

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. Dezember 2019 (19.12.2019)

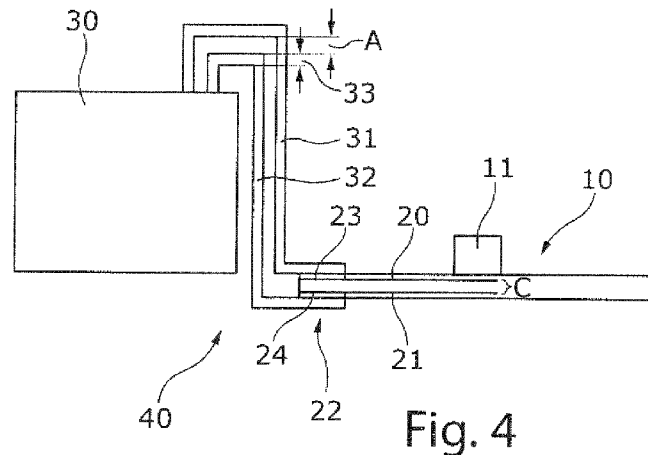


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/238544 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: 20 2018 107 226.9  
H05K 1/02 (2006.01) 18. Dezember 2018 (18.12.2018) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/064895 (71) Anmelder: TRUMPF HÜTTINGER GMBH + CO. KG  
[DE/DE]; Bötzing Strasse 80, 79111 Freiburg (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 06. Juni 2019 (06.06.2019) (72) Erfinder: DEHN, Johannes; Giersbergweg 17, 79117  
Freiburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: TRUMPF PATENTABTEILUNG; TRUMPF  
GmbH & Co. KG, TH501 Patente und Lizenzen, Jo-  
hann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 209 371.7 12. Juni 2018 (12.06.2018) DE  
20 2018 107 223.4 18. Dezember 2018 (18.12.2018) DE  
20 2018 107 224.2 18. Dezember 2018 (18.12.2018) DE

(54) Title: PRINTED CIRCUIT BOARD, TRANSFORMER AND ARRAY HAVING A PRINTED CIRCUIT BOARD OR TRANSFORMER

(54) Bezeichnung: LEITERKARTE, TRANSFORMATOR UND ANORDNUNG MIT EINER LEITERKARTE ODER TRANSFORMATOR



(57) Abstract: Disclosed is a printed circuit board comprising an A.C. component connected via a first line and a second line to a terminal array, wherein at least segments of the first and the second line are parallel to each other and the lines are spaced apart in a direction of height of the printed circuit board, and the terminal array has a first terminal electrically conductively connected to the first line and a second terminal electrically conductively connected to the second line, which are spaced apart in a direction of height of the printed circuit card, one of the terminals being disposed on an upper side and one of the terminals being disposed on a lower side of the printed circuit board. The terminals are configured for contacting two parallel strip conductor segments, and the terminals are further configured in such a way that the strip conductor segments can be connected to the terminals in such a way that the ratio of the distance between the strip conductor segments at the terminals to the distance between the lines is less than ten.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Leiterkarte, die eine Wechselstromkomponente aufweist, welche über eine erste Leitung und eine zweite Leitung mit einer Anschlussanordnung verbunden ist, wobei die erste und die zweite Leitung zumindest abschnittsweise parallel verlaufen und in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind, und die Anschlussanordnung einen mit der ersten Leitung elektrisch leitend verbundenen ersten Anschluss und einen mit der zweiten Leitung elektrisch leitend verbundenen zweiten Anschluss aufweist, die in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind, ist einer der Anschlüsse an einer Oberseite und einer der Anschlüsse an einer Unterseite der Leiterkarte angeordnet ist. Die Anschlüsse sind ausgelegt zur Kontaktierung mit zwei parallel geführten Bandleiterabschnitten, und die Anschlüsse sind derart ausgelegt, dass die Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen so anschließbar sind,



WO 2019/238544 A2

KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

**Leiterkarte, Transformator und Anordnung mit einer  
Leiterkarte oder Transformator**

5

Die Erfindung betrifft eine Leiterkarte, die eine Wechselstromkomponente aufweist, welche über eine erste Leitung und über eine zweite Leitung mit einer Anschlussanordnung verbunden ist, wobei die erste und die zweite Leitung zumindest abschnittsweise parallel verlaufen und in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind, und die Anschlussanordnung einen mit der ersten Leitung elektrisch leitend verbundenen ersten Anschluss und einen mit der zweiten Leitung elektrisch leitend verbundenen zweiten Anschluss aufweist, die in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind.

10

15

Zudem betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend eine erfindungsgemäße Leiterkarte und einen an diese angeschlossenen Bandleiter.

20

Weiterhin betrifft die Erfindung einen Transformator mit einer ersten und einer zweiten Wicklung, wobei zumindest eine Wicklung als Bandwicklung aus einem Bandleiter ausgebildet ist.

Zudem betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend eine erfindungsgemäße Leiterkarte und einen erfindungsgemäßen Transformator.

5 Auch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Leiterkarte, eines erfindungsgemäßen Transformators und/oder einer erfindungsgemäßen Anordnung zum Führen eines Wechselstroms fällt in den Rahmen der Erfindung.

10 In Geräten, in denen hohe Ströme im Mittelfrequenzbereich geführt werden, muss darauf geachtet werden, den Strom möglichst verlustarm über eine Leiterkarte und Verbindungsstellen bzw. Anschlussstellen der Leiterkarte zu führen. Dabei wurde in der Vergangenheit vor allem Wert auf Leitungen mit möglichst dickem Querschnitt gelegt und wurden Verbindungselemente eingesetzt, wie sie im niederfrequenten Bereich von 0 bis 100 Hz üblicherweise verwendet werden. Es  
15 hat sich gezeigt, dass sich mit solchen Komponenten und Anordnungen Verluste nur bis zu einem gewissen Grad reduzieren lassen und weitere neue Maßnahmen notwendig sind, um die Verluste weiter zu reduzieren.

20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Möglichkeit zu schaffen, eine Leiterkarte mit einer Wechselstromkomponente, einen Transformator und eine oben beschriebene Anordnung möglichst verlustarm betreiben zu können.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung durch eine Leiterkarte, die eine Wechselstromkomponente aufweist, welche über eine erste  
25 Leitung und eine zweite Leitung mit einer Anschlussanordnung verbunden ist, wobei die erste und die zweite Leitung zumindest abschnittsweise parallel verlaufen und in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind. Die Anschlussanordnung weist einen mit der ersten Leitung elektrisch leitend verbundenen ersten Anschluss und einen mit der zweiten Leitung elektrisch leitend verbundenen  
30 zweiten Anschluss auf, die in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind. Einer der Anschlüsse ist in einer ersten Lage, insbesondere an einer Oberseite, und einer der Anschlüsse ist in einer zweiten Lage, insbesondere an einer Unterseite, der Leiterkarte angeordnet. Dabei sind die Anschlüsse ausgelegt zur

Kontaktierung mit zwei parallel geführten Bandleiterabschnitten. Die Bandleiterabschnitte können dabei Abschnitte von einem oder mehreren Bandleitern sein. Die Bandleiterabschnitte können Anschlussenden eines Bandleiters oder von unterschiedlichen Bandleitern sein. Die Bandleiterabschnitte können in einer Höhenrichtung eines Bandleiters beabstandet angeordnet sein. Weiter sind dabei die Anschlüsse derart ausgelegt, dass die Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen so anschließbar sind, dass das Verhältnis des Abstands der Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen zum Abstand der Leitungen kleiner als zehn ist. Dabei kann insbesondere das Verhältnis des Abstands der Anschlüsse zum Abstand der Leitungen kleiner als zehn sein. Der Abstand zweier Anschlüsse, Leiter, Leiterabschnitte oder Leitungen bestimmt sich dabei durch den Abstand der jeweils gegenüberliegenden Oberflächen mit dem kürzesten Abstand. Die Anschlüsse können übereinander angeordnet sein. Außerdem können die Anschlüsse im Wesentlichen deckungsgleich angeordnet sein. Die Fläche, die durch den Abstand oder eine Verschiebung der Anschlüsse aufgespannt wird, kann dadurch verringert werden. Dies wiederum führt dazu, dass eine wirksame Induktivität reduziert wird und insbesondere ohne sprunghaften Übergang der Induktivität im Anschlussbereich realisiert werden kann. Weiter kann so der Abstand der an die Anschlüsse anschließbaren Bandleiterabschnitte ohne große Abstandsänderung in der Leiterkarte fortgeführt werden. Es wurde erkannt, dass gerade die im Anschlussbereich häufig besonders schwer reduzierbaren Verluste, die auf den Skin-Effekt und den Proximity-Effekt oder eine Kombination beider Effekte zurückgeführt werden, mit der beschriebenen Anordnung deutlich reduziert werden können. Unter Skin-Effekt wird in der Elektrotechnik ein Effekt verstanden, bei dem in von hochfrequentem Wechselstrom durchflossenen elektrischen Leitern die Stromdichte im Inneren eines Leiters niedriger ist als in äußeren Bereichen. Die Ursache für den Skin-Effekt ist, dass die in den Leiter eindringenden Wechselfelder aufgrund der hohen Leitfähigkeit des Materials schon vor dem Erreichen des Leiterinneren weitgehend gedämpft werden. Unter Proximity-Effekt wird in der Elektrotechnik der Anstieg des ohmschen Widerstands für mit Wechselstrom durchflossene benachbarte Leiter gegenüber einem mit dem gleichen mit Wechselstrom durchflossenen Einzelleiter verstanden. Als Ursache werden inhomogene Stromdichte und Wirbelstromverluste gesehen, die aber auch bei parallel

