

(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2013-175268

(P2013-175268A)

(43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)

(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	Z	2 H 1 4 7
G 0 2 B	6/122	(2006.01)	G 0 2 B	6/12	A	5 D 0 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 20 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-27601 (P2013-27601)	(71) 出願人	500373758
(22) 出願日	平成25年2月15日 (2013.2.15)		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	13/403,049		アメリカ合衆国、95014 カリフォル
(32) 優先日	平成24年2月23日 (2012.2.23)		ニア州、クパチーノ、サウス・デ・アンザ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・ブルバード、10200
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	ガオ・カイチョン
			アメリカ合衆国、55347 ミネソタ州
			、エデン・プレーリー、ジャスパー・レー
			ン、12350
		(72) 発明者	マイケル・アレン・セイグラ
			アメリカ合衆国、15216 ペンシルベ
			ニア州、ピッツバーグ、アーデン・ロード
			、427

最終頁に続く

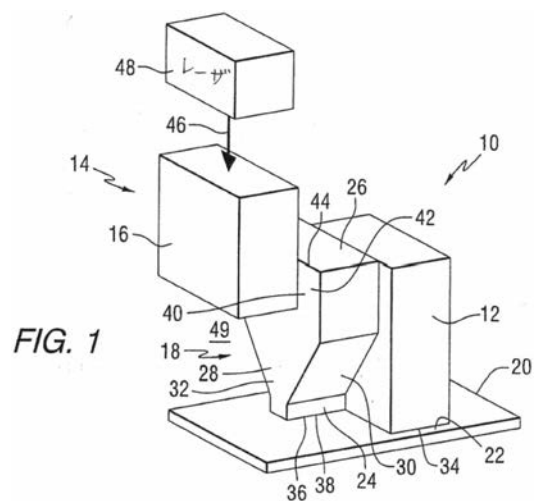
(54) 【発明の名称】 トランスデューサおよび導波路を備える装置、トランスデューサおよび位相変更素子を備える装置、ならびに記録媒体、記録ヘッド、および位置決め手段を備える装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】熱アシスト磁気記録ヘッドにおいて、近距離トランスデューサにより光を集中させるための効率的な手段を提供する。

【解決手段】記録ヘッド装置10は、第1の端部の方が第2の端部より横断面積が小さい第1および第2の端部を有するプラズモンファンネル28、ならびにプラズモンファンネルの第1の端部に隣接して位置決めされた第1のセクション24を含むトランスデューサ18と、コア16を有し、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように位置決めされた第1の導波路14とを含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の端部の方が第 2 の端部より横断面積が小さい第 1 の端部および第 2 の端部を含むプラズモンファンネル、ならびにプラズモンファンネルの第 1 の端部に隣接して位置決めされた第 1 のセクションを含むトランスデューサと、

コアを有し、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように位置決めされた第 1 の導波路とを備える、装置。

【請求項 2】

第 1 の導波路コアの一部分は、導波路コア内の光がトランスデューサにエバネッセント結合されるように、トランスデューサの側面に隣接して位置決めされる、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 3】

トランスデューサはさらに、プラズモンファンネルの第 2 の端部に隣接して位置決めされた第 2 のセクションを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

第 1 の導波路コアの端部は、導波路コア内の光がトランスデューサに結合されたエンドファイアとなるように、トランスデューサの端部に隣接して位置決めされる、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

第 2 のセクションは第 1 および第 2 の端部を含み、第 1 の端部は第 2 の端部より横断面積が小さく、第 2 の端部は、プラズモンファンネルの第 2 の端部に隣接して位置決めされる、請求項 3 に記載の装置。

20

【請求項 6】

第 2 のセクションの側面に沿って位置決めされた位相変更素子をさらに備える、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 7】

位相変更素子は、スタブ、凹み、または突起のうち 1 つを含む、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

第 1 の導波路は、チャンネル導波路、固体液浸ミラー、またはモード指数レンズのうち 1 つを含む、請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 9】

第 1 の導波路に隣接した分極回転子をさらに備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

分極回転子は、誘電チャンネル導波路の対角線上に対向するエッジに隣接した第 1 および第 2 のプラズモンスタブの一方を含む、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

トランスデューサの第 1 のセクションの側面に隣接して位置決めされた第 1 の磁極をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

第 2 の磁極と、
第 2 の磁極およびトランスデューサの間に位置決めされたプラズモンシールドと、をさらに備える、請求項 11 に記載の装置。

40

【請求項 13】

プラズモンシールドとトランスデューサとの間の間隙が誘電材料で充填される、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

第 1 の部分の対向する側に隣接して位置決めされた第 1 および第 2 プラズモンシールドをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】

50

第 1 の端部の方が第 2 の端部より狭い第 1 および第 2 の端部を含むプラズモンファンネル、プラズモンファンネルの第 1 の端部に隣接して位置決めされた第 1 のプラズモン導波路、ならびにプラズモンファンネルの第 2 の端部に隣接して位置決めされた第 2 のプラズモン導波路を含むトランスデューサと、

第 2 のプラズモン導波路の側面に沿って位置決めされた位相変更素子とを備える、装置。

【請求項 16】

位相変更素子は、スタブ、凹み、または突起のうち 1 つを含む、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

10

記録媒体と、

第 1 の端部の方が第 2 の端部より横断面積が小さい第 1 および第 2 の端部を有するプラズモンファンネル、ならびにプラズモンファンネルの第 1 の端部に隣接して位置決めされた第 1 のセクションを含むトランスデューサと、コアを有し、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように位置決めされた第 1 の導波路とを有する記録ヘッドと、

記録ヘッドを記憶媒体に隣接して位置決めするための位置決め手段と、を備える、装置。

【請求項 18】

第 1 の導波路コアの一部分は、導波路コア内の光がトランスデューサにエバネッセント結合されるように、トランスデューサの側面に隣接して位置決めされる、請求項 17 に記載の装置。

20

【請求項 19】

トランスデューサは、プラズモンファンネルの第 2 の端部に隣接して位置決めされた第 2 のセクションをさらに含む、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 20】

第 1 の導波路コアの端部は、導波路コア内の光がトランスデューサに結合されたエンドファイアとなるように、トランスデューサの端部に隣接して位置決めされる、請求項 19 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

30

【背景技術】

【0001】

背景

熱アシスト磁気記録 (heat assisted magnetic recording) (HAMR) は概して、熱源によって起こされる媒体の一時的な磁氣的軟化中に、与えられた書込磁界が媒体の磁化をより容易に誘導することができるように、記録媒体を局所的に熱して媒体の保磁力を低下させるという概念を指す。記憶層の熱せられた領域がデータビット寸法を決定する。厳しく制限された高出力光点を用いて記録媒体の一部分を熱し、熱せられた部分の保磁力を実質的に低下させる。次いで熱せられた部分は、熱せられた部分の磁化の方向を設定する磁界を受ける。このように、周囲温度における媒体の保磁力は、記録中の保磁力よりはるかに高くなる可能性があり、それにより、記録されたビットの安定性が、はるかに高い記録密度でかつはるかに小さなビットセルで可能となる。熱アシスト磁気記録は熱的 (thermally) アシスト磁気記録とも呼ばれる。

40

【0002】

近距離トランスデューサを用いて、小さな点に光を合焦させることができる。近距離トランスデューサにより光を集中させるための効率的な手段は HAMR 記録ヘッドにおいて有益となるであろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

