

(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
22. Mai 2025 (22.05.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/103650 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 17/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/076757

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2024 (24.09.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 211 288.4
14. November 2023 (14.11.2023) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **NOWAK, Xi**; Talaecker 9, 72406 Bisingen
(DE). **WALTER, Rainer**; Ludwig-Hofer-Str 2, 74385
Pleidelsheim (DE). **SCHRADE, Simon**; Marsweilerstrasse
17/3, 88255 Baidt (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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN ACTUATOR ASSEMBLY, ACTUATOR ASSEMBLY, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER AKTUATORANORDNUNG, AKTUATORANORDNUNG,
KRAFTFAHRZEUG

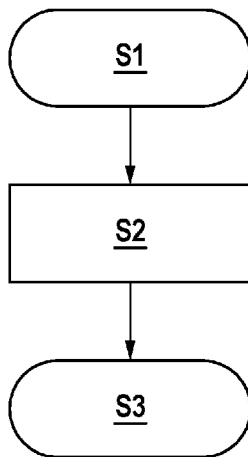


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating an actuator assembly (3), in particular of a motor vehicle (1), the actuator assembly (3) having at least two actuators (8, 9), at least one of which is designed to operate a wheel brake apparatus (10), steering apparatus (20) and/or drive apparatus (21) of the vehicle (1), and having a control system (15) that has at least two control devices (11, 12) assigned to one of the actuators (8, 9) each and has two central control units (6), each communicatively connected to the control devices (11, 12) by means of communication connections, and the control devices (11, 12) being controlled by one of the central control units (6) each for the purposes of controlling the associated actuators (8, 9). According to the invention, the control devices (11, 12) are directly communicatively interconnected by means of a communication connection, the control system (15) is monitored with regard to the occurrence of a malfunction, and if a malfunction of the control system (15) affecting one of the control devices (11, 12) is identified, control signals generated for the affected control device (11, 12) by one of the central control units (6) are transmitted between the control devices (11, 12) via the communication connection.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Aktuatoranordnung (3), insbesondere eines Kraftfahrzeugs (1), wobei die Aktuatoranordnung (3) zumindest zwei Aktuatoren (8,9), von denen zumindest einer zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung (10), Lenkvorrichtung (20) und/oder Antriebsvorrichtung (21) des Kraftfahrzeugs (1) ausgebildet ist, und ein Ansteuersystem (15) mit zumindest zwei, jeweils einem der Aktuatoren (8,9) zugeordneten Steuereinrichtungen (11,12) und zwei, jeweils kommunikationstechnisch mit den Steuereinrichtungen (11,12) durch Kommunikationsverbindungen verbundenen, zentralen Steuereinheiten (6) aufweist, und wobei die Steuereinrichtungen (11,12) durch jeweils eine der zentralen Steuereinheiten (6) zum Ansteuern der jeweiligen Aktuatoren (8,9) angesteuert werden. Es ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtungen (11,12) durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, dass das Ansteuersystem (15) auf das Auftreten einer Fehlfunktion überwacht wird, und dass dann, wenn eine Fehlfunktion des Ansteuersystems (15), die eine der Steuereinrichtungen (11,12) betrifft, erkannt wird, von einer der



(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

zentralen Steuereinheiten (6) erzeugte Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) übermittelt werden.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Betreiben einer Aktuatoranordnung, Aktuatoranordnung,
Kraftfahrzeug

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Aktuatoranordnung, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Aktuatoranordnung zumindest zwei Aktuatoren, von denen insbesondere zumindest einer zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung, Lenkvorrichtung und/oder Antriebsvorrichtung des Kraftfahrzeugs ausgebildet ist, und ein Ansteuersystem mit zumindest zwei, jeweils einem der Aktuatoren zugeordneten Steuereinrichtungen und zwei, jeweils kommunikationstechnisch mit den Steuereinrichtungen durch Kommunikationsverbindungen verbundenen, zentrale Steuereinheiten aufweist, und wobei die Steuereinrichtungen durch jeweils eine der zentralen Steuereinheiten zum Ansteuern der jeweiligen Aktuatoren angesteuert werden.

20

Außerdem betrifft die Erfindung eine Aktuatoranordnung und ein Kraftfahrzeug mit einer derartigen Aktuatoranordnung.

25 Stand der Technik

Verfahren der eingangs genannten Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise sind Aktuatoranordnungen für Bremssysteme von Kraftfahrzeugen bekannt, wobei jeweils zumindest ein als, insbesondere elektromechanischer, Betriebsbremsaktuator ausgebildeter Aktuator jeweils einem von vier Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet ist, und wobei zumindest zweien der Räder derselben Achse des Kraftfahrzeugs jeweils ein zusätzlicher Parkbremsaktuator zugeordnet ist. Jedem der Aktuatoren ist eine eigene Steuereinrichtung zugeordnet, die üblicherweise durch zumindest eine entfernt von den Aktuatoren angeordnete, zentrale Steuereinheit angesteuert wird.

35

Insbesondere ist jeweils zwei der Räder des Kraftfahrzeugs, beispielsweise achsweise oder kreuzweise, eine separate zentrale Steuereinheit zugeordnet, die insoweit für zumindest zwei der Aktuatoren zuständig ist. Die zentralen Steuereinrichtungen übernehmen üblicherweise eine Bremskraftverteilung für das Gesamtfahrzeug durch entsprechende Kommandos an die den Aktuatoren zugeordneten Steuereinrichtungen. Um die Ausfallsicherheit der Aktuatoranordnung zu erhöhen, ist es bekannt, Komponenten redundant auszuführen, um Ausfälle einzelner Komponenten und/oder Subsysteme zu kompensieren.

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuereinrichtungen durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, dass das Ansteuersystem auf das Auftreten einer Fehlfunktion überwacht wird, und dass dann, wenn eine Fehlfunktion des Ansteuersystems, die eine der Steuereinrichtungen betrifft, erkannt wird, von einer der zentralen Steuereinheiten erzeugte Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen übermittelt werden. Dadurch wird vorteilhaft ein Weiterbetrieb der Aktuatoranordnung bei einer Fehlfunktion des Ansteuersystems sicher gewährleistet, ohne dass auch nur eine der Komponenten redundant ausgeführt ist. Im Unterschied dazu würde bei den eingangs genannten Aktuatoranordnungen eine derartige Fehlfunktion ohne weitere redundante Komponenten dazu führen, dass die betroffene Steuereinrichtung keine Steuersignale mehr von einer der Steuereinheiten empfangen könnte, weil keine ersatzweise nutzbare Kommunikationsverbindung zu einer der Steuereinrichtungen existiert. Der Erfindung liegt insoweit die Erkenntnis zugrunde, dass für derartige Fehlfunktionen eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen besonders vorteilhaft ist, die dann erfindungsgemäß ersatzweise zum Übermitteln der Steuersignale verwendet wird, also als alternativer Übertragungsweg beziehungsweise zum Rerouting der Steuersignale. Insbesondere ist die Kommunikationsverbindung als SPI-Bus ausgebildet. Die Steuersignale stammen insbesondere von der auch ohne Fehlfunktion zuständigen

