

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4361513号
(P4361513)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月21日(2009.8.21)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 515D
G02B 5/30

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-152952 (P2005-152952)
 (22) 出願日 平成17年5月25日 (2005.5.25)
 (65) 公開番号 特開2006-13477 (P2006-13477A)
 (43) 公開日 平成18年1月12日 (2006.1.12)
 審査請求日 平成17年5月25日 (2005.5.25)
 (31) 優先権主張番号 10/852099
 (32) 優先日 平成16年5月25日 (2004.5.25)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503195263
 エーエスエムエル ホールディング エヌ
 ブイ.
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 550
 4 ディー アール, デ ラン 6501
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100093861
 弁理士 大賀 真司
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 マイケル エム アルバート
 アメリカ合衆国 フロリダ アップカ パ
 ット パターソン コート 1236

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】偏光のパタンを供給するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

偏光パタンアセンブリであって、
 瞳を有する照明装置にて使用するための形式のものにおいて、
 (a) フレームと、
 (b) 前記フレームに結合された少なくとも1つの偏光ペインであって、スタッツの第1の層および第2の層にそれぞれ配置される複屈折性材料からなる第1の偏光ペインおよび第2の偏光ペインを有している、少なくとも一つの偏光ペインと、
 (c) 前記第1の層にて前記第1の偏光ペインの対向する側に設けられる非複屈折性材料からなる非偏光ペインの第1の対、および前記第2の層にて前記第2の偏光ペインの対向する側に設けられる非複屈折性材料からなる非偏光ペインの第2の対と
 を有し、

各偏光ペインは、該偏光ペインを透過する光の偏光の方向を変化させることにより、少なくとも1つの偏光パタンが該照明装置の瞳にわたって得られるように構成されていることを特徴とする偏光パタンアセンブリ。

【請求項2】

前記第1および第2の偏光ペインは、光の偏光の方向をほぼ90°回転する、請求項1記載の偏光パタンアセンブリ。

【請求項3】

前記フレームはスペーサを有しており、

前記スペースは、第1の層にあるペインを第2の層にあるペインから分離するギャップを形成する、請求項1記載の偏光パタンアセンブリ。

【請求項4】

前記第1および第2の偏光ペインは、前記フレーム内の第1の外側領域と第2の外側領域との間の中央領域で該フレームに結合されており、

前記第1および第2の偏光ペインは、該偏光ペインを透過する光の偏光の方向をほぼ90°回転させ、これにより該照明装置の瞳にわたって偏光パタンが得られ、

該偏光パタンは、3ゾーンハイブリッド偏光パタンと、低シグマ線形パタンと、放射状の2極パタンと、接線状の2極パタンと、接線状の4極パタンと、放射状の4極パタンとを含むグループから選択されたパタンを有する、請求項1記載の偏光パタンアセンブリ。 10

【請求項5】

リソグラフィシステム用の照明装置の瞳に少なくとも1つの偏光パタンを供給するための装置において、

(a) ビームシェイパと、

(b) フレームおよび請求項1記載の偏光パタンアセンブリとが設けられており、

前記ビームシェイパおよび偏光パタンアセンブリは、該照明装置の光路に沿って配置され、

前記フレームは、該フレーム内の第1の外側領域と第2の外側領域との間に中央領域を有しております、

前記少なくとも1つの偏光ペインは、前記中央領域にわたってフレームによって支持されていることを特徴とする装置。 20

【請求項6】

前記ビームシェイパは、少なくとも1つの回折性の光学系およびマスクを有する、請求項5記載の装置。

【請求項7】

前記ビームシェイパは、入力された直線偏光光ビームを複数の別個の偏光光ビームに分割し、

前記別個の偏光光ビームが前記偏光パタンアセンブリを、該瞳の極領域に関連する領域で照明する、請求項5記載の装置。

【請求項8】

前記複数の別個の偏光光ビームは、2つの偏光光ビームを有し、

前記2つの偏光光ビームは、前記偏光パタンアセンブリを該瞳の2極の領域に関連する領域で照明し、放射状の2極パタンまたは接線状の2極パタンを含む偏光パタンが該瞳で供給される、請求項7記載の装置。 30

【請求項9】

前記複数の別個の偏光光ビームは、4つの偏光光ビームを有し、

前記4つの偏光光ビームは、前記偏光パタンアセンブリを該瞳の4極の領域に関連する領域で照明し、該瞳において、放射状の4極パタンまたは接線状の4極パタンを含む偏光パタンが供給される、請求項7記載の装置。

【請求項10】

前記ビームシェイパは、入力された直線偏光光ビームを該瞳の中央領域にある偏光ペインに制限し、低シグマ線形偏光パタンを含む偏光パタンが該瞳において供給される、請求項7記載の装置。 40

【請求項11】

前記ビームシェイパは、入力された直線偏光光ビームを前記フレーム内の中央領域および外側領域にわたって透過させ、3ゾーンハイブリッド偏光パタンを含む偏光パタンが該瞳において供給される、請求項7記載の装置。

【請求項12】

前記ビームシェイパおよび偏光パタンアセンブリが可動であり、異なる種類の偏光パタンが生成されるように構成されている、請求項7記載の装置。 50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光ビームの断面に沿って異なる偏光を伴って該光ビームを供給する光学的システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

より高速でより高度な回路を作成するために、半導体産業は常に、回路素子のサイズを低減する努力をしている。このような回路は、とりわけフォトリソグラフィによって製造される。この工程において回路は、放射感応性の材料のコーティングを露光することにより、半導体基板にプリントされる。放射感応性の材料はしばしば、「フォトレジスト」または単にレジストと称される。光をマスクに透過させると、所望の回路パターンが形成される。前記マスクは、透光性の基板上に形成されたクロムまたは別の不透明な材料のパターンを有する。このマスクは、透過性の基板の表面にエッチングされた比較的高い領域および比較的低い領域のパターンによって形成されるか、または前記2つの技術の何らかの組み合わせによって形成される。次の熱処理または化学処理によって、レジストの露光された領域または露光されなかった領域（材料に依存する）のみが除去され、後続の処理のための基板の領域のみが残される。次にこの後続の処理で、電子回路が製造される。

