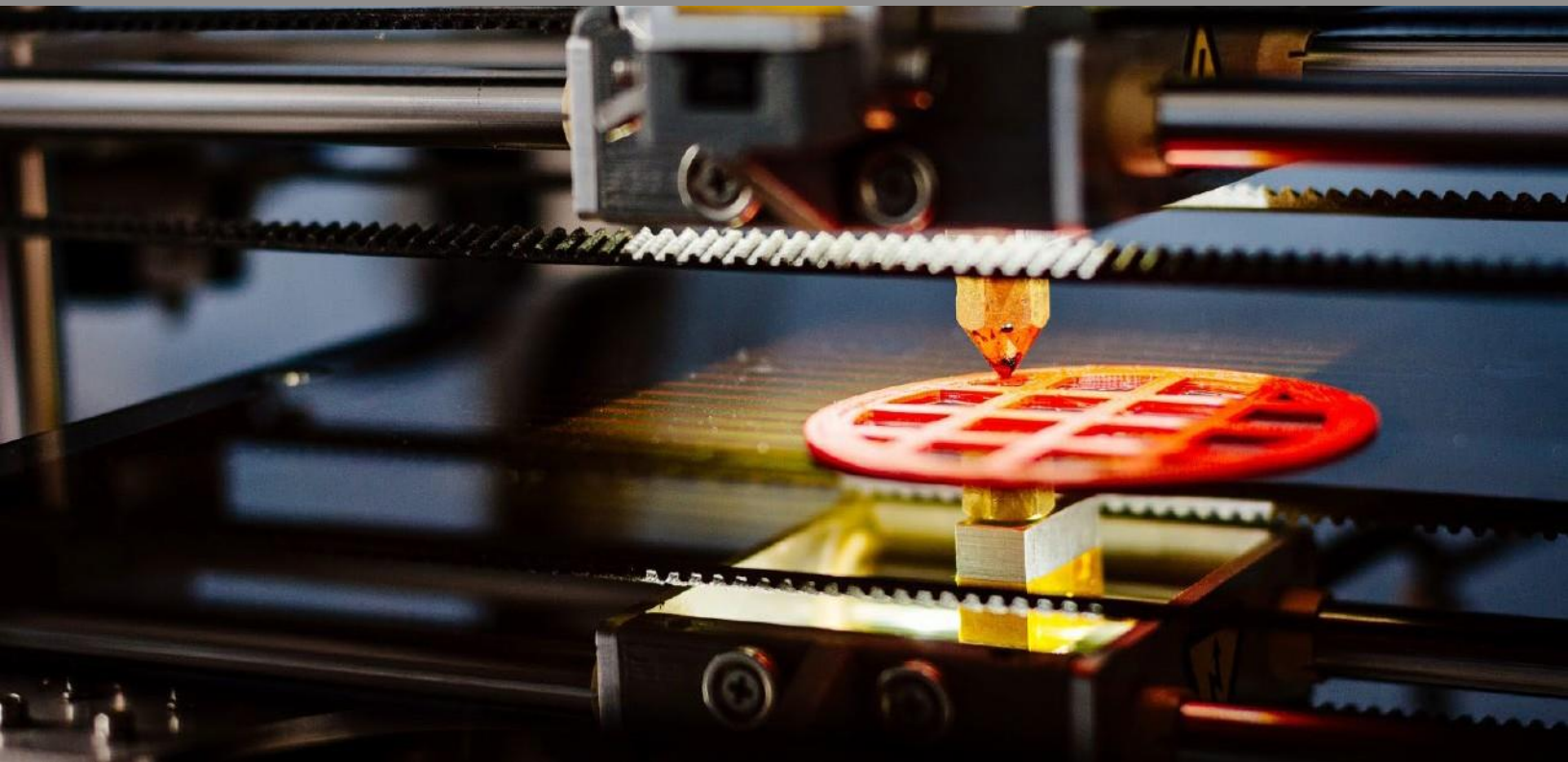


3Dプリンターメーカー 向け手引書

高性能直動案内機構

Nippon SCHNEEBERGER K.K.



