



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(51) Int Cl.:
H01H 47/00 (2006.01) H01H 9/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18213553.3**

(22) Anmeldetag: **18.12.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

• **Kloeser, Frank**
77749 Hohberg (DE)

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(71) Anmelder: **Schneider Electric Industries SAS**
92500 Reuil-Malmaison (FR)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(72) Erfinder:
• **Geoffroy, Guillaume**
77955 Ettenheim (DE)

(54) **SICHERHEITSSCHALTVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung zum Schalten eines an die Schaltvorrichtung anschließbaren elektrischen Verbrauchers, insbesondere einer elektrischen Maschine, mit

- einem elektrischen Schaltelement, welches die Schaltzustände geschlossen und offen aufweisen kann, um wahlweise ein Schließen oder ein Unterbrechen eines Stromversorgungspfades des elektrischen Verbrauchers zu bewirken,
- einer Überwachungseinheit, welche einen tatsächlichen Schaltzustand des elektrischen Schaltelements ermittelt, wobei die Überwachungseinheit eine erste Antenne umfasst, mittels welcher ein Testsignal abgestrahlt wird,
- einer zweiten Antenne, welche das Testsignal empfängt, wobei die zweite Antenne derart mit dem elektrischen Schaltelement gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements das Testsignal beeinflusst, wobei die Überwachungseinheit ausgebildet ist, aus dem beeinflussten Testsignal den tatsächlichen Schaltzustand zu ermitteln.

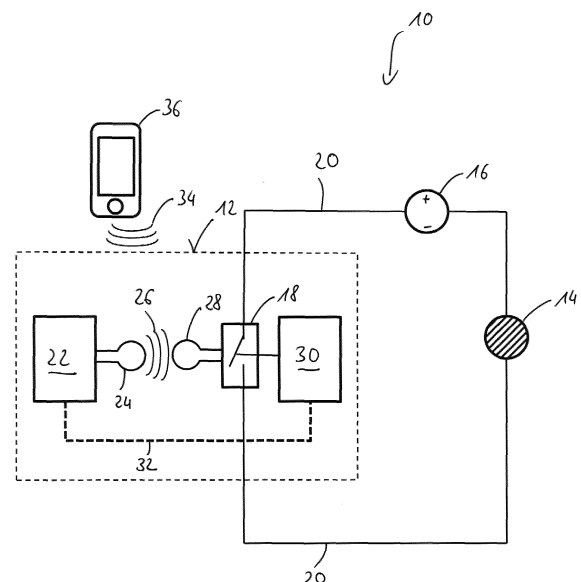


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung zum Schalten eines an die Schaltvorrichtung anschließbaren elektrischen Verbrauchers, insbesondere einer elektrischen Maschine.

[0002] Solche Sicherheitsschaltvorrichtungen werden beispielsweise bei industriellen Anlagen eingesetzt, um elektrische Maschinen zuverlässig zumindest teilweise abzuschalten. Insbesondere werden mit solchen Sicherheitsschaltvorrichtungen Maschinen abgesichert, von denen potentiell eine Gefahr für Bedienungspersonal oder Geräte ausgehen kann, wie beispielsweise Fertigungsroboter, Pressen, Schneidmaschinen und dergleichen.

[0003] Aufgrund der Gefahr für das Bedienpersonal muss der Abschaltvorgang besonders zuverlässig erfolgen, insbesondere muss auch überprüfbar sein, ob der Abschaltvorgang auch tatsächlich stattgefunden hat.

[0004] Hierzu werden beispielsweise Relais mit zwangsgeführten Kontakten eingesetzt, so dass aufgrund der Zwangsführung der Kontakte beim Abschalten der Maschine sichergestellt ist, dass der elektrische Verbraucher auch tatsächlich stromlos geschaltet wurde. Ein Nachteil solcher zwangsgeführter Relais ist, dass diese teurer und größer sind als herkömmliche Relais. Bei herkömmlichen Relais kann wiederum nicht ausgeschlossen werden, dass die Schaltkontakte des Relais aufgrund von Funkenbildung beim Öffnen des Schaltelements verschweißen, wodurch das Schaltelement eine Stromzufuhr zu der elektrischen Maschine nicht mehr unterbrechen kann. Auch bei Halbleiter-Schaltelementen kann ein Durchlegieren des Halbleiters dazu führen, dass ein Stromfluss mittels des Halbleiters nicht mehr unterbrochen werden kann.

[0005] Ein solcher Fehlerfall ist bei Sicherheitsschaltvorrichtungen unbedingt zu erkennen und zu vermeiden.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sicherheitsschaltvorrichtung anzugeben, welche auf einfache und kostengünstige Weise eine sichere Detektion des tatsächlichen Schaltzustands eines Schaltelements der Sicherheitsschaltvorrichtung ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Sicherheitsschaltvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung dient zum Schalten eines an die Schaltvorrichtung anschließbaren elektrischen Verbrauchers, insbesondere einer elektrischen Maschine. Die erfindungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung umfasst:

- ein elektrisches Schaltelement, welches, zu einem jeweiligen Zeitpunkt, nur einen zumindest der Schaltzustände geschlossen und offen aufweisen kann, um wahlweise ein Schließen oder ein Unterbrechen eines Stromversorgungspfad des elektrischen Verbrauchers zu bewirken;
- eine Überwachungseinheit, welche einen tatsächli-

chen Schaltzustand des elektrischen Schaltelements ermittelt, wobei die Überwachungseinheit eine erste Antenne umfasst, mittels welcher ein Testsignal abgestrahlt wird;

- eine zweite Antenne, welche das Testsignal empfängt, wobei die zweite Antenne derart mit dem elektrischen Schaltelement gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements das Testsignal beeinflusst, wobei die Überwachungseinheit ausgebildet ist, aus dem Testsignal (bzw. dem beeinflussten Testsignal) den tatsächlichen Schaltzustand des elektrischen Schaltelements zu ermitteln.

[0009] Die Erfindung setzt also auf der Erkenntnis auf, dass mittels einer Funkübertragung des Testsignals der tatsächliche Schaltzustand des Schaltelements ermittelt werden kann, wenn der tatsächliche Schaltzustand einen Einfluss auf das Testsignal besitzt. Auf diese Weise lässt sich mittels einer einfach herzustellenden Anordnung zweier Antennen auf zuverlässige Weise der tatsächliche Schaltzustand ermitteln. Die erfindungsgemäße Sicherheitsschaltvorrichtung kann daher kostengünstig und damit wirtschaftlich hergestellt werden, wobei trotzdem eine zuverlässige Detektion des tatsächlichen Schaltzustands ermöglicht wird. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Verschweißen von Kontakten des Schaltelements zuverlässig detektiert werden.

[0010] Bei dem Testsignal kann es sich um ein Funksignal handeln, welches von der ersten Antenne ausgesandt und von der zweiten Antenne empfangen wird. Das Funksignal kann ein HF-Signal oder ein LF-Signal (hochfrequentes Signal, z.B. im Bereich der Kurzwelle oder niederfrequentes Signal, z.B. im Bereich der Langwelle) umfassen oder hieraus bestehen. Die Beeinflussung des Testsignals kann insbesondere dadurch erfolgen, dass in einem Schaltzustand, beispielsweise bei geschlossenem Stromversorgungspfad, keine Anpassung an das Testsignal auf Seiten der zweiten Antenne vorgenommen wird ("Detuning"). Dagegen kann bei Vorliegen des Schaltzustandes, in welchem der Stromversorgungspfad unterbrochen worden ist, eine Anpassung auf Seiten der zweiten Antenne an das Testsignal vorgenommen werden ("Tuning"). Aufgrund der Übertragungscharakteristik des Testsignals zwischen der ersten und zweiten Antenne kann dann ermittelt werden, ob eine Anpassung oder keine Anpassung vorliegt, woraus wiederum der tatsächliche Schaltzustand ermittelt werden kann. Das "Tuning" oder "Detuning" kann, wie später noch ausführlich dargelegt, beispielsweise durch Änderung der elektrischen Verschaltung auf Seiten der zweiten Antenne erfolgen. Denkbar sind aber auch mechanische Veränderungen, beispielsweise durch mechanisches Einbringen einer den Funkkontakt zwischen erster und zweiter Antenne störenden Barriere, wobei die Barriere z.B. mit einem bewegbaren Kontakt des Schaltelements mechanisch gekoppelt sein kann. Alternativ kann durch eine Bewegung des Kontakts des Schaltelements auch z.B.

eine Verformung oder Bewegung der zweiten Antenne vorgenommen werden.

