

ファイルNo.	Document 7650-0009 Rev.A4.4
弊社管理No.	GB-
発行年月日	2016年9月28日
版数	第1版(山崎1校)

取扱い説明書



メーカー名	Directed Energy, Inc
製品名	ハイパワーパルス電流源
型式モデル名	PCM-7700



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。

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下さい。



- 2) 装置は、DEI あるいは資格のある人間が点検・修理を行って下さい。
- 3) 装置は機械的・電氣的な検査を経て出荷されていますが、装置を受け取った後、輸送上の損傷がないかどうか目視検査した後、電氣的な動作確認を行って下さい。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ません。また、輸送上の損傷を被らないような梱包で装置を返送下さい。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下さい。
- 4) 修理のため装置を送り返す場合、次の手順に従って下さい。
 - ・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下さい。
 - 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で装置を返送下さい。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下さい。

この日本語マニュアルは、DEI の Operation Manual (英文マニュアル) をゼネラル物産株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株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株にあります。ゼネラル物産株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. 安全動作領域	
安全動作領域グラフ (Safty Operting Are:SOA)	6
3. はじめに	
概要	10
PCM-7700 の同梱内容	10
フロントパネルにある機能	11
リアパネルにある機能	13
付属アクセサリ	13
4. 負荷と出力ケーブルのインタフェースをとる	
負荷と出力ケーブルのインタフェースをとる	15
概要	16
コネクタのピン配列	16
Enable ピン配列	16
5. 操作手順	
安全について	17
操作に当たっての必要条件	17
機器のセットアップ	17
PCM-7700 のパワーアップ手順	18
PCM-7700 の出力電流の設定と Enable 方法	18
PCM-7700 のステータス情報の表示	18
PCM-7700 のパワーダウン手順	18
6. 保証とサービス	
製品保証	19
工場修理サービス連絡先	19

1. 安全のための注意

- 常に、「安全動作領域 (Safe Operating Area : SOA)」のグラフ (7~9 ページ) を参照して下さい。
- PCM-7700 のふたを開けないで下さい。内部には、ユーザがサービスをする部分はありません。ふたを開けることでユーザがショックの危険にさらされ、メーカー保証を無効にすることになります。
- PCM-7700 が稼働中は、出力ケーブルや負荷を繋いだり、取り扱ったり或いは外さないで下さい。出力ケーブルを取り扱う前には、ユニットをパワーダウンしてから少なくとも 10 分間は置いて下さい。
- メーカーで特定された方法で、この装置を使って下さい。
- 空気循環のためにこのユニットのまわりで十分なスペースを確保して下さい。
- 液体があるところや腐食性環境にあるところでのこの装置を使用しないで下さい。乾いた布や湿った布で拭いて、この装置をきれいにして下さい。



警告

致死感電の危険性があります。この装置のシャーシを開けないで下さい。装置が稼働中は、出力または負荷に触れないで下さい。偶発的な致死出力電圧との接触を起こさないように、すべての機器の接続、負荷配線と負荷接続は絶縁されるかカバーで覆われていることを確認して下さい。この装置は、筐体内部や出力で、致死感電レベルの電流を生じます。

応急手当あるいは蘇生ができる他の人間がいなければ、この装置を操作しないで下さい。

この装置の安全で適切な操作は、ユーザの責任です。

IXYS Colorado (DEI) は、製品と関連する危険に関する情報は提供しますが、製品販売後の製品操作と安全作業の責任は負いません。

2. 安全動作領域

PCM-7700の安全動作領域 (Safty Operting Area : SOA) のグラフは7~9ページにあります。

重要：安全動作領域 (Safe Operating Area : SOA) の範囲を超えて操作しないでください

PCM-7700 の外部リガを使うと、安全動作領域外で使用できますが、そのような使い方をすると、機器本体かレーザダイオードあるいは両方に取り返しつかない損傷を与えることになります。

各々のグラフの線より下が、機器が安全に機能し全てのパルス仕様が満足する動作パラメータに相当します。

最大パルス幅を計算するためにSOAグラフをどのように使うかを例で示します。

レーザの定格を25V200W、パルス・レーザダイオードドライバをPCM-7700-48、希望するパルスを1Hzで200Aとします。

PCM-7700-48のSOAグラフによると、25Vでの最大出力は170Wです。このケースではレーザダイオード (200W) でなく機器 (170W) が制限要因になります。そうではなく、もしレーザダイオードの定格が100Wだとすると、次のステップではSOA値でなくレーザの最大電力を使用することになります。

最大デューティサイクルを求めます：

$$\text{電力} = \text{電圧} \times \text{電流} \times \text{デューティサイクル}$$

式を変更すると

$$\text{デューティサイクル} = \text{電力} / (\text{電圧} \times \text{電流})$$

$$\text{デューティサイクル} = 170\text{W (SOA グラフ)} / [25\text{V (レーザのフォワード電圧)} \times 200\text{A}] = 0.034$$

周期を求めます：

$$\text{周期} = 1/\text{周波数} = 1/1\text{Hz} = 1.00\text{s}$$

最大パルス幅を求めます：

$$\text{最大パルス幅} * = \text{周期} \times \text{デューティサイクル} = 1.00\text{s} \times 0.034 = 34\text{ms}$$

