

BEAMER

Advancing the Standard

電子線および レーザーリソグラフィ ソフトウェア

電子線およびレーザー描画システムに最適な
露光データの作成による、高度な品質、生産
性およびイノベーションの実現



GenISys

www.genisys-gmbh.com

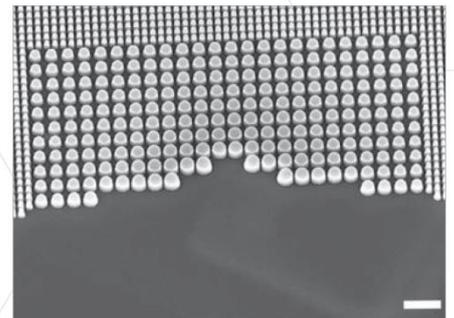


電子線および レーザーリソグラフィー・ ソフトウェア

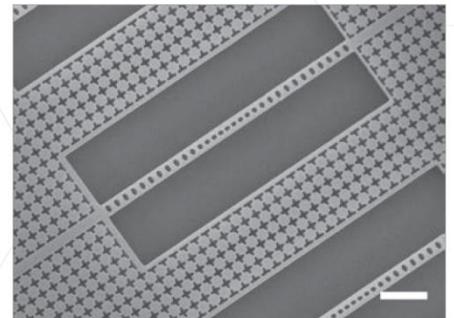
高解像度で高スループットの電子線描画の現場においては、現像を含むプロセス効果や電子散乱効果、および様々な要因によるパターン転写誤差によって、その描画結果が大きな影響を受けます。電子線露光装置は最先端の機能を備える高度に洗練された機器ですが、走査フィールド内のビーム位置に依存する収差やフィールド間のつなぎ精度、図形内のショット位置、電子散乱(近接効果)およびプロセス効果によるエネルギー拡散などが見られ、目的の設計パターンを得るためには、このような様々な影響を低減する為に露光データを最適化する必要があります。

BEAMERは、電子線およびレーザー描画システムにおいて最適な描画結果を得る為の包括的なデータ準備機能を備えた、リソグラフィー・ソフトウェアです。

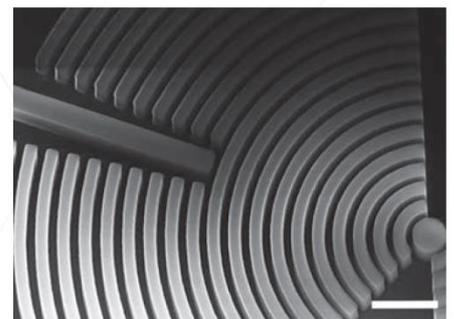
- 主要な電子線およびレーザー描画システムに対応
- 複雑な曲線レイアウトに対する、各装置に対応した最適な図形分割化機能
- 最適化されたフィールドおよびショット配置制御
- 描画順管理および高度な描画方式の提供
- 包括的なレイアウト処理機能の為にモジュール・ライブラリ
- 主要なCADフォーマットの入出力に対応
- ビルト・インのレイアウト・エディタ機能
- パターン検査、検証および測定のための内蔵ビューア機能
- 強力な近接効果およびプロセス効果補正技術
- 吸収エネルギーとレジスト輪郭計算の為に電子ビーム・シミュレーション機能



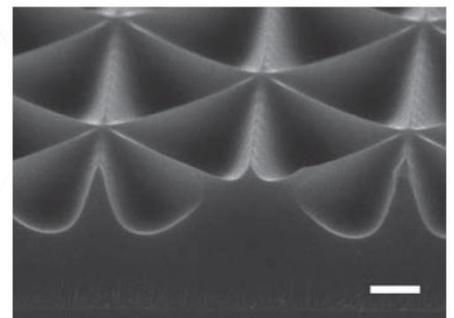
米国・ジョージア工科大学 (スケールバー= 500 nm)



米国・ナノスケール科学技術センター (スケールバー= 2 μm)



ドイツ・AMO GmbH (スケールバー= 1 μm)



ドイツ・Heidelberg Instruments Mikrotechnik GmbH (スケールバー= 6 μm)

生産性、品質およびイノベーション

BEAMERは、大規模かつ複雑なレイアウト・データに対する信頼性の高いパワフルな処理機能を提供し、描画精度の更なる向上を、高度なデータ作成の観点から支援致します。

