

ピエゾドライバ 技術資料



株式会社 メステック

〒351-0101 埼玉県和光市白子 2-17-2

Tel 048-464-5001

Fax 048-461-3552

HomePage <http://www.mess-tek.co.jp>

E-mail sales@mess-tek.co.jp

目次

1. 弊社 Piezoドライバについて	3
1. 1 特徴	3
2. オフセット調整機能	3
3. 入力と出力について	4
4. 出力電流の定義について	6
4. 1 最大電流	6
4. 2 ピーク電流	6
4. 3 実効値電流	6
4. 4 平均電流	6
5. Piezo駆動時の電流について	6
5. 1 静的駆動の場合	6
5. 2 正弦波駆動の場合	6
5. 3 ステップ駆動の場合 (応答速度重視)	7
6. 保護回路について	7
7. 放電抵抗	8
8. 周波数特性	8
9. 出力電圧モニター機能	8
10. 出力抵抗について	9
10. 1 電圧降下について	9
10. 2 出力抵抗によるフィルター構成	9
10. 3 出力抵抗による矩形波 (パルス) 駆動時の立ち上がり時間	9
11. グランド (GND) レベルについて	9
12. 外部出力抵抗の挿入	9

1. 弊社ピエゾドライバについて

この度は、弊社のピエゾドライバをご購入頂きましてしてありがとうございました。
本資料には、弊社のピエゾドライバの技術的な内容を記述しています。
ご使用時、技術的な内容を確認したい場合は、本資料をご参照ください。

【※注】但し、機種により本資料の記述内容と合わない製品がございます。

まず取説をお読み頂き、仕様、機能の有無等をご確認の上、本資料をご参照ください。

1. 1 特徴

弊社のピエゾドライバは、ピエゾ製品の駆動を目的としており、以下の特徴があります。

(1) 電圧増幅

入力電圧をゲイン倍して出力します。

ゲインは、機種により異なりますが、×15、×30、可変 があります。

(2) 定電圧出力

出力は、定電圧出力となっています。ドライバ内部では、フィードバックにより出力電圧の安定化を図っています。

(3) ユニポーラ、バイポーラ

機種によって、出力が単一極性の「ユニポーラ製品」と両極性の「バイポーラ製品」があります。但し、「ユニポーラ製品」でも、-10V~-20V程度、マイナス電圧を出力する事が可能です。

(4) 4象限動作

負荷に対して、連続的に電流をソース（供給）、シンク（吸収）する事が可能です。

2. オフセット調整機能

弊社のピエゾドライバには、出力電圧のオフセットを調整（加算）する機能があります。
オフセット調整機能は、以下の何れかの方式で実現しています。

区分	実現方式	動作	主な機種
A	ダイヤル式 10 回転ポテンシ ョメーター (手動で回転させる)	ダイヤル式 10 回転ポテンシ ョメーターの位置により、出力電圧に加算 するオフセット電圧を設定します。	M-2629 シリーズ
B	半固定ボリューム (ドライバを使用し 回転させる)	半固定ボリュームの 位置により、出力電圧に加算する オフセット電圧を設定します。	M-2501 シリーズ
C	デジタル式ロータリーエン コーダー (手動で回転させる)	エンコーダー回転時のパルス数に て、出力電圧に加算するオフセット 電圧を設定します。	M-26109 シリーズ
D	オフセット調整機能なし	—	—

3. 入力と出力について

ピエゾドライバの入力と出力の関係は「入力電圧、オフセット電圧、ゲイン」により決まります。

$$V_{out} = V_{in} \times G + Off$$

V_{out} : 出力電圧
 V_{in} : 入力電圧
 Off : オフセット電圧
 G : ゲイン

入力電圧の入力は、弊社製ピエゾドライバでは以下の2種が存在します。

1. 1chあたりの入力が1つ (A入力のみ)
2. 1chあたりの入力が2つ (A入力/B入力)

※機種により1. または2. が決まっています。機種例を以下に示します。

1. 入力が1つの機種	2. 入力が2つの機種
M-26109 シルス [*] / M-26107 / M-2695 / M-26110 / M-26116 / M-2620A / M-2648 / M-2679 etc	M-2629 シルス [*] / M-2654 / M-2131 / M-2682 / M-2687 etc

