

(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2005-510755

(P2005-510755A)

(43) 公表日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 6/10

F I

G02B 6/10

C

テーマコード (参考)

2H050

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2003-548011 (P2003-548011)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月22日 (2002. 8. 22)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年3月1日 (2004. 3. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/026951
 (87) 国際公開番号 W02003/046628
 (87) 国際公開日 平成15年6月5日 (2003. 6. 5)
 (31) 優先権主張番号 09/940, 947
 (32) 優先日 平成13年8月28日 (2001. 8. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503261454
 フォトロニクス・インコーポレイテッド
 PHOTRONICS, INC.
 アメリカ合衆国、コネチカット州、ブルックフィールド、ピー・オー・ボックス 5226、セコー・ロード 15
 15 Secor Road, P. O.
 Box 5226, Brookfield,
 Connecticut 06804,
 U. S. A.
 (74) 代理人 100057874
 弁理士 曾我 道照
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法

(57) 【要約】

リソグラフィ手段において生成される一連の漸進的にチャープされたセグメントを有する平行な位相マスクを通して光ファイバをコヒーレント光ビームに暴露することにより、光ファイバ内にチャープブラッググレーティングが形成される。リソグラフィ手段によって与えられる1組のパラメータにしたがって、電子ビームあるいはレーザのような画像書込み手段に、フォトレジストをコーティングされた基板を暴露することにより、チャープ位相マスクが形成される。そのパラメータはセグメント毎の基本グレーティングパターンと、グレーティングパターンの拡大あるいは縮小を定義する値と、グレーティングパターンが基板に書き込まれることになる軸位置とを含む。最小限のスループットオーバーヘッドでこれらのパラメータを実施する機械コマンドを選択することにより、短い時間で、しかも高い精度でマスクを形成することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いにステッチされる複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトレジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、前記基板上に固定された基準点を確立するステップと、

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎に補正ファクタを計算するステップと、

前記固定された基準点に対して、かつ前記補正ファクタにしたがって前記基板を前記複数のグレーティングセグメントのアレイに分割するステップであって、それにより各グレーティングセグメントが隣接するセグメントにステッチされる分割するステップと、

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露するステップと、

前記フォトレジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップであって、それにより複数の漸進的にチャープされる表面レリーフグレーティングセグメントを有する位相マスクを形成するエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 2】

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露するステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 3】

前記複数のグレーティングセグメントからなる前記アレイは共通のグレーティングパターンから導出されるグレーティングセグメントから構成される請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 4】

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎に補正ファクタを計算するためのステップはさらに、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的なチャープに対応する 1 組のスケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントの外側にある仮想的なセグメントのための基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントを基準として用いてセグメント毎に補正ファクタを計算するステップと、

を含む請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 5】

グレーティングパターン、スケールファクタおよび軸上の位置によってそれぞれ規定される複数のセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトレジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、

前記スケールファクタ毎に補正ファクタを計算するステップと、

前記補正ファクタに対応する前記軸上の位置から各セグメントの軸シフトを計算するステップと、

前記グレーティングパターンに前記補正ファクタを順次に適用するステップであって、それにより前記基板を前記複数のセグメントに分割する適用するステップと、

10

20

30

40

50

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトリソグラフィを順次に暴露するステップと、

前記フォトリソグラフィを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 6】

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトリソグラフィを順次に暴露するステップは、前記フォトリソグラフィの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

10

【請求項 7】

前記スケールファクタ毎に補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、

前記複数のセグメントの外側にある仮想的なセグメントの場合の基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントに対する前記スケールファクタから前記補正ファクタを計算するステップとを含む請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

[発明の分野]

本発明は光ファイバブラッググレーティングに関し、詳細には、インファイバチャープブラッググレーティングを形成する際に用いるためのマスクを書き込むための改善された方法に関する。

[発明の背景]

【0002】

光ファイバは最新の電気通信システムにおいて欠かせない部品である。ガラスからなる細いストランドから構成されるとき、光ファイバによって、ほとんど損失を生じることなく、長い距離にわたって光あるいは光学信号を伝送できるようになる。光ファイバは通常、ある特定の屈折率を有するガラスのコアと、それより低い屈折率を有し、コアを包囲するガラスクラディングとを有する。したがって、ファイバに入射する光は内部反射によってコア内に保持される。

30

【0003】

波長分割多重 (WDM) の場合のように、単一の光ファイバが 2 つ以上の波長において信号を搬送する応用形態では、ファイバ内の特定の波長の光を制御するためにファイバブラッググレーティングが用いられる。ファイバブラッググレーティングは、ファイバレーザの場合のような他の応用形態も有する。通常、ブラッググレーティングは、そのコアの屈折率が周期的に変化し、グレーティングの長さに沿って等間隔に配置されるある長さの光ファイバを含む。

40

【0004】

ファイバブラッググレーティングを形成するためにいくつかの方法が開発されている。たとえば、ホログラフィ、すなわち干渉計による方法は、2 つのコヒーレント光ビームが交差する場所に生成される干渉縞を用いて、光ファイバ内に直に屈折率の変化を引き起こす。第 2 の形成方法は、グレーティングが形成されることになる光ファイバに近接し、かつ平行に配置される位相マスクを用いることを含む。たとえば、レーザのようなコヒーレント光源と光ファイバとの間に位相マスクを配置することにより、マスクによって引き起こされる回折が干渉計の機能を再現し、予測可能なパターンで互いに干渉する複数の発散する光ビームが生成され、結果として、光ファイバの暴露されたコアの屈折率が周期的に

50

変更されるようになる。通常、位相マスクを用いてファイバブラッググレーティングを形成するには、コアを暴露する前にクラディングを剥ぎ取ることが必要になるが、グレーティングは、位相マスクを通過する光の波長に対して透過性を有するクラディングを備える剥ぎ取られていないファイバ上に印刷されることができる。

【0005】

狭帯域幅の特定の波長を選択的に反射するとともに、残りの波長が基本的には妨げられることなく通過できるようにする能力のために、ブラッググレーティングはフィルタ、スラバイザ、分散補償器として、および光ファイバシステム内の他の応用形態の場合に用いられる。しかしながら、ある特定の状況下では、ブラッググレーティングによって影響を及ぼされる波長の範囲を広げることが望ましい。これを果たすために、チャープングとして知られている手法が適用され、通常のブラッググレーティングの屈折率（ピッチ）の周期的な変化間の間隔がグレーティングの長さに沿って徐々に増加あるいは減少される。したがって、チャープファイバブラッググレーティングは、より幅広い間隔範囲を有するので、より広い実効的な帯域幅と、波長に依存する時間遅延とを有する。