50

概要

一局面において、開示は、第１の端部の方が第２の端部より横断面積が小さい第１の端部および第２の端部を含むプラズモンファンネル、ならびにプラズモンファンネルの第１の端部に隣接して位置決めされた第１のセクションを含むトランスデューサと、コアを有し、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように位置決めされた第１の導波路とを含む装置を提供する。

【０００４】

本開示の様々な実施例を特徴づけるこれらおよび他の特徴および利点は、以下の詳細な説明および添付の図面に鑑みて理解することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【０００５】

【図１】実施例を含む記録ヘッドの部分の概略図である。

【図２】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

【図３】追加的な磁極を備えた図２の横断面図である。

【図４】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図５】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図６】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図７】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図８】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図９】実施例における誘電チャネル導波路の一部分およびモードコンバータの概略図である。

20

【図１０】実施例における誘電チャネル導波路の一部分およびモードコンバータの概略図である。

【図１１】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

【図１２】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

【図１３】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図１４】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図１５】プラズモンファンネルのいくつかの例の概略横断面図である。

【図１６】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

【図１７】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

30

【図１８】実施例を含む別の記録ヘッドの部分の概略図である。

【図１９】図１８の導波路における光の電界成分のグラフである。

【図２０】本開示の局面に係る記録ヘッドを含むことができるディスクドライブの形態のデータ記憶装置の図である。

【発明を実施するための形態】

【０００６】

詳細な説明

一局面において、本開示は、小さな点に光を合焦させるための装置を提供する。一実施例において、合焦点が回折限界よりはるかに小さくなるように、第１の導波路から記録媒体に光を合焦させる。

40

【０００７】

図１は、熱アシスト磁気記憶装置において使用され得る記録ヘッド１０の一部分の概略図である。記録ヘッドは、この例では書込磁極である第１の磁極１２、コア層１６を含む誘電チャネル導波路１４の形態の第１の導波路、および導波路のコア層の一部分と磁極との間に位置決めされた先細り状ブロックプラズモントランスデューサ１８を含む。コアは、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように、位置決めされる。誘電チャネル導波路のコアは、この例では実質的に矩形の横断面形状を有する。記録ヘッドは、金属媒体であり得るデータ記憶媒体２０に隣接して位置決めされる。記録ヘッドは、エアーベアリング２２によって記憶媒体から分離され得る。

【０００８】

50

図 1 の例において、プラズモントランスデューサは、実質的に矩形の横断面形状を有し、かつ記憶媒体の面に実質的に垂直な面にある実質的に直線的な側面を有する第 1 のセクション 2 4 (プラズモン導波路またはストリップとも称する) と、実質的に矩形の横断面形状を有し、かつ記憶媒体の面に実質的に垂直な面にある実質的に直線的な側面を有する第 2 のセクション 2 6 (第 2 のプラズモン導波路またはストリップとも称する) と、第 1 および第 2 のプラズモン導波路の間に位置決めされたプラズモンファンネルセクション 2 8 とを含む。プラズモンファンネルセクションは、第 1 のセクションに隣接して位置決めされた第 1 の (または底部) 端部と、第 2 のセクションに隣接して位置決めされた第 2 の (または頂部) 端部とを含み、第 1 の端部の横断面積は第 2 の端部の横断面積より小さい。

10

【 0 0 0 9 】

プラズモンファンネルトランスデューサは近距離トランスデューサ (N F T) として機能し、第 1 のプラズモン導波路に向かう方向にプラズモンを集中させるために先細りになった先細り状セクションを含む。この例では、プラズモンファンネルセクションは、第 1 および第 2 のプラズモン導波路の側面のエッジに接するエッジを形成するように傾けられた 2 つの実質的に平坦な側面と、記憶媒体の面に実質的に垂直な面にあり、かつ第 1 および第 2 のプラズモン導波路の側面のエッジに接するエッジを形成する 2 つの他の実質的に平坦な側面とを含む。図 1 では、先細り状部分の一方の傾斜面 3 0 および一方の平坦な側面 3 2 のみが見える。磁極の端部 3 4 およびプラズモントランスデューサの端部 3 6 は、記録ヘッドのエアーベアリング表面 (air bearing surface) 3 8 に隣接して位置決めされる。

20

【 0 0 1 0 】

誘電チャネル導波路コアの部分 4 0 は、導波路コア内の光がプラズモントランスデューサにエバネッセント結合される (evanescently coupled) ように、第 2 のプラズモン導波路の側面 4 2 に隣接して位置決めされる。間隙 4 4 を部分 4 0 と側面 4 2 との間に設けることができる。誘電チャネル導波路コアの隣接部分と第 2 のプラズモン導波路の側面とがプラズモンモードカプラへの誘電体導波路モードを形成する。動作の際、レーザ 4 8 などの光源からの光 4 6 が誘電チャネル導波路を通して伝播し、プラズモントランスデューサ上の局在表面プラズモンを励起する。プラズモンは、第 2 のプラズモン導波路 (つまりトランスデューサの第 2 のセクション) から第 1 のプラズモン導波路 (つまりトランスデューサの第 1 のセクション) に進行するにつれて、プラズモンファンネルによって集中される。

30

【 0 0 1 1 】

誘電チャネル導波路内の光は、入射モードにおいて誘電チャネル導波路を通して伝播する。プラズモントランスデューサ 1 8 は、誘電チャネル導波路のコアの隣りに位置決めされる。先細り状ブロックプラズモンファンネルと第 1 および第 2 のプラズモン導波路とはプラズモン材料からなる。プラズモン材料は、たとえば、金、銀、銅、アルミニウム、またはこれらの材料の合金であり得る。

【 0 0 1 2 】

磁気書込磁極 1 2 は、先細り状ブロックプラズモントランスデューサの後ろに (または隣接して) 配置される。磁極は、図 1 に示されるように直線とすることができるか、または他の実施例において、磁極をプラズモンファンネルに向かって傾斜させるかもしくは積み重ねることができる。図 1 のトランスデューサ、導波路コア、および磁極を包囲する領域 4 9 を、誘電導波路のためのクラッド層として機能することができる誘電材料で充填することができる。誘電材料は、たとえば、シリカ、シリコン酸窒化物、アルミナ、タンタル、酸化マグネシウム、窒化ケイ素、またはチタニアであり得る。図 1 の例では、第 1 および第 2 のプラズモン導波路は両方とも、記録媒体の面と実質的に平行な面において矩形横断面形状を有する。

40

【 0 0 1 3 】

図 2 は、別の記録ヘッド 5 0 の部分の概略図である。記録ヘッド 5 0 は、図 1 の記録ヘ

50

ッドの要素の多くを含み、第 1 の磁極に対向するプラズモンファンネルトランスデューサの第 1 のセクションの側面に隣接して位置決めされるプラズモンシールド 5 2 をさらに含む。

【 0 0 1 4 】

図 3 は、第 2 の磁極 5 4 を示す図 2 の記録ヘッドの横断面図である。この例では、波頭 5 6 によって例示される光が横断磁気 (T M) 導波路モードにおいて誘電チャネル導波路コアを通過して進行する。電界は矢印 5 8 によって示されるように配向される。この光は、先細り状ブロックプラズモンファンネルトランスデューサ上の表面プラズモン 6 0 を励起する。記録ヘッドは、エアーベアリング 6 2 によってデータ記憶媒体から離間される。プラズモンは、プラズモンファンネルによって、記録ヘッドのエアーベアリング表面 6 4 に隣接する小さな点に集中する。

