

(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
20. Januar 2022 (20.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/012876 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02H 7/08 (2006.01) G05B 19/048 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) H03K 17/18 (2006.01)
H02H 3/20 (2006.01) G06F 1/30 (2006.01)
G05B 9/02 (2006.01) G06F 11/30 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/066859

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2021 (21.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 208 854.3
15. Juli 2020 (15.07.2020) DE

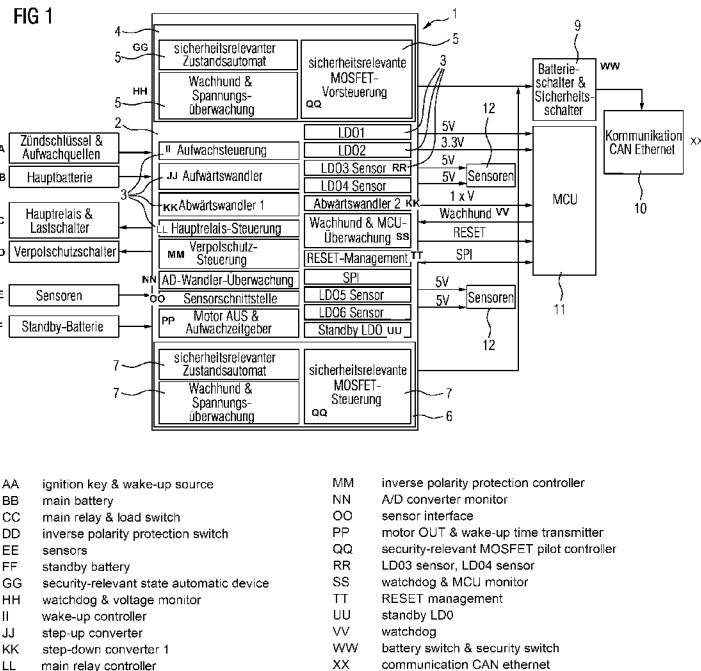
(71) Anmelder: VITESCO TECHNOLOGIES GMBH
[DE/DE]; Siemensstraße 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: WUNDERLICH, Andreas; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). FISCH, Alfons; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). BAVOIS, Thierry; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). LABERER, Franz; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: SEMICONDUCTOR CHIP AND SECURITY CIRCUIT ASSEMBLY COMPRISING SUCH A SEMICONDUCTOR CHIP

(54) Bezeichnung: HALBLEITERCHIP UND SICHERHEITSSCHALTUNGSANORDNUNG MIT EINEM SOLCHEN HALBLEITERCHIP



(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor chip (1) with functions that are implemented thereon in the circuitry, having a first region (2), in which a first group of security-relevant base functions (3) are implemented in the circuitry, and a second region (4), which is separated from the first region (2) using technological security measures and in which a first group of monitoring functions (5) are implemented in the circuitry that monitor the base functions. The semiconductor chip additionally has a third region (6), which is formed on the semiconductor chip (1) and is separated from the other regions (2, 3) using technological security measures and in which a second group of monitoring functions (7) are implemented in the circuitry, said monitoring functions monitoring the base functions.



WO 2022/012876 A1

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Halbleiterchip (1) mit darauf schaltungstechnisch realisierten Funktionen, der einen ersten Bereich (2) aufweist, in dem eine erste Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen (3) schaltungstechnisch realisiert ist und der einen zweiten Bereich (4) aufweist, der von dem ersten Bereich (2) durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende erste Gruppe von Überwachungsfunktionen (5) schaltungstechnisch realisiert ist. Er weist außerdem einen dritten, auf dem Halbleiterchip (1) ausgebildeten Bereich (6) auf, der von den anderen Bereichen (2, 3) durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen (7) schaltungstechnisch realisiert ist.