10

【0003】

非常に高い分解能を達成し、製造されているフィーチャの限界寸法（CD）を低減するためには、より高い開口数と、より短い露光波長とを有する投影露光システムが望まれる。ここではレチクルおよびウェハにおける露光の偏光が、イメージングにおいて重要な影響力を有する。たとえば、レチクル（またはマスク）における偏光がリソグラフィのパフォーマンスに与える影響は幾つかある。第1に、照明とレチクルのフィーチャとの相互作用、たとえば照明とクロムの高密度のラインとの相互作用が、偏光によって変化することがある。したがってマスクにおける透過および散乱は、光の偏光およびマスクのフィーチャに依存する。第2に、レンズおよびミラーの表面における反射は偏光に依存するので、投影光学系（「P.O.」）のアポディゼーションは偏光に依存し、ある程度までは波面も偏光に依存する。また、レジストの表面からの反射も偏光に依存し、これも実際には、偏光に依存するアポディゼーションである。最後に、レチクルから回折してウェハに一緒に戻された光線は、イメージを形成するために干渉しなければならない（ベクタ干渉とも称される）。しかし一般的には、電界の平行成分のみが干渉できるので、ウェハにおける各光線の偏光状態がコヒーレントなイメージングに影響する。

20

【0004】

したがって、リソグラフィシステムにおいて偏光された照明を提供することがますます望まれる。さらに、より高い分解能およびより高いNAのシステムの要望が高まるにつれ、瞳全体にわたって偏光を制御することもますます望まれている。偏光パターンは、露光ビームの異なる部分が異なる偏光（すなわち、異なる偏光方向）を有するために必要である。望ましい偏光パターンは、放射状または接線状の偏光パターン、または別のカスタムの偏光パターンを含んでいる。

30

【0005】

それゆえ、このような偏光パターンを作成するのは非常に難しく、また高価である。1つのアプローチでは、多数の複屈折タイルから成るモザイクタイル構造が提供される。各タイルが、露光ビームの相応の部分を特定の方向に偏光する。このようにしてタイルのモザイクは瞳にわたって、たとえば放射状パターン等の偏光パターンを生成する。ここでU.S.6.1918880を参照されたい。しかしこのようなモザイクタイル構造では、偏光パターンを供給するために多数のタイルが使用される。このタイルのモザイクは複雑であり、製造するのが難しい。とりわけ、露光ビームの幅にわたって適切な場所に個々のタイルを保持するために、サンドイッチ構造が必要になることがある。このことは欠点である。というのも、モザイクにわたる熱膨張が異なることにより、とりわけ天然の複屈折結晶材料において

40

50

、光学的な結合が阻害され、瞳においてアボディゼーション（すなわち、不所望の強度の変動）が引き起こされるからだ。

【特許文献1】U.S. 6,191,880

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、過度に複雑な機械的構造を必要とせずに、放射状または接線状パタンを含む偏光パタンを供給できる装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題は、フレームと該フレームに結合された少なくとも1つの偏光ペインとが設けられており、該偏光ペインを透過する光の偏光の方向を変化させることにより、少なくとも1つの偏光パタンが該照明装置の瞳にわたって得られるように構成することによって解決される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明は、偏光パタン照明に関する。偏光パタンアセンブリによって偏光パタンが形成される。1つの実施例では、偏光パタンアセンブリはフレームを有し、このフレームによって偏光ペイン（pane）が該フレームの中央領域で支持される。偏光ペインは、該偏光ペインに入射された光の偏光方向を変化させる。このことによって、偏光パタンアセンブリを水平方向または垂直方向の直線偏光光によって照明することにより、照明装置の瞳内において異なる偏光パタンが生成される。このようなパタンには、3ゾーンハイブリッド偏光パタン、低シグマ線形パタン、放射状2極パタン、接線状2極パタン、接線状4極パタンおよび放射状4極パタンが含まれる。

【0009】

別の実施形態では、偏光パタンアセンブリは次のようなフレームを有する。すなわち、該フレームの中央領域に偏光ペインを有し、かつ、前記偏光ペインの対向する側に2つの非偏光ペインを有する層を支持するように構成されたフレームを有する。

【0010】

別の実施形態では偏光パタンアセンブリは、ギャップによって分離されたペインの2つの層をスタック配置で支持するフレームを有する。ペインの各層は、フレームの中央領域に偏光ペインを有し、前記偏光ペインの対向する側には2つの非偏光ペインを有する。一例では、中央領域にある偏光ペインは1/2波長板を形成し、入射ビームの偏光方向を90°回転させる。

【0011】

別の実施形態では、偏光パタンアセンブリを備えたリソグラフィシステム用の偏光照明装置が提供される。偏光パタンアセンブリは偏光照明装置内において、瞳面に設けられるか、または瞳面の近傍に設けられるか、または任意の瞳空間に設けられる。

【0012】

別の構成によれば、1つまたは複数のビームシェイパが通常の光路に、偏光パタンアセンブリの前方または後方に設けられる。前記ビームシェイパは、たとえば回折性の光学的素子またはマスクである。ビームシェイパを該偏光パタンアセンブリと組み合わせることにより、本発明による偏光パタンの生成がさらに有利になる。

【0013】

本発明の実施形態の利点は、偏光ペインを有する偏光パタンアセンブリが比較的簡単な構造を有し、かつ多用途で使用できることである。このような偏光パタンアセンブリは、単に入射ビームに対して偏光パタンアセンブリを回転させるか、または入射ビームの偏光の方向を回転するか、またはビームシェイパを付加または変更するだけで、種々の偏光パタンを形成することができる。

【0014】

10

20

30

40

50

さらに、偏光ペインを保持するフレームを備え2層スタック配置で設けられた偏光パタンアセンブリは、異なる熱膨張に適合することができる。

【0015】

本発明の実施形態によって特定の必要な瞳において種々の偏光パタンが実現されるのと同様に、リソグラフィで使用される偏光照明装置でも利点が得られる。

【実施例】

【0016】

図1A～1Cは、本発明の実施形態による偏光パタンアセンブリ100を示す図である。図1Aに示されているように、偏光パタンアセンブリ100はフレーム110を有している。このフレーム110の中心領域に、偏光ペイン102が保持されている。さらにフレーム110の第1の層には、偏光ペイン102の反対側にそれぞれ、非偏光ペイン104および106が保持されている。図1Bおよび1Cに示されているように、フレーム110は第2の層も保持しており、この第2の層には、非偏光ペイン104'、106'との間に偏光ペイン102'が、第1の層の各ペイン102～106の下にスタック配置で設けられている。10

