



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0004475

(51) **H02M 7/00; H02M 7/483**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00087

(22) 05/03/2021

(30) 202020585403.8 20/04/2020 CN

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/05/2021 398A

(73) SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD. (CN)

No.1699 Xiyou Rd., New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei,
Anhui 230088, P. R. China

(72) ZHENG, Hao (CN); ZHU, Qiyao (CN); ZHANG, Jin (CN).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) PHẦN TỬ NGUỒN ĐIỆN, MÔĐUN NGUỒN ĐIỆN VÀ BỘ NGHỊCH LƯU

(21) 2-2021-00087

(57) Giải pháp hữu ích đề cập tới phần tử nguồn điện, môđun nguồn điện và bộ nghịch lưu. Phần tử nguồn điện theo sáng chế bao gồm môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba, từng môđun đóng gói này có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau. Vì môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, và môđun đóng gói thứ ba được bố trí trong nửa kia của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, đầu nối điều khiển của mỗi một trong số ba môđun đóng gói được bố trí ở phía của một nửa để bố trí môđun đóng gói ở cách xa nửa kia. Như vậy, phần tử nguồn điện có thể sử dụng kích thước cấu trúc đóng gói kích thước nhỏ mà không làm thay đổi sơ đồ bố trí của các bảng mạch kích hoạt, nhờ đó giảm bớt chi phí của phần tử nguồn điện và bộ nghịch lưu.

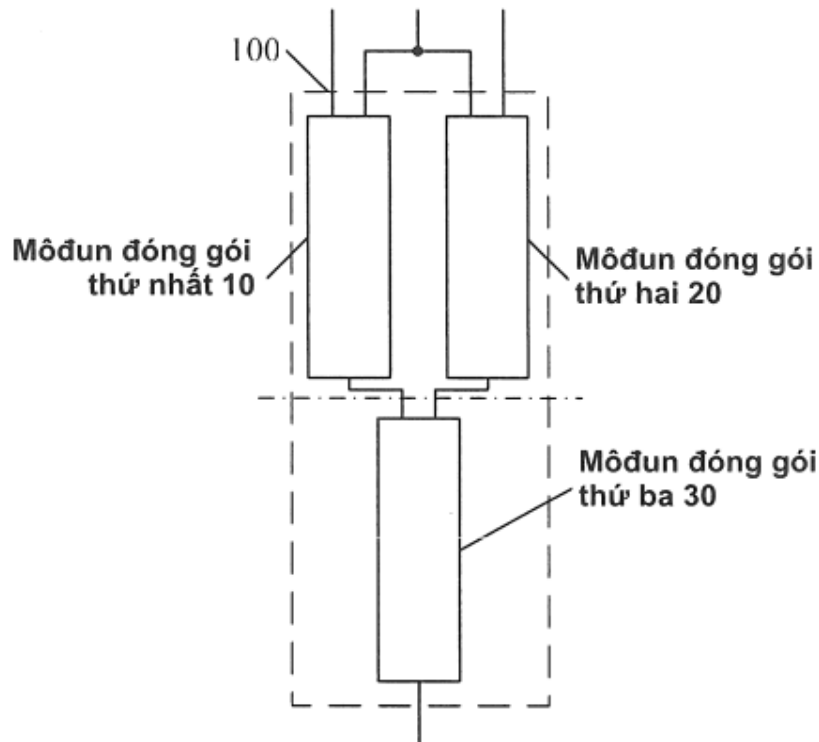


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập tới lĩnh vực kỹ thuật điện tử công suất, và cụ thể hơn, giải pháp hữu ích đề cập tới phần tử nguồn điện, môđun nguồn điện và bộ nghịch lưu.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện tại, thiết bị biến đổi năng lượng điện tử thường có nhiều phần tử nguồn điện có cùng cấu trúc liên kết và được nối song song với nhau để thực hiện biến đổi điện năng. Nhiều phần tử nguồn điện, từng phần tử nguồn điện này được đóng gói riêng biệt, được nối song song với nhau, để tạo ra thiết bị biến đổi năng lượng điện tử nhằm tiết kiệm chi phí và tạo điều kiện thuận lợi cho việc bảo dưỡng của thiết bị biến đổi năng lượng điện tử.

Ở công suất nhất định, sẽ hiệu quả hơn về chi phí nếu tạo ra môđun nguồn điện trong thiết bị biến đổi năng lượng điện tử bởi số lượng lớn hơn của các phần tử nguồn điện công suất thấp nối song song khi so sánh với trường hợp số lượng nhỏ hơn của các phần tử nguồn điện công suất cao nối song song. Ngoài ra, các phần tử nguồn điện công suất thấp là sản phẩm hoàn thiện về mặt kỹ thuật, và có thể được đóng gói theo nhiều phương pháp khác nhau.

Tuy nhiên, bộ nghịch lưu có cấu trúc liên kết ba cấp là không phù hợp đối với kết cấu đóng gói phần tử nguồn điện công suất thấp kích thước nhỏ (ví dụ, loại 62 mm), vì thế dẫn đến tổng chi phí cao hơn của bộ nghịch lưu.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trên cơ sở vấn đề như nêu trên, phần tử nguồn điện, môđun nguồn điện và bộ nghịch lưu được đề xuất theo các phương án của giải pháp hữu

ích để giảm bớt chi phí của bộ nghịch lưu.

Cụ thể hơn, các giải pháp kỹ thuật sau đây được đề xuất theo các phương án của giải pháp hữu ích.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất phần tử nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu. Phần tử nguồn điện này bao gồm: môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba. Từng môđun trong số môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai và môđun đóng gói thứ ba có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau. Môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, và môđun đóng gói thứ ba được bố trí trong nửa còn lại của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện. Đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ hai được bố trí ở phía thứ nhất của phần tử nguồn điện ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba, và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ ba được bố trí ở phía thứ hai của phần tử nguồn điện ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai.

Theo một phương án, phần tử nguồn điện có cấu trúc liên kết ba cấp, hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất lần lượt được nối với điện cực dương và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía một chiều (DC) của bộ nghịch lưu, hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với điện cực âm và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía DC của bộ nghịch lưu, hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất và hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai có tác dụng làm phía DC của phần tử nguồn điện, đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba, và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ ba có tác dụng làm phía xoay chiều (AC) của phần tử nguồn điện, và được nối với phía AC của bộ nghịch

lưu.

Theo một phương án, đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba nhờ các thanh đồng.

Theo một phương án, môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba có cách bố trí dạng chữ Y.

Theo một phương án, phần tử nguồn điện được cấu thành là môđun IGBT loại 62 mm.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề xuất môđun nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu. Môđun nguồn điện này bao gồm ít nhất hai phần tử nguồn điện như được mô tả theo phương án bất kỳ nêu trên của khía cạnh thứ nhất. Các đầu nối có tác dụng làm các phía DC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối song song với nhau, và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối song song với nhau.

Theo một phương án, các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ nhất trong ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ nhất; và các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ hai trong ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ hai.

Theo một phương án, số lượng của ít nhất hai phần tử nguồn điện là 4.

Theo khía cạnh thứ ba, giải pháp hữu ích đề xuất bộ nghịch lưu. Bộ nghịch lưu này bao gồm: thanh dẫn đầu vào một chiều (DC), thanh dẫn xoay chiều (AC), thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC), và môđun nguồn điện theo phương án bất kỳ theo khía cạnh thứ hai. Các đầu nối có tác dụng làm các phía DC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối lần lượt với các điện cực của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC). Các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với thanh đồng đầu ra

xoay chiều (AC) nhờ thanh dẫn xoay chiều (AC). Các đường dẫn dẫn qua ít nhất hai phần tử nguồn điện giữa thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) và thanh dẫn xoay chiều (AC) có cùng trở kháng.

Theo một phương án, điểm đầu vào một chiều (DC) của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) và điểm đầu ra xoay chiều (AC) của thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) lần lượt được bố trí ở các vị trí đối xứng với nhau so với điểm trung tâm của môđun nguồn điện.

Theo một phương án, điểm đầu vào một chiều (DC) và điểm đầu ra xoay chiều (AC) lần lượt được bố trí ở hai góc của môđun nguồn điện nằm đối diện với nhau theo đường chéo.

Theo một phương án, thanh dẫn xoay chiều (AC) có thanh đồng hợp lưu song song, thanh đồng hợp lưu song song này được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện. Theo cách khác, thanh dẫn xoay chiều (AC) có thanh đồng hợp lưu song song và nhiều thanh đồng song song, thanh đồng hợp lưu song song được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) và một hoặc nhiều thanh đồng song song, và ít nhất hai trong số nhiều thanh đồng song song được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện.

Theo một phương án, trong trường hợp số lượng của ít nhất hai phần tử nguồn điện trong môđun nguồn điện là 4, và thanh dẫn xoay chiều (AC) có: thanh đồng song song thứ nhất, thanh đồng song song thứ hai và thanh đồng hợp lưu song song. Thanh đồng song song thứ nhất được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai trong số bốn phần tử nguồn điện ở phía trái của môđun nguồn điện; thanh đồng song song thứ hai được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai phần tử khác trong số bốn phần tử nguồn điện ở phía phải của môđun nguồn điện. Đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song được nối với điểm giữa của thanh đồng song song thứ nhất, và đầu phải của thanh đồng hợp lưu song song được nối với

đầu trái của thanh đồng song song thứ hai. Đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC), và điểm đầu vào một chiều (DC) được bố trí ở góc phải trên của môđun nguồn điện.

