

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 698 809 B1

(51) Int. Cl.: H01L 41/04 (2006.01)
G01N 29/32 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00065/08

(22) Anmeldedatum: 20.04.2006

(24) Patent erteilt: 30.10.2009

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.10.2009

(73) Inhaber:
Delaware Capital Formation, Inc.,
501 Silverside Road Suite 5
Wilmington, DE, 19809 (US)

(72) Erfinder:
Jeffrey Andle, Maine 04092 (US)
Reichl B. Haskell, New Hampshire 03064 (US)
John H. Bradshaw, New Hampshire 03811 (US)

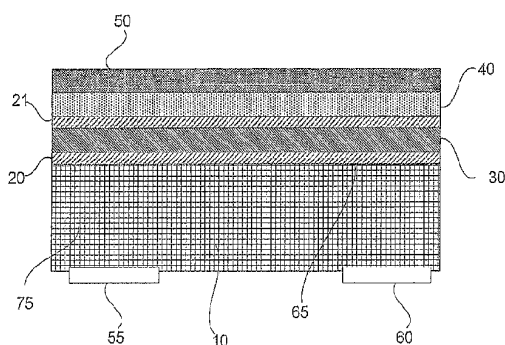
(74) Vertreter:
Peter Rutz, c/o Rutz & Partner Alpenstrasse 14
Postfach 4627
6304 Zug (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/US 2006/015537

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2007/123539

(54) Abdeckung für raue Umgebungen und Sensoren, die diese Abdeckung aufweisen.

(57) Eine Abdeckung, die eine hohe Abnutzungsresistenz und chemische Resistenz bietet, bestehend aus einer Barrierschicht aus Vanadium, Molybdän, Niobium, Tantal oder Ähnlichem, und einer äusseren Schicht aus Diamant-ähnlichem Kohlenstoff. Die Abdeckung ist besonders vorteilhaft bei Sensoren anwendbar, die auf Schallwellen-Vorrichtungen (AWD) basieren, und für die Passivierung einer Elektrode, wie einer auf einer AWD-Messzone deponierten Elektrode. Die Abdeckung liefert ausgezeichnete mechanische und akustische Charakteristika für die Abdeckung von Schallwellen-Vorrichtungen, die es den Sensoren erlauben, in rauen Umgebungen zu arbeiten.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft generell die Fertigung von Sensoren für raue Umgebungen, und insbesondere das Abdecken von Sensoren mit Diamant-ähnlichem Kohlenstoff.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die Notwendigkeit, Sensoren in rauer Umgebung betreiben zu können, ist üblich. Beispiele schliessen ein, Sensoren, Schalter und Ähnliches, welche dazu ausgelegt sind, in aggressiven Umgebungen, in korrosiven Chemikalien, und Ähnlichem zu arbeiten. Oftmals wird der längerfristige Betrieb der Sensoren durch den kontinuierlichen Kontakt mit der Umgebung behindert. Das Problem wiegt besonders im Bereich elektroakustischer Sensoren schwer, die als Schallwellen-Vorrichtungen bekannt sind (Acoustic Wave Devices AWD). Die vorliegende Beschreibung betrifft daher die Anwendung einer Abdeckung, um die Probleme zu mildern, die mit diesem Betrieb verbunden sind, in erster Linie bei der Verwendung des AWD-Sensors. Der Fachmann wird erkennen, dass die Abdeckung auch bei anderen Vorrichtungen anwendbar ist.

[0003] Piezoelektrische Sensoren sind gut bekannt. Diese werden verwendet, um Materialeigenschaften, wie Viskosität und Dichte, zu messen, um die Präsenz von bestimmten Materialien in einer Umgebung zu detektieren, um die Reinheit flüssiger Substanzen zu messen, und Ähnliches. Strukturen, die für akustische Messungen bekannt sind, reichen von einfachen Kristallresonatoren zu Kristallfiltern, Akustischen-Platten-Modus-Vorrichtungen, Biege-Plattenwellen-Vorrichtungen und weiteren. Kurz gesagt weisen diese Vorrichtungen ein Substrat aus piezoelektrischem Material auf, wie Quarz, Langasit oder Lithiumniobat, oder Dünnschichten piezoelektrischer Materialien, wie Aluminiumnitrit, Zinkoxid, oder Kadmiumsulfid, auf einem nicht-piezoelektrischen Substrat. Das Substrat hat wenigstens ein aktives piezoelektrisches Oberflächengebiet, welches normalerweise stark poliert ist. Auf der Oberfläche sind Eingangs- und Ausgangs-Wandler zum Zwecke vorgesehen, elektrische Energie in akustische Energie innerhalb des Substrats umzuwandeln und akustische Energie in ein elektrisches Ausgangssignal zurückzuwandeln. Diese Wandler können aus einer parallelen Platte (Volumenwellen) oder periodisch interdigitalen (Oberflächenwellen) Wandlern bestehen. Jeder Sensor hat wenigstens eine Sensor-Zone, die der zu messenden Umgebung ausgesetzt wird. Die Interaktion zwischen der Oberfläche und der Umgebung verursacht messbare Änderungen in den elektrischen Charakteristika des Sensors. Die Sensoren können daher für die Messung der Dichte, der Viskosität und anderer physikalischer Parameter verwendet werden.

[0004] Piezoelektrische Vorrichtungen werden generell aus harten, kristallinen Materialien gefertigt. Jedoch auch diese Oberflächen ändern, wenn sie bestimmten Chemikalien oder rauen Oberflächen ausgesetzt sind. Auf Piezoelektrizität basierende Sensoren sind durch Änderungen in gemessenen Umgebungen stark beeinflussbar. Daher war deren Einsetzbarkeit bisher auf Umgebungen beschränkt, die solche Oberflächen nicht beschädigen. Schaden kann chemisch durch Ätzen oder mechanisch durch Abnutzung verursacht werden. Die Verwendbarkeit solcher Sensoren in Umgebungen, wie Ölquellen-Messung zur Bestimmung der Charakteristika von Bohrschlamm oder Öl, um Charakteristika von Tinte zu messen, geschmolzene Polymere, und Ähnliches, war bis daher limitiert, da Sensoren unter hoher Instabilität über die Betriebszeit leiden. Andere Umgebungen, die solche Sensoren beschädigen können, sind chemisch reaktive Materialien, wie starke Säuren und Basen, die in der Polymerverarbeitung in der Papierverarbeitung und in anderen industriellen und chemischen Prozessen verwendet werden. Weiterhin ergibt der Bedarf einer leitenden Elektrode oder einer Abdeckschicht in den höchst wünschenswerten Sensoren-Topologien eine weitere Anfälligkeit auf chemische Attacken und/oder Abnutzung, da praktisch alle Metalle eine oder mehrere chemische Auffälligkeiten aufweisen und/oder weiche, abnutzungsanfällige Materialien sind. Ein weiteres übliches Erfordernis bei der Messung einer Flüssigphase ist, dass die Messoberfläche genügend glatt ist. Viele Flüssigphasen-AWD-Sensoren benötigen eine Nanometer-Rauigkeit oder eine tiefe mittlere Rauigkeit.

