

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-517618

(P2013-517618A)

(43) 公表日 平成25年5月16日 (2013.5.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 1 L 21/027 (2006.01) H 0 1 L 21/30 5 4 1 E 5 F 0 5 6

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-548337 (P2012-548337)	(71) 出願人	512186612
(86) (22) 出願日	平成23年1月12日 (2011.1.12)		エクイコン・ソフトウェア・ゲゼルシャフ
(85) 翻訳文提出日	平成24年9月10日 (2012.9.10)		ト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/DE2011/000021		・イエーナ
(87) 国際公開番号	W02011/085719		ドイツ連邦共和国、07745 イエーナ
(87) 国際公開日	平成23年7月21日 (2011.7.21)		、コンラート・ツーゼー・ストラッセ、2
(31) 優先権主張番号	102010004939.5	(74) 代理人	100069556
(32) 優先日	平成22年1月18日 (2010.1.18)		弁理士 江崎 光史
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實
		(74) 代理人	100157440
			弁理士 今村 良太
		(74) 代理人	100173521
			弁理士 篠原 淳司

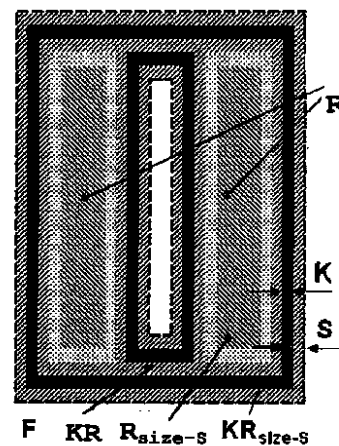
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接効果補正によるウェーハ及びマスクの電子ビーム照射制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ウェーハ及びマスクを製造するための電子ビームリソグラフィ方法に関する。邪魔をする近接効果の作用を低減するために、より正確な補正を可能とする、電子ビームを制御するための拡張した補正アルゴリズムを採用する。そのため、本発明の課題は、一つのパターンの全ての図形のコントラストとCDを最適に制御できる改善された補正方法を提供することである。本発明では、幾何学的な手法により、コントラスト制御のための追加のコントラストフレーム (KR) と残りの図形 (R) を全ての図形 (F) に対して生成し、次に、コントラストフレーム (KR) と残りの図形 (R) の図形から、負のサイズ変更演算によって、より小さい図形 (KR_{size-S} と R_{size-S}) を生成し、次に、照射量の割り当てによって、それらの図形 (KR, R) の縁でレジスト閾値を達成するとの条件により、これらの図形 (KR_{size-S} と R_{size-S}) を近接補正アルゴリズムに導入することによって、この課題を解決している。

Fig. 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

補正アルゴリズムによる近接効果補正により、ウェーハ及びマスクの電子ビーム照射を制御する方法において、

幾何学的な手法により、コントラスト制御のための追加のコントラストフレーム (KR) と残りの図形 (R) を全ての図形 (F) に対して生成することと、

コントラストフレーム (KR) と残りの図形 (R) の図形から、負のサイズ変更演算によって、より小さい図形 (KR_{size-S} と R_{size-S}) を生成することと、

次に、照射量の割り当てによって、それらの図形 (KR, R) の縁でレジスト閾値を達成するとの条件の下で、これらの図形 (KR_{size-S} と R_{size-S}) を近接補正アルゴリズムに導入することと、

を特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記の幾何学的な手法が、

2 × サイズ変更パラメータ (S) + コントラストスタンプの幅 (K) の大きさによる負のサイズ変更演算によって、図形 (F) から、残りの図形 (R) を生成する工程と、

図形 (F) からの残りの図形 (R) の幾何学的な減算によって、コントラストフレーム (KR) を生成する工程と、

次に、サイズ変更パラメータ (S) の大きさによる負のサイズ変更演算によって、これらの得られた図形 (R と KR) を KR_{size-S} と R_{size-S} に縮小する工程と、

