Osaka University Knowledge Archive

Title	広帯域メトロネットワークおよび高性能スーパーコンピュータネットワークへの光スイッチング技術の適用に関する研究
Author(s)	尾中, 寛
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1285
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【76】

氏　　名	尾中（おなか）　寛（ひろし）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２２０４５　号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学　位　論　文　名	**広帯域メトロネットワークおよび高性能スーパーコンピュータネットワークへの光スイッチング技術の適用に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　北山　研一 （副査） 教　授　谷口　研二　　教　授　谷野　哲三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、マイクロ秒からナノ秒の速度を有する高速光スイッチング技術を広帯域メトロネットワークおよび高性能スーパーコンピュータネットワークへ適用する研究成果をまとめたものであり、以下のように構成されている。

第１章は本研究の背景に関する章である。近年の通信容量の爆発的増大、および地球環境問題への関心の高まり等、本研究の背景を説明し、今後必要となる光スイッチング技術を整理した。

第２章では、光スイッチング技術のこれまでの開発動向や構成技術をまとめた。次にネットワークリソースの利用効率を高める技術として注目されている、光バーストスイッチング（OBS : Optical Burst Switching)、光パケットスイッチング（OPS : Optical Packet Switching）について概説し、今後の進展を整理した。また、研究対象であるメトロネットワーク、スーパーコンピュータネットワークに必要な光スイッチの切り換え時間と、適用可能な光デバイス技術を明確にした。

第３章は、次世代メトロコアネットワークに適用する光バーストスイッチングノードに関する章である。対象とするネットワークに必要な、１マイクロ秒程度の高速スイッチング特性、10 dB 程度以下の低挿入損失性、64 ch 規模までのポート数拡張性、の３つ要件を同時に満足するスイッチング技術として、PLZT 導波路偏向型光マトリクススイッチを提案した。8×8 規模の PLZT 導波路偏向型光マトリクススイッチと制御回路を搭載した光バーストサブシステムを設計・試作し、サブシステムレベルで、１マイクロ秒の切替え速度、12.4 dB の挿入損失を確認した。試作した光バーストサブシステムを３ノード構成の光バーストスイッチネットワークテストベットに適用し、自立的信号衝突回避の実験を成功させ、さらに、64×64 規模の PLZT 導波路偏光型光マトリクススイッチの実現性を示した。

第４章では、次世代メトロアクセスネットワーク向けの光バーストスイッチシングに対応した光分岐挿入装置として、音響光学型波長可変フィルタ（AOTF）を用いたフォトニックゲートウェイを提案した。提案した構成は、既存の固定波長型の光分岐挿入装置と同等の経済性を有することを明らかにした。次ぎに、小型の AOTF サブシステムの開発を行い、12 マイクロ秒の波長切り替え速度を実現した。また、このサブシステムを適用したフォトニックゲートウェイの実証機を試作し、320 km の良好な伝送特性と最大 10 ノードの収容可能性、プロテクション機能の動作をそれぞれ確認した。

第５章は、ペタフロップス級の次世代スーパーコンピュータネットワークに適用する超高速光パケットスイッチン

グ技術に関する章である。高性能スーパーコンピュータネットワークに向けて、波長分割多重技術によって広帯域化された光リンクと、光半導体増幅器（SOA）を用いた多段ゲート型光スイッチを用いる光パケットネットワークを提案した。本構成を適用することで、電気ベースのスイッチ技術に比較して、消費電力を３分の２、スイッチラック数などのハードウェアを２分の１に削減可能であることを明らかにした。提案した構成に基づき、2×2 光パケットスイッチ部、アービタ部、光パケット変換部からなる光パケットスイッチングシステムの実証システムを構築し、10 ナノ秒の高速スイッチ動作と 1.2 マイクロ秒長の光パケット信号の切替を実証し、提案構成の有効性を確認した。

第６章では、以上の研究で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、マイクロ秒からナノ秒のスイッチング速度を有する高速光スイッチング技術を広帯域メトロネットワークおよび高性能スーパーコンピュータネットワークへ適用するためのシステムアーキテクチャとデバイス構成技術の提案を行っている。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

⑴広帯域メトロコアネットワーク向けの光バーストスイッチシングシステムに必要な１マイクロ秒程度の高速スイチング特性、10 dB 程度以下の低挿入損失、64 ch 規模のポート数の拡張性３つ要件を同時に満足する光スイッチング技術として、PLZT 導波路偏向型光マトリクスを提案している。8×8 規模の PLZT 導波路偏向型光マトリクススイッチとサブシステムを設計・試作し、１マイクロ秒の切替え速度、12.4 dB の挿入損失を得ている。試作したサブシステムを３ノード構成の光バーストスイッチネットワークテストベットに適用し、自立的信号衝突回避の実験を成功させている。また、8×8 規模の試作結果から、64×64 規模の PLZT 導波路偏光型光マトリクススイッチの実現に向けた駆動電圧の低減手法を示している。

⑵広帯域メトロコアネットアクセスネットワーク向けの光バーストスイッチシングに対応した光分岐挿入装置として、音響光学型波長可変フィルタ（AOTF）を用いたフォトニックゲートウェイを提案し、既存の固定波長型の光分岐挿入装置と同等の経済性を有することを明らかにしている。次ぎに、AOTF を用いたフォトニックゲートウェイの実証機の試作を行い、12 マイクロ秒の波長切り替え速度、320 km の良好な伝送特性と 10 ノードの収容可能性、プロテクション機能などを確認している。

⑶高性能スーパーコンピュータネットワークに向けて、波長分割多重技術によって広帯域化された光リンクと、光半導体増幅器（SOA）を用いた多段ゲート型光スイッチを用いた光パケットネットワークを提案している。本構成を適用することで、電気ベースのスイッチ技術に比較して、消費電力を３分の２、スイッチラック数などのハードウェアを２分の１に削減可能であることを明らかにしている。提案した構成に基づき、2×2 光パケットスイッチ、アービタ部、光パケット変換部からなる光パケットスイッチングシステムの実証システムを構築し、10 ナノ秒の高速スイッチ動作と 1.2 マイクロ秒長の光パケット信号の切替を実証し、提案構成の有効性を検証している。

以上の様に、本論文は今まで、理論検討が先行していた光バーストスイッチング技術、光パケットスイッチング技術の研究分野において、これらの技術の具体的な適応領域を見いだし、それぞれの適用分野に最適な光デバイス構成技術とシステムアーキテクチャを提案している。また、提案内容は、試作と実証実験によりその有効性を確認しており、工学的見地から見て非常に価値のある高い成果が得られている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。