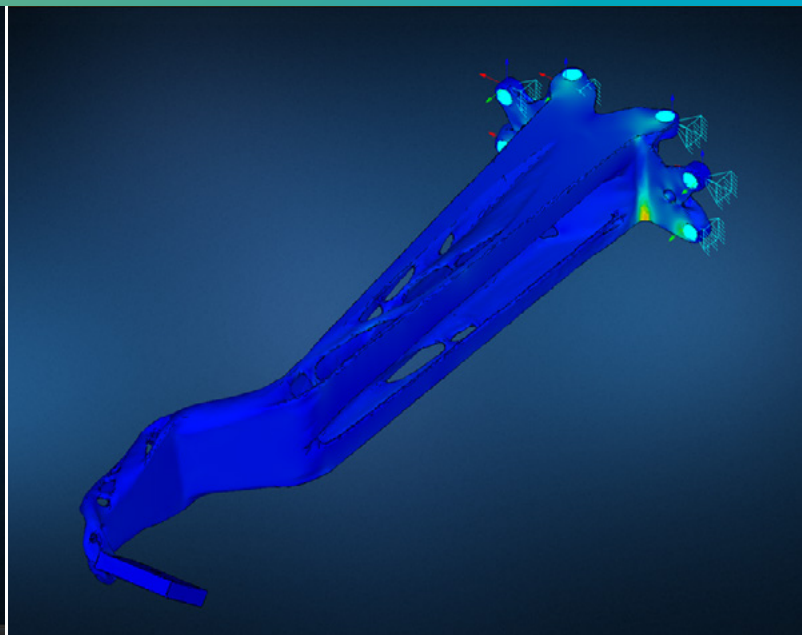
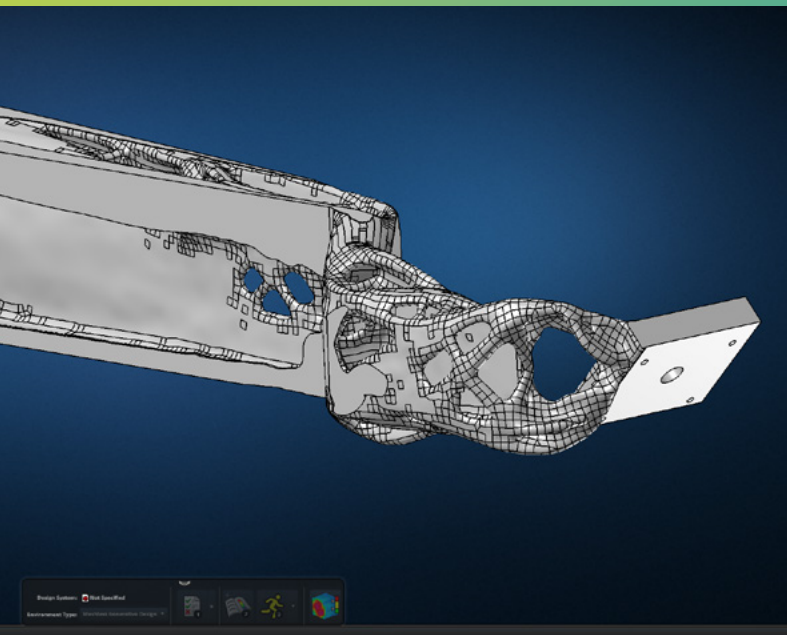