* 最大パルス幅の絶対値は、シングルショットで動作させる時も決して 50ms を超えないでください。

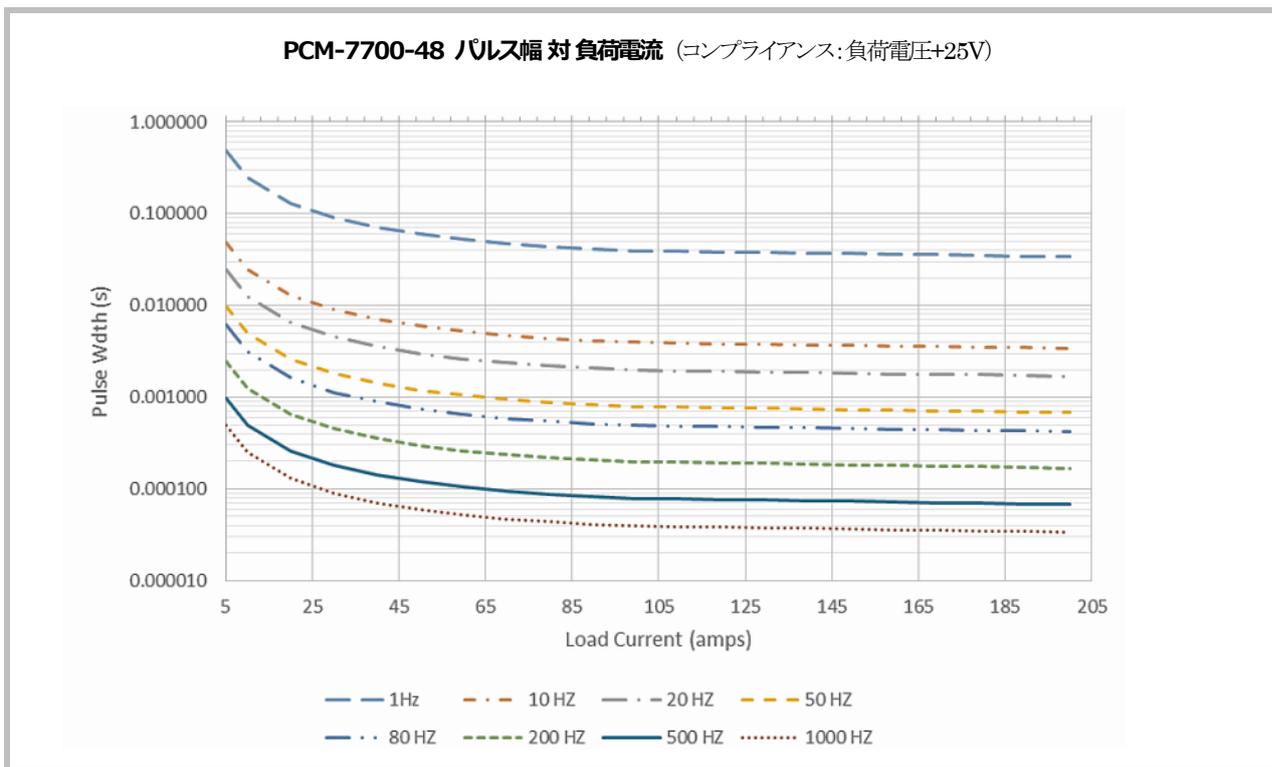
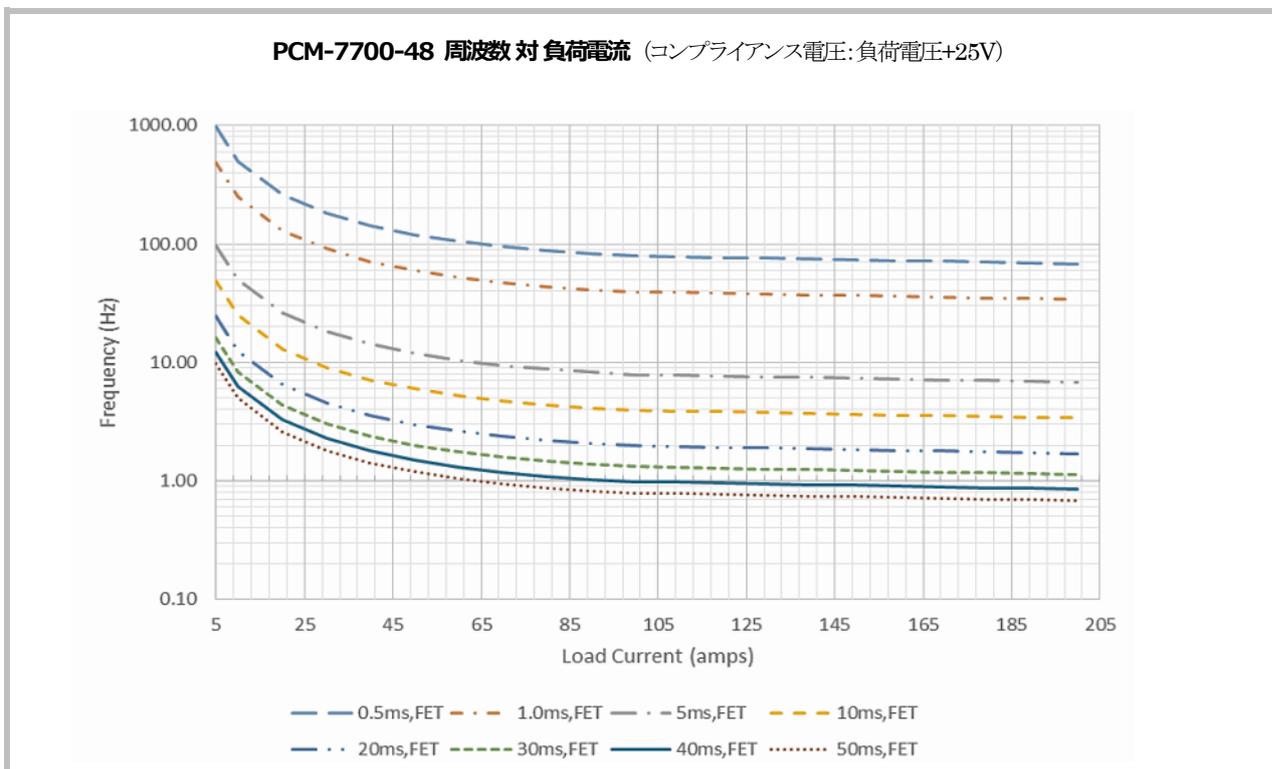
上記の例で、機器を安全動作領域 (SOA) で動作させるには、パルス幅は 34ms もしくはそれ以下である必要があります。

