

(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2016-95892  
(P2016-95892A)

(43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26)

(51) Int.Cl.

G 11 B 5/31 (2006.01)  
G 11 B 5/02 (2006.01)

F 1

G 11 B 5/31  
G 11 B 5/02

テーマコード(参考)

Z 5 D 0 3 3  
T 5 D 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-220217 (P2015-220217)  
 (22) 出願日 平成27年11月10日 (2015.11.10)  
 (31) 優先権主張番号 62/078,064  
 (32) 優先日 平成26年11月11日 (2014.11.11)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 14/920,917  
 (32) 優先日 平成27年10月23日 (2015.10.23)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500373758  
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー  
 Seagate Technology  
 LLC  
 アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・ブールバード、10200  
 10200 South De Anza  
 Blvd Cupertino CA  
 95014 United States  
 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

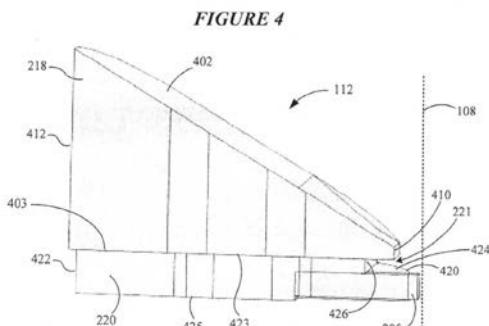
(54) 【発明の名称】後退領域を有する近接場トランステューサ

## (57) 【要約】

【課題】後退領域を有する近接場トランステューサを提供する。

【解決手段】近接場トランステューサは、装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成される。近接場トランステューサは、プラズモン材料を含みエアベアリング面に近接する第1の端部を有する拡大領域を含む。近接場トランステューサはまた、拡大領域に隣接しエアベアリング面に近接する第1の端部を有するディスク領域を含む。ディスク領域はプラズモン材料を含む。ペグ領域がディスク領域の第1の端部から延在しエアベアリング面においてまたは近接して終端をなす。近接場トランステューサはさらに、ペグ領域から後退している領域を含む。後退領域はペグ領域と拡大領域の第1の端部との間に位置する。

【選択図】図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

装置であって、

前記装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成された近接場トランスデューサを備え、

前記近接場トランスデューサは、

プラスモン材料を含み、前記エアベアリング面に近接する第1の端部と前記第1の端部の反対側にある第2の端部とを有する、拡大領域と、

前記拡大領域に隣接し、前記エアベアリング面に近接する第1の端部と前記第1の端部の反対側にある第2の端部とを有する、ディスク領域とを含み、前記ディスク領域の第1の端部は、前記エアベアリング面でまたはエアベアリング面に近接して終端をなす突出部を含み、前記ディスク領域はプラスモン材料を含み、

前記ディスク領域の第1の端部の前記突出部から延在し前記エアベアリング面でまたはエアベアリング面に近接して終端をなすペグ領域と、

前記ペグ領域から後退している後退領域とを含み、前記後退領域は前記ペグ領域と前記拡大領域の第1の端部との間に位置する、装置。

**【請求項 2】**

前記後退領域は端面を含み、

前記拡大領域の第1の端部は、前記後退領域の端面を超えて延在している、請求項1に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記後退領域は端面を含み、

前記拡大領域の第1の端部は、前記後退領域の端面と実質的に同一面に延在している、請求項1に記載の装置。

**【請求項 4】**

第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有する中央ディスク領域をさらに備え、前記中央ディスク領域は前記ディスク領域と前記拡大領域との間に配置され、前記中央ディスク領域の第2の端部は前記後退領域の端面を画定し、

前記中央ディスク領域の第2の端部は、前記拡大領域の第2の端部を超えて延在している、請求項1に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記中央ディスク領域の第2の端部は、前記拡大領域の第2の端部を超えて約50~150nm延在している、請求項4に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記拡大領域は、第1の平坦面と、その反対側にある、第1の平坦面に対して非平行の関係となる向きの第2の平坦面とを含み、

前記第1の平坦面は、前記ディスク領域に隣接している、請求項1に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記拡大領域は、長軸が前記エアベアリング面の方向に向けられている概ね橢円の形状を有する、請求項1に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記後退領域は前記エアベアリング面から約50~200nm後退している、請求項1に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記ペグ領域の厚さは約30nmと100nmの間である、請求項1に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記後退領域は、前記後退領域がない近接場トランスデューサとの比較で約30%と40%の間の、前記ペグ領域における温度勾配の増加を容易にする、請求項1に記載の装置。

**【請求項 11】**

10

20

30

40

50

前記温度勾配の増加は、ペグ領域温度の感知可能な上昇なしで得られる、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記拡大領域は前記近接場トランスデューサのヒートシンクとして機能するように構成される、請求項1に記載の装置。

【請求項13】

装置であって、

媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成されたスライダを備え、  
前記スライダは、

書込装置と、

読み取装置と、

光導波路と、

前記導波路および前記書込装置に近接している近接場トランスデューサとを備え、

前記近接場トランスデューサは、

媒体対向方向を向いている第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有する拡大領域を含み、前記拡大領域はプラスモン材料を含み、

前記拡大領域に隣接し、前記媒体対向方向を向いている第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有するディスク領域を含み、前記ディスク領域の第1の端部は突出部を含み、前記ディスク領域はプラスモン材料を含み、

