

(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.

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 5/31 (2006.01)

G 1 1 B 5/31

7.

5 D O 3 3

G 1 1 B 5/02 (2006.01)

G 1 1 B 5/02

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) 優先權主張番号 62/078,064

(32) 優先日 平成26年11月11日 (2014.11.11)

(33) 優先權主張国 米国 (US)

(31) 優先權主張番号 14/920,917

(32) 優先日 平成27年10月23日 (2015.10.23)

(33) 優先權主張国 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・アンザ
・ブルーバード、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](#)

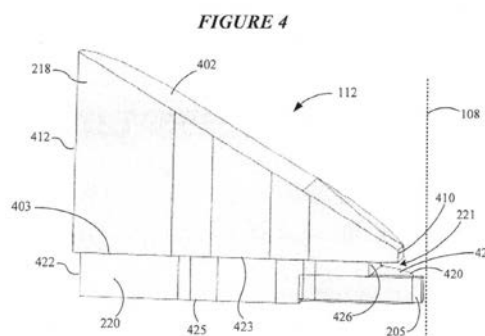
(54) 【発明の名称】 後退領域を有する近接場トランスデューサ

(57) 【要約】

【課題】後退領域を有する近接場トランスデューサを提供する。

【解決手段】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ズモン材料を含み、

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 ~ 150 nm 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楕円の形状を有する、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 ~ 200 nm 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 30 nm と 100 nm 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】

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ズモン材料を含み、

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ズモン材料を含み、

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 ~ 150 nm 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楕円の形状を有する、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 ~ 200 nm 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 30 nm と 100 nm 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】

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、読取装置と、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ア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ア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ス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な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」）と呼ばれることも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 N F T との比較において、隣接トラック消去 (adjacent-track erasure) (A T E)、クロストラック消去 (cross-track erasure) (C T E)、およびダウントラック消去 (down-track erasure) (D T E) 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。

【 0 0 1 5 】

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 N F T 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、A T E、C T E または D T E 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もある、H A M R 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デューサを含み得る。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、書込コイルに磁氣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。H A M R 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、H A M R スライダに組込まれて光エネルギーを N F T に伝達する。

【 0 0 1 6 】

図 1 を参照して、斜視図は代表的な実施形態に従う H A M R スライダアセンブリ 1 0 0 を示す。スライダアセンブリ 1 0 0 は、スライダ本体 1 0 1 の入力面 1 0 3 上に位置するレーザダイオード 1 0 2 を含む。この例では、入力面 1 0 3 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 1 0 8 の反対側に位置する上面である。媒体対向面 1 0 8 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かつ近接した状態で保たれる。媒体対向面 1 0 8 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) (A B S) として構成してもよい。

【 0 0 1 7 】

レーザダイオード 1 0 2 は、媒体対向面 1 0 8 の近くに位置する H A M R 読取 / 書込ヘッド 1 0 6 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 1 0 6 を通過するときこの記録媒体を加熱する。導波路 1 1 0 等の光学要素が、スライダ本体 1 0 1 の中に一体的に形成され (この例では後端面 1 0 4 の近傍)、エネルギーを N F T 1 1 2 を介してレーザダイオード 1 0 2 から記録媒体に伝達する光学経路として機能する。N F T 1 1 2 は、読取 / 書込ヘッド 1 0 6 の近傍にあり、記録動作中、媒体の加熱を生じさせる。

【 0 0 1 8 】

図 1 にはレーザオンスライダ (laser-on-slider) (L O S) 構成 1 2 0 が示されている。この例におけるレーザダイオード 1 0 2 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 1 0 1 の上入力面 1 0 3 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 1 0 1 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) (L I S) 構成を取入れてもよい。さらに他の実施形態は、自由空間光伝達を取入れる。この場合、レーザはスライダアセンブリ 1 0 0 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 1 0 1 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。

【 0 0 1 9 】

図 2 において、断面図は、代表的な実施形態に従う N F T 1 1 2 の近くのスライダ本体 1 0 1 の部分を示す。この図において、示されている N F T 1 1 2 は、磁気媒体 2 0 2 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 1 1 0 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 N F T 1 1 2 に伝達し、N F T 1 1 2 はこのエネルギーによって媒体 2 0 2 上に小さなホットスポット 2 0 8 を生じさせる。磁気書込極 2 0 6 は、印加電流に応じて媒体対向面 1 0 8 の近くで磁束の変化を生じさせる。書込極 2 0 6 からの磁束により、ホットスポット 2 0 8 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 2 0 6 を通過するときに変化する。