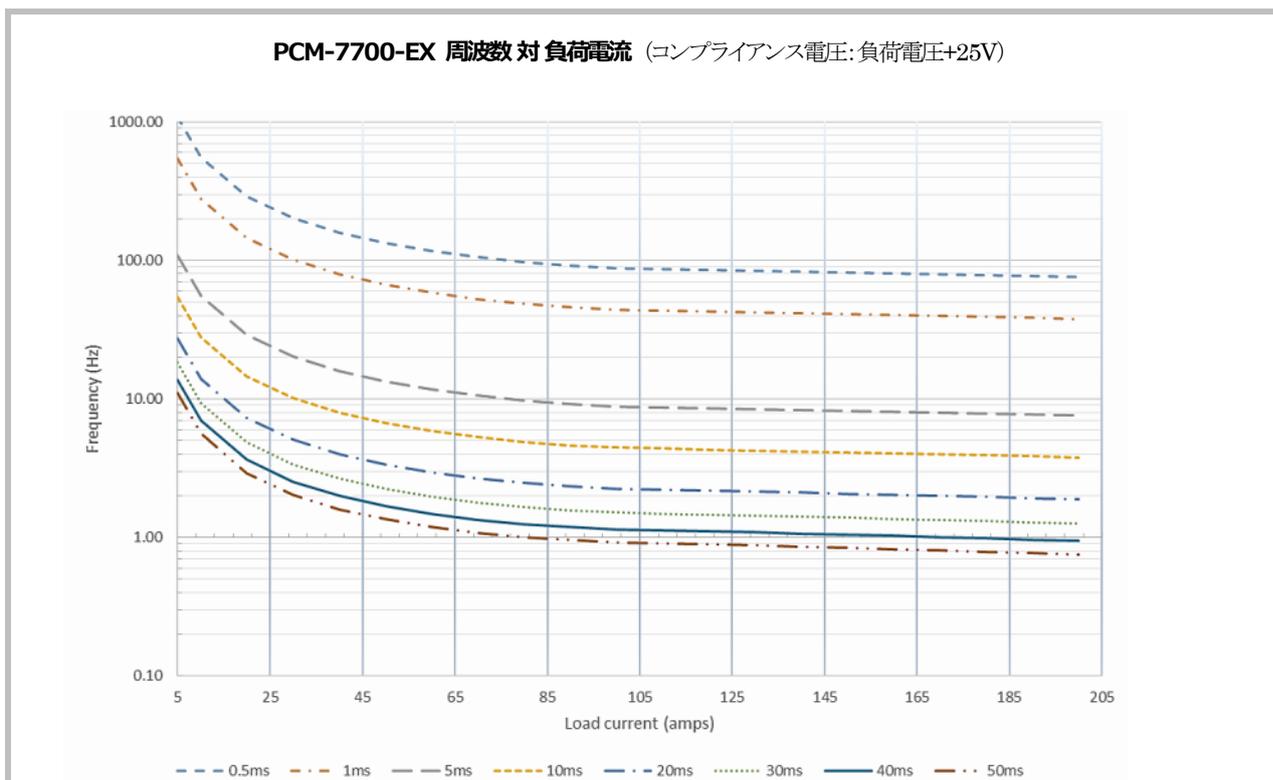
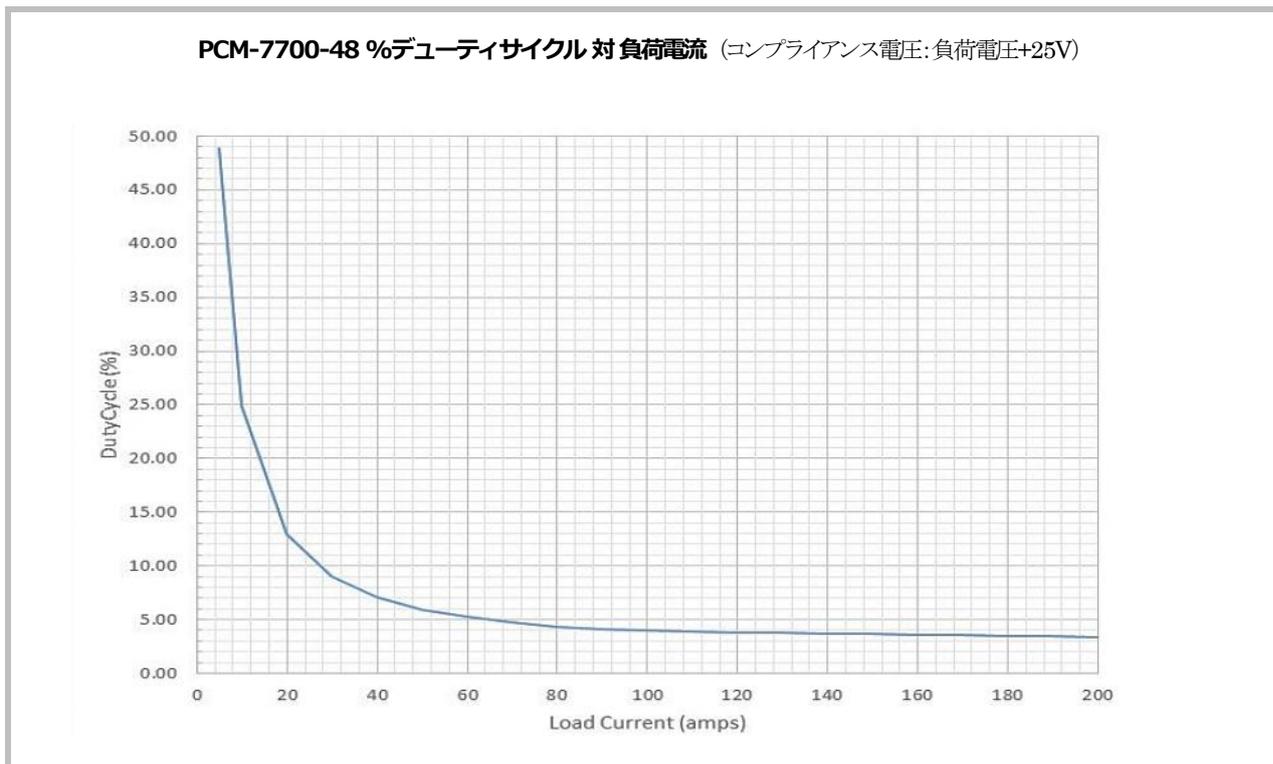
シングルショットパルスの最大パルス幅を計算するには、パルス周波数として 1Hz を使います。出力パルス幅は決して 50ms を超えないでください。