【0017】

偏光ペイン102、102'は、該ペインに入射する光の偏光の方向を回転できるようになっている。たとえば、偏光ペイン102、102'は水晶またはフッ化マグネシウム(MgF₂)等の複屈折性材料から形成される。一例ではペイン102および102'は、交差された光軸を有しており、入射ビームの正味1/2波長になるように研磨されている。このようにすると、ペイン102および102'は1/2波長板として作用し、直線偏光された入射光の偏光方向を90°回転させる。ペイン102および102'は、擬似的に0次の波長板を形成するように積層された2つのマルチオーダの波長板とすることができる。こうすることにより、温度に対する感應性が低減される。20

【0018】

非偏光ペイン104、104'および106、106'は、偏光方向を有意に変化させずに光を透過する。一例では非偏光ペイン104、104'および106、106'は、融解石英またはフッ化カルシウム(CaF₂)等の非複屈折性の材料から形成される。このようにしてペイン104、104'および106、106'は、偏光パタンアセンブリ100を透過して進行する光線間に生じる不所望の経路長の差を低減するのに寄与する。非偏光ペイン104、104'および106、106'はオプションであり、希望であれば除外しても良い。30

【0019】

図1Bに示されているように、フレーム110はスペーサ115を有することができる。このスペーサ115は、ペイン102～106とペイン102'～106'をギャップ120によって分離する。各ペイン102～106および102'～106'の2つの側縁部に保持エレメント118を設けて、力(挟持、接着等)を加えることによってペイン102～106および102'～106'をフレーム110内にてその位置で保持することができる。スペーサ115は、ペイン102～106、102'～106'において使用されている異なった材料の熱膨張に適合するようにギャップ120を形成および/または調整できるという利点を提供する。スペーサ115および保持エレメント118はオプションであって一例であり、本発明を制限するものではない。本明細書で取り上げられた分野の当業者であれば容易に理解できるように、別の種類のスペーサおよび/または保持エレメントも使用することができる。40

【0020】

一般的にフレーム110は、所望の形態のファクタまたは別の設計基準にしたがってペイン102～106および102'～106'を保持するのに適していれば、どのような形状および面積であってもよい。1つの実施形態では、ペイン102～106および102'～106'は長方形(または正方形)であり、フレーム110の形状も同様に長方形(または正方形)である。フレーム110は、ペイン102～106および102'～150

06'を保持するのに十分に大きな面積を有している。これらのこととは、図1A～1Cに示されている。本発明はこのように制限されることはなく、本明細書で取り上げられた分野の当業者であれば容易に理解できるように、ペイン102～106および102'～106'およびフレーム110に関しては、別の形状を使用してもよい。

【0021】

偏光パタンアセンブリ100は、瞳面を有する照明装置を備えた光学的システムであれば、どのような光学的システムの光路にも挿入できる。しかし、このような照明装置に限定されない。図1Aにはさらに、イメージング領域150も示されている。このイメージング領域150は、光学的システム(図示されていない)の瞳内にあたる偏光パタンアセンブリ100の領域に相応する。図1Aの実施例ではイメージング領域150は、ペイン102～106および102'～106'の各領域に相応する3つのゾーンを有している。偏光ペイン102および102'の偏光特性は非偏光ペイン104, 106および104'および106'と異なるので、偏光パタンは光学的システムの瞳にわたって配分される。

【0022】

特別な偏光パタンの生成を含む偏光アセンブリ100の動作を、図2～6に関連して詳細に説明する。3ゾーンハイブリッド偏光パタンを作成することができる。図2Aでは、入射光ビーム210は偏光パタンアセンブリ100を透過し、偏光パタンアセンブリ100は出力ビーム220を出力する。入射光ビーム210は、x軸(垂直方向とも称される)に沿って直線偏光される。図2Bは、水平方向に直線偏光された入射光ビーム210によって照射された際に偏光パタンアセンブリ100によって作成された結果である3ゾーンハイブリッド偏光パタン230を示している。パタン230は、2つの外側ゾーン234, 236間に中央ゾーン232を有している。中央ゾーン232における光は、偏光ペイン102, 102'を透過した後に垂直偏光されている。外側ゾーン234における光は、偏光ペイン104, 104'を透過した後も水平偏光されたままである。外側ゾーン236における光もまた、偏光ペイン106, 106'を透過した後も水平偏光されたままである。

【0023】

折一的に、入射光ビーム210をy軸(垂直方向とも称される)に沿って直線偏光することができる。図2Cは、垂直方向に直線偏光された入射光ビーム210によって照射された際に偏光パタンアセンブリ100によって作成された3ゾーンハイブリッド偏光パタン240を示している。パタン240は、2つの外側ゾーン244, 246間に中央ゾーン242を有している。中央ゾーン242における光は、偏光ペイン102, 102'を透過した後に水平偏光されている。外側ゾーン244における光は、偏光ペイン104, 104'を透過した後も垂直偏光されたままである。外側ゾーン246における光もまた、偏光ペイン106, 106'を透過した後も垂直偏光されたままである。

【0024】

このようにすると偏光パタンアセンブリ100では、単に水平偏光光または垂直偏光光を入力するだけで異なる偏光パタンが得られるという利点が得られる。このことを達成するためには、数多くの次のような手段が存在する。しかし、これらの手段に制限されることはない。

直線偏光子を光源に設け、該直線偏光子を偏光パタンアセンブリ100に対して水平方向または垂直方向に回転する手段、および/または、

直線偏光光源に対して偏光パタンアセンブリ100を回転する手段。

【0025】

別の構成によれば、付加的なパタンを生成するためにビームシェイパを偏光パタンアセンブリと組み合わせて設けることもできる。図2Dは、本発明の1つの実施形態にしたがい偏光パタンアセンブリ100と組み合わされて設けられたビームシェイパ250を示す図である。ビームシェイパ250は回折性の光学系またはマスクであり、入射ビーム210をシェイピングして、シェイピングされたビームを偏光パタンアセンブリ100へ送出

