

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5497693号
(P5497693)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int.Cl.

G03F 1/60 (2012.01)
H01L 21/027 (2006.01)

F 1

G03F 1/60
H01L 21/30 511

請求項の数 22 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-130239 (P2011-130239)
 (22) 出願日 平成23年6月10日 (2011.6.10)
 (65) 公開番号 特開2012-256798 (P2012-256798A)
 (43) 公開日 平成24年12月27日 (2012.12.27)
 審査請求日 平成25年5月10日 (2013.5.10)

(73) 特許権者 000113263
 HOYA株式会社
 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
 (74) 代理人 100091362
 弁理士 阿仁屋 節雄
 (74) 代理人 100090136
 弁理士 油井 透
 (74) 代理人 100105256
 弁理士 清野 仁
 (74) 代理人 100145872
 弁理士 福岡 昌浩
 (74) 代理人 100161034
 弁理士 奥山 知洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトマスク基板、フォトマスク基板の製造方法、フォトマスクの製造方法、及びパターン転写方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主表面上に転写用パターンを形成し、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板であって、

前記主表面上の1又は複数の特定領域において、該特定領域外の周辺領域と異なる除去量の形状加工が行われて凹形状、凸形状、又は凹凸形状が形成されることにより、前記フォトマスク基板を、前記プロキシミティ露光装置に装着したときに生じる、前記プロキシミティギャップの、位置による変動が低減され、かつ、

前記形状加工は、前記プロキシミティギャップの、位置による変動から抽出された、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動を低減するものであり、

前記プロキシミティ露光装置に固有の変動は、前記プロキシミティギャップの測定により得たギャップデータが有する変動から、前記測定に用いたサンプルマスク基板、又は、サンプルガラス基板に起因する、プロキシミティギャップ変動の成分を除去したものであることを特徴とするフォトマスク基板。

【請求項 2】

前記プロキシミティ露光装置に固有の変動は、前記プロキシミティギャップの測定により得たギャップデータが有する変動から、前記測定に用いたサンプルマスク基板、及び、サンプルガラス基板に起因する、プロキシミティギャップ変動の成分を除去したものであ

10

20

ることを特徴とする、請求項 1 に記載のフォトマスク基板。

【請求項 3】

前記測定に用いるサンプルマスク基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分は、前記フォトマスク基板の平坦度データであることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のフォトマスク基板。

【請求項 4】

前記測定に用いるサンプルガラス基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分の除去は、複数のサンプルガラスを用いて得た前記ギャップデータの値の平均を得て行うものであることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のフォトマスク基板。

【請求項 5】

前記形状加工が行われた主表面は、前記抽出された前記プロキシミティ露光装置に固有の変動に基づいて決定された補正形状を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のフォトマスク基板。

【請求項 6】

前記形状加工は、前記主表面上において、前記抽出された前記プロキシミティ露光装置に固有の変動が、所定のギャップ変動許容値を超える領域を含む、特定領域のみに対して行われたものであることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のフォトマスク基板。

【請求項 7】

前記形状加工は、前記主表面上に、1 又は複数の凹部を形成するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のフォトマスク基板。

【請求項 8】

主表面に転写用パターンが形成されたフォトマスクであって、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板の製造方法であって、

サンプルマスク基板を前記プロキシミティ露光装置に装着し、サンプルガラス基板を前記プロキシミティ露光装置のステージに載置し、前記サンプルマスク基板の主表面の複数位置におけるプロキシミティギャップを測定することによって、位置によるプロキシミティギャップの変動を示すギャップデータを得る工程と、

前記ギャップデータから、前記サンプルマスク基板、又は、前記サンプルガラス基板に起因する、プロキシミティギャップ変動の成分を除去することにより、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動成分を抽出して、固有ギャップデータを得る工程と、

前記固有ギャップデータと、所定のギャップ変動許容値とを用いて、前記フォトマスク基板に施す形状加工データを得る工程と、

前記形状加工データを用いて、前記フォトマスク基板の主表面に形状加工を行う工程とを含むことを特徴とするフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 9】

前記固有ギャップデータを得る工程において、前記複数位置におけるプロキシミティギャップの変動のうち、前記サンプルマスク基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分を除去することを特徴とする請求項 8 に記載のフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 10】

前記サンプルマスク基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分として、前記フォトマスク基板の平坦度データを用いることを特徴とする、請求項 9 に記載のフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 11】

前記固有ギャップデータを得る工程において、前記複数位置におけるプロキシミティギャップの変動のうち、前記サンプルガラス基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分を除去することを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載のフォトマスク基板の製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 12】

前記サンプルガラス基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分の除去は、複数のサンプルガラスを用いて得た前記ギャップデータの値の平均を得ることにより行うことを特徴とする、請求項11に記載のフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 13】

前記プロキシミティギャップの測定の際、サンプルマスク基板の自重による撓みを抑制するため、前記プロキシミティ露光装置の備える撓み抑制手段を用いることを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載のフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 14】

前記形状加工データを得る工程において、前記固有ギャップデータに示される、前記プロキシミティ露光装置に固有の位置によるプロキシミティギャップ変動のうち、前記ギャップ変動許容値を超える部分を特定し、前記特定した部分を含む特定領域に対して、形状加工を行うことを特徴とする請求項8～13のいずれかに記載のフォトマスク基板の製造方法。 10

【請求項 15】

前記固有ギャップデータのうち、プロキシミティギャップが最大値となる位置の前記主表面の高さをZ1とし、前記ギャップ変動許容値をTとするとき、前記主表面上における高さが(Z1 - T)より低い部分を特定し、前記特定した部分を含む特定領域に対して形状加工を行うことを特徴とする請求項8～14のいずれかに記載のフォトマスク基板の製造方法。 20

【請求項 16】

前記形状加工は、前記フォトマスク基板の主表面に、1又は複数の凹部を形成するものであることを特徴とする請求項8～15のいずれかに記載のフォトマスク基板の製造方法。

【請求項 17】

請求項1～7のいずれかに記載のフォトマスク基板又は請求項8～16のいずれかに記載の製造方法によるフォトマスク基板の主表面上に、前記転写用パターンを形成するための光学薄膜が形成されたことを特徴とするフォトマスクブランク。

【請求項 18】

請求項17に記載のフォトマスクブランクの主表面上に形成された光学薄膜を、フォトリソグラフィ法によってパターニングすることにより、前記転写用パターンが形成されたことを特徴とするフォトマスク。 30

【請求項 19】

液晶表示装置の製造に用いられることを特徴とする請求項18に記載のフォトマスク。

【請求項 20】

請求項19に記載のフォトマスクを、前記プロキシミティギャップの測定に用いた前記プロキシミティ露光装置に装着し、露光することにより、前記フォトマスクに形成された転写用パターンを被転写体上に転写することを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 21】

請求項20に記載のパターン転写方法を用いることを特徴とする液晶表示装置の製造方法。 40

【請求項 22】

プロキシミティ露光装置のプロキシミティギャップ評価方法において、

サンプルマスク基板を前記プロキシミティ露光装置に装着し、サンプルガラス基板を前記プロキシミティ露光装置のステージに載置し、前記サンプルマスク基板の主表面の複数位置におけるプロキシミティギャップを測定することによって、位置によるプロキシミティギャップの変動を示すギャップデータを得る工程と、

前記ギャップデータから、前記サンプルマスク基板及び前記サンプルガラス基板に起因する、プロキシミティギャップ変動の成分を除去し、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動成分を抽出して、 50

固有ギャップデータを得る工程と、

前記固有ギャップデータと、所定のギャップ変動許容値とを用いて、変動許容値を超過するプロキシミティギャップの生じる位置と、その超過量とを求める工程と、
を有することを特徴とするプロキシミティギャップ評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置用フォトマスクなどに用いられるフォトマスク基板に関する。特に、プロキシミティ露光装置を用いてパターン転写を行う際、被転写体上に形成されるパターンの形状精度（線幅精度、座標精度など）を向上させるフォトマスク基板、及びそれを用いたフォトマスクブランク及びフォトマスクの製法、更にパターン転写方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、フォトマスクと被転写体とを近接して配置して露光するプロキシミティ露光機において、フォトマスクの自重による撓みを軽減する為の撓み補正機構として、フォトマスクの両側2辺を各々保持するマスクホルダと、このマスクホルダに保持されるフォトマスクの両側の縁部を各々上方から押圧する2本の撓み補正バーを有するものが記載されている（図1（a）（b）参照）。

【0003】

特許文献2には、プロキシミティ露光装置において、フォトマスクの撓みを補正するマスク保持装置が記載されている。ここでは、マスクとほぼ同サイズの枠型形状のマスクホルダでマスクを保持し、フォトマスクの上方に気密室を形成し、気密室の気圧と外気圧との差によってフォトマスクの自重と釣り合うようにフォトマスクを浮上させて、撓みを補正する方法が記載されている（図2参照）。