【 0 0 2 0 】

導波路 1 1 0 は、クラッド層 2 1 2 および 2 1 4 によって囲まれたコア材料の層 2 1 0 を含む。コア層 2 1 0 ならびにクラッド層 2 1 2 および 2 1 4 は、 Al_2O_3 、 SiO_xNy 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、または Nb_2O_5 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 2 1 0 の屈折率がクラッド層 2 1 2 および 2 1 4 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 1 1 0 を通して光を効率的に伝搬し易くなる。N F T 1 1 2 に与えられたエネルギーは、ホットスポット 2 0 8 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、N F T 1 1 2 では大きな温度上昇が生じる。

【 0 0 2 1 】

図 2 の実施形態に示されるように、N F T 1 1 2 は、ディスク領域 2 2 0 と、ディスク領域 2 2 0 に隣接する拡大領域 2 1 8 とを含む。N F T 1 1 2 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。N F T 1 1 2 の熱管理は、ヒートシンクとして機能する拡大領域 2 1 8 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 2 1 8 は、ディスク領域 2 2 0 と書込極 2 0 6 の先端部 2 2 4 との間に配置される。N F T 1 1 2 からの熱移動を促進するために、拡大ヒートシンク領域 2 1 8 を他の構成要素に熱的に結合してもよい。

【 0 0 2 2 】

ペグ領域 2 0 5 は、ディスク領域 2 2 0 から媒体対向面 1 0 8（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 2 0 5 は、エアベアリング面 1 0 8 におけるまたはエアベアリング面 1 0 8 に近接する遠位端で終端をなす。示されている N F T 1 1 2 は、ペグ領域 2 0 5 と拡大領域 2 1 8 との間に後退領域 2 2 1 を含む。後退領域 2 2 1 の大きさは、N P S 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 2 2 1 がない等価の N F T との比較で約 3 0 % と 4 0 % 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。

【 0 0 2 3 】

さまざまな実施形態に従うと、近接場トランスデューサは、N T S（近接場トランスデ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、N T S 設計の N F T 3 0 2 を示す。N F T 3 0 2 は、傾斜した平坦な上面 3 1 2 と平坦な下面 3 1 4 とを有する拡大領域 3 1 0 を含む。N F T 3 0 2 はまた、拡大領域 3 1 2 と接触しているディスク領域 3 2 0 を含む。拡大領域 3 1 0 は第 1 の端部 3 2 4 を有し、ディスク領域 3 2 0 は第 1 の端部 3 2 2 を有する。これら端部はいずれも、N F T 3 0 2 が形成されているスライダの A B S 1 0 8 に近接して終端をなす。ペグ領域 3 0 5 はディスク領域 3 2 0 の第 1 の端部 3 2 2 の下部から延在している。

【 0 0 2 4 】

図 3 に示される N F T 3 0 2 は従来の N T S 設計であり、この設計では、ディスク領域 3 2 0 の第 1 の端部 3 2 2 の末端は、ペグ領域 3 0 5 がディスク領域 3 2 0 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 N T S 設計は、ペグ領域 3 0 5 と拡大領域 3 1 2 の第 1 の端部 3 2 4 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 3 0 5 と拡大領域 3 1 2 の第 1 の端部 3 2 4 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

