



原本(英語版)は、

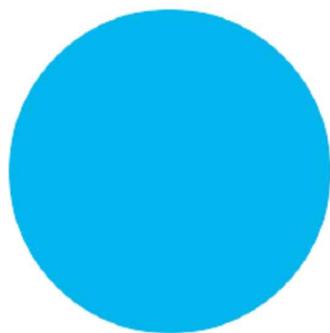
[https://photonics.ixblue.com/sites/default/files/2018-07/Pulse\\_Application\\_using\\_LiNbO3\\_modulators\\_and\\_matching\\_components.pdf](https://photonics.ixblue.com/sites/default/files/2018-07/Pulse_Application_using_LiNbO3_modulators_and_matching_components.pdf)

から、ご覧いただけます。

本ファイルは、上記を日本語訳したものです。仮に内容に差があります場合は、原本(英語版)が優先します。

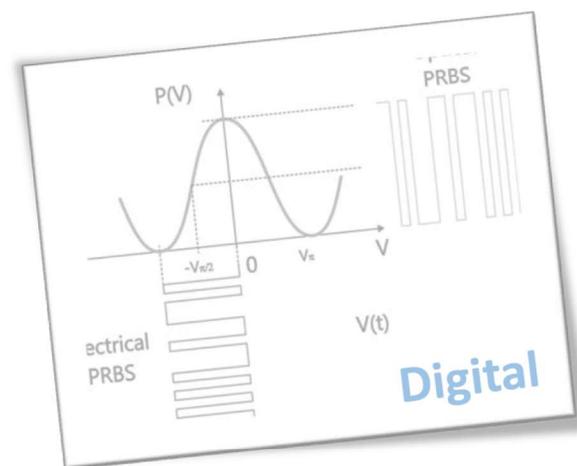
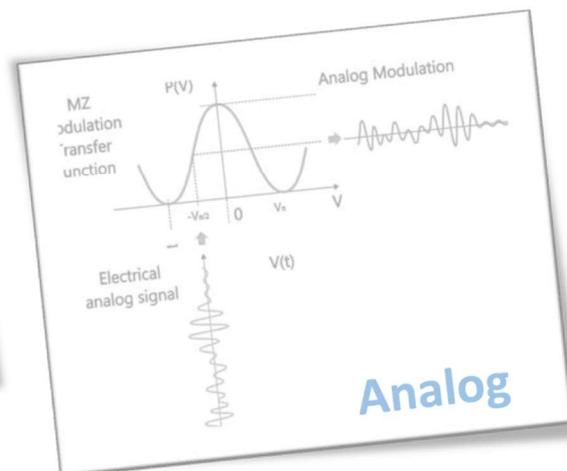
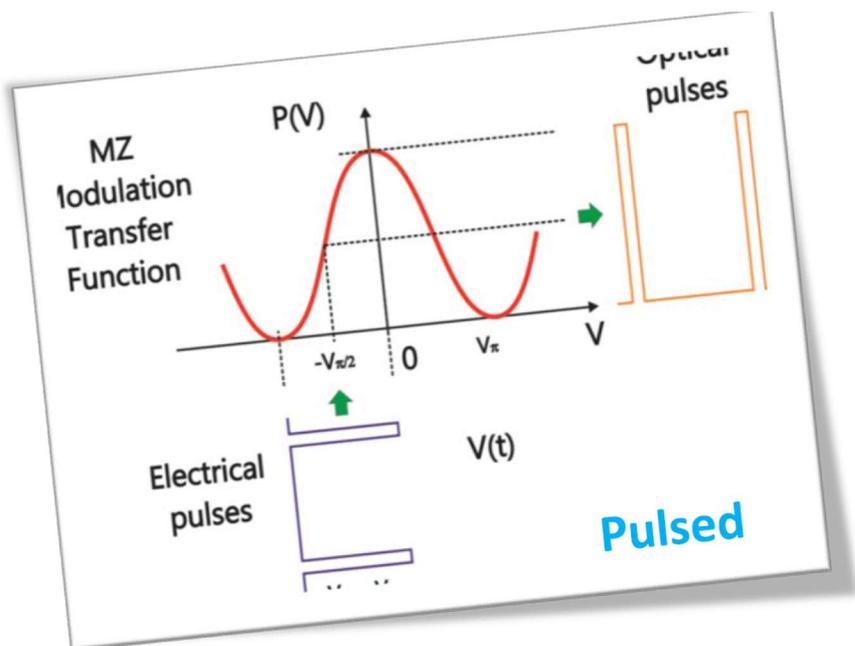
<http://www.photonics.ixblue.com>

[contact.photonics@ixblue.com](mailto:contact.photonics@ixblue.com)



# LiNbO<sub>3</sub>変調器と対応 するコンポーネント を用いたパルス応用

# 光パルス用マツハ・ツェンダー変調器(MZM)の主変調フォーマット



3 Pulse Application Using LiNbO<sub>3</sub> modulators and matching components

# iXblue社 変調ソリューションコンポーネント

iXBlue社は、下記製品を開発および製造しています:

- 高消光比、高速立ち上がり／立ち下がり時間を有するパルス光LiNbO<sub>3</sub>変調器
- 高ゲインおよびブロードバンド GaAs MMIC パルスドライバアンプ
- 最小透過率で変調器をロックする変調器バイアスコントローラ(MBC)

