

(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  
18. April 2002 (18.04.2002)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/31433 A1**

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01B 7/02**, 7/06

**REINDL, Norbert** [DE/DE]; Voglarn 18, 94081 Fürstentzell (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03031

(74) **Anwalt: ULLRICH & NAUMANN**; Luisenstrasse 14, 69115 Heidelberg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
8. August 2001 (08.08.2001)

(81) **Bestimmungsstaaten (national)**: JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität**:  
100 50 193.1 9. Oktober 2000 (09.10.2000) DE

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)**: **MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GMBH & CO.KG** [DE/DE]; Königbacher Strasse 15, 94496 Ortenburg (DE).

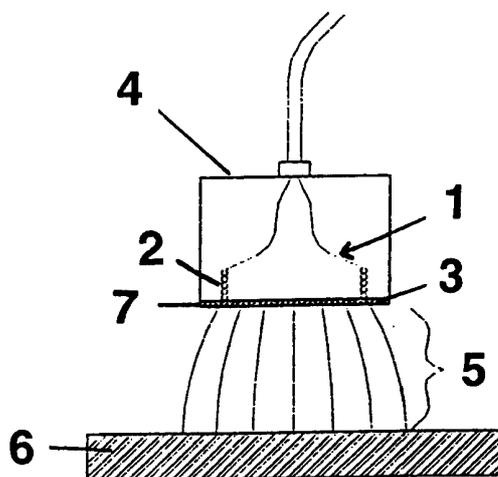
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US)**: **HRUBES, Franz** [DE/DE]; Karpfham Bhf. 16, 94094 Rottalmünster (DE).

(54) **Title**: SENSOR ASSEMBLY

(54) **Bezeichnung**: SENSORANORDNUNG



(57) **Abstract**: The invention relates to a sensor assembly comprising a first sensor (1), which preferably has a measuring coil (2) that functions, in particular, according to the eddy current principle, and comprising a second sensor (3), whereby both sensors (1, 3) are arranged inside a housing (4). The inventive sensor assembly is designed and further developed in order to reduce the influence of the sensors on one another. To this end, a layer (7), which is an active component of the second sensor (3), is provided on the measuring side of the housing (4).

(57) **Zusammenfassung**: Eine Sensoranordnung mit einem ersten Sensor (1), der vorzugsweise eine insbesondere nach dem Wirbelstromprinzip arbeitende Messspule (2) aufweist, und mit einem zweiten Sensor (3), wobei die beiden Sensoren (1, 3) in einem Gehäuse (4) angeordnet sind, ist im Hinblick auf eine Verminderung der Beeinflussung der Sensoren untereinander derart ausgestaltet und weitergebildet, dass auf der Messseite des Gehäuses (4) eine Schicht (7) ausgebildet ist, die ein aktives Bauteil des zweiten Sen-

sors (3) ist.



WO 02/31433 A1

## SENSORANORDNUNG

Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung mit einem ersten Sensor, der vorzugsweise eine insbesondere nach dem Wirbelstromprinzip arbeitende Messspule aufweist, und mit einem zweiten Sensor, wobei die beiden Sensoren in einem Gehäuse angeordnet sind.

Sensoranordnungen dieser Art sind seit langem aus der Praxis bekannt. Lediglich beispielhaft wird auf die DE 43 27 712 C2 verwiesen, aus der eine Sensoranordnung zum Erfassen von Eigenschaften der Oberflächenschicht eines metallischen Targets bekannt ist. Diese Sensoranordnung weist eine Kombination von einem Wirbelstromsensor und einem Wegmesssensor auf. Der Wirbelstromsensor und der Wegmesssensor sind dabei in einer Achse angeordnet, wobei der Wegmesssensor im Inneren der Messspule des Wirbelstromsensors und parallel zur Spulenachse angeordnet ist.

Die in der DE 43 27 712 C2 beschriebene Sensoranordnung ist besonders dahingehend problematisch, dass die Verschachtelung der Sensoren eine gegenseitige Beeinflussung der Sensoren untereinander bewirkt. Diese wechselseitige Beeinflussung behaftet die Messung mit Fehlern, die im Gegensatz zu Fehlern, die beispielsweise durch Temperaturänderungen während der Messung bedingt sind, nur schlecht zu kompensieren sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Sensoranordnung der eingangs genannten Art anzugeben, bei der eine Beeinflussung der Sensoren untereinander vermindert wird.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Sensoranordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach ist die in Rede stehende Sensoranordnung derart ausgestaltet und weitergebildet, dass auf der Messseite des Gehäuses eine Schicht ausgebildet ist, die ein aktives Bauteil des zweiten Sensors ist.

