

# Nakanishi Jaeger 一社

最良の選択  
硬脆材料の超高精度切削に  
最適な高周波スピンドル



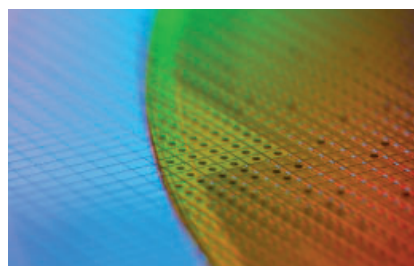
## シリコンやセラミックス等の 高機能素材は、特殊な材料 特性を有しています

それらの素材は特に高レベルの硬度、高弾性率、低密度、および化学物質に対し広範的に非感受性であることが特徴的です。

セラミックスはその高硬度の特性ゆえ、摩耗促進が懸念される箇所用部品での使用に最適です。

セラミックスは、技術的な構成部品やインプラントへの使用がますます増加しており、人工義歯(インプラント)等の医療技術でも幅広く使用されています。

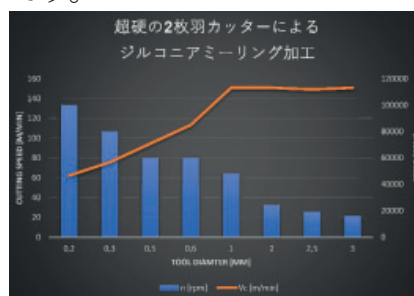
シリコンウェハから作られた半導体は今や私たちのデジタル世界では必要不可欠なものとなっています。



機械的に穴あけ加工を施したシリコンウェハ

## 脆性材料の機械加工 スピンドルに求められる要件 とは

高精度切削で使用される工具径は、0.2mmから3mm程度です。



ジルコニアをミーリング加工する際の典型的なパラメーター (歯科業界)

幾何学的に設定された刃先での硬脆材ミーリング加工(ジルコニアの機械加工に限定)または幾何学的に定義されていない刃先での研削加工は、金属の機械加工と比較して非常に困難です。

セラミックスが持つ高硬度と低延性特性は工具寿命の低下、材料切削除去率の低下、および表面品質の低下につながります。原則的には切削速度を上げると、表面仕上げは向上します。

その理由は平均チップ厚さの減少(切削プロセスの単位時間あたりの刃先の接触回数の増加)、研削力の減少(個々の砥粒への応力の減少)が挙げられます。その結果、摩耗の改善につながります。

ただし、工具やワークピースの熱的負荷が大きくなります。通常周速の低下は、対抗するプロセスが原因で、表面品質の低下につながります。[Holzhüter, 2002]

脆性材料の機械加工時に砥粒の刃先が材料を貫通すると、ワークピースの材料に径方向および横方向の亀裂が発生します。実際の切りくず除去が、ワークピース材料のチップングの原因となる横方向の亀裂を発生させます。[Klocke, 2018\_1]

金属加工とは対照的に、セラミックス加工は基本的に法線方向の加工負荷が特に増加します。[TIO, 1990]

これらの加工負荷は、対応する剛性のある機械とスピンドルシステムによって補正する必要があります。さもなければ、柔らかすぎてしなりやすいシステムは生成された機能面の寸法と形状の精度を低下させます。[Klocke, 2018\_2]

その結果、スピンドルは径方向および軸方向に優れた剛性を提供する必要がある、一方では100,000min<sup>-1</sup>の高速で尚且つ3mmの工具でワークピースを荒削りするのに十分なトルクを備えている必要があります。



義歯用シャンク径3mmの様々なツール HPTecより写真提供

例えるならば、ポルシェで畑を耕すようなものです。義歯を軸加工で製作するためには、かなり長く突出したスピンドルシャフトノーズを備えたスピンドルを設計する必要があります。剛性と長い工具/長いスピンドルノーズは正反対の要件であり、生産上の必要性により妥協が必要です。

### パワフル設計 コンパクト・軽量・熱的に一定性が求められる 要求の厳しいアプリケーション向け

Nakanishi Jaeger社は、高周波スピンドルに使用するモータを自社で設計および製造しています。そうすることで、「小型でコンパクトでありつつ、困難な粗削りにも十分なパワーを発揮する」というようなお客様独自のニーズに最適なモータを独自に設

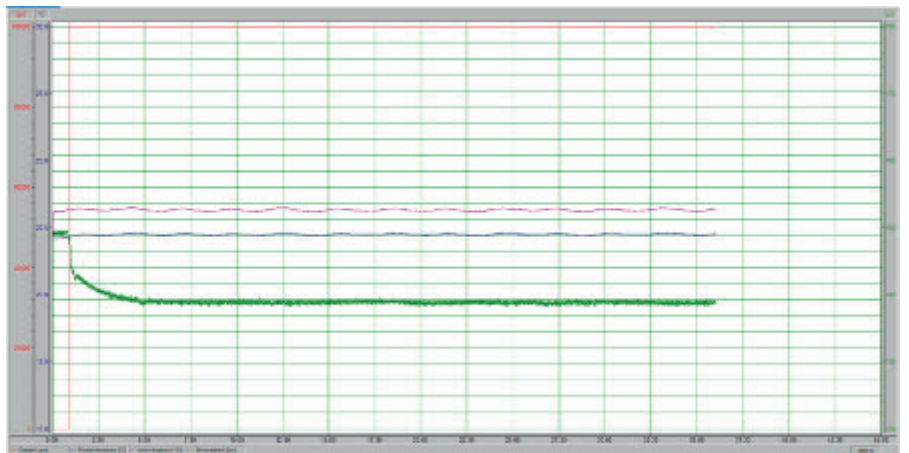
計可能です。温度損失を最小限に抑えることに重点を置いたモータ設計と組み合わせることで、Nakanishi Jaeger社製スピンドルは要求の厳しいアプリケーションに最適です。通常、硬脆材料で作られたワークピースの幾何学的精度の要件は非常に高くなっています。スピンドルシャフトの熱膨張は望ましくなく、スピンドルの機械への熱伝導も同様です。

