

KERAMISCHE PRECISIEKOGELS

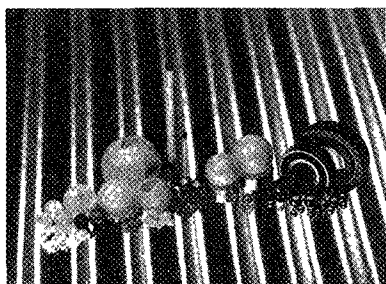


Foto 1. Producten met keramische kogels.

Keramische precisiekogels hebben zeer specifieke eigenschappen. Vooral de hoge druksterkte, goede chemische bestendigheid, hoge hardheid en de lage wrijvingscoëfficiënt zijn kenmerkend. Bovendien zijn zeer nauwkeurige toleranties haalbaar (tot $\pm 0,08$ micron op de diameter). Keramische precisiekogels worden zowel in gangbare standaardproducten (tasters, kogellagers, heupkogels) als in speciale producten toegepast (lageringen in vacuüm, microdoseerklapjes en afsluiters).

• *H.J. Bruggeman en B. Janssen, Ceratec Technical Ceramics BV* •

Precisiekogels worden in de industrie veelvuldig toegepast. Veel toepassingen zijn bekend, denk aan precisiekogels in kogellagers en kogelventieltjes. Steeds vaker worden keramische precisiekogels ingezet. Door keramiek toe te passen in plaats van andere hoogwaardige materialen verkrijgt men een hogere standtijd, of zijn processen mogelijk die eerder niet mogelijk waren. Er zijn diverse soorten keramiek met zeer uiteenlopende eigenschappen. Dit artikel geeft een overzicht van eigenschappen van diverse keramieksoorten en een overzicht van producten met keramische precisiekogels.

Het nut van keramische precisiekogels

Ten opzichte van andere hoogwaardige materialen zoals hardmetaal en chroomstaal hebben keramische precisiekogels zeer specifieke eigenschappen:

- Hoge hardheid, druksterkte en stijfheid.
Een hoge hardheid geeft voor veel toepassingen een hoge slijtbestendigheid. Er zijn relatief hoge belastingen mogelijk waarbij de kogel relatief lang vormvast blijft.
- Keramiek is in vele media bestendig of wordt nauwelijks aangetast.

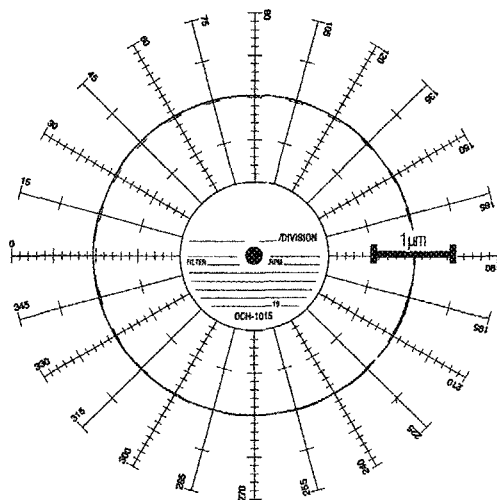
- Eenvoudige reiniging.
Het oppervlak is zeer glad afgewerkt (tot 0,012 micron Ra) waardoor vuil zich niet kan hechten.
- Lage wrijvingscoëfficiënt.
Voor lageringen is dit een belangrijke eigenschap.
- Lage dichtheid.
De dichtheid is de helft van de dichtheid van staal. Constructies worden hierdoor lichter en er is sprake van minder massatraagheid
- Keramiek is niet giftig, is geurloos en ontgast niet.
Ook bij hogere temperaturen en in vacuüm is keramiek stabiel.
- Niet-magnetisch.
Voor veel industriële toepassingen interessant (denk aan magneetgestuurde klepjes).
- Elektrische isolator.
Keramiek is een zeer goede elektrische isolator. Galvanische corrosie kan niet plaatsvinden. Tevens is het mogelijk bijvoorbeeld vonkmachines elektrisch te isoleren door kogellagers toe te passen met keramische kogels.
- Hoge temperatuurbestendigheid.
Keramiek is tot 2000 °C inzetbaar. Er zijn geen hoge temperatuurverschijnselen, zoals uitgluoen of korrelgroei.

