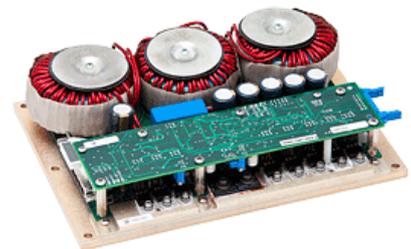


| | |
|---------|--------------------|
| ファイルNo. | Doc#9100-6232Rev1. |
| 弊社管理No. | GB- |
| 発行年月日 | 2016年9月19日 |
| 版数 | 第2.1版(山崎1校) |

取扱説明書



| | |
|--------|----------------------|
| メーカー名 | Directed Energy, Inc |
| 製品名 | LDドライバ |
| 型式モデル名 | PCO-6141 |



GB ゼネラル物産株式会社

〒164-0001 東京都中野区中野 2-18-2
TEL: 03-3383-1711 FAX: 03-3383-1719
URL: <http://www.general-bussan.co.jp> Eメール: info@general-bussan.co.jp

(空白ページ)

警告

安全な操作手順を行うこと及び機器を適切に扱うことは、この機器の使用者の責任です。

このマニュアルの記載に反して機器を使用した場合は、機器の安全機能を損傷・削除する恐れがあります。

ディレクテッド・エナジー（DEI）は、機器及び関連した危険についての情報は提供いたしますが、機器販売後の運転操作及び安全の実施についての責任は一切負いません。

この機器を直接操作したりあるいはこの機器に関わる人間は、潜在的な危険あるいはまた致命的な怪我から自身の身を守るために、十分に注意しなければなりません。

応急処置を行う人間や応急処置の設備がない限りは、装置内部の修理・調整を行ってはなりません。

日本語版 補足

1) 装置に貼られている **DANGER** (危険) や **WARNING** (警告) のラベルを剥がさないでください。



2) 装置は、DEI あるいは資格のある人間が点検・修理を行ってください。

3) 装置は機械的・電気的な検査を経て出荷されていますが、装置を受け取ったらすぐ、輸送上の損傷がないかどうか目視検査した後、電気的な動作確認を行ってください。装置納入後2週間以上経過した場合には、輸送上の原因による保証請求ができないことがあります。

4) 修理のため装置を送り返す場合、次の手順に従ってください。

- ・装置のモデルナンバー及びシリアルナンバーと合わせて、装置の不具合状況をお知らせください。ご連絡をいただいたら、弊社より返品承認番号を割り当てた上で、返送の手続きをご説明いたします。
- ・運搬上の損傷を被らないような梱包にして装置を返送してください。梱包箱の宛名の脇あるいは外箱には、必ず返品承認番号を明記してください。

この日本語マニュアルは、DEI の Operation Manual (英文マニュアル) をゼネラル物産㈱が翻訳したものであり、マニュアルの内容に関する責任は DEI にあります。従って装置の操作・取扱い説明等の理解及び解釈は、英文マニュアルに基づいて行いますが、操作上必要と思われる箇所にはゼネラル物産㈱が日本語マニュアルに独自の注記を記載しています。なお使用方法・使用環境において問題が発生した場合の処置は、DEI の判断に基づいて行われます。

本日本語マニュアルの著作権はゼネラル物産㈱にあります。ゼネラル物産㈱に無断で本日本語マニュアルを複製することを禁止いたします。

目次

| | |
|-----------------------|----|
| 1. 安全のための注意 | 5 |
| 2. 概要 | 6 |
| 3. 仕様 | |
| 電気仕様 | 8 |
| 4. コネクタと調整方法 | 9 |
| 5. 操作手順 | |
| 5.1 出力ストリップラインケーブル | 11 |
| 5.2 負荷接続 | 11 |
| 5.3 ゲート入力 | 11 |
| 5.4 Enable 入力 | 12 |
| 5.5 出力電流設定モニタ | 12 |
| 5.6 内部及び外部出力電流設定 | 12 |
| 5.7 立ち上り時間制御のポテンシオメータ | 12 |
| 5.8 LED インジケータ | 13 |
| 5.9 +24VDC 入力 | 13 |
| 5.10 パワーアップ手順 | 13 |
| 5.11 パワーダウン手順 | 14 |
| 6. レーザダイオードの内部インダクタンス | 15 |
| 7. トラブルシューティング | |
| 7.1 トラブルシューティングの手順 | 19 |
| 7.1 連絡先 | 19 |
| 8. 保証 | 20 |
| 付録(PCO-6141 寸法図) | 21 |

1. 安全のための注意

この機器は高電圧のため、機器を運転操作あるいは保守・点検・修理するときには十分に注意を払ってください。

以下に記載されている安全注意事項を遵守して下さい。注意を怠ると重大な障害または死に至る結果を引き起こすことになります。

注意：

- (1) 高電力パルスパワーシステムを扱った経験のある人間が、レーザダイオードドライバの保守・点検・修理を行って下さい。
- (2) 保守・点検・修理を行う人間は、この操作マニュアルに記載されている安全に関する注意の全て及び高電圧のパルスパワーシステムに対する一般的な注意を守るよう教えられていなければなりません。注意を怠ると重大な障害を引き起こします。
- (3) ドライバが稼働中は、負荷や終端抵抗器に触れたり入出力ケーブルをはずしたりしないで下さい。
負荷に触る前には24VDC電源が十分に放電されていることを確認して下さい。これらの注意を怠ると、人体に電気ショックを与えるかコネクタやシステムにアーキングや損傷を与える危険性があります。
- (4) レーザダイオードドライバには基準電位面があり、その電位は出力パルスの電位によって上下します。機器を取り扱う際は、十分にご注意ください。
- (5) レーザダイオードドライバは電解コンデンサが搭載されています。入力電源の極性を逆にしないで下さい。また供給電源の最大範囲を越えないようにして下さい。入力電源の極性を逆にしたり最大値を越えたりすると、キャパシタやドライバに損傷を与えたり、キャパシタの電解液の放出により人体に重大な障害を与える可能性があります。
- (6) パルスパワーシステムは過渡現象によって、意図せずにトリガがかかることがあります。従ってレーザダイオードドライバが稼働中やモジュール内に高電圧がかかっている時には、出力ストリップケーブルにパルスが出力される可能性があることを想定して下さい。

