

(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2007-533061

(P2007-533061A)

(43) 公表日 平成19年11月15日(2007.11.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/085 (2006.01)	G 1 1 B 7/085 C	5 D 1 1 7
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/09 B	5 D 1 1 8

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

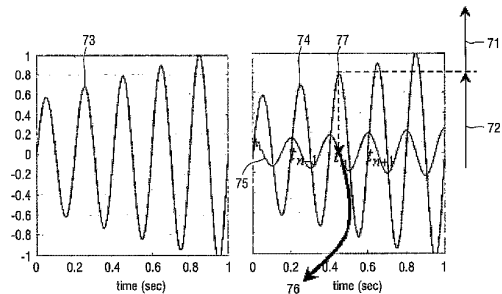
(21) 出願番号	特願2007-507885 (P2007-507885)	(71) 出願人	590000248
(86) (22) 出願日	平成17年4月6日 (2005.4.6)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(85) 翻訳文提出日	平成18年10月13日 (2006.10.13)		トロニクス エヌ ヴィ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2005/051121		オランダ国 5621 ベーアー アイン
(87) 国際公開番号	W02005/101391		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開日	平成17年10月27日 (2005.10.27)		1
(31) 優先権主張番号	04101585.0	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成16年4月16日 (2004.4.16)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100091214
(31) 優先権主張番号	04104091.6		弁理士 大貫 進介
(32) 優先日	平成16年8月26日 (2004.8.26)	(74) 代理人	100107766
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100135079
			弁理士 宮崎 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学記録のためのエアギャップ

(57) 【要約】

近接場光学記録により記録担体上のトラック中のマークを読み書きする装置である。該装置はヘッドを有し、該ヘッドは記録担体の表面から近接場距離において位置決めされるべきレンズを含む。エアギャップコントローラがレンズと表面の間エアギャップを制御し、遠隔場(72)中の遠隔距離から近接場距離にレンズを近づける接近モードを有する。それに対して、コントローラは増大する周期的励起信号(73)を供給し、レンズが表面に近づく一連の接近時(77)を生成する。接近時において、レンズの速度(76)は実質的にゼロである。一連の接近時により、レンズが記録担体表面に近づく。接近時(77)の1つにおいてレンズが近接場距離内に入れば、エアギャップコントローラは閉ループモードに切り換えられる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

情報を記録担体上のトラック中のマークにより表す近接場光学記録のための装置であって、

前記記録担体の表面から近接場距離にある、レンズアクチュエータにより位置決めされるレンズを含む、前記トラック上にスキミングスポットを生成するヘッドと、

前記レンズと前記表面の間のエアギャップを制御するエアギャップコントローラであって、遠隔距離から前記近接場距離に前記レンズを近づける接近モードを有するエアギャップコントローラと、を有し、該エアギャップコントローラは、

前記レンズが前記表面に接近する一連の接近時を生成する、増大する周期的励起信号を前記レンズアクチュエータに供給する段階であって、前記接近時において前記レンズは前記表面に垂直な方向の速度が実質的にゼロであり、前記一連の接近時において前記レンズが前記表面に実質的に近くなるころの段階と、

接近時の1つにおいてレンズが近接場距離内にあるとき、エアギャップコントローラを閉ループモードに切り換える段階と、により遠隔距離から前記近接場距離に前記レンズを近づけることを特徴とする装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記増大する周期的励起信号は正弦波信号を含むことを特徴とする装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の装置であって、

前記増大する周期的励起信号は振幅が増大する周期的信号を含むことを特徴とする装置

20

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の装置であって、

前記増大する周期的励起信号はランプ成分を含むことを特徴とする装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記増大する周期的励起信号はローパスフィルタをかけられた階段成分を含むことを特徴とする装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記エアギャップコントローラは、ハンドオーバーモードにおいて、第 1 の目標近接場距離から第 2 の、より低い目標近接場距離に変化する基準近接場距離を供給する基準発生器を有することを特徴とする装置。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、

前記基準発生器は、前記ハンドオーバーモードにおいて自由度が 2 の制御方法に基づきコントローラ部に基準値を提供するものであることを特徴とする装置。

## 【請求項 8】

レンズを含むヘッドを介してスキャンされる記録担体上のトラック中のマークにより情報が表されるところの近接場光学記録で使用する記録担体表面からの近接場距離に遠隔距離からレンズを近づけるプルイン方法であって、

前記レンズが前記表面に接近する一連の接近時を生成する、増大する周期的励起を前記レンズアクチュエータに与える段階であって、前記接近時において前記レンズは前記表面に垂直な方向の速度が実質的にゼロであり、前記一連の接近時において前記レンズが前記表面に実質的に近くなるころの段階と、

前記接近時の1つにおいて前記近接場距離内にレンズがいつあるかを検出する段階と、エアギャップサーボシステムを閉ループモードに切り換える段階と、を有することを特徴とするプルイン方法。

40

50

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記増大する周期的励起は振幅が増大する周期的信号を含むことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、記録担体上のトラックにマークで情報が表されるところの近接場光学記録のための装置であって、トラック状にスキャンスポットを生成するために記録担体の表面から近接場距離においてレンズアクチュエータにより位置決めされるレンズを含むヘッドを有する装置に関する。

10

## 【0002】

本発明は、さらに、レンズを含むヘッドを介してスキャンされる記録担体上のトラック中のマークにより情報が表されるところの近接場光学記録で使用する記録担体表面の近接場距離に遠距離からレンズを近づけるプルイン方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

