

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5781523号  
(P5781523)

(45) 発行日 平成27年9月24日 (2015.9.24)

(24) 登録日 平成27年7月24日 (2015.7.24)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 B
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 W
HO 1 J 37/305 (2006.01)	GO 3 F 7/20	5 2 1
	GO 3 F 7/20	5 0 4
	HO 1 J 37/305	B

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-535794 (P2012-535794)	(73) 特許権者	505152479
(86) (22) 出願日	平成22年10月26日 (2010.10.26)		マップパー・リソグラフィー・アイピー・ビー・ブイ。
(65) 公表番号	特表2013-508991 (P2013-508991A)		オランダ国、2628 エックステー・デルフト、コンピューターラーン 15
(43) 公表日	平成25年3月7日 (2013.3.7)	(74) 代理人	100108855
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/066195		弁理士 蔵田 昌俊
(87) 国際公開番号	W02011/051301	(74) 代理人	100091351
(87) 国際公開日	平成23年5月5日 (2011.5.5)		弁理士 河野 哲
審査請求日	平成25年10月22日 (2013.10.22)	(74) 代理人	100088683
(31) 優先権主張番号	61/254,779		弁理士 中村 誠
(32) 優先日	平成21年10月26日 (2009.10.26)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステム、変調デバイスおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムに用いられる変調デバイスであって、

バイアレベルによって分離された複数の多重金属化レベルを備えている相互接続構造体を備えているボディを具備し、

各多重金属化レベルは、1つ以上の層を含み、前記1つ以上の層は、前記多重金属化レベルの前記1以上の層内に電気接続を作るためのものであり、各バイアレベルは、隣接する多重金属化層を互いに電氣的に接続するための、バイアと称される1以上の相互接続領域が設けられた1つ以上の層を有し、

前記相互接続構造体には、複数のモジュレータと、1つ以上のパターンデータ受信素子への前記モジュレータの接続を可能にするために前記相互接続構造体内で異なるレベルにある相互接続とがさらに設けられ、

前記モジュレータは、第1の電極と、第2の電極と、前記相互接続構造体の前記ボディを介して延びている開口とを備え、前記第1の電極及び前記第2の電極は、前記開口を横切る電界を生成するために前記開口の対向側面に位置づけられ、

前記第1の電極と前記第2の電極との少なくとも1つは、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第1の金属化レベルで形成された第1の導体素子と、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第2の金属化レベルで形成された第2の導体素子と、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第3の金属化レベルで形成された第3の導体素子

とを有し、前記第 1 の金属化レベルと、前記第 2 の金属化レベルと、前記第 3 の金属化レベルとは、異なる金属レベルであり、前記第 1 の導体素子、前記第 2 の導体素子及び前記第 3 の導体素子は、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との少なくとも 1 つが前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの 2 以上の金属化レベルにわたって延びているように、互いに電氣的に接続され、

前記第 1 の導体素子と、前記第 2 の導体素子と、前記第 3 の導体素子とは、前記電極の一部を形成するように前記開口に露出されている変調デバイス。

【請求項 2】

前記第 1 の導体素子及び前記第 2 の導体素子は、前記第 1 の金属化レベルと前記第 2 の金属化レベルとの間のバイアレベルで少なくとも 1 つのバイアによって互いに電氣的に接続され、

前記少なくとも 1 つのバイアは、前記電極の一部を形成するように前記開口に露出されている請求項 1 の変調デバイス。

【請求項 3】

前記複数のモジュレータの第 1 のモジュレータは、前記相互接続構造体の前記第 1 の金属化レベルで前記第 1 の導体素子を介してパターンデータ受信素子に接続するために配置され、

前記複数のモジュレータの第 2 のモジュレータは、前記相互接続構造体の前記第 2 の金属化レベルで前記第 2 の導体素子を介してパターンデータ受信素子に接続するために配置される請求項 1 又は 2 の変調デバイス。

【請求項 4】

前記複数のモジュレータの前記相互接続は、アドレス可能アレイで配置され、

前記アドレス可能アレイは、少なくとも 1 つのワードラインおよび少なくとも 1 つのビットラインを提供されている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 に記載の変調デバイス。

【請求項 5】

前記相互接続構造体は、基板によって支持され、

前記基板は、複数の半導体回路素子が規定される半導体基板である請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 に記載の変調デバイス。

【請求項 6】

前記相互接続構造体の最上層は、導電層である請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 に記載の変調デバイス。

【請求項 7】

前記最上層は、グラウンド電位であるように配置され、

前記第 1 の電極は、前記パターンデータ受信素子と接続するために配置され、

前記第 2 の電極は、前記最上層に接続される請求項 6 の変調デバイス。

【請求項 8】

前記相互接続構造体は、CMOS 構造である請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 に記載の変調デバイス。

【請求項 9】

前記パターンデータ受信素子は、変調デバイスの部分であり、

前記パターンデータ受信素子は、光信号を対応する電気信号に変換するための光感应素子である請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 に記載の変調デバイス。

【請求項 10】

複数のビームレットを使用してターゲットの表面上にパターンを転送する荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムであって、

複数のビームレットを生成するためのビーム発生器と、

パターンデータに従って前記複数のビームレットを偏向させるための請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 に記載の変調デバイスと、

パターン化されたビームレットを形成するために偏向されるビームレットを選択的に遮断するためのビームレットストップアレイと、

10

20

30

40

50

前記ターゲットの表面上に前記パターン化されたビームレットを投影するためのプロジェクションシステムとを具備するシステム。

【請求項 1 1】

ビームレットのグループは、前記ビームレットストップアレイの単一の開口を通過するように配置され、

前記変調デバイス内の対応するデフレクタは、プロッキングポジションが前記単一の開口の周辺に実質的に均一に広がるように、ビームレットアレイ上のプロッキングポジションの方へと前記ビームレットを偏向させるように配置されている請求項 1 0 のリソグラフィシステム。

【請求項 1 2】

変調デバイスを製造する方法であって、

バイアレベルによって分離された複数の多重金属化レベルを備えている相互接続構造体を備えているボディを提供することを具備し、各多重金属化レベルは、1つ以上の層を含み、前記1つ以上の層は、前記多重金属化レベルの前記1以上の層内に電気接続を作るためのものであり、各バイアレベルは、隣接する多重金属化層を互いに電氣的に接続するための1つ以上の相互接続領域が設けられた1つ以上の層を有し、前記相互接続構造体には、複数のモジュレータと、1つ以上のパターンデータ受信素子への前記モジュレータの接続を可能にするために前記相互接続構造体内で異なるレベルにある相互接続とがさらに設けられ、前記モジュレータは、第1の電極と、第2の電極とを備え、前記第1の電極と前記第2の電極との少なくとも1つは、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第1の金属化レベルで形成された第1の導体素子と、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第2の金属化レベルで形成された第2の導体素子と、前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの第3の金属化レベルで形成された第3の導体素子とを有し、前記第1の金属化レベルと、前記第2の金属化レベルと、前記第3の金属化レベルとは、異なる金属レベルであり、前記第1の導体素子、前記第2の導体素子及び前記第3の導体素子は、前記第1の電極と前記第2の電極との少なくとも1つが前記相互接続構造体の前記多重金属化レベルの2以上の金属化レベルにわたって延びているように、互いに電氣的に接続され、

前記複数のモジュレータのうちの1つのモジュレータの前記第1の電極及び前記第2の電極が開口を横切る電界を生成するために前記開口の対向側面に位置づけられるように、前記相互接続構造体の前記ボディを介して延びている前記開口を形成することを具備し、前記第1の導体素子と、前記第2の導体素子と、前記第3の導体素子とは、前記電極の一部を形成するように前記開口に露出されている方法。

【請求項 1 3】

前記開口を形成することは、

第1のレジスト層を堆積させることと、

前記第1のレジスト層の上に絶縁層を堆積させることと、

前記第1のレジスト層の上に第2のレジスト層を堆積させることと、

前記第2のレジスト層が開口が形成される位置の上部で除去されることができるよう、パターンに従って前記第2のレジスト層を露光し、前記パターンに従って選択的に第2のレジスト層を除去することと、

第1のエッチマスクとして前記第2のレジスト層を使用して前記絶縁層をエッチングすることと、

第2のエッチマスクとして前記エッチングされた絶縁層を使用して前記第1のレジスト層をエッチングすることと、

前記開口を形成するために、第3のエッチマスクとして前記エッチングされた第1のレジスト層を使用して前記ボディをエッチングすることとを具備する請求項 1 2 の方法。

【請求項 1 4】

前記開口を形成することは、

前記第1の電極の表面と、前記第2の電極の表面と、前記第1の電極及び前記第2の電

10

20

30

40

50

極の1つ内に導体素子を接続するために使用されるバイアとの少なくとも1つを露出するように、絶縁体の化学的に選択的なエッチングを含む請求項12または13の方法。

【請求項15】

前記ポディは、前記相互接続構造体を支持するための基板を更に備え、

前記開口を形成することは、前記基板に孔をエッチングする工程を備える請求項12ないし14のいずれか1に記載の方法。

【請求項16】

前記パターンデータ受信素子は、光信号を電気信号に変換するためのダイオードであり、

前記方法は、さらに、

前記相互接続構造体上へダイオード材料のプレートを接合することと、

所定の位置でダイオードを得るために前記プレートをパターン化することとを具備する請求項12ないし15のいずれか1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のビームレットを使用してターゲットの表面上へパターンを転送する荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムに関する。本発明は、更に、荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムにて使用される変調デバイス、および、このような変調デバイスを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムは、例えば米国特許6,958,804号から公知である。この特許に記載されているシステムは、好ましくは、ターゲット表面にパターンを転送するために、複数の電子ビームレットを使用する。放射線源によって生成される電子ビームレットは、パターンデータに従って静電偏向によって変調デバイス(modulation device)にて変調される。変調されたビームレットは、それでターゲット表面に転送される。ターゲット表面へのパターンの高速転送を可能とするために、静電偏向を制御するためのパターンデータが被変調光ビームを使用する光伝送を使用して、少なくとも部分的に転送される。

【0003】

他の荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムは、日本応用物理学会誌第32巻(1993)、パート1、番号12B、6012-6017頁から公知である。このシステムの変調デバイスは、1024のビームレットの個々の偏向のために配置されるアレイを備えている。このために、変調デバイスは、1024の開口を有する基板を備え、それは各々、 $25\mu\text{m} \times 25\mu\text{m}$ 平方サイズの形状である。開口のピッチは、少なくとも $55\mu\text{m}$ である。電極は、通過する荷電粒子ビームレットを偏向させるための開口を横切る電界を生成するために開口の端に提供される。パターンデータは、配線を介して電極へ移される。

【0004】

欧州特許出願1453076号において、上で議論されるようなアレイの形の複数の個々に制御されたブランキング電極を備えている複数の電子ビームの使用が適切な配線構造の形成に関して困難を生成することは、認識される。限られた空間内で配線を介してより多くの相互接続の使用を可能にするために、欧州特許出願1453076号は、多層配線構造を有する配線基板と、そこを通過する荷電粒子ビームの軌跡をコントロールするための複数のスルーホールおよび各々のスルーホールの反対の側壁上に電極対を有する電極基板とを形成することを提案する。配線基板の接続配線パッドが電極基板の電極対に接続されるように、配線基板および電極基板は、従って接合される。別個の基板およびその後のボンディングの組立は、時間がかかり、そして、費用が高い。さらにまた、2つの基板の互いに対してのアラインメントは、扱いにくい。

