

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/200403 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren offenbart zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}), der den Offset von Gierratenmesswerten eines Gierratensensors (2) eines Kraftfahrzeugs (1) repräsentiert. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Empfangen (100) einer Mehrzahl von Gierratenmesswerten ($\omega_1, \dots, \omega_x$) von dem Gierratensensor (2) über die Zeit (t), die ein Gierratenmesssignal (S_ω) darstellen; Überprüfen (200), ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs (1) vorhanden ist; und wenn dies der Fall ist, Ermitteln (500) des Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}) basierend auf dem Gierratenmesssignal (S_ω); gekennzeichnet durch Ermitteln (300) von Gierratenmesswerten (G_{st}) in dem Gierratenmesssignal (S_ω), die eine Steigung (St) bilden; und Vernachlässigen (400) der ermittelten Gierratenmesswerte (G_{st}), die eine Steigung (St) bilden, für das Ermitteln (500) des Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}). (Fig. 5b)

VERFAHREN, SYSTEM UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT ZUM ERMITTELN EINES GIERRATEN-OFFSETWERTES

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes, der den Offset von Gierratenmesswerten eines Gierratensensors eines Kraftfahrzeugs repräsentiert. Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zum Ermitteln eines Gierratenwertes. Das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes oder des Gierratenwertes kann hierbei auch als Schätzen desselben verstanden werden. Die Erfindung betrifft zudem eine entsprechende Steuerungsvorrichtung zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes und/oder eines Gierratenwertes, eine entsprechende Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, ein entsprechendes Computerprogrammprodukt sowie ein entsprechendes Kraftfahrzeug.

Viele Fahrzeugsysteme oder Fahrerassistenzsysteme erfordern eine zuverlässige Gierrate (bzw. Gierratenwert) als Eingangsgröße bzw. Eingangswert für ihre Berechnungen, z.B. zur Lokalisierung des Kraftfahrzeugs, Bestimmung der Ausrichtung des Kraftfahrzeugs, Schätzung der Eigenbewegung des Kraftfahrzeugs, etc.. Die Genauigkeit der Gierrate eines Gierratensensors, insbesondere Gyroskops, wird hauptsächlich durch zwei Faktoren beeinflusst: zum einen der Bias und zum anderen der Drift (bzw. die Messverzerrung) über die Zeit und/oder die Temperatur.

Das gewöhnlich verwendete Verfahren zum Kompensieren dieser Ungenauigkeit ist das Ermitteln oder Schätzen des Gierraten-Offsetwertes, wenn sich das Fahrzeug entweder in einem ersten Szenario in einer gradlinigen Bewegung oder in einem zweiten Szenario im Stillstand befindet. Dies ist beispielsweise in DE 10 2018 115 28 A1 offenbart. Sowohl im ersten als auch im zweiten Szenario gibt es die Annahme, dass das Fahrzeug eine theoretische Gierrate von 0 °/s aufweist. Das gewöhnlich verwendete Verfahren beachtet dann bei der Ermittlung der Gierrate einen Offsetwert und korrigiert den letzten Gierratenwert entsprechend.

EP1264749 B1 offenbart ein Verfahren zum Abgleichen eines Systems zum Messen der Gierrate eines Kraftfahrzeugs, wobei das System einen Gierratensensor aufweist und aus dem Signal des Gierratensensors niedrigfrequente Anteile des Signals herausgefiltert werden. Sobald das gefilterte Signal in einer vorbestimmten Zeitspanne einen vorbestimmten Betrag nicht überschreitet, wird das System mit dem zu einem Zeitpunkt am Ende der Zeitspanne am Ausgang des Sensors anliegenden Signal abgeglichen.

DE 19736199 A1 offenbart eine Schätzvorrichtung für einen neutralen Punkt umfassend eine erste Erfassungseinheit, die erfasst, dass eine Drehbewegung des Automobils ausgeführt wird.

Eine zweite Erfassungseinheit erfasst eine Konvergenz der Werte einer Ableitung einer Giergeschwindigkeit, die aus den Ausgangssignalen eines Gierratensensors erhalten werden. Eine Ermittlungseinheit für einen neutralen Punkt ermittelt einen neutralen Punkt des Gierratensensors durch ein Ausgangssignal des Gierratensensors, wenn die Konvergenz der Werte der Ableitung der Giergeschwindigkeit durch die zweite Erfassungseinheit erfasst wird, nachdem die erste Erfassungseinheit erfasst, dass die Drehbewegung ausgeführt wird. In DE 19736199 A1 wird eine Ermittlung einer geradlinigen Bewegung des Fahrzeugs auf der Grundlage des Ausgangssignals des Gierratensensors ausgeführt.

US 9,193,382 B2 beschreibt ein Verfahren zum Berechnen des Offsets eines Gierratensignals, das zumindest teilweise auf Signalen beruhen kann, die den Antriebsradwinkel, Radgeschwindigkeit, und Gierrate repräsentieren. Diese Signale können bestimmt werden, und Schwellwertvergleiche können durchgeführt werden, und die Bestimmung des Gierratesignals kann zumindest teilweise auf den Ergebnissen der Schwellwertvergleiche basieren.

DE 10 2018 115 28 A1 betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Offsetwertes für eine inertielle Messeinheit, wobei der Offsetwert sich auf einen stationären Bewegungszustand eines Kraftfahrzeugs bezieht. Ein erster Messwertsatz wird zu einem ersten Zeitpunkt mittels der inertialen Messeinheit erfasst. Dabei beinhaltet der erste Messwertsatz einen Messwert für einen Lenkwinkel einer Achse des Kraftfahrzeugs und mehrere Messwerte für eine Drehzahl eines oder mehrerer Räder des Kraftfahrzeugs. Anschließend wird mittels des ersten Messwertsatzes überprüft, ob der stationäre Bewegungszustand des Kraftfahrzeugs vorhanden ist. Zu einem zweiten Zeitpunkt wird analog wie beim ersten Zeitpunkt ein zweiter Messwertsatz erfasst. Anhand des zweiten Messwertsatzes wird erneut geprüft, ob der stationäre Bewegungszustand des Kraftfahrzeugs vorliegt. Ein Offsetwert wird für die inertielle Messeinheit in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Messwertsatz sowie in Abhängigkeit von dem stationären Bewegungszustand des Kraftfahrzeugs ermittelt. In DE 10 2018 115 28 A1 zeichnet sich der stationäre Bewegungszustand des Kraftfahrzeugs durch einen Stillstand oder eine geradlinige Bewegung des Kraftfahrzeugs mit konstanter Geschwindigkeit aus.

Es wurde nun herausgefunden, dass ein Problem auftritt, wenn das Kraftfahrzeug stillsteht, aber sich um seine eigene Achse dreht. In diesem Fall ist die Gierrate größer als 0 °/s. Dieses Szenario kann beispielsweise auftreten, wenn sich das Fahrzeug auf einer Drehscheibe befindet. Der gemessene Gierratenwert ist in diesem Fall kein Offset, sondern eher ein realer Messwert.

Eine solche Drehscheibe wird derzeit beispielsweise in öffentlichen Parkhäusern, z.B. meist in Japan, oder privat für Häuser bzw. deren Einfahrten, beispielsweise in den USA, verwendet. Eine solche Drehscheibe kann insbesondere dann verwendet werden, wenn es wenig Rangiererraum gibt bzw. bei räumlich engen Verhältnissen. Die Drehscheibe dreht das Fahrzeug so mit minimal nötigem Rangiererraum.

Derzeitige Systeme oder Verfahren im Stand der Technik schätzen oder bestimmen den Gierraten-Offsetwert, wenn das Fahrzeug stillsteht. Es wird bei den Systemen oder Verfahren im Stand der Technik nicht in Betracht gezogen oder detektiert, ob das Fahrzeug sich auf einer sich drehenden Drehscheibe befindet. Dies führt zu einer ungenauen Schätzung des Gierraten-Offsetwertes für einen solchen Fall, in dem sich das Fahrzeug auf einer sich drehenden Drehscheibe befindet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren, eine Steuerungsvorrichtung, eine Sensorvorrichtung, ein Computerprogrammprodukt sowie ein Kraftfahrzeug zu schaffen, mittels welchem bzw. mittels welcher zuverlässiger ein Gierraten-Offsetwert bzw. ein Gierratenwert bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, eine Steuerungseinrichtung, eine Sensorvorrichtung, ein Computerprogrammprodukt sowie ein Kraftfahrzeug gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln (oder Schätzen) eines Gierraten-Offsetwertes, der den Offset von Gierratenmesswerten eines Gierratensensors eines Kraftfahrzeugs repräsentiert. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Empfangen einer Mehrzahl von Gierratenmesswerten von dem Gierratensensor über die Zeit, die ein Gierratenmesssignal darstellen; Überprüfen, ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs vorhanden ist; und wenn dies der Fall ist, Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes basierend auf dem Gierratenmesssignal.

Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren nun noch die folgenden Schritte: Ermitteln von Gierratenmesswerten in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung bilden; und Vernachlässigen der ermittelten Gierratenmesswerte, die eine Steigung bilden, für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes. Diese Schritte können insbesondere im bzw. vor dem Schritt des Ermittelns des Gierraten-Offsetwertes ausgeführt. Der Schritt des Vernachlässigens kann auch als Entfernen

und/oder Herausfiltern der Gierratenmesswerte, die eine Steigung bilden, verstanden werden. Somit werden diese Werte nicht für die Ermittlung oder Schätzung des Gierraten-Offsetwertes verwendet.

Durch das Ermitteln von Gierratenmesswerten in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung bilden oder aufweisen, kann quasi detektiert werden, ob das Kraftfahrzeug sich auf einer sich drehenden Drehscheibe befindet. Wenn die Gierratenmesswerte eine Steigung bilden oder aufweisen, kann darauf geschlossen werden, dass sich das Kraftfahrzeug in diesem Moment auf einer sich drehenden Drehscheibe befindet (bei gleichzeitigem Stillstand des Kraftfahrzeugs). Diese Gierratenmesswerte stellen keinen Gierraten-Offset dar, sondern sind eher real gemessene Gierratenwerte. Diese sollten daher bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes vernachlässigt oder entfernt werden.

Durch das Ermitteln von Gierratenmesswerten in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung bilden, kann also detektiert werden, ob sich das Kraftfahrzeug, obwohl im Stillstand, auf einer Drehscheibe befindet. Wenn detektiert wird, dass sich das Kraftfahrzeug auf einer Drehscheibe befindet, erfolgt der Schritt des Vernachlässigens oder Entfernens der ermittelten Gierratenmesswerten, die eine Steigung bilden oder aufweisen, für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes. Es werden zur Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes also nur die Gierratenmesswerte des Teils des Gierratenmesssignals verwendet, in dem sich das Kraftfahrzeug im Stillstand befindet, aber nicht dreht. Dies führt zu einer genaueren Ermittlung oder Schätzung des Gierraten-Offsetwertes.

