

# Micromotoren sub-miniatuur lagere

**J. Verkerk** *Miniaturisering is een niet meer te verwaarlozen trend in veel nieuwe producten. Steeds weer worden er nieuwe apparaten bedacht die nog compacter en eenvoudiger te bedienen zijn. De eenvoud van bediening neemt aanzienlijk toe wanneer een of meer servosystemen kunnen worden ingebouwd. RMB heeft voor dit doel borstelloze micromotoren ontwikkeld met een diameter van 5 en zelfs van 3 mm. Voor montage op de as zijn passende planetaire tandwieloverbrengingen met grote vertraging beschikbaar.*

Kogellagers met zeventien kogels van 0,2 mm en een rondheid van 0,2 mm, vormen de lagering van twee typen micromotoren die, na een langdurige ontwikkeling, onlangs door RMB op de markt zijn gebracht. Deze nieuwe motoren zullen de komende tijd een inspiratiebron zijn voor de fijnmechanische ontwerper, doordat wat vroeger voor onmogelijk werd gehouden nu misschien werkelijkheid kan worden. Al snel komt een aantal mogelijke toepassingen omhoog-borrelen, maar er zullen er veel meer te bedenken zijn.

In ziekenhuizen worden met toenemend succes zogenaamde "kijkoperaties" toegepast. Door een kleine sneede brengt de chirurg zijn endoscoop (kijkinstrument) en zijn operatiegereedschap in de patient en verricht daar een operatie. De voordelen zijn groot, niet alleen voor de portemonnee, maar ook voor het welzijn en

het herstel van de patient. Grofweg gezegd de patient wordt niet opengesneden en er is geen grote operatiewond die een langdurig herstel en verpleging vergt. De operatiewond is daarentegen klein, waardoor het herstel snel verloopt.

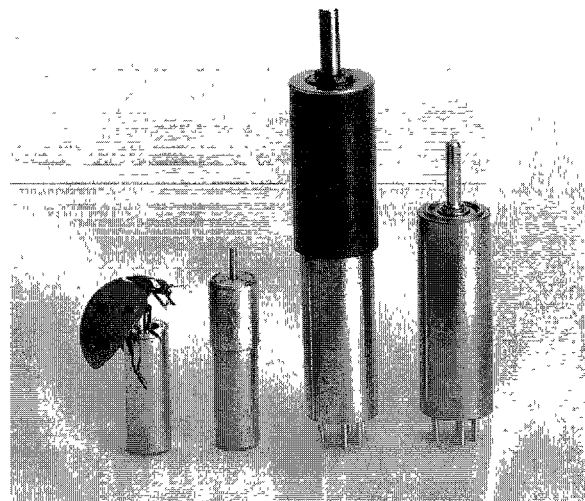
Voorwaarde voor een dergelijke methode van werken is dat de chirurg over verfijnde instrumenten kan beschikken, die goed te bedienen zijn. De eenvoud van de bediening zou vermoedelijk nog te verbeteren zijn wanneer voor sommige functies een servosysteem zou kunnen worden ingebouwd. Andere denkbeeldige voorbeelden zijn het verstellen van de optiek in de endoscoop met een micromotor of het aandrijven van een implanteerbaar microdoseersysteem.

Ook in andere vakgebieden is miniaturisering een niet te verwaarlozen trend. Op diverse plaatsen werkt men aan microrobots voor assemblagesystemen. Het manipuleren en monteren van minuscule kleine onderdelen met de gangbare montagesystemen is een moeilijke opgave. Bewegingen zijn te lomp en krachten zijn te hoog voor een verfijnde montage. Vandaar dat oplossingen worden gezocht door deze systemen te verkleinen en meer af te stemmen op de dimensies van het te assembleren onderdeel.

Door middel van etstechnieken en lasersnijden kunnen zeer kleine onderdelen gemaakt worden. De afmetingen van de beschikbare aandrijfmotoren vormden tot nu toe een belangrijke hindernis bij het ontwikkelen van miniatuursystemen.

De afmetingen van de motor zijn zo klein, dat zonder veel moeite een gasanalyse-apparaat met de afmetingen van een schrijffpen zou kunnen worden gebouwd, en zo zijn er wel veel meer toepassingen denkbaar.

*Figuur 1 Micro motoren van 3 en 5 mm doorsnede met en zonder vertraging. De vertragingkast zit direct op de as gemonteerd. Afhankelijk van het type is een vertraging van 125, 25 en 5 op 1 mogelijk.*



**Klein, met een groot koppel**

De nieuwe "smoovy" micromotoren die nu door het Zwitserse bedrijf RMB op de markt gebracht worden, kunnen voor een belangrijke impuls zorgen bij het ontwikkelen van miniatuursystemen. De miniatuurmotoren, waarop patent is aangevraagd, hebben een diameter van 3 en 5 mm bij een lengte van respectievelijk 8 en 13,1 mm. Ondanks de geringe afmetingen van de motoren zijn de prestaties indrukwekkend. De borstelloze gelijkstroommotoren hebben een bijzonderlage massa draagtheid  $10,3 \cdot 10^{-12}$  (3 mm motor) en  $160 \cdot 10^{-12} \text{kgm}^2$  (5 mm motor), waardoor in zeer korte tijd grote snelheidswisselingen kunnen worden gerealiseerd. Snel omkeren van richting, of snelle start en stopcycli evenals stappenmotorbedrijf zijn mogelijk door het hoge startkoppel en een lage mechanische tijdconstante van 130 ms.