10

20

30

40

50

し、偏光パタンアセンブリ 100 は出力ビーム 260 へ出力する。択一的に、ビームシェイパ 250 は偏光パタンアセンブリ 100 の反対側に設けることができる。これによって、偏光パタンアセンブリ 100 を透過した光が受け取られる。図 3A, 3B, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A および 6B は、本発明の実施形態にしたがい、偏光パタンアセンブリ 100 と組み合わせてビームシェイパ 250 を使用することにより生成される付加的な偏光パタンを示している。

【0026】

低シグマ直線パタンを作成することができる（図 3A および 3B）。図 3A には、水平方向に直線偏光された入射光ビーム 210 がペイン 102, 102' に照射された場合、偏光パタンアセンブリ 100 によって作成された結果である低シグマ直線垂直偏光パタン 300A が示されている。パタン 300A は、同心の外側ゾーン 320A によって包囲された中央ゾーン 310A を有する。中央ゾーン 310A における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後に垂直偏光されている。外側ゾーン 320A には、ビームシェイパ 250 に起因して光は存在しない。ビームシェイパ 250 は、光をゾーン 320A で遮断する同心円形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ 250 を、ゾーン 310A 内のペイン 102, 102' へのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。入射ビームのサイズがペイン 102, 102' にだけ当たるのに十分に狭くなつていれば、ビームシェイパ 250 を省略することもできる。

【0027】

同様に図 3B は、垂直方向に直線偏光された入射光ビーム 210 がペイン 102, 102' に照射された場合、偏光パタンアセンブリ 100 によって作成された結果である低シグマ直線水平偏光パタン 300B を示している。パタン 300B は、同心の外側ゾーン 320B によって包囲された中心ゾーン 310B を有している。中心ゾーン 310B における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後に水平偏光されている。外側ゾーン 320B には光は存在しない。これはビームシェイパ 250 に起因するものか、または、図 3A に関連して上記で説明したようにビームのサイズに起因するものである。

【0028】

このようにして偏光パタンアセンブリ 100 は、どちらの低シグマ直線偏光パタン（水平または垂直）も、単に水平偏光光または垂直偏光光を入力するだけで実現されるという利点を提供する。

【0029】

接線状の 4 極パタンおよび放射状の 4 極パタンを作成することができる（図 4A および 4B）。図 4A は、水平方向に直線偏光された入射光ビーム 210 が照射された場合に、偏光パタンアセンブリ 100 およびビームシェイパ 250 によって作成された結果である接線状の 4 極偏光パタン 400A を示している。パタン 400A は、4 つの極領域 410A, 412A, 414A および 416A を有しており、これらの極領域は接線状の偏光光を有する。極領域 410A, 412A, 414A および 416A はビームシェイパ 250 によって周囲に、瞳の外側の周辺ゾーンに形成される。極領域 414A, 416A における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後に垂直偏光されている。極領域 410A における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後に垂直偏光されている。極領域 410A における光は、偏光ペイン 106, 106' を透過した後も水平偏光されたままである。極領域 412A における光もまた、偏光ペイン 104, 104' を透過した後も水平偏光されたままである。スパークホイール形のゾーン 420A には光は存在しない。ビームシェイパ 250 は、光をゾーン 420A で遮断するスパークホイール形の形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ 250 を、極領域 410A, 412A, 414A および 416A に相応する偏光パタンアセンブリ 100 の領域にのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。

【0030】

図 4B は、垂直方向に直線偏光された入射光ビーム 210 が照射された場合、偏光パタ

10

20

30

40

50

ンアセンブリ 100 およびビームシェイパ 250 によって作成された結果である放射状の 4 極偏光パタン 400B を示している。パタン 400B は、4 つの極領域 410B, 412B, 414B および 416B を有しており、これらの極領域は放射状の偏光光を有する。極領域 410B, 412B, 414B および 416B はビームシェイパ 250 によって周りに、瞳の外側の周辺ゾーンに形成される。極領域 414B, 416B における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後に水平偏光されている。極領域 410B における光は、偏光ペイン 106, 106' を透過した後も垂直偏光されたままである。極領域 412B における光は、偏光ペイン 104, 104' を透過した後も垂直偏光されたままである。スパークホイール形のゾーン 420B には、光は存在しない。ビームシェイパ 250 は、光をゾーン 420B で遮断するスパークホイール形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ 250 を、極領域 410B, 412B, 414B および 416B に相応する偏光パタンアセンブリ 100 の領域にのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。10

【0031】

このようにして、偏光パタンアセンブリ 100 はビームシェイパ 250 と組み合わされると、単に水平偏光光または垂直偏光光を入力するだけで接線状の 4 極パタンおよび放射状の 4 極パタンを実現できるという利点が得られる。

【0032】

放射状の 2 極パタンを作成することができる（図 5A および 5B）。図 5A は、垂直方向に直線偏光された入射光ビーム 210 が照射された場合、偏光パタンアセンブリ 100 およびビームシェイパ 250 によって作成された結果である放射状の 2 極偏光パタン 500A を示している。パタン 500A は、2 つの極領域 510A, 512A を有しており、これらの極領域は放射状に偏光された光を有する。極領域 510A, 512A はビームシェイパ 250 によって周りに、瞳の外側の周辺ゾーンの頭部および底部に形成されている。極領域 510A における光は、偏光ペイン 106, 106' を透過した後も垂直偏光されたままである。極領域 512A における光もまた、偏光ペイン 104, 104' を透過した後は垂直偏光されたままである。蝶ネクタイ形のゾーン 520A には光が存在しない。ビームシェイパ 250 を、光をゾーン 520A で遮断する蝶ネクタイ形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ 250 を、極領域 510A, 512A に相応する偏光パタンアセンブリ 100 の領域にのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。20

【0033】

図 5B は、垂直方向に直線偏光された入射光ビーム 210 が照射された場合、偏光パタンアセンブリ 100 およびビームシェイパ 250 によって作成された結果である放射状の 2 極偏光パタン 500B を示している。パタン 500B は、2 つの極領域 510B, 512B を有しており、これらの極領域は放射状の偏光光を有している。極領域 510B, 512B はビームシェイパ 250 によって周りに、瞳の外側の周辺ゾーンの左側および右側に形成される。極領域 510B, 512B における光は、偏光ペイン 102, 102' を透過した後は垂直偏光されている。蝶ネクタイ形のゾーン 520B には光が存在しない。ビームシェイパ 250 は、光をゾーン 520B で遮断する蝶ネクタイ形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ 250 は、極領域 510B, 512B に相応する偏光パタンアセンブリ 100 の領域へのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。30

