



(10) **DE 10 2020 120 410 B3** 2021.09.16

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 120 410.8**
(22) Anmeldetag: **03.08.2020**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.09.2021**

(51) Int Cl.: **B60L 3/00 (2019.01)**
B60L 50/60 (2019.01)
B60R 16/03 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
AUDI Aktiengesellschaft, 85057 Ingolstadt, DE;
Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE

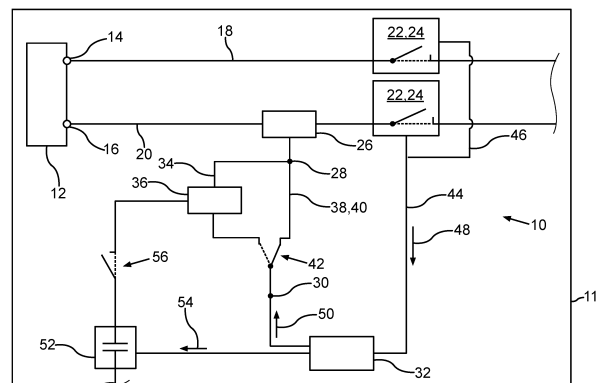
(72) Erfinder:
Eckelmann, Franziska, 85080 Gaimersheim, DE;
Biberger, Roland, Dr., 84180 Loiching, DE; Patt,
Marc, 71638 Ludwigsburg, DE

(74) Vertreter:
Hofstetter, Schurack & Partner - Patent- und
Rechtsanwaltskanzlei, PartG mbB, 81541
München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2017 214 302 A1
DE 10 2018 207 247 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes, Bordnetz sowie Kraftfahrzeug mit einem Bordnetz**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes (10) für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug (11), wobei das Bordnetz (10) eine elektrische Hochvolt-Spannungsquelle (12) mit einem Pluspol (14) und einem Minuspol (16) umfasst,
- wobei der Pluspol (14) mittels einer ersten Verbindungsleitung (18) und der Minuspol (16) mittels einer zweiten Verbindungsleitung (20) elektrisch leitend mit dem Bordnetz (10) verbindbar sind,
- wobei in der ersten und der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) jeweils ein elektronisches Trennelement (22, 24) angeordnet ist,
- wobei in der ersten und/oder der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) ein pyrotechnisches Trennelement (26) seriell eingekoppelt ist,
- wobei das pyrotechnische Trennelement (26) einen Steueranschluss (28) aufweist, der in einem Normalbetrieb mittels eines Steuerzweigs (34) mit einem Ausgangsanschluss (30) einer Steuervorrichtung (32) gekoppelt ist, wobei in dem Steuerzweig (34) eine Steuereinheit (36) zwischen den Ausgangsanschluss (30) und den Steueranschluss (28) seriell zwischengekoppelt ist,
wobei parallel zu dem Steuerzweig (34) zwischen dem Ausgangsanschluss (30) der Steuervorrichtung (32) und dem Steueranschluss (28) des pyrotechnischen Trennelements (26) ein Kurzschlusszweig (38) verläuft, der eine Kurzschlussleitung (40) zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses (30) und des Steueranschlusses (28) bereitstellt, wobei eine Schalteranordnung (42) dazu ausgebildet ist, eine steuernde Kopplung ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug. Darüber hinaus betrifft die Anmeldung ein solches Bordnetz sowie ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Bordnetz.

[0002] Es ist bekannt, Kraftfahrzeuge mit Bordnetzen auszustatten. An ein solches Bordnetz ist in der Regel eine Vielzahl an elektrischen Verbrauchern angeschlossen. Handelt es sich bei einem Kraftfahrzeug um ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, so ist das Bordnetz normalerweise in einen Hochvoltbereich mit einer Hochvolt-Spannungsquelle oder Hochvolt-Batterie, die als Lieferant für eine Antriebsenergie des Kraftfahrzeugs dient, und einen Niedervoltbereich aufgeteilt, wobei in letzterem eine Niedervolt-Batterie verschaltet sein kann, die die übrigen Verbraucher mit einer elektrischen Spannung im Bereich von weniger als 20 Volt, insbesondere mit einer 12 Volt-Spannung versorgt. In der Regel sind die beiden Netzbereiche durch einen Gleichspannungswandler miteinander gekoppelt, so dass ein Austausch von elektrischer Energie zwischen den Bereichen erfolgen kann.

[0003] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ist als Hochvolt-Spannungsquelle oder Hochvolt-Batterie ein elektrischer Energiespeicher bezeichnet, der in erster Linie dazu dient, eine elektrische Antriebsenergie für ein Kraftfahrzeug bereitzustellen. Als solcher ist die Hochvolt-Spannungsquelle dazu ausgebildet, eine elektrische Spannung im Bereich von mehr als 60 Volt bis hin zu mehreren hundert Volt, insbesondere 400 Volt, bereitzustellen.

[0004] Während des Betriebs eines solchen Kraftfahrzeugs mit einer genannten Hochvolt-Batterie kann es notwendig werden, die Hochvolt-Batterie von dem Rest des Bordnetzes elektrisch zu trennen. Dieser Fall kann beispielsweise für Wartungsarbeiten oder auch bei Unfallereignissen auftreten. Zum Trennen der Hochvolt-Batterie von dem Bordnetz sind in der Regel elektronische Trennelemente oder Hochvoltschütze vorgesehen, welche die Hochvolt-Batterie einpolig und/oder zweipolig von dem Bordnetz trennen und mit diesem verbinden können. Zusätzlich weisen Bordnetze der bekannten Art in der Regel ein oder mehrere pyrotechnische Trennelemente auf, welche dazu ausgebildet sind, die Hochvolt-Batterie irreversibel von dem Bordnetz zu trennen. Entsprechende Anordnungen und Trenn-Konzepte sind beispielsweise aus der DE 10 2018 203 915 A1, der DE 10 2016 213 072 A1 oder auch der DE 10 2013 209 835 A1 bekannt.

[0005] Auch aus der DE 10 2018 207 247 A1 ist eine Trennvorrichtung zum Trennen einer Hochvoltleitung eines Hochvoltbordnetzes eines Kraftfahrzeugs be-

kannt. Die Trennvorrichtung umfasst zwei Trenneinheiten, die jeweils über eine ansteuerbare (pyrotechnische) Abschalteneinheit verfügen. Eine der Trenneinheiten weist darüber hinaus eine Überstromsicherung auf. Eine Steuereinheit kann die Abschalteneinheiten in Abhängigkeit davon aktivieren, ob ein Überstrom vorliegt, oder ein überstromunabhängiges Ereignis, das eine Trennung der Hochvoltleitung erfordert.

[0006] Wird die Hochvolt-Batterie infolge eines Unfallereignisses von dem Bordnetz getrennt, so ist diese Trennung nicht-flüchtig zu speichern, um bei einer erneuten Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs erkannt werden zu können (Diagnose in der Init-Phase). Zum Speichern dient in der Regel diejenige elektrische Energie, die durch den Niedervolt-Netzbereich des Bordnetzes bereitgestellt wird. Da allerdings ein Unfallereignis, welches zu einer Trennung der Hochvolt-Batterie von dem Bordnetz führt, auch dazu führen kann, dass eine Betriebsspannung in dem Niedervoltbereich einbricht, muss die zur Speicherung des Unfallereignisses notwendige elektrische Energie über das Unfallereignis hinaus gepuffert werden können. Die Pufferung wird in der Regel mithilfe von Kondensatoren durchgeführt, welche in nachteiliger Weise Gewicht und Herstellungskosten des gesamten Bordnetzes erhöhen und viel Bauraum in Anspruch nehmen. Eine derartige Kondensatorlösung ist beispielsweise aus der DE 10 2017 214 302 A1 bekannt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einem Schadensfall oder in Folge eines Unfallereignisses eine Hochvolt-Batterie von einem Bordnetz der eingangs beschriebenen Art zuverlässig und auf effiziente Art und Weise zu trennen.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die abhängigen Patentansprüche, die folgende Beschreibung sowie die Figuren beschrieben.

