(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
23. Mai 2024 (23.05.2024)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/104752 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 3/00 (2019.01) *H02H 9/00* (2006.01)
B60R 16/03 (2006.01) *H02H 9/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/079861

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Oktober 2023 (26.10.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 130 099.4
15. November 2022 (15.11.2022) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **BIERWIRTH, Florian**; Salzstraße 3, 85643 Steinhöring (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,

(54) **Title:** SUPPRESSION OF TRANSIENT OVERVOLTAGES IN AN ELECTRICAL ENERGY ONBOARD SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** ABBAU VON TRANSIENTEN ÜBERSPANNUNGEN IN EINEM ENERGIEBORDNETZ

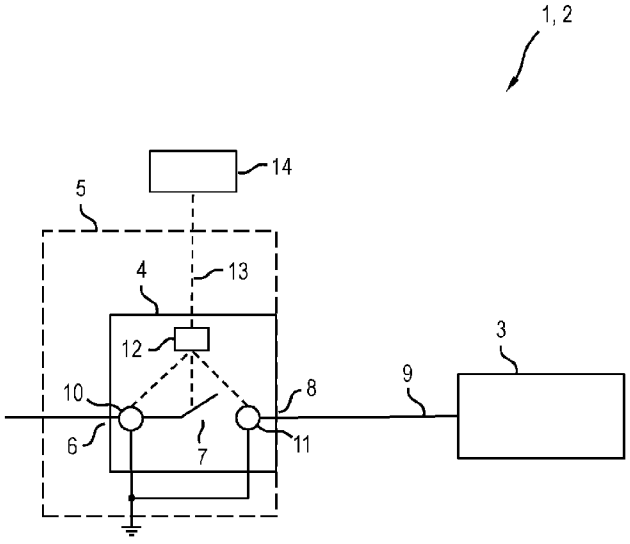

Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to a vehicle (1) with an electrical energy onboard system (2) on which at least one load (3) can be supplied with electric energy by means of a respective output stage circuit (4) and can thus be operated. The output stage circuit (4) has a supply input (6), the input voltage of which can be measured by means of a voltage measuring device (10), and the supply input (6) is electrically connected to a load output (8) via an electronic switch (7). The vehicle (1) is designed to detect an overvoltage using the measurement data measured by the voltage measuring device (10) and then close the electronic switch (7) on the basis of the current vehicle operating state if the switch was previously open. The invention also relates to a method for suppressing transient overvoltages in an electrical energy onboard system (2) of a vehicle (1). The invention is particularly advantageously applicable to electric vehicles,

WO 2024/104752 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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, 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)*

in particular partially or fully automated electric vehicles.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug (1) mit einem Energiebordnetz (2), an dem mindestens ein Verbraucher (3) mittels einer jeweiligen Endstufenschaltung (4) mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist, wobei die Endstufenschaltung (4) einen Versorgungseingang (6) aufweist, dessen Eingangsspannung mittels einer Spannungsmessvorrichtung (10) messbar ist, der Versorgungseingang (6) über einen elektronischen Schalter (7) mit einem Verbraucherausgang (8) elektrisch verbunden ist und das Fahrzeug (1) dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung (10) gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter (7) abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand zu schließen, falls er zuvor geöffnet war. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Abbauen von transienten Überspannungen in einem Energiebordnetz (2) eines Fahrzeugs (1). Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf Elektrofahrzeuge, insbesondere auf teil- oder vollautonom fahrende Elektrofahrzeuge.

Abbau von transienten Überspannungen in einem Energiebordnetz

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Energiebordnetz, an dem mindestens ein Verbraucher über einen elektronischen Schalter mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist, wobei eine Eingangsspannung mittels einer Spannungsmessvorrichtung messbar ist und wobei das Fahrzeug dazu eingerichtet ist, eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter zu schließen. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Abbauen von transienten Überspannungen in einem Energiebordnetz eines Fahrzeugs, das eine Stromversorgungseinheit mit einem Versorgungseingang und einem Verbraucherausgang aufweist, denen ein elektronischer Schalter zwischengeschaltet ist, wobei der Verbraucherausgang mit einem Verbraucher elektrisch verbunden ist und wobei bei dem Verfahren an dem Versorgungseingang eine Eingangsspannung gemessen wird und dann, wenn anhand der Eingangsspannung eine Überspannung oder drohende Überspannung erkannt wird, der elektronische Schalter vorübergehend geschlossen wird, falls er zuvor geöffnet war. Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf Elektrofahrzeuge, insbesondere auf teil- oder vollautonom fahrende Elektrofahrzeuge.

Überspannungen in einem Energiebordnetz eines Fahrzeugs können, insbesondere auf Halbleiter- oder Batterieebene, zu Bauteilstörungen und sogar -schädigungen führen und damit zum Ausfall von hochverfügbaren Funktionen.

