

光学シミュレーション技術の 製品適用

開発リードタイムの短縮と 製造ラインでの計測応用

IT(情報技術)の進展により、シミュレーション技術を用いた仮想的な製品設計や特性評価が、様々な場面で活用されています。光学シミュレーション技術については、従来からあったレンズ設計以外の分野への応用が広がっています。

東芝は、光を幾何学的に取り扱う光線追跡シミュレータを用いて発光ダイオード(LED)や液晶用バックライト設計を、更に、光を電磁学的に取り扱うシミュレータを用いて、半導体製造ラインでの形状計測への応用を行っています。

これらの光学シミュレーションを用いて、電子デバイス製品の開発リードタイム短縮や試作回数の削減、製造ラインでの簡便かつ安価で精度の高い光学計測の実現を図っています。

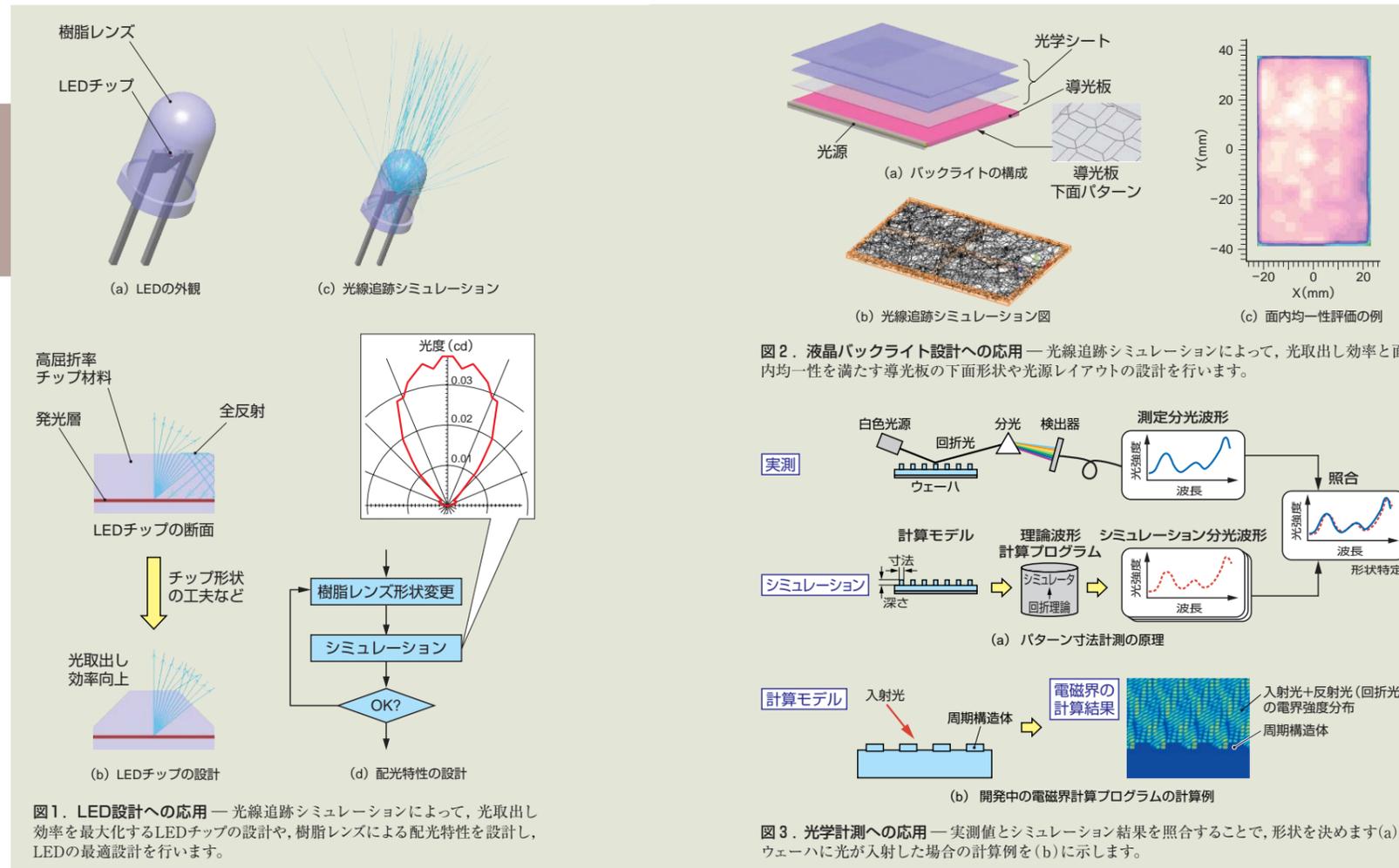
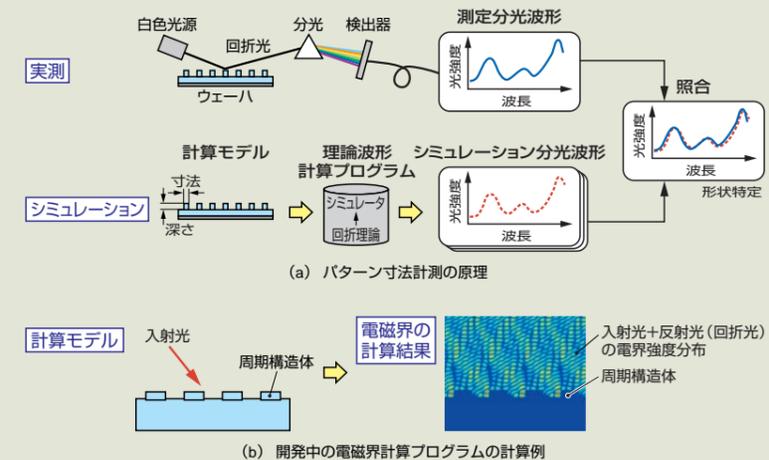


