

遠視野像逆フーリエ変換による光導波路端の 電界分布計測方法の検討

Electric field profile evaluation at waveguide facet by using reverse fourier transformation of far-field pattern

九州大学, °外 蘭 裕仁, 中島 大介, 陳 嬌, 辻野 美樹, 浜本 貴一

Kyushu Univ., °Hirohito Hokazono, Daisuke Nakashima, Jiao Chen, Miki Tsujino, and Kiichi Hamamoto

E-mail: hokazono1@asem.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

光導波路等の光フィールドの評価方法である近視野像(NFP)は通常、導波路端面近傍の光フィールドを、レンズを介して写真撮影を行う手法が知られている。このため、高精度な空間的位置に対する電界分布取得は難しい。

そこで、遠視野像(FFP)を測定し、逆フーリエ変換によって光の出射端面における電界分布を直接計測する手法を検討した。その結果、本手法が、ある程度の精度で光導波路端面における光フィールド評価が可能であることが分かったので報告する。

2. 光フィールド測定原理

FFP $f(x,y,z)$ はフレネル-キルヒホッフの回折式をフラウンホーファ領域における近似を行った(1)式を用いて導波路端面の電界分布 $f(x_0,y_0,0)$ から得られる。

$$f(x,y,z) = \frac{kn}{j2\pi z} \exp\left\{jkn\left(z + \frac{x^2+y^2}{2z}\right)\right\} \times \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x_0,y_0,0) \exp\left(-jkn \frac{xx_0 + yy_0}{z}\right) dx_0 dy_0 \quad (1)$$

ここで k は波数、 n は伝搬する空間の屈折率を示している。この式から、導波路端面の電界分布をフーリエ変換することで FFP を求められる。この関係に着目し、FFP を測定して逆フーリエ変換により導波路端面の光フィールド計測を行う。

3. 検討結果・考察

実際に図 1 に示すシリカ系ハイメサ導波路^[1]について FFP の測定を行った。測定結果を図 2 に示す。逆フーリエ変換を行うには、各水平位置における電界分布の位相情報が必要である。この測定結果からは、位相情報を得ることができない。そこで FFP における位相が一定であると仮定し、図 2 の測定結果を逆フーリエ変換し、導波路端面の電界分布を求めた。その変換結果を図 3 に示す。変換が正しく行われていることを確認するために、図 1 の導波路について有限要素法(FEM)による電界分布を図 3 に一緒に示す。FEM による電界分布と FFP を逆フーリエ変換した電界分布と比較して導波路端面の電界分布がほぼ一致していることが確認出来た。

しかし、図 3 の $\pm 1.3\mu\text{m}$ において、FEM による電界分布は微小な山が生じているが、FFP を逆フ

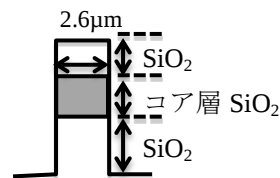


図 1 シリカ系ハイメサ導波路

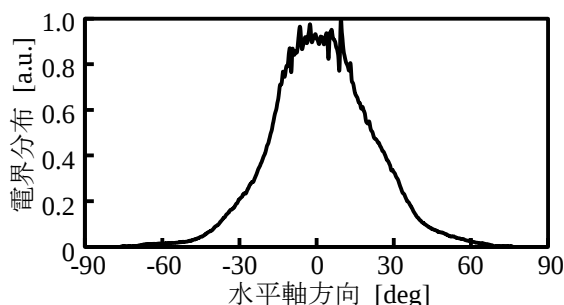


図 2 シリカ系ハイメサ導波路の FFP

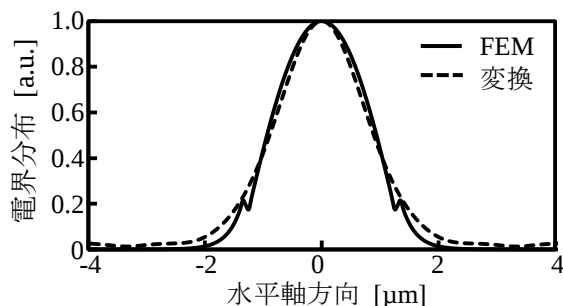


図 3 シリカ系ハイメサ導波路端面の電界分布

ーリエ変換した電界分布には表れていない。これは、フレネル-キルヒホッフの回折公式を近似したため、小さな電界分布の変化を正確に変換出来ずに誤差が生じたからだと考えられる。

4. まとめ

今回は FFP を測定し、逆フーリエ変換によって光の出射端面における電界分布を直接計測する手法を検討した。これにより、導波路端面の光フィールドの評価が可能であるといえる。

謝辞

本研究では、NTT 研究所の井藤幹隆様、橋詰泰彰様に光導波路を作製して頂いた。心より感謝申し上げます。

参考文献

[1] 外 蘭 裕仁 他, 信学会ソサエティ大会, No.1, pp133, 2012