

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体の再生信号の測定方法であって、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で記録されている信号と、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる第 2 の周波数で記録されている信号について、

前記 n 番目の記録層の記録領域に記録されている信号を再生する工程と、

前記再生信号から、前記第 1 の周波数と前記第 2 の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第 1 の周波数の信号振幅と、前記第 2 の周波数の信号振幅における最大値と、を判別する工程と、

前記第 1 の周波数の信号振幅と、前記第 2 の周波数の信号振幅における最大値と、の信号振幅比を演算する工程と、

を有することを特徴とする再生信号の測定方法。

10

【請求項 2】

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数で信号を記録する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる前記第 2 の周波数で信号を記録する工程と、を前記信号を再生する工程の前にさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の再生信号の測定方法。

20

【請求項 3】

前記第 1 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層に、かつ

前記第 1 の周波数と異なる前記第 2 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層に、

あらかじめ信号が記録されていることを特徴とする請求項 1 記載の再生信号の測定方法。

30

【請求項 4】

前記最大値を判別する工程を、同一記録層内のいずれかの方向に、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以上の連続する領域において実行することを特徴とする請求項 1 記載の再生信号の測定方法。

【請求項 5】

3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体の再生信号の測定方法であって、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で記録されている信号を再生する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されていない状況で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅 1 を検出する工程と、

40

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されている状況で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅 2 を検出する工程と、

前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号から、前記第 1 の周波数と前記第 2 の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記信号振幅 1 と前記信号振幅 2 の最大値とを判別する工程と、

前記信号振幅 1 と前記信号振幅 2 の最大値との信号振幅比を演算する工程と、を有することを特徴とする再生信号の測定方法。

50

【請求項 6】

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で信号を記録する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる第 2 の周波数で信号を記録する工程と、
を前記信号を再生する工程の前にさらに有することを特徴とする請求項 5 記載の再生信号の測定方法。

【請求項 7】

前記第 1 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層に、

前記第 1 の周波数と異なる前記第 2 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層に、

あらかじめ信号が記録されていることを特徴とする請求項 5 記載の再生信号の測定方法。

【請求項 8】

前記最大値を判別する工程を、同一記録層内のいずれかの方向に、 $500\mu\text{m}$ 以上の連続する領域において実行することを特徴とする請求項 5 記載の再生信号の測定方法。

【請求項 9】

3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体であって、光を照射する際の光の入射側とは反対側から、

n 番目の記録層の記録領域と $n + 2$ 番目の記録層の記録領域とでは周波数が異なって、同一記録層内の記録領域では一定周波数である信号と、

前記 n 番目の記録層の記録領域からの信号の再生時に再生される、前記 $n + 2$ 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅の最大値を測定するための測定パターンと前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅を測定するための測定パターンと、

を記録していることを特徴とする多層光記録媒体。

【請求項 10】

前記記録領域が、前記記録層の面内のいずれかの方向に $500\mu\text{m}$ 以上連続的に形成されていることを特徴とする請求項 9 記載の多層光記録媒体。

【請求項 11】

前記 $n + 2$ 番目の記録層では、1トラックおきに信号が記録されていることを特徴とする請求項 9 記載の多層光記録媒体。

【請求項 12】

前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅と前記 $n + 2$ 番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅との比が、 0.03 以下であることを特徴とする請求項 9 記載の多層光記録媒体。

【請求項 13】

前記記録領域の信号が、あらかじめ記録されていることを特徴とする請求項 9 記載の多層光記録媒体。

【請求項 14】

前記パターンが、新たに記録された情報であることを特徴とする請求項 9 記載の多層光記録媒体。

【請求項 15】

多層光記録媒体に光を照射する光学系を有する光学手段と、

前記光学手段により照射された光の反射光を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された反射光を処理する信号処理手段と、

前記信号処理手段により処理された信号を演算する演算処理手段と、

を有する信号再生装置であって、

前記信号処理手段が、

10

20

30

40

50

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で記録されている信号と、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる第 2 の周波数で記録されている信号について、

前記 n 番目の記録層の記録領域に記録されている信号を再生する工程と、

前記再生信号から、前記第 1 の周波数と前記第 2 の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第 1 の周波数の信号振幅と、前記第 2 の周波数の信号振幅における最大値と、を判別する工程と、

を備え、

前記演算処理手段が、

前記第 1 の周波数の信号振幅と、前記第 2 の周波数の信号振幅における最大値と、の信号振幅比を演算する工程、

を備えることを特徴とする信号再生装置。

【請求項 16】

多層光記録媒体に光を照射する光学系を有する光学手段と、

前記光学手段により照射された光の反射光を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された反射光を処理する信号処理手段と、

前記信号処理手段により処理された信号を演算する演算処理手段と、

を有する信号再生装置であって、

前記信号処理手段が、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で記録されている信号を再生する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されていない状況で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅 1 を検出する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されている状況で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅 2 を検出する工程と、

前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号から、前記第 1 の周波数と前記第 2 の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第 2 の周波数の信号振幅 1 と信号振幅 2 の最大値とを判別する工程と、

を備え、

前記演算処理手段が、

前記信号振幅 1 と前記信号振幅 2 の最大値との信号振幅比を演算する工程、

を備えることを特徴とする信号再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の記録層を有する光記録媒体の層間クロストークを考慮した、光記録媒体の再生信号の測定方法、それを実現する信号再生装置及び複数の記録層を有する光記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 は、光記録媒体の中でも、従来から知られている多層光ディスクの断面構造であり各記録層の情報を選択的に記録再生する原理を模式的に示したものである。本従来例では、記録媒体は合計 6 つの情報が記録された層（以下記録層と呼ぶ）からなり、光ディスク

10

20

30

40

50

への光照射の際の光入射とは反対側、すなわち図中下側より、第 1 の記録層101、第 2 の記録層102、第 3 の記録層103、第 4 の記録層104、第 5 の記録層105、第 6 の記録層106を備えている。この記録層を 6 つ有する 6 層媒体を用いて、例えば、第 3 の記録層103上の記録情報にアクセスするためには、光記録再生装置の対物レンズの位置を制御し、光スポット107の位置を第 3 の記録層103上に位置づける。その際、対物レンズによって絞り込まれる途中の収束光108は、半透明の第 6 の記録層106、第 5 の記録層105、第 4 の記録層104を透過し、この第 6、第 5、第 4 の記録層上では、収束光108の光束径は、第 3 の記録層上での光スポット107の直径と比べて十分に大きく、このため、半透明の第 6、第 5、第 4 の記録層106、105、104上の記録情報を分解して再生することができない。また半透明の第 6、5、4 の記録層106、105、104上では光束径が大きいいため、単位面積あたりの光強度が相対的に小さくなり、記録時に第 6、第 5、4 の記録層106、105、104の情報を破壊する心配はない。このようにして第 6、第 5、第 4 の記録層の影響を受けずに、照射光の入射側から遠い奥にある第 3 の記録層の情報記録再生を実現している。この他の記録層への情報記録再生も同様に対物レンズの位置を制御することによって行う。このように、他の層への影響なく、複数の記録層を有する光記録媒体上で記録再生を行う条件に関しては、特許文献 1 に詳細が記載されている。