[0011] Kurz gesagt, wird also die Beeinflussung des Testsignals gemessen oder detektiert, um den tatsächlichen Schaltzustand zu ermitteln. Sofern der tatsächliche Schaltzustand von dem erwarteten oder gewünschten Schaltzustand abweicht, kann ein Fehlersignal ausgegeben werden.

[0012] Bei dem elektrischen Schaltelement kann es sich beispielsweise um einen mechanischen Schalter, insbesondere um ein elektromechanisch betriebenes Relais handeln. Ebenfalls kann das elektrische Schaltelement einen Halbleiterschalter umfassen, insbesondere einen Transistor oder einen IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Im geschlossenen Schaltzustand des Schaltelements ist der Stromversorgungspfad zum elektrischen Verbraucher geschlossen, d.h. der elektrische Verbraucher kann dann aktiviert sein. Im offenen Schaltzustand ist der Stromversorgungspfad unterbrochen, wodurch der elektrische Verbraucher abgeschaltet werden kann.

[0013] Zudem kann die Sicherheitsschaltvorrichtung eine Steuereinheit zum Steuern des Schaltelements umfassen. Die Steuereinheit kann beispielsweise einen externen Sicherheitssensor, z.B. einen Notaus-Schalter, insbesondere mehrkanalig, auswerten und im Falle des Auslösens des Sicherheitssensors (z.B. der Betätigung des Notaus-Schalters) das Schaltelement vom geschlossenen Schaltzustand in den offenen Schaltzustand überführen. Der Sicherheitssensor kann z.B. auch ein Türkontakt, ein Lichtgitter oder ein Laserscanner sein. Die Sicherheitsschaltvorrichtungen kann beispielsweise die Sicherheitsanforderungen gemäß SIL3 (Safety Integrity Level) oder eines anderen Standards erfüllen.

[0014] Die Steuereinheit kann zudem von der Überwachungseinheit Informationen über den tatsächlichen Schaltzustand des Schaltelements erhalten. Im Falle einer Diskrepanz zwischen dem von der Steuereinheit eingestellten Schaltzustand und dem tatsächlichen Schaltzustand kann das oben bereits erwähnte Fehlersignal von der Steuereinheit ausgegeben werden. Steuereinheit und Überwachungseinheit können auch als eine gemeinsame Einheit ausgebildet sein.

[0015] Weiterbildungen der Erfindung sind in der Beschreibung, den Zeichnungen sowie in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0016] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsform sind die erste Antenne und/oder die zweite Antenne auf einer Leiterplatte angeordnet und insbesondere als Microstrip- und/oder Patch-Antennen ausgebildet. Durch die Anordnung auf einer Leiterplatte können die Antennen sehr platzsparend und durch moderne Verfahren zur Leiterplattenherstellung auch sehr wirtschaftlich hergestellt werden, insbesondere im selben Prozess wie die übrige Elektronik der Sicherheitsschaltvorrichtung. Bevorzugt erstrecken sich die Antennen zumindest im Wesentlichen nur parallel zur Oberfläche der Leiterplatte (oder innerhalb der Leiterplatte) und bilden so keine si-

gnifikante Erhöhung. Auf diese Weise kann die Sicherheitsschaltvorrichtung besonders klein und kompakt ausgebildet werden. Die erste und die zweite Antenne und insbesondere alle später erwähnten weiteren Antennen können auf derselben Leiterplatte angeordnet sein.

[0017] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die erste Antenne und die zweite Antenne auf unterschiedlichen Lagen derselben Leiterplatte angeordnet. Insbesondere sind die erste und die zweite Antenne gegeneinander isoliert und/oder galvanisch getrennt. Beispielsweise können die erste Antenne auf einer Vorderseite der Leiterplatte und die zweite Antenne auf einer Rückseite derselben Leiterplatte angeordnet sein. Die Verwendung von unterschiedlichen Lagen bzw. Layern der Leiterplatte (d.h. eines PCBs - Printed Circuit Boards) ermöglicht eine sichere Isolierung der beiden Antennen gegeneinander, wobei insbesondere auch eine galvanische Trennung zwischen erster und zweiter Antenne mit geringen Herstellungskosten ermöglicht werden kann.

[0018] Insbesondere sind die erste und zweite Antenne ortsfest zueinander angeordnet.

[0019] Die erste und zweite Antenne können auch auf demselben Layer der Leiterplatte angeordnet sein. Die erste und zweite Antenne sind bevorzugt voneinander beabstandet und weisen keine direkte elektrische Verbindung auf.

[0020] Bevorzugt wird durch die Verwendung der beiden Antennen eine galvanische Trennung erzielt, insbesondere zwischen Überwachungseinheit und Schaltelement.

[0021] Die Anbringung der ersten und zweiten Antenne auf derselben Leiterplatte besitzt zudem den Vorteil, dass eine Übertragungsstrecke für das Testsignal sehr kurz und damit unempfindlich gegen externe Einflüsse ausgebildet werden kann. Somit kann eine Beeinflussung des Testsignals durch den Schaltzustand des elektrischen Schaltelements leichter detektiert werden, da externe Einflüsse auf das Testsignal sehr gering ausfallen und daher im Wesentlichen vernachlässigt werden können. Außerdem entfallen Störungen durch eine sich verändernde Relativposition der Antennen.

[0022] Aus diesem Grund kann zunächst eine Initialmessung des Testsignals für verschiedene bekannte Schaltzustände erfolgen, wobei basierend auf der Initialmessung dann im Produktiveinsatz die tatsächlichen Schaltzustände ermittelt werden können.

[0023] Überdies ist der Platzbedarf einer einzelnen Leiterplatte sehr gering, so dass beide Antennen ebenfalls nur einen geringen Platzbedarf haben, wodurch die Sicherheitsschaltvorrichtung wiederum sehr kompakt ausgebildet werden kann.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die zweite Antenne Teil eines Schwingkreises, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des Schaltelements abhängt. Der Schwingkreis kann beispielsweise einen Kondensator und eine Spule umfassen, wobei die Spule durch die

zweite Antenne gebildet sein kann. Bevorzugt umfasst der Schwingkreis außerdem ein oder mehrere kapazitive oder induktive Zusatzbauelemente, welche (nur) bei geschlossenem Schaltelement elektrisch in den Schwingkreis eingekoppelt werden, um die Resonanzfrequenz des Schwingkreises zu verändern.

[0025] Die Zusatzbauelemente können also derart mit dem Schaltelement elektrisch verschaltet sein, dass im geschlossenen Schaltzustand des Schaltelements die Zusatzbauelemente Teil des Schwingkreises werden. Beispielsweise kann durch das zusätzliche Einkoppeln einer Kapazität in den Schwingkreis die Resonanzfrequenz des Schwingkreises verringert werden. Der Schwingkreis kann somit zwei verschiedene Resonanzfrequenzen aufweisen. Die erste Resonanzfrequenz liegt bei tatsächlich geöffnetem Schaltelement und die zweite Resonanzfrequenz liegt bei tatsächlich geschlossenem Schaltelement vor.