2. 概要

PCO-6141は、ダイオードレーザ/バー/アレイをパルス、QCWあるいはCWモードで駆動するための、コンパクトなOEM (Original Equipment Manufacturer) スタイルの高電力パルス電流源です。

PCO-6141の電流範囲は0~60A、パルス幅は<100ns~DC、パルス繰り返し周波数はシングルショット~500kHz、デューティサイクルは最大100%です。

PCO-6141は、ヒステリシスレギュレータ・平均電流レギュレータ・スイッチングモードレギュレータをベースにしています。

このタイプのレギュレータは、周波数可変・パルス幅可変の設計になっており、エネルギー蓄積インダクタに電流を最小から最大レベルまで保ちます。

リップルは、ヒステリシスコントローラによって規定される最小及び最大電流で制限されます。電流が最小リミットまで落ちるとコントローラが作動し、エネルギー蓄積インダクタに充電を始め、電流値が上限リミットに到達するとコントローラは停止します。必要な電流を維持すべくこの動作を繰り返します。この一連の動作時間は、負荷電圧と投入電圧によって変わります。

従ってコントローラのパルス幅はインダクタの充電に応じて変わり、周期はインダクタの放電率によって変わります。この動作の関係は、 $V=L \times di/dt$ で規定されます。

パルスが出力されていないような出力ショート状態のときは、インダクタに印加される電圧は24Vです。この結果電流は非常に早く立ち上がり、従ってオン時間は短い必要があります。

コントローラのスイッチが停止すると非常に小さな電圧がインダクタ間に発生し、電流は非常にゆっくりと減衰し、その結果オフタイムはかなり大きくなります。出力が負荷に流れ出すとこれらの動作は反転します。

負荷がほぼ最大電圧値まで到達すると、インダクタを充電する時間は非常に大きくなりますが、減衰時間は非常に短くなります。

このコントローラの利点は、電流がパルス幅に関わらず上限や下限までコントロールできる点です。短いパルスも長いパルスも生成することができ、電流源として働きます。

TTL "Enable" 信号がHighになりHighレベルが維持されている間、電流レギュレータがスタートします。これはコントロール・ゲート信号がHighで起り、ゲートコントロールがLowになるまで持続します。電流源が適切な電流値を充電する(例えばランプアップ時間)には一定の時間が必要で、その後パルスを生成することができます。このヒステリシスレギュレータを使うことにより、大きな入力範囲と高効率を得られています。

電流源はクロウバー(ショート・スイッチ)と組み合わされています。シャント・クロウバー・スイッチは、出力電流が必要になるまではレギュレータの出力をショートします。入力パルスの時間に応じてシャント・スイッチをオープンすることで、パルスが生成されます。レーザダイオード負荷に電流が流れておりコントロール・ゲートがHighで、入力コントロール・ゲート時間に応じてシャント・スイッチがオープンになっているとき、1パルスが生成されます。従ってパルス立ち上がり・立下り時間は、浮遊容量/寄生容量とシャント・スイッチのインダクタンス及び出力リードによってのみ決まります。

電流源の制御信号は"Enable"と呼ばれ、TTLロジックと互換性のある閾値があります。ゲート制御はCMOSロジックと互換性のある閾値があります。

ドライバがEnableになるまでは、ドライバ内部ではほとんど電力は消費されません。Enableになると、エネルギー蓄積インダクタの電流を維持する為に、60Aでおよそ80Wの最大出力が連続的にドライバ内で消費されます。(3.0仕様の1を参照して下さい)

この連続出力に負荷電力が加えられ、さらにパルスレートによって消費電力が増えます。

この設計により、高い動作効率・低い蓄積エネルギーとともに少ない要素で高い性能を実現しています。出力電流60A時にドライバに蓄積されるエネルギーはおよそ1Jで、リニアタイプの電流源と比べて劇的に少ない値です。

PCO-6141は調整可能な立ち上がり時間制御機能を備えています。この革新的な機能は、PCBに搭載されたポテンショメータを操作することで、立ち上がり時間を<12ns~>1.5µsの範囲で調整でき、アプリケーションに合わせてドライバの立ち上がり時間を最適に設定できます。LDやレーザドライバとレーザダイオード間の接続に誘導性がある場合には、PCO-6141の立ち上がり時間が早いと、パルスの立ち上がりエッジにおいてリングングを引き起こします。立ち上がり時間を調整して立ち上がり時間を遅くすることで、リングングを最小または無くすることができます。

PCO-6141を動作させるには、+24VDC供給電源、CMOS (+5VDC) ゲート信号、TTLレベルのEnable/Disable信号を用意する必要があります。出力大電流は、+24VDC供給電源から得られます。出力パルス幅と周波数は、ゲート信号で制御されます。出力電流の増減は、PCB基板に搭載されたポテンショメータで調整できます。電流モニタ出力はオシロスコープで見ることができ、直接的な手段でダイオードの電流波形をリアルタイムで観測できます。

レーザダイオードとドライバを保護するために、+24VDC 供給電源が 18V 以下に下がった場合には出力を停止するような回路がドライバには組み込まれています。

電圧の反転からレーザダイオードを保護するために、出力部にはクランプダイオードが組み込まれています。

回路がオープンした場合の保護に、+24VDC 供給電源の出力に 60A ダイオードが接続されています。出力がオープンになっても出力電流(電流設定で規定された電流値)はこの保護ダイオードに流れ込みます。従ってパルスを出力する前に負荷が PCO-6141 に適切に接続されていることを確認してください。