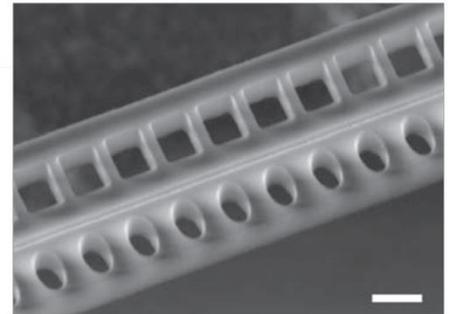
主要な電子線描画装置およびレーザー露光装置と本ソフトウェアとのインターフェースは、装置開発企業との緊密な協働関係の基で開発されており、最良の露光結果を得るべく継続的な改良・最適化がされております。

例えば、ビーム配列や描画順の制御、自動あるいはマニュアルによるフィールド配置機能、フィールド描画順序制御や複数回描画(マルチパス)機能などにより、フィールドつなぎ誤差やフィールド内の位置精度などを大幅な改善する事が出来ます。また、最適な露光のためのパターン抽出、結合及び補正を行う豊富な機能を有しており、フィールドおよびショット位置を含む露光プロセスを可視化する事でこれらを迅速に最適化することが出来ます。あるいは、電流値の違いによる描き分け技術を近接効果補正技術と組み合わせることによって、高い解像度を保ちつつ滑らかなエッジ有する形状作成を高スループットで実現することが出来ます。

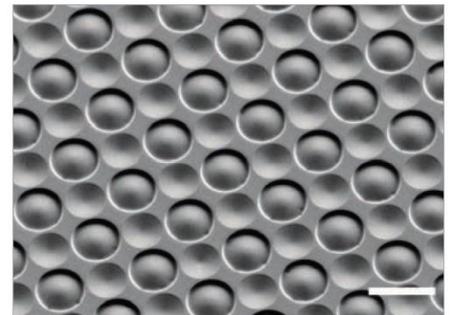
PECは、均一性と十分なコントラストを持った最適な設計値を得るためにドーズ量を自動調節する機能であり、描画品質を向上させる上で必要不可欠な機能です。従来の「トライアル&エラー」によるプロセスでは、費用が高み更に時間も掛かってしまいますが、PECを使用することで、最適ドーズ量調整を目的としたこのようなテスト描画プロセスを大幅に削減する事が可能であり、生産性と再現性の向上に大きく寄与します。

これに加えたより高度な技術として、物理モデルを基礎とした「アンダーサイズ・オーバードーズ法」による高解像度化技術、単層及び複数層での三次元レジストプロフィール(高さ調整)のための3D PEC機能、および、シミュレーションを伴うフルプロセス校正などが含まれます。

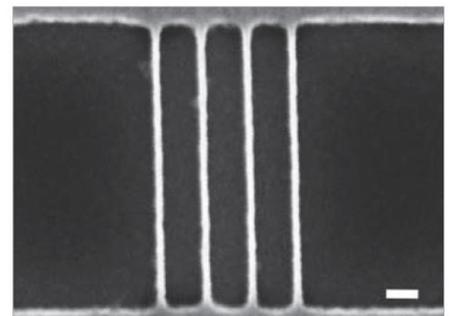
BEAMERは、生産性にフォーカスする産業ユーザーならびに、柔軟性や高解像度リソグラフィーに関心を持つ大学や研究開発センター向けに設計されています。世界中に存在する最先端のナノ加工センターとの協力体制も含めて、迅速な技術ソリューションと高度なパフォーマンスをユーザーに提供し、作業効率と描画品質を向上させることを可能にします。



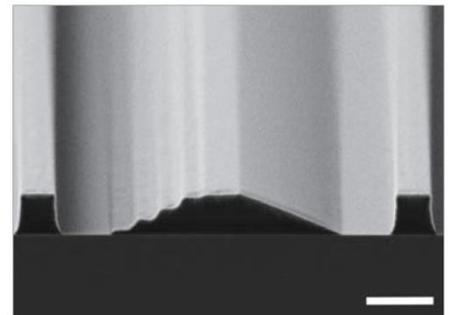
米国・ナノスケール科学技術センター(NIST)
(スケールバーは200 nmに対応しています)



スイス・Paul Scherer研究所
(スケールバーは10 μmに対応しています)

