

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4756720号
(P4756720)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月10日(2011.6.10)

(51) Int. Cl. F I
GO3F 1/08 (2006.01) GO3F 1/08 A
HO1L 21/027 (2006.01) GO3F 1/08 T
 HO1L 21/30 5O2P

請求項の数 8 (全 21 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-42230 | (73) 特許権者 | 302062931 |
| (22) 出願日 | 平成11年2月19日(1999.2.19) | | ルネサスエレクトロニクス株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2000-241958(P2000-241958A) | | 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 |
| (43) 公開日 | 平成12年9月8日(2000.9.8) | (74) 代理人 | 100064746 |
| 審査請求日 | 平成18年2月6日(2006.2.6) | | 弁理士 深見 久郎 |
| 審判番号 | 不服2009-22429(P2009-22429/J1) | (74) 代理人 | 100085132 |
| 審判請求日 | 平成21年11月17日(2009.11.17) | | 弁理士 森田 俊雄 |
| | | (74) 代理人 | 100083703 |
| | | | 弁理士 仲村 義平 |
| | | (74) 代理人 | 100096781 |
| | | | 弁理士 堀井 豊 |
| | | (74) 代理人 | 100109162 |
| | | | 弁理士 酒井 将行 |
| | | (74) 代理人 | 100111246 |
| | | | 弁理士 荒川 伸夫 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトマスク、フォトマスクの製造方法、フォトマスクの検査修正方法、半導体集積回路の製造方法および液晶ディスプレイの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、該斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンを備え、露光装置の転写倍率を m 、露光装置の解像力を R_p 、マスク描画装置の解像力を R_w としたときに、上記矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であり、

前記斜め線を含んだ多角形の面積が、上記斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しく、

前記斜め線を含んだ多角形における該斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、上記斜め線を表わす階段形状が、上記斜め線に相当する線の midpoint に対して点対称である、フォトマスク。

【請求項2】

回路パターンをレイアウトし、そのレイアウトデータを作成する工程と、

斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを、該斜め線が複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータに変換する工程と、

上記斜め線を含んだ多角形の回路パターンの変換後のレイアウトデータに基づき、回路パターンを描画する工程とを含み、

上記斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する工程において、露光装置の転写倍率を m 、露光装置の解像力を R_p 、マスク描画装置の解像力を R_w としたときに、上記斜め線を表わす矩形の幅 R を $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲とし、

前記斜め線を含んだ多角形の面積が、上記斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しく、

前記斜め線を含んだ多角形における該斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、上記斜め線を表わす階段形状が、上記斜め線に相当する線の midpoint に対して点対称である、フォトマスクの製造方法。

【請求項 3】

斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、全矩形の数が少ない斜め線の変換方法を選択することを特徴とする請求項 2 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 4】

斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形の数が少ない斜め線の変換方法を選択することを特徴とする請求項 2 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 5】

斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形が複数の矩形から成る多角形の外周部に位置しない斜め線の変換方法を選択することを特徴とする請求項 2 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 6】

透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、該斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、露光装置の転写倍率を m 、露光装置の解像力を R_p 、マスク描画装置の解像力を R_w としたときに、上記矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクの上記斜め線に相当する線の位置に生じた欠陥を検査修正するに当たり、上記回路パタンのレイアウトデータを参照して斜めに検査修正し、

前記斜め線を含んだ多角形の面積が、上記斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しく、

前記斜め線を含んだ多角形における該斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、上記斜め線を表わす階段形状が、上記斜め線に相当する線の midpoint に対して点対称である、フォトマスクの検査修正方法。

【請求項 7】

透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、該斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、露光装置の転写倍率を m 、露光装置の解像力を R_p 、マスク描画装置の解像力を R_w としたときに、上記矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクを用いて、半導体集積回路を製造し、

前記斜め線を含んだ多角形の面積が、上記斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しく、

前記斜め線を含んだ多角形における該斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、上記斜め線を表わす階段形状が、上記斜め線に相当する線の midpoint に対して点対称である、フォトマスクを使用した半導体集積回路の製造方法。

【請求項 8】

透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、該斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、露光装置の転写倍率を m 、露光装置の解像力を R_p 、マスク描画装置の解像力を R_w としたときに、上記矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクを用いて、液晶ディスプレイを製造し、

前記斜め線を含んだ多角形の面積が、上記斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しく、

前記斜め線を含んだ多角形における該斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、上記斜め線を表わす階段形状が、上記斜め線に相当する線の midpoint に対して点対称である、フォトマスクを使用した液晶ディスプレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

この発明は、半導体集積回路装置や液晶ディスプレイの製造工程で使用されるフォトマスク、並びにそのフォトマスクの製造方法、検査修正方法及び使用方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

近年、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置を用いて、フォトマスクを製造することが増えてきた。

【 0 0 0 3 】

図 1 3 は可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置を示す構成図である。図 1 3 において、1 0 1 は可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置、1 0 2 は L a B₆ 電子銃、1 0 3 は第 1 成形アパーチャ、1 0 4 は第 1 成形レンズ、1 0 5 は第 1 成形偏向器、1 0 6 は第 2 成形レンズ、1 0 7 は第 2 成形アパーチャ、1 0 8 は縮小レンズ、1 0 9 はブランキング電極、1 1 0 は偏向器、1 1 1 は集束レンズ、1 1 2 は描画フィールドである。

【 0 0 0 4 】

また、1 1 3 は第 1 成形アパーチャ 1 0 3 と、第 1 成形レンズ 1 0 4 と、第 1 成形偏向器 1 0 5 と、第 2 成形レンズ 1 0 6 と、第 2 成形アパーチャ 1 0 7 とから成る可変成形レンズ部であり、1 1 4 は偏向器 1 1 0 と集束レンズ 1 1 1 とから成る収束偏向レンズ部である。また、1 1 5 はステージ（図示せず）上に載置された被露光対象としてのフォトマスクである。

【 0 0 0 5 】

可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置 1 0 1 では、回路パターンを描画する場合、図 1 4 (a) に示すように、回路パターンのレイアウトデータを単純な矩形に区分し、各矩形ごとに順番に露光する方式を採用している。このため、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置 1 0 1 では、回路パターンのレイアウトが単純である場合、回路パターンのレイアウトが複雑である場合に比べて、露光する面積は同じであっても露光する矩形の数が少なく、スループットが高い。

【 0 0 0 6 】

また、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置 1 0 1 は、図 1 4 (b) に示すように露光する部分及び露光しない部分を含めたフォトマスク全体をガウスビームでスキャンして回路パターンを描画する方式を採用するガウスビームラスタースキャン型の電子線露光装置や、図 1 4 (c) に示すように露光する部分だけをガウスビームでスキャンして回路パターンを描画する方式を採用するガウスビームベクタースキャン型の電子線露光装置に比べてスループットが高い点で優れている。

【 0 0 0 7 】

また、近年、L S I の高集積化に伴い小さな領域に複雑な機能を詰め込もうとすると、縦横に走る配線だけでは自由度が少ないので斜め方向に走る配線を利用する場合が増えている。

【 0 0 0 8 】

しかし、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置 1 0 1 では、斜め線が描画可能なように第 1 及び第 2 成形部が構成されていない。そこで、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置 1 0 1 では、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを描画する場合、まず、図 1 4 (a) に示すように、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを、斜め線が電子線露光装置 1 0 1 の解像力と同じ幅を有する複数の細長い矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータに変換する。すなわち、斜め線の幅 W を電子線露光装置 1 0 1 の解像力 R_w の整数倍となるように設計し、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを、斜め線が $N_w = W / R_w$ で定義される N_w 個の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデ

10

20

30

40

50

ータに変換する。その後、これら矩形を1つずつ露光することにより斜め線を含んだ多角形の回路パターンを描画する。

【0009】

なお、レイアウトデータを一律にシュリンクする際、矩形のレイアウトデータの場合、正しくグリッド上に載るが、斜め線を含んだ多角形のレイアウトデータの場合、正しくグリッド上に載るとは限らない。シュリンク後のレイアウトデータがグリッド上に正しく載っていない場合、レイアウトデータに丸め誤差が生じ、描画精度が劣化する。

【0010】

図15は電子線露光装置を用いて製造されたフォトマスクを用いて半導体集積回路や液晶ディスプレイを製造するための投影露光装置を示す構成図である。図15において、201は投影露光装置、202は光源としてのHgランプ、203は第1のレンズ、204は第1のミラー、205は第2のレンズ、206はフライアイレンズ、207は二次光源面、208は第3のレンズ、209はブラインド、210は第4のレンズ、211は第2のミラー、212は第5のレンズ、213は第6のレンズ、214は瞳面、215は第7のレンズである。

【0011】

また、216はフォトマスク、217は被露光対象としてのウェハ、218はHgランプ202から出射された光、219はフォトマスク216により回折された回折光である。

【0012】

投影露光装置201の解像力 R_p は、露光波長 λ 、レンズの開口数 NA 、プロセス定数 k_1 を用いて、 $R_p = k_1 \cdot \lambda / NA$ と定義される。このため、フォトマスク216の一主面上に形成された遮光パターンの幅が、 $m \cdot R_p$ 以下の場合、その遮光パターンの形状を被露光対象としてのウェハ217上に正確に表わすことができず、輪郭が丸まる。例えば、図16(a)は中央に一辺が $m \cdot R_p$ 以下である正方形の孔を有する遮光パターンを備えたフォトマスクを図15に示す投影露光装置に装着して、ウェハ217を露光した場合、ウェハ217上では遮光パターンの形状が図16(b)に示す形状で表される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

可変成形ビームベクターキャン型の電子線露光装置を用いて斜め線を描画する場合には、以上のように行うので、回路パターン中に斜め線があると、回路パターンの描画時間が著しく長くなり、電子線露光装置のスループットが劣化し、フォトマスクの価格が上昇するなどの課題があった。

【0014】

また、描画時間が長くなると、電子線露光装置のステージのドリフトの影響も大きくなるので、長寸法誤差が拡大し、フォトマスクの精度が低下するなどの課題があった。

【0015】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、安価で高精度なフォトマスクを得ることを目的とする。

【0016】

また、そのフォトマスクの製造方法、検査修正方法、及び使用方法を得ることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

この発明に係るフォトマスクは、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものである(ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。)。

【0018】

この発明に係るフォトマスクは、斜め線を含んだ多角形の面積が、斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しいものである。

10

20

30

40

50

【0019】

この発明に係るフォトマスクは、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺と、斜め線が階段状に表わされた多角形における斜め線の端部に相当する位置に接続する辺とが平行関係にあるものである。

【0020】

この発明に係るフォトマスクは、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺と、斜め線が階段状に表わされた多角形における斜め線の端部に相当する位置に接続する辺とが直角関係にあるものである。

【0023】

この発明に係るフォトマスクは、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、斜め線を表わす階段形状が、斜め線に相当する線の中点に対して点対称であるものである。

10

【0025】

この発明に係るフォトマスクの製造方法は、回路パターンをレイアウトし、そのレイアウトデータを作成する工程と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータに変換する工程と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンの変換後のレイアウトデータに基づき、回路パターンを描画する工程とを含み、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する工程において、斜め線を表わす矩形の幅 R を $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲とするものである（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）。

20

【0026】

この発明に係るフォトマスクの製造方法は、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、全矩形の数が少ない方法を選択するものである。

【0027】

この発明に係るフォトマスクの製造方法は、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形の数が少ない方法を選択するものである。

【0028】

この発明に係るフォトマスクの製造方法は、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形が複数の矩形から成る多角形の外周部に位置しない方法を選択するものである。

30

【0029】

この発明に係るフォトマスクの検査修正方法は、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクの斜め線に相当する線の位置に生じた欠陥を検査修正するに当たり、回路パターンのレイアウトデータを参照して斜めに検査修正するものである（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）。

40

【0030】

この発明に係るフォトマスクを使用した半導体集積回路の製造方法は、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクを用いて、半導体集積回路を製造するものである（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）。

【0031】

この発明に係るフォトマスクを使用した液晶ディスプレイの製造方法は、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲である

50

フォトマスクを用いて、液晶ディスプレイを製造するものである（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるフォトマスクを示す構成図である。図1において、1はフォトマスク、2は透明基板、3aは斜め線を含まない四角形の回路パタンのレイアウトデータに基づいて、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置（マスク描画装置）により露光することにより透明基板2の一主面上に形成された遮光パターン、3bは斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータに基づいて、可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置により露光することにより透明基板2の一主面上に形成された遮光パターンである。また、4は斜め線を含んだ多角形の回路パターン中の斜め線に相当する線である。

10

【0033】

遮光パターン3bは、斜め線が斜め線の幅 W 、フォトマスク1を装着する投影露光装置（露光装置）の解像力 R_p 、投影露光装置の転写倍率 m から $N_p = \text{int}(W/R_p/m) + 1$ で定義される N_p 個の矩形により階段状に表わされる多角形のデータに変換された、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータに基づいて透明基板2の一主面上に形成されたものである。

20

【0034】

ここで、一般に、 $R_p \cdot m$ は電子線露光装置の解像力 R_w より10倍以上大きいので、 N_p は N_w より小さく、その結果、矩形の幅 R は電子線露光装置の解像力 R_w より大きい。また、 $N_p = \text{int}(W/R_p/m) + 1$ と定義されることから、矩形の幅 R が $R_p \cdot m$ より小さいことも明らかである。すなわち矩形の幅 R は $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲である。

【0035】

換言すれば、遮光パターン3bは、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示したものであり、矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものである。

30

図1では、一例として、斜め線を含んだ多角形の回路パターン中の斜め線が、幅 R_1 が $R_w < R_1 < R_p \cdot m$ の範囲である矩形4xと幅 R_2 が $R_w < R_2 < R_p \cdot m$ の範囲である矩形4yにより階段状に表わされる例を示している。

【0036】

以上のように、この実施の形態1によれば、遮光パターン3bは、斜め線が N_p ($< N_m$)個の矩形により階段状に表わされる多角形のデータに変換された、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータに基づいて形成されたものであるので、従来の場合に比べて少ない露光回数で短時間で回路パターンが描画されている。その結果、電子線露光装置のスループットが向上し、フォトマスクが低価格となる効果が得られる。また、電子線露光装置のドリフトの影響も小さくなり、フォトマスクが長寸法誤差の小さく高精度なものとなる効果も得られる。

40

【0037】

実施の形態2. 実施の形態2では、実施の形態1で説明したフォトマスクの製造方法について説明する。図2はフォトマスクの製造方法を示すフローチャートである。フォトマスクを製造する場合、まず、CADツールを用いて、製造予定の装置に必要な回路パターンをレイアウトする（ステップST1）。

【0038】

その後、回路パタンの集積度を上げるため、回路パターンをコンパクト化し、回路パタンのレイアウトデータを作成する（ステップST2）。この時、デザインルールを守りながら、適宜配線を折り曲げてより多くの回路パターンを小さな領域に集積するため、縦横に走