DE 197 42 391 C1 offenbart ein Verfahren zum Schutz von elektronischen Steuergeräten in einem Kraftfahrzeug, bei dem Überspannungsimpulse, insbesondere Load-Dump-Impulse, erfasst werden und ein oder mehrere Verbraucher bei Auftreten solcher Überspannungsimpulse eingeschaltet werden. Hierdurch lässt sich der Überspannungsimpuls sehr rasch – noch vor Erreichen seines ohne Kompensation erreichten Maximalwerts – abbauen, so dass die im Kraftfahrzeug enthaltenen elektronischen Schaltungen und Steuergeräte geschützt werden. Damit lässt sich ein Überspannungsschutz ohne Notwendigkeit zusätzlicher Bauteile erreichen. Weiterhin wird eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bereitgestellt.

DE 102 91 613 T5 offenbart ein System zum Beseitigen von Überspannung in der Stromversorgung eines Fahrzeugs, welches umfasst: eine lastaufnehmende Vorrichtung, die niedrige Widerstands- und hohe Leistungsaufnahme-Kenngrößen aufweist; und einen Steuerungsteil, welcher die lastaufnehmende Vorrichtung selektiv mit der Stromversorgungsanlage koppelt, wenn eine Spannung der Stromversorgung eine vorgewählte Schwelle überschreitet.

DE 10 2010 040 864 A1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes eines Fahrzeugs, wobei das Bordnetz ein erstes Teilnetz und ein zweites Teilnetz umfasst, umfassend die folgenden Schritte: Umleiten eines elektrischen Stroms von dem ersten Teilnetz in das zweite Teilnetz beim Erkennen einer elektrischen Spannungsspitze in dem ersten Teilnetz. Offenbart sind ferner eine Steuervorrichtung und ein Steuerprogramm.

DE 10 2014 209 267 A1 offenbart eine Heizeinrichtung und ein Verfahren zum Abbau einer Überspannung in einem ersten Teil eines Bordnetzes eines elektrisch antreibbaren Fortbewegungsmittels vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die Schritte: Erkennen der Überspannung oder einer anderen Information, welche ein bevorstehendes Überspannungsereignis ankündigt, in dem ersten Teil des Bordnetzes, und im Ansprechen darauf Schließen einer elektrischen Verbindung zwischen einer elektrischen Heizeinrichtung des Fortbewegungsmittels und dem ersten Teil des Bordnetzes zum Abbau der Überspannung.

Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine verbesserte Möglichkeit bereitzustellen, Überspannungen in einem Energiebordnetz eines Fahrzeugs abzubauen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Fahrzeug mit einem Energiebordnetz, an dem mindestens ein Verbraucher mittels einer jeweiligen Stromversorgungseinheit ("Endstufenschaltung") mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist, wobei

- die Endstufenschaltung einen Versorgungseingang aufweist, deren Eingangsspannung mittels einer Spannungsmessvorrichtung messbar ist,

- der Versorgungseingang über einen elektronischen Schalter mit einem Verbraucherausgang elektrisch verbunden ist und
- das Fahrzeug dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand zu schließen, falls er zuvor offen war.

Dieses Fahrzeug weist den Vorteil auf, dass besonders viele, auch sicherheitskritische, Verbraucher zum Ableiten eines Überspannungsimpulses vorrübergehend mit dem Energiebordnetz verbunden und dadurch zu- bzw. angeschaltet werden können, wodurch sich der Überspannungsimpuls mit geringem baulichen Aufwand besonders effektiv abbauen lässt. Dabei wird ausgenutzt, dass die Wahl des zuzuschaltenden Verbrauchers und die zugehörige Art des Zuschaltens an einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand anpassbar ist, so dass z.B. auch sicherheitskritische Verbraucher vorübergehend zugeschaltet werden bzw. sein können, ohne dass es dadurch zu sicherheitskritischen Reaktionen zu und/oder Sicherheitszielverletzungen kommt.

Das Fahrzeug kann beispielsweise ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, ein Hybridfahrzeug (z.B. ein Plug-In-Hybridfahrzeug, PHEV) oder ein vollelektrisch angetriebenes Fahrzeug (z.B. ein batteriebetriebenes Fahrzeug, BEV) sein. Das Fahrzeug kann insbesondere ein teil- oder vollautonom fahrendes Fahrzeug sein, für das der Überspannungsabbau besonders sicherheitsrelevant ist.

Das Energiebordnetz kann eine einheitliche Bordspannung aufweisen oder kann zwei oder mehr Teilbordnetze mit unterschiedlichen Bordspannung, z.B. von 12 V und 400 V, aufweisen.