10

【 0 0 1 5 】

プラズモンフロントシールドが図 3 のプラズモンファンネルトランスデューサの前方に位置決めされて示される。プラズモンファンネルとフロントシールドとの間には小さな間隙 6 6 がある。様々な屈折率の誘電材料で間隙を充填することができる。そのような誘電材料は、たとえばシリカ、シリコン酸窒化物、アルミナ、タンタル、酸化マグネシウム、窒化ケイ素、またはチタニアを含む。材料選択は、N F T によって生成される光点寸法、N F T における光損失、および / または媒体に結合する効率に基づくことができる。

【 0 0 1 6 】

磁気書込部は 2 つの磁極を有する。第 1 の (または主) 磁極 1 2 が図 2 に示される。第 2 の磁極 5 4 は、主磁極の後ろかまたはプラズモンフロントシールドの前方のいずれかに配置することができ、図 3 に示されるようにプラズモンフロントシールドに接する。主磁極および第 2 の磁極の役割は、いずれか一方がトラック交差方向 (つまり Y 方向) において他方より狭くなることができるという点で逆にすることができる。

20

【 0 0 1 7 】

プラズモンシールドは、プラズモンモードの磁極への散逸を減少させ、媒体内の光点曲率を減少させる。その上、フロントシールドは第 2 の磁極をプラズモン磁界から遮蔽する。

【 0 0 1 8 】

図 3 を用いて装置の動作について説明することができる。最初に、誘電チャネル導波路コアの T M モードにおいて光が伝播する。電界分極方向は図 3 に示される。このモードにおけるエネルギーは、先細り状ブロックプラズモンファンネルトランスデューサの面 / エッジ 6 8 に沿って延びる表面プラズモンモードに伝達される。モードが記憶媒体に向かって伝播するにつれて、プラズモンファンネルの先細りによってモード限界が次第に小さくなる。最後に、ファンネルは狭い直線ストリップ 3 6 (図 1 の第 1 のセクションまたは第 1 のプラズモン導波路と称する) で終端する。ストリップは、先細り状ファンネル部分と直線ストリップと間の接合部における漏れ磁場が媒体と相互作用しないように (記憶媒体に実質的に垂直な方向に) 十分長くすることができる。これにより、記録ヘッドの製造中のラップ仕上げへの低感度が確実となる。光送出制約により、誘電チャネル導波路では横断電気 (T E) モードを発するほうが容易であり得る。この場合、T E モードを、図 3 の T M モードと同じ方法でプラズモンファンネルのエッジ上の表面プラズモンモードに変換することができるか、または T E 誘電チャネル導波路モードを以下に述べるような T M 誘電チャネル導波路モードに変換することができる。

30

【 0 0 1 9 】

図 4 は、プラズモンファンネル上の表面プラズモンモードの所望の位相を示し、プラスおよびマイナス記号は相対的な位相を例示する。T E モードが先細り状ブロックプラズモンファンネルトランスデューサのエッジ上の表面プラズモンモードに変換された場合、プラズモンモードは、図 5 に例示されるようにプラズモンファンネルトランスデューサのいずれかの側に反対の位相を有することになる。これにより、記録媒体においてプラズモンファンネルトランスデューサの下に制限された光点が生成されることはない。この位相差

40

50

を訂正するために、プラズモンファンネルの一方側に 180° の位相ずれを導入することができる。これは、図 6 に示されるような同調スタブ 70 を用いて、または経路を一方側に延長して、2 つの側面間で所望の光路差を得ることによって実現することができる。代替的に、図 7 に示されるように一方側の溝 72 によって、または図 8 に示されるように一方側の突起 74 によって、経路を延長することができる。

【0020】

別の例では、適切な長さの 2 つのプラズモンスタッドが誘電チャネル導波路のコアに関して対角線上に配置される以前より既知の技術を用いて、TE 誘電チャネル導波路モードを TM 誘電チャネル導波路モードに変換することができる。この手法を実施するための構造が図 9 および図 10 に示される。図 9 は側面図であり、図 10 は横断面図である。2 つのプラズモンスタッド 80 および 82 は、チャネル導波路コアに関して対角線上に対向する位置に配置される。これにより、TE モードと TM モードとの間にクロストークが導入される。スタッドの好適な長さを選択することによって、TE モードとして発せられる光を TM モードに変換することができる。光の入射電界成分は矢印 84 として示され、光の出射電界成分は矢印 86 として示される。光は矢印 88 の方向に進行する。

【0021】

代替的に、表面プラズモンラウンチングのモード結合方法をエンドファイア (end-fire) 法と置換することができる。上に議論された方法では、エネルギー伝達は、誘電導波路のコアの一部分とプラズモンファンネルトランスデューサとの間の間隙を横切って行われる。代替的に、エンドファイアカップリングを用いてこれらのモードを発することができる。エンドファイア法は、図 11 に示される構造を用いて実現することができる。

【0022】

図 11 は、第 1 の先細り状セクション 92 と、実質的に矩形の横断面形状を有する中心セクション 94 と、第 2 の先細り状セクション 96 と、実質的に矩形の横断面形状を有するストリップセクション 98 とを含むプラズモンファンネルトランスデューサ 90 を示す。誘電チャネル導波路 102 のコア層 100 は、ダウントラック方向 (つまり X 方向) にプラズモンファンネルトランスデューサの端部 104 を覆う。記録ヘッドにおいて使用される場合、第 2 の矩形断面の端部 106 はエア-ベアリング表面 108 に隣接して位置決めされることになる。(記録ヘッドのエア-ベアリング表面に垂直な) 小さな垂直の間隙 110 をプラズモンファンネルとチャネル導波路コアとの間に含むことができる。図 11 のファンネルは頂部で先細りになっており、誘電チャネル導波路からプラズモンファンネルに漸進的なモード伝達をもたらす。頂部テーパが所定の位置にあれば、小さな垂直の間隙 110 をゼロになるまで減少させるかまたは凹にすることができる (つまり、導波路コアによってプラズモンファンネルを貫通することができる)。

【0023】

図 12 は、別の記録ヘッド 120 の部分の概略図である。図 12 の記録ヘッドは、チャネル導波路コア 122 と組合わせた、図 11 に示されるプラズモンファンネルトランスデューサ 90 を含む。導波路コアは、コアの端部 124 から出射する光がプラズモンファンネルトランスデューサに結合されたエンドファイアとなるように、プラズモンファンネルトランスデューサと垂直に位置合せされる。コアの端部は、間隙 126 によってプラズモンファンネルトランスデューサから分離することができる。代替的に、端部 124 はプラズモンファンネルトランスデューサに接することができるか、またはそこに埋設することができる。

【0024】

図 13 ~ 図 15 は、プラズモンファンネルトランスデューサ 130, 132 および 134 のいくつかの例の概略横断面図である。プラズモンファンネルトランスデューサ 130 は、第 1 のプラズモン導波路 136 と第 2 のプラズモン導波路 138 とを含む。先細り状セクション 140 は、第 1 および第 2 のプラズモン導波路の間に位置決めされる。先細り状セクションは、凹状側面 142 および 144 を含む。第 1 および第 2 のプラズモン導波路および先細り状セクションは、図面の面に垂直な面に概ね矩形の横断面形状を有するこ

10

20

30

40

50

とができる。様々な実施例において、先細り状セクションは、2つの凹状側面および2つの平坦な側面、または4つの凹状側面を含むことができる。

【0025】

プラズモンファンネルトランスデューサ132は、第1のプラズモン導波路146と第2のプラズモン導波路148とを含む。先細り状セクション150は、第1および第2のプラズモン導波路の間に位置決めされる。先細り状セクションは、凸状側面152および154を含む。第1および第2のプラズモン導波路および先細り状セクションは、図面の面に垂直な面に概ね矩形の横断面形状を有することができる。様々な実施例において、先細り状セクションは、2つの凸状側面および2つの平坦な側面、または4つの凸状側面を含むことができる。

