

(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
2. Oktober 2014 (02.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/154233 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02H 3/087 (2006.01) *H02H 3/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/056196
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. März 2013 (25.03.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (71) Anmelder: SMA SOLAR TECHNOLOGY AG [—/DE];
Sonnenallee 1, 34266 Niestetal (DE).
- (72) Erfinder: WIKULLIL, Ferdinand; Frankfurter Strasse
88, 34121 Kassel (DE). HATTERT, Thomas; Oderweg
13, 34131 Kassel (DE).
- (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,

KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: JUNCTION BOX FOR THE ELECTRICAL CONNECTION OF A PLURALITY OF PHOTOVOLTAIC
GENERATORS AND PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEM

(54) Bezeichnung : SAMMELBOX ZUM ELEKTRISCHEN VERBINDEN EINER MEHRZAHL VON
PHOTOVOLTAIKGENERATOREN UND PHOTOVOLTAISCHE ENERGIEERZEUGUNGSANLAGE

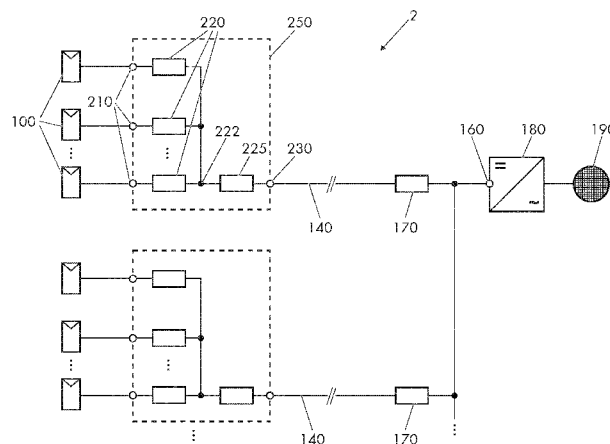


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a junction box (250, 350) for a plurality of photovoltaic generators (100), comprising a plurality of input connections (210) for the electrical connection of said photovoltaic generators (100), wherein each input connection (210) is electrically connected by way of an associated input fuse (220) to a collection point (222) and said collection point (222) is electrically connected to an output connection (230) for the electrical connection of a collecting line (140, 340) for transferring the electrical power from the photovoltaic generators (100) to an inverter (180). An output fuse (225) is arranged in the connection between the output connection (230) and the collection point (222). The junction box (250, 350) can be part of a photovoltaic power generation system.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/154233 A1



Eine Sammelbox (250, 350) für eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren (100) umfasst eine Vielzahl von Eingangsanschlüssen (210) zum elektrischen Anschluss der Photovoltaikgeneratoren (100), wobei jeder Eingangsanschluss (210) über eine zugeordnete Eingangssicherung (220) mit einem Sammelpunkt (222) elektrisch verbundenen ist und der Sammelpunkt (222) elektrisch verbunden ist mit einem Ausgangsanschluss (230) zum elektrischen Anschluss einer Sammelleitung (140, 340) zur Übertragung der elektrischen Leistung der Photovoltaikgeneratoren (100) an einen Wechselrichter (180). In der Verbindung zwischen dem Ausgangsanschluss (230) und dem Sammelpunkt (222) ist eine Ausgangssicherung (225) angeordnet. Die Sammelbox (250, 350) kann Teil einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage sein.

Sammelbox zum elektrischen Verbinden einer Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren und photovoltaische Energieerzeugungsanlage

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sammelbox für eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren, sowie eine photovoltaische Energieerzeugungsanlage.

In einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage werden zur Energiegewinnung regelmäßig Solarmodule in Reihe zu sogenannten Strings verbunden. Eine Vielzahl von Strings werden weiterhin parallel geschaltet, um so eine Anlage mit hoher Ausgangsleistung bereitzustellen. Die parallel geschalteten Strings werden mit einem Gleichspannungseingang eines Wechselrichters elektrisch verbunden, der über seinen Wechsellspannungsausgang mit einem Energienetz elektrisch verbunden ist und so die von den Solarmodulen erzeugte elektrische Leistung in das Energienetz einspeist. Da die in den Strings verschalteten Solarmodule über eine große Fläche verteilt sind, würde die direkte elektrische Verbindung jedes einzelnen Strings mit dem Wechselrichter einen unerwünscht hohen Verkabelungsaufwand nach sich ziehen. Daher ist es bei photovoltaischen Energieerzeugungsanlagen ab einer gewissen Leistungsklasse üblich, die Gleichspannungs-Ausgangsleitungen der einzelnen Strings zunächst in einer Sammelbox miteinander parallel zu schalten, um diese dann über eine gemeinsame Sammelleitung mit dem Wechselrichter elektrisch zu verbinden.

Vorbekannte Sammelboxen weisen hierbei für jeden Eingangsanschluss, an dem ein String anschließbar ist, eine Eingangssicherung auf, im Folgenden auch Stringsicherung genannt, die den Rückstromfall absichert, das heißt den Fall, in dem sich für den betroffenen String die Stromrichtung gegenüber der Stromrichtung des normalen Einspeisebetriebs umkehrt und für den String unerlaubt hohe Werte annimmt. Ein solcher Fall kann beispielsweise auftreten, wenn innerhalb des betroffenen Strings ein Kurzschluss auftritt. In diesem Fall soll die Stringsicherung auslösen und den String und/oder die Zuleitungen vor einer Beschädigung schützen.

Zusätzlich befindet sich häufig am wechselrichterseitigen Ende der Sammelleitung eine weitere Sicherung, so dass sichergestellt ist, dass über die Sammelleitung maximal der Kurzschlussstrom der hierüber verbundenen Strings fließen kann, beispielsweise im Fall eines Kurzschlusses am Gleichspannungseingang des Wechselrichters.