50

る配線だけでなく斜め方向に走る配線を利用する場合がある。

【0039】

その後、回路パタンのレイアウトデータを標準フォーマットに変換する（ステップST3）。

その後、回路パタンのレイアウトデータから、各層毎のデータを抽出して展開する（ステップST4）。

その後、回路パタンのレイアウトデータ中の図形変換を行う領域を指定する（ステップST5）。

その後、回路パタンのレイアウトデータ中の繰り返し部分と非繰り返し部分とを一旦分ける（ステップST6）。

その後、繰り返し部分及び非繰り返し部分を小さなセグメントに分割する（ステップST7）。ただし、繰り返し部分の分割は、繰り返し部分がセグメントより大きい場合に行う。

その後、セグメント毎に、重複除去など既存の図形演算等の処理を行う（ステップST8）。

【0040】

その後、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータであって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものに変換する（ステップST9）。すなわち、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを、斜め線の幅 W 、投影露光装置の解像力 R_p 、投影露光装置の転写倍率 m から $N_p = \text{int}(W / R_p / m) + 1$ で定義される N_p 個の矩形により階段状に表わされる多角形のデータに変換する。

【0041】

その後、繰り返し部分を非繰り返し部分に割り付ける（ステップST10）。

その後、回路パタンのレイアウトデータを、使用する可変成形ビームスキャン型の電子線露光装置のフォーマットに変換する（ステップST11）。

【0042】

その後、斜め線を含んだ多角形の回路パタンの変換後のレイアウトデータを有する回路パタンのレイアウトデータに基づき、回路パターンを可変成形ビームスキャン型の電子線露光装置により描画する（ステップST12）。すなわち、斜め線を含んだ多角形の回路パタンの変換後のレイアウトデータ全体が複数の矩形から成るため、これら矩形を可変成形ビームスキャン型の電子線露光装置により1つずつ露光することにより、回路パターンを描画する。

【0043】

以上のように、この実施の形態2によれば、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを、斜め線が斜め線の幅 W 、投影露光装置の解像力 R_p 、投影露光装置の転写倍率 m から $N_p = \text{int}(W / R_p / m) + 1$ で定義される N_p 個の矩形により階段状に表わされる多角形のデータに変換するので、従来の場合に比べて、露光回数が少なく、回路パタンの描画時間が短い。その結果、電子線露光装置のスループットが向上し、低価格のフォトマスクを製造することができる効果が得られる。また、電子線露光装置のドリフトの影響が小さくなり、長寸法誤差の小さい高精度のフォトマスクを製造することができる効果が得られる。

【0044】

実施の形態3

実施の形態3から実施の形態6では、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータに基づいて形成された遮光パタンの例について説明する。

【0045】

図3は実施の形態3の説明に供する図である。図3(a)は斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を示し、図3(b)から図3(g)は図3(a)に示す斜め線を含んだ多角形の

10

20

30

40

50

回路パターン5の変換後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パターン3b、すなわち、図3(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターン3bであって、斜め線を表わす矩形の幅Rが $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものを示している。

【0046】

図3(b)及び図3(e)は、図3(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より小さい場合を示し、図3(c)、図3(d)、図3(f)及び図3(g)は、図3(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より大きい場合を示している。

【0047】

図3(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7aと辺7bとは互いに平行関係にある。図3(b)から図3(g)に示す遮光パターン3bの面積は、図3(a)に示す回路パターン5の面積と等しい。図3(b)から図3(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4aと位置4bとを接続する階段形状は斜め線に相当する線の中点4cに対して点対称である。すなわち、図3(b)から図3(g)に示す遮光パターン3bは、図3(a)に示す斜め線の端部に接続する辺7aと辺7bとが互いに平行関係にある回路パターン5のレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の中点4cに対して点対称である階段形状に変換した後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パターン3bを示している。なお、上述した斜め線の端部に接続する2つの辺が互いに平行関係にある回路パターンのレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の中点に対して点対称である階段形状に変換する方式では、変換部分の対称性が確保される。

【0048】

また、図3(b)から図3(d)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4a、4bに接続する辺8a、8bは、図3(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7a、7bと平行関係にあり、図3(e)から図3(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4a、4bに接続する辺8a、8bは、図3(a)に示す回路パターン5における斜め線6の端部に接続する辺7a、7bと直角関係にある。辺8a、8bは斜め線に相当する線4と鋭角をなす。図3(b)は図3(e)に比べて、図3(c)は図3(f)に比べて、図3(d)は図3(g)に比べて、階段形状における屈曲部の数が少ないので、変換後のデータ量が少ないという点で優れている。

【0049】

実施の形態4.

図4は実施の形態4の説明に供する図である。図4(a)は斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を示し、図4(b)から図4(g)は図4(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パターン3b、すなわち、図4(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターン3bであって、斜め線を表わす矩形の幅Rが $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものを示している。

【0050】

図4(b)及び図4(e)は、図4(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より小さい場合を示し、図4(c)、図4(d)、図4(f)及び図4(g)は、図4(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より大きい場合を示している。

【0051】

図4(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7aと辺7bとは互いに平行関係にある。図4(b)から図4(g)に示す遮光パターン3bの面積は、図4(a)に示す回路パターン5の面積と等しい。図4(b)から図4(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4aと位置4bとを接続する階段形状は斜め線に相

10

20

30

40

50

当する線の垂直二等分線 4 d に対してミラー対称である。すなわち、図 4 (b) から図 4 (g) に示す遮光パタン 3 b は、図 4 (a) に示す斜め線の端部に接続する辺 7 a と辺 7 b とが互いに平行関係にある回路パタン 5 のレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の垂直二等分線 4 d に対してミラー対称である階段形状に変換した後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パタン 3 b を示している。

【 0 0 5 2 】

また、図 4 (b) から図 4 (d) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 a に接続する辺 8 a は、図 4 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線の端部に接続する辺 7 a , 7 b と平行関係にあり、図 4 (b) から図 4 (d) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 b に接続する辺 8 b は、図 4 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線の端部に接続する辺 7 a , 7 b と直角関係にあり、図 4 (e) から図 4 (g) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 a に接続する辺 8 a は、図 4 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線 6 の端部に接続する辺 7 a , 7 b と直角関係にあり、図 4 (e) から図 4 (g) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 b に接続する辺 8 b は、図 4 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線 6 の端部に接続する辺 7 a , 7 b と平行関係にある。辺 8 a , 8 b は斜め線に相当する線 4 と鋭角をなす。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 5 .