PCO-6141 は空冷のヒートシンクの上に搭載されています。

3. 仕様

PCO-6141レーザダイオードドライバは下記の仕様に適合します。

仕様は全て、低インダクタンスの負荷ダイオードに1mのストリップラインケーブルをつないで測定したものです。

電気仕様

| パルス出力電流 | |
|-------------------|---|
| 調整範囲 | 0~60A |
| 調整方法 | PCB上のトリムポット、外部の0~5Vや0~10Vアナログ電圧設定またはジャンパ設定により調整 |
| 出力極性 | 正極性 |
| パルス立上り時間 | < 12 ns ~ > 1.5 μ s (10%~90%) で可変、PCB上のポテンショトリマで調整可 |
| パルス幅 | < 100 ns~DC |
| パルス繰り返し周波数 (PRF) | シングルショット~500KHz |
| 最大デューティサイクル | 100% |
| 出力パルスリップレドゥーループ | ~600mA (<1%、60A出力時) |
| ジッタ | < 3ns 1 σ |
| 効率 | > 65% (50%デューティサイクル、60A出力時) ¹⁾ |
| 出力コネクタ | 高電流Dサブコネクタ (PCB上) |
| ダイオードフォワード電圧 | |
| 増幅度 | 最大 20 V |
| ゲート入力 | |
| 信号タイプ | ポジティブ・エッジ・トリガ |
| ゲート入力 | +5V CMOS |
| 電流モニタ出力 | |
| 電流モニタ | 200A/1V (50M Ω 内部終端、実電流の \pm 3%) |
| 電流モニタコネクタ | BNCコネクタ |
| 制御機能 | |
| 出力 Enable/Disable | TTL入力、High=Enable |
| 全体 | |
| 供給電源 | +24V \pm 4V ²⁾ |
| 動作温度範囲 | 0~40 $^{\circ}$ C |
| 冷却 | 空冷 |
| 寸法 | 高さ 52mm \times 幅 226mm \times 奥行き 159mm |
| 重量 | 約 Kg |

仕様は予告無く変更されます。

1) アイドリング時 (パルス動作をしていなくてもドライバにEnable信号が与えられている時) の電力消費は、出力電流とは比例しません。電力消費は概ね $P_{IDLE}=I^2 \times 0.023$ の式に従います。ここでIは出力電流設定値です。パルスが始まるとスイッチング損失 (P_{sw}) は凡そ30Wです。従って24VDC供給電源は $P_{sw} + [I_{out} V_{out} + I_{out}^2 (0.030) DC + P_{DEI} (1-DC)]$ 。ここで V_{out} はダイオードのフォワード電圧、DCはデューティサイクルです。例えば出力電流40A、ダイオード電圧10V、デューティサイクル30%とすると電力消費量は $30W + [40A \times 10V + 40A^2 \times 0.03] \times 0.3 + [40A^2 \times 0.023] \times (1-0.3) = 190W$ となります。24VDCはこの平均電力によって変わります。

2) +24V供給電源は平均出力電力 (電力 \times デューティサイクル) と上記で定義されたアイドリング時の電力消費によって、変わります。+24V供給電源は、電圧が+24V \pm 4Vを越えなければ非安定で構いません。

4. コネクタと調整方法

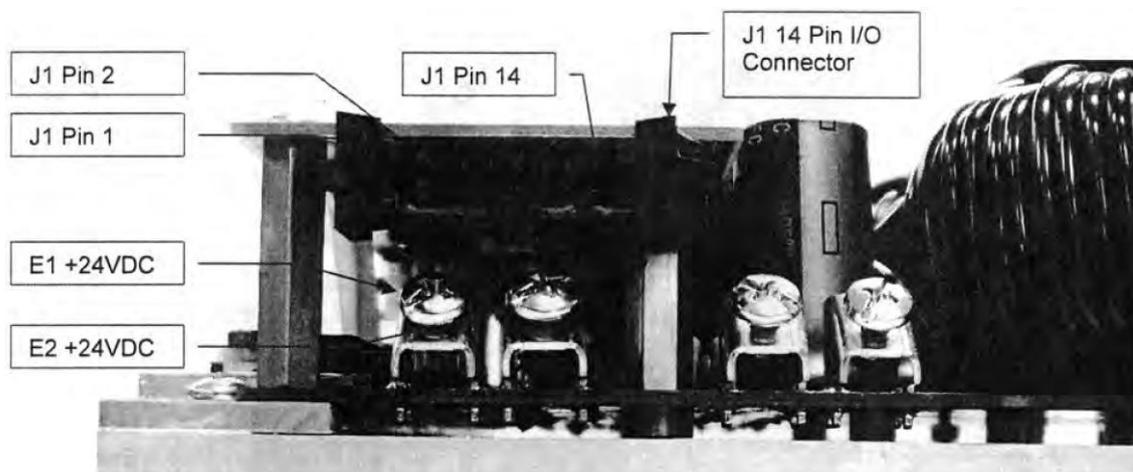
供給電源と制御信号は FCI 社 (www.fciconnect.com) の 14 ピンコネクタヘッダ (部品番号 66429-055) 上にあります。このヘッダは FCI 社のハウジング (部品番号 65846-008 あるいは同等品) と対になっています。ハウジングと一緒に使われるソケットは FCI 社のコネクタ (部品番号 48236-000 あるいは同等品) です。コネクタのピンアサインは次の通りです。

| ピン番号 | 説明 |
|-------|---|
| Pin2 | (使用せず) |
| Pin4 | 電流設定入力 (5.7参照) |
| Pin6 | 出力電流設定モニタ、スケール20mV/A (ハイインピーダンス*) |
| Pin8 | ゲートパルス入力、+5V CMOS |
| Pin10 | Enable/Disable、TTL High= Enable : イネイブル |
| Pin12 | +5VDCモニタ (出力)、最大15mA |
| Pin14 | (使用せず) |
| 空きピン | グラウンド |

* 設定モニタはインダクタのスケールされた出力電流を出力します。この出力はパルスの生成に先だって、出力電流を増幅するのに使うことができます。

LED インジケータは機能を示すだけであり、許容誤差の制御には使われていません。+24VDC 入力は主基板にあるスクリーターミナルです。E1 と E4 端子は+24VDC、E2 と E3 端子はグラウンドです。

出力パルス電流は PCA-9150 (別売オプション) を使ってモニタできます。スケールは 50Ω に対して 200A/V です。コネクタは下の写真に表示されています。



