

LAB

標準を進化させる

ステッパー
アライナ
レーザー
電子ビーム

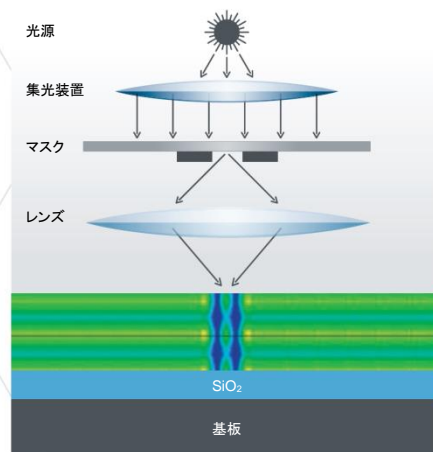
リソグラフィ シミュレーション

製品のデザインとプロセスの
数値的最適化による次世代
製品の迅速な開発の実現



一般的なリソグラフィー技術のためのレイアウトおよびプロセス最適化プラットフォーム

実験的なレイアウト最適化とプロセス開発は、非常に時間がかかり、多くの費用を必要とします。リソグラフィー・シミュレーションは、短時間で多くの仮想実験結果にアクセスすることを可能にし、この結果、大きなパラメータ空間を仮想的に高速で探索することにより、開発および製造に関わる経費を大幅に削減し、市場投入までの時間を短縮させます。LABは、IC製造、フラットパネルディスプレイ、LED、MEMS、3Dパッケージング、マスク製造、およびナノ加工などの用途向けに、**近接、投影、レーザービームおよび電子ビームリソグラフィー**のための加工寸法のさらなる微細化を可能にします。輝度イメージの迅速かつ正確な計算は、レイアウトまたは露光パラメータを変化させることで、レイアウトの最適化(OPC)、マスクレイアウトの検証、プロセス条件(例えば、照射、材料)およびプロセス・ウィンドウ(例えば、ギャップ、焦点ずれおよび露光量の変動)の最適化を可能にします。マスクの製造やウェーハの「焼き付け」をすることなく、何千もの実験を「一晩」で計算することができます。良好な画像コントラストを求めることにより、3Dレジスト現像モデリングが、レジスト・プロファイルのさらなる最適化を可能にします。横方向現像、電子ビームまたはレーザーリ

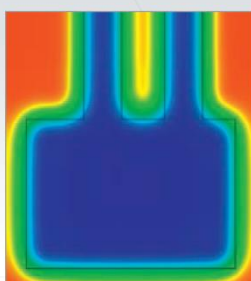


ソグラフィーでの密度依存性バイアスなどの複雑なプロセス効果を分析して、補正することができます。

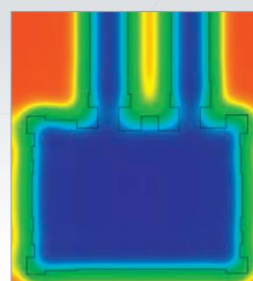
投影リソグラフィー

輝度は、ホプキンス方程式を解くフラウンホッフ回折理論に基づいて計算され、その後、高精度のTransfer Marix Method (TMM)を使ってレジスト内での伝搬計算(スタック内のすべての反射を含む)が行われます。

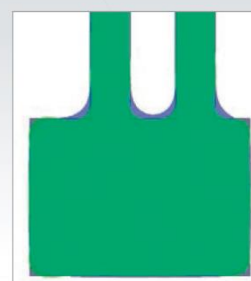
- 反射投影および屈折投影リソグラフィーのモデル化、たとえば、大面積投影プリンタ、スキャナー、高NAおよび液浸を含むステッパー
- 任意の光源タイプ、レーザー光源(単一波長)、任意の光源スペクトル(例えば、広帯域水銀灯)、あるいは任意の光源形状(円形、環状もしくはユーザー定義の光源形状)、偏光光源
- バイナリマスク、グレイトーン、または位相シフトマスク
- 任意の基板材料、レジスト、およびトポグラフィー
- 厚いレジスト、レジストブリーチング、および CAR



