

アプリケーション 500 :

反射型ディフューザーの設計

このアプリケーション・シナリオでは、拡散角度を制御し配光特性を得るマイクロ構造ミラーの設計及び評価を紹介します。

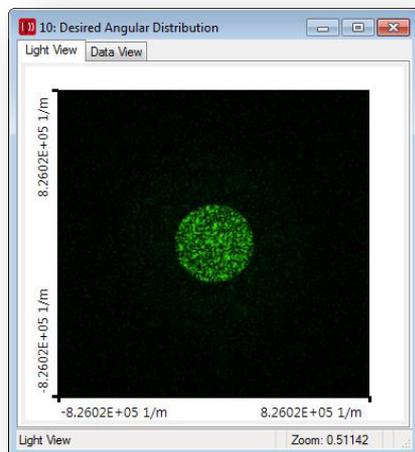
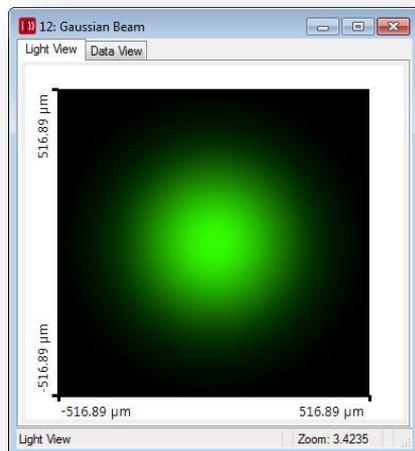
キーワード : diffuser, ディフューザー、拡散版、mirror, micro structured mirror
マイクロ構造ミラー、DOE、回折光学素子、optimization、最適化、IFTA
反復フーリエ変換法、C.G.H.、kinoform、キノフォルム

