



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0045955

(51)^{2020.01} H02M 7/48

(13) B

(21) 1-2020-06806

(22) 01/07/2019

(86) PCT/JP2019/026106 01/07/2019

(87) WO 2020/009062 A1 09/01/2020

(30) 2018-126066 02/07/2018 JP

(45) 26/05/2025 446

(43) 26/04/2021 397A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) OHSUGI Yasuo (JP).

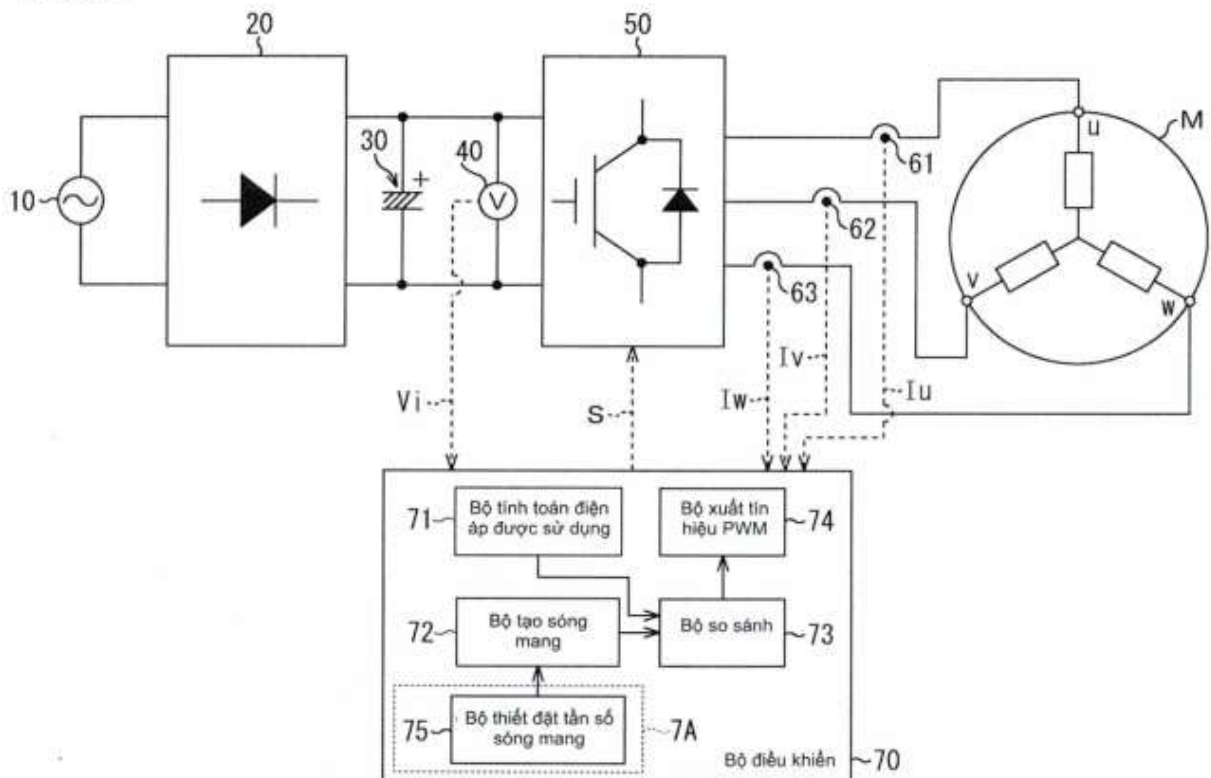
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP THIẾT ĐẶT TẦN SỐ SÓNG MANG, HỆ THỐNG TRUYỀN
ĐỘNG ĐỘNG CƠ VÀ THIẾT BỊ THIẾT ĐẶT TẦN SỐ SÓNG MANG

(21) 1-2020-06806

(57) Sáng chế đề cập đến động cơ có thể được truyền động sao cho tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi giảm. Trong sự liên hệ giữa tần số sóng mang tối ưu mà ở đó tổng hao hụt được tối thiểu hóa và mômen xoắn của động cơ M, giá trị thấp nhất của tần số sóng mang tối ưu được phát sinh, và sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang được xác định để có phần mà trong đó tần số sóng mang cơ bản không đổi hoặc giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất và phần mà trong đó tần số sóng mang cơ bản không đổi hoặc tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết đặt tần số sóng mang, hệ thống truyền động động cơ, và thiết bị thiết đặt tần số sóng mang, và cụ thể là, phù hợp để truyền động động cơ sử dụng bộ chuyển đổi.