OPCなしマスク

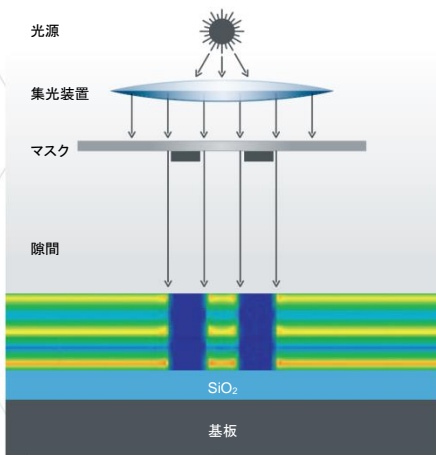


OPC付きマスク



OPCありおよびOPCなしのレジスト輪郭

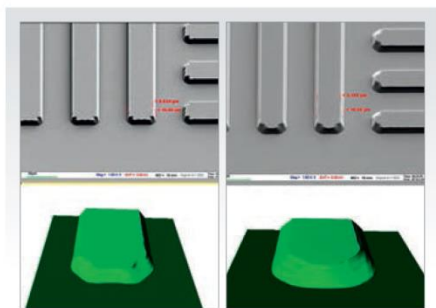
OPCありおよびOPCなしのマスクの投影リソグラフィー・シミュレーション



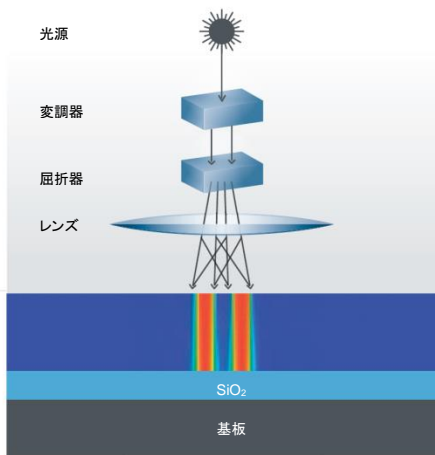
近接リソグラフィー

マスクからの任意の距離、コンタクトからラージギャップまでの任意の距離での輝度は、マスクから散乱されたすべての回折次数を考慮するRayleigh Sommerfeld積分を使用して計算されます。

- 反射投影および屈折近接リソグラフィーのモデル化、たとえば、大面積近接プリンタ、FPDカラーフィルタ露光ツール、およびマスクアライナ
- 任意のスペクトルおよび形状を有する光源タイプ、たとえば広帯域水銀灯、レーザー、視準角、およびユーザー定義の光源形状
- 光源形状および光源マスクの最適化 (SMO)を可能にするSÜSS MO Exposure Optics®に対応
- バイナリ、グレイトーン、または位相シフトマスク
- 任意の基板材料、レジスト、およびトポグラフィー
- レジストブリーチングをとまなう厚いレジスト



3Dレジスト・モデリングを使用したレジスト・プロファイルの最適化



レーザー・リソグラフィー

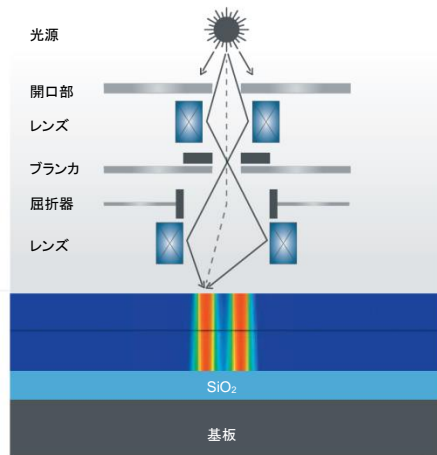
レジスト内の輝度は、部分干渉ビーム(波長、開口数(NA)、基板上的ビームサイズ、および光学ツールのビーム半径、焦点距離などのパラメータ)の非干渉性の重ね合わせによって計算されます。

