



空圧アクティブ振動制御システム
VAAVシリーズ

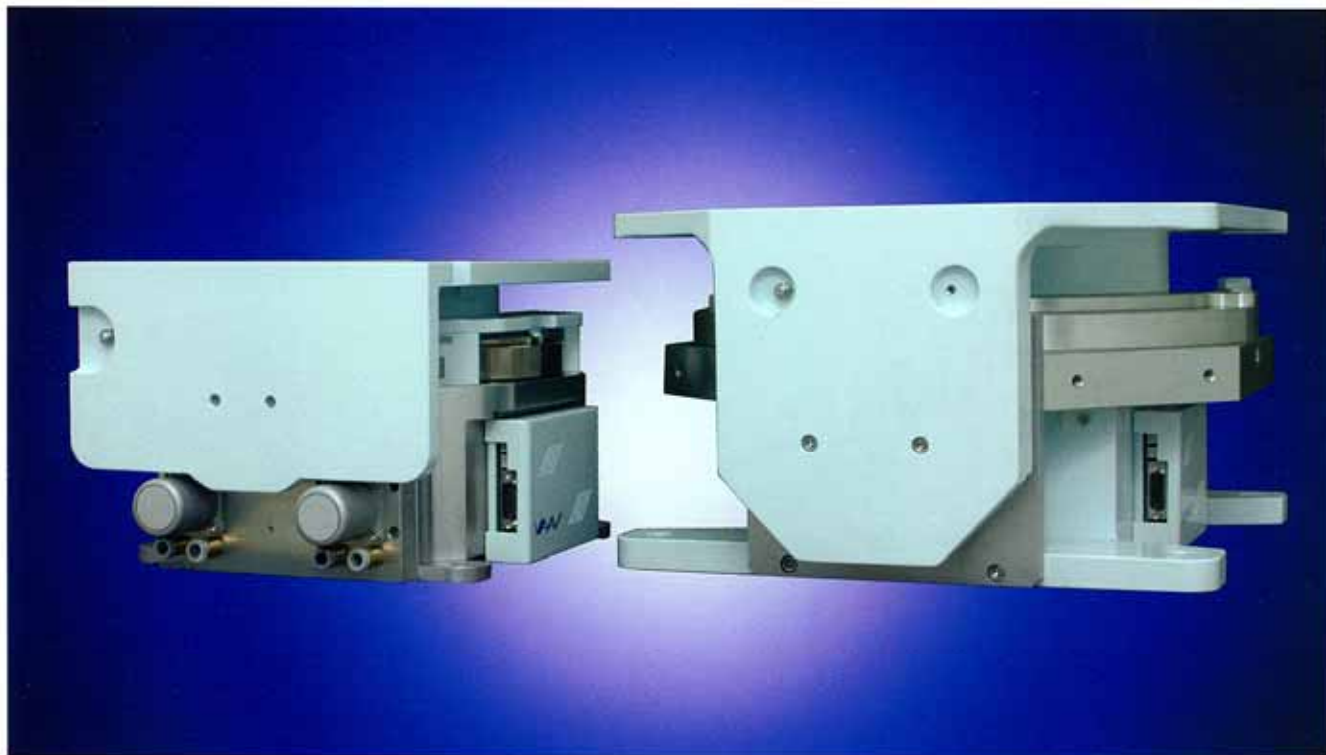


sSc SHOWA SCIENCE CO., LTD.
www.ssvi.co.jp

SHOWA SCIENCE

未来志向のアクティブ・ソリューション

Valuable Advanced Active Vibration isolation system **VAAV Series**



Powerful

コントローラには、1350M(メガ) FLOPSの計算能力を持つDSP、TI社製TMS320C6713[®](225MHz)を採用。ラインアップもVAAV-550、1000、2200、4000、7000、10000、30000、550L及び1000Lの9種類を用意。サーボバルブは、標準バルブと高速応答の大流量バルブを、用途に応じて使い分けが可能。

Mature

半導体製造装置、液晶製造装置、超精密工作機械、電子顕微鏡など、様々なニーズに対する実績と経験が最高の完成度を実現。

長期に培われたアクティブ除振技術がここに結実。

Elegant

完全同時サンプリングの16bit A/D=19ch、24bitD/A=10chを装備。

客先機器ステージの加速度、位置に比例したアナログ信号を利用しての空圧アクチュエータによるステージフィードフォワード制御(SFF制御)の実現。(PAT.P)

