

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4299874号  
(P4299874)

(45) 発行日 平成21年7月22日(2009.7.22)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 21/10 (2006.01)

G 1 1 B 21/10

F

請求項の数 1 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2008-67340 (P2008-67340)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成20年3月17日(2008.3.17)		T D K株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-16319 (P2006-16319) の分割		東京都中央区日本橋一丁目13番1号
原出願日	平成18年1月25日(2006.1.25)	(74) 代理人	100104787
(65) 公開番号	特開2008-152921 (P2008-152921A)		弁理士 酒井 伸司
(43) 公開日	平成20年7月3日(2008.7.3)	(72) 発明者	海津 明政
審査請求日	平成20年12月1日(2008.12.1)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
(31) 優先権主張番号	特願2005-39154 (P2005-39154)	(72) 発明者	添野 佳一
(32) 優先日	平成17年2月16日(2005.2.16)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	D K株式会社内
			森谷 誠
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
			D K株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録領域と非記録領域とを有するパターンによって基材の少なくとも一面におけるサーボパターン領域にサーボパターンが形成されると共に、当該一面のデータ記録領域に複数のデータ記録トラックが所定のトラックピッチで形成されてデータトラックパターンが形成された磁気記録媒体と、当該磁気記録媒体における前記サーボパターン領域からトラックキングサーボ制御用の制御信号を読み取る磁気ヘッドと、当該磁気ヘッドを介して読み取られた前記制御信号に基づいて前記トラックキングサーボ制御を実行する制御部とを備え、  
前記サーボパターン領域のバーストパターン領域には、前記基材の回転方向に沿ってM組(Mは2以上の自然数)のバーストパターンが形成され、

前記各バーストパターンは、前記データトラックパターンにおける中心からの距離が相違すると共に前記基材の半径方向に沿った長さが等しい2種類のバースト信号単位部を備え、かつ、当該半径方向に沿った長さが $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ (Nは3以上の自然数)であってその半径方向側における両端が当該各バーストパターンの当該半径方向における中心とは一致しない所定範囲内において、当該各バーストパターンの当該半径方向における中心が当該半径方向において $(1 / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ の間隔で $(2 \cdot M)$ 個存在するように形成されると共に、前記磁気ヘッドにおける再生ヘッド幅を $W_r$ とし、前記各バースト信号単位部における前記半径方向に沿った長さを $B_W$ とし、前記トラックピッチを $T_p$ としたときに、

$$(1 - M) \cdot T_p / N + B_W \leq W_r \leq (3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N - B_W$$

10

20

の条件を満たすように形成され、

前記２種類のバースト信号単位部は、当該一方のバースト信号単位部と当該他方のバースト信号単位部とが前記回転方向において重ならず、かつ同種の当該バースト信号単位部の前記半径方向における中心が $(2 \cdot M / N) \cdot$ トラックピッチだけ当該半径方向において離間するように前記記録領域でそれぞれ構成されると共に、前記一方のバースト信号単位部の前記半径方向における中心と前記他方のバースト信号単位部の前記半径方向における中心とが $(M / N) \cdot$ トラックピッチだけ当該半径方向において離間し、かつ前記基材の内周側領域から外周側領域までの各領域のうちの少なくとも一部分において前記一方のバースト信号単位部における前記半径方向側の両端部のうちの前記他方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域と当該他方のバースト信号単位部における前記半径方向側の両端部のうちの当該一方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域とが前記半径方向において重なり合うように形成されると共に、当該一方のバースト信号単位部における前記端部領域と当該他方のバースト信号単位部における前記端部領域とが前記半径方向において重なり合っている長さを $B R W$ としたときに、

$B R W \quad W r - T p / N$

の条件を満たすように形成されている記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、記録領域および非記録領域を有するパターンによってバーストパターンが形成された磁気記録媒体を備えた記録再生装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

この種の記録再生装置として、記録トラックパターンおよびサーボパターンが凹凸パターンによって形成された磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置が特開平６－１１１５０２号公報に開示されている。この場合、この磁気ディスク装置に搭載されている磁気ディスクでは、ディスク基板上の磁性層に形成された凹凸パターンによって記録トラックパターンおよびサーボパターンが形成されている。具体的には、図２２に示すように、従来の磁気ディスク（以下、「磁気ディスク１０×１」ともいう）は、その回転方向（同図に示す矢印 $R$ の向き）に沿って帯状に形成された複数のトラックパターン $P w$ 、 $P w \cdot \cdot$ と、サーボパターン領域に形成されたサーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2 \cdot \cdot$ とが上記の凹凸パターンによって形成されている。なお、同図および後に参照する図２３に図示した磁気ディスク１０×１、１０×２において、斜線で塗り潰した領域は、凹凸パターンにおける凸部（記録領域）の形成領域を表し、白色の領域は、凹凸パターンにおける凹部（非記録領域）の形成領域を表している。

【０００３】

この場合、サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2 \cdot \cdot$ は、磁気ヘッドを所望のトラックパターン $P w$ にオントラックさせるための位置検出用のサーボパターンであって、サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2$ が一對となってバーストパターンとして機能するように形成されている。また、この磁気ディスク１０×１では、サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2$ のそれぞれの幅 $T s$ がトラックパターン $P w$ の形成ピッチ（トラックピッチ $T p$ ）と等しく、かつ、両サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2$ における半径方向側の両端がトラックパターン $P w$ の中心（同図に破線で示す部位：トラック中心）とそれぞれ一致するように形成されている。この場合、両サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2$ は、その形成位置が磁気ディスク１０×１の半径方向においてトラックピッチ $T p$ だけ相違し、かつ、回転方向において互いに離間するように形成されている。

【０００４】

一方、同公報には、図２３に示すように、サーボパターン $P s 1 \sim P s 4$ の４種類のパターンが形成された磁気ディスク（以下、「磁気ディスク１０×２」ともいう）も開示されている。この場合、この磁気ディスク１０×２では、サーボパターン $P s 1$ 、 $P s 2$ が

10

20

30

40

50

一対となつて一組のバーストパターンとして機能すると共に、サーボパターン  $P s 3$  ,  $P s 4$  が一対となつて他の一組のバーストパターンとして機能するように形成されている。また、この磁気ディスク  $10 \times 2$  では、サーボパターン  $P s 1 \sim P s 4$  のそれぞれの幅  $T s$  がトラックピッチ  $T p$  の 2 倍の長さとなつて形成されている。さらに、この磁気ディスク  $10 \times 2$  では、サーボパターン  $P s 1$  ,  $P s 2$  における半径方向側の両端がトラックパターン  $P w$  の中心（同図に破線で示す部位：トラック中心）とそれぞれ一致するように形成されると共に、サーボパターン  $P s 3$  ,  $P s 4$  における半径方向側の両端がトラックパターン  $P w$  の中心とそれぞれ一致するように形成されている。この場合、サーボパターン  $P s 1$  ,  $P s 2$  は、その形成位置が磁気ディスク  $10 \times 2$  の半径方向においてトラックピッチ  $T p$  の 2 倍だけ相違し、かつ、回転方向において互いに離間するように形成されている。また、サーボパターン  $P s 3$  ,  $P s 4$  は、その形成位置が半径方向においてトラックピッチ  $T p$  の 2 倍だけ相違し、かつ、回転方向において互いに離間するように形成されている。さらに、サーボパターン  $P s 1 \sim P s 4$  は、サーボパターン  $P s 1$  ,  $P s 2$  からなるバーストパターンの半径方向における中心と、サーボパターン  $P s 3$  ,  $P s 4$  からなるバーストパターンの半径方向における中心とが半径方向においてトラックピッチ  $T p$  だけ相違するように形成されている。

【特許文献 1】特開平 6 - 1 1 1 5 0 2 号公報（第 4 - 9 頁、第 1 - 1 2 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、従来の磁気ディスク装置における磁気ディスク  $10 \times 1$  ,  $10 \times 2$  には、以下の問題点がある。すなわち、今日の磁気ディスクには、高密度記録を可能とするために、データ記録トラックのトラック密度を高める必要が生じており、これに伴って一層高精度なトラッキングサーボ制御が必要となっている。具体的には、磁気ヘッドの下方をバーストパターンが通過した際に、そのバーストパターンに対応して磁気ヘッドから出力される出力信号に基づく  $P E S$  (Position Error Signal) による磁気ヘッドの位置検出が困難となる帯域（半径方向の幅をもつ帯域：以下「不感帯」ともいう）が生じる事態を回避（抑制）する必要が生じており、 $P E S$  によって磁気ヘッドの位置を検出し得る幅（半径方向の長さ：以下「検出可能帯域」ともいう）に対する要求が高密度記録化に伴って徐々に厳しくなっている。この場合、例えばノイズ等の影響によって磁気ヘッドから出力される出力信号に変動が生じる状況では、上記の検出可能帯域が一層狭くなることがある。かかる場合には、従来の磁気ディスク  $10 \times 1$  ,  $10 \times 2$  を含む磁気記録媒体において検出可能帯域が一層狭くなり、不感帯が生じるおそれがある。このため、この種の磁気記録媒体を備えた記録再生装置には、高密度記録化に伴って正確なトラッキングサーボ制御が困難になるおそれがある。

【0006】

また、従来の磁気ディスク  $10 \times 1$  では、サーボパターン  $P s 1$  ,  $P s 2$  からなる 1 組のバーストパターンしか存在しないため、この 1 組のバーストパターンが磁気ヘッドの下方を通過した際の  $P E S$  に基づいて磁気ヘッドの半径方向に沿った位置を特定する必要がある。しかし、図 2 2 に示すように、従来の磁気ディスク  $10 \times 1$  では、サーボパターン  $P s 1$  ,  $P s 2$  の幅  $T s$  がトラックピッチ  $T p$  と等しいため、磁気ヘッドにおける再生用素子  $R x$  の幅  $W r 1 x$  がトラックピッチ  $T p$  よりも狭い場合に、例えば、サーボパターン  $P s 1$  の内周側が再生用素子  $R x$  の下方を通過するとき（再生用素子  $R x$  が磁気ディスク  $10 \times 1$  上の位置  $P 1 1$  の上を通過するとき）と、サーボパターン  $P s 1$  の外周側が再生用素子  $R x$  の下方を通過するとき（再生用素子  $R x$  が磁気ディスク  $10 \times 1$  上の位置  $P 1 2$  の上を通過するとき）とで、磁気ヘッドからの出力信号の信号レベルが同レベルとなる。したがって、位置検出に関する不感帯が生じるため、再生用素子  $R x$  が位置  $P 1 1$  ,  $P 1 2$  のいずれの上に位置しているのかを  $P E S$  に基づいて特定することが困難となる。

【0007】

また、再生用素子  $R x$  の幅  $W r 2 x$  がトラックピッチ  $T p$  （幅  $T s$  ）よりも広い場合に

は、例えば、サーボパターン  $P_{s1}$  が再生用素子  $R_x$  における内周側の下方を通過するとき（再生用素子  $R_x$  が磁気ディスク 10×1 上の位置  $P_{13}$  の上を通過するとき）と、サーボパターン  $P_{s1}$  が再生用素子  $R_x$  における外周側の下方を通過するとき（再生用素子  $R_x$  が磁気ディスク 10×1 上の位置  $P_{14}$  の上を通過するとき）とで、磁気ヘッドからの出力信号の信号レベルが同レベルとなる。この結果、この場合にも、不感帯が生じて再生用素子  $R_x$  が位置  $P_{13}$ 、 $P_{14}$  のいずれの上に位置しているのかを  $PES$  に基づいて特定することが困難となる。したがって、トラックピッチ  $T_p$ （すなわち、サーボパターン  $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$  の幅  $T_s$ ）と磁気ヘッドの再生用素子  $R_x$  における半径方向に沿った長さ（以下、「再生ヘッド幅」ともいう）とを一致させるようにトラックピッチ  $T_p$  および幅  $T_s$  を規定する必要があるため、従来の磁気ディスク 10×1 には、データトラックパターンやサーボパターンについての設計の自由度（パターンサイズについての選択の自由度）が低いという問題点がある。

10

#### 【0008】

一方、従来の磁気ディスク 10×2 では、サーボパターン  $P_{s1} \sim P_{s4}$  からなる 2 組のバーストパターンを備え、かつ、各サーボパターン  $P_{s1} \sim P_{s4}$  の幅  $T_s$  がトラックピッチ  $T_p$  よりも十分に広がっている。このため、従来の磁気ディスク 10×2 では、再生ヘッド幅（再生用素子  $R_x$  の幅）がトラックピッチ  $T_p$  よりも広い場合には、サーボパターン  $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$  からなるバーストパターンと、サーボパターン  $P_{s3}$ 、 $P_{s4}$  からなるバーストパターンとのいずれかが再生用素子  $R_x$  の下方を通過した際の  $PES$  に基づいて磁気ヘッド（再生用素子  $R_x$ ）の半径方向に沿った位置を特定することが可能となっている。この点において、従来の磁気ディスク 10×2 は、磁気ディスク 10×1 よりもパターンサイズについての選択の自由度が高くなっている。

20

#### 【0009】

しかし、従来の磁気ディスク 10×2 では、図 23 に示すように、トラックピッチ  $T_p$ （すなわち、サーボパターン  $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$  における幅  $T_s$  の  $1/2$  の長さ）よりも再生用素子  $R_x$  の幅  $W_{r3x}$  が狭い場合に、サーボパターン  $P_{s1}$  の中央部右寄りが再生用素子  $R_x$  の下方を通過した後にサーボパターン  $P_{s3}$  の内周側が再生用素子  $R_x$  の下方を通過するとき（再生用素子  $R_x$  が磁気ディスク 10×2 上の位置  $P_{15}$ 、 $P_{17}$  の上を順に通過するとき）と、サーボパターン  $P_{s1}$  の外周側が再生用素子  $R_x$  の下方を通過した後にサーボパターン  $P_{s3}$  の中央部左寄りが再生用素子  $R_x$  の下方を通過するとき（再生用素子  $R_x$  が磁気ディスク 10×2 上の位置  $P_{16}$ 、 $P_{18}$  の上を順に通過するとき）とで、磁気ヘッドからの出力信号の信号レベルが同レベルとなる。この結果、再生ヘッド幅がトラックピッチ  $T_p$  よりも狭い場合においては不感帯が生じるため、再生用素子  $R_x$  が位置  $P_{15}$ 、 $P_{17}$  と位置  $P_{16}$ 、 $P_{18}$  とのいずれの上に位置しているのかを  $PES$  に基づいて特定することが依然として困難となっている。したがって、従来の磁気ディスク 10×2 では、再生ヘッド幅よりもトラックピッチ  $T_p$  を狭くする必要がある。このため、従来の磁気ディスク 10×2 では、再生ヘッド幅がトラックピッチ  $T_p$  よりも広い再生用素子  $R_x$  によって、隣接する他のトラックから磁気的信号が読み取られるサイドリード現象が生じるおそれがある。このように、従来の磁気ディスク 10×2 には、パターンサイズについての選択の自由度を高めつつサイドリード現象の発生を回避するのが困難であるという問題点が存在する。

30

40

#### 【0010】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、サーボパターン等についての設計の自由度を高めつつサイドリード現象の発生を回避すると共に検出可能帯域を十分に広げ得る磁気記録媒体を備えた記録再生装置を提供することを主目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

上記目的を達成すべく本発明に係る記録再生装置は、記録領域と非記録領域とを有するパターンによって基材の少なくとも一面におけるサーボパターン領域にサーボパターンが形成されると共に、当該一面のデータ記録領域に複数のデータ記録トラックが所定のトラ

