

(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
09. Januar 2020 (09.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/007688 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *G07C 5/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067063
- (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Juni 2019 (26.06.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2018 211 047.6
04. Juli 2018 (04.07.2018) DE
- (71) Anmelder: **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; Thyssen-Krupp Allee 1, 45143 Essen (DE).
- (72) Erfinder: **STEFFEN, Rück**; Kappelbergstrasse 7, 71394 Kernen im Remstal (DE). **BÖMER, Felix**; Sommerburgstraße 10, 45149 Essen (DE). **SCHÖN, Nico**; Friedrich-Ebert-Str. 51, 45127 Essen (DE). **WEI, Sophie Ruoshan**; Klenzestraße 59, 80469 München (DE). **NOLL, Frederick**; Dorotheenstraße 37, 45130 Essen (DE).
- (74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: SENSOR APPARATUS AND METHOD FOR MONITORING THE DRIVING-MODE-DEPENDENT STATE OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: SENSORVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG DES FAHRBETRIEBSBEDINGTEN ZUSTANDES EINES FAHRZEUGS

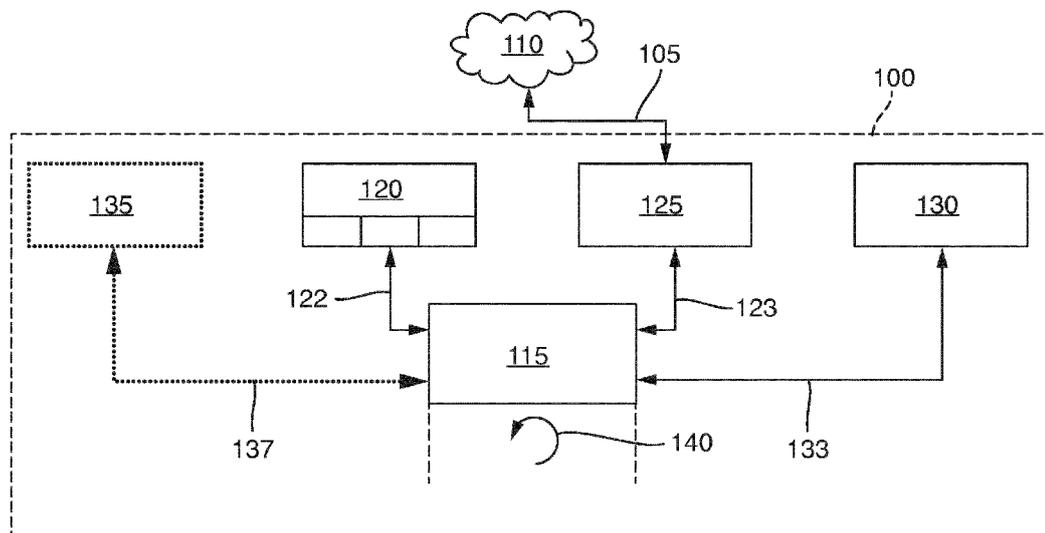


Fig. 1

(57) Abstract: A vehicle-mounted sensor apparatus for determining the state of at least one mechanical vehicle component is described that has at least one sensor element (120) capturing a mechanical variable, wherein sensor data captured by the at least one sensor element (120) are continuously capturable in any operating state of the vehicle, a communication element (125) by means of which captured sensor data are transmittable to an external computer (110) for further processing, and a computing unit (115) for reducing the volume of data of the sensor data to be transmitted to the external computer (110).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine an ein Fahrzeug befestigbare Sensorvorrichtung zur Bestimmung des Zustandes wenigstens einer mechanischen Fahrzeugkomponente beschrieben, welche wenigstens ein eine mechanische Größe erfassendes Sensorelement



WO 2020/007688 A1

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:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(120), wobei von dem wenigstens einen Sensorelement (120) erfasste Sensordaten in jedem Betriebszustand des Fahrzeugs fortwährend erfassbar sind, ein Kommunikationselement (125), mittels dessen erfasste Sensordaten zur weiteren Verarbeitung an einen externen Rechner (110) übermittelbar sind, und eine Recheneinheit (115) zur Reduzierung der Datenmenge der an den externen Rechner (110) zu übermittelnden Sensordaten aufweist.

Beschreibung

Sensorvorrichtung und Verfahren zur Überwachung des fahrbetriebsbedingten Zustandes eines Fahrzeugs

5

Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung sowie ein Verfahren zur Überwachung des fahrbetriebsbedingten Zustandes insbesondere von Fahrgestell-/Karosseriekomponenten eines Fahrzeugs.

10

Stand der Technik

Über die individuelle Nutzungshistorie von Fahrzeugen gibt es heutzutage wenig bis gar keine Transparenz. Daher kann der resultierende Fahrzeugzustand und der Grad des Verschleißes insbesondere von Fahrgestell- und Karosseriebauteilen nicht automatisch auf einer regelmäßigen, z.B. täglichen Basis ermittelt werden, da die zugrunde liegende Nutzungshistorie bezüglich mechanischer Belastungen, Stößen oder anderen Ereignissen bzw. Vorfällen aufgrund des individuellen Fahrverhaltens oder der Straßenbedingungen nicht bekannt ist.

20

Darüber hinaus haben Autohersteller sehr heterogene und proprietäre Sensorsysteme an Bord, die dem Fahrzeugbesitzer oder -betreiber nur sehr begrenzten Zugang gewähren, um solche Sensordaten für ihre eigenen Fahrzeug- oder Flottendiagnosezwecke zu verwenden. In der Industrie besteht daher eine zunehmende Nachfrage nach leicht nachrüstbaren und fahrzeugunabhängigen Sensorsystemen zur kontinuierlichen Überwachung und Analyse von Fahrzeugdaten, und zwar unter besonderer Berücksichtigung von Erfassung und Quantifizierung von mechanischen Belastungen wie z.B. Stößen oder anderen Schadensfällen sowie von Missbrauchsfällen aufgrund eines individuellen Fahrverhaltens des jeweiligen Fahrers, der im Fahrbetrieb vorgelegenen Straßenbedingungen oder äußerer Einwirkungen Dritter beim Stillstand bzw. während des Parkens des Fahrzeugs.

30

Aus DE 10 2009 025 278 A1 gehen ein Verfahren und ein Gerät zur Bewertung der Fahrzeugabnutzung zur Abrechnung von zur Nutzung überlassenen Kraftfahrzeugen hervor. Das Verfahren nutzt dabei das Gerät zur Ermittlung von Kennziffern, die im Wesentlichen Verschleiß verursachende und auf die Räder wirkende Kräfte repräsentieren. Das Gerät kann unabhängig vom Fahrzeug und ausschließlich mit geräteinternen Einrichtungen betrieben werden. Während der Fahrt des Fahrzeugs registriert das Gerät die zurückgelegte

35

Wegstrecke und Verschleiß verursachende und auf die Räder wirkende Kräfte. Anhand dieser Informationen wird eine den momentanen Fahrstil repräsentierende Kennziffer ermittelt, mittels der für das jeweils betroffene Fahrzeug, aufeinander folgende Mietvorgänge des Fahrzeugs so optimiert werden können, dass der Vermieter im Mittel einen
5 entsprechend kalkulierten Mietpreis erzielt. Das Gerät kann dem Fahrer über eine Anzeigeeinheit die Kennziffer zum Beispiel grafisch anzeigen. Diese Kennziffer repräsentiert die momentane Verschleißsituation des Fahrzeugs. Durch Integration der Kennziffer über die Zeit oder den Weg kann daraus die Verschleißsituation des Fahrzeugs für eine Dauer und/oder Strecke ermittelt werden. Damit kann eine Bewertung der Fahrzeugabnutzung zur
10 Abrechnung von zur Nutzung überlassenen Kraftfahrzeugen erfolgen.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schlägt zum einen eine Sensorvorrichtung mit wenigstens einem, wenigstens
15 eine mechanische Größe erfassenden Sensorelement und mit einem Kommunikationselement vor, wobei von dem wenigstens einen Sensorelement erfasste Sensordaten sowohl im laufenden Fahrbetrieb eines Fahrzeugs als auch während eines Fahrzeugstillstands bzw. im Ruhe-/Parkzustand des Fahrzeugs sicher aufgezeichnet werden und wobei die aufgezeichneten Sensordaten zur weiteren Verarbeitung bzw. Analyse der
20 Sensordaten an einen externen Rechner bzw. an ein externes Rechnersystem, z.B. an ein Cloud-Computing System oder an einen Cloud-Computing Dienst, übermittelt bzw. übertragen werden. Denn aufgrund der Komplexität der Sensordaten sowie insbesondere in Anbetracht des dabei anfallenden Datenvolumens ist eine eingehende Datenauswertung nur mit einer relativ hohen Rechenleistung bzw. -kapazität möglich. Um das von der
25 Sensorvorrichtung bzw. dem Fahrzeug momentan an den externen Rechner zu übertragende Datenvolumen zu reduzieren bzw. zu minimieren, umfasst die Sensorvorrichtung eine Recheneinheit, z.B. einen Mikroprozessor oder einen Mikrocontroller, mit der die von dem Sensorelement bereitgestellten rohen Sensordaten so vorverarbeitet werden, dass nicht sämtliche Rohdaten an den externen Rechner übertragen werden
30 müssen.

