

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2017 (02.02.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/017255 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H03K 17/96 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/068171

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2016 (29.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 112 444.0 30. Juli 2015 (30.07.2015) DE

(71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: STAUDE, Sascha; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR A VEHICLE AND METHOD FOR OPERATING SUCH A CONTROL DEVICE

(54) Bezeichnung : BEDIENEINRICHTUNG FÜR EIN FAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SOLCHEN BEDIENEINRICHTUNG

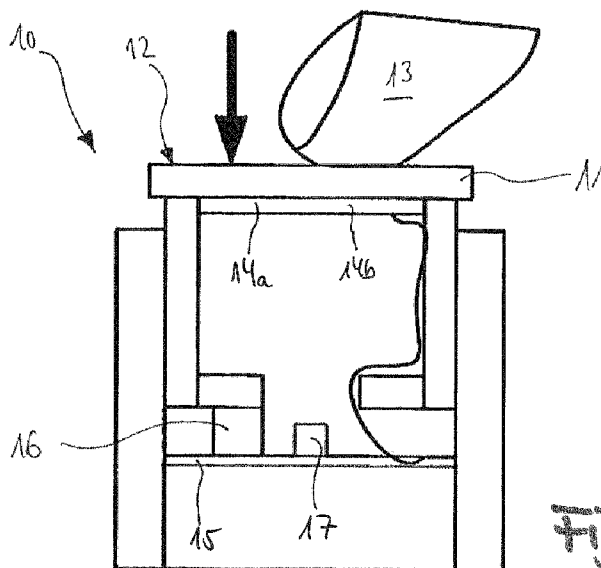


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a control device (10) for a vehicle, and to a method for operating said control device, in particular a control device (10) for controlling safety-relevant functions. The control device (10) comprises at least one control interface (12) with at least one control panel (18) for a control input and a sensor system for detecting a control input in the region of the control panel (18). The sensor system comprises at least one first, capacitive sensor device (14a) with a first, electrically conductive sensor structure and a second, capacitive sensor device (14b) with a second electrically conductive sensor structure, the sensor structures being mounted below the control interface (12) in the region of the control panel (18). The first sensor structure and the second sensor structure have a comb-like and/or meandering shape in at least one section of the control panel (18) and are arranged so as to mesh with each other.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/017255 A2



Die Erfindung betrifft eine Bedieneinrichtung (10) für ein Fahrzeug, sowie ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Bedieneinrichtung, insbesondere eine Bedieneinrichtung (10) zur Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen. Die Bedieneinrichtung (10) weist dazu wenigstens eine Bedienoberfläche (12) mit wenigstens einem Bedieneingabefeld (18) zur Bedieneingabe und ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) auf, wobei das Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung (14a) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung (14b) mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur aufweist, wobei die Sensorstrukturen dabei unterhalb der Bedienoberfläche (12) im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) angeordnet sind. Die erste Sensorstruktur und die zweite Sensorstruktur sind zumindest in einem Teilbereich des Bedieneingabefeldes (18) jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet und miteinander kämmend angeordnet.

Bedieneinrichtung für ein Fahrzeug und Verfahren zum Betrieb einer solchen Bedieneinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Bedieneinrichtung für ein Fahrzeug, insbesondere eine Bedieneinrichtung zur Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen, wobei die Bedieneinrichtung wenigstens eine Bedienoberfläche mit wenigstens einem Bedieneingabefeld zur Bedieneingabe und ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes aufweist. Dabei weist das Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur auf, wobei die Sensorstrukturen unterhalb der Bedienoberfläche im Bereich des Bedieneingabefeldes angeordnet sind.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer vorbeschriebenen Bedieneinrichtung.

Bedieneinrichtungen mit Bedienoberflächen mit Sensorsystemen mit kapazitiven Sensoreinrichtungen zur Erkennung einer Bedieneingabe sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Insbesondere sind Bedieneinrichtungen mit kapazitiven Sensoreinrichtungen zur Erkennung einer Bedieneingabe bekannt, die einen Eingabebildschirm als Bedienoberfläche aufweisen, beispielsweise aus der DE 10 2011 011 769 A1 oder der DE 10 2007 039 609 A1.

Das Erkennen einer Bedieneingabe erfolgt bei kapazitiven Sensoreinrichtungen dabei nach dem sogenannten „kapazitiven Prinzip“, welches darauf beruht, dass eine Annäherung einer menschlichen Hand bzw. eines Fingers, insbesondere eine Berührung der Bedienoberfläche, im Detektionsbereich der zugehörigen Sensorstrukturen eine Änderung der kapazitiven Kopplung der betreffenden Sensorstruktur mit der Umgebung und falls vorhanden, mit einer Referenzelektrode bewirkt, wobei die Änderung der kapazitiven Kopplung messtechnisch erfasst werden kann. Aus der erfassten Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder mit der Referenzelektrode, kann dann auf eine Bedieneingabe rückgeschlossen werden. Zur Erfassung der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode beziehungsweise der Änderung einer kapazitiven Kopplung

stehen aus dem Stand der Technik verschiedene Verfahren zur Verfügung. Die Erfassung der kapazitiven Kopplung kann grundsätzlich beispielsweise mittels eines Schwingkreises oder mithilfe eines Ladevorgangs, bei dem beispielsweise eine Stromänderung erfasst wird, gemessen werden, oder mittels anderer, entsprechender geeigneter Methoden. Darüber hinaus ist für andere Anwendungen ein Verfahren bekannt, das von der Firma „Microchip“ entwickelt worden ist, das sogenannte CVD (Capacitive-Voltage-Divider)-Verfahren, das auf einer einfachen Spannungsmessung basiert, wobei bei dem sogenannten CVD-Self-Verfahren eine Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstrukturen mit der Umgebung erfasst wird und bei dem sogenannten CVD-Mutual-Verfahren, eine Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit einer Referenzelektrode.

In sicherheitsrelevanten Systemen ist es von Bedeutung, ein fehlerhaftes Verhalten der zur Signalerfassung verwendeten Sensoren oder deren Signalpfade zeitnah zu erkennen, um das System in einen sicheren Zustand überführen zu können. Dabei sind aus dem Stand der Technik unterschiedliche Fehlererkennungsmechanismen bekannt, wobei insbesondere bekannt ist, die sicherheitsrelevanten Signale redundant zu erfassen, wobei dazu üblicherweise jeweils mindestens ein zusätzlicher Sensor vorgesehen ist, dessen erwartetes Sensorsignal möglichst unabhängig erfasst und ausgewertet wird und mit dem Sensorsignal des anderen Sensors nach unterschiedlichen Methoden plausibilisiert werden kann, insbesondere durch Vergleich. Erscheint das Sensorsignal unplausibel wird ein Fehlerzustand erkannt und das System in den sicheren Zustand überführt.

Des Weiteren ist aus dem Stand der Technik bekannt, die einzelnen Sensoren gezielt zu stimulieren und die daraufhin erzeugten und erfassten Sensorsignale mit den erwarteten Signalwerten zu vergleichen und zu plausibilisieren.

Insbesondere bei Bedieneinrichtungen mit wenigstens einem Eingabebildschirm als Bedienoberfläche, vor allem bei Touch-Screens, stellt die fehlerfreie Erkennung einer Bedieneingabe eine große Herausforderung dar, da nicht wie bei mechanischen Bedieneingabegeräten oder üblichen Schaltern, eine mechanische Betätigung bewirkt wird, welche eindeutig und einfach mittels entsprechender Schalter erkannt werden kann, sondern bereits eine bloße Annäherung oder ein unbeabsichtigtes Berühren des Eingabebildschirms zu einer Änderung der kapazitiven Kopplung führen kann, auch wenn keine Bedieneingabe gewünscht ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein alternatives Bedieneingabegerät sowie ein alternatives Verfahren bereitzustellen, insbesondere ein verbessertes Bedieneingabegerät sowie ein verbessertes Verfahren, mit dem auf einfache Art und Weise die Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen ermöglicht wird, auch in Bedieneinrichtungen mit einem Eingabebildschirm als Bedienoberfläche, so dass die Bedieneinrichtung zur Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung sowie durch ein erfindungsgemäßes Verfahren gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung und der Figuren.

Eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste Sensorstruktur und die zweite Sensorstruktur zumindest in einem Teilbereich des Bedieneingabefeldes jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet sind und miteinander kämmend angeordnet sind.

Durch eine derartige Ausgestaltung der einzelnen Sensorstrukturen und deren kammartige Anordnung kann auf einfache Art und Weise eine besonders vorteilhafte redundante Erkennung einer Bedieneingabe erreicht werden, da jeweils zwei Sensorstrukturen im Bereich eines gemeinsamen Bedienfeldes angeordnet sind.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung sind die Sensorstrukturen dabei jeweils in einer Ebene unterhalb der Bedienoberfläche im Bereich des Bedieneingabefeldes angeordnet, vorzugsweise in einer zur Bedienoberfläche parallelen Ebene, insbesondere in einer gemeinsamen Ebene.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung weist die Bedienoberfläche mehrere Bedieneingabefelder auf, wobei jedem Bedieneingabefeld ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes zugeordnet ist. Dabei weist jedes, einem Bedieneingabefeld zugeordnetes Sensorsystem vorzugsweise wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen

Sensorstruktur auf, wobei die Sensorstrukturen insbesondere jeweils unterhalb der Bedienoberfläche des zugehörigen Bedieneingabefeldes angeordnet sind und vorzugsweise zumindest in einem Teilbereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet sind und miteinander kämmend angeordnet sind.

Das heißt, dass bevorzugt, wenn die Bedienoberfläche mehrere Bedieneingabefelder aufweist, jedem Bedieneingabefeld ein vorbeschriebenes Sensorsystem mit wenigstens einer ersten kapazitiven Sensoreinrichtung mit einer ersten Sensorstruktur und einer zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung mit einer zweiten Sensorstruktur zugeordnet ist, wobei die Sensorstrukturen jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet sind und miteinander kämmend angeordnet sind.

Bevorzugt wird dabei wenigstens eine Bedienoberfläche durch wenigstens einen Eingabebildschirm gebildet, wobei jeder Eingabebildschirm mehrere Bedieneingabefelder aufweisen kann.

Bevorzugt sind wenigstens zwei erste Sensorstrukturen oder zwei zweite Sensorstrukturen zweier Sensorsysteme miteinander elektrisch verbunden, besonders bevorzugt sind jeweils die ersten Sensorstrukturen oder die zweiten Sensorstrukturen miteinander verbunden. Dadurch kann jeweils die Sensorstruktur, welche sich über mehrere Sensorsysteme erstreckt, für mehrere Sensorsysteme als Kontrollsensor verwendet werden, wodurch eine auf besonders einfache Art und Weise eine einfache Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet, gegenüber einem Referenzzustand jeweils eine Änderung der kapazitiven Kopplung der ersten Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode zu erfassen und eine Änderung der kapazitiven Kopplung der zweiten Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode, insbesondere eine infolge einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes bewirkte Änderung der kapazitiven Kopplung.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist das Sensorsystem derart ausgebildet, dass zur Erfassung der

Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit der Umgebung in einem ersten Abtastzyklus in einem ersten Schritt eine Referenzkapazität und eine von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität jeweils mit einem definierten elektrischen Potenzial aufgeladen werden können, wobei die Referenzkapazität mit einem ersten definierten Potenzial aufladbar ist und die Messkapazität mit einem zweiten, definierten elektrischen Potenzial, Ferner ist das Sensorsystem derart ausgebildet, dass in einem weiteren Schritt die Referenzkapazität und die von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität kurzgeschlossen werden können, und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität und der Referenzkapazität einstellende, resultierende elektrische Potenzial als Sensorsignal erfasst werden kann, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial in Abhängigkeit vom ersten und zweiten elektrischen Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität einstellt. Die Messkapazität kann dabei aufgeladen werden, indem an der Sensorstruktur ein definiertes elektrisches Potenzial angelegt wird.

Für eine besonders genaue Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit der Umgebung können die vorbeschriebenen ersten zwei Schritte des ersten Abtastzyklus im Einzelnen wiederholt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist das Sensorsystem derart ausgebildet, dass in einem weiteren Abtastzyklus, vorzugsweise in einem zweiten und/oder in einem dritten und/oder vierten Abtastzyklus, im ersten Schritt die Referenzkapazität mit dem zweiten elektrischen Potenzial aufgeladen werden kann und die Messkapazität mit dem ersten elektrischen Potenzial, in einem weiteren Schritt die Referenzkapazität und die von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität kurzgeschlossen werden können, und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität und der Referenzkapazität einstellende, resultierende elektrische Potenzial als Sensorsignal erfasst werden kann, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial in Abhängigkeit vom ersten und zweiten Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität und in Abhängigkeit von der Größe zu der Messkapazität einstellt. Das heißt, bevorzugt werden die betreffenden Kapazitäten in einem zweiten beziehungsweise einem weiteren, sich vorzugsweise an den ersten Abtastzyklus anschließenden Abtastzyklus, umgekehrt aufgeladen. Dadurch kann die Erfassungsgenauigkeit noch weiter verbessert werden.

Besonders bevorzugt werden, insbesondere auch, die ersten beiden Schritte des zuletzt beschriebenen Abtastzyklus wiederholt, denn dadurch kann eine noch bessere Erfassungsgenauigkeit erreicht werden, insbesondere eine höhere Signalauflösung. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn die interne Referenzkapazität deutlich größer ist als die externe Kapazität oder wenn die interne Referenzkapazität deutlich kleiner ist als die externe Kapazität, das heißt wenn sich Referenzkapazität und Messkapazität deutlich unterschiedliche Größen aufweisen.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung weist wenigstens ein Sensorsystem eine Referenzelektrode auf, insbesondere zusätzlich, wobei die Referenzelektrode mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt werden kann und das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass eine Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes gegenüber einem Referenzzustand eine erfassbare Änderung einer kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit der Referenzelektrode bewirkt. Vorzugsweise ist das Sensorsystem dazu ausgebildet, diese Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit der Referenzelektrode zu erfassen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist das Sensorsystem derart ausgebildet, dass in einem weiteren Abtastzyklus, vorzugsweise in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, insbesondere zusätzlich, in einem ersten Schritt die Referenzelektrode mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt werden kann, und in einem weiteren Schritt die kapazitive Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit der Referenzelektrode erfasst werden kann.

Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei herausgestellt, wenn die Bedieneinrichtung beziehungsweise wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet ist, nacheinander, vorzugsweise im Wechsel, insbesondere alternierend, die Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit der Umgebung und die Änderung der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur mit der Referenzelektrode zu erfassen, wobei vorzugsweise, insbesondere zur Signalplausibilisierung und/oder zur Auswertung, ob eine Bedieneingabe erfolgt ist, die ermittelnden Änderungen der kapazitiven Kopplungen jeweils miteinander verrechnet werden können.

Beispielsweise kann über zwei Abtastzyklen eine Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit der Umgebung erfasst werden und anschließend über zwei Abtastzyklen eine Änderung der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur mit der Referenzelektrode oder mit der Umgebung und der Referenzelektrode, wobei die Reihenfolge selbstverständlich beliebig ist.

Durch eine derartige kombinierte Erfassung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur, nämlich zum einen mit der Umgebung und zum anderen mit der Referenzelektrode bzw. mit der Umgebung und der Referenzelektrode, kann die Erfassungsgenauigkeit erheblich gesteigert werden. Insbesondere kann die Auflösung, vor allem die Empfindlichkeit der Sensoreinrichtung bzw. deren Genauigkeit, dadurch deutlich verbessert werden. Des Weiteren können Messfehler und stationäre Offsets oder dergleichen auf einfache Art und Weise herausgerechnet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung kann wenigstens eine Sensorstruktur wenigstens eines Sensorsystems auch als Referenzelektrode geschaltet und betrieben werden. Vorzugsweise können sowohl die erste Sensorstruktur und die zweite Sensorstruktur als Referenzelektrode geschaltet werden, insbesondere im Wechsel. Dabei kann vorzugsweise die zweite Sensorstruktur als Referenzelektrode betrieben werden, wenn die Änderung der kapazitiven Kopplung der ersten Sensorstruktur erfasst wird und umgekehrt. Weist das Sensorsystem mehr als zwei Sensorstrukturen auf, sind vorzugsweise sämtliche Sensorstrukturen jeweils als Referenzelektrode schaltbar und betreibbar. Somit ist für die Referenzelektrode keine zusätzliche Elektrode erforderlich, wodurch eine besonders kostengünstige Herstellung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung möglich ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung weist wenigstens ein Sensorsystem eine Abschirmeinrichtung mit wenigstens einem Abschirmelement auf, wobei die Abschirmeinrichtung zur Abschirmung der ersten Sensoreinrichtung und/oder der zweiten Sensoreinrichtung gegenüber störenden kapazitiven Kopplungen mit Komponenten der Bedieneinrichtung ausgebildet ist. Dabei ist das Abschirmelement vorzugsweise durch eine elektrisch leitfähige Abschirmstruktur gebildet, die insbesondere zwischen der elektrischen Sensorstruktur der ersten Sensoreinrichtung und der zweiten Sensorstruktur der zweiten Sensoreinrichtung des

Sensorsystems angeordnet ist. Insbesondere hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Abschirmeinrichtung durch einen elektrischen Leiter oder eine Elektrodenstruktur gebildet ist, welche zwischen der ersten Sensorstruktur und der zweiten Sensorstruktur verläuft, vorzugsweise mäanderförmig.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung kann das Abschirmelement während einer Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit einem definierten, elektrischen Potenzial beaufschlagt werden, vorzugsweise mit einem Potenzial, das einem während der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur an der Sensorstruktur anliegenden Potenzial zumindest teilweise nachgeführt ist, insbesondere mit einem Potenzial, das dem Verlauf des an der Sensorstruktur anliegenden Potentials folgt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist wenigstens eine Sensorstruktur wenigstens eines Sensorsystems auch als aktives Abschirmelement schaltbar, wobei vorzugsweise die erste Sensorstruktur und die zweite Sensorstruktur jeweils als aktives Abschirmelement geschaltet werden können, insbesondere im Wechsel. Weist das Sensorsystem mehr als zwei Sensorstrukturen auf, sind vorzugsweise sämtliche Sensorstrukturen jeweils als aktives Abschirmelement schaltbar und betreibbar. Auf diese Weise ist es nicht erforderlich ein zusätzliches Abschirmelement vorzusehen, wodurch eine besonders kostengünstige Herstellung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung möglich ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung weist wenigstens ein Sensorsystem neben der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung und der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung wenigstens eine weitere Sensoreinrichtung zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des den Sensorsystem zugeordneten Bedieneingabefeldes aus, vorzugsweise eine drucksensitive Sensoreinrichtung wie beispielsweise einen Mikroschalter, eine Gummimattenkontakt, eine Druckkontakt oder ein Kraftsensor. Auf diese Weise ist eine dreifach redundante Erkennung einer Bedieneingabe möglich und die Wahrscheinlichkeit einer Fehlerkennung durch die beiden kapazitiven Sensoreinrichtungen deutlich reduziert werden und somit die Sicherheit der Bedieneinrichtung erhöht werden.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung, insbesondere zur Erfüllung bestimmter Sicherheitsanforderungen, ist wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet, die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung und der Sensorstruktur der zweiten Sensoreinrichtung des Sensorsystems mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode gleichzeitig zu erfassen oder derart zeitlich kurz nacheinander versetzt zu erfassen, dass eine sicherheitsrelevante Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet, die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur einer kapazitiven Sensoreinrichtung mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode erst zu erfassen, wenn zuvor bei der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur der anderen kapazitiven Sensoreinrichtung mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode eine Bedieneingabe erkannt worden ist. Das heißt mit anderen Worten, dass in einer vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung die Änderung der kapazitiven Kopplung beispielsweise der zweiten Sensorstruktur erst erfasst wird, wenn zuvor mittels der ersten Sensoreinrichtung eine Bedieneingabe erkannt worden ist. Auf diese Weise kann eine Wechseltung mit nur einer Sensoreinrichtung realisiert werden, wodurch der Stromverbrauch der Bedieneinrichtung um nahezu die Hälfte reduziert werden kann, insbesondere im Standby-Betrieb.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung, insbesondere für die Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen, weist die Bedieneinrichtung zum Erkennen eines Fehlerzustandes wenigstens eines Sensorsystems eine Überwachungseinrichtung auf, wobei die Überwachungseinrichtung zur Plausibilisierung wenigstens eines erfassten Sensorsignals wenigstens einer Sensoreinrichtung des Sensorsystems ausgebildet ist, insbesondere zur Plausibilisierung der Sensorsignale sämtlicher Sensoreinrichtungen des Sensorsystems. Dabei erkennt die Überwachungseinrichtung einen Fehler, wenn wenigstens ein erfasstes und ausgewertetes Sensorsignal des Sensorsystems unplausibel ist, wobei die Überwachungseinrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit wenigstens eines erfassten Sensorsignals der ersten Sensoreinrichtung und wenigstens eines erfassten Sensorsignals der zweiten Sensoreinrichtung und/oder in Abhängigkeit der unmittelbar nacheinander erfassten Änderungen der kapazitiven

Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung und der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur mit der Referenzelektrode zu erkennen, ob ein Fehlerzustand vorliegt.

Das heißt mit anderen Worten, dass bevorzugt zum einen eine Plausibilisierung mittels wenigstens eines erfassten Sensorsignals der ersten Sensoreinrichtung gegenüber wenigstens einem Sensorsignal der zweiten Sensoreinrichtung und/oder auf Basis der erfassten Änderungen der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung und der Referenzelektrode vorgesehen ist.

Vorzugsweise ist die Überwachungseinrichtung, insbesondere zusätzlich, dazu ausgebildet, eine gegenseitige Beeinflussung der ersten Sensoreinrichtung und der zweiten Sensoreinrichtung wenigstens eines Sensorsystems zu erkennen, insbesondere einen Kurzschluss zwischen der ersten Sensorstruktur und der zweiten Sensorstruktur, wobei die Bedieneinrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, einen Fehlerzustand auszugeben, wenn eine Beeinflussung erkannt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist die Überwachungseinrichtung dazu ausgebildet, einen unzulässigen Signalwert wenigstens eines der Sensorsignale zu erkennen, vorzugsweise sämtlicher Sensorsignale, wobei die Überwachungseinrichtung insbesondere dazu ausgebildet ist, eine Messwertbereichsüberschreitung und/oder einen unzulässigen Signalwert innerhalb eines Messwertbereiches zu erkennen. Vorzugsweise ist die Bedieneinrichtung in diesem Fall ebenfalls dazu ausgebildet einen Fehlerzustand auszugeben, wenn ein unzulässiger Signalwert erkannt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Bedieneinrichtung ist die Überwachungseinrichtung dazu ausgebildet, zu erkennen, ob eines der erfassten Sensorsignale länger als eine vordefinierte Zeitdauer konstant ist, das heißt sich nicht verändert hat. Diese Fehlererkennung wird in der Regel auch als Timeout-Erkennung bezeichnet, wobei vorzugsweise wenn ein Timeout erkannt wird, eine Error-Message abgesendet werden kann und das System in einen sicheren Zustand überführt werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist ferner eine Signalfiltereinrichtung zum Filtern der erfassten Signale vorgesehen, um eine bessere Auswertequalität zu erreichen.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weist die Bedieneinrichtung eine Beleuchtungseinrichtung mit wenigstens einer Leuchtquelle zur rückseitigen Beleuchtung wenigstens eines Bedieneingabefeldes auf, wobei die wenigstens eine Leuchtquelle vorzugsweise in einer Ebene unterhalb wenigstens einer Sensorstruktur des dem Bedienfeld zugeordneten Sensorsystems angeordnet ist. Dabei ist die Leuchtquelle vorzugsweise unterhalb der Sensorstruktur der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung und unterhalb der Sensorstruktur der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung des dem Bedienfeld zugeordneten Sensorsystems angeordnet.

Bevorzugt ist die Leuchtquelle dabei auf einer Leiterplatte angeordnet und die Sensorstruktur befindet sich in einer, oberhalb der Leiterplatte, vorzugsweise parallel zur Leiterplattenebene orientierten Ebene. Die erste und die zweite Sensorstruktur können dabei auf einer Rückseite des die Bedienoberfläche bildenden Bauteils angeordnet sein, beispielsweise auf der Rückseite einer die Bedienoberfläche bildenden Glasplatte, oder aber auf einem separaten Layer der beispielsweise durch eine weitere Glasplatte oder eine dünne transparente Folie oder eine Kunststoffkappe oder dergleichen gebildet sein kann.

Besonders bevorzugt ist dabei wenigstens eine Sensorstruktur der Sensorsystems, vorzugsweise die erste und die zweite Sensorstruktur, das heißt beide Sensorstrukturen, insbesondere alle Strukturen des Sensorsystems, derart ausgebildet und/oder angeordnet, dass ein Strahlengang von der wenigstens einen Leuchtquelle zum Bedienfeld nicht blockiert ist.

Das heißt mit anderen Worten, dass wenigstens eine Sensorstruktur, vorzugsweise sämtliche Strukturen des Sensorsystems, derart angeordnet und ausgebildet sind, dass das von der Leuchtquelle emittierte Licht ungehindert zum Bedieneingabefeld strahlen kann. Dabei sind vorzugsweise auch sämtliche andere Strukturen wie beispielsweise die Referenzelektrode oder das Abschirmelement entsprechend ausgebildet und/oder angeordnet. Ferner sollten die einzelnen Komponenten der Bedieneinrichtung in der Weise ausgebildet und angeordnet sein, dass eine auf diese Weise im Bereich des

Bedienfeldes erzeugte Anzeige lesbar ist, insbesondere gut ablesbar. D.h. die einzelnen Komponenten sollten derart ausgebildet und angeordnet und aufeinander abgestimmt sein, dass insbesondere ein guter Kontrast der Anzeige sichergestellt werden kann und eine ausreichende Schärfe.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist wenigstens eine Sensorstruktur des Sensorsystems vorzugsweise die erste und die zweite Sensorstruktur, insbesondere alle Strukturen, derart transparent ausgebildet, dass sie zumindest für einen Teil der von der wenigstens einen Leuchtquelle emittierten Strahlung durchlässig sind, d.h. mit anderen Worten dass wenigstens eine Sensorstruktur derart ausgebildet ist, dass ausreichend emittiertes Licht von der Leuchtquelle zum Bedienfeld gelangen kann, um dieses von der Rückseite her zu beleuchten.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist dabei wenigstens eine Sensorstruktur aus Indiumzinnoxid hergestellt oder weist Indiumzinnoxid auf.

Indiumzinnoxid, häufig auch abgekürzt mit ITO, ist ein halbleitender, im sichtbaren Licht weitgehend transparenter Stoff. Es ist ein Mischoxid, das üblicherweise aus 90% Indium (III)-Oxid(In_2O_3) und 10% Zinn (IV)-Oxid(SnO_2) zusammengesetzt ist. Indiumzinnoxid wird dabei üblicherweise unter Hochvakuum auf Substrate aufgebracht. Als Substrate kommen insbesondere Glas und Kunststofffolien zum Einsatz. In der Regel erfolgt der Auftrag dabei mittels einer Kathodenzerstäubung. Indiumzinnoxid kann aber auch durch thermisches Verdampfen aufgetragen werden, wobei bedampfte Bauteile auf bis zu 360° C erwärmt werden müssen, was vor allem bei Kunststoffen die Anwendbarkeit einschränkt.