Đơn này hưởng quyền ưu tiên dựa trên đơn xin cấp Patent Nhật Bản số 2018-126066, nộp ngày 02/07/2018, mà nội dung của nó được kết hợp ở đây nhằm mục đích viện dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ chuyển đổi loại điều khiển điều chế độ rộng xung (PWM) được sử dụng làm thiết bị cấp công suất để truyền động động cơ của tàu, phương tiện hybrid (phương tiện có hai hoặc nhiều nguồn năng lượng), thiết bị điện gia dụng, hoặc loại tương tự. Bộ chuyển đổi so sánh sóng mang (ví dụ, sóng tam giác) và tín hiệu yêu cầu điện áp với nhau để xác định độ rộng của tín hiệu xung (thời gian mở xung), và bật hoặc tắt phần tử chuyển đổi (ví dụ, Tranzito lưỡng cực có cổng cách điện (IGBT)) theo tín hiệu xung được tạo ra để chuyển đổi công suất DC đầu vào thành công suất AC mà có tần số được yêu cầu để truyền động động cơ và cấp công suất AC cho động cơ. Khi động cơ được truyền động, cần giảm sự hao hụt của động cơ và cũng giảm sự hao hụt trong bộ chuyển đổi để thu được hiệu quả cao của tổng thể hệ thống truyền động động cơ.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ dữ liệu bảng mà thiết đặt sự liên hệ giữa tần số sóng mang (tần số của sóng mang) của sự điều khiển PWM mà trong đó tổng hao hụt của động cơ và bộ chuyển đổi được tối thiểu hóa và tần số góc điện của động

cơ được chuẩn bị, và bộ chuyển đổi được thao tác bởi tần số sóng mang của việc điều khiển PWM tương ứng với giá trị được phát hiện của tần số góc điện của động cơ để truyền động động cơ.

Các tài liệu sáng chế 2 và 3 mô tả rằng tần số sóng mang được thiết đặt theo tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ.

Cụ thể, trong tài liệu sáng chế 2, tần số sóng mang được thiết đặt là tần số thứ nhất thấp nhất trong vùng thứ nhất trong đó tốc độ xoay của động cơ là thấp và mômen xoắn của động cơ là lớn. Ngoài ra, trong vùng thứ hai trong đó tốc độ xoay của động cơ cao hơn tốc độ xoay được thiết đặt trong vùng thứ nhất và mômen xoắn của động cơ xấp xỉ bằng mômen xoắn được thiết đặt trong vùng thứ nhất, tần số sóng mang được thiết đặt là tần số thứ hai cao hơn tần số thứ nhất. Hơn nữa, trong vùng thứ ba trong đó tốc độ xoay của động cơ cao hơn các tốc độ xoay được thiết đặt trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai, và mômen xoắn của động cơ là mômen xoắn thứ hai thấp hơn các mômen xoắn được thiết đặt trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai, tần số sóng mang được thiết đặt là tần số thứ ba cao nhất.

Ngoài ra, trong tài liệu sáng chế 3, tần số sóng mang thấp được thiết đặt trong vùng trong đó tốc độ xoay của động cơ thấp và mômen xoắn của động cơ nhỏ, và tần số sóng mang được thiết đặt cao hơn khi tốc độ xoay của động cơ tăng. Trong tài liệu sáng chế 3, là hiệu quả khi giảm tần số sóng mang của vùng mômen xoắn không nhỏ trong vùng xoay thấp.

Danh sách trích dẫn:

Tài liệu Sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1

Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản số 2007-282298

Tài liệu sáng chế 2

Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản số 2008-22671

Tài liệu sáng chế 3

Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản số 2009-171768

Vấn đề kỹ thuật:

Tuy nhiên, kỹ thuật được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 không đề cập đến tần số sóng mang trong trường hợp trong đó mômen xoắn của các động cơ dao động. Hơn nữa, trong các kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu sáng chế 2 và 3, tần số sóng mang giảm khi mômen xoắn của động cơ tăng. Trong tài liệu sáng chế 2, dòng truyền động của động cơ tăng và sự mất dòng tăng khi mômen xoắn tăng. Theo đó, sự mất dòng giảm đi bằng cách làm giảm tần số sóng mang. Trong tài liệu sáng chế 3, dòng tăng khi mômen xoắn tăng. Theo đó, sự hao hụt mở (ON) của phần tử chuyển đổi tăng, sự hao hụt của bộ chuyển đổi tăng trong vùng mômen xoắn lớn, lượng của dòng chạy được tập trung trong mỗi tay pha tăng khi tốc độ xoay của động cơ giảm, và do đó, tần số sóng mang khi xoay thấp và vùng mômen xoắn không nhỏ được thiết đặt là thấp. Không bị ràng buộc bởi kiến thức đó, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu mối liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi cho mỗi tốc độ xoay của động cơ. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã tìm ra rằng việc thiết đặt tần số sóng mang bằng các phương pháp được mô tả trong các tài liệu sáng chế 2 và 3 có thể không tốt hơn theo quan điểm về hiệu quả tổng thể được tính toán từ tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo ra khi xem xét đến các vấn đề nêu trên, và mục đích của nó là để truyền động động cơ để tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi giảm.