近接場光学記録のためのエアギャップサーボは、T. Ishimoto、K. Saito、T. Kondo、A. Nakaoki、M. Yamamoto 著「Gap Servo System for a Biaxial Device Using an Optical Gap Signal in a Near Field Readout System」(ISOM/ODS 2002 発行) (以下、非特許文献 1 と呼ぶ) で知ることができる。非特許文献 1 は、近接場光学ヘッドと光記録単体を用いる読み出し方法が記載されている。このヘッドは非球面レンズとソリッドイマージョンレンズ(SIL)により構成されている。このシステムでは、SIL 底面とディスク表面の間エアギャップを常に近接場位置に維持して、エバネッセント波を検出できるようにしなければならない。エアギャップサーボシステムがヘッドアクチュエータを制御して、ヘッドを必要な位置に維持する。ヘッドを離れたスタート位置から表面近くに近づける(いわゆるプルインプロシージャ)ためのスターティングサーボシステムが提案されている。プルインプロシージャは、ヘッドが近接場位置に入った時にエアギャップサーボループに切り換えることにより完了する。必要なエアギャップは 50 nm 以下のオーダーであることにも注意すべきである。よって、プルインプロシージャ中にオーバーシュートが発生すると重大な問題となり、ヘッドがディスク表面に接触すればヘッド・ディスク衝突が起きてしまう。

20

30

## 【0004】

記載されたスターティングサーボシステムは、ヘッドをディスクに一定速度で近づけるために、ヘッドアクチュエータにランプ制御信号を供給する。エアギャップエラー信号を生成して、SIL とディスク表面の間の距離を検出する。しかし、エアギャップエラー信号は約 50 nm の近接場領域でないと得ることができない。エアギャップエラー信号の検出が遅れることにより、またオーバーシュートの問題を考慮して、最大ランプ速度は制限され、プルインプロシージャはゆっくり行われる。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0005】

それゆえ、本発明の目的は、速くてヘッド・ディスク衝突の危険が少ない光学記録のためのエアギャップサーボシステムとプルイン方法とを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の第 1 の態様によると、上記目的は、冒頭段落に記載した装置により達成される。該装置は、前記レンズと前記表面の間エアギャップを制御するエアギャップコントローラであって、遠隔距離から前記近接場距離に前記レンズを近づける接近モードを有するエアギャップコントローラを有し、該エアギャップコントローラは、前記レンズが前記表面に接近する一連の接近時を生成する、増大する周期的励起信号を前記レンズアクチュエ

50

ータに供給する段階であって、前記接近時において前記レンズは前記表面に垂直な方向の速度が実質的にゼロであり、前記一連の接近時において前記レンズが前記表面に実質的に近くなるところの段階と、接近時の1つにおいてレンズが近接場距離内にあるとき、エアギャップコントローラを閉ループモードに切り換える段階と、により遠隔距離から前記近接場距離に前記レンズを近づける。

【0007】

本発明の第2の態様によると、上記目的は、冒頭段落に記載した方法により達成される。該プルイン方法は、前記レンズが前記表面に接近する一連の接近時を生成する、増大する周期的励起を前記レンズアクチュエータに与える段階であって、前記接近時において前記レンズは前記表面に垂直な方向の速度が実質的にゼロであり、前記一連の接近時において前記レンズが前記表面に実質的に近くなるところの段階と、前記接近時の1つにおいて前記近接場距離内にレンズがいつあるかを検出する段階と、エアギャップサーボシステムを閉ループモードに切り換える段階と、を有する。

10

【0008】

一連の接近時にはレンズの速度が実質的にゼロになるので、ヘッドとディスクが衝突するリスクが低くなる。オーバーシュートが実質的に発生しないからである。周期的な性質により、レンズの動きは素早く制御することができる。よって、この手段の効果として、レンズを素早く目標近接場距離に近づけることができる。これによる有利な点として、ユーザが記録担体に読み書きを開始できるのにかかるスタートアップ時間が減少する。

【0009】

また、本発明は以下の認識に基づく。速度が実質的にゼロである接近時を作ることにより、オーバーシュートの問題を実質的に無くすることができることに発明者は気づいた。これは増大する周期的励起により達成することができる。驚いたことに、ランプベースの開ループ接近動作と比較して、プルインプロシージャの全時間が減少した。特に、接近コントロールを正弦波励起することにより、エアギャップサーボシステムの切り換え時に閉ループ動作を開始する時に、速度を確実に実質的にゼロとすることができる。

20

【0010】

本装置の一実施形態では、前記エアギャップコントローラは、ハンドオーバーモードにおいて、第1の目標近接場距離から第2の、より低い目標近接場距離に変化する基準近接場距離を供給する基準発生器を有する。さらに、前記基準発生器は、前記ハンドオーバーモードにおいて自由度が2の制御方法に基づきコントローラ部に基準値を提供するものである。有利にも、2自由度制御方法をハンドオーバー制御に適用すると、オーバーシュートと安定時間の間の設計上の制約を緩くなる。

30

【0011】

本発明による装置と方法のさらに別の好ましい実施形態は、添付した特許請求の範囲に記載した。その開示はここに参照により援用する。

【0012】

本発明の上記の態様その他は、添付した図面を参照して、以下に記載した例示として記載した実施形態から明らかであり、これらを参照してさらに詳しく説明する。

【0013】

図面においては、すでに説明した要素に対応する要素には同じ参照数字を付した。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

近接場光学ヘッドは非球面レンズとソリッドイマージョンレンズ(SIL)により構成されているが、この近接場光学ヘッドを用いた光学記録システムが12cm光ディスク上で50Gbyte以上を読み出す技術として提案されている。このシステムでは、SIL底面とディスク表面の間のエアギャップを常に近接場位置に維持して、エバネッセント波を検出できるようにすることが必須である。それに加え、エアギャップサーボシステムが必要である。

【0015】

50

図1は、エアギャップサーボを有する光学記録装置を示す。この装置は、近接場光学システムにより記録単体11上にデータを光学的に読み書きするものである。近接場光学システムはそれ自体として知られており、例えば、K. Saito等著「Readout Method for Read Only Memory Signal and Air Gap Control Signal in a Near Field Optical Disc System」(Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 41 (2002), pp. 1898-1902) (以下、非特許文献2と呼ぶ)に記載されている。ディスク状の記録単体11はトラック9を有し、そのトラック9は情報層上に実質的に平行なトラックを構成するらせん状または環状の回転パターン(pattern of turns)として構成されている。記録可能型記録単体上のトラックは、ブランクの記録単体の製造時に提供されるプリエンボスされたトラック構造であってもよい。トラック構造は、規則的に分散したマークであって周期的にサーボ信号を発生させるマークにより形成されてもよい。記録された情報は、トラックに沿って記録された光学的に検出可能なマークにより、情報層上に表される。マークは、物理パラメータの変化により構成され、その周囲と異なる光学特性を有する。物理パラメータの変化とは、例えば、色素、合金、または相変化物質等の材料に記録した場合に得られる反射率の変化や、光磁気材料に記録した場合に得られる偏光の変化等である。記録単体は例えばビデオやオーディオ情報であるリアルタイム情報や、コンピュータデータ等のその他の情報を担うことを目的としたものであってもよい。