20

から構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

コントラストフレーム (KR) の全体の幅が、コントラストスタンプの幅 (K) + 2 × サイズ変更パラメータ (S) であり、

ここで、

コントラストフレーム (KR) の幅 < CD_{min} であり、

コントラストフレーム (KR) の幅の 2 倍 < の 2 . 5 倍であり、

全ての図形に対して、その幅 < の 2 . 5 倍であり、

これらの図形に最適な、照射量の補正を幾何学的に導き出す手法が自動的に得られる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 4】

残りの図形 (R) 全体に対して、レジスト閾値を上回ることを保証するような照射量だけを割り当てるとの条件の下で、残りの図形 (R) を近接補正アルゴリズムに導入することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

大きな図形内の小さな隙間 (大きな図形内の切り取られた反転図形) を確実に検知するために、当初のパターンと色調値を逆転した反転パターンを同時に補正アルゴリズムに引き渡すとともに、それらのパターンを基本図形に分解する時及びそれらの基本図形に補正した照射量を割り当てるとの時に、両方の色調値を考慮することを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれか一つに記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウェーハ及びマスクを製造するための電子ビームリソグラフィ方法に関する。邪魔をする近接効果の作用を低減するために、より正確な補正を可能とする、電子ビームを制御するための拡張した補正アルゴリズムを採用する。

【背景技術】

【0002】

電子ビーム照射設備を用いたパターン生成方法は、ずっと前から周知である。所要のパターンを小さい基本図形に分解して、感光性のラッカー層の上に投影する。レジストを成

50

長ささせた後、そのパターンを出来る限り正確にレジストに投影している。所定の形状の電子ビーム（ガウス分布ビーム、フォームビーム或いはマルチピクセルビーム）をレジストに照射することによって、電子ビームの照射量分布と一致しない照射量分布がレジストに形成されている。その原因は、レジストと基板の原子又は分子による電子の散乱である。それは、近接効果と呼ばれている。

【0003】

この場合、到達範囲が短い効果（約20nm～40nm、前方散乱）と到達範囲が明らかに長い効果（約5,000nm～30,000nm、後方散乱）が発生する。その結果、電子ビームの拡大（照射量分布の乱れ）及び異なる基本図形の照射量分布の相互の影響が起こり、そのため、結局のところ、全ての所望の基本図形を同じ照射量及び変わらない幾何学形状で照射した場合、レジストに生じる照射量分布が歪曲されて、レジストに生成される構造が所望のパターンのCDを持たなくなる。従って、生成されたパターンは、通常所望の目的に使用できない。そのような効果を補正可能とするためには、先ず近接効果に関する数学モデルを設定しなければならない。

10

【0004】

二つのガウス関数を重ね合わせることによって、その効果を規定できることが広く認識されており（数式1参照）、 σ_f と σ_b は前方散乱と後方散乱の到達範囲を表し、 σ はそれらの効果の大きさの比率を表している。

【0005】

数式1：

20

この関数は、点広がり関数（PSF）とも呼ばれている。その関数を当初は未だ決まっていなかった補正方法で使用可能とするためには、パラメータaとbを決めなければならない。そのために、様々な方法に基づき、所定のテストパターンによる照射を行なって、レジスト内のテストパターンにおける図形のCDを計測している。しかし、その場合、PSFの外に、別の影響を一緒に測定して、それにより、校正を実施している。

【0006】

それは、特に、電子相互のクーロン相互作用と、電磁投影システムのレンズの収差と、照射と成長時のレジストの化学反応で引き起こされる効果とによる所謂ビームのぼやけである。そのため、以下において、そのようなプロセス全体を通じて校正された関数は、「プロセス近接効果関数（PPF）」と称する。PPFを定義するために、三つ以上のガウス関数を重ね合わせることが必要な場合がある。

30

【0007】

そして、その結果得られる照射量分布は、PPFとパターン自体の畳み込み演算の結果として算出することができる。容易に納得できる通り、その関数は、放射形対称であり、位置の依存せず、外側に向かって単調に低下して行く。