Es ist anzumerken, dass auch vorgesehen sein kann, dass der Mikrocontroller nur detektierte und bereits klassifizierte Ereignisse an den externen Rechner überträgt.

35 Es ist zudem hervorzuheben, dass die Erfindung eine kontinuierliche Überwachung des Fahrzeugs, d.h. sowohl im Fahrbetrieb als auch im Stillstand des Fahrzeugs, ermöglicht. Mittels der Überwachung des Fahrzeugs ist es zudem möglich, jegliche äußere

Einwirkungen, einwirkende Ereignisse (Events) bzw. Einflüsse auf das Fahrzeug sicher zu erkennen und zu charakterisieren, um z.B. einen Fahrzeugmissbrauch bzw. einen unsachgemäßen Gebrauch des Fahrzeugs, z.B. in Form von sehr leichten bis schweren Schlag- oder Aufprallereignissen, erfassen zu können. Entsprechend ermöglicht die Erfindung auch eine sichere Unfallerkennung des Fahrzeugs.

Als Sensorelement können ein Beschleunigungssensor und/oder ein Gyrosensor und/oder ein Geräusche erfassender Akustiksensoren vorgesehen sein. Bevorzugt können dabei an sich bekannte dreiachsige Beschleunigungs- und/oder Winkelsensoren eingesetzt werden.

10

Die Sensorvorrichtung kann einen Sensor zur Positionsbestimmung bzw. Ortung des Fahrzeugs, z.B. einen GPS- oder GNSS-Empfänger, umfassen, mittels dessen von einem "Global Positioning System" (GPS) bzw. „Global Navigation Satellite System“ (GNSS) bereitgestellte Positionsdaten des Fahrzeugs empfangen werden können. Dadurch können die aufgezeichneten Sensordaten diesen Positionsdaten zugeordnet werden, um die Sensordaten z.B. mit Straßeninformationen, Verkehrsinfos etc. abstimmen bzw. korrelieren zu können.

15

Das Kommunikationselement ermöglicht eine drahtlose Kommunikation der Sensorvorrichtung mit dem externen Rechner, z.B. als Mobilfunknetzmodul durch eine Funkverbindung über ein Mobilfunknetz. Dadurch können die aufgezeichneten Sensordaten, unabhängig von der Fahrzeugposition, zeitweilig, regelmäßig oder fortwährend an den externen Rechner übertragen werden.

20

Durch die Übertragung der Sensordaten an einen externen Rechner können die erfassten Sensordaten nicht nur mit einer hohen Rechenleistung umfassend ausgewertet werden, sondern auch die Ergebnisse der Auswertung Dritten, zum Beispiel einem Besitzer, Nutzer, Vermieter oder Versicherungsgeber des Fahrzeugs, zur Verfügung gestellt werden. Dabei ermöglichen die von der Sensorvorrichtung erfassten bzw. übertragenen Sensordaten ein im Wesentlichen vollständiges Bild bzw. eine vollständige Historie des Umgangs des jeweiligen Fahrers mit dem Fahrzeug bzw. von auf das Fahrzeug von außen einwirkenden Ereignissen.

30

Diese auf das Fahrzeug einwirkenden Ereignisse können dem üblichen Fahrzeuggebrauch entsprechen oder als Anomalien erkannt werden, die nicht dem bestimmungs- bzw. sachgemäßen Gebrauch des Fahrzeugs entsprechen. Als Anomalien, d.h. für den Fahrzeugzustand als kritisch zu bewertende Ereignisse, sind solche Ereignisse zu betrachten, welche zu einem vorzeitigen Verschleiß einer oder mehrerer

35

Fahrzeugkomponenten führen können, z.B. Fahrwerkskomponenten wie beispielsweise Dämpfer oder Federn. Dabei können auch solche kritischen Ereignisse erkannt werden, die nicht zu einer unmittelbaren Funktionsbeeinträchtigung oder von außen sichtbaren Schadenbildern führen, jedoch zu einer vorzeitigen Abnutzung bzw. einem vorzeitigen Verschleiß einer oder mehrerer Fahrzeugkomponenten.

Die Sensorvorrichtung ist bevorzugt als eine von der jeweiligen Fahrzeugelektronik unabhängige, z.B. an eine Fahrgestell-, Chassis- bzw. Karosseriekomponente des Fahrzeugs anbringbare bzw. befestigbare Sensorbox ausgebildet. Die Sensorvorrichtung muss somit nicht auf fahrzeuginterne Kommunikationssysteme zurückgreifen, sondern generiert die Fahrdaten über ein eigenes Sensorsystem. Daher ist die Sensorvorrichtung von ihrer tatsächlichen Einbauposition bzw. -lage im jeweiligen Fahrzeug weitgehend unabhängig, da die Vorrichtung, basierend auf einem eigenen Initialisierungsalgorithmus und einem empirisch vorgebbaren Anfahrmuster, ihre Lage bzw. räumliche Orientierung im Fahrzeug bzw. die Lage bzw. Orientierung eines vorliegenden Fahrzeugkoordinatensystems eigenständig ermitteln bzw. auffinden kann.

Bei dem ebenfalls vorgeschlagenen Verfahren werden die rohen Sensordaten fortwährend bzw. regelmäßig ausgelesen und zwischengespeichert. Die innerhalb eines empirisch vorgebbaren Zeitfensters erfassten Rohdaten werden vorverarbeitet, wobei geprüft wird, ob ein ebenfalls empirisch vorgebbarer Schwellenwert überschritten wird und somit ein mögliches, die Bestimmung des Zustandes der Fahrzeugkomponente beeinflussendes Ereignis vorliegt. Der Schwellenwert kann anhand eines empirischen, eigens parametrisierten Datenmodells ermittelt werden, wobei das Datenmodell auf physikalischen Größen oder anderen Fahrzeugkenngrößen beruhen kann.

Wird der Schwellenwert nicht überschritten, dann wird ein Schlafmodus aktiviert und das Verfahren erneut ausgeführt. Wird ein mögliches Ereignis erkannt, dann wird ein ggf. vorliegender Schlafmodus deaktiviert und geprüft, ob ein relevantes Ereignis vorliegt. Ist dies der Fall, dann werden die zwischengespeicherten Rohdaten des betroffenen Zeitfensters abgerufen und an einen externen Rechner übermittelt. Wird kein relevantes Ereignis erkannt, dann werden für das betroffene Zeitfenster sogenannte Nulldaten erzeugt und an den externen Rechner übermittelt. Diese Nulldaten können z.B. durch eine Kurzinformation „Kein Ereignis“, zusammen mit einem dem jeweils betroffenen Zeitfenster entsprechenden Zeitstempel, übermittelt werden. In dieser Weise erzeugte Nulldaten zeichnen sich insbesondere durch eine gegenüber den ursprünglich erfassten Sensordaten relativ geringe Datengröße bzw. Datenvolumen aus.

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren kann ferner vorgesehen sein, dass während eines aktiven Schlafmodus' ausgelesene Sensordaten zunächst in einem Pufferspeicher zwischengespeichert werden und dass die im Pufferspeicher gespeicherten Sensordaten bei nicht erfolgtem Überschreiten des vorgegebenen Schwellenwertes dazu verwendet werden, um ein
5 bezüglich eines relevanten Ereignisses vorheriges Zeitintervall wiederherzustellen.

Das vorgeschlagene Verfahren stellt somit einen fortwährend ablaufenden, geschlossenen Prozess dar, wodurch sichergestellt ist, dass die wenigstens von dem Sensorsystem
10 gelieferten Rohdaten in jeder Betriebsphase des Fahrzeugs, d.h. insbesondere auch in einer Ruhephase des Fahrzeugs, erfasst und an den externen Rechner übermittelt werden. Dadurch ist es möglich, die hier betroffene Fahrzeughistorie lückenlos für die Auswertung an dem externen Rechner zur Verfügung zu haben.