前記ディスク領域の第1の端部の前記突出部から延在し前記媒体対向方向を向いているペグ領域と、

前記ペグ領域から後退している後退領域とを含み、前記後退領域は前記ペグ領域と前記拡大領域の第1の端部との間に位置する、装置。

【請求項14】

前記後退領域は端面を含み、

前記拡大領域の第1の端部は、前記後退領域の端面を超えて延在している、請求項13に記載の装置。

【請求項15】

前記後退領域は端面を含み、

前記拡大領域の第1の端部は、前記後退領域の端面と実質的に同一面に延在している、請求項13に記載の装置。

【請求項16】

第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有する中央ディスク領域をさらに備え、前記中央ディスク領域は前記ディスク領域と前記拡大領域との間に配置され、前記中央ディスク領域の第2の端部は前記後退領域の端面を含み、

前記中央ディスク領域の第2の端部は、前記拡大領域の第2の端部を超えて約50~150nm延在している、請求項13に記載の装置。

【請求項17】

前記拡大領域は、長軸が前記媒体対向方向に向けられている概ね橢円の形状を有する、請求項13に記載の装置。

【請求項18】

前記スライダはエアベアリング面を含み、

前記後退領域は前記エアベアリング面から約50~200nm後退している、請求項13に記載の装置。

【請求項19】

前記ペグ領域の厚さは約30nmと100nmの間である、請求項13に記載の装置。

【請求項20】

前記拡大領域は前記近接場トランスデューサのヒートシンクとして機能するように構成される、請求項13に記載の装置。

【請求項21】

10

20

30

40

50

装置であって、

前記装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成された近接場トランスデューサを備え、

前記近接場トランスデューサは、

プラズモン材料を含み前記エアベアリング面に近接する第1の端部を有する拡大領域と、

前記拡大領域に隣接し前記エアベアリング面に近接する第1の端部を有するディスク領域とを含み、前記ディスク領域はプラズモン材料を含み、

前記ディスク領域の第1の端部から延在し前記エアベアリング面においてまたはエアベアリング面に近接して終端をなすペグ領域と、

前記ペグ領域から後退している後退領域とを含み、前記後退領域は前記ペグ領域と前記拡大領域の第1の端部との間に位置する、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連特許文献

本願は、米国特許法第119条( e )に従い優先権を主張する基礎となる、2014年11月11日に出願された仮特許出願第62/078,064号の利益を主張し、この出願の全体を本明細書に引用により援用する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

概要

実施形態は、近接場トランスデューサを備えた装置に関し、近接場トランスデューサは、装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成される。近接場トランスデューサは、プラズモン材料を含みエアベアリング面に近接する第1の端部を有する拡大領域を含む。近接場トランスデューサはまた、拡大領域に隣接しエアベアリング面に近接する第1の端部を有するディスク領域を含む。ディスク領域はプラズモン材料を含む。ペグ領域がディスク領域の第1の端部から延在しエアベアリング面においてまたは近接して終端をなす。近接場トランスデューサはさらに、ペグ領域から後退している後退領域を含む。後退領域はペグ領域と拡大領域の第1の端部との間に位置する。

【0003】

さまざまな実施形態は、近接場トランスデューサを備えた装置に関し、近接場トランスデューサは、装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成される。近接場トランスデューサは、プラズモン材料を含みエアベアリング面に近接する第1の端部と第1の端部の反対側にある第2の端部とを有する拡大領域を含む。プラズモン材料を含むディスク領域が、拡大領域に隣接し、エアベアリング面に近接する第1の端部と第1の端部の反対側にある第2の端部とを有する。ディスク領域の第1の端部は、エアベアリング面でまたはエアベアリング面に近接して終端をなす突出部を含む。ペグ領域が、ディスク領域の第1の端部の突出部から延在しエアベアリング面でまたはエアベアリング面に近接して終端をなす。近接場トランスデューサはさらに、ペグ領域から後退している後退領域を含む。後退領域はペグ領域と拡大領域の第1の端部との間に位置する。

【0004】

その他の実施形態は、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成されたスライダを備えた装置に関する。スライダは、書込装置と、読み取り装置と、光導波路と、導波路および書込装置に近接している近接場トランスデューサとを備える。近接場トランスデューサは、媒体対向方向を向いている第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有する拡大領域を含む。拡大領域はプラズモン材料を含む。近接場トランスデューサはまた、プ

10

20

30

40

50

ラズモン材料を含み、拡大領域に隣接し、媒体対向方向を向いている第1の端部とその反対側にある第2の端部とを有するディスク領域を含む。ディスク領域の第1の端部は突出部を含む。ペグ領域がディスク領域の第1の端部の突出部から延在し媒体対向方向を向いている。近接場トランスデューサはさらに、ペグ領域から後退している後退領域を含む。後退領域はペグ領域と拡大領域の第1の端部との間に位置する。

#### 【0005】

上記概要は、開示されている各実施形態を説明することを意図したものでも本開示のすべての実現例を説明することを意図したものでもない。以下の図および詳細な説明は、説明のための実施形態をより具体的に例示する。

#### 【0006】

以下の図面では、同一の参照番号を用いることで、複数の図における同様の / 同一の / 類似している構成要素を識別する場合がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図1】代表的な実施形態に従うスライダーセンブリの斜視図である。

