メカノトランスフォーマ
SPECIALIST OF PRECISION PIEZO-ACTUATORS

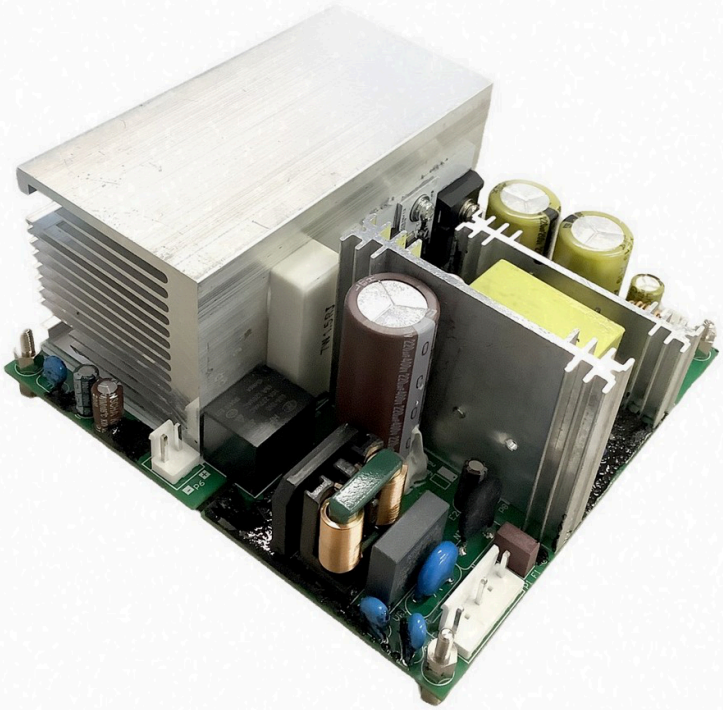
Ver. 1.02

HIGH-VOLTAGE PIEZO AMPLIFIER

MTAD600

高電圧ピエゾアンプ

取扱説明書



メカノトランスフォーマ
〒101-0032 東京都千代田区岩本町 2-7-12 BUILDX No.3 4F
www.mechano-transformer.com
info@mechano-transformer.com

改訂履歴

版数	日付	改訂内容	作成	承認
1.00	2026-10-15	日本語版 初版（英語版 Ver.1.00 に対応）		
1.01	2026-10-27	データシート Rev.1 準拠に修正		
1.02	2026-10-27	6.8〜6.10 節を追加（出力電流の計算、パワー帯域、接続例）		

メカノトランスフォーマ　All Rights Reserved

技術サポート窓口

メカノトランスフォーマ

〒101-0032　東京都千代田区岩本町 2-7-12 BUILDX No.3 4F
TEL：03-5297-6088　　E-mail：info@mechano-transformer.com
Web：www.mechano-transformer.com

お問い合わせの手順

材料や製造上の欠陥、または仕様を満たさない不具合があった場合は、保証期間内に電話（03-5297-6088）または当社ウェブサイト（www.mechano-transformer.com）から速やかにご連絡のうえ、製品をメカノトランスフォーマへご返送ください。輸送中に生じた損傷については責任を負いかねます。また、保証シールが破損している製品は返品をお受けできない場合があります。

技術サポートへお問い合わせの際は、担当者が状況を判断できるよう、以下の情報をお知らせください。

1. お客様の連絡先（お名前、電話番号、メールアドレス）
2. 製品のシリアル番号、またはご注文番号
3. 不具合の内容（負荷容量、波形、電圧、周波数などの駆動条件と冷却条件を含む）

あわせて、システムを生産用・研究開発用のどちらで使用しているか、不具合発生前のシステムの状態などについてもお尋ねすることがあります。以前にも同じ問題が起きている場合は、その頻度をお知らせください。不具合があっても運転を続けられるのか、まったく動作しないのかも重要な情報です。最後に、改造や環境の変化など、問題の原因となった可能性のある変更や出来事があればお知らせください。

メカノトランスフォーマ　All Rights Reserved

目次

1 製品概要 1

2 安全上の注意 2

2.1 記号の説明 2

2.1.1 感電注意 2

2.1.2 高温注意 2

2.1.3 接地 2

2.2 警告・注意事項 2

2.3 危険箇所 3

3 構成 4

3.1 同梱品 4

3.2 オプション品 4

4 重量・寸法 4

5 製品仕様 5

5.1 電気的特性 5

5.2 詳細仕様 5

5.3 各部の名称 7

5.4 コネクタのピン配置 8

6 操作方法 10

6.1 ご使用の前に 10

6.2 セットアップ 10

6.3 信号入力とゲイン 11

6.4 外部シャットダウン（SD） 11

6.5 モニタ・制御信号（P7） 11

6.6 損失と冷却 12

6.7 保護機能 12

6.8 出力電流の計算 13

6.9 パワー帯域 13

6.10 接続例 14

7 性能データ 15

7.1 試験条件 15

7.2 出力波形 15

7.3 試験結果 16

7.4 ピーク電流とエッジ時間 16

7.5 温度特性 16

8 トラブルシューティング 18

メカノトランスフォーマ All Rights Reserved

1 製品概要

MTAD600 は、AC/DC スイッチング電源とパワーアンプを 1 枚の基板に一体化した高電圧ピエゾアンプモジュールです。0〜3.33 V の制御信号を固定ゲイン 45 V/V で増幅し、積層ピエゾアクチュエータやピエゾ駆動ステージなどの容量性負荷を 0〜150 V で駆動します。特に高速な台形波の繰り返し駆動向けに設計されており、最大 7.5 µF の負荷に対して最大 10 A のピーク出力電流を供給できます。

出力短絡保護、過電流保護、出力過電圧保護、過熱保護を内蔵しています。また、システムへの組込み用として、外部シャットダウン入力（SD）、電圧／電流モニタ出力、冷却ファン用の +24 V 補助電源を備えています。

