

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/019106 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01B 7/34, 7/287
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT02/00243
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. August 2002 (14.08.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
A 1387/2001 31. August 2001 (31.08.2001) AT
- (71) Anmelder und  
(72) Erfinder: **FRANEK, Friedrich** [AT/AT]; Ertlstraße 11, A-3100 St. Pölten (AT). **SCHNABL, Helmut** [AT/AT]; Abt Karl-Strasse 95, A-3390 Melk (AT). **PAUSCHITZ, Andreas** [AT/AT]; Rysergasse 43, A-1230 Wien (AT). **GERHARD, Edmund** [DE/DE]; Josef-Brocker-Dyk 45, 47803 Krefeld (DE).
- (74) Anwalt: **GIBLER, Ferdinand**; Dorotheergasse 7/14, 1010 Wien (AT).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster), CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI (Gebrauchsmuster), 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, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK (Gebrauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

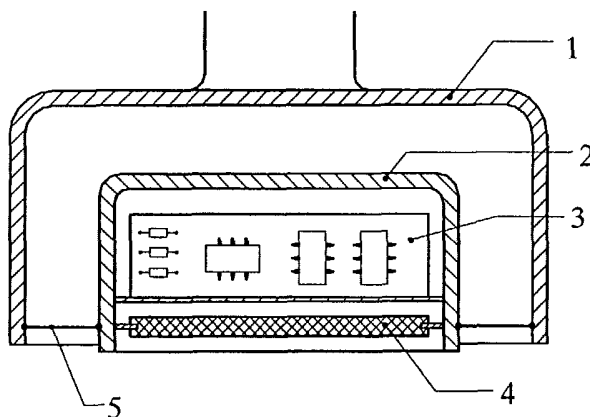
**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SENSOR FOR DETERMINING SURFACE PARAMETERS OF A TEST OBJECT

(54) Bezeichnung: SENSOR ZUR BESTIMMUNG VON OBERFLÄCHENPARAMETERN EINES MESSOBJEKTES



(57) Abstract: A sensor for determining the surface parameters of a test object (7), e.g. a workpiece, comprising a sensor element provided with at least one sensor measuring surface (4), said sensor element being positionable with the sensor measuring surface (4) thereof on the surface of the test object (7) or at a distance therefrom. The sensor measuring surface (4) is made up of a plurality of sub-sensor elements (6) with separate measuring value outputs or with separate measuring transducers.

(57) Zusammenfassung: Sensor zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Messobjektes (7), z.B. eines Werkstückes, mit einem zumindest eine Sensor-Messfläche (4) aufweisenden Sensorelement, das mit seiner Sensor-Messfläche (4) auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Messobjektes (7) positionierbar

ist. Die Sensor-Messfläche (4) ist aus einer Vielzahl von Sub-Sensorelementen (6) mit separaten Messwert-Ausgängen bzw. mit separaten Messwert-Wandlern zusammengesetzt.



WO 03/019106 A1

## Sensor zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjektes

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjekts, z.B. eines Werkstückes, mit einem zumindest eine Sensor-Meßfläche aufweisenden Sensorelement, das mit seiner Sensor-Meßfläche auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Meßobjekts positionierbar ist.

Einen wichtigen Bestandteil der Qualitätskontrolle bei der Fertigung von Werkstücken bildet die Beurteilung der erzielten Oberflächengüte, für welche bereits eine Vielzahl an Methoden entwickelt worden ist. Unter den relevanten Oberflächenparametern ist die Rauheit von besonderer Bedeutung für die Qualitätskontrolle.

Beim Tastschnittverfahren, welches zu den mechanischen Verfahren zu zählen ist, erfolgt die Abtastung des Oberflächenprofils durch ein Tastsystem mit einer Diamantnadel (Einkufentastsystem, Pendeltastsystem, Bezugsflächentastsystem), über welche unter Zuhilfenahme elektronischer Hilfsmittel ein überhöhter Profilschnitt aufgezeichnet wird. Die vertikale Auflösung dieser Systeme liegt in der Größenordnung von ca.  $0,01 \mu\text{m}$ , die horizontale Auflösung ist durch den Spitzenradius der Diamantnadel (z.B.  $5 \mu\text{m}$ ) und den Kegelwinkel (z.B.  $60^\circ$ ) begrenzt. Insbesondere gesinterte Oberflächen können mit diesem Verfahren nicht zuverlässig beurteilt werden, da die Poren in den Oberflächen von Sinterteilen nicht vollständig erfaßt werden können. Die gemessenen Rauheitswerte für gesinterte Oberflächen sind aus diesem Grund nicht verwertbar, es verursacht dieses Verfahren für eine Anwendung in einem Fertigungsprozeß aber auch einen zu hohen Zeitaufwand und zu hohe Kosten.

Relativ häufig angewendet werden mikroskopische Verfahren, insbesondere sind hier die Lichtschnitt- und die Interferenzmikroskopie zu nennen.

Beim Lichtschnittmikroskop erfährt eine unter  $45^\circ$  auf eine Oberfläche projizierte, schmale Lichtlinie (optisches Spaltbild) durch die Oberflächengeometrie eine affine Verzerrung, die photographisch dargestellt oder mit einem Okularmikrometer ausgemessen werden kann. Dieses Verfahren läßt eine Bestimmung von Rauhtiefen  $< 1 \mu\text{m}$  zu.

Die Rauhtiefen von spiegelnden, nicht zu rauhen Oberflächen können mit dem Interferenzmikroskop vermessen werden, mit dem ein durch Interferenz gebildetes Höhenschichtlinienbild mit Niveaulinien im Abstand von  $\lambda/2$  der Lichtwellenlänge erzeugt wird. Die meßbaren Rauhtiefenunterschiede betragen ca.  $0,01 \mu\text{m}$ .

Ein weiteres bekanntes optisches Verfahren stellt die Laserabtastung dar, bei der mittels eines fokussierten Laserstrahls die zu vermessende Oberfläche abgetastet wird und aufgrund der Intensität des reflektierten Lichtes ein Abbild der Oberfläche entsteht. Obgleich das Meßergebnis der Messung relativ rasch erhalten werden kann, ist eine wesentliche Beschränkung der Anwendung dieser Methode dadurch gegeben, daß ihre Durchführbarkeit von den Reflexionseigenschaften der Oberfläche abhängig ist.