F T 3 0 2 の N P S 領域 (N F T 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 3 0 5 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 3 0 5 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。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、本開示のさまざまな実施形態に従う N T S 設計の N F T 1 1 2 を示す。図 4 に示される N F T 1 1 2 は、N F T 1 1 2 が形成されているスライダの A B S 1 0 8 に近接している第 1 の端部 4 1 0 と第 1 の端部 4 1 0 の反対側にある第 2 の端部 4 1 2 とを有する拡大領域 2 1 8 を含む。拡大領域 2 1 8 は、第 1 の平坦面 4 0 3 とその反対側にある第 2 の平坦面 4 0 2 とを含む。第 2 の平坦面 4 0 2 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 4 0 2 は、第 1 の平坦面 4 0 3 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 2 1 8 の第 1 の平坦面 4 0 3 は、第 1 の端部 4 2 0 とその反対側にある第 2 の端部 4 2 2 とを含むディスク領域 2 2 0 の第 1 の平坦面 4 2 3 と接している。ディスク領域 2 2 0 の第 1 の端部 4 2 0 は、A B S 1 0 8 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 4 2 4 を含む。ペグ領域 2 0 5 は、突出部 4 2 4 の末端から始まって、N F T 1 1 2 が形成されているスライダの A B S 1 0 8 におけるまたは A B S 1 0 8 に近接する場所まで延在している。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 に示される実施形態に従うと、後退領域 2 2 1 は、ディスク領域 2 2 0 の第 1 の端部 4 2 0 において、突出部 4 2 4 と拡大領域 2 1 8 の第 1 の端部 4 1 0 との間に形成されている。より一般的には、後退領域 2 2 1 はペグ領域 2 0 5 と拡大領域 2 1 8 との間に形成されている。さらに一般的には、後退領域 2 2 1 はペグ領域 2 0 5 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。A B S 1 0 8 からディスク領域 2 2 0 の第 1 の端部 4 2 0 を見ると、後退領域 4 2 4 は、ディスク領域 2 2 0 の端面 4 2 6 において終端をなし、突出部 4 2 0 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 2 1 8 の第 1 の端部 4 1 0 は、ディスク領域 2 2 0 の端面 4 2 6 を超えて延在している。この点に関しては、拡大領域 2 1 8 の第 1 の端部 4 1 0 は、突出部 4 2 4 の上方において、ディスク領域 2 2 0 の端面 4 2 6 から張出している。

20

30

【 0 0 2 7 】

図 5 に示される実施形態に従うと、拡大領域 2 1 8 の第 1 の端部 4 1 0 の末端は、ディスク領域 2 2 0 の端面 4 2 6 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 2 2 1 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。

【 0 0 2 8 】

図 6 に示される実施形態に従うと、N F T 1 1 2 は、拡大領域 2 1 8 とディスク領域 2 2 0 との間に配置された中央ディスク領域 2 1 9 を含む。中央ディスク領域 2 1 9 は、拡大領域 2 1 8 の第 1 の平坦面 4 0 3 と接触している第 1 の平坦面 4 1 7 と、ディスク領域 2 2 0 の第 1 の平坦面 4 2 3 と接触している第 2 の平坦面 4 1 9 とを含む。製造中に中央ディスク領域 2 1 9 を含めることにより、後退領域 2 2 1 のサイズおよび (A B S 1 0 8 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 2 2 1 は、中央ディスク領域 2 2 1 を A B S 1 0 8 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 2 2 0 の第 2 の端部 4 2 7 が拡大領域 2 1 8 の第 2 の端部 4 1 2 およびディスク領域 2 2 0 の第 2 の端部 4 2 2 を超えて延在するようにすることによって、形成される。中央ディスク領域 2 1 9 の第 2 の端部 4 2 7 を移動させると、中央ディスク領域 2 1 9 の端面 4 2 6 の位置が移動し、後退領域 2 2 1 の所望のオフセットを得ることができる。

40

【 0 0 2 9 】

50

さまざまな実施形態において、ディスク領域 4 2 2 は、N F T 1 1 2 が形成されているスライダの A B S から約 5 0 n m と 2 0 0 n m の間の距離だけディスク領域 4 2 2 の内部に向かって延在している後退領域 2 2 1 を含む。いくつかの実施形態において、ディスク領域 4 2 2 は、N F T 1 1 2 が形成されているスライダの A B S から約 8 0 n m と 1 5 0 n m の間の距離だけディスク領域 4 2 2 の内部に向かって延在している後退領域 2 2 1 を含む。その他の実施形態において、後退領域 2 2 1 は、スライダの A B S から約 9 0 n m と 1 2 0 n m の間の距離だけディスク領域 4 2 2 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 2 2 1 は、スライダの A B S から約 1 1 0 n m ディスク領域 4 2 2 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 2 2 1 の高さは、約 5 0 n m と 2 0 0 n m 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 2 2 1 の高さは、約 9 0 n m と 1 5 0 n m 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 2 2 1 の高さは、約 1 0 0 n m と 1 3 0 n m 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 2 2 1 と、約 3 0 n m と 1 0 0 n m の間の厚さを有するペグ領域 2 5 0 とを取入れた N F T 1 1 2 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 2 5 0 の厚さは約 4 0 n m と 8 0 n m 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 2 5 0 の厚さは約 4 5 n m と 5 5 n m の間にあってもよい。たとえば、約 1 1 0 n m の後退領域 2 2 1 と厚さが約 5 0 n m で長さが約 2 0 n m のペグ領域 2 0 5 とを有する N F T 1 1 2 が、後退領域 2 2 1 がない N F T 1 1 2 との比較で約 3 0 % と 4 0 % の間増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