A入力：「非反転入力」(出力は入力と同位相)
 B入力：「反転入力」(出力は入力と**逆位相**)
 となっております。入力が2つ(A入力/B入力)存在する場合、入力値は内部で加算されますので、入力電圧 V_{in} は以下の通りとなります。

$$V_{in} = V_{inA} - V_{inB}$$

V_{inA} : A入力からの入力電圧
 V_{inB} : B入力からの入力電圧

従って、出力電圧 V_{out} は以下の通り決定されます。

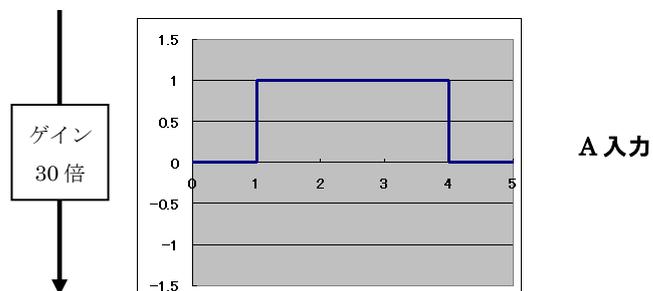
$$V_{out} = (V_{inA} - V_{inB}) \times G + Off$$

V_{out} : 出力電圧
 V_{inA} : A入力からの入力電圧
 V_{inB} : B入力からの入力電圧
 Off : オフセット電圧
 G : ゲイン

