

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein elektronische Leistungswandler. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Baugruppe eines elektronischen Leistungswandlers. Ferner betrifft die Erfindung eine mobile Arbeitsmaschine, die einen elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang aufweist.

HINTERGRUND

[0002] Ein elektromechanischer Leistungsübertragungsstrang enthält typischerweise eine oder mehrere elektrische Maschinen und einen elektronischen Leistungswandler. Der elektromechanische Leistungsübertragungsstrang kann ein Reihen-Übertragungsstrang sein, bei welchem eine der elektrischen Maschinen als Generator arbeitet und der elektronische Leistungswandler so angeordnet ist, dass er die von dem Generator erzeugten elektrischen Spannungen in elektrische Spannungen umwandelt, die Amplituden und Frequenzen haben, die für die eine oder mehreren anderen elektrischen Maschinen geeignet sind. Der Generator kann mit einem Verbrennungsmotor angetrieben werden, bei dem es sich z.B. um einen Dieselmotor, einen Ottomotor oder einen Turbinenmotor handeln kann. Die anderen elektrischen Maschinen können beispielsweise Elektromotoren in Rädern einer mobilen Arbeitsmaschine sein. Der elektronische Leistungswandler umfasst typischerweise eine Zwischenschaltung, eine Stromrichterstufe zwischen dem Generator und der Zwischenschaltung und eine oder mehrere andere Stromrichterstufen zwischen der Zwischenschaltung und den anderen elektrischen Maschinen. Ferner besteht gewöhnlich Bedarf für eine Stromrichterstufe zwischen der Zwischenschaltung und einem Überspannungsschutzwiderstand und für eine Stromrichterstufe zwischen der Zwischenschaltung und einem Energiespeicher, wie etwa einer Batterie und/oder einem Kondensator mit hoher Kapazität. Es ist auch möglich, dass der elektromechanische Leistungsübertragungsstrang ein Parallel-Übertragungsstrang ist, bei dem der Generator gelegentlich als Motor verwendet wird, der den Verbrennungsmotor unterstützt, insbesondere wenn eine hohe Leistungsabgabe erforderlich ist. In diesem Fall umfasst der elektronische Leistungswandler typischerweise eine Zwischenschaltung, eine Stromrichterstufe zwischen dem Generator und der Zwischenschaltung und eine oder mehrere Stromrichterstufen zwischen der Zwischenschaltung und einem oder mehreren Energiespeichern. Ferner besteht auch in Zusammenhang mit einem Parallel-Übertragungsstrang gewöhnlich der Bedarf für eine Stromrichterstufe zur Steuerung des Betriebs eines Überspannungsschutzwiderstands.

[0003] Da der elektronische Leistungswandler viele Stromrichterstufen umfasst, ist die Anzahl der elektronischen Leistungsbauteile hoch und folglich kann die Anordnung der Bauelemente und der Verkabelung zwischen den Komponenten kompliziert sein. Ein typischer Weg, um das Integrationsniveau eines elektronischen Leistungswandlers zu steigern, ist die Verwendung von Modulen, die einen integrierten Aufbau haben und elektronische Leistungsbauelemente enthalten, so dass beispielsweise eine Hauptschaltung der mit dem Generator verbundenen Stromrichterstufe mit einem einzelnen Modul implementiert werden kann. Typischerweise enthält ein Modul der vorstehend genannten Art Schaltzweige, die jeweils einen ersten elektrischen Knoten, einen zweiten elektrischen Knoten, einen dritten elektrischen Knoten und steuerbare Leistungsschalter für die Auswahl, ob der dritte elektrische Knoten mit dem ersten elektrischen Knoten oder mit dem zweiten elektrischen Knoten verbunden wird, enthalten. Da die Anzahl der Phasen eines Wechselspannungssystems typischerweise drei ist, enthält ein Standardmodul drei Schaltzweige. Jeder steuerbare Leistungsschalter kann beispielsweise, aber nicht unbedingt, ein Bipolartransistor mit isoliertem Gate "IGBT" sein, der mit einer Anti-Paralleldiode versehen ist.

[0004] Nicht alle Stromrichterstufen des elektronischen Leistungswandlers sind einander ähnlich. Beispielsweise ist die Stromrichterstufe zwischen dem Generator und der Zwischenschaltung typischerweise ein Dreiphasen-Gleichrichter, wohingegen die Stromrichterstufe zwischen

der Zwischenschaltung und dem Energiespeicher ein Gleichspannungswandler ist. Diese Tatsache bringt Herausforderungen hinsichtlich der Umsetzung und Kosten des elektronischen Leistungswandlers mit sich.

KURZBESCHREIBUNG

[0005] Das Folgende stellt eine vereinfachte Kurzbeschreibung dar, um ein grundsätzliches Verständnis einiger Aspekte verschiedener Ausführungsformen der Erfindung zu bieten. Die Kurzbeschreibung ist kein umfassender Überblick über die Erfindung. Ebenso wenig soll sie entscheidende oder Schlüssel-Elemente der Erfindung bezeichnen noch den Schutzzumfang der Erfindung beschreiben. Die folgende Kurzbeschreibung stellt lediglich einige Konzepte der Erfindung in vereinfachter Form als Einführung einer detaillierteren Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung dar.

[0006] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird ein neuer elektronischer Leistungswandler bereitgestellt. Der elektronische Leistungswandler gemäß der Erfindung enthält:

- [0007]** - eine Wechselspannungsklemme,
- [0008]** - eine erste Gleichspannungsklemme,
- [0009]** - eine zweite Gleichspannungsklemme,
- [0010]** - eine Direktpolarität-Zwischenschaltung,
- [0011]** - eine erste Stromrichterstufe zwischen der Wechselstromklemme und der Direktpolarität-Zwischenschaltung,
- [0012]** - eine zweite Stromrichterstufe zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung und der ersten Gleichspannungsklemme und
- [0013]** - eine dritte Stromrichterstufe zwischen der zweiten Gleichspannungsklemme und einem der folgenden: der Direktpolarität-Zwischenschaltung, der ersten Gleichspannungsklemme.

[0014] Der elektronische Leistungswandler wird mit einem ersten und einem zweiten Modul umgesetzt, die jeweils eine integrierte Struktur haben und Schaltzweige aufweisen, wobei jeder der Schaltzweige einen ersten elektrischen Knoten, einen zweiten elektrischen Knoten, einen dritten elektrischen Knoten und steuerbare Leistungsschalter zur Auswahl, ob der dritte elektrische Knoten mit dem ersten elektrischen Knoten oder dem zweiten elektrischen Knoten verbunden ist, umfasst. Die Schaltzweige des ersten Moduls bilden zumindest teilweise die erste Stromrichterstufe zwischen der Wechselstromklemme und der Direktpolarität-Zwischenschaltung. Mindestens einer der Schaltzweige des zweiten Moduls bildet zumindest teilweise die zweite Stromrichterstufe und mindestens einer der übrigen Schaltzweige des zweiten Moduls bildet zumindest teilweise die dritte Stromrichterstufe.

[0015] Wie vorstehend beschrieben wird das zweite Modul verwendet, um sowohl die zweite Stromrichterstufe als auch die dritte Stromrichterstufe umzusetzen. Die zweite Stromrichterstufe kann beispielsweise ein Gleichspannungswandler zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung und einem Energiespeicher, wie etwa einem Kondensator oder einer Batterie sein. Die dritte Stromrichterstufe kann beispielsweise ein Gleichspannungswandler zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung und einem Überspannungsschutzwiderstand sein. Die Umsetzung von zwei oder mehr Stromrichterstufen für verschiedene Zwecke mit einem einzelnen Modul erhöht das Integrationsniveau des elektronischen Leistungswandlers. Dies verbessert wiederum die Kosteneffizienz des elektronischen Leistungswandlers. Das erste und das zweite Modul sind vorteilhafterweise, jedoch nicht notwendigerweise, einander ähnlich, so dass die Anzahl der Schaltzweige des ersten Moduls gleich der Anzahl der Schaltzweige des zweiten Moduls ist. In diesem Fall können die beiden Module gewöhnlich Standardmodule sein, die drei Schaltzweige haben. Dies verbessert die Kosteneffizienz des elektronischen Leistungswandlers weiter.