Dass ein Verbraucher mittels einer jeweiligen Endstufenschaltung mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist, umfasst insbesondere, dass der Verbraucher über die Endstufenschaltung mit elektrischer Energie versorgt wird und dann angeschaltet bzw. aktiviert ist, während der Verbraucher bei – durch die Endstufenschaltung unterbrochener Energieversorgung – ausgeschaltet bzw. deaktiviert ist. Der Verbraucher ist also insbesondere "dumm" in dem Sinne, dass der über die zugehörige Endstufenschaltung an- und ausschaltbar ist und sich nicht selbst an- und ausschalten kann.

Die Endstufenschaltung erhält über den Versorgungseingang die Versorgungsspannung für den über den Verbraucherausgang angeschlossenen Verbraucher, da der Versorgungseingang über den elektronischen Schalter mit einem Verbraucherausgang elektrisch verbunden ist. Der elektronische Schalter kann ein Halbleiterschalter, insbesondere Leistungshalbleiter wie ein Transistor, insbesondere MOSFET, sein. Befindet sich der elektronische Schalter in seinem sperrenden Schaltzustand (Schalter ist "geöffnet"), ist der Strompfad zwischen Versorgungseingang und Verbraucherausgang unterbrochen. Befindet sich der elektronische Schalter in seinem leitenden Schaltzustand (Schalter ist "geschlossen"), ist der Strompfad zwischen Versorgungseingang und Verbraucherausgang elektrisch leitend.

Dass die Eingangsspannung mittels einer Spannungsmessvorrichtung messbar ist, kann umfassen, dass die Spannung regelmäßig gemessen wird und die gemessenen Spannungswerte zur weiteren Auswertung weitergeleitet werden. Eine solche Weiterbildung ist besonders vorteilhaft, weil dann sowohl das Erreichen oder Überschreiten eines auf eine Überspannung hinweisenden Schwellwerts detektiert als auch ein Spannungsverlauf ausgewertet werden kann, der z.B. frühzeitig auf eine erst drohende Überspannung hinweisen kann. Die Spannungsmessvorrichtung kann auch als "Spannungssensor" bezeichnet werden. In einer besonders einfachen Umsetzung ist die Spannungsmessvorrichtung als Überspannungssensor ausgebildet, der nur dann ein Ausgangssignal ausgibt oder umschaltet, wenn die gemessene Spannung einen auf eine Überspannung hinweisenden Schwellwert erreicht oder überschreitet. Der Überspannungssensor kann beispielsweise ein Komparator sein oder einen solchen aufweisen.

Dass das Fahrzeug, insbesondere mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung des Fahrzeugs, dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung gemessenen Messdaten eine (bereits eingetretene oder ggf. sogar erst drohende) Überspannung zu erkennen, umfasst insbesondere die Auswertung der gemessenen Spannungswerte oder das Erkennen des Wechsels des Ausgangssignals des Überspannungssensors.

Infolgedessen den elektronischen Schalter abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand zu schließen, falls er zuvor offen war, umfasst insbesondere, dass der bis

dahin ausgeschaltete Verbraucher abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand vorübergehend angeschaltet wird, um einen Überspannungsabbau zu erreichen. Ist der elektronische Schalter bereits geschlossen, bleibt der im geschlossenen Zustand bzw. wird der geschlossene Zustand "erzwungen".

Für den Fahrzeugbetriebszustand ist unter anderem der aus der Fahrsituation und der Insassenbenutzung resultierende Bordnetzzustand relevant. Je nach Bordnetzzustand müssen manche Verbraucher von der Endstufenschaltung zum Überspannungsabbau ausgenommen werden oder können alternativ berücksichtigt werden (z.B. Lenkung im Stillstand vs. Lenkung während der Fahrt). Der Fahrzeugbetriebszustand kann direkt gemessene oder eingestellte Fahrzeuginformationen wie Größen und Zustände und daraus abgeleitete Fahrzeuginformationen umfassen.

Es ist eine Ausgestaltung, dass

- das Fahrzeug eine Datenverarbeitungseinrichtung ("Statusinstanz") aufweist, die mit einer Logikschaltung mindestens einer Endstufe datentechnisch gekoppelt ist und der Logikschaltung einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand meldet, und
- die Logikschaltung mit der Spannungsmessvorrichtung und dem elektronischen Schalter verbunden ist und dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand offenzulassen oder zu schließen.

Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass die Endstufenschaltung die Überspannung autonom erkennen und den elektronischen Schalter selbsttätig ansteuern kann. Dies ermöglicht eine besonders schnelle Schaltung. Es ist eine Weiterbildung, dass die Logikschaltung dazu eingerichtet, z.B. programmiert, ist, den Fahrzeugbetriebszustand in eine entsprechende bzw. "passende" Ansteuerung bzw. Schaltung des elektronischen Schalters umzusetzen, z.B. bezüglich einer Zeitdauer der Schließung des elektronischen Schalters.

