

防止するために使用されるものです。このカップは酸、アルカリや実験室で一般に使用される溶剤を通しません。

- Newportのカップは完全なシート状に構成され、上面に真空接着されて空気を介してのあらゆる汚染を防止します。この工程により、競合製品のカップ技術に見られる漏れの問題を解消します。

• **クリーンルーム対応の接着剤**

全てのNewport製光学テーブルのコアの接着には、航空機級の接着剤が使用されています。これらの接着剤はNASAの低ガス放出要求仕様に適合し、高真空中で使用できることが承認されています。これらはクリーンルームでの仕様に適合しており、粒子が飛散して汚すことはありません。Newportは自動計量および混合システムを使用して、1バッチ内の接着剤の品質を一定に維持しています。

• **気密にシールした振動吸収装置**

チューンドダンピング方式の振動吸収装置は気密にシールされ、クリーンルームや高真空中での使用の適合性が完全に保証されています。

• **気孔付きコア**

高真空下またはクリーンルーム内での使用のために、気孔付きコア構造があります。これらの特殊設計のハニカムコアには、1つ1つ開口部が設けられ、高い真空度まで

空気を抜けるようになっていきます。クリーンルームの床用のラミナーフローデザイン (FabFloor™) は、気孔付きコアとテーブル空気流システムを組み合わせています。

特徴と利点

Newportのハニカム設計

特徴	利点
トラスコア設計	高い剛性／重量比 高い静的剛性 高い動的剛性 点荷重に対する大きな耐荷能力
鉛直結合コア	高い剛性／重量比 高い静的剛性 高い動的剛性 点荷重に対する大きな耐荷能力
三重コア結合	高い剛性／重量比 高い静的剛性 高い動的剛性 点荷重に対する大きな耐荷能力
低熱応力接合	テーブル平面度の向上 長期的なテーブルの曲がりを解消 はがれ防止を保証
狭帯域チューンドダンピング	特定の振動モードの除去に最も有効 低振動数の共振には広帯域ダンピングよりもはるかに効果的
広帯域ダンピング	広い振動数範囲の振動モードの振幅を減少させる 特定の振動数帯域ではダンパー層よりも効果的
ダイビングトップスキン	作業面の共鳴を減衰
タップ穴の個別シール	こぼれた液体がハニカムの他のセルに染み込んだりテーブル内部を汚すのを防止
タップ穴の非腐食性シール	腐食性の液体がこぼれても、テーブルの劣化を長期的に防止

Newport光学ベンチ除振システム、最も効果的な振動フィルター

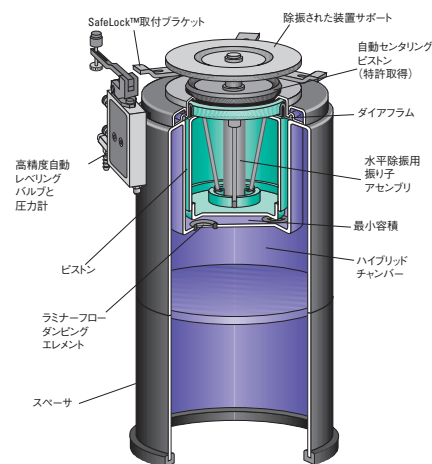
Newport Optical Bench Isolation Systems – The Most Effective Vibration Filtering Available

NewportはStabilizer™除振脚を発明し、理化学機器業界に除振装置の新たな水準を開きました。Stabilizer™は、Newport独自のハイブリッドチャンパーとラミナーフローダンピングシステムを特徴とし、極めて小さな振動に対しても除振効果を発揮します。非常に剛性の高いチューンドダンピングされたテーブルと組み合わせれば、Newport光学ベンチ除振システムの性能にかなうものはありません。最先端の研究に従事するほとんどの研究者が、実験室での除振にNewportの製品しか使わないのは、驚くことではありません。

空気圧除振脚

空気圧除振脚はフィルターで振動を吸収して、機械的ノイズを光学ベンチの作業面に伝えません。改善された除振機能により、光路内の光学部品同士の相対運動による誤差を軽減します。空気圧除振脚は光学テーブル及び負荷と結合して、質量/バネ/ダンパーシステムを構成します。空気圧システムは自己レベリング機能があり、質量変化の除振効果への影響を最小にするので、機械的なバネの代わり

