

(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2004-47079

(P2004-47079A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/39

B 2 4 B 37/04

F I

G 1 1 B 5/39

B 2 4 B 37/04

テーマコード (参考)

3 C 0 5 8

5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-196456 (P2003-196456)  
 (22) 出願日 平成15年7月14日 (2003.7.14)  
 (31) 優先権主張番号 10/194535  
 (32) 優先日 平成14年7月12日 (2002.7.12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 501416070  
 エスエーイー マグネティクス (エイチ.  
 ケー.) リミティド  
 香港, ニュー テリトリーズ, クワイ チ  
 ユン, クワイ フン クレセント 38-  
 42, エスエーイー タワー  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100092624  
 弁理士 鶴田 準一  
 (74) 代理人 100102819  
 弁理士 島田 哲郎  
 (74) 代理人 100108383  
 弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗ヘッド用のラッピングガイドおよび磁気抵抗読取ヘッドの製造方法

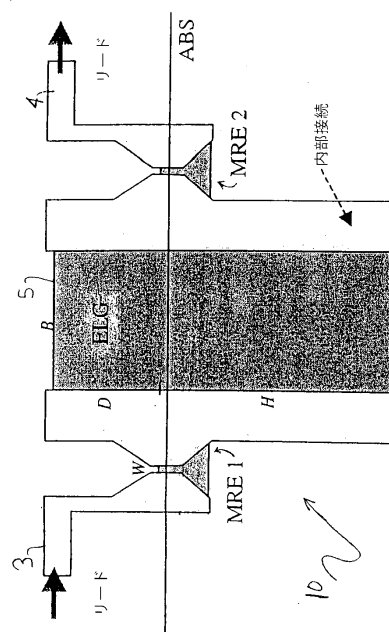
## (57) 【要約】

【課題】 MRヘッドの製造におけるラッピングガイドを改善する。

【解決手段】 少なくとも一つの読取ヘッドMRE 1、2と電子ラッピングガイドELG 5とを有する統合ラッピングガイドILG 10であって、一実施形態において、ELG 5が読取ヘッドMRE 1、2の高さからオフセットしており、MRE 1、2とELG 5との間の抵抗をラッピング処理中に測定できる。ラッピング処理の初期段階中、ELG 5はILG抵抗の変化を支配し、磁気抵抗MRヘッドの列の傾きと曲がりるを可能にする長い範囲のストライプの高さ制御を提供する。ラッピング処理の最終段階中、MRE 1、2は、ILG抵抗の変化を支配し、短い範囲の均一な読取ヘッド抵抗制御を提供する。この実施形態において、長い範囲のストライプ高さ制御と短い範囲の均一な読取ヘッド抵抗制御との間の移り変わりは円滑であり、読取ヘッド製造処理に著しい利益をもたらす。

【選択図】 図1

図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 リードと、  
第 2 リードと、  
前記第 1 リードに結合した第 1 読取ヘッドと、  
前記第 1 読取ヘッドに結合した第 1 内部接続部と、  
前記第 1 内部接続部と前記第 2 リードとの間に結合した電子ラッピングガイドと、  
を備えたことを特徴とする磁気抵抗ヘッド用のラッピングガイド。

## 【請求項 2】

前記第 1 読取ヘッドが、磁気抵抗ヘッド構成内の読取ヘッドと同一のものである、  
請求項 1 に記載のラッピングガイド。

10

## 【請求項 3】

前記電子ラッピングガイドと前記第 2 リードとの間に結合した第 2 内部接続部と、  
前記第 2 内部接続部と前記第 2 リードとの間に結合した第 2 読取ヘッドと、  
を備えた、請求項 2 に記載のラッピングガイド。