Es ist eine Weiterbildung, dass die Schaltung bei Erkennen einer Überspannung den Fahrzeugbetriebszustand von der Statusinstanz abruft.

Es ist eine Weiterbildung, dass die Logikschaltung einen überschreibbaren Datenspeicher aufweist, in welchen der aktuelle Fahrzeugbetriebszustand von der Statusinstanz

übertragbar ist. Dies ergibt den Vorteil, dass der aktuelle Fahrzeugbetriebszustand bereits in der Endstufenschaltung vorliegt und so eine autonome und besonders schnelle Schaltung des elektronischen Schalters ermöglicht wird.

Es ist eine Weiterbildung, dass die Statusinstanz und die Logikschaltung über ein Datenbussystem datentechnisch miteinander gekoppelt sind. Es ist eine Weiterbildung, dass die Statusinstanz und die Logikschaltung über mindestens eine dedizierte Signalleitung miteinander verbunden sind.

Es ist eine Weiterbildung, dass die elektronischen Schalter mehrerer Endstufenschaltungen mittels einer der Endstufenschaltung übergeordneten Instanz ansteuerbar sind. Dies ergibt den Vorteil, dass auf eigenständige Logikschaltungen in den Endstufenschaltungen verzichtet werden kann. Eine solche übergeordnete Instanz ist insbesondere über entsprechende Signal- bzw. Ansteuerleitungen mit den elektronischen Schaltern verbunden. Sie umfasst insbesondere die Funktion(en) der Endstufenschaltung.

Es ist eine Ausgestaltung, dass das Fahrzeug eine Statusinstanz aufweist, die

- einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand vorhält, mit dem elektronischen Schalter verbunden ist und mit der Spannungsmessvorrichtung datentechnisch gekoppelt ist und
- die dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand offenzulassen oder zu schließen.

So wird der Vorteil erreicht, dass auf eine eigenständige Logikschaltung in der Endstufenschaltung verzichtet werden kann und deren oben beschriebene Funktion in die Statusinstanz (die dann auch als "Status- und Schaltinstanz" bezeichnet werden kann) integriert ist. Eine solche Statusinstanz hält also den aktuellen Fahrzeugbetriebszustand, überwacht auf ein Vorliegen einer Überspannung und ist dazu eingerichtet, z.B. programmiert, den elektronischen Schalter abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand anzusteuern.

Es ist eine Ausgestaltung, dass das Fahrzeug mindestens eine Statusinstanz aufweist, die mit mehreren Endstufenschaltungen gekoppelt ist, d.h., je nach Ausführung, mit deren Logikschaltungen oder direkt mit deren elektronischen Schaltern.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der Fahrzeugbetriebszustand zumindest eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs umfasst, speziell die Unterscheidung zwischen Stillstand und Fahren des Fahrzeugs umfasst. Diese Unterscheidung ergibt den Vorteil, dass, auch sicherheitskritische, Verbraucher im Stand zum Überspannungsabbau vorübergehendbetrieben werden können, die während einer Fahrt nicht zum Überspannungsabbau betrieben werden dürften. Beispielsweise ist im Stand die Betätigung eines elektrischen Bremssystems unkritisch, während der Fahrt jedoch nicht. Weitere mögliche Zustände bzw. Informationen des Fahrzeugbetriebszustands können z.B. eine Sitzbelegung, GPS-Koordinaten, eine Beschleunigung, An/Aus-Zustände insbesondere von Verbrauchern, Ausstattungsdetails, Klappen offen bzw. geschlossen usw. ein.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der Fahrzeugbetriebszustand zumindest einen Stillstand, ein langsames Fahren und ein schnelles Fahren des Fahrzeugs umfasst. So wird eine noch feinere Unterscheidung ermöglicht, einen nicht betätigten Verbraucher zum Überspannungsabbau vorübergehend zu betreiben. Beispielsweise kann ein elektrisches Lenksystem im Stand und beim langsamen Fahren für kurze Zeit betrieben werden, ohne dass dies sicherheitskritisch ist oder durch Insassen des Fahrzeugs bemerkt würde, bei schnellem Fahren jedoch nicht. Unter einem langsamen Fahren kann z.B. ein Fahren mit einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 20 bis 30 km/h verstanden werden, ein schnelles Fahren entsprechend mit einer höheren Geschwindigkeit. Es können aber auch noch mehr Geschwindigkeitsabstufungen verwendet werden als zwei. Zudem können die Geschwindigkeitsschwellwert von der Art des Verbrauchers abhängig sein.

