



(10) **DE 10 2016 217 529 A1** 2017.03.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 217 529.7**

(22) Anmeldetag: **14.09.2016**

(43) Offenlegungstag: **16.03.2017**

(51) Int Cl.: **G08C 19/22** (2006.01)

G01S 7/52 (2006.01)

G08C 19/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

14/853,307

14.09.2015

US

(71) Anmelder:

**Semiconductor Components Industries, LLC,
Phoenix, Ariz., US**

(74) Vertreter:

**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

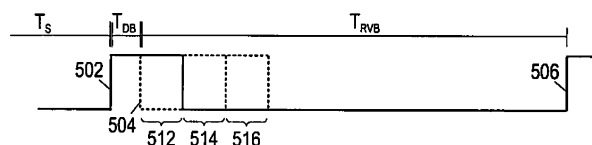
(72) Erfinder:

**Koudar, Ivan, Modrice, CZ; Suchy, Tomas, Brno,
CZ; Hustava, Marek, Bratislava, SK**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Getriggerte Ereignissignalisierung mit digitaler Fehlermeldung**

(57) Zusammenfassung: Eine beispielhafte Ausführungsform eines Sensor-Controllers schließt Folgendes ein: einen Transmitter, der einen Ultraschall-Wandler steuert, um einen Sendeimpuls zu erzeugen; einen Empfänger, der ein Sensorsignal vom Wandler abzweigt; und eine Core-Logik, die ein Trigger-Signal auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion ein oder mehrere Fehlermelde-Bits auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird. Eine beispielhafte Ausführungsform eines Sensor-Steuerverfahrens schließt Folgendes ein: Erkennen eines Trigger-Signals auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung; Bereitstellen von mindestens einem Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung als Reaktion auf das Trigger-Signal; und nach dem Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits Steuern der Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf einem Sensorsignal von einem Wandler. Der Wandler kann ein piezoelektrisches Element zum Erzeugen und Abtasten von Ultraschallimpulsen sein, und zwar insbesondere zur Verwendung in Parkassistenz-Sensoren und -Systemen.



Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Moderne Kraftfahrzeuge sind mit einer beeindruckenden Anzahl und Vielfalt von Sensoren ausgestattet. Die reine Menge an Sensoren macht es wünschenswert, die Verkabelungsanforderungen jedes Sensors, die Einschränkungen in Bezug auf Kosten und Zuverlässigkeit unterliegen, zu minimieren. Bestimmte Bemühungen in diese Richtung haben die Fehlersignalisierung auf einen sekundären Status zurückgesetzt, sodass die Steuereinheit untergeordnete Modi verwenden muss, um Sensorfehler zu erkennen und zu melden. Derartige untergeordnete Modi erfordern im Allgemeinen zusätzliche Komplexität sowie Zeit, die bei vielen Manövriervorgängen möglicherweise nicht zur Verfügung steht.

[0002] Beispielsweise kann ein Parkassistenzsystem Ultraschall-Wandler oder andere Parkassistenzsensoren („PAS“) einsetzen, um den Abstand zwischen dem Fahrzeug und eventuellen Hindernissen auf einem und um einen ausgewählten Parkplatz zu überwachen. Aufgrund von umgebungsbedingtem „Rauschen“ und Sicherheitsbedenken kann von den Sensoren gefordert werden, Dutzende von Messungen pro Sekunde bereitzustellen, wenn sich das Fahrzeug an die begrenzte Fläche annähert und darin einfährt. Da jede Messung ungefähr 20 ms erfordert und jeder der mehreren Wandler wechselseitig aktiviert werden muss, während die anderen Wandler mithören, sind zumindest einige der betrachteten Parkassistenzsysteme nicht in der Lage, Zeit aufzubringen, um in einen untergeordneten Modus zu wechseln und den Status der verschiedenen Sensoren abzufragen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0003] Demgemäß sind hierin verschiedene Sensoren, Sensorsteuerungen und Sensorsteuerverfahren mit digitaler Fehlermeldung über ein getriggertes Ereignissignal auf einer Leitung offenbart. Eine beispielhafte Ausführungsform eines Sensors schließt Folgendes ein: einen Wandler, der ein Sensorsignal erzeugt; eine Ereignis-Signalisierungsleitung und einen Controller, der ein Trigger-Signal auf der Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion mindestens ein Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird. Ein beispielhafter Sensor-Controller schließt Folgendes ein: einen Transmitter, der einen Ultraschall-Wandler steuert, um einen Sendepuls zu erzeugen; einen Empfänger, der ein Sensorsignal vom Wandler abzweigt; und eine Core-Logik, die ein Trigger-Signal auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion ein oder mehrere Fehlermelde-Bits auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird. Ein beispielhaftes Sensor-Steuerverfahren schließt Folgendes ein: Erkennen eines Triggersignals auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung; Bereitstellen von mindestens einem Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung als Reaktion auf das Triggersignal; und nach dem Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits Steuern der Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf einem Sensorsignal von einem Wandler. Der Wandler kann ein piezoelektrisches Element zum Erzeugen und Abtasten von Ultraschallimpulsen sein.

sierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird. Ein beispielhaftes Sensor-Steuerverfahren schließt Folgendes ein: Erkennen eines Triggersignals auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung; Bereitstellen von mindestens einem Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung als Reaktion auf das Triggersignal; und nach dem Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits Steuern der Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf einem Sensorsignal von einem Wandler. Der Wandler kann ein piezoelektrisches Element zum Erzeugen und Abtasten von Ultraschallimpulsen sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0004] Die Zeichnungen zeigen Folgendes:

[0005] Fig. 1 ist eine Draufsicht eines beispielhaften Fahrzeugs, das mit Parkassistenzsensoren ausgestattet ist.