10

【 0 0 0 3 】

しかしながら、前述したような多層光ディスクの再生方法では、照射光の入射側から見た目的の記録層の手前（以下手前は同様の趣旨）の記録層による光の減衰の効果は考慮に入れているが、記録再生の目的とする記録層よりも手前の記録層での光の多重反射、という現象によって生じる影響を考慮していない。この多重反射光が情報記録再生において問題となる様子を、図 4 を用いて説明する。記録再生の目的とする記録層を第 n 層としたとき、図に示したように光スポット107が第 n 層上に形成されるように収束光からなる入射光108を照射する。この時、目的とする記録層の一つ手前の第 $n + 1$ 層で反射した光は不要光402となり、第 $n + 2$ 層の裏面に到達して、第 $n + 2$ 層の裏面で反射した不要光402が再び第 $n + 1$ 層で反射されて、第 n 層の反射光とほぼ同一経路をたどって、あたかも第 n 層の反射光として検出されると、大きな層間クロストークを生じさせることになる。以下、本明細書中でクロストークとは、層間クロストークのことを指す。このような不要光が検出されることは大きな問題であることが非特許文献 1、2 にて指摘されている。

20

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平5-101398号公報

【非特許文献 1】Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 43, No. 7B, 2004, pp. 4983-4986

【非特許文献 2】Ushiyama et.al. Tech. Digest of ODS2006, WDPDP3.

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

前述したように、多層光記録媒体の設計では、不要光スポットによる層間クロストークが問題となっている。なぜなら、第一に、不要光は第 $n + 2$ 層上で収束し、不要光スポットとなるため、第 $n + 2$ 層上の情報が光学的に分解できてしまい、不要光の影響は通常の光記録再生信号の帯域と重なり分離できない。第二に、不要光である戻り光は、第 n 層の反射光とほぼ同一経路をたどって、あたかも第 n 層の反射光として検出されるため、検出器上でも、本来の第 n 層の反射光と光が完全に重なってしまう。第三に、検出器上で光が分離できないことは、不要光による層間クロストーク量の定量的な測定を困難にする要因でもある。このため、これまで簡便で効果的な不用光による層間クロストーク量の定量的測定方法がなかった。

40

【 0 0 0 6 】

本発明では、上述した問題点に基づいて、多層光記録媒体の記録層が 3 層以上である場合に生じる層間クロストークの影響を簡便にまた定量的に測定する方法を提供すること、あるいは、同様に記録層が 3 層以上である場合に生じる層間クロストークの影響を簡便に

50

また定量的に知ることのできる多層光記録媒体を提供することを課題とした。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するための手段として、本発明の測定方法を実現するために以下の手段を用いた。

(1) 3層以上の記録層を有する多層光記録媒体の再生信号の測定方法であって、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第1の周波数で記録されている信号と、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、前記第1の周波数と異なる第2の周波数で記録されている信号について、

10

前記 n 番目の記録層の記録領域に記録されている信号を再生する工程と、

前記再生信号から、前記第1の周波数と前記第2の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第1の周波数の信号振幅と、前記第2の周波数の信号振幅における最大値と、を判別する工程と、

前記第1の周波数の信号振幅と、前記第2の周波数の信号振幅における最大値と、の信号振幅比を演算する工程と、
を有することを特徴とした。

【0008】

20

これにより、3層以上の記録層を有する多層光記録媒体にて発生する不要光スポットによる層間クロストークを定量的に評価することが可能となる。

(2) 前記(1)記載の再生信号の測定方法において、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、前記第1の周波数で信号を記録する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層の記録領域に、前記第1の周波数と異なる前記第2の周波数で信号を記録する工程と、
を前記信号を再生する工程の前にさらに有することを特徴とした。

【0009】

これにより、(1)に記載の不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価を記録型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

30

(3) 前記(1)記載の再生信号の測定方法において、前記第1の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層に、かつ

前記第1の周波数と異なる前記第2の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層に、

あらかじめ信号が記録されていることを特徴とした。

【0010】

これにより、(1)に記載の不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価をROM型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

(4) 前記(1)記載の再生信号の測定方法において、

40

前記最大値を判別する工程を、同一記録層内のいずれかの方向に、 $500\mu\text{m}$ 以上の連続する領域において実行することを特徴とした。

これにより、層間クロストーク測定誤差を小さくできる。

(5) 前記(1)記載の再生信号の測定方法において、

3層以上の記録層を有する多層光記録媒体の再生信号の測定方法であって、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第1の周波数で記録されている信号を再生する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されていない状況で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅1を検出す

50

る工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されている状態で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅 2 を検出する工程と、

前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号から、前記第 1 の周波数と前記第 2 の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記信号振幅 1 と前記信号振幅 2 の最大値とを判別する工程と、

前記信号振幅 1 と前記信号振幅 2 の最大値との信号振幅比を演算する工程と、
を有することを特徴とした。

10

【0011】

これにより、3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体にて発生する不要光スポットによる層間クロストークを定量的に評価することが可能となる。

(6) 前記(5)記載の再生信号の測定方法において、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第 1 の周波数で信号を記録する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる第 2 の周波数で信号を記録する工程と、

を前記信号を再生する工程の前にさらに有することを特徴とする請求項 5 記載の再生信号の測定方法。

20

【0012】

これにより、(5)に記載の不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価を記録型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

(7) 前記(5)記載の再生信号の測定方法において、

前記第 1 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層に、

前記第 1 の周波数と異なる前記第 2 の周波数で、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層に、

あらかじめ信号が記録されていることを特徴とする請求項 5 記載の再生信号の測定方法。

30

【0013】

これにより、(5)に記載の不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価を ROM 型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