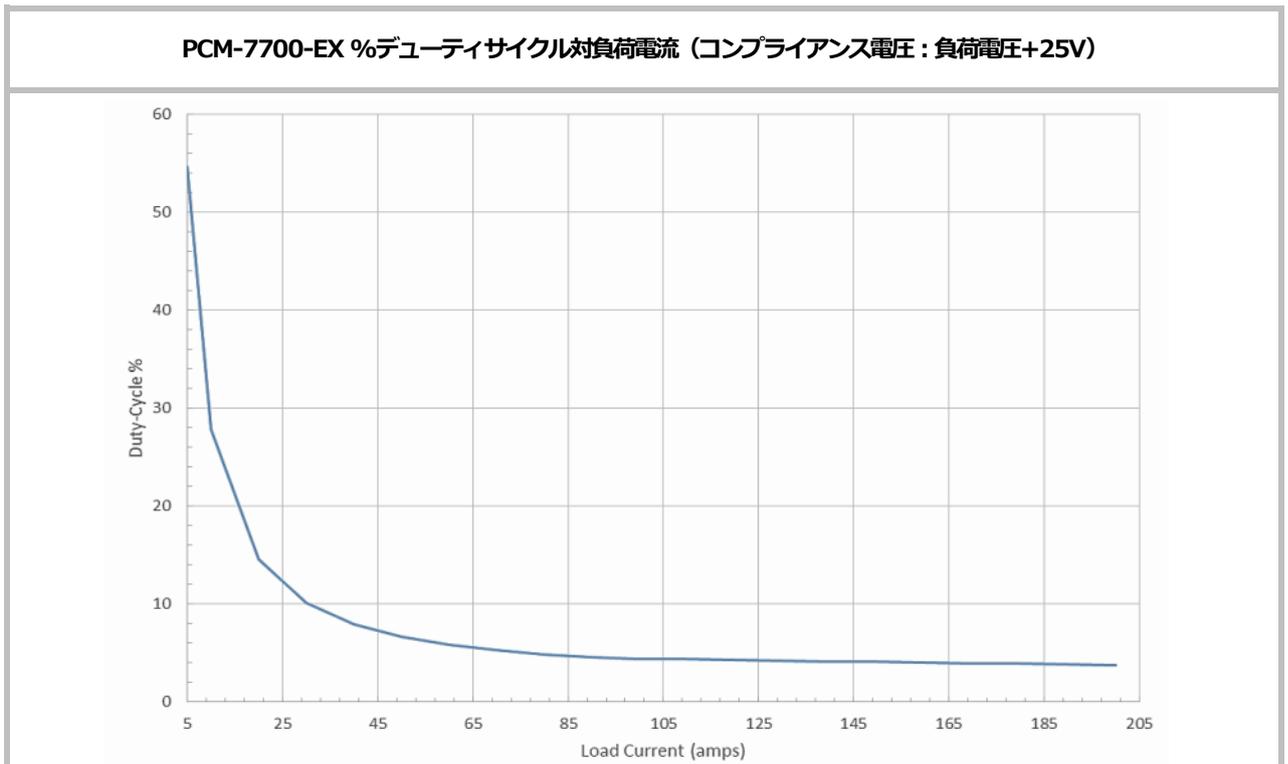
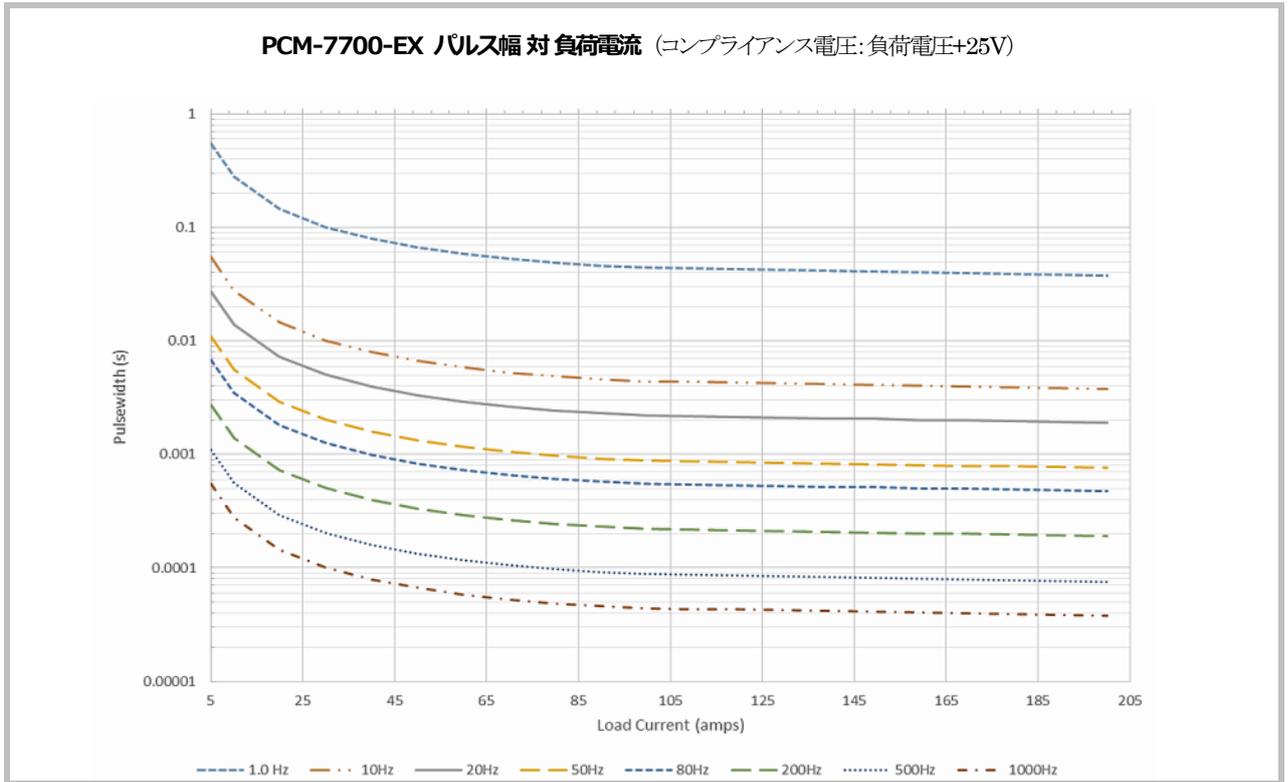
安全動作領域グラフ (Safe Operating Area : SOA)