Große Schwierigkeiten bereitet allerdings die Anwendung der bekannten Verfahren bei Fertigungsprozessen mit hohen Stückzahlen, da der hohe apparative Aufwand und die erforderlichen langen Meßzeiten für solche Oberflächenmessungen die Rentabilität des Herstellungsvorganges negativ beeinflussen. Auch stellen die rauhen Umgebungsbedingungen oder die komplizierte Bedienung der Meßgeräte oftmals ein Hindernis beim Einsatz derselben dar.

Andererseits sind oftmals Werkstücke aufgrund bestimmter Umstände, z.B. wegen der besonderen Beschaffenheit der Oberfläche, einer verlässlichen Bewertung nicht zugänglich. Dies ist etwa bei porösen Oberflächen der Fall, da durch deren zerklüftete Struktur die Oberflächenqualität mit vielen bekannten Verfahren gar nicht oder nur unzulänglich bestimmt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Sensor der eingangs genannten Art zu schaffen, der eine Messung von Oberflächenparametern mit relativ geringem technischen Aufwand ermöglicht, wobei die Dauer des Meßvorganges und die dafür aufzuwendenden Kosten gering sind, sodaß eine Online-Beurteilung der Oberflächenqualität von Werkstücken durchführbar ist.

Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Sensor anzugeben, mit dem die zuverlässige und reproduzierbare Bestimmung von Oberflächenparametern in verhältnismäßig kurzer Zeit auch bei sehr unregelmäßiger Oberflächenbeschaffenheit realisierbar ist.

Weiters soll es mit dem anzugebenden Sensor möglich sein, integrale Oberflächenkennwerte über einen bestimmten Bereich des Meßobjektes zu ermitteln.

Weitere Aufgabe ist es, einen möglichst robusten und wenig störanfälligen Sensor anzugeben. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Sensor-Meßfläche aus einer Vielzahl von Sub-Sensorelementen mit separaten Meßwert-Ausgängen bzw. mit separaten Meßwert-Wandlern zusammengesetzt ist.

Durch die Unterteilung der Sensor-Meßfläche kann sowohl eine integrale als auch eine auf eine eng begrenzte Fläche bezogene, lokale Meßwert-Bestimmung sowie eine rasche

Mittelung von Meßwerten vorgenommen werden. Dies ermöglicht einerseits die Reduktion von Störeinflüssen und andererseits eine Korrelation von Sensor-Meßwerten und Oberflächenparametern.

Zur einfachen und exakten Handhabung des erfindungsgemäßen Sensors kann vorgesehen sein, daß die aus Sub-Sensorelementen zusammengesetzte Sensor-Meßfläche in einem Sensorkopf angeordnet ist, der aus einem an einer Seite offenen Hohlkörper gebildet ist, und daß die aus den Sub-Sensorelementen zusammengesetzte Sensor-Meßfläche an der offenen Seite des Sensorkopfes angebracht ist, sodaß diese mit dem Sensorkopf auf der Oberfläche des Meßobjekts oder in einem Abstand zu dieser positionierbar ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der Sensorkopf mittels einer über einen bestimmten Weg bzw. Winkelweg in allen Richtungen frei beweglichen kardanischen Aufhängung oder eines mechanischen Äquivalents gegenüber einem an einer Seite offenen Sensorgehäuse angeordnet sein, wobei der Sensorkopf – in seiner nicht applizierten Lage – mit seiner offenen Seite aus der offenen Seite des Sensorgehäuses vorragt.

Dadurch ist garantiert, daß der Sensorkopf jeweils auf dem zu vermessenden Werkstück selbsteinstellend auf den lokal höchsten Oberflächenbereichen aufliegt. Die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse läßt sich dadurch verbessern.

Eine andere Variante der Erfindung kann darin bestehen, daß zumindest eines der Sub-Sensorelemente, vorzugsweise über eine Klemmeinrichtung, lösbar mit der Sensor-Meßfläche verbunden ist. Auf diese Weise ist ein einfacher Austausch der Sub-Elektroden möglich. Die Klemmeinrichtung kann für jede Art von Sub-Sensorelementen vorgesehen sein.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, daß die Sensor-Meßfläche durch eine, aus einer Vielzahl von Sub-Elektroden zusammengesetzten Meßelektrode gebildet ist, die elektrisch voneinander isoliert sind und als Meßwert-Ausgang jeweils einen elektrischen Anschluß aufweisen, über den sie mit einer Auswertevorrichtung verbunden sind. Mittels der voneinander getrennten Sub-Elektroden ist die gesamte Sensor-Meßfläche in sehr kleine Teilbereiche unterteilt und es können daher an einer entsprechend hohen Anzahl von über die Sensor-Meßfläche verteilten Meßwertpunkten Kapazitäts-Meßwerte bestimmt werden, aus welchen sehr genau Oberflächen-Kennwerte berechnet werden können.

Da in den meisten Fällen eine nominell ebene Meßobjekt-Oberfläche gegeben sein wird, können die Sub-Elektroden aus in einer Ebene angeordneten Metallektroden gebildet sein. Eine weitere Fortbildung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Sub-Elektroden aus der nominellen Oberflächengeometrie des Meßobjekts angepaßten Metallektroden gebildet sind.

Eine andere Ausführungsform der Erfindung kann darin bestehen, daß auf den Subelektroden eine aus einem Dielektrikum gebildete Schicht aufgebracht ist. Diese Schicht verhindert, daß die Subelektroden unbeabsichtigt direkt in Kontakt mit der Meßobjekt-Oberfläche gelangen können.

Die Form und Anordnung der Sub-Elektroden kann in beliebiger Weise gewählt werden, eine mit geringem technischen Aufwand herstellbare Bauart läßt sich erzielen, wenn in Weiterbildung der Erfindung die Sub-Elektroden aus drei-, vier-, sechs- oder achteckigen Flächen gebildet sind, die gleich voneinander beabstandet sind.

Eine auf einfache Weise bewertbare Verteilung der Sub-Elektroden ergibt sich, wenn in weiterer Fortbildung der Erfindung die Sub-Elektroden quadratisch und in Form einer Matrix angeordnet sind.

Um die Beeinflussung der Meßauswertung durch parasitäre Kapazitäten weitestgehend herabzusetzen, kann die aus Sub-Elektroden zusammengesetzte Meßelektrode zusammen mit der Auswertevorrichtung in einem Sensorkopf angeordnet sein.