必須ツールボックス : Starter Toolbox, Diffractive Optics Toolbox

関連資料 : アプリケーション DO.001, DO.002, DO.003, Scenario 358.01



モデリング・タスク1/4



回折ミラー

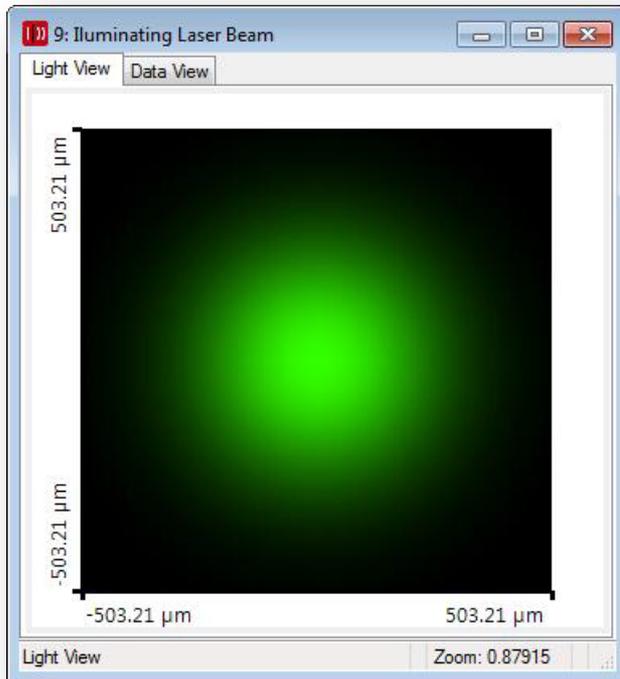
入射ビーム

散乱光



モデリング 2/4

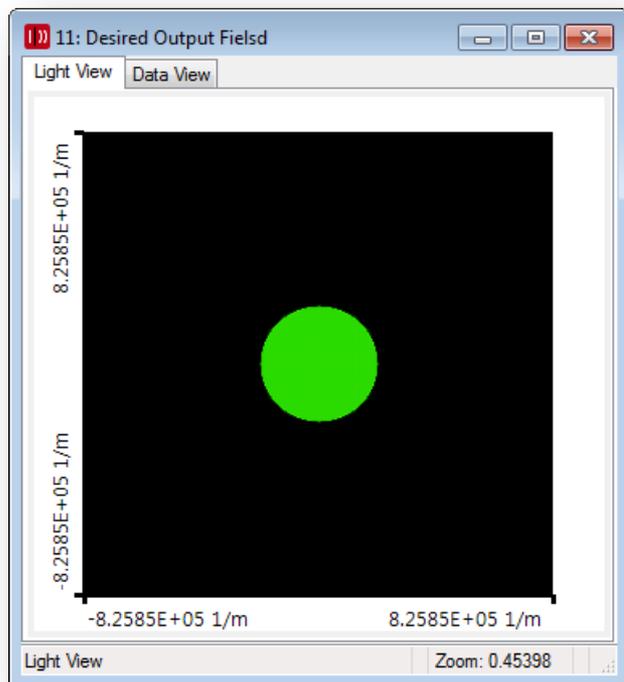
入射ビームのパラメーター



- ・波長: 532nm
- ・ビーム径(1/e²): 500 μm

モデリング 3/4

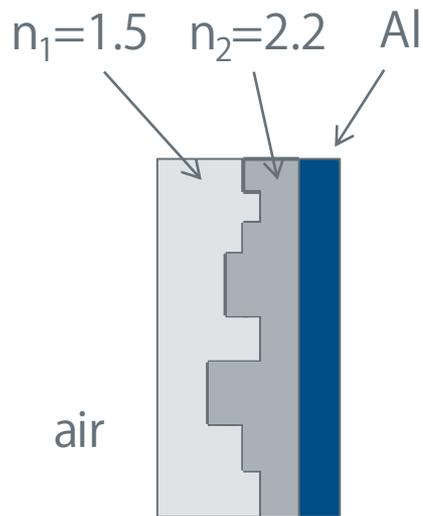
出射フィールドにおけるターゲットパターン



- 角度分布
- 円形トップハット
- 直径 : 2°
- 分解能 : 0.025°
- 効率 : $\geq 85\%$
- 散乱光 : $\leq 15\%$

モデリング 4/4

ミラーのパラメーター



- ・ 最少構造サイズ : $1\mu\text{m}$
- ・ 構造レベル : 8
- ・ 屈折率 : Al: VirtualLabの
マテリアルカタログから
- ・ 定義エリア : (DOE アパチャー径) 1mm

設計手順

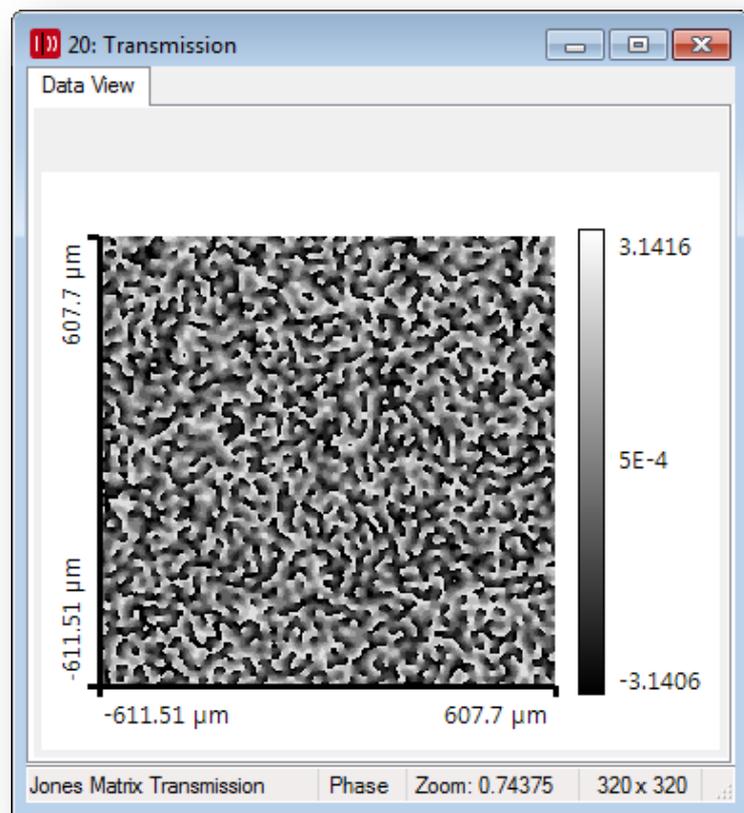
- 反射機能の設計:
VirtualLabのダイアログにより設計パラメーターの定義を行う、Session Editor
による反射機能の最適化と、IFTA最適化ドキュメントによる最適化手順の設定