[0016] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine neue mobile Arbeitsmaschine

bereitgestellt. Die mobile Arbeitsmaschine umfasst:

[0017] - einen Verbrennungsmotor und

[0018] - einen elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang zwischen dem Verbrennungsmotor und einem oder mehreren Rädern der mobilen Arbeitsmaschine,

[0019] wobei der elektromechanische Leistungsübertragungsstrang mindestens einen elektronischen Leistungswandler gemäß der vorliegenden Erfindung enthält.

[0020] Die mobile Arbeitsmaschine weist vorzugsweise ein Flüssigkeitskühlsystem auf, das so angeordnet ist, dass es sowohl ein Hydrauliksystem der mobilen Arbeitsmaschine als auch den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang kühlt. Die mobile Arbeitsmaschine kann beispielsweise eine Zugmaschine, ein Schaufellader, eine Straßenplaniermaschine, ein Bulldozer oder jede beliebige andere Arbeitsmaschine sein, die Räder und/oder Gleisketten hat.

[0021] Eine Anzahl von nicht einschränkenden beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung ist in den beigefügten abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0022] Verschiedene beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung sowohl hinsichtlich des Aufbaus als auch der Betriebsverfahren zusammen mit zusätzlichen Gegenständen und Vorteilen derselben sind anhand der folgenden Beschreibung von spezifischen beispielhaften Ausführungsformen, in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen gelesen, am besten verständlich.

[0023] Das Verb "umfassen" wird in diesem Dokument als eine offene Einschränkung verwendet, welche nicht genannte Merkmale weder ausschließt noch deren Existenz erfordert. Die in den abhängigen Patentansprüchen genannten Merkmale sind wechselweise frei kombinierbar, sofern nicht ausdrücklich anderweitig angegeben.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0024] Die beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung und deren Vorteile werden in Einzelheiten nachfolgend im Sinn von Beispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0025] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

[0026] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

[0027] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

[0028] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

[0029] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und

[0030] Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung einer mobilen Arbeitsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEISPIELHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0031] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. In dem in Figur 1 gezeigten beispielhaften Fall ist der elektronische Leistungswandler ein Teil eines elektromechanischen Leistungsübertragungsstrangs, der des Weiteren eine elektrische Maschine 127 umfasst, die mit einem Verbrennungsmotor 128 verbunden ist. Der elektronische Leistungswandler umfasst eine Wechsellspannungsklemme 101, eine erste Gleichspannungsklemme 102 und eine zweite Gleichspannungsklemme 103. In dem in Figur 1 gezeigten beispielhaften Fall ist die Wechsel-

spannungsklemme 101 mit der elektrischen Maschine 127 verbunden und der elektronische Leistungswandler umfasst eine mit der ersten Gleichspannungsklemme 102 verbundene Batterie 124 und einen mit der zweiten Gleichspannungsklemme 103 verbundenen Überspannungsschutzwiderstand 123. Der in Figur 1 veranschaulichte elektromechanische Leistungsübertragungsstrang ist ein Parallel- Übertragungsstrang, bei welchem die elektrische Maschinen 127 als ein Generator arbeiten kann, so dass die Batterie 124 geladen wird, aber auch als ein Motor, der den Verbrennungsmotor 128 unterstützt oder ersetzt, so dass die Batterie entladen wird. Der elektronische Leistungswandler umfasst eine Direktpolarität-Zwischenschaltung 104, welche in dem in Figur 1 gezeigten beispielhaften Fall eine Gleichspannungs-Zwischenschaltung ist, die einen Kondensator enthält. Der elektronische Leistungswandler umfasst eine erste Stromrichterstufe 105 zwischen der Wechselfspannungsklemme 101 und der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104. Die erste Stromrichterstufe ist so angeordnet, dass sie eine Dreiphasen-Wechselfspannung in Gleichspannung umwandelt und umgekehrt. Der elektronische Leistungswandler umfasst eine zweite Stromrichterstufe 106, die ein Gleichspannungswandler zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 und der Batterie 124 ist. Der elektronische Leistungswandler enthält eine dritte Stromrichterstufe 107, die ein Gleichspannungswandler zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 und dem Überspannungsschutzwiderstand 123 ist.

[0032] Der elektronische Leistungswandler wird mit einem ersten und einem zweiten Modul 108 und 109 umgesetzt. Jedes dieser Module hat eine integrierte Struktur und enthält Schaltzweige. Das Modul 108 enthält Schaltzweige 110, 111 und 112, und das Modul 109 enthält Schaltzweige 113, 114 und 115. Jeder Schaltzweig umfasst einen ersten elektrischen Knoten, einen zweiten elektrischen Knoten, einen dritten elektrischen Knoten und steuerbare Leistungsschalter zur Auswahl, ob der dritte elektrische Knoten mit dem ersten elektrischen Knoten oder dem zweiten elektrischen Knoten verbunden ist. In dem Schaltzweig 110 ist der erste elektrische Knoten mit dem Bezugszeichen 116 bezeichnet, ist der zweite elektrische Knoten mit dem Bezugszeichen 117 bezeichnet, ist der dritte elektrische Knoten mit dem Bezugszeichen 118 bezeichnet und sind die steuerbaren Leistungsschalter mit dem Bezugszeichen 119 und 120 bezeichnet. Jeder steuerbare Leistungsschalter kann beispielsweise ein Bipolartransistor mit isoliertem Gate "IGBT" sein, der mit einer Anti-Paralleldiode versehen ist, wie in Figur 1 dargestellt, oder ein Gate-turn-off "GTO"- Thyristor, der mit einer Anti-Paralleldiode versehen ist, oder ein anderes geeignetes elektronisches Leistungsbauelement. Die in Figur 1 gezeigten Module sind Sechserpack-Module, da jedes sechs steuerbare Leistungsschalter aufweist. Die Module können beispielsweise SEMIKRON SKiM459GD 12E4 Sechserpack-Module sein. Es sei jedoch angemerkt, dass das Prinzip der Umsetzung von zwei oder mehr Gleichspannungswandlern mit einem einzelnen Modul nicht auf Sechserpackmodule beschränkt ist und des weiteren Module des elektronischen Leistungswandlers nicht unbedingt einander ähnlich sein müssen.

[0033] Die Schaltzweige 110-112 des ersten Moduls bilden 108 die Hauptschaltung der ersten Stromrichterstufe 105 zwischen der Wechselfspannungsklemme und der Direktpolarität-Zwischenschaltung. Die Schaltzweige 114 und 115 des zweiten Moduls 109 bilden zusammen mit Induktionspulen 121 und 122 die Hauptschaltung der zweiten Stromrichterstufe 106. Der Schaltzweig 113 der zweiten Moduls 109 bildet die Hauptschaltung der dritten Stromrichterstufe 107. Die erste Stromrichterstufe 105 kann beispielsweise als ein impulsbreitenmodulierter "PWM"-Umrichter betrieben werden, indem geeignete Steuersignale zu den steuerbaren Leistungsschaltern des Moduls 108 geleitet werden. Die Steuerschaltungen zur Erzeugung des Steuersignals sind in Figur 1 nicht dargestellt. Die zweite Stromrichterstufe 106 kann als ein Abwärts-Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 zu der Batterie 124 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von der Batterie 124 zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 übertragen wird. Beispielsweise hinsichtlich des Schaltzweigs 114 kann der Abwärtsbetrieb erreicht werden, indem ein steuerbarer Leistungsschalter 129 ein- und ausgeschaltet wird, wenn die Diode eines steuerbaren Leistungsschalters 130 als eine Freilaufdiode arbeitet. Der Aufwärtsbetrieb kann erreicht werden, indem der steuerbare Leistungsschalter 130 ein- und ausgeschaltet wird, wenn die Diode des steuerbaren Leistungsschalters 129 als eine Ladediode

arbeitet. Die Schaltzweige 114 und 115 werden vorzugsweise in einem verschachtelten Modus betrieben, um die Spannungswelligkeit an der Gleichspannungsklemme 102 zu reduzieren und/oder die Schaltverluste zu reduzieren. Der Überspannungsschutzwiderstand 123 kann so gesteuert werden, dass er Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 ableitet, indem ein steuerbarer Leistungsschalter 131 gesteuert wird.