【0008】

電子ビームリソグラフィによって生成されるレジストパターンを使用可能とするためには、（物理的な理由から）避けられない近接効果を補正しなければならない。電子ビームの照射量制御をサポートする電子ビーム照射設備では、通常その間にパターンの図形を小さい図形に細分して、場合によっては、そのような小さい図形に対して、個々の照射量を計算し、プロセス全体（レジストの照射と成長）の実行後に、パターンの図形が所望のCDを持つような措置が取られている。

40

【0009】

任意のパターンに適した、照射量又は幾何学形状を補正する方法が特許文献1に記載されており、商業的に入手可能な周知のソフトウェアPROXECOに実装されている。その方法は、「好適なフーリエ変換による展開」の数学的な方法をベースとしており、以下において、短く「展開」と称する。別の方法は、特許文献2に開示されている。

【0010】

従来技術に対応する全ての補正方法は、幾つかの問題に苦しんでいる。我々に周知の近接効果補正方法は、パターン内の図形のCDがPPFのパラメータの約1.3倍よりも

50

大きい場合（非特許文献 1 参照）にしか満足に機能しない。しかし、半導体技術の現在の技術水準は、約 35 nm の CD を求めており、2016 年 1 月までに更に 22 nm の CD を求めている（ITRS ロードマップ）。現在入手可能な、半導体製造で使用可能な（特に、一つのプロセスに付随するレジストによる）リソグラフィプロセスは、約 25 ~ 30 nm のパラメータを有する、即ち、下方には約 38 ~ 45 nm までの直接照射しか可能ではない。如何にして、既存のプロセスに関する投影品質を一層改善するかに関する一連の提案が知られている（例えば、特許文献 3 参照）。これらの補正を改善するための全ての提案は、「展開」に基づく補正アルゴリズムの修正を目指しており、これまで大きな品質の改善を実現していない。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】ドイツ特許第 4317899 号明細書

【特許文献 2】ドイツ特許第 19818440 号明細書

【特許文献 3】米国特許公開第 2008 / 0067446 号明細書

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献 1】E. Seo, O. Kim, "Dose and Shape Modification Proximity Effect Correction for Forward Scattering Range Scale Features in Electron Beam Lithography", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39 (2000) pp. 6827-6830

20

【非特許文献 2】C. Sauer, C.A. Mack, "Electron-beam lithography simulation for mask making, part IV: Effect of resist contrast on isofocal dose", Photomask and X-Ray Mask Technology VI, Proc. SPIE Vol. 3748 (1999)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

以上のことから、本発明の課題は、一つのパターンの全ての図形のコントラストと CD を最適に制御できる改善された補正方法を提供することである。

【0014】

別の課題は、そのような補正方法を所定の周知の補正アルゴリズムと PPF の規定形態に関係無い形で構成することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0015】

本課題は、本発明による請求項 1 の特徴により解決される。

【0016】

この新しい方法は、以下の考えと知見に基づいている。

【0017】

近接効果のモデルから、非常に特殊なパターンに対して、近接効果の補正を数学的な「展開」機構無しに算出できるとの結果が得られている。そのパターンは、一つの面の二つの次元に無限に延びる、等間隔の線と隙間から成る見本である。

40

【0018】

照射量を計算した場合、直線の図形に関する比較的正しい照射量が、線の幅にも具体的な PPF にも関係無く、常に 1.0 と等しいことが分かった。ここで、その結果として得られる照射量分布（非特許文献 1 と 2）を計算するために（即ち、照射量分布をシミュレーションするために）、任意の PPF を使用した場合（これは、数学的な展開機構が無くとも可能である）、パラメータの約 0.65 倍で初めてレジストのコントラストが最終的に消え去ることが分かった（図 1 参照）。