- Structure design (構造設計):
マイクロ構造ミラーの表面形状の演算

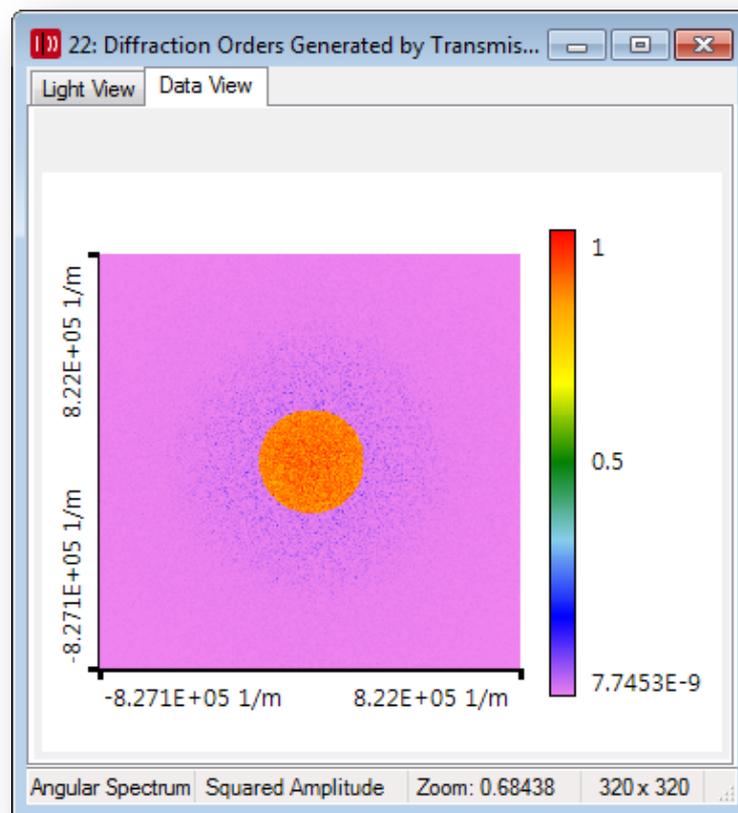
反射機能の設計

- 反射機能の最適化は、通常の回折型ディフューザーのSession Editorで可能です
(メニューからDesign → Diffuser Design → Regular Shape Diffuser)
- Session editorにて、反射機能の最適化に用いる IFTA最適化ドキュメントを設定します
- Session editorのサンプルファイル ‘Scenario_500_Design_Reflective_Diffuser_01.seditor’ をご参照下さい
- IFTA最適化ドキュメントのサンプルは ‘Scenario_500_Design_Reflective_Diffuser_02.dp’ をご参照下さい

