

- **新しい面型光スイッチを用いた超高速光信号のジッター・スキュー低減技術の開発**
 - 平成15年3月11日
-

独立行政法人通信総合研究所(CRL 理事長: 飯田尚志)とフェムト秒テクノロジー研究機構(FESTA 経済産業省の産業技術開発プログラムに基づく新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託先研究機関 理事長: 庄山悦彦)の富士ゼロックス株式会社分散研究所は共同で、有機色素薄膜による面状の光スイッチを用いて、超高速光信号のタイミングを実時間で検出し、ジッターやスキューを低減する技術の基礎実験に世界ではじめて成功しました。

<背景>

超大容量通信を支える次世代のフォトニックネットワークでは、ビットレートの超高速化に伴って、光パルスのタイミング管理が極めて重大な課題となります。特に光ノードにおいて光路長の長い素子を多用すると、温度等の外部環境変化によりパルス間の時間的揺らぎやズレ、すなわちジッターやスキューが容易に発生することが知られており、ビットレートが高いほど符号誤り等の通信品質の劣化が著しくなります。一方、FESTAの富士ゼロックス分散研究所は、従来の光スイッチとは全く異なり、2次元平面状の構造で、かつ超高速応答を示す特殊な有機色素薄膜技術を有し、これを用いた独自の一括変換型光スイッチを提案してきました。

<本成果の特徴>

今回、CRLとFESTA富士ゼロックス分散研は共同で、この面状の超高速光スイッチとして動作する有機色素薄膜を用いて、従来技術にはない広いダイナミックレンジと高い分解能で超高速光信号のタイミングを実時間検出し、ジッターやスキューを低減する技術の基礎実験に成功しました。テラビット級の超高速光時分割多重(OTDM)ネットワークでは、外乱により発生する超高速光信号のタイミングのズレを計測し、それを元に外乱による影響を低減する技術が求められ、また、十分なダイナミックレンジを確保しつつ、タイミング計測と制御の一連の手続きを実時間処理することも要請されます。しかし、これまでの技術は、パルスの時間的重なりによる相関信号の強度変化等を利用しているため、パルスの時間幅程度のわずかなズレを検出するのが限界で、またダイナミックレンジを広げるために掃引を行うと、処理にボトルネックが生じてしまいます。本成果は、CRLの光システム技術とFESTA富士ゼロックス分散研が開発した有機薄膜(スクエアリリウム色素J会合体薄膜)を融合させ、時空間変換手法を用い超高速光信号を有機薄膜上の空間パターンとして一括して実時間検出し、ジッターやスキューを低減する技術の基本原理をはじめて実験的に検証したものです。この技術により高精度な光信号のタイミング制御を実現し、光ノードでの超高速光信号処理が高安定化されることが期待されます。

<今後の発展>

今後さらに、超高速光システム技術を有するCRLと、超高速光デバイス技術を有するFESTA富士ゼロックス分散研との連携を深化させ、より高度な技術への進展を狙います。また、次世代の超高速光スイッチとして有望な有機材料による面型光スイッチの特長を活かしたシステム応用技術をさらに展開していく予定です。

<連絡先>

情報通信部門
超高速フォトニックネットワークグループ 成瀬 誠
Tel:042-327-6209
Fax: 042-327-7035

技術研究組合フェムト秒テクノロジー
研究機構企画管理部長 峯村 哲郎
Tel: 029-847-5181
Fax: 029-847-4417

スクエアリリウム色素J会合体薄膜の面型光スイッチ動作は、信号光と制御光の2系統の光で特徴づけられます。信号光は制御光が照射されているタイミングでのみ薄膜を通過することができます。したがって、例えば信号光が薄膜内の一定領域内に同一タイミングで到着し、制御光はその領域内の位置に応じて到着タイミングが異なるように設定しておけば、信号光が薄膜を通過した空間位置をアレイセンサ等により検出することによって、信号光の到着タイミングが求まります。単一または複数の信号光、あるいは単一の信号光の異なるタイムスロットの信号光をタイミング安定化された共通の制御光により一括して評価すれば、信号間の到着時刻のジッターやスキューが計測されます。さらにこの情報を用いて信号光のタイミングを制御することで、超高速光信号を一旦電気信号に変換することなくジッターやスキューの低減が可能となります。