<図1 : J1コネクタとE1、E2の配置>

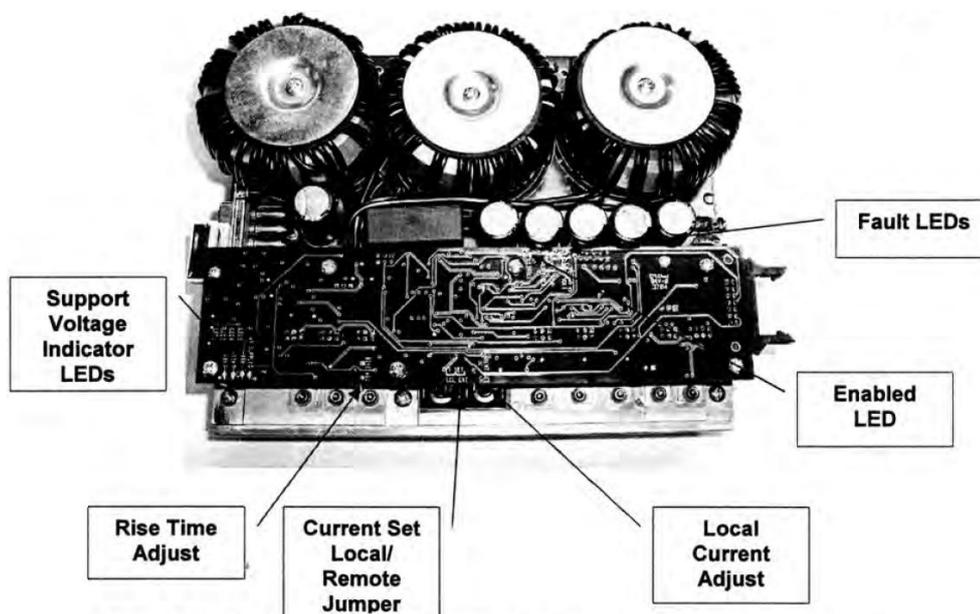
出力はPCBに搭載された高電流Dサブコネクタ（アンフェノール：#77TW-C-8W8-S-MP3V-4R、Conec：#3008W8SXX57A30Xまたは同等品）から供給されます。PCO-6141には、対になる出力コネクタ（アンフェノール：#717TW-C-8W8-P-P3YまたはConec：#3008W8PXX51A10X）とストリップラインケーブルを同梱しています。#2,#4,#6,#8ピンは正パルス出力、#1,#3,#5,#7ピンはリターンです。図2Aを参照下さい。

出力電流は、ロジック回路用の小基板の端にある電流設定ポテンシオメータで設定します。電流値はリモートアナログ入力信号でも設定できます。詳細は5.0章を参照してください。

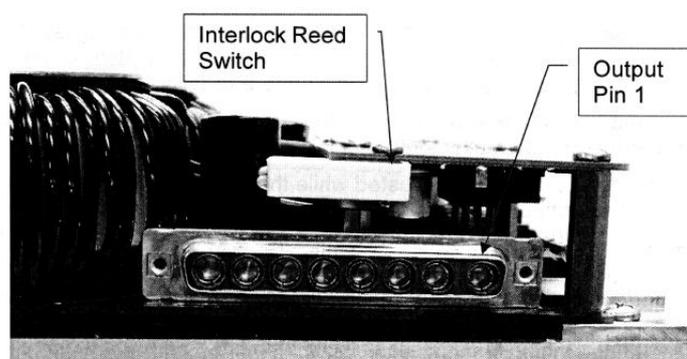
立ち上がり時間は可変で、ロジック回路小基板の端にある Rise Time（立ち上がり時間）設定用ポテンシオメータで設定できます。詳細は5.0章を参照してください。

ユニットが稼働中であれば、ポテンシオメータは全て調整可能です。絶縁された調整治具をお使いください。正確な波形を作ったり希望する波形になるよう調整するには、実際の操作が常に必要です。

下の写真は、制御用ポテンシオメータ、ジャンパ、LEDの位置を示しています。



<図2：制御用ポテンシオメータ、ジャンパとLEDの各位置>



<図2A：インターロック、マグネティック出力コネクタ1ピン>

5. 操作手順

警告

- 1) ドライバが稼働中は、入出力ケーブルを取り外さないでください。ドライバを動作するときには必ず、出力ストリップラインに適切な負荷を接続してください。これらの注意を怠ると、人体に電気的なショックを与えたりコネクタやシステムにアーキングや損傷を与える危険性があります。
- 2) パルスパワーシステムは過渡現象によって、意図せずにトリガがかかることがあります。従ってレーザダイオードドライバが稼働中やモジュール内に高電圧がかかっている時には、出力ストリップケーブルにパルスが出力される可能性があることを想定してください。

5. 1 出力ストリップラインケーブル

PCO-6141には、低インピーダンスの出力ストリップラインケーブルが付属します。レーザダイオードは、必ずこのストリップラインケーブルを使ってドライバに接続してください。ワイヤやツイストケーブルは誘導性が高く、出力電流波形の品質をかなり下げてしまいます。

5. 2 負荷接続

出力はPCBに搭載された高電流Dサブコネクタ(アンフェノール:#77TW-C-8W8-S-MP3V-4R, Conec:#3008W8SXX57A30X)から出力されます。Dサブコネクタは、低インダクタンスのストリップラインケーブルでターミネイトされています。

#2, #4, #6, #8 ピンは正のパルス出力用、#1, #3, #5, #7 ピンはグラウンドリターン用です。

出力ストリップラインケーブルには+と-の表示があります。+側は正出力のパルス、-側はリターンです。レーザダイオードのアノード側をストリップラインケーブルの+側に、カソード側を-側に接続します。

レーザダイオードはストリップラインケーブルの片端に直接つなぎます。ストリップラインケーブルとダイオード間にワイヤを挟む必要があれば、ケーブル間のインダクタンスを最小限に押さえるためにケーブル長は出きる限り短く、5cmを越えないことが望ましいです。ケーブル間やレーザダイオードパッケージのインダクタンスが大きいと、パルス波形の立ち上りにリングングが出ることになります。パルス立ち上り時間の調整機能を使って立ち上り時間を延ばすことで、このリングングを減らしたり無くしたりすることができます。(5.8章参照)

