

Ceramic

テクニカルセラミックは、高度な産業用途向けに特別に開発された材料の総称です。maxonでは、ジルコニアや酸化アルミニウムなど、酸化物セラミックに注力しています。ジルコニアは、極めて高い硬度、優れた耐摩耗性、鉄に匹敵する密度を誇り、高精度な歯車やシャフトに最適です。酸化アルミニウムは主に絶縁用途に使用され、様々な純度のグレードがあります。材料の選定には、絶縁耐力、表面仕上げ、摩擦特性、耐摩耗性といった要件を考慮します。テクニカルセラミックは、過酷な条件下でも確実に機能するソリューションを可能にし、従来の材料では限界に達する用途において、最高の精度を提供します。



セラミック

他に類を見ない素材	491
応用分野	492-495
加工および製造プロセス	496
各種アプリケーションに適したナット	497
セラミック標準コンポーネント	498-499

セラミック

セラミック製の、精密スピンドル、軸とシャフト、マイクロテクノロジー用の複雑にカスタマイズ化されたコンポーネント、耐引掻性を有するハウジング部品。これらの部品は、maxonのドライブに内蔵され、長年にわたる評価に耐えてきたものです。高性能な工業用セラミックは、従来の素材が使用できない領域で主に使われています。

ジルコニア ZrO_2 の材料一般特性

曲げ強度	$>800 \text{ N/mm}^2$
弾性率	$2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
密度	$\geq 6.08 \text{ g/cm}^3$
硬度	1350 HV
熱膨張係数	$10 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$
熱伝導率	2 W/mK
電気抵抗	$10^8 \Omega \text{ cm}$

研磨されたセラミックの表面は、滑り運動に最適です。

独自開発したcgs処理 (ceramic glide surface) を施したセラミックスピンドルは、ほぼすべての領域でスティックスリップ無く動作します。

ナットもcgs処理のメリットを享受し、著しい寿命の長期化を可能にします。

- 非常に高い耐摩耗性と硬度
- 優れたすべり特性
- 高い機械的強度
- 長寿命
- 高い耐熱性

他に類を見ない素材

セラミックは他の素材では対応できない分野で使用されています。

maxonは、ドイツ南西部ゼクサウにある工場で、カスタマイズされたCIM(セラミックス粉末射出成形)コンポーネントの開発と製造を行っております。弊社の開発・製造部門は、粉末射出成形の分野で30年以上の経験があり、最新のCAD技術や有限要素解析などを駆使しています。CIM(セラミックス粉末射出成形)により、maxonは極めて複雑な形状のセラミックコンポーネントを製造することができ、それらは他に類を見ない高精度と高品質を提供します。

ceramic.maxongroup.com



素材としてのセラミックの長所

- 非常に高い耐摩耗性と硬度
- 優れたすべり特性
- 高い機械的強度
- 長寿命
- 高い耐熱性
- 優れた断熱性
- 高い耐腐食性と耐薬品性
- 生体適合性
- 低比重

応用分野

時計技術

機械式時計用コンポーネント

機械式時計では、小さな機械部品を精巧に加工し、時計が正確に動くようにしなければなりません。セラミック・コンポーネントにより、かみ合い部品はこれまで達成できなかった寿命期間を通してこの精度を保ちます。

オートマチック時計用セラミックコンポーネント。

- 最高の精度
- これまでに達成されたことのない寿命期間
- 非常に高い耐摩耗性
- 信頼性の高い量産
- 完全非磁性



高精度かつ長寿命



測定技術

流量計用のセンサハウジング

セラミックは悪条件にも耐えられます。高温、ガス流での研磨粉塵、そして反応性の高い薬品凝縮液への耐性をもったセンサ・ハウジングです。低い熱伝導率がセンサ内部の電子回路を守ります。電場および磁場に対する絶縁性は、電子センサの使用を可能にします。

- 過酷な条件に対する高い耐性
- 低い熱伝導率
- 電場および磁場に対する絶縁性
- メンテナンス・修理費用の削減
- 完全非磁性

過酷な環境条件に耐えられる高い堅牢性。



オーディオ技術

インナーイヤ型イヤホン用ハウジング

ヘッドホン（イヤホン）ハウジング用の耐引掻性の高いセラミックは、長寿命と着用における心地良さを保証します。



セラミックの表面は、耐引掻性と光沢が印象的です。セラミックは熱伝導率が低いため、温かく心地よく感じられます。当社の研磨と成形プロセスの継続的な開発は、美的デザインと機能性を特別な形で結びつけています。セラミック・ハウジングは、内部の高い技術を守り、永続的に高品質の外観を提供します。

