

DIN EN 62047-1

ICS 01.040.31; 31.080.01; 31.220.01

Ersatz für
DIN EN 62047-1:2006-10
Siehe Anwendungsbeginn**Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 1: Begriffe
(IEC 62047-1:2016);
Deutsche Fassung EN 62047-1:2016**Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 1: Terms and definitions
(IEC 62047-1:2016);
German version EN 62047-1:2016Dispositifs à semi-conducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 1: Termes et définitions
(IEC 62047-1:2016);
Version allemande EN 62047-1:2016

Gesamtumfang 37 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-02-10 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-12-01.

Für DIN EN 62047-1:2006-10 besteht eine Übergangsfrist bis 2019-02-10.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62047-1:2014-05.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 47F „Micro-electromechanical systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62047-1:2006-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Haupttitel der DIN-Norm an die zuletzt veröffentlichten Teile der Normenreihe angepasst;
- b) neu aufgenommen wurden die Begriffe: Elektrobenetzung auf Dielektrika, Haftreibung, CMOS-MEMS-Bauteil, Oberflächenmodifikation, chemisch-mechanisches Polieren, Lasertrennen, überkritisches Trocknen, Atomlagenabscheidung, selbstorganisierende Monoschicht, Nanoprägen, oberflächen-aktiviertes Bonden, Silizium-Durchkontaktierung, spektroskopische Ellipsometrie, Power MEMS, Energie-Harvesting;
- c) die Definitionen der Begriffe MEMS, MEMS-Technologie, Mikro-Wissenschaft und -Ingenieurtechnik, mikromechanische Bearbeitung, Ätzstopper, reaktives Ionen-Tiefenätzen sowie Nahfeld-Mikroskop wurden überarbeitet;
- d) neun nicht mehr benötigte Begriffe wurden aus der Norm gestrichen;
- e) die Deutsche Sprachfassung wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62047-1: 2006-10

Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 1: Begriffe
(IEC 62047-1:2016)

Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 1: Terms and definitions
(IEC 62047-1:2016)

Dispositifs à semi-conducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 1: Termes et définitions
(IEC 62047-1:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-02-10 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62047-1:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 47F/232/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 62047-1, erarbeitet vom SC 47F „Microelectromechanical systems“ des IEC/TC 47 „Semiconductor devices“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62047-1:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-11-10
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-02-10

Dieses Dokument ersetzt EN 62047-1:2006.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62047-1:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 62047-1:2005 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 62047-1:2006.

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffe	4
2.1 Allgemeine Begriffe	4
2.2 Begriffe zu Wissenschaft und Technik	4
2.3 Begriffe zur Werkstoffwissenschaft	6
2.4 Begriffe zu Funktionalelementen	6
2.5 Begriffe zur Bearbeitungstechnologie	12
2.6 Begriffe zur Aufbau- und Verbindungstechnik	20
2.7 Begriffe zur Messtechnologie	22
2.8 Begriffe zu Anwendungen	24
Anhang A (informativ) Standpunkt und Kriterien bei der Redaktion dieses Wörterverzeichnis	28
A.1 Leitfaden zum Auswählen der Begriffe	28
A.2 Leitfaden zum Schreiben der Definitionen	28
A.3 Leitfaden zum Schreiben der Anmerkungen	28
Anhang B (informativ) Gegenüberstellung der Abschnitte von IEC 62047-1:2005 und IEC 62047-1:2015	29
Literaturhinweise	35
Tabellen	
Tabelle B.1 – Gegenüberstellung der Abschnitte von IEC 62047-1:2005 und IEC 62047-1:2015	29

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil der IEC 62047 sind Begriffe für Bauelemente der Mikrosystemtechnik (MST) einschließlich der Fertigungsprozesse für solche Bauelemente festgelegt.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