Schließlich können in weiterer Ausbildung der Erfindung die Sub-Sensorelemente mikrosystemtechnisch gefertigt werden. Der mit dieser Herstellungsart erreichbare hohe Miniaturisierungsgrad erlaubt eine Unterteilung der Sensor-Meßfläche in viele kleine Sub-Sensoren mit separaten Meßwertausgängen bzw. Meßwertwandlern.

Weiters bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjekts, z.B. eines Werkstückes unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Sensors.

Erfindungsgemäß wird das Sensorelement mit seiner aus den Sub-Elektroden zusammengesetzten Meßelektrode auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Meßobjekts positioniert, die Kapazitäten jeweils zwischen den Sub-Elektroden und dem gegenüberliegenden Bereich des Meßobjektes und deren Mittelwert sowie der integrale Wert der Kapazität über alle Sub-Elektroden bestimmt und unter Einbeziehung der gemessenen Werte die 3D-Glättungstiefe berechnet.

Der auf diese Weise angegebene Wert der 3D-Glättungstiefe wird nicht aus punktuell durch aufeinanderfolgende Einzelmessungen gewonnenen Werten sondern durch inhärente Mittelwertbildung über eine Sensorfläche oder Mittelung der Einzelmeßwerte der Sub-Sensoren abgeleitet, weshalb eine wesentliche schnellere und apparativ weniger aufwendige Beurteilung der Oberflächengüte ermöglicht wird.

In weiterer Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß in einem dem Meßvorgang vorangehenden Kalibrierschritt der Minimalwert und der Maximalwert aus den zwischen den Sub-Elektroden und der Oberfläche des Meßobjektes bestimmten Kapazitätswerten ermittelt werden.

Der beim eigentlichen Meßvorgang erhältliche integrale Wert für die Kapazität zwischen Meßelektrode und Meßobjektoberfläche kann auf die Minimal- und Maximalwerte der Sub-Elektroden-Kapazitäten bezogen werden. Damit werden die gemessenen Kapazitätswerte mit den Höhenkoordinaten der Meßobjekt-Oberfläche korrelierbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigeschlossenen Zeichnungen eingehend erläutert. Es zeigt dabei

Fig.1 zeigt eine vergrößerte Draufsicht auf einen Teilbereich einer Ausführungsform einer Sensor-Meßfläche des erfindungsgemäßen Sensors;

Fig.2 einen Schnitt durch das Gehäuse einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sensors;

Fig.3 eine Schaltungsanordnung zur Messung der Kapazität zwischen einer Sub-Elektrode und der Meßobjekt-Oberfläche bzw. zwischen zwei Sub-Elektroden;

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht eines im Abstand von der Meßobjekt-Oberfläche positionierten erfindungsgemäßen Sensors und

Fig.5 eine weitere schematische Seitenansicht eines im Abstand von der Meßobjekt-Oberfläche positionierten erfindungsgemäßen Sensors.

Fig.2 zeigt einen vertikalen Schnitt durch einen Sensor zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjekts, z.B. eines Werkstückes, über welche etwa die Oberflächengüte eines solchen Meßobjekts bestimmt werden kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird eine kapazitive Meßmethode angewandt, die Erfindung ist aber nicht auf diese Art der Meßwerterfassung beschränkt. Zur technischen Realisierung stehen, wie nachfolgend noch erläutert werden wird, eine Fülle von Möglichkeiten zur Verfügung. Das Erfindungsprinzip wird aber zunächst anhand des in Fig.2 gezeigten kapazitiven Oberflächensensors beschrieben.

Bei diesem ist ein, eine Sensor-Meßfläche 4 aufweisendes Sensorelement vorgesehen, das mit seiner Sensor-Meßfläche 4 auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Meßobjektes positionierbar ist. Die Sensor-Meßfläche 4 beträgt für die Beurteilung gebräuchlicher Werkstück-Oberflächen ungefähr  $1 - 2 \text{ mm}^2$  (bis zu  $20 \text{ mm}^2$ ).

Eine wesentliche Größe bei der Beurteilung der Oberflächengüte stellt die Rauheit dar, die bisher nur mit sehr komplizierten und aufwendigen Apparaturen verlässlich ermittelt werden konnte. Besonders bei Meßobjekten mit einer sehr hohen Porosität, die, wie etwa bei Sinterteilen, durchaus in dieser Form gewünscht ist, weil das Werkstück z.B. ein ganz bestimmtes Restporenvolumen zur Aufnahme von bestimmten Schmierstoffen aufweisen soll, kann es bei Anwendung der bisher üblichen Bestimmungsmethoden zu einer Fehlbewertung kommen, da die relativ großen Poren von Sinterteilen jede Messung so beeinflussen, daß entsprechend hohe Rauheitswerte vorgetäuscht werden, obwohl die ganz außen liegende Funktionsoberfläche in Wirklichkeit eine sehr glatte Struktur aufweist. Um derartige Fehlmessungen zu vermeiden, müssen sehr hochauflösende Verfahren angewandt werden, die aber entsprechend lange Meßzeiten und hohe Kosten mit sich bringen.

Erfindungsgemäß werden die vorgenannten Probleme dadurch gelöst, daß die Sensor-Meßfläche 4 aus einer Vielzahl von Sub-Sensorelementen 6 zusammengesetzt ist.

Je nach Art der Meßmethode wird dabei der Sensor in mehrere, z.B. 100 bis 1000, vorzugsweise 400 Untereinheiten unterteilt, aus denen voneinander unabhängige Meßwerte gewonnen werden können.

Bei der im Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 angewandten kapazitiven Meßmethode ist die Sensor-Meßfläche 4 durch eine, aus einer Vielzahl von Sub-Elektroden 6 zusammengesetzten Meßelektrode gebildet, die elektrisch voneinander isoliert sind und die als Meßwert-Ausgang jeweils einen elektrischen Anschluß aufweisen, über den sie mit einer Auswertevorrichtung 3 (Fig.2) verbunden sind. Über diese elektrische Anschlüsse ist das Meßsignal der Elektroden 6 getrennt voneinander oder in Gruppen gleichzeitig abgreifbar, wodurch die Möglichkeit besteht, Einzelmeßwerte, insbesondere Minimal- und Maximalwerte oder integrale Meßwerte zu ermitteln.

Diese Unterteilung in eine Vielzahl von Sub-Elektroden erfolgt in der Praxis bevorzugt mit Hilfe von mikrosystemtechnischen Methoden auf Basis einer miniaturisierten Sensorfläche mit geeigneten Sub-Unterteilungen.

