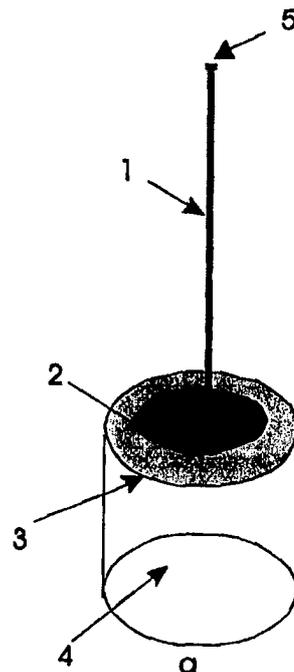


**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b>  <b>H03K 17/975</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/39927</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 6. Juli 2000 (06.07.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/09834 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 11. Dezember 1999 (11.12.99) <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 198 59 779.7 23. Dezember 1998 (23.12.98) DE <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> RUBITEC GESELLSCHAFT FÜR INNOVATION UND TECHNOLOGIE DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM MBH [DE/DE]; Universitätsstrasse 150, D-44743 Bochum (DE). <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> SCHMIDT, Peer [DE/DE]; Am Röderschacht 7, D-44879 Bochum (DE). MAËL, Eric [DE/DE]; Florapromenade 28, D-13187 Berlin (DE). WÜRTZ, Rolf [DE/DE]; Am Neggenborn 87, D-44892 Bochum (DE). <b>(74) Anwalt:</b> SCHNEIDERS & BEHRENDT; Postfach 10 23 65, D-44723 Bochum (DE).	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
<b>(54) Title:</b> TACTILE SENSOR <b>(54) Bezeichnung:</b> TASTSENSOR <b>(57) Abstract</b> <p>The invention relates to a tactile sensor in which a fiber (1) is linked with an instrument transformer (4) which is configured as a capacitor in such a manner that if the free end of the fiber is touched by an object, said touch is converted to electric signals. The force acting between the object and the sensor is kept at a minimum by using soft, elastic fibers. The inventive tactile sensor is especially useful for applications in robotics since due to the appropriate arrangement of the sensor on the contact surface of the robot gripper the sensor function is independent of any forces that might occur during the manipulation of objects. Another advantage of the tactile sensor is that it allows the dynamic registration of touches, thereby making it possible to determine the relative speed between the sensor and the object and to detect gliding or slipping movements on the basis of detected vibrations.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Die Erfindung betrifft einen Tastsensor, bei dem eine Faser (1) derartig mit einem als Kondensator ausgeführten Meßwandler (4) verbunden ist, daß eine Berührung des freien Endes der Faser mit einem Objekt in elektrische Signale umgewandelt wird. Durch die Verwendung von weichen, nachgiebigen Fasern wird die Krafteinwirkung zwischen Objekt und Sensor minimal gehalten. Der Tastsensor eignet sich besonders für Anwendungen in der Robotik, da durch die geeignete Anordnung des Sensors an der Kontaktfläche eines Robotergreifers die Tastfunktion unabhängig ist von Kräften, welche bei der Manipulation von Objekten auftreten. Besonders vorteilhaft ist des weiteren, daß der Tastsensor die dynamische Registrierung von Berührungen gestattet. Dadurch ist es möglich, einerseits die Relativgeschwindigkeit zwischen Sensor und Object zu bestimmen und andererseits anhand von Vibrationen gleitende oder rutschende Bewegungen zu detektieren.</p>		



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Tastsensor

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Registrierung von Berührungen mit  
5 wenigstens einem kraftempfindlichen Meßwandler.

Tastsensoren werden überall dort eingesetzt, wo Interaktionen einer Kon-  
taktfläche mit der Umgebung registriert werden sollen. Sie dienen im ein-  
fachsten Fall dazu, Kontakt zu erkennen. Bei der Manipulation von Gegen-  
ständen in der Robotik sollen sie den Tastsinn des Menschen ersetzen und  
10 ausreichende Information über die Interaktion von Kontaktfläche (Greifer oder  
Finger) und Tastobjekt liefern, um Bewegungen und Griffe planen zu können.

Es sind verschiedene Sensoren bekannt, mit denen Tasteindrücke technisch  
registriert werden können (Tastsensoren). Dabei führt die Interaktion mit einem  
Objekt zur Änderung einer für den Tastsinn charakteristischen Größe. Die  
15 Änderung dieser Größe kann mit einem geeigneten Verfahren ausgewertet  
werden.

Abhängig vom Konstruktionsprinzip der Sensoren und vom Verfahren zur  
Auswertung der Sensordaten ist es möglich, statische und/oder dynamische  
Tastinformationen zu erhalten.

20 Vorbekannte Sensoren zur Aufnahme von Tastsensoren werden im Folgenden  
beschrieben:

Es ist bekannt, Normal- und Scherkräfte über eine kapazitive Zelle zu messen,  
wobei Normalkräfte durch Änderungen des Elektrodenabstandes und

Scherkräfte durch Verschiebung der Elektroden zueinander registriert werden. (Fan, L.S., White, R.M., and Muller, R.S. 1984. A mutual capacitive normal- and shear-sensitive tactile sensor. IEEE Int. Electron. Devices Mg. 220-222).