10

【0026】

プラズモンファンネルトランスデューサ134は、第1のプラズモン導波路156と第2のプラズモン導波路158とを含む。先細り状セクション160は、第1および第2のプラズモン導波路の間に位置決めされる。先細り状セクションは、凸状側面162および164を含む。第1および第2のプラズモン導波路および先細り状セクションは、図面の面に垂直な面に概ね矩形の横断面形状を有することができる。様々な実施例において、先細り状セクションは、2つの凸状側面および2つの平坦な側面、または4つの凸状側面を含むことができる。

【0027】

図16は、別の記録ヘッド170の部分の概略図である。記録ヘッドは、この例では書込磁極である第1の磁極172と、磁極に隣接して位置決めされたプラズモンファンネルトランスデューサ174とを含む。記録ヘッドは、データ記憶媒体176に隣接して位置決めされる。記録ヘッドは、エアーベアリング178によって記憶媒体から分離され得る。

20

【0028】

図16の例において、プラズモンファンネルトランスデューサは、実質的に矩形の横断面形状を有し、かつ記憶媒体の面に実質的に垂直な面にある実質的に直線的な側面を有する第1のプラズモン導波路180と、第1のプラズモン導波路の上に位置決めされた先細り状ファンネル部分182とを含む。プラズモンサイドシールド184および186が第1のプラズモン導波路の対向する側に位置決めされ、記録ヘッドのエアーベアリング表面に隣接する。

30

【0029】

プラズモンファンネルは、第1のプラズモン導波路に向かう方向にプラズモンを集中させるために先細りとなっている。この例において、プラズモンファンネルは、第1のプラズモン導波路の側面のエッジに接するエッジを形成するように傾けられた2つの実質的に平坦な側面と、記憶媒体の面に実質的に垂直な面にあり、かつ第1のプラズモン導波路の側面のエッジに接するエッジを形成する2つの他の平坦な側面とを含む。図16では、先細り状部分の一方の傾斜面188および一方の平坦な側面190のみが見える。磁極の端部192およびプラズモントランスデューサの端部194が記録ヘッドのエアーベアリング表面196に隣接して位置決めされる。別の実施例では、サイドシールドを図2に示されるようなフロントシールドと合わせて使用することができる。

40

【0030】

図17は、別の記録ヘッド200の部分の概略図である。図17の記録ヘッドは、コア層204を有する固体液浸ミラー(SIM)の形態の平面導波管202を含む。固体液浸ミラーの側面206および208は、コア内の光を焦点210に向けるように形作られる。コア層は、コア層から出射する光がプラズモンファンネルトランスデューサ90上の表面プラズモンを励起するように位置決めされる。SIMコア層は、エンドファイアカップリングのためにプラズモンファンネルトランスデューサと垂直に位置合せすることができるか、またはエバネッセント結合のためにプラズモンファンネルトランスデューサの面からコアをずらすことができる。

50

【 0 0 3 1 】

図 1 8 は、別の記録ヘッド 2 2 0 の部分の概略図である。図 1 8 の記録ヘッドは、第 1 の領域 2 2 8 と第 1 の領域の厚さより厚さが大きい第 2 の領域 2 3 0 とを有するコア層 2 2 6 を有するモード指数レンズ 2 2 4 の形態の導波路 2 2 2 を含む。第 2 の領域のエッジは、コア内の光を焦点 2 3 0 に向けるように形作られる。モード指数レンズは、コア層から出射する光がプラズモンファンネルトランスデューサ 9 0 上の表面プラズモンを励起するように位置決めされる。モード指数レンズは、エンドファイアカップリングのためにプラズモンファンネルトランスデューサと垂直に位置合わせすることができるか、またはエバネッセント結合のためにプラズモンファンネルトランスデューサの面からずらすことができる。

10

【 0 0 3 2 】

図 1 9 は、図 1 8 の導波路内の光の電界成分のグラフである。モード指数レンズから出射する光の所望の位相を得るために、光領域 2 2 8 の電界成分を図面の面に垂直な面におけるモード指数レンズの中心に関して非対称とすることができる。所望の電界は、図 1 9 の矢印 2 3 2 および 2 3 4 の間の領域に示される。所望の位相がこの方法で得られない場合、図 9 および図 1 0 に示される同調スタブを用いて所望の位相を得ることができる。

【 0 0 3 3 】

図 1 ~ 図 1 8 では、装置の選択された構成要素のみが示される。実際の装置に他の構成要素を含むことができることは、当業者にとって明白であろう。たとえば図 1 ~ 図 1 8 の構成要素を、例示された構成要素を支持し、かつ例示された構成要素の相対位置を維持する誘電材料であり得る材料に埋設するかまたは当該材料で包囲することができる。

20

【 0 0 3 4 】

図 2 0 は、開示に従って構築された記録ヘッドを含むことができるディスクドライブの形態の磁気記憶装置の図である。ディスクドライブ 2 4 0 は、ディスクドライブの様々な構成要素を含むようにサイズ決めされ構成された筐体 2 4 2 を含む（この図では上部が取り除かれ、下方部分が見える）。ディスクドライブ 2 4 0 は、磁気記録装置であり得る少なくとも 1 つの記憶媒体 2 4 6 を回転させるためのスピンドルモータ 2 4 4 を筐体 2 4 2 内に含む。少なくとも 1 本のアームまたは他の位置決め装置 2 4 8 が筐体 2 4 2 内に含まれ、各アーム 2 4 8 は、記録ヘッドまたはスライダ 2 5 2 を備えた第 1 の端部 2 5 0 と、ベアリング 2 5 6 によってシャフト上に回転するように取付けられた第 2 の端部 2 5 4 とを有する。アクチュエータモータ 2 5 8 は、アーム 2 4 8 を回転させて記録ヘッド 2 5 2 をディスク 2 4 6 の所望のセクターまたはトラック 2 6 0 上に位置決めするために、アームの第 2 の端部 2 5 4 に位置する。アクチュエータモータ 2 5 8 は、この図には示されないが当該技術において周知のコントローラによって調整される。

30

【 0 0 3 5 】

熱アシスト磁気記録（HAMR）では、たとえば可視、赤外線または紫外線の電磁波がデータ記憶媒体の面上に方向付けされ、媒体の局所的な領域の温度を上昇させ、当該領域の磁化の切換を容易にする。記録ヘッドは、図 1 ~ 図 1 8 に示されるレーザ、チャネル導波路、およびプラズモンファンネルトランスデューサをスライダ上に含み、記憶媒体の局所的な加熱のために記憶媒体に光を誘導することができる。

40

【 0 0 3 6 】

上記の様々な例は、プラズモンモードカプラー、プラズモンファンネルトランスデューサ、および先細り状セクションに隣接して位置決めされた狭いプラズモン導波路またはストリップへの誘電導波路モードを含む。任意の分極回転子も含むことができる。装置は、熱アシスト磁気記録における光送出に使用することができる。2 つの導波路間に結合を必要とする他の用途に使用することもできる。

【 0 0 3 7 】

一局面において、開示は、第 1 の端部の方が第 2 の端部より狭い第 1 および第 2 の端部を含むプラズモンファンネルと、プラズモンファンネルの第 1 の端部に隣接して位置決めされた第 1 のプラズモン導波路と、プラズモンファンネルの第 2 の端部と隣接して位置決

