

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 549/2015
(22) Anmeldetag: 19.08.2015
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2017

(51) Int. Cl.: **G01Q 70/02** (2010.01)
G01Q 70/18 (2010.01)

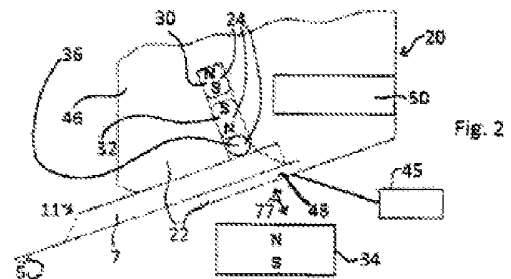
(56) Entgegenhaltungen:
US 2010037360 A1
WO 9708733 A1
US 2014380532 A1
US 2004206165 A1
US 6057546 A
US 5952657 A

(73) Patentinhaber:
ANTON PAAR GMBH
8054 GRAZ-STRASSGANG (AT)

(72) Erfinder:
Gomez-Casado Alberto Dr.
8054 Graz (AT)
Rath Norbert Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Mit Masterkraft werkzeuglos betätigbarer und eine Messsonde lösbar fixierender Fixiermechanismus für Rastersondenmikroskop**

(57) Fixiervorrichtung (20) zum selektiven Fixieren einer Messsonde (11) eines Rastersondenmikroskops (1), wobei die Fixiervorrichtung (20) eine Einführeinrichtung (22), in welche die Messsonde (11) einführbar ist, eine Masterkrafteinrichtung (34) zum selektiven Ausüben einer Masterkraft auf einen werkzeuglos betätigbaren Fixiermechanismus (24) und den Fixiermechanismus (24) aufweist, der mittels der Masterkrafteinrichtung (34) zum Lösen und/oder Fixieren der in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Messsonde (11) werkzeuglos betätigbar ist.



Beschreibung

MIT MASTERKRAFT WERKZEUGLOS BETÄTIGBARER UND EINE MESSSONDE LÖSBAR FIXIERENDER FIXIERMECHANISMUS FÜR RASTERSONDENMIKROSKOP

[0001] Die Erfindung betrifft eine Fixiereinrichtung, ein Rastersondenmikroskop und ein Verfahren zum Fixieren einer Messsonde eines Rastersondenmikroskops.

[0002] Ein Rasterkraftmikroskop dient hauptsächlich der lateral bzw. vertikal hochauflösenden Untersuchung von Oberflächen (insbesondere topographische Untersuchungen von Oberflächen). Dabei wird eine Messsonde (zum Beispiel eine Blattfeder, welche auch als Cantilever bezeichnet wird) mit einer nanoskopisch kleinen Nadel (auch als Messspitze oder Messsondenspitze bezeichnet) über die Oberfläche geführt (d.h. gerastert) und die Auslenkung des Cantilevers, basierend auf der Wechselwirkung des Cantilevers mit der Oberfläche, detektiert. Je nach Oberflächenbeschaffenheit der Probe wird die Auslenkung des Cantilevers positionsabhängig bzw. die Nachführung der Sonde aufgezeichnet bzw. gescannt. Die Auslenkung des Cantilevers bzw. der Spitze kann kapazitiv (insbesondere piezoelektrisch) oder mithilfe von optischen Sensoren gemessen werden. Diese Methode ermöglicht eine Strukturuntersuchung der Oberfläche der Probe bis hin zur atomaren Auflösung. Der Abstand des Cantilevers zur Oberfläche der zu untersuchenden Probe kann sehr genau eingestellt werden. Damit können verschiedene Messmethoden, wie beispielsweise der Kontaktmode (contact mode), der Nicht-Kontaktmode (non contact mode), Tast-AFM Mode (Tapping Mode), etc. realisiert werden.

[0003] Je nach Betriebsmodus können neben anziehenden langreichweitigen Van der Waals- und Kapillarkräften auch starke abstoßende Kräfte mit geringer Reichweite ausgenutzt werden, um topographische oder chemische Informationen der Probenoberfläche zu erhalten. Des Weiteren kann oder können Probeneigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, Oberflächenladungen, Elastizitäts-Modul, Adhäsion, elektrochemisches Potential, piezoelektrische Eigenschaften, Infrarotabsorption und/oder Temperaturphasenübergänge bestimmt werden. Zusätzlich werden Rasterkraftmikroskope auch als Magnetkraftmikroskop, Reibungskraftmikroskop, Strom-Spannungsmikroskope oder auch Raster-Kelvin-Mikroskope verwendet. Je nach Verwendungszweck eines Rastersondenmikroskops können neben Messsonden aus Silizium bzw. Siliziumnitrid verschiedene beschichtete Messsonden verwendet werden (beispielsweise gold-, platin- oder kohlenstoffbeschichtete Messsonden). Die Beschichtung der Messsonden erfolgt in der Regel an der Unterseite, also jener Seite, an der sich die Messspitze befindet. Beschichtungsprozesse, bei denen die gesamte Messsonde beschichtet ist, garantieren in der Regel keine durchgehende Kontaktierung zwischen Oberseite und Unterseite. Dann ist eine elektrische Kontaktierung von der Unterseite der Probe mit dem Rastersondenmikroskop zu realisieren. Dabei soll sichergestellt werden, dass sich der Übergangswiderstand zwischen Rastersondenmikroskop und Messsonde über die Lebensdauer des Geräts nicht signifikant ändern.

[0004] Allgemeiner Stand der Technik betreffend die Montage einer Messsonde an einem Rastersondenmikroskop ist in EP 1,012,862 und US 5,717,132 offenbart.

[0005] Es ist herkömmlich immer noch eine Herausforderung, eine empfindliche Messsonde eines Rastersondenmikroskops zu handhaben und bedarfsweise auszuwechseln, ohne dabei die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit beim Betrieb des Rastersondenmikroskops zu beeinträchtigen.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zu schaffen, eine Messsonde eines Rastersondenmikroskops einfach und beschädigungsgeschützt handhaben zu können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Weitere Ausführungsbeispiele sind in den abhängigen Ansprüchen gezeigt.

[0008] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Fixiervorrichtung

zum selektiven Fixieren einer Messsonde eines Rastersondenmikroskops geschaffen, wobei die Fixiervorrichtung eine Einführeinrichtung, in welche die Messsonde einführbar ist, eine Masterkrafteinrichtung (insbesondere eine von der Einführeinrichtung separate Einrichtung zum bedarfsweisen Erzeugen einer Masterkraft) zum selektiven Ausüben einer Masterkraft auf einen werkzeuglos betätigbaren Fixiermechanismus und diesen Fixiermechanismus aufweist, der mittels der Masterkrafteinrichtung zum Lösen und/oder Fixieren der in die Einführeinrichtung eingeführten Messsonde werkzeuglos betätigbar ist.

[0009] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Rastersondenmikroskop zum Ermitteln von Oberflächeninformation hinsichtlich eines Probekörpers mittels rasternden Abtastens einer Oberfläche des Probekörpers bereitgestellt, wobei das Rastersondenmikroskop eine Messsonde, die zum rasternden Abtasten der Oberfläche des Probekörpers eingerichtet ist, und eine Fixiervorrichtung mit den oben beschriebenen Merkmalen zum Fixieren der Messsonde aufweist.

[0010] Gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren zum Fixieren einer Messsonde eines Rastersondenmikroskops geschaffen, wobei bei dem Verfahren die Messsonde in eine Einführeinrichtung des Rastersondenmikroskops eingeführt wird und ein Fixiermechanismus zum Lösen und/oder Fixieren der in die Einführeinrichtung eingeführten Messsonde mittels einer (insbesondere externen) Masterkraft werkzeuglos betätigt wird.

[0011] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird unter dem Begriff „Masterkrafteinrichtung“ insbesondere eine Krafterzeugungseinrichtung verstanden, die zum bedarfsweisen (zum Beispiel maschinengesteuerten oder benutzergesteuerten) Erzeugen einer (vorzugsweise getrennt von der Einführeinrichtung und/oder von der Fixiereinrichtung) vorübergehend wirkenden Masterkraft ausgebildet ist. Diese kann ein berührungsfreies, werkzeugfreies und/oder hilfskörperfreies und somit gut reproduzierbares Befestigen der Messsonde an bzw. Lösen der Messsonde von der Einführeinrichtung ermöglichen. Eine solche Masterkraft kann wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden.

[0012] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird unter dem Begriff „werkzeuglos betätigbar“ insbesondere verstanden, dass ein Benutzer zum Anbringen der Messsonde an der Fixiervorrichtung und zum Abnehmen der Messsonde von der Fixiervorrichtung kein Werkzeug (zum Beispiel Schraubendreher) oder sonstiges Hilfsmittel außerhalb der Fixiervorrichtung verwenden muss.

[0013] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird unter dem Begriff „lösbares Fixieren“ insbesondere verstanden, dass die Messsonde in einem Fixierzustand der Fixiervorrichtung fest an der Einführeinrichtung angebracht ist und beim Einwirken von Kräften beim Abrastern einer Oberfläche eines Probekörpers nicht unerwünscht von der Einführeinrichtung gelöst wird; und dass in einem Lösezustand der Fixiervorrichtung die Messsonde zerstörungsfrei (d.h. ohne Zerstörung der Fixiervorrichtung, der Messsonde und/oder anderer Komponenten) und im Wesentlichen kraftfrei von der Einführeinrichtung der Fixiervorrichtung abgenommen werden kann.

[0014] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird unter dem Begriff „Rastersondenmikroskop“ insbesondere ein Mikroskop verstanden, bei dem ein Bild oder sonstige Oberflächeninformation eines Probekörpers nicht mit einer optischen oder elektronenoptischen Abbildung (d.h. unter Einsatz von Unsen) erzeugt wird, sondern über die Wechselwirkung einer Messsonde mit dem Probekörper. Die zu untersuchende Probenoberfläche wird mittels dieser Messsonde in einem Rasterprozess Punkt für Punkt abgetastet. Die sich für jeden einzelnen Punkt ergebenden Messwerte können dann zu einem Bild zusammengesetzt werden oder in anderer Weise ausgewertet werden.