[0006] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Parkassistenzsystems.

[0007] Fig. 3 ist ein Schaltschema eines beispielhaften Parkassistenzsensors.

[0008] Fig. 4 ist ein beispielhaftes Diagramm des Signal-Timings.

[0009] Fig. 5A–Fig. 5B sind „Senden und Empfangen“-Timing-Spezifikationen für eine beispielhafte Ereignis-Signalisierungsleitung.

[0010] Fig. 6A–Fig. 6B sind „Nur-Empfang“-Timing-Spezifikationen für eine beispielhafte Ereignis-Signalisierungsleitung.

[0011] Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Sensor-Steuerverfahrens.

[0012] Es versteht sich, dass die Zeichnungen und die dazugehörige detaillierte Beschreibung die Offenbarung nicht einschränken, sondern dass sie vielmehr die Grundlage für das Verständnis aller Abänderungen, Äquivalente und Alternativen bereitstellen, die in den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche fallen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0013] Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Fahrzeug **102**, das mit einer Gruppe von Ultraschall-Parkassistenzsensoren **104** ausgestattet ist. Die Anzahl und Konfiguration von Sensoren in der Sensoranordnung ist variabel, und es wäre nicht ungewöhnlich, an jedem Puffer sechs Sensoren und zwei zusätzliche Sensoren auf jeder Seite für Totwinkel-Detektoren auf jeder Seite zu haben. Das Fahrzeug kann die Sensoran-

ordnung zum Erkennen und Messen von Distanzen zu Hindernissen in den verschiedenen Detektionszonen einsetzen, wobei die Sensoren sowohl für individuelle Messungen als auch für kooperative Messungen (zum Beispiel Triangulation) verwendet werden.

[0014] Die Ultraschallsensoren sind Transceiver, was bedeutet, dass jeder Sensor Ultraschall-Impulse senden und empfangen kann. Emittierte Impulse verbreiten sich vom Fahrzeug nach außen, bis sie auf ein Objekt oder eine andere Form nicht vorgesehenen akustischen Widerstands treffen und davon reflektiert werden. Die reflektierten Impulse kehren zum Fahrzeug als „Echos“ der emittierten Impulse zurück. Die Zeiten zwischen den emittierten Impulsen und den empfangenen Echos geben die Distanzen zu den Reflexionspunkten an. Vorzugsweise sendet nur jeweils ein Sensor, obwohl alle Sensoren zum Messen der sich ergebenden Echos konfiguriert sein können.

[0015] Fig. 2 zeigt eine elektronische Steuereinheit (ECU) **202**, die mit den verschiedenen Ultraschallsensoren **204** als Zentrum einer Sterntopologie gekoppelt ist. Um automatisierte Parkassistenten bereitzustellen, kann die ECU **202** ferner mit einer Gruppe von Aktoren verbunden sein, wie zum Beispiel mit einem Fahrtrichtungsanzeigektor **206**, einem Steuerungsaktor **208**, einem Bremsaktor **210** und einem Gaspedalaktor **212**. Die ECU **202** kann ferner mit einer interaktiven Benutzerschnittstelle **214** gekoppelt sein, um Benutzereingaben anzunehmen und eine Anzeige der verschiedenen Messungen und des Systemstatus bereitzustellen. Unter Verwendung der Schnittstelle, der Sensoren und Aktoren kann die ECU **202** automatisiertes Einparken, assistiertes Einparken, Spurwechselassistenten, Hindernis- und Totwinkel-Erkennung und andere wünschenswerte Merkmale bereitstellen.

[0016] Entsprechend der Angabe in Fig. 3 ist neben den beiden Stromanschlüssen (Vbat und GND) jeder der beispielhaften Ultraschallsensoren mit der ECU **202** nur durch eine einzelne Eingabe/Ausgabe-Leitung („I/O“ oder „IO“) verbunden. Der Masseanschluss (GND) des Sensors ist so dargestellt, dass er direkt mit dem Masseanschluss eines Sensor-Controllers **302** einer anwendungsspezifischen, integrierten Schaltung (ASIC) verbunden ist, während das Vbat-Anschluss über einen RC-Filter (Widerstand R2 und Kondensator C7) und einen diodengespeisten (D1) Speicherkondensator C8 mit einem Versorgungsspannungsanschluss (VSUP) des Sensor-Controllers **302** gekoppelt ist. Der RC-Filter blockiert eventuelles hochfrequentes Rauschen, während der Speicherkondensator vor vorübergehendem Leistungsabfall schützt.

[0017] Der IO-Anschluss des Sensors ist über einen die Anstiegsgeschwindigkeit begrenzenden Entstörfilter (Widerstände R3 und R5 mit Kondensator

C9) mit einem I/O-Anschluss des Sensor-Controllers **302** gekoppelt. Ein Pull-up-Widerstand R4 beaufschlagt die I/O-Leitung mit der Versorgungsspannung als Vorspannung („abgesetzter“ Status), wenn sie nicht aktiv durch die ECU **202** oder durch den Sensor-Controller **302** niedrig angesteuert wird („gesetzter“ Status). Das Kommunikationsprotokoll ist so konzipiert, dass nur einer der beiden Controller (ECU **202** oder Sensor-Controller **302**) zu einem gegebenen Zeitpunkt die I/O-Leitung beaufschlagt.