実験では、光源としてチタンサファイア再生増幅器および光パラメトリック増幅器を使用し、制御光と信号光を発生させました。図1のように制御光と信号光を傾けて照射することにより到着時刻差を空間位置の差に変換する手法を用いています。ここで、信号光の光路長を強制的に変化させることにより信号光の到着時刻に変動を与えます。このとき有機薄膜を通過する信号光の空間位置をアレイセンサ及び画像処理により実時間で算出し、それを用いて光路中に別途挿入されたピエゾステージの位置を制御することで外乱を補償しました。

図2にジッター・スキュー低減システムの構成図を示します。ジッター低減実験では、図3に示されるように強制的に付加した最大約600フェムト秒のジッターが1/5以下に低減されることを確認しました。

なお本成果は、3月に行われる国内学会、および6月に米国で行われるCLEO/QELS 2003にて発表する予定です。

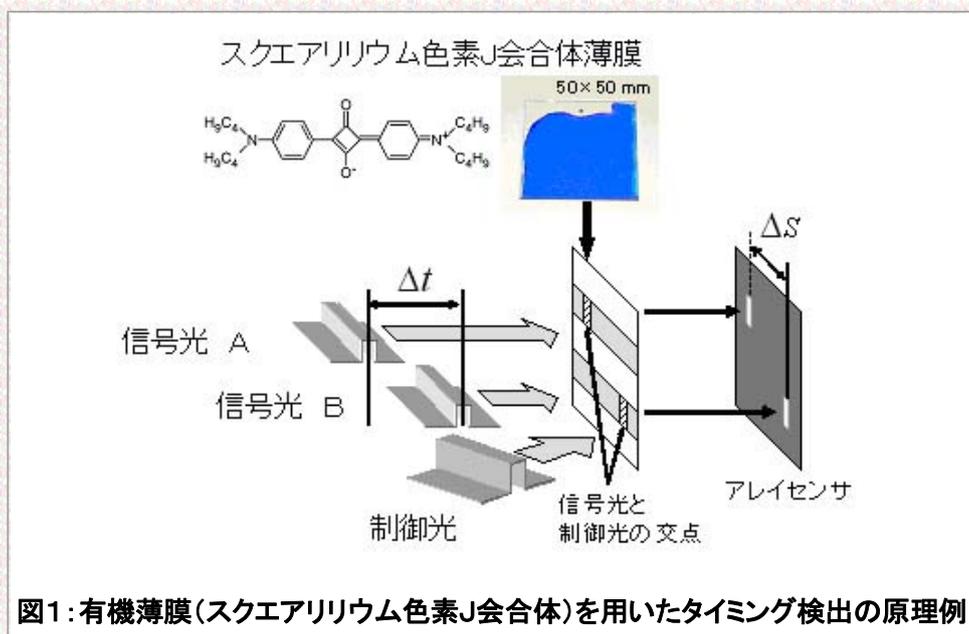


図1:有機薄膜(スクエアリリウム色素J会合体)を用いたタイミング検出の原理例

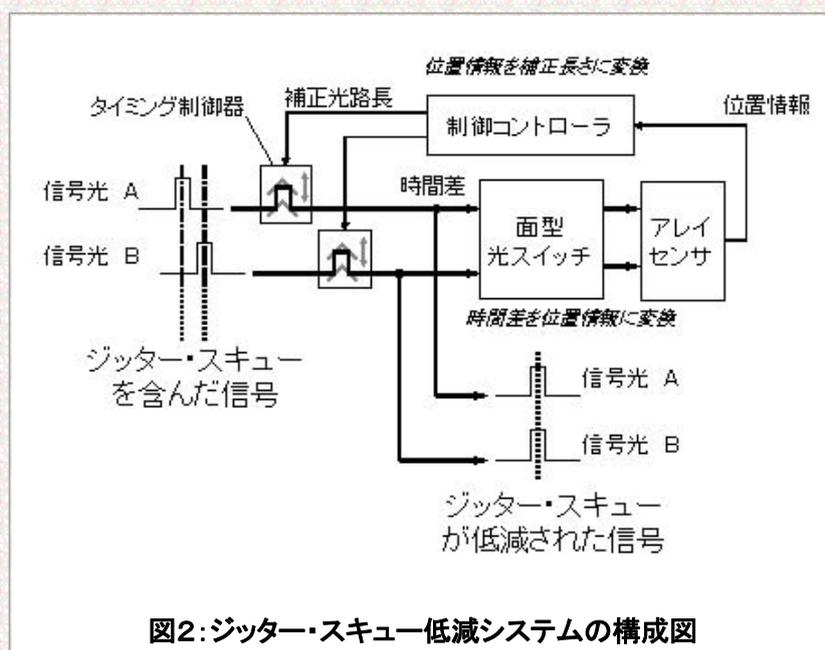


図2:ジッター・スキュー低減システムの構成図

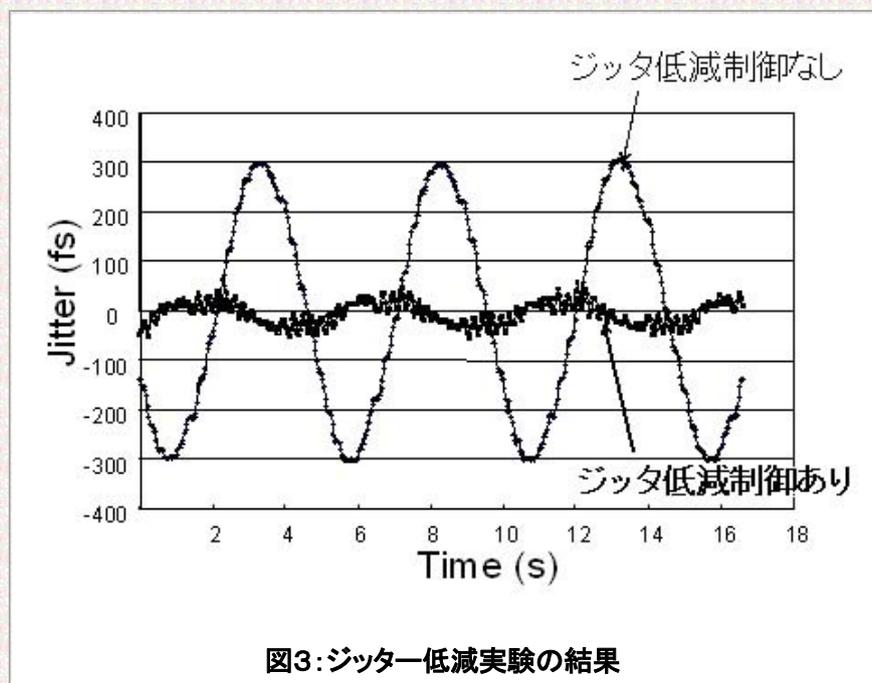


図3:ジッター低減実験の結果