[0005] Die Elektroden, die in den vorteilhaftesten Sensor-Topologien angewendet werden, bestehen normalerweise aus Gold (Au), welches nach irgendeinem passenden Verfahren deponiert wird. In vielen Fällen muss die Elektrode gegen die Umgebung elektrisch isoliert werden.

[0006] Oberflächen, Vorrichtungen, Elektroden und Ähnliches gegen feindliche Umgebungen zu isolieren, wird normalerweise durch Abdeckungen wie Plastik, Glas oder ähnliche Materialien getan. Solche Abdeckungen interferieren jedoch oft mit dem Betrieb des Sensors. Beispielsweise in einem Sensor vom Typ AWD müssen die Abdeckungen akustische Qualitäten, welche den Sensorbetrieb nicht wesentlich behindern, sowie die gewünschte Härte, Festigkeit, elektrische Charakteristika und Ähnliches aufweisen. Plastik und Glas verursachen eine hohe Dämpfung und sind nicht immer chemisch resistent noch sind sie genügend hart.

[0007] Diamant-ähnlicher Kohlenstoff, oder nachstehend DLC genannt, ist ein gut bekanntes Abdeckmaterial. DLC verfügt über eine hohe Härte und daher über eine hohe Resistenz gegen Abnutzung; es kann glatt aufgetragen werden und ergibt generell eine exzellente Abdeckschicht, deren Dicke den Anforderungen angepasst werden kann. DLC kann mit üblichen Verfahren, wie Aufdampfung, Ionenimplantation oder Ähnlichem, aufgetragen werden.

[0008] Bestimmte Materialien haften nicht gut aneinander. DLC leidet unter schlechter Anhaftung an Materialien wie Gold, Platin, Silber, den meisten Oxiden und vielen andere Materialien, insbesondere piezoelektrischen Materialien, die üblicherweise in AWD-Sensoren und Ähnlichem verwendet werden. Daher, während DLC offensichtlich die benötigte Resistenz gegen Abnutzung bietet, präsentiert die Zurverfügungstellung einer genügenden Haftung zwischen einer DLC-Schicht

und einem piezoelektrischen Material oder einer Elektrode, die auf solchem piezoelektrischem Material deponiert ist, ein Problem. In anderen Fällen weisen unterschiedliche Abdeckmaterialien grosse Probleme mit Ionenmigration auf, welche die elektrischen oder akustischen Charakteristika der gewünschten Abdeckungen unvorteilhaft beeinflussen.

[0009] Einpflanzbare medizinische Vorrichtungen sind bekannt mit relativ dicken (im Bereich von mehreren bis mehreren hundert Mikrometern) DLC-Abdeckungen auf dünnen (einige Nanometer) Haftsichten, wie in «EXPERIMENTAL STUDIES ON DIAMOND-LIKE CARBON AND NOVEL DIAMOND-LIKE CARBON – POLYMER – HYBRID COATINGS» Mirjani Kiuru, PhD Dissertation, University of Helsinki (2004), gezeigt. Typische Substrate für solche Abdeckungen sind Teile von Refraktärmetallen wie Titangelenke. Wenn solche Abdeckungen bei Halbleitervorrichtungen angewendet werden, sind die Filme extrem unzuverlässig. Die Abdeckfilme leiden oft unter Abspaltung und verursachen in einigen Fällen den Bruch der Siliziumsubstrate.

[0010] Es besteht daher eine kontinuierliche und noch nicht befriedigte Nachfrage nach einem Sensor, der befähigt ist, in einem weiten Bereich chemischer, thermischer und mechanischer rauer Umgebungen, lang andauernd betrieben werden zu können.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Abdeckung anzugeben, welche die oben erwähnten Charakteristika aufweist, wenn sie auf der Messoberfläche eines Sensors angewendet wird.

Da kein einzelnes Material alle idealen Eigenschaften aufweist, werden viele Anwendungen eine Serie von Schichten benötigen, wodurch die Anforderungen an die einzelnen Schichten gemildert werden, aber zusätzlich eine Kompatibilität unter den Schichten erforderlich ist. Vorzugsweise sind die Abdeckungen genügend glatt, um den Flüssigphasen-Sensor-Anwendungen zu entsprechen.

[0012] Viele solcher akustischer Sensoren verwenden eine Elektrode auf der Messoberfläche, und die durch die vorliegende Erfindung zur Verfügung gestellte Abdeckung ist besonders vorteilhaft für solche Sensoren. Der Fachmann wird erkennen, dass der Begriff «Elektroden» sich auf Erdungselektroden, Wandler (besonders im Fall aktiv treibender oder betriebener Elektroden), andere Strukturen, welche Einwirkungen oder Reflektionen im piezoelektrischen Kristall verursachen, oder andere Leiter, welche entweder elektrische Energie führen, oder diese an einem vorbestimmten Punkt abgeben.

[0013] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung ist, einen Sensor anzugeben, mit einer glatten (vorzugsweise im Nanometer-Bereich) Messeoberfläche mit exzellenter Abnutzungsresistenz, exzellenter chemischer Resistenz und der Fähigkeit, Temperatur-Extremen von -50°C bis $+350^{\circ}\text{C}$ zu widerstehen. Geeignete Abdeckungen umfassen Legierungen von Silizium-Aluminium Oxidnitrid (SiAlON) einschliesslich die Extreme von Siliziumnitriten, Aluminiumoxid und Ähnliches, amorphe Bornitrite, amorphe und nanokristalline Kohlenstoffe, Borkarbide (einschliesslich ähnlicher Ausgestaltungen von Bor-dotiertem Diamant und Bor-dotiertem DLC), und $\text{-C}_3\text{N}_4$. Alle diese Materialien weisen Abnutzungsresistenz und thermische Stabilität mit einem variierenden Grad von chemischer Resistenz auf.

[0014] Es wurde festgestellt, dass von diesen Abdeckungen, der so genannte Diamant-ähnliche Kohlenstoff (DLC-diamond-like-carbon) die besten Eigenschaften der Oberflächenglattheit, chemischer Resistenz und Abnutzungsresistenz aufweist. Währenddem eine beachtenswerte Debatte hinsichtlich der Definition des Begriffs «Diamant-ähnlich» im Gange ist, wird für die vorliegende Erfindung angenommen, dass alle Filmschichten mit einem molaren Prozentsatz von über 75% Kohlenstoff und mit gemischten chemischen Verbindungszuständen von Graphit (sp^2) und Diamant (sp^3) umfasst sind. Es ist zu beachten, dass der Begriff verschiedene Modifikationen von Diamant-ähnlichem Kohlenstoff, Bor-dotiertem Diamant (BDD), Kohlenstoff-reiche Refraktärmetall-Karbide, und Ähnliches, mit umfasst.

