

# ピエゾアクチュエーター



株式会社キーストンインターナショナル

H15.4

## [ 無限の分解能 ]

ピエゾ素子の長さの変化は印加電圧を変えることにより、ナノメートル領域の極めて微小な伸張の変化として現れます。印加電圧のわずかな変化は滑らかな動きに変換され、この連続的な動きを妨げるようなスレシールド等はありません。従って分解能は、印加電圧の分解能(精度)で決まります。

ピエゾアクチュエータには、歯車等機械的運動をする機構がついていません。その伸びは単に固体物性の歪に基づいており、従って基本的に磨耗・劣化はありません。耐久試験の結果、数百万回の伸縮の後でもなんら変化は観測されませんでした。

## [ 速い応答性 ]

多くの場合、位置決め運動の速さは大変重要な意味をもちます。ピエゾアクチュエーターは、アクチュエータの中で最も早い応答性をもつ位置決め素子です。その伸張速度は、セラミック材料中の音速に依存し、重量加速度の数千倍の加速度が得られます。

## [ 高いエネルギー効率 ]

ピエゾ効果は、電気エネルギーを機械運動である直線移動に直接変えます。電気的にはコンデンサーと同等の性質があり、伸張過程において電気エネルギーを吸収(蓄え)します。すなわち、充電電流が流れます。しかし電磁アクチュエーター等と違い、伸張を維持するための電気エネルギーは必要ありません。

収縮過程では、一旦蓄えた電気エネルギーを外部に放出します。このエネルギーの回収機構を付けた場合、無駄なエネルギーはほとんど消費しません。

## [ 大きな耐荷重 ]

ミクロン・サブミクロン精度で位置決めする場合、ピエゾアクチュエータは最適です。5 トンの荷重にたえ、数百ミクロンの領域なら超高精度で位置決めが可能です。

## ピエゾアクチュエータとは

ピエゾアクチュエータとは、ピエゾ圧電効果を応用した位置決め素子で、**ナノメートルから数百マイクロメートル**の極めて微小な位置決めを可能にしたセラミック素子です。

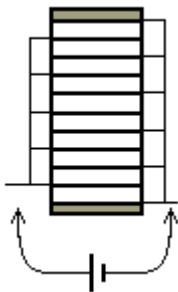
ピエゾ圧電効果とは古くから知られている現象で、ある結晶に機械的圧力を加えた場合、これに比例して素子表面に電荷を発生する現象です。発生した電荷は、二つの電極の間に放電が起こるほど大きな値です。その効果は、電子ガスライター、マイクロホン、そして圧力センサー等に使われています。

ピエゾアクチュエータでは、(逆)圧電効果が利用されています。すなわち、ピエゾ素子に電極を取り付け、電圧を印加すると素子が伸びる現象です。素子結晶の分極方向に平行に加えた電場は、一直線に並んだ電気双極子に回転力を生じ、強いトルクを発生します。これによって単結晶中に長さの変化が生じ、結晶体の伸張を引き起こします。素材としては、チタン酸・ジルコン酸・鉛( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ )等が用いられます。

その動きは電気モータの回転運動と異なり直線であるため、これらの位置決め素子は**ピエゾアクチュエータ**と呼ばれています。

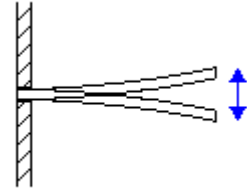
## スタックアクチュエータ

ピエゾ素子の伸張は、素子の長さの数%程度で、素子に加わる電界の強さに比例し、強電界、つまり非常に高い駆動電圧が必要となります。同じ長さのアクチュエータで駆動電圧を低く抑える方法として、一素子の厚みを薄く作り重ね合わせる、いわゆる**スタックアクチュエータ**があります。この構造は、個々の素子に電極を付け、この電極どうしを電氣的に並列に接続することで、低い駆動電圧にもかかわらず素子の電界強度を高めることが出来ます。ほとんどのピエゾアクチュエータには、このスタック素子が使われています。



## ベンディングアクチュエータ

大きな伸張を得る方法としてベンディングアクチュエータがあります。ベンディングアクチュエータは、**バイメタル**に似た構造をしています。素子は一体構造素子に見えますが、単一のセラミックボディー上に  $d_{31}$  素子を 2 枚重ねて結合してあります。 $d_{31}$  素子の一方が伸び、他方の素子が収縮することで素子は湾曲(ベンディング)を示します。