Eine weitere Möglichkeit ist das Sol-Gel-Verfahren, das auf dünnen, aber großflächigen Schichten eingesetzt werden kann. Dabei können die Substrate getaucht, besprüht, bedruckt oder durch Aufschleudern beschichtet werden. Anstelle von Indiumzinnoxid kann wenigstens eine Sensorstruktur aber auch aus mit Fluor dotiertem Zinnoxid (FTO), mit Aluminium dotiertem Zinnoxid (AZO) oder mit Antimon dotiertem Zinnoxid (ATO) oder Graphen hergestellt sein oder dieses aufweisen. Diese Materialien haben gegenüber Indiumzinnoxid den Vorteil, dass sie deutlich kostengünstiger sind.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb einer Bedieneinrichtung, vorzugsweise zum Betrieb einer erfindungsgemäßen vorbeschriebenen Bedieneinrichtung, wobei die Bedieneinrichtung wenigstens eine Bedienoberfläche mit wenigstens einem Bedieneingabefeld zur Bedieneingabe und ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes aufweist, wobei das Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur aufweist, wobei die Sensorstruktur unterhalb der Bedienoberfläche im Bereich des Bedieneingabefeldes angeordnet sind, ist dadurch gekennzeichnet, dass zum Erkennen einer Bedieneingabe die Änderung der kapazitiven Kopplung der ersten Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode und eine Änderung der kapazitiven Kopplung der zweiten Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode erfasst wird. Dabei wird zur Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur, vorzugsweise beider Sensorstrukturen, mit der Umgebung in einem ersten Abtastzyklus in einem ersten Schritt, eine Referenzkapazität und eine von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität jeweils mit einem definierten elektrischen Potenzial aufgeladen, wobei die Referenzkapazität mit einem ersten, definierten elektrischen Potenzial aufgeladen wird und die Messkapazität mit einem zweiten, definierten elektrischen Potenzial. In einem weiteren Schritt werden die Referenzkapazität und die von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität kurzgeschlossen und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität und der Referenzkapazität einstellende, resultierende elektrische Potenzial als Sensorsignal erfasst. Dabei stellt sich das resultierende elektrische Potenzial in Abhängigkeit vom ersten und zweiten elektrischen Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität ein.

Bei einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens werden die ersten zwei Schritte des ersten Abtastzyklus wiederholt, bevor die Referenzkapazität und die Messkapazität kurzgeschlossen werden. Dadurch kann eine besonders hohe Erfassungsgenauigkeit erreicht werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem weiteren Abtastzyklus, vorzugsweise in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, im ersten Schritt die Referenzkapazität mit dem zweiten elektrischen

Potenzial aufgeladen und die Messkapazität mit dem ersten elektrischen Potenzial. In einem weiteren Schritt werden anschließend die Referenzkapazität und die von der Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität kurzgeschlossen und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität und der Referenzkapazität einstellende, resultierende elektrische Potenzial als Sensorsignal erfasst, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial auch in diesem Abtastzyklus in Abhängigkeit vom ersten und zweiten Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität einstellt.

Weist das Sensorsystem eine Referenzelektrode auf und ist das Sensorsystem derart ausgebildet, dass eine Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes gegenüber einem Referenzzustand eine erfassbare Änderung einer kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur mit der Referenzelektrode bewirkt, wird vorzugsweise in einem weiteren Abtastzyklus, insbesondere in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, insbesondere zusätzlich, in einem ersten Schritt die Referenzelektrode mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt, und in einem weiteren Schritt die kapazitive Kopplung der Sensorstruktur mit der Referenzelektrode erfasst.

Besonders bevorzugt werden nacheinander, vorzugsweise im Wechsel, insbesondere alternierend, jeweils die Änderung der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung und die Änderung der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur mit der Referenzelektrode erfasst.

Vorzugsweise wird dabei wenigstens eine Sensorstruktur wenigstens eines Sensorsystems zumindest zeitweise als Referenzelektrode geschaltet und betrieben, während die kapazitive Kopplung einer anderen Sensorstruktur erfasst wird, wobei vorzugsweise sämtliche Sensorstrukturen des Sensorsystems, insbesondere alternierend im Wechsel, jeweils als Referenzelektrode geschaltet werden.

Weist das Sensorsystem wenigstens eine Abschirmeinrichtung mit wenigstens einem elektrisch leitfähigen Abschirmelement auf zur Abschirmung der ersten Sensoreinrichtung und/oder der zweiten Sensoreinrichtung gegenüber störenden kapazitiven Kopplungen mit Komponenten der Bedieneinrichtung, wird vorzugsweise während einer Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur des Sensorsystems das Abschirmelement mit einem definierten, elektrischen Potenzial beaufschlagt,

vorzugsweise mit einem Potenzial, das einem während der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur an der Sensorstruktur anliegenden Potenzial zumindest teilweise nachgeführt ist, insbesondere mit einem Potenzial, das dem Verlauf des an der Sensorstruktur anliegenden Potentials folgt.

Bei einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird dabei wenigstens eine Sensorstruktur wenigstens eines Sensorsystems zumindest teilweise als aktives Abschirmelement betrieben, vorzugsweise werden jeweils sämtliche Sensorstrukturen eines Sensorsystems, insbesondere im Wechsel, als Abschirmelement betrieben, wobei dabei jeweils eine Sensorstruktur mit einem Potenzial beaufschlagt wird, das einem während der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der anderen Sensorstruktur an der anderen Sensorstruktur anliegenden Potenzial zumindest teilweise nachgeführt ist, insbesondere diesem Potenzial folgt.

Vorzugsweise werden die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung und der Sensorstruktur der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung des Sensorsystems mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode gleichzeitig oder derart zeitlich kurz nacheinander versetzt erfasst, so dass eine sicherheitsrelevante Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist, wobei vorzugsweise eine Bedieneingabe in einem Bedieneingabefeld mit allen Sensoreinrichtungen des dem Bedieneingabefeld zugeordneten Sensorsystems gleichzeitig oder zeitlich kurz nacheinander versetzt erfasst wird.

Das heißt mit anderen Worten, dass vorzugsweise sämtliche Sensoreinrichtungen eines Sensorsystems, die einem Bedieneingabefeld zugeordnet sind, gleichzeitig verwendet werden, um eine Bedieneingabe zu erkennen bzw. derart zeitlich kurz versetzt nacheinander ausgewertet werden, dass eine sicherheitsrelevante Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur einer Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode erst erfasst, wenn zuvor mittels einer weiteren Sensoreinrichtung, insbesondere mittels der anderen kapazitiven Sensoreinrichtung, eine Bedieneingabe erkannt worden ist.

Vorzugsweise wird, wenn eine Bedieneingabe auf einem Bedieneingabefeld erkannt wird, eine dem Bedieneingabefeld zugeordnete Funktion ausgelöst, wobei die Funktion insbesondere nur ausgelöst wird, wenn kein Fehlerzustand des Sensorsystems und/oder der Bedieneinrichtung erkannt worden ist.

Weist die Bedienoberfläche der Bedieneinrichtung mehrere Bedieneingabefelder auf, wobei jedem Bedieneingabefeld ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes zugeordnet ist, wobei jedes einem Bedieneingabefeld zugeordnete Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur aufweist, und wobei die Sensorstrukturen jeweils unterhalb der Bedienoberfläche des zugehörigen Bedieneingabefeldes angeordnet sind, wird, wenn eine Bedieneingabe erkannt worden ist, nur eine Funktion ausgelöst, wenn die Bedieneingabe nur in einem einzigen Bedieneingabefeld der Bedienoberfläche erkannt worden ist. Das heißt, wenn in mehreren Bedieneingabefeldern eine Bedieneingabe erkannt worden ist, wird keine Funktion ausgelöst. Alternativ ist es selbstverständlich auch möglich eine Funktion nur auszulösen, wenn eine Bedieneingabe in mehreren, definierten Bedieneingabefeldern erkannt wird.

Weist die Bedieneinrichtung eine Überwachungseinrichtung zum Erkennen eines Fehlerzustandes wenigstens eines Sensorsystems auf, wird vorzugsweise mittels der Überwachungseinrichtung wenigstens ein Sensorsignal wenigstens einer Sensoreinrichtung wenigstens eines Sensorsystems plausibilisiert, wobei ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn wenigstens ein erfasstes und ausgewertetes Sensorsignal unplausibel ist, wobei vorzugsweise ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn wenigstens ein erfasstes Sensorsignal der ersten Sensoreinrichtung gegenüber wenigstens einem erfassten Sensorsignal der zweiten Sensoreinrichtung unplausibel ist und/oder wenn die unmittelbar nacheinander erfassten Änderungen der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur mit der Umgebung und der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur mit der Referenzelektrode unplausibel ist.

Vorzugsweise wird nur eine Funktion ausgelöst, wenn sämtliche Sensorsignale der Sensoreinrichtungen eines Sensorsystems plausibel sind, wobei dazu die erfassten Sensorsignale vorzugsweise miteinander UND-verknüpft sind.

Eine derartige Auswertung ist selbstverständlich nicht auf die erste kapazitive Sensoreinrichtung und die zweite kapazitive Sensoreinrichtung beschränkt, sondern es können insbesondere weitere Sensoreinrichtungen, wie insbesondere drucksensitive Sensoreinrichtungen, beispielsweise Kraftsensoren, Gummimattensensoren, Mikroschalter etc. mitberücksichtigt werden.

Vorzugsweise wird zum Erkennen eines Fehlerzustands wenigstens eines Sensorsystems, insbesondere infolge einer gegenseitigen Beeinflussung der ersten Sensorstruktur und der zweiten Sensorstruktur, ein Kurzschlussstest durchgeführt, wobei bei einem positiven Ergebnis ein Fehlerzustand erkannt wird. Um den Kurzschlussstest durchzuführen, wird vorzugsweise an eine Sensorstruktur ein definiertes Potenzial angelegt und das Potenzial der anderen Sensorstruktur erfasst. Entspricht das erfasste Potenzial dem angelegten Potenzial, ist von einem Kurzschluss auszugehen, während hingegen bei unterschiedlichen Potenzialen kein Kurzschluss vorliegt.

Vorzugsweise wird der zuvor beschriebene Kurzschlussstest nicht zur Erfassung einer gegenseitigen Beeinflussung der ersten und der zweiten Sensorstruktur durchgeführt, insbesondere zur Erfassung eines Kurzschlusses zwischen der ersten und der zweiten Sensorstruktur, sondern jeweils auch zur Prüfung, ob ein Kurzschluss zwischen einer der Sensorstrukturen mit einer anderen Komponenten vorliegt, beispielsweise mit Masse (GND), der Versorgungsspannung oder einer anderen Leitungsstruktur. Dazu wird vorzugsweise jeweils entsprechend das Potenzial der zu prüfenden Sensorstruktur sowie das aktuelle Potenzial der zugehörigen Struktur erfasst. Entspricht das an der zu prüfenden Sensorstruktur erfasste Potenzial dem Potenzial der jeweiligen Struktur, beispielsweise der Masselektrode, der Versorgungsspannungselektrode oder dergleichen, liegt möglicherweise ein Kurzschluss mit der betreffenden Struktur vor, während hingegen bei unterschiedlichen Potenzialen kein Kurzschluss vorliegt.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird zum Erkennen eines Fehlerzustandes wenigstens eines Sensorsystems vorzugsweise zum Erkennen eines unzulässigen Signalwertes wenigstens eines der Sensorsignale, insbesondere zum Erkennen einer Messwertbereichsüberschreitung und/oder eines unzulässigen Signalwertes innerhalb eines Messwertbereiches, der erfasste Signalwert

wenigstens eines Sensorsignals mit zulässigen Signalwerten verglichen, wobei ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn ein unzulässiger Signalwert erkannt wird.

Des Weiteren kann bei einer vorteilhaften Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erkennen eines Fehlerzustands geprüft werden, ob eines der erfassten Sensorsignale länger als eine vordefinierte Zeitdauer konstant ist, das heißt, sich nicht verändert hat während dieser Zeitdauer, wobei ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn wenigstens eines der erfassten Signale länger als die vordefinierte Zeitdauer konstant ist. Auf diese Weise kann eine sogenannte Time-Out-Erkennung durchgeführt werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Alle vorstehenden, in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder aber in Alleinstellung verwendbar.

Manche der genannten Merkmale bzw. Eigenschaften betreffen sowohl eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung als auch ein erfindungsgemäßes Verfahren. Einige dieser Merkmale und Eigenschaften werden teilweise nur einmal beschrieben, gelten jedoch unabhängig voneinander im Rahmen technisch möglicher Ausgestaltungen sowohl für eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung als auch für ein erfindungsgemäßes Verfahren. Die mit Bezug auf die Bedieneinrichtung vorgestellten, bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten somit entsprechend auch für ein erfindungsgemäßes Verfahren und umgekehrt.

Die Erfindung wird nun anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert, insbesondere unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen.

Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung,

- Fig. 2 schematisch die erfindungsgemäße Ausgestaltung und Anordnung der Sensorstrukturen der kapazitiven Sensoreinrichtungen der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung aus Fig. 1 in Draufsicht,
- Fig. 3 schematisch eine mögliche, alternative Ausgestaltung und Anordnung der Sensorstrukturen für ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung,
- Fig. 4 bis 6 schematisch mögliche, alternative Ausgestaltungen und Anordnungen der Sensorstrukturen für ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung,
- Fig. 7 zur Verdeutlichung der Funktionsweise der kapazitiven Sensoreinrichtung einen Ausschnitt eines schematischen Blockschaltbildes einer kapazitiven Sensoreinrichtung für eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung,
- Fig. 8 einen Ausschnitt eines schematischen Blockschaltbildes eines Sensorsystems der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung aus Fig. 1,
- Fig. 9 schematisch den Verlauf des während der Erfassung einer Änderung der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung an einer Sensorstruktur der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung anliegenden elektrischen Potentials,
- Fig. 10 schematisch den sich im Unterschied zu Fig. 9 ergebenden Verlauf des an der Sensorstruktur der kapazitiven Sensoreinrichtung anliegenden elektrischen Potentials, wenn während der Erfassung der Änderung mit der kapazitiven Kopplung jeweils die Schritte T1 und T2 sowie T4 und T5 wiederholt werden,
- Fig. 11 einen vorteilhaften Verlauf eines nachgeführten elektrischen Potentials eines aktiven Abschirmelementes,
- Fig. 12 einen besonders vorteilhaften Verlauf eines elektrischen Potentials eines aktiven Abschirmelementes, wobei das Potenzial des Abschirmelements im

Unterschied zu Fig. 10 in diesem Fall dem Verlauf des an der Sensorstruktur anliegenden elektrischen Potentials folgt.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung 10 mit einem Eingabebildschirm 11 als Bedienoberfläche 12, wobei eine Bedieneingabe durch tastendruckartiges Berühren der Bedienoberfläche 12 mit einem Finger 13 möglich ist. Die erfindungsgemäße Bedieneinrichtung 10 ist dabei zur Steuerung verschiedener, auch sicherheitsrelevanter Funktionen, in einem Fahrzeug vorgesehen.