5 Normalkräfte lassen sich auch mittels piezoresistiver Sensoren messen: Die Firma Interlink-Electronics stellt eine mit einem halbleitenden Polymer bedruckte Folie her, deren Widerstand sich bei einwirkendem Druck verringert. Dieser Widerstand kann mit unter der Folie liegenden Elektroden gemessen werden. (Interlink Electronics Europe. 1990. G.D. de Luxemburg. Druck- und Positionssensoren eine aufstrebende Technologie).

10 Vibrationen können mit piezoelektrischen Sensoren registriert werden, indem ein piezoelektrisches Material die auftretenden Schwingungen in eine elektrische Spannung umsetzt, welche mit geeigneten Verfahren ausgewertet werden kann (Jockusch. 1996. Taktile Sensorik für eine Roboterhand. Technische Universität Bielefeld).

15 Dynamische Informationen über Annäherungsgeschwindigkeit zwischen Sensor und Objekt lassen sich mit induktiven Sensoren registrieren. So besteht die Möglichkeit, zwei Spulen in ein elastisches Material einzuarbeiten und die Änderungen der magnetischen Kopplung bei sich verändernder Geometrie auszuwerten. Auf diese Weise sind außerdem auch statische Messungen  
20 möglich (Peura, R. A. 1978. Basic transducers and principles. In: J. G. Webster (ed.), Medical instrumentation: application and design. Boston: Housten Mifflin).

Die rezeptiven Elemente aller vorbekannter Sensoren befinden sich entweder in der Kontaktfläche und kommen direkt mit dem Tastobjekt in Berührung, oder die Kontaktfläche selbst besteht aus einer flexiblen Schicht und die rezeptiven  
25 Elemente der Sensoren befinden sich direkt unterhalb dieser Schicht. Für statische Sensoren, deren Aufgabe es ist, Kräfte zu messen, ist diese Ankopplung zwischen rezeptivem Element und Tastobjekt ausreichend.

Dynamische Sensoren, welche Berührung, Geschwindigkeit und/oder Vibration registrieren sollen, sind durch diese Ankopplung jedoch Einschränkungen  
30 unterworfen.

Die mechanischen Eigenschaften einer Kontaktfläche sind durch die verwendeten Materialien bestimmt. Abhängig von der Art der Anwendung können dabei verschiedene Ziele verfolgt werden. So kann es zum Beispiel bei Kontakt mit Objekten erwünscht sein, möglichst schnell ein hohen Druck aufzubauen oder auch eine möglichst große Eindringtiefe zu erzielen und den Druck dabei nur langsam aufzubauen, um z. B. eine möglichst gute Anpassung an das Tastobjekt zu ermöglichen. Dynamische Sensoren sollen dabei Messungen vornehmen, jedoch nicht die mechanischen Eigenschaften der Kontaktfläche bestimmen. Dies ist bei der Anordnung herkömmlicher Sensoren unterhalb einer flexiblen Kontaktfläche zwar gewährleistet, jedoch werden dabei die Empfindlichkeit und Genauigkeit dynamischer Sensoren stark reduziert und sind darüber hinaus abhängig von den Eigenschaften der Kontaktfläche. Bei einer Anordnung die einen direkten Kontakt der rezeptiven Elemente mit dem Tastobjekt erlaubt, ist es zwar möglich, Sensoren innerhalb einer flexiblen Schicht einzubetten, diese kann jedoch um die notwendige Stabilität zu bieten, nicht beliebig flexibel gestaltet werden. Die Eigenschaften der Kontaktfläche werden dabei maßgeblich von den eingebetteten Sensoren bestimmt, und die Wegstrecke von der Berührung bis zum Aufbau eines hohen Druckes ist dabei im allgemeinen nur sehr kurz. Messungen sind in jedem Fall nur möglich wenn das Objekt die Kontaktfläche bereits berührt hat. Sofern am Ort des Sensors aufgrund der geometrischen Gegebenheiten kein direkter Kontakt zur Oberfläche und Kontaktfläche stattfindet, existiert keine Kopplung von Sensor und rezeptivem Element und Messungen sind nicht möglich.

Die Größe und die Art der Ankopplung der rezeptiven Elemente der vorbekannten Sensoren erlaubt es außerdem nicht, durch Abtasten Informationen über die Oberflächenstruktur eines Objektes zu erhalten, sofern diese nicht ausgesprochen grob ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die folgende Aufgabenstellung zugrunde:

Es sollen Berührungen dynamisch registriert werden, wobei die auf das Tastobjekt ausgeübten Kräfte möglichst gering sind. Trotzdem sollen auf das Objekt über eine Kontaktfläche Kräfte ausgeübt werden können, die aber von der Wechselwirkung zwischen Objekt und Tastsensor unabhängig sind. Dabei

soll es möglich sein, Tastinformationen zu gewinnen, bevor das Objekt die Kontaktfläche berührt. Des weiteren soll eine Ankopplung zwischen Sensor und Objekt unabhängig von den geometrischen Gegebenheiten sicher gewährleistet sein. Der Tastsensor soll zudem geeignet sein, Informationen über die  
5 Oberflächenstruktur eines Objektes erhalten zu können.

