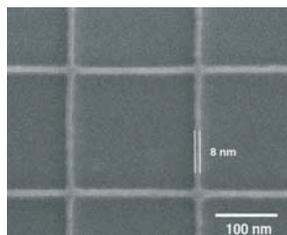


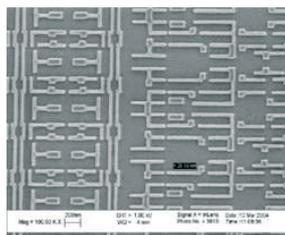
ヴィステックリソグラフィー(Vistec Lithography)、RLE20干渉計システムにより最新電子ビームの装置パフォーマンスを向上

ヴィステックリソグラフィー（旧社名ライカマイクロシステムズ）の VB300 電子ビームリソグラフィーは、1993 年に市場導入され、大きな成功を収めた VB6 シリーズの一環として開発された製品です。新しい装置の設計において、ヴィステックでは、ノイズによる位置決め誤差を低減することによって装置の性能を大幅に改善できることを特定しました。現在では、機械的な剛性を向上すると共に、レニショーのディファレンシャル干渉計技術を使用した RLE20レーザー エンコーダシステムを採用することによって、このような誤差を 3nm 未満に抑えることが可能になりました。

ライカマイクロシステムズリソグラフィーLtd（英国ケンブリッジ）は、1993 年に初のベクタービームリソグラフィー装置を導入しました。以来、ナノテクノロジー、マイクロメカニク、マイクロオプティクス、NGL マスク製造、シリコンへの直接描画、電気通信など、多様な用途に様々なバージョンの装置が採用されています。



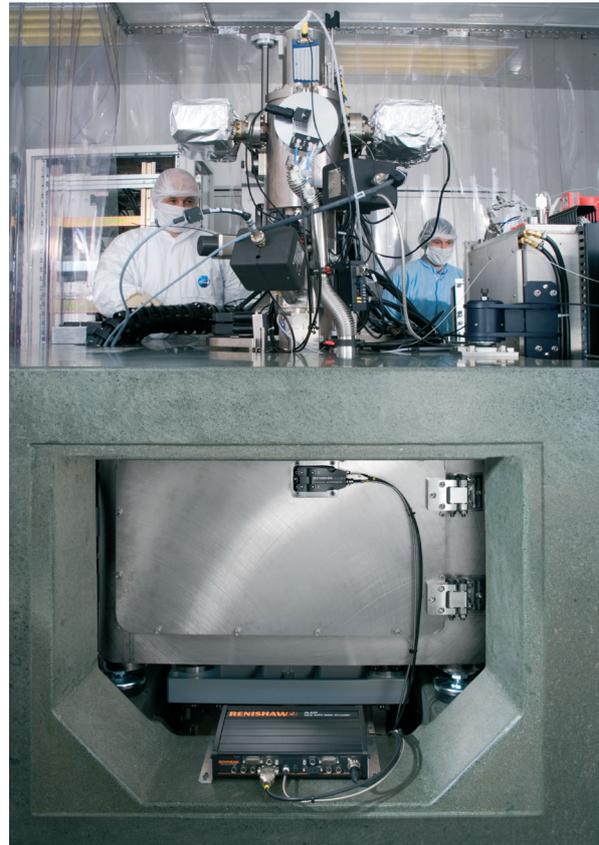
ナノリソグラフィーの
8nm の線
露光電流 1nAmp



シリコンへの直接描画を
行う 30nm のリソグラ
フィー装置

VB300は、わずか 5mm から、300mm までのウェハーと該当サイズのマスキングプレート基板にいたるパーツをロードして、露光を行うことができます。

このツールは、50MHz のパターン生成と、20ビットの分解能で高速露光を行うことができます。軸長は 330 mm x 330 mm、最大ステージ追従速度は 50 mm/sec で、10nm 未満のリソグラフィーの作成能力と 総合精度は3シグマで10nmという精度を備えています。