Beschreibung

Halbleiterchip und Sicherheitsschaltungsanordnung mit einem solchen Halbleiterchip

5

Die Erfindung betrifft einen Halbleiterchip mit darauf schaltungstechnisch realisierten Funktionen, der einen ersten Bereich aufweist, in dem eine erste Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen schaltungstechnisch realisiert ist und der einen zweiten Bereich aufweist, der von dem ersten Bereich durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende erste Gruppe von Überwachungsfunktionen schaltungstechnisch realisiert ist. Die Erfindung betrifft außerdem eine Sicherheitsschaltungsanordnung mit einem solchen Halbleiterchip und zumindest einem mit diesem verbundenen Sicherheitsschalter, der mit einem Schalter oder einem Aktor verbunden ist.

10
15

Ein solcher Halbleiterchip und eine solche Sicherheitsschaltungsanordnung sind aus der DE 10 2014 209 090 A1 bekannt.

Der dortige Lehre beinhaltet, einen integrierten Schaltkreis auf einem Schaltkreisträger oder Chipträger als Sicherheitszentrum zu verwenden, bei dem eine Abschalteinheit von der Steuereinheit isoliert auf dem Schaltkreisträger ausgebildet ist bzw. eine in sich abgeschlossene Abschalteinheit in Form einer Sicherheitsinsel auf dem Schaltkreisträger separat vorgesehen ist. Über die Steuereinheit wird im Normalbetrieb die Versorgung der Spannung für einzelne Komponenten der Schaltungsanordnung, wie z. B. Mikrocontroller, sichergestellt. Die Abschalteinheit ist mit der Steuereinheit auf dem Schaltkreisträger elektronisch nicht verbunden und weist einen eigenen Anschluss zur Verbindung zur Stromversorgungsvorrichtung auf, z. B. eine Batterie. Idealerweise ist der Anschluss zur Stromversorgungsvorrichtung mit einem Verpolschutz versehen. Die Abschalteinheit kann ihre Funktion somit auch bei einem Ausfall der Steuereinheit uneingeschränkt ausführen und bietet einen zur Steuereinheit redundanten Abschaltpfad, der gerade in den vorgenannten Fehlerfällen weiterhin betreibbar bleibt. Insbesondere für Servolenkungsvorrichtungen bietet die erhöhte Ausfallsicherheit der Abschalteinheit den Vorteil, unvorhergesehene Motoreingriffe in die Lenkung abfangen zu können.

20
25
30
35

Die bekannte Abschaltseinheit stellt ein kontrolliertes Abschalten des Motors bzw. eine kontrollierte Trennung des Motors von der Versorgungsspannung sicher. Auf diese Weise kann zum einen eine Beschädigung der elektronischen Bauteile verhindert werden, die mit dem Motor verbunden sind. Zum anderen ist es möglich, sicherzustellen, dass keine ungewollten Motordrehmomente nach ordnungsgemäßer Abschaltung der Spannungsversorgung generiert werden. Mittels der Isolierung und dem eigenen Anschluss zu der Stromversorgungsvorrichtung wird erreicht, dass die Abschaltseinheit auch bei einem Fehler in der Stromversorgungsvorrichtung, z. B. einer Batterie, oder in der Verbindung zur Stromversorgungsvorrichtung nicht beeinträchtigt wird. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Abschaltseinheit auch mit einer eigenen Stromversorgungsvorrichtung versehen sein. Die Abschaltfunktionen werden gemäß der DE 10 2014 209 090 A1 in die Abschaltseinheit vereint und gemeinsam mit der Steuereinheit auf einen einzigen Schaltkreisträger oder Chip reduziert.

Allgemein kann gesagt werden, dass mit der stetig wachsenden Komplexität elektronischer Komponenten in Fahrzeugen auch die Möglichkeit von Fehlfunktionen steigt. Ist eine sicherheitsrelevante Komponente von einer solchen Fehlfunktion betroffen, können im schlimmsten Fall Menschen zu Schaden kommen. Würde z.B. ein ESP-Steuergerät in einem Kraftfahrzeug bei zügiger Fahrt unerwartet eine Vollbremsung auslösen, könnte dies zu einem Auffahrunfall führen. Um das Risiko von Gefahr bringenden Fehlfunktionen von sicherheitsrelevanten Elektronik-Systemen zu minimieren, sollten diese unter Berücksichtigung einschlägiger Normen entwickelt werden. Eine solche ist die ISO 26262.