Diese Aufgaben werden ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Kraftankopplung an den Meßwandler über eine Faser oder ein Faserbündel erfolgt.

Der Tasteindruck wird über das freie Ende der Faser aufgenommen, während  
10 es durch die Ankopplung an den Meßwandler möglich wird, den Sensor oder die Sensoren unterhalb einer Kontaktfläche oder um die Ränder einer Kontaktfläche herum anzuordnen. Dabei können die Fasern beispielsweise durch Löcher in der Kontaktfläche an die Oberfläche geführt werden oder alternativ die Ränder der Kontaktfläche seitlich überragen, um so eine Ankopplung zwischen  
15 Tastobjekt und Tastsensor herzustellen, ohne die Wechselwirkung zwischen der Kontaktfläche und dem Objekt zu beeinträchtigen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beruhen insbesondere darauf, daß die vom Sensor auf das Objekt ausgeübte Kraft nur von der Beschaffenheit der Fasern abhängt. Es lassen sich Naturfasern (z. B. Tierhaare) oder künstliche  
20 Fasern jeder Art abhängig von der Art der Anwendung verwenden. Bei Einsatz eines weichen Fasermaterials lassen sich unter Verwendung von geeigneten Meßwandlern Kontakt, Geschwindigkeit und/oder Vibration registrieren, wobei die von den Fasern auf das Objekt übertragene Kraft, mehr oder weniger unabhängig vom Abstand zwischen Meßwandler und Objekt, stets sehr gering  
25 ist und fast ausschließlich von den Fasereigenschaften abhängt. Die Sensoren deren Meßwandler über die Fasern mit dem Tastobjekt in Berührung gebracht werden, können auch zum reinen Abtasten von Objekten eingesetzt werden, ohne daß diese eine Kontaktfläche berühren. Auch wenn gegebenenfalls das Objekt mit einer Kontaktfläche in Berührung steht, können Berührungen  
30 dynamisch registriert werden, ohne daß durch den Sensor die Eigenschaften der Kontaktfläche maßgeblich beeinträchtigt werden.

Die vom Sensor erfaßte Fläche kann durch die Wahl der Dicke, Anzahl und Anordnung der Fasern vorgegeben werden, so daß gegebenenfalls auch eine Ertastung von feinen Oberflächen möglich ist.

5 Durch die genannten Vorteile ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung im Bereich der Robotik, Automation sowie in allen Gebieten, in denen die Aufnahme von dynamischen Tasteindrücken eine Rolle spielt.

10 Eine zweckmäßige und mit einfachen Mitteln realisierbare Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich, wenn gemäß Patentanspruch 2 der Meßwandler als Kondensator ausgeführt wird. Durch die mechanische Kopplung zwischen Faser und Kondensatorelektrode wird die Kapazität bei einer Krafteinwirkung auf die Faser geändert. Auf diese Weise wird eine Berührung des freien Endes der Tastfaser mit einem Objekt in ein elektrisches Signal  
15 umgewandelt. Technische Umsetzungsmöglichkeiten bestehen darin, daß entweder die starren Elektroden des Kondensators relativ zueinander beweglich sind, wobei z. B. nach Patentanspruch 4 eine der beweglichen Elektroden federnd gelagert sein kann, oder daß gemäß Patentanspruch 5 die mit der Faser in Verbindung stehende Elektrode aus einem elastisch verformbaren Material besteht. Bei diesen Ausführungsformen läßt sich die Empfindlichkeit  
20 des Tastsensors leicht variieren und an die verwendeten Fasern anpassen.

Die von den Fasern ausgelösten Bewegungen der Kondensatorelektroden lassen sich auf einfache Weise auswerten, wobei es laut Patentanspruch 6 zur Registrierung von dynamischen Tastinformationen zweckmäßig ist, ein Mittel zur zeitaufgelösten Messung der Kapazität vorzusehen. Anhand dieser  
25 dynamischen Tastinformation läßt sich z. B. die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Tastsensor und einem Objekt ermitteln.

Die Verwendung eines frequenzselektiven Filters gestattet es, auf einfache Weise vibrierende Tastsignale, wie sie z. B. von rutschenden oder gleitenden Objekten verursacht werden, zu detektieren.

Verwendet man nach Patentanspruch 8 zur Auswertung der Meßsignale geeignete Mittel zu elektronischen Datenerfassung und -auswertung, so ergibt sich im Zusammenhang mit den Patentansprüchen 9 - 11 insbesondere die Möglichkeit, die Tastinformationen von zwei oder mehr Meßwandlern derart miteinander zu verrechnen, daß eine orts aufgelöste Berührungsderektion ermöglicht wird. Die je nach Bedarf flächig oder linienförmig angeordneten Elemente müssen hierzu auf geeignete Weise verschaltet sein. So ergibt sich die Möglichkeit, einerseits die Form und die Orientierung eines Objektes zu bestimmen und andererseits auch dessen Bewegungsrichtung ermitteln zu können.