- 完璧な表面仕上げ
- 長寿命を可能とする耐引掻性
- 低熱伝導率による装着時の心地良さ
- 最適な音響特性

オーディオ技術

ハイエンド・レコードプレーヤー用ベアリング

完璧な音響体験には妥協の余地がありません：すべての要素が完璧に相互調和している必要があります。磁界や高精度の振れなどの特別な課題は、セラミックを用いることで簡単に克服できます。ハイエンド分野における要求は極めて高くなっています：材料、加工、表面仕上げにおいては、最高の精度と品質が最重要となっています。最高級のハイエンド製品にとっては、信頼に裏打ちされたスムーズな協力関係こそが、不可欠なのです。



セラミック製の磁気ベアリングがスムーズな音溝のトレースに最適となっています。



- 完全非磁性
- 完璧な表面仕上げ
- 非常に高い耐摩耗性



FA機器分野 産業機械のエLEMENT

産業分野において、機械やシステムの可用性は極めて重要です。ここでも、セラミックは、その高い硬度、強度、耐摩耗性、すべり特性により性能を発揮します。ひとつの特筆すべき例は、cgs表面処理(ceramic glide surface)を施したmaxonセラミックスピンドルです。スリーブ、ガイド、軸、シャフトも典型的なセラミックの適用例です。耐薬品性と非磁性を有するこの素材は、他の素材の使用が困難な分野に多く使用されます。

- 非常に高い耐摩耗性
- 高硬度
- 優れたすべり特性
- 卓越した強度

セラミックは、産業オートメーションで求められる硬度、強度、耐摩耗性、すべり特性を備えています。



医療

内視鏡用絶縁コンポーネント

医療技術では、医療機器（例：内視鏡）に使用される素材に、特に高い要求が課されています。外観上欠陥が無く、信頼性の高い卓越したコンポーネントのみが使用を許されるのです。さらに、材料は生体適合性があり、体液に対する耐性も有していなければなりません。

- 完璧な表面仕上げ
- 生体適合性
- 低い熱伝導率
- 極めて堅牢



内視鏡の用途で高い評価を得ているセラミック絶縁部品：生体適合性が高く、堅牢です。



ドライブシステム技術 過酷な条件に耐えるスピンドル

海水における使用には、堅牢で耐腐食性のある材料が必要とされます。

ドライブ技術においては、その使用方法によっては従来の素材で対応しきれないこともあります。例えば、カスタマイズされた水中ドライブには、海水に対する耐性がある素材しか使用できません。そこで弊社のセラミックスピンドルが実力を発揮します：この製品は、耐腐食性があり、堅牢で、耐摩耗性も高く、同時に高い効率を誇ります。

maxon cgs (セラミック・グライド・サーフェス) セラミックスピンドル

- スリップスティック現象をほぼ完全になくした動作
- 滑らかな動作性
- 高硬度
- 極めて長い寿命
- 非常に高い耐摩耗性
- 高効率



加工および製造プロセス

高品質なセラミック製品のための様々な製造プロセスが、最高の結果を実現します。



CIM ¹ 工程	粉末	コンパウンド	射出成形	溶剤の除去	バインダーの除去&焼結
プレス工程	粉末		プレス		焼結
付加製造 (Additive Manufacturing)	粉末	サスペンション (懸濁液)	LCM ² 工程		バインダーの除去&焼結

¹Ceramic Injection Molding (セラミックス粉末射出成形)

²Lithography-based Ceramic Manufacturing (リソグラフィー系セラミックス製法)

ジルコニア ZrO_2

機械的負荷に非常に強い

高性能産業セラミックであるジルコニアは、従来の原料が実現することができなかった分野において、様々な用途で使用されています。

ジルコニアの特長：

- 非常に高い耐摩耗性と硬度
- 優れたすべり特性
- 高い機械的強度
- 高い耐熱性
- 優れた絶縁特性
- ほとんどの酸やアルカリに対する高い耐腐食性、耐薬品性
- 弾性率や熱膨張係数がスチールに類似しています
- 生体適合性があり、アレルギーが少ない
- 低比重