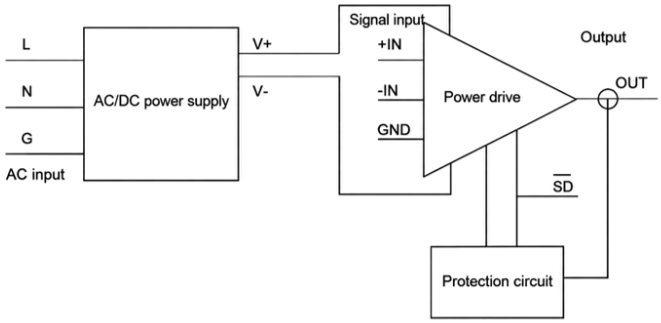


図 1-1　MTAD600 ブロック図

MTAD600 の特長

- AC/DC 電源と高電圧パワーアンプを一体化（AC 100〜120 V 入力）
- 出力 0〜150 V、固定ゲイン 45 V/V、差動信号入力
- ピーク出力電流 10 A、最大 7.5 µF の容量性負荷を駆動可能
- 出力短絡・過電流（自動復帰）・過電圧・過熱保護を内蔵
- 外部シャットダウン入力、出力電圧／電流モニタ出力
- 広い動作温度範囲（−25〜+40 °C）、高信頼性

主な用途

- 積層型圧電アクチュエータ、ピエゾ駆動ステージの駆動
- 高速シャッター、バルブ、ディスペンスポンプ
- 精密位置決め、アクティブ制振
- ミラーのチルト、光路調整
- 生産設備における台形波の繰り返し駆動

仕様は予告なく変更することがあります。

 All Rights Reserved

2 安全上の注意

本書および MTAD600 では、安全に関わる箇所に以下の用語と記号を使用しています。

2.1 記号の説明

2.1.1 感電注意



感電注意の記号は、危険な高電圧があることを示します。MTAD600 は入力部で AC 商用電圧を扱い、出力部から最大 DC 150 V を出力します。取扱いを誤ると、重大な損傷、けが、死亡事故につながるおそれがあります。十分に注意し、すべての安全上の指示に従ってください。

2.1.2 高温注意



高温注意の記号は、高温部があることを示します。MTAD600 のヒートシンクは動作中に高温になります（試験では 100 °C 近い部分が確認されています。7.5 節参照）。触れるとやけどやけがをするおそれがあります。十分に注意し、すべての安全上の指示に従ってください。

2.1.3 接地



接地の記号は、フレームグラウンド（FG）端子を示します。MTAD600 では AC 入力コネクタ P1 の 1 番ピンが FG です。必ず保護接地に接続してください。

2.2 警告・注意事項

1. ご使用前に本書をよく読み、内容を理解してください。
2. 本製品の設置・取扱いは、高電圧機器の経験を持つ有資格の技術者が行ってください。
3. MTAD600 はオープンフレーム基板です。充電部に触れられないよう、筐体内に設置してください。
4. 通電中は基板、出力端子、負荷配線に触れないでください。電源を切った後も、出力電圧が安全なレベルまで下がったことを確認してから触れてください。
5. FG 端子（P1 の 1 番ピン）は必ず保護接地に接続してください。
6. 配線の接続・変更は、必ず AC 電源を切った状態で行ってください。
7. 動作中および停止直後は、ヒートシンクに触れないでください。
8. 十分な冷却を行ってください。強制空冷を推奨します（6.6 節参照）。
9. 本製品を分解・改造しないでください。また、基板上の部品を調整しないでください。
10. 可燃物の近く、湿度の高い場所、結露する場所では使用しないでください。
11. 異臭、異音、煙、異常な発熱を感じた場合は、直ちに電源を切ってください。
12. 落下させたり衝撃を与えたりした場合は、電源を入れないでください。
13. 濡れた手で操作しないでください。
14. 出力には 0.1 µF の積層セラミックコンデンサ（MLCC）と 10 µF の電解コンデンサを並列に接続してください。
15. P6 コネクタの出力（−）は GND とは異なる信号です。GND に接続しないでください。

 All Rights Reserved

2.3　危険箇所

上記の危険が MTAD600 のどこにあるかを下表に示します。項目番号は図 5-1（5.3 節）を参照してください。

箇所	危険の種類	備考
AC 入力コネクタ P1（項目 1）および電源部	感電	AC 商用電圧（AC 100〜120 V）
出力コネクタ P6 および負荷配線	感電	最大 DC 150 V。ピエゾ負荷は電荷を蓄えます
パワーアンプ部のヒートシンク（項目 7）	高温	過熱保護は 75〜85 °C で動作
電源部のヒートシンク（項目 8）	高温	
P1 の 1 番ピン（FG）	接地	保護接地に接続

 All Rights Reserved

3 構成

3.1 同梱品

標準梱包には以下が含まれます。

1. MTAD600 高電圧ピエゾアンプモジュール（取付用スタンドオフ付き）

相手側コネクタおよびケーブルは付属しません。5.4 節に記載の JST 製ハウジングおよびコンタクトをご用意ください。

3.2 オプション品

1. DC 24 V 冷却ファン（P3／P4 に接続）

7.5 µF を超える負荷容量については、メカノトランスフォーマまでお問い合わせください。

4 重量・寸法

重量	580 g
外形寸法（L × W × H）	122 mm × 120 mm × 55 mm
基板外形	120.0 mm × 121.6 mm（図 4-1 参照）
取付穴	4 × Ø3.5 mm（M3 ねじ用）