[0009] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch das oben beschriebene Erfordernis der Pufferung einer eingebrochenen Betriebsspannung des Bordnetzes über ein Unfallereignis hinaus eine Effizienz des Bordnetzes begrenzt ist. Die Möglichkeit, ganz oder zumindest teilweise auf diese Pufferung verzichten zu können, kann demnach die Effizienz des Bordnetzes erhöhen.

[0010] Durch die Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug bereitgestellt. Das Bordnetz umfasst eine elektrische Hochvolt-Spannungsquelle mit einem Pluspol und einem Minuspol. Der Pluspol ist mittels einer ersten Verbindungsleitung und der Minuspol ist mittels einer zweiten Verbindungsleitung elektrisch lei-

tend mit dem Bordnetz verbindbar. In der ersten und der zweiten Verbindungsleitung ist jeweils ein elektronisches Trennelement angeordnet, welches beispielsweise als ein elektromechanischer Schütz realisiert sein kann. Des Weiteren ist in der ersten und/oder der zweiten Verbindungsleitung ein pyrotechnisches Trennelement seriell eingekoppelt. Das pyrotechnische Trennelement kann zwischen die Hochvolt-Spannungsquelle und das jeweilige elektrische Trennelement zwischengekoppelt sein.

[0011] Das pyrotechnische Trennelement oder Zündelement oder Pyroelement weist einen Steueranschluss auf, der in einem Normalbetrieb mittels eines Steuerzweigs mit einem Ausgangsanschluss einer Steuervorrichtung gekoppelt ist. Die Steuervorrichtung kann auf Bordnetzebene oder auch als ein Bordcomputer auf einer übergeordneten Fahrzeugsteuerungsebene angeordnet sein. Der Ausgangsanschluss der Steuervorrichtung und der Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements können elektrisch leitend miteinander verbunden sein und/oder signaltechnisch über eine optische Verbindung und/oder eine Funkverbindung miteinander gekoppelt sein.

[0012] In dem beschriebenen Steuerzweig ist eine Steuereinheit oder elektronische Steuereinheit (Electronic Control Unit, ECU) zwischen den Ausgangsanschluss und den Steueranschluss seriell zwischengekoppelt. Die Steuereinheit ist bevorzugt dazu ausgebildet und eingerichtet, von der Steuervorrichtung Signale, insbesondere ein Zündsignal zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements, zu empfangen, diese weiterzuverarbeiten und an den Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements zu übermitteln. Die Steuereinheit kann darüber hinaus noch weitere koordinierende Aufgaben betreffend den Betrieb des Bordnetzes und/oder den Betrieb der Hochvolt-Batterie ausführen. Insbesondere kann die Steuereinheit einen Kurzschluss innerhalb der Hochvolt-Batterie detektieren und daraufhin den Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements ansteuern. Mit anderen Worten laufen Signale im Normalbetrieb von der Steuervorrichtung zu dem pyrotechnischen Trennelement ausschließlich über die Steuereinheit. Hierzu muss im Normalbetrieb eine elektrische Energie zum Betreiben der Steuereinheit bereitgestellt werden. Dies kann beispielsweise aus dem genannten Niederspannungs-Netzbereich heraus bewerkstelligt werden.

[0013] Erfindungsgemäß verläuft parallel zu dem Steuerzweig zwischen dem Ausgangsanschluss der Steuervorrichtung und dem Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements ein Kurzschlusszweig, der eine Kurzschlussleitung zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses und des Steueranschlusses bereitstellt. Mit anderen Worten verläuft parallel zu dem Steuerzweig unter Umgehung der Steuereinheit

eine elektrisch leitfähige Verbindung von Steuervorrichtung und pyrotechnischem Trennelement. Diese Verbindung stellt gewissermaßen eine Ausweichstrecke zwischen dem Ausgangsanschluss der Steuervorrichtung und dem Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements bereit. Die Verbindung ist im Normalbetrieb nicht elektrisch leitend in das Bordnetz eingekoppelt. Mit anderen Worten wird der Kurzschlusszweig im Normalbetrieb nicht genutzt.

[0014] Erfindungsgemäß ist nun eine Schalteranordnung dazu ausgebildet, eine steuernde Kopplung zur Übermittlung von Signalen zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Steueranschluss entweder über den Kurzschlusszweig oder über den Steuerzweig herzustellen. Die Schalteranordnung kann also zwischen dem Steuerzweig und dem Kurzschlusszweig hin- und herschalten. Es ist nicht vorgesehen, dass beide Zweige gleichzeitig verbunden sind. Mit anderen Worten wird stets jeweils nur einer der Zweige bedient. Die Schalteranordnung kann als ein Halbleiterschaltelement ausgebildet sein.

[0015] Bei einem Auftreten eines eine Trennung der Hochvolt-Spannungsquelle von dem Bordnetz erfordernden Schadensfalls löst erfindungsgemäß die Steuervorrichtung einen von dem Normalbetrieb verschiedenen Notbetrieb aus. Die Steuervorrichtung kann den Schadensfall beispielsweise durch eine Kollisionserkennungseinheit des Kraftfahrzeugs signalisiert bekommen und/oder anhand einer Nutzereingabe eines Nutzers des Kraftfahrzeugs erkennen. In dem Notbetrieb überwacht die Steuervorrichtung einen Verbindungszustand des elektronischen Trennelements der ersten Verbindungsleitung und/oder des elektronischen Trennelements der zweiten Verbindungsleitung zwischen der Hochvolt-Spannungsquelle und dem Bordnetz. Mit anderen Worten überwacht die Steuervorrichtung im Notbetrieb, ob die Hochvolt-Spannungsquelle ordnungsgemäß mit dem Bordnetz verbunden oder von diesem getrennt ist. Das Überwachen kann beispielsweise durch eine regelmäßige und/oder rhythmische und/oder zyklische Abfrage des Verbindungszustands oder durch eine stetig laufende Abfrage durchgeführt werden. Bei der Überwachung kann es sich auch um eine passive Überwachung einer Betriebsspannung des Hochvolt-Netzbereichs handeln. Für den Fall, dass es sich bei den elektronischen Trennelementen um elektromechanische Schütze handelt, kann das Überwachen auch darin bestehen, dass die Steuervorrichtung einen Stromfluss durch jeweilige die Schütze antreibende stromdurchflossene Spulen überprüft.

[0016] Für den Fall, dass das elektronische Trennelement der ersten Verbindungsleitung und/oder das elektronische Trennelement der zweiten Verbindungsleitung geöffnet sind, also die Hochvolt-Spannungsquelle ein- und/oder zweipolig von dem Bord-

netz getrennt ist, übermittelt die Steuervorrichtung einen Schaltbefehl zum Trennen des Steuerzweigs, der ja bis dahin noch gemäß dem Normalbetrieb geschlossen war, und zum Verbinden des Kurzschlusszweigs an die Schalteranordnung. Mit anderen Worten löst die Steuervorrichtung ein Umschalten weg von dem Steuerzweig hin zu dem Kurzschlusszweig aus. Dieses Umschalten kann auch als Überbrücken der in dem Steuerzweig zwischengekoppelten Steuereinheit verstanden werden. Schließlich leitet die Steuervorrichtung einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements über den Kurzschlusszweig an den Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements durch. Hierdurch wird das pyrotechnische Trennelement irreversibel getrennt, was einer Speicherung des Schadensfalls gleichkommt.