10

## 【0016】

この装置は、記録担体11上のトラックをスキャンする手段を備えている。そのスキャン手段は、記録担体11を回転させる駆動部21と、ヘッド22と、トラック上でヘッド22を位置決めするサーボ部25と、制御部20とを有する。ヘッド22は、記録担体の情報層のトラック上の放射スポットにフォーカスされた、光学要素を通して導かれた放射ビームを発生する既存タイプの光学系を有する。放射ビームは、例えばレーザダイオード等の放射源により発生される。ヘッドは、レンズ24と、レンズアクチュエータ35とを有する。このレンズアクチュエータ35は、サーボ部25中のエアギャップサーボコントローラと結合している。このサーボ部25は、記録担体11の表面から近接場距離23だけ離れたレンズを位置決めするものである。ヘッド中の光学要素の詳細例を図2に示す。本発明によると、エアギャップサーボはエアギャップコントローラ32を含む。このエアギャップコントローラはハンドオーバーモードのための基準発生器34を含んでもよい。エアギャップコントローラは、遠隔距離から近接場距離までレンズを近づける接近モードを有する。レンズを近づけることは、レンズアクチュエータに増大する周期的励起信号をレンズアクチュエータに供給して、レンズが記録担体表面に近づく一連の接近時(sequence of approach instants)を作ることにより行う。接近時(approach instants)においては、レンズの記録担体表面に垂直な方向の速さは実質的にゼロである。一連の接近時により、レンズが記録担体表面に近づく。最後に、接近時の1つにおいてレンズが近接場距離内にあれば、エアギャップコントローラは閉ループモードに切り換える。開ループ接近モードから閉ループモードへの切り換えは、ハンドオーバーモードで行われる。このハンドオーバーモードでは、レンズの位置、及び/または速度と加速度の基準軌跡が基準発生器34により発生される。エアギャップサーボシステムの実施形態と要素を以下に詳しく説明する。

20

30

40

## 【0017】

ヘッドは、(図示はしないが、)さらに、ビームをフォーカスしてトラック上に放射スポットを生成する(前記ビームの光軸に沿って放射ビームの焦点を動かすことによる)フォーカスアクチュエータと、トラックの中心に半径方向にスポットを微細に位置決めするトラックアクチュエータと、を有する。トラックアクチュエータは、光学要素を半径方向に動かすコイルと永久磁石とを有し、あるいは反射要素の角度を変えるように構成されている。読み出しの場合、情報層により反射された放射を、ヘッド22中の通常タイプの検出器(例えば、4分割ダイオード)により検出し、検出器信号を発生する。この検出器信号には、メインスキャン信号33とトラッキング及びフォーカシングのためのサブ検出器信号とが含まれる。フロントエンド部31はヘッド22に結合しており、トラックから反

50

射された放射に基づいて検出器信号を受け取る。メインスキャン信号 33 は通常タイプの読み出し処理部 30 により処理される。この読み出し処理部 30 は、復調器、デフォーマット器、及び出力部を含み、情報を読み出す。

#### 【0018】

制御部 20 は、情報の記録と読み出しを制御し、ユーザまたはホストコンピュータからコマンドを受信するように構成されている。制御部 20 は、制御ライン 26 (例えば、システムバス) を介して装置のその他のユニットに接続されている。制御部 20 は、制御回路 (例えば、マイクロプロセッサ、プログラムメモリ) とインターフェイスを有し、以下に説明するようにプロシージャと機能を実行する。制御部 20 は、論理回路中のステートマシンとして実施してもよい。

10

#### 【0019】

この装置は、書き込み可能型または再書き込み可能型の記録担体上に情報を記録する記録手段を備えていてもよい。この記録手段は、ヘッド 22 及びフロントエンド部 31 と協働して、書き込みビームを発生する。また、ヘッド 22 を駆動する書き込み信号を発生するために入力情報を処理する処理手段を有する。この書き込み処理手段は入力部 27、フォーマット器 28、変調器 29 を有する。情報を書き込む場合、変調器 29 により放射ビームのパワーを制御して、記録層に光学的に検知可能なマークを作るようにする。

#### 【0020】

一実施形態では、入力部 27 は、アナログオーディオ及び/またはビデオや、非圧縮のデジタルオーディオ/ビデオのための圧縮手段を有する。好適な圧縮手段はビデオについては MPEG 標準に記載されており、MPEG-1 は ISO/IEC 11172 に規定され、MPEG-2 は ISO/IEC 13818 に規定されている。あるいは、入力信号はこれらの標準により予め符号化されていてもよい。

20

#### 【0021】

図 2 は、近接場光学記録のためのヘッド中の要素の概略図を示す。この概略図は読み出し実験のために使用する近接場光学プレーヤの例を示す。実験に用いたプレーヤでは、従来の DVD アクチュエータをエアギャップ制御とトラッキングのために使用し、開口数が  $NA = 1.9$  である特殊な近接場レンズを搭載した。図面では、PBS = 偏光ビームスプリッタであり、NBS = 非偏光ビームスプリッタであり、 $\lambda/2$  = 半波長板である。このセットアップのメインブランチには、青紫色レーザ 40、コリメータレンズ、ビーム成形光学系 41、2つのビームスプリッタ、及び  $NA = 1.9$  のレンズ 43 のフォーカス調整用のテレスコプ 42 を有する。図の左側ブランチには、データ情報を含みメインビームと平行に偏光している RF 中心開口信号を検出するためのフォトダイオード 44 がある。同じブランチに、スプリット検出器 45 が配置され、プッシュプルトラッキングエラー信号を発生する。さらに、実験的なセットアップの場合だけだが、CCD カメラ 46 が含まれて、射出ひとみにおいて照射パターンを観察している。半波長板  $\lambda/2$  を用いて、PBS がスプリットして RF 検出器とプッシュプル検出器にそれぞれ向ける光量を制御する。