[0015] Gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine robuste Fixiervorrichtung für eine Messsonde eines Rastersondenmikroskops bereitgestellt, die gleichzeitig für viele verschiedene Messsondentypen bzw. Messverfahren in der Rastersondenmikroskop einsetzbar ist und die Messsonde zerstörungsfrei austauschbar macht. Ein Ausführungs-

beispiel der Erfindung ermöglicht es dem Benutzer, die Messsonde auszutauschen, ohne dass externe Werkzeuge (zum Beispiel Schraubendreher) oder sonstige Montagehilfskörper (zum Beispiel Fixierungsclips oder Hebel) bzw. keine winzigen Befestigungsmittel (zum Beispiel Schrauben) verwendet werden müssen. Dies erhöht den Benutzerkomfort im Zusammenhang mit der Montage und der Auswechslung einer Messsonde. Durch das Zusammenspiel einer intuitiv handhabbaren Einführeinrichtung, eines reversibel wirkenden Fixiermechanismus und einer vorzugsweise berührungslos wirkenden Masterkrafteinrichtung zum kraftbasierten Steuern des Fixiermechanismus kann die Handhabung der Messsonde vereinfacht werden, kann eine unerwünschte mechanische Zerstörung der Fixiervorrichtung unterbunden werden und kann eine Fehlplatzierung der Messsonde ausgeschlossen werden. Zu diesem Zweck machen sich Ausführungsbeispiele der Erfindung das Wirkprinzip zu eigen, dass mit einer gegenüber der Einführeinrichtung separat vorgesehenen Masterkrafteinrichtung der Fixiermechanismus zum Einschalten und/oder Ausschalten einer Fixierkraft mit einer übergeordneten Masterkraft beaufschlagt wird, unter deren Einfluss die Messsonde selektiv mittels des Fixiermechanismus fixiert oder davon gelöst werden kann. Die mittels der Masterkrafteinrichtung erzeugte Masterkraft kann dabei einer Fixierkraft des Fixiermechanismus so überlagert werden (insbesondere diese schwächend oder sogar eliminierend überlagert werden), dass auf die Messsonde dann keine resultierende Befestigungskraft mehr einwirkt und die Messsonde somit gelöst wird.

[0016] Im Weiteren werden zusätzliche exemplarische Ausführungsbeispiele der Fixiervorrichtung, des Rastersondenmikroskops und des Verfahrens beschrieben.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Masterkrafteinrichtung vom restlichen Gerät (d.h. dem restlichen Rastersondenmikroskop) unabhängig sein oder in diesem Gerät integriert sein. Der Fixiermechanismus bildet dagegen in aller Regel, allerdings nicht zwingend, einen Teil dieses Geräts.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Masterkrafteinrichtung ausgebildet sein, das Lösen und/oder Fixieren mittels Ausübens einer einstellbaren Masterkraft zu steuern, insbesondere das Lösen selektiv zu aktivieren (zum Beispiel durch Einschalten einer Stromquelle zum Energetisieren eines Elektromagneten zum Erzeugen einer magnetischen Masterkraft oder durch räumliches Heranfahren eines Permanentmagneten an die Fixiereinrichtung) oder zu deaktivieren (zum Beispiel durch Ausschalten der Stromquelle oder durch räumliches Wegfahren des Permanentmagneten von der Fixiereinrichtung). Auf diese Weise ist eine präzise Einstellung der jeweils wirkenden Masterkraft möglich. Das Ausüben einer übermäßigen oder zu geringen, auf die Messsonde einwirkenden Kraft kann durch eine solche selbsttätige Steuerung ausgeschlossen werden. Die empfindliche Messsonde kann somit vor Schädigung geschützt werden.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Fixiermechanismus ausgebildet sein, bei ausgeschalteter Masterkraft das Fixieren zu aktivieren und bei eingeschalteter Masterkraft das Fixieren zum Einführen der Messsonde in die Einführeinrichtung oder zum Entnehmen der Messsonde aus der Einführeinrichtung zu deaktivieren. Dabei kann die externe Masterkraft wahlweise auch vollständig ausgeschaltet werden, wobei währenddessen die Fixierung aufrechterhalten bleiben kann. Dann kann erst durch aktives Zuschalten der externen Masterkraft das Lösen der Messsonde bewerkstelligt werden. Durch eine solche Steuerlogik kann ein unerwünschtes bzw. unbeabsichtigtes Lösen der Messsonde (zum Beispiel bei Stromausfall) vermieden werden, da dann erst eine aktive Steuermaßnahme das Lösen auslöst. Alternativ kann die Schaltlogik invertiert werden, sodass bei ausgeschalteter Masterkraft die Messsonde frei und bei eingeschalteter Masterkraft die Messsonde an der Fixiervorrichtung fixiert ist.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Masterkrafteinrichtung zum Ausüben der Masterkraft aus einer Gruppe ausgewählt sein, die besteht aus einer magnetischen Masterkrafteinrichtung zum Erzeugen einer magnetischen Masterkraft (insbesondere aufbringbar mittels eines bewegbaren Masterkraftpermanentmagneten oder mittels eines elektrisch aktivierbaren Masterkraftelektromagneten), einer hydraulischen Masterkrafteinrich-

tung zum Erzeugen einer hydraulischen Masterkraft, einer pneumatischen Masterkrafteinrichtung zum Erzeugen einer pneumatischen Masterkraft, einer elektrischen Masterkrafteinrichtung zum Erzeugen einer elektrischen Masterkraft, einer thermischen Masterkrafteinrichtung zum Erzeugen einer thermischen Masterkraft und einer mechanischen Masterkrafteinrichtung zum Erzeugen einer mechanischen Masterkraft. All diese Krafterzeugungsmechanismen können steuerungstechnisch implementiert werden, so dass das Wirken einer übermäßigen oder zu geringen Befestigungskraft vorteilhaft verunmöglicht werden kann. Anders ausgedrückt kann durch einen derartigen, von der Einführeinrichtung funktionell getrennten Krafterzeugungsmechanismus eine objektiv richtige Kraftmenge aufgewendet werden und eine Fehlbedienung der empfindlichen Messsonde ausgeschlossen werden.

[0021] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Einführeinrichtung ein gekrümmtes, insbesondere sphärisch gekrümmtes Haltekraftverstärkungselement (zum Beispiel eine Kraftübertragungskugel) aufweisen, das in einem in die Einführeinrichtung eingeführten Zustand der Messsonde mit einer gekrümmten, insbesondere sphärisch gekrümmten, Fläche direkt auf, insbesondere auf die Oberseite, die Messsonde einwirkt. Dies hat den Vorteil, dass die Krafteinwirkung über das Haftkraftverstärkungselement auf die Messsonde im Wesentlichen punktförmig erfolgen kann, so dass die von dem Fixiermechanismus ausgeübte Fixierkraft positionsgenau und mit räumlich stark konzentrierter bzw. fokussierter Wirkung auf die Messsonde einwirken kann. Der weitere Vorteil ist, dass somit eine einfache elektrische Kontaktierung der Messsonde an der Unterseite (jener Seite, welche auch die Messspitze beinhaltet) ermöglicht ist. Dies stellt eine zuverlässige Fixierung der Messsonde sicher.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Fixiermechanismus mindestens zwei Magnelemente aufweisen, deren magnetische Wechselwirkungskraft ausgebildet ist, die in die Einführeinrichtung eingeführte Messsonde in der Einführeinrichtung klemmend zu fixieren. Ein solches Ausführungsbeispiel ist zum Beispiel in Figur 2 gezeigt. Wenn eines der beiden Magnelemente (zum Beispiel in einer Aussparung eines Gehäuses oder eines Fixierkörpers) immobilisiert ist und das andere der beiden Magnelemente sich (zum Beispiel in der Aussparung des Gehäuses oder Fixierkörpers) frei bewegen kann, so kann durch die magnetische Wechselwirkung der beiden Magnelemente eine Kraft erzeugt werden, welche auf die in die Einführeinrichtung eingeführte Messsonde befestigend einwirkt. Um die Messsonde aus der Einführeinrichtung entnehmen zu können, kann als zugehörige Masterkrafteinrichtung eine weitere Magnetfelderzeugungseinrichtung (zum Beispiel ein beweglicher Permanentmagnet oder ein Elektromagnet) verwendet werden, die den bereits wirkenden Magnetkräften eine übergeordnete Magnetkraft überlagert, mit der ein direkt oder indirekt auf die Messsonde einwirkendes der Magnelemente unter Freigabe der Messsonde zurückgezogen wird.

[0023] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung können die zwei Magnelemente ausgebildet sein, sich infolge ihrer magnetischen Wechselwirkungskraft abzustößen und so auf die in die Einführeinrichtung eingeführte Messsonde einzuwirken, dass diese in der Einführeinrichtung klemmend fixiert wird. Anders ausgedrückt kann die Abstoßungskraft zwischen den zwei Magnelementen in eine auf die Messsonde einwirkende Klemmkraft umgewandelt werden.

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung können die zwei Magnelemente in und/oder an demselben von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern der Fixiervorrichtung angeordnet sein, zwischen denen die Messsonde im in die Einführeinrichtung eingeführten Zustand angeordnet ist. Ein solches Ausführungsbeispiel ist zum Beispiel in Figur 2 gezeigt. Weiter insbesondere können die zwei Magnelemente in einem Oberteil der Einführeinrichtung angeordnet sein. Ein Unterteil der Einführeinrichtung kann dann bedarfsweise aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet werden, um ein elektrisches Signal von der Messsonde zu detektieren oder das elektrische Potential der Messsondenspitze vorzugeben.

[0025] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann jedes der zwei Magnelemente in und/oder an einem anderen von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern der Fixiervorrichtung angeordnet sein, zwischen denen die Messsonde im in die Einführeinrichtung ein-

geführten Zustand angeordnet ist. Entsprechende Ausführungsbeispiele sind in Figur 3 oder Figur 6 gezeigt. Dabei können die beiden Magnetelemente beide beweglich sein, oder es kann eines ortsfest und das andere beweglich sein. Dasjenige der Magnetelemente, das in einem Unterteil oder als Unterteil der Einführeinrichtung ausgebildet ist, ist vorzugsweise ortsfest. Es kann auch als elektrisch leitfähiger Magnet (insbesondere als elektrisch leitfähiges ferromagnetisches Element in Kombination mit einem Permanentmagneten) ausgebildet sein, um dann dazu in der Lage zu sein, auch elektrische Signale der Messsonde zu detektieren.

[0026] Immer noch bezugnehmend auf das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel kann das klemmende Fixieren der Messsonde in der Einführeinrichtung mittels eines Drehhebelmechanismus bewerkstelligbar sein. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in Figur 6 gezeigt. Zwei Magnetelemente in einem messspitzenfernen Endbereich der Einführeinrichtung können einander magnetisch abstoßend ausgebildet sein, um nach Kraftübertragung durch einen Drehhebel in einem messspitzennahen Endbereich der Einführeinrichtung zwei gegenüberliegende Hauptoberflächen der Messsonde unter Ineingriffnahme derselben klemmend zu befestigen.

[0027] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung können die zwei Magnetelemente ausgebildet sein, sich infolge ihrer magnetischen Wechselwirkungskraft anziehen und so auf die in die Einführeinrichtung eingeführte Messsonde einzuwirken, dass diese in der Einführeinrichtung klemmend fixiert wird. Ein Lösen der Messsonde von der Einführeinrichtung erfordert es dann, der magnetischen Anziehungskraft der beiden Magnetelemente eine abstoßende Masterkraft, insbesondere eine abstoßende magnetische Masterkraft, zu überlagern.

[0028] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann jedes der zwei Magnetelemente in und/oder an einem anderen von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern der Fixiervorrichtung angeordnet sein, zwischen denen die Messsonde in die Einführeinrichtung eingeführten Zustand angeordnet ist. Dadurch kann der Platzbedarf zum Aufnehmen der Magnetelemente zwischen den unterschiedlichen Fixierkörpern gleichmäßig aufgeteilt werden.

