

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-508652

(P2007-508652A)

(43) 公表日 平成19年4月5日(2007.4.5)

(51) Int.C1.

G 11 B 5/187 (2006.01)

F 1

G 11 B 5/187

テーマコード(参考)

C

5 D 1 1 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-534447 (P2006-534447)
 (86) (22) 出願日 平成16年10月8日 (2004.10.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年6月8日 (2006.6.8)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2004/033451
 (87) 國際公開番号 WO2005/036534
 (87) 國際公開日 平成17年4月21日 (2005.4.21)
 (31) 優先権主張番号 10/683,809
 (32) 優先日 平成15年10月10日 (2003.10.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 506121364
 アドヴァンスト リサーチ コーポレイション
 アメリカ合衆国 ミネソタ州 55110
 ホワイト ベア レイク ホワイト ベア パークウェイ 4459
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賴男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100065189
 弁理士 宍戸 嘉一
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健

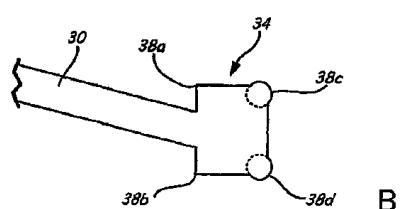
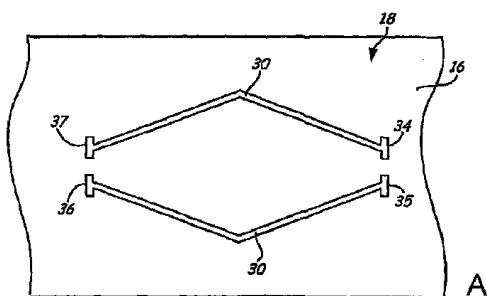
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】湾曲部分を有する終端パターンを備えたパターン化された磁気記録ヘッド

(57) 【要約】

タイミングベースのサーボパターンを使用する薄膜磁気記録ヘッドが、磁気透過性の薄膜を基板上にスパッタすることによって製造される。ギャップパターン、好ましくはタイミングベースのパターンが、薄膜によって定められる。ギャップパターンは、1つ又はそれ以上の丸みを付けられたコーナーを有する終端パターン又は終点を含む。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁気媒体上にサーボトラックを生成するための磁気記録ヘッドであって、前記磁気記録ヘッドは、

ほぼ平坦な第1の表面を有する基板と、

前記第1の表面に配置された磁気透過性薄膜と、

前記薄膜によって定められたギャップパターンと、

を含み、前記ギャップパターンは、少なくとも1つの湾曲部分を有する少なくとも1つの終端パターンを備えることを特徴とする磁気記録ヘッド。

【請求項 2】

前記ギャップパターンは、前記第1の表面の平面に垂直な平面に配向された集束イオンビームを使用して前記薄膜の一部分を除去することによって形成されることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記基板に磁気的に結合され、前記基板と前記薄膜を通る磁束を制御可能に流すコイルを更に含むことを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 4】

前記薄膜は、Fe_xNであることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 5】

前記薄膜は、FeAINであることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 6】

前記薄膜は、FeTaNであることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 7】

前記ギャップは、ほぼ平行な側壁を有することを特徴とする請求項2に記載の装置。

【請求項 8】

前記終端パターンは、ほぼ矩形状で且つ2つの丸みを付けられた外側コーナーを有することを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 9】

前記終端パターンは更に、2つの丸みを付けられた内側コーナーを有することを特徴とする請求項8に記載の装置。

【請求項 10】

前記丸みを付けられたコーナーは、直径が前記終端パターンの側面長さの約10%から約50%までの円に相当することを特徴とする請求項8又は9に記載の装置。

【請求項 11】

前記終端パターンは、ほぼ円形状であることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 12】

磁気記録ヘッドのためのギャップパターンであって、前記ギャップパターンは、ある幅を有し且つ少なくとも1つの終端パターンで終端する一対の平行でない長手方向に延びるギャップを含み、前記終端パターンは、少なくとも1つの湾曲部分を有することを特徴とするギャップパターン。

【請求項 13】

前記終端パターンは、ほぼ矩形状で且つ2つの丸みを付けられた外側コーナーを有することを特徴とする請求項12に記載のギャップパターン。

【請求項 14】

前記終端パターンは更に、2つの丸みを付けられた内側コーナーを有することを特徴とする請求項13に記載のギャップパターン。

【請求項 15】

前記丸みを付けられたコーナーは、直径が前記終端パターンの側面長さの約10%から約50%までの円に相当することを特徴とする請求項13又は14に記載のギャップパターン。

10

20

30

40

50

【請求項 1 6】

前記丸みを付けられたコーナーは、直径が前記終端パターンの側面長さの約30%の円に相当することを特徴とする請求項15に記載のギャップパターン。

【請求項 1 7】

前記終端パターンは、ほぼ正方形で且つ2つの丸みを付けられた外側コーナーを有することを特徴とする請求項12に記載のギャップパターン。

【請求項 1 8】

前記終端パターンは、ほぼ円形状であることを特徴とする請求項12に記載のギャップパターン。

【請求項 1 9】

前記終端パターンの直径は、前記幅の約1.1から約4倍までの大きさであることを特徴とする請求項18に記載のギャップパターン。

【請求項 2 0】

前記終端パターンの直径は、前記幅の約2倍の大きさであることを特徴とする請求項18に記載のギャップパターン。

【請求項 2 1】

サーボパターンで転写される磁気媒体であって、前記サーボパターンが、ある幅を有し且つ一対の平行でない長手方向に延びるギャップを含む複数のギャップパターンから構成されると共に、前記サーボパターンが少なくとも1つの湾曲部分を有する少なくとも1つの終端パターンで少なくとも1つのギャップパターンを終端することを特徴とする磁気媒体。