30

#### 【0022】

図面の右側の第 2 のブランチを使用してエアギャップ制御用のエラー信号を発生する。近接場光学ディスクシステムでは、SIL レンズ 43 はディスクからエバネッセント減衰距離内に位置している必要がある。我々のセットアップでは、SIL とディスクの距離は一般的には 25 nm である。このように短い距離で機械的アクチュエータによりエアギャップ制御をするためには、好適なエラー信号が必要である。非特許文献 1 及び 2 に記載されているように、ギャップエラー信号 (GES) として好適な線形信号は、ディスク上にフォーカスされたメインビームの偏光状態に垂直な偏光状態にある反射光から得ることができる。光の大部分は SIL・エア・ディスクインターフェイスにおおける反射により楕円偏光となる。この効果により反射光を、偏光器を通して見た時に周知のマルタ十字が生じる。偏光光学系と単一のフォトディテクタ 47 を用いてこのマルタ十字の光を集めることにより、いわゆる「RF pol」信号が得られ、ギャップエラー信号 GES をその「RF pol」信号から作ることができる。

40

50

## 【0023】

図3は、ギャップエラー信号の計算上の反射曲線を示す。図面はグループのないSiディスク上のシミュレーションされたGES曲線に基づき、エアギャップ長に対する反射を示している。第1の曲線50は全反射を示す。第2の曲線51は偏光が平行な場合の反射を示す。第3の曲線は、エアギャップ幅の関数として偏光が垂直な場合の反射を示す。各曲線につき3通りのNA値に対する結果を示す。第2の曲線51はデータを読み出す場合のHF信号53として使用することができる。SILの底面で反射された垂直偏光状態の光量を、エアギャップを制御するギャップエラー信号54(GES)として用いる。しかし、図示したように、約50nmの近接場領域内にあるGESの線形範囲55にあるギャップエラー信号のみを利用することができる。

10

## 【0024】

それゆえ、いわゆるプルインプロシージャが必要であり、非特許文献1に提案されている。プルインプロシージャにより、光学ヘッドが開ループ動作により最初の遠隔場位置から近接場領域に近づき、エアギャップサーボシステムをできるだけスムーズに閉ループ動作に切り換えて、光学ヘッドがディスクと衝突しないようにする。

## 【0025】

図4は、ランプ電圧による先行技術による方法を示す。先行技術文献である非特許文献1では、レンズを位置決めする2軸アクチュエータにランプ電圧(ramp voltage)56を印加する。左側のグラフは印加された規格化制御電流対時間を示す。右側のグラフは、遠隔場範囲72から近接場範囲71に近づく時の規格化された位置57と速度58を示す。これにより、エアギャップサーボシステムがその閉ループ動作を開始する切り換え時に、接近速度が一定になる。しかし、エアギャップサーボシステムがデジタル的に実装されている場合、切り換え時における光学ヘッドのディスクとの衝突を避けるために、接近速度、GES線形範囲、及びサンプリング周波数Fsの間で次の条件59が満たされなければならない：

20

$$\text{速度} < (\text{GES線形範囲}) \times (\text{サンプリング周波数Fs})$$

例えば、接近速度が5mm/secであり、サンプリング周期が20μsecである場合、光学ヘッドは1サンプリング周期中に100nm移動できる。これはGES線形範囲の2倍である。それゆえ、この場合、接近速度を遅くするか、サンプリング周波数を高くしなければならない。

30

## 【0026】

図5は先行技術のプルイン応答を示す。曲線61はエアギャップのギャップ基準値を示す。曲線60はギャップエラー信号GESの応答を示す。光学ヘッドが近接場領域に入り、エアギャップサーボが閉ループ動作に切り換えられても、ギャップサーボループ用のギャップ基準をその最終目標値(Ref2)に設定せず、t1からt2までの一定の時間にわたってその最終値に徐々に低下させる。この時間は「安定時間(settling time)」64と呼ばれる。時刻t1ではオーバーシュート63が発生する。この方法により、エアギャップサーボシステムは、光学ヘッドがディスクに衝突することなく、閉ループ動作を開始することができる。しかし、非特許文献1に示されているように、安定時間とオーバーシュートの間には設計トレードオフの関係がある。この関係によりプルイン性能全体が限定される。

40

## 【0027】

図6は、モード・スイッチ制御を有するエアギャップサーボシステムを示す。図面は提案されたエアギャップサーボシステムの概略図であり、デジタルコントローラ65とアクチュエータ67を含んでいる。コントローラ65は図1のプルインコントローラ32に対応する。プルインコントローラ32は、ハンドオーバーコントローラ69に対応するハンドオーバー部34が含まれていてもよい。最後に、閉ループ動作はエアギャップコントローラ70により実行される。エアギャップサーボシステムはモード切り替え制御とも呼ぶことができる。ステートマシン66による全サーボ動作中に、3つの異なる制御構造が動作状態に応じて切り換えられるからである。正確に言えば、接近制御68は、最初の遠隔

50

場位置から線形 G E S が検出される近接場領域に光学ヘッドを動かすものである。ハンドオーバー制御 69 は、開ループの接近制御から最終的な閉ループエアギャップ安定化制御への切り換えの時にスムーズで素早い過渡応答を達成するものである。最後に、エアギャップ制御 70 は一定の目標エアギャップに近いエアギャップを維持するものである。ここで、プルインプロシージャは接近制御とハンドオーバー制御を合わせたものとして定義される。

【0028】

ここで、新しいプルインプロシージャを説明する。最初に、接近制御モードにおいて、先行技術のランプ信号ではなく、図 5 ( a ) に示したように振幅が時間とともに増大する正弦波信号をアクチュエータに印加する。アクチュエータは 2 次の質量ダンピングバネシステムとしてモデル化されている。対応する位置と速度の振る舞いも、振幅が時間とともに増大する正弦波である。