【0004】

特許文献3には、大サイズのフォトマスク基板を、露光装置内で水平に保持する、実際の使用に際して、基板が撓んでしまい、望ましい平坦度が得られないという課題に対して、このような基板を高平坦化するガラス基板が記載されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-260172公報

【特許文献2】特開2003-131388公報

【特許文献3】特許第4362732号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

最近、液晶表示装置など、表示装置の製造においては、使用するフォトマスクの大型化による生産効率向上とともに、高い転写精度が求められている。液晶表示装置は、TFT（薄膜トランジスタ）アレイを形成したTFT基板と、RGBパターンを形成したCF（カラーフィルタ）とが貼り合わせられ、その間に液晶が封入された構造を備えている。こうしたTFT基板やCFは、複数のフォトマスクを使用して、フォトリソグラフィ工程を適用して製造される。近年、最終製品である液晶表示装置の明るさ、動作速度等の仕様の高度化に伴い、フォトマスクのパターンは微細化し、転写結果としての線幅精度や座標精度の要求はますます厳しくなっている。

【0007】

そこで、本発明は、微細化した転写用パターンであっても、パターン設計値に忠実に、精度高く転写することを可能とするフォトマスク基板、それを用いたフォトマスクブランクとフォトマスクの製造方法、それを用いたパターン転写方法等を提案することを目的と

10

20

30

40

50

する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様は、

主表面上に転写用パターンを形成し、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板であって、

前記主表面上の1又は複数の特定領域において、該特定領域外の周辺領域と異なる除去量の形状加工が行われて凹形状、凸形状、又は凹凸形状が形成されることにより、前記フォトマスク基板を、前記プロキシミティ露光装置に装着したときに生じる、前記プロキシミティギャップの位置による変動が低減され、かつ、

前記形状加工は、前記プロキシミティギャップの位置による変動から抽出された、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動を低減するものであるフォトマスク基板である。

【0009】

本発明の第2の態様は、

前記形状加工が行われた主表面は、前記抽出された前記プロキシミティ露光装置に固有の変動に基づいて決定された補正形状を有する第1の態様に記載のフォトマスク基板である。

10

【0010】

本発明の第3の態様は、

前記形状加工は、前記主表面上において、前記抽出された前記プロキシミティ露光装置に固有の変動が、所定のギャップ変動許容値を超える領域を含む、特定領域のみに対して行われたものである第1又は2の態様に記載のフォトマスク基板である。

20

【0011】

本発明の第4の態様は、

前記形状加工は、前記主表面上に、1又は複数の凹部を形成するものである第1～3のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板である。

【0012】

30

本発明の第5の態様は、

主表面上に転写用パターンが形成されたフォトマスクであって、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板の製造方法であって、

前記主表面上の複数位置におけるプロキシミティギャップを測定し、

前記プロキシミティギャップの位置による変動のうち、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動を抽出し、

抽出された前記プロキシミティ露光装置に固有の変動と、所定のギャップ変動許容値に基づいて、前記フォトマスク基板の主表面の補正形状を決定し、

40

前記フォトマスク基板の主表面上に、前記決定した補正形状とするような形状加工を施すフォトマスク基板の製造方法である。

【0013】

本発明の第6の態様は、

主表面上に転写用パターンが形成されたフォトマスクであって、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板の製造方法であって、

サンプルマスク基板を前記プロキシミティ露光装置に装着し、サンプルガラス基板を前記プロキシミティ露光装置のステージに載置し、前記サンプルマスク基板の主表面の複数

50

位置におけるプロキシミティギャップを測定することによって、位置によるプロキシミティギャップの変動を示すギャップデータを得る工程と、

前記ギャップデータから、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動成分を抽出して、固有ギャップデータを得る工程と、

前記固有ギャップデータと、所定のギャップ変動許容値とを用いて、前記フォトマスク基板に施す形状加工データを得る工程と、

前記形状加工データを用いて、前記フォトマスク基板の主表面に形状加工を行う工程とを含むフォトマスク基板の製造方法である。

【0014】

本発明の第7の態様は、

10

前記固有ギャップデータを得る工程において、前記複数位置におけるプロキシミティギャップの変動のうち、前記サンプルマスク基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分を除去する第6の態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0015】

本発明の第8の態様は、

前記固有ギャップデータを得る工程において、前記複数位置におけるプロキシミティギャップの変動のうち、前記サンプルガラス基板に起因するプロキシミティギャップ変動の成分を除去する第6又は7の態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0016】

本発明の第9の態様は、

20

前記プロキシミティギャップの測定の際、サンプルマスク基板の自重による撓みを抑制するため、前記プロキシミティ露光装置の備える撓み抑制手段を用いる第6～8のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0017】

本発明の第10の態様は、

前記形状加工データを得る工程において、前記固有ギャップデータに示される、前記プロキシミティ露光装置に固有の位置によるプロキシミティギャップ変動のうち、前記ギャップ変動許容値を超える部分を特定し、前記特定した部分を含む特定領域に対して、形状加工を行う第6～9のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0018】

本発明の第11の態様は、

30

前記固有ギャップデータのうち、プロキシミティギャップが最大値となる位置の前記主表面の高さをZ1とし、前記ギャップ変動許容値をTとするとき、前記主表面上における高さが(Z1 - T)より低い部分を特定し、前記特定した部分を含む特定領域に対して形状加工を行う第6～10のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0019】

本発明の第12の態様は、

前記形状加工は、前記フォトマスク基板の主表面に、1又は複数の凹部を形成するものである第5～11のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板の製造方法である。

【0020】

40

本発明の第13の態様は、

第1～4のいずれかの態様に記載のフォトマスク基板又は第5～12のいずれかの態様に記載の製造方法によるフォトマスク基板の主表面に、前記転写用パターンを形成するための光学薄膜が形成されたフォトマスクブランクである。

【0021】

本発明の第14の態様は、

第13の態様に記載のフォトマスクブランクの主表面に形成された光学薄膜を、フォトリソグラフィ法によってパターンングすることにより、前記転写用パターンが形成されたフォトマスクである。

【0022】

50

本発明の第15の態様は、

液晶表示装置の製造に用いられる第14の態様に記載のフォトマスクである。

【0023】

本発明の第16の態様は、

第15の態様に記載のフォトマスクを、前記プロキシミティギャップの測定に用いた前記プロキシミティ露光装置に装着し、露光することにより、前記フォトマスクに形成された転写用パターンを被転写体上に転写するパターン転写方法である。

【0024】

本発明の第17の態様は、

第16の態様に記載のパターン転写方法を用いる液晶表示装置の製造方法である。

10

【0025】

本発明の第18の態様は、

プロキシミティ露光装置のプロキシミティギャップ評価方法において、

サンプルマスク基板を前記プロキシミティ露光装置に装着し、サンプルガラス基板を前記プロキシミティ露光装置のステージに載置し、前記サンプルマスク基板の主表面の複数位置におけるプロキシミティギャップを測定することによって、位置によるプロキシミティギャップの変動を示すギャップデータを得る工程と、

前記ギャップデータから、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動成分を抽出して、固有ギャップデータを得る工程と、

前記固有ギャップデータと、所定のギャップ変動許容値とを用いて、変動許容値を超過するプロキシミティギャップの生じる位置と、その超過量とを求めるプロキシミティギャップ評価方法である。

20

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、プロキシミティ露光を用いて、フォトマスクの有する転写用パターンを被転写体に転写する際に、プロキシミティギャップを一定の数値範囲内に制御することにより、転写精度を向上させることができる。特に、使用する露光装置に依るプロキシミティギャップの変動を、大幅に軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

30

【図1】特許文献1に記載された露光装置の撓み補正機構を説明する概略図である。

【図2】特許文献2に記載された露光装置の撓み補正機構を説明する概略図である。

【図3】フォトマスク基板の撓みに対する補正のシミュレーションを示す概略図である。

【図4】本実施形態に係るフォトマスク基板の製造工程の一工程を示す概略図であり、プロキシミティギャップの測定及び露光装置に固有のギャップ変動を把握する様子を示す。

【図5】本実施形態に係るフォトマスク基板の製造工程の一工程を示す概略図であり、(a)はプロキシミティギャップが生じる様子を、(b)は露光装置固有のギャップデータを、(c)はギャップデータを相殺するように形成されたフォトマスク基板の表面形状をそれぞれ例示している。

【図6】露光装置に固有のギャップデータに、変動許容値をあてはめ、フォトマスク基板の補正形状を決定する工程を示す概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0028】

(プロキシミティギャップ均一化の重要性)

上記TFT基板やCFを製造するにあたり、プロキシミティ露光を採用したパターン転写方法が有利に使用される。プロキシミティ露光においては、レジスト膜が形成された被転写体(以下、ガラス基板ともいう)とフォトマスクのパターン面とを対向させて保持し、パターン面を下方に向け、フォトマスクの裏面(パターン形成面の反対側の面)側から光を照射することで、レジスト膜にパターンを転写する。このとき、フォトマスクと転写体との間には所定の微小間隔(プロキシミティギャップ)を設ける。プロキシミティギャ