オプションとして、SFF制御用信号生成装置を用意。

Harmony

コントローラは、OEM用途に対応しやすいようコネクタを後面に配置。

前面パネルには、状態表示とスイッチ、調整用シリアルインターフェイス、外部アナログ出力。

後面パネルには、ユニット入出力、外部アナログ入力、デジタル入出力(16bit)を装備。

ステージ等の加振力にも対応出来る標準シリーズ

共振現象のない、アクティブ除振の効果は様々な装置に大きなメリットが生じます。特にステージと精密機器との組み合わせは、アクティブ除振が不可欠です。



VAAV標準シリーズは、このような用途に最適です。

大型精密工作機械のような大質量の移動荷重に対しては、高速応答の大流量バルブが用意されており、豊富なラインナップであらゆるニーズに対応できます。

■ VAAVシリーズ標準ユニット外形仕様

型 式	搭載可能質量(1台)	1ユニット寸法
VAAV-550	270～ 900kg	215 (W)×160 (D)×170 (H) mm
VAAV-1000	500～1700kg	225 (W)×210 (D)×170 (H) mm
VAAV-2200	1100～3700kg	280 (W)×240 (D)×208 (H) mm
VAAV-4000	2100～7000kg	330 (W)×270 (D)×208 (H) mm
VAAV-7000	3600～12000kg	425 (W)×345 (D)×240 (H) mm
VAAV-10000	5000～17000kg	465 (W)×400 (D)×240 (H) mm
VAAV-30000	15000～50000kg	700 (W)×700 (D)×182 (H) mm
HA-450 (水平アクチュエータ)		480 (W)×365 (D)×405 (H) mm
コントローラ (SAC-05)	外形寸法	300 (W)×300 (D)×120 (H) mm
レギュレータユニット (RGU-01)	外形寸法	250 (W)×100 (D)×200 (H) mm

- 除振台としての標準構成は、4ユニット/台となります
- HA-450は、VAAV-30000と組み合わせて使用される、水平アクチュエータです
- 表中の最大値は均等荷重且つ動荷重の無い時に適用出来ます

■ VAAVシリーズ技術仕様

- 自由度 3軸6自由度
- 伝達特性 技術資料参照
- 位置精度 $\pm 10\mu\text{m}$
- 一次側供給圧 0.6 MPa以上 (クリーンエア)
- 空気消費量 標準バルブ60 NI/min
高速応答バルブ250 NI/min
- 電源 AC単相 100V 100W

● コントローラ前面

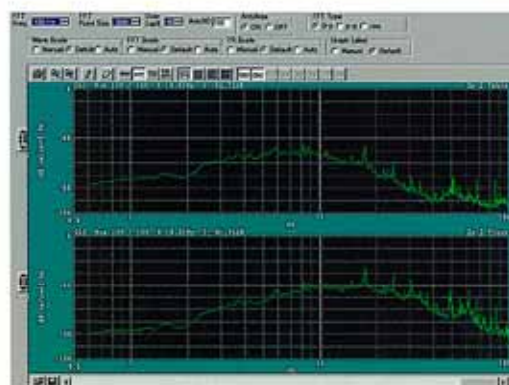
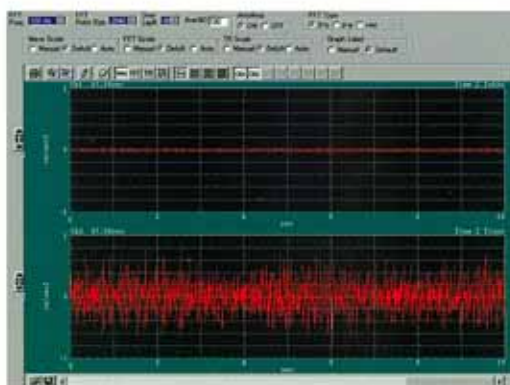