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【0005】

別個のビームレットを $55\mu\text{m}$ より短いピッチ内で制御されることを可能とし、一方では良好な信頼性を達成する荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムを提供することは、それゆえに、本発明の目的である。この目的のために、本発明は、複数のビームレットを使用してターゲットの表面上にパターンを転送する荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムを提供する。このシステムは、複数のビームレットを生成するためのビーム発生器 (beam generator) と、パターンデータに従って複数のビームレットをパターン化するための変調デバイスと、パターン化されたビームレットをターゲット表面に投影するためのプロジェクションシステムとを具備する。変調デバイスは、複数のモジュレータを提供される相互接続構造体 (interconnect structure) を備えているボディを具備し、1つ以上のパターンデータ受信素子にモジュレータの接続を可能にするための相互接続構造体の中で異なるレベルで相互接続される。モジュレータは、第1の電極、第2の電極、およびボディを介して延びている開口を備え、電極は開口を横切る電界を生成するために開口の対向側面に位置づけられる。第1の電極および第2の電極のうち少なくとも1つは、相互接続構造体の第1のレベルで形成される第1の導体素子、および、相互接続構造体の第2のレベルで形成される第2の導体素子を備える。第1および第2の導体素子は互いに電氣的に接続される。

10

## 【0006】

相互接続構造体内の異なるレベルで複数のモジュレータおよび相互接続を備えるこのようなりソグラフィシステムの使用は、減ぜられたピッチを有する変調器アレイの使用を可能とする。なぜなら、個々の接続が複数のレベルに渡って分配されることができるからである。その結果、詳細な情報は、限られた空間内に分配されることができる。適切に、モジュレータ間のピッチは、 $25\mu\text{m}$ より短い。望ましくは、ピッチは、 $16\mu\text{m}$ 以下であり、最も好ましくは、ピッチは $10\mu\text{m}$ 以下である。このような小さいディメンションは、相互接続構造体内の形態に関して互換性を持つ。

20

## 【0007】

加えて、導体素子が相互接続構造体の複数レベルに渡って延びる電極を形成するという点で、モジュレータによる十分な偏向強さは達成される。ビームレットの進行方向の、より長い偏向エリアは、偏向の特定の度 (degree) を得るために、1つの開口を横切る電極を通じて適用される必要とする電圧を減らすことができる。加えて、または代わりに、ビームレットの進行方向に、より長い偏向エリアは、単位電圧あたりより多くの偏向を可能にする。

30

## 【0008】

第1および第2の導体素子は、少なくとも1つのバイアによって互いに接続されることができる。そこで、少なくとも1つのバイアは、電極の部分形成するために、開口に曝される。少なくとも1つのバイアを含むことは、ビームレットの進行方向に、アクティブ偏向エリアを更に長くする。従って、偏向電圧を更に減少し、および/または、単位電圧あたりのより多くの偏向は達成されることができる。

## 【0009】

複数のモジュレータの第1のモジュレータは、相互接続構造体の第1のレベルで第1の導体素子を介してパターンデータ受信素子に接続するために配置されることができる。および、複数のモジュレータの第2のモジュレータは、相互接続構造体の第2のレベルで第2の導体素子を介してパターンデータ受信素子に接続するために配置されることができる。モジュレータと受光素子との間の接続を達成する相互接続構造体内の異なるレベルの使用は、電気接続のために予約されることを必要とする変調デバイスのエリアを減らすことができる。モジュレータとパターンデータ受信素子との間の相互接続は、アドレス可能アレイに配置されることができる。アドレス可能アレイは、少なくとも1つのワードラインおよび少なくとも1つのビットラインを提供される。このような配置は、必要である接続の数を更に制限することができる。

40

50

## 【0010】

相互接続構造体は、構造一体性を改良するために、基板によって支持されることができる。基板は、複数の半導体回路素子が規定される半導体基板であることができる。

## 【0011】

いくつかの実施形態において、相互接続構造体の最上層は、導電層である。導電性の最上層は、隣接したモジュレータ間の漏話(cross-talk)を予防する目的に役に立つシールドを規定することができる。最上層は、グラウンド電位であるように配置されることができる。このような場合、第2の電極が最上層に接続されることができるのに対して、第1の電極はパターンデータ受信素子との接続のために配置されることができる。

## 【0012】

いくつかの実施形態において、相互接続構造体は、CMOS構造である。

## 【0013】

いくつかの実施形態において、パターンデータ受信素子は変調デバイスの部分であり、パターンデータ受信素子は光信号を対応する電気信号に変換するための光感応素子である。光感応素子は、相互接続構造体の上部に提供されるGeダイオードであることができる。

## 【0014】

更に本発明は、複数のビームレットを使用してターゲットの表面上にパターンを転送する荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムに関する。そのシステムは、複数のビームレットを生成するためのビーム発生器と、パターンデータに従って複数のビームレットを偏向させるための上述の変調デバイスと、パターン化されたビームレットを形成するために偏向されたビームレットを選択的に遮断するためのビームレットストップアレイと、ターゲット表面上へパターン化されたビームレットを投影するためのプロジェクションシステムとを具備する。いくつかの実施形態において、このようなリソグラフィシステムは、ビームレットストップアレイの単一の開口を介して一群のビームレットの通過を可能にするために配置される。加えて、ブロッキングポジションがビームレットストップアレイの単一の開口の周辺に実質的に均一に広がるように、変調デバイスの対応するデフレクタはビームレットアレイ上のブロッキングポジションの方へとビームレットを偏向させるために配置されることができる。単一の開口の周辺に実質的に均一に広がるようにブロッキングポジションの方へ偏向されるビームレットを向けることは、単一の開口の周辺を囲んでいる領域のビームストップアレイの表面の比較的均一な劣化を可能にする。その結果、ビームレットストップアレイのライフタイムは、増加することができる。

## 【0015】

本発明は、変調デバイスを製造する方法にさらに関する。この方法は、相互接続構造体を備えているボディを提供することであって、1つ以上のパターンデータ受信素子にモジュレータの接続を可能にするための相互接続構造体内で異なるレベルで複数のモジュレータおよび相互接続を提供され、モジュレータは、第1の電極および第2の電極を備え、第1の電極および第2の電極のうち少なくとも1つは、相互接続構造体の第1のレベルで形成される第1の導体素子および相互接続構造体の第2のレベルで形成される第2の導体素子を備え、第1および第2の導体素子は互いに電氣的に接続されており、複数のモジュレータのうちモジュレータの第1の電極および第2の電極が開口を横切る電界を生成するために開口の対向側面に位置づけられよう、ボディを介して延びている開口を形成する。

## 【0016】

開口の形成は、第1のレジスト層を堆積させることと、第1のレジスト層の上に絶縁層を堆積させることと、第1のレジスト層の上に第2のレジスト層を堆積させることと、第2のレジスト層が開口が形成される位置の上部にて除去されることができるように、パターンに従って第2のレジスト層を露光し、およびパターンに従って選択的に第2のレジスト層を除去することと、第1のエッチマスクとして第2のレジスト層を使用して絶縁層にエッチングすることと、第2のエッチマスクとしてエッチングされた絶縁層を使用して第

10

20

30

40

50

1のレジスト層をエッチングすることと、開口を形成するために、第3のエッチマスクとしてエッチングされた第1のレジスト層を使用してボディにエッチングすることを含む。

【0017】

いくつかの実施形態において、開口を形成することは、第1の電極の表面、第2の電極の表面、および、電極の中の1つの導体素子を接続するために使用するバイアのうちの少なくとも1つを曝すために絶縁体の化学的に選択的なエッチングを含む。開口内で電極表面を曝すことによって、通過する荷電粒子ビームレット上のそれぞれの電極の影響は、改善される。化学的に選択的なエッチングは、ウェットエッチングを含むことができる。

【0018】

いくつかの実施形態において、提供されたボディは、相互接続構造体を支持するための基板を更に備える。そのような場合、開口の形成の実施形態は、基板の孔にエッチングする工程を備えることができる。基板の孔をエッチングを行うために適切な手順フローは、ボッシュプロセス (Bosch process) を使用する異方性エッチングを含むことができる。

【0019】

いくつかの実施形態において、パターンデータ受信素子は、光信号を電気信号に変換するためのダイオードであり、方法は更に、相互接続構造体上へダイオード材料のプレートを接合することと、所定の位置でダイオードを得るためにプレートをパターン化することとを具備する。プレートは、ゲルマニウム (Germanium: Ge) を備えることができる。それで形成されたダイオードは、Geダイオードである。Geダイオードは、特に、高速作動を必要とするアプリケーションに役立つことができる。その理由は、Geダイオードの反応時間が比較的急速であるからである。

【0020】

本発明の様々な態様は、以下の図面にて図示した実施例を参照して更に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明の実施形態において使用されうるマスクのないリソグラフィシステムを概略的に示す。

【図2】図2は、図1のリソグラフィシステムのビームレットブランカーアレイの実施形態のオペレーションを概略的に示す。

【図3A】図3Aおよび図3Bは、ビームレットブランカーアレイ内の電極の異なる配置の上面図を概略的に示す。

【図3B】図3Aおよび図3Bは、ビームレットブランカーアレイ内の電極の異なる配置の上面図を概略的に示す。

【図4】図4は、ビームレットブランカーアレイ内の電極の他の実施形態の上面図を概略的に示す。

【図5】図5は、本発明の実施形態に係るビームレットブランカーアレイにて使用されうるコンポーネントの局所配置 (topographic arrangement) の上面図を概略的に示す。

【図6】図6は、本発明の実施形態において使用されうるワードライン (word lines) およびビットライン (bit lines) のアドレス可能アレイ (addressable array) を有する局所配置の上面図を概略的に示す。

【図7】図7は、本発明の実施形態に係るビームレットブランカーアレイの断面図を概略的に示す。

【図8A】図8A - 8Fは、図7のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断面図を概略的に示す。

【図8B】図8A - 8Fは、図7のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断面図を概略的に示す。

【図8C】図8A - 8Fは、図7のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断

10

20

30

40

50

面図を概略的に示す。

【図 8 D】図 8 A - 8 F は、図 7 のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断面図を概略的に示す。

【図 8 E】図 8 A - 8 F は、図 7 のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断面図を概略的に示す。

【図 8 F】図 8 A - 8 F は、図 7 のビームレットブランカーアレイの部分の製造工程の断面図を概略的に示す。

【図 9 A】図 9 A - 9 B は、図 7 のブランカー配置の製造の更なる工程の断面図を概略的に示す。

【図 9 B】図 9 A - 9 B は、図 7 のブランカー配置の製造の更なる工程の断面図を概略的に示す。

【図 1 0】図 1 0 は、シールドを含んでいるブランカー配置の断面図を概略的に示す。

【図 1 1】図 1 1 は、シールドを含んでいる他のブランカー配置の断面図を概略的に示す。

【図 1 2】図 1 2 は、ビームプロテクタで組立てられるブランカー配置の実施形態の断面図を概略的に示す。

【図 1 3】図 1 3 は、ビームプロテクタで組立てられるブランカー配置の別の実施形態の断面図を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下は本発明の種々の実施形態の説明であり、それは、単に例示の方法にて図に関して与えられるものである。図は、一定の比率で描画されなくとも、単に説明の便宜上の目的とされるものである。