50

ックピッチで形成されてデータトラックパターンが形成された磁気記録媒体と、当該磁気記録媒体における前記サーボパターン領域からトラッキングサーボ制御用の制御信号を読み取る磁気ヘッドと、当該磁気ヘッドを介して読み取られた前記制御信号に基づいて前記トラッキングサーボ制御を実行する制御部とを備え、前記サーボパターン領域のバーストパターン領域には、前記基材の回転方向に沿ってM組（Mは2以上の自然数）のバーストパターンが形成され、前記各バーストパターンは、前記データトラックパターンにおける中心からの距離が相違すると共に前記基材の半径方向に沿った長さが等しい2種類のバースト信号単位部を備え、かつ、当該半径方向に沿った長さが $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ （Nは3以上の自然数）であってその半径方向側における両端が当該各バーストパターンの当該半径方向における中心とは一致しない所定範囲内において、当該各バーストパターンの当該半径方向における中心が当該半径方向において $(1 / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ の間隔で $(2 \cdot M)$ 個存在するように形成されると共に、前記磁気ヘッドにおける再生ヘッド幅を $W_r$ とし、前記各バースト信号単位部における前記半径方向に沿った長さを $BW$ とし、前記トラックピッチを $T_p$ としたときに、 $\{(1 - M) \cdot T_p / N + BW - W_r\} \cdot (3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N - BW$ の条件を満たすように形成され、前記2種類のバースト信号単位部は、当該一方のバースト信号単位部と当該他方のバースト信号単位部とが前記回転方向において重ならず、かつ同種の当該バースト信号単位部の前記半径方向における中心が $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ だけ当該半径方向において離間するように前記記録領域でそれぞれ構成されると共に、前記一方のバースト信号単位部の前記半径方向における中心と前記他方のバースト信号単位部の前記半径方向における中心とが $(M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ だけ当該半径方向において離間し、かつ前記基材の内周側領域から外周側領域までの各領域のうちの少なくとも一部分において前記一方のバースト信号単位部における前記半径方向側の両端部のうちの前記他方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域と当該他方のバースト信号単位部における前記半径方向側の両端部のうちの当該一方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域とが前記半径方向において重なり合うように形成されると共に、当該一方のバースト信号単位部における前記端部領域と当該他方のバースト信号単位部における前記端部領域とが前記半径方向において重なり合っている長さを $B \cdot W$ としたときに、 $\{B \cdot W - W_r - T_p / N\}$ の条件を満たすように形成されている。

#### 【0012】

なお、本明細書における記録領域とは、記録された磁気的信号を読み出し可能に保持するように構成された領域（つまり磁気的信号を読み出し可能に保持する能力を有するように構成された領域）を意味する。また、本明細書における非記録領域とは、磁気的信号を読み出し可能に保持する上記の能力が記録領域の能力よりも低くなるように構成された領域、または、その能力を実質的に有しないように構成された領域を意味する。具体的には、本明細書における非記録領域とは、磁気的信号を記録した状態において、その領域から発生する磁界が記録領域よりも小さい領域、または、その領域から発生する磁界が実質的には存在しない領域を意味する。さらに、本明細書では、例えば、「2にMを乗じた値」を「 $2 \cdot M$ 」と表記すると共に、「1をNで除した値」を「 $1 / N$ 」と表記する。また、本明細書における「磁気ヘッドにおける再生ヘッド幅」は、磁気ヘッドにおける再生用素子（MR素子等）の磁気記録媒体との対向面における幅方向（磁気記録媒体における半径方向に対応する向き）の長さとする。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明に係る記録再生装置によれば、記録領域で構成された2種類のバースト信号単位部を有するバーストパターンを基材の回転方向に沿ってM組形成すると共に、基材の内周側領域から外周側領域までの各領域のうちの少なくとも一部分において、一方のバースト信号単位部における半径方向側の両端部のうちの他方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域と他方のバースト信号単位部における半径方向側の両端部のうちの一方のバースト信号単位部側の端部を含む端部領域とが半径方向において重なり合うように各バース

ト信号単位部を形成した磁気記録媒体を備えたことにより、PESに基づく磁気ヘッドの位置検出についての検出可能帯域を十分に拡げることができる結果、バーストパターンに対応して磁気ヘッドから出力される出力信号にノイズ等に起因する変動が生じたとしても、磁気ヘッドの位置ずれを確実に検出して正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。また、1組のバーストパターンしか存在しない磁気ディスク10×1を備えた従来の磁気ディスク装置とは異なり、磁気ヘッドにおける再生用素子の幅とトラックピッチとを一致させる必要がないため、データトラックパターンおよびサーボパターンについての設計の自由度を高めることができる。また、磁気ディスク10×2を備えた従来の磁気ディスク装置とは異なり、再生用素子の幅をトラックピッチよりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。

10

#### 【0020】

また、本発明に係る記録再生装置によれば、「 $(1 - M) \cdot T_p / N + BW \cdot W_r$  ( $3 \cdot M - 1$ )  $\cdot T_p / N - BW$ 」の条件を満たすように磁気記録媒体の各バーストパターンを形成したことにより、上記の条件に当て嵌まる幅( $W_r$ )の再生用素子を有する磁気ヘッドを使用することでバーストパターンについての不感帯を生じさせることなく、PESに基づく磁気ヘッドの位置検出についての検出可能帯域を十分に拡げることができ、正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。この場合、従来の磁気ディスク10×1とは異なり、再生用素子の幅によってトラックピッチやバースト信号単位部の半径方向に沿った長さが一義的に規定されることがないため、データトラックパターンおよびサーボパターンについての設計の自由度を高めることができる。これにより、トラック密度の向上や、サイドリード現象の回避等の目的に応じてトラックピッチやバースト信号単位部の半径方向に沿った長さを適宜変更することができる。また、従来の磁気ディスク10×2とは異なり、再生用素子の幅をトラックピッチよりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。これにより、高密度記録が可能で、しかも、再生エラーが生じ難い磁気記録媒体を搭載した記録再生装置を提供することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0023】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る記録再生装置の最良の形態について説明する。

30

#### 【0024】

図1に示すハードディスクドライブ1は、記録再生装置の一例であって、モータ2、磁気ヘッド3、検出部4、ドライバ5、制御部6、記憶部7および磁気ディスク10A(10B)を備えて各種データの記録再生が可能に構成されている。モータ2は、制御部6の制御に従って磁気ディスク10A(10B)を一例として4200rpmの回転数で定速回転させる。磁気ヘッド3は、スイングアーム3aを介してアクチュエータ3bに取り付けられて磁気ディスク10A(10B)に対する記録データの記録再生時においてアクチュエータ3bによって磁気ディスク10A(10B)上を移動させられる。また、磁気ヘッド3は、磁気ディスク10Aのサーボパターン領域Asa(図4参照)、または、磁気ディスク10Bのサーボパターン領域Asb(図16参照)からのサーボデータの読み出しと、データ記録領域At(図4, 16参照)に対する記録データの磁気的な書き込みと、データ記録領域Atに磁気的に書き込まれている記録データの読み出しとを実行する。なお、磁気ヘッド3は、実際には磁気ディスク10A(10B)に対して磁気ヘッド3を浮上させるためのスライダの底面(エアベアリング面)に再生用素子Ra(図5参照)または再生用素子Rb(図17参照)や、記録用素子(図示せず)が形成されて構成されているが、スライダおよび記録用素子等についての説明および図示を省略する。この場合、上記の再生用素子Ra(Rb)における磁気ディスク10A(10B)との対向面における幅方向(磁気ディスク10A(10B)における半径方向に対応する向き)の幅Wrについては、後述する所定の条件を満たすように規定されている。また、アクチュエータ3bは、制御部6の制御下でドライバ5から供給される駆動電流によってスイングアーム3

40

50

aをスイングさせることにより、磁気ヘッド3を磁気ディスク10A(10B)上の任意の記録再生位置(任意のトラック)に移動させる。

【0025】

検出部4は、磁気ヘッド3から出力された出力信号からサーボデータを取得(検出)して制御部6に出力する。ドライバ5は、制御部6から出力された制御信号に従ってアクチュエータ3bを制御して磁気ヘッド3を所望のトラックにオントラックさせる。制御部6は、ハードディスクドライブ1を総括的に制御する。また、制御部6は、本発明における制御部の一例であって、検出部4から出力されたサーボデータ(「磁気ヘッドを介して読み取られた制御信号」の一例)のうちのバースト信号に基づいてドライバ5を制御する(トラッキングサーボ制御処理の実行)。記憶部7は、制御部6の動作プログラムなどを記憶する。

10

【0026】

一方、磁気ディスク10Aは、磁気記録媒体の一例であって、前述したモータ2や磁気ヘッド3などと共にハードディスクドライブ1の筐体内に配設されている。この磁気ディスク10Aは、垂直記録方式による記録データの記録が可能なディスクリートトラック型の磁気ディスク(パターンド媒体)であって、図2に示すように、軟磁性層12、中間層13および磁性層14がガラス基材11の上にこの順で形成されている。この場合、磁性層14は、突端部(磁気ディスク10Aの表面側:同図における上端部)から基端部(同図における下端部)までの全体が磁性材料で形成された凸部40a、40a・・・と、凸部40a、40a・・・間の凹部40b、40b・・・とが形成されて凹凸パターン40を構成する。また、凹部40b、40b・・・には、SiO<sub>2</sub>等の非磁性材料15が埋め込まれて磁気ディスク10Aの表面が平坦化されている。なお、この磁気ディスク10Aでは、凸部40aの形成領域が記録領域に相当し、凹部40bの形成領域(非磁性材料15が埋め込まれた領域)が非記録領域に相当する。さらに、凹部40b、40b・・・に埋め込まれた非磁性材料15、および磁性層14(凸部40a)の表面には、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等によって厚みが2nm程度の保護層16(DLC膜)が形成されている。また、保護層16の表面には、磁気ヘッド3および磁気ディスク10Aの双方の傷付きを回避するための潤滑剤(一例として、フロン系潤滑剤)が塗布されている。

20

【0027】

ガラス基材11は、直径2.5インチのガラス板を表面研磨して厚みが0.6mm程度の円板状に形成されている。なお、磁気ディスク10Aに用いる基材は、上記のガラス基材に限定されず、アルミニウムやセラミックなどの各種非磁性材料で円板状に形成した基材を用いることができる。軟磁性層12は、CoZrNb合金などの軟磁性材料をスパッタリングすることによって厚みが100nm~200nm程度の薄膜状に形成されている。中間層13は、磁性層14を形成するための下地層として機能する層であって、CrやCoCr非磁性合金などの中間層形成用材料をスパッタリングすることによって厚みが40nm程度の薄膜状に形成されている。磁性層14は、凹凸パターン40(図4に示すデータトラックパターン40tおよびサーボパターン40sa)を構成する層であって、例えばCoCrPt合金をスパッタリングした層に対してエッチング処理することによって凹部40b、40b・・・が形成されている。

30

40

【0028】

この場合、図3に示すように、この磁気ディスク10Aでは、データ記録領域At、At・・・の間にサーボパターン領域Asa、Asa・・・が設けられてデータ記録領域Atおよびサーボパターン領域Asaが磁気ディスク10Aの回転方向(矢印Rの向き)において交互に並ぶように規定されている。また、この磁気ディスク10Aを搭載したハードディスクドライブ1では、前述したようにモータ2が制御部6の制御に従って磁気ディスク10Aを角速度一定で回転させるように構成されている。したがって、この磁気ディスク10Aでは、単位時間当たりに磁気ヘッド3の下方を通過させられる磁気ディスク10A上の長さに比例して、磁気ディスク10Aの回転方向に沿ったデータ記録領域Atの長さ、および回転方向に沿ったサーボパターン領域Asaの長さが中心Oから離間するほど長

50

くなるように（データ記録領域 A t およびサーボパターン領域 A s a が内周側領域よりも外周側領域ほど幅広となるように）規定されている。この結果、データ記録領域 A t 内に形成されたデータ記録トラック（凸部 4 0 a）の回転方向に沿った長さや、サーボパターン領域 A s a 内に形成されたサーボパターン 4 0 s a 用の各凸部 4 0 a , 4 0 a ・ ・ および各凹部 4 0 b , 4 0 b ・ ・ における回転方向に沿った基準の長さ（例えば、1 ビット信号長に対応する長さ）は、磁気ディスク 1 0 A の内周側領域よりも外周側領域ほど長くなっている。

#### 【 0 0 2 9 】

また、図 4 に示すように、データ記録領域 A t には、データトラックパターン 4 0 t が形成されている。なお、同図および後に参照する図 5 , 1 6 , 1 7 において、斜線で塗り潰した領域は、凹凸パターン 4 0 における凸部 4 0 a の形成領域（記録領域）を表し、白色の領域は、凹凸パターン 4 0 における凹部 4 0 b の形成領域（非記録領域）を表している。この場合、図 5 に示すように、データトラックパターン 4 0 t は、中心 O（図 3 参照）を中心とする同心円状、または、螺旋状の多数の凸部 4 0 a , 4 0 a ・ ・（データ記録トラック）と、各凸部 4 0 a , 4 0 a ・ ・ の間の凹部 4 0 b , 4 0 b ・ ・（トラック間凹部）とで構成されている。なお、磁気ディスク 1 0 A の回転中心とデータトラックパターン 4 0 t の中心 O（トラックパターン中心）とが一致しているのが好ましいが、実際には、磁気ディスク 1 0 A の回転中心とデータトラックパターン 4 0 t の中心 O との間に製造誤差に起因する 3 0 ~ 5 0 μ m 程度の極く小さなずれが生じることがある。しかし、この程度のずれ量であれば磁気ヘッド 3 に対するトラッキングサーボ制御が十分に可能で、回転中心と中心 O とは、実質的には同様であるといえる。また、この磁気ディスク 1 0 A のデータ記録領域 A t では、一例として、凸部 4 0 a（データ記録トラック）における磁気ディスク 1 0 A の半径方向に沿った長さ、凹部 4 0 b における磁気ディスク 1 0 A の半径方向に沿った長さ、および凹部 4 0 b の半径方向に沿った長さが、磁気ディスク 1 0 A の内周側領域から外周側領域までほぼ同一の長さに規定されている。

#### 【 0 0 3 0 】

一方、図 4 に示すように、サーボパターン領域 A s a には、プリアンプルパターン領域 A p に凹凸パターン 4 0 によって形成されたプリアンプルパターンと、アドレスパターン領域 A a に凹凸パターン 4 0 によって形成されたアドレスパターンと、バーストパターン領域 A b a に凹凸パターン 4 0 によって形成されたバーストパターンとを有するサーボパターン 4 0 s a が形成されている。また、バーストパターン領域 A b a は、第 1 バースト領域 A b 1 a ~ 第 4 バースト領域 A b 4 a の 4 つのバースト領域を備えている。この場合、バーストパターン領域 A b a における第 1 バースト領域 A b 1 a ~ 第 4 バースト領域 A b 4 a には、磁気ヘッド 3 を所望のトラックにオントラックさせるための位置検出用のパターンが凹凸パターン 4 0 によって形成されている。具体的には、図 5 に示すように、磁気ディスク 1 0 A の回転方向（矢印 R の向き）に沿って複数の凹部 4 0 b , 4 0 b ・ ・（非記録領域）が形成されることにより、凸部 4 0 a（記録領域）および凹部 4 0 b が回転方向に沿って交互に並ぶ領域と、凸部 4 0 a が回転方向において連続する領域とが形成されている。

#### 【 0 0 3 1 】

また、図 5 に示すように、バーストパターン領域 A b a には、2 組のバーストパターン B P 1 a , B P 2 a が形成されている（「M = 2」）。具体的には、第 1 バースト領域 A b 1 a に形成された凹凸パターン 4 0 と、第 2 バースト領域 A b 2 a に形成された凹凸パターン 4 0 とによってバーストパターン B P 1 a が構成されると共に、第 3 バースト領域 A b 3 a に形成された凹凸パターン 4 0 と、第 4 バースト領域 A b 4 a に形成された凹凸パターン 4 0 とによってバーストパターン B P 2 a が構成されている。また、バーストパターン領域 A b a に形成された各凹部 4 0 b , 4 0 b ・ ・ は、それぞれバースト信号単位部に相当し、磁気ディスク 1 0 A の半径方向（同図における左右方向）に沿った長さ L 1