Der Start einer Entwicklung nach ISO 26262 lässt sich in folgenden Schritten beschreiben (siehe Wikipedia):

1. Der Fahrzeughersteller, der sein Produkt in den Markt bringt – d.h. an Endverbraucher verkauft - untersucht Umstände und Situationen, in denen das Fahrzeug Menschen verletzen oder töten könnte.
2. Definition von Sicherheitszielen ("safety goals"), die das ungewollte Verhalten beschreiben, z. B. „*Ungewolltes Anfahren des Fahrzeugs vermeiden.*“
3. Risiko bestimmen und bewerten, z.B.
 1. ungefährlich (beispielsweise Klimasteuergerät),

2. geringe Gefahren [QM], die ohne besondere Maßnahmen der Norm auskommt, oder die
3. Einstufung von [ASIL] A bis ASIL D, für die die Norm anzuwenden ist.
4. Komponenten (der Zulieferer) identifizieren, die dazu beitragen könnten, z.
5 B. „*Motor beschleunigt ungewollt*“ oder „*Automatisches Getriebe verlässt von selbst P oder N*“
5. Den Lieferanten von Komponenten die geforderte Funktion als Sicherheitsanforderung ("safety requirement"), den ASIL und einige weitere
10 Informationen mitteilen, um sie in die sicherheitsgerichtete Entwicklung einzubinden.

In diesem Zusammenhang kann auch eine Implementierung von Überwachungsfunktionen in einem gesicherten Bereich eines Halbleiterchips
unsicher sein, wenn schädliche Einflüsse von außen sich über mögliche Trenn- und
15 Isolationsmaßnahmen hinweg auswirken.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Halbleiterchip mit darauf schaltungstechnisch
20 realisierten Funktionen, der einen ersten Bereich aufweist, in dem eine erste Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen schaltungstechnisch realisiert ist und der einen zweiten Bereich aufweist, der von dem ersten Bereich durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die
Grundfunktionen überwachende erste Gruppe von Überwachungsfunktionen
25 schaltungstechnisch realisiert ist, der einen dritten, auf dem Halbleiterchip ausgebildeten Bereich aufweist, der von den anderen Bereichen durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen schaltungstechnisch realisiert ist.

30

Hierdurch kann eine deutlich höhere Sicherheit erreicht werden, da eine nur sehr geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich ein sicherheitstechnisch
problematischer Fehler auf beide Gruppen von Überwachungsfunktionen, die in
verschiedenen, durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennten
35 Bereichen des Halbleiterchips ausgebildet sind, auswirkt. Somit kann in allen denkbaren Situationen die Sicherheit im Rahmen der ISO 26262, ASIL D Vorgaben gewährleistet werden.

In einer Ausbildung der Erfindung weist die erste Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen eine Anzahl von Spannungsreglern zur Ausgabe von Versorgungsspannungen auf.

- 5 Die zumeist aus einer Batteriespannung erzeugten und geregelten Versorgungsspannungen dienen zur Versorgung von weiteren externen Schaltkreisen wie beispielsweise Mikroprozessoren oder Mikrocontrollern, Sensoren, Kommunikationsbausteinen etc. Sollten Fehlereinflüsse dazu führen, dass die Versorgungsspannungen nicht korrekt erzeugt werden, kann sich dies auf
- 10 die korrekte Funktion dieser versorgten Schaltkreise auswirken und von diesen auf weitere Funktionen übertragen werden. So könnte ein aufgrund einer zu geringen Versorgungsspannung fehlerhaft arbeitender Mikroprozessor falsche Steuersignale für Aktoren erzeugen, die zu problematischen Fehlfunktionen führen können. Eine solche Fehlfunktion muss daher rechtzeitig erkannt werden und durch die
- 15 Überwachungsfunktionen beispielsweise Sicherheitsschalter aktiviert werden, die eine Weiterleitung falscher Signale unterbinden können. Wenn sich der Fehler aber auch auf die Sicherheitsfunktionen auswirkt, kann diese Sicherheitsüberwachung fehlschlagen. Dies soll durch die erfindungsgemäße Maßnahme verhindert werden.
- 20 Die erste und die zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen können in Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Halbleiterchips jeweils einen Ausfallsicherheits-Vortreiber und/oder einen Ausfallsicherheitsautomaten und/oder eine Watchdogschaltung und/oder eine Spannungsüberwachungsschaltung aufweisen. Es sind jedoch auch andere sinnvolle Überwachungsschaltungen oder
- 25 Überwachungsfunktionen möglich.