[0017] In dem Moment, in dem die Hochvolt-Batterie durch die geöffneten elektronischen Trennelemente sicher von dem Bordnetz getrennt ist, wird also erfindungsgemäß die Steuereinheit überbrückt. In vorteilhafter Weise kann so eine Versorgung der Steuereinheit mit elektrischer Energie aufgegeben werden oder unterbleiben, sobald die Steuereinheit nicht mehr benötigt wird. Das Speichern des genannten Schadensfalls muss nämlich erfindungsgemäß auch nicht mehr durch die Steuereinheit erfolgen, sondern passiert, wie oben beschrieben, durch das Zünden des pyrotechnischen Trennelements. Somit kann in vorteilhafter Weise auf die eingangs beschriebene Pufferung verzichtet werden. Die erfindungsgemäße Anordnung erlaubt also einen besonders effizienten Betrieb des Bordnetzes, wobei zugleich das Unfallereignis zuverlässig gespeichert ist.

[0018] Zu der Erfindung gehören auch Ausführungsformen, durch die sich zusätzliche Vorteile ergeben.

[0019] Eine Ausführungsform sieht vor, dass eine Puffereinheit dazu ausgebildet ist, eine Versorgung der Steuereinheit mit elektrischer Energie bereitzustellen, wobei die Steuervorrichtung die Puffereinheit abschaltet, sobald die Steuervorrichtung erkennt, dass das elektronische Trennelement der ersten Verbindungsleitung und/oder das elektronische Trennelement der zweiten Verbindungsleitung geöffnet sind. Wie oben beschrieben, kann als Puffereinheit beispielsweise ein Kondensator bereitgestellt sein. Die Steuervorrichtung kann nun gemäß der hier beschriebenen Ausführungsform eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Kondensator und der Steuereinheit unterbrechen, sobald die elektronischen Trennelemente geöffnet sind und die Steuereinheit nicht mehr gebraucht wird, um beispielsweise einen Kurzschluss in der Hochvolt-Batterie festzustellen. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise in der Puffereinheit oder dem Kondensator verbleibende elektrische Energie anderweitig genutzt werden. Alternativ kann die Puffereinheit entsprechend klein dimensioniert werden. Im letzteren Fall bleibt zwar

keine elektrische Energie für andere Verbraucher übrig, jedoch ergibt sich in vorteilhafter Weise eine Einsparung von Gewicht und/oder Produktionskosten für das Bordnetz.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die elektronischen Trennelemente der Verbindungsleitungen als sogenannte Hochvoltschütze ausgebildet, die sich bei einem Einbruch einer vorbestimmten Betriebsspannung des Bordnetzes selbsttätig öffnen. Die Hochvoltschütze können beispielsweise als elektromechanische Schütze ausgebildet sein, die sich öffnen, sobald jeweilige Schützspulen nicht mehr mit Spannung versorgt werden. Bei dem Einbruch der Bordnetzspannung öffnen sich derartige Schütze selbsttätig, wodurch gewissermaßen eine Kettenreaktion in Gang gesetzt wird. Das Öffnen der Schütze kann nämlich wie oben beschrieben durch die Steuervorrichtung erkannt werden, woraufhin die Steuervorrichtung das oben beschriebene Umschalten zwischen Steuerzweig und Kurzschlusszweig auslöst. Der genannte Einbruch der vorbestimmten Betriebsspannung kann beispielsweise in einem kompletten Wegfall der vorbestimmten Betriebsspannung oder auch in einem nur zeitweisen Reduzieren der Betriebsspannung bestehen.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung öffnet sich ein jeweiliger Hochvoltschütz erst nach einer vorbestimmten Schützlatenzzeit, wobei die Schützlatenzzeit von einer Schützcharakteristik abhängt. Mit anderen Worten kann durch eine geeignete Auswahl einer Schützcharakteristik die Schützlatenzzeit eingestellt werden.

[0022] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird nur für eine Dauer der Schützlatenzzeit eine für einen Betrieb der Steuereinheit erforderliche elektrische Spannung gepuffert. Mit anderen Worten kann durch eine geeignete Auswahl einer Schützcharakteristik und einer Dimensionierung der Pufferung das Bordnetz hinsichtlich seines Gewichts und/oder seiner Produktionskosten und/oder seiner Effizienz optimal ausgelegt werden.

[0023] Es kann vorkommen, dass innerhalb der Schützlatenzzeit, also während die Hochvoltschütze sich öffnen, ein Kurzschluss in der Hochvolt-Spannungsquelle auftritt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Steuereinheit noch mit elektrischer Energie versorgt und kann diesen erkennen und daraufhin das pyrotechnische Trennelement zünden.

[0024] In vorteilhafter Weise kann ein Verbindungszustand des pyrotechnischen Trennelements als ein Diagnoseparameter genutzt werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird nämlich der Verbindungszustand oder Zustand des pyrotechnischen Trennelements während einer Initialisierungsphase des Bordnetzes überprüft. Bei getrenntem Zustand

wird eine Inbetriebnahme der Hochvolt-Spannungsquelle unterbunden. Mit anderen Worten wird ein Schließen der elektronischen Trennelemente verhindert, sofern während der Initialisierungsphase festgestellt wird, dass das pyrotechnische Trennelement gezündet wurde.

[0025] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass das Trennen des Steuerzweigs und das Verbinden des Kurzschlusszweigs durch eine Sicherheitsroutine, insbesondere auch im Notbetrieb, verhindert werden. Die Sicherheitsroutine kann beispielsweise vorsehen, dass die Umschaltung der Zündung des Pyroelements auf die Kurzschlussleitung oder Zündleitung nur im Falle eines Unfallereignisses erfolgen darf, bei dem ein vorbestimmter Spannungseinfall der Bordnetzspannung erfasst wird. Während des Normalbetriebs muss das Umschalten oder die Umschaltung generell verhindert werden. Die Verhinderung der Umschaltung muss gemäß derjenigen Sicherheitsroutine (Automotive Safety Integrity Level, ASIL) erfolgen, gemäß der auch ein potentiell auftretender Kurzschluss in der Hochvolt-Batterie getrennt werden muss. Nach der Umschaltung ist eine Pyrozündung durch die Steuereinheit bei Kurzschluss nämlich nicht mehr möglich.

[0026] Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch ein Bordnetz für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug, wobei das Bordnetz eine elektrische Hochvolt-Spannungsquelle mit einem Pluspol und einem Minuspol umfasst. Der Pluspol ist mittels einer ersten Verbindungsleitung und der Minuspol ist mittels einer zweiten Verbindungsleitung elektrisch leitend mit dem Bordnetz verbindbar. In der ersten und der zweiten Verbindungsleitung ist jeweils ein elektronisches Trennelement angeordnet. In der ersten und/oder der zweiten Verbindungsleitung ist ein pyrotechnisches Trennelement seriell eingekoppelt. Das pyrotechnische Trennelement weist einen Steueranschluss auf, der in einem Normalbetrieb mittels einer Steuereinheit aufweisenden Steuerzweigs mit einem Ausgangsanschluss einer Steuervorrichtung gekoppelt ist. Mit anderen Worten ist in dem Steuerzweig eine Steuereinheit zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Steueranschluss seriell zwischengekoppelt.

[0027] Erfindungsgemäß verläuft parallel zu dem Steuerzweig zwischen dem Ausgangsanschluss der Steuervorrichtung und dem Steueranschluss des pyrotechnischen Trennelements ein Kurzschlusszweig, durch den eine Kurzschlussleitung zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses und des Steueranschlusses bereitgestellt ist. Weiterhin ist eine Schalteranordnung dazu ausgebildet, eine steuernde Kopplung zur Übermittlung von Signalen zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Steueranschluss entweder über den Kurzschlusszweig oder über den Steuerzweig herzustellen.