2.1 Allgemeine Begriffe

2.1.1

Bauelement der Mikrosystemtechnik

MST-Bauelement

Bauelement im Mikrometerbereich, wobei in diesem Bauelement Sensoren, Aktoren, Wandler, Resonatoren, Oszillatoren, mechanische Bauteile und/oder elektrische Schaltungen integriert sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Dazugehörige Technologien sind sehr unterschiedlich, von Basistechnologien wie z. B. Entwurf und Konstruktion, Werkstoff, Verarbeitung, Funktionalelemente, Systemsteuerung, Energieversorgung, Aufbau- und Verbindungstechnik, elektrischer Schaltung und Bewertung bis zu Grundlagenwissenschaft wie z. B. Mikrowissenschaft und -Ingenieurtechnik, sowie Thermodynamik und Tribologie im Mikrometerbereich. Wenn die Bauelemente ein System bilden, werden sie manchmal MEMS(-Bauelemente) genannt, wobei MEMS die Abkürzung für „micro-electromechanical system“ ist.

2.1.2

MST

Mikrosystemtechnologie

Technologie zur Herstellung mikroelektrischer, mikrooptischer und mikromechanischer Systeme sowie ihrer Bauteile mit Hilfe mikrostruktureller Fertigungsverfahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff MST wird hauptsächlich in Europa verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung ist nur in der französischen Sprachfassung anzuwenden.

2.1.3

Mikrobaulement

Mikromaschine

2.1.3.1

Mikrobaulement, <Bauelement>

miniaturisiertes Bauelement, dessen Bauteile Baugrößen von einigen Millimetern oder auch kleiner haben

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterschiedliche Funktionsbauelemente (wie z. B. ein Sensor, der auf der Mikrosystemtechnologie basiert) sind eingeschlossen.

2.1.3.2

Mikrosystem, <System>

miniaturisiertes System, das aus einer Integration von Mikrobaulementen besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Molekularmaschine, die als Nanomaschine bezeichnet wird, ist eingeschlossen.

2.2 Begriffe zu Wissenschaft und Technik

2.2.1

Mikro-Wissenschaft und -Ingenieurtechnik

Wissenschaft und Ingenieurtechnik hinsichtlich der mikroskopischen Größenbereiche von Mikrosystemen

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn mechanische Systeme miniaturisiert werden, ändern sich verschiedene physikalische Kenngrößen. Zwei Fälle sind vorherrschend: 1) Diese Änderungen können durch das Extrapolieren von Änderungen im Makrobereich prognostiziert werden, und 2) die Merkmale im mikroskopischen Bereich sind dominant und eine Extrapolation ist unmöglich. Im letzteren Fall ist es notwendig, neue theoretische und empirische Gleichungen für die Erklärung der Phänomene für den mikroskopischen Bereich zu erarbeiten. Weiterhin müssen neue Methoden für Analysen und Synthesen zum Lösen ingenieurtechnischer Probleme entwickelt werden. Werkstoffwissenschaft, Fluidodynamik, Thermodynamik, Tribologie, Steuer- und Regelungstechnik sowie Kinematik können als Mikro-Wissenschaften und -Ingenieurtechniken systematisiert werden, um die Mikrosystemtechnik theoretisch zu untermauern.

2.2.2

Skalierungseffekt

Änderung von Wirkmechanismen hinsichtlich des Verhaltens oder der Eigenschaften eines Objekts, welche durch die Änderung der Abmessungen des Objekts verursacht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Volumen eines Objekts ist zur dritten Potenz seiner Abmessungen proportional, während die Oberfläche zur zweiten Potenz proportional ist. Deshalb werden im mikroskopischen Bereich die Wirkung der Oberflächenkräfte größer sein als die der Massekräfte. Zum Beispiel ist die vorherrschende Kraft bei der Bewegung eines mikroskopischen Objekts die elektrostatische Kraft oder die Reibungskraft und nicht die Schwerkraft. Materialeigenschaften mikroskopischer Objekte werden auch durch die inneren Materialstruktur und die Oberfläche beeinflusst, so dass charakteristische Kennwerte manchmal unterschiedlich zu denen großer Objekte sind. Reibungseigenschaften im mikroskopischen Bereich unterscheiden sich ebenfalls von denen im makroskopischen Bereich. Aus diesen Gründen müssen diese Effekte bei Entwurf und Konstruktion von Mikrosystemen sorgfältig bedacht werden.