序論

3Dプリンターの分野は日々進化を続けています。AM(アディティブマニファクチャリング)が爆発的に拡大にするにつれて、新しいプリンターとアプリケーションが日々市場に登場するため、3DプリンターのOEM製品における設計者や機械関係の技術者、設計技術のマネージャ職が常に最新の技術を追いつけることは困難な場合があります。

設計者は新しい印刷技術とその無数の使用方法に加えて、コアとなるコンポーネントであるプリンターを動かす直動案内システムの新しい開発と重要な機能に遅れを取らないようにする必要があります。

このレポートでは、高性能の直動案内における最先端の技術、特に産業用3Dプリンターにどのように貢献するか、そして選択した直動案内システムが必要な剛性、速度、精度の新しいレベルを確実に提供する方法を考察します。

背景

直動案内のコンポーネントは、3Dプリンターの正常な動作に重要な役割を果たします。それらは、ユニットのプリントヘッド、ノズル、レーザーまたは電子ビームの動きを正確に案内する必要があります。場合によっては材料ベッドも案内する必要があります。これは光造形法と焼結、直接金属レーザー焼結、直接金属レーザー溶融、電子ビーム溶融など関連するすべての積層造形技術に該当します。

初期の3Dプリンターが最大限の精度を要求しなかったのは事実です。そして今日でも、多くのデスクトップモデルはブッシュやベルト駆動またはスチールロッドや基本的なボールベアリングなど3Dプリンターのパイオニアが採用したのと同じメカニズムを使用して直動機構を構成しています。この構成は安価であり、多くの単純な印刷工程に適切な制御を提供しています。

しかしながら、今日では一部の小型プリンター設計者も徐々に、既存構成に代わりボールベアリングまたはローラを備えたりニアガイドウェイなどより高度な直動ソリューションを採用しています。

これらはベルト駆動やロッドシステムよりもコストが掛かり、平均で約3倍となります。しかしながら、多くの印刷アプリケーションに対するそれらの利点は決定的です。

剛性が非常に高いため、振動やバックラッシュなどプリンターが抱えている煩わしい問題を事実上排除することが可能となります。また、これらはロッドやベルト構成の他の問題を回避することができます。例えば、動きが重過ぎる(動きが面粗さや過度な拘束によって損なわれる)または緩過ぎる(機構の過度な遊びによって動きが影響を受ける)などです。代わりにニアガイドウェイの高精度機械加工公差により、非常にスムーズな動作が保証されます。

デスクトップレベルを超えるまたは既製品を超える独自の試作レベルのプリンターや最新の3Dプリンターは多くの場合、複雑な産業用途向けに使用されません。それらは主に工作機械、航空宇宙、自動車、バイオメディカル用途などの部品を製造します。また多くの場合、大量生産され、常に高い一貫性が求められます。

使用されるプリンターがこれらアプリケーション専用である場合は、まったく新しいレベルの直動案内の性能を実装していることを確認する必要があります。したがって、プリンターのユーザーは、製造元へ剛性や速度、精度など非常に高度で重要な特性を備えた直動案内ソリューションを提供するよう要求する必要があります。

産業用プリンターによく採用される昨今の直動案内コンポーネントにはボール型リニアガイドウェイ、ミニチュアリニアガイドウェイ、ミニチュアボールねじおよび直動案内システムがあります。

直動機構を統合していくことが継続的なトレンドとなっています。ガイドレールやスライドに加えて、外部エンコーダを購入した後、それらの位置調整等で困難に直面するのは何故なのでしょう？ガイド機構を指定し、エンコーダを統合した測定システムにすることで総所有コストを削減しながら立ち上げ時間とトラブル対応を節約することができます。

また、メンテナンスの簡素化も視野に入れて購入することができます。統合された長期潤滑機能、または拡張された耐摩耗性を持つ材料などをオプションとして検討し、提案することができます。

直動案内の専門家へ依頼する

多くの場合、3DプリンターOEMに掛けられる人員は限られています。経験豊富な直動案内のサプライヤーと提携することで、事実上、技術チームを拡大することができます。プロジェクトを成功させるための最良の基盤を構築するためにはサプライヤーとの協力関係を形作ることが必要です。

1. 早めの動き出し 検討プロセスの開始直前にサプライヤーへ連絡した後、秘密保持契約 (NDA) を締結し、直動に対する要求内容をできる限り迅速に定量化して理解してもらいます。これにより、サプライヤーは検討の最初から最終的な設計の凍結まで適切なソリューションを検討、提案するための時間と視野を確保することができます。

2. 性能に合わせて設計 サプライヤーは特定のプリンター設計が示す可能性のある直動の問題と機会を迅速に特定するよう努力する必要があります。彼らはトレードオフを特定し、代替案を提案すること