【0034】

このようにして偏光パタンアセンブリ 100 はビームシェイパ 250 と組み合わされて、垂直偏光光を入力し、かつビームシェイパ 250 を使用して光を頭部領域および底部領域へ方向付けるか、または左側領域および右側領域へ方向付けるだけで、放射状の 2 極パタンを達成できるという利点を提供する。たとえば、ビームシェイパ 250 が蝶ネクタイ形のマスクである場合、該ビームシェイパ 250 を単に回転させて、光をゾーン 520A または 520B で遮断することができる。40

【0035】

接線状の2極パタンを作成することもできる(図6Aおよび6B)。図6Aは、水平方向に直線偏光された入射光ビーム210が照射された場合、偏光パタンアセンブリ100およびビームシェイパ250によって作成された結果である接線状の2極偏光パタン600Aを示している。パタン600Aは2つの極領域610A, 612Aを有しており、これらの極領域は接線状の偏光光を有している。極領域610A, 612Aはビームシェイパ250によって、瞳の外側の周辺ゾーンの左側および右側に形成される。極領域610A, 612Aにおける光は、偏光ペイン102, 102'を透過した後に垂直偏光される。蝶ネクタイ形のゾーン620Aには光が存在しない。ビームシェイパ250は、ゾーン620Aで光を遮断する蝶ネクタイの形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ250を、極領域610A, 612Aに相応する偏光パタンアセンブリ100の領域へのみ入射光を方向付ける回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができる。10

【0036】

図6Bは水平方向に直線偏光された入射光ビーム210が照射された場合、偏光パタンアセンブリ100およびビームシェイパ250によって作成された結果である接線状の2極偏光パタン600Bを示している。パタン600Bは2つの極領域610B, 612Bを有し、これらの極領域は接線状の偏光光を有する。極領域610B, 612Bはビームシェイパ250によって、瞳の外側の周辺ゾーンの頭部および底部に形成される。極領域610Bにおける光は、偏光ペイン106, 106'を透過した後も水平偏光されたままである。極領域612Bにおける光もまた、偏光ペイン104, 104'を透過した後も水平偏光されたままである。蝶ネクタイ形のゾーン620Bには光が存在しない。ビームシェイパ250は、光をゾーン620Bで遮断する蝶ネクタイの形状を有するマスクとすることができます。択一的にビームシェイパ250を、極領域610B, 612Bに相応する偏光パタンアセンブリ100の領域にのみ入射光を方向付けする回折性の光学系または別の種類の光学的素子とすることができます。20

【0037】

このようにして偏光パタンアセンブリ100はビームシェイパ250と組み合わされて、単に水平偏光光を入力してビームシェイパ250を使用するだけで、光を頭部領域および底部領域へ方向付けるか、または左側領域および右側領域へ方向付けることにより、接線状の2極パタンを得ることができるという別の利点を提供する。たとえば、ビームシェイパ250が蝶ネクタイ形のマスクである場合、単にこのビームシェイパ250を回転させることによって、光をゾーン620Aまたは620Bで遮断することができます。30

【0038】

図7は、本発明の実施形態によるリソグラフィシステムに設けられた偏光照明装置700を図解する図である。この偏光照明装置700には、偏光パタンアセンブリ100および/またはビームシェイパ750が含まれている。ビームシェイパ750および偏光パタンアセンブリ100は、照明装置700の通常の光路に沿って配置されている。ビームシェイパ750は、第1のビームシェイパ素子750Aおよび第2のビームシェイパ素子750Bを有することができ、これらのビームシェイパ素子は図7に示されているように、偏光パタンアセンブリ100の反対側にそれぞれ配置されている。一例では第1のビームシェイパ素子750Aは、光源702(たとえば紫外線レーザ)からの光を回折して、照明装置700の瞳の周りの極領域に相応する2つまたは4つの回折ビームにする1つまたは複数の回折性の光学系(たとえば回折格子)を含む。照明装置の設計において周知であるように、別の光学レンズまたは光学的素子、たとえば1つまたは複数のコリメートレンズを設けて、照明装置700の瞳および/またはフィールドを満たすことができる。第2のビームシェイパ素子750Bは、不所望の光線をさらにブロックするため、そうでない場合は瞳において偏光パタンを除去するために、マスクを含むことができる。40

【0039】

偏光照明装置700は、偏光照明の出力ビーム705をマスク710へ出力する。マス50

ク710を透過した（またはマスク710から反射された）光715はプリント中に、光学的システム720（すなわち投影光学系）によってウェハ730に投影される。偏光照明装置700とともに使用されるこのリソグラフィシステムは図解用であり、本発明を制限するためのものではない。偏光照明装置700は、本明細書にて取り上げられた分野の当業者が容易に理解できるように、どの種類のリソグラフィシステムやリソグラフィツールでも使用することができる。

【0040】

本発明の別の構成によれば出力ビーム705は、照明装置700の瞳において次のような種々の偏光パタンのうちどれでも有することができる。この種々の偏光パタンには、3ゾーンハイブリッド偏光パタン、低シグマ線形パタン、放射状の2極パタン、接線状の2極パタン、接線状の4極パタンおよび放射状の4極パタンが含まれるが、これらに限定されない。ビームシェイパ750および偏光パタンセンブリ100の構成に依存して偏光照明装置700は、図2B～6Bと関連して上記で説明されたパタンのどれでも供給することができる。さらに偏光照明装置700は、図2B～6Bに関して上記で説明されたようなビームシェイパ750および偏光パタンアセンブリ100の構成に依存して、前記パタンのいずれかを供給するために切り替えることができる。たとえばコントローラ（図示されていない）を設けることにより、ビームシェイパ750および偏光パタンアセンブリ100の構成を変更して所望のパタンを得ることができる。このようにすると、パタンはプリント中に自動的に変更され、ウェハの露光中に瞳内に異なる偏光パタンを供給することができる。たとえばコントローラは、ビームシェイパ素子750A内の1つまたは複数の回折格子を光路に移動させるかまたは光路外に移動させる。このようにして、（2極パタンまたは4極パタンの）極領域において2つまたは4つの回折ビーム（+1、-1、または、より大きな回折ビームの次数）を作成し、および／または、低シグマ線形パタンでは単に低次のビームを透過することができる。同様に、光路の光軸を中心として偏光パタンアセンブリ100を回転させることにより、入力された直線偏光光が所望の偏光パタンに依存して、水平方向または垂直方向に沿うようにすることができます。最後に、ビームシェイパ素子750B内の1つまたは複数のマスクを、照明装置700を通過する光路へ移動したり該光路の外へ移動して回転させ、マスクの形状（たとえば同心円形、スパークホール形または蝶ネクタイ形）を所望の方向に、所望の偏光パタンにしたがって形成することもできる。