2.2.3

Mikrotribologie

Tribologie hinsichtlich des mikroskopischen Größenbereichs

Anmerkung 1 zum Begriff: Tribologie hat die Reibung und den Verschleiß im makroskopischen Bereich zum Inhalt. Wenn aber die Abmessungen von Bauteilen wie jene in Mikrosystemen sehr klein werden, dann dominieren die Oberflächen- und Reibungskräfte gegenüber den Gravitations- und Trägheitskräften. Nach dem Coulombschen Reibungsgesetz ist die Reibungskraft proportional zur Normalkraft. In der Mikrosystemumgebung tritt wegen der Wechselwirkung zwischen den Oberflächenkräften eine große Reibungskraft auf, die unter üblichen Größenverhältnissen vernachlässigbar sein würde. Außerdem können sehr kleine Mengen von Abrieb, die unter üblichen Größenverhältnissen vernachlässigbar sein würden, Mikrosysteme schwer schädigen. In der mikrotribologischen Forschung versucht man, Reibungskräfte zu reduzieren oder reibungslose Zustände selbst auf atomarem Niveau zu entdecken. In diesem Forschungsgebiet werden Phänomene, die bei Reibungs- oder Festoberflächen im Größenbereich von Angström bis Nanometer auftreten, untersucht oder Wechselwirkungsanalysen auf atomarem Niveau durchgeführt. Von den Ergebnissen wird erwartet, dass sie bei den Problemlösungen in der Tribologie angewandt werden können, und zwar bei Dimensionen sowohl in der gewöhnlichen Umgebung als auch in der Umgebung der Mikrosysteme.

2.2.4

Biomimetik

Gestaltung von Funktionen, welche die Bewegungen oder Mechanismen von Organismen nachahmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Suchen nach mikroskopischen Mechanismen, welche für Mikrobauerteile geeignet sind, dürfen die Mechanismen und Strukturen von Lebewesen als gute Nachahmungsbeispiele genommen werden, welche die strengen Selektionskriterien der Natur überlebten. Ein Beispiel ist die mikroskopische dreidimensionale Struktur, welche in Anlehnung an die Außenskelette und elastischen Koppelsysteme von Insekten modelliert wurde. Bei den Außenskeletten ist die harte Epidermis mit einem elastischen Körper verbunden, und alle beweglichen Teile verwenden die Deformation des elastischen Körpers zum Bewegen. Die Anwendung der elastischen Deformation würde im mikroskopischen Bereich wegen des Vermeidens von Reibungen vorteilhaft sein. Die Struktur der Außenskelette ist außerdem einem engen Verbundmechanismus in der Kinematik gleichzusetzen und hat die Eigenschaft, dass irgendeine Aktorenbewegung mehrfach gekoppelt übertragen werden kann.

2.2.5

Selbstorganisation

Organisation eines Systems ohne äußere Beeinflussung oder Steuerung, wobei spontan eine nicht im Gleichgewicht befindliche Struktur entsteht, und zwar infolge der kollektiven Wechselwirkungen von einer Anzahl einfacher mikroskopischer Objekte oder Phänomene

2.2.6

Elektrobenetzung auf Dielektrika

EWOD (en: electro-wetting on dielectrics)

Benetzung auf einem Substrat, wobei die Benetzung mithilfe einer elektrischen Spannung zwischen einem Tröpfchen und dem Substrat, das mit einer dielektrischen Schicht bedeckt ist, gesteuert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kontaktwinkel des Tröpfchens einer Flüssigkeit, die üblicherweise ein Elektrolyt ist, auf einem Substrat kann elektrisch gesteuert werden, weil die Grenzspannung zwischen Flüssigkeit und Festkörper mit der Energie gesteuert werden kann, die in der elektrischen Doppelschicht, welche wie ein Kondensator wirkt, gespeichert ist. Beim Beschichten der Elektrode mit einem dielektrischen Werkstoff einer bestimmten Dicke kann die Kapazität leicht bestimmt werden. Das Elektrobenetzung auf Dielektrika wird üblicherweise in mikrofluidischen Bauteilen verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung ist nur in der französischen Sprachfassung anzuwenden.

