 度よりも小さい角度を少なくとも 1 つ形成しており、かつ適合拡散バリア層がモリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、ニオブ (Nb)、ハフニウム (Hf)、ネオジム (Nd)、ホルミウム (Ho)、タンゲステン (W)、イリジウム (Ir)、ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、レニウム (Re)、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、ニッケル (Ni)、ウラン (U)、イットリウム (Y)、バナジウム (V)、またはこれらの組み合わせを含む。

【0004】

また、空気軸受面 (ABS) を有する装置が開示されており、この装置は、書込極と、ペグとディスクとを含みペグが ABS にある近接場トランスデューサ (NFT) と、NFT のディスクに隣接して配置されているヒートシンクと、装置の ABS に位置する NFT のペグに隣接して配置されている誘電体ギャップと、書込極と誘電体ギャップ、ディスク、およびヒートシンクとの間に配置されている適合 (conformal) 拡散バリア層とを備え、適合拡散バリア層がレニウム (Re)、バナジウム (V)、またはこれらの組み合わせを含む。

【0005】

本開示の上記概要は、本開示の開示された各実施形態またはすべての実現例を記載することを意図していない。下記の説明は、より特定の例示的な実施形態を示す。本願全体にわたるいくつかの箇所において、さまざまな組み合わせで使用可能な例のリストを介して指針が提供されている。各例において、列挙されたリストは、代表的なグループとしての役割を果たすのみであって、排他的なリストとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】HAMR 装置を備え得る磁気ディスクドライブの斜視図である。

【図 2】垂直 HAMR 磁気記録ヘッドおよび関連する記録媒体の断面図である。

【図 3】ここに開示される拡散バリア層を備える例示的な HAMR 磁気記録ヘッドの部分断面図である。

【図 4】ここに開示される拡散バリア層および任意のペグ連結層を備える例示的な HAMR 磁気記録ヘッドの部分断面図である。

【図 5】ここに開示される拡散バリア層、任意のペグ連結層、および任意のエッチング停止層を備える例示的な HAMR 磁気記録ヘッドの部分断面図である。

【図 6】実施例において形成され、かつ利用された構造の概略図である。

【図 7 A】図 6 に示される構造を確認するための制御構造（界面に層が形成されていない）の走査型電子顕微鏡（SEM）像である。

10

【図 7 B】上記制御構造の評価前のスケールが 20 nm での SEM 像である。

【図 7 C】上記制御構造の 300 で 3 時間アニールした後のスケールが 20 nm での SEM 像である。

【図 7 D】上記制御構造の 400 で 3 時間アニールした後のスケールが 20 nm での SEM 像である。

【図 7 E】エネルギー分散型 X-ray（EDX）分光法を用いて定量分析した領域を示すスケールが 100 nm での SEM 像である。

【図 8】タンタル（Ta）拡散バリア層を備える例示的な構造の SEM 像である。

【図 9】ジルコニウム（Zr）拡散バリア層を備える例示的な構造の SEM 像である。

20

【図 10】ルテニウム（Ru）拡散バリア層を備える例示的な構造の SEM 像である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

図面は必ずしも縮尺通りではない。図において使用される同一の番号が同一のコンポーネントを指す。しかしながら、ある図においてあるコンポーネントを指すべき番号の使用は、同じ番号でラベル付けされた別の図におけるコンポーネントを限定することを意図するものではないということが理解されるであろう。

【0008】

詳細な説明

熱アシスト磁気記録（HAMR と称される）は、メディアをそのキュリー温度を超える温度まで加熱するために、輻射、例えばレーザによる、を利用して、磁気記録を可能としている。メディアの小さな領域（例えば 20 ~ 50 nm のオーダーの領域）に対し輻射する、例えばレーザ光を照射するために、NFT が利用されている。磁気記録処理の間、NFT は、レーザからエネルギーを吸収し、それをとても小さな領域に収束させる。このことは NFT の温度が増加する原因となり得る。NFT の温度は、約 400 またはそれ以上にまで達することができる。

30

【0009】

NFT および周囲の構造体が処理の間に到達する高い温度は、界面での比較的高い拡散係数により、複数の界面のいずれかを通して NFT に向かう書込極の材料（例えば鉄（Fe）およびコバルト（Co）原子）の拡散を引き起こす可能性がある。書込極の材料（例えば Fe および Co）の界面を介した拡散は、ペグ、極における NFT の周囲のクラッド領域（例えば NFT から極までの間隔 - "NPS"）、および導波路のコアにおける NFT の周囲のクラッド領域（例えば NFT 空間（NFT space）に対するコア - から NFT までの間隔 - "CNS"）の組成および光学的特性を変える。これらの変化した組成は、HAMR ヘッドのパフォーマンスを低下させ、NFT の早期の故障を引き起こす可能性がある。

40

【0010】

開示される装置は、界面を介した書込極の材料の拡散を最小化または完全に防止するように設計され、かつ構成された拡散バリアを備える。特に、拡散バリア層は、NPS / 極界面および NPS / NFT 界面を通る書込極の材料の拡散を防止しまたは最小化するため

50

に、極/NPS界面、極/NFT界面、または両者の少なくとも一部に加えられる得る。拡散バリア層は、その密度、適合性、またはこれらの組み合わせにより、拡散バリアとしての有利な機能を提供するだろう。開示される拡散バリアは、極材料の拡散のための新たな経路を与えないことにより、より有利なものとなるだろう。比較的高密度でなく、適合性が低く、またはこれらの組み合わせでない拡散バリアの堆積物は、書込極の原子によりNFTへの拡散のために利用される可能性のある新たな経路を与えるだろう。