- Die Sicherheitsmaßnahmen auf einem erfindungsgemäßen Halbleiterchip können eine Separation der energetischen Versorgung oder des Layouts und/oder eine elektrische Isolation und/oder eine Spannungsrobustheit und/oder eine
- 30 Entkopplung eines redundanten Abschaltpfades umfassen. Es können auch Maßnahmen sein, wie sie bereits in der DE 10 2014 209 090 A1 beschrieben sind.

- Die Erfindung betrifft auch eine Sicherheitsschaltungsanordnung mit einem Halbleiterchip gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 und zumindest einem mit
- 35 diesem verbundenen Sicherheitsschalter, der mit einem Schalter oder einem Aktor verbunden ist, wobei die Sicherheitsschaltungsanordnung eingerichtet ist, den Schalter oder den Aktor mittels des zumindest einen Sicherheitsschalters zu

aktivieren oder zu deaktivieren, wobei der Sicherheitsschalter mit beiden Gruppen von Überwachungsfunktionen verbunden ist.

Der Sicherheitsschalter dient dazu, eine Maßnahme zu ergreifen oder zu unterbinden und kann durch beide Gruppen von Überwachungsfunktionen veranlasst werden, seine Funktion zu erfüllen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe einer Figur näher erläutert.

10

Die Fig. 1 zeigt einen Halbleiterchip 1, der einen ersten Bereich 2 aufweist, in dem eine erste Gruppe 3 von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen schaltungstechnisch realisiert ist. Diese Grundfunktionen sind im dargestellten Ausführungsbeispiel insbesondere Linearregler LDO1 bis LDO6, die der Erzeugung unterschiedlicher Versorgungsspannungen im Bereich von etwa 3 Volt bis 5 Volt, insbesondere aus einer Fahrzeugbatteriespannung (main battery), dienen. Diese Versorgungsspannungen können im dargestellten Beispiel der Fig. 1 der Versorgung eines Mikroprozessors 11 oder von Sensoren 12 dienen. Die sicherheitsrelevanten Grundfunktionen können weitere Funktionen umfassen wie beispielsweise ein Sensorinterface oder eine SPI Schnittstelle.

Insbesondere ein Mikroprozessor 11 benötigt eine stabile Versorgungsspannung, um ordnungsgemäß arbeiten zu können. Zwar wird die Funktion eines Mikroprozessors 11 üblicherweise über eine Watchdogfunktion überwacht, die im dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls auf dem Halbleiterchip 1 in einen zweiten Bereich 4 in einer ersten Gruppe 5 von Überwachungsfunktionen realisiert ist. Allerdings kann es trotzdem vorkommen, dass die fehlerhafte Funktion des Mikroprozessors zwar erkannt ist, die Ausgabe der fehlerhaften Steuersignale jedoch nicht mehr verhindert werden kann. Zu diesem Zweck sind Sicherheitsschalter 9 vorgesehen, die entweder die Weiterleitung dieser Steuersignale unterbinden können oder die Empfangsbausteine wie beispielsweise ein Kommunikationsbaustein 10 deaktivieren können.

Der zweite Bereich 4 ist ebenfalls auf dem Halbleiterchip 1 ausgebildet, jedoch durch Sicherheitsmaßnahmen wie beispielsweise eine Separation der energetischen Versorgung oder des Layouts und/oder eine elektrische Isolation und/oder eine Spannungsrobustheit und/oder eine Entkopplung eines redundanten Abschaltpfades abgesichert. Auf diese Weise soll grundsätzlich verhindert werden,

35

dass Fehler, die in den Schaltkreisen des ersten Bereichs 2 auftreten, nicht ohne Weiteres Auswirkungen im zweiten Bereich 4 haben.