## 【請求項 4】

前記第 2 読取ヘッドが、前記第 1 読取ヘッドと同一のものである、  
請求項 3 に記載のラッピングガイド。

## 【請求項 5】

前記電子ラッピングガイドが、四角形の形状を有し、前記第 1 読取ヘッドから所定量 D だけオフセットしている、  
請求項 1 に記載のラッピングガイド。

20

## 【請求項 6】

前記所定量 D が、5  $\mu$ m である、  
請求項 5 に記載のラッピングガイド。

## 【請求項 7】

基板内に第 1 リードと第 2 リードとを形成するステップと、前記第 1 リードに結合する前記基板内に第 1 読取ヘッドを形成するステップと、  
前記第 1 読取ヘッドに結合した前記基板内に第 1 内部接続部を形成するステップと、  
前記第 1 内部接続部と前記第 2 リードとの間の前記基板内に電子ラッピングガイドを形成するステップと、  
を備えたことを特徴とする、統合ラッピングガイドを提供する磁気抵抗読取ヘッドの製造方法。

30

## 【請求項 8】

前記第 1 リードと前記第 2 リードとの間における抵抗を測定する間に、前記第 1 読取ヘッドに要求されるストライプ高さに到達するまで、前記統合ラッピングガイドをラッピングする、  
請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 読取ヘッドが、磁気抵抗ヘッド構成内の読取ヘッドと同一のものである、  
請求項 8 に記載の方法。

40

## 【請求項 10】

前記電子ラッピングガイドと前記第 2 リードとの間に結合した第 2 内部接続部を形成するステップと、  
前記第 2 内部接続部と前記第 2 リードとの間に結合した第 2 読取ヘッドを形成するステップと、  
を備えた、前記統合ラッピングガイドを形成する、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記第 2 読取ヘッドが、前記第 1 読取ヘッドと同一のものである、  
請求項 10 に記載の方法。

50

**【請求項 1 2】**

前記電子ラッピングガイドと前記第 2 リードとの間に結合した第 2 内部接続部を形成するステップと、  
前記第 2 内部接続部と前記第 2 リードとの間に結合した第 2 読取ヘッドを形成するステップと、  
を備えた、前記統合ラッピングガイドを形成する、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記第 2 読取ヘッドが、前記第 1 読取ヘッドと同一のものである、  
請求項 1 2 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

前記電子ラッピングガイドが、四角形の形状を有し、前記第 1 読取ヘッドから所定量 D だけオフセットしている、  
請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

前記所定量 D が、5  $\mu$ m である、  
請求項 1 2 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明はディスクドライブ等に使用するスライダ構成要素の製造に関し、より詳しくは、磁気抵抗構造物の製造を援助するラッピングガイドに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

ハードディスクドライブは、基本的に、磁気的読取書込素子によりアクセスできる回転可能なディスクからなる共通情報記憶装置である。これらのデータ置換素子は、変換器として一般に知られており、典型的に、読取または書込動作が実行可能なようにディスク上に形成され分離したデータトラックの上方に接近した位置に保持されたスライダ（滑動部）により支えられ、かつそのスライダ内部に埋め込まれている。前記変換器をディスク表面に対して適切に位置づけるためにスライダ上に形成された耐空表面（ABS）は、ディスクデータトラック上のスライダや変換器を「浮かす」（fly する）ために十分なリフト力を与える空気流体の流れを受けることになる。磁気ディスクの高速回転は、ディスクの接線速度に実質的に平行な方向にその表面に沿って空気流または風の流れを発生する。この空気流は、スライダの ABS と協働し、スライダを急回転するディスク上に浮かすことを可能にする。實際上、宙吊りにされたスライダは、この自己作動空気ベアリングを介して物理的にディスク表面から分離される。スライダの ABS は、一般的に回転ディスクに面するスライダの表面上に構成され、種々の条件下でディスク上で浮かす能力に影響を及ぼす。