【 0 0 2 3 】

本出願の文脈において用いられているように、文言「相互接続構造体」は、例えば、 $0.25\ \mu\text{m}$ 以下の限界寸法(critical dimensions)を有する集積回路に対して一般的に適用される構造を指すものである。それは、通常、4レベルから10レベルまでの接続レベルを備える。個々のレベルは、垂直接続(ビア(vias)とも称する)を使用して、相互に相互接続される。1つ以上のビアに対応する部分を備えるのと同様に、相互接続は後述するように、1つ以上の接続レベル内に存在する部分を備えることができる。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステム 1 の実施形態の簡略図面を示す。このようなリソグラフィシステムは、例えば、米国特許第 6,897,458 号および 6,958,804 号および 7,084,414 号および 7,129,502 号に記載されている。それらは、本出願の出願人に譲渡され、それら全体として参照によってここに組み込まれたものとする。

【 0 0 2 5 】

このようなリソグラフィシステム 1 は、複数のビームレットを生成するビームレット発生器と、変調されたビームレットを形成するためにビームレットをパターン化するビームレットモジュレータと、ターゲットの表面上へ変調されたビームレットを投影するためのビームレットプロジェクタと、を適切に備えている。

【 0 0 2 6 】

ビームレット発生器は、源(ソース)および少なくとも1つのビームスプリッタを一般的に備える。図 1 の源は、実質的に均一な、拡大している電子ビーム 4 を生じるために配置される電子源 3 である。電子ビーム 4 のビームエネルギーは、好ましくは約  $1 \sim 10\ \text{keV}$  の範囲で比較的 low に保たれる。これを達成するために、加速電圧は、好ましくは低く、および、電子源 3 はグラウンド電位でのターゲットに対して約  $-1 \sim -10\ \text{kV}$  の間の電圧に保たれることができる。しかし他の設定は、また、使用されることができる。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

図1において、電子源3からの電子ビーム4は、電子ビーム4を平行にするためのコリメータレンズ5を通過する。コリメータレンズ5は、平行光学システムの何らかのタイプでありえる。平行の前に、電子ビーム4は、二重の八重極(double octopole)(図示せず)を通過することができる。その後、電子ビーム4は、ビームスプリッタに、図1の実施形態においては開口アレイ6に当たる。開口アレイ6は、好ましくは、スルーホールを有するプレートを備えている。開口アレイ6は、ビーム4の部分ブロックするように配置される。加えて、アレイ6は、複数の平行な電子ビームレット7を生じるように、複数のビームレット7の通過を可能とする。

#### 【0028】

多少のビームレットが生成されることがもちろん可能性であるが、図1のリソグラフィシステム1は、多数のビームレット7、好ましくは約10,000~1,000,000のビームレットを生成する。他の周知の方法は、また、平行にされたビームレットを生成するために使用されることができるところに留意すべきである。第2の開口アレイは、電子ビーム4からサブビームを生成し、およびサブビームから電子ビームレット7を生成するために、システムに追加されることができるところ。これは、更なる下流にてサブビームの操作を可能にし、特にシステムのビームレットの数が5,000以上であるときに、システムオペレーションのために有益であるとわかる。

#### 【0029】

ビームレットモジュレータは、変調システム8として図1に示され、それは、一般的に、複数のブランカーの配置を備えているビームレットブランカーアレイ9、およびビームレットストップアレイ10を備える。ブランカーは、電子ビームレット7の1つ以上を偏向することが可能である。本発明の実施形態では、ブランカーは、より詳しくは、第1の電極、第2の電極および開口を提供される静電デフレクタである。電極は、従って、開口を横切る電界を生成するための開口の対向する側面に位置づけられる。通常、第2の電極は、接地電極、すなわちグラウンド電位に接続される電極である。

#### 【0030】

ブランカーアレイ9の平面内で電子ビームレット7の焦点を合わせるために、リソグラフィシステムは、コンデンサーレンズアレイ(図示せず)を更に備えることができる。

#### 【0031】

図1の実施形態において、ビームレットストップアレイ10は、ビームレットの通過を可能にするための開口のアレイを備える。ビームレットストップアレイ10は、その基本の形態において、スルーホール(他の形状がまた、使用されることができるとも一般的に丸い孔)を提供される基板を備える。いくつかの実施形態において、ビームレットストップアレイ10の基板は、スルーホールの一様に間隔を置かれたアレイを有するシリコンウエハから形成される。そしてそれは、表面チャージングを回避するために金属の表面層で被覆される。いくつかの更なる実施形態において、金属は、自然酸化膜を形成しないタイプ、例えばCrMoである。

#### 【0032】

ビームレットブランカーアレイ9およびビームレットストップアレイ10は、共に、ビームレット7をブロックまたは通過させるように動作する。いくつかの実施形態において、ビームレットストップアレイ10の開口は、ビームレットブランカーアレイ9の静電デフレクタの開口と位置合わせされる。ビームレットブランカーアレイ9がビームレットを偏向させる場合、それはビームレットストップアレイ10の対応する開口を通過しない。代わりに、ビームレットは、ビームレットブロックアレイ10の基板によって遮断(ブロック)される。ビームレットブランカーアレイ9がビームレットを偏向させない場合、ビームレットはビームレットストップアレイ10の対応する開口を通過する。いくつかの別の実施形態において、ブランカーアレイ9のデフレクタによるビームレットの偏向は、ビームレットストップアレイ10の対応する開口を介したビームレットの通過をもたらす、一方、非偏向はビームレットストップアレイ10の基板による妨害をもたらすように、ビームレットブランカーアレイ9とビームレットストップアレイ10との間の協調がなされ

10

20

30

40

50

る。

#### 【0033】

変調システム8は、コントロールユニット60によって提供される入力に基づいて、パターンをビームレット7に加えるように配置される。コントロールユニット60は、データ記憶ユニット61、読出しユニット62およびデータコンバータ63を備えることができる。コントロールユニット60は、システムの置かれている場所から離れて、例えば、クリーンルームの内側部分の外に位置づけられることができる。光ファイバ64を使用して、パターンデータを保持している変調される光ビーム14は、リソグラフィシステム1の電子光学部分(概略的に点線ボックスおよび参照番号18によって示される)内へとファイバアレイ(概略的に、プレート15として記載される)内のファイバの端部から光を

10

#### 【0034】

図1の実施形態において、変調される光ビームは、ビームレットブランカーアレイ9に投影される。より詳しくは、光学ファイバ端部から変調される光ビーム14は、ビームレットブランカーアレイ9に位置づけられる対応する光感応素子に投影される。光感応素子は、光信号を異なるタイプの信号、例えば電気信号に変換するために配置されることができる。変調される光ビーム14は、対応する光感応素子に接続する1つ以上のブランカーを制御するためのパターンデータの部分を伝える。適切に、対応する光感応素子上へ光ビーム14を投影するために、プロジェクタ65のような光学素子は、使用されることができる。加えて、適切な入射角で光ビーム14の投影を可能にするために、ミラーは、含ま

20

#### 【0035】

プロジェクタ65は、コントロールユニット60のコントロール下で、プロジェクタ位置決め装置17によってプレート15と適切に位置合わせされることができる。結果として、プロジェクタ65とビームレットブランカーアレイ9内の光感応素子との間の距離は、同様に変えることができる。

#### 【0036】

いくつかの実施形態において、光ビームは、少なくとも部分的に、光導波管によってプレートから光感応素子の方へ転送されることができる。光導波管は、光感応素子に非常に近づいた位置に、適切にはセンチメートルより短く、好ましくは1ミリメートルのオーダーで離れて、光を案内することができる。光導波管と対応する光感応素子との間の短い距離は、光損失を減らす。他方、荷電粒子ビームレットによって占められる空間から離れて位置づけられるプレート15およびプロジェクタ65の使用は、ビームレットの外乱が最小化され、かつビームレットブランカーアレイ9の組立が複雑でないという効果がある。

30

#### 【0037】

ビームレットプロジェクタによってターゲット24のターゲット表面13上への点(スポット)として、ビームレットモジュレータから出てくる変調されるビームレットは投影される。ビームレットプロジェクタは、一般的には、ターゲット表面13に渡って変調されるビームレットを走査するためのスキャンデフレクタと、変調されるビームレットを

40

#### 【0038】

このような端部モジュールは、好ましくは、挿入可能な、入れ替え可能なユニットとして構成される。端部モジュールは、それでデフレクタアレイ11および投影レンズ配置(projection lens arrangement)12を備えることができる。挿入可能な、入れ替え可能なユニットは、また、ビームレットモジュレータに関して上記のようにビームレットストップアレイ10を含むことができる。端部モジュールから離れた後に、ビームレット7は、ターゲット板に配置されるターゲット表面13に当たる。リソグラフィアプリケーションに対して、ターゲットは、通常、荷電粒子感応層またはレ

50

ジスト層を提供されたウェーハを備える。

【0039】

デフレクタアレイ11は、ビームレットにストップアレイ10を通過した各々のビームレット7を偏向させるために配置されるスキャンデフレクタアレイの形をとることができる。デフレクタアレイ11は、比較的低い駆動電圧の適用を有効にする複数の静電デフレクタを備えることができる。デフレクタアレイ11が投影レンズ配置12の上流に記載されるけれども、デフレクタアレイ11はまた、投影レンズ配置12とターゲット表面13との間に位置することができる。

【0040】

デフレクタアレイ11による偏向の前か後に、投影レンズ配置12は、ビームレット7の焦点を合わせるように配置される。望ましくは、焦点合せは、直径約10~30ナノメートルの幾何学的なスポットサイズに帰結する。このような好ましい実施態様において、投影レンズ配置12は、約100~500倍の縮小を、最も好ましくはできるだけ大きな範囲として、例えば300~500倍の縮小を提供するように、好ましくは配置される。この好ましい実施形態において、投影レンズ配置12は、ターゲット表面13の近くに有利に位置づけられることができる。

10

【0041】

いくつかの実施形態において、ビームプロテクタ(図示せず)は、ターゲット表面13と投影レンズ配置12との間に位置づけられることができる。ビームプロテクタは、複数の適切に配置された開口を提供される箔(フォイル: foil)またはプレートであることができる。それらがリソグラフィシステム1の感応素子のいずれかに達することができる前に、ビームプロテクタはリリースされたレジストパーティクルを吸収するために配置される。

20

【0042】

投影レンズ配置12は、それで、ターゲット表面13上の単一の画素(ピクセル)のスポットサイズが正しいことを確実にすることができ、一方、デフレクタアレイ11は適切なスキャンオペレーションによってターゲット表面13上の画素の位置がマイクロスケール上で正しいことを確実にすることができる。特に、デフレクタアレイ11のオペレーションは、画素がターゲット表面13上のパターンを最後に構成する画素のグリッドに適合するようになされる。ターゲット表面13上の画素のマクロスケールの位置決めは、ターゲット24の下にあるウェーハ位置決めシステムによって適切に使用可能であると理解される。