【図2】代表的な実施形態に従うスライダーセンブリの断面図である。

【図3】従来のNTS(近接場トランスデューサスタジアムスタイル)設計の近接場トランスデューサ(NFT)を示す。

【図4】さまざまな実施形態に従うNTS設計のNFTを示す。

【図5】さまざまな実施形態に従うNTS設計のNFTを示す。

【図6】さまざまな実施形態に従うNTS設計のNFTを示す。

【図7】さまざまな実施形態に従うNTS設計のNFTによって生成された磁気記録媒体上のホットスポットを示す媒体熱プロファイルである。

【図8】さまざまな実施形態に従うペグ厚さの関数としての温度勾配を示すグラフである。

【図9】さまざまな実施形態に従うペグ厚さの関数としてのペグ温度を示すグラフである。

【図10】さまざまな実施形態に従うペグ厚さの関数としての効率を示すグラフである。

【図11】さまざまな実施形態に従うペグ厚さの関数としての隣接トラック消去を示すグラフである。

【図12】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としての温度勾配を示すグラフである。

【図13】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としてのペグ温度を示すグラフである。

【図14】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としての効率を示すグラフである。

【図15】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としてのクロストラック消去を示すグラフである。

【図16】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としてのダウントラック消去を示すグラフである。

【図17】さまざまな実施形態に従うペグ長さの関数としての隣接トラック消去を示すグラフである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0008】

これらの図は必ずしも一定の縮尺で描かれていない。これらの図で使用されている同様の番号は同様の構成要素を示すが、所与の図の構成要素を示すために番号を使用している場合、これは、同じ番号で表示されている、別の図の構成要素を限定することを意図している訳ではないことが理解されるであろう。

#### 【0009】

##### 詳細な説明

以下の説明では、この説明の一部を構成する添付の一組の図面を参照する。図面にはい

10

20

30

40

50

くつかの具体的な実施形態が例示されている。その他の実施形態が意図されており本開示の範囲から逸脱することなくし得ることが理解されねばならない。したがって、以下の詳細な説明は限定的な意味で解釈されてはならない。

#### 【0010】

特に指示のない限り、明細書および請求項で使用される、特徴の大きさ、量、および物理的特性を表わすすべての数は、すべての場合において「約」という用語で修飾されるものとして理解されねばならない。したがって、逆の指示がない限り、上記明細書および添付の請求項に記載の数値パラメータは、本明細書に開示される教示を利用して当業者が得ようとする所望の特性に応じて変化し得る概数である。端点による数値範囲を用いる場合は、この範囲内のすべての数（たとえば1から5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、および5を含む）と、この範囲の中の任意の範囲とを含む。本明細書で使用される「実質的に」という用語は、その数パーセント以内を意味する。よって、「実質的に横切る」という用語は、垂直方向の数度以内を意味することになる。

10

#### 【0011】

本開示は概して、熱的アシスト磁気記録 (thermally assisted magnetic recording)（「TAMR」）と呼ばれることがある熱アシスト磁気記録 (heat assisted magnetic recording)（「HAMR」）に関連する装置、システム、方法、および技術に関する。HAMRデータ記憶媒体は、従来のハードドライブ媒体のデータ面密度を現在制限している超常磁性効果（たとえば磁気の向きが熱によってランダムに変化すること）を克服することができる高い保磁力を利用する。

20

#### 【0012】

本明細書に記載の実施形態は、近接場トランスデューサ (near-field transducer) を含む装置に関し、近接場トランスデューサは、装置のエアベアリング面にまたはエアベアリング面に近接して位置し、媒体への熱アシスト磁気記録を容易にするように構成される。NFTは、エアベアリング面に近接する第1の端部を有する拡大領域を含み、拡大領域はプラズモン材料を含むまたはプラズモン材料で形成される。NFTはまた、拡大領域に隣接しエアベアリング面に近接する第1の端部を有するディスク領域を含み、ディスク領域はプラズモン材料を含むまたはプラズモン材料で形成される。ペグ領域がディスク領域の第1の端部から延在しエアベアリング面でまたはエアベアリング面に近接して終端をなす。NFTは、ペグ領域に近接しペグ領域と拡大領域との間に位置する後退領域を含む。

30

#### 【0013】

本開示の実施形態は、ペグ領域と書込極との間に画定されるNPS領域 (NFTから極までの間隔) におけるプラズモン材料が（従来のNFTと比較して）減じられたNFTに関する。NPS領域におけるプラズモン材料の減少に伴って、ペグフィールドの温度勾配の望ましくない減少をもたらす、媒体のバックグラウンド加熱を生じさせる書込極とペグ領域との間の光学場を減じる。NPS領域における光学場の望ましい減少（したがってペグ領域における温度勾配の増加）は、開示されているさまざまな実施形態に従う、NFTのペグ領域と拡大ヒートシンク領域との間の後退部（たとえば、本明細書において一般的に後退領域と呼ばれる、空隙、切欠き、空洞、または空所）を設けることによって得られる。