10

20

30

40

50

1 (「BW」) が互いに等しくなるように形成されている。なお、同図では、理解を容易とするために、第1バースト領域Ab1a～第4バースト領域Ab4aの各バースト領域毎に、回転方向に沿って3つの凹部40bを並べて図示しているが、実際には、各バースト領域毎に、10～30個の凹部40b、40b・・・が回転方向に沿って並んで形成されている。また、各バースト領域中に形成するパターンについては、回転方向に沿って複数のバースト信号単位部を並べたパターンに限定されず、各バースト領域毎に回転方向に沿って単一のバースト信号単位部(凹部40b)を形成してバーストパターンを構成することもできる。

#### 【0032】

この場合、この磁気ディスク10Aでは、第1バースト領域Ab1aおよび第2バースト領域Ab2a内に半径方向に沿って複数のバーストパターンBP1a、BP1a・・・が形成されると共に、第3バースト領域Ab3aおよび第4バースト領域Ab4a内に半径方向に沿って複数のバーストパターンBP2a、BP2a・・・が形成されている。また、各バースト領域Ab1a～Ab4a内に回転方向に沿って並ぶ凹部40b、40b・・・の列は、それぞれ2つのバーストパターンBP1a、BP1a(またはバーストパターンBP2a、BP2a)を構成する。具体的には、図5に示すように、例えば、第1バースト領域Ab1a内において回転方向に沿って並ぶ凹部40b、40b・・・の列は、その凹部40b、40b・・・の列に対して第2バースト領域Ab2a内において半径方向の内周側に位置する凹部40b、40b・・・の列と相俟って1つのバーストパターンBP1aを構成すると共に、その凹部40b、40b・・・の列に対して第2バースト領域Ab2a内において半径方向の外周側に位置する凹部40b、40b・・・の列と相俟って他の1つのバーストパターンBP1aを構成する。

#### 【0033】

また、図5に示すように、この磁気ディスク10Aでは、中心Oからバースト信号単位部(凹部40b)までの距離(一例として、中心Oとバースト信号単位部の半径方向における中心との間の距離)が第1バースト領域Ab1a～第4バースト領域Ab4aの各バースト領域毎に互いに相違するように凹凸パターン40がバーストパターン領域Ab aに形成されてバーストパターンBP1a、BP2aが形成されている。さらに、この磁気ディスク10Aでは、第1バースト領域Ab1a～第4バースト領域Ab4aの各バースト領域内における凹部40b、40b・・・の半径方向に沿った形成ピッチ(各バースト領域内における凹部40b、40b・・・の半径方向における各中心の間の距離と等しい長さ: 同図に示す長さL12)が互いに等しくなるように凹凸パターン40がバーストパターン領域Ab aに形成されている。この場合、この磁気ディスク10Aでは、上記の長さL12がトラックピッチTpに対する2倍の長さ(「 $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」において「 $N = 2$ 」)となっている。

#### 【0034】

また、この磁気ディスク10Aでは、半径方向に沿った長さL10がトラックピッチTpに $(2 \cdot M / N)$ を乗じた長さ(「 $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」: この例では、トラックピッチTpの2倍の長さ)であってその半径方向側における両端(一点鎖線で示す部位)が各バーストパターンBP1a、BP2a・・・の半径方向における中心C1a、C2a・・・とは一致しない範囲内(所定範囲内)において、各バーストパターンBP1a、BP2a・・・の半径方向における中心C1a、C2a・・・が、トラックピッチTpに対する1/2の長さ(「 $(1 / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」)間隔で4個(「 $(2 \cdot M)$ 個」)だけ存在するように第1バースト領域Ab1a～第4バースト領域Ab4a内に凹部40b、40b・・・が形成されている。この場合、この磁気ディスク10Aでは、バーストパターンBP1aの半径方向における中心C1aがデータ記録トラック(データ記録領域Atに形成された凸部40a)の半径方向における中心(トラック中心)と一致すると共に(バーストパターンBP1aの中心C1aとデータ記録トラックの中心との距離が「0」)、バーストパターンBP2aの半径方向における中心C2aとデータ記録トラックの半径方向における中心との間の距離(長さL15)がトラックピッチTpに対する1/2の

10

20

30

40

50

長さとなるように凹凸パターン 40 がバーストパターン領域 A b a に形成されている。

【0035】

また、バーストパターン B P 1 a , B P 1 a . . は、第 1 バースト領域 A b 1 a に形成された凹部 40 b と、第 2 バースト領域 A b 2 a に形成された凹部 40 b とが回転方向において凸部 40 a を介して互いに離間するように形成されている（一方のバースト信号単位部と他方のバースト信号単位部とが回転方向において重ならないように形成された一例）。さらに、バーストパターン B P 1 a , B P 1 a . . は、第 1 バースト領域 A b 1 a に形成された凹部 40 b の半径方向における中心と、第 2 バースト領域 A b 2 a に形成された凹部 40 b の半径方向における中心とがトラックピッチ  $Tp \left( \frac{r}{(M/N)} \cdot \text{トラックピッチ} \right)$  と等しい長さ L 13 だけ半径方向において離間している。また、バーストパターン B P 1 a , B P 1 a . . は、第 1 バースト領域 A b 1 a に形成された凹部 40 b および第 2 バースト領域 A b 2 a に形成された凹部 40 b のそれぞれの半径方向側における両端部のうちの対向する端部同士がトラックピッチ  $Tp \left( \frac{r}{(M/N)} \cdot \text{トラックピッチ} \right)$  よりも狭い長さ L 14 だけ半径方向において凸部 40 a を介して離間している。この場合、磁気記録媒体における内周側領域から外周側領域までの全域において第 1 バースト領域 A b 1 a の凹部 40 b と第 2 バースト領域 A b 2 a の凹部 40 b とが半径方向において長さ L 14 だけ離間している必要はなく、任意の領域のみ両凹部 40 b , 40 b を半径方向において離間させる構成を採用することができる。また、上記の長さ L 14 を内周側領域から外周側領域まで同一の長さに規定せずに、内周側領域から外周側領域までの各領域毎に任意に異ならせることもできる。この場合、長さ L 14 が長いほど P E S に基づく検出可能帯域が広がるため、例えば、磁気ディスク 10 A における内周側において検出可能帯域が狭いことに起因して正確なトラッキングサーボ制御が困難となるおそれがある場合には、磁気ディスク 10 A における外周側から内周側に向けて長さ L 14 を徐々に長くする構成を採用することができる。

【0036】

また、バーストパターン B P 2 a , B P 2 a . . は、第 3 バースト領域 A b 3 a に形成された凹部 40 b と、第 4 バースト領域 A b 4 a に形成された凹部 40 b とが回転方向において凸部 40 a を介して互いに離間するように形成されている（一方のバースト信号単位部と他方のバースト信号単位部とが回転方向において重ならないように形成された一例）。さらに、バーストパターン B P 2 a , B P 2 a . . は、第 3 バースト領域 A b 3 a に形成された凹部 40 b の半径方向における中心と、第 4 バースト領域 A b 4 a に形成された凹部 40 b の半径方向における中心とがトラックピッチ  $Tp \left( \frac{r}{(M/N)} \cdot \text{トラックピッチ} \right)$  と等しい長さ L 13 だけ半径方向において離間している。また、バーストパターン B P 2 a , B P 2 a . . は、第 3 バースト領域 A b 3 a に形成された凹部 40 b および第 4 バースト領域 A b 4 a に形成された凹部 40 b のそれぞれの半径方向側における両端部のうちの対向する端部同士がトラックピッチ  $Tp \left( \frac{r}{(M/N)} \cdot \text{トラックピッチ} \right)$  よりも狭い長さ L 14 だけ半径方向において凸部 40 a を介して離間している。

【0037】

この場合、磁気記録媒体における内周側領域から外周側領域までの全域において第 3 バースト領域 A b 3 a の凹部 40 b と第 4 バースト領域 A b 4 a の凹部 40 b とが半径方向において長さ L 14 だけ離間している必要はなく、任意の領域のみ両凹部 40 b , 40 b を半径方向において離間させる構成を採用することができる。また、上記の長さ L 14 を内周側領域から外周側領域まで同一の長さに規定せずに、内周側領域から外周側領域までの各領域毎に任意に異ならせることもできる。この場合、長さ L 14 が長いほど P E S に基づく検出可能帯域が広がるため、例えば、磁気ディスク 10 A における内周側において検出可能帯域が狭いことに起因して正確なトラッキングサーボ制御が困難となるおそれがある場合には、磁気ディスク 10 A における外周側から内周側に向けて長さ L 14 を徐々に長くする構成を採用することができる。なお、前述したアクチュエータ 3 b（一例として、V C M（Voice Coil Motor））は、記録データの正確な記録再生を実行するために、一般的には、そのトラッキング精度（機械精度）がトラックピッチ  $Tp$  の 5 % 以下となる

ように設計されている。言い換えれば、アクチュエータ 3 b によって駆動される磁気ヘッド 3 は、記録データの記録再生時にトラックピッチ  $T_p$  の 5 % 程度を上限とする所定の範囲内で磁気ディスク 10 A の半径方向で常に微動している。したがって、PES に基づく磁気ヘッド 3 の位置検出についての検出可能帯域を確実に広げるためには、上記のバーストパターン B P 1 a , B P 2 a における長さ  $L_{14}$  (バーストパターンを構成する 2 種類のバースト信号単位部の半径方向における離間量) をトラックピッチ  $T_p$  の 5 % 以上の長さとするのが好ましい。

#### 【0038】

また、この磁気ディスク 10 A では、「M」および「N」の双方が上記のように「2」となるように形成されている。したがって、条件式「 $(M+1) \cdot T_p / N - BW$   $W_r$   
( $M-1) \cdot T_p / N + BW$ 」に「 $M=2$ 」および「 $N=2$ 」を当て嵌めると、磁気ヘッド 3 における再生用素子 R a の幅  $W_r$  が、「トラックピッチ  $T_p$  に対する  $3/2$  の長さ - 長さ  $L_{11}$ 」である幅  $W_{r1a}$  (図 5 参照) 以上であって、「トラックピッチ  $T_p$  に対する  $1/2$  の長さ + 長さ  $L_{11}$ 」である幅  $W_{r2a}$  (図 5 参照) 以下の範囲内である限り、磁気ディスク 10 A が上記の条件式を満たすこととなる。以下、本明細書では、一例として、磁気ヘッド 3 における再生用素子 R a の幅  $W_r$  が「トラックピッチ  $T_p$  に対する  $3/2$  の長さ - 長さ  $L_{11}$ 」であるものとして説明する。なお、この磁気ディスク 10 A を用いる際の磁気ヘッド 3 における再生用素子 R a の幅 (最小の幅  $W_{r1a}$  および最大の幅  $W_{r2a}$ ) については、後に詳細に説明する。

#### 【0039】

次に、磁気ディスク 10 A の製造方法について説明する。

#### 【0040】

上記の磁気ディスク 10 A の製造に際しては、図 6 に示す中間体 20 と図 7 に示すスタンパー 30 とを使用する。この場合、図 6 に示すように、中間体 20 は、軟磁性層 12、中間層 13、および磁性層 14 がガラス基材 11 の上にこの順で形成されると共に、磁性層 14 の上にマスク層 17 と、厚み 80 nm 程度の樹脂層 (レジスト層) 18 とが形成されて構成されている。一方、スタンパー 30 は、磁気記録媒体製造用のスタンパーの一例であって、図 7 に示すように、磁気ディスク 10 A における凹凸パターン 40 (データトラックパターン 40 t およびサーボパターン 40 s a) を形成するための凹凸パターン 41 を形成可能な凹凸パターン 39 が形成されて、インプリント法による磁気ディスク 10 A の製造が可能に構成されている。この場合、スタンパー 30 の凹凸パターン 39 は、凸部 39 a , 39 a ・ ・ が磁気ディスク 10 A の凹凸パターン 40 における凹部 40 b , 40 b ・ ・ (非記録領域) に対応し、凹部 39 b , 39 b ・ ・ が凹凸パターン 40 における凸部 40 a , 40 a ・ ・ (記録領域) に対応して形成されている。なお、スタンパー 30 については公知の各種製造方法によって製造することができるため、このスタンパー 30 の製造方法についての詳細な説明を省略する。

#### 【0041】

最初に、図 8 に示すように、中間体 20 の樹脂層 18 にスタンパー 30 の凹凸パターン 39 をインプリント法によって転写する。具体的には、スタンパー 30 における凹凸パターン 39 の形成面を中間体 20 の樹脂層 18 に押し付けることにより、凹凸パターン 39 の凸部 39 a , 39 a ・ ・ を中間体 20 の樹脂層 18 に押し込む。この際には、凸部 39 a , 39 a ・ ・ が押し込まれた部位のレジスト (樹脂層 18) が凹凸パターン 39 における凹部 39 b , 39 b ・ ・ 内に向けて移動する。次いで、中間体 20 からスタンパー 30 を剥離し、さらに、底面に残存する樹脂 (図示せず) を酸素プラズマ処理によって除去することにより、図 9 に示すように、中間体 20 におけるマスク層 17 の上に樹脂層 18 からなる凹凸パターン 41 が形成される。この場合、凹凸パターン 41 における凸部 41 a , 41 a ・ ・ の高さ (凹部 41 b , 41 b ・ ・ ) の深さは、130 nm 程度となる。

#### 【0042】

続いて、上記の凹凸パターン 41 (樹脂層 18) をマスクとしてを用いてエッチング処理を実行することにより、凹凸パターン 41 における凹部 41 b , 41 b ・ ・ の底部にお

いてマスク（凸部 4 1 a , 4 1 a . . . ）から露出しているマスク層 1 7 をエッチングして、図 1 0 に示すように、凸部 4 2 a および凹部 4 2 b を有する凹凸パターン 4 2 を中間体 2 0 のマスク層 1 7 に形成する。次いで、凹凸パターン 4 2 （マスク層 1 7 ）をマスクとして用いてエッチング処理を実行することにより、凹凸パターン 4 2 における凹部 4 2 b , 4 2 b . . . の底部においてマスク（凸部 4 2 a , 4 2 a . . . ）から露出している磁性層 1 4 をエッチングして、図 1 1 に示すように、凸部 4 0 a および凹部 4 0 b を有する凹凸パターン 4 0 を中間体 2 0 の磁性層 1 4 に形成する。続いて、凸部 4 0 a , 4 0 a . . . の上に残存しているマスク層 1 7 に対して選択的にエッチング処理を行うことにより、残存しているマスク層 1 7 を完全に除去して凸部 4 0 a , 4 0 a . . . の突端面を露出させる。これにより、データトラックパターン 4 0 t およびサーボパターン 4 0 s a （凹凸パターン 4 0 ）が中間層 1 3 の上に形成される。

10

#### 【 0 0 4 3 】

続いて、図 1 2 に示すように、非磁性材料 1 5 としての  $\text{SiO}_2$  をスパッタリングする。この際には、非磁性材料 1 5 によって凹部 4 0 b , 4 0 b . . . が完全に埋め尽くされ、かつ、凸部 4 0 a , 4 0 a . . . の上に例えば厚みが 6 0 n m 程度の非磁性材料 1 5 の層が形成されるように、非磁性材料 1 5 を十分にスパッタリングする。続いて、磁性層 1 4 の上（凸部 4 0 a , 4 0 a . . . の上および凹部 4 0 b , 4 0 b . . . の上）の非磁性材料 1 5 の層に対してイオンビームエッチング処理を実行する。この際には、凸部 4 0 a の突端面が非磁性材料 1 5 から露出するまでイオンビームエッチング処理を継続する。これにより、非磁性材料 1 5 の層に対するイオンビームエッチング処理が完了して、図 1 3 に示すように、中間体 2 0 の表面が平坦化される。続いて、中間体 2 0 の表面を覆うようにして C V D 法によってダイヤモンドライクカーボン（ D L C ）の薄膜を成膜することによって保護層 1 6 形成した後、保護層 1 6 の表面にフロン系系の潤滑剤を平均厚さが例えば 2 n m 程度となるように塗布する。これにより、図 2 に示すように、磁気ディスク 1 0 A が完成する。