Der dabei genutzte physikalische Effekt muß sich aber nicht auf das elektrische Feld zwischen einer Meß-Elektrode und der Meßobjekt-Oberfläche beschränken, sondern kann ebenso andere geeignete Größen, z.B. magnetische, optische, piezo-elektrische oder pneumatische Größen, die mittels einer Vielzahl von Sub-Sensorelementen erfaßt werden können, betreffen.

Fig.1 zeigt einen Teil einer Meßelektrode, bei der die Sub-Elektroden 6 aus in einer Ebene angeordneten quadratischen Metallelektroden gebildet sind, die in Form einer Matrix angeordnet sind. Die einzelnen elektrischen Anschlüsse sind in Fig.1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt, können aber beispielsweise unter Anwendung eines mikrotechnischen Verfahrens zusammen mit den Sub-Elektroden aus einem geeigneten Substrat geätzt werden.

Die Sub-Elektroden 6 bilden dabei, sobald sie im richtigen Abstand von der zu vermessenden Oberfläche positioniert worden sind, jeweils eine Teilelektrode eines Kondensators (Fig.4), dessen anderer Teil durch einen Teilbereich der Oberfläche des Meßobjektes 7 gebildet ist, wobei als Dielektrikum entweder ein durch den Abstand zwischen den Sub-Elektroden 6 und der Meßobjekt-Oberfläche bestehender Luftspalt wirkt oder eine Schicht eines isolierenden Festkörpers bzw. eine entsprechende dielektrische Flüssigkeit, die zwischen die Meßobjekt-Oberfläche und die Sub-Elektroden 6 eingebracht worden ist.

Die Form der Sub-Elektroden 6 und ihre gegenseitige Beabstandung bzw. ihre Anordnung sind im Rahmen der Erfindung ebenfalls keinerlei Beschränkung unterworfen.

Aus geometrischen Gründen sind aus drei-, vier-, sechs- oder achteckigen Flächen gebildete Sub-Elektroden, die gleich voneinander beabstandet sind, in der Praxis die geeignetsten Realisierungsformen.

Werden die den Sub-Elektroden gegenüberliegenden Oberflächenbereiche des Meßobjektes 7 als zweite Elektrode des so gebildeten Plattenkondensators verwendet, so ist ein relativ hoher Leitfähigkeitswert des Meßobjektes Voraussetzung für das Funktionieren des erfindungsgemäßen Sensors. Für die Messung kann das Meßobjekt 7 durch eine leitfähige Verbindung oder Kontaktierung mit der Auswertevorrichtung 3, bzw. wie in Fig.4 angedeutet, mit Masse verbunden sein.

Sofern das Meßobjekt aus einem elektrisch nicht leitenden Material besteht und eine Erhöhung seiner Leitfähigkeit nicht möglich ist, kann auch die Kapazität zwischen jeweils zwei Sub-Elektroden 6 als Meßwert herangezogen werden, wie dies in Fig.5 gezeigt ist. Das Feld zwischen den zwei Sub-Elektroden 6 wird dabei durch die Oberfläche des Meßobjektes 7 entsprechend ihrer Beschaffenheit beeinflußt.

Analog dazu können bei einer optischen oder pneumatischen Sensor-Meßfläche 4 abwechselnd aktive und passive Sub-Sensorelemente vorgesehen sein, wobei jeweils die passiven Sub-Sensorelemente, z.B. Phototransistoren, Mikro-Drucksensoren das von der

Meßobjekt-Oberfläche zurückgegebene bzw. reflektierte Signal der benachbarten aktiven Sub-Sensorelemente, z.B. Photodioden, Mikro-Druckgeber in ein Meßsignal umwandeln.

Der erfindungsgemäße Sensor kann auch an die Kontur der Meßobjekt-Oberfläche angepaßt werden. Dies ist im einfachsten Fall durch Verwendung verschiedener Elektrodenformen möglich, es besteht aber auch die Möglichkeit, die Sensorelektrode so auszuführen, daß sie an das Meßobjekt, z.B. an dessen nominelle Oberflächengeometrie, z.B. die eines Zylinders anpaßbar wird. Auf diese Weise ergibt sich eine deutliche Verringerung von unerwünschten Streufeldern im Raum zwischen Elektrode und Meßobjekt. Weiters kann durch die Verwendung eines geeigneten Dielektrikums zwischen Sub-Elektroden und Meßobjekt-Oberfläche im Feldraum der Einfluß von Streufeldern noch weiter reduziert werden.

Dies kann z.B. dadurch geschehen, daß auf den Sub-Elektroden 6 eine aus einem Dielektrikum gebildete Schicht aufgebracht ist. Über diese Schicht können die Sub-Elektroden 6 mit der Oberfläche des Meßobjektes in Berührung gebracht werden.

Bei der in Fig.2 gezeigten Ausführungsform ist die aus Sub-Elektroden 6 zusammengesetzte Meßelektrode 4 zusammen mit der Auswertevorrichtung 3 in einem Sensorkopf 2 angeordnet, der aus einem an einer Seite offenen Hohlkörper gebildet ist. Bei der angewandten kapazitiven Meßmethode bewirken auch Leitungskapazitäten wie sie bei Verbindungsleitungen zwischen der Auswertevorrichtung 3 und den Sub-Elektroden 6 bestehen, einen deutlich meßbaren Störeinfluß auf das Meßergebnis. Durch die räumliche Nähe zwischen der Auswertevorrichtung 3 und der Meßelektrode 4 können jedoch die parasitären Kapazitäten gering gehalten werden, wodurch sich die Qualität des Meßsignals deutlich verbessert.

Die aus den Sub-Elektroden 6 zusammengesetzte Meßelektrode 4 ist an der offenen Seite des Hohlkörpers angebracht, sodaß diese mit dem Sensorkopf 2 auf die Oberfläche des Meßobjekts 7 oder in einem Abstand zu dieser positionierbar ist.

Einen großen Einfluß auf die Reproduzierbarkeit des Meßergebnisses hat die Sensorpositionierung auf der Meßobjektoberfläche selbst. Um eine genau definierte Aufsetzbewegung des erfindungsgemäßen Sensors zu ermöglichen, ist der Sensorkopf 2 mittels einer, in allen Richtungen über einen bestimmten Weg bzw. Winkelweg frei beweglichen kardanischen Aufhängung 5 oder eines mechanischen Äquivalents gegenüber einem an einer Seite offenen Sensorgehäuse 1 angeordnet, wobei der Sensorkopf 2 mit seiner offenen Seite aus der offenen Seite des Sensorgehäuses 1 vorragt.