15 Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht somit, dass die eingehende und damit rechenintensive Datenanalyse nicht bereits in der Sensorvorrichtung erfolgen muss, sondern auf einem genannten externen Rechner durchgeführt werden kann. In der Sensorvorrichtung erfolgt lediglich eine Vorverarbeitung der erfassten Sensordaten, um für die nachfolgende, extern durchgeführte Datenanalyse irrelevante bzw. redundante Datenbestandteile
20 herauszufiltern und somit den Datenverkehr über das meist vorliegende Mobilfunknetz zu minimieren. Um auch mögliche, im Stillstand des Fahrzeugs entstandene bzw. verursachte Schädigungen bzw. Beschädigungen zu erkennen, wird das Verfahren fortwährend bzw. kontinuierlich ausgeführt, d.h. auch während Stillstand- bzw. Parkphasen des Fahrzeugs, und nicht nur im Betrieb bzw. Fahrbetrieb des Fahrzeugs.

25 Die rohen Sensordaten können vor der genannten Zwischenspeicherung innerhalb der Sensorvorrichtung oder zumindest vor ihrem Versenden an den externen Rechner noch durch die Sensorvorrichtung verschlüsselt werden, um eine ausreichende Datensicherheit für die ggf. personenbezogenen Benutzungsdaten des Fahrzeugs sicherzustellen.

30 Die Vorteile der vorgeschlagenen Sensorvorrichtung sowie des vorgeschlagenen Verfahrens könnten darin liegen, dass eine genaue und zeitlich umfassende Erfassung, Aufarbeitung und Analyse der erfassten Sensordaten ermöglicht wird. Dadurch kann für ein bestimmtes Fahrzeug eine vollständige Gebrauchs- bzw. mechanische Belastungshistorie angelegt
35 werden, welche unterschiedlichste Ereignisse des Produktlebenszyklus umfassen kann. Diese Ereignisse können hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Wert des Fahrzeugs, den mechanischen Zustand bestimmter, tatsächlich lokalisierter Fahrzeugkomponenten sowie die

Rückverfolgbarkeit und den Schweregrad von durch Fahrzeugmissbrauch oder Fahrzeugunfälle hervorgerufenen mechanischen Schädigungen am Fahrzeug umfassen.

5 Dabei in Betracht kommende Fahrzeugkomponenten können eine Fahrgestell- oder Fahrwerkkomponente, eine Chassis- bzw. Karosseriekomponente, eine Fahrzeugaußenhautkomponente oder Fahrzeugreifen sein.

10 Die Erzeugung bzw. Erstellung einer lückenlosen, digitalen Fahrzeughistorie ermöglicht es zudem dem Besitzer eines Fahrzeugs, jeden in der Fahrzeughistorie gefahrenen Kilometer hinsichtlich der dabei erfahrenen Ereignisse, z.B. Schadensfälle, Fahrstile und/oder jeweils überfahrene Fahrbahnoberflächen, nachzuverfolgen. Für diese Ereignisse können die jeweils zugehörigen Positionsdaten mit ausgewertet werden und so nachträglich eine mögliche Korrelation mit vor Ort vorliegenden Verhältnissen, z.B. Straßenverhältnissen, durchgeführt werden. Anhand der sich dabei ergebenden Informationen kann eine relative
15 Fahrzeugabnutzung ermittelt werden.

Bei Fahrzeugflotten können diese Informationen z.B. relativ zu einem repräsentativen Fahrzeugtyp oder einer repräsentativen Nutzergruppe statistisch ausgewertet werden. Dadurch kann eine relative Fahrzeugabnutzung auch auf eine statistische Vergleichsgruppe
20 einer Fahrzeugflotte bezogen werden. Dies ermöglicht sowohl nutzergruppenspezifische Auswertungen, als auch Auswertungen über relative Restwertverluste der betrachteten Fahrzeuge aufgrund der ermittelten, unterschiedlichen Fahrzeugabnutzung.

25 Ein weiterer Vorteil der vorgeschlagenen Sensorvorrichtung sowie des vorgeschlagenen Verfahrens könnte darin liegen, dass auch relativ geringfügige bzw. leichte Fahrzeugschäden, die optisch nicht erkennbar sind, aber zu einem vorzeitigen Verschleiß oder Versagen von Komponenten führen können, erkannt werden. Dadurch kann auch Fahrzeugmissbrauch transparent für z.B. einen Autovermieter, ein Leasingunternehmen oder eine Versicherung qualifiziert und quantifiziert werden, noch bevor das Fahrzeug begutachtet
30 wird. Weitere Vorteile könnten sich z.B. durch eine verbesserte Unterstützung von Fahrzeugführern in einem Schadensfall, genauere Informationen über einen Unfallhergang in Bezug und Verursacher oder eine verbesserte Erstellung von Schadensgutachten auf der Grundlage der Sensorinformationen sowie gezieltere Hinweise auf wahrscheinlich zu reparierende Komponenten ergeben.

35

Die Erfindung kann insbesondere bei einem Landfahrzeug, z.B. einem Personenkraftfahrzeug oder einem Nutzkraftfahrzeug, jedoch auch bei Wasserfahrzeugen,

Unterwasserfahrzeugen, Luftfahrzeugen oder dergleichen, welche einer nutzungsabhängigen, mechanischen Abnutzung von hier betroffenen mechanischen Fahrzeugkomponenten unterliegen, entsprechend zum Einsatz kommen. So können bei Luftfahrzeugen vorliegende Flugzeugfahrwerke bezüglich ihres durch den Flugbetrieb, insbesondere durch Starts und Landungen, bedingten mechanischen Zustandes ähnlich überwacht werden.

Auch ist ein Einsatz bei schienengebundenen Fahrzeugen möglich, um insbesondere dort vorliegende Fahrwerke auf deren mechanische Abnutzung hin zu prüfen bzw. zu überwachen.

Darüber hinaus kann die Erfindung in industriellen Bereichen, z.B. in der beim Erzabbau eingesetzten Fördertechnik, zur Überwachung des mechanischen Zustandes von dort eingesetzten Transportrollen entsprechend angewendet werden. Dabei ist hervorzuheben, dass die Rollenüberwachung aufgrund der sich oftmals über viele Kilometer erstreckenden Förderbänder sehr zeit- und damit kostenaufwändig ist.

Schließlich kann die Erfindung auch bei Transportaufzügen, Fahr- bzw. Rolltreppen und Fahrgastbrücken entsprechend eingesetzt werden, um beispielsweise die mechanische Belastung bzw. die entsprechende Abnutzung von schwer zugänglichen Aufzugswinden und –seilen oder von bei Rolltreppen eingesetzten ebenfalls schwer zugänglichen Transportrollen fortwährend bzw. kontinuierlich überwachen zu können.

Das Computerprogramm ist eingerichtet, jeden Schritt des Verfahrens durchzuführen, insbesondere wenn es auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät abläuft. Es ermöglicht die Implementierung des Verfahrens in einer genannten Sensorvorrichtung, ohne an dieser bauliche Veränderungen vornehmen zu müssen. Hierzu ist der maschinenlesbare Datenträger vorgesehen, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist. Durch Aufspielen des Computerprogramms auf einen Mikroprozessor bzw. Mikrocontroller einer solchen Sensorvorrichtung wird eine Sensorvorrichtung erhalten, welche eingerichtet ist, um das Verfahren auszuführen.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweiligen angegebenen Kombination, sondern auch

in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

5

Fig. 1 zeigt schematisch Funktionskomponenten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung sowie eine funktechnische Anbindung der Sensorvorrichtung an ein mittels Cloud-Computing verbundenes Rechnernetz.

10

Fig. 2 zeigt schematisch in einem Mikrocontroller einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung ablaufende Prozessschritte gemäß einem Ausführungsbeispiel.

15

Fig. 3a, b zeigen schematisch ein Ausführungsbeispiel eines in dem Mikrocontroller gemäß Fig. 2 implementierten Weck/Schlaf- („wakeup/sleep“) Prozesses.

Fig. 4a - c zeigen schematisch ein Ausführungsbeispiel eines in dem Mikrocontroller gemäß Fig. 2 implementierten Datenvorverarbeitungsprozesses.