Die Kombination des erfindungsgemäßen Tastsensors mit zusätzlichen Sensoren ohne Fasern ermöglicht es, eine taktile Sensorik aufzubauen, mit der statische und dynamische Tasteindrücke gleichzeitig registriert werden können. Der zusätzliche Kraftsensor kann dabei als Kontaktfläche ausgeführt sein, was z. B. für Anwendungen in der Robotik vorteilhaft ist. Bei einem mit dieser Kombination von Sensoren ausgestatteten Roboter greifer läßt sich eine für die Manipulation von Gegenständen optimale taktile Rückkopplung realisieren.

Vorteilhafte technische Realisierungsmöglichkeiten dieses Kombinationssensors ergeben sich aus den Patentansprüchen 13 - 15. Gemäß Patentanspruch 13 werden die Fasersensoren unterhalb eines flächigen Kraftsensors angeordnet, wobei die Fasern dessen Detektionsebene durchstoßen. Auf diese Weise lassen sich statische und dynamische Tasteindrücke an jedem Punkt an der Kontaktfläche registrieren. Einfacher zu realisieren ist die Anordnung der Fasersensoren am Rand des flächigen Kraftsensors, bei der die Ortsauflösung der dynamischen Tastinformation entsprechend eingeschränkt ist. Nach Patentanspruch 15 eignet sich für den zusätzlichen Kraftsensor vorteilhafter Weise die Verwendung einer piezoresitiven Folie.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im folgenden anhand der Figuren 1- 8 diskutiert:

Figur 1:       Prinzipskizze des erfindungsgemäßen Tastsensors

- Figur 2: Schemazeichnung mit kapazitivem Meßwandler.
- Figur 3: Anordnung von Fasersensoren unterhalb einer Kontaktfläche .
- 5 Figur 4: Anordnung von Sensoren mit Faserbündeln unterhalb einer Kontaktfläche.
- Figur 5: Anordnung von Fasersensoren entlang der Ränder einer Kontaktfläche.
- 10 Figur 6: Zweidimensionale Anordnung einer Mehrzahl von Fasersensoren unterhalb einer Kontaktfläche.
- Figur 7: Fasersensor unterhalb eines piezoresitiven Kraftsensors.
- 15 Figur 8: Anordnung einer Mehrzahl von Fasersensoren unterhalb einer Anordnung von piezoresitiven Kraftsensoren.

Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze der verschiedenen möglichen Anordnungen von Tastfasern (1, 1A, 1B) auf einem kraftempfindlichen Meßwandler (4). Durch die unterschiedliche Anordnung der Fasern (1, 1A, 1B) kann die vom Sensor erfaßte Fläche (5, 5A, 5B) variiert werden. Der Sensor selbst muß dabei empfindlich genug sein, um die über die Fasern übertragenen Kräfte registrieren zu können. Die Verbindung (2) zwischen rezeptiven Element (3) und Tastfasern (1, 1A, 1B) kann durch geeignete Materialien (z. B. Silikonharz, Gummi) erfolgen.

25 Figur 2 zeigt einen Tastsensor, bei dem der Messwandler aus einem Plattenkondensator besteht, dessen obere Platte (6) flexibel aufgehängt ist und den Abstand zur unteren Platte (7) ändern kann. Die Wahl eines Plattenkondensators als Meßwandler erlaubt es, sehr kleine Sensoren herstellen zu können, die außerdem in der Lage sind, auch schon sehr kleine

auf die Kondensatorelektrode wirkende Kräfte zu registrieren und über die Fasern aufgenommene Vibrationen wahrzunehmen.

Figur 3 zeigt eine Anordnung von drei Tastsensoren unterhalb einer Kontaktfläche (8A). Die Bohrungen ändern die Eigenschaften der Kontaktfläche kaum und die Sensoren können in beliebiger Tiefe unterhalb der Kontaktfläche angeordnet werden. Es kann so z. B. zum Einsatz an Robotergreifern der Kontakt mit Objekten registriert werden. Durch Registrieren von Vibrationen kann einsetzendes Rutschen von auf der Fläche befindlichen oder die Fläche berührenden Objekten registriert werden. Durch Verändern der Faserlänge ist es möglich, schon vor der eigentlichen Berührung der Kontaktfläche (8A) in der Nähe befindliche Objekte zu registrieren und entsprechend zu reagieren, was z. B. zur Erkennung von Hindernissen im Bewegungsbereich eines Roboters genutzt werden kann.

Figur 4 zeigt eine weitere Anordnung von Tastfasern unterhalb einer Kontaktfläche (8B). Abhängig von der Anwendung kann es sinnvoll sein, die Größe und Form der von einem Sensor erfaßten Fläche zu verändern, was durch einfache Anpassung der Anordnung der Fasern möglich ist.