[0026] Insbesondere kann der Schwingkreis bei geschlossenem Schaltelement eine erste Resonanzfrequenz und bei offenem Schaltelement eine zweite, andere, Resonanzfrequenz aufweisen. Zu diesem Zweck kann das Schaltelement bevorzugt elektrisch mit dem Schwingkreis gekoppelt sein bzw., wie oben erwähnt, Teil des Schwingkreises sein. Durch Erkennen der Resonanzfrequenz kann dann auf den tatsächlichen Schaltzustand des Schaltelements rückgeschlossen werden.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform kann der Schwingkreis die zweite Antenne, welche zwei elektrische Kontakte aufweisen kann, und einen ersten Kondensator umfassen, wobei der erste Kondensator zwischen die beiden elektrischen Kontakte der zweiten Antenne geschaltet ist. Damit ergibt sich eine Parallelschaltung des ersten Kondensators mit der zweiten Antenne. Das Schaltelement kann ebenfalls zwei elektrische Kontakte aufweisen, wobei bevorzugt jeder der elektrischen Kontakte des Schaltelements über einen Zusatzkondensator (d.h. beispielsweise einem zweiten und dritten Kondensator) mit jeweils einem elektrischen Kontakt der zweiten Antenne elektrisch verbunden ist. Der zweite und dritte Kondensator können demnach die oben erwähnten Zusatzbauelemente sein. Bei offenem Schaltelement kann der Schwingkreis somit lediglich aus der zweiten Antenne und dem ersten Kondensator bestehen. Bei geschlossenem Schaltelement koppelt das Schaltelement auch noch den zweiten und dritten Kondensator in den Schwingkreis ein, so dass sich dessen Resonanzfrequenz ändert.

[0028] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Testsignal zumindest zwei verschiedene Sendefrequenzen, welche bevorzugt der ersten und/oder zweiten Resonanzfrequenz entsprechen. Die Sendefrequenzen können auch als Trägerfrequenzen bezeichnet werden. Hierbei werden die erste und die zweite Sendefrequenz insbesondere zeitlich nacheinander von der ersten Antenne ausgesandt. Durch die Wahl der zwei verschiedenen Sendefrequenzen entsprechend der ersten und/oder zweiten Resonanzfrequenz

kann bei Übereinstimmung von Sende- und Resonanzfrequenz der Schwingkreis der zweiten Antenne bei passendem Schaltzustand besonders stark angeregt werden, was auf einfache Weise detektiert werden kann, wodurch wiederum auf einfache Weise der tatsächliche Schaltzustand des Schaltelements ermittelt werden kann. Das Testsignal und damit auch die Sendefrequenzen werden bevorzugt mittels eines Signalgenerators erzeugt und von dem Signalgenerator in die erste Antenne eingekoppelt. Neben der Verwendung zweier verschiedener Sendefrequenzen ist es auch möglich, mehr als zwei verschiedene Sendefrequenzen, insbesondere nacheinander, in das Testsignal zu integrieren. Auch kann eine Frequenzrampe, eine kontinuierliche Frequenzänderung oder ein Wobbeln der Sendefrequenz vom Signalgenerator realisiert werden.

[0029] Bei dem Signalgenerator kann es sich um einen LF-Generator oder einen HF-Generator handeln.

[0030] Die Sendefrequenz und damit das Testsignal können auch moduliert sein, beispielsweise mittels Amplituden oder Phasenmodulation. Ebenfalls ist eine Modulation mittels On-Off-Keying möglich. Das Testsignal kann beispielsweise eine Modulation nach dem Muster On-Off-On-Off-On umfassen.

[0031] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Überwachungseinheit ausgebildet, die mittels des Testsignals von der ersten auf die zweite Antenne übertragene Leistung zu messen, wobei aufgrund der übertragenen Leistung der tatsächliche Schaltzustand ermittelt wird.

[0032] Wenn die Sendefrequenz der gerade herrschenden Resonanzfrequenz entspricht, dann sind die erste und die zweite Antenne aufeinander abgestimmt ("tuned"). Durch die Abstimmung aufeinander kann der Energieübertrag von der ersten an die zweite Antenne maximiert werden. Im Gegensatz hierzu würde eine Verstimmung "Detuning" auftreten, falls die Sendefrequenz nicht der gerade herrschenden Resonanzfrequenz entspricht. Die Energieübertragung von der ersten auf die zweite Antenne ist dann niedriger, was von der Überwachungseinheit gemessen werden kann. Die Messung des Energieübertrags kann beispielsweise durch die Messung einer Spannung an einem Widerstand in einer Zuleitung zur ersten Antenne oder in einer Zuleitung zum Signalgenerator erfolgen. Ebenfalls ist es möglich, eine Amplitudenänderung der Sendefrequenz zu messen, z.B. mittels eines Operationsverstärkers.

[0033] Wird beispielsweise davon ausgegangen, dass bei offenem Schaltelement eine höhere Resonanzfrequenz und bei geschlossenem Schaltelement eine niedrigere Resonanzfrequenz vorherrscht, so kann durch aufeinanderfolgendes Aussenden des Testsignals zunächst mit einer Sendefrequenz im Bereich der höheren Resonanzfrequenz und danach im Bereich der niedrigeren Resonanzfrequenz festgestellt werden, bei welcher Sendefrequenz ein höherer Energieübertrag erzielt wird. Dadurch kann auf die gerade herrschende Resonanzfrequenz auf Seiten der zweiten Antenne rückgeschlossen

werden, wodurch dann der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements ermittelt werden kann.

[0034] Durch das Tuning und Detuning der zweiten Antenne gegenüber der ersten Antenne kann somit eine Datenübertragung nach Art eines NFC-Tags (Near Field Communication-Tag) simuliert werden.

[0035] Neben der Beeinflussung der Energieübertragung ist beispielsweise auch eine Beeinflussung der Frequenz oder der Phase des Testsignals möglich, was ebenfalls durch die Überwachungseinheit detektiert werden kann.

[0036] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Sicherheitsschaltvorrichtung ein oder mehrere zusätzliche elektrische Schaltelemente. Der tatsächliche Schaltzustand des oder der zusätzlichen Schaltelemente beeinflusst dabei ebenfalls das Testsignal. Bevorzugt ist zumindest eines der zusätzlichen elektrischen Schaltelemente mit einem zusätzlichen Schwingkreis gekoppelt, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des zusätzlichen elektrischen Schaltelements abhängt, wobei die Resonanzfrequenz oder die Resonanzfrequenzen des zusätzlichen Schwingkreises sich bevorzugt von der Resonanzfrequenz oder den Resonanzfrequenzen des Schwingkreises unterscheiden. Der oder die zusätzlichen Schwingkreise umfassen bevorzugt jeweils eine separate zweite Antenne. Es können aber auch mehrere Schwingkreise mit einer zweiten Antenne verbunden sein.

[0037] Die zusätzlichen elektrischen Schaltelemente können in Reihe zu dem (ersten) elektrischen Schaltelement geschaltet sein, um eine redundante Abschaltung des elektrischen Verbrauchers zu ermöglichen. Ebenfalls ist es möglich, dass mit den zusätzlichen elektrischen Schaltelementen eine mehrkanalige Sicherheitsschaltvorrichtung realisiert wird, welche verschiedene elektrische Verbraucher unabhängig voneinander schalten kann.

[0038] Insbesondere kann die Sicherheitsschaltvorrichtung beispielsweise zwei oder drei Kanäle aufweisen, bei welchen jeweils zwei elektrische Schaltelemente in Reihe geschaltet sind. Somit ergeben sich insgesamt vier oder sechs elektrische Schaltelemente.

[0039] Jedes der Schaltelemente kann Teil eines separaten Schwingkreises sein. Auch die zusätzlichen Schwingkreise können zwischen zwei Resonanzfrequenzen hin und her geschaltet werden, indem das jeweilige Schaltelement seinen Schaltzustand zwischen geschlossen und offen (oder anders herum) ändert. Bevorzugt unterscheiden sich sämtliche innerhalb derselben Sicherheitsschaltvorrichtung verwendeten Resonanzfrequenzen, so dass der tatsächliche Schaltzustand eines jeden Schaltelements eindeutig mittels nur genau einer ersten Antenne detektiert werden kann, wobei zudem eindeutig ist, von welchem Schaltelement die jeweilige Resonanzfrequenz "stammt". Hierzu kann das Testsignal auch die Resonanzfrequenzen der zusätzlichen Schwingkreise umfassen, so dass jedes Schaltelement

separat auf seinen tatsächlichen Schaltzustand prüfbar ist. Die zusätzlichen Resonanzfrequenzen im Testsignal können zeitlich nacheinander in dem Testsignal enthalten sein.

[0040] Es ist auch möglich, mittels des Testsignals nur jeweils einen Schaltzustand des Schaltelements oder der Schaltelemente zu detektieren, insbesondere den Schaltzustand "offen". Hierzu kann das Testsignal als Sendefrequenzen, insbesondere nur, die Resonanzfrequenzen umfassen, die auftreten, wenn die in der Sicherheitsschaltvorrichtung enthaltenen Schaltelemente sich im Schaltzustand "offen" befinden. Soll beispielsweise nur ein Schaltelement überwacht werden, so umfasst oder enthält das Testsignal nur genau eine Sendefrequenz.