50

めされた第2のプラズモン導波路とを含むトランスデューサを提供し、位相変更素子が第2のプラズモン導波路の側面に沿って位置決めされる。位相変更素子は、たとえば、スタブ、凹み、または突起とすることができる。

【0038】

別の局面において、開示は、記録媒体と、第1の端部の方が第2の端部より横断面積が小さい第1および第2の端部を有するプラズモンファンネル、ならびにプラズモンファンネルの第1の端部に隣接して位置決めされた第1のセクションを含むトランスデューサと、コアを有する第1の導波路とを有する記録ヘッドを含み、コアの一部分は、コア内の光にトランスデューサ上の表面プラズモンを励起させるように位置決めされ、さらに、記録ヘッドを記憶媒体に隣接して位置決めするための位置決め手段を含む装置を提供する。第1の導波路コアの一部分は、導波路コア内の光がトランスデューサにエバネッセント結合されるように、トランスデューサの側面に隣接して位置決めすることができる。トランスデューサは、プラズモンファンネルの第2の端部に隣接して位置決めされた第2のセクションも含むことができる。第1の導波路コアの端部は、導波路コア内の光がトランスデューサに結合されたエンドファイアとなるように、トランスデューサの端部に隣接して位置決めすることができる。

10

【0039】

本発明のさまざまな実施形態の数多くの特性および利点を、発明のさまざまな実施形態の構造および機能の詳細とともに以上の説明で述べたが、この詳細な説明は例示にすぎず、詳細において、特に部品の構造および配置の事項において、添付の請求項を表現する用語の広い一般的な意味が示す全範囲に本発明の原則の範囲内で変更がなされ得ることを理解すべきである。たとえば、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、特定の要素は特定の適用例に依存して異なってもよい。

20

【符号の説明】

【0040】

10 記録ヘッド、12 第1の磁極、14 誘電チャネル導波路、16 コア層、18 プラズモントランスデューサ、20 データ記憶媒体、22 エアーベアリング、24 第1のセクション、26 第2のセクション、28 プラズモンファンネルセクション、30 傾斜面、32 平坦な側面、34 磁極の端部、36 端部、38 エアーベアリング表面、40 部分、42 側面、44 間隙、46 光、48 レーザ、49 領域。

30

FIG. 1

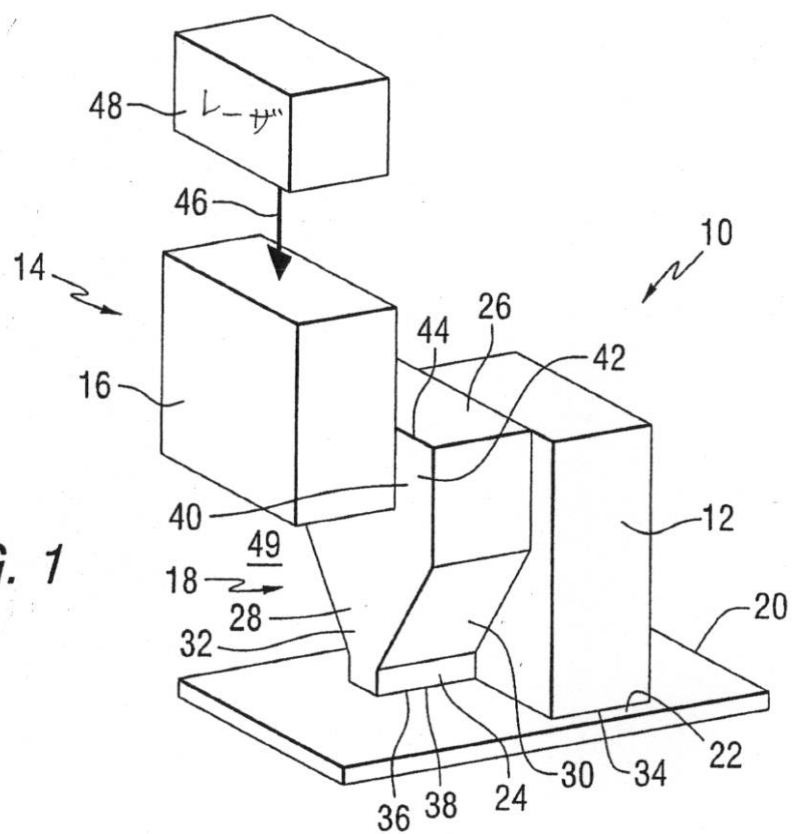
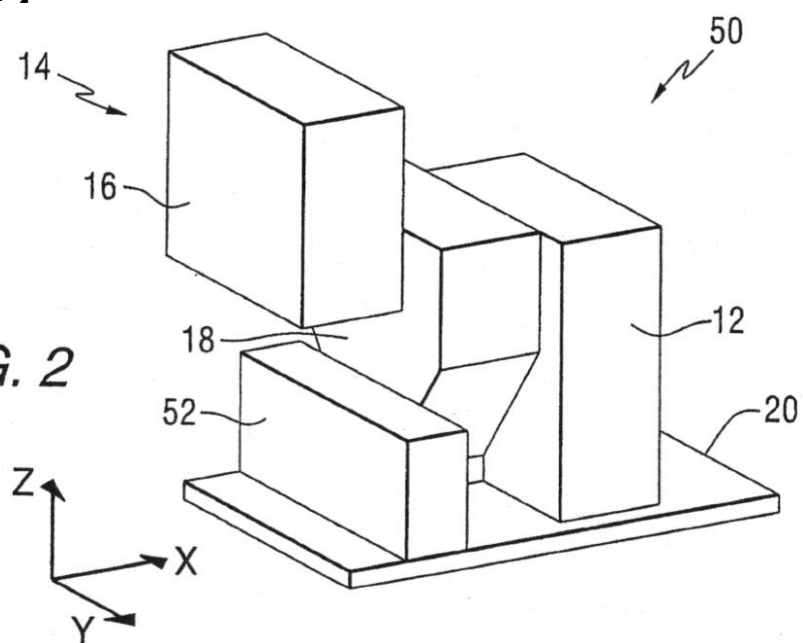
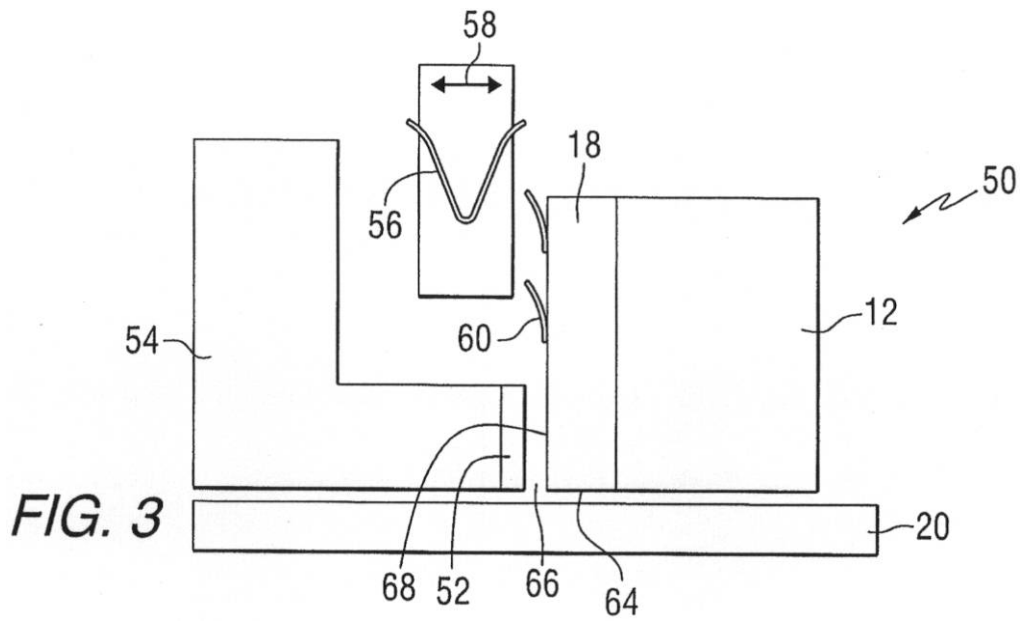