Das Ermitteln von Gierratenmesswerten, die eine Steigung bilden, kann beispielsweise mit einem statistischen Verfahren vorgenommen werden. Insbesondere kann das Ermitteln von Gierratenmesswerten, die eine Steigung bilden, das Bilden einer (einfachen) linearen Regression mit den bzw. über die Gierratenmesswerte bzw. eine Teilmenge davon. Es kann dann die Steigung der so ermittelten Geraden überprüft werden (z.B. ob sie steil genug ist), insbesondere ob diese Steigung einen Steigungsschwellwert überschreitet (z.B. Steigung $> 5\%$). Es kann dann überprüft werden, welche Gierratenmesswerte (z.B. aus der Teilmenge) zu dieser Steigung gehören. Diese Gierratenmesswerte, die zu der Steigung gehören, werden dann vernachlässigt. Die anderen Gierratenmesswerte, die nicht zu der Steigung gehören, können dann bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes verwendet werden. Diese Art der Ermittlung der Steigung kann auch mit begrenztem Speicherplatz und/oder Rechenzeit vorgenommen werden, und erfordert daher nicht

zu viele Ressourcen. Dennoch sind natürlich auch andere bekannte Arten der Steigungsermittlung möglich.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln (oder Schätzen) eines Gierratenwertes, umfassend die Schritte des Verfahrens zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes, insbesondere nach einem Aspekt oder einer Ausführungsform in dieser Beschreibung. Das Verfahren umfasst zudem das Ermitteln eines Gierratenwertes bzw. der Gierrate basierend auf dem Gierratenmesssignal (bzw. dem oder den Gierratenmesswerte(n) über die Zeit) und dem ermittelten Gierraten-Offsetwert.

Das Verfahren verwendet also zur Ermittlung des Gierratenwertes bzw. der Gierrate den ermittelten Gierraten-Offsetwert. Der Gierratenwert bzw. der letzte oder aktuell real gemessene Gierratenwert ω_{real} kann dann mittels des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} angepasst werden. So kann der Gierratenwert bzw. Gierrate ω ermittelt werden. Dies kann entsprechend der folgenden Formeln erfolgen:

$$\omega(t) = \omega_{\text{real}} + \omega_{\text{offset}}(t) \quad [1]$$

$$\text{mit: } \omega_{\text{offset}}(t) = \text{Bias} + \text{Drift}(t) \quad [2].$$

Es wurde herausgefunden, dass ein Problem auftritt, wenn bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes, also hier in Formel [2], sich das Kraftfahrzeug im Stillstand befindet, aber sich um seine eigene Achse (bzw. (vertikale) Fahrzeugachse) dreht. In diesem Fall ist die Gierrate größer als 0 °/s. Dieses Szenario kann beispielsweise auftreten, wenn sich das Kraftfahrzeug auf einer Drehscheibe befindet. Diesem Problem wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes Abhilfe geschaffen.

Eine Drehscheibe kann beispielsweise eine Fahrzeug-Drehscheibe oder eine Einfahrt-Drehscheibe sein. Eine solche Drehscheibe ist eine rotierbare (oder drehbare) Scheibe (oder Platte), die ausgelegt ein Fahrzeug darauf zu drehen, insbesondere um seine eigene (Vertikal-)Achse. Eine solche Drehscheibe kann insbesondere eine kreisförmig geformte Scheibe oder Platte sein, auf der das Kraftfahrzeug um seine eigene (Vertikal-)Achse herumbewegt werden kann. Die Drehscheibe dreht sich also um seine Achse, wenn das Kraftfahrzeug auf ihr stillsteht. Eine solche Drehscheibe ist zumeist auf dem Boden angebracht oder darin eingelassen. Eine solche Drehscheibe kann in einer Einfahrt oder einer Garage angeordnet sein bzw. auf dem Boden der Einfahrt oder der Garage angebracht sein oder darin eingelassen sein. Die

Drehscheibe kann motorisiert oder manuell rotiert bzw. gedreht werden. Ziel oder Nutzen einer solchen Drehscheibe ist zumeist ein vereinfachtes und/oder sichereres Herausfahren bzw. Rangieren eines Kraftfahrzeugs aus seiner Einfahrt oder Garage.

In einer Ausführungsform kann das Überprüfen, ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs vorhanden ist, ein Überprüfen umfassen, ob eine Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs gleich oder etwa null ist und/oder Radimpulse des Kraftfahrzeugs gleich oder etwa null sind. Insbesondere kann hier überprüft werden, ob die Delta Impulse von allen Rädern des Kraftfahrzeugs gleich oder etwa null sind für eine vorbestimmte Debouncing Zeit (z.B. mindestens oder etwa 400 ms).

In einer Ausführungsform kann das Verfahren insbesondere Vergleichen des Gierratenmesssignals (bzw. der Mehrzahl von Gierratenmesswerten) mit einem Schwellwert umfassen. Insbesondere kann jeder Gierratenmesswert einzeln mit dem Schwellwert verglichen werden. Der Schwellwert kann insbesondere etwa oder maximal 3 °/s betragen, insbesondere etwa oder maximal 2,5°/s, insbesondere etwa 1°/s. Insbesondere können die Gierratenmesswerte unterhalb des Schwellwertes die Gierratenmesswerte umfassen, wenn sich die Drehscheibe anfängt zu drehen bzw. aufhört zu drehen.

Es wird so nur eine Menge oder Gruppe zulässiger Gierratenmesswerte analysiert. Diese können auch als relevante Gierratenmesswerte bezeichnet werden. Damit ein Gierratenmesswert zulässig oder relevant ist, muss er in einem vorbestimmten Bereich liegen. Dies wird mittels des Schwellwertes geprüft, insbesondere dass die Werte unterhalb des Schwellwertes liegen. Dieser Bereich oder dieser Schwellwert kann ein vorbestimmter oder konfigurierter Wert sein, insbesondere abhängig von dem jeweiligen Gierratensensor. Jedoch ist es nicht ausreichend, dass der Gierratenmesswert nur innerhalb eines Bereichs oder unterhalb eines Schwellwertes liegt. Ein Gierratenmesswert kann unterhalb eines Schwellwertes liegen, aber Teil der drehenden bzw. rotierenden Bewegung der Drehscheibe sein (insbesondere wenn sich die Drehscheibe anfängt zu drehen bzw. aufhört zu drehen) und daher nicht zulässig für die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes sein. Daher werden erfindungsgemäß die Gierratenmesswerte in dem Gierratenmesssignal ermittelt, die eine Steigung bilden, und bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes vernachlässigt bzw. herausgefiltert. Insbesondere wenn genug (gefilterte) Werte vorhanden sind bzw. in einem Speicher sind, dann kann die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes erfolgen.

In einer Ausführungsform kann das Verfahren Ermitteln von relevanten Gierratenmesswerten des Gierratenmesssignals, die unterhalb des Schwellwertes liegen, umfassen. Insbesondere kann für

jeden Gierratenmesswert einzeln ermittelt werden, ob er unter dem Schwellwert liegt. Wenn dies der Fall ist, kann dieser Gierratemesswert als relevanter Gierratenmesswert eingestuft oder abgespeichert werden. Es werden somit nur die für die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes möglichen validen oder relevanten Gierratenmesswerte betrachtet.

Das Verfahren kann insbesondere Speichern der ermittelten Gierratenmesswerte, die unterhalb des Schwellwertes liegen, in einem Speicher umfassen, insbesondere einem Ringbuffer (z.B. maximale Bufferlänge 20). Das Verfahren kann insbesondere Überprüfen umfassen, ob in dem Speicher eine ausreichende Menge ermittelter Gierratenmesswerte gespeichert sind (z.B. zwischen 10 und 20 Werte, oder genau 20 oder 10 Werte). Ob eine ausreichende Menge ermittelter Gierratenmesswerte im Speicher gespeichert sind hängt insbesondere abhängig von der Aktualisierungsrate der Gierratenmesswerte bzw. des Gierratenmesssignals oder der entsprechenden Software-Routine bzw. des Software-Moduls zur Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes oder des Gierratenwertes. Beispielsweise können bei einer Aktualisierungsrate von etwa 40ms 10 Werte im Speicher eine ausreichende Menge sein. Bei einer Aktualisierungsrate von etwa 20 ms können z.B. 20 Werte im Speicher eine ausreichende Menge sein.

In einer Ausführungsform kann das Ermitteln von Gierratenmesswerten in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung bilden, basierend auf den ermittelten relevanten Gierratemesswerten, die unterhalb des Schwellwertes liegen, erfolgen. Es kann auch überprüft werden, ob genug Gierratenmesswerte (z.B. in dem Speicher) vorhanden sind, um die Ermittlung einer Steigung durchzuführen.

In einem Ausführungsbeispiel kann das Ermitteln von Gierratenmesswerten in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung bilden, das Bilden einer (einfachen) linearen Regression mit den bzw. über die Gierratenmesswerte umfassen, insbesondere die Gierratenmesswerte im Speicher bzw. der letzten Gierratenmesswerte im Speicher (z.B. die letzten 3-4 letzten Gierratenmesswerte im Speicher). Es können hierfür insbesondere die ermittelten relevanten Gierratenmesswerte, die unterhalb des Schwellwertes liegen, verwendet werden. Es kann dann die Steigung der so ermittelten Geraden überprüft werden (z.B. ob sie steil genug ist), insbesondere ob diese Steigung einen Steigungsschwellwert überschreitet (z.B. Steigung > 5%). Es kann dann überprüft werden, welche Gierratenmesswerte, insbesondere im Speicher, zu dieser Steigung gehören. Diese Gierratenmesswerte, die zu der Steigung gehören, werden dann vernachlässigt. Die anderen Gierratenmesswerte, die nicht zu der Steigung gehören, können dann bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes verwendet werden.

In einer Ausführungsform kann das Vernachlässigen der ermittelten Gierratenmesswerte, die eine Steigung bilden, das Entfernen (oder Herausfiltern) dieser Werte aus den relevanten Gierratenmesswerten, die unterhalb des Schwellwertes liegen, umfassen. Nur die verbleibenden Gierratenmesswerte können dann für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes verwendet werden. Mit anderen Worten werden die Gierratenmesswerte, die eine Steigung bilden, nicht für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes verwendet.

Insbesondere kann das Vernachlässigen der ermittelten Gierratenmesswerten, die eine Steigung bilden, Entfernen der Werte aus dem Speicher umfassen. Insbesondere kann ein Überprüfen erfolgen, ob in dem Speicher eine ausreichende Menge ermittelte Gierratenmesswerte gespeichert sind (z.B. zwischen 10 und 20 Werte, oder genau 20 oder 10 Werte). Es kann so überprüft werden, ob genug Gierratenmesswerte in dem Speicher sind bzw. verbleiben, um den Gierraten-Offsetwert nachfolgend zu berechnen.

Insbesondere kann das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes mittels der (im Speicher) verbleibenden Gierratenmesswerte erfolgen. Insbesondere können die verbleibenden Gierratenmesswerte, die Gierratenmesswerte (im Speicher) sein, die sich aus den relevanten Gierratenmesswerten abzüglich bzw. nach Vernachlässigen oder Entfernen der ermittelten Gierratenmesswerten, die eine Steigung bilden, ergeben. Die verbleibenden Gierratenmesswerte können insbesondere bezeichnet werden als $G_{\text{ver}} = G_{\text{rel}} - G_{\text{St}}$, wobei G_{rel} die relevanten Gierratenmesswerte (unterhalb des Schwellwertes) sind, und G_{St} die Gierratenmesswerte, die eine Steigung bilden.