**【0003】**

多くの現在のディスクドライブは、1 つまたは 2 つ以上の磁気抵抗（MR）読取書込ヘッドを有する。

このようなヘッドは、磁気抵抗層のパターニングを介して製造される MR センサ素子を有する。このような MR 読取書込ヘッドの製造に関する記述は、米国特許第 6, 230, 389 号に開示されている。これらの層の寸法が短くなるにつれて、このようなヘッドの最終動作特性を制御することがより難しくなっている。

**【0004】**

MR 読取ヘッドは、巨大な磁気抵抗（GMR）ヘッドを有し、正確に制御されなければならない「ストライプ高さ」と抵抗とを有する少なくとも一つの薄膜センサを有する。伝統的に、正確なセンサのストライプ（しま）の高さは、ラッピング処理を介して達成される。ウェハの処理中、複数の MR ヘッドと複数のストライプ高さセンサは、直交グリッドパターン内に挿入されて配置される。ストライプ高さセンサの寸法は、通常 MR センサの寸

10

20

30

40

50

法よりずっと大きいので、ストライプ高さセンサはその寸法を正確に形成できる。

【0005】

仕上がったウェハは、複数の列に切られる。各列は、複数のMRヘッドと複数の電子ラッピングガイド(ELG)を有する。列の表面は、次いでMRヘッドストライプ高さを減少するため包まれる。ストライプ高さセンサの抵抗を測定することにより、そのストライプ高さは正確に計算できる。それゆえ、ストライプ高さセンサは、しばしば抵抗ラッピングガイド(RLG)またはELGと呼ばれる。ラッピング中、ELGストライプ高さは、しばしば監視され、それゆえ列の傾きと曲がり、適切な力またはモーメントを列に加えることにより修正できる。ELGストライプ高さとMR読取ヘッドストライプ高さとの間の差(オフセット)が一定であるならば、MR読取ヘッドストライプ高さはELGストライプ高さの制御を介して制御できる。しかしながら、狭い読取ヘッドと広いELGとの間のオフセットは、正確に知られておらず、かつ均一でもない。それゆえ、読取ヘッドストライプ高さにおける精度は結果的に満足するまでに至らない。

10

【0006】

さらに、均一なストライプ高さは、不十分であるばかりでない。磁気記録装置において、電子回路は、特有の読取ヘッド抵抗のために設計されている。読取ヘッドの幅およびウェハを横切る膜の抵抗における変化により、均一なストライプ高さは、均一な読取ヘッド抵抗を含まない。このように、ストライプ高さの代わりに読取ヘッド抵抗を制御することが強く望まれている。

【0007】

20

【発明が解決しようとする課題】

それゆえ、本発明は、MRヘッドの製造におけるラッピングガイドを提供する方法と装置を改善することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の第一形態による磁気抵抗製造のための二目的ラッピングガイドは、少なくとも一つの読取ヘッドと一つの四角形の電子ラッピングガイド(ELG)とが直列に結合された統合ラッピングガイド(ILG)を備える。二つの外部リードがこれらの構成要素を横切る抵抗を測定するために設けられている。一実施形態において、ラッピングガイドの読取ヘッドは、実際の読取ヘッド(すなわち、最終製品に含まれるもの)と構成が同一である。ELGの幅は、ストライプ高さ測定における十分な範囲を設けるよう選択される。読取ヘッドとELGとの間の大きなストライプ高さオフセットは、読取ヘッド抵抗が所望の目標値に近づくとき、読取ヘッド抵抗がELG抵抗より優る(大きくなる)ように選択される。

30

【0009】

ILG抵抗は、おおよそ読取ヘッドとELGの抵抗の合計である。内部接続の抵抗は、無視可能である。読取ヘッドストライプ高さが大きいとき、ILG抵抗はELG抵抗より大きい。ストライプ高さは、読取ヘッドをELGのリードとして扱うことにより、単純かつ正確に計算できる。ELGは有効なストライプ高さセンサとして動作する。