#### 【0011】

図1は、磁気媒体16のトラック14上においてスライダ12を位置決めする作動システムを備えるディスクドライブ10の斜視図である。図1および2に示される当該システムは、開示された構造および多層のガスバリア層を備えることができる。ディスクドライブ10の特定の構成は、説明を容易にするために示されており、決して本開示の内容に限定されることを意図していない。ディスクドライブ10は、スピンドル上のアクチュエータアーム20を軸22の周りに回転させるために設けられたボイス・コイル・モーター18を備える。ロードビーム24はヘッド搭載ブロック26でアクチュエータアーム20に接続される。サスペンション28はロードビーム24の端に接続され、スライダ12はサスペンション28に取付けられる。磁気媒体16は軸30の周りを回転するため、風圧がスライダ12に印加され、磁気媒体16の表面上方にわずかな距離を空けてスライダが空中に保たれる。磁気媒体16の各々のトラック14は、データを記憶するためのデータ記憶セルのアレイにフォーマットされる。スライダ12は、磁気媒体16のトラック14上のデータを読み取るおよび/または書き込むために、磁気装置またはトランスデューサ(図1には図示しない)を保持している。磁気トランスデューサは付加的な電磁エネルギーを利用して磁気媒体16の表面を加熱し、熱アシスト磁気記録(HAMR)と呼ばれるプロセスによる記録を容易にする。

#### 【0012】

HAMRトランスデューサは、磁場を生成して磁気媒体(たとえば磁気媒体16)に書込むための磁気書込器と、書込場に近接する磁気媒体の部分を加熱する光学装置とを含む。図2は、磁気装置、たとえばHAMR磁気装置40の部分と、関連する磁気記憶媒体42の部分との断面図である。HAMR磁気装置40は、ペDESTAL(pedestal)48によって結合された書込極44と戻り極46とを含む。導体52および54を備えるコイル50は、ペDESTALを取り囲み、絶縁体56によって支持される。示されるように、磁気記憶媒体42は、硬磁性記憶層62と軟磁性下層64とを備える垂直磁気媒体であるが、パターンドメディアなどの他の形態の媒体であり得る。コイル中の電流はペDESTALおよび両極内に磁場を誘導する。磁束58は空気軸受面(air bearing surface(ABS))60で記録ヘッドから出て、領域58内に囲まれる磁気記憶媒体42の硬磁性記憶層62の部分の磁化を変更するのに用いられる。近接場トランスデューサ66は、空気軸受面60に近接する書込極44に隣接して配置される。近接場トランスデューサ66は、レーザなどのエネルギー源から電磁波を受ける導波路68に結合される。近接場トランスデューサ66の端の電界は、硬磁性記憶層62の部分69を加熱して保磁力を低下させるために用いられ、これにより書込極からの磁場が記憶媒体の磁化に影響を及ぼし得る。図2に示されるように、近接場トランスデューサの一部分は、当該装置のABS60に配置されている。

#### 【0013】

本明細書中に開示する磁気装置は他の構造も含むことができる。本明細書中に開示する磁気装置をより大きな装置の中に組込むこともできる。たとえば、スライダは本明細書中に開示するような装置を含むことができる。例示的なスライダは、前縁、後縁、および空気軸受面を有するスライダ体を含むことができる。書込極、読出極、光学的近接場トランスデューサ、およびコンタクトパッド(および任意のヒートシンク)は、スライダ体の上(またはその中)に配置され得る。そのような例示的なスライダは、たとえばディスクドライブに組込可能なサスペンションに取付け可能である。開示される装置は図1および図2に示されるようなディスクドライブ以外の他のシステムにおいて利用され得ることに

10

20

30

40

50

留意すべきである。

【0014】

図3は、HAMR磁気記録ヘッドの部分拡大図を示す。記録ヘッドは、例えばCoFeで作製され得る磁極110を備える。空気軸受面(ABS)113は、被覆層(図3には図示しない)によって被覆されていてもよいし定義されていてもよい。記録ヘッドは、導波路102も備えていてもよく、導波路102は複数のクラッド層間に挟まれたコア層を備えていてもよい。例えば、コア層の下に第2クラッド層が存在し、コア層の上に第1クラッド層が存在し得る。導波路102とNFT106との間には誘電体材料が存在し、誘電体材料はコアからNFTまでの間隔(the core to NFT space)またはCNS104とも呼ばれる。CNS104は、導波路の一部であってもよい。例えば、第1クラッド層は、誘電体材料(CNS104)と同じまたは同様の材料で作製されていてもよいし、それらの組み合わせによって作製されていてもよい。空気軸受面113およびNFT106に隣接して、誘電体材料または誘電体ギャップ115が配置されている。誘電体ギャップ115は、NFTから極までの間隔(the NFT to pole space)またはNPS112の一部を構成していてもよい。近接場トランスデューサ(NFT)106は、ペグ107およびディスク109の2つの部分から成っていてもよい。装置は、ヒートシンク111をさらに備えていてもよい。ヒートシンク111は、NFTのディスク109と同一の材料または異なる材料であってもよい。いくつかの実施の形態では、ヒートシンク111およびディスク109は、同一の材料であり、連続する若しくは実施的に連続する、またはそれらの組み合わせであってもよい。

10

20

【0015】

装置は、拡散バリア層120をさらに備えている。ABSにおいて、誘電体ギャップ115および拡散バリア層120は、NFTから極までの間隔またはNPS112を形成している。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、NFT106内、特にNFT106のペグ107内への書込極の材料の拡散を減らすように機能する。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、NPSおよびNFTの界面を通る書込極の材料の拡散を減らすように機能する。拡散バリアは、誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも後方に離れた場所にまで(ABSから離れて)延在している。拡散バリアは、誘電体ギャップ115とディスク109との界面を通る極材料の拡散を減らすまたは防止することができる。極から装置の他の部材への材料の拡散は、NPS、ペグ、CNS、またはこれらの組み合わせの組成を変化させ得る。これは、NFTの不具合、またはヘッドパフォーマンスを低下、もしくはこれらの両方を発生させ得る。