【0019】

即ち、密な線のパターンを仮定すると、如何なる場合でも、それより小さい構造を投影することができない。しかし、実際には、パラメータの約 1.3 倍の場合に既に投影限

50

界に達していると、実験が示している（非特許文献１）。しかし、（その結果が両方に関係無く正しいと見做されているために）補正も校正も間違っている可能性が有るので、P P Fの別の補正アルゴリズム又は校正によって、その範囲での投影の改善を実現しようとする全ての試みも、必ず失敗すると判断しなければならない。

【 0 0 2 0 】

この問題の原因は、全ての周知の方法が、投影後の図形のC Dの制御によって、「正しい」C D、即ち、投影前のC Dを実現すること（C D制御）を追求していることに有る。前記の の約0.65倍～ の1.3倍の範囲において、C D制御は不十分であり、コントラスト制御によって補完しなければならない。パターンのコントラスト（投影パターンのデータでは、「図形」と「隙間」の間のコントラストは常に1.0に等しい）を実現できなかつた場合でも、実現可能なコントラストの最大化を実行して、当該の範囲での投影を実現しなければならない。

10

【 0 0 2 1 】

そのため、幾何学的に導き出す照射量補正方法を導入する。その場合、コントラストの制御は、サイズ変更パラメータSによって決まる（図2参照）。

【 0 0 2 2 】

この場合、サイズ変更演算によって、xとy方向における図形の大きさをそれぞれ大きさS（例えば、10nm）だけ縮小する。次に、補正のためにP P Fを使用する照射プロセスが照射時に正確に当初の図形の線幅を生成するように、図形に割り当てる照射量を補正する。図2の曲線は、実際に線幅が常に等しいが、サイズ変更パラメータが大きくなると、レジスト閾値の位置でのコントラスト、特に、コントラストの勾配が同様に大きくなることを示している。

20

【 0 0 2 3 】

この方法は、同じ線幅の図形から成るテストパターンでは明らかに良好に機能するが、一般的なパターンのコントラスト制御に対しては未だ不十分である。一般的なパターンには、所定の大きさの図形だけでなく、多くの図形が混ざったものも含まれている。

【 0 0 2 4 】

今では、全てのP P Fに関して、図形の幅に応じて、コントラストに一つの転換点が存在することを発見した。それは、P P Fの パラメータの約2.5倍の所に有る（図3参照）。

30

【 0 0 2 5 】

そのような物理的な実態の知見から、この新しい方法の工程が導き出される。この場合、コントラストスタンプの幅のパラメータKを更に導入していることが重要である。

【 0 0 2 6 】

この請求項1に記載の新しい方法は、電子ビームの照射時のコントラストとC Dを同時に制御することによって、一つのパターンの全ての図形の高い投影精度を可能としている。

【 0 0 2 7 】

本方法の幾つかの工程に関する更に別の有利な変化形態は、従属請求項2～4に記載されている。

40

【 0 0 2 8 】

従属請求項5には、大きな図形内の小さな隙間を見分けることが可能な本方法の変化形態が提示されている。そのため、補正アルゴリズムの実行時の小さな隙間の見過ごしが防止される。

【 0 0 2 9 】

以下において、一つの例により本方法を説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図1】線幅に応じたコントラストの推移を示すグラフ

【図2】異なるサイズ変更パラメータに対する照射量分布グラフ

50

【図 3】最小照射量とコントラストの推移を示すグラフ

【図 4】図形 F で一つのパターンを表す原理図

【図 5】F から K R 及び R への変換図

【発明を実施するための形態】

【0031】

図 4 の線状の隙間を切り取った四角形の形状の図形 F は、一つのパターンの任意の複雑な図形に対する見本としての役割を果たしている。第一の演算では、F から、残りの図形 R を生成する。それは、 $(2 \times S + K)$ の大きさによる負のサイズ変更演算によって実行される。コントラストフレーム K R は、図形 F からの残りの図形 R の幾何学的な減算 ($K R = F \setminus R$) によって生成される。