NIR-MXおよびNIR-MPX光変調器シリーズは、高性能近赤外パルスレーザーアプリケーションに、最適です。



# パルス光学変調

アプリケーション

- ファイバーレーザー
- 高度レーザーシステム

必要性能

- 低損失
- 高消光比
- 短パルス

レーザー市場

- 1030 -1070nm近赤外波長(NIR)希土類添加パルスファイバーレーザー
- LIDAR(距離測定、気象および汚染モニタリング)
- 材料加工(マーキング、溶接、穴あけ)

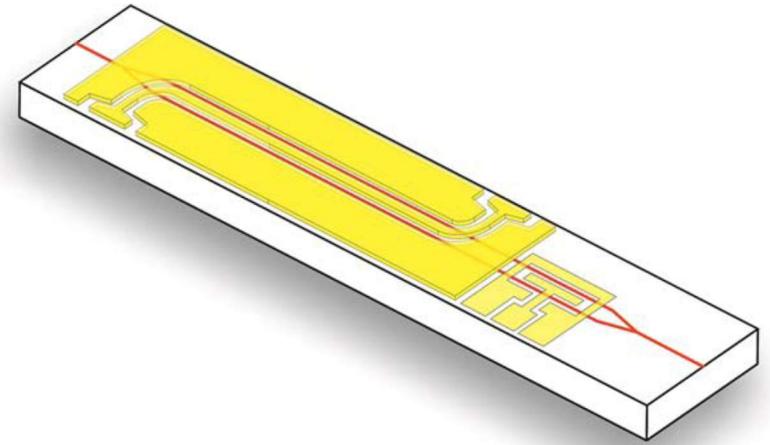
研究関連市場

- プラズマ、レーザー閉じ込め、核融合
- 大型レーザーシステム機器(Mega-Joule、LULI-CNRS、GSI,...)

## 5 Pulse Application Using LiNbO<sub>3</sub> modulators and matching components

# パルスアプリケーション用 ニオブ酸リチウムマツハ・ツェンダー変調器

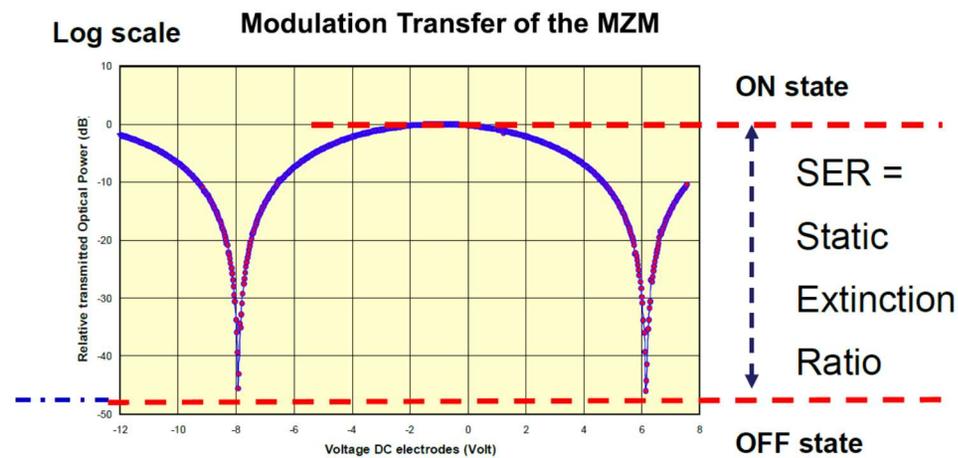
- 高帯域幅 最大40GHz
- 立ち上がり／立下り時間 10ps
- チャープフリー:光変調信号の位相歪みを誘発しません
- 比較的low損失(4dB typ)
- 実証済み技術:多数のLiNbO<sub>3</sub>変調器が全世界のファイバーを用いたレーザーシステム内で作動しています
- 高消光比(>30dB、最大40dB)は、光アンプ列におけるSNRの劣化がないことを保証
- 高パワーハンドリング：連続光(CW)領域で100mW、ns領域で最大7Wピークパワー (デューティ比：1-100kHzの領域)



## 消光比:変調器の選択

- **NIR-MX800-LN** は、780nm、795 nm、850nm といった短波長側の赤外波長で、高消光比が得られます。
- **NIR-MX-LN** は、1030 nm、1053 nm、1060 nm、1064nm、1080 nm. といった赤外波長で、高消光比を得るのに最適です。
- **MXER-LN** は、Cバンドで高消光比を得るのに最適なオプションです。