■ 波形表示解析ソフト

VAAV内部の振動データを表示、解析するソフトウェアです。

時系列波形のモニター、スペクトラム解析、振動伝達関数解析などのFFT機能を搭載。

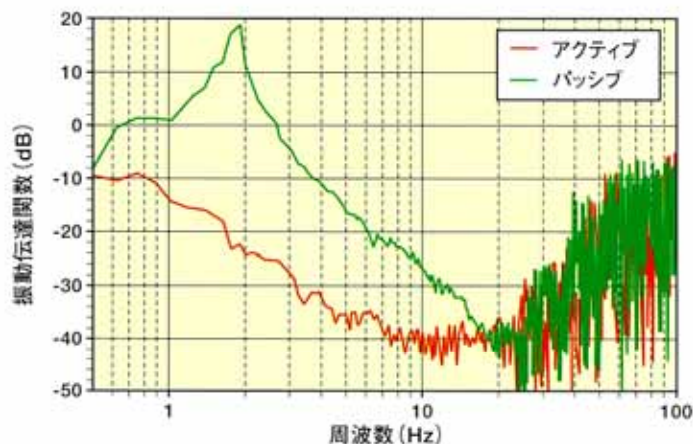
VAAVのコントローラにリンクして動作しますので、外部FFTで解析するより簡単に振動状況をモニターすることが出来ます。



より高度な振動対策が必要な精密機器に



■振動伝達関数



電子顕微鏡、走査トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡や、光学測定装置など、特に振動に敏感な精密測定機器は、それを考慮した対策が必要です。

VAAV Lシリーズは、低固有振動数空気ばねのアクチュエータを採用し、制御帯域の低振動数化により、搭載機器をソフトに支持します。

■ VAAV Lシリーズ ユニット外形仕様 (空気源等技術仕様は、標準のVAAVと同一です)

形式	搭載可能質量 (1台)	1ユニット寸法
VAAV-550L	270～900kg	225 (W) × 160 (D) × 240 (H) mm
VAAV-1000L	500～1700kg	240 (W) × 180 (D) × 240 (H) mm
VAAV-4000L	2100～7000kg	350 (W) × 350 (D) × 325 (H) mm

- 除振台としての標準構成は4ユニット/台となります
- 表中の最大値は均等荷重且つ動荷重の無い時に適用出来ます

Soft

振り子構造を内蔵した低固有振動数空気ばねのアクチュエータは、制御の前提となるパッシブの除振性能を向上させます。制御が必要な周波数を低い範囲で抑え、ソフトな除振支持を可能とします。

Optimal

加速度フィードバック、位置フィードバック、フロアフィードフォワードを適切に組み合わせ機器に必要な振動性状を作り上げます。除振性能が重要な精密装置の除振対策に最適化されています。

アクティブ除振 (技術資料)

1. パッシブ除振台の限界

パッシブ除振台は、質量をばね系で支え、ダンパで振動を抑える、簡単な構成で優れた効果を得られる除振方法です。特に空気ばね式除振台は、簡単に低い固有振動数が得られ、自動レベル調整器と組み合わせることにより、荷重変化があってもレベル変動が少ないため、広く使用されています。

ところが、この空気ばね式除振台でも対応できない問題が生じる場合があります。

パッシブ除振台は、共振現象を生じます。この周波数領域では、除振対象の振動が床の振動より大きくなり、除振効果が得られなくなってしまいます。

一般的に、「床面には、低い周波数の振動が少ない」ため、なるべく低い固有振動数の空気ばねを用いることにより、共振現象の悪影響を小さくすることが可能です。しかし、低い固有振動数の空気ばねも問題を生じることがあります。

低い固有振動数は、ばね定数を小さくすることで得られますが、このことは、除振対象が小さな外力で大きな変位を生じることを示しています。更に、振動の減衰時間が増大します。ステージのような移動荷重が作用する場合、除振台がふらふらと動いて止まらな

ったり、空気ばねの許容変位を越えるような変位が発生し、接触等により、振動が生じたりすることがあります。

2. アクティブ除振台の原理

アクティブ除振台は、振動や位置変動のセンサを設置し、発生している振動や位置変動を小さくするようにアクチュエータを動作させます。これをフィードバック制御 (FB制御) と言います。

その結果、パッシブ除振台では必然的に生じていた共振現象が無くなります。(図2参照) 外部から与えられた振動の影響を短い時間に減衰させることができます。また、アクチュエータの出力をバランスさせることにより、定盤に与えるねじり荷重を減少できます。

更に一歩進んで、床振動が伝達されて除振対象を振動させるのと同時に、床側に置かれたセンサの出力に応じた力をアクチュエータから出力させることにより、除振台上の振動を減少させることができます。

これをフロアフィードフォワード制御 (FFF制御) と言います。

FB制御と併用すると除振台上の振動を更に減少させることができます。(図2参照)

