



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 101 43 547 B4 2005.03.10

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 43 547.9**
 (22) Anmeldetag: **06.09.2001**
 (43) Offenlegungstag: **03.04.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.03.2005**

(51) Int Cl.7: **H05K 7/20**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Rexroth Indramat GmbH, 97816 Lohr, DE

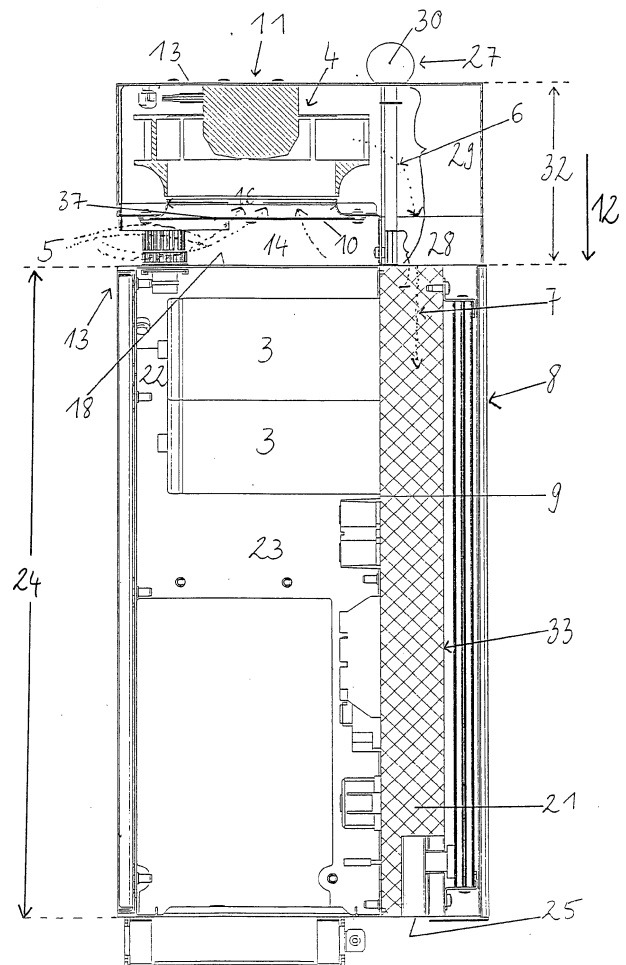
(72) Erfinder:
Strauß, Hans-Rüdiger, 97816 Lohr, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 195 24 115 C2
DE 37 21 901 A1
DE 37 10 566 A1
DE 36 09 037 A1
DE 24 53 685 A1
DE 298 23 425 U1
US 49 08 734 A

(54) Bezeichnung: **Aktiv außengekühltes Gehäuse mit zumindest einem wärmeverlustleistungserzeugenden Elektronikbaustein**

(57) Hauptanspruch: Aktiv außengekühltes Gehäuse (1) mit zumindest einem wärmeverlustleistungserzeugenden Elektronikbaustein (2, 3), mit einer außerhalb des Gehäuses (1) angeordneten Lüftereinheit (4), die einen Luftstrom (5, 6, 7) erzeugt, der durch einen seitlichen Strömungskanal (8) geführt ist, welcher an einer Seitenwand (9) des gekühlten Gehäuses (1) liegt und wenigstens ein verlustleistungserzeugender Elektronikbaustein (2, 3) in dem Gehäuse angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Lüftergehäuse (11) über einen Spalt (14) beabstandet von der Oberseite (13) des zu kühlenden Gehäuses (1) geordnet ist und diese Oberseite (13) zumindest teilweise überdeckt,
- das Lüftergehäuse (11) an einer Unterseite (15) eine Lufteinlassöffnung (10) aufweist, welche gegenüber der Oberseite (13) des zu kühlenden Gehäuses (1) geordnet ist, die Luft über den Spalt (14) zwischen beiden Gehäusen (4, 1) ansaugt,
- das Lüftergehäuse (11) einen seitlichen Luftaustritt (6) aufweist, der Luft in den seitlichen Strömungskanal (8) von oben nach unten einbläst,
- der...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein aktiv außengekühltes Gehäuse mit zumindest einem wärmeverlustrzeugungserzeugenden Elektronikbaustein nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Die in der DE 36 09 037 A1 dargestellte Erfindung nutzt die natürliche Konvektion und unterstützt diese ggf. durch Anbringung eines blasenden Lüfters an der Gehäuseunterseite. Eine Kühlung der Gehäuseoberseite ist damit nicht gewährleistet, nicht beabsichtigt und auch nicht offenbart. Der nach oben offene Strömungskanal hat den Nachteil, dass Staub und Schmutzteilchen leicht eindringen und sich am Kühlgerippe festsetzen können, insbesondere bei Betrieb ohne Lüfter. Dies ist insbesondere in einer Umgebung der Fall, in der die Schmutzteilchen ölige oder klebrige Partikel enthalten, zum Beispiel in einer Halle mit Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von Metall oder staubenden Stoffen. Im Laufe des Betriebes wird dadurch die Kühlwirkung zunehmend verschlechtert und die Rückwand muss regelmäßig gereinigt werden.

[0003] Es besteht bei einem Gehäuse gemäß der DE 36 09 037 A1 die Gefahr, dass Fremdkörper größerer Abmessung von oben über die Kühlrippen in das Lüfterrad gelangen und den Lüfter beschädigen oder zerstören. Dieses Risiko besteht vor allem bei Verwendung außerhalb eines schützenden Schrankes oder Gestelles. Gegen von oben eindringende Feuchtigkeit sind weder das Lüfterrad noch der Lüfter geschützt. Um diesen Gefahren vorzubeugen, empfiehlt der Anmelder der DE 36 09 037 A1 die Montage des Gehäuses innerhalb eines geschlossenen Schaltschranks, eine teure und nicht immer gewünschte Zusatzmaßnahme. Außerdem wäre damit die direkte Kühlung über die Außenluft nicht mehr gegeben.

[0004] Als nächstkommender Stand der Technik dürfte die DE 298 23 425 U1 in Frage kommen, obgleich es sich hier bei näherer Betrachtung um einen großen Schaltschrank handelt, der vorzugsweise im Außenbereich aufgestellt wird. Das hier dargelegte erfindungsgemäße Prinzip zur Kühlung des Schrankinneren baut vom Grundgedanken her ebenfalls auf der natürlichen Konvektion auf und geht davon aus, dass die kalte Luft über die Einlassöffnungen am Gehäusesockel durch natürlichen Sog einströmt, an der Gehäusewand entlang streicht und über die Auslassöffnungen am Gehäusedeckel nach ihrer Erwärmung nach unten wieder ausströmt.

