

High-tech Micro-Drives

Typische Einsatzgebiete für miniaturisierte Antriebe sind Schliessenanlagen Überwachungskameras, Scanner, Roboter, Infusionspumpen, Endoskope, Implantate und Produktionseinrichtungen der Halbleiterindustrie.

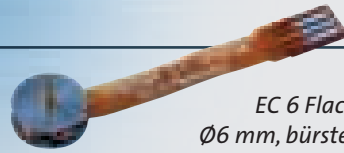
Hannover Messe:
Factory Automation/Micro Technology
Halle 15, Stand H 37

Subcontracting
Halle 5, Stand G 24

Moderne Systeme benötigen einen oder mehrere Antriebe. Kleine Geräte brauchen sehr kleine angepasste Antriebe. maxon motor, der Lieferant der Antriebe für die

Mars-Missionen, bietet diese. Die maxon Wicklung ist das Herzstück des Motors, sie ist weltweit patentiert. Bei den Motoren fehlen das magnetische Rastmoment

und die elektromagnetischen Störungen sind vernachlässigbar gering. Der Wirkungsgrad übertrifft mit bis zu 90 % andere Motoren deutlich.



EC 6 Flachmotor,
Ø6 mm, bürstenlos,
0,03 Watt Typenleistung.



Mini-Positionierantrieb mit den
Komponenten v.l.n.r. MR-Encoder
mit 100 Impulsen, EC-Motor
Ø6 mm, Micro Harmonic Drive®
Getriebe. Die Welle ist hohl.

Gleichstrommotoren in Bleistiftspitzengröße

Die extrem hohe Leistungsdichte der Rare Earth Neodym-Magnete verleiht diesen Motoren Maximalwerte. Motoren mit Edelmetallbürsten und eisenlosem maxon-Rotor sind für feine Drehbewegungen prädestiniert und auf höchsten Wirkungsgrad ausgelegt. Die Welle aus High-Tech Keramik ist in mancher Hinsicht einer Stahlwelle überlegen. Der neue Motor RE 6 ist die Antwort auf die weltweite Nachfrage nach immer kleineren Antrieben. Der DC-Motor mit 6 mm Durchmesser und 15,6 mm Länge leistet nominal 0,3 W. Sein Gewicht beträgt weniger als 3 g. Die Motorwelle ist mit 0,8 mm Durchmesser so dünn wie eine Bleistiftmiene. Die elektrisch isolierende Eigenschaft erlaubt eine sehr kompakte Bauweise des Kollektors.

Edelmetallbürsten garantieren zudem einen konstant niedrigen Übergangswiderstand zwischen Bürsten und Kollektor – dies auch nach längerem Stillstand.

EC-Motoren mit optimiertem Wirkungsgrad

Bürstenlose, elektronisch kommutierte Gleichstrommotoren zeichnen sich durch hohe Leistung, den rastmomentfreien Lauf und selbstverständlich durch die unübertroffene Lebensdauer aus. Der EC 6 bietet das bewährte eisenlose Wicklungssystem in Kombination mit einem leistungsstarken NdFeB-Magneten im Rotor sowie einen pulvermetallurgisch hergestellten Rückschluss erzeugt maximale Leistung auf kleinstem Raum. Drei Hallensoren dienen der Rotorlageerkennung.