geführten Leitern auftreten können. Er wird üblicherweise an Wicklungen von Transformatorkernen beschrieben. Nach den hier gemachten Erkenntnissen kann er aber auch eine signifikante Rolle bei den Verlusten verursacht durch die Ausgestaltung der Anschlüsse auf der Leiterkarte spielen. Folglich treten geringere  
5 Verluste auf als in dem bisher üblichen Fall, in dem Anschlüsse auf derselben Leiterkartenseite in Breitenrichtung der Leiterkarte nebeneinander angeordnet werden.

Vorteilhafterweise sind die Anschlüsse derart ausgelegt, dass das Verhältnis des  
10 Abstands der Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen zum Abstand der Leitungen kleiner als fünf, besonders vorteilhaft kleiner als drei, insbesondere kleiner als zwei, insbesondere kleiner als 1,2 ist.

Vorteilhafterweise ist das Verhältnis des Abstands der Anschlüsse zum Abstand  
15 der Leitungen kleiner als zwei. Besonders vorteilhaft ist das Verhältnis des Abstands der Anschlüsse zum Abstand der Leitungen kleiner als 1,2. Je näher das Verhältnis der Abstände an eins liegt, umso besser lassen sich Verluste reduzieren.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend eine erfindungsgemäße Leiterkarte und zumindest einen Bandleiter, wobei zumindest zwei Anschlussenden des Bandleiters oder der Bandleiter abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet angeordnet sind und an die Anschlüsse der Leiterkarte angeschlossen sind.  
20

Bei der Wechselstromkomponente der Leiterkarte kann es sich beispielsweise um eine Wechselstromquelle oder eine Wechselstromsenke handeln. Insbesondere kann es sich um einen Transformator oder einen Wechselrichter handeln. Der Wechselrichter kann ausgelegt sein, Ströme im Frequenzbereich 5 kHz bis 200  
30 kHz, insbesondere im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 kHz, vorzugsweise im Frequenzbereich 20 kHz bis 70 kHz zu führen. Es wurde erkannt, dass bereits in diesem Bereich die Verluste verursacht durch den Skineneffekt sehr groß sein können. Es wurde zudem erkannt, dass die Verluste verursacht durch den Proximity-

Effekt gerade in diesem Frequenzbereich durch die Anordnung deutlich reduziert werden können. Außerdem kann der Wechselrichter ausgerichtet sein, einen mittleren Strom größer 10 A, insbesondere größer 20 A, vorzugsweise größer 50 A, ganz bevorzugt größer 100 A zu führen. Die Begrenzung der Verluste ist bei diesen Stromstärken besonders wichtig, da die Hitzeentwicklung ohnehin schon relativ groß ist.

Wie zuvor schon erwähnt, können der erste und der zweite Anschluss jeweils zur elektrischen Verbindung mit einem Bandleiter bzw. Bandleiterabschnitt ausgebildet sein. Mit einem Bandleiter ist in dieser gesamten Offenbarung stets ein Leiter gemeint, dessen Querschnitt in einer Richtung größer (breiter) ist als in der dazu senkrechten Richtung, insbesondere mehr als 2mal größer (breiter), insbesondere mehr als 5mal größer (breiter), insbesondere mehr als 10mal größer (breiter). Ein Bandleiter für die beschriebene Anordnung kann z.B. 0,5 mm bis 2 mm dick sein und 0,5 cm bis 5 cm breit sein. Ein Bandleiter kann aus starrem Material, beispielsweise, Kupfer, Aluminium oder anderen elektrisch leitenden Materialien aufgebaut sein, er kann aber auch aus flexiblem Material also z.B. aus einem Drahtgeflecht zuvor genannter Materialien, das zu einem Band geformt ist, aufgebaut sein. Insbesondere können die Anschlüsse ausgebildet sein, mit einer elektrischen Komponente verbunden zu werden, die einen Bandleiter aufweist. Die Anschlüsse können ausgebildet sein, einen Bandleiter auf seiner vollen Breite, insbesondere flächig, zu kontaktieren. Dadurch kann die Induktivität reduziert werden. Insbesondere können die Anschlüsse so ausgelegt sein, dass sich der Abstand der Leitungen auf der Leiterkarte und der Abstand der zugeführten Bandleiterabschnitte um nicht mehr als die Dicke beider Leitungen der Leiterkarte unterscheiden.

Dabei können zumindest einer, insbesondere beide die Anschlüsse flächig, insbesondere als Anschlussflächen, ausgebildet sein. Dies erleichtert die Kontaktierung von Bandleitern und kann die Verluste durch den niedrigen Übergangswiderstand weiter reduzieren.

Die Anschlüsse können eine Breite aufweisen, die 80% bis 120% der Breite des jeweils damit verbundenen Leiters entspricht. Somit können die Anschlüsse im Wesentlichen dieselbe Breite aufweisen, wie die damit verbundenen Leiter. Auch auf diese Weise kann die aufgespannte Fläche sehr klein gehalten und dadurch die Induktivität auch klein gehalten werden, was wiederum Verluste verringert.

Der erste und der zweite Leiter können als Leiterbahn ausgebildet sein. Eine Leiterbahn kann eine Kupfer-Leiterbahn auf einer gedruckten Leiterkarte (PCB) sein. Sie kann eine Dicke größer 30  $\mu\text{m}$  aufweisen. Sie kann eine Breite größer 0,5 cm aufweisen. Dabei kann die Leiterkarte als mehrlagige Leiterkarte ausgebildet sein und die Leiter und/oder Leiterbahnen können in unterschiedlichen Lagen der Leiterkarte angeordnet sein. Insbesondere können der erste und der zweite Leiter jeweils in einer Innenlage der Leiterkarte angeordnet sein. Eine Verbindung der Leiter zu den jeweiligen zugeordneten Anschlüssen kann dabei mittels Durchkontaktierungen erfolgen. Die Anschlüsse können somit in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet zum jeweiligen Leiter parallel zu diesem angeordnet sein.

Die Leiterkarte kann, insbesondere im Bereich der Anschlussanordnung, eine Durchgangsöffnung zur Durchführung eines Leiters, insbesondere eines Anschlussendes eines Bandleiters, aufweisen. Dies kann insbesondere vorteilhaft sein, wenn die Wechselstromkomponente als Transformator ausgebildet ist. Somit kann ein Anschlussende des Transformators von einer Oberseite der Leiterkarte durch die Leiterkarte hindurch zu einem Anschluss an der Unterseite der Leiterkarte geführt werden.

Die Durchgangsöffnung kann so nah an der Anschlussanordnung angeordnet sein, dass der durch die Durchgangsöffnung geführte Leiter, insbesondere Anschlussende, äquidistant zu dem zweiten Leiter, insbesondere Anschlussende, geführt werden kann, der ohne durch die Durchgangsöffnung geführt zu werden an die Anschlussanordnung kontaktierbar ist.

In den Rahmen der Erfindung fällt außerdem ein Transformator mit einer ersten und einer zweiten Wicklung, wobei zumindest eine Wicklung als Bandwicklung aus einem Bandleiter ausgebildet ist, wobei die Anschlussenden des Bandleiters abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet  
5 angeordnet sind. Dabei gilt für die Ausgestaltung des Bandleiters die Beschreibung zuvor. Transformatoren, die eine Bandwicklung aus einem Bandleiter aufweisen, sind besonders geeignet, hohe Ströme zu führen. Verluste können dabei bei hohen Frequenzen und hohen Strömen in den Zuleitungen bzw. in den Anschlussenden der Transformatoren entstehen. Wenn nun die Anschlussenden zu-  
10 mindest abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet angeordnet werden, so wird der Strom in den Anschlussenden bifilar geführt. Unter bifilarer Stromführung versteht man in der Elektrotechnik die Führung von entgegengesetzt fließendem Strom, insbesondere Wechselstrom, in zwei benachbarten Leitern, bei der die Leitungen so nah geführt werden, dass  
15 sich die magnetischen Felder, die jeweils durch den Stromfluss erzeugt werden, gegenseitig aufheben oder zumindest deutlich reduzieren. Dies führt zu einer reduzierten Induktivität und dadurch reduzierten Verlusten.