- マスクおよびウェーハ露光のすべての主要な露光ツールのモデル化
- HIMT露光ツールの照明光学を含む
- グレイトーン・リソグラフィーのシミュレーション
- 任意の基板材料、レジスト、およびトポグラフィー
- レジストブリーチングをとまなう厚いレジスト

レジストのモデリング

すべてのリソグラフィー方式について、LABは、3Dレジスト現像プロセスのシミュレーションを、Mack4、CARモデル、または単純拡散イメージおよび閾値モデルなどの洗練された実績のあるモデルを使用して提供します。

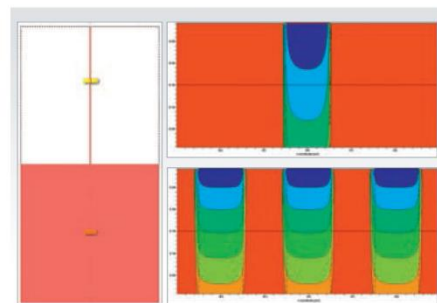
LABは、レジストモデルから実験データ(たとえば、コントラスト曲線、CD測定、またはレジスト・プロファイル)への較正を容易にします。材料とレジストのパラメータは、ユーザーが内部で維持、拡張することのできるデータベースで管理されます。GenISysは、継続的に、追加の材料とレジストをデフォルトのデータベースに追加します。



電子ビーム・リソグラフィー

レジスト内の輝度は、材料に依存するエネルギーの拡散を記述する3Dポイント拡散係数(PSF)を使用して計算されます。

- ガウスビームおよび形状ビーム・ツールのモデル化
- TRACERまたはユーザー定義のマルチガウスPSFなどのさまざまな3DモンテカルロPSFパッケージとのインターフェース
- 露光量変調レイアウトのシミュレーション(たとえば、3Dリソグラフィー、近接効果補正)
- 現像時間に伴うレジストの3D形状推移シミュレーション



