

## シミュレータによる自動設計

Automatic Design Optimization Using Electromagnetic Simulation

辻 寧英<sup>1</sup>

Yasuhide TSUJI

室蘭工業大学<sup>1</sup>

Muroran Institute of Technology

## 1 まえがき

近年、計算機がより身近なものとなり、電磁界シミュレーション技術の進展とも相まって、比較的安価なパーソナルコンピュータ上でも気軽に電磁界シミュレーションが行えるようになってきている。こうした中、いまやデバイスの開発には計算機シミュレーションは不可欠なものとなっている。デバイスの開発においては、目的とする特性が元々あって、それを実現するデバイスの構造を設計者の知識と経験によって見出すのが一般的であったが、電磁界シミュレーションの高速化ともなあって、近年では、目的の特性を実現するデバイス構造を計算機に自動的に作らせようという、自動最適設計法に関する研究も活発に行われている[1]。本講演では、光デバイスを例に、シミュレータを用いた自動設計例を示す。

## 2 自動最適設計法

最適設計においては、まず、デバイスの構造をどのように数値表現するかということが重要となる。代表的な方法を図1に示す。(a)は基本構造を用意して各部の寸法を決定する方法(寸法最適化)、(b)は構造のトポロジーを与え境界形状を決定する方法(形状最適化)、(c)は設計領域を細分化して材料分布を決定する方法、(d)は数値表現された関数を設計平面に射影して構造決定する方法である。(c)、(d)は構造のトポロジーを変化させられる最も自由度の高い表現方法である。

次に、構造の表現に用いた数値パラメータをいかに最適化するかが重要になる。この方法としては、遺伝的アルゴリズム(GA)を始めとする進化的手法と目的関数の数値パラメータに対する感度に基づく山登り探索が代表的である。前者は大域的な解の探索に向いているが比較的计算コストが高くなる。後者は、効率的な解の探索が可能であるが、局所解に陥りやすく、感度をどう効率的に求めるかということも重要である。

## 3 光デバイスの最適設計例

ここでは、感度に基づく最適設計について例を示す。感度解析では、実際に構造を変化させて特性の変化を調べる方法もあるが、設計パラメータの数に比例して計算コストが増大してしまう。ここでは、設計パラメータの数に依存せず効率的な設計を行うために、随伴変数法(AVM)による感度解析を採用している。

図2にデバイスの入出力特性を最適化するときのフローチャートと3次元解析に基づく3分岐導波路デバイスの設計例を示す。また、図3には波長多重伝送用の小型波長分離素子の設計例を示す。波長 $1.31\ \mu\text{m}$ 、 $1.49\ \mu\text{m}$ 、 $1.55\ \mu\text{m}$ を分離するデバイスであり、それぞれの波長を青、緑、赤で色分けして波長が分離される様子を示している。いずれの例でも、目的の特性を実現するデバイス

が自動的に設計されている。

進化的手法による最適設計を含めたいくつかの設計問題については当日の講演で示す。

## 4 まとめ

光デバイスの最適設計を例にシミュレーションを用いた自動設計の有効性を示した。シミュレータを駆使した自動最適設計では、汎用的な構造表現が可能であり、必要とされる量を容易に抽出できることが重要になる。

## 参考文献

- [1] 辻 寧英, “シミュレーションを用いたマイクロ波・光デバイスの自動最適設計技術,” 電子情報通信学会学会誌, Vol. 96, No. 6, pp. 396-400, June 2013.

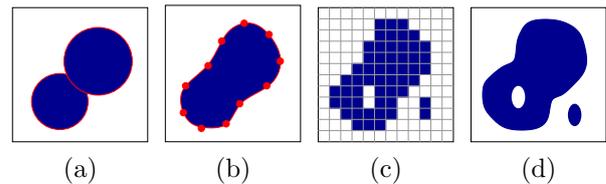


図1 設計領域内の構造表現

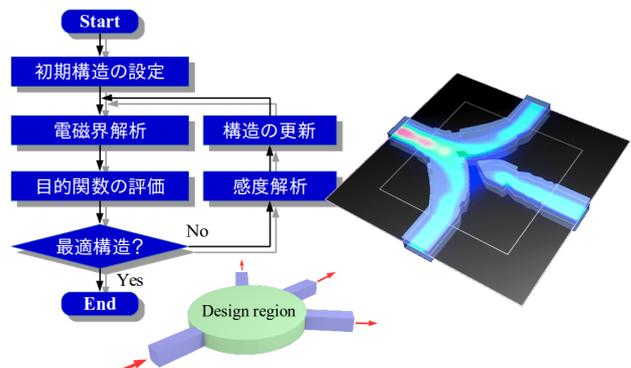


図2 設計の流れと三分岐光導波路の設計例

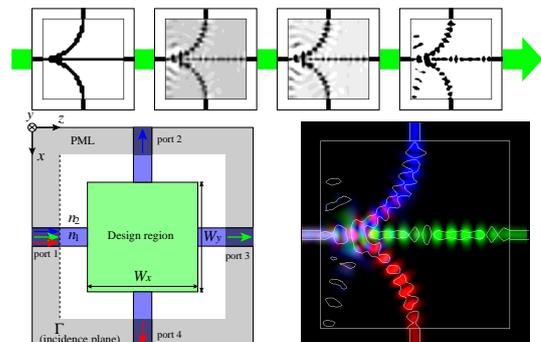


図3 三波長分離素子の設計例

(port 2:  $1.31\ \mu\text{m}$ , port 3:  $1.49\ \mu\text{m}$ , port 4:  $1.55\ \mu\text{m}$ )