(8) 前記(5)記載の再生信号の測定方法において、

前記最大値を判別する工程を、同一記録層内のいずれかの方向に、 $500\mu\text{m}$ 以上の連続する領域において実行することを特徴とした。

【0014】

これにより、層間クロストーク測定誤差を小さくできる。

(9) 3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体であって、光を照射する際の光の入射側とは反対側から、 n 番目の記録層の記録領域と $n + 2$ 番目の記録層の記録領域とでは周波数が異なって、同一記録層内の記録領域では一定周波数である信号と、

40

前記 n 番目の記録層の記録領域からの信号の再生時に再生される、前記 $n + 2$ 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅の最大値を測定するための測定パターンと前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅を測定するため測定パターンと、

を記録していることを特徴とする多層光記録媒体。

【0015】

これにより、3 層以上の記録層を有する多層光記録媒体にて発生する不要光スポットによる層間クロストークを定量的に評価することが可能な多層光記録媒体を得ることが出来る。

50

(10) 前記(9)記載の多層光記録媒体において、
前記記録領域が、前記記録層の面内のいずれかの方向に500 μ m以上連続的に形成されていることを特徴とする。

【0016】

これにより、層間クロストーク測定誤差を小さくできる。

(11) 前記(9)記載の多層光記録媒体において、
前記n+2番目の記録層では、1トラックおきに信号が記録されていることを特徴とする。

【0017】

不要光スポットによる層間クロストークを簡便かつ定量的に測定できることがわかる。

(12) 前記(9)記載の多層光記録媒体において、前記n番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅と前記n+2番目の記録層の記録領域からの再生信号における信号振幅との比が、0.03以下であることを特徴とする。

【0018】

これにより、層間クロストークが小さく、良好な記録再生特性を持つ多層光記録媒体を得る。

(13) 前記(9)記載の多層光記録媒体において、前記記録領域の信号が、あらかじめ記録されていることを特徴とする。

【0019】

これにより、3層以上の記録層を有するROM型多層光記録媒体にて発生する不要光スポットによる層間クロストークを定量的に評価することが可能な多層光記録媒体を得ることが出来る。

(14) 前記(9)記載の多層光記録媒体において、前記パターンが、新たに記録された情報であることを特徴とする。

【0020】

これにより、3層以上の記録層を有する記録型多層光記録媒体にて発生する不要光スポットによる層間クロストークを定量的に評価することが可能な多層光記録媒体を得ることが出来る。

(15) 多層光記録媒体に光を照射する光学系を有する光学手段と、

前記光学手段により照射された光の反射光を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された反射光を処理する信号処理手段と、

前記信号処理手段により処理された信号を演算する演算処理手段と、
を有する信号再生装置であって、

前記信号処理手段が、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側からn番目の記録層の記録領域に、第1の周波数で記録されている信号と、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側からn+2番目の記録層であり前記n番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、前記第1の周波数と異なる第2の周波数で記録されている信号について、

前記n番目の記録層の記録領域に記録されている信号を再生する工程と、

前記再生信号から、前記第1の周波数と前記第2の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第1の周波数の信号振幅と、前記第2の周波数の信号振幅における最大値と、を判別する工程と、

を備え、

前記演算処理手段が、

前記第1の周波数の信号振幅と、前記第2の周波数の信号振幅における最大値と、の信号振幅比を演算する工程、

を備えることを特徴とする。

【0021】

10

20

30

40

50

これにより、上記層間クロストーク評価を行うことが出来るようになる。クロストーク評価を行うことにより、クロストークが小さく良好な記録再生特性をもつ媒体のみを選別出来る。

(16) 前記(15)記載の信号再生装置において、
多層光記録媒体に光を照射する光学系を有する光学手段と、
前記光学手段により照射された光の反射光を検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された反射光を処理する信号処理手段と、
前記信号処理手段により処理された信号を演算する演算処理手段と、
を有する信号再生装置であって、
前記信号処理手段が、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、第1の周波数で記録されている信号を再生する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されていない状態で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅1を検出する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層であり前記 n 番目の記録層の記録領域と面内上で重なっている記録領域に、信号が記録されている状態で、前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号の信号振幅2を検出する工程と、

前記 n 番目の記録層の記録領域からの再生信号から、前記第1の周波数と前記第2の周波数のそれぞれで記録された信号を分離する工程と、

前記第2の周波数の信号振幅1と信号振幅2の最大値とを判別する工程と、
を備え、

前記演算処理手段が、
前記信号振幅1と前記信号振幅2の最大値との信号振幅比を演算する工程、
を備えることを特徴とする。

【0022】

これにより、上記層間クロストーク評価を行うことが出来るようになる。クロストーク評価を行うことにより、クロストークが小さく良好な記録再生特性をもつ媒体のみを選別出来る。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、多数の記録層を有する多層光記録媒体の不要光スポットによる層間クロストークを簡便かつ定量的に測定できる方法、媒体が得られる。また本発明によれば、上記層間クロストーク評価を行うことにより、クロストークが小さく良好な記録再生特性をもつ媒体のみを選別して提供することが出来る。さらに、本発明によれば、多数の記録層を有する多層光記録媒体の不要光スポットによる層間クロストークを簡便かつ定量的に測定できる装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

(実施例1)

図2は、本発明の一つの実施例として記録媒体の断面構造を模式的に示したものである。ここでは6層の記録層を持つ記録媒体を例に挙げている。光を照射する際の光の入射側と反対側より、基板119、第1の記録層101、第2の記録層102、第3の記録層103、第4の記録層104、第5の記録層105、第6の記録層106を備えている。各々の記録層間の層間隔110、111、112、113、114は約 $10 \mu\text{m}$ である。その上に約 $50 \mu\text{m}$ のカバー層109が形成される。入射面側から収束光108が照射され、記録層上に光スポット107が形成される。各記録層は一般的には、反射膜115、保護膜116、記録膜117、保護膜118から形成されるが、このほかの構成でも良い。すなわち、これ以外の膜を含んでも良いし、例えば保護膜がな

10

20

30

40

50

くても良い。また、ここでは異なる記録層でも同じ膜構成である例を示したが、記録層ごとに膜構成が異なっている場合でも良いし、各膜の材料や膜厚が異なっている場合でも良い。