Steuereinheit, wenn diese der betroffenen Steuereinrichtung fest zugeordnet ist, und werden nur über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen umgeleitet. Alternativ werden die Steuersignale vorzugsweise, falls die Steuereinheit aufgrund der Fehlfunktion ausgefallen ist, von der anderen Steuereinheit ersatzweise erzeugt und über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen übermittelt. So ist unabhängig von der Art der Fehlfunktion sichergestellt, dass die jeweilige Steuereinrichtung noch Steuersignale erhält und der entsprechende Aktuator ansteuerbar ist oder angesteuert wird. Insbesondere ist jeweils einer der Aktuatoren als zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung ausgebildeter Betriebsbremsaktor oder Parkbremsaktor, als Lenkaktor oder als Antriebsaktor ausgebildet. Vorzugsweise sind die zwei Aktuatoren oder jeweils zwei der Aktuatoren, beispielsweise ein Betriebsbremsaktor und ein Parkbremsaktor, derselben Vorrichtung, insbesondere Radbremsvorrichtung, und/oder Vorrichtungen desselben Rads des Kraftfahrzeugs zugeordnet. Besonders bevorzugt sind zumindest vier, insbesondere genau vier, Aktuatoren, beispielsweise zwei Betriebsbremsaktuatoren und zwei Parkbremsaktuatoren, vorgesehen, wobei beispielsweise jeweils einer der Betriebsbremsaktuatoren und einer der Parkbremsaktuatoren einem von zwei Rädern derselben Achse des Kraftfahrzeugs zugeordnet ist. Vorzugsweise weist das Ansteuersystem für jeden der Aktuatoren eine eigene Steuereinrichtung auf, sodass jedem der Aktuatoren eine eigene Steuereinrichtung zugeordnet ist. Insbesondere werden zumindest eine der, insbesondere alle, jeweils einem der Aktuatoren derselben Art, insbesondere Betriebsbremsaktuatoren, zugeordneten Steuereinrichtungen durch eine der zentralen Steuereinheiten, und zumindest eine der, insbesondere alle, jeweils einem der Aktuatoren einer anderen Art, insbesondere Parkbremsaktuatoren zugeordneten Steuereinrichtungen durch eine andere der zentralen Steuereinheiten angesteuert. Alternativ werden zumindest die derselben Vorrichtung, insbesondere Radbremsvorrichtung, des Kraftfahrzeugs zugeordneten Steuereinrichtungen durch dieselbe zentrale Steuereinheit angesteuert. Besonders bevorzugt weist das Ansteuersystem für jede der Steuereinrichtungen eine eigene zentrale Steuereinheit auf, sodass jeder der Steuereinrichtungen eine eigene zentrale Steuereinheit zugeordnet ist, durch die jeweilige Steuereinrichtung angesteuert wird. Vorzugsweise sind jeweils zwei der zentralen Steuereinheiten durch eine Kommunikationsverbindung

kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden. Insbesondere ist jeweils eine der Steuereinheiten, die mit einer oder mehreren einem der Aktuatoren derselben Art, insbesondere Betriebsbremsaktuatoren, zugeordneten Steuereinrichtungen verbunden ist, mit zumindest, insbesondere genau, einer anderen der Steuereinheiten, die mit einer oder mehreren einem der Aktuatoren einer anderen Art, insbesondere Parkbremsaktuatoren, zugeordneten Steuereinrichtungen verbunden ist, direkt verbunden, wobei vorzugsweise die entsprechenden Steuereinrichtungen Aktuatoren desselben Rades des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind. Besonders bevorzugt ist die erfindungsgemäße Aktuatoranordnung, insbesondere derartige Aktuatoren, Steuereinheiten und/oder Steuereinrichtungen für zumindest, insbesondere genau, eine der Achsen des Kraftfahrzeugs vorgesehen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem Normalbetriebsmodus der Aktuatoranordnung Steuersignale nur über Kommunikationsverbindungen von einer der zentralen Steuereinheiten an eine der Steuereinrichtungen und von einer anderen der zentralen Steuereinheiten an eine andere der Steuereinrichtungen übermittelt werden, wobei insbesondere jede der zentralen Steuereinheiten nur mit einer der beiden Steuereinrichtungen durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt verbunden ist. Durch eine derartige Übermittlung ist vorteilhaft sichergestellt, dass jeder der Steuereinrichtungen genau eine andere der zentralen Steuereinheiten fest zugeordnet ist, sodass auch bei einem vollständigen Ausfall einer der zentralen Steuereinheiten nur eine der Steuereinrichtungen direkt betroffen ist, und die andere der Steuereinrichtungen im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens Steuersignale ersatzweise von der anderen Steuereinheit empfängt, übermittelt durch die direkte Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen. Besonders vorteilhaft robust funktioniert dies, wenn jede der zentralen Steuereinheiten eben nur mit einer der beiden Steuereinrichtungen kommunikationstechnisch direkt verbunden ist. Vorzugsweise werden in einem Normalbetriebsmodus der Aktuatoranordnung Steuersignale über zumindest zwei unabhängige Kommunikationsverbindungen von der jeweiligen zentralen Steuereinheit an die jeweilige Steuereinrichtung übermittelt, wobei in Abhängigkeit von einem Vergleich der Steuersignale mittels der Steuereinrichtung eine Fehlfunktion des Ansteuersystems, insbesondere ein

Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen, erkannt wird. Beispielsweise werden Steuersignale sowohl über eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen Steuereinheit und Steuereinrichtung, als auch über Kommunikationsverbindungen zwischen der Steuereinheit und einer anderen der Steuereinrichtungen sowie zwischen den Steuereinrichtungen an die Steuereinrichtung übermittelt.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der zentralen Steuereinheiten erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit übermittelt werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die zentralen Steuereinheiten eine Redundanz hinsichtlich der Erzeugung der Steuersignale für einander bilden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuersignale von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit erzeugt werden, über eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit und der nicht betroffenen Steuereinrichtung an die nicht betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden. Dadurch ist vorteilhaft sichergestellt, dass die Steuersignale störungsfrei von der jeweils anderen der zentralen Steuereinheiten an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden und die Aktuatoranordnung fehlerfrei weiterbetrieben wird.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen zwischen einer der zentralen Steuereinheiten und einer der Steuereinrichtungen erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit übermittelt werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die zentralen Steuereinheiten eine Redundanz hinsichtlich der Erzeugung der Steuersignale für einander bilden, wenn die Steuersignale der eigentlich zuständigen, noch funktionsfähigen Steuereinheit wegen des Ausfalls der

direkten Kommunikationsverbindung nicht direkt an die entsprechende Steuereinrichtung übermittelt werden können.

5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuersignale von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit erzeugt werden, von der anderen der zentralen Steuereinheiten über die Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit und der nicht betroffenen Steuereinrichtung an die nicht betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung über die
10 Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden. Dadurch ist vorteilhaft sichergestellt, dass die Steuersignale störungsfrei von der ursprünglich nicht zugeordneten, jeweils anderen der zentralen Steuereinheiten an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden und die Aktuatoranordnung fehlerfrei weiterbetrieben wird.