反射機能の設計結果



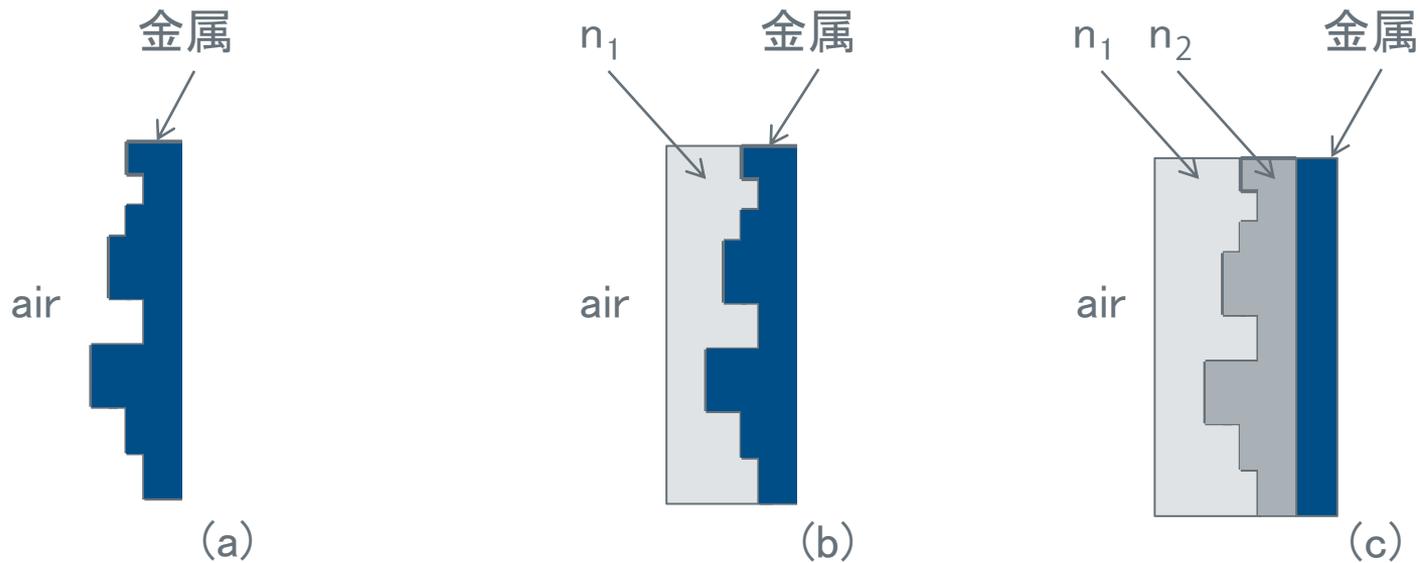
反射機能体の最適化された
位相分布



反射機能体により発生された
回折オーダーの強度分布

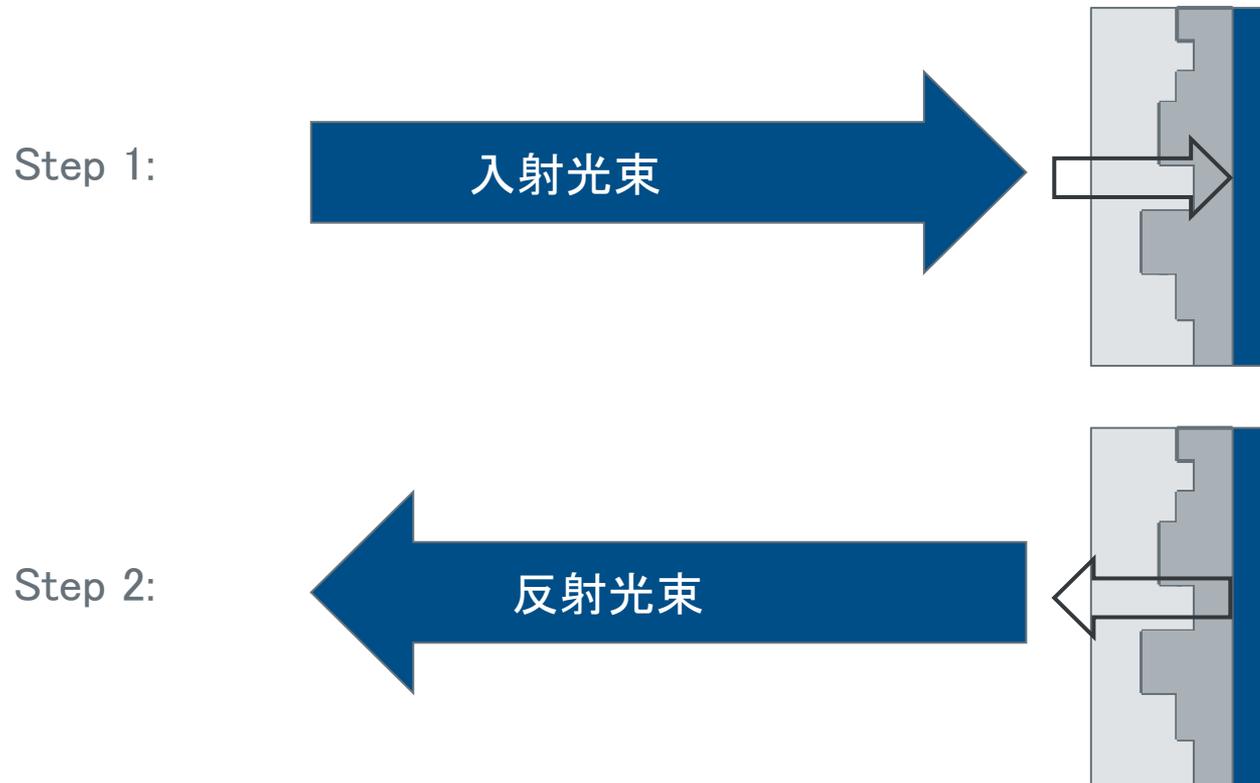
Structure Design (構造設計)

マイクロ構造ミラーのタイプ



- (a): VirtualLabの構造設計機能により可能
- (b): (a)の追加手順により、構造設計の出力に手を加える事で可能
- (c): VirtualLabの構造設計機能に含まれません。設計手法は本書にて解説します