<用語解説>

【OTDM】

光時分割多重 (Optical Time Division Multiplexing) の略。光領域で時間軸上のビット多重を行う通信方式。

【ジッター】

周期性のある信号の、理想的なタイミングからの位相変動、あるいはタイミング変動のこと。OTDMの超高速化に伴って、光パルス間隔が狭まることから、ジッターが通信の品質に大きく影響することになる。

【スキュー】

理想的には同時に発生すべきふたつの信号の時間差の大きさ。フェムト秒で応答する超高速光スイッチでは、入力光信号のタイミングのずれ(スキュー)が光信号処理の品質劣化に直結してしまう。

【面型光スイッチ】

これまで光スイッチとしては一般に導波路型のものが多く、基本構成として1入力2出力になる。これに対し光スイッチを面型にすると多入力や多出力が容易に達成できる。

【スクエアリリウム色素】

中心に四角酸を有する有機色素分子の総称。熱安定性が高く、電子写真用有機感光体の電荷発生材料を初め光メモリー・太陽電池等への応用が検討されている。

【J会合体】

色素分子の高秩序な配列状態の一つ。長波長に大きくシフトした鋭い吸収帯が観測され、ストークスシフトのほとんどない強い蛍光を発生する。銀塩写真の超増感剤として利用されている。非線形光学材料としても、高効率で高速に緩和する応答を示すことから、応用が注目されている。