15 Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die zentralen Steuereinheiten durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, und dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen zwischen einer der zentralen Steuereinheiten und einer der Steuereinrichtungen erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten übermittelt werden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die
20 zentralen Steuereinheiten Steuersignale untereinander austauschen können, und dass zumindest bei Ausfall nur der Kommunikationsverbindung zwischen einer der zentralen Steuereinheiten und einer der Steuereinrichtungen nicht notwendigerweise die andere der zentralen Steuereinheiten Steuersignale generieren muss, sondern dass die Steuersignale lediglich über die direkte Kommunikationsverbindung zwischen den beiden Steuereinheiten ressourceneffizient umgeleitet werden.

30 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuersignale von der zentralen Steuereinheit erzeugt werden, über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten an die andere der zentralen Steuereinheiten übermittelt werden, von der anderen der zentralen Steuereinheiten über die Kommunikationsverbindung zwischen der
35

zentralen Steuereinheit und der nicht betroffenen Steuereinrichtung an die nicht betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden.

5 Dadurch ist vorteilhaft sichergestellt, dass die Steuersignale störungsfrei von der ursprünglich zugeordneten der zentralen Steuereinheiten an die betroffene Steuereinrichtung übermittelt werden und die Aktuatoranordnung fehlerfrei weiterbetrieben wird.

10 Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die zentralen Steuereinheiten durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, dass in dem Normalbetriebsmodus über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten Kommunikationssignale übermittelt werden, und dass, wenn ein Ausfall der
15 Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten erkannt wird, die Kommunikationssignale über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen an die jeweiligen zentralen Steuereinheiten übermittelt werden. Die Kommunikationssignale umfassen insbesondere eine durch die Aktuatoren einzustellende vorgegebene Verzögerung, einen Bremswunsch, eine
20 Beschleunigungsvorgabe, eine Lenkvorgabe, Sensorsignale und/oder einen Systemzustand der Aktuatoranordnung, eines Bremssystems, eines Antriebssystems, eines Lenksystems und/oder des Kraftfahrzeugs. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass auch bei Ausfall der direkten
25 Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten entsprechende Kommunikationssignale, beispielsweise als Abstimmung für die Steuersignale, insbesondere zusätzlich zu den Steuersignalen, durch geschickte Umleitung ausgetauscht werden.

30 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kommunikationssignale von jeweils einer der zentralen Steuereinheiten erzeugt werden, von der zentralen Steuereinheit über die Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit und der Steuereinrichtung an die Steuereinrichtung übermittelt werden, von der Steuereinrichtung über die
35 Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen an die andere Steuereinrichtung übermittelt werden, und von der anderen Steuereinrichtung

über die Kommunikationsverbindung zwischen der anderen Steuereinrichtung und der andere zentralen Steuereinheit an die andere zentrale Steuereinheit übermittelt werden. Dadurch ist vorteilhaft sichergestellt, dass die Kommunikationssignale störungsfrei unter Umgehung der ausgefallenen direkten Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten ausgetauscht werden und die Aktuatoranordnung fehlerfrei weiterbetrieben wird.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass, wenn eine Fehlfunktion erkannt wird, eine Fehlermeldung ausgegeben wird, insbesondere auf einer Anzeigevorrichtung. Durch das Ausgeben der Fehlermeldung ergibt sich der Vorteil, dass die Fehlfunktion sicher nach außen kommuniziert wird, um beispielsweise von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs wahrgenommen zu werden.

Die Aktuatoranordnung, insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 12 weist zumindest zwei Aktuatoren, von denen insbesondere zumindest einer zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung, Lenkvorrichtung und/oder Antriebsvorrichtung des Kraftfahrzeugs ausgebildet ist, und ein Ansteuersystem mit zumindest zwei, jeweils einem der Aktuatoren zugeordneten Steuereinrichtungen und zwei, jeweils kommunikationstechnisch mit den Steuereinrichtungen durch Kommunikationsverbindungen verbundenen, zentrale Steuereinheiten auf. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuereinrichtungen und die zentralen Steuereinheiten jeweils speziell dazu hergerichtet sind, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. Daraus ergeben sich die bereits genannten Vorteile. Vorzugsweise ist die Aktuatoranordnung Teil eines Bremssystems, Lenksystems und/oder Antriebssystems des Kraftfahrzeugs. Die Aktuatoren der Aktuatoranordnung sind insbesondere unterschiedlichen Vorrichtungen, beispielsweise Radbremsvorrichtungen, Antriebsvorrichtungen und/oder Lenkvorrichtungen eines Kraftfahrzeugs, zugeordnet. Beispielsweise ist zumindest einer der Aktuatoren als Bremsaktuator, insbesondere Betriebsbremsaktuator und/oder Parkbremsaktuator, Lenkaktuator und/oder Antriebsaktuator ausgebildet. Es sind insoweit beliebige Kombinationen möglich.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass einer der Aktuatoren als Betriebsbremsaktuator und ein anderer der Aktuatoren als Parkbremsaktuator eines Bremssystems eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist, wobei insbesondere

der Parkbremsaktuator derselben Radbremsvorrichtung zugeordnet ist wie der Betriebsbremsaktuator. Bei einer derartigen Zuordnung sind die Vorteile der erfindungsgemäßen Aktuatoranordnung besonders stark ausgeprägt.

5 Das Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 14 zeichnet sich durch das erfindungsgemäße Bremssystem aus. Auch daraus ergeben sich die bereits genannten Vorteile.

10 Weitere bevorzugte Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen. Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dazu zeigen

Figuren 1A bis 1C Ausführungsbeispiele eines Kraftfahrzeugs mit einer vorteilhaften Aktuatoranordnung,

15

Figur 2 eine Detailansicht der Aktuatoranordnung, und

Figur 3 ein Verfahren zum Betreiben der Aktuatoranordnung.

20

Figur 1A zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugs 1. Das Kraftfahrzeug 1 weist eine Aktuatoranordnung 3 auf. Jedem der Räder 4 des Kraftfahrzeugs 1 ist eine Radbremseinrichtung 5 eines Bremssystems 2 zugeordnet.

25

Figur 1B zeigt ein zweites, und Figur 1C ein drittes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs 1, bei dem jeweils zumindest einem der Räder 4, vorliegend den Rädern 4 einer Achse 7 des Kraftfahrzeugs 1 zumindest zwei Einrichtungen unterschiedlicher Systeme, ausgewählt aus einer Radbremseinrichtung 5 eines Bremssystems 2, einer Lenkeinrichtung 16 eines Lenksystems 17, und einer Antriebseinrichtung 18 eines Antriebssystems 19, zugeordnet sind. Es sind insoweit beliebige Kombinationen denkbar, also Radbremseinrichtung 5 und Lenkeinrichtung 16, Radbremseinrichtung 5 und Antriebseinrichtung 18, sowie Lenkeinrichtung 16 und Antriebseinrichtung 18.