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

図 7 は、本明細書に開示されているタイプの N F T 1 1 2 によって生成された磁気記録媒体上のホットスポット 2 0 8 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 N F T 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、N F T 1 1 2 のペグ領域 2 0 5 の上面上で限られている、輪郭が明確な熱スポット 2 0 8 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、N F T 1 1 2 の N P S 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。

【 0 0 3 1 】

図 8 ~ 図 1 1 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 N F T 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 1 0 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 1 1 は、ペグ厚さの関数としての隣接トラック消去 (A T E) のグラフである。図 8 ~ 図 1 1 各々におけるペグ厚さは、2 5 n m ~ 約 9 0 n m の範囲でスキャンされた。図 8 ~ 図 1 1 のグラフは、厚さがおよそ 5 0 n m 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 4 5 ~ 6 0 n m のペグにより、良好な性能が得られることを示している。

【 0 0 3 2 】

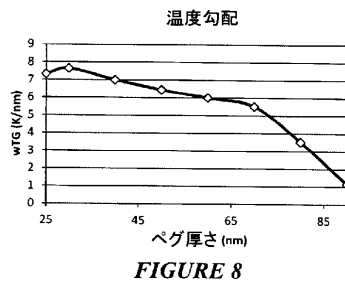
図 1 2 ~ 図 1 7 は、さまざまな実施形態に従う、ペグ長さ (ペグ B P またはブレイクポイントして表示される) に基づく異なる N F T の性能ファクタのさまざまなグラフを示す。図 1 2 ~ 図 1 7 におけるペグ長さは、約 1 0 n m と 7 5 n m の間でスキャンされた。図 1 2 は、ペグ長さの関数を有する温度勾配のグラフを示し、図 1 3 は、ペグ長さの関数としてのペグ温度のグラフを示し、図 1 4 は、ペグ長さの関数としての効率のグラフを示す。図 1 5、図 1 6、および図 1 7 は、ペグ長さの関数として、クロストラック消去 (C T E)、ダウストラック消去 (D T E)、および隣接トラック消去のグラフを示す。図 1 2 ~ 図 1 7 のデータは、長さがおおよそ 2 0 n m 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 1 5 ~ 2 5 n m の範囲の長さを有

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。

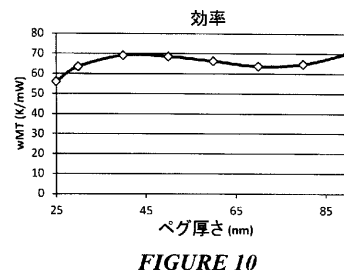
【 0 0 3 3 】

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わ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。