[0005] Bei Betrieb ohne Lüfter wird die Kühlwirkung damit abhängig vom außerhalb des Gehäuses herrschenden Luftdruck und der Lufttemperatur. Der Ein-

satz eines Ventilators zur Unterstützung des Luftstromes ist nicht zwingend vorgeschrieben, was eine zuverlässige Arbeitsweise des Aufbaus dann generell in Frage stellt. Die gezeigte Lösung hat außerdem den Nachteil, dass die durch Wärmeabstrahlung der Bauteile im Inneren des Schrankes aufgeheizte Gehäuseoberseite (Dichtblech) von einem Luftstrom umgeben ist, der wegen des zunächst relativ langen Weges entlang der Gehäuseaußenseite bereits vorgewärmt wurde und eine nennenswerte Kühlung kaum mehr erzielt wird. Es wurde dann eine Lösung durch Umwälzung der Luft im hermetisch abgeschlossenen Innenraum sowie durch Verwendung von Winkelblechen zur Vergrößerung der Dichtblechoberfläche vorgeschlagen. Der Temperaturunterschied zwischen Innenraum und Kühlkanal ist jedoch auch bei dieser Ausführung aufgrund der bereits erwähnten Vorerwärmung des kühlenden Luftstromes geringer. Demnach wird der kühlende Luftstrom weniger Wärme aufnehmen. Bei Einsatz von weiteren Ventilatoren innerhalb des Kühlkanales erhöht sich zwar der Luftdurchsatz, trotzdem bleibt das Problem der Vorerwärmung ungelöst. Davon einmal abgesehen treibt die Verwendung von Ventilatoren im Innen- und Außenbereich die Kosten und den Wartungsaufwand in die Höhe. Je nach Dichte bzw. Anzahl der Bauelemente im Innenraum ist auch nicht immer eine Umwälzung realisierbar.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein aktiv außengekühltes Gehäuse der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass sie insgesamt – hinsichtlich der Elektronik und der Lüftereinheit – bessere, d.h. insbesondere längere Standzeiten, auch in Umgebungen mit verunreinigter Umgebungsluft und andererseits eine verbesserte Kühlleistung und damit eine vergleichsweise hohe elektrische Leistung der Elektronikkomponenten des Gehäuses aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0008] Hierzu ist die Lüftereinheit in einem – vorzugsweise von dem Gehäuse separaten – Lüftergehäuse angeordnet. Dieses ist über einen Spalt beabstandet von der Oberseite des zu kühlenden Gehäuses angeordnet und überdeckt diese Oberseite zumindest teilweise, wobei das Lüftergehäuse an seiner Unterseite eine Lufteinlassöffnung aufweist, welche gegenüber der Oberseite des zu kühlenden Gehäuses angeordnet ist und die Luft über den Spalt zwischen beiden Gehäusen ansaugt, und das Lüftergehäuse einen seitlichen Luftaustritt aufweist, der Luft in den seitlichen Strömungskanal von oben nach unten einbläst, und ein Elektronikbaustein an einer gekühlten Seitenwand/Seitenwandung angeordnet ist.

[0009] Durch das Ansaugen über die Unterseite des Lüftergehäuses ist die Lüftereinheit geschützt gegen Verunreinigungen der Umgebungsluft, insbesondere Flüssigkeitströpfchen sowie größere, herabsinkende Tröpfchen und Verunreinigungen.

[0010] Nach dem Lufteinlass passiert die Kühlluft das Lüftergehäuse und tritt dann durch den seitlichen Luftaustritt des Lüftergehäuses in den seitlichen Strömungskanal ein.

[0011] Dadurch wird – neben der Seitenwandung mit dem verlustleistungserzeugenden Elektronikbaustein – auch die Oberseite des Gehäuses effizient gekühlt. Hierauf wird später noch näher eingegangen.

[0012] Durch die Geometrie ist die Lüftereinheit praktisch spritzwassergeschützt bzw. geschützt gegen die genannten Verunreinigungen/Flüssigkeitströpfchen angeordnet.

[0013] Dadurch wird auch die Lebensdauer der Lüftereinheit erhöht, da diese nicht mehr – wie beim Stand der Technik – in hohem Maße mit solchen Verunreinigungen beaufschlagt ist.

[0014] Hierzu ist das Lüftergehäuse bis auf die genannte Lufteinlassöffnung praktisch allseitig geschlossen. Dadurch wird die Luft von unten nach oben durch die unten angeordnete Lufteinlassöffnung angesaugt, so dass herabsinkende Verunreinigungen nur sehr wenig oder praktisch gar nicht angesaugt werden. Dies gilt insbesondere auch für Spritzwasser, welches praktisch nicht in das Lüftergehäuse eintreten und damit auch nicht in Berührung mit der Lüftereinheit kommen kann. Durch die Anordnung der Lufteinlassöffnung auf der Unterseite des Lüftergehäuses entsteht prinzipiell noch der Vorteil, dass auch der Luftstrom, der durch diese Lufteinlassöffnung angesaugt wird, noch an einer Gehäusewand vorbeistreifen und diese zu dem effektiv kühlen kann. Hierauf wird später noch näher eingegangen.

[0015] Um einerseits die durch im Geräteinnern aufsteigende, warme Luft erwärmte Geräteoberseite des Gehäuses durch die Ansaugluft mitkühlen zu können und andererseits den Anteil von mitangesaugten Verunreinigungen der Umgebungsluft weiter zu minimieren, wird vorgeschlagen, dass das Lüftergehäuse die Geräteoberseite des Gehäuses zumindest teilweise überdeckt und dass die Lufteinlassöffnung im wesentlichen gegenüber der Gehäuseoberseite angeordnet ist, so dass ein Spalt zwischen der Gehäuseoberseite und der Unterseite des Lüftergehäuses gebildet wird, über welchen die Kühlluft größtenteils angesogen wird. Vorzugsweise ist das Lüftergehäuse praktisch mit seinem ganzen Grundriss gegenüber, d.h. oberhalb der Geräteoberseite des Gehäuses angeordnet, so dass es diese praktisch vollständig überdeckt. Durch den gebildeten Spalt wird

die Kühlluft angesaugt, so dass sie zunächst nach oben gefördert, im Lüftergehäuse umgelenkt und in dem Seitenkanal nach vertikal unten weitergefördert wird. Dieser Umlenkeffekt des Kühlluftstromes bewirkt eine Verringerung einerseits der Beaufschlagung der Lüftereinheit mit Verunreinigungen, andererseits auch eine Verringerung der Mitnahme von Verunreinigungen des bzw. in den Seitenkanal(s). Die vergleichsweise schweren und vorzugsweise nicht schwebenden, sondern herabsinkenden Teilchen, wie beispielsweise Spritzwasser etc. werden durch diese Umlenkung zu einem Großteil von der angesaugten Luft nicht mitgenommen und verbleiben somit außerhalb des Lüftergehäuses bzw. des Seitenkanals. Dies liegt vor allem daran, dass die vergleichsweise schweren Teilchen der Umlenkung durch die entgegengerichtete Schwerkraft nicht folgen können. In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Kühlluft daher – zur Optimierung der genannten Effekte – praktisch vollständig über den sich bildenden Spalt zwischen Gehäuseoberseite und Unterseite des Lüftergehäuses angesaugt.