Figur 5 zeigt die Anordnung von Sensoren am Rand einer Kontaktfläche (8C). Auf diese Weise läßt sich durch Auswertung der Sensorsignale sehr einfach die Ausrichtung der Kontaktfläche relativ zu einem Objekt bestimmen. Dies kann zur Steuerung der Ausrichtung eines Robotergreifers genutzt werden.

Die Figur 6 zeigt die zweidimensionale Anordnung von Sensoren unterhalb einer Kontaktfläche (8D), wobei die Eigenschaften der Kontaktfläche durch die Bohrungen nur geringfügig verändert werden. Die Kontaktfläche ist dabei nicht notwendigerweise eben. Die Anordnung gestattet es, dynamische Tastinformationen von einem mit der Kontaktfläche in Berührung stehenden Objekt an jedem Punkt der Fläche zu ermitteln.

Figur 7 zeigt die Kombination eines erfindungsgemäßen Tastsensors mit einem zusätzlichen statischen Kraftsensor. Dieser aus zwei übereinanderliegenden Folien bestehende Sensor ändert seinen elektrischen Widerstand aufgrund des

einwirkenden Druckes. Die untere Folie ist mit Elektroden versehen, über die der Widerstand der oberen Folie gemessen werden kann. Damit ist es möglich, die Kraffteinwirkung auf die obere Folie orts aufgelöst zu ermitteln. Mit der Kombination der beiden Sensortypen ist es möglich, gleichzeitig Informationen über statische Kräfte und über Geschwindigkeit und Vibration zu gewinnen.

Figur 8 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Anordnung von dynamischen Tastsensoren (11), welche unterhalb eines statischen Sensorfeldes (12, 13) angeordnet sind. Die Figur zeigt eine Draufsicht auf die Grundplatte (11) mit den darauf integrierten Fasersensoren. Die Fasern werden durch die Löcher in der Elektrodenschicht (12) und der Folienschicht (13) des statischen Sensorfeldes an die Oberfläche geführt.

- Ansprüche -

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Registrierung von Berührungen, mit wenigstens einem kraftempfindlichen Meßwandler (4), dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftankopplung an den Meßwandler (4) über eine Faser (1) oder ein Faserbündel (1A, 1B) erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwandler (4) die Kraftereinwirkung auf die Faser (1) mittels eines Kondensators in elektrische Signale umwandelt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Faser (1) an wenigstens eine der Elektroden (6, 7) des Kondensators mechanisch gekoppelt ist und daß die Elektroden (6, 7) relativ zueinander beweglich sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der beweglichen Elektroden (6, 7) federnd gelagert ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Faser (1) an wenigstens eine der Elektroden (6, 7) des Kondensators mechanisch gekoppelt ist und daß diese Elektrode aus einem elastisch verformbaren Material besteht.
6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mittel zur zeitaufgelösten Messung der Kapazität des Kondensators vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitverlauf der Kapazität mittels wenigstens eines frequenzselektiven Filters aufgenommen wird.

5 8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwandler mit einem Mittel zur elektronischen Datenerfassung und Auswertung gekoppelt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auswertung der Tastinformation die Meßdaten von zwei oder mehr Meßwandlern miteinander verrechnet werden.

10 10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Meßwandlern, denen jeweils eine Faser (1) oder ein Faserbündel (1A, 1B) zugeordnet ist, zu einem flächen- oder linienförmigen Sensor angeordnet sind.

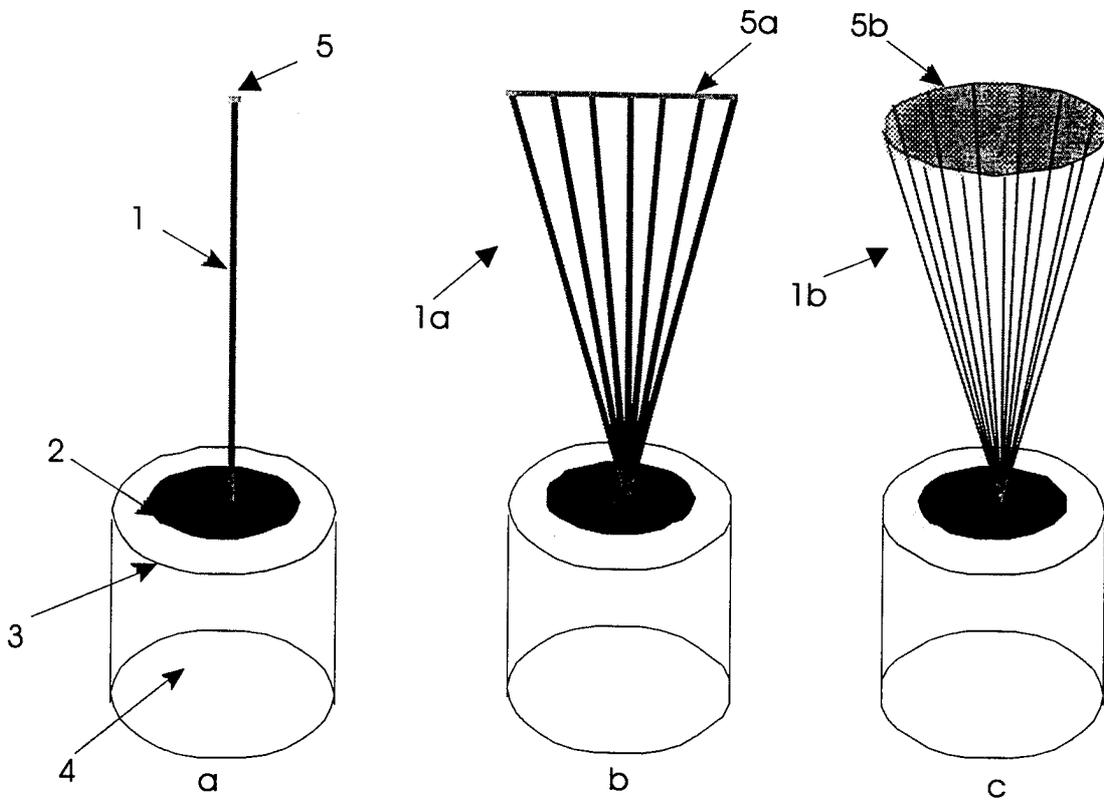
15 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwandler derart verschaltet sind, daß eine orts aufgelöste Berührungsdetektion ermöglicht wird.