In erfindungsgemäßer Weise ist erkannt worden, dass die Kompensation der wechselseitigen Beeinflussung von Sensoren sich äußerst schwierig gestaltet und das daher geeignete Massnahmen ergriffen werden müssen, um die aus einer solchen Beeinflussung resultierenden Fehler weitestgehend zu minimieren. Eine Verminderung solcher Fehler kann in erfindungsgemäßer Weise dadurch erreicht werden, dass eine auf der Messseite des Gehäuses ausgebildete Schicht ein aktives Bauteil des zweiten Sensors ist. Verschiedene Sensoren, aber auch unterschiedliche Sensorarten können auf diese Weise besonders einfach miteinander in Verbindung gebracht und sogar ineinander verschachtelt werden, ohne dass die Messungen stark beeinträchtigt werden.

Hinsichtlich einer besonders funktionellen Ausgestaltung könnte das aktive Bauteil zumindest eine aktive Messfläche aufweisen. Im Rahmen einer besonders komplexen Verschachtelung von Sensoren bzw. Sensorarten könnte das aktive Bauteil auch mehrere aktive Messflächen umfassen. Dies wäre besonders dann von Vorteil, wenn die Sensoranordnung noch zusätzlich zum ersten und zweiten Sensor weitere Sensoren aufweist. Die Messflächen der einzelnen Sensoren könnten dann individuell aufeinander abgestimmt werden.

Die Schicht könnte elektrisch halbleitend bis leitend ausgestaltet sein, so dass die Auswahl an Materialien, aus denen die Schicht hergestellt werden kann, besonders groß ist. Das Material der Schicht könnte dann besonders gut auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt werden, ohne dass bei der Auswahl des Materials eine Beschränkung auf Materialien mit bestimmten elektrischen Eigenschaften nötig wäre.

In besonders vorteilhafter Weise könnte der elektrische Widerstand der Schicht bekannt sein. Die Schicht könnte beispielsweise einen niederohmigen elektrischen Widerstand, von beispielsweise 100  $\Omega$  oder mehr, aufweisen. Bei diesem verhältnismäßig niederohmigen elektrischen Widerstand der Schicht ist der Wirbelstromeffekt in der Schicht schon soweit reduziert, dass die Messspule eines Sensors, beispielsweise eines Wirbelstromsensors, durch die Schicht kaum noch beeinflusst wird, also quasi durch sie „hindurchsieht“.

Die Schicht könnte allerdings auch einen hochohmigen elektrischen Widerstand aufweisen. Bei einem hohen elektrischen Widerstand der Schicht wäre dann überhaupt keine Beeinflussung durch Wirbelströme feststellbar.

Hinsichtlich einer besonders guten Eignung der Schicht als aktives Bauteil für den zweiten oder auch für zusätzliche Sensoren könnte die Schicht im Wesentlichen aus einem graphithaltigen Material hergestellt sein. Dieses graphithaltige Material könnte eine Widerstandspaste sein, die aufgedruckt und getrocknet oder eingebrannt sein könnte.

Alternativ könnte die Schicht auch eine besonders gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Die Schicht könnte in diesem Fall so ausgestaltet sein, dass trotz der guten elektrischen Leitfähigkeit keine Wirbelströme in der Schicht induziert werden können. Dies könnte beispielsweise dadurch erreicht werden, dass quer zur Fließrichtung der Wirbelströme, d.h. radial zur Achse der Messspule des Sensors, Schlitze in die Schicht eingebracht werden. Eine Ausbreitung von Wirbelströmen in der Schicht könnte somit wirksam vermieden werden.

Eine elektrisch gut leitfähige Schicht könnte allerdings auch so ausgestaltet sein, dass Wirbelströme in der Schicht verursacht werden können. In besonders vorteilhafter Weise könnte dann die Intensität der in der Schicht fließenden Wirbelströme bekannt sein. Die Intensität der Wirbelströme könnte dann, auch für weitere Messungen, als definiert angesehen werden, wobei das elektrische Feld nach der Formel für die Eindringtiefe – Skineffekt – bzw. Schirmwirkung geschwächt werden würde. Bei einer weiteren Signalverarbeitung des Sensorsignals könnten die Wirbelströme dann während der Messung berücksichtigt und kompensiert werden.

Es besteht dabei folgender Zusammenhang zwischen der von hochfrequenten Wirbelströmen in Metalloberflächen und der Frequenz  $f$  dieser Wirbelströme, der Leitfähigkeit  $\rho$  sowie der Permeabilität  $\mu_r$ :

$$\text{Eindringtiefe [mm]} = 0,503 \cdot \sqrt{\frac{\rho \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]}{\mu_r \cdot f [\text{MHz}]}}$$

Auch durch das geschwächte Feld könnte dann ein elektrisch leitender Target in der Position  $x$  detektiert werden. Anstelle des Stroms

$$I(x) = I_0 e^{-ax}$$

würde dann an einer Position  $x$

$$I(x) = I_1 e^{-bx}$$

gelten, wobei  $a$  und  $b$  die beiden jeweiligen Eindringtiefen repräsentieren. Voraussetzung für eine Detektion des Targets wäre in diesem Fall allerdings, dass die Dicke der Schicht wesentlich kleiner als die theoretische Eindringtiefe der Wirbelströme wäre.