Es ist eine Ausgestaltung, dass wobei das Fahrzeug (z.B. die Logikschaltung oder die Statusinstanz) dazu eingerichtet ist, abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand den offenen elektronischen Schalter so anzusteuern, dass er

- in seinem offenen Schaltzustand belassen bleibt,
- für eine so kurze Zeit geschlossen wird, dass der Verbraucher keine Verbraucheraktion erzeugt oder
- so lange geschlossen wird, dass der Verbraucher eine Verbraucheraktion erzeugt, falls diese Verbraucheraktion keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufweist und von einem Nutzer des Fahrzeugs nicht bemerkt wird.

Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass auf eine Überspannung besonders effektiv und flexibel reagiert werden kann, ohne dass sich Sicherheits- und Komforteinbußen ergeben.

Dass der offene elektronische Schalter in seinem offenen Schaltzustand belassen bleibt, bedeutet, dass der Verbraucher nicht dazu verwendet wird, die Überspannung abzubauen, sondern ausgeschaltet bleibt. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn ein Betrieb dieses Verbrauchers im aktuellen Fahrzustand eine Sicherheits- oder Komforteinbuße bedeuten würde.

Dass der offene elektronische Schalter für eine so kurze Zeit geschlossen wird, dass der Verbraucher keine Verbraucheraktion erzeugt, umfasst, dass der Verbraucher zwar angeschaltet wird, aber für eine nur so kurze Zeit, dass er zwar Strom z.B. zum Hochfahren elektrischer Bauelemente und/oder einer Elektronik verbraucht, aber seine Funktion nicht ausführt, z.B. keine Lenkbewegung bewirkt oder keine Bremswirkung erzeugt. Da es sich bei Überspannungen um sehr transiente Vorgänge handelt, reichen ggf. kurze Anschaltdauern aus, um Überspannungen zu begrenzen. Es ist eine Weiterbildung, dass die Ansteuerung des elektronischen Schalters zusätzlich oder alternativ abhängig von einer Bemerkbarkeit der Ansteuerung durch einen Nutzer erfolgt.

Dass der offene elektronische Schalter so lange geschlossen wird, dass der Verbraucher eine Verbraucheraktion (z.B. Lenkbewegung oder Bremswirkung) erzeugt, falls diese Verbraucheraktion keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufweist und von einem Nutzer des Fahrzeugs nicht bemerkt wird, ist besonders effektiv. Beispielsweise kann ein auch ein sicherheitskritischer Verbraucher wie ein elektrisches Bremssystem oder ein elektrisches Lenksystem im Stand für längere Zeit betätigt werden, weil dann z.B. ein Durchführen eines Bremsvorgangs weder sicherheitskritisch ist noch durch die Insassen bemerkt wird.

Es ist eine Ausgestaltung, dass die Art der Ansteuerung abhängig von einer Größe der Überspannung einstellbar ist. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass auf höhere Überspannungen auch ein stärkerer Abbau vorgesehen werden kann und somit besonders flexibel auf Überspannungen reagiert werden kann. Ist beispielsweise eine Überspannung eher klein, kann auf das Anschalten gewisser Verbraucher verzichtet werden, oder sie werden kürzer angeschaltet als bei hoher Überspannung.

Es ist eine Ausgestaltung, dass die Endstufenschaltung eine weitere bzw. zweite Spannungsmessvorrichtung aufweist, die dazu eingerichtet ist, eine an dem

Verbraucherausgang anliegende Ausgangsspannung zu messen. Dies ergibt den Vorteil einer Redundanz und einer Bewertung des Schalterzustands, z.B. für eine Validierung einer erfolgreichen Schaltung des elektronischen Schalters, auch außerhalb des Überspannungsabbaus, z.B. für eine Funktionsüberprüfung.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der elektronische Schalter eine Komponente einer elektronischen Sicherung (auch als "E-Fuse" bezeichenbar) ist oder eine solche elektronische Sicherung ist.

Es ist eine Ausgestaltung, dass Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Endstufenschaltung in einen Stromverteiler integriert ist. Dies ist besonders preiswert und kompakt umsetzbar, speziell, wenn der elektronische Schalter eine E-Fuse ist, weil dann eine bereits als Sicherungselement vorhandene E-Fuse auch als der elektronische Schalter nutzbar ist. Der Stromverteiler weist typischerweise einen Versorgungseingang und mehrere Verbraucherausgänge auf, welche Verbraucherausgänge insbesondere durch E-Fuses abgesichert sind. Es ist eine Weiterbildung, dass die Logikschaltung, falls vorhanden, in den Stromverteiler integriert ist. Es ist eine Weiterbildung, dass die Statusinstanz in den Stromverteiler integriert ist.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Abbauen von transienten Überspannungen in einem Energiebordnetz eines Fahrzeugs, das eine Endstufenschaltung mit einem Versorgungseingang und einem Verbraucherausgang aufweist, denen ein elektronischer Schalter zwischengeschaltet ist, wobei der Verbraucherausgang mit einem Verbraucher elektrisch verbunden ist, wobei bei dem Verfahren an dem Versorgungseingang eine Eingangsspannung gemessen wird und dann, wenn anhand der Eingangsspannung eine Überspannung oder drohende Überspannung erkannt wird, der elektronische Schalter abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand vorübergehend geschlossen wird, falls er zuvor geöffnet war. Das Verfahren kann analog zu dem Fahrzeug ausgebildet werden, und umgekehrt, und weist die gleichen Vorteile auf.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert wird.