【0025】

今、第3の記録層を第 n 層としたとき、この層には第1の周波数 f_1 を持つ信号が得られるマーク列201が記録されており、第 $n+2$ 層にあたる第5の記録層には、第2の周波数 f_2 を持つ信号が得られるマーク列202が記録されている。マーク列など特定の周波数をもつ信号を発生するためのものを本実施例では層間クロストーク測定パターンと呼ぶ。本実施例では、これら第1の周波数 f_1 の信号と第2の周波数 f_2 の信号とを用いて、不要光スポットによる層間クロストークを定量化する。ここでは、第3の記録層を再生した際に第5の記録層に生じる不要光スポットによる層間クロストークを測定する例を示すが、他の記録層でも同様に測定できる。当該記録層の再生信号と層間クロストークの周波数特性とを図5に示した。第3の記録層(第 n 層)を再生した際、図5(a)に示されるように、当該記録層の再生信号と層間クロストーク信号の両信号は周波数が異なるため、分離することが可能である。

【0026】

こうして得られた当該記録層の再生信号波形の信号振幅(b)と層間クロストーク信号振幅の最大値(c)とを検出し、これらの比を演算する。ここで層間クロストーク信号について、その最大値を検出する理由は主に次の2点である。まず一つ目は、実際の多層光記録媒体のトラック位置が、図6に示されるように各記録層では少しずつ中心がずれている。第 n 層の記録層のトラックは、基板外周601とほぼ等距離離れているが、例えば第 $n+2$ 番目の記録層の中心605は、第 n 番目の記録層の中心604に対して図中右上にずれており、このため第 n 番目の記録層のトラック602と第 $n+2$ 番目の記録層のトラック603は、完全に重なるわけではない。このため、図7に示すように、トラックは少し傾いて重なるような位置関係になる。つまり、第 n 番目の記録層を再生している場合、光スポットは第 n 番目の記録層のトラック703に沿って移動するため、第 $n+2$ 番目の記録層のトラック701は斜めに横切ることになる。すなわち、スポットと信号を発生するマーク列702とが重なっている場合は、クロストーク信号強度が強くなるが、ずれている場合は、クロストーク信号強度が弱くなるといった、信号レベルにバラツキが生じるためである。

【0027】

さらに、実際の多層光記録媒体では、層間の厚さは均一ではなく図8に示すように、ミクロ的には膜厚ムラが生じている。平均的な層間の部分803、層間が平均値より大きい部分802、層間が平均値より小さい部分801が生じる。層間が第3の記録層と第4の記録層との層間112と、第4の記録層と第5の記録層との層間113との膜厚の厚さムラは、製造方式にもよるが、かなり均一に作成しても \pm 約 $1\mu\text{m}$ である。ミクロ的な層間の膜厚は、平均値 \pm 約 $1\mu\text{m}$ の値をとる。光の干渉条件により、再生光の波長が約 400nm 、層間に用いた材料の屈折率が約 $1.5\sim 2.0$ の場合、厚さ約 $0.1\mu\text{m}$ の範囲で干渉が大きくなる条件が発生する。屈折率 1.55 の場合は $0.13\mu\text{m}$ である。つまり、厚さムラの範囲内のいずれかの場所で、隣り合う記録層間の間隔が等しくなる条件、不要光スポットによる層間クロストークが最大になる条件が現れることを示している。逆にそれ以外の条件では、不要光スポットによる層間クロストークは最大値より低くなる。ここでは、層間112と113とが同じ材料、すなわち同じ屈折率を持つ材料のため、層間の厚さとして考えているが、光の干渉条件が層間クロストークを決めるため、それぞれ層間材料の屈折率が異なる場合は、屈折率を考慮した光路長が等しい場合に層間クロストークが最大になる。

【0028】

次のようにして、記録層が6層ある光記録媒体の不要光スポットによる層間クロストークを測定した。ここでは、レーザ波長 405nm 、レンズの $\text{NA}0.85$ の光学系を持つ記録再生装置を用い、線速度 5m/s で再生を行ったとき、各記録層への層間クロストーク測定用信号の周波数は、第1の記録層が 1.5MHz 、第2の記録層が 1.3MHz 、第3の記録層が 1.1MHz 、第4の記録層が 0.9MHz 、第5の記録層が 0.7MHz 、第6の記録層が 0.5MHz であった。つまり、第1の記録層を再生する場合の、第

3の記録層による層間クロストーク測定を行う場合、 f_1 は1.1MHz、 f_2 は0.7MHz、となる。これらの周波数は、カットオフ周波数より低い周波数、すなわち光スポットで信号を再生できる周波数であれば、レーザ波長、レンズのNAが上記と異なる場合に、線速度が異なっても、同様に層間クロストークの測定が可能である。本実施例では、第1の記録層から第6の記録層まで、すべての記録層にある層間クロストーク信号の周波数を変えてあるが、 n 層と $n+2$ 層の周波数が異なっていれば、同じ周波数を持つ組合せが生じてもかまわない。各周波数は、ウインドウ幅の逆数以上異なっていることが好ましい。またデータ用信号の周波数と同じでも層間クロストークの測定は可能だが、データ用信号の周波数と異なっている方が、データ領域の近くに層間クロストーク測定領域を設けても正確に層間クロストークを測定することができ、フォーマットの効率化を図れるため、好ましい。

【0029】

層間クロストークの測定結果を表1に纏めた。再生層は再生中の記録層、CT層はクロストークを生じている記録層のことを指す。再生層のCレベルは、再生中の記録層に記録された層間クロストークの測定用信号の信号レベルC1を、CT層のCレベルは、クロストークを生じている記録層に記録された層間クロストーク測定用信号の信号レベルの最大値C2を指す。層間クロストークの信号レベル差Cは、両者の差($C2 - C1$)から求めることができる。信号振幅から求める場合は、再生中の記録層に記録された層間クロストーク測定用信号の振幅M1と、クロストークを生じている記録層に記録された層間クロストーク測定用信号における振幅の最大値M2の比($M2/M1$)として求める。

表1

再生層	CT層	再生層のCレベル	CT層のCレベル	層間クロストーク
第1の記録層	第3の記録層	-20dBm	-45dBm	-25dB
第1の記録層	第5の記録層	-20dBm	-50dBm	-30dB
第2の記録層	第4の記録層	-20dBm	-44dBm	-24dB
第2の記録層	第6の記録層	-20dBm	-49dBm	-29dB
第3の記録層	第5の記録層	-20dBm	-48dBm	-28dB
第4の記録層	第6の記録層	-19dBm	-49dBm	-30dB

以上より、各記録層における不要光スポットによる層間クロストークを測定することができた。また、第1の記録層や第2の記録層のように、2種類以上の不要光スポットが存在する場合は、どの層からの影響が大きいかについても定量化できることがわかる。