[0029] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann eines der Magnetelemente beweglich und das andere der Magnetelemente unbeweglich in und/oder an der Fixiervorrichtung gelagert sein. Die Reduktion der Anzahl beweglicher Teile reduziert vorteilhaft auch den mechanischen Aufwand zum Herstellen der Fixiervorrichtung.

[0030] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann eines der Magnetelemente Teil eines magnetischen Kreises mit einer Luftstrecke sein und das andere der Magnetelemente beweglich in der Luftstrecke angeordnet sein und aus dieser unter dem Einfluss einer magnetischen Kraft herausgezogen werden. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in Figur 7 gezeigt. Ein solches System ist dann in einen die Messsonde fixierenden Zustand vorgespannt. Ein derartiges System kann die Messsonde freigeben, indem mittels einer externen magnetischen Masterkrafteinrichtung eine zusätzliche Magnetkraft ausgeübt wird, welche die Fixierkraft überkompensiert.

[0031] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Fixiermechanismus ein in Abwesenheit einer mittels der Masterkrafteinrichtung erzeugten Masterkraft gekrümmtes Element aufweisen, das ausgebildet ist, bei Einwirken der Masterkraft zumindest teilweise entkrümmt zu werden und sich dadurch unter Ausbildung einer Klemmfixierung der Messsonde bis zu einem Aufnahmehohlraum der Messsonde in der Einführeinrichtung hin zu erstrecken. Anschaulich kann ein solches gekrümmtes Element als Blattfeder fungieren, die sich erst bei Aktivierung der Masterkraft unter Verbiegung in einen Aufnahmeraum der Einführeinrichtung hinein erstreckt und dadurch die Messsonde klemmend befestigt. Ein Ausschalten dieser Masterkraft überführt das gekrümmte Element in den gekrümmten Zustand zurück und löst somit die Klemmbefestigung der Messsonde.

[0032] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das gekrümmte Element ein magnetisches Material aufweisen, das bei Einwirken einer mittels der Masterkrafteinrichtung erzeugten magnetischen Masterkraft zumindest teilweise entkrümmt wird. Ein solches Ausführungsbeispiel in Figur 7 gezeigt. Zum Beispiel kann das gekrümmte Element aus permanent-

magnetischem und/oder ferromagnetischem Material bestehen.

[0033] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das gekrümmte Element ein Material (zum Beispiel Nitinol) mit Formgedächtnis aufweisen, das bei Einwirken einer mittels der Masterkrafteinrichtung erzeugten thermischen Masterkraft zumindest teilweise entkrümmt wird. Ein solches Ausführungsbeispiel in Figur 8 gezeigt. Zum Beispiel kann eine zugehörige Masterkrafteinrichtung als Wärmequelle ausgebildet werden, die bedarfsweise aktiviert werden kann und dadurch die Temperatur des gekrümmten Elements über eine Schwellwerttemperatur erhöht, ab welcher das gekrümmte Element in einen formgedächtnisgespeicherten anderen Krümmungszustand überführt wird, in dem das Element in einen Aufnahmehohlraum der Einführeinrichtung hineinragt und dadurch die Messsonde klemmend fixiert. Ein Ausschalten des Heizens oder sogar ein aktives Kühlen kann das Element dann in den gekrümmten Zustand rücküberführen und die Messsonde lösen.

[0034] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Fixiermechanismus ein Magnetelement und ein das Magnetelement in einen Aufnahmehohlraum der Messsonde in der Einführeinrichtung vorspannendes unmagnetisches Vorspannelement aufweisen, wobei das Magnetelement mittels einer magnetischen Masterkraft aus dem Aufnahmehohlraum herausführbar ist. Entsprechende Ausführungsbeispiele sind in Figur 10 und Figur 11 gezeigt. Das Magnetelement kann durch eine magnetische Masterkrafteinrichtung außer Eingriff mit der dann gelösten Messsonde gebracht werden.

[0035] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das unmagnetische Vorspannelement aus einer Gruppe ausgewählt sein, die besteht aus einer mechanischen Feder (zum Beispiel einer Schraubenfeder, siehe Figur 10), einem hydraulischen Vorspannelement und einem pneumatischen Vorspannelement (siehe Figur 11).

[0036] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das Rastersondenmikroskop als Rasterkraftmikroskop ausgebildet sein. Das Rasterkraftmikroskop, auch atomares Kraftmikroskop oder Atomkraftmikroskop (AFM) genannt, ist ein spezielles Rastersondenmikroskop. Es dient als Werkzeug in der Oberflächenchemie und fungiert zur mechanischen Abtastung von Oberflächen und der Messung atomarer Kräfte auf der Nanometerskala.

[0037] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Messsonde einen Sondenkörper zum Fixieren mittels der Fixiervorrichtung und eine Messspitze (die zum Beispiel als Kohlenstoffnanoröhre ausgebildet sein kann) zum Abtasten der Oberfläche aufweisen oder daraus bestehen.

[0038] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung kann eine der Messspitze zugewandte Oberfläche des Sondenkörpers elektrisch leitfähig sein und in einem an der Fixiervorrichtung fixierten Zustand elektrisch leitfähig mit einer elektrischen Messeinrichtung des Rastersondenmikroskop zum Erfassen eines für die elektrischen Eigenschaften des Probekörpers indikativen Information gekoppelt sein. Insbesondere kann der Sondenkörper auch eine Leiterplatte (zum Beispiel ein PCB) aufweisen, in der elektrische Funktionen integriert sein können.

[0039] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es möglich, die nackte Messsonde in der Fixiervorrichtung zu fixieren. Vom Verwenden von die Reproduzierbarkeit der Messung beeinträchtigenden Hilfskörpern zum Aufnehmen der Messsonde kann dann abgesehen werden. Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann also die bloße Messsonde, ohne an einem Hilfskörper angebracht zu sein, in die Einführeinrichtung eingeführt und mittels des Fixiermechanismus fixiert werden. Somit kann die einstückige Messsonde direkt in die Einführeinrichtung eingeführt werden. Dies erspart einem Benutzer den aufwendigen und fehleranfälligen Prozess des Handhabens der kleinen Messsonde zum Anbringen an einem Hilfskörper (zum Beispiel einer Klemme oder dergleichen), bevor die Anordnung aus Hilfskörper und Messsonde an der Fixiervorrichtung angebracht wird. Es ist für die Genauigkeit der Messung mit dem Rastersondenmikroskop ferner von Vorteil, die Messsonde ohne Hilfskörper an der Fixiervorrichtung zu befestigen, da der Hilfskörper eine Störmasse darstellt, welche die Reproduzierbarkeit von Messungen negativ beeinflussen würde.

[0040] Im Folgenden werden exemplarische Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung mit Verweis auf die folgenden Figuren detailliert beschrieben.

[0041] Figur 1 zeigt ein Rastersondenmikroskop gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0042] Figur 2 bis Figur 11 zeigen unterschiedliche Fixiervorrichtungen gemäß exemplarischen Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0043] Figur 12 zeigt eine Messsonde für ein Rastersondenmikroskop, wie sie direkt und ohne Zusatzkomponenten in eine Fixiervorrichtung gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung eingeführt werden kann.

[0044] Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0045] Bevor bezugnehmend auf die Figuren exemplarische Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben werden, sollen noch einige allgemeine Aspekte der Erfindung und der zugrundeliegenden Technologien erläutert werden;

[0046] Um die verschiedenen Eigenschaften der Probenoberfläche untersuchen zu können, ist es vorteilhaft, dass die Auflösung des Rasterkraftmikroskops (AFMs) bekannt ist. Die Auflösung des AFM Geräts wird letztendlich vom Krümmungsradius der nanoskopischen Messspitze an der Messsonde bestimmt, welcher sich in der Größenordnung von zehntel Nanometer befindet. Je nach Messmethode bzw. Messzeit wird die Spitze mechanisch stark beansprucht. Daher werden die Messsonden regelmäßig gewechselt. Aus diesem Grund sind Messsonden in AFMs häufig als Verbrauchsmaterial anzusehen. Daher sollte das Austauschen der Messsonde im Gerät für einen Nutzer möglichst einfach möglich sein, was aufgrund der geringen Größe der Messsonde und der äußerst sensiblen Messsondenspitze problematisch ist und zur Zerstörung der Messsonde führen kann.

[0047] Da der Cantilever häufig diamagnetisches Material aufweist, ist es nicht möglich, diesen direkt mit einem Magnet im Messgerät zu fixieren. Herkömmlicherweise wird der Cantilever zum Beispiel auf einen ferromagnetischen Cantileverchip geklebt.

[0048] Ein weiterer wichtiger Parameter in einem Rasterkraftmikroskop ist die Abtastperformance der Messaktoren im Gerät, welche jedoch durch ihre Resonanzfrequenzen limitiert sind. Die Frequenz sinkt mit zunehmender Masse am z-Aktor. Je nach Messgerätaufbau ist es möglich, die zu messende Probe und/oder die Messsonde zu bewegen. Darüber hinaus bedeutet die Bewegung der Messsonde nicht nur die Bewegung der Sondenmasse, sondern auch der Sondenfixierung und anderer Geräteteile in diesem Bereich. Aus diesem Grund wäre eine reduzierte Masse der Messsondenfixierung wünschenswert. Die beiden widersprüchlichen Anforderungen (kleine Masse und hohe Robustheit) erzwingen einen Kompromiss zwischen dem Messverhalten des Rastersondenmikroskops und der Haltbarkeit der Messsondenfixierung. Darüber hinaus wird die Robustheit und Haltekraft von herkömmlichen Befestigungsmechanismen auch durch die Tatsache begrenzt, dass vorzugsweise kein Teil der Messsondenfixierung unterhalb der Cantileverspitze vorstehen sollte.

[0049] Für die Erfassung elektrischer Eigenschaften der zu vermessenden Probe mit einem SPM/AFM sollte die Messsonde entweder elektrisch leitfähiges Material aufweisen oder mit einer elektrisch leitfähigen Schicht beschichtet sein. Ferner sollte eine elektrische Kontaktierung zwischen dem Rastersondenmikroskop und der Messsonde vorgesehen sein. Aufgrund von Einschränkungen im Herstellungsverfahren der Messsonden ist es üblich, die Messsonden aus halbleitenden oder nichtleitenden Materialien wie Silizium oder Siliziumnitrid herzustellen und eine Metallbeschichtung an der Unterseite (jene Seite, an der sich die Cantileverspitze befindet) aufzubringen. Somit ist es vorteilhaft, die Messsonde im in dem Rastersondenmikroskop eingebauten Zustand an der Unterseite zu kontaktieren. Da eine Modifikation oder Verschmutzung jeder einzelner Messsonde vermieden werden sollte, wie beispielsweise eine zeitaufwändige

Verklebung der Unterseite der Messsonde mit einem Draht, stellen exemplarische Ausführungsbeispiele der Erfindung eine Weiterentwicklung einer Messsondenfixierung dar, Weiters ist ein Lösen des Klebers bei Messungen unter rauen Umgebungsbedingungen (zum Beispiel unter dem Einfluss schwankender Temperatur und/oder hoher Luftfeuchte) nicht auszuschließen, was eine herkömmliche Messung mit einem geklebten Cantilever zumindest sehr problematisch macht. Wenn der Fixiermechanismus im Rastersondenmikroskop ein Schwenkteil (aufweisend ein Fixierungsgelenk) aufweist, dann sollte dieser beispielsweise mit einem Draht oder einem leitenden Scharnier überbrückt werden. Probleme treten dabei insbesondere dann auf, wenn der Draht mehrmals pro Tag von der Schwenkbewegung beansprucht wird. Dies hat einen negativen Einfluss auf die Haltbarkeit des Systems. Eine Lösung mit einem elektrisch leitfähigen Scharnier bringt zusätzliche Komplexität ins System, und eine ordnungsgemäße Kontaktierung und Isolierung des Cantilevers vom Rest des Rastersondenmikroskops wird erschwert.