50

ップは、例えば、30～300 μm 程度、より好ましくは、50～180 μm 程度とすることができる。なお、フォトマスクは、透明基板の主表面に形成された光学膜（遮光膜又は、露光光を一部透過する半透光膜など）に所定のパターンングがなされてなる転写用パターンを備えている。この転写用パターンを形成する主表面がパターン面となる。

【0029】

プロキシミティ露光方式によれば、パターン面全体において、上記プロキシミティギャップが均一に維持されれば、転写精度高くパターン転写が行える点、更に、プロキシミティギャップが均一に維持される保証があれば、プロキシミティギャップを小さく設定することにより、更に解像度の高い転写パターンが得られるという点から、プロキシミティギャップの面内ばらつき（すなわち、位置によるプロキシミティギャップ変動）を制御する重要性が増している。しかしながら、このプロキシミティギャップを面内で均一に維持することは容易ではない。

10

【0030】

例えば、本発明のフォトマスク基板は、液晶表示装置などの表示装置製造用のフォトマスクに有利に適用でき、その主表面のサイズは、例えば長辺 L_1 が 600～1400 mm、短辺 L_2 が 500～1300 mm、厚さ T が 5～13 mm 程度とすることができる。こうしたフォトマスクの大型化、重量増大化傾向にともない、転写時のプロキシミティギャップの変動を抑えることは益々大きな課題となってきた。

20

【0031】

（露光装置の保持方式）

プロキシミティ露光装置には、フォトマスクを装着（装置内に保持）する方式が複数存在する。

【0032】

一般に、フォトマスクをプロキシミティ露光装置に装着する場合、パターン面の、転写用パターンが形成された領域（パターン領域ともいう）の外側を、露光装置の保持部材によって保持する。例えば、図1に示す特許文献1に記載の装置では、フォトマスク1の四角形の主表面の、対向する二辺のそれぞれの近傍の領域を保持領域としたとき（二辺保持）、この保持領域に、露光装置の保持部材であるマスクホルダ2が下から当接して（下面保持）、フォトマスクを保持することができる。フォトマスクと保持部材との当接面は減圧として吸着しても良く（特開2010-2571参照）、又は図1（b）に示すように、接線による当接としてもよい。このような下面保持の場合、フォトマスクは2つの保持部材によって下方から保持されることで、ガラス基板との所定のプロキシミティギャップを保ちつつ、略水平姿勢で露光装置に配置される。あるいは、上記主表面の四辺の近傍をそれぞれ下から保持する（四辺保持）こともできる。

30

【0033】

更には、例えば図2に示す特許文献2に記載の装置では、フォトマスクMのパターン領域の外側であって裏面（パターン面とは反対側の面）側を保持領域とし、ここに保持部材であるマスクホルダ1を接触させ（上面保持）、これらの接触面をマスク吸着路1aを介して吸引して吸着させることで、フォトマスクMを上面側から支持することができる。

40

【0034】

（露光装置の撓み抑制手段とその効果）

フォトマスク基板をプロキシミティ露光装置（以下、単に露光装置とも呼ぶ）に装着すると、フォトマスク基板は、自重により撓むことが上記文献1～3により知られている。そこで、露光装置に装着したフォトマスク基板の撓みを抑制する撓み抑制手段を設けた露光装置が提供されている。

【0035】

例えば、図1に示した特許文献1の装置においては、フォトマスク1を下面保持しており、ここでフォトマスクの2辺を保持するマスクホルダ2と、フォトマスク1の両側の縁部を上方から押圧する2本の撓み補正バー3とにより、梃の原理で撓み補正を行っている。

50

【0036】

また、図2に示した特許文献2の装置では、フォトマスクMを上面保持（吸着）して保持する際に、フォトマスクMの上方に気密室SAを形成し、気密室SA内をエア吸引路1bを介して排気し、気密室SAの負圧を利用することで重力方向と反対方向にフォトマスクMを浮上させ、フォトマスクMの撓みを補正する方式を探っている。

【0037】

そこで、発明者らは、撓み抑制手段とフォトマスク基板の撓みの相関につき、シミュレーションを行った。上記二辺保持の保持部材と、梃の原理で撓み抑制を行う撓み抑制手段とを適用したシミュレーションを図3に示す。図3（a）は、フォトマスク基板をプロキシミティ露光装置に装着した状況を示している。フォトマスク基板は、その対向する2辺（800mm離間した2辺）の近傍で下方から支える保持部材によりそれぞれ下方から支持されている。そして、保持部材の外側において、上方から押圧する力を徐々に変化させたときのフォトマスク基板の撓み挙動の算出した。図3（b）の横軸はフォトマスク基板上における位置（mm）を、縦軸は撓み量（μm）をそれぞれ示している。また、図中の各線分は圧力を変化させた時の撓み挙動を示しており、押圧は、撓みがゼロとなる時の圧力を基準（1）としている。

10

【0038】

図3（b）に示されるように、上方から与える圧力を次第に増加させていくと、これに伴ってフォトマスク基板の中央部の撓み量が次第に小さくなり、ある時点で、実質的に撓みが解消する。更に圧力を増加させると、フォトマスク基板は逆に上方向に反るようになる。

20

【0039】

このように、露光装置の備える撓み抑制手段を適切に用いれば、フォトマスク基板の撓みによるプロキシミティギャップの面内不均一性は、軽減されることがわかる。すなわち、プロキシミティギャップの位置による変動の主原因が、フォトマスク基板の自重による撓みであれば、露光装置の撓み抑制手段により、この変動をある程度抑えることができると考えられる。

【0040】

本発明者らは、この知見を更に発展させ、プロキシミティギャップの位置による変動をより精度高く管理し、ますます難度の高くなる高精細なパターン転写を可能とするフォトマスク基板を検討した。すなわち、転写精度を向上させるには、上述のようなフォトマスク基板の自重による撓みを抑制する手段を講ずるだけでは不十分であるとの知見を得て、鋭意検討を行った。

30

【0041】

（撓み抑制手段のみでは不十分と考えられる根拠）

こうした露光装置のフォトマスク保持方式や撓み抑制手段の方式や形状は複数あることから、これらの相違により、フォトマスク基板の受ける力の方向や大きさ、面積あたりの圧力は、同一ではない。従って、たとえ撓み抑制手段によって完全に自重撓みが解消したとしても、フォトマスク基板は、露光装置の保持部材との接点（又は接面、接線）、及び撓み抑制手段との接点（同）によって異なる、さまざまな種類の力を受けていると考えられる。そして、フォトマスク基板の受ける力の方向や大きさ、面積あたりの圧力は、露光装置のもつフォトマスクの保持方式や撓み抑制手段の方式によって相違すると推定される。また、更には、同一の保持方式等を採用していても、フォトマスク基板のサイズや、個々の露光装置の保守方法などによって異なると推定される。また、被転写体を構成するガラス基板を載置する露光装置のステージも、完全な平坦面ではないことから、プロキシミティギャップに対して影響を与える要因をもつ。これらの要因は、プロキシミティギャップの位置による変動を生じさせ、転写精度に影響を生じさせると考えられる。特に、転写用パターンの微細化に伴い、線幅2～15μm、更には3～10μm程度のパターンの精緻な転写においては、露光装置のさまざまな要因によるプロキシミティギャップ変動が、無視できなくなっている。

40

50

【 0 0 4 2 】

上記に鑑みると、特許文献 1 や特許文献 2 に記載された撓み抑制手段のみでは、プロキシミティギャップの制御には不十分である。更に、特許文献 3 に記載の「マザーガラスに對向する側の表面が凹んだ断面円弧形状」の基板によっても、自重撓み以外の要因によるプロキシミティギャップの変動を確實に抑えられるものではない。

【 0 0 4 3 】

そこで、本発明者は、プロキシミティギャップの面内変動を抑止するために、鋭意検討し、以下の解決手段を得た。以下に、本発明の一実施形態について説明する。

【 0 0 4 4 】

(本実施形態に係るフォトマスク基板を得るためのプロセス)

10

本実施形態に適用するフォトマスク基板の材料としては、ガラス材料を用いることができる。例えば、石英ガラス、無アルカリガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ソーダライムガラスが使用できる。

【 0 0 4 5 】

なお、本願において「フォトマスク基板」とは、フォトマスクプランクの材料とするもので、ガラスなどの平板の表裏を所定の形状、平坦度に加工した、透明基板の状態をいう。但し、この状態のフォトマスク基板に、薄膜を形成し、又は更にレジストを塗布した状態(フォトマスクプランク)、該薄膜をパターニングした状態(フォトマスク)のものについても、フォトマスク基板部分は実質的に同じであるので、適宜、フォトマスク基板ということがある。