【請求項 2 2】

前記終端パターンは、ほぼ円形状であることを特徴とする請求項21に記載の磁気媒体。

【請求項 2 3】

前記終端パターンは、ほぼ矩形状で且つ2つの丸みを付けられた外側コーナーを有することを特徴とする請求項21に記載の磁気媒体。

【請求項 2 4】

前記サーボパターンは、タイミングベースのサーボパターンであることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 2 5】

前記サーボパターンは、振幅をベースとするサーボパターンであることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記サーボパターンは、タイミングベースのサーボパターンであることを特徴とする請求項21に記載の磁気媒体。

【請求項 2 7】

振幅ベースのサーボパターンで転写される磁気媒体であって、前記サーボパターンが、ある幅を有し且つ一対の平行でない長手方向に延びるギャップを含む複数のギャップパターンから構成されると共に、前記サーボパターンが少なくとも1つの湾曲部分を有する少なくとも1つの終端パターンで少なくとも1つのギャップパターンを終端することを特徴とする磁気媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般に、磁気記録ヘッドに関し、より詳細には磁気媒体上にサーボパターンを転写するための薄膜磁気ヘッドを形成する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

種々のデータ記憶媒体が利用可能である一方で、磁気テープは、依然として大量のデー

10

20

30

40

50

タを経済的に記憶するための好ましいフォーラムである。この媒体の効率的な使用を促進するために、磁気テープは、テープの変換方向に延びる複数のデータトラックを有することになる。データがテープ上に記録されると、テープが読み取りヘッド上で変換方向に進められるときに、1つ又はそれ以上のデータ読み取りヘッドがこれらのトラックからデータを読み取ることになる。一般的には各データトラック毎に個別の読み取りヘッドを備えることは適切ではないので、読み取りヘッドがテープの幅全体にわたって（並進する方向で）移動して、自らを個々のデータトラックの上の中心に位置するようにする必要がある。この並進移動は、迅速且つ正確に行われなければならない。

【0003】

媒体の幅全体にわたる読み取りヘッドの制御された移動を促進するために、一般的にサーボ制御システムが実装される。サーボ制御システムは、磁気媒体中に埋め込まれた専用のサーボトラックとデータ読み取りヘッドの移動を相関付ける対応するサーボ読み取りヘッドとからなる。

【0004】

サーボトラックは、サーボ読み取りヘッドによって読み取られたときに、磁気媒体に対するサーボ読み取りヘッドの並進方向での相対位置を表すデータが含まれている。1つのタイプの従来型の構成では、サーボトラックは半分に分割されていた。データは、異なる周波数で各半トラックに記録された。サーボ読み取りヘッドの幅は、単一の半トラックの幅とほぼ同じであった。従ってサーボ読み取りヘッドは、2つの半トラックにわたって並進方向に移動することによって、その相対位置を求めることができた。データの特定周波数の相対強度は、当該特定の半トラック内にどのくらいのサーボ読み取りヘッドが配置されていたかを示していたことになる。

【0005】

半トラックサーボシステムが動作可能である限りは、これは記憶媒体と読み取りヘッドとの間に接触が存在しない磁気媒体に好適である。磁気テープの場合、テープは、変換方向に移動するときに実際にヘッドに接触する。テープとヘッドの両方は、この摩擦係合の結果として劣化し、すなわち比較的汚染された環境をもたらすことになる。従って、読み取りヘッド上に残骸片が堆積する傾向になり、これはヘッドが更により急速に摩耗する原因となる。残骸片の存在とヘッドの摩耗の両方が半トラックサーボシステムの効率及び精度を低下させる傾向がある。

【0006】

最近、新しいタイプのサーボ制御システムがもたらされ、これは、残骸片の堆積及びヘッドの摩耗によって従来発生していた信号エラーを低減させることによって、より信頼性のある位置の確定が可能となった。1997年11月19日にA1brect他に発行された米国特許第5,689,384号は、タイミングベースのサーボパターンを導入しており、該特許は引用により全体が本明細書に組み込まれる。

【0007】

タイミングベースのサーボパターンでは、磁気マーク（遷移）はサーボトラック内にペアで記録される。ペアの各マークは他方から角度的にオフセットされる。平行なマーク以外の実質的にどのパターンでも使用することができる。例えば、ダイアモンド形のパターンが提案され、大きな成果をあげて使用されている。ダイアモンド形は、サーボトラックにわたり並進方向に延びる。テープが前進すると、サーボ読み取りヘッドは、第1のマークの第1のエッジによって発生された信号又はパルスを検出することになる。次にヘッドが第1のマークの第2のエッジの上を通過すると、反対極性の信号が発生されることになる。ここでテープが進むと、第2のマークの第1のエッジが到達するまで信号は生成されない。再度、ヘッドが第2のマークの第2のエッジを通過すると、反対極性のパルスが発生することになる。このパターンは、サーボトラックの長さに沿って無限に繰り返される。従って、ヘッドが第2のマークの第2のエッジを通過した後に、ヘッドは最終的に別のペアのマークに到達することになる。この時点で、第1のマークから第2のマークまで移動するのに要した時間が記録される。更に、第1のマーク（第1のペアの）から第2のペ

10

20

30

40

50

アの第1のマークまで移動するのに要した時間が同様に記録される。

【0008】

これらの2つの時間成分を比較することによって比率が求められる。この比率は、並進方向におけるサーボトラック内での読み取りヘッドの位置を表すことになる。読み取りヘッドが並進方向に移動すると、この比率はマークの角度オフセットによって連続的に変化することになる。サーボ読み取りヘッドは、サーボトラックの幅と比較して相対的に小さい点は留意すべきである。2つの時間／距離の測定値の比率を解析することによって位置が求められるので、互いに相対的に近接していると考えると、システムは、媒体の速度（又は速度の変化）に関係なく正確な位置データを提供することができる。