Mittels des ersten Sensors und/oder des zweiten Sensors könnte ein Target detektierbar sein. Diese Detektion wäre somit auch dann möglich, wenn die Sensoranordnung mit einer Schicht beliebigen Materials abgedeckt ist.

In besonders vorteilhafter Weise könnte mittels des ersten Sensors und/oder des zweiten Sensors auch der Abstand zu einem Target detektierbar sein. Durch Messung des Abstands zum Target wäre es beispielsweise möglich Fehler, die durch die Änderung des Abstands während der Messung entstehen, weitestgehend zu kompensieren.

Es wäre auch möglich, mittels des ersten Sensors und/oder des zweiten Sensors ein zwischen dem Gehäuse und dem Target angeordnetes Dielektrikum zu detektieren. Auf diese Art ließen sich veränderliche Medien im Zwischenspalt messen.

Im Hinblick auf eine besonders variable Ausgestaltung der Sensoranordnung könnte die Messspule des ersten Sensors vor oder hinter, aber auch um die Schicht bzw. die aktive Messfläche herum angeordnet sein.

Der erste Sensor könnte in besonders vorteilhafter Weise als Wirbelstromsensor oder induktiver Sensor ausgeführt sein. Alternativ hierzu könnten der erste Sensor auch als Ultraschallsensor ausgeführt sein.

Bei dem zweiten Sensor könnte es sich in besonders vorteilhafter Weise um einen kapazitiven Sensor handeln. Dies wäre von besonderem Vorteil, wenn mittels des ersten Sensors der Abstand zu einem Target detektiert werden würde, da in diesem Fall mit dem kapazitiven Sensor das Volumen bzw. die Schichtdicke eines bekannten zwischen dem Gehäuse und dem Target angeordneten Dielektrikums festgestellt werden könnte.

Im Rahmen einer besonders funktionellen Ausgestaltung könnte auf der Messseite des Gehäuses mindestens eine weitere Schicht ausgebildet sein. Die Schichten könnten hierbei übereinander angeordnet sein. Hierdurch wäre es in besonders vorteilhafter Weise möglich, mehrere Sensorarten in Verbindung zubringen, ohne dass die Sensoren sich untereinander beeinflussen. Besonders wenn die als aktives Bauteil ausgebildete Schicht bzw. die Schichten in mehrere aktive Messflächen aufgeteilt sind, könnten die Sensoren beispielsweise auch unabhängig voneinander voll funktionsfähig sein oder es wäre z.B. möglich, dass die kapazitive Kopplung zwischen mehreren Flächen über ein Target detektiert werden kann.

Im Hinblick auf eine besonders robuste Bauweise der Sensoranordnung könnte die Schicht mit einer Schutzschicht bedeckt sein. Diese Schutzschicht wäre dabei derart ausgeführt, dass sie Messung der Sensoranordnung nicht beeinflusst. Dies wäre von besonderem Vorteil, wenn die Sensoranordnung und/oder das Target in Bewegung wäre und die Sensoranordnung auch für einen Kontakt mit dem Target geeignet sein müsste.

Hinsichtlich einer besonders funktionellen und variablen Ausgestaltung könnten die beiden Sensoren unabhängig voneinander betreibbar sein. Es wäre allerdings auch möglich, dass mindestens einer der beiden Sensoren unabhängig von mehreren anderen zusätzlichen Sensoren betreibbar wäre.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Sensoranordnung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Sensoranordnung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltung und Weiterbildung der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung, ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung,

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung, ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung mit einem zwischen Sensoranordnung und Target angeordneten Dielektrikum und

Fig. 3 die ideale Stromverteilung in einem Target.

Fig. 1 zeigt eine Sensoranordnung, die einen ersten Sensor 1 mit einer nach dem Wirbelstromprinzip arbeitenden Messspule 2, und einen zweiten Sensor 3 umfasst. Der erste Sensor 1 und der zweite Sensor 3 sind in einem Gehäuse 4 angeordnet, wobei das Gehäuse 4 sich in einem Abstand 5 zu einem Target 6 befindet.

In erfindungsgemäßer Weise ist auf der Messseite des Gehäuses 4 eine Schicht 7 ausgebildet, die ein aktives Bauteil des zweiten Sensors 3 ist. Das aktive Bauteil des Sensors 3 ist hierbei ein aktive Messfläche. Die Schicht 7 weist einen niederohmigen elektrischen Widerstand auf, der ca.  $100 \Omega$  beträgt. Der Wirbelstromeffekt in der Schicht 7 ist daher soweit reduziert, dass der Sensor durch die Schicht 7 kaum beeinflusst wird, quasi durch sie „hindurchsieht“.