30

【0016】

いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、および極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも(ABSと反対の方向において)後方に離れた場所に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも(ABSと反対の方向において)後方に離れた場所、および少なくともディスク109の一部と極110との間に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも(ABSと反対の方向において)後方に離れた場所、少なくともディスク109の一部と極110との間、および少なくともヒートシンク111の一部と書込極110との間に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも(ABSと反対の方向において)後方に離れた場所、少なくともディスク1

40

50

09の一部と極110との間、および少なくともABSと実質的に平行な面を有しているヒートシンク111の大部分と書込極110との間に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも（ABSと反対の方向において）後方に離れた場所、少なくともディスク109の一部と極110との間、およびABSと実質的に平行な面を有しているヒートシンク111の実質的に全ての部分と書込極110との間に配置されていてもよい。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層120は、少なくとも誘電体ギャップ115と極110との間、極110とディスク109との間であって少なくとも誘電体ギャップ115とディスク109との間の界面よりも（ABSと反対の方向において）後方に離れた場所、少なくともディスク109の一部と極110との間、および実質的に全てのヒートシンク111と書込極110との間に配置されていてもよい。後者の実施の形態が図3に示されている。

10

20

30

40

50

#### 【0017】

いくつかの実施の形態では、拡散バリア層は、非平面の拡散バリア層と呼ばれ得る。非平面の拡散バリア層は、他の2つの実質的に平坦な層間にある単に実質的に平坦な層ではない。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層は、適合（conformal）拡散バリア層と呼ばれ得る。適合拡散バリア層は、その拡散バリア層が間に位置する表面と適合するものである。いくつかの実施の形態では、適合拡散バリア層は、少なくとも誘電体ギャップ115と書込極110との間の少なくとも幾分平面の部分、ディスク109と書込極110との間に存在しかつ実質的に平面であるか平面でない任意の部分、ディスク109と書込極110との間に存在しかつ実質的に平面であるか平面でない任意の部分を含んでいる。非平面、または適合した（またはいずれもの）拡散バリア層は、実質的に平面である1つよりも多い部分を含んでいる。例えば、非平面かつ適合拡散バリア層は、誘電体ギャップ115と書込極110との間の実質的に内部に平面である部分、ディスク109と書込極110との間の実質的に内部に平面である他の部分、およびヒートシンク111と書込極110との間の実質的に内部に平面である他の部分を含んでいる。これらの部分はこれら自体が内部に平面であってもよいが、これらは1つの平面を形成しない。

#### 【0018】

いくつかの実施の形態では、非平面の拡散バリア層は、160度以下、135度以下、または110度以下である第1角度を少なくとも含んでいる。いくつかの実施の形態では、非平面の拡散バリア層は、70度から110度、80度から100度、または85度から95度である第1角度を少なくとも含んでいる。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層の第1角度は、ディスク109およびヒートシンク111に隣接する拡散バリア層の部分によって形成され得る。この角度は、図3において116として図示されている。図3に示される特定の例示においては、この角度は約90度である。

#### 【0019】

拡散バリア層は、その厚みによって記述され得る。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層は、拡散を最小化または防止するバリア層を作製するために十分な厚みを有することができるので、この層はバリア層の範囲の全域で少なくとも一定である。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層は、NPSが大きすぎて装置の所望の機能を提供することができなくなるほどには大きくは無い厚みを有することができる。いくつかの例示的な実施の形態では、拡散バリア層は5ナノメートル（nm）以上、8nm以上、10nm以上、または12nm以上の厚みを有することができる。いくつかの例示的な実施の形態では、拡散バリア層は50nm以下、30nm以下、25nm以下、または15nm以下の厚みを有することができる。

#### 【0020】

開示される拡散バリア層が極の材料の（たとえば）NFT内への拡散をより効果的に低下または防止するために、拡散バリア層を構成する材料の性質が重要となり得る。材料のバルク特性、材料の属性は、さまざまな特性またはそれらの組み合わせを提供するもので



あるが、拡散バリア層がどの程度効果的に拡散を最小化または防止することができるかを決定することに関連し得る。

【0021】

いくつかの実施の形態では、拡散バリア層が拡散を最小化または防止するのに効果的に役割を果たし得る材料の1つのバルクまたは物理的特性は、材料の密度を含んでいる。十分に密度が高くない拡散バリア層は、そこを通る拡散のための経路を許容するだろう。一方、十分に密度が高い拡散バリア層は、そこを通る拡散のための経路を含まない。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層は、少なくとも密度80%、少なくとも密度90%、少なくとも密度95%、または密度約100%であり得る。

【0022】

開示される拡散バリア層のいくつかの実施の形態での非平面の性質、および十分な密度の拡散バリア層を有することへの要求により、拡散バリア層の形成方法は重要であるだろう。いくつかの実施の形態では、適合した、比較的均一な被覆を提供する成膜方法が利用され得る。いくつかの実施の形態では、有用な成膜方法は、例えば蒸着法、化学気相堆積(CVD)、原子層堆積(ALD)、イオンビーム蒸着(IBD)(例えば垂線(normal)に対して制御された角度を有する)、パルス状のカスプマグネトロン(2PCM)物理気相堆積(PVD)、角度のあるPVD(例えば4PVD/5PVD)、電気メッキ法、スパッタリング、およびその他、を含んでもよい。いくつかの実施の形態では、CVDまたはALDが利用され得る。いくつかの実施の形態では、CVDが利用され得る。