[0028] Die Steuervorrichtung ist dazu eingerichtet, bei einem Auftreten eines eine Trennung der Hochvolt-Spannungsquelle von dem Bordnetz erfordernden Schadensfalls einen von dem Normalbetrieb verschiedenen Notbetrieb auszulösen und in dem Notbetrieb einen Verbindungszustand des elektronischen Trennelements der ersten Verbindungsleitung und/oder des elektronischen Trennelements der zweiten Verbindungsleitung zu überwachen. Die Steuervorrichtung ist dazu eingerichtet, für den Fall, dass das elektronische Trennelement der ersten Verbindungsleitung und/oder das elektronische Trennelement der zweiten Verbindungsleitung geöffnet sind, einen Schaltbefehl zum Trennen des Steuerzweigs und zum Verbinden des Kurzschlusszweigs an die Schalteranordnung zu übermitteln und einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements über den Kurzschlusszweig, also unter Umgehung der Steuereinheit, an den Steueranschluss durchzuleiten.

[0029] Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Kraftfahrzeug mit einem Bordnetz gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform.

[0030] Zu der Erfindung gehören auch Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Bordnetzes und/oder des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs, die Merkmale aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben worden sind. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Bordnetzes und/oder des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs hier nicht noch einmal beschrieben.

[0031] Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug ist bevorzugt als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen, oder als Personenbus oder Motorrad ausgestaltet.

[0032] Zu der Erfindung gehört auch die Steuervorrichtung für das Kraftfahrzeug. Die Steuervorrichtung kann eine Datenverarbeitungsvorrichtung oder eine Prozessoreinrichtung aufweisen, die dazu eingerichtet ist, eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Die Prozessoreinrichtung kann hierzu zumindest einen Mikroprozessor und/oder zumindest einen Mikrocontroller und/oder zumindest einen FPGA (Field Programmable Gate Array) und/oder zumindest einen DSP (Digital Signal Processor) aufweisen. Des Weiteren kann die Prozessoreinrichtung Programmcode aufweisen, der dazu eingerichtet ist, bei Ausführen durch die Prozessoreinrichtung die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen. Der Programmcode kann in einem Datenspeicher der Prozessoreinrichtung gespeichert sein.

[0033] Die Erfindung umfasst auch die Kombinationen der Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen.

[0034] Im Folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem Bordnetz in einer erfindungsgemäßen Ausführungsform;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs eines ersten Betriebs eines erfindungsgemäßen Bordnetzes;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs eines zweiten Betriebs eines erfindungsgemäßen Bordnetzes;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines zeitlichen Verlaufs eines dritten Betriebs eines erfindungsgemäßen Bordnetzes; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Bordnetzes.

[0035] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden. Daher soll die Offenbarung auch andere als die dargestellten Kombinationen der Merkmale der Ausführungsformen umfassen. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

[0036] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen jeweils funktionsgleiche Elemente.

[0037] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs **11** mit einem Bordnetz **10**. Das Bordnetz **10** kann eine Hochvolt-Spannungsquelle **12** mit einem elektrischen Pluspol **14** und einem elektrischen Minuspol **16** aufweisen. Der Pluspol **14** kann mittels einer ersten Verbindungsleitung **18** und der Minuspol **16** kann mittels einer zweiten Verbindungsleitung **20** mit dem Bordnetz **10** verbunden sein. Zum Verbinden des Pluspols **14** und des Minuspols **16** mit dem Bordnetz **10** können die Verbindungsleitungen **18, 20** elektronische Trennelemente **22, 24** aufweisen, wobei jeweils ein elektronisches Trennelement **22, 24** in der ersten Verbindungsleitung **18** und ein elektronisches Trennelement **22, 24** in der zweiten Verbindungsleitung **20** angeordnet sein kann. Bei den elektronischen Trennelementen **22, 24** kann es sich um elektromechanische Hochvoltschütze handeln. Bevorzugt sind die Hochvoltschütze derart ausgebildet, dass sie sich stromlos selbsttätig öffnen.

[0038] Beispielhaft ist in **Fig. 1** gezeigt, dass in der zweiten Verbindungsleitung **20** ein pyrotechnisches Trennelement **26** seriell eingekoppelt ist. Das pyrotechnische Trennelement **26** kann, wie in **Fig. 1** dargestellt, zwischen der Hochvolt-Spannungsquelle **12** und dem elektrischen Trennelement **22, 24** angeordnet sein. Das pyrotechnische Trennelement **26** kann allerdings auch auf einer der Hochvolt-Spannungsquelle **12** abgewandten Seite des jeweiligen elektronischen Trennelements **22, 24** seriell in eine jeweilige Verbindungsleitung **18, 20** eingekoppelt sein.

[0039] Das gezeigte pyrotechnische Trennelement **26** weist einen Steueranschluss **28** auf. Zwischen dem Steueranschluss **28** und einem Ausgangsanschluss **30** einer Steuervorrichtung **32** des Bordnetzes **10** können zwei parallele Zweige angeordnet sein. In einem der Zweige, dem Steuerzweig **34**, kann eine Steuereinheit **36** seriell zwischengekoppelt sein. In dem anderen der Zweige, dem Kurzschlusszweig **38**, ist keine weitere elektronische Komponente zwischengekoppelt. Mit anderen Worten stellt der Kurzschlusszweig **38** eine Kurzschlussleitung **40** zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses **30** und des Steueranschlusses **28** bereit.

[0040] Eine Schalteranordnung **42** ist dazu ausgebildet, zwischen dem Steuerzweig **34** und dem Kurzschlusszweig **38** hin- und herzuschalten. Der in **Fig. 1** dargestellte Zustand zeigt beispielhaft, wie die Schalteranordnung **42** eine steuernde Kopplung zur Übermittlung von Signalen zwischen dem Ausgangsanschluss **30** und dem Steueranschluss **28** über den Kurzschlusszweig **38** herstellt. Die gestrichelten Linien der **Fig. 1** hingegen zeigen einen Zustand, in welchem die Schalteranordnung **42** die genannte steuernde Kopplung über den Steuerzweig **34** herstellt.

[0041] Darüber hinaus ist in **Fig. 1** beispielhaft gezeigt, dass Signalleitungen **44, 46** zwischen den elektronischen Trennelementen **22, 24** und der Steuervorrichtung **32** verlaufen. Mittels über diese Signalleitungen übermittelter Signale **48** kann die Steuervorrichtung **32** einen Verbindungszustand eines jeweiligen der elektronischen Trennelemente **22, 24** überwachen. Für den Fall, dass eines oder beide elektronischen Trennelemente **22, 24** geöffnet sind, kann die Steuervorrichtung **32** einen Schaltbefehl **50** an die Schalteranordnung **42** übermitteln.

[0042] **Fig. 1** zeigt darüber hinaus beispielhaft eine Puffereinheit **52**, welche beispielsweise als ein Kondensator ausgebildet sein kann und dazu ausgebildet sein kann, eine Versorgung der Steuereinheit **36** mit elektrischer Energie bereitzustellen. Die Steuervorrichtung **32** kann dazu ausgebildet sein, die Puffereinheit **52** durch einen Steuerbefehl **54** abzuschalten und/oder durch Öffnen eines Schaltelements **56** von der Steuereinheit **36** elektrisch zu trennen.

[0043] Fig. 2 bis Fig. 4 zeigen verschiedene zeitliche Abläufe im Verlauf eines Betriebs eines Bordnetzes 10. Hierbei wird insbesondere auf den beispielhaften Fall eingegangen, dass zu einem jeweiligen Zeitpunkt t_0 eine erste Berührung eines Kraftfahrzeugs mit einem Kollisionspartner stattfindet. Ein jeweiliger Zeitpunkt t_1 gibt den Zeitpunkt der frühesten Erkennung der Kollision durch die Steuervorrichtung 32 oder einen Safety Computer an. Ein jeweiliger Zeitpunkt t_2 gibt einen Zeitpunkt der spätesten Erkennung der Kollision an. Ein jeweiliger Zeitpunkt t_3 gibt einen Zeitpunkt für eine nicht-flüchtige Speicherung der Kollision an. Ein jeweiliger Zeitraum t_{21} gibt denjenigen Zeitraum an, innerhalb dessen eine erkannte Kollision durch die Steuervorrichtung 32 verarbeitet werden kann.