20

#### 【 0 0 4 4 】

この磁気ディスク 1 0 A では、図 1 4 に示すように、例えば、第 1 パースト領域 A b 1 a に形成されている凹部 4 0 b における半径方向側の端部と、第 2 パースト領域 A b 2 a に形成されている凹部 4 0 b における半径方向側の端部とが、トラック中心（データ記録トラックの半径方向における中心）を挟んで半径方向において互いに重ならない状態で離間するようにパーストパターン B P 1 a が形成されている。したがって、この磁気ディスク 1 0 A では、両パースト領域 A b 1 a , A b 2 a に形成されている凹部 4 0 b （パースト信号単位部）における半径方向に沿った長さ L 1 1 がトラックピッチ T p よりも短くなっている。この結果、磁気ディスク 1 0 A に対する磁気ヘッド 3 の位置が変化して、磁気ヘッド 3 （再生用素子 R a ）が例えば位置 P 1 から矢印 A の向きで位置 P 2 まで磁気ディスク 1 0 A に対して移動したときには、第 1 パースト領域 A b 1 a における磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルが実線 A a で示す状態となる。また、磁気ヘッド 3 が例えば位置 P 3 から矢印 B の向きで位置 P 4 まで磁気ディスク 1 0 A に対して移動したときには、第 2 パースト領域 A b 2 a における磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルが実線 B a で示す状態となる。この場合、実線 A a で示す出力信号を S 1 とし、実線 B a で示す出力信号を S 2 としたときに、パーストパターン B P 1 a によって得られる P E S は、「 $(S 1 - S 2) / (S 1 + S 2)$ 」となる。したがって、パーストパターン B P 1 a によって得られる P E S は、同図に実線で示す特性となる。

30

40

#### 【 0 0 4 5 】

一方、従来の磁気ディスク 1 0 x 1 では、前述したように、サーボパターン P s 1 , P s 2 における半径方向側の両端部がトラック中心において一致する、つまり、両端部がトラック中心に位置するようにパーストパターンが形成されている。したがって、従来の磁気ディスク 1 0 x 1 では、サーボパターン P s 1 , P s 2 （パースト信号単位部）における半径方向に沿った幅 T s がトラックピッチ T p と等しくなっている。この結果、従来の磁気ディスク 1 0 x 1 に対する磁気ヘッドの位置が変化して、磁気ヘッド（再生用素子 R

50

x) が例えば位置 P 1 から矢印 A の向きで位置 P 2 まで磁気ディスク 10 x 1 に対して移動したときには、磁気ヘッドからの出力信号の出力レベルが一点鎖線 A x で示す状態となる。また、磁気ヘッドが例えば位置 P 3 から矢印 B の向きで位置 P 4 まで磁気ディスク 10 x 1 に対して移動したときには、磁気ヘッドからの出力信号の出力レベルが一点鎖線 B x で示す状態となる。この結果、従来の磁気ディスク 10 x 1 におけるサーボパターン P s 1 , P s 2 によって得られる P E S は、同図に一点鎖線で示す特性となる。

【 0 0 4 6 】

この場合、磁気ヘッド 3 が位置 P 0 (この例では、トラック中心) に位置している状態から矢印 C の向きに移動したときに、従来の磁気ディスク 10 x 1 では、磁気ヘッドの位置を P E S に基づいて検出可能な範囲が位置 P 0 から位置 P x c までの範囲となっている。これに対して、磁気ディスク 10 A では、制御部 6 が P E S に基づいて位置 P 0 から位置 P a c までの広い範囲内において磁気ヘッド 3 の位置を検出することが可能となっている。また、磁気ヘッド 3 が位置 P 0 から矢印 D の向きに移動したときに、従来の磁気ディスク 10 x 1 では、磁気ヘッドの位置を P E S に基づいて検出可能な範囲が位置 P 0 から位置 P x d までの範囲となっている。これに対して、磁気ディスク 10 A では、制御部 6 が P E S に基づいて位置 P 0 から位置 P a d までの広い範囲内において磁気ヘッド 3 の位置を検出することが可能となっている。したがって、磁気ディスク 10 A では、磁気ヘッド 3 がトラック中心から大きく位置ずれした状態であっても P E S に基づいてその位置を検出して所望のトラックにオントラックさせることが可能となっている。

【 0 0 4 7 】

また、この磁気ディスク 10 A では、前述したように、磁気ヘッド 3 の幅 W r と、データトラックパターン 40 t における凸部 40 a の半径方向に沿った形成ピッチ (トラックピッチ T p) と、第 1 パースト領域 A b 1 a ~ 第 4 パースト領域 A b 4 a に形成された凹部 40 b の半径方向に沿った長さ L 1 1 (「 B W 」) とが、 $(M + 1) \cdot T p / N - B W$   $W r$   $(M - 1) \cdot T p / N + B W$  の条件式を満たす関係となるようにデータトラックパターン 40 t およびサーボパターン 40 s a が形成されている。したがって、この磁気ディスク 10 A では、データトラックパターン 40 t およびサーボパターン 40 s a における各部の長さによって再生用素子 R a の幅 W r が一義的に規定されることなく、再生用素子 R a の幅 W r を比較的自由に規定することが可能となっている。言い換えれば、従来の磁気ディスク 10 x 1 とは異なり、磁気ヘッド 3 における再生用素子 R a の幅 W r によって一義的に規定されることなく、データトラックパターン 40 t およびサーボパターン 40 s a における各部の長さを規定することが可能となっている。

【 0 0 4 8 】

具体的には、図 15 に示すように、この磁気ディスク 10 A では、第 1 パースト領域 A b 1 a に形成された凹部 40 b の半径方向に沿った形成ピッチである長さ L 1 2 が、トラックピッチ T p の 2 倍の長さ (「 ( M / N ) ・ T p ・ 2 」) となっている。この場合、上記の長さ L 1 2 は、前述した長さ L 1 0 (所定範囲の半径方向に沿った長さ) と等しい長さとなっている。このため、この磁気ディスク 10 A では、パーストパターン B P 1 a , B P 2 a . . . の半径方向における中心 C 1 a , C 2 a . . . が長さ L 1 2 の範囲内にトラックピッチ T p に対する 1 / 2 の長さ間隔で (「 ( 1 / N ) ・ トラックピッチ 」の間隔で) 4 個 (「 ( 2 ・ M ) 個 」) だけ存在することとなる。具体的には、第 1 パースト領域 A b 1 a ~ 第 4 パースト領域 A b 4 a 内の各凹部 40 b , 40 b . . . (パースト信号単位部) は、その半径方向の両端側にパーストパターン B P 1 a , B P 2 a . . . の中心 C 1 a , C 2 a . . . が存在するように形成されている。したがって、例えば第 1 パースト領域 A b 1 a においては、凹部 40 b の半径方向に沿った形成ピッチである上記の長さ L 1 2 の範囲内に 2 つのパーストパターン B P 1 a , B P 1 a の半径方向における中心 C 1 a , C 1 a が存在する。また、長さ L 1 2 の範囲内には、2 組 (M 組) のパーストパターン B P 1 a , B P 2 a の半径方向における中心 C 1 a , C 2 a , すなわち、4 個 (「 ( 2 ・ M ) 個 」) の中心 C 1 a , C 2 a . . . が存在する。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

したがって、この磁気ディスク10Aでは、例えば1つのバーストパターンBP1aによって得られるPESに基づいて磁気ヘッド3をトラッキングサーボ制御すべき範囲の半径方向に沿った長さL16が、上記の長さL12に対する1/4の長さ(「 $1/(2 \cdot M)$ 」)となる。この場合、この長さL16は、トラックピッチTpに対する1/2の長さ(「 $(M/N) \cdot Tp \cdot 2/(2 \cdot M) = (1/N) \cdot Tp$ 」)であり、この磁気ディスク10Aでは、トラックピッチTpに対する1/2の長さがデータ記録トラックの幅、およびトラック間凹部の幅と等しい長さL16となっている。つまり、この磁気ディスク10Aでは、バーストパターンBP1aによって得られるPESに基づいて磁気ヘッド3をトラッキングサーボ制御すべき範囲がデータ記録トラックの幅およびトラック間凹部の幅と等しい長さL16の範囲内となる。また、第1バースト領域Ab1aに形成された凹部40bの端部と、第2バースト領域Ab2aに形成された凹部40bの端部との半径方向に沿った距離である長さL14は、長さL12に対する1/2の長さから長さL11を差し引いた長さ(「 $(M/N) \cdot Tp - BW$ 」)であり、これは、トラックピッチTpから長さL11を差し引いた長さとなす。

#### 【0050】

この場合、トラッキングサーボ制御すべき範囲(長さL16)の一方の端部である位置P5に再生用素子Raが位置している状態(再生用素子Raにおける幅方向の中心が位置P5に重なる状態)において、再生用素子Raの幅Wrが同図に示す幅Wr1aよりも狭いときには、再生用素子Raの端部と、第1バースト領域Ab1aに形成された凹部40bの端部との間に半径方向(トラッキングサーボ制御方向)において隙間が生じる。この隙間がすなわち不感帯となるため、再生用素子Raの幅Wrは、同図に示す幅Wr1a以上である必要がある。この幅Wr1aは、同図に示すように、長さL14aと長さL16aとの和に対する2倍の長さとなっている。この場合、長さL14aは、上記の長さL14に対する1/2の長さで、長さL16aは、上記の長さL16に対する1/2の長さ(「 $Tp/(2 \cdot N)$ 」)となっている。つまり、幅Wr1aに対する1/2の長さは、トラックピッチTpから長さL11を差し引いた長さ(上記の長さL14)に対する1/2の長さ(長さL14a:「 $(M/N) \cdot Tp/2 - BW/2$ 」)と、トラックピッチTpに対する1/2の長さ(上記の長さL16)に対する1/2の長さ(長さL16a:「 $Tp/(2 \cdot N)$ 」)との和、すなわち、トラックピッチTpに対する3/4の長さから長さL11に対する1/2の長さを差し引いた長さとなる。したがって、幅Wr1aは、トラックピッチTpに対する3/2の長さ(「 $(M+1) \cdot Tp/N$ 」)から長さL11(BW)を差し引いた長さとなり、この長さは、前述した条件式中の「 $(M+1) \cdot Tp/N - BW$ 」と一致する。

#### 【0051】

一方、トラッキングサーボ制御すべき範囲(長さL16)の他方の端部である位置P6に再生用素子Raが位置している状態(再生用素子Raにおける幅方向の中心が位置P6に重なる状態)において、再生用素子Raの幅Wrが同図に示す幅Wr2aよりも広いときには、再生用素子Raの端部が、第1バースト領域Ab1aに形成された凹部40bの端部から半径方向(トラッキングサーボ制御方向)にはみ出した状態となる。このはみ出し量がすなわち不感帯となるため、再生用素子Raの幅Wrは、同図に示す幅Wr2a以下である必要がある。この幅Wr2aは、上記の長さL11から長さL17を差し引いた長さに対する2倍の長さとなっている。この場合、長さL17は、上記の長さL16aから長さL14aを差し引いた長さ、すなわち、トラックピッチTpに対する1/2の長さである長さL16に対する1/2の長さ(「 $Tp/(2 \cdot N)$ 」)から、トラックピッチTpから長さL11を差し引いた長さに対する1/2の長さ(「 $(Tp - BW) \cdot (M/N) \cdot (1/2)$ 」)を差し引いた長さとなっている。つまり、幅Wr2aに対する1/2の長さは、上記の長さL11から、トラックピッチTpに対する1/4の長さ(「 $Tp/(2 \cdot N)$ 」)を差し引いた長さ、と、上記の長さL14aとの和の長さ(「 $BW - Tp/(2 \cdot N) + (M/N) \cdot Tp/2 - BW/2$ 」=「 $(M-1) \cdot Tp/(2 \cdot N) + BW/2$ 」)となる。したがって、幅Wr2aは、トラックピッチTpに対する1/2の

10

20

30

40

50

長さ「 $(M-1) \cdot T_p / N$ 」と、上記の長さ $L_{11}(BW)$ と和の長さとなり、この長さは、前述した条件式中の「 $(M-1) \cdot T_p / N + BW$ 」と一致する。

#### 【0052】

以上のように、磁気ディスク10Aは、「 $(M+1) \cdot T_p / N - BW - W_r - (M-1) \cdot T_p / N + BW$ 」との条件を満たすようにトラックピッチ $T_p$ や長さ $L_{11}$ が規定されている。したがって、上記のように規定される幅 $W_{r1a}$ から幅 $W_{r2a}$ までの各種幅 $W_r$ の再生用素子 $R_a$ に対して、磁気ディスク10Aは、不感帯を生じさせることなく磁気ディスク10A上における磁気ヘッド3（再生用素子 $R_a$ ）の位置を特定させることが可能となっている。この場合、この磁気ディスク10Aでは、バーストパターン $BP_{1a}$ ,  $BP_{2a}$ ・・・の半径方向における $C_{1a}$ ,  $C_{2a}$ ・・・の半径方向に沿った間隔が $(1/2) \cdot$ トラックピッチ $T_p$ （「 $(1/N) \cdot$ トラックピッチ」において $N=2$ の例）となるようにバーストパターン領域 $Ab_a$ にバーストパターン $BP_{1a}$ ,  $BP_{2a}$ ・・・が形成されている。したがって、サーボパターン $Ps_1$ ,  $Ps_2$ 、または、サーボパターン $Ps_3$ ,  $Ps_4$ が一对となって機能する各バーストパターンの半径方向における各中心の半径方向に沿った間隔がトラックピッチ $T_p$ となるようにバーストパターンが形成された（「 $N=1$ 」である）従来の磁気ディスク $10 \times 1$ ,  $10 \times 2$ とは異なり、前述したように、再生用素子 $R_a$ の幅 $W_r$ がトラックピッチ $T_p$ よりも狭い場合であっても不感帯を生じさせることなく磁気ディスク10A上における磁気ヘッド3（再生用素子 $R_a$ ）の位置を特定させることが可能となっている。このため、必要に応じて幅 $W_r$ がトラックピッチ $T_p$ よりも狭い再生用素子 $R_a$ を用いることで、サイドリード現象の発生を回避することが可能となっている。

#### 【0053】

この場合、上記の「 $N$ 」を「自然数ではない値」としたときには、各データ記録トラックのトラック中心と、各バーストパターンによって得られる $PES$ の値が「0」となる位置（各バーストパターンにおける半径方向の各中心の位置）との半径方向における位置関係が各データ記録トラック毎に相違することとなる。この結果、例えば、磁気ヘッド（再生用素子）がトラック中心に位置しているときの $PES$ の値が各データ記録トラック毎に相違することとなり、 $PES$ の値に基づいて所望のデータ記録トラックにおけるトラック中心に再生用素子を位置させる処理が煩雑となる。これに対して、上記の「 $N$ 」を「自然数」とした場合には、各データ記録トラックのトラック中心と、 $PES$ の値が「0」となる位置との半径方向における位置関係がすべてのデータ記録トラックにおいて一致する。これにより、例えば、磁気ヘッド（再生用素子）がトラック中心に位置しているときの $PES$ の値がすべてのデータ記録トラックにおいて等しい値となるため、いずれのデータ記録トラックに対しても、 $PES$ の値に基づいてそのトラック中心に再生用素子を位置させる処理を容易に実行することが可能となる。また、上記の磁気ディスク10Aのように、各バーストパターン $BP_{1a}$ ,  $BP_{1a}$ ・・・の半径方向に沿った中心 $C_{1a}$ ,  $C_{1a}$ ・・・とトラック中心とを一致させることにより、 $PES$ の値が「0」のときに再生用素子 $R_a$ がトラック中心に位置していると特定することが可能となる。これにより、煩雑な処理を不要としつつ、再生用素子 $R_a$ を容易にトラック中心に位置させることが可能となっている。