In einer Ausführungsform kann das das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ein Ermitteln des Mittelwertes der verbleibenden Gierratenmesswerte umfassen. Der Mittelwert kann insbesondere als Quotient aus Summe der verbleibenden Gierratenmesswerte und Anzahl der verbleibenden Gierratenmesswerte berechnet werden. Dies kann insbesondere basierend auf folgender Formel erfolgen:

$$\omega_{\text{offset}} = \text{SUMME } (G_{\text{ver}}) / N \quad [3]$$

mit $G_{\text{ver}} = G_{\text{rel}} - G_{\text{St}}$: verbleibende Gierratenmesswerte

N: Anzahl der verbleibenden Gierratenmesswerte

In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren Plausibilisieren des ermittelten Gierraten-Offsetwertes. In einer Ausführungsform kann das Plausibilisieren ein Überprüfen umfassen, ob der (betragsmäßige bzw. absolute) ermittelte Gierraten-Offsetwert innerhalb eines definierten

Bereichs liegt. Der Bereich kann insbesondere innerhalb etwa (plus minus) 0,6 %/s oder weniger sein, insbesondere etwa (plus minus) 0,3 %/s. Ein typischer (absoluter) Gierraten-Offsetwert kann beispielsweise im definierten Bereich von 0,2 bis 0,3 %/s sein.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Steuerungsvorrichtung zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes, die ausgebildet ist das Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes nach einem der Aspekt oder einer Ausführungsformen in dieser Beschreibung auszuführen. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Steuerungsvorrichtung zum Ermitteln eines Gierratenwertes, die ausgebildet ist das Verfahren zum Ermitteln des Gierratenwertes (bzw. Gierrate) nach einem der Aspekt oder einer Ausführungsform in dieser Beschreibung auszuführen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Gierratensensor, insbesondere Gyroskop, und mit einer Steuerungseinrichtung nach einem der Aspekt oder einer Ausführungsform in dieser Beschreibung.

Die Steuerungsvorrichtung und/oder die Sensorvorrichtung kann insbesondere in Form von oder Teil eines Fahrassistenzsystems sein, insbesondere zur Unterstützung eines Fahrers des Kraftfahrzeugs und/oder zum teilweisen autonomen bzw. vollautonomen Betrieb des Kraftfahrzeugs. Die Steuerungsvorrichtung und/oder die Sensorvorrichtung (bzw. das Fahrassistenzsystem) kann insbesondere unter anderem ausgebildet sein zur Lokalisierung des Kraftfahrzeugs, Bestimmung der Ausrichtung des Kraftfahrzeugs und/oder Schätzung der Eigenbewegung des Kraftfahrzeugs. Die Steuerungsvorrichtung und/oder die Sensorvorrichtung (bzw. das Fahrassistenzsystem) kann zum Betrieb bei höheren Geschwindigkeiten ausgebildet sein, z.B. zum semi-autonomen oder vollautonomen Fahren eines Kraftfahrzeugs. Alternativ oder kumulativ kann Die Steuerungsvorrichtung und/oder die Sensorvorrichtung (bzw. das Fahrassistenzsystem) aber auch zum Betrieb bei niedrigen Geschwindigkeiten, z.B. zum Parken und/oder Rangieren ausgebildet sein.

Ein weiterer Aspekt betrifft ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, welche in einem computerlesbaren Medium gespeichert sind, um das Verfahren nach einem Aspekt oder einer Ausführungsform in dieser Beschreibung durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor einer elektronischen Steuerungseinheit abgearbeitet wird. Insbesondere kann das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor der Steuerungseinheit ausgebildet sein und dort abgearbeitet werden.

Ein weiterer Aspekt betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer Sensorvorrichtung nach einem Aspekt oder einer Ausführungsform in dieser Beschreibung. Das Kraftfahrzeug kann insbesondere als Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen ausgebildet sein.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Verfahrens sind als vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Steuerungseinrichtung, der Sensorvorrichtung, des Computerprogrammprodukts sowie des Kraftfahrzeugs anzusehen. Die Steuerungseinrichtung, die Sensorvorrichtung, das Computerprogrammprodukt sowie das Kraftfahrzeug weisen dazu gegenständliche Merkmale auf, welche eine Durchführung des Verfahrens oder eine vorteilhafte Ausgestaltungsform davon ermöglichen.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend 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 der jeweils angegebenen Kombination sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch aus den separierten Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben dargelegten Ausführungsformen als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder abweichen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugs mit einer Ausführungsform einer Sensorvorrichtung;

- Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Drehscheibe vor einer Garage;
- Fig. 3a ein Diagramm einer beispielhaften Drehscheibengeschwindigkeitssignals über der Zeit,
- Fig. 3b ein Diagramm eines beispielhaften Gierratenmesssignals entsprechend der beispielhaften Drehscheibengeschwindigkeit der Fig. 3a;
- Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes;
- Fig. 5 ein schematisches Ablaufdiagramm eines weiteren Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes bzw. des Gierratenwertes;
- Fig. 6 ein Diagramm eines weiteren beispielhaften Gierratenmesssignals;
- Fig. 7 ein Diagramm eines beispielhaften Gierratenmesssignals eines weiteren Ausführungsbeispiels; und
- Fig. 8 ein Diagramm eines real gemessenen Gierratenmesssignals eines weiteren Ausführungsbeispiels.

In den Figuren werden gleiche und funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugs 1 mit einer Ausführungsform einer Sensorvorrichtung 2. Das Kraftfahrzeug 1 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Personenkraftwagen ausgebildet. Das Kraftfahrzeug 1 beinhaltet eine Sensorvorrichtung 2, z.B. in Form von oder Teil eines Fahrassistenzeinrichtung. Die Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem ist insbesondere zur Unterstützung eines Fahrers des Kraftfahrzeugs 1 ausgebildet. Ferner kann die Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem auch zum teilweisen autonomen bzw. vollautonomen Betrieb des Kraftfahrzeugs 1 ausgebildet sein. Insbesondere kann die Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem dann entsprechende Komponenten des Kraftfahrzeugs 1 steuern, sodass ein teilweise autonomer bzw. ein vollautonomer Betrieb durch die Steuerung des Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem durchführbar ist. Die Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem kann zum Be-

trieb bei höheren Geschwindigkeiten ausgebildet sein, z.B. zum semi-autonomen oder vollautonomen Fahren des Kraftfahrzeugs 1. Alternativ oder kumulativ kann die Sensorvorrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem aber auch zum Betrieb bei niedrigen Geschwindigkeiten, z.B. zum Parken und/oder Rangieren ausgebildet sein.

Die Sensorvorrichtung 2 umfasst einen Gierratensensor 4, insbesondere Gyroskop, und eine Steuerungseinrichtung 3. Die Steuerungsvorrichtung 3 ist ausgebildet das im Folgenden beschriebene Verfahren zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes bzw. Gierratenwertes auszuführen. Der Gierratensensor 4 ist über eine Leitung 9 (z.B. ein Fahrzeugbus) mit der Steuerungsvorrichtung 3 verbunden. Die Steuerungsvorrichtung 3 kann über die Leitung 9 Gierratenmesssignal S_{ω} bzw. eine Mehrzahl von Gierratenmesswerten von dem Gierratensensor 2 empfangen. Das Gierratenmesssignal S_{ω} des Gierratensensors 4 wird also über die Leitung 9 an die Steuerungsvorrichtung 3 übertragen. Die Übertragung über Leitung 9 kann dabei drahtlos und/oder drahtgebunden sein.

Die Steuereinrichtung 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel des Weiteren mit Radsensoren 8 gekoppelt, welche an den Rädern des Kraftfahrzeugs 1 angebracht sind und so genannte Radimpulse bereitstellen, welche die Umdrehungen der Räder charakterisieren. Pro Umdrehung können dabei mehrere Impulse erzeugt werden. Auch die Radsensoren 8 sind in diesem Ausführungsbeispiel über Leitung 9 (z.B. Fahrzeugbus) mit der Steuerungsvorrichtung 3 verbunden. Sie können alternativ aber auch über eine andere Leitung verbunden sein. Die Steuerungsvorrichtung 3 kann in Fig. 1 über die Leitung 9 auch die Radimpulse empfangen. Die Radimpulse der Radsensoren 8 werden also über die Leitung 9 an die Steuerungsvorrichtung 3 übertragen.

Die Steuerungsvorrichtung 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 weiterhin mit einer Lenk- und/oder Antriebsvorrichtung 7 gekoppelt. Hier ist die Steuerungsvorrichtung 3 über eine Leitung 5 Lenk- und/oder Antriebsvorrichtung 7 verbunden. Die Steuerungsvorrichtung 3 kann über Leitung 5 Steuersignale an die Lenk- und/oder Antriebsvorrichtung 7 abgeben, z.B. um den Lenkwinkel und/oder die Längsführung des Kraftfahrzeugs 1 mittels der Lenkvorrichtung zu steuern und/oder um das Kraftfahrzeug 1 automatisch zu beschleunigen und/oder abzubremesen mittels der Antriebsvorrichtung.

In diesem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 empfängt die Steuereinrichtung 3 außerdem Sensordaten von Umfeldsensoren 10. Die Umfeldsensoren 10 können beispielsweise zur Detektion von Objekten und/oder Hindernissen im Umfeld des Kraftfahrzeugs 10 ausgebildet sein, wie bei-

spielsweise Ultraschallsensoren und/oder Radarsensoren und/oder optische Abstandssensoren und/oder Kameras.

Die Sensoreinrichtung 2 kann zudem weitere Sensoren umfassen, wie beispielsweise einen Längsbeschleunigungssensor (nicht dargestellt) zur Erfassung der Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeugs 1.

Des Weiteren verfügt die Steuerungseinrichtung 3 über ein Computerprogrammprodukt, welches Programmcodemittel aufweist, welche in einem computerlesbaren Medium gespeichert sind, um das im Folgenden beschriebenen Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes bzw. Gierratenwertes durchführen zu können. Insbesondere ist das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor der elektronischen Steuerungseinheit 3 ausgebildet und wird dort abgearbeitet.

Die Sensoreinrichtung 2 bzw. das Fahrassistenzsystem erfordert eine zuverlässige Gierrate als Eingangsgröße für Berechnungen, die in der Steuerungsvorrichtung 3 durchgeführt werden, z.B. zur Lokalisierung des Kraftfahrzeugs 1, Bestimmung der Ausrichtung des Kraftfahrzeugs 1 und/oder Schätzung der Eigenbewegung des Kraftfahrzeugs 1. Es ist daher wichtig ein zuverlässiges Verfahren zum Ermitteln der Gierrate bzw. eines Gierratenwertes (als Eingangsgröße für die weiteren Berechnungen in der Steuerungsvorrichtung 3) zu haben, insbesondere in der Steuerungsvorrichtung 3. Bei einem üblichen Verfahren zum Ermitteln der Gierrate ω wird ein realer Gierratenwert ω_{real} des Gierratensensors 4 (bzw. der letzte oder aktuell real gemessene Gierratenwert) mittels eines ermittelten Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} angepasst.

