

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 高度自動運転に向けた大容量車載光ネットワーク基盤技術の研究開発
- ◆副題 多機能光集積回路を利用した高信頼大容量車載光ネットワークの研究開発
- ◆受託者 (学) 慶應義塾、古河電気工業(株)、(株)メガチップス、(大) 東京大学、(大) 大阪大学
- ◆研究開発期間 令和2年度～令和5年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和2年度から令和5年度までの総額640百万円(令和4年度160百万円)

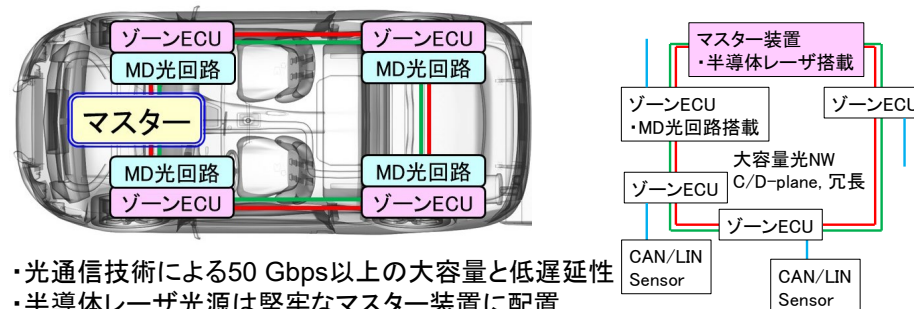
2. 研究開発の目標

・50 Gbps以上の伝送容量を有し、100 Gbps以上の容量に拡張可能な車載光ネットワークを実現する。シリコンフォトニクスプラットフォームに新規の構造を導入し、低損失かつ高速変調可能な車載用光回路を実現する。また、ゾーン分割型で冗長性を有し、装置間の伝送容量を可変とする。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 車載光通信装置の開発

プロジェクト名: SiPhON (Silicon Photonics-based in-vehicle Optical Network)

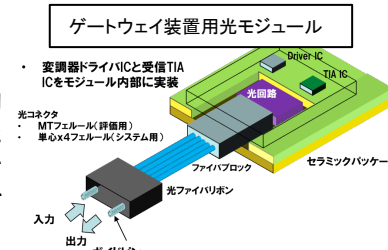


- ・光通信技術による50 Gbps以上の大容量と低遅延性
- ・半導体レーザ光源は堅牢なマスター装置に配置
- ・経路冗長構成による高信頼設計
- ・シリコンフォトニクス技術による集積化、低消費電力化、低コスト化

研究開発項目1: 車載光通信装置の開発

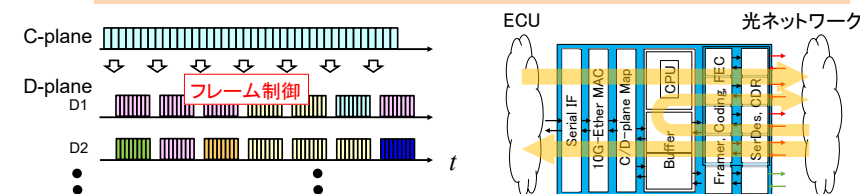
・マスターおよびMDシリコン光回路について、前年度の評価結果に基づき設計を改良し、再試作を完了した。厚膜シリコンフォトニクス上に実装できる高速光変調器の原理検証用素子の試作を完了した。

・マスター装置用光モジュールを構成し、25Gb/s以上の変調動作及び光スイッチの動作を確認した。変調器と光受信器を集積したMD光回路と変調器ドライバIC及びTIA ICを実装したゲートウェイ装置用光モジュールを試作し、送受信動作を検証した。



・SiPhON電気物理層信号処理として、時分割通信(Listen/Talk/Thru切替)の基本動作を実証した。LN変調器を利用する模擬光通信ネットワークで時分割通信の基本動作を実証した。