Wird eine photovoltaische Energieerzeugungsanlage so dimensioniert, dass die maximale Wechselrichterleistung der maximalen Generatorleistung der angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren zumindest annähernd entspricht – man spricht in diesem Fall von einem Design-Ratio von 100%, wobei das Design-Ratio das Verhältnis zwischen maximaler Generatorleistung und maximaler Wechselrichterleistung angibt – so liegt der höchstmögliche Kurzschlussstrom nur geringfügig, beispielsweise um 20%, über dem Nennstrom bei maximaler Generatorleistung. Daher kann die Dimensionierung der Stromtragfähigkeit der Sammelleitung anhand des Nennstromes (zuzüglich eines Sicherheitsaufschlages) erfolgen, wodurch auch der maximale Kurzschlussstrom die Sammelleitung nicht überlastet.

Dies ist nicht mehr sichergestellt, wenn das Design-Ratio einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage deutlich über 100%, zum Beispiel zwischen 150% und 200% oder auch darüber, gewählt wird. Die Wahl eines Design-Ratio über 100 % wird in der Praxis immer häufiger erwogen, weil niedrige Modulpreise dazu führen, dass eine derart hinsichtlich ihrer Spitzenleistung bei maximaler Sonneneinstrahlung überdimensionierte Energieerzeugungsanlage wirtschaftlich wird. Die Tatsache, dass bei maximaler Sonneneinstrahlung die maximale Wechselrichterleistung des angeschlossenen Wechselrichters überschritten würde, so dass der Wechselrichter zur Begrenzung der zu wandelnden Leistung die Generatoren derart ansteuert, dass Sie den Punkt maximaler Leistung verlassen und hierdurch zeitweise eine vollständige Einspeisung der von den Photovoltaikgeneratoren erzeugbaren Energie verhindert wird, wird hierbei bewusst in Kauf genommen.

Bei gewähltem Design-Ratio über 100% muss die Stromtragfähigkeit der Sammelleitung nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung des maximalen Kurzschlussstromes aller über diese Sammelleitung angeschlossenen Strings gewählt werden, wobei dieser maximale Kurzschlussstrom nur im Fehlerfall fließt.

Eine einseitige, wechselrichterseitige Absicherung wie im Stand der Technik reicht bei Dimensionierung der Sammelleitung anhand des Nennstromes nicht aus, da im Fall eines Kurzschlusses entlang des Verlaufes der Sammelleitung die wechselrichterseitige Sicherung zwar auslöst, aber der Kurzschlussstrom der über die Sammelleitung angeschlossenen Strings weiterhin fließt und die Sammelleitung überlastet. Die den Strings jeweils zugeordneten Stringsicherungen lösen in einem solchen Fall nicht aus.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Sicherungskonzept innerhalb einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage aufzuzeigen, bei der auch für hohe Design-Ratios kostengünstige Sammelleitungen verwendet werden können, ohne im Kurzschlussfall eine Beschädigung derselben befürchten zu müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Sammelbox mit den Merkmalen des Anspruchs 1, beziehungsweise mit einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Eine Sammelbox für eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren, insbesondere als Teil einer Energieerzeugungsanlage, umfasst eine Mehrzahl von Eingangsanschlüssen zum elektrischen Anschluss der Photovoltaikgeneratoren, wobei jeder Eingangsanschluss über eine zugeordnete Eingangssicherung mit einem gemeinsamen Sammelpunkt elektrisch verbundenen ist. Der Sammelpunkt ist elektrisch verbunden mit einem Ausgangsanschluss zum elektrischen Anschluss einer Sammelleitung zur Übertragung der elektrischen Leistung der Photovoltaikgeneratoren an einen Wechselrichter. Zwischen dem Ausgangsanschluss und dem Sammelpunkt ist eine Ausgangssicherung angeordnet. Hierdurch wird erreicht, dass im Falle eines Kurzschlusses, der auf der dem Sammelpunkt abgewandten Seite der Ausgangssicherung auftritt, nicht zu Stromwerten über den Ausgangsanschluss führen kann, der die maximale Stromtragfähigkeit einer dort angeschlossenen Sammelleitung überschreitet.

Ein solches Überschreiten kann insbesondere in dem Fall auftreten, dass die Summe der Kurzschlussströme aller an den Eingangsanschlüssen der Sammelboxen angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren den Nennstrom, d.h. den Stromwert, der

im normalen Betrieb der Energieerzeugungsanlage bei voller Sonneneinstrahlung an dieser Stelle auftritt, deutlich überschreitet, beispielsweise um 50 % oder gar um 100 % oder mehr. Dies ist insbesondere in Energieerzeugungsanlagen der Fall, deren Design-Ratio einen Wert von 100 % entsprechend übersteigt.

In einer bevorzugten Ausführung der Sammelboxen umfasst die Ausgangssicherung eine Schmelzsicherung, wobei andere Sicherungsformen nicht ausgeschlossen werden. Optional kann an den Eingangsanschlüssen weiterhin jeweils ein Trennschalter vorgesehen werden, um die hier angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren selektiv von der Sammelbox und damit vom Wechselrichter trennen zu können. Die Trennschalter können beispielsweise direkt vom Wechselrichter angesteuert werden.

Vorzugsweise wird der Auslösestrom der Ausgangssicherung so gewählt, dass die Ausgangssicherung auslöst, bevor eine an dem Ausgangsanschluss angeschlossene Sammelleitung durch einen zu hohen Strom überlastet und beschädigt werden kann. Dies ist sichergestellt, wenn der Auslösestrom der Ausgangssicherung kleiner als eine maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung gewählt ist.

In einer Variante der Erfindung kann die Ausgangssicherung mittels einer Signalerzeugungseinheit überwacht werden, die derart konfiguriert ist, dass sie im Falle des Auslösens der Ausgangssicherung ein Fehlersignal erzeugt, das an eine übergeordnete Überwachungseinheit weitergegeben werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, das Auftreten von Kurzschlüssen im Verlaufe der Sammelleitungen zu detektieren und zu lokalisieren. Die Überwachungseinheit, die insbesondere auch Teil eines Wechselrichters sein kann, kann unmittelbar geeignete Sicherungsmaßnahmen für diesen Fall einleiten, beispielsweise die vorher erwähnten Trennschalter öffnen.