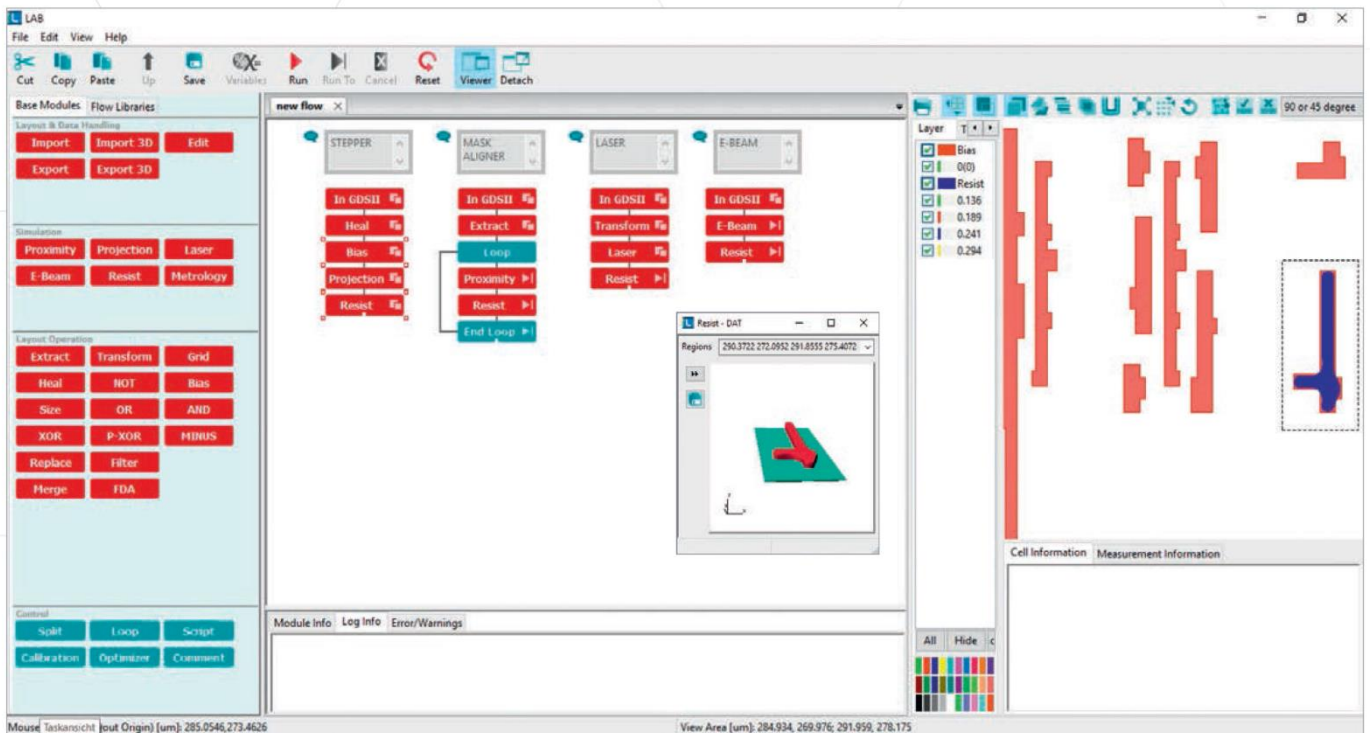
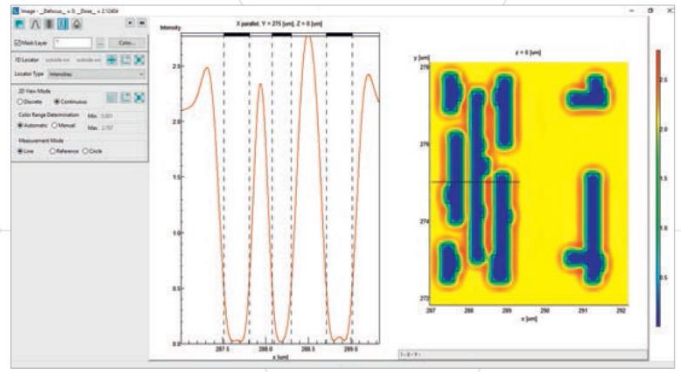
パターン密度に依存する横方向のレジスト現象を示す3D電子ビーム・シミュレーション

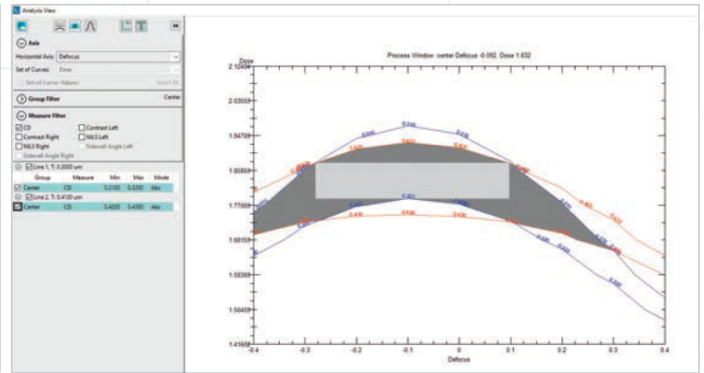
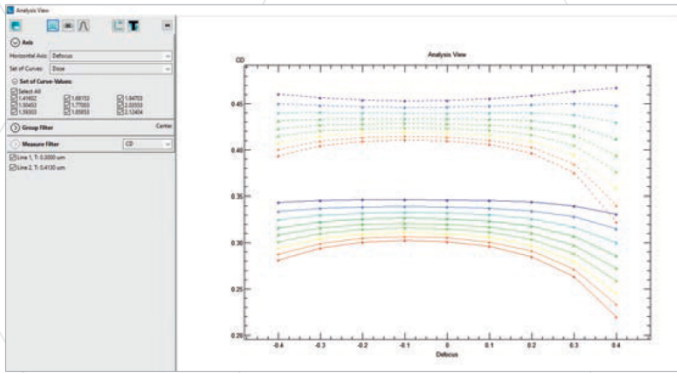
LAB 最も強力なリソグラフィ・シミュレーション・ツールキット