Der Transformator kann eine dritte Wicklung aufweisen. Die dritte Wicklung kann  
20 ebenfalls als Bandwicklung aus einem weiteren Bandleiter ausgebildet sein. Das kann die Verluste weiter reduzieren. Die Anschlussenden des weiteren Bandleiters können ebenfalls abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet angeordnet sein.

Die Anschlussenden können zumindest teilweise überdeckend angeordnet sein. Vorzugsweise sind sie zumindest weitestgehend deckungsgleich angeordnet. Eine weitestgehend deckungsgleiche Anordnung wird bei Überdeckung von mehr als 75% der Fläche erkannt. Dadurch kann die aufgespannte Fläche klein gehalten werden, wodurch auch die Induktivität verringert wird.

30

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend eine erfindungsgemäße Leiterkarte und einen erfindungsgemäßen Transformator, wobei jedes Anschlussende des Bandleiters mit jeweils einem der Anschlüsse der Leiterkarte

elektrisch leitend verbunden ist. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Anschlüsse auf der Leiterkarte und der Anschlussenden des Transformators entsteht eine elektrisch leitende Verbindung zwischen Transformator und Leiterkarte, die besonders induktionsarm ausgebildet ist. Somit können bei hohen Strömen Verluste reduziert werden.

Sowohl der Bandleiter, als auch der erste und der zweite Leiter können ausgelegt sein, einen Strom größer 20 A bei einer Frequenz größer 1 kHz zu führen.

Weist der Transformator mehrere Bandleiter auf, so kann jedes Anschlussende der Bandleiter mit einem der Anschlüsse der Leiterkarte elektrisch leitend verbunden sein.

Eine weitere Reduktion der Verluste ergibt sich, wenn zumindest ein Anschlussende, insbesondere beide Anschlussenden, mittels einer mit oder ohne Werkzeugen arretierbaren, insbesondere auch zerstörungsfrei lösbaren, Verbindungsvorrichtung, insbesondere bolzenartigen Verbindungsvorrichtung, insbesondere Schraube, insbesondere einer isolierten Schraube, mit der Leiterkarte mechanisch verbunden sind. Insbesondere kann eine Schraube mit einer Isolierhülse zur mechanischen Verbindung von zwei Anschlussenden mit der Leiterkarte verwendet werden. Somit ist auch die Verbindung zwischen Leiterkarte und Transformator bifilar ausgeführt. Damit können hohe Ströme, beispielsweise eines Batteriespannungswechselrichters, verlustarm geführt werden. Die Kontaktierung bleibt zudem zuverlässig und langlebig niederohmig und damit verlustarm. Eine solche Verbindungsvorrichtung kann zusätzlich zur mechanischen Verbindung der Leiterkarte mit einem Gehäuse genutzt werden oder zur Kontaktierung von weiteren Verbindungen, insbesondere Kabeln, z.B. von Messsensoren. Eine solche Verbindungsvorrichtung kann zu Testzwecken und bei Inbetriebnahme oder zum Tausch von defekten Teilen gelöst und wieder befestigt werden.

Zumindest ein Anschlussende kann mittels einer Durchkontaktierung elektrisch leitend mit einem Anschluss der Leiterkarte verbunden sein. Insbesondere kann das Anschlussende eingelötet sein, z.B. mittels Zinn oder Zink. Alternativ oder

zusätzlich kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Anschlussende mit einem Anschluss an der Oberseite oder der Unterseite der Leiterkarte verlötet ist.

Es können beide Anschlussenden in der gleichen Weise elektrisch und mecha-  
5 nisch mit der Leiterkarte oder auf unterschiedliche Weise verbunden sein. Bei-  
spielsweise können beide Anschlussenden mittels einer Verbindungsvorrichtung,  
insbesondere Schraube, in elektrischem Kontakt zum zugeordneten Anschluss  
gehalten werden und auch durch die Verbindungsvorrichtung, insbesondere  
10 Schraube, an der Leiterkarte festgelegt werden. Es ist auch denkbar, dass eines  
der Anschlussenden mittels einer Verbindungsvorrichtung, insbesondere  
Schraube, in elektrischem Kontakt zum zugeordneten Anschluss gehalten wird  
und auch durch die Verbindungsvorrichtung, insbesondere Schraube, an der Lei-  
terkarte festgelegt ist und das andere Anschlussende flächig mit einem Anschluss  
15 verlötet ist oder in einer Durchkontaktierung verlötet ist. Es ist auch denkbar,  
dass beide Anschlussenden flächig mit zugeordneten Anschlüssen der Leiterkarte  
verlötet sind oder beide Anschlussenden in Durchkontaktierungen verlötet sind  
oder ein Anschlussende flächig verlötet ist und ein Anschlussende in einer Durch-  
kontaktierung verlötet ist. Die Kontaktierung bleibt so zuverlässig und langlebig  
niederohmig und damit verlustarm.

20

Sowohl die Anschlussenden, als auch die Leiter können unterbrechungsfrei bifilar  
geführt sein. So ergibt sich eine besonders induktionsarm ausgeführte Anord-  
nung.

25

Der Transformator kann auf der Leiterkarte angeordnet sein und die Anschluss-  
enden können mit der Anschlussanordnung elektrisch leitend verbunden sein. Al-  
ternativ kann der Transformator extern zur Leiterplatte angeordnet sein. Insbe-  
sondere kann der Transformator auf einer weiteren Leiterkarte angeordnet sein.

30

Die Anordnung kann eine erste Leiterkarte und eine zweite Leiterkarte mit zu-  
mindest einem Transformator aufweisen und ein Anschluss der ersten Leiterkarte  
kann mit einem Anschluss der zweiten Leiterkarte durch einen flächigen Leiter  
elektrisch leitend verbunden sein. Der flächige Leiter ist dabei vorzugsweise

breiter als dick. Die Höhe oder Dicke des Leiters ist vorzugsweise geringer als die Höhe oder Dicke der Leiterkarten. Der Leiter kann als Blechstreifen, insbesondere als Kupferblechstreifen, ausgebildet sein. Zur elektrischen Verbindung von Anschlüssen an der Oberseite und Anschlüssen an der Unterseite der Leiterkarten können zwei parallel verlaufende Leiter vorgesehen sein. Dadurch ergibt sich eine bifilare Ausgestaltung der elektrischen Verbindung der Anschlüsse der Leiterkarten.

Erfindungsgemäß ist auch eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Leiterkarte, eines erfindungsgemäßen Transformators oder einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Führung von Wechselstrom, insbesondere im Frequenzbereich 5 kHz bis 200 kHz, vorzugsweise im Bereich 10 kHz bis 100 kHz, besonders bevorzugt im Bereich 20 kHz bis 70 kHz und einem mittleren Wechselstrom größer 10 A, vorzugsweise größer 20 A, weiter bevorzugt größer 50 A, ganz besonders bevorzugt größer 100 A, in den Leitungen und/oder dem Bandleiter über die Anschlüsse der Leiterkarte vorgesehen.

Insbesondere können die erfindungsgemäßen Gegenstände zur Ladung und Entladung von Batterien, insbesondere Redox-Flow-Batterien, vorzugsweise Chromvanadium-Redox-Flow-Batterien, verwendet werden. Für solche Anwendungen müssen relativ hohe Ströme besonders verlustarm umgewandelt werden. dazu sind Wechselstromquellen, und -senken erforderlich die z.B. bidirektionale Gleichstrom-Wechselstromwandlungsvorrichtungen zur Ladung und Entladung externer Energiespeicher aufweisen können. In dem angegebenen Frequenzbereich kann dabei ein guter Kompromiss zwischen besonders verlustarmem Betrieb, insbesondere in einem oder mehreren Transformatoren, und nicht zu teuren Komponenten, insbesondere bei der Gleichstrom-Wechselstromwandlungsvorrichtung, erzielt werden. Dies hat jedoch auch den Nachteil, dass die hohen Ströme (> 10 A, > 20A, > 100A) in diesem Frequenzbereich an vielen Stellen zu Störungen und Verlusten führen. Nach vielen Berechnungen und Versuchen wurde erkannt, dass die beschriebene Anordnung besonders vorteilhaft einsetzbar ist in den beschriebenen Anwendungsfeldern.