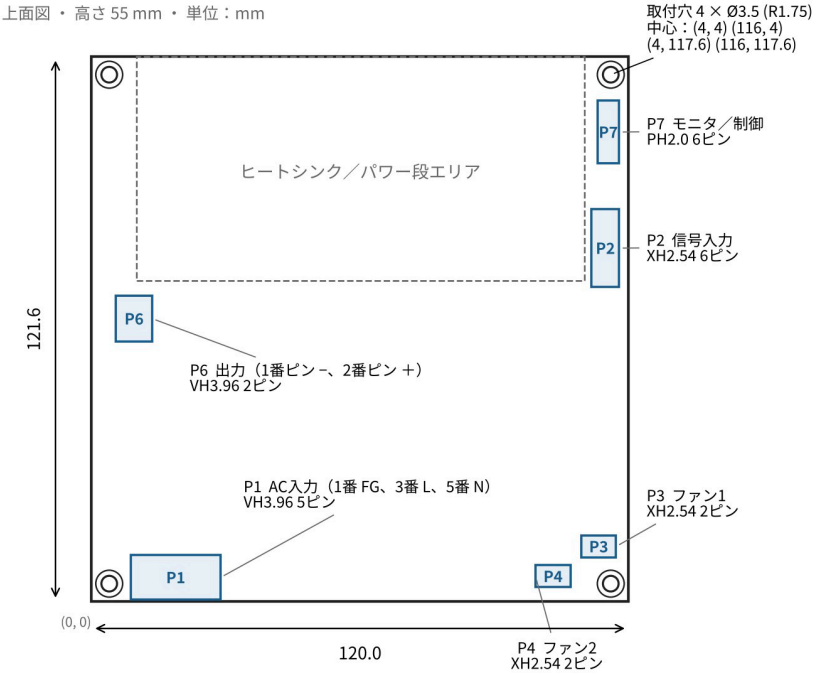


図 4-1　外形図およびコネクタ配置（上面図）。単位：mm

 All Rights Reserved

5 製品仕様

5.1 電気的特性

項目	MTAD600
形式	スイッチング電源一体型 高電圧ピエゾアンプ
AC 入力	AC 100〜120 V（標準 110 V）、47〜63 Hz、最大 1.5 A
出力電圧範囲	0〜150 V
ゲイン	45 V/V 固定（44〜46 V/V）
信号入力	0〜5 V 差動（+IN／−IN）。3.33 V で 150 V 出力
出力電流	ピーク 10 A、実効値 3.16 A、平均 1 A [1)]
最大損失	100 W
負荷容量	最大 7.5 µF [2)]
スルーレート	標準 10 V/µs（無負荷）
出力ノイズ	最大 20 mVRMS（帯域 300 kHz）
保護機能	出力短絡、過電流（自動復帰）、出力過電圧、過熱
外部シャットダウン	SD 端子：Low（GND 接続）＝停止、High（+5 V）＝通常動作
補助出力	DC +24 V、合計 1 A
動作温度	−25〜+40 °C、20〜90 %RH [3)]
保存温度	−25〜+80 °C、10〜90 %RH [3)]
寿命	10,000 時間

注記：1) 負荷容量 6.6 µF、Vo 0〜150 V、Tr = Tf = 100 µs、500 Hz 台形波。実測データは第 7 章を参照してください。
2) これより大きい容量はご相談ください。 3) 結露なきこと。

5.2 詳細仕様

入力（電源部）

項目	最小	標準	最大	条件	単位
入力電圧	100	110	120		V
入力周波数	47	50	63		Hz
力率	0.4	0.5	–		–
効率	85 %	90 %	–	出力 V+ に 100 W 負荷接続時	–
入力 AC 電流	–	–	1.5		A
起動時突入電流	–	–	60	入力 110 V 時	A
無負荷時消費電力	–	–	6	入力 110 V 時	W
損失	–	–	100		W
起動遅延	–	5	–		s
起動時オーバーシュート	–	10	–	電源投入／遮断時、Vo に対する割合	%

 All Rights Reserved

24 V 補助電源

項目	最小	標準	最大	条件	単位
出力電圧	21.6	24	26.4	負荷 0.1〜1 A	V
合計出力電流	–	–	1	P2（V+）、P3、P4 の合計	A

パワーアンプ部

項目	最小	標準	最大	条件	単位
入力電圧範囲	0	3	5		V
入力インピーダンス	50	100	–		kΩ
出力誤差	−0.5	0	+0.5		V
ゲイン	44	45	46		V/V
出力ノイズ	–	–	20	帯域 300 kHz、全入力 GND、無負荷	mVRMS
出力インピーダンス	–	–	3		Ω
スルーレート	5	10	–	無負荷	V/µs
出力オフセット電圧	–	–	300	全入力 GND、無負荷	mV
外部シャットダウン（SD）電流	–	–	1	SD を GND 接続	mA
出力電圧範囲	0	–	150		V
出力過電圧保護	151	–	155		V
出力電流	–	10	12	ピーク 10 A、実効値 3.16 A、平均 1 A	A
過電流保護	15	17	20		A
過電流保護遅延	–	–	2	2 Ω 負荷	µs
過熱保護	75	80	85		°C

環境・その他

動作温度／湿度	−25〜+40 °C、20〜90 %RH、結露なきこと
保存温度／湿度	−25〜+80 °C、10〜90 %RH、結露なきこと
耐電圧	入力－出力間、入力－入力 GND 間：AC 1500 V、5 mA、5 s
寿命	10,000 時間

 All Rights Reserved

5.3　各部の名称

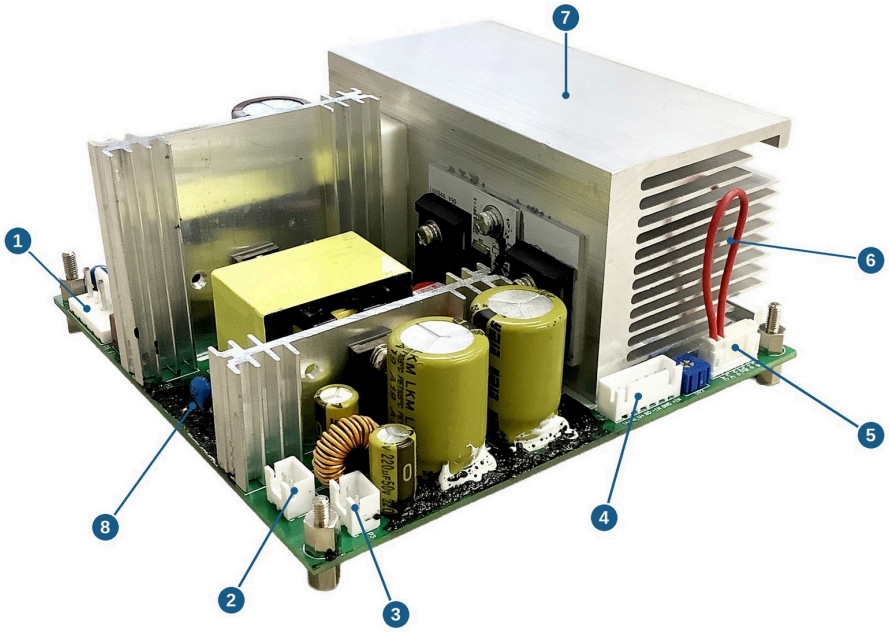


図 5-1　MTAD600 各部の名称（出力コネクタ P6 は奥側にあります。図 4-1 参照）

項目番号	名称・説明
1	P1 AC 入力コネクタ（VH3.96、5 ピン）
2	P4 ファン 2 コネクタ（XH2.54、2 ピン、+24 V）
3	P3 ファン 1 コネクタ（XH2.54、2 ピン、+24 V）
4	P2 信号入力コネクタ（XH2.54、6 ピン）
5	P7 モニタ／制御コネクタ（PH2.0、6 ピン）
6	P7 の AC－L-C 間ジャンパ線（直接出力用。6.1 節参照）
7	ヒートシンク（パワーアンプ部、高温注意）
8	ヒートシンク（電源部、高温注意）

