

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：10103

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22408

研究課題名(和文)高性能光デバイス創出のための双方向ビーム伝搬法に基づく新たな構造最適化法の開発

研究課題名(英文) Structural optimization for design of high performance photonic devices based on bi-directional beam propagation method.

研究代表者

井口 亜希人(Iguchi, Akito)

室蘭工業大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00872996

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：光信号の処理に利用される光回路要素の極限までの小型化・高性能化が要求されている。本研究は、光回路要素設計の効率化を目指して、光波伝搬解析手法の一種である双方向ビーム伝搬法を活用した解析・設計技術についていくつかの成果を得た。はじめに、伝搬解析に必要な行列平方根の計算法について検討を行い、その後に設計変数の感度に基づく最適設計法の開発を行った。双方向ビーム伝搬法の性質および並列計算の活用により、効率的に設計変数の感度が計算可能であることを明らかにし、具体のデバイスの設計例にて有効性を確認した。また、軸対称構造のための双方向ビーム伝搬法を新たに開発し、軸対称性のある素子の高効率な設計を可能にした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

数値解析は光信号の処理を行う光回路の要素設計に必須の技術であり、その高効率化・高精度化を目指して様々な数値解析法が提案されてきた。特に最適設計は数値解析の反復に基づくため、時間の制約の許す範囲で多数の検討を行うためには解析・設計技術の高効率化が必要である。双方向ビーム伝搬解析技術も光デバイスの高効率な計算を目指して開発されてきた数値解析技術であり、その解析法の性質から大きな問題を小さな問題に分割して計算することが可能である。本研究では、その性質を活用した設計変数の微小変化に対する素子特性の変化を効率的に計算するアプローチを新たに提案し、最適設計の高効率化につながる知見を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：To deal with rapidly increasing traffic in optical communication network, optical waveguide components with high performance and small footprint are highly demanded. In this research, I studied on and developed an optimal design scheme based on sensitivity analysis to design variables utilizing bi-directional beam propagation method (Bi-BPM). First, I investigated computational method of square root of propagator matrix so as to efficiently carry out Bi-BPM analysis. By making use of features of the Bi-BPM and parallelization, it was revealed that the developed optimal design approach allows one to efficiently compute sensitivity, and showed the validity of this approach through design examples of optical waveguide components. Moreover, novel axi-symmetrical Bi-BPM was developed, and it can contribute to efficient optimal design of axi-symmetrical device.

研究分野：電気電子工学

キーワード：光導波路 光導波路デバイス 最適設計 双方向ビーム伝搬法 感度解析

1. 研究開始当初の背景

AI・IoTの進展などにより、国内外の総通信トラフィック量は年々増加の一途をたどっており、光通信システムのさらなる高速・大容量化が要請されている。光通信システムにおける光信号の処理に利用される光回路は、高速・大容量な通信システムに対応するため、さらなる多機能化・省電力化が期待されている。それに伴い、光回路全体の小型化が要求されている。デバイスのさらなる小型化を達成するための一手段として、数値シミュレーションの反復に基づく自動最適設計の導入が広がっており、申請者はこれまで主に、光回路デバイスの効率的な最適設計技術について研究を行ってきた。

現在普及している石英系光回路デバイスの設計には、数値解析手法として、計算効率の非常に高いビーム伝搬法が広く活用されている。現在、光回路全体の小型化を目的として、シリコン系光導波路、および回折限界を超えて光を閉じ込めることが可能なプラズモニック導波路が盛んに検討されている。しかし、この種のデバイス設計には、本質的に近似解法であるビーム伝搬法の適用が妥当でない場合が多い。

正確な波長応答特性を得るためには、FDTD法や有限要素法に代表される厳密な数値解析法が必要になる。ところが、厳密な手法を利用する場合、特に3次元空間をそのままモデル化すると計算コストが非常に高くなる。デバイス構造の最適設計では、最適な構造を得るまでに数値シミュレーションを何度も反復する必要がある。そのため、厳密な解析手法を利用する場合、現状の計算機性能においても莫大な計算時間・資源が必要となる。研究レベルでは先に挙げたFDTD法などが広く活用されている。しかし、実際の光デバイスの開発にあたり、納期の関係で多様な検討が出来ず、厳密な数値シミュレーションを活用した最適設計の導入が難しい問題がある。