[0015] Diamant-ähnlicher Kohlenstoff ist an Metallen gut haftend, welche Karbide bilden, wie Wolfram, Molybdän, Tantal, Niobium, Vanadium, Hafnium, Zirkonium, Titan, und Chrom mit steigendem Grad der typischen Haftstärke. Diese Metalle werden traditionell in so genannten Haftsichten verwendet. Die Haftstärke dieser Metalle ist direkt proportional zu deren Fähigkeit, gegenseitig ineinander diffundieren und Legierungen mit angrenzenden Materialien bilden zu können.

[0016] Gegenseitiges Diffundieren der Haftsicht in die DLC-Filmschicht ist unerwünscht, da dies zu instabilen Eigenschaften der Filmschicht und schlechten Alterungs-Charakteristika führt. Es ist besonders wünschenswert, dass unten liegende Metalle eine tiefe Mobilität in den Kohlenstoff, und dass Metalle eine tiefe Mobilität in den Kohlenstoff aufweisen, eine Bedingung, die bei hohen Temperaturen kritisch werden kann. Daher z.B., während Titan und Zirkonium eine exzellente Haftung aufweisen, sind sie exzessiv mobil in Kohlenstoff und umgekehrt bei hohen Temperaturen. Andererseits ist Wolfram ein exzellentes Barriere-Metall (hat eine tiefe Mobilität und verhindert, dass andere Atome in dieses hinein oder durch dieses hindurch diffundieren können); jedoch hat Wolfram die schlechteste Haftung. Niobium und Tantal sind die bevorzugten Metalle für Barriere-/Haftungs-Schichten unter Diamant-ähnlichem Kunststoff.

[0017] Niobium und Tantal weisen eine gute chemische Resistenz und eine exzellente Haftung auf der äussersten DLC-Schicht auf. Beide Materialien sind genügend gut leitend für die Abschirmung, aber sind inadäquat für viele Anforderungen der Elektroden. In diesen Fällen ist eine zuinnerst liegende Schicht erforderlich aus thermisch stabilem Material mit chemischer Resistenz und hoher Leitfähigkeit. Obwohl Aluminium verschiedentlich als Elektrodenmaterial verwendet wird, ist es chemisch aktiv und hoch-mobil bei erhöhten Temperaturen. Die bevorzugten Metalle sind Gold und Platin, obwohl Silber und Palladium für einige bevorzugte Ausgestaltungen ebenfalls akzeptierbar sind. Platin hat die vorteilhaftesten Eigenschaften, während Gold öfter eingesetzt wird. Ruthenium, Rhodium, Rhenium, Osmium und Iridium können sich bei bestimmten Anwendungen ebenfalls als vorteilhaft erweisen.

[0018] Die Anwendung der Abdeckung auf einem piezoelektrischen Material präsentiert wiederum ein anderes Problem, das zurückzuführen ist auf die extrem hohen Spannungen in der DLC betreffenden Filmschicht und der signifikanten Fehlanpassung der thermischen Expansion zwischen DLC und solchen Metallen oder piezoelektrischen Materialien, wie sie gewöhnlich eingesetzt werden. Bei der bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird daher eine relativ dünne DLC Abdeckung (von weniger als 1 µm) und ein dickeres Haftungs-/Barriere-Metallsystem als normalerweise üblich angewendet (von etwa 200 nm).

[0019] Die Haftung von Tantal auf Gold oder Platin und auf der Elektrode zum piezoelektrischen Substrat kann durch eine dünne Haftschrift aus Chrom oder Titan verbessert werden. Die vorteilhafteste Ausgestaltung würde bestehen aus einer dünnen (zirka 10 nm) Titan-, Zirkonium- oder Chrom-Schicht, einer leitenden Gold- oder Platin-Elektrodenschicht (50 nm–200 nm), einer weiteren dünnen (zirka 10 nm) Titan-, Zirkonium-, oder Chrom-Schicht, eine Barrierschicht (25 nm–300 nm) aus Niobium oder Tantal, und eine Oberfläche aus DLC (10 nm–500 nm).

[0020] Die exakte Komposition des DLC ist eine Frage der Wahl. Der Stand der Technik in der Dünnschicht-Entwicklung schlägt zahlreiche Dotierungen oder Oberflächenbehandlungen vor, die von mehreren Teilen pro Million zu mehreren Prozent von Stickstoff oder verschiedenen Metallen reichen. Angaben zu Dünnschicht-Technik können in «Synthesis and Evaluation of TaC:C Low-Friction Coatings», Daniel Nilsson, Ph.D. Dissertation, ACTA Universitatis Upsaliensis (2004) gefunden werden. Fluor-Dotierungen wurden in Betracht gezogen vom Spurlevel bis 67 Atomprozent (Perfluoroalkane). Die Abnutzung und chemische Resistenz solcher Filme scheint am besten zu sein, wenn der Atomprozent-Anteil maximiert wird.

[0021] Filme mit nur 33% Kohlenstoff schliessen die Grenze von Kohlenwasserstoffen und Fluorkohlenstoffen (z.B. Teflon®) und haben keine Abnutzungsresistenz. Filme im Bereich von 33% bis 66% Kohlenstoff sind charakteristisch für Karbid-Legierungen. Diese Filme sind extrem hart, aber nicht so chemisch resistent oder thermisch stabil wie DLC. In vielen Fällen sind die Oberflächen nicht so glatt wie echtes DLC. Es werden daher nur Filme, die einen ungefähren Prozentsatz von 67% oder mehr Kohlenstoff in ihrer Masse enthalten vorliegend speziell als «DLC» betrachtet. Unsere Erfahrung mit Tantal-dotierten und Fluor-dotierten Filmen zeigt, dass der Film vorzugsweise mehr als 90% Kohlenstoff und in den vorteilhaftesten Ausgestaltungen mehr als 97% Kohlenstoff enthalten sollte.

[0022] Während chemische Resistenz und Passivierung generell eine Isolationsschicht nahe legen, die mittels purem Kohlenstoff DLC erzielt wird, benötigen bestimmte Sensorenanwendungen, welche Kohlenstoffelektroden in elektrochemischen Sensoren verwenden, insbesondere elektrochemische-AWD Hybride, eine leitende DLC-Schicht. Bordinierter ($\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, konsistent mit Silizium-Dotierungslevel, bis zu 1% B; 99% C) Diamant ist ein geeignetes Material für die Verwendung in elektrochemischen und/oder akustischen Sensoren und wird als eine Art DLC betrachtet.

