

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	フリップチップ実装技術を用いた光送信器の高速化に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	金澤慈
Author(English)	Shigeru Kanazawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10219号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小山 二三夫,浅田 雅洋,植之原 裕行,渡辺 正裕,宮本 智之
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10219号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理電子システム創造 専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)	Academic Degree Requested	Doctor of
学生氏名： Student's Name	金澤 慈	指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	小山 二三夫 教授	
		指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「フリップチップ実装技術を用いた光送信器の高速化に関する研究」と題し、5章から構成されている。

第1章「序論」では、まず、高密度高速配線実装技術が必要となっている背景について説明し、次いで、従来型の実装技術であるワイヤ接続技術を用いた場合の課題を整理し、本研究の目的、本論文の構成について述べている。

第2章「高密度高速配線実装技術」では、従来型実装技術の比較、および新たに提案した実装技術について説明している。まずは、従来型ワイヤ接続を用いた広帯域化構造として三次元配線構造を提案し、4チャンネル電界吸収型変調器集積分布帰還型 (EADFB) レーザアレイの TOSA (Transmitter Optical Sub-Assembly) の試作結果について述べている。作製した TOSA を用いて、100Gbit/s でのシングルモードファイバ (SMF) 10km 伝送実験を行い、全チャンネルでエラーフリー動作を実現したと述べている。次に、帯域劣化、チャンネル間クロストーク増加の要因となっているワイヤ接続部を不要とするフリップチップ実装技術を提案し、高周波特性改善に適した光送信モジュールの構造設計を行っている。さらに、本技術適用による帯域改善効果を明らかにするため、シミュレーションによる、ワイヤ接続、フリップチップ接続での EADFB レーザ実装時の周波数応答特性の比較を行い、提案構造の有効性を明らかにしている。

第3章「フリップチップ実装直接変調 DFB レーザ」では、直接変調レーザへのフリップチップ接続技術の適用結果について述べている。まず、フリップチップ接続技術に適した DFB レーザ構造の検討結果をもとに、光送信モジュールを作製し、ワイヤ接続とフリップチップ実装での周波数応答特性の比較結果から、フリップチップ接続が帯域改善に有効であることを明らかにしている。加えて、フリップチップ実装モジュールの 25.8Gbit/s 変調での SMF10km 伝送後もエラーフリー動作を実現したと述べている。次に、4チャンネル直接変調レーザアレイの小型 TOSA を作製し、100Gbit/s 動作時、SMF30km 伝送後、全チャンネルでエラーフリー動作を実現したと述べている。

第4章「フリップチップ実装電界吸収型変調器集積 DFB レーザ」では、EADFB レーザへのフリップチップ接続技術の適用結果について明らかにしている。まず、4チャンネル EADFB レーザアレイモジュールへのフリップチップ接続技術適用を検討し、併せて三次元配線構造ワイヤ接続モジュールも作製し、周波数応答特性、クロストーク特性について、シミュレーション、実験、両方での比較を行い、フリップチップ接続技術が広帯域化、低クロストーク化に有効であることを実証している。また、フリップチップ接続モジュールを用いて、112Gbit/s 動作時、SMF10km 伝送後もエラーフリー動作が得られることを確認している。次に、フリップチップ接続8チャンネル EADFB レーザアレイモジュールの 400Gbit/s 動作について述べる。4から8チャンネルへのチャンネル数増大に対しては、熱圧着接合方式から、吸収可能な高さ誤差拡大に有効な接着剤接合方式を新たに導入している。1チャンネルあたりの高速化については、等価回路モデルを用いたシミュレーションによって、変調器長を最適化することで対応している。作製したモジュールを用いて、400Gbit/s 動作、SMF10km 伝送後も良好なアイ波形を得ることができたと述べている。最後に、100Gbit/s 動作単チャンネル EADFB レーザモジュールの高速動作について明らかにしている。帯域の劣化要因となっていた高周波配線板のビアを不要とする実装構造を新たに提案するとともに、パッケージによる帯域劣化を補償するための終端回路設計技術を導入することで高速化を実現したと述べている。これを用いて、103Gbit/s NRZ 信号の世界最速の変調実験を行い、良好なアイ開口を実現したと述べている。

第5章「結論」では、本研究で得られた成果を総括している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理電子システム創造 専攻
Department of
学生氏名： 金澤 慈
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 小山 二三夫 教授
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In this thesis, we described the study on the high-speed optical transmitter using the flip-chip interconnection technique for beyond 100-Gbit/s operation.

In the first chapter, we explained about the demand for the high density and high-speed interconnection technique.

In the second chapter, we discuss on the problems of the conventional interconnection technique, such as wire interconnection and flip-chip mounting technique. And we show the novel flip-chip interconnection technique which can solve these problems.

In the third chapter, we explain about the directly modulated DFB laser using flip-chip interconnection technique. We proposed the DFB laser structure which is suitable for the flip-chip interconnection technique. And, the flip-chip interconnection DFB laser module obtained clear eye opening under 25.8-Gbit/s operation. Then, we fabricated the 4-channel DFB laser array transmitter optical sub-assembly (TOSA) using wire interconnection technique. This TOSA achieved error-free transmission over a 30-km single-mode fiber (SMF) under 100-Gbit/s operation.

In the fourth chapter, we discuss on the EADFB laser using flip-chip interconnection technique. At first, to confirm an advantage of the flip-chip interconnection technique, the wire interconnection and flip-chip interconnection 4-channel EADFB laser array modules were fabricated. The simulation and measurement results showed that the flip-chip interconnection module has the lower electrical crosstalk and higher modulation bandwidth than the wire interconnection one. And the flip-chip interconnection module demonstrated error-free transmission over a 10-km SMF under 112-Gbit/s operation. Then, we designed and fabricated the 8-channel EADFB laser array module. To fabricate the 8-channel module, the electrically conducting adhesive was used for bonding the circuit board and the chip. The fabricated module obtained clear eye opening for all channels under 400-Gbit/s operation. Finally, we designed flip-chip interconnection EADFB laser module for 100-Gbit/s/ch operation. To increase the modulation bandwidth, the RF via free sub-assembly structure was employed, and the new termination circuit design was introduced to compensate the bandwidth degradation caused by the package. The 3-dB bandwidth of this module exceeds 56 GHz, and the clear eye opening was obtained under 100-Gbit/s operation.

In the fifth chapter, we described the summary and the future plan.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).