Cách thức giải quyết vấn đề:

Theo khía cạnh của sáng chế, phương pháp thiết đặt tần số sóng mang để thiết đặt tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi để truyền động động cơ, bao gồm: bước phát sinh hao hụt mà phát sinh tổng hao hụt mà là tổng của sự hao hụt của bộ chuyển đổi và sự hao hụt của động cơ khi động cơ được truyền động bằng cách sử dụng bộ chuyển đổi trong khi thay đổi từng mômen xoắn được tạo trong động cơ, tốc độ xoay của động cơ, và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi; bước phát sinh tần số sóng mang mà phát sinh tần số sóng mang khi tổng hao hụt nhỏ nhất là tần số sóng mang tối ưu trong mỗi lần kết hợp của các mômen xoắn và các tốc độ xoay, dựa trên tổng hao hụt được phát sinh trong bước phát sinh sự hao hụt; bước phát sinh sự liên hệ mà phát sinh sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, dựa trên tần số sóng mang tối ưu được phát lưu lại sự liên hệ được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ; và bước thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang theo giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ và giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ dựa trên sự liên hệ, sau khi sự liên hệ được lưu trữ trong bước lưu lại sự liên hệ, khi động cơ được truyền động, được đề xuất.

Theo ví dụ thứ nhất của hệ thống truyền động động cơ của sáng chế, hệ thống truyền động động cơ bao gồm: bộ chuyển đổi; động cơ mà được truyền động với sự tiếp nhận việc cung cấp công suất AC từ bộ chuyển đổi; và bộ điều khiển mà điều khiển thao tác của bộ chuyển đổi, mà trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu trúc nhờ sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng, mà trong đó bộ điều khiển có bộ thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, và sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ có phần mà trong đó tần số sóng mang tăng khi

mômen xoắn của động cơ tăng, được đề xuất.

Theo ví dụ thứ hai của hệ thống truyền động động cơ của sáng chế, hệ thống truyền động động cơ bao gồm: bộ chuyển đổi; động cơ mà được truyền động với việc tiếp nhận sự cung cấp công suất AC từ bộ chuyển đổi; và bộ điều khiển mà điều khiển thao tác của bộ chuyển đổi, mà trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu trúc sử dụng chất bán dẫn khác với chất bán dẫn khoảng băng rộng, bộ điều khiển có bộ thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, và trong sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, tần số sóng mang có giá trị cơ bản là không đổi bất kể mômen xoắn của động cơ, được đề xuất.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị thiết đặt tần số sóng mang để thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi để truyền động động cơ được đề xuất. Khi sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu mà là tần số sóng mang khi tổng hao hụt, mà là tổng của sự hao hụt của bộ chuyển đổi và sự hao hụt của động cơ khi động cơ được truyền động bằng cách sử dụng bộ chuyển đổi, là nhỏ nhất, thiết bị thiết đặt tần số sóng mang phát sinh, cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, sự liên hệ mà có phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc nhiều hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang mà ở đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị thấp nhất, và phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang mà ở đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị thấp nhất, khi bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu trúc sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng, và phát sinh, cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, sự liên hệ mà

trong đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị cơ bản là không đổi bất kể đến mômen xoắn của động cơ, khi bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu trúc bằng cách sử dụng chất bán dẫn khác với chất bán dẫn khoảng băng rộng. Thiết bị thiết đặt tần số sóng mang thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu.

Hiệu quả của sáng chế:

Theo sáng chế, có thể truyền động động cơ để tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi giảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về cấu trúc giản lược của hệ thống truyền động động cơ.

FIG.2-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.2-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ khối minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.4-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.4-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi

tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.5-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.5-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.5-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.6 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ khối minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.7-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.7-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.7-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.8-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.8-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.8-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.9 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ khối minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.10-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.10-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.10-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.11-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.11-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.11-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba

minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.12 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.13-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.13-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.13-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ nhất và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.14 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp phát sinh sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M.

FIG.15-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.15-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.16 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi

tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.17-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.17-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 1,00.

FIG.18-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.18-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.18-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.19 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.20-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.20-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.20-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,75.

FIG.21-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.21-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.21-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.22 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.23-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.23-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.23-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,50.

FIG.24-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất

minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.24-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.24-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.25 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.26-1 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ nhất minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.26-2 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ hai minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

FIG.26-3 là sơ đồ khối minh họa phương án thứ hai và là sơ đồ thứ ba minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có viện dẫn tới bộ hình vẽ.

Phương án thứ nhất

Đầu tiên, phương án thứ nhất sẽ được mô tả.

FIG.1 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về cấu trúc giản lược của hệ thống truyền động động cơ.

Trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó động cơ M là Động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu bên trong (IPMSM) mà trong đó nam châm vĩnh cửu được bố trí trong rôto sẽ được mô tả làm ví dụ.

Trên FIG.1, hệ thống truyền động động cơ để truyền động động cơ M bao gồm nguồn cấp công suất AC 10, mạch chỉnh lưu 20, tụ điện 30, cảm biến điện áp 40, bộ chuyển đổi 50, các cảm biến dòng điện 61 đến 63, và bộ điều khiển 70 mà điều khiển thao tác của bộ chuyển đổi 50.

Nguồn cấp công suất AC 10 cấp công suất AC có tần số thương mại (50 Hz/60 Hz).

Ví dụ, mạch chỉnh lưu 20 là mạch chỉnh lưu toàn sóng bao gồm bốn đi-ốt và chuyển đổi công suất AC thành công suất DC.