20 12. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils mit Fasern (1) oder Faserbündeln (1A, 1B) versehene Meßwandler mit wenigstens einem zusätzlichen Kraftsensor ohne Fasern kombiniert werden.

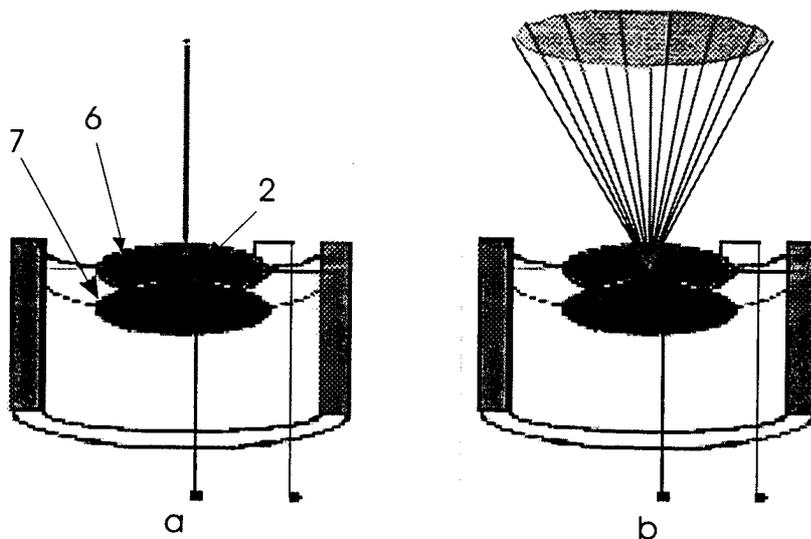
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Fasern die Detektionsebene eines flächigen Kraftsensors durchstoßen.

25 14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Meßwandlern mit Fasern oder Faserbündeln am Rand eines flächigen Kraftsensors angeordnet sind.

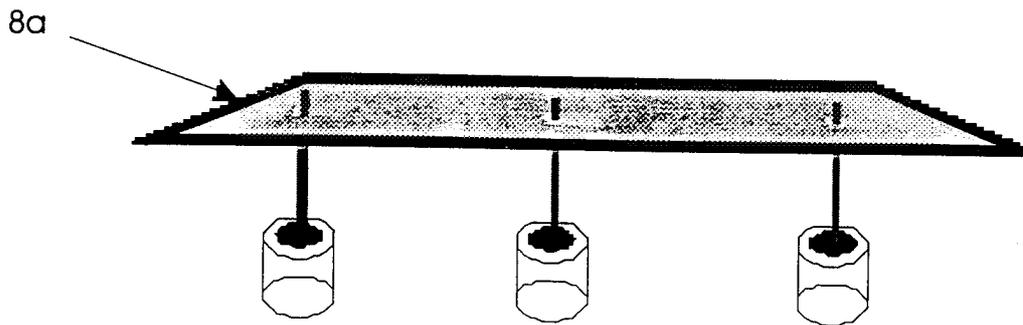
15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Kraftsensor über eine piezoresistive Folie verfügt.



