

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第4区分

【発行日】平成26年10月16日(2014.10.16)

【公開番号】特開2011-248993(P2011-248993A)

【公開日】平成23年12月8日(2011.12.8)

【年通号数】公開・登録公報2011-049

【出願番号】特願2011-120968(P2011-120968)

【国際特許分類】

G 11 B 5/31 (2006.01)

G 11 B 5/02 (2006.01)

【F I】

G 11 B 5/31 D

G 11 B 5/02 S

G 11 B 5/31 Z

【手続補正書】

【提出日】平成26年9月2日(2014.9.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

A B Sに露出した第1の面と、この第1の面とZ軸方向において離間して平行をなす第2の面とを有するスライダと、

前記スライダにおける第1の面と第2の面との間に設けられ、A B Sに露出した一端面を含む垂直磁気ポール(P M P)と、

前記スライダの第2の面に配置され、Z軸方向へTEモードのレーザビームを射出するTEモードで動作するレーザダイオード(L D)と、

前記スライダの第2の面から第1の面へ向けてZ軸方向へ延在し、前記TEモードのレーザビームとの最適な結合がなされるように配置されたTEモードで動作する光導波路(W G)と、

Z軸方向と直交するY軸方向において前記P M Pと前記W Gとの間に設けられ、Z軸方向へ延在し、前記P M Pと対向するP M P対向面と、前記W Gと対向するW G対向面とを含むセルフフォーカシングプラスモンジェネレータ(S G P G)と

を備え、

前記S G P Gは、Y軸方向およびZ軸方向の双方と直交するX軸方向において誘電体ギヤップを介して対向配置された一対の金属部分をそれぞれ含み、前記レーザダイオードの側からA B Sへ向けて順に配置されると共に互いに結合した第1から第3の領域部分に区分され、

前記一対の金属部分のX軸方向の相互間隔は、前記W G対向面から前記P M P対向面へ向かうほど小さくなると共に、Z軸方向に沿ってA B Sへ近づくほど小さくなり、

前記W Gを前記TEモードで伝播する光学的放射が前記S G P Gと結合し、前記P M Pから0.1 μm以内の位置に50 nmの幅で集束されたプラズモン放射としてA B Sに現れ、

前記第1から第3の領域部分は、それぞれ少なくとも2つの内面を有し、

前記W Gは、Y軸方向において前記S G P Gと重なり合うように、前記S G P Gから0.1 μm以内の位置に離間して、かつ、その端縁がA B Sに露出し、もしくはA B Sから

1 μm 以下の位置となるように設けられ、

光学的放射のエッジ結合が前記 S G P G と前記 W Gとの間で生じている

熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項 2】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、前記ABSへ近づくほど互いの距離が近づくように設けられた第2の側面をそれぞれ有し、

前記第2の側面の間隔は、前記第1の領域部分との接続部分において0.1μm以上1.0μm以下であると共に前記第3の領域部分との接続部分において0.01μm以上0.1μm以下であり、

前記第2の領域部分におけるZ軸方向の長さは0.1μm以上2.0μm以下であり、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項1記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項 3】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有し、ギャッププラズモン共振器として機能し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項1記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項 4】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項1記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項 5】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は第2の側面をそれぞれ有すると共に第1および第2の部分に区分され、前記第1の部分における前記第2の側面は前記第1の領域部分における前記第1の側面と連続し、前記第2の部分における前記第2の側面は放物線状の輪郭を有し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において2.0μm以下の長さに亘

って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項1記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項6】

磁気記録媒体への熱アシスト垂直磁気記録方法であって、

ABSに露出した第1の面と、この第1の面とZ軸方向において離間して平行をなす第2の面とを有するスライダを用意することと、

前記第1の面と第2の面との間に、ABSに露出した一端面を含む垂直磁気ポール(PMP)を設けることと、

前記スライダの第2の面に、Z軸方向へTEモードのレーザビームを射出するTEモードで動作するレーザダイオード(LD)を配置することと、

前記スライダの第2の面から第1の面へ向けてZ軸方向へ延在し、前記TEモードのレーザビームとの最適な結合がなされるように光導波路(WG)を配置することと、Z軸方向と直交するY軸方向において前記PMPと前記WGとの間に、Z軸方向へ延在し、前記PMPと対向するPMP対向面と、前記WGと対向するWG対向面とを含むセルフフォーカシングプラズモンジェネレータ(SGPG)を設けることと

を含み、

前記SGPGを、Y軸方向およびZ軸方向の双方と直交するX軸方向において誘電体ギャップを介して対向配置された一対の金属部分を含み、前記レーザダイオードの側からABSへ向けて順に区分されて互いに結合した、それぞれ少なくとも2つの内面を有する第1から第3の領域部分を含むようにし、