Tụ điện 30 loại bỏ dòng dao động của công suất DC xuất ra từ mạch chỉnh lưu 20.

Cảm biến điện áp 40 đo điện áp đầu vào DC Vi nhập vào cho bộ chuyển đổi 50.

Ví dụ, bộ chuyển đổi 50 là mạch bao gồm sáu phần tử chuyển đổi tạo thành cầu ba pha hoàn chỉnh. Bộ chuyển đổi 50 bật hoặc tắt phần tử chuyển đổi dựa trên tín hiệu PWM S mà được xuất ra từ bộ điều khiển 70 và nhập vào cho phần tử chuyển đổi và, do đó, chuyển đổi công suất DC đầu vào thành công suất AC có tần số được yêu cầu để truyền động động cơ M để xuất ra (cung cấp) công suất AC đã được chuyển đổi cho động cơ M. Trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó phần tử chuyển đổi là phần tử chuyển đổi được cấu trúc sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng (SiC, GaN, hoặc loại tương tự) sẽ được mô tả làm ví dụ.

Ví dụ, các cảm biến dòng 61 đến 63 là Bộ biến đổi dòng (CT), và đo các dòng động cơ AC I_u , I_v , và I_w chạy qua các cuộn dây của các pha u, v, và w của động cơ M.

Bộ điều khiển 70 bao gồm bộ tính toán điện áp được áp dụng 71, bộ tạo sóng mang 72, bộ so sánh 73, bộ xuất ra tín hiệu PWM 74, và thiết bị thiết đặt tần số sóng mang 7A. Ví dụ, bộ điều khiển 70 có thể được nhận biết bằng cách sử dụng vi máy tính hoặc mạch số học. Hơn nữa, ví dụ, bộ điều khiển 70 có thể điều khiển thao tác của động cơ M bởi việc điều khiển véc-tơ. Ngoại trừ cấu trúc liên quan đến tần số sóng mang, bộ điều khiển có thể được nhận biết bởi kỹ thuật đã biết. Theo đó, ở đây, phần mô tả chi tiết của nó sẽ được bỏ qua.

Giá trị yêu cầu tốc độ (giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M) mà được nhập vào từ bên ngoài, giá trị yêu cầu mômen xoắn (giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M) mà cũng được nhập vào từ bên ngoài, điện áp đầu vào V_i mà được đo bởi cảm biến điện áp 40, và các dòng động cơ I_u , I_v , và I_w mà được đo bởi các cảm biến dòng 61 đến 63 là đầu vào cho bộ tính toán điện áp được áp dụng 71. Bộ tính toán điện áp được áp dụng 71 tính toán điện áp được áp dụng cho mỗi pha của động cơ M dựa trên điều đó, và tạo ra tín hiệu yêu cầu điện áp chỉ báo điện áp được tính toán. Thiết bị thiết đặt tần số sóng mang 7A có bộ thiết đặt tần số sóng mang 75.

Bộ tạo sóng mang 72 tạo ra sóng mang (sóng mang được sử dụng để tạo ra tín hiệu PWM S) trong điều khiển PWM. Trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó sóng mang là sóng tam giác sẽ được mô tả làm ví dụ.

Bộ so sánh 73 so sánh tín hiệu yêu cầu điện áp được tạo ra bởi bộ tính toán điện áp được áp dụng 71 với sóng tam giác (sóng mang) được tạo ra bởi bộ tạo sóng mang 72.

Bộ xuất tín hiệu PWM 74 xuất ra tín hiệu xung tương ứng với kết quả của

việc so sánh trong bộ so sánh 73 cho bộ chuyển đổi 50 làm tín hiệu PWM S. Như được mô tả ở trên, bộ chuyển đổi 50 bật hoặc tắt phần tử chuyển đổi dựa trên tín hiệu PWM S, chuyển đổi công suất DC đầu vào thành công suất AC, và xuất ra công suất AC đã được chuyển đổi cho động cơ M.

Bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang (tần số sóng mang của bộ chuyển đổi 50) mà là tần số của sóng mang. Bộ tạo sóng mang 72 tạo ra sóng tam giác mà có tần số sóng mang được thiết đặt bởi bộ thiết đặt tần số sóng mang 75. Trong phương án hiện tại, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang theo giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M và giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M.

Như được mô tả trong phần các vấn đề cần được giải quyết bởi Sáng chế, trong các tài liệu sáng chế 2 và 3, tần số sóng mang tăng khi mômen xoắn của động cơ nhỏ (tần số sóng mang giảm khi mômen xoắn của động cơ lớn). Tuy nhiên, trong một số trường hợp, việc này là không thích hợp. Để chứng minh, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu tần số sóng mang để cung cấp hệ thống truyền động động cơ hiệu quả cao theo quan điểm về hiệu quả cao tổng thể được tính toán từ tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ và sự hao hụt của bộ chuyển đổi như là hiệu quả tổng thể của hệ thống truyền động động cơ. Các kết quả sẽ được mô tả dưới đây.