[0034] Der elektronische Leistungswandler kann ferner einen Widerstand 132 und einen Schalter 133 aufweisen, um einen alternativen Energieübertragungsweg zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 und der Batterie 124 vorzusehen. Der alternative Energieübertragungsweg kann beispielsweise während einer Startphase verwendet werden. Ferner kann der elektronische Leistungswandler einen Gleichspannungswandler 134 und eine Batterie 135 umfassen, um die Direktpolarität-Zwischenschaltung 104 vorzuladen. Der Gleichspannungswandler 134 kann auch mit einer Einrichtung zum Laden der Batterie 135 aus der Direktpolarität-Zwischenschaltung versehen sein. Die Batterie kann beispielsweise eine 12 V/24 V-Batterie sein. Typischerweise hat die Batterie 124 eine beträchtlich höhere Spannung als 12 V oder 24 V, das heißt die Batterie 124 ist vorteilhafterweise eine "HV" Hochspannungsbatterie.

[0035] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. In dem in Figur 2 gezeigten beispielhaften Fall ist der elektronische Leistungswandler ein Teil eines Leistungsübertragungsstrangs, der des weiteren eine elektrische Maschine 227 aufweist, die mit einem Verbrennungsmotor 228 verbunden ist, und eine elektrische Maschine 239, die beispielsweise mit einem Rad einer mobilen Arbeitsmaschine oder einem anderen mechanischen Element verbunden werden kann. Der elektromechanische Leistungsübertragungsstrang ist ein Reihen-Übertragungsstrang, bei welchem die elektrische Maschine 227 als Generator arbeitet und der elektronische Leistungswandler so angeordnet ist, dass er die von dem Generator erzeugten elektrischen Spannungen in elektrische Spannungen umwandelt, die Amplituden und Frequenzen aufweisen, die für die elektrische Maschine 239 geeignet sind. Es ist jedoch gelegentlich möglich, dass auch die elektrische Maschine 239 als ein Generator arbeitet.

[0036] Der elektronische Leistungswandler enthält eine mit der elektrischen Maschine 227 verbundene Wechsellspannungsklemme 201, eine weitere mit der elektrischen Maschine 239 verbundene Wechsellspannungsklemme, eine mit einem Speicherkondensator 295 verbundene erste Gleichspannungsklemme 202 und eine mit einem Überspannungsschutzwiderstand 223 verbundene zweite Gleichspannungsklemme 203. Der elektronische Leistungswandler enthält eine Direktpolarität-Zwischenschaltung 204, die eine Gleichspannungszwischenschaltung ist. Der elektronische Leistungswandler enthält eine erste Stromrichterstufe 205 zwischen der Wechsellspannungsklemme 201 und der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204. Der elektronische Leistungswandler enthält eine zweite Stromrichterstufe 206 zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 und der ersten Gleichspannungsklemme 202. Der elektronische Leistungswandler enthält eine dritte Stromrichterstufe 207 zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 und der zweiten Gleichspannungsklemme 203. Der elektronische Leistungswandler enthält eine vierte Stromrichterstufe 236 zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 und der elektrischen Maschine 239.

[0037] Die erste Stromrichterstufe 205 ist durch ein erstes Modul 208 umgesetzt. Die zweite und die dritte Stromrichterstufe 206 und 207 sind durch ein zweites Modul 209 und durch Induktionspulen 221 und 222 umgesetzt. Die vierte Stromrichterstufe 236 ist durch ein Modul 238 umgesetzt. Die erste und vierte Stromrichterstufe 205 und 236 können beispielsweise als impulsbreitenmodulierte "PWM"-Umrichter betrieben werden, indem geeignete Steuersignale zu den steuerbaren Leistungsschaltern der Module 208 und 238 geleitet werden. Die zweite Stromrichterstufe 206 kann als ein Abwärts- Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität- Zwischenschaltung 204 zu dem Energiespeicherkondensator 225 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von dem Energiespeicherkondensator 225 zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 übertragen wird. Der Energiespeicherkondensator 225 kann beispielsweise ein elektrischer Doppelschichtkondensator "EDLC" sein, der oftmals als ein "Superkondensator" bezeichnet wird. Die dritte

Stromrichterstufe 207 kann entsprechend der Spannung der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 so betrieben werden, dass der Überspannungsschutzwiderstand 223 Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 204 ableiten kann, solange die vorstehend genannte Spannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet.

[0038] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Der elektronische Leistungswandler weist eine Direktpolarität-Zwischenschaltung 304, eine Wechsellspannungsklemme 301, eine erste Gleichspannungsklemme 302 und eine zweite Gleichspannungsklemme 303 auf. Der elektronische Leistungswandler enthält eine erste, eine zweite, eine dritte und eine vierte Stromrichterstufe 305, 306, 307 und 336, die durch Module 308, 309 und 338 umgesetzt sind, wie in Figur 3 gezeigt. Der in Figur 3 gezeigte elektronische Leistungswandler ist ansonsten dem in Figur 2 gezeigten elektronischen Leistungswandler ähnlich, aber die Stromrichterstufe 307, die der in Figur 2 gezeigten Stromrichterstufe 207 entspricht, ist mit einer Batterie 324 anstelle eines Überspannungsschutzwiderstands verbunden. Ferner enthält die Stromrichterstufe 307 eine Induktionsspule 326. Die Stromrichterstufe 307 kann als ein Abwärts-Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 304 zu der Batterie 324 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von der Batterie 324 zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung 304 übertragen wird.

[0039] Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Der elektronische Leistungswandler weist eine Direktpolarität-Zwischenschaltung 404 und Stromrichterstufen 405, 406, 407, 427 und 436 auf. Die Stromrichterstufen 405 und 436 sind durch Module 408 bzw. 438 umgesetzt. Die Stromrichterstufen 406, 407 und 427 sind durch ein Modul 409 umgesetzt, wie in Figur 4 gezeigt. Die Stromrichterstufe 406 kann als ein Abwärts- Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität- Zwischenschaltung 404 zu einem Energiespeicherkondensator 425 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von dem Energiespeicher Kondensator zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung übertragen wird. Entsprechend kann die Stromrichterstufe 407 als ein Abwärts-Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 404 zu einer Batterie 424 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von der Batterie 424 zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung 404 übertragen wird. Die Stromrichterstufe 427 wird zur Steuerung des Betriebs eines Überspannungsschutzwiderstands 423 verwendet.

[0040] Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung eines elektronischen Leistungswandlers gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Der elektronische Leistungswandler enthält eine Direktpolarität-Zwischenschaltung 504, eine Wechsellspannungsklemme 501, eine erste Gleichspannungsklemme 502 und eine zweite Gleichspannungsklemme 503. Der elektronische Leistungswandler enthält eine erste, eine zweite, eine dritte und eine vierte Stromrichterstufe 505, 506, 507 und 536, die durch Module 508, 509 und 538 umgesetzt sind, wie in Figur 5 dargestellt. Der in Figur 5 dargestellte elektronische Leistungswandler ist ansonsten ähnlich dem in Figur 3 gezeigten elektronischen Leistungswandler, aber ein erster elektrischer Knoten 516 eines Schaltzweigs, der die Stromrichterstufe 507 bildet, ist mit dem ersten Pol 540 der ersten Gleichspannungsklemme 502 anstatt mit dem positiven Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden. Die Stromrichterstufe 506 kann als ein Abwärts-Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von der Direktpolarität-Zwischenschaltung 504 zu dem Energiespeicherkondensator 525 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von dem Energiespeicherkondensator zu der Direktpolarität-Zwischenschaltung übertragen wird. Die Stromrichterstufe 507 kann als ein Abwärts-Gleichspannungswandler betrieben werden, wenn Energie von dem Energiespeicherkondensator 525 zu einer Batterie 524 übertragen wird, und als ein Aufwärts-Gleichspannungswandler, wenn Energie von der Batterie zu dem Energiespeicherkondensator übertragen wird.