Die kardanische Aufhängung bewirkt somit, daß der erfindungsgemäße Sensor auf dem gleichen Abschnitt des Meßobjektes 7 immer in definierter und reproduzierbarer Weise aufsetzt, weil der Sensorkopf 2 durch seine Bewegbarkeit gegenüber dem Sensorgehäuse 1 auf den lokal höchsten Punkten der Meßobjekt-Oberfläche zu liegen kommt. Ein Verkanten der Sensor-Meßfläche ist damit ausgeschlossen. Die Messung der Kapazität geschieht immer in Bezug auf diese lokal höchsten Erhebungen. Die beschriebene Anordnung der Sensor-Meßfläche 7 innerhalb des Sensorkopfes 2 und die kardanische Aufhängung bezüglich des Sensor-Gehäuses 1 ist für jedes Sensorprinzip anwendbar. Anstelle einer aus Sub-Elektroden 6 zusammengesetzten Sensor-Meßfläche 7 können also entsprechende optische, pneumatische, piezo-elektrische Sub-Sensoren o.ä. treten.

Die Messung der während des Meßvorganges zwischen den Sub-Elektroden 6 und der Meßobjekt-Oberfläche gebildeten Kapazitäten geschieht aus meßtechnischen Gründen mit Hilfe eines elektrischen Wechselfeldes, wobei bei der Messung die jeweils zu bestimmende Kapazität die Frequenz eines Oszillators beeinflusst, der z.B. mit einer Frequenz von 30 MHz schwingt. Aus der gemessenen Oszillator-Frequenz kann die zwischen der jeweiligen Sub-Elektrode 6 und der Meßobjekt-Oberfläche vorhandene Kapazität berechnet werden.

Eine dafür geeignete Meßanordnung ist in Fig. 3 gezeigt. Der aus einem Schmitt-Trigger 13 und den Widerständen 11, 12 und dem Kondensator 14 gebildete Oszillator gibt eine rechteckförmige Ausgangsspannung  $U_a$  aus, deren Frequenz in Abhängigkeit von einer am Oszillator-Eingang 15 parallel geschalteten Kapazität 10 ( $C_{\text{Mess}}$ ) variiert, welche die zu messende Kapazität, z.B. zwischen der Sub-Elektrode 6 und der Meßobjekt-Oberfläche repräsentiert. Die Ermittlung der Kapazität kann aber auch in anderer Form durchgeführt werden.

Die Frequenz des in Fig.3 gezeigten Schwingkreises ist somit ein Maß für die Kapazität zwischen der jeweiligen Sub-Elektrode 6 und der Oberfläche des Meßobjektes 7 und somit ein Maß für die Rauheit der Werkstückoberfläche.

Die in Form einer Matrix angeordneten Sub-Elektroden 6 können während der Messung unabhängig voneinander mit dem Oszillator-Eingang 15 verbunden werden. Sobald die Sensor-Meßfläche 4 relativ zur Meßobjekt-Oberfläche positioniert worden ist, können alle Sub-Elektroden 6 nacheinander mit dem Oszillator-Eingang 15 verbunden und in dem von der Meß-Oberfläche 4 überdeckten Oberflächenbereich der minimale und der maximale Kapazitätswert ermittelt werden, die mit den maximalen und minimalen Höhenkoordinaten im Oberflächenbereich korrelieren.

Im eigentlichen Meßvorgang werden vorzugsweise alle Sub-Elektroden 6 gemeinsam mit dem Oszillator-Eingang 15 verbunden und ein für die gesamte Sensor-Meßfläche 4 gültiger, integraler Kapazitätswert bestimmt. Wird dieser Meßwert in Relation zu den im vorangehenden Kalibriervorgang bestimmten minimalen und maximalen Kapazitäts-Meßwerte gesetzt, ergibt sich ein auf die Sensor-Meßfläche 4 bezogener Referenzwert. Auf diese Weise werden die gemessenen Kapazitätswerte mit den Höhenkoordinaten korrelierbar. Gleichzeitig bewirkt dieser Meßvorgang eine deutliche Reduktion des Einflusses die bei der Messung auftretenden, parasitären Kapazitäten.

Die in Sub-Elektroden 6 unterteilte Sensor-Meßfläche 4 kann sowohl zur Ermittlung eines Kalibrierwertes zur Sensorpositionierung als auch zur Berechnung eines Korrekturwertes für die direkte Messung von 3D-Oberflächenparametern, z.B der 3-D Glättungstiefe  $S_p$ , der mittleren 3D-Rauheit  $S_a$  und der 3D-Rautiefe  $S_t$  verwendet werden.

Im folgenden wird die Auswertung des Meßsignals zur Bestimmung der 3-D Glättungstiefe  $S_p$  eines Meßobjektes beschrieben. Diese Meßgröße ist auf Basis des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einem genormten Kennwert, wie er mit bisher in Verwendung stehenden Meßeinrichtungen bestimmt werden kann, korrelierbar.

Folgende Meßwerte werden während des Meßvorganges ermittelt:

- $C_{ges}$ : Kapazitätsmesswert über die gesamte Sensor-Meßfläche 4
- $C_{sub,avg}$ : Mittelwert der Kapazitätsmeßwerte aller Sub-Elektroden 6
- $C_{sub,min}$ : Minimaler Kapazitätsmesswert aller Sub-Elektroden 6
- $C_{sub,max}$ : Maximaler Kapazitätsmesswert aller Sub-Elektroden 6

Aus diesen Meßwerten können äquivalente Elektrodenabstände nach folgender Formel ermittelt werden:

$$d_{\text{äqu}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A_{\text{Sensor}}}{C_{\text{mess}}}$$

Für die Berechnung der äquivalenten Plattenabstände für die Subelektrodenmessungen ist für  $A_{\text{Sensor}}$  die Fläche einer Subelektrode 6 einzusetzen, ansonsten die gesamte Elektrodenfläche.

Somit entspricht der äquivalente Plattenabstand dem Elektrodenabstand eines äquivalenten Plattenkondensators mit ideal glatten Elektrodenflächen.

Nach obiger Formel können aus den angeführten Messwerten die zugehörigen äquivalenten Plattenabstände  $d_{ges}$ ,  $d_{sub,avg}$ ,  $d_{sub,min}$  und  $d_{sub,max}$  ermittelt werden.