[0018] Der Sensor-Controller **302** schließt eine I/O-Schnittstelle **303** ein, die bei Platzierung in einem rezeptiven Modus die I/O-Leitung zum Setzen durch die ECU **202** überwacht und die bei Platzierung in einem dominanten Modus den Status der I/O-Leitung steuert. Die ECU kommuniziert einen Befehl zum Sensor über das Setzen der I/O-Leitung, wobei die unterschiedlichen Befehle durch Setzvorgänge in unterschiedlichen Längen wiedergegeben werden. Die Befehle können einen „Senden und Empfangen“-Befehl, einen „Nur empfangen“-Befehl und einen „Datenmodus“-Befehl einschließen.

[0019] Der Sensor-Controller **302** schließt eine Core-Logik **304** ein, die entsprechend in nichtflüchtigem Speicher **305** gespeicherter Firmware und Parametern arbeitet, um nach Befehlen von der ECU zu suchen und die entsprechenden Vorgänge auszuführen, einschließlich der Übertragung und des Empfangens von Ultraschallimpulsen. Zum Übertragen eines Ultraschallimpulses ist die Core-Logik **304** mit einem Transmitter **306** gekoppelt, der ein Paar Sendeanschlüsse am Sensor-Controller **302** steuert. Die Transmitter-Anschlüsse sind über einen Transformator M1 mit einem piezoelektrischen Wandler PZ gekoppelt. Der Transformator M1 erhöht die Spannung vom Sensor-Controller (zum Beispiel 12 V) schrittweise auf einen zum Steuern des piezoelektrischen Wandlers geeigneten Pegel (zum Beispiel Hunderte Volt). Der piezoelektrische Wandler PZ hat eine Resonanzfrequenz, die mit einem parallelen Kondensator C3 auf einen wünschenswerten Wert (zum Beispiel 48 kHz) eingestellt wird, und einen Resonanz-Qualitätsfaktor (Q), der mit einem parallelen Widerstand R1 eingestellt wird.

[0020] Ein Paar DC-Isolierkondensatoren C1, C2 koppelt den piezoelektrischen Wandler mit dem Paar der Empfangsanschlüsse des Sensor-Controllers, um Schutz gegen Hochspannung bereitzustellen. Weiterer Schutz wird mit internen Spannungsklemmen an den Empfangsanschlüssen bereitgestellt. Ein derartiger Schutz ist für die Intervalle erforderlich, wenn der piezoelektrische Wandler überträgt. Allerdings sind die empfangenen Echosignale normalerweise im Millivolt- oder Mikrovolt-Bereich, und dementsprechend verstärkt ein rauscharmer Verstärker **308** das Signal von den Empfangsanschlüssen. Das verstärkte Empfangssignal wird durch einen digitalen

Signalprozessor (DSP) **310** mit integriertem Analog-Digital-Wandler (ADC) digitalisiert und verarbeitet.

[0021] Der DSP **310** wendet programmierbare Verfahren an, um den Betätigungszeitraum des Wandlers während der Übertragung eines Impulses zu messen (einschließlich des darauf folgenden Zeitraums des Nachhalls oder „Klingelns“) und um die Längen empfangener Impulse oder „Echos“ zu erkennen und zu messen. Derartige Verfahren können Schwellenwertvergleiche verwenden, wie auch Minimalintervalle, Peak-Detektion, Nulldurchgang-Detektion und -Zählung, Geräuschpegelbestimmungen und andere individuell einrichtbare Verfahren, die auf die Verbesserung von Zuverlässigkeit und Genauigkeit abzielen. Der DSP **310** kann ferner das verstärkte Empfangssignal verarbeiten, um Kenndaten des Wandlers zu analysieren, wie zum Beispiel Resonanzfrequenz und Abklingrate, und er kann Ferner Fehlerbedingungen erkennen, wie zum Beispiel einen übermäßig kurzen Betätigungszeitraum (der auf einen abgeschalteten oder defekten Wandler, unterdrückte Vibration oder Ähnliches zurückgehen kann) oder einen übermäßig langen Betätigungszeitraum (fehlerhafte Anbringung, unangemessener Dämpfungswiderstand oder Ähnliches).

[0022] Über die I/O-Leitung empfangene Befehle triggern die Core-Logik **304** aus, um den Transmitter und Empfänger zu betreiben und stellen die Messergebnisse über die I/O-Leitung entsprechend der im Folgenden wiedergegebenen Erläuterung zur ECU **202** bereit. Zusätzlich zu den Fehlerbedingungen, die vom DSP **310** erkannt werden können, kann die Core-Logik andere Fehlerbedingungen überwachen, wie zum Beispiel die Versorgungsspannung „Unterspannung“ oder „Überspannung“, während der Übertragung eines Ultraschallimpulses, eines thermischen Abschaltens des Transmitters, eines Hardwarefehlers, eines unvollständigen Einschalt-Resets oder Ähnlichem. Alle Fehlerbedingungen können in internen Registern oder im nichtflüchtigen Speicher **305** aufgezeichnet und gespeichert werden.

