



(10) **DE 10 2014 014 071 A1** 2016.03.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 014 071.7**
(22) Anmeldetag: **29.09.2014**
(43) Offenlegungstag: **31.03.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 27/26 (2006.01)**
G01N 33/49 (2006.01)
B60W 50/08 (2006.01)
A61B 5/145 (2006.01)
B60R 16/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
TRW Automotive GmbH, 73553 Alfdorf, DE

(72) Erfinder:
**Hirzmann, Guido, 63877 Sailauf, DE; Seyffert,
Martin, 72793 Pfullingen, DE; Glocker, Raymond,
63739 Aschaffenburg, DE; Chen, Chunnan, 63741
Aschaffenburg, DE; Dietrich, Hendrik, 63741
Aschaffenburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

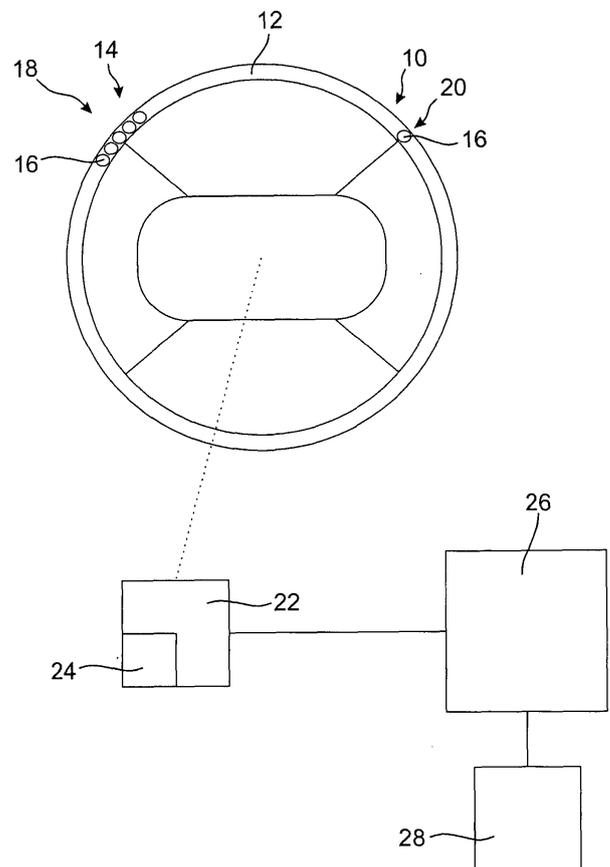
US 2005 / 0 192 488 A1
US 2006 / 0 004 269 A9
US 2007 / 0 161 881 A1
WO 2009/ 033 625 A1

**LAGOIS, J. and SOHEGE, J.: Interlock –
Ein Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit im
Straßenverkehr. In: Blutalkohol, Vol. 40, 2003. S.
199-207**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugbedienelement sowie Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen**



(57) Zusammenfassung: Ein Fahrzeugbedienelement (12) ist beschrieben, mit einem Sensor (14) zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen im Blut eines Bedieners eines Fahrzeugbedienelements (12) mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie, mit wenigstens einer Antenne (16), die zumindest eine erste leitfähige Schicht, eine zweite leitfähige Schicht sowie eine isolierende Schicht umfasst, die zwischen den beiden leitfähigen Schichten angeordnet ist. Über die zweite leitfähige Schicht ist ein Anregungssignal auskoppelbar sowie ein verstimmtes Anregungssignal in die Antenne (16) einkoppelbar. Ferner sind ein Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs beschrieben.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugbedienelement sowie ein Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen, insbesondere von Lactat, Alkohol und/oder Harnstoff.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass Fahrzeuge eine Vielzahl von Sensoren aufweisen, die die Sicherheit während des Betriebs des Fahrzeugs erhöhen. Beispielsweise sind Sensoren vorgesehen, die das Fahrverhalten des Bedieners überwachen, um so auf einen Gesundheitszustand bzw. Fahrtüchtigkeitszustand des Bedieners zu schließen. Derartige Sensoren können zum Beispiel das Lenkverhalten des Bedieners auswerten oder die Bewegung der Augen verfolgen, um die Müdigkeit des Bedieners festzustellen.

[0003] Als nachteilig hat sich bei diesen Sensoren herausgestellt, dass sie den Zustand des Bedieners nur aufgrund der Messung indirekter Parameter wie Bewegungsabläufe oder Körperhaltung feststellen können. Daher können derartige Sensoren nur Zustände detektieren, die bereits eingetreten sind. Unmittelbar bevorstehende Zustandsveränderungen, die einen negativen Einfluss auf das Fahrverhalten und die Gesundheit des Bedieners haben, können von derartigen Sensoren jedoch nicht erfasst werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Fahrzeugbedienelement bereitzustellen, das in der Lage ist, aufkommende Veränderungen des Gesundheitszustands bzw. Fahrtüchtigkeitszustands des Bedieners zu detektieren.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Fahrzeugbedienelement gelöst, mit zumindest einem Sensor zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen im Blut eines Bedieners eines Fahrzeugbedienelements mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie, mit wenigstens einer Antenne, die zumindest eine erste leitfähige Schicht, eine zweite leitfähige Schicht sowie eine isolierende Schicht umfasst, die zwischen den beiden leitfähigen Schichten angeordnet ist, und wobei über die erste leitfähige Schicht und/oder die zweite leitfähige Schicht ein Anregungssignal auskoppelbar sowie ein verstimmtes Anregungssignal in die Antenne einkoppelbar ist.

[0006] Der Grundgedanke der Erfindung ist es, ein Fahrzeugbedienelement mit einem Sensor zu versehen, der die Blutwerte des Bedieners direkt erfasst, um Aufschlüsse über den aktuellen Gesundheitszustand und/oder den Fahrtüchtigkeitszustand sowie bevorstehenden Veränderungen derer zu erhalten. Typischerweise werden Blutuntersuchen im medizinischen Bereich nur durch invasive Messungen vorgenommen, was jedoch im Automobilbereich nicht

möglich ist. Der Sensor des Bedienelements der Erfindung weist eine Antenne auf, die aufgrund ihrer Struktur elektromagnetische Strahlung mit einer definierten Frequenz auskoppeln kann, die zu Freiraumwellen werden. Die angeregten Freiraumwellen propagieren durch die Haut in die Blutbahn des Bedieners und regen dort wenigstens eine Art von Biomolekülen zu Schwingungen an, sofern die definierte Frequenz der Resonanzfrequenz dieser Art von Biomolekülen entspricht.

[0007] Aufgrund der Schwingungsanregungen der Biomoleküle durch die Antenne wird das ausgekoppelte elektromagnetische Anregungssignal verstimmte. Hierbei ist die Phase des verstimmten Anregungssignals verschoben und die Amplitude des verstimmten Anregungssignals ebenfalls verändert. Das verstimmte Anregungssignal kann von der Antenne erfasst werden. Über die Impedanzspektroskopie, die die Änderung der Wellenfunktion bestimmter Frequenzen untersucht, insbesondere deren Phase und deren Amplitude, zwischen dem ausgekoppelten Anregungssignal und dem verstimmten Anregungssignal, kann die Anwesenheit und die Konzentration der Biomoleküle mit bekannten Resonanzfrequenzen im Blut des Bedieners erfasst werden.

[0008] Da bei der Messung der Blutwerte bzw. der Biomoleküle lediglich elektromagnetische Wellen über die Antenne ausgestrahlt und verstimmte elektromagnetische Wellen empfangen werden, kann die Messung nichtinvasiv erfolgen, sodass es sich bei der Messung der Biomoleküle um eine nichtinvasive elektrochemische Impedanzspektroskopie handelt.