【0010】

40

読取ヘッドストライプ高さが小さいとき、ILG抵抗は読取ヘッドの抵抗により支配される(すなわち、ILG抵抗は読取ヘッドの抵抗より小さい)。ELGと読取ヘッドとの間の大きなストライプ高さオフセットのため、ELG抵抗は、ストライプ高さに対し無感覚である。読取ヘッド抵抗は、ILG抵抗からELG抵抗を減算することにより見積もることができる。ELGの寸法が、読取ヘッドの目標ストライプ高さと比べて非常に大きいので、ELG抵抗は正確に見積もることができる。

【0011】

ILGは、大きなストライプ高さでストライプ高さセンサとして、小さなストライプ高さで抵抗センサとして、扱うことができる。ILGが抵抗センサとして扱われるとき、抵抗は概算により擬似ストライプ高さに変換されるべきである。本発明の一実施形態により設

50

けられる適切な方法は、上記二つの処理間で円滑な置換を保証する。次いで、ELGストライプ高さと読取ヘッド擬似ストライプ高さとの重み付け平均が得られる。

#### 【0012】

本発明の一実施形態による方法は、上記の構成を最善に使用する。概算する代わりに、ILGはストライプ高さの二つの端部にそれぞれ別個のセンサを備え、ILGは、ストライプ高さ全範囲に及んで単一のモデルにより概算される。単一の公式が、ELGストライプ高さがより大きいとき、ELGストライプ高さを近似し、読取ヘッド擬似高さがより小さいとき、読取ヘッド擬似高さを近似する、擬似ストライプ高さを発生するために得られる。

この方法は、簡単かつ強くて丈夫である。

10

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

添付図面を参照しつつ本発明の実施の形態を以下に詳細に説明する。

図1は本発明の一実施形態により構成された統合ラッピングガイドILGの平面図である。本発明の電子ラッピングガイド(ELG)は、膜抵抗、読取幅および列を横切るストライプ高さオフセットに関するプロフィールが既知であれば、読取ヘッド抵抗制御に使用できる。しかしながら、最後の二つのパラメータは、測定が困難である。代替として、読取ヘッドはラッピングガイドとして使用できる。正確な読取幅が既知でないと、実際のストライプ高さは正確に知ることができない。しかしながら、ノミナルな(公称上の)読取幅、擬似ストライプ高さは、計算可能である。擬似ストライプ高さは、実際のストライプ高さとともに円滑かつ単調に増加する。さらに、擬似ストライプ高さがそのノミナル目標値に到達したとき、所望の読取ヘッド抵抗が達成される。それゆえ、この点で、実際の読取ヘッドをラッピングガイドとして使用することには利点がある。

20

#### 【0014】

一つの大きな困難は、読取ヘッドの幅が比較的狭いことであり、ラッピング制御に十分な広がりをもたないことである。例えば、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ の幅広の読取ヘッドの有効範囲は、 $0.30\text{ }\mu\text{m}$ のストライプ高さより大きくない。しかしながら、MRヘッドの列の傾きと曲がり方を修正するため、約 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲が、当業者に公知の標準のラッピングマシンに必要である。本発明の一実施形態によれば、長い範囲のELGと短い範囲の読取ヘッドが、ラッピング制御のため設けられる。ラッピングオペレーション(作業)の最後近くに、短い範囲の読取ヘッドが制御用に信頼される。従来技術においては、ELGおよび読取ヘッドは、それぞれ二つのリードを有し、個別のラッピングガイドとして扱われている。このように、他のウェハの領域が複製ラッピングガイドを収容するために必要とされる。また、他の配線および電子回路が二つの独立したラッピングガイドにアクセスし処理するために必要とされる。