2. 研究の目的

そこで本研究では、光の伝搬を厳密に取り扱う技術の一つである双方向ビーム伝搬法に着目し、双方向ビーム伝搬法を活用した新たな構造最適化法の開発、および提案設計法が最適化計算のコスト低減に貢献可能かを明らかにすることを目的とした。

双方向ビーム伝搬法そのものは1990年代初めより長く研究され、現在もなお、精度・安定性の向上をはかる方法がさまざま提案されている。しかし、双方向ビーム伝搬法を活用した光回路デバイスの最適設計法に関する報告・議論は少ない。申請者は、双方向ビーム伝搬法の特徴である次の2点に注目した： 双方向ビーム伝搬法は計算領域を長手方向に対して分割し、最後にそれぞれを接続して全体の伝搬特性が計算可能である。分割した局所系の計算は独立に計算可能である。構造最適化計算では、構造の局所的な変化が生じた際の特性の再計算を何度も反復する。光回路デバイスの数値解析に広く利用されているFDTD法などでは、デバイス全体を考慮した再計算が必要になる。一方、双方向ビーム伝搬法では、必要な局所系の再計算およびその接続のための計算で済むため、トータルの最適化計算に要する時間を考えると、その低減が期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、双方向ビーム伝搬法を活用した新たな構造最適化法の開発を行い、その有効性を主要な光回路デバイスの構造最適設計を通して検証する。双方向ビーム伝搬法は、計算アプローチの異なる様々な方法が提案されているが、構造最適化を行う観点から改めて、有効な方法について検討する余地がある。詳細な内容を以下に示す。

双方向ビーム伝搬解析に必要な行列平方根、行列指数関数の近似・計算方法に関する検討。双方向ビーム伝搬解析では行列平方根をそのまま計算することに一つの特徴がある。反復解法や行列分解に基づく方法の有効性が報告されているが、それら手法の比較検討はなされていない。最適設計の観点から有効な方法を比較検討により明らかにする。

構造最適化における感度計算の計算効率化に関する検討。双方向ビーム伝搬法では、デバイスを長手方向に分割し、分割した領域の伝搬特性を表現した伝達・散乱行列を計算する。各分割領域の伝達行列は独立に計算可能であり、この特徴を活用して設計変数に対する特性感度計算の効率化が実現可能かを検証する。

有限要素メッシュに基づく双方向ビーム伝搬法に関する検討。特に軸対称性のある光デバイスの高効率な解析を行うため、フルベクトル円環要素に基づく有限要素法の適用を試みる。この手法の適用により、解析精度を維持したまま計算メモリ・時間の削減が可能かを検証する。

提案手法の有効性を検証するにあたり、現在最適化計算の効率化の需要が大きなシリコン導波路デバイスやプラズモニックデバイスの構造最適化問題に提案設計手法を適用する。広く設計に適用されているFDTD法、有限要素法を利用した場合との計算時間・使用メモリの比較を行い、提案する設計アプローチの有効性を確認する。

4. 研究成果

はじめに, 双方向ビーム伝搬法そのものの計算効率化を目指すべく, 双方向ビーム伝搬解析の計算時間・精度に大きな影響を与える行列平方根の計算法について調査を行った. 双方向ビーム伝搬法では, 図 1 (a) に示すように, 長手方向に一樣な領域ごとにデバイスを分割し, その局所領域の伝搬特性を

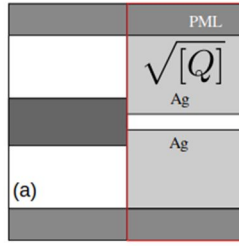
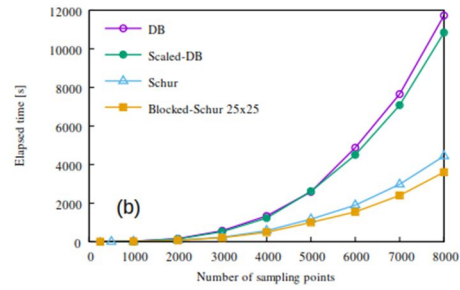