- Allerdings kann es trotzdem vorkommen, dass ein Fehler, der sich auf einen Linearregler LDO1 bis LDO6 auswirkt, ebenfalls auf den zweiten Bereich 4 durchschlägt und die dortigen Überwachungsfunktionen der ersten Gruppe von Überwachungsfunktionen 5 oder zumindest Teile davon beeinträchtigt, sodass der Sicherheitsschalter 9 nicht mehr rechtzeitig betätigt werden kann.
- 5
- 10 Daher ist in erfindungsgemäßer Weise auf dem Halbleiterchip 1 ein dritter Bereich 6 vorgesehen, der ebenfalls durch passende Sicherheitsmaßnahmen von den beiden anderen Bereichen 3, 4 getrennt ist und in dem eine zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen 7 schaltungstechnisch realisiert ist. Die Überwachungsfunktionen der zweiten Gruppe von Überwachungsfunktionen 7
- 15 können die gleiche Funktion bzw. Aufgabe erfüllen wie die Überwachungsfunktionen der ersten Gruppe von Überwachungsfunktionen 5, die redundante Ausführung soll lediglich die Wahrscheinlichkeit deutlich verringern, dass sich ein Fehler im ersten Bereich 2 innerhalb der ersten Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen 3 auf die Überwachungsfunktionen
- 20 auswirkt.

- Zu diesem Zweck sind auch die Schaltkreise der zweiten Gruppe von Überwachungsfunktionen 7 mit den entsprechenden Sicherheitsschaltern 9 verbunden, sodass bei einem Ausfall einer der beiden Gruppen von
- 25 Überwachungsfunktionen 5, 7 mit hoher Wahrscheinlichkeit zumindest die andere funktionsfähig bleibt und die Sicherheitsschalter 9 betätigen kann, um beispielsweise Kommunikationseinrichtungen 10 am Weiterleiten fehlerhafter Steuersignale eines beeinträchtigten Mikroprozessors 11 zu unterbinden.

- 30 Durch die erfindungsgemäße Integration zweier Gruppen von Überwachungsfunktionen auf nur einem Halbleiterchip 1 wird bei nur geringem Platzbedarf eine hohe Sicherheit erreicht und damit auch die Anforderungen von bis ASIL D der ISO 262 erreicht.

Patentansprüche

1. Halbleiterchip (1) mit darauf schaltungstechnisch realisierten Funktionen, der einen ersten Bereich (2) aufweist, in dem eine erste Gruppe von
5 sicherheitsrelevanten Grundfunktionen (3) schaltungstechnisch realisiert ist und der einen zweiten Bereich (4) aufweist, der von dem ersten Bereich (2) durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende erste Gruppe von Überwachungsfunktionen (5) schaltungstechnisch realisiert ist,
10 gekennzeichnet durch, einen dritten, auf dem Halbleiterchip (1) ausgebildeten Bereich (6), der von den anderen Bereichen (2, 3) durch technologische Sicherheitsmaßnahmen getrennt ist, in dem eine die Grundfunktionen überwachende zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen (7) schaltungstechnisch realisiert ist.
15
2. Halbleiterchip nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Gruppe von sicherheitsrelevanten Grundfunktionen (3) eine Anzahl von Spannungsreglern (LDO1 ... LDO6) zur Ausgabe von Versorgungsspannungen aufweist.
- 20 3. Halbleiterchip nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Gruppe von Überwachungsfunktionen (3, 5) jeweils einen Ausfallsicherheits-Vortreiber (FailSafe PreDriver) und/oder einen Ausfallsicherheitsautomaten (Fail Safe Machine) und/oder eine Watchdogschaltung (Watchdog & Voltage monitoring) und/oder eine
25 Spannungsüberwachungsschaltung aufweisen.
4. Halbleiterchip (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherheitsmaßnahmen eine Separation der energetischen Versorgung oder des Layouts und/oder eine elektrische Isolation
30 und/oder eine Spannungsrobustheit und/oder eine Entkopplung eines redundanten Abschaltpfades umfassen.
5. Sicherheitsschaltungsanordnung mit einem Halbleiterchip (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 und zumindest einem mit diesem verbundenen
35 Sicherheitsschalter (9), der mit einem Schalter (10) oder einem Aktor verbunden ist, wobei die Sicherheitsschaltungsanordnung eingerichtet ist, den Schalter (10) oder den Aktor mittels des zumindest einen Sicherheitsschalters (9) zu aktivieren oder zu