30

#### 【0015】

図1を参照すると、図全体にILG10の実施形態が示されている。ILG10は、第1読取ヘッド(MRE1)および第2読取ヘッド(MRE2)を含む。この実施形態において、読取ヘッド(MRE)1、2は、同一のものである。第1リード3および第2リード4が、MRE1、ELG5、MRE2を介して電流が流れるように設けられている。ELG5およびMRE1、2のストライプ高さは、読取ヘッドセンサストライプの頂上からラップされる体積へ測定される。 $10\text{ }\mu\text{m}$ ELGストライプ高さにおける十分な解像度を与えるため、ELGの幅Bは、この実施形態では、約 $10\text{ }\mu\text{m}$ となるように選択される。ELG抵抗が読取ヘッド抵抗と比べて小さいことを保証するため、二つの設計的特徴が、この実施形態では、一体化されている。第一に、十分高い読取ヘッド抵抗を与えるため、二つの読取ヘッドがELGと直列に接続されている。第二に、十分に低いELG抵抗を与えるため、読取ヘッドとELGとの間のストライプ高さオフセットDが、最終読取高さのストライプ高さ(例えば、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ )よりずっと大きい、 $5\text{ }\mu\text{m}$ となるように選択される。

40

#### 【0016】

50

読取ヘッドとELGとの間の内部接続と、ILGリードとは、同一材料を含み、実際の読取ヘッド内のリードと同一マスクを用いて、同時に堆積される。実際の読取ヘッドに関しては、ILGリードの幅および内部接続は、小型化のため、導電性の汚点により引起される電気短絡回路の弱点を最も小さくするため、最小化される。現在、この幅は5 μmより小さく作ることができる。

【0017】

ILGリードは、実際の読取ヘッドのリードとほぼ同様にウェハの堆積表面頂上の接合パッドへ穴を経由したルートが決められる。

【0018】

図2は本発明の一実施形態による図1に示す統合ラッピングガイドILGに対する数学的モデルを示す図である。ILGは、理想的な導電体により直列接続される2つの抵抗性四角形としてモデル化される。図2を参照すると、図1に示すILGに対する数学的モデルが示されている。第1および第2リードは、それぞれブロック11、13で示されている。ELG5を「挟む」内部接続は、ブロック17で示されている。上述したように、これらのブロックの抵抗は、この数学的モデルにおいて無視できる。図1に示す二つのリードヘッド1、2は、ブロック12で示され、ELGはブロック15で示されている。この実施形態において、読取ヘッドの幅はWで示され、ELGの幅はBで示されている。ストライプ高さはHで示され、ELGの残りの深さはDで示されている。

10

【0019】

RがILGの可変抵抗を示し、Lがノミナルな（公称上の）リード抵抗を示し、QがILGに対する膜抵抗を示すものと仮定すると、下式（1）が成立する。

20

【0020】

【数1】

$$R = \frac{QB}{H+D} + \frac{2QW}{H} + L \quad \dots (1)$$

30

ここで、第1項はELGの抵抗を示し、第2項は読取ヘッドの抵抗を示し、Lはノミナルな（公称上の）リード抵抗を示す。正規化された抵抗Sは下式（2）のように定義できる。

【0021】

【数2】

$$S = \frac{R-L}{Q} \quad \dots (2)$$

40

そして、ILGの有効長は下式（3）のように定義できる。

【0022】

【数3】

$$E = B + 2W - SD \quad \cdots (3)$$

これらの中間変数を用いると、擬似 I L G ストライプ 高さ H は下式 (4) で与えられる。

【0023】

10

【数4】

$$H = \frac{E + \sqrt{E^2 + 8DSW}}{2S} \quad \cdots (4)$$

読取ヘッドの目標抵抗  $r$  およびノミナル抵抗  $l$  を用いると、擬似 I L G ストライプ 高さの  
ラッピング目標  $H_T$  は、下式 (5) で与えられる。

【0024】

【数5】

$$H_T = \frac{QW}{r - l} \quad \cdots (5)$$

30

実際の読取ヘッドストライプ高さは、装置とウェハ処理分析のために有用である。I L G  
が実際の読取ヘッドストライプ高さを提供しないので、ウェハのレイアウトは、米国特許  
第 6, 230, 389 号に記載されたものと同様な通常の E L G と I L G との混合を含む  
ことができる。