[0009] Bei den zu messenden Biomolekülen kann es sich um Lactate, Alkohol und/oder Harnstoff handeln, die jeweils unterschiedliche Resonanzfrequenzen aufweisen. Es ist beispielsweise bekannt, dass sich die Lactatwerte bei einem drohenden Herzinfarkt verändern, sodass sich ein drohender Herzinfarkt über die nichtinvasive Messung des Lactatwerts des Bedieners rechtzeitig erkennbar ist. Typischerweise kann eine feststellbare Veränderung der Lactatwerte bereits zehn Minuten vor einem eintretenden Herzinfarkt festgestellt werden. Des Weiteren ist es unerheblich, ob die elektromagnetischen Wellen in arterielles oder venöses Blut koppeln, da die Biomoleküle in beiden Blutkreisläufen feststellbar sind.

[0010] Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die erste oder die zweite leitfähige Schicht randseitig strukturiert ausgebildet ist, insbesondere einen polygonalen Rand aufweist. Über die randseitige Strukturierung der leitfähigen Schicht können Kammstrukturen ausgebildet werden, sodass die Antenne eine bessere Frequenzabdeckung hat. Wegen der fraktalen Strukturen bzw. der Kammstrukturen kann aufgrund des damit einhergehenden Sierpinski-Effekts ein breiteres Frequenzband von der Antenne emp-

fangen werden. Beispielsweise weist Lactat eine Resonanzfrequenz bei ungefähr 170 MHz (longitudinale Schwingung), bzw. 390 MHz (transversale Schwingung) auf, wohingegen Ethanol eine Resonanzfrequenz bei ungefähr 600 MHz hat. Dieses breite Frequenzspektrum kann aufgrund der randseitigen Strukturierung von der Antenne abgedeckt werden. Generell ist es möglich, mit der Antenne ein Frequenzspektrum von 30 MHz bis 900 MHz abzudecken.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die erste leitfähige Schicht und die zweite leitfähige Schicht im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Je nach Ausrichtung und Anordnung der leitfähigen Schichten können hierdurch unterschiedliche Freiraumwellen durch das Anregungssignal generiert werden, die je nach Anordnung der Antennen am Fahrzeugbedienelement bevorzugt sein können.

[0012] In einer alternativen Ausführungsform ist die zweite leitfähige Schicht im Wesentlichen bogenförmig ausgebildet und läuft um die erste leitfähige Schicht, insbesondere exzentrisch.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht eine dritte leitfähige Schicht vor, die mit der ersten oder der zweiten leitfähigen Schicht elektrisch gekoppelt ist und eine Verbindungsschicht ausbildet, insbesondere wobei die leitfähigen Schichten der Verbindungsschicht derart zueinander beabstandet sind, dass die zweite bzw. die erste leitfähige Schicht zwischen den leitfähigen Schichten der Verbindungsschicht angeordnet ist. Hierdurch kann die Effizienz der Antenne bei gleichbleibender oder leicht vergrößerter Bauhöhe verbessert werden, da die Verbindungsschicht und die dazwischenliegende Schicht zwei Dipole ausbilden, sodass eine leistungsstarke und zugleich empfindliche Antenne bereitgestellt wird.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die wenigstens eine Antenne flexibel ausgebildet. Dies wird dadurch erreicht, dass es sich bei den elektrisch leitfähigen Schichten um dünne Schichten handelt, sodass diese flexibel sind. Beispielsweise weist eine leitfähige Schicht eine Dicke von unter 50 µm auf, insbesondere zwischen 10 µm und 35 µm. Auch die dazwischen angeordnete isolierende Schicht hat eine Dicke in derselben Größenordnung. Demnach kann die wenigstens eine Antenne eine Dicke von 30 µm bis 300 µm aufweisen, wodurch sie in gebogener Weise beispielsweise an einem Lenkradkranz angeordnet werden kann.

[0015] Ferner kann eine vom Bediener zu berührende Deckschicht vorgesehen sein, die die äußerste Schicht der Antenne bildet und insbesondere aus einem elektrisch isolierenden Material ausgebildet ist. Bei der Deckschicht kann es sich um eine Folie, eine

Blende, eine Lederhaut, eine Holzschicht, eine Keramik, ein Glas oder einen Lack handeln, wobei dies davon abhängig ist, wie das entsprechende Fahrzeugbedienelement ausgebildet ist. Die Deckschicht fungiert einerseits als Berührungsschutz der empfindlichen Antennenstruktur und andererseits als optisches Element, sodass der Sensor an das Fahrzeugbedienelement optisch angepasst ist. Es kann vorgesehen sein, dass der Sensor im Fahrzeugbedienelement nahezu unsichtbar sein soll.

[0016] Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Antenne als Dipolantenne oder als Multipolantenne ausgebildet ist. Hierdurch kann der Wirkungsgrad der Antenne weiter erhöht werden.

[0017] Ferner kann die wenigstens eine Antenne eine dielektrische Einlage, insbesondere aus Feinkeramik, umfassen zur Verbesserung der Sensibilität der Antenne im niedrigen Frequenzbereich. Über die dielektrische Einlage wird eine höhere Dielektrizitätskonstante der Antenne erreicht, sodass kleine Antennenstrukturen für große Wellenlängen sensitiv sind. Die optionale dielektrische Einlage vergrößert demnach die Frequenzabdeckung der Antenne. Hierdurch kann beispielsweise die verbesserte Frequenzabdeckung aufgrund der strukturierten Ränder unterstützt werden.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist eine Steuer- und Auswerteeinheit zur Steuerung der wenigstens einer Antenne sowie zur Auswertung der von der wenigstens einer Antenne empfangenen verstimmtten Anregungssignale vorgesehen. Über die Steuer- und Auswerteeinheit wird die auszukoppelnde Welle angeregt, da die Anregungsfrequenz vorgegeben wird. Gleichzeitig kann das verstimmtte Anregungssignal analysiert werden, welches von der Antenne empfangen wird. Anhand des verstimmtten Anregungssignals kann die Anwesenheit eines entsprechenden Biomoleküls im Blut des Bedieners nachgewiesen werden.

[0019] Insbesondere ist die Steuer- und Auswerteeinheit so ausgebildet, dass sie verschiedene Anregungsfrequenzen für die Antenne generiert. Hierdurch ist sichergestellt, dass über die wenigstens eine Antenne elektromagnetische Wellen mit unterschiedlichen Frequenzen generiert werden können, die die unterschiedlichen, zu detektierenden Biomoleküle mit ihren voneinander verschiedenen Anregungsfrequenzen anregen, sofern diese im Blut des Bedieners vorhanden sind.

[0020] Ferner kann die Steuer- und Auswerteeinheit so ausgebildet sein, dass sie Wellenfunktionen verstimmtter Anregungssignale auswertet und aufgrund der Verstimmung die Anwesenheit von Biomolekülen ermittelt. Die Steuer- und Auswerteeinheit kann dem-

nach die mathematischen Berechnungen einer Impedanzspektroskopie durchführen.

[0021] Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass das Fahrzeugbedienelement Teil eines Fahrzeuglenkrads, Stellhebels oder Schalthhebels des Fahrzeugs ist. Dies stellt sicher, dass der Bediener des Fahrzeugs während des Betriebs des Fahrzeugs mit dem entsprechenden Fahrzeugbedienelement zwingend in Kontakt kommt, sodass eine nicht-invasive Messung der Biomoleküle im Blut des Bedieners während der Bedienung des Fahrzeugs erfolgt.