[0023] Fig. 4 ist ein Diagramm mit der Darstellung eines beispielhaften Signal-Timings, das für Kommunikation auf der I/O-Leitung eingesetzt werden kann. Die ECU formuliert einen Signalimpuls „CMD“ mit einer Dauer, die einen erwünschten Befehl wiedergibt, in diesem Fall um einen „Senden und Empfangen“-Befehl wiederzugeben. (Beispielhafte Befehlsimpulsdauer können im Bereich von 300 ms bis 1300 ms sein.) Während einer Zeit **402**, wenn der Sensor inaktiv ist (d. h. keine Messung durchführt oder nicht auf sonstige Weise auf einen Befehl von der ECU reagiert), ist die I/O-Leitung hoch (abgesetzt). Die ECU setzt das I/O-Signal, in dem die Leitung während der den Befehl wiedergebenden Dauer aktiv/niedrig angesteuert wird. Wegen der begrenzten Anstiegsraten auf der I/O-Leitung kommt es zu einer geringen

Ausbreitungsverzögerung, und ein Entprell-Intervall („ T_{DB} “) folgt dem Setzen, um sicherzustellen, dass das Timing der Rückkehr der Leitung zur Batteriespannung absichtlich erfolgt und nicht als Ergebnis von vorübergehendem Rauschen. (Beispielhafte Entprell-Intervalle können im Bereich von 40 ms bis 80 ms sein.)

[0024] Beim Ablauf des Entprell-Intervalls übernimmt der Sensor-Controller die Kontrolle über die I/O-Leitung während eines programmierten Messintervalls **404**. Vor der Erörterung des Betriebs der I/O-Leitung während des Messintervalls betrachten wir das verstärkte Empfangssignal RX. Zum Zweck der Erläuterung zeigt Fig. 4 nämlich eine Hüllkurve des RX-Signals; in der Praxis ist das RX-Signal schwingend.

[0025] Der Sensor-Controller misst einen Geräuschpegel während eines Vorübertragungszeitraums **406**, der ein Entprell-Intervall später beginnt, nachdem die ECU die I/O-Leitung gesetzt hat, und der endet, wenn der Übertragungsimpuls gesendet worden ist. Die Betätigung des Wandlers für den Übertragungsimpuls veranlasst die Sättigung des RX-Signals. Der Übertragungsimpuls überflutet den Empfänger und verhindert, dass während dieses Intervalls aussagekräftige Echomessungen erfasst werden. Während das Empfangssignal oberhalb eines Schwellenwerts **408** ist (und/oder mit anderen, hier nicht relevanten implementierungsspezifischen Anforderungen kompatibel ist), setzt der Sensor-Controller die I/O-Leitung niedrig. Dieses Setzen während des Übertragungsimpulses ermöglicht es der ECU, den Nachhallzeitraum („ T_{RVB} “) des Wandlers zu messen, und es ermöglicht damit die Prüfung des Betriebs des Wandlers.

[0026] Wenn das Empfangssignal unter einen Schwellenwert **408** gefallen ist, wird es möglich, Echos zu erkennen, und die I/O-Leitung wird abgesetzt, bis der Sensor-Controller ein gültiges Echo erkennt. Die Anforderungen für ein gültiges Echo können beispielsweise eine Mindestzeit („ T_{DLY} “) oberhalb eines Schwellenwerts **408** einschließen, sowie die Mindestzeit gleich dem oder größer als das Entprell-Intervall T_{DB} . Eine derartige Anforderung setzt zwingend voraus, dass das Setzen der I/O-Leitung als Reaktion auf ein Echo um die Mindestzeit T_{DLY} verzögert ist. Das Setzen dauert über einen Zeitraum („ T_{DET} “) an, der gleich der erkannten Länge des Echoimpulses ist. Zumindest bei einigen Ausführungsformen können die mehreren Echos durch entsprechendes Setzen der I/O-Leitung erkannt und wiedergegeben werden. Beim Ablauf des programmierten Messintervalls **404** gibt der Sensor-Controller **302** die Kontrolle über die I/O-Leitung frei.

[0027] Mit dem vorstehenden Protokoll ist es möglich, dass die ECU bestimmte Sensor-Fehlerbedin-

gungen während Messungen erkennt, aber keine anderen Messbedingungen. Fehler wie übermäßiges Rauschen, Unter-/Über-Spannungsbedingungen und Ähnliches können nur erkannt werden, falls die ECU die Messsequenz anhält und die Zeit zum Senden eines „Daten“-Befehls erfasst, um die entsprechenden Register des Sensor-Controllers abzufragen. Ohne diese Abfrage kann die ECU unbeabsichtigt auf unzuverlässigen Messungen aufbauen, doch mit einer derartigen Abfrage kann die Messwiederholungsrate unangemessen werden.

[0028] Daher werden hierin bestimmte Änderungen am Protokoll vorgeschlagen. **Fig. 5A** zeigt eine vergrößerte Ansicht des I/O-Leitungssignals am Ende eines übertragenen „Senden und Empfangen“-Befehls von der ECU, der durch die ansteigende Flanke **502** markiert ist. Im vorstehenden Protokoll wird der Übertragungsimpuls initiiert, und er setzt nach Ablauf eines Entprell-Intervalls T_{DB} nach der ansteigenden Flanke **502** das I/O-Leitungssignal niedrig (abfallende Flanke **504**). Die ansteigende Flanke **506** markiert anschließend das Ende der Messung des Nachhallzeitraums und den Beginn des Echoerkennungintervalls. Es ist jedoch ersichtlich, dass das Timing der abfallenden Flanke **504** im vorstehenden Protokoll festgelegt ist und keine sinnvollen Informationen überträgt. Die Kommunikation nützlicher Informationen beginnt erst mit der ansteigenden Flanke **506**, und zwar normalerweise etwa 400 bis 700 ms später.