12 GHz の帯域幅、35 ps の立ち上がり時間と同等  
18 GHz の帯域幅、20 ps の立ち上がり時間と同等  
消光比: >30dB、最大>40 dB



# MBC (変調器バイアスコントローラ)

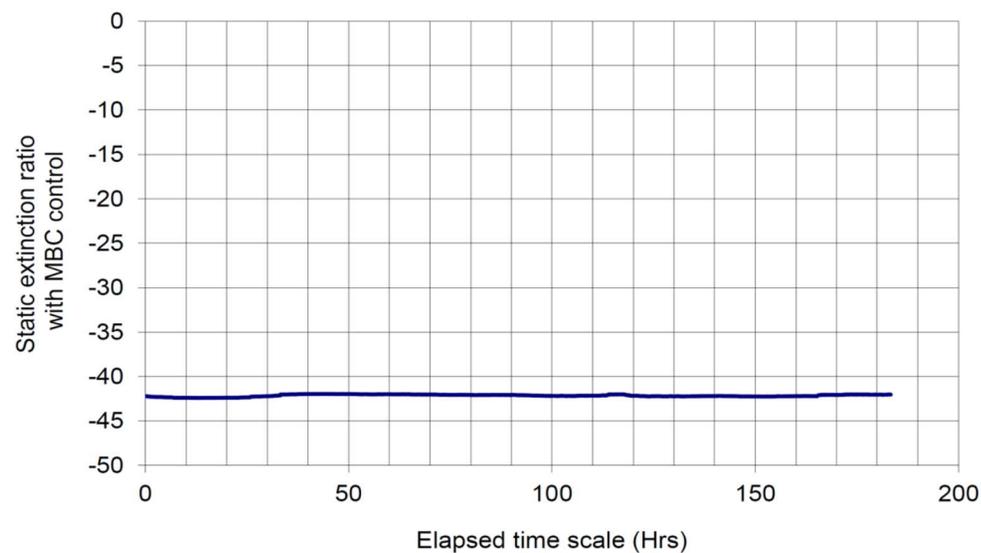
- MBC はバイアス コントローラで、変調器のDCポートに印加されるバイアス電圧をモニターすることにより、マッハ・ツェンダー変調器の動作点を安定化させるよう特別に設計されています。
- マッハ・ツェンダー変調器は光入力ポートで、CWレーザーで照射されます。パルス信号がRF電極に印加されます。
- MZ変調器の出力のところに、10:90または1:99の分岐比を持つファイバーカップラーを使用することで、透過光の一部をモニター用フォトダイオードで検知することが可能になります。
- 動作点の安定性を制御するために、信号は増幅され、処理されます。
- 動作点を所望の位置に維持するために、フィードバックループにより印加された新たな電気バイアス電圧値によって、あらゆる偏差が補正されます。



## MBC は SER > 40 dB を制御します

MBC (Modulator Bias Controller) は、変調器の消光比の動作点を固定します。

- Modulator Bias Controller (MBC) を用いて制御すると、変調器は安定した高い消光比を示します。
- SER> 40dBでオフ状態で安定化した変調器は、長い時間にわたって高い安定性でモニターすることが可能です。



