



Title	グレーティングカップラを用いた積層導波路間結合に関する研究
Author(s)	邢, 丘丹
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40571">https://hdl.handle.net/11094/40571</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 しん ちゅう だん  
刑 丘 丹

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 3 8 3 4 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 10 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科電子工学専攻

学 位 論 文 名 グレーティングカプラを用いた積層導波路間結合に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 西 原 浩

(副査)

教 授 森 田 清 三 教 授 尾 浦 憲 治 郎 教 授 春 名 正 光

教 授 吉 野 勝 美 教 授 濱 口 智 尋 教 授 溝 口 理 一 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、グレーティングカプラを用いた積層導波路間結合に関する一連の研究をまとめたもので、7章から構成されている。

第1章の序論では、光集積回路デバイスの高集積化の一手法として提案した、導波路の積層化およびそれらの導波路間の機能的結合素子として期待できるグレーティングカプラの重要性を説明した上で、本研究の目的と課題を明らかにしている。

第2章では、グレーティングカプラを用いた積層導波路間結合の基本的特性を明らかにするため理論的解析を行っており、モード結合理論から導波モード-放射モード間の結合方程式を使って、導波モード-導波モード間の結合方程式を導き、その結合方程式および各結合パラメータの物理的な意味を述べ、高効率のデバイス実現に必要な条件を明らかにしている。

第3章では、2階層のグレーティングが同方向結合である場合に、導波モード-導波モード間の結合方程式を解き、伝搬に伴う導波光パワーの移行や結合効率の位相不整合量依存性など、導波モード間結合の振舞いを明らかにしている。また、積層導波路構成において、結合効率の導波路間隔依存性を明らかにし、それを実験的に確認するために、同方向結合素子を設計・作製し、それを用いて行った評価実験について述べている。

第4章では、前章で明らかとなった、一様なグレーティングによる同方向結合の結合効率が高々25%であることに對して、その効率改善の方法・可能性を考察し、2つのグレーティングの放射モード振幅分布の相似形化による効率改善法を提案し、放射損失係数および結合係数について種々の分布関数を用いて効率を計算し、高効率化の可能性を示している。

第5章では、2階積層導波路間結合が逆方向結合である場合に、導波モード-導波モード間の結合方程式を解き、伝搬に伴う導波光パワーの移行や結合効率の位相不整合量依存性など、導波モード間結合の振舞いを明らかにし、逆方向結合の場合に鋭い波長選択特性が得られることを示している。

第6章では、逆方向結合の鋭い波長選択特性を実証するために、結合素子を設計・作製し、作製パラメータの決定について詳述し、作製したデバイスの波長選択特性測定について述べ、理論解析の結果と比較検討している。

第7章では、本研究で得られた成果を総括し、結論を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

光通信や光情報処理の大容量化に対応して、光デバイスの高密度集積化が要求されている。本論文では、光集積回路化の一つである層間結合のある多階積層導波路を提案し、その結合素子であるグレーティングによる結合特性について、理論的・実験的研究の成果をまとめたものである。得られた主要な成果を要約すると、次の通りである。

- (1)提案したグレーティングカプラを用いた積層導波路間結合について、導波モード-放射モード間の結合方程式を用いて導波モード-導波モード間の結合方程式を導き、最適結合の実現に必要なパラメータの関係および条件を明らかにしている。
- (2)2階積層導波路間同方向結合について、結合効率は導波路間隔に周期的に依存することを明らかにした上で、素子を設計・作製し、その特性を実験的に確認している。
- (3)同方向結合の場合に、結合効率が最大25%であることを明らかにし、その改善方法として、結合係数を結合領域で伝搬方向に沿って正弦的に変化させ、2つの層の各々の放射モード振幅を近似的に相似形とすることにより、100%に近い結合効率が期待できることを理論的に明らかにしている。
- (4)2階積層導波路間逆方向結合について、逆方向結合特性を解析し、放射損失係数と結合係数を大きくすることにより高い結合効率が得られること、また鋭い波長選択性が得られること、などを明らかにしている。
- (5)逆方向結合素子を設計・作製し、長さ1 mm、結合係数 $1\text{ mm}^{-1}$ のとき、結合効率は設計値に近い0.1nmオーダーの波長選択性を持つことを実験的に確認している。

以上のように、本論文は、多階積層導波路間結合のためのグレーティングカプラの結合特性および基本設計法を明らかにしたものであり、実用化につき多くの新しい知見を含んでおり、光電子工学の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。