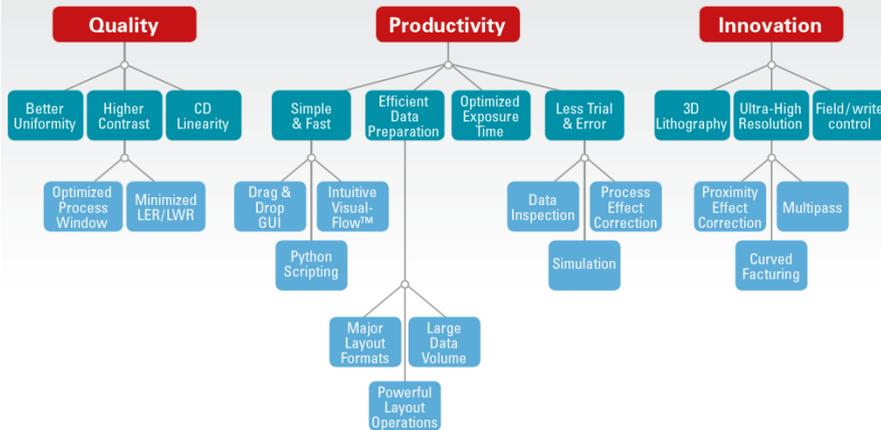


ドイツ・AMO GmbH
(スケールバーは30 nmに対応しています)



スイス・Paul Scherer研究所
(スケールバーは1 μmに対応しています)

リソグラフィーの最適化 Lithography



VisualFLOW™ ユーザーインターフェースは、ドラッグ & ドロップによる機能性モジュール同士の連結によって、BEAMERにおける迅速なプロセスフローの作成を可能とし、作業効率と生産性の向上に寄与します。

各種機能を持つ「モジュール」の包括的なライブラリ機能により効果的な作業フローを構築する事が出来ます。頻繁に使用する機能を組み合わせた複数のモジュール群は共通ブロックへと保管することで、これを別フローにて簡便に再利用することが出来ます。

標準で組み込まれているVIEWER機能により、パターン処理の各段階における形状検証、マルチビューによるパターン同士の比較、寸法測定機能、フィールド配置、露光量の割り当て、およびショット位置の確認などが可能です。このVIEWERは、独立のソフトウェア・パッケージとしても利用出来ます。

また、標準装備されているLayoutEditor™ は、開発元との協力体制の下で継続的な機能強化を行っています。

BEAMERは主要なCADおよび装置フォーマットの入出力機能を持ち、データサイズの制限も原則ありません。本ソフトウェアが持つ高度な機能例として下記が挙げられます。

複雑な曲線パターンでの最適なショット分割、フィールド配置およびショット配置の制御、描画順の指定と制御、マルチパス(複数回描画)による装置誤差の統計的補正、アレイパターンなどに適用可能なデータ圧縮アルゴリズム。

また、電子散乱補正機能として下記が用意されています。

設計サイズを得る為のドーズ量自動補正を行うPEC、コーナーやエッジ部を強調するCorner PEC、複層レジストの補正や三次元形状作成時の高さ制御機能を持つ3D-PEC。

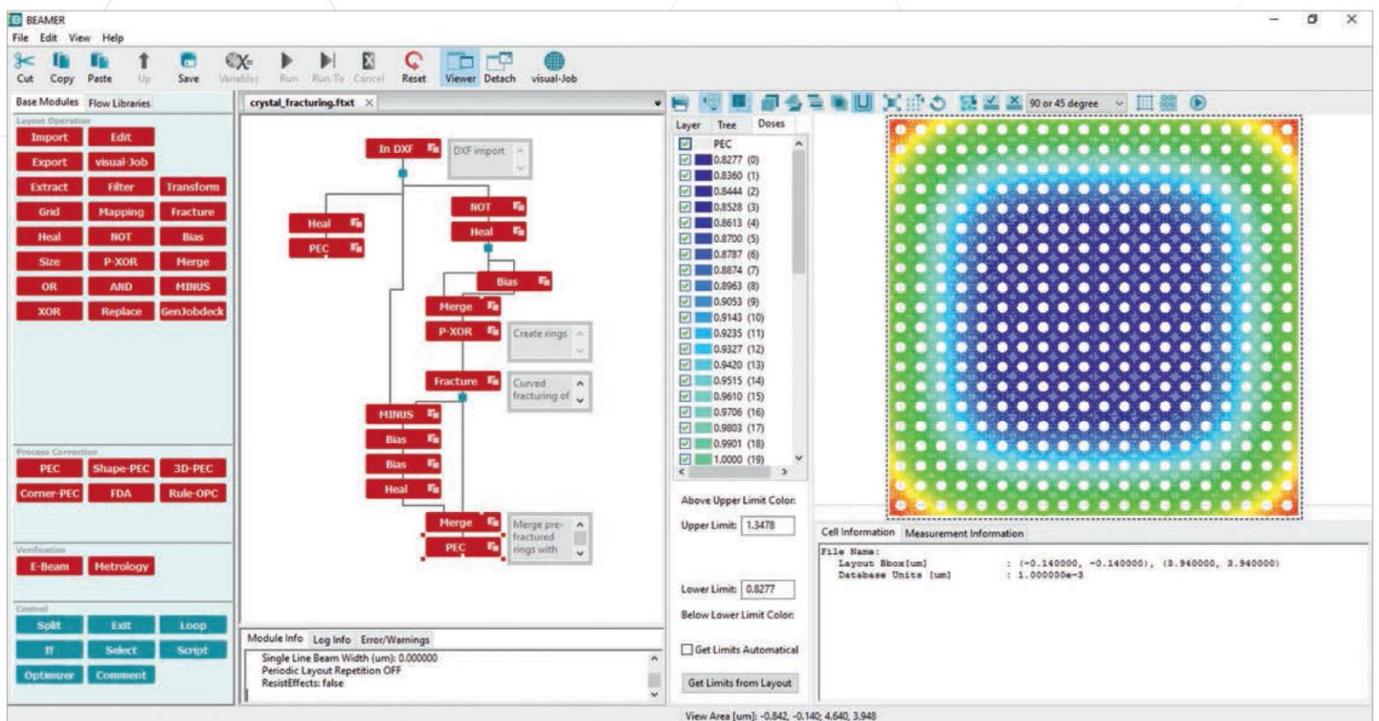
この他、レーザー描画やマスク作成時の解像度向上の為のOPC生成機能(Rule-OPC)により、パターンサイズや