【0009】

各グループ分けでマークの1つより多いペアを提供することによって、システムは、エラーの可能性を更に低減することができる。サーボ読み取りヘッドがグループ分けをスキヤンすると、既知の数のマークが現れるはずである。数が検出されない場合には、システムは、エラーが生じており、種々の補正処置を使用できることを認識する。サーボ読み取りヘッドの位置が正確に確定されると、種々のデータ読み取りヘッドの位置を同程度の精度で制御及び調整することができる。

【0010】

磁気テープ（又は他のいずれかの磁気媒体）の製造時には、一般的には製造者によってサーボトラックが書き込まれる。これは、経時的により完全性があり連続的なサーボトラックをもたらす。上述のタイミングベースのサーボトラックを書き込むためには、ギャップ構造として特定の角度パターンを記録する磁気記録ヘッドを使用しなければならない。データ記憶量を増やすことができるようサーボトラック専用のテープの量を最小にすることが有利であり、更に極めて正確なパターンを書き込む必要があるので、極めて小さく極めて精密なサーボ記録ヘッドを作製する必要がある。

【0011】

これまで、タイミングベースのパターンを有するサーボ記録ヘッドは、既知のメッキ及びフォトリソグラフィ技術を利用して生成してきた。記録ヘッドのベースを形成するために、ヘッド基板が生成される。次にフォトレジストのパターンがその基板上に堆積される。フォトレジストパターンは、基本的にヘッドにギャップを形成する。従って、パターンは、最終的なタイミングベースのパターンを複製することになる。パターンが適用された後、NiFeなどの磁気透過性の材料が、フォトレジストパターンの周りにメッキされる。このようにして形成された後、フォトレジストは洗い流され、予め定められた記録ギャップを備えた薄膜の磁気基板を有するヘッドが残る。

【0012】

或いは、広いビームのイオンミリングを使用して、比較的大きなギャップを有する第1の層を形成する。上述のパターンと逆のフォトレジストパターンが施工される。すなわち、フォトレジストは、タイミングベースのパターン（ギャップ）が形成される場所以外のあらゆるところに施工される。イオンミリングを使用して、第1の層を貫通するギャップをカットする。次に磁気透過性材料の別の層が、第1の層の上にメッキにより堆積され、上述のフォトリソグラフィプロセスによってこの層に狭いギャップが形成される。この方法は、水平方向に処理され、又はパンケーキ形式の薄膜コイルを備えた、より複雑なヘッドを提供する。書き込み極の広いビームのイオンミリングは、最適なギャップ構造をもたらさない。

【0013】

上述の技術は、タイミングベースの記録ヘッドの製造に有用であると同時に、最終製品の設計特性を制限する。第1の方法では、NiFe（Permalloy）などのメッキ可能な材料だけを用いることができる。一般に、これらの材料は、高い耐摩耗性のヘッドを製作しない。従って、これらのヘッドは、比較的短時間で摩耗する傾向がある。更にこのクラスの材料は、低い磁気モーメント密度（NiFeでは10kガウス）又は飽和フラックス密度を有し、これは、非常に高い飽和保磁力の媒体に記録する能力を制限する。

10

20

30

40

50

【0014】

第2の方法もまた、頂部磁気層に対するメッキに依存するので、同じクラスの材料に制限される。更に、広いビームのイオンミリングの使用は、こうしたヘッドの製造を過度に複雑にする。フォトレジストパターンは、比較的正確に施工することができるので、これによりギャップ上にチャンネルを形成する。しかしながら、従来型のイオンミリング技術は、どちらかと言えば不正確であり、イオンがそのチャンネルを通過するときに連続して偏向される。概念的にはどのような記録ギャップにおいてもこのようにしてカットされ、含まれる相対的なアスペクト比は、正確なギャップが形成されるのを妨げる。換言すれば、これは、フォトレジストによって生成されたシャドーイング効果であって、磁気透過性材料中のギャップを傾斜させる原因となる。一般に、ギャップの側壁は、水平方向から45度-60度の範囲にある。これは、磁気フラックスがギャップを出るときに変動をもたらし、結果として、サーボトラック上に記録されるタイミングベースのパターンがあまり精密ではないものとなる。

10

【0015】

従って、精密なタイミングベースのパターンを製作することができる磁気記録ヘッドを提供する必要性が存在する。更に、磁気的に効率的であると同時に耐摩耗性があるテープ記録面を有するこうしたヘッドを製作することが有利となり、従ってメッキではなくスパッタ加工された材料の選択が必要とされる。従って、完全に乾式のプロセスを使用して、主成分として鉄窒化物ベースの合金を用いて時間ベースヘッドを作ることが提案される。

20

【0016】

【特許文献1】米国特許第5,689,384号公報

【発明の開示】

【0017】

本発明は、1つの実施形態では、磁気媒体上にサーボトラックを生成するための磁気記録ヘッドである。磁気記録ヘッドは、ほぼ平坦な第1の表面と第1の表面上に堆積された磁気透過性薄膜を有する基板とを含む。ギャップのパターンは薄膜によって定められ、ギャップは、少なくとも1つの湾曲部分を備えた対応する終端パターンを有する。

【0018】

本発明は、別の実施形態に従えば、磁気記録ヘッドのためのギャップパターンである。ギャップパターンは、ある幅を有し、少なくとも1つの湾曲部分を有する少なくとも1つの終端パターンで終端する、一対の平行でない長手方向に延びるギャップを含む。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明は、テープ記録面にギャップをミル加工するための集束イオンビーム(「FIB」)を使用した薄膜磁気記録ヘッドを形成する方法である。図1を参照すると、基板10は、2つのC形状のフェライトブロック12を中央に配置されたセラミック部材14にガラス接合することにより生成される。フェライトブロック12とセラミック部材14のサイズ及び相対的比率は、完成する記録ヘッドの所望のパラメータの要求に応じて変えることができる。更に、材料の選択も又、ブロック12が磁性を保持し部材14が磁気不透過性のままである限り変更することができる。