[0022] Ferner können mehrere Antennen verteilt über das Fahrzeugbedienelement angeordnet sein. Hierdurch wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass der Bediener im Bereich des Detektionsfelds wenigstens einer der Antennen während des Betriebs ist, sodass eine Messung über die entsprechende Antenne möglich ist.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann eine Heizschicht vorgesehen sein, die insbesondere an einer isolierenden Schicht anliegt oder integriert ist. Hierdurch kann die Antenne gleichzeitig das Fahrzeugbedienelement aktiv beheizen, wodurch der Komfort für den Bediener erhöht ist.

[0024] Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch ein Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen, insbesondere Lactat, Alkohol und/oder Harnstoff, im Blut eines Bedieners eines Fahrzeugs mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie unter Verwendung eines Fahrzeugbedienelements der zuvor genannten Art gelöst. Das Fahrzeugbedienelement weist einen Sensor auf, der zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen geeignet ist. Mit dem Verfahren ist es somit möglich, bevorstehende Veränderungen des Gesundheitszustands bzw. des Fahrtüchtigkeitszustands frühzeitig zu erkennen, sodass aktiv eingegriffen werden kann, die Geschwindigkeit zunehmend reduziert wird, Warnsignale abgegeben werden oder das Fahrzeug gar nicht gestartet wird.

[0025] Insbesondere können mehrere Biomoleküle mit unterschiedlichen Anregungsfrequenzen gemessen werden. Hierdurch kann der Zustand des Bedieners des Fahrzeugs sehr genau bestimmt werden, da mehrere Biomoleküle, die Aussagen über verschiedene Zustände des Bedieners ermöglichen, gleichzeitig oder nacheinander gemessen werden können.

[0026] Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Messung der Biomoleküle im Blut des Bedieners kontaktlos erfolgt. Die zu vermessende Körperstelle sollte sich im Nahfeld der Antenne befinden, sodass eine ausreichend große Leistung eingekoppelt werden kann und die Antenne das verstimmte Anregungssignal auch hinreichend gut erfassen kann. Es muss

jedoch kein direkter Kontakt mit dem Sensor bzw. der Antenne erfolgen.

[0027] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wertet die Steuer- und Auswerteeinheit die komplexe Impedanz zwischen dem Anregungssignal und dem verstimmtten Anregungssignal zur quantitativen Bestimmung der Konzentration der Biomoleküle im Blut des Bedieners aus. Über die Änderung der Amplitude und der Phase zwischen dem Anregungssignal und dem verstimmtten Anregungssignal kann auf die komplexe Impedanz geschlossen werden, deren Auswertung zur Berechnung der Konzentration der Biomoleküle dient.

[0028] Ferner kann die Steuer- und Auswerteeinheit aufgrund der komplexen Impedanz die der Messung zugrunde liegende Messfläche und/oder Messstellen und/oder Anzahl der Bediener bestimmen. Die Steuer- und Auswerteeinheit kann aufgrund der Auswertung der komplexen Impedanz feststellen, ob überhaupt ein Kontakt besteht bzw. ob der Bediener sich mit einem Körperteil im Detektionsbereichs des Sensors befindet, da ansonsten keine Verstimmung des Anregungssignals erfolgt. Ferner kann aufgrund der Auswertung ermittelt werden, mit welcher Fläche der Bediener des Fahrzeugs im Bereich des Sensors ist, da über den Realteil der komplexen Impedanz auf das untersuchte Volumen geschlossen werden kann, woraus auf eine durchschnittliche Fläche geschlossen werden kann. Des Weiteren kann aufgrund stark unterschiedlicher Ergebnisse der Messung auf einen anderen Bediener geschlossen werden.

[0029] Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Steuer- und Auswerteeinheit die wenigstens eine Antenne taktweise ansteuert, wobei, sofern mehrere Antennen vorgesehen sind, die Steuer- und Auswerteeinheit die Antennen sequenziell ansteuert. Hierdurch kann die Effizienz des Sensors gesteigert werden, da eine Überprüfung der Biomoleküle nur in bestimmten Zeitintervallen nötig ist. Eine sequentielle Ansteuerung ist insbesondere dann interessant, wenn ein vormals bestehender Kontakt mit einer der Antennen verloren gegangen ist, sodass eine neue Antenne gesucht wird, mit der eine Messung möglich ist, da der Bediener im Nahfeld dieser Antenne ist.

[0030] Ferner kann ein Speicher vorgesehen sein, in dem die ermittelten Werte gespeichert werden können, wobei die Steuer- und Auswerteeinheit Trends aufgrund der hinterlegten Werte berechnet, insbesondere extrapoliert, um Prognosen über die Wertentwicklung zu ermitteln. Hierdurch ist es möglich, dass ein Verlauf der Konzentration der entsprechenden Biomoleküle gespeichert und ausgewertet wird, um eine bevorstehende Änderung der Konzentration eines entsprechenden Biomoleküls vorherzusagen, die auf eine Änderung des Gesundheitszu-

stands bzw. des allgemeinen Zustands des Fahrzeugbedieners schließen lässt.

[0031] Die Aufgabe der Erfindung wird zudem durch ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs gelöst, wobei ein Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen der zuvor genannten Art durchgeführt wird, und wobei zumindest eine Fahrzeugeinrichtung in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Verfahrens zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen betrieben wird. Hierbei kann zunächst die Steuer- und Auswerteeinheit direkt mit einer zentralen Steuereinheit des Fahrzeugs verbunden werden, sodass die von der Steuer- und Auswerteeinheit ermittelten Informationen sämtlichen Komponenten des Fahrzeugs zur Verfügung stehen. Demnach kann dem Fahrzeugbediener beispielsweise eine optische oder akustische Warnmeldung angezeigt bzw. mitgeteilt werden, wenn ein kritischer Zustand aufgrund der sich ändernden Konzentration eines Biomoleküls festgestellt worden ist. Ferner können weitere Fahrzeugsicherheitsysteme in Abhängigkeit der erfassten Werte geregelt bzw. ihre Empfindlichkeit verändert werden, beispielsweise eine Abstands- und/oder eine Temporegeleinheit, sodass sie beispielsweise sensibler auf Veränderungen reagieren. Des Weiteren kann die zentrale Steuereinheit aufgrund eines erfassten kritischen Zustands bzw. eines prognostizierten kritischen Zustands zuvor manuell deaktivierte Fahrzeugsicherheitsysteme aktivieren wie ein Spurhaltesystem, ein Stauassistent und/oder ein Lenkassistent. Im Extremfall kann sogar die Steuerung und/oder Regelung sämtlicher Funktionen des Fahrzeugs von der zentralen Steuereinheit vollständig übernommen und eine Bremsung eingelegt werden, insbesondere Notbremsung. Hierbei kann die zentrale Steuereinheit auch einen Notruf absetzen.

[0032] Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

[0033] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugbedienelements gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

[0034] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer bei der Erfindung eingesetzten Antenne gemäß einer ersten Ausführungsform,

[0035] Fig. 3 eine schematische Darstellung des Lageraufbaus eines Leiters einer Antenne, die bei der Erfindung eingesetzt wird,

[0036] Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung der Antenne aus Fig. 2,

[0037] Fig. 5 eine schematische Darstellung einer bei der Erfindung eingesetzten Antenne gemäß einer zweiten Ausführungsform, und

[0038] Fig. 6 eine schematische Darstellung einer bei der Erfindung eingesetzten Antenne gemäß einer dritten Ausführungsform.

[0039] Fig. 1 zeigt ein Fahrzeuglenkrad **10** mit einem Lenkradkranz, das ein Fahrzeugbedienelement **12** bildet.