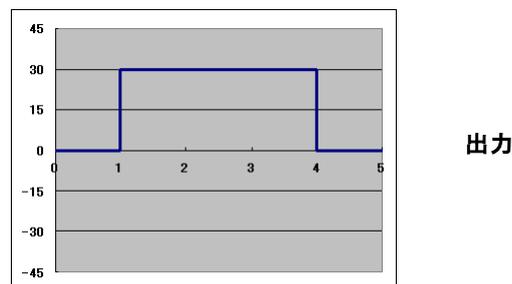
様々な入力値での出力例を以降に挙げます。

【①A入力みの出力例】

A入力 : 0V⇒1V⇒0Vの矩形波
 オフセット電圧 : 0
 ゲイン : 30倍



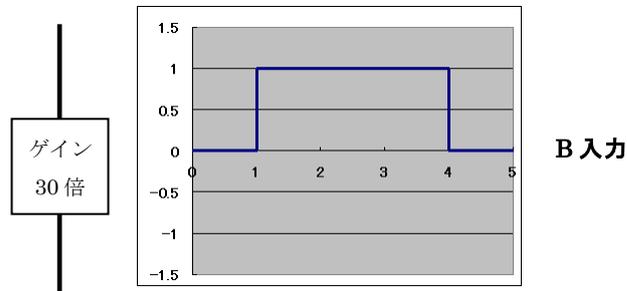
出力電圧 : 0V⇒30V^{*1}⇒0Vの矩形波



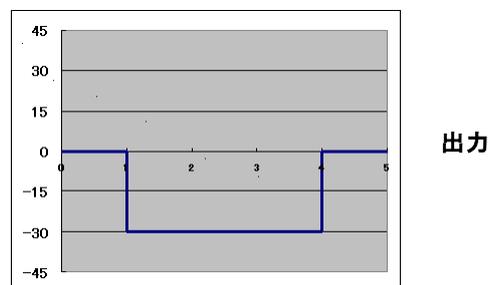
※位相は変わらない

【②B入力みの出力例】

B入力 : 0V⇒1V⇒0Vの矩形波
 オフセット電圧 : 0
 ゲイン : 30倍



出力信号 : 0V⇒マイナス 30V^{*1}⇒0Vの矩形波

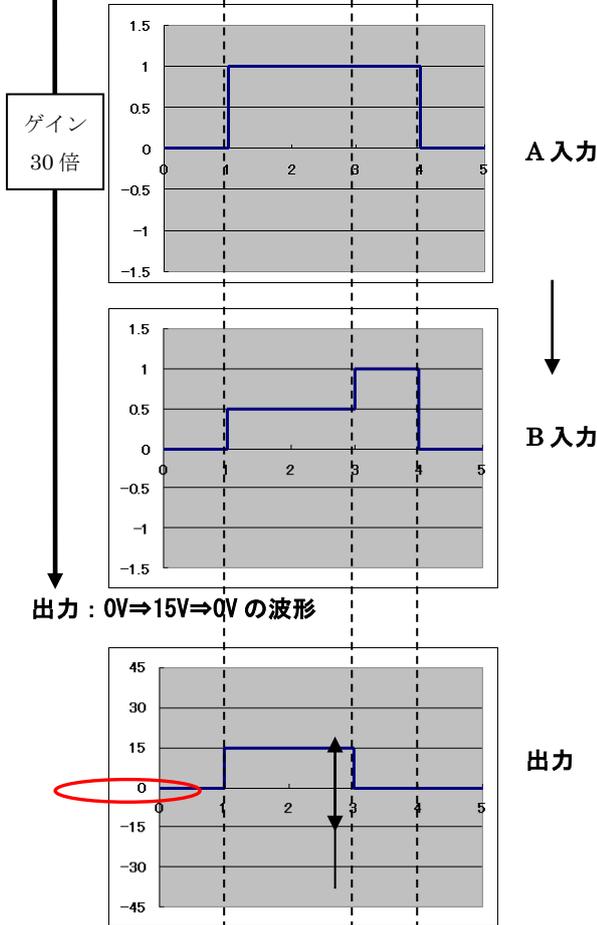


※位相が反転する

※1 出力はピエゾドライバの持つ出力電圧性能までしか出力されません。(②のB入力の例の場合「入力1V/ゲイン30倍」ですので、計算上-30V出力となりますが、実際に-30V出力できるのは、出力電圧が-30V以上の性能を持っているピエゾドライバです。出力電圧性能が-10V~150Vのピエゾドライバの場合、マイナス側は-10V程度までの出力となります。)