40

【0020】

磁気透過性材料の層は、フェライトブロック12の各々の上部表面並びにセラミック部材14の上部表面にわたって薄膜16として堆積される。磁気透過性薄膜16は、磁気ヘッド5に対するテープ記録及びデータ書き込み面となる(図12と13を参照)。従って、磁気モーメント密度が比較的高く(約15kガウス以上)耐摩耗性もある材料で薄膜16の層を形成するのが望ましい。この目的のための例示的な材料は、FeN又は代替としてSendust(登録商標)である。例えばFeNは、19から20kガウスのオーダーの磁気モーメント密度を有し、連続したテープ係合によって生じる摩擦劣化に対して耐性がある。鉄窒化アルミニウム、鉄窒化タンタルなどの鉄窒化族、及び幾つかの数の元素を含む合金のいずれでも理論的には好適である。当該技術分野で知られているように、F

50

e X N は、この族の員であることを意味し、ここで X は単一の元素又は元素の組み合わせである。

【 0 0 2 1 】

F e X N は、窒素リッチな環境で F e X 合金（又は単に F e ）をスパッタすることによって生成される。これは、メッキに十分な量では利用可能ではない。更に、利用可能であっても、電解メッキプロセスの間に F e X N が分解することになる。これは、電解メッキ技術で容易に利用できる単純な合金に対して著しく対照的なことである。従って、F e X N などの合金を使用することは有利であるが、これまでの既知のどのメッキプロセスにおいても、これらを利用して磁気記録ヘッドを形成することはできない。更に、使用するのが最も望ましい合金は、多くの元素の中の 3 つから構成される場合が多い。メッキは一般に、いわゆる二元合金に限られ、上で説明されたような F e N などの二元ガス状合金には導通しない。F I B の使用と組み合わせてスパッタリングを使用することにより、これらの材料のどれでも使用できるようになるだけでなく、サーボ書き込みヘッドとして使用するために、より高い飽和フラックス密度を有する十分な透過性の良好な摩耗性磁気薄膜が製作される。

【 0 0 2 2 】

図 1 を参照すると、フェライトブロック 1 2 とセラミック部材 1 4 の表面上に薄膜 1 6 がスパッタされる。スパッタプロセスの前に表面が研磨され、当業者には公知の方法で下処理される。必要であれば、表面を磨いて僅かな湾曲を形成することができる。この湾曲により、テープがテープ記録面にわたって移動するときにテープと完成したヘッド 1 5 との間の平滑な接触が容易になる。

【 0 0 2 3 】

堆積された薄膜 1 6 の厚さは、磁気ヘッドの効率及び予想される摩耗寿命を決定付ける。テープ記録面（薄膜 1 6 ）より厚い程、ヘッドの寿命が長くなる。反対に、磁気フィルムがより厚い程、F I B による処理又はミル加工に要する時間が長くなり、処理の精度もより悪くなる。従って、薄膜は、約 1 から 5 mm の厚さで堆積する必要がある。理想的には、約 2 から 3 mm であろう。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、基板 1 0 、特に破線で示され下層のセラミック部材 1 4 を備えた磁気薄膜 1 6 の主要な面の平面図である。領域 1 8 は、セラミック部材 1 4 （磁気下位ギャップ）の上部面によって定められ、適切なギャップが最終的にミル加工されることになる場所である。

【 0 0 2 5 】

図 3 を参照すると、領域 1 8 だけが示されている。領域 1 8 内には、最終的なギャップ位置のある指標 2 0 が定められる。図 3 に示されるように 2 つのダイアモンド形のギャップがミル加工されるが、どのような形状及びどのような数のギャップでも生成可能であることは留意すべきである。指標 2 0 は、F I B がミル加工される場所の単なる標識である。これを実現する 1 つの方法は、フォトトレジスト層 2 2 を下に置いてマスクで指標 2 0 を定める方法である。フォトリソグラフィの既知の技術を使用して、指標 2 0 により形成される薄いダイアモンドを除く領域 1 8 の全てにフォトトレジスト層 2 2 が残ることになる。或いは、フォトトレジスト領域は、指標 2 0 を定めるのに十分である限り、領域 1 8 よりも大幅に小さくすることができる。フォトトレジストは、薄膜 1 6 とは色及び高さが異なるので、視覚的に認識可能なパターンが生成される。次に、このパターンは F I B 制御システムによりグラフィカルインターフェースを介して登録され、すなわち、F I B がミル加工される場所の輪郭が描かれる。フォトトレジストは、このプロセスではパターンを視覚的に識別する以外の役割を果たさない。従って、多くの代替案が利用できる。薄膜 1 6 の表面をマーキングすることができる（磨耗せずに）どのような高解像度プリント技術も利用することができる。或いは、F I B 制御システムの範囲内でパターンを完全に生成することができる。すなわち、F I B の経路を制御しパターンを表示する数値座標を導入することができ、すなわち磁気薄膜 1 6 上に配置されるどのような視覚的指標も不要にする。最終

的に視覚的なパターンは、基板 10 の FIB のグラフィックイメージに視覚的に重ね合わせ、これにより視覚的に定義可能な領域を形成し、実際に基板 10 上にどのような指標も転写すること無くミル加工することができる。

【0026】

上述の方法のいずれにおいても、FIB 24 は、図 3 に示されたようなダイアモンド指標 20 などの予め定められたパターンを辿るようプログラムすることができる。FIB は、薄膜 16 の主要面に垂直な平面に配向されることになる。