10

【0032】

ここで得られた図形のコントラストフレーム K R と残りの図形 R は、それぞれ S の大きさによる負のサイズ変更演算によって、 $K R_{size-S}$ と R_{size-S} に縮小される。そして、 $K R_{size-S}$ と R_{size-S} は、図形 K R の縁でレジスト閾値を正確に達成するとともに、図形 R の領域でレジスト閾値を上回ることを保証するように、それぞれ照射量を割り当てるとの条件の下で、一緒に近接効果補正アルゴリズムに引き渡される。

【符号の説明】

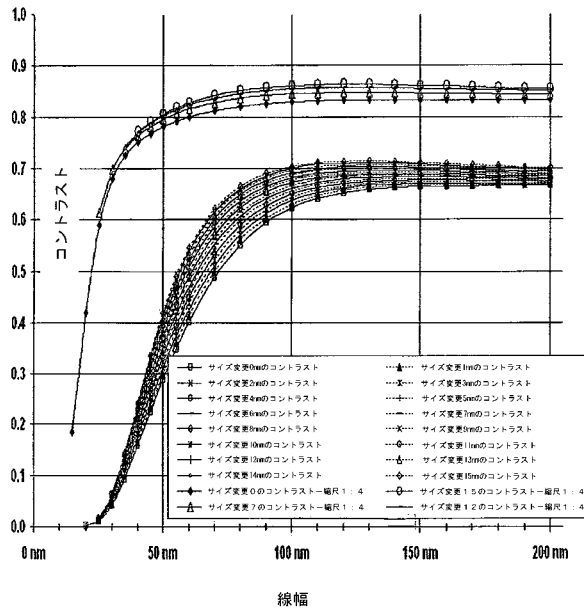
【0033】

C D	構造幅
F	図形
K	コントラストスタンプの幅
K R	コントラストフレーム
$K R_{size-S}$	K R を縮小した図形
R	残りの図形
R_{size-S}	R を縮小した図形
S	サイズ変更パラメータ