ができます。目標は、潜在的なリスクを回避し、後に修正が困難な性能の低下を防ぐことです。

3. コストに合せた設計 予算は常に最大の関心事です。サプライヤーに市場価格または目標価格を提示してください。適切なサプライヤーは品質や製品寿命を犠牲にすることなく、目標価格に対応するよう努めます。最終的な目標は最適な性能を発揮することです。つまり、最適な性能とプリンターの製品寿命にわたる総所有コストの最小化です。

4. 特注オプションを確認 一部の標準的な既成品のコンポーネントは適合しないか、特定設計において適切な性能を提供できないため、オプションが示されません。課題を持ち帰るサプライヤーは避けてください。代わりに独自の仕様に合わせてソリューションを調整できるパートナーを探してください。カスタマイズされた直動コンポーネントおよびシステムは、設計プロセス、性能および3Dプリンターの総所有コストを改善することができます。

カスタマイズの専門知識に加えて、幅広い直動製品を提供しているサプライヤーを見つけてください。低摩擦リニアガイドウェイやリニアガイドウェイ、リニアベアリング、ボールねじなどの幅広い製品を活用できる多様性が求められています。このようなコンポーネントは剛性、速度および精度を備えたシステムに高度に組み合わせて、必要な性能を提供できます。

剛性

3Dプリンターの直動案内システムの性能は文字通り、その基盤に掛かっています。

高い性能が要求される場合、十分な剛性または硬度、フレーム構造、材料などの要素に最新の注意を払う必要があります。全てが達成したい最終的な性能仕様と一致している必要があります。

剛性は平面度や真直度などの要素に影響します。例えば、プリンターメーカーは必要な厚さと適切な硬度を備えたステンレス鋼製のリニアガイドレールを実際にはレールよりも薄いアルミニウムプレートに取付けようとする場合があります。結果として撓みが生じます。(通常、直動案内のコンポーネントはこれを防ぐためにx, y, z軸に沿った力に抵抗するように設計されています。)ここでの撓みは、加えられた力によって決まる方向にレールがわずかに湾曲することを意味します。これは、スムーズな動作と再現性に影響を与え、製品の均一性を低下させる可能性があります。

最高級の直動案内製品でさえ、外部の動きから影響を受けるベースの上に置いた場合、優れた速度や精度を提供できません。従来、ほとんどの3Dプリンターは板金のキャビネットやアルミニウム製テーブルなどの構造体に取り付けられてきました。これらは、今日の多くのAMなど産業用積層造形装置で許容できる剛性を提供できません。代わりに多くの直動案内のサプライヤーは剛性の高い鋼鉄構造または石定盤ベースを推奨しています。



その他革新的な選択肢: 鋳物とエポキシ樹脂で構成されるベース構造。これらミネラルキャストベースは卓越した振動減衰、強力な耐薬品性および優れた熱安定性を備えたプリンター用ベッドを提供します。ミネラルキャストは特殊形状の開口部、スペースや配線経路などそれぞれのプリンターが必要とするあらゆる輪郭および寸法に対応した成形を行うことができます。また、ミネラルキャストは鋼材、ねずみ鋳鉄または鋳鉄よりも技術的、経済的および環境面で明確な利点を提供することができます。

予測される負荷とプリンターの構成について直動案内のサプライヤーと早期に話し合い、特定の操作の全ての力と条件に耐えるようシステムを設計できるようにします。

速度

直動案内システムの移動速度は基本的にプリンターの生産速度を決定します。

もちろん、一部のプリンターでは変形などの問題を防ぐためにかなり遅い速度が必要です。また、過度の移動速度は振動によるフィラメントのプロビングに対する層の接着欠如まで、様々な問題が発生する可能性があります。ほとんどの場合、造形剤の製造業者は可能な限り、速度を最大化するよう直動案内のサプライヤーへ依頼します。

したがって、一部のアプリケーションでは最高の生産性を実現するために直動案内の要素ができる限り速く加速することが重要です。しかしながら、は多くの場合、整定時間がもう一つの主要な測定基準となります。整定時間: 稼働部品に取付けられたレールまたは他のコンポーネント(印刷またはビームヘッド、材料ベッドなど)が各加速ステップ後に感知できる振動が無く、静止するまでに掛かる時間です。