[0016] Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0017] Es ist wesentlich, dass die Spaltgeometrie einerseits einen nicht zu großen Strömungswiderstand bietet und andererseits aber auch noch ein Kühleffekt der Geräteoberseite erzielt wird. Daher wird vorgeschlagen, dass der effektive Ansaugquerschnitt der Spaltgeometrie der Lüfter-Gehäuse-Anordnung größer oder gleich dem effektiven Einlassquerschnitt der Lufteinlassöffnung ist. Dadurch ist bereits gewährleistet, dass die Kühlluft auch tatsächlich größtenteils über den Spalt angesaugt wird und gleichzeitig der Strömungsweg über den Spalt einen nicht zu großen Strömungswiderstand darstellt, so dass insgesamt die Effizienz der Kühlung nicht oder lediglich geringfügig beeinträchtigt wird.

[0018] Des weiteren wird vorgeschlagen, dass die Spaltbreite unter Berücksichtigung des Arbeitspunktes des Ventilators und der effektiven Strömungskarakteristik in Lüftergehäuse und angeschlossenem Seitenkanal derart bemessen ist, dass in dem Spalt eine die Gehäuseoberfläche effektiv kühlende Kühlluftströmung gebildet wird. Dies stellt im wesentlichen eine Bedingung für den Abtransport der an der Gehäuseoberseite anfallenden, im wesentlichen aus dem Geräteinneren stammenden Verlustleistungswärme dar. Hierzu darf der Spalt nicht zu groß sein. In Versuchen, die die Anmelderin durchgeführt hat, hat ein Verhältnis des Ansaugquerschnitts des Spaltes (dies ist im wesentlichen die freie Öffnung des Spaltumfangs entlang des korrespondierenden Gehäuseumfangs) zu dem effektiven Einlassquerschnitt der Lufteinlassöffnung von 1:1 bis 3:1 die besten Resultate geliefert. Dies bedeutet, dass der effektive

Einlassquerschnitt der Spaltgeometrie gleich groß bis drei mal so groß ist wie der Lufteinlassquerschnitt der Einlassöffnung.

[0019] Dabei ist aber auch noch der Arbeitspunkt der Lüftereinheit zu beachten. Je größer die Leistung der Lüftereinheit ist, desto größer ist auch das genannte Verhältnis, gleichzeitig ist bei größerem Strömungswiderstand der Strömungscharakteristik in Lüftergehäuse und angeschlossenem Seitenkanal das Verhältnis entsprechend kleiner zu wählen. Dabei bedeutet größer, dass das Verhältnis im oberen Bereich also zwischen 1,5:1 bis 3:1 liegt, kleiner bedeutet, dass das genannte Verhältnis im Bereich 1,5:1 bis 1 bzw. knapp unter 1:1 angesiedelt ist.

[0020] Durch die angegebenen Dimensionierungen, die natürlich nur Richtlinien darstellen können und nicht abschließend alle Möglichkeiten der Auslegung wiedergeben, wird aber doch eine praktisch die gesamte obere Gehäuseoberfläche effektiv kühlende Kühlluftströmung realisiert.

[0021] Durch die Führung des Luftstroms im seitlichen Strömungskanal im wesentlichen entgegen der natürlichen Konvektionsrichtung, nämlich vertikal abwärts, wird erreicht, dass eine sehr effektive Zwangskühlung entsteht, da die Luft im oberen Bereich des Strömungskanals noch relativ kühl ist und im unteren Bereich schon demgegenüber etwas erwärmt. Im oberen Bereich ist daher die Kühlung am stärksten, wie dies bei einer natürlichen Konvektion genau umgekehrt der Fall wäre.

[0022] Hinsichtlich einer effektiven Kühlung sind die Anforderungen besonders hoch, wenn das Gehäuse eine Antriebsreglerelektronik enthält. Hier kommen die erfindungsgemäßen Lehren besonders zum Tragen: denn einerseits können in einer Antriebsreglerelektronik die erforderlichen Leistungselektronikbausteine vergleichsweise einfach an der entsprechenden Seitenwandung mit dem Seitenkanal angeordnet werden; andererseits ist gerade bei einem Gehäuse für eine Antriebsreglerelektronik eine Kühlung an mehreren Seiten von Vorteil, da die anfallende Verlustleistung sehr hoch ist und beispielsweise die Geräteoberseite durch die Innenkonvektion im Gerätegehäuse zusätzlich stark erwärmt wird. Hinzu kommt, dass die Standzeiten für eine Antriebsreglerelektronik sehr hoch sind; es kann durchaus vorkommen, dass eine Antriebsreglerelektronik für einen sehr langen Zeitraum praktisch ununterbrochen in Betrieb ist und Leistung erzeugen muss. Denn durch die vorteilhafte Ausgestaltung der Kühlung wird auch die Kühleffizienz – bei insgesamt gleichbleibender Leistung einer Lüftereinheit – gesteigert und gleichzeitig trotzdem eine höhere Betriebsdauer für die Lüftereinheit und damit auch für die Antriebsreglerelektronik erzielt. Hieraus ergibt sich ein Doppelnutzen der Erfindung.

[0023] Bei dem Antrieb von elektrischen Maschinen mittels der Antriebsreglerelektronik müssen die entsprechenden elektrischen Maschinen, z.B. Elektromotoren ggf. auch gebremst werden. Solch eine elektrische Maschine wird gelegentlich oder auch dauernd und wiederkehrend gebremst, wobei der Elektromotor entsprechend elektrische Energie in Form von Spannung bzw. Stromfluss zurückspeist. Für die Dissipation von zurückgespeicherter Energie ist in der Regel ein Bremswiderstand vorhanden. Bei einem Bremsvorgang fällt – je nach Umdrehungszahl bzw. Geschwindigkeit der verbundenen elektrischen Maschine – ein sehr hoher Wärmeverlustleistungsanteil an. Dieser Bremswiderstand kann außen an dem Gehäuse der Antriebsreglerelektronik angebracht sein. Dann hat die Erfindung einen weiteren Synergieeffekt bzw. Zusatznutzen, wenn dieser Bremswiderstand derart in dem seitlichen Strömungskanal angeordnet ist, dass dieser von dem entsprechenden Luftstrom umströmt wird. Er wird vorzugsweise allseitig umströmt; es reicht in der Regel aber auch aus, wenn der Bremswiderstand lediglich im wesentlichen an einer Großfläche längs umströmt wird.

[0024] In jedem Fall wird dann die Luftströmung in dem seitlichen Strömungskanal sowohl zur Kühlung der Seitenwandung und damit der Leistungselektronik als auch zur Kühlung des entsprechenden Bremswiderstandes gleichzeitig verwendet. Dabei ist vorzugsweise der Bremswiderstand bezüglich der zu kühlenden Seitenwandung auf Abstand angeordnet, so dass zwischen Bremswiderstand und zu kühlender Wandung keine Wärmenester entstehen, die beidseitig aufgeheizt würden.