10

【0029】

図 7 は本発明による方法を示す。左側のグラフは、時間に対して、規格化電流として印加された増大する周期的信号 73 を示す。右側のグラフは、遠隔場範囲 72 から近接場範囲 71 に近づく時の規格化された位置 74 と速度 75 を示す。これにより、一連の接近時 ( approach instants ) が得られる。例えば、第 1 の接近時 77 で始めて近接場領域に入る。また、周期的な接近速度 75 が得られるが、接近時において接近速度はほぼゼロである。特に、矢印 76 で示したように、前記第 1 の接近時 77 では速度は実質的にゼロであり、その時にエアギャップサーボシステムを閉ループ動作に切り換えることができる。よって、図示したように、ある時点  $t = t_n$  において、光学ヘッドの正のピーク位置が近接場領域に入り始める。それゆえ、開ループ接近制御から閉ループ制御またはハンドオーバー制御へのモード切り替えが  $t = t_n$  で起これば、切り換え時における光学ヘッドの速度はゼロである。これにより、サンプリング周波数が比較的低くても切り替えの瞬間における過渡応答でのオーバーシュートが大幅に減少する。

20

【0030】

一実施形態では、光学ヘッドが近接場位置に入り、ギャップエラー信号が利用可能であれば、エアギャップサーボシステムを、ハンドオーバー制御を介して閉ループ制御動作に切り換える。ギャップサーボループのギャップ基準は、その最終的な目標値  $R e f 2$  に設定されないが、基準発生器により発生されて、最初の基準  $R e f 1$  から最後の目標エアギャップ距離  $R e f 2$  までの軌跡をスムーズにする。

30

【0031】

図 8 は基準発生器を示す。目標ギャップ値  $R e f 2$  から基準発生器の位置出力  $y_d$  への伝達関数表示は、次の通りである：

【0032】

【数 1】

$$Y_d(s) = \frac{K_p^{ref}}{s^2 + K_d^{ref}s + K_p^{ref}} Ref2(s)$$

40

これにより、実際のギャップ基準  $y_d$  は開始値  $R e f 1$  からその最終目標値  $R e f 2$  に向けてスムーズに低下する。図中、新しい設定値  $R e f 2$  を制御ループに入力する。その制御ループは、利得部 81 を含み、第 2 の利得部 82 を含む。その第 2 の利得部は、加速度出力  $a_d$  を発生する加算部に結合されている。加算部は、速度出力  $v_d$  を発生する第 1 の積分器 83 に結合されている。その第 1 の積分器 83 は、位置出力  $y_d$  を発生する第 2 の積分器 84 に結合されている。第 1 と第 2 の積分器は、開始値  $v_d(0)$  と  $y_d(0)$  がそれぞれ設定される。

【0033】

図 9 は基準の軌跡を示す。第 1 の曲線 91 は基準位置  $y_d$  を示す。第 2 の曲線 92 は基

50



準速度  $v_d$  を示す。第 3 の曲線は 9 3 は基準加速度  $a_d$  を示す。安定時間 9 4 において、目標距離を第 1 の値  $R_{ef1}$  から第 2 の（普通は最終である）値  $R_{ef2}$  にスムーズに変化させる。注意として、安定時間 9 4 とギャップ基準のオーバーシュートは基準発生器の利得により決まる。また、基準発生器は、速度と加速度の基準の軌跡（それぞれ  $v_d$  と  $a_d$ ）もハンドオーバーコントローラ中のトラッキングコントローラに供給する。

#### 【0034】

図 10 は、2 自由度制御に基づくハンドオーバーコントローラの図を示す。コントローラ部 101 は、閉ループモードにおいて、ギャップエラー信号  $GES$  に基づいて、アクチュエータ 67 に制御信号  $u_c$  を発生する。閉ループモードの場合にいろいろなトラッキング利得を示す利得部は、比例及び差動制御に基づくサーボコントローラにおける通常の構成である。ハンドオーバーモードでは、トラッキング制御部は、トラッキングコントローラにおいて位置、速度、加速度の値を追加的に供給するために基準発生器により発生された値  $y_d$ 、 $v_d$ 、 $a_d$  を供給される。この制御方法は 2 自由度制御（2 - DOF）と呼ばれる。その理由は、この場合、基準発生器の利得がギャップ基準の安定時間を決定し、一方、トラッキングコントローラの利得が開ループ動作から閉ループ動作に切り替わる時のオーバーシュートすなわち過渡的な振る舞いを決定する。それゆえ、2 つの設計基準すなわち安定時間とオーバーシュートを互いに独立に設計することができる。

10

#### 【0035】

図 11 は、安定時間が異なるいくつかの基準軌跡の場合のシミュレーションされたプルイン応答を示す。左側のグラフは、安定時間が 20 msec の場合の基準 111 と応答 112 を示す。中央のグラフは、安定時間が 10 msec の場合の応答 114 を示す。右側のグラフは、安定時間が 5 msec の場合の応答 115 を示す。グラフから分かる通り、安定時間は異なってもオーバーシュート 113 は実質的に等しい。2 - DOF 法のさらに詳細は、例えば、G. Franklin, J. Powell, 及び A. Emami-Naeini 著「Feedback Control of Dynamic Systems」（4th Ed., Prentice-Hall, 2002）に記載されている。

20

#### 【0036】

図 12 は、最終エアギャップ制御を示す概略図である。 $GES$  が目標ギャップ値（ $R_{ef2}$ ）に近い時、PID 型（比例、積分、及び差分型）のコントローラを切り換えて動作させる。基本的に、これは標準的 PID コントローラであるが、その他の制御方法であってもエアギャップを目標ギャップ近くに安定化させるものであればよい。注意として、図 10 と比較してインテグレータ 121 が加えられている。