10

【0006】

チャープファイバブラッググレーティングの特性は望ましいが、そのようなグレーティングの形成は難しく、時間がかかることがわかっている。特に、チャープ位相マスクの形成が難題になっている。たとえば、通常のチャープブラッググレーティングは、それぞれ長さが0.5~1.0mmであり、ピコメートルスケールで測定されるセグメント間のピッチ変化を有する100~200グレーティングセグメントからなるアレイを有することができる。それぞれの一連のセグメントのピッチは先行するセグメントから絶えず変化し、先行するセグメントに対して「ステッチ」、すなわち正確に配置されなければならない。電子ビーム（eビーム）ツール（たとえば、いずれもSanta Clara, CaliforniaのApplied Materials社によって形成されるMEBES IIIあるいはMEBES 4500）のような従来のリソグラフィ手段は、それらの手段を競争力のあるものにする時間内にチャープブラッググレーティングのための位相マスクを形成するために必要とされる精度を達成することができなかった。

20

【0007】

リソグラフィ手段はレーザビームあるいは電子ビームのような画像を書き込む手段を用いて、基板上に位相マスクの画像のような画像を印刷する。こうして暴露されるとき、基板を処理して、たとえば、線および空間が交互に配置されるアレイを含むグレーティングパターンが基板内にエッチングされるようにすることができる。特にMEBESツールの場合、位相マスク形成は「スケールファクタ」アプローチを用いて試みられてきたので、特に複雑である。具体的には、そのサイズを画定する所定のアドレス単位を有する基本的な未スケーリングのセグメント、すなわちグレーティングパターンが確立される。そのグレーティングパターンは、アドレス単位に対してスケールファクタを適用することにより、必要に応じてスケーリングし直される。スケールファクタは、MEBESツールによってアドレス単位に適用され、グレーティングパターンの所望の縮小あるいは拡大を達成する無次元値である。マスク全体にわたって適用されるとき、結果として、特定のチャープ、すなわち完成した位相マスクのグレーティング周期の変化率が得られる。

30

40

【0008】

図1は、画像書き込み手段として電子ビームを用いるMEBESツールのようリソグラフィ手段にスケールファクタ法を適用して形成される位相マスクからチャープファイバブラッググレーティングを形成する際のステップのブロック図である。10で示される最初のステップは、フォトレジストをコーティングされた基板を配設することである。当該技術分野において一般的に知られているように、基板は多くの場合に約152×152×6.35mmであり、通常、その紫外線を通過させる能力に起因してアモルファス石英から、あるいはいくつかの他の概ね透過性の材料から形成される。基板の主面のうちの1つは通常、1000オングストロームのCr/Cr酸化物層上に、PBSあるいはZEP7000のような3000~5000オングストロームのフォトレジスト材料をコーティング

50

される。

【0009】

図1に20として示される第2のステップは、MEBESツールに対して、グレーティングパターン、必要なスケールファクタおよびアドレス単位値を提供することである。マスク上に書き込まれる各グレーティングセグメントのためにグレーティングパターンに適用されることになるスケールファクタ値はその設計中に確立され、マスクの形成前にわかっている。

【0010】

表1

スケールファクタジョブデック例

10

CHIP 1, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0738)

ROWS 62500 / 13805.6585

CHIP 2, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0738027, GC = 1)

ROWS 62500 / 14304.97612775

CHIP 3, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0738054, GC = 1)

ROWS 62500 / 14804.295011

CHIP 4, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0738081, GC = 1)

20

ROWS 62500 / 15303.61514975

CHIP 5, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0738108, GC = 1)

ROWS 62500 / 15802.936544

CHIP 199, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0743346, GC = 1)

ROWS 62500 / 112695.034811

CHIP 200, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.125, SF = 1.0743373, GC = 1)

30

ROWS 62500 / 113194.60102775

【0011】

表1は、MEBES IIIあるいは4500に対して送られるコマンドの通常のジョブデックの抜粋であり、それは特定の基板上に200グレーティングセグメントのうちの最初の5個および最後の2個を書き込むように指示するコマンドを示す。MEBESジョブデックは、CHIPと、それに続くセグメント番号として、各セグメントをアドレス指定する。表1に示されるジョブデックを参照すると、PHASEDE - MO - TKは、基板に書き込まれるグレーティングセグメントがモデル化される特定のグレーティングパターンに恣意的に与えられる名称であり、ADはスケールリング前のミクロン単位のアドレス単位であり、SFはスケールファクタである。

40

【0012】

アドレス単位は、スケールファクタの場合のように、マスクを形成する前の設計段階で選択される。ADはグレーティングパターンの未スケールリングピッチの積分因子である。ADの値が小さくなる結果として、精度および分解能が増すのに対して、値を大きくすると、書込み時間が改善される。1.0ミクロンの未スケールリングピッチの場合、アドレス単位は通常0.1ミクロンか、0.125ミクロンかのいずれかである。

【0013】

グレーティングセグメントの中心の場所は、基板に対して固定された軸に対するY/X座標として与えられるROWSコマンドに従う。当該技術分野においてよく知られている

50

ように、通常ジョブデックは、マスク内の各グレーティングセグメントのために設計段階中において設定されるこれらの値の全てを与える。

【0014】

リソグラフィ手段によるジョブデックの実行が次のステップであり、図1に30として示される。このステップでは、チャープファイバブラッググレーティング位相マスクを含むグレーティングセグメントが、当該技術分野においてよく知られているようにして、電子ビームのような画像書込み手段にフォトレジストを暴露することにより、フォトレジストをコーティングされた基板上に1つずつ書き込まれる。画像書込み手段の制御は、ジョブデック内のコマンドに基づいて、MEBESツールによって内部で実行される。ステップ30a~30eにおいて示されるように、MEBESツールは、基板に対してグレーティングセグメントを書き込むように求められるときに、ある特定の1組の手順に従う。最初に、30aに示されるように、MEBESツールは次のセグメントのためのスケールファクタ値を検索し、アドレス単位にスケールファクタを適用することにより、マスクのための新たな基本書込み単位を計算する(30b)。