20

【 0 0 4 6 】

本実施形態のフォトマスク基板は、以下の工程により得ることができる。

【 0 0 4 7 】**1. ギャップデータ及び固有ギャップデータの取得工程**

まず、所定の露光装置のもつ、プロキシミティギャップの位置による変動量を把握する。プロキシミティギャップの測定は、露光装置のフォトマスク保持部にサンプルマスク基板を装着し、露光装置の被転写体を載置するステージにサンプルガラス基板を載置し、その間の距離を測定することで実施することができる。つまり、サンプルマスク基板の主表面上における複数位置において、サンプルマスク基板とサンプルガラス基板との間の距離であるプロキシミティギャップを把握する。具体的には、サンプルマスク基板の主表面上の複数の測定点におけるプロキシミティギャップを各々測定する。例えば、サンプルマスク基板の主表面のうちパターン領域に相当する領域内において、所定の一定間隔(例えば 10 mm ~ 300 mm の範囲内の所定値)の格子点を設定し、各格子点を測定点とすることができる。格子点の距離は、例えば 50 mm ~ 250 mm の範囲内で選択することができる。

30

【 0 0 4 8 】

パターン領域とは、サンプルマスク基板の主表面のうち、外縁をなす 4 辺から 50 mm 以内の領域を除いた領域とすることができる。

【 0 0 4 9 】

プロキシミティギャップの測定は、例えばサンプルマスク基板の斜め上方(又は下方)から光照射し、サンプルマスク基板のマスクパターン面(主表面)からの反射光と、ガラス基板からの反射光とを検出して行うことができる。又は、特許 3953841 号に記載されるように、気密室を構成するガラス板の反射を利用して測定する方法を適用してもよい。

40

【 0 0 5 0 】

ここでは、二辺保持かつ下面保持の露光装置であって、保持部材の外側を上から押圧する撓み抑制手段を備えた装置を例に説明する。

【 0 0 5 1 】

プロキシミティギャップの測定にあたっては、露光装置の持つ撓み抑制手段を利用して行うことが好ましい。例えば、上述の図 3 に示すシミュレーションで得られた最適の条件

50

(撓みがほぼゼロとなる条件)を適用しつつ、プロキシミティギャップの測定を行うことが好ましい。

【0052】

このようにして得られた各測定点におけるプロキシミティギャップは、位置によって異なる(ばらつく)ため、プロキシミティギャップの位置による変動を示す。このようにばらつきをもつプロキシミティギャップのデータを、ギャップデータAとする。

【0053】

尚、上記で得られるギャップデータAは、実際には、サンプルマスク基板の平坦度(パターン面、上面保持の場合はパターン面及び裏面)やサンプルガラス基板のもつ平坦度(被転写面、及びその裏面)などの影響をうけたプロキシミティギャップを意味する。しかしながら、本実施形態の目的のためには、露光装置に固有のプロキシミティギャップ変動以外の変動を含まないギャップデータを得ることが好ましい。

【0054】

プロキシミティギャップの位置による変動のうち露光装置に固有の変動とは、所定の露光装置において再現性のある変動であり、以下の(1)~(3)が含まれる。

(1) 該露光装置にフォトマスク基板を装着したときの、フォトマスク自重撓みによるギャップ変動

(2) 該露光装置がフォトマスクを保持する機構(保持部の形状、接触面積など)や、撓み抑制手段の方式(押圧位置、圧力)によるギャップ変動

(3) 該露光装置の、被転写体(ガラス基板)を載置するステージの平坦度不均一によるギャップ変動

【0055】

他方、露光装置に固有の変動以外の変動には、以下の(4)、(5)が含まれる。

(4) フォトマスク基板のパターン面の平坦度不均一によるギャップ変動(上面保持の場合は、裏面の平坦度不均一によるギャップ変動も含まれる)

(5) 該露光装置のステージに載置された被転写体(ガラス基板)の被転写面及びその裏面の平坦度不均一によるギャップ変動

【0056】

本実施形態では、所定の露光装置を使用する限り、再現性があり、定量的な補正量が算定できるギャップ変動に対して有効な対策を講じるための手段を得ることを目的とする。従って、補正量算定の基礎となるプロキシミティギャップの測定は、平坦度に不均一のない理想的なサンプルマスク基板と、同様に構成された理想的なサンプルガラス基板とを用いて行うべきである。但し、実際には、そのような理想的な基板を入手することは困難である。そこで、上記ギャップデータAを基に、露光装置に固有の変動を抽出したデータを得ることが好ましい。すなわち、露光装置に固有の変動以外の変動による成分を除去することが好ましい。そこで、以下では、まずギャップデータAから、使用したサンプルガラス基板の平坦度によるギャップ変動成分を除去する。

【0057】

具体的には、サンプルガラス基板を複数用意して順次プロキシミティギャップを測定し、各々を使用して得られたギャップデータAの各測定点ごとの値を平均化することにより、サンプルガラス基板のもつ個体差を消去する。これにより、サンプルガラス基板に起因するプロキシミティギャップ変動(上記(5))を除去することができる。これが、図4(a)に示すギャップデータである(これをギャップデータBとする)。

【0058】

次に、サンプルマスク基板のパターン面平坦度に起因するギャップ変動成分を除去する。ここでは、サンプルマスク基板のパターン面に対して別途平坦度測定を行い、得られた平坦度データ(図4(b)に示す)を、対応する測定点ごとに、上記図4(a)に示すギャップデータBから減じることができる。

【0059】

平坦度測定に用いる測定装置としては、例えば黒田精工社製の平面度測定機や、特開2

10

20

30

40

50

007-46946号公報記載のものを適用することができる。具体的には、サンプルマスクのパターン面上に、上記プロキシミティギャップの測定同様に、所定間隔で複数の格子点を設け、この格子点を平坦度測定の測定点とする。そして、サンプルマスク基板の主表面に略平行な基準面を決定したとき、この基準面に対する各測定点の高さ情報を得て、これを平坦度データとすることができます。平坦度の測定に当たっては、重力の影響を極力受けないように、被検体である基板を鉛直に保持して測定することが好ましい。

【0060】

従って、図4(a)に示すギャップデータBから図4(b)に示す平坦度データを減じて得られた図4(c)に示すギャップデータCが、露光装置に固有のプロキシミティギャップ変動を示すデータ(これを固有ギャップデータとよぶ)となる。

10

【0061】

尚、上記(4)、(5)の変動成分の除去については、他の方法を用いてもよい。例えば、(4)については、サンプルマスク基板を複数用意し、各々を使用して得られたギャップデータAの各測定点ごとの値を平均化することにより、使用したサンプルマスクについての上記(4)を除去できる。

【0062】

(5)については、サンプルガラス基板の2つの主表面につき、あらかじめ平坦度測定を行っておき、得られた測定点ごとの平坦度データ(実際には、両主表面の対応する測定点ごとの平坦度データの差、すなわち平行度データとなる)を、基になるギャップデータBの対応する測定点ごとの数値から減じればよい。

20

【0063】

上述のとおり、得られた固有ギャップデータは、使用する露光装置に固有の、位置によるギャップ変動を示すものであるから、これを基に、本実施形態のフォトマスク基板の形状決定を行う。

【0064】

2. 形状加工データの取得工程

上記で得られた固有ギャップデータは、露光装置に、理想的に平坦なフォトマスク基板と、理想的に平坦なガラス基板とをセットしたときに、該露光装置に起因して生じてしまうギャップ変動を表わす。従って、このギャップ変動を生じさせないようにするには、あらかじめ、フォトマスク基板のパターン面に対してこの変動を反転した形状の加工を施しておけば、ギャップ変動を実質的にゼロとすることができます。この状態を、図4(d)に示す。図4(d)には、図4(c)に示すギャップ変動をもとに、反転する形状のパターン面を形成するための形状加工データを示す。尚、ここで、図4(d)では、図4(c)に示すギャップ変動を相殺するために補正されたフォトマスク基板の面形状を、フォトマスク基板を裏返してパターン面側からみた状態を示しているため、対応する位置が左右対称位置に移動している。

30

【0065】

図4(d)には、図4(c)に示すギャップ変動をもとに、反転する形状のパターン面を形成するための形状加工データを示す。すなわち、図4(d)に示すパターン面形状をもつフォトマスク基板を用意し、これを基にフォトマスクを製作すれば、実際の露光装置において、ギャップ変動の残留は実質的に無くなる。これを、図4(e)に示す。

40

【0066】

上記を、図5を用いて側面図で説明する。

【0067】

図5(a)には、現実の露光装置に、理想的な平坦度をもつフォトマスク基板、及び理想的な平坦度をもつパネル基板をセットしても、面内の位置に応じて、プロキシミティギャップの変動が生じてしまう状態を示す。すなわち、フォトマスク基板とパネル基板との距離が最大になる部分は、ギャップ値が最大となる(図5(b))。これが前述の固有ギャップデータ(ギャップデータC)に相当する。