[0044] Der schematischen Darstellung der Fig. 2 liegt die beispielhafte Situation zugrunde, dass infolge des genannten Kollisionsereignisses eine nicht dargestellte Betriebsspannung zusammenbricht, wodurch die elektronischen Trennelemente 22, 24 stromlos fallen und sich zu einem Zeitpunkt t_{MC} selbsttätig öffnen.

[0045] Der Zeitstrahl der Fig. 3 bildet schematisch den Fall ab, dass infolge der erkannten Kollision zu einem Zeitpunkt t_{SC} die Steuervorrichtung 32 einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements 26 übermittelt, bevor die Hochvolt-Schütze 22, 24 geöffnet sind. Alternativ oder zusätzlich kann zum Zeitpunkt t_{KS} ein Kurzschluss im Hochvolt-System durch die Steuereinheit 36 erkannt werden, woraufhin diese den Zündimpuls an das pyrotechnische Trennelement 26 übermittelt. Zu einem Zeitpunkt t_{Pyro} wird das pyrotechnische Trennelement 26 gezündet und hierdurch irreversibel geöffnet.

[0046] Der schematischen Darstellung der Fig. 4 liegt beispielhaft die Situation zugrunde, dass zu einem Zeitpunkt t_{MC} die Hochvolt-Schütze 22, 24 aufgrund des genannten Stromlosfallens geöffnet werden, wobei im selben Moment oder nach Ablauf einer Schützlatenzzeit die Schalteranordnung 42 von dem Steuerzweig 34 auf den Kurzschlusszweig 38 umschaltet und der Zündimpuls über die Kurzschlussleitung 40 direkt an das pyrotechnische Trennelement 26 durchgeleitet wird. Zum Zeitpunkt t_{Pyro} wird dann das pyrotechnische Trennelement 26 gezündet und gleichzeitig zum Zeitpunkt t_{SP} das Kollisionsereignis gespeichert.

[0047] Fig. 5 zeigt unter Bezugnahme auf die im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis Fig. 4 bezeichneten und beschriebenen Komponenten eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Betreiben eines Bordnetzes 10. In einem Verfahrensschritt S1 wird das Bordnetz 10 in einem Normalbetrieb betrieben. Der Normalbetrieb beschreibt insbesondere den Zustand, dass das pyrotechnische Trennelement 26

über den Steuerzweig 34 und die zwischengekoppelte Steuereinheit 36 mit dem Ausgangsanschluss 30 der Steuervorrichtung 32 verbunden ist. In einem Verfahrensschritt S2 erkennt die Steuervorrichtung 32 einen Schadensfall. Daraufhin erfolgt in Verfahrensschritt S3 eine Bewertung des Schadensfalls dahingehend, ob dieser eine Trennung der Hochvolt-Spannungsquelle 12 von dem Bordnetz 10 erfordert oder nicht. Ist eine Trennung nicht erforderlich, so verbleibt das Bordnetz 10 im Normalbetrieb und das Verfahren ist beendet.

[0048] Ist eine Trennung erforderlich, so wird das in Fig. 5 gezeigte Verfahren in Verfahrensschritt S4 fortgesetzt. In Verfahrensschritt S4 löst die Steuervorrichtung 32 einen von dem Normalbetrieb verschiedenen Notbetrieb aus. In dem Notbetrieb überwacht die Steuervorrichtung 32 in einem Verfahrensschritt S5 einen Verbindungszustand der elektronischen Trennelemente 22, 24. Ergibt die Überwachung in Verfahrensschritt S6, dass die elektronischen Trennelemente 22, 24 geschlossen sind, so erfolgt eine Fortführung der Überwachung des Verbindungszustands. Ergibt die Prüfung in Verfahrensschritt S6 jedoch, dass eines oder beide elektronischen Trennelemente 22, 24 geöffnet sind, so übermittelt die Steuervorrichtung 32 in einem Verfahrensschritt S7 einen Schaltbefehl 50 zum Trennen des Steuerzweigs 34 und zum Verbinden des Kurzschlusszweigs 38 an die Schalteranordnung 42. Schließlich leitet die Steuervorrichtung 32 in einem Verfahrensschritt S8 einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements 26 über den Kurzschlusszweig 38 an den Steueranschluss 28 des pyrotechnischen Trennelements 26 durch. Hierdurch wird das pyrotechnische Trennelement 26 getrennt, wodurch gleichzeitig das Auftreten des Schadensfalls gespeichert ist.

[0049] Bei bekannten Kraftfahrzeugen wird aktuell im Crashfall oder Schadensfall zwischen zwei Crashzuständen unterschieden. Wird ein leichter Crash erkannt, werden Airbags des Kraftfahrzeugs in der Regel nicht gezündet, jedoch wird die HV-Batterie oder Hochvolt-Spannungsquelle mittels eines Bussignals aufgefordert die Schütze oder elektronische Trennelemente innerhalb einer definierten Zeit zu öffnen (reversibel). Beim harten Crash zündet der Safety Computer oder eine Steuervorrichtung die Airbags und übermittelt über eine Hardwareleitung, die sog. Zündleitung oder einen Steuerzweig, ein Zündsignal an die HV-Batterie, welche darüber die Batterie nicht reversibel deaktiviert. Die Deaktivierung der HV-Batterie wird über das Zünden eines Pyroelements oder eines pyrotechnischen Trennelements einpolig und über das Öffnen der Schütze zweipolig realisiert. Weiterhin muss in der Batterie das Crashereignis nicht-flüchtig gespeichert werden.

[0050] Bei einem harten Crash kommt es standardmäßig zu Spannungseinbrüchen des 12 V Energiebordnetzes oder eines Niedervolt-Netzbereichs eines Bordnetzes des Kraftfahrzeugs. Dies muss bei der Auslegung der Zündung im Crashfall berücksichtigt werden. Die Umsetzung muss demnach eine gewisse Zeit puffern (vgl. **Fig. 2** bis **Fig. 4**). Nachteilig hierbei ist es, dass die Pufferung einer so langen Zeit große Kondensatoren erfordert, welche wiederum zu erhöhten Kosten und mehr notwendigen Bauraum führt.

[0051] Die Erfindung nutzt den Umstand, dass stromlos offene Schütze als elektronische Trennelemente verwendet werden können. Die Abschaltung der HV-Batterie im Crashfall und das nicht-flüchtige Speichern des Crashereignisses werden über eine Kombination aus Schützöffnung und Zünden des Pyroelements realisiert.

[0052] Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die Dauer, für welche ein Spannungseinfall gepuffert werden muss, nur noch abhängig ist von der Schützcharakteristik. Zugleich kommt das Zünden des Pyroelements einer Speicherung des Crashereignisses in Hardware gleich.

[0053] In der HV-Batterie können gemäß den Anforderungen der HV-Sicherheit stromlos offene Schütze verwendet werden. D. h. sobald die 12 V-Spannung lange genug einbricht, öffnen die Schütze sich, da die Schützspulen nicht mehr mit Spannung versorgt werden.