【0030】

図9に、測定範囲と層間クロストーク測定誤差の測定結果を示した。測定領域が狭いと、測定範囲内に層間クロストークが最大になる領域が入らない場合があって、測定誤差が大きくなる。実用的なレベルに測定誤差が小さくなるのは、測定範囲を0.5mm以上にした場合であった。これは、例えば線速度5m/sで再生を行っている場合、測定範囲を0.1ms以上のレンジにする必要があることを示している。このように、測定範囲を0.5mm(500 μ m)以上にした場合、測定誤差を小さくできる。

より良好な3%以下の測定誤差を得るには、測定範囲を0.7mm以上にすることが好ましい。本実施例では、周方向に連続した測定範囲を設けている。周方向に連続した測定範囲を設けた場合は、測定時間を短時間にする効果がある。しかし、これ以外に周方向に角度を持った測定範囲であってもよい。つまり、複数トラックにわたった連続した領域を測定してもよい。

【0031】

図10に、層間クロストーク比と再生特性の標準的な測定指標である再生ジッタとの関係を示した。層間クロストーク比は、層間クロストーク信号振幅最大値を当該層の再生信号振幅で割った値と定義した。これより、層間クロストークが大きくなるほど再生ジッタ

が悪くなり、信号品質が劣化することがわかる。再生限界は再生ジッタが10%のレベルであるため、良好な記録再生特性を得るには、層間クロストーク比が0.03以下にする必要がある。さらに良好な記録特性であるジッタ7%を得るには、層間クロストーク比が0.02以下であることがより好ましい。

【0032】

信号振幅の変わりに、各周波数におけるキャリアレベルで測定しても同様である。この場合、層間クロストークはキャリアの差で示され、層間クロストーク信号キャリアレベルの最大値から当該層の再生信号のキャリアレベルを引いた値に定義される。層間クロストーク比0.03に相当する値は、-30dBである。

【0033】

層間クロストーク信号を良好な媒体かどうかの検査に用いる場合は、使用予定の記録層全てにおいて良好なクロストークの値を示している必要がある。例えば、表1に示したクロストーク値を持つ媒体は、第1の記録層に対する第5の記録層からのクロストーク、第4の記録層に対する第6の記録層からのクロストークは良好な記録再生特性を得られるレベルだが、その他の組合せではクロストークが大きすぎるため、媒体としては、良好な媒体と判断できない。ただし各層へのアクセスができる場合は、全ての層ではなく、良好な状態の層のみを使用すること、この例では第4の記録層のみ使用すること、は可能である。

【0034】

また、本実施例では記録型多層媒体のため、層間クロストーク測定の前に、層間クロストーク測定用の記録領域を設けることが必要となる。つまり、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側からn番目の記録層の記録領域に、前記第1の周波数(f1)で信号を記録する工程と、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側からn+2番目の記録層の記録領域に、前記第1の周波数と異なる前記第2の周波数(f2)で信号を記録する工程と、を前記信号再生の工程の前にさらに有する。記録マーク列の形成は、記録膜の相変化や穴あけ、反応などレーザ照射による熱や光で変化をさせ行う。

【0035】

これにより、不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価を記録型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

【0036】

なお、本実施例に記載していない装置の構成、再生方法等は実施例2~5と同様にした。

(実施例2)

実施例2では、本発明の一つの実施例としての不要光スポットによる層間クロストークを測定する方法を説明する。図11に測定のフローを示した。記録型の多層光記録媒体を測定装置にセットし、最初に光の入射側からn番目の層にフォーカスし、第1の周波数で記録を行う(ステップ1101、図中ではステップはSと略する)。次にn+2番目の層にフォーカスし、第1の周波数と異なる第2の周波数で記録を行う(ステップ1102)。さらに、n番目の層を再生し(ステップ1103)、前記再生信号から、第1の周波数の信号と第2の周波数の信号とを分離する(ステップ1104)。最後に、第1の周波数の信号振幅と第2の周波数における信号振幅の最大値を判別し(ステップ1105)、両信号振幅比を演算し(ステップ1106)層間クロストーク比が得られる。ここで、ステップ1101とステップ1102の順序は逆でも良い。また、ROM型の多層光記録媒体の場合は、予め、第1の周波数、第2の周波数が媒体に形成されておいる。

【0037】

測定には、図12の記録媒体1の内周部に層間クロストーク測定信号記録領域1205を設けておく。これら記録領域内または近傍に、層間クロストーク測定用の記録信号の記録条件が記録されていることが好ましい。これにより、間違いなく層間クロストーク測定ができるようになる。記録条件とは、記録周波数、記録トラック本数、トラックレイアウト、

10

20

30

40

50

記録パワー等、層間クロストーク測定用パターンを形成するための条件である。本実施例では、記録領域より内周側のリードインエリアにこれらの条件が記載されており、この条件を読み出した後、記録を行った。ここでは、第1の周波数で記録した領域1203と第2の周波数で記録した領域1204とが平面上で重なっている必要がある。ここでは内周部に形成したが、外周部でもよいし、データ領域の中に形成しても良い。第1の周波数記録エリア1203と第2の周波数記録エリア1204は、ミクロ的にみると偏芯が生じ、完全に重なることが少ない。一部に第1の周波数エリアに第2の周波数エリアが重っていない領域1206が出来る。

【0038】

また、これら記録エリアは、必ずしも基板外周1201やクランプエリア1202から等距離に形成されている必要はない。両エリアが重なる場所があり、同時に第1の周波数と第2の周波数が再生できることが必要である。リードイン部の近くに形成されていると、測定がすばやく行え、より好ましい。このように層によって異なる信号を記録しておくことで、信号周波数の違いからどの層の影響による信号であるかを容易に分離することができる。周波数の分離には、バンドパスフィルターやスペクトラムアナライザなどの周波数分離手段を用いるか、または、図13に示したような専用の測定回路を用いると、より効率的である。