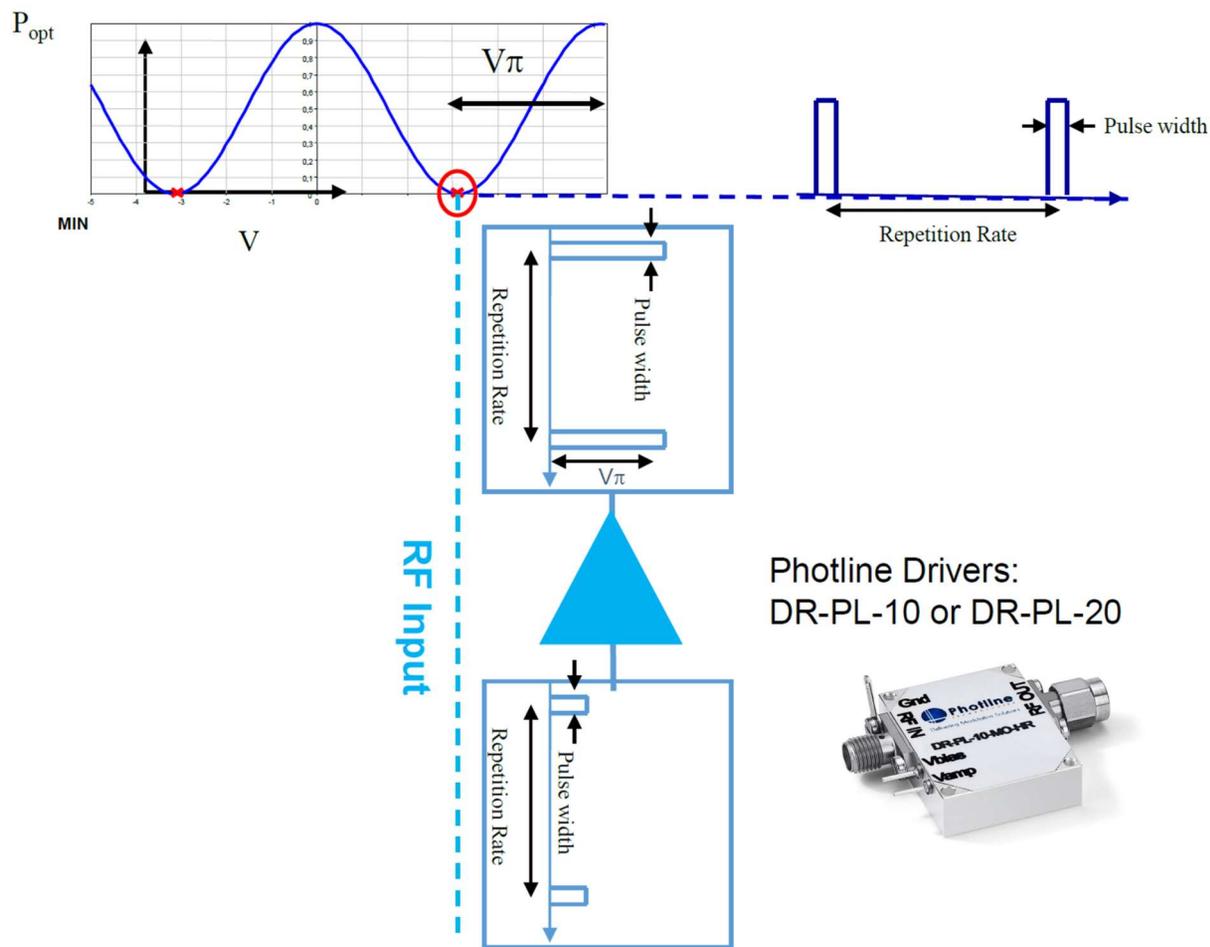
# DR-PL: RFドライバアンプ

DR-PLは、パルスアプリケーション専用のドライバアンプであり、エンドユーザーの繰り返しレートとパルス幅に適合するように工場で最適化されています。

- RFドライバーは、（パルスジェネレーターまたはTTL信号から来る）電気入力信号を増加させます。

- 下記の目的から、このドライバーが推奨されます。

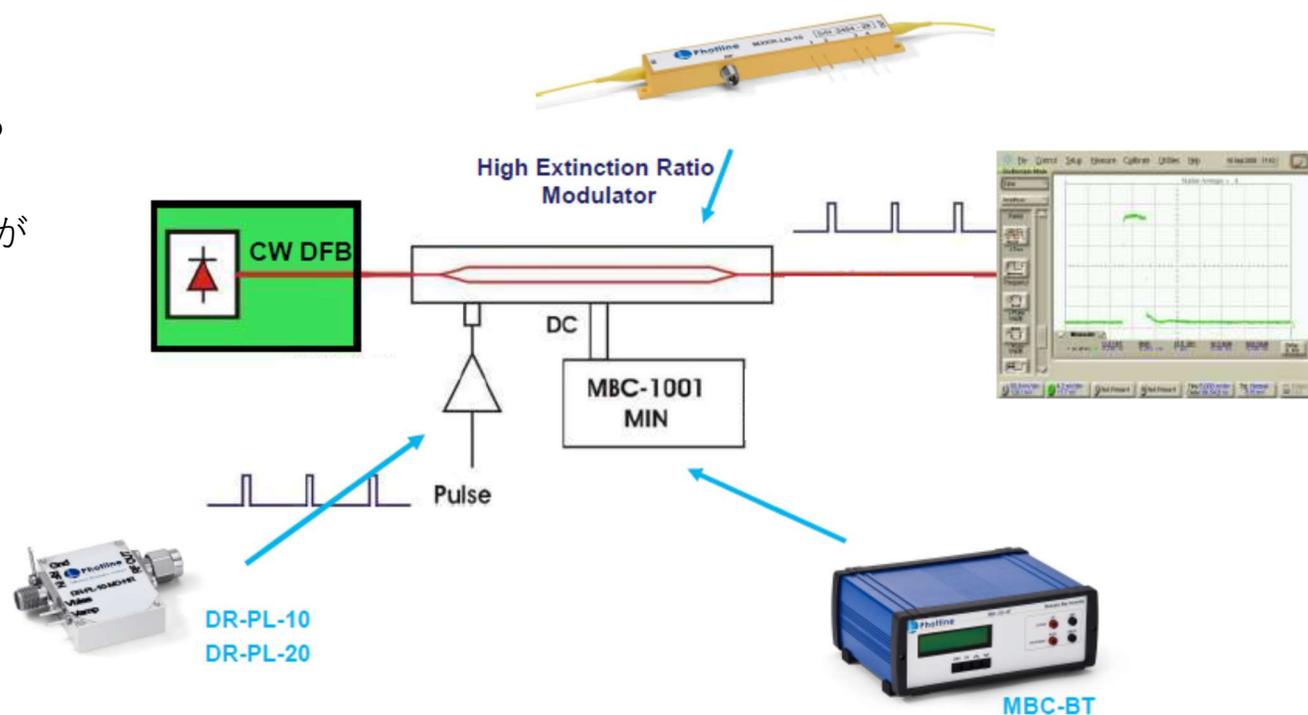
- $V_{\pi}$  振幅に到達して変調器ERを得るため
- パルス発生器から生成されたFRR\*およびPW\*\*が何であれ、安定した入力変調器電圧を保証するため
- 変調器に関わるパルス歪みを補償するため（そして、ほぼ方形のパルス形状に達するため）