30

#### 【0037】

図 13 は、提案したプルインプロシージャによる過渡応答の測定結果を示す。第 1 の曲線 136 はギャップエラー信号  $GES$  を表し、第 2 の曲線 137 は基準を表し、第 3 の曲線 138 はモードを表す。このモードは例えばステータマシンの出力であり、この出力により動作状態に応じてコントローラのモードが決定される。第 1 のモード 131 は接近モードである。第 2 のモードはハンドオーバーモード 132 である。最終状態は閉ループエアギャップ制御 133 である。図から分かるように、光学ヘッドは、最初の遠隔位置から、50 nm である第 1 の基準 134 を介して、ディスクと衝突することなく、33 nm である目標ギャップに成功裏に安定する。

40

#### 【0038】

エアギャップサーボにおける新しいプルイン方法の効果は、光学ヘッドが遠隔場領域から近接場領域に近づく時に、振幅が増大する正弦波信号をアクチュエータに印加することである。その結果、エアギャップサーボシステムがその閉ループ動作を開始する時の速度がゼロになる。結果として、サンプリング周波数が比較的低くても、切り換え時におけるオーバーシュートを大幅に小さくすることができる。

#### 【0039】

また、2 自由度（DOF）制御方法をハンドオーバー制御に適用して、オーバーシュートと安定時間の間の設計上の制約を緩くした。結果として、プルイン性能を大幅に改善することができる。

50

## 【0040】

図14は、サーボの閉ループ動作における過渡応答の測定結果を示す。ギャップエラー信号140を示した。この信号は、目標エアギャップ距離を第1の設定値141において33nmに設定し、その後、第2の設定値142において24nmに設定したものである。図面に示した通り、エアギャップサーボが一旦かかると、すなわち閉ループ動作中では、ギャップの値の変更はオーバーシュートを起こさずに行うことができる。これが示唆することは、一種の2段階ブルインプロシージャが、ヘッドのディスクとの衝突のセーフティマージン(safety margin)を向上することができるということである。一実施形態では、このように一連の設定値を設けることによりエアギャップを小さくする。すなわち、ハンドオーバー制御の第1の目標ギャップ(例えば、図13の33nm)は、実際に要求される目標ギャップ(図14の24nm)よりも非常に大きい。第1の目標ギャップでサーボが一旦かかると、最終的に要求される目標ギャップに安全に移行する。注意すべきこととして、閉ループモードにおいて、すなわちスキャンシステムがすでにロックされてデータの読み出しまたは書き込みの動作をしている時に、ギャップ距離を複数段階で低下させることである。これはハンドオーバーモードとは異なる。ハンドオーバーモードでは、第1の基準は近接場領域の端であり、例えば、ちょうどGES信号が得られるところであるが、第2の基準は動作(working)近接場距離である。

10

## 【0041】

最後に注意しておくことは、接近制御のための正弦波励起の鍵は、増大する周期的信号を発生することである。これを達成するには、増大する信号(例えばランプ(ramp)信号)を正弦波で変調する。周期的要素の目的は、光学ヘッドが近接場に到達した時に、その速度を確実にゼロまたは非常に小さくすることである。同じ理由から、実際の実施では様々なものが可能である。

20

## 【0042】

図15は、増加周期励起信号の実施形態を示す。図15Aは、振幅が少し大きくなる周期的信号をランプ信号に重ねたものを示す。図15Bは、振幅が強くなる正弦波信号をランプ信号に重ねたものを示す。さらに別の可能性を図15Cに提示した。図15Cでは、ローパスフィルタをかけた階段信号をアクチュエータに印加する。各図において、左側のグラフは規格化された制御電流を示し、右側のグラフは規格化された位置(上側の曲線)と速度(下側の曲線)を示す。レンズが表面に近い接近時に速度は実質的にゼロである。

30

## 【0043】

実際的な考えとして、上記実施形態ではすべて、励起入力信号の周波数は基礎となるアクチュエータの共鳴周波数よりも十分低くして、接近制御時の望ましくない共鳴振動を避けることに注意せよ。さらに、各接近時の間のアクチュエータ位置の増加分(例えば、図15Aにおいてyで示した)は、GES線形範囲よりも小さくしなければならない。

## 【0044】

主として非特許文献1と2に記載された特定の近接場光学記録システムにエアギャップサーボを適用する実施形態により本発明を説明した。しかし、本発明は、その他の記録単体とヘッドのシステムであって、レンズと記録単体表面間に小さなエアギャップが必要なものにも好適である。そうしたシステムの例としては、四角形光カード、光磁気ディスク、その他のタイプの磁気記憶システム等がある。本発明は、近接場スキャン顕微鏡システムにも好適である。よって、「近接場光学記録」という用語にはこれらのシステムが含まれる。注意として、この文書においては、「有する」という用語は請求項に挙げられたもの以外の要素やステップの存在を排除するものではない。要素に付された「1つの」、「一」という用語はその要素が複数あることを排除するものではない。いかなる参照符号も請求項の範囲を限定するものではない。本発明はハードウェアによってもソフトウェアによっても実施することができる。複数の「手段」や「部」を同一のハードウェアまたはソフトウェアで表すことができる。さらに、本発明の範囲は実施形態では限定されず、本発明は上記のすべての新規な特徴または複数の特徴の組み合わせにある。

40

50

【図面の簡単な説明】

【0045】

- 【図1】エアギャップサーボを有する光学記録装置を示す。
- 【図2】近接場光学記録のためのヘッド中の要素の概略図を示す。
- 【図3】ギャップエラー信号の計算上の反射曲線を示す。
- 【図4】ランプ電圧による先行技術による方法を示す。
- 【図5】先行技術のプルイン応答を示す。
- 【図6】モード・スイッチ制御を有するエアギャップサーボシステムを示す。
- 【図7】本発明による方法を示す。
- 【図8】基準発生器を示す。
- 【図9】基準の軌跡を示す。
- 【図10】2自由度制御に基づくハンドオーバーコントローラの図を示す。
- 【図11】安定時間が異なるいくつかの基準軌跡の場合のシミュレーションされたプルイン応答を示す。
- 【図12】最終エアギャップ制御を示す概略図である。
- 【図13】提案したプルインプロシージャによる過渡応答の測定結果を示す。
- 【図14】サーボの閉ループ動作における過渡応答の測定結果を示す。
- 【図15】増加周期励起信号の実施形態を示す。