10

【0015】

次のステップでは、図30cに示されるように、MEBESツールは再位置決めおよび再較正を実行する。この時間を要するステップは、基本書込み単位が変更されるときにはいつでも必要となる。当該技術分野において知られているように、表1に示されるコマンドGC=1(CHIP2~200に適用される)は、MEBESツールによって行われる他の再較正を、適当にスケールされたセグメントを得るために必要とされる最低限のものに抑える。30dに示されるように、MEBESツールは、ジョブデック内に規定される軸位置において新たな基本書込み単位にしたがってフォトレジストを暴露することにより、グレーティングパターンを書き込む。

20

【0016】

基板にセグメントを書き込んだ後に、MEBESツールは次のセグメントのためのジョブデックを確認する。図1の30eに示されるように、MEBESツールは、グレーティングセグメントの最後のものが基板に書き込まれており、そのアレイが完了するまで、30a~30dに示されるステップを繰り返すであろう。マスクが完全に暴露されているとき、そのマスクは処理され、先に記載され、ブロック40および50に示されるように従来どおりに光ファイバ内にチャープファイバブラッググレーティングを形成するために用いられる。

30

【0017】

ただ残念なことに、MEBESツールの再較正に起因して追加されるスルーットオーバーヘッドをその最小値まで抑えるにもかかわらず、ステップ30a~30dを繰り返すことにより、一連のセグメント毎に、そのセグメントのための新たなスケールファクタに対応するために基本書込み単位が画定し直されなければならないということが依然として必要とされる。各セグメントのピッチがチャープブラッググレーティングマスク内の先行するセグメントに対して変化するので、ステップ30bおよび30cにおいて再較正を繰り返す必要があり、特にセグメントの数が大きなアレイを有するマスクの場合に、著しいスルーットオーバーヘッドが追加されるようになる。このような欠点の結果として、通常の200セグメントのチャープブラッググレーティング位相マスクの場合の形成時間は8時間を超えるようになる。商用の観点から、この書込み時間は、マスク上に書き込まれ、最終的に光ファイバに印刷されることができセグメントの数および屈折率変化の全数の両方を制限する。

40

【0018】

さらに、その手法は多くのファイバブラッググレーティングに適用するには精度が十分ではない。スケールファクタ法を用いる場合に、ステッチおよびピッチ誤差が観察されており、それは結果として、マスクを用いてファイバ上に最終的に印刷されるチャープブラッググレーティング内に位相誤差が生じ、群遅延リップル(GDR)として知られている現象が許容できないレベルで生じるようになる。GDRは理論的な群遅延からの、波長に

50

依存する偏差である。群遅延は、チャープブラッググレーティングの反射される帯域幅にわたる時間遅延応答曲線である。GDRは標準的には、ピコ秒単位で測定されるこの曲線からの最大ピーク-ピーク偏差として報告される。GDRの大きさは、空間的に引き起こされる波長の広がりファイバブラッググレーティングによって補正される度合いを指示する。たとえば、MEBESI IIにおいてスケールファクタ法を用いて形成されるマスクで形成されるチャープファイバブラッググレーティング内の通常の誤差は、60ピコ秒のGDRを示す。同じジョブデックを実行するMEBES4500は、30ピコ秒のGDRを示すマスクを形成している。MEBES4500はMEBESI IIよりも改善されていることを示すが、いずれのツールも、電気通信の精度のような厳しい応用形態の場合に必要とされる精度、通常10ピコ秒のGDRより良好な精度にはほど遠い。

10

【0019】

マルチパス書込み方式を用いることにより、チャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクのGDRを低減することが当該技術分野において知られている。たとえば、4つのパスを利用するマルチパス技法を用いるMEBESのような電子ビームツールあるいは類似のリソグラフィ手段においてグレーティングマスクを書き込むとき、画像書込み手段の強度は、単一のパス中に基板を暴露するために用いられる強度の1/4まで低減される。誤差境界をシフトすることにより、ステッチ誤差が低減される。

【0020】

マルチパス方式のような方法は電子ビームあるいは類似のリソグラフィ手段によって形成されるマスクにおいて十分に低いGDR値を達成するが、従来技術の方法を用いてその技法を適用することは、商用では不可能である。スケールファクタ法を用いてパス当たり8時間を超える上記の通常速度では、マルチパス技法を適用してチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを完成させるのにかかる形成時間は日単位の大きさを示すようになる。他のリソグラフィ手段は異なる書込み時間を有することはできるが、基本動作単位の再較正を繰り返す結果として、同じように時間がかかる。

20

【0021】

それゆえ、再較正を繰り返して時間がかかるのを避けることにより書込み時間を大幅に短縮する電子ビームあるいは他のリソグラフィ手段を用いてチャープファイバブラッググレーティング位相マスクを書き込むための方法が必要とされている。

【0022】

さらに、位相マスクから印刷されるファイバブラッググレーティング内のGDRを減少させるチャープファイバブラッググレーティング位相マスクを書き込むための方法が必要とされている。

30

[発明の概要]**【0023】**

本発明によれば、一連のスケールファクタによって画定されるチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクが、再較正を繰り返すことなく形成され、それによりスルーットオーバーヘッドが低減される。代わりに、スケールファクタは、セグメント毎に補正ファクタ、すなわちアルファ補正值に変換される。マスクを構成するアレイ内の各セグメントの位置が、補正ファクタを適用することにより、セグメント位置のシフトを補償するように調整される。この調整は、マスクパターンの正確なステッチを確保するために、補正ファクタが測定される固定された「中心点」を選択した後に行うことができる。

40

【0024】

したがって、チャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクは、マスクパターンを基板に書き込む電子ビームあるいは他のリソグラフィ装置に対してフォトレジストをコーティングされた基板を暴露し、その後、現像してエッチングすることにより、従来どおりに形成される。結果として形成される位相マスクを用いて、チャープブラッググレーティングが光ファイバに書き込まれる。しかしながら、セグメントレベルで補正ファクタを用いて、マスク内に一連のピッチ変化を生み出すことにより、もはやセグメント

50

毎に基本書込み単位を定義し直す必要はない。形成時間が劇的に短縮されることに起因して、マルチパス書込み方式を適用しても、精度の高い位相マスクが、改善された書込み時間以内にリソグラフィによって形成されるようになる。

[発明の詳細な説明]

