

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50428/2018  
(22) Anmeldetag: 25.05.2018  
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2019

(51) Int. Cl.: **H02M 7/00** (2006.01)  
**H05K 7/14** (2006.01)  
**H05K 7/18** (2006.01)  
**H05K 7/20** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2002064028 A1  
US 2003133257 A1  
US 2005265002 A1  
EP 2254228 A1  
DE 102009053583 B3  
EP 2562922 A1

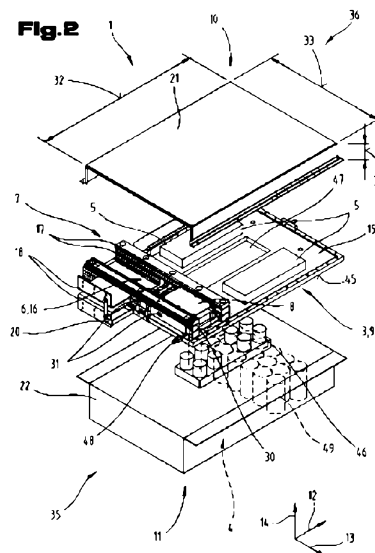
(71) Patentanmelder:  
Miba Energy Holding GmbH  
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Leistungsbaugruppe mit Schottwand**

(57) Die Erfindung betrifft eine Leistungsbaugruppe (1) für einen Mittel- oder Hochspannungsumrichter (2), vorzugsweise einen Modulare Multilevel Umrichter, umfassend, zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5), zumindest eine Energiespeicherbaugruppe (4), zumindest eine Kühlvorrichtung (3), zumindest eine Hilfsbaugruppe (6), welche zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe (8) aufweist, wobei die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in Vertikalrichtung (14) an jeweils einer Ober- (10) oder Unterseite (11) der im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Kühlvorrichtung (3) angeordnet sind, und die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) in einer Leistungshalbleitersektion (15) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in einer Nebensektion (16) innerhalb eines mit der Kühlvorrichtung (3) verbundenen, bevorzugt einteilig ausgebildeten, Schutzgehäuses (21) angeordnet sind,

- wobei zum Explosionsschutz zumindest eine, bevorzugt zumindest in Vertikalrichtung (14) aus mehreren Schottwandelementen (17) zusammengesetzte, Schottwand (7) zwischen der Kühlvorrichtung (3) und dem Schutzgehäuse (21) ausgebildet ist, und die zumindest eine Schottwand (7) zumindest eine zu etwaigen Stromschienen (18) und/oder Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) formkomplementäre Durchgangsöffnung (23) aufweist.



## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Leistungsbaugruppe (1) für einen Mittel- oder Hochspannungsumrichter (2), vorzugsweise einen Modularen Multilevel Umrichter, umfassend, zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5), zumindest eine Energiespeicherbaugruppe (4), zumindest eine Kühlvorrichtung (3), zumindest eine Hilfsbaugruppe (6), welche zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe (8) aufweist, wobei die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in Vertikalrichtung (14) an jeweils einer Ober- (10) oder Unterseite (11) der im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Kühlvorrichtung (3) angeordnet sind, und die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) in einer Leistungshalbleitersektion (15) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in einer Nebensektion (16) innerhalb eines mit der Kühlvorrichtung (3) verbundenen, bevorzugt einteilig ausgebildeten, Schutzgehäuses (21) angeordnet sind, - wobei zum Explosionsschutz zumindest eine, bevorzugt zumindest in Vertikalrichtung (14) aus mehreren Schottwandelementen (17) zusammengesetzte, Schottwand (7) zwischen der Kühlvorrichtung (3) und dem Schutzgehäuse (21) ausgebildet ist, und die zumindest eine Schottwand (7) zumindest eine zu etwaigen Stromschienen (18) und/oder Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) formkomplementäre Durchgangsöffnung (23) aufweist.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft eine Leistungsbaugruppe für einen Mittel- oder Hochspannungsumrichter, vorzugsweise einen Modulare Multilevel Umrichter, mit verbessertem Explosionsschutz.

Bei der Mittel- oder Hochspannungsgleichstromübertragung erfolgt die Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom bzw. umgekehrt. Dabei kommen häufig Wechselrichter (oder Modular Multilevel Converter-MMC) zum Einsatz. Derartige modulare Multilevel-Umrichter bestehen in der Regel aus einer Vielzahl in Reihe geschalteten Leistungsbaugruppen welche auch als Submodule bezeichnet werden können. Jede Leistungsbaugruppe kann dabei unabhängig von den anderen Leistungsbaugruppen geschaltet werden.

Die mit Mittel- oder Hochspannung beaufschlagten Leistungsbaugruppen umfassen in der Regel zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe, zumindest eine Energiespeicherbaugruppe, zumindest eine Kühlvorrichtung, sowie zumindest eine Hilfsbaugruppe, welche zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe aufweist. Oftmals sind mehrere Leistungsbaugruppen in einem Gestell bzw. Rack, übereinander und/oder nebeneinander angeordnet wobei geringes Bauvolumen sowie Minimierung der Kosten und die Gewährleistung der Isolationsanforderungen vom Fachmann beachtet werden müssen.

Im Betrieb eines Mittel- oder Hochspannungsumrichters kann das Versagen eines Bauteils, wie etwa eines Leistungshalbleiters, aufgrund der kurzzeitig auftretenden sehr hohen elektrischen Ströme und/oder Leistungen zur Explosion des Bauteils führen. Dabei kann es zur Ausbildung eines atmosphärischen und/oder metallischen Plasmas, sowie Splitterbildung und Staubentwicklung kommen. Außerdem

wird ein sehr hoher Gasdruck bei der Explosion frei. Dies kann zur Beschädigung der Komponenten der beschädigten Leistungsbaugruppe führen oder auch benachbart bzw. umliegend angeordnete Leistungsbaugruppen beschädigen. Im schlimmsten Fall wird durch eine derartige Explosion die Sicherheit der Umgebung, insbesondere eines eventuell vorhandenen Anlagenbedieners, gefährdet.

Dem Fachmann sind eine Reihe von Schutzmaßnahmen an Submodulen bzw. Leistungsbaugruppen bekannt um die Sicherheit für Anlagen und Bediener zu erhöhen.

Beispielhaft sei die WO2017108104A1 angeführt, welche ein Dichtelement zwischen zwei aufeinander liegenden Gehäuseteilen aufweist. Das Dichtelement soll im Explosionsfall das Entweichen des Gasdrucks zwischen den auseinandergedrückten Gehäuseteilen verhindern.

In der WO2016165843A1 wird eine stehende Anordnung einer Mehrzahl von Halbleiter-Chips vorgestellt, welche zwischen zwei Kühlvorrichtungen in ein Isolatormaterial eingebettet sind und diese Module auf einer Kondensatoreinheit angeordnet sind. Die Räume zwischen den Kühlvorrichtungen können dabei mit einem explosionsschützenden Material gefüllt sein kann.

Auf bekannte Weise kann somit zwar die Ausbreitung des Gasdrucks gegenüber der Umgebung des Submoduls verbessert werden, jedoch ist mit einer vollständigen Zerstörung der innenliegend angeordneten Komponenten zu rechnen. Überdies sind die bekannten Maßnahmen zum Explosionsschutz sehr aufwändig und dadurch teuer in der Umsetzung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine Leistungsbaugruppe zur Verfügung zu stellen, welche einen relativ einfachen, sicheren und effizienten Explosionsschutz der Umgebung, sowie empfindlicher elektronischer Komponenten innerhalb der betroffenen Leistungsbaugruppe zu erzielen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Die erfindungsgemäße Leistungsbaugruppe für einen Mittel- oder Hochspannungsumrichter, vorzugsweise einen Modulare Multilevel Umrichter, umfasst, zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe, zumindest eine Energiespeicherbaugruppe, zumindest eine Kühlvorrichtung, zumindest eine Hilfsbaugruppe, welche zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe aufweist. Die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe und die zumindest eine Hilfsbaugruppe sind dabei in Vertikalrichtung an jeweils einer Ober- oder Unterseite der im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Kühlvorrichtung angeordnet, und die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe in einer Leistungshalbleitersektion und die zumindest eine Hilfsbaugruppe in einer Nebensektion innerhalb eines mit der Kühlvorrichtung verbundenen, bevorzugt einteilig ausgebildeten, Schutzgehäuses angeordnet. Dabei ist zum Explosionsschutz zumindest eine, bevorzugt zumindest in Vertikalrichtung aus mehreren Schottwandelementen zusammengesetzte, Schottwand zwischen der Kühlvorrichtung und dem Schutzgehäuse ausgebildet, und die zumindest eine Schottwand weist zumindest eine zu etwaigen Stromschienen und/oder Steuerleitungen und/oder Messleitungen formkomplementäre Durchgangsöffnung auf.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird unter Explosionsschutz der Schutz vor den Auswirkungen einer Explosion in der Leistungshalbleitersektion verstanden und kein direkter Schutz bzw. präventive Maßnahme gegen eine etwaige Explosion selber.

Die Hilfsbaugruppe kann dabei mehrere Komponenten umfassen, wie etwa eine Signalaufbereitungsbaugruppe, einen Überspannungsschutz, etwaige Überbrückungsschaltungen bzw. Bypass-Schaltungen mit einer separaten Steuervorrichtung, oder auch mehrere Netzteile.

Die Signalaufbereitungsbaugruppe **kann dabei als besonders „sensibler“** und somit schützenswerter Bereich der Hilfsbaugruppe verstanden werden, da es eine **Art „elektronisches Gehirn“ der Leistungsbaugruppe darstellt.** Die Signalaufbereitungsbaugruppe kann neben lichtwellengesteuerten Elementen z.B. eine Kurzschlusslogikbaugruppe zur Plausibilisierung der Ansteuersignale an die Leistungsbaugruppe auch etwaige nachgeschaltete Gatetreiber umfassen.