【③A、B入力 両方ありの出力例】

A入力：0V⇒1V⇒0Vの矩形波
 B入力：0V⇒0.5V⇒1V⇒0Vの波形
 オフセット電圧：0
 ゲイン：30倍

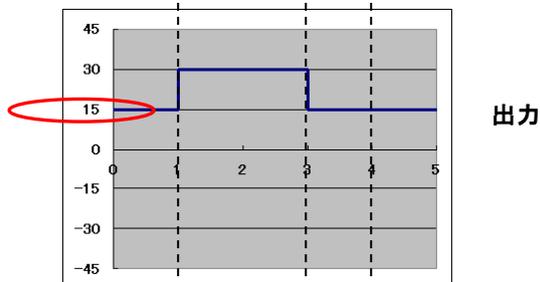


出力：0V⇒15V⇒0Vの波形

※A-Bの波形が出力される

【④ ③と同じでオフセットありの出力例】

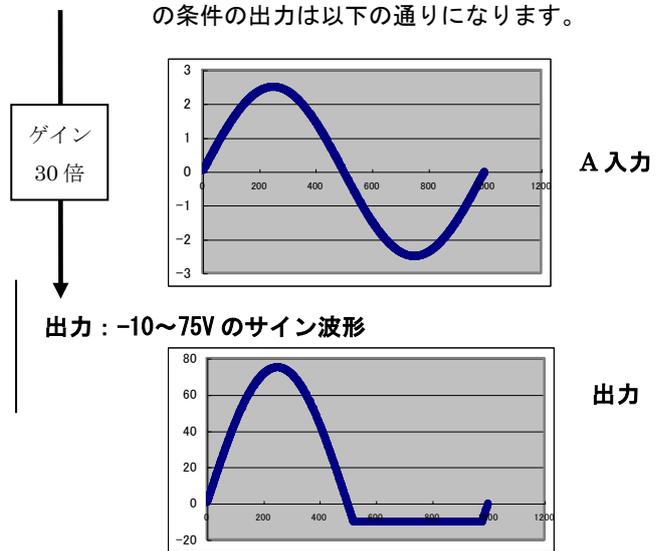
オフセット電圧：15V
 出力：15V⇒30V⇒15Vの波形



【⑤オフセットの有効な利用例】

入力電圧(A)：-2.5～2.5Vのサイン波
 使用ピエゾドライバ：M-2629(-10～150V出力)
 オフセット電圧：0
 ゲイン：30倍

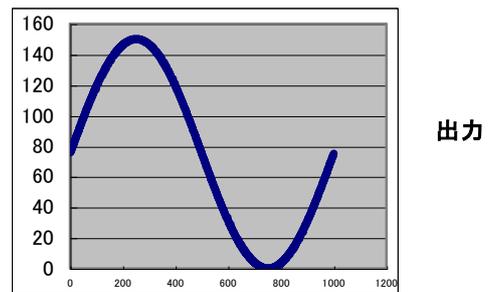
の条件の出力は以下の通りになります。



出力：-10～75Vのサイン波形

※本来、-2.5～2.5V入力でゲイン30倍の場合は、±75V出力となるはずですが、しかし使用しているピエゾドライバの出力電圧範囲までしか出力できませんので、M-2629の場合は-10V～75Vが出力されます。従って、入力波形とは異なる波形となってしまいます。

ここで、オフセット電圧を利用してみます。
 オフセット電圧：75V



※0～150Vのきれいなサイン波形が出力されます。

【例】M-2629で出力を0～150Vに設定する場合

信号発生器の出力	入力	ゲイン	オフセット
0～5V出力	A入力	30倍	0V
0～-5V出力	B入力	30倍	0V
±2.5V出力	A入力	30倍	75V
0～10V出力	A入力	15倍	0V
0～-10V出力	B入力	15倍	0V

4. 出力電流の定義について

4. 1 最大電流

ピエゾドライバが抵抗負荷に於いてDCで連続して流せる最大電流。

表記例 : ± 1.3 A

4. 2 ピーク電流

一定期間に一定の繰り返し時間で流せる電流。

表記例 : ± 2 A p k (1 m s e c)

4. 3 実効値電流

ピエゾドライバが容量負荷に於いてAC(波形が正弦波の条件)で連続して流せる実効値電流。

実効値電流 = $\pi f c v$ (A r m s)

f = 正弦波の周波数 (H z)

c = 負荷の容量 (F)

v = 正弦波電圧の実効値 (V r m s)

表記例 : 1.67 A r m s

4. 4 平均電流

ピエゾドライバが容量負荷に於いてAC(正弦波)で連続して流せる平均電流。

平均電流 = 実効値電流 ÷ 1.11 (A a v g)

表記例 : 1.5 A a v g

5. ピエゾ駆動時の電流について

5. 1 静的駆動の場合

数 Hz 以下のゆっくりとした動作においては、電流が極めて小さくなるので、ピエゾドライバの電流容量が問題になる事はほとんどありません。

5. 2 正弦波駆動の場合

下記の計算式で電流実効値を求める事ができます。

$$I_{rms} = \pi \cdot f \cdot C \cdot V_{p-p} \cdot 1/\sqrt{2}$$

V_{p-p} : peak-peak 駆動電圧 (V)

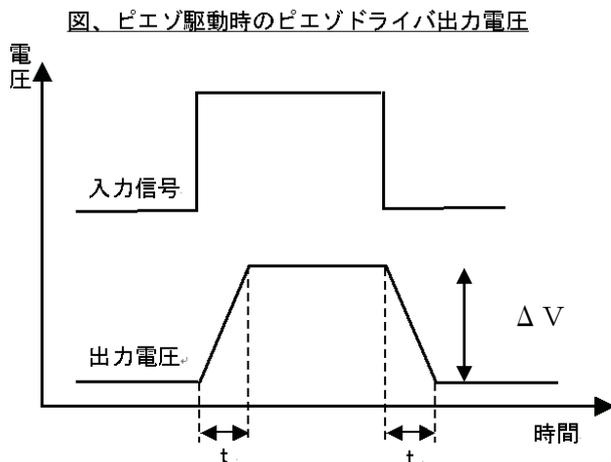
C : 静電容量値 (F)