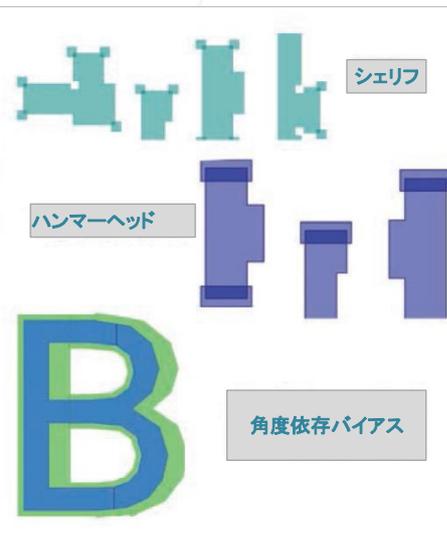
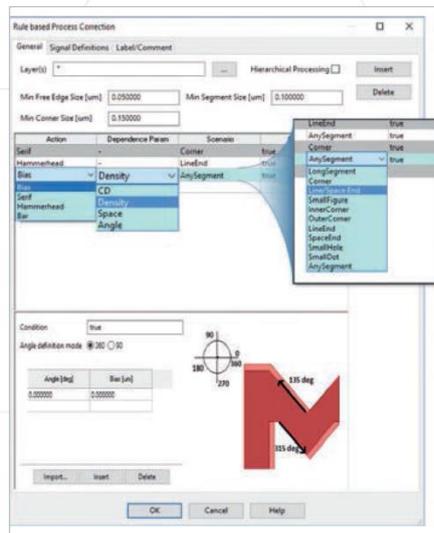
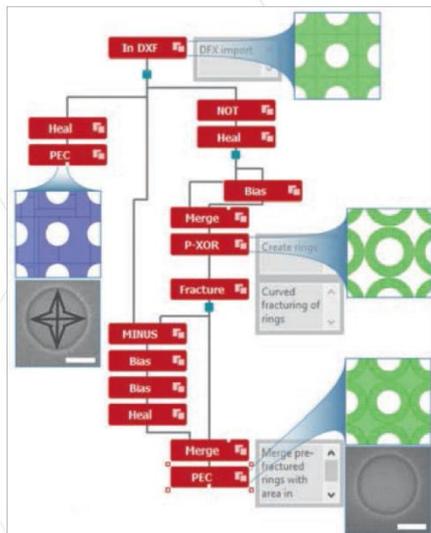
密度に依存した個別のバイアス補正や位置補正が可能です。

BEAMERは、任意パターンへの電子線照射モデリングを行うことで、各種補正効果の検証を可能にする電子線照射シミュレーション機能も装備しています。このモデリングには、主な電子線露光システムのショット配置機能も含まれています。計算された描画データと実験値を比較する為の測長機能や最適化ツールも有しており、これらを組み合わせることで、プロセス効果補正に必要なパラメータが求められます。