20

Fig. 5 zeigt, anhand eines Flussdiagramms, Prozessschritte zur für einen in Fig. 3 veranschaulichten Weck/Schlaf-Prozess zu erfassenden Änderungen eines Sensorsignals, gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

25

Die in Fig. 1 schematisch gezeigte, durch eine Strichlinie 100 eingegrenzte Sensorvorrichtung umfasst ein Sensormodul 120, welches in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor und ein 3-Achsen-Gyroskop aufweist. Diese beiden Sensoren erfassen kontinuierlich Fahrzeugbewegungsdaten mit einer vorgebbaren definierten Abtastrate von bis zu 200 Hz.

30

Solche relativ hochfrequenten Abtastraten in dem genannten Bereich ermöglichen es, im Fall relativ kurzweiliger Ereignisse eine ausreichend hohe zeitliche Auflösung in einem jeweils definierten bzw. empirisch vorgebbaren Zeitfenster zu erhalten, um eine hinreichend genaue Ereigniserfassung und -auswertung zu ermöglichen. Die von dem Beschleunigungssensor erfassten Beschleunigungsdaten können dabei zudem auf Werte bzw. Amplituden von max. +/-30g beschränkt werden.

35

Auch können zusätzliche Sensoren, z.B. akustische oder Vibrationssensoren (Piezosensoren) und/oder Temperatursensoren vorgesehen sein. Das Sensormodul 120 kann zudem einen an sich üblichen GPS- oder GNSS-Empfänger aufweisen, um zusätzlich die jeweils aktuelle Fahrzeugposition erfassen zu können.

Die von dem Sensormodul 120 über eine erste Datenleitung 122 bereitgestellten Rohdaten werden in der Sensorvorrichtung 100 mittels eines Mikrocontrollers 115 vorverarbeitet, um das an den externen Rechner 110, vorliegend eine Cloud-Plattform bzw. Cloud-Anbieter oder eine Internet of Things (IoT) -Plattform, über eine drahtlose Datenverbindung 105 zu übertragende Datenvolumen möglichst zu reduzieren bzw. zu minimieren. Die vorverarbeiteten bzw. entsprechend komprimierten bzw. reduzierten Daten werden dann in diesem Ausführungsbeispiel in einem Datenspeicher 130, z.B. einem Flash-Speicher, zwischengespeichert. Diese zwischengespeicherten Daten werden mit empirisch vorgebar Periodizität von dem Flash-Speicher 130 über eine zweite Datenleitung 133 in den Mikrocontroller 115 ausgelesen, um diese Daten in kleinere digitale Datenpakete aufzuteilen, ähnlich den mit dem Internet-Protokoll (TCP/IP) erzeugten Datenpaketen. Diese relativ kleinen Datenpakete werden dann über eine dritte Datenleitung 123 an ein nach außen drahtlos kommunizierendes LTE-Modul 125 (LTE = „Long Term Evolution“-Mobilfunkstandard) weitergeleitet, welches die Datenpakete drahtlos bzw. funktechnisch an den externen Rechner 110 (vorliegend eine Cloud-Plattform) übermittelt. Die LTE-Technologie ermöglicht die Übertragung von solchen digitalen Datenpaketen. Daher erfolgt die Übertragung der vorverarbeiteten Daten an die Cloud-Plattform 110 bevorzugt periodisch bzw. zyklisch in Form solcher kleinen Datenpakete.

Es ist anzumerken, dass anstelle des genannten LTE-Moduls 125 auch ein UMTS/GSM oder ein zukünftig verfügbares 5G-Modul vorgesehen sein kann.

Die funktechnische Übertragung der Datenpakete erfolgt in dem Ausführungsbeispiel mittels eines Zeitmanagements, bei dem das LTE- bzw. GPS-Modul 125 eine aktuelle UTC-Zeit liefert, welche bei der Initiierung des Sensorvorrichtung in dem Mikrocontroller 115 gespeichert und regelmäßig abgeglichen bzw. aufgefrischt („updatet“) wird. Der exakte, zu Beginn eines Datenpaketes vorliegende Zeitwert bzw. Zeitstempel wird als Header in dem Datenpaket an den externen Rechner mit übertragen. Es wird dabei nur der Zeitstempel des Startpunktes eines Datenpakets versendet, um die zu übertragende Datenmenge möglichst gering zu halten. Dieser Zeitstempel und die eingestellte Abtastrate werden später bei der

Datenverarbeitung in dem externen Rechner verwendet, um einen Zeitbezug der jeweiligen Sensordaten herzustellen.

5 Als Protokoll für die Datenübertragung dient in dem Ausführungsbeispiel das an sich bekannte „MQTT“-Protokoll (MQTT = „Message Queue Telemetry Transport“, ein offenes Nachrichtenprotokoll zur Maschine/Maschine-Kommunikation (M2M)). Sobald die Daten in der Cloud-Plattform 110 angekommen sind, wird die Datenanalyse unter Verwendung eines geeigneten Analysealgorithmus‘ durchgeführt.

10 Eine anfängliche Konfiguration des Sensorsystems kann über Funk (OTA = „Over The Air“), über MQTT oder lokal über eine in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bereits integrierte USB-Schnittstelle 135 über eine vierte Datenleitung 137 erfolgen. Variable Parameter wie die Abtastrate, die Schwellenwerte oder die Länge der MQTT-Datenstapel ermöglichen, dass die Vorrichtung einfach skalierbar ist und bei verschiedenen bzw. unterschiedlichsten
15 Umgebungsbedingungen verwendbar ist.

Die zusätzlich eingezeichnete Service-Routine 140 wird nachfolgend anhand der Fig. 2 im Detail beschrieben.

20 Die Sensorvorrichtung ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in eine Gehäusekonstruktion eingebettet, welche einfach und sicher an unterschiedliche Fahrzeugtypen verschiedener Automobilhersteller angebracht bzw. gegebenenfalls nachgerüstet werden kann. Die Sensorvorrichtung ist vom Fahrzeug bzw. der Fahrzeugelektronik unabhängig betreibbar und wird allenfalls über die Bordelektronik des
25 Fahrzeugs mit elektrischer Spannung versorgt.

Mögliche Einbauorte für die Sensorvorrichtung sind Fahrwerkskomponenten, z.B. Dämpferbeine oder Radträger, im Motorraum eines Fahrzeugs angeordnete strukturelle Karosserieteile oder umliegende Strukturen eines Federbeinlagers, oder aber Einbauorte
30 nahe einer Fahrzeugbatterie, einer OBD2-Schnittstelle, in oder an einem Mitteltunnel oder an der Fahrzeugstruktur in einer Reserveradmulde. Die Energieversorgung der Sensorvorrichtung erfolgt entweder über den Anschluss an die Fahrzeugbatterie (über Ringkabelschuhe an Batteripolen), oder über die OBD2-Schnittstelle oder einen integrierten Akku-Pack. Ein Einbau der Sensorvorrichtung in eine Steuereinheit eines (halb-)aktiven
35 Federungssystems, Lenksystems bzw. Lenkaktuators (Lenkgetriebes), eines Rad- oder Achsträgers oder eines Bremssystems ist ebenfalls möglich.

In dem Mikrocontroller 115 sind zur Durchführung der genannten Service-Routine 140 insbesondere die in Fig. 2 gezeigten zwei Prozesse implementiert. Zum einen die auf der linken Seite der Figur 2 dargestellte Weck/Schlaf-Routine 200 sowie der genannte Vorverarbeitungsprozess der zunächst noch rohen Sensordaten 205. Zum Betreiben der Weck/Schlaf-Routine 200 werden in jedem Fahrzustand des Fahrzeugs kontinuierlich Rohdaten von dem Beschleunigungssensor 120 ausgelesen. Mittels einer Vorverarbeitungsroutine 205 werden die so erfassten Rohdaten in empirisch vorgebbare Zeitfenster Δt unterteilt und in jedem dieser Zeitfenster durch die Vorverarbeitungsroutine 205 eine statistische Auswertung durchgeführt, auf deren Basis eine Ereigniserkennung 215, 230 erfolgt. Auf der Grundlage der Ereigniserkennung wird mittels einer Entscheidungslogik 220, 235 erkannt, ob ein relevantes Ereignis vorliegt, aufgrund dessen die Weck/Schlaf-Routine aus einem Schlafmodus in einen aktiven Modus übergeführt wird. Ein eingehenderes Ausführungsbeispiel für die Durchführung der Weck/Schlaf-Routine wird anhand der nachfolgend beschriebenen Figur 3 gegeben.