[0041] Wie oben bereits angedeutet, ist es möglich, nur genau eine erste Antenne zur Detektion der Schaltzustände mehrerer verschiedener Schaltelemente einzusetzen. Alternativ können auch mehrere erste Antennen vorgesehen sein, die mit nur einer oder auch mehreren zweiten Antennen zusammenwirken. Bei den zweiten Antennen bzw. den Schwingkreisen, welche mit einer jeweiligen ersten Antenne zusammenwirken, werden bevorzugt nur unterschiedliche Resonanzfrequenzen verwendet.

[0042] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform spannt die erste Antenne einen Flächenbereich auf, innerhalb dessen die zweite Antenne oder die zweiten Antennen angeordnet ist/sind. Durch die Anordnung der zweiten Antenne innerhalb der ersten Antenne wird eine sichere und gute Übertragung des Testsignals gewährleistet. Zudem schirmt die erste Antenne die zweite Antenne gegen externe Störungen ab.

[0043] Innerhalb des Flächenbereichs der ersten Antenne bedeutet dabei insbesondere, dass die zweite Antenne in derselben Ebene oder in parallelen Ebenen, z.B. in einem Layer unter- oder oberhalb der ersten Antenne, innerhalb der ersten Antenne liegt. Innerhalb bezieht sich demnach auch auf eine senkrechte Projektion der ersten Antenne nach unten oder oben.

[0044] Bevorzugt sind die erste und/oder die zweite Antenne planar ausgebildet.

[0045] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind die erste und zweite Antenne sowie die Überwachungseinheit und das Schaltelement in derselben Einheit, bevorzugt innerhalb desselben Gehäuses, angeordnet. Insbesondere sind die erste und zweite Antenne und das Schaltelement bevorzugt auf derselben Leiterplatte angeordnet. Hierdurch kann wiederum eine kompakte Ausbildung der Sicherheitsschaltvorrichtung gefördert werden.

[0046] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die erste Antenne ausgebildet, Daten mittels Near Field Communication (NFC) und/oder Radio-Frequency Identification (RFID) zu empfangen. Bevorzugt weist die Überwachungseinheit eine mit der ersten Antenne verbundene Schnittstelle zur Kommunikation mittels NFC und/oder RFID auf. Die erste Antenne kann

5 somit doppelt genutzt werden, zum einen zur Ermittlung des tatsächlichen Schaltzustandes des elektrischen Schaltelements bzw. von mehreren elektrischen Schaltelementen und zum anderen zur Datenkommunikation mittels NFC und/oder RFID. Die von der ersten Antenne empfangenen oder gesendeten Daten können mittels der Schnittstelle an die/von der Überwachungseinheit übertragen werden. Auf diese Weise kann die Überwachungseinheit beispielsweise Diagnose-/Statusdaten ausgeben oder Konfigurationsdaten empfangen. Somit wird auf einfache Weise eine Datenkommunikation mit der Sicherheitsschaltvorrichtung ermöglicht, wodurch die Sicherheitsschaltvorrichtung beispielsweise mittels eines Smartphones konfiguriert werden kann. Auch können dann mittels des Smartphones Daten ausgelesen werden, wodurch die Schaltzustände oder etwaige Fehler ermittelt werden können.

[0047] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die erste Antenne ausgebildet sein, Testsignale mit einer Sendefrequenz im Bereich von 100 bis 500 kHz, bevorzugt von 100 bis 200 kHz auszusenden. Zudem kann die erste Antenne zur RFID-Kommunikation im Bereich der Langwelle bei 125 kHz, 134 kHz, 250 kHz, 375 kHz, 500 kHz, 625 kHz, 750 kHz und/oder 875 kHz ausgelegt sein. Die erste Antenne kann zudem weiterhin zur RFID-Kommunikation und/oder zur NFC-Kommunikation bei einer Frequenz von 13,56 MHz ausgebildet sein. Auch die Ermittlung der tatsächlichen Schaltzustände kann im Bereich von 13,56 MHz erfolgen, d.h. die Resonanzfrequenzen können in diesem Bereich liegen.

[0048] Die Resonanzfrequenzen können ebenfalls im Bereich zwischen 100 und 500 kHz, bevorzugt im Bereich zwischen 100 und 200 kHz, liegen. Insbesondere unterscheiden sich die beiden Resonanzfrequenzen desselben Schwingkreises (für geschlossenen und offenen Schaltzustand) um zumindest 20%, bevorzugt um zumindest 10%. Auf diese Weise ist eine sichere Unterscheidung der beiden Schaltzustände gewährleistet.

[0049] Weiterhin bevorzugt kann der Schaltzustand, insbesondere nur, im offenen Schaltzustand ermittelt werden. In diesem Schaltzustand spielen die geschalteten Frequenzen keine Rolle, so dass die mittels der Sicherheitsschaltvorrichtung geschalteten Frequenzen im selben Bereich liegen können wie die Frequenzen des Testsignals bzw. der Resonanzfrequenzen.

[0050] Die Erfindung betrifft weiterhin ein System, umfassend

- zumindest eine Sicherheitsschaltvorrichtung der vorstehend erläuterten Art,
- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung elektrisch verbundenen Verbraucher, welcher nur dann mit elektrischer Energie versorgt wird, wenn das Schaltelement der Sicherheitsschaltvorrichtung den Schaltzustand geschlossen aufweist, und
- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung elektrisch verbundenen Notaus-Schalter, welcher von der Sicherheitsschaltvorrichtung ausgewertet wird, wobei

die Sicherheitsschaltvorrichtung bei Betätigung des Notaus-Schalters das Schaltelement in den Schaltzustand offen bringt, um den Verbraucher abzuschalten.

[0051] Ob das Schaltelement wirklich in den offenen Schaltzustand übergegangen ist, wird dann von der Überwachungseinheit überprüft. Falls der tatsächliche Schaltzustand von dem gewünschten bzw. erwarteten Schaltzustand abweicht, kann ein Fehlersignal ausgegeben werden. Das Fehlersignal kann dann Bedienpersonal alarmieren oder eine übergeordnete Steuerung zur Abschaltung der gesamten Anlage, in welche der Verbraucher eingebaut ist, veranlassen. Auch die Sicherheitsschaltvorrichtung selbst kann das Fehlersignal zur Abschaltung nutzen.

[0052] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erkennen eines fehlerhaften Schaltzustands einer Sicherheitsschaltvorrichtung, wobei

- mittels einer ersten Antenne ein Testsignal abgestrahlt wird, welches von einer zweiten Antenne empfangen wird, wobei die zweite Antenne derart mit einem elektrischen Schaltelement der Sicherheitsschaltvorrichtung gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements das Testsignal beeinflusst, und
- anhand des Testsignals ein fehlerhafter Schaltzustand des Schaltelements erkannt wird.

[0053] Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden mittels der ersten Antenne Diagnose-, Status- und/oder Konfigurationsdaten der Sicherheitsschaltvorrichtung empfangen und/oder gesendet, insbesondere per NFC und/oder RFID. Dabei beeinflussen die empfangenen Daten bevorzugt den Betrieb der Sicherheitsschaltvorrichtung. Die gesendeten Daten umfassen insbesondere Informationen über den Zustand der Sicherheitsschaltvorrichtung.

[0054] Die Ausführungen zur erfindungsgemäßen Sicherheitsschaltvorrichtung gelten für das erfindungsgemäße System und das erfindungsgemäße Verfahren entsprechend. Dies gilt insbesondere hinsichtlich Vorteilen und bevorzugten Ausführungsformen.

[0055] Nachfolgend wird die Erfindung rein beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein System mit einer Sicherheitsschaltvorrichtung und einem elektrischen Verbraucher in schematischer Ansicht;

Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer Sicherheitsschaltvorrichtung in schematischer Ansicht;

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform einer Sicherheitsschaltvorrichtung in schematischer Ansicht; und

Fig. 4 eine Ausschnittsansicht einer Leiterplatte mit in zwei unterschiedlichen Layern angeordneten ersten und zweiten Antennen.