Diese Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung 10 weist dabei ein Sensorsystem mit mehreren Sensoreinrichtungen 14a, 14b und 16 auf, wobei die Sensoreinrichtungen 14a und 14b jeweils kapazitive Sensoreinrichtungen 14a, 14b sind während die Sensoreinrichtung 16 eine drucksensitive Sensoreinrichtung in Form eines Kraftsensors ist.

Die Sensoreinrichtungen 14a, 14b und 16 des Sensorsystems der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung sind dabei jeweils mit einer Leiterplatte elektronisch gekoppelt, wobei die Leiterplatte einen hier nicht dargestellten Mikrokontroller zur Auswertung der erfassten Sensorsignale aufweist.

Anhand von Fig. 2, welche schematisch die erfindungsgemäße Ausgestaltung und Anordnung der Sensorstrukturen 19 und 20 der kapazitiven Sensoreinrichtungen der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung aus Fig. 1 in Draufsicht zeigt, ist erkennbar, dass die kapazitiven Sensoreinrichtungen 14a und 14b unterhalb eines den Sensoreinrichtungen 14a und 14b zugeordneten Bedieneingabefeldes 18 jeweils eine Sensorstruktur 19 bzw. 20 aufweisen, wobei der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung 14a die Sensorstruktur 19 zugeordnet ist und die Sensorstruktur 20 der kapazitiven Sensoreinrichtung 14b. Die Sensorstrukturen 19 und 20 sind dabei jeweils auf der Rückseite der die Bedienoberfläche 12 bildenden Glasplatte des Eingabebildschirms 11 aufgebracht.

Erfindungsgemäß werden dabei die erste Sensorstruktur 19 und die zweite Sensorstruktur 20 jeweils durch kammartig ausgebildete elektrische Leiter gebildet, welche in einer gemeinsamen Ebene parallel zur Bedienoberfläche 12 kämmend miteinander angeordnet sind.

Die erste Sensoreinrichtung 14a sowie die zweite kapazitive Sensoreinrichtung 14b sind dabei jeweils dazu ausgebildet, eine Berührung der Bedienoberfläche 12 in einem jeweils den beiden Sensoreinrichtungen 14a und 14b zugeordneten, gemeinsamen Bedieneingabefeld 18 zu erkennen, während die drucksensitive Sensoreinrichtung 16 nicht bereits auf bloßes Berühren der Bedienoberfläche 12 reagiert, sondern erst, wenn mittels des Fingers 13 ein einen Schwellwert überschreitender Druck auf die Bedienoberfläche 12 bzw. das zugehörige Bedieneingabefeld, aufgebracht wird.

Das Erkennen einer Bedieneingabe mittels der kapazitiven Sensoreinrichtungen 14a, 14b erfolgt dabei nach dem sogenannten „kapazitiven Prinzip“, welches darauf beruht, dass eine Annäherung einer menschlichen Hand bzw. eines Fingers 13, insbesondere eine Berührung der Bedienoberfläche 12, im Detektionsbereich der zugehörigen Sensoreinrichtungen 14a, 14b eine Änderung der kapazitiven Kopplungen der betreffenden Sensorstrukturen 19, 20 mit der Umgebung und falls vorhanden, mit einer Referenzelektrode bewirkt, wobei die Änderung der kapazitiven Kopplung messtechnisch erfasst werden kann. Aus den erfassten Änderungen der kapazitiven Kopplungen der Sensorstrukturen 19, 20 mit der Umgebung und/oder mit der Referenzelektrode, kann dann auf eine Bedieneingabe rückgeschlossen werden.

Die Bedienoberfläche 12 ist bei diesem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ferner beleuchtet, wobei die Beleuchtung der Bedienoberfläche 12 durch eine rückseitig angeordnete Leuchtquelle 17 in Form einer LED erfolgt, welche dazu ausgebildet ist, die Bedienoberfläche 12 von der Rückseite her anzustrahlen, wobei die Bedienoberfläche 12 entsprechend transparent ausgebildet ist, so dass das Licht von einem Bediener auch als Beleuchtung wahrgenommen wird.

Damit die von der Leuchtquelle emittierten Lichtstrahlen nicht durch die Sensoreinrichtungen 14a und 14b, insbesondere deren Sensorstrukturen 19, 20, blockiert werden, sind diese entsprechend lichtdurchlässig ausgebildet und insbesondere aus Indiumzinnoxid hergestellt und auf die Rückseite der Bedienoberfläche 12 aufgedampft.

Die erfindungsgemäße, jeweils kammartige Ausbildung und die kämmende Anordnung der ersten Sensorstruktur 19 und der zweiten Sensorstruktur 20 unterhalb eines zugehörigen, gemeinsamen Bedieneingabefeldes 18 ermöglicht auf einfache Art und

Weise eine redundante Erfassung einer Bedieneingabe, wobei die Sensorstrukturen 19 und 20 derart eng zueinander beabstandet angeordnet sind, dass jede Bedieneingabe zu einer Änderung der kapazitiven Kopplung beider Sensorstrukturen 19, 20 mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode führt. Über den hier nicht näher bezeichneten Mikrokontroller auf der Leiterplatte 15 können die beiden erfassten Sensorsignale der ersten Sensoreinrichtung 14a und der zweiten Sensoreinrichtung 14b parallel ausgewertet werden. Insbesondere ist eine für sicherheitsrelevante Funktionen erforderliche, redundante Auswertung möglich, wobei die erfassten Sensorsignale zum einen miteinander verglichen werden können und zum anderen für eine gegenseitige Plausibilisierung genutzt werden können.

Die Sensorstrukturen 19 und 20 dienen dabei nicht nur zur Erfassung einer kapazitiven Kopplung mit der Umgebung und/oder einer hier nicht dargestellten Referenzelektrode, sondern können darüber hinaus zumindest jeweils als aktives Abschirmelement und als Referenzelektrode geschaltet werden.

Fig. 3 zeigt schematisch eine mögliche, alternative Ausgestaltung und Anordnung der Sensorstrukturen 19 und 20 für ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel der Eingabebildschirm 11 zwei Bedieneingabefelder 18 aufweist, wobei jedem Bedieneingabefeld 18 ein Sensorsystem mit jeweils einer ersten Sensorstruktur 19 und einer zweiten Sensorstruktur 20 zugeordnet ist. Die Sensorstrukturen 19 und 20 eines Sensorsystems sind dabei jeweils unterhalb des zugehörigen Bedieneingabefeldes 18 angeordnet und jeweils kammartig ausgebildet und jeweils kämmend miteinander angeordnet, so dass in jedem Bedieneingabefeld 18 jeweils eine redundante Erfassung einer Bedieneingabe mittels der ersten Sensorstruktur 19 und der zweiten Sensorstruktur 20 möglich ist.

Zur Vereinfachung des Aufbaus einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung sind jeweils die ersten Sensorstrukturen 19 miteinander verbunden, so dass nur ein Anschlusskontakt zur elektrischen Kopplung mit der Leiterplatte 15 bzw. dem Mikrokontroller erforderlich ist. Ein weiterer Vorteil einer gemeinsamen ersten Sensorstruktur 19 ist, dass diese Sensorstruktur 19 gleichzeitig für sämtliche Sensorsysteme der Bedieneinrichtung 10 als Kontrollsensor dienen kann, wodurch eine besonders einfache und wirkungsvolle Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen schematisch weitere mögliche, alternative Ausgestaltungen und Anordnungen der Sensorstrukturen 19 und 20 für eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung, wobei bei den in Fig. 4 gezeigten Sensorsystem zwischen der ersten Sensorstruktur 19 und der zweiten Sensorstruktur 20 ein mäanderförmig ausgebildeter, weiterer elektrischer Leiter 21 vorgesehen ist, der bei diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls in der gleichen Ebene wie die erste Sensorstruktur 19 und die zweite Sensorstruktur 20 angeordnet ist und der als aktives Abschirmelement schaltbar ist und betrieben werden kann. Dazu kann der elektrisch Leiter 21 insbesondere mit einem definierten, elektrischen Potenzial U_{AE} beaufschlagt werden kann, das dem an einer der Sensorstrukturen 19 bzw. 20 anliegenden Sensorsignal nachgeführt ist bzw. diesem folgt, während die Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur 19 bzw. 20 mit der Umgebung und/oder einer hier nicht dargestellten Referenzelektrode erfasst wird, vgl. Fig. 11 und 12.

Bei den in Fig. 5 gezeigten Sensorstrukturen 19 und 20 ist im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen die Sensorstruktur 20 nicht kammartig ausgebildet wie die Sensorstruktur 19, sondern mäanderförmig, jedoch erfindungsgemäß ebenfalls kämmend mit der ersten Sensorstruktur 19 angeordnet.

Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Ausgestaltung und Anordnung der Sensorstrukturen 19, 20 einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung, wobei in diesem Fall sowohl die erste Sensorstruktur 19 als auch die zweite Sensorstruktur 20 jeweils mäanderförmig ausgebildet sind, aber ebenfalls erfindungsgemäß miteinander kämmend angeordnet sind.

Das Erkennen einer Bedieneingabe erfolgt bei der vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung zum einen mittels der drucksensitiven Sensoreinrichtung 16 sowie mittels der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung 14a und der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung 14b durch ein erfindungsgemäßes Verfahren.

Fig. 7 zeigt zur Verdeutlichung der Funktionsweise der kapazitiven Sensoreinrichtungen 14a und 14b, insbesondere zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens, einen Ausschnitt eines schematischen Blockschaltbildes einer kapazitiven Sensoreinrichtung für eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung. Ein zugehöriger, sich bei einer Anwendung

eines erfindungsgemäßen Verfahrens ergebender, beispielhafter Potenzialverlauf eines an einer Sensorstruktur 19 anliegenden Potentials U_{Sensor} ist in Fig. 9 dargestellt.

Zum Erkennen einer Bedieneingabe, insbesondere zum Erfassen der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur, gemäß eines erfindungsgemäßen Verfahrens, das im Folgenden beispielhaft anhand der Sensorstruktur 19 beschrieben wird, werden während eines ersten Abtastzyklus AZ1 in einem ersten Schritt im Zeitraum T1 die Referenzkapazität 22 und die mit der Umgebung kapazitiv gekoppelte Sensorstruktur 19 definiert aufgeladen, beispielsweise die Referenzkapazität mit 5V und die Sensorstruktur 19 wie gezeigt mit 0V, und anschließend werden in einem zweiten Schritt T2 die Referenzkapazität 22 und die Sensorstruktur 19 kurzgeschlossen. In einem dritten Schritt in einem Zeitraum T3 wird dann von einer Auswerteeinrichtung 23, welche bei diesem Ausführungsbeispiel der auf der Leiterplatte angeordnete Mikrokontroller ist, das sich zwischen der Referenzkapazität 22 und der Sensorstruktur 19 einstellende Potential U_{Sensor} erfasst und ausgewertet. Aus dem sich an der Sensorstruktur 19 einstellenden Potential U_{Sensor} , welches die kapazitive Kopplung der Sensorstruktur 19 mit der Umgebung wiedergibt, kann anschließend rückgeschlossen werden, ob sich eine menschliche Hand oder ein Finger 13 etc. im Detektionsbereich der Sensoreinrichtung 14a befindet oder nicht bzw. ob eine Bedieneingabe erfolgt ist oder nicht.

Zum Aufladen der Referenzkapazität 22 werden zunächst die Schalter SW1 und SW3 geschlossen und der Schalter SW2 geöffnet. Zum Aufladen der Messkapazität C_{Umgebung} werden die Schalter SW3 und SW1 geöffnet und der Schalter SW2 geschlossen. Ist die Messkapazität C_{Umgebung} aufgeladen, wird der Schalter SW2 anschließend ebenfalls wieder geöffnet.

Das Kurzschließen erfolgt dann durch Schließen des Schalters SW3 und bewirkt, dass sich an der Referenzkapazität 22 und der Messkapazität C_{Umgebung} das gleiche Potential U_{Sensor} einstellt, wobei sich das resultierende elektrische Potential U_{Sensor} grundsätzlich in Abhängigkeit vom ersten und zweiten elektrischen Potential sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität 22 und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität C_{Umgebung} einstellt. Ist die Messkapazität C_{Umgebung} etwa gleich groß wie die Referenzkapazität 22 stellt sich in etwa ein Potential U_{Sensor} mit halber Amplitude ein, d.h. in diesem Fall mit einer Amplitude von 5V stellt sich ein Potential an der Sensorstruktur 19 von ca. 2,5V.

Befindet sich keine menschliche Hand bzw. kein Finger 13 oder dergleichen im Detektionsbereich der Sensoreinrichtung bzw. der Sensorstruktur 19, stellt sich ein Potenzialverlauf U_{Sensor1} ein. Befindet sich hingegen eine menschliche Hand bzw. ein Finger 13 oder dergleichen im Detektionsbereich der Sensorstruktur 19, ergibt sich ein anderer Potenzialverlauf, welcher hier beispielhaft durch den Potenzialverlauf U_{Sensor2} dargestellt ist. Anhand des sich ergebenden Potentials U_{Sensor1} bzw. U_{Sensor2} kann auf die Anwesenheit oder Abwesenheit einer menschlichen Hand 13 im Detektionsbereich der Sensorstruktur 19 geschlossen werden.

Während des Erfassens des an der Sensorstruktur 19 und an der Referenzkapazität 22 anliegenden Potentials U_{Sensor} kann, wenn der Schalter SW3 wieder geöffnet ist, die Sensorstruktur 19 bereits wieder mit einem definierten Potenzial beaufschlagt werden, beispielsweise für eine nächste Abtastung zur Erkennung einer Bedieneingabe oder für einen anderen Zweck.

Zur weiteren Verbesserung der Erfassungsgenauigkeit können zusätzlich in einem zweiten Abtastzyklus AZ2 im ersten Schritt T4 anschließend noch die Referenzkapazität 22 mit dem zweiten elektrischen Potenzial von 0V und die Messkapazität C_{Umgebung} mit dem ersten elektrischen Potenzial von 5V aufgeladen werden, das heißt umgekehrt zum ersten Abtastzyklus AZ1.