【0027】

図 4 は、図 3 の線 I V - I V に沿った、FIB 24 を使用したミル加工プロセスを示す断面図である。薄膜 16 の上部面は、フォトレジスト 22 の薄膜で被覆されている。指標 20 の領域ではフォトレジストが無いことにより、ダイアモンドパターンの視覚的指標 20 が存在している。FIB 24 は、ギャップ 30 を形成するパターン部分が既にミル加工されている。図示されている FIB は、パターンの右半分のミル加工がちょうど開始されたところである。イオンビーム 26 は、FIB 制御システムに入力されていた所定のパターンによって正確に制御される。従って、ビーム 26 は、指標 20 によって表示された領域の範囲内で前後にラスターすることになる。一般にビーム 26 は、大量のフォトレジスト 22 とは接触せずに、垂直又はほぼ垂直な側壁を有するギャップ 30 を生成することになる。イオンビームの幅は制御可能であり、側壁のエッジと指標 20 のエッジとの間に所定量のスペースを残すように設定することができる。FIB 24 は、当該特定のヘッドのために指標 20 の全てがミル加工されるまで前後にラスターする。

【0028】

FIB 24 が全てのギャップ 30 のミル加工を完了した後で、フォトレジスト 22 が洗い流される。或いは、使用された他のどのような指標も同様に除去されることになる。図 5 は、フォトレジスト 22 が除去された後の基板 10 の領域 18 を示す。薄膜 16 が露出され、深さ全体を通じてセラミック部材 14 に至るまでミル加工されて正確に定められたギャップ 30 を有する。図 6 は、図 5 の線 V I - V I に沿った断面図でありギャップ 30 のミル加工された面を示す。ギャップ 30 は、正確に定められて垂直又はほぼ垂直の壁を有する。

【0029】

図 14 を参照すると、時間をベースとする記録ヘッド 5 の部分概略図が示されている。薄膜 16 の主要面 50 は、幅 W、長さ L、及び深さ D で定められる平面内にある。D は磁気膜 16 の堆積厚さである。FIB は、深さ D に平行でもある主要面 50 に実質的に垂直な平面を通る薄膜 16 を貫通して常にミル加工することになる。従来の規格では、ギャップ 30 は、磁気ギャップ深さは深さ D に等しく、堆積膜の厚さ及びギャップ幅は幅 W に等しく、ギャップ長 (L') は、図示の方向のギャップ 30 のスパンに等しい。

【0030】

図 7 に示された薄膜 16 の上部面は、FIB 24 を使用して生成することができる多くの代替の時間ベースのパターンの 1 つを表す。ここでギャップ 30 は、使用時に指標 20 が図 7 に示されるパターンを形成するはずであった以外は上述されたのと正確に同じ方法でミル加工されることになる。図 8 は、図 7 の線 V I I - V I I に沿った断面図であり、ギャップ 30 がどのように引き続き正確に定められた実質的な垂直側壁を有するかを示している。更にセラミック部材 14 の上部水平面 32 もまたに正確に定められる。

【0031】

図 9 A は、FIB 24 を使用して定めることができる更に別のパターンを示す。ここでギャップ 30 は、拡大されたダイアモンドの形状をしている。接続されたコーナーを有するダイアモンド形を定めるのではなく、ギャップ 30 は、終端パターン又は終点 34、35、36、及び 37 を有するようにミル加工される。終点 34、35、36、及び 37 を生成することにより、パターンの端部に対してほぼ完全な磁界を維持するのが促進されることにより、トラックの端部近辺の完成した記録パターンの精細度が高くなる。終端パターン又は終点 34、35、36、及び 37 について幾つかの異なる形状が実現可能である

10

20

30

40

50

。図9Aに示された矩形は、ある状況では、ギャップパターンの僅かに外側で磁気媒体の書き込みを生じる場合がある。具体的には、これらの例では、鋭いコーナーが、磁気媒体の書き込みを生じる磁束の高度集中を引き起こす可能性がある。終端パターン又は終点34、35、36、及び37は、当該技術分野で公知のいずれかの手法を使用して形成される。

【0032】

図9B-9Eは、終端パターン又は終点の種々の構成を示す。図9B-9Eに示された構成は、他の終端パターン又は終点34、35、36、及び37の1つ又はそれ以上にも適用することができる。図9B-9Eに示された構成は、磁束の集中を防ぐ丸みのあるコーナーを含み、その結果、ギャップパターンの外側での書き込みを阻止できる。終端パターンを用いて、当該技術分野で知られているいずれかの技術を使用して形成されたギャップパターンを終端させることができる。図9Bに示されるように、終点34は、通常正方形状であり、2つの内側コーナー38a及び38bと2つの外側コーナー38c及び38dとを含む。図示された実施形態では、外側コーナー38c及び38dは、正方形の角を円弧で置き換えることによって丸みが付けられている。図9Bに示されるように、円弧は、終点34の2つの側面が交差する点から僅かに内側に定められた中心を有する部分円である（その残りは破線で示されている）。別の実施形態では、内側コーナー38a及び38bでも、外側コーナー38c及び38dと同じように丸みが付けられている。1つの実施形態では、終点34は、一般に矩形形状である。1つの実施形態では、丸みのあるコーナーは、直径が終点34の側面の長さの約10%から約50%の間の円で形成される。別の実施形態では、丸みのあるコーナーは、直径が終点34の側面の長さの約30%の円で形成される。1つの実施形態では、例えば、終端ボックスすなわち終点34の側面は、約6.5ミクロンであり、コーナーに丸みを付けるために使用される円の直径は、約2ミクロンである。外側コーナー38c、38dに丸みを付けられた実施形態では、2つの円の中心を約5ミクロン離して定めることができる。