Durch die „**liegende**“ Anordnung der Leistungshalbleiterbaugruppe und der Hilfsbaugruppe an der einen Seite, sowie der Energiespeicherbaugruppe an der gegenüberliegenden Seite der Kühlvorrichtung kann eine sehr platzsparende Anordnung erreicht werden. Die Kühlvorrichtung ist dabei bevorzugt flüssigkeitsdurchflossen ausgebildet. Die Gesamtbauhöhe der Leistungsbaugruppe ist somit in **Vertikalrichtung relativ niedrig im Vergleich zu bekannten, „stehend“** also in Vertikalrichtung übereinander oder hintereinander angeordneten Leistungshalbleiterbaugruppen und Energiespeicherbaugruppen. Somit können auf einfache Weise eine **Mehrzahl Leistungsbaugruppen mit „liegend“ angeordneten Komponenten** in einem Rack übereinander und/oder nebeneinander angeordnet werden und zudem eine vergleichsweise stabile Lagerung erzielt werden. Als weiterer Vorteil dieser Anordnung kann die Kühlvorrichtung in Vertikalrichtung eine Schutzfunktion der einzelnen Komponenten untereinander entfalten. Ferner bietet die liegende Anordnung der Leistungsbaugruppe eine gute Zugänglichkeit für einen Bediener von der Frontseite des Mittel- oder Hochspannungsumrichters, insbesondere wenn die Anschlüsse für Kühlmittel, Strom, Ansteuerung und dergleichen an der Frontseite ausgebildet sind.

Zum Schutz der Hilfsbaugruppe im Explosionsfall zumindest eines Leistungshalbleiters oder der Leistungshalbleiterbaugruppe, ist das zumindest eine, bevorzugt einteilige, Schutzgehäuse und/oder das Energiespeichergehäuse als einseitig, in Richtung der Kühlvorrichtung, offener Hohlkörper ausgebildet. Darüber und/oder seitlich dazu angeordnete Leistungsbaugruppen können durch das zumindest eine Schutzgehäuse effizient geschützt werden.

Durch die Trennung der Leistungshalbleitersektion und der Nebensektion durch die Ausbildung der Schottwand kann ein Gaseintritt in die Nebensektion effizient verringert oder sogar ganz vermieden werden. Die zumindest eine Durchgangsöffnung kann durch die formkomplementäre Ausbildung für etwaige Stromschienen und dergleichen einen effizienten Schutz der Hilfsbaugruppe gegen bei der Explosion auftretenden umherfliegende Teile und/oder überhöhten Gasdruck bieten. Überdies wird durch eine derartige Schottwand in Richtung Frontseite eine Erhöhung der Umgebungssicherheit, insbesondere der Bedienersicherheit, erreicht.

Des Weiteren kann es zweckmäßig sein, wenn die zumindest eine Energiespeicherbaugruppe an der, der zumindest einen Leistungshalbleiterbaugruppe gegenüberliegenden Ober- oder Unterseite der Kühlvorrichtung, vorzugsweise innerhalb eines Energiespeichergehäuses, angeordnet ist. Die Kühlvorrichtung ist dabei als lastabtragende Kühlplatte ausgebildet.

Je nach Aufbau und Typ des Mittel- oder Hochspannungsumrichters kann es dabei von Vorteil sein, zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe an einer Seite, wie etwa der Oberseite, der Kühlplatte anzuordnen und die zumindest eine Energiespeicherbaugruppe an der gegenüberliegenden Seite, wie etwa der Unterseite, der Kühlplatte anzuordnen. Weitere Anordnungen, mit jeweils zumindest teilweise an der Ober- und Unterseite der Kühlplatte angeordneten Komponenten liegen im Gestaltungsfreiraum des Konstrukteurs und können ebenfalls mit der erfindungsgemäßen Plattformanordnung an der Kühlplatte realisiert werden. Es ist in jedem Fall von großem Vorteil, dass die Kühlplatte zentral derart angeordnet ist, dass die abgegebene Wärme zumindest der Energiespeicher- und Leistungshalbleiterbaugruppe effizient abgeführt werden kann.

Leistungsbaugruppen von Mittel- und Hochspannungsumrichtern weisen in der Regel ein sehr hohes Eigengewicht von mehr als 200 kg auf. Den Großteil des Gesamtgewichts macht hierbei die Energiespeicherbaugruppe aus. Durch diese vorteilhafte Anordnung der Energiespeicherbaugruppe an der Unterseite wird ein sehr niedriger Schwerpunkt der Leistungsbaugruppe erreicht. Dies vermeidet im Vergleich zu bekannten Anordnungen ein unerwünschtes Kippmoment und erhöht auf diese Weise die Benutzersicherheit.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Schottwand zumindest zwei in Vertikalrichtung übereinander und/oder in Querrichtung nebeneinander angeordnete, elektrisch nicht leitende, Schottwandelemente umfasst.

Ein derartiger Aufbau der Schottwand kann die Adaption an unterschiedliche Schutzgehäuse- und/oder Komponentenanordnungen zur Optimierung der Schutzfunktion erleichtern. Die Schottwandelemente können somit blockartig und somit stehend und/oder bevorzugt lagenförmig und somit liegend ausgebildet sein

und ihre jeweils vorgebbare Form zur Ausbildung der zumindest einen formkomplementären Durchgangsöffnung der Schottwand miteinander zusammenwirkend ausgebildet sein.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei der Schottwandelemente zumindest teilweise in Querrichtung und/oder Längsrichtung und/oder Vertikalrichtung formkomplementäre Ausnehmungen für die zumindest teilweise Aufnahme der Stromschienen und/oder etwaiger Steuerleitungen und/oder Messleitungen aufweisen.

Diese Maßnahme erleichtert die Durchführung von Verbindungselementen durch die Schottwand und stellt somit eine einfache Möglichkeit zur Bildung der Durchgangsöffnungen dar. Die Ausnehmungen müssen nicht zwingend die einzelnen Schottwandelemente gerade in eine Raumrichtung durchdringend ausgebildet sein, sondern können bevorzugt in Quer-, Vertikal- und/oder Längsrichtung gewinkelt oder auch gestuft ausgebildet sein. Hierdurch werden etwaig durchzuführende Stromschienen und/oder etwaiger Steuerleitungen und/oder Messleitungen zumindest teilweise von der jeweiligen Ausnehmung aufgenommen und innerhalb der Schottwand im Explosionsfall verkeilt. Dies kann die Sicherheit gegen Gasaustritt und/oder Herausdrücken der jeweiligen Verbindungselemente deutlich erhöhen. Es ist dabei auch vorstellbar, dass z.B. die Stromschienen einen integralen Bestandteil der Schottwand ausmachen, da sie von den Ausnehmungen zumindest teilweise ummantelnd aufgenommen werden.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass zumindest ein Stützelement, bevorzugt mehrere Stützelemente, am Schutzgehäuse in Querrichtung und/oder Vertikalrichtung, bevorzugt umlaufend, zur Abstützung der zumindest einen Schottwand und/oder zumindest eines Schottwandelements in Längsrichtung von der Leistungshalbleitersektion wegweisend bei Belastung durch Gasdruck im Explosionsfall, ausgebildet ist.

Derartige Stützelemente können als z.B. als Winkel, oder leistenförmiger Anschlag an der Innenseite des Schutzgehäuses angeordnet sein und die Schottwand zumindest teilweise in Querrichtung und/oder Vertikalrichtung abstützen. Bevorzugt

wird die Schottwand in Längsrichtung beidseitig von Stützelementen abgestützt, wodurch die Stabilität bzw. Steifigkeit der Schottwand nochmals erhöht werden kann. Ein derartiges Stützelement dient somit der Erhöhung der Sicherheit im Explosionsfall und kann ein unerwünschtes Austreten von Heißgasen in die Nebensektion verhindern. Diese kostengünstige Maßnahme kann somit eine Beschädigung der Hilfsbaugruppe vermeiden.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die zumindest eine Schottwand und/oder zumindest ein Schottwandelement mit dem Schutzgehäuse in Querrichtung und/oder Vertikalrichtung zumindest an einer Verbindungsstelle, bevorzugt umlaufend, verbunden ist.

Diese kostengünstige Maßnahme kann dazu dienen, dass ein Auseinanderpressen und/oder Abheben des Schutzgehäuses von der Schottwand vermieden werden kann. Freie Gase und/oder Splitter können somit nicht um die Schottwand herum in die Nebensektion gelangen. Es hat sich als besonders effizient erwiesen, wenn derartige Verbindungsstellen von der Kühlvorrichtung im Wesentlichen durchgehend entlang der Seitenflächen in Vertikalrichtung, sowie an der Oberseite der Schottwand in Querrichtung, verlaufend ausgebildet sind.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die zumindest eine Verbindungsstelle als Schraubverbindung und/oder mittels einem, bevorzugt als Einhak-, Steck-, oder Rastverbindung ausgeführtem, Verbindungsmittel derart ausgebildet ist, dass im Falle einer Explosion eine kraftübertragende Abstützung der Schottwand und/oder der Schottwandelemente in Längsrichtung und/oder Querrichtung und/oder Vertikalrichtung von der Leistungshalbleitersektion wegweisend am Schutzgehäuse erfolgt.