Erfindungsgemäß umfasst eine photovoltaische Energieerzeugungsanlage eine vorbeschriebene Sammelbox, mit deren Eingangsanschlüssen eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren elektrisch verbunden ist, sowie einen Wechselrichter zur Umwandlung und Einspeisung der von den Photovoltaikgeneratoren erzeugten elektrischen Leistung in ein Energienetz, wobei der Wechselrichter mit einem Ausgangsanschluss der Sammelbox über eine Sammelleitung elektrisch verbunden

ist. Die Sammelleitung ist wechselrichterseitig mit einer Wechselrichtersicherung und sammelboxseitig mit einer Ausgangssicherung, insbesondere mit einer Schmelzsicherung, versehen. Die Ausgangssicherung kann in die Sammelbox integriert, grundsätzlich aber auch außerhalb der Sammelbox angeordnet sein.

Vorzugsweise wird eine Auslöseschwelle der Ausgangssicherung derart gewählt, dass die Ausgangssicherung im Falle eines Kurzschlusses im Verlaufe der Sammelleitung auslöst. Insbesondere wird die Auslöseschwelle der Ausgangssicherung kleiner gewählt als eine maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung, so dass eine Überlastung der Sammelleitung ausgeschlossen wird. Zusätzlich wird bevorzugt ein Auslösestrom der Ausgangssicherung größer gewählt als ein Auslösestrom der Wechselrichtersicherung. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein Kurzschluss zwischen der Wechselrichtersicherung und dem Wechselrichter zu einem Auslösen der Wechselrichtersicherung und nicht zu einem Auslösen der Ausgangssicherung führt.

Es ist denkbar, die Sammelboxen innerhalb des Systems von Sammelleitungen zwischen den Photovoltaikgeneratoren und dem Wechselrichter hierarchisch anzuordnen, wobei zwei oder mehr Hierarchieebenen vorgesehen werden können.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand in den Figuren dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer vorbekannten photovoltaischen Energieerzeugungsanlage,

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen photovoltaischen Energieerzeugungsanlage mit einer erfindungsgemäßen Sammelbox,

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen photovoltaischen Energieerzeugungsanlage mit einer hierarchischen Anordnung von erfindungsgemäßen Sammelboxen und

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sammelbox.

In Figur 1 ist ein schematischer Aufbau einer photovoltaischen Energieerzeugungsanlage 1 entsprechend dem Stand der Technik gezeigt. Eine

Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren 100 ist mit Eingangsanschlüssen 110 einer Sammelbox 150 verbunden. Innerhalb der Sammelbox 150 sind die einzelnen Eingangsanschlüsse 110 jeweils mit einer zugeordneten Eingangssicherung 120 abgesichert und werden auf der dem Eingangsanschluss 110 abgewandten Seite der Eingangssicherungen 120 miteinander und mit einem Ausgangsanschluss 130 elektrisch verbunden. Somit werden die einzelnen von den Photovoltaikgeneratoren 100 erzeugten Ströme kombiniert und als Summenstrom über den Ausgangsanschluss 130 bereitgestellt. Die Auslöseschwellen der Eingangssicherungen 120 werden so gewählt, dass ein maximaler Kurzschlussstrom des über die einzelne Eingangssicherung 120 angeschlossenen Photovoltaikgenerators 100 diese noch nicht auslöst. Sollte aber ein sogenannter Rückstromfall auftreten, beispielsweise in dem Fall, dass ein einzelner Photovoltaikgenerator 100 einen Kurzschluss zwischen seinen Anschlussleitungen oder einer der Anschlussleitungen und einem Bezugspotential, insbesondere Massepotential, aufweist, so fließt ein der normalen Stromrichtung entgegengesetzter Strom über die Eingangssicherung 120, der den maximalen Kurzschlussstrom des einzelnen Photovoltaikgenerator 100 übersteigt. Die Auslöseschwelle wird so gewählt, dass sie in diesem Fall überschritten wird, so dass die Eingangssicherung 120 auslöst und den betroffenen Photovoltaikgenerator 100 sowie dessen Zuleitung vor Überlastung schützt.

An den Ausgangsanschluss 130 ist weiterhin eine Sammelleitung 140 angeschlossen, die die Sammelbox 150 über eine Wechselrichtersicherung 170 mit einem Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180 verbindet. An dem Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180 sind hierbei weitere Sammelboxen 150 über weitere Sammelleitungen 140 und weitere zugeordnete Wechselrichtersicherungen 170 verbunden, wodurch der Wechselrichter 180 mit allen Photovoltaikgeneratoren 100 der photovoltaischen Energieerzeugungsanlage 1 verbunden wird. Die als Gleichstrom bereitgestellte elektrische Leistung der Photovoltaikgeneratoren 100 wird vom Wechselrichter 180 in Leistung in Form von Wechselspannung umgewandelt und in ein Energienetz 190 eingespeist.

In allen Figuren sind die elektrischen Verbindungen zur Vereinfachung der Darstellung durch eine einzelne Verbindungslinie symbolisiert. Selbstverständlich

wird hierdurch der Fall mit umfasst, dass die elektrische Verbindung durch mehrere getrennte Kabel, insbesondere durch ein positives und ein negatives Kabel gebildet werden, die jeweils mit den positiven bzw. negativen Generatoranschlüssen verbunden sind. Die gezeigten Sicherungselemente können hierbei wahlweise in einem der Kabel vorgesehen sein, aber auch in beiden. Ein Kurzschluss kann dann sowohl durch einen Kurzschluss zwischen den Kabeln als auch durch einen Kurzschluss zwischen einem der Kabel und einen ausreichend niederohmigen Bezugspotential, insbesondere dem Erdpotential, gebildet werden.