15

Die Weck/Schlafroutine beruht auf den folgenden grundsätzlichen Prozessbedingungen:

20

- Der Schlafmodus wird immer dann aktiviert, wenn für einen empirisch vorgebbaren Zeitraum Δt_{idle} kein Ereignis erkannt worden ist. Dabei kann ein empirisch vorgebbarer Schwellenwert zugrunde gelegt werden, wobei nur bei dessen Überschreiten ein Ereignis erkannt wird.

25

- Während des Schlafmodus' ist ausschließlich das die wenigstens eine mechanische Größe erfassende Sensorelement, z.B. ein Beschleunigungssensor, des Sensormoduls 120 aktiv.

30

- Der Beschleunigungssensor versorgt den Mikrocontroller fortwährend mit Messdaten.

- Sobald ein Ereignis innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters Δt erkannt wird, wird der Schlafmodus deaktiviert und weitere Prozessroutinen gestartet („aktiver Modus“).

35

In den Figuren 3a und 3b sind zwei unterschiedliche Beispiele erfasster Rohdaten des Beschleunigungssensors gezeigt. Bei den in Figur 3a gezeigten Rohdaten wird ein vorgegebener Schwellenwert aufgrund einer ausreichend hohen Signalstärke bzw. Signalamplitude der Beschleunigungsdaten kurzzeitig überschritten 300 und somit innerhalb des gestrichelt eingegrenzten Zeitfensters Δt ein möglicherweise relevantes Ereignis erkannt. Dadurch wird der zunächst vorliegende Schlafmodus der Weck/Schlaf-Routine deaktiviert.

Bei den in Figur 3b gezeigten Rohdaten des Beschleunigungssensors erfolgt hingegen innerhalb des Zeitfenster Δt keine Überschreitung 305 des vorgegebenen Schwellenwertes, so dass der Schlafmodus aufrechterhalten wird.

- 5 Während des Schlafmodus' können von dem Sensormodul 120 gemessene Beschleunigungsdaten nicht direkt in dem Flash-Speicher 130 der Vorrichtung 100, sondern zunächst in einem (nicht gezeigten) kleineren Pufferspeicher zwischengespeichert werden. Wenn eine Beschleunigung oder ein Beschleunigungsmuster, z. B. aufgrund einer Stoßeinwirkung auf das Fahrzeug, eintritt, welche bzw. welches größer als der
- 10 Aufwachschwellenwert ist, können die im Pufferspeicher bereits vorhandenen Daten dazu verwendet werden, um das jeweils vorherige Zeitintervall, und zwar die Zeit vor bzw. während eines anfänglichen, kritischen Ereignisses (z.B. eines Aufpralls eines anderen Fahrzeuges oder Hindernisses), wiederherzustellen. Dadurch wird ermöglicht, dass für die Datenanalyse und die korrekte Klassifizierung notwendige Informationen zu einem kritischen
- 15 Ereignis auch im Schlafmodus des Sensormoduls nicht verloren gehen.

- Um nicht erforderliche Leistungsverluste sowie überflüssige Daten zu vermeiden, werden aufgezeichnete Messungen nur dann gespeichert und an die Cloud 110 übermittelt, wenn ein Ereignis erkannt wird, welches den Schlafmodus deaktiviert. Eine Übermittlung der
- 20 Sensordaten an die Cloud 110 erfolgt bevorzugt nur dann, wenn das Sensormodul voll aktiv ist und sich das Fahrzeug im aktiven Betrieb befindet („aktiver Modus“). Daher kann ein ebenfalls empirisch vorgegebbarer Schwellenwert gebildet werden, um die Sensorvorrichtung bzw. den Mikrocontroller 115 entsprechend entweder aufzuwecken oder in den Schlafmodus zu versetzen. Für das Versetzen in den Schlafmodus kann ein empirisch vorgegebbarer
- 25 zeitlicher Schwellenwert gebildet werden, der das Sensormodul bei in einem definierten Zeitintervall nicht erfassten Ereignissen in den Schlafmodus versetzt.

- In den Figuren 4a – 4c ist die Vorverarbeitung von Rohdaten eines Beschleunigungssensors sowie eines Gyrosensors in größerem Detail gezeigt. So sind in Fig. 4a in den oberen drei
- 30 Zeilen 400 die in den drei Raumrichtungen fortwährend gelieferten Beschleunigungsdaten a_x , a_y und a_z und in den unteren drei Zeilen 405 die in den drei Raumrichtungen fortwährend gelieferten Gyro- bzw. Lagedaten g_x , g_y und g_z über die im Zeitformat „hh:mm:ss“ angegebene Messzeit t gezeigt. In dem gezeigten Beispiel wurden etwa zehn Ereignisse (Events) pro Minute detektiert und ergeben die zeitlich diskrete Anordnung der in der Fig. 4a
- 35 insgesamt gezeigten Daten.

Der Vorverarbeitungsprozess bildet definierte Zeitfenster Δt auf den Signalverläufen ab, die zeitlich überlappend sind, wobei in dem Beispiel das Zeitfenster Δt 410 in der Fig. 4b vergrößert dargestellt ist. Wie darin zu ersehen, weisen die drei gestrichelt hervorgehobenen Signalverläufe 415 der Rohdaten jeweils relativ große Amplituden auf, so dass ein empirisch vorgegebener Schwellenwert zumindest kurzzeitig überschritten wird. Daher wird der in diesem Zeitfenster Δt 410 enthaltene aus den sechs Messgrößen a_x , a_y und a_z sowie g_x , g_y und g_z gebildete Datensatz vollständig und den jeweiligen Zeitstempel umfassend in den in Fig. 1 gezeigten bevorzugt nicht-flüchtigen Datenspeicher 130, z.B. einen Flash-Speicher, abgespeichert bzw. zwischengespeichert.

10

Die Erfassung bzw. Detektion von relevanten Zeitfenstern, d.h. von Zeitfenstern mit einem darin enthaltenen Signalverlauf, welcher den empirisch vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, ist dabei grundsätzlich von der Detektion eines vollständigen Ereignisses zu unterscheiden. Ein solches Zeitfenster kann nun zufälliger Weise ein vollständiges Ereignis (Event) enthalten, wie in der Fig. 4b dargestellt ist. Üblicherweise erstrecken sich solche vollständigen Ereignisse, z.B. Aufprallereignisse, über mehrere Zeitintervalle Δt . Um ein vollständiges Ereignis aus mehreren Zeitfenstern zu extrahieren und zu charakterisieren, sind weitere Analyseschritte erforderlich.

15

20

Im Gegensatz dazu reichen die Amplituden der in Fig. 4c gezeigten und in einem anderen Zeitfenster Δt der in den in Fig. 4a insgesamt gezeigten Messdaten enthaltenen Signalverläufe 420 nicht aus, den genannten Schwellenwert zu überschreiten. In diesem Fall wird in dem Flash-Speicher 130 die Information „Kein Ereignis“ in dem vorliegend betrachteten Zeitfenster Δt , zusammen mit dem betreffenden Zeitstempel, abgespeichert.

25

Es ist anzumerken, dass die beschriebene Vorverarbeitungsroutine nur in dem zu Fig. 3 beschriebenen „aktiven Modus“ abläuft. Demnach erfolgt in dem beschriebenen „Schlaf-Modus“ keine Datenvorverarbeitung.

30

Bei der in Fig. 5 dargestellten Routine werden die z.B. von einem Beschleunigungssensor bereitgestellten Rohdaten fortwährend bzw. regelmäßig ausgelesen 500 und zwischengespeichert 505. In Schritt 510 erfolgt eine beschriebene Vorverarbeitung der Rohdaten, wobei im nachfolgenden Schritt 515 geprüft wird, ob innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters Δt 410 die Rohdaten den vorgegebenen Schwellenwert überschritten haben und somit ein mögliches Ereignis erkannt wird. Wird in Schritt 515 allerdings der Schwellenwert nicht überschritten, d.h. kein Ereignis erkannt, dann wird in Schritt 520 der Schlafmodus

35

aktiviert oder ggf. fortgesetzt, und an den Anfang der Routine zu Schritt 500 zurückgesprungen.