【0041】

特定のリソグラフィの適用では、図3にて図解された偏光パタンは、偏光照明装置700が供給するのに有利になる場合がある。たとえばこのような偏光モードは、レベンソン型位相シフトマスクによりウェハを2重露光する際に有利である。特にレベンソン型位相シフトマスクは、光をバイナリのマスクから異なって回折させる。レベンソン型位相シフトマスクの場合、照明装置の軸上のビームは対称的に回折されて、投影光学系（「PO」）に入射される。最小かつ最も鮮明なフィーチャは、軸上の照明の細いビームによって達成される。しかし、フィーチャの複数の方向で偏光の利点を一度に得るために、垂直に方向付けられた構造を有するマスクとともに1つの偏光を使用することができる。その際にはウェハは、第2の偏光と水平方向の構造を有する第2のマスクとを使用して再度露光される。

【0042】

したがって図3に示された偏光パタンは、レベンソン型位相シフトマスクによって2重露光するのに有利である。たとえば、ラインの大部分が垂直であるマスク、すなわち、ラインが垂直であり水平方向に繰り返されているマスクは、PO瞳にわたって大部分を水平方向に回折させる。偏光が垂直である場合、このビームはウェハにおいて、より効率的に再結合される。同様に、大部分が水平構造である第2のマスクは、水平偏光によってより良好にイメージングされる。両マスクとも、中間に「フィルムを現像」することなく、同一のウェハに露光することができ、その結果として得られた2重露光イメージは、全構造を1度に非偏光光によって露光される場合よりも良好になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

別の実施形態では、図4に挙げられた偏光パタンがリソグラフィの適用の際に望ましい場合がある。たとえばバイナリマスクを使用して、垂直偏光された極によって、図4Aに示されているように照明装置の瞳の右側縁部および左側縁部に極小の垂直ラインを良好にイメージングすることができる。別の2つの極からの+1および-1の回折次数は、P.O.の瞳の外側に回折され、ウェハには形成しない。同様にバイナリマスクを使用して、水平偏光された極によって、図4Bに示されているように照明装置の瞳の頭部および底部に極小の水平ラインが良好にイメージングされる。接線状の偏光によるコントラストの強調の方が一般的に、イメージングされない極によるコントラストの損失に対する補償よりも大きい。このようにして偏光コントロールを行うことなく、すべてのフィーチャを单一の露光でプリントすることができる。このことは、従来は不可能であった。

10

【 0 0 4 4 】

別の実施形態では、バイナリマスクを使用して大部分が水平である構造および大部分が垂直である構造を2重露光するために、図5および6に挙げられた偏光パタンが有利である。レベンソン型位相シフトマスクの場合、偏光の利点を得るために2重露光が選択されていた。2重露光はしばしば、所与の構造方向に対して4つの極のうち2つのみがイメージを形成するために使用される。他の2つの極は形成しない。+1の回折次数および-1の回折次数は、P.O.の瞳の外側である。ゼロオーダのみがウェハに到達し、イメージを形成することなく、一定の背景を奪うコントラストに寄与するだけである。

20

【 0 0 4 5 】

本発明は、上記にて説明または図面で図解された偏光のパタンを形成する光学的システムを備えたリソグラフィシステムにのみ限定されない。むしろ、すべての所与のレチクルまたはマスクにおいて、プリントのために最適な瞳充填率(pupil fill)または最適な偏光が可能である。したがって、本発明はこのような最適な偏光パタンも含む。

【 0 0 4 6 】

本発明の光学的システムにおいて使用される偏光ペインは、必要な波長の光を透過する光学的品質の材料を使用することができる。したがって本発明は、いかなる特定の波長の光を使用するのにも限定されない。波長の例は、赤外線、紫外線(「UV」)および可視光である。リソグラフィ適用の例では、偏光ペインはUV照明とともに使用され、水晶、フッ化マグネシウム、照明ビームに対して透過性である別の材料またはこのような材料の組み合わせから成る。

30

【 0 0 4 7 】

本発明の種々の実施形態を上記にて説明したが、これらは例として挙げただけであり、制限するものではないことを理解すべきである。したがって、本発明の範囲は上記の実施例のどれにも制限すべきではなく、請求項およびそれに類するものによってのみ定義すべきである。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 4 8 】**

【図1】Aは、本発明の実施形態による偏光パタンアセンブリの平面図であり、Bは、Aの偏光パタンアセンブリを線BBに沿って示している第1の側面図であり、Cは、Aの偏光パタンアセンブリを線CCに沿って示している第2の側面図である。