Der erste Sensor 1 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Wirbelstromsensor ausgeführt, dessen Messspule 2 hinter der Schicht 7 angeordnet ist. Der zweite Sensor 3

ist als kapazitiver Sensor ausgeführt, wobei die Schicht 7 die aktive Messfläche des kapazitiven zweiten Sensors 3 ist.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sensoranordnung. Die Sensoranordnung weist ebenfalls einen ersten Sensor 1 mit einer nach dem Wirbelstromprinzip arbeitenden Messspule 2, und einen zweiten Sensor 3 auf. Der erste Sensor 1 und der zweite Sensor 3 sind in einem Gehäuse 4 angeordnet, wobei das Gehäuse 4 sich in einem Abstand 5 zu einem Target 6 befindet.

Auf der Messseite des Gehäuses 4 ist eine Schicht 7 angeordnet, die ein aktives Bauteil des zweiten Sensors 3 ist. Das aktive Bauteil weist auch hier eine aktive Messfläche auf, um die die Messspule 2 angeordnet ist.

Der erste Sensor 1 ist wiederum als Wirbelstromsensor und der zweite Sensor 3 als kapazitiver Sensor ausgeführt. Mittels des zweiten Sensors 3 ist ein zwischen dem Gehäuse 4 und dem Target 6 angeordnetes Dielektrikum 8 detektierbar.

Die Schicht 7 weist in diesem Ausführungsbeispiel eine gute elektrische Leitfähigkeit auf, so dass in der Schicht 7 Wirbelströme verursacht werden. Diese Wirbelströme können aber bei weiteren Messungen als definiert angesehen werden. Das elektrische Feld wird nach der Formel für die Eindringtiefe geschwächt.

$$\text{Eindringtiefe [mm]} = 0,503 \cdot \sqrt{\frac{\rho \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]}{\mu_r \cdot f [\text{MHz}]}}$$

Die Schwächung ist in Fig. 3 durch die Position a dargestellt. Durch die in der Schicht induzierten Wirbelströme gilt an einer definierten Stelle x nicht mehr die Stromverteilung  $I_0 e^{-ax}$  sondern der geschwächte Strom  $I_1 e^{-bx}$ .

Hinsichtlich weiterer Details wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die allgemeine Beschreibung verwiesen.

Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

## Patentansprüche

1. Sensoranordnung mit einem ersten Sensor (1), der vorzugsweise eine insbesondere nach dem Wirbelstromprinzip arbeitende Messspule (2) aufweist, und mit einem zweiten Sensor (3), wobei die beiden Sensoren (1, 3) in einem Gehäuse (4) angeordnet sind,  
dadurch gekennzeichnet, dass auf der Messseite des Gehäuses (4) eine Schicht (7) ausgebildet ist, die ein aktives Bauteil des zweiten Sensors (3) ist.
2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aktive Bauteil mindestens eine aktive Messfläche aufweist.
3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das aktive Bauteil mehrere aktive Messflächen aufweist.
4. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) elektrisch halbleitend bis leitend ist.
5. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Widerstand der Schicht (7) bekannt ist.
6. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) einen niederohmigen elektrischen Widerstand aufweist.
7. Sensoranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Widerstand der Schicht (7) ungefähr  $100 \Omega$  ist.
8. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) einen hochohmigen elektrischen Widerstand aufweist.
9. Sensoranordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) im Wesentlichen aus einem graphithaltigen Material hergestellt ist.

10. Sensoranordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) im Wesentlichen aus einer Widerstandspaste hergestellt ist.
11. Sensoranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Widerstandspaste aufgedruckt und getrocknet oder eingebrannt ist.
12. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweist.
13. Sensoranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Schicht (7) wesentlich kleiner als die theoretische Eindringtiefe der Wirbelströme ist.
14. Sensoranordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) Schlitze aufweist.
15. Sensoranordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitze quer zur Flussrichtung der Wirbelströme, radial zur Achse der Messspule (2) des ersten Sensors (1) angeordnet sind.
16. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Intensität der in der Schicht (7) fließenden Wirbelströme bekannt ist.
17. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des ersten Sensors (1) und/oder des zweiten Sensors (3) ein Target (6) detektierbar ist.
18. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des ersten Sensors (1) und/oder des zweiten Sensors (3) der Abstand zu einem Target (6) detektierbar ist.

19. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des zweiten Sensors (3) ein zwischen dem Gehäuse (4) und dem Target (6) angeordnetes Dielektrikum (8) detektierbar ist.
20. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Messspule (2) vor der Schicht (7) angeordnet ist.
21. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Messspule (2) hinter der Schicht (7) angeordnet ist.
22. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Messspule (2) neben der Schicht (7) angeordnet ist.
23. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Messspule (2) um die Schicht (7) herum angeordnet ist.
24. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (1) ein Wirbelstromsensor oder induktiver Sensor ist.
25. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Sensor (1) ein Ultraschallsensor ist.
26. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Sensor (3) ein kapazitiver Sensor ist.
27. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Messseite des Gehäuses (4) mindestens eine weitere Schicht ausgebildet ist.
28. Sensoranordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichten übereinander angeordnet sind.
29. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (7) mit einer Schutzschicht bedeckt ist.

30. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sensoren (1, 3) und ggf. weitere Sensoren unabhängig voneinander betreibbar sind.

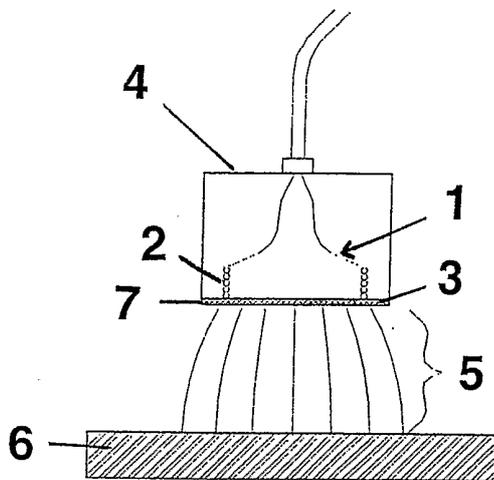


Fig. 1

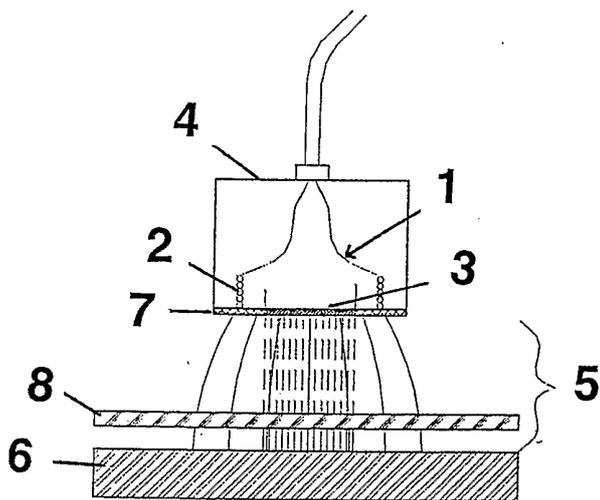


Fig. 2

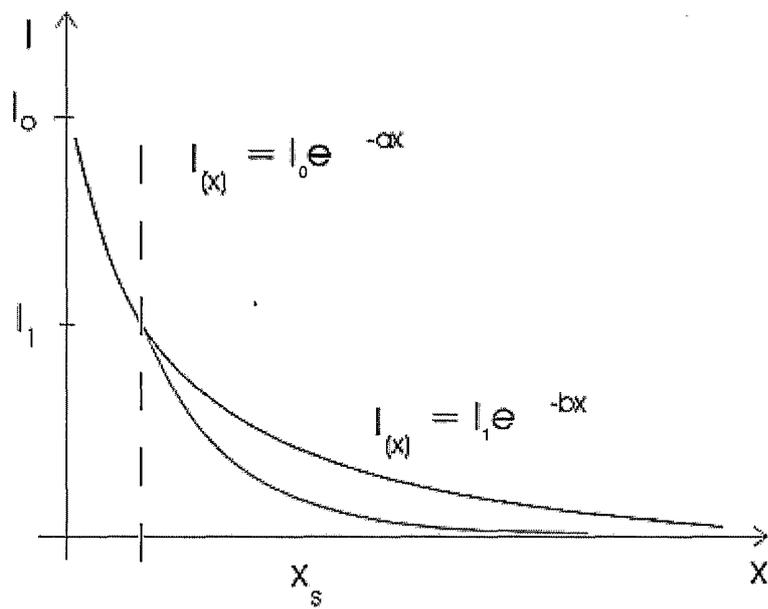


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati	Application No
	PCT/DE 01/03031

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G01B7/02 G01B7/06

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 B29C G01B G01N

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	US 5 302 894 A (HRUBES FRANZ) 12 April 1994 (1994-04-12)  column 3, line 64 -column 5, line 36; figure 4  ---	1,2, 4-13, 16-20,30
X	US 5 717 332 A (HEDENGREN KRISTINA HELENA VALB ET AL) 10 February 1998 (1998-02-10)  column 5, line 22 - line 25; figure 3 column 3, line 21,22,52-63; figures 1,2 column 6, line 8-12,41-44  ---	1-8,12, 17,18, 24,27,30
X	US 5 519 944 A (DELASTRE JEAN-LOUIS) 28 May 1996 (1996-05-28)  abstract column 5, line 9 - line 52; figures 3-5  ---	1-8,12, 17,18, 26,27,30
	-/--	