VB300 に作業を行う研究開発部長ジョンティンゲイ氏（右）とプロジェクトマネージャーのポールハリス氏

この公称仕様を満たすために、VB300 ツールには次の主要分野で性能改善が加えられています。

- カラムとサンプル間の高さの安定性
- カラムの電氣的要素
- システム全体のヨーとロールのパフォーマンス

これらの改善点に加え、ヴィステックではノイズによる誤差の改善と、特に干渉計の構成と取付方法から引き起こる 175Hz までのピークモードを除去することも考えていました。この問題に対応するために、ヴィステックは標準ダブルパス平面鏡用干渉計からディファレンシャル干渉計に構成を変更し、電子ビームカラム内の最終レンズとステージ間の計測、つまりワークのロケーションプレート間の位置の差を直接計測

できるようになりました。

過去の RGH 光学式リニアエンコーダを使用したプロジェクトにおいて、レニショーとの協力により優れた成果が得られた経験を持つヴィステックでは、VB300 に装着する装置として、光ファイバ送出方式のレーザー干渉計を使用した RLE20 レーザーエンコーダシステムを選択しました。

研究開発部長のジョンティンゲイ氏は次のように述べています。「私たちはレニショーの RGH 光学式エンコーダ製品を高く評価しており、RLE レーザー干渉計システムのことも認識していましたが、機械上の安定性と熱安定性の理由から、現在の装置に必要となる真空アプリケーションに組み込むためには、RLE レーザー干渉計システムは適していませんでした。」

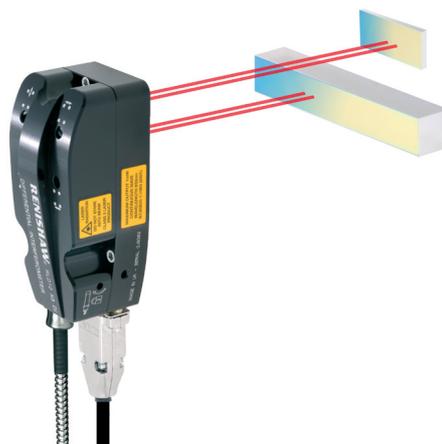
「レニショーに相談したところ、レニショーでディファレンシャル干渉計の開発プログラムを実施していることを知りました。レニショーでは、真空チャンバーの壁に取り付ける際につきまとう問題を克服しながら、RLE10 と同じ機能や性能を得ることができるということでした。ディファレンシャル干渉計を組み込めば、取り付けシステムに機械的な問題が発生した場合、参照ビームと計測ビームの両方で感知することができます。同相モード誤差として、システムの自己補正が可能になります。残る唯一の課題は参照用ミラーの安定性でしたが、これには高い剛性と高い振動モードに対して耐えるように設計されていました。この設計により、以前のシステムに見られたノイズによる誤差を排除することができました。」



VB300 電子ビームコラムとステージの X 軸間を計測するディファレンシャル干渉計 (分解能 77.2 ピコメートル)

「他のメーカーの干渉計も検討しましたが、光ファイバによるレーザー送出方式、内蔵の光学部品によるアライメントシステム、およびシステム性能を低下させることなく真空室の外に干渉計を取り付けることができるということ、取り付けが大幅に簡素化され、計測時間が大きく短縮されることから、レニショーのシステムを選択しました。幸い、私たちは開発プログラムのことをいいタイミングで知ることが出来たため、最終的な設計に私たちの意見を取り入れてもらい、私たちのニーズに副ったものを得ることができました。」

VB300 には、X 軸および Y 軸上の位置（電子ビームコラムとウェハーステージ間）を計測する 2 つの干渉計とヨーを計測する干渉計という合計 3 軸のディファレンシャル干渉計を搭載したレニショー RLE20 システムが採用されています。ティンゲイ氏はこれについてこう述べています。「再設計と材質の選択、および機械的な要素の改良によってステージ精度が向上されているため、実際にはヨーを計測する必要はないでしょう。現在、ヨーをモニターするだけのためにこの機能が組み込まれていますが、将来必要になれば、ヨーの補正を行うことも可能です。」



レニショーのディファレンシャル干渉計は、VB300 真空室チャンバーの 2 つのミラーの位置を計測。

RLE レーザー干渉計システムでは、リサーチ曲線の 360 度である 1 周期が 158nm に相当する 1 Vpp Sin/Cos 信号が生成されます。VB300 に要求される高い分解能を得るために、レニショーの RPI20 パラレルインターフェースによりこれらの信号を内挿分割して、77.2 ピコメートルの LSB（最下位ビット）分解能を確保しています。