【0068】

50

実際の露光装置によって、ギャップ変動幅（ギャップの最大と最小の差）は異なるが、20~70 μm の範囲内の数値であることが一般的である。例えば、ギャップ変動幅が50 μm である露光装置に対して、これをゼロとするためには、この50 μm 分を、フォトマスク基板のパターン面の形状加工によって相殺することができる。このときのフォトマスク基板の面形状を、図5(c)に示す。図5(c)は、曲線がパターン面としたとき、この上側が空間側、下側がフォトマスク基板側となる。

【0069】

転写精度の観点からいえば、ギャップ変動は極力小さい方が好ましい。しかしながら、プロキシミティ露光において、面内の位置によるギャップ変動がどの程度許容されるかという点については、得ようとする製品の用途や仕様によって相違するから、目標精度に従って変動許容値を設定することがより好ましい。この理由としては、ギャップ変動をゼロにするためのフォトマスク基板の形状加工は、除去加工（研磨など）の除去量が多くなったり、加工困難な形状が必要になったりするなど、現実の生産効率と歩留まりとの点で必ずしも有利でないことが挙げられる。

10

【0070】

そこで、プロキシミティギャップの面内均一化をはかるにあたり、適用製品や仕様に応じたギャップ変動許容値を勘案する場合を以下に説明する。例えば、得ようとする製品において、許容される最大のギャップ変動値（以下、変動許容値T (μm)とする）は、40~10 (μm)の間の所定の数値とすることができます。すなわち、得ようとする液晶表示装置の求められる精度に応じ、極めて高精細のものは10 μm 、若干仕様の緩いものは40 μm とし、中間のものは適宜20 μm 、又は30 μm とすることなどができる。

20

【0071】

図6に、ギャップデータCに変動許容値Tの値をあてはめ、フォトマスク基板の補正形状を決定する工程を示す。

【0072】

図6(a)では、ギャップデータCに対して、最大値（ギャップが最大となるところ）を基準として、補正形状を決定している。すなわち、最大ギャップとなる位置Pを、形状加工後のパターン面における変動許容値Tの上限に合わせたとき、変動許容値Tを充足できない部分（ギャップが許容範囲を超えて小さくなる部分。図6(a)の斜線部分）を、形状加工によって補正する。換言すれば、最大ギャップとなる位置Pの高さをZ1とするとき、(Z1 - T)より低くなる部分を特定し、少なくともこの部分を除去するような形状加工を行う。この方法を最大値基準方式とする。

30

【0073】

尚、ここでいう高さとは、フォトマスク主表面（理想的な主表面を想定したとき）に対する垂直方向の距離であって、該理想的な主表面に対する高さと考えることができる。

【0074】

例えば、最大値基準方式を採用すると、フォトマスク基板のパターン面に、図6(b)の点線で示す凹形状を形成すれば良い。更に、この凹部分は、ギャップが小さくなりすぎる部分の補正であるから、点線の形状に至るまで除去加工が必要であるが、これを超えて更に除去加工を続けてもよく、実線に至るまでの除去加工は許容される。つまり、点線と実線との間が、除去加工のマージンであるといえる。そして、この両者の間の加工対象となる領域が、本発明でいう特定領域となる。尚、最大値基準方式によると、フォトマスク基板材料に対する形状加工は、凹形状を形成するものとなる。

40

【0075】

図6(c)では、ギャップデータCに対し、その最大値と最小値との中心値を基準として、補正形状を決定している。すなわち、ギャップ中心値に対して、T/2を超えてギャップが大きくなる部分、T/2を超えてギャップが小さくなる部分を、形状加工によって補正する。換言すれば、プロキシミティギャップが中央値を示す位置の高さをZ2とすると、前記主表面上における高さが(Z2 + T/2)を超えて高くなる部分と、(Z2 - T/2)より低くなる部分と、をそれぞれ特定し、この部分を特定して形状加工を行う。こ

50

の方法を中心基準方式とする。

【0076】

中心基準方式を採用すれば、図6(d)に示すように、除去加工は、点線のように行えばよく、更に、除去加工のマージンとして、点線と実線との間が許容される。

【0077】

更に図6(e)では、ギャップデータCに対し、最小値(ギャップが最小となるところ)を基準として、補正形状を決定している。すなわち、最小ギャップとなる位置Bを、形状加工後のパターン面における変動許容値Tの下限に合わせた時、変動許容値Tを充足できない部分(ギャップが許容範囲を超えて大きくなる部分、図6(e)の斜線部分)を、形状加工によって補正する。つまり、最小ギャップとなる位置Bの高さをZ3とするとき、(Z3+T)より高くなる部分を特定し、少なくともこの部分を残して他を除去するような形状加工を行う。この方法を最小値基準方式とする。

【0078】

最小値基準方式を採ると、図6(f)に示すような補正形状とすればよい。具体的には、点線に示す凸形状をパターン面に形成すれば良く、更に、マージンとして、点線と実線との間の領域が許容される。

【0079】

中心値基準方式又は最小値基準方式においても、図6(d)、(f)の点線と実線との間であって、加工の対象となる領域が特定領域となる。

【0080】

上記3つの方式のいずれを採用するかによって、補正形状が異なる。そのため、加工に用いる装置や工程に応じて、最も適切な方式を選択することができる。

【0081】

例えば、最大値基準方式によると、略平坦なフォトマスク基板材料からの除去量(仕事量)が小さくできることから好ましい。また、除去加工を研磨加工とし、かつ表面に凹形状を形成するときには、その部分の研磨負荷を大きくすることによって局所的に除去量を大きくする。このような方法を用いる場合、局所的に凸部を形成する(凸部とする位置の周辺を除去する)ことよりも、局所的に凹部を形成することの効率が良いため、最大値基準方式が有利である。

【0082】

上記の考察を行い、変動許容値Tを適用したときの補正形状を決定する。図4(f)～(n)は、これを平面図で示したものである。

【0083】

図4(c)～(e)が、変動許容値Tをゼロとし、形状加工されたフォトマスク基板を用いたときのギャップ変動が無くなるような補正形状の決定であったのに対し、図4(f)～(h)は、最大値基準方式で補正形状決定を行った場合を示す。この場合、図4(c)に示すギャップデータをそのまま用いて、それを逆転させた表面形状をもつフォトマスク基板を形成するのではなく、図4(c)における最大値位置を基準とし、変動許容値(ここでは35μmとした)を充足できない部分のみを、形状加工の対象とした。図4(g)から明らかなとおり、形状加工は、凹形成のみで良いことがわかる。また、図4(h)によると、形状加工後にもギャップ変動が残留しているが、変動幅は、変動許容値Tの35μm以下となっていることがわかる。

【0084】

同様に、図4(i)～(k)では、中央基準方式を採用したときの、形状加工データ、及び形状加工後に残留するギャップ変動を示す。また、図4(l)～(n)は、最小値基準方式を採用したときの、同様のデータを示す。

【0085】

3. フォトマスク基板に形状加工を行う工程

一般に、フォトマスク基板は、フォトマスク用のガラス基板材料を用意し、2つの主表面を研磨により平坦化して得ることができる。例えば、パターン面及びパターン面の裏面

10

20

30

40

50

のそれれにおいて、平坦度を $5 \sim 30 \mu\text{m}$ としたガラス基板材料を用いることができる。こうして得られたガラス基板材料をフォトマスク基板材料として用い、更に形状加工して、本実施形態のフォトマスク基板を得ることができる。

【0086】

加工する形状については、上述の方法によって決定している。例えば、図4(g)に示す形状加工データを用い、公知の加工装置によって形状加工することができる。

【0087】

例えば、回転自在な研磨定盤と、研磨定盤上に設けられた研磨パッドと、研磨パッドの表面に研磨剤を供給する研磨剤供給手段と、を備えた研磨装置を用いて形状加工を行うことができる。研磨パッド上にガラス基板材料を保持し、形状補正によって凹部を形成しようとするとときには、他の領域よりも基板に対する研磨パットの圧力が大きくなるように押圧して、ガラス基板材料を片面研磨することができる。押圧を行うに際しては、複数の加圧体を備え、個々の加圧体に独立に圧力加圧制御が可能であるような制御手段をもつ装置が好ましい。凸部を形成する場合には、凸部の周辺領域に対して、より大きな除去量となるように加圧の制御を行うことができる。

10

【0088】

又は、縦型フライス盤を用いた形状加工を行ってもよい。装置の加工部に研磨布を貼り付けた研磨用のカップヘッドを付け、研磨剤液を供給し、高さ方向の制御をしつつ加工を行う事ができる。

【0089】

20

尚、研磨工程は、粗研磨及び精密研磨を行ったガラス基板材料に対して、上記の形状加工を施してもよく、又は、粗加工後、精密加工を行うと同時に、上記形状加工データを反映した形状加工を行ってもよい。

【0090】

使用する研磨剤の種類や粒径は、基板材料や得ようとする平坦度に応じて適宜選定することができる。研磨剤としては、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、コロイダルシリカなどが挙げられる。研磨剤の粒径は、数十nmから数 μm とすることができる。