研究開発項目2: 車載光ネットワーク通信方式の開発



- ・フレームスイッチングによる帯域可変、省電力伝送
- ・Ethernetに準じたインタフェースによる後方互換性確保と低コスト化

研究開発項目2: 車載光ネットワーク通信方式の開発

・マスター装置/ゲートウェイ装置間の同期、及び時分割通信のスイッチング処理方式を確立し、外部とのEthernet通信の疎通を確認した。

・車載光ネットワークのシステム故障率を導出し、100Gbpsの容量においてMTTFが50年以上となることを示した。

・自動運転レベル4以上のセントラル&ゾーンアーキテクチャの車両を想定し、SiPhON高速光ネットワークを適用した車載情報処理のモデルを提案した。民生Ethernet上で10GigE 4KカメラやCAN-Ethernetゲートウェイ下のセンサ類のデータの伝送を検証した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
6 (3)	2 (2)	0 (0)	30 (17)	0 (0)	0 (0)	5 (4)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- ・令和4年度は、国内出願3件、外国出願2件、その他研究発表17件、展示会4件と多数の成果発表に努めた。
- ・冗長性のあるマスター装置用光送受信回路の設計を完了し、12.5 Gb/sの信号を送受信可能で、予備光源への切り替え機能、ネットワーク切り替え機能を具備するプロトタイプ光回路を試作した。
- ・結合損失と伝搬損失の軽減に向けて、モード径を広げた厚膜シリコンプラットフォームを利用した電気光学型変調器について、原理検証用素子の試作を完了した。また、厚膜シリコンプラットフォーム上に実装できる偏波合分離器の作製プロセスを開発した。
- ・車載光ハーネスとして、耐熱光ファイバと電源線を一括配索可能な構造の改良試作を実施し、低温、高温放置前後の特性評価を行った。
- ・通信装置間のデータ伝送(D-plane)及び制御信号伝送(C-plane)のリンク確立に必要な電気物理層信号処理を実装した通信検証機を開発した。
- ・静的スロット割当による通信方式についてRTL化を図り、シミュレータによって車載光ネットワークにおける通信方式の基本動作を確認した。

5. 今後の研究開発計画

研究開発項目1:車載光通信装置の開発

研究開発項目1-1 高信頼車載光送受信回路の研究開発

高速光変調器を搭載し、予備系切り替え機能とスイッチ機能を有するマスター装置用シリコン光回路を試作する。新規マスター光回路は、リング型の構成として、単一の光スイッチで無変調光と変調光を切り替えることが可能である。変調およびスイッチ機能の動作検証を実施する。研究開発項目1-2と協力してシリコン光回路の高性能化を進める。研究開発項目1-3と協力して、光結合の低損失化、高周波特性に優れる実装方法を明らかにする。

研究開発項目1-2 車載シリコンフォトニクス回路の研究開発

前年度に再試作したMD光回路について、研究開発項目1-2、および、1-3と協力して諸特性を評価する。マイクロリング共振器型変調器に関しては、バイアス電圧を変化させながら変調効率を測定する。並行して、厚膜シリコンフォトニクスプラットフォームに集積した電気光学効果型変調器を評価する。基本的な変調特性を評価・比較することで、最適な構造を明らかにする。

研究開発項目1-3 車載大容量光伝送装置の開発

光機能モジュール(光源、受信器、シリコンフォトニクスデバイス光モジュール)をマスター装置及びゲートウェイ装置に適用し、SiPhON光伝送システムを構築する。

研究開発項目1-4 車載光ネットワーク用電気信号処理装置の開発

前年度までに通信検証機にて動作検証してきたSiPhONの電気物理層信号処理部をデモシステムに実装し、そこでの実動作上の課題を解決し、SiPhONの通信システムのデモンストレーションが安定動作するよう改善を加える。

研究開発項目2: 車載光ネットワーク通信方式の開発

研究開発項目2-1 高信頼車載光ネットワーク構成法およびネットワーク通信方式の研究開発

試作中のマスター装置・ゲートウェイ装置を用いて通信方式の動作を検証する。また、4K高精細映像の伝送、物体認識処理、および、LiDAR等のセンサ情報を低遅延で取得可能となることを確認する。

研究開発項目2-2 車載光ネットワーク制御及びデータ処理方式の開発

マスター装置-ゲートウェイ装置間、複数ゲートウェイ装置間、及びC/D-plane間の物理的な同期、および時分割通信のスイッチング処理を前年度までに得られた検討結果を基にSiPhON通信デモシステムに実装する。通信システムの実動作時に生じる変動等の課題に対して対策を講じ、デモシステムでの通信実験に問題が生じないよう改善し、SiPhON通信のデモンストレーションを完遂させる。

研究開発項目2-3 センサ、CAN/LIN、ECUの接続と実装

光ネットワーク部のマスター装置、複数のゲートウェイ装置と複数の伝送路データ伝送用ネットワークと制御信号伝送用ネットワークからなるゾーン分割型ネットワークの同期動作を実現する。ゾーン内に置かれるCAN、LINなどを搭載したレガシーECU、あるいはSub ECUとの接続を可能とし、それらを含めたシステムとしての実証性を確認する。