重要 : 安全動作領域 (Safe Operating Area : SOA) の範囲を超えて操作しないでください

安全動作領域は、各々のグラフで線より下の範囲です。この範囲内で機器を操作してください。







3. はじめに

概要

PCM-7700は、レーザダイオード、バー、アレイの駆動用として設計された空冷のハイパワー電流源です。出力電流は5A～200Aの範囲で設定できます。負荷電圧は、PCM-7700-48で0～30V、PCM-7700-EXで0～35Vになります。パルス幅は500us～50msの範囲で調整でき、パルス繰り返し率はシングル・ショット～1kHzです。

フロントパネルにはトリガ、電流モニタ、電圧モニタ、電流設定のための接続に都合の良いDサブコネクタDB-15があります。

ユニットに同梱されている評価基板には、ユーザがすぐにテストを始められるよう全ての必要な制御機能が備わっています。それらは、トリガ、電流モニタ、電圧モニタ、電流設定で、BNCケーブルで簡単に接続ができます。トリガ入力インピーダンスは50Ωです。

PCM-7700の出力電流は、評価基板上のポテンショメータあるいは基板上のBNC接続を通してアナログ電圧で設定できます。また電流は、フロントパネルのDB-15コネクタの6ピンを通して直接設定することもできます。

この機器は、アナログ制御モード又はデジタル制御モードで制御します。デジタル制御モードでは、(出力電流の設定に)直流電圧を使い、トリガ入力でパルス幅を決めます。アナログ制御モードでは、可変アナログ信号を使って出力電流を設定します。いずれの動作モードでも、機器が安全動作領域(Safe Operating Area: SOA)の範囲を超えないことを守る必要があります。

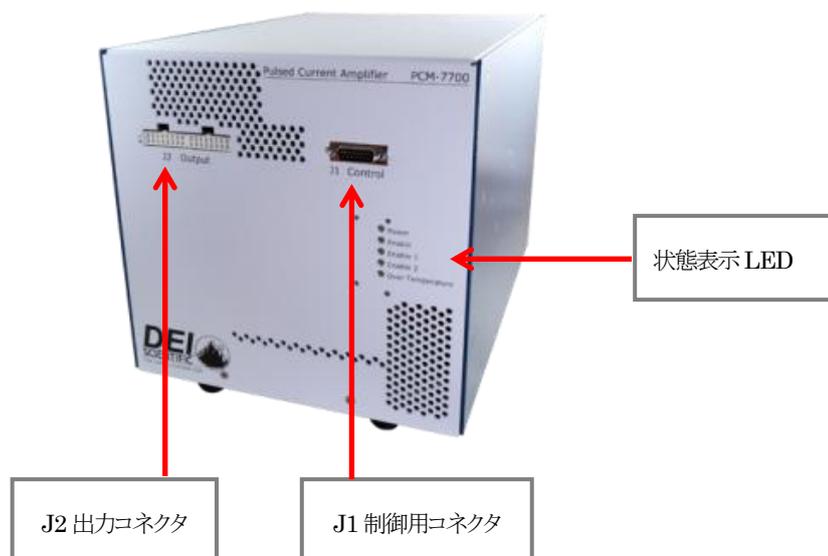
レーザダイオードまたは負荷は、ハイスピードの電流パルスの品質を保つために2本のツイストペアケーブルでPCM-7700に接続します。