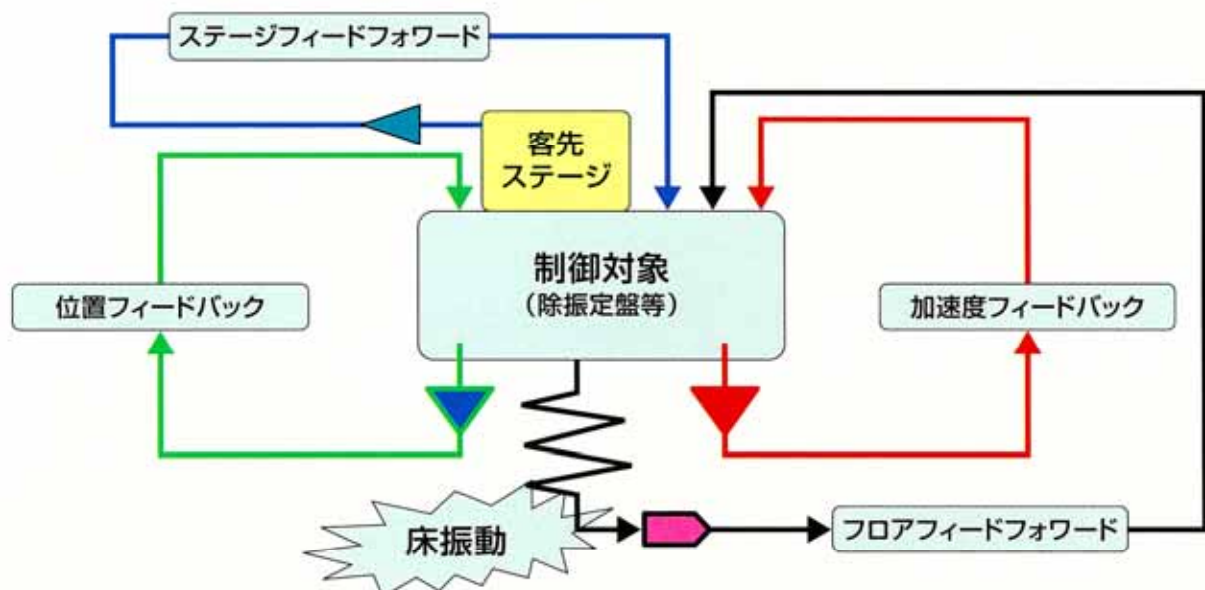


図1 アクティブ除振台の動作原理

除振台上にはステージのような移動物を搭載することが多くあります。

大きな質量の移動は、質量と距離の積に比例した回転モーメントを発生させます。また、質量と加速度の積に比例した加振力も発生させます。移動物の位置と加速度が分かれば、それに比例した力とモーメントを発生させることにより、除振対象物の移動荷重の影響を大幅に低減できます。これがステージフィードフォワード制御（SFF 制御）です。VAAV アクティブ除振台はこの3つの制御を同時に行うことができます。

3. VAAV の特長

VAAV は、アクチュエータとして空気ばねとサーボバルブの組み合わせを採用しました。この構成は、大きな力を容易に得られる特長があります。リニアモータのように発熱や磁界を気にすることなく、VAAV-550 から VAAV-30000 まで、同一のコントローラで制御することが出来ます。

高速の応答が必要な場合には、大流量の高速応答バルブも用意されており、同一のコントローラに接続できます。制御方式も FB 制御、FFF 制御、SFF 制御を標準で用意しており、高性能 DSP の性能を生かして、お客様のニーズに合わせて組み合わせることができます。

4. VAAV の除振効果（振動伝達関数）

図2に VAAV の除振効果を振動伝達関数で示します。標準シリーズの VAAV は、ばね定数を高めて固有振動数が約 5Hz の空気ばねを使用しています。これは、後述のステージ等の除振台上に存在する加振力に対し、大きな変位を生じさせない効果があります。位置 FB 制御のみで浮上させたときには、約 5Hz のパッシブ除振台と同等になり、共振点を持ちます。