30

Jede der Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16 und Antriebseinrichtungen 18 ist über zumindest jeweils eine Kommunikationsverbindung mit einer von zwei (erstes und zweites Ausführungsbeispiel) oder drei (drittes Ausführungsbeispiel) zentralen Steuereinheiten 6 der Aktuatoranordnung 3 kommunikationstechnisch verbunden, wie durch entsprechende Linien angedeutet.

Die zentralen Steuereinheiten 6 sind jeweils, wie durch entsprechende Linien angedeutet, mit zumindest zwei anderen der Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16 und/oder Antriebseinrichtungen 18 kommunikationstechnisch verbunden, sodass sich in dem ersten Ausführungsbeispiel zwei kommunikationstechnisch voneinander getrennte Bremskreise ergeben.

Vorliegend sind die Radbremseinrichtungen 5, lediglich beispielgebend, kreuzweise zugeordnet, sodass die Bremskreise jeweils eine einer Seite des Kraftfahrzeugs 1 zugeordnete Radbremseinrichtung 5 einer der Achsen 7 und eine, einer anderen Seite des Kraftfahrzeugs 1 zugeordnete Radbremseinrichtung 5 einer anderen der Achsen 7 des Kraftfahrzeugs 1 umfassen.

In dem zweiten Ausführungsbeispiel ist jede der zentralen Steuereinheiten 6 mit jeweils zwei unterschiedlichen Rädern 4 derselben Achse 7 zugeordneten unterschiedlichen Einrichtungen, ausgewählt aus Radbremseinrichtung 5, Lenkeinrichtung 16 und Antriebseinrichtung 18, beispielsweise einer Radbremseinrichtung 5 eines linken Rades 4, und mit einer Lenkeinrichtung 16 oder Antriebseinrichtung 18 eines rechten Rades, sowie, lediglich beispielgebend, mit einer anderen der Einrichtungen eines anderen Rades 4 einer anderen Achse 7, kommunikationstechnisch verbunden. Die Steuereinheiten 6 sind insoweit als domänenübergreifende oder Cross-Domain-Steuereinheiten ausgebildet, also beispielsweise dem Bremssystem 2 und dem Lenksystem 17 zugeordnet.

In dem dritten Ausführungsbeispiel ist stattdessen eine zusätzliche dritte Steuereinheit 6 vorgesehen, wobei jede der Steuereinheiten 6

domänenspezifisch dann nur jeweils mit zumindest, vorliegend genau, zwei Einrichtungen derselben Art, die vorliegend unterschiedlichen Rädern 4 zugeordnet sind, kommunikationstechnisch verbunden ist, also Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16 oder Antriebseinrichtungen 18.

Zusätzlich sind die zentralen Steuereinheiten 6, wie durch entsprechende Linien angedeutet, jeweils auch miteinander kommunikationstechnisch direkt verbunden. Außerdem ist im ersten Ausführungsbeispiel jede der zentralen Steuereinheiten 6, wie durch entsprechende Linien angedeutet, zusätzlich mit jeweils einer anderen der Radbremseinrichtungen 5 derselben Achse 7, beispielsweise einer Hinterachse, kommunikationstechnisch direkt verbunden.

Zumindest die beiden Radbremseinrichtungen 5 dieser Achse 7 sind also im ersten Ausführungsbeispiel jeweils mit beiden der zentralen Steuereinheiten 6 kommunikationstechnisch direkt verbunden. In dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel sind jeweils die demselben Rad 4 zugeordneten Einrichtungen kommunikationstechnisch direkt verbunden. Diese zusätzlichen direkten kommunikationstechnischen Verbindungen erlauben einen besonders vorteilhaften Weiterbetrieb der Aktuatoranordnung 3 bei Fehlfunktionen, wie nachfolgend beschrieben wird.

Dabei weist jede der Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16 und Antriebseinrichtungen 18 mehrere Komponenten auf, die in der Figur 2 exemplarisch in einer Detailansicht dargestellt sind. Die Interpretation der entsprechenden Komponenten ist davon abhängig, welches der Ausführungsbeispiele betrachtet wird.

In dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Figur 2 eine Detailansicht für eine der Radbremseinrichtungen 5. Dargestellt sind zwei Aktuatoren 8, 9, von denen einer als zum Betätigen einer, insbesondere elektromechanischen Radbremsvorrichtung 10 ausgebildeter Betriebsbremsaktuator 8 und ein anderer als Parkbremsaktuator 9 ausgebildet ist. Die Aktuatoren 8, 9 sind insoweit Teil der Aktuatoranordnung 3. Der Parkbremsaktuator 9 ist, wie jeweils durch eine gestrichelte Linie angedeutet, insbesondere dazu ausgebildet, auf den

Betriebsbremsaktuator 8 oder direkt auf die Radbremsvorrichtung 10 einzuwirken, beispielsweise um diesen zu blockieren.

In dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel ist die Figur 2 jeweils eine Detailansicht für zwei unterschiedliche, in den Figuren 1B oder 1C jeweils kommunikationstechnisch direkt miteinander verbundene Einrichtungen desselben Rades 4. Insoweit sind die Aktuatoren 8, 9 unterschiedlichen Einrichtungen, ausgewählt aus Radbremseinrichtung 5, Lenkeinrichtung 16, und Antriebseinrichtung 18, und Vorrichtungen, ausgewählt aus Radbremsvorrichtung 10, Lenkvorrichtung 20 und Antriebsvorrichtung 21, zugeordnet, und unabhängig voneinander.

Beispielsweise ist jeweils einer der Aktuatoren 8, 9 als Bremsaktuator 8, 9, insbesondere Betriebsbremsaktuator und/oder Parkbremsaktuator, einer Radbremseinrichtung 5, zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung 10, als Lenkaktuator 8, 9 einer Lenkeinrichtung 16 zum Betätigen einer Lenkvorrichtung 20 oder als Antriebsaktuator 8, 9 einer Antriebseinrichtung 18 zum Betätigen einer Antriebsvorrichtung 21 ausgebildet.

Die entsprechenden Vorrichtungen sind vorliegend jeweils genau einem der Räder 4 zugeordnet, also beispielsweise als radindividuelle Antriebe oder Einzelradsteller einer Lenkung ausgebildet, alternativ sind sie, insbesondere als zentraler Antrieb oder zentrale Lenkung/Zentrallenksteller, zwei Rädern 4 derselben Achse zugeordnet. Insbesondere ist zumindest eine der jeweiligen Einrichtungen, Vorrichtungen, Steuereinrichtungen und/oder Aktuatoren radnah angeordnet.

Weiter erkennbar sind zwei, jeweils einem der Aktuatoren 8, 9 zugeordnete Steuereinrichtungen 11, 12, wobei eine erste der Steuereinrichtungen 11 einem ersten der Aktuatoren 8, in dem ersten Ausführungsbeispiel also dem Betriebsbremsaktuator 8, und eine zweite der Steuereinrichtungen 12 einem zweiten der Aktuatoren 9, in dem ersten Ausführungsbeispiel also dem Parkbremsaktuator 9, zugeordnet ist. Insbesondere sind die Steuereinrichtungen 11, 12 in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, oder als gemeinsame Steuereinrichtung aufgebaut.