Es wurde zudem erkannt, dass mit den offenbarten Anordnungen und Verwendungen die elektromagnetischen Störungen reduziert werden können. Elektromagnetische Störungen stellen bei allen elektrischen Geräten, die mit Frequenzen oberhalb von 9 kHz arbeiten, eine vor allem für alle telekommunikativen Funkverbindungen unerwünschte Belästigung dar. Die maximal erlaubten Störpegel sind deswegen in den meisten Ländern gesetzlich festgelegt. Zudem können solche Störungen auch externe an die elektrischen Anordnungen angeschlossene andere elektrische Geräte stören. Bei der Verwendung als Lade- Entladegerät für Batterien kann dies besonders schädlich sein, weil solche Systeme häufig in unmittelbarer Nähe zu und insbesondere für solche Funkanlagen eingesetzt werden. Zudem können solche Störungen auch zu Problemen bei der Messung von Regelgrößen führen und die Regelgenauigkeit negativ beeinflussen. Letztendlich können solche Störungen auch ungenaue Schaltzeiten der Wechselstrom- und/oder Gleichstromwandler hervorrufen und so die Verluste erhöhen. Die Reduzierung der Störpegel kann durch Abschirmung der elektrischen Anordnungen z.B. mit aufwändig elektrisch und magnetisch abgedichteten Gehäusen und z.B. Federkontakten erfolgen. Zusätzlich sind häufig auch Filter an elektrischen Schnittstellen notwendig. Diese Maßnahmen müssen umso intensiver und teurer ausgelegt werden, je mehr Störungen in den elektrischen Anordnungen erzeugt werden und je höher deren Pegel sind. Es ist daher besonders vorteilhaft die Erzeugung solcher elektromagnetischen Störungen zu verringern. Dies konnte mit den beschriebenen Anordnungen in besonders hohem Maße realisiert werden. Auch hier wirken sich die beschriebenen Anordnungen sehr vorteilhaft aus.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in der schematischen Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend mit Bezug zu den Figuren der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

- 5  
Fig. 1 eine Draufsicht auf eine schematisch dargestellte Leiterkarte;
- Fig. 2 eine Lage der Leiterkarte gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 eine stark schematisierte Darstellung eines Transformators;
- 10 Fig. 4 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Anordnung;
- Fig. 5 eine Seitenansicht eines auf einer Leiterkarte angeordneten Transformators;
- 15 Fig. 6 eine Draufsicht auf eine Anordnung mit zwei Leiterkarten;
- Fig. 7 eine erste Möglichkeit, Anschlussenden mit Anschlüssen einer Anschlussanordnung einer Leiterkarte zu verbinden;
- 20 Fig. 8 eine zweite Möglichkeit, Anschlussenden mit Anschlüssen einer Anschlussanordnung einer Leiterkarte zu verbinden;
- Fig. 9 eine erste teilweise Schnittdarstellung durch eine Leiterkarte mit Durchkontaktierungen;
- 25 Fig. 10 eine zweite teilweise Schnittdarstellung durch eine Leiterkarte;
- Fig. 11 eine dritte teilweise Schnittdarstellung durch eine Leiterkarte.

30

Die Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf eine schematisiert dargestellte Leiterkarte 10, die als mehrlagige Leiterkarte ausgebildet sein kann. Auf der Leiterkarte 10 ist eine Wechselstromkomponente 11 angeordnet, die im vorliegenden Fall als

Schaltbrücke mit vier schaltenden Elementen 12-15 ausgebildet ist. Anschlusspunkte der Schaltbrücke und damit der Wechselstromkomponente 11 sind über eine Leitung 16 an einem positiven DC-Anschluss 17 und über eine Leitung 18 an einen negativen DC-Anschluss 19 angeschlossen. Die Wechselstromkomponente 11 ist weiterhin über eine erste Leitung 20 und eine zweite Leitung 21 mit einer Anschlussanordnung 22 elektrisch leitend verbunden.

Die Anschlussanordnung 22 umfasst einen ersten Anschluss 23 an der Oberseite der Leiterkarte 10 und einen zweiten Anschluss an der Unterseite der Leiterkarte 10. Der zweite Anschluss ist in der gezeigten Darstellung nicht zu sehen. Der zweite Anschluss ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel deckungsgleich zum ersten Anschluss 23 an der Unterseite der Leiterkarte 10 angeordnet. Dies bedeutet, dass die Anschlüsse parallel zueinander angeordnet sind und in einer Höhenrichtung (senkrecht zur Zeichenebene) der Leiterkarte 10 zueinander beabstandet sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht der Abstand der Anschlüsse der Dicke der Leiterkarte.

Die Leiter 20, 21 können möglichst bifilar geführt sein, um möglichst geringe Streufelder zu erzeugen und eine möglichst geringe Induktivität zu realisieren. Insbesondere können Induktivitäten kleiner  $10 \mu\text{H}$  realisiert werden. Die erste und die zweite Leitung 20, 21 können in parallelen Ebenen der Leiterkarte 10 sich zumindest teilweise, vorzugsweise größtenteils deckungsgleich, geführt sein. Weiterhin können die Leiter 20, 21, die als Leiterbahnen ausgebildet sein können, einen möglichst großen Querschnitt aufweisen. Dadurch kann ein ohmscher Widerstand gering gehalten und können Verluste reduziert werden. Die Leiter 20, 21 können möglichst breit, insbesondere als breite Leiterbahn, ausgeführt sein. Insbesondere können sie nahezu die gesamte Breite der Leiterkarte 10 ausfüllen.

Die Figur 2 zeigt eine Lage der Leiterkarte 10. Insbesondere ist hier zu erkennen, dass die erste Leitung 20 sehr breit ausgebildet ist. Schematisch sind weiterhin die Elemente DC-Anschluss 17 und DC-Anschluss 19, Wechselstromkomponente 11 und Anschlussanordnung 22 dargestellt. Die DC-Anschlüsse 17, 19 können in einer Innenlage der Leiterkarte 10 angeordnet sein und somit möglichst

vollflächig ausgebildet sein. Die zweite Leitung 21 kann ebenfalls in einer weiteren, nicht dargestellten Innenlage der Leiterkarte 10 vorgesehen und im Wesentlichen deckungsgleich zur ersten Leitung 20 ausgebildet sein. Weiterhin können in weiteren nicht dargestellten Innenlagen der Leiterkarte 10 Steuerleitungen  
5 vorgesehen sein. Durchkontaktierungen von der in der Figur 2 gezeigten Lage, die eine Innenlage der Leiterkarte 10 darstellt, können die erste Leitung 20 mit weiteren Innenlagen und/oder einer Außenlage, insbesondere der Oberseite, der Leiterkarte 10, z. B. einer Bestückungsseite, verbinden. Die Durchkontaktierungen von einer anderen Innenlage, auf der sich die zweite Leitung 21 befindet,  
10 können die zweite Leitung 21 mit weiteren Innenlagen oder der anderen Außenlage der Leiterkarte 10, z. B. der Unterseite, der Leiterkarte verbinden. Insbesondere kann auf diese Art und Weise eine elektrisch leitende Verbindung zu dem zugeordneten Anschluss an der Unterseite der Leiterkarte hergestellt werden. Ebenfalls kann die erste Leitung 20 durch Durchkontaktierungen mit der zugeordneten Anschlussfläche auf der Oberseite der Leiterkarte 10 elektrisch verbunden  
15 werden. Die Durchkontaktierungen können dabei so ausgebildet sein, dass sie nicht durch alle Lagen gehen. Es werden dann sogenannte Sacklochbohrungen verwendet. Dadurch ergibt sich ein besonders induktionsarmer Aufbau und eine bifilare Ausführung der Leitungen 20, 21.