2.2.7

Haftreibung

Phänomen, bei dem eine sich bewegende Mikrostruktur durch eine andere Struktur oder ein Substrat infolge der Adhäsionskräfte festgehalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Strukturen kleiner werden, dann wird wegen des Skalierungseffektes die Haftreibung signifikant, da dann die Oberflächenkräfte gegenüber den Massekräften dominieren. Haftreibung tritt häufig in MEMS-Herstellungsprozessen infolge der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten auf, wenn kleine Strukturen beim Nassätzverfahren freigestellt werden. Charakteristische Adhäsionskräfte, die eine Haftreibung verursachen, sind die Van-der-Waals-Kraft, die elektrostatische Kraft und die Oberflächengrenzspannung von Flüssigkeiten zwischen Strukturelementen.

2.3 Begriffe zur Werkstoffwissenschaft

2.3.1

Silizium-auf-Isolator

SOI (en: Silicon-on-Insulator)

Struktur, welche aus einer dünnen Siliziumschicht auf einem Isolator besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Saphir (wie in SOS) (en: silicon on sapphire), Glas (wie in SOG) (en: silicon on glass), Siliziumdioxid, Siliziumnitrid und sogar eine isolierende Art von Silizium werden als Isolator verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung ist nur in der französischen Sprachfassung anzuwenden.

2.4 Begriffe zu Funktionalelementen

2.4.1

Aktor, <Bauelemente der Mikrosystemtechnik>

mechanisches Bauelement, das nichtkinetische Energie in kinetische Energie wandelt, um mechanische Arbeit zu leisten

2.4.2

Mikroaktor

Aktor, welcher mittels mikromechanischer Bearbeitungsverfahren hergestellt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Damit ein Mikrobauerteil mechanische Arbeit leisten kann, ist der Mikroaktor als ein grundlegender Bestandteil unerlässlich. Wichtige Beispiele sind der elektrostatische Aktor, der mithilfe der Siliziumtechnologie hergestellt wird, der piezoelektrische Aktor, in welchem funktionale Werkstoffe wie PZT (Bleizirkonat-Titanat) verwendet werden, der pneumatische Gummi-Aktor usw.. Es wurden viele andere Aktoren, die auf unterschiedlichen Prinzipien der Energiewandlung basieren, untersucht und entwickelt. Allerdings verschlechtern alle diese Aktoren den Wirkungsgrad ihrer Energiewandlung, wenn ihre Baugröße reduziert wird. Daher werden Bewegungsmechanismen von Organismen, wie z. B. die Deformation von Proteinmolekülen, die Ziliarbewegung von Bakterien und die Muskelkontraktion, ausgewertet, um neue Aktoren für Mikrobauerteile zu entwickeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mikroelektrostatische Aktoren werden über das mikro-elektrostatische Feld angeregt, magnetische Mikroaktoren werden durch das mikro-magnetische Feld gesteuert und piezoelektrische Mikroaktoren sind vom Mikrofeld der mechanischen Spannung abhängig, um Bewegung und Energie zu wandeln.

2.4.3

lichtgetriebener Aktor

Aktor, welcher Licht als Steuergröße oder Energiequelle oder beides gleichzeitig nutzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Seitdem fotostriktive Werkstoffe entwickelt worden waren, wurden verschiedene lichtgesteuerte Aktoren vorgeschlagen. Diese Aktoren haben einfache Strukturen und können drahtlos betrieben werden. Ein Motor wurde vorgeschlagen, der den Effekt der Spin-Umorientierung (Spin-Realignment) nutzt, bei welchem ein magnetischer Werkstoff Licht absorbiert und die resultierende Wärme die magnetische Richtung reversibel ändert. Aktoren, welche die thermische Ausdehnung verwenden oder fotochemische Reaktionen von Polymeren nutzen, werden auch untersucht.