Eine kraft- und formschlüssige Verbindungsstelle kann auf einfache Weise durch die Ausbildung als Schraubverbindung realisiert werden. In Kombination oder auch selbständig, kann eine derartige, bevorzugt umlaufend ausgebildete Verbindungsstelle jedoch auch als eine simple Einhakverbindung oder dergleichen ausgebildet sein, deren „Steckrichtung“ derart gewählt ist, dass im Belastungsfall die

Schottwand gegen das Schutzgehäuse gedrückt wird und die Verhakung einen Gas- und/oder Splitteraustritt verhindert.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Schottwandelemente und/oder das Schutzgehäuse in Vertikalrichtung an der Kühlvorrichtung, bevorzugt mittels zumindest einer Schraubverbindung, befestigt sind.

Diese Maßnahme wird durch die **„liegende“ Anordnung der Leistungsbaugruppe** um die zentral ausgebildete Kühlvorrichtung bzw. Kühlplatte ermöglicht und kann eine sehr stabile und kostengünstige Sicherung und/oder Verspannung des zumindest einen Schutzgehäuses an der Kühlvorrichtung gewährleisten. Die Schottwandelemente bzw. die Schottwand können dabei von den Befestigungsmitteln, wie etwa einer Schraube, durchdrungen werden, wodurch neben einer Verspannung in Vertikalrichtung auch eine zusätzliche Versteifung in Längsrichtung ausgebildet wird.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass eine zusätzliche Frontschottwand zwischen Kühlvorrichtung und Schutzgehäuse, bevorzugt über eine gesamte Schutzgehäusehöhe und/oder Schutzgehäusebreite, an der Frontseite des Schutzgehäuses ausgebildet ist, welche zumindest zwei Anschlussöffnungen für Stromschienen und/oder Steuerleitungen und/oder Messleitungen aufweist.

Eine derartige Frontschottwand kann somit den frontseitigen Abschluss des Schutzgehäuses bilden und eine zusätzliche Schutzfunktion in Richtung Umgebung, oder eines vor dem Mittel- oder Hochspannungsumrichters positionierten Bediener, ausüben. Überdies kann diese eine stabile Lagerung an zumindest zwei Punkten für die Stromschienen und/oder Steuerleitungen und/oder Messleitungen durch das Zusammenwirken einer derartigen Frontschottwand mit der Schottwand ausbilden. Auf diese Weise kann eine mechanische Belastung und/oder Verspannung der Leistungshalbleiter und/oder deren Leistungshalbleitermodulanschlüssen effizient vermieden werden, wodurch die Lebensdauer dieser Komponenten gesteigert werden kann. Ferner wird das Schutzgehäuse in Vertikal- und/oder Längsrichtung abgestützt, wodurch im Explosionsfall eine erhöhte Stabilität der Leistungsbaugruppe gewährleistet werden kann.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass die Schottwand und/oder die Schottwandelemente und/oder die Frontschottwand aus einem elektrisch nicht leitenden, flammhemmenden Material, bevorzugt einem faserverstärkten Kunststoff, wie etwa ein Material der Klasse FR4, besonders bevorzugt ein Verbundwerkstoff umfassend Epoxidharz und Glasfasergewebe, ausgebildet ist.

Die flammhemmende Wirkung eines derartigen Materials erhöht die Sicherheit im Schadensfall. Überdies ist die Verwendung von Verbundwerkstoffen durch eine besonders hohe mechanische Festigkeit und/oder sehr hohen elektrischen Durchschlagfestigkeit besonders bevorzugt. Darüber hinaus können derartige Materialien als zusätzliche Dicht- und/oder Stützmaßnahme besonders gut miteinander verklebt werden.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Schutzgehäuse mit der Kühlvorrichtung an zumindest zwei Befestigungsstellen, bevorzugt umlaufend entlang der Schutzgehäusebreite und/oder einer Schutzgehäuselänge, mittels Schraubverbindungen, verbunden ist.

Diese Maßnahme stellt eine zusätzliche Sicherung gegen Auseinanderpressen und/oder Abheben des Schutzgehäuses von der Schottwand und der Kühlvorrichtung dar. Zudem sind im Servicefall lösbare Befestigungsstellen mittels Schraubverbindungen bevorzugt.

Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn die Kühlvorrichtung zumindest teilweise, bevorzugt umlaufend, in Querrichtung und/oder Längsrichtung eine Aufnahmenut zur Aufnahme von Teilen des Schutzgehäuses oder einer Abdeckleiste aufweist.

Eine solche Aufnahmenut kann in Umfangsrichtung, also in Quer- und/oder Längsrichtung, in mehrere Segmente unterteilt sein, oder bevorzugt durchgehend ausgebildet sein. Durch die teilweise Aufnahme der in Vertikalrichtung angrenzenden Bereiche des Schutzgehäuses und/oder einer Abdeckleiste kann im Explosionsfall eine Behinderung des Austritts von Gasen bewirkt werden, wodurch der Gasaustritt in die Umgebung vermieden werden kann. Diese relativ einfache Maßnahme

ist besonders geeignet um umliegend angeordnete Leistungsbaugruppen zu schützen.

Ferner kann vorgesehen sein, dass das Schutzgehäuse zur Vermeidung von Gasaustritt im Explosionsfall mittels zumindest einer Abdeckleiste zumindest teilweise, bevorzugt umlaufend, in Querrichtung und/oder Längsrichtung entlang der Schutzgehäusebreite und/oder Schutzgehäuselänge an der Kühlvorrichtung befestigt ist.

Eine derartige Abdeckleiste kann eigenständig oder auch in Kombination mit einer Aufnahmenut dazu genutzt werden, die mechanische Anbindung des Schutzgehäuses an der Kühlvorrichtung zu verbessern und einen Gasaustritt zu vermeiden.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Kühlvorrichtung zumindest eine Schottelementnut zur jeweiligen Aufnahme zumindest eines Teils eines Schottwandelements und/oder zumindest eines Teils der Frontschottwand in Vertikalrichtung aufweist.

Eine Schottelementnut kann mit einer Aufnahmenut gemeinsam ausgebildet sein, dient jedoch vordergründig zur Abstützung der Schottwand bzw. eines Schottwandelements. Diese Maßnahme erhöht die Sicherheit gegen Gas- und/oder Splittereintritt zwischen der Schottwand und der Kühlvorrichtung. Die Breite der Schottelementnut kann im Grenzfall die Breite der Schottwand bzw. eines Schottwandelements aufweisen.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass das Schutzgehäuse zur Kompensation des Gasdrucks mittels plastischer Verformung im Explosionsfall eine Mehrzahl von, bevorzugt sickenartig ausgebildeten, Gehäusestrukturen aufweist.

Diese Gehäusestrukturen können einerseits die mechanische Stabilität des Schutzgehäuses gegen Druck/Zug sowohl von außen als auch von innen erhöhen. Andererseits kann ein Ausbauchen dieser Gehäusestrukturen im Explosionsfall zur Kompensation des Gasdrucks genutzt werden, da hierfür ein beträchtlicher Anteil der Explosionsenergie aufgewendet werden muss. Durch eine geeignete

Ausbildung der Gehäusestrukturen an den Seitenwänden an der Oberseite und/oder des Schutzgehäuses als dreidimensionale Strukturen, kann ein Zerreißen des Schutzgehäuses vermieden werden, wodurch die Sicherheit deutlich erhöht wird.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Stromschienen und/oder Steuerleitungen und/oder Messleitungen zur Vermeidung deren ungehemmter Bewegung und/oder Gasaustritt durch die Schottwand und/oder zumindest eines Schottwandelements zumindest eine Kröpfung in Längsrichtung und/oder Quer- richtung und/oder Vertikalrichtung aufweisen.

Da die genannten Verbindungselemente die Schottwand und/oder die Frontschottwand durchdringen, könnte im Explosionsfall ein Herausdrücken in Längsrichtung erfolgen. Eine derartige ungehemmte und somit unkontrollierte Bewegung der Verbindungselemente ist unerwünscht. Um dies zu vermeiden können die Verbindungselemente gekröpft ausgebildet sein, wodurch eine mechanische Abstützung an der Schottwand bei Belastung aus der Leistungshalbleitersektion im Explosionsfall erreicht werden kann. Diese Kröpfung der Stromschienen und/oder Steuerleitungen und/oder Messleitungen oder auch etwaiger weiterer Anschlüsse oder Hilfsleitungen, kann eine effiziente Abdichtung im Schadensfall zwischen Leistungshalbleiterbaugruppe und Hilfsbaugruppe bewirken.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass das Schutzgehäuse aus Metall, vorzugsweise einem Metall mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als  $20 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ , besonders bevorzugt mehr als  $45 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ , gebildet ist.