Tabel 1. Overzichtstabel met materiaaleigenschappen van gangbare keramieksoorten.

Eigenschappen	Eenheid	Silicium-nitride	Aluminium-oxide	Zirkonium Oxide	Saffier	Robijn
Chemische formule		Si ₃ N ₄	Al ₂ O ₃	ZrO ₂ -MgO	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ +Cr ₂ O ₃
Dichtheid	g/cm ³	3.16	3.90	6.0	3.99	3.99
Kleur		grijs/zwart	Wit	Wit	Transparant	Rood
Hardheid	HV 0,5	1750	1900	1200	2300	2300
Buigsterkte 4 pt	MPa	>750	470	820	390	390
E-modulus	GPa	320	380	205	430	430
Druksterkte	MPa	>2500	2400	1990	2100	2100
Breuktaaiheid	MPa√m	6.0	4	12	1	1
Thermische geleiding	W/m.K	35	29	3	36	36
Elektrische weerstand	Ω.cm	10 ¹²	10 ¹⁴	>10 ⁸	10 ¹⁶	10 ¹⁶
Uitzettingscoëfficiënt	10 ⁻⁶ /K	3.5	8	10	5.3/4.5	5.3/4.5
Maximale temperatuur	°C	1000	1800	900	2000	2000

Deze eigenschappen resulteren bij toepassing van keramiek in plaats van andere materialen tot hogere standtijden (dus langere onderhoudsintervallen). Ook zijn processen mogelijk die normaliter niet mogelijk zijn. Denk daarbij aan hoge temperaturen of een bepaalde combinatie van eigenschappen zoals een combinatie van elektrische isolatie, een goede chemische bestendigheid en een hoge temperatuurbestendigheid. Deze combinatie is met kunststof of metaal niet mogelijk.

Bovenstaande eigenschappen zijn niet voor alle keramieken identiek. Tabel 1 geeft een overzicht van eigenschappen van gangbare keramieksoorten.



Figuur 1. Onrondheidsmeting precisiekogel, de maximale onrondheid is hier 0,015 micron

Afmetingen, afwerking en toleranties

Keramische precisiekogels zijn leverbaar vanaf diameters ≥ 0.2 mm. De maximaal leverbare afmetingen voor siliciumnitride, aluminiumoxide en zirkoonoxide zijn 100 mm. Voor saffier en robijn is de maximaal leverbare afmeting respectievelijk 35 mm en 12.7 mm. Analoog aan de precisiekogels uit andere hoogwaardige materialen zijn keramische precisiekogels leverbaar in verschillende grades. Onderstaande tabel geeft een overzicht van grades (volgens AFBMA 1975 and ISO 3290).

Tabel 2. Overzicht leverbare grades van keramische precisiekogels

Grade	Tolerantie diameter	Onrondheid	Oppervlakte ruwheid (Ra)
3	0.08 μm	0.08 μm	0.012 μm
5	0.13 μm	0.13 μm	0.020 μm
10	0.25 μm	0.25 μm	0.025 μm
16	0.40 μm	0.40 μm	0.025 μm

Toepassingen

Keramische precisiekogels zijn een begrip in de industrie. Er zijn globaal twee groepen waarin de kogels toegepast worden:

1. In gangbare standaardproducten.

Standaardproducten zijn producten die in grote aantallen voor zeer uiteenlopende toepassingen worden gebruikt. Deze producten worden in de meeste gevallen in standaard afmetingen geleverd en staan in een catalogus vermeld.

Typische voorbeelden van standaardproducten met keramische precisiekogels zijn:

- Meettasters voor 3D-meetmachines.