2.4.4

piezoelektrischer Aktor

Aktor, bei welchem ein piezoelektrischer Werkstoff verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Piezoelektrische Aktoren werden in folgende Bauarten eingeteilt: einschichtig (Single-Plate), bimorph sowie mehrschichtig (Stack, Multilayer), dabei ist der allgemein übliche Werkstoff Bleizirkonat-Titanat (PZT). Die Eigenschaften sind: 1) kurze Reaktionszeit, 2) große Ausgangskraft bezogen auf das Volumen, 3) leicht zu miniaturisierende einfache Struktur, 4) enger Versetzungsbereich für leichtere Steuerung von Mikroversetzungen und 5) hoher Wirkungsgrad bei der Energiewandlung. Piezoelektrische Aktoren werden für Aktoren in Mikrobauteilen verwendet, wie z. B. in Ultraschallmotoren und Vibratoren. Ein angewandtes Beispiel ist ein piezoelektrischer Aktor für den Transportmechanismus, welcher durch die Resonanzschwingung eines piezoelektrischen amorphen Aktors bewegt wird, oder ein piezoelektrischer Mikro-Positionier-Aktor, welcher die Versetzungen eines piezoelektrischen Bauteils in Stack-Bauweise mittels eines Hebels verstärkt.

2.4.5

Formgedächtnislegierungs-Aktor

Formgedächtnis-Aktor

Aktor, bei welchem eine Formgedächtnis-Legierung verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Aktoren auf Basis von Formgedächtnis-Legierungen sind kompakt, leicht und erzeugen große Kräfte. Die Aktoren können entweder wiederholbar durch einen Temperaturzyklus angetrieben werden oder sie können beliebig durch das Schalten des elektrischen Stroms durch den Aktor gesteuert werden. In jüngster Vergangenheit wurden Versuche durchgeführt, um die Legierungen zum Bau eines Servosystems zu nutzen, welches einen entsprechenden Rückkopplungsmechanismus und ein Kühlsystem hat, gedacht für Anwendungen, bei denen schnelle Reaktionszeiten nicht besonders wichtig sind. Anwendungsbeispiele wie Mikro-Greifer zum Manipulieren von Zellen, Mikroventile zum Regeln kleiner Flussmengen und aktive Endoskope für den medizinischen Einsatz sind in der Entwicklung.

2.4.6

Sol/Gel-Aktor

Aktor, bei welchem der Übergang zwischen den Zuständen Sol (flüssig) und Gel (fest) angewendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Sol/Gel-Aktor kann in einer ähnlichen Art arbeiten wie Lebewesen. Wenn beispielsweise die Elektroden auf kleine Partikeln aus Natrium-Polyakrylat-Gel in einer elektrolytischen Lösung aufgesetzt werden und eine elektrische Spannung angelegt wird, dann ändern die Partikel wiederholbar ihre Form. Sie können in einer Reihe verbunden, in einer dünnen Röhre eingebracht und mit mehrfachen Beinchen versetzt werden, um zu ermöglichen, dass ein Mikroroboter sich in eine Richtung bewegt, so aussehend wie ein Tausendfüßler. Eine andere denkbare Anwendung ist ein schwimmender Mikroroboter, der sich automatisch in einer dünnen Röhre bewegt.

2.4.7

elektrostatischer Aktor

Aktor, welcher die elektrostatische Kraft nutzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Weil der elektrostatische Aktor eine einfache Struktur hat und seine abgegebene Kraft in dem Maße steigt, wie die geometrische Baugröße reduziert wird, laufen viele Forschungsarbeiten, um diese

Eigenschaften für Aktoren von Mikrosystemen einzusetzen. Anwendungsbeispiele wurden bisher auf experimenteller Basis entwickelt und schließen einen Wobbel-Motor und einen elektrostatischen Dünnschicht-Aktor ein.