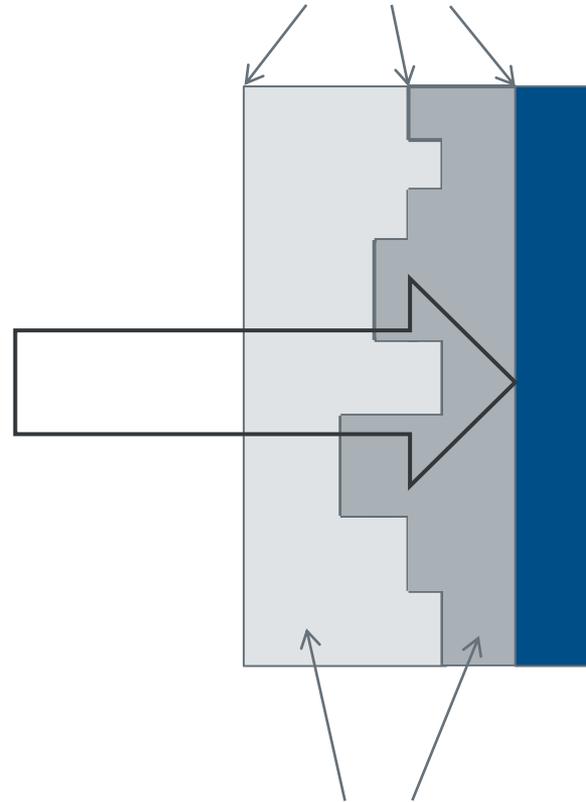
ミラーの解析



- マイクロ構造ミラーのシーケンシャル・フィールドトレーシング解析
- 本例では複反射は考慮しておりません
- VirtualLabのLight Path Diagramを解析に活用します

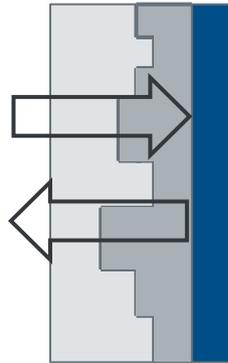
ミラーの解析

thin element approximation(幾何光学)



spectrum of plane waves
(波動光学厳密伝播)