Theo một phương án, bộ nghịch lưu còn có bộ tản nhiệt, trong đó ít nhất hai phần tử nguồn điện lần lượt được bố trí trên bộ tản nhiệt.

Theo một phương án, môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai ở mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện được bố trí ở đầu không khí lạnh của bộ tản nhiệt, và môđun đóng gói thứ ba ở mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện được bố trí ở đầu không khí nóng của bộ tản nhiệt.

Theo một phương án, bộ nghịch lưu còn có: ít nhất một ống nhiệt thứ nhất, và/hoặc ít nhất một ống nhiệt thứ hai. Trong trường hợp bộ nghịch lưu có ít nhất một ống nhiệt thứ nhất, mỗi một trong số ít nhất một ống nhiệt thứ nhất được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của các khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba, của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện. Trong trường hợp bộ nghịch lưu có ít nhất một ống nhiệt thứ hai, mỗi một trong số ít nhất một ống nhiệt thứ hai được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của các khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai, của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện.

Theo một phương án, bộ nghịch lưu còn có bộ điều khiển, bảng mạch kích hoạt thứ nhất, và bảng mạch kích hoạt thứ hai. Một phía của bảng mạch kích hoạt thứ nhất được nối với các đầu nối điều khiển ở phía thứ nhất của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện. Một phía của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với đầu nối điều khiển ở phía thứ hai của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện. Phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ nhất và phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với bộ điều khiển.

Theo các giải pháp kỹ thuật như nêu trên, phần tử nguồn điện dùng

cho bộ nghịch lưu được đề xuất theo giải pháp hữu ích. Phần tử nguồn điện này có môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba, trong đó từng môđun trong số môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai và môđun đóng gói thứ ba có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau. Vì môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, và môđun đóng gói thứ ba được bố trí trong nửa kia của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, đầu nối điều khiển của mỗi một trong số ba môđun đóng gói được bố trí ở phía của một nửa để bố trí môđun đóng gói ở cách xa nửa kia. Như vậy, phần tử nguồn điện có thể sử dụng kích thước cấu trúc đóng gói kích thước nhỏ, chẳng hạn môđun IGBT loại 62 mm, mà không làm thay đổi sơ đồ bố trí của các bảng mạch kích hoạt, nhờ đó giảm bớt chi phí của phần tử nguồn điện và bộ nghịch lưu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để minh họa rõ hơn các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của giải pháp hữu ích hoặc các kỹ thuật thông thường, sau đây mô tả vắn tắt các hình vẽ sẽ được sử dụng theo các phương án của giải pháp hữu ích hoặc các kỹ thuật thông thường. Hiển nhiên là, các hình vẽ trong phần mô tả sau đây chỉ là một số phương án của giải pháp hữu ích, và các hình vẽ khác có thể thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này dựa trên các hình vẽ nêu trên mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của phần tử nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của phần tử nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các đầu nối của các môđun đóng gói trong môđun nguồn điện theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của môđun nguồn điện

theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.6a là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.6b là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.6c là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích;

Fig.6d là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của bộ nghịch lưu theo một phương án của giải pháp hữu ích; và

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các điện trở tương đương giữa các đầu nối vào và các điện trở tương đương giữa các đầu nối ra của các phần tử nguồn điện theo một phương án của giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của giải pháp hữu ích sẽ được mô tả rõ ràng và đầy đủ sau đây có dựa vào các hình vẽ theo các phương án của giải pháp hữu ích. Hiển nhiên là, các phương án được mô tả chỉ là một số chứ chưa phải toàn bộ các phương án của giải pháp hữu ích. Các phương án bất kỳ khác thu được dựa trên các phương án của giải pháp hữu ích bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà không cần nỗ lực sáng tạo bất kỳ điều nào nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Theo giải pháp hữu ích, thuật ngữ "gồm", "bao gồm" hoặc biến thể bất kỳ của chúng được dự kiến nghĩa là bao hàm mà không giới hạn sao cho quy trình, phương pháp, sản phẩm hoặc thiết bị có một loạt các phần tử bao gồm không chỉ những phần tử này mà còn có các phần tử khác chưa được liệt kê hoặc (các) phần tử vốn liên quan tới quy trình, phương pháp, sản

phẩm hoặc thiết bị. Hơn nữa, cách diễn đạt "bao gồm ..." trong đó một phần tử được xác định sẽ không loại trừ sự có mặt của (các) phần tử giống nhau bổ sung theo quy trình, phương pháp, sản phẩm hoặc thiết bị bao gồm (các) phần tử đã xác định trừ khi được xác định khác đi.

Đã biết bộ nghịch lưu thông thường được tạo ra với chi phí cao. Để giảm bớt chi phí của bộ nghịch lưu, phần tử nguồn điện 100 dùng cho bộ nghịch lưu được đề xuất theo một phương án của giải pháp hữu ích. Cấu trúc của phần tử nguồn điện 100 được thể hiện bằng nét đứt trên Fig.1. Phần tử nguồn điện 100 này bao gồm: môđun đóng gói thứ nhất 10, môđun đóng gói thứ hai 20 và môđun đóng gói thứ ba 30. Từng môđun trong số môđun đóng gói thứ nhất 10, môđun đóng gói thứ hai 20 và môđun đóng gói thứ ba 30 có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau.

Theo một phương án, trong trường hợp phần tử nguồn điện 100 được bố trí trong bộ nghịch lưu, hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất 10 lần lượt được nối với điện cực dương và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía DC của bộ nghịch lưu. Hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai 20 lần lượt được nối với điện cực âm và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía DC của bộ nghịch lưu. Đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất 10 và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai 20 lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba 30. Đầu nối ra của môđun đóng gói thứ ba 30 được nối với phía AC của bộ nghịch lưu. Môđun đóng gói thứ nhất 10, môđun đóng gói thứ hai 20 và môđun đóng gói thứ ba 30 tạo ra phần tử nguồn điện 100 có cấu trúc liên kết ba cấp, nhờ đó cải thiện hiệu quả và chất lượng của bộ nghịch lưu.

Đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất 10 và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai 20 có thể lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba 30 nhờ các thanh đồng hoặc các cáp nối.

Cần lưu ý rằng, khi bộ nghịch lưu vận hành ở dòng điện lớn, các môđun đóng gói trong từng phần tử nguồn điện tạo ra nhiệt ở những thời

điểm khác nhau, vì thế nhiệt được tạo bởi từng phần tử nguồn điện nằm trong phạm vi an toàn để ngăn không cho bộ nghịch lưu bị hư hại bởi mức nhiệt lớn. Do đó, bằng cách nối ba môđun đóng gói theo cách như nêu trên, phần tử nguồn điện 100 có ba môđun đóng gói và có cấu trúc liên kết ba cấp đảm bảo rằng bộ nghịch lưu có khả năng vận hành ở dòng điện lớn.

Trong phần tử nguồn điện 100, môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của môđun nguồn điện 100, và môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa kia của khoảng trống bên trong của môđun nguồn điện 100.

Theo một phương án, phần tử nguồn điện 100, khi được đóng gói, có dạng hình chữ nhật, và khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 có thể được chia thành hai nửa nhờ đường thẳng ở giữa vuông góc với cạnh dài của phần tử nguồn điện 100, như được thể hiện bằng đường chấm gạch trên Fig.1, trong đó môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa dưới được thể hiện làm ví dụ, và môđun đóng gói thứ ba 30 theo cách khác có thể được bố trí trong nửa trên trong thực tế. Theo cách khác, khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 có thể được chia thành hai nửa nhờ đường thẳng ở giữa vuông góc với cạnh ngắn của phần tử nguồn điện 100, như được thể hiện bằng đường chấm gạch trên Fig.2, trong đó môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa bên phải được thể hiện làm ví dụ, và môđun đóng gói thứ ba 30 theo cách khác có thể được bố trí trong nửa bên trái trong thực tế. Cách thức trong đó khoảng trống bên trong được chia và trong đó các môđun đóng gói được bố trí không bị giới hạn theo giải pháp hữu ích, và có thể được thiết lập theo các điều kiện thực tế.

Cần lưu ý rằng, vì từng môđun đóng gói trong phần tử nguồn điện đã đóng gói 100 cũng có dạng hình chữ nhật, cạnh dài của từng môđun đóng gói cần phải song song với cạnh dài của phần tử nguồn điện 100 khi khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 được chia theo cách bất kỳ trong số hai cách như nêu trên.