Ở đây, hiệu quả tổng thể của hệ thống truyền động động cơ là giá trị thu nhận được bằng cách chia đầu ra ($=\text{mômen xoắn} \times \text{tốc độ xoay}$) của động cơ M với công suất đầu vào cho bộ chuyển đổi 50 ($\text{hiệu quả tổng thể} = \text{công suất đầu ra} / \text{công suất đầu vào}$).

Giá trị thu nhận được bằng cách trừ đầu vào của động cơ M khỏi đầu vào công suất cho bộ chuyển đổi 50 là sự hao hụt (loss) năng lượng trong hệ thống truyền động động cơ. Ở đây, sự cố của sự hao hụt được kiểm tra giả thiết rằng sự

hao hụt này bằng tổng sự hao hụt của động cơ M và sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50. Sự hao hụt của động cơ M bao gồm hao hụt cơ học, hao hụt dây quấn, hao hụt ổ trục, hoặc loại tương tự ngoài hao hụt sắt và hao hụt đồng. Tuy nhiên, nếu các hình dạng của các động cơ M tương tự nhau và các tốc độ xoay của nó là tương tự nhau, các hao hụt (hao hụt cơ học, hao hụt dây quấn, hao hụt ổ trục, hoặc loại tương tự) có thể được coi là không đổi ngay cả khi thao tác của bộ chuyển đổi 50 được thay đổi. Do đó, hao hụt sắt được minh họa dưới đây bao gồm các loại hao hụt. Ngay cả trong trường hợp này, nếu tốc độ xoay là không đổi, sự hao hụt của động cơ M bao gồm những lượng hao hụt nhất định (hao hụt cơ học, hao hụt dây quấn, hao hụt ổ trục, hoặc loại tương tự). Tuy nhiên, được xem xét rằng không có vấn đề gì khi xác minh xu hướng tăng/giảm trong sự hao hụt của hệ thống truyền động động cơ đối với các thay đổi trong mômen xoắn của động cơ M. Do đó, ở đây, giả thiết rằng sự hao hụt của động cơ M bao gồm hao hụt sắt (tuy nhiên, sự hao hụt bao gồm hao hụt cơ học, hao hụt dây quấn, hao hụt ổ trục, hoặc loại tương tự) và hao hụt đồng. Hơn nữa, ở đây, khoảng tần số sóng mang được thiết đặt là 5 kHz đến 50 kHz.

Như được mô tả ở trên, trong phương án hiện tại, động cơ M cần được đánh giá là IPMSM. Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ M là như sau. Ngoài ra, khi phần tử bán dẫn tạo nên phần tử chuyển đổi của bộ chuyển đổi 50, phần tử bán dẫn SiC mà là một trong các phần tử bán dẫn khoảng trống băng rộng được sử dụng.

- Số pha: 3
- Số cực: 12
- Đường kính ngoài của stato: 135mm
- Đường kính trong của stato: 87mm
- Số vị trí stato: 18 (dây quấn tập trung)

- Vật liệu của stato (lõi): tấm thép điện không định hướng (35A300)
- Đường kính ngoài của rôto: 85mm
- Độ dày ngăn (lõi) rôto: 30mm
- Mật độ từ thông dư của nam châm vĩnh cửu trong rôto 1,1T

Các FIG.2-1 và 2-2 là các sơ đồ minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00. Tỷ lệ tốc độ xoay là tỷ lệ của tốc độ xoay ở thời điểm đo lường đối với tốc độ xoay lớn nhất của động cơ M. Tỷ lệ tốc độ xoay 1,00 chỉ báo rằng sự đo lường được thực hiện với tốc độ xoay tương tự với tốc độ xoay lớn nhất. Các FIG.2-1(a), 2-1(b), 2-1(c), 2-2(a), và 2-2(b) tương ứng minh họa các kết quả đo lường khi các tỷ lệ mômen xoắn là 0,05, 0,125, 0,25, 0,375, và 0,5. Tỷ lệ mômen xoắn là tỷ lệ của mômen xoắn ở thời điểm đo lường đối với mômen xoắn lớn nhất của động cơ M. Tỷ lệ mômen xoắn 0,5 chỉ báo rằng sự đo lường được thực hiện với mômen xoắn là 50% của mômen xoắn lớn nhất. Ở đây, tốc độ xoay lớn nhất và mômen xoắn lớn nhất của động cơ M được thiết kế và xác định thích hợp theo sự ứng dụng của động cơ M.

Trên các FIG.2-1 và 2-2, f_c thể hiện tần số sóng mang. Ở đây, tỷ lệ của công suất đầu ra của động cơ M đối với công suất đầu vào của bộ chuyển đổi 50 được gọi là hiệu quả tổng thể. Trên các FIG.2-1 và 2-2, hiệu quả tổng thể cao nhất được thu nhận khi tỷ lệ mômen xoắn là 0,5 và tần số sóng mang f_c là 40 kHz ($f_c = 40$ kHz trên FIG.2-2(b)). Trên các FIG.2-1 và 2-2, tỷ lệ hiệu quả tổng thể là tỷ lệ của hiệu quả tổng thể ở mỗi tần số sóng mang f_c đối với hiệu quả tổng thể lớn nhất trong cùng một tỷ lệ tốc độ xoay.