【0091】

4. フォトマスク基板の構成

本実施形態に係るフォトマスク基板は、以下のように構成されている。

30

すなわち、主表面上に転写用パターンを形成し、プロキシミティ露光装置に装着して、前記プロキシミティ露光装置のステージに載置した被転写体との間にプロキシミティギャップを設けて露光し、前記転写用パターンを転写することに用いるフォトマスクとなすための、フォトマスク基板であって、

前記主表面上の1又は複数の特定領域において、該特定領域外の周辺領域と異なる除去量の形状加工が行われて凹形状、凸形状、又は凹凸形状が形成されることにより、前記フォトマスク基板を、前記プロキシミティ露光装置に装着したときに生じる、前記プロキシミティギャップの位置による変動が低減され、かつ、

前記形状加工は、前記プロキシミティギャップの位置による変動から抽出された、前記露光装置に固有の変動を低減するものであるフォトマスク基板として構成されている。

40

【0092】

上記でいう凹形状、凸形状、又は凹凸形状とは、前記フォトマスク基板から重力の影響を排除したときの形状を意味する。また、周辺領域とは、前記特定領域の外側であって、前記特定領域に隣接する周辺の領域をいう。この特定領域とは、フォトマスク基板の主表面上の任意の領域であって、形状加工の対象となる領域である。前記図6(b)、(d)、(f)における点線や実線によって表わされた、形状加工領域とすることができます。この特定領域は、主表面上に1又は複数設定される。複数設定される場合には、凸形状、凹形状、凹凸形状の種類や、その組み合わせに制約はない。

【0093】

加工方法としては、例えば研磨などによって表面部分を除去する除去加工を適用できる

50

。研磨以外には、サンドブラストなどの方法を適用することも可能である。周辺領域と異なる除去量とは、周辺より深い除去、又は浅い除去としての形状加工を意味する。除去量（例えば研磨量）を増減することにより、相対的に他の領域より高さの高い、又は低い部分を形成することができる。もしくは、特定領域のみを除去加工することにより、相対的に他の領域より高さが低くなってもよい。

【0094】

尚、形状加工は、露光装置に固有のギャップ変動が、その製品における許容範囲内（変動許容値T以下である）となるように相殺されるものであることができる。この変動許容値Tは、本実施形態のフォトマスクを用いて製造しようとするデバイスの用途や仕様に基づいて決定する。従って、本実施形態のフォトマスク基板は、露光装置に装着した際に形成されるプロキシミティギャップ変動が、理想的なガラス基板に対して、ギャップ許容値T以下となるものである。

10

【0095】

尚、本発明においては、フォトマスク基板の主表面の外縁をなす4辺から50mm以内の領域を除いた領域をパターン領域とするとき、該パターン領域において、上記形状加工が施されたものであることが好ましい。一方、4辺から50mm以内の領域（パターン領域外）においては、上記形状加工を施さないものとすることができます、その場合は、以下の点で有利である。

【0096】

フォトマスク基板を、上述の二辺保持、かつ、下面保持の露光装置に装着して使用することを考慮したとき、フォトマスク基板は、パターン面の対向する2辺（フォトマスク基板のパターン面が長方形のとき、好ましくは対向する長辺）から50mm以内の領域については、露光装置の保持部材が接触する、保持領域となるため、フォトマスク基板表面は平坦度が高いことが好ましい。

20

【0097】

例えば、この領域内の、Pmm(5 P 15)離間した任意の二点の高低差がZ μ mであるとき、Z/Pが0.08以下であることが好ましい。

【0098】

更に、本発明のフォトマスク基板を、四辺保持、かつ、下面保持の露光装置に装着して使用することを考慮すると、パターン面の4辺から50mm以内の領域については、露光装置の保持部材が接触する、保持領域となるため、フォトマスク基板表面は平坦度が高いことが好ましく、上記同様のZ/Pが0.08以下であることが好ましい。

30

【0099】

また、本発明のフォトマスク基板を、四辺保持、上面保持の露光装置に装着して使用することを考慮したとき、パターン面の裏面の4辺から、50mm以内の領域については、露光装置の保持部材が接触する、保持領域となるため、フォトマスク基板表面は平坦度が高いことが好ましく、この領域において上記同様のZ/Pが0.08以下であることが好ましい。

【0100】

平坦度測定方法においては、上記においてサンプルマスク基板の平坦度測定について述べたものと同様とすることができます。

40

【0101】

5. フォトマスクを製造する工程

本実施形態のフォトマスク基板の用途に特に制約はない。例えば、以下に例示するような種類のフォトマスクに適用することができる。特に、液晶表示装置製造用のフォトマスクであって、CF（カラーフィルタ）やTFT（薄膜トランジスタ）基板の製造に用いるフォトマスクに用いれば、本発明の効果が顕著に得られる。

【0102】

例えば、上記工程によって得られたフォトマスク基板の主表面に、光学薄膜としての遮光膜を形成することで、フォトマスク製造用のバイナリマスクブランクを得ることができ

50

る。遮光膜としては、クロム、またはクロムに酸素、窒素、炭素の中から選ばれた1種以上が含まれたクロム化合物等を含む膜や、シリコン、タンタル、モリブデンおよびタンガステンなどから選択された金属元素等を主成分とする金属、金属酸化物、金属窒化物、金属酸窒化物、金属酸化炭化物、金属窒化炭化物、または金属酸窒化炭化物等を含む膜を用いることができる。

【0103】

あるいは、光学薄膜として、露光時に、露光光を一部透過する半透光膜を用いることができる。複数の薄膜を積層してもよい。半透光膜の素材も、上記遮光膜と同様の素材から選択することができ、組成と膜厚とによって、露光光透過率を5～80%に調整して用いることができる。

10

【0104】

更には、上記遮光膜又は半透光膜を適宜用いてパターニングすることにより、多階調(マルチトーン)マスクを得ることができる。すなわち、露光光を遮光する遮光部と、露光光を一部透過する半透光部と、透明基板が露出することにより露光光を実質的に透過する透光部とを含む、転写用パターンを有する多階調フォトマスクを得ることができる。これは、被転写体上に形成されたレジストパターンを、位置によって残膜量(高さ)の異なる立体形状に加工するマスクであり、1枚のフォトマスクを用いて被転写体上に2回以上のパターニングを行える効果が得られるマスクである。例えば、高さの異なる複数のフォトスペーサを備えたカラーフィルタの製造などに有利に用いることができる。

【0105】

上記光学薄膜の成膜方法としては、スパッタ法、真空蒸着法など、公知のものを適用することができる。

20

【0106】

フォトマスクの製造工程においては、公知のフォトグラフィ法を適用することができる。上記工程によって得られたフォトマスク基板の主表面(パターン面)に、上記光学薄膜を必要回数成膜し、更にフォトレジストを塗布してフォトマスクブランクを製造する。そして、レーザや電子線による描画装置を用いてレジスト膜にパターンを描画する。そして、描画されたレジスト膜を現像し、形成されたレジストパターンをマスクとして光学薄膜をウェットエッ칭、又はドライエッ칭することにより、薄膜パターンが形成される。必要回数、上記フォトグラフィプロセスを繰り返すことで、所望の転写用パターンを備えたフォトマスクを製造することができる。

30

【0107】

6. パターン転写を行う工程

露光装置は、公知のプロキシミティ露光用のものを用いることができる。露光光源としては、i線、h線、g線を含む波長域の光源を用いることができる。

【0108】

本実施形態のフォトマスク基板によって得られるフォトマスクは、上記のプロキシミティギャップの測定に用いた露光装置に装着して使用するためのフォトマスクである。プロキシミティギャップの測定に用いた露光装置と同一である限り、フォトマスク基板を保持するための露光装置の基板保持機構には、特に制約はない。上述の2辺保持、4辺保持、あるいは、下面保持、上面保持のいずれにも適用できる。プロキシミティギャップの測定時に、撓み抑制手段などを作用させた場合には、パターン転写時にも同様に作用させて露光する。

40

【0109】

本実施形態のフォトマスク基板を上記露光装置に装着する際には、形状加工を行う際に決定したフォトマスク基板の向きを参照して、装着する。すなわち、プロキシミティギャップの測定時とパターン転写時とで、フォトマスク基板の向きが一致するように装着する。

【0110】

尚、ギャップ変動許容範囲(変動許容値T)の適用の仕方によって、フォトマスク基板

50

の補正形状が異なるものとなることは上述のとおりである。すなわち、フォトマスク基板の凹形状加工になるか、凸形状加工になるかに応じて、パターン転写時に露光装置に設定するプロキシミティギャップの設定値が異なるものとなる。

【0111】

本実施形態によれば、プロキシミティギャップの変動を所定の範囲内に制御できることから、プロキシミティギャップの設定値自体を、従来以上に小さくすることができる。すなわち、フォトマスクのパターン面と被転写体のレジスト膜面との距離を小さく設定することができ、解像度を上げることができる。例えば、パターン転写時に露光装置に設定するプロキシミティギャップの設定値を30~180μmとすることができる。