[0040] Das Fahrzeugbedienelement **12** weist einen Sensor **14** auf, mit dem Biomoleküle im Blut eines Bedieners des Fahrzeugbedienelements **12** bzw. des Lenkrads **10** nichtinvasiv gemessen werden können. Der Sensor **14** weist hierzu mehrere Antennen **16** auf, deren Aufbau später anhand der Fig. 2 bis Fig. 4 erläutert wird.

[0041] Die Antennen **16** sind über das Fahrzeugbedienelement **12** verteilt angeordnet, wobei sie in Bereichen **18**, **20** des Fahrzeugbedienelements **12** angeordnet sind, die vom Bediener des Lenkrads **10** typischerweise umgriffen werden. In der gezeigten Ausführungsform handelt es sich hierbei um die typischen Positionen des Lenkrads **10**, die ein Fahrer mit seinen Händen umgreifen soll, wobei diese Stellung auch als „10 vor 2“ Uhr bekannt ist. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Antennen **16** des Sensors **14** der Handfläche oder den Fingern zugeordnet sind.

[0042] Der erste Bereich **18** umfasst in der gezeigten Ausführungsform fünf Antennen **16**, wohingegen der zweite Bereich **20** lediglich eine Antenne **16** aufweist. Alternativ können die Antennen **16** auch über den gesamten Lenkradkranz in regelmäßigen Abständen verteilt angeordnet sein.

[0043] Die Antennen **16** sind generell derart ausgebildet, dass sie im Blut des Bedieners vorhandene Biomoleküle mittels elektromagnetischer Strahlung anregen können. Dies bedeutet, dass die Antennen **16** ein Anregungssignal mit einer Frequenz aussenden können, die der Resonanzfrequenz der zu messenden Biomoleküle entspricht.

[0044] Hierzu sind die Antennen **16** mit einer Steuer- und Auswerteeinheit **22** gekoppelt, die im Fahrzeuglenkrad **10** selbst oder an einem anderen Ort vorgesehen sein kann. Die Steuer- und Auswerteeinheit **22** dient zur Steuerung der Antennen **16**, sodass die Steuer- und Auswerteeinheit **22** die Antennen **16** ansteuert, sodass diese die elektromagnetischen Wellen mit unterschiedlichen Anregungsfrequenzen generieren.

[0045] Bei den Frequenzen kann es sich insbesondere um Frequenzen der typischerweise zu untersuchenden Biomoleküle wie Lactat, Methanol und/oder

Harnstoff handeln, wobei Lactat eine Anregungsfrequenz von 175 MHz +/- 50 MHz, Ethanol eine Anregungsfrequenz von 600 MHz +/- 50 MHz und Urea eine Anregungsfrequenz von 300 MHz +/- 50 MHz haben.

[0046] Um die verschiedenen Anregungsfrequenzen zu erreichen kann auch vorgesehen sein, dass die Steuer- und Auswerteeinheit **22** ein komplettes Frequenzband durchfährt, also von beispielsweise 30 MHz bis 900 MHz.

[0047] Aufgrund der Anregung der Biomoleküle durch die elektromagnetischen Wellen mit den entsprechenden Anregungsfrequenzen bzw. den Anregungssignalen wird das ausgesandte Anregungssignal verstimmt. Das verstimmte Anregungssignal unterscheidet sich von dem Anregungssignal dahingehend, dass es phasenverschoben ist und eine andere Amplitude aufweist, insbesondere eine gedämpfte Amplitude.

[0048] Des Weiteren überlagert sich das verstimmte Anregungssignal mit dem Anregungssignal, sodass bei einer Anregung eines Biomoleküls zwei unterschiedliche Signale im Nahfeld der Antenne **16**.

[0049] Die Antennen **16** sind generell derart ausgebildet, dass sie das verstimmte Anregungssignal ebenfalls erfassen können, wodurch das verstimmte Anregungssignal der Steuer- und Auswerteeinheit **22** übermittelt werden kann.

[0050] Die Übertragung des Anregungssignals von der Steuer- und Auswerteeinheit **22** zu den Antennen **16** sowie die Übertragung des verstimmten Anregungssignals von den Antennen **16** zu der Steuer- und Auswerteeinheit **22** kann über Koaxialleitungen erfolgen, mit denen die Antennen **16** und die Steuer- und Auswerteeinheit **22** miteinander gekoppelt sind.

[0051] Die Steuer- und Auswerteeinheit **22** ist ferner dazu ausgebildet, die verstimmten Anregungssignale auszuwerten und eine Konzentration des angeregten Biomoleküls aufgrund des Anregungssignals und des verstimmten Anregungssignals zu ermitteln. Zur Bestimmung der Konzentration des angeregten Biomoleküls wertet die Steuer- und Auswerteeinheit **22** die komplexe Impedanz zwischen dem Anregungssignal und dem verstimmten Anregungssignal aus.

[0052] Der Realteil der komplexen Impedanz kann dabei zur Bestimmung des Probevolumens ausgewertet werden, wohingegen der Imaginärteil der komplexen Impedanz zur quantitativen Bestimmung der Biomoleküle herangezogen wird. Über das Verhältnis des Imaginärteils und des Realteils der komplexen Impedanz kann somit die Konzentration des angeregten Biomoleküls im Blut des Bedieners bestimmt werden.

[0053] Des Weiteren kann die Steuer- und Auswerteeinheit **22** aufgrund der Auswertung der komplexen Impedanz die zugrunde liegende Messfläche, die Messstellen und/oder die Anzahl der Bediener ermitteln. Dies kann einerseits dadurch geschehen, dass die Steuer- und Auswerteeinheit **22** detektiert, wie viele der mehreren Antennen **16** von der Hand oder einem anderen Körperteil des Bedieners überdeckt werden, sodass die Anzahl der Antennen **16** bestimmt wird, mit denen überhaupt eine Messung möglich ist.

[0054] Ferner kann aufgrund der Auswertung der komplexen Impedanz und insbesondere dessen Realteils auf die jeweilige Fläche geschlossen werden, sofern bei dem bestimmten Volumen eine durchschnittliche Dicke angenommen wird.

[0055] Zudem kann die Steuer- und Auswerteeinheit **22** die einzelnen Antennen **16** des Sensors **14** taktweise ansteuern, sodass Messungen der Biomoleküle im Blut des Bedieners in regelmäßigen Abständen erfolgen.

[0056] Die von der Steuer- und Auswerteeinheit **22** erfassten Werte können in einen Speicher **24** gespeichert werden, wodurch die Steuer- und Auswerteeinheit **22** anhand der gespeicherten Werte Verläufe extrapolieren kann, um Entwicklung zu prognostizieren.

[0057] Hierdurch kann der Bediener des Fahrzeugbedienelements **12** beispielsweise bei einem steilen Anstieg eines bestimmten Biomoleküls rechtzeitig gewarnt werden, sofern aufgrund der Extrapolation zu erwarten ist, dass die entsprechende Konzentration einen im Speicher **24** hinterlegten Schwellwert überschreitet.

[0058] Hierzu ist die Steuer- und Auswerteeinheit **22** mit einer zentralen Steuereinheit **26** des Fahrzeugs verbunden, die wiederum mit zumindest einer Fahrzeugeinrichtung **28** verbunden ist. Die Steuer- und Auswerteeinheit **22** stellt die ausgewerteten Daten der zentralen Steuereinheit **26** zur Verfügung, sodass diese aufgrund der ermittelten Konzentrationswerte die Fahrzeugeinrichtung **28** ansteuert und/oder regelt. Bei der Fahrzeugeinrichtung **28** kann es sich beispielsweise um eine Abstands- und/oder eine Temporegeleinheit, eine Klimaanlage, ein Anzeigeelement, einen Lautsprecher, ein Spurhaltesystem, einen Stauassistenten und/oder einen Lenkassistenten handeln.