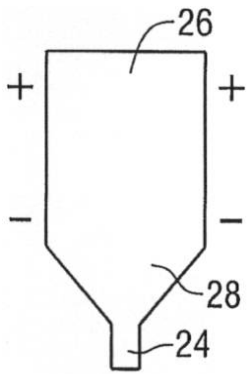
FIG. 2



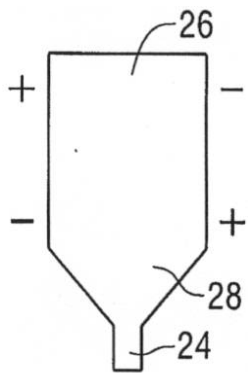
【 図 3 】



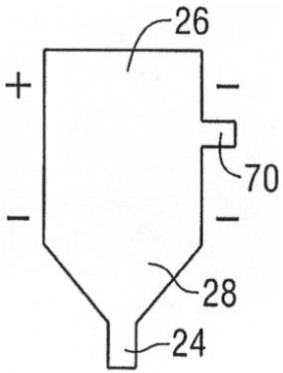
【 図 4 】



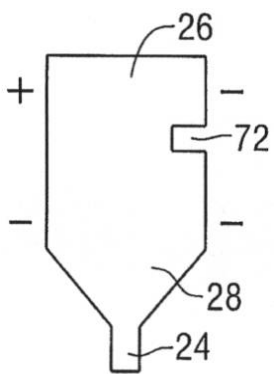
【 図 5 】



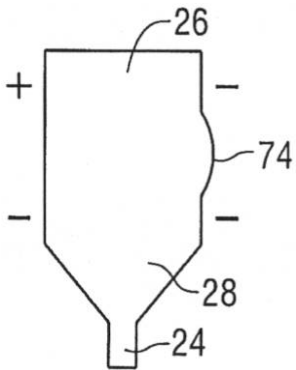
【図 6】

**FIG. 6**

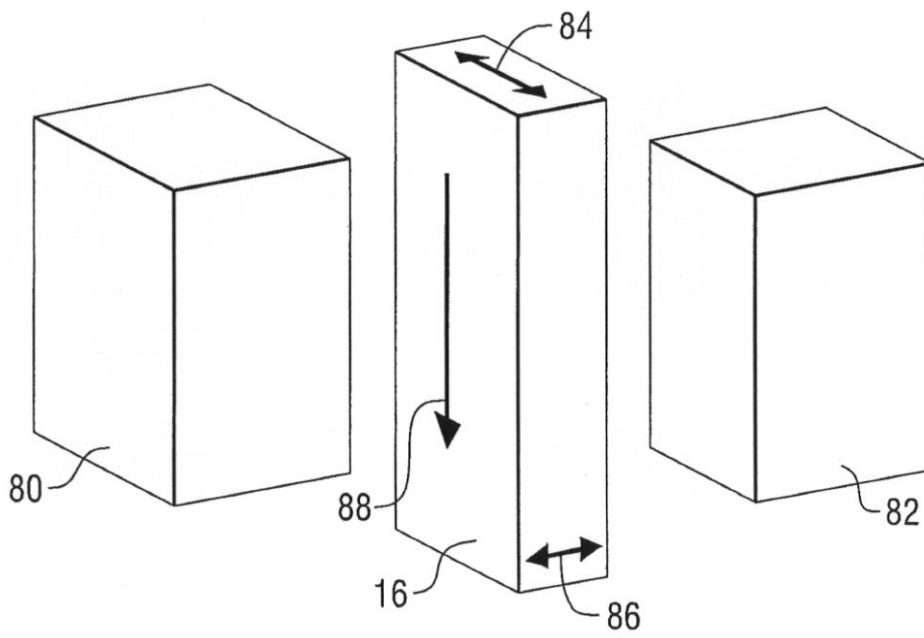
【図 7】

**FIG. 7**

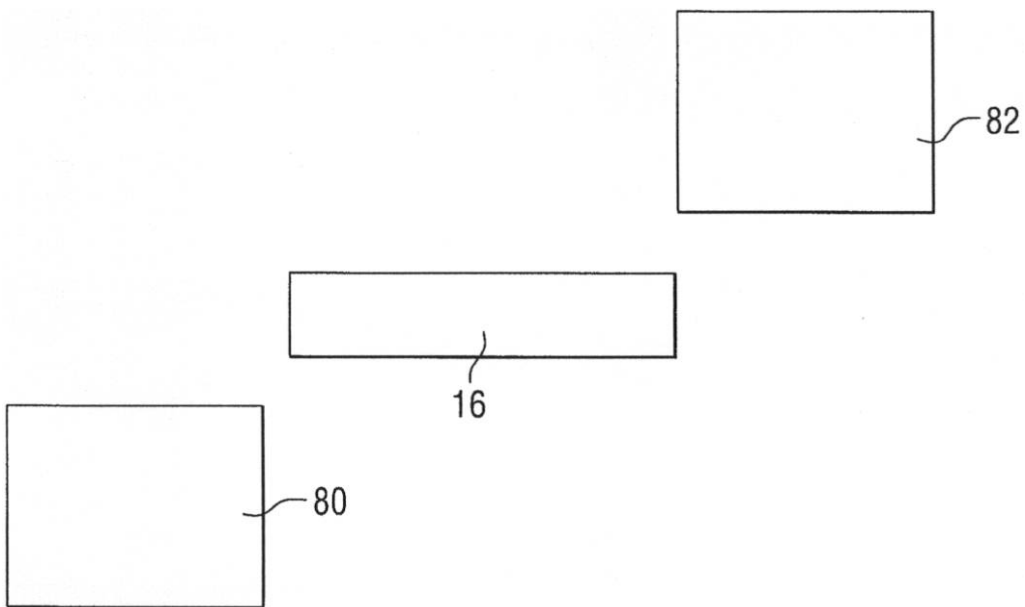
【図 8】

**FIG. 8**

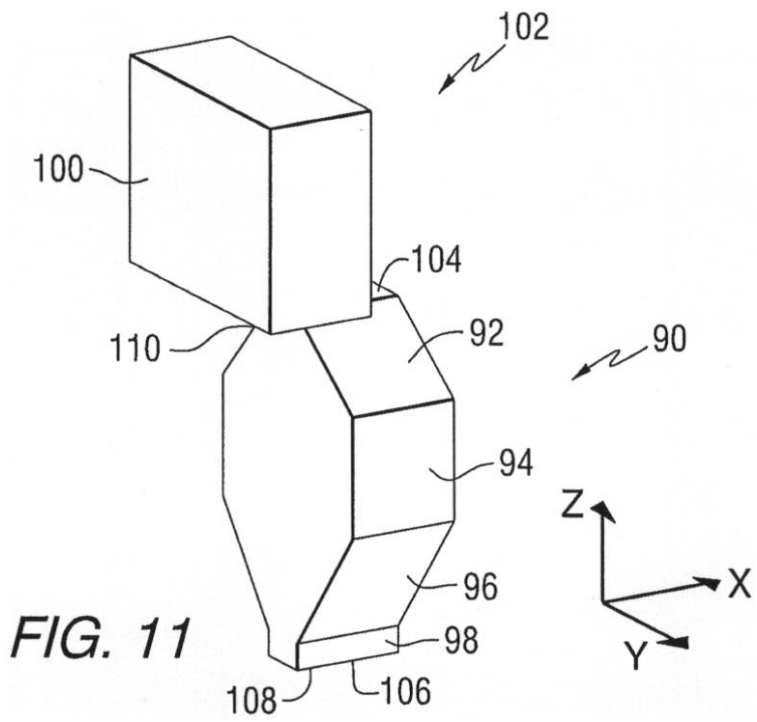
【図 9】