20 Die Figur 3 zeigt eine stark schematisierte Darstellung eines Transformators, der eine nicht zu sehende Primärwicklung und eine nicht zu sehende Sekundärwicklung aufweist. Zumindest eine der Wicklungen ist aus einem Bandleiter ausgebildet, von dem die Anschlussenden 31, 32 oder Bandleiterabschnitte dargestellt  
25 sind. Die Anschlussenden 31, 32 verlaufen abschnittsweise parallel. In einer Höhenrichtung 33 des die Anschlussenden 31, 32 aufweisenden Bandleiters sind die Anschlussenden 31, 32 zueinander beabstandet angeordnet. Insbesondere sind die Anschlussenden 31, 32 nicht in einer Breitenrichtung 34 nebeneinander oder parallel zueinander angeordnet. Die Anschlussenden 31, 32 sind sich zumindest teilweise überdeckend, vorzugsweise im Wesentlichen deckungsgleich, angeordnet, wodurch sich eine geringe Induktivität ergibt.  
30

Die Figur 4 zeigt eine Anordnung 40 mit einer Leiterkarte 10 und einem Transformator 30 in einer Seitenansicht. Hier ist zu erkennen, dass die Anschlussenden 31, 32 zumindest in Abschnitten parallel angeordnet sind. Insbesondere sind sie in einer Höhenrichtung 33 bzw. senkrecht zu einer Oberfläche eines der Anschlussenden 31, 32 beabstandet. Der Abstand A zwischen den Anschlussenden 31, 32 wird dabei über die gesamte Länge der Anschlussenden 31, 32, also von der Stelle, an der sie aus dem Transformator 30 heraus kommen, bis zum Kontakt mit der Leiterkarte 10 möglichst äquidistant und gering gehalten. Er kann zwischen 0,3 mm und 5 mm liegen. Weiterhin ist zu erkennen, dass das Anschlussende 31 die Leiterkarte 10 auf einer Oberseite und das Anschlussende 32 die Leiterkarte 10 an einer Unterseite elektrisch kontaktiert. Beide Anschlüsse sind hier so ausgelegt, dass jeweils eine flächige Kontaktierung erfolgt. Sämtliche elektrisch leitenden Flächen im Bereich der Anschlussanordnung 22 sind vorzugsweise parallel und sich überdeckend abgeordnet, um Induktivitäten zu reduzieren. Um eine möglichst großflächige Kontaktierung zu realisieren, sind die Anschlüsse der Leiterkarte 10 an der Oberseite und Unterseite der Leiterkarte 10 vorzugsweise flächig ausgebildet. Insbesondere können sie als Anschlussflächen ausgebildet sein. Der Abstand der Anschlussenden 31, 32 im Bereich der Leiterkarte 10 ist nur um die Dicke der Anschlüsse 23, 24 auf der Leiterkarte 10 größer als der Abstand der hier auf sich der Oberseite und Unterseite der Leiterkarte 10 angeordneten Leitungen 20, 21.

Bei der Ausführungsform einer Anordnung 50 gemäß der Fig. 5 ist der Transformator 30 (als Wechselstromkomponente) selbst auf der Leiterkarte 10 angeordnet. Das Anschlussende 31 ist mit einem Anschluss auf der Oberseite der Leiterkarte 10 verbunden, während das Anschlussende 32 mit einem Anschluss an der Unterseite der Leiterkarte elektrisch leitend verbunden ist. Dabei ist das Anschlussende 32 durch eine Durchgangsöffnung 35 in der Leiterkarte 10 geführt.

Eine weitere Ausführungsform einer Anordnung 60 ist in der Fig. 6 in einer Draufsicht gezeigt. Eine Leiterkarte 10 mit einer Wechselstromkomponente 11 weist hier nicht dargestellte erste und zweite Leitungen 20, 21 auf, die zu einer

Anschlussanordnung 22 mit Anschlüssen an der Oberseite und der Unterseite der Leiterkarte 10 führen, analog zur Fig. 1.

5 Eine weitere Leiterkarte 10.1 weist zwei Transformatoren 30 auf, die Anschluss-  
enden 31, 32 aufweisen, von denen in der Draufsicht nur die Anschlussenden 31  
zu sehen sind. Die Anschlussenden 31 sind elektrisch leitend mit Anschlüssen 23  
an der Oberseite der Leiterkarte 10.1 und die Anschlussenden 32 sind mit An-  
schlüssen an der Unterseite der Leiterkarte 10.1 elektrisch leitend verbunden.  
Dazu sind die Anschlussenden 32 analog zur Fig. 5 durch die Leiterkarte 10.1  
10 hindurch geführt. Die elektrisch leitende Verbindung von Anschlüssen der Leiter-  
karten 10.1, 10 ist durch flächige Leiter 37, die als Blechstreifen, insbesondere  
Kupferblech, ausgebildet sein können, realisiert. Dabei sind Anschlüsse 23 an der  
Oberseite der Leiterkarte 10.1 sowohl mit den Anschlussenden 31 als auch mit  
dem Leiter 37 elektrisch leitend verbunden. Der oder die Anschlüsse der An-  
15 schlussanordnung 22 der Leiterkarte 10 sind ebenfalls mit dem Leiter 37  
elektrisch leitend verbunden. Eine analoge Anordnung befindet sich an der Unter-  
seite der Leiterkarten 10.1, 10.

Es ist jeweils ein Leiter 37 an der Oberseite und der Unterseite der Leiterkarten  
20 10, 10.1 vorgesehen. Die elektrische Verbindung der Leiterkarten 10, 10.1 ist  
demnach bifilar ausgeführt.

Die Fig. 7 zeigt eine erste Möglichkeit, Anschlussenden 31, 32 mit Anschlüssen  
23, 24 einer Anschlussanordnung 22 einer Leiterkarte 10 elektrisch leitend und  
25 mechanisch zu verbinden. Die Anschlussenden 31, 32, die Leiterkarte 10 und die  
Anschlüsse 23, 24 weisen jeweils eine Durchgangsausnehmung 45 auf, durch die  
eine Verbindungsvorrichtung, insbesondere Schraube 25, gesteckt ist. Eine Mut-  
ter 26 ist auf die Schraube 25 aufgeschraubt. Zur elektrischen Isolierung der  
Schraube 25 und Mutter 26 gegenüber den Anschlussenden 31, 32 sind Isolier-  
30 scheiben 27, 28 vorgesehen. Durch gegenseitiges Verdrehen von Schraube 25  
und Mutter 26 können die Anschlussenden 31, 32 mit der Leiterkarte 10 ver-  
spannt werden. Um die Schraube 25 in der Durchgangsausnehmung zu

zentrieren können die Isolierscheiben 27, 28 hülsenartige Vorsprünge 29 aufweisen, die in die Durchgangsausnehmung ragen.

Die Anschlüsse 23, 24 weisen im Bereich der Durchgangsausnehmung 45 Aussparungen 41, 42 auf. Es ist daher nicht zu befürchten, dass eine Kontaktierung mit der Schraube 25 erfolgt.

Diese Aussparungen 41, 42 sind in der in der Fig. 8 gezeigten zweiten Möglichkeit, Anschlussenden 31, 32 mit Anschlüssen 23, 24 einer Anschlussanordnung 22 einer Leiterkarte 10 elektrisch leitend und mechanisch zu verbinden, nicht vorhanden. Daher ist eine die Schraube 25 umgebende Isolierhülse 46 vorgesehen, die verhindert, dass durch die Schraube 25 ein Kurzschluss zwischen den Anschlüssen 23, 24 und/oder den Anschlussenden 31, 32 erzeugt wird. Die Isolierhülse 46 kann einstückig mit der Isolierscheibe 28 ausgebildet sein.

Die Fig. 9 zeigt abschnittsweise eine Schnittdarstellung durch eine Variante einer Leiterkarte 10 bzw. 10.1. Die mehrlagige Leiterkarte 10 weist vier Metallisierungslagen 1 – 4 auf. Zwischen den Metallisierungslagen 1 – 4 sind isolierende Lagen 5, 6, 7 angeordnet, die aus Leiterkartenmaterial ausgebildet sind. Anschlussenden 31, 32 sind in Durchkontaktierungen 8 angeordnet und dort mittels Lötmasse 9 verlötet. Die Anschlussenden 31, 32 der Bandleiter sind hier nicht flächig, sondern lediglich auf ihrer vollen Breite mit den Anschlüssen 23, 24 verbunden. Auch so kann ein niederinduktiver Anschluss realisiert werden. So können elektrisch leitfähige Verbindungen zu einem Anschluss 23 an der Oberseite der Leiterkarte 10 und zu einem Anschluss 24 an der Unterseite der Leiterkarte 10 hergestellt werden. Zudem können die Metallisierungslagen 1 – 4 kontaktiert werden. Bei den Metallisierungslagen 2, 3 handelt es sich um innenlagen, in denen die Leiter 20, 21 angeordnet sein können. Das Verhältnis des Abstands A der Anschlussenden 31, 32 voneinander zum Abstand C der Leitungen 20, 21 voneinander ist hier kleiner als zehn. Die Anordnung in Fig. 9 kann verbessert werden, wenn die Durchkontaktierung 8 nicht durch alle Lagen 5-7 und Metallisierungslagen 1-4 geführt wird, sondern nur durch die Lage 5 und die Metallisierungslage 1 und 2. Die Metallisierungslagen 3 und 4 würden dann nicht

unterbrochen und der Stromfluss könnte ungehindert von dem Anschlussende 32 über die Metallisierungslagen 3 und 4 verlaufen. Das würde die Verluste weiter reduzieren.