Theo phương án ưu tiên, ba môđun đóng gói trong phần tử nguồn điện 100 có cách bố trí dạng chữ Y. Tuy nhiên, cách bố trí của ba môđun đóng gói trong phần tử nguồn điện 100 có nhưng không bị giới hạn ở cách bố trí như nêu trên. Môđun đóng gói thứ nhất 10, môđun đóng gói thứ hai 20, và môđun đóng gói thứ ba 30 có thể có một cách bố trí khác, chẳng hạn dạng chữ Y ngược, dạng chữ Y nằm ngang hoặc có thể được bố trí nối tiếp, các cách bố trí này có thể được chọn theo các điều kiện thực tế và không bị giới hạn theo giải pháp hữu ích, và đều nằm trong phạm vi của giải pháp hữu ích.

Trong trường hợp khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 được chia nhờ đường thẳng ở giữa vuông góc với cạnh dài của phần tử nguồn điện 100, như được thể hiện trên Fig.1, ba môđun đóng gói trong phần tử nguồn điện 100 có cách bố trí dạng chữ Y biểu thị rằng môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa dưới của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, với trục đối xứng của môđun đóng gói thứ ba 30 song song với cạnh dài của môđun đóng gói 30 nằm ở giữa nửa dưới, nghĩa là, môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí ở giữa nửa dưới; và môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong nửa trên của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 và đối xứng với nhau so với trục đối xứng của môđun đóng gói thứ ba 30.

Trong trường hợp khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 được chia nhờ đường thẳng ở giữa vuông góc với cạnh ngắn của phần tử nguồn điện 100, như được thể hiện trên Fig.2, ba môđun đóng gói trong phần tử nguồn điện 100 có cách bố trí dạng chữ Y biểu thị rằng môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa bên phải của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, với trục đối xứng của môđun đóng gói thứ ba 30 vuông góc với cạnh dài của môđun đóng gói 30 nằm ở giữa nửa bên phải, nghĩa là, môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí ở giữa nửa bên phải của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100; và môđun đóng gói thứ

nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong nửa bên trái của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 và đối xứng với nhau so với trục đối xứng của môđun đóng gói thứ ba 30.

Trong phần tử nguồn điện 100, đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ nhất 10 và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí ở phía thứ nhất của phần tử nguồn điện 100 ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba 30, và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí ở phía thứ hai của phần tử nguồn điện 100 ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi cho mỗi nối với bảng mạch kích hoạt bên trong bộ nghịch lưu.

Trong trường hợp khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 được chia theo cách thức được thể hiện trên Fig.1, môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong nửa trên của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, các đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí ở mặt trên của phần tử nguồn điện 100. Theo phần trái bên trên theo Fig.3, mặt trên của phần tử nguồn điện 100 là phía thứ nhất của phần tử nguồn điện 100. Môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa dưới của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí ở mặt dưới của phần tử nguồn điện 100, theo phần trái bên dưới theo Fig.3, mặt dưới của phần tử nguồn điện 100 là phía thứ hai của phần tử nguồn điện 100.

Tương tự, trong trường hợp khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100 được chia theo cách thức được thể hiện trên Fig.2, môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong nửa bên trái của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, các đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai

20 được bố trí ở phía bên trái của phần tử nguồn điện 100, và phía bên trái của phần tử nguồn điện 100 là phía thứ nhất của phần tử nguồn điện 100. Môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa bên phải của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí ở phía bên phải của phần tử nguồn điện 100, và phía bên phải của phần tử nguồn điện 100 là phía thứ hai của phần tử nguồn điện 100.

Trong trường hợp ba môđun đóng gói được bố trí theo cách như nêu trên, kết cấu đóng gói kích thước nhỏ có thể được sử dụng đối với phần tử nguồn điện 100, ví dụ, môđun IGBT loại 62 mm như được thể hiện trên Fig.3 có thể được sử dụng, nhờ đó giảm bớt chi phí của phần tử nguồn điện.

Như nêu trên, có thể hiểu rằng từng môđun trong số môđun đóng gói thứ nhất 10, môđun đóng gói thứ hai 20 và môđun đóng gói thứ ba 30 có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau. Môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100, và môđun đóng gói thứ ba 30 được bố trí trong nửa kia của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện 100. Đầu nối điều khiển của mỗi một trong số các môđun đóng gói được bố trí ở phía của một nửa để bố trí môđun đóng gói ở cách xa nửa kia. Như vậy, phần tử nguồn điện có thể sử dụng kích thước cấu trúc đóng gói kích thước nhỏ, chẳng hạn môđun IGBT loại 62 mm, mà không làm thay đổi sơ đồ bố trí của các bảng mạch kích hoạt, nhờ đó giảm bớt chi phí của phần tử nguồn điện 100 và bộ nghịch lưu. Ngoài ra, các bảng mạch kích hoạt dùng cho phần tử nguồn điện 100 theo phương án này có thể có cách bố trí đơn giản. Hơn nữa, vì hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất 10 và hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai 20 nằm ở cùng phía, thiết kế cấu trúc của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 được tạo điều kiện thực hiện. Nói cách khác, thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 có thể có cấu trúc đơn giản.

Theo Fig.4, môđun nguồn điện 200 dùng cho bộ nghịch lưu được đề

xuất theo một phương án của giải pháp hữu ích. Môđun nguồn điện 200 này có ít nhất hai phần tử nguồn điện 100 theo phương án nêu trên của giải pháp hữu ích. Môđun nguồn điện có bốn phần tử nguồn điện 100 được thể hiện trên Fig.4 theo một ví dụ.

Trong môđun nguồn điện 200, các phía DC của toàn bộ ít nhất hai phần tử nguồn điện 100 được nối song song với nhau, và các phía AC của toàn bộ ít nhất hai phần tử nguồn điện 100 được nối song song với nhau. Phía DC của phần tử nguồn điện 100 liên quan tới các đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất và các đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai được mô tả theo phương án nêu trên. Phía AC của phần tử nguồn điện 100 liên quan tới đầu nối ra của môđun đóng gói thứ ba được mô tả theo phương án nêu trên.

Cần lưu ý rằng, môđun nguồn điện 200 được tạo bởi nhiều phần tử nguồn điện 100 được nối song song với nhau có thể có điện cảm ký sinh nhỏ và cấp công suất cao, vì thế dẫn đến bộ nghịch lưu có cấp công suất cao. Hơn nữa, các bảng mạch kích hoạt và thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 có thể có cách bố trí và cấu trúc đơn giản.

Theo phương án ưu tiên, môđun nguồn điện 200 có bốn phần tử nguồn điện 100 theo phương án nêu trên của giải pháp hữu ích.

Khi áp dụng, nếu môđun nguồn điện 200 có số lượng lớn hơn của các phần tử nguồn điện 100, các dòng điện đi qua các phần tử nguồn điện 100 là khác nhau vì độ chính xác thực tế trong quá trình đóng gói của từng phần tử nguồn điện 100 là khác với độ chính xác lý tưởng. Kết quả là, một số phần tử nguồn điện 100 có thể phải chịu các dòng điện cao hơn, và dễ bị hư hại hơn.

Để giải quyết vấn đề nêu trên, hai thanh dẫn vòng quanh được bố trí trong môđun nguồn điện 200, nghĩa là, thanh dẫn vòng quanh thứ nhất 91 và thanh dẫn vòng quanh thứ hai 92 như được thể hiện trên Fig.5. Theo một phương án, các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ nhất 10 trong tất cả

các phần tử nguồn điện 100 được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ nhất 91, và các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ hai 20 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ hai 92.

Do thanh dẫn vòng quanh thứ nhất 91 và thanh dẫn vòng quanh thứ hai 92, các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ nhất 10 trong toàn bộ phần tử nguồn điện 100 có cùng điện thế, và các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ hai 20 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 có cùng điện thế. Nghĩa là, các điện thế của các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ nhất 10 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được tạo ra bằng nhau, và các điện thế của các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ hai 20 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được tạo ra bằng nhau, nhờ đó ngăn chặn các dòng điện không cân bằng để tạo ra trạng thái quá tải của một số phần tử nguồn điện 100 để ngăn không cho các phần tử nguồn điện bị hư hại.

Theo Fig.5, bộ nghịch lưu được đề xuất theo một phương án của giải pháp hữu ích. Bộ nghịch lưu này bao gồm: thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40, thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80, và môđun nguồn điện 200 theo phương án nêu trên của giải pháp hữu ích.

Trong môđun nguồn điện 200, các đầu nối có tác dụng làm các phía DC của toàn bộ ít nhất hai phần tử nguồn điện 100, nghĩa là, các đầu nối vào của các môđun đóng gói thứ nhất 10 và các đầu nối vào của các môđun đóng gói thứ hai 20 được nối lần lượt với các điện cực của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50.

Thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 có thanh dẫn dương đầu vào một chiều (DC) P+, thanh dẫn trung tính đầu vào một chiều (DC) N, và thanh dẫn âm đầu vào một chiều (DC) P-. Trong môđun nguồn điện 200, các đầu nối vào dương của các môđun đóng gói thứ nhất 10 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được nối với thanh dẫn dương đầu vào một chiều

(DC) P+. Các đầu nối vào âm của các môđun đóng gói thứ nhất 10 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được nối với thanh dẫn trung tính đầu vào một chiều (DC) N. Các đầu nối vào dương của các môđun đóng gói thứ hai 20 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được nối với thanh dẫn trung tính đầu vào một chiều (DC) N. Các đầu nối vào âm của các môđun đóng gói thứ hai 20 trong tất cả các phần tử nguồn điện 100 được nối với thanh dẫn âm đầu vào một chiều (DC) P-.