deaktivieren, wobei der Sicherheitsschalter (9) mit beiden Gruppen von Überwachungsfunktionen (5, 7) verbunden ist.

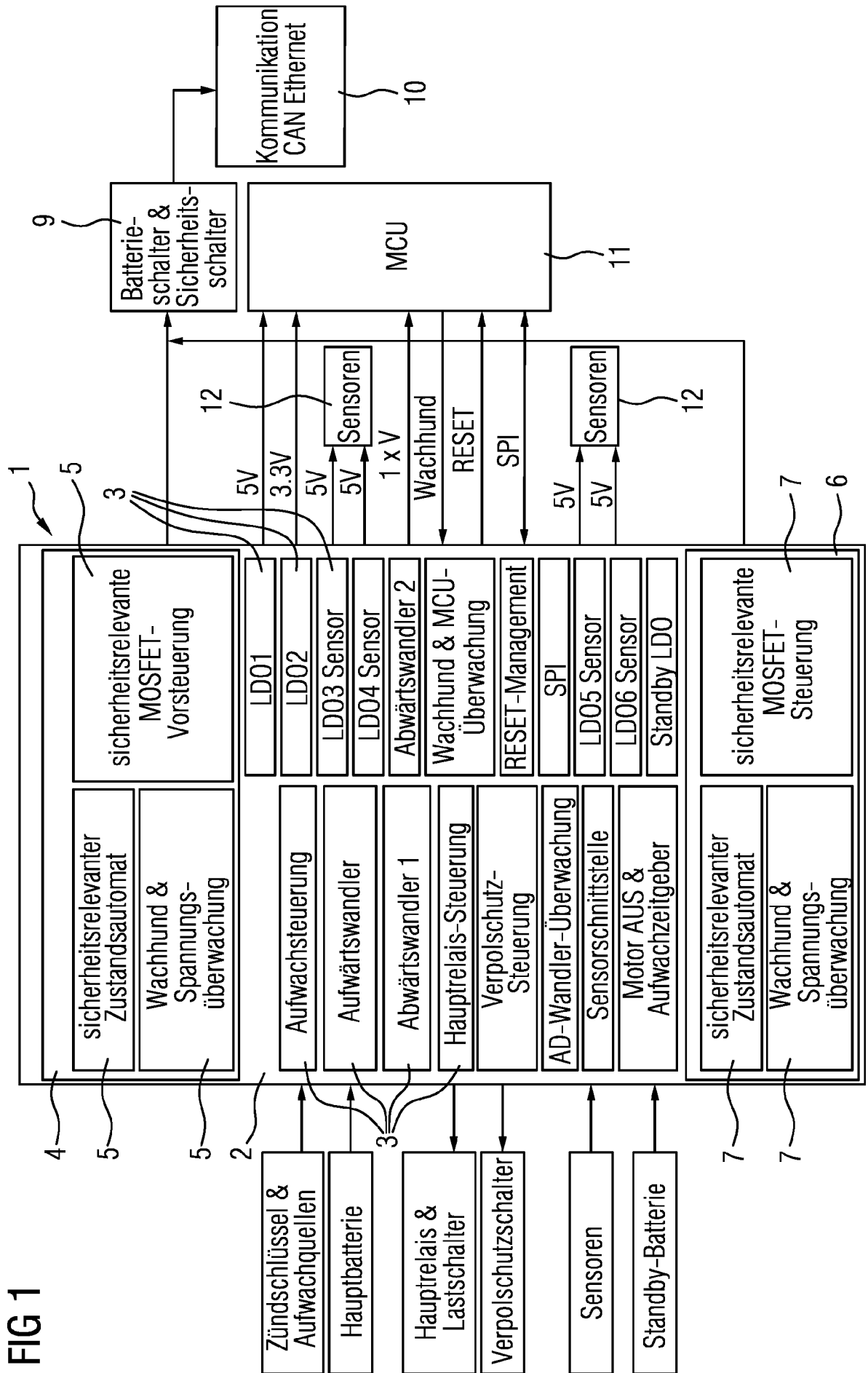


FIG 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/066859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02H 7/08 (2006.01)i; B62D 5/04 (2006.01)i; H02H 3/20 (2006.01)i; G05B 9/02 (2006.01)i; B25J 9/16 (2006.01)i; G05B 19/048 (2006.01)i; H03K 17/18 (2006.01)i; G06F 1/30 (2006.01)i; G06F 11/30 (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) H02H; B62D; G05B; B25J; H03K; G06F		
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 10585772 B2 (TRW AUTOMOTIVE US LLC [US]) 10 March 2020 (2020-03-10) column 1, line 42 - column 3, line 29; figures 1,2 column 4, line 20 - column 5, line 54	1-5
X	EP 2685378 A1 (ROHM CO LTD [JP]) 15 January 2014 (2014-01-15) paragraphs [0025] - [0029]; figure 1	1-5
X	WO 2015135803 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17 September 2015 (2015-09-17) paragraphs [0019] - [0043]; figures 1,2	1-5
A	US 2019235448 A1 (BANGINWAR RAJESH [IN] ET AL) 01 August 2019 (2019-08-01) the whole document	1-5
A	US 2015331040 A1 (BERNON-ENJALBERT VALÉRIE [FR] ET AL) 19 November 2015 (2015-11-19) the whole document	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 September 2021		Date of mailing of the international search report 12 October 2021
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 João Carlos Silva Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/066859

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10585772	B2	10 March 2020	NONE			
EP	2685378	A1	15 January 2014	NONE			
WO	2015135803	A1	17 September 2015	KR	101453985	B1	28 October 2014
				WO	2015135803	A1	17 September 2015
US	2019235448	A1	01 August 2019	DE	102020102232	A1	01 October 2020