TRACERで計算するPoint Spread Function (PSF)は、レジスト内での電子散乱情報を持つ他、現像を含むプロセス効果補正を行う際にも使用出来ます。

BEAMERでは、このように電子散乱補正を行うPECツールの他、現像を含む高度なプロセス補正を行う為のツールも提供しており、TRACERと組み合わせたソフトウェア・パッケージにより、開発、プロセス、計測効果も含むプロセス補正を強力にサポートします。





BEAMERの主要な機能

レイアウトの入出力機能

- サイズ制限なしの全ての主要フォーマットのレイアウト(GDSII, CIF, DXF, LTX, OASIS, BMP, DWG)に対応
- 電子線およびレーザー露光装置フォーマットへの対応 (Raith, JEOL, Elionix, Crestec, ADVANTEST, MEBES, Vistec, Heidelberg)

高度なショット分割処理

- 全ての主要な装置フォーマットに対応
- 任意の形状に対する最適化
- 曲線の最適分割
- ショット位置補正
- ビーム・ステップ・サイズ(BSS)を参照した図形分割機能
- フィールド位置コントロール (フローティング、マニュアル、オーバーラップ機能)
- マルチパス(複数回)露光
- 描画順制御

標準装備のLayoutEditor

- 新規パターン作成
- 既存パターン編集

ビューア

- 独立化可能なグローバルビューア
- マルチ表示
- 形状測定
- ショットおよびフィールド配置ビュー
- 描画順序およびフィールドの可視化
- 露光量割り当て

レイアウトおよびブール演算

- 重なり除去、バイアス、サイズ変更、パターン合成、白黒反転(NOT)
- AND, OR, XOR, P-XOR, MINUS
- レイヤ、データタイプ、セル、領域による抽出
- スケール、シフト、回転、ミラー
- 図形の幅、高さ、面積、角度および相対露光量によるフィルタリング
- グリッド調整
- レイヤ及びデータタイプのマッピング
- 事前分割
- セルの入れ替え
- 階層構造の平面化もしくは構築

フロー・コントロール・モジュール

- IF, SELECT, および FILTER 演算を含むパラメータ制御のループ機能
- フローからコマンドライン・アプリケーションを起動するためのスクリプト
- パラメーター計算の為の最適化機能

近接効果補正とプロセス補正 (PEC)

2D DosePEC

- 迅速かつ高精度なエッジ等化技術
- 図形輪郭部のエネルギー吸収値最適化による、高精度なサイズ補正
- 吸収エネルギー分布に基づく図形分割
- 任意の形状に対する対称性処理
- プロセス補正(例: Lateral development や、ローディング補正)

形状補正

- 前方散乱および中間成分の物理モデルベースによる形状補正
- 露光量変調による後方散乱補正との組み合わせ
- 物理モデルベースによるコントラスト強調(アンダーサイズ・オーバードーズ)

3D PEC

- 単層レジスト(例: 3D 回折格子, 3D ホログラム, 傾斜側壁, マイクロレンズ)の、個別箇所でのレジスト高さ制御。
- 複層レジスト(例: T ゲート構造)の各層における線幅個別補正
- 複数下地材料に対する個別補正

コーナーPEC

- コーナー強調補正
- エッジ、インナーおよびアウターコーナーの露光量補正

レーザー描画用補正

- 3D グレートーン・リソグラフィ
- 解像度および線型性強化のための Rule-OPC

フレキシブル PSF 及びプロセス・モデリング

- モンテカルロ・シミュレーション、もしくは実験値からの PSF 入力
- PSF の可視化とフィッティング
- フル PSF データ、もしくはガウス近似の適用
- プロセスローディング、パターン密度に依存したビーム広がり、フォギング効果の補正

電子線描画シミュレーション

- 2D 強度イメージ、複数の閾値での 2D レジスト輪郭表示
- 1D/2D 画像表示および分析
- マルチ表示およびマトリクス表示の自動処理
- 自動測定および実験値との比較の為の測長機能
- 三次元形状のレジスト・シミュレーションは、LAB ソフトウェア・パッケージで実行出来ます。



迅速、簡易および正確なPSFシミュレーションおよび可視化

BEAMER および LABへのインターフェースとなるPSFの管理、保守およびアーカイブ化

Point Spread Function (PSF) は、近接効果補正及びプロセス効果補正、もしくは電子線描画シミュレーションにとって必須となる入力関数です。

PSFは入射ビームからの距離の関数としてレジスト内に蓄積されたエネルギー情報を持ちます。またこのPSFは、電子散乱によるビームの広がり、及びレジスト現像やパターン転写による付随効果を含んだ「プロセス効果」を畳み込んだ形として記述することも出来ます。