Der in Figur 2 wiedergegebene schematische Aufbau einer erfindungsgemäßen photovoltaischen Energieerzeugungsanlage 2 unterscheidet sich von dem Aufbau der photovoltaischen Energieerzeugungsanlage 1 nach dem Stand der Technik gemäß Figur 1 durch die erfindungsmäße Sammelbox 250. Diese weist Eingangsanschlüsse 210 zum Anschluss von Photovoltaikgeneratoren 100 auf, die miteinander über Eingangssicherungen 220 an einem Sammelpunkt 222 verbunden sind. Der Sammelpunkt 222 ist über eine zusätzliche Ausgangssicherung 225 mit dem Ausgangsanschluss 230 verbunden. Auch hier ist an den Ausgangsanschluss 230 eine Sammelleitung 140 angeschlossen, die die Sammelbox 250 über eine Wechselrichtersicherung 170 mit einem Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180 verbindet. Weitere Sammelboxen 250 sind über weitere Sammelleitungen 140 und weitere zugeordnete Wechselrichtersicherungen 170 ebenfalls mit dem Wechselrichter 180 verbunden.

Die Ausgangssicherung 225 weist eine Auslöseschwelle auf, die kleiner als eine maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung 140 gewählt ist. Beispielsweise kann die Auslöseschwelle so gewählt werden, dass sie einem maximal zu erwartenden Nennstrom aller an der Sammelbox 250 angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren 100 zuzüglich eines Sicherheitsaufschlages entspricht. Der Sicherheitsaufschlag kann beispielsweise 20% des Nennstromes betragen. Somit kann die Auslöseschwelle der Ausgangssicherung 225 und auch die Stromtragfähigkeit der Sammelleitung 140 deutlich geringer gewählt werden als ein möglicher Kurzschlusssummenstrom aller an der Sammelbox 250 angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren 100. Bei einem Design-Ratio von mehr als 150%, insbesondere größer gleich 200%, kann eine erhebliche Einsparung durch eine

kostengünstigere Verbindungstechnik, insbesondere durch geringere erforderliche Leitungsquerschnitte innerhalb der Sammelleitung 140, erreicht werden, ohne dass die Gefahr einer Überlastung und damit Beschädigung der Sammelleitung 140 im Kurzschlussfall besteht.

Figur 3 erweitert das elektrische Verbindungskonzept einer Energieerzeugungsanlage 2 gemäß Figur 2 um eine hierarchische Anordnung von Sammelboxen. In einer ersten Hierarchieebene werden Photovoltaikgeneratoren 100 gruppenweise mittels Sammelboxen 250 zusammengefasst. Deren Summenstrom wird über Sammelleitungen 140 an eine zweite Hierarchieebene von Sammelboxen 350 weitergeleitet, in denen die Summenströme einer Mehrzahl von Sammelboxen 250 der ersten Hierarchieebene zu einem Summenstrom der zweiten Ebene zusammengefasst werden, der wiederum über eine weitere Verbindungsleitung 340 und über eine Wechselrichtersicherung 170 an einen Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180 übertragen werden. Im Prinzip ist es denkbar, auf gleiche Weise weitere Hierarchieebenen in der Energieerzeugungsanlage 2 vorzusehen.

Sowohl die Sammelboxen 250 der ersten Hierarchieebene als auch die Sammelboxen 350 der zweiten Hierarchieebene sind mit Ausgangssicherungen 225 an den Ausgangsanschlüssen 230 versehen. Die Auslöseschwellen der Ausgangssicherungen 225 der einzelnen Hierarchieebenen werden jeweils individuell aufgrund des jeweiligen maximal zu erwartenden Nennstromes gewählt, ebenso wie die maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitungen 140 zwischen der ersten und der zweiten Hierarchieebene bzw. die maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung 340 zum Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180. Der Sicherheitsaufschlag für die Auslöseschwellen der Ausgangssicherungen 225 der einzelnen Hierarchieebenen wird vorteilhafterweise geringer gewählt als der Sicherheitsaufschlag für die maximale Stromtragfähigkeit der entsprechenden Sammelleitung, um eine Überlastung der Sammelleitung zuverlässig auszuschließen.

Wie in Figur 3 für die Sammelbox 350 der zweiten Hierarchieebene beispielhaft gezeigt, sowie in Figur 4 in einer weiteren Ausführung illustriert, ist es in einem Ausführungsbeispiel denkbar, die Ausgangssicherung 225 mit einer Signalerzeugungseinheit 460 zu versehen, die die Ausgangssicherung 225 überwacht und im Falle der Auslösung ein zugeordnetes Fehlersignal 440 erzeugt.

Das Fehlersignal 440 kann beispielsweise per Kabel oder kabellos an eine übergeordnete Überwachungseinheit (nicht gezeigt) übertragen werden. Ebenfalls ist denkbar, dass das Fehlersignal 460 ein optisches Signal umfasst, dass die Identifikation der ausgelösten Sicherung auf einfache Weise erlaubt.

In Figur 4 ist weiter gezeigt, dass die Signalerzeugungseinheit 460 in der Sammelbox 250 integriert sein kann und die zugeordnete Ausgangssicherung 225 mit Hilfe einer Überwachung eines Spannungsabfalles über die Sicherung überwacht. Zusätzlich sind in dieser Ausführungsform, aber grundsätzlich davon unabhängig, zwischen den Eingangsanschlüssen 210 und den Eingangssicherungen 220 Trennschalter 470 angeordnet, die die elektrische Verbindung von angeschlossenen Photovoltaikgeneratoren mit einem angeschlossenen Wechselrichter auftrennen können. Die Betätigung der Trennschalter 470 kann ferngesteuert von einer übergeordneten Überwachungseinheit, z.B. dem Wechselrichter, oder automatisch aufgrund von Signalen erfolgen, beispielsweise gesteuert durch Sensorsignale wie Strom- oder Spannungssignalen über die oder zwischen den Sammelleitungen oder durch Steuersignale wie dem Fehlersignal 440.