[0023] Ein weiteres Ziel der Erfindungen schliesst die Fähigkeit ein, chemisch-selektive Proben auf die DLC-Oberfläche aufzubringen.

[0024] Es ist daher ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung, einen mit einer Abdeckung versehenen Sensor zu schaffen, der auf einer Vorrichtung für akustische Wellen (AWD) basiert; welcher Sensor wenigstens eine piezoelektrische Platte mit zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen aufweist, eine dieser Oberflächen mit einer Messzone. Der Sensor hat eine Abdeckung auf der Messzone appliziert, welche Abdeckung dadurch charakterisiert ist: eine erste Elektrode ist in der Messzone angeordnet; eine Barrierschicht ist über der ersten Elektrode angeordnet, die Barrierschicht umfasst wenigstens ein Metall, das aus der Gruppe bestehend aus Tantal, Niobium, Vanadium, Molybdän, oder einer Kombination davon, selektiert ist; und einer abnutzungsresistenten Schicht umfassend Diamant-ähnlichen Kohlenstoff (DLC), der auf die Barrierschicht aufgetragen ist.

[0025] Optional umfasst die Abdeckung ferner eine Haftschrift, die zwischen der Barrierschicht und der Elektrode angeordnet ist. Weiterhin optional kann eine andere Haftschrift zwischen der Elektrode und der Messeoberfläche angeordnet sein. Die Haftschriften können sein Titan, Zirkonium, Chrom, Vanadium, Niobium, Tantal, Molybdän, oder Kombinationen davon.

[0026] Vorzugsweise umfasst die erste Elektrode ein Metall, das aus der Gruppe von Platin, Palladium, Gold, Silber, Kupfer, Aluminium, Osmium, Iridium, oder einer Kombination davon, selektiert wurde. Optional kann das DLC ein Bor-dotierter Diamant sein. Weiterhin optional werden chemisch-selektive Proben mit dem DLC gekoppelt.

[0027] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird ein mit einer Abdeckung versehener Sensor geschaffen, der, wie oben beschrieben, auf einer Schallwellen-Vorrichtung basiert, mit einer zweiten Elektrode, die auf der Oberfläche angeordnet wird, welche der mit der Messzone versehenen Oberfläche gegenüberliegt, wodurch ein Parallelplattenresonator mit den genannten ersten und zweiten Elektroden geschaffen wird. Optional kann eine dritte Elektrode auf der Oberfläche angeordnet werden, welche der mit der Messzone versehenen Oberfläche gegenüberliegt, wobei die erste und zweite Elektrode einen als Eingangswandler agierenden Eingangs-Parallelresonator bilden, die erste und die dritte Elektrode einen als Ausgangswandler dienenden Ausgangs-Parallelresonator bilden; wobei die Eingangs- und Ausgangs-Resonatoren genügend nahe angeordnet sind, um akustische Energie vom Eingangs-Resonator in den Ausgangs-Resonator zu koppeln, um ein Multi-Pol-gekoppeltes Resonator-Filter zu bilden.

[0028] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Passivierung einer Elektrode angegeben; das Verfahren ist durch die folgenden Schritte charakterisiert:

es wird eine Barrierschicht auf der genannten Elektrode deponiert, die Barrierschicht umfasst wenigstens ein Metall, selektiert von der Gruppe, bestehend aus Tantal, Niobium, Vanadium, Molybdän, oder eine Kombination davon; und, es wird eine abnutzungsresistente Schicht mit Diamant-ähnlichem Kohlenstoff (DLC) auf der genannten Barrierschicht deponiert.

[0029] Optional umfasst das Verfahren ferner die Schritte, eine Haftschrift zwischen der Elektrode und der Barrierschicht zu deponieren. Am vorteilhaftesten wird die Elektrode mit einem Sensor gekoppelt, der auf einer Schallwellen-Vorrichtung basiert. Optional umfasst das Verfahren ferner den Schritt, eine chemisch-selektive Probe mit der DLC-Schicht zu koppeln.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0030] Die obige Kurzfassung und die folgende detaillierte Beschreibung werden unter Berücksichtigung der beiliegenden Zeichnungen besser verstanden, welche Details der bevorzugten Ausgestaltungen zeigen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Erfindung nicht auf die exakten Ausgestaltungen beschränkt ist, welche in den Zeichnungen gezeigt sind und nur als Beispiele angegeben sind.

[0031] Fig. 1 zeigt eine vereinfachte Seitenschnitt-Darstellung eines akustischen Sensors, welcher eine Abdeckung gemäss der vorteilhaftesten Ausgestaltungen der Erfindung verwendet.

[0032] Fig. 2 zeigt ein Verfahren für die Abdeckung eines Sensors gemäss der bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

[0033] Ein wichtiges Ziel der vorliegenden Erfindung ist, AWD und andere Sensoren zu schaffen, mit einer glatten (Nanometer-Bereich) Oberfläche mit exzellenter Resistenz gegen Abnutzung, exzellenter chemische Resistenz und der Fähigkeit, Temperaturen in einem weiten Bereich zu widerstehen, am bevorzugtesten mit dem Bereich von -50°C bis $+350^{\circ}\text{C}$. Während ein anderer Aspekt der Erfindung das direkte Abdecken von piezoelektrischem Material betrifft, betrifft eine vorzugsweise Ausgestaltung das Abdecken einer oder mehrerer Elektroden, die auf dem piezoelektrischen Material angeordnet sind. Fig. 1 zeigt einen Seitenschnitt eines solchen bevorzugten Sensors 75.

[0034] Die bevorzugtesten Sensor-Geometrien benötigen Elektroden mit exzellenten elektrischen Charakteristika in der Messzone. In diesen Geometrien ist die zuinnerst angeordnete Elektrodenschicht 30 aus einem thermisch stabilen Material mit chemischer Resistenz und hoher Leitfähigkeit auf der Messoberfläche 65 oder einer Portion davon angeordnet. Silber und Palladium sind Beispiele, welche solche Charakteristika aufweisen, aber die bevorzugten Ausgestaltungen verwenden Gold oder Platin. Platin hat die vorteilhaftesten Eigenschaften während die Verwendung von Gold üblich ist. Andere Kandidaten umfassen Ruthenium, Rhodium, Rhenium, Osmium und Iridium, welche die benötigte thermische Stabilität und Stabilität hinsichtlich der ändernden Umgebung und die benötigten Leitfähigkeits-Eigenschaften aufweisen. Es ist zu bemerken, dass die Elektrodenschicht sich nicht über die gesamte Messzone erstrecken muss, und die Elektrodenschicht wird nicht notwendigerweise als Elektrode verwendet, das heisst, sie ist nicht notwendigerweise elektrisch mit anderen Teilen der Sensorschaltung verbunden.