2.4.8

Kamm-Antrieb

elektrostatischer Aktor, bestehend aus Reihen in fester Position gehaltener paralleler Zungen, welche eingerückt und verzahnt werden in jeweils zweiten Reihen beweglicher Zungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Aufbringen einer elektrostatischen Ladung auf die erste Reihe wirkt auf die Zungen der zweiten Reihe so, dass diese voll in die Zungenzwischenräume der ersten Reihe gezogen werden. Wenn dann die statische Ladung entfernt und abgeleitet wird, bewegt sich die zweite Reihe infolge einer mikro-mechanischen Federspannung in ihre Ausgangsposition zurück.

2.4.9

Wobbel-Motor

harmonischer elektrostatischer Motor

elektrostatischer Motor mit einem variablen Spalt, welcher eine drehende Rotorbewegung auf einem exzentrischen Stator ohne Schlupf erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wobbel-Motoren bestehen aus einem Rotor, einem Stator mit Elektroden zur Erzeugung der elektrostatischen Kraft und einer Isolatorschicht auf der Rotor- bzw. Statoroberfläche. Der Rotor rotiert in umgekehrter Richtung zur Drehbewegung.

Die Rotationsgeschwindigkeit V_{rot} ist gegeben als $V_{\text{rot}} = V_{\text{rev}} \times (L_{\text{stat}} - L_{\text{rot}}) / L_{\text{rot}}$. Dabei ist V_{rev} die Umdrehungsgeschwindigkeit, L_{stat} der Statorumfang und L_{rot} der Rotorumfang.

Eigenschaften des Wobbel-Motors sind 1) die Fähigkeit, leicht eine kleine Geschwindigkeit und ein großes Drehmoment zu erzeugen, wenn der Rotorumfang etwa gleich dem Statorumfang ist, 2) keine Probleme durch Reibung und Verschleiß, weil es keine beweglichen Teile gibt, 3) die Möglichkeit, unterschiedliche Werkstoffe einzusetzen, und 4) ein leicht vergrößerbare Aspektverhältnis. Andererseits kann die Drehbewegung des Rotors ungewünschte Schwingungen verursachen. Fertigungsbeispiele sind z. B. ein Wobbel-Motor, welcher den Rotor mit einer flexiblen Kupplung unterstützt, und ein Wobbel-Motor, welcher mit einem Fertigungsverfahren für integrierte Schaltungen hergestellt wurde und dessen Rotor sich auf dem Drehlager dreht.

2.4.10

Mikrosensor

Bauelement, das beispielsweise mittels mikromechanischer Bearbeitungsprozesse hergestellt wird und das zum Messen physikalischer oder chemischer Größen verwendet wird, indem es diese Größen in ein elektrisches Ausgangssignal wandelt

Anmerkung 1 zum Begriff: In Mikrosystemen war der erste zu entwickelnde und zu realisierende Bestandteil der Mikrosensor. Mikrosensoren umfassen Sensoren mechanischer Größen (Messen von Druck, Beschleunigung, mechanische Abtastung, Auslenkung usw.), Sensoren chemischer Größen (Messen von Ionen, Sauerstoff usw.), Sensoren elektrischer Größen (Messen von Magnetismus, Strom usw.), Biosensoren und optische Sensoren. In vielen Mikrosensoren ist die Detektorkomponente einschließlich des Mechanismus mit der elektronischen Schaltung integriert. Die Vorteile der Mikrosensoren sind: 1) geringere Umweltbelastungen, 2) die Fähigkeit, lokale Zustände auf kleinen Bereichen zu messen, 3) die Integration mit Schaltungen und 4) geringe Betriebsleistungen.

2.4.11

Biosensor

Sensor, bei welchem organische Substanzen innerhalb des Bauelements verwendet werden, mit dem man Messungen an Subsystemen von Organismen durchführen oder einen Organismus nachahmen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein üblicher Biosensor besteht aus einem biologisch erzeugten spezifischen Material, wie z. B. ein Enzym oder einem Antikörper, welches/welcher das Messobjekt erkennt, und der Bauteilkomponente, welche eine physikalische oder chemische Größenänderung hinsichtlich der erkannten Reaktion misst. Ein Halbleitersensor oder irgendeine der unterschiedlichen Elektrodenarten (z. B. ISFET, Mikro-Oxygen-Elektrode oder fluoreszierender optischer Detektorsensor), welche mittels mikromechanischer Siliziumtechnologie hergestellt wurden, können als diese

Bauteilkomponente verwendet werden. Eingesetzt werden Biosensoren in Blut-Analysesystemen, Glukosewert-Sensoren, Mikrorobotern usw.