【 0 0 2 5 】

図面を参照すると、図 2 は、本発明の改善された機械制御方法を用いて、M E B E S 4 5 0 0 電子ビームツールあるいは類似のリソグラフィ手段のようなリソグラフィ手段においてチャープファイバブラッググレーティングを形成する際のステップを示すブロック図である。図 1 に与えられる従来技術の方法の場合のように、フォトレジストをコーティングされた基板が、リソグラフィ手段のステージに載置され、1 1 0 および 1 2 0 で図 2 にそれぞれ示されるように、適当なグレーティングパターンおよびスケールファクタが選択される。

10

【 0 0 2 6 】

しかしながら、アドレス単位にスケールファクタを繰返し適用する代わりに、従来技術の方法のスケールファクタが各セグメントに直に適用されるたとえば M E B E S ツールに「アルファ」補正值として適用することが知られている補正ファクタに変換される。この場合に、各セグメントのピッチがその X 軸次元に依存するので、X 軸アルファ補正值が用いられる。スケールファクタを変換する過程が以下に記載される。提供されるステップは具体的には M E B E S ツールにおいて実行するために必要とされる構文を対象にしているが、その過程は、M E B E S ツールの能力と同じような能力を有する任意の電子ビームあるいはリソグラフィ手段に適用することができることは当業者には理解されよう。さらに、以下に記載され、図面に示されるステップおよび計算は本発明の好ましい実施形態の単なる例示であり、それに限定する目的で提供されていないことは理解されよう。

20

【 0 0 2 7 】

図 2 のブロック 1 3 0 はスケールファクタからアルファ補正值への必要な変換を行うための 2 つの取り得るステップを示す。最初に、ブロック 1 3 0 に示されるように、固定された基準スケールファクタおよびアドレス単位が選択され、その後、ブロック 1 3 0 b に示されるように、スケールファクタが等価なセグメントレベル補正ファクタ（アルファ補正值）に変換されることができ。

【 0 0 2 8 】

ステップ 1 3 0 1 a を適用する際に、グレーティング内の任意の 1 つのセグメントのスケールファクタおよびアドレス単位が必要とされる基準値を与えることができるが、必要とされるアルファ補正值の大きさの絶対値を最低限に抑え、さらにグレーティングセグメントのレイの一端から他端まで補正值の符号が変化するのを防ぐために、グレーティングのわずかに外側にある仮想的なセグメントを選択するほうが都合がよい。基準スケールファクタは、たとえば以下の式によって外挿されることができ。

30

$$S F_{r e f} = S F_{l a s t} + (S F_{l a s t} - S F_{l a s t - 1})$$

ただし、 $S F_{r e f}$ はマスクの外側にある仮想的なセグメントのスケールファクタであり、 $S F_{l a s t}$ はグレーティング内の最後のセグメントであり、 $S F_{l a s t - 1}$ は最後から 2 番目のセグメントである。

40

【 0 0 2 9 】

たとえば、C H I P 2 0 0 において $S F_{l a s t}$ (1 . 0 7 4 3 3 7 3 0 0) の値が得られ、C H I P 1 9 9 において $S F_{l a s t - 1}$ (1 . 0 7 4 3 3 4 6 0 0) の値が得られる表 1 に与えられるジョブデッキ例によって規定されるグレーティングのための $S F_{r e f}$ を求めるために、その式に数値を代入するとき、その式から 1 . 0 7 4 3 4 0 0 0 0 の $S F_{r e f}$ が生成される。

【 0 0 3 0 】

基準スケールファクタを確立した後に、ステップ 1 3 0 b において要求されるような、スケールファクタ値からアルファ補正值への変換が以下の式によって実行される。

$$X A_n = (S F_n - S F_{r e f}) / S F_{r e f}$$

50

ただし、 SF_n は変換されることになるセグメントのスケールファクタであり、 SF_{ref} は基準セグメントのスケールファクタであり、 XA_n はセグメントのX軸次元のアルファ補正值である。表1に与えられる数値例に従うとき、CHIP1としてジョブデックに与えられるセグメント1の場合のスケールファクタSFは1.0738である。その値に上記の式を適用し、その値を先行するステップ130において導出される SF_{ref} (1.074340000)に代入すると、セグメント1の場合の XA_n の値は-0.000502634である。この変換は、MEBESツールにジョブの実行を依頼する前に、マスク内のセグメント毎に行われなければならない。それゆえ、ステップ130は必要に応じて何度も繰り返されることできる。

【0031】

MEBESツールによってアルファ補正值を適用する結果として、X軸方向にセグメントパターンをある特定の量だけ拡大あるいは縮小することが、従来技術の方法にしたがって基本書込み単位にスケールファクタを適用することによって達成される結果と同等になる。アルファコマンドは各セグメントを実効的に直に「スケールリングする」ので、アルファ補正值はスケールファクタの代わりに用いることができる。それゆえ、MEBESツールによって基板に最終的に書き込まれるグレーティングパターンは理論的には、いずれの方法を用いても同じにあるはずである。しかしながら、アルファ補正值を適用することは、以下のように、基本書込み単位の再較正を伴わないので、X軸アルファ補正值が最初のセグメントに適用されるときに、セグメントのX位置の予想されるシフトが生成され、後続のアルファ補正されたセグメント毎に累積される。

【0032】

図2のブロック140によって示される次のステップは、アルファ補正值を適用することに起因するセグメントのX位置の予想されるシフトを予想し、補正することである。このシフトの大きさは、固定された基準点からの所望の場所の距離に依存する。アルファ補正值を用いる全てのシフトは同じ基準点から計算され、マスク上の全ての座標が、符号が正であるか負であるかに基づいて、任意の所与のアルファ値の場合に、この場所の周囲に拡大あるいは縮小するであろう。MEBES4500の場合、この基準点は、ステージに載置され、基板に対して固定される較正グリッドである。このグリッドは、直径2mmのシリコンウェーハから構成され、そのウェーハは、約38ミクロン幅で、約160ミクロンだけ離隔して配置されるバーで、13×13格子にエッチングされている。このグリッドの1つの垂直方向のバーおよび1つの水平方向のバーの交差点のステージ座標が、パラメータファイルに格納され、全ての画像書込み要素の較正の場合に用いられる。長時間にわたって繰返し走査することにより最終的にはシリコンバーは摩耗し、この場所がもはや用いることができなくなり、新たなグリッド交差点が選定されなければならないようになる。この新たな交差点のステージ位置はMEBESツールによって記録される。MEBES4500においてXFIIDとして知られているX値は、X軸シフトを補正するために計算を行うための固定された基準点として用いられる。XFIID、すなわちX軸マスク座標は、基準点の周期的な消耗に起因して、時間とともに2mmまで変化することができるので、計算において最新の数を用いる必要がある。最初のものが完全に擦り減ったときに用いるために、ステージ上には完全な第2の2mmグリッドが存在するので、この数は最終的には13mm程度だけ変化することができる。たとえば、これらのグリッドのうちの1つのX軸マスク座標は41,157である。選択された座標は常に0桁の精度でMEBESツールによって格納されるが、それを用いる全ての計算は9桁の精度まで実行される。