[0041] In den vorstehend mithilfe der Figuren 1-5 beschriebenen beispielhaften elektronischen Leistungswandlern ist die Direktpolarität-Zwischenschaltung eine Gleichspannungs- Zwischen-

schaltung. Es sei jedoch angemerkt, dass das Prinzip der Umsetzung von zwei oder mehr Stromrichterstufen für unterschiedliche Zwecke durch ein einziges Modul nicht auf elektronische Leistungswandler beschränkt ist, die eine Gleichspannungs- Zwischenschaltung aufweisen, sondern ohne weiteres auch für elektronische Leistungswandler anwendbar ist, die eine Gleichstrom-Zwischenschaltung aufweisen. Ferner sei angemerkt, dass das Prinzip der Umsetzung von zwei oder mehr Stromrichterstufen für unterschiedliche Zwecke durch ein einzelnes Modul in vielen verschiedenen Stromrichterarchitekturen umsetzbar ist. Beispielsweise könnte der in Figur 4 veranschaulichte elektronische Leistungswandler so modifiziert werden, dass die Stromrichterstufe 406 mit zwei Schaltzweigen des Moduls 409 anstelle von nur einem Schaltzweig umgesetzt wird, die Stromrichterstufe 427 mit einem Schaltzweig des Moduls 409 umgesetzt wird und die Stromrichterstufe 407 durch ein separates Sechserpack-Modul umgesetzt wird, so dass die modifizierte Stromrichterstufe 407 ein verschachtelter Dreiphasen-Gleichspannungswandler sein kann.

[0042] In den vorstehend mithilfe der Figuren 1-4 beschriebenen beispielhaften elektronischen Leistungswandlern können die Module 109, 209, 309 und 409, die zur Umsetzung der zwei oder mehr Stromrichterstufen für unterschiedliche Zwecke verwendet werden, Module sein, bei welchen innere galvanische Kontakte zwischen ersten Enden der Schaltzweige und innere galvanische Kontakte zwischen zweiten Enden der Schaltzweige vorhanden sind. In dem vorstehend mithilfe von Figur 5 beschriebenen beispielhaften elektronischen Leistungswandler muss das Modul 509, welches zur Umsetzung der Stromrichterstufen 506 und 507 verwendet wird, dergestalt sein, dass zumindest die ersten Enden der Schaltzweige getrennt zugänglich sind, d.h. es gibt keine inneren Verbindungen zwischen den ersten Enden der Schaltzweige.

[0043] Figur 6 zeigt eine Darstellung einer mobilen Arbeitsmaschine 670 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. In diesem beispielhaften Fall ist die mobile Arbeitsmaschine ein Schaufellader, aber die mobile Arbeitsmaschine könnte auch eine Zugmaschine, eine Straßenplaniermaschine, ein Bulldozer oder jede beliebige andere Arbeitsmaschine sein, die Räder und/oder Gleisketten hat. Die mobile Arbeitsmaschine weist einen Verbrennungsmotor 671 auf, der z.B. ein Dieselmotor, ein Ottomotor oder ein Turbinenmotor sein kann. Die mobile Arbeitsmaschine enthält einen elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang 672 zwischen dem Verbrennungsmotor und Rädern 681, 682 der mobilen Arbeitsmaschine. Der elektromechanische Übertragungsstrang umfasst einen Generator 673, dessen Rotor mit der Welle des Verbrennungsmotors verbunden ist. Der elektromechanische Übertragungsstrang umfasst einen elektronischen Leistungswandler 674 und Elektromotoren 675, 676 in den Naben der Räder der mobilen Arbeitsmaschine. Der elektronische Leistungswandler 674 ist vorgesehen, um die von dem Generator 673 erzeugte elektrische Spannung in elektrische Spannungen umzuwandeln, welche für die Elektromotoren 675, 676 geeignete Amplituden und Frequenzen haben. In dem in Figur 6 gezeigten beispielhaften Fall enthält der elektronische Leistungswandler 674:

- [0044]** - eine Direktpolarität-Zwischenschaltung,
- [0045]** - eine erste Stromrichterstufe zwischen dem Generator 673 und der Direktpolarität-Zwischenschaltung,
- [0046]** - eine zweite Stromrichterstufe zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung und einer Batterie 679,
- [0047]** - eine dritte Stromrichterstufe zwischen der Direktpolarität-Zwischenschaltung und einem Energiespeicherkondensator 680 und
- [0048]** - eine oder mehrere vierte Stromrichterstufen zwischen der Direktpolarität- Zwischenschaltung und den Elektromotoren 675, 676.

[0049] Der elektronische Leistungswandler 674 kann getrennte vierte Stromrichterstufen für alle Elektromotoren 675, 676 haben, und in diesem Fall kann jeder Elektromotor individuell gesteuert werden, oder eine einzelne vierte Stromrichterstufe kann mit zwei oder mehr Elektromotoren verbunden sein, und in diesem Fall werden diese Elektromotoren als Gruppe gesteuert.

[0050] Der elektronische Leistungswandler wird durch Module umgesetzt, die jeweils eine integrierte Struktur haben und Schaltzweige aufweisen, wobei jeder der Schaltzweige einen ersten elektrischen Knoten, einen zweiten elektrischen Knoten, einen dritten elektrischen Knoten und steuerbare Leistungsschalter zur Auswahl, ob der dritte elektrische Knoten mit dem ersten elektrischen Knoten oder dem zweiten elektrischen Knoten verbunden ist, aufweist. Die oben genannte erste und zweite Stromrichterstufe sind durch dasselbe Modul umgesetzt, so dass zumindest einer der Schaltzweige des Moduls zumindest teilweise die zweite Stromrichterstufe bildet und mindestens einer der übrigen Schaltzweige des Moduls mindestens teilweise die dritte Stromrichterstufe bildet.

[0051] Die Batterie 679 und/oder der Energiespeicherkondensator 680 können für die Reaktion auf Spitzenleistungsanforderungen verwendet werden, die die maximale Leistung des Verbrennungsmotors 671 übersteigen.

[0052] Eine mobile Arbeitsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Flüssigkeitskühlsystem 677, das dafür ausgelegt ist, den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang 672 zu kühlen.

[0053] Eine mobile Arbeitsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Flüssigkeitskühlsystem, welches dafür ausgelegt ist, sowohl ein Hydrauliksystem 678 der mobilen Arbeitsmaschine als auch den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang 672 zu kühlen.

[0054] Eine mobile Arbeitsmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Flüssigkeitskühlsystem, welches dafür ausgelegt ist, sowohl den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang 672 als auch den Verbrennungsmotor 671 zu kühlen.

[0055] Die in der vorstehend erfolgten Beschreibung vorgesehenen spezifischen Beispiele sollen nicht als die Anwendbarkeit und/oder Auslegung der beigefügten Patentansprüche beschränkend ausgelegt werden.