[0050] Alle herkömmlichen Lösungen haben verschiedene Nachteile bzw. Schwachpunkte. Die beschriebenen Klemmeinheiten müssen jedenfalls sehr dünn und klein sein, um eine vernachlässigbare Masse zu haben und mit dem ohnehin geringen Raum unter der Messsonde kompatibel zu sein. Die geringe Klemmdicke und geringe Steifigkeit der Klemmeinheit limitiert jedoch auch die Maximale Klemmkraft, Eine zu große Kraft an der Messsonde würde die Klemme deformieren. Daher muss auch Klemmenlänge so klein wie möglich gehalten werden, um den Drehpunkt so nahe wie möglich an die Messsonde zu bringen.

[0051] Bei der Messung von elektrischen Eigenschaften einer Probe (insbesondere elektrische Leitfähigkeit, Widerstand, piezoelektrische Eigenschaften, Oberflächenpotential) mit einem Rastersondenmikroskop ist es in der Regel vorteilhaft, dass elektrische Potential der Messsonde zu steuern. Aus diesem Grund soll eine ständige und ununterbrochene elektrische Verbindung zwischen dem Rastersondenmikroskop und der Unterseite der Messsonde bestehen. Die oben angeführten Lösungen mit Gelenkkontakten oder Drahtverbindungen sind aufgrund ihrer Miniaturausführungen fehleranfällig, da sie sehr leicht während des Messvorganges den elektrischen Kontakt verlieren.

[0052] Messsonden mit kleinen gedruckten Schaltkreisen (PCB, printed circuit board) an der Unterseite können direkt in den Träger gelegt werden und von der Oberseite fixiert werden. Der im Rastersondenmikroskop befindende Träger kann in einer weiteren Ausführungsform das Gegenstück zu den gedruckten Schaltkreisen sein, Dadurch kann eine einfache Strommessung und somit beispielsweise Topographiemessung realisiert werden.

[0053] Vorteilhaft gibt es gemäß exemplarischen Ausführungsbeispielen der Erfindung keine räumlichen Beschränkungen, wenn die Fixierung des Cantilevers (d.h. der Messsonde) von der Oberseite erfolgt. Es sind gemäß exemplarischer Ausführungsbeispiele keine mechanischen Gelenke notwendig, da in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung beispielsweise Magnete oder Federn von oben direkt auf die Messsonde drücken. Die dadurch notwendige Klemmkraft kann einfach erreicht werden, die Messperformance des Rastersondenmikroskops kann durch die Massenreduktion an der Messsonde erhöht werden und die Robustheit des Rastersondenmikroskops kann aufgrund der fehlenden Miniaturgelenke und der einfachen mechanischen Ausgestaltung erhöht werden, Der fixe Träger, der die Einführeinrichtung bilden kann, kann zum Beispiel über drei Kanten mit der Messsonde verbunden sein, was für eine gute Stabilität sorgt und keine Probleme bei übermäßigen Biegungen des Cantilevers mit sich bringt. Bei einer Klemmenfixierung hingegen kann die Messsonde nur an einem Punkt von unten befestigt sein.

[0054] Figur 1 zeigt ein Rastersondenmikroskop 1 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung, das als Rasterkraftmikroskop (atomic force microscope, AFM) ausgebildet ist.

[0055] Bei dem Rastersondenmikroskop 1 wird ein Cantileverausschlag, d.h. eine Positionsveränderung bzw. eine Formänderung einer Messsonde 11 (die auch als Cantilever bezeichnet wird) mithilfe einer optischen Sensorik detektiert wird. Dabei sendet eine elektromagnetische

Strahlungsquelle 2 (zum Beispiel eine Laserquelle) einen elektromagnetischen Primärstrahl 13 (insbesondere einen Lichtstrahl) über eine Fokussierungseinrichtung 12 (die als Anordnung von einer oder mehreren optischen Linsen ausgebildet sein kann) auf die Messsonde 11. Der von der Messsonde 11 reflektierte elektromagnetische Sekundärstrahl 3 propagiert zu einem foto- und positionssensitiven Detektor 10 (insbesondere kann der elektromagnetische Sekundärstrahl 3 mittels eines Umlenkspiegels 14 oder eines anderen optischen Umlenkelements auf den positionssensitiven Detektor 10 umgelenkt werden). Wird die Messsonde 11 über einen Aktor 4 (der eine Positionsveränderung in der gemäß Figur 1 vertikalen z-Richtung bewerkstelligen kann) in Bewegung gebracht und/oder verändert die Messsonde 11 ihre Form, kann eine Veränderung des Laserlichts am positionssensitiven Detektor 10 detektiert werden. Je nach Wechselwirkung einer Messspitze 5 (auch als Cantileverspitze bezeichnet) der Messsonde 11 mit einem zu untersuchenden bzw. zu charakterisierenden Probenkörper 6 wird der Ausschlag der Messsonde 11 variieren und ein dazugehöriger Bereich am Detektor 10 vom elektromagnetischen Sekundärstrahl 3 getroffen. Das Detektorsignal kann dann in einer Auswerteeinheit 8 verarbeitet werden. Das entstehende hochauflösende Bild der Oberfläche des Probenkörpers 6 kann dann mittels einer Anzeigevorrichtung 9 dargestellt werden. Eine Oberfläche des Probenkörpers 6 kann mit der Messspitze 5 (d.h. einer empfindlichen Spitze der Messsonde 11) abgerastert werden. Ein Probestisch 17 ist in der gemäß Figur 1 horizontalen Ebene (d.h. in einer zu der z-Achse orthogonalen x-Richtung und y-Richtung) mittels Aktoren 18 bewegbar. Das Rastersondenmikroskop 1 dient somit zum Ermitteln von Oberflächeninformation hinsichtlich des Probenkörpers 6 mittels rasternden Abtastens einer Oberfläche des Probenkörpers 6 mittels der Messsonde 11.

[0056] Ferner ist in Figur 1 schematisch eine Fixiervorrichtung 20 zum vorübergehenden Fixieren der Messsonde 11 an dem Rastersondenmikroskop 1 dargestellt. Ausführungsbeispiele der Fixiervorrichtung 20 sind in Figur 2 bis Figur 11 näher gezeigt. Die Fixiervorrichtung 20 enthält eine externe Masterkrafteinrichtung 34 (gemäß Figur 1 als Elektromagnet ausgebildet) zum Erzeugen einer definierten Masterkraft, mit der die Messsonde 11 selektiv von der Fixiervorrichtung 20 gelöst werden kann. Die Fixiervorrichtung 20 weist ferner eine Einführeinrichtung 22 auf, die einen Aufnahmehohlraum definiert, in welchen die Messsonde 11 vor einem Fixieren an dem Rastersondenmikroskop 1 durch einen Benutzer einführbar ist. Darüber hinaus bildet ein werkzeuglos betätigbarer Fixiermechanismus 24 Teil der Fixiervorrichtung 20 und dient zum lösbaren Fixieren der in die Einführeinrichtung 22 eingeführten Messsonde 11. Der Fixiermechanismus 24 ist mittels der Masterkrafteinrichtung 34 zum Lösen der in die Einführeinrichtung 22 eingeführten und fixierten Messsonde 11 werkzeuglos und berührungslos betätigbar. Anders ausgedrückt kann das Lösen der Fixierung mittels Ausübens einer einstellbaren Masterkraft erfolgen, sodass die Fixierung selektiv deaktiviert werden kann, wobei die Masterkraft mittels der Masterkrafteinrichtung 34 erzeugt werden kann. Der Fixiermechanismus 24 kann konfiguriert sein, bei ausgeschalteter Masterkraft (d.h. in einem deaktivierten Zustand der Masterkrafteinrichtung 34) das Fixieren zu bewerkstelligen und bei eingeschalteter Masterkraft (d.h. in einem aktivierten Zustand der Masterkrafteinrichtung 34) das Lösen der Fixierung zum Einführen der Messsonde 11 in die Einführeinrichtung 22 oder zum Entnehmen der Messsonde 11 aus der Einführeinrichtung 22 zuzulassen. Die mittels der Masterkrafteinrichtung 34 erzeugte Masterkraft kann eine magnetische Masterkraft (zum Beispiel aufbringbar mittels eines elektrisch aktivierbaren Masterkraftelektromagneten) sein.

[0057] Wie in Figur 1 bis Figur 11 und am besten in Figur 12 zu erkennen, weist die Messsonde 11 einen Sondenkörper 7 zum Fixieren mittels der Fixiervorrichtung 20 und die Messspitze 5 zum Abtasten der Oberfläche des Probenkörpers 6 auf. Eine der Messspitze 5 zugewandte Oberfläche der Messsonde 11 kann elektrisch leitfähig sein und kann in einem an der Fixiervorrichtung 20 fixierten Zustand elektrisch leitfähig mit einer in Figur 2 gezeigten elektrischen Messeinrichtung 45 des Rastersondenmikroskop 1 zum Erfassen eines für die elektrischen Eigenschaften des Probenkörpers 6 indikativen Information gekoppelt sein. Eine Oberseite der Messsonde 11, genauer gesagt eine Oberseite des Sondenkörpers 7 der Messsonde 11, kann optisch reflektierende Eigenschaften haben oder mit einer optisch reflektierenden Beschichtung versehen sein, um das oben beschriebene optische Detektionsprinzip zu unterstützen.

[0058] In einem anderen Ausführungsbeispiel des als Rasterkraftmikroskop ausgebildeten Rastersondenmikroskops 1 kann eine selbstsensitive Messsonde 11 (gemäß einem kapazitiven Detektionsprinzip) vorgesehen werden. Eine entsprechende Messsonde 11 beinhaltet in ihrer Struktur Teile (nicht gezeigt), die piezoelektrische Eigenschaften haben können. Eine solche Messsonde 11 kann ihre Widerstand/Strom-Eigenschaften variieren, wenn sich Messsondenauslenkungen aufgrund der Oberflächenstruktur des Probenkörpers 6 ändern. Eine derartige Messsonde 11 ist mit einer elektrischen Kontaktierung versehen, um das Strom-/Widerstandsverhalten im Betrieb zu messen. Eine entsprechende Messsonde 11 kann einen gedruckten Schaltkreis (zum Beispiel in Form einer gedruckten Leiterplatte, PCB) an ihrer Unterseite aufweisen. Gemäß exemplarischen Ausführungsbeispielen der Erfindung können derartige Messsonden 11 unmodifiziert verwendet werden, wobei mittels eines Gegenparts der Fixiervorrichtung 20 der oder die Schaltkreise kontaktiert werden.