【0033】

図2のブロック140bに示される第2のステップは、アルファ補正值を適用する際に、結果としてグレーティング内の他のセグメントに対して各セグメントを正確に配置する基板上的オフセットX位置 X_{na} を計算することであり、それは以下の式によって与えられる。

$$X_{na} = (X_n - X_c) / (1 + A_n) + X_c$$

ただし X_n は適当なステッチを達成するためのセグメントnの場合のグリッド上の正確な

10

20

30

40

50

X位置であり、 A_n はセグメントnに適用されるアルファ補正值であり、 X_c はブロック140aに示される先行するステップにおいて選択される固定された基準あるいはX軸マスク座標である。 X_n はステップ120において確立される所望のグレーティングから導出されることができ、たとえば表1のサンプルジョブデックにおいてセグメント1の場合の数値が13805.6585として与えられる。したがって、 X_c がステップ140aにおいて41,157の数値で固定されるものとする、そのアルファ補正值 A_n が0.000502634であることを考慮して、セグメント1の場合のオフセットX位置は13791.903872271である。各セグメントの適当なステッチングを確保するために、オフセットX位置はセグメント毎に計算されなければならない。

【0034】

10

図2のブロック150において示される次のステップは、ブロック150aに示されるアドレス単位を確立し、アルファ補正值および対応するオフセットX位置をリソグラフィ手段に与えることである。先に記載され、かつブロック150bに示されるように、MEBSツールにおいてこの目的を果たすために、ジョブデックが用いられる。表2のジョブデックは表1のジョブデックを反映するが、スケールファクタが、コマンドXAの後に続くX軸アルファ補正值によって置き換えられる点異なる。それゆえ、表1のジョブデック内のコマンドによって要求されるのと同じ完成したマスクを得るために、表2のROWSコマンドの後に続くX値が、ステップ140において計算されたオフセットX値になる。

【0035】

20

さらに、表2のADのための値は、表1のADに基準スケールファクタ SF_{ref} を適用することにより確立されることができ、それにより基本書込み単位をジョブ全体の場合に1つの値に固定することができる。数値的には、表1のAD(0.125)が SF_{ref} (1.07434)と乗算され、表2の場合のADの1.342925が生成される。

【0036】

表2

一致するジョブデックアルファ例

CHIP 1, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000502634)

ROWS 62500 / 13791.903872271

30

CHIP 2, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000500121)

ROWS 62500 / 14291.540147102

CHIP 3, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000497607)

ROWS 62500 / 14791.175192014

CHIP 4, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000495094)

ROWS 62500 / 15290.80895376

CHIP 5, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000492581)

40

ROWS 62500 / 15790.441459227

CHIP 199, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000005026)

ROWS 62500 / 112695.329678025

CHIP 200, (1, PHASEDE - MO - TK, AD = 0.1342925, XA = -0.000002513)

ROWS 62500 / 113194.749716305

【0037】

50

表 2 のブロック 160 に示される M E B E S ツールによるジョブデックの実行中に、M E B E S ツールは、ブロック 160 a において示されるように、第 1 のセグメントのためのデータ、C H I P 1 を検索する。その後、M E B E S ツールは、ブロック 160 b において示されるように、アドレス単位から基本書込み単位を計算し、図 1 のステップ 30 b および 30 c と同じようにして、ブロック 160 c に示されるように、アドレス単位に基づいて自らを較正する。次に、M E B E S は、ブロック 160 d に示されるように、アルファ補正値をグレーティングパターン、および第 1 のセグメントの場合のオフセット X 位置に適用し、ブロック 160 e に示されるように、基板にセグメントを書き込む。M E B E S ツールの較正はアルファ補正値の適用中には行われないので、G C = 1 コマンドは不必要であり、それゆえ表 2 のジョブデックから省略される。

10

【 0 0 3 8 】

図 2 のブロック 160 f として示される次のステップでは、M E B E S ツールが、最後のセグメントが書き込まれたか否かを検査する。最後のセグメントが書き込まれていない場合には、M E B E S ツールは、ブロック 160 g に示されるように、ジョブデックから次のセグメントのためのデータを検索する。アドレス単位が全てのセグメントの場合に同じであるので、かつ M E B E S ツールによるアルファ補正値の適用が基本書込み単位の再計算ステップすなわち再較正ステップを必要としないので、M E B E S ツールは、ブロック 160 d および 160 e に示されるように、単に、対応するオフセット X 位置においてグレーティングパターンに次のアルファ補正値を適用し、基板にセグメントを書き込む。この過程は、最後のセグメントが基板に書き込まれるまで繰り返される。最後のセグメントが書き込まれたとき、先に記載され、ブロック 160 h に示されるマルチパス技法によって、マスクを暴露し直すことができる。それ以上の暴露が必要とされる場合には、リソグラフィツールはブロック 160 a に示されるステップに戻る。最後のパスが完了するとき、その基板は、従来技術において知られており、ブロック 170 および 180 に示されるような処理および印刷の準備がなされている。

20

【 0 0 3 9 】

図 2 に示される過程から明らかになるように、当該技術分野において従来から知られている過程と比較すると、本発明の方法では、従来の方法において要求される基本書込み単位に起因する再計算および再較正の繰返しが避けられる。その結果、M E B E S 4500 における書込み時間が、同等のジョブデックを実行するために、従来の方法を用いるときのグレーティングセグメント当たり約 2.5 分から、グレーティングセグメント当たり約 3 秒に改善される。同じ改善は、類似のコマンドセットを実行する任意のリソグラフィ手段においても期待することができる。