Phottline Drivers:  
DR-PL-10 or DR-PL-20

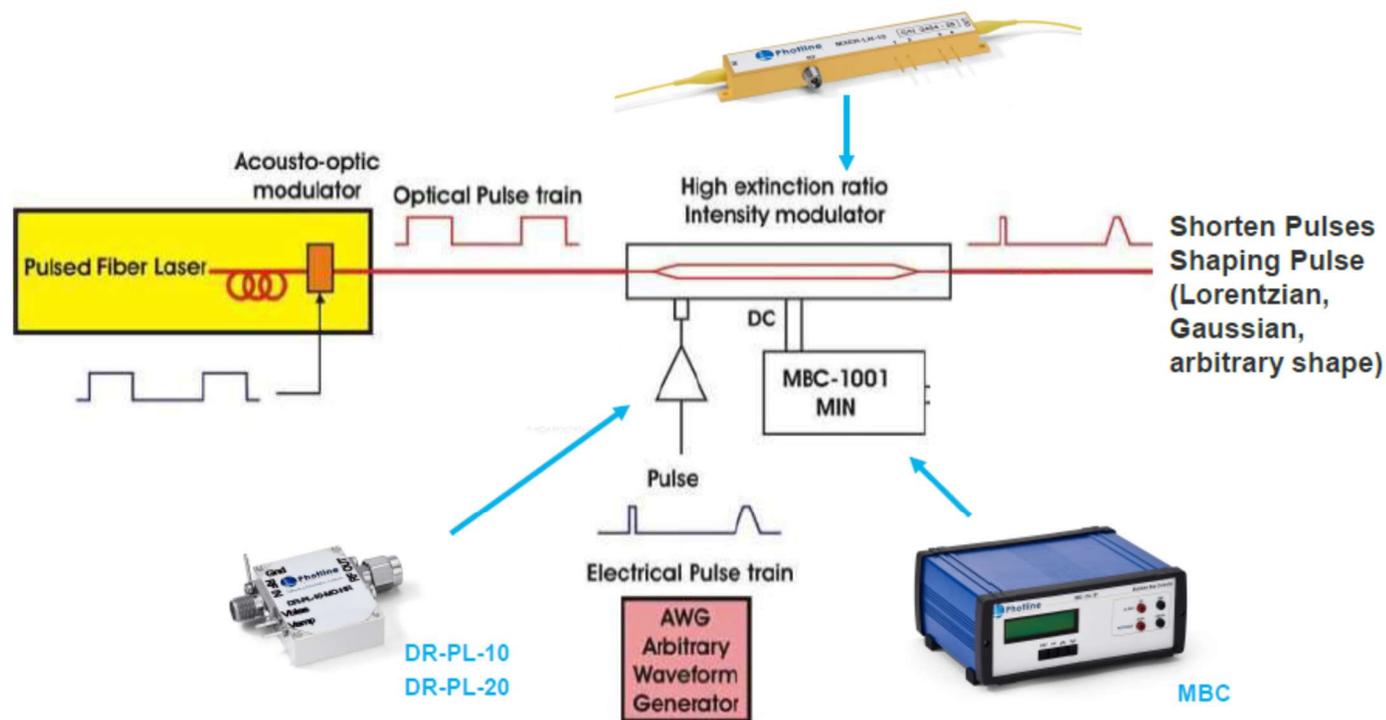
# パルス生成 – セットアップ

連続波レーザーからパルスを生成する  
目的  
短パルスで、早い立ち上がり/立ち下がり時間を生成する目的  
アプリケーション：産業用レーザー



# パルス成形 - セットアップ

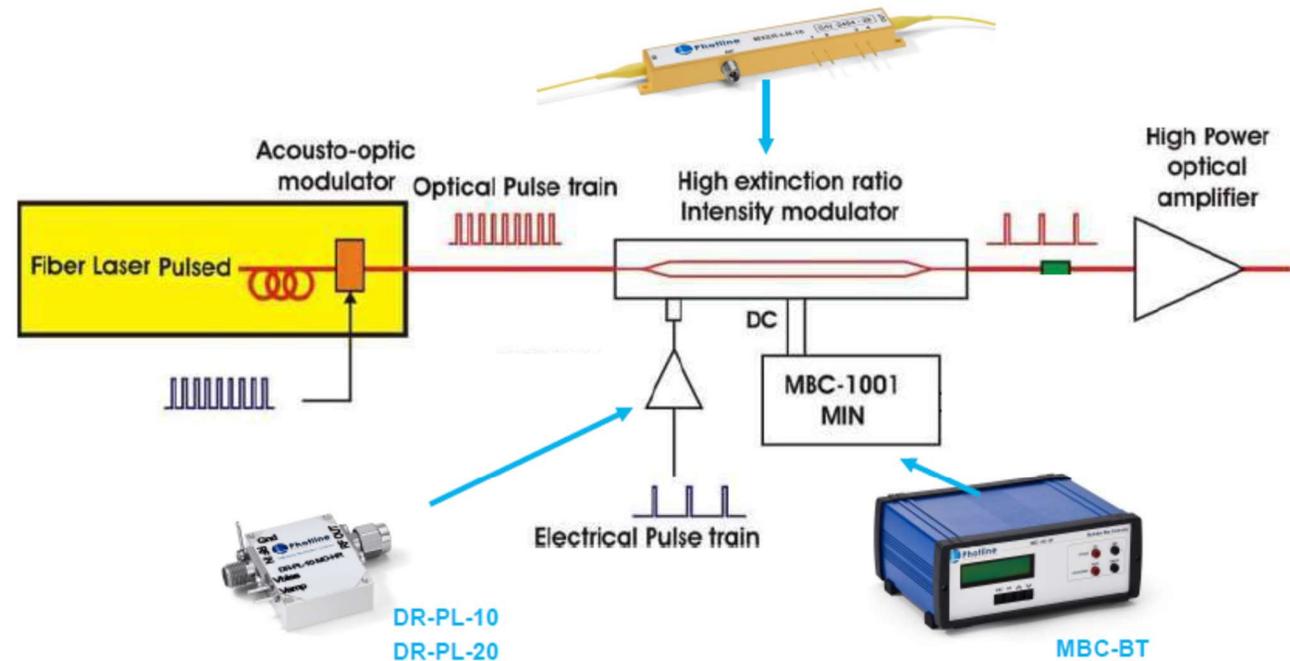
立ち上がり/立ち下がり時間が短い光パルス列からのパルスを短くする目的  
光パルス列からパルス（ローレンツ型、ガウス型、任意の形状）を再成形する目的  
アプリケーション：産業用レーザー