[0035] Diamant-ähnlicher Kohlenstoff ist gut haftend an Metallen, welche Karbide bilden, wie Tantal (Ta), Niobium (Nb), Vanadium (V), Hafnium (Hf), Zirkonium (Zr), Titan (Ti), Wolfram (W), Molybdän (Mo) und Chrom (Cr) als nicht-limitierende Beispiele. Es haftet jedoch nicht gut an Gold, Platin, Oxiden oder den meisten piezoelektrischen Materialien. Die vorliegende Erfindung zieht daher eine zwischenliegende Barrierschicht aus Karbid-bildendem Metall in Betracht, wie es oben beschrieben wurde. Die Barrierschicht 40 liegt zwischen einer äusseren Schicht 50 und der Messoberfläche 65 des zu bedeckenden Basismaterials 10, und falls eine Elektrodenschicht verwendet wird, überdeckt die Barrierschicht die Elektrodenschicht. Zusätzlich zum Angebot guter Haftung und erweitertem Schutz der Elektrodenschicht und/oder des piezoelektrischen Materials, agiert die Barrierschicht zusätzlich als Anpassungsmedium, um die thermische Expansion und die Film-Spannungen des DLC mit den unter der Barrierschicht liegenden Schichten aufzufangen.

[0036] Zur Klarstellung in dieser Beschreibung betrifft der Begriff «äussere Schicht» eine Abdeckschicht aus Material hoher Abnutzungsresistenz, wie oben beschrieben. Es ist jedoch wichtig, zu beachten, dass andere Abdeckschichten, entweder aus DLC oder anderen Materialien, über die oberste der «äusseren Schichten» 50 gelegt werden können, und der Begriff «äussere» soll breit ausgelegt werden, nur sich beziehend auf die Schichtstapelung mit der Barrierschicht 40 abgewandt vom Basismaterial 10. Diese Stapelung kann direkt oder indirekt sein, wie dies unten beschrieben ist.

[0037] Um die beste Stabilität der Abdeckung zu erhalten, hat die unten liegende Barrierschicht vorzugsweise eine tiefe Mobilität in den Kohlenstoff, und der Kohlenstoff hat eine tiefe Mobilität in die Barrierschicht. Dies ist für hohe Temperaturen eine wichtige Erkenntnis. Niobium und Tantal sind daher die bevorzugten Metalle für eine Barrierschicht unter Diamant-ähnlichem Kohlenstoff. Die Verwendung von Vanadium (V) wird ebenfalls als Barrieremetall in Erwägung gezogen, da es in der gleichen Kolonne der Periodentabelle ist und Molybdän (Mb) wird in Erwägung gezogen, da die Eigenschaften von Refraktärmetallen in der Periodentabelle oft eher entlang einer Diagonale verlaufen als vertikal. Eine dünne Zwischenschicht aus einer Karbid-Legierung, welche über weite Temperaturbereiche stabil ist gegen Diffusion, wird zwischen diesen Metallen und der DLC-Schicht gebildet. Diese Metalle reagieren weniger mit Kohlenstoff als Titan, Zirkonium und Chrom, sind aber besser haftend als Wolfram.

[0038] Ein weiterer Vorteil, den die Verwendung von Niobium oder Tantal mit sich bringt ist, dass die Volumina von NbC und TaC vergleichbar zur Summe der Volumina von Metall und Kohlenstoff sind. Im Kontrast dazu bilden Titan, Zirkonium und Chrom Karbide mit kürzeren Bindungslängen als das Hauptmetall und der Hauptkohlenstoff, so dass eine sich ausbreitende dimensionale Änderung verursacht wird, da Metall und Kohlenstoff ineinander diffundieren und Karbide bilden. Die bevorzugte Ausgestaltung weist daher eine hohe dimensionale Stabilität auf in den Dünnschichten über lange Zeitperioden bei hohen Temperaturen. Es ist zu beachten, dass in bestimmten Ausgestaltungen eine Niobium- oder Tantalschicht als elektrische Abschirmung dienen kann, sie stellt jedoch generell keine genügende und stabile elektrische Leitfähigkeit zur Verfügung, um als gute Elektrode zu dienen. Dieser Effekt bezieht sich auf die partielle Oxidation des Metalls, wie es deponiert wurde, und den diesbezüglichen Film-Widerstand.

[0039] Die Haftung der Zwischenschicht 40 an die Elektrodenschicht 30 und der Elektrodenschicht an das Basismaterial 10 kann verbessert werden, indem eine optionale dünne Haftschrift aus Chrom, Zirkonium oder Titan deponiert wird. Die Haftschrift 20 kann nur zwischen der Barrierschicht 40 und der Elektrode 30 deponiert werden, oder, wie gezeigt, durch die Haftschrift 21 zwischen der Elektrode und der Messzone 65, oder vorzugsweise beiden.

[0040] Die vorteilhafteste Ausgestaltung würde aus einer dünnen Titan-Schicht 21 bestehen, die auf der Messzone 65 deponiert ist, um als Haftschrift zu dienen. Vorzugsweise ist die Haftschrift 21 von einer Dicke im Bereich von 3 nm–30 nm, und noch vorteilhafter im Bereich von 5 nm–15 nm, mit etwa 10 nm als der vorteilhaftesten Ausgestaltung. Ein leitender Gold- oder Platin-Film 30 wird auf der Haftschrift 21 deponiert, um die Elektrode zu bilden. Vorzugsweise weist die Elektrode 30 eine Dicke auf im Bereich von 10 nm–300 nm, und vorteilhafter im Bereich von 50 nm–200 nm, mit ungefähr 50 nm–150 nm als der meist bevorzugten Ausgestaltung. Eine weitere Titan-Haftschrift 20 ist auf der Elektrodenschicht angeordnet und weist vorzugsweise ähnliche Charakteristika auf wie die Haftschrift 21. Eine Barrierschicht 40 aus Niobium oder Tantal ist auf der Haftschrift 20 angeordnet. Vorzugsweise weist die Barrierschicht 40 eine Dicke im Bereich von 25 nm–300 nm auf, mit etwa 150 nm als der meist bevorzugten Ausgestaltung. Eine äussere Schicht 50 aus DLC in wird über der Barrierschicht platziert. Vorzugsweise weist die äussere Schicht 50 eine Dicke im Bereich vom 50 nm–250 nm auf, mit etwa 150 nm als der meist bevorzugten Ausgestaltung. Es ist zu beachten, dass die Haftschriften 20 und 21 optional sind.