図1



計算する. 行列平方根の計算は局所領域の伝搬特性の計算に必要であり, 従来は有理多項式に基づく近似が利用されてきた. しかし, この近似法は問題によっては大きく精度の劣化を招くことが知られていた. その問題を解決すべく, Denman-Beavers 反復に基づく方法や Schur 行列分解に基づく方法が提案されていたが, 導波路伝搬問題に適用した場合の比較検討がなされていなかった. そこで, これら行列平方根の計算法を計算時間の観点から比較した. 図 2 (b) は各手法により行列平方根の計算を行った結果であり, 有限差分法による領域分割数と行列平方根の計算時間の関係を示している. その中で, ブロック版の Schur 行列分解に基づく方法が最も計算時間の観点から有利であることがわかった. 本検討は 2020 年 9 月の国内学会にて報告を行った.

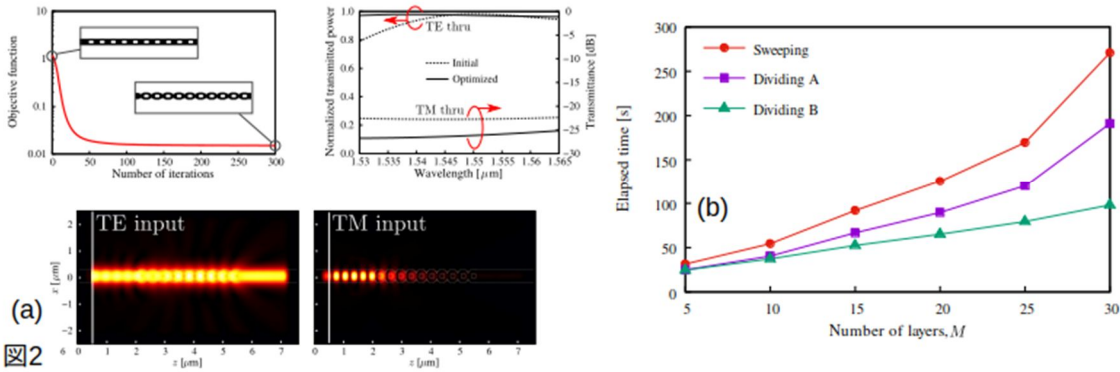


図2

次に, 双方向ビーム伝搬法の特性を活用した光デバイスの最適設計法について検討を行った. 双方向ビーム伝搬法はデバイス全体を細かな領域に分割し, それぞれの局所領域の伝搬特性を独立に計算可能である. そこで, その性質および並列計算を活用して, 設計変数に対する感度計算の効率化を行った. 図 2 (a) は偏波フィルタの設計を本最適化手法により行った結果を示しており, 初期特性と比べて高い性能のデバイスが確かに得られることを確認した. 図 2 (b) は分割した局所領域の数と感度計算に要する時間を示しており, 提案の感度計算法(Dividing A, B)の有用性を確認することができた. 本研究成果は 2021 年 10 月 IEEE Photonics Journal にて掲載されている.