構造設計理論と推論

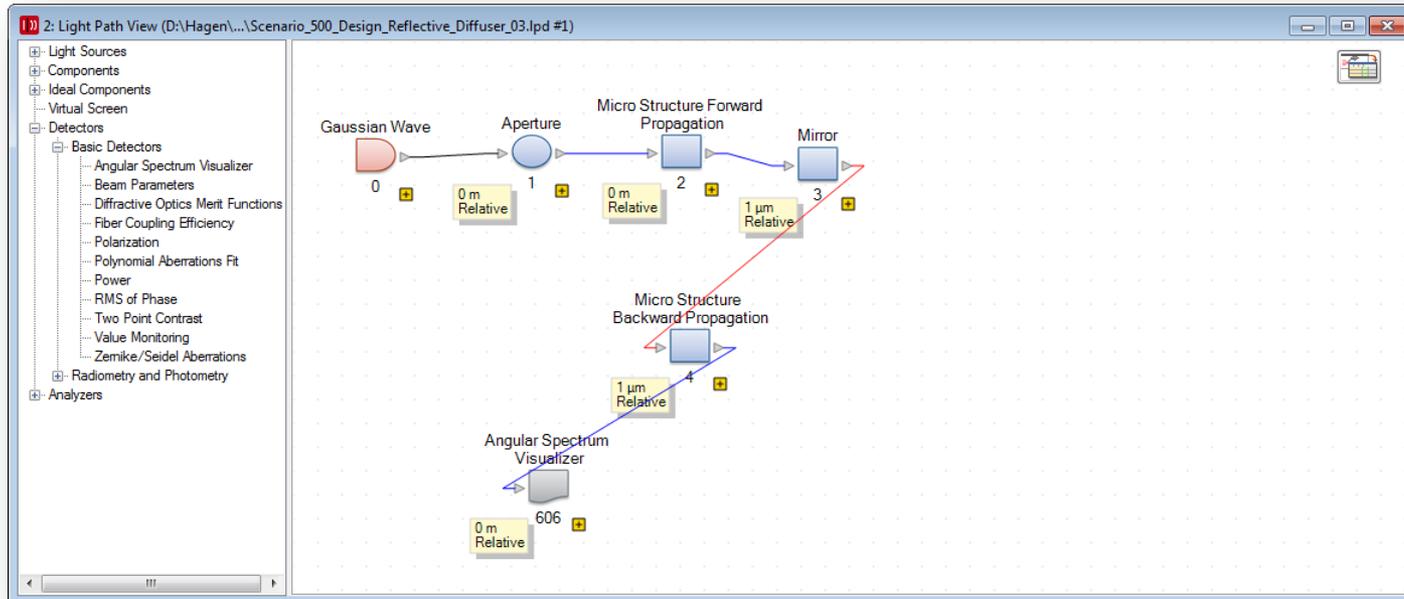


- ミラーの位相変調は、Thin Element Approximationを用いてモデリングする事が可能です:

$$\Delta\phi(x, y) = \frac{4\pi h(x, y)}{\lambda} (n_1 - n_2)$$

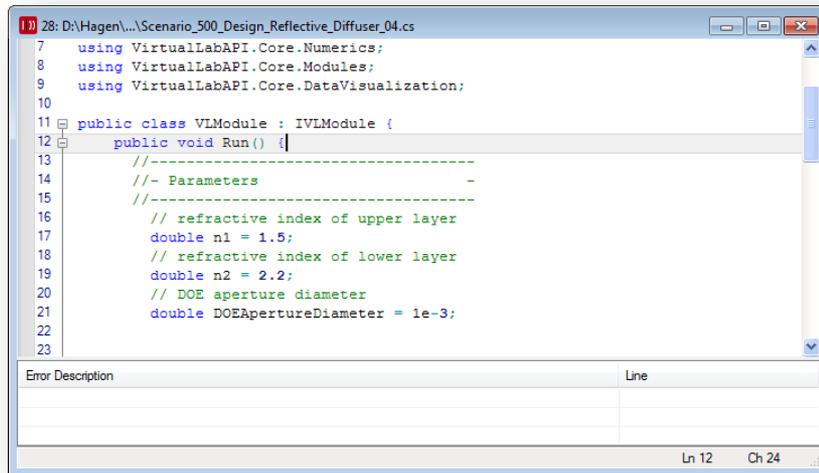
- Thin element approximationにて、反射機能体から高さ構造を計算する事が可能です。
- 近似法:
 - 波長以上のサイズの構造
 - 薄層と表面形状(約 $1\mu\text{m}$)
 - マイクロ構造ミラー内部の干渉、回折、屈折は考慮せず

構造設計



- ミラーは2つのDouble interface Component (両面インターフェース素子) とアルミニウム反射面にて構成されております
- 上記の Light path diagramはサンプルファイルとして用意しております:
'Scenario_500_Design_Reflective_Diffuser_03.lpd'

構造設計



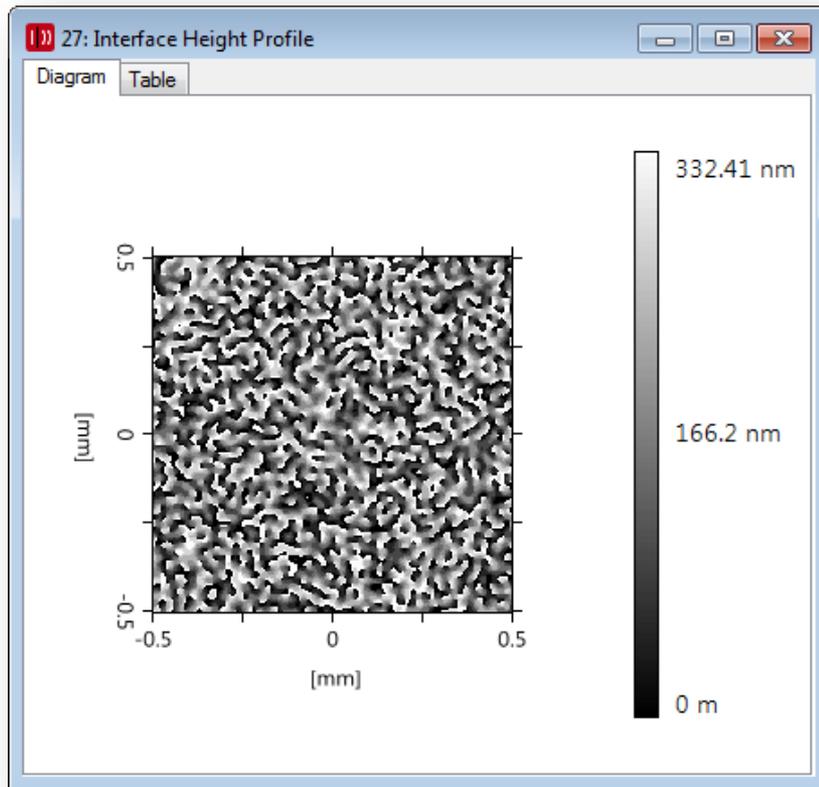
```
28: D:\Hagen\...\Scenario_500_Design_Reflective_Diffuser_04.cs
7  using VirtualLabAPI.Core.Numerics;
8  using VirtualLabAPI.Core.Modules;
9  using VirtualLabAPI.Core.DataVisualization;
10
11 public class VModule : IVLModule {
12     public void Run() {
13         //-----
14         //- Parameters -
15         //-----
16         // refractive index of upper layer
17         double n1 = 1.5;
18         // refractive index of lower layer
19         double n2 = 2.2;
20         // DOE aperture diameter
21         double DOEApertureDiameter = 1e-3;
22
23     }
24 }
```