[0059] Die folgende Gruppe von Fixierprinzipien zeichnet sich dadurch aus, dass die Messsonde 11 bzw. der Cantilever durch irgendeine Form von Druckkörper in gerader Linie, ohne Umlenkung durch Einwirken einer zum Beispiel magnetischen Kraft von oben gegen ein Kontaktblech der Fixiervorrichtung 20 gedrückt wird. Möglich ist in diesem Zusammenhang zum Beispiel eine magnetische Klemmung, die direkt (insbesondere mittels Anziehung und/oder Abstoßung und/oder Reluktanz) oder indirekt (zum Beispiel unter Einsatz eines Kniehebels) implementiert werden kann. Alternativ oder ergänzend möglich ist eine nichtmagnetische Klemmung, die ebenfalls direkt (zum Beispiel mittels einer Druckfeder und/oder mittels einer pneumatischen Klemmung) oder indirekt auf die Messsonde 11 einwirken kann. Im Weiteren werden beziehungsweise auf Figur 2 bis Figur 11 eine Anzahl möglicher Ausführungsformen der Fixiervorrichtung 20 erläutert, auf welche die Erfindung allerdings nicht beschränkt ist.

[0060] Figur 2 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0061] Figur 2 zeigt, wie die Messsonde 11 in einem Aufnahmeschacht der Einführeinrichtung 22 aufgenommen ist. Hierfür ist die Messsonde 11 in den Aufnahmeschacht einzuschieben, während der im Weiteren beschriebene Fixiermechanismus 24 deaktiviert ist. Der Aufnahmeschacht ist definiert als Lücke zwischen einem probenkörperfernen oberen Fixierkörper 46 und einem probenkörpernahen unteren Fixierkörper 48. Die Fixierkörper 46, 48 bilden Teil des Gehäuses des Rastersondenmikroskops 1. Der untere Fixierkörper 48 kann ein elektrisch leitfähiges Material aufweisen oder daraus bestehen, um elektrische Signale mit der Messsonde 11 austauschen zu können (siehe elektrische Messeinrichtung 45). Wie in Figur 2 gezeigt, wird die Messsonde 11 nackt bzw. als solche, d.h. ohne einen der Handhabung der Messsonde 11 dienenden Hilfskörper, in den Aufnahmeschacht eingeführt. Anders ausgedrückt kann die Messsonde 11 zum Beispiel mit einer Konfiguration bzw. einem Aufbau in den Aufnahmeschacht eingeführt werden, wie er in Figur 12 dargestellt ist. Dies hat den Vorteil, dass die Reproduzierbarkeit der empfindlichen Rastermessung nicht durch eine undefinierte und signifikante Zusatzmasse eines solchen Hilfskörpers verfälscht oder beeinflusst wird.

[0062] Der Fixiermechanismus 24 der Fixiervorrichtung 20 weist zwei hier als Permanentmagnete (alternativ als Elektromagnete) ausgebildete Magnetelemente 30, 32 auf, die in einem Aufnahmehohlraum in dem oberen Fixierkörper 46 angeordnet sind. Ein Nordpol des jeweiligen Magnetelements 30, 32 ist in den Figuren mit „N“ bezeichnet, wohingegen ein Südpol des jeweiligen Magnetelements 30, 32 in den Figuren mit „S“ bezeichnet ist. Die zwei Magnetelemente 30, 32 sind gemäß Figur 2 in demselben der beiden einander gegenüberliegenden Fixierkörper 46, 48 der Einführeinrichtung 22 angeordnet. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die magnetische Wechselwirkungskraft zwischen den Magnetelementen 30, 32 so ausgebildet, dass die in die Einführeinrichtung 22 eingeführte Messsonde 11 in der Einführeinrichtung 22 durch diese magnetische Wechselwirkungskraft klemmend fixiert wird. Wie den Bezeichnungen S bzw. N in Figur 2 zu entnehmen ist, stoßen die beiden Magnetelemente 30, 32 einander ab. Aufgrund dieser abstoßenden magnetischen Wechselwirkungskraft wirken die Magnetelemente 30, 32 so auf die in die Einführeinrichtung 22 eingeführte Messsonde 11 ein, dass diese in der Einführeinrichtung 22 klemmend fixiert wird. Das Magnetelement 30 ist unbeweglich in der

Fixiervorrichtung 20 gelagert, zum Beispiel dort verklebt. Das Magnetelement 32 hingegen ist beweglich in der Fixiervorrichtung 20 gelagert. Unter dem Einfluss der abstoßenden Magnetkraft wird daher das Magnetelement 32 in Richtung des Aufnahmeschachts der Einführeinrichtung 22 gedrückt und übt somit eine fixierende Klemmkraft auf die Messsonde 11 aus. Vorteilhaft weist die Einführeinrichtung 22 zusätzlich ein allerdings optionales und in dem gezeigten Ausführungsbeispiel sphärisches bzw. kugelförmiges Haltekraftverstärkungselement 36 auf, das unmagnetisch ausgebildet sein kann, aber nicht muss. Das Haftkraftverstärkungselement 36 wirkt als Zwischenglied bzw. Kraftüberträger zwischen dem Magnetelement 32 und der in den Aufnahmeschacht eingeführten Messsonde 11 und drückt somit in einem in die Einführeinrichtung 22 eingeführten Zustand der Messsonde 11 mit einer sphärisch gekrümmten Kontaktfläche direkt auf die Messsonde 11. Die Messsonde 11 wird dadurch annähernd punktförmig mit einer starken Klemmkraft beaufschlagt.

[0063] Gemäß Figur 2 erfolgt also eine direkte magnetische Klemmung unter Einsatz einer abstoßenden magnetischen Kraft zwischen den Magnetelementen 30, 32. Bei dieser Abstoßungsvariante wird die Messsonde 11 bzw. der Cantilever ebenfalls zwischen dem Kontaktblech in Form des unteren Fixierkörpers 48 und dem frei beweglichen Magnet in Form des Magnetelements 32 geklemmt. Über dem beweglichen Magnetelement 32 wird das fixe Magnetelement 30 angebracht, wobei die Magnetelemente 30, 32 relativ zueinander so orientiert sind, dass sich die beiden Magnetelemente 30, 32 abstoßen.

[0064] Gelöst wird die Klemmung der Messsonde 11 zwischen dem Haftkraftverstärkungselement 36 und dem unteren Fixierkörper 48, indem dem Feld des fixen Magnetelements 30 ein dazu entgegengesetzt orientiertes Magnetfeld aufgeprägt wird, welches das bewegliche Magnetelement 32 von der Messsonde 11 wegstößt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird dies durch die räumlich bewegliche (siehe Doppelpfeil 77) und ebenfalls als Permanentmagnet ausgebildete Masterkrafteinrichtung 34 bewerkstelligt, die den Magnetelementen 30, 32 annähert werden kann, um die Klemmung lösen, oder die von den Magnetelementen 30, 32 entfernt werden kann, um die Klemmung ungehindert auf die Messsonde 11 wirken zu lassen. Hierbei kann vorteilhaft von dem Naturgesetz Gebrauch gemacht werden, dass die Stärke eines Magnetfelds eines Permanentmagneten mit zunehmenden Abstand abnimmt. Alternativ zum Vorsehen der Masterkrafteinrichtung 34 als beweglicher Permanentmagnet ist es auch möglich, die Masterkrafteinrichtung 34 als (zum Beispiel ortsfesten) Elektromagnet auszubilden, der durch Anlegen eines elektrischen Aktivierungssignals zum Erzeugen einer klemmkraftlösenden Gegenkraft angesteuert werden kann, wenn die Messsonde 11 aus dem Aufnahmeschacht entnommen werden soll (zum Beispiel um diese auszuwechseln).

[0065] Die Fixierung erfolgt gemäß Figur 2 also über eine sich abstoßende Magnetanordnung (siehe Magnetelemente 30, 32), die vorteilhaft von oben (d.h. integriert in den oberen Fixierkörper 46) auf den elektrisch nicht leitfähigen Teil der unmodifizierten Messsonde 11 drückt und die elektrisch leitfähige Unterseite der Messsonde 11 mit einem fixen elektrisch leitfähigen Träger (d.h. dem hier als Kontaktblech ausgebildeten unteren Fixierkörper 48) im Rastersondenmikroskop 1 verbindet. Dieser Träger in Form des unteren Fixierkörpers 48 ist in weiterem optional mit einer Strom/Spannungsquelle bzw. Messeinrichtung 45 verbunden. Ein in diesem Ausführungsbeispiel optional vorgesehener Piezoaktor ist in Figur 2 mit Bezugszeichen 50 dargestellt.

[0066] Gemäß der in Figur 2 gezeigten Konstellation stößt das magnetische Feld der (hier unterhalb der Magnetelemente 30, 32 angeordneten) Masterkrafteinrichtung 34 das Magnetelement 32 ab, um das Magnetelement 32 zum Lösen der Fixierung aus dem Aufnahmehohlraum herauszuführen. Alternativ zu der in Figur 2 dargestellten Konstellation ist es aber auch möglich, mittels der Masterkrafteinrichtung 34 eine magnetische Kraft zu erzeugen, die das Magnetelement 32 anzieht (nicht dargestellt). In der letzteren Ausgestaltung könnte die Masterkrafteinrichtung 34 oberhalb der beiden Magnetelemente 30, 32 angeordnet werden, wobei Nordpol und Südpol der Masterkrafteinrichtung 34 dann vertauscht wären.

[0067] Figur 3 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel.

rungsbeispiel der Erfindung.

[0068] Gemäß Figur 3 sind die zwei Magnetelemente 30, 32 ausgebildet, sich infolge ihrer magnetischen Wechselwirkungskraft anzuziehen und so auf die in die Einführeinrichtung 22 eingeführte Messsonde 11 einzuwirken, dass diese in der Einführeinrichtung 22 klemmend fixiert wird. Hierzu ist jedes der zwei Magnetelemente 30, 32 in bzw. als Teil von einem anderen der beiden einander gegenüberliegenden Fixierkörper 46, 48 angeordnet. Das nun beweglich gelagerte Magnetelement 30 ist verschiebbar in einem Aufnahmehohlraum des oberen Fixierkörpers 46 angeordnet, wohingegen das nun ortsfeste Magnetelement 32 als Teil des unteren Fixierkörpers 48 ausgebildet ist (wobei die Bezeichnung „Fe“ in Figur 3 andeutet, dass gemäß dieser Ausgestaltung das zweite Magnetelement 32 durch Vorsehen des unteren Fixierkörpers 48 aus ferromagnetischem Material ausgebildet sein kann). Somit erfolgt gemäß Figur 3 eine magnetische Klemmung durch ein direktes Anziehen der beiden Magnetelemente 30, 32, welche die Messsonde 11 sandwichartig in Eingriff nehmen.