[0025] Um eine effektive Wärmeabfuhr von dem Bremswiderstand zu ermöglichen, ist der Bremswiderstand vorzugsweise in ein Aluminium-Gehäuse eingefasst. Das Aluminium-Gehäuse dient einerseits dazu eventuelle Verunreinigungen des Kühlluftstroms von dem Bremswiderstand fernzuhalten, andererseits eine gute Wärmeableitung zu gewährleisten; Aluminium hat einen hohen Wärmeleitwert, so dass es hierfür besonders gut geeignet ist. Vorzugsweise wird ein Strangpressprofil verwendet, da der Bremswiderstand in der Regel länglich ausgeführt ist und ein Strangpressprofil einerseits die erforderlichen Geometrieanforderungen zur Einfassung des Bremswiderstandes erfüllt und andererseits eine Längs-Vorzugsrichtung hat, so dass er effizient dadurch gekühlt werden kann, dass er längs umströmt wird.

[0026] Zur besseren Ableitung der Wärme wird vorgeschlagen, dass der in das Aluminium-Gehäuse eingefasste Bremswiderstand praktisch in der lokalen Umströmungsrichtung verlaufende Kühlrippen hat.

[0027] Der bzw. die verlustleistungserzeugende(n)

Elektronikbaustein(e) sind beispielsweise Transistoren, wofür in der Antriebsreglertechnik meist IGBT's verwendet werden.

[0028] Neben den in der Antriebsreglertechnik verwendeten IGBT's sind auch noch andere Elektronikbauteile vorhanden, die eine vergleichsweise große elektrische Verlustleistung erzeugen. Hierzu gehören auch Kondensatoren, insbesondere Kondensatoren zur Stützung eines Gleichspannungszwischenkreises. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass diese Kondensatoren im oberen Bereich des Innenraumes des Gehäuses an derjenigen Seitenwandung sitzen, über die der seitliche Luftstrom durch den seitlichen Strömungskanal geführt ist. Dabei ist bevorzugt, dass die Kondensatoren im oberen Drittel der Höhe des Gehäuses sitzen. Im oberen Bereich der Zwangskühlluftströmung ist die Kühlwirkung am höchsten, so dass auch dort die genannten Kondensatoren vorteilhafterweise angeordnet sind; denn diese Kondensatoren sind in der Regel sehr anfällig gegenüber Wärmeeinflüssen. Die Anordnung im oberen Bereich zusammen mit der vorteilhaften Kühlgeometrie der vorliegenden Erfindung erhöht somit einerseits die Kühlwirkungsleistung und andererseits die Lebensdauer der betreffenden Kondensatoren.

Ausführungsbeispiel

[0029] Die Erfindung wird anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0030] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Gehäuses mit einer Antriebsreglerelektronik und mit einer erfindungsgemäßen Lüftereinrichtung,

[0031] Fig. 2 eine Seitenansicht des Gerätes aus Fig. 1, wie dort mit dem Pfeil II bezeichnet,

[0032] Fig. 3 einen Schnitt entlang III-III, wie in Fig. 2 gezeigt,

[0033] Fig. 4 einen Schnitt entlang IV-IV, wie in Fig. 2 gezeigt.

[0034] Sofern im Folgenden nichts anderes gesagt ist, beziehen sich alle Bezugszeichen stets auf alle Figuren.

[0035] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines aktiv außengekühlten Gehäuses (1) mit einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung. Das Gehäuse (1) hat mehrere wärmeverlustleistungserzeugende Elektronikbausteine (2, 3); es handelt sich um ein Antriebsgehäuse, wobei die verlustleistungserzeugenden Elektronikbausteine IGBT's (2) und Kondensatoren (3), insbesondere zur Stützung eines Gleichspannungszwischenkreises, sind. Eine Lüftereinheit (4) sitzt in einem Lüftergehäuse (11), welches an der

Oberseite (13) des aktiv gekühlten Gehäuses (1) sitzt. Die folgende Beschreibung erfolgt unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 4.

[0036] In dem Lüftergehäuse (11) ist die Lüftereinheit (4) angeordnet, und zwar an der Oberseite (13) des Lüftergehäuses (11). Sie ist an der Oberseite (13) mit den vier gezeigten Schrauben angeschraubt. Die Lüftereinheit (4) ist mit ihrem Lüfterrad (36) praktisch axial fluchtend mit dem Einlassquerschnitt (16) einer Lufteinlassöffnung (10) angeordnet. Durch die fluchtende Anordnung mit kleinem Abstand zur Lufteinlassöffnung (10) wird die Kühlluft effektiv gefördert. Die Lufteinlassöffnung (10) ist unten mit einem Schutzgitter (37) zum Schutz gegen Eingriff in das Lüftergehäuse (11) versehen. Das Lüftergehäuse (11) weist einen seitlichen Luftaustritt (43) auf, der in einen seitlichen Strömungskanal (8) mündet, der an derjenigen Seitenwandung (9) des gekühlten Gehäuses (1) liegt, an welcher die verlustleistungserzeugenden Elektronikbausteine (2, 3) angeordnet sind. Dadurch wird diese Seitenwandung (9) besonders effektiv gekühlt und die Wärme dort, wo sie entsteht, direkt abgeführt. Die Kondensatoren (3) sitzen im oberen Bereich (22) des Innenraumes (23), so dass sie sowohl durch den Luftstrom (7) – über die Seitenwandung (9) – als auch durch die Kühlung der Oberfläche (18) vor Übererwärmung geschützt sind. Wesentlich ist, dass der Lufteinlass lediglich durch eine Lufteinlassöffnung (10) an der Unterseite des Lüftergehäuses (11) erfolgt, wobei die Lufteinlassöffnung (10) auch lediglich nach vertikal unten (12) offen ist, so dass die Lüftereinheit (4) geschützt gegen Verunreinigungen der Umgebungsluft im Lüftergehäuse (11) angeordnet ist. Durch die gezeigte Geometrie wird insgesamt eine vorteilhafte Kühlung erreicht, die zudem praktisch indifferent ist gegenüber herabsinkenden Verunreinigungen, wie beispielsweise Spritzwasser. Dies wird lediglich durch einfache, geometrische Dimensionierungen und Anordnungen erreicht: das Lüftergehäuse (11) ist oberhalb der Oberfläche (18) des aktiv zu kühlenden Gehäuses (1) angeordnet, wobei die Unterseite des Lüftergehäuses (11) – dort wo die Lufteinlassöffnung (10) angeordnet ist – gegenüber der Oberseite (18) angeordnet ist. Hierzu überdecken sich Unterseite (15) des Lüftergehäuses (11) und Oberseite (18) des Gehäuses (1); dies bedeutet, dass insoweit die Grundrisse einander entsprechen und praktisch übereinander in einer Flucht angeordnet sind. Dadurch entsteht zwischen Unterseite (15) und Oberfläche (18) ein Spalt (14), über den die Umgebungsluft angesaugt wird. Dabei kommt es einerseits darauf an, dass die Geometrie derart ausgelegt ist, dass insgesamt ein nicht zu hoher Strömungswiderstand beim Ansaugen der Umgebungsluft auftritt, dass aber andererseits die Ansauggeschwindigkeit der Umgebungsluft – und zwar dort, wo der Spalt (14) in die Umgebung übergeht – eine nicht zu hohe Ansauggeschwindigkeit auftritt, so dass Verunreinigungen in geringem Maße bis gar

nicht mit angesaugt werden.