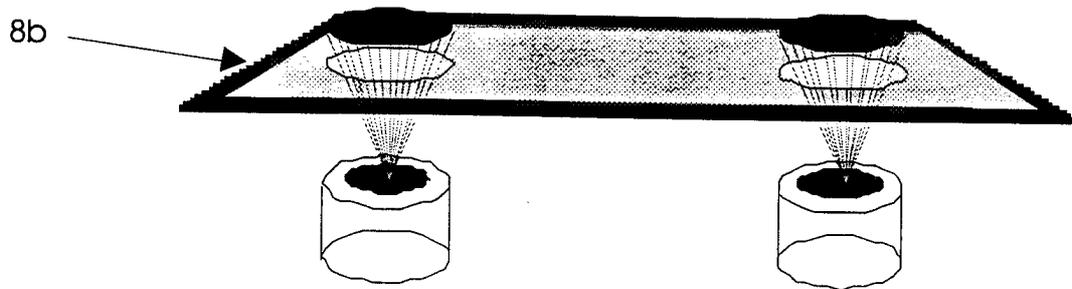
Figur 1



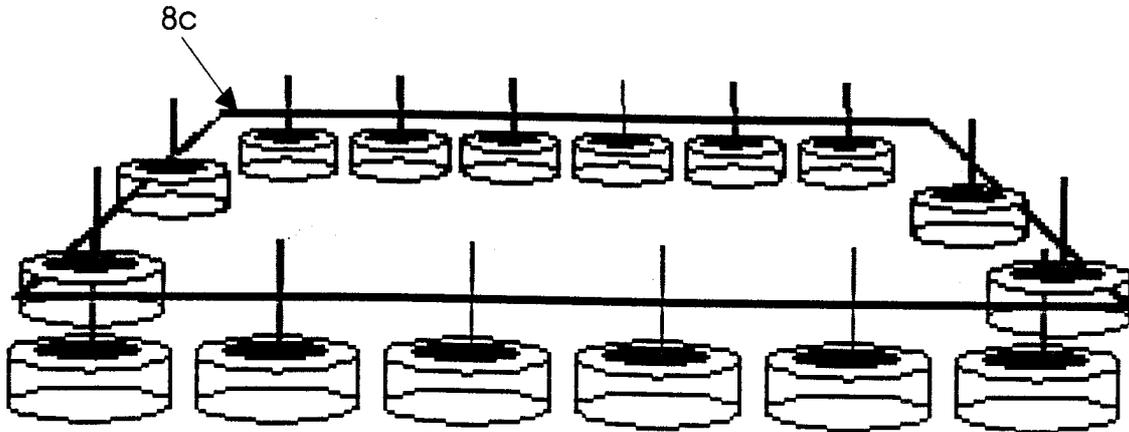
Figur 2



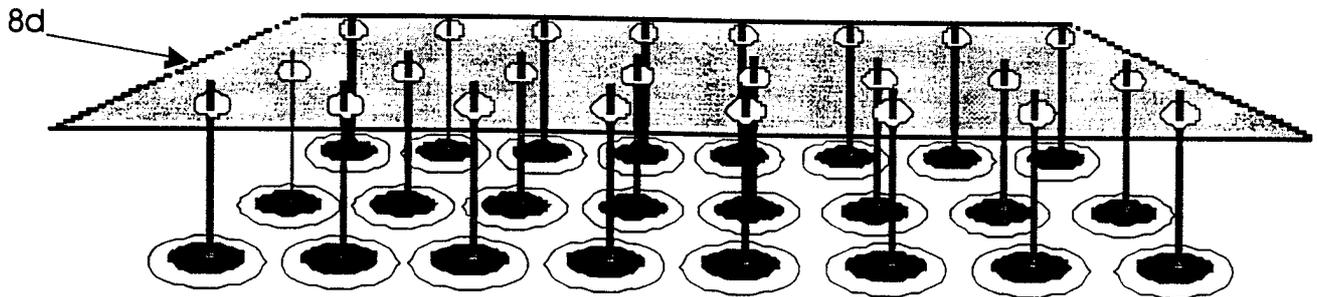
Figur 3



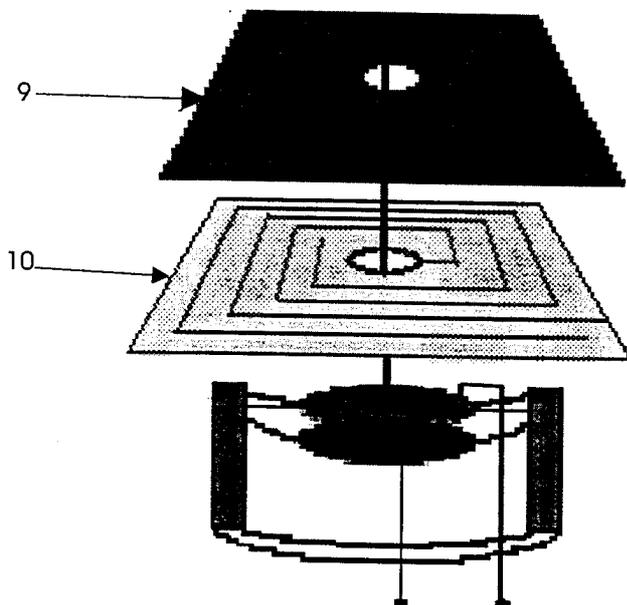
Figur 4



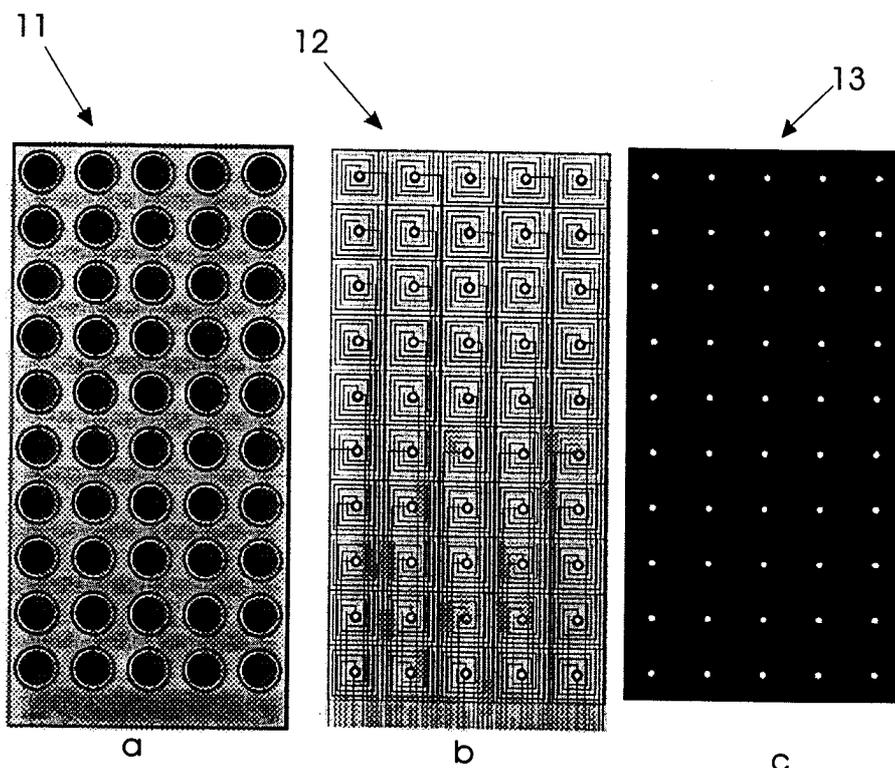
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/09834

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H03K17/975

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 40 531 C (HOFMANN FRANK ; HENZ JUERGEN (DE)) 10 February 1994 (1994-02-10)	1
A	page 4, line 9 - line 23; figure 6	12, 13
A	EP 0 535 907 A (GEN ELECTRIC) 7 April 1993 (1993-04-07)	2, 3
A	column 8, line 15 - line 26; figure 4	
A	DE 195 10 599 A (MICRO EPSILON MESSTECHNIK) 26 September 1996 (1996-09-26)	2, 3
A	column 3, line 43 - column 4, line 2	
A	US 4 404 481 A (IDE TOSHIMINE ET AL) 13 September 1983 (1983-09-13)	2, 3
	column 4, line 26 - line 51; figure 4	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

18 April 2000

26/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D/L PINTA BALLE... L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/09834

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4240531	C	10-02-1994	NONE	
EP 0535907	A	07-04-1993	DE 69215820 D	23-01-1997
			DE 69215820 T	03-07-1997
			ES 2094881 T	01-02-1997
			JP 5205556 A	13-08-1993
			US 5345807 A	13-09-1994
			US 5695669 A	09-12-1997
DE 19510599	A	26-09-1996	NONE	
US 4404481	A	13-09-1983	JP 1041240 B	04-09-1989
			JP 1556682 C	23-04-1990
			JP 5707040 A	30-04-1982
			JP 57088315 A	02-06-1982