図 5 は実施の形態 5 の説明に供する図である。図 5 (a) は斜め線を含んだ多角形の回路パタン 5 を示し、図 5 (b) から図 5 (g) は図 5 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パタン 5 の変換後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パタン 3 b、すなわち、図 5 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パタン 5 を、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パタン 3 b であって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものを示している。

【 0 0 5 4 】

図 5 (b) 及び図 5 (e) は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線 6 の幅 W が $R_p \cdot m$ より小さい場合を示し、図 5 (c)、図 5 (d)、図 5 (f) 及び図 5 (g) は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線 6 の幅 W が $R_p \cdot m$ より大きい場合を示している。

【 0 0 5 5 】

図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線の端部に接続する辺 7 a と辺 7 b とは互いに直角関係にある。図 5 (b) から図 5 (g) に示す遮光パタン 3 b の面積は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 の面積と等しい。図 5 (b) から図 5 (g) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 a と位置 4 b とを接続する階段形状は斜め線に相当する線の midpoint 4 c に対して点対称である。すなわち、図 5 (b) から図 5 (g) に示す遮光パタン 3 b は、図 5 (a) に示す斜め線の端部に接続する辺 7 a と辺 7 b とが互いに直角関係にある回路パタン 5 のレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の midpoint 4 c に対して点対称である階段形状に変換した後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パタン 3 b を示している。

【 0 0 5 6 】

また、図 5 (b) から図 5 (d) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 a に接続する辺 8 a は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線の端部に接続する辺 7 a と平行関係にあり、図 5 (b) から図 5 (d) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 b に接続する辺 8 b は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線の端部に接続する辺 7 b と直角関係にあり、図 5 (e) から図 5 (g) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4 a に接続する辺 8 a は、図 5 (a) に示す回路パタン 5 における斜め線 6 の端部に接続する辺 7 a と直角関係にあり、図 5 (e) から図 5 (g) に示す遮光パタン 3 b における斜め線の端部に相当する位置 4

10

20

30

40

50

bに接続する辺8bは、図5(a)に示す回路パターン5における斜め線6の端部に接続する辺7bと平行関係にある。辺8a, 8bは斜め線に相当する線4と鋭角をなす。

【0057】

実施の形態6.

図6は実施の形態6の説明に供する図である。図6(a)は斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を示し、図6(b)から図6(g)は図6(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パターン3b、すなわち、図6(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5を、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターン3bであって、斜め線を表わす矩形の幅Rが $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものを示している。

10

【0058】

図6(b)及び図6(e)は、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より小さい場合を示し、図6(c)、図6(d)、図6(f)及び図6(g)は、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線6の幅Wが $R_p \cdot m$ より大きい場合を示している。

【0059】

図6(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7aと辺7bとは互いに直角関係にある。図6(b)から図6(g)に示す遮光パターン3bの面積は、図6(a)に示す回路パターン5の面積と等しい。図6(b)から図6(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4aと位置4bとを接続する階段形状は斜め線に相当する線の垂直二等分線4dに対してミラー対称である。すなわち、図6(b)から図6(g)に示す遮光パターン3bは、図6(a)に示す斜め線の端部に接続する辺7aと辺7bとが互いに直角関係にある回路パターン5のレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の垂直二等分線4dに対してミラー対称である階段形状に変換した後のレイアウトデータに基づいて形成された遮光パターン3bを示している。なお、上述した斜め線の端部に接続する2つの辺が互いに直角関係にある回路パターンのレイアウトデータを、変換前後の面積を保持したまま、斜め線を、斜め線に相当する線の垂直二等分線に対してミラー対称である階段形状に変換する方式では、変換部分の対称性が確保される。

20

【0060】

また、図6(b)から図6(d)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4aに接続する辺8aは、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7aと平行関係にあり、図6(b)から図6(d)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4bに接続する辺8bは、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7bと平行関係にあり、図6(e)から図6(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4aに接続する辺8aは、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線6の端部に接続する辺7aと直角関係にあり、図6(e)から図6(g)に示す遮光パターン3bにおける斜め線の端部に相当する位置4bに接続する辺8bは、図6(a)に示す回路パターン5における斜め線の端部に接続する辺7bと直角関係にある。辺8a, 8bは斜め線に相当する線4と鋭角をなす。図6(b)は図6(e)に比べて、図6(c)は図6(f)に比べて、図6(d)は図6(g)に比べて、階段形状における屈曲部の数が少ないので、変換後のデータ量が少ないという点で優れている。

30

40

【0061】

実施の形態7.

実施の形態7から実施の形態10では、斜め線を含んだ多角形の回路パターンの変換後のレイアウトデータの例について説明する。

【0062】

図7は実施の形態7の説明に供する図である。図7(a)から図7(h)は、図3(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータを示している。

50

図3(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータは、複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータであって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものであるが、図7(a)から図7(h)では、全体が複数の矩形から成る様子のみを示している。

【0063】

図7(a)に示すレイアウトデータは図3(b)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図7(b)に示すレイアウトデータは図3(c)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図7(c)及び図7(d)に示すレイアウトデータは図3(d)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図7(e)に示すレイアウトデータは図3(e)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図7(f)に示すレイアウトデータは図3(f)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図7(g)及び図7(h)に示すレイアウトデータは図3(g)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものである。

10

【0064】

一般に、微小な矩形は大きな矩形に比べて描画精度が悪い。また、微小な矩形が多角形の外周部に位置していると、微小な矩形を含めた全体の描画精度が悪くなる。また、矩形の数は少ないほど、変換後のデータ量は少ない。

【0065】

図7(c)に示すレイアウトデータと図7(d)に示すレイアウトデータとを比較した場合、図7(c)に示すレイアウトデータを構成する矩形の数と図7(d)に示すレイアウトデータを構成する矩形の数は同じであるが、図7(c)に示すレイアウトデータ中の微小矩形9の数は図7(d)に示すレイアウトデータ中の微小矩形9の数より多く、また、図7(c)に示すレイアウトデータを構成する微小矩形9は外周部に位置している。従って、図7(d)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図7(c)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。同様に、図7(h)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図7(g)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。特に、図7(g)に示すレイアウトデータ中の微小図形9は図7(c)に示すレイアウトデータ中の微小矩形9より小さく、また、外部に位置しているので、図7(g)と図7(h)との比較において、この効果が顕著である。

20

30

【0066】

実施の形態8.

図8は実施の形態8の説明に供する図である。図8(a)から図8(h)は、図4(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータを示している。図4(a)に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン5の変換後のレイアウトデータは、複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータであって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものであるが、図8(a)から図8(h)では、全体が複数の矩形から成る様子のみを示している。

【0067】

図8(a)に示すレイアウトデータは図4(b)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図8(b)に示すレイアウトデータは図4(c)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図8(c)及び図8(d)に示すレイアウトデータは図4(d)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図8(e)に示すレイアウトデータは図4(e)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図8(f)に示すレイアウトデータは図4(f)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図8(g)及び図8(h)に示すレイアウトデータは図4(g)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものである。

40

【0068】

図8(c)に示すレイアウトデータと図8(d)に示すレイアウトデータとを比較した場

50

合、図 8 (c) に示すレイアウトデータを構成する矩形の数と図 8 (d) に示すレイアウトデータを構成する矩形の数は同じであるが、図 8 (c) に示すレイアウトデータ中の微小矩形 9 の数は図 8 (d) に示すレイアウトデータ中の微小矩形 9 の数より多く、また、図 8 (c) に示すレイアウトデータを構成する微小矩形 9 は外周部に位置している。従って、図 8 (d) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図 8 (c) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。同様に、図 8 (h) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図 8 (g) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。特に、図 8 (g) に示すレイアウトデータ中の微小図形 9 は図 8 (c) に示すレイアウトデータ中の微小矩形 9 より小さく、また、外部に位置しているので、図 8 (g) と図 8 (h) との比較において、この効果が顕著である。

10

【 0 0 6 9 】

実施の形態 9 .