Die Miniaturisierung von mechanischen Systemen verlangt einen einfachen Aufbau. DC Kleinst-Motoren werden als bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC Motor) mit dreisträngiger Ständerwicklung und zweipoligem Permanentmagnet-Läufer konzipiert. Die kleinsten Gleichstrommotoren erzeugen die mechanische Leistung primär über Drehzahlen bis 100.000 min⁻¹. Das Drehmoment ist sehr klein. Daher gilt es, allfällige Verlustmomente zu reduzieren. Fehlende Bürstenreibung und vorgespannte Kugellager reduzieren mechanische Reibverluste. Nebeneffekte sind hohe Lebensdauer und grosse Laufruhe auch bei Start-Stopp- oder Reversier-Betrieb. Das nutenlose Wicklungssystem ist frei von magnetischen Rastmomenten. Die magnetischen Verluste in der Wicklung sind beim EC motor praktisch nicht existent. Bedeutsam ist die relativ hohe Wandstärke der Wicklung, die im EC 6 mit extrem dünnen Drähten (30 bis 80 µm) realisiert ist. Die hohe Windungszahl im Luftspalt ergibt relativ hohe elektrische Anschlusswiderstände, was eine genaue Drehzahlregelung und die auftretenden Motorströme sind viel kleiner, was sich in der Kommutierungselektronik in kleinen Verlusten niederschlägt. Gleichzeitig liefert ein hochohmiger Motor ein höheres spezifisches Drehmoment pro Strom. Die durch den rotierenden Permanentmagneten im Rückschluss induzierten Wirbelströme bilden bei den hohen Betriebsdrehzahlen den Hauptverlustfaktor. maxon verwendet im EC 6 einen speziellen pulvermetallurgisch hergestellten Rückschluss mit der nötigen magnetischen Leitfähigkeit aber ohne die überhandnehmenden Wirbelstromverluste bei grossen Drehzahlen. Um bei kleinen Abmessungen ein hohes nutzbares Drehmoment zu erhalten, kommen als Magnetmaterial nur Selten-Erde-Magnete in Frage. Der EC 6 zeigt alle Eigenschaften der grösseren nutenlosen maxon EC Motoren. Eine Schlüsselrolle im Miniatur-Positioniersystem spielt das Fehlen des magnetischen Rastmoments. Der Rotor kann in jeder Stellung anhalten, wobei das Motorverhalten „linear“ ist, was die Gestaltung des (Positions-)Reglers vereinfacht. Nichtlinearitäten müssen nicht durch eine grösser ausgelegte Lei-



Antriebseinheit für
Panik-Sicherheitsschloss



Micro-Antriebseinheit, bestehend aus elektronisch kommutiertem EC-Kleinstmotor und Planetengetriebe. Durchmesser 6 mm.



1-Q-EC Verstärker DECS 5/0.05, sensorlos.



Keramikwelle Gleichstrommotor von der Größe einer Bleistiftspitze. maxon DC motor RE 8 Ø8 mm, Edelmetallbürsten (0,5 W).

tungselektronik oder durch aufwändiges Tuning aufgefangen werden und die Positioniergenauigkeit des Motors wird durch die Auflösung des Encoders bestimmt. Die Verwendung von Hall-Sensoren zur Lagemeldung des Rotors erlaubt eine optimale Bestromung der Wicklung und ergibt das typische Verhalten eines Nebenschluss-Gleichstrommotors: Lineare Kennlinien der Drehzahl und des Stroms, sowie maximales Drehmoment bei Start und Stopp. Im Gegensatz etwa zur sensorlosen Kommutierung, ist der Motor auch bei kleinen Drehzahlen und im Stillstand präzise geregelt, ein Muss für Positioniersysteme.

Zusammenfassend hat der EC 6 von maxon alle wünschbaren Eigenschaften, um in einem Miniatur-Positioniersystem zu bestehen: ein hohes nutzbares Dauerdrehmoment von etwa 0.25 mNm, eine hohe Dynamik dank kleinem Trägheitsmoment und hohem Anlaufdrehmoment sowie einfache Regelbarkeit und definiertes Verhalten auch bei kleinsten Drehzahlen und beim Stillstand.

maxon flat motor

Die bürstenlosen Miniatur Scheibenläufer-Motoren drehen rastmomentfrei und sind dank der sehr flachen Bauform in vielen Anwendungen genau der richtige Antrieb.

Der derzeit kleinste maxon-Motor misst gerade mal 6 mm im Durchmesser und 2.2 mm in der Länge.

maxon gear

Wenn für eine Bewegung die Leistung des Motors grundsätzlich ausreicht, die Drehzahl aber zu hoch und das Drehmoment zu klein ist, so ist die Verwendung eines maxon Präzisionsgetriebes angebracht.

maxon tachometer

Beim MR-Encoder erzeugt die auf der Motorwelle angebrachte Magnetscheibe (Polrad) einen sinusförmigen Spannungsverlauf, der zu dem typischen Rechtecksignal aufbereitet wird.

Elektronik

maxon Regelelektronik ist auf die Motoren optimiert. Verschiedene 1- und 4-Quadranten Servoverstärker sowie Positioniersteuerungen decken die Bedürfnisse betreffend Leistung, Drehzahl- und Positioniergenauigkeit.