[0056] Fig. 1 zeigt ein System 10, welches eine Sicherheitsschaltvorrichtung 12 und einen elektrisch mit der Sicherheitsschaltvorrichtung 12 gekoppelten Verbraucher in Form eines Roboters 14 umfasst. Die elektrische Energie für den Betrieb des Roboters 14 stammt von einem Leistungstreiber 16.

[0057] In der Sicherheitsschaltvorrichtung 12 ist ein Schaltelement in Form eines Relais 18 angeordnet, wobei das Relais 18 im geschlossenen Schaltzustand einen Stromversorgungspfad 20 schließt, wodurch der Roboter 14 mit elektrischer Energie versorgt wird. Der Leistungstreiber 16 ist Teil des Stromversorgungspfads 20. Befindet sich das Relais 18 im offenen Schaltzustand, ist der Stromversorgungspfad 20 unterbrochen, so dass kein geschlossener Stromkreis vorliegt, wodurch der Roboter 14 abgeschaltet wird.

[0058] In der Sicherheitsschaltvorrichtung 12 ist eine Überwachungseinheit 22 vorgesehen, welche mit einer ersten Antenne 24 elektrisch verbunden ist. Die erste Antenne 24 ist ausgebildet, ein Testsignal 26 an eine zweite Antenne 28 zu übertragen. Die zweite Antenne 28 ist wiederum mit dem Relais 18 elektrisch verbunden, wobei der Schaltzustand des Relais 18 das Testsignal 26 beeinflusst, wie nachfolgend noch genauer erläutert wird.

[0059] Das Relais 18 wird von einer Steuereinheit 30 betätigt.

[0060] Die Überwachungseinheit 22 ermittelt den tatsächlichen Schaltzustand des Relais 18 und übermittelt den tatsächlichen Schaltzustand mittels einer Datenleitung 32 an die Steuereinheit 30.

[0061] Die erste Antenne 24 ist zudem für eine Kommunikation mittels Near Field Communication (NFC) 34 ausgebildet. Mittels der NFC-Kommunikation 34 kann die Überwachungseinheit 22 und/oder die Steuereinheit 30 beispielsweise mit einem in der Nähe befindlichen Smartphone 36 Daten austauschen.

[0062] Die Verschaltung innerhalb der Sicherheitsschaltvorrichtung 12 ist nun in den Fig. 2 und 3 an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0063] Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel, in welchem zwei Relais 18a und 18b in Serie geschaltet sind. Jedes der Relais 18a, 18b ist auf gleiche Weise in einen Schwingkreis 38 integriert bzw. an einen Schwingkreis 38 angeschlossen, so dass die nachfolgenden Ausführungen jeweils für alle Relais 18 gleichermaßen gelten.

[0064] Ein jeweiliger Schwingkreis 38 umfasst eine zweite Antenne 28, welche parallel zu einem ersten Kondensator 40 geschaltet ist. Die elektrischen Anschlüsse der zweiten Antenne 28 sind über einen zweiten und dritten Kondensator 42, 44 jeweils mit den elektrischen Anschlüssen des jeweiligen Relais 18a, 18b verbunden. Ist das jeweilige Relais 18a geöffnet, so umfasst der

Schwingkreis 38 jeweils nur die zweite Antenne 28 und den ersten Kondensator 40. Ist das Relais 18 geschlossen, so umfasst der Schwingkreis zusätzlich noch den zweiten und dritten Kondensator 42, 44, wodurch sich die Resonanzfrequenz des jeweiligen Schwingkreises 38 ändert.

[0065] Die beiden zweiten Antennen 28 sind von einer einzigen ersten Antenne 24 umgeben. Mittels zweier Transistoren 46 und einer Spannungsquelle 48 wird mittels der ersten Antenne 24 das Testsignal 26 erzeugt. Die Transistoren 46 und die Spannungsquelle 48 können gemeinsam als Signalgenerator angesehen werden.

[0066] Die Amplitude des Testsignals 26 wird mittels eines Operationsverstärkers 50 gemessen. Anhand der Amplitude kann die von der ersten auf die zweite Antenne 24, 28 übertragene Energie gemessen werden, wobei festgestellt werden kann, welcher der Schwingkreise 38 sich momentan in welcher Resonanzfrequenz befindet. Hierzu wird ein Testsignal 26 erzeugt, welches zumindest vier verschiedene Sendefrequenzen umfasst, wobei die vier Sendefrequenzen den vier möglichen Resonanzfrequenzen der beiden Schwingkreise 38 entsprechen. Auf diese Weise kann für jedes Relais 18a, 18b separat festgestellt werden, in welchem Schaltzustand es sich befindet.

[0067] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform, bei welcher die Sicherheitsschaltvorrichtung 12 zwei parallele Kanäle 52a, 52b umfasst. In jedem Kanal 52 sind zwei Relais 18a, 18b bzw. 18c, 18d in Reihe geschaltet. Jedes Relais 18a, 18b, 18c, 18d ist einem separaten Schwingkreis 38 zugeordnet. Die Ausführungsform von Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform von Fig. 2 dadurch, dass zwei erste Antennen 24 mit jeweils eigenem Signalgenerator vorgesehen sind. Die ersten Antennen 24 sind derart angeordnet, dass jeweils eine zweite Antenne 28 jedes Kanals 52 innerhalb der ersten Antenne 24 liegt und somit mittels der jeweiligen ersten Antenne 24 ausgewertet werden kann.

[0068] Zur Auswertung der Schaltzustände der Relais 18 werden mittels der jeweiligen ersten Antenne 24 wiederum zumindest vier verschiedene Sendefrequenzen innerhalb eines Testsignals ausgegeben, um den tatsächlichen Schaltzustand aller vier Relais 18a, 18b, 18c, 18d zu ermitteln.

[0069] Fig. 4 zeigt eine Leiterplatte 54, bei welcher die erste Antenne 24 auf einem oberen Layer 56 und jeweils eine zweite Antenne 28 auf dem oberen Layer 56 und auch auf einem unteren Layer 58 angeordnet sind. Die zweite Antenne 28 auf dem oberen Layer 56 ist von der ersten Antenne 28 umgeben. Die erste und zweite Antenne 24, 28 sind somit ortsfest zueinander angeordnet, wodurch Einflüsse aufgrund von variablen Antennenpositionen verhindert werden. Zudem erzielt die Verwendung von Antennen 24, 28 eine galvanische Trennung zwischen der Überwachungseinheit 22 und den Schwingkreisen 38.

[0070] Durch die erfindungsgemäße Ermittlung des tatsächlichen Schaltzustandes basierend auf Antennen

wird eine einfache, berührungslose aber zuverlässige Ermittlung des tatsächlichen Schaltzustands gestattet. Überdies bietet sich der Vorteil, dass zusätzliche Funktionen, wie die Kommunikation mittels NFC, ohne großen Mehraufwand mit den bereits existierenden Antennen realisiert werden können.

Bezugszeichenliste

[0071]

10	System
12	Sicherheitsschaltvorrichtung
14	Roboter
16	Leistungstreiber
18	Relais
20	Stromversorgungspfad
22	Überwachungseinheit
24	erste Antenne
26	Testsignal
28	zweite Antenne
30	Steuereinheit
32	Datenleitung
34	NFC-Kommunikation
36	Smartphone
38	Schwingkreis
40	erster Kondensator
42	zweiter Kondensator
44	dritter Kondensator
46	Transistor
48	Spannungsquelle
50	Operationsverstärker
52	Kanal
54	Leiterplatte
56	oberes Layer
58	unteres Layer

Patentansprüche

1. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) zum Schalten eines an die Schaltvorrichtung (12) anschließbaren elektrischen Verbrauchers (14), insbesondere einer elektrischen Maschine, mit
 - einem elektrischen Schaltelement (18), welches die Schaltzustände geschlossen und offen aufweisen kann, um wahlweise ein Schließen oder ein Unterbrechen eines Stromversorgungspfad (20) des elektrischen Verbrauchers (14) zu bewirken,
 - einer Überwachungseinheit (22), welche einen tatsächlichen Schaltzustand des elektrischen Schaltelements (18) ermittelt, wobei die Überwachungseinheit (22) eine erste Antenne (24) umfasst, mittels welcher ein Testsignal (26) abgestrahlt wird,
 - einer zweiten Antenne, welche das Testsignal

(26) empfängt, wobei die zweite Antenne (28) derart mit dem elektrischen Schaltelement (18) gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements (18) das Testsignal (26) beeinflusst, wobei die Überwachungseinheit (22) ausgebildet ist, aus dem beeinflussten Testsignal (26) den tatsächlichen Schaltzustand zu ermitteln.

2. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antenne (24) und/oder die zweite Antenne (28) auf einer Leiterplatte (54) angeordnet und insbesondere als Microstrip- oder Patch-Antennen ausgebildet sind.
3. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antenne (24) und die zweite Antenne (28) auf unterschiedlichen Lagen (56, 58) derselben Leiterplatte (54) angeordnet sind, wobei die erste und zweite Antenne (28) bevorzugt gegeneinander isoliert und/oder galvanisch getrennt sind.
4. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Antenne (28) Teil eines Schwingkreises (38) ist, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des Schaltelements (18) abhängt, wobei der Schwingkreis (38) bevorzugt ein oder mehrere kapazitive oder induktive Zusatzbauelemente (42, 44) umfasst, welche bei geschlossenem Schaltelement (18) elektrisch in den Schwingkreis (38) eingekoppelt werden, um die Resonanzfrequenz des Schwingkreises (38) zu verändern.
5. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingkreis (38) bei geschlossenem Schaltelement (18) eine erste Resonanzfrequenz und bei offenem Schaltelement (18) eine zweite, andere, Resonanzfrequenz aufweist.
6. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Testsignal (26) zumindest zwei verschiedene Sendefrequenzen umfasst, welche bevorzugt der ersten und/oder zweiten Resonanzfrequenz entsprechen.
7. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (22) ausgebildet ist, die

mittels des Testsignals (26) von der ersten auf die zweite Antenne (24, 28) übertragene Leistung zu messen, wobei aufgrund der übertragenen Leistung der tatsächliche Schaltzustand ermittelt wird.

8. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

gekennzeichnet, durch

ein oder mehrere zusätzliche elektrische Schaltelemente (18), wobei der tatsächliche Schaltzustand des oder der zusätzlichen Schaltelemente (18) das Testsignal (26) beeinflusst, wobei bevorzugt zumindest eines der zusätzlichen elektrischen Schaltelemente (18) mit jeweils einem zusätzlichen Schwingkreis (38) gekoppelt ist, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des zusätzlichen elektrischen Schaltelements (18) abhängt, wobei die Resonanzfrequenz oder die Resonanzfrequenzen des zusätzlichen Schwingkreises (38) sich bevorzugt von der Resonanzfrequenz oder den Resonanzfrequenzen des Schwingkreises (38) unterscheiden.

9. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Antenne (24) einen Flächenbereich aufspannt, innerhalb dessen die zweite Antenne (28) angeordnet ist.

10. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und zweite Antenne (28), die Überwachungseinheit (22) und das Schaltelement (18) in derselben Einheit, bevorzugt innerhalb desselben Gehäuses, angeordnet sind, wobei die erste und zweite Antenne (28) und das Schaltelement (18) bevorzugt auf derselben Leiterplatte angeordnet sind.

11. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Antenne (24) ausgebildet ist, Daten mittels Near Field Communication, NFC, und/oder Radio-Frequency Identification, RFID, zu empfangen, wobei die Überwachungseinheit (22) eine Schnittstelle zur Kommunikation mittels NFC und/oder RFID aufweist.

12. System (10) umfassend

- zumindest eine Sicherheitsschaltvorrichtung (12) gemäß zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) elektrisch verbundenen Verbraucher (14), welcher nur dann mit elektrischer Energie versorgt

wird, wenn das Schaltelement (18) der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) den Schaltzustand geschlossen aufweist, und

- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) elektrisch verbundenen Sicherheitssensor, insbesondere einen Notaus-Schalter, welcher von der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) ausgewertet wird, wobei die Sicherheitsschaltvorrichtung (12) beim Auslösen des Sicherheitssensors das Schaltelement (18) in den Schaltzustand offen bringt, um den Verbraucher (14) abzuschalten.

13. Verfahren zum Erkennen eines fehlerhaften Schaltzustands einer Sicherheitsschaltvorrichtung (12), wobei

- mittels einer ersten Antenne (24) ein Testsignal (26) abgestrahlt wird, welches von einer zweiten Antenne (28) empfangen wird, wobei die zweite Antenne (28) derart mit einem elektrischen Schaltelement (18) der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements (18) das Testsignal (26) beeinflusst, und
- anhand des Testsignals (26) ein fehlerhafter Schaltzustand des Schaltelements (18) erkannt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

mittels der ersten Antenne Diagnose-, Status- und/oder Konfigurationsdaten der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) empfangen und/oder gesendet werden, insbesondere per NFC und/oder RFID, wobei die empfangenen Daten den Betrieb der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) bevorzugt beeinflussen und die gesendeten Daten insbesondere Informationen über den Zustand der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) umfassen.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) zum Schalten eines an die Schaltvorrichtung (12) anschließbaren elektrischen Verbrauchers (14), insbesondere einer elektrischen Maschine, mit

- einem elektrischen Schaltelement (18), welches die Schaltzustände geschlossen und offen aufweisen kann, um wahlweise ein Schließen oder ein Unterbrechen eines Stromversorgungspfad (20) des elektrischen Verbrauchers (14) zu bewirken,
- einer Überwachungseinheit (22), welche einen tatsächlichen Schaltzustand des elektrischen

Schaltelements (18) ermittelt, wobei die Überwachungseinheit (22) eine erste Antenne (24) umfasst, mittels welcher ein Testsignal (26) abgestrahlt wird,

- einer zweiten Antenne, welche das Testsignal (26) empfängt, wobei die zweite Antenne (28) derart mit dem elektrischen Schaltelement (18) gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements (18) das Testsignal (26) beeinflusst, wobei die Überwachungseinheit (22) ausgebildet ist, aus dem beeinflussten Testsignal (26) den tatsächlichen Schaltzustand zu ermitteln,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Antenne (24) und die zweite Antenne (28) auf unterschiedlichen Lagen (56, 58) derselben Leiterplatte (54) angeordnet sind.

2. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antenne (24) und/oder die zweite Antenne (28) auf einer Leiterplatte (54) angeordnet und insbesondere als Microstrip- oder Patch-Antennen ausgebildet sind.
3. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Antenne (28) gegeneinander isoliert und/oder galvanisch getrennt sind.
4. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Antenne (28) Teil eines Schwingkreises (38) ist, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des Schaltelements (18) abhängt, wobei der Schwingkreis (38) bevorzugt ein oder mehrere kapazitive oder induktive Zusatzbauelemente (42, 44) umfasst, welche bei geschlossenem Schaltelement (18) elektrisch in den Schwingkreis (38) eingekoppelt werden, um die Resonanzfrequenz des Schwingkreises (38) zu verändern.
5. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingkreis (38) bei geschlossenem Schaltelement (18) eine erste Resonanzfrequenz und bei offenem Schaltelement (18) eine zweite, andere, Resonanzfrequenz aufweist.
6. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Testsignal (26) zumindest zwei verschiedene Sendefrequenzen umfasst, welche bevorzugt der

ersten und/oder zweiten Resonanzfrequenz entsprechen.

7. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachungseinheit (22) ausgebildet ist, die mittels des Testsignals (26) von der ersten auf die zweite Antenne (24, 28) übertragene Leistung zu messen, wobei aufgrund der übertragenen Leistung der tatsächliche Schaltzustand ermittelt wird.
8. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** ein oder mehrere zusätzliche elektrische Schaltelemente (18), wobei der tatsächliche Schaltzustand des oder der zusätzlichen Schaltelemente (18) das Testsignal (26) beeinflusst, wobei bevorzugt zumindest eines der zusätzlichen elektrischen Schaltelemente (18) mit jeweils einem zusätzlichen Schwingkreis (38) gekoppelt ist, dessen Resonanzfrequenz vom tatsächlichen Schaltzustand des zusätzlichen elektrischen Schaltelements (18) abhängt, wobei die Resonanzfrequenz oder die Resonanzfrequenzen des zusätzlichen Schwingkreises (38) sich bevorzugt von der Resonanzfrequenz oder den Resonanzfrequenzen des Schwingkreises (38) unterscheiden.
9. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antenne (24) einen Flächenbereich aufspannt, innerhalb dessen die zweite Antenne (28) angeordnet ist.
10. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Antenne (28), die Überwachungseinheit (22) und das Schaltelement (18) in derselben Einheit, bevorzugt innerhalb desselben Gehäuses, angeordnet sind, wobei die erste und zweite Antenne (28) und das Schaltelement (18) bevorzugt auf derselben Leiterplatte angeordnet sind.
11. Sicherheitsschaltvorrichtung (12) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Antenne (24) ausgebildet ist, Daten mittels Near Field Communication, NFC, und/oder Radio-Frequency Identification, RFID, zu empfangen, wobei die Überwachungseinheit (22) eine Schnittstelle zur Kommunikation mittels NFC und/oder RFID aufweist.
12. System (10) umfassend

- zumindest eine Sicherheitsschaltvorrichtung (12) gemäß zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) elektrisch verbundenen Verbraucher (14), welcher nur dann mit elektrischer Energie versorgt wird, wenn das Schaltelement (18) der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) den Schaltzustand geschlossen aufweist, und
- einen mit der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) elektrisch verbundenen Sicherheitssensor, insbesondere einen Notaus-Schalter, welcher von der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) ausgewertet wird, wobei die Sicherheitsschaltvorrichtung (12) beim Auslösen des Sicherheitssensors das Schaltelement (18) in den Schaltzustand offen bringt, um den Verbraucher (14) abzuschalten.

13. Verfahren zum Erkennen eines fehlerhaften Schaltzustands einer Sicherheitsschaltvorrichtung (12), wobei

- mittels einer ersten Antenne (24) ein Testsignal (26) abgestrahlt wird, welches von einer zweiten Antenne (28) empfangen wird, wobei die zweite Antenne (28) derart mit einem elektrischen Schaltelement (18) der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) gekoppelt ist, dass der tatsächliche Schaltzustand des elektrischen Schaltelements (18) das Testsignal (26) beeinflusst, und
- anhand des Testsignals (26) ein fehlerhafter Schaltzustand des Schaltelements (18) erkannt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Antenne (24) und die zweite Antenne (28) auf unterschiedlichen Lagen (56, 58) derselben Leiterplatte (54) angeordnet sind.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

mittels der ersten Antenne Diagnose-, Status- und/oder Konfigurationsdaten der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) empfangen und/oder gesendet werden, insbesondere per NFC und/oder RFID, wobei die empfangenen Daten den Betrieb der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) bevorzugt beeinflussen und die gesendeten Daten insbesondere Informationen über den Zustand der Sicherheitsschaltvorrichtung (12) umfassen.