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

17 December 2001

Date of mailing of the international search report

26.03.02

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

Strohmayr, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internal Application No  
 PCT/DE 01/03031

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 556 682 A (SYEL DI FRANCHI A MARTOLINI A) 25 August 1993 (1993-08-25)  column 3, line 28 -column 4, line 40; figures 1-5  ---	1-8,12, 17,18, 26,27,30
X	DE 31 34 342 A (BLOCK & SEICHTER) 10 March 1983 (1983-03-10)  page 6; claims 2,3; figures 2,3 page 8 -page 9  ---	1-8,12, 17,18, 26,27
X	WO 98 14751 A (MICRO EPSILON MESSTECHNIK ;WISSPEINTNER KARL (DE); SELLEN MARTIN ()) 9 April 1998 (1998-04-09)  abstract page 9, line 1-3,16-18,23-25 page 11, last paragraph -page 12, paragraph 1; claims 9,17-19; figure 3  ---	1,2,4-8, 12,13, 16-20, 23-26,30
X	FR 1 318 027 A (THE WAYNE KERR LABORATORIES LIMITED) 10 May 1963 (1963-05-10) page 2, left-hand column, last paragraph -right-hand column, paragraph 1; figure 1 page 3, left-hand column, line 14 - line 27 page 3, right-hand column, last paragraph  ---	1-8,12, 17-19, 26,27,30
X	EP 0 918 211 A (BIERBAUMER HANS PETER DR H C) 26 May 1999 (1999-05-26)  column 6, line 34 - line 52; figures 1-3,6 column 10, line 17 -column 11, line 55  -----	1,2,4-8, 12, 17-19, 24,26,30

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal Application No

PCT/DE 01/03031

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5302894	A	12-04-1994	DE 3910297 A	04-10-1990
			WO 9012274 A	18-10-1990
			DE 59001325 D	03-06-1993
			EP 0470958 A	19-02-1992
			JP 7094963 B	11-10-1995
			JP 4504304 T	30-07-1992
-----				
US 5717332	A	10-02-1998	NONE	
-----				
US 5519944	A	28-05-1996	FR 2705145 A	18-11-1994
			EP 0649512 A	26-04-1995
			WO 9427114 A	24-11-1994
			HU 71145 A	28-11-1995
			JP 8503777 T	23-04-1996
-----				
EP 0556682	A	25-08-1993	IT 1266047 B	20-12-1996
			IT 1266048 B	20-12-1996
			AT 160864 T	15-12-1997
			DE 69315452 D	15-01-1998
			DE 69315452 T	23-07-1998
-----				
DE 3134342	A	10-03-1983	NONE	
-----				
WO 9814751	A	09-04-1998	DE 19511939 A	02-10-1996
			EP 0929790 A	21-07-1999
			JP 2000507709 T	20-06-2000
			US 6318153 B	20-11-2001
-----				
FR 1318027	A	15-02-1963	NONE	
-----				
EP 0918211	A	26-05-1999	AT 408580 B	25-01-2002
			AT 197397 A	15-05-2001
-----				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen  
PCT/DE 01/03031

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01B7/02 G01B7/06

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B29C G01B G01N

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	US 5 302 894 A (HRUBES FRANZ) 12. April 1994 (1994-04-12)  Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 36; Abbildung 4  ---	1,2, 4-13, 16-20,30
X	US 5 717 332 A (HEDENGREN KRISTINA HELENA VALB ET AL) 10. Februar 1998 (1998-02-10)  Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 25; Abbildung 3 Spalte 3, Zeile 21,22,52-63; Abbildungen 1,2 Spalte 6, Zeile 8-12,41-44  ---  -/-	1-8,12, 17,18, 24,27,30