Über eine erste Kommunikationsschnittstelle 13 ist die erste Steuereinrichtung 11 mit einer der zentralen Steuereinheiten 6 und über eine zweite Kommunikationsschnittstelle 14 ist die zweite Steuereinrichtung 12 mit einer der zentralen Steuereinrichtungen 6 kommunikationstechnisch verbunden. Die Steuereinrichtungen 11, 12 sind über eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden.

In dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel entspricht dies der Kommunikationsverbindung zwischen den in den Figuren 1B und 1C jeweils kommunikationstechnisch direkt miteinander verbundenen Einrichtungen. In dem ersten Ausführungsbeispiel ist diese Kommunikationsverbindung in der Figur 1A nicht erkennbar, sondern innerhalb der jeweiligen Radbremseinrichtung 5 ausgeführt.

Wie vorstehend beschrieben sind beide Steuereinrichtungen 11, 12 mit jeweils einer anderen der Steuereinheiten 6 über jeweils eine separate Kommunikationsleitung verbunden. Vorliegend sind, in Bezug auf das erste Ausführungsbeispiel, nur die Radbremseinrichtungen 5 einer der Achsen 7, insbesondere der Hinterachse, wie dargestellt aufgebaut und mit einer Parkbremsfunktion und damit dem Parkbremsaktor 9 und der Steuereinrichtung 12 ausgestattet. Der Betriebsbremsaktor 8 und dessen Steuereinrichtung 11 sowie der Parkbremsaktor 9 und dessen Steuereinrichtung 12 sind insoweit unterschiedlichen Bremskreisen zugeordnet.

Die Steuereinrichtungen 11, 12 sind jeweils dazu ausgebildet, durch die jeweilige zentrale Steuereinheit 6 zum Ansteuern ihrer jeweiligen Aktuatoren 8, 9 angesteuert zu werden, insbesondere in Abhängigkeit von entsprechenden Steuersignalen der zentralen Steuereinheit 6. Die Steuereinrichtungen 11, 12 sowie die Steuereinheiten 6 sind insoweit Teil eines Ansteuersystems 15 der Aktuatoranordnung 3.

Im Folgenden wird mit Bezug auf Figur 3 ein vorteilhaftes Verfahren zum Betreiben der Aktuatoranordnung 3 beschrieben. Hierzu zeigt die Figur 3 das Verfahren anhand eines Flussdiagramms. Insbesondere wird durch das

Verfahren gewährleistet, dass eine Fehlfunktion des Ansteuersystems 15 den Weiterbetrieb der Aktuatoranordnung 3 und damit die Fahrsicherheit des Kraftfahrzeugs 1 nicht beeinträchtigt.

5 Die in den Figuren 1A bis 1C und 2 beschriebenen Komponenten sowie deren Anordnung und Verschaltung sind dabei in ihrer Komplexität lediglich beispielgebend. Um die Vorteile der Aktuatoranordnung 3 nutzen und das nachfolgend beschriebene Verfahren durchführen zu können, reicht es als
10 Mindestvoraussetzung aus, dass zwei zentrale Steuereinheiten 6 und eine Einrichtung mit einem ersten Aktuator 8, beispielsweise eine Radbremseinrichtung 5 mit einem Betriebsbremsaktuator 8, sowie der ihm zugeordneten ersten Steuereinrichtung 11 und eine andere, oder dieselbe, Einrichtung mit einem zweiten Aktuator 9, beispielsweise die
15 Radbremseinrichtung mit einem Parkbremsaktuator 9, sowie der ihm zugeordneten zweiten Steuereinrichtung 12 vorgesehen sind.

Werden verschiedene Einrichtungen betrachtet, so sind diese insbesondere, wie vorstehend beschrieben, demselben Rad 4 zugeordnet, das ist jedoch nicht zwingend. Auch unterschiedlichen Rädern 4 zugeordnete Einrichtungen sind für
20 das Verfahren verwendbar, solange ihre jeweiligen Steuereinrichtungen 11, 12, wie vorstehend beschrieben, kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind.

In einem Schritt S1 beginnt das Verfahren damit, dass die Steuereinrichtungen 11, 12 zumindest einer der Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16, und/oder Antriebseinrichtungen 18, insbesondere zumindest zwei
25 Radbremseinrichtungen 5, Lenkeinrichtungen 16, und/oder Antriebseinrichtungen 18 derselben Achse 7, wie vorstehend beschrieben, durch jeweils eine der zentralen Steuereinheiten 6 in Abhängigkeit von entsprechenden Steuersignalen der zentralen Steuereinheiten 6 zum Ansteuern der jeweiligen Aktuatoren 8, 9
30 angesteuert werden.

In einem Normalbetriebsmodus der Aktuatoranordnung 3 werden Steuersignale nur über die Kommunikationsverbindungen von einer der zentralen
35 Steuereinheiten 6 an die jeweilige Steuereinrichtung 11 und von einer anderen

der zentralen Steuereinheiten 6 an eine andere der Steuereinrichtungen 12 übermittelt, wobei jede der zentralen Steuereinheiten 6 nur mit einer der beiden Steuereinrichtungen 11, 12, beispielsweise derselben Radbremseinrichtung 5, durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt verbunden ist.

Außerdem wird das Ansteuersystem 15 auf das Auftreten einer Fehlfunktion überwacht. Wird eine Fehlfunktion erkannt, so wird das Verfahren mit einem Schritt S2 fortgesetzt. Insbesondere wird nun eine Fehlermeldung ausgegeben, beispielsweise auf einer einem Fahrer des Kraftfahrzeugs 1 zugeordneten Anzeigevorrichtung.

Vorzugsweise werden die Steuersignale in dem Normalbetriebsmodus über zumindest zwei unabhängige Kommunikationsverbindungen von der jeweiligen zentralen Steuereinheit 6 an die jeweilige Steuereinrichtung 11, 12 übermittelt, wobei in Abhängigkeit von einem Vergleich der Steuersignale mittels der Steuereinrichtung eine Fehlfunktion des Ansteuersystems 15, insbesondere ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen, erkannt wird.

Wird als Fehlfunktion ein Ausfall einer der zentralen Steuereinheiten 6 erkannt, so werden in dem Schritt S2 die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung 11, 12 von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit 6 übermittelt. Das Verfahren endet dann mit einem Schritt S3.

Ist beispielsweise die der Steuereinrichtung 11 zugeordnete zentrale Steuereinheit 6 ausgefallen, so werden die Steuersignale von der jeweils anderen, der Steuereinrichtung 12 zugeordneten zentralen Steuereinheit 6 erzeugt, über eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit 6 und der nicht betroffenen Steuereinrichtung 12 an die nicht betroffene Steuereinrichtung 12 übermittelt, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung 12 über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen 11, 12 an die betroffene Steuereinrichtung 11 übermittelt. So wird die betroffene Steuereinrichtung 11 sicher mit ersatzweise erzeugten Steuersignalen versorgt, und beispielsweise eine Fähigkeit zur

Betriebsbremsung mit dem Betriebsbremsaktuator 8 ist uneingeschränkt weiter gewährleistet.