Fig.1 zeigt eine Skizze eines Fahrzeugs 1 mit einem Energiebordnetz 2, an dem mindestens ein Verbraucher 3 mittels einer jeweiligen Endstufenschaltung 4 mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist. Die Endstufenschaltung 4 kann einen Teil eines Stromverteilers 5 darstellen.

Die Endstufenschaltung 4 weist einen Versorgungseingang 6 auf, der über einen elektronischen Schalter in Form einer E-Fuse 7 mit einem Verbraucherausgang 8 elektrisch verbunden ist. Der Verbraucher 3 ist an dem Verbraucherausgang 8 angeschlossen, z.B. über ein Stromkabel 9. An dem Versorgungseingang 6 liegt eine Eingangsspannung an, die nominal der Bordnetzspannung entspricht, an der aber auch transiente Überspannungen auftreten können. Die Eingangsspannung ist mittels einer ersten Spannungsmessvorrichtung 10 messbar. Zwischen den E-Fuse 7 und dem Verbraucherausgang 8 ist eine zweite Spannungsmessvorrichtung 11 angeschlossen, um dort eine Spannung zu messen. Ist die E-Fuse 7 geschlossen und damit leitend geschaltet, wird der Verbraucher 3 mit der Bordnetzspannung versorgt und ist dann eingeschaltet. Ist die E-Fuse 7 geöffnet und damit sperrend geschaltet, ist der Verbraucher 3 von der Bordnetzspannung abgetrennt und ist dann ausgeschaltet. Das Schalten der E-Fuse bewirkt somit das Ein- bzw. Ausschalten des Verbrauchers 3.

Die E-Fuse 7 ist über einen Ansteuerleitung mit einer Logikschaltung 12 verbunden, auf welche die Logikschaltung 12 Ansteuersignale zum wahlweisen Öffnen und Schließen der E-Fuse 7 aufgeben kann. Die Logikschaltung 12 ist ferner mit der ersten Spannungsmessvorrichtung 10 und der zweiten Spannungsmessvorrichtung 11 über Signal-, insbesondere Datenleitungen, verbunden, über welche die von den Spannungsmessvorrichtungen 10, 11 ausgegebenen Messsignale oder Messdaten an die Logikschaltung 12 übertragen werden können. Die Logikschaltung 12 ist ferner datentechnisch, z.B. über einen Datenbus 13, mit einer endstufenschaltungsexternen Instanz ("Statusinstanz" 14) verbunden, welche die Logikschaltung 12 über einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand informiert hält. Alternativ kann die Funktion der Logikschaltung 12 in die Statusinstanz 14 integriert sein, so dass auf eine separate Logikschaltung 12 verzichtet werden kann.

Wird mittels der Spannungsmessvorrichtung 10 oder der Logikschaltung 12 an dem Versorgungseingang 6 eine Überspannung oder drohende Überspannung erkannt,

entscheidet die Logikschaltung 12 abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand, ob die bis jetzt noch geöffnete E-Fuse 7 offen gelassen oder vorübergehend geschlossen werden soll, insbesondere auch, wie lange sie geschlossen werden soll, um eine Überspannung zu begrenzen. Insbesondere kann die Dauer der Leitendschaltung der E-Fuse 7 von einer Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs 1 abhängen, z.B. ob es steht, langsam fährt oder schnell fährt. Dies kann auch von der Höhe der Überspannung abhängen.

Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt.

Allgemein kann unter "ein", "eine" usw. eine Einzahl oder eine Mehrzahl verstanden werden, insbesondere im Sinne von "mindestens ein" oder "ein oder mehrere" usw., solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist, z.B. durch den Ausdruck "genau ein" usw.