Bộ nghịch lưu sử dụng môđun nguồn điện 200 theo các phương án nêu trên sao cho thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 của bộ nghịch lưu có thể có cấu trúc đơn giản.

Trong môđun nguồn điện 200, các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của tất cả các phần tử nguồn điện 100, nghĩa là, các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ ba 30, được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80 nhờ thanh dẫn xoay chiều (AC) 40.

Kết cấu của thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 sẽ được mô tả sau đây bằng cách lấy môđun nguồn điện 200 có bốn phần tử nguồn điện 100 làm ví dụ. Như được thể hiện trên Fig.5, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có thanh đồng song song thứ nhất 41, thanh đồng song song thứ hai 42 và thanh đồng hợp lưu song song 43.

Hai đầu của thanh đồng song song thứ nhất 41 lần lượt được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai phần tử nguồn điện 100 ở phía trái của môđun nguồn điện, và hai đầu của thanh đồng song song thứ hai 42 được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai phần tử nguồn điện khác 100 lần lượt ở phía phải của môđun nguồn điện. Đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song 43 được nối với điểm giữa của thanh đồng song song thứ nhất 41, và đầu phải của thanh đồng hợp lưu song song 43 được nối với đầu trái của thanh đồng song song thứ hai 42. Đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song 43 được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80. Điểm đầu vào một chiều (DC) được bố trí ở góc phải trên

của môđun nguồn điện 200.

Khi áp dụng, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có thể có ít nhất một thanh đồng song song và một thanh đồng hợp lưu song song 43. Theo cách khác, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có thể chỉ có thanh đồng hợp lưu song song 43. Số lượng của các thanh đồng song song, và việc có hay không thanh đồng song song không không bị giới hạn theo giải pháp hữu ích và có thể được chọn theo các điều kiện thực tế.

Trong trường hợp thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có một cấp, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 chỉ có thanh đồng hợp lưu song song 43, và thanh đồng hợp lưu song song 43 được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của tất cả các phần tử nguồn điện 100.

Trong trường hợp thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có hai cấp, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có ít nhất một thanh đồng song song và một thanh đồng hợp lưu song song 43. Ít nhất một thanh đồng song song tạo ra cấp thứ nhất, và mỗi một trong số ít nhất một thanh đồng song song được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện tương ứng 100. Trong trường hợp này, có thể có một hoặc nhiều phần tử nguồn điện 100 không được nối với thanh đồng song song, hoặc tất cả các phần tử nguồn điện 100 có thể được nối với các thanh đồng song song tương ứng, điều này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế và không bị giới hạn ở đây, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích. Thanh đồng hợp lưu song song 43 tạo ra cấp thứ hai. Thanh đồng hợp lưu song song 43 có thể được nối với tất cả các phần tử nguồn điện nhờ tất cả các thanh đồng song song, hoặc thanh đồng hợp lưu song song 43 có thể được nối với tất cả các thanh đồng song song và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của một hoặc nhiều phần tử nguồn điện 100 không được nối với thanh đồng song song, điều này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế và không bị giới hạn ở đây, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Trong trường hợp thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có nhiều cấp, thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có ít nhất hai thanh đồng song song và một thanh đồng hợp lưu song song 43. Tất cả các thanh đồng song song được chia thành nhiều cấp. Thanh đồng song song cấp thấp nhất được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện tương ứng 100. Trong trường hợp này, có thể có một hoặc nhiều phần tử nguồn điện 100 không được nối với thanh đồng song song, hoặc tất cả các phần tử nguồn điện 100 có thể được nối với các thanh đồng song song tương ứng, điều này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế và không bị giới hạn ở đây, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích. Ngoại trừ thanh đồng song song cấp thấp nhất, thanh đồng song song cấp cao hơn có thể được nối với thanh đồng song song có cấp thấp hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn và không được nối với thanh đồng song song có cấp cao hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn. nghĩa là, thanh đồng song song cấp cao hơn có thể chỉ được nối với ít nhất hai thanh đồng song song có cấp thấp hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn và không được nối với thanh đồng song song có cấp cao hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn, hoặc thanh đồng song song cấp cao hơn có thể được nối với thanh đồng song song có cấp thấp hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn và không được nối với thanh đồng song song có cấp cao hơn so với thanh đồng song song cấp cao hơn, và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của một phần hoặc toàn bộ một hoặc nhiều phần tử nguồn điện 100 không được nối với thanh đồng song song, điều này có thể được xác định theo các điều kiện thực tế và không bị giới hạn ở đây, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích. Cấp cuối cùng của thanh dẫn xoay chiều (AC) là thanh đồng hợp lưu song song 43. Thanh đồng hợp lưu song song 43 có thể được nối với tất cả các thanh đồng song song cấp cao nhất, hoặc có thể được nối với tất cả các thanh đồng song song cấp cao nhất và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của tất cả các phần tử nguồn điện

100 không được nối với thanh đồng song song, điều này phụ thuộc vào các điều kiện thực tế và không bị giới hạn ở đây, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Theo hai phương án thực hiện như nêu trên của thanh dẫn xoay chiều (AC) 40, từng thanh đồng song song cấp thấp nhất có thể được nối với đầu nối có tác dụng làm phía AC của phần tử nguồn điện nhờ một điểm nối ở vị trí bất kỳ trên thanh đồng song song cấp thấp nhất. Thanh đồng song song khác với thanh đồng song song cấp thấp nhất có thể được nối với thanh đồng song song cấp tiếp theo nhờ một điểm nối ở vị trí bất kỳ của thanh đồng song song. Thanh đồng hợp lưu song song 43 có thể được nối với thanh đồng song song cấp cao nhất nhờ một điểm nối ở vị trí bất kỳ của thanh đồng hợp lưu song song 43. Thanh đồng hợp lưu song song 43 có thể được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80 nhờ một điểm nối ở vị trí bất kỳ của thanh đồng hợp lưu song song 43. Cách bố trí của điểm nối không bị giới hạn ở phương án thực hiện nêu trên, và có thể được chọn theo các điều kiện thực tế, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Cần lưu ý rằng, giải pháp hữu ích không bị giới hạn ở việc sử dụng các thanh đồng để thực hiện mỗi nối song song của các phía AC của các môđun nguồn điện 100, và các thanh dẫn theo cách khác có thể được sử dụng để thực hiện mỗi nối song song của các phía AC của các môđun nguồn điện, điều này có thể được chọn theo các tình huống thực tế, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Trong môđun nguồn điện 200, các phần tử nguồn điện 100 có thể được nối song song với nhau bằng cách sử dụng cách thức bất kỳ trong số các cách nối nêu trên, miễn là có thể đảm bảo rằng các đường dẫn dẫn qua các phần tử nguồn điện 100 giữa thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có cùng trở kháng, nghĩa là, các đường dẫn giữa điểm đầu vào một chiều DC_{in} và điểm đầu ra xoay chiều AC_{out} có

cùng trở kháng, sao cho các dòng điện đi qua các phần tử nguồn điện là bằng nhau, nhờ đó giảm bớt chênh lệch giữa các dòng điện và thu được cùng dòng điện qua các phần tử nguồn điện.

Sau đây, môđun nguồn điện 200 có bốn phần tử nguồn điện 100 được lấy làm ví dụ để minh họa chi tiết trở kháng giữa thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và thanh dẫn xoay chiều (AC) 40.

Như được thể hiện trên Fig.7, giả sử phía DC của phần tử nguồn điện ngoài cùng bên phải 100 là gần nhất với điểm đầu vào một chiều DCin, và phía AC của phần tử nguồn điện ngoài cùng bên trái 100 là gần nhất với điểm đầu ra xoay chiều ACout. Hơn nữa, các trở kháng tương đương giữa các phía DC của phần tử nguồn điện 1 và phần tử nguồn điện 2, phần tử nguồn điện 2 và phần tử nguồn điện 3, phần tử nguồn điện 3 và phần tử nguồn điện 4 được xác định lần lượt là trở kháng thứ nhất R1, trở kháng thứ hai R2, và trở kháng thứ ba R3. Các trở kháng tương đương giữa các phía AC của phần tử nguồn điện 1 và phần tử nguồn điện 2, phần tử nguồn điện 2 và phần tử nguồn điện 3, phần tử nguồn điện 3 và phần tử nguồn điện 4 được xác định lần lượt là trở kháng thứ tư R4, trở kháng thứ năm R5, và trở kháng thứ sáu R6.

Trong trường hợp này, có bốn đường dẫn từ điểm đầu vào một chiều DCin tới điểm đầu ra xoay chiều ACout như sẽ được mô tả sau đây.

Đường dẫn thứ nhất là từ điểm đầu vào một chiều DCin, qua phần tử nguồn điện 4, trở kháng thứ sáu R6, trở kháng thứ năm R5, trở kháng thứ tư R4, và tới điểm đầu ra xoay chiều ACout.