### *3D-Glättungstiefe $S_p$ :*

In gleicher Weise wie im zweidimensionalen ein mittleres Profil so definiert wird, daß die Summe der eingeschlossenen Flächenstücke oberhalb und unterhalb dieser Linie gleich sind, kann man im dreidimensionalen eine mittlere Fläche so definieren, daß die Summe der eingeschlossenen Volumina oberhalb und unterhalb dieser Fläche gleich sind.

### *Ermittlung der 3D-Glättungstiefe $S_p$ :*

Setzt man die Werte für  $S_p$  und  $d_{sub,avg}$  zueinander in Beziehung und zieht den (bekannten) Sensorabstand  $d_{sensor}$  ab, so zeigen diese Werte bereits eine relativ gute Übereinstimmung. Als problematisch erweist sich allerdings, daß die Differenz dieser Werte mit steigender Rauheit zunimmt. Daher wird ein Korrekturfaktor  $k_1$  berechnet, mit dessen Hilfe aus dem Wert  $d_{sub,avg}$  der Wert  $S_p$  ermittelt werden kann

$$d_{sub,avg1} = d_{sub,avg} - d_{Sensor}$$

$$k_1 = \frac{d_{ges}}{d_{sub,avg}}$$

$$d_{sub,avg2} = \frac{1}{k_1} \cdot d_{sub,avg1}$$

Der Faktor  $k_1$  ist ein Maß dafür, wie "uneben" die Fläche ist, für eine ideal glatte Fläche wäre dieser Wert = 1. Genau diese Unebenheit wird aber durch die Glättungstiefe letztendlich beschrieben, daher führt der um den Faktor  $1/k_1$  korrigierte Wert  $d_{sub,avg2}$  zu einer verbesserten Beurteilung der Glättungstiefe, der maximale relative Fehler liegt im Bereich von ca. 2 %.

Somit ergibt sich die 3D-Glättungstiefe aus den Kapazitätsmeßwerten und den bekannten Sensorabmessungen zu

$$S_p \approx \frac{C_{ges}}{C_{sub,avg}} \cdot \frac{A_{sub}}{A_{ges}} \cdot \left( \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A_{sub}}{C_{sub,avg}} - d_{Sensor} \right)$$

Wie bereits erwähnt, beschränkt sich der Erfindungsgedanke nicht auf die Messung mittels einer bestimmten physikalischen Größe und kann daher auf verschiedenartige Weise umgesetzt werden.

So kann die Bestimmung der Rauigkeit auch durch Beleuchtung eines auf wenige mm<sup>2</sup> begrenzten Oberflächenbereiches und Auswertung des von der Oberfläche reflektierten Lichtes über eine opto-elektronische Bildpunkt-Wandlung erfolgen. Erhöhungen und Vertiefungen erscheinen als Lichtintensitäts- oder Lichtfarbensignal.

Eine Unterteilung der Sensor-Meßfläche wird durch einen vielsegmentigen Mikrospiegel erreicht, der von einem Laserlichtstrahl angestrahlt wird und das Licht punktweise auf die Oberfläche des Meßobjektes lenkt. Dort wird es reflektiert und nimmt denselben Weg wie das auf die Oberfläche gelenkte Licht bis zu einem Strahlteiler, über den die reflektierten Lichtstrahlen zu photo-elektrischen Wandlern gelangen, welche die Auswertung übernehmen. Alternativ dazu kann das von einer beleuchteten Oberfläche reflektierte Licht über eine Abbildungsoptik direkt auf ein opto-elektrisches Dioden-Array gelangen und so punktförmig ausgewertet werden.

Weiters kann auch Laserlicht über eine, aus vielen Einzelsegmenten, z.B. Photodioden gebildete, opto-elektronische Lichtventil-Matrix in Form einer Lichtpunkt-Matrix auf die Meßobjekt- Oberfläche gestrahlt werden und das reflektierte Licht räumlich getrennt detektiert und in elektronische Meßsignale gewandelt werden.

Genauso ist es auch denkbar, eine Sensor-Meßfläche aus einer Vielzahl von Piezo-Aktuatoren oder auf anderen Kraftwechselwirkungen mit der Oberfläche beruhenden Aktuatoren zusammenzusetzen. Die Auswertung der gemessenen Meßsignale geschieht in analoger Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Sensor zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjekts, z.B. eines Werkstückes, mit einem zumindest eine Sensor-Meßfläche aufweisenden Sensorelement, das mit seiner Sensor-Meßfläche auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Meßobjekts positionierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensor-Meßfläche (4) aus einer Vielzahl von Sub-Sensorelementen (6) mit separaten Meßwert-Ausgängen bzw. mit separaten Meßwert-Wandlern zusammengesetzt ist.
2. Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus Sub-Sensorelementen (6) zusammengesetzte Sensor-Meßfläche (4) in einem Sensorkopf (2) angeordnet ist, der aus einem an einer Seite offenen Hohlkörper gebildet ist, und daß die aus den Sub-Sensorelementen (6) zusammengesetzte Sensor-Meßfläche (4) an der offenen Seite des Sensorkopfes (2) angebracht ist, sodaß diese mit dem Sensorkopf (2) auf der Oberfläche des Meßobjekts oder in einem Abstand zu dieser positionierbar ist.
3. Sensor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sensorkopf (2) mittels einer über einen bestimmten Weg bzw. Winkelweg in allen Richtungen frei beweglichen kardanischen Aufhängung (5) gegenüber einem an einer Seite offenen Sensorgehäuse (1) angeordnet ist, wobei der Sensorkopf (2) – in seiner nicht applizierten Lage - mit seiner offenen Seite aus der offenen Seite des Sensorgehäuses (1) vorragt.
4. Sensor nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eines der Sub-Sensorelemente (6), vorzugsweise über eine Klemmeinrichtung, lösbar mit der Sensor-Meßfläche (4) verbunden ist.
5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensor-Meßfläche durch eine, aus einer Vielzahl von Sub-Elektroden (6) zusammengesetzten Meßelektrode (4) gebildet ist, die elektrisch voneinander isoliert sind und als Meßwert-Ausgang jeweils einen elektrischen Anschluß aufweisen, über den sie mit einer Auswertevorrichtung (3) verbunden sind.