に使用されます。除振脚の性能は主に、その固有振動数とダンピング特性によって決まります。



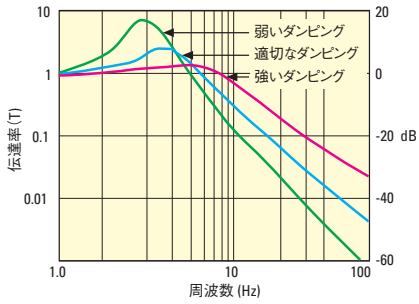
Stabilizer I-2000除振装置の破断面

• **固有振動数 (固有モード、共振)**

空気圧除振脚は基本的に、高い周波数での急激なロールオフを利用して、機械的なローパスフィルターとして作用する単純な調和振動子です。調和振動子の固有振動数よりも低い振動数では、除振脚は実質的に剛体として働き、振動は直接ブラットフォームに伝達されます。固有振動数の振動は実際に増幅されてしまいます。従って主要な目的は固有振動数を下げることですが、それはこれによって低振動数での除振効果と全体の除振帯域が向上するからです。

• **ダンピング**

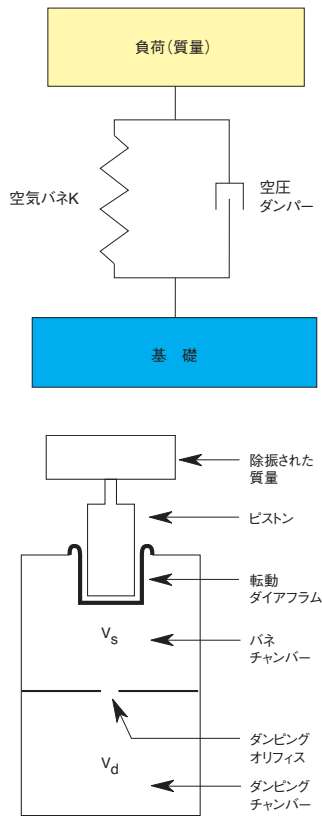
もう一つの大きな目標は、共振周波数での調和振動子の振動を減衰させることです。それによって低周波数での振幅を低減し、システムの安定性が向上します。しかしダンピング効果が強くなると、除振脚の固有振動数がわずかに高くなり、高周波数での除振効果が低下するので、固有振動数とダンピング機能の間の兼ね合いが必要です。



ダンピング効果を示す伝達率曲線

従来の除振脚

従来の除振脚は、コンプライアンスチャンバーを空気バネとして作用するように使用し、ダンピングチャンバーを使ってシステムの安定性を向上させています。両チャンバーは細いチューブまたはオリフィスを介して互いに結合されています。



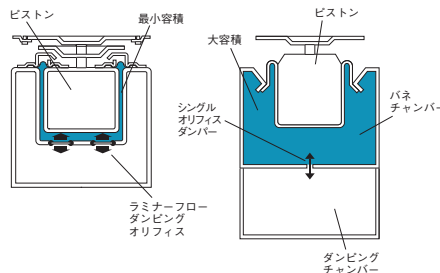
ダンピング機能を持つ従来の空圧除振脚

•コンプライアンスチャンバー

コンプライアンスチャンバーは柔軟なダイヤフラムでシールされてピストンを構成し、光学テーブルを圧縮空気の上に支持します。ピストンがコンプライアンスチャンバー内に押し込まれるとガスの圧力が高くなり、柔らかいバネのような作用で復元力を生じます。除振性能は主にコンプライアンスチャンバーの容積に関係しています。コンプライアンスチャンバーの容積が増加すると、固有振動数が低下します。

•ダンピングチャンバー

圧力を受けてコンプライアンスチャンバーを出た空気は、通常は細いチューブかオリフィスからなる縮流部を通して、ダンピングチャンバーに流入します。縮流部は空気のエネルギを散逸させて、実質的にシステムの振動を抑えます。2つのチャンバーと縮流部の設計は、固有振動数とダンピング効果の兼ね合いによる機能低下を最小にするように、最適化しなければなりません。これらのチャンバーの容積を足し合わせたものは比較的大きく、それらの間を移動しなければならない空気の量が大きいために、応答性は高くありません。



ダンピング効率、ダンパーを通る空気流量と圧力降下に比例します。ハイブリッドチャンバーの設計ではピストンとダンパーの間の空気量が最小になるので、ピストンの運動とダンパーでの空気流の間の結合が良くなります。そのためピストンの同じ移動量に対する制振力が増加し、鉛直移動に対するダンピング効率が向上します。