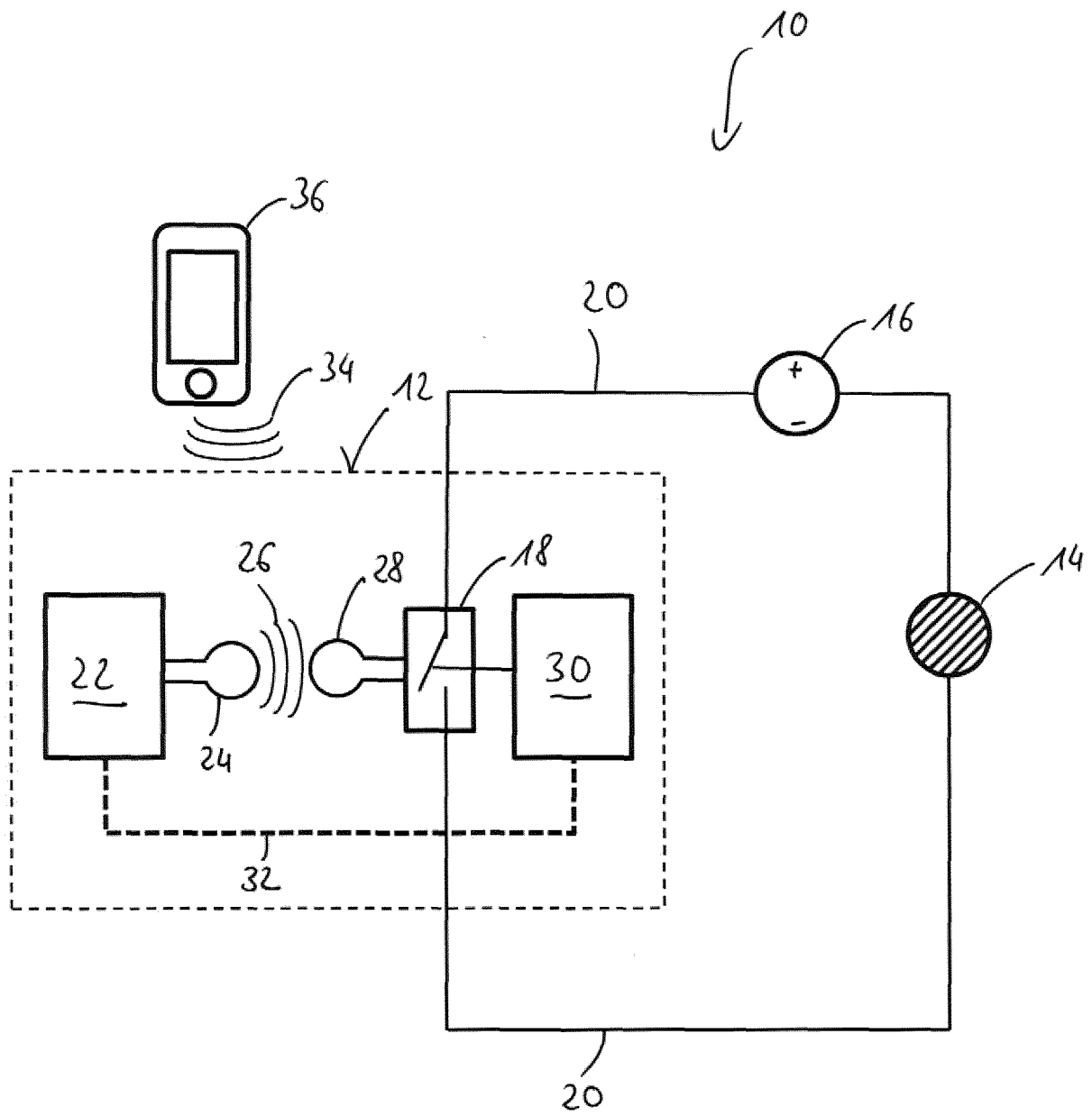


Fig. 1

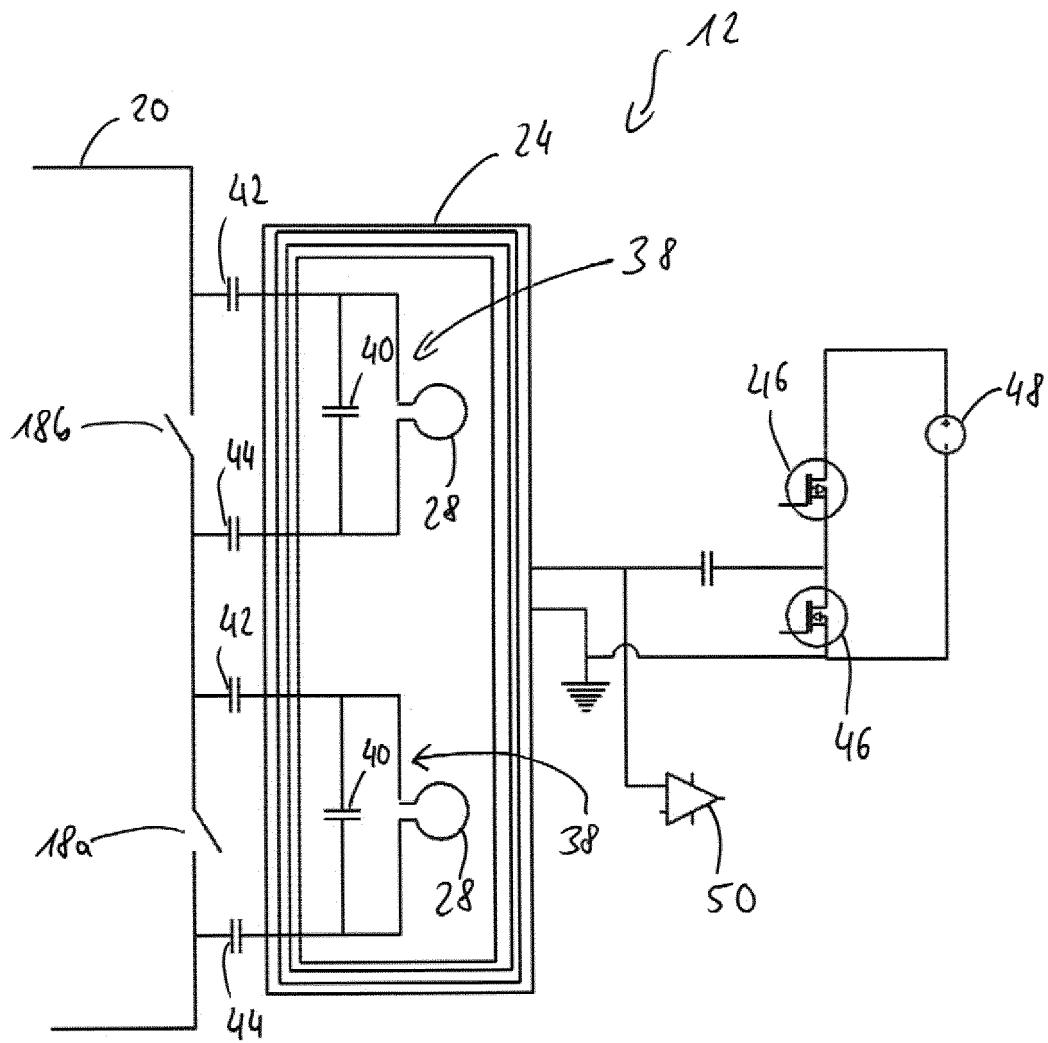


Fig. 2

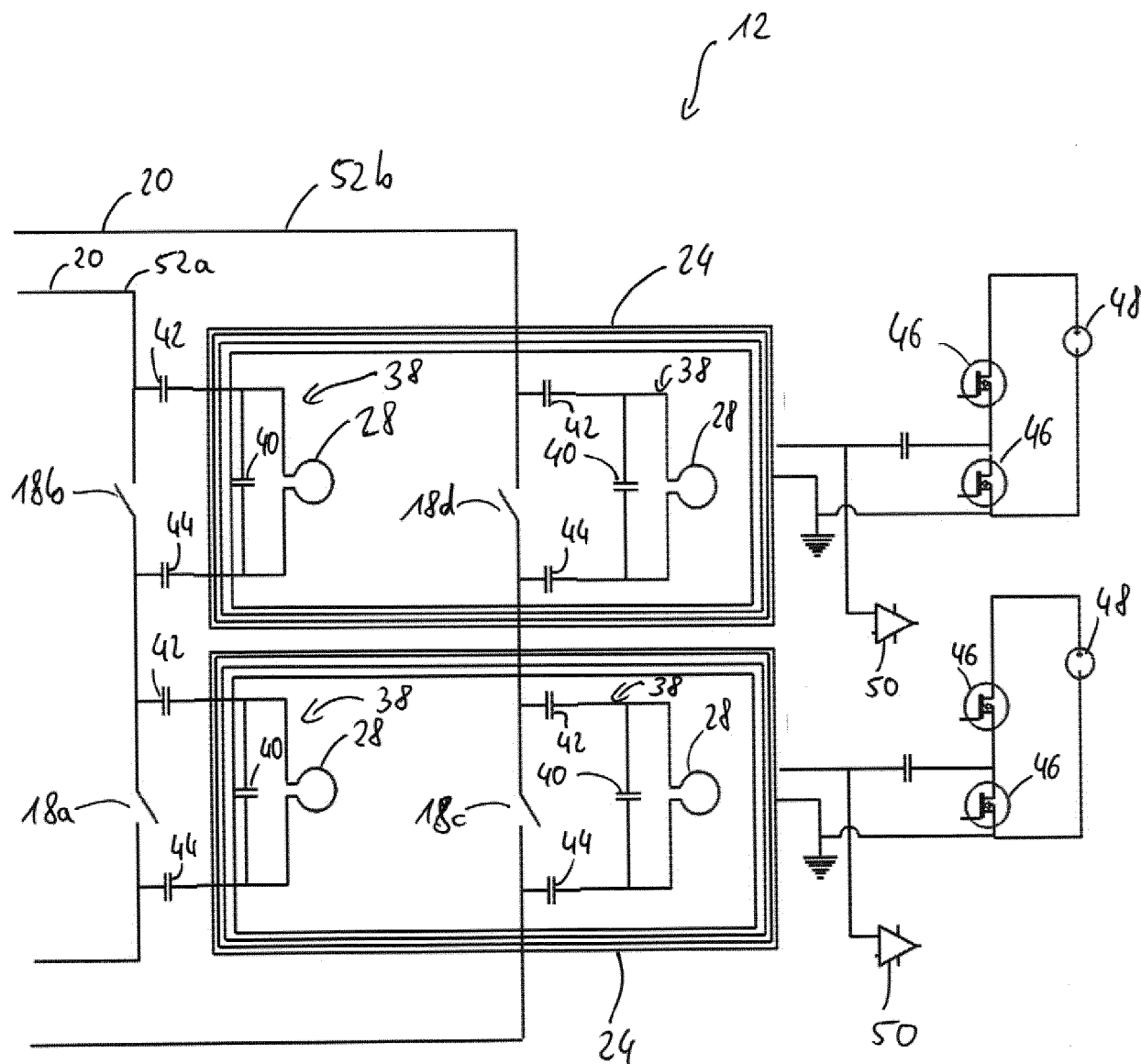


Fig. 3

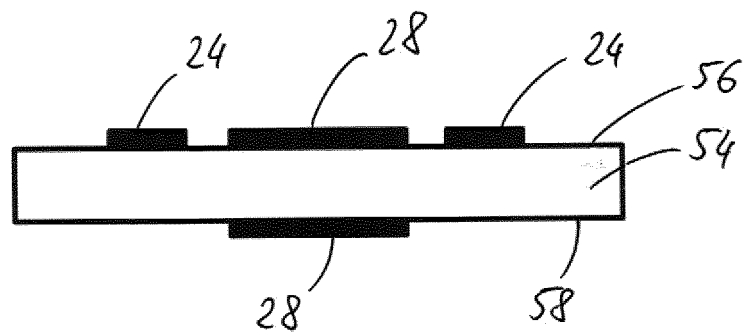


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 21 3553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2002/021226 A1 (CLEMENT PHILIPPE [FR] ET AL) 21. Februar 2002 (2002-02-21) * Absätze [0004], [0075] - [0129] * * Abbildungen 1-16 *	1,2,4,5, 7-14	INV. H01H47/00 H01H9/16
A	DE 101 46 753 C1 (PILZ GMBH & CO [DE]) 24. April 2003 (2003-04-24) * das ganze Dokument *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Juni 2019	Prüfer Ledoux, Serge
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 21 3553

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-06-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002021226 A1	21-02-2002	AT 456144 T	15-02-2010
		CN 1337657 A	27-02-2002
		CN 1567396 A	19-01-2005
		EP 1179827 A1	13-02-2002
		EP 2068333 A2	10-06-2009
		ES 2336421 T3	13-04-2010
		FR 2812962 A1	15-02-2002
		JP 4812977 B2	09-11-2011
		JP 2002150896 A	24-05-2002
		US 2002021226 A1	21-02-2002
DE 10146753 C1	24-04-2003	AT 292321 T	15-04-2005
		DE 10146753 C1	24-04-2003
		EP 1428237 A1	16-06-2004
		JP 4067492 B2	26-03-2008
		JP 2005505109 A	17-02-2005
		US 2004174074 A1	09-09-2004
		WO 03030198 A1	10-04-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82