【0039】

図13は、再生信号演算手段313から得られた再生信号から層間クロストーク比の測定結果1306を得る部分の専用回路である。ここでは、この回路を、図3の装置の信号処理部302に組込んだ例を示す。得られた再生信号とウォブルなどのクロック信号を検出するクロック検出手段322bから得られたクロックとが周波数分離回路1301に送られ、周波数分離により、層間クロストーク成分と当該層の信号成分とに分けられる。層間クロストーク成分は信号レベル検出回路1302にてレベル検出され、最大信号レベル検出回路1303にて、ある一定時間における信号の最大値を検出し、演算回路1305にデータが送られる。当該層の信号成分は、信号レベル検出回路1304にてレベル検出され、信号レベル演算回路1305にデータが送られる。この2つの信号レベルを用いて演算を行い、層間クロストーク量の測定結果1306を得ることができる。これら層間クロストーク比を求める演算処理等を行う回路は、信号処理部302の回路ではなく、演算処理手段313に拡張して組み込んでもよい。

【0040】

実施例1として記載した本発明の一つ目の実施例及び本実施例では、単一周波数の信号を記録する半径領域を設けたが、第n層への記録信号はDC信号でも良い。このようなマーク列以外にも特定の周波数をもつ信号を発生するためのものも本実施例では層間クロストーク測定パターンと呼ぶ。図14に、DC信号を記録した例を示した。このように、第n層を再生している場合、第n+2層のトラックは記録トラックと未記録トラックを斜めに交互に横切ることになるため、DC信号からも周波数特性が得られることになる。これを用いて、層間クロストーク比を求めてもよい。

【0041】

このように本発明により、多数の記録層を有する多層光記録媒体において、不要光スポットによる層間クロストークを簡便かつ定量的に測定できることがわかる。

【0042】

なお、本実施例に記載していない媒体構成、装置の構成、再生方法等は実施例1、3～5と同様にした。

(実施例3)

図15を用いて、本発明の第1の実施例と同様にして、5層以上の記録層を持つ記録媒体における不要光スポットによる層間クロストークにすいて説明する。記録再生の目的層を第n層としたとき、図に示したように光スポット107が第n層上に形成されるように収束光からなる入射光108を照射する。この時、目的層の2つ手前の第n+2層で反射した光は不要光402となり、第n+4層の裏面に到達し、第n+4層の裏面で反射した不要光402が再び、第n+2層で反射されて第n+4層の反射光とほぼ同一経路をたどって光ピッ

10

20

30

40

50

ク側に戻り大きな層間クロストークを生じさせることになる。このように、不要光は、2層分光入射側にある層だけでなく、偶数層分光入射側にある層に形成される。

【0043】

従って、5層以上の媒体では、第 n 層には、第 $n+2$ 層の不要光と第 $n+4$ 層の不要光による層間クロストークが生じる。このため、5層以上の媒体では、層間クロストーク測定信号の周波数は、第 $n+4$ 層、第 $n+2$ 層、第 n 層への記録周波数を変える必要がある。さらに層数が増えても同様である。

【0044】

なお、本実施例に記載していない媒体構成、装置の構成、再生方法等は実施例1～2、4～5と同様にした。

10

(実施例4)

次に、各種光ディスクを、図3に示した記録再生装置により再生測定する例を示す。ヘッド303の一部であるレーザ光源334(本実施例では波長約405nm)から出射された光はコリメータレンズ331を通してほぼ平行な光ビームへとコリメートされる。再生時のレーザ強度などの情報は、記録再生装置のメモリ329にも記録されており、制御回路(マイクロプロセッサ)327から得られた、レーザ強度やタイミングなどの情報を元に、レーザ光がレーザドライバ328により制御される。レーザドライバコリメートされた光ビームはビームスプリッタ336を透過し収差補正素子337及び対物レンズ330を通して光ディスク301上に収束光108として照射され、スポット107を形成する。ディスクからの反射光は、ビームスプリッタ336やホログラム素子339などを通して、検出レンズ332及び333によりサーボ

検出器351及び信号検出器352へと導かれる。各検出器からの信号は加算・減算処理されトラッキング誤差信号やフォーカス誤差信号などのサーボ信号となりサーボ回路379に入力される。サーボ回路は得られたトラッキング誤差信号やフォーカス誤差信号をもとに、対物レンズアクチュエータ378や光ヘッド303全体の位置を制御し、光スポット107の位置を目的の記録・再生領域に位置づける。検出器352の加算信号は信号処理部302へ入力される。入力信号は信号処理回路325によってフィルタ処理、周波数等化処理後、デジタル化処理される。ディスク上にグループ(溝部)のウォブルなどの形で形成されているアドレス情報は分割検出器352からの差動信号として検出され、信号処理部302中のウォブル検出回路322へと入力される。ウォブル検出回路322は、ウォブル信号と同期したクロックを生成し、ウォブル波形を弁別する働きを持つ。ウォブル検出回路322により検出されたウォ

ブル信号はアドレス検出回路323によってデジタル情報に変換され、その後、復号回路326によってエラー訂正などの処理を行ってアドレス情報として検出される。検出されたアドレス情報をもとに、記録再生処理の開始タイミング信号などが生成されユーザデータの復調回路324が制御される。同時にアドレス情報は制御回路(マイクロプロセッサ)327にも送られ、アクセスなどに用いられる。本図内のその他の機構は、演算処理手段313、ホログラム素子339、回転制御及び自動位置制御手段376、モータ377、上位装置(ホスト)399である。

20

30

【0045】

以上、実施例では、測定用信号が記録されているタイプの記録型媒体について主に示したが、ピット等で記録マークが形成されているROM型や、測定信号を追記するタイプの記録型、書き換え型媒体についても、またこれらの測定方法についても同様である。例えば、信号を記録して再生することを示している部分において、多層光記録媒体がROM型であれば、あらかじめ信号が記録されているので、信号を記録する工程は不要である。

40

【0046】

なお、本実施例は、ジッタ測定について記載したが、図3に示す記録または/及び再生装置を用いて、本願発明の媒体に情報を記録または再生する方法も、本願発明の一実施例である。

【0047】

なお、本実施例に記載していない媒体構成、装置の構成、再生方法等は実施例1～3、5と同様にした。

50

(実施例 5)

実施例 5 では、多層光記録媒体が R O M 型の場合について述べる。

本実施例では R O M 型多層媒体のため、予め媒体作製時に、層間クロストーク測定用の記録領域を設けることが必要となる。つまり、前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から n 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数 (f_1) で信号を記録する工程と、

前記多層光記録媒体に光を照射する際の光の入射側とは反対側から $n + 2$ 番目の記録層の記録領域に、前記第 1 の周波数と異なる前記第 2 の周波数 (f_2) で信号を記録する工程と、