2.4.12

integrierte Mikrosonde

aus einem Stück bestehende Sonde, welche eine Mikrosonde mit einer Signalverarbeitungs-Schaltung kombiniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Je kleiner der empfindliche Teil des Sensors, umso 1) kleinere Interferenzen des Messobjekts, 2) höhere Signal-Rausch-Verhältnisse bei der Messung und 3) mehr zu erfassende lokale Kleinfeld-Daten sind möglich. Eine integrierte Mikrosonde ist ein Bauelement, das sowohl aus einer Signalverarbeitungs-Schaltung als auch aus einer Mikrosonde besteht und das aus Silizium mittels einer mikromechanischen Bearbeitung zu einer ultramikroskopischen Nadel hergestellt wird. Integrierte Mikrosonden mit mikrobearbeiteten Siliziumnadeln, deren Durchmesser von einigen Nanometern bis einigen Mikrometern reicht und die mit einer Impedanzwandler-Schaltung usw. kombiniert sind, werden gegenwärtig als mikroskopische Elektroden für Organismen, Raster-Tunnel-Mikroskope (STMs) (en: scanning tunneling microscopes) und Atomkraft-Mikroskope (AFMs) (en: atomic force microscopes) eingesetzt.

2.4.13

ISFET

ionensensitiver Feldeffekt-Transistor

Halbleitersensor, bei dem eine ionenempfindliche Elektrode mit einem Feldeffekt-Transistor (FET) integriert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In dem ionensensitiven Elektrodenteil ändert sich beispielsweise die Membranenspannung abhängig von den Schwankungen des pH-Wertes oder des Kohlendioxid-Partialdruckes im Blut. Wie der Spannungsverstärker verwendet der ISFET einen FET, also einen Transistor, bei dem die Leitfähigkeit im aktuellen Pfad (Kanäle) durch die Majoritäts-Träger gebildet und durch ein elektrisches Feld im rechten Winkel zum Ladungsträgerfluss gesteuert wird. Der ISFET basiert auf einem in Silizium-Mikrotechnologie hergestellten integrierten Detektor und Verstärker auf einem Siliziumsubstrat. Weiterhin wurde ein ISFET mit mikromechanischen Bestandteilen wie beispielsweise einem Ventil entwickelt. Der ISFET wird in Bereichen wie der medizinischen Analytik und Umwelttechnik eingesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung ist nur in der französischen Sprachfassung anzuwenden.

2.4.14

Beschleunigungsmesser

Akzelerometer

Messwandler, der eine Beschleunigung als Eingangsgröße in eine (üblicherweise elektrische) Ausgangsgröße transformiert, die proportional zur Beschleunigung am Eingang ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Beschleunigungsmesser, basierend auf einer mikromechanischen Siliziumtechnik, besteht üblicherweise aus einer weichen Feder (kleine Federkonstante) und einer Massekomponente. Der Beschleunigungsmesser erfasst die Auslenkung der Feder, welche durch die Trägheit der beschleunigten Masse verursacht wird, oder er ermittelt die Beschleunigung über eine Messung der Kraft, welche erforderlich ist, um die Auslenkung zu kompensieren. Unter den gegenwärtig siliziumbasierten Sensoren stellen die Beschleunigungsmesser eine wesentliche Perspektive als ein Produkt der nächsten Generation dar. Es gibt viele Arten von Beschleunigungsmessern wie z. B. Halbleiter-Dehnungsmessstreifen, kapazitive Detektoren, elektromagnetische Servosysteme und elektrostatische Servosysteme. Bauarten von Schwingungsdetektoren, welche Änderungen in Resonanzfrequenzen ermitteln, und piezoelektrische Bauarten, bei denen der piezoelektrische Effekt verwendet wird, sind ebenfalls in Entwicklung. Die anhaltende Entwicklung ist auf breiteste Anwendungsbereiche einschließlich des Automobilbaus, der Robotik und der Weltraumtechnik gerichtet.