30

【0043】

一般に、ターゲット表面13は、基板の上にレジスト膜を備える。レジスト膜の部分は、荷電粒子、すなわち電子のビームレットの適用によって、化学的に修正される。その結果として、フィルムの照射を受けた部分は、現像液内で多かれ少なかれ可溶性であり、そして、ウェーハ上のレジストパターンに結果としてなる。ウェーハ上のレジストパターンは、すなわち、半導体製造の技術として知られているように、実装、エッチング、および/または、堆積工程によって、下位層にその後転写されることができる。明らかに、照射が均一でない場合、レジストは均一な方法で現像されることができない。そして、パターンにおけるミスに至る。高品質の投影は、それゆえに、再現可能な結果を提供するリソグラフィシステムを得ることと関連する。照射の違いが偏向工程から生じるべきでない。

40

【0044】

図2は、図1のリソグラフィシステムのビームレットブランカーアレイ9の実施形態のオペレーションを概略的に示す。特に、図2は、ビームレットブランカーアレイ9およびビームレットストップアレイ10を備えているビームレットモジュレータの部分の断面図を概略的に示す。ビームレットブランカーアレイ9は、複数の開口35を提供される。リファレンスの目的のために、ターゲット24は、また、示された。図は、一定の比率で描画されていない。

【0045】

50

ビームレットモジュレータの示された部分は、3つのビームレット7a、7bおよび7cを変調させるために配置される。ビームレット7a、7b、7cは、単一の源から生じるビームから、または単一のサブビームから生成されることができ、ビームレットの単一のグループの一部を形成することができる。図2のビームレットモジュレータは、各々のグループに対する収束（convergence）Pの共有点の方へ、ビームレットのグループを集束するために配置される。収束Pのこの共有点は、ビームレットのグループに対して光軸Oに、好ましくは位置づけられる。

【0046】

図2に示されたビームレット7a、7b、7cを考慮すると、ビームレット7a、7cは、ビームレットと光軸Oとの間で広がっている入射角を有する。ビームレット7bの方向は、光軸と実質的に平行である。ビームレットストップアレイ10の基板によって、偏向されたビームレットの遮断（ブロッキング）を確立するビームレット偏向の方向は、各々のビームレットに対して異なることができる。ビームレット7aは、左方向、すなわち、図2の破線7a-によって示される「-」方向への偏向によって遮断される。一方、ビームレット7b、7cは、右方向へ、すなわち、それぞれのビームレットの遮断が確立されるように「+」方向へ偏向される。これらの遮断方向は、それぞれ破線7b+および7c+によって示される。偏向方向の選択が任意とはできない点に注意する。例えば、ビームレット7aに対して、破線7a+は、ビームレット7aの右の方への偏向がビームレットストップアレイ10を介して通過する結果となることを示す。それゆえに、ライン7a+に沿ったビームレット7aの偏向は、不適當である。一方、破線7b-によって示される左の方へのビームレット7bの偏向は、オプションである。

【0047】

図3Aは、ビームレットブランカーアレイの中での電極の配置の上面図を概略的に示し、ビームレットブランカーアレイは収束の共有点の方へとビームレットのグループを集めるように配置される。この実施形態において、ビームレットブランカーは、静電モジュレータ30という形をとり、各々のモジュレータ30は、第1の電極32と、第2の電極34と、ビームレットブランカーアレイのボディを介して延びている開口35とを備えている。電極32、34は、開口35を横切る電界を生成するために開口35の対向側面に位置づけられる。個々のモジュレータ30は、中央に位置づけられた光軸Oを中心に、放射配置を形成する。図3Aに図示した実施形態において、両方の電極32、34は、凹形を有し、それは、電極32、34の形が円筒状開口35に一致するように成型される。この円筒状開口形状は、特定の光学収差（optical aberrations）、例えば非点収差（astigmatism）の導入を予防することにそれ自体適している。

【0048】

この実施形態において、偏るときに、ビームレットが光軸上の収束のポイントに収束するラインに沿って、まだ方向付けられるように、個々のモジュレータ30の電極32、34は回転される。光軸から延びている半径方向の線に沿ったこの偏向は、他のビームレットの外乱および/またはビームレットストップアレイ10を介して偏向されるビームレットの何らかの望まれない通過を予防するために有益なことがわかる。特に、ビームレット間の、更に、ビームレットのグループ間の横方向の距離がビームレットブランカーアレイ9とビームレットストップアレイ10との間の垂直距離と比較して短い場合、このような外乱および/または望まれていない通過は重要なこととなりうる。図3Aが光軸Oの近くでモジュレータ30のない領域を示唆するけれども、それはこの実施形態の必須の形態ではない。

【0049】

図3Bは、ビームレットブランカーアレイ内の他の電極の配置を示し、そこにおいて、ビームレットブランカーアレイは、収束の共有点の方へビームレットのグループを集めるよう配置されている。この配置において、個々のモジュレータ30は、中央に位置づけられた光軸Oを中心に、放射配置を再び形成する。しかしながら、個々のモジュレータ30は、光軸を中心に同心円に配置されていないが、互いに実質的に垂直な方向を有する列お

よび行によって形成されるアレイにて配置される。同時に、個々のモジュレータ 30 の電極 32、34 は、それらが光軸 O から延びている半径方向の線に沿ってビームレットを偏向させることができるような方向を有する。

【0050】

特に、図 3 A および 3 B に示すような電極配置を通過するビームレットが図 2 に示すようなビームレットストップアレイ内の単一の開口の方へと向けられるように配置される (arranged) ときに、偏向方向は好ましくは、ビームレットストップアレイによってブロックされるビームレットがそれぞれのビームストップ開口の周囲に実質的に均一に広められるビームレットストップアレイ上のブロッキングポジションに向けられる。ビームレットのグループの中でビームレットのブロッキングポジションを均一に広げることによって、荷電粒子の衝突によるビームストップアレイの劣化は、できる限り均一に広げられる。

10

【0051】

図 4 は、ビームレットブランカーアレイ内の電極のさらに他の実施形態の上面図を概略的に示す。この実施形態において、電極 32、34 は、再度、開口 35 周辺に位置されている。しかし、いくつかのモジュレータ 30 の第 2 の電極 34 は単一の細片 (strip) の中に組み込まれる。モジュレータ 30 は、列を成して (in rows) 配置される。分離ゾーン (isolation zone) 39 は、モジュレータ 30 の第一の行 (row) 37 とモジュレータ 30 の第 2 の行 38 との間で適切に存在している。分離ゾーン 39 は、望まれない放電を予防するように設計されている。

20

【0052】

多くのアプリケーションにおいて、第 2 の電極 34 のポテンシャルは、グラウンド電位 (すなわち 0 V) に置かれる。しかしながら、いくつかのモジュレータ 30 の第 2 の電極 34 によって共有されるポテンシャルは、また、異なるポテンシャル、例えば約 1 kV または約 -1 kV の基準電圧にセットされることができる。

【0053】

図 5 は、本発明の実施形態に係るビームレットブランカーアレイ 9 において使用されることができるコンポーネントの局所配置の上面図を概略的に示す。ビームレットブランカーアレイは、ビームエリア 51 および非ビームエリア 52 に分けられる。ビームエリア 51 は、ビームレットを受信および変調させるために配置される領域を表す。非ビームエリア 52 は、ビームエリア 51 内のコンポーネントを支持するために必要なコンポーネントの領域を提供するように配置される領域である。

30

【0054】

ビームエリア 51 内にあるコンポーネントは、モジュレータ 30 を含む。図 2 - 4 に関して議論されるように、モジュレータ 30 は静電デフレクタの形をとることができる。

【0055】

非ビームエリア 52 内のコンポーネントは、例えば、図 1 に関して議論されるような方法で、変調された光信号を受信するために配置される光感応素子 40 を含むことができる。光感応素子 40 の適切な実施例は、フォトダイオードおよびフォトランジスタを含むが、これに限定されるものではない。図 5 に図示した実施形態の非ビームエリアは、デマルチプレクサ (demultiplexers: 多重分離装置) 41 を更に含む。光感応素子 40 によって受け取られる光信号は、複数のモジュレータ 30 に対する情報を含む多重化信号 (multiplexed signals) であることができる。それゆえに、光感応素子 40 による光信号の受信の後、光信号は、信号が非多重化されるデマルチプレクサ 41 に転送される。多重分離の後、非多重化された信号は、専用の電氣的接続 42 を介して正しいモジュレータ 30 に送り届けられる。

40

【0056】

多重化された光信号の使用、並びに、光感応素子 40 およびデマルチプレクサ 41 の配置の結果として、光感応素子 40 の数は、モジュレータ 30 の数より少ない。限定された数の光感応素子 40 を有することは、非ビームエリア 52 のディメンションの縮小を有効

50

にする。ビームエリア 5 1 は、従って、ブランカーアレイの単位面積あたりのモジュレータ 3 0 の数を増加させるために、共により密接に配置されることができる。非多重化された実施形態と比較して、モジュレータの同数が使用される場合、ビームレットブランカーアレイのレイアウトは、それによりコンパクトなりうる。ブランカーアレイのディメンションが実質的に同じだけ残る場合、より多くのモジュレータは使用されることができる。別法として、非ビームエリア 5 2 のサイズを減少させる代わりに、多重化された実施形態の使用は、より大きな光受光面積を有する光感应素子 4 0 の使用を可能にすることができる。光感应素子 4 0 あたりのより大きな光受光面積の使用は、正しい光感应素子 4 0 の方へ光信号を向けるために必要な光学部品の複雑さを減らし、およびより丈夫な受光構造を形成する。

10

**【 0 0 5 7 】**

モジュレータ 3 0 は、図 6 に示すようにワードライン 8 0 およびビットライン 9 0 を介してアドレス指定を可能にするために、列および行 ( r o w s ) に適切に配置されることができる。このようなアレイに関するアドレス指定は、デマルチプレクサ 4 1 からモジュレータ 3 0 へと延びている接続の数を減らす。例えば、図 6 では、1 0 本の接続ラインだけが表されるが、一方、2 5 個のモジュレータ 3 0 に対処するためには個々のアドレス指定は 2 5 本の接続ラインという結果となる。接続ラインのこのような減少は、ビームレットブランカーアレイ 9 の信頼性を改善する。なぜならデマルチプレクサ 4 1 とモジュレータ 3 0 との間の故障接続による不良の影響を受けにくくなるからである。さらにまた、このようなアレイに関するアドレス指定の配置にされる場合、接続はより少ない空間占有となりうる。

20

**【 0 0 5 8 】**

図 5 の実施形態が光感应素子 4 0 あたりの 4 つのデフレクタ 3 0 を示すのに対して、図 6 は光感应素子 4 0 あたり 2 5 個のデフレクタ 3 0 を示し、デフレクタ 3 0 と光感应素子 4 0 との間の比率は、1 0 0 またはより多く、例えば 2 5 0 まで、増加することができることを示す。ビームレットブランカーアレイ 9 の堅固性および信頼性がかなり改善されるという点で、デマルチプレクサ 4 1 と対応するモジュレータ 3 0 との間の接続の減少の効果は、従って重要になる。