プロセス効果補正の精度は、PSFや基本露光量、バイアス補正などのプロセス補正パラメータに大きく依存します。このように、必要な出発点は、基板からの後方散乱電子だけでなく、本来の露光電子および後方散乱電子の両方による高速二次電子を含む高品質モンテカルロ (MC) シミュレーションとなります。

TRACERは、必要なパラメータ (材料データ、積層情報、加速電圧) を定義することでモンテカルロ・シミュレーションを実行し、2Dシミュレーション結果の表示 (複数の異なるレジスト厚でのエネルギー拡散)、および近接効果補正 (PEC) で使用することの出来るPSFを抽出するための、使いやすいインターフェースを提供します。

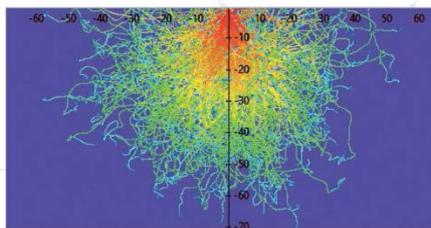
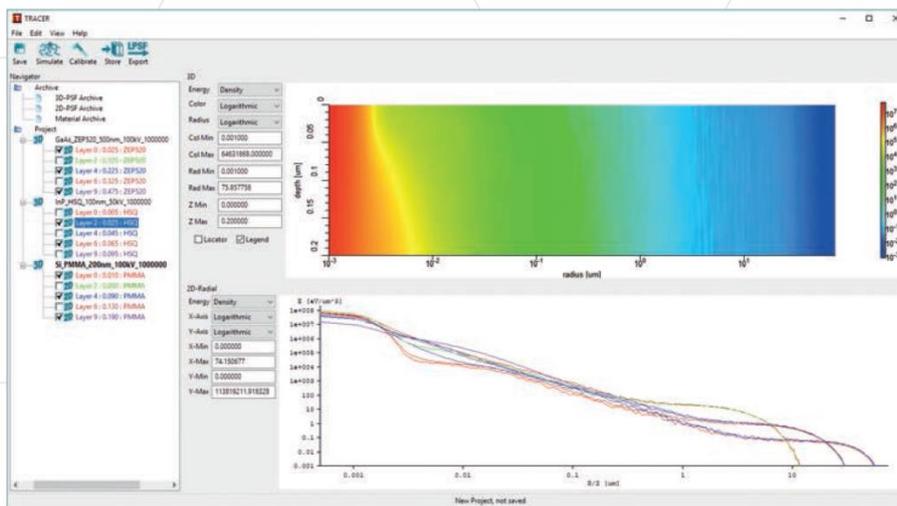
ガウス関数へのフィッティング、平均化、PSFの量み込み、PSF間の基本露光量係数の判定、および可視化などの機能性により、PSFの分析、比較および最適化が容易となります。

共通の材料データベースには、標準材料の情報が含まれており、新しい材料を使用する場合には、その化学組成および質量密度を定義する事によりデータベースを容易に拡張出来ます。

上記の PSFに加えて、スポットサイズや横方向現像、レジスト拡散およびローディング効果などの、ツールおよびプロセス由来の効果は、個別に定量化して補正する必要があります。

TRACERには、現像処理後に得られた較正パターン (測長値 (露光量とパターン密度の関数としての測長値)) を使用することで、「プロセス効果」を補正するための使いやすい機能が備わっています。

露光量やビーム広がり、及びプロセスバイアスなどの各種補正パラメータは、較正用データを用いた露光現像後の測長値へのフィッティングから計算され、近接効果補正 (PEC) と組み合わせることで、電子散乱補正のみならず、現像効果も含む、より精度の高い補正機能を提供します。



TRACERの主要な機能

- ビーム広がりを含む最適な電子線描画のための電子・基板相互作用を計算するモンテカルロ・シミュレーター
- 実験データを使用するプロセス較正機能
- すべてのPSFを維持管理するためのアーカイブ機能
- PSF検証のための可視化ツール
- 電子PSFとプロセスPSFを単一の有効なPSFに結合する機能、あるいは実験的PSFからプロセス寄与分のPSFを分離するための機能
- 二つのPSF間の露光量係数計算機能
- 電子散乱軌跡の可視化 (結果を出力可能。)