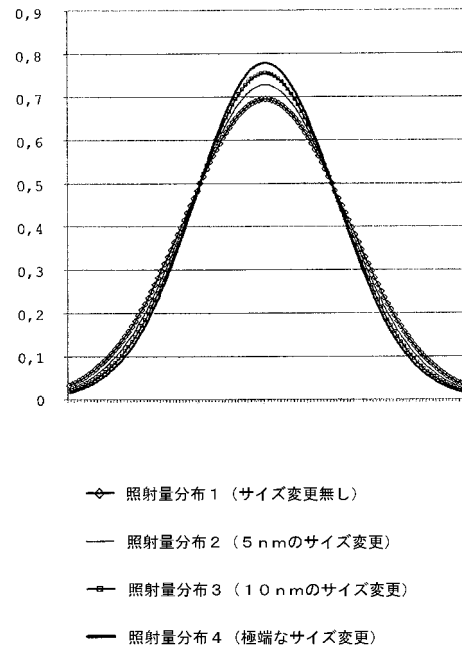
20

【図 1】

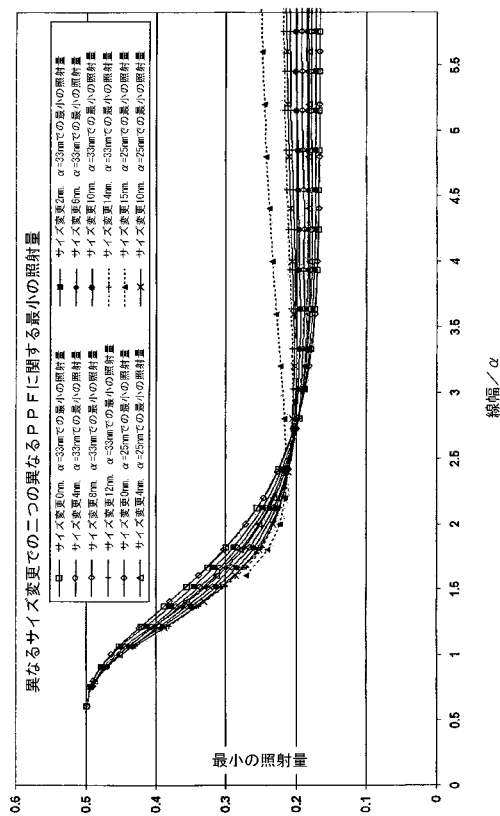
縮尺 1 : 1 (1 : 4) の場合の線幅に応じたコントラストの推移



【図 2】

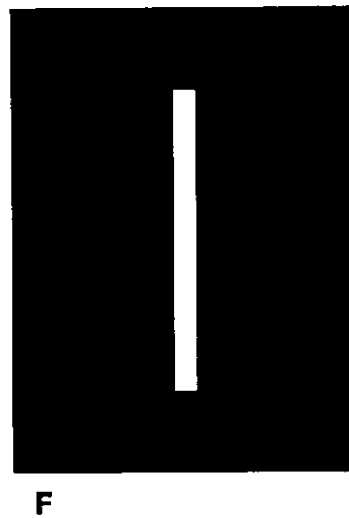


【図 3】



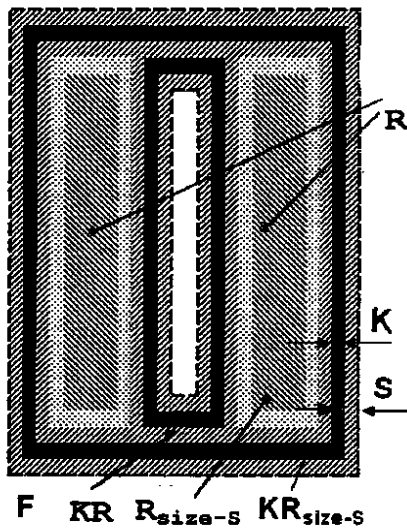
【図 4】

Fig. 4



【図 5】

Fig. 5



【手続補正書】

【提出日】平成24年12月12日(2012.12.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

数式 1 :

【数 1】

$$f(r) = \frac{1}{\pi(1+\eta)} \left(\frac{1}{\alpha^2} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} + \frac{\eta}{\beta^2} e^{-\frac{r^2}{\beta^2}} \right)$$

この関数は、点広がり関数（PSF）とも呼ばれている。その関数を当初は未だ決まっていなかった補正方法で使用可能とするためには、パラメータ__と__を決めなければならない。そのために、様々な方法に基づき、所定のテストパターンによる照射を行なって、レジスト内のテストパターンにおける図形のCDを計測している。しかし、その場合、PSFの外に、別の影響を一緒に測定して、それにより、校正を実施している。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2011/000021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G03F1/14 G03F7/20 H01J37/317
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	GALLER R ET AL: "Geometrically Induced Dose Correction Method for e-Beam Lithography Applications", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, vol. 7823, 24 September 2010 (2010-09-24), XP002633885, ISSN: 0277-786X the whole document ----- -/--	1,2,4,5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2011

Date of mailing of the international search report

17/05/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Hentig, Tanja

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2011/000021

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	GALLER R ET AL: "Modified Dose Correction Strategy for better Pattern Contrast", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, vol. 7545, 15 May 2010 (2010-05-15), XP002633886, ISSN: 0277-786X the whole document	1,2,4,5
A	----- EUNSUNG SEO ET AL: "Dose and shape modification proximity effect correction for forward-scattering range scale features in electron beam lithography", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PART 1 (REGULAR PAPERS, SHORT NOTES & REVIEW PAPERS) JAPAN SOC. APPL. PHYS. JAPAN, vol. 39, no. 12B, 11 October 2000 (2000-10-11), pages 6827-6830, XP002633887, ISSN: 0021-4922 cited in the application the whole document	1,2,4,5
A	----- EISENMANN H ET AL: "Proximity correction of high dosed frame with PROXECCO", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, vol. 2194, 1 March 1994 (1994-03-01), pages 310-317, XP002633888, ISSN: 0277-786X the whole document	1,2,4,5
A	----- MANAKLI S ET AL: "Complementary dose and geometrical solutions for electron beam direct write lithography proximity effects correction: Application for sub- 45-nm node product manufacturing", 13 August 2007 (2007-08-13), JOURNAL OF MICRO/ NANOLITHOGRAPHY, MEMS, AND MOEMS OCTOBER 2007 SPIE US, VOL. 6, NR. 3, XP002633889, the whole document ----- -/--	1,2,4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2011/000021