Auch bei der hierarchischen Anordnung von Sammelboxen 250, 350 gemäß Fig. 3 sind die Sammelleitungen 140, 340 jeweils an beiden Enden durch zugeordnete Sicherungen gegen den Fall abgesichert, dass entlang des Verlaufes der Sammelleitungen 140, 340 ein Kurzschluss auftritt. Für die Sammelleitungen 140 zwischen den Sammelboxen 250 der ersten Hierarchieebene und den Sammelboxen 350 der zweiten Hierarchieebene (Region II) werden die Sicherungen jeweils durch die Ausgangssicherungen 225 der Sammelboxen 250 und die Eingangssicherungen 220 der Sammelboxen 350 gebildet. Für die Sammelleitungen 340 zwischen den Sammelboxen 350 der zweiten Hierarchieebene und der Gleichstromeingang 160 des Wechselrichters 180 (Region III) werden diese Sicherungen durch die Ausgangssicherungen 225 der Sammelboxen 350 und die Wechselrichtersicherungen 170 gebildet. Somit wird im Falle eines Kurzschlusses innerhalb der Region II oder der Region III auch bei Energieerzeugungsanlagen mit einem Design-Ratio größer 100 % ein die Sammelleitungen 140, 340 überlastender Strom durch Auslösen der entsprechenden Sicherungen auf beiden Seiten der

Sammelleitungen zuverlässig verhindert. Auch ein entsprechender Lichtbogen wird auf diese Weise zuverlässig gelöscht und stellt somit keine Brandgefahr dar.

In der Region I zwischen der Sammelbox 250 der ersten Hierarchieebene und den Photovoltaikgeneratoren 100 beziehungsweise in der Region IV zwischen der Wechselrichtersicherung 170 und dem Wechselrichter 180 wird der Kurzschlussfall wie im Stand der Technik abgesichert.

Auf diese Weise ist es mit geringem Aufwand möglich, eine photovoltaische Energieerzeugungsanlage aufzubauen, die gegen eine Überlastung aufgrund eines Kurzschlusses an nahezu jedem beliebigen Punkt des Verbindungssystems zwischen den Photovoltaikgeneratoren und dem Wechselrichter ausreichend abgesichert ist, ohne dass Verluste verursachende zusätzliche Elemente wie Rückstromdioden verwendet werden müssen.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann auf vielfache Weise abgewandelt und fachmännisch ergänzt werden. Insbesondere ist es möglich, die genannten Merkmale auch in anderen als den genannten Kombinationen auszuführen, und um weitere vorbekannte Verfahrensweisen oder Komponenten zu ergänzen, mit dem Ziel, kostengünstig und zuverlässig eine Absicherung des gesamten elektrischen Verbindungssystems einer Energieerzeugungsanlage zwischen den Photovoltaikgeneratoren und dem Wechselrichter gegen Beschädigung durch Kurzschluss bei geringen Kosten zu erzielen.

Bezugszeichenliste

1	Energieerzeugungsanlage
2	Energieerzeugungsanlage
100	Photovoltaikgenerator
110, 210	Eingangsanschluss
120, 220	Eingangssicherung
130, 230	Ausgangsanschluss
140, 340	Sammelleitung
150, 250, 350	Sammelbox
160	Gleichstromeingang
170	Wechselrichtersicherung
180	Wechselrichter
190	Energienetz
222	Sammelpunkt
225	Ausgangssicherung
440	Fehlersignal
460	Signalerzeugungseinheit
470	Trennschalter

Patentansprüche:

1. Sammelbox (250) für eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren (100) umfassend eine Mehrzahl von Eingangsanschlüssen (210) zum elektrischen Anschluss der Photovoltaikgeneratoren (100), wobei jeder Eingangsanschluss (210) über eine zugeordnete Eingangssicherung (220) mit einem gemeinsamen Sammelpunkt (222) elektrisch verbundenen ist und der Sammelpunkt (222) elektrisch verbunden ist mit einem Ausgangsanschluss (230) zum elektrischen Anschluss einer Sammelleitung (140, 340) zur Übertragung der elektrischen Leistung der Photovoltaikgeneratoren (100) an einen Wechselrichter(180),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ausgangsanschluss (230) über eine Ausgangssicherung (225) mit dem Sammelpunkt (222) elektrisch verbunden ist.
2. Sammelbox nach Anspruch 1, wobei die Ausgangssicherung (225) eine Schmelzsicherung umfasst.
3. Sammelbox nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen den Eingangsanschlüssen (210) und dem gemeinsamen Sammelpunkt (222) Trennschalter (470) angeordnet sind.
4. Sammelbox nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Auslösestrom der Ausgangssicherung (225) kleiner als eine maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung (140, 340) gewählt ist.
5. Sammelbox nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin aufweisend eine Signalerzeugungseinheit (460) zur Erzeugung eines Fehlersignals (440), wenn die Ausgangssicherung (225) ausgelöst ist.
6. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage (2) umfassend:
 - eine Sammelbox(250, 350)
 - eine Mehrzahl von Photovoltaikgeneratoren(100), die mit Eingangsanschlüssen (210) der Sammelbox (250, 350) elektrisch verbunden sind,
 - einen Wechselrichter (180) zur Umwandlung und Einspeisung elektrischer Leistung der Photovoltaikgeneratoren (100) in ein Energienetz (190) und

- eine Sammelleitung (140, 340), über die ein Ausgangsanschluss(230, 330) der Sammelbox(250, 350) mit einem Gleichstromeingang (160) des Wechselrichters (180) elektrisch verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelleitung (140, 340) wechselrichterseitig über eine Wechselrichtersicherung (170) und sammelboxseitig über eine Ausgangssicherung (225) gegen Überströme abgesichert ist.

7. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach Anspruch 6, wobei die Ausgangssicherung (225) eine Schmelzsicherung aufweist.

8. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach Anspruch 6 oder 7, wobei ein Auslösestrom der Ausgangssicherung (225) kleiner als eine maximale Stromtragfähigkeit der Sammelleitung (140, 340) gewählt ist.

9. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei ein Auslösestrom der Ausgangssicherung (225) einen Auslösestrom der Wechselrichtersicherung (170) übersteigt.

10. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei ein Auslösestrom der Ausgangssicherung (225) derart gewählt ist, dass die Ausgangssicherung (225) im Fall eines Kurzschlusses im Bereich der Sammelleitung (140, 340) auslöst.

11. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei eine Summe der Maximalleistungen aller Photovoltaikgeneratoren (100) der photovoltaische Energieerzeugungsanlage eine Maximalleistung des Wechselrichters (180) um mindestens 50%, insbesondere um mindestens 100%, übersteigt.

12. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei die photovoltaische Energieerzeugungsanlage eine Mehrzahl von Sammelboxen (250, 350) in hierarchischer Anordnung aufweist.

13. Photovoltaische Energieerzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die Ausgangssicherung (225) in die Sammelbox (250, 350) integriert ist.

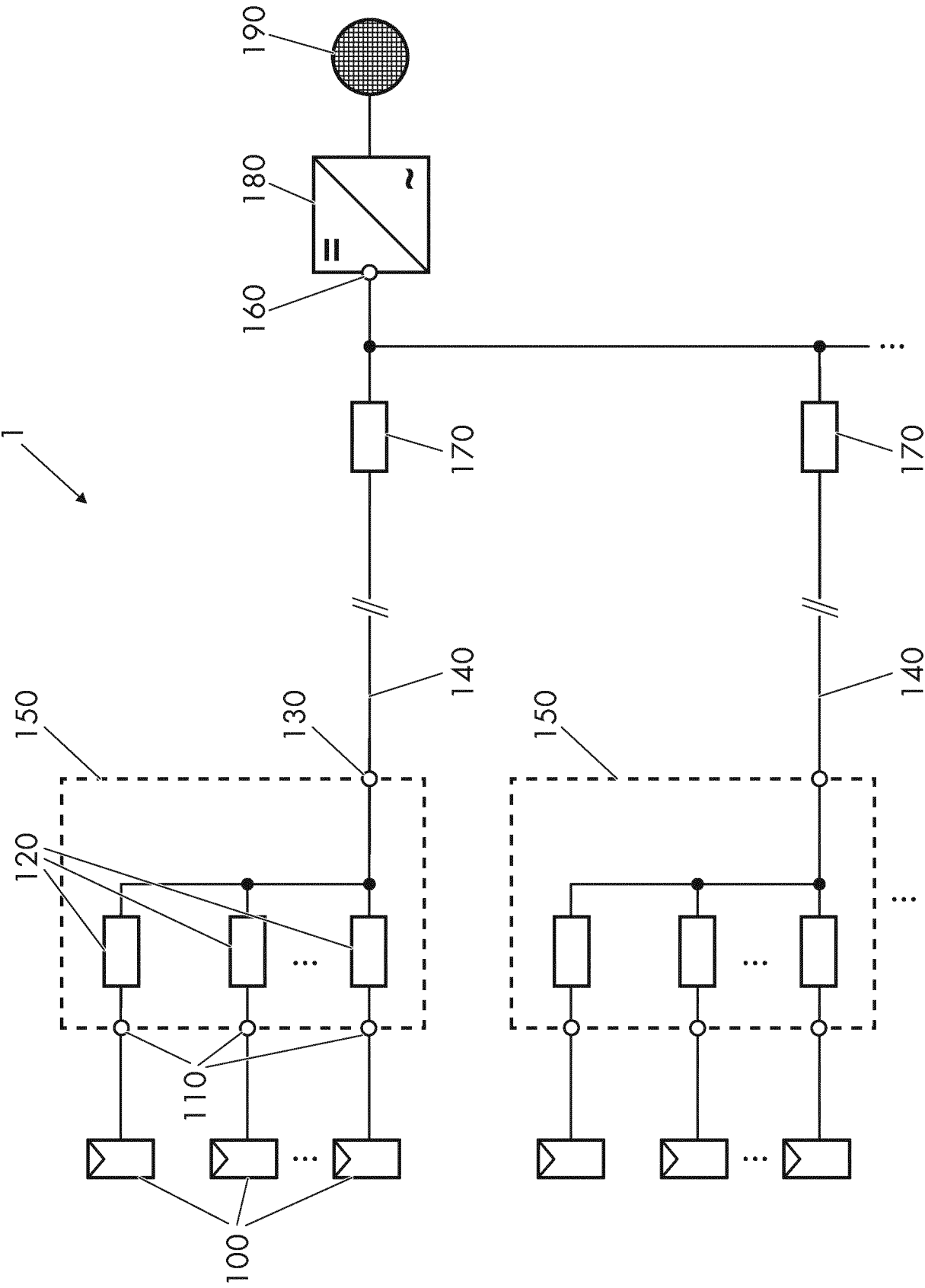


Fig. 1

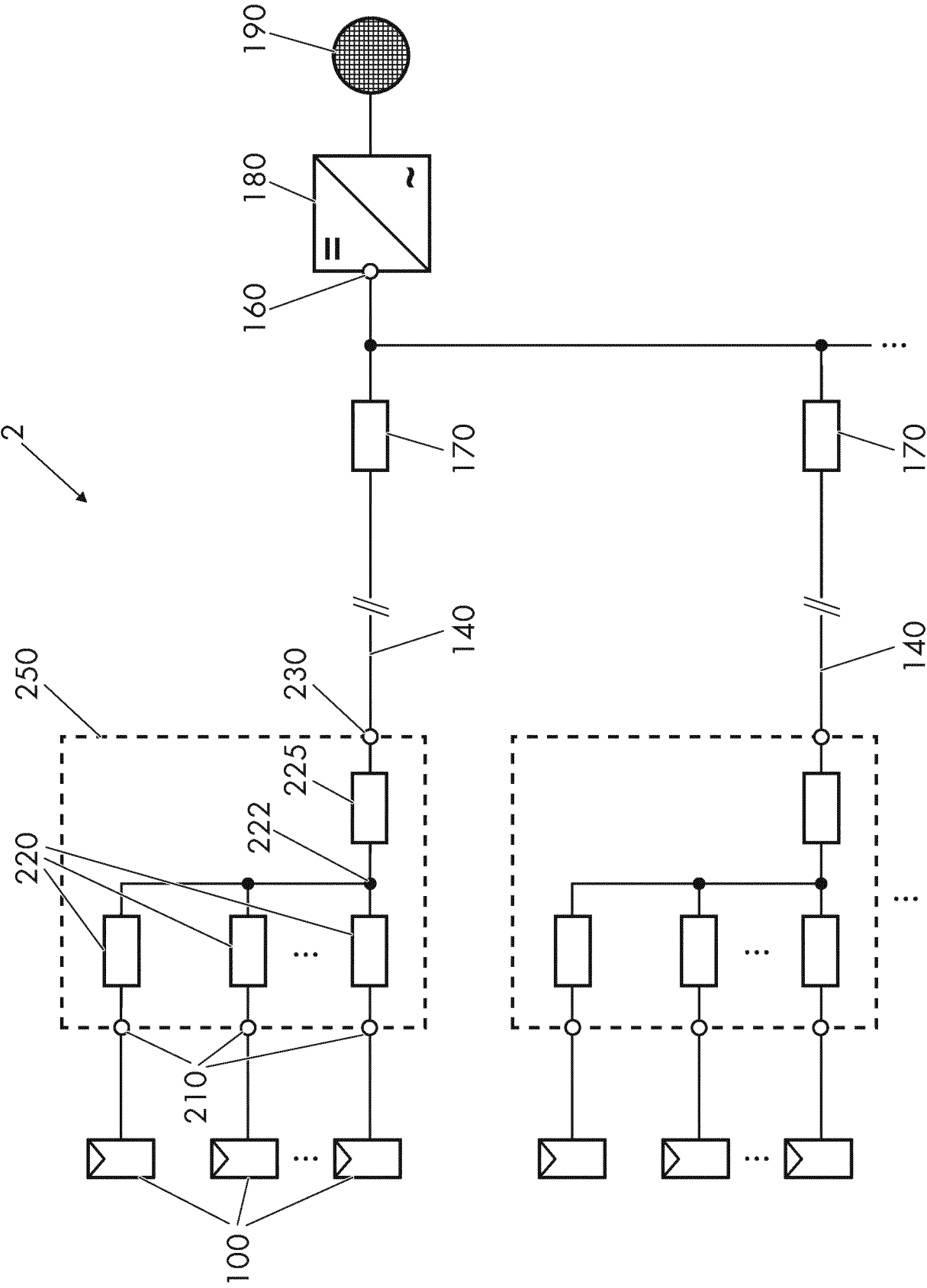


Fig. 2

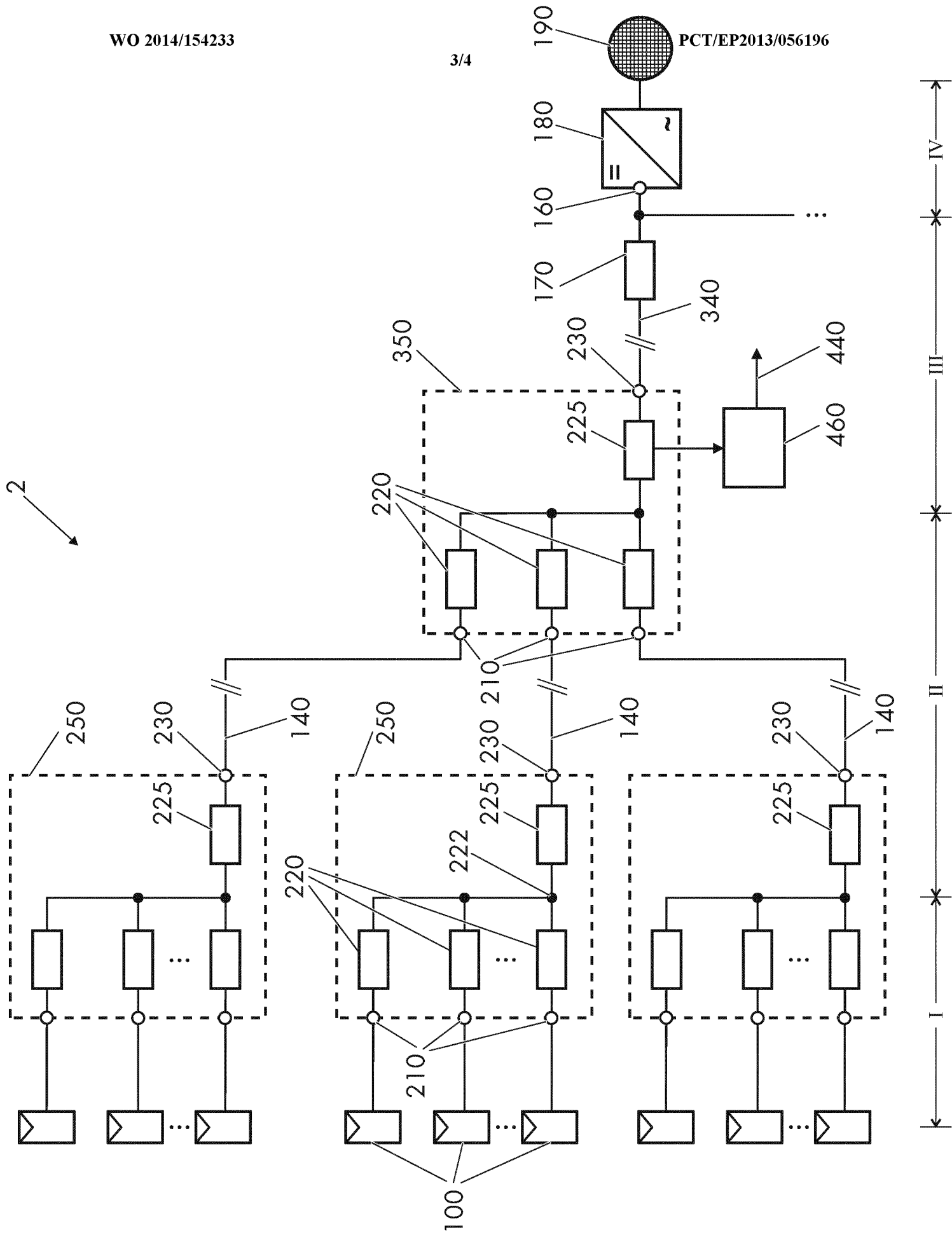


Fig. 3

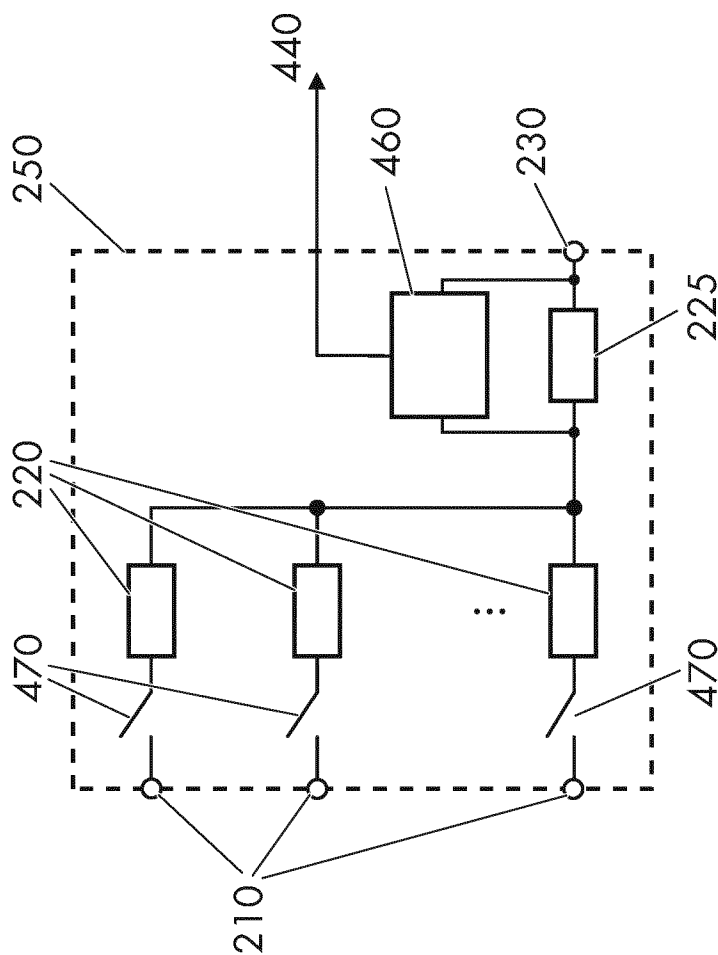


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/056196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02H3/087
ADD. H02H3/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 315 328 A2 (EATON CORP [US]) 27 April 2011 (2011-04-27)	1-11,13
Y	abstract figures 1,2a,2b,2c	12
Y	----- US 2010/295377 A1 (SOK VEASNA [US] ET AL) 25 November 2010 (2010-11-25) abstract figures 1,2 ----- -/--	12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 July 2013

Date of mailing of the international search report

01/08/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hartmann, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/056196