[0037] Der effektive Ansaugquerschnitt der Spaltgeometrie des Spaltes (14) ist daher im gezeigten Ausführungsbeispiel größer als der effektive Einlassquerschnitt (16) der Lufteinlassöffnung (10). Dabei ist der effektive Ansaugquerschnitt im wesentlichen gleich der Summe der (hier rechteckförmigen) Trennebenen zwischen Spalt und Umgebung, das ist beispielsweise in Fig. 2 die Rechteckfläche, als die sich der Spalt (14) in der Frontalansicht darstellt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wäre damit der effektive Einlassquerschnitt gleich dem doppelten der genannten Fläche plus derjenigen Fläche, in der sich der Spalt (14) in der Ansicht der Fig. 3 darstellt, das ist die zu der oben genannten Fläche der Fig. 2 senkrechte Fläche.

[0038] Wie durch die Pfeile (5) der Luftströmung im Bereich des Spaltes (14) angedeutet, entsteht eine resultierende Strömung, die die Oberfläche (18) des Gehäuses (1) effektiv kühlt. Hierzu ist die Spaltbreite (17) unter Berücksichtigung des Arbeitspunktes der Lüftereinheit (4) und der effektiven Strömungscharakteristik im Lüftergehäuse (11) und angeschlossenen seitlichen Strömungskanal (8) entsprechend bemessen. Dadurch, dass Lüftergehäuse (11) bzw. Unterseite (10) des Lüftergehäuses (11) und Oberfläche (18) des Gehäuses (1) sich praktisch vollständig überdecken bzw. miteinander fluchten, wird auch praktisch die gesamte obere Oberfläche (18) des Gehäuses (1) effektiv gekühlt. Dies ist von großem Vorteil, da die erwärmte Luft im Inneren des Gehäuses (1) sich ja gerade im oberen Bereich (13) des Gehäuses (1) ansammelt und hier eine Kühlung daher besonders effektiv ist. Dadurch wird u.a. auch eine Kühlkonvektion im Innenraum (23) des Gehäuses (1) gefördert. Falls im Innenraum (23) noch eine zusätzliche Luftumwälzung (hier nicht gezeigt), z.B. zur Vermeidung von Wärmenestern, vorgesehen ist, wird noch eine zusätzliche, indirekte Kühlung praktisch des gesamten Innenraumes (23) erreicht. Insgesamt ergibt sich also allein schon durch die Kühlung der Oberfläche (18) des Gehäuses (1) ein wesentlicher Vorteil, der die Lebensdauer der Kondensatoren (3) erhöhen dürfte und es auch erlauben dürfte, insgesamt eine höhere elektrische Leistung der Antriebsreglerelektronik bei gleicher oder vergleichbarer Kühlleistung vorzusehen.

[0039] Trotzdem ist die angesaugte Kühlluft noch nicht stark erwärmt, so dass immer noch über die Kühlrippen (21), die in den Seitenkanal (8) eingeschlossen sind, effektiv sowohl die Gehäuse-Seitenwandung (9) als auch die darauf angebrachten Leistungselektronik-Bausteine (2, 3) gekühlt werden.

[0040] Dazu wird der Luftstrom (6) entgegen der natürlichen Konvektionsrichtung vertikal abwärts (12) zu einem Luftstrom (7) umgelenkt, der durch einen

Lufteinlass (26) in den seitlichen Strömungskanal (8) ein- und an einem unteren Luftaustritt (25) austritt, wobei der seitliche Strömungskanal (8) durch eine Außenwand (41) umfangsmäßig geschlossen ist. Die Kühlwirkung des Kühlluftstroms (7) durch den seitlichen Strömungskanal (8) wird zudem dazu verwendet, einen außen an dem Gehäuse innerhalb des – geschlossenen – Seitenkanals (8) angebrachten Bremswiderstand (19) über sein Gehäuse (20) zu kühlen. Dieser wird von dem Luftstrom (7) umströmt. Um die Kühlung zu verbessern, hat der Bremswiderstand praktisch in der lokalen Umströmungsrichtung (entsprechend der Vertikalrichtung (12)) verlaufende Kühlrippen (44); dies ist in Fig. 4 zu sehen. In dem Längsbereich, in welchem der Bremswiderstand montiert ist, sind die Kühlrippen des Kühlkörpers (33) zu kurzen Kühlrippen (38) verkürzt, so dass zwischen der Seitenwandung (9) und dem Bremswiderstand (19) noch genügend Strömungsraum zur Verfügung steht, so dass sowohl die Seitenwandung (9) als auch der jeweilige Bremswiderstand (19) gekühlt werden. Die mittlere der Kühlrippen ist an ihrer Oberseite zu einem Montagekopf (40) verbreitert, in welchem eine Schraube (42) zur Montage des Bremswiderstandes (19) eingreift. Durch die Verdickung bietet diese Montagerippe (39) ausreichende Festigkeit.

[0041] Das Lüftergehäuse (11) ist mittels einer langen Schraube (27), deren Schaft (29) praktisch die gesamte Höhe (32) des Lüftergehäuses (11) vertikal durchgreift, an dem Gehäuse (1) befestigt. Die Schraube (27) ist mit ihrem unteren Gewindeabschnitt (28) in ein korrespondierendes Befestigungsgewindeloch (31) des Gehäuses (1) eingeschraubt. An ihrer Oberseite hat die Schraube (27) einen Knauf (30) zur Betätigung/zum Lösen bzw. zum Anziehen. Die Stecker (34)-Buchsen (35)-Kombination zum elektrischen Anschluss der Lüftereinheit ist derart dimensioniert, dass ein vorbestimmter Abstand (17) (nämlich die Breite des Spaltes (14)) zwischen Gehäuseoberseite (18) und Lüftergehäuse-Unterseite (10) dadurch eingehalten ist. Zugleich übt die Stecker (34)-Buchsen (35)-Kombination eine Abstützfunktion des Lüftergehäuses (11) gegenüber der Oberseite (18) des Gehäuses (1) aus. Sie bietet in diesem Fall einen zusätzlichen Abstützbereich für den überhängenden Teil des Lüftergehäuses (11).