Auch kann eine Zahlenangabe genau die angegebene Zahl als auch einen üblichen Toleranzbereich umfassen, solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Energiebordnetz
3	Verbraucher bzw. Endstufe
4	Endstufenschaltung
5	Stromverteiler
6	Versorgungseingang
7	E-Fuse
8	Verbraucherausgang
9	Stromkabel
10	Erste Spannungsmessvorrichtung
11	Zweite Spannungsmessvorrichtung
12	Logikschaltung
13	Datenbus
14	Statusinstanz

Patentansprüche

1. Fahrzeug (1) mit einem Energiebordnetz (2), an dem mindestens ein Verbraucher (3) mittels einer jeweiligen Endstufenschaltung (4) mit elektrischer Energie versorgbar und dadurch betreibbar ist, wobei
   - die Endstufenschaltung (4) einen Versorgungseingang (6) aufweist, dessen Eingangsspannung mittels einer Spannungsmessvorrichtung (10) messbar ist,
   - der Versorgungseingang (6) über einen elektronischen Schalter (7) mit einem Verbraucherausgang (8) elektrisch verbunden ist und
   - das Fahrzeug (1) dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung (10) gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter (7) abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand zu schließen, falls er zuvor geöffnet war.

2. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, wobei
   - das Fahrzeug (1) eine Statusinstanz (14) aufweist, die mit einer Logikschaltung (12) der Endstufenschaltung (4) datentechnisch gekoppelt ist und der Logikschaltung (12) einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand meldet, und
   - die Logikschaltung (12) der Endstufenschaltung (4) mit der Spannungsmessvorrichtung (10) und dem elektronischen Schalter (7) verbunden ist und dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung (10) gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den elektronischen Schalter (7) abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand offenzulassen oder zu schließen.

3. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, wobei das Fahrzeug (1) eine Statusinstanz (14) aufweist, die
   - einen aktuellen Fahrzeugbetriebszustand vorhält, mit dem elektronischen Schalter (7) verbunden ist und mit der Spannungsmessvorrichtung (10) datentechnisch gekoppelt ist und
   - die dazu eingerichtet ist, anhand der von der Spannungsmessvorrichtung (10) gemessenen Messdaten eine Überspannung zu erkennen und dann den

elektronischen Schalter (7) abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand offenzulassen oder zu schließen.

4. Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, wobei das Fahrzeug (1) mindestens eine Statusinstanz (14) aufweist, die mit mehreren Endstufenschaltungen (4) gekoppelt ist.

5. Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der Fahrzustand zumindest einen Stillstand und ein Fahren des Fahrzeugs (1) umfasst.

6. Fahrzeug (1) nach Anspruch 5, wobei der Fahrzustand zumindest einen Stillstand, ein langsames Fahren und ein schnelles Fahren des Fahrzeugs (1) umfasst.

7. Fahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei das Fahrzeug (1) dazu eingerichtet ist, abhängig von dem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand den offenen elektronischen Schalter (7) so anzusteuern, dass er
   - in seinem offenen Schaltzustand belassen bleibt,
   - für eine so kurze Zeit geschlossen wird, dass der Verbraucher (3) keine Verbraucheraktion erzeugt oder
   - so lange geschlossen wird, dass der Verbraucher (3) eine Verbraucheraktion erzeugt, falls diese Verbraucheraktion keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufweist und von einem Nutzer des Fahrzeugs (1) nicht bemerkt wird.

8. Fahrzeug (1) nach Anspruch 7, wobei die Art der Ansteuerung abhängig von einer Größe der Überspannung einstellbar ist.

9. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Endstufenschaltung (4) eine weitere Spannungsmessvorrichtung (11) aufweist, die dazu eingerichtet ist, eine an dem Verbraucherausgang (8) anliegende Ausgangsspannung zu messen.

10. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektronische Schalter (7) eine Komponente einer elektronischen Sicherung oder eine elektronische Sicherung ist.

11. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Endstufenschaltung (4) in einen Stromverteiler (5) integriert ist.

12. Verfahren zum Abbauen von transienten Überspannungen in einem Energiebordnetz (2) eines Fahrzeugs (1), das eine Endstufenschaltung (4) mit einem Versorgungseingang (6) und einem Verbraucherausgang (8) aufweist, denen ein elektronischer Schalter (7) zwischengeschaltet ist, wobei der Verbraucherausgang mit einem Verbraucher (3) elektrisch verbunden ist, wobei bei dem Verfahren
   - an dem Versorgungseingang (6) eine Eingangsspannung gemessen wird und
   - dann, wenn anhand der Eingangsspannung eine Überspannung oder drohende Überspannung erkannt wird, der elektronische Schalter (7) abhängig von einem aktuellen Fahrzeugbetriebszustand vorübergehend geschlossen wird, falls er zuvor geöffnet war.