[0041] Die exakte Komposition des DLC in ist eine Sache der technischen Wahl. Die übliche Erfahrung in der Dünnschicht-Entwicklung empfiehlt zahlreiche optionale Dotierungen oder Oberflächenbehandlungen, welche von Teile pro Million bis zu mehrere Prozent von Stickstoff oder verschiedenen Metallen reichen. Fluor-Dotiersubstanzen wurden in Betracht gezogen im Spurenbereich bis zu 67 Atomprozenten (Perfluoroalkane), am vorteilhaftesten mit nur geringen (<20%) Konzentrationen. Bor-dotierungen bis zu 1% sind speziell interessant, um eine leitende Version der DLC-Abdeckung zu schaffen, die als Bor-dotierter Diamant bekannt ist. Solche Filme sind speziell für die Integration von elektrochemischen Verfahren bei einem AWD anwendbar.

[0042] Die nicht abgeschlossenen, losen Verbindungen des Kohlenstofffilms werden mit Wasserstoff in Luft reagieren (von saurer Feuchtigkeit), um passiviert zu werden. Falls dies gewünscht ist, so können andere Schichten auf die äussere DLC-Schicht aufgebracht werden. Vor dieser Passivierung werden die Oberflächen mit Bromo-, Iodo- und Chloro-funktionalen Molekülen, einschliesslich Iodo-Fluoroalkanen, Chloro-Silanen, und Bromo-Perfluoropolyethern, reagieren, dies als nicht limitierendes Beispiel. Silan-Chemie ist ein gut bekanntes Verfahren zur Einführung einer weiten Mannigfaltigkeit von funktionalen Oberflächen, einschliesslich Carboxyl und Amingruppen. Die Verwendung von Peptid-Bindungen, um Bio-Rezeptoren anzubringen, für biochemisch-selektive Messungen oder Polymerfilme für chemisch-selektive Messungen ist dann eine gut bekannte Erweiterung.

[0043] Insbesondere funktionale Chlor-Silane ($\text{ClSi}(\text{CH}_3)_2\text{-R}$) reagieren mit Wasserstoff-terminierten Kohlenstoffoberflächen, indem sie eine C-Si-Bindung bilden und HCl entwickeln. Die funktionale Gruppe, R, wird dann in einer Vielzahl gut bekannter chemischer Syntheseschritte angewendet. Während sie nicht so chemisch resistent und abnutzungsresistent wie die DLC-Oberflächen sind, so sind kovalent aufgebrachte Monoschichten durchaus robust.

[0044] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung werden chemisch-selektive Proben auf die DLC-Oberflächen aufgebracht. Es ist möglich, den frisch aufgebrachten DLC-Film mit funktionalen chemischen Gruppen, einschliesslich Amine und Carboxyl-Gruppen, zu terminieren, was erlaubt, weitere chemisch spezifische Schichten aufzubringen. Daher ist es dann möglich, beispielsweise durch Verwendung einer üblicherweise erhältlichen Komposition, wie $\text{Cl}(\text{CH}_3)_2\text{-Si}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$, um -NH₂ auf die Oberfläche aufzubringen, Peptid-Bindungs-Formationen zu verwenden, um Biorezeptoren anzukoppeln. Bernsteinsäure-Anhydrid (Succinic acid anhydride) wird verwendet, um -NH-C=O-(CH₂)₂-COOH Oberflächen-funktionale Gruppen zu bilden. Diese Säure-Rückstände können dann mit -NH₂ Rückständen auf einem Protein (Antikörper, Antigen, Enzym) verbunden werden oder synthetisch einer DNA oder einer Peptid- Nukleinsäure (PNA) Probe zugefügt werden. Die finale Kupplungsphase wird katalysiert, indem ein wasserlösliches Carbodiimid verwendet wird. Alternativ können die Carboxyl-Gruppen mit Aminen in einem Polymerfilm reagiert werden, der eine bevorzugte Absorption einer Ziel-Messgrösse aufweist. Ein solches Beispiel für Umweltmessungen ist die Selektion eines Polymers, der eine bevorzugte Absorption von chlorierten Kohlenwasserstoffen aufweist. Ein anderes Beispiel ist eine hydrophile Abdeckung zur Messung von Wassergehalt in Benzin oder anderen Kraftstoffen.

[0045] Sensoren im Allgemeinen, und Flüssigphase-Sensoren im Besonderen, werden oft in rauen Umgebungen verwendet, wie Rohöl-Schlicker und Bohrschlamm für Quellmessungen, abnutzende Tinten, Säuren und Ähnliches. Die Lang-

zeitstabilität solcher Sensoren hängt wesentlich von der Fähigkeit ab, die Glattheits- und Konsistenz-Charakteristika der Messzone oder der Messzonen aufrechtzuerhalten. Die beschriebene Verwendung der Abdeckung in Verbindung mit einem AWD-Typ-Sensor offeriert signifikante Vorteile, da dies den Sensoren erlaubt, in Bereichen zu arbeiten, bei denen es bisher nicht möglich war, die gemessenen Parameter einfach und kontinuierlich abzudecken. Die ermöglichten oder verbesserten Möglichkeiten zur Verwendung eines AWD-Sensors, der gemäss der Lehre der vorliegenden Erfindung mit einer Abdeckung versehen ist, schliessen beispielsweise ein, die Überwachung von «Schneideflüssigkeiten» in Applikationen der Metallbearbeitung, Verfahrenskontrolle in der Herstellung von Titania und anderen Aufschlämmungen, Ölproduktionsanwendungen, einschliesslich Borschläm, Papierabdeckungsprozesse, hoch-ätzende chemische Prozesse und Ähnliches. Während die Vorteile in rauen Umgebungen, wie sie oben beschrieben wurden, besonders bemerkenswert sind, werden weniger anspruchsvolle Sensor-Applikationen ebenfalls von der längeren Sensor-Lebensdauer profitieren, einschliesslich beispielsweise automotiv Sensoren für die Motorölüberwachung.

[0046] Ein bevorzugtes Verfahren zur Realisierung einer Abdeckung ist in Fig. 2 gezeigt. Zuerst wird das Substrat entweder die Sensor-Messzone, oder irgendeine andere abzudeckende Oberfläche – gereinigt 300. Typischerweise wird dieser Schritt unter Verwendung von Lösungsmittel-Waschungen und Wasserspülung ausgeführt, gefolgt von einer Sauerstoff/Argon Plasma Ätzung in Vakuum.

[0047] Optional wird dann eine erste Haftschrift 21, die Chrom (Cr) oder Titan (Ti) aufweist, auf die Oberfläche aufgetragen 305. Zirkonium (Zr) ist ebenfalls anwendbar und Hafnium (Hf), Niobium (Nb) und Tantal (Ta) sind in einigen Fällen geeignet, aber Chrom ist am gängigsten für moderate Temperaturen, und Titan wird für hohe Temperaturen als am besten geeignet betrachtet.