#### 【0054】

このように、この磁気ディスク10Aおよびハードディスクドライブ1によれば、凹部40b（非記録領域）で構成された2種類のバースト信号単位部を有するバーストパターン $BP_{1a}$ ,  $BP_{2a}$ ・・・を回転方向に沿って $M$ 組（この例では2組）形成すると共に、内周側領域から外周側領域までの各領域のうちの少なくとも一部分（この例では、全域）において、第1バースト領域 $Ab_{1a}$ および第2バースト領域 $Ab_{2a}$ に形成された凹部40b, 40bの半径方向において対向する両端部が半径方向において凸部40a（記録領域）を介して離間すると共に、第3バースト領域 $Ab_{3a}$ および第4バースト領域 $Ab_{4a}$ に形成された凹部40b, 40bの半径方向において対向する両端部が半径方向において凸部40a（記録領域）を介して離間するように各バースト信号単位部を形成したこ

とにより、P E Sに基づく磁気ヘッド3（再生用素子R a）の位置検出についての検出可能帯域を十分に広げることができる結果、バーストパターンB P 1 a，B P 2 a・・・に対応して磁気ヘッド3から出力される出力信号にノイズ等に起因する変動が生じたとしても、磁気ヘッド3の位置ずれを確実に検出して正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。また、1組のバーストパターンしか存在しない（「M = 1」である）従来の磁気ディスク10 x 1とは異なり、磁気ヘッド3における再生用素子R aの幅W rとトラックピッチT pとを一致させる必要がないため、データトラックパターン40 tおよびサーボパターン40 s bについての設計の自由度を高めることができる。また、2組（「M = 2」）のバーストパターンを備えるものの各バーストパターンにおける半径方向の各中心がトラックピッチと等しい間隔で配置されている従来の磁気ディスク10 x 2とは異なり、再生用素子R aの幅W rをトラックピッチT pよりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。

#### 【0055】

また、この磁気ディスク10 Aを搭載したハードディスクドライブ1によれば、「 $(M + 1) \cdot T p / N - B W$  W r  $(M - 1) \cdot T p / N + B W$ 」の条件を満たすように磁気ディスク10 AのバーストパターンB P 1 a，B P 2 aを形成したことにより、上記の条件に当て嵌まる幅W rの再生用素子R aを有する磁気ヘッド3を使用することでバーストパターンについての不感帯を生じさせることなく、P E Sに基づく磁気ヘッド3（再生用素子R a）の位置検出についての検出可能帯域を十分に広げることができ、正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。この場合、従来の磁気ディスク10 x 1とは異なり、再生用素子R aの幅によってトラックピッチT pやバースト信号単位部（凹部40 b）の半径方向に沿った長さL 1 1が一義的に規定されることがないため、データトラックパターンおよびサーボパターンについての設計の自由度を高めることができる。これにより、トラック密度の向上や、サイドリード現象の回避等の目的に応じてトラックピッチT pやバースト信号単位部（凹部40 b）の半径方向に沿った長さL 1 1を適宜変更することができる。また、従来の磁気ディスク10 x 2とは異なり、再生用素子R aの幅W rをトラックピッチT pよりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。これにより、高密度記録が可能で、しかも、再生エラーが生じ難い磁気ディスク10 Aを搭載したハードディスクドライブ1を提供することができる。

#### 【0056】

さらに、上記のスタンパー30によれば、磁気ディスク10 Aの凹凸パターン40の凹部40 b，40 b・・・（非記録領域）に対応して形成された凸部39 a，39 a・・・と、磁気ディスク10 Aにおける凹凸パターン40の凸部40 a，40 a・・・（記録領域）に対応して形成された凹部39 b，39 b・・・とを有する凹凸パターン39を備えたことにより、P E Sに基づく磁気ヘッド3の位置検出についての検出可能帯域が十分に広がりバーストパターンB P 1 a，B P 2 a・・・を有する磁気ディスク10 Aをインプリント法等によって容易に製造することができる。

#### 【0057】

次に、磁気記録媒体の他の一例である磁気ディスク10 Bをハードディスクドライブ1に搭載した例について、図面を参照して説明する。なお、前述した磁気ディスク10 Aと共通の構成要素については、共通の符号を付して重複した説明を省略する。

#### 【0058】

磁気ディスク10 Bは、図16に示すように、磁気ディスク10 Aにおけるサーボパターン領域A s aに代えて、データ記録領域A t，A tの間にサーボパターン領域A s bが規定されて構成されている。この場合、サーボパターン領域A s bは、磁気ディスク10 Aにおけるバーストパターン領域A b aに代えて、第1バースト領域A b 1 b～第4バースト領域A b 4 bを有するバーストパターン領域A b bを備えている。この場合、バーストパターン領域A b bにおける第1バースト領域A b 1 b～第4バースト領域A b 4 bには、磁気ヘッド3を所望のトラックにオントラックさせるための位置検出用のパターンが

10

20

30

40

50

凹凸パターン 40 によって形成されている。具体的には、図 17 に示すように、磁気ディスク 10B の回転方向（矢印 R の向き）に沿って複数の凸部 40a, 40a... が形成されることにより、凹部 40b および凸部 40a が回転方向に沿って交互に並ぶ領域と、凹部 40b が回転方向において連続する領域とが形成されている。なお、この磁気ディスク 10B では、凸部 40a の形成領域が記録領域に相当し、凹部 40b の形成領域（非磁性材料 15 が埋め込まれた領域）が非記録領域に相当する。

#### 【0059】

また、図 17 に示すように、バーストパターン領域 A b b には、M 組のバーストパターンに相当する 2 組のバーストパターン B P 1 b, B P 2 b が形成されている（「M = 2」の例）。具体的には、第 1 バースト領域 A b 1 b に形成された凹凸パターン 40 と、第 2 バースト領域 A b 2 b に形成された凹凸パターン 40 とによって M 組のバーストパターンのうちの 1 つに相当するバーストパターン B P 1 b が構成されると共に、第 3 バースト領域 A b 3 b に形成された凹凸パターン 40 と、第 4 バースト領域 A b 4 b に形成された凹凸パターン 40 とによって M 組のバーストパターンのうちの他の 1 つに相当するバーストパターン B P 2 b が構成されている。また、バーストパターン領域 A b b に形成された各凸部 40a, 40a... は、バースト信号単位部に相当し、磁気ディスク 10B の半径方向（同図における左右方向）に沿った長さ L 21（「BW」）が互いに等しくなるように形成されている。なお、同図では、理解を容易とするために、第 1 バースト領域 A b 1 b ~ 第 4 バースト領域 A b 4 b の各バースト領域毎に、回転方向に沿って 3 つの凸部 40a を並べて図示しているが、実際には、各バースト領域毎に、10 ~ 30 個の凸部 40a, 40a... が回転方向に沿って並んで形成されている。なお、各バースト領域中に形成するパターンについては、回転方向に沿って複数のバースト信号単位部を並べたパターンに限定されず、各バースト領域毎に回転方向に沿って単一のバースト信号単位部（凸部 40a）を形成してバーストパターンを構成することもできる。

#### 【0060】

この場合、この磁気ディスク 10B では、第 1 バースト領域 A b 1 b および第 2 バースト領域 A b 2 b 内に半径方向に沿って複数のバーストパターン B P 1 b, B P 1 b... が形成されると共に、第 3 バースト領域 A b 3 b および第 4 バースト領域 A b 4 b 内に半径方向に沿って複数のバーストパターン B P 2 b, B P 2 b... が形成されている。また、各バースト領域 A b 1 b ~ A b 4 b 内に回転方向に沿って並ぶ凸部 40a, 40a... の列は、それぞれ 2 つのバーストパターン B P 1 b, B P 1 b（またはバーストパターン B P 2 b, B P 2 b）を構成する。具体的には、図 17 に示すように、例えば、第 1 バースト領域 A b 1 b 内において回転方向に沿って並ぶ凸部 40a, 40a... の列は、その凸部 40a, 40a... の列に対して第 2 バースト領域 A b 2 b 内において半径方向の内周側に位置する凸部 40a, 40a... の列と相俟って 1 つのバーストパターン B P 1 b を構成すると共に、その凸部 40a, 40a... の列に対して第 2 バースト領域 A b 2 b 内において半径方向の外周側に位置する凸部 40a, 40a... の列と相俟って他の 1 つのバーストパターン B P 1 b を構成する。

#### 【0061】

また、図 17 に示すように、この磁気ディスク 10B では、中心 O からバースト信号単位部（凸部 40a）までの距離（一例として、中心 O とバースト信号単位部の半径方向における中心との間の距離）が第 1 バースト領域 A b 1 b ~ 第 4 バースト領域 A b 4 b の各バースト領域毎に互いに相違するように凹凸パターン 40 がバーストパターン領域 A b b に形成されてバーストパターン B P 1 b, B P 2 b が形成されている。この場合、バーストパターン B P 1 b については、第 1 バースト領域 A b 1 b および第 2 バースト領域 A b 2 b に形成された凸部 40a, 40a... が 2 種類のバースト信号単位部に相当し、バーストパターン B P 2 b については、第 3 バースト領域 A b 3 b および第 4 バースト領域 A b 4 b に形成された凸部 40a, 40a... が 2 種類のバースト信号単位部に相当する。さらに、この磁気ディスク 10B では、第 1 バースト領域 A b 1 b ~ 第 4 バースト領域 A b 4 b の各バースト領域内における凸部 40a, 40a... の半径方向に沿った形成ピッ

チ（各バースト領域内における凸部 40a, 40a... の半径方向における各中心の間の距離と等しい長さ：同図に示す長さ L22）が互いに等しくなるように凹凸パターン 40 がバーストパターン領域 Abb に形成されている。この場合、この磁気ディスク 10B では、上記の長さ L22 がトラックピッチ Tp に対する 2 倍の長さ（「 $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」において「 $N = 2$ 」）となっている。

#### 【0062】

また、この磁気ディスク 10B では、半径方向に沿った長さ L20 がトラックピッチ Tp に  $(2 \cdot M / N)$  を乗じた長さ（「 $(2 \cdot M / N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」：この例では、トラックピッチ Tp の 2 倍の長さ）であってその半径方向側における両端（一点鎖線で示す部位）が各バーストパターン BP1b, BP2b... の半径方向における中心 C1b, C2b... とは一致しない範囲内（本発明における所定範囲内）において、各バーストパターン BP1b, BP2b... の半径方向における中心 C1b, C2b... が、トラックピッチ Tp に対する  $1/2$  の長さ（「 $(1/N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」）間隔で 4 個（「 $(2 \cdot M)$  個」の一例）だけ存在するように第 1 バースト領域 Ab1b ~ 第 4 バースト領域 Ab4b 内に凸部 40a, 40a... が形成されている。この場合、この磁気ディスク 10B では、バーストパターン BP1b の半径方向における中心 C1b がデータ記録トラック（データ記録領域 At に形成された凸部 40a）の半径方向における中心（トラック中心）と一致すると共に（バーストパターン BP1b の中心 C1b とデータ記録トラックの中心との距離が「0」）、バーストパターン BP2b の半径方向における中心 C2b とデータ記録トラックの半径方向における中心との間の距離（長さ L25）がトラックピッチ Tp に対する  $1/2$  の長さとなるように凹凸パターン 40 がバーストパターン領域 Abb に形成されている。

#### 【0063】

また、バーストパターン BP1b, BP1b... は、第 1 バースト領域 Ab1b に形成された凸部 40a と、第 2 バースト領域 Ab2b に形成された凸部 40a とが回転方向において凹部 40b を介して互いに離間するように形成されている（一方のバースト信号単位部と他方のバースト信号単位部とが回転方向において重ならないように形成されている）。さらに、バーストパターン BP1b, BP1b... は、第 1 バースト領域 Ab1b に形成された凸部 40a の半径方向における中心と、第 2 バースト領域 Ab2b に形成された凸部 40a の半径方向における中心とがトラックピッチ Tp（本発明における「 $(M/N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」）と等しい長さ L23 だけ半径方向において離間している。また、バーストパターン BP1b, BP1b... は、第 1 バースト領域 Ab1b に形成された凸部 40a および第 2 バースト領域 Ab2b に形成された凸部 40a のそれぞれの半径方向側における両端部のうちの対向する端部を含む端部領域同士がトラックピッチ Tp（「 $(M/N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」）よりも狭い長さ L24 だけ半径方向において重なり合うように凹凸パターン 40 が形成されている。この場合、磁気記録媒体における内周側領域から外周側領域までの全域において第 1 バースト領域 Ab1b の凸部 40a における端部領域と第 2 バースト領域 Ab2b の凸部 40a における端部領域とを半径方向において長さ L24 だけ重ね合わせる必要はなく、任意の領域のみ両凸部 40a, 40a の端部領域同士を半径方向において重ね合わせる構成を採用することができる。また、上記の長さ L24 を内周側領域から外周側領域まで同一の長さに規定せずに、内周側領域から外周側領域までの各領域毎に任意に異ならせることもできる。この場合、長さ L24 が長いほど PES に基づく検出可能帯域が広がるため、例えば、磁気ディスク 10B における内周側において検出可能帯域が狭いことに起因して正確なトラッキングサーボ制御が困難となるおそれがある場合には、磁気ディスク 10B における外周側から内周側に向けて長さ L24 を徐々に長くする構成を採用することができる。

#### 【0064】

また、バーストパターン BP2b, BP2b... は、第 3 バースト領域 Ab3b に形成された凸部 40a と、第 4 バースト領域 Ab4b に形成された凸部 40a とが回転方向において凹部 40b を介して互いに離間するように形成されている（一方のバースト信号単

位部と他方のバースト信号単位部とが回転方向において重ならないように形成されている)。さらに、バーストパターンB P 2 b, B P 2 b · · は、第3バースト領域A b 3 bに形成された凸部4 0 aの半径方向における中心と、第4バースト領域A b 4 bに形成された凸部4 0 aの半径方向における中心とがトラックピッチT p (本発明における「(M/N)・トラックピッチ」と等しい長さL 2 3だけ半径方向において離間している。また、バーストパターンB P 2 b, B P 2 b · · は、第3バースト領域A b 3 bに形成された凸部4 0 aおよび第4バースト領域A b 4 bに形成された凸部4 0 aのそれぞれの半径方向側における両端部のうちの対向する端部を含む端部領域同士がトラックピッチT p (「(M/N)・トラックピッチ」と等しい長さL 2 4だけ半径方向において重なり合うように凹凸パターン4 0が形成されている。

10

#### 【0065】

この場合、磁気記録媒体における内周側領域から外周側領域までの全域において第3バースト領域A b 3 bの凸部4 0 aにおける端部領域と第4バースト領域A b 4 bの凸部4 0 aにおける端部領域とを半径方向において長さL 2 4だけ重ね合わせる必要はなく、任意の領域のみ両凸部4 0 a, 4 0 aの端部領域同士を半径方向において重ね合わせる構成を採用することができる。また、上記の長さL 2 4を内周側領域から外周側領域まで同一の長さに規定せずに、内周側領域から外周側領域までの各領域毎に任意に異ならせることもできる。この場合、長さL 2 4が長いほどP E Sに基づく検出可能帯域が広がるため、例えば、磁気ディスク1 0 Bにおける内周側において検出可能帯域が狭いことに起因して正確なトラッキングサーボ制御が困難となるおそれがある場合には、磁気ディスク1 0 Bにおける外周側から内周側に向けて長さL 2 4を徐々に長くする構成を採用することができる。なお、前述したアクチュエータ3 b (一例として、V C M)は、記録データの正確な記録再生を実行するために、一般的には、そのトラッキング精度(機械精度)がトラックピッチT pの5%以下となるように設計されている。言い換えれば、アクチュエータ3 bによって駆動される磁気ヘッド3は、記録データの記録再生時にトラックピッチT pの5%程度を上限とする所定の範囲内で磁気ディスク1 0 Bの半径方向で常に微動している。したがって、P E Sに基づく磁気ヘッド3の位置検出についての検出可能帯域を確実に広げるためには、上記のバーストパターンB P 1 b, B P 2 bにおける長さL 2 4(バーストパターンを構成する2種類のバースト信号単位部の半径方向における重なり量)をトラックピッチT pの5%以上の長さとするのが好ましい。