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>OSAWA MORIMI ET AL: "Proximity effect correction using pattern shape modification and area density map for electron-beam projection lithography", JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, AVS / AIP, MELVILLE, NEW YORK, NY, US, vol. 19, no. 6, 20 August 2001 (2001-08-20), pages 2483-2487, XP012009068, ISSN: 1071-1023, DOI: DOI:10.1116/1.1410090 the whole document</p> <p>-----</p>	1,2,4,5
A	<p>GALLER R ET AL: "A solution to meet new challenges on EBDW data prep", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, vol. 7470, 15 January 2009 (2009-01-15), XP002633890, ISSN: 0277-786X the whole document</p> <p>-----</p>	1,2,4,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2011/000021

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: **3**
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

See Further document PCT/ISA/210

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2011/000021

Continuation of Box II.2

Claim 3

The current claim 3 characterizes the width of the contrast frame (KR) and the width of the figures (F) using the parameter alpha which, however, was neither mentioned nor precisely defined in any of the preceding claims or in main claim 1. According to the description (see page 2), parameter alpha is used in formula (1) (see paragraph [004]), the so-called "point spread function". However, the exact mathematical expression of formula (1) is not specified anywhere in the description (insufficient disclosure according to PCT Article 5). The use of said parameter alpha in the current context leads therefore to a lack of clarity. The claim does not clearly define the technical features which fall under the scope of protection because the parameter cannot be determined in a clear and reliable manner using the indications in the description. As a result, a comparison of the claimed subject matter with the prior art is not possible and it was not possible to carry out a meaningful search in respect of the claimed subject matter.

The applicant is advised that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established cannot normally be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). In its capacity as International Preliminary Examining Authority the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subject matter that has not been searched. This also applies in cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II. However, after entry into the regional phase before the EPO an additional search may be carried out in the course of the examination (cf. EPO Guidelines, C-VI, 8.2) if the defects that led to the declaration under PCT Article 17(2) have been corrected.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/000021

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G03F1/14 G03F7/20 H01J37/317 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G03F H01J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	GALLER R ET AL: "Geometrically Induced Dose Correction Method for e-Beam Lithography Applications", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, Bd. 7823, 24. September 2010 (2010-09-24), XP002633885, ISSN: 0277-786X das ganze Dokument ----- -/-	1,2,4,5
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. April 2011		17/05/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter von Hentig, Tanja

2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/000021

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	GALLER R ET AL: "Modified Dose Correction Strategy for better Pattern Contrast", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, Bd. 7545, 15. Mai 2010 (2010-05-15), XP002633886, ISSN: 0277-786X das ganze Dokument	1,2,4,5
A	----- EUNSUNG SEO ET AL: "Dose and shape modification proximity effect correction for forward-scattering range scale features in electron beam lithography", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PART 1 (REGULAR PAPERS, SHORT NOTES & REVIEW PAPERS) JAPAN SOC. APPL. PHYS. JAPAN, Bd. 39, Nr. 12B, 11. Oktober 2000 (2000-10-11), Seiten 6827-6830, XP002633887, ISSN: 0021-4922 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,2,4,5
A	----- EISENMANN H ET AL: "Proximity correction of high dosed frame with PROXECCO", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, Bd. 2194, 1. März 1994 (1994-03-01), Seiten 310-317, XP002633888, ISSN: 0277-786X das ganze Dokument	1,2,4,5
A	----- MANAKLI S ET AL: "Complementary dose and geometrical solutions for electron beam direct write lithography proximity effects correction: Application for sub- 45-nm node product manufacturing", 13. August 2007 (2007-08-13), JOURNAL OF MICRO/ NANOLITHOGRAPHY, MEMS, AND MOEMS OCTOBER 2007 SPIE US, VOL. 6, NR. 3, XP002633889, das ganze Dokument	1,2,4,5
	----- -/--	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2011/000021