**FIG. 9**

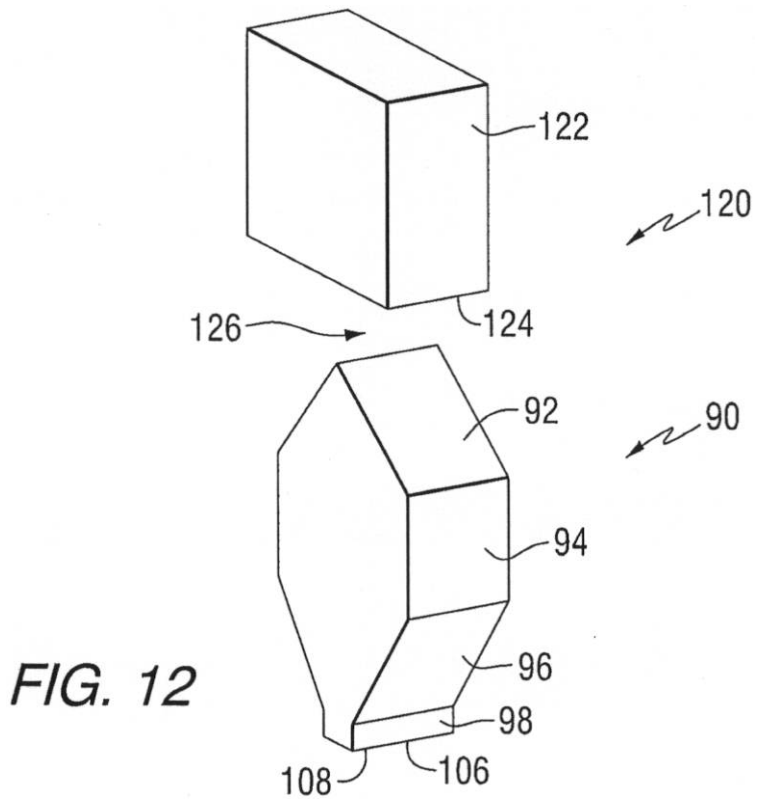
【図 10】

**FIG. 10**

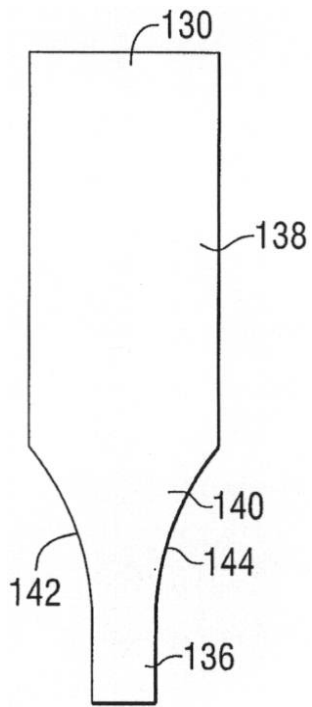
【図 11】



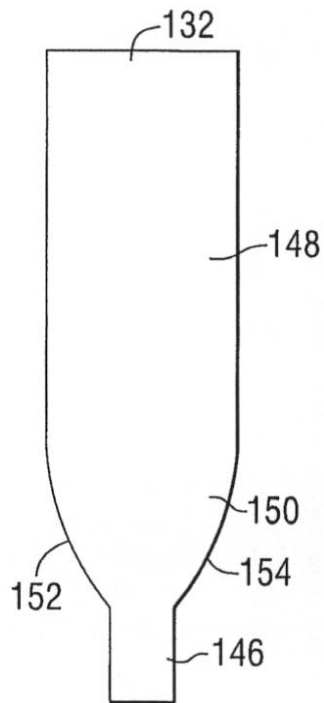
【図 12】



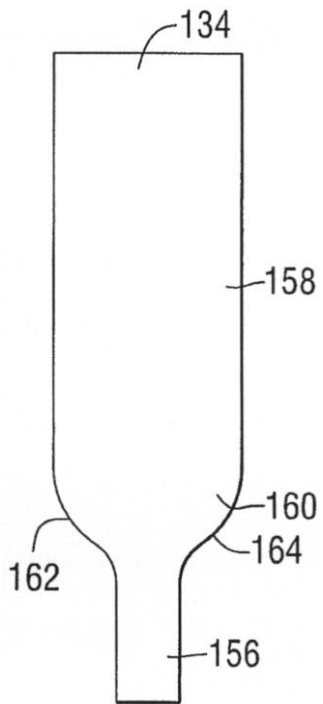
【図 13】

**FIG. 13**

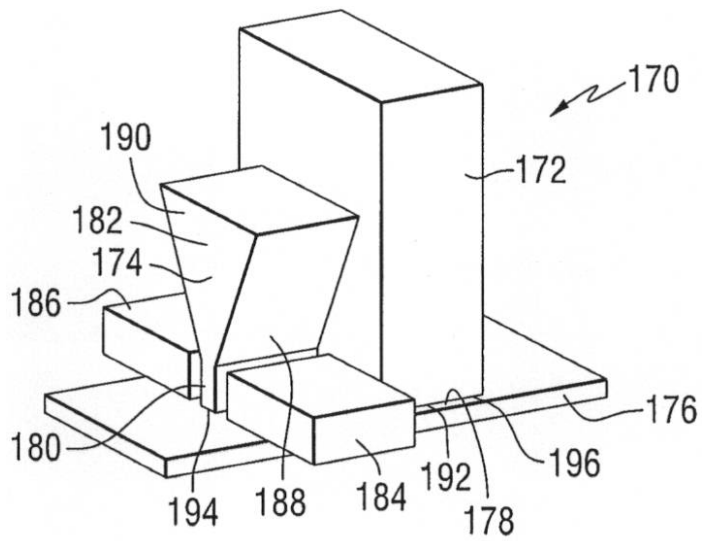
【図 14】

**FIG. 14**

【図 15】

**FIG. 15**

【図 16】

**FIG. 16**

【図 17】

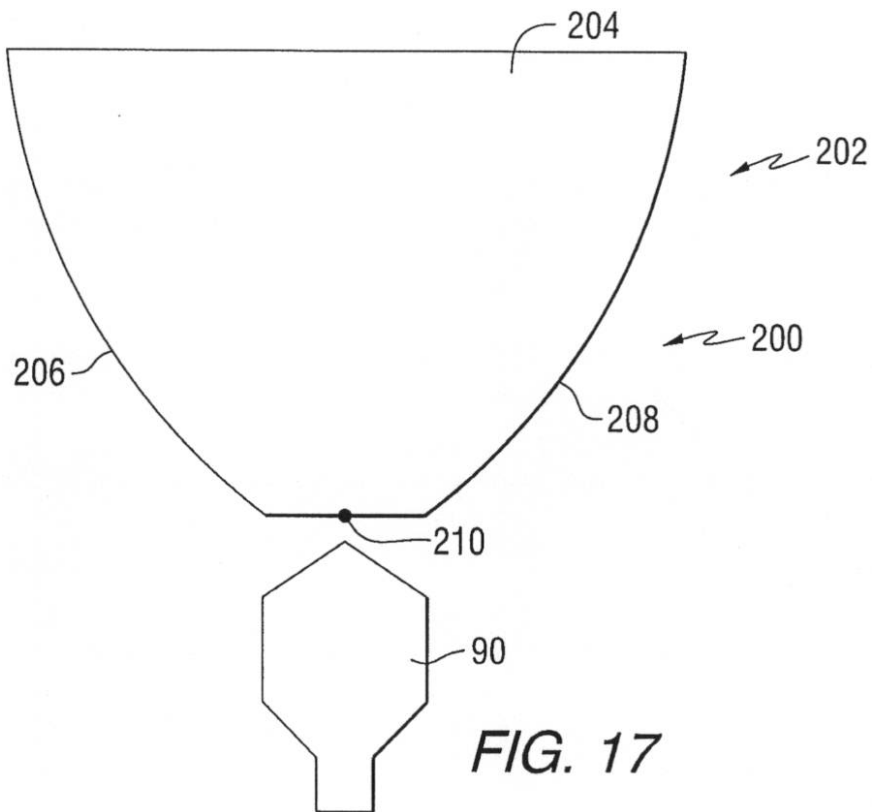


FIG. 17

【図 18】

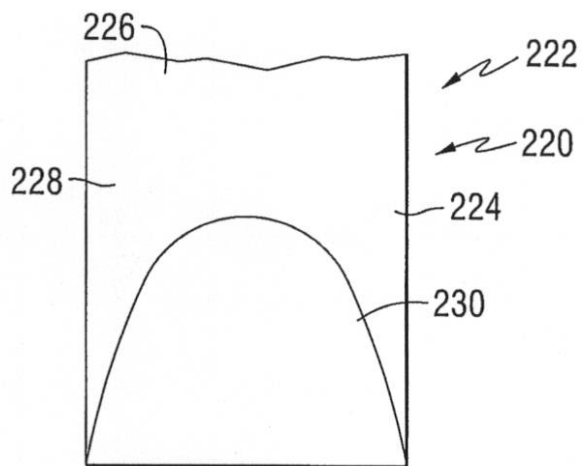