【0023】

拡散バリア層の材料として有用であるだろう材料は、NFTの材料、書込極の材料、または両材料への溶解度が低い材料、低い耐酸化性を有している材料、またはそれらの組み合わせを含んでいることができる。いくつかの実施の形態では、選択された特定の材料は、書込極、NFT、または両者への比較的低い溶解度を有していてもよい。いくつかの実施の形態では、選択された特定の材料は、高温(例えば約100以上)においても、書込極、NFT、または両者への比較的低い溶解度を有していてもよい。別の方法として、または加えて、拡散バリア層の可能な材料の熱的安定性が考慮され得る。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層のための1つの材料または複数の材料は、比較的高い熱的安定性を有し得るため、拡散バリア層はその物理的形状および寸法を維持し、または実質的に維持することができる。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層のための1つの材料または複数の材料は、比較的高い融点を有していることができる。拡散バリア層のための材料の熱伝導率も、考慮され得る。極とNFTとの間への拡散バリア層の追加がNFTから極への熱伝導に影響を与える可能性があり、そのことがHAMRヘッドの信頼性に大きな影響を与える可能性がある。このことは、拡散バリア層にNFTの一部のみを被覆させることによって、さらに熱が極に放散され得るようにNFT、より正確にはNFTのヒートシンクに極との直接的な熱的接触を与えることによって、少なくとも部分的に補償され得る。加えて、またはそれに代えて、拡散バリア層の材料は、熱が拡散バリア層材料に放散され得るように、比較的高い熱伝導率を有しているものであってもよい。

【0024】

別の方法として、または加えて、拡散バリア層のための可能な材料の耐酸化性が考慮され得る。HAMRの書込みの間、反応性ガス(例えばO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、HFなど)がオーバーコート層を通して浸透し、拡散バリア層と反応する可能性がある。そのような反応は、拡散バリア層の機械的、物理的、および化学的性質を変化させ、内部応力を生じさせ、拡散バリア層内に欠陥を生じさせ、またはこれらの組み合わせを生じさせる可能性がある。従って、反応性ガス(例えばO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、HFなど)との反応に比較的耐性のある材料が有用であるだろう。

【0025】

拡散バリア層の材料は、光学的特性に基づいて選択されることもできる。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層のための1つの材料または複数の材料は、拡散バリア層によ

10

20

30

40

50

って吸収される光の量を減らすため、比較的低い $n$ および比較的高い $k$ を有していてもよい。

【0026】

上記性質、ここで議論されていない付加的な性質、またはこれらの組み合わせを考慮することにより、拡散バリア層のための材料が選択され得る。

【0027】

いくつかの実施の形態において、拡散バリア層は、1つの金属または複数の金属を含んでいてもよい。拡散バリア層に用いることができる例示的な金属は、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、ハフニウム(Hf)、ネオジム(Nd)、ホルミウム(Ho)、タングステン(W)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、レニウム(Re)、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ニッケル(Ni)、ウラン(U)、イットリウム(Y)、バナジウム(V)、またはこれらの組み合わせを含んでいことができる。いくつかの実施の形態では、ここに開示される拡散バリア層は、Ru, Ir, Ta, Zr, Nb, Hfまたはこれらの組み合わせを含んでいことができる。いくつかの実施の形態では、ここに開示されている拡散バリア層は、Ta, Ir, Ru, Zrまたはこれらの組み合わせを含んでいことができる。

【0028】

Mo, Nb, Ni, Nd, Ho, Zr, Y, およびIrは、それらの比較的高い融点、比較的高い耐酸化性、比較的低い金への溶解度、および比較的良好な熱伝導性により、有用であるだろう。同様に、Mo, W, Nb, Nd, Ni, Ho, ZrおよびYは、それらが金(Au)および鉄(Fe)への比較的低い溶解度を有しているため、有用であるだろう。同様に、Irも、Auへの低い溶解度を有している。いくつかの実施の形態では、Ta, W, Ti, Rh, またはRuも、拡散バリア層に有用であるだろう。Ta, W, Ti, Rh, およびRuのいずれかは、それらの比較的高い融点、比較的高い耐酸化性、比較的低い金への溶解度、および比較的良好な熱伝導性により、有用であるだろう。

【0029】

必要に応じて、温度勾配を増加させ、面密度を増加させ、またはこれらの組み合わせのために、拡散バリア層と、誘電体ギャップ115、ディスク109、ヒートシンク111またはこれらのいずれかの組み合わせとの間に、層が追加されるだろう。この任意の層は、ペグ連結層(peg coupler layer)として記載され得る。図4は、拡散バリア層120およびペグ連結層122を含む磁気記録ヘッドの部分を示している。いくつかの実施の形態では、ペグ連結層122は、例えば、拡散バリア層120と誘電体ギャップ115、ディスク109、ヒートシンク111またはこれらのいずれかの組み合わせとの間の温度勾配を増加させるために機能し得る。任意のペグ連結層は、さまざまな材料を含んでいことができる、例えばペグ、ディスク、またはヒートシンクの材料を含んでいことができる。いくつかの実施の形態では、任意のペグ連結層は、プラズモニック元素またはプラズモニック元素を有する合金を含み得る。いくつかの実施の形態では、任意のペグ連結層は、例えば金(Au)またはAuの合金を含み得る。任意のペグ連結層は、例えば5nm以上、8nm以上、10nm以上の厚みを有することができる。いくつかの実施の形態では、任意のペグ連結層は、25nm以下、20nm以下、または15nm以下の厚みを有することができる。50nm以下のNPSの所望の最大値は、任意のペグ連結層の厚みの上限値に寄与するだろう。

【0030】

いくつかの実施の形態では、ペグ連結層に関する詳細は、代理人整理番号STB. 162. U1、および発明者(Tae-Woo Lee and David Grundman)を有し、「磁極と近接場トランスデューサとの間に配置された構造(STRUCTURE POSITIONED BETWEEN MAGNETIC POLE AND NEAR-FIELD TRANSDUCER)」と題された、2015年10月19日に出願された同一出願人による米国特許出願番号14/886,524に記載され、その開示は引用によりこの明細書中に組み込まれている。