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse
2	Elektrischer Leistungsschalter
3	Kondensator
4	Lüftereinheit
5	Luftstrom
6	Luftstrom
7	Luftstrom
8	Seitlicher Strömungskanal
9	Seitenwandung
10	Lufteinlassöffnung

11	Lüftergehäuse
12	Vertikalrichtung
13	Oberseite des Gehäuses
14	Spalt
15	Unterseite des Lüftergehäuses
16	Einlassquerschnitt
17	Spaltbreite
18	Obere Gehäuseoberfläche
19	Bremswiderstand
20	Gehäuse des Bremswiderstandes
21	Kühlrippen
22	Oberer Bereich des Innenraums des Gehäuse
23	Innenraum des Gehäuses
25	Unterer Luftaustritt
26	Lufteinlass des seitlichen Strömungskanals
27	Schraube
28	Gewindeabschnitt der Schraube
29	Schaftabschnitt der Schraube
30	Knauf
32	Höhe des Lüftergehäuses
33	Kühlkörper
34	Stecker
35	Buchse
36	Lüfterrad
37	Schutzgitter
38	Kurze Kühlrippen
39	Montagerippen
40	Montagerippenkopf
41	Außenwand des seitlichen Strömungskanals
42	Schraube für Befestigung des Bremswiderstandes

Patentansprüche

1. Aktiv außengekühltes Gehäuse (1) mit zumindest einem wärmeverlustleistungserzeugenden Elektronikbaustein (2, 3), mit einer außerhalb des Gehäuses (1) angeordneten Lüftereinheit (4), die einen Luftstrom (5, 6, 7) erzeugt, der durch einen seitlichen Strömungskanal (8) geführt ist, welcher an einer Seitenwand (9) des gekühlten Gehäuses (1) liegt und wenigstens ein verlustleistungserzeugender Elektronikbaustein (2, 3) in dem Gehäuse angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Lüftergehäuse (11) über einen Spalt (14) beabstandet von der Oberseite (13) des zu kühlenden Gehäuses (1) geordnet ist und diese Oberseite (13) zumindest teilweise überdeckt,
- das Lüftergehäuse (11) an einer Unterseite (15) eine Lufteinlassöffnung (10) aufweist, welche gegenüber der Oberseite (13) des zu kühlenden Gehäuses (1) geordnet ist, die Luft über den Spalt (14) zwischen beiden Gehäusen (4, 1) ansaugt,
- das Lüftergehäuse (11) einen seitlichen Luftaustritt (6) aufweist, der Luft in den seitlichen Strömungskanal (8) von oben nach unten einbläst,
- der zumindest eine Elektronikbaustein (2, 3) an einer gekühlten Seitenwand (9) angeordnet ist.

2. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach An-

spruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der effektive Einlassquerschnitt der Spaltgeometrie der Lüfter-/Gehäuse-Anordnung (4, 1) größer oder gleich dem effektiven Einlassquerschnitt (16) der Lufteinlassöffnung (10) ist.

3. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Spaltbreite (17) unter Berücksichtigung des Arbeitspunktes der Lüftereinheit (4) und der effektiven Strömungscharakteristik in Lüftergehäuse (11) und abgeschlossenem seitlichen Strömungskanal (8) derart bemessen ist, dass in dem Spalt (14) eine die obere Gehäuseoberfläche (18), insbesondere praktisch die gesamte obere Gehäuseoberfläche (18), effektiv kühlende Kühlluftströmung (5) resultiert.

4. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Luftstrom (7) durch den seitlichen Strömungskanal (8) entgegen der natürlichen Konvektionsrichtung vertikal abwärts (12) gerichtet ist.

5. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) eine Antriebsreglerelektronik enthält.

6. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein außen an dem Gehäuse (1) angebrachter Bremswiderstand (19) derart in dem seitlichen Strömungskanal (8) angeordnet ist, dass dieser von dem entsprechenden Luftstrom (7) umströmt wird.

7. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremswiderstand (19) in ein Aluminium-Gehäuse (20), vorzugsweise aus einem Strangpressprofil, eingefasst ist.

8. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminium-Gehäuse (20) praktisch in der lokalen Umströmungsrichtung verlaufende Kühlrippen (44) hat.

9. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im oberen Bereich (22) des Innenraumes (21) des Gehäuses (1) an derjenigen Seitenwand (9), über die der seitliche Luftstrom (7) durch den seitlichen Strömungskanal (8) geführt ist, Kondensatoren (3), insbesondere Kondensatoren (3) zur Stützung eines Gleichspannungszwischenkreises, sitzen.

10. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensatoren (3) im oberen Drittel der Höhe des Gehäuses sitzen.

11. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in einer vorbestimmten, fluchtenden Relativstellung (Montagestellung) von Luftaustritt des Lüftergehäuses (**11**) in den seitlichen Strömungskanal (**8**) und Lufteinlass (**26**) des seitlichen Strömungskanals (**8**) einfach zugängliche und zu lösende und zu befestigende Befestigungspaarungen (**27**) zur Verbindung und/oder formschlüssigen, relativen Fixierung von Lüftergehäuse (**11**) und Gehäuse (**1**) vorgesehen sind.

12. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine lange Schraube (**27**) vorgesehen ist, deren Schaft (**29**) praktisch die gesamte Höhe (**32**) des Lüftergehäuses (**11**) vertikal durchgreift und in korrespondierende Befestigungs-Gewindelöcher des Gehäuses (**1**) und/oder eines Kühlkörpers (**33**) einzuschrauben ist, so dass das Lüftergehäuse (**11**) an dem Gehäuse (**1**) befestigt ist.

13. Aktiv außengekühltes Gehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Stecker (**34**)-Buchsen (**35**)-Kombination zum elektrischen Anschluss der Lüftereinheit (**4**) derart dimensioniert ist, dass ein vorbestimmter Abstand (**17**) zwischen Gehäuseoberseite (**13**) und Lüftergehäuseunterseite eingehalten ist und/oder die Stecker/Buchsen-Kombination (**34, 35**) eine Abstützfunktion des Lüftergehäuses (**11**) gegenüber der Oberseite des Gehäuses (**1**) hat.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