Merkmale, die überzeugende Vorteile bringen:

Der Gleichstrommotor mit der eisenlosen maxon-Wicklung zeichnet sich aus durch das fehlende magnetische Rastmoment, die hohe Beschleunigung dank dem kleinem Massenträgheitsmoment, geringe elektromagnetische Störungen und eine kleine Induktivität. Markant ist der hohe Wirkungsgrad. Für die Regelungstechnik ist das lineare Verhalten von Bedeutung nämlich zwischen Spannung und Drehzahl, zwischen Belastung und Drehzahl und zwischen Belastung und Strom. Dank einem vierteiligen Kollektor sind die Drehmomentschwankung sehr gering. Der Motor ist kurzzeitig hoch überlastbar. Die kompakte Bauweise führt zu kleinen Abmessungen. Zentrales Merkmal des EC-Motors ist die elektronische Kommutierung und das Fehlen einer mechanischen Kommutierung. Somit ist die Lebensdauer praktisch nur durch Lagerung begrenzt. Die Motordrehung ist frei von Rastmoment und erreicht hohe Drehzahlen auch bei niedrigen Spannungen. Das maxon Wickelverfahren erlaubt optimierte Auslegung der Wicklung für den jeweiligen Anwendungsfall. Der Aufbau ergibt

eine gute Wärmeabfuhr und erlaubt hohe Überlast. Die Motorkennlinien sind weitgehend lineare und führen zu hervorragenden Regeleigenschaften. Auch bei diesem Motor ist der Wirkungsgrad sehr hoch. Die elektrische Zeitkonstante ist klein und die Induktivität gering. Die Kombinationsmöglichkeiten mit Getrieben und Encodern ergeben eine riesige Palette.

Die bürstenlosen DC-Aussenläufermotoren sind dank der flachen Bauform in vielen Anwendungen genau der richtige Antrieb. Wie bei den anderen elektronisch kommutierten Motoren ist auch bei den Flachmotoren die Lebensdauer nur durch die Lagerung begrenzt, es ist keine mechanische Kommutierung vorhanden. Die weitgehend lineare Motorkennlinien führen zu hervorragenden Regeleigenschaften. Der Wirkungsgrad ist hoch, die elektrische Zeitkonstante sehr klein und die Induktivität gering. In Kombination mit Getrieben ergeben sich sehr kompakte Antriebe.

Das mikrotechnische Antriebssystem, bestehend aus einem bürstenlosen EC-Motor, einem Magnet-Encoder und einem spielfreien Harmonic-Drive-Getriebe ist ein Meilenstein auf dem Weg zu Bewegungen von aller kleinsten Komponenten. Der Motor misst 6 mm im Durchmesser, das Getriebe 8 mm und die Einheit leistet dauernd über 1.2 Watt. Dank dem spiel-



maxon-Wicklung mit Darstellung einer einzelnen Windung.

freien Getriebe mit Untersetzung 1:160 und dem hochauflösenden 100 Inkrement-Encoder können kleinste Winkelpositionen präzise und repetitiv angefahren werden. Die Welle der Positioniereinheit ist hohl. Der Bohrungsdurchmesser ist 0.65 mm.