[0029] Umgekehrt verwendet das in **Fig. 5B** dargestellte Protokoll den Anfangsabschnitt dieses Nachhallzeitraums, um digitale Informationen zur ECU zu übertragen. Der Ablauf eines Entprell-Intervalls T_{DB} fällt wiederum mit der Initiierung des Übertragungsimpulses zusammen, ist aber nicht notwendigerweise durch eine abfallende Flanke **504** gekennzeichnet. Der Sensor-Controller definiert eine Anzahl von Bit-Intervallen **512–516** (drei sind gezeigt, doch ist dies keine Einschränkung), die unmittelbar auf die Initiierung des Übertragungsimpulses folgen, wobei jedes Intervall mindestens ein Entprell-Intervall T_{DB} andauert, jedoch vorzugsweise länger (zum Beispiel 20 bis 50% länger), um zusätzliche Rauschimmunität bereitzustellen. Alternativ dazu kann das Mindestintervall verwendet werden, und ein oder mehrere zusätzliche Bit-Intervalle können hinzugefügt werden, um Fehlererkennung oder Fehlerkorrektur bereitzustellen. Wenn der Sensor-Controller das I/O-Leitungssignal nach den Bit-Intervallen setzt, tritt unmittelbar vor den, während der oder unmittelbar nach den Bit-Intervallen mindestens eine abfallende Flanke auf. In dem Ausmaß, in dem die Laufzeitverzögerung signifikant ist, kann die ECU diese aus dem Timing dieser abfallenden Flanke ableiten. Anderenfalls berücksichtigt die ECU einfach die Bit-Intervalle beim Messen der Länge des Nachhallzeitraums.

[0030] Bei einer berücksichtigten Ausführungsform gibt das Setzen während des ersten Bit-Intervalls **512** einen übermäßigen Rauschpegel während des Vorübertragungszeitraums **406** an, das Setzen während des zweiten Bit-Intervalls **514** gibt an, dass das Setzen einen akzeptablen Nachhallzeitraum angeben soll (in Bezug auf den Übertragungsimpuls, da die Messung des aktuellen Nachhallzeitraums noch nicht abgeschlossen ist), und das dritte Bit-Intervall wird gesetzt, um ein Nichtvorliegen anderer Fehler anzugeben (wie zum Beispiel Unter-/Über-Spannung, thermisches Abschalten, Hardwarefehler, Einschalt-Reset usw.). Somit wäre das I/O-Signal während einer erfolgreichen, fehlerfreien Messung während des ersten Bit-Intervalls hoch und während des zweiten und dritten Bit-Intervalls niedrig. Wird jedoch ein Fehler erkannt, wird die ECU sofort ohne eine Reduzierung der maximalen Messwiederholungsrate auf das Vorliegen des Fehlers hingewiesen.

[0031] Die Bit-Intervalle werden vorzugsweise ebenfalls während der „Nur empfangen“-Messungen bereitgestellt. Im nicht modifizierten Protokoll zeigt **Fig. 6A** eine Ansicht des I/O-Leitungssignals am Ende eines übertragenen „Nur empfangen“-Befehls von der ECU, der durch die ansteigende Flanke **502** markiert ist. Der Nachhallzeitraum, der während eines übertragenen Impulses auftreten würde, ist als gestrichelte Linie mit abfallender Flanke **504** und ansteigender Flanke **506** angegeben. Die Sensor-Spezifikationen berücksichtigen keine Echoerkennung während dieses Intervalls und geben dementsprechend einen Zeitraum wieder, während dessen keine nützlichen Informationen übertragen werden. Demgemäß stellt das in **Fig. 6B** gezeigte, modifizierte Protokoll die vorstehenden Bit-Intervalle **512–516** während dieses Intervalls bereit, wobei dadurch Fehler gemeldet werden, ohne die maximale Messwiederholungsrate auf eine beliebige Weise zu reduzieren.

[0032] **Fig. 7** ist ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Sensor-Steuerverfahrens. Das Verfahren beginnt in Block **702**, wobei die Steuerlogik Register aktualisiert, um eventuell erkannte Fehler anzugeben. Diese Register werden beim Lesen durch die ECU zurückgesetzt. In Block **704** bestimmt die Steuerlogik, ob die ECU die I/O-Leitung zum Initiieren eines Befehls gesetzt hat. Ist dies nicht der Fall, werden die Blöcke **702** und **704** wiederholt, während die Steuerlogik auf einen Befehl wartet.

[0033] Beim Erkennen der Initiierung eines Befehls fordert die Steuerlogik den Empfänger auf, in Block **706** eine Geräuschpegelerkennung durchzuführen. In Block **708** bestimmt die Steuerlogik, ob der Befehl vollständig empfangen worden ist. Ist dies nicht der Fall, werden die Blöcke **704** und **706** wiederholt, während die Steuerlogik auf den Abschluss des Befehls wartet.