もちろん、これらの要因はプリンター的设计に大きく依存します。プリンターが製造している特定部品の材質、形状や厚さ、精度およびその特性や選択する直動案内のコンポーネントなど。

一般的には最適な構成での今日の高性能直動案内システムでは非常に正確な位置でも50msec以下の一定速度でステップアンドリピートを達成できます。これにより、非常に高速な移動が可能となり、現在使用できる最高速の産業用プリンター(1秒あたり最大1000mmでの動作)を実現しています。

特定のアプリケーションで何が達成できるかについては直動案内のサプライヤーへご相談ください。

3Dプリンターメーカー向け 高精度直動案内機構の手引き

精度

直動案内装置を選択するときは位置精度と再現性、つまり3Dプリンター/積層造形的设计が要求する精度を考慮してください。これは、精度、再現性、分解能など最終性能のいくつかの重要な領域に影響を与えます。

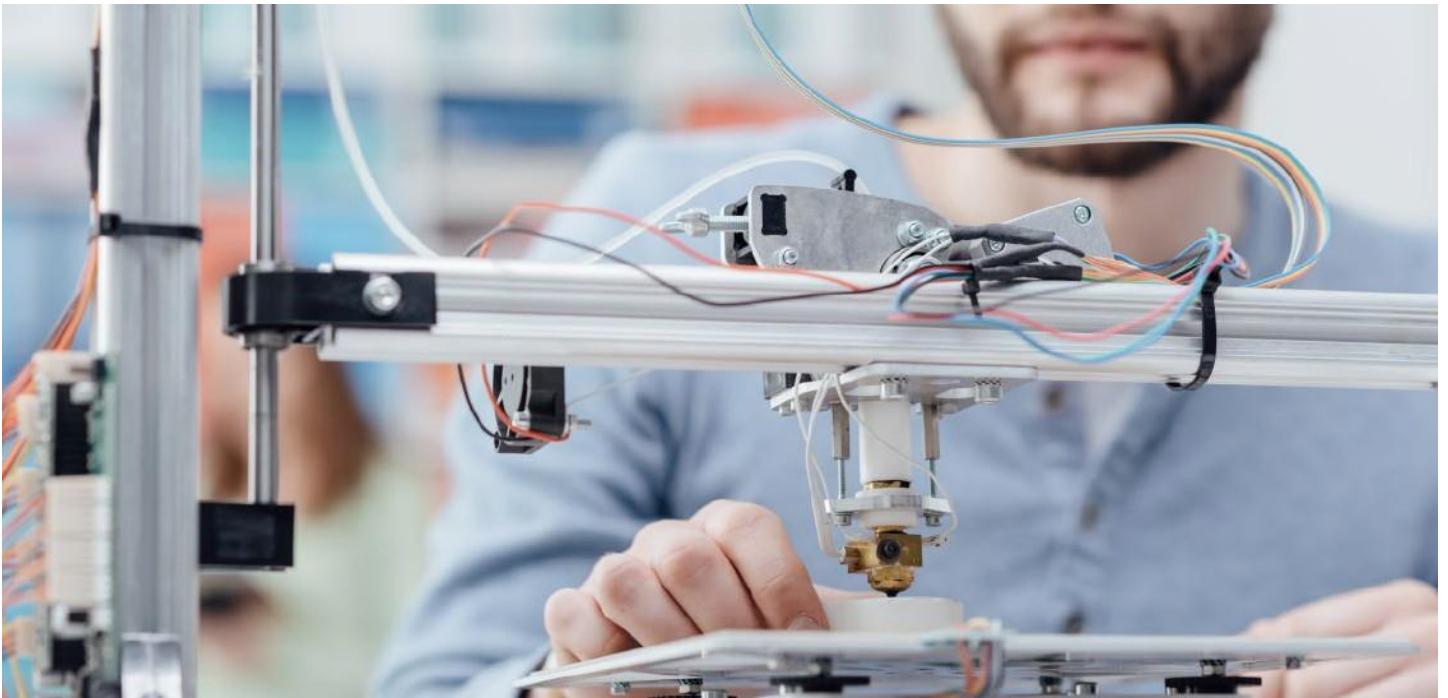
所定の公差または平面度/滑らかさの仕様を達成するため、印刷後の仕上げ手順が作業プロセスに含まれている場合、一次印刷での極端な精度は必要ない場合があります。この範囲のプリンターに適した直動案内システムは位置精度を ± 50 または $100\mu\text{m}$ まで下げることができます。