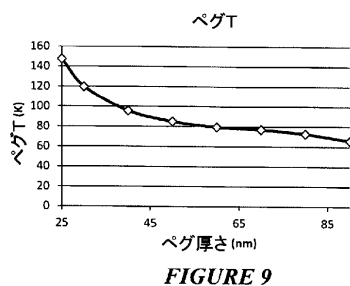
【 図 8 】



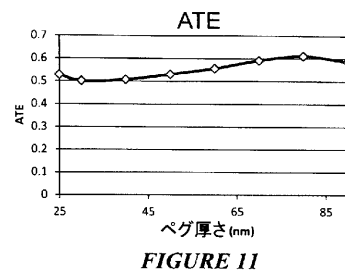
【 図 1 0 】



【 図 9 】



【 図 1 1 】



【図 1 2】

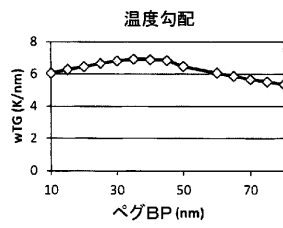


FIGURE 12

【図 1 3】

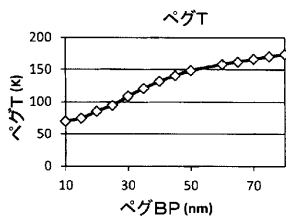


FIGURE 13

【図 1 4】

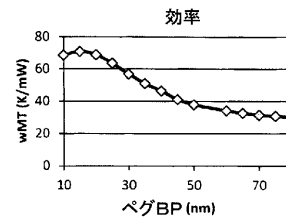


FIGURE 14

【図 1 5】

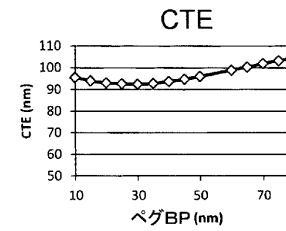


FIGURE 15

【図 1 6】

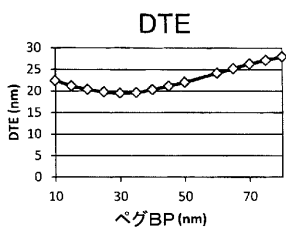


FIGURE 16

【図 1 7】

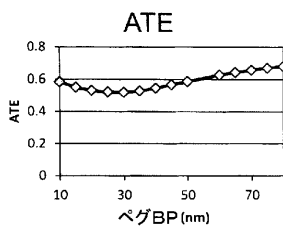


FIGURE 17

【図 1】

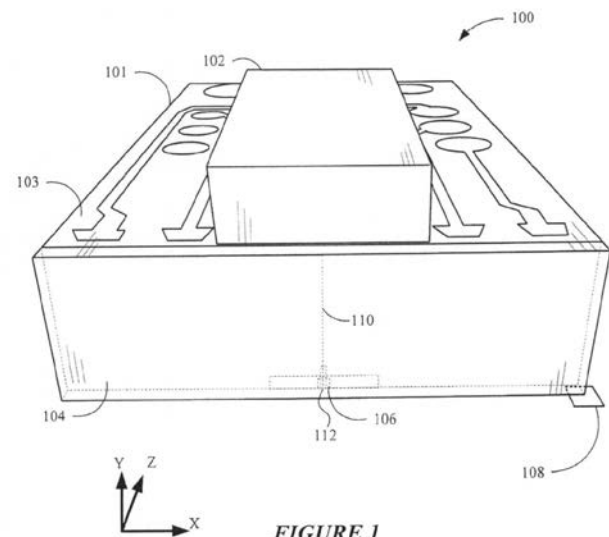
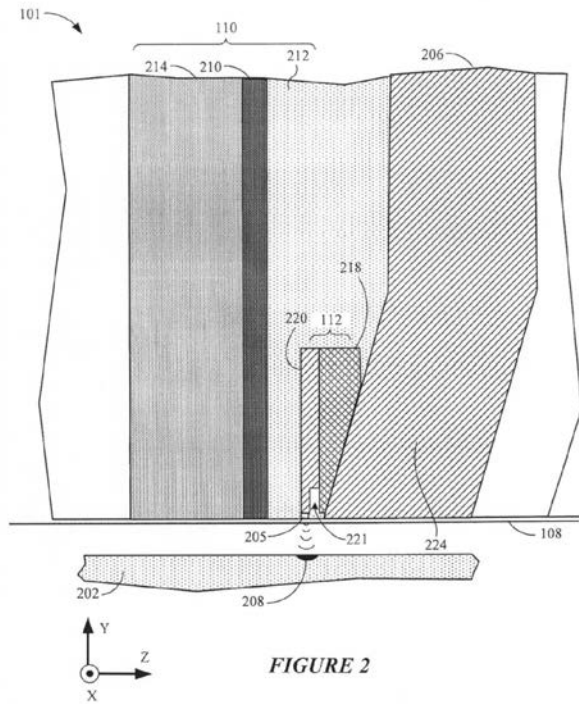
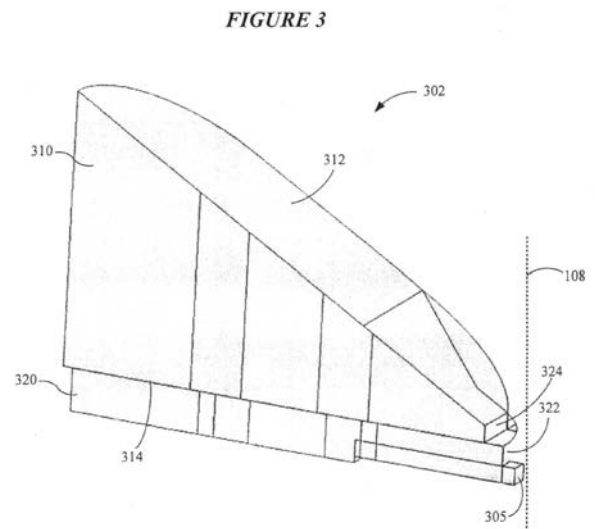