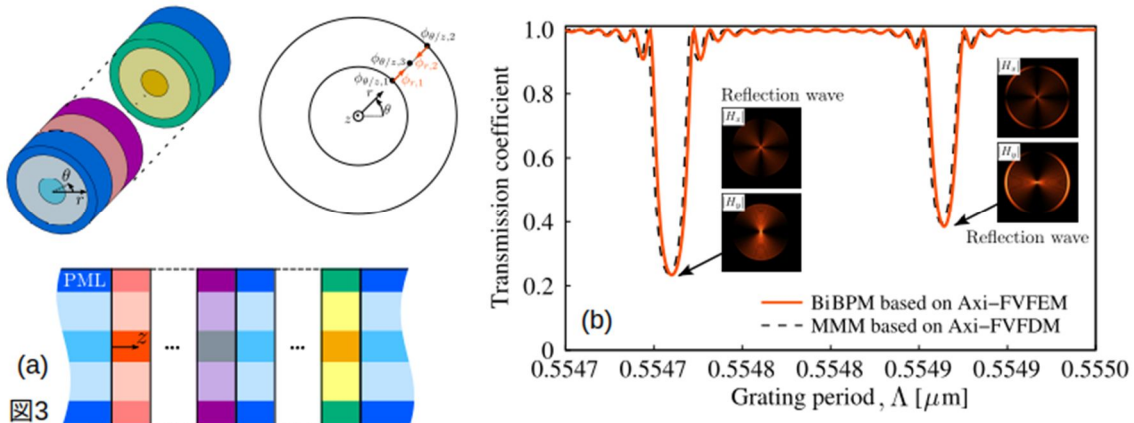


図3

また, 図 3 (a) に示す軸対称性のある光デバイス解析・設計の効率化のため, 有限要素メッシュに基づく新たな双方向ビーム伝搬法の開発を行った. 軸対称構造のための双方向ビーム伝搬法は既に提案されていたが, スカラ近似に基づく方法であったため, 解析可能なデバイスには制約が存在していた. 本検討では, 環状エッジ・ノードルハイブリッド要素に基づくフルベクトル双方向ビーム伝搬法を開発し, 具体の解析例を通して精度の検証を行った. 図 3 (b) はファイバブラッググレーティングの解析を提案法で行い, 文献値と比較した結果を示しており, 両者の結果がよく一致することを確認し, FDTD 法などと比較して計算時間の優位性を確認した. 本研究成果は, 2021 年 7 月掲載の IEEE Photonics Technology Letters にて報告を行っている.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Y. Tsuji, K. Morimoto, A. Iguchi, T. Kashiwa, and S. Nishiwaki	4. 巻 31
2. 論文標題 Two-Dimensional Full-Vectorial Finite Element Analysis of NRD Guide Devices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Components Letters	6. 最初と最後の頁 345-348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWC.2021.3060179	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 富安 柁斗, 森本佳太, 井口 垂希人, 辻 寧英	4. 巻 J104-C
2. 論文標題 進化的手法と勾配法を用いた多目的最適設計による光デバイスの構造単純化に関する検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 146-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transelej.2020STP0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 工藤 滉司, 森本佳太, 井口 垂希人, 辻 寧英	4. 巻 J104-C
2. 論文標題 モード結合理論と機械学習を用いた3次元光導波路デバイスの最適設計の効率化に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 137-145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transelej.2020STP0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 K. Morimoto, A. Iguchi, and Y. Tsuji	4. 巻 39
2. 論文標題 Novel scattering operator for arbitrary finite element models in optical waveguides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Lightwave Technology	6. 最初と最後の頁 2941-2948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JLT.2021.3060444	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Iguchi, K. Morimoto, and Y. Tsuji	4. 巻 33
2. 論文標題 Bidirectional Beam Propagation Method Based on Axi-Symmetric Full-Vectorial Finite Element Method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Photonics Technology Letters	6. 最初と最後の頁 707-710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LPT.2021.3089166	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Kudo, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa	4. 巻 63
2. 論文標題 Optimal design of dielectric flat lens utilizing Bayesian optimization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microwave and Optical Technology Letters	6. 最初と最後の頁 1978-1983
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mop.32837	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Bashir, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, T. Kashiwa, and S. Nishiwaki	4. 巻 18
2. 論文標題 Optimal design of NRD guide devices using 2D full-vectorial finite element method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Electronics Express	6. 最初と最後の頁 20210243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/elex.18.20210243	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 奥谷 怜平, 森本 佳太, 井口 亜希人, 辻 寧英	4. 巻 J105-C
2. 論文標題 3次元光デバイスの効率的なトポロジー最適設計に関する検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 176-184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transelej.2021STP0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 井口亜希人, 辻 寧英	4. 巻 J105-C
2. 論文標題 ビーム伝搬法を活用した光回路デバイスの構造最適設計	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transelej.2021JC10014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 T. Bashir, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, T. Kashiwa, and S. Nishiwaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimal design of broadband non-radiative dielectric guide devices using binary genetic algorithm and 2D-FVFEM	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Numerical Modeling: Electronic Networks, Devices and Fields	6. 最初と最後の頁 e2984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jnm.2984	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Iguchi and Y. Tsuji	4. 巻 E105-C
2. 論文標題 Optimal design of optical waveguide devices utilizing beam propagation method with ADI scheme	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 N. Hieda, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa	4. 巻 E105-C
2. 論文標題 Topology optimal design of NRD guide devices using function expansion method and evolutionary approaches	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2021ESP0005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Morimoto, A. Iguchi, and Y. Tsuji	4. 巻 -
2. 論文標題 Efficient full-vectorial finite element analysis for circularly symmetric waveguides	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Lightwave Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JLT.2022.3160506	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iguchi Akito, Morimoto Keita, Tsuji Yasuhide	4. 巻 12