を前記信号を再生する工程の前にさらに有する。ここでの記録信号は、インジェクションなどの大量生産に適した方法で凹凸ピット等で形成されていると廉価で好ましいが、記録膜材料を相変化や反応、穴あけなど、消去できない不可逆な変化を生じさせて形成してもよい。

【0048】

これにより、不要光スポットによる層間クロストークの定量的評価を R O M 型多層光記録媒体に適用することが可能となる。

【0049】

なお、本実施例に記載していない媒体の層構成、装置の構成、再生方法等は実施例 1 ~ 4 と同様にした。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図 1】従来の多層記録媒体の断面構造と各層に独立して記録再生を行う原理図。

【図 2】本発明の多層記録媒体の構造と各層に信号が記録された状態を示した図。

【図 3】多層記録再生装置の例を示す図。

【図 4】従来の多層記録媒体の問題点を説明する図。

【図 5】本発明の光情報記録媒体上に記録された層間クロストーク測定用信号の 1 実施例、(a)周波数特性 (b) 当該層の再生信号 (c) 層間クロストーク信号を示す図。

【図 6】多層光記録媒体の各層におけるトラックの関係を示す図。

【図 7】本発明の光情報記録媒体上に記録された層間クロストーク測定用信号と再生トラックの位置関係を示す図。

【図 8】多層光記録媒体の各層間の膜厚ムラを示す図。

【図 9】測定範囲と層間クロストーク測定値のばらつきの関係を示す図。

【図 10】層間クロストーク比と再生ジッタの関係を示す図。

【図 11】不要光スポットによる層間クロストークを測定のプロローを示す図。

【図 12】本発明の記録媒体における層間クロストーク測定信号記録領域を示した例を示す図。

【図 13】不要光スポットによる層間クロストーク測定用回路を示す図。

【図 14】本発明の記録媒体における層間クロストーク測定パターンに D C 信号を用いた例を示す図。

【図 15】5 層以上の多層記録媒体の問題点を説明する図。

【符号の説明】

【0051】

101、102、103、104、105、106：記録層、107：光スポット、108：収束光、109：カバー層、110、111、112、113、114：層間隔、115：反射膜、116：保護膜、117：記録膜、118：保護膜、119：基板、201、202：マーク列、301：光ディスク、302：信号処理部、303：光ヘッド、313：演算処理手段、322：ウォブル検出回路、322b：クロック検出回路、323：アドレス検出回路、324：復調回路、325：信号処理回路、326：復号回路、327：制御回路（マイクロプロセッサ）、328：レーザドライバ、329：メモリ、330：対物レンズ、331：コリメータレンズ、332、333：検出レンズ、334：レーザ光源、336：ビームスプリッタ、337：収差補正素子、339：ホログラム素子、351：サーボ用検出器、352：信号検出器

10

20

30

40

50

、376：回転制御及び自動位置制御手段、377：モータ、378：対物レンズアクチュエータ、379：サーボ回路信号、399：ホスト、601：基板外周、602：n番目の記録層のトラック中心、603：n+2番目の記録層のトラック中心、604：n番目の記録層のトラック中心、605：n+2番目の記録層のトラック中心、701：n+2番目の記録層のトラック、702：n+2番目の記録層のトラック上の信号を発生するマーク列、703：n番目の記録層のトラック、

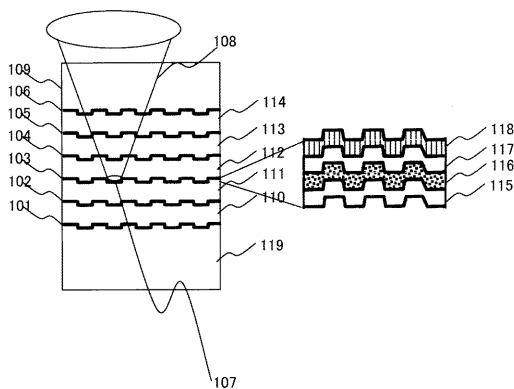
801：層間が平均値より小さい部分、802：層間が平均値より大きい部分、803：平均的な層間の部分、

1201：基板外周、1202：クランプエリア、1203：第1の周波数で記録した領域、1204：第2の周波数で記録した領域、1205：層間クロストーク測定信号記録領域、1206：第1の周波数エリアに第2の周波数エリアが重っていない領域、1301：周波数分離回路、1302：信号レベル検出回路、1303：最大信号レベル検出回路、1304：信号レベル検出回路、1305：信号レベル演算回路、1306：測定結果。