[0059] Ferner kann die zentrale Steuereinheit **26** sämtliche Funktionen des Fahrzeugs übernehmen und eine Bremsung einleiten, wobei sie auch einen Notruf absetzen kann. Dieser Extremfall ist insbesondere dann vorgesehen, wenn eine aktuelle Messung einen äußerst kritischen Konzentrationswert ei-

nes Biomoleküls ergeben hat, der im Normalfall eine sofortige Fahruntüchtigkeit des Bedieners zur Folge hat.

[0060] In Fig. 2 ist eine erste Ausführungsform einer Antenne **16** schematisch dargestellt, wie sie in dem Fahrzeugbedienelement **12** verwendet werden kann.

[0061] Generell ist die Antenne **16** flexibel ausgebildet, sodass sie in einfacher Weise an dem typischerweise runden Lenkradkranz angebracht werden kann, indem sie um den Lenkradkranz gebogen angeordnet wird.

[0062] Die Antenne **16** weist einen ersten Leiter **28** auf, der mit einem ersten elektrischen Potenzial verbunden ist, beispielsweise einer Masse.

[0063] Des Weiteren weist die Antenne **16** einen zweiten Leiter **30** auf, der mit einem vom ersten elektrischen Potenzial abweichenden, zweiten elektrischen Potenzial verbunden ist. Der zweite Leiter **30** wird beispielsweise von der Steuer- und Auswerteeinheit **22** bestromt, insbesondere mit einem Wechselstrom, sodass über die Antenne **16** entsprechende Anregungssignale für die Biomoleküle im Blut des Bedieners ausgesandt werden.

[0064] In der gezeigten Ausführungsform weist die Antenne **16** einen dritten Leiter **32** auf, der mit den zweiten Leiter **30** elektrisch gekoppelt ist und gemeinsam mit ihm einen Verbindungsleiter **34** ausbildet.

[0065] Die Leiter **28** bis **32** sind parallel zueinander ausgerichtet, wobei der zweite Leiter **30** und der dritte Leiter **32** derart beabstandet sind, dass der erste Leiter **28** mittig zwischen ihnen angeordnet ist.

[0066] Generell ist der Verbindungsleiter **34** im gezeigten Schnitt „C-förmig“ ausgebildet, sodass der erste Leiter **28** von der offenen Seite des „C“ in den Verbindungsleiter **34** ragt und mittig zwischen den beiden beabstandeten Leitern **30**, **32** des Verbindungsleiters **34** ist. Hierdurch kann sich sowohl zwischen dem ersten Leiter **28** und dem zweiten Leiter **30** als auch zwischen dem ersten Leiter **28** und dem dritten Leiter **32** ein elektrisches Feld aufbauen, das zur Erzeugung der Anregungssignale dient. Daher ist die Effizienz einer derartig aufgebauten Antenne **16** besonders gut.

[0067] Aus Fig. 2 geht nicht hervor, dass die einzelnen Leiter **28** bis **32** jeweils durch eine isolierende Schicht voneinander getrennt sind. Dies zeigt jedoch Fig. 3, in der der Aufbau eines Leiters anhand des zweiten elektrischen Leiters **24** beispielsweise dargestellt ist. Generell sind die anderen elektrischen Leiter **28**, **32** in analoger Weise aufgebaut.

[0068] Fig. 3 zeigt, dass der zweite Leiter **30** eine mittig angeordnete zweite leitfähige Schicht **36** aufweist, die beispielsweise aus Kupfer besteht. Entgegengesetzte Seiten **36a**, **36b** der leitfähigen Schicht **36** sind jeweils mit einer oberen Haftvermittlerschicht **38a** und einer unteren Haftvermittlerschicht **38b** versehen. Bei der Haftvermittlerschicht **38a**, **38b** kann es sich beispielsweise um ein Epoxidharz handeln.

[0069] Über die obere Haftvermittlerschicht **38a** ist eine obere isolierende Schicht **40a** mit der oberen Seite **36a** der leitfähigen Schicht **36** des zweiten Leiters **30** verbunden. Entsprechend ist eine untere isolierende Schicht **40b** mit der unteren Seite **36b** der leitfähigen Schicht **36** verbunden. Die isolierenden Schichten **40a**, **40b** können aus Polyimid ausgebildet sein, insbesondere als Kaptonfolie.

[0070] Generell ist die leitfähige Schicht **36** so von beiden Seiten **36a**, **36b** mit einer elektrisch isolierenden Schicht **40a**, **40b** umgeben, dass die zweite leitfähige Schicht **36** und der zweite Leiter **30** elektrisch isoliert ist.

[0071] Bei dem zweiten Leiter **30** kann es sich insbesondere um eine dünnwandige und flexible Leiterbahn handeln, bei der die leitfähige Schicht **36** auf die untere Isolierungsschicht **40b** laminiert oder aufgedampft worden ist.

[0072] In Fig. 4 ist ein Schnitt durch die Leiterstruktur der Antenne **16** aus Fig. 2 schematisch gezeigt, aus der hervorgeht, dass sämtliche Leiter **28** bis **32** analog zum zweiten Leiter **30** aus Fig. 3 aufgebaut sind.

[0073] Demnach umfasst der dritte Leiter **32** ebenfalls eine mittig angeordnete dritte leitfähige Schicht **42**, die über jeweils zwei Haftvermittlerschichten **44a**, **44b** mit jeweils einer isolierenden Schicht **46a**, **46b** verbunden, sodass die dritte elektrisch leitende Schicht **42** ebenfalls von beiden Seiten **42a**, **42b** elektrisch isoliert ist.

[0074] An die obere isolierende Schicht **46a** des dritten Leiters **32** schließt sich eine untere isolierende Schicht **48b** des ersten Leiters **28** an, die ebenfalls über eine untere Haftvermittlerschicht **50b** mit einer ersten leitfähigen Schicht **52** verbunden ist.

[0075] Zur oberen Seite **52a** ist die erste elektrisch leitfähige Schicht **52** über eine obere Haftvermittlerschicht **50a** mit einer oberen isolierenden Schicht **48a** verbunden, welche direkt an die untere isolierende Schicht **40b** der zweiten leitfähigen Schicht **36** anschließt.

[0076] Da der zweite Leiter **30** und der dritte Leiter **32** gemeinsam den Verbindungsleiter **34** ausbilden, bilden die zweite leitfähige Schicht **36** und die dritte leitfähige Schicht **42** eine entsprechende Verbindungsleiterstruktur.

Leitungsschicht **53** aus, die im Schnitt C-förmig ist, so dass die erste leitfähige Schicht **52** in die C-förmige Verbindungsschicht **53** hineinragt. Hierdurch entsteht generell eine gabelförmige Struktur der Leiter **28** bis **32** sowie der elektrisch leitfähigen Schichten **36**, **42**, **52**.

[0077] Wenn die Leiter **28** bis **32** jeweils aus separat hergestellten Leiterbahnen aufgebaut sind, welche miteinander zur Antenne **16** geformt werden, so weisen die jeweiligen Leiter **28** bis **32** einen derartigen Schichtaufbau auf.

[0078] Alternativ kann jedoch auch vorgesehen sein, dass benachbarte isolierende Schichten einstückig ausgebildet werden, sofern die Antenne **16** nicht aus verschiedenen Leitern gebildet ist.