加速度 FB 制御を行うとアクティブ除振台としての機能を発揮します。共振点が存在しないアクティブ除振台になります。

このため、やや高めの固有振動数を設定しても悪影響が少なく、良好な除振性能が得られます。

更に FFF 制御を行うと、低周波から大きな減衰効果が働きます。

Lシリーズの VAAV は、固有振動数の低い空気ばねをアクティブ化することにより、低周波領域の振動伝達率の減少と、制御帯域の低周波数化を行い、振動に弱い機器を含む除振対象をソフトに制御することで、より高性能の除振が得られます。

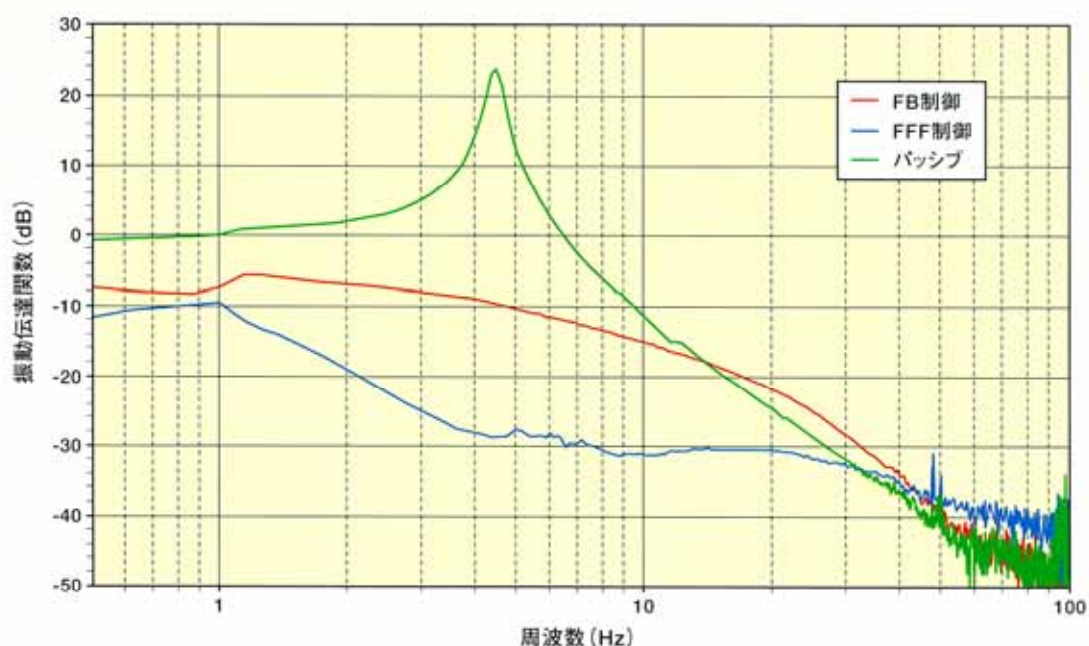


図2 VAAV 標準シリーズ 振動伝達関数測定例

5. VAAVの制振効果

(ステージ移動荷重に対する定盤の応答)

図3、4にVAAVの制振効果をステージ移動荷重に対する定盤の応答回転変位と応答回転振動で示します。

ステージ移動荷重の作用は大きく分けて2つあります。1つ目は、ステージ質量とステージ位置変化量の積に比例する回転モーメントです。

2つ目は、ステージ質量とステージ加速度の積に比例する加振力です。

これらは、ステージ質量、ステージ位置変化量、ステージ加速度が大きいと大変大きな応答変位を発生させます。

柔らかいパッシブ除振台で支持する時には、その揺れは空気ばねの許容変位量を超えて接触を生じる場合もあります。

アクティブ除振台のFB制御効果は、加速度FB制御が振動を小さく、短い時間に収束させます。

このため、装置の位置決め精度の向上やタクトタイムの短縮が計れます。(図4参照)

更に、ステージ位置変化量とステージ加速度のリアルタイム測定値をVAAVコントローラにアナログ接続することにより、SFF制御を行うことができます。

ステージが発生させる回転モーメントと加振力に比例した制御力が、ステージ応答変位を激減させるのが分かります。(図3参照)