[QUELLE: ISO 2041:2009, 4.10, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

2.4.15

Mikrogyroskop

Sensor zum Messen der Winkelgeschwindigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Von Mikrogyroskopen wird erwartet, als Stellsensoren bei Mikrorobotern eingesetzt zu werden. Dreh- und Schwing-Gyroskope basieren auf der Corioliskraft. Ringlaser- und Faseroptik-Gyroskope basieren auf

dem Sagnac-Effekt. Unter diesen Gyroskop-Bauarten sind die Schwing-Gyroskope (die Stimmgabel- und Resonanzstab-Bauarten) für die Miniaturisierung geeignet und sind für Anwendungen in der Mikrosystemtechnik in der Entwicklung.

2.4.16

Membranstruktur

flexible Häutchenstruktur, welche den Raum teilt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im mikroskopischen Größenbereich werden für die Membranstruktur solche Werkstoffe wie einkristallines Silizium, Polysilizium usw. verwendet. Die Struktur wird üblicherweise durch anisotropes Ätzen hergestellt. Die Dicke der Struktur kann von der Anwendung abhängig gewählt werden, und zwar von einigen Mikrometern bis zum Mehrfachen von zehn Mikrometern. Die Struktur kann eingesetzt werden, um Druckänderungen zu erkennen oder Versetzungen zu bewirken. Zum Beispiel wird sie im druckempfindlichen Teil eines Drucksensors für Automobilmotoren oder Silizium-Mikrofone verwendet. Ebenso wird sie als eine Membrane verwendet, um den Druck in Mikroventilen und Mikropumpen zu ändern.

2.4.17

Mikrocantilever

Cantilever, welcher mittels mikromechanischer Bearbeitungsprozesse hergestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Mikrocantilever werden oft in hochauflösenden Mikroskopen wie Raster-Kraft-Mikroskopen (AFM) (en: Atomic Force Microscope) eingesetzt.

2.4.18

Mikrokanal

Kanal, welcher mittels mikromechanischer Bearbeitungsprozesse hergestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Mikrokanäle werden oft in Fluid-Bauelementen wie einem Lab-on-Chip-Bauteil verwendet. Der Fluss in einem Mikrokanal ist anders als der in einem Makrokanal und die mathematische Beschreibung des Flusses ist eine der Schlüsselgrößen in der Mikrowissenschaft und -technik. Ein Mikrokanal kann als eine akustische Leitung verwendet werden.

2.4.19

Mikrospiegel

reflektierender Spiegel im Mikrometerbereich, welcher bewegt werden kann, um seinen Reflexionswinkel zu steuern

2.4.20

(Mikro-)Scannerspiegel

Spiegel, welcher einen Lichtstrahl zum Abtasten gleiten lässt

Anmerkung 1 zum Begriff: Scannerspiegel werden für Laserdrucker, den Scannerteil von optischen Sensoren, die Leseköpfe für optische Laufwerke, Displays usw. entwickelt. Ein Mikrospiegel-Array kann zusammen mit dem Aktor mittels eines Mikrobearbeitungsverfahrens hergestellt werden. Vom Scannerspiegel wird erwartet, eine der praktischen Anwendungen der Mikrosystemtechnik zu sein.

2.4.21

Mikroschalter

Schalter, welcher mittels mikromechanischer Bearbeitungsverfahren hergestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung „Mikroschalter“ wird bereits für kommerziell verfügbare Schalter benutzt, welche mittels herkömmlicher Technologien hergestellt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Hauptanwendungsbereich von Mikroschaltern sind Mikrorelais.

2.4.22

optischer Schalter

optisches Bauelement zum Schalten optischer Signale, ohne diese in elektrische Signale zu wandeln