In einem weiteren Schritt T5 werden die Referenzkapazität 22 und die von der Sensorstruktur 19 und der Umgebung gebildete Messkapazität C_{Umgebung} dann wieder kurzgeschlossen und in einem weiteren Schritt T6 kann erneut das sich zwischen der Messkapazität C_{Umgebung} und der Referenzkapazität 22 einstellende, resultierende elektrische Potenzial U_{Sensor} erfasst werden.

Dadurch erhält man Potenzialdifferenzen ΔU_1 bzw. ΔU_2 , die ausgewertet werden können, anstatt absoluter Potenzialwerte U_{Sensor1} bzw. U_{Sensor2} , wodurch eine bessere Erkennungsgenauigkeit erzielt werden kann. Insbesondere ist es in diesem Fall nicht mehr erforderlich sich auf die absoluten Potenzialwerte U_{Sensor1} bzw. U_{Sensor2} auswirkende, störende, stationäre, kapazitive Kopplungen zu korrigieren bzw. herauszurechnen bzw. die Sensoreinrichtung 14a, 14b diesbezüglich entsprechend zu kalibrieren.

Zur Erhöhung der Erfassungsgenauigkeit, insbesondere zur Verbesserung der Auflösung bei unterschiedlich großer Mess- und Referenzkapazität 22, ist es vorteilhaft, jeweils die ersten beiden Schritte T1 und T2 sowie T4 und T5 des ersten Abtastzyklus AZ1 und des zweiten Abtastzyklus AZ2 zu wiederholen, siehe Fig. 10, da sich auf diese Weise das resultierende Potenzial U_{Sensor} der halben Potenzialdifferenz annähert.

Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt eines schematischen Blockschaltbildes der kapazitiven Sensoreinrichtungen 14a und 14b der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung 10 aus Fig. 1, wobei im Unterschied zur lediglich zur Erläuterung dienenden Darstellung in Fig. 7, bei der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung 10 die Sensorstruktur 20 zusätzlich mittels der Schalter SW4, SW5 und SW6 als Referenzelektrode 20 schaltbar ist und mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt werden kann, so dass die kapazitive Kopplung der ersten Sensorstruktur 19 mit einer Referenzelektrode, welche in diesem Fall durch die zweite Sensorstruktur 20 gebildet wird, erfasst werden kann, wobei eine Bedieneingabe im Detektionsbereich der ersten Sensorstruktur 19 einem Referenzzustand gegenüber eine erfassbare, der Sensorstruktur 19 zugeordnete Änderung einer kapazitiven Kopplung C_{Ref} der Sensorstruktur 19 mit der Referenzelektrode 20 bewirkt.

Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Referenzelektrode 20 in einem weiteren Abtastzyklus, insbesondere in einem zweiten Abtastzyklus AZ2 und/oder einem dritten und/oder vierten Abtastzyklus hinzugeschaltet wird, da dies bei entsprechend gewähltem, an der Referenzelektrode 20 anliegendem Potenzial eine Vergrößerung der Potenzialdifferenz ΔU_1 bzw. ΔU_2 bewirkt, wodurch eine bessere Auflösung und somit eine höhere Erkennungsgenauigkeit erreicht werden kann. Das heißt, die Potenzialverläufe U_{Sensor1} bzw. U_{Sensor2} liegen dann auf einem anderen Niveau.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn unmittelbar nacheinander, insbesondere im Wechsel, besonders bevorzugt alternierend, die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur 19 mit der Umgebung und die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur 19 mit der Referenzelektrode 20 erfasst werden. Dadurch lässt sich eine besonders hohe Erkennungsgenauigkeit erreichen, da eine Vielzahl an Potenzialwerten U_{Sensor1} bzw. U_{Sensor2} bzw. Potenzialdifferenzen ΔU_1 bzw. ΔU_2 zur Verfügung steht, welche nahezu beliebig miteinander verrechnet werden können, um Messfehler und stationäre

Offsets oder dergleichen herauszurechnen bzw. zu kompensieren und/oder die Auflösung und damit die Genauigkeit bzw. die Empfindlichkeit der Sensoreinrichtung zu erhöhen.

Vorzugsweise wird jeweils alternierend im Wechsel die kapazitive Kopplung der ersten Sensorstruktur 19 mit der Umgebung und einer Referenzelektrode erfasst, wobei die zweite Sensorstruktur 20 die Referenzelektrode bildet, und anschließend, jedoch nur derart kurz zeitlich versetzt nacheinander, dass eine für sicherheitsrelevante Funktionen erforderliche Plausibilisierung der Sensorsignale der ersten und der zweiten Sensoreinrichtung weiterhin möglich ist, die kapazitive Kopplung der zweiten Sensorstruktur 20 mit der Umgebung und einer Referenzelektrode, wobei in diesem Fall die erste Sensorstruktur 19 die Referenzelektrode bildet.

Weist eine erfindungsgemäße Bedieneinrichtung ein zusätzliches Abschirmelement auf, beispielsweise wie in Fig. 4 dargestellt in Form eines weiteren elektrischen Leiters 21 oder eine als Abschirmelement betreibbare Sensorstruktur, wird das Abschirmelement vorzugsweise während der Erfassung der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt, insbesondere mit einem dem an der betreffenden Sensorstruktur anliegenden Potenzial nachgeführten oder folgenden Potenzial U_{AE} , siehe Fig. 11 und 12, wobei Fig. 11 schematisch einen beispielhaften, vorteilhaften Verlauf eines nachgeführten elektrischen Potentials U_{AE} zeigt, mit dem ein aktives Abschirmelement beaufschlagt werden kann.

Dabei nimmt das Potenzial U_{AE} zu, wenn das an der Sensorstruktur anliegende Potenzial U_{Sensor} zunimmt und ab, wenn das an der Sensorstruktur anliegende Potenzial U_{Sensor} abnimmt. Mit einer derartigen Beaufschlagung eines Abschirmelementes kann bereits eine gute Abschirmleistung erreicht werden.

Ein derartiger Potenzialverlauf U_{AE} kann zum Beispiel durch die Verwendung eines Sensorsystems mit einem Mikrocontroller von der Firma „Microchip“ erreicht werden, indem das betreffende Abschirmelement elektrisch mit einem speziell dafür vorgesehenen I/O-Pin am Mikrocontroller angeschlossen wird. Der Mikrocontroller ist entsprechend dazu ausgebildet, diesen Pin in Abhängigkeit vom Zustand der Sensoreinrichtung mit dem gezeigten Potenzialverlauf zu belegen.

Für eine noch bessere Abschirmung, sollte das definierte elektrische Potenzial U_{AE} , mit welchem das Abschirmelement beaufschlagt wird, dem an der Sensorstruktur anliegenden elektrischen Potenzial U_{Sensor} möglichst gut folgen, vorzugsweise wie in Fig. 12 dargestellt. Fig. 12 zeigt schematisch den Verlauf eines elektrischen Potentials U_{AE} eines aktiven Abschirmelementes, das nahezu den gleichen Kurvenverlauf mit nahezu gleichen absoluten Potenzialwerten aufweist wie das an der Sensorstruktur anliegende elektrische Potenzial U_{Sensor} und somit dem Verlauf des an der Sensorstruktur anliegenden elektrischen Potentials U_{Sensor} folgt.

Dieser Potenzialverlauf U_{AE} kann ebenfalls durch die Verwendung eines Sensorsystems mit einem Mikrocontroller von der Firma „Microchip“ erreicht werden, wobei das betreffende Abschirmelement in diesem Fall an einen anderen, dafür vorgesehenen Pin am Mikrocontroller angeschlossen wird, und zwar am sogenannten „DACOUT“-Pin. Der Mikrocontroller ist entsprechend dazu ausgebildet, diesen Pin in Abhängigkeit vom Zustand der Sensoreinrichtung mit dem gezeigten Potenzialverlauf zu belegen.

Selbstverständlich ist eine Vielzahl an Abwandlungen, insbesondere konstruktiver Art, möglich, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Bedieneinrichtung (10) für ein Fahrzeug, insbesondere eine Bedieneinrichtung (10) zur Steuerung sicherheitsrelevanter Funktionen, wobei die Bedieneinrichtung (10)
 - wenigstens eine Bedienoberfläche (12) mit wenigstens einem Bedieneingabefeld (18) zur Bedieneingabe und
 - ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) aufweist,wobei das Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung (14a) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (19) und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung (14b) mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (20) aufweist, wobei die Sensorstrukturen (19, 20) unterhalb der Bedienoberfläche (12) im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Sensorstruktur (19) und die zweite Sensorstruktur (20) zumindest in einem Teilbereich des Bedieneingabefeldes (18) jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet sind und miteinander kämmend angeordnet sind.

2. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Bedienoberfläche (12) mehrere Bedieneingabefelder (18) aufweist, wobei jedem Bedieneingabefeld (18) ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) zugeordnet ist, wobei jedes, einem Bedieneingabefeld (18) zugeordnetes Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung (14a) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (19) und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung (14b) mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (20) aufweist, wobei die Sensorstrukturen (19, 20) jeweils unterhalb der Bedienoberfläche (12) des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) angeordnet sind, und wobei die erste Sensorstruktur (19) und die zweite Sensorstruktur (20) zumindest in einem Teilbereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) jeweils kammartig und/oder mäanderförmig ausgebildet sind und miteinander kämmend angeordnet sind.

3. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei erste Sensorstrukturen (19) oder zwei zweite Sensorstrukturen (20) zweier Sensorsysteme miteinander elektrisch verbunden sind.
4. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet ist, gegenüber einem Referenzzustand jeweils eine Änderung der kapazitiven Kopplung der ersten Sensorstruktur (10) mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode und eine Änderung der kapazitiven Kopplung der zweiten Sensorstruktur (20) mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode zu erfassen, insbesondere eine infolge einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) bewirkte Änderung der kapazitiven Kopplung.
5. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass zur Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) mit der Umgebung in einem ersten Abtastzyklus (AZ1) in einem ersten Schritt (T1) eine Referenzkapazität (22) und eine von der Sensorstruktur (19, 20) und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) jeweils mit einem definierten elektrischen Potenzial aufladbar sind, wobei die Referenzkapazität (22) mit einem ersten, definierten elektrischen Potenzial aufladbar ist und die Messkapazität (C_{Umgebung}) mit einem zweiten, definierten elektrischen Potenzial, in einem weiteren Schritt (T2) die Referenzkapazität (22) und die von der Sensorstruktur (19, 20) und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) kurzschließbar sind, und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität (C_{Umgebung}) und der Referenzkapazität (22) einstellende, resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) als Sensorsignal erfassbar ist, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) in Abhängigkeit vom ersten und zweiten elektrischen Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität (22) und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität (C_{Umgebung}) einstellt.
6. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass in einem weiteren Abtastzyklus (AZ2), vorzugsweise in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, im ersten Schritt (T4) die Referenzkapazität (22) mit dem zweiten elektrischen Potenzial aufladbar ist und die Messkapazität (C_{Umgebung}) mit dem ersten elektrischen Potenzi-

al, in einem weiteren Schritt (T_5) die Referenzkapazität (22) und die von der wenigstens einen Sensorstruktur (19, 20) und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) kurzschließbar sind, und in einem weiteren Schritt (T_6) das sich zwischen der Messkapazität (C_{Umgebung}) und der Referenzkapazität (22) einstellende, resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) als Sensorsignal erfassbar ist, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) in Abhängigkeit vom ersten und zweiten Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität (22) und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität (C_{Umgebung}) einstellt.

7. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem eine Referenzelektrode (20) aufweist, wobei die Referenzelektrode (20) mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagbar ist und das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass eine Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) gegenüber einem Referenzzustand eine erfassbare Änderung einer kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) mit der Referenzelektrode (20) bewirkt.
8. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass in einem weiteren Abtastzyklus (AZ_2), vorzugsweise in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, insbesondere zusätzlich, in einem ersten Schritt die Referenzelektrode (20) mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagbar ist, und in einem weiteren Schritt die kapazitive Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19) mit der Referenzelektrode (20) erfassbar ist.
9. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem dazu ausgebildet ist, nacheinander, vorzugsweise im Wechsel, insbesondere alternierend, die Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19) mit der Umgebung und die Änderung der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur (19) mit der Referenzelektrode (20) zu erfassen.
10. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) wenigstens eines

Sensorsystems auch als Referenzelektrode (20) schaltbar ist, wobei vorzugsweise die erste Sensorstruktur (19) und die zweite Sensorstruktur (20) jeweils als Referenzelektrode (20) schaltbar sind, insbesondere im Wechsel.

11. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem eine Abschirmeinrichtung mit wenigstens einem Abschirmelement (21) aufweist, wobei die Abschirmeinrichtung zur Abschirmung der ersten Sensoreinrichtung (14a) und/oder der zweiten Sensoreinrichtung (14b) gegenüber störenden kapazitiven Kopplungen mit Komponenten der Bedieneinrichtung (10) ausgebildet ist, wobei das Abschirmelement (21) vorzugsweise durch eine elektrisch leitfähige Abschirmstruktur gebildet ist, die insbesondere zwischen der ersten Sensorstruktur (19) der ersten Sensoreinrichtung (14a) und der zweiten Sensorstruktur (20) der zweiten Sensoreinrichtung (14b) des Sensorsystems angeordnet ist.
12. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmelement während einer Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur (19, 20) des Sensorsystems mit einem definierten, elektrischen Potenzial (U_{AE}) beaufschlagbar ist, vorzugsweise mit einem Potenzial (U_{AE}), das einem während der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (19, 20) an der Sensorstruktur (19, 20) anliegenden Potenzial (U_{Sensor}) zumindest teilweise nachgeführt ist, insbesondere mit einem Potenzial (U_{AE}), das dem Verlauf des an der Sensorstruktur (19, 20) anliegenden Potentials (U_{Sensor}) folgt.
13. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) wenigstens eines Sensorsystems auch als aktives Abschirmelement schaltbar ist, wobei vorzugsweise die erste Sensorstruktur (19, 20) und die zweite Sensorstruktur (19, 20) jeweils als aktives Abschirmelement schaltbar sind, insbesondere im Wechsel.
14. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem neben der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung (14a) und der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung (14b) wenigstens eine weitere Sensoreinrichtung (16) zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des dem Sensorsystem zugeordneten

Bedieneingabefeldes (18) aufweist, vorzugsweise eine drucksensitive Sensoreinrichtung (16).

15. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet ist, die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (19) der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung (14a) und der Sensorstruktur (20) der zweiten Sensoreinrichtung (14b) des Sensorsystems mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode gleichzeitig zu erfassen oder derart zeitlich kurz nacheinander versetzt zu erfassen, dass eine sicherheitsrelevante Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist.
16. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensorsystem dazu ausgebildet ist, die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (20) einer kapazitiven Sensoreinrichtung (14b) mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode erst zu erfassen, wenn zuvor bei der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (19) der anderen Sensoreinrichtung (14a) mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode eine Bedieneingabe erkannt worden ist.
17. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bedieneinrichtung (10) zum Erkennen eines Fehlerzustands wenigstens eines Sensorsystems eine Überwachungseinrichtung aufweist, wobei die Überwachungseinrichtung zur Plausibilisierung wenigstens eines erfassten Sensorsignals wenigstens einer Sensoreinrichtung des Sensorsystems ausgebildet ist, insbesondere zur Plausibilisierung der Sensorsignale sämtlicher Sensoreinrichtungen des Sensorsystems, wobei die Überwachungseinrichtung einen Fehler erkennt, wenn wenigstens ein erfasstes und ausgewertetes Sensorsignal des Sensorsystems unplausibel ist, wobei die Überwachungseinrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit wenigstens eines erfassten Sensorsignals der ersten Sensoreinrichtung und wenigstens eines erfassten Sensorsignals der zweiten Sensoreinrichtung und/oder in Abhängigkeit der unmittelbar nacheinander erfassten Änderungen der kapazitiven Kopplung einer Sensorstruktur (19, 20)

mit der Umgebung und der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur (19, 20) mit der Referenzelektrode zu erkennen, ob ein Fehlerzustand vorliegt.

18. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bedieneinrichtung (10) eine Beleuchtungseinrichtung mit wenigstens einer Leuchtquelle (17) zur rückseitigen Beleuchtung wenigstens eines Bedieneingabefeldes aufweist, wobei die wenigstens eine Leuchtquelle (17) vorzugsweise in einer Ebene unterhalb wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) des dem Bedienfeld (18) zugeordneten Sensorsystems angeordnet ist, insbesondere unterhalb der Sensorstruktur (19) der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung (14a) und unterhalb der Sensorstruktur (20) der zweiten kapazitiven Sensoreinrichtung (14b) des dem Bedienfeld (18) zugeordneten Sensorsystems.
19. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) des Sensorsystems, vorzugsweise die erste und die zweite Sensorstruktur (19, 20), insbesondere alle Strukturen des Sensorsystems, derart ausgebildet und/oder angeordnet sind, dass ein Strahlengang von der wenigstens einen Leuchtquelle (17) zum Bedieneingabefeld (18) nicht blockiert ist.
20. Bedieneinrichtung (10) nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) des Sensorsystems, vorzugsweise die erste und die zweite Sensorstruktur (19, 20), insbesondere alle Strukturen des Sensorsystems, derart transparent ausgebildet ist, dass sie zumindest für einen Teil der von der wenigstens einen Leuchtquelle (17) emittierten Strahlung durchlässig sind.
21. Bedieneinrichtung (10) nach wenigstens einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) Indiumzinnoxid, mit Fluor dotiertes Zinnoxid (FTO), mit Aluminium dotiertes Zinnoxid (AZO), mit Antimon dotiertes Zinnoxid (ATO) und/oder Graphen aufweist oder daraus hergestellt ist.
22. Verfahren zum Betrieb einer Bedieneinrichtung (10), vorzugsweise zum Betrieb einer Bedieneinrichtung (10), die nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21

ausgebildet ist, wobei die Bedieneinrichtung (10) wenigstens eine Bedienoberfläche (12) mit wenigstens einem Bedieneingabefeld (18) zur Bedieneingabe und ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) aufweist, wobei das Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung (14a) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (19) und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung (14b) mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (20) aufweist, wobei die Sensorstrukturen (19, 20) unterhalb der Bedienoberfläche (12) im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erkennen einer Bedieneingabe die Änderung der kapazitiven Kopplung der ersten Sensorstruktur (19) mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode und eine Änderung der kapazitiven Kopplung der zweiten Sensorstruktur (20) mit der Umgebung und/oder einer Referenzelektrode erfasst wird, wobei zur Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) mit der Umgebung in einem ersten Abtastzyklus (AZ1) in einem ersten Schritt (T1) eine Referenzkapazität (22) und eine von der Sensorstruktur (19, 20) und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) jeweils mit einem definierten elektrischen Potenzial aufgeladen werden, wobei die Referenzkapazität (22) mit einem ersten, definierten elektrischen Potenzial aufgeladen wird und die Messkapazität (C_{Umgebung}) mit einem zweiten, definierten elektrischen Potenzial, in einem weiteren Schritt (T2) die Referenzkapazität (22) und die von der Sensorstruktur (19, 20) und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) kurzgeschlossen werden, und in einem weiteren Schritt das sich zwischen der Messkapazität (C_{Umgebung}) und der Referenzkapazität (22) einstellende, resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) als Sensorsignal erfasst wird, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) in Abhängigkeit vom ersten und zweiten elektrischen Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität (22) und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität (C_{Umgebung}) einstellt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Abtastzyklus (AZ₂), vorzugsweise in einem zweiten Abtastzyklus, im ersten Schritt (T₄) die Referenzkapazität mit dem zweiten elektrischen Potenzial aufgeladen wird und die Messkapazität (C_{Umgebung}) mit dem ersten elektrischen Potenzial, in einem weiteren Schritt (T₅) die Referenzkapazität und die von der wenigstens einen

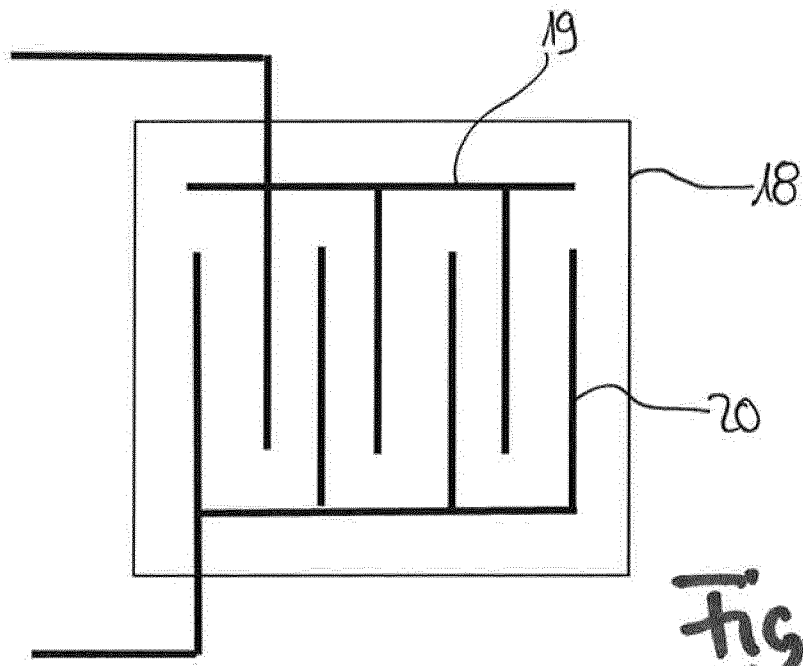
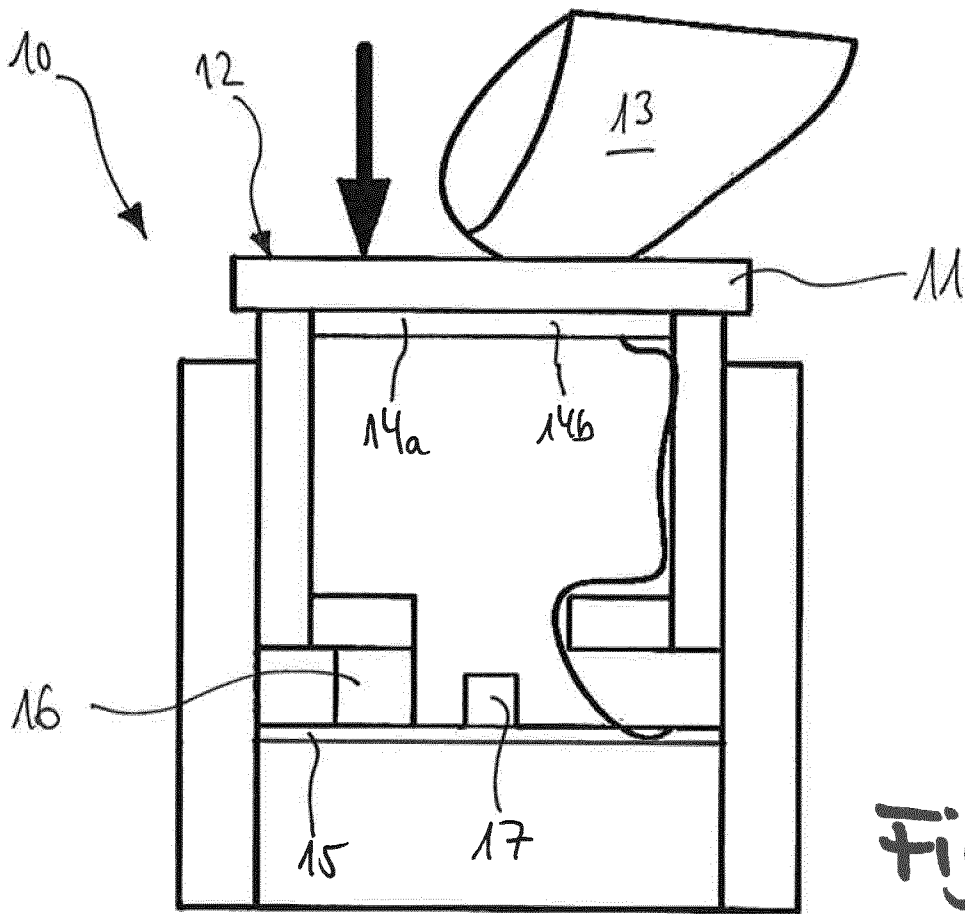
Sensorstruktur und der Umgebung gebildete Messkapazität (C_{Umgebung}) kurzgeschlossen werden, und in einem weiteren Schritt (T_6) das sich zwischen der Messkapazität (C_{Umgebung}) und der Referenzkapazität einstellende, resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) als Sensorsignal erfasst wird, wobei sich das resultierende elektrische Potenzial (U_{Sensor}) in Abhängigkeit vom ersten und zweiten Potenzial sowie in Abhängigkeit von der Größe der Referenzkapazität und in Abhängigkeit von der Größe der Messkapazität (C_{Umgebung}) einstellt.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, wobei wenigstens ein Sensorsystem der Bedieneinrichtung (10) eine Referenzelektrode (20) aufweist und das Sensorsystem derart ausgebildet ist, dass eine Bedieneingabe im Bereich des Bedieneingabefeldes (18) gegenüber einem Referenzzustand eine erfassbare Änderung einer kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19) mit der Referenzelektrode (20) bewirkt, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Abtastzyklus (AZ2), vorzugsweise in einem zweiten und/oder dritten und/oder vierten Abtastzyklus, insbesondere zusätzlich, in einem ersten Schritt die Referenzelektrode (20) mit einem definierten elektrischen Potenzial beaufschlagt wird, und in einem weiteren Schritt die kapazitive Kopplung der Sensorstruktur (19) mit der Referenzelektrode (20) erfasst wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) wenigstens eines Sensorsystems zumindest zeitweise als Referenzelektrode geschaltet wird, vorzugsweise beide Sensorstrukturen.
26. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 25, wobei wenigstens ein Sensorsystem eine Abschirmeinrichtung mit wenigstens einem elektrisch leitfähigen Abschirmelement (21) aufweist zur Abschirmung der ersten Sensoreinrichtung (14a) und/oder der zweiten Sensoreinrichtung (14b) gegenüber störenden kapazitiven Kopplungen mit Komponenten der Bedieneinrichtung (10), dadurch gekennzeichnet, dass das Abschirmelement (21) während einer Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) des Sensorsystems mit einem definierten, elektrischen Potenzial (U_{AE}) beaufschlagt wird, vorzugsweise mit einem Potenzial (U_{AE}), das einem während der Erfassung der Änderung der kapazitiven

Kopplung der Sensorstruktur (19, 20) an der Sensorstruktur (19, 20) anliegenden Potenzial (U_{Sensor}) zumindest teilweise nachgeführt ist, insbesondere mit einem Potenzial (U_{AE}), das dem Verlauf des an der Sensorstruktur (19, 20) anliegenden Potenzials (U_{Sensor}) folgt.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Sensorstruktur (19, 20) wenigstens eines Sensorsystems zumindest zeitweise als aktives Abschirmelement betrieben wird, vorzugsweise beide Sensorstrukturen (19, 20), insbesondere im Wechsel.
28. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (19) der ersten kapazitiven Sensoreinrichtung (14a) und der Sensorstruktur (20) der zweiten Sensoreinrichtung (14b) des Sensorsystems mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode gleichzeitig oder derart zeitlich kurz nacheinander versetzt erfasst werden, dass eine sicherheitsrelevante Plausibilisierung der erfassten Sensorsignale möglich ist, wobei vorzugsweise eine Bedieneingabe in einem Bedieneingabefeld (18) mit allen Sensoreinrichtungen (14a, 14b, 16) des Sensorsystems des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) gleichzeitig oder zeitlich kurz nacheinander versetzt erfasst wird.
29. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (20) einer Sensoreinrichtung (14b) mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode erst erfasst wird, wenn zuvor bei der Erfassung der Änderung der kapazitiven Kopplung der Sensorstruktur (19) der anderen Sensoreinrichtung (14a) mit der Umgebung und/oder mit einer Referenzelektrode eine Bedieneingabe erkannt worden ist.
30. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass wenn eine Bedieneingabe auf einem Bedieneingabefeld (18) erkannt wird, eine dem Bedieneingabefeld (18) zugeordnete Funktion ausgelöst wird, wobei die Funktion vorzugsweise nur ausgelöst wird, wenn kein Fehlerzustand des Sensorsystems erkannt worden ist.