5 Wird als Fehlfunktion ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen zwischen einer der zentralen Steuereinheiten 6 und einer der Steuereinrichtungen 11, 12 erkannt – die Steuereinheit 6 ist also an sich funktionsfähig, kann aber keine Steuersignale mehr direkt an die entsprechende Steuereinrichtung 11, 12 übertragen, so werden in dem Schritt S2 die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung 11, 12 über die 10 Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten 6 übermittelt. Alternativ werden die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung 11, 12 von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit 6 übermittelt. Das Verfahren endet dann ebenfalls mit dem Schritt S3.

15 Ist beispielsweise die Kommunikationsverbindung zwischen der Steuereinrichtung 11 und der ihr zugeordneten zentralen Steuereinheit 6 ausgefallen, so werden entweder die Steuersignale weiterhin von derselben zentralen Steuereinheit 6 erzeugt, und über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten 6 an die andere, der Steuereinrichtung 20 12 zugeordneten, der zentralen Steuereinheiten 6 übermittelt, oder die Steuersignale werden direkt von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit 6 erzeugt, und in beiden Varianten von der anderen der zentralen Steuereinheiten 6 über die Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit 6 und der nicht betroffenen Steuereinrichtung 12 an die nicht betroffene 25 Steuereinrichtung 12 übermittelt, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung 12 über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen 11, 12 an die betroffene Steuereinrichtung 11 übermittelt. So wird die betroffene Steuereinrichtung 11 sicher mit den Steuersignalen versorgt, und beispielsweise eine Fähigkeit zur Betriebsbremsung mit dem Betriebsbremsaktuator 8 ist 30 uneingeschränkt weiter gewährleistet.

Insbesondere werden über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten 6 in dem Normalbetriebsmodus zusätzlich zur Koordination der Steuereinheiten 6 dienende Kommunikationssignale übermittelt, 35 und auch diese Kommunikationsverbindung auf eine Fehlfunktion überwacht.

- 17 -

Wird ein Ausfall der Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten 6 erkannt, so werden insbesondere die Kommunikationssignale über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen 11, 12 umgeleitet und an die jeweiligen zentralen Steuereinheiten 6 übermittelt.

Ansprüche

5
1. Verfahren zum Betreiben einer Aktuatoranordnung (3), insbesondere eines Kraftfahrzeugs (1),

- 10
- wobei die Aktuatoranordnung (3) zumindest zwei Aktuatoren (8,9), von denen insbesondere zumindest einer zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung (10), Lenkvorrichtung (20) und/oder Antriebsvorrichtung (21) des Kraftfahrzeugs (1) ausgebildet ist, und ein Ansteuersystem (15) mit zumindest zwei, jeweils einem der Aktuatoren (8,9) zugeordneten Steuereinrichtungen (11,12) und zwei, jeweils kommunikationstechnisch mit den Steuereinrichtungen (11,12) durch Kommunikationsverbindungen verbundenen, zentrale Steuereinheiten (6) aufweist, und
- 15
- wobei die Steuereinrichtungen (11,12) durch jeweils eine der zentralen Steuereinheiten (6) zum Ansteuern der jeweiligen Aktuatoren (8,9) angesteuert werden,

20 **dadurch gekennzeichnet,**

- dass die Steuereinrichtungen (11,12) durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind,
- 25
- dass das Ansteuersystem (15) auf das Auftreten einer Fehlfunktion überwacht wird,
- und dass dann, wenn eine Fehlfunktion des Ansteuersystems (15), die eine der Steuereinrichtungen (11,12) betrifft, erkannt wird, von einer der zentralen Steuereinheiten (6) erzeugte Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen
- 30
den Steuereinrichtungen (11,12) übermittelt werden.

35
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass in einem Normalbetriebsmodus der Aktuatoranordnung (3) Steuersignale nur über Kommunikationsverbindungen von einer der zentralen Steuereinheiten (6) an eine der Steuereinrichtungen (11,12) und von einer anderen der zentralen

Steuereinheiten (6) an eine andere der Steuereinrichtungen (11,12) übermittelt werden, wobei insbesondere jede der zentralen Steuereinheiten (6) nur mit einer der beiden Steuereinrichtungen (11,12) durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt verbunden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der zentralen Steuereinheiten (6) erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung (11,12) von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit (6) übermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuersignale von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit (6) erzeugt werden, über eine direkte Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit (6) und der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) an die nicht betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) an die betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen zwischen einer der zentralen Steuereinheiten (6) und einer der Steuereinrichtungen (11,12) erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung (11,12) von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit (6) übermittelt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuersignale von der jeweils anderen zentralen Steuereinheit (6) erzeugt werden, von der anderen der zentralen Steuereinheiten (6) über die Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit (6) und der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) an die nicht betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) an die betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentralen Steuereinheiten (6) durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, und dass, wenn als Fehlfunktion ein Ausfall einer der Kommunikationsverbindungen zwischen einer der zentralen Steuereinheiten (6) und einer der Steuereinrichtungen (11,12) erkannt wird, die Steuersignale für die betroffene Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten (6) übermittelt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuersignale von der zentralen Steuereinheit (6) erzeugt werden, über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten (6) an die andere der zentralen Steuereinheiten (6) übermittelt werden, von der anderen der zentralen Steuereinheiten (6) über die Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit (6) und der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) an die nicht betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden, und von der nicht betroffenen Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) an die betroffene Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentralen Steuereinheiten (6) durch eine Kommunikationsverbindung kommunikationstechnisch direkt miteinander verbunden sind, dass in dem Normalbetriebsmodus über die Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten (6) Kommunikationssignale übermittelt werden, und dass, wenn ein Ausfall der Kommunikationsverbindung zwischen den zentralen Steuereinheiten (6) erkannt wird, die Kommunikationssignale über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) an die jeweiligen zentralen Steuereinheiten (6) übermittelt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kommunikationssignale von jeweils einer der zentralen Steuereinheiten (6) erzeugt werden, von der zentralen Steuereinheit (6) über die

Kommunikationsverbindung zwischen der zentralen Steuereinheit (6) und der Steuereinrichtung (11,12) an die Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden, von der Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinrichtungen (11,12) an die andere Steuereinrichtung (11,12) übermittelt werden, und von der anderen Steuereinrichtung (11,12) über die Kommunikationsverbindung zwischen der anderen Steuereinrichtung (11,12) und der andere zentralen Steuereinheit (6) an die andere zentrale Steuereinheit (6) übermittelt werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass, wenn eine Fehlfunktion erkannt wird, eine Fehlermeldung ausgegeben wird, insbesondere auf einer Anzeigevorrichtung.