30

【 0 0 4 0 】

上記のように、マルチパスアベレーシングのような既知の技術と本発明の方法とを組み合わせることにより、ピッチおよびステッチング精度を著しく高めるとともに、完成したグレーティングマスクにわたるピッチ変化の数を増加させることを達成することができる。アルファ補正値を用いて観察される書込み時間の著しい改善のため、本方法を用いるとき、スケールファクタを用いるマスクの 1 回のパスを書き込むために必要とされる時間と同じ時間あるいはそれよりも短い時間で、1 つのマスク上に多数のパスを形成することが現実的になる。

40

【 0 0 4 1 】

本発明は上記の実施形態には限定されず、本発明の精神および範囲から構成的に逸脱しないその全ての改変および変更が含まれることが意図されている。

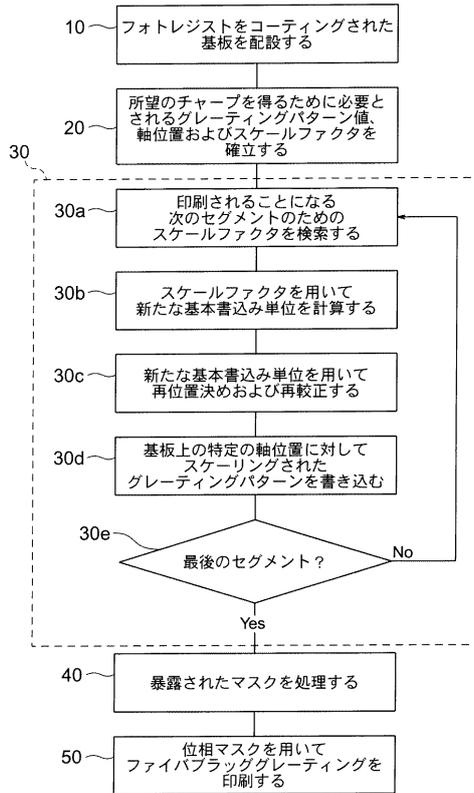
【 図面の簡単な説明 】**【 0 0 4 2 】**

【 図 1 】 従来技術の方法によるリソグラフィ手段において形成される位相マスクを用いてチャープファイバブラッググレーティングを形成する際のステップのブロック図である。

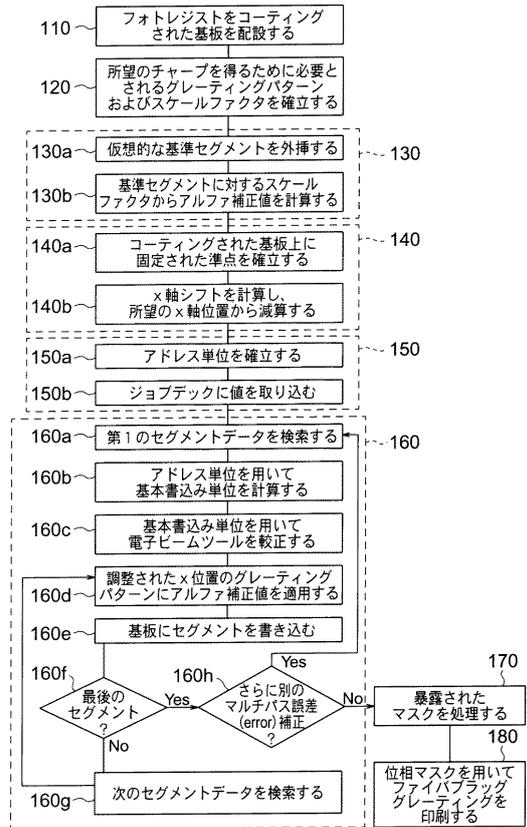
【 図 2 】 精度が改善され、書込み時間が短縮された、チャープファイバブラッググレーティングを形成する際のステップのブロック図である。

50

【 図 1 】



【 図 2 】



【 手続 補正 書 】

【 提出 日 】 平成 16 年 5 月 7 日 (2004.5.7)

【 手続 補正 1 】

【 補正 対 象 書 類 名 】 特 許 請 求 の 範 囲

【 補正 対 象 項 目 名 】 全 文

【 補正 方 法 】 変 更

【 補正 の 内 容 】

【 特 許 請 求 の 範 囲 】

【 請 求 項 1 】

互いにステッチされる複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトレジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、前記基板上に固定された基準点を確立するステップと、

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎に補正ファクタを計算するステップと、

前記固定された基準点に対して、かつ前記補正ファクタにしたがって前記基板を前記複数のグレーティングセグメントのレイに分割するステップであって、それにより各グレーティングセグメントが隣接するセグメントにステッチされる分割するステップと、

前記レイにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露するステップと、

前記フォトレジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップであって、それにより複数の漸進的にチャープされる表面レリーフグレーティングセグメントを有する位相マスクを形成するエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグ

ラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 2】

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトリジストを暴露するステップは、前記フォトリジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 3】

前記複数のグレーティングセグメントからなる前記アレイは共通のグレーティングパターンから導出されるグレーティングセグメントから構成される請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 4】

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎に補正ファクタを計算するためのステップはさらに、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的なチャープに対応する 1 組のスケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントの外側にある仮想的なセグメントのための基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントを基準として用いてセグメント毎に補正ファクタを計算するステップと、

を含む請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 5】

グレーティングパターン、スケールファクタおよび軸上の位置によってそれぞれ規定される複数のセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトリジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、

前記スケールファクタ毎に補正ファクタを計算するステップと、

前記補正ファクタに対応する前記軸上の位置から各セグメントの軸シフトを計算するステップと、

前記グレーティングパターンに前記補正ファクタを順次に適用するステップであって、それにより前記基板を前記複数のセグメントに分割する適用するステップと、

前記軸シフトに対応する前記基板上的位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトリジストを順次に暴露するステップと、

前記フォトリジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 6】

前記軸シフトに対応する前記基板上的位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトリジストを順次に暴露するステップは、前記フォトリジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 7】

前記スケールファクタ毎に補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、

前記複数のセグメントの外側にある仮想的なセグメントの場合の基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントに対する前記スケールファクタから前記補正ファクタを計算するステップとを含む請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための

位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 8】

互いにステッチされる複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトリジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、

前記基板上に固定された基準点を確立するステップと、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的チャープに対応する 1 組のスケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントの外側にある仮想的なセグメントのための基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントを基準として用いてセグメント毎に補正ファクタを計算するステップと、