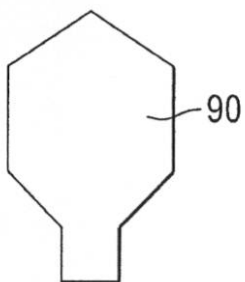
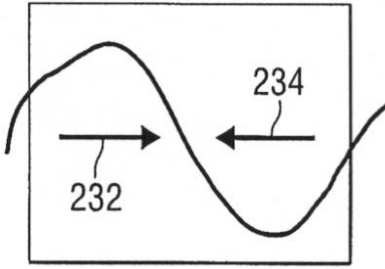


FIG. 18



【 図 19 】

*FIG. 19*

【図 20】

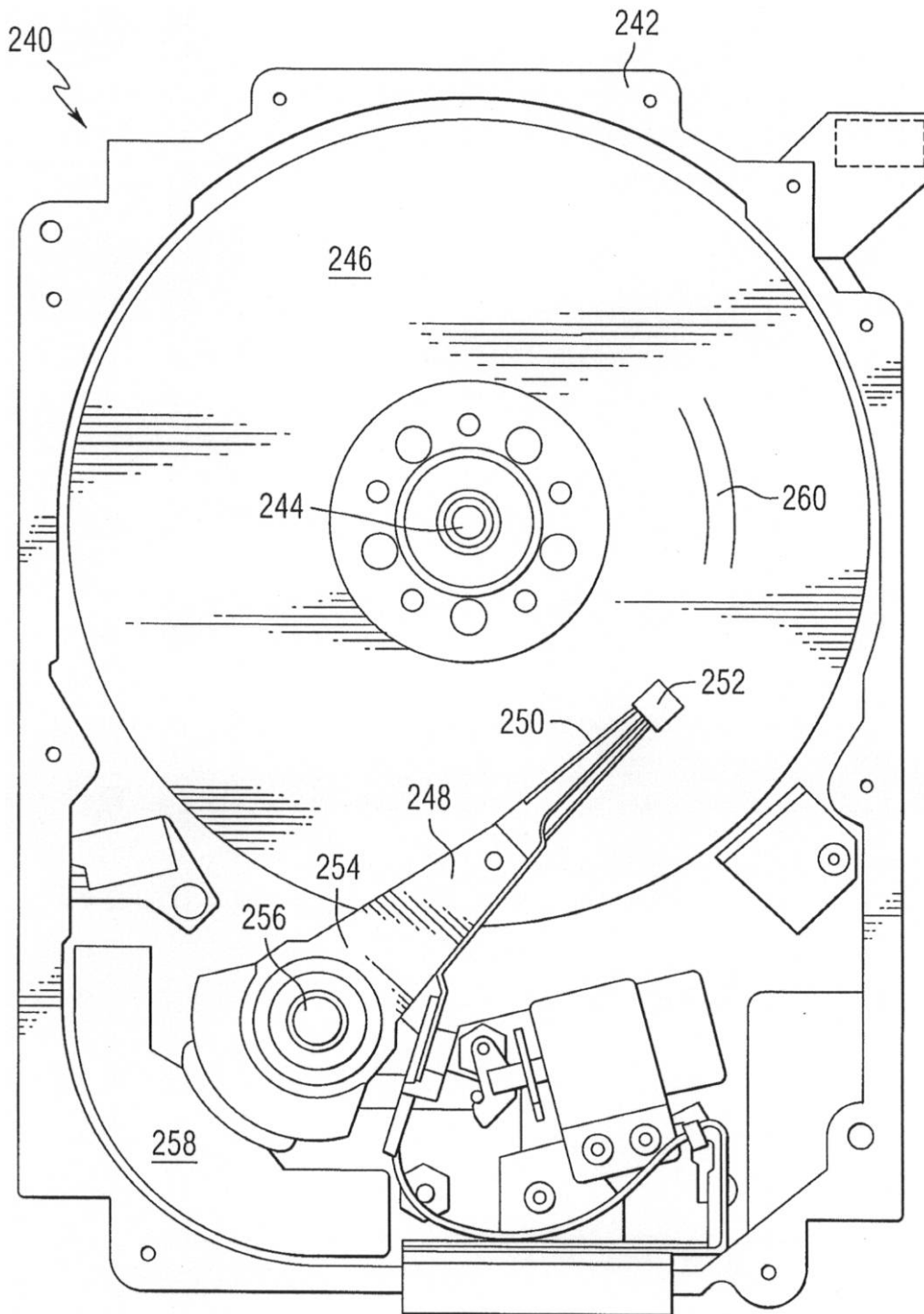


FIG. 20

フロントページの続き

(72)発明者 アミット・イタギ

アメリカ合衆国、 5 5 3 4 4 ミネソタ州、エデン・プレーリー、ブキャナン・コート、 1 5 2 2
4

(72)発明者 ソウ・ジエ

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、ハーオールソン・ドライブ、 1
7 7 6 4

F ターム(参考) 2H147 AA04 AB04 AC12

5D033 AA05 BB51 CA00

5D091 AA10 CC12 CC30