5 Die Metallisierungslagen 1 – 4 können eine Höhe oder Dicke im Bereich 30-75 µm und die isolierenden Lagen können eine Dicke oder Höhe im Bereich 0,2-4 mm aufweisen.

Die Fig. 9 zeigt, wie zwei Metallisierungslagen 1 – 4 elektrisch leitend mit nur durch eine der isolierende Lagen 5 führende Durchkontaktierung verbunden werden können. Beispielsweise sind hier die Metallisierungslagen 1 und 2 über ein  
10 Sackloch 51, in dem elektrisch leitfähiges Material 52 angeordnet ist, verbunden.

Die Fig. 10 zeigt eine weitere Variante der Leiterkarte 10 in einer Schnittdarstellung. Im Unterschied zu der Variante der Fig. 9 ist das Anschlussende 31 mit dem Anschluss 3 flächig verlötet. Das hat gegenüber der Anordnung in Fig. 9 den  
15 Vorteil, dass ein Stromfluss vom Anschlussende 32 auf der Metallisierungslage 3 und 4 nicht durch die Durchkontaktierung 8 aus Fig. 9 gestört wird. Das Anschlussende 32 ist wie in der Fig. 9 in der Durchkontaktierung 8 verlötet. Die der Fig. 9 entsprechenden Elemente sind lediglich mit Bezugszeichen versehen. Das  
20 Verhältnis des Abstands der Anschlussenden 31, 32 voneinander zum Abstand der Leitungen 20, 21 voneinander ist hier kleiner als drei.

Eine weitere Variante der Leiterkarte 10 ist in einer Schnittdarstellung in der Fig. 11 gezeigt. Im Unterschied zur Variante der Fig. 10 ist das Anschlussende 31  
25 über eine Schraube 25 mit zugeordneter Mutter 26 in elektrisch leitendem Kontakt zum Anschluss 23 gehalten und an der Leiterkarte 10 festgelegt. Das Verhältnis des Abstands der Anschlussenden 31, 32 voneinander zum Abstand C der Leitungen 20, 21 voneinander ist hier ebenfalls kleiner als drei.

30 Die elektrischen und mechanischen Verbindungsvarianten zur Verbindung der Anschlussenden 31, 32, die in den Fig. 7 – 11 beschrieben wurden, können auch auf die Verbindung und Kontaktierung der Leiter 37 angewendet werden.

Außerdem können die in den Fig. 7 – 11 beschriebenen Varianten beliebig kombiniert und bei allen in den Fig. 1 – 6 beschriebene Anordnungen eingesetzt werden.

5 Auf die am 18.12.2018 angemeldete deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 20 2018 107 223 U1 mit dem Titel „Leistungswandlereinheit“ wird vollumfänglich Bezug genommen und deren Offenbarung zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht. Insbesondere wird die DE 20 2018 107 223 U1 durch Verweis einbezogen. Insbesondere können auch einzelne Merkmale aus DE 20 2018 107 223 U1  
10 die Leiterkarte, den Transformator oder die Anordnung aus beiden weiterbilden. So kann insbesondere die dort beschriebene niederspannungsseitige Leiterkartenanordnung (114) des Leistungswandlers (110) gemäß der hier beschriebenen Leiterkarte 10, der weiteren Leiterkarte 10.1 oder einer Kombination aus der Leiterkarte 10 und der weiteren Leiterkarte 10.1 ausgebildet sein. Zusätzlich oder  
15 alternativ kann die Wechselstromkomponente 11 der dort beschriebenen niederspannungsseitigen Wandlereinheit, insbesondere Brückenschaltung (140) zumindest zum Teil entsprechen. Zusätzlich oder alternativ kann der dort beschriebene Transformator (126) gemäß dem hier beschriebenen Transformator 30 ausgebildet, und insbesondere angeschlossen, sein. Insbesondere kann er die hier be-  
20 schriebene Bandwicklung mit Bandleiter und insbesondere auch die hier beschriebenen Bandleiterabschnitte aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann die Verwendung der Leiterkarte 10, 10.1, des Transformators 30 oder der Anordnung 40, 50, 60 umfassend eine oder mehrere Leiterkarte(n) 10, 10.1 und Transformator 30 zur Führung von Wechselstrom, und insbesondere zur Ladung und Ent-  
25 ladung von Batterien, mit dem dort beschriebenen Leistungswandler (110) erfolgen. Durch das kabellose Design können Störungen noch wirkungsvoller unterdrückt werden und die Leiterkarte, der Transformator und die Anordnung besonders zuverlässig und verlustarm betrieben werden.

30 Auf die am 18.12.2018 angemeldete deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 20 2018 107 224 U1 mit dem Titel „Leistungswandler zum bidirektionalen Wandeln von elektrischer Leistung“ wird vollumfänglich Bezug genommen und deren Offenbarung zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht. Insbesondere wird die

DE 20 2018 107 224 U1 durch Verweis einbezogen. Insbesondere können auch einzelne Merkmale aus DE 20 2018 107 224 U1 die Leiterkarte, den Transformator oder die Anordnung aus beiden weiterbilden. So können insbesondere die hier beschriebenen Leiterkarten 10, 10.1 oder eine Kombination derselben einen dort beschriebenen Leistungswandler (201) aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann die Wechselstromkomponente 11 eine dort beschriebene Brückenschaltung (210) aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann die Wechselstromkomponente 11 einen dort beschriebenen Resonanzkreis (232) aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann der dort beschriebene Transformator (234) gemäß dem hier beschriebenen Transformator 30 ausgebildet und, insbesondere wie dieser angeschlossen, sein. Insbesondere kann er die hier beschriebene Bandwicklung mit Bandleiter und insbesondere auch die hier beschriebenen Bandleiterabschnitte aufweisen. Insbesondere kann auch die Verwendung der hier beschriebenen Leiterkarte 10, 10.1, des Transformators 30 oder der Anordnung 40, 50, 60 umfassend eine oder mehrere Leiterkarte(n) 10, 10.1 und Transformator 30 zur Führung von Wechselstrom, und insbesondere zur Ladung und Entladung von Batterien, mit dem dort beschriebenen Leistungswandler (201) erfolgen. Durch die verbesserte Gleichtaktunterdrückung kann die Leiterkarte, der Transformator und die Anordnung besonders verlustarm betrieben werden.

Auf die am 18.12.2018 angemeldete deutsche Gebrauchsmusterschrift DE 20 2018 107 226 U1 mit dem Titel „Leiterkarte mit mehreren Datenleitungen“ wird vollumfänglich Bezug genommen und deren Offenbarung zum Inhalt dieser Anmeldung gemacht. Insbesondere wird die DE 20 2018 107 226 U1 durch Verweis einbezogen. Insbesondere können auch einzelne Merkmale aus DE 20 2018 107 226 U1 die Leiterkarte, den Transformator oder die Anordnung aus beiden weiterbilden. So kann insbesondere die dort beschriebene Leiterkartenanordnung (310) gemäß der hier beschriebenen Leiterkarte 10, der weiteren Leiterkarte 10.1 oder einer Kombination aus der Leiterkarte 10 und der weiteren Leiterkarte 10.1 ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Wechselstromkomponente 11 die dort beschriebenen Leistungshalbleiterbauelemente (324) aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann die Verwendung der Leiterkarte 10, 10.1 oder der Anordnung 40, 50, 60 umfassend eine oder mehrere

Leiterkarte(n) 10, 10.1 und Transformator 30 zur Führung von Wechselstrom, und insbesondere zur Ladung und Entladung von Batterien, mit der dort beschriebenen Leiterkarte (310) erfolgen. Durch das verbesserte Design können Störungen noch wirkungsvoller unterdrückt werden und die Leiterkarte, der