[0069] Beim Anziehungsmodus gemäß Figur 3 wird die Anziehungskraft zwischen den beiden Magnetelementen 30, 32 bzw. einem Magneten und einer ferromagnetischen Komponente ausgenutzt, um die Messsonde 11 bzw. den Cantilever gegen den unteren Fixierkörper 48 in Form eines Kontaktblechs zu klemmen. Hierfür kann das Kontaktblech zum Beispiel auch aus einem ferritischen Stahl (zum Beispiel korrosionsbeständiger Chrom-Stahl 1.1274) gefertigt werden. Auf der anderen Seite der Messsonde 11 bzw. des Cantilevers befindet sich ein frei beweglicher Magnet in Form des Magnetelements 30. Die Anziehungskraft zwischen Magnet und Kontaktblech führt dazu, dass der Cantilever zwischen beiden geklemmt wird. Um den Klemmung zu lösen, kann entweder das Kontaktblech von außen mit einem magnetischen Feld beaufschlagt werden, das dem Feld des beweglichen Magneten entgegengesetzt ist und diesen abstößt. Alternativ kann auf der entgegengesetzten Seite Magnetfeld aufgebracht werden, das den frei beweglichen Magneten anzieht. Beide Varianten können mittels der beweglichen permanentmagnetischen Masterkrafteinrichtung 34 oder mittels einer unbeweglichen elektromagnetischen Masterkrafteinrichtung 34 realisiert werden.

[0070] Figur 4 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0071] Die Ausführungsform gemäß Figur 4 offenbart ein bewegliches Magnetelement 30, ein unbewegliches Magnetelement 32 und zusätzlich ein Haftkraftverstärkungselement 36 zwischen dem beweglichen Magnetelement 30 und der Messsonde 11. Die Magnetelemente 30, 32 sind so angeordnet, dass stets eine anziehende Kraftwirkung herrscht und somit die Messsonde 11 fixiert wird. Das Magnetelement 32 ist um das Haftkraftverstärkungselement 36, insbesondere ringförmig, angeordnet und fest im oberen Fixierkörper 46 eingebettet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Haftkraftverstärkungselement 36 als Kolben mit gekrümmter Wirkfläche bzw. Kraftübertragungsfläche ausgebildet, die kraftverstärkend bzw. kraftkonzentrierend auf die Messsonde 11 einwirken kann. Der untere Fixierkörper 48 kann gemäß Figur 4 nicht-magnetisch ausgebildet sein,

[0072] Figur 5 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0073] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 entspricht weitgehend jenem gemäß Figur 2, wobei gemäß Figur 5 das Haftkraftverstärkungselement 36 weggelassen ist.

[0074] Figur 6 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß noch einem anderen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0075] Gemäß Figur 6 ist jedes der zwei Magnetelemente 30, 32 in einem anderen von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern 46, 48 der Einführeinrichtung 22 angeordnet. Das klemmende Fixieren der Messsonde 11 in der Einführeinrichtung 22 wird gemäß Figur 6 mittels eines im Weiteren näher beschriebenen Drehhebelmechanismus bewerkstelligt. Bei der weiteren Abstoßungsvariante gemäß Figur 6 wird die Messsonde 11 bzw. der Cantilever wiederum zwischen dem unteren Fixierkörper 48 in Form eines Kontaktblechs und dem oberen Fixierkörper

per 46 als Teil des Gehäuses geklemmt. Im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen wird gemäß Figur 6 ein fixer Magnet in Form des Magnetelements 32 am unteren Fixierkörper 48 montiert und ein weiterer fixer Magnet in Form des Magnetelements 30 am oberen Fixierkörper 46 angebracht. Die Magnetelemente 30, 32 sind zueinander so orientiert, dass sich die beiden Magnetelemente 30, 32 abstoßen. Der schwenkbare Hebelarm, der in Form des unteren Fixierkörpers 48 samt Magnetelement 32 realisiert ist, ist um ein Schwenklager 53 schwenkbar gelagert. Das den Magnetelementen 30, 32 gegenüberliegende Ende des Schwenkarms klemmt bei sich abstoßenden Magnetelementen 30, 32 die Messsonde 11 zwischen den Fixierkörpern 46, 48 fest. Gelöst wird die Klemmung, indem dem Feld des fixen Magneten im Kontaktblech ein entgegengesetzt orientiertes Feld aufgeprägt wird, das den unteren Fixierkörper 48 bzw. Träger über den Drehpunkt am Schwenklager 53 nach oben zieht. Das Lösen der Klemmung kann wiederum durch eine Masterkrafteinrichtung 34 erfolgen.

[0076] Figur 7 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0077] Gemäß Figur 7 trägt das Magnetelement 30 zum Ausbilden eines magnetischen Kreises mit einer Luftstrecke bei. Das andere Magnetelement 32, das hier kugelförmig ausgebildet ist, ist beweglich in der Luftstrecke angeordnet und wird aus dieser unter dem Einfluss einer magnetischen Kraft herausgezogen bzw. nach unten gedrückt, welche magnetische Kraft sich aufgrund des magnetischen Kreises mit Magnetelement 30 und Luftstrecke zwangsläufig bildet. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 erfolgt somit ein direktes Klemmen von oben unter Ausnutzung des Prinzips der Reluktanz. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein in ferromagnetischem Material geführter magnetischer Kreis aufgebaut, der direkt über der Messsonde 11 bzw. dem Cantilever eine kurze Luftstrecke aufweist. Ein frei beweglicher, ferromagnetischer Druckkörper, vorzugsweise eine Kugel, wird in die Lücke gezogen, da sich auf diese Weise der magnetische Widerstand der Luftstrecke stark verringert. Dieser Effekt wird ausgenutzt, um mit dem Druckkörper eine Druckkraft auf den Cantilever auszuüben. Um die Klemmung aufzuheben, wird der Druckkörper wieder mittels einer Masterkrafteinrichtung 34 aus dem Luftspalt gezogen. Dies kann durch die Masterkrafteinrichtung 34 mechanisch (zum Beispiel mittels einer Feder und/oder eines Hebels), pneumatisch (zum Beispiel mittels Unterdruck über dem Druckkörper) und/oder durch ein weiteres magnetisches Feld bewerkstelligt werden.

[0078] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele beschrieben, bei denen eine indirekte magnetische Klemmung eingesetzt wird. Die Konzepte der folgenden Ausführungsbeispiele greifen auf eine Art der Kraftumlenkung zurück, um die Messsonde 11 bzw. den Cantilever von unten gegen den unteren Fixierkörper 48 in Form eines Kontaktblechs zu drücken.

[0079] Figur 8 zeigt eine entsprechende Fixiervorrichtung 20 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0080] Der Fixiermechanismus 24 gemäß Figur 8 weist ein in Abwesenheit einer Masterkraft im Wesentlichen C-förmig gekrümmtes Element auf, das ausgebildet ist, bei Einwirken der Masterkraft entkrümmt zu werden (das heißt seine Krümmung zu reduzieren und sich infolgedessen einer geradlinigen Konfiguration anzunähern) und sich dadurch unter Ausbildung einer Klemmfixierung der Messsonde 11 bis zu einem Aufnahmehohlraum der Messsonde 11 in der Einführeinrichtung 22 hin zu erstrecken. Gemäß Figur 8 weist das gekrümmte Element 24 ein Material mit Formgedächtnis auf (zum Beispiel Nitinol), das bei Einwirken einer thermischen Masterkraft zumindest teilweise entkrümmt wird. Eine zugehörige Masterkrafteinrichtung 34 ist daher als Heiz- und/oder Kühleinrichtung ausgebildet, welche das gekrümmte Element durch gezieltes Heizen bzw. Kühlen in die gekrümmte oder entkrümmte Konfiguration überführen kann und dadurch zwischen „Lösen“ und „Fixieren“ hin und her geschaltet werden kann. Somit ist es möglich, ein Formgedächtnis-Metall zu verwenden, das unter Wärmeeinwirkung eine definierte Deformation erfährt.

[0081] Figur 9 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem weiteren exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gemäß Figur 9 weist das gekrümmte Element 24 ein magnetisches Material auf, das bei Einwirken einer magnetischen Masterkraft zumindest teilweise

entkrümmt wird. Alternativ zu Figur 8 ist es gemäß Figur 9 also auch möglich, ein ferromagnetisches Blech einzusetzen, das durch einen Magneten aufgerichtet wird, um eine definierte Deformation zu erfahren. In einer Ausnehmung über dem Cantilever befindet sich das im kraftfreien Zustand leicht gebogene ferromagnetische Blech. Legt man von einer Seite ein magnetisches Feld an, wird das Blech gerade gebogen, richtet sich auf und klemmt dadurch den Cantilever gegen das Kontaktblech. Das Konzept gemäß Figur 9 nutzt damit, wie auch das Konzept gemäß Figur 8, das Prinzip des Kniehebels.

[0082] Die im Weiteren beschriebenen Ausführungsbeispiele bewerkstelligen eine direkte nichtmagnetische Klemmung und zeichnen sich dadurch aus, dass der Cantilever durch irgendeine Form von Druckkörper in gerader Linie, ohne Umlenkung von unten gegen das Kontaktblech gedrückt wird. Bei diesen Ausführungsbeispielen ist die Quelle der Druckkraft jedoch eine nichtmagnetische.

[0083] Figur 10 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem solchen exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0084] Der Fixiermechanismus 24 gemäß Figur 10 weist ein Magnelement 30 und ein das Magnelement 30 in einen Aufnahmehohlraum zum Aufnehmen der Messsonde 11 in der Einführeinrichtung 22 vorspannendes unmagnetisches Vorspannelement 38 auf. Ohne externe Magnetkraft drückt das Vorspannelement 38 also das Magnelement 30 in den Aufnahmehohlraum zum Einführen der Messsonde 11 hinein. Allerdings ist das Magnelement 30 mittels einer magnetischen Masterkraft, ausgeübt mittels der Masterkrafteinrichtung 34, aus dem Aufnahmehohlraum herausführbar. Das unmagnetische Vorspannelement 38 ist gemäß Figur 10 eine mechanische Feder. Bei dieser Variante wird der Cantilever von oben über einen ferromagnetischen Druckkörper - vorzugsweise eine Kugel- durch eine mechanische Feder gegen das Kontaktblech geklemmt. Durch Anlegen eines magnetischen Feldes kann der Druckkörper gegen die mechanische Feder wieder vom Cantilever weg gezogen werden.

[0085] Figur 11 zeigt eine Fixiervorrichtung 20 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gemäß Figur 11 ist das unmagnetische Vorspannelement 38 ein pneumatisches Vorspannelement. Bei dieser Variante wird der Cantilever von oben über einen Druckkörper - vorzugsweise eine Kugel oder ein Körper mit einem Abschnitt mit einer sphärischen Oberfläche - durch Anlegen eines Überdrucks an der, dem Cantilever abgewandten Seite des Druckkörpers gegen das Kontaktblech geklemmt. Durch Ablassen des Überdrucks oder gar Anlegen eines Unterdrucks an der entsprechenden Stelle, gesteuert durch die pneumatische Masterkrafteinrichtung 34, kann die Klemmung gelöst werden. Alternativ kann der Druckkörper auch durch Anlegen eines magnetischen Feldes wieder vom Cantilever weggezogen werden. Ein pneumatischer Steuerdruck kann mittels der Masterkrafteinrichtung 34 erzeugt und über eine Druckleitung 40 auf den Druckkörper des Fixiermechanismus 24 übertragen werden.

