

Präzise magnetisch manipuliert

Eine kontaktlose, reproduzierbare Steuerung erlaubt es, Nanopartikel in 2D und 3D zu manipulieren und kommt in Forschung, Diagnostik und Mikrotechnik zum Einsatz.

Die kontrollierte berührungslose Bewegung ferromagnetischer Nanopartikel gewinnt in zahlreichen Anwendungsfeldern zunehmend an Bedeutung und bietet neue Möglichkeiten in der Biomedizin, etwa bei der Zellmanipulation und -sortierung sowie beim magnetischen Drug Targeting (MDT). Auch in der Mikro- und Nanorobotik eröffnen sich neue Perspektiven. Angesichts der dynamischen Entwicklung dieses Forschungs- und Technologiefelds kann diese Aufzählung jedoch nur einen Ausschnitt der Möglichkeiten zeigen.

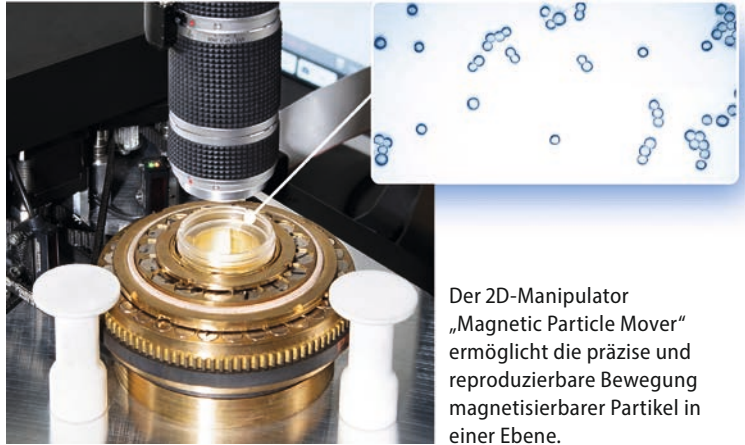
Gerade im Mikro- und Nanobereich stößt die klassische mechanische Handhabung an Grenzen. Dominante Oberflächenkräfte, begrenzter Bauraum für Aktoren und die anspruchsvolle, reproduzierbare Positionierung kleinster Objekte erschweren präzise Prozesse. Kontaktlose magnetische Manipulationsverfahren führen zu neuen Applikationen: Sie ermöglichen es, ferromagnetische Nanopartikel in flüssigen Probenumgebungen gezielt zu steuern, ohne direkt mechanisch in die Probe einzugreifen.

Hier setzt die vorgestellte Lösung an: Ein 2D- bzw. 3D-Manipulator für magnetisierbare Nanopartikel sowie mikro- und makromagnetische Objekte ermöglicht eine präzise und reproduzierbare Steuerung von Bewegungs- und Positionierungsabläufen in zwei oder drei Dimensionen – kontaktlos und auf Basis gezielt erzeugter magnetischer Felder und Feldgradienten. Die Echtzeitsteuerung erfolgt über eine mitgelieferte Software. Mithilfe eines digitalen Mikroskops lässt sich die Bewegung der Partikel in Echtzeit visualisieren und analysieren.

Prinzip

Das System besteht aus mehreren verschiedenen ringförmigen magnetischen Teilsystemen, die auf dem Halbach-Prinzip basieren. Es verwendet Halbach-Dipol- und -Quadrupol-Anordnungen, die überlagerte Magnetfelder und Feldgradienten erzeugen. Das homogene Feld des Dipols bewirkt eine reversible Agglomeration superparamagnetischer Partikel, wodurch sich deren Geschwindigkeit im Vergleich zu einzelnen Partikeln, die sich im gleichen Gradientenfeld bewegen, erhöht.

Die erforderlichen Magnetfeldgradienten sind in Amplitude und Richtung durch Drehen verschiedener Quadrupol-



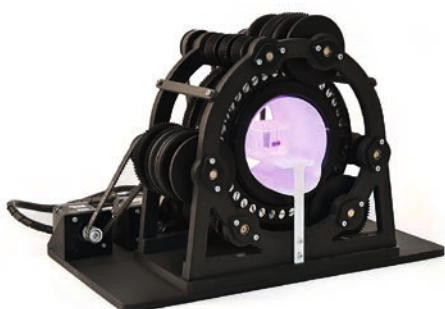
Der 2D-Manipulator „Magnetic Particle Mover“ ermöglicht die präzise und reproduzierbare Bewegung magnetisierbarer Partikel in einer Ebene.

Subsysteme in der Einheit um die vertikale Achse einstellbar. Diese Drehungen erfolgen softwaregestützt, um eine einfache Anpassung der gewünschten Gradientenkonfigurationen und damit reproduzierbare Manipulationssequenzen zu ermöglichen.

Applikationen

Dadurch eignet sich das System für viele Anwendungen in Biologie, Diagnostik und Mikrotechnik, in denen magnetisierte Partikel präzise, reproduzierbar und kontaktlos bewegt werden müssen. Einsatzmöglichkeiten reichen von der DNA-Extraktion in Lab-on-Chip-Systemen über ultraschnelle Biosensorik bis zur gezielten Zellseparation und zu automatisierten Prozessabläufen. Auch in der Krebsforschung und Diagnostik bietet die magnetische Manipulation Potenzial, etwa bei der Isolation und Analyse zirkulierender Tumorzellen. Bei der Entwicklung komplexer Zellmodelle ermöglicht sie es, magnetisch markierte Strukturen gezielt zu bewegen. Darüber hinaus bildet die magnetische Steuerung eine wichtige Grundlage für Anwendungen in der Mikrorobotik sowie für magnetisch navigierbare medizinische Systeme.

Kontaktlose magnetische Partikelmanipulation schafft die Grundlage für präzisere Experimente, effizientere Prozesse und innovative Anwendungen in Forschung und Technologie. So entstehen neue Antworten auf komplexe Forschungsfragen – und neue Möglichkeiten für künftige Produktdesigns.



Der 3D-Manipulator „3D Guider“ erweitert die kontaktlose Steuerung magnetisierbarer Objekte auf den dreidimensionalen Raum.

Weitere Informationen:
<https://particlemover.com>



Sekels GmbH, Dieselstraße 6, 61239 Ober-Mörlen,
 Tel: +49 (0)6002 9379-0, www.sekels.de