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. Dezember 2001	26.03.02

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  Strohmayer, B
---	--

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat s Aktenzeichen

PCT/DE 01/03031

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 519 944 A (DELASTRE JEAN-LOUIS) 28. Mai 1996 (1996-05-28)  Zusammenfassung Spalte 5, Zeile 9 - Zeile 52; Abbildungen 3-5  ---	1-8,12, 17,18, 26,27,30
X	EP 0 556 682 A (SYEL DI FRANCHI A MARTOLINI A) 25. August 1993 (1993-08-25)  Spalte 3, Zeile 28 -Spalte 4, Zeile 40; Abbildungen 1-5  ---	1-8,12, 17,18, 26,27,30
X	DE 31 34 342 A (BLOCK & SEICHTER) 10. März 1983 (1983-03-10)  Seite 6; Ansprüche 2,3; Abbildungen 2,3 Seite 8 -Seite 9  ---	1-8,12, 17,18, 26,27
X	WO 98 14751 A (MICRO EPSILON MESSTECHNIK ;WISSPEINTNER KARL (DE); SELLEN MARTIN ()) 9. April 1998 (1998-04-09)  Zusammenfassung Seite 9, Zeile 1-3,16-18,23-25 Seite 11, letzter Absatz -Seite 12, Absatz 1; Ansprüche 9,17-19; Abbildung 3  ---	1,2,4-8, 12,13, 16-20, 23-26,30
X	FR 1 318 027 A (THE WAYNE KERR LABORATORIES LIMITED) 10. Mai 1963 (1963-05-10) Seite 2, linke Spalte, letzter Absatz -rechte Spalte, Absatz 1; Abbildung 1 Seite 3, linke Spalte, Zeile 14 - Zeile 27 Seite 3, rechte Spalte, letzter Absatz  ---	1-8,12, 17-19, 26,27,30
X	EP 0 918 211 A (BIERBAUMER HANS PETER DR H C) 26. Mai 1999 (1999-05-26)  Spalte 6, Zeile 34 - Zeile 52; Abbildungen 1-3,6 Spalte 10, Zeile 17 -Spalte 11, Zeile 55  -----	1,2,4-8, 12, 17-19, 24,26,30

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internati Aktenzeichen  
PCT/DE 01/03031

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5302894	A	12-04-1994	DE 3910297 A	04-10-1990
			WO 9012274 A	18-10-1990
			DE 59001325 D	03-06-1993
			EP 0470958 A	19-02-1992
			JP 7094963 B	11-10-1995
			JP 4504304 T	30-07-1992
-----				
US 5717332	A	10-02-1998	KEINE	
-----				
US 5519944	A	28-05-1996	FR 2705145 A	18-11-1994
			EP 0649512 A	26-04-1995
			WO 9427114 A	24-11-1994
			HU 71145 A	28-11-1995
			JP 8503777 T	23-04-1996
-----				
EP 0556682	A	25-08-1993	IT 1266047 B	20-12-1996
			IT 1266048 B	20-12-1996
			AT 160864 T	15-12-1997
			DE 69315452 D	15-01-1998
			DE 69315452 T	23-07-1998
-----				
DE 3134342	A	10-03-1983	KEINE	
-----				
WO 9814751	A	09-04-1998	DE 19511939 A	02-10-1996
			EP 0929790 A	21-07-1999
			JP 2000507709 T	20-06-2000
			US 6318153 B	20-11-2001
-----				
FR 1318027	A	15-02-1963	KEINE	
-----				
EP 0918211	A	26-05-1999	AT 408580 B	25-01-2002
			AT 197397 A	15-05-2001
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/03031

## Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

## Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:  
10, 11 (1-9,12,13,16-20,23-27,30)

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 10,11 (1-9,12,13,16-20,23-27,30)

nächstliegender Stand der Technik: X1  
neues Merkmal: die Schicht wird aus einer Widerstandspaste hergestellt  
zu lösendes Problem: da X1 kein Herstellungsverfahren für die Schicht angibt, besteht das zu lösende Problem darin, ein geeignetes Herstellungsverfahren zu finden

2. Ansprüche: 14,15

nächstliegender Stand der Technik: X6  
neues Merkmal: Schlitze in der Schicht  
Zu lösendes Problem: Vermeidung der Ausbreitung von Wirbelströmen (Anmeldung, S.3, 3.Absatz)

3. Ansprüche: 21,22

nächstliegender Stand der Technik: X6  
neues Merkmal: Messspule hinter oder neben der Schicht  
zu lösendes Problem: finden einer alternativen Messanordnung

4. Ansprüche: 28,29

nächstliegender Stand der Technik: X4 oder X5  
neues Merkmal: Schichten übereinander angeordnet  
zu lösendes Problem: Schutz vor Abrieb oder kapazitive Kopplung über mehrere Flächen (Anmeldung S.5, letzte beiden Absätze)

X1=US5302894

X2=US5717332

X3=US5519944

X4=EP556682

X5=DE3134342

X6=WO9814751

Der Gegenstand des Anspruchs 1 wird von jedem der folgenden Dokumente vorweggenommen:

X1: als erster Sensor im Sinne des Anspruchs 1 kann entweder die als Temperatursensor fungierende Referenzspule (Sp.4,Z.20-26) oder eine der zusätzlichen Sensorspulen (Sp.4,Z.23-25) betrachtet werden; zweiter Sensor = Wirbelstromsensor 1; Schicht 16 ist ein aktives Bauteil des zweiten Sensors (siehe Zusammenfassung und Sp.4,Z.53-65)

X2: erster Sensor 12(1) in Fig.3 (Sp.5,Z.23,24); zweiter Sensor 12(2); Gehäuse 14 (Sp.3,Z.21,22); auf der Messseite des Gehäuses ist für jeden

Sensor und insbesondere auch für den zweiten Sensor eine Schicht ausgebildet, die ein aktives Bauteil des zweiten Sensors ist (Sp.6,Z.8-12 und 42-44).