VisualFLOW™ユーザー・インターフェースは、機能モジュールを単にドラッグ・アンド・ドロップにより接続するだけでプロセスフローを迅速に作成することができ、生産性と効率を向上させます。強力なフローを構築するために、モジュールの包括的なライブラリを利用できます。ユーザー・ライブラリは、頻繁に使用する機能に関するモジュールを共通ブロックに保管することにより簡素な再利用を可能にします。この単純ながらも高機能なアプローチにより、ユーザーは本質的なシミュレーション業務に集中することができます。結果は、1D、2Dおよび3D表示を含む強力な可視化機能によって評価することができます。1Dおよび2D表示と、スロープやログスロープなどの画質指標をとまなう任意のカットライン機能を組み合わせることで、非常に詳細な分析が可能になります。クリティカル・ディメンジョン

(CD)は、さまざまな表示の中で手動で測定することも、メトロロジモジュールを介して自動化することもできます。プロセス・ウィンドウ、DOF解析、FEM、MEEF、コントラストNILS、および反射率解析を簡単に利用できます。マスクレイアウトの最適化は、LABに含まれる Layout Editor を使って手動で行うことも、強力なレイアウト操作（抽出、バイアス、ブーリアン演算など、もしくはオプションで利用可能なルールベースのOPC機能および投影露光のためのモデルベースのOPC）で半自動化することもできます。

LABは、正確なシミュレーションを、自動解析（変動パラメータのループ機能および最適化）、計測（寸法の計測）および評価（1D、2D、3D可視化、マトリックスビュー、プロセス・ウィンドウ…）のための強力なツールと組み合わせます。





LABの主要な機能

レイアウト操作

- すべての主要なレイアウト・フォーマット (GDSII、OASIS、CIF、DXF) のインポートおよびエクスポート
- 完全なマスク・レイアウト・データの読込
- 抽出 (領域、レイヤ、セル)、変換 (スケール、シフト、ミラー、回転)
- 多重除去、パイアス、ブール演算、マージ

Layout Editor

- 新規レイアウトの作成
- マニュアルOPCのためのフロー内でのレイアウト修正

マスク定義

- 任意のレイアウト、大型マスクデータの限定領域
- マスク・コーナー・ラウンディング・モデリング
- グレイトーン・マスク
- 位相シフト・マスク

材料定義

- 材料データベースからの波長固有n/kパラメータを持つ基板およびコーティング材料
- 反射防止コーティング (ARC)
- 波長依存のn/k、ブリーチング、Dillおよび現像パラメータ (Mack4、CAR、パーコレーション、閾値) を有するレジスト
- 3Dトポグラフィー (オプション)

投影露光

- 光源スペクトル (シングルライン、ブロードバンド、ピーク幅)
- 光源の形状 (円形、主要なステッパー・ツールの標準形状、ユーザー定義)
- ホブキンス方程式および位相行列法 (TMM) を解くフランホッフ回折に基づく2Dまたは3D強度の高速かつ正確なシミュレーション
- プロジェクションアライナ、スキャナ、液浸を含むあらゆるNAのステッパー