12. Aktuatoranordnung (3), insbesondere eines Kraftfahrzeugs (1), wobei die Aktuatoranordnung (3) zumindest zwei Aktuatoren (8,9), von denen insbesondere zumindest einer zum Betätigen einer Radbremsvorrichtung (10), Lenkvorrichtung (20) und/oder Antriebsvorrichtung (21) des Kraftfahrzeugs (1) ausgebildet ist, und ein Ansteuersystem (15) mit zumindest zwei, jeweils einem der Aktuatoren (8,9) zugeordneten Steuereinrichtungen (11,12) und zwei, jeweils kommunikationstechnisch mit den Steuereinrichtungen (11,12) durch Kommunikationsverbindungen verbundenen, zentrale Steuereinheiten (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtungen (11,12) und die zentralen Steuereinheiten (6) jeweils speziell dazu hergerichtet sind, das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

13. Aktuatoranordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer der Aktuatoren (8,9) als Betriebsbremsaktuator (8) und ein anderer der Aktuatoren (8,9) als Parkbremsaktuator (9) eines Bremssystems (2) eines Kraftfahrzeugs (1) ausgebildet ist, wobei insbesondere der Parkbremsaktuator (9) derselben Radbremsvorrichtung (10) zugeordnet ist wie der Betriebsbremsaktuator (8).