FIGURE 1

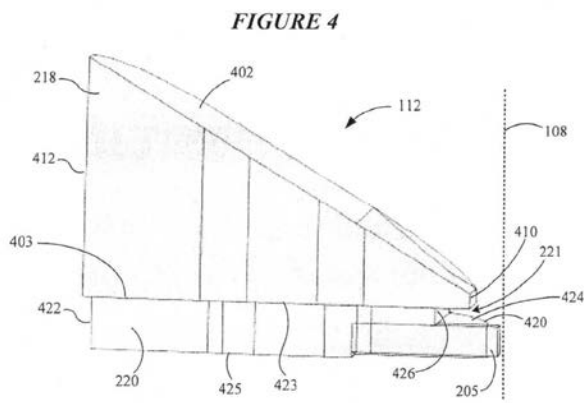
【図 2】



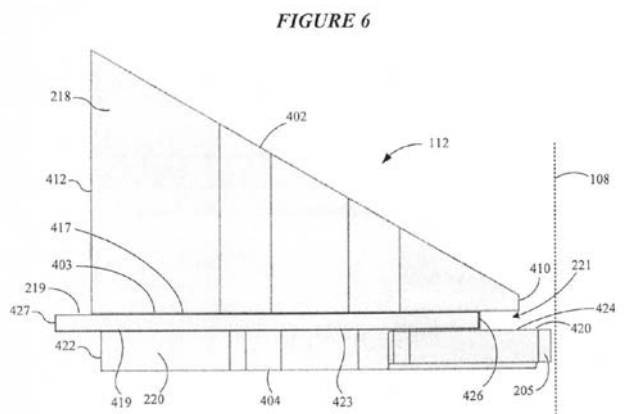
【図 3】



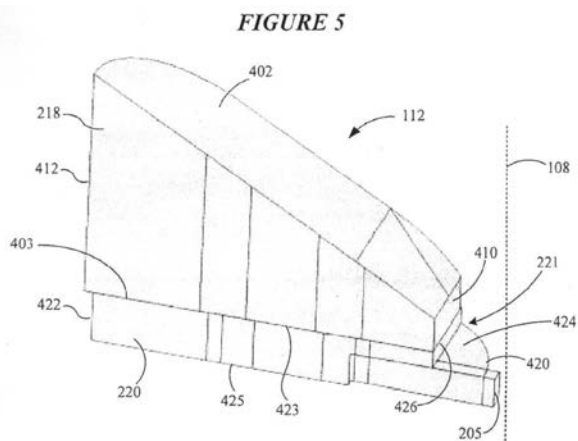
【図 4】



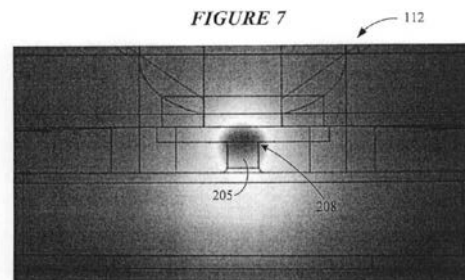
【図 6】



【図 5】



【図 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、5 5 4 3 7 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、4 0 0 1、ナンバー・3 0 7

(72)発明者 ウェルナー・ショルツ

オーストラリア、3 1 2 4 ビクトリア州、キャンパーウェル、リバーズデール・ロード、8 5 1

F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