[0054] Ein Pyroelement wird verwendet, um sowohl einen Kurzschluss im HV-System zu trennen, als auch, um eine Deaktivierung der HV-Batterie im Crashfall zu gewährleisten. Dabei wertet eine ECU oder eine Steuereinheit das Zündsignal der Zündleitung (Safety Computer zu HV-Batterie) aus und erzeugt einen Zündimpuls für das Pyroelement. Da diese ECU ebenfalls vom Niedervoltbordnetz versorgt wird, ist eine Zündung beim Spannungseinfall nicht ohne Pufferung möglich.

[0055] Um eine möglichst geringe Spannungspufferung zu ermöglichen, wird davon Kredit genommen, dass stromlos offene Schütze zum Einsatz kommen. Die Versorgungsspannung der ECU zum Zünden des Pyroelements wird bei Einbruch des Niedervoltbordnetzes über einen Puffer so lange weiter versorgt, bis die Schütze durch den Spannungseinbruch sicher geöffnet sind. Wird in dieser Zeit ein Kurzschluss im HV-System oder auch ein Signal auf der Zündleitung erkannt, wird das Pyroelement durch die ECU gezündet und somit ein sicherer Zustand hergestellt. Damit ist die Speicherung des Crashereignisses über das getrennte Pyroelement, welches im Init überprüft wird, in Hardware sichergestellt.

[0056] Sobald die Schütze geöffnet sind, muss die ECU keinen Kurzschluss mehr trennen, da die Batterie bereits vom HV-Netz galvanisch getrennt ist. Weiterhin besteht die Notwendigkeit, dass das Crashsignal nicht-flüchtig gespeichert werden muss. Dazu wird die Verschaltung der Zündleitung geändert. Diese führt dann nicht mehr über die ECU zum Pyroelement, sondern der Zündimpuls wird direkt auf das Pyroelement durchgeleitet (über eine Kurzschlussleitung). Damit ist die Speicherung in Form des gezündeten Pyroelements wieder in Hardware realisiert.

[0057] Es sind zwei mögliche Verläufe beim Crash vorstellbar, die im Folgenden kurz erläutert werden, wobei eine Wechselwirkung zwischen der Reaktion auf einen Kurzschluss im HV-System und der Crashabschaltung vorhanden ist (vgl. **Fig. 2**). tMC bezeichnet hier die Dauer bis zur sicheren Schützöffnung aufgrund des 12 V-Energiebordnetz-Spannungseinbruchs.

[0058] Möglicher Verlauf Nr. 1: HV-Schütze sind geschlossen und Crash erfolgt

- HV-Schütze sind zum Zeitpunkt des Crashes geschlossen
- Die Zündleitung geht vom Airbag-Steuergerät (oder auch Safety Computer) zu einem Steuergerät (ECU), welches wiederum das Pyroelement zündet, sollte ein Crashsignal empfangen werden oder ein Kurzschluss detektiert werden

[0059] Möglicher Verlauf Nr. 2.: HV-Schütze sind bereits geöffnet, da Spannungseinbruch beim Crash

- Die HV-Schütze sind geöffnet, weshalb ein Kurzschluss kein Problem mehr darstellt
- Es erfolgt eine Umschaltung
- Durch die Umschaltung wird das Zündsignal jetzt direkt an das Pyroelement weiter geleitet, wenn ein Zündsignal kommt
- Da das Pyroelement im Init geprüft wird, wird ein Zuschalten der HV-Batterie verhindert (Hardware-Speicher des Crashes)

[0060] In **Fig. 3** (Zeitstrahl beim Crash vom ersten Kontakt bis zur Speicherung des Crashereignisses durch das Pyroelement bevor die Schütze geöffnet sind) ist der Fall abgebildet, wenn das Zündsignal bzw. ein Kurzschluss im HV-System erkannt wird bevor die Schütze geöffnet sind. Die Zeit zwischen tPyro und tSC / tKS ist die Dauer bis zum Zünden des Pyroelements (tSC: Zündimpuls vom Safety Computer, tPyro: Zündung des Pyroelements und Speicherung des Crashereignisses, tKS: Kurzschluss im HV-System).

[0061] **Fig. 4** (Zeitstrahl beim Crash vom ersten Kontakt bis zur Speicherung des Crashereignisses durch

das Pyroelement nachdem die Schütze bereits geöffnet sind) stellt den Fall dar, dass das Zündsignal und ein Kurzschluss im HV-System nicht erkannt werden bevor die Schütze geöffnet sind. Sobald die Schütze geöffnet sind, wird das System so umgestellt, dass das Pyroelement nun direkt vom Signal auf der Zündleitung gezündet wird. Da die HV-Batterie bereits galvanisch getrennt ist durch die geöffneten HV-Schütze, ist bzgl. des Kurzschlusses im HV-System bereits der sichere Zustand eingenommen. Demnach wird der Kurzschluss in **Fig. 4** nicht mehr berücksichtigt (tPyro, U: Zeitpunkt, ab welchem nicht mehr die ECU, sondern die Zündleitung direkt das Pyroelement zündet, tPyro, SP: Zeitpunkt, bei welchem das Pyroelement gezündet und das Crashereignis damit gespeichert ist).

[0062] Die Umschaltung der Zündung des Pyroelements auf die Zündleitung darf nur im Crashfall und beim Spannungseinfall erfolgen. Während des Normalbetriebs muss dies verhindert werden. Die Verhinderung der Umschaltung muss mit dem ASIL erfolgen, mit welchem der Kurzschluss getrennt werden muss. Begründung: Nach der Umschaltung ist eine Pyrozündung durch die entsprechende ECU bei Kurzschluss nicht mehr möglich.

[0063] Insgesamt zeigen die Beispiele, wie durch ein Abschaltkonzept einer Hochvolt-Batterie ein Bordnetz effizient betrieben werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes (10) für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug (11), wobei das Bordnetz (10) eine elektrische Hochvolt-Spannungsquelle (12) mit einem Pluspol (14) und einem Minuspol (16) umfasst,
 - wobei der Pluspol (14) mittels einer ersten Verbindungsleitung (18) und der Minuspol (16) mittels einer zweiten Verbindungsleitung (20) elektrisch leitend mit dem Bordnetz (10) verbindbar sind,
 - wobei in der ersten und der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) jeweils ein elektronisches Trennelement (22, 24) angeordnet ist,
 - wobei in der ersten und/oder der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) ein pyrotechnisches Trennelement (26) seriell eingekoppelt ist,
 - wobei das pyrotechnische Trennelement (26) einen Steueranschluss (28) aufweist, der in einem Normalbetrieb mittels eines Steuerzweigs (34) mit einem Ausgangsanschluss (30) einer Steuervorrichtung (32) gekoppelt ist, wobei in dem Steuerzweig (34) eine Steuereinheit (36) zwischen den Ausgangsanschluss (30) und den Steueranschluss (28) seriell zwischengekoppelt ist,
 wobei parallel zu dem Steuerzweig (34) zwischen dem Ausgangsanschluss (30) der Steuervorrichtung (32) und dem Steueranschluss (28) des pyrotechnischen Trennelements (26) ein Kurzschlusszweig

(38) verläuft, der eine Kurzschlussleitung (40) zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses (30) und des Steueranschlusses (28) bereitstellt, wobei eine Schalteranordnung (42) dazu ausgebildet ist, eine steuernde Kopplung zur Übermittlung von Signalen zwischen dem Ausgangsanschluss (30) und dem Steueranschluss (28) entweder über den Kurzschlusszweig (38) oder über den Steuerzweig (34) herzustellen,

wobei die Steuervorrichtung (32) bei einem Auftreten eines eine Trennung der Hochvolt-Spannungsquelle (12) von dem Bordnetz (10) erfordernden Schadensfalls einen von dem Normalbetrieb verschiedenen Notbetrieb auslöst und in dem Notbetrieb

- einen Verbindungszustand des elektronischen Trennelements (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder des elektronischen Trennelements (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) überwacht, und