2. 論文標題 Sensitivity-Based Structural Optimal Design With Bi-Directional Beam Propagation Method for Photonic Devices in High-Index-Contrast Waveguides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Photonics Journal	6. 最初と最後の頁 1~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JPHOT.2020.3029032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tomioaka Shun, Iguchi Akito, Tsuji Yasuhide	4. 巻 474
2. 論文標題 Function-expansion-based topology optimization of three-dimensional optical waveguide devices with multi-layered structure considering layer thickness	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optics Communications	6. 最初と最後の頁 126094 ~ 126094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.optcom.2020.126094	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 KUDO Koji, MORIMOTO Keita, IGUCHI Akito, TSUJI Yasuhide	4. 巻 E103.C
2. 論文標題 A Study on Optimal Design of Optical Devices Utilizing Coupled Mode Theory and Machine Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 552 ~ 559
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2019ESP0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 TOMIYASU Masato, MORIMOTO Keita, IGUCHI Akito, TSUJI Yasuhide	4. 巻 E103.C
2. 論文標題 A Study on Function-Expansion-Based Topology Optimization without Gray Area for Optimal Design of Photonic Devices	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Electronics	6. 最初と最後の頁 560 ~ 566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transele.2019ESP0005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morimoto Keita, Iguchi Akito, Tsuji Yasuhide	4. 巻 226
2. 論文標題 Efficient topology optimization of optical waveguide using finite element method based on slowly varying envelope approximation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optik	6. 最初と最後の頁 165951 ~ 165951
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijleo.2020.165951	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計49件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 奥谷怜平, 森本佳太, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 進化的手法と勾配法を組み合わせた光デバイスのトポロジー最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稗田直哉, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 焼き鈍し的手法を用いたNRDガイド素子のトポロジー最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山皓貴, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 3次元プラズモニックデバイスのベイズ最適化
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森本佳太, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 軸対称フルベクトル有限要素法を用いた効率的な導波路デバイスの解析
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 双方向ビーム伝搬法を用いたグレーティングカプラの設計に向けた一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岸 昂平, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 進化的手法によるモザイク状構造NRD素子の最適設計
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 須藤 穂子, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 Space Mapping Techniqueを用いた光デバイスの設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北浦 憲, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 PUFEMによる光導波路解析に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山 皓貴, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 ベイズ最適化を用いた3次元プラズモニック導波路デバイスの設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥谷 怜平, 森本 佳太, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 進化的手法と勾配法を組み合わせた汎用的なトポロジー最適設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 風間 啓祐, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 2枚の導体板間に形成するTHz帯導波路に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稗田 直哉, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 焼き鈍し的手法を用いたNRDガイド周波数分離素子のトポロジー最適設計
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岸 昂平, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 ハーモニーサーチを用いたモザイク状構造NRDデバイスの最適設計
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 風間 啓祐, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 平行導体間に形成するTHz帯PhC導波路に関する研究
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稗田 直哉, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 モード変換を利用したNRDガイド周波数分離素子のトポロジー最適設計
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥谷 怜平, 森本 佳太, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 進化的手法と感度情報を併用した3次元光デバイスの最適設計に関する検討
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須藤 穂子, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 Aggressive Space Mappingを用いた光デバイスの最適設計に関する研究
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北浦 憲, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 波動伝搬を考慮したPUFEMによる光デバイスに関する研究
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 丸山 皓貴, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 適応座標降下法を活用したベイズ最適化によるプラズモニックデバイスの設計に関する検討
3. 学会等名 令和3年度IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稗田 直哉, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 LSEモードを利用したNRDガイド素子のトポロジー最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森本 佳太, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 伝搬演算子を用いた光導波路の有限要素法解析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Iguchi and Y. Tsuji