【0033】

図9Cは、終点34の別の構成を示す。図9Cに示されるように、4つのコーナー38a、38b、38c、及び38dは、円の3/4の形状に丸みを付けられる。この実施形態では、コーナーは、終点34の側面の交差する点又はその周りを中心とする円に対応するように丸みを付けられる。別の実施形態では、図示のように外側コーナー38c及び38dだけに丸みを付けられる。1つの実施形態では、終点34は一般に矩形形状である。図9Dは、コーナーが単に1/4円に相当する円弧を使用して丸みを付けられた終点34の別の構成を示す。この場合もやはり、全てのコーナー38a、38b、38c、及び38dのどれにでも丸みを付けることができる。図9C及び9Dに示された、丸みを付けられたコーナーに相当する円の直径は様々とすることができる。1つの実施形態では、円の直径は、終点34の側面の長さの約10%と約50%の間である。別の実施形態では、円の直径は、終点34の側面の長さの約30%である。

【0034】

図9Eは、終端パターン又は終点34の更に別の構成を示す。終点34は、どのような湾曲面39によっても定めることができる。図9Eに示されるように、終点34は円形である。円の直径は、ギャップ30の壁の間の垂直距離よりも大きい任意の距離を有することができる。1つの実施形態では、円の直径は、ギャップ30の対向する壁間の垂直距離よりも約1.1倍から約4倍大きい。別の実施形態では、円の直径は、ギャップ30の対向する壁間の垂直距離よりも2倍大きい。1つの実施形態では、円の直径は、約5から約7ミクロンである。5から7ミクロンのこの直径の範囲は、トラックエッジ近辺での磁束の漏洩を防ぐ観点から矩形ボックスとして構成された（図9Aに示される）同等サイズの終端パターンの作用を近似する。しかしながら、図9B-9Eに示された丸みを付けられた終端パターンは、ボックス書き込みを防止する。この作用は、コーナーに丸みを付けられた終端パターンの作用を示す図9Fと、コーナーに丸みのない終端を有する図9Gに示される。

10

20

30

40

50

【0035】

製造プロセスの次のステップは、図10に示されるように基板10のテープ記録面10に抽気スロット40を生成することである。基板10が記録ヘッドに組み立てられると、矢印Bで示されるように、磁気テープがその上部表面にわたり変換方向に移動することになる。従って、抽気スロット40は、変換方向に対し垂直に切り込まれる。テープが比較的高速度で記録ヘッド上を移動すると、エアの巻き込みが発生する。すなわち、テープの下部面と記録ヘッドの上部面との間にエアが閉じこめられる。これは、基板に貼り付けられた磁性粉末から構成される磁気テープが顕微鏡レベルでは実質的に非平面であるようになる。テープが記録ヘッド上を移動すると、最初に生じる抽気スロットが、閉じこめられたエアを剥ぎ取る役目を果たす。2番目とこれに続くスロットは、この効果を持続させてテープを記録ヘッドに密着させることを可能にする役目を果たす。テープが記録ギャップ30上を通過するときに、テープはまた、ギャップ30の両側に生じた別の負圧スロット42、43によって所定場所に保持される。従って、記録ギャップ30の各側面に位置する負圧スロット42、43がある。

【0036】

図11は、図10に示された基板10の側面図である。基板10の上部面は、僅かな湾曲又は起伏を有する。これが、抽気スロットと協働して磁気テープとの接触を維持できるように機能する。抽気スロット40は、当業者に知られているように精密な丸鋸で基板に切り込まれる。抽気スロット40は、存在するが図11では見ることができない薄膜16を通って切り込まれる。或いは、抽気スロット40は、薄膜16が堆積される前に切り込むことができる。

【0037】

基板10は、長手方向に切断され、すなわち結合されたC字形状のフェライトブロック12とセラミック部材14の実質的な部分を取り除いている。これは任意選択のステップであり、コイルとフェライトブロックの一体化がより簡単になる。図13は、裏当てブロック46が基板10にどのように結合されているかを示す。裏当てブロック46は、フェライト又は他の適切な磁性材料から構成される。配線が裏当てブロック46の周りに巻かれて、その結果、電気コイル48を形成する。このステップにより組立プロセスが完了し、磁気記録ヘッド5が製造されたことになる。

【0038】

動作中、磁気記録ヘッド5は、適切なヘッド取り付け具に固定される。磁気テープは、ヘッド5のテープ記録面の上を接触して移動させられ、これは薄膜層16に起こる。適切な周期的間隔でコイル48を通して電流が流される。結果として、裏当てブロック46を通り、フェライトブロック12を通って、磁気薄膜16を通るように磁束が（図13において、時計回り又は反時計回りに）流される（セラミック部材14が、1つのフェライトブロック12からもう1つのブロックまでの直接の流れを最小にするので、これにより透過性磁気フィルムを通して磁束が短絡される）。磁束が磁気薄膜16を通って進むので、これがパターン化されたギャップ30を通って漏洩し、従ってギャップ30自体と同じパターン及び構成で磁気テープの表面上で磁気転移が発生する。

【0039】

図10及び12を参照すると、ヘッド5（又は基板10）の幅が、単一のパターン化ギャップ30よりも実質的に大きいことが分かる。例えば図10は、5つのサポートラックを同時に書き込むことができる5つの記録ギャップ30を有する基板10を示す。多少なりとも要求に応じて利用することができ、どのようなパラメータが要求されてもヘッドの最終サイズを調整することができる。

【0040】

図11に示されるように基板10を切断して図13に示されるようなコイルを適用するのではなく、図1に示されるように基板10全体を残してC字形のフェライトブロック12にコイルを追加することができる。

【0041】

10

20

30

40

50

上記のヘッド製造プロセスは、タイミングベースのサーボパターンを使用する磁気記録ヘッドに関する説明してきた。しかしながら、プロセスは、どのような形式の表面薄膜記録ヘッドにも良好に等しく適用することができる。例えば、ヘッド製造プロセスは、振幅ベースのサーボヘッドに適用することができる。振幅ベースのサーボヘッドの円形終点を有する終端パターンの例示的な構成が、図15に示される。すなわち、ギャップのFIBミル加工は、半トラックサーボトラックで使用される従来型の単一のギャップを含めてどのような形状又はパターンにも適合できることを当業者でれば理解するであろう。