[0079] Ferner geht aus **Fig. 4** hervor, dass eine optionale Deckschicht **54** vorgesehen sein kann, welche auf dem zweiten Leiter **30** sitzt. Die Deckschicht **54** wird vom Bediener des Fahrzeugbedienelements **12** im Betrieb des Fahrzeugbedienelements **10** berührt und ist deswegen aus einem haptisch und optisch ansprechenden Material ausgebildet. Der Sensor **14** ist für den Bediener des Fahrzeugs optisch nicht erkennbar.

[0080] Die Deckschicht **54** ist aus einem elektrisch isolierenden Material hergestellt, um die Funktion der Antenne **16** nicht zu stören. Hierbei kann es sich insbesondere um eine Folie, eine Blende, eine Lederhaut, eine Holzschicht, eine Keramik, ein Glas oder einen Lack handeln, wobei das Material von der Umgebung abhängt, in die die Antenne **16** eingebracht werden soll.

[0081] Ferner geht aus **Fig. 4** hervor, dass eine optionale Heizschicht **56** vorgesehen sein kann, die im Bereich einer isolierenden Schicht angeordnet ist, hier der oberen isolierenden Schicht **40a** der ersten leitfähigen Schicht **36**.

[0082] Bei der Heizschicht **56** kann es sich um eine Kupferschicht (oder Kupferdrähte) handeln, die demnach analog zu einer der elektrisch leitfähigen Schichten **36**, **42**, **52** ausgebildet ist. Über die Heizschicht **56** wird sichergestellt, dass das Fahrzeugbedienelement **12** bei Bedarf erwärmt werden kann, so dass der Komfort für den Bediener des Fahrzeugbedienelements **12** erhöht ist.

[0083] Die Heizschicht **56** kann ebenfalls mit der Steuer- und Auswerteeinheit **22** gekoppelt sein und die Ansteuerung der Heizschicht **56** übernehmen.

[0084] Alternativ kann eine der elektrisch leitfähigen Schichten **36**, **42**, **52** von der Steuer- und Auswerteeinheit **22** so angesteuert werden, dass sie sich erwärmt und somit zusätzlich als Heizschicht fungiert.

[0085] Des Weiteren geht aus **Fig. 4** hervor, dass die Antenne **16** dielektrische Einlagen **58** aufweisen kann, welche in der gezeigten Ausführungsform als Partikel innerhalb der Schichten der Antenne **16** angeordnet sind, insbesondere einer der isolierenden Schichten oder einer der Haftvermittlerschichten.

[0086] Bei den dielektrischen Einlagen **58** kann es sich um Keramik- bzw. Feinkeramikteile handeln, die zur Verbesserung der Sensibilität der Antenne **16** im niedrigen Frequenzbereich dienen, da sich die dielektrischen Eigenschaften der Antenne **16** generell durch eine dielektrische Einlage **58** verändern.

[0087] Alternativ kann auch eine durchgehende Schicht aus einer Feinkeramik vorgesehen sein.

[0088] Aus **Fig. 5** geht eine zweite Ausführungsform der Antenne **16** hervor, die zwei Leiter **28**, **30** und somit nur zwei leitfähige Schichten **36**, **52** umfasst, wobei der zweite Leiter **30** und somit die zweite leitfähige Schicht **36** bogenförmig ausgebildet sind und um den kreisförmigen ersten Leiter **30** und die ebenfalls kreisförmig ausgebildete erste leitfähige Schicht **52** verlaufen.

[0089] Die beiden Leiter **28**, **30** sind dabei exzentrisch zueinander angeordnet, um ein entsprechendes Anregungssignal erzeugen und ein verstimmtes Anregungssignal empfangen zu können.

[0090] Die zweite leitfähige Schicht **36** kann dabei eine randseitige Strukturierung aufweisen, wodurch die zweite leitfähige Schicht **36** einen polygonalen Rand hat, wodurch die Antenne **16** aufgrund der kreisförmigen Ausbildung der ersten leitfähigen Schicht **36** aufgrund des Sierpinski-Effekts eine größere Frequenzabdeckung aufweisen kann.

[0091] Die in **Fig. 5** gezeigte Ausführungsform der Antenne **16** zeichnet sich dadurch aus, dass ein Pol der Antenne **16**, nämlich die erste leitfähige Schicht **52**, rund ausgebildet ist, wohingegen der zweite Pol der Antenne **16**, nämlich die zweite elektrisch leitfähige Schicht **36**, polygonal ist. Hierdurch ist es generell möglich, große Wellenlängen, die im Meterbereich liegen, mit einer Antennenstruktur zu erfassen, die lediglich im Millimeterbereich liegt.

[0092] Aus der **Fig. 6** geht eine dritte Ausführungsform der Antenne **16** hervor, die bei einem Fahrzeugbedienelement **12** eingesetzt werden kann.

[0093] Die dritte Ausführungsform der Antenne **16** weist ebenfalls lediglich zwei Leiter **28**, **30** auf, die zueinander parallel ausgebildet sind. Demnach sind auch die beiden leitfähigen Schichten **36**, **52** zueinander parallel ausgebildet.

[0094] Generell können aufgrund der entsprechenden Ausbildung der leitfähigen Schichten **36, 52** und der Antenne **16** unterschiedliche Anregungssignale erzeugt werden, das bei bestimmten Anordnungen des Sensors **14** bzw. der Antennen **16** am Fahrzeugbedienelement **12** eine verbesserte Messung der Biomoleküle im Blut des Bedieners ermöglicht.

[0095] Alternativ zu dem gezeigten Lenkrad **10** kann ein Fahrzeugbedienelement auch Teil eines Stellhebels oder Schalthhebels sein, sodass diese den Sensor **14** aufweisen. Hierdurch kann der Sensor **14** innerhalb eines Türgriffs, einer Bedienungseinheit (Schalter) für Fahrzeugelektronik oder weiteren Bauteilen des Fahrzeugs angeordnet sein, die von einem Bediener üblicherweise berührt werden.

Patentansprüche

1. Fahrzeugbedienelement (**12**), mit zumindest einem Sensor (**14**) zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen im Blut eines Bedieners des Fahrzeugbedienelements (**12**) mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie, mit wenigstens einer Antenne (**16**), die zumindest eine erste leitfähige Schicht (**52**), eine zweite leitfähige Schicht (**36**) sowie eine isolierende Schicht (**40b, 48a**) umfasst, die zwischen den beiden leitfähigen Schichten (**36, 52**) angeordnet ist, und wobei über die erste leitfähige Schicht (**52**) und/oder die zweite leitfähige Schicht (**36**) ein Anregungssignal auskoppelbar sowie ein verstimmtes Anregungssignal in die Antenne (**16**) einkoppelbar ist.

2. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste oder die zweite leitfähige Schicht (**36, 52**) randseitig strukturiert ausgebildet ist, insbesondere einen polygonalen Rand aufweist.

3. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste leitfähige Schicht (**52**) und die zweite leitfähige Schicht (**36**) im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

4. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite leitfähige Schicht (**36**) im Wesentlichen bogenförmig ausgebildet ist und um die erste leitfähige Schicht (**52**) läuft, insbesondere exzentrisch.

5. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte leitfähige Schicht (**42**) vorgesehen ist, die mit der ersten oder der zweiten leitfähigen Schicht (**36, 52**) elektrisch gekoppelt ist und eine Verbindungsschicht (**53**) ausbildet, insbesondere wobei die leitfähigen Schichten der Verbindungsschicht (**53**) derart zueinander beabstandet sind, dass die zweite oder die erste leitfähige Schicht (**36, 52**) zwi-

schen den leitfähigen Schichten der Verbindungsschicht (**53**) angeordnet ist.

6. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitfähigen Schichten (**36, 42, 52**) flexibel ausgebildet sind.

7. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine vom Bediener zu berührende Deckschicht (**54**) vorgesehen ist, die die äußerste Schicht der Antenne (**16**) ist und insbesondere aus einem elektrisch isolierenden Material ausgebildet ist.

8. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antenne (**16**) als Dipolantenne oder als Multipolantenne ausgebildet ist.

9. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antenne (**16**) eine dielektrische Einlage (**58**), insbesondere aus Feinkeramik, umfasst zur Verbesserung der Sensibilität der Antenne (**16**) im niedrigen Frequenzbereich.

10. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuer- und Auswerteeinheit (**22**) zur Steuerung der wenigstens einer Antenne (**16**) sowie zur Auswertung der von der wenigstens einer Antenne (**16**) empfangenen verstimmten Anregungssignale vorgesehen ist.

11. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (**22**) so ausgebildet ist, dass sie verschiedene Erregungsfrequenzen für die Antenne (**16**) generiert.

12. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (**22**) so ausgebildet ist, dass sie Wellenfunktionen verstimmter Anregungssignale auswertet und aufgrund der Verstimmung die Anwesenheit von Biomolekülen ermittelt.

13. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fahrzeugbedienelement (**12**) Teil eines Fahrzeuglenkrads (**10**), Stellhebels oder Schalthhebels des Fahrzeugs ist.

14. Fahrzeugbedienelement (**12**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Antennen (**16**) verteilt über das Fahrzeugbedienelement (**12**) angeordnet sind.

15. Fahrzeugbedienelement (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Heizschicht (56) vorgesehen ist, die insbesondere an einer isolierenden Schicht (40a, 40b, 46a, 46b, 48a, 48b) anliegt oder in diese integriert ist.

16. Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen, insbesondere Lactat, Alkohol und/oder Harnstoff, im Blut eines Bedieners eines Fahrzeugs mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie unter Verwendung eines Fahrzeugbedienelements (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Biomoleküle mit unterschiedlichen Anregungsfrequenzen gemessen werden.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der Biomoleküle im Blut des Bedieners kontaktlos erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuer- und Auswerteeinheit (22) die komplexe Impedanz zwischen dem Anregungssignal und dem verstimmtten Anregungssignal zur quantitativen Bestimmung der Konzentration der Biomoleküle im Blut des Bedieners auswertet.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Realteil der komplexen Impedanz zur Bestimmung des Probevolumens und der Imaginärteil der komplexen Impedanz zur quantitativen Bestimmung der Biomoleküle ausgewertet wird, um die Konzentration der Biomoleküle zu berechnen.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- und Auswerteeinheit (22) aufgrund der komplexen Impedanz die der Messung zugrunde liegende Messfläche und/oder Messstellen und/oder Anzahl der Bediener bestimmt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuer- und Auswerteeinheit (22) die wenigstens eine Antenne (16) taktweise ansteuert, wobei, sofern mehrere Antennen (16) vorgesehen sind, die Steuer- und Auswerteeinheit (22) die Antennen (16) sequentiell ansteuert.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Speicher (24) vorgesehen ist, in dem die ermittelten Werte gespeichert werden können, wobei eine Steuer- und Auswerteeinheit (22) Trends aufgrund der hinterlegten

Werte berechnet, insbesondere extrapoliert, um Prognosen über die Werteentwicklung zu ermitteln.

24. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, wobei ein Verfahren zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen nach einem der Ansprüche 16 bis 23 durchgeführt wird, wobei zumindest eine Fahrzeug-einrichtung (28) in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Verfahrens zur nichtinvasiven Messung von Biomolekülen betrieben wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