# パルスピックアップ - セットアップ

パルスファイバーレーザーからの光パルス列から1つのパルスを選択する目的

- 出力に光アンプ列を導入する場合で、高消光比が必要な場合
- アプリケーション：産業用レーザー

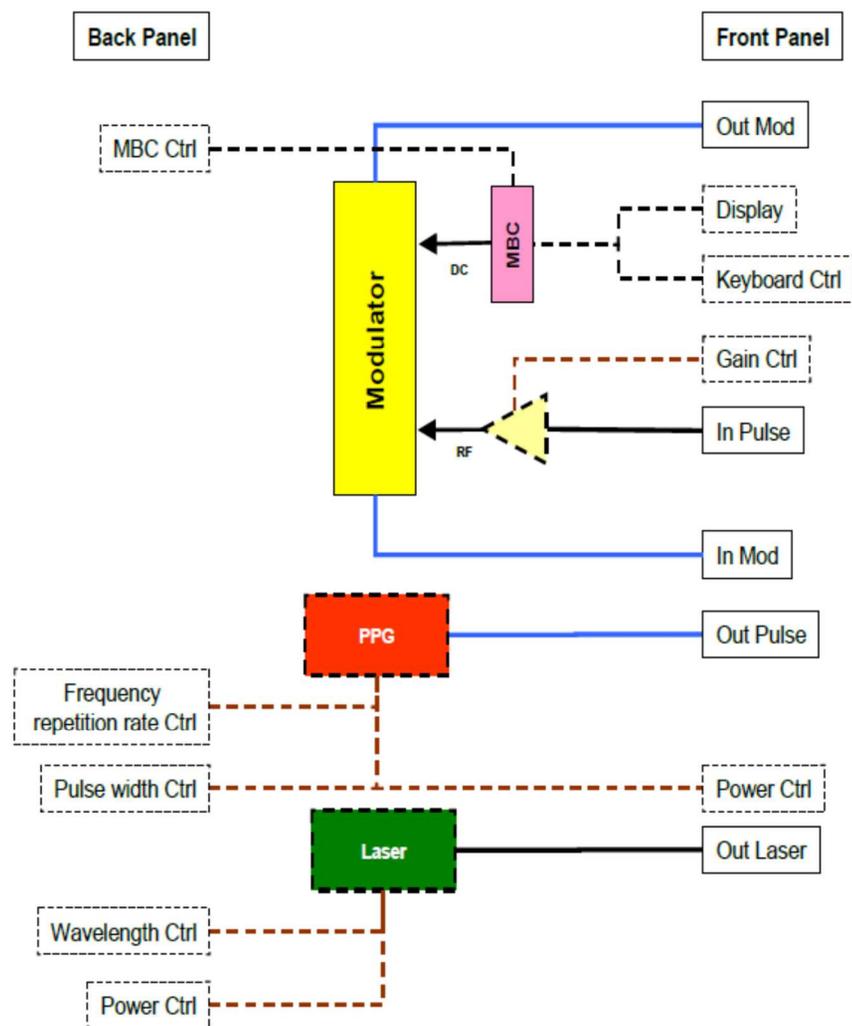


# ターンキーユニット:Pulse ModBox

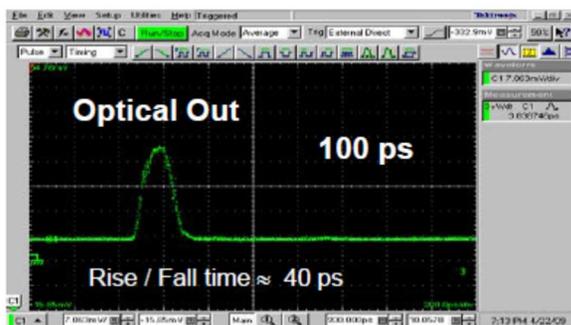
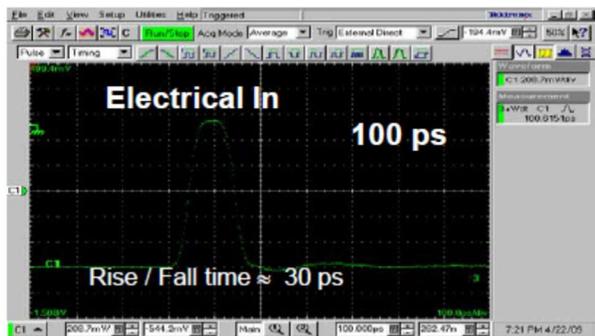
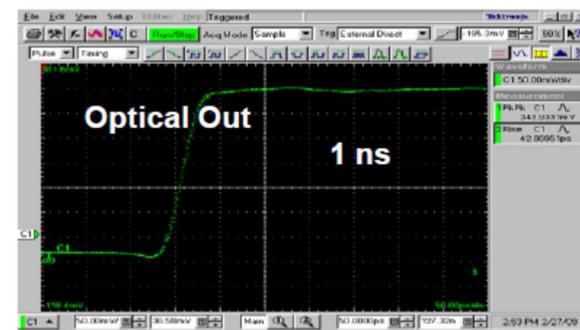
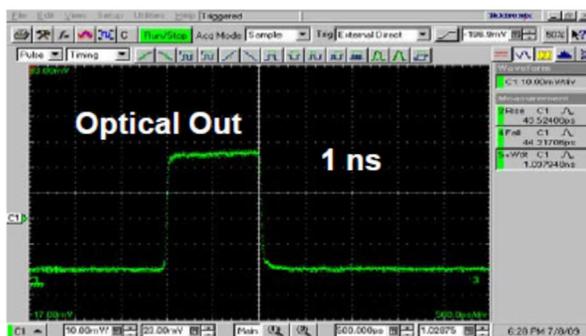
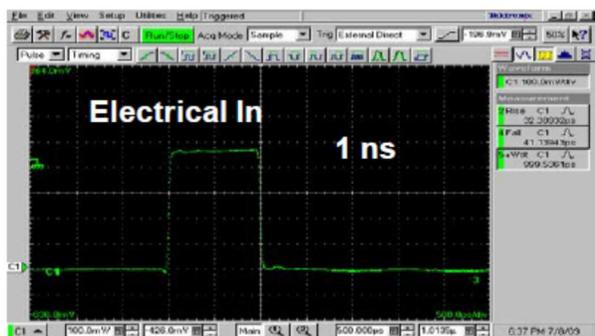
• Pulse ModBoxには、少なくとも次の機能が組み込まれています。

- 1×高消光比変調器
- 1×パルスドライバ
- 1×MBC(最小ポイント)

- オプション
- 790 nm -2200 nm
- シードレーザー
- フォトダイオード
- パルス発生器(正方形及びガウシアン形状)
- 任意のジェネレーター
- 光増幅器  
など