[0086] Figur 12 zeigt eine auch als Cantilever bezeichnete Messsonde 11 für ein Rastersondenmikroskop 1, wie sie direkt und ohne Zusatzkomponenten in eine Fixiervorrichtung 22 gemäß einem exemplarischen Ausführungsbeispiel der Erfindung eingeführt werden kann. Die Messsonde 11 enthält einen Kern oder Basiskörper 80 zum Bewerkstelligen mechanischer Stabilität, der zum Beispiel aus Silizium oder Siliziumnitrid hergestellt sein kann. An einer Unterseite des Basiskörpers 80 ist eine Reflexionsbeschichtung 82 angebracht, die zum Detektieren einer Positionsveränderung der Messsonde 11 beim Abrastern einer zu untersuchenden Probenoberfläche ausgebildet ist. Wenn das Rastersondenmikroskop 1 nicht auf einer optischen Detektion basiert, kann die Reflexionsbeschichtung 82 weggelassen werden. Eine Oberseite des Basiskörpers 80 ist mit einer optionalen Haftschrift 84 (zum Beispiel aus Titan) und einer darauf angebrachten elektrisch leitfähigen Schicht 86 (zum Beispiel aus Platin) beschichtet. Die Haftschrift 84 verbessert das Anhaften der elektrisch leitfähigen Schicht 86. Die elektrisch leitfähige Schicht 86 dient dem Detektieren elektrischer Signale beim Abrastern einer Oberfläche eines zu untersuchenden Probekörpers 6 und kann weggelassen, wenn eine solche elektrische Messung nicht durchgeführt werden soll. Die Messsonde 11 enthält ferner die Messspitze 5, die zum Beispiel als Kohlenstoffnanoröhre ausgebildet sein kann.

[0087] Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass „aufweisend“ keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Patentansprüche

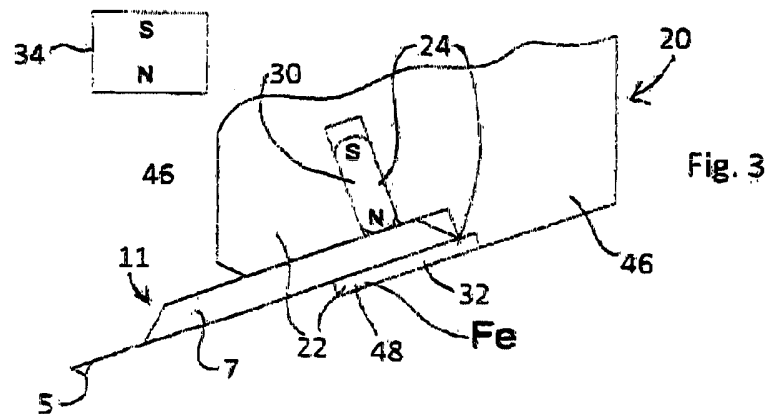
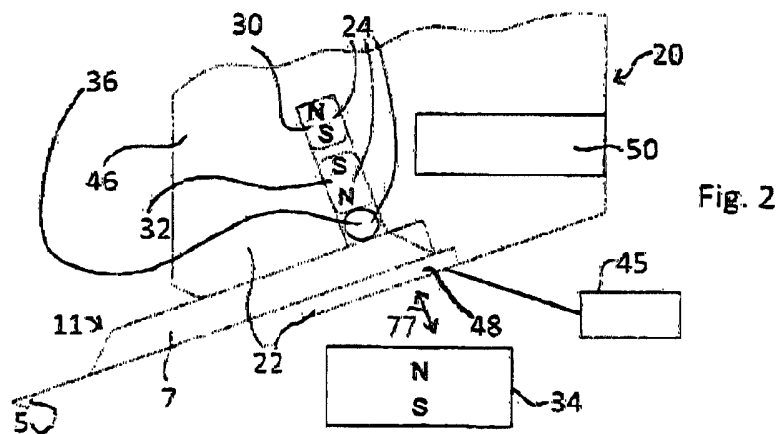
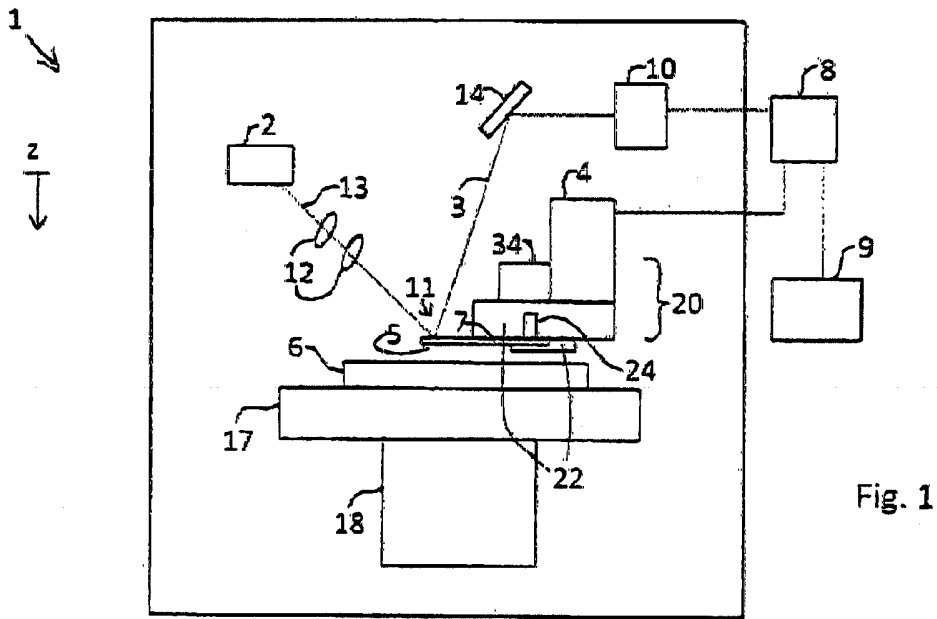
1. Fixiervorrichtung (20) zum selektiven Fixieren einer Messsonde (11) eines Rastersondenmikroskops (1), wobei die Fixiervorrichtung (20) aufweist:
eine Einführeinrichtung (22), in welche die Messsonde (11) einführbar ist; eine Masterkrafteinrichtung (34) zum selektiven Ausüben einer Masterkraft auf einen werkzeuglos betätigbaren Fixiermechanismus (24);
den Fixiermechanismus (24), der mittels der Masterkrafteinrichtung (34) zum Lösen und/oder Fixieren der in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Messsonde (11) werkzeuglos betätigbar ist.
2. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 1, wobei die Masterkrafteinrichtung (34) ausgebildet ist, das Lösen und/oder Fixieren mittels Ausübens einer einstellbaren Masterkraft zu steuern, insbesondere das Lösen und/oder Fixieren selektiv zu aktivieren oder zu deaktivieren.
3. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Fixiermechanismus (24) ausgebildet ist, bei ausgeschalteter Masterkraft das Fixieren zu aktivieren und bei eingeschalteter Masterkraft das Fixieren zum Einführen der Messsonde (11) in die Einführeinrichtung (22) oder zum Entnehmen der Messsonde (11) aus der Einführeinrichtung (22) zu deaktivieren.
4. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Masterkrafteinrichtung (34) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die besteht aus einer Masterkrafteinrichtung (34) zum Ausüben einer magnetischen Masterkraft, insbesondere aufbringbar mittels, eines bewegbaren Masterkraftpermanentmagneten oder mittels eines elektrisch aktivierbaren Masterkraftelektromagneten, einer hydraulischen Masterkraft, einer pneumatischen Masterkraft, einer elektrischen Masterkraft, einer thermischen Masterkraft und einer mechanischen Masterkraft.
5. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Einführeinrichtung (22) ein Haltekraftverstärkungselement (36) mit gekrümmter, insbesondere sphärisch gekrümmter, Haftkraftübertragungsfläche aufweist, das in einem in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Zustand der Messsonde (11) mittels der Haftkraftübertragungsfläche, insbesondere punktförmig, vorzugsweise von oben, direkt auf die Messsonde (11) einwirkt.
6. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Fixiermechanismus (24) zwei Magnetelemente (30, 32) aufweist, deren magnetische Wechselwirkungskraft ausgebildet ist, die in die Einführeinrichtung (22) eingeführte Messsonde (11) in der Einführeinrichtung (22) klemmend zu fixieren.
7. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 6, wobei die zwei Magnetelemente (30, 32) ausgebildet sind, sich infolge ihrer magnetischen Wechselwirkungskraft abzustößen und so auf die in die Einführeinrichtung (22) eingeführte Messsonde (11) einzuwirken, dass diese in der Einführeinrichtung (22) klemmend fixiert wird.
8. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 7, wobei die zwei Magnetelemente (30, 32) in, an oder in und an demselben von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern (46, 48) der Fixiervorrichtung (20) angeordnet sind, zwischen denen die Messsonde (11) in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Zustand angeordnet ist.
9. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 7, wobei jedes der zwei Magnetelemente (30, 32) in, an oder in und an einem anderen von zwei einander gegenüberliegenden Fixierkörpern (46, 48) der Fixiervorrichtung (20) angeordnet ist, zwischen denen die Messsonde (11) in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Zustand angeordnet ist, und das klemmende Fixieren der Messsonde (11) in der Einführeinrichtung (22) mittels eines Drehhebelmechanismus bewerkstelligbar ist.

10. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 6, wobei die zwei Magnetelemente (30, 32) ausgebildet sind, sich infolge ihrer magnetischen Wechselwirkungskraft anzuziehen und so auf die in die Einführeinrichtung (22) eingeführte Messsonde (11) einzuwirken, dass diese in der Einführeinrichtung (22) klemmend fixiert wird.
11. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei eines der Magnetelemente (30, 32) beweglich und das andere der Magnetelemente (30, 32) unbeweglich in, an oder in und an der Fixiervorrichtung (20) gelagert ist.
12. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei eines der Magnetelemente (30, 32) Teil eines magnetischer Kreises mit einer Luftstrecke bildet und das andere der Magnetelemente (30, 32) beweglich in der Luftstrecke angeordnet ist und aus dieser unter dem Einfluss einer magnetischen Kraft herausgezogen wird.
13. Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Fixiermechanismus (24) ein Magnetelement (30) und ein das Magnetelement (30) in einen Aufnahmehohlraum der Messsonde (11) in der Einführeinrichtung (22) vorspannendes, insbesondere unmagnetisches, Vorspannelement (38) aufweist, wobei das Magnetelement (30) mittels einer mittels der Masterkrafteinrichtung (34) erzeugten magnetischen Masterkraft aus dem Aufnahmehohlraum herausführbar ist.
14. Fixiervorrichtung (20) gemäß Anspruch 13, wobei das unmagnetische Vorspannelement (38) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die besteht aus einer mechanischen Feder, einem hydraulischen Vorspannelement und einem pneumatischen Vorspannelement.
15. Rastersondenmikroskop (1) zum Ermitteln von Oberflächeninformation hinsichtlich eines Probekörpers (6) mittels rasternden Abtastens einer Oberfläche des Probekörpers (6), wobei das Rastersondenmikroskop (1) aufweist:
eine Messsonde (11), die zum rasternden Abtasten der Oberfläche des Probekörpers (6) eingerichtet ist;
eine Fixiervorrichtung (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 zum selektiven Fixieren der Messsonde (11).
16. Rastersondenmikroskop (1) gemäß Anspruch 15, ausgebildet als Rasterkraftmikroskop.
17. Rastersondenmikroskop (1) gemäß Anspruch 15 oder 16, wobei die Messsonde (11) einen Sondenkörper (7) zum Fixieren mittels der Fixiervorrichtung (20) und eine Messspitze (5), insbesondere aufweisend eine Kohlenstoffnanoröhre, zum Abtasten der Oberfläche aufweist.
18. Rastersondenmikroskop (1) gemäß Anspruch 17, wobei eine der Messspitze (5) zugewandte Oberfläche des Sondenkörpers (7) elektrisch leitfähig ist und in einem an der Fixiervorrichtung (20) fixierten Zustand elektrisch leitfähig mit einer elektrischen Messeinrichtung (45) des Rastersondenmikroskops (1) zum Erfassen einer für die elektrischen Eigenschaften des Probekörpers (6) indikativen Information gekoppelt ist.
19. Rastersondenmikroskop (1) gemäß Anspruch 17 oder 18, wobei der Sondenkörper (7) einen elektrischen Schaltkreis, insbesondere eine Leiterplatte, aufweist.
20. Rastersondenmikroskop (1) gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei der Sondenkörper (7) eine Reflexionsbeschichtung (82) zum Reflektieren elektromagnetischer Messstrahlung des Rastersondenmikroskops (1) aufweist.
21. Verfahren zum selektiven Fixieren einer Messsonde (11) eines Rastersondenmikroskops (1), wobei das Verfahren aufweist:
Einführen der Messsonde (11) in eine Einführeinrichtung (22) des Rastersondenmikroskops (1);
werkzeugloses Betätigen eines Fixiermechanismus (24) mittels einer Masterkraft zum Lösen oder Fixieren der in die Einführeinrichtung (22) eingeführten Messsonde (11).

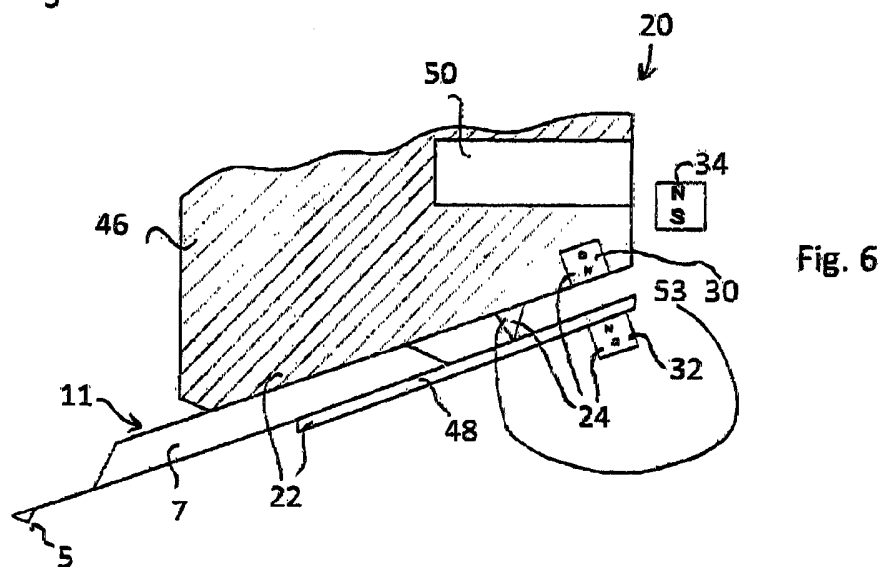
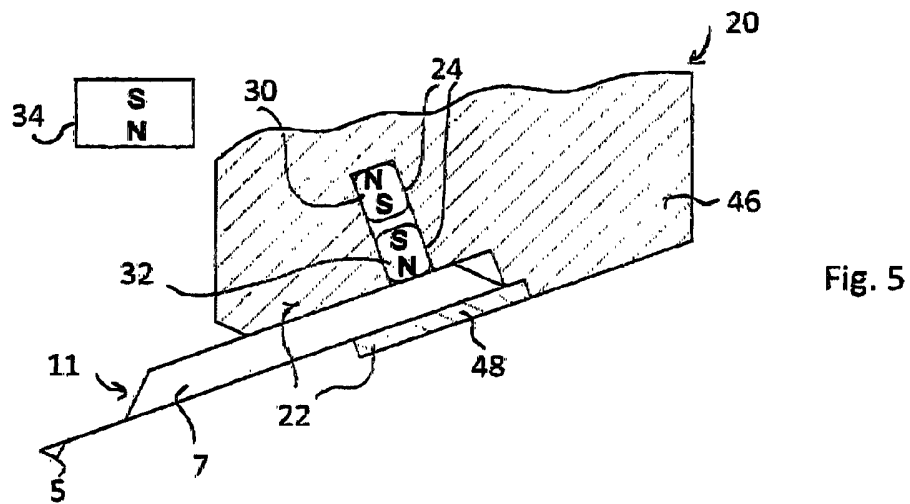
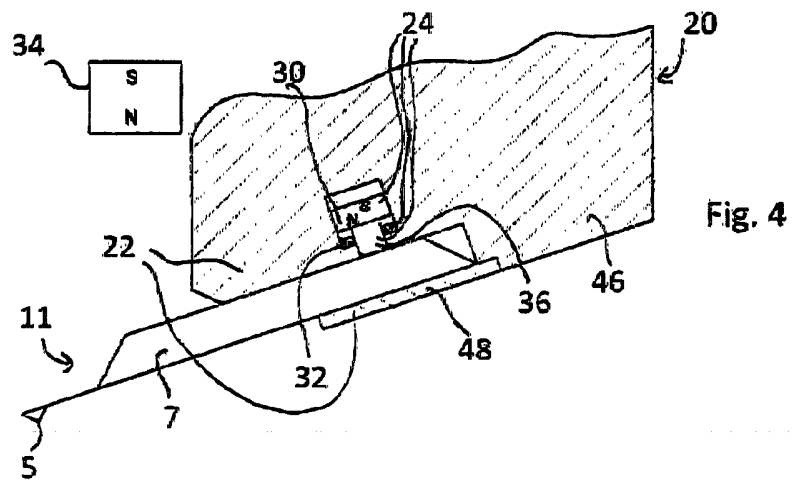
22. Verfahren gemäß Anspruch 21, wobei die bloße Messsonde (11), ohne an einem Hilfskörper angebracht zu sein, in die Einführeinrichtung (22) eingeführt und mittels des Fixiermechanismus (24) fixiert wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

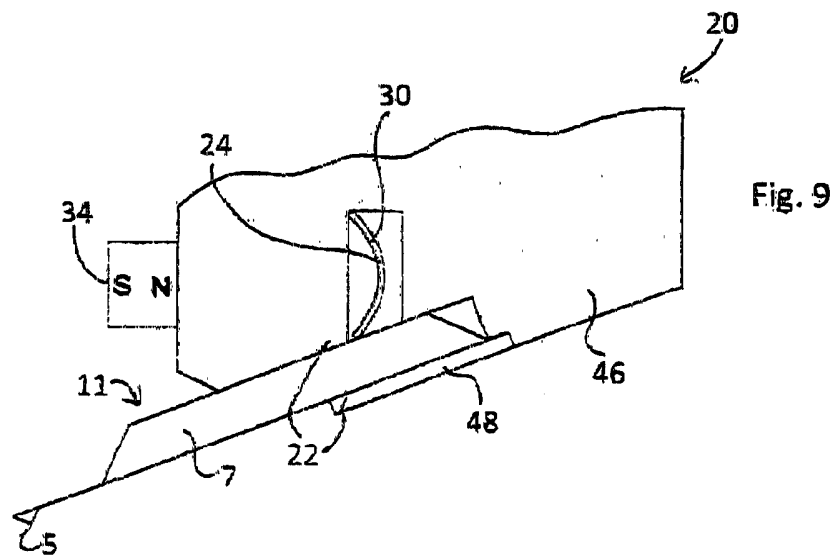
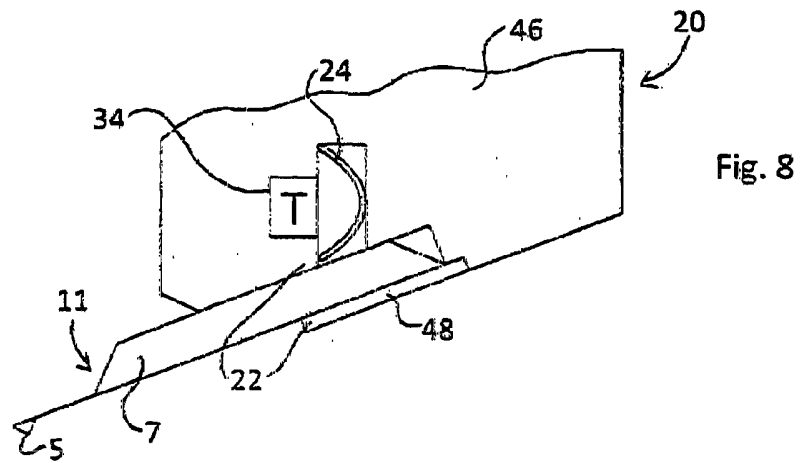
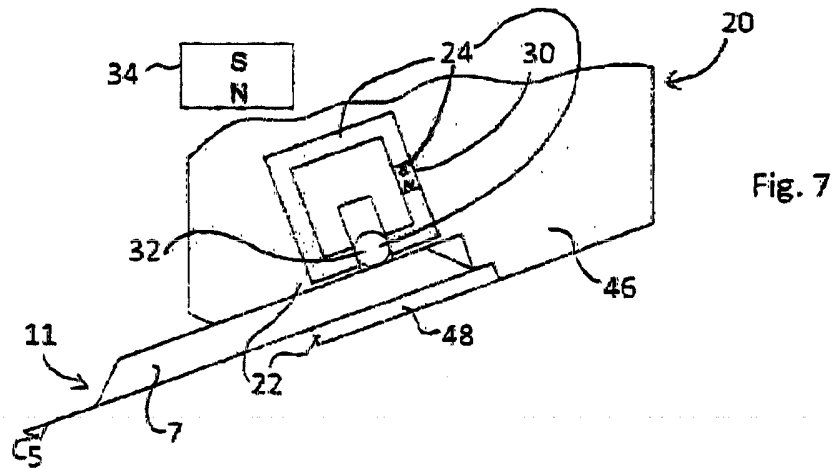
1/4



2/4



3/4



4/4