**【 0 0 5 9 】**

適切に、デマルチプレクサ 4 1 は、それぞれのモジュレータ 3 0 との接続を短くするために、ビームエリア 5 1 の方へ移動されることができる。光感应素子 4 0 とデフレクタ 3 0 との間の距離が比較的長いときに、例えば 1 0 0 マイクロメートル以上のオーダーのときに、これは特に役立つ。

30

**【 0 0 6 0 】**

モジュレータ 3 0 が完全な偏向周期の間に通過するビームレットを偏向させることを確実にするために、ビームエリア 5 1 は、それぞれのモジュレータ 3 0 に接続される記憶素子 9 5 を更にも含むことができる。それは、所定の時間周期に対してそれぞれのモジュレータ 3 0 のために費やされる制御信号を一時的に格納するためのものである。所定の時間周期は、制御信号がこのような全体の偏向周期に利用できることを確実にするために、完全な偏向周期と一致、または、より長くすることができる。この配置は、制御信号時間についての伝送から独立している偏向工程を可能にする。さらにまた、制御信号の伝送はそれで順次されることができるのに、ビームレットの偏向は同時に実行される。

40

**【 0 0 6 1 】**

図 7 は、本発明の一実施形態に係るビームレットブランカーアレイまたは変調デバイスの一部の断面図を概略的に示す。示されないにもかかわらず、ブランカーアレイが 2 ディメンション ( 図 7 のページの中、およびページから外の方 ) において、例えば、図 5 に概略的に示されるように、ビームエリアおよび非ビームエリアのビームレットブランカーアレイの分割に従って、広がると理解される。

**【 0 0 6 2 】**

アレイ 9 は、相互接続構造体 1 0 0 を備えているボディを具備する。相互接続構造体 1

50

00は、複数のモジュレータを提供される。相互接続構造体100は、1つ以上のパターンデータを受信素子(例えば図5および6に示される光感応素子40)にモジュレータの接続を可能にする異なる接続レベルを提供する。モジュレータとパターンデータ受信素子との間の接続は「相互接続(interconnect)」と呼ばれる。

#### 【0063】

各モジュレータは、第1の電極132、第2の電極134、およびボディを介して延びている開口135を備えている。電極132、134は、開口135を横切る電界を生成するために開口135の対向側面に位置づけられる。電極132、134は相互接続構造体100の異なるレベルで導体素子110によって形成される。ここで、導体素子110は1つ以上のバイア120によって互いに接続される。

10

#### 【0064】

相互接続構造体100は、ビームレットブランカーアレイの構造一体性(structural integrity)を強化するための基板101、例えばシリコン基板によって支持されることができる。バイア120によって接続される異なるレベルの導体素子110によって形成される電極132、134の使用は、優位である。すなわちそれは、ビームレットブランカーアレイが周知の半導体技術、例えばCMOS技術で使用される技術によって製造できることである。ここでCMOSは相補型MOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)を表す。さらにまた、多重レベルの導体素子110の使用は、前に記載されている異なるレベルの光感応素子のようなパターンデータ受信素子にモジュレータの接続を可能にする。例えば、図6で示す配置で、ワードラインは、ビットラインより、相互接続構造体内で異なるレベルで電極に接続することができる。従って、ビームレットブランカーアレイの単位面積あたりの接続ラインの密度は改善されることができ、それは、全ての接続が同じレベル内で位置づけられることになっている場合の可能性より、より近いピッチにモジュレータを配置する機会を提供する。

20

#### 【0065】

ボディの最上層140は、シールドを規定するために使用されることができる。シールドは、第2の電極134と同じポテンシャルにセットされることができる。そして、それは、接地電極として働きうる。シールドは、隣接したモジュレータ間の漏話(crosstalk)を予防する目的に役立つ。

30

#### 【0066】

上記したように、相互接続構造体100は、0.25 $\mu$ m以下の限界寸法を有する集積回路のために一般的に適用される技術を使用することができる。これらの技術のいくつかにおいて、例えばCMOSにおいて、構造は、通常、相互接続目的のために4-10レベルを備える。個々のレベルは、垂直相互接続エリアまたはバイアを使用して、相互に相互接続される。個々のレベルの層の厚さは、一般的に、約1 $\mu$ mである。本発明の実施形態において使用されることができる相互接続構造体のタイプとして、相互接続構造体は、いわゆる二重(デュアル)ダマシン技術を使用してなされる銅(Cu)レベルおよびCuバイアを備える。使用されることができる相互接続構造体の他のタイプとして、相互接続構造体は、アルミニウム(Al)レベルおよびタングステン(W)バイアを備える。使用されている材料は、合金元素(alloying elements)によって最適化されることができる。

40

#### 【0067】

加えて、当業者にとって公知であるように、バリアー層は使用されることができる。このようなバリアー層は、Cuが相互接続構造体において使用されるケースに、特に役立つ。Cuは、非常に容易に移動する傾向があって、構造を汚染しうる。Alは、露出したAl表面上の自然酸化物の形成によって、移動の影響を受けにくい。しかしながら、このネイティブ酸化物層の厚さは通常、薄く、および、バリアー層は相互接続構造体のパフォーマンスを改良するために使用されることができる。バリアー層は、TiN、Ta<sub>2</sub>NおよびTiWからなる材料のグループから選ばれる材料を備えることができる。所望の機能性

50

を得るために、相互接続構造体内のレベルの各々は、一般的にそれ自身の異なるパターンを有する。相互接続構造体の上部は、相互接続構造体を水分およびコンタミネーションから保護するために、パッシベーション層によってカバーされることができる。相互接続構造体の電気的なコンタクトに外側素子を提供するための結合パッドは、最も上部の金属化レベル (metalization level) において、またはパッシベーション層の上にさえ規定されることができる。結合パッドは、ワイヤーボンディングまたは半田バンピングに適していることができる。さらにまた、相互接続構造体の頂部側は、荷電粒子、例えば電子のローカルチャージングおよび吸引を回避するために、金属化表面 (metalized surface) を適切に提供されることができる。

【0068】

10

図7に示される方向にて意味することができるが、荷電粒子ビームレットが上方と同様に下方への開口135を通過することができる点に注意する。アレイ9の実際の方向は、荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムの他のコンポーネントによってもたらされる利用可能空間および他の制約に依存せらる。

【0069】

図8A - 8Fは、図7のビームレットブランカーアレイ9の製造の工程の断面図を概略的に示す。

【0070】

図8Aは、製造の第1の段階を示す。第1の段階は、相互接続構造体100を備えているボディを提供することを含む。相互接続構造体は、レベル136、137のスタックを規定している層のスタックを備えている。各々のレベルは、1つ以上の層を含むことができる。このような層内の構造間に接続を作るために使用される層は、金属化レベル136の部分であるように、規定される。スタック内の異なる層間の接続を可能にするために配列される層は、バイアレベル137の部分であるように、規定される。相互接続構造体100は、相互接続構造体内の異なるレベルで複数のモジュレータおよび相互接続を提供される。相互接続は、1つ以上のパターンデータ受信素子、例えば図5に関して議論された光感応素子40にモジュレータの接続を可能にする。

20

【0071】

ボディは、構造一体性を改良することのために、および更なる電氣的スイッチングと接続能力を提供するために、一般に支持基板101を含む。このために、トランジスタ、ダイオードおよびコンデンサのような能動素子は、基板101の中で適切に規定されることができる。基板101は、一般的には、シリコン、若しくはシリコン-オン-インシュレータ、またはSiGeのような他の修正されたシリコン基板を備えている。

30

【0072】

相互接続構造体に対向する基板表面は、基板101内への拡散を予防するための誘電層105によってカバーされることができる。誘電層105は、このような場合、LOCOS (Local oxidation of Silicon) 若しくはSTI (Shallow trench insulation)、または、他のいかなる当業者にとって適切な公知技術をも提供されることができる。

【0073】

40

基板101および任意の熱酸化物層105の上に、マルチレベルの相互接続構造体100は、規定される。相互接続構造体100は、多重層を備え、それは、金属化レベル136がバイアレベル137によって互いに接続されるというような方法で一般的に配置される。異なるレベルにおいて、導電性の構造は、絶縁体145によって囲まれる所定パターンに従って存在する。金属化レベル136内の導電性の構造は、一般的に接続構造体、例えば導線(ワイヤ)という形をとり、一方、バイアレベル137内の導電性の構造は、一般的に、いわゆるコンタクトホールまたはバイアという形をとる。

【0074】

金属化レベル内の導電材料のパターンおよびバイアのポジションおよび数は、少なくとも、相互接続構造体内のいくつかの位置で、形成されるモジュレータの所望のパターンに

50

、一致する。この目的のためには、開口エリア 135 には、金属構造が空いている状態に維持され、絶縁体 145 で満たされる。加えて、導体素子 110 は、1 つ以上の金属化レベル内の開口エリア 135 周辺に円周上に配置されて、およびバイアレベル内のバイア 120 を介して互いに適切に接続される。

【0075】

金属化レベル 136、例えば導体素子 110 において使用される金属は、一般的に、アルミニウム (Al) を備える。加えて、または、あるいは、金属は、銅 (Cu) を備えることができる。バイア 120 のために使用される典型的な材料は、いわゆる二重ダマシシ製造工程において製造される Bismuth (W) または Cu である。一般的に使用されている絶縁体 145 は、二酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ ) を備えている。

10

【0076】

図示はしていないが、相互接続構造体 100 は、構造を保護するためのパッシベーション層によって、適切にカバーされることができる。荷電粒子リソグラフィのためのアプリケーションにて使用するために、このようなパッシベーション層は、システム内のいかなる望まれていない電荷の蓄積をも回避するために、導電コーティングによって好ましくはカバーされる。

【0077】

ボディは、周知の半導体プロセス技術、例えば CMOS チップを生産する技術を使用して製造されることができる。ビームレットブランカーアレイの基本構造ブロックを提供する周知の半導体プロセス技術の活用は、製造の費用を非常に減らす。さらにまた、このよ

20

【0078】

うなボディの使用は、後述する製造のプロセスによって製造されるビームレットブランカーアレイの信頼性を改善する。

ボディを提供した後に、相互接続構造体 100 は、3 枚の層、すなわち第 1 のレジスト層 151、絶縁層 153 および第 2 のレジスト層 155 によってカバーされることができる。この工程の後の結果は、図 8B に示される。

【0079】

第 1 のレジスト層 151 は、一般的にフォトリソレジスト層である。第 2 のレジスト層 155 は、一般的に電子ビームレジスト層である。絶縁層 153 は、一般的に  $\text{SiO}_2$  を備えている。レジスト層 151、155 は、スピニングによって堆積することができる。絶縁層 153 は、スパッタリングによって堆積することができる。

30

【0080】

第 2 のレジスト層 155 は、それでパターンに従って露光され、そして図 8C に示される構造を得るためにその後現像される。パターンに従った部分的な露光は電子ビームパターンジェネレータでされることができる。ここで、第 2 のレジスト層 155 は電子ビームレジストを備える。あるいは、第 2 のレジスト層 155 がフォトリソレジストである場合に備えて、当業者によって理解されるように、パターンによる露光はマスクと結合して適切な光源で実行されることができる。