 All Rights Reserved

5.4　コネクタのピン配置

コネクタはすべて JST 製です。相手側には以下のハウジングと圧着コンタクトを使用してください（データシート MTAD600-DS-JA Rev.1）。

コネクタ	機能	基板側	相手側ハウジング	コンタクト
P1	AC 入力	VH3.96、5 ピン	VHR-5N	SVH-41T-P1.1
P2	信号入力	XH2.54、6 ピン	XHP-6	SXH-001T-P0.6
P3／P4	ファン 1／ファン 2	XH2.54、2 ピン	XHP-2	SXH-001T-P0.6
P6	出力	VH3.96、2 ピン	VHR-2N	SVH-41T-P1.1
P7	モニタ／制御	PH2.0、6 ピン	PHR-6	SPH-002T-P0.5L

P1（VH3.96、5 ピン）– AC 入力

相手側コネクタ（JST）：ハウジング VHR-5N、コンタクト SVH-41T-P1.1

ピン	名称	説明
1	F.G	フレームグラウンド。保護接地に接続
2	–	未使用
3	AC IN	AC 入力 L
4	–	未使用
5	AC IN	AC 入力 N

P2（XH2.54、6 ピン）– 信号入力

相手側コネクタ（JST）：ハウジング XHP-6、コンタクト SXH-001T-P0.6

ピン	名称	説明
1	+IN	信号入力 +
2	GND	信号 GND
3	−IN	信号入力 −
4	SD	外部シャットダウン。Low にすると出力段を停止
5	G_V+	+24 V 補助電源 GND
6	V+	+24 V 補助電源 +

P3／P4（XH2.54、2 ピン）– ファン 1／ファン 2

相手側コネクタ（JST）：ハウジング XHP-2、コンタクト SXH-001T-P0.6

ピン	名称	説明
1	−	+24 V 補助電源 GND
2	+	+24 V 補助電源 +

 All Rights Reserved

P6（VH3.96、2 ピン）– 出力

相手側コネクタ（JST）：ハウジング VHR-2N、コンタクト SVH-41T-P1.1

ピン	名称	説明
1	–	出力 –（ピエゾ負荷の – 側へ）。GND とは異なる信号
2	+	出力 +（ピエゾ負荷の + 側へ）

P7（PH2.0、6 ピン）– 信号制御・サンプリング出力

相手側コネクタ（JST）：ハウジング PHR-6、コンタクト SPH-002T-P0.5L

ピン	名称	説明
1	L-B	負荷放電。3.3 V の High で負荷を放電（約 6.8 mA）。オープンまたは Low で無効。10 秒を超えて放電を続けないでください。
2	I-o	出力電流サンプリング出力。0 A で 1.65 V。V = Iout × 0.01 × 20 + 1.65 V
3	Va-G	サンプリング部の GND
4	Vo	出力電圧サンプリング出力。Vo = Vout / 50
5	L-C	負荷スイッチ。High で有効。AC 信号との AND 論理で、両方が High のときのみ負荷が導通します。
6	AC	AC 入力通電信号。High＝AC 入力正常、0 V＝AC 入力なし、または AC 電圧の低下

注意

- P6 の 1 番ピン（出力 –）は GND とは異なる信号です。GND に接続しないでください。
- 出力には 0.1 µF の積層セラミックコンデンサ（MLCC）と 10 µF の電解コンデンサを並列に接続してください。

 All Rights Reserved

6 操作方法

6.1 ご使用の前に

1. **取付け** – スタンドオフを使い、Ø3.5 mm の取付穴 4 か所で MTAD600 を M3 ねじにより筐体内に固定してください。ヒートシンクのフィンを通る風の流れを妨げないでください。
2. **冷却** – 強制空冷を行ってください。DC 24 V のファンは P3、P4 から給電できます。+24 V 補助電源は P2（V+）、P3、P4 の合計で最大 1 A です。
3. **P7 のジャンパ** – 直接出力で使う場合は、AC（P7-6）と L-C（P7-5）を短絡しておく必要があります。図 5-1 のユニットではジャンパ線（項目 6）で短絡しています。負荷スイッチを外部から制御する場合は、ジャンパを外して L-C を High／Low 信号で制御してください。
4. **信号ケーブル** – 信号入力線にはシールドケーブルを使用してください（UL2547 推奨）。
5. **負荷** – 負荷容量の合計は 7.5 µF 以内とし、使用する波形でのピーク電流を確認してください（7.4 節参照）。

6.2 セットアップ

1. AC 電源が切れていることを確認します。
2. MTAD600 と冷却ファンを取り付け、ファンを P3／P4 に接続します。
3. ピエゾ負荷を P6 に接続します（1 番ピン＝出力 −、2 番ピン＝出力 +）。ピエゾアクチュエータの極性に注意してください。
4. 信号源を P2 に接続します（1 番ピン＝+IN、2 番ピン＝GND、3 番ピン＝−IN）。シングルエンド信号の場合は、信号源側で −IN を GND に接続してください。
5. 外部シャットダウンを使う場合は、図 6-1 のように制御回路を SD（P2-4）に接続します。
6. P7 の AC－L-C 間ジャンパ（または外部からの L-C 制御）を確認します。
7. AC 電源を P1 に接続します（1 番ピン＝FG（保護接地）、3 番ピン＝L、5 番ピン＝N）。入力は AC 100〜120 V、47〜63 Hz です。
8. 入力信号を 0 V にしてから、AC 電源を入れます。起動遅延（約 5 秒）の後に出力が有効になります。
9. 駆動信号を入力します。
10. 停止するときは、入力信号を 0 V にしてから、AC 電源を切ります。必要に応じて、L-B（P7-1）で負荷を放電してください（10 秒以内）。