40

#### 【0014】

さまざまな実施形態に従うと、NFTの後退領域の大きさは、後退領域がない同一のNFTとの比較において温度勾配（たとえばWTGまたはダウントラック温度勾配）の増加が容易になるように、定められる。他の実施形態において、NFTの後退領域およびペグ領域の寸法は、後退領域がない同一のNFTとの比較においてペグ温度の何らかのまたは感知可能な上昇（たとえば約3、4または5 °K以下）を伴うことなく温度勾配の増加が容易になるように、大きさが定められる。さらに他の実施形態において、NFTの後退領域およびペグ領域の寸法は、後退領域がない同一のNFTとの比較においてペグ温度の感知可能な上昇または効率の低下を伴うことなく温度勾配の増加が容易になるように、大きさが定められる。いくつかの実施形態において、NFTの後退領域の大きさは、後退領域

50

がない同一のNFTとの比較において、隣接トラック消去( adjacent-track erasure) (ATE)、クロストラック消去( cross-track erasure) (CTE)、およびダウントラック消去( down-track erasure) (DTE)の感知可能な増加を伴うことなく温度勾配の増加が容易になるように、大きさが定められる。

【0015】

本明細書に記載のペグ領域に近接する後退領域を有するNFTの実施形態は、性能を高める(たとえば媒体上のより限られた温度勾配)一方で、良好な信頼性(たとえばペグ温度、効率、ATE、CTEまたはDTEに関して目立った損失がない)を保つ。スライダまたは読取/書込ヘッドと呼ばれることがある、HAMR読取/書込素子は、現在のハードドライブにあるものと同様の、磁気読取および書込トランステューサを含み得る。たとえば、データは、磁気媒体がセンサの下方で移動しているときに磁気媒体の磁気変動を検出する磁気抵抗センサによって読取ればよい。データは、書込コイルに磁気的に結合されている書込極によって磁気媒体に書込めばよい。書込極は、書込極の下方を媒体が移動しているときに媒体の領域の磁気の向きを変化させる。HAMRスライダはまた、媒体が書込極によって書込まれている間に媒体を加熱するためのレーザダイオード等のエネルギー源を含むまたはエネルギー源に結合される。光導波路等の光伝達経路は、HAMRスライダに組込まれて光エネルギーをNFTに伝達する。

10

【0016】

図1を参照して、斜視図は代表的な実施形態に従うHAMRスライダセンブリ100を示す。スライダセンブリ100は、スライダ本体101の入力面103上に位置するレーザダイオード102を含む。この例では、入力面103は、装置の動作中記録媒体(図示せず)の表面の上に位置付けられる媒体対向面108の反対側に位置する上面である。媒体対向面108は、媒体の読取および書込の間、動いている媒体面に対向しつつ近接した状態で保たれる。媒体対向面108は、薄い空気の層を介して媒体面から離れた状態を保つエアベアリング面(air-bearing surface)(ABS)として構成してもよい。

20

【0017】

レーザダイオード102は、媒体対向面108の近くに位置するHAMR読取/書込ヘッド106に近接する領域に光を伝達する。そのエネルギーを利用して、記録媒体が読取/書込ヘッド106を通過するときにこの記録媒体を加熱する。導波路110等の光学要素が、スライダ本体101の中に一体的に形成され(この例では後端面104の近傍)、エネルギーをNFT112を介してレーザダイオード102から記録媒体に伝達する光学経路として機能する。NFT112は、読取/書込ヘッド106の近傍にあり、記録動作中、媒体の加熱を生じさせる。

30

【0018】

図1にはレーザオンスライダ(laser-on-slider)(LOS)構成120が示されている。この例におけるレーザダイオード102は、端面発光レーザとして構成しても面発光レーザとして構成してもよい。一般的に、端面発光レーザは、レーザの角のエッジの近くから光を発し、面発光レーザは、レーザ本体の面に対して垂直な方向に、たとえばこの面の中心近くのポイントから光を発する。端面発光レーザは、媒体対向面に対して平行な(または少なくとも垂直でない)方向に光を発するように、スライダ本体101の上入力面103の上に(たとえばポケットまたは空洞の中に)搭載してもよい。これらの例のうちのいずれにおいても、面発光または端面発光レーザは、スライダ本体101に、直接またはサブマウント(図示せず)等の中間部品を介して結合すればよい。サブマウントを用いて、端面発光レーザの出力が直下の方向(図面では負のy方向)になるように端面発光レーザの向きを定めることができる。その他の実施形態は、当該技術では周知のレーザインスライダ(laser-in-slider)(LIS)構成を取り入れてもよい。さらに他の実施形態は、自由空間光伝達を取り入れる。この場合、レーザはスライダセンブリ100の外部に搭載され光ファイバおよび/または導波路によってスライダに結合される。スライダ本体101の入力面は、光ファイバおよび/または導波路を介してレーザから光を受けるための格子またはその他の結合特徴を含み得る。

40

50

## 【0019】

図2において、断面図は、代表的な実施形態に従うNFT112の近くのスライダ本体101の部分を示す。この図において、示されているNFT112は、磁気媒体202たとえば磁気記録ディスクの表面に近接している。導波路110は電磁エネルギーを光源（たとえばレーザダイオード）からNFT112に伝達し、NFT112はこのエネルギーによって媒体202上に小さなホットスポット208を生じさせる。磁気書込極206は、印加電流に応じて媒体対向面108の近くで磁束の変化を生じさせる。書込極206からの磁束により、ホットスポット208の磁気の向きは、ダウントラック方向にホットスポットが書込極206を通過するときに変化する。