前記固定された基準点に対して、かつ前記補正ファクタにしたがって前記基板を前記複数のグレーティングセグメントのアレイに分割するステップであって、それにより各グレーティングセグメントが隣接するセグメントにステッチされる分割するステップと、

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトリジストを暴露するステップと、

前記フォトリジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップであって、それにより複数の漸進的にチャープされる表面レリーフグレーティングセグメントを有する位相マスクを形成するエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 9】

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトリジストを暴露するステップは、前記フォトリジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 8 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 10】

前記複数のグレーティングセグメントからなる前記アレイは共通のグレーティングパターンから導出されるグレーティングセグメントから構成される請求項 8 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 11】

グレーティングパターン、スケールファクタおよび軸上の位置によってそれぞれ規定される複数のセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法であって、

フォトリジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、

前記複数のセグメントの外側にある仮想的なセグメントのための基準スケールファクタを計算するステップと、

前記仮想的なセグメントに対する前記スケールファクタから補正ファクタを計算するステップと、

前記補正ファクタに対応する前記軸上の位置から各セグメントの軸シフトを計算するステップと、

前記グレーティングパターンに前記補正ファクタを順次に適用するステップであって、それにより前記基板を前記複数のセグメントに分割する適用するステップと、

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトリジストを順次に暴露するステップと、

前記フォトリジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含むチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 2】

前記軸シフトに対応する前記基板上的位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを順次に暴露するステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 1 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 3】

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎に補正ファクタを計算するためのステップはさらに、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的なチャープに対応する 1 組のスケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされたグレーティングセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、

基準スケールファクタを用いてセグメント毎に補正ファクタを計算するステップとを含み、前記基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 4】

前記補正ファクタを計算する前記ステップは、前記スケールファクタのうちの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 1 3 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 5】

前記基板は概ね透明な材料を含む請求項 1 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 6】

前記概ね透明な材料はアモルファス石英である請求項 1 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 7】

前記基板はさらに前記概ね透明な材料上にクロムおよびクロム酸化物層を含む請求項 1 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 8】

前記スケールファクタ毎に補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、

前記複数のセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、

基準スケールファクタに対する前記スケールファクタから前記補正ファクタを計算するステップとを含み、前記基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 1 9】

前記スケールファクタから前記補正ファクタを計算する前記ステップは、前記スケールファクタのうちの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 1 8 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 2 0】

前記基板は概ね透明な材料を含む請求項 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 2 1】

前記概ね透明な材料はアモルファス石英である請求項 20 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 22】

前記基板はさらに概ね透明な材料上にクロムおよびクロム酸化物層を含む請求項 20 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクをリソグラフィ手段で形成するための方法。

【請求項 23】

チャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法であって、

フォトレジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、
前記基板上に固定された基準点を確立するステップと、

前記チャープファイバブラッググレーティング上に形成されることになる複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントのセグメント毎のアルファ補正ファクタを計算するステップと、

前記固定された基準点に対して、かつ前記アルファ補正ファクタにしたがって前記基板を前記複数のグレーティングセグメントのレイに分割するステップであって、それにより前記レイの各グレーティングセグメントが隣接するセグメントにステッチされる分割するステップと、

前記フォトレジストおよび前記基板を処理するステップであって、それにより複数の漸進的にチャープされた表面レリーフグレーティングセグメントを有する位相マスクを形成する処理するステップとを含み、

前記アルファ補正ファクタはスケールファクタおよび基準スケールファクタから導出され、リソグラフィ手段の画像書込み手段は、前記スケールファクタではなく、前記アルファ補正ファクタを用いて、前記複数のグレーティングセグメントの各セグメントをスケールリングするチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 24】

前記処理するステップは、

前記レイにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露するステップと、

前記フォトレジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含む請求項 23 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 25】

前記レイにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露する前記ステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 24 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 26】

前記複数のグレーティングセグメントからなる前記レイは共通のグレーティングパターンから導出されるグレーティングセグメントから構成される請求項 23 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 27】

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎にアルファ補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的なチャープに対応する 1 組の前記スケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされたグレーティングセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、

前記基準スケールファクタを用いてセグメント毎に前記アルファ補正ファクタを計算す

るステップとを含み、前記基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 23 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 28】

セグメント毎に前記アルファ補正ファクタを計算するステップは、前記スケールファクタの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 27 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 29】

前記基板は概ね透明な材料を含む請求項 23 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 30】

前記概ね透明な材料はアモルファス石英である請求項 29 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 31】

前記基板はさらに概ね透明な材料上にクロムおよびクロム酸化物層を含む請求項 29 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 32】

グレーティングパターン、スケールファクタおよび軸上の位置によってそれぞれ規定される複数のセグメントを有するチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法であって、

フォトレジストをコーティングされた平坦な表面を有する基板を配設するステップと、
前記スケールファクタ毎にアルファ補正ファクタを計算するステップと、

前記アルファ補正ファクタに対応する前記軸上の位置から各セグメントの軸シフトを計算するステップと、

前記グレーティングパターンに前記アルファ補正ファクタを順次に適用するステップであって、それにより前記基板を前記複数のセグメントに分割する適用するステップと、

前記フォトレジストおよび前記基板を処理するステップであって、それにより複数の漸進的にチャープされた表面レリーフグレーティングセグメントを有する位相マスクを形成する処理するステップとを含み、

前記アルファ補正ファクタはスケールファクタおよび基準スケールファクタから導出され、リソグラフィ手段の画像書込み手段は、前記スケールファクタではなく、前記アルファ補正ファクタを用いて、前記複数のグレーティングセグメントの各セグメントをスケールリングするチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 33】

前記処理するステップは、

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを順次に暴露するステップと、

前記フォトレジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含む請求項 32 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 34】

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを順次に暴露する前記ステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 33 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 35】

前記スケールファクタ毎にアルファ補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、
前記複数のセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、
前記基準スケールファクタに対する前記スケールファクタから前記アルファ補正ファクタを計算するステップとを含み、該基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 32 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 36】

前記スケールファクタから前記アルファ補正ファクタを計算する前記ステップは、前記スケールファクタのうちの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 35 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 37】