10

20

30

40

50

## 【0031】

必要に応じて、エッチング停止層のような、付加的または代替的な層がさらに含まれていてもよい。エッチング停止層は、開示される装置を製造するプロセス、または開示される装置の製造をより容易に、より効率的に、より確実に制御可能とするプロセスを可能とするように機能し得る。例えば、エッチング停止層は、書込極のエッチングを許容するように機能し得る。具体的に、エッチング停止層は、書込極のエッチングを制御する方法を提供する。図5は、拡散バリア層120、エッチング停止層124、およびペグ連結層122を含む磁気記録ヘッドの部分を示す。いくつかの実施の形態では、エッチング停止層は、書込極の材料と実質的に異なる（エッチングの関連するタイプにおいて）エッチングレートをも有するいずれかの材料を含んでいればよい。いくつかの実施の形態では、任意のエッチング停止層は、タンタル（Ta）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、もしくは例えばTa<sub>2</sub>NおよびTi<sub>2</sub>Nのようなこれらの元素を含む材料、またはこれらの組み合わせを含むことができる。任意のエッチング停止層は、例えば5nm以上、8nm以上、10nm以上の厚みを有することができる。いくつかの実施の形態では、任意のエッチング停止層は、25nm以下、20nm以下、または15nm以下の厚みを有することができる。50nm以下のNPSの所望の最大厚は、任意のエッチング停止層の厚みの上限値に寄与するだろう。いくつかの実施の形態では、拡散バリア層自体がエッチング停止層として機能し得る。この場合、付加的なエッチング停止層は必要ないだろう。いくつかの実施の形態では、エッチング停止層自体がペグ連結層として機能し得る。この場合、付加的なペグ連結層は必要ないだろう。

## 【0032】

実施の形態が、エッチング停止層およびペグ連結層の1つのみを含んでいてもよく（図5に示されるように両方を含んでいるものとは対照的に）、エッチング停止層もペグ連結層も含んでいなくてもよく、またはエッチング停止層およびペグ連結層の両方を含んでいてもよいことに留意すべきである。

## 【0033】

いくつかの実施の形態では、NFT、より具体的にはペグ、ディスク、ヒートシンクまたはこれらの組み合わせがプラズモニック材料で構成されていてもよい。例示的なNFTの材料は、金（Au）、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、イリジウム（Ir）またはこれらの合金、窒化チタン（TiN）、窒化ジルコニウム（ZrN）、またはこれらの組み合わせ、熱伝導性酸化物、イリジウムスズ酸化物（ITO）、およびこれらの組み合わせのような、プラズモニック材料を含んでいてもよい。いくつかの実施の形態では、例示的なNFTの材料は、米国特許公開番号2013/0286799、並びに米国特許第8,830,800、米国特許第8,427,925、および米国特許第8,934,198に開示されたものを含んでいてもよく、これらの開示は引用によりこの明細書中に組み込まれている。

## 【0034】

CNS104、誘電体ギャップ115、および導波路102のクラッド層、またはこれらの組み合わせは、同一の材料または異なる材料で構成されていてもよい。クラッド層または構造のいずれかは、一般的に（NFTの材料と比べて）低い屈折率をも有する誘電体材料で形成され得る。例示的な材料は、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MgO、MgF<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、SiON、およびTaSiO<sub>x</sub>を含んでいてもよい。「光導波路クラッド材料」と題され、2011年2月23日に出願され、その開示は矛盾しない範囲において引用によりこの明細書中に組み込まれている、米国特許公開番号2011/0205864に開示された材料は、クラッド層または構造のいずれかのために利用され得る。実施の形態では、クラッド層または構造は、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>またはSiO<sub>2</sub>で作製され得る。

## 【実施例1】

## 【0035】

例

10

20

30

40

50

図 6 は、拡散バリア層の効果を調べるために形成された構造を示す。誘電体ギャップ (the dielectric gap) は (ALD または PVD を用いて成膜された) AlO からなり、ペグおよびディスクは (2PCMPVD を用いて成膜された) 金からなり、極は (電気メッキ / 電着を用いて成膜された) FeCo からなるものとし、誘電体 (the dielectric) は AlO とした。表面上の誘電体 (the dielectric) は、単に FeCo の酸化を防止するために加えられた。構造は、界面に層が形成されずに作られたもの、ジルコニウム (Zr) の 10 nm の層 (2PCMPVD を用いて成膜された) が作られたもの、タンタル (Ta) の 10 nm の層 (PVD を用いて成膜された) が作られたもの、およびルテニウム (Ru) の 10 nm の層 (CVD を用いて成膜された) が作られたものとした。構造は、最初、300 3 時間のアニール後、および 400 3 時間のアニール後に、集束イオンビーム (FIB) 分析された。

10

#### 【0036】

図 7A ~ 7E は、(界面に層が形成されていない) 制御構造の走査電子顕微鏡 (SEM) 像を示し、構造を特定する (図 7A)、スケール 20 nm でのテスト前 (図 7B)、スケール 20 nm での 300 3 時間のアニール後 (図 7C)、スケール 20 nm での 400 3 時間のアニール後 (図 7D)、およびエネルギー分散型 X-ray (EDX) 分光法による定量の範囲 (図 7E) を示す。

#### 【0037】

図 8 は、界面に 10 nm の Ta を含む構造の SEM 像を示す。図 9 は、界面に 10 nm の Zr を含む構造の SEM 像を示す。図 10 は、界面に 10 nm の Ru を含む構造の SEM 像を示す。以下の表 1 は、(図 7E, 8, 9 および 10 に示される) 各構造の定量ボックス内の酸素、アルミニウム、鉄、コバルト、ニッケル、および金の重量 % を示す。

20

#### 【0038】

【表 1】

表 1

	制御構造		10nm Ta		10nm Zr		10nm Ru	
	重量%	重量%σ	重量%	重量%σ	重量%	重量%σ	重量%	重量%σ
酸素 (O)	11.37	1.49	8.34	1.43	11.57	1.44	12.3	1.52
アルミニウム (Al)	15.12	1.34	10.3	1.46	16.5	1.38	16.8	1.52
鉄 (Fe)	5.48	0.86	0.22	0.15	0	0	0	0
コバルト (Co)	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
ニッケル (Ni)	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0
金 (Au)	68.03	2.24	78	3.24	62	2.44	72	2.48