Đường dẫn thứ hai là từ điểm đầu vào một chiều DCin, qua trở kháng thứ ba R3, phần tử nguồn điện 3, trở kháng thứ năm R5, trở kháng thứ tư R4, và tới điểm đầu ra xoay chiều ACout.

Đường dẫn thứ ba là từ điểm đầu vào một chiều DCin, qua trở kháng thứ ba R3, trở kháng thứ hai R2, phần tử nguồn điện 2, trở kháng thứ tư R4, và tới điểm đầu ra xoay chiều ACout.

Đường dẫn thứ tư là từ điểm đầu vào một chiều DCin, qua trở kháng thứ ba R3, trở kháng thứ hai R2, trở kháng thứ nhất R1, phần tử nguồn điện 1, và tới điểm đầu ra xoay chiều ACout.

Để đảm bảo rằng cùng dòng điện đi qua bốn đường dẫn, có yêu cầu là tổng của các trở kháng R4, R5, và R6, tổng của các trở kháng R3, R4, và R5, tổng của các trở kháng R2, R3, và R4, và tổng của các trở kháng R1, R2, và R3 là bằng nhau. Nghĩa là, $R4+R5+R6=R3+R4+R5=R2+R3+R4=R1+R2+R3$, hoặc chênh lệch giữa hai tổng bất kỳ trong số bốn tổng nêu trên đều nằm trong phạm vi sai số.

Bằng cách bố trí thanh đồng hợp lưu song song 43 và các thanh đồng song song theo cách như nêu trên, điểm đầu vào một chiều DCin của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và điểm đầu ra xoay chiều ACout của thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80 lần lượt được bố trí ở các vị trí đối xứng với nhau so với điểm trung tâm của môđun nguồn điện 200, chẳng hạn các vị trí chéo, sao cho điểm đầu vào một chiều DCin ở cách xa điểm đầu ra xoay chiều ACout ở càng xa càng tốt, nhờ đó đảm bảo rằng thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có cùng trở kháng trong các đường dẫn dẫn qua tất cả các phần tử nguồn điện.

Điểm đầu vào một chiều DCin của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và điểm đầu ra xoay chiều ACout của thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80 có thể lần lượt được bố trí ở hai góc của môđun nguồn điện 200 nằm đối diện với nhau theo đường chéo. Ví dụ, theo Fig.5, thanh đồng hợp lưu song song 43 được nối với thanh đồng song song thứ nhất 41 và thanh đồng song song thứ hai 42, sao cho điểm đầu ra xoay chiều ACout được bố trí ở góc trái bên dưới, và điểm đầu vào một chiều DCin được bố trí ở góc phải trên. Hiển nhiên là các vị trí của điểm đầu ra xoay chiều ACout của thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) 80 và điểm đầu vào một chiều DCin của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 còn có thể không đối xứng, miễn là chúng nằm xa nhau ở càng xa càng tốt và các đường dẫn dẫn qua tất cả các phần tử

nguồn điện có cùng trở kháng.

Khi áp dụng, các phần tử nguồn điện có thể được nối theo các cách khác, miễn là có thể đảm bảo rằng các đường dẫn dẫn qua tất cả các phần tử nguồn điện giữa thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) 50 và thanh dẫn xoay chiều (AC) 40 có cùng trở kháng, điều này không được mô tả chi tiết ở đây.

Khi áp dụng, bộ nghịch lưu còn có: bộ điều khiển, bảng mạch kích hoạt thứ nhất và bảng mạch kích hoạt thứ hai. Một phía của bảng mạch kích hoạt thứ nhất được nối với các đầu nối điều khiển ở phía thứ nhất của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện; một phía của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với đầu nối điều khiển ở phía thứ hai của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện; và phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ nhất và phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với bộ điều khiển.

Cấu trúc nêu trên không ảnh hưởng tới sơ đồ bố trí ban đầu của các bảng mạch kích hoạt trong bộ nghịch lưu, và các phần tử nguồn điện dùng chung hai bảng mạch kích hoạt, nhờ đó tạo điều kiện thuận lợi cho thiết kế sơ đồ bố trí của các bảng mạch kích hoạt. Khi áp dụng, từng phần tử nguồn điện có thể được nối với một bảng mạch kích hoạt riêng biệt.

Như được thể hiện trên Fig.6a và Fig.6b, bộ nghịch lưu được đề xuất theo một phương án của giải pháp hữu ích, và trên cơ sở phương án nêu trên, bộ nghịch lưu còn có bộ tản nhiệt.

Trong bộ nghịch lưu, ít nhất hai phần tử nguồn điện 100 trong môđun nguồn điện 200 lần lượt được bố trí trên bộ tản nhiệt.

Khi áp dụng, môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 trong từng phần tử nguồn điện 100 được bố trí ở đầu không khí lạnh của bộ tản nhiệt, và môđun đóng gói thứ ba 30 trong từng phần tử nguồn điện 100 được bố trí ở đầu không khí nóng của bộ tản nhiệt. Nghĩa là, vùng trong đó các môđun đóng gói được bố trí dày đặc trong từng phần tử nguồn điện 100 được bố trí ở đầu không khí lạnh của bộ tản nhiệt, và vùng trong đó các

môđun đóng gói được bố trí thừa thớt trong từng phần tử nguồn điện 100 được bố trí ở đầu không khí nóng của bộ tản nhiệt. Như vậy, tốc độ tản nhiệt của vùng trong đó các môđun đóng gói được bố trí dày đặc trong từng phần tử nguồn điện 100 được cải thiện, và từng phần của từng phần tử nguồn điện 100 được tản nhiệt phù hợp, sao cho phân bố nhiệt độ trên bộ tản nhiệt là đồng đều hơn, và sự tích tụ nhiệt trong một số vùng được ngăn chặn. Từng phần tử nguồn điện 100 có thể sử dụng hoàn toàn khả năng tản nhiệt của bộ tản nhiệt, nhờ đó cải thiện hiệu quả tản nhiệt của bộ nghịch lưu.

Theo một phương án tùy chọn, trong trường hợp bộ tản nhiệt sử dụng ống dẫn không khí có lỗ nạp không khí ở đầu trên và lỗ xả không khí ở đầu dưới như được thể hiện trên Fig.6a, đầu trên của ống dẫn không khí là đầu không khí lạnh, và đầu dưới của ống dẫn không khí là đầu không khí nóng. Trong trường hợp bộ tản nhiệt sử dụng ống dẫn không khí có lỗ xả không khí ở đầu trên và lỗ nạp không khí ở đầu dưới như được thể hiện trên Fig.6b, đầu trên của ống dẫn không khí là đầu không khí nóng, và đầu dưới của ống dẫn không khí là đầu không khí lạnh. Trong trường hợp bộ tản nhiệt sử dụng ống dẫn không khí có lỗ nạp không khí ở đầu trái và lỗ xả không khí ở đầu phải như được thể hiện trên Fig.6c, đầu trái của ống dẫn không khí là đầu không khí lạnh, và đầu phải của ống dẫn không khí là đầu không khí nóng. Trong trường hợp bộ tản nhiệt sử dụng ống dẫn không khí có lỗ xả không khí ở đầu trái và lỗ nạp không khí ở đầu phải như được thể hiện trên Fig.6d, đầu trái của ống dẫn không khí là đầu không khí nóng, và đầu phải của ống dẫn không khí là đầu không khí lạnh. Cấu trúc của ống dẫn không khí không bị giới hạn theo giải pháp hữu ích, có thể được chọn theo các tình huống thực tế, tất cả đều nằm trong phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích.

Như được thể hiện trên Fig.6a, Fig.6b, Fig.6c và Fig.6d, bộ nghịch lưu được đề xuất theo một phương án của giải pháp hữu ích, trên cơ sở phương án nêu trên, bộ nghịch lưu còn có ít nhất một ống nhiệt thứ nhất 60,

và/hoặc ít nhất một ống nhiệt thứ hai 70.

Số lượng của ống nhiệt thứ nhất 60 và ống nhiệt thứ hai 70 không bị giới hạn ở đây, và có thể được xác định theo các điều kiện thực tế.

Trong trường hợp bộ nghịch lưu có ống nhiệt thứ nhất 60, từng ống nhiệt thứ nhất 60 dẫn qua hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện 100, và được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của các khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba của các phần tử nguồn điện, chẳng hạn tiết diện ngang A được thể hiện trên Fig.6a, để truyền nhiệt từ các vị trí nhiệt độ cao tới các vị trí nhiệt độ thấp.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.6a và Fig.6c, bộ nghịch lưu có hai ống nhiệt thứ nhất 60. Hai ống nhiệt thứ nhất 60 dẫn qua bốn phần tử nguồn điện 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ ba 30. Hai ống nhiệt thứ nhất 60 được bố trí cạnh nhau với khoảng cách nhất định để tạo ra đầy đủ khả năng tản nhiệt của chúng.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.6b và Fig.6d, bộ nghịch lưu có hai ống nhiệt thứ nhất 60. Một trong số các ống nhiệt thứ nhất 60 dẫn qua hai phần tử nguồn điện liền kề 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ ba 30. Ống nhiệt kia trong số các ống nhiệt thứ nhất 60 dẫn qua hai phần tử nguồn điện liền kề khác 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ ba 30.