内部インダクタンスと外部インダクタンスがパルスの立ち上り/立下がり時間に与える影響について、6.0章に追加情報があります。

5. 3 ゲート入力

PCO-6141のゲート入力には、+5V±1V (CMOS)の信号が必要です。ゲート信号入力がこの数値から外れるとドライバの性能が低下することになります。高品質の低電圧パルスジェネレータであれば、このトリガ用信号として使用できます。

ゲート信号は50Ωの同軸ケーブルを使ってJ1-8に入力して下さい。同軸ケーブルのシールドはJ1コネクタのいずれかのグラウンドピンに接続して下さい。パルスの品質をより良くするには、接続は全て出来る限り短くして下さい。

出力のパルス幅と周波数は入力ゲート幅と周波数に従います。CWで出力するには、ゲート信号をHighレベルに保ちます。

5. 4 Enable入力

“Enable” 信号は PCO-6141 の出力を Enable/Disable (出力可能/出力不能) するために使用されます。ドライバの出力を可能にするには、この “Enable” 入力信号を TTL レベルで High に引き上げておかなければなりません。この “Enable” 信号入力は、システムのインターロックやキースイッチにつながるかあるいはシステムを制御するコンピュータで制御することができます。パルス動作をしていなくてもドライバに Enable 信号が与えられていれば、ある一定量の電力が消費されています。(5.5 章参照) 従って効率を上げ消費電力を最小にするには、ドライバを使用しない時にはドライバを Disable にしておかなければなりません。

5. 5 出力電流設定モニタ

出力電流設定モニタ (J1 コネクタの 6 ピン) はインダクタに流れる出力電流を設定するのに使われます。ダイオードに実際の電流を流さなくてもダイオードに供給される電流を設定できます。この設定モニタを使用して出力電流を設定するには、PCO-6141 を Enable にし、ゲート入力を Low にしておかなければなりません。詳細は後述のパワーアップ手順 (p.11) を参照してください。

5. 6 内部及び外部出力電流設定

内部モードでは、“Current Set” (電流設定) と表示されたポテンシオメータで出力の電流増幅を制御できます。反時計回り一杯に回すと 0 (ゼロ) A です。出力電流設定モニタはレーザダイオードにパルスを与えずに、出力電流を設定するのに使われます。

外部電流設定 (J1 コネクタ 4 ピン) では、ポテンシオメータ回路に外部電圧を与えることができます。その場合、基板上のポテンシオメータはレンジスケールポテンシオメータとして使われます。この機能を使うには電流設定の外部/ローカルジャンパを外部設定 (図 2) にしなければなりません。ジャンパ線がローカルに設定されていると、この外部電流設定入力は使えません。

例えば 0~10V 入力を使いそれによって出力をスケーリングする場合、最大出力電流値が最大入力値の 10V になるようポテンシオメータを調整します。ローカルモードで PCO-6141 を Enable、ゲート入力を Low、ポテンシオメータを 0A 出力に設定し、その後ジャンパ線を外部モードに切り替えます。希望する電流設定値になるよう入力電圧値を設定します。(例えば 10V)

出力電流設定モニタで観測しながらゆっくりと電流調整ポテンシオメータを調整し、希望する電流設定値になるようにします。

この調整の間は、PCO-6141 をオープンまたは高インピーダンス負荷につないで稼働したりパルス駆動をさせないで下さい。

出力電流は J1 コネクタの 6 ピンでモニタできます。出力電流は 20V までのアナログ信号にスケーリングして使用できます。

5. 7 立ち上り時間 (リーディングエッジ) 調整のポテンシオメータ

PCO-6141 は立ち上り時間を調整/制御できる機能を備えています。PCB に搭載されたポテンシオメータを操作することで、立ち上り時間を <12ns~>1.5µs の範囲で調整でき、アプリケーションに合わせてドライバの立ち上り時間を修正できます。

レーザドライバあるいはレーザドライバとレーザダイオード間の接続に誘導性の要因がある場合には、PCO-6141 の立ち上り時間が早いと、パルスの立ち上りエッジにおいてリングングを引き起こします。立ち上り時間を調整して立ち上り時間を遅くすることで、リングングを最小にするか無くすることができます。反時計回り一杯に回すと立ち上り時間は最も早くなり、時計回り一杯に回せば立ち上り時間は最も遅くなります。この機能は立下り時間には影響しないことにご注意下さい。

5. 8 LEDインジケータ

ドライバのロジック基板上的LEDは、ドライバの機能とトラブルシューティングの確認に使用されます。各LEDの機能は次の通りです。

| ピン番号 | 説明 |
|------|---|
| LED1 | -15VDCモニタ。基板上的-15VDCレギュレータが正常に機能していれば、このLEDは点灯しています。 |
| LED2 | +24VDCモニタ。+24VDCがドライバに供給されていることを示します。 |
| LED3 | +15VDCモニタ。基板上的+15VDCレギュレータが正常に機能していれば、このLEDは点灯しています。 |
| LED4 | +5VDCモニタ。基板上的+5VDCレギュレータが正常に機能していれば、このLEDは点灯しています。 |
| LED5 | Enableの表示。ドライバがEnableであればこのLEDが点灯します。またドライバがDisableであればLEDが消灯します。 |
| D27 | インターロックフォルト。出力インターロックが確立されなければこのLEDが点灯し出力不能となります。 |
| D28 | 過熱フォルト。ヒートシンクの温度が70°C以上になるとこのLEDが点灯し、出力不能となります。 |
| D29 | 下限電圧フォルト。入力電圧が18V以下になるとこのLEDが点灯し、出力不能となります。 |

5. 9 +24VDC入力

+24VDC入力で出力電流の電力を供給します。このDC入力電圧は+20V~+28Vの範囲です。20Vを下回ったり28Vを上回ったりしなければ、この電圧は非安定で構いません。

パルスが出力されていなくてもドライバがEnableに設定されていれば、60A出力時にはドライバはおおよそ~80Wを消費します。従って、効率は出力電力とアイドリング消費電力の割合になります。アイドリング消費電力は、出力電流とは直線的に比例せず、おおよそ $P=I^2 \times 0.022$ の式になります。ここでIは、出力電流を表します。例えば、出力電流が40A時ではアイドリング電力消費は $40^2 \times 0.022=35W$ になります。+24VDC入力は、平均出力電力（電力×デューティサイクル）と上記で定義されたアイドリング電力消費に更に20%のパルス・スイッチング損失を加えたものになります。