スピンドルは、生産性の理由から可能な限り迅速に温度飽和する必要があり、精度に対する熱の影響を最小限に制限するために、運転中は温度一定である必要があります。

このような熱的に一定のスピンドルを実現するには、非常に効果的なモータ設計と優れた冷却コンセプトの融合が欠かせません。



ジルコニアのミーリング加工



Z33スピンドルの100,000min<sup>-1</sup>での熱挙動は数分後に飽和し、30分以上1μmの範囲内で一定

## 無交換グリース潤滑 繊細部品に最適なベアリング潤滑原理

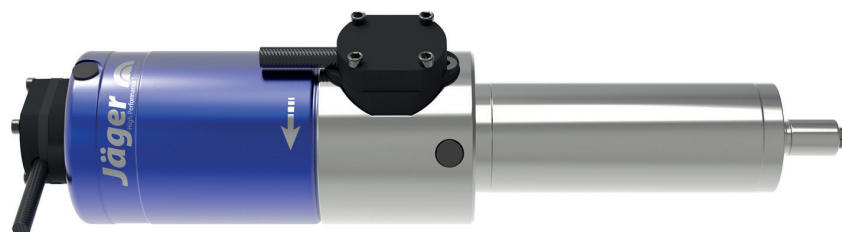
たとえば、未焼結状態で吸湿性を有するシリコンおよびセラミック材料を機械加工する場合や医療用途では、オイル

エア潤滑よりもグリース潤滑のスピンドルが好まれます。これにより、特にインプラントにとって重大な問題となり得るワークピースへの異物混入を防ぎます。コスト面に加えて、恒久的なグリース潤滑を採用する理由

は、オイルエア潤滑ユニットの不適切な取り扱いや不適合または不十分な純度のオイルの使用等によるエラーの低減です。

## ツールインターフェースの出来栄精度は、達成可能な精度を決定する重要なファクターです

ツールとスピンドル間の介在部品数が少ないほど、達成可能なクランプ精度が高くなります。従来式に代わる硬脆材料の高精度機械加工用クランプシステムはHSKテーパーであり、好ましくは熱収縮接続またはポリゴンクランプ原理、またはダイレクトツールシャンククラ



Z33スピンドル/100,000min<sup>-1</sup>, 0,65KW 電気式ツールリリースユニット搭載

ンプを使用します。ここでの不利な点は、加工で使用する全てのツールが同じシャンク径を持たなければならないことですが、これは、歯科業界のような特定の分野では現在の最高技術水準です。空気消費量を

削減し、その結果CO<sub>2</sub>排出量を削減するために、Nakanishi Jaeger一社製スピンドルは空圧シリンダーの代わりに電気式リリースユニットを装備することができます。

## Nakanishi Jaeger一社の製品群

### 硬弱材料を高精度に切削するための製品例:

スピンドル型式	最高回転速度(min <sup>-1</sup> )	ツールインターフェース
Z33	100,000	ダイレクトツールシャンクチャッキング
Denta Drive X.O	100,000	ダイレクトツールシャンクチャッキング
Z62 H370	70,000	HSK E 20
Z62 H460	60,000	HSK E 25
Z100 H540	40,000	HSK E 32
B150	26,000	HSK E 40

#### Manufacturer

**Nakanishi Jaeger GmbH**  
Siemensstraße 8  
61239 Ober-Mörlen · GERMANY  
Phone +49 6002 9123-0  
info@nakanishi-jaeger.com

#### Author

Jürgen Beck; Biberach 01.09.2023

#### 参考文献

- [Holzhüter 2002] Holzhüter, Sonja Mandy (07.05. 2002), Dissertation Einfluß von Digitalisierung und Bearbeitung auf die Eigenschaften CAD/CAM bearbeiteter Kronen- und Brückengerüste aus Hochleistungskeramik, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Deutschland
- [Klocke 2018\_1] Klocke, Fritz (6. Auflage 2018), Fertigungsverfahren 2, Seite 109
- [TIO 1990] Tio TH (1990) Pendelplanschleifen nichtoxidischer Keramiken. Dissertation, TU Berlin
- [Klocke2018\_2] Klocke, Fritz (6. Auflage 2018), Fertigungsverfahren 2, Seite 110

総発売元



**ダイナミック ツール 株式会社**  
Dynamic Tools Corporation

<https://www.dynamictools.co.jp>



本社 〒619-0238 京都府相楽郡精華町精華台7丁目4番地6 TEL 0774-98-0518 FAX 0774-98-0558  
東京営業所 〒252-0318 神奈川県相模原市南区上鶴間本町5丁目1番4号山崎商事ビル3F TEL 042-767-4111 FAX 042-767-4466  
名古屋営業所 〒485-0046 愛知県小牧市堀の内3丁目71番地 キャッスルビル3F TEL 0568-76-1631 FAX 0568-76-1633