Durch die Ausbildung eines metallischen Schutzgehäuses, kann neben einer hohen mechanischen Stabilität zusätzlich eine gute Wärmeabfuhr an die Umgebung und/oder in die Kühlvorrichtung erfolgen. Dies kann von Vorteil sein, da die freiwerdende Wärme im Explosionsfall gut vom Schutzgehäuse absorbiert und kontrolliert wieder abgeleitet werden kann. Auf diese Weise kann eine Art **„Löschung“ eines Plasmas erfolgen, wodurch die Explosion lokal begrenzt und** somit die Sicherheit erhöht werden kann. Eine Wärmeleitfähigkeit von mehr als  $20 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  hat sich bei z.B. austenitischen bzw. rostfreien Stählen als vorteilhaft erwiesen, wobei jedoch auch günstigere Stähle, wie etwa verzinkte Stahlbleche

mit höherer Wärmeleitfähigkeit von mehr als  $45 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  bevorzugt zum Einsatz kommen können. Bei ausreichender mechanischer Festigkeit ist auch der Einsatz von Nichteisenlegierungen, wie etwa Aluminium- oder Kupferbasislegierungen mit deutlicher höherer Wärmeleitfähigkeit vorstellbar.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn das Schutzgehäuse zum separaten Schutz der Leistungshalbleitersektion sowie der Nebensektion aus zumindest zwei, bevorzugt miteinander verbundenen, Teilschutzgehäusen ausgebildet ist

In dieser besonderen Ausführungsform können die lokalen geometrischen Erfordernisse eines Mittel- oder Hochspannungsumrichters berücksichtigt werden, in dem beispielsweise unterschiedliche Teilschutzgehäusehöhen der Leistungshalbleitersektion und der Nebensektion erforderlich sind. Sinngemäß kann diese Maßnahme auch für den Zusammenbau und Service der Leistungsbaugruppe gewisse Vorteile bieten. Die zumindest zwei Teilschutzgehäuse sind bevorzugt an der Schottwand und besonders bevorzugt zusätzlich zueinander befestigt und bilden somit ein im Wesentlichen einteiliges Schutzgehäuse mit den zuvor genannten Vorteilen aus.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1      schematische Schrägansicht eines Teils eines Mittel- oder Hochspannungsumrichters mit drei übereinander angeordneten Leistungsbaugruppen;
- Fig. 2      schematische Explosionsdarstellung in Schrägansicht eines Ausführungsbeispiels einer Leistungsbaugruppe mit lastabtragender Kühlplatte ausgebildeter Kühlvorrichtung;
- Fig. 3      schematische Explosionsdarstellung in Schrägansicht einer möglichen Ausbildung einer Schottwand aus mehreren Schottwandelementen;

- Fig. 4 schematische Schnittdarstellung von Ausführungsbeispielen von Stützelementen (a) bzw. Verbindungsstellen (b,c) zwischen einer Schottwand und dem Schutzgehäuse;
- Fig. 5 schematische Schnittdarstellung von Ausführungsbeispielen zur Befestigung des Schutzgehäuses an der Kühlvorrichtung (a-c);
- Fig. 6 schematische Schnittdarstellung eines Schutzgehäuses mit Gehäusestrukturen zur Absorption der Explosionsenergie in unverformtem Zustand (a) und im Explosionsfall (b);
- Fig. 7 schematische Schrägansicht eines Ausführungsbeispiels einer Leistungsbaugruppe mit zwei Teilschutzgehäusen.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Teils eines Mittel- oder Hochspannungsumrichters 2 dargestellt. In der beispielhaften Darstellung weist das Gestell mehrere übereinander angeordnete Aufnahmeräume auf. Diese dienen zur Aufnahme von jeweils einer Leistungsbaugruppe 1, welches sich an Abstützflächen 45 auf den Tragelementen 38 abstützen. Das Gestell 39 kann zumindest zwei Paar Vertikalstehelemente 37 aufweisen. Diese sind in die Längsrichtung 12 in der Auflageebene durch Tragelemente 38 verbunden. Aus dieser Darstellung kann sehr gut die besonders platzsparende Anordnung der Leistungsbaugruppen 1 in den jeweiligen Aufnahmeräumen des Gestells 39 des Mittel- oder Hochspannungsumrichters 2 ersehen werden.

Aus Fig. 1 in Zusammenschau mit Fig. 2 ist weiters ersichtlich, dass jede Leistungsbaugruppe 1 eine Mehrzahl von Anschlussöffnungen 31, wie etwa für Stromschienen 18, Steuerleitungen 19, Messleitungen 20 oder dergleichen aufweist. Ferner sind Kühlmittelanschlüsse 48 der Kühlvorrichtung 3 an der Frontseite 35 ersichtlich. Die Stromschienen 18 liegen vorteilhafterweise in Vertikalrichtung 14 fluchtend zueinander ausgerichtet. Durch die Anordnung der Anschlüsse an der Frontseite 35 ist eine gute Zugänglichkeit für einen Bediener möglich. In der gewählten Darstellung kann ferner ersehen werden, dass die der Leistungsbaugruppen 1 ihre größte Längserstreckung in Längsrichtung 12 aufweisen, welche in diesem Beispiel die Längserstreckung in Querrichtung 13 sowie in Vertikalrichtung 14 deutlich überragt. Auf diese Weise wird eine im Wesentlichen liegende Anordnung der Leistungsbaugruppe 1 auf den Tragelementen 38 gewährleistet.

Ferner kann aus Fig. 1 ersehen werden, dass die Kühlplatte 9 als lastabtragendes Element der Leistungsbaugruppe 1 ausgebildet sein kann. Durch die Anordnung der zumindest einen Energiespeicherbaugruppe 4 an der, der zumindest einen Leistungshalbleiterbaugruppe 5 gegenüberliegenden Ober- 10 oder Unterseite 11 der Kühlplatte 9 wird eine sehr stabile Lage der Leistungsbaugruppe 1 im Gestell 39 mit einem sehr niedrigen Schwerpunkt erreicht.

In Fig. 2 ist eine Explosionsdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Leistungsbaugruppe 1 schematisch gezeigt. Die zentral angeordnete Kühlvorrichtung 3 ist als kühlmittel- bzw. flüssigkeitsdurchflossene Kühlplatte 9 ausgebildet. Die Leistungshalbleiterbaugruppe 5 sowie die Hilfsbaugruppe 6 in Vertikalrichtung 14 an der Oberseite 10 der Kühlvorrichtung 3 angeordnet. In der gewählten Darstellung ist die Energiespeicherbaugruppe 4 an der Unterseite 11 der Kühlvorrichtung 3 ausgebildet. Die elektrischen Leiter der Energiespeicherbaugruppe 4 können beispielsweise mittels einem schematisch dargestellten Anschlussterminal 46 zusammengefasst werden. Die Kühlvorrichtung 3 bzw. die Kühlplatte 9 weist eine Terminalöffnung 47 zur Durchführung und elektrischen Verbindung der Energiespeicherbaugruppe 4 mit der Leistungshalbleiterbaugruppe 5 auf. Die Anordnung der einzelnen Leistungshalbleiter innerhalb der Leistungshalbleitersektion 15 ist

nur schematisch angedeutet und kann vom Fachmann den jeweiligen Anforderungen entsprechend variiert und optimiert werden. Analog dazu sind lediglich einige Kondensatoren 49 als Teil der Energiespeicherbaugruppe 4 angedeutet, welche von einem Energiespeichergehäuse 22 gegenüber der Umgebung abgeschirmt sind.

Aus Fig. 2 ist weiters sehr gut ersichtlich, dass die Hilfsbaugruppe 6 zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe 8 umfasst. Diese Signalaufbereitungsbaugruppe 8 stellt im Wesentlichen die Steuerzentrale der jeweiligen Leistungsbaugruppe 1 dar und führt unter anderem eine Plausibilitätsprüfung der eingehenden Steuersignale durch. Die Hilfsbaugruppe 6 ist als Nebensektion 16 räumlich von der Leistungshalbleiterbaugruppe 5 durch eine Schottwand 7 getrennt. Die Schottwand 7 verbindet das Schutzgehäuse 21 mit der Kühlvorrichtung 3 und stellt somit eine Art Dichtung zwischen Hilfsbaugruppe 6 und Leistungshalbleiterbaugruppe 5 dar. Die Schottwand 7 und/oder die an der Frontseite 35 ersichtliche Frontschottwand 30 kann somit im Wesentlichen über die gesamte Schutzgehäusebreite 33 und/oder Schutzgehäusehöhe 34 ausgebildet sein. Zudem weisen die Schottwand 7 und/oder die Frontschottwand 30 eine Ausdehnung in Längsrichtung 12 auf, welche einen Teil der Schutzgehäuselänge 32 ausmacht. Aus Fig. 2 wird ebenfalls klar, dass die Kühlvorrichtung 3, insbesondere in der Ausbildung als Kühlplatte 9, einen wirksamen Schutz im Explosionsfall nach unten bietet. Außerdem kann eine derartige Kühlplatte 9 als Aufbauplattform dazu genutzt werden die Gesamtlast der Leistungsbaugruppe in das Gestell 39 abzutragen.

Wie in Fig. 2 schematisch dargestellt weist die Schottwand 7 zumindest eine, zu etwaigen Stromschienen 18 und/oder Steuerleitungen 19 und/oder Messleitungen 20 formkomplementäre, Durchgangsöffnung 23 auf. Einige dieser Verbindungselemente können zusätzlich durch dafür vorgesehene Anschlussöffnungen 31 durch eine Frontschottwand 30 geführt sein. Aus Fig. 2 wird die gute Abstützung der Stromschienen 18 und/oder Steuerleitungen 19 und/oder Messleitungen 20 aufgrund der relativ breiten Auflageflächen in Längs- 12 und Querrichtung 13 ersichtlich.

In Fig. 3 ist eine schematische Explosionsdarstellung eines möglichen Aufbaus einer Schottwand 7 aus mehreren Schottwandelementen 17 gezeigt. Die Schottwandelemente 17 können dabei Ausnehmungen 24 zur Ausbildung der zumindest einen Durchgangsöffnung 23 aufweisen. Beispielhaft sind zwei Messleitungen 20 dargestellt, welche in dafür vorgesehenen formkomplementären Ausnehmungen 24 eines Schottwandelements 17 angeordnet sind. Des Weiteren kann aus Fig. 3 ersehen werden, dass die Stromschienen 18 ebenso in dafür vorgesehenen Ausnehmungen 24 der Schottwandelemente 17 zumindest teilweise aufgenommen werden. Die Schottwandelemente 17 können wie in der dargestellten Weise „lagenförmig“ übereinander angeordnet sein. Es ist aber auch denkbar, dass die Schottwandelemente 17 „blockförmig“ zur Anordnung nebeneinander und/oder übereinander ausgebildet sind.