## ベアークチュエータ

主に OEM 用途にベアークチュエータがあります。ケースに入っていない裸の素子で、予備負荷がかかっていないため、素子に張力が加わると、破損する恐れがあります。取り扱いが厄介ですが機器の小型化に適しています。



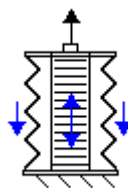
## ダイレクトアクチュエータ

一般的によく使われているアクチュエータで、ピエゾスタックがケースに収められています。ケース内部には、スプリング機構による、ピエゾ素子を常に押す力 **予備負荷**が備わっていますが、負荷からの張力に耐えられる構造になっています。



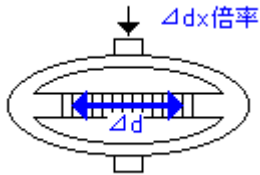
## パラレル予備負荷アクチュエータ

ダイレクトアクチュエータの改良タイプで、その柔軟な構造は共振周波数を高くすることが出来、より高速な用途にお使いいただけます。



## 増幅機構付きピエゾアクチュエータ

セドラット社のAPAは、機械増幅機構を持つピエゾアクチュエータで、アクティブ材料の伸張と、これをこの原理を応用し機械的に増幅するメカニズムから成り立っています。大きな伸張を必要とする場合、一般的なアクチュエータではアクチュエータも長くなり、物理的に収まらない場合があります。増幅機構付きピエゾアクチュエータはコンパクトなサイズにもかかわらず、大きなストロークが得られます。

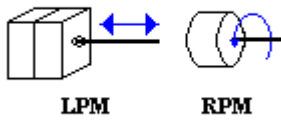


大きな伸張を必要とする場合、一般的なアクチュエータではアクチュエータも長くなり、物理的に収まらない場合があります。増幅機構付きピエゾアクチュエータはコンパクトなサイズにもかかわらず、大きなストロークが得られます。

## ピエゾモータ

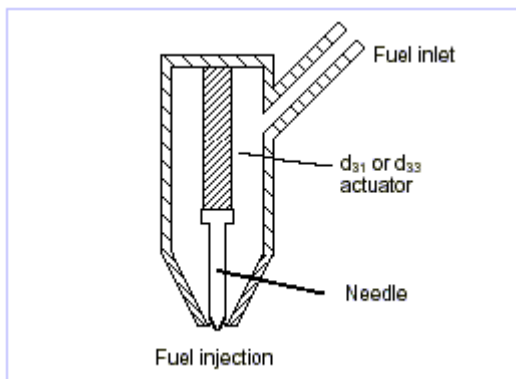
ピエゾモータには、リニアと回転モータの2種類があります。これらのモータはトルクを得るために、可動部分(ロータ)と振動部分(固定子)の間の摩擦を利用しています。