Cần lưu ý rằng, hai cách bố trí như nêu trên của ống nhiệt thứ nhất 60 chỉ để minh họa, và cách bố trí của ống nhiệt thứ nhất 60 và giải pháp hữu ích có nhưng không bị giới hạn ở hai cách bố trí như nêu trên.

Trong trường hợp bộ nghịch lưu có ống nhiệt thứ hai 70, từng ống nhiệt thứ hai 70 dẫn qua hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện 100, và được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của khoảng trống bên trong của các phần tử nguồn điện trong đó môđun đóng gói thứ nhất 10 và môđun đóng gói thứ hai 20 được bố trí, chẳng hạn tiết diện ngang B được thể hiện trên Fig.6a tới Fig.6d, để truyền nhiệt từ các

vị trí nhiệt độ cao tới các vị trí nhiệt độ thấp.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.6a và Fig.6d, bộ nghịch lưu có hai ống nhiệt thứ hai 70. Hai ống nhiệt thứ hai 70 dẫn qua bốn phần tử nguồn điện 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ nhất 10 và các môđun đóng gói thứ hai 20. Hai ống nhiệt thứ hai 70 được bố trí cạnh nhau với khoảng cách nhất định để tạo ra đầy đủ khả năng tản nhiệt của chúng.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.6b và Fig.6c, bộ nghịch lưu có hai ống nhiệt thứ hai 70. Một trong số các ống nhiệt thứ hai 70 dẫn qua hai phần tử nguồn điện liền kề 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ nhất 10 và các môđun đóng gói thứ hai 20. Ống nhiệt kia trong số các ống nhiệt thứ hai 70 dẫn qua hai phần tử nguồn điện liền kề khác 100, và được bố trí kề sát các đáy của các môđun đóng gói thứ nhất 10 và các môđun đóng gói thứ hai 20.

Cần lưu ý rằng, hai cách bố trí như nêu trên của ống nhiệt thứ hai 70 chỉ để minh họa, và cách bố trí của ống nhiệt thứ hai 70 và giải pháp hữu ích có nhưng không bị giới hạn ở hai cách bố trí như nêu trên.

Do ống nhiệt thứ nhất 60 và/hoặc ống nhiệt thứ hai 70, nhiệt có thể được truyền từ những vị trí có nhiệt độ cao tới các vị trí có nhiệt độ thấp. Nhiệt độ ở cùng tiết diện ngang (chẳng hạn tiết diện ngang A và tiết diện ngang B) có thể được duy trì sao cho như nhau trong chừng mực tối đa, nghĩa là, các phần tử nguồn điện khác nhau 100 có cùng nhiệt độ ở cùng tiết diện ngang, nhờ đó thiết lập nhiệt độ nói chung đồng đều của môđun nguồn điện 200.

Các phương án theo giải pháp hữu ích được mô tả theo cách tuần tự. Đối với các bộ phận giống nhau hoặc tương tự giữa các phương án, có thể tham khảo phần mô tả về các phương án khác. Từng phương án nhấn mạnh vào các khác biệt so với các phương án khác. Vì phương án về hệ thống tương tự với phương án về phương pháp, phần mô tả đối với phương án về

hệ thống là tương đối đơn giản. Đối với các phần tương ứng, có thể tham khảo phần mô tả theo phương án về phương pháp. Phương án về hệ thống như nêu trên chỉ để minh họa, và các phần tử được mô tả là các bộ phận riêng biệt có thể tách rời hoặc không tách rời về vật lý. Các bộ phận được thể hiện là các phần tử có thể là hoặc không phải là các phần tử vật lý, nghĩa là, các phần tử có thể được bố trí ở cùng vị trí hoặc có thể được phân tán trên nhiều phần tử mạng. Toàn bộ hoặc một phần của các môđun có thể được chọn dựa trên các nhu cầu thực tế để thực hiện mục tiêu của các giải pháp theo các phương án. Các giải pháp theo các phương án có thể được hiểu và được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này còn có thể hiểu rằng các phần tử và các bước thuật toán của từng phương án được mô tả liên quan tới các phương án bộc lộ ở đây có thể được thực hiện trong phần cứng điện tử, phần mềm máy tính hoặc kết hợp của cả phần cứng và phần mềm, để minh họa rõ ràng khả năng chuyển đổi của phần cứng và phần mềm, cấu trúc và các bước của các ví dụ khác nhau đã được mô tả chung liên quan tới chức năng trong mô tả nêu trên. Việc các chức năng này được thực hiện trong phần cứng hay phần mềm phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các giới hạn thiết kế của giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng đã mô tả đối với từng ứng dụng cụ thể; phương án thực hiện như vậy không bị xem là nằm ngoài phạm vi của giải pháp hữu ích.

Dựa trên phần mô tả nêu trên về các phương án đã bộc lộ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có khả năng thực hiện hoặc áp dụng giải pháp hữu ích. Hiển nhiên là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể tạo ra nhiều phương án cải biến trên cơ sở các phương án nêu trên. Nguyên lý chung được xác định ở đây có thể được áp

dụng cho các phương án khác mà không nằm ngoài tinh thần hoặc phạm vi của giải pháp hữu ích. Do đó, giải pháp hữu ích không bị giới hạn ở các phương án được minh họa ở đây, và có thể được xác định với phạm vi rộng nhất phù hợp với nguyên lý và các dấu hiệu mới của giải pháp hữu ích.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phần tử nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu bao gồm: môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba, trong đó

từng môđun trong số môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai và môđun đóng gói thứ ba có hai tranzito chuyển mạch có dạng bù nhau;

môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai được bố trí trong một nửa của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện, và môđun đóng gói thứ ba được bố trí trong nửa còn lại của khoảng trống bên trong của phần tử nguồn điện; và

đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ hai được bố trí ở phía thứ nhất của phần tử nguồn điện ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba, và đầu nối điều khiển của môđun đóng gói thứ ba được bố trí ở phía thứ hai của phần tử nguồn điện ở cách xa một nửa của khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai.

2. Phần tử nguồn điện theo điểm 1, trong đó phần tử nguồn điện có cấu trúc liên kết ba cấp,

hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất lần lượt được nối với điện cực dương và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía một chiều (DC) của bộ nghịch lưu,

hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với điện cực âm và điểm trung tính của bộ nghịch lưu ở phía DC của bộ nghịch lưu,

hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ nhất và hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ hai có tác dụng làm phía DC của phần tử nguồn điện,

đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba, và

đầu nối ra của môđun đóng gói thứ ba có tác dụng làm phía xoay chiều (AC) của phần tử nguồn điện, và được nối với phía AC của bộ nghịch lưu.

3. Phần tử nguồn điện theo điểm 2, trong đó đầu nối ra của môđun đóng gói thứ nhất và đầu nối ra của môđun đóng gói thứ hai lần lượt được nối với hai đầu nối vào của môđun đóng gói thứ ba nhờ các thanh đồng.

4. Phần tử nguồn điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó môđun đóng gói thứ nhất, môđun đóng gói thứ hai, và môđun đóng gói thứ ba có cách bố trí dạng chữ Y.

5. Phần tử nguồn điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó phần tử nguồn điện được cấu thành là môđun IGBT loại 62 mm.

6. Môđun nguồn điện dùng cho bộ nghịch lưu, môđun nguồn điện này bao gồm ít nhất hai phần tử nguồn điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó

các đầu nối có tác dụng làm các phía DC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối song song với nhau, và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối song song với nhau.

7. Môđun nguồn điện theo điểm 6, trong đó

các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ nhất trong ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ nhất; và

các đầu nối ra của các môđun đóng gói thứ hai trong ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với nhau nhờ thanh dẫn vòng quanh thứ hai.

8. Môđun nguồn điện theo điểm 6 hoặc 7, trong đó số lượng của ít nhất hai phần tử nguồn điện là 4.

9. Bộ nghịch lưu bao gồm: thanh dẫn đầu vào một chiều (DC), thanh dẫn xoay chiều (AC), thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC), và môđun nguồn điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 tới 8, trong đó

các đầu nối có tác dụng làm các phía DC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối lần lượt với các điện cực của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC);

các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) nhờ thanh dẫn xoay chiều (AC); và

các đường dẫn dẫn qua ít nhất hai phần tử nguồn điện giữa thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) và thanh dẫn xoay chiều (AC) có cùng trở kháng.

10. Bộ nghịch lưu theo điểm 9, trong đó điểm đầu vào một chiều (DC) của thanh dẫn đầu vào một chiều (DC) và điểm đầu ra xoay chiều (AC) của thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) lần lượt được bố trí ở các vị trí đối xứng với nhau so với điểm trung tâm của môđun nguồn điện.

11. Bộ nghịch lưu theo điểm 10, trong đó điểm đầu vào một chiều (DC) và điểm đầu ra xoay chiều (AC) lần lượt được bố trí ở hai góc của môđun nguồn điện nằm đối diện với nhau theo đường chéo.