前記一対の金属部分を、そのX軸方向の相互間隔が前記WG対向面から前記PMP対向面へ向かうほど小さくなると共にZ軸方向に沿ってABSへ近づくほど小さくなるように形成し、前記WGを前記TEモードで伝播する光学的放射が前記SGPGと結合し、前記PMPから0.1μm以内の位置に50nmの幅で集束されたプラズモン放射としてABSに現れるようにし、

前記WGを、Y軸方向において前記SGPGと重なり合うように、前記SGPGから0.1μm以内の位置に離間して、かつ、その端縁がABSに露出し、もしくはABSから1μm以下の位置となるように設け、

光学的放射のエッジ結合を前記SGPGと前記WGとの間で生じさせる  
熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項7】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するように形成し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、前記ABSへ近づくほど互いの距離が近づくように設けられた第2の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の側面の間隔を、前記第1の領域部分との接続部分において0.1μm以上1.0μm以下であると共に前記第3の領域部分との接続部分において0.01μm以上0.1μm以下とし、

前記第2の領域部分におけるZ軸方向の長さを0.1μm以上2.0μm以下とし、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第3の側面をそれぞれ有すると共に一端がABSに露出するように形成する

請求項6記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項8】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.2μm以

上  $1.6 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以上  $2.0 \mu m$  以下の長さに亘って互いに平行に延在する第 2 の側面をそれぞれ有するようにし、ギャッププラスモン共振器として機能させ、

前記第 3 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.01 \mu m$  以上  $0.1 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以下の長さに亘って延在する第 3 の側面をそれぞれ有すると共に一端が ABS に露出するように形成する  
請求項 6 記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項 9】

前記第 1 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.2 \mu m$  以上  $1.6 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以上  $2.0 \mu m$  以下の長さに亘って互いに平行に延在する第 1 の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第 2 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以上  $1.0 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.05 \mu m$  以上  $2.0 \mu m$  以下の長さに亘って互いに平行に延在する第 2 の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第 3 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.01 \mu m$  以上  $0.1 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.2 \mu m$  以下の長さに亘って延在する第 3 の側面をそれぞれ有すると共に一端が ABS に露出するように形成する  
請求項 6 記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項 10】

前記第 1 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以上  $1.0 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.1 \mu m$  以上  $2.0 \mu m$  以下の長さに亘って互いに平行に延在する第 1 の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第 2 の領域部分において、前記一対の金属部分を、第 2 の側面をそれぞれ有するようになると共に第 1 および第 2 の部分に区分し、前記第 1 の部分における前記第 2 の側面を前記第 1 の領域部分における前記第 1 の側面と連続させ、前記第 2 の部分における前記第 2 の側面を放物線状の輪郭を有するようにし、

前記第 3 の領域部分において、前記一対の金属部分を、 $X$  軸方向において  $0.01 \mu m$  以上  $0.1 \mu m$  以下の間隔で対向すると共に  $Z$  軸方向において  $0.2 \mu m$  以下の長さに亘って延在する第 3 の側面をそれぞれ有すると共に一端が ABS に露出するように形成する  
請求項 6 記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項 11】

ABS に露出した第 1 の面と、この第 1 の面と  $Z$  軸方向において離間して平行をなす第 2 の面とを有するスライダと、

前記スライダにおける第 1 の面と第 2 の面との間に設けられ、ABS に露出した一端面を含む垂直磁気ポール (PMP) と、

前記スライダの第 2 の面に配置され、 $Z$  軸方向へ TE モードのレーザビームを射出する TE モードで動作するレーザダイオード (LD) と、

前記スライダの第 2 の面から第 1 の面へ向けて  $Z$  軸方向へ延在し、前記 TE モードのレーザビームとの最適な結合がなされるように配置された TE モードで動作する光導波路 (WG) と、

$Z$  軸方向と直交する  $Y$  軸方向において前記 PMP と前記 WG との間に設けられ、 $Z$  軸方向へ延在し、前記 PMP と対向する PMP 対向面と、前記 WG と対向する WG 対向面とを含むセルフフォーカシングプラスモンジェネレータ (SGPG) と

を備え、

前記 SGPG は、 $Y$  軸方向および  $Z$  軸方向の双方と直交する  $X$  軸方向において誘電体ギャップを介して対向配置された一対の金属部分をそれぞれ含み、前記レーザダイオードの側から ABS へ向けて順に配置されると共に互いに結合した第 1 から第 3 の領域部分に区分され、

前記一対の金属部分の  $X$  軸方向の相互間隔は、前記 WG 対向面から前記 PMP 対向面へ向かうほど小さくなると共に、 $Z$  軸方向に沿って ABS へ近づくほど小さくなり、

前記WGを前記TEモードで伝播する光学的放射が前記SGPGと結合し、前記PMPから0.1μm以内の位置に50nmの幅で集束されたプラズモン放射としてABSに現れ、

