

成果概要書

近接テラヘルツセンサシステムのための超短パルス光源の研究開発

(1) 研究の目的

光ファイバー通信素子として活用されている近赤外半導体レーザーやニオブ酸リチウム(LN)光変調器を用いることにより、オンサイトでの利用を想定した、小型で耐環境性に優れ、かつ汎用的な、テラヘルツ波による物質分光分析システムに使用可能な、超短パルス光源を開発する。

(2) 研究期間

平成21年度から平成23年度(3年間)

(3) 委託先企業

住友大阪セメント(株) < 幹事 >、(株) オプトハブ

(4) 研究予算(百万円)

平成21年度	137(契約金額)
平成22年度	126(")
平成23年度	113(")

(5) 研究開発課題と担当

課題：光ファイバー通信素子を活用した近赤外超短パルス光源の開発

- 短パルス種光源の開発(住友大阪セメント(株))
 - 低電圧光コム課題抽出
 - コム制御方法の確立
 - パルスピッカー用変調器の課題抽出
 - パルスピッカー駆動系回路の確立
- 高ピーク出力化技術の研究開発(株)オプトハブ)
 - パルス光増幅器の目標仕様設定のための検討
 - 市販EDFによる光増幅器の試作
- 超短パルス光の生成技術の研究開発(住友大阪セメント(株))
 - 高精度なチャープ量評価系の立ち上げ
 - 非線形圧縮および分散補償技術の調査
- 分光分析システムの概念検討(住友大阪セメント(株))
 - 超短パルス光の暫定仕様の設定

(6) これまでの主な研究成果

特許出願：国内出願	4件（見込み）	外国出願	0件
外部発表：研究論文	0件	その他研究発表	0件
報道発表	0件	展示会	4件
		標準化提案	0件

具体的な成果

課題-1 短パルス種光源の開発 担当；住友大阪セメント

低電圧光コム課題抽出

- ・LN変調器の低電圧化検討および試作

到達目標：駆動電圧(V) 4V以下

成果：低駆動電圧化技術を駆使し、電極の長尺化(70mm)を計り、プロセスを改善して精度を向上することで10GHzでの駆動電圧4.3Vを達成(従来技術電極長50mmで6.6V。約35%の改善)。4V達成への目処がついた。

(特許出願準備：1件)

- ・原理確認と基本特性評価

到達目標：繰返し周波数10GHz、入射RFパワ1Wでパルス幅5ps以下

成果：理論計算、シミュレーションツールを駆使し、LN変調器の駆動条件(RFパワ、周波数)、分散補償用ファイバ長などのパラメータと短光パルス特性(パルス幅、ペDESTAL、ピークパワ)の関係を求めた。

入射RFパワ1Wで最適駆動条件で短パルス発生実験を行ない、パルス幅3ps以下を達成

コム制御方法の確立

到達目標：高周波駆動振幅およびバイアスの精密な制御方式の構築

成果：バイアス点に関して低周波応答光パワモニタを用いて制御することについて検討を行ない、精密に1/2点を見つける方法を考案した。高周波駆動振幅に関して、RFタップカプラによりモニタし、モニタパワと変調度の関係を正確に求める方法を確立した。

さらに制御点がずれた場合でもパルス波形の劣化を最小に留める構成を考案した。

(特許出願2件)

パルスピッカー用変調器の課題抽出

- ・パルスピッカー用広帯域/高消光比 LN 変調器の設計検討
到達目標： 帯域 20 GHz 以上、消光比 25 dB 以上
成果：シミュレーターを用いての解析および試作を行ない、電極構造の変更および電極作製プロセスの改善による広帯域化および導波路構造（分岐部設計）の改善および光のクロストーク低減のための誘導導波路導入により消光比改善を図り、目標仕様を満たす見通しを得た。

パルスピッカー駆動系回路の確立

- 到達目標：パルスピッカー部の専用駆動電気回路の試作およびパルスピッカー動作試験実施
- 成果：既存設計 LN 変調器を用いてパルスピッカー部を構築し、試作した駆動電気回路を用いてパルスピッカー試験(10 GHz ~ 1 GHz)を実施し、パルス波形の劣化が少なく、良好に動作することを確認した。

課題-2 高ピーク出力化技術の研究開発 担当；オプトハブ

- 到達目標：パルス光増幅器の目標仕様設定のための検討および市販 EDF による光増幅器試作
- 成果：光パルス広がり最も影響が大きいと考えられる、光増幅器の波長分散特性の評価法を確立した。各種 EDF を評価し、5psec の光パルスに対してパルス広がり劣化を 0.03%以下と出来る光ファイバ増幅器を試作した。
- （特許出願 1 件）

課題-3 超短パルス光の生成技術の研究開発 担当；住友大阪セメント

高精度なチャープ量評価系の立ち上げ

- 到達目標：短パルスのパルス幅およびチャープ量の高精度測定評価系の構築
- 成果：SHG - FROG をベースにした解析装置を導入し、100 fs ~ 10 ps のパルスに対して、パルス幅とチャープ特性が測定できる環境を立ち上げた。これにより、最適な光コム短パルス光に対する駆動条件の検討をスムーズに実施することを可能とした。

非線形圧縮および分散補償技術の調査

- 到達目標：パルス圧縮の方式についての調査、技術マトリックスの作成、および有望なパルス圧縮技術の絞込み。
- 成果：一般的に採用されているパルス圧縮に関する技術マトリックスを作成し採用する候補の絞込みを実施。当初の計画では、予備実験を行う

予定であったが、光コム短パルス光源の動作条件の最適化を優先的に実施し、来年度1Qにて実施予定。

課題-4 分光分析システムの概念検討

担当；住友大阪セメント

超短パルス光の暫定仕様の設定

到達目標：暫定仕様の設定

成果：繰り返し周波数 1GHz において、パルスエネルギー>0.2nJ、パルス幅 <200fs、消光比>20dB でテラヘルツ波検出が可能となる見通しを得た。

(7) 研究開発イメージ図