5. 10 パワーアップ手順

- 1) 下記の手順に従ってPCO-6141ユニットをパワーアップしてください。
- 2) パルスジェネレータをPCO-6141に入力する前に、パルスジェネレータの出力をPCO-6141ドライバが動作する繰返し周波数・パルス幅に設定するとともにCMOSレベルのパルスに設定してください。
入力コネクタJ1をドライバに接続する前にはパルスジェネレータの出力をオフにするかDisableにしておきます。
- 3) +24VDC供給電源をE1とE4端子に、リターンをE2とE3につなぎます。
- 4) 入力コネクタJ1をつなぎます。
- 5) ストリップラインケーブル（5.1章を参照）を使ってレーザダオードを出力コネクタにつなぎます。
- 6) モジュールに+24VDC（±4V）電源を供給します。
- 7) 出力電流を設定して出力を出す前に、下の8~11の手順に従ってください。
- 8) 入力ゲート信号がLowであることを確認して下さい。（つまり入力パルスジェネレータの出力がオフになっているかDisableになっていること）

- 9) Enable 信号入力を High にして、PCO-6141 を出力可能にします。
- 10) 出力電流設定モニタ (J1 コネクタの 6 ピン) の電圧をオシロスコープあるいはデジタル電圧計 (DVM) でモニタし、電流設定ポテンシオメータを調整しながら出力電圧が適正な出力電流になるよう合わせます。外部からリモートで電流調整をするには、5.7 章を参照してください。
- 11) 電流が適正な値に調整されたら Enable 信号入力を Low にして、PCO-6141 を出力不能にします。
- 12) 上記の 8~11 の手順に従って出力電流を設定したら、電流設定ポテンシオメータを反時計方向一杯に回します。(出力電流設定値は 0 になります。)
- 13) Enable 信号入力を High にして、PCO-6141 を出力可能にします。
- 14) PCO-6141 をオンするか入力ゲート信号を Enable にします。
- 15) 出力電流をプリセットしていなければ、出力電流設定ポテンシオメータをゆっくりと時計方向に回して出力電流を上げていきます。PCO-6141 は、入力ゲート信号に従ったパルス幅と繰り返し周波数を伴って出力パルスを出し始めます。出力パルス電流は PCA-9150 (別売オプション) を通してモニタできます。スケーリングは 50Ω の内部インピーダンスに対して 200A/V です。
- 16) PCO-6141 から出力が無いか出力が極端に歪んでいたら、出力を停止し+24VDC 供給電源をオフします。直流供給電源の供給を停止し、入力ケーブルをはじめ全ての接続はそのままにして PCO-6141 を約 1 分間放置し、蓄積エネルギーを放出します。その後直流電源をはずし、トラブルシューティング (p.17) を参照してください。

5. 1 1 パワーダウン手順

下記の手順に従って PCO-6141 ユニットの電源をオフしてください。

- 1) 出力を Disable (停止) します。
- 2) +24VDC 供給電源をオフにします
- 3) 蓄積されたエネルギーを放出するため、PCO-6141 を+24VDC 供給電源につないだまま出力電圧をオフし、他の全てのコネクタははずさずにそのままの状態にしておよそ 1 分間放置しておきます。
- 4) ユニットから+24VDC 供給電源をはずします。

6. レーザダイオードの内部インダクタンス

PCO-6141 の使用に当たっては、リード線や負荷に存在するインダクタンスの問題を防ぐために細かい注意が必要です。DEI は、レーザダイオードに高電流パルスを適応する最良の方法を見つけるために、レーザダイオードを使って PCO-6141 をテストしました。その調査結果を下記に記します。

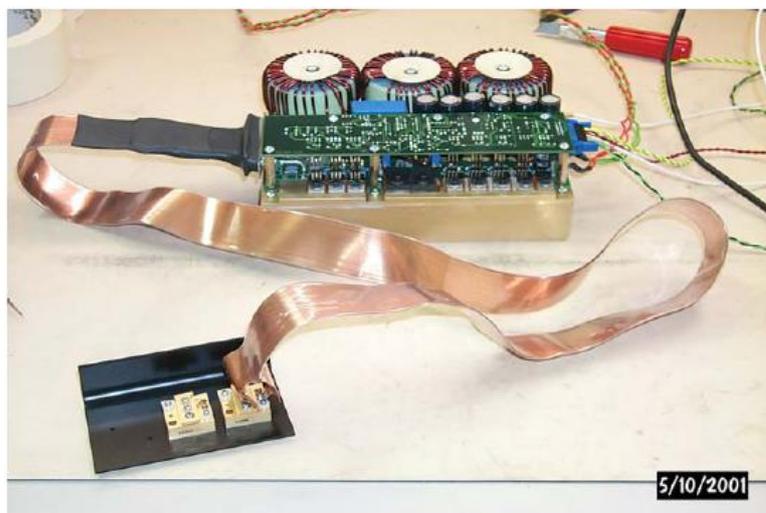
ストリップラインケーブルは、良質の電流パルスを得るには絶対に必要なものです。この補足説明の写真に写っているストリップラインケーブルは PCO-6141 に同梱されているもので、DEI から入手できます。

ストリップラインケーブルを使ってレーザダイオードに直接つなぐと立下がり時間は 500ns の範囲でした。レーザダイオードを 15.2cm (6 インチ) の長さのワイヤを使ってストリップラインケーブルにつなぐと、立下がり時間は $6\mu\text{s}$ 程度に低下しました。インダクタンスは立下がり時間に対してマイナスに働いており、この 2 つの接続方法に見られる結果の違いは、ワイヤ接続によって回路にもたらされたインダクタンスによるものです。

全てのテストにおいて、レーザダイオードはおおよそ 50A で動作、レーザダイオードが正しく回路に接続されていることを確認した上で測定されたダイオードのフォワード電圧はおおよそ 2.4V でした。繰り返し周波数は、レーザダイオードにヒートシンクを使う必要のないよう数 Hz に限定しました。