Afhankelijk van het type motor ligt het maximum toerental bij 35.000 (5 mm motor), 80.000 (3 mm motor), terwijl als hoogste toerental 110.000 omw/min gerealiseerd is. De motoren werken bij een spanning van 2 tot 9 V gelijkspanning met stromen van 20 tot 200 mA. Dit kan makkelijk door een batterij geleverd worden, waarbij de motor wordt aangestuurd door een driefaseregelaar. Het koppel is het hoogst bij het laagste toerental en ligt tussen 24 en 48 mNm voor de 3 mm motor en tussen 60 en 170 mNm voor de 5 mm motor, afhankelijk van de toegevoerde spanning. Het rendement is ten hoogste 35% voor de 3 mm motor en 45% voor de 5 mm motor, zodat tussen 55 en 100% van de toegevoerde energie als warmte moet worden afgevoerd. Het rendement is sterk afhankelijk van de aangelegde spanning en het toerental. Het hoogste rendement ligt ergens tussen 10.000 en 40.000 omw/min en is afhankelijk van bedrijfsspanning. Voor toepassingen beneden dit toerental heeft dit als voordeel dat de warmtebelasting en daarmee de temperatuur daalt als het toerental omhoog gaat door toename van het rendement. Het hoogste mechanische vermogen wordt geleverd door de 5 mm motor, waarbij 150 mW aan de as beschikbaar komt.

Een aardige bijzonderheid is dat tot een toerental van 5000 omw/min de draairichting kan worden omgekeerd door de draairichting van het statorveld om te keren. De eenvoud van deze methode van omkeren van de draairichting is ideaal voor direct schakelende microtoepassingen. Voor diverse soorten gebruik van de micromotoren zijn speciale regelaars ontwikkeld, te weten "open loop", "closed loop" en "input loop", voor een vermogen van 6V - 40 mA en 9V - 100 mA. Ten behoeve van de miniaturisering wordt de regelaar

in een enkele chip (ASIC) ondergebracht. Voor de regeling zijn optische en hall-sensoren beschikbaar.

Kenmerken		3mm motor	5mm motor
Nominale spanning	[V]	4	3
Max. spanning 20 sec.	[V]	6	5
Houdkoppel	[ $\mu\text{Nm}$ ]	35	100
Massa draagtheid rotor	[ $\text{kgm}^2$ ]	$10,3 \cdot 10^{-12}$	$160 \cdot 10^{-12}$
Wrijvingskoppel	[ $\mu\text{Nm}$ ]	2,5	6
Max. belasting radiaal	[N]	0,6	21
axiaal	[N]	2,0	34
Asspeling radiaal	[ $\mu\text{m}$ ]	20	20
axiaal	[ $\mu\text{m}$ ]	20	80
Gewicht	[mg]	350	1400

Karakteristieke kenmerken van de 3 en 5 mm motor. Een bipolaire voeding stuurt de borstelloze motor met een blokvormig signaal met een fasehoek van 120°.

**Ongelofelijk klein**

De kwaliteit van de lagers is in belangrijke mate bepalend voor de levensduur van de motor, waarbij gedacht moet worden in de richting van 5.000 bedrijfsuren. Voor de lagering worden zowel kogellagers als glijlagers toegepast. De miniatuur kogellagers bevatten zeventien kogels van 0,2 mm, die een rondheid hebben van 0,2 mm.

De afmetingen van de speciaal voor de micromotoren ontwikkelde kogellagers zijn ongelofelijk

- asdiameter 0,32 mm respectievelijk 0,60 mm,
- buitendiameter 1,60 mm respectievelijk 2,00 mm,
- breedte 0,39 mm respectievelijk 0,60 mm.

De lagers zijn uitgevoerd als diepgroef lager met een enkele rij kogels voor het opnemen van radiaal gerichte krachten, of als vierpunt-contact lager, waarbij zowel axiaal als radiaal gerichte krachten kunnen worden opgenomen.