VAAVのSFF制御は、理論的に単純で無理が無く、簡単に大きな効果が得られます。

2軸までのステージに対応してSFF制御ができます。

ステージ位置変化量とステージ加速度のリアルタイム信号値の例を図5、6に示します。

±9Vの範囲のアナログ信号で伝達します。アナログ信号生成装置とVAAVコントローラのアース電位は、同一である必要があります。

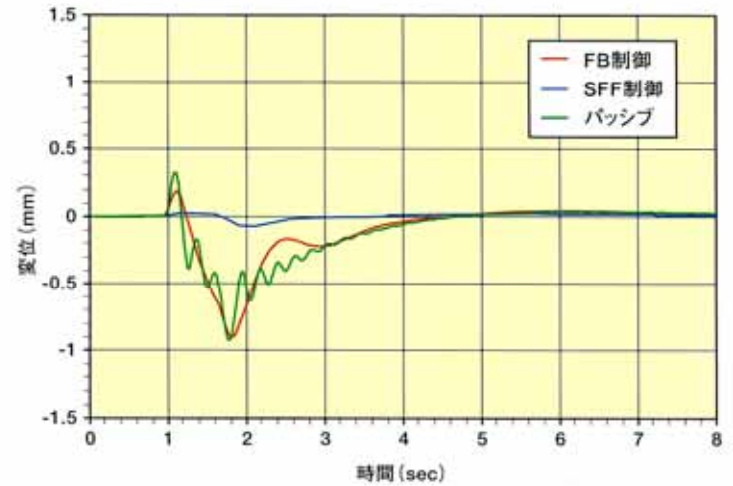


図3 応答回転変位測定例

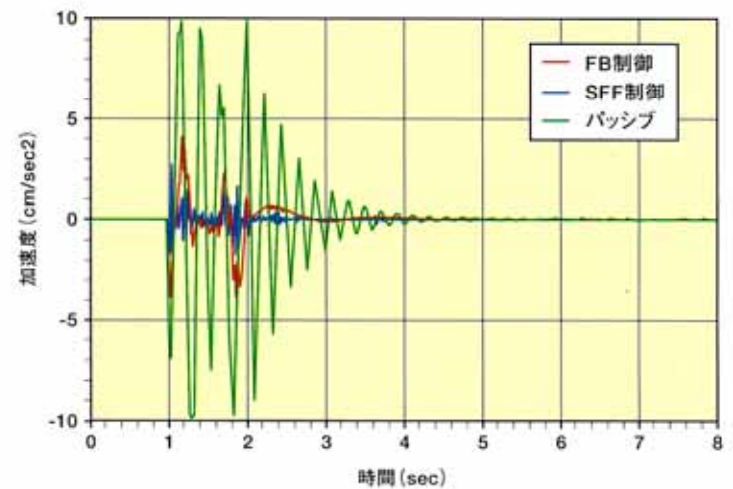


図4 応答回転振動測定例

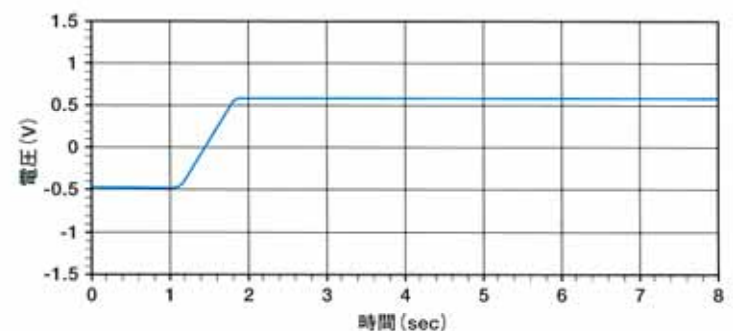


図5 ステージ位置信号例

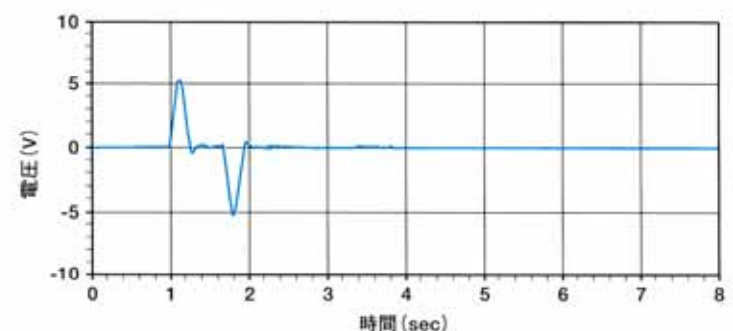
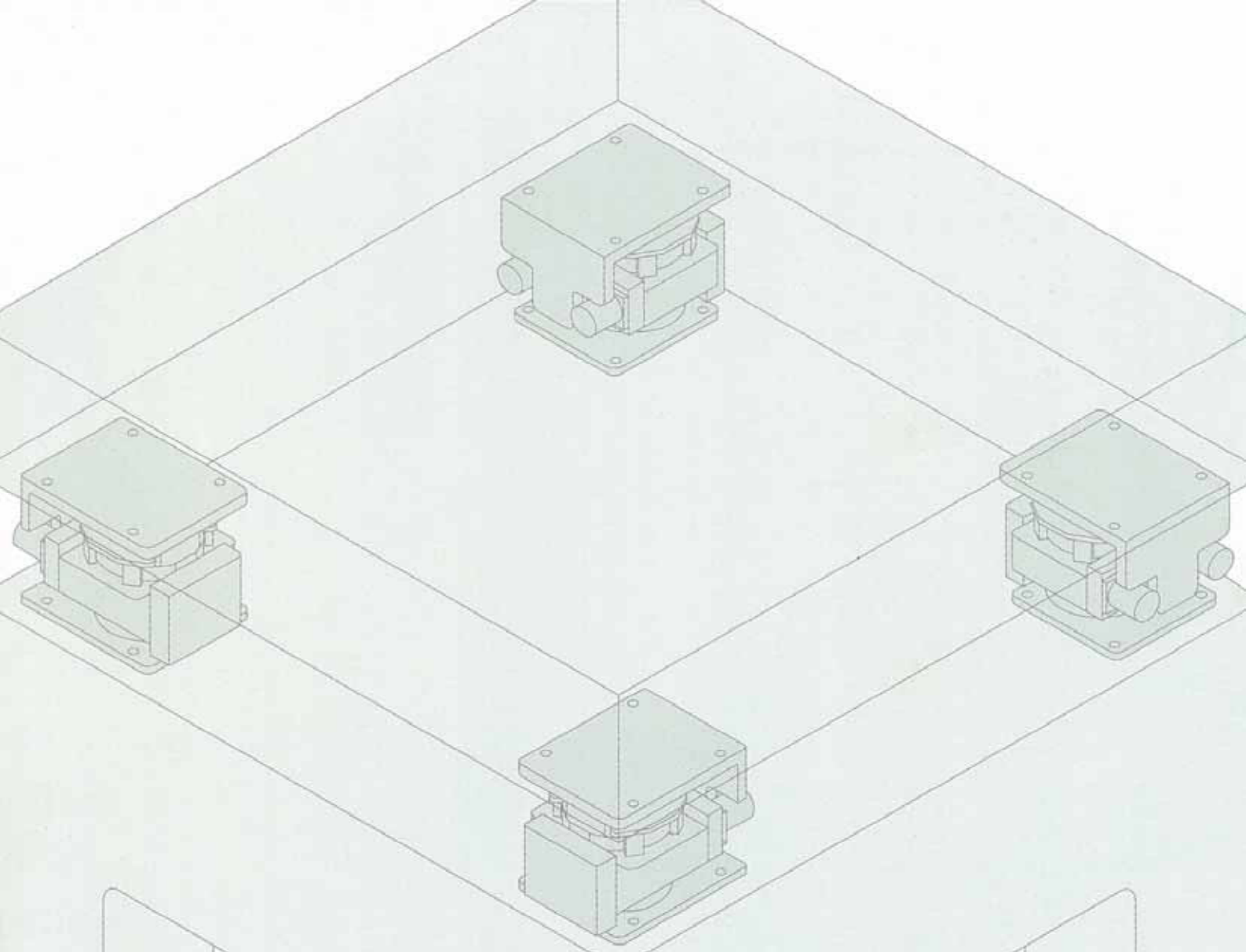


図6 ステージ加速度信号例



株式会社 昭和サイエンス

www.ssvi.co.jp

本 社

〒140-0011 東京都品川区東大井 5-12-10 (大井朝陽ビル)

TEL (03)5781-3300 (代) FAX (03)5463-5001 E-mail sales@ssvi.co.jp

大阪営業所

〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 1-6-22 (新町新興産ビル)

TEL (06)7661-2608 (代) FAX (06)7661-2576 E-mail osaka@ssvi.co.jp

相模原工場

〒252-0253 神奈川県相模原市中央区南橋本 4-1-1 (昭和電線相模原事業所 内)

TEL (042)774-9230 FAX (042)774-7458