20

30

#### 【0066】

また、この磁気ディスク1 0 Bでは、本発明における「M」および「N」の双方が上記のように「2」となるように形成されている。したがって、本発明における磁気記録媒体が満たすべき条件式「 $(1 - M) \cdot T p / N + B W \quad W r \quad (3 \cdot M - 1) \cdot T p / N - B W$ 」に「M = 2」および「N = 2」を当て嵌めると、磁気ヘッド3における再生用素子R bの幅W rが、「長さL 2 1からトラックピッチT pに対する1/2の長さを差し引いた長さ」である幅W r 1 b (図17参照)以上であって、「トラックピッチT pに対する5/2の長さから長さL 2 1を差し引いた長さ」である幅W r 2 b (図17参照)以下の範囲内であれば、磁気ディスク1 0 Bが上記の条件式を満たすこととなる。以下、本明細書では、一例として、磁気ヘッド3における再生用素子R bの幅W rが「長さL 2 1 - 1/2・トラックピッチT p」であるものとして説明する。なお、この磁気ディスク1 0 Bを用いる際の磁気ヘッド3における再生用素子R bの幅(最小の幅W r 1 bおよび最大の幅W r 2 b)については、後に詳細に説明する。

40

#### 【0067】

この磁気ディスク1 0 Bの製造に際しては、前述した磁気ディスク1 0 Aの製造時と同様にして、図6に示す中間体2 0と図7に示すスタンパー3 0とを使用する。この場合、この磁気ディスク1 0 Bを製造するためのスタンパー3 0は、磁気記録媒体製造用のスタンパーの一例であって、磁気ディスク1 0 Bにおける凹凸パターン4 0 (データトラックパターン4 0 tおよびサーボパターン4 0 s b)を形成するための凹凸パターン4 1を形成可能な凹凸パターン3 9が形成されて、インプリント法による磁気ディスク1 0 Bの製

50

造が可能に構成されている。この場合、スタンパー 30 の凹凸パターン 39 は、凸部 39a, 39a・・・が磁気ディスク 10B の凹凸パターン 40 における凹部 40b, 40b・・・(非記録領域)に対応し、凹部 39b, 39b・・・が凹凸パターン 40 における凸部 40a, 40a・・・(記録領域)に対応して形成されている。なお、このスタンパーを用いたインプリント方による磁気ディスク 10B の製造方法については、前述した磁気ディスク 10A の製造方法と同様であるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0068】

この磁気ディスク 10B では、図 18 に示すように、例えば、第 1 パースト領域 Ab1b に形成されている凸部 40a における半径方向側の端部を含む端部領域と、第 2 パースト領域 Ab2b に形成されている凸部 40a における半径方向側の端部を含む端部領域とが、トラック中心(データ記録トラックの半径方向における中心)において半径方向で重なるようにパーストパターン BP1b が形成されている。したがって、この磁気ディスク 10B では、両パースト領域 Ab1b, Ab2b に形成されている凸部 40a (パースト信号単位部)における半径方向に沿った長さ L21 がトラックピッチ Tp よりも長くなっている。この結果、磁気ディスク 10B に対する磁気ヘッド 3 の位置が変化して、磁気ヘッド 3 (再生用素子 Rb) が例えば位置 P1 から矢印 A の向きで位置 P2 まで磁気ディスク 10B に対して移動したときには、第 1 パースト領域 Ab1b における磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルが実線 Ab で示す状態となる。また、磁気ヘッド 3 が例えば位置 P3 から矢印 B の向きで位置 P4 まで磁気ディスク 10B に対して移動したときには、第 2 パースト領域 Ab2b における磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルが実線 Bb で示す状態となる。この場合、実線 Ab で示す出力信号を S1 とし、実線 Bb で示す出力信号を S2 としたときに、パーストパターン BP1b によって得られる PES は、 $(S1 - S2) / (S1 + S2)$  となる。したがって、パーストパターン BP1b によって得られる PES は、同図に実線で示す特性となる。

#### 【0069】

一方、従来の磁気ディスク 10x1 では、前述したように、磁気ヘッド(再生用素子 Rx) が例えば位置 P1 から矢印 A の向きで位置 P2 まで磁気ディスク 10x1 に対して移動したときには、磁気ヘッドからの出力信号の出力レベルが一点鎖線 Ax で示す状態となる。また、磁気ヘッドが例えば位置 P3 から矢印 B の向きで位置 P4 まで磁気ディスク 10x1 に対して移動したときには、磁気ヘッドからの出力信号の出力レベルが一点鎖線 Bx で示す状態となる。この結果、従来の磁気ディスク 10x1 におけるサーボパターン Ps1, Ps2 によって得られる PES は、同図に一点鎖線で示す特性となる。

#### 【0070】

この場合、磁気ヘッド 3 が位置 P0 (この例では、トラック中心)に位置している状態から矢印 C の向きに移動したときに、従来の磁気ディスク 10x1 では、磁気ヘッドの位置を PES に基づいて検出可能な範囲が位置 P0 から位置 Px c までの範囲となっている。これに対して、磁気ディスク 10B では、制御部 6 が PES に基づいて位置 P0 から位置 P b c までの広い範囲内において磁気ヘッド 3 の位置を検出することが可能となっている。また、磁気ヘッド 3 が位置 P0 から矢印 D の向きに移動したときに、従来の磁気ディスク 10x1 では、磁気ヘッドの位置を PES に基づいて検出可能な範囲が位置 P0 から位置 P x d までの範囲となっている。これに対して、磁気ディスク 10B では、制御部 6 が PES に基づいて位置 P0 から位置 P b d までの広い範囲内において磁気ヘッド 3 の位置を検出することが可能となっている。したがって、磁気ディスク 10B では、磁気ヘッド 3 がトラック中心から大きく位置ずれした状態であっても PES に基づいてその位置を検出して所望のトラックにオントラックさせることが可能となっている。

#### 【0071】

また、この磁気ディスク 10B では、前述したように、磁気ヘッド 3 の幅 Wr と、データトラックパターン 40t における凸部 40a の半径方向に沿った形成ピッチ(トラックピッチ Tp)と、第 1 パースト領域 Ab1b ~ 第 4 パースト領域 Ab4b に形成された凸部 40a の半径方向に沿った長さ L21 ( $\lceil BW \rceil$ )とが、 $(1 - M) \cdot Tp / N + B$

W<sub>r</sub> = (3 · M - 1) · T<sub>p</sub> / N - B<sub>W</sub>」の条件式を満たす関係となるようにデータトラックパターン40tおよびサーボパターン40sbが形成されている。したがって、この磁気ディスク10Bでは、データトラックパターン40tおよびサーボパターン40sbにおける各部の長さによって再生用素子Rbの幅W<sub>r</sub>が一義的に規定されることなく、再生用素子Rbの幅W<sub>r</sub>を比較的自由に規定することが可能となっている。言い換えれば、従来の磁気ディスク10x1とは異なり、磁気ヘッド3における再生用素子Rbの幅W<sub>r</sub>によって一義的に規定されることなく、データトラックパターン40tおよびサーボパターン40sbにおける各部の長さを規定することが可能となっている。

#### 【0072】

具体的には、図19に示すように、この磁気ディスク10Bでは、第1バースト領域Ab1bに形成された凸部40aの半径方向に沿った形成ピッチである長さL22が、トラックピッチT<sub>p</sub>の2倍の長さ(「(M/N) · T<sub>p</sub> · 2」)となっている。この場合、上記の長さL22は、前述した長さL20(所定範囲の半径方向に沿った長さ)と等しい長さとなっている。このため、この磁気ディスク10Bでは、バーストパターンBP1b, BP2b・・・の半径方向における中心C1b, C2b・・・が長さL22の範囲内にトラックピッチT<sub>p</sub>に対する1/2の長さ間隔で(「(1/N) · トラックピッチ」の間隔で)4個(「(2 · M)個」)だけ存在することとなる。具体的には、第1バースト領域Ab1b～第4バースト領域Ab4b内の各凸部40a, 40a・・・(バースト信号単位部)は、その半径方向の両端側にバーストパターンBP1b, BP2b・・・の中心C1b, C2b・・・が存在するように形成されている。したがって、例えば第1バースト領域Ab1bにおいては、凸部40aの半径方向に沿った形成ピッチである上記の長さL22の範囲内に2つのバーストパターンBP1b, BP1bの半径方向における中心C1b, C1bが存在する。また、長さL22の範囲内には、2組(M組)のバーストパターンBP1b, BP2bの半径方向における中心C1b, C2b、すなわち、4個(「(2 · M)個」)の中心C1b, C2b・・・が存在する。

#### 【0073】

したがって、この磁気ディスク10Bでは、例えば1つのバーストパターンBP1bによって得られるPESに基づいて磁気ヘッド3をトラッキングサーボ制御すべき範囲の半径方向に沿った長さL26が、上記の長さL22に対する1/4の長さ(「1/(2 · M)」)となる。この場合、この長さL26は、トラックピッチT<sub>p</sub>に対する1/2の長さ(「(M/N) · T<sub>p</sub> · 2/(2 · M) = (1/N) · T<sub>p</sub>」)であり、この磁気ディスク10Bでは、トラックピッチT<sub>p</sub>に対する1/2の長さがデータ記録トラックの幅およびトラック間凹部の幅と等しい長さL26となっている。つまり、この磁気ディスク10Bでは、バーストパターンBP1bによって得られるPESに基づいて磁気ヘッド3をトラッキングサーボ制御すべき範囲がデータ記録トラックの幅およびトラック間凹部の幅と等しい長さL26の範囲内となる。また、第1バースト領域Ab1bに形成された凸部40aの端部を含む端部領域と、第2バースト領域Ab2bに形成された凸部40aの端部を含む端部領域とが半径方向において重なり合っている長さL24は、凸部40aの長さL21から、上記の長さL22に対する1/2の長さを差し引いた長さ(「B<sub>W</sub> - (M/N) · T<sub>p</sub>」)であり、これは、長さL21からトラックピッチT<sub>p</sub>を差し引いた長さとなし、等しくなる。

#### 【0074】

この場合、トラッキングサーボ制御すべき範囲(長さL26)の一方の端部である位置P5に再生用素子Rbが位置している状態(再生用素子Rbにおける幅方向の中心が位置P5に重なる状態)において、再生用素子Rbの幅W<sub>r</sub>が同図に示す幅W<sub>r1b</sub>よりも狭いときには、再生用素子Rbの端部と、第1バースト領域Ab1bに形成された凸部40aの端部との間に半径方向(トラッキングサーボ制御方向)において隙間が生じる。この隙間がすなわち不感帯となるため、再生用素子Rbの幅W<sub>r</sub>は、同図に示す幅W<sub>r1b</sub>以上である必要がある。この幅W<sub>r1b</sub>は、同図に示すように、長さL24aと長さL26aとの和に対する2倍の長さとなっている。この場合、長さL24aは、上記の長さL2

10

20

30

40

50

4に対する $1/2$ の長さで、長さ $L_{26a}$ は、上記の長さ $L_{26}$ に対する $1/2$ の長さ（「 $T_p / (2 \cdot N)$ 」）となっている。つまり、幅 $W_{r1b}$ に対する $1/2$ の長さは、上記の長さ $L_{21}$ からトラックピッチ $T_p$ を差し引いた長さ（上記の長さ $L_{24}$ ）に対する $1/2$ の長さ（長さ $L_{24a}$ ：「 $BW / 2 - (M / N) \cdot T_p / 2$ 」）と、トラックピッチ $T_p$ に対する $1/2$ の長さ（上記の長さ $L_{26}$ ）に対する $1/2$ の長さ（長さ $L_{26a}$ ：「 $T_p / (2 \cdot N)$ 」）との和、すなわち、長さ $L_{21}$ に対する $1/2$ の長さからトラックピッチ $T_p$ に対する $1/4$ の長さを差し引いた長さ（「 $(1 - M) \cdot T_p / (2 \cdot N) + BW / 2$ 」）となる。したがって、幅 $W_{r1b}$ は、長さ $L_{21}$ （ $BW$ ）からトラックピッチ $T_p$ に対する $1/2$ の長さ（「 $(M - 1) \cdot T_p / N$ 」）を差し引いた長さとなり、この長さは、本発明における条件式中の「 $(1 - M) \cdot T_p / N + BW$ 」と一致する。

10

#### 【0075】

一方、トラッキングサーボ制御すべき範囲（長さ $L_{26}$ ）の他方の端部である位置 $P_6$ に再生用素子 $R_b$ が位置している状態（再生用素子 $R_b$ における幅方向の中心が位置 $P_6$ に重なる状態）において、再生用素子 $R_b$ の幅 $W_r$ が同図に示す幅 $W_{r2b}$ よりも広いときには、再生用素子 $R_b$ の端部が、第1バースト領域 $A_{b1b}$ に形成された隣の凸部 $40a$ 側に半径方向（トラッキングサーボ制御方向）ではみ出した状態となる。このはみ出し量がすなわち不感帯となるため、再生用素子 $R_b$ の幅 $W_r$ は、同図に示す幅 $W_{r2b}$ 以下である必要がある。この幅 $W_{r2b}$ は、上記の長さ $L_{22}$ から長さ $L_{21}$ を差し引いた長さ $L_{27}$ （「 $(M / N) \cdot T_p \cdot 2 - BW$ 」）から、長さ $L_{28}$ を差し引いた長さの2倍の長さとなっている。この場合、長さ $L_{28}$ は、上記の長さ $L_{26}$ に対する $1/2$ の長さから、長さ $L_{24a}$ を差し引いた長さ、すなわち、トラックピッチ $T_p$ に対する $1/2$ の長さである長さ $L_{26}$ に対する $1/2$ の長さ（「 $T_p / (2 \cdot N)$ 」）から長さ $L_{24a}$ （「 $BW / 2 - (M / N) \cdot T_p / 2$ 」）を差し引いた長さとなっている。つまり、幅 $W_{r2b}$ に対する $1/2$ の長さは、上記の長さ $L_{27}$ から、トラックピッチ $T_p$ に対する $1/4$ の長さ（「 $T_p / (2 \cdot N)$ 」）を差し引いた長さ、長さ $L_{24a}$ との和の長さ（「 $(3 \cdot M - 1) \cdot T_p / (2 \cdot N) - BW / 2$ 」）となる。したがって、幅 $W_{r2b}$ は、トラックピッチ $T_p$ に対する $5/2$ の長さ（「 $(3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N$ 」）から長さ $L_{21}$ （ $BW$ ）を差し引いた長さとなり、この長さは、本発明における条件式中の「 $(3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N - BW$ 」と一致する。

20

#### 【0076】

30

以上のように、磁気ディスク10Bは、「 $(1 - M) \cdot T_p / N + BW$ 」 $W_r$ （ $(3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N - BW$ ）との条件を満たすようにトラックピッチ $T_p$ や長さ $L_{26}$ が規定されている。したがって、上記のように規定される幅 $W_{r1b}$ から幅 $W_{r2b}$ までの各種幅 $W_r$ の再生用素子 $R_b$ に対して、磁気ディスク10Bは、不感帯を生じさせることなく磁気ディスク10B上における磁気ヘッド3（再生用素子 $R_b$ ）の位置を特定させることが可能となっている。この場合、この磁気ディスク10Bでは、バーストパターン $B_{P1b}$ 、 $B_{P2b}$ ・・・の半径方向における各中心 $C_{1b}$ 、 $C_{2b}$ ・・・の半径方向に沿った間隔が $(1/2) \cdot$ トラックピッチ $T_p$ （「 $(1/N) \cdot$ トラックピッチ」において $N = 2$ の例）となるようにバーストパターン領域 $A_{bb}$ にバーストパターン $B_{P1b}$ 、 $B_{P2b}$ ・・・が形成されている。したがって、前述した磁気ディスク10Aと同様にして、再生用素子 $R_b$ の幅 $W_r$ がトラックピッチ $T_p$ よりも狭い場合であっても不感帯を生じさせることなく磁気ディスク10B上における磁気ヘッド3（再生用素子 $R_b$ ）の位置を特定させることが可能となっている。このため、必要に応じて幅 $W_r$ がトラックピッチ $T_p$ よりも狭い再生用素子 $R_b$ を用いることで、サイドリード現象の発生を回避することができる。