6. Sensor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sub-Elektroden aus der nominellen Oberflächengeometrie des Meßobjekts angepaßten Metallelektroden (6) gebildet sind.
7. Sensor nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf den Sub-Elektroden eine aus einem Dielektrikum gebildete Schicht aufgebracht ist.
8. Sensor nach Anspruch 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sub-Elektroden aus drei-, vier-, sechs- oder achteckigen Flächen gebildet sind, die gleich voneinander beabstandet sind.
9. Sensor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sub-Elektroden (6) quadratisch ausgebildet und in Form einer Matrix angeordnet sind.
10. Sensor nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus Sub-Elektroden (6) zusammengesetzte Meßelektrode (4) zusammen mit der Auswertevorrichtung (3) in dem Sensorkopf (2) angeordnet ist.
11. Sensor nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sub-Sensorelemente mikrosystemtechnisch gefertigt sind.
12. Verfahren zur Bestimmung von Oberflächenparametern eines Meßobjekts, z.B. eines Werkstückes unter Verwendung eines Sensors nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Sensorelement mit seiner aus den Sub-Elektroden (6) zusammengesetzten Meßelektrode (4) auf der oder in einem Abstand zur Oberfläche des Meßobjekts (7) positioniert wird, daß die Kapazitäten jeweils zwischen den Sub-Elektroden (6) und dem gegenüberliegenden Bereich des Meßobjektes (7) und deren Mittelwert sowie der integrale Wert der Kapazität über alle Sub-Elektroden (7) bestimmt wird, und daß unter Einbeziehung der gemessenen Werte die 3D-Glättungstiefe berechnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem dem Meßvorgang vorangehenden Kalibrierschritt der Minimalwert und der Maximalwert aus den

zwischen den Sub-Elektroden(6) und der Oberfläche des Meßobjektes (7) bestimmten Kapazitätswerten ermittelt.