酸化アルミニウム Al_2O_3

熱負荷に非常に強い

酸化アルミニウムは、電気工学分野において主に絶縁のために用いられています。

酸化アルミニウムの特長：

- 高い耐熱性
- 高い熱伝導率
- 中程度の機械的強度
- 低い熱膨張係数
- ほとんどの酸やアルカリに対する高い耐腐食性、耐薬品性
- 高い硬度
- 低比重

素材の一般的特徴

曲げ強度	>800 N/mm ²
弾性率	2×10^5 N/mm ²
密度	≥ 6.08 g/cm ³
硬度	1350 HV
熱膨張係数	10×10^{-6} 1/K
熱伝導率	2 W/mK
電気抵抗	10^{10} Ω cm

素材の一般的特徴

曲げ強度	>350 N/mm ²
弾性率	3.5×10^5 N/mm ²
密度	≥ 3.98 g/cm ³
硬度	2000 HV
熱膨張係数	$\geq 5 \times 10^{-6}$ 1/K
熱伝導率	25 W/mK
電気抵抗	10^{15} Ω cm



各種アプリケーションに適したナット

それぞれの応用製品に適したナットを

セラミック・スピンドルに使用するナットは、スチール製、真鍮製、青銅製、プラスチック製から選択できます。長寿命が要求される応用製品には、CVDコーティングを施したスチール製ナットが最適です。スピンドルの特殊cgs表面との組み合わせにより、他の金属性スピンドルより長寿命が実現可能です。

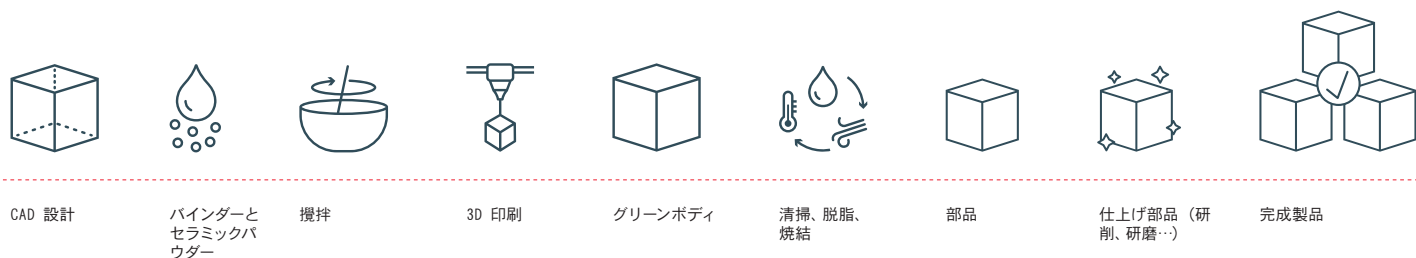
バックラッシュのないアプリケーションには、予圧したナットを用意しています。強力な磁場または電場でのアプリケーションには、プラスチック製のナットが最適です。ナットは低負荷での動作では、潤滑油なしでの操作が可能です。

特別仕様

標準製品に加えて、細目ねじや特殊リードのスピンドル、二条ねじタイプのスピンドルも提供可能です。また、お客様のベアリングとの接続をカスタマイズすることも可能です。詳しくは当社にお問い合わせください。

セラミックコンポーネントの付加製造

製造プロセス



技術データ

造形可能領域	mm ³	300 x 300 x 100
解像度 (平面)	μm	70
積層ピッチ	μm	25
製造公差		ISO 2768mk
最小穴径	mm	0.5
最小/最大肉厚	mm	0.3 ~ 最大 4

