

戦略的創造研究推進事業 ACCEL

研究開発課題

「近接場結合集積技術による革新的情報処理システム  
の実現と応用展開」

研究開発終了報告書

研究代表者 氏名 黒田 忠広

プログラムマネージャー 氏名 河村 誠一郎

# 1. 研究開発成果

## 1-1. 実施概要

ムーアの法則にしたがった半導体のスケーリングの限界が見え始め、控えめな表現を用いるにしてもかなり減速していることは衆目の一致するところである。そのような状況にあって、かつて真空管を用いた計算機が集積回路にとってかわられたように、スケーリングによる集積度の向上が見込めない半導体電子部品を「接続」することにより集積度を上げる必要が高まっている。同時にその「接続」は、従来の2次元方向のスケーリングが限界である以上、第3の次元、つまり縦方向に行うことが「集積」という目的において必然であり、3次元集積がキーワードとなる。本研究では、チップとチップを3次元集積する TCI(ThruChip Interface)技術と、モジュールとモジュールを3次元集積する TLC(Transmission Line Coupler)技術の性能向上と社会実装を目指した。

TCI 技術に関しては、実用化上の技術課題(すなわち産業界からの要求事項)は、1)メモリ LSI での実証、2)電源供給問題の解決、3)放熱対策の実証であった。「メモリ LSI での実証」に関しては、TCI を用いて、512GB/s のバンド幅でのデータアクセスが可能であることを実 DRAM チップを用いて実証した(図 1.1.1)。これは、同時期に半導体のオリンピックといわれる ISSCC(International Solid-State Circuits Conference)において発表された論文により報告された値を上回るものである。「電源供給問題の解決」に関しては、HDSV(Highly Doped Silicon Via)技術を提案し(図 1.1.2)、電源供給が可能であることを示すとともに、その設計基準を作成した。「放熱対策の実証」については、TCI インタポーザによる複数チップの 2.5 次元接続を提案し、高い性能が得られることを実証した。

TLC 技術に関しては、コネクタベンダーが TLC の実証を進めやすい環境を構築すると同時に、LSI ベンダーが製品化ターゲットとすべき非接触コネクタ向けチップ像を明確化できるような、TLC と既存インタフェースとをつなぐブリッジチップが存在しないことが課題であった。研究代表者らは、PCIe のような高速通信規格や CAN や I2C のような車載/産業用通信インタフェースと TLC をつなぐブリッジチップを試作し、動作の実証を行った(図 1.1.3)。

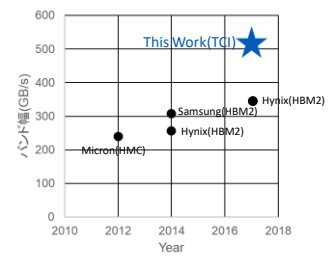


図 1.1.1 達成した TCI 積層 DRAM の性能

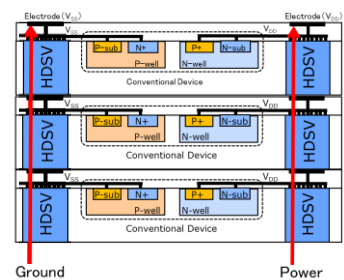


図 1.1.2 HDSV 技術

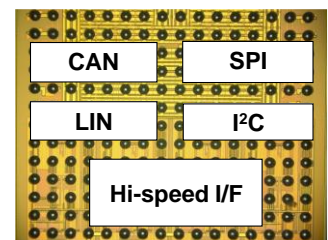


図 1.1.3 試作した各種 IF と TLC のブリッジチップ

## 2. 社会実装／実用化に向けた取組

### 2-1. 実施概要

本プロジェクトで生み出された成果の広報、教育、情報交換を目的として、2019年度に「非接触コネクタ研究会」を設立し、社会実装を念頭においた活動を行った。広く関連企業に参加を募った結果、コネクタメーカ、半導体メーカ、セットメーカなど、最終的に29社に参加いただいた。TLCを用いた非接触コネクタ技術に関連する企業間の垂直連携の機会を提供するため、技術交流会を2019年6月と12月、計2回行った。技術交流会では、TLCの理論や設計手法、また応用例などをセミナー形式で講義するとともに、実動作サンプルを用いたデモを行い、参加者に広くTLCによってもた

らされる技術的革新を伝えた(図2.1.1)。同研究会の参加企業に対しては、TLC送受信モジュールサンプルを配布した(図2.1.2)。非接触コネクタ技術を各企業の中で実際に触れながら体感していただくことが可能となり、各社での評価結果を含むフィードバックをいただいた。

また各種学会や展示会の機会を利用し、TLCのデモ展示を行って技術広報した。2019年2月に米国アナハイムで開催された Medical Design & Manufacturing (MD&M) West 2019、2019年3月に東京ビッグサイトで開催された Medtec Japan 2019、2019年5月に札幌コンベンションセンターで開催された IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)2019、2019年6月に東京ビッグサイトで開催された電子機器トータルソリューション展において、TLC非接触コネクタを用いた高精細画像伝送のデモを行った。(図2.1.3)。



図2.1.1 非接触コネクタ研究会技術交流会でのセミナーとデモ

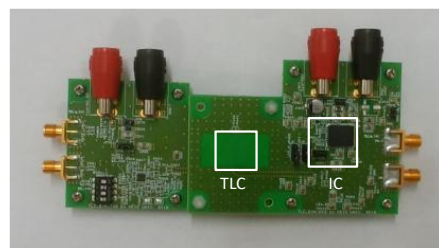


図2.1.2 配布したTLC送受信モジュール評価サンプル

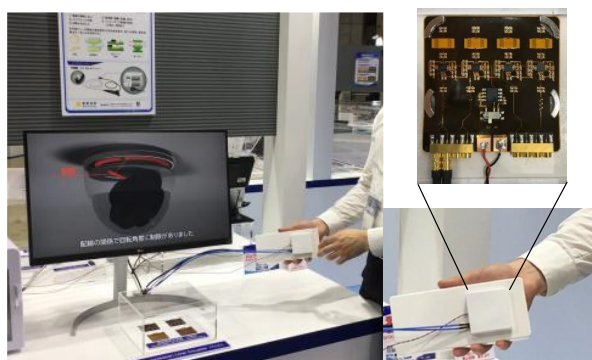


図2.1.3 TLC非接触コネクタによる高精細画像伝送デモ