40

#### 【0077】

また、この磁気ディスク10Bでは、バーストパターン $B_{P1b}$ 、 $B_{P2b}$ ・・・の半径方向に沿った形成ピッチを $(1/2) \cdot$ トラックピッチ $T_p$ （「 $(1/N) \cdot$ トラックピッチ」における「 $N$ 」が「2以上の自然数」である「2」の例）としている。したがって、前述した磁気ディスク10Aと同様にして、いずれのデータ記録トラックに対しても、

50

P E S の値に基づいてそのトラック中心に再生用素子 R b を位置させる処理を容易に実行することが可能となっている。また、各バーストパターン B P 1 b , B P 1 b ・ ・ の半径方向に沿った中心 C 1 b , C 1 b ・ ・ とトラック中心とを一致させたことにより、P E S の値が「0」のときに再生用素子 R b がトラック中心に位置していると特定することが可能となる。これにより、磁気ディスク 10 A と同様に、煩雑な処理を不要としつつ、再生用素子 R b を容易にトラック中心に位置させることが可能となっている。

#### 【0078】

このように、この磁気ディスク 10 B およびハードディスクドライブ 1 によれば、凸部 40 a (記録領域) で構成された 2 種類のバースト信号単位部を有するバーストパターン B P 1 b , B P 2 b ・ ・ を回転方向に沿って M 組 (この例では 2 組) 形成すると共に、内周側領域から外周側領域までの各領域のうちの少なくとも一部分 (この例では、全域) において、第 1 バースト領域 A b 1 b および第 2 バースト領域 A b 2 b に形成された凸部 40 a , 40 a の半径方向において対向する両端部を含む端部領域が半径方向において重なり合い、第 3 バースト領域 A b 3 b および第 4 バースト領域 A b 4 b に形成された凸部 40 a , 40 a の半径方向において対向する両端部を含む端部領域が半径方向において重なり合うように各バースト信号単位部を形成したことにより、P E S に基づく磁気ヘッド 3 (再生用素子 R b) の位置検出についての検出可能帯域を十分に広げることができる結果、バーストパターン B P 1 b , B P 2 b ・ ・ に対応して磁気ヘッド 3 から出力される出力信号にノイズ等に起因する変動が生じたとしても、磁気ヘッド 3 の位置ずれを確実に検出して正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。また、1 組のバーストパターンしか存在しない (「M = 1」である) 従来の磁気ディスク 10 x 1 とは異なり、磁気ヘッド 3 における再生用素子 R b の幅 W r とトラックピッチ T p とを一致させる必要がないため、データトラックパターン 40 t およびサーボパターン 40 s b についての設計の自由度を高めることができる。また、2 組 (「M = 2」) のバーストパターンを備えるものの各バーストパターンにおける半径方向の各中心がトラックピッチと等しい間隔で配置されている従来の磁気ディスク 10 x 2 とは異なり、再生用素子 R b の幅 W r をトラックピッチ T p よりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。

#### 【0079】

また、この磁気ディスク 10 B を搭載したハードディスクドライブ 1 によれば、本発明における磁気記録媒体が満たすべき「 $(1 - M) \cdot T_p / N + B W - W_r (3 \cdot M - 1) \cdot T_p / N - B W$ 」の条件を満たすように磁気ディスク 10 B のバーストパターン B P 1 b , B P 2 b を形成したことにより、上記の条件に当て嵌まる幅 W r の再生用素子 R b を有する磁気ヘッド 3 を使用することでバーストパターンについての不感帯を生じさせることなく、P E S に基づく磁気ヘッド 3 (再生用素子 R b) の位置検出についての検出可能帯域を十分に広げることができ、正確なトラッキングサーボ制御の実行を可能とすることができる。この場合、従来の磁気ディスク 10 x 1 とは異なり、再生用素子 R b の幅によってトラックピッチ T p やバースト信号単位部 (凸部 40 a) の半径方向に沿った長さ L 21 が一義的に規定されることがないため、データトラックパターンおよびサーボパターンについての設計の自由度を高めることができる。これにより、トラック密度の向上や、サイドリード現象の回避等の目的に応じてトラックピッチ T p やバースト信号単位部 (凸部 40 a) の半径方向に沿った長さ L 21 を適宜変更することができる。また、従来の磁気ディスク 10 x 2 とは異なり、再生用素子 R b の幅 W r をトラックピッチ T p よりも広くする必要がないため、サイドリード現象の発生を十分に抑制することができる。これにより、高密度記録が可能で、しかも、再生エラーが生じ難い磁気ディスク 10 B を搭載したハードディスクドライブ 1 を提供することができる。

#### 【0080】

さらに、上記のスタンパー 30 によれば、磁気ディスク 10 B の凹凸パターン 40 の凹部 40 b , 40 b ・ ・ (非記録領域) に対応して形成された凸部 39 a , 39 a ・ ・ と、磁気ディスク 10 B における凹凸パターン 40 の凸部 40 a , 40 a ・ ・ (記録領域) に

対応して形成された凹部 39b, 39b・・・とを有する凹凸パターン 39を備えたことにより、PESに基づく磁気ヘッド 3の位置検出についての検出可能帯域が十分に広いバーストパターン BP1b, BP2b・・・を有する磁気ディスク 10Bをインプリント法等によって容易に製造することができる。

#### 【0081】

なお、上記の磁気ディスク 10Aでは、M組のバーストパターンとしての2組のバーストパターン BP1a, BP2aが形成され、磁気ディスク 10Bでは、2組のバーストパターン BP1b, BP2bが形成されているが、Mの値は「2」に限定されず、3以上であってもよい。同様にして、本発明における各バーストパターンの半径方向における中心間距離（中心が存在する間隔）を規定する「 $(1/N) \cdot \text{トラックピッチ}$ 」における「N」については、「3」以上の任意の自然数を選択することができる。また、上記の磁気ディスク 10A, 10Bでは、一方のバースト信号単位部と他方のバースト信号単位部とが回転方向において離間するようにバーストパターンが形成されているが、両バースト信号単位部を回転方向において必ずしも離間させる必要はなく、両バースト信号単位部が回転方向において接するように（回転方向において重ならないように形成した他の一例）バーストパターンを形成することができる。

#### 【0082】

さらに、上記の磁気ディスク 10A, 10Bでは、凹凸パターン 40における凸部 40aの突端部（磁気ディスク 10A, 10Bの表面側）から基端部までの全体が磁性層 14（磁性材料）で形成されているが、本発明におけるパターンを構成する記録領域および非記録領域の構成はこれに限定されない。具体的には、例えば、図20に示す磁気ディスク 10Cのように、ガラス基材 11に形成した凹凸パターン（凹凸パターン 40と凹凸の位置関係が同様の凹凸パターン）を覆うようにして薄厚の磁性層 14を形成することにより、その表面が磁性材料で形成された複数の凸部 40a（記録領域）と、底面が磁性材料で形成された複数の凹部 40b（非記録領域）とによって本発明におけるパターンに相当する凹凸パターン 40を構成することができる。また、図21に示す磁気ディスク 10Dのように、凸部 40a（記録領域）だけではなく凹部 40b（非記録領域）の底部を含めて磁性層 14で形成して本発明におけるパターンに相当する凹凸パターン 40を構成することもできる。さらに、例えば凹凸パターン 40における凸部 40aの突端部（磁気記録媒体の表面側：同図における上端部）のみが磁性層 14で形成されて基端部側が非磁性材料または軟磁性材料等で形成された凸部 40a, 40a・・・（記録領域）を備えて本発明におけるパターンに相当する凹凸パターン 40を構成することができる（図示せず）。このように、本発明における磁気記録媒体の記録領域および非記録領域を凹凸パターンによって形成するときには、記録領域を構成する凸部の少なくとも突端部を磁性材料で形成することで、磁気的信号を読み出し可能に保持する能力を非記録領域よりも十分に高くすることができる。

#### 【0083】

また、スタンパー 30の凹凸パターン 39を中間体 20の樹脂層 18にインプリント法によって転写して形成した凹凸パターン 41を用いて凹凸パターン 42を形成すると共に、形成した凹凸パターン 42をマスクとして用いて磁性層 14をエッチング処理することで凸部 40a（記録領域）および凹部 40b（非記録領域）を有する凹凸パターン 40を形成した磁気ディスク 10A, 10Bについて説明したが、本発明における磁気記録媒体の製造方法および構成はこれに限定されない。例えば、磁気的信号を読み出し可能に保持する能力が低い各種の材料、または、その能力を実質的に有しない各種の材料（一例として、非磁性材料）で形成した層に、上記の凹凸パターン 40とは凹凸位置関係を反転させた凹凸パターン（凸部が非磁性材料等で構成された凹凸パターン）を形成し、この凹凸パターンの凹部内に磁気的信号を読み出し可能に保持する能力が高い各種の材料（一例として、磁性材料）を埋め込むことで磁気記録媒体を構成することができる（図示せず）。この場合、この製造方法に従って製造した磁気記録媒体では、非磁性材料等の層に形成された凹凸パターン（上記の磁気ディスク 10Bにおける凹凸パターン 40とは凹凸位置関係

を反転させた凹凸パターン)における凸部の形成領域が本発明における非記録領域に相当し、その凹凸パターンにおける凹部の形成領域(磁性材料を埋め込んだ領域)が本発明における記録領域に相当する。

【0084】

また、非磁性材料等の層に形成した凹凸パターンの凹部内に磁性材料を埋め込んだ磁気記録媒体の製造に際して非磁性材料等の層に凹凸パターンを形成するときには、前述したスタンパー30の凹凸パターン39とは凹凸位置関係を反転させた凹凸パターンを有するスタンパー(図示せず)を用いることで、インプリント法によってマスクパターンを形成すればよい。この場合、このスタンパー(前述した凹凸パターン39とは凹凸位置関係を反転させた凹凸パターンを有するスタンパー)は、磁気記録媒体製造用のスタンパーの他の一例であって、記録領域(磁性材料を埋め込んだ領域)に対応して凸部が形成されると共に、非記録領域(非磁性材料等の層に形成した凹凸パターンにおける凸部の形成領域)に対応して凹部が形成されている。

【0085】

さらに、上記の磁気ディスク10A, 10Bでは、複数の同心円状、または、螺旋状の凸部40a(記録領域)を有する凹凸パターン40によってデータ記録領域Atにデータトラックパターン40tが形成されているが、本発明はこれに限定されず、データトラックパターンにおけるデータ記録トラックを構成する記録領域が磁気記録媒体の周方向において非記録領域を挟むようにして互いに分離させられているパターンド媒体に適用することができる。また、連続磁性層で構成されたデータ記録領域に各種記録データが磁気的に書き込まれることでデータトラックパターンが形成される磁気記録媒体であって、サーボパターンが記録領域および非記録領域を有するパターン(例えば、上記の凹凸パターン40)によって形成された磁気記録媒体に適用することができる。さらに、基材上に形成した連続磁性層の磁気的特性をイオン照射等によって部分的に変化させることにより、本発明における記録領域と非記録領域とを有するパターンを連続磁性層に形成して磁気記録媒体を構成することができる(図示せず)。加えて、本発明における磁気記録媒体は、磁気ディスク10A, 10Bのような垂直記録方式の磁気記録媒体に限定されず、面内記録方式の磁気記録媒体にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】ハードディスクドライブ1の構成図である。

【図2】磁気ディスク10A(10B)の層構造を示す断面図である。

【図3】磁気ディスク10A(10B)の平面図である。

【図4】サーボパターン領域Asaに形成された各種パターンの一例を示す磁気ディスク10Aの平面図である。

【図5】バーストパターン領域Abaの第1バースト領域Ab1a~第4バースト領域Ab4aに形成されたバーストパターンBP1a, BP2a...の一例を示す磁気ディスク10Aの平面図である。

【図6】中間体20の層構造を示す断面図である。

【図7】スタンパー30の断面図である。

【図8】中間体20の樹脂層18にスタンパー30の凹凸パターン39を押し付けた状態の断面図である。

【図9】図8に示す状態の樹脂層18からスタンパー30を剥離してマスク層17の上に凹凸パターン41(樹脂マスク)を形成した状態の断面図である。

【図10】凹凸パターン41をマスクとしてマスク層17をエッチング処理して磁性層14の上に凹凸パターン42(マスク)を形成した状態の断面図である。

【図11】凹凸パターン42をマスクとして磁性層14をエッチング処理して中間層13の上に凹凸パターン40を形成した状態の断面図である。

【図12】凹凸パターン40を覆うようにして非磁性材料15の層を形成した状態の中間体20の断面図である。

【図 13】非磁性材料 15 の表面をエッチング処理して平坦化した状態の断面図である。

【図 14】磁気ディスク 10 A 上における再生用素子 R a の位置（移動量）と、磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルおよび P E S との関係を示す説明図である。

【図 15】磁気ディスク 10 A におけるサーボパターン 40 s a と、再生用素子 R a の幅 W r 1 a , W r 2 a との関係を示す説明図である。

【図 16】サーボパターン領域 A s b に形成された各種パターンの一例を示す磁気ディスク 10 B の平面図である。

【図 17】バーストパターン領域 A b b の第 1 バースト領域 A b 1 b ~ 第 4 バースト領域 A b 4 b に形成されたバーストパターン B P 1 b , B P 2 b . . の一例を示す磁気ディスク 10 B の平面図である。

10

【図 18】磁気ディスク 10 B 上における再生用素子 R b の位置（移動量）と、磁気ヘッド 3 からの出力信号の出力レベルおよび P E S との関係を示す説明図である。

【図 19】磁気ディスク 10 B におけるサーボパターン 40 s b と、再生用素子 R b の幅 W r 1 b , W r 2 b との関係を示す説明図である。