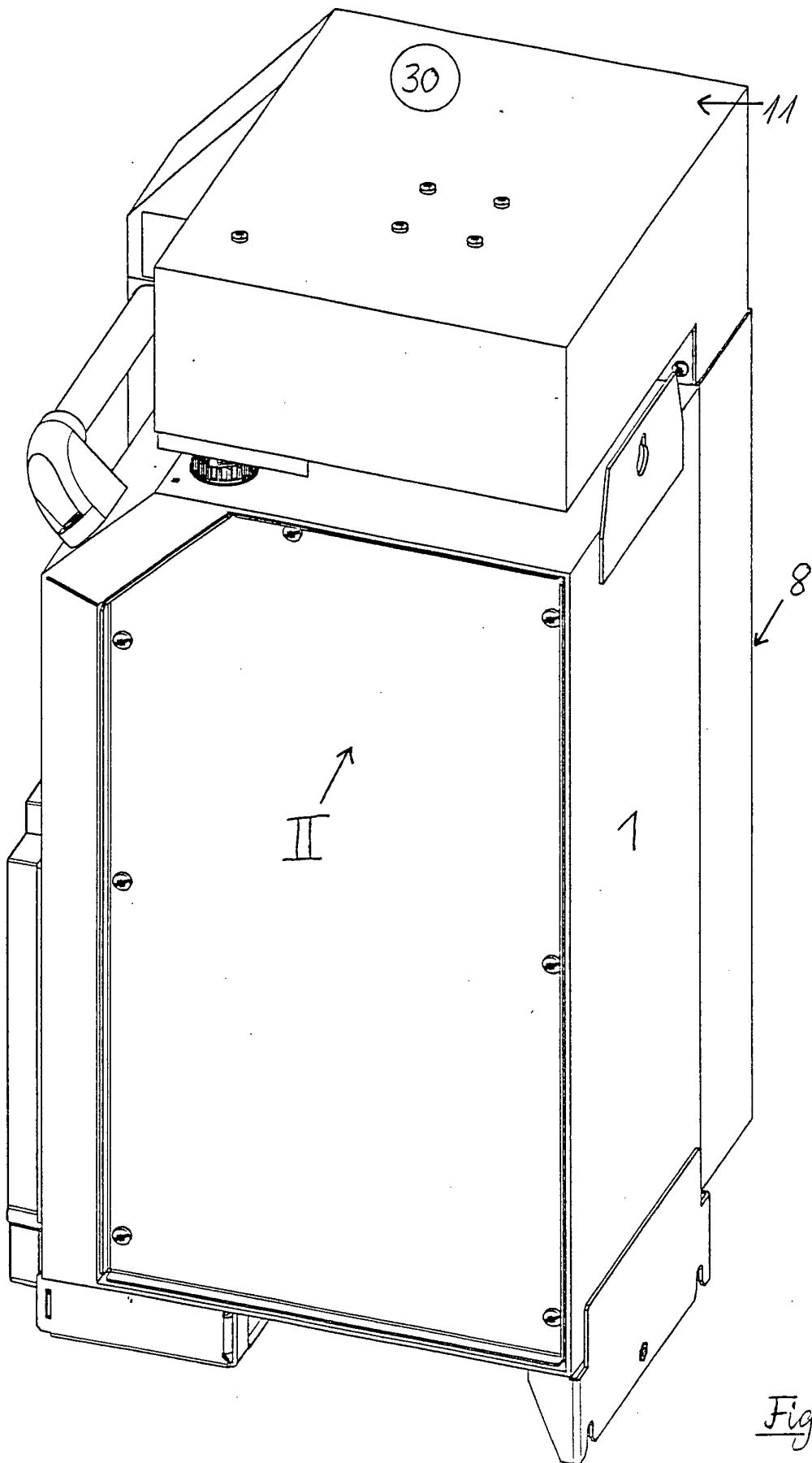


Fig. 1

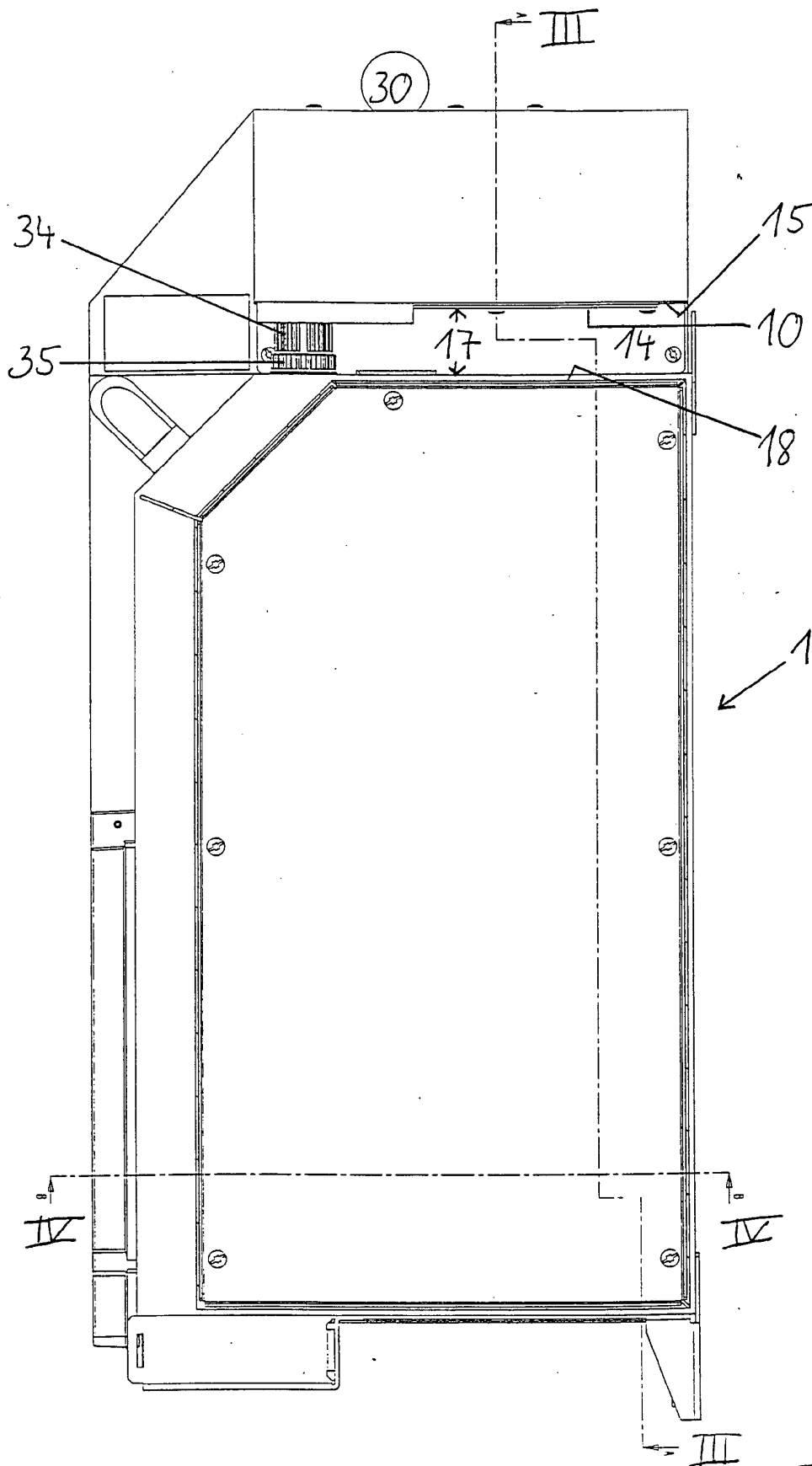
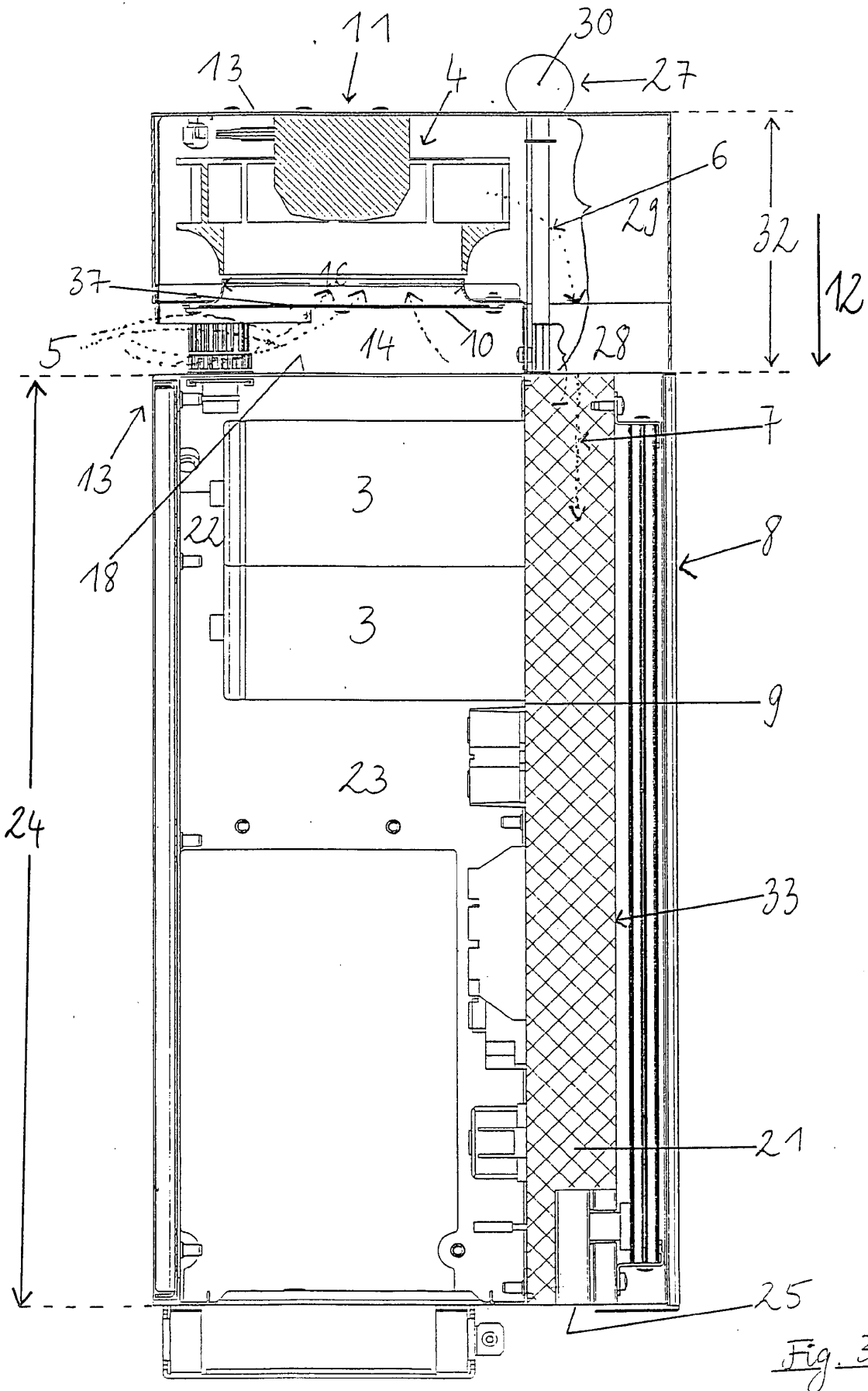