図 9 は実施の形態 9 の説明に供する図である。図 9 (a) から図 9 (h) は、図 5 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン 5 の変換後のレイアウトデータを示している。図 5 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン 5 の変換後のレイアウトデータは、複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータであって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものであるが、図 9 (a) から図 9 (h) では、全体が複数の矩形から成る様子のみを示している。

20

【 0 0 7 0 】

図 9 (a) に示すレイアウトデータは図 5 (b) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものであり、図 9 (b) に示すレイアウトデータは図 5 (c) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものであり、図 9 (c) 及び図 9 (d) に示すレイアウトデータは図 5 (d) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものであり、図 9 (e) に示すレイアウトデータは図 5 (e) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものであり、図 9 (f) に示すレイアウトデータは図 5 (f) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものであり、図 9 (g) 及び図 9 (h) に示すレイアウトデータは図 5 (g) に示す遮光パターン 3 b を形成するための基となるものである。

【 0 0 7 1 】

図 9 (c) に示すレイアウトデータと図 9 (d) に示すレイアウトデータとを比較した場合、図 9 (c) に示すレイアウトデータを構成する矩形の数と図 9 (d) に示すレイアウトデータを構成する矩形の数は同じであり、図 9 (c) に示すレイアウトデータ中の微小矩形 9 の数と図 9 (d) に示すレイアウトデータ中の微小矩形 9 の数も同じであるが、図 9 (d) に示すレイアウトデータ中にはより小さな微小矩形 9 が外周部に位置している。従って、図 9 (c) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図 9 (d) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。同様に、図 9 (h) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図 9 (g) に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。

30

40

【 0 0 7 2 】

実施の形態 10 .

図 10 は実施の形態 10 の説明に供する図である。図 10 (a) から図 10 (h) は、図 6 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン 5 の変換後のレイアウトデータを示している。図 6 (a) に示す斜め線を含んだ多角形の回路パターン 5 の変換後のレイアウトデータは、複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータであって、斜め線を表わす矩形の幅 R が $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものであるが、図 10 (a) から図 10 (h) では、全体が複数の矩形から成る様子のみを示している。

【 0 0 7 3 】

50

図10(a)に示すレイアウトデータは図6(b)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図10(b)に示すレイアウトデータは図6(c)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図10(c)及び図10(d)に示すレイアウトデータは図6(d)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図10(e)に示すレイアウトデータは図6(e)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図10(f)に示すレイアウトデータは図6(f)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものであり、図10(g)及び図10(h)に示すレイアウトデータは図6(g)に示す遮光パターン3bを形成するための基となるものである。

図10(g)に示すレイアウトデータと図10(h)に示すレイアウトデータとを比較した場合、図10(g)に示すレイアウトデータを構成する矩形の数と図10(h)に示すレイアウトデータを構成する矩形の数は同じであり、図10(g)に示すレイアウトデータ中の微小矩形9の数と図10(h)に示すレイアウトデータ中の微小矩形9の数も同じであるが、図10(h)に示すレイアウトデータ中にはより小さな微小矩形9が外周部に位置している。従って、図10(g)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合、図10(h)に示すレイアウトデータに基づいて遮光パターンを形成する場合に比べて、精度の高い遮光パターンを形成することができる。

【0074】

実施の形態11.

実施の形態11では、実施の形態1で説明したフォトマスクに生じた欠陥の検査修正方法について説明する。

【0075】

図11はフォトマスクの欠陥修正方法の説明に供する図である。図11(a)は実施の形態1で説明したフォトマスク1における遮光パターン3bの斜め線に相当する線4の位置に欠陥10が生じている様子を示し、図11(b)はその欠陥を検査修正した後の様子を示している。

【0076】

通常、製造したフォトマスクに欠陥が生じていた場合、描画データを参照して、白欠陥ならFIB(Focused Ion Beam)による埋め込み、黒欠陥ならレーザーアプリケーションによる除去を行い、描画データどおりに修正する。このため、実施の形態1で説明したフォトマスク1における遮光パターン3bの斜め線に相当する線4の位置に生じた欠陥10を検査修正する場合、通常、描画データを参照して階段状に検査修正する。

【0077】

しかしながら、実施の形態1で説明したフォトマスク1における遮光パターン3bを用いて最終的に形成しようとする形状は斜め線を含んだ多角形、すなわち回路パターンの形状である。このため、遮光パターン3bの斜め線に相当する線4の位置に生じた欠陥10を、回路パターンのレイアウトデータを参照して斜めに検査修正しても何ら不都合はない。

【0078】

以上のように、この実施の形態11によれば、遮光パターン3bの斜め線に相当する線4の位置に生じた欠陥10を、回路パターンのレイアウトデータを参照して斜めに検査修正する場合、階段状に検査修正する必要がないため、欠陥10の検査修正を容易に行うことができる効果が得られる。

【0079】

実施の形態12.

実施の形態12では実施の形態1で説明したフォトマスクの使用方法について説明する。

【0080】

図12はフォトマスクの使用方法の説明に供する図である。図12(a)は投影露光装置201を示し、図12(b)は投影露光装置201に装着された実施の形態1で説明したフォトマスク1を示し、図12(c)は投影露光装置201で露光されたウェハ11を示している。

10

20

30

40

50

【0081】

遮光パターン3bは、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示したものであり、階段の1段階の高さ、すなわち斜め線を表わす矩形の幅Rが $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるものである。このため、実施の形態1で説明したフォトマスク1を用いてウェハ11を露光した場合、遮光パターン3bの形状を正確に転写することができず、階段形状が斜め線として転写され、ウェハ11上に回路パターンの形状をした遮光パターン12が形成される。

従って、実施の形態1で説明したフォトマスク1を用いて半導体集積回路や液晶ディスプレイを製造する場合、安価で信頼性の高い半導体集積回路や液晶ディスプレイを製造することができる。

10

【0082】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅Rが、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲である（ただし、mは露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）ようにフォトマスクを構成したので、低価格で高精度なフォトマスクを得ることができる効果がある。

【0083】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形の面積が、斜め線が階段状に表わされた多角形の面積と等しいようにフォトマスクを構成したので、露光装置に装着してウェハを露光したとき、ウェハ上に回路パターンを高精度に転写することができるフォトマスクを得ることができる。

20

【0084】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺と、斜め線が階段状に表わされた多角形における斜め線の端部に相当する位置に接続する辺とが平行関係にあるようにフォトマスクを構成したので、露光装置に装着してウェハを露光したとき、ウェハ上に回路パターンを高精度に転写することができるフォトマスクを得ることができる。

【0085】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺と、斜め線が階段状に表わされた多角形における斜め線の端部に相当する位置に接続する辺とが直角関係にあるようにフォトマスクを構成したので、露光装置に装着してウェハを露光したとき、ウェハ上に回路パターンを高精度に転写することができるフォトマスクを得ることができる。

30

【0088】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形における斜め線の端部に接続する辺が互いに直角関係にあるとき、斜め線を表わす階段形状が、斜め線に相当する線の中点に対して点対称であるようにフォトマスクを構成したので、露光装置に装着してウェハを露光したとき、ウェハ上に回路パターンを高精度に転写することができるフォトマスクを得ることができる。

40

【0090】

この発明によれば、回路パターンをレイアウトし、そのレイアウトデータを作成する工程と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされかつ全体が複数の矩形から成る多角形のデータに変換する工程と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンの変換後のレイアウトデータに基づき、回路パターンを描画する工程とを含み、斜め線を含んだ多角形の回路パターンのレイアウトデータを変換する工程において、斜め線を表わす矩形の幅Rを $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲とする（ただし、mは露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）ようにフォトマスクの製造方法を構成したので、低価格で高精度なフォトマスクを製造することができる効果がある。

50

【0091】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、全矩形の数が少ない方法を選択するようにフォトマスクの製造方法を構成したので、変換後のデータ量が少なくなる効果がある。

【0092】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形の数が少ない方法を選択するようにフォトマスクの製造方法を構成したので、精度の高い遮光パターンを有するフォトマスクを製造することができる効果がある。