2. 発表標題 Optimal Design of Photonic Devices Using Time-Domain Beam Propagation Method
3. 学会等名 2021 International Applied Computational Electromagnetics Society (ACES) Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 N. Hieda, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa
2. 発表標題 Topology optimal design of NRD guide devices using simulated annealing like scheme
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Maruyama, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa
2. 発表標題 Bayesian optimization of three-dimensional plasmonic devices
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Morimoto, A. Iguchi, and Y. Tsuji
2. 発表標題 Flexible scattering operator technique for analysis of axi-symmetric optical devices
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Bashir, K. Morimoto, A. Iguchi, and Y. Tsuji
2. 発表標題 Comparative study of optimization method for design of NRD guide devices with mosaic-like structure
3. 学会等名 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Bashir, K. Morimoto, A. Iguchi, Y. Tsuji, and T. Kashiwa
2. 発表標題 Optimal Design of 90°-Bend in NRD Guide Using DBS Algorithm and 2D-FVEM
3. 学会等名 2021 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (APS/URSI) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 双方向ビーム伝搬法を活用した構造最適化の効率化を目指した行列平方根の計算方法に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koji Kudo, Akito Iguchi, Yasuhide Tsuji, and Tatsuya Kashiwa
2. 発表標題 Optimal Design Approach Based on Bayesian Optimization and Beam Propagation Method for Optical Waveguide Devices
3. 学会等名 25th Optoelectronics and Communications Conference (OECC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masato Tomiyasu, Akito Iguchi, and Yasuhide Tsuji
2. 発表標題 Multi-Objective Optimization Using Function-Expansion-Based Refractive Index Representation for Photonic Devices
3. 学会等名 25th Optoelectronics and Communications Conference (OECC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富安 柁斗, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 関数展開法を用いた光デバイスのトポロジー最適設計における多目的最適設計を利用した構造単純化に関する検討
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸山 皓貴, 工藤 滉司, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 ベイズ最適化を用いたプラズモニック導波路デバイスの設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 稗田 直哉, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 NRDガイド回路素子の関数展開法によるトポロジー最適設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥谷 怜平, 富安 柁斗, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 進化的手法と勾配法のハイブリッド手法による光デバイスの最適設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 工藤 滉司, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 STAと機械学習を用いた方向性結合型光デバイスの設計に関する研究
3. 学会等名 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoya Hieda, Akito Iguchi, Yasuhide Tsuji, Tatsuya Kashiwa
2. 発表標題 Topology optimization of dielectric waveguide devices for millimeter-wave
3. 学会等名 2021 International Workshop on Future Multi-media Communications (FMC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今井 雅人, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 完全PBGを有するフォトニック結晶に基づく光回路に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥谷 怜平, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 進化的手法と勾配法を用いた汎用的なトポロジー最適設計に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山 皓貴, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 ベイス最適化を用いたプラズモニクデバイスの最適設計に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稗田 直哉, 井口 亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 NRDガイド回路素子のトポロジー最適化に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富安 柁斗, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 関数展開法に基づく多目的最適設計におけるパレート解の均一化に関する検討
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤 滉司, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 機械学習を用いた方向性結合型光デバイスのデバイス長を含めた最適設計に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池山 慎悟, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 単一偏波ファイバを用いた光センサの設計に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 拓斗, 井口 亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 軸対称フルベクトル有限要素法に基づく双方向ビーム伝搬法に関する研究
3. 学会等名 IEICE北海道支部学生会インターネットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森本佳太, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 S行列を用いた領域分割型有限要素法による光導波路解析の効率化
3. 学会等名 IEICEエレクトロニクスシミュレーション研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 ビーム伝搬法を用いた光導波路の最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥谷怜平, 井口亜希人, 辻 寧英
2. 発表標題 感度情報を活用した進化的手法による光デバイスのトポロジー最適設計の効率化に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丸山皓貴, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 ベイズ学習を用いたスタブ付きプラズモニック導波路の最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稗田直哉, 井口亜希人, 辻 寧英, 柏 達也
2. 発表標題 閉数展開法と随伴変数法によるNRD回路素子のトポロジー最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------