## 【0039】

この明細書中に用いられた全ての科学的および技術的用語は、特に断りの無い限り当該技術分野における一般的な意味を有している。この明細書中で与えられる定義は、この明細書中にしばしば用いられるいくつかの用語の理解を促進するためのものであり、本開示の範囲を限定することを意図しない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

「上部」および「底部」（または、「上方」および「下方」のような他の用語）は、この明細書および添付の特許請求の範囲において用いられる場合、相関的な説明のために厳密に用いられるものであって、記載された要素が位置する部品の全体的な如何なる方向付けをも示唆するものではない。

## 【 0 0 4 1 】

単数形の「ある」、「1つの」および「その」は、この明細書および添付の特許請求の範囲において用いられる場合、内容が明らかにそれ以外の意味を規定していない限り、複数の指示対象を有する実施形態を包含する。

## 【 0 0 4 2 】

「または」という語は、この明細書および添付の特許請求の範囲において用いられる場合、内容が明らかにそれ以外の意味を規定していない限り、概して「および/または」を含む意味で用いられる。「および/または」という語は、列挙された要素のうちの1つもしくははすべて、または列挙された要素のうちのいずれか2つもしくはは2つ以上の組合せを意味する。

## 【 0 0 4 3 】

「有する」、「有している」、「備える」、「備えている」、「含む」、「含んでいる」などは、この明細書中において用いられる場合、オープンエンドの意味で用いられており、概して、「を備えるが、...に限定されない」ことを意味している。「本質的...からなる」、「からなる」などは「含む」などに包含されることが理解されるだろう。たとえば、銀を「備える」導電性トレースは、銀「からなる」かまたは「本質的に」銀「からなる」導電性トレースであり得る。

## 【 0 0 4 4 】

「本質的に...からなる」は、この明細書中において用いられるように、これが組成物、装置、システム、方法などに関連する場合、組成物、装置、システム、方法などの構成要素が、列挙された構成要素と、組成物、装置、システム、方法などの基本的かつ新規な特徴に実質的に影響を及ぼさない他のいずれかの構成要素とに限定されることを意味する。

## 【 0 0 4 5 】

「好ましい」および「好ましくは」という語は、或る環境下で或る利点をもたらし得る実施形態を指す。しかしながら、他の実施形態も同じ環境下または他の環境下では好ましい可能性がある。さらに、1つ以上の好ましい実施形態の記載は、他の実施形態が有用でないことを示唆するものではなく、添付の特許請求の範囲を含む開示の範囲から他の実施形態を除外するように意図されたものではない。

## 【 0 0 4 6 】

また、この明細書中においては、終点によって数値範囲を記載する場合、その範囲（たとえば、1～5は1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、5などを含み、または、10以下は10、9.4、7.6、5、4.3、2.9、1.62、0.3などを含む）内に包含されたすべての数を含む。値の範囲が特定の値「まで」である場合、その値は当該範囲内に含まれる。

## 【 0 0 4 7 】

上述の記載および添付の特許請求の範囲において「第1の」、「第2の」などを使用する場合、これは必ずしも、列挙された数の物品が存在することを示すよう意図されたものではない。たとえば、「第2の」基板は、単に、（「第1の」基板などの）別の注入装置から区別されるよう意図されたものである。上述の記載および添付の特許請求の範囲において「第1の」、「第2の」などを使用する場合、これは必ずしもどちらか一方が他方よりも時間的に早いものであることを示すよう意図されたものでもない。

## 【 0 0 4 8 】

「約」または「およそ」は、この明細書中において用いられる場合、一般的に与えられた値または範囲の20%以内、10%以内、または5%以内を意味する「約」は、いくつかの実施の形態では、問題となる値を測定する手段によって決定される範囲を含み得る。

10

20

30

40

50

実施例を除き、または他に示されなければ、すべての数字は、すべての事例で「約」という用語で修正されるものと理解されるべきである。

【 0 0 4 9 】

このように、拡散バリア層を含む装置の実施の形態が開示されている。上述した実施例および他の実施例は、以下の請求項の範囲内にある。当業者は、開示したものの以外の実施形態で本開示を実践できることを認めるであろう。開示する実施形態は例示の目的のために提示されるものであり、限定のためではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

10 ディスクドライブ、12 スライダ、14 トラック、16 磁気媒体、18 モーター、20 アクチュエータアーム、24 ロードビーム、26 ヘッド搭載ブロック、28 サスペンション、40 磁気装置、42 磁気記憶媒体、44, 110 書込極、46 戻り極、50 コイル、52 導体、56 絶縁体、58 磁束、60, 113 空気軸受面 (ABS)、62 硬質磁性記憶層、64 軟質磁性下層、66 近接場トランスデューサ (NFT)、68, 102 導波路、104 CNS、107 ペグ、109 ディスク、111 ヒートシンク、115 誘電体ギャップ、120 拡散バリア層、122 ペグ連結層、124 エッチング停止層。

