

学位論文 博士(工学)

伝送線路結合器を用いた
非接触1対1通信インタフェース

2013年 3月

慶應義塾大学大学院理工学研究科

竹 谷 勉

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	竹谷 勉
主 論 文 題 目 :			
伝送線路結合器を用いた非接触 1 対 1 通信インタフェース			
(内容の要旨)			
通信インタフェースの高速化の要求が高まっている．技術の向上により記憶装置の容量や演算処理装置の性能が増し，扱われる情報量は増加を続けている．近年，特に利便性の観点から，非接触通信に注目が集まっており，幅広い応用が期待されている．これらを背景として，高速な非接触通信インタフェースが求められている．高速な通信を実現するためには，広帯域な伝送路を実現する必要があるだけでなく，高速通信を実現するための回路技術が必要となる．そこで本研究は，高速非接触インタフェースを実現するための広帯域伝送路技術及び通信を実現するための回路技術を開発することを目的とした． 第 1 章に，本研究の背景と従来研究を概説した． 第 2 章では，本論文の中核となる伝送線路結合器の理想特性について論じている．理論解析のために，伝送線路結合器の構造と伝送モードについて述べた．各伝送モードにおける特性インピーダンスを用いて，伝送線路結合器の理論解析を行い，インピーダンス整合可能であることを理論的に明らかにした．また，そのための条件について論じた． 第 3 章では，第 2 章で論じた伝送線路結合器を用いた非接触通信インタフェースを実現するための送信機とデータ再生回路を用いた受信機について論じている．伝送線路結合器により受信波形は歪むため，データ再生回路が必要となることを述べた．また，目標通信距離を 1 mm として，伝送線路結合器の設計を行い，解析により合わせ誤差の影響が少ないことを確認した．設計した伝送線路結合器と 90 nm CMOS プロセスで試作した送受信機を用いて実測評価を行い，12 Gb/s, 7.4 pJ/b を実現した． 第 4 章では，一層の高信頼性化を目指し，誤り伝播を防ぐ符号化として相関符号化方式について着目した．相関符号化方式を用いることで，伝送線路結合器においても誤り伝播を防げることを述べ，そのための最適な伝送線路結合器の設計手法について論じた．相関符号化方式用の受信回路を提案し，90 nm CMOS プロセスにて設計を行った．設計した伝送線路結合器及び受信機をシミュレーションにより評価し，12 Gb/s, 4.4 pJ/b を実現した． 第 5 章では，今後の低電力化を目指し，低電力なシンボルレートのクロック再生の構成を提案した．振幅を基準にすることで，クロック位相の検出が可能であることを理論的に明らかにした．提案手法を，伝送線路結合器に対して適用し，システムレベルシミュレーションにより評価を行った． 第 6 章では，結論として各章で得られた内容をまとめ，本研究の成果を要約した． 以上			

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name TAKEYA, Tsutomu
Title Non-Contact Point-to-Point Interfaces Using Transmission Line Couplers		
Abstract The demands of higher speed communication interfaces are increasing as the capacity of the storages and the performance of the processors are increasing. Recently, non-contact interfaces attract much attention due to its convenience and it is expected to apply them to many applications. Therefore, high-speed non-contact interfaces are demanded. To achieve high-speed non-contact communication, not only wideband non-contact communication channels but also high-speed communication circuits are required. This dissertation is focused on the wideband frequency characteristic channel techniques and the communication circuit techniques. Chapter 1 summarizes the background of this research and the previous researches. Chapter 2 describes the ideal characteristics of the transmission line couplers (TLCs). For theoretical analysis, the structure and the propagation modes are described. The theoretical analysis of the TLCs by using their characteristic impedances in each propagation mode reveals the possibility of the impedance matching. The condition for impedance matching is also discussed in this chapter. Chapter 3 describes the transmitter and the receiver using data recovery circuits to realize a non-contact interface using TLCs discussed in chapter 2. It is revealed that the necessity of the data recovery circuits due to waveform distortion by TLCs. A TLC is designed for 1 mm communication distance and it is confirmed that the effect of the misalignment is acceptable by using the analysis. The test chip fabricated in 90 nm CMOS process and the fabricated TLC were evaluated by measurement. They achieved 12 Gb/s communication speed and 7.4 pJ/b power consumption. Chapter 4 focuses on a partial response signaling as a coding technique for higher reliability non-contact interfaces. It is described that the partial response signaling can avoid error propagation. An optimum TLC design method and a receiver circuit for the partial response signaling are proposed. The designed TLC and the receiver designed in 90 nm CMOS process were evaluated in simulation. The performance of 12 Gb/s communication speed and 4.4 pJ/b power consumption was obtained. Chapter 5 proposes a symbol-rate clock recovery for future low power receivers. It is revealed that the proposed technique can achieve the clock phase detection by using the receive signal amplitude. The performance of the proposed technique was evaluated by system-level simulation. Chapter 6 describes the summary of the results of this research.		