【0093】

この発明によれば、斜め線を含んだ多角形の回路パタンのレイアウトデータを変換する方法が複数通りある場合、微小矩形が複数の矩形から成る多角形の外周部に位置しない方法を選択するようにフォトマスクの製造方法を構成したので、精度の高い遮光パターンを有するフォトマスクを製造することができる効果がある。

【0094】

この発明によれば、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクの斜め線に相当する線の位置に生じた欠陥を検査修正するに当たり、回路パタンのレイアウトデータを参照して斜めに検査修正する（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）ようにフォトマスクの検査修正方法を構成したので、斜め線に相当する線の位置に生じた欠陥の検査修正を容易に行うことができる効果がある。

【0095】

この発明によれば、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、斜め線が複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクを用いて、半導体集積回路を製造する（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）ようにフォトマスクの使用方法を構成したので、安価で信頼性の高い半導体集積回路を製造することができる効果がある。

【0096】

この発明によれば、透明基板と、斜め線を含んだ多角形の回路パターンを、複数の矩形により階段状に表わされた多角形として示した遮光パターンとを備え、矩形の幅 R が、 $R_w < R < R_p \cdot m$ の範囲であるフォトマスクを用いて、液晶ディスプレイを製造する（ただし、 m は露光装置の転写倍率、 R_p は露光装置の解像力、 R_w はマスク描画装置の解像力である。）ようにフォトマスクの使用方法を構成したので、安価で信頼性の高い半導体集積回路を製造することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるフォトマスクを示す構成図である。

【図2】 フォトマスクの製造方法を示すフローチャートである。

【図3】 実施の形態3の説明に供する図である。

【図4】 実施の形態4の説明に供する図である。

【図5】 実施の形態5の説明に供する図である。

【図6】 実施の形態6の説明に供する図である。

【図7】 実施の形態7の説明に供する図である。

【図8】 実施の形態8の説明に供する図である。

【図9】 実施の形態9の説明に供する図である。

【図10】 実施の形態10の説明に供する図である。

【図11】 フォトマスクの欠陥修正方法の説明に供する図である。

【図12】 フォトマスクの使用方法の説明に供する図である。

【図13】 可変成形ビームベクタースキャン型の電子線露光装置を示す構成図である。

10

20

30

40

50

【図14】 電子線露光装置の露光方法の説明に供する図である。

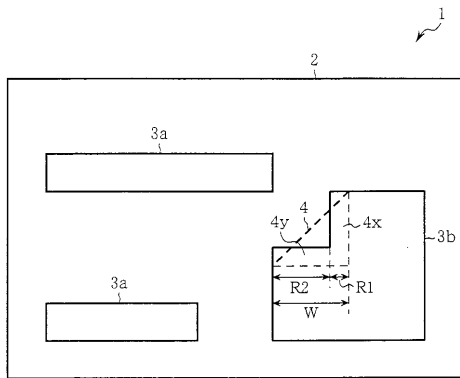
【図15】 投影露光装置を示す構成図である。

【図16】 投影露光装置の説明に供する図である。

【符号の説明】

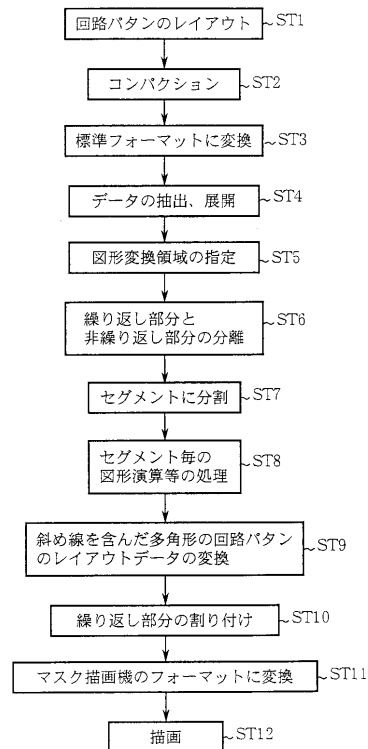
1 フォトマスク、2 透明基板、3 b 遮光パターン、4 斜め線に相当する線、4 a ,
 4 b 斜め線の端部に相当する位置、4 c 斜め線に相当する線の中点、4 d 斜め線に
 相当する線の垂直二等分線、5 斜め線を含んだ多角形の回路パターン、6 斜め線、6 a
 , 6 b 斜め線の端部、7 a , 7 b 斜め線の端部に接続する辺、8 a , 8 b 斜め線の
 端部に相当する位置に接続する辺、9 微小矩形。