ただし、ワークピースの内部機能には作業完了後に簡単にアクセスできない場合があります。さらに業界最先端のプリンターは余分な仕上げを最小限に抑えるため、アプローチを進化させています。したがって、全ての部分で正確な寸法と形状を実現するためには非常に正確な直動案内が必要になる場合があります。

実際、多くの3Dプリンターアプリケーションでは、高性能工作機械で従来必要とされていた直動案内機構の精度レベルへ移行してきています。100 μm レベルの精度を達成するプリンターの構築に慣れてしまっている場合、それを大幅に改善する方法が分からない場合があります。また、積層造形技術が進化するにつれて、一部のアプリケーションでは半導体製造装置用の超高精度のナノスケール機器を設計されている主要な直動案内のサプライヤーのような、さらに高い精度が求められます。

3Dプリンターがこれら後者のグループに該当する場合は、具体的な要求について喜んで相談できるサプライヤーを見つけ、考えられる直動案内ソリューションの正確な機能を比較することで、まったく新しいレベルの精度達成に役立てることができます。

多くは、特定のプリンターの設計および印刷する必要のある部分によって異なります。さらにサプライヤーは直動案内システムの剛性、平面度、荷重/予圧、構造材料から動作温度、振動/共振の可能性までの問題に対処し、一定の速度やストローク長などの要素を考慮する必要があります。しかし、適切な条件下では、今日の優れた直動案内システムにより特定の3Dプリンターで0.1~0.5 μm までの再現性精度を実現することができます。



成功事例

3Dプリンターはより複雑な産業用途に適しているため、工作機械、計測、オートメーション、医療やライフサイエンスなどに搭載されている高度な直動案内機構の品質が利用できます。

例えば、スイスに本社を置く老舗のグローバル直動案内メーカーであるシュネーベルガーは、これら用途やその他用途に幅広い直動案内コンポーネントと直動案内システムを供給しています。今日では、比類のない知識と経験を活かして積層造形装置のさまざまな問題を解決しています。他の直動案内メーカーやシステムインテグレータが要求仕様を満たすことができないと言っても、シュネーベルガーの専門家たちはその方法を見つけ出すことができます。

事例 1: 既存設計内での限られ

たスペース

大手のデジタルソリューションを提供する会社では既存の3Dプリンター製品内の狭いスペースに収まるコンパクトな直動案内ユニットを必要としていました。しかしながら、市場にある標準品を使用するとコンパクトにはなるものの、周辺構造部の再設計を行う必要があり、このコンポーネントに対応するためにお客様の貴重な時間と技術/設計のリソースを使用しなければなりません。幸い、シュネーベルガーの技術者達は、特殊なリニアベアリングを使用したクロスローラ機構のステージをカスタマイズすることで、必要なエレクトロニクス部と基板への統合と共に限られたスペースに確実に適応させることができました。

事例 2: 低コストで高速、高い品質

中核的な3Dプリンターメーカーは従来のCNC加工機からの切替えを検討している機械加工業を対象としたより新しく、大きく、そして高速なプリンターを設計していました。プリンターの設計では、印刷品質を維持または改善しながらコストの削減と運用速度の向上が可能な直動案内製品が必要でした。シュネーベルガーの技術者達は、サイズ15のボールタイプリニアガイドウェイを推奨しました。費用対効果の高い設計により、高速駆動を提供すると同時に低い摩擦とスムーズな走行を可能とし一貫した高品質の造形印刷を実現しました。

事例 3: 公差の改善、振動の低減、

コスト削減

積層造形プリンターの製造会社は産業用メタルプリンターの全体的な精度に関する問題に直面していました。各部品の許容誤差が仕様に適合しないことが多く、最終製品の品質試験で不合格となっていました。製品の組み直しや製造、再試験を繰り返すことでお客様にとって貴重な時間と費用が掛かっていました。彼らは直動案内メーカーの依頼先をシュネーベルガーへ変更しました。シュネーベルガーの技術者達は課題のあるプリンターを調べ、課題が機械の石定盤にあることを見つけ出しました。その製品は安定性を非常に高めた上位機種でしたが、代わりに過度の振動を許容していました。解決策として振動減衰性が優れ、構造安定性と低コストを実現できるミネラルキャスト製ベースとしました。