- für den Fall, dass das elektronische Trennelement (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder das elektronische Trennelement (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) geöffnet sind, einen Schaltbefehl (50) zum Trennen des Steuerzweigs (34) und zum Verbinden des Kurzschlusszweigs (38) an die Schalteranordnung (42) übermittelt und einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements (26) über den Kurzschlusszweig (38) an den Steueranschluss (28) durchleitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Puffereinheit (52) dazu ausgebildet ist, eine Versorgung der Steuereinheit (36) mit elektrischer Energie bereitzustellen, wobei die Steuervorrichtung (32) die Puffereinheit (52) abschaltet, sobald die Steuervorrichtung (32) erkennt, dass das elektronische Trennelement (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder das elektronische Trennelement (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) geöffnet sind.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das elektronische Trennelement (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder das elektronische Trennelement (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) als ein Hochvoltschütz ausgebildet sind, der sich bei einem Einbruch einer vorbestimmten Betriebsspannung des Bordnetzes (10) selbsttätig öffnet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei sich der Hochvoltschütz erst nach einer von einer Schützcharakteristik abhängigen Schützlatenzzeit öffnet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei für eine Dauer der Schützlatenzzeit eine für einen Betrieb der Steuereinheit (36) erforderliche elektrische Spannung gepuffert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei für den Fall, dass innerhalb der Schützlatenz-

zeit ein Kurzschluss in der Hochvolt-Spannungsquelle (12) auftritt, die Steuereinheit (36) diesen erkennt und das pyrotechnische Trennelement (26) zündet.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Zustand des pyrotechnischen Trennelements (26) während einer Initialisierungsphase des Bordnetzes (10) überprüft wird und bei getrenntem Zustand eine Inbetriebnahme der Hochvolt-Spannungsquelle (12) unterbunden wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch eine Sicherheitsroutine das Trennen des Steuerzweigs (34) und das Verbinden des Kurzschlusszweigs (38) verhindert werden.

9. Bordnetz (10) für ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug (11), wobei das Bordnetz (10) eine elektrische Hochvolt-Spannungsquelle (12) mit einem Pluspol (14) und einem Minuspol (16) umfasst,

- wobei der Pluspol (14) mittels einer ersten Verbindungsleitung (18) und der Minuspol (16) mittels einer zweiten Verbindungsleitung (20) elektrisch leitend mit dem Bordnetz (10) verbindbar sind,

- wobei in der ersten und der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) jeweils ein elektronisches Trennelement (22, 24) angeordnet ist,

- wobei in der ersten und/oder der zweiten Verbindungsleitung (18, 20) ein pyrotechnisches Trennelement (26) seriell eingekoppelt ist,

- wobei das pyrotechnische Trennelement (26) einen Steueranschluss (28) aufweist, der in einem Normalbetrieb mittels eines Steuerzweigs (34) mit einem Ausgangsanschluss (30) einer Steuervorrichtung (32) gekoppelt ist,

wobei parallel zu dem Steuerzweig (34) zwischen dem Ausgangsanschluss (30) der Steuervorrichtung (32) und dem Steueranschluss (28) des pyrotechnischen Trennelements (26) ein Kurzschlusszweig (38) verläuft, durch den eine Kurzschlussleitung (40) zum Kurzschließen des Ausgangsanschlusses (30) und des Steueranschlusses (28) bereitgestellt ist,

wobei eine Schalteranordnung (42) dazu ausgebildet ist, eine steuernde Kopplung zur Übermittlung von Signalen zwischen dem Ausgangsanschluss (30) und dem Steueranschluss (28) entweder über den Kurzschlusszweig (38) oder über den Steuerzweig (34) herzustellen, wobei die Steuervorrichtung (32) dazu eingerichtet ist, bei einem Auftreten eines Trennung der Hochvolt-Spannungsquelle (12) von dem Bordnetz (10) erfordernden Schadensfalls einen von dem Normalbetrieb verschiedenen Notbetrieb auszulösen und in dem Notbetrieb

- einen Verbindungszustand des elektronischen Trennelements (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder des elektronischen Trennelements (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) zu überwachen, und

- für den Fall, dass das elektronische Trennelement (22, 24) der ersten Verbindungsleitung (18) und/oder das elektronische Trennelement (22, 24) der zweiten Verbindungsleitung (20) geöffnet sind, einen Schaltbefehl (50) zum Trennen des Steuerzweigs (34) und zum Verbinden des Kurzschlusszweigs (38) an die Schalteranordnung (42) zu übermitteln und einen Zündimpuls zum Zünden des pyrotechnischen Trennelements (26) über den Kurzschlusszweig (38) an den Steueranschluss (28) durchzuleiten.