Eine weitere besondere Ausführungsform ist sehr gut aus Fig. 3 ersichtlich, in welcher eine Kröpfung 50 von elektrischen Verbindungselementen, wie etwa der Stromschienen 18 und/oder Messleitungen 20, ausgebildet ist. Durch die formkomplementär ausgebildeten Durchgangsöffnungen 23 und/oder die Ausnehmungen 24 der Schottwandelemente 7 kann mittels derartig gekröpften Verbindungselementen eine zusätzliche Sicherung gegen Bewegung in Richtung Hilfsbaugruppe 6 vermieden werden. Die Kröpfung 50 der entsprechenden Elemente kann in Vertikalrichtung 14 und/oder Querrichtung 13 und/oder Längsrichtung 12 ausgebildet sein.

In Fig. 3 sind ferner eine Mehrzahl von Befestigungsstellen 41 angedeutet, welche zur lösbaren Befestigung des Schutzgehäuses 21 und/oder der Schottwand 7 bzw. der Schottwandelemente 17 mit der Kühlvorrichtung 3 mittels Schraubverbindungen 28 vorgesehen sind. Die Schottwandelemente 17 sowie die Stromschienen 18 weisen daher in der beispielhaften Ausführung jeweils geeignete Öffnungen zur Aufnahme der Schraubverbindungen auf, wobei eine elektrische Verbindung der einzelnen Elemente durch die Schraubverbindung vermieden wird. Allfällige Isolationselemente sind dem Fachmann bekannt und daher nicht näher erläutert.

Des Weiteren kann in Fig. 3 die Ausbildung einer Aufnahmenut 43 in Querrichtung 13 und Längsrichtung 12 zur Aufnahme von Teilen des Schutzgehäuses 21 oder einer Abdeckleiste 44 an der Kühlplatte 9 gesehen werden. Diese Aufnahmenut 43 kann bevorzugt umlaufend in Umfangsrichtung ausgebildet sein und dient der Abstützung der korrespondierenden Teile des Schutzgehäuses 21 wie aus der Zusammenschau mit Fig. 5 zu entnehmen ist. An der Kühlvorrichtung 3 sind weiter zwei Schottwandnuten 51 derart ausgebildet, dass nicht näher dargestellte Teile der Schottwand 7 oder direkt an der Kühlvorrichtung 3 angeordneter Schottwandelemente 17 zumindest teilweise aufgenommen werden können.

Die Fig. 4 umfasst mehrere Schnittdarstellungen durch Ausführungsbeispiele möglicher Stützelemente 25 und/oder Verbindungsstellen 27, welche das Schutzgehäuse 21 mit der Schottwand 7 bzw. einem zuoberst angeordneten Schottwandelement 17 verbinden. Die Schnittdarstellungen sind in Querrichtung 13 entlang der in Fig. 3 strichliert dargestellten Verbindungslinie IV-IV gezeigt. In Fig. 4a ist die Ausbildung zweier Stützelemente 25 angedeutet, welche im Explosionsfall die Schottwand 7 in Richtung der Nebensektion 16 abstützen. Der Gasdruck 26 kann dabei nicht an der Schottwand 7 vorbei von der Leistungshalbleitersektion 15 in die Nebensektion 16 gelangen.

Eine weitere, gegebenenfalls für sich eigenständige, Ausführungsform ist in Fig. 4b gezeigt. Hierbei ist die Schottwand 7 gegenüber dem Schutzgehäuse 21 mittels einer Verbindungsstelle 27 abgestützt, wobei das Verbindungsmittel 29 als Einhakverbindung ausgebildet ist. Ein Abheben oder Auseinanderpressen der Schottwand 7 und des Schutzgehäuses 21 kann damit vermieden werden und der Gasdruck 26 wirksam in der Leistungshalbleitersektion 15 gehalten werden.

In Fig. 4c ist eine andere, gegebenenfalls eigenständige, oder auch mit den anderen Ausführungsbeispielen kombinierbare Ausführungsform gezeigt. Die Befestigung des Schutzgehäuses 21 an der Schottwand 7 ist dabei in Form einer Schraubverbindung 28 ausgebildet, wodurch analog zur Beschreibung von Fig. 4b ein Verlust des Gasdrucks 26 in Richtung Nebensektion 16 vermieden werden kann.

In Fig. 5 sind einige mögliche Ausführungsbeispiele für die Befestigung des Schutzgehäuses 21 an der Kühlvorrichtung 3 dargestellt. In den Fig. 5a und Fig. 5b werden jeweils zumindest ein Teil des Schutzgehäuses 21 in der dafür vorgesehenen Aufnahmenut 43 aufgenommen und auf diese Weise in Querrichtung 13 und Vertikalrichtung 14 abgestützt.

In Fig. 5a ist zusätzlich eine Abdeckleiste 44 vorgesehen, welche das Schutzgehäuse 21 mit der Kühlvorrichtung 3 verbindet und durch Schraubverbindungen 28 gesichert ist. Derartig ausgebildete Befestigungsstellen 41 können entlang der Längsrichtung 12 und/oder Querrichtung 13 analog ausgeführt sein. Die Abdeckleiste 44 kann dabei bevorzugt umlaufend ausgebildet sein.

In Fig. 5b ist eine ähnliche Ausführungsform schematisch dargestellt, wobei die Funktion der Abdeckleiste 44 aus Fig. 5a durch einen entsprechend umgeformten Endabschnitt des Schutzgehäuses 21 übernommen wird.

In Fig. 5c ist ein weiteres, für sich eigenständiges, Ausführungsbeispiel gezeigt, worin die Aufnahmenut 43 einen Teil der Abdeckleiste 44 aufnimmt und eine gemeinsame Befestigungsstelle 41 durch eine Schraubverbindung 28 ausgebildet ist.

Den Ausführungsbeispielen von Fig. 5 ist gemein, dass der Gasdruck 26 nicht zwischen dem Schutzgehäuse 21 und der Kühlvorrichtung 3 entweichen kann, da ein Heißgas durch die von der Aufnahmenut 43 aufgenommenen Elemente abgelenkt wird.

In der Fig. 6 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform einer Leistungsbaugruppe 1 mit einem Schutzgehäuse 21 schematisch dargestellt. Das Schutzgehäuse 21 ist wiederum an mehreren Befestigungsstellen 41 mit der Kühlvorrichtung 3 verbunden, welche auch analog zu der vorangegangenen Beschreibung der Fig. 5 ausgebildet sein können. Das Schutzgehäuse 21 in Fig. 6a weist beispielhaft drei Gehäusestrukturen 40 auf, welche als dreidimensionale Strukturen in den Innenraum der Leistungshalbleitersektion 15 ragen. Wie in

Fig. 6b angedeutet, kann das Schutzgehäuse 21 im Explosionsfall plastisch deformiert werden. Die Gehäusestrukturen 40 aus Fig. 6a können dabei als zusätzliche Energieabsorber dienen und durch den Gasdruck 26 nach außen gedrückt werden, wobei ein großer Teil der Explosionsenergie aufgenommen werden kann.

In der Fig. 7 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform einer Leistungsbaugruppe 1 mit einem Schutzgehäuse 21 schematisch dargestellt. Für gleiche Teile werden wiederum gleiche Bezugszeichen wie in den vorangegangenen Fig. 1 bis 6 verwendet. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren verwiesen. Die schematisch dargestellte Leistungsbaugruppe 1 weist dabei ein Schutzgehäuse 21 aus zwei Teilschutzgehäusen 52 auf. Die beiden Teilschutzgehäuse 52 sind an nicht dargestellten Befestigungsstellen 41 mit dem Schutzgehäuse verbunden. Vorzugsweise sind die Teilschutzgehäuse 52 auch miteinander und/oder mit der innenliegend angeordneten und strichliert dargestellten Schottwand 7 z.B. Schraubverbindungen 28 und/oder eine Abdeckleiste 44, analog zur Verbindung des Schutzgehäuses 21 mit der Kühlvorrichtung 3, verbunden. Es kann aus Fig. 7 ersehen werden, dass auf diese Weise unterschiedliche Teilschutzgehäusehöhen 53 relativ einfach realisiert werden können.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen

unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

## Bezugszeichenliste

|    |                                          |    |                       |
|----|------------------------------------------|----|-----------------------|
| 1  | Leistungsbaugruppe                       | 29 | Verbindungsmittel     |
| 2  | Mittel- oder Hochspannungs-<br>umrichter | 30 | Frontschottwand       |
| 3  | Kühlvorrichtung                          | 31 | Anschlussöffnung      |
| 4  | Energiespeicherbaugruppe                 | 32 | Schutzgehäuselänge    |
| 5  | Leistungshalbleiterbaugruppe             | 33 | Schutzgehäusebreite   |
| 6  | Hilfsbaugruppe                           | 34 | Schutzgehäusehöhe     |
| 7  | Schottwand                               | 35 | Frontseite            |
| 8  | Signalaufbereitungsbaugruppe             | 36 | Rückseite             |
| 9  | Kühlplatte                               | 37 | Vertikalstehelement   |
| 10 | Oberseite                                | 38 | Tragelement           |
| 11 | Unterseite                               | 39 | Gestell               |
| 12 | Längsrichtung                            | 40 | Gehäusestruktur       |
| 13 | Querrichtung                             | 41 | Befestigungsstelle    |
| 14 | Vertikalrichtung                         | 42 | Endabschnitt          |
| 15 | Leistungshalbleitersektion               | 43 | Aufnahmenut           |
| 16 | Nebensektion                             | 44 | Abdeckleiste          |
| 17 | Schottwandelement                        | 45 | Abstützfläche         |
| 18 | Stromschiene                             | 46 | Anschlussterminal     |
| 19 | Steuerleitung                            | 47 | Terminalöffnung       |
| 20 | Messleitung                              | 48 | Kühlmittelanschluss   |
| 21 | Schutzgehäuse                            | 49 | Kondensator           |
| 22 | Energiespeichergehäuse                   | 50 | Kröpfung              |
| 23 | Durchgangsöffnung                        | 51 | Schottwandnut         |
| 24 | Ausnehmung                               | 52 | Teilschutzgehäuse     |
| 25 | Stützelement                             | 53 | Teilschutzgehäusehöhe |
| 26 | Gasdruck                                 |    |                       |
| 27 | Verbindungsstelle                        |    |                       |
| 28 | Schraubverbindung                        |    |                       |