事例 4: バイオプリンターの高精度化

新興の3Dプリンターメーカーでは骨の構造を強化するセラミック部品や移植臓器と移植された人間の細胞の成長をサポートする再生医療用足場材料作るために何が必要かを模索しています。シュネーベルガーは設計の初期段階からこれらバイオプリンター製造会社と協力して、必要な超高精度直動案内ソリューションを提供する製品と経験があることを実証しています。最先端の旧世代プリンターでさえ、許容できる速度で50または100μmレベルの位置決め精度を実現できる優れた直動案内の機能が必要でした。しかし、革新的なバイオプリンターのアプリケーションではまったく新しいレベルの性能が必要とされます。シュネーベルガーの技術者は適切な設計と最適な材料を組み合わせることで、最高の剛性、高精度の平坦度と真直度、優れた等速性を実現し、50~100mmサイズのステージで0.5~0.1μmの再現性、1~20μmの精度を達成しています。同じ移動距離のステップ動作においては、各移動後50msec以内に整定しています。

3Dプリンターメーカー向け 高性能直動案内機構の手引き

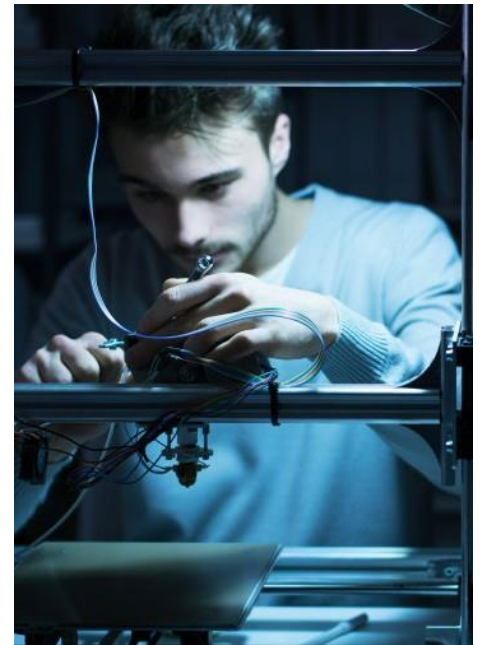
積層造形の未来への移行

今日の高度な直動案内システムは、実際には既存の3Dプリンター技術が使用するレベルよりも高い精度を提供できます。

積層造形が爆発的な発展を続けるにつれて、速度が上がり、効率が向上し、材料が増大します。多くの3Dプリンターがプラスチックよりも金属を製造するようになるほど転換点は確実に近くなります。

したがって、プリンターの直動案内の性能を拡張する余地がまだあると言えます。例えば、デイスパンサー機構の動きをより小さなスケールで正確に制御する機能があれば、バイオプリンターはより微細な細胞構造を製造できるようになります。静脈組織は2016年に初めて印刷技術により製造できることが確認されました。3Dプリンターで製造された完全に機能する人間の臓器はそれほど遠くない将来に実現すると予測されています。

また、その他産業用途では高精度の直動案内機構を使用することにより、3Dプリンターで極めて滑らかな表面を作製できます。これにより、追加の仕上げ加工を必要とせずに密接に嵌合する表面を必要とするベアリングやシールまたはその他部品で機能するのに十分な面精度の部品製造が可能となります。



結論

3Dプリンティング/積層造形の製造数は増加し、独自製品のために高度な直動案内ソリューションの利点を模索しています。適切なサプライヤーは懸念や障害を克服し、専門家による設計、許容可能なリードタイム、総所有コストの削減、信頼性の高い品質そして、それらに応えるパートナーシップなどの利点を提供できます。また、適切な製品は、真の高性能プリンティングを可能にする剛性、速度、精度など重要な特性を提供できます。

シュネーベルガーについて

シュネーベルガーは1923年に最初の転がり要素を使用したリニアガイドウェイを開発して以来、優れた直動案内ソリューションを生み出してきました。工作機械や医療機器の分野、そしてその先へ。その高品質の標準およびカスタマイズされた製品には、リニアベアリングおよびリニアガイドウェイのほか、エンコーダ内蔵システム、ギアラック、スライド、超精密位置決めステージ、ミネラルキャストなどが含まれます。

SCHNEEBERGER
LINEAR TECHNOLOGY

日本シュネーベルガー株式会社
東京都港区虎ノ門3-20-5ク
レイン虎ノ門ビル7F

電話: 03-6435-7474

Email: sales-japan@schneeberger.com

www.schneeberger.com