RLE システムと光ファイバによるレーザー送出方式により得られるメリットに加え、ヴィステックは VME形式の出力とインターフェースを必要としていました。RPI20 は、シンプルなコネクタを使用して接続することで、ハードウェアおよびソフトウェアインターフェースとして機能

するカスタムエレクトロニクスに統合することができます。このことは、実質的にヴィステックの既存システムの「クローン」を作ることができ、位置決めデータを収集し、ビーム誤差のフィードバックと位置決め制御に活用することが可能になります。



RPI20 平行インターフェース - 158nmの Sin/Cos 信号を内挿分割して 77.2 ピコメートル (38.6 ピコメートルまで分割可能) の LSB 分解能の平行出力を提供。

VB300 から得られた最初の結果には、以前のシステムに比べて、ノイズ関連のエラーについて大幅な向上が見られました。RLE20 導入後の改善成果を確認するために、ヴィステックは「ビームオンエッジ」と呼ばれる計測を行いました。これは、電子ビームを金属製マークのエッジ部分に照射し、後方散乱した電子の強度の変化を測定するものです。この方法を使用すれば、ビーム上と後方散乱した電子をモニターするビデオシステム上において、機械的なノイズと電気的なノイズのシステム全体のノイズを計測することができます。

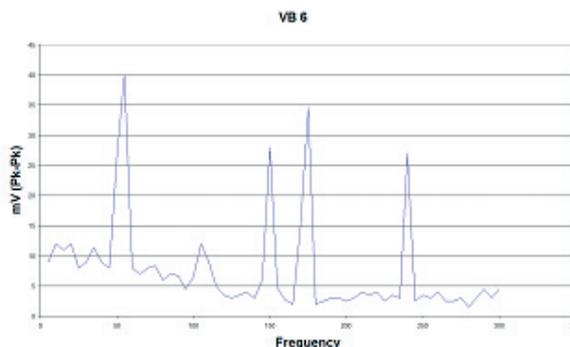
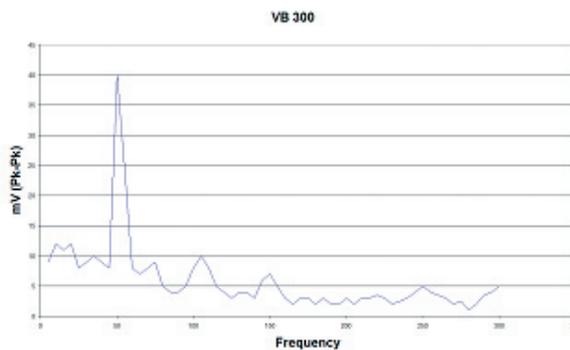


VB300 アプリケーションで、レニショーの RPI20 (使用時は上下逆さに配置、右側が下側になります) は、ヴィステックのカスタムカードに組み込まれています。

VB300 のノイズ周波数を VB6 で得られたものと比較すると、ヴィステックの希望通り、VB300 には 175 Hz のピークが消えています。それに加えて 240 Hz のピークは消えてなくなり、150 Hz についても低減が確認されます。

ティンゲイ氏はこの点について次のように述べています。「VB300 についてのノイズの計測結果は非常に良好で、機械的振動が見られません。参照用ミラーと干渉計システムからのノイ

ズは観察されておらず、合計ノイズは 2nm ~ 3nm 程度となるでしょう。」



VB300 と以前の VB6 からのノイズスペクトル

編集用に際しての注記：

19 世紀終盤に当初ケンブリッジインストルメンツという名称で設立された光学装置メーカー、ヴィステックリソグラフィーは、事業開発と企業統合を行い成長してきました。同グループの電子ビーム製品への取り組みの歴史は、メタルズリサーチがケンブリッジインストルメンツを取得した 70 年代中盤にさかのぼります。電子ビーム製品部門は、ケンブリッジインストルメンツがフィリップスから電子ビームリソグラフィー事業を取得した 1989 年に開始されました。1990 年に、ケンブリッジインストルメンツとザワイルドライツグループが合併してライカグループが形成されました。