半導体製造ハードウェアの最適化

MSC Apex Generative Design の計算を活用し、高品質・高性能な製造を保証することにより、将来のコンピューティングパワーを推進

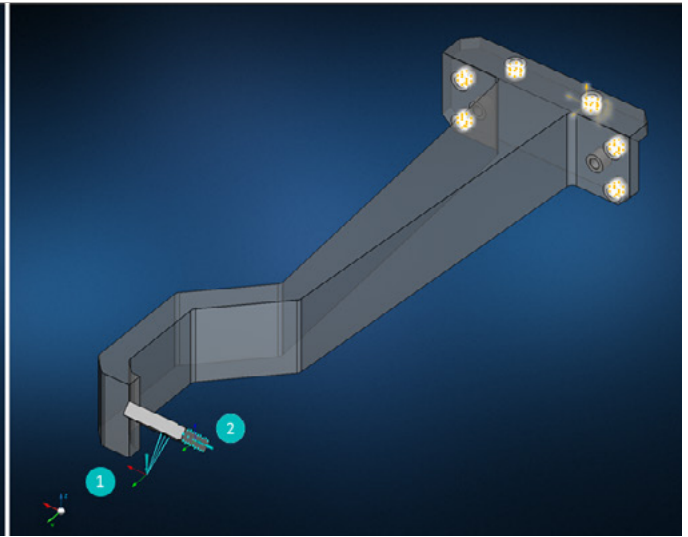
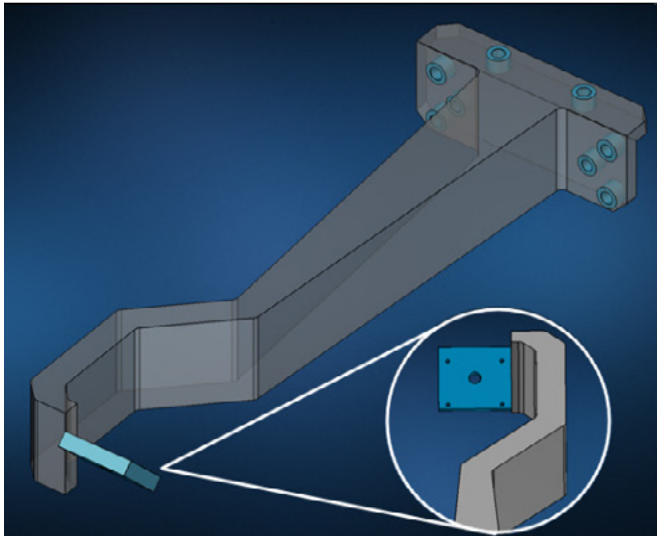


計算能力を高めるために、半導体業界は電子部品のさらなる小型化を図る必要があります。ナノメートル領域で生産を制御するために、新世代の計測ツールが必要です。そのため、MSC Apex Generative Designを新しい設計に適用しました。

現在、シミュレーションは技術力推進のための重要な原動力となっています。

この状況は、近年の計算能力の大幅な向上によって促進されたもので、より現実に近いシミュレーションが可能になり、計算時間は削減され、多大な労力をかけずにいくつものシナリオを探索し、高度なイノベーションに到達することが可能になりました。電気部品は計算能力を高めるために、さらに小型化していかなければなりません。

近年、半導体産業は、極端紫外線 (EUV) リソグラフィの開発により、このプロセスを大きく前進させました。EUVリソグラフィは、光の波長をそれまでの実用の限界だった193ナノメートルから、たったの13.5ナノメートルまで押し下げ、まったく新しい次元の超短波を実現したのです。この集中光を使って、シリコンウェハーのさまざまな層を露光し、コーティングします。これにより、最終的に次世代のコンピュータチップを構成する特定の電気的特性が得られます。レーザーシステムはこのコーティングプロセスの重要な部分であり、常に正確な位置にあることを確認しなければなりません。



(図の説明) 設計領域と非設計領域、および2つの荷重ケースが定義された最適化モデル

したがって、この新しい処理設備には、ナノメートル領域のEUVリソグラフィー部品の光学性能を制御することを可能にする新世代の計測ツールが必要とされています。

RI Research Instrumentは、EUVリソグラフィーに不可欠な精度と清浄度の要件を満たす適切なツールを半導体業界の主要企業に提供しています。この新世代のツールを開発するために、20年の経験を持つ積層造形分野のパイオニアであるTRUMPFとエムエスシーソフトウェアの協力によるコンサルティングプロジェクトが開始され、計測コンポーネントの最適化と製造が行われました。