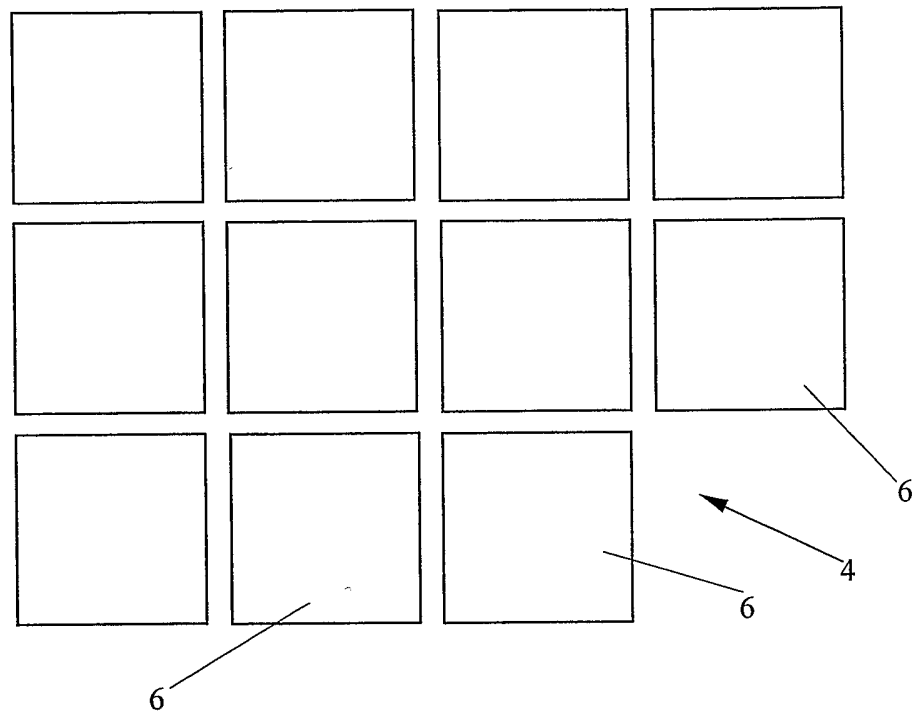


FIG.1

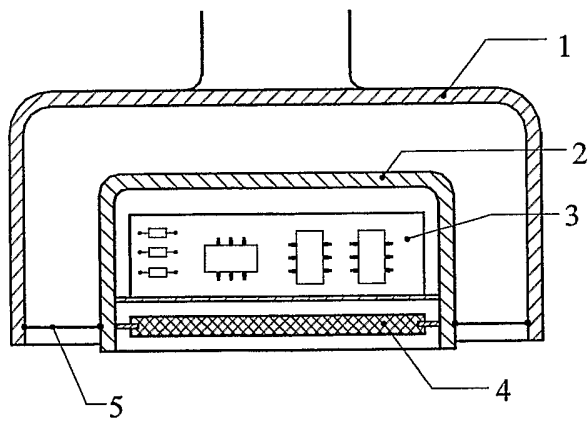


FIG.2

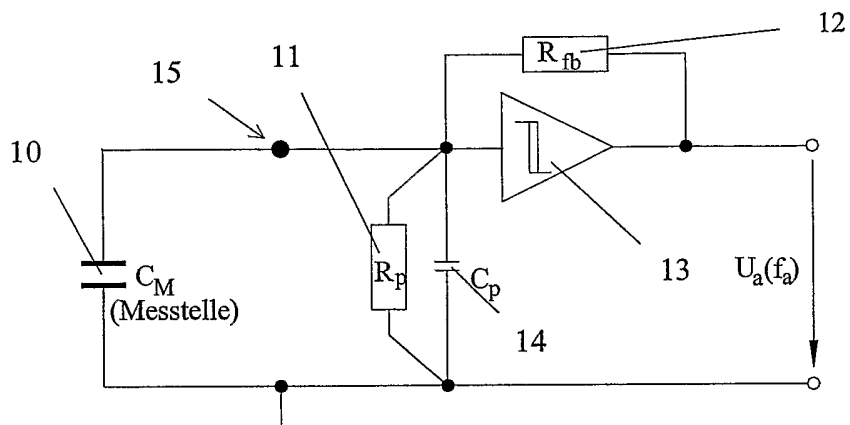


FIG.3

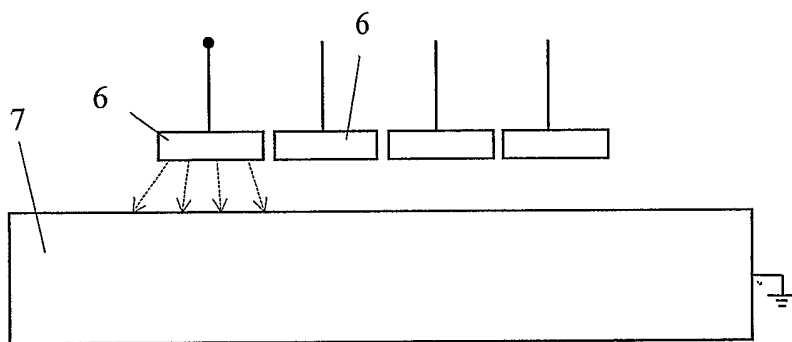


FIG.4

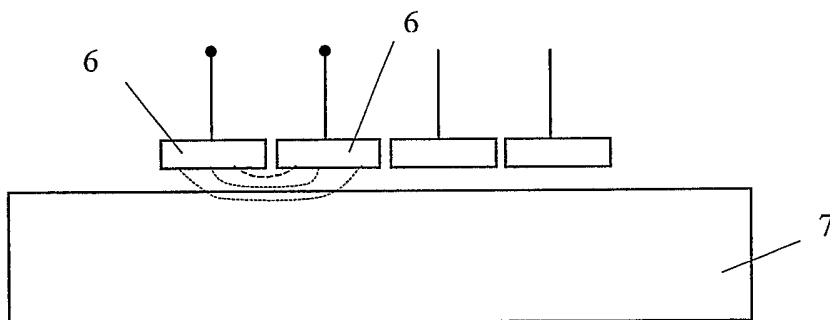


FIG.5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 02/00243

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G01B7/34 G01B7/287

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 G01B

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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 841 078 A (MILLER ROBERT J ET AL) 24 November 1998 (1998-11-24) column 5, line 11 - line 36 column 6, line 16 - line 40 column 7, line 27 - line 40 column 8, line 37 - line 65 claim 3 figures 1,2,16	1,11-13
X	US 4 766 389 A (RHOADES LAWRENCE J ET AL) 23 August 1988 (1988-08-23) column 2, line 59 - column 3, line 10 column 4, line 20 - line 48 column 8, line 34 - line 41 column 9, line 64 - column 11, line 7 figures 1-4	1,2,11
A		3-10,12, 13

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

18 November 2002

Date of mailing of the international search report

26/11/2002

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

Grand, J-Y

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/AT 02/00243

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6 April 2001 (2001-04-06) & JP 2000 338025 A (CANON INC), 8 December 2000 (2000-12-08) abstract figure 1 -----	1
X	GB 2 312 514 A (SENSATECH LTD) 29 October 1997 (1997-10-29) page 2, line 26 -page 3, line 8 page 4, line 14 -page 5, line 14 page 9, line 3 - line 11 figures 1,2 -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/AT 02/00243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5841078	A	24-11-1998	US 5648642 A 15-07-1997
			DE 69324067 D1 29-04-1999
			DE 69324067 T2 15-07-1999
			EP 0574213 A1 15-12-1993
			US 6414671 B1 02-07-2002
			US 6028271 A 22-02-2000
			US 5374787 A 20-12-1994
			US 5543588 A 06-08-1996
			US 5495077 A 27-02-1996
			US 5914465 A 22-06-1999
			US 5543590 A 06-08-1996
			US 5543591 A 06-08-1996
			US 5488204 A 30-01-1996
			US 6239389 B1 29-05-2001
			US 5942733 A 24-08-1999
			US 5889236 A 30-03-1999
			US 5880411 A 09-03-1999
			US 5861583 A 19-01-1999
			US 6380931 B1 30-04-2002
US 4766389	A	23-08-1988	AU 596873 B2 17-05-1990
			AU 7966287 A 24-03-1988
			EP 0281610 A1 14-09-1988
			JP 1501654 T 08-06-1989
			JP 2743977 B2 28-04-1998
			WO 8801747 A1 10-03-1988
			US 4908574 A 13-03-1990
JP 2000338025	A	08-12-2000	NONE
GB 2312514	A	29-10-1997	GB 2340248 A ,B 16-02-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 02/00243

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 G01B7/34 G01B7/287

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 G01B

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)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 841 078 A (MILLER ROBERT J ET AL) 24. November 1998 (1998-11-24) Spalte 5, Zeile 11 - Zeile 36 Spalte 6, Zeile 16 - Zeile 40 Spalte 7, Zeile 27 - Zeile 40 Spalte 8, Zeile 37 - Zeile 65 Anspruch 3 Abbildungen 1,2,16	1,11-13
X	US 4 766 389 A (RHOADES LAWRENCE J ET AL) 23. August 1988 (1988-08-23) Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 10 Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 48 Spalte 8, Zeile 34 - Zeile 41 Spalte 9, Zeile 64 - Spalte 11, Zeile 7 Abbildungen 1-4	1,2,11
A	---	3-10,12,13
	---	-/--

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 Abschlusses der internationalen Recherche

18. November 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Grand, J-Y

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 02/00243

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6. April 2001 (2001-04-06) & JP 2000 338025 A (CANON INC), 8. Dezember 2000 (2000-12-08) Zusammenfassung Abbildung 1 -----	1
X	GB 2 312 514 A (SENSATECH LTD) 29. Oktober 1997 (1997-10-29) Seite 2, Zeile 26 -Seite 3, Zeile 8 Seite 4, Zeile 14 -Seite 5, Zeile 14 Seite 9, Zeile 3 - Zeile 11 Abbildungen 1,2 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 02/00243

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5841078	A	24-11-1998	US 5648642 A	15-07-1997
			DE 69324067 D1	29-04-1999
			DE 69324067 T2	15-07-1999
			EP 0574213 A1	15-12-1993
			US 6414671 B1	02-07-2002
			US 6028271 A	22-02-2000
			US 5374787 A	20-12-1994
			US 5543588 A	06-08-1996
			US 5495077 A	27-02-1996
			US 5914465 A	22-06-1999
			US 5543590 A	06-08-1996
			US 5543591 A	06-08-1996
			US 5488204 A	30-01-1996
			US 6239389 B1	29-05-2001
			US 5942733 A	24-08-1999
			US 5889236 A	30-03-1999
			US 5880411 A	09-03-1999
			US 5861583 A	19-01-1999
			US 6380931 B1	30-04-2002
<hr/>				
US 4766389	A	23-08-1988	AU 596873 B2	17-05-1990
			AU 7966287 A	24-03-1988
			EP 0281610 A1	14-09-1988
			JP 1501654 T	08-06-1989
			JP 2743977 B2	28-04-1998
			WO 8801747 A1	10-03-1988
			US 4908574 A	13-03-1990
<hr/>				
JP 2000338025	A	08-12-2000	KEINE	
<hr/>				
GB 2312514	A	29-10-1997	GB 2340248 A ,B	16-02-2000
<hr/>				