10. Kraftfahrzeug (11) mit einem Bordnetz (10) nach Anspruch 9.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

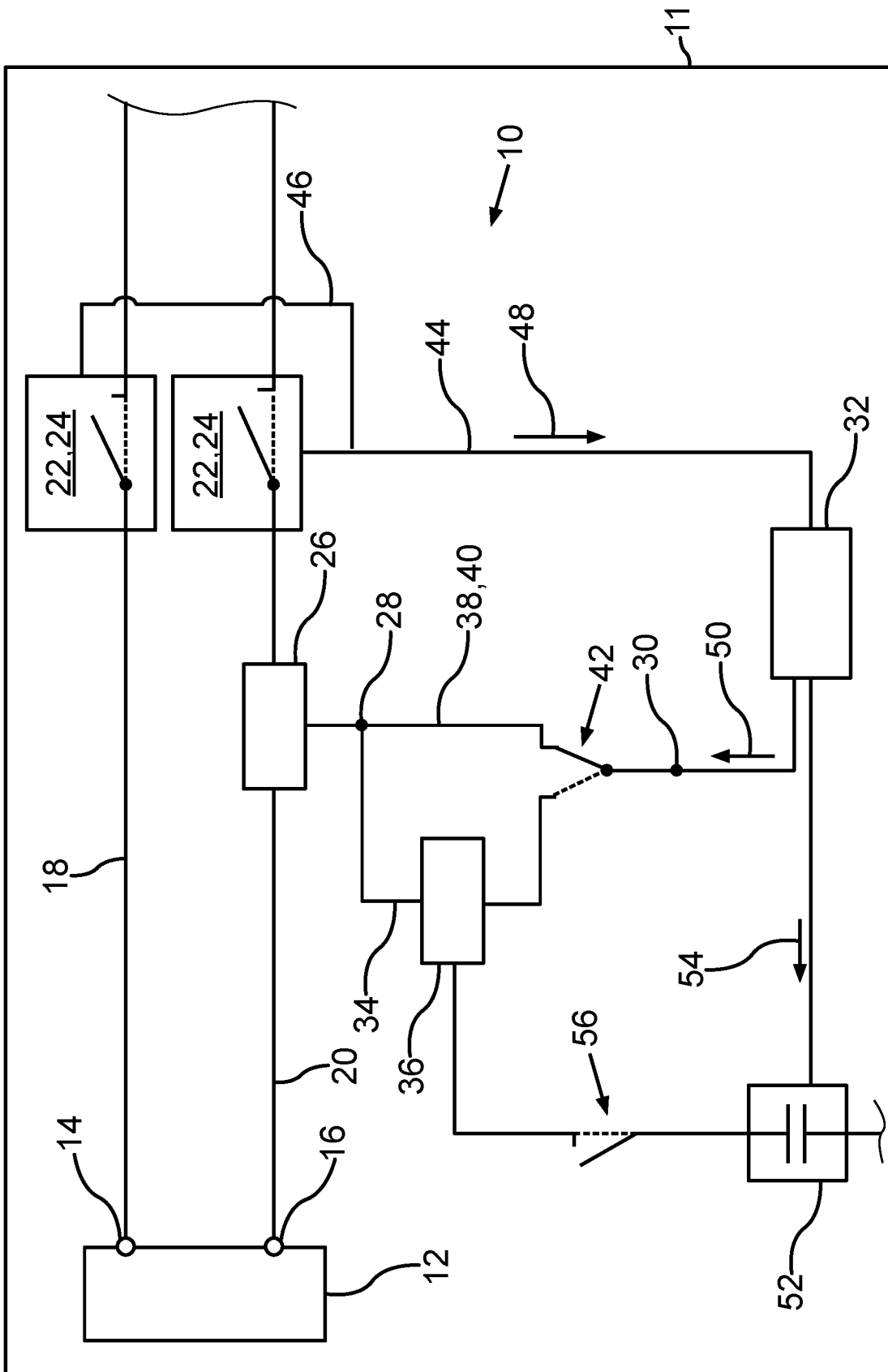


Fig.1

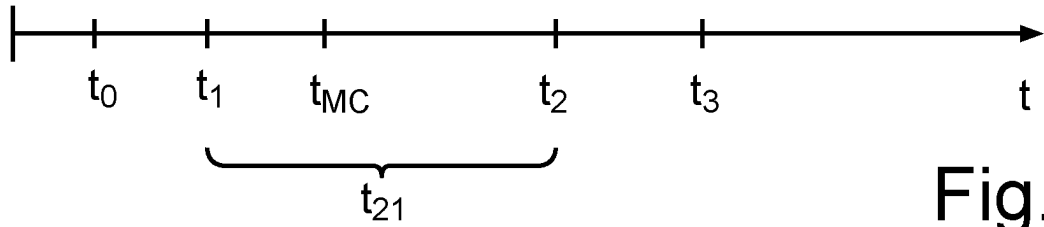


Fig.2

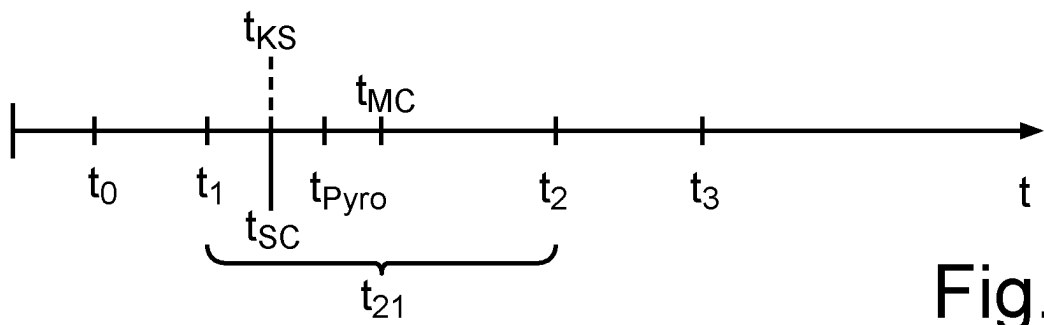


Fig.3

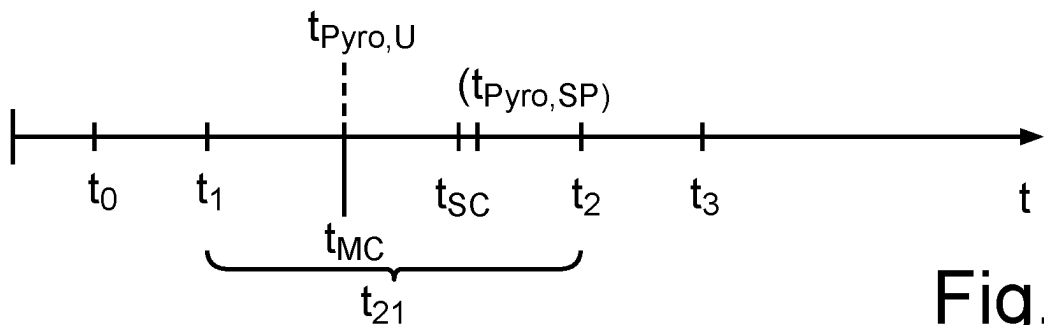


Fig.4

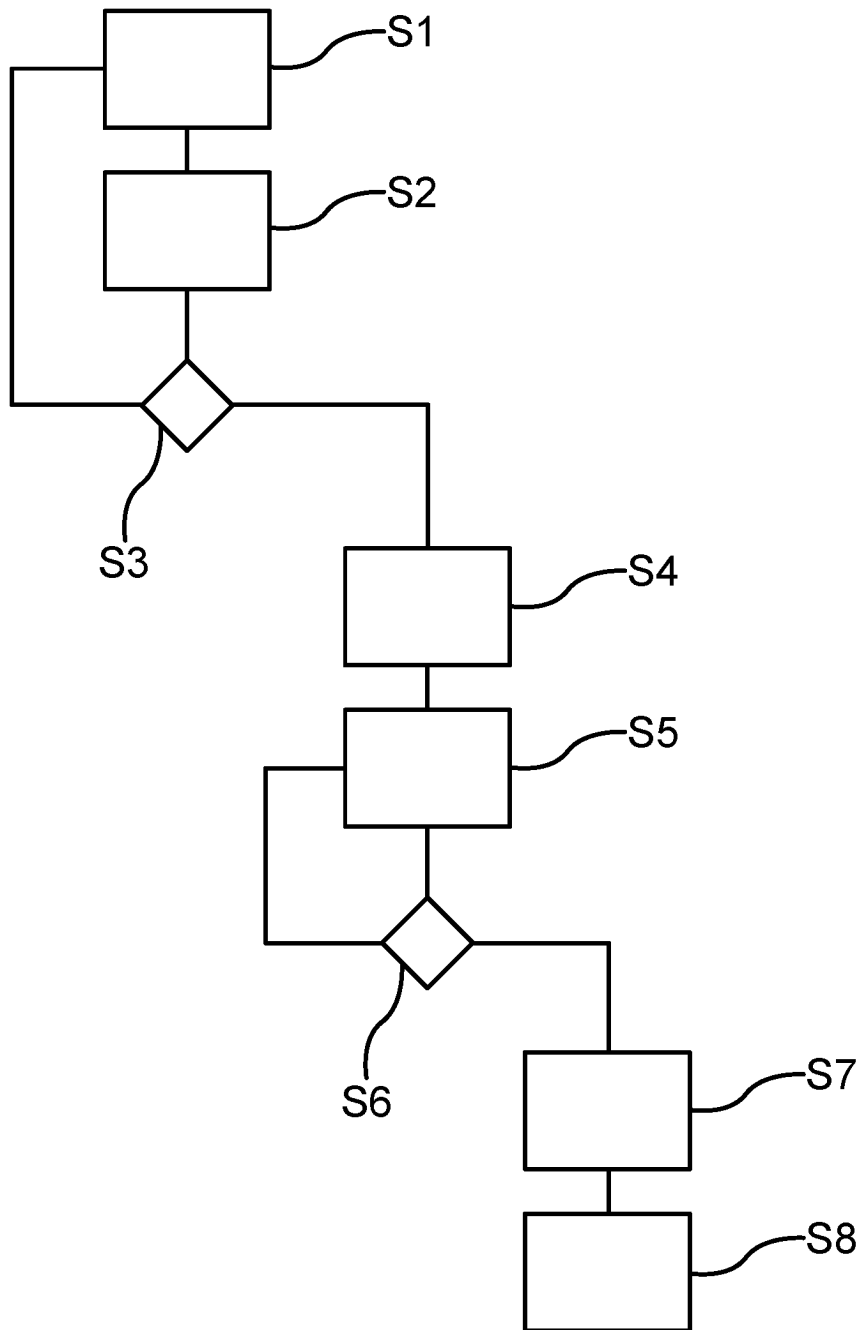


Fig.5