【0025】

図 1 を再び参照すると、この設計の特徴は、M R E 読取ヘッド 1、2 に対して比較的大き  
な E L G 5 のオフセット D があるということが判る。

図 3 は本発明の一実施形態によるラッピング処理中に変化する統合ラッピングガイド I L  
G 抵抗を示す図である。図 3 を参照すると、抵抗のラッピング効果を示すグラフが示され  
ている。Y 軸は図 1 に示す第 1 リード 3 と第 2 リード 4 との間の抵抗 R の対数関数を示す  
。X 軸はラッピング作業中の経過時間を示す（したがって、ストライプ高さに比例する）  
。ラッピング作業の第 1 の部分は、参照番号 31 で示される。この初期段階 31 において  
、ヘッドがこの初期段階中にラッピングされないの、読取ヘッド 1、2 による全抵抗へ  
の貢献は一定である。E L G 5 (図 1) は、しかしながら、ラッピングされるにつれて、  
抵抗は比較的低い率で増加する。E L G が、M R ヘッドの列の傾きと曲がりを遂行可能に  
する長い範囲のストライプ高さ制御を提供するのはこの初期段階である。

40

【0026】

ラッピング作業の第 2 段階 33 において、読取ヘッド 1、2 は、E L G 5 に沿ってラッピ  
ング開始される。本発明の実施形態において、読取ヘッドは、漏斗の形状をしており、読

50

取ヘッドの幅がラッピング作業の継続につれて最後に幅Wに減少する。この第2段階において、読取ヘッド1、2の抵抗は、ラッピング作業の継続につれて変化し始め、ILGの全抵抗により多くの影響を及ぼし始める。ラッピング作業が最終段階35に到達するにつれて、ILGの全抵抗は読取ヘッド1、2により支配されるようになる。この最終段階において、有効に、ELG5の抵抗は比較的一定である。その主な理由は、ELGが読取ヘッド上のオフセット距離Dに延びることにある。図3に示すグラフから判るように、ELGにより支配され、次いで読取ヘッドにより支配されるILG抵抗間の移り変わりは、ラッピング作業中に有益な効果を有し、比較的に円滑である。読取ヘッドが、MRヘッドの列における均一な読取ヘッド抵抗を可能とする短い範囲のラッピング制御を提供するのはこの最終段階である。

10

#### 【0027】

上記例において、読取ヘッドの幅Wは約 $0.2\mu\text{m}$ であり、目標ストライプ高さは、約 $0.15\mu\text{m}$ である。これら二つのパラメータは、製造の仕様により決定され、ILGデザインによる制約を受けない。そのオフセットは、本実施形態において約 $5\mu\text{m}$ であり、傾きと曲がりの制御に要求されるストライプ高さ範囲に等しい。ELGの幅Bは、好ましくはこのオフセット幅の2倍である。この実施形態において、幅Bは約 $10\mu\text{m}$ より小さいかまたは等しい。

#### 【0028】

ラッピング作業の完了後、「カーフ」におけるこれらの素子は、列からMRヘッドを脱出させるダイシング処理中に除去される。この実施形態において、全ILGは、「カーフ」内に含まれる。上述したように、ILGは、たった一つの読取ヘッドと一つのELGを備えて機能する。この実施形態において、擬似ストライプ高さの計算において、ELGストライプ高さ上の読取ヘッド抵抗の支配を高めるために二つの読取ヘッドが使用される。

20

#### 【0029】

以上、前述した応用例を参照して本発明を説明したが、本発明の実施形態の説明は限定する意図で解釈されるために記載されたものではない。本発明の全ての観点は、明細書や図面に記載された、種々の原理や変数による特定の描写、構成または寸法に限定されないものと理解すべきである。開示された装置の形状や細部における種々の修正は、本発明の他の変更同様、本発明の開示の参照により当業者に明白となろう。それゆえ、特許請求の範囲における請求項の記載が、本発明の真の精神および範囲内に入るような前述した実施形態の如何なる修正または変更をも包含するものとする。