前記第1から第3の領域部分は、それぞれ少なくとも2つの内面を有し、

前記SGPGは、前記WGの直下に0.2μm以内の位置に設けられており、前記SGPGと前記WGとの間に直接的な放射結合が生じている

熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項12】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、前記ABSへ近づくほど互いの距離が近づくように設けられた第2の側面をそれぞれ有し、

前記第2の側面の間隔は、前記第1の領域部分との接続部分において0.1μm以上1.0μm以下であると共に前記第3の領域部分との接続部分において0.01μm以上0.1μm以下であり、

前記第2の領域部分におけるZ軸方向の長さは0.1μm以上2.0μm以下であり、前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項11記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項13】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有し、ギャッププラズモン共振器として機能し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項11記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項14】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項11記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項15】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分は第2の側面をそれぞれ有すると共に第1および第2の部分に区分され、前記第1の部分における前記第2の側面は前記第1

の領域部分における前記第1の側面と連続し、前記第2の部分における前記第2の側面は放物線状の輪郭を有し、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分は、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有し、一端がABSに露出している

請求項1\_1記載の熱アシスト垂直磁気記録装置。

#### 【請求項1\_6】

磁気記録媒体への熱アシスト垂直磁気記録方法であって、  
ABSに露出した第1の面と、この第1の面とZ軸方向において離間して平行をなす第2の面とを有するスライダを用意することと、

前記第1の面と第2の面との間に、ABSに露出した一端面を含む垂直磁気ポール(PMP)を設けることと、

前記スライダの第2の面に、Z軸方向へTEモードのレーザビームを射出するTEモードで動作するレーザダイオード(LD)を配置することと、

前記スライダの第2の面から第1の面へ向けてZ軸方向へ延在し、前記TEモードのレーザビームとの最適な結合がなされるように光導波路(WG)を配置することと、

Z軸方向と直交するY軸方向において前記PMPと前記WGとの間に、Z軸方向へ延在し、前記PMPと対向するPMP対向面と、前記WGと対向するWG対向面とを含むセルフフォーカシングプラスモンジェネレータ(SGPG)を設けることと

を含み、

前記SGPGを、Y軸方向およびZ軸方向の双方と直交するX軸方向において誘電体ギャップを介して対向配置された一対の金属部分を含み、前記レーザダイオードの側からABSへ向けて順に区分されて互いに結合した、それぞれ少なくとも2つの内面を有する第1から第3の領域部分を含むようにし、

前記一対の金属部分を、そのX軸方向の相互間隔が前記WG対向面から前記PMP対向面へ向かうほど小さくなると共にZ軸方向に沿ってABSへ近づくほど小さくなるように形成し、前記WGを前記TEモードで伝播する光学的放射が前記SGPGと結合し、前記PMPから0.1μm以内の位置に50nmの幅で集束されたプラスモン放射としてABSに現れるようにし、

前記SGPGを、前記WGの直下に0.2μm以内の位置に設け、前記SGPGと前記WGとの間に直接的な放射結合を生じさせる

熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項1\_7】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するように形成し、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、前記ABSへ近づくほど互いの距離が近づくように設けられた第2の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の側面の間隔を、前記第1の領域部分との接続部分において0.1μm以上1.0μm以下であると共に前記第3の領域部分との接続部分において0.01μm以上0.1μm以下とし、

前記第2の領域部分におけるZ軸方向の長さを0.05μm以上2.0μm以下とし、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第3の側面をそれぞれ有すると共に一端がABSに露出するように形成する

請求項1\_6記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

#### 【請求項1\_8】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm

以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有するようにし、ギャッププラズモン共振器として機能させ、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有すると共に一端がABSに露出するように形成する

請求項1\_6記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

【請求項19】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.2μm以上1.6μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.05μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第2の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有すると共に一端がABSに露出するように形成する

請求項1\_6記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。

【請求項20】

前記第1の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.1μm以上1.0μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.1μm以上2.0μm以下の長さに亘って互いに平行に延在する第1の側面をそれぞれ有するようにし、

前記第2の領域部分において、前記一対の金属部分を、第2の側面をそれぞれ有するようになると共に第1および第2の部分に区分し、前記第1の部分における前記第2の側面を前記第1の領域部分における前記第1の側面と連続させ、前記第2の部分における前記第2の側面を放物線状の輪郭を有するようにし、

前記第3の領域部分において、前記一対の金属部分を、X軸方向において0.01μm以上0.1μm以下の間隔で対向すると共にZ軸方向において0.2μm以下の長さに亘って延在する第3の側面をそれぞれ有すると共に一端がABSに露出するように形成する

請求項1\_6記載の熱アシスト垂直磁気記録方法。