12. Bộ nghịch lưu theo điểm 9, trong đó

thanh dẫn xoay chiều (AC) bao gồm thanh đồng hợp lưu song song, thanh đồng hợp lưu song song này được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) và các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của ít nhất hai phần tử nguồn điện; hoặc,

thanh dẫn xoay chiều (AC) bao gồm thanh đồng hợp lưu song song và các thanh đồng song song, thanh đồng hợp lưu song song được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC) và một hoặc nhiều thanh trong số các thanh đồng song song, và ít nhất hai thanh trong số các thanh đồng song song được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện.

13. Bộ nghịch lưu theo điểm 11, trong đó trong trường hợp số lượng của ít nhất hai phần tử nguồn điện trong môđun nguồn điện là 4, và thanh dẫn

xoay chiều (AC) bao gồm: thanh đồng song song thứ nhất, thanh đồng song song thứ hai và thanh đồng hợp lưu song song,

thanh đồng song song thứ nhất được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai trong số bốn phần tử nguồn điện ở phía trái của môđun nguồn điện; thanh đồng song song thứ hai được nối với các đầu nối có tác dụng làm các phía AC của hai phần tử khác trong số bốn phần tử nguồn điện ở phía phải của môđun nguồn điện;

đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song được nối với điểm giữa của thanh đồng song song thứ nhất, và đầu phải của thanh đồng hợp lưu song song được nối với đầu trái của thanh đồng song song thứ hai; và

đầu trái của thanh đồng hợp lưu song song được nối với thanh đồng đầu ra xoay chiều (AC), và điểm đầu vào một chiều (DC) được bố trí ở góc phải trên của môđun nguồn điện.

14. Bộ nghịch lưu theo điểm 9, trong đó bộ nghịch lưu này còn bao gồm bộ tản nhiệt, trong đó ít nhất hai phần tử nguồn điện lần lượt được bố trí trên bộ tản nhiệt.

15. Bộ nghịch lưu theo điểm 14, trong đó môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai ở mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện được bố trí ở đầu không khí lạnh của bộ tản nhiệt, và môđun đóng gói thứ ba ở mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện được bố trí ở đầu không khí nóng của bộ tản nhiệt.

16. Bộ nghịch lưu theo điểm 14, trong đó bộ nghịch lưu này còn bao gồm: ít nhất một ống nhiệt thứ nhất, và/hoặc ít nhất một ống nhiệt thứ hai, trong đó

trong trường hợp bộ nghịch lưu bao gồm ít nhất một ống nhiệt thứ nhất, mỗi một trong số ít nhất một ống nhiệt thứ nhất được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của các khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ ba, của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện; và

trong trường hợp bộ nghịch lưu bao gồm ít nhất một ống nhiệt thứ hai, mỗi một trong số ít nhất một ống nhiệt thứ hai được bố trí trên cùng tiết diện ngang của các nửa của các khoảng trống bên trong để bố trí môđun đóng gói thứ nhất và môđun đóng gói thứ hai của hai hoặc nhiều phần tử hơn trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện.

17. Bộ nghịch lưu theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 tới 16, trong đó bộ nghịch lưu này còn bao gồm: bộ điều khiển, bảng mạch kích hoạt thứ nhất, và bảng mạch kích hoạt thứ hai, trong đó

một phía của bảng mạch kích hoạt thứ nhất được nối với các đầu nối điều khiển ở phía thứ nhất của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện;

một phía của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với đầu nối điều khiển ở phía thứ hai của mỗi một trong số ít nhất hai phần tử nguồn điện; và

phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ nhất và phía kia của bảng mạch kích hoạt thứ hai được nối với bộ điều khiển.