PCM-7700のフロントパネルのLEDで、システムの動作状況を即座に視覚的に確認できます。

PCM-7700の同梱内容

数量	品名/部品番号	説明
1	PCM-7700-***	本体 (S/N で個体を識別)
1	操作説明書	本紙、PCM-7700の操作説明書
1	AC電源コード	EC 320-C-13タイプのグラウンド端子付き電源コード
1	評価基板	(14ページ参照)
1	ツイストペア出力ケーブル	(14ページ参照)
1	出力インタフェース基板	(14ページ参照)

フロントパネルにある機能



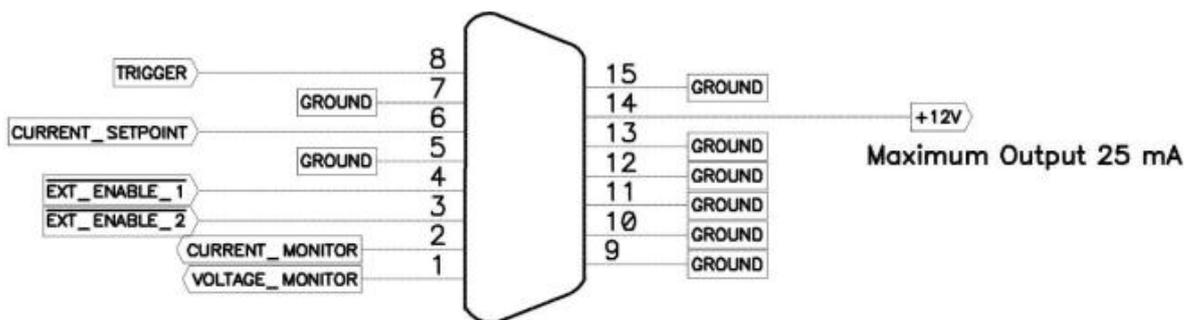
状態表示 LED

- **Power (パワー)**
PCM-7700のパワーがオンするとこのPower LEDが点灯します。パワースイッチはリアパネルにあります。
- **Enable Mode (イネーブル モード)**
PCM-7700の出力電流がEnable (出力可能) になるとこのEnable Mode LEDが点灯します。装置は、Enable 1 と Enable 2のパラメータを満足したときのみEnableになります。
- **Enable 1**
PCM-7700の最初のパラメータが Enable (有効) になると ENABLE 1 の LED が点灯します。
- **Enable 2**
PCM-7700の2番目のパラメータが Enable (有効) になると ENABLE 2 の LED が点灯します。
- **Over Temperature (温度過熱)**
PCM-7700が温度過熱状態になると、このOver Temperature LEDが点灯し装置の出力をDisable (機能停止) します。
Over Temperature異常が起きると、装置は安全動作領域 (Safty Operting Area : SOA) 外で動作し、PCM-7700がレーザや負荷への損傷が起きるかもしれません。

J1制御用コネクタ DB-15

J1コネクタは、PCM-7700ユニットの制御用として、次の接続ピンがあります。

ピン番号	名称	機能説明
ピン 1	Voltage Monitor	電圧モニタ、終端抵抗 1M Ω 、60mV/V 例) 出力が 30V の時は、Voltage Monitor ピンには 1.800V (公称) が現れることとなります。
ピン 2	Current Monitor	電流モニタ、終端抵抗 50 Ω 、5mV/A 例) 出力が 200A の時は、Current Monitor ピンには 1.000V (公称) が現れることとなります。
ピン 4	External Enable1	Enable (有効) するにはこのピンを接地します
ピン 3	External Enable2	Enable (有効) するにはこのピンを接地します
ピン 6	Current Setpoint	電流設定、10k Ω 、0~10V 0.000V=0A 出力 10.000V=200A 出力
ピン 8	Trigger Input	トリガ入力、終端インピーダンス50 Ω 、シングルショット~1kHz 0V: 出力 OFF 5V: 出力 ON トリガパルス幅: 500us~50ms(デジタル制御モード)、 0~ ∞ ms(アナログ制御モード)
ピン 14		+12V出力、最大25mA、同梱の評価基板用に使います
ピン 5,7,9,10,11,12,13,15	Ground	グラウンド接続



J1 制御用コネクタ

J2出力用コネクタ

J2コネクタは、PCM-7700ユニットの出力用として、次の接続ピンがあります。

2つのコネクタ: Amp 1-770974-0

ピン 1~8: Out-

ピン 9~16: Out+

リアパネルにある機能



電源ケーブル
接続用端子

電源オン/オフ
スイッチ

電源ケーブル接続端子

AC電源入力ソケットはEC 320-C-14タイプのグラウンド端子付き電源コネクタです。

電源オン/オフ スイッチ

このスイッチはPCM-7700の電源を入/切(オン/オフ) します。

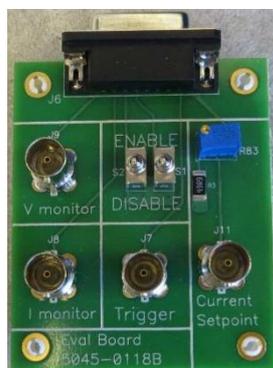
付属アクセサリ

AC電源コード

ユニットには、EC 320-C-13タイプのグラウンド端子付き電源コードが付属します。

評価基板

評価基板は全ての利用可能な信号のための便利な接続を提供しますので、ユーザはシステムを受け取ると直ぐに利用することができます。これには次のような機能があります：出力電流/電圧のモニタ、トリガ源を使った周波数とパルス幅の設定、出力電流を設定するアナログ信号の接続です。