[0034] Nachdem der Befehl vollständig empfangen worden ist, bestimmt die Steuerlogik in Block **710**, ob es ein „Daten“-Befehl ist. Ist dies der Fall, durchsucht die Steuerlogik **712** die digitalen Daten, um zu bestimmen, was der Befehl ist, und um ihn auszuführen. Beispielsweise kann der Befehl angeben, dass ein bestimmter Wert in eine angegebene Speicheradresse geschrieben werden soll, oder dass der Inhalt eines angegebenen Registers zur ECU gesendet werden soll. Die Steuerlogik führt den Befehl aus und signalisiert der ECU den Abschluss. Nachdem die Datenvorgänge abgeschlossen worden sind, geht die Steuerlogik zu Block **702** zurück.

[0035] Falls der Befehl kein Datenbefehl ist, bestimmt die Steuerlogik in Block **714**, ob es ein „Nur empfangen“-Befehl ist. Ist dies nicht der Fall, trigger die Steuerlogik in Block **716** anschließend den Transmitter, um einen Übertragungsimpuls zu senden, und in Block **718** sendet sie ein digitales Statuswort (bestehend aus einem oder mehreren Bit-Intervallen) zur ECU. Entsprechend der vorstehenden Beschreibung ist das digitale Statuswort abgeleitet aus einer Rauschpegelmessung und eventuellen Fehlerbedingungen, die in den Hardware-Registern gespeichert sein können. Unter diesen Bedingungen sind übermäßig lange oder kurze Nachhallzeiträume entsprechend der Messung durch den DSP in Block **720**. Anschließend führt der DSP in Block **724** eine Echoerkennung durch und steuert die I/O-Leitung entsprechend. Nach dem Ablauf des Messzeitraums kehrt der Sensor-Controller zu Block **702** zurück.

[0036] Falls die Steuerlogik in Block **714** bestimmt, dass der Befehl ein „Nur empfangen“-Befehl ist, sendet sie das digitale Statuswort in Block **722** nach Abschluss des Befehls (nach Ablauf des Entprell-Intervalls) zur ECU. Anschließend führt der DSP in Block **724** eine Echoerkennung durch, und nach Ablauf des Messzeitraums kehrt der Sensor-Controller zu Block **702** zurück.

[0037] Obwohl die in **Fig. 7** gezeigten und beschriebenen Vorgänge zum Zweck der Erläuterung als sequenziell behandelt werden, kann das Verfahren in der Praxis über mehrere gleichzeitig und spekulativ arbeitende Komponenten mit integrierten Schaltungen ausgeführt werden. Die sequenzielle Erörterung soll nicht einschränkend sein. Des Weiteren können bei den vorstehenden Ausführungsformen verkomplizierende Faktoren, wie zum Beispiel parasitäre Impedanzen, strombeschränkende Widerstände, Pegelwandler, Klemmleisten usw., ausgelassen sein, die vorliegen können, aber den Betrieb der offenbarten Schaltungen nicht nennenswert beeinflussen. Zudem lag der Schwerpunkt der vorstehenden Erörterungen auf Ultraschallsensoren, doch sind die Grundzüge auf beliebige Sensoren anwendbar, die getriggerte Ereignisse und Einzelleitungssignalisierung mit einer Totzeit nach dem Triggersignal bereitstellen. Diese

und zahlreiche andere Abänderungen, Äquivalente und Alternativen werden für Fachleute auf diesem Gebiet nach dem Studium der vorstehenden Offenbarung offensichtlich. Die folgenden Ansprüche sollen so ausgelegt werden, dass sie gegebenenfalls alle derartigen Abänderungen, Äquivalente und Alternativen umfassen.

[0038] Offenbarte Ausführungsformen schließen einen Sensor ein, der Folgendes umfasst: einen Wandler, der ein Sensorsignal erzeugt; eine Ereignis-Signalisierungsleitung und einen Controller, der ein Trigger-Signal auf der Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion mindestens ein Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird. Dieses Steuern kann das Setzen eines Impulses mit einer Ereignisdauer auf der Ereignis-Signalisierungsleitung einschließen, wenn ein Sensor-Signalimpuls mit der betreffenden Ereignisdauer erkannt wird. Der Controller kann ferner den Wandler steuern, um einen Übertragungsimpuls als Reaktion auf das Trigger-Signal zu erzeugen, wobei das mindestens eine Status-Bit während der Erzeugung des Übertragungsimpulses bereitgestellt wird. Der Controller kann ein Leistungsmerkmal des Wandlers überwachen, und das Status-Bit kann angeben, ob das Leistungsmerkmal zufriedenstellend ist. Der Controller kann einen Rauschpegel des Sensor-Signals messen, und das Status-Bit kann angeben, ob der Rauschpegel einen Schwellenwert überschreitet. Der Controller kann mehrere potenzielle Fehlerbedingungen überwachen, und das mindestens eine Status-Bit kann eines der mehreren Status-Bits sein, die gemeinsam ein Nichtvorliegen dieser Fehlerbedingungen angeben oder mindestens eine dieser Fehlerbedingungen identifizieren. Der Wandler kann ein Ultraschallwandler sein.