[0048] Eine Elektrode wird dann über der ersten Haftschrift deponiert 310, sofern eine solche Schicht verwendet wird. Wie beschrieben, sind für eine solche leitende Elektrode zahlreiche Wahlmöglichkeiten, einschliesslich Platin (Pt), Palladium (Pd), Gold (Au), Silber (Ag), Kupfer (Cu) und Aluminium (Al), ebenso wie mehr exotische Leiter, wie Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Rhenium (Re), Osmium (Os), und Iridium (Ir), gegeben. Aluminium (Al), welches das kostengünstigste Material ist, ist jedoch manchmal nicht wünschenswert, weil es chemisch reaktiv ist und eine hohe Diffusion in angrenzende Materialien aufweist. Platin (Pt) und Palladium (Pd) sind die stabilsten Selektionen und Gold (Au) ist das am meisten verwendete Material und die bevorzugte Ausgestaltung für alle, ausser für die rauesten Umgebungen und Temperaturen.

[0049] Es ist zu beachten, dass die Elektrodenregion selektiv aufgetragen werden kann, indem verschiedene lithographische Verfahren angewendet werden, um nur ein bestimmtes Muster auf der Oberfläche abzudecken. Solche Muster können Wandler, elektrochemische Elektroden, Schaltungen, Antennen und Ähnliches einschliessen.

[0050] Optional kann eine zweite Haftschrift 20 zwischen der Elektrode und der Barrierschicht aufgetragen werden 215, wie dies für die erste Haftschrift 21 beschrieben wurde. In einigen Anwendungen haften Vanadium, Molybdän, Niobium, oder Tantal der Barrierschicht direkt an der Elektroden-schicht.

[0051] Wie dies beschrieben wurde, wird eine Barrierschicht 40 über der Elektrode aufgetragen 220 und, falls anwendbar, die zweite Haftschrift, um die Elektroden-schicht 30 und/oder die Haftschrift 20 gegen die äussere DLC-Schicht 50 zu isolieren. Übliches Wolfram (W) und Platin (Pt) werden als Barrieremetalle verwendet. Beide, Wolfram und Platin, leiden jedoch unter schlechter Haftung an DLC. Weiterhin ist die Verwendung einer Haftschrift aus Titan oder Chrom zwischen Wolfram und DLC aufgrund einer längerfristigen Interdiffusion bei höheren Temperaturen nicht akzeptierbar. In dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird daher Niobium oder Tantal als Barrierschicht verwendet. Vanadium und Molybdän können ebenfalls geeignet sein.

[0052] Eine DLC-Schicht wird dann über der Barrierschicht aufgetragen 225, um die gewünschten mechanischen Charakteristika zu liefern. Die richtige Wahl des Prozesses erlaubt der Barrieremetall-Oberfläche, exzellente direkte Haftung auf dem DLC zu gewähren, indem eine dünne (typisch zirka 5 nm), stabile Übergangsregion einer Karbid-Legierung gebildet wird.

[0053] In der bevorzugtesten Ausgestaltung werden die Schichten daher in der Reihenfolge gewählt, beginnend mit dem Basismaterial 10, einer ersten Titan-Haftschrift 21 etwa 3 nm–30 nm dick, einer Gold- oder Platin-Elektroden-schicht 30 etwa 10 nm–30 nm dick, einer Tantal-Barrierschicht 40 etwa 25 nm–300 nm dick und der finalen DLC-Schicht etwa 10 nm–500 nm dick.

[0054] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Abdeckung angewendet, um wenigstens eine Elektrode zu passivieren, die auf ein Material, wie eine gedruckte Schaltung oder anderes Material aufgetragen wurde, welches korrosiven, explosiven oder anderen rauen Umgebungen ausgesetzt ist. Eine weitere Anwendung der Abdeckung gemäss der vorliegenden Erfindung dient der Zurverfügungstellung von Abdeckungen für Werkzeuge und Ähnliches.

[0055] Nachstehend folgt eine Liste von Materialien, die für die Ausführung der Erfindung bevorzugt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Liste nur bevorzugte Materialien betrifft und nicht als limitierend in der Sache ausgelegt werden sollte.

Haftförderer für die optionalen Haftschriften 20 und 21: Titan, Zirkonium, Chrom, Vanadium, Niobium, Tantal.

Leitende Elektroden-schicht 30: Platin, Palladium, Gold, Silber, Kupfer, Aluminium. Legierungen der obigen werden ebenfalls weit verwendet, ebenso wie Osmium, Iridium und Ähnliches, und die Erfindung reicht bis dahin.

Barrierschicht 40: Tantal, Niobium, Vanadium, Molybdän.

[0056] Der Fachmann wird erkennen, dass die bevorzugten Ausgestaltungen in der Art nicht limitierender Beispiele angegeben wurden und dass die Lehre dieser Beschreibungen dem Fachmann erlauben wird, eine Vielzahl von Materialien zu produzieren, um spezifische Anforderungen zu beantworten, welche die Abdeckung oder die mit der Abdeckung versehene Vorrichtung erfüllen sollen. In ähnlicher Weise wird der Fachmann erkennen, dass, während die Beschreibungen primär Sensoren betreffen, und insbesondere zumeist AWD-Typ-Sensoren, die beschriebene Abdeckung in vielen anderen Anwendungen sehr gut anwendbar ist, welche von der mechanischen Stärke und Glattheit einer DLC-Schicht profitieren können, und doch unter schlechten Haftungs-Charakteristika von DLC leiden. Die Erfindung sollte daher als sich zu solchen Ausgestaltungen erstreckend betrachtet werden und ähnlichen Abwandlungen der hier angegebenen Lehre. Verschiedene Materialkombinationen, die spezifische Bedürfnisse beantworten, ebenso wie verschiedene Abdeckungs-Dicken, werden vom Fachmann bedarfsweise angewendet, um spezifische Charakteristika zu erlangen. Die Erfindung erstreckt sich ebenso auf solche Modifikationen.

[0057] Während die Ausgestaltungen dieser Erfindung beschrieben wurden, die momentan als bevorzugt betrachtet werden, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass zahlreiche andere Ausgestaltungen, Änderungen, und Modifikationen darin gemacht werden können, ohne die Idee oder den Bereich dieser Erfindung zu verlassen, und dass es daher angestrebt ist, alle solchen Änderungen und Modifikationen, welche die wahre Idee und den Bereich der Erfindung betreffen, abzudecken, für die ein Patent beantragt wird.