ツイストペア出力ケーブル

製品に同梱される出力ケーブルは、出力電流パルスを外部装置に送ります。2つのツイストペア・ケーブルは、PCM-7700のフロントパネルのソケットに適合します。Amp 770583-1コネクタが、ユーザ側に提供されます。

出力インタフェース基板

出力インタフェース基板には、ツイストペア出力ケーブルを接続するためのコネクタがあります。このインタフェース基板上に負荷を取り付けることができます。

基板上面

基板裏面

4. 負荷と出力ケーブルのインタフェースをとる

PCM-7700 の出力は、2本のツイストペア・ケーブルに接続する2つの Amp 1-770974-0 コネクタを使います。全ての装置に1セットの出力ケーブルが同梱されています。必要に応じて追加の出力ケーブルを注文することができます。

DEI が推奨する負荷と出力ケーブルのインタフェースをとる方法は、簡単な2層プリント回路基板を設計することです。

このインタフェース基板は非常に低い抵抗でなければならず、そしてより重要なことは、droop（ドループ）とオーバシュート仕様を満たすために非常に低いインダクタンスでなければなりません。インダクタンスを減らすには、基板の表面と裏面は非常に広い銅箔面にし、内層には銅箔を使わないことです。そして0.070インチより薄い回路基板がインダクタンスを減らすには最も有効です。また抵抗を減らすには、銅箔の厚みを2オンス以上にしなければなりません。

ケーブルや線材を使わずに、レーザを直接インタフェース基板にはんだ付けすることを DEI はお勧めします。どうしても線材を必要とするならばできるだけ短くし、もし3cmより長くなるならば、線材をツイストすべきです。

インタフェース基板からレーザにつながる線材やケーブルはインダクタンスを増やし、オーバシュートが増加する要因になります。DEI は、わずかなコストでカスタム仕様のインタフェース基板を設計することができます。費用はカスタマサポートにお問い合わせ下さい。

14 ページの2つの写真は、DEI のラボで使われているレーザのために製作されたインタフェース基板です。基板の上面は、ストリップラインからレーザの正極端子まで一様な銅箔になっています。基板の裏面は、正極面のあるところは銅箔になっており、併せてレーザの負極端子に接続するところも銅箔になっています。基板の裏面の銅箔はできるだけ多くのビア*を使って基板の上面につながっています（この場合、400以上）。複数のビアを使うことでインダクタンスと抵抗を減らします。レーザ装置は回路基板の中央に取り付けられますが、基板上のどこにでも取り付けることができます。（日本語注：上の節で参照している写真は未掲載）

* 日本語注：ビア（Via）は多層配線において下層の配線と上層の配線を電氣的につなぐ接続領域。通常は層間絶縁膜をエッチングしてビア・ホールを開き、そのビア・ホールを金属材料で埋め込んで形成する。

なぜ、それほどまでに抵抗を減らそうとするのか？

出力経路にある抵抗は、電気エネルギーを不必要な熱に変えます。設計者達はシステムからできるだけ多くの熱を取り除くことに多くの時間と努力を費やしますが、それはこのように抵抗が不必要なパラメータだからです。

なぜ、それほどまでにインダクタンスを減らそうとするのか？

出力経路にあるインダクタンスは、出力パルスの立ち上がり立ち下がりエッジで電圧オーバシュートを引き起こす原因になります。電圧のオーバシュートは、次の基本的な方程式によって定義されます：

$$V = L \times di/dt$$

立ち上がり時間 16 μ s、電圧オーバシュート 10V 未満の 200A のパルスを発生させたいと仮定します。出力経路で最大限許容されるインダクタンスはどの位になるでしょうか？

$$L = V / (di/dt) = 10 \text{ V} / (200 \text{ A} / 0.000016 \text{ s}) = 800 \text{ nH}$$

高電流と速い立ち上がり時間で、インダクタンスを可能な限り低くしておくことができなければ、電圧が素早く立ち上がることができるのは容易に観察できます。電圧のオーバシュートより電流のオーバシュートを心配する一方で、総合的には電流パルスが出力経路で好ましくないインダクタンスに影響を受けることがあるということです。

概要

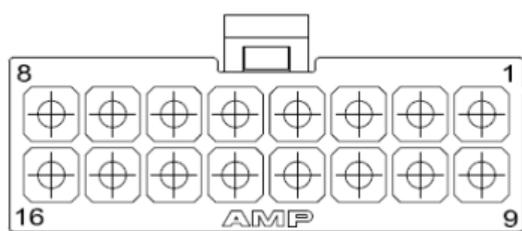
出力ケーブルは長さ 1m のツイストペア線で、両端にそれぞれオスの Amp 770583-1 コネクタが挿入されています。

コネクタのピンアサイン

2つのオス Amp コネクタは機器の入出力用コネクタで、各々のコネクタは次のピン配列になります。

ピン 1~8: 負(-)出力

ピン 9~16: 正(+)出力



Amp #1-770583-1 コネクタを下向きに後ろから見た図

Enableピン配列

PCM-7700 の出力待機機能を満足するために、DB-15 の 3 ピンと 4 ピンをグラウンドかまたは 0V に接続する必要があります。

5. 操作手順

安全について

安全ガイドラインに従って下さい。これらのガイドラインを理解し、遵守して進めて下さい。

操作に当たっての必要条件

PCM-7700の操作に当たっては、次のことを確認して下さい。

- ▶ 適切なケーブルと終端インピーダンスで接続していること
- ▶ 出力ケーブルが適切な極性で負荷または出力装置に接続されていること
- ▶ ユニットが通電されていること
- ▶ フォルト（障害・エラー）が全てクリアになっていること