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG", 1 January 2012 (2012-01-01), XP055061841, http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf Retrieved from the Internet: URL:http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf [retrieved on 2013-05-03] Teil 2, 6 (2) 2.b) -----	11
X	JP 2001 068706 A (SANYO ELECTRIC CO) 16 March 2001 (2001-03-16)	1-11,13
Y	abstract figures	12
A	Eric Every: "Fuse Servicing Disconnects for DC Combiners", 31 October 2012 (2012-10-31), XP055061677, Retrieved from the Internet: URL:http://www.solren.com/wp-content/uploads/2011/12/Fuse-Servicing-for-discos-for-DC-combiners.pdf [retrieved on 2013-05-02] page 1 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/056196

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2315328	A2	27-04-2011	AU 2010235882 A1 12-05-2011
			CA 2717953 A1 20-04-2011
			CN 102055178 A 11-05-2011
			CN 201994645 U 28-09-2011
			EP 2315328 A2 27-04-2011
			JP 2011091995 A 06-05-2011
			US 2011090607 A1 21-04-2011

US 2010295377	A1	25-11-2010	AU 2010201832 A1 09-12-2010
			CN 101895127 A 24-11-2010
			EP 2278679 A2 26-01-2011
			US 2010295377 A1 25-11-2010

JP 2001068706	A	16-03-2001	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/056196

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02H3/087

ADD. H02H3/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 315 328 A2 (EATON CORP [US]) 27. April 2011 (2011-04-27)	1-11,13
Y	Zusammenfassung Abbildungen 1,2a,2b,2c	12