> **注意**
> - ケーブルの接続・取外しは、必ず MTAD600 の AC 電源を切った状態で行ってください。
> - 電源の投入時・遮断時に、最大で Vo の 10 % のオーバーシュートが発生することがあります。負荷や機構がこれに耐えられることを確認してください。

 All Rights Reserved

6.3 信号入力とゲイン

MTAD600 のパワードライブ部は、ゲイン 45 V/V 固定の低ノイズ差動アンプです。入力電圧と出力電圧の関係は次のとおりです。

$$Vout = (V_{+IN} - V_{-IN}) \times 45$$

差動入力 (V)	0	1.00	2.00	3.00	3.33
出力電圧 (V)	0	45	90	135	150

差動アンプの誤差を小さくするには、内部抵抗の低い信号源を選ぶか、小信号オペアンプをバッファ段として使用してください。ノイズを抑えるため、信号入力線にはシールドケーブルを使用してください。シングルエンド入力の場合は、−IN 端子を GND に接続してかまいません。コモンモードノイズを抑えるため、接地は信号源の出力側で行い、アンプの入力端子側では接地しないでください。

差動入力は 0〜3.33 V の範囲で使用してください。これを超えると出力電圧範囲（0〜150 V）を超え、出力過電圧保護（151〜155 V）が動作することがあります。

6.4 外部シャットダウン（SD）

SD（P2-4）が Low（GND）になると出力段が停止し、SD が Low の間は停止状態が続きます。SD の High（+5 V）はパワーアンプが正常範囲にあること、Low はシャットダウン状態であることを示します。SD を高インピーダンス回路で監視すれば、アンプが停止したことを示すフラグとしても使えます。SD のシンク電流は最大 1 mA です。



図 6-1 外部シャットダウン回路（左：オープンコレクタ トランジスタ、右：ロジックインバータ）

6.5 モニタ・制御信号（P7）

P7 からは、Va-G（P7-3）を基準とするモニタ出力が得られます。

信号	換算式	例
Vo（P7-4）– 出力電圧	Vmon = Vout / 50	0 V → 0 V、75 V → 1.5 V、150 V → 3.0 V
I-o（P7-2）– 出力電流	Vmon = Iout × 0.2 + 1.65 V	−5 A → 0.65 V、0 A → 1.65 V、+5 A → 2.65 V
AC（P7-6）– AC 電源状態	High＝AC 正常	0 V＝AC 入力なし、または AC 電圧の低下

L-C（P7-5）は負荷スイッチを有効にする信号で、L-C と AC の両方が High のときのみ負荷が導通します。L-B（P7-1）に 3.3 V を加えると約 6.8 mA で負荷を放電します。10 秒を超えて有効にしないでください。

 All Rights Reserved

6.6　損失と冷却

ピエゾ負荷は容量性（リアクティブ）の負荷です。エネルギーのうちアクチュエータで機械的仕事や熱に変わるのはごく一部で、損失の大部分はアンプ側で発生します。容量 C の負荷を周波数 f で 0〜V のフルスイング駆動するとき、アンプの損失は $P \approx C \times V^2 \times f$ で見積もれます。

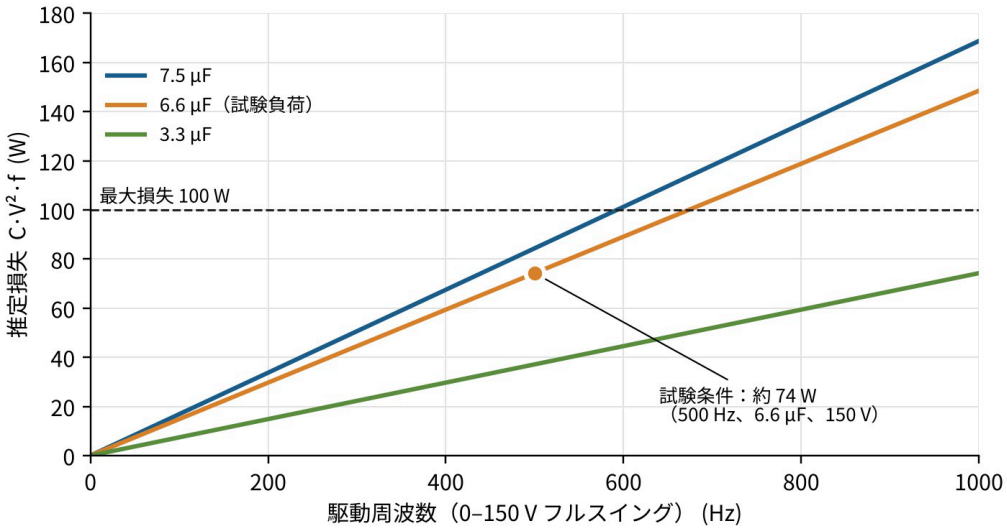


図 6-2　駆動周波数とアンプ推定損失の関係（計算値、0〜150 V フルスイング）

検証試験の条件（6.6 µF、150 V、500 Hz）では推定損失が約 74 W となり、最大損失 100 W に近い値です。この試験では、約 30 秒後に過熱保護が動作しました（7.5 節）。この条件に近い連続運転では強制空冷が必要です。最終的な駆動条件で動作温度を評価してください。周波数・負荷容量を下げると損失はそれに比例して、振幅を下げるとその 2 乗に比例して小さくなります。

6.7　保護機能

保護機能	動作点	動作
出力短絡／過電流	最小 15 A、標準 17 A、最大 20 A 遅延 最大 2 µs	出力電流を約 ±3 mA に制限します。異常が解消すると自動復帰します。
出力過電圧	151〜155 V	過大な出力電圧から負荷を保護します。
過熱	75〜85 °C（標準 80 °C）	出力を停止します。温度が下がると自動復帰します（検証試験では 1 分以内に復帰）。
外部シャットダウン	SD＝Low	SD が Low の間、出力段を停止します。