## 【0020】

導波路110は、クラッド層212および214によって囲まれたコア材料の層210を含む。コア層210ならびにクラッド層212および214は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>x</sub>、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、またはNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の誘電材料から作られたものでもよい。一般的に、誘電材料は、コア層210の屈折率がクラッド層212および214の屈折率よりも高くなるように選択される。この材料の配置により、導波路110を通して光を効率的に伝搬し易くなる。NFT112に与えられたエネルギーは、ホットスポット208を形成するために使用される表面プラズモンを励起する。このエネルギーの移動により、NFT112では大きな温度上昇が生じる。

## 【0021】

図2の実施形態に示されるように、NFT112は、ディスク領域220と、ディスク領域220に隣接する拡大領域218とを含む。NFT112は、高温で変形し易い比較的軟質のプラズモン金属（たとえばAu、Ag、Cu、Al、およびその合金）から形成される。NFT112の熱管理は、ヒートシンクとして機能する拡大領域218によって容易になる。図2の実施形態において、拡大ヒートシンク領域218は、ディスク領域220と書込極206の先端部224との間に配置される。NFT112からの熱移動を促進するために、拡大ヒートシンク領域218を他の構成要素に熱的に結合してもよい。

## 【0022】

ペグ領域205は、ディスク領域220から媒体対向面108（本明細書では区別なくエアベアリング面とも呼ばれる）に向かって延在している。ペグ領域205は、エアベアリング面108におけるまたはエアベアリング面108に近接する遠位端で終端をなす。示されているNFT112は、ペグ領域205と拡大領域218との間に後退領域221を含む。後退領域221の大きさは、NPS領域における光学場の減少を促進することによって、後退領域221がない等価のNFTとの比較で約30%と40%の間等の温度勾配の大幅な改善が得られるように、定められる。

## 【0023】

さまざまな実施形態に従うと、近接場トランステューサは、NTS（近接場トランステューサスタジアムスタイル（near-field transducer stadium style））設計である。図3は、NTS設計のNFT302を示す。NFT302は、傾斜した平坦な上面312と平坦な下面314とを有する拡大領域310を含む。NFT302はまた、拡大領域312と接触しているディスク領域320を含む。拡大領域310は第1の端部324を有し、ディスク領域320は第1の端部322を有する。これら端部はいずれも、NFT302が形成されているスライダのABS108に近接して終端をなす。ペグ領域305はディスク領域320の第1の端部322の下部から延在している。

## 【0024】

図3に示されるNFT302は従来のNTS設計であり、この設計では、ディスク領域320の第1の端部322の末端は、ペグ領域305がディスク領域320と接続している場所まで延在している。図3からわかるように、従来のNTS設計は、ペグ領域305と拡大領域312の第1の端部324との間に配置された相当量のプラズモン材料を有する。発明者らによる実験により、ペグ領域305と拡大領域312の第1の端部324との間の材料のプラズモン励起によって磁気記録媒体のバックグラウンド加熱に寄与するN

10

20

30

40

50

FT302のNPS領域（NFTから極までの間隔）における光学場が生成されるが、これは不都合なことにペグ領域305における光学場の温度勾配を小さくすると、判断された。ペグ領域305における温度勾配が小さくなると、結果として磁気記録媒体上の限られた熱スポットになる。

【0025】

図4は、本開示のさまざまな実施形態に従うNTS設計のNFT112を示す。図4に示されるNFT112は、NFT112が形成されているスライダのABS108に近接している第1の端部410と第1の端部410の反対側にある第2の端部412とを有する拡大領域218を含む。拡大領域218は、第1の平坦面403とその反対側にある第2の平坦面402とを含む。第2の平坦面402は、全体的に傾斜している形状を有し、この形状からスタジアムスタイルという用語が生まれている。第2の平坦面402は、第1の平坦面403に対して非平行の関係となる向きにされている。拡大領域218の第1の平坦面403は、第1の端部420とその反対側にある第2の端部422とを含むディスク領域220の第1の平坦面423と接している。ディスク領域220の第1の端部420は、ABS108に向かって媒体と対向する方向に向けられている突出部424を含む。ペグ領域205は、突出部424の末端から始まって、NFT112が形成されているスライダのABS108におけるまたはABS108に近接する場所まで延在している。

10

【0026】

図4に示される実施形態に従うと、後退領域221は、ディスク領域220の第1の端部420において、突出部424と拡大領域218の第1の端部410との間に形成されている。より一般的には、後退領域221はペグ領域205と拡大領域218との間に形成されている。さらに一般的には、後退領域221はペグ領域205と書込極（この図には示されていないが図2参照）との間に形成されている。ABS108からディスク領域220の第1の端部420を見ると、後退領域424は、ディスク領域220の端面426において終端をなし、突出部420と接しておりかつこの突出部に対して垂直である。図4に示される実施形態において、拡大領域218の第1の端部410は、ディスク領域220の端面426を超えて延在している。この点に関しては、拡大領域218の第1の端部410は、突出部424の上方において、ディスク領域220の端面426から張出している。

20

【0027】

図5に示される実施形態に従うと、拡大領域218の第1の端部410の末端は、ディスク領域220の端面426と実質的に同一面に延在している。図5に示される切頂拡大領域構成により、図4に示される張出構成を作成するのに必要なものよりも複雑でない処理を用いて拡大後退領域221を形成する一方で、実質的に同一の性能特徴を保つことができる。