前記基板は概ね透明な材料を含む請求項 32 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 38】

前記概ね透明な材料はアモルファス石英である請求項 37 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 39】

前記基板はさらに概ね透明な材料上にクロムおよびクロム酸化物層を含む請求項 37 に記載のチャープファイバブラッググレーティングのための位相マスクを形成するための方法。

【請求項 40】

チャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法であって、
光源と光ファイバとの間に位相マスクを配置するステップと、
前記位相マスクによって、前記光源からの入射光ビームの回折に起因して複数の干渉する光ビームを生成するステップと、
前記光ファイバのコア上に、前記複数の干渉する光ビームにしたがってグレーティングパターンを印刷するステップとを含み、前記位相マスクは互いにステッチされる複数の漸進的にチャープされるグレーティングセグメントを含み、リソグラフィ手段で平坦な表面を有する基板を処理することにより形成され、前記基板を処理するステップは、
前記基板の前記平坦な表面にフォトレジストをコーティングするステップと、
前記基板上に固定された基準点を確立するステップと、
前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎にアルファ補正ファクタを計算するステップと、
前記固定された基準点に対して、かつ前記アルファ補正ファクタにしたがって前記基板を前記複数のグレーティングセグメントのアレイに分割するステップであって、それにより各グレーティングセグメントが隣接するセグメントにステッチされる分割するステップと、
前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露するステップと、
前記フォトレジストを現像するステップと、
前記基板をエッチングするステップとを含み、前記アルファ補正ファクタはスケールファクタおよび基準スケールファクタから導出され、リソグラフィ手段の画像書込み手段は、前記スケールファクタではなく、前記アルファ補正ファクタを用いて、前記複数のグレーティングセグメントの各セグメントをスケールリングするチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 41】

前記アレイにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを暴露する前記ステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレージン

グを実行するために繰り返される請求項 40 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 42】

前記複数のグレーティングセグメントの前記アレイは、共通のグレーティングパターンから導出されるグレーティングセグメントから構成される請求項 40 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 43】

前記複数のグレーティングセグメントのセグメント毎にアルファ補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、

前記グレーティングセグメントの前記漸進的なチャープに対応する 1 組の前記スケールファクタを確立するステップと、

前記複数の漸進的にチャープされたグレーティングセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、

前記基準スケールファクタを用いてセグメント毎に前記アルファ補正ファクタを計算するステップとを含み、前記基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 40 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 44】

セグメント毎に前記アルファ補正ファクタを計算する前記ステップは、前記スケールファクタのうちの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 43 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 45】

チャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法であって、

光源と光ファイバとの間に位相マスクを配置するステップと、

前記位相マスクによって、前記光源からの入射光ビームの回折に起因して複数の干渉する光ビームを生成するステップと、

前記光ファイバのコア上に、前記複数の干渉する光ビームにしたがってグレーティングパターンを印刷するステップとを含み、前記位相マスクはグレーティングパターン、スケールファクタ、および軸上の位置によってそれぞれ規定される複数のセグメントを含み、リソグラフィ手段で平坦な表面を有する基板を処理することにより形成され、前記基板を処理する前記ステップは、

前記位相マスクの前記平坦な表面にフォトレジストをコーティングするステップと、

前記スケールファクタ毎のアルファ補正ファクタを計算するステップと、

前記アルファ補正ファクタに対応する前記軸上の位置から各セグメントの軸シフトを計算するステップと、

前記グレーティングパターンに前記アルファ補正ファクタを順次に適用するステップであって、それにより前記基板を前記複数のセグメントに分割する適用するステップと、

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の画像書込み手段に前記フォトレジストを順次に暴露するステップと、

前記フォトレジストを現像するステップと、

前記基板をエッチングするステップとを含み、前記アルファ補正ファクタは前記スケールファクタおよび基準スケールファクタから導出され、前記リソグラフィ手段の画像書込み手段は、前記スケールファクタではなく、前記アルファ補正ファクタを用いて、前記複数のセグメントの各セグメントをスケールリングするチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 46】

前記軸シフトに対応する前記基板上の位置において前記複数のセグメントの各セグメントにしたがって前記リソグラフィ手段の前記画像書込み手段に前記フォトレジストを順次

に暴露する前記ステップは、前記フォトレジストの現像前にマルチパスアベレーシングを実行するために繰り返される請求項 4 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 4 7】

前記スケールファクタ毎にアルファ補正ファクタを計算する前記ステップはさらに、前記複数のセグメントから固定された基準セグメントを選択するステップと、前記基準スケールファクタに対する前記スケールファクタから前記アルファ補正ファクタを計算するステップとを含み、該基準スケールファクタは前記固定された基準セグメントに対応する前記スケールファクタである請求項 4 5 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【請求項 4 8】

前記スケールファクタから前記アルファ補正ファクタを計算する前記ステップは、前記スケールファクタのうちの対応する 1 つと前記基準スケールファクタとの間のパーセンテージ差を計算するステップを含む請求項 4 7 に記載のチャープファイバブラッググレーティングを形成するための方法。

【 国際調査報告 】

| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/US02/26951 |
|---|---|---|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : G02B 6/34 US CL : 385/37 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) U.S. : 385/37; 65/31; 216/12 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPAT; US-PGPUB; EPO; JPO; Derwent | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category # | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 6,214,495 B1 (SEGAWA et al) 10 April 2001 (10.04.2001), column 6 lines 24-47. | 1, 2, 3, 5, 6 |
| A | US 5,718,738 (KOHNKE et al) 17 February 1998 (17.02.1998), see the entire document. | 1-7 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: | | |
| "A" | document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "T" |
| "B" | earlier application or patent published on or after the international filing date | "X" |
| "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) | "Y" |
| "O" | documents 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 | |
| Date of the actual completion of the international search 14 September 2002 (14.09.2002) | | Date of mailing of the international search report 20 FEB 2003 |
| Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230 | | Authorized officer Sung Pak Telephone No. (703) 308-0956 <i>Renee P. ...</i> |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,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,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,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,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,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,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100084010

弁理士 古川 秀利

(74)代理人 100094695

弁理士 鈴木 憲七

(74)代理人 100111648

弁理士 梶並 順

(74)代理人 100116953

弁理士 中村 礼

(72)発明者 ウンルー、ジェイムズ、オーエン

アメリカ合衆国、テキサス州、アレン、バッキンガム・レーン 28

Fターム(参考) 2H050 AC84