Hơn nữa, tổng hao hụt đồng và hao hụt sắt của động cơ M và sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 được gọi là tổng hao hụt. Trên các FIG.2-1 và 2-2, tổng tỷ lệ hao hụt là tỷ lệ của tổng hao hụt ở mỗi tần số sóng mang f_c đối với tổng hao hụt khi tần số sóng mang f_c là thấp nhất (ở đây, 5 kHz) trong cùng một tỷ lệ tốc độ

xoay và cùng một tỷ lệ mômen xoắn.

Hơn nữa, trên các FIG.2-1 và 2-2, tỷ lệ hao hụt đồng là tỷ lệ của hao hụt đồng của động cơ M ở mỗi tần số sóng mang f_c đối với tổng hao hụt khi tần số sóng mang f_c là thấp nhất (ở đây là 5 kHz) trong cùng một tỷ lệ tốc độ xoay và cùng một tỷ lệ mômen xoắn. Tỷ lệ hao hụt sắt là tỷ lệ của hao hụt sắt của động cơ M ở mỗi tần số sóng mang f_c đối với tổng hao hụt khi tần số sóng mang f_c là thấp nhất (ở đây, 5 kHz) trong cùng một tỷ lệ tốc độ xoay và cùng một tỷ lệ mômen xoắn. Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi là tỷ lệ của sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 ở mỗi tần số sóng mang f_c đối với tổng hao hụt khi tần số sóng mang f_c là thấp nhất (ở đây, 5 kHz) trong cùng một tỷ lệ tốc độ xoay và cùng một tỷ lệ mômen xoắn.

FIG.3 là sơ đồ khối minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.2-1 và 2-2.

Như được minh họa trên các FIG.2-1, 2-2, và 3, ở điều kiện là tỷ lệ mômen xoắn tương đối nhỏ (tỷ lệ mômen xoắn là 0,05 hoặc 0,125), tỷ lệ hiệu quả tổng thể là lớn nhất khi tần số sóng mang là 40 kHz. Trong khi đó, ở điều kiện là tỷ lệ mômen xoắn là 0,25, tỷ lệ hiệu quả tổng thể là lớn nhất khi tần số sóng mang là 20 kHz. Ở điều kiện là tỷ lệ mômen xoắn là lớn hơn (tỷ lệ mômen xoắn là 0,375 hoặc 0,5), tỷ lệ hiệu quả tổng thể là lớn nhất khi tần số sóng mang là 30 kHz hoặc 40 kHz, và khi tỷ lệ mômen xoắn tăng, tần số sóng mang mà ở đó tỷ lệ hiệu quả tổng thể là lớn nhất tăng. Trong phần mô tả dưới đây, tần số sóng mang mà ở đó hiệu quả tổng thể là lớn nhất (tổng hao hụt là nhỏ nhất) trong cùng một tỷ lệ mômen xoắn sẽ được gọi là tần số sóng mang tối ưu khi cần thiết. Ngoài ra, trên FIG.2-2(b), các tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi các tần số sóng mang là 30 kHz và 40 kHz đều là 1,000. Tuy nhiên, khi tính toán tới vị trí thập phân thứ tư, tỷ lệ hiệu quả tổng thể (1,0000) khi tần số sóng mang là 40 kHz lớn hơn tỷ lệ hiệu quả tổng thể (0,9997) khi tần số sóng mang là 30 kHz.

Như được mô tả ở trên, có thể thấy rằng khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, tần số sóng mang tối ưu có giá trị thấp nhất trong sự liên hệ giữa tần số sóng mang tối ưu và mômen xoắn của động cơ M . Hơn nữa, có thể thấy rằng khoảng mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang có giá trị thấp nhất chỉ là một (tỷ lệ mômen xoắn chỉ là 0,250). Sau đó, trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, có thể thấy rằng tần số sóng mang tối ưu là không đổi hoặc tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Trong khoảng trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, có thể thấy rằng tần số sóng mang tối ưu là không đổi hoặc giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Như được mô tả ở trên, trong các kỹ thuật được mô tả trong các tài liệu sáng chế 2 và 3, tần số sóng mang giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Các tác giả sáng chế lần đầu thấy rằng, trong sự liên hệ giữa tần số sóng mang tối ưu và mômen xoắn của động cơ M được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, giá trị thấp nhất tồn tại trong tần số sóng mang tối ưu, tần số sóng mang tối ưu cần là không đổi hoặc tăng lên khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà bằng hoặc nhiều hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, và tần số sóng mang là không đổi hoặc giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, và do đó, hiệu quả tổng thể của hệ thống truyền động động cơ có thể được cải thiện.

Do đó, các tác giả sáng chế đã kiểm tra các yếu tố mà có thể cải thiện hiệu quả của hệ thống truyền động động cơ bằng cách tăng tần số sóng mang ở điều kiện mà mômen xoắn của động cơ M là lớn hơn.