【0042】

更に、本発明はその精神又は中心となる特質から逸脱することなく別の特定の形態で具現化することができる点を当業者であれば理解するであろう。本発明の前述の説明が、例示的な実施形態を開示しているに過ぎない点において、本発明の範囲にある他の変形形態が企図されることは理解されるべきである。従って、本発明は、本明細書で詳細に説明された特定の実施形態に限定されるものではない。むしろ本発明の範囲及び内容を示す添付の請求項を参照すべきである。

【0043】

本発明は、好適な実施形態を参照しながら説明されてきたが、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく形態及び詳細の変更を行うことができることを当業者は理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】磁気薄膜を記録する基板の側面図である。

【図2】図1に示された基板の平面図である。

【図3】ミル加工されるギャップの指標を記録する薄膜の一部の平面図である。

【図4】ギャップを薄膜にミル加工するFIBの概略図である。

【図5】FIBによってミル加工されたギャップを有する薄膜の平面図である。

【図6】線VII-VIIに沿った側断面図である。

【図7】FIBによってミル加工されたギャップを有する薄膜の平面図である。

【図8】線VIII-VIIIに沿った側断面図である。

【図9A】FIBによってミル加工されたギャップと終点とを有する薄膜の一部の平面図である。

【図9B】図9Aに示された終端パターン又は終点の種々の構成を示す図である。

【図9C】図9Aに示された終端パターン又は終点の種々の構成を示す図である。

【図9D】図9Aに示された終端パターン又は終点の種々の構成を示す図である。

【図9E】図9Aに示された終端パターン又は終点の種々の構成を示す図である。

【図9F】丸いパターンを含むように構成された終端パターンの作用を示す。

【図9G】鋭いコーナーを含むように構成された終端パターンの作用を示す。

【図10】ギャップと抽気スロットを記録する基板の平面図である。

【図11】抽気スロットを記録する基板のエッジ平面図である。

【図12】磁気記録ヘッドの側面図である。

【図13】磁気記録ヘッドの端面図である。

【図14】時間をベースとする又は傾斜した記録ギャップのペアのセットを記録する薄膜層の部分斜視図である。

【図15】振幅ベースのサーボヘッドの円形終点を有する終端パターンの例示的な構成を示す図である。

10

20

30

40

【図1】

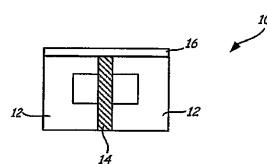


FIG. 1

【図2】

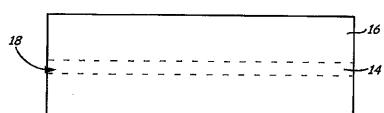


FIG. 2

【図3】

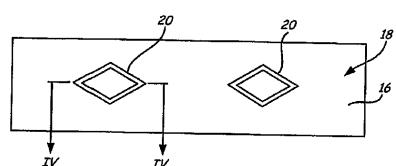


FIG. 3

【図4】

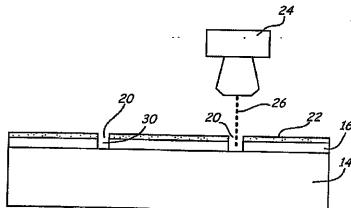


FIG. 4

【図5】

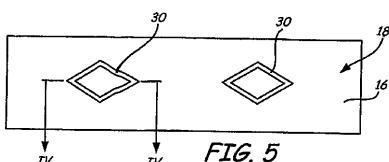


FIG. 5

【図6】

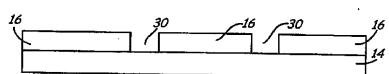


FIG. 6

【図7】

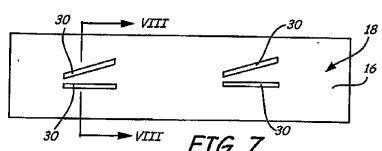


FIG. 7

【図8】

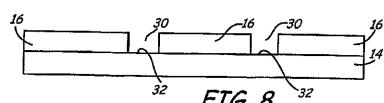
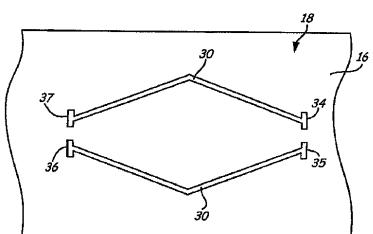


