

Title	導波形光分岐とその応用に関する研究
Author(s)	根上, 卓之
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37033">https://hdl.handle.net/11094/37033</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ね	がみ	たか	ゆき
	根	上	卓	之
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 1 9 8		号
学位授与の日付	平 成	2 年	3 月	24 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	導波形光分岐とその応用に関する研究			
論文審査委員	(主査)	教授 山本 錠彦		
	(副査)	教授 末田 正 教授 小林 猛		

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、導波形光素子を構成する上で必要不可欠である光波の分離、合成を行う導波形光分岐とそれを応用した素子について行った研究をまとめたものである。

第1章では、導波形光分岐の有用性と特徴について述べ、本研究の目的と意義を明らかにする。

第2章では、導波形光分岐を応用した素子として、Y分岐導波路のモード分離動作とチャンネル導波路の構造分散を利用した導波形光波長分波器を提案している。この素子がこれまでの導波形光波長分波器の動作と異なり長波長通過フィルタと短波長通過フィルタを組み合わせた動作を行うことを説明している。次に、分波特性の解析を行い、良好な分波特性が得られる素子の構造についてその断面及び分岐形状を検討し、急峻な分波特性を示す構造を得た結果について述べる。さらに、2段階イオン交換により形成したガラス導波路上にそれより屈折率の高いコーニング7059ガラスまたは $Al_2O_3$ を装荷した構造の素子を試作し、分波動作の確認及び短波長及び長波長通過フィルタとなる波長特性を得たことについて述べている。最後に、この光波長分波器の応用例として、ある波長の光で他の波長の光の位相変化を制御する光-光移相器について検討している。

第3章では、導波光の進行方向の反転により位相定数が変化する磁気光学導波路特有の非相反移相特性と導波形光分岐とを組み合わせた光アイソレータ及び光サーキュレータについて、3種類の異なった構成法を提案している。まず、非相反移相特性について述べ、これと光分岐を組み合わせることにより、2つの導波光の非相反な位相定数変化と分岐導波路での干渉を利用した磁気光学マッハツェンダ干渉計の動作原理を説明している。ついで、光分岐自体が非相反移相特性を持つことにより導波光の進行方向によるモードの分布結合またはモード分離動作の違いを利用した磁気光学方向性結合器及び磁気光学分岐導波路に

ついてその動作を詳しく述べている。解析結果を比較検討し、各々の構成の利点、欠点について言及し、実現性の高い構成を示している。

第4章では、偏波に依存しない導波形光ハイブリッド結合器について述べている。この結合器は、動作が偏波のみならず波長にも依存せず、作製許容度が大きく、さらに、放射損が小さいという分岐導波路と方向性結合器の利点を合わせ持つ特徴を有している。はじめに、基本的な素子の構成と動作原理を説明し、次に、具体的な導波路例を取り上げ、動作に影響を及ぼす2つの導波路のモードの結合の度合を表す結合係数と位相定数の差を表す等価屈折率差について、特に、偏波の違いに注目して、その値を算出している。偏波の違いや作製誤差に対し安定な動作を行う結合器となるための結合係数及び等価屈折率差を求め、その値が広い範囲で得られることを示している。この結果を基にして、異方性材料である $\text{LiNbO}_3$ を用いて作製した素子の実験結果について述べている。さらに、より短い素子長で偏波や作製誤差に依存しない動作を行うハイブリッド結合器の構造を提案し、その解析を行っている。

第5章では、本研究で得られた成果を総括し、結論としている。

## 論文の審査結果の要旨

微細な光導波路をもとに構成された各種の回路素子を集積化して所望の特性を実現する光集積回路（光IC）の技術は、将来の光エレクトロニクスの各分野における重要なハードウェア技術として注目を集めている。ところで、この種の回路系を構成するうえで最も基本的かつ重要な要素のひとつが導波路の分岐であり、その形状から名付けられたY分岐やX分岐などが代表的な例として挙げられる。

本論文は広い観点からこの導波形光分岐を取り扱い、その構造や形状に工夫をこらすことによって、また各種の光制御機能を導入することによって、導波光の分離や合成といった単純な動作を越えて、より高度な性能を有する回路素子を構成し得ることを述べたものであり、主な結果は以下の通りである。

- (1) 導波形光分岐のフィルタへの応用例として、非対称Y分岐を用いた新しい形式の光波長分波器を提案した。この素子の特徴は、これまでに報告されている他の形の導波形光波長分波器のような狭帯域分離動作ではなく、入力光のある波長を中心として長短2つの波長域に大きく分離することである。ここではまず理論解析によって、提案した素子の特性を評価すると共に、詳細な設計手順を示し、さらにイオン交換ガラス導波路を用いた試作実験により、分波動作を確認した。
- (2) 導波形光分岐と磁気光学効果を組み合わせることにより、光の伝搬方向によって特性の異なるいわゆる非相反回路素子を構成し得ることを示した。ここでは代表的な非相反素子として、アイソレータ（単向素子）とサーキュレータ（循環素子）を対象として、それぞれについて3種類の相異なる素子構成を提案し、YIG系の磁気光学導波路を用いた場合について、詳細な特性の比較検討を行った。なお、ここで用いる磁気光学効果は、通常のファラデー回転とは異なり、光の進行方向に垂直に磁界を印加したときに生ずる非相反位相推移効果であるが、この効果を最も効率良く利用するための導波路構造についても考察した。

(3) 回路構成上重要な4開口素子であるハイブリッド結合器の新しい形式を提案し、モード結合理論による解析を行って、その特性を検討した。このハイブリッド結合器はその動作が光の偏波に依存しないということを始め幾つかの利点を有し、これまでハイブリッド結合器としての応用が考えられていた非対称X分岐や平行2導波路形方向性結合器に較べてより優れた特性を示し得るものである。

以上のように、本論文は導波形光分岐とその応用について、幾つかの新しい素子構成を提案すると共に、詳細な理論解析をもとにして、各回路素子の設計手順を確立し、光IC技術の発展に寄与するところが大きく、学位論文の価値あるものと認める。