X3: Fig.4,5; erster Sensor = erster Sensor 22 von links in Fig.3,4; zweiter Sensor = zweiter Sensor von links in Fig.3,4; Gehäuse 20 in Fig.3,5; die zweite Schicht von links in Fig.4 (vgl. Sp.5,Z.9-52, insbesondere Z.12 "copper layer") ist ein aktives Bauteil des zweiten Sensors

X4: Fig.1-5; jeder Sensor der Vielzahl von Sensoren umfasst entweder eine (Fig.4) oder zwei (Fig.5) Schichten auf der Messseite des Gehäuses 14,15, jede dieser Schichten stellt ein aktives Bauteil des jeweiligen Sensors dar (Sp.3,Z.28-53 und Sp.4,Z.22 "active plate"). Einer der Sensoren kann als erster, ein anderer als zweiter Sensor im Sinne des Anspruchs 1 aufgefasst werden.

X5: Fig.2,3; Ansprüche 2,3 sowie Seiten 6 und 8 von X5; erster Sensor = die als Temperatursensor fungierende innere Elektrodenanordnung 15,16 (S.9, die letzten beiden Absätze); zweiter Sensor = äussere Elektrodenanordnung 12,13 (S.9, dritter Absatz)

X6: Fig.3: der erste Sensor ist Abstandssensor 22, der zweite Sensor ist der kapazitive Sensor zur Ermittlung der Foliendicke, wobei Schicht 21 ein aktives Bauteil des zweiten Sensors ist (S.11, letzter Absatz und S.12, erster Absatz); Gehäuse = Sensorkopf 3 (S.9, letzter Absatz); die Schicht 21 ist auf der Messseite des Gehäuses ausgebildet, wenn auch nicht auf der Gehäusewand selbst.

Die Gegenstände der folgenden abhängigen Ansprüche sind ebenfalls nicht neu:

- 2: X1; X2; X3; X4; X5; X6 (Schicht 21 ist eine aktive Messfläche)
- 3: X2 (Sp.3,Z.52-63); X3 (jeder Sensor weist 2 aktive Messflächen 22, 22-1 auf, zudem sind ein Vielzahl von Sensoren vorhanden); X4 (Fig.5); X5 (Schichten 12 und 13)
- 4: X1 (Sp.5,Z.20 "conductive"); X2 (Sp.6,Z.41-44); X3 (Sp.5,Z.12 "copper layer"); X4; X5 (S.8,Z.7 "kupferkaschiert"); X6 (Kondensatorplatten sind im allgemeinen leitend)
- 5,16: diese Ansprüche definieren keinerlei Vorrichtungsmerkmale
- 6,7,8,12: diese Ansprüche verwenden erstens ausschliesslich relative Begriffe ("niederohmig", "hochohmig", "gute elektische Leitfähigkeit", "ungefähr 100 Ohm") und definieren zweitens nicht, zwischen welchen Punkten der Widerstand gemessen wird. Diese Ansprüche haben daher keine einschränkende Wirkung und werden von jedem Dokument vorweggenommen, das Anspruch 1 vorwegnimmt.
- 9: X1 (Sp.5,Z.19,20)
- 13: explizit offenbart in X1 (Sp.5,Z.15-36); zwingend erforderlich in X6 und daher implizit offenbart, falls der Abstandssensor ein Wirbelstromsensor ist, wie explizit auf S.5,Z.21 dargelegt
- 17: X1 (Target 10 in Fig.4); X2; X3 ("rail 12"); X4 (Zusammenfassung); X5; X6 (implizit)
- 18: X1; X2; X3 (Zusammenfassung); X4 (Zusammenfassung); X5 (Titel); X6 (S.11,Z.4 von unten "Abstandssensor 22")

- 19: X1 (Dielektrikum 14); X6 (Dielektrikum 2)  
20: X1; X6  
23: X6 (Fig.3 und S.12, erster Absatz)  
24: X1; X2; X6  
25: X6 (S.5,Z.9 von unten und Anspruch 18)  
26: X3; X4; X5; X6  
27: X3 (Fig.4; es sind zwei Schichten pro Sensor und viele Sensoren vorhanden), gleiches gilt für X2, X4 und X5  
30: X1(Sp.4,Z.23-25); X2; X3; X4; X6 (Zusammenfassung "mindestens ein ... Sensorelement")

Die verbleibenden neuen Ansprüche 10,11,14,15,21,22,28,29 sind nicht einheitlich im Sinne von Art.17 3a und bilden die oben genannten vier Gruppen von Erfindungen. Es ist unmittelbar ersichtlich, dass die vier Erfindungen keine entsprechenden besonderen technischen Merkmale im Sinne von Regel 13.2 aufweisen.