【0112】

上述したように、本実施形態によれば、使用する露光機に起因するプロキシミティギャップの変動要因を大幅に除去することができる。尚、フォトマスク自体の自重による撓みも、使用する露光機の構造に応じて生じるプロキシミティギャップの変動要因のひとつであるが、発明者らの検討によれば、その露光装置が生じさせてしまう変動要因が無視できない程度に存在するとき、本実施形態によれば、こうしたプロキシミティギャップの変動を有効に抑えることが可能となる。

【0113】

本実施形態に係るフォトマスクの適用用途には、特に限定は無い。尚、前述のとおり、液晶表示装置製造用のフォトマスクとして用いれば、顕著な効果が得られる。例えば、本実施形態に係るフォトマスクをTFT基板製造用のフォトマスクとして用いれば、プロキシミティギャップが所定の許容範囲内に制御可能であるため、パターン線幅や座標の精度を大きく向上させることができる。また、CF製造用のフォトマスクとして用いれば、例えばブラックマトリックスや色版を製造する際に、線幅精度や座標精度を大きく向上させることができる。また、TFT-CF間の隙間精度をつかさどるフォトスペーサを製造する際に、そのスペーサの形状（平面視でX方向、Y方向の形状、Z方向での高さやスロープ形状）精度の向上において、特筆される効果が得られる。

【0114】

7. プロキシミティギャップの評価方法について

上述したように、本実施形態によれば、フォトマスクを露光装置にセットしたときのプロキシミティギャップを、正確かつ効率的に評価することができる。

【0115】

具体的には、サンプルマスク基板を前記プロキシミティ露光装置に装着し、サンプルガラス基板を前記プロキシミティ露光装置のステージに載置し、前記サンプルマスク基板の主表面の複数位置におけるプロキシミティギャップを測定することによって、位置によるプロキシミティギャップの変動を示すギャップデータを得る工程と、

このギャップデータから、前記プロキシミティ露光装置に固有の変動成分を抽出して、固有ギャップデータを得る工程と、

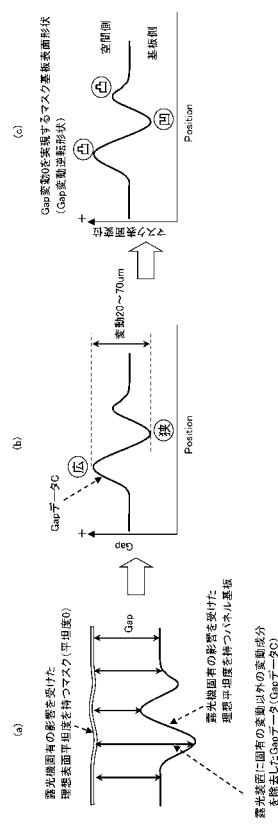
前記固有ギャップデータと、所定のギャップ変動許容値とを用いて、変動許容値を超過するプロキシミティギャップの生じる位置と、その超過量とを求めるこことによって、フォトマスクを露光装置にセットしたときのプロキシミティギャップを、正確かつ効率的に評価することができる。