センサーアームの最適化要件

EUV装置の1つの部品は、いわゆるセンサーアームと呼ばれているものです。センサーは、一次構造から測定チャンバ内に延びる長いアームの角度の付いたプレートに取り付けられています。アームは「L字型」の取り付け部を有し、考慮すべき荷重ケースは、自重によるひとつだけです。最適化の目標は、軽量で製造コストの低い設計を実現することと、構造全体の剛性を最大化することです。これに加えて、1次固有振動数を最大化する必要があります。

形状については、さらに要件があります。構造を側面から見たときに、表面は最小限である必要があります。異物が高感度の装置を汚染しないよう、検知ツールのコア要素のクリーニングも非常に重要です。そのため、形状には、洗浄が困難な小さな隙間やわずかな欠けがあってはなりません。これらの目標を踏まえて、実際の最適化のための部品の構造解析が開始されました。

まず、MSC Apex Structuresを用いて元の部品設計の解析を行い、変位、応力、1次固有振動数の値を取得しました。MSC Apex Structuresの統合ソルバーを使用することで、これらの値を容易に取得することができ、比較することができました。次に、MSC Apex Generative Designを用いた最初の最適化が準備されました。

元形状があるので、最適化モデルが迅速に設定されました。設計領域は数回のクリックで定義でき、最適化のための設計の自由度を最大化するために、非設計領域は取り付けのための小さなボルトのみに削減されました。最初にテストする材料として鋼材を選択しました。全体のモデルは10分以内に定義できました。

ジェネレーティブデザインのために異種材料の適用

鋼材の結果は、重量がわずかに減少しただけで、剛性は5倍に増加しました。新しく、アルミニウム合金AlSi10Mgを用いて解析を実行しました。ここでは、別の荷重ケースが最適化に適用され、プレートに対して側面から押し付けるような荷重が加えられました。これは剛性を高めることを目的としており、その結果、1次固有振動数を向上することができました。

その結果、以前よりもはるかに良い結果が得られました。重量は、元の部品1,227gから、わずか711gへと42%も軽量化されました。材料剛性がより高いチタン合金がさらに優れているかどうかを確認するために、別の最適化も実行しました。しかし、チタン合金は非常に重いため、アルミニウムの形状には勝てませんでした。値と全体の形状を検証するために、最適化された構造をMSC Apex Structuresで再度確認しました。MSC Apex Generative Designの新しいNURBS作成機能により、生成された有機的な結果は、「ファセットからNURBS」ツールを使用してソリッドNURBSに変換され、MSC Apex Structuresでの最適化結果のインポートと処理が容易になりました。解析の結果、優れた改善が得られました。42%の軽量化に加えて、最適化された構造の剛性が400%増加し、1次固有振動数は105%向上しました。

製造可能性を、Simufact Additiveで確認しました。配向アシスタントは、パーツに少し角度をつけて真っ直ぐな位置に配置することを提案しました。アームの寸法が長いため、製造機のビルドチャンバに収まるようにする必要があります。

まとめ

製品：MSC Apex Generative Design

業界：電子装置

利点：

より軽量化及び高剛性

製造のしやすさ

リソグラフィチャンバー内の影の減少

TRUMPFのTruPrint 3000は、3Dプリントを使用して複雑な金属部品を柔軟に連続生産するために設計された、工業用部品と粉体管理機能を備えた汎用的な中判型マシンであり、このタスクに最適です。また、シミュレーションにより、サポート構造が部品自体に構築されないことが保証されています。サポート構造はソフトウェアによってさらに最適化され、さらに解析が行われ、製造上問題なく完璧なプリント結果が得られるようになりました。生産は2020年の第四四半期に行われ、その後、新しいデザインのインストールとテストが行われる予定です。