Es wurde herausgefunden, dass ein Problem auftritt, wenn bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes sich das Kraftfahrzeug 1 im Stillstand befindet, aber sich um seine eigene Achse bzw. vertikale Fahrzeugachse (in Fig. 1 also die Achse aus der Zeichnungsebene heraus bzw. senkrecht zur Zeichnungsebene) dreht. In diesem Fall ist die Gierrate größer als 0 °/s. Dieses Szenario kann beispielsweise auftreten, wenn sich das Kraftfahrzeug 1 auf einer Drehscheibe befindet. Diesem Problem wird durch ein Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes Abhilfe geschaffen, das im Folgenden beschrieben wird.

Als Anschauungsbeispiel einer solchen Situation zeigt Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Drehscheibe D vor einer Garage G. Die Drehscheibe D ist hier eine Fahrzeug-Drehscheibe bzw. eine Einfahrt-Drehscheibe vor der Garage G. Die Drehscheibe D ist als rotierbare (oder drehbare) Scheibe oder Platte ausgebildet, die ausgelegt ist das Kraftfahrzeug 1, beispielsweise aus

dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1, darauf zu drehen, insbesondere um seine eigene Achse bzw. Vertikalachse. Die Drehscheibe D ist hier eine kreisförmig geformte Scheibe oder Platte, auf der das Kraftfahrzeug 1 um seine eigene Achse bzw. Vertikalachse herumbewegt werden kann. Die Drehscheibe D dreht sich also um seine Achse, wenn das Kraftfahrzeug 1 auf ihr stillsteht. Die Drehscheibe D ist hier auf dem Boden B angebracht oder darin eingelassen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Drehscheibe also vor einer Garage G bzw. in einer Einfahrt angeordnet bzw. auf dem Boden B der Einfahrt angebracht oder eingelassen. Die Drehscheibe D kann motorisiert oder manuell rotiert bzw. gedreht werden. Ziel oder Nutzen einer solchen Drehscheibe D ist zumeist ein vereinfachtes und/oder sichereres Herausfahren bzw. Rangieren des Kraftfahrzeugs 1 aus der Garage G bzw. Einfahrt. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 kann die Drehscheibe D in der Einfahrt eines Hauses, d.h. privat, angeordnet sein, oder aber auch in einem öffentlichen Parkhaus, d.h. im öffentlichen Raum. Eine solche Drehscheibe D kann insbesondere dann verwendet werden, wenn es wenig Rangiererraum gibt bzw. bei räumlich engen Verhältnissen. Die Drehscheibe D dreht das Kraftfahrzeug 1 somit minimal nötigem Rangiererraum.

Fig. 3a zeigt ein Diagramm eines beispielhaften Drehscheibengeschwindigkeitssignals S_v über der Zeit t . Es wird angenommen, dass sich ein Kraftfahrzeug 1 auf der Drehscheibe D befindet. Die Geschwindigkeit v_D der Drehscheibe D ist die y-Achse und die Zeit t die x-Achse. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_0 bis t_1 steht die Drehscheibe still, d.h. die Drehscheibengeschwindigkeit v_D ist null. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_1 bis t_2 steigt die Drehscheibengeschwindigkeit v_D linear oder stetig an, d.h. die Drehscheibe D fängt an sich zu drehen bzw. beschleunigt um seine eigene Achse. Ebenso wird dann das Fahrzeug 1 auf der Drehscheibe D beschleunigt um die Fahrzeug-Vertikalachse. Im Zeitraum t_2 bis t_3 dreht sich die Drehscheibe D mit konstanter Drehscheibengeschwindigkeit $v_{\text{konst.}}$. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_3 bis t_4 sinkt die Drehscheibengeschwindigkeit v_D linear oder stetig ab, d.h. die Drehscheibe D hört auf sich zu drehen bzw. bremst. Ebenso wird dann das Fahrzeug 1 auf der Drehscheibe D in seiner Bewegung um die Fahrzeug-Vertikalachse abgebremst. Nach dem Zeitpunkt t_4 (bis zum Zeitpunkt des Endes des Messzeitraumes t_5) steht die Drehscheibe D wieder still, und somit auch das auf ihr befindliche Fahrzeug 1.

In Fig. 3b zeigt nun das entsprechende Diagramm des beispielhaften Gierratenmesssignal S_ω des Gierratensensors 4 der Sensorvorrichtung 2 des Kraftfahrzeugs 1 dargestellt. Das beispielhafte Gierratenmesssignal S_ω der Fig. 3b ist also für die bzw. entsprechend der beispielhaften Drehscheibengeschwindigkeit v_D der Fig. 3a dargestellt. Auch das Gierratenmesssignal S_ω ist über der Zeit t aufgetragen. Die Gierrate bzw. Gierratenmesswerte ω in der Einheit $^\circ/\text{s}$ sind die y-Achse

und die Zeit t die x-Achse. Die Mehrzahl von Gierratenmesswerten $\omega_1, \dots, \omega_x$, die von dem Gierratensensor 2 empfangen werden bzw. stammen, über die Zeit t bilden das Gierratenmesssignal S_ω bzw. stellen es dar. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_0 bis t_1 steht die Drehscheibe und somit auch das Fahrzeug 1 still. Dementsprechend entspricht hier der gemessene Gierratenwert in etwa dem Gierraten-Offsetwert ω_{offset} . Dies repräsentiert also den Offset der Gierratenmesswerte des Gierratensensors 4 des Kraftfahrzeugs 1. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_1 bis t_2 steigt nun die Drehscheibengeschwindigkeit v_D linear oder stetig an, d.h. die Drehscheibe D fängt an sich zu drehen bzw. beschleunigt um seine eigene Achse. Ebenso wird dann das Fahrzeug 1 auf der Drehscheibe D beschleunigt um die Fahrzeug-Vertikalachse. Somit steigen im Zeitraum vom Zeitpunkt t_1 bis t_2 auch die Gierratenmesswerte in ihrem Wert an, d.h. bilden eine positive Steigung. Im Zeitraum t_2 bis t_3 dreht sich die Drehscheibe D mit konstanter Drehscheibengeschwindigkeit und dementsprechend auch das Fahrzeug 1. Im Zeitraum t_2 bis t_3 haben also auch die Gierratenmesswerte einen in etwa konstanten Wert ω_{konst} , der aber weit über dem Gierraten-Offsetwert ω_{offset} des Gierratensensors 4 liegt. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_3 bis t_4 sinkt die Drehscheibengeschwindigkeit v_D linear oder stetig ab, d.h. die Drehscheibe D hört auf sich zu drehen bzw. bremst. Ebenso wird dann das Fahrzeug 1 auf der Drehscheibe D in seiner Bewegung um die Fahrzeug-Vertikalachse abgebremst. Somit sinken im Zeitraum vom Zeitpunkt t_3 bis t_4 auch die Gierratenmesswerte in ihrem Wert wieder ab, d.h. bilden eine negative Steigung. Nach dem Zeitpunkt t_4 (bis zum Zeitpunkt des Endes des Messzeitraumes t_5) steht die Drehscheibe D wieder still, und somit auch das auf ihr befindliche Fahrzeug 1. Die Gierratenmesswerte entsprechen nun wieder in etwa dem Gierraten-Offsetwert ω_{offset} . Würde nun ein übliches Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes auf das gesamte Gierratenmesssignal S_ω der Fig. 3b angewendet, beispielsweise durch Mittelwertbildung, d.h. ein Ermitteln des Mittelwertes des gesamten Gierratenmesssignal S_ω vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_5 , so würde dies einen fehlerhaften Gierraten-Offsetwert ergeben. Denn die Gierratenmesswerte im Zeitraum vom Zeitpunkt t_1 bis t_4 stellen keinen Gierraten-Offset dar, sondern sind eher real gemessene Gierratenwerte. Diese sollten daher bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes nicht verwendet werden. Ein entsprechendes zuverlässiges Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} wird nun im Folgenden beschrieben.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} , der den Offset von Gierratenmesswerten des Gierratensensors 4 eines Kraftfahrzeugs 1 repräsentiert. Das Verfahren umfasst einen ersten Schritt 100 des Empfangens einer Mehrzahl von Gierratenmesswerten $\omega_1, \dots, \omega_x$ von dem Gierratensensor 2 über die Zeit t , die ein Gierratenmesssignal S_ω darstellen. Auf den ersten

Schritt 100 folgt dann ein Schritt 200 des Überprüfens, ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs 1 vorhanden ist. Das Überprüfen im Schritt 100 kann ein Überprüfen umfassen, ob eine Geschwindigkeit v_{Ego} des Kraftfahrzeugs 1 gleich oder etwa null. Alternativ oder kumulativ kann es ein Überprüfen umfassen, ob die Radimpulse des Kraftfahrzeugs 1, beispielsweise von den Radsensoren 8, gleich oder etwa null sind.

Wenn nun in Fig. 4 im Schritt 200 entschieden wird, dass ein Stillstand des Kraftfahrzeugs 1 nicht vorhanden ist (Zweig N für „Nein“ in Fig. 4), so endet das Verfahren zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes an dieser Stelle. Es kann dann aber auch beispielsweise ein Verfahren ein zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes bei gradliniger Bewegung angewendet werden.

Wenn nun in Fig. 4 im Schritt 200 entschieden wird, dass ein Stillstand des Kraftfahrzeugs 1 vorhanden ist (Zweig J für „Ja“ in Fig. 4), dann geht das Verfahren weiter und es erfolgt im weiteren Verlauf ein Schritt 500 des Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} basierend auf dem Gierratenmesssignal S_ω . Vor bzw. in dem Schritt 500 des Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes müssen aber nun noch folgende Schritte ausgeführt werden: Zum einen der Schritt 300 des Ermitteln von Gierratenmesswerten G_{st} in dem Gierratenmesssignal S_ω , die eine Steigung St bilden, und zum anderen der Schritt 400 des Vernachlässigens der ermittelten Gierratenmesswerte G_{st} , die eine Steigung St bilden, für den bzw. bei dem Schritt 500 des Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} . Dieser Schritt 400 des Vernachlässigens kann auch als Entfernen und/oder Herausfiltern der Gierratenmesswerte G_{st} , die eine Steigung St bilden, verstanden werden. Somit werden diese Werte G_{st} nicht für die Ermittlung oder Schätzung des Gierraten-Offsetwertes verwendet ω_{offset} .

Durch den Schritt 500 des Ermitteln der Gierratenmesswerte G_{st} in dem Gierratenmesssignal S_ω , die eine Steigung St bilden oder aufweisen, kann quasi detektiert werden, ob das Kraftfahrzeug 1 sich auf einer sich drehenden Drehscheibe D befindet. Wenn die Gierratenmesswerte eine Steigung St bilden oder aufweisen, kann darauf geschlossen werden, dass sich das Kraftfahrzeug 1 in diesem Moment auf der sich drehenden Drehscheibe D befindet (bei gleichzeitigem Stillstand des Kraftfahrzeugs 1). Diese Gierratenmesswerte G_{st} stellen keinen Gierraten-Offset dar, sondern sind eher real gemessene Gierratenwerte. Diese sollten daher bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes vernachlässigt oder entfernt werden.