Ansprüche

1. Elektronischer Leistungswandler, enthaltend:

- eine Wechselspannungsklemme (101, 201, 301, 501),
- eine erste Gleichspannungsklemme (102, 202, 302, 502),
- eine zweite Gleichspannungsklemme (103, 203, 303, 503),
- eine Direktpolarität-Zwischenschaltung (104, 204, 304, 504),
- eine erste Stromrichterstufe (105, 205, 305, 505) zwischen der Wechselstromklemme und der Direktpolarität-Zwischenschaltung,
- eine zweite Stromrichterstufe (106, 206, 306, 506) zwischen der Direktpolarität- Zwischenschaltung und der ersten Gleichspannungsklemme und
- eine dritte Stromrichterstufe (107, 207, 307, 507) zwischen der zweiten Gleichspannungsklemme und einem der folgenden: der Direktpolarität- Zwischenschaltung, der ersten Gleichspannungsklemme,

wobei der elektronische Leistungswandler ein erstes und ein zweites Modul (108, 109, 208, 209, 308, 309, 508, 509) umfasst, von welchen jedes eine integrierte Struktur hat und Schaltzweige (110-112, 113-115) aufweist, wobei jeder der Schaltzweige einen ersten elektrischen Knoten (116), einen zweiten elektrischen Knoten (117), einen dritten elektrischen Knoten (118) und steuerbare Leistungsschalter (119, 120) aufweist, um auszuwählen, ob der dritte elektrische Knoten mit dem ersten elektrischen Knoten oder mit dem zweiten elektrischen Knoten verbunden ist, und wobei die Schaltzweige des ersten Moduls zumindest teilweise die erste Stromrichterstufe bilden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einer (114, 115) der Schaltzweige des zweiten Moduls zumindest teilweise die zweite Stromrichterstufe bildet, und mindestens einer (113) der übrigen Schaltzweige des zweiten Moduls zumindest teilweise die dritte Stromrichterstufe bildet.

2. Elektronischer Leistungswandler nach Anspruch 1, wobei:

die Schaltzweige des ersten Moduls (108, 208, 308, 508) zumindest teilweise die erste Stromrichterstufe (105, 205, 305, 505) bilden, so das (i) die dritten elektrischen Knoten mit Polen der Wechselstromklemme verbunden sind, (ii) die ersten elektrischen Knoten mit einem ersten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden sind und (iii) die zweiten elektrischen Knoten mit einem zweiten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden sind, und

der mindestens eine der Schaltzweige des zweiten Moduls (109, 209, 309, 509) zumindest teilweise die zweite Stromrichterstufe (106, 206, 306, 506) bildet, so dass (i) der erste elektrische Knoten mit dem ersten Pol der Direktpolarität- Zwischenschaltung verbunden ist, (ii) der zweite elektrische Knoten mit dem zweiten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden ist und (iii) der dritte elektrische Knoten mit einem ersten Pol der ersten Gleichspannungsklemme verbunden ist.

3. Elektronischer Leistungswandler nach Anspruch 2, wobei der mindestens eine der übrigen Schaltzweige des zweiten Moduls (509) zumindest teilweise die dritte Stromrichterstufe (507) bildet, so dass (i) der erste elektrische Knoten (516) mit dem ersten Pol (540) der ersten Gleichspannungsklemme (502) verbunden ist, (ii) der zweite elektrische Knoten mit dem zweiten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden ist und (iii) der dritte elektrische Knoten mit einem ersten Pol der zweiten Gleichspannungsklemme (503) verbunden ist.

4. Elektronischer Leistungswandler nach Anspruch 2, wobei der mindestens eine der übrigen Schaltzweige des zweiten Moduls (109, 209, 309) zumindest teilweise die dritte Stromrichterstufe (107, 207, 307) bildet, so dass (i) der erste elektrische Knoten mit dem ersten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden ist, (ii) der zweite elektrische Knoten mit dem zweiten Pol der Direktpolarität-Zwischenschaltung verbunden ist und (iii) der dritte elektrische Knoten mit einem ersten Pol der zweiten Gleichspannungsklemme (103, 203, 303) verbunden ist.
5. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 1-4, wobei der elektronische Leistungswandler einen Energiespeicherkondensator (225) aufweist, der mit der ersten Gleichspannungsklemme (202) verbunden ist, und die zweite Stromrichterstufe (206) ferner eine Induktionspule (221, 222) in einem elektrischen Stromweg über den Energiespeicherkondensator aufweist.
6. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 1-5, wobei der elektronische Leistungswandler einen Überspannungsschutzwiderstand (123, 223) aufweist, der mit der zweiten Gleichspannungsklemme verbunden ist.
7. Elektronischer Leistungswandler nach Anspruch 1 oder 6, wobei der elektronische Leistungswandler eine Batterie (124) aufweist, die mit der ersten Gleichspannungsklemme verbunden ist, und die zweite Stromrichterstufe (106) ferner eine Induktionspule (121, 122) an einem elektrischen Stromweg über die Batterie aufweist.
8. Elektronischer Leistungswandler nach Anspruch 5, wobei der elektronische Leistungswandler eine Batterie (324) aufweist, die mit der zweiten Gleichspannungsklemme verbunden ist, und die dritte Stromrichterstufe (307) ferner eine Induktionspule (326) an einem elektrischen Stromweg über die Batterie enthält.
9. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 4-8, wobei das erste Modul galvanische Kontakte zwischen den ersten elektrischen Knoten der Schaltzweige des ersten Moduls aufweist, das erste Modul galvanische Kontakte zwischen dem zweiten elektrischen Knoten der Schaltzweige des ersten Moduls aufweist, das zweite Modul galvanische Kontakte zwischen den ersten elektrischen Knoten der Schaltzweige des zweiten Moduls aufweist und das zweite Modul galvanische Kontakte zwischen dem zweiten elektrischen Knoten der Schaltzweige des zweiten Moduls aufweist.
10. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 1-9, wobei die Direktpolarität-Zwischenschaltung eine Gleichspannungs-Zwischenschaltung ist, die einen Kondensator aufweist.
11. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 1-10, wobei die Anzahl der Schaltzweige des ersten Moduls gleich der Anzahl der Schaltzweige des zweiten Moduls ist.
12. Elektronischer Leistungswandler nach einem der Ansprüche 1-11, wobei die zweite Stromrichterstufe (106, 206, 306, 506) ferner eine Induktionspule (121, 192, 221, 222) an einem Weg des elektrischen Stroms über die erste Gleichspannungsklemme (102, 202, 302, 502) aufweist.
13. Mobile Arbeitsmaschine (670), enthaltend:
 - einen Verbrennungsmotor (671) und
 - einen elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang () zwischen dem Verbrennungsmotor und einem oder mehreren Rädern (675, 676) der mobilen Arbeitsmaschine, wobei der elektromechanische Übertragungsstrang mindestens einen elektrischen Leistungswandler (674) nach einem der Ansprüche 1-12 aufweist.

14. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 13, wobei die mobile Arbeitsmaschine ein Flüssigkeitskühlsystem (677) aufweist, das dafür ausgelegt ist, sowohl den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang als auch ein Hydrauliksystem (678) der mobilen Arbeitsmaschine zu kühlen.
15. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 13, wobei die mobile Arbeitsmaschine ein Flüssigkeitskühlsystem (677) aufweist, das dafür ausgelegt ist, sowohl den elektromechanischen Leistungsübertragungsstrang als auch den Verbrennungsmotor zu kühlen.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