図2. 液晶バックライト設計への応用 — 光線追跡シミュレーションによって、光取出し効率と面内均一性を満たす導光板の下面形状や光源レイアウトの設計を行います。



背景

IT技術の進展は、製品開発の流れや製造ラインも変革しています。企業の生産技術力の向上には、三次元CAD(コンピュータ支援設計)やシミュレーション技術を最大限活用することが有効です。

ここでは、東芝が進めている光学シミュレーション技術の製品適用例について紹介します。

シミュレーションの効果

従来の製品設計では、設計、試作、評価、修正といった実試作による問題解決サイクルを繰り返していました。

これに対して、シミュレーションを使うと、開発初期に問題解決サイクルを短期間で仮想的に回すことができます。また、過去のデータなどの知識をシミュレーションモデルに反映させることで、精度向上も図れます。シミュレーションを製品設計に使うことで、開発リードタイムの短縮や、高価な試作の回数も削減できます。

また、シミュレーションを使って、製造ラインで簡便かつ安価で精度の高い計測の実現を図っています。この例についても示します。

LED設計への応用

近年、LEDの発光効率や輝度が向上

し、照明分野でランプ代替光源として注目を浴びています。

LEDの発光効率は、電流が光に変換される内部量子効率と、LEDチップ内で発光した光がチップ外に取り出される割合を示す光取出し効率の積で決まります。一般的なチップ材料は、屈折率が高いため、全反射角より浅い角度でチップ表面に到達しても、外部に光が取り出せません。このため、チップ形状の変更や表面処理で、光取出し効率を上げる工夫が必要となります。また、樹脂レンズによる配光特性の設計も必要です。

LED設計には、光を幾何学的に取り扱う光線追跡シミュレーションを用い

ます。チップ内の発光位置や発光方向を変えて光線を多数射出させ、材料の屈折率や形状に応じて、反射や屈折を繰り返し行います。モデルによりですが、100,000本程度の結果を積算することで、光取出し効率や配光分布が計算できます(図1)。

更に、チップやレンズの形状などの設計パラメータを変更して、目標性能に追い込んでいきます。各パラメータは複雑に結び付いており、解析的に最適化することは難しいため、最近では、自動最適化にも取り組んでいます。

液晶バックライト設計への応用

ディスプレイや照明を利用した製品

には、同様なアプローチが可能です。他の例として液晶ディスプレイ用バックライト設計があります(図2)。

高い光取出し効率と面内均一性を両立させて設計することができます。

半導体の形状計測への応用

微細な寸法で加工されたLSIの形状計測には、一般的に電子顕微鏡が用いられますが、計測時間が長い、装置が高価であるといった欠点があります。

半導体チップを白色光で照明すると、周期的な繰返しパターンによって光の回折が生じ、観察角度によって色づいて見えます。これは、波長ごとの反射率が異なるためです。この現象を

使って、間接的にパターン寸法や断面形状を計測することができます(図3)。この方法は、計測時間が短い、装置が安価である、繰返し再現性が高いといった特長があります。ただ、これまでは計算時間が長く、実用的ではありませんでした。

光の回折現象を扱うには、光を電磁波として取り扱う必要があります。光の電磁場の強度分布をパターン寸法ごとに計算し、計測結果と照合することで、パターン形状を決定します。シミュレーション技術の開発では、精度を落とさずに計算時間を短くすることがポイントになります。

作製したシミュレータを用いて、簡便かつ安価で精度の高い計測を実現し、半導体製造ラインへ適用していきます。

今後の展開

今後、光学シミュレーション技術をケースごとに適切に使い、製品設計や光学計測への応用例を増やしていきます。また、製品ごとに精度向上や計算時間の短縮を図り、生産技術力の向上に役立てていきます。

藤原 淳史

生産技術センター
光応用システム技術センター主任研究員