10

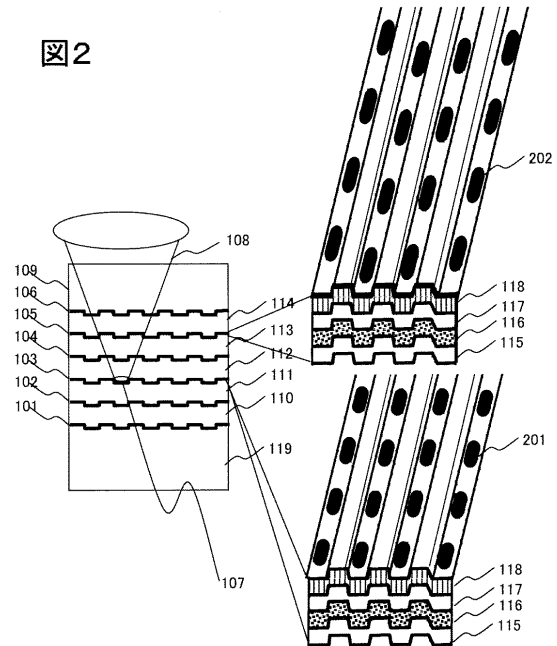
【図1】

図1



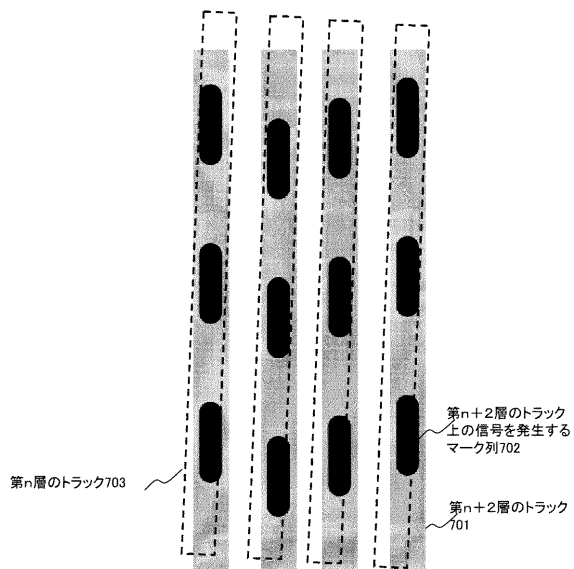
【図2】

図2



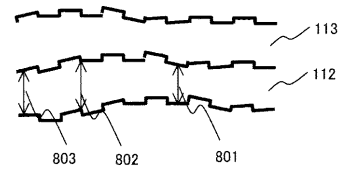
【図 7】

図7



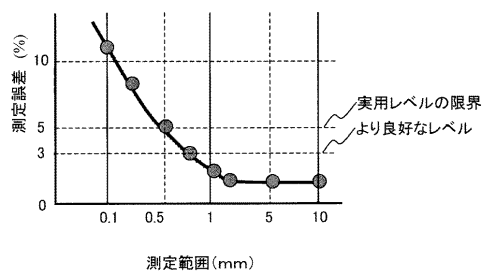
【図 8】

図8



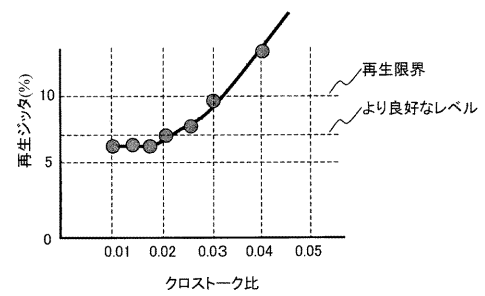
【図 9】

図9



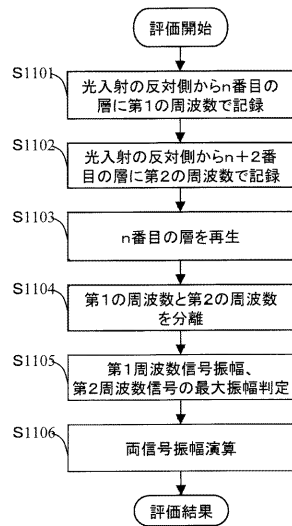
【図 10】

図10



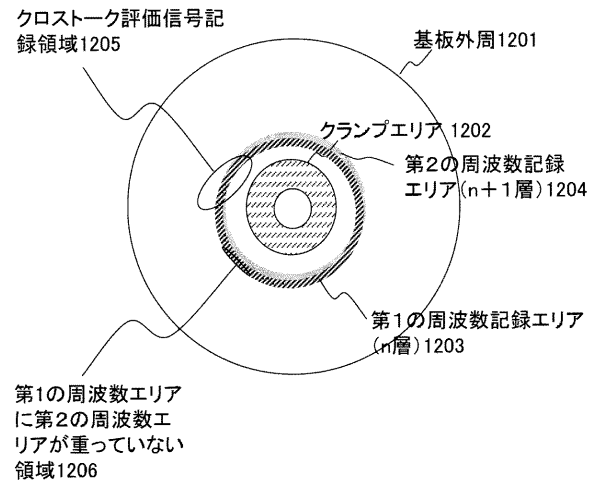
【図 1 1】

図11



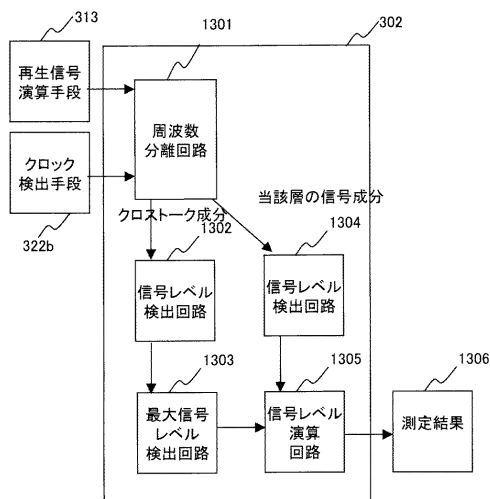
【図 1 2】

図12



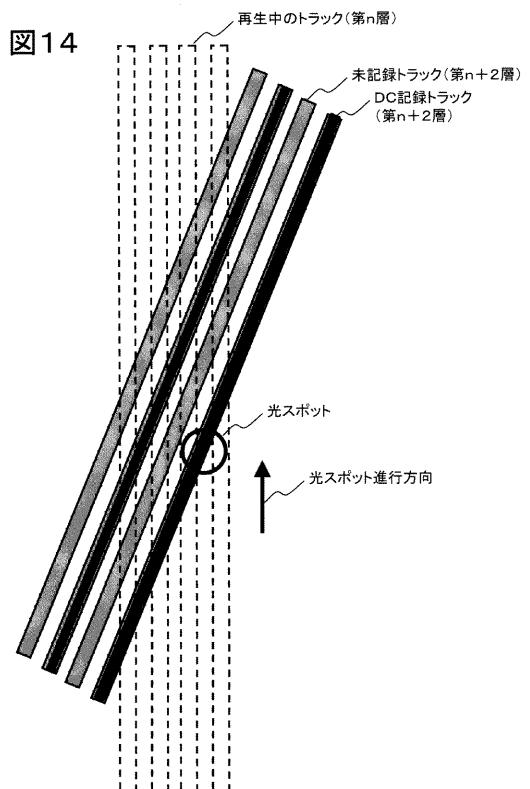
【図 1 3】

図13

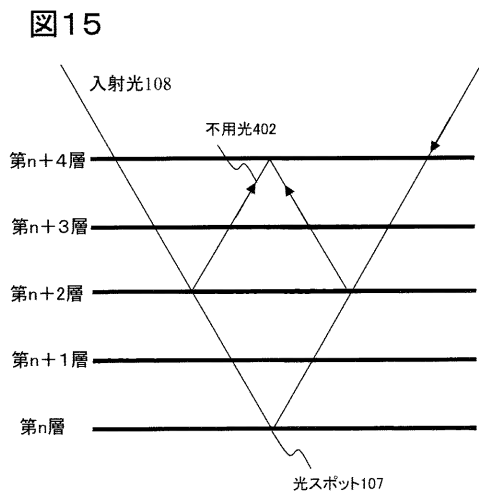


【図 1 4】

図14



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 峯邑 浩行

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 黒川 貴弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 宮本 治一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) 5D029 JB13 PA03 PA08

5D090 AA01 BB12 CC04 CC18 DD01 DD05 EE20 JJ11

5D121 AA03 AA13 HH19