Durch den Schritt 400 des Ermitteln von Gierratenmesswerten G_{st} in dem Gierratenmesssignal S_ω , die eine Steigung St bilden, kann also detektiert werden, ob sich das Kraftfahrzeug 1, obwohl im Stillstand, auf einer Drehscheibe D befindet. Wenn detektiert wird, dass sich das Kraftfahr-

zeug 1 auf einer Drehscheibe D befindet, erfolgt der Schritt 500 des Vernachlässigens oder Entfernens der ermittelten Gierratenmesswerte G_{st} , die eine Steigung St bilden oder aufweisen, für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} . Es werden für den Schritt 500 des Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} also nur die (verbleibenden) Gierratenmesswerte G_{ver} des Teils des Gierratenmesssignals S_w verwendet, in dem sich das Kraftfahrzeug 1 im Stillstand befindet, aber nicht dreht. Dies führt zu einer genaueren Ermittlung oder Schätzung des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} .

In dem schematischen Ablaufdiagramm des Ausführungsbeispiels der Fig. 4 ist ein weiterer optionaler (durch gestrichelte Linie dargestellter) Schritt 600 des Ermitteln eines Gierratenwertes dargestellt. Das Ermitteln in Schritt 600 basiert auf dem Gierratenmesssignal S_w , bzw. den Gierratenmesswerten und dem in Schritt 500 ermittelten Gierraten-Offsetwert ω_{offset} dargestellt. Es ist hier also optional auch ein Verfahren zum Ermitteln des Gierratenwertes ω dargestellt, dass die zuvor erläuterten Schritte des Verfahrens zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} umfasst. Der Schritt 600 des Ermitteln eines Gierratenwertes bzw. der Gierrate basiert auf dem Gierratenmesssignal S_w (bzw. dem oder den Gierratenmesswerte(n) über die Zeit) und dem ermittelten Gierraten-Offsetwert ω_{offset} . Insbesondere kann dies durch Anpassung eines realen Gierratenmesswertes ω_{real} des Gierratensensors 4 (bzw. der letzte oder aktuell real gemessene Gierratenwert) mittels des ermittelten Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} erfolgen. Mit anderen Worten kann der ermittelten Gierraten-Offsetwert ω_{offset} von dem realer Gierratenmesswert ω_{real} des Gierratensensors 4 (bzw. der letzte oder aktuell real gemessene Gierratenwert) subtrahiert oder abgezogen werden.

Fig. 5 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines weiteren Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes bzw. des Gierratenwertes. Es basiert auf dem in Fig. 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Zusätzlich umfasst das Verfahren nun einen oder mehrere der Schritte 210, 220, 230 sowie 410 und 510. Wenn nun in Fig. 5 im Schritt 200 entschieden wird, dass ein Stillstand des Kraftfahrzeugs 1 vorhanden ist (Zweig J für „Ja“ bei Schritt 200 in Fig. 5), dann geht das Verfahren weiter zu Schritt 210 des Vergleichens des Gierratenmesssignals S_w (bzw. der Mehrzahl von Gierratenmesswerten $\omega_1, \dots, \omega_x$ mit einem Schwellwert ω_{th} . Insbesondere kann jeder Gierratenmesswert $\omega_1, \dots, \omega_x$ einzeln mit dem Schwellwert ω_{th} verglichen werden. Der Schwellwert ω_{th} kann insbesondere etwa oder maximal 3 °/s betragen, insbesondere etwa oder maximal 2,5°/s, insbesondere etwa 1°/s. Der Schwellwert ω_{th} kann bzw. sollte insbesondere unter dem konstanten Gierratenmesswert ω_{konst} liegen. Der Schwellwert ω_{th} kann ins-

besondere ein vorbestimmter oder konfigurierter Wert, insbesondere abhängig von dem jeweiligen Gierratensensor 4, sein.

Der Schritt 210 kann insbesondere Ermitteln von relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} des Gierratenmesssignals S_ω , die unterhalb des Schwellwertes ω_{th} liegen, umfassen. Insbesondere kann für jeden Gierratenmesswert $\omega_1, \dots, \omega_x$ einzeln ermittelt werden, ob er unter dem Schwellwert ω_{th} liegt. Insbesondere können die relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} (unterhalb des Schwellwertes ω_{th}) die Gierratenmesswerte G_{St} umfassen, die eine Steigung St bilden oder aufweisen, d.h. wenn sich die Drehscheibe anfängt zu drehen bzw. aufhört zu drehen.

Mit Bezug auf Fig. 6 ist ein Diagramm eines weiteren beispielhaften Gierratenmesssignals S_ω dargestellt. Es basiert im Wesentlichen auf dem in Fig. 3b beschriebenen Ausführungsbeispiel. Zusätzlich ist nun noch der Schwellwertes ω_{th} und die Steigung St dargestellt. Außerdem ist die Menge der bzw. sind die ermittelten Gierratenmesswerte G_{St} , die eine Steigung St bilden, ebenso wie die Menge der bzw. die relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} des Gierratenmesssignals S_ω , die unterhalb des Schwellwertes ω_{th} liegen, dargestellt. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_1 bis t_2 , wenn die Drehscheibe D anfängt sich zu drehen, ist die Menge der (steigenden) Gierratenmesswerte G_{St} , die eine positive Steigung St bilden dargestellt. Im Zeitraum vom Zeitpunkt t_3 bis t_4 , wenn die Drehscheibe D aufhört sich zu drehen, ist die Menge der (sinkenden) Gierratenmesswerte G_{St} , die eine negative Steigung St bilden dargestellt. Ebenso ist die Menge der relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} des Gierratenmesssignals S_ω , die unterhalb des Schwellwertes ω_{th} liegen, dargestellt. Diese Menge der relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} umfasst nicht die Gierratenmesswerte im Zeitraum t_2 bis t_3 , in dem sich die Drehscheibe D mit konstanter Drehscheibengeschwindigkeit dreht, d.h. wenn die Gierratenmesswerte einen in etwa konstanten Wert ω_{konst} haben, der über dem Schwellwert ω_{th} , und auch über dem Gierraten-Offsetwert ω_{offset} des Gierratensensors 4, liegt. Somit kann die Menge der verbleibenden Gierratenmesswerte G_{ver} definiert oder bezeichnet werden als, die Menge, die sich aus der Menge der relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} abzüglich bzw. nach Vernachlässigen oder Entfernen der Menge der ermittelten Gierratenmesswerten G_{St} , die eine Steigung St bilden, ergibt. Die verbleibenden Gierratenmesswerte bzw. deren Menge G_{ver} kann daher insbesondere bezeichnet werden als $G_{ver} = G_{rel} - G_{St}$, wobei G_{rel} die relevanten Gierratenmesswerte (unterhalb des Schwellwertes) und G_{St} die Gierratenmesswerte, die eine Steigung St bilden, sind.

Nun zurückkehrend zu Fig. 5 wird, wenn nun in Schritt 210 ermittelt wird, dass bzw. welche relevante Gierratenmesswerte G_{rel} des Gierratenmesssignals S_ω , unterhalb des Schwellwertes ω_{th}

liegen (Zweig J für „Ja“ bei Schritt 210 in Fig. 5), dann geht das Verfahren weiter zu Schritt 220 des Speicherns dieser ermittelten Gierratenmesswerte als relevante Gierratenmesswert G_{rel} . Der Speicher kann beispielsweise als Ringbuffer ausgebildet sein (z.B. maximale Bufferlänge 20). Der Speicher ist insbesondere Teil der Steuerungsvorrichtung 3 oder mit dieser direkt verbunden. Es werden nur die für die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes möglichen validen oder relevanten Gierratenmesswerte G_{rel} in dem Speicher gespeichert. Es wird also nur eine Menge zulässiger oder relevanter Gierratenmesswerte G_{rel} analysiert. Jedoch ist es nicht ausreichend, dass die Menge der Gierratenmesswerte nur unterhalb des Schwellwertes ω_{th} liegt. Ein Gierratenmesswert $\omega_1, \dots, \omega_x$ kann unterhalb eines Schwellwertes ω_{th} liegen, aber Teil der drehenden bzw. rotierenden Bewegung der Drehscheibe D sein, insbesondere wenn sich die Drehscheibe D anfängt zu drehen bzw. aufhört zu drehen, und daher nicht zulässig für die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} sein. Daher wird die Menge G_{St} der Gierratenmesswerte in dem Gierratenmesssignal S_w ermittelt, die eine Steigung St bilden, wie bereits zu Schritt 300 beschrieben. Dann wird in Schritt 400 diese Menge G_{St} der Gierratenmesswerte die eine Steigung St bilden, bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} vernachlässigt bzw. herausgefiltert. Der Schritt 300 des Ermitteln von Gierratenmesswerten G_{St} in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung St bilden, basiert auf den ermittelten relevanten Gierratenmesswerten G_{rel} , die unterhalb des Schwellwertes ω_{th} liegen bzw. wird mittels dieser Werte durchgeführt. Der nachfolgende Schritt 400 des Vernachlässigens der ermittelten Gierratenmesswerte G_{St} , die eine Steigung St bilden, umfasst dann das Entfernen (oder Herausfiltern) dieser Werte aus oder von den relevanten Gierratenmesswerten G_{rel} , vor allem aus dem Speicher. Nur die verbleibenden Gierratenmesswerte G_{Ver} können dann für das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{th} in Schritt 500 verwendet werden.

Wie in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 zu sehen, wird jedoch vor dem Schritt 300 und 400, d.h. nach Schritt 220, noch ein Schritt 230 ausgeführt des Überprüfens, ob in dem Speicher eine ausreichende Menge ermittelter relevanter Gierratenmesswerte G_{rel} gespeichert sind (z.B. zwischen 10 und 20 Werte, oder genau 20 oder 10 Werte). Es wird also überprüft, ob genug relevante Gierratenmesswerte in dem Speicher vorhanden sind, um die Ermittlung einer Steigung St durchzuführen. Nach dem Schritt 220 wird dann wie oben beschrieben Schritt 300 und dann Schritt 400 ausgeführt.

Im Schritt 300 des Ermitteln von Gierratenmesswerten G_{St} in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung St bilden, kann insbesondere das Bilden einer (einfachen) linearen Regression mit den ermittelten relevanten Gierratenmesswerten G_{rel} erfolgen, z.B. mit den letzten paar Gierraten-

messwerten G_{rel} im Speicher (z.B. die letzten 3 oder 4 letzten Gierratenmesswerte G_{rel} im Speicher). Es kann dann überprüft werden, ob die Steigung St der so ermittelten Geraden steil genug ist, z.B. ob diese Steigung einen Steigungsschwellwert überschreitet (z.B. Steigung $> 5\%$). Es kann dann überprüft werden, welche Gierratenmesswerte G_{rel} (im Speicher) zu dieser Steigung gehören. Dies sind dann die Gierratenmesswerte G_{St} , die die Steigung St bilden. Diese Gierratenmesswerte G_S , die zu der Steigung St gehören bzw. diese bilden, werden dann im Schritt 400 vernachlässigt. Die anderen (verbleibenden) Gierratenmesswerte G_{Ver} , die nicht zu der Steigung St gehören, können dann bei der Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes ω_{th} im Schritt 500 verwendet werden.