【0081】

パターン化された第 2 のレジスト層 155 は、ここで絶縁層 153 のためのエッチマスクとして使用される。エッチングされた絶縁層 153 は、それで、第 1 のレジスト層 151 にエッチングするためのエッチマスクとして使用されることができる。エッチングは、適切なプラズマ、例えば弗素プラズマおよび / または酸素プラズマを使用してエッチングする誘導結合型プラズマ (ICP) を含むことができる。第 1 のレジスト層 151 のエッチングの間、第 2 のレジスト層 155 は、消滅されることができる。上で記載されているプロセスステップの結果は、図 8D に概略的に示される。

40

【0082】

次に、第 1 のレジスト層 151 は、絶縁体の除去のためのエッチマスクとして使用される。エッチングは、適切なプラズマ、例えば弗素プラズマにて、ICP エッチングを再び含むことができる。このエッチングステップの結果は、図 8E に示される。

50

## 【 0 0 8 3 】

その後、好ましくは異方性エッチングテクニクを使用することにより、孔 1 6 0 は、基板 1 0 1 内にエッチングされる。適切なエッチングテクニクは、いわゆるボッシュエッチング ( B o s c h - e t c h i n g ) であり、特に、基板はシリコン基板である。ボッシュエッチングは、周期的エッチングによる異方性エッチングおよびプラズマ環境内の堆積ステップの方法であって、およびドイツ特許 D E 4 2 4 1 0 4 5 号および米国特許 5 , 5 0 1 , 8 9 3 号のシリコンのエッチングに関して、より詳細を記載している。G a A s、G e および S i G e のような他の材料は、類似した方法でエッチングされることができる。

## 【 0 0 8 4 】

加えて、化学的に選択的なエッチングテクニクは、絶縁体を除去することによって相互接続構造体 1 0 0 の自由空間を広げるために使用されることができ、一方、金属構造を実質的に完全なままで残すことができる。適切な化学的に選択的なエッチングテクニクは、ウェットエッチングを含む。相互接続構造体 1 0 0 内の自由空間を拡げた結果として、異なる金属化レベルの導体素子 1 1 0 は、バイアレベルのバイア 1 2 0 の 1 つ以上と同様に、曝されうる。上述したエッチングステップの結果は、図 8 F に概略的に示される。

## 【 0 0 8 5 】

金属化レベルの導体素子 1 1 0 の露出は、および、好ましくは 1 つ以上のバイアレベルの少なくとも 1 つのバイア 1 2 0 も、モジュレータの電極 1 3 2、1 3 4 のパフォーマンスを改良する。電極 1 3 2、1 3 4 によって提供される開口 1 3 5 を横切る電界は、より均一であることができる。さらに、使用中に電子ビームレットに対面する絶縁体 1 4 5 の除去は、散乱された荷電粒子例えば電子による使用中のこの材料のチャージングを予防する。ビームレットブランカーアレイの開口内のチャージ蓄積は、時間とともにパフォーマンスを低下させる傾向があり、および、それゆえに、望まれていない。

## 【 0 0 8 6 】

図 8 E に示される構造が絶縁体 1 4 5 の除去が導体素子 1 1 0 の側面を曝すために必要なことを示唆するけれども、これらの側面の 1 つ以上の露出がすでに以前のエッチングステップで達成されることができる。

## 【 0 0 8 7 】

図において示されないけれども、少なくとも、導体素子 1 1 0 の露出表面は、および好ましくは、開口 1 3 5 の内側ボリュームに曝された 1 つ以上のバイア 1 2 0 も、実質的に不活性導電コーティング、例えば実質的に酸化しない材料のコーティングを提供されることができる。このようなコーティングの実施例は、C r M o、A u および P t のコーティングを含むが、これに限定されるものではない。

## 【 0 0 8 8 】

更なる処理段階を記載するために、ビームレットブランカーアレイのより大きい部分の断面図は、図 9 A、9 B に提供される。この場合、断面図は、図 8 A - 8 F に関して議論されたように、3 つの開口 1 3 5 を含む。

## 【 0 0 8 9 】

相互接続構造体 1 0 0 内の自由空間の拡大および基板 1 0 1 の孔 1 6 0 のエッチングに使用した化学的に選択的な工程の後、大きな開口 1 7 0 は、相互接続構造体 1 0 0 から間をおいて配置される側面 ( すなわち「裏面」 ) からエッチングによって半導体基板 1 0 1 内に作られる。このエッチングのために、第 3 レジスト層 1 5 7 は、基板 1 0 1 の裏面に、選択的に堆積される ( 図 9 A を参照 )。第 3 レジスト層 1 5 7 は、それで、図 9 B に示される結果につながるエッチングのためのエッチマスクとして使用される。第 3 レジスト層 1 5 7 のその後の除去は、図 7 に示されるビームレットブランカーアレイ部分につながる。裏面に対するエッチングの使用は、従来技術において当業者にとって公知であるように、ドライエッチング、例えばリアクティブイオンエッチング ( R I E )、またはウェットエッチングでできる。

## 【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

50

開口に導電材料を曝すための絶縁体の化学的に選択的な除去の工程は、半導体基板 101 の 1 つ以上の孔 160 をエッチングした後に必ずしも実行されるというわけではなく、図 9 A , 9 B に関して議論したバックエッチングステップの後でも適用できる点に注意する。

【 0 0 9 1 】

さらにまた、図 9 A 、 9 B に関して議論されるエッチングステップは、複数のモジュレータに対する全体の構造を介してスルーホールを規定するのに十分なディメンションを有する裏面からの開口を生成する。このようなバックエッチング開口がモジュレータに対してなお配置されることができると理解されうる。多重モジュレータのための単一の裏面開口を使用することの効果は、それが裏面エッチングステップおよび下側のアライメント要求において使用されているマスクの下側の複雑さによる製造を単純化するという点である。

10

【 0 0 9 2 】

図 10 は、ビームレットブランカーアレイの他の部分の簡略な断面図を示す。特に、図 10 は、光感応素子を備えている一部のビームレットブランカーアレイを概略的に記載する。示された実施形態において、光感応素子は、第 1 および第 2 のゾーン 241 P、241 N、これらのゾーン 241 N、241 P 間のジャンクション 242 を有するダイオード 241 を備える。無反射コーティング 243 は、ダイオード 241 の上に存在する。このような無反射コーティング 243 は、反射による光強度の減少を予防するために配置される。

20

【 0 0 9 3 】

示された実施形態において、相互接続構造体 100 は、キャビティ 250 を生成するために、ダイオード 241 の上部の上は除去された。このような除去は、相互接続構造体 100 の完了の後、エッチングによって実行されることができる。あるいは、キャビティ 250 は、図 8 E に示される構造を得るために実行されるエッチングステップの間、生成されることができる。無反射コーティング 243 は、キャビティ 250 の生成の前に堆積されることができる。選択的エッチング液 ( s e l e c t i v e e t c h a n t ) を選ぶことによって、および / または適切なコーティングおよび光学的に透明なエッチストップ層を提供することによって、コーティング 243 は、エッチングステップで除去されない。あるいは、無反射コーティング 243 は、後で、すなわちキャビティ 250 の作成の後、堆積されることができる。

30

【 0 0 9 4 】

図 10 の実施形態に示すように、追加の導電層 260 は、相互接続構造体 100 に加えられることができる。チップスケールパッケージングの当業者にとって公知であるように、このような追加の相互接続層 260 は、いわゆるリディストリビューション層 ( r e d i s t r i b u t i o n l a y e r ) および / またはバンプメタライゼーション層 ( b u m p m e t a l l i z a t i o n l a y e r ) として役立つことができる。いくつかの実施形態において、追加の相互接続層 260 は、2 つの副層 ( サブレイヤ )、すなわち底のパッシベーション層および上部の導電層を備える。パッシベーション層は、相互接続構造体 100 を、外側の影響、例えば製造中のボディの更なるメカニカルハンドリングによって生じるダメージから保護するために配置される。上部の導電層は、他の構造と導電接続を可能にするために使用されることができる。さらにまた、特に、上部の導電層が全ての処理ステップの後にボディの上部にスパッタリングされるときに、上部の導電層はシステムを介して移動している絶縁パーティクルをカバーすることができる。このような絶縁パーティクルのカバレッジは、システム内での漂遊電界源 ( s t r a y f i e l d s o u r c e s ) の数を減らす。

40

【 0 0 9 5 】

他の適切な実装において、第 1 および第 2 の境界エリア 247、248 は、フォトダイオード 41 と相互接続構造体 100 との間で横方向に存在する。第 1 の境界エリア 247 は、図示していないデフレクタの方の側に存在する。第 1 の境界エリア 247 は、第 2 の

50

境界エリア 248 より小さい。この実施形態は、正確に 90 度よりいくらか小さい入射角を有する光ビームの伝達を可能にする。

【0096】

図 10 で示すキャビティ 250 内の光感応素子の提供は、キャビティ 250 の高さより短いか同等である直径を有する光感応素子に特に適している。この場合、キャビティ 250 の側面は、光感応素子および特に無反射コーティング 243 から生じる電界を効果的にブロックする。この電界は、散乱する荷電粒子の収集による。角度  $\theta$  のタンジェントは、キャビティの直径および高さの比率に等しい。適切に、角度  $\theta$  は、約 45 度より大きく、より適切には約 60 度より大きい。

【0097】

光感応素子が荷電粒子の源として作用し始める場合、これは 1 つ以上のすぐ近くのビームレット (図 10 に示されない) のクリーンな通路を妨げることになりうる。無反射コーティング 243 を除外することは、この望まれていない影響を減らすことができる。無反射コーティング 243 は、通常、絶縁体でできているかまたは絶縁体を主に備え、それは、散乱する荷電粒子が比較的容易に集めることができる。しかしながら、無反射コーティング 243 を除外することは、内部結合 (incoupling) する光の効率を減らす。特に、光学的に伝えられるデータ量が大きくなるように設計される場合 (それはデフレクタあたりに 100 Mbit/s のオーダーになる)、光と内部結合する効率は重要である。高効率は、高周波 (例えば、約 10 MHz、好ましくは 100 MHz を超え、および適切には 1 GHz を超える周波数) によって変調された光ビームの伝達を可能にする。

【0098】

図 10 に図示した実施形態において、光学的に透明な、電気導電コーティング 270 は、ビームプロテクタとして作用するために、無反射コーティングの上部にある。このようなコーティング 270 は、この後に記載されるいくつかのビームプロテクタの他の実施形態の代わりに、または、加えて使用されることができる。キャビティ 250 内の導電コーティング 270 の提供は、当業者にとって公知の方法でされることができる。例えば、1 つは、シングルステップにて無反射コーティング 243 および導電コーティング 270 をパターン化することができる。あるいは、導電コーティング 270 は、適切な印刷プロセス (printing process) を提供されることができる。導電コーティング 270 は、インジウム酸化スズ (ITO) および、ポリ酸と結合された導電性ポリマー (例えばポリ-3,4-エチレンジオキシチオフェン (PEDOT: poly-3,4-ethylenedioxythiophene)) からなる材料のグループから選ばれる材料を備えることができる。