[0039] Offenbarte Ausführungsformen schließen ein Sensor Steuerverfahren ein, das Folgendes umfasst: Erkennen eines Triggersignals auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung; Bereitstellen von mindestens einem Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung als Reaktion auf das Triggersignal; und nach dem Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits Steuern der Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf einem Sensorsignal von einem Wandler. Dieses Steuern kann das Setzen eines Impulses mit einer Ereignisdauer auf der Ereignis-Signalisierungsleitung einschließen, wenn ein Sensor-Signalimpuls mit der betreffenden Ereignisdauer erkannt wird. Das Verfahren kann ferner Folgendes umfassen: Senden eines Übertragungsimpulses mit dem Wandler, wobei das Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits während des Sendens erfolgt. Das Verfahren kann ferner Folgendes umfassen: Überwachen eines Leistungsmerkmals des Wandlers, wobei das Status-Bit angibt, ob das Leistungsmerkmal

zufriedenstellend ist. Das Verfahren kann ferner Folgendes umfassen: Messen eines Rauschpegels des Sensor-Signals messen, wobei das Status-Bit angibt, ob der Rauschpegel einen Schwellenwert überschreitet. Das Verfahren kann ferner Folgendes umfassen: Überwachen mehrerer potenzieller Fehlerbedingungen, wobei das mindestens eine Status-Bit eines der mehreren Status-Bits ist, die gemeinsam ein Nichtvorliegen dieser Fehlerbedingungen angeben oder mindestens eine dieser Fehlerbedingungen identifizieren. Der Wandler kann ein Ultraschallwandler sein.

[0040] Offenbarte Ausführungsformen schließen einen Sensor-Controller ein, der Folgendes umfasst: einen Transmitter, der einen Ultraschall-Wandler steuert, um einen Sendeimpuls zu erzeugen; einen Empfänger, der ein Sensor-Signal vom Wandler abzweigt; und eine Core-Logik, die ein Trigger-Signal auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion ein oder mehrere Fehlermelde-Bias auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensor-Signal gesteuert wird.

[0041] Dieses Steuern kann das Setzen eines Impulses mit einer Ereignisdauer auf der Ereignis-Signalisierungsleitung einschließen, wenn ein Sensor-Signalimpuls mit der betreffenden Ereignisdauer erkannt wird. Die Core-Logik kann ferner den Transmitter betreiben, um den Übertragungsimpuls als Reaktion auf das Trigger Signal zu erzeugen, wobei das eine oder die mehreren Fehlermelde-Bits während der Erzeugung des Übertragungsimpulses bereitgestellt werden. Die Core-Logik kann eine Nachhallzeit des Wandlers überwachen, und das eine oder die mehreren Fehlermelde-Bits können angeben, ob die Nachhallzeit innerhalb der Grenzen ist. Der Empfänger kann einen Rauschpegel des Sensor-Signals messen, und das eine oder die mehreren Fehlermelde-Bits können angeben, ob der Rauschpegel einen Schwellenwert überschreitet. Die Core-Logik kann mehrere potenzielle Fehlerbedingungen überwachen, und das eine oder die mehreren Status-Bits können ein Nichtvorliegen oder ein Vorliegen jeder dieser Fehlerbedingungen angeben.

Patentansprüche

1. Sensor-Steuerverfahren, das Folgendes umfasst:
Erkennen eines Trigger-Signals auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung;
Bereitstellen von mindestens einem Status-Bit auf der Ereignis-Signalisierungsleitung als Reaktion auf das Trigger-Signal; und
nach dem Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits Steuern der Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf einem Sensor-Signal von einem Wandler.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Steuern das Setzen eines Impulses mit einer Ereignisdauer auf der Ereignis-Signalisierungsleitung einschließt, wenn ein Sensor-Signalimpuls mit der betreffenden Ereignisdauer erkannt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das ferner Folgendes umfasst:
Senden eines Übertragungsimpulses mit dem Wandler,
wobei das Bereitstellen des mindestens einen Status-Bits während dieses Sendens erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, das ferner Folgendes umfasst:
Überwachen mehrerer potenzieller Fehlerbedingungen,
wobei das mindestens eine Status-Bit eines von mehreren Status-Bits ist, die gemeinsam ein Nichtvorliegen dieser Fehlerbedingungen angeben oder mindestens eine dieser Fehlerbedingungen identifizieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Wandler ein Ultraschall-Wandler ist.

6. Sensor-Controller, der Folgendes umfasst:
einen Transmitter, der einen Ultraschall-Wandler steuert, um einen Übertragungsimpuls zu erzeugen; einen Empfänger, der ein Sensor-Signal vom Wandler abzweigt; und
eine Core-Logik, die ein Trigger-Signal auf einer Ereignis-Signalisierungsleitung erkennt und als Reaktion ein oder mehrere Fehlermelde-Bits auf der Ereignis-Signalisierungsleitung bereitstellt, bevor die Ereignis-Signalisierungsleitung basierend auf dem Sensorsignal gesteuert wird.

7. Controller nach Anspruch 6, wobei das Steuern das Setzen eines Impulses mit einer Ereignisdauer auf der Ereignis-Signalisierungsleitung einschließt, wenn ein Sensor-Signalimpuls mit der betreffenden Ereignisdauer erkannt wird.

8. Controller nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Core-Logik ferner den Transmitter betreibt, um den Übertragungsimpuls als Reaktion auf das Trigger-Signal zu erzeugen, wobei das eine oder die mehreren Fehlermelde-Bits während der Erzeugung des Übertragungsimpulses bereitgestellt werden.