Zudem wird in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 nach dem Schritt 400 ein Schritt 410 des Überprüfens ausgeführt, ob in dem Speicher eine ausreichende Menge ermittelter und gefilterter Gierratenmesswerte gespeichert sind (z.B. zwischen 10 und 20 Werte, oder genau 20 oder 10 Werte). Erst dann kann nachfolgend in Schritt 500 die Ermittlung des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} erfolgen. Es kann also in Schritt 410 überprüft werden, ob genug Gierratenmesswerte in dem Speicher sind bzw. verbleiben, um den Gierraten-Offsetwert ω_{offset} nachfolgend in Schritt 500 zu berechnen.

Im Schritt 500 erfolgt dann das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} mittels oder basiert auf den im Speicher verbleibenden Gierratenmesswerten G_{Ver} . Insbesondere sind diese verbleibenden Gierratenmesswerte G_{Ver} die Gierratenmesswerte im Speicher, die sich aus den relevanten Gierratenmesswerten G_{rel} abzüglich bzw. nach Vernachlässigen oder Entfernen der ermittelten Gierratenmesswerten G_{St} , die eine Steigung bilden, ergeben. Das Ermitteln des Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} kann hier insbesondere ein Ermitteln des Mittelwertes der verbleibenden Gierratenmesswerte G_{Ver} umfassen. Der Mittelwert kann als Quotient aus Summe der verbleibenden Gierratenmesswerte G_{Ver} und N Anzahl der verbleibenden Gierratenmesswerte G_{Ver} berechnet werden. Nach Schritt 500 kann, wie zu Fig. 3 beschreiben, noch der Schritt 600 des Ermitteln des Gierratenwertes durchgeführt werden.

Wie in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 zu sehen, wird hier jedoch zuvor nach Schritt 500 noch ein Schritt 510 ausgeführt werden des Plausibilisierens des in Schritt 500 ermittelten Gierraten-Offsetwertes ω_{offset} . Das Plausibilisieren kann hier insbesondere ein Überprüfen umfassen, ob der betragsmäßige bzw. absolute ermittelte Gierraten-Offsetwert $|\omega_{offset}|$ innerhalb eines definierten Bereichs B liegt. Der definierte Bereich B kann insbesondere im Bereich von 0,2 bis 0,3 %/s sein.

Fig. 7 zeigt ein Diagramm eines beispielhaften Gierratenmesssignals S_ω eines weiteren Ausführungsbeispiels. Es basiert im Wesentlichen auf dem in Fig. 6 beschriebenen Ausführungsbeispiel. Zusätzlich ist nun noch ein Bereich B gekennzeichnet, der für den Schritt 510 des Plausibilisierens verwendet wird. Der Bereich B befindet sich hier dargestellt zwischen der Nulllinie und einem Maximalwert. Der Bereich B umfasst jedoch insbesondere einen Bereich von plus/minus einem definierten Wert, z.B. plus/minus $0,3^\circ/\text{s}$, also insgesamt $0,6^\circ/\text{s}$.

Fig. 8 ein Diagramm eines real gemessenen Gierratenmesssignals S_ω eines weiteren Ausführungsbeispiels. Im oberen Teil der Fig. 8 ist das Stillstandssignal (Standstill) $S_{\text{standstill}}$ über die Zeit aufgezeichnet. Zunächst bewegt sich das Fahrzeug, d.h. die Geschwindigkeit v_{Ego} des Fahrzeugs ist ungleich null, und entsprechend ist zunächst das Stillstandssignals $S_{\text{standstill}}$ den Wert 0 (d.h. kein Stillstand). Dann aber nach einer gewissen Zeit, wie in Fig. 8 zu sehen, hat das Stillstandssignals $S_{\text{standstill}}$ den Wert 1 bzw. springt darauf, d.h. das Fahrzeug ist dann im Stillstand bzw. die Geschwindigkeit v_{Ego} des Fahrzeugs beträgt null. Im unteren Teil der Fig. 8 ist das real gemessenen Gierratensignal S_ω , d.h. die gemessenen Gierratenmesswerte über die Zeit t , aufgetragen. Mit dem hier beschriebenen Verfahren wird auch in einer solchen Situation mit drehender Drehscheibe der Gierraten-Offsetwert ω_{offset} korrekt ermittelt, wie in Fig. 8 zu sehen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}), der den Offset von Gierratenmesswerten eines Gierratensensors (4) eines Kraftfahrzeugs (1) repräsentiert, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 - Empfangen (100) einer Mehrzahl von Gierratenmesswerten ($\omega_{1,\dots,\omega_x}$) von dem Gierratensensor (2) über die Zeit (t), die ein Gierratenmesssignal (S_ω) darstellen;
 - Überprüfen (200), ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs (1) vorhanden ist; und
 - wenn dies der Fall ist, Ermitteln (500) des Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}) basierend auf dem Gierratenmesssignal (S_ω);gekennzeichnet durch
 - Ermitteln (300) von Gierratenmesswerten (G_{st}) in dem Gierratenmesssignal (S_ω), die eine Steigung (St) bilden; und
 - Vernachlässigen (400) der ermittelten Gierratenmesswerte (G_{st}), die eine Steigung (St) bilden, für das Ermitteln (500) des Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Überprüfen (100), ob ein Stillstand des Kraftfahrzeugs vorhanden ist, ein Überprüfen umfasst, ob eine Geschwindigkeit (v_{Ego}) des Kraftfahrzeugs (1) gleich oder etwa null ist und/oder Radimpulse des Kraftfahrzeugs (1) gleich oder etwa null sind.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend Vergleichen (210) des Gierratenmesssignals (S_ω) mit einem Schwellwert (ω_{th}).
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schwellwert (ω_{th}) etwa oder maximal 3 °/s beträgt, insbesondere etwa oder maximal 2,5°/s, insbesondere etwa 1°/s.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, umfassend Ermitteln (220) von relevanten Gierratenmesswerten (G_{rel}) des Gierratenmesssignals (S_ω), die unterhalb des Schwellwertes (ω_{th}) liegen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Ermitteln (300) von Gierratenmesswerten (G_{st}) in dem Gierratenmesssignal, die eine Steigung (St) bilden, basierend auf den ermittelten relevanten Gierratenmesswerten (G_{rel}), die unterhalb des Schwellwertes (ω_{th}) liegen, erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Vernachlässigen (400) der ermittelten Gierratenmesswerte (G_{st}), die eine Steigung (St) bilden, das Entfernen dieser Werte aus den relevanten Gierratenmesswerten (G_{rel}), die unterhalb des Schwellwertes (ω_{th}) liegen, umfasst.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ermitteln (500) des Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}) ein Ermitteln des Mittelwertes der verbleibenden Gierratenmesswerte umfasst.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend Plausibilisieren (510) des ermittelten Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}).
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Plausibilisieren (510) ein Überprüfen umfasst, ob der ermittelte Gierraten-Offsetwert (ω_{offset}) innerhalb eines definierten Bereichs liegt.
11. Verfahren zum Ermitteln eines Gierratenwertes, umfassend die Schritte des Verfahrens zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend Ermitteln (700) eines Gierratenwertes basierend auf dem Gierratenmesssignal (S_w) und dem ermittelten Gierraten-Offsetwert (ω_{offset}).
12. Steuerungsvorrichtung (3) zum Ermitteln eines Gierraten-Offsetwertes (ω_{offset}) und/oder eines Gierratenwertes (ω), die ausgebildet ist das Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.
13. Sensorvorrichtung (2) für ein Kraftfahrzeug (1), mit zumindest einem Gierratensensor (4) und mit einer Steuerungseinrichtung (3) nach Anspruch 12.
14. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, welche in einem computerlesbaren Medium gespeichert sind, um das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor einer elektronischen Steuerungseinheit (3) abgearbeitet wird.
15. Kraftfahrzeug (1) mit einer Sensorvorrichtung (2) nach Anspruch 13.