Normal	Name	Mass Density (g/cm³)	Excitation Energy (eV)	Stoichiometry	Options
1	Ag	19.300000	400.000000	Ag 1 Ca 100 - D 1 - Ep 70.714 - Ia 1.00	
2	Al	2.698000	100.000000	Al 1 Ca 61 - D 1 - Ep 22.679 - Ia 2.339	
3	AlGaIn_33	3.900000	201.200000	Al 1 - Ga 1 - In 1 - Ep 22.679 - Ia 2.339	
4	AlGaIn_33	3.900000	333.407500	Al 19 - Ga 25 - In 100	Ca 0 - D 11
5	AlGaIn_33	4.072000	295.678000	Al 60 - Ga 20 - In 100	Ca 0 - D 11
6	AlIn	5.200000	128.600000	Al 1 - In 1	Ca 0 - D 11.8
7	Aluminum	3.970000	140.000000	Al 2 - O 3 Ca 0 - D 10 - Ep 20.670 - Ia 3.140	
8	Au	19.300000	700.000000	Au 1 Ca 70 - D 10 - Ep 60.280 - Ia 1.04	
9	Co	7.800000	140.000000		
10	CrO2	5.200000			
11	Cr	7.200000			
12	Fe	7.800000			
13	Ga	5.900000			
14	GaInAs2	5.300000			
15	GaIn	5.300000			
16	In	7.300000			
17	HEBL_glass	2.500000			
18	InAs	5.600000			
19	InP	4.700000			
20	LiPF6	1.600000			
21	LuF3	7.900000			
22	Mg	10.200000			
23	Na	0.900000			
24	PMMA	1.190000			
25	PMMA_State	1.200000			
26	PMMA_State	1.200000			
27	PMMA_State	1.200000			
28	Si	2.330000			
29	SiPMMA	2.300000			
30	SiC	3.200000			
31	SiO2	2.650000			
32	SiO2	2.650000			

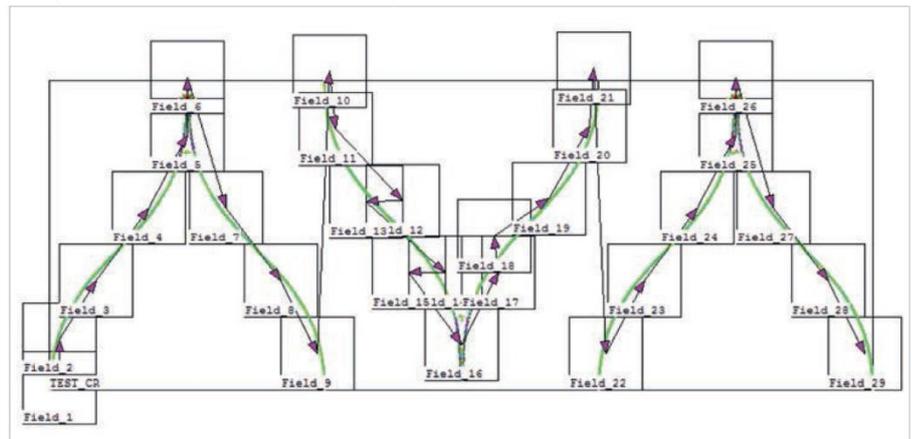
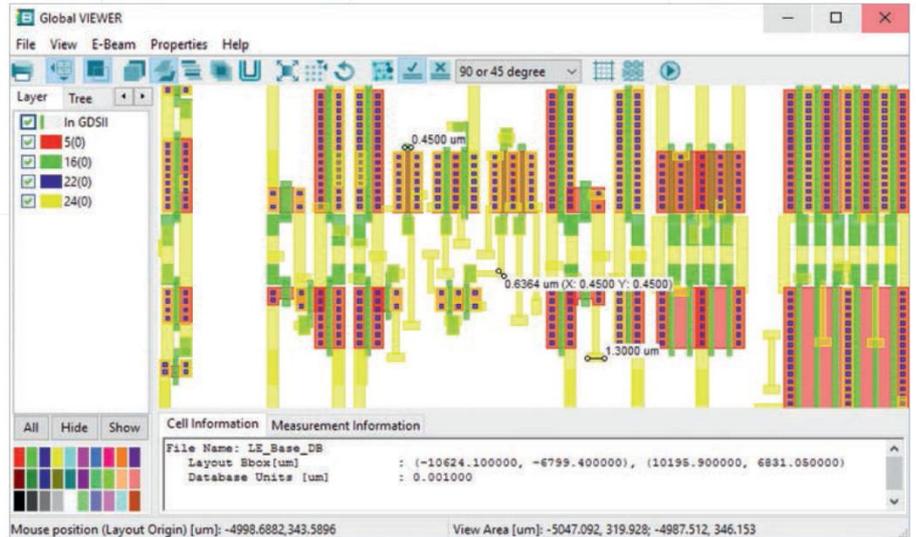