 All Rights Reserved

6.8 出力電流の計算

容量性（ピエゾ）負荷では、出力電流は負荷容量と出力電圧の変化の速さで決まります（$i = C \times dV/dt$）。使用する駆動波形について下表の式で電流を見積もり、5.2 節の仕様と比較してください。

波形	ピーク電流	平均電流（絶対値）	実効値電流
台形波（エッジ時間 tr）	$I_{pk} = C \times V_{pp} / t_r$	$I_{avg} = 2 \times C \times V_{pp} \times f$	$I_{rms} = I_{pk} \times \sqrt{(2 \times t_r \times f)}$
正弦波	$I_{pk} = \pi \times f \times C \times V_{pp}$	$I_{avg} = 2 \times C \times V_{pp} \times f$	$I_{rms} = I_{pk} / \sqrt{2}$

C：負荷容量、Vpp：出力電圧（ピーク・ツー・ピーク）、f：駆動周波数、tr：立上り／立下り時間。台形波の実効値は電流パルスを矩形とみなした式です。

計算例 – 検証試験の条件（第 7 章）

C = 6.6 µF、Vpp = 150 V、tr = 100 µs、f = 500 Hz → Ipk = 9.9 A、Iavg = 0.99 A、Irms ≈ 3.13 A。7.3 節の実測結果と一致します。

ピーク電流は最大出力電流 12 A 以下（過電流保護の動作点 最小 15 A 未満）としてください。また、推定損失 $P \approx C \times V_{pp}^2 \times f$ が最大損失 100 W 以内であることも確認してください（6.6 節）。

6.9 パワー帯域

ある出力振幅で出せる正弦波の最大周波数は、スルーレート・最大出力電流・最大損失の 3 つで制限されます。実際に出せる周波数は、次の 3 つの値のうち最も低いものです。

$$f_{SR} = SR / (\pi \times V_{pp}) \qquad f_I = I_{pk(max)} / (\pi \times C \times V_{pp}) \qquad f_P = P_{max} / (C \times V_{pp}^2)$$

SR：スルーレート（標準 10 V/µs、最小 5 V/µs）、$I_{pk(max)}$：12 A、P_{max}：100 W。

負荷	f_{SR}（スルーレート）	f_I（電流）	f_P（損失）	最大周波数	制限要因
無負荷	21.2 kHz	–	–	**21.2 kHz**	スルーレート
0.1 µF	21.2 kHz	255 kHz	44.4 kHz	**21.2 kHz**	スルーレート
0.3 µF	21.2 kHz	84.9 kHz	14.8 kHz	**14.8 kHz**	損失
1 µF	21.2 kHz	25.5 kHz	4.44 kHz	**4.44 kHz**	損失
3 µF	21.2 kHz	8.49 kHz	1.48 kHz	**1.48 kHz**	損失
6.6 µF	21.2 kHz	3.86 kHz	673 Hz	**673 Hz**	損失
7.5 µF	21.2 kHz	3.40 kHz	593 Hz	**593 Hz**	損失

150 Vp-p の正弦波、標準スルーレートでの計算値です。最小スルーレート（5 V/µs）では f_{SR} は 10.6 kHz です。

 All Rights Reserved

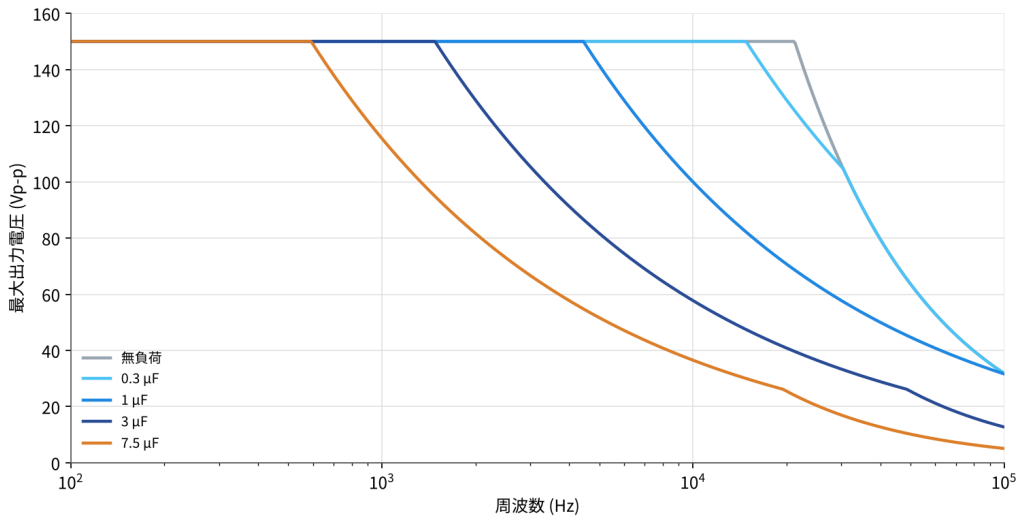


図 6-3　周波数と正弦波の最大出力電圧の関係（計算値。スルーレート、ピーク電流 12 A、損失 100 W による制限）

> **注意**
>
> 損失による制限 f_P は、十分な強制空冷のもとで最大損失 100 W まで使えることを前提にしています。検証試験（約 74 W）では約 30 秒で過熱保護が動作しました（7.5 節）。連続運転では余裕を持たせ、実際の駆動条件・冷却条件で温度を確認してください。