【図1】

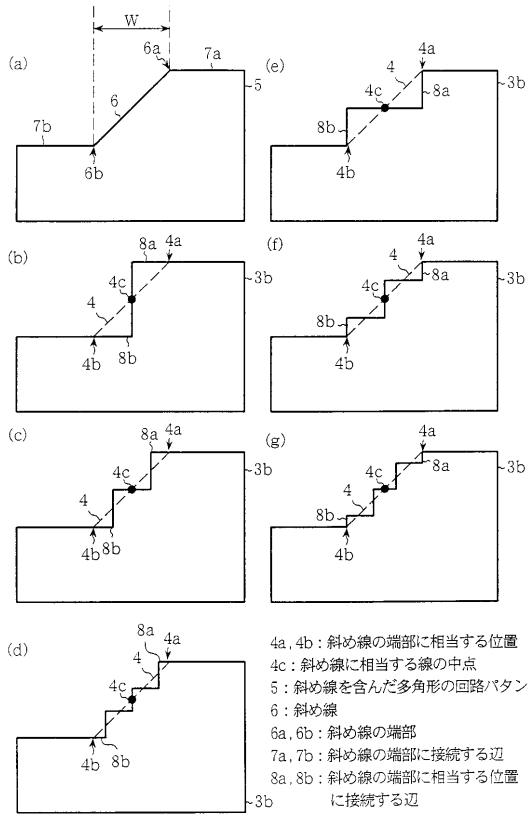


1: フォトマスク
 2: 透明基板
 3b: 遮光パターン

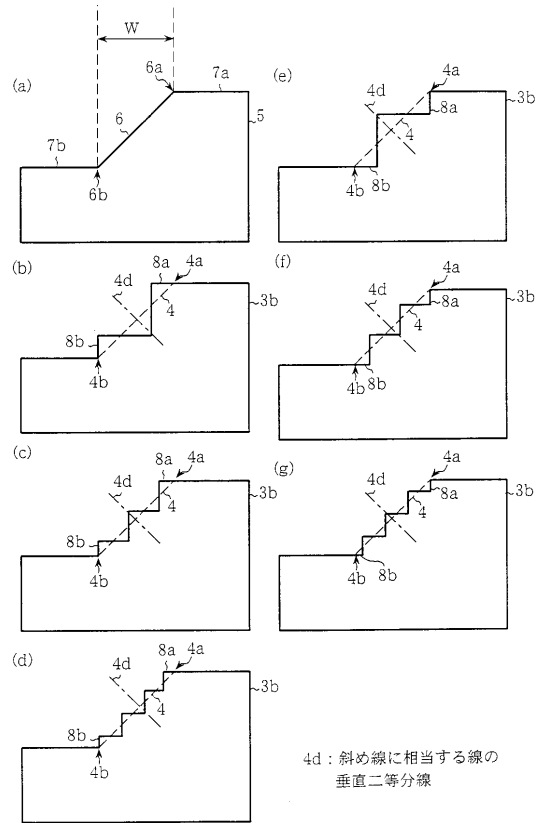
【図2】



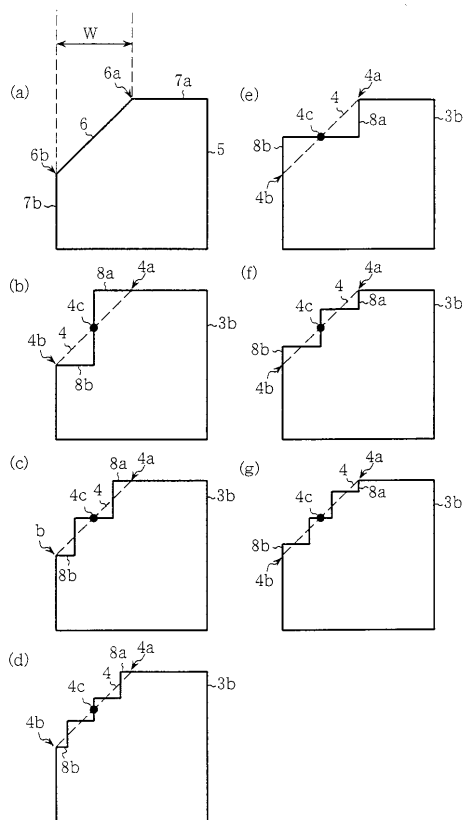
【図3】



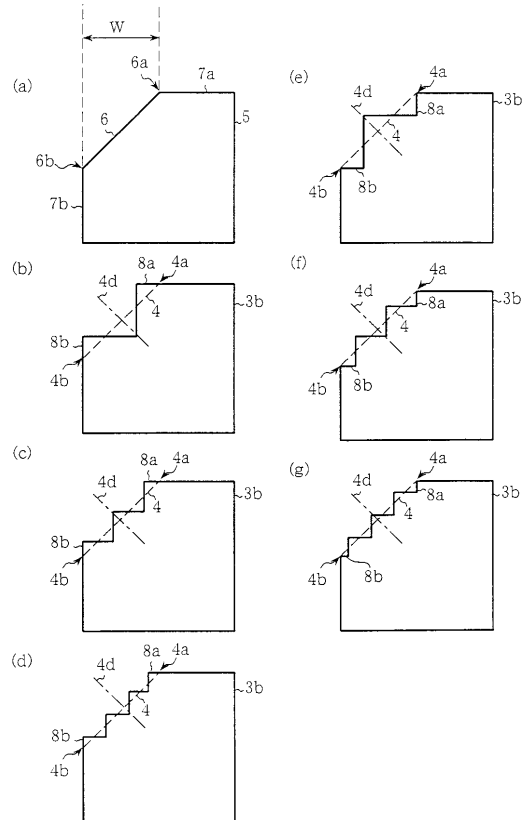
【図4】



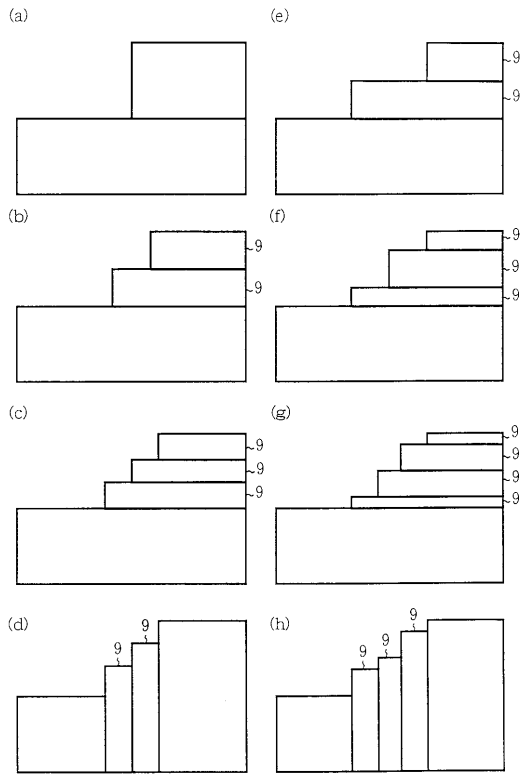
【図5】



【図6】

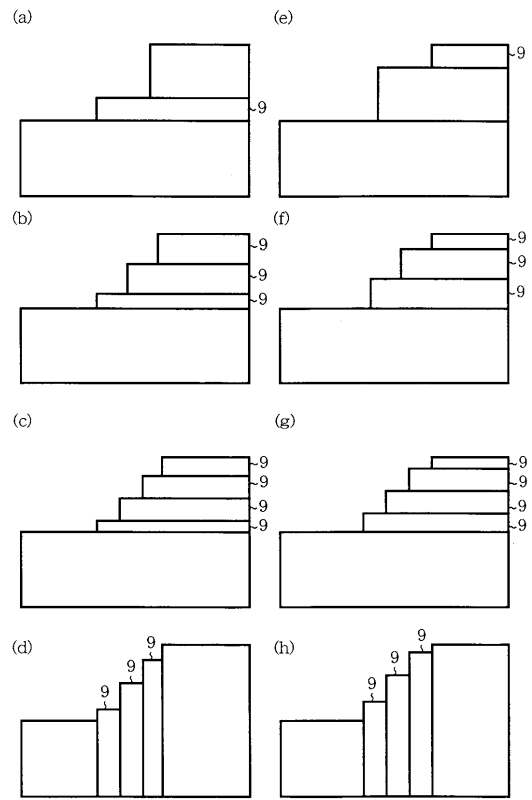


【 図 7 】

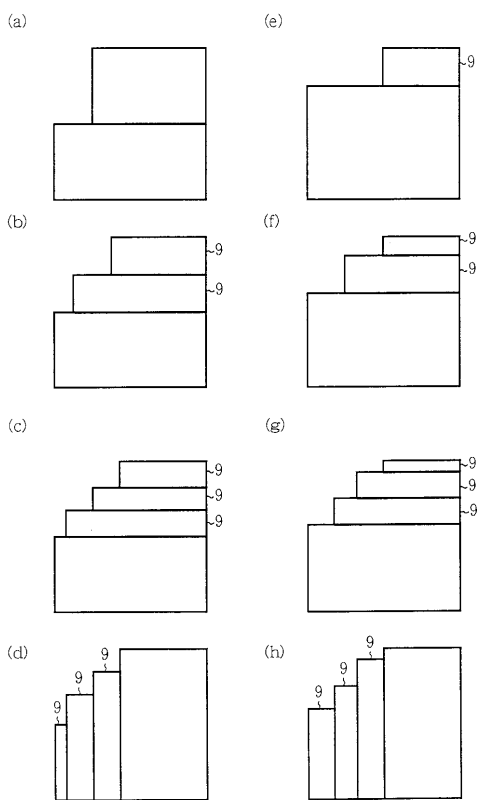


9 : 微小矩形

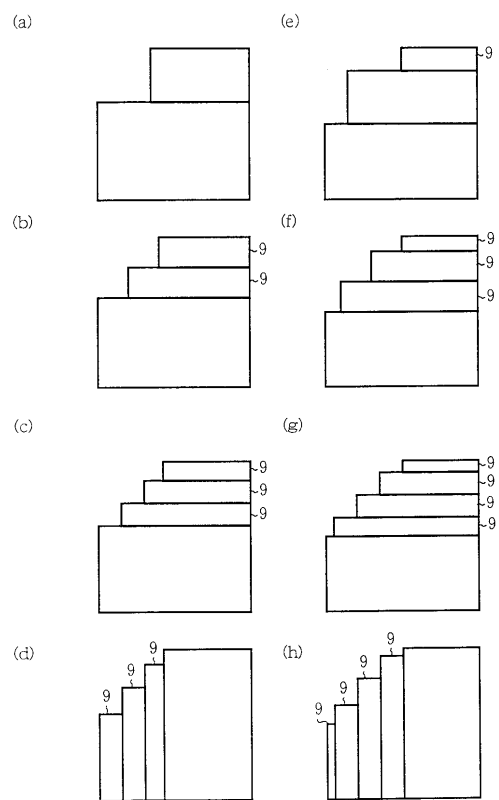
【 図 8 】



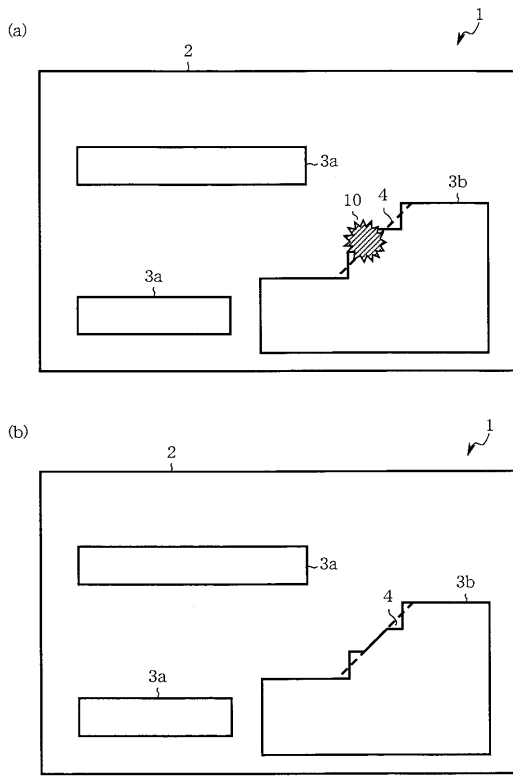
【 図 9 】



【 図 10 】

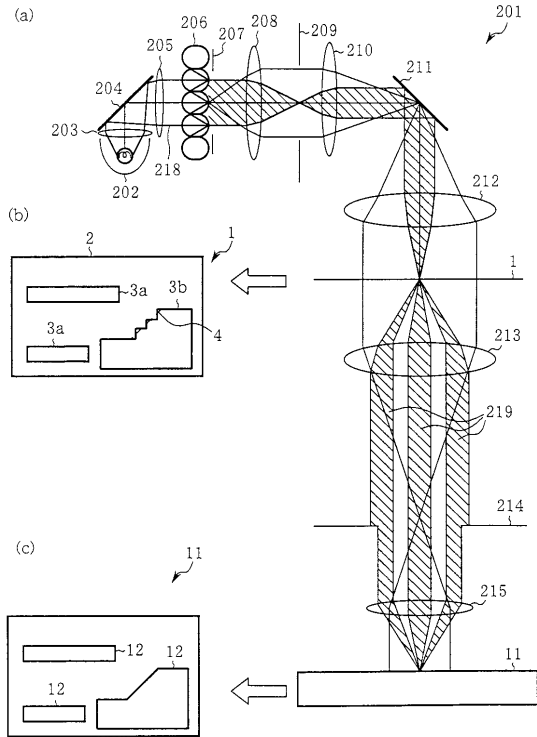


【図 1 1】

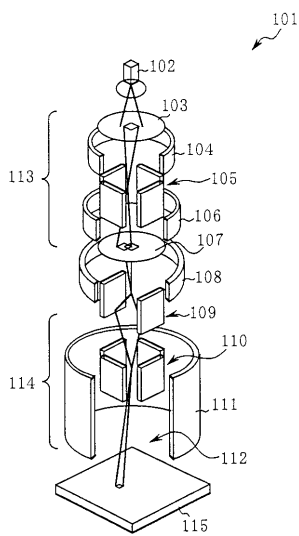