Y	US 2010/295377 A1 (SOK VEASNA [US] ET AL) 25. November 2010 (2010-11-25) Zusammenfassung Abbildungen 1,2	12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Juli 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hartmann, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	"Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG", 1. Januar 2012 (2012-01-01), XP055061841, http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf Gefunden im Internet: URL:http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf [gefunden am 2013-05-03] Teil 2, 6 (2) 2.b) -----	11
X	JP 2001 068706 A (SANYO ELECTRIC CO) 16. März 2001 (2001-03-16)	1-11,13
Y	Zusammenfassung Abbildungen	12
A	Eric Every: "Fuse Servicing Disconnects for DC Combiners", 31. Oktober 2012 (2012-10-31), XP055061677, Gefunden im Internet: URL:http://www.solren.com/wp-content/uploads/2011/12/Fuse-Servicing-for-discos-for-DC-combiners.pdf [gefunden am 2013-05-02] Seite 1 -----	3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/056196

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2315328	A2	27-04-2011	AU 2010235882 A1 12-05-2011
			CA 2717953 A1 20-04-2011
			CN 102055178 A 11-05-2011
			CN 201994645 U 28-09-2011
			EP 2315328 A2 27-04-2011
			JP 2011091995 A 06-05-2011
			US 2011090607 A1 21-04-2011

US 2010295377	A1	25-11-2010	AU 2010201832 A1 09-12-2010
			CN 101895127 A 24-11-2010
			EP 2278679 A2 26-01-2011
			US 2010295377 A1 25-11-2010

JP 2001068706	A	16-03-2001	KEINE