30

【0028】

図6に示される実施形態に従うと、NFT112は、拡大領域218とディスク領域220との間に配置された中央ディスク領域219を含む。中央ディスク領域219は、拡大領域218の第1の平坦面403と接触している第1の平坦面417と、ディスク領域220の第1の平坦面423と接触している第2の平坦面419とを含む。製造中に中央ディスク領域219を含めることにより、後退領域221のサイズおよび（ABS108からの）オフセットまたは深さを調整できる。図6に示される構成において、たとえば、後退領域221は、中央ディスク領域221をABS108から遠ざかる方向に所望の距離だけ移動させて、中央ディスク領域220の第2の端部427が拡大領域218の第2の端部412およびディスク領域220の第2の端部422を超えて延在することによって、形成される。中央ディスク領域219の第2の端部427を移動させると、中央ディスク領域219の端面426の位置が移動し、後退領域221の所望のオフセットを得ることができる。

40

【0029】

50

さまざまな実施形態において、ディスク領域 422 は、NFT112 が形成されているスライダの ABS から約 50 nm と 200 nm の間の距離だけディスク領域 422 の内部に向かって延在している後退領域 221 を含む。いくつかの実施形態において、ディスク領域 422 は、NFT112 が形成されているスライダの ABS から約 80 nm と 150 nm の間の距離だけディスク領域 422 の内部に向かって延在している後退領域 221 を含む。その他の実施形態において、後退領域 221 は、スライダの ABS から約 90 nm と 120 nm の間の距離だけディスク領域 422 の内部に向かって延在している。さらに他の実施形態において、後退領域 221 は、スライダの ABS から約 110 nm ディスク領域 422 の内部に向かって延在している。さまざまな実施形態において、垂直 (y) 面における後退領域 221 の高さは、約 50 nm と 200 nm の間の範囲にあってもよい。いくつかの実施形態において、垂直 (y) 面における後退領域 221 の高さは、約 90 nm と 150 nm の間の範囲にあってもよい。その他の実施形態において、垂直 (y) 面における後退領域 221 の高さは、約 100 nm と 130 nm の間の範囲にあってもよい。さまざまな実施形態に従うと、上記寸法の後退領域 221 と、約 30 nm と 100 nm の間の厚さを有するペグ領域 250 とを取り入れた NFT112 から、改善された性能特徴が得られた。いくつかの実施形態において、ペグ領域 250 の厚さは約 40 nm と 80 nm の間にあってもよい。その他の実施形態において、ペグ領域 250 の厚さは約 45 nm と 55 nm の間にあってもよい。たとえば、約 110 nm の後退領域 221 と厚さが約 50 nm で長さが約 20 nm のペグ領域 205 とを有する NFT112 が、後退領域 221 がない NFT112 との比較で約 30 % と 40 % の間增加した温度勾配をもたらすことを、コンピュータシミュレーションは示している。10

#### 【0030】

図 7 は、本明細書に開示されているタイプの NFT112 によって生成された磁気記録媒体上のホットスポット 208 を示す、媒体熱プロファイルである。図 7 に示される媒体熱プロファイルは、上記タイプの後退領域を有する NFT を使用するコンピュータシミュレーションによって生成されたものである。この媒体熱プロファイルは、NFT112 のペグ領域 205 の上面上で限られている、輪郭が明確な熱スポット 208 を示している。図 7 は、ペグ領域と拡大領域との間に後退領域または切頂拡大領域を含めることによって、温度勾配を大幅に改善できることを示している。その理由は、NFT112 の NPS 領域において熱的バックグラウンドが大幅に減じられることにある。20

#### 【0031】

図 8 ~ 図 11 は、さまざまな実施形態に従う、ペグ領域の厚さに基づく異なる NFT の性能ファクタのさまざまなグラフを示す。図 8 は、ペグ厚さの関数としての温度勾配のグラフを示す。図 9 は、ペグ厚さの関数としてのペグ温度を示すグラフである。図 10 は、ペグ厚さの関数としてのペグ効率を示すグラフであり、図 11 は、ペグ厚さの関数としての隣接トラック消去 (ATE) のグラフである。図 8 ~ 図 11 各々におけるペグ厚さは、25 nm ~ 約 90 nm の範囲でスキャンされた。図 8 ~ 図 11 のグラフは、厚さがおよそ 50 nm のペグにより、良好なまたは最適な性能が得られることを示している。このデータはまた、厚さの範囲が約 45 ~ 60 nm のペグにより、良好な性能が得られることを示している。30

#### 【0032】

図 12 ~ 図 17 は、さまざまな実施形態に従う、ペグ長さ (ペグ BP またはブレークポイントして表示される) に基づく異なる NFT の性能ファクタのさまざまなグラフを示す。図 12 ~ 図 17 におけるペグ長さは、約 10 nm と 75 nm の間でスキャンされた。図 12 は、ペグ長さの関数を有する温度勾配のグラフを示し、図 13 は、ペグ長さの関数としてのペグ温度のグラフを示し、図 14 は、ペグ長さの関数としての効率のグラフを示す。図 15、図 16、および図 17 は、ペグ長さの関数として、クロストラック消去 (CTE)、ダウントラック消去 (DTE)、および隣接トラック消去のグラフを示す。図 12 ~ 図 17 のデータは、長さがおよそ 20 nm のペグにより、良好な (たとえば最適な) 性能が得られることを示している。このデータはまた、約 15 ~ 25 nm の範囲の長さを有40