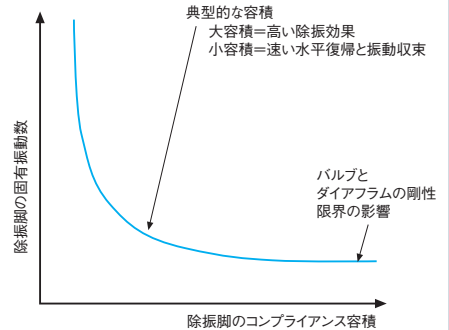
Stabilizer™ 除振脚の設計

Newport独自のStabilizer™設計により、他では得られない大幅に改良された除振脚の設計が可能になりました。Stabilizer™を使用すれば、ピストンとダンピングエレメントをより密接に結合することにより、固有振動数でのダンピング効果が大幅に向上します。その結果、従来の除振脚よりも良い除振効果と高い安定性が得られます。

•ハイブリッドチャンバー

Stabilizer除振脚における主な改善点は、ハイブリッドチャンバーシステムです。ハイブリッドチャンバーは、ピストンとダンピングエレメントの間の空気の体積を最小にすることにより、ダンピング効率を強めるような構成になっています。同等の寸法の2つのチャンバーを使用する従来の設計では、第一の部分がコンプライアンスチャンバーで第二の部分がダンピングチャンバーとなりますが、ハイブリッドチャンバーでは除振脚の全体積をコンプライアンスとして使用します。最初のチャンバーの寸法は大幅に小さくなっています。そのため、第二のチャンバーをコンプライアンス用の容積の一部として利用しなければなりません。従って同じ寸法のパッケージでも、ハイブリッドチャンバーではコンプライアンス用の容積がはるかに大きくなります。大きなコンプライアンス用の容積は固有振動モードの周波数を下げて、除振効果を向上します。

コンプライアンス用の容積が大きくなると、空気圧除振脚の固有振動数が低下し、除振性能が向上します。ハイブリッドチャンバーの設計はコンプライアンス用の容積を最大にします。ダイヤフラムが極めて柔軟なため、剛性の限界が低下します。



除振脚の固有振動数とコンプライアンスチャンバー容積の関係

•ラミネアフローダンピング

コンプライアンスチャンバーの容積はラミネアフローエレメントで結合されています。このエレメントは多くの穴を開けた金属で出来ており、ハイブリッドチャンバーの各スペースの間を移動する空気に対する抵抗を強めます。空気流への抵抗の増加により、固有振動モードの振幅が大幅に低減され、除振帯域幅の影響は最小となります。ラミネアフローエレメントはまた除振脚の収束時間を短縮し、応答性を向上します。工場空気流量を減らせば、ダンピング効果のレベルを上げることができます。



ラミナーフローダンピングオリフィス



通常のシングルオリフィス

ラミナーフローダンピングオリフィスによりダンピング効率が向上します。このダンピングエレメントの設計は、シングルオリフィスではなく何千個もの微小なオリフィスを備え、より広い範囲の動作条件にわたってダンピング効率を向上しています。

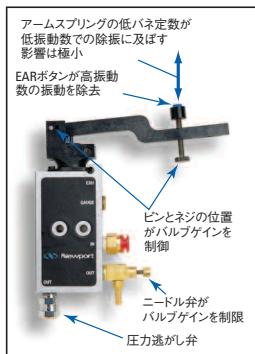
●超柔軟ダイアフラム

空気圧システムの制約の1つは、ダイアフラムの硬さです。大きなコンプライアンス容積を使用するときの除振性能の向上は、ダイアフラムの硬さによって制限されます。Newportでは、特別に成形した超柔軟ダイアフラムを使用することで、ハイブリッドチャンバー設計の利点を最大限に生かしています。

高精度レベリングバルブシステム

光学テーブルが擾乱を受けた後で安定化して水平を回復するために、空気圧除振脚では一般的にバルブが使用されます。Newportシステムにはそれぞれ3個の2方弁が装備され、3つの自由度（鉛直、ピッチおよびロール）に関するプラットフォームの位置を制御しています。バルブは除振脚に取り付けられて、浮きプラットフォームの高さをレバーアームで検出します。光学テーブルが静止状態から乱されると、レバーアームが動いてレベリングバルブを作動させ、空気圧除振脚内の空気を増減してプラットフォームの高さを維持します。空気の供給は、システムの再レベリング機能が作動しているときだけ行われます。

Newportは、光学テーブルのユーザーのニーズに合わせて特別に設計された独自のカスタムバルブを製造しています。競合他社は最適とは言えない市販のバルブを使用しており、高精度の水平復帰はできません。システムに内蔵された除振脚の数に関係なく、必要なレベリングバルブは3個だけです。