固定子は超音波ピエゾドライブ (UPD)で構成されていて、楕円運動を発生させることによりこれに接触するロータをドライブします。UPDは、2相の

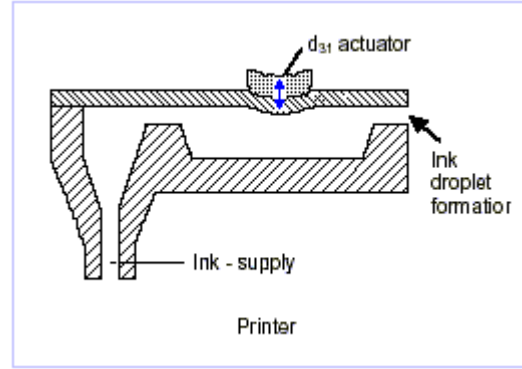


低電圧正弦波信号で励起され、周波数とドライブ正弦波のフェーズの違いによって制御されます。潤滑油を使わない構造は、超高真空環境に適しています。

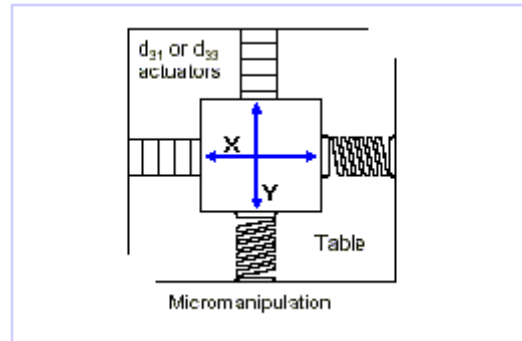
## アプリケーション



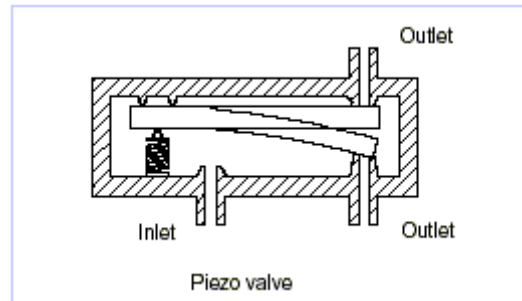
燃料噴射



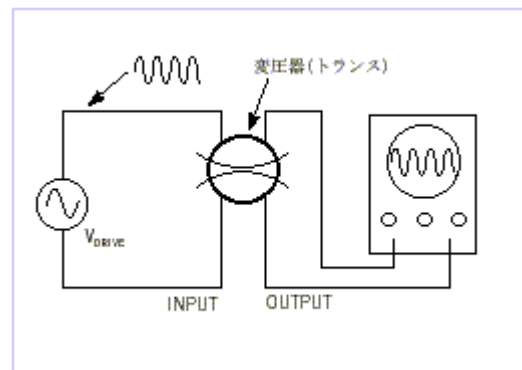
インクジェットプリンター



マイクロXYポジショニング



ピエゾバルブ



変圧器

## デンマーク ノリアック社

デンマークノリアック社 (noliac A/S)の技術は、マイクロエレクトロニクス分野において最先端技術である、多層セラミック技術に裏づけされています。ノ



リアック社は、多層圧電素子に関するデザイン、生産を専門とする国際的な専門会社です。その製品の用途は、IT、医学、テレコミュニケーション、自動車、航空宇宙産業、電機産業

等で、グローバルな顧客を対象に設計・生産されています。ノリアック社の使命は、顧客との共同プロジェクトを通じて、多層圧電素子の解決策を提案し、効率的でコストイフェクティブな製品を提供し、市場のリーダーになることです。ノリアック社の経験は、1990年初の先進的な多層セラミック技術に裏付けられています。以降、ノリアック社の技術は先端技術を極め、他に真似の出来ない多層セラミックの専門家として発展してきました。ノリアック社は、様々な形、サイズ、および寸法の圧電コンポーネントを **OEM 供給** しています。



ノリアック社  
[www.noliac.com](http://www.noliac.com)

CMA 多層アクチュエータ素子  
CMB 多層セラミックベンダ素子  
CMT 圧電リングトランスフォーマ素子



セドラット社  
[www.cedrat.com](http://www.cedrat.com)

APA 増幅機構付きピエゾアクチュエータ  
PPA パラレル予備負荷付きアクチュエータ  
LPM 超音波を使ったリアモータ



ピエゾメカニック社  
[www.piezomechanik.com](http://www.piezomechanik.com)

PSt 150 低電圧アクチュエータ  
HPSt 150 低電圧リングアクチュエータ  
PSt350bp バイポーラスタック(±350V)

## 仏 セドラット社

仏セドラットテクノロジー社 (CEDRAT TECHNOLOGIES)はハイテクカンパニーです。初期のピエゾアクチュエータは、フランスの宇宙局(CNES)の依頼で開発され、光学装置のマイクロ位置決め・振動減衰装置に応用され、衛星に組み込まれました。この高度な技術を広く産業界で使っていただくため、セドラットテクノロジー社では製品の標準化を行い製品の供給をしています。セドラット社では、**増幅機構付きピエゾアクチュエータ、パラレル予備負荷アクチュエータ**等高度な技術が必要とするハイテク製品を供給しています。

## 独 ピエゾメカニック社

ピエゾメカニック社 (Piezomechanik GmbH)が提供するピエゾ素子は、容易に従来の光学メカニズムに組み込むことが出来、精度の向上、及びすべての動作を電子コントロール統合する事を可能にします。ピエゾアクチュエータが持つ、ナノメーター、さらに原子寸法レベルに至る微細な制御能力は、光学分野のみならず、他の分野においてもこれに勝るものはありません。この素晴らしい能力を、貴社の関わる分野で使わない手はありません。ピエゾメカニック社では主に、**実験室で手軽に使っていただける製品**を取り揃えています。



**株式会社キーストンインターナショナル**  
千葉県柏市逆井 13-27黒沢ビル 3F 〒277-0042  
電話 04-7175-8810 Fax 04-7175-5669  
[key@keystone-intl.co.jp](mailto:key@keystone-intl.co.jp) [www.keystone-intl.co.jp](http://www.keystone-intl.co.jp)