Error Description	Line

Ln 12 Ch 24

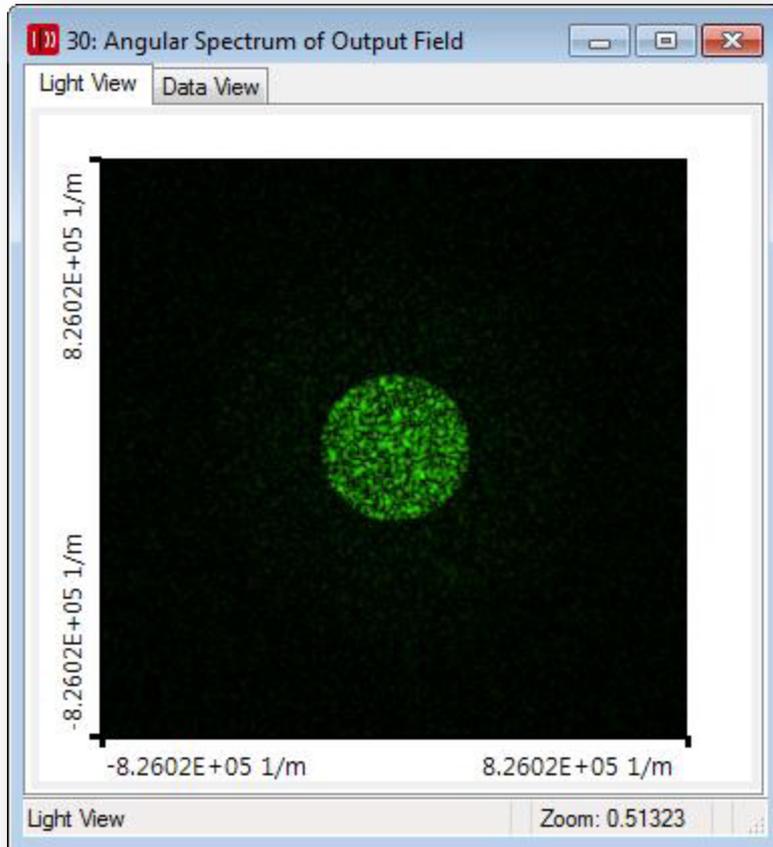
- サンプルファイルで用意されたプログラム・モジュール‘Scenario_500_Design_Reflective_Diffuser_04.cs’を用い、反射機能体を表す2つの両面コンポーネントの表面形状データを計算します
- モジュールのパラメータ部に、ミラー2面の屈折率と、DOEのアパチャー径を入力できます
- 左図は実行前のモジュールのダイアログ画面です

設計結果



- 左図はマイクロ構造ミラーの設計データです
- 8レベル構造で、332nmの高さを持ちます

設計結果



- 出射面における角度強度分布
- 波数領域の角度スペクトル (k_x, k_y)

まとめ

- VirtualLabにてマイクロ構造、ビーム整形ディフューザー・ミラーの設計が可能です
- 様々なマイクロ構造ミラーのシミュレーションと最適化が可能です
- マイクロ構造ミラーの最適化は反射機能体の設計と、表面形状データの計算の2ステップで行います