I_{rms} : 実効値電流 (A)

f : 駆動周波数 (Hz)

5. 3 ステップ駆動の場合（応答速度重視）

下記の計算式で応答速度を満たすための電流最大値を求める事が出来ます。ある電圧変化を希望時間で印加するには、ピエゾアクチュエーターに相応の電流をながす必要があります。その為には最低限必要な電流容量をもったピエゾドライバの選定が必要です。



上記の波形のように、応答時間 t で変位させたい場合には、以下の計算式で必要な電流値を求めます。

$$I = \frac{(C \times \Delta V)}{t}$$

- ΔV = 電圧変化 (V)
- I = 電流 (A)
- C = 静電容量 (F)
- t = 応答時間 (SEC)

6. 保護回路について

弊社のピエゾドライバには、保護回路があります。

保護回路は、電流制限、温度監視があり、以下の何れかの方式で実現しています。

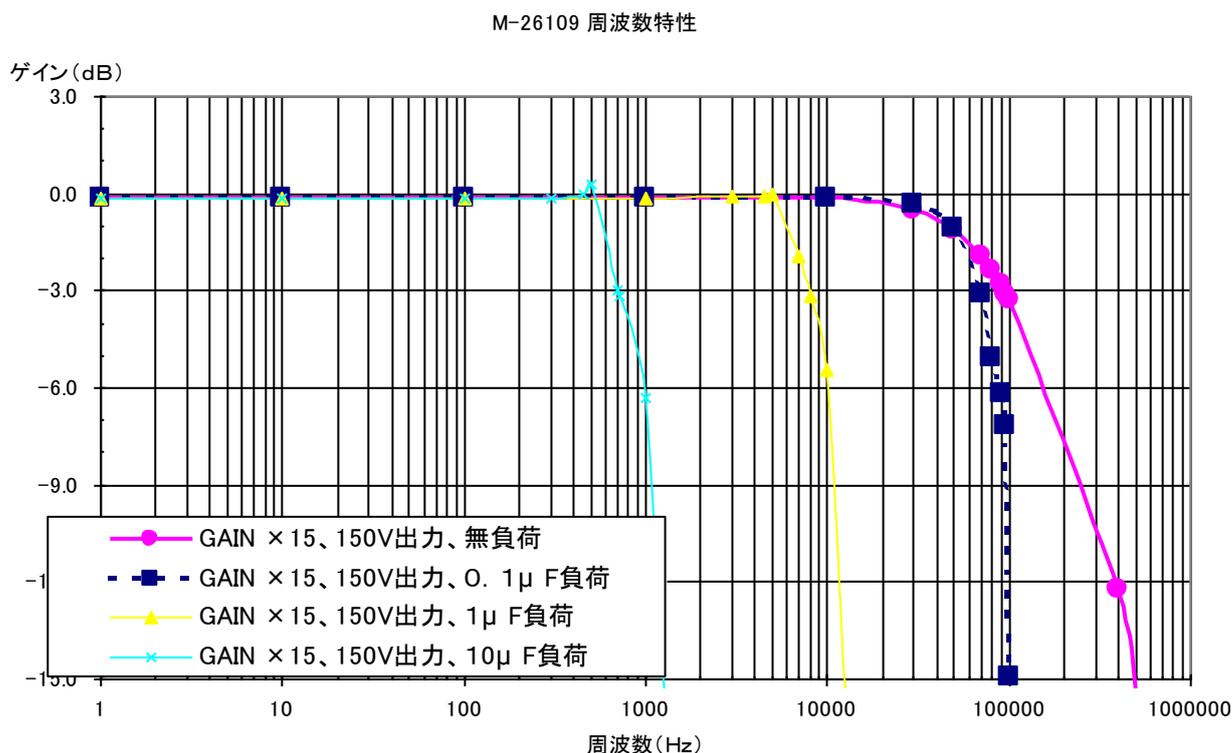
区分	実現方式	動作	動作	対処
A	電流制限 1	電源部分で電流の出力制限をかける。	Over load LED 点灯	駆動条件や負荷の接続状態を確認する。
B	電流制限 2	増幅段で電流の出力制限をかける。	Over load LED 点灯	駆動条件や負荷の接続状態を確認する。
C	温度監視	サーマルガードにより、装置内部の放熱器の温度を監視する。	Over load LED 点灯	駆動条件や負荷の接続状態を確認する。 装置の電源再投入が必要。
D	保護回路なし	—	—	—