40

【図2A】本発明の実施形態による偏光パタンアセンブリによって入射光ビームの断面に沿って生成された偏光の3つのゾーンを示している。

【図2B】本発明の実施形態による、水平偏光された入射光によって照明された偏光パタンアセンブリによって生成された3ゾーンハイブリッド偏光パタンを示している。

【図2C】本発明の実施形態による、垂直偏光された入射光によって照明された偏光パタンアセンブリによって生成された3ゾーンハイブリッド偏光パタンを示している。

【図2D】本発明の実施形態による偏光パタンアセンブリと組み合わされたビームシェイパをさらに示した図である。

【図3】本発明の実施形態によって生成される偏光パタンを示している。

50

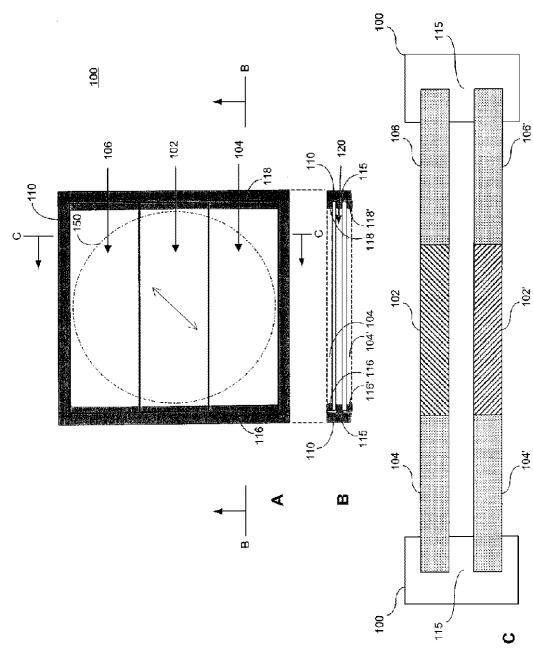
【図4】本発明の実施形態によって生成される偏光パタンを示している。

【図5】本発明の実施形態によって生成される偏光パタンを示している。

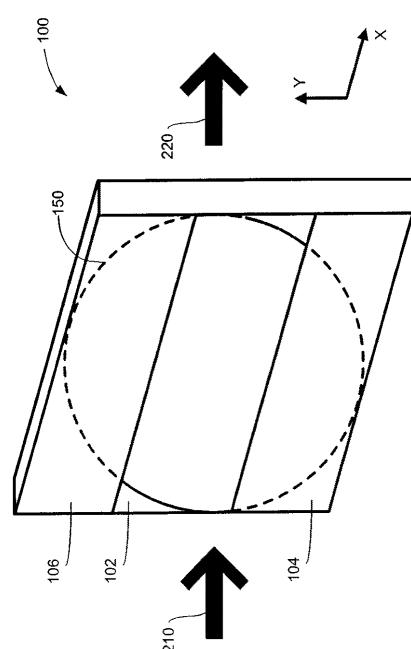
【図6】本発明の実施形態によって生成される偏光パタンを示している。

【図7】本発明の実施形態によるリソグラフィシステムにおいて、偏光パタンアセンブリを含む偏光照明装置を示している。

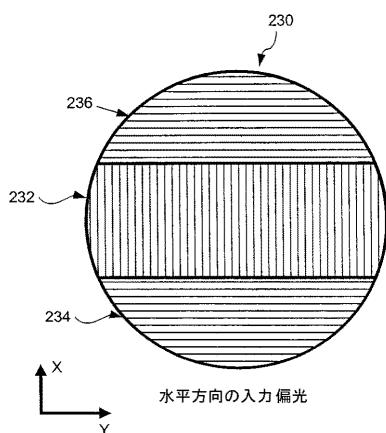
【図1】



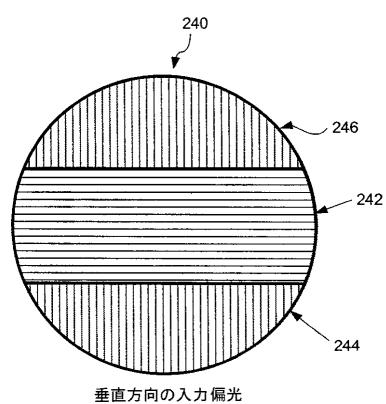
【図2 A】



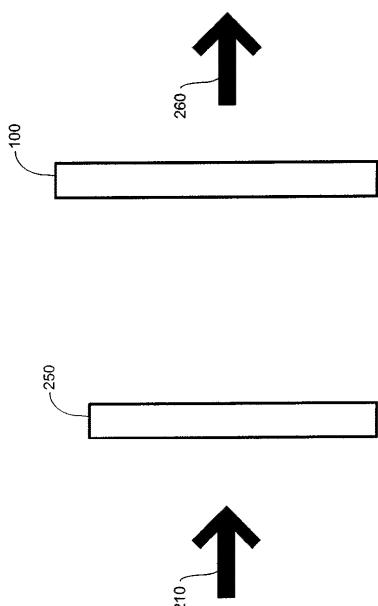
【図 2 B】



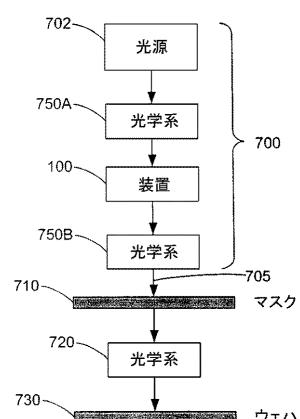
【図 2 C】



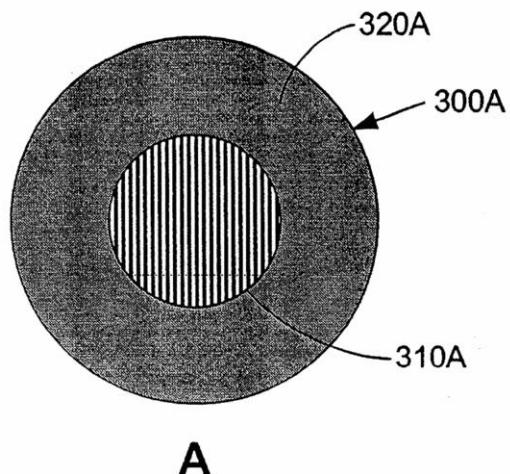
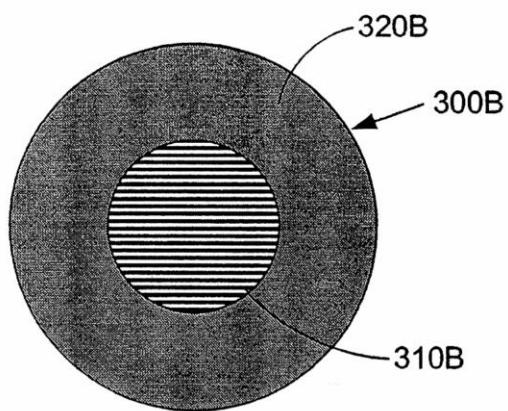
【図 2 D】