14. Kraftfahrzeug (1), **gekennzeichnet durch** eine Aktuatoranordnung (3) nach einem der Ansprüche 12 und 13.

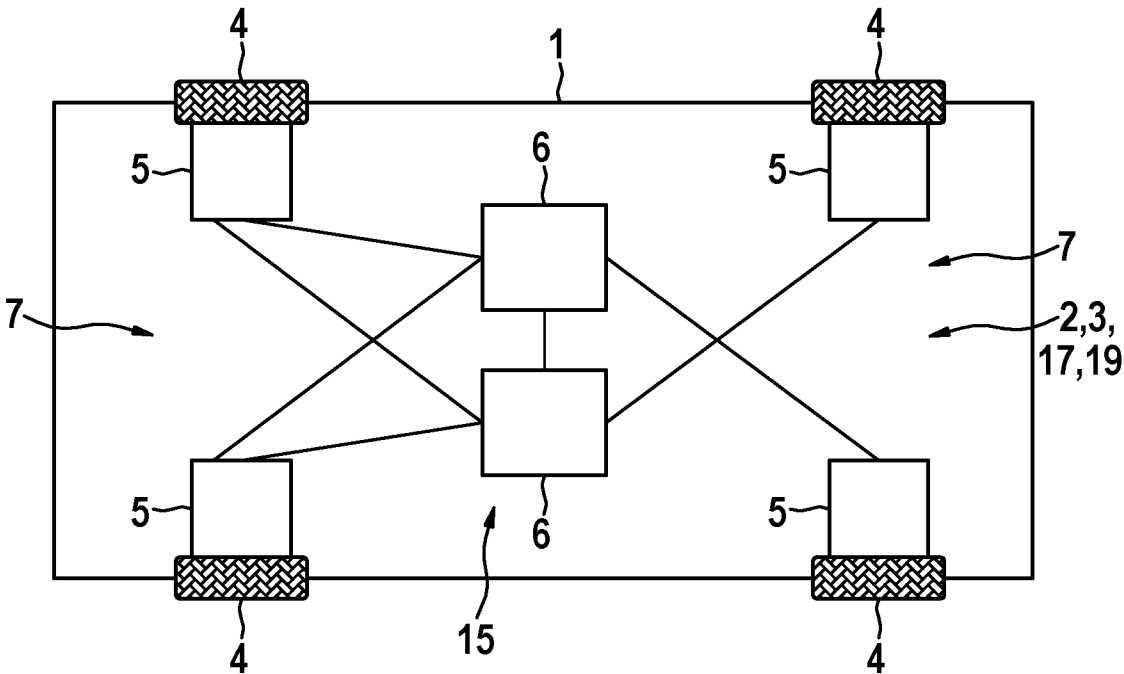


Fig. 1A

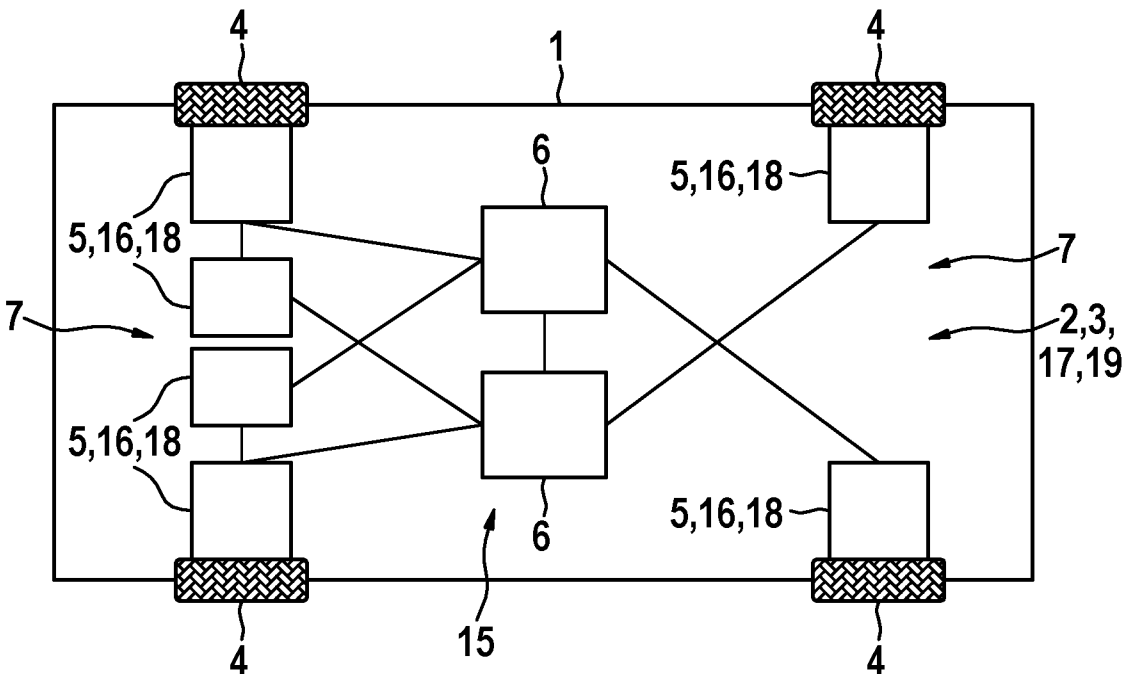


Fig. 1B

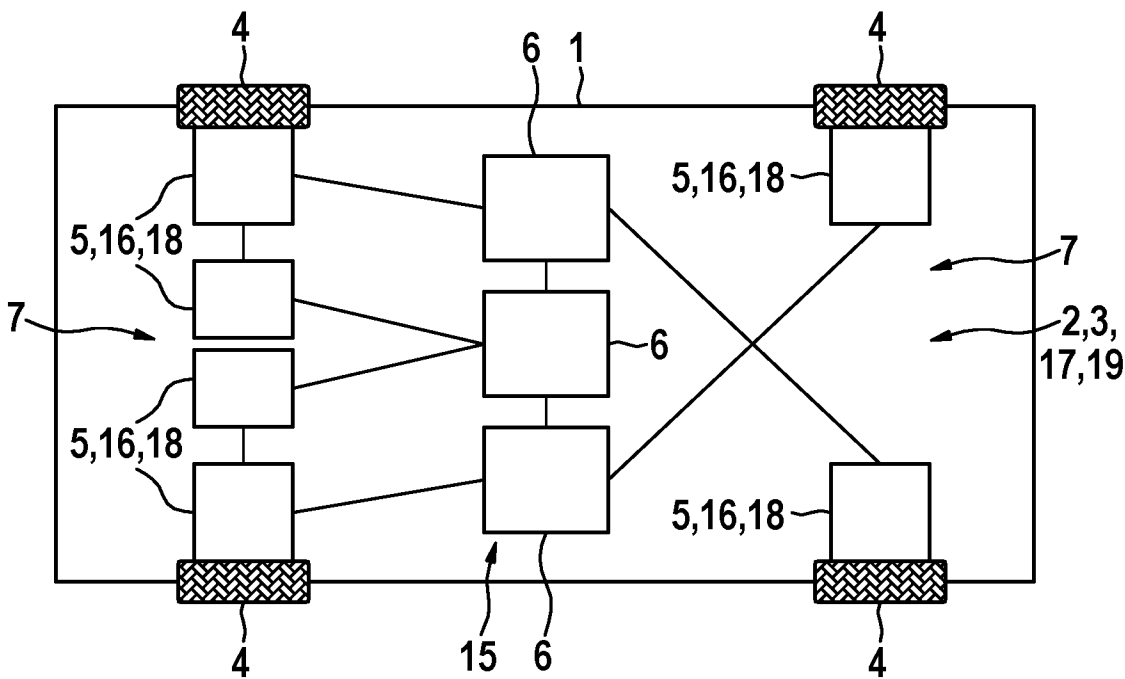


Fig. 1C

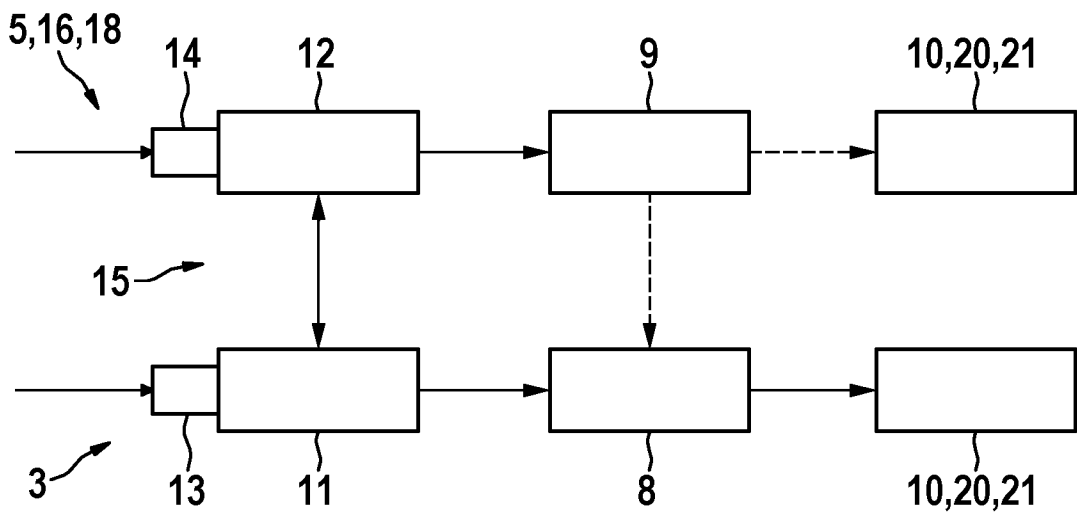


Fig. 2

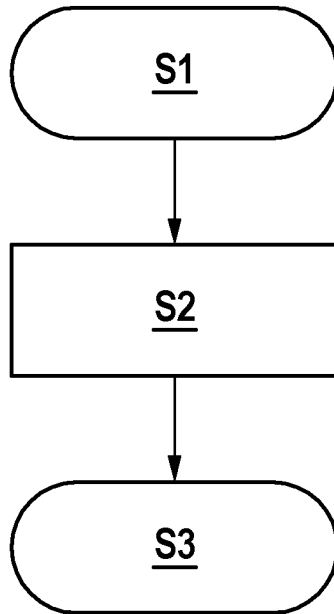


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/076757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60T 17/22**(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)

B60T

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6345225 B1 (BOEHM JUERGEN [DE] ET AL) 05 February 2002 (2002-02-05) column 2, line 28 - column 6, line 34; figure 1	1,11,12,14 2-10,13
X A	US 2008296106 A1 (NILSSON PETER [SE]) 04 December 2008 (2008-12-04) paragraphs [0043] - [0056]; figure 1	1-3,5,12,14 4,6-11,13
A	US 5752748 A (SCHRAMM DIETER [DE] ET AL) 19 May 1998 (1998-05-19) column 1, line 26 - column 3, line 21; figures 1,2	1-14



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

13 December 2024

Date of mailing of the international search report

07 January 2025

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Raffaelli, Leonardo

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/076757

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6345225	B1	05 February 2002	EP	1032518	A1	06 September 2000
				JP	2001523619	A	27 November 2001
				US	6345225	B1	05 February 2002
				WO	9926822	A1	03 June 1999

US	2008296106	A1	04 December 2008	EP	1997703	A2	03 December 2008
				US	2008296106	A1	04 December 2008

US	5752748	A	19 May 1998	DE	4339570	A1	24 May 1995
				EP	0728086	A1	28 August 1996
				JP	3705808	B2	12 October 2005
				JP	H09505251	A	27 May 1997
				KR	960704743	A	09 October 1996
				US	5752748	A	19 May 1998
				WO	9513946	A1	26 May 1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T17/22 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60T		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 345 225 B1 (BOEHM JUERGEN [DE] ET AL) 5. Februar 2002 (2002-02-05)	1,11,12, 14
A	Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 6, Zeile 34; Abbildung 1	2-10,13

X	US 2008/296106 A1 (NILSSON PETER [SE]) 4. Dezember 2008 (2008-12-04)	1-3,5, 12,14
A	Absätze [0043] - [0056]; Abbildung 1	4,6-11, 13

A	US 5 752 748 A (SCHRAMM DIETER [DE] ET AL) 19. Mai 1998 (1998-05-19) Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 21; Abbildungen 1,2	1-14

☐ 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 13. Dezember 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 07/01/2025
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 Raffaelli, Leonardo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/076757

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6345225	B1	05-02-2002	EP	1032518 A1		06-09-2000
			JP	2001523619 A		27-11-2001
			US	6345225 B1		05-02-2002
			WO	9926822 A1		03-06-1999

US 2008296106	A1	04-12-2008	EP	1997703 A2		03-12-2008
			US	2008296106 A1		04-12-2008

US 5752748	A	19-05-1998	DE	4339570 A1		24-05-1995
			EP	0728086 A1		28-08-1996
			JP	3705808 B2		12-10-2005
			JP	H09505251 A		27-05-1997
			KR	960704743 A		09-10-1996
			US	5752748 A		19-05-1998
			WO	9513946 A1		26-05-1995