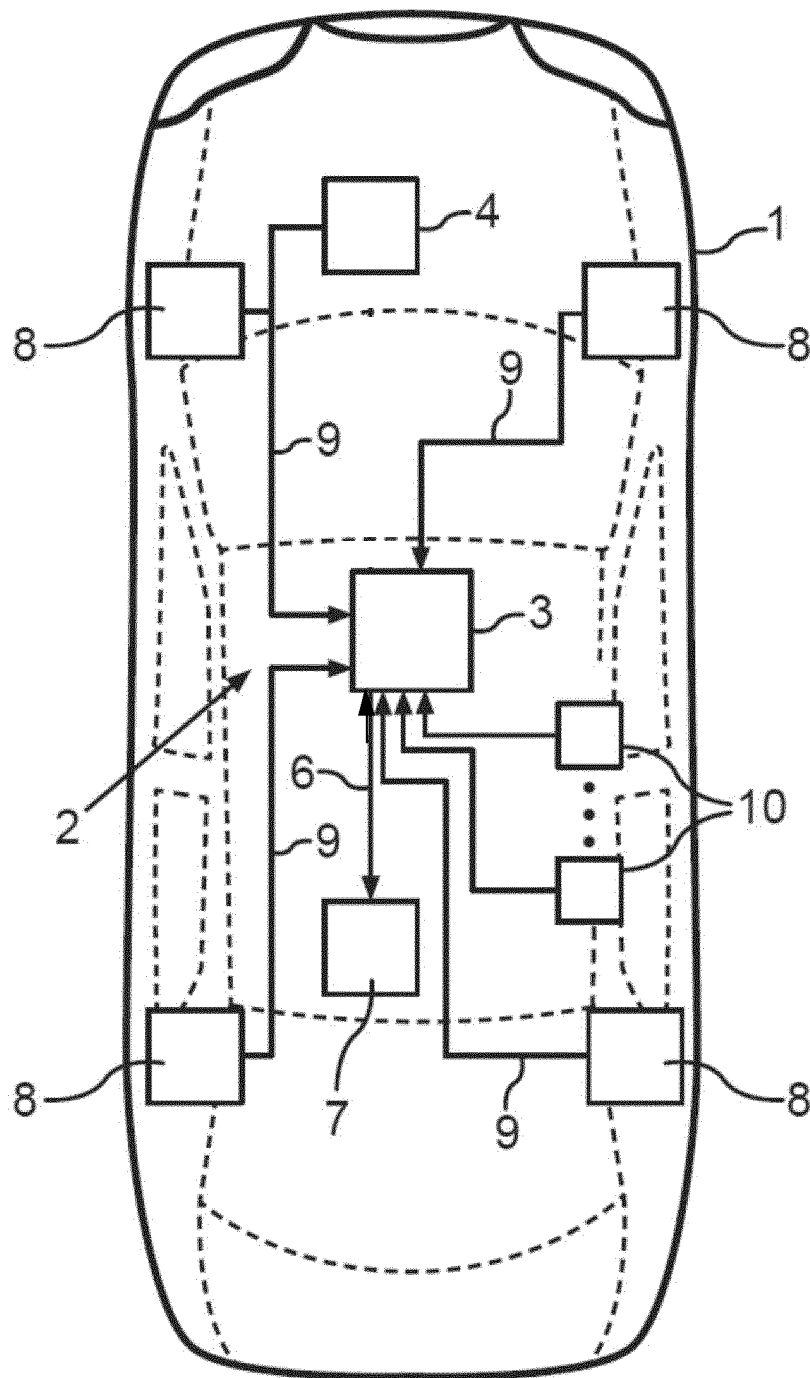


Fig. 1

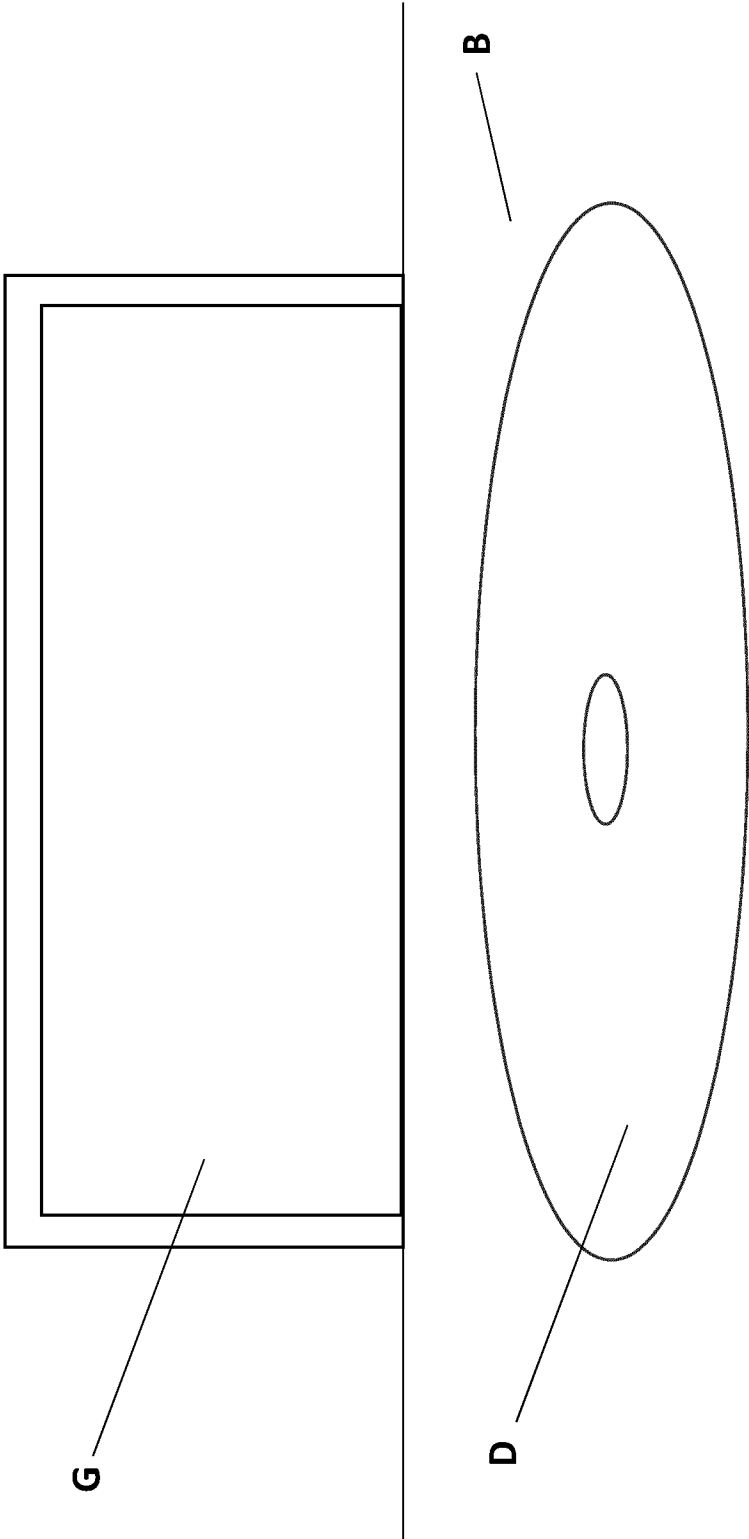


Fig. 2

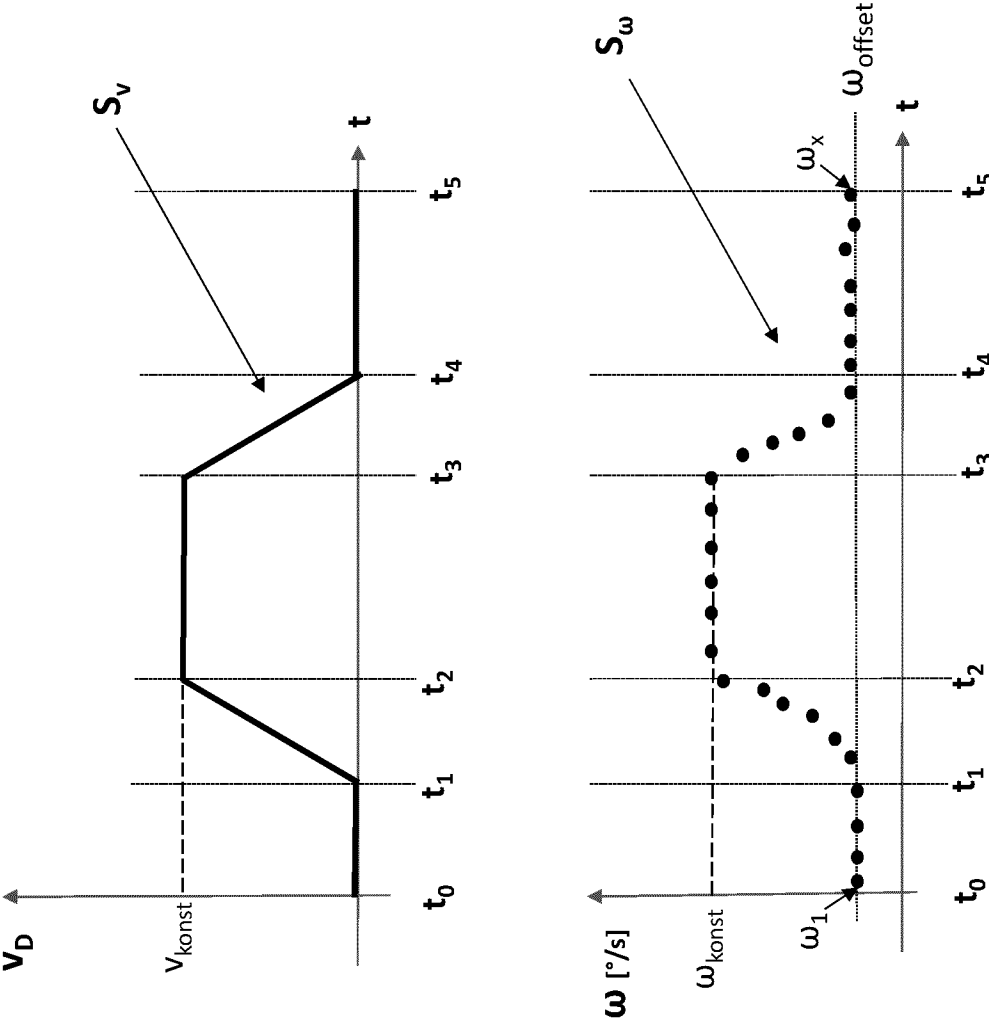


Fig. 3a

Fig. 3b

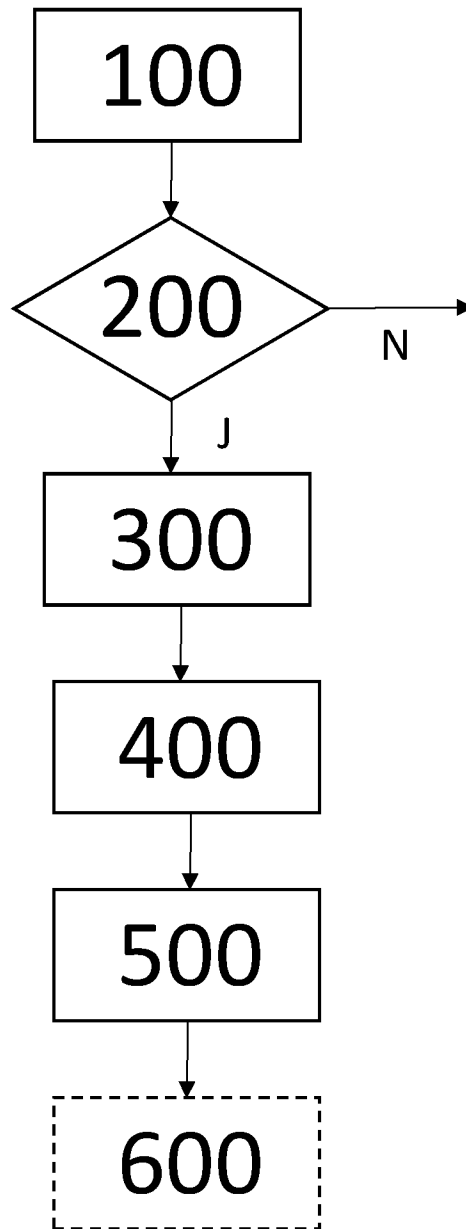


Fig. 4

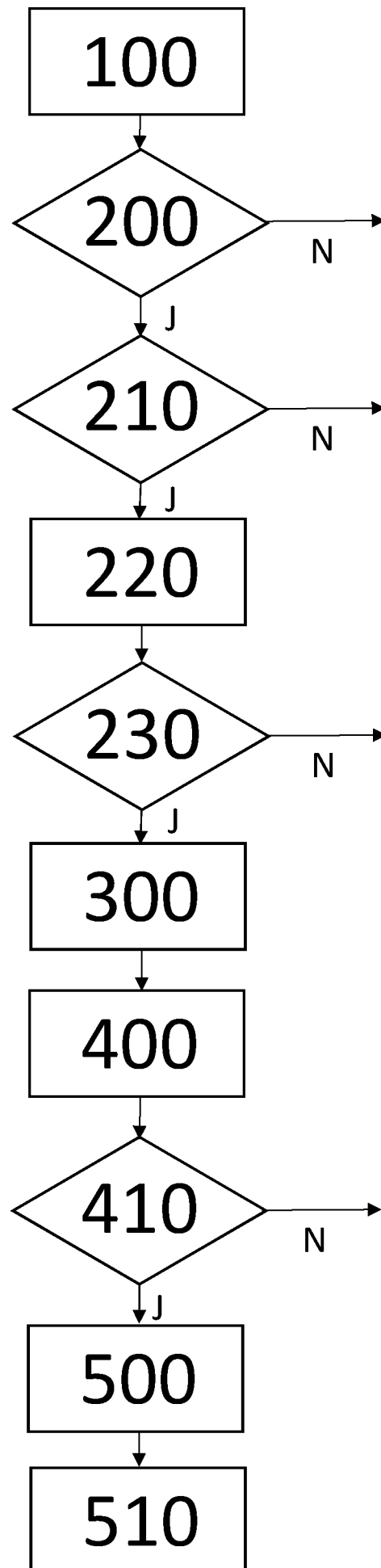
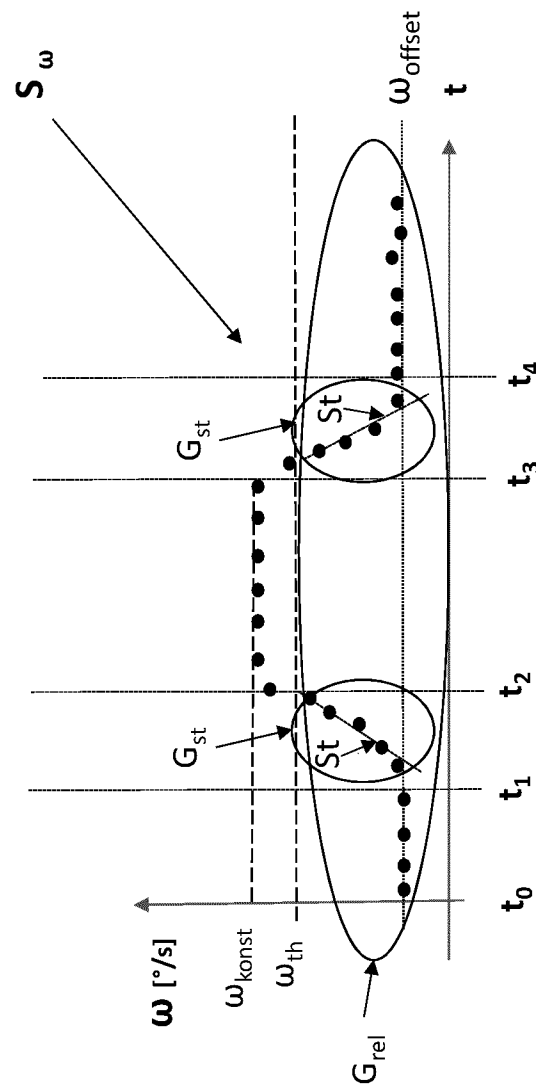


Fig. 5



6
م
ف

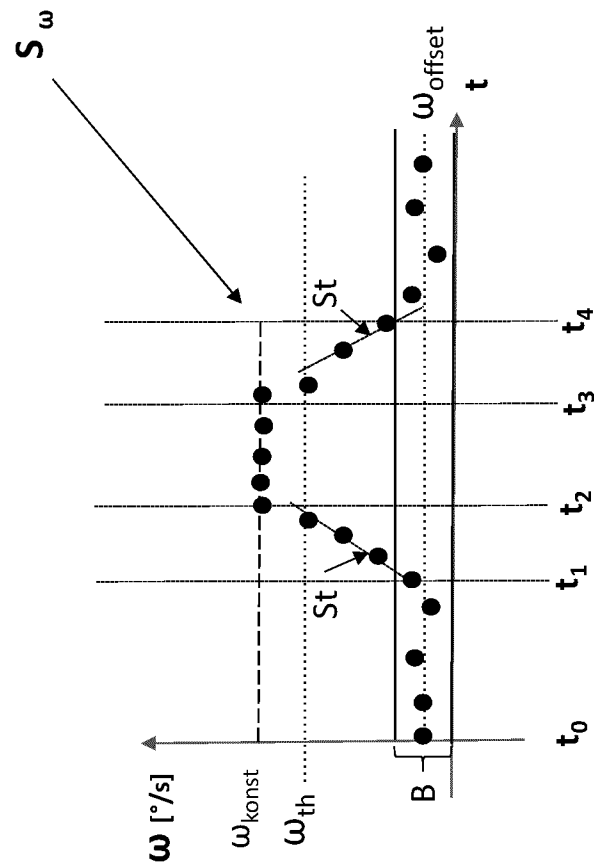


Fig. 7

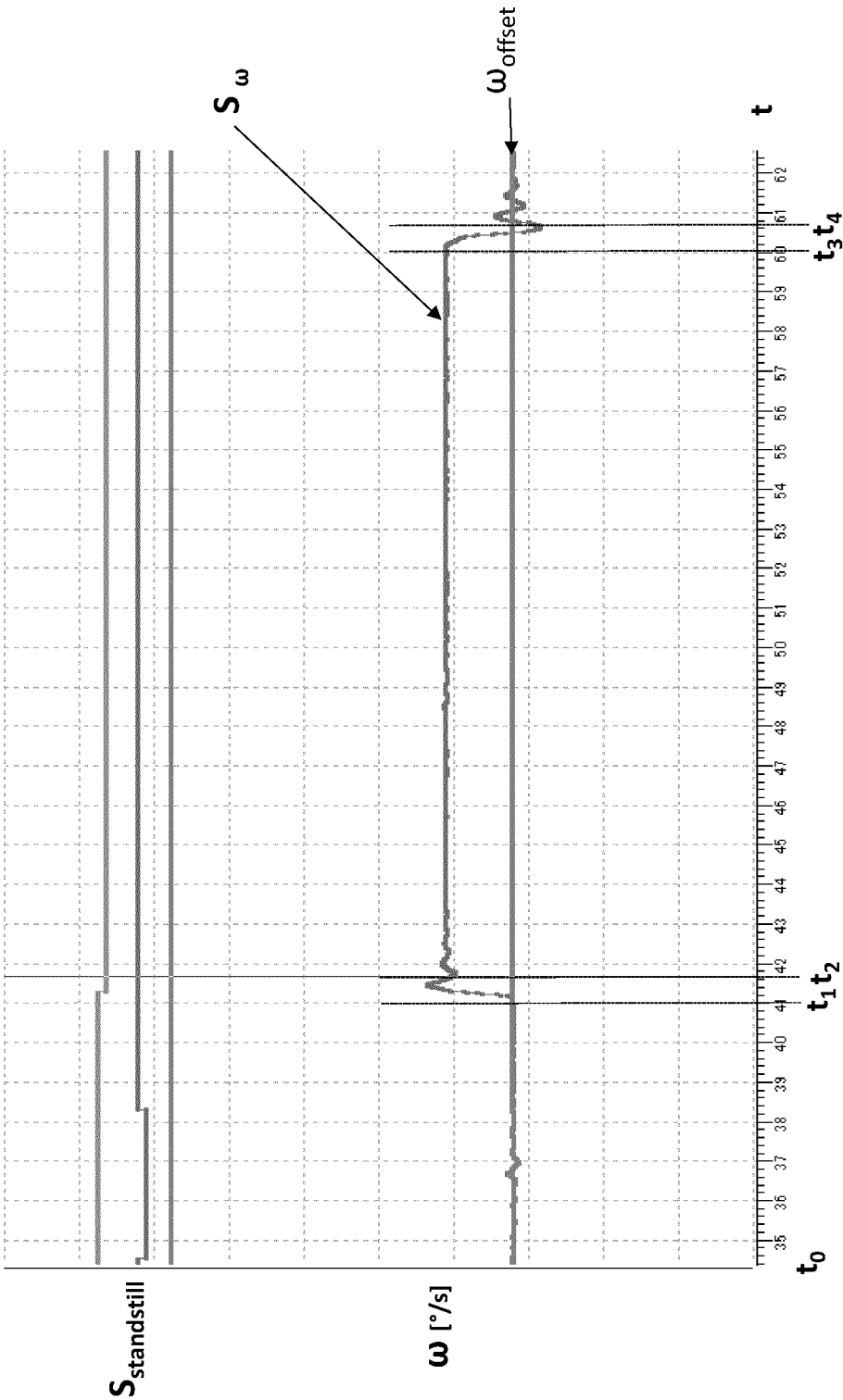


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/057580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01C 19/00**(2013.01)i; **G01C 25/00**(2006.01)i; **G01P 21/00**(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)

G01C; G01P; B60W

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 2008027601 A1 (SEWAKI KOJI [JP]) 31 January 2008 (2008-01-31) abstract; figures 1A, 1B, 2, 4, 7, 8, 9, 15 paragraph [0006] - paragraph [0009] paragraph [0019] - paragraph [0020] paragraph [0061] - paragraph [0072]	1-15
X	KR 20080001966 A (MANDO CORP [KR]) 04 January 2008 (2008-01-04) abstract; figures 1-3 paragraph [0009] - paragraph [0017]	1-15
X	JP 2005181254 A (ADVICS KK) 07 July 2005 (2005-07-07) abstract; figures 1-5 paragraph [0010] - paragraph [0032] paragraph [0054] - paragraph [0124]	1-15
X	JP 2012137455 A (ALPINE ELECTRONICS INC) 19 July 2012 (2012-07-19) the whole document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

03 August 2022

Date of mailing of the international search report

16 August 2022

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

Hanigk, Sebastian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/057580

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2008027601	A1	31 January 2008	CN	101118248	A	06 February 2008
				EP	1884782	A2	06 February 2008
				JP	2008032591	A	14 February 2008