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>OSAWA MORIMI ET AL: "Proximity effect correction using pattern shape modification and area density map for electron-beam projection lithography", JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, AVS / AIP, MELVILLE, NEW YORK, NY, US, Bd. 19, Nr. 6, 20. August 2001 (2001-08-20), Seiten 2483-2487, XP012009068, ISSN: 1071-1023, DOI: DOI:10.1116/1.1410090 das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1,2,4,5
A	<p>GALLER R ET AL: "A solution to meet new challenges on EBDW data prep", PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING USA, Bd. 7470, 15. Januar 2009 (2009-01-15), XP002633890, ISSN: 0277-786X das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1,2,4,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2011/000021**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. _____
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich _____

2. ☒ Ansprüche Nr. **3**
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
siehe BEIBLATT PCT/ISA/210

3. ☐ Ansprüche Nr. _____
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. _____

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

Internationales Aktenzeichen PCT/ DE2011/ 000021

WEITERE ANGABEN**PCT/ISA/ 210**

Fortsetzung von Feld II.2

Ansprüche Nr.: 3

Im vorliegenden Anspruch 3 wird die Breite des Kontrastrahmens KR sowie die Breite der Figuren F mit Hilfe des Parameters α charakterisiert, der jedoch in keinem der vorhergehenden Ansprüche bzw. im Hauptanspruch 1 erwähnt oder genauer definiert wurde. Laut Beschreibung (siehe Seite 2) wird der Parameter α in Formel 1 (siehe Paragraph [004]), der sogenannten "Point Spread Function", verwendet. Der genaue mathematische Ausdruck der Formel 1 ist jedoch auch in der Beschreibung nirgends angegeben (unzureichende Offenbarung nach Artikel 5 PCT). Die Verwendung dieses Parameters α im vorliegenden Zusammenhang führt deshalb zu einem Mangel an Klarheit. Der Anspruch gibt die technischen Merkmale, die in seinen Schutzbereich fallen, nicht deutlich an, da der Parameter mit den in der Beschreibung enthaltenen Angaben nicht eindeutig und zuverlässig bestimmt werden kann. Dadurch ist ein Vergleich des beanspruchten Gegenstands mit dem Stand der Technik nicht möglich und eine sinnvolle Recherche kann deshalb für den beanspruchten Gegenstand als Ganzes nicht durchgeführt werden.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass Patentansprüche auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, dass die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, dass der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäss Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt. Nach Eintritt in die regionale Phase vor dem EPA kann jedoch im Zuge der Prüfung eine weitere Recherche durchgeführt werden (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.2), sollten die Mängel behoben sein, die zu der Erklärung gemäss Art. 17 (2) PCT geführt haben.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100153419

弁理士 清田 栄章

(72)発明者 クリューガー・ミヒャエル

ドイツ連邦共和国、0 7 7 4 5 イェーナ、マックス - シュテーンベック - ストラーセ、4 0

(72)発明者 メルツァー・デートレフ

ドイツ連邦共和国、0 7 7 5 1 グロースピュルシュッツ、ツム・ザーレブリック、1 8

(72)発明者 ズュルツレ・マルティーン

ドイツ連邦共和国、0 7 7 4 5 イェーナ、アンナ - ジーメンス - ストラーセ、3 9

(72)発明者 ガラー・ラインハルト

ドイツ連邦共和国、9 9 4 2 3 ヴァイマー、ヴィルヘルム - キュールツ - ストラーセ、2 6 アー

F ターム(参考) 5F056 CA12 CA13 CB03 CC12 CC13 CD09 CD10 CD13