5 Transformator und die Anordnung besonders zuverlässig und verlustarm betrieben werden.

## Patentansprüche

1. Leiterkarte (10, 10.1), die eine Wechselstromkomponente (11) aufweist, welche über eine erste Leitung (20) und eine zweite Leitung (21) mit einer Anschlussanordnung (22) verbunden ist, wobei die erste und die zweite Leitung (20, 21) zumindest abschnittsweise parallel verlaufen und in einer Höhenrichtung der Leiterkarte (10, 10.1) beabstandet sind, und die Anschlussanordnung (22) einen mit der ersten Leitung (20) elektrisch leitend verbundenen ersten Anschluss (23) und einen mit der zweiten Leitung (21) elektrisch leitend verbundenen zweiten Anschluss (24) aufweist, die in einer Höhenrichtung der Leiterkarte beabstandet sind, wobei einer der Anschlüsse (23, 24) in einer ersten Lage, insbesondere an einer Oberseite, und einer der Anschlüsse (23, 24) in einer zweiten Lage, insbesondere an einer Unterseite, der Leiterkarte (10, 10.1) angeordnet ist und die Anschlüsse (23, 24) ausgelegt sind zur Kontaktierung mit zwei parallel geführten Bandleiterabschnitten, und wobei die Anschlüsse derart ausgelegt sind, dass die Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen (23, 24) so anschließbar sind, dass das Verhältnis des Abstands der Bandleiterabschnitte an den Anschlüssen (23, 24) zum Abstand der Leitungen (20, 21) kleiner als zehn ist.
2. Leiterkarte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer, insbesondere beide Anschlüsse (23, 24) flächig, insbesondere als Anschlussflächen, ausgebildet sind.
3. Leiterkarte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlüsse (23, 24) eine Breite aufweisen die 80-120% der Breite des jeweils damit verbundenen Leiters (20, 21) entspricht.
4. Leiterkarte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterkarte (10, 10.1), insbesondere im Bereich der Anschlussanordnung (22), eine Durchgangsöffnung (35) zur Durchführung eines Leiters, insbesondere eines Anschlussendes (31, 32) eines Bandleiters, aufweist.

5. Anordnung umfassend eine Leiterkarte (10, 10.1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und zumindest einen Bandleiter, wobei zumindest zwei Anschlussenden (31, 32) des Bandleiters oder der Bandleiter abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet angeordnet sind und an die Anschlüsse (23, 24) der Leiterkarte (10, 10.1) angeschlossen sind.
6. Transformator (30) mit einer ersten und einer zweiten Wicklung, wobei zumindest eine Wicklung als Bandwicklung aus einem Bandleiter ausgebildet ist, wobei die Anschlussenden (31, 32) des Bandleiters abschnittsweise parallel und in einer Höhenrichtung des Bandleiters beabstandet angeordnet sind.
7. Transformator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussenden (31, 32) sich zumindest teilweise überdeckend angeordnet sind.
8. Anordnung (40, 50, 60) umfassend eine Leiterkarte (10, 10.1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 und einen Transformator (30) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei jedes Anschlussende (31, 32) des Bandleiters mit jeweils einem der Anschlüsse (23, 24) der Leiterkarte (10, 10.1) elektrisch leitend verbunden ist.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Bandleiter als auch der erste und zweite Leiter (20, 21) ausgelegt sind, einen Strom größer 20 A bei einer Frequenz größer 1kHz zu führen.
10. Anordnung nach Anspruch 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Anschlussende (31, 32) mittels einer Schraube (25), insbesondere isolierter Schraube, mit der Leiterkarte (10, 10.1) mechanisch verbunden ist.

- 5 11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Anschlusse (31, 32) mittels einer Durchkontaktierung (8) elektrisch leitend mit einem Anschluss (23, 24) der Leiterkarte (10, 10.1) verbunden ist.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Anschlusse (31, 32) als auch die Leiter (20, 21) unterbrechungsfrei bifilar geführt sind.
- 10 13. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Leiterkarte (10.1) mit zumindest einem Transformator (30) und eine zweite Leiterkarte (10) vorgesehen sind und ein Anschluss der ersten Leiterkarte (10.1) mit einem Anschluss der zweiten Leiterkarte (10) durch einen flächigen Leiter (37) elektrisch leitend verbunden ist.
- 15 14. Verwendung einer Leiterkarte (10, 10.1) nach einem der Ansprüche 1-4, eines Transformators (30) nach einem der Ansprüche 6 oder 7 oder der Anordnung (40, 50, 60) nach einem der Ansprüche 8 bis 13 zur Führung von Wechselstrom, insbesondere im Frequenzbereich 5kHz bis 200 kHz, vorzugsweise im Bereich 10 bis 100 kHz, besonders bevorzugt im Bereich 20 bis 70kHz und einem mittleren Wechselstrom größer 10 A, vorzugsweise größer 20A, weiter bevorzugt größer 50A, ganz besonders bevorzugt größer 100 A, in den Leitungen (20, 21) und/oder dem Bandleiter über die Anschlüsse (23, 24) der Leiterkarte (10, 10.1).
- 20 25 30 15. Verwendung nach Anspruch 14 zur Ladung und Entladung von Batterien, insbesondere Redox-Flow-Batterien, vorzugsweise Chrom-Vanadium-Redox-Flow-Batterien.