10

【 図 1 】

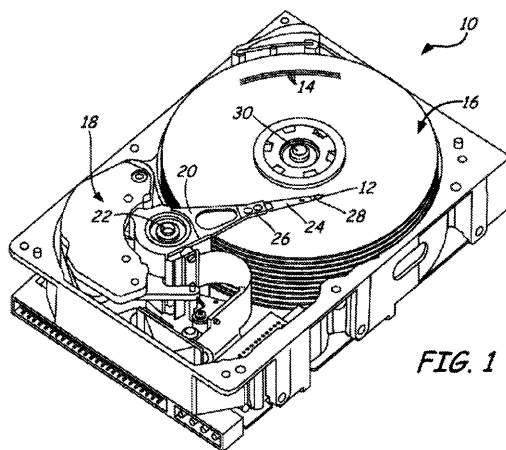


FIG. 1

【 図 2 】

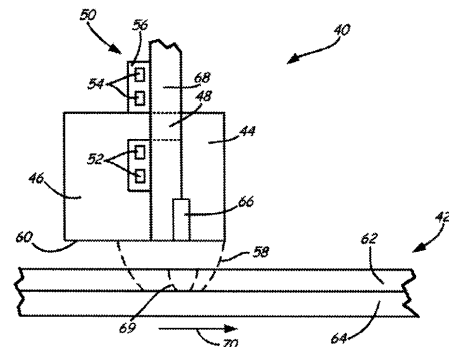
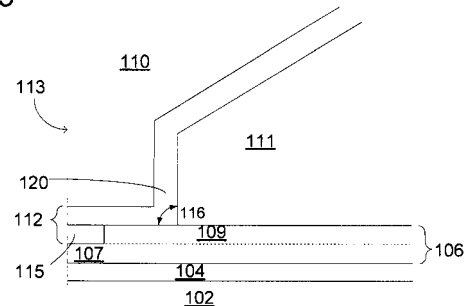