Các FIG.4-1 và 4-2 là các sơ đồ minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.2-1 và 2-2. Các

FIG.4-1(a), 4-1(b), 4-1(c), 4-2(a), và 4-2(b) tương ứng minh họa các kết quả khi các tỷ lệ mômen xoắn là 0,05, 0,125, 0,25, 0,375, và 0,5 (các FIG.2-1(a), 2-1(b), 2-1(c), 2-2(a), và 2-2(b)).

Như được minh họa trên các FIG.4-1(a) và 4-1(b), ở điều kiện mà tỷ lệ mômen xoắn là 0,05 hoặc 0,125 (sau đây, được gọi là điều kiện tải thấp), tỷ lệ của hao hụt sắt của động cơ M đối với tổng hao hụt là lớn. Do đó, có thể giảm hao hụt sắt của động cơ M bằng cách tăng tần số sóng mang. Khi tần số sóng mang tăng, sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 tăng. Hơn nữa, tổng của tỷ lệ hao hụt sắt và tỷ lệ hao hụt đồng giảm dần và đạt đến giá trị không đổi khi tần số sóng mang tăng. Tần số sóng mang mà ở đó tổng hao hụt được tối thiểu hóa được xác định bởi đối trọng giữa việc giảm trong sự hao hụt của động cơ M và tăng lên trong sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 như được mô tả ở trên. Do đó, được xem xét rằng tần số sóng mang tối ưu là 40 kHz khi tỷ lệ mômen xoắn là 0,05 hoặc 0,125.

Tiếp theo, như được minh họa trên FIG.4-1(c), trong điều kiện mà tỷ lệ mômen xoắn là 0,25 (sau đây, được gọi là điều kiện tải trung bình), tỷ lệ của hao hụt đồng của động cơ M đối với tổng hao hụt lớn hơn ở điều kiện tải thấp được minh họa trên FIG.4-1(a) và FIG.4-2(b). Hơn nữa, trong trường hợp điều kiện tải thấp, tổng của tỷ lệ hao hụt sắt và tỷ lệ hao hụt đồng đạt đến giá trị nhất định trong khi giảm dần khi tần số sóng mang tăng. Tuy nhiên, tần số sóng mang mà ở đó tổng của tỷ lệ hao hụt sắt và tỷ lệ hao hụt đồng cơ bản là không đổi là 20 kHz, và tần số sóng mang thấp hơn tần số sóng mang ở điều kiện tải thấp. Hơn nữa, trong điều kiện tải thấp, sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 tăng khi tần số sóng mang tăng. Tuy nhiên, khi tần số sóng mang là 20 kHz hoặc hơn, lượng tăng của sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 đối với sự tăng lên của tần số sóng mang là lớn hơn (sự tăng lên trong hao hụt của bộ chuyển đổi 50 mạnh hơn) so với ở điều kiện tải thấp (khi tần số sóng mang là 40 kHz hoặc hơn). Trong đối trọng của việc giảm trong hao hụt của động cơ M và tăng trong hao hụt của bộ chuyển đổi 50 như được mô tả ở

trên, tần số sóng mang mà ở đó tổng hao hụt được tối thiểu hóa được xác định, và tần số sóng mang thấp hơn so với ở điều kiện tải thấp. Do đó, được xem xét rằng tần số sóng mang tối ưu là 20 kHz khi tỷ lệ mômen xoắn là 0,25.

Tiếp theo, như được minh họa trên các FIG.4-2(a) và 4-2(b), ở điều kiện mà tỷ lệ mômen xoắn là 0,375 hoặc 0,5 (sau đây, được gọi là điều kiện tải cao), tỷ lệ của hao hụt đồng của động cơ M với tổng hao hụt lớn hơn so với ở điều kiện tải trung bình được minh họa trên FIG.4-1(c). Ngoài ra, ngay cả ở điều kiện tải cao, như trong các trường hợp của điều kiện tải thấp và điều kiện tải trung bình, khi tần số sóng mang tăng, trong khi tổng của tỷ lệ hao hụt sắt và tỷ lệ hao hụt đồng đạt đến giá trị nhất định trong khi giảm dần, tỷ lệ hao hụt chuyển đổi tăng. Hơn nữa, khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tỷ lệ hao hụt chuyển đổi ở mỗi tần số sóng mang tăng.

Khi mômen xoắn của động cơ M tăng (tức là, khi tải tăng), dòng động cơ được yêu cầu để tạo ra mômen xoắn tăng. Do đó, tần số sóng mang cao hơn được yêu cầu để thực hiện điều khiển dạng sóng với độ chính xác cao bởi sự điều khiển PWM. Tức là, ở điều kiện tải cao, hao hụt đồng của động cơ M lớn hơn so với ở điều kiện tải trung bình do sự tăng lên của dòng động cơ, và ở điều kiện mà trong đó tần số sóng mang thấp, dạng sóng của mật độ từ thông bị bóp méo và nhiều thành phần sóng điều hòa được tạo ra. Theo đó, hao hụt sắt của động cơ M tăng khi so sánh với điều kiện tải trung bình.