Newportのバルブは、光学テーブルシステムに合わせて特別に設計されています。

●空気流量制御弁

Newportは、レベリングバルブからハイブリッドチャンバーへの空気流量を制御するために、ニードル弁を供給します。このシステムはユーザーが出来る制御のレベルを大幅に向上し、どのような光学テーブルシステムでもシステムの応答を最適化することを可能にします。

●EARレバーアーム結合

Newportは特別に設計されたEARダンピング材料を使用して、レバーアームと光学テーブルを結合しています。この材料は高い振動数の振動がアームを介してテーブルに伝わるのを防ぎます。他のメーカーはこれを通常のフォーム材料で行っていますが、フォーム材料は水平復帰エラーを増大させ、しかも時間とともに劣化します。

●圧力計

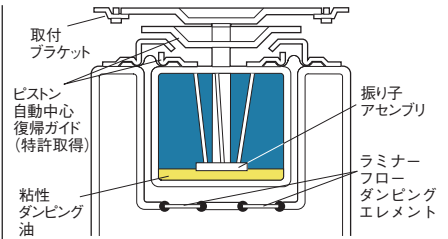
各レベリングバルブには圧力計が組み込まれており、除振脚の内部圧力をモニターします。

非常に低振幅の水平除振脚

空気圧除振脚は鉛直方向の除振を行います。水平方向の除振は、機械的なフィルターシステムで行います。多くのメーカーがある種のベアリング表面を使用して、振動フィルターのための旋回又は揺動面としています。しかしこの様な接触型のシステムでは、必ず機械的な欠陥やベアリング表面間の表面粗さが問題になります。ベアリング表面は摩擦ノイズを生じ、また一般に高精度システムに悪影響を与える非常に低レベルの振動の除去が、制約されます。

3本糸振り子 - Newportは摩擦のない3本糸振り子を使用して、水平除振を行っています。この振り子の固有振動モードは、振り子の長さによって変わりますが、通常は1~2Hzという非常に低い周波数にあります。固有振動数よりも高い範囲では、振り子は振動を除去します。このシステムはたわむことで機能を発揮するので、運動に対する摩擦抵抗を持たず、非常に小さな振幅の振動を除去することができます。

粘性ダンピング - 振り子の固有振動は、蒸気圧の低い油を使用して減衰させられます。このシステムは高い周波数の摩擦ノイズを増やすことなく、固有振動モードの振幅を大幅に減少させます。



Newportが特許を持つ水平除振ピストンのダイアフラム

最高の機械設計

Newportは研究室級の空気圧除振装置に対して長年にわたって更に改良を加えてきました。その結果下記のように、類似品には見られない様々な機能を実現しました。

●自動センタリング (米国特許#5,071,108)

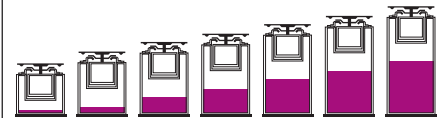
自動センタリング装置によって拘束されないピストン運動を保証しているのは、ニューポートだけです。特許を取得したこの機能は、テーブルのセットアップ中に除振装置の短絡によって生じる問題を解消します。

●高さの調整

研究室級の空圧除振装置は、機械的な高さ調整システムを内蔵し、テーブルの水平調整、高さ制御及び平らでない床に対する補償機能を向上しています。

●モジュール方式の支持ベース

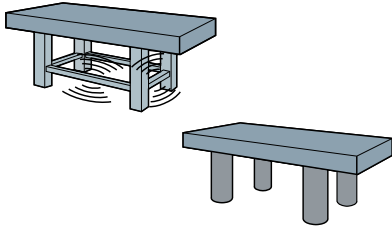
LabLeg™支持システムは全て、モジュール方式の支持ベースの上に構築されます。これらの支持ベースは、7つの標準の高さから選択できます。どのシステムも、新しい支持ベースを注文するだけで、異なる高さに変更できます。トップアセンブリを注文するだけで、剛性のある脚を空気圧システムにグレードアップできます。



高さの違う交換スペーサーベースを使えば、作業面の高さの調節や、キャスターシステムの後付けを簡単に、経済的に行えます。

●独立脚構造

Newportの標準のテーブル用脚には、互いの間の機械的結合がありません。この独立脚構造は、平らでない床には有利であり、また振動をより良く絶縁できます。タイバーで結合すると、25~100 Hzの周波数範囲で大きな構造的な共振を生み出す可能性があります。テーブルを頻繁に移動するためにキャスタ車輪が必要な場合だけ、Newportはタイバーの使用をお勧めします。