				US	2008027601	A1	31 January 2008
KR	20080001966	A	04 January 2008	NONE			
JP	2005181254	A	07 July 2005	JP	4868704	B2	01 February 2012
				JP	2005181254	A	07 July 2005
JP	2012137455	A	19 July 2012	JP	5545663	B2	09 July 2014
				JP	2012137455	A	19 July 2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01C19/00 G01C25/00 G01P21/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01C G01P B60W		
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 2008/027601 A1 (SEWAKI KOJI [JP]) 31. Januar 2008 (2008-01-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1A, 1B, 2, 4, 7, 8, 9, 15 Absatz [0006] – Absatz [0009] Absatz [0019] – Absatz [0020] Absatz [0061] – Absatz [0072] -----	1-15
X	KR 2008 0001966 A (MANDO CORP [KR]) 4. Januar 2008 (2008-01-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absatz [0009] – Absatz [0017] -----	1-15
X	JP 2005 181254 A (ADVICS KK) 7. Juli 2005 (2005-07-07) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 Absatz [0010] – Absatz [0032] Absatz [0054] – Absatz [0124] -----	1-15
		-/--
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
3. August 2022		16/08/2022
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 Hanigk, Sebastian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2012 137455 A (ALPINE ELECTRONICS INC) 19. Juli 2012 (2012-07-19) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/057580

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008027601 A1	31-01-2008	CN 101118248 A	06-02-2008
		EP 1884782 A2	06-02-2008
		JP 2008032591 A	14-02-2008
		US 2008027601 A1	31-01-2008

KR 20080001966 A	04-01-2008	KEINE	

JP 2005181254 A	07-07-2005	JP 4868704 B2	01-02-2012
		JP 2005181254 A	07-07-2005

JP 2012137455 A	19-07-2012	JP 5545663 B2	09-07-2014
		JP 2012137455 A	19-07-2012