【図1】

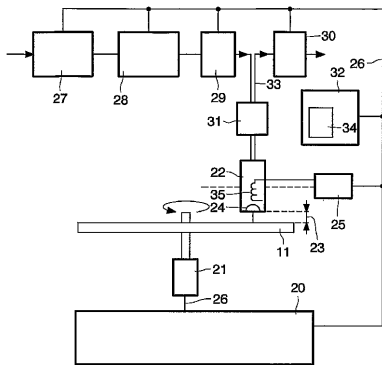
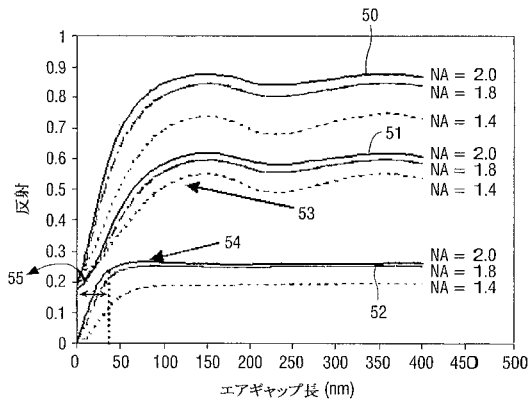


FIG.1

【図3】



【図2】

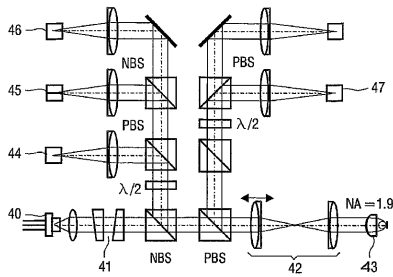
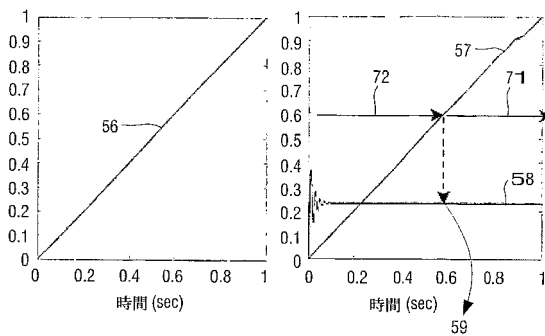


FIG.2

【図4】



【 図 5 】

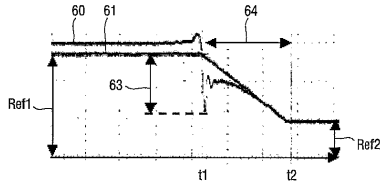


FIG.5

【 図 6 】

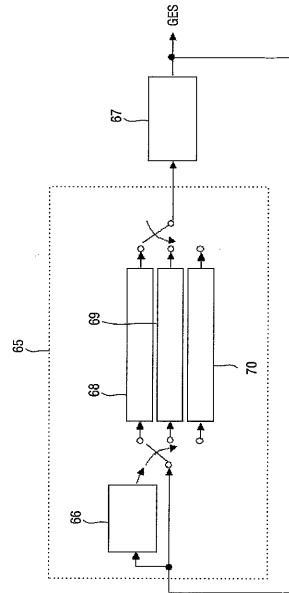
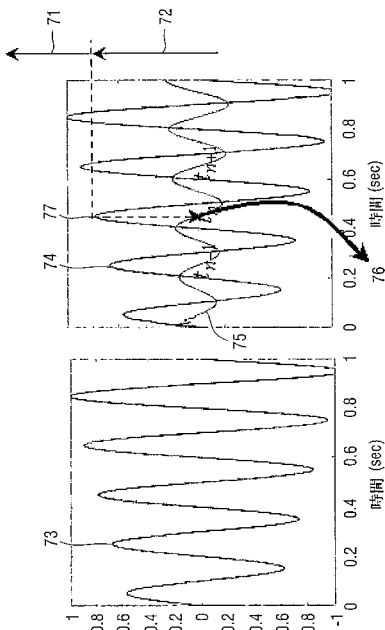


FIG.6

【 図 7 】



【 図 8 】

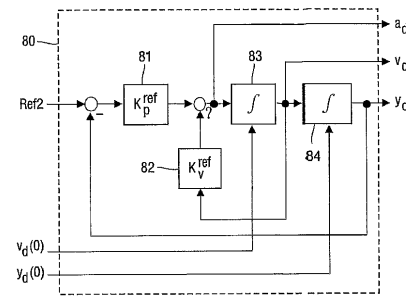
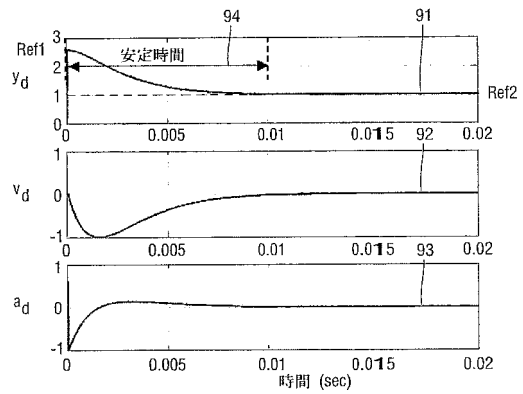
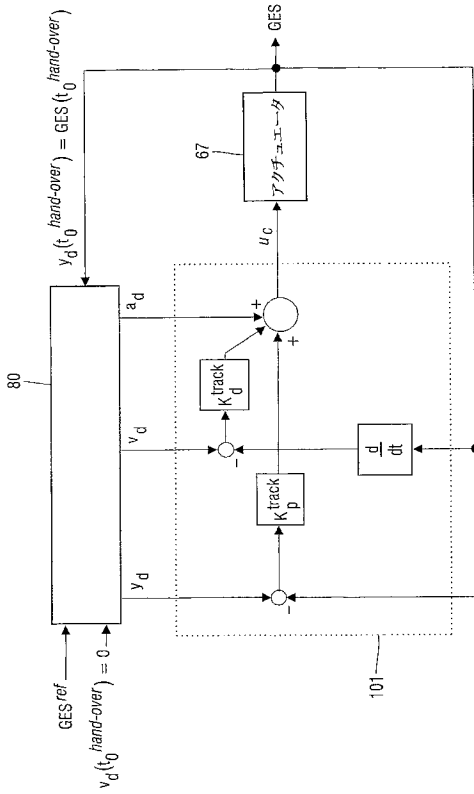