近接露光

- 光源スペクトル (シングルライン、ブロードバンド、ピーク幅)
- 光源の形状 (コリメーション角度を持った円形、ユーザー定義、SÜSS露光光学)
- XおよびYのマスク/照明傾斜
- Rayleigh-SommerfeldおよびTransfer Matrix Method (TMM) に基づく、2Dまたは3D強度の高速かつ正確なシミュレーション
- コンタクトから大きな距離までの任意のギャップ

レーザービーム露光

- マスクまたはウェーハ露光のすべての主要なレーザーツールのモデル化
- HIMT露光ツールの照明光学を含む
- グレイトーン・リソグラフィーのシミュレーション

電子ビーム露光

- ガウスビームおよび可変形状ビーム・ツールのモデル化
- さまざまな3DモンテカルロPSFパッケージまたはユーザー定義のマルチガウスPSFとのインターフェース
- 露光量変調レイアウトのシミュレーション (たとえば、3Dリソグラフィー、近接効果補正)

レジスト現像

- 簡単かつ高速な閾値と拡散した空間像モデル
- ポジレジストのためのMack4とInverse Mack4のレジストの現像モデル
- ダイナミックAcid/クエンチャ拡散/反応モデルをともなうCAR
- 現像レートテーブルを使ったレジスト現像モデル
- Mack4およびパーコレーションモデルのための表面阻害
- レイアウトデータとしての2Dレジスト輪郭の抽出

計測-分析-較正

- 複数の計測位置での自動化された測定
- ユーザー定義のレジストの高さでのCD測定または残留レジスト厚の測定
- サイズに対する露光量、レジストへの反射率およびARCの厚さの最適化
- 複数の計測ポイントのための、Focus Exposure Matrixマトリックス、近接露光のためのギャップ露光マトリックス、(FEM)、プロセス・ウィンドウ (PW)、焦点深度 (DOF)、MEEF
- 実験データを使ったレジスト・パラメータの較正 (コントラスト曲線、FEマトリックス、任意の計測データ)
- フロー・パラメータは、オプティマイザ・モジュールを使用して特定の目標に適合するように最適化することができます。

可視化

- 空間像、バルクイメージ、光活性化化合物 (PAC) 濃度、レジストプロファイルの2D可視化
- 連続カラーモードでの2D表示もしくはユーザー定義の閾値での輪郭表示
- 2D表示での任意のカットライン、これらのカットラインに沿った1D表示
- 1Dと2Dイメージの並列表示
- 1Dおよび2D表示でのマスクまたはターゲット・レイアウトのオーバーレイ表示
- 2Dマトリックス及び1Dマトリックス表示またはオーバーレイ表示
- 画質の分析: 輝度、画像勾配、画像対数勾配
- レジストプロファイルの3D可視化
- 収集した計測結果のグラフとしての表示、たとえばFEマトリックス (Bossung Plot)、プロセス・ウィンドウ

インポート 3D - エクスポート 3D

- 3Dシミュレーション・データの保存と読込 (画像輝度、濃度)
- CSVエクスポート

限界を超えて

投影露光(ステッパー)のリソグラフィー・シミュレーションは、市場の需要とムーアの法則に歩調を合わせるためのIC製造の主要な成功要因となりました。30年前、光学リソグラフィーの終点は、1 μm 未滿のフィーチャーサイズと予測されていたにもかかわらず、今日、量産時には、光学リソグラフィーは30 nm未滿で行われています。リソグラフィー・シミュレーションとOPC、光源形成およびソースマスク最適化などの解像度向上手法に基づくシミュレーションがなければ、これらの寸法は決して実現できなかったでしょう。

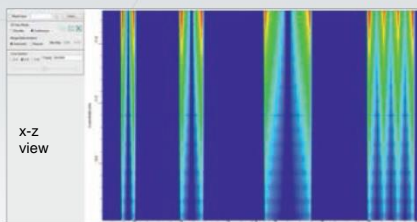
LAB は、フレキシブルなパッケージングとライセンス、必要とされる機能の迅速な開発、高度に専門化されたアプリケーションのサポートおよび世界中のユーザーとの強い協力関係を提供する **GenISys** の強みにより、IC および非 IC アプリケーション(たとえば、ディスプレイLED、MEMS、特殊デバイス)の限界を破るシミュレーションの力を提供します。