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Leistungsbaugruppe (1) für einen Mittel- oder Hochspannungsumrichter (2), vorzugsweise einen Modulare Multilevel Umrichter, umfassend,
  - zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5),
  - zumindest eine Energiespeicherbaugruppe (4),
  - zumindest eine Kühlvorrichtung (3),
  - zumindest eine Hilfsbaugruppe (6), welche zumindest eine Signalaufbereitungsbaugruppe (8) aufweist,
 dadurch gekennzeichnet, dass
  - die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in Vertikalrichtung (14) an jeweils einer Ober- (10) oder Unterseite (11) der im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Kühlvorrichtung (3) angeordnet sind,
  - und die zumindest eine Leistungshalbleiterbaugruppe (5) in einer Leistungshalbleitersektion (15) und die zumindest eine Hilfsbaugruppe (6) in einer Nebensektion (16) innerhalb eines mit der Kühlvorrichtung (3) verbundenen, bevorzugt einteilig ausgebildeten, Schutzgehäuses (21) angeordnet sind,
  - wobei zum Explosionsschutz zumindest eine, bevorzugt zumindest in Vertikalrichtung (14) aus mehreren Schottwandelementen (17) zusammengesetzte, Schottwand (7) zwischen der Kühlvorrichtung (3) und dem Schutzgehäuse (21) ausgebildet ist, und
  - die zumindest eine Schottwand (7) zumindest eine zu etwaigen Stromschienen (18) und/oder Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) formkomplementäre Durchgangsöffnung (23) aufweist.
  
2. Leistungsbaugruppe (1) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Energiespeicherbaugruppe (4) an der, der zumindest einen Leistungshalbleiterbaugruppe (5) gegenüberliegenden Ober- (10) oder Unterseite (11) der Kühlvorrichtung (3), vorzugsweise innerhalb eines Energiespeichergehäuses (22), angeordnet ist und wobei die Kühlvorrichtung (3) als lastabtragende Kühlplatte (9) ausgebildet ist.

3. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Schottwand (7) zumindest zwei in Vertikalrichtung (14) übereinander und/oder in Querrichtung (13) nebeneinander angeordnete, elektrisch nicht leitende, Schottwandelemente (17) umfasst.
4. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei der Schottwandelemente (17) zumindest teilweise in Querrichtung (13) und/oder Längsrichtung (12) und/oder Vertikalrichtung (14) formkomplementäre Ausnehmungen (24) für die zumindest teilweise Aufnahme der Stromschienen (18) und/oder etwaiger Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) aufweisen.
5. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Stützelement (25), bevorzugt mehrere Stützelemente (25), am Schutzgehäuse (21) in Querrichtung (13) und/oder Vertikalrichtung (14), bevorzugt umlaufend, zur Abstützung der zumindest einen Schottwand (7) und/oder zumindest eines Schottwandelements (17) in Längsrichtung (12) von der Leistungshalbleitersektion (15) wegweisend bei Belastung durch Gasdruck (26) im Explosionsfall, ausgebildet ist.
6. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Schottwand (7) und/oder zumindest ein Schottwandelement (17) mit dem Schutzgehäuse (21) in Querrichtung (13) und/oder Vertikalrichtung (14) zumindest an einer Verbindungsstelle (27), bevorzugt umlaufend, verbunden ist.
7. Leistungsbaugruppe (1) nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Verbindungsstelle (27) als Schraubverbindung (28) und/oder mittels einem, bevorzugt als Einhak-, Steck-, oder Rastverbindung ausgeführtem, Verbindungsmittel (29) derart ausgebildet ist, dass im Falle einer Explosion eine kraftübertragende Abstützung der Schottwand (7) und/oder der

Schottwandelemente (17) von der Leistungshalbleitersektion (15) wegweisend am Schutzgehäuse (21) erfolgt.

8. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Schottwandelemente (17) und/oder das Schutzgehäuse (21) in Vertikalrichtung (14) an der Kühlvorrichtung (3), bevorzugt mittels zumindest einer Schraubverbindung (28), befestigt sind.

9. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche Frontschottwand (30) zwischen Kühlvorrichtung (3) und Schutzgehäuse (21), bevorzugt über eine gesamte Schutzgehäusehöhe (34) und/oder Schutzgehäusebreite (33), an der Frontseite (35) des Schutzgehäuses (21) ausgebildet ist, welche zumindest zwei Anschlussöffnungen (31) für Stromschienen (18) und/oder Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) aufweist.

10. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Schottwand (7) und/oder die Schottwandelemente (17) und/oder die Frontschottwand (30) aus einem elektrisch nicht leitenden, flammhemmenden Material, bevorzugt einem faserverstärkten Kunststoff, wie etwa ein Material der Klasse FR4, besonders bevorzugt ein Verbundwerkstoff umfassend Epoxidharz und Glasfasergewebe, ausgebildet ist.

11. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (21) mit der Kühlvorrichtung (3) an zumindest zwei Befestigungsstellen (41), bevorzugt umlaufend entlang der Schutzgehäusebreite (33) und/oder einer Schutzgehäuselänge (32), mittels Schraubverbindungen (28), verbunden ist.

12. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (3) zumindest teilweise,

bevorzugt umlaufend, in Querrichtung (13) und/oder Längsrichtung (12) eine Aufnahmenut (43) zur Aufnahme von Teilen des Schutzgehäuses (21) oder einer Abdeckleiste (44) aufweist.

13. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (21) zur Vermeidung von Gasaustritt im Explosionsfall mittels zumindest einer Abdeckleiste (44) zumindest teilweise, bevorzugt umlaufend, in Querrichtung (13) und/oder Längsrichtung (12) entlang der Schutzgehäusebreite (33) und/oder Schutzgehäuselänge (32) an der Kühlvorrichtung (3) befestigt ist.

14. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (3) zumindest eine Schottwandnut (51) zur jeweiligen Aufnahme zumindest eines Teils eines Schottwandelements (7) und/oder zumindest eines Teils der Frontschottwand (30) in Vertikalrichtung aufweist.

15. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (21) zur Kompensation des Gasdrucks (26) mittels plastischer Verformung im Explosionsfall eine Mehrzahl von, bevorzugt sickenartig ausgebildeten, Gehäusestrukturen (40) aufweist.

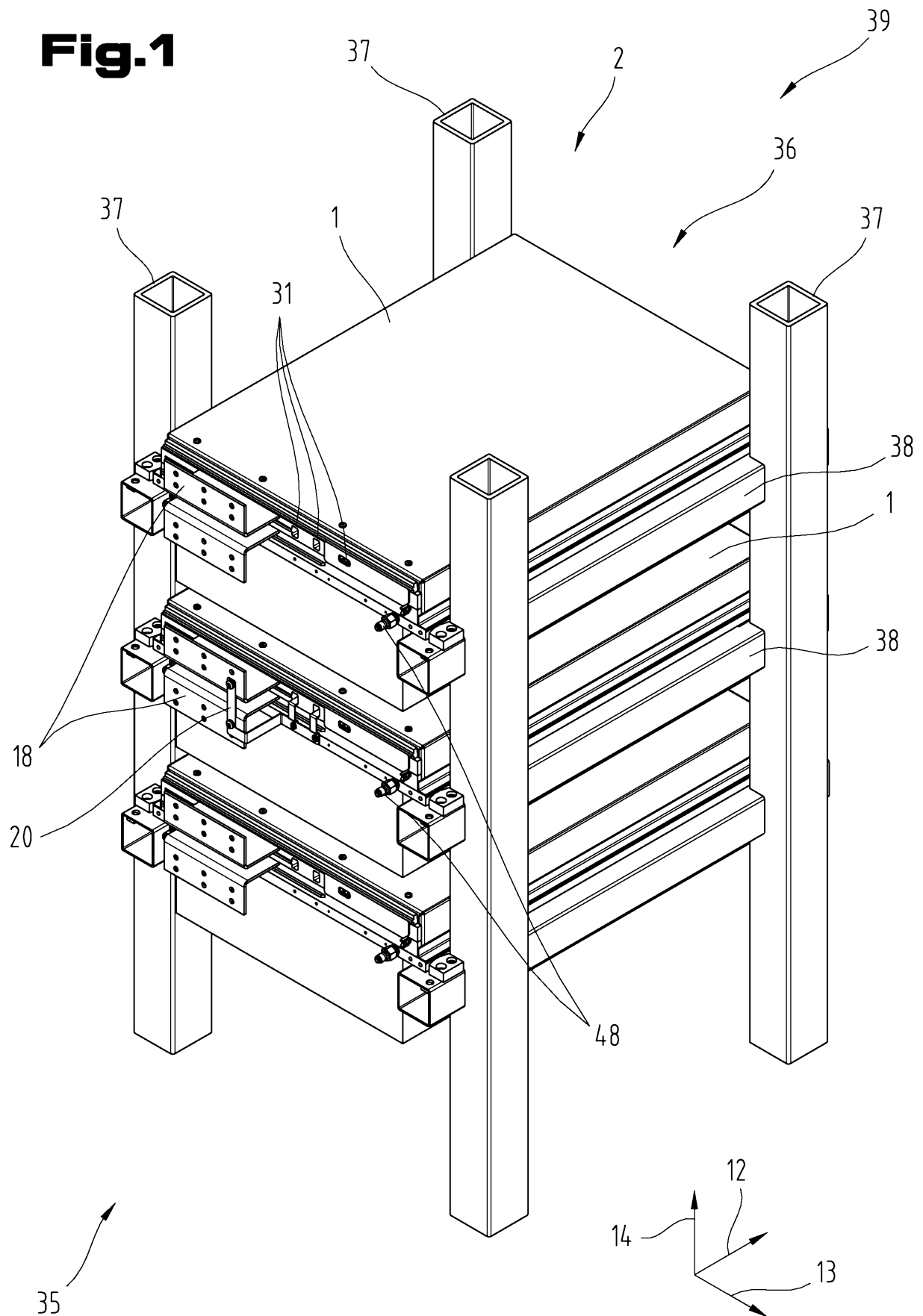
16. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Stromschienen (18) und/oder Steuerleitungen (19) und/oder Messleitungen (20) zur Vermeidung deren ungehemmter Bewegung und/oder Gasaustritt durch die Schottwand (7) und/oder zumindest eines Schottwandelements (17) zumindest eine Kröpfung (50) in Längsrichtung (12) und/oder Querrichtung (13) und/oder Vertikalrichtung (14) aufweisen.

17. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (21) aus Metall, vorzugsweise

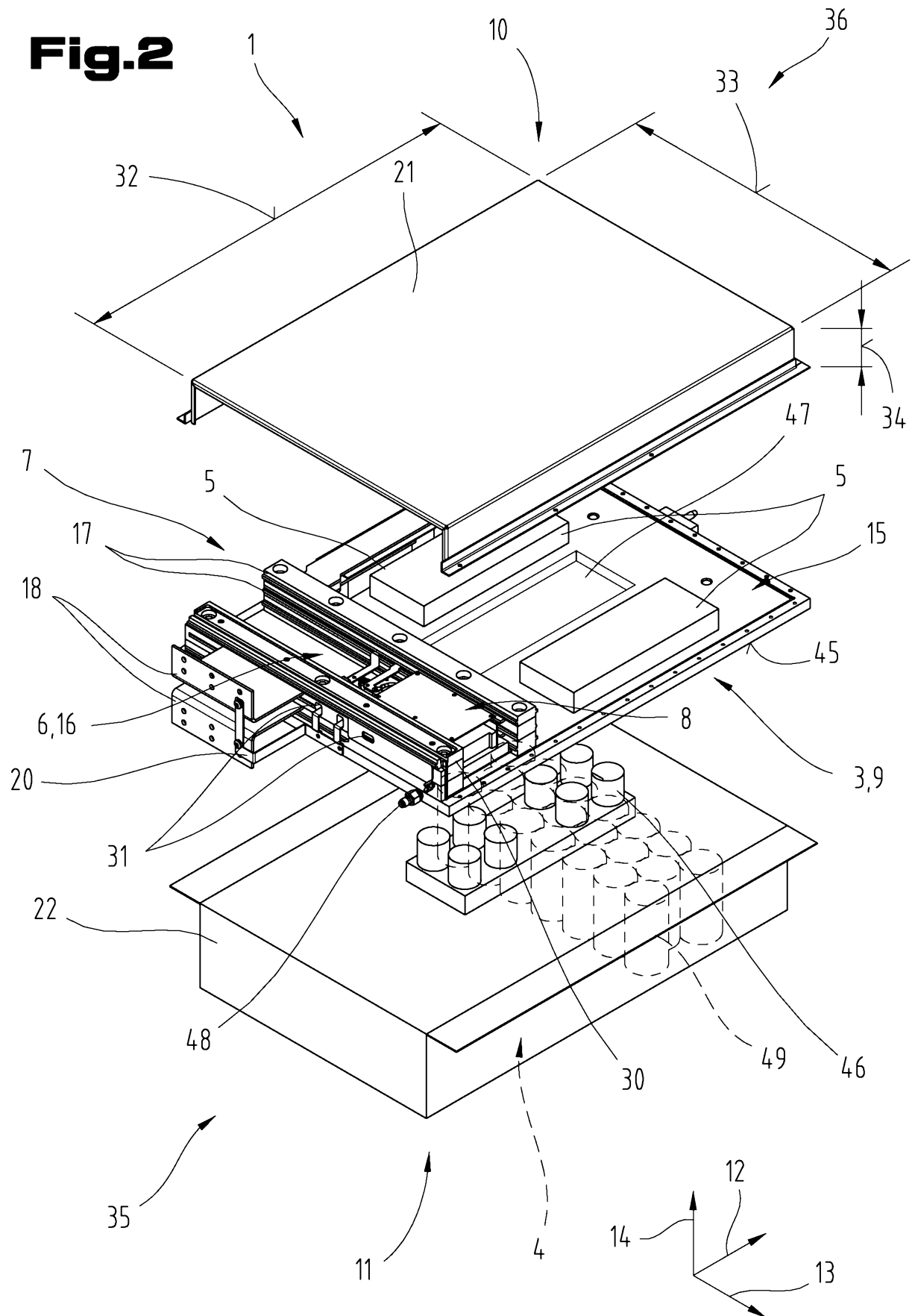
einem Metall mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als  $20 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , besonders bevorzugt mehr als  $45 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , gebildet ist.

18. Leistungsbaugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgehäuse (21) aus zumindest zwei, bevorzugt miteinander verbundenen, Teilschutzgehäusen (52) ausgebildet ist.