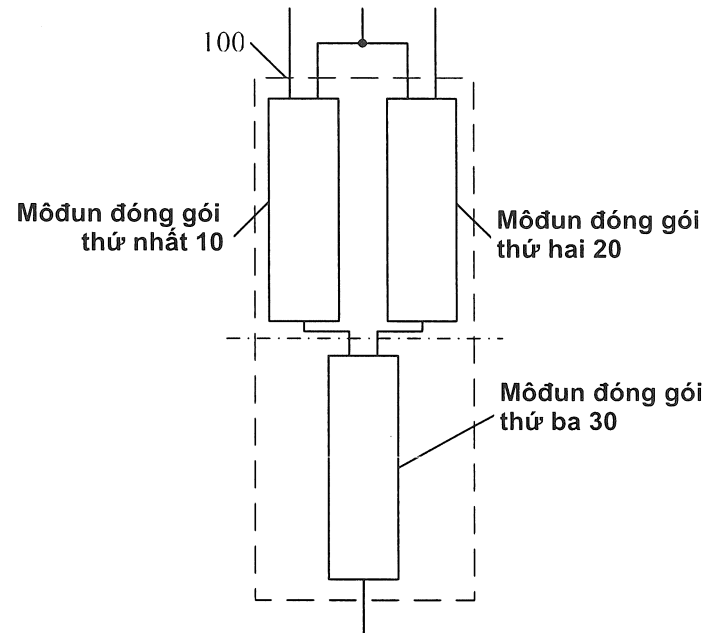


Fig.1

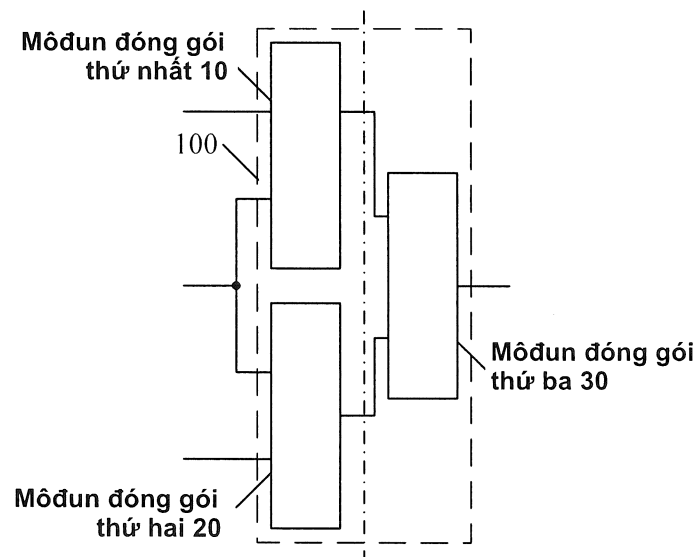


Fig.2

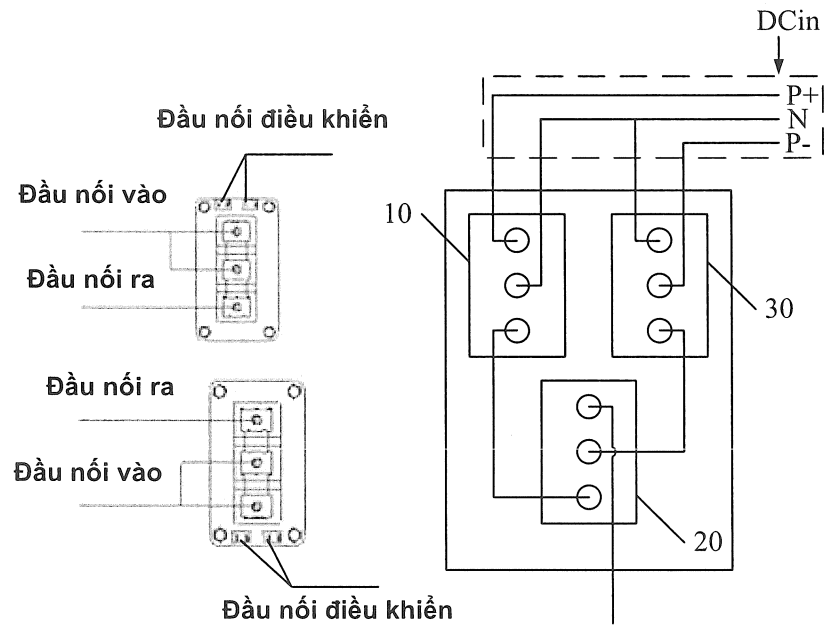


Fig.3

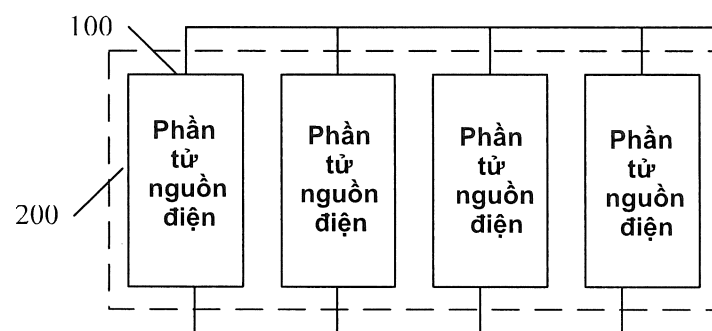


Fig.4

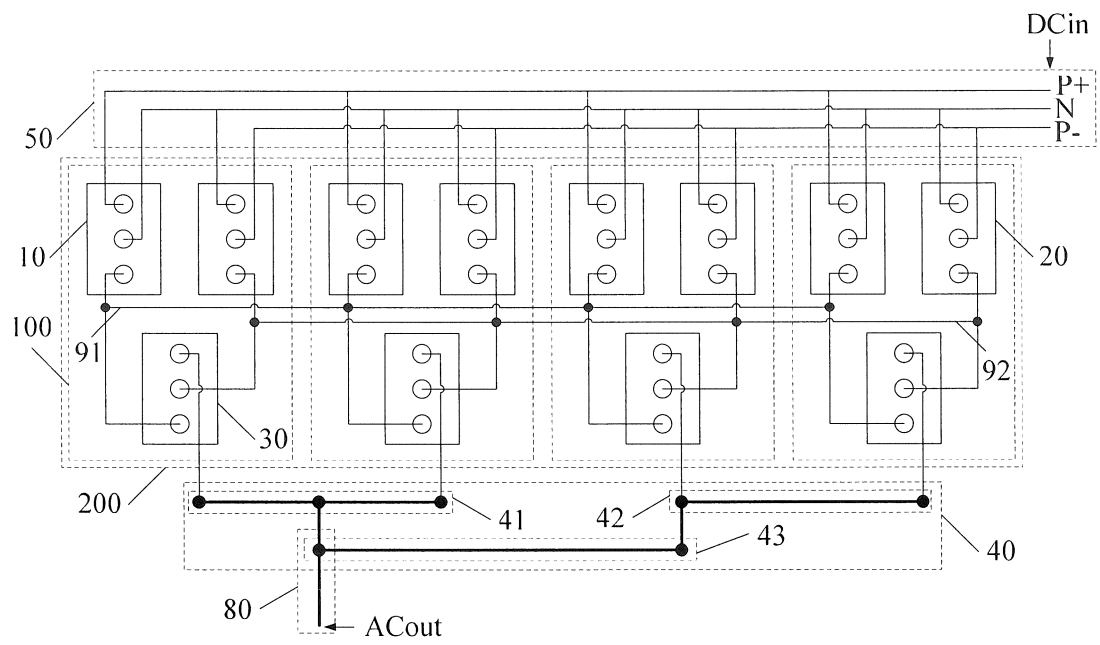
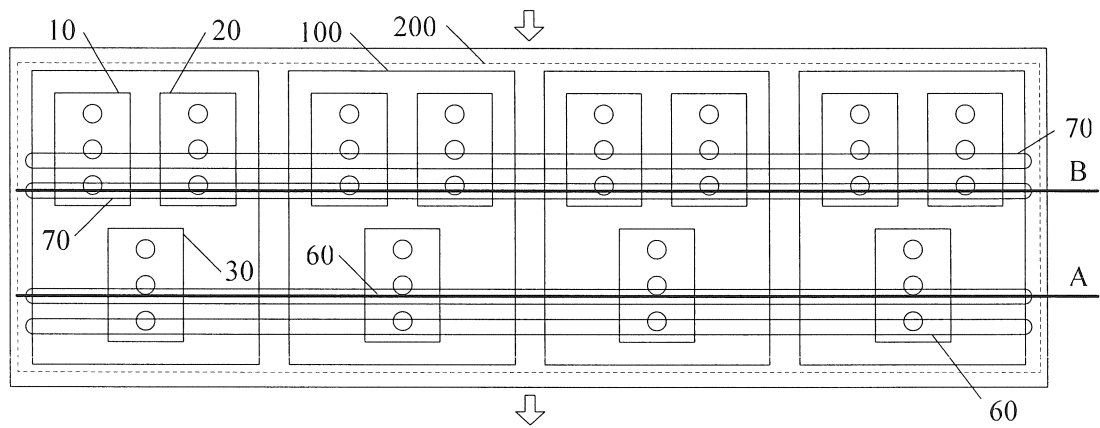
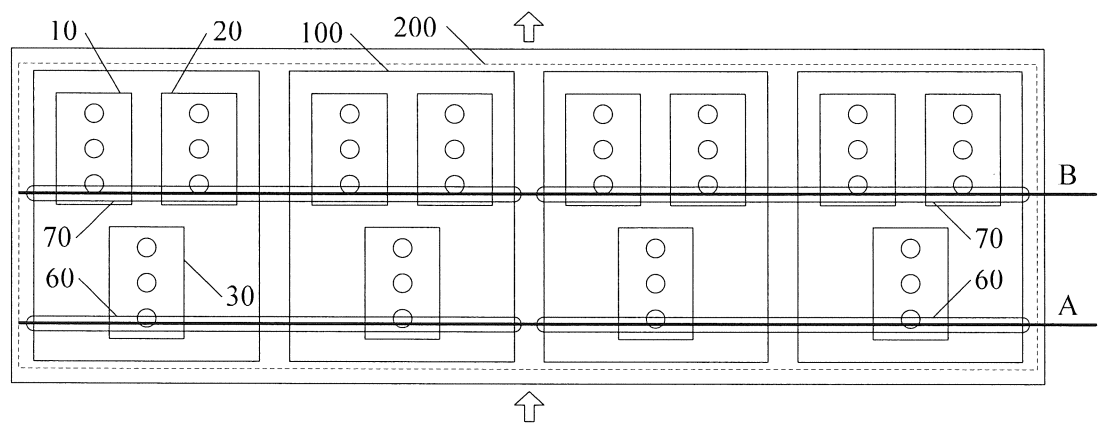
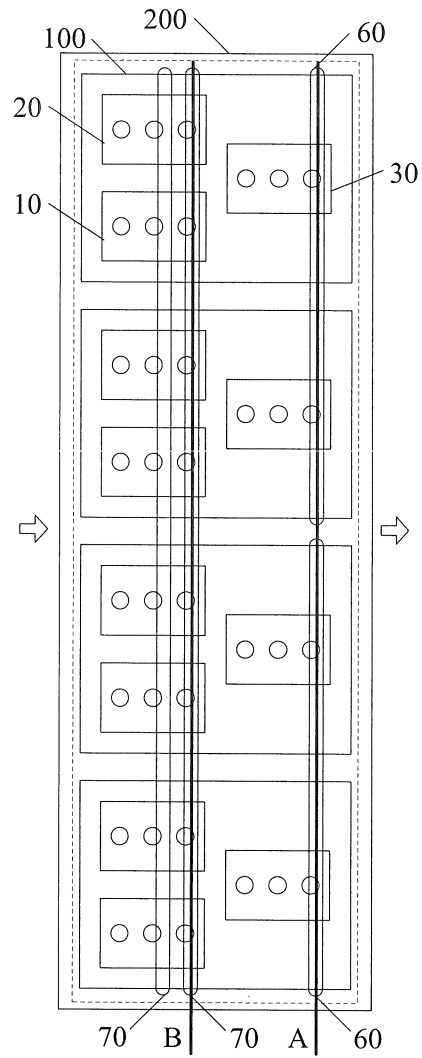
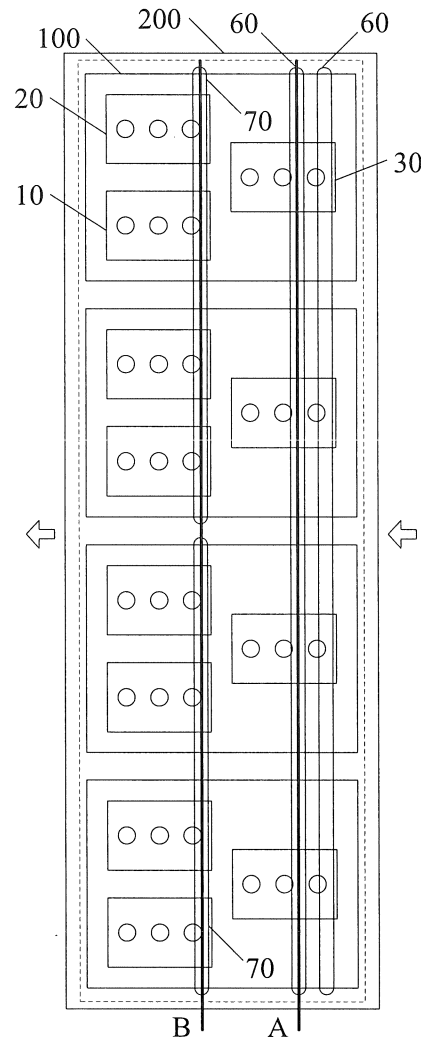
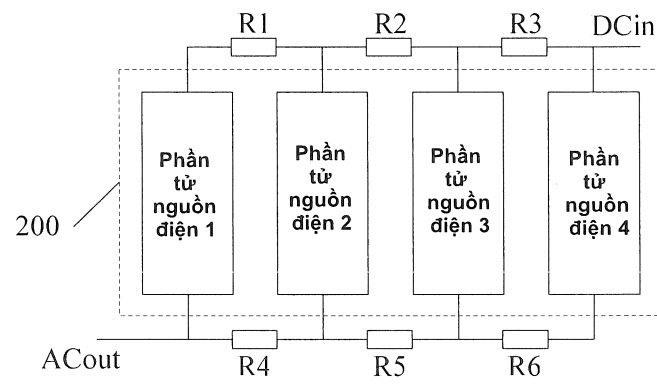


Fig.5

**Fig.6a****Fig.6b**

**Fig.6c**

**Fig.6d**

**Fig.7**