5 Wird in Schritt 515 ein mögliches Ereignis erkannt, dann wird im nachfolgenden Schritt 525 der Schlafmodus deaktiviert und nachfolgend geprüft 530, ob überhaupt ein relevantes Ereignis vorliegt. Es ist dabei anzumerken, dass alternativ bereits in Schritt 515 erkannt werden kann, ob ein auch relevantes Ereignis vorliegt. Ist dies der Fall, dann werden im nachfolgenden Schritt 535 die zwischengespeicherten 505 Rohdaten des betroffenen Zeitfensters Δt 410 abgerufen, in den internen Datenspeicher (Flash Speicher) geschrieben
10 und ab dem Vorliegen einer vorgebbaren Anzahl von gespeicherten Datenpaketen an den externen Rechner übermittelt 540. Danach wird in Schritt 520 der Schlafmodus wieder aktiviert und an den Anfang der Routine zu Schritt 500 zurück gesprungen.

15 Es ist hierbei anzumerken, dass auch längere Zeitbereiche als der vorliegende Zeitbereich Δt 410 abgerufen werden können, in denen Änderungen detektiert wurden. Bevorzugt werden fortwährend alle diejenigen Zeitintervalle Δt abgerufen, welche eine Überschreitung des Schwellenwertes aufweisen. Aus diesen Zeitfenstern kann bei einer anschließenden in dem externen Rechner, z.B. in der Cloud 110, noch durchzuführenden eingehenden Datenanalyse bzw. Datenauswertung das Gesamtereignis extrahiert und charakterisiert bzw.
20 klassifiziert werden.

25 Wird in Schritt 530 allerdings kein relevantes Ereignis erkannt, dann werden in Schritt 533 genannte „Nulldaten“ erzeugt, diese Nulldaten in dem internen Datenspeicher abgelegt und anschließend an den externen Rechner übermittelt.

30 Die gesamte in Figur 5 gezeigte Routine stellt somit einen fortwährend ablaufenden, geschlossenen Prozess dar, wodurch sichergestellt ist, dass die wenigstens von dem Beschleunigungssensor gelieferten Rohdaten in jeder Betriebsphase des Fahrzeugs, d.h. insbesondere auch in einer Ruhephase des Fahrzeugs, erfasst und an den externen Rechner übermittelt werden. Dadurch ist es möglich, die hier betroffene Fahrzeughistorie lückenlos für die Auswertung an dem externen Rechner zur Verfügung zu stellen.

Patentansprüche

1. Sensorvorrichtung zum Befestigen an ein Fahrzeug, zur Bestimmung des Zustandes wenigstens einer mechanischen Fahrzeugkomponente und/oder einer Karosserie-
struktur des Fahrzeugs, gekennzeichnet durch wenigstens ein eine mechanische
Größe erfassendes Sensorelement (120), wobei von dem wenigstens einen Sensor-
element (120) erfasste Sensordaten in jedem Betriebszustand des Fahrzeugs fort-
während erfassbar sind, ein Kommunikationselement (125), mittels dessen erfasste
Sensordaten zur weiteren Verarbeitung an einen externen Rechner (110) übermittel-
bar sind, und eine Recheneinheit (115) zur Reduzierung der Datenmenge der an den
externen Rechner (110) zu übermittelnden Sensordaten.
2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens
eine Sensorelement einen dreiachsigen Beschleunigungssensor und/oder einen drei-
achsigen Winkel- bzw. Gyrosensor umfasst.
3. Sensorvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens
eine Sensorelement zusätzlich einen akustischen Sensor und/oder einen Vibrations-
sensor und/oder einen Temperatursensor umfasst.
4. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Emp-
fänger zur Geopositionsermittlung vorgesehen ist, mittels dessen bereitgestellte Posi-
tionsdaten des Fahrzeugs erfassten Sensordaten zuordenbar sind.
5. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Sensorvorrichtung von einer Fahrzeugelektronik elektrisch
und/oder kommunikationstechnisch unabhängig ausgebildet ist.
6. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet
durch ein Sensormodul (120), welches kontinuierlich Sensordaten mit einer vorgeb-
baren Abtastrate bereitstellt, einen Mikrocontroller (115) zur Reduzierung der Daten-
menge der an den externen Rechner zu übermittelnden Sensordaten, einen Daten-
speicher (130) zur Zwischenspeicherung der reduzierten Sensordaten, wobei der Mi-
krocontroller (115) die zwischengespeicherten Sensordaten in digitale Datenpakete
aufteilt, welche mittels eines Kommunikationsmoduls (125) funktechnisch an den ex-
ternen Rechner (110) zyklisch übermittelbar sind.

- 5 7. Verfahren zum Bestimmen des Zustandes wenigstens einer mechanischen Fahrzeugkomponente und/oder einer Karosseriestruktur eines Fahrzeugs, wobei das Fahrzeug wenigstens ein Sensorelement (120) zur Erfassung von mechanischen Sensordaten aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanischen Sensordaten fortwährend ausgelesen und zwischengespeichert werden, dass innerhalb eines vorgebbaren Zeitfensters erfasste Sensordaten auf das Vorliegen eines für die Bestimmung des Zustandes der wenigstens einen mechanischen Fahrzeugkomponente relevanten Ereignisses hin geprüft werden, wobei das Überschreiten eines vorgebbaren Schwellenwertes geprüft wird, und dass bei erkanntem Vorliegen eines relevanten Ereignisses die zwischengespeicherten Sensordaten des betreffenden Zeitfensters an einen externen Rechner übermittelt werden, wobei bei nicht erkanntem Vorliegen eines relevanten Ereignisses in dem betreffenden Zeitfenster Nulldaten an den externen Rechner übermittelt werden.
- 10
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei nicht erfolgtem Überschreiten des vorgegebenen Schwellenwertes ein Schlafmodus aktiviert wird und dass bei erfolgtem Überschreiten des vorgegebenen Schwellenwertes ein gegebenenfalls aktivierter Schlafmodus deaktiviert wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass während eines aktiven Schlafmodus' ausgelesene Sensordaten zunächst in einem Pufferspeicher zwischengespeichert werden und dass die in dem Pufferspeicher gespeicherten Sensordaten bei nicht erfolgtem Überschreiten des vorgegebenen Schwellenwertes dazu verwendet werden, um ein bezüglich eines relevanten Ereignisses vorheriges Zeitintervall wiederherzustellen.
- 25
10. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9 durchzuführen.
- 30 11. Maschinenlesbarer Datenträger, auf welchem ein Computerprogramm gemäß Anspruch 10 gespeichert ist.