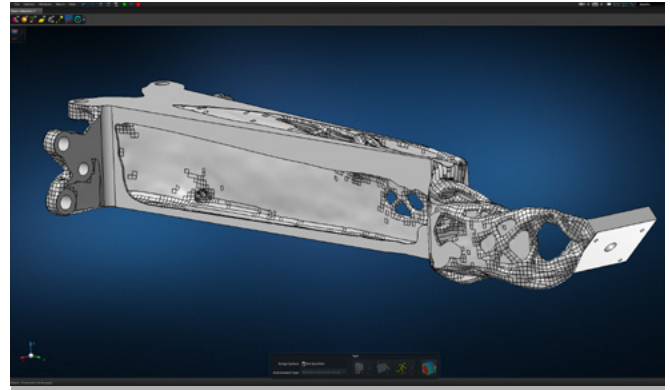
アルミニウム合金ベースの部品は、MSC Apex Generative Designにインポートされ、ソフトウェアの直感的なモデリングツールを使用し、最適化のための設定を行いました。最初に、設計領域と非設計領域を定義する必要がありました。次に、フィルターとドライブの取り付けから生じる荷重と、追加の輸送中に生じる荷重が、適切なメニューを数回クリックするだけで追加できました。材料を指定し、解析に必要なさまざまな最適化値を設定したら、最適化を開始できます。ソフトウェアはメッシュを自動的に生成し、少しずつ、各要素で発生する応力を計算して材料の量を減らします。

FEA検証と生産のための統合されたワークフロー

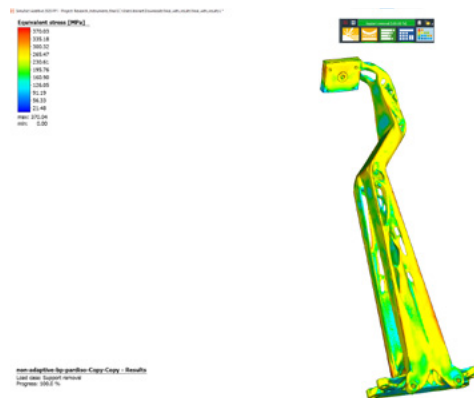
ハイエンド半導体の生産は、最先端の技術課題のひとつですが、将来の技術を可能にするものでもあります。チップ対応の高い計算能力を適用して、生産自体を改善することは論理的なことです。ジェネレーティブデザインは、このコンピューティングパワーを利用して、ある設計課題に対して異なる最適化された構造を生成します。

MSC Apex Generative DesignをEUV計測装置のセンサーアームの最適化に適用することで、大幅な改善が得られました。エムエスシーソフトウェアの積層ワークフローの仮想設計と製造シミュレーション間の円滑なデータ連携により、多くの労力をかけずに、全体的に優れた部品設計が生成されました。

関連するすべての目標が大幅に改善され、EUV計測ツールのパフォーマンスが向上しました。これによりより強力なチップが製造可能となり、将来のシミュレーション能力がさらに向上します。



MSC Apex Structuresでの処理を容易にするために最適化結果をNURBSに変換するMSC Apex Generative Design



TruPrint3000での製造を最適化するためのSimufactAdditiveを使用した製造シミュレーション





Hexagonはセンサーとソフトウェア、自動化ソリューションのグローバルリーダーです。産業、製造、インフラ、安全、モビリティの業界において、効率性、生産性、品質の向上を担っています。当社のテクノロジーは、都市と生産のエコシステムを形成し、連携と自動化を加速させ、スケーラブルで持続可能な未来を実現します。

Hexagon Manufacturing Intelligence事業部に属するMSC Softwareは、オリジナルソフトウェア開発を行う上位10社の1つで、エンジニアリングプロセスに革新をもたらすシミュレーションソフトウェアとサービスを製造業の客様に提供する、エンジニアリングシミュレーションのリーディングカンパニーです。MSC Softwareは、信頼できるパートナーとして、製品の設計と試験に関連する品質の向上、時間とコストの削減を支援します。学術機関、研究者、学生は、MSCのテクノロジーを使って知見を深め、シミュレーションの領域を広げています。