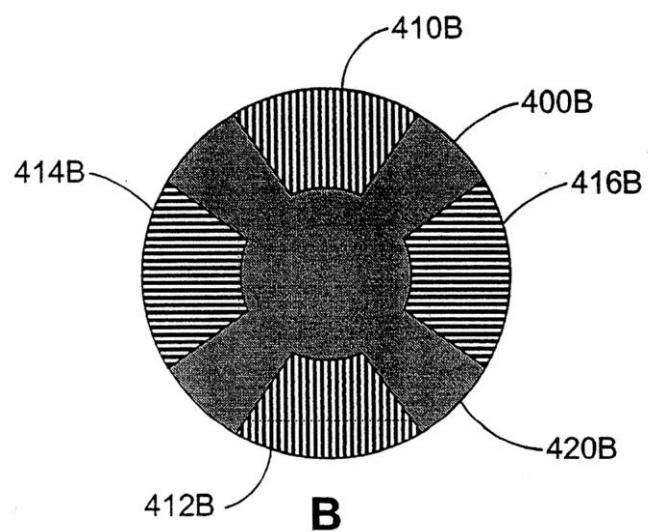
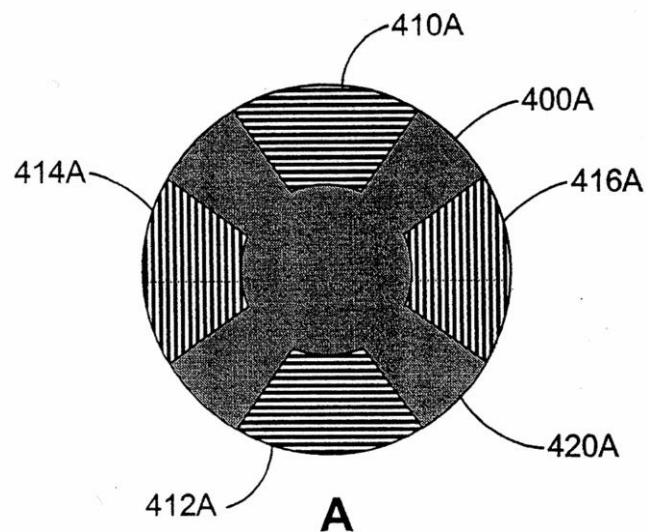
【図 7】



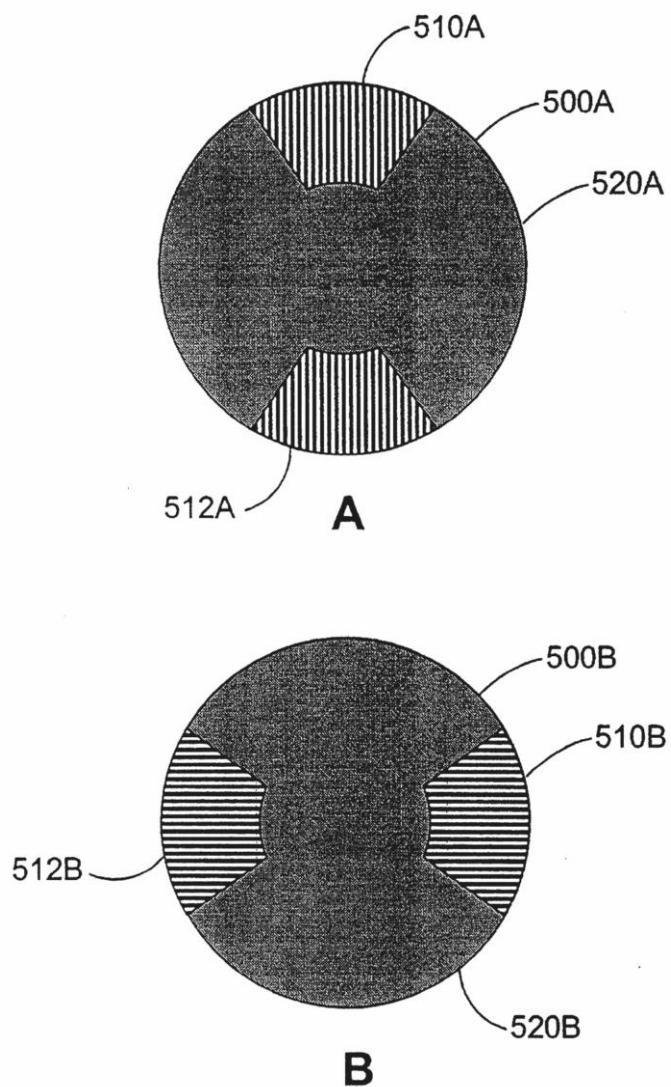
【図3】

**A****B**

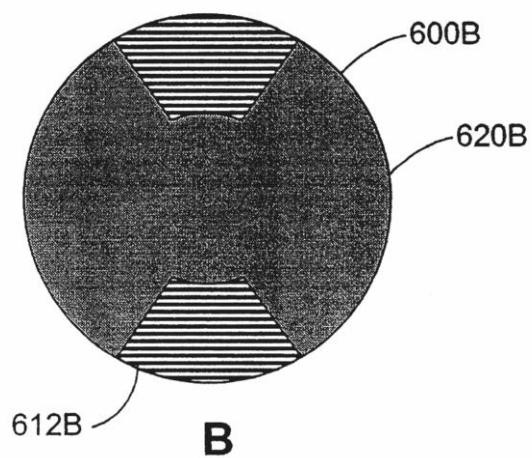
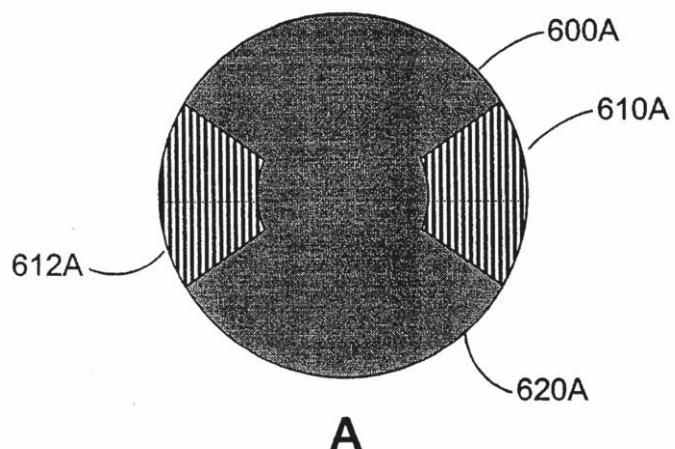
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 岩本 勉

(56)参考文献 特開平06-120110(JP,A)
特開平07-176476(JP,A)
国際公開第00/079331(WO,A1)
特開平07-307268(JP,A)
特開平09-184918(JP,A)
英国特許第00856621(GB,B)
特開平11-084131(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
G03F 7/20
G02B 5/30