30

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態により構成された統合ラッピングガイドILGの平面図である。

【図2】本発明の一実施形態による図1に示す統合ラッピングガイドILGに対する数学的モデルを示す図である。

【図3】本発明の一実施形態によるラッピング処理中に変化する統合ラッピングガイドILG抵抗を示す図である。

#### 【符号の説明】

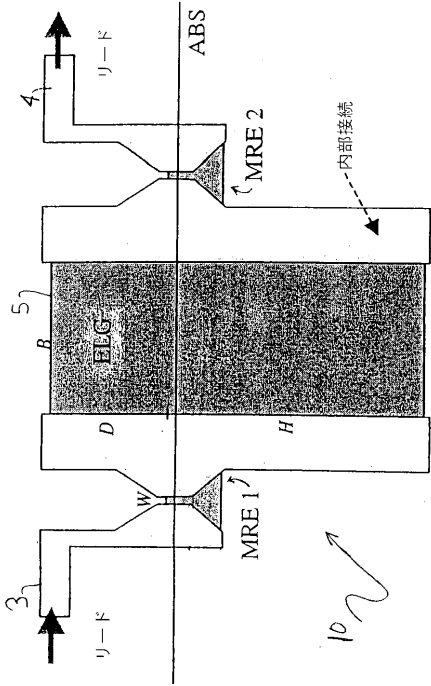
- 1 ... 第1読取ヘッド、(MRE1)
- 2 ... 第2読取ヘッド、(MRE2)
- 3 ... 第1リード
- 4 ... 第2リード
- 5 ... 電子ラッピングガイド、ELG
- 10 ... 統合ラッピングガイド、ILG
- 11、12、13、15、17 ... ブロック
- 31 ... 初期段階
- 33 ... 第2段階
- 35 ... 最終段階

40



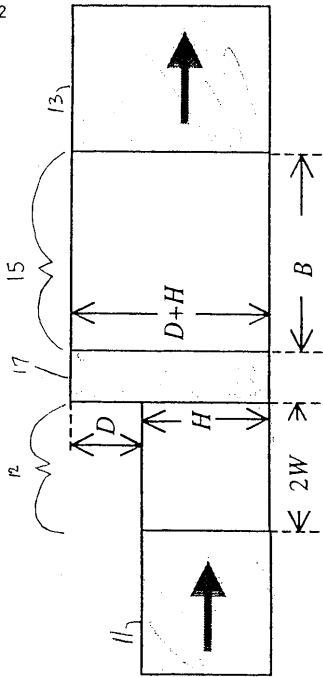
【図 1】

図 1



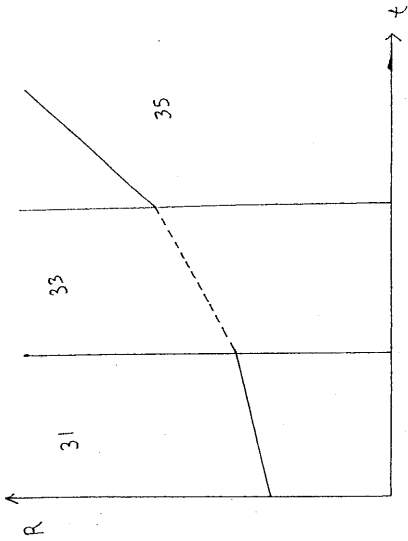
【図 2】

図 2



【図 3】

図 3



---

フロントページの続き

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 リ - ヤン チュ

アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 5 1 2 3 - 4 9 0 6 , サンノゼ, キュリー コート 6 4 4  
4

F ターム(参考) 3C058 AA07 AC02 CA01 CB01

5D034 DA02 DA05