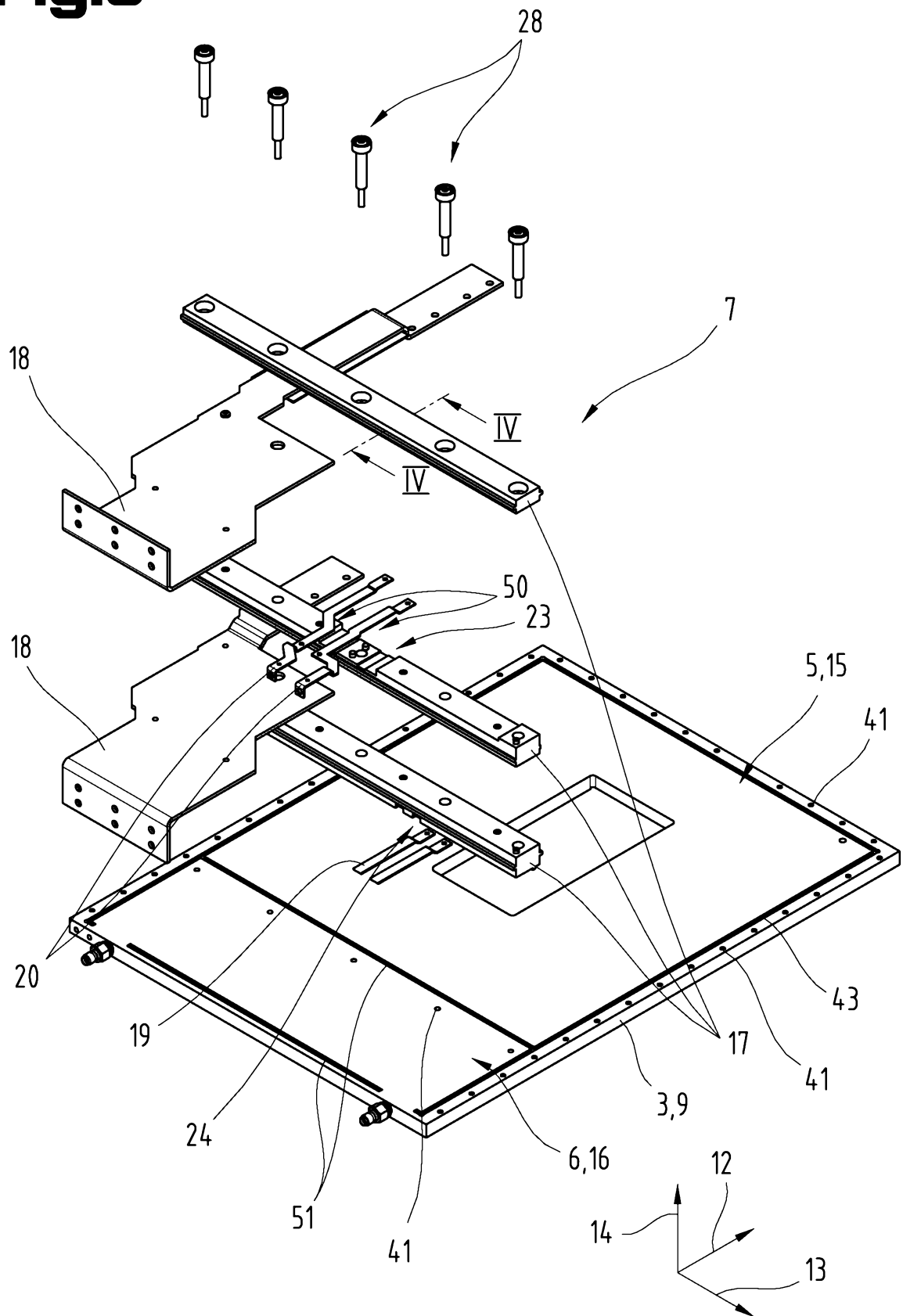
**Fig.1**



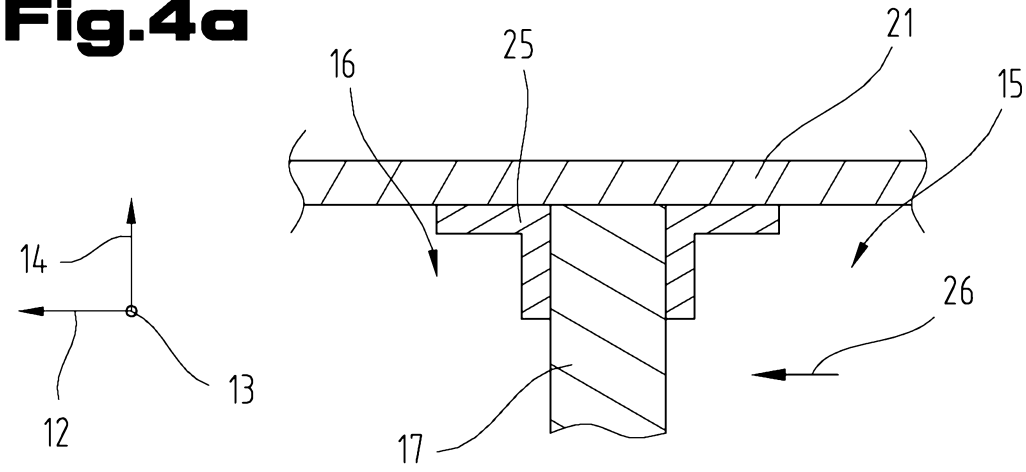
**Fig.2**



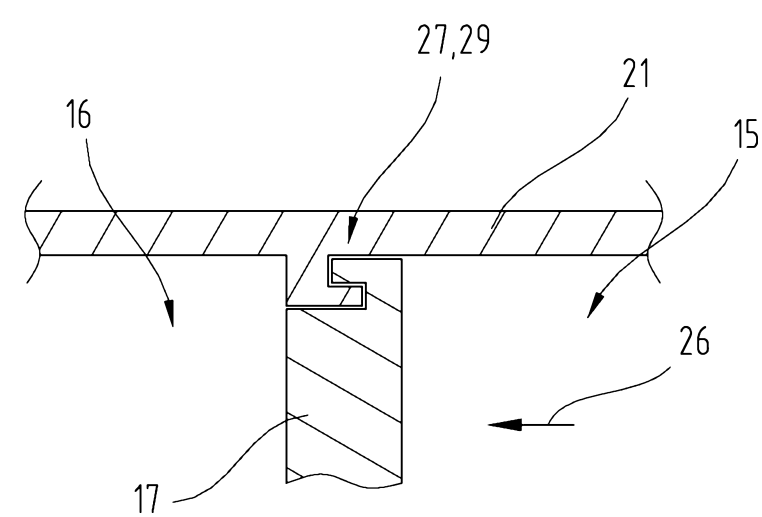
**Fig.3**



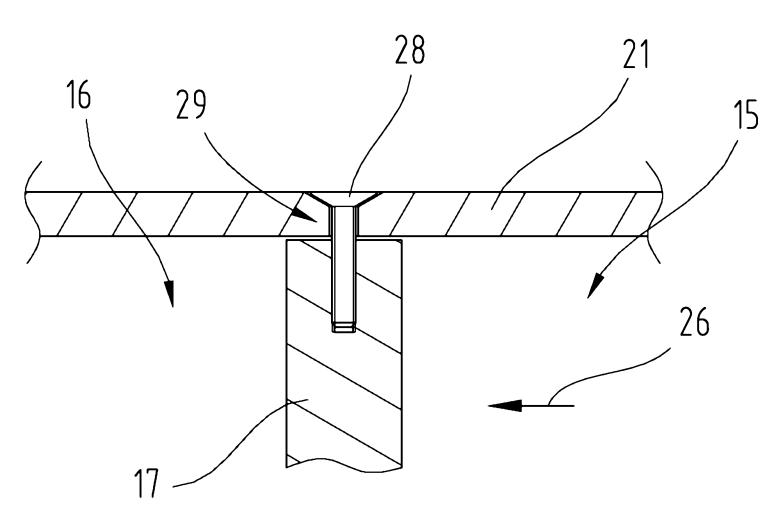
**Fig.4a**



**Fig.4b**

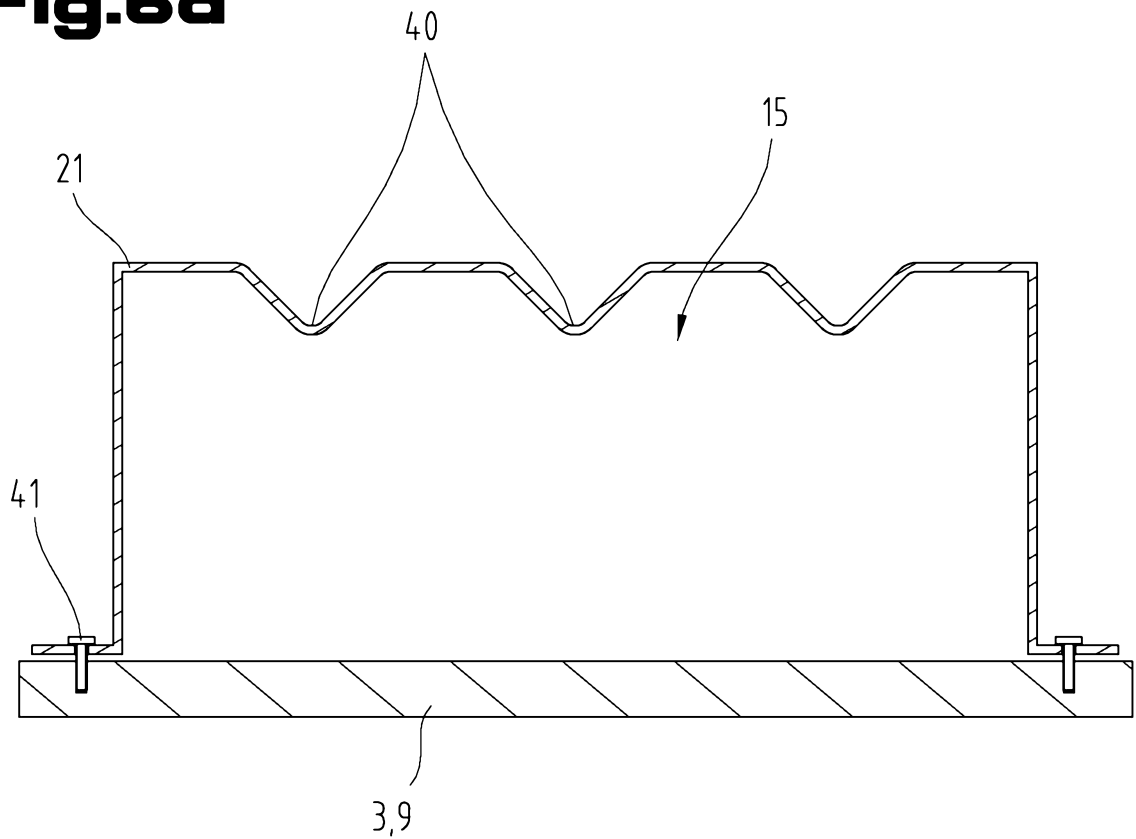


**Fig.4c**

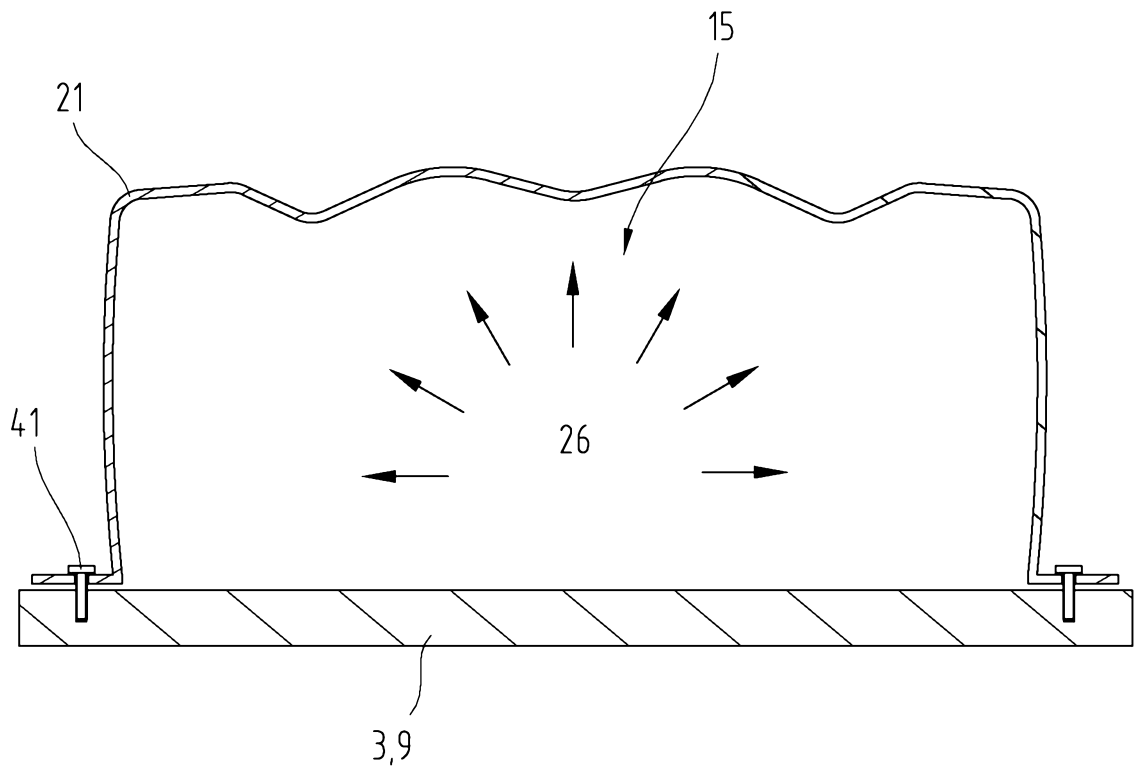




**Fig.6a**



**Fig.6b**



**Fig.7**