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09834

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 H03K17/975

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 H03K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 40 531 C (HOFMANN FRANK ; HENZ JUERGEN (DE)) 10. Februar 1994 (1994-02-10)	1
A	Seite 4, Zeile 9 - Zeile 23; Abbildung 6	12,13
A	EP 0 535 907 A (GEN ELECTRIC) 7. April 1993 (1993-04-07)	2,3
A	Spalte 8, Zeile 15 - Zeile 26; Abbildung 4	
A	DE 195 10 599 A (MICRO EPSILON MESSTECHNIK) 26. September 1996 (1996-09-26)	2,3
A	Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 4, Zeile 2	
A	US 4 404 481 A (IDE TOSHIMINE ET AL) 13. September 1983 (1983-09-13)	2,3
A	Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 51; Abbildung 4	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abchlusses der internationalen Recherche

18. April 2000

Abenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/04/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

D/L PINTA BALLE..., L

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09834

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4240531 C	10-02-1994	KEINE	
EP 0535907 A	07-04-1993	DE 69215820 D	23-01-1997
		DE 69215820 T	03-07-1997
		ES 2094881 T	01-02-1997
		JP 5205556 A	13-08-1993
		US 5345807 A	13-09-1994
		US 5695669 A	09-12-1997
DE 19510599 A	26-09-1996	KEINE	
US 4404481 A	13-09-1983	JP 1041240 B	04-09-1989
		JP 1556682 C	23-04-1990
		JP 57070404 A	30-04-1982
		JP 57088315 A	02-06-1982