注) PCO-6131 (125A) を使ってテストされましたが、データは PCO-6141 にも適応できます。

図 3 は、テストのセットアップ写真です。



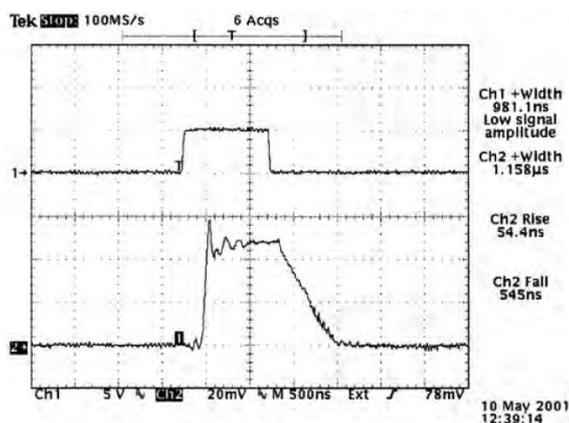
<図 3 : テストセットアップ>

図 4 と 5 は、最初のテストでレーザダイオードに出力のストリップラインケーブルをどのようにつないだかを表しています。図 4 では、接続状態がわかるようにストリップラインケーブルを意図的に分離していますが、通常はストリップラインケーブルを密着してインダクタンスを最小にするのが最良です。

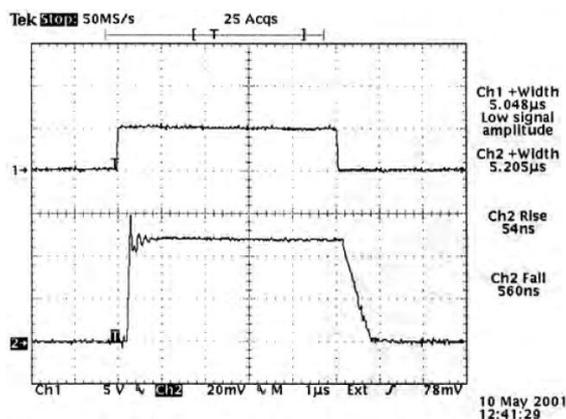


<図4 (左)、図5 (右) : ストリップラインケーブルでレーザダイオードに接続>

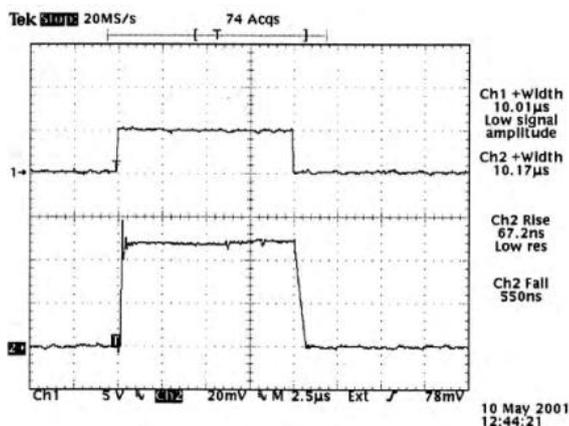
この接続を使って、50A 出力において下記の電气的特性を測定しました。波形写真は全て、上段の波形は PCO-6131 の入力ゲート信号であり、下段の波形は PCO-6131 の電流モニターでの出力パルス波形です。



<図6 : 1μsパルス幅、立ち下り時間 545ns・立ち上り時間 55ns (ストリップラインケーブル使用時) >

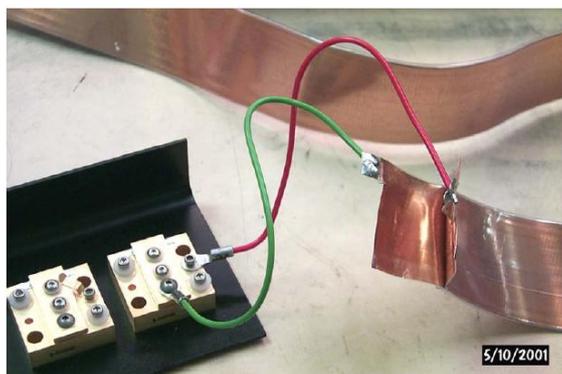


<図7 : 5μsパルス幅、立ち下り時間 560ns・立ち上り時間 54ns (ストリップラインケーブル使用時) >



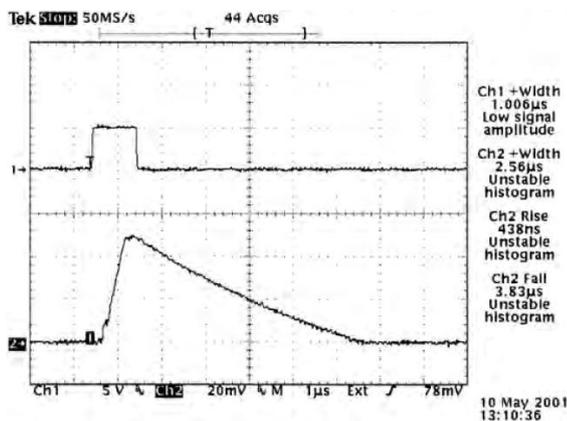
<図8：10 μ sパルス幅、立ち下り時間550ns・立ち上り時間67ns（ストリップラインケーブル使用時）>

次に我々は15.2cm（6インチ）のワイヤを使ってレーザダイオードをPCO-6131に接続しました。ワイヤをレーザダイオードに取り付けるためにリングラグを使用し、ワイヤの他端はストリップラインケーブルにハンダ付けしました。接続は図9の通りです。