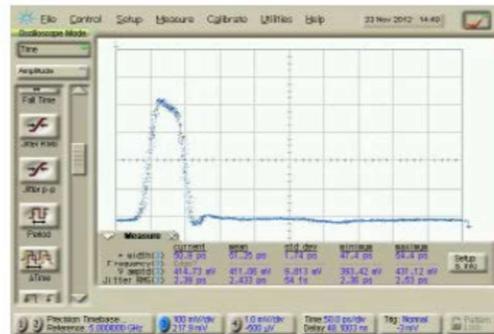


## パルス波形: 光パルス幅100psまで – 正方形

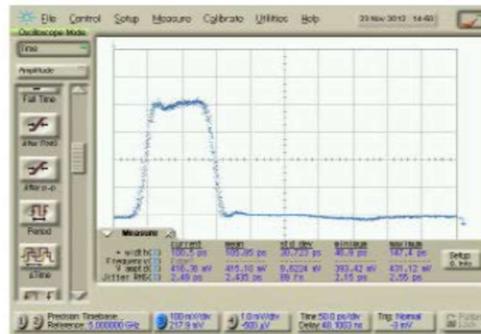


15 Pulse Application Using LiNbO<sub>3</sub> modulators and matching components

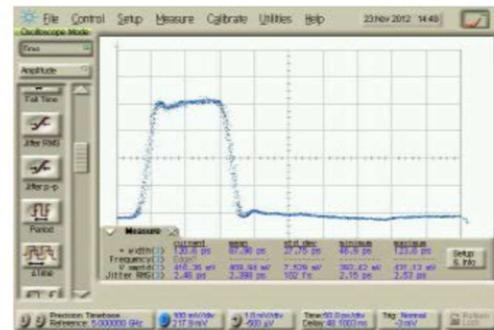
# 光パルス波形:光パルス幅50psまで – 正方形



Pulsewidth = 50.9 ps  
Jitter rms = 2.39 ps



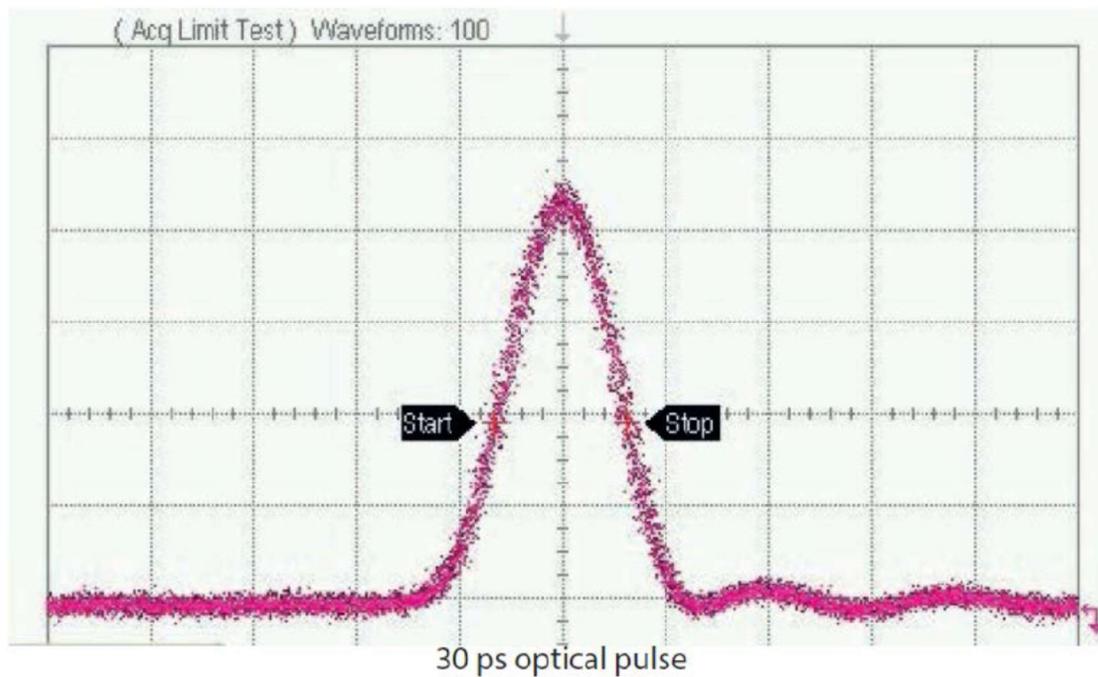
Pulsewidth = 100.5 ps  
Jitter rms = 2.49 ps