【0099】

一般的に図 10 に示されるダイオード 241 は、ドーピング領域 241P、241N を得るための適切なドーピングによって支持基板 101 に形成されたダイオードである。一般的に、基板 101 は、主にシリコンを含み、および、ダイオード 241 はシリコンダイオードと称される。シリコンダイオードの反応時間は、高速作動を必要とするいくつかのアプリケーションに対して、あまりに遅くなりうる。それゆえに、特により高速度のアプリケーションに対しては、Ge ダイオードは、好ましくは使用される。Ge ダイオードは、支持基板 101 に集積される必要はない。その代わりに、それらは、相互接続構造体 100 の上部に Ge プレート をボンディングすることによって、例えば陽極結合 (anodic bonding) を用いて形成されることができる。ボンディングは、相互接続構造体 100 の上部に中間の絶縁層、例えば二酸化シリコン層を堆積させることによって実行されることができ、実質的に平坦な表面を得るために適切な研磨工程が続く。実質的に平坦な表面は、ボンディングのために Ge プレートを受ける目的に役に立つ。Ge プレートを接合した後に、プレートは、所定の位置でダイオード (以下に Ge ダイオードと称する) を得るために、適切にパターン化されることができる。このような方法で形成される Ge ダイオードが図 10 の Si ダイオード 241 の場合のようにキャビティ 250 内に存在していない点に注意する。Ge ダイオードから生じる電界は、それゆえに、相互接続構

10

20

30

40

50

造体 100 によって実質的にブロックされない。これらの実施形態に対して、ビームプロテクタの使用は、望ましくなる。このようなビームプロテクタの実施形態は、図 11、12 および 13 にて記載されている。

#### 【0100】

上述したように、構造の実施形態は、ビームプロテクタを提供されることができる。このようなビームプロテクタは、ビームレットブランカーアレイ 9 の基板 101 と実質的に平行に組立てられるプレートの形に持っていくことができる。あるいは、それは、このようなプレートから延びている側壁として実施されることができる。ビームプロテクタの異なる実施形態は、図 11 - 13 にて議論される。

#### 【0101】

図 11 は、図 10 に示される構造の更なる実施形態を示す。図 11 の実施形態において、ボディ 280 は、相互接続構造体 100 に組立てられる。アセンブリのために、ソルダーボール 275 が使用されることができる。ソルダーボール 275 には IC 製造において一般に使用されるパッシベーション層 265 が介される。光感応素子から生じる電界をブロックするために、ボディ 280 は、ビームプロテクタとして適切に使用される。このような電界を表している力線 290 の典型的な方向は、同様に図 11 に示される。

#### 【0102】

図 12 は、ビームプロテクタ 300 を有するビームレットブランカーアレイ 309 の概略断面図を示す。図 5 に概略的に示されるように、ビームレットブランカーアレイ 309 はビームエリアおよび非ビームエリアに再分割 (subdivided) されることができる。ここで、非ビームエリアは、光ビーム 317 を受信するために配置される複数の光感応素子 340 を備える。ビームエリアは、複数の相互に隣接するデフレクタ 330 を含む。光ビーム 317 は、ここで破線点線された矢印によって示され、ほぼ 90 度の入射角を有する。これが基本的でない点に注意する。

#### 【0103】

図 12 に示されるビームプロテクタ 300 の実施形態は、その上に延びている側壁 320 を提供される基板 310 を含む。側壁 320 が開口 335 に隣接する基板 310 上に位置づけられ、ビームレット 307 の軌道と位置合わせされる。図 12 のビームレット 307 が垂直にビームレットアレイ 309 を通過するけれども、これが基本的でない点に注意する。

#### 【0104】

側壁 320 は、導電材料で適切にできている。いくつかの実施形態において、側壁 320 は、開口 335 周辺に円周上に配置される。いくつかの他の実施形態において、側壁 320 は、1 つ以上の光感応素子 340 によって規定される横方向エリア周辺に、円周上に配置される。このような場合、側壁 320 の構造は提供されることができ、そして、光感応素子の横方向エリア周辺に延びている側壁および開口 335 周辺に延びている側壁を含む。

#### 【0105】

図 13 は、ビームプロテクタ 300 を有するビームレットブランカー配置 309 のさらに他の実施形態を示す。この実施形態のビームレットブランカー配置 309 は、第 1 の基板 400 と第 2 の基板 410 を備えている。デフレクタ 330 は、第 1 の基板 400 に規定される。光感応素子 340 は、第 2 の基板 410 の表面に規定される。ソルダーボール 420 またはコネクタの他の方式は、第 1 の基板 400 から第 2 の基板 410 までの機械的結合、および、光感応素子 340 とデフレクタ 330 との間の電気接続、および / または、何らかの中間の回路も提供する。光ビーム 317 は、ここで、反対方向 (例えばカラムの頂部側) から、光感応素子 340 に到着する。それに対して、放射開口 435 は、第 1 の基板 400 に存在する。ビームプロテクタ 300 は、複数の光感応素子 340 周辺で円周上に延びている側壁として実施される。

#### 【0106】

本発明は、上で議論される特定の実施形態を参照することで記載されている。これらの

10

20

30

40

50

実施形態が本発明の精神と範囲から逸脱することなく、従来技術において公知のさまざまな修正および代わりの形に影響されやすいと認識される。したがって、特定の実施例が記載されていたけれども、これらは実施例だけであって、本発明の範囲を限定しない。そして、それは添付の請求の範囲において規定される。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[ 1 ]

荷電粒子マルチビームレットリソグラフィシステムに用いられる変調デバイスであって

、  
バイアレベルによって互いに接続される多重金属化レベルを備えている相互接続構造体を備えているボディを具備し、

前記相互接続構造体は、1つ以上のパターンデータを受信する素子にモジュレータの接続を可能にするために、前記相互接続構造体内の異なるレベルにて複数のモジュレータおよび相互接続を更に提供されており；

前記モジュレータは、第1の電極、第2の電極および前記ボディを介して延びている開口を備え、前記電極は、前記開口を横切る電界を生成するために前記開口の対向側面に位置づけられており；

前記第1の電極および第2の電極のうちの少なくとも1つは、前記相互接続構造体の第1の金属化レベルで形成される第1の導体素子および前記相互接続構造体の第2の金属化レベルで形成される第2の導体素子を備え、前記第1および第2の導体素子は、互いに電氣的に接続されている、変調デバイス。

[ 2 ]

前記第1および第2の導体素子は、少なくとも1つのバイアによって互いに接続され、前記少なくとも1つのバイアは、前記電極の部分を形成するように前記開口に曝される[ 1 ]の変調デバイス。

[ 3 ]

前記複数のモジュレータの第1のモジュレータは、前記相互接続構造体の第1のレベルで前記第1の導体素子を介してパターンデータを受信する素子に接続するために配置され、

前記複数のモジュレータの第2のモジュレータは、前記相互接続構造体の第2のレベルで前記第2の導体素子を介してパターンデータ受信する素子に接続するために配置される[ 1 ]又は[ 2 ]の変調デバイス。

[ 4 ]

前記複数のモジュレータの前記相互接続は、アドレス可能アレイに配置され、前記アドレス可能アレイは、少なくとも1つのワードラインおよび少なくとも1つのビットラインを提供されている[ 1 ] ~ [ 3 ]のいずれかに記載の変調デバイス。

[ 5 ]

前記相互接続構造体は、基板によってサポートされている[ 1 ] ~ [ 4 ]のいずれかに記載の変調デバイス。

[ 6 ]

前記基板は、複数の半導体回路素子が規定される半導体基板である[ 5 ]の変調デバイス。

[ 7 ]

前記相互接続構造体の最上層は、導電層である[ 1 ] ~ [ 6 ]のいずれかに記載の変調デバイス。

[ 8 ]

前記最上層は、グラウンド電位であるように配置され、前記第1の電極は、前記パターンデータを受信する素子と接続するために配置され、前記第2の電極は、前記最上層に接続される[ 7 ]の変調デバイス。

[ 9 ]

前記相互接続構造体は、CMOS構造である[ 1 ] ~ [ 8 ]のいずれかに記載の変調デ

10

20

30

40

50

バイス。

[ 1 0 ]

前記データを受信する素子は、変調デバイスの部分であり、  
前記データを受信する素子は、光信号に対応する電気信号に変換するための光感应素子  
である [ 1 ] ~ [ 9 ] のいずれかに記載の変調デバイス。

[ 1 1 ]

前記光感应素子は、前記相互接続構造体の上部に提供される Ge ダイオードである [ 1  
0 ] の変調デバイス。

[ 1 2 ]

複数のビームレットを使用してターゲットの表面上にパターンを転送する荷電粒子マル  
チビームレットリソグラフィシステムであって、

- 複数のビームレットを生成するためのビーム発生器と；
- パターンデータに従って前記複数のビームレットを偏向させるための [ 1 ] ~ [ 1 1  
] のいずれかに記載の変調デバイスと；
- パターン化されたビームレットを形成するために偏向されるビームレットを選択的に  
遮断するためのビームレットストップアレイと；
- 前記ターゲット表面上に前記パターン化されたビームレットを投影するためのプロジ  
ェクションシステムとを具備するシステム。

[ 1 3 ]

ビームレットのグループは、前記ビームレットストップアレイの単一の開口を通過する  
ように配置され、

変調デバイス内の対応するデフレクタは、ブロッキングポジションが前記単一の開口の  
周辺に実質的に均一に広められるように、ビームレットアレイ上のブロッキングポジショ  
ンの方へとビームレットを偏向させるように配置される [ 1 2 ] のリソグラフィシステム  
。

[ 1 4 ]

変調デバイスを製造する方法であって、  
パイアレベルによって互いに接続される多重金属化レベルを備えている相互接続構造  
体を備えているボディを提供することであって、1つ以上のパターンデータを受信する素  
子にモジュレータの接続を可能にするために相互接続構造体内で異なるレベルで複数のモ  
ジュレータおよび相互接続を更に提供されること、を具備し、

前記モジュレータは、第 1 の電極および第 2 の電極を備え、  
前記第 1 の電極および第 2 の電極のうち少なくとも 1 つは、前記相互接続構造体の第  
1 の金属化レベルで形成される第 1 の導体素子および前記相互接続構造体の第 2 の金属化  
レベルで形成される第 2 の導体素子を備え、

前記第 1 および第 2 の導体素子は、互いに電氣的に接続されており、  
前記複数のモジュレータのうち 1 つのモジュレータの前記第 1 の電極および第 2 の  
電極が開口を横切る電界を生成するように開口の対向側面に位置づけられるように、前記  
ボディを介して延びている前記開口を形成することを更に具備する方法。

[ 1 5 ]

前記開口を形成することは：  
第 1 のレジスト層を堆積させることと；  
前記第 1 のレジスト層の上に絶縁層を堆積させることと；  
前記第 1 のレジスト層の上に第 2 のレジスト層を堆積させることと；  
前記第 2 のレジスト層が開口が形成される位置の上部に除去されることができよう  
に、パターンに従って第 2 のレジスト層を露光し、パターンに従って選択的に第 2 のレジス  
ト層を除去することと；

第 1 のエッチマスクとして前記第 2 のレジスト層を使用して前記絶縁層をエッチング  
することと；

第 2 のエッチマスクとしてエッチングされた絶縁層を使用して前記第 1 のレジスト

10

20

30

40

50

層をエッチングすることと；

- 前記開口を形成するために、第3のエッチマスクとしてエッチングされた第1のレジスト層を使用して前記ボディをエッチングすることとを具備する [ 1 4 ] の方法。