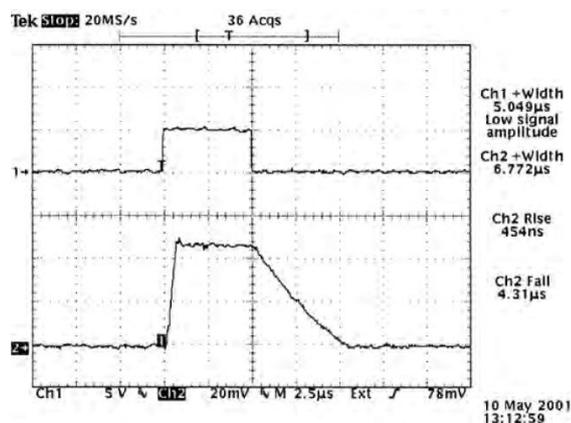


<図9：約15.2cm（6インチ）のワイヤを使ってレーザダイオードに接続>

この接続を使って、50A出力において下記の電気的特性を測定しました。波形写真は全て、上段の波形はPCO-6131の入力ゲート信号であり、下段の波形はPCO-6131の電流モニターでの出力パルス波形です。



<図10：1 μ sパルス幅、立ち下り時間3.8 μ s・立ち上り時間438ns（ワイヤ接続時）>



<図 12 : $5\mu\text{s}$ パルス幅、立ち下り時間 $4.3\mu\text{s}$ ・立ち上り時間 454ns (ワイヤ接続時) >

上記の図のデータで見られるように、ストリップラインとレーザダイオードとの接続で 15.2cm (6 インチ) のワイヤのインダクタンスでも立ち上り時間と立ち下り時間は5倍から8倍低下することがわかります。

7. トラブルシューティング

警告

PCO-6141 モジュールには、エネルギー蓄積用としてキャパシタが使われています。充電時にはこれらのキャパシタには7J以上のエネルギーが蓄積されます。これは重大な損傷を引き起こすのに十分なエネルギー量です。

修理や調整をする前には、+24VDC 供給電源がモジュールから外れていること、キャパシタバンクが完全に放電していることを確かめてください。更に作業に取り掛かる前には、電圧計を使ってすべての回路に帯電部がないこと（エネルギーが残っていないこと）を確認してください。PCO-6141 モジュール内部には危険な電圧、フローティンググラウンド面、帯電部が随所に存在します。不用意に PCO-6141 モジュール 内部の接続部や部品に触れると、重大な負傷を引き起こしかねません。

7.1 トラブルシューティングの手順

下表に、起こる可能性のある問題点とその解決の方法をまとめました。下記の対応方法で解決しない場合には DEI のカスタマサービス部に連絡しサポートを受けて下さい。

| (トラブルの状態) | (原因と解決方法) |
|-----------|--|
| 出力パルスが出ない | <ul style="list-style-type: none">・トリガ信号が入力されていない。・入力ゲート電圧が低すぎる。・入力ゲートインプットトリガーのパルス短すぎる。パルス幅を広げてください。・入力ゲート周波数の周波数が高すぎる。周波数を低くして下さい。・+24V 供給電源が入力されていない。入力電源やコネクタを確認して下さい。・Enable 回路が満足されていない。・出力が正しく接続されていない。すべてのケーブルとコネクタが正しく差し込まれているか確認して下さい。・パルサが壊れている。DEI カスタマサービス部門に連絡して下さい。・入力電圧が 18V 未満。入力電源を昇圧して下さい。・インターロックが確立されていない。出力ストリップラインケーブルが正しく接続されているか確認して下さい。・ヒートシンクの温度が 70°C 以上。PCO-6141 の冷却方法を改善して下さい。 |

7.2 連絡先

上記手順で問題が解決しない場合には下記を通して DEI のカスタマサービス部のサポートを要請して下さい。

日本国内連絡先：ゼネラル物産株式会社

〒164-0001 東京都中野区中野 2-18-2

TEL: 03-3383-1711, FAX: 03-3383-1719, URL: <http://general-bussan.co.jp>, E-mail: info@general-bussan.co.jp

8. 保証

ディレクトッド・エナジー (DEI, 米国コロラド州フォートコリンズ) は、ある特定の目的に沿った暗黙の保証あるいは商業上の暗黙の保証など、告知されたか否かに関わらず、下記に記された以外のいかなる保証も一切致しません。

DEIは、同社によって製造された製品が購入者に向けて工場から出荷された日から1年間は、通常の使用においては、使用されている部品或いは製品の仕上がりに関して欠陥が無いことを保証します。

DEIは、同社によって製造された製品が購入者に向けて工場から出荷された日から1年以内に関しては、その製品が仕様の範囲で欠陥（動作不良）があるか或いは性能を満たさない場合には、DEIの選択で修理もしくは交換を致します。

OEM製品や同等製品に関しては、購入者に向けて工場から発送された日から90日以内については同様の保証を致します。

欠陥請求された製品は、輸送費を事前に支払った上で、保障期間内にDEI（米国コロラド州フォートコリンズ）の工場に返送してください。

返送に際しては、DEIのカスタマサービス部門と連絡を取って事前に承認を得てください。

返品品には、この事前承認を得た書類も一緒に含まれなければなりません。

欠陥請求された製品についての処置はDEIの判断で、修理もしくは交換をするかあるいは購入者が支払った製品の購入額とそれに伴う税金及び輸送費を返金致します。

但しこの保証は、下記事由による製品に関しては適用されません。

- 1) DEIに認定されていない人間による修理・作業・改造変更を行った製品
- 2) 誤操作や不注意あるいは他のものによって破損された製品
- 3) DEIが提供する仕様範囲あるいは使用説明によらないで行った製品の使用、製品の接続・設置・調整

製品の購入者に対するDEIの責任は、欠陥請求された製品について修理もしくは交換をするかあるいはDEIの選択として購入者が支払った製品の購入額とそれに伴う税金及び輸送費を返金するかのいずれかになります。

DEIには、提供された製品の欠陥によって引き起こされたと主張される損傷や結果として蒙った損害についての責任も、購入者に対する法的義務もありません。

DEIで行われる設計上や製造上の変更は、DEIの不断なる製品開発と改善活動の反映であって、同社によって製造された製品が購入者に向けて工場から出荷されたすぐあとに、同等品で設計上や製造上の変更が行われたとしても、既に購入者に出荷された製品において欠陥を認めることとはみなされません。

既に工場から出荷された製品については、DEIはいかなる交換の義務もありません。

付録 (PCO-6141 寸法図)