31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei die Bedienoberfläche (12) mehrere Bedieneingabefelder (18) aufweist, wobei jedem Bedieneingabefeld (18) ein Sensorsystem zum Erkennen einer Bedieneingabe im Bereich des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) zugeordnet ist, wobei jedes, einem Bedieneingabefeld (18) zugeordnete Sensorsystem wenigstens eine erste, kapazitive Sensoreinrichtung (14a) mit einer ersten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (19) und eine zweite, kapazitive Sensoreinrichtung (14b) mit einer zweiten, elektrisch leitfähigen Sensorstruktur (20) aufweist, wobei die Sensorstrukturen (19, 20) jeweils unterhalb der Bedienoberfläche (12) des zugehörigen Bedieneingabefeldes (18) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn eine Bedieneingabe erkannt worden ist, nur eine Funktion ausgelöst wird, wenn nur in einem einzigen Bedieneingabefeld (18) eine Bedieneingabe erkannt worden ist.
32. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 31, wobei die Bedieneinrichtung (10) eine Überwachungseinrichtung zum Erkennen eines Fehlerzustands wenigstens eines Sensorsystems aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Überwachungseinrichtung wenigstens ein Sensorsignal wenigstens einer Sensoreinrichtung (14a, 14b, 16) wenigstens eines Sensorsystems plausibilisiert wird, wobei ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn wenigstens ein erfasstes und ausgewertetes Sensorsignal unplausibel ist, wobei vorzugsweise ein Fehlerzustand erkannt wird, wenn wenigstens ein erfasstes Sensorsignal der ersten Sensoreinrichtung (14a) gegenüber wenigstens einem erfassten Sensorsignal der zweiten Sensoreinrichtung (14b) unplausibel ist und/oder wenn die unmittelbar nacheinander erfassten Änderungen der kapazitiven Kopplung wenigstens einer Sensorstruktur (19, 20) mit der Umgebung und der kapazitiven Kopplung dieser Sensorstruktur (19, 20) mit der Referenzelektrode unplausibel sind.