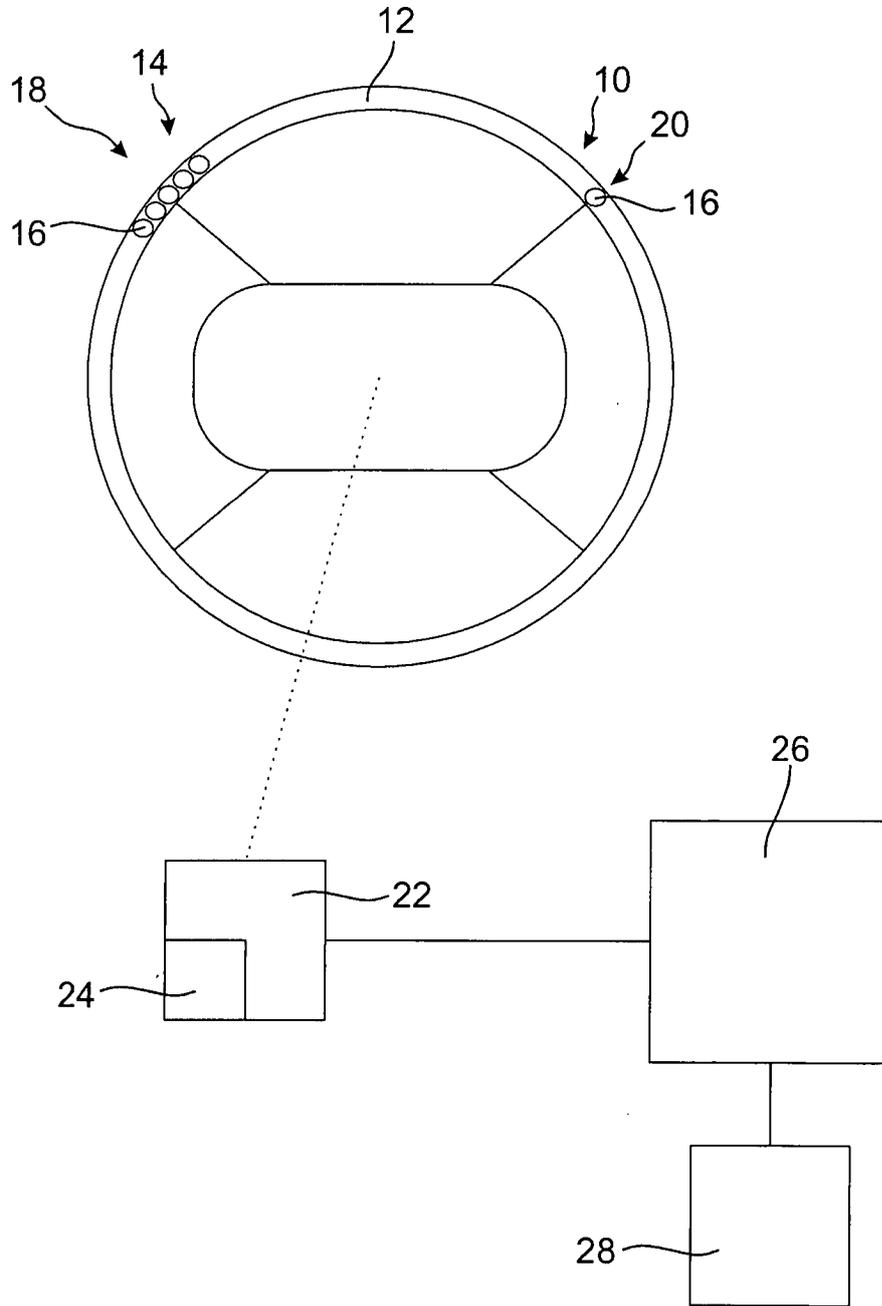


Fig. 1

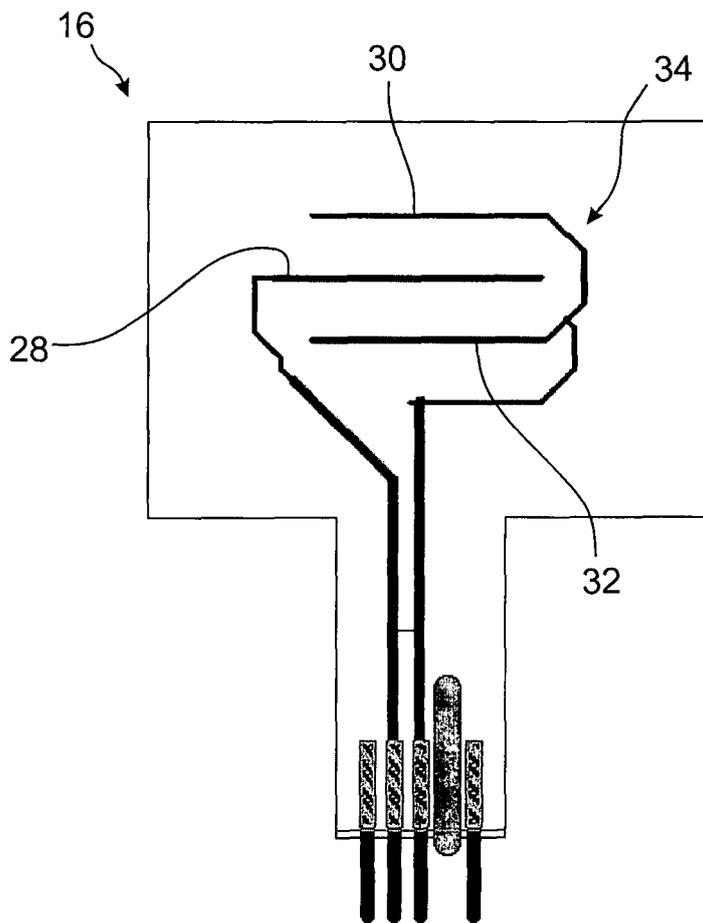


Fig. 2

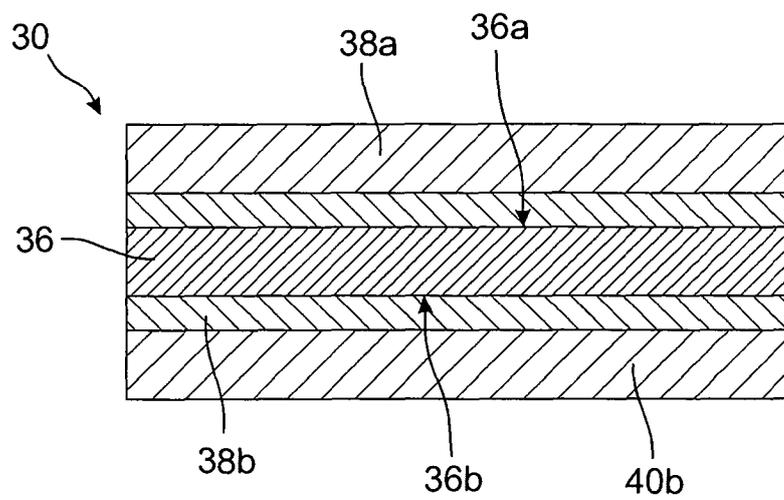


Fig. 3

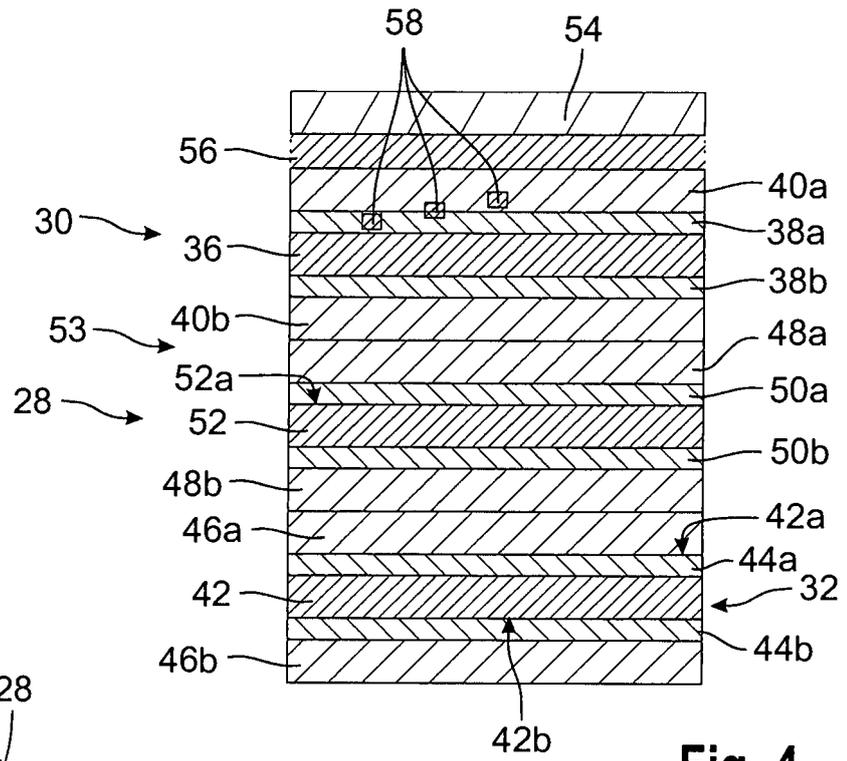


Fig. 4

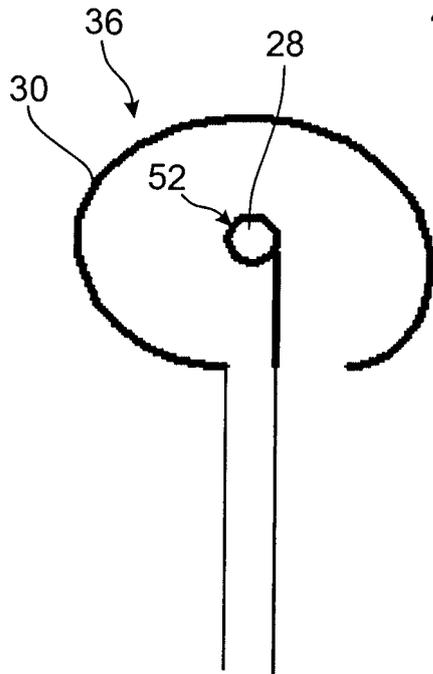


Fig. 5

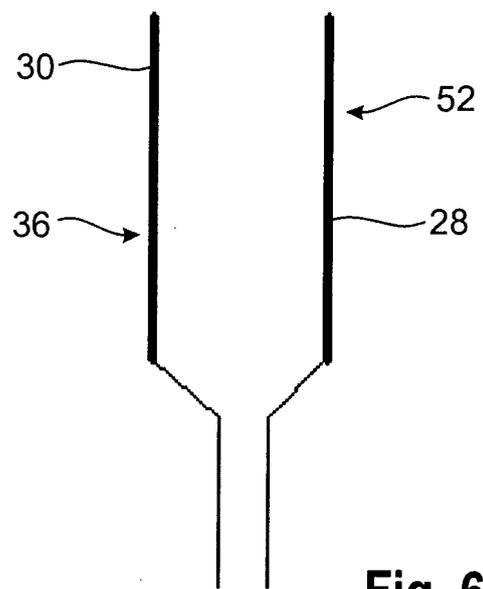


Fig. 6