FIG. 2

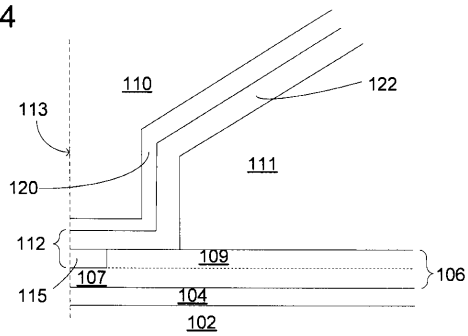
【 図 3 】

FIG. 3



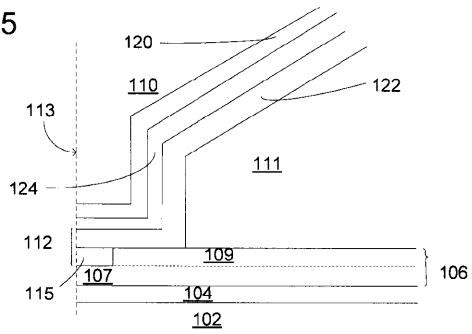
【図 4】

FIG. 4



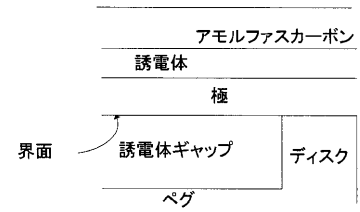
【図 5】

FIG. 5



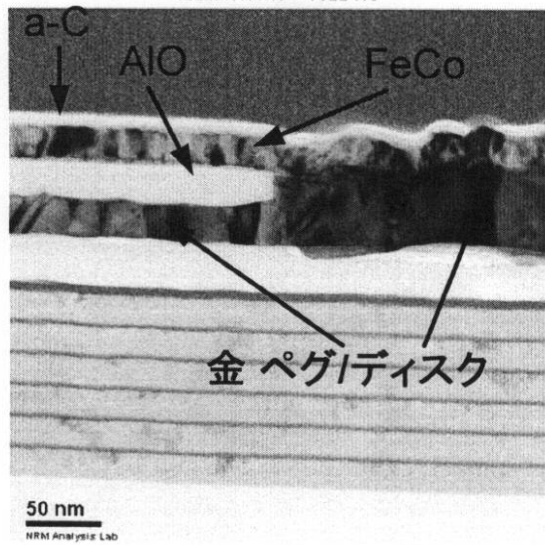
【図 6】

FIG. 6



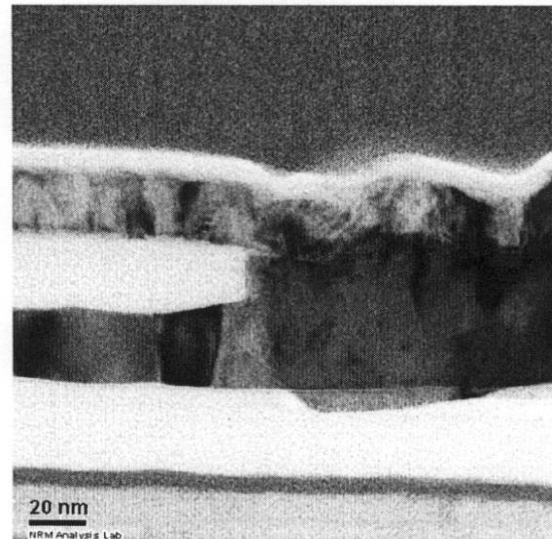
【図 7 A】

FIG. 7A



【図 7 B】

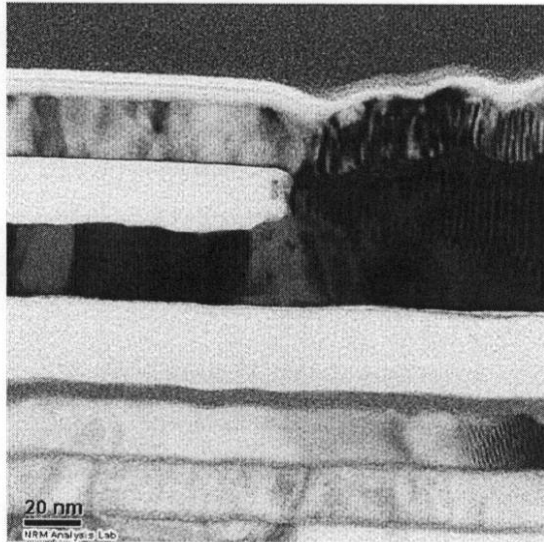
FIG. 7B





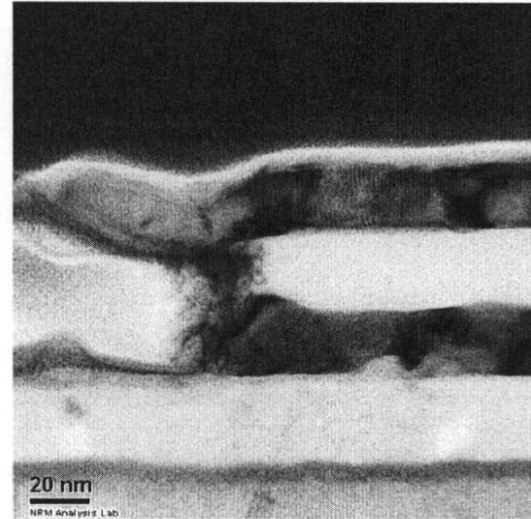
【図 7 C】

FIG. 7C



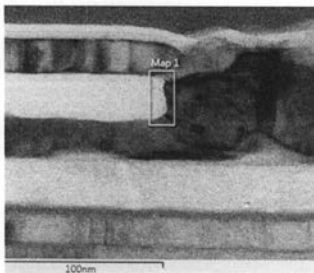
【図 7 D】

FIG. 7D



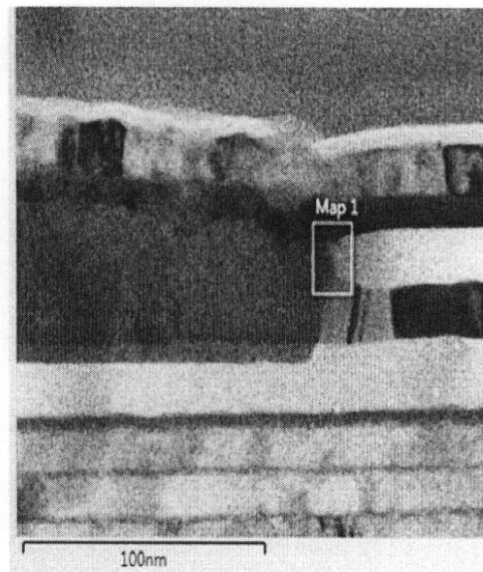
【図 7 E】

FIG. 7E



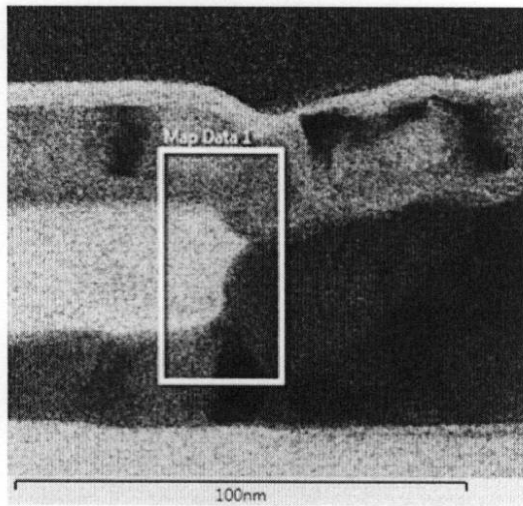
【図 8】

FIG. 8



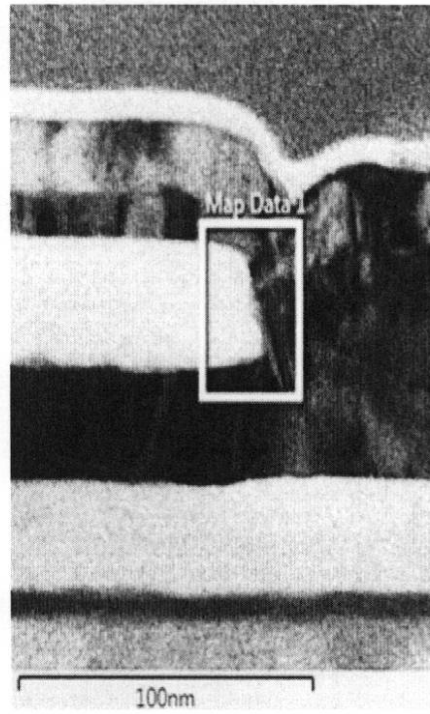
【図 9】

FIG. 9



【図 10】

FIG. 10



## フロントページの続き

- (72)発明者 サーベスワー・サホー  
アメリカ合衆国、5 5 3 7 9 ミネソタ州、シャコピー、スプリング・レイク・ドライブ、7 7 5  
0
- (72)発明者 マーティン・ジャイルズ・ブレイパー  
アメリカ合衆国、5 5 4 4 1 ミネソタ州、プリマス、ネイサン・レーン・ノース、2 0 0、アバ  
ートメント・3 6 5
- (72)発明者 フイ・ブリックナー  
アメリカ合衆国、5 5 3 7 8 ミネソタ州、サベージ、ヘザートン・リッジ・ドライブ、9 0 2 6
- (72)発明者 チャオ・トン  
アメリカ合衆国、5 5 3 4 7 ミネソタ州、エデン・プレーリー、ドーバー・コーブ、7 8 3 5
- (72)発明者 ユーハン・チェン  
アメリカ合衆国、5 5 4 3 9 ミネソタ州、エディナ、シェイ・ドライブ、7 2 0 4
- (72)発明者 ジョン・チャールズ・ドゥダ  
アメリカ合衆国、5 5 4 3 1 ミネソタ州、ブルーミントン、トーマス・アベニュー・サウス、1 1  
0 0 1
- (72)発明者 タエ・ウー・リー  
アメリカ合衆国、5 5 3 4 7 ミネソタ州、エデン・プレーリー、ハロー・ウェイ、9 1 0 1
- F ターム(参考) 5D033 BA61 BA71 BA80 BB51 CA07  
5D091 AA10 CC30 FF20 HH20

【外国語明細書】  
2016177861000001.pdf