2/6

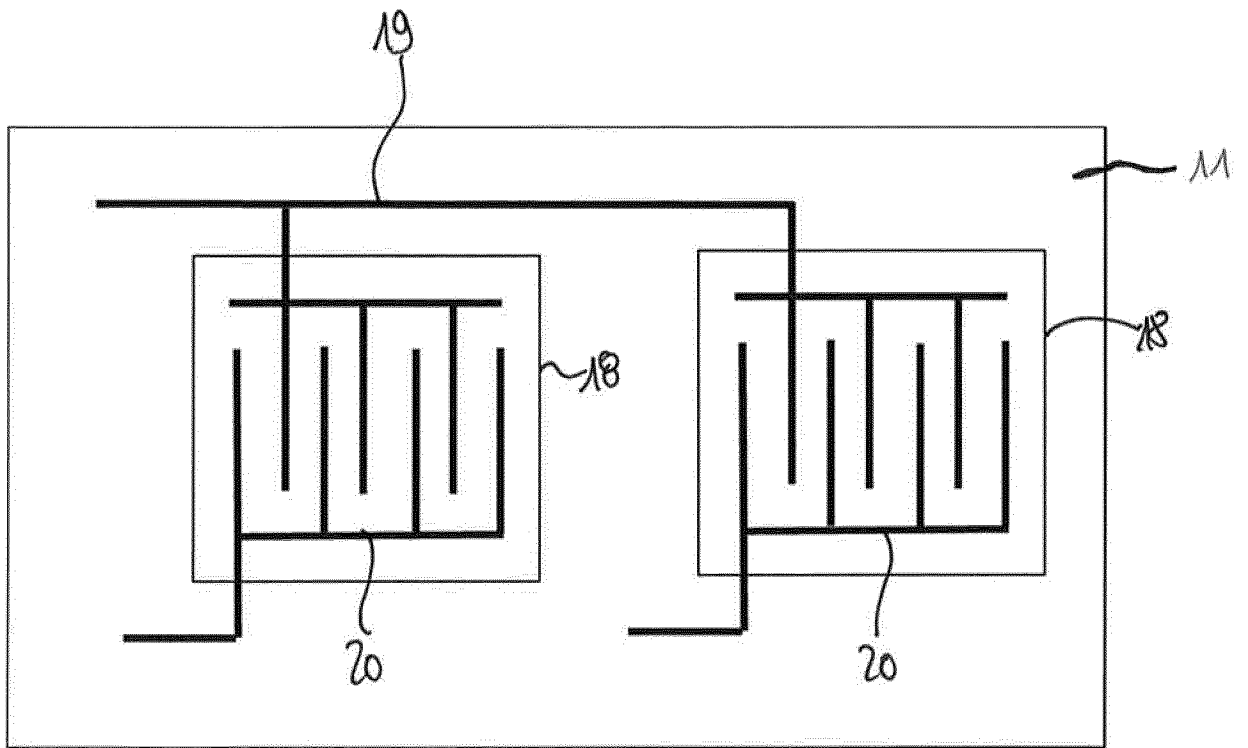


Fig.3

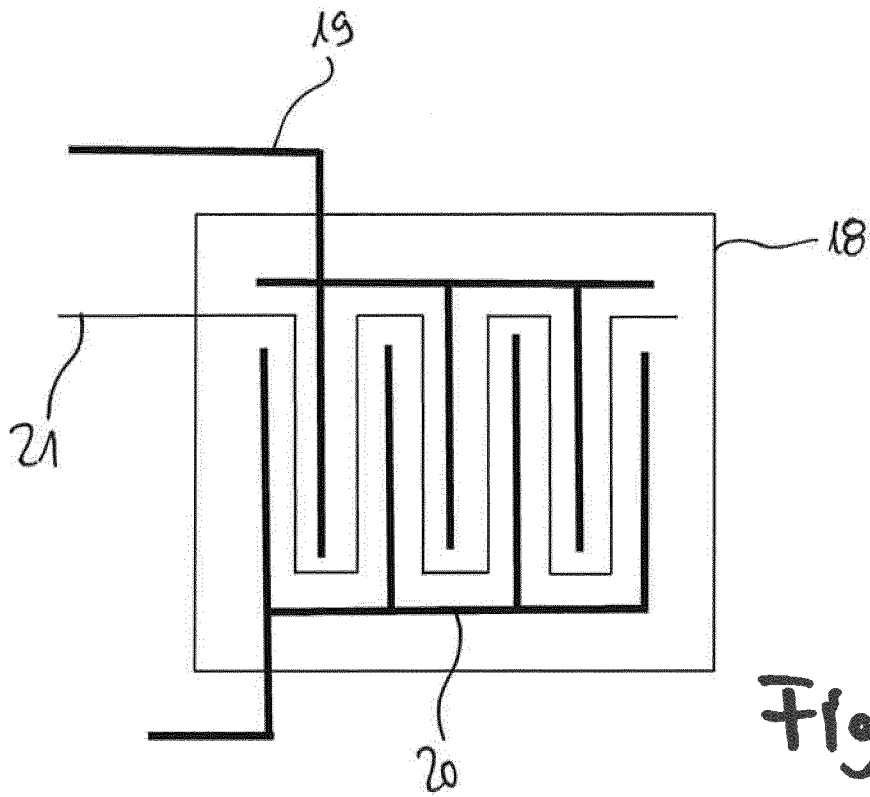


Fig.4

3/6

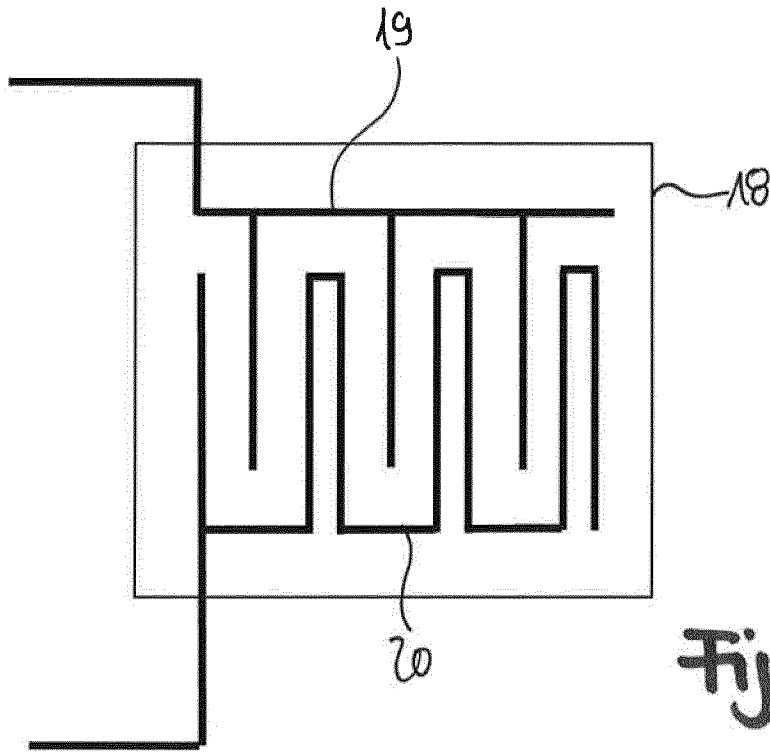


Fig. 5

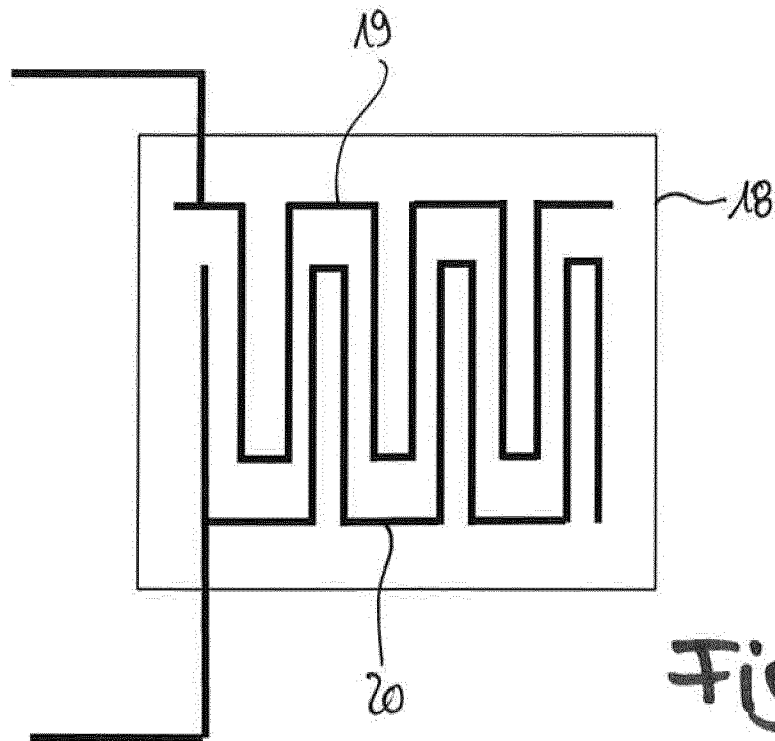


Fig. 6

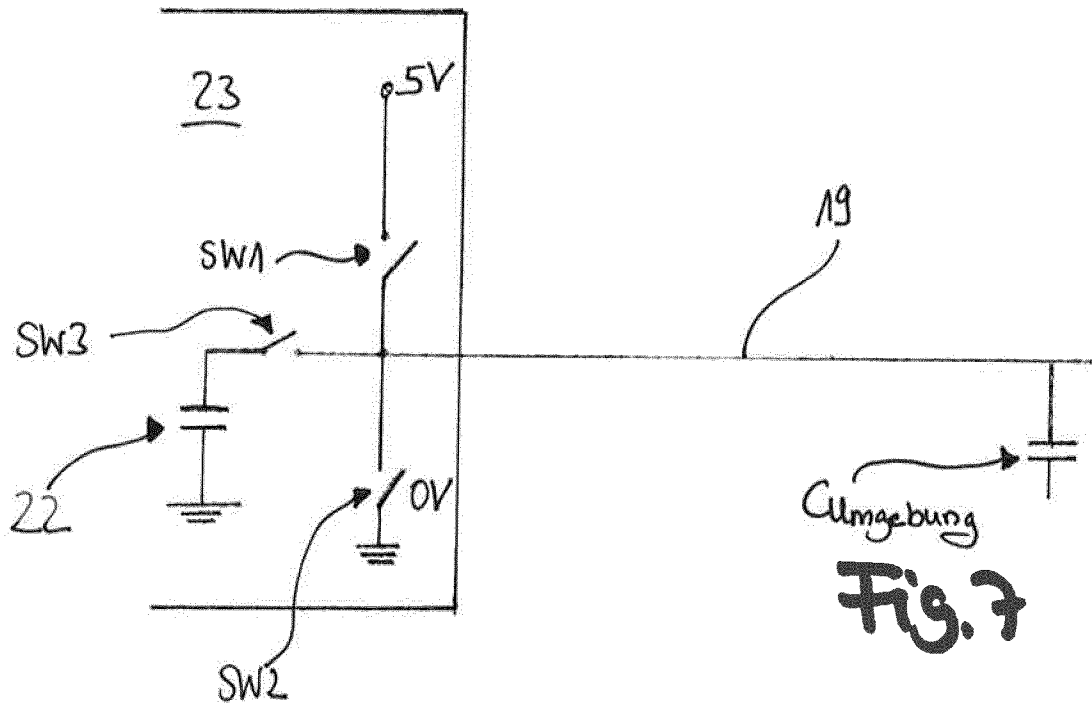


Fig. 7

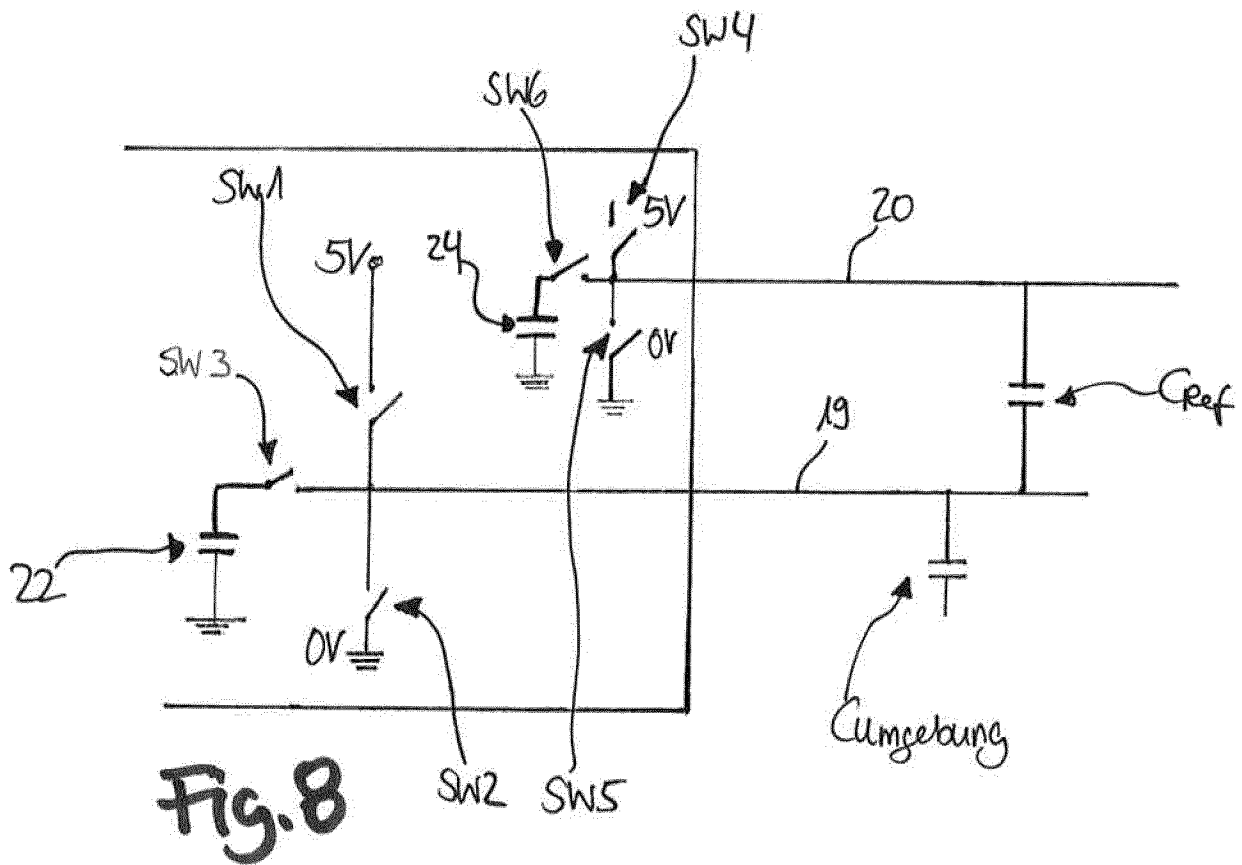


Fig. 8

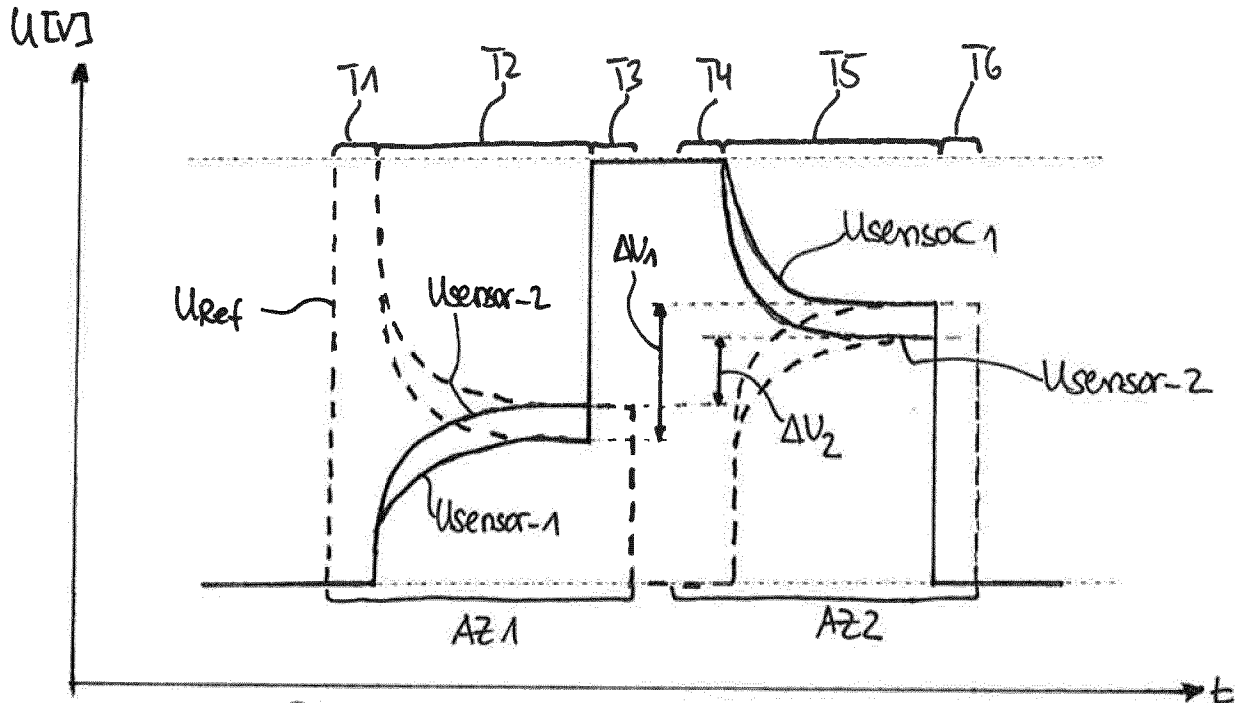


Fig. 9

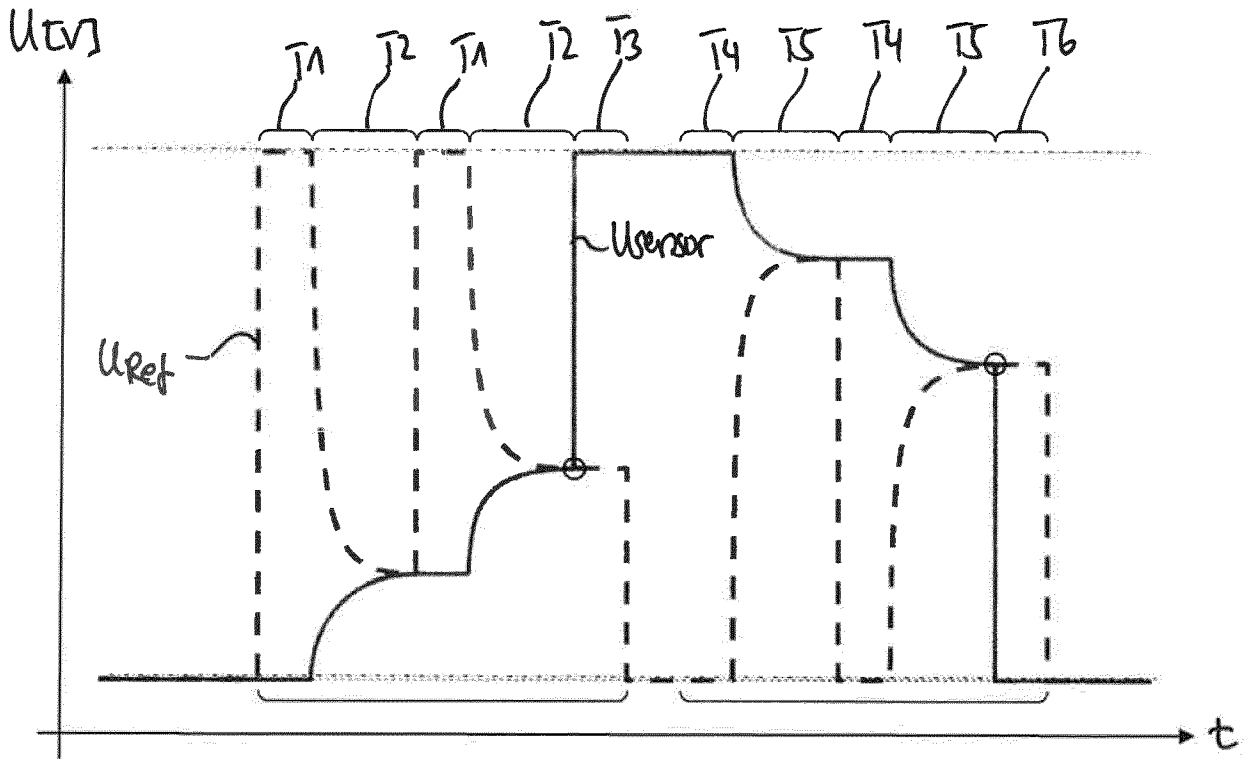


Fig. 10

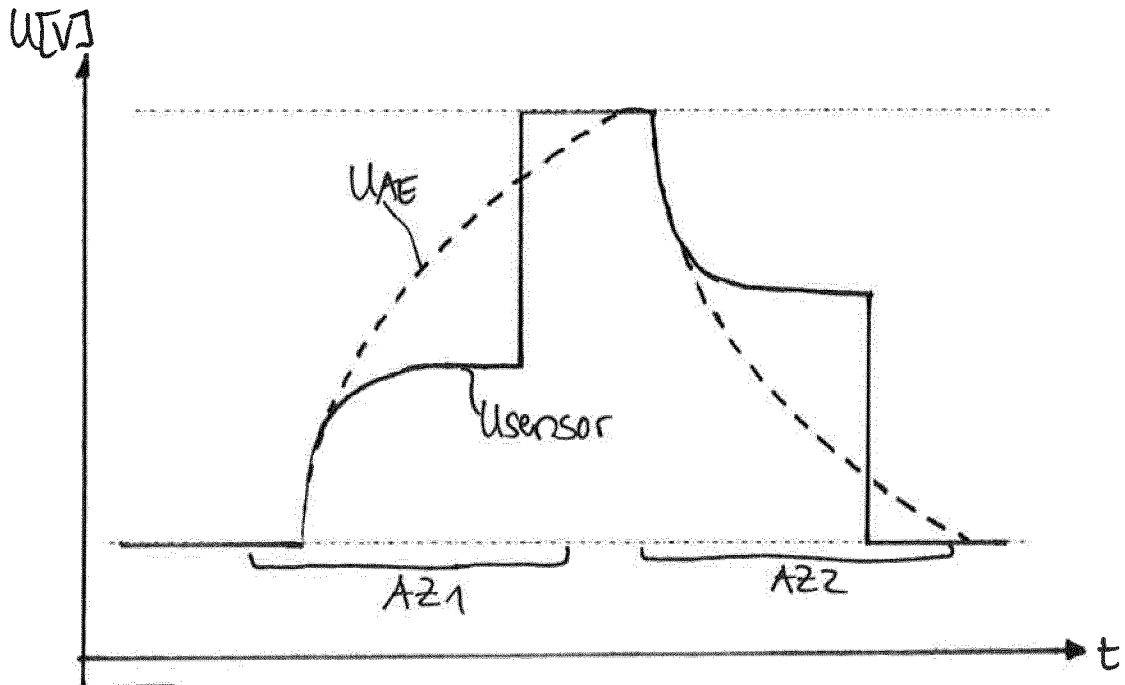


Fig. 11

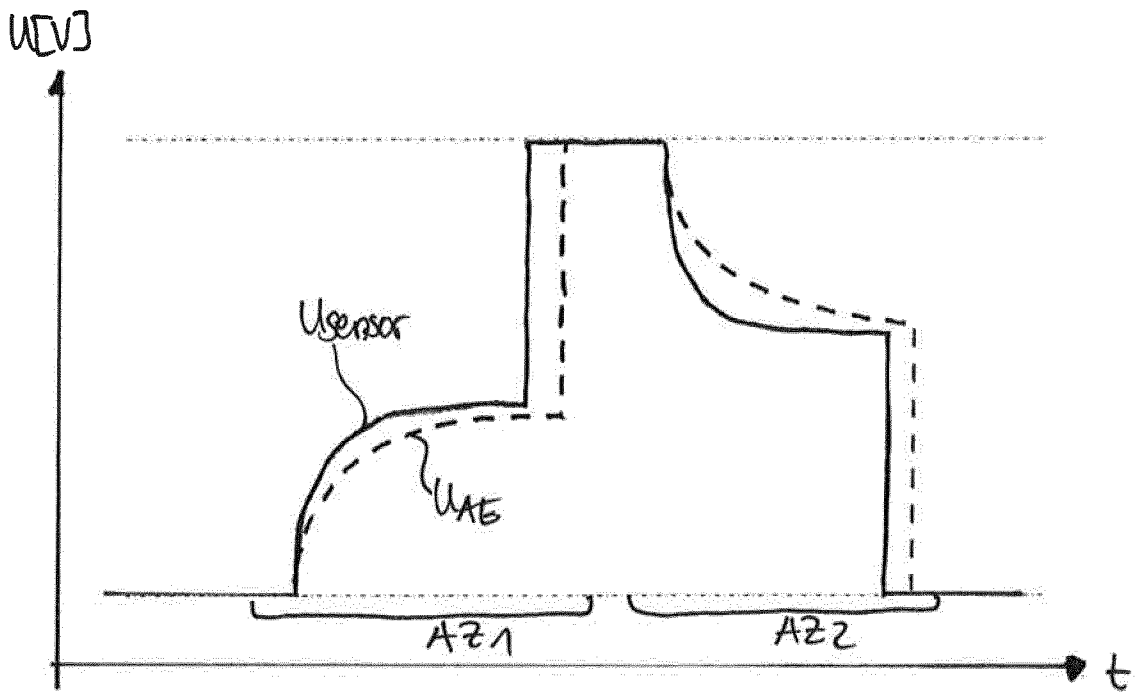


FIG. 12