【図 20】磁気ディスク 10 C の層構造を示す断面図である。

【図 21】磁気ディスク 10 D の層構造を示す断面図である。

【図 22】バーストパターンの一例を示す従来の磁気ディスク 10 x 1 の平面図である。

【図 23】バーストパターンの一例を示す従来の他の磁気ディスク 10 x 2 の平面図である。

【符号の説明】

20

【 0 0 8 7 】

1 ハードディスクドライブ

3 磁気ヘッド

6 制御部

10 A ~ 10 D 磁気ディスク

14 磁性層

30 スタンパー

39 , 40 凹凸パターン

39 a , 40 a 凸部

39 b , 40 b 凹部

30

40 s a , 40 s b サーボパターン

40 t データトラックパターン

A b バーストパターン領域

A b 1 a , A b 1 b 第 1 バースト領域

A b 2 a , A b 2 b 第 2 バースト領域

A b 3 a , A b 3 b 第 3 バースト領域

A b 4 a , A b 4 b 第 4 バースト領域

A s a , A s b サーボパターン領域

A t データ記録領域

B P 1 a , B P 1 b , B P 2 a , B P 2 b バーストパターン

40

L 10 ~ L 17 , L 20 ~ L 28 長さ

C 1 a , C 1 b , C 2 a , C 2 b 中心

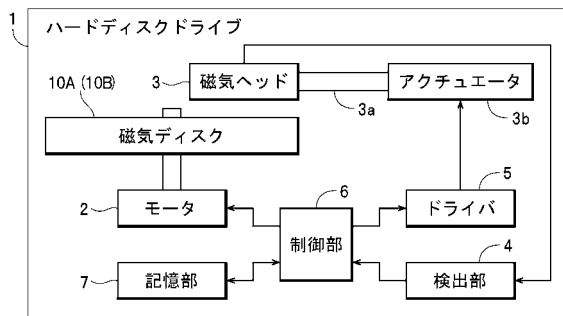
O 中心

R a , R b 再生用素子

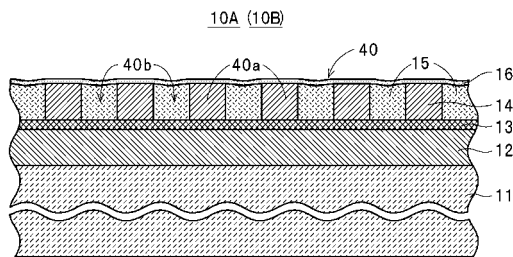
T p トラックピッチ

W r 1 a , W r 1 b , W r 2 a , W r 2 b 幅

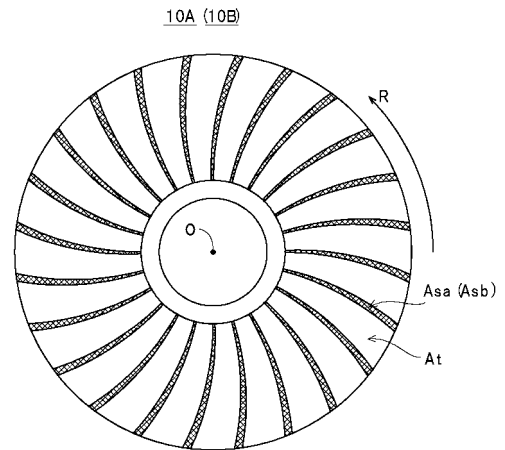
【 図 1 】



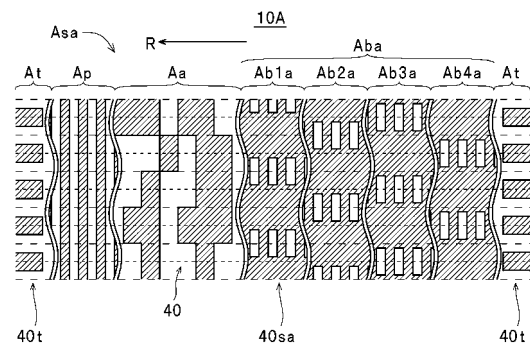
【 図 2 】



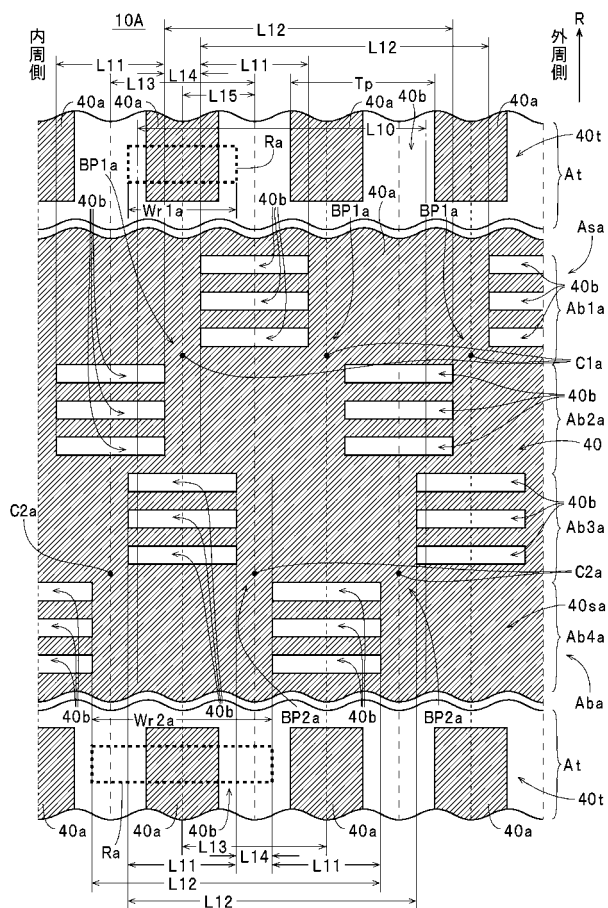
【 図 3 】



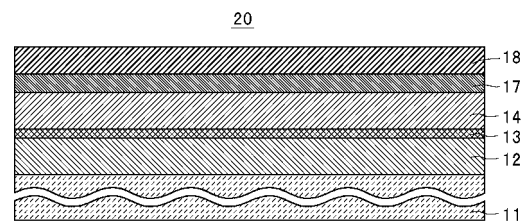
【 図 4 】



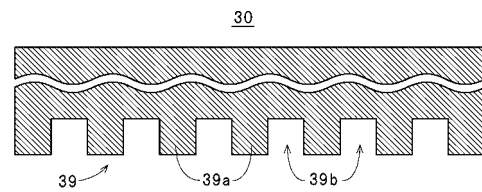
【 図 5 】



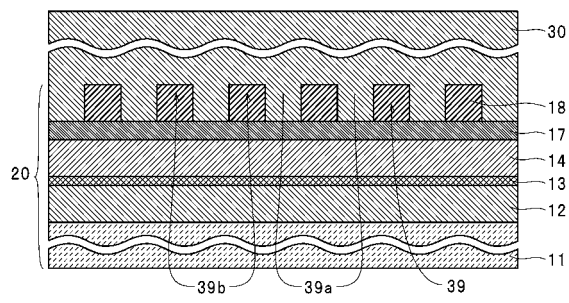
【 図 6 】



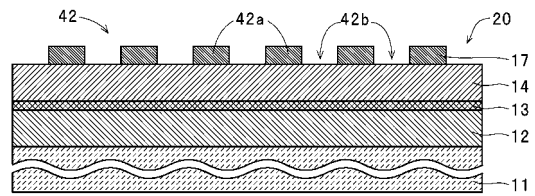
【圖 7】



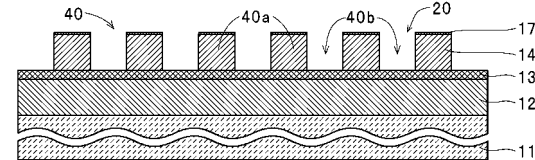
【図 8】



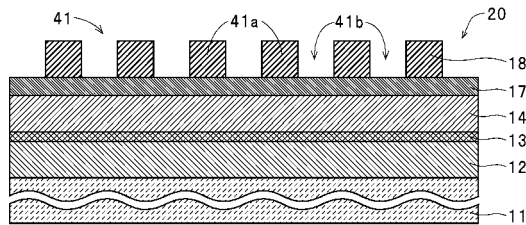
【図 10】



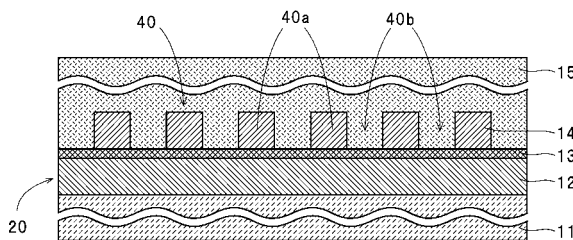
【図 11】



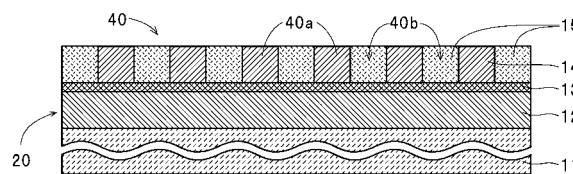
【図 9】



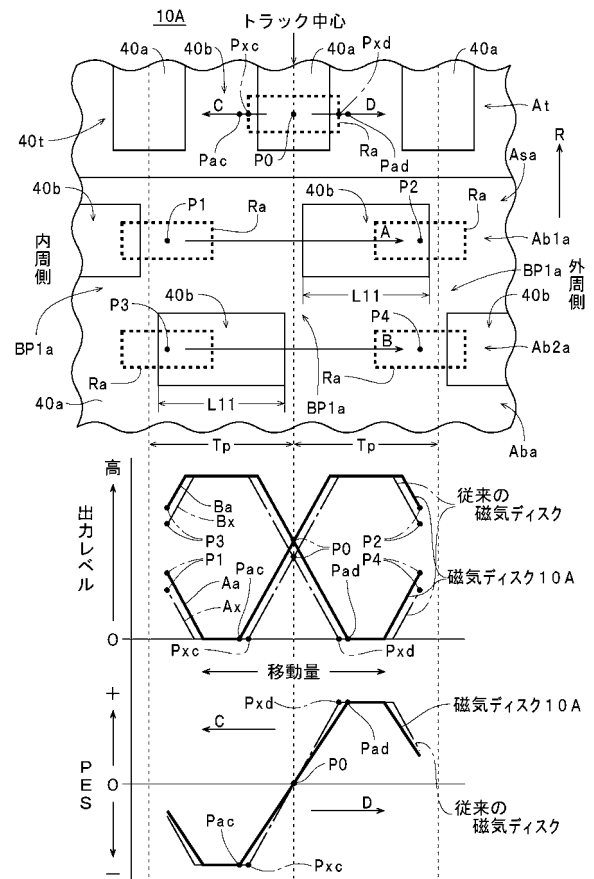
【図 12】



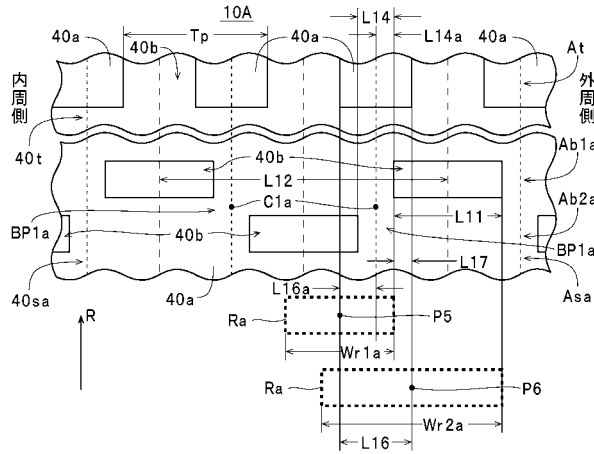
【図 13】



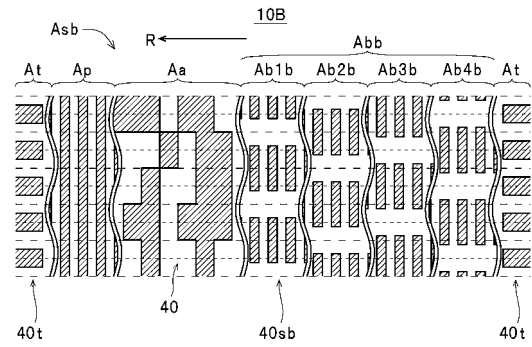
【図 14】



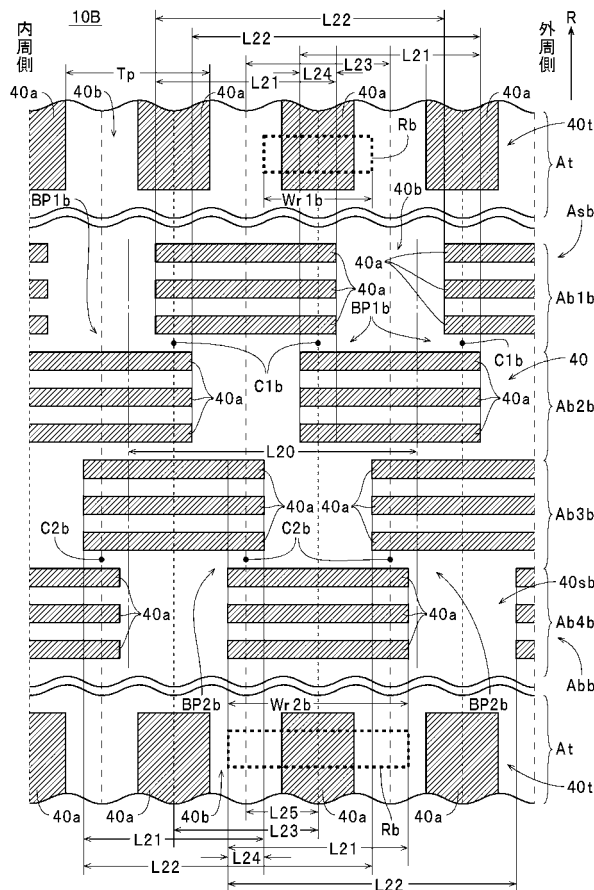
【図 15】



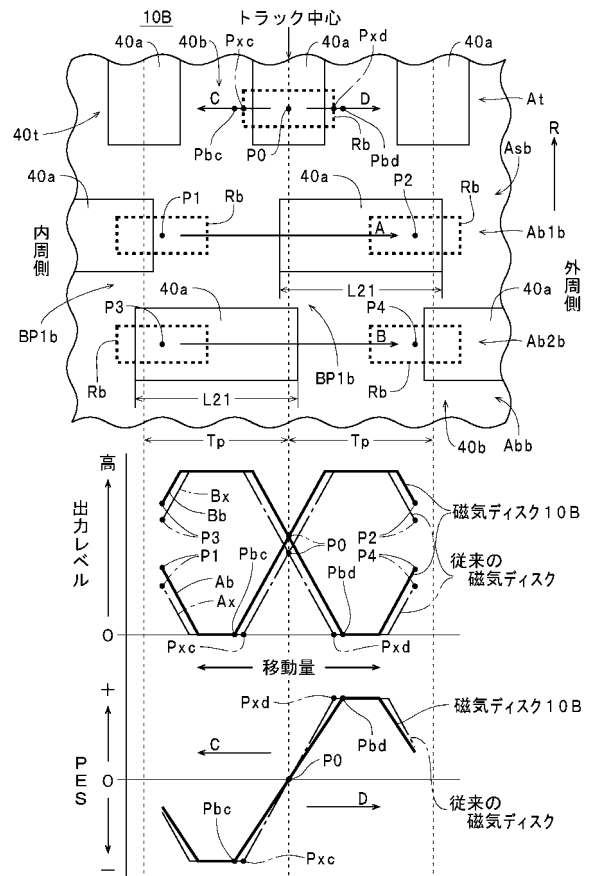
【図 16】



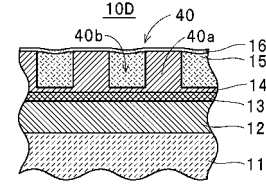
【図 17】



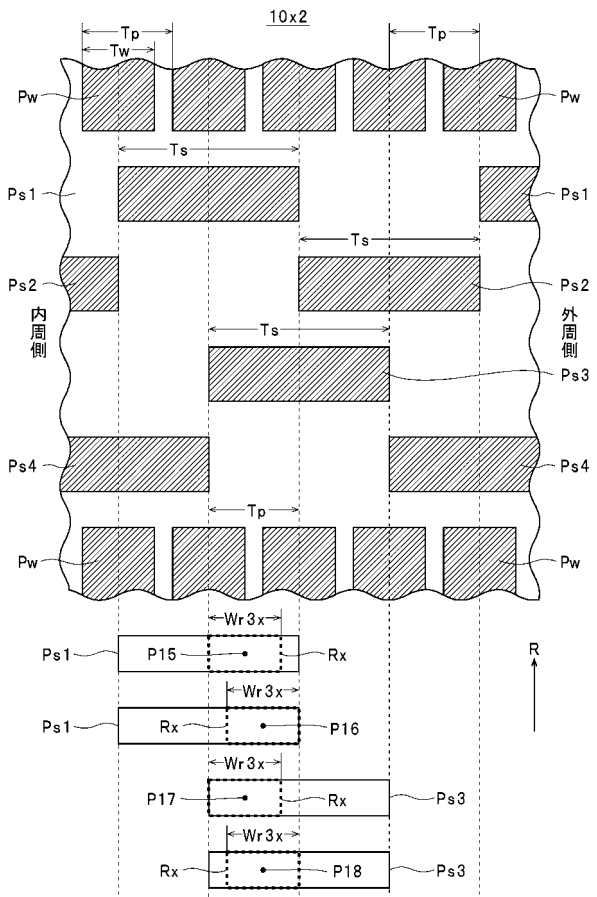
【図 18】



【 図 2 1 】



【 図 2 3 】



---

フロントページの続き

審査官 井上 和俊

(56)参考文献 特開平05-298840(JP,A)  
特開平07-287950(JP,A)  
特開平11-161944(JP,A)  
特開平06-111502(JP,A)  
特開平09-282818(JP,A)  
特表2000-504138(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G11B 21/10