LAB は、今日使用されている主要なリソグラフィー技術(投影、近接、レーザー、電子ビーム)を単一のプラットフォーム上で結合させます。これにより、ユーザーは、Mix & Match プロセスを比較しながら開発することができます。

HIMT露光システムの3Dレーザー・リソグラフィー(グレイトーン露光)シミュレーション



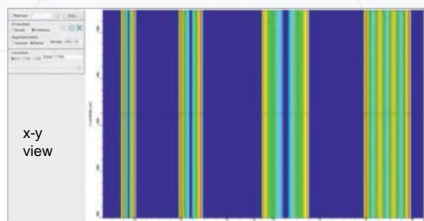
グレイトーン露光パターン



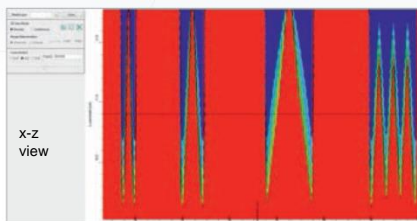
レジストのX-Z吸収輝度



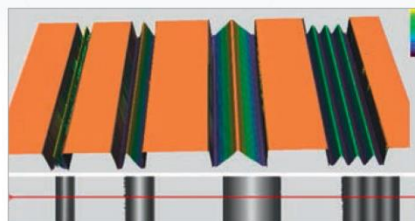
現像後の3Dレジストイメージ



レジスト内のX-Y吸収強度



現像時間の経過によるX-Z表示フロント



露光後およびレジスト現像後の測定

LABパッケージ

LAB は、包括的なレイアウト操作、オプションのOPC技術、およびVisual FLOWの能力と柔軟性を持った、複数のリソグラフィ方式を組み合わせる異なるライセンス・パッケージで使用することができます。これらのパッケージは、すべてのパラメータ、強力な解析機能、半自動化された検証と最適化へのアクセスを利用して、迅速かつ簡単なシミュレーションを可能にします。演算のパワーは、並列ユーザーを追加し、並行処理コア数を増加させることなどにより拡張できます。

広範なツールとファイルフォーマットのサポート

- 任意の近接リソグラフィーツール（マスク・アライナ、コンタクト・プリンタ、近接プリンタ）、たとえばSÜSS、EVG、および大面積FPD露光ツールのモデル
- IC製造用ステッパー、プロジェクションスキャナなどのプロジェクションリソグラフィーツールに対応
- マスク作成および直接描画用レーザー露光ツール（たとえば、ハイデルベルク・インストルメンツおよびその他のレーザー露光ツール）
- マスク作成および直接描画用電子ビーム・リソグラフィーツールのモデル（可変形状ビーム、ガウス・スポット・ビーム）
- すべての主要なレイアウト・フォーマットのインポートおよびエクスポート
- 他のソフトウェアとのデータ交換のためのオープン・フォーマット（CSV、GDS、その他ご要望に応じて）