VIEWER は、レイアウトを検査して、比較するための理想的な超高速ツールです。

入力側では、すべての主要なレイアウト形式(GDSII、OASIS、CIF、DXFなど)に加えて、各種の電子線およびレーザー描画装置のフォーマットにも対応しています。複数のパターンファイルを読み込み、重ねて表示する事が出来ます。他、多数の表示オプションと機能を備えています。

VIEWERは**BEAMER** に標準装備で含まれていますが、独立のソフトウェア・パッケージとしても使用出来ます。

- 広範な表示色管理
(レイヤ/データタイプ、露光量、セル、レイアウトへの色のマッピング。ユーザー定義のパレット、透明およびオーバーレイの色分け表示、他)
- 階層対応(階層ツリーの表示、表示するセル/レイヤの選択、ユーザー指定の階層深度における図形表示)
- 計測対応(測定、選択、パターンエッジやコーナーへのスナップ、直交のスナップなど様々な計測スナップ・オプション)
- 計測機器の自動化とレイアウトに追加された計測結果の可視化のためのスクリプト生成
- 電子線描画装置のフォーマットに対応した走査フィールド、ビームショット、描画順およびステージ移動順の表示



GenISys製品は、高度に専門化された技術サポートを含み、フレキシブルなライセンス形態のもと、様々なプラットフォームのオペレーティングシステムにて利用可能です。

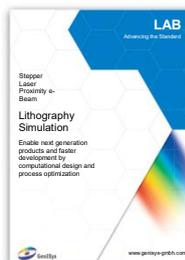
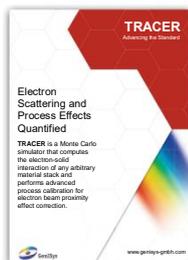
フレキシブルなライセンス形態とプラットフォーム対応

- ドングルおよびネットワーク用のUSBライセンスキー
- 既製のパソコンに柔軟に対応(4 GB以上のRAMを推奨)
- Windows 7/8/10 64ビット、Linux64 Red Hat 5.4+, Ubuntu 14.04+
- マルチスレッド対応

メンテナンスおよびサポート

- 技術サポート
(電子メール、Skype、電話)
- 拡張機能、新機能追加、パフォーマンスチューニング、バグ修正
- 各所での技術トレーニング、ワークショップ、ユーザー・ミーティングの開催
- ライセンス価格に含まれる12ヶ月間のソフトウェア・バージョンアップ及びテクニカルサポートの提供。
- ユーザーからの機能追加の要求については、高い優先度を持ってソフトウェア更新に反映。

BEAMER



欧州: **GeniSys GmbH**
Eschenstraße 66
82024 Taufkirchen – Germany
Tel. +49 (0)89 3309197-60
Fax +49 (0)89 3309197-61
E-mail info@genisys-gmbh.com

北米: **GeniSys Inc**
Tel. +1 (408) 353-3951
E-mail usa@genisys-gmbh.com

アジア太平洋: **GeniSys KK**
Tel. +81 (45) 530 3306
E-mail apsales@genisys-gmbh.com

www.genisys-gmbh.com

GeniSys は、ミュンヘン(ドイツ)に本社を、横浜(日本)と米国にそれぞれ支店を置いており、マイクロおよびナノ製造プロセスの最適化・高品質化を目的とした、フレキシブルで高性能なソフトウェア開発と販売、および技術サポートを行なっています。

電子線及びレーザー描画市場に取り組んでいる**GeniSys**は、パターン処理、プロセスモデリング、補正及び最適化に関する深い技術的知見を有しており、それらを高品質なソフトウェア・エンジニアリングとその使いやすさとして提供することを重点として、製品群の開発を行っています。

GeniSys 製品は、ナノパターニング技術の研究開発および生産現場における、卓越した効率化、使い易さ、最適化技術を、研究者、メーカーおよびシステムサプライヤに提供しています。

顧客サービスに重点をおく企業として、**GeniSys**は、アプリケーションに関する迅速かつ高度に専門化された技術サポートと、顧客要件を満たすために必要な高機能を有するソフトウェアの開発を行っています。