FIG. 8

【図9 A】



【図9 B】

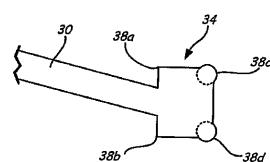


FIG. 9B

【図9 D】

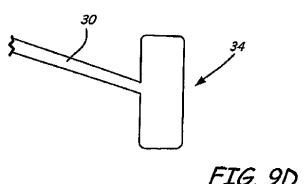


FIG. 9D

【図9 E】

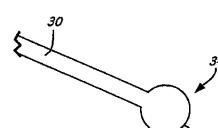


FIG. 9E

【図 9 F】

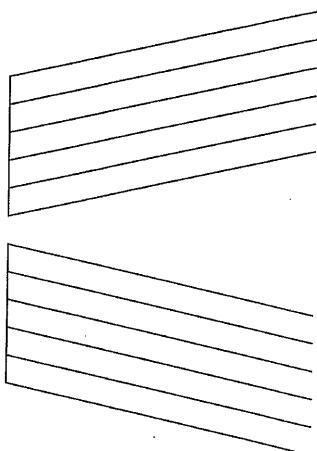


FIG. 9F

【図 9 G】

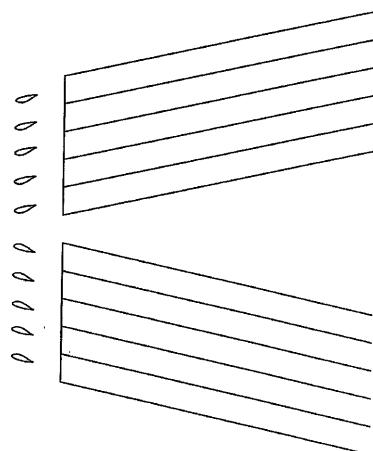


FIG. 9G

【図 10】

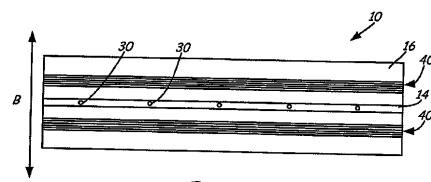


FIG. 10

【図 11】

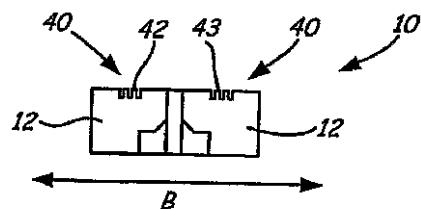


FIG. 11

【図 12】

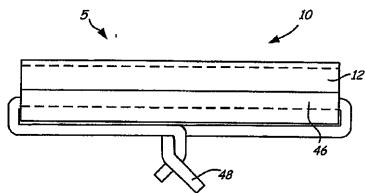


FIG. 12

【図 13】

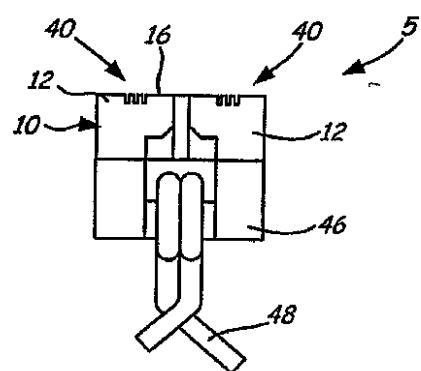


FIG. 13

【図14】

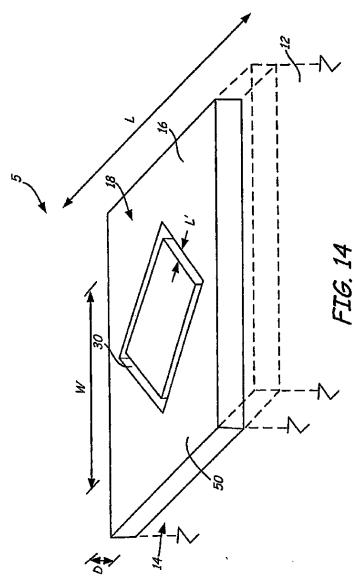


FIG. 14

【図15】

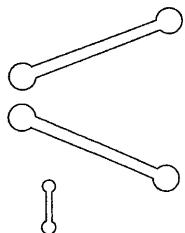


FIG. 15

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US2004/033451
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G11B5/584 G11B5/31		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G11B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 542 325 B1 (MOLSTAD RICHARD W ET AL) 1 April 2003 (2003-04-01)	1,3,11, 12, 18-22, 24,26
Y	column 11, line 10 - line 22; figures 4c,7 the whole document	2,4-7, 25,27
Y	US 2001/003862 A1 (DUGAS MATTHEW P) 21 June 2001 (2001-06-21) paragraph [0019] paragraph [0043] - paragraph [0044]	2,4-7
A	the whole document	1,3,8-27
Y	US 2003/099057 A1 (MOLSTAD RICHARD W) 29 May 2003 (2003-05-29) the whole document	25,27
		-/-
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
*Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "a" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 7 February 2005		Date of mailing of the international search report 14.11.2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2230 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Malagoli, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/033451

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 462 904 B1 (ALBRECHT THOMAS ROBERT ET AL) 8 October 2002 (2002-10-08) column 20, line 53 - column 21, line 22 figures 21-23 the whole document -----	1-27
A	BARRETT R C ET AL: "TIMING-BASED TRACK-FOLLOWING SERVO FOR LINEAR TAPE SYSTEMS" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 34, no. 4, PART 1, July 1998 (1998-07), pages 1872-1877, XP000833231 ISSN: 0018-9464 the whole document -----	1-27
A	US 2001/045005 A1 (DUGAS MATTHEW P) 29 November 2001 (2001-11-29) the whole document -----	1-27
A	US 5 572 392 A (ABOAF ET AL) 5 November 1996 (1996-11-05) the whole document -----	1-27
A	US 5 726 841 A (TONG ET AL) 10 March 1998 (1998-03-10) column 1, line 36 - line 50 -----	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/033451

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6542325	B1	01-04-2003	JP US	2000260014 A 2003123179 A1	22-09-2000 03-07-2003	
US 2001003862	A1	21-06-2001	AU EP JP WO US	3602000 A 1163669 A1 2002538565 A 0051109 A1 2001045005 A1	14-09-2000 19-12-2001 12-11-2002 31-08-2000 29-11-2001	
US 2003099057	A1	29-05-2003	DE JP	10255274 A1 2003168203 A	05-06-2003 13-06-2003	
US 6462904	B1	08-10-2002	US	6320719 B1	20-11-2001	
US 2001045005	A1	29-11-2001	AU EP JP WO US	3602000 A 1163669 A1 2002538565 A 0051109 A1 2001003862 A1	14-09-2000 19-12-2001 12-11-2002 31-08-2000 21-06-2001	
US 5572392	A	05-11-1996	US	5652015 A	29-07-1997	
US 5726841	A	10-03-1998	NONE			

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,M,A,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(72)発明者 デューガス マシュー ピー

アメリカ合衆国 ミネソタ州 55108 セント ポール ヴァレンタイン アベニュー 23
24

F ターム(参考) 5D111 AA11 AA19 AA22 BB12 CC11 DD03 FF05 GG05 HH04 JJ08