Patentansprüche

1. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor, der wenigstens eine piezoelektrische Platte mit zwei einander gegenüberliegenden Oberflächen umfasst, von denen eine Oberfläche mit einer Messzone versehen ist, wobei der Sensor eine Abdeckung aufweist, die auf die Messzone appliziert, welche Abdeckung dadurch gekennzeichnet ist, dass eine erste Elektrode auf der genannten Messzone aufgetragen ist; dass eine Barrierschicht über der ersten Elektrode aufgetragen ist, die wenigstens ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Tantal, Niobium, Vanadium, Molybdän, oder einer Kombination daraus, besteht; und dass eine abnutzungsresistente Schicht, die Diamant-ähnlichen Kohlenstoff (DLC) aufweist, über der Barrierschicht aufgetragen ist.
2. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung zusätzlich eine Haftschrift aufweist, die zwischen der Elektrode und der Messzone angeordnet ist.
3. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung zusätzlich eine Haftschrift aufweist, die zwischen der genannten Elektrode und der genannten Barrierschicht angeordnet ist.
4. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor gemäß einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass irgendeine der genannten Haftschriften ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Titan, Zirkonium, Chrom, Vanadium, Niobium, Tantal, oder einer Kombination davon, besteht.
5. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte erste Elektrode ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Platin, Palladium, Gold, Silber, Kupfer, Aluminium, Ruthenium, Rhenium, Osmium, Iridium, oder einer Kombination davon, besteht.
6. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das DLC Bor-dotierten Diamant aufweist.
7. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Elektrode auf der Oberfläche angeordnet ist, die der mit der Messzone versehenen Oberfläche gegenüberliegt, um einen Parallelplattenresonator zu bilden, der die genannte erste und zweite Elektrode aufweist.
8. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Elektrode auf der Oberfläche angeordnet ist, die der mit der Messzone versehenen Oberfläche gegenüberliegt, wobei die genannte erste und zweite Elektrode einen Eingangs-Parallelresonator bilden; die genannte erste und dritte Elektrode einen Ausgangs-Parallelresonator bilden; die genannten Eingangs- und Ausgangs-Resonatoren genügend nahe sind, um akustische Energie vom Eingangs-Resonator in den Ausgangs-Resonator einzukoppeln, um ein Multi-Pol-gekoppeltes Resonator-Filter zu bilden.
9. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor, nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass chemisch-selektive Proben mit der genannten DLC-Schicht gekoppelt sind.
10. Ein abgedeckter, auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierender Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektrode als Arbeits-Elektrode in einer elektrochemischen Messung verbunden ist.

11. Verfahren zur Abdeckung einer Elektrode eines auf einer Schallwellen-Vorrichtung (AWD) basierenden Sensors, dadurch gekennzeichnet, dass die folgenden Verfahrensschritte vorgesehen sind, eine Barrierschicht, die wenigstens ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus Tantal, Niobium, Vanadium, Molybdän oder einer Kombination davon besteht, wird auf die genannte Elektrode aufgetragen; und eine abnutzungsresistente Schicht, die Diamant-ähnlichen Kohlenstoff (DLC) enthält, wird auf die genannte Barrierschicht aufgetragen.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Haftschrift zwischen der genannten Elektrode und der genannten Barrierschicht angeordnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Haftschrift ein Metall aufweist, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Titan, Zirkonium, Chrom, Vanadium, Niobium, Tantal, oder einer Kombination davon, besteht.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das DLC Bor-dotierter Diamant ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode auf einer Schallwellen-Vorrichtung deponiert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass chemisch-selektive Proben auf der genannten DLC-Schicht deponiert werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die DLC-Schicht in einer elektrochemischen Messung eingesetzt wird.

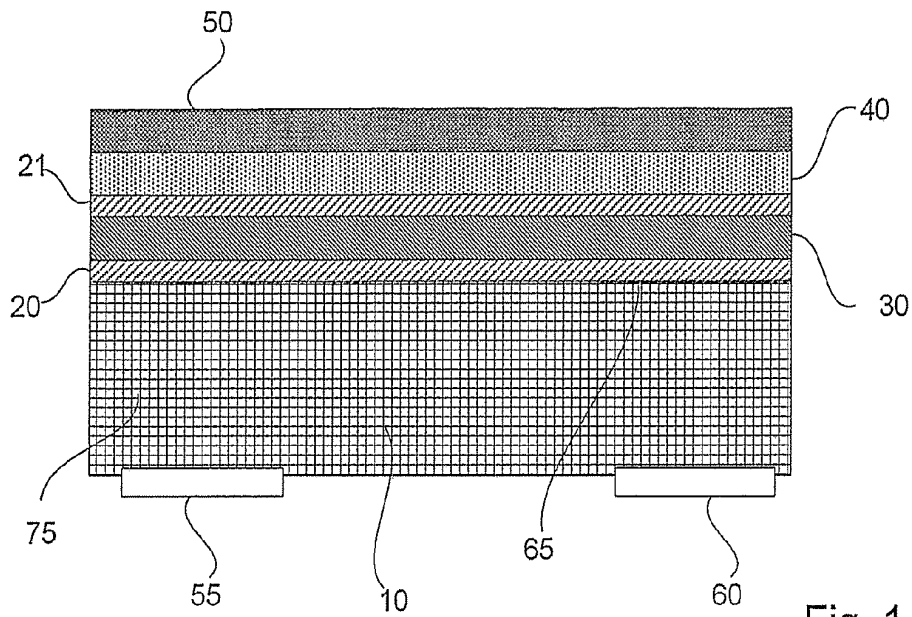


Fig. 1

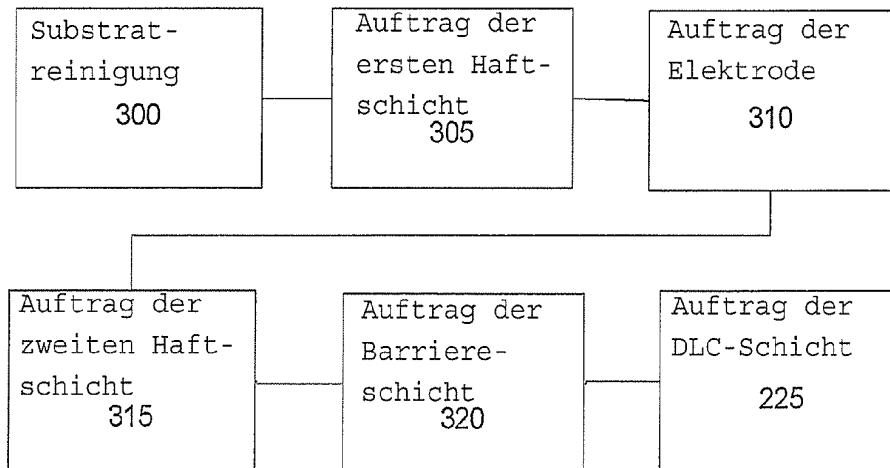


Fig. 2