[ 1 6 ]

前記開口を形成することは、

前記第1の電極の表面、前記第2の電極の表面、および、前記電極のなかの1つの導体素子を接続するために使用するバイアのうちの少なくとも1つを曝すように、絶縁体の化学的に選択的なエッチングを含む [ 1 4 ] または [ 1 5 ] の方法。

[ 1 7 ]

前記化学的に選択的なエッチングは、ウェットエッチングを含む [ 1 6 ] の方法。

[ 1 8 ]

前記ボディは、前記相互接続構造体をサポートするための基板を更に備え、

前記開口を形成することは、前記基板の孔をエッチングする工程を備える [ 1 4 ] ~ [ 1 7 ] のいずれかに記載の方法。

[ 1 9 ]

前記孔をエッチングすることは、ボッシュプロセスを使用する異方性エッチングを備える [ 1 8 ] の方法。

[ 2 0 ]

前記パターンデータを受信する素子は、光信号を電気信号に変換するためのダイオードであり、

前記方法は：

- 前記相互接続構造体上へダイオード材料のプレートを接合することと；

- 所定の位置でダイオードを得るために前記プレートをパターン化することとを具備する、 [ 1 4 ] ~ [ 1 9 ] のいずれかに記載の方法。

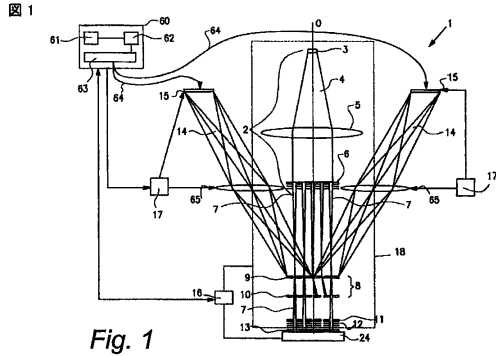
[ 2 1 ]

前記プレートは、ゲルマニウムを備えている [ 2 0 ] の方法。

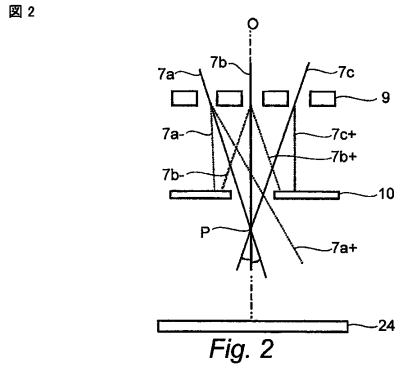
10

20

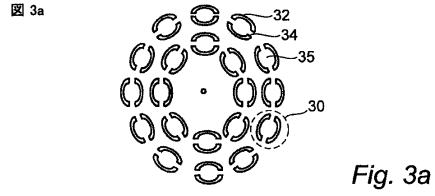
【 図 1 】



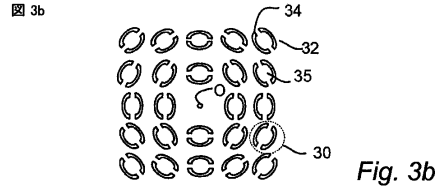
【 図 2 】



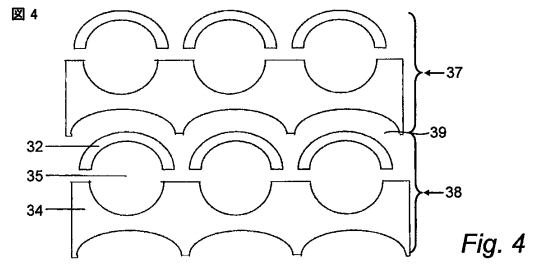
【 図 3 A 】



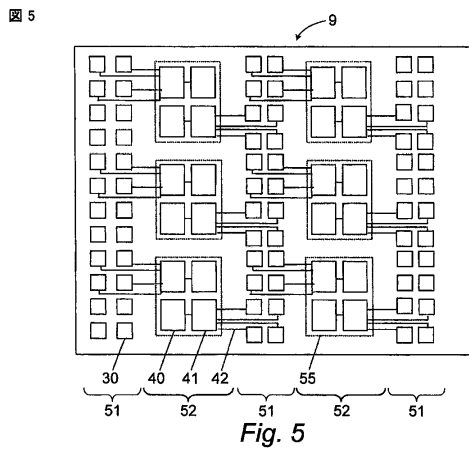
【 図 3 B 】



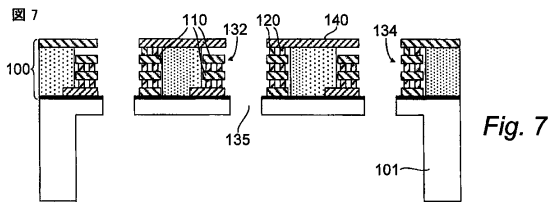
【 図 4 】



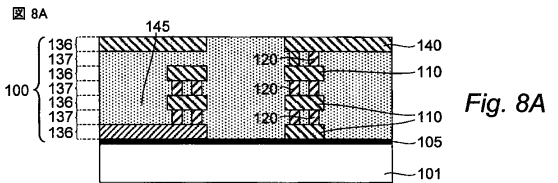
【 図 5 】



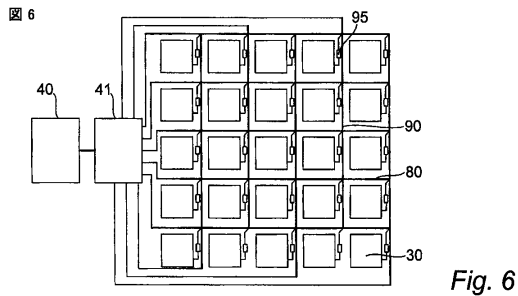
【 図 7 】



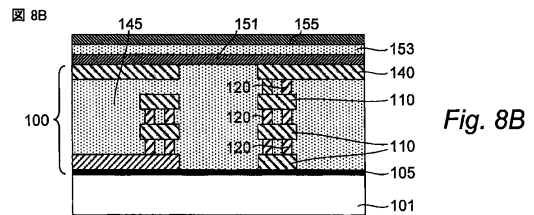
【 図 8 A 】



【 図 6 】



【 図 8 B 】



【 8 C 】

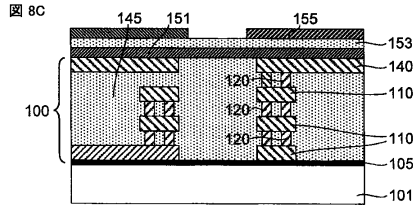


Fig. 8C

【 8 F 】

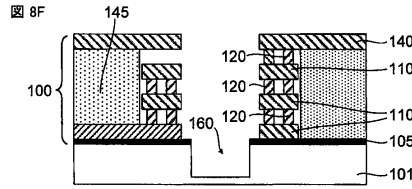


Fig. 8F

【 8 D 】

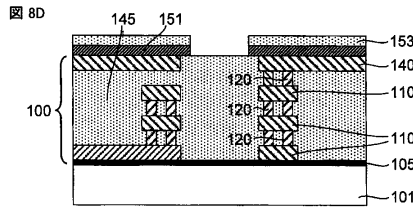


Fig. 8D

【 9 A 】

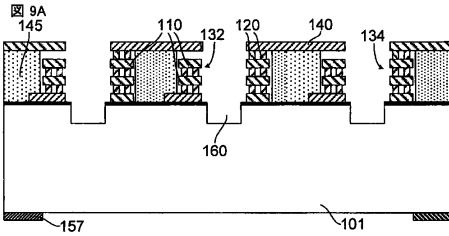


Fig. 9A

【 8 E 】

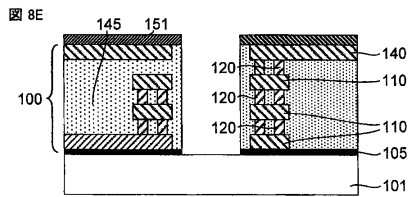


Fig. 8E

【 9 B 】

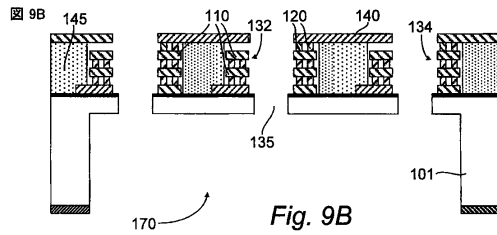


Fig. 9B

【 1 0 】

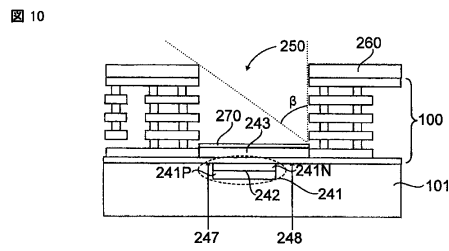


Fig. 10

【 1 2 】

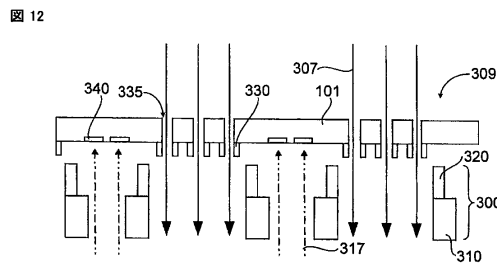


Fig. 12

【 1 1 】

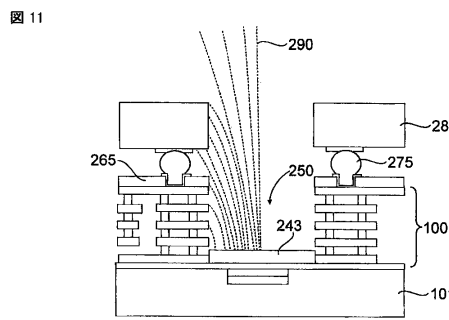


Fig. 11

【 1 3 】

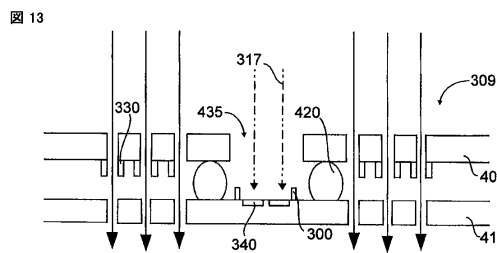


Fig. 13

## フロントページの続き

- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (72)発明者 ウィーランド、マルコ・ヤン - ヤコ  
オランダ国、エヌエル - 2 6 1 2 ジーデー・デルフト、ベレストラート 2 3
- (72)発明者 ポストマ、フェリー・ミカエル  
オランダ国、エヌエル - 3 1 5 1 ジェイケー・ヘク・ファン・ホーランド、マリョニストラート 3 7

審査官 植木 隆和

- (56)参考文献 特表2006 - 504134 (JP, A)  
米国特許出願公開第2006 / 0131752 (US, A1)  
特開2009 - 004366 (JP, A)  
特開2003 - 303759 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| H01L | 21/027 |
| G03F | 7/20   |
| G02B | 26/08  |