機器のセットアップ

1. 出力電流コネクタを接続したり外したりする時は、PCM-7700が少なくとも10分間はオフになっている事を確認して下さい。
2. レーザダイオードを正しい極性で接続して下さい。必要ならば、出力ケーブルの極性の仕様を再確認して下さい。
3. 外部トリガを接続します。
 - ・ DB-15の8ピンの外部トリガ、或いは評価基板のBNC
 - ・ 終端抵抗：50Ω
 - ・ シングルショット～1kHz
 - ・ 0V：出力 OFF
 - ・ 5V：出力 ON
4. 制御電圧源を接続して下さい。
 - ・ DB-15の6ピンの外部電流モニタ、或いは評価基板のBNC
 - ・ 終端抵抗：10kΩ
 - ・ 0V～10V：0.000V=0A 出力、10.000V=200A 出力
5. 必要に応じて電流モニタにオシロスコープを接続して下さい。
 - ・ DB-15の2ピンの電流モニタ、或いは評価基板のBNC
 - ・ 終端抵抗：50Ω
 - ・ 5mV/A
6. 必要に応じて電圧モニタにオシロスコープを接続して下さい。
 - ・ DB-15の1ピンの電圧モニタ、或いは評価基板のBNC
 - ・ 終端抵抗：1MΩ
 - ・ 60mV/V
7. PCM-7700リアパネルのAC電源コードを接続して下さい。

PCM-7700のパワーアップ手順

1. 外部トリガがDisable（機能停止）になっていることを確認して下さい。
2. 外部制御電圧源がDisable（機能停止）になっていることを確認して下さい。
3. PCM-7700のリアパネルにあるAC電源スイッチを入れて下さい。ユニットは約3秒後に通電されます。
4. その後、数秒後にPCM-7700のPower LEDが点灯します。

出力電流を設定し、PCM-7700をEnableにする手順

1. 制御入力端子に0~10Vの電圧を与えて、出力電流を5A~200Aの範囲内で設定します。評価基板か直接DB-15コネクタをを使って下さい。
2. 外部制御電圧源をEnable（有効）にします。
3. PCM-7700の外部トリガで希望する周波数とパルス幅を設定して下さい。周波数はシングルショット~1kHzの間で、パルス幅は500us~50msの間で設定しなければなりません。
4. 外部トリガ源をEnable（有効）にします。
5. 外部Enable 1ピンをグラウンドに落とすか0Vにつなぐか、或いは評価基板にあるS1スイッチをEnable（有効）にします。
6. 外部Enable 2ピンをグラウンドに落とすか0Vにつなぐか、或いは評価基板にあるS2スイッチをEnable（有効）にします。
7. 適切な出力がでているかどうか電流モニタと電圧モニタを見て下さい。

PCM-7700のステータス情報の表示

PCM-7700のフロントパネルには5つのLEDがあり、ユニットの動作状況を示します。

PCM-7700のパワーダウン手順

1. PCM-7700の外部Enable入力（ピン3と4）に5Vを与えるか、評価基板のスイッチをDisable（機能停止）の位置にしてユニットをDisable（機能停止）にします。
2. 外部トリガと外部制御電圧源をDisable（機能停止）にします。
4. ユニットリアパネルにあるACパワースイッチで電源をオフします。

6. 保証とサービス

製品保証

IXYSColorado/DEI Scientific (DEI : 米国コロラド州フォートコリンズ) 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。またDEIは最初の所有者に対して、同社で製造された製品が工場から出荷された日から1年以内については、その製品が仕様の範囲で欠陥があるか或いは性能を満たさない場合には、修理もしくは交換することに同意します。

OEM製品、部分的に変更された製品やカスタム製品に関しては、最初の所有者に対して工場から発送された日から90日以内について、上述と同様の保証を致します。

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の唯一の判断により、DEIに認定されていない人間による修理・作業・改造変更が行われた結果、製品の性能・安定性あるいは信頼性が損なわれたと認定された製品
2. 誤操作や不注意あるいは事故によって破損した製品
3. DEIが提供する指示に従わないで行った製品の接続・設置・調整や使用

DEIは、既に出荷されたいかなる製品に対しても、いかなる義務も負うことなく、いつでもいかなる設計上の変更や製品の製造上の変更を行う権利を有します。

欠陥品として輸送費を事前に支払った上で、保障期間内にDEIの工場に返送されたとき、この契約 (agreement) におけるDEIの唯一の義務と購入者に対する唯一の救済策は、購入価格の払い戻し、またはDEI独自の判断で修理或いはDEIの賠償として同等製品に交換するかのいずれかに限定されます。

DEIは、その製品の欠陥の結果として起きた損害が付帯的に起きた損害かにかかわらず、全体或いは一部の欠陥であれ、またはその使用により生じたかその他の原因で生じた怪我に対して、いかなる場合も賠償の支払いの義務はありません。

返送品は (DEIのカスタマサービス部門と連絡を取って) 事前に承認を得ていなければならず、DEI return authorization number (返品認可番号) を伴わなければなりません。

日本語注 : DEI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等、告知されたか否かに関わらず、上記に記された以外のいかなる保証も一切致しません。

また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対し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。

工場修理サービス連絡先

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門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