Meettasters hebben een robijnen kogel. Robijn is rood van kleur en dus duidelijk waarneembaar. Bovendien zijn de eigenschappen zeer stabiel (éénkristal) en is het oppervlak zeer slijtvast. Keramische precisiekogels worden tevens gebruikt voor ijken en kalibreren van meetmachines

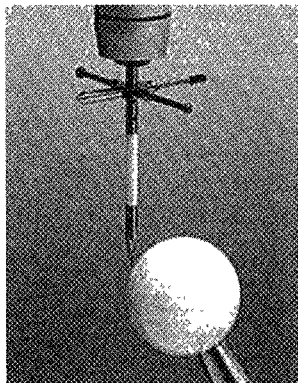


Foto 2. Ijken van meettasters

- Kogellagers.

Kogellagers kunnen zowel volkeramisch als hybride uitgevoerd zijn. Een hybride kogellager heeft keramische kogels, de lagerschalen en kooi zijn gemaakt uit conventionele materialen.

Keramische kogellagers kunnen hoger in temperatuur belast worden, de smering wordt minder kritisch (maar nog wel in enige mate noodzakelijk!).

- Heupkogels.

Keramiek (zirkoonoxide) wordt als heupkogel al zeer lang toegepast. Zirkoonoxide is slijtvast, kan tegen een stootje en is lichaamsvriendelijk.

- Afstandhouders.

Om een zeer gedefinieerde lijmspleet te verkrijgen gebruikt men zeer kleine keramische precisiekogeltjes van bijvoorbeeld 0.3 mm. Keramiek wordt toegepast omdat keramiek inert is in de chemisch agressieve lijm, er geen contactcorrosie mag zijn tussen de twee te verbinden oppervlakken en de verbinding tijdens het lijmen zwaar belast wordt (stalen kogeltjes zijn dan niet vormvast genoeg).

- Speciale lageringen.

In de halfgeleiderindustrie en in andere precisietoepassingen is er een stijgende behoefte aan zeer nauwkeurige lageringen. Keramiek heeft als constructiemateriaal in lageringen zeer veel voordelen.

Keramiek is relatief licht, heeft een lage uitzettingcoëfficiënt (er zijn zelfs keramische materialen met uitzetting nul), is slijtvast, geeft niet af en ontgast niet (geeft dus geen vervuiling), is chemisch en temperatuurbestendig, heeft een zeer hoge stijfheid (buigt dus onder belasting niet snel door) en heeft uitstekende tribologische eigenschappen. Keramiek wordt daarom zowel in de kogel als in het tegenloopdeel toegepast.

- Kogelafsluiter.

Het hart van de afsluiter is de keramische kogel, deze draait tussen twee keramische zittingen

Keramische afsluiters worden zowel open/dicht als regelend (hoeveelheid is dan doseerbaar) gebruikt. Typische toepassingen vindt men in de proces- en bulkindustrie (kunstmest/pigmentenindustrie).

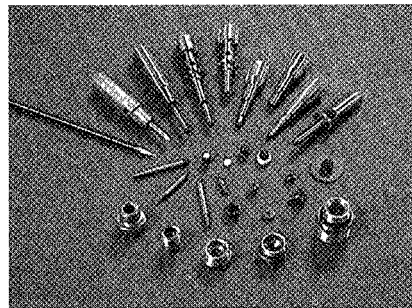


Foto 3. Microdoseerklapjes.

2. In speciale producten (maatwerk).

Speciale producten worden voor een bepaalde toepassing ontwikkeld. Voorbeelden van maatwerkproducten zijn:

- Microdoseerklapjes.

Het klapje is vaak opgebouwd uit een anker met keramische kogel die afdicht in een keramische zitting. Met microdoseerklapjes kan men snel en nauwkeurig doseren. Veel toegepast zijn ventielklapjes voor het doseren van chemisch agressieve en abrasieve vloeistoffen.

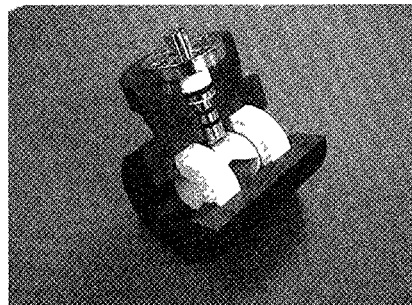


Foto 4. Doorsnede kogelafsluiter.