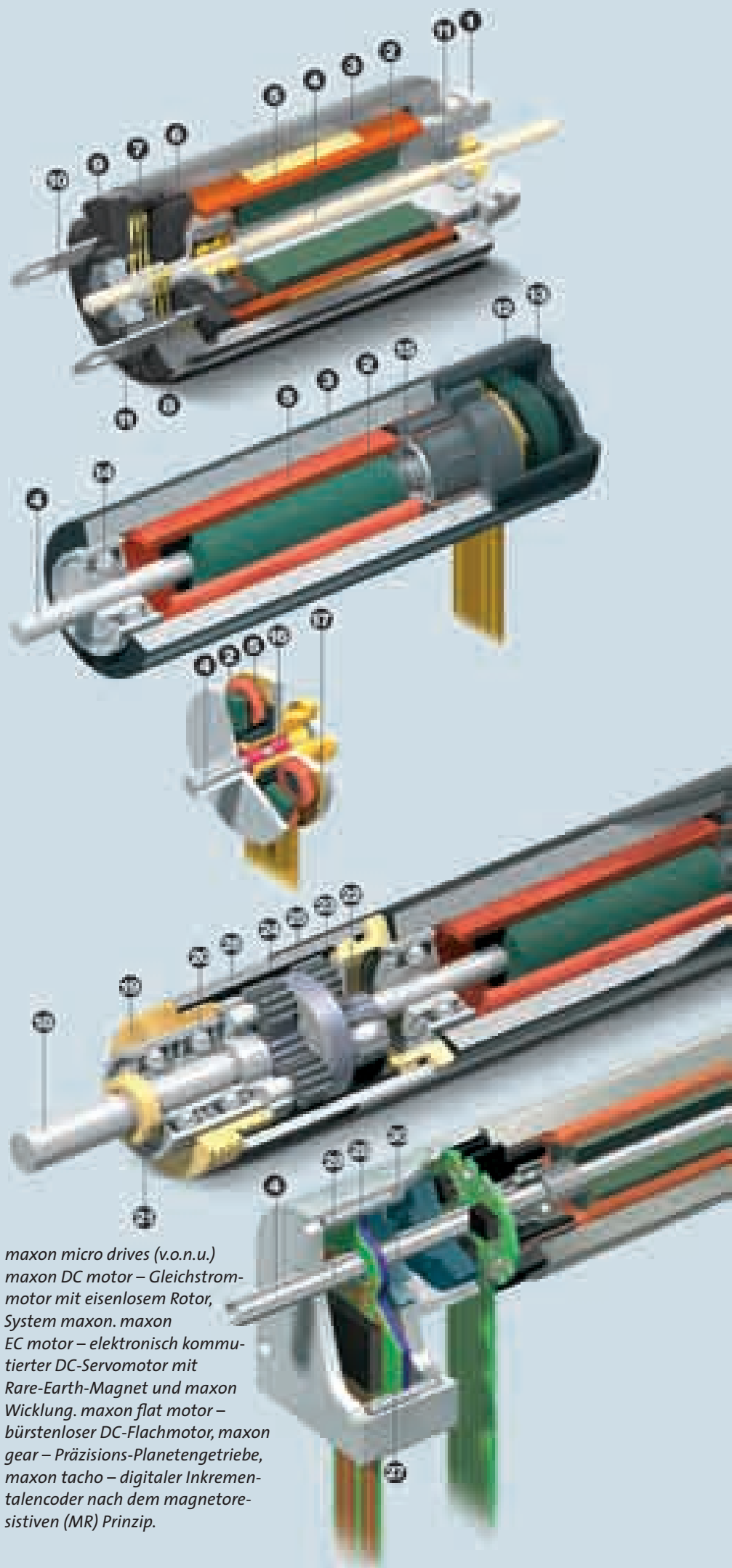
Bildlegende zu Fehler!

1. Flansch
2. Permanentmagnet
3. Gehäuse (magn. Rückschluss)
4. Welle
5. Wicklung
6. Kollektorplatte
7. Kollektor
8. Edelmetallbürsten
9. Abschlussdeckel
10. elektr. Anschluss
11. Sintergleitlager
12. Flexprint mit Hall-Sensoren
13. Steermagnet
14. Kugellager
15. Vorspannung
16. Rubinlager
17. Flexprint
18. Abgangswelle
19. Befestigungsflansch
20. Lagerung der Abgangswelle
21. Axialsicherung
22. Motorritzel
23. Planetenräder
24. Sonnenrad
25. Planetenträger
26. Hohlräder
27. Print
28. MR-Sensor
29. ASIC
30. Polrad

Autor: Albert Bucheli, Masch. Ing.-HTL, ist Leiter Marketing-Support bei maxon motor ag, CH-6072 Sachseln

Weitere Informationen:
 maxon motor gmbh
 Truderinger Strasse 210
 D-81825 München
 Tel. 0049/89 - 42 04 93 -0
 www.maxonmotor.com

Bilder: Maxon



*maxon micro drives (v.o.n.u.)
 maxon DC motor – Gleichstrom-
 motor mit eisenlosem Rotor,
 System maxon. maxon
 EC motor – elektronisch kommu-
 tierter DC-Servomotor mit
 Rare-Earth-Magnet und maxon
 Wicklung. maxon flat motor –
 bürstenloser DC-Flachmotor, maxon
 gear – Präzisions-Planetengetriebe,
 maxon tachometer – digitaler Inkremen-
 talencoder nach dem magnetore-
 sistiven (MR) Prinzip.*