するペグにより、良好な性能が得られることを示している。

【0033】

例としての実施形態に関するこれまでの記載は、例示と説明を目的としている。網羅することも発明の概念を開示された形態そのものに限定することも意図していない。上記教示に照らして多くの変形および変更が可能である。開示された実施形態のうちの任意のまたはすべての特徴を個々にまたは組合させて適用することができるが、それは限定を意味するのではなく専ら例示を意味している。範囲は上記詳細な説明によって限定されるのではなく以下の請求項によって定められることが意図されている。

【図8】

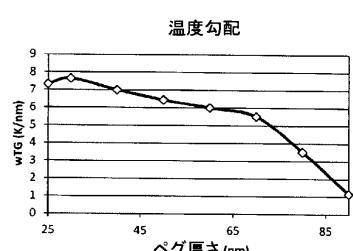


FIGURE 8

【図10】

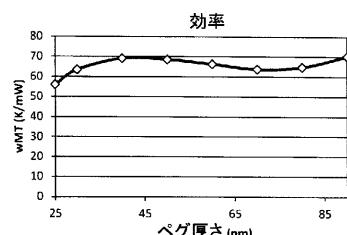


FIGURE 10

【図9】

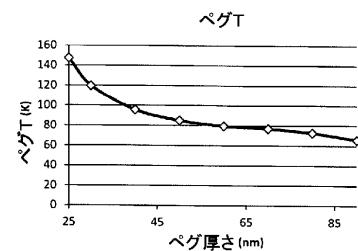


FIGURE 9

【図11】

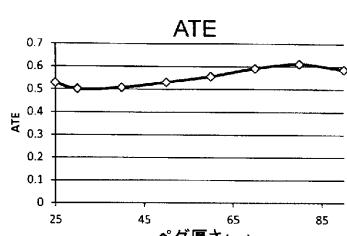


FIGURE 11

【図 1 2】

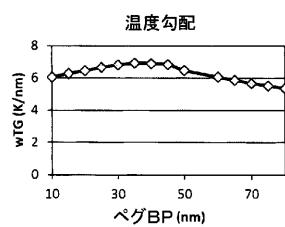


FIGURE 12

【図 1 4】

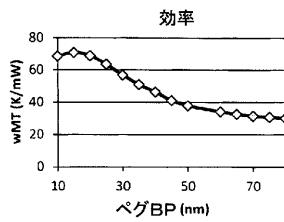


FIGURE 14

【図 1 3】

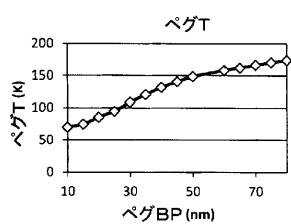


FIGURE 13

【図 1 5】

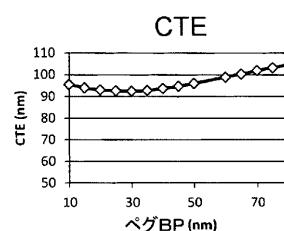


FIGURE 15

【図 1 6】