FIG.8

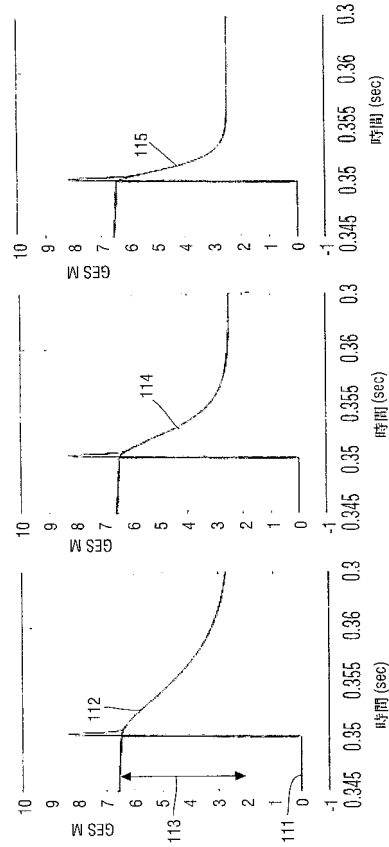
【 図 9 】



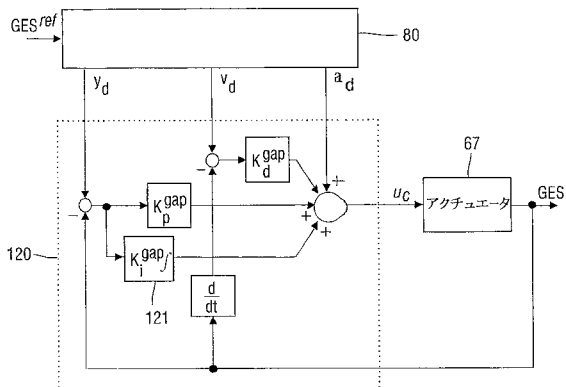
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 4 】

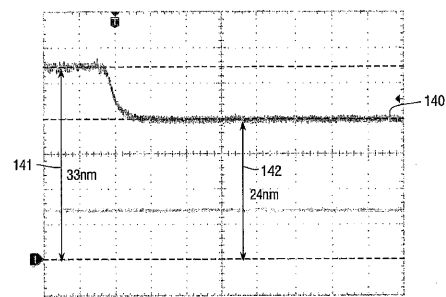


FIG.14

【 図 1 3 】

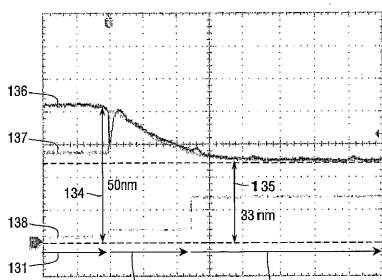
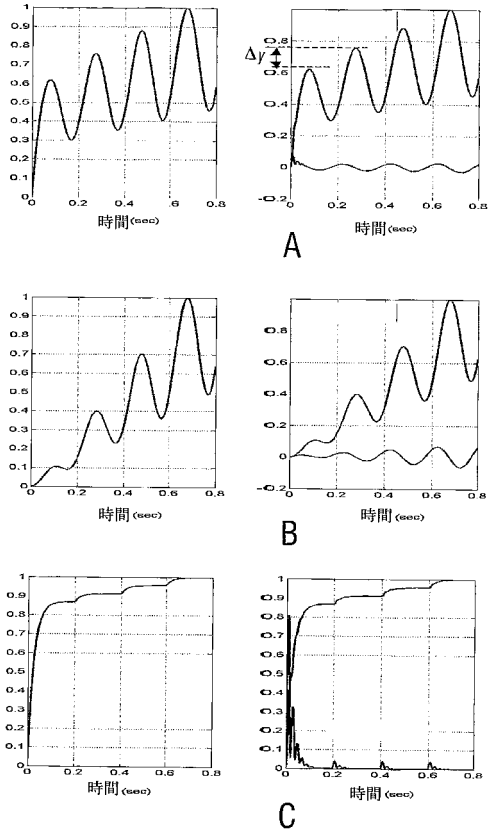


FIG.13

【図 15】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/IB2005/051121
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G11B7/135 G11B7/09		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ISHIMOTO T ET AL: "Gap servo system for a blaxial device using an optical gap signal in a near field readout system" OPTICAL MEMORY AND OPTICAL DATA STORAGE TOPICAL MEETING, 2002. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON 7-11 JULY 2002, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 7 July 2002 (2002-07-07), pages 287-289, XP010600201 ISBN: 0-7803-7379-0 cited in the application the whole document	1-8
A	US 2004/013077 A1 (SAITO KIMIHIRO ET AL) 22 January 2004 (2004-01-22) paragraph '0016! - paragraph '0021! paragraph '0037! - paragraph '0060! figures 1-10	1-8
<input 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 *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 August 2005		Date of mailing of the international search report 25/08/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Pacholec, D

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB2005/051121

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004013077 A1	22-01-2004	CN 1473327 A	04-02-2004
		EP 1422702 A1	26-05-2004
		WO 03021583 A1	13-03-2003
		TW 224326 B	21-11-2004



## 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, IS, IT, LT, 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, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72) 発明者 リー, ジュイル

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブルヴァール・オスマン 1 5 6, ソシエテ シヴィル エスペ  
ーイーデー内

(72) 発明者 ゼイプ, フェリー

フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, ブルヴァール・オスマン 1 5 6, ソシエテ シヴィル エスペ  
ーイーデー内

F ターム(参考) 5D117 AA02 DD03 DD06 FF27 GG02

5D118 AA11 BA01 BF16 CA05 CA07 CA08 CD15