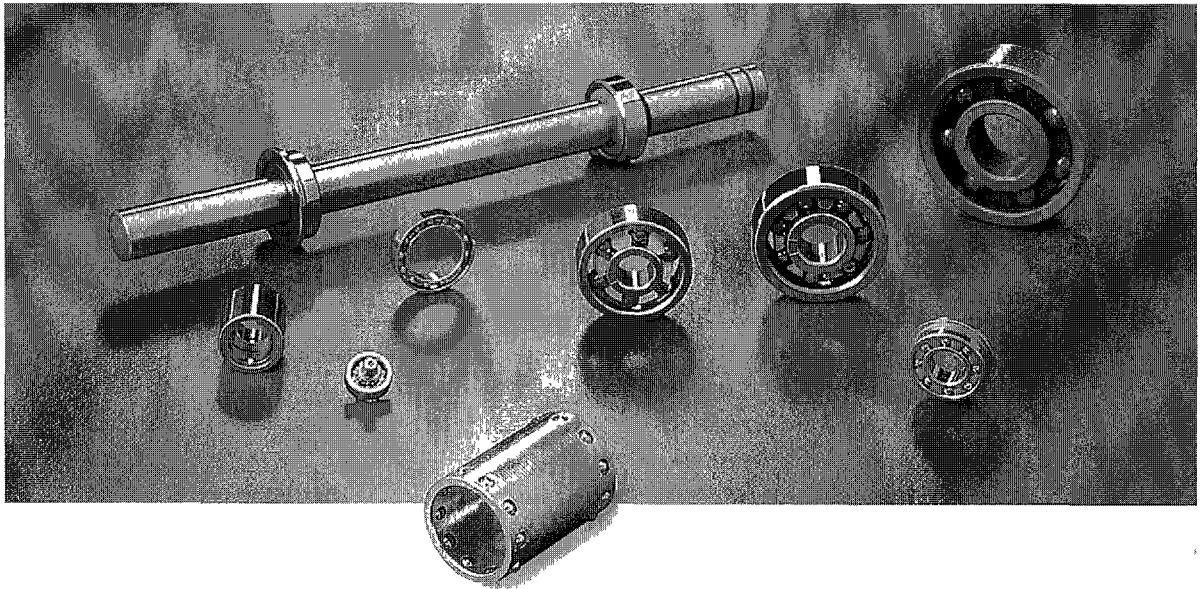
De tolerantie van de overige motoronderdelen ligt rond 1 mm.

Voor de gebruiker is het mogelijk te kiezen uit drie precisie klassen: hoge precisie, standaard precisie en economy. In de praktijk zal de keuze voor een van deze klassen worden bepaald door de behoefte van de gebruiker aan snelheid, koppel of levensduur.

Voor beide miniatuurmotoren zijn planetaire overbrengingen beschikbaar, die speciaal ontwikkeld zijn voor montage op de motor as, voor de 5 mm motor met een vertraging van 125 en van 25 op 1 en voor de 3 mm motor van 25 en 5 op 1.

## Micromotoren

Figuur 2 Een varietet van andere precisie-componenten, als lagers, geleide busen en kogelomloopspillen behoort tot het assortiment

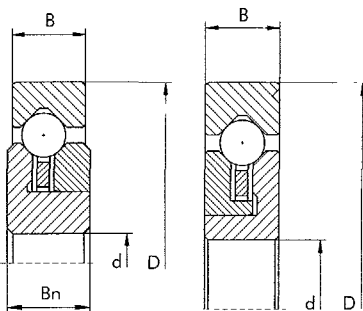


### Licht en toch sterk

Het gewicht van de motoren is gering, de 3 mm motor weegt slechts 350 mg en de 5 mm motor slechts 1,6 g. Deze geringe gewichten en afmetingen zouden de indruk kunnen wekken dat de motor maar een geringe uitwendige belasting kan verdragen. Dat valt echter wel mee, de maximum belasting voor 3 mm motor is 0,6 N radiaal en 2,0 N axiaal. De 5 mm motor verdraagt een maximum belasting van 21 N radiaal en 34 N axiaal

### Sub-miniatur vierpunt-contact lagers

Voor de fabrikanten van kwaliteitshorloges fabriceert RMB een serie sub-miniatur vierpunt-contact lagers met de volgende afmetingen



d [mm]	D [mm]	B [mm]
0,24	1,40	0,35
0,24	1,60	0,34
0,24	1,80	0,34
0,388	2,00	0,45
0,79	3,00	0,60
1,00	4,00	0,60
2,00	4,00	0,60

Daarnaast wordt reeds langere tijd een serie miniatur kogel-taatslagers geleverd met een buitendiameter die oploopt van 1,10 mm naar 2,70 mm.

Behalve de bovengenoemde sub-miniatur lagers, die een diameter kleiner dan 1 mm en een buitendiameter kleiner dan 3 mm hebben, levert RMB een reeks miniaturlagers voor asdiameters tot 10 mm. Daarnaast levert het bedrijf ook magneetlagers, lineaire lagers, precisie-componenten (titaan) en speciale assemblies

RMB heeft in haar ruim zestigjarig bestaan een wereldwijde een reputatie opgebouwd op het gebied van miniatur precisielagers, kogelrechtgeleidingen en kogelomloopspillen. Ze worden toegepast in precisieconstructies, maar ook in kwaliteitshorloges en in de turbines voor tandartsboren. In het laatste geval draaien de kogellagers tot 400 000 omw/min. Hoe snel dit wel is komt in het volgende voorbeeld tot uitdrukking. Wanneer de wielen van een raceauto met hetzelfde toerental zouden draaien, dan reed de auto 50 000 km/uur en zou in minder dan een uur een afstand gelijk aan de omtrek van de aarde afleggen.

### Noot

RMB heeft een eigen vestiging in de Benelux onder leiding van de heer HA te Mey

RMB Benelux, Pijperhof 6, 4941 WR Raamsdonksveer, telefoon 0162-523528, fax 0162-512892