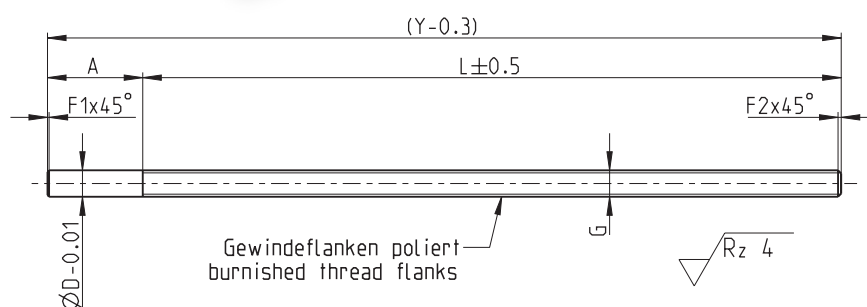
材料

現在使用可能な素材	ZrO ₂ , Al ₂ O ₃
技術的な詳細確認後使用可能なその他材料	Zr8Y、窒化ケイ素、ATZ、ZTA、コーディエライト、ヒドロキシアパタイト (HAP)、リン酸三カルシウム (TCP)

技術的な詳細確認に必要なデータ

図面と STEP, STL, Solid Works または ProEngineer PRT

セラミック標準コンポーネント スピンドル

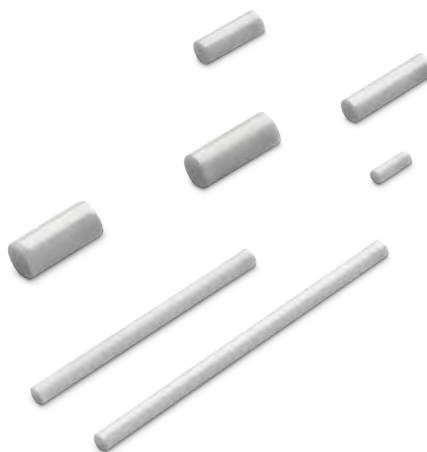
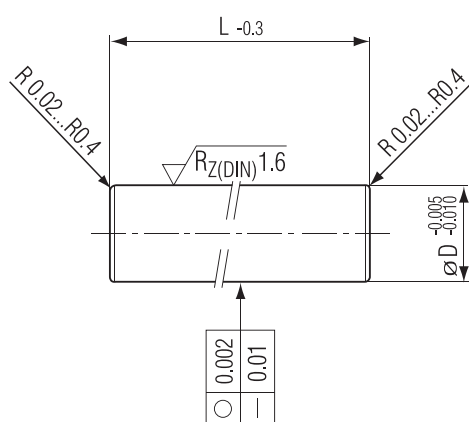


G	色	型式番号	D	A max.	L max.	F1	F2	ピッチ	(Y) max.
M2	白	426634	2.0	18	102	0.3	0.3	0.4	120
M2.5	白	426707	2.5	18	132	0.3	0.3	0.45	150
M3	白	426715	3.0	18	132	0.4	0.4	0.5	150
M4	白	426717	4.0	18	132	0.5	0.5	0.7	150
M5	白	426730	5.0	18	132	0.6	0.6	0.8	150
M6	白	426740	6.0	18	232	0.7	0.7	1.0	250
M8	白	426763	8.0	18	232	0.8	0.8	1.25	250

お問い合わせいただければ、より大きいサイズ（直径・長さ）にも対応しております。

さまざまなスピンドル形状/ねじ山プロファイルが使用可能（台形ねじ、細目ねじ、のこ歯ねじ）です。カラーはホワイトとグレーが選択できます。

セラミック標準コンポーネント シャフト



Ø D	L = 6.4	L = 7.4	L = 10.6	L = 13.8	L = 15	L = 35	L = 40	L = 60	L = 70
0.8	255900	255901	255902	255903	255904	255905	348501	348502	348503
1.0	255892	255893	255894	255895	255896	255898	348498	348499	348500
1.5	255884	255885	255886	255887	255888	255889	255890	255792	255793
2.0	255873	348693	255875	255876	255877	255879	255880	255881	255882
2.5	143825	255866	255867	255868	255869	255870	255871	346621	348288
3.0	255857	255858	255859	255860	255861	255862	255863	346619	346620
4.0	255846	166875	857744	255849	255850	255851	255853	255854	255791
5.0	255834	255835	255836	255837	255838	255839	255840	255841	255842
5.5	255819	255820	255786	857764	255825	255826	255827	255828	255830
6.0	255807	255808	255809	255810	255811	255812	255813	255814	255815

最小直径 0.5mm、最大直径 12mm。その他の直径と長さは個別に製造することができます。

[illegible]