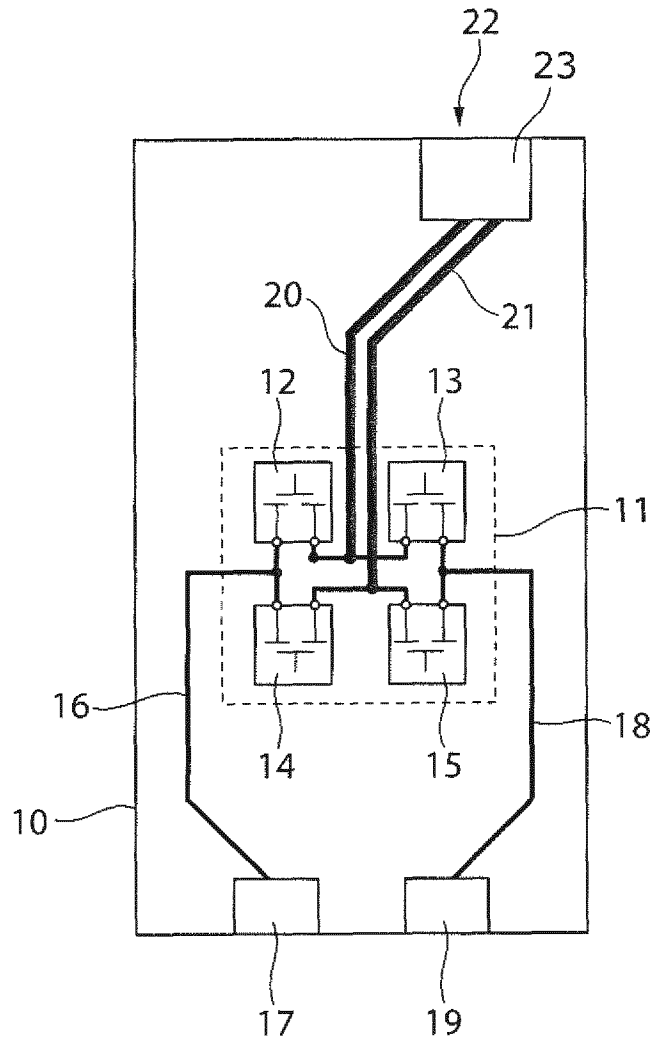


Fig. 1

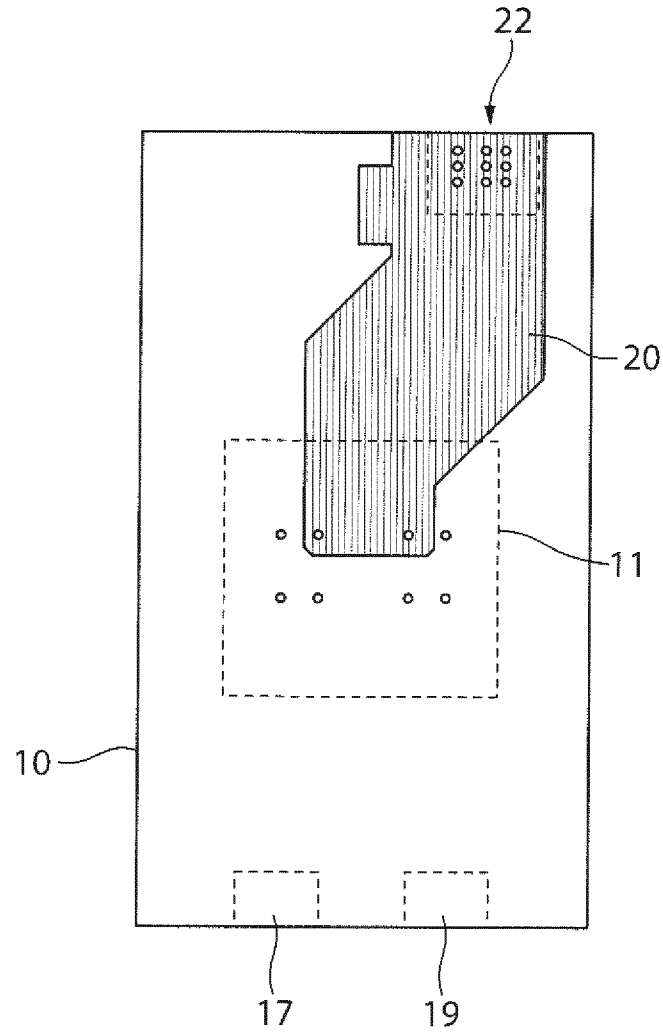


Fig. 2

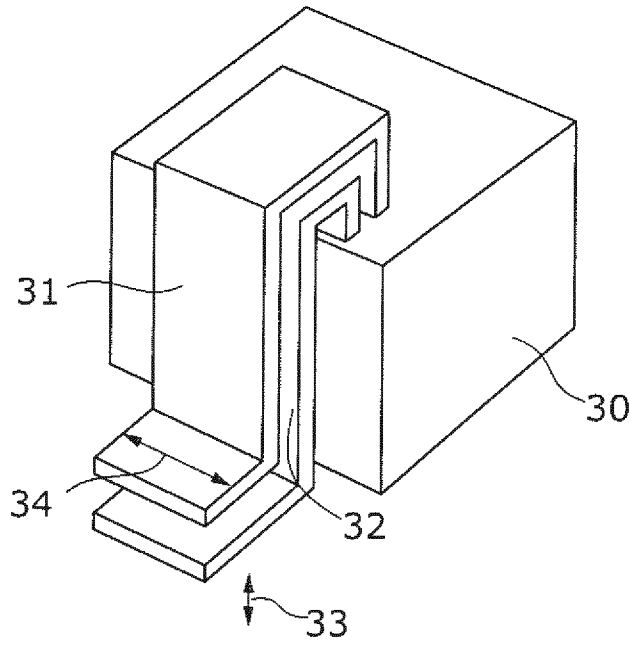


Fig. 3

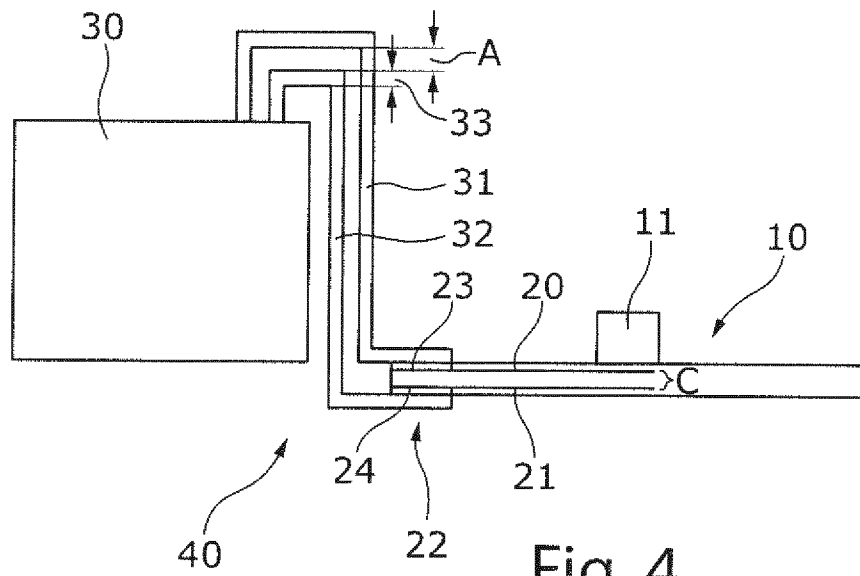


Fig. 4

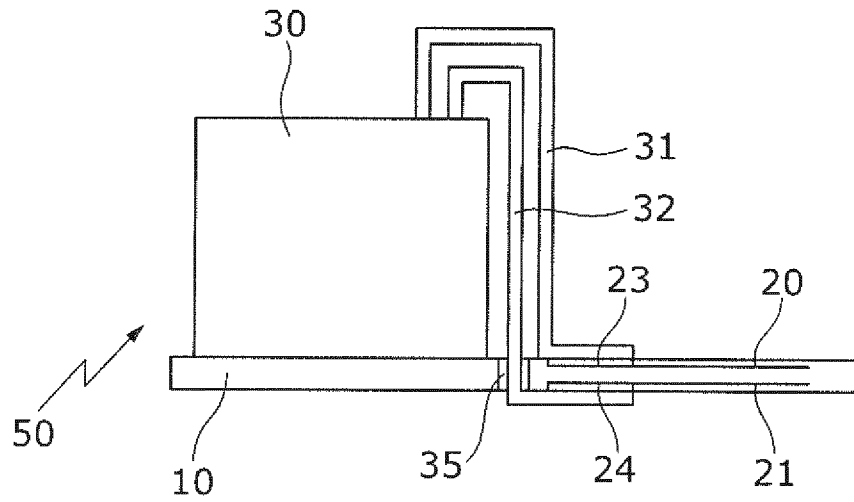


Fig. 5

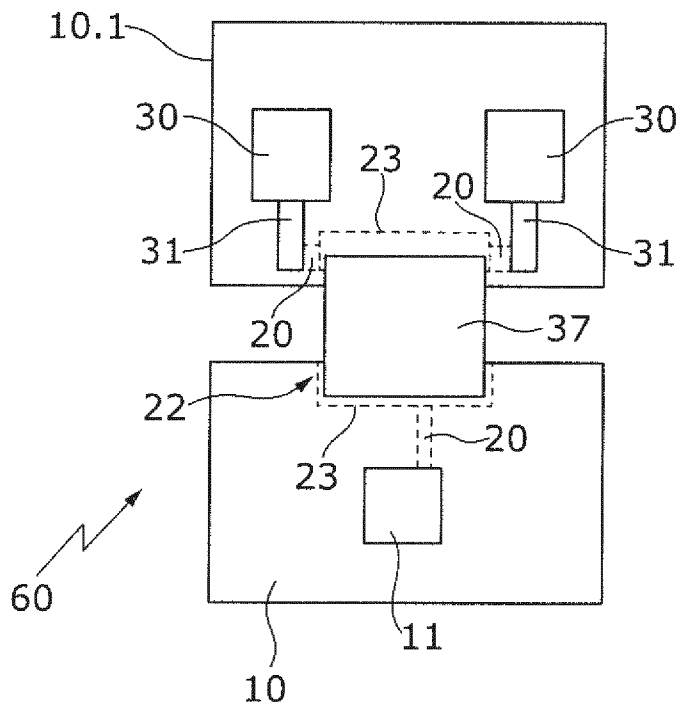


Fig. 6

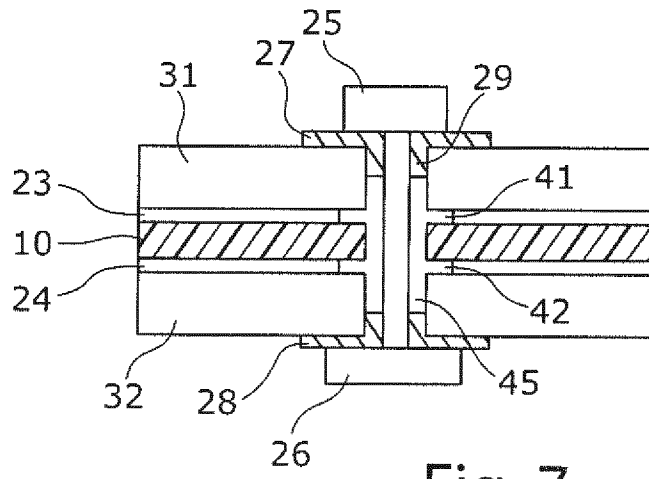


Fig. 7

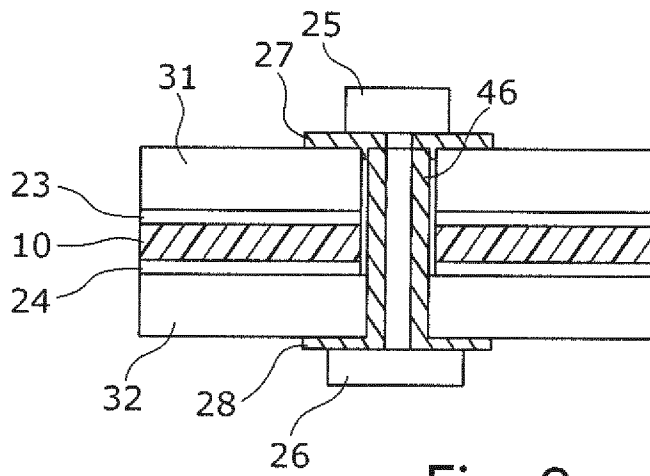


Fig. 8