6.10　接続例

図 6-4 に、0〜3.33 V のシングルエンド信号で積層ピエゾアクチュエータを駆動する場合の接続例を示します。

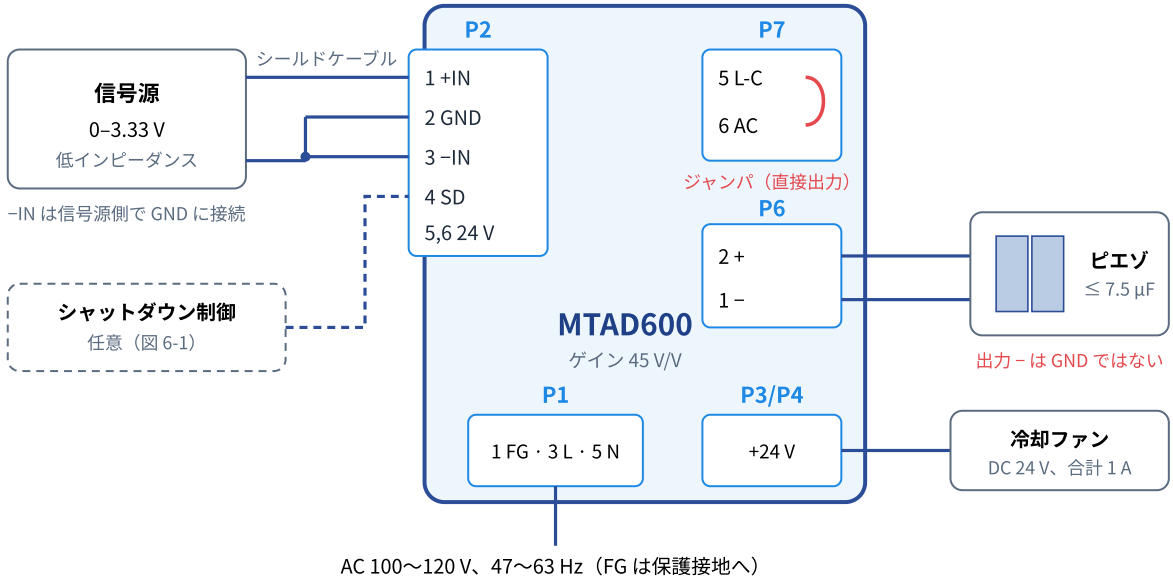


図 6-4　接続例（シングルエンド入力、直接出力）。出力コンデンサについては 2.2 節も参照してください。

> **補足**
>
> バイポーラ（AC 結合）出力やブリッジ接続は本書の対象外です。これらの構成で MTAD600 を使用する場合は、事前にメカノトランスフォーマまでお問い合わせください。

 All Rights Reserved

7　性能データ

本章では、メカノトランスフォーマが 2026 年 10 月 9 日に MTAD600 で実施した出力電流検証試験の結果を示します。

7.1　試験条件

試験日	2026 年 10 月 9 日
入力信号	方形波、0〜3.3 V、500 Hz、立上り 100 µs、立下り 100 µs
出力負荷	6.6 µF コンデンサと 1 Ω／5 W 抵抗（電流測定用）の直列接続
測定	CH1：Vin（2 V/div）　CH2：Vout（100 V/div）　CH3：Iout＝1 Ω 両端電圧（5 V/div＝5 A/div） 時間軸 500 µs/div

7.2　出力波形

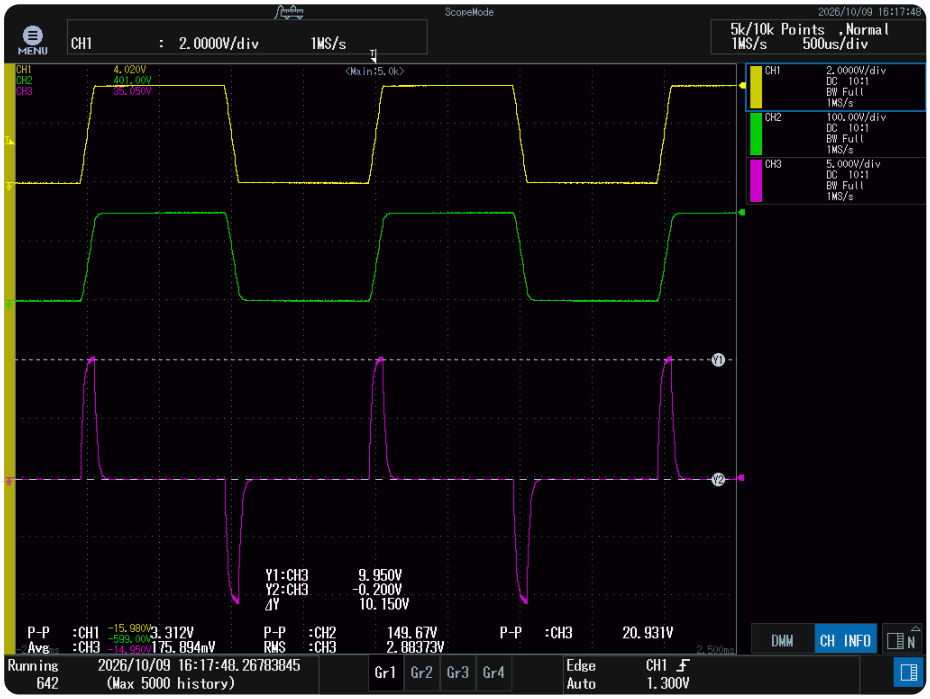


図 7-1　オシロスコープ波形 – CH1（黄）Vin、CH2（緑）Vout、CH3（マゼンタ）Iout

出力（CH2）は台形波の入力に追従し、149.67 Vp-p の振幅で出力されています。出力電流（CH3）は、負荷容量を充放電する立上り・立下りのたびに約 ±10 A のパルスとして流れ、波形の平坦部ではほぼゼロになります。

 All Rights Reserved

7.3　試験結果

項目	仕様	実測値	判定
出力電圧振幅	0〜150 V	149.67 Vp-p	OK
ゲイン	44〜46 V/V	45.2 V/V（149.67 V ÷ 3.312 V）	OK
出力電流（ピーク）	標準 10 A、最大 12 A	±10 A（カーソル +9.95 A、20.9 Ap-p）	OK
出力電流（平均）	標準 1 A	1 A（10 A × 200 µs ÷ 2 ms）	OK
出力電流（実効値）	標準 3.16 A	2.88 A（CH3 のスコープ実効値）	注記参照

実効値電流についての注記

仕様値 3.16 A は、10 A の電流パルスを矩形（デューティ D = 0.1）とみなした計算値です（Irms = √D × Ip = √0.1 × 10 A ≈ 3.16 A）。実際の電流パルスは完全な矩形ではないため、実測の実効値（2.88 A）はこの計算値より低くなります。

理論値との照合

容量性負荷の充電電流は i = C × dV/dt です。6.6 µF の負荷で 150 V のエッジを 100 µs で駆動すると、i = 6.6 µF × 150 V ÷ 100 µs = 9.9 A となり、実測ピーク 9.95 A と一致します。