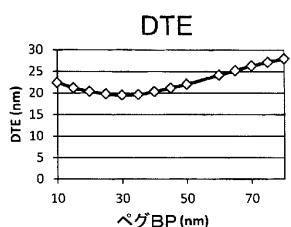


FIGURE 16

【図 1 7】

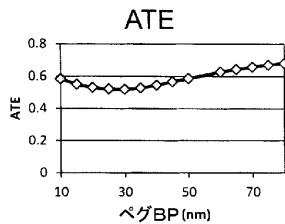


FIGURE 17

【図 1】

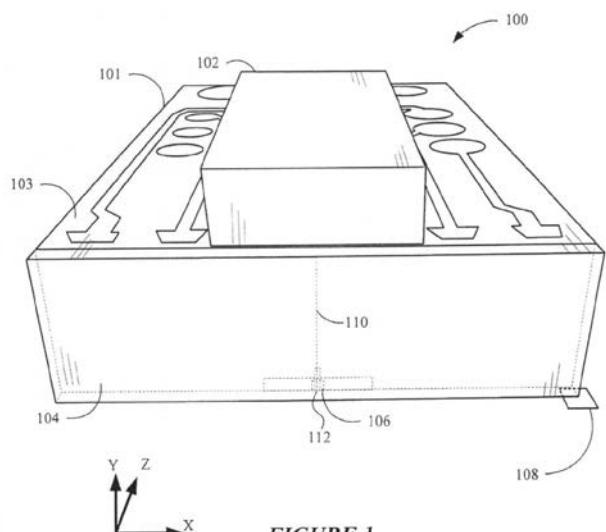


FIGURE 1

【図2】

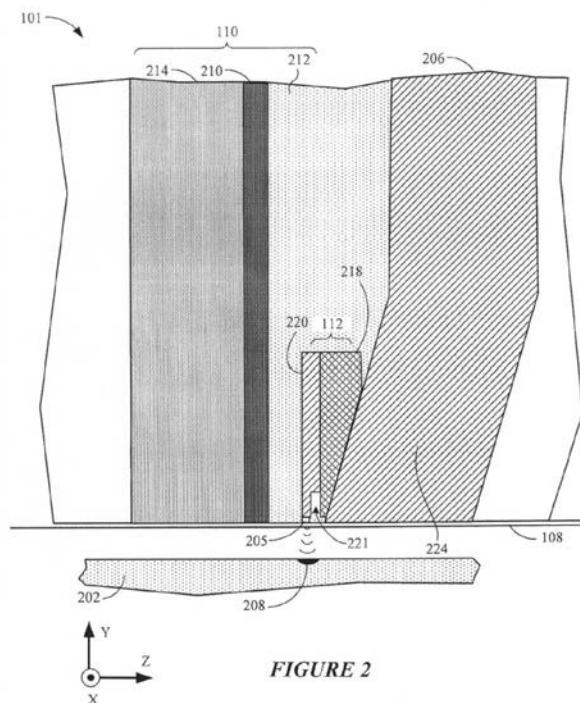


FIGURE 2

【図3】

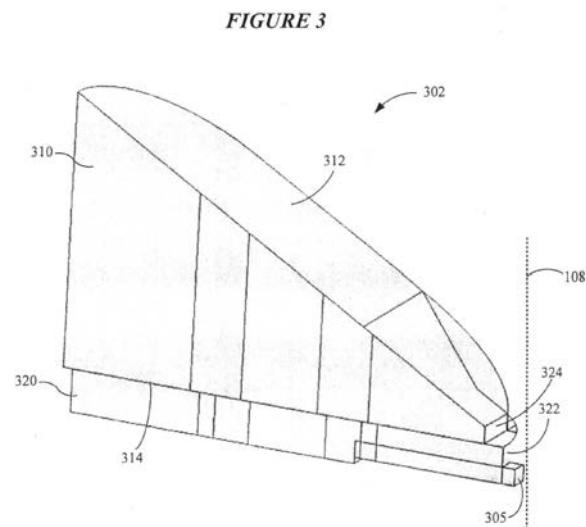
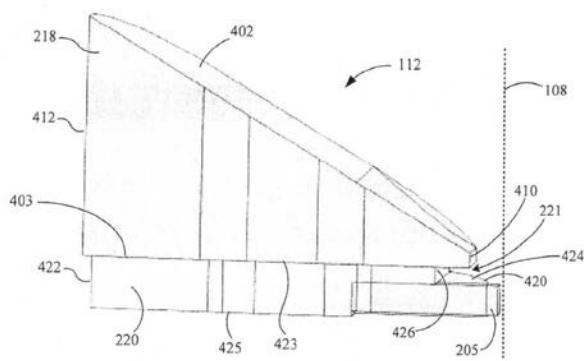


FIGURE 3

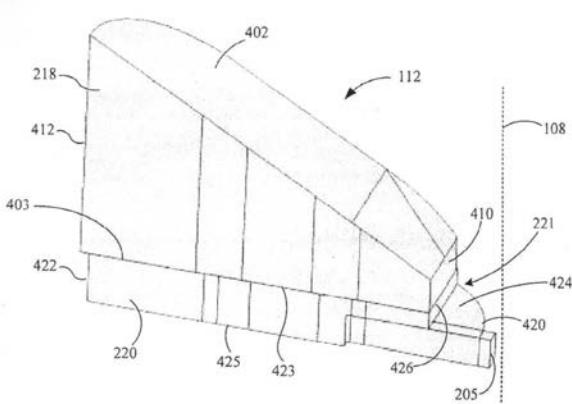
【図4】

FIGURE 4



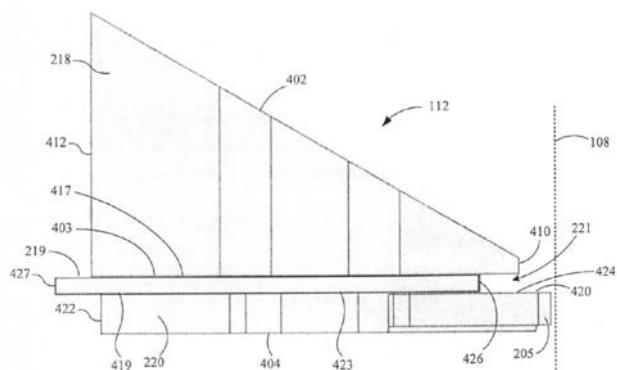
【図5】

FIGURE 5



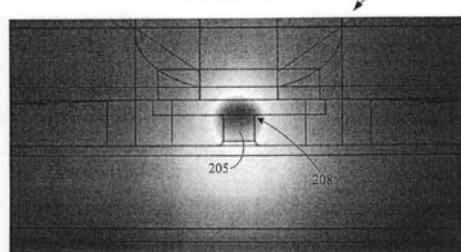
【図6】

FIGURE 6



【図7】

FIGURE 7



---

フロントページの続き

(72)発明者 ウェイビン・チェン

アメリカ合衆国、55437 ミネソタ州、ブルーミントン、ウエスト・エイティーナインス・ストリート、4001、ナンバー・307

(72)発明者 ウエルナー・ショルツ

オーストラリア、3124 ピクトリア州、キャンバーウェル、リバースデール・ロード、851  
FTターム(参考) 5D033 AA05 BA11 BA71 BA80 CA02 CA07  
5D091 AA10 CC30 FF20 HH06

【外国語明細書】

2016095892000001.pdf