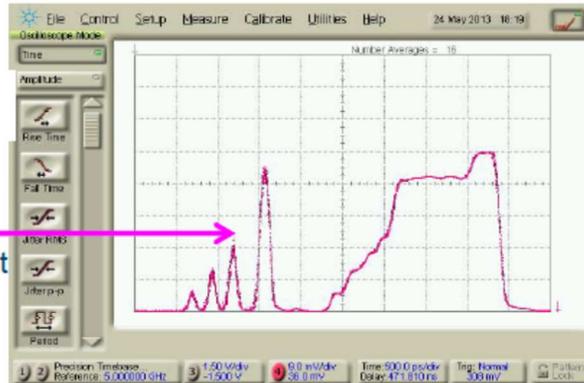
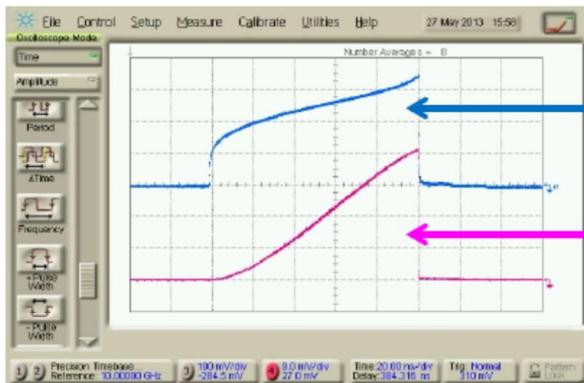
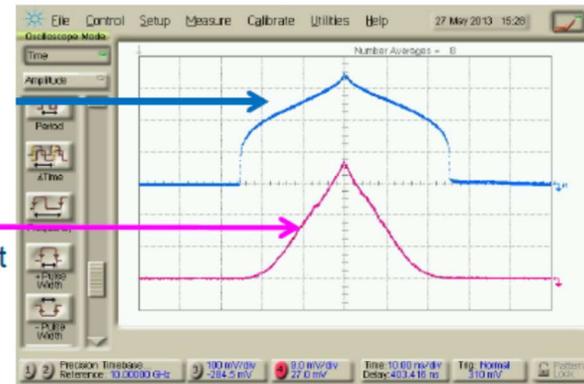
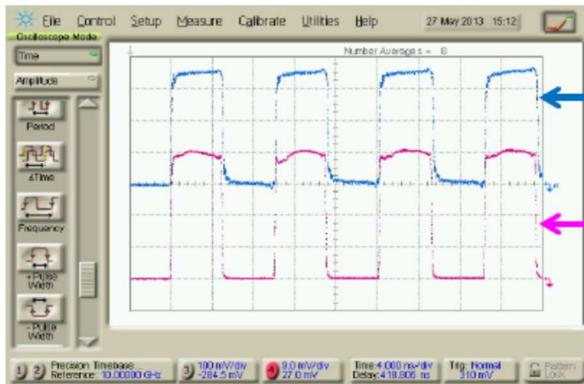
Pulsewidth = 120.6 ps  
Jitter rms = 2.46 ps

16 Pulse Application Using LiNbO<sub>3</sub> modulators and matching components

## 光パルス波形:光パルス幅30psまで – ガウス形状



# 光パルス波形:125 ps からの任意波形



18 Pulse Application Using  $\text{LiNbO}_3$  modulators and matching components