通常のテーブルにタイバーを使用すると、床の振動を増幅する可能性があります。

• **SafeLock™**
SafeLock™取付ブラケットを使用すれば、除振脚を光学テーブルに安全にまた確実に結合できます。ブラケットは、溝切り接続により取り付けを容易にしています。SafeLock™で固定した数多くのシステムが、カリフォルニア州と日本の各地で地震に耐えて残りました。耐震固定具は、テーブル付属品として別売で用意されています。

特徴と利点

NewportのStabilizer空気圧除振装置

特徴	利点
ハイブリッドチャンバー構造	最も低い固有振動により、除振帯域幅が最大 ダンピング能力の最適化 従来の除振脚よりも30%小さいコンパクト設計 除振脚の応答性が向上 高重心システムの安定性が向上
ラミネーターダンピング	共振点での増幅を軽減 収束時間を短縮 除振帯域幅への影響はわずか 特殊用途のための可変ダンピング機能
超柔軟ダイアフラム	低周波数での除振性能が向上 低振幅の振動に対する除振性能が向上
高精度レベリングバルブ	テーブルの水平精度が向上 擾乱後のテーブル位置復帰性能が向上 複数のテーブル間でのビーム照射が可能
空気流量制御弁	空気圧制御の最適化が可能
EARゲインアームインターフェース	センサーアームの振動をテーブルから絶縁 水平精度を向上 フォームパッドと違い劣化がない
3本糸振り子水平除振	摩擦ゼロのため極めて低レベルの振動も絶縁 擾乱後のテーブル位置復帰性能が向上
自動中心復帰	除振脚の位置合わせを保証 水平短絡を解消
高さ調整	平らでない床に適應可能 別々のテーブル間の位置合わせが可能
モジュール方式の支持ベース	システムの高さを現場で調整可能 タイバー・キャスターシステムの現場組み込みが可能
独立脚構造	除振性能が向上 タイバーシステムに見られる構造的共振を解消 平らでない床に適應可能

光学テーブルの設計に関する一般的な疑問

Frequently Asked Questions About Optical Table Design

ハニカムコアの設計には違いがありますか？

あります。Newportはトラス構造のコアを使用していますが、これは競合メーカーのコアよりも軽いのに他よりも高い静的剛性を示します。高い剛性は、3重コア接合部での鉛直結合によって実現しました。他メーカーは、コアの高さに沿って接着するための製造コストの上昇を避けるため、重くてしかも剛性の低い構造にしています。それに対して軽いNewportのトラスコアは、剛性/重量比が高いために動的にもはるかに優れています。

チューンドダンピングと広帯域ダンピングのどちらの方が効果的ですか？

狭帯域のチューンドダンピング技術の方が、広帯域ダンピング装置よりもはるかに効果的です。狭帯域ダンピング装置は、振動モードを選択的に除去します。異なる振動モードに対しては異なるダンパーを使用して、高調波を効果的に減衰させることができます。狭帯

域ダンパーはテーブルの形状に応じて個別に選定でき、テーブル質量の25%までの負荷がテーブルに載せられても影響を受けません。もっと重い負荷を受けるテーブルは、想定される負荷を所定の位置に置いて、Newport社内で特別に調整します。ドライダンパーはテーブルの両端に大きな負荷をかけることで剛性/重量比を低下させるのに対して、狭帯域技術では小さな重みしか付け加えません。ドライダンパーは半剛性の接着層を含みますが、これは経時的に劣化する可能性があります。そのためドライダンパーは、Newportが採用している気密にシールされた蒸気圧の低い油を使うダンパーのような信頼性がありません。

性能値はテーブルトップを比較する上で有効ですか？

適切に利用すれば有効です。最大相対運動や動的たわみ係数のような性能値はすべて、測定データと仮定の組み合わせから導かれたものです。計算方法とどのような仮定に基づいたかをメーカーが明確に示す必要があり、そ

うでなければデータを比較することができなくなります。ユーザーがNewport製の多くのテーブルの間の比較をする時の便宜のために、Newportはこれらの性能値を低めに示しています。最高のコンプライアンスレベルと最高の静的たわみ特性を主張するメーカーのデータは、その計算方法が明確に示されない限り無視すべきです。いずれにせよ、最も良い評価方法はテーブルの適切な位置で測定されたコンプライアンス曲線を直接比較することです。

コンプライアンス曲線に示される最も重要なデータは、テーブルの共振周波数と、各々の共振のQ値です。共振周波数が高くなると、テーブルのたわみが小さくなります。Q値は、同じ周波数での理想的な剛体のコンプライアンス値に対する、問題のテーブルのピークコンプライアンス値の比ですが、この値が最小であることは、テーブルのダンピング効果が高いことと、振動による曲がり小さいことを意味します。