9. Controller nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Core-Logik eine Nachhallzeit des Wandlers überwacht, und wobei das eine oder die mehreren Fehlermelde-Bits angeben, ob die Nachhallzeit innerhalb der Grenzen ist.

10. Controller nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Core-Logik mehrere potenzielle Fehlerbedingungen überwacht, und wobei das eine oder die

mehreren Status-Bits ein Nichtvorliegen oder ein Vorliegen jeder dieser Fehlerbedingungen angeben.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

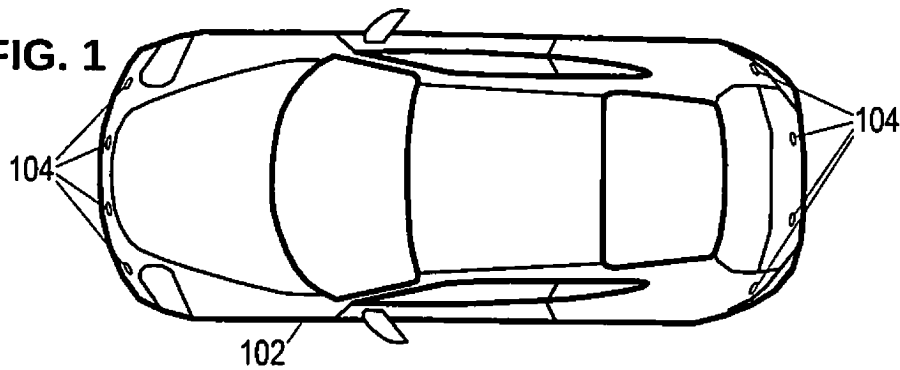


FIG. 2

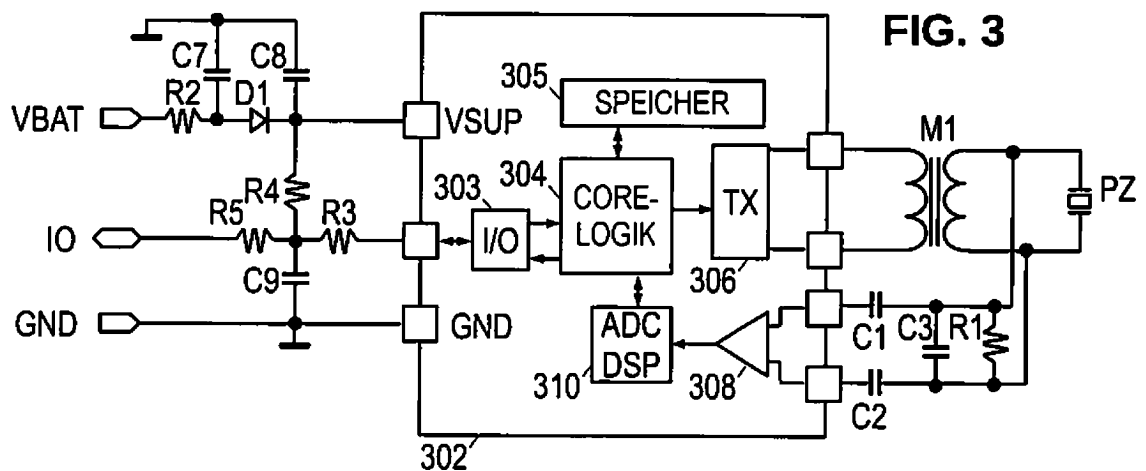
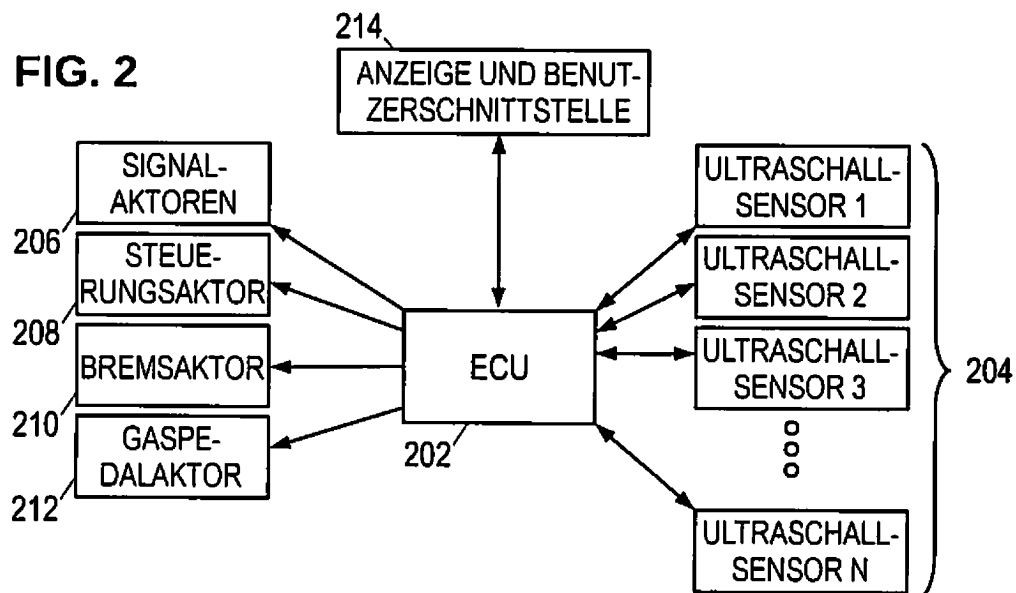


FIG. 3