				US	2019235448	A1	01 August 2019
US	2015331040	A1	19 November 2015	US	2015331040	A1	19 November 2015
				WO	2014006442	A1	09 January 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/066859

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H02H7/08 B62D5/04 G05B19/048 H03K17/18	H02H3/20 G06F1/30 G06F11/30
		G05B9/02 B25J9/16
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02H B62D G05B B25J H03K G06F		
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 10 585 772 B2 (TRW AUTOMOTIVE US LLC [US]) 10. März 2020 (2020-03-10) Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 29; Abbildungen 1,2 Spalte 4, Zeile 20 - Spalte 5, Zeile 54 -----	1-5
X	EP 2 685 378 A1 (ROHM CO LTD [JP]) 15. Januar 2014 (2014-01-15) Absätze [0025] - [0029]; Abbildung 1 -----	1-5
X	WO 2015/135803 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17. September 2015 (2015-09-17) Absätze [0019] - [0043]; Abbildungen 1,2 -----	1-5
A	US 2019/235448 A1 (BANGINWAR RAJESH [IN] ET AL) 1. August 2019 (2019-08-01) das ganze Dokument -----	1-5
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. September 2021		12/10/2021
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 João Carlos Silva

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2015/331040 A1 (BERNON-ENJALBERT VALÉRIE [FR] ET AL) 19. November 2015 (2015-11-19) das ganze Dokument -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/066859

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10585772	B2	10-03-2020	KEINE
EP 2685378	A1	15-01-2014	KEINE
WO 2015135803	A1	17-09-2015	KR 101453985 B1 28-10-2014 WO 2015135803 A1 17-09-2015
US 2019235448	A1	01-08-2019	DE 102020102232 A1 01-10-2020 US 2019235448 A1 01-08-2019
US 2015331040	A1	19-11-2015	US 2015331040 A1 19-11-2015 WO 2014006442 A1 09-01-2014