7. 放電抵抗

ピエゾを0V以外の電圧で駆動中、OUTPUT（出力）スイッチにて出力をOFFすると、圧電素子内部に電荷が蓄えられたままの状態になってしまいます。
 弊社のピエゾドライバは、この電荷を放電する為に放電抵抗が入っています。

8. 周波数特性

1 Hz 時の最大振幅を 0dB とし、-3dB の周波数を周波数特性の値としています。



9. 出力電圧モニター機能

弊社のピエゾドライバには、出力電圧モニター機能があります。
 直接見る事のできない出力電圧を分圧して、専用の出力端子（BNC 等）に出力します。
 分圧比は、1 / 15 または 1 / 100 があります。
 出力電圧モニターは、以下の何れかの方式で実現しています。

区分	実現方式	動作	注意事項
A	モニター1	バッファ出力なし。	接続する計測器の入力インピーダンスにより、モニター信号のレベルが下がる可能性があります。
B	モニター2	バッファ出力あり。	—

10. 出力抵抗について

弊社ピエゾドライバには、出力回路に出力抵抗が付いています。
容量性の負荷を駆動する場合は、以下の点にご注意ください。

10.1 電圧降下について

出力回路部には、出力抵抗 $R[\Omega]$ が挿入されています。
そのため負荷電流 $I[A]$ により

$$(I \times R) [V] \quad \text{だけ出力電圧が低下します。}$$

10.2 出力抵抗によるフィルター構成

出力抵抗 $R[\Omega]$ とピエゾ素子の容量値 $C[F]$ により出力回路は、ローパスフィルター（1次）構成になります。カットオフ周波数 $f_c [Hz]$ は次式で求められ、出力電圧は無負荷時に比べ約70% (-3dB) に減衰します。

$$f_c = 1 / (2 \cdot \pi \cdot R \cdot C) [Hz]$$

10.3 出力抵抗による矩形波（パルス）駆動時の立ち上がり時間

積分回路になるため立ち上がり時間は次式で求められます。
立ち上がり時間 $t [S]$ は負荷容量 $C[F]$ と出力抵抗 $R[\Omega]$ で決定されます。

$$t = -C \cdot R \cdot \ln(1 - k) [S]$$

k : 無負荷時出力電圧と容量負荷時出力電圧との比 $\{0 < k < 1\}$
例えば90%までの立ち上がり時間のときは $k = 0.9$ とする
 \ln : 自然対数(関数)

11. グランド（GND）レベルについて

ピエゾドライバの入出力のGND（SG）及びケース（FG）は同電位（内部でショート）です。
入出力回路をケースに対しフローティングで使用することはできません。

12. 外部出力抵抗の挿入

矩形波やパルス波形出力時は、ドライバの特性やピエゾ素子の共振特性（機械的負荷も含め）の影響で、出力波形にピークやリングが発生する場合は、出力回路に抵抗を直列に挿入し、周波数特性を下げることで対策できる場合があります。

ピエゾドライバ技術説明書

文書番号	T-4333	2012年09月27日	初版発行
文書番号	T-4333-02	2016年06月29日	02版
文書番号	T-4333-03	2016年07月22日	03版
文書番号	T-4333-04	2018年01月15日	04版

製品のお取り扱い方法、修理サービスについてのご相談は下記までご連絡ください。

株式会社 メステック

〒351-0101 埼玉県和光市白子 2-17-2

Tel 048-464-5001

Fax 048-461-3552

HomePage <http://www.mess-tek.co.jp>

E-mail sales@mess-tek.co.jp