【0116】

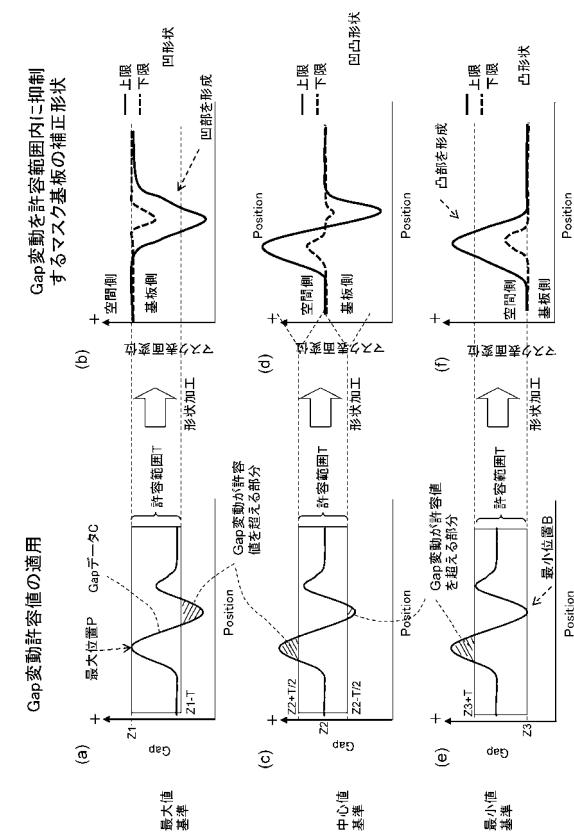
<本発明の他の実施態様>

以上、本発明の実施の形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

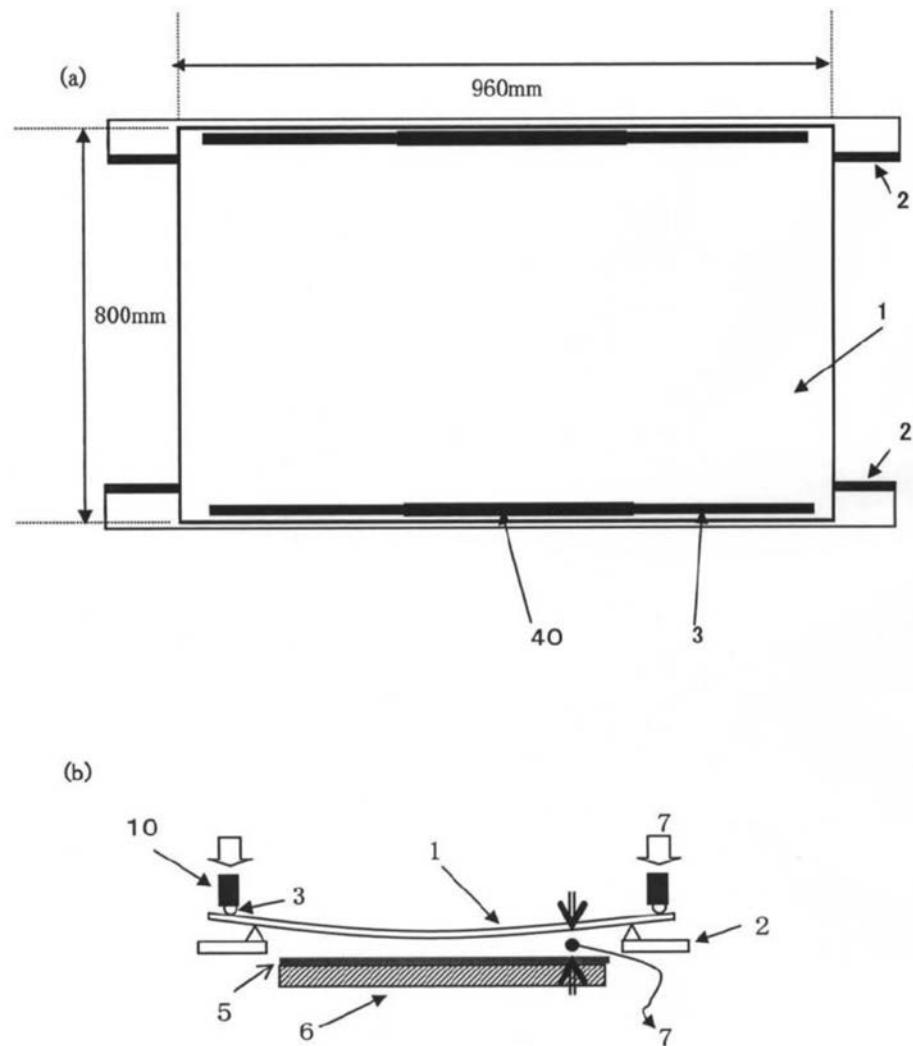
【図5】



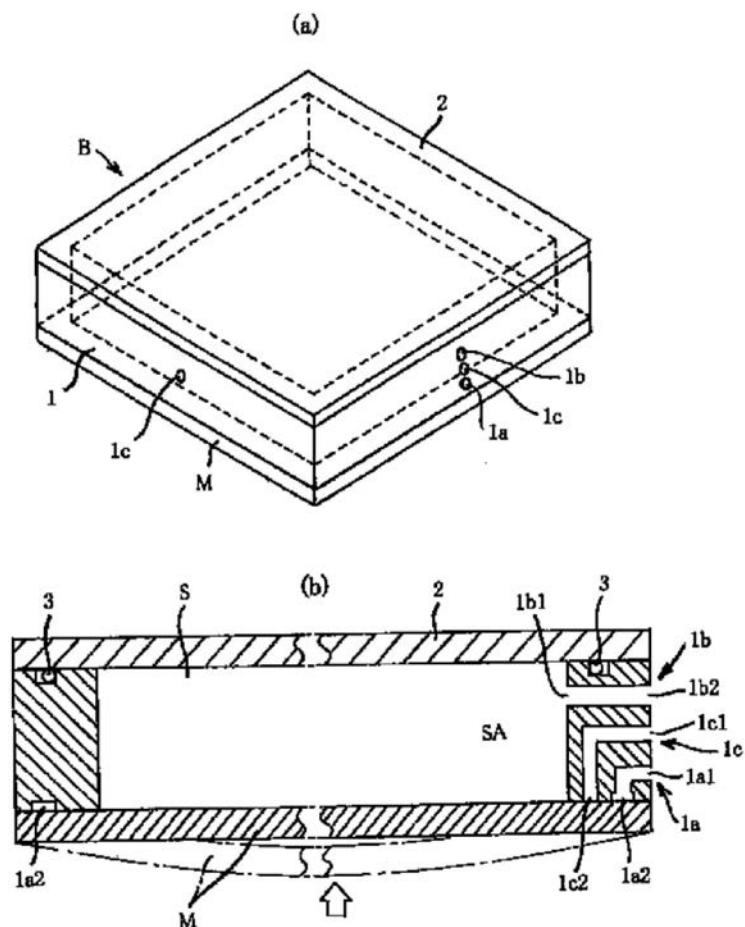
【図6】



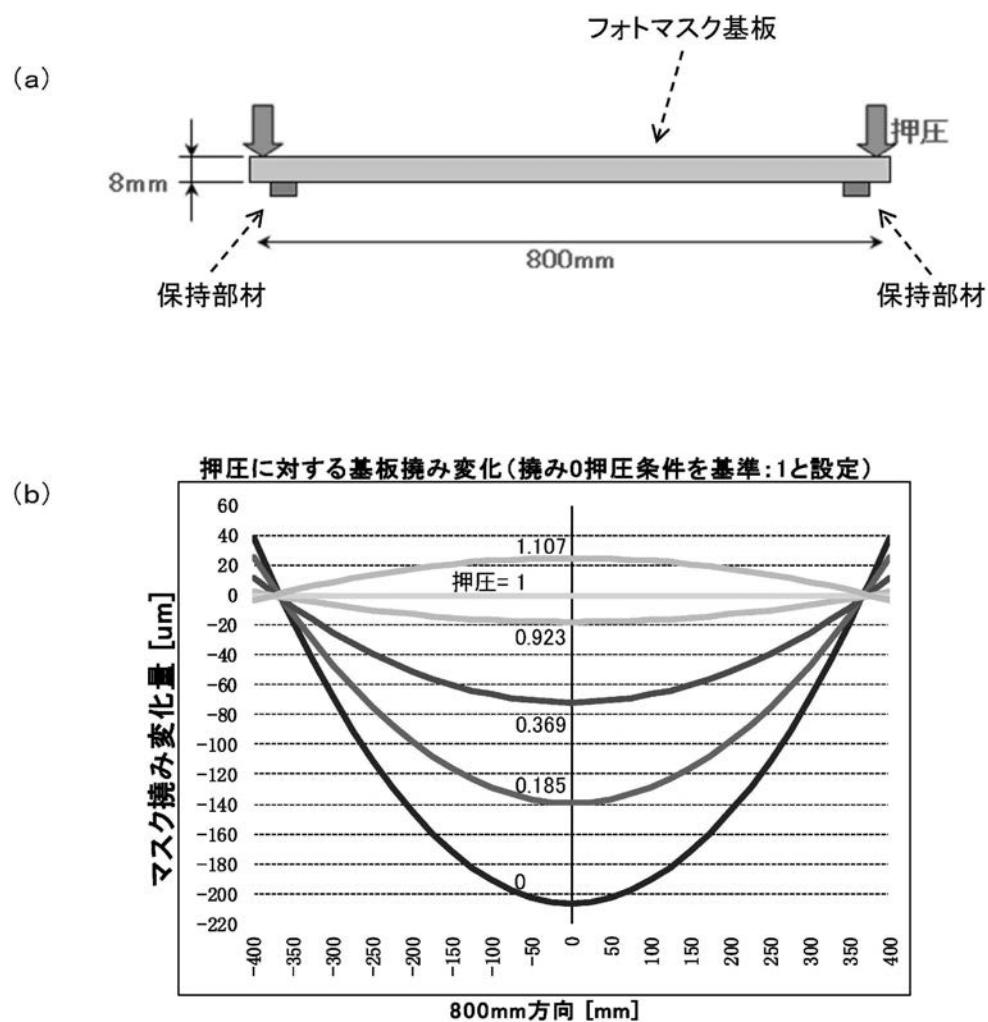
【図1】



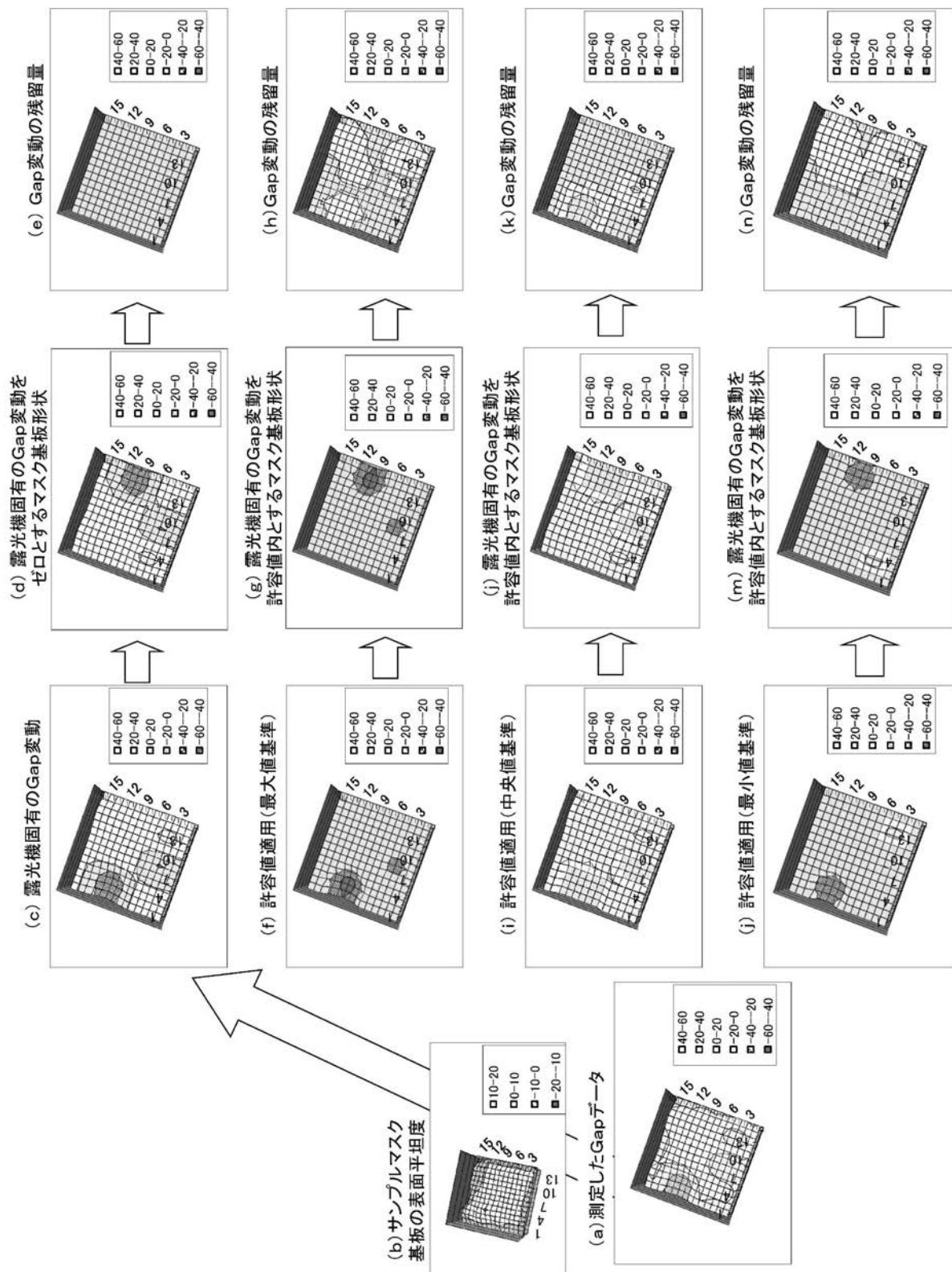
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 池邊 寿美

東京都新宿区中落合二丁目7番5号 HOYA株式会社内

(72)発明者 田中 敏幸

東京都新宿区中落合二丁目7番5号 HOYA株式会社内

審査官 宮川 数正

(56)参考文献 特開平01-170022(JP, A)

特開2007-199434(JP, A)

特開平02-251851(JP, A)

特開2005-043835(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 F 1 / 00 - 1 / 86
, 7 / 20 - 7 / 24, 9 / 00 - 9 / 02
H 01 L 21 / 027