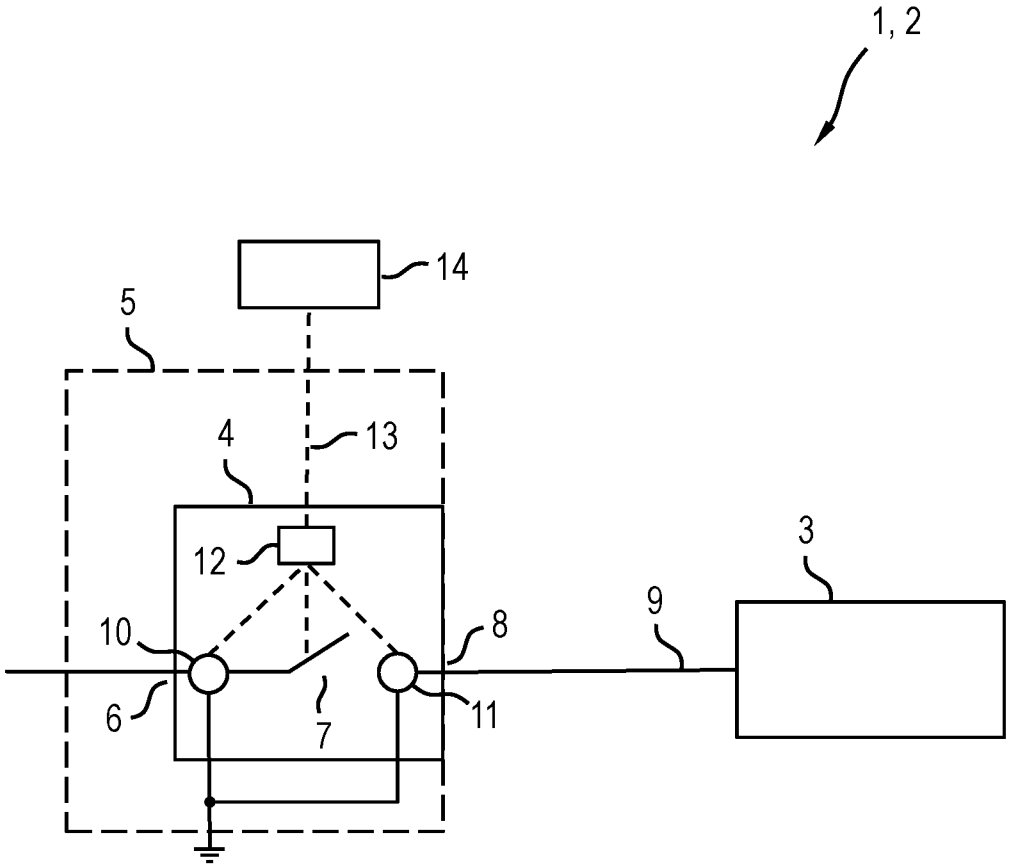

Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2023/079861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 3/00(2019.01)i; ***B60R 16/03***(2006.01)i; ***H02H 9/00***(2006.01)i; ***H02H 9/04***(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)

B60L; H02H; B60R

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	DE 19742391 C1 (SIEMENS AG [DE]) 26 November 1998 (1998-11-26)	1,3,4,7-12
Y	the whole document	2,4-6
Y	US 2002149261 A1 (VIERLING LOU [US] ET AL) 17 October 2002 (2002-10-17)	2,4-6
A	the whole document	1, 12
A	DE 102020106210 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; UNIV MUENCHEN TECH [DE]) 09 September 2021 (2021-09-09) paragraph [0017] - paragraph [0020]; figure 1	1,9-12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
23 January 2024	**07 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Utz, Tilman**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2023/079861

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 19742391 C1	26 November 1998	DE 19742391 C1	26 November 1998
		FR 2768674 A1	26 March 1999
US 2002149261 A1	17 October 2002	DE 10291613 T5	22 April 2004
		US 2002149261 A1	17 October 2002
		WO 02084837 A1	24 October 2002
DE 102020106210 A1	09 September 2021	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/079861

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60L3/00 B60R16/03 H02H9/00 H02H9/04
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60L H02H B60R

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 Y	DE 197 42 391 C1 (SIEMENS AG [DE]) 26. November 1998 (1998-11-26) das ganze Dokument ----	1,3,4, 7-12 2,4-6
Y A	US 2002/149261 A1 (VIERLING LOU [US] ET AL) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) das ganze Dokument ----	2,4-6 1,12
A	DE 10 2020 106210 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; UNIV MUENCHEN TECH [DE]) 9. September 2021 (2021-09-09) Absatz [0017] - Absatz [0020]; Abbildung 1 ----	1,9-12

☐ 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
23. Januar 2024	07/02/2024

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Utz, Tilman

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/079861

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19742391 C1	26-11-1998	DE 19742391 C1	26-11-1998
		FR 2768674 A1	26-03-1999
US 2002149261 A1	17-10-2002	DE 10291613 T5	22-04-2004
		US 2002149261 A1	17-10-2002
		WO 02084837 A1	24-10-2002
DE 102020106210 A1	09-09-2021	KEINE	