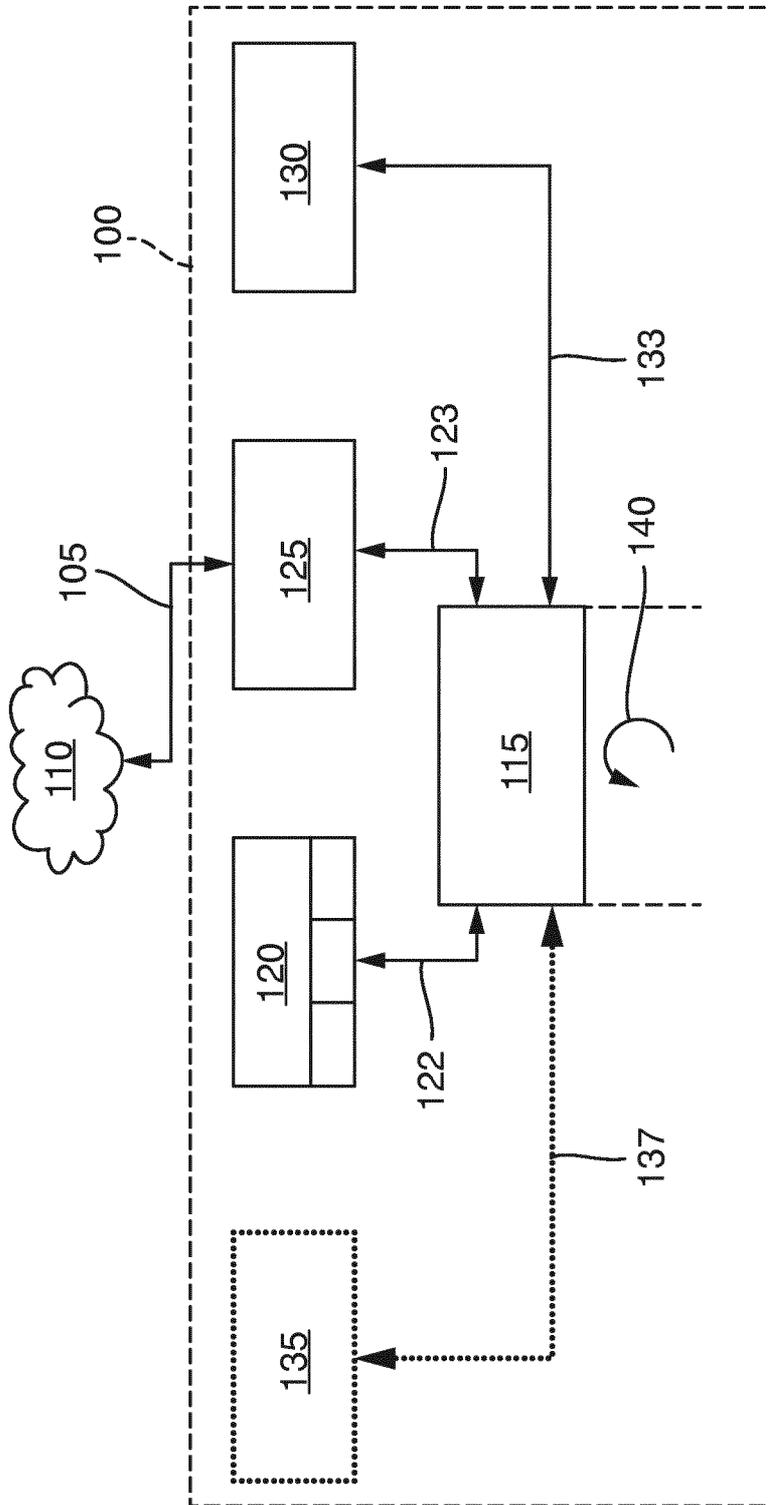


Fig. 1

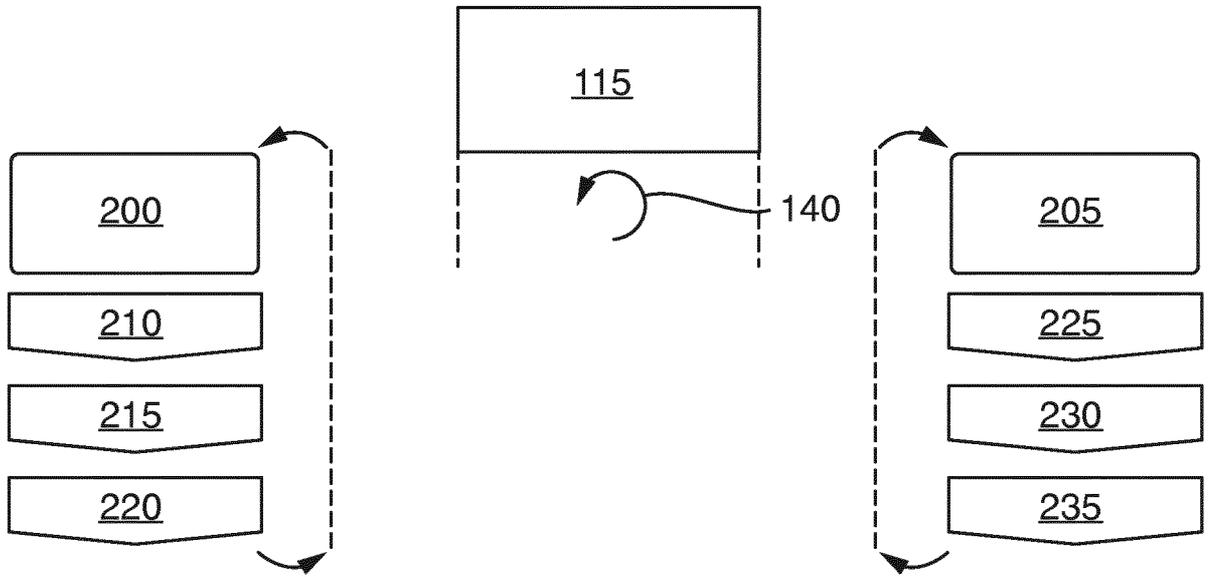


Fig. 2

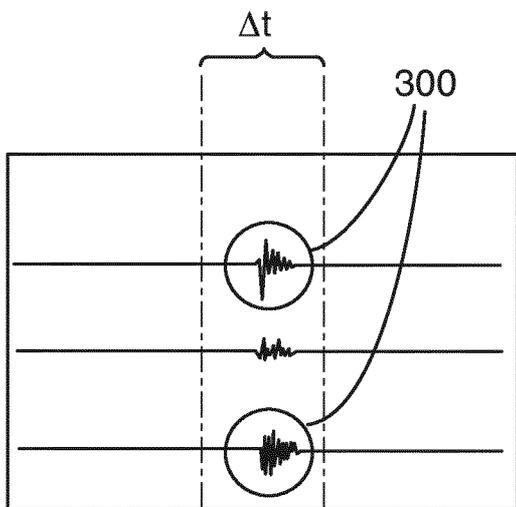


Fig. 3a

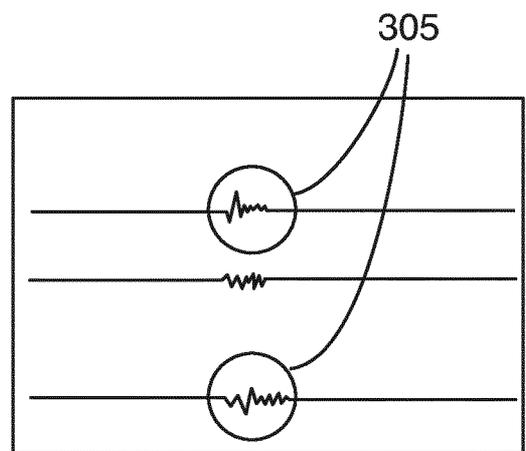


Fig. 3b

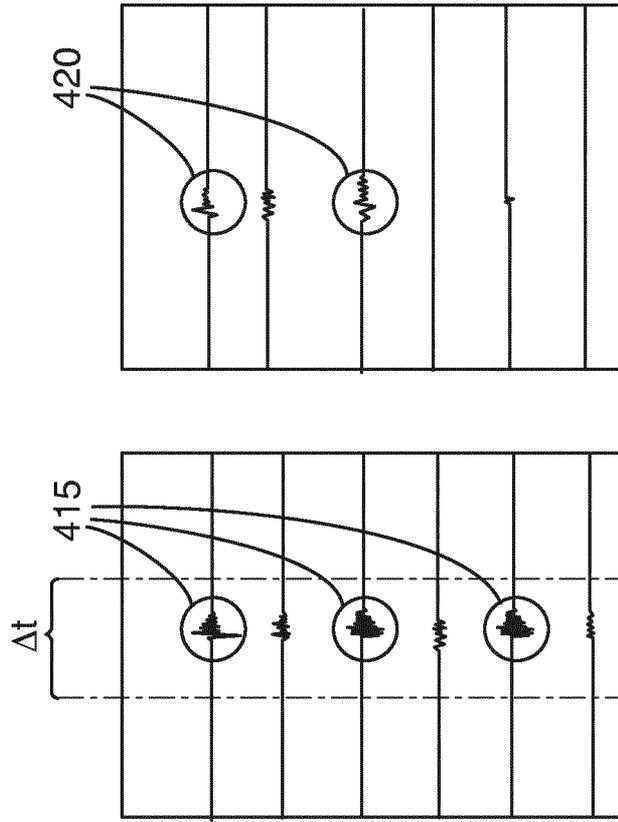


Fig. 4c

Fig. 4b

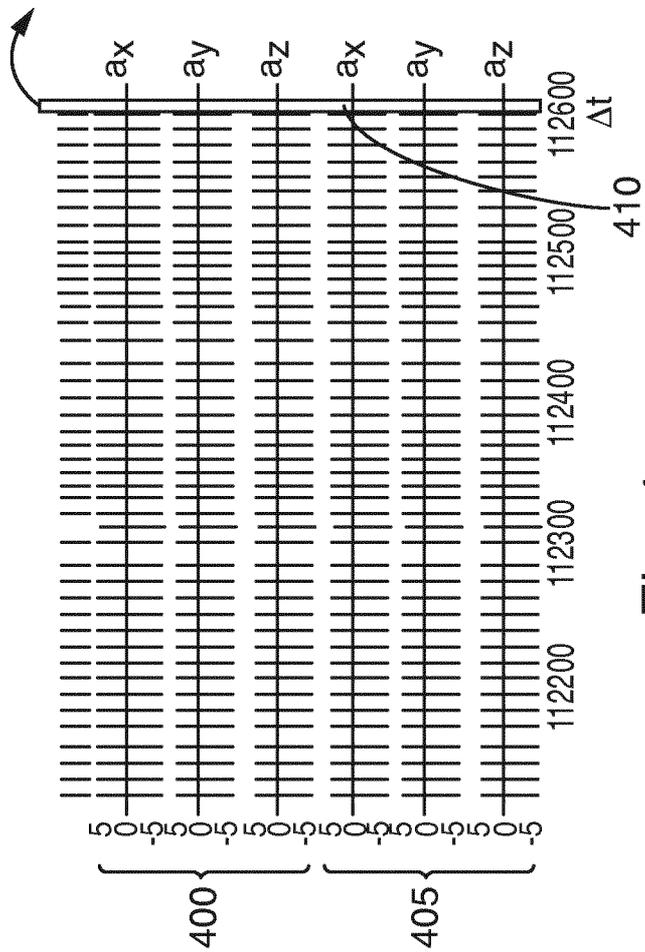


Fig. 4a

4/4

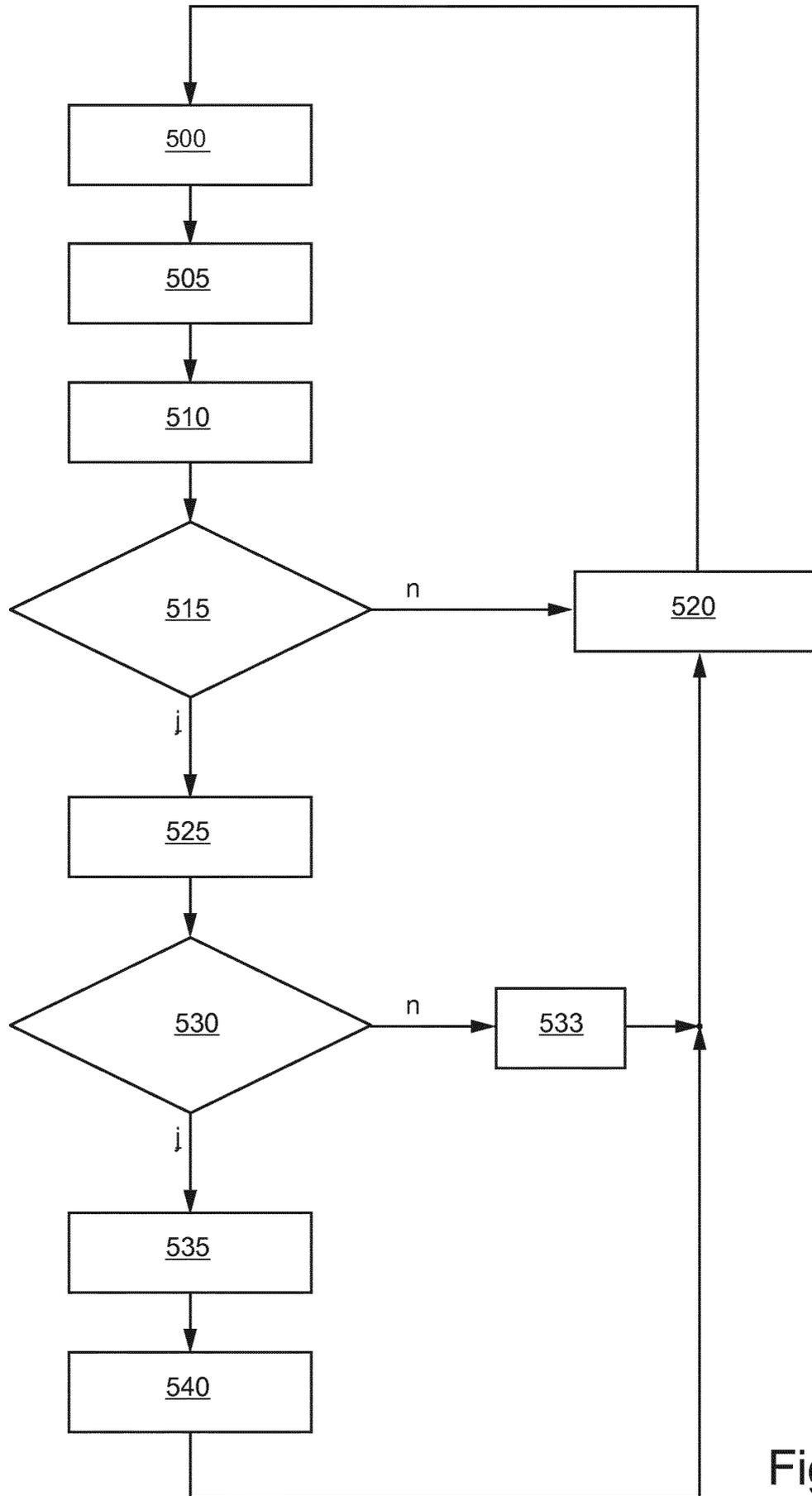


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G07C 5/08</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G07C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016112216 A1 (SARGENT MARK [US] ET AL) 21 April 2016 (2016-04-21) paragraphs [0001], [0020], [0025], [0032], [0036], [0038], [0039], [0040], [0041], [0042], [0046], [0048], [0087]; figures 2,5, 6	1-7,10,11
X	US 2017069144 A1 (LAWRIE-FUSSEY THOMAS [GB] ET AL) 09 March 2017 (2017-03-09)	7-11
A	paragraphs [0087], [0088], [0089], [0111], [0113], [0114], [0213]; figures 1-3	1,2,6
X	US 2017243412 A1 (DEVILLE JEAN-LUC [FR] ET AL) 24 August 2017 (2017-08-24) paragraphs [0019], [0042], [0046] - paragraphs [0052], [0075], [0076], [0077]; figures 1,2	7-11
X	EP 3021290 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 18 May 2016 (2016-05-18) paragraphs [0001], [0003], [0057], [0058]; figures 1-8	7,8,10,11
A	DE 102015212525 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 05 January 2017 (2017-01-05) paragraphs [0010], [0011], [0014], [0027], [0031]; figure 1	1,7,8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 September 2019		Date of mailing of the international search report 01 October 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Harder, Sebastian Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067063

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2016112216	A1	21 April 2016	NONE	
US	2017069144	A1	09 March 2017	NONE	
US	2017243412	A1	24 August 2017	BR 112017003551 A2	05 December 2017
				CN 106575119 A	19 April 2017
				EP 3183621 A1	28 June 2017
				FR 3025035 A1	26 February 2016
