

( 続紙 1 )

京都大学	博士 (情報学)	氏名	久保木 猛
論文題目	巻き込み型インダクタを用いたCMOSレーザーダイオードドライバ回路の研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本研究は、光通信システム用レーザーダイオードドライバ回路の小面積化を目的とし、CMOSプロセスで小面積ドライバ回路を実現するための回路設計法を検討し、試作した回路の特性評価を行ったものであり、6章から成っている。</p> <p>第1章は序論であり、光通信システムのCMOS設計の課題について述べている。特に、レーザーダイオードドライバ回路をCMOSにより実現する場合に克服すべき課題を挙げ、本研究の背景を説明した後、本研究の目的および本研究の概要を述べている。</p> <p>第2章では、高速信号伝送回路の設計手法について述べている。電流モード型回路の動作と設計手法について述べ、複数段を縦続接続した回路の設計手法を述べている。さらにCMOSドライバ回路の帯域向上手法として、オンチップインダクタによる帯域伸張手法について述べている。</p> <p>第3章では、オンチップインダクタを小面積に実現する方法について述べている。インダクタを用いた帯域伸張が周波数特性の向上には効果的であるが、オンチップインダクタは占有面積が大きい。差動回路構成では、同じ値のインダクタが正側と負側のそれぞれの回路で必要になる。これらのインダクタを独立に配置すると、広大なチップ領域が必要になる。この課題の解決策として、複数のインダクタを1箇所配置して、正側と負側では巻く方向を逆にした巻き込み型インダクタを提案している。複数のインダクタを1個分の面積で実現できるため、回路面積の削減につながる。さらに、インダクタと回路素子とを接続する配線を短縮できるため、配線に付随する寄生成分を削減できる。また、相互結合インダクタンスを有効に活用することで、結合のないインダクタでは実現困難なインダクタンスを実現することができる。一方で、巻き込んだインダクタ間に発生するキャパシタンスは、特性劣化の要因にもなる。本章では、これらの関係を定性的に明らかにし、最適な構造を検討している。</p> <p>第4章では、巻き込み型インダクタを用いた長距離光通信向けの直接駆動型レーザーダイオードドライバ回路について検討している。6個のインダクタを1箇所に巻き込んだインダクタと4個のインダクタを1箇所に巻き込んだインダクタを用いたレーザーダイオードドライバを設計して180 nm プロセスにて試作し、80 mAの変調電流を16Gb/sの速度でスイッチングできることを実証している。巻き込み型インダクタを用いることで、独立したインダクタで同等の周波数特性を持つ回路と比べて、回路面積を38%削減できることを確認している。</p> <p>第5章では、巻き込み型インダクタを用いた短距離光通信向けの間接駆動型レーザーダイオードドライバ回路について検討している。周波数帯域のより一層の伸張を実現するために、巻き込み型インダクタの相互結合インダクタンスを利用した回路の群遅延特性の向上手法を検討している。広い周波数範囲で群遅延の偏差を抑制する巻き込み型インダクタについて検討し、垂直共振器面発光レーザーダイオードドライバ回路を設計している。180nmプロセスで提案回路を試作して特性評価を行い、126mWの消費電力で25Gb/sのスイッチング速度を達成できることを実証している。</p> <p>第6章は結論であり、本論文で得られた結果を総括的にまとめている。</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、光通信向けのレーザーダイオードドライバ回路のCMOS設計における、回路の小面積設計技術ならびに回路の帯域向上技術について、新規に考案した巻き込み型インダクタを用いた解決策を提案し、その有効性を検証している。巻き込み型インダクタを採用したレーザーダイオードドライバ回路を設計し、試作された回路の動作特性を評価して、提案回路の有効性を実証している。本論文で得られた成果は以下のとおりである。

1. 回路面積増大の要因となる帯域伸張用のオンチップインダクタを小さい占有面積で実現する方法として巻き込み型インダクタ構造を考案し、レーザーダイオードドライバ回路がチップ上で占有する面積の削減を可能にした。また、巻き込み型インダクタで発生する相互結合インダクタンスを活用することにより、等価的にインダクタンス値を高めることが出来ることを示した。
2. 長距離光伝送システムを想定した直接駆動型レーザーダイオードドライバ回路を、量産向けで製造コストの低廉なCMOSプロセスで実現した。巻き込み型インダクタの適用により回路の広帯域化を図ると同時に、巻き込み型インダクタを用いない回路に比べて回路面積が削減できることを、シミュレーションと試作回路の実測により示した。
3. 短距離光伝送システムを想定した間接駆動型垂直共振器面発光レーザーダイオードドライバ回路の小面積設計を行い、巻き込み型インダクタの適用によって、インダクタに必要な面積の削減だけでなく、回路の高速動作に伴う群遅延偏差の抑制が可能であることを示した。巻き込み型インダクタの採用により、回路の小面積化ならびに回路の帯域向上が可能であることを、シミュレーションおよび試作回路の実測により実証した。

以上、本論文は光通信用CMOSレーザーダイオードドライバ回路の小面積化と帯域の向上に対する解決方法を提案するとともに、実際の試作回路に適用し、その有効性を実証している。本論文の内容は、光通信向けのみならず、インダクタによる帯域伸張を図る高速信号処理用集積回路に広く適用することができ、学術上、応用上ともに寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものとして認める。また平成27年2月16日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。更に、試問の結果の要旨(例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」)を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。  
要旨公開可能日： 年 月 日以降