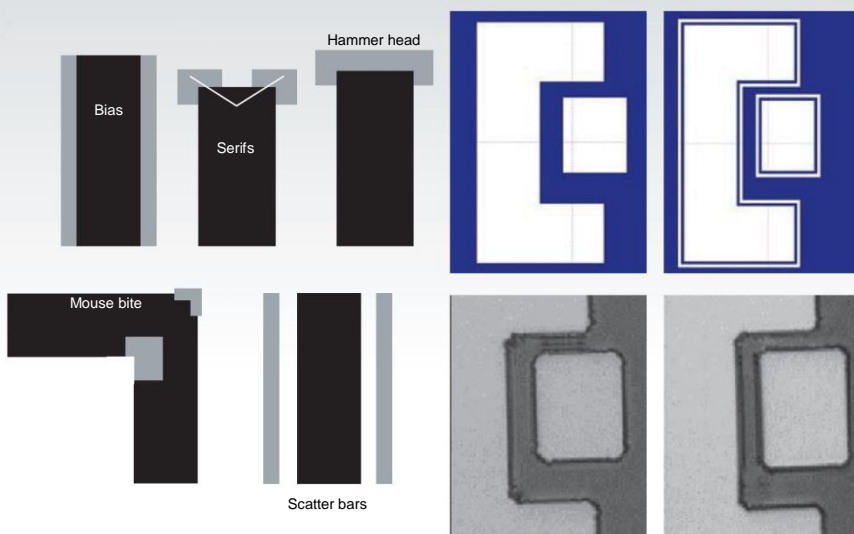
フレキシブルなライセンスとプラットフォーム対応

- 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

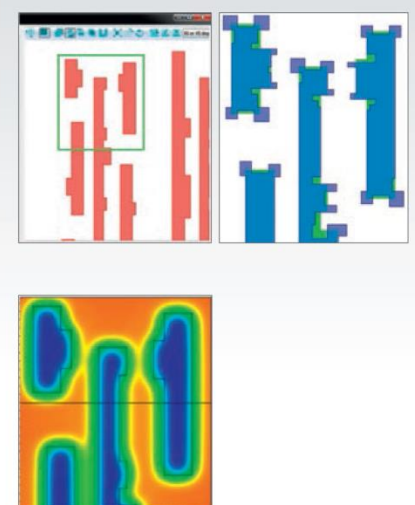
メンテナンスおよびサポート

- 技術サポート・ホットライン（電子メール、Skype、電話）
- 機能拡張、新機能、パフォーマンス・チューニング、バグ修正のための頻繁な更新
- ローカルでのトレーニング、技術ワークショップ、ユーザーミーティング
- ライセンス価格に含まれる12ヶ月メンテナンスサービス
- ユーザーからの機能要求には、将来的な更新の中での実装において高い優先度を持たせます。

Rule Based OPC



Model Based OPC



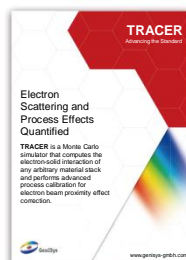
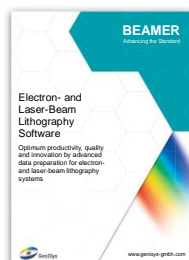
LAB



欧州: **GenISys GmbH**
Eschenstraße 66
82024 Taufkirchen – Germany
電話 +49 (0)89 3309197-60
Fax +49 (0)89 3309197-61
電子メール
info@genisys-gmbh.com

北米: **GenISys Inc**
電話 +1 (408) 353-3951
電子メール
usa@genisys-gmbh.com

アジア太平洋: **GenISys KK**
電話 +81 (45) 530 3306
電子メール
apsales@genisys-gmbh.com



ミュンヘン(ドイツ)に本拠を置き、東京(日本)とカリフォルニア(米国)にオフィスを構える**GenISys** は、マイクロおよびナノ製造プロセスの最適化のためのフレキシブルな高性能ソフトウェア・ソリューションの開発、販売およびサポートを行なっています。リソグラフィーと検査の市場に取り組んでいる**GenISys**は、レイアウトデータ処理、プロセスモデリング、補正および最適化に関する深い技術的知見を、高品質なソフトウェア・エンジニアリングと使いやすさに重点を置いて、結びつけています。

GenISys 製品は、将来のナノパターニング技術の研究、開発および生産における、比類のない効率、使いやすさ、および最適値を、研究者、メーカーおよびシステムサプライヤに提供します。

顧客サービスに重点を置く企業として、**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サポートと要求の厳しい顧客の要件を満たすために必要な機能の開発を提供します。