				JP 2017526075 A	07 September 2017
				PL 3183621 T3	29 March 2019
				US 2017243412 A1	24 August 2017
				WO 2016027022 A1	25 February 2016
EP	3021290	A1	18 May 2016	NONE	
DE	102015212525	A1	05 January 2017	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G07C5/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G07C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/112216 A1 (SARGENT MARK [US] ET AL) 21. April 2016 (2016-04-21) Absätze [0001], [0020], [0025], [0032], [0036], [0038], [0039], [0040], [0041], [0042], [0046], [0048], [0087]; Abbildungen 2,5, 6 -----	1-7,10, 11
X	US 2017/069144 A1 (LAWRIE-FUSSEY THOMAS [GB] ET AL) 9. März 2017 (2017-03-09) Absätze [0087], [0088], [0089], [0111], [0113], [0114], [0213]; Abbildungen 1-3 -----	7-11
A		1,2,6
X	US 2017/243412 A1 (DEVILLE JEAN-LUC [FR] ET AL) 24. August 2017 (2017-08-24) Absätze [0019], [0042], [0046] - Absätze [0052], [0075], [0076], [0077]; Abbildungen 1,2 -----	7-11
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. September 2019		01/10/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Harder, Sebastian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 3 021 290 A1 (MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 18. Mai 2016 (2016-05-18) Absätze [0001], [0003], [0057], [0058]; Abbildungen 1-8	7,8,10, 11
A	----- DE 10 2015 212525 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5. Januar 2017 (2017-01-05) Absätze [0010], [0011], [0014], [0027], [0031]; Abbildung 1 -----	1,7,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067063

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016112216	A1	21-04-2016	KEINE

US 2017069144	A1	09-03-2017	KEINE

US 2017243412	A1	24-08-2017	BR 112017003551 A2
			05-12-2017
		CN 106575119 A	19-04-2017
		EP 3183621 A1	28-06-2017
		FR 3025035 A1	26-02-2016
		JP 2017526075 A	07-09-2017
		PL 3183621 T3	29-03-2019
		US 2017243412 A1	24-08-2017
		WO 2016027022 A1	25-02-2016

EP 3021290	A1	18-05-2016	KEINE

DE 102015212525	A1	05-01-2017	KEINE