1 / 6

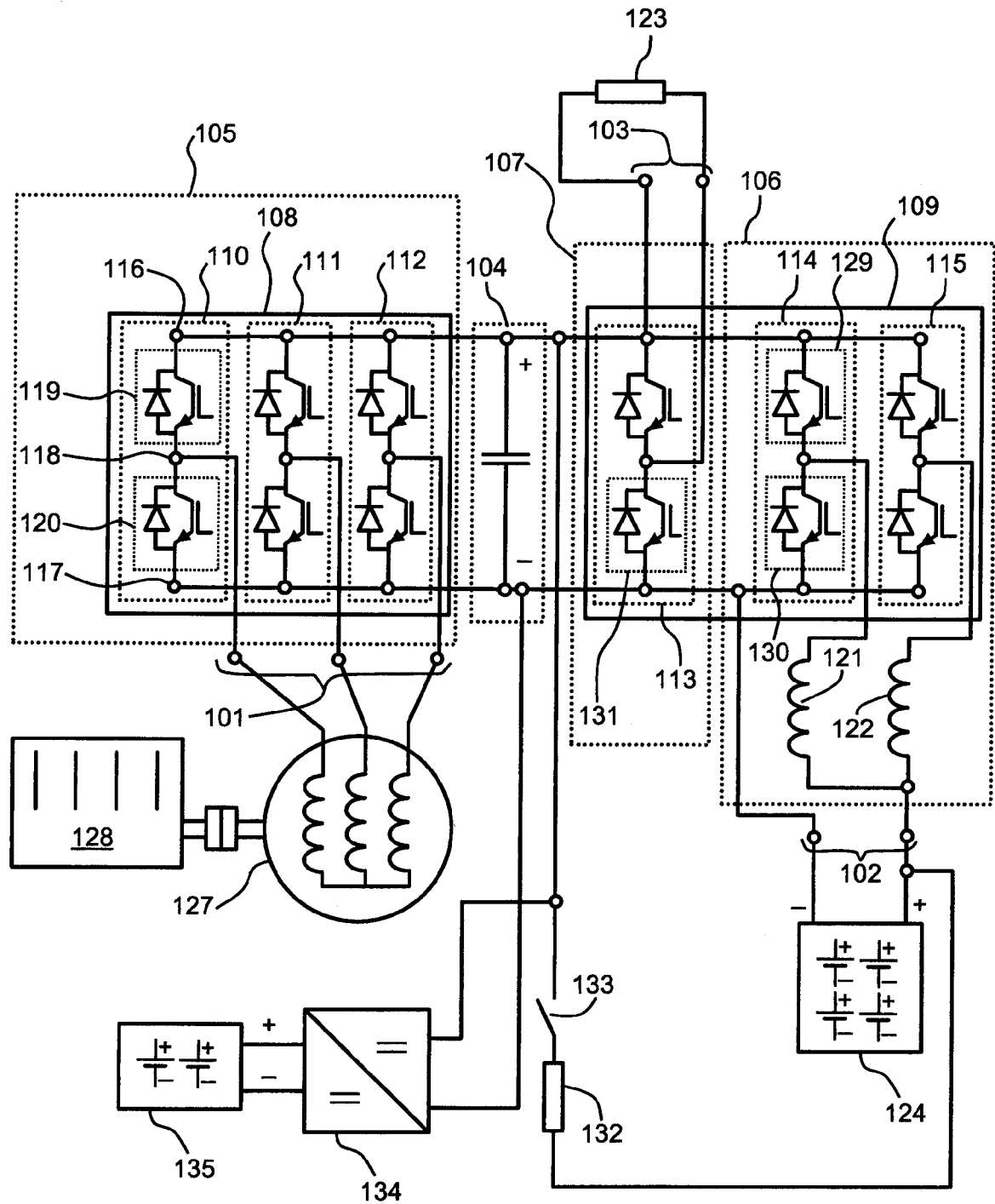


Fig. 1

2 / 6

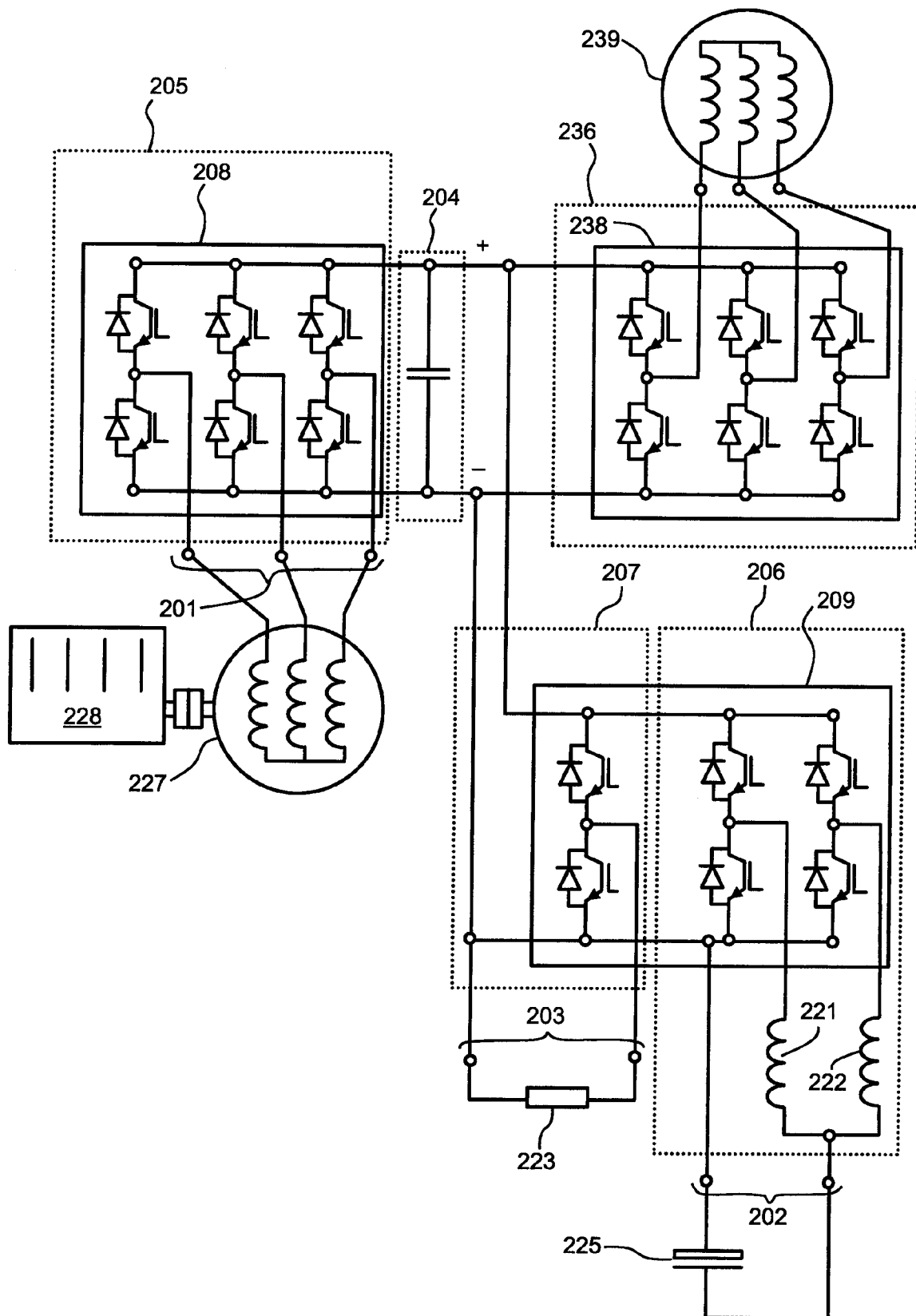


Fig. 2

3 / 6

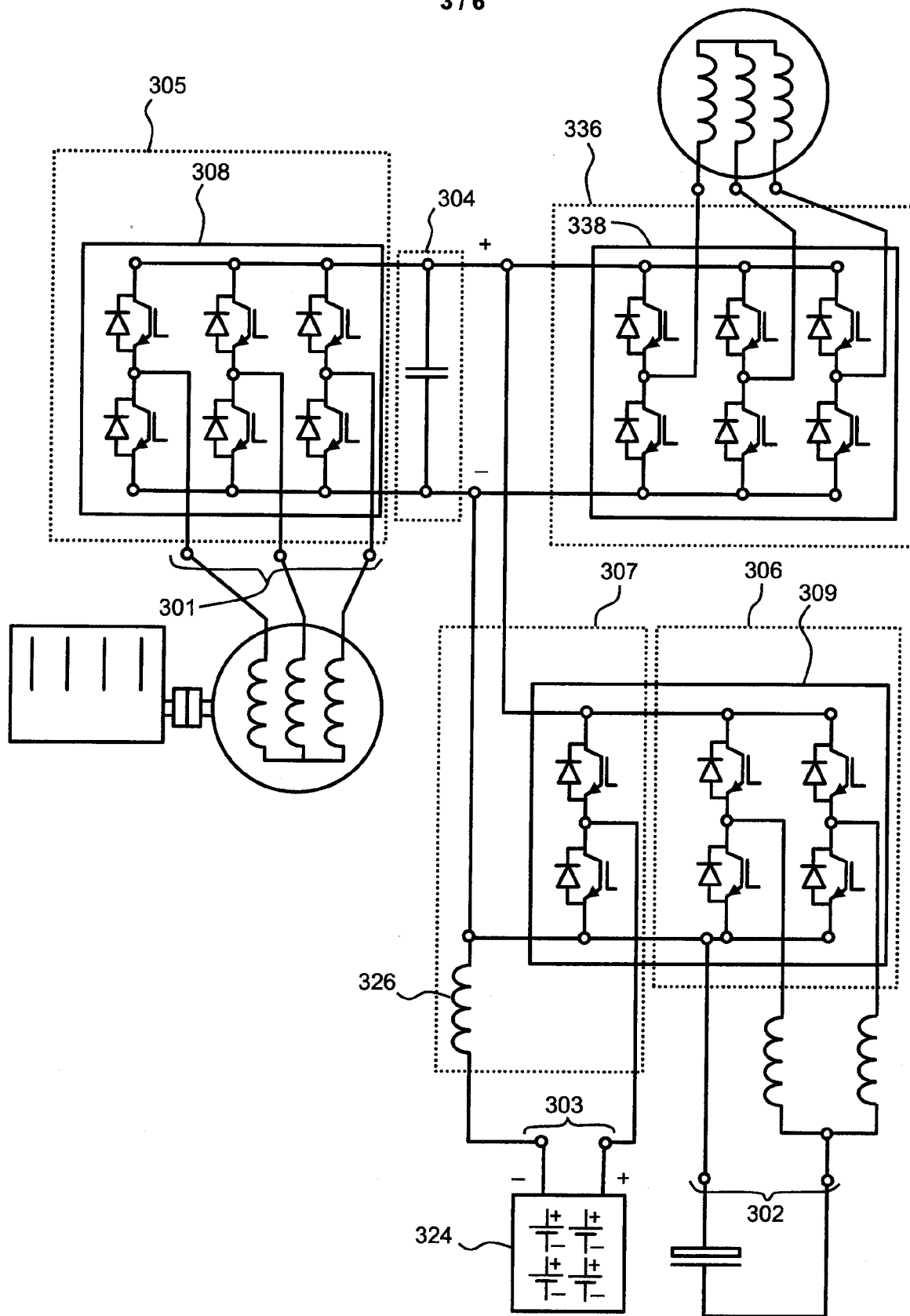


Fig. 3

4 / 6

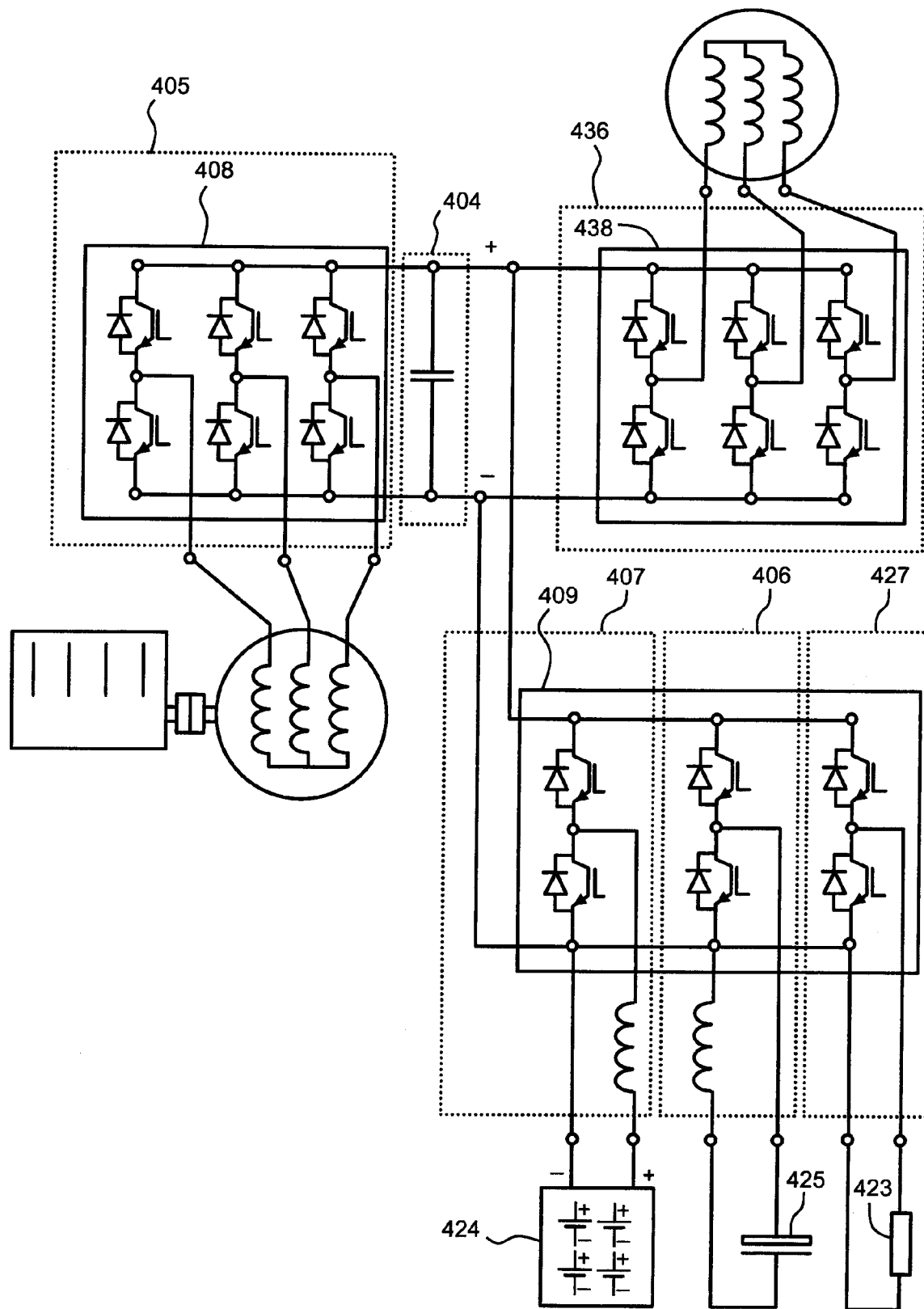


Fig. 4

5 / 6

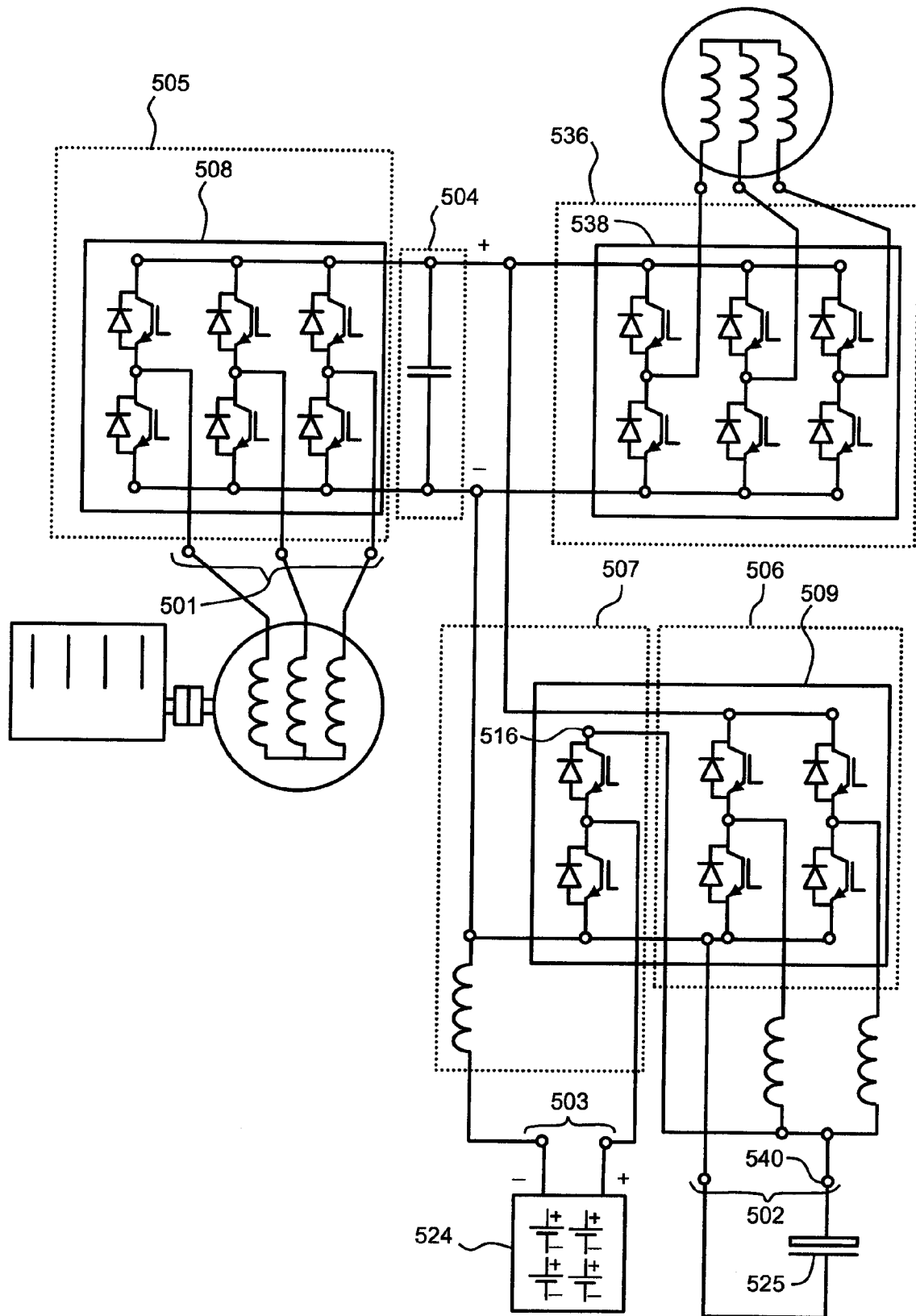


Fig. 5

6 / 6

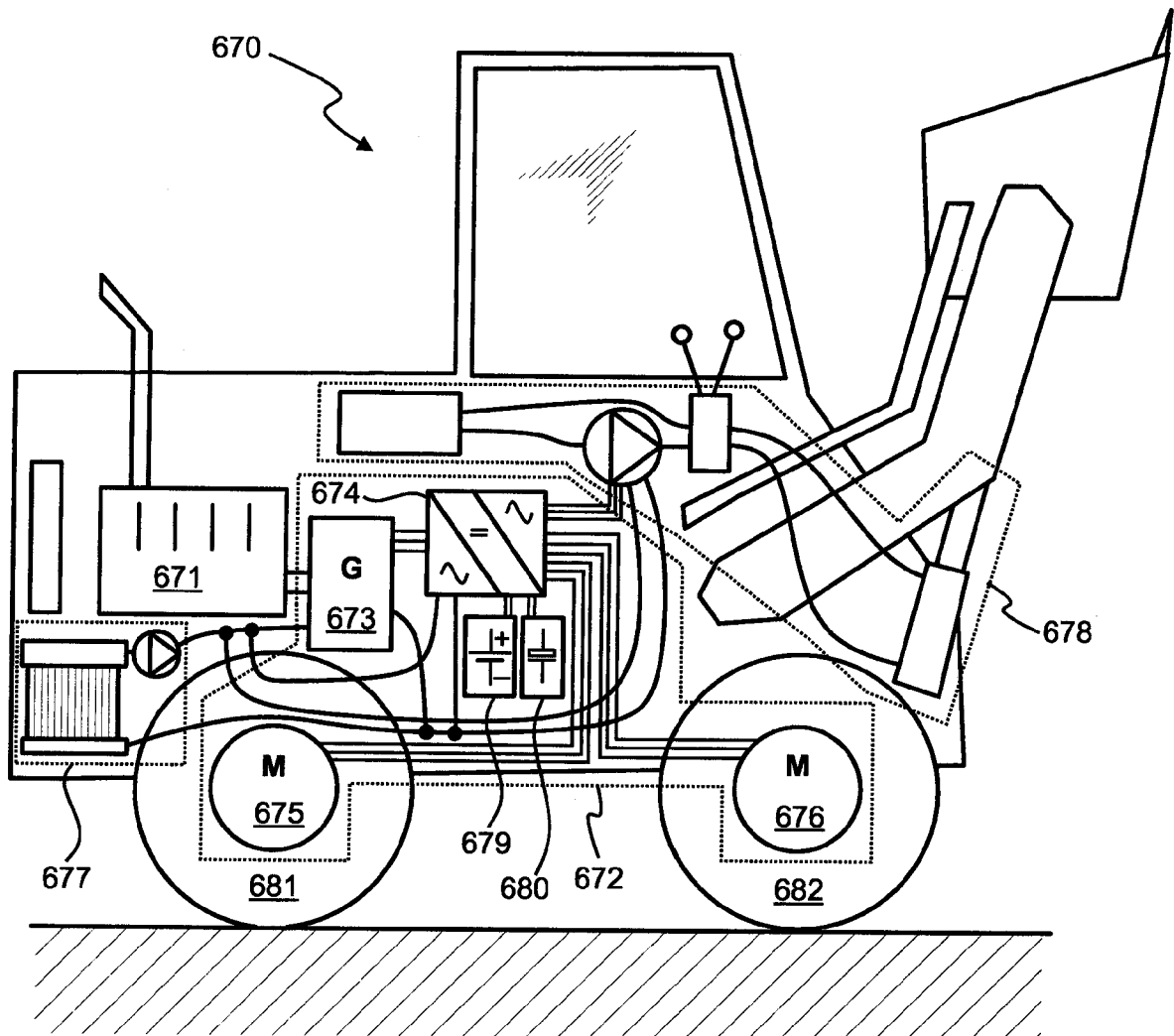


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

B60L 11/18 (2006.01); **H02M 7/00** (2006.01) ; **H02J 7/34** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

B60L 11/1816 (2013.01); **H02M 7/00** (2013.01); **H02J 7/34** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B60L, H02M, H02J, G05F

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **19.06.2015** eingereichten Ansprüchen **1-15** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 2011050174 A1 (KING ROBERT DEAN, STEIGERWALD ROBERT LOUIS) 03. März 2011 (03.03.2011) Das ganze Dokument.	1-15
A	US 2010096926 A1 (KING ROBERT DEAN, STEIGERWALD ROBERT L) 22. April 2010 (22.04.2010) Das ganze Dokument.	1-15
A	JP 2006340466 A (FUJI ELEC FA COMPONENTS & SYS) 14. Dezember 2006 (14.12.2006) Das ganze Dokument.	1-15
A	US 2009121659 A1 (OYOBÉ HICHIROSAI, NAKAMURA MAKOTO, ISHIKAWA TETSUHIRO, YOSHIDA HIROSHI) 14. Mai 2009 (14.05.2009) Absätze [0035-0063]; Fig. 1.	1-15

Datum der Beendigung der Recherche:

23.06.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

MEHLMAUER Adolf

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungs-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Ver-
öffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser
Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen
Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.