7.4　ピーク電流とエッジ時間

ピーク電流は負荷容量とエッジ時間で決まるため、150 V のフルスイングで必要な最小立上り／立下り時間は、最大出力電流 12 A から **tr(min) = C × 150 V ÷ 12 A ≈ 負荷 1 µF あたり 12.5 µs** と求められます。6.6 µF では約 83 µs、7.5 µF では約 94 µs です。これより速いエッジでは、過電流保護の動作点（最小 15 A）に近づきます。

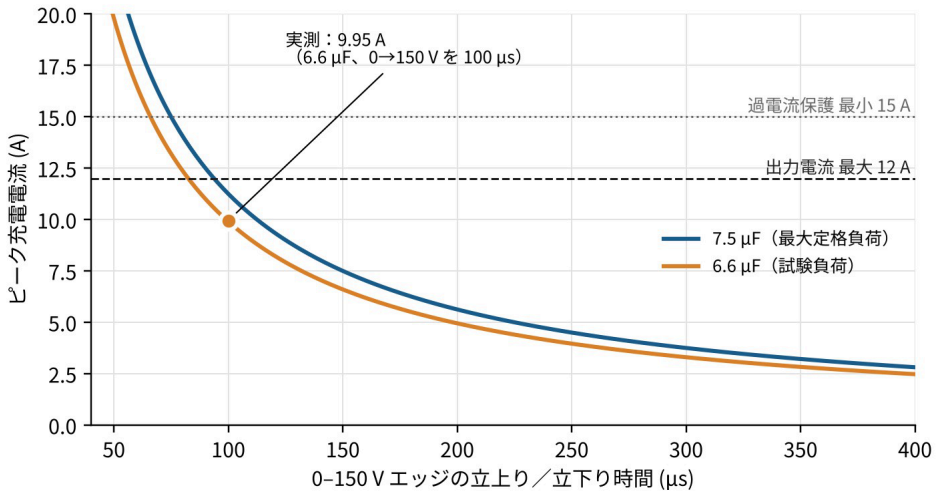


図 7-2　エッジ時間とピーク充電電流の関係（計算値）および実測点

7.5　温度特性

上記の運転を開始して約 30 秒後、Vout の出力が停止しました。このときのモジュール上面の熱画像（図 7-3）では 100 °C 近くに達している部分があり、過熱保護が動作したことを確認しました。出力は 1 分以内に復帰しました。

 All Rights Reserved

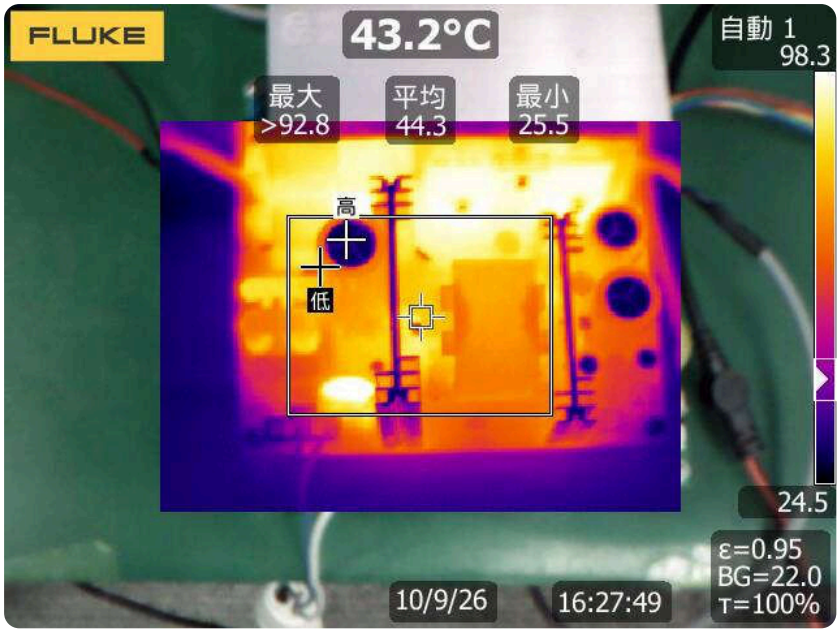


図 7-3 モジュール上面の熱画像（最大 > 92.8 °C。画面表示は左から最大／平均／最小）

この結果は、この条件での推定損失約 74 W（6.6 節）と整合しています。過熱保護は設計どおりに動作しています。同様の条件で連続運転する場合は強制空冷を行い、最終的な駆動条件で温度を確認してください。

 All Rights Reserved

8 トラブルシューティング

MTAD600 が正しく動作しない場合は、下表を参考に原因を確認してください。

症状	考えられる原因	対処
出力が出ない	1) AC 入力がない、または電圧が低い（P7-6 AC = 0 V） 2) 起動遅延が経過していない 3) L-C が High でない（AC－L-C 間ジャンパが外れている） 4) SD が Low になっている 5) 信号が未接続／−IN がオープン	1) AC 電源と P1 の配線を確認する 2) 電源投入後、約 5 秒待つ 3) ジャンパを取り付けるか、L-C を High にする 4) 外部シャットダウンを解除する 5) P2 の配線を確認する。シングルエンド入力では −IN を GND に接続する
運転中に出力が止まり、しばらくすると復帰する	過熱保護の動作	冷却を強化する、または周波数・振幅・負荷容量を下げる（6.6 節）
エッジ部で出力波形が崩れる	過電流保護の動作（エッジが速すぎる、または負荷が大きすぎる）	立上り／立下り時間を長くする（7.4 節）、負荷容量を下げる、負荷配線の短絡を確認する
出力が 150 V に達しない	差動入力が 3.33 V 未満、または信号源インピーダンスが高い	入力レベルを確認する。低インピーダンスの信号源またはバッファを使う
出力にノイズやオフセットがある	グラウンドループ、シールドなしの信号ケーブル	シールドケーブルを使い、信号源側で接地する
ファンが回らない	P3／P4 の配線、または 24 V 補助電源の過負荷（合計 1 A 超）	配線と補助電源の合計負荷を確認する

 All Rights Reserved