Fig. 2



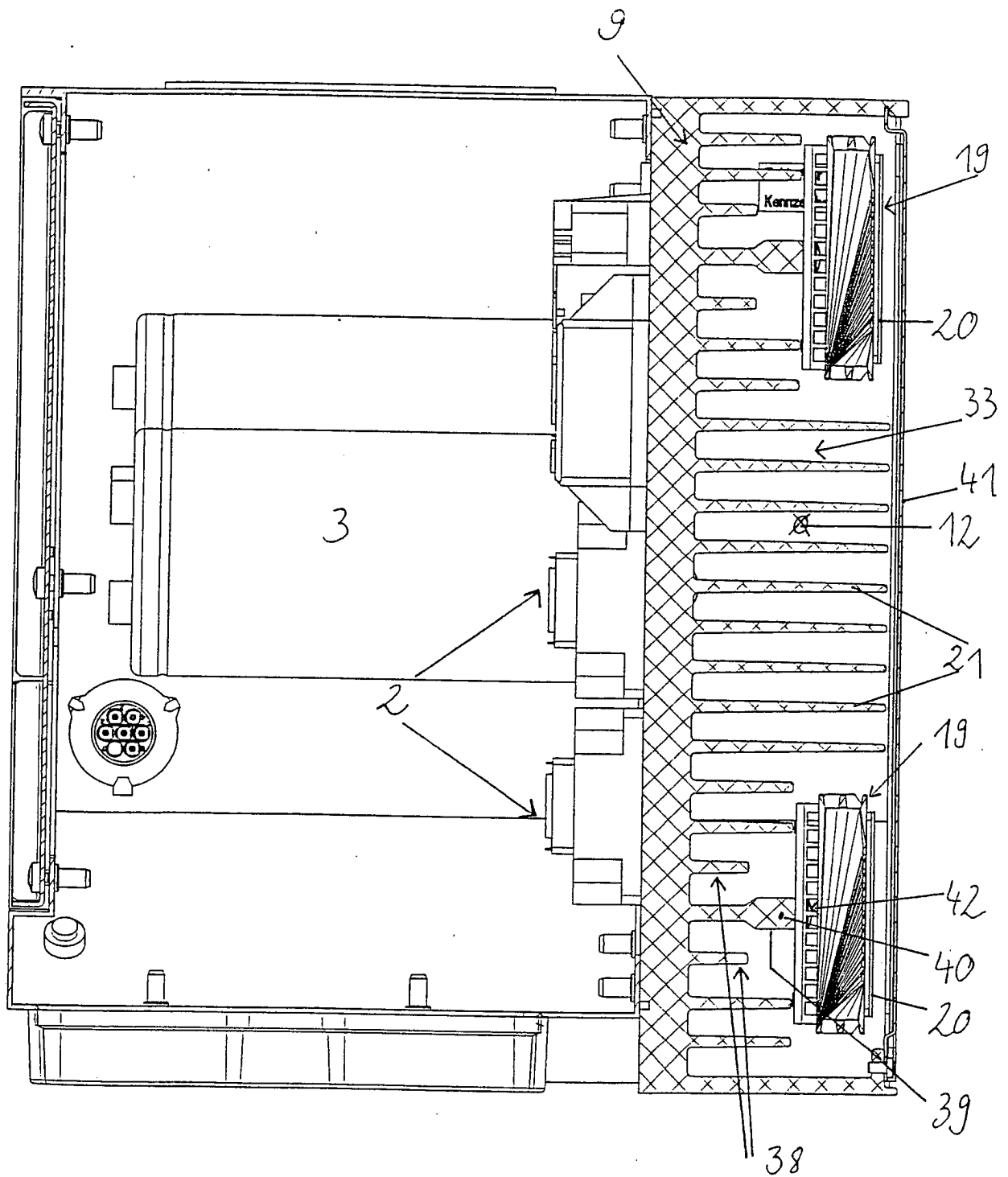


Fig. 4