4 : 斜め線に相当する線

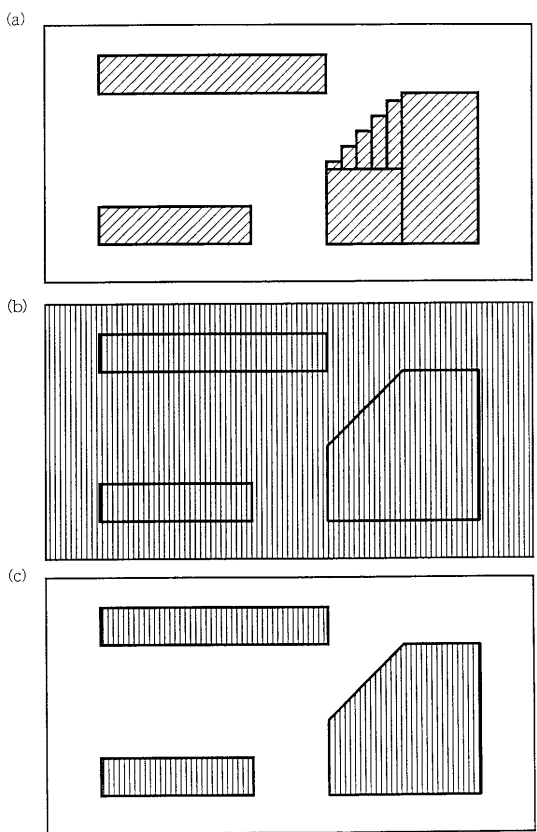
【図 1 2】



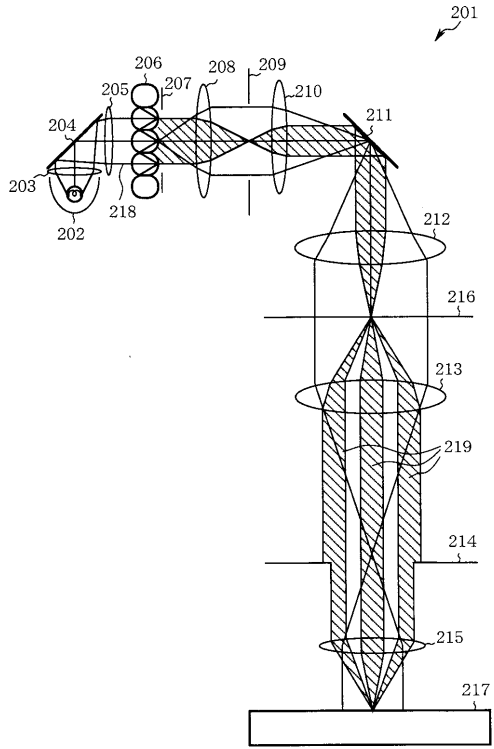
【図 1 3】



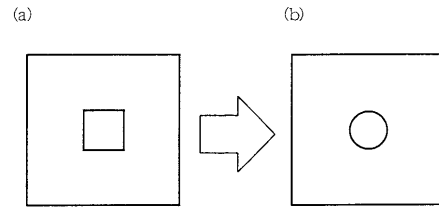
【図 1 4】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(74)代理人 100124523

弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 加門 和也

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

合議体

審判長 北川 清伸

審判官 伊藤 幸仙

審判官 森林 克郎

(56)参考文献 特開平1 - 169451 (JP, A)

特開平9 - 293669 (JP, A)

特開平10 - 31301 (JP, A)

特開平3 - 208051 (JP, A)

特開平6 - 97055 (JP, A)

特開平4 - 271347 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 1/08

H01L 21/027