Trong đối trọng của việc giảm trong hao hụt của động cơ M và tăng trong hao hụt của bộ chuyển đổi 50 như được mô tả ở trên, tần số sóng mang mà ở đó tổng hao hụt được tối thiểu hóa được xác định, và tần số sóng mang cao hơn so với ở điều kiện tải trung bình. Hơn nữa, tần số sóng mang tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Do đó, được xem xét rằng khi các tỷ lệ mômen xoắn là 0,375 và 0,5, các tần số sóng mang tối ưu là 30 kHz và 40 kHz, một cách tương ứng.

Như được mô tả ở trên, trong trường hợp trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thiết đặt là không đổi hoặc được giảm đi, và trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thiết đặt không đổi hoặc được tăng lên. Theo đó, có thể tối đa hóa hiệu quả (tối thiểu hóa sự hao hụt) của tổng thể hệ thống truyền động động cơ.

Tiếp theo, các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng giá trị thấp nhất tồn tại đối với tần số sóng mang tối ưu trong sự liên hệ giữa tần số sóng mang tối ưu và mômen xoắn của động cơ M không kể đến tốc độ xoay của động cơ M, và trong khoảng bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu cần là không đổi hoặc được tăng lên. Điều này được minh họa trên các FIG.5-1 đến 13-3. Các nội dung của các mục trong các bảng của các FIG.5-1 đến 5-3, 8-1 đến 8-3, và 11-1 đến 11-3 là tương tự với các nội dung của các mục của các bảng được minh họa trên các FIG.2-1 và 2-2.

“Các FIG.5-1 đến 5-3”, các FIG.8-1 đến 8-3”, và “các FIG.11-1 đến 11-3” là các sơ đồ minh họa, ở dạng bảng, các kết quả đo lường của các hao hụt khi các tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,75, 0,50, và 0,25. “FIG.5-1(a), FIG.8-1(a), và FIG.11-1(a)”, “FIG.5-1(b), FIG.8-1(b), và FIG.11-1(b)”, “FIG.5-1(c), FIG.8-1(c), và FIG.11-1(c)”, “FIG.5-2(a), FIG.8-2(a), và FIG.11-2(a)”, “FIG.5-2(b), FIG.8-2(b), và FIG.11-2(b)”, “FIG.5-2(c), FIG.8-2(c), và FIG.11-2(c)”, “FIG.5-3(a), FIG.8-3(a), và FIG.11-3(a)”, “FIG.5-3(b), FIG.8-3(b), và FIG.11-3(b)”, và “FIG.5-3(c), FIG.8-3(c), và FIG.11-3(c)” minh họa các kết quả đo lường khi các tỷ lệ

mômen xoắn là 0,05, 0,125, 0,25, 0,375, 0,5, 0,625, 0,75, 0,875, và 1,0. Ngoài ra, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,75 hoặc nhỏ hơn, mômen xoắn của động cơ M có thể được áp dụng cho mômen xoắn lớn nhất.

Hơn nữa, các FIG.6, 9, và 12 là các sơ đồ minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.5-1 đến 5-3, 8-1 đến 8-3, và 11-1 đến 11-3. FIG.6(b) là hình phóng to của vùng trong đó tỷ lệ hiệu quả tổng thể là 0,980 đến 1,005 trên FIG.6(a). FIG.9(b) là hình phóng to của vùng trong đó tỷ lệ hiệu quả tổng thể là 0,95 đến 1,01 trên FIG.9(a). FIG.12(b) là hình phóng to của vùng trong đó tỷ lệ hiệu quả tổng thể là 0,90 đến 1,00 trên FIG.12(a).

Các FIG.7-1 đến 7-3, các FIG.10-1 đến 10-3, và các FIG.13-1 đến 13-3 là các sơ đồ minh họa, dạng đồ thị, các mối liên hệ giữa tổng các tỷ lệ hao hụt và các tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.5-1 đến 5-3, các FIG.8-1 đến 8-3, và các FIG.11-1 đến 11-3. "FIG.7-1(a), FIG.10-1(a), và FIG.13-1(a)", "FIG.7-1(b), FIG.10-1(b), và FIG.13-1(b)", "FIG.7-1(c), FIG.10-1(c), và FIG.13-1(c)", "FIG.7-2(a), FIG.10-2(a), và FIG.13-2(a)", "FIG.7-2(b), FIG.10-2(b), và FIG.13-2(b)", "FIG.7-2(c), FIG.10-2(c), và FIG.13-2(c)", "FIG.7-3(a), FIG.10-3(a), và FIG.13-3(a)", "FIG.7-3(b), FIG.10-3(b), và FIG.13-3(b)", "FIG.7-3(c), FIG.10-3(c), và FIG.13-3(c)" minh họa các kết quả khi các tỷ lệ mômen xoắn là 0,05, 0,125, 0,25, 0,375, 0,5, 0,625, 0,75, 0,875, 1,0.

Như được minh họa trên các FIG.5-1 đến 13-3, ngay cả khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,25, 0,50, hoặc 0,75, như trong trường hợp trong đó tỷ lệ tốc độ xoay là 1,00, có thể thấy rằng trong sự liên hệ giữa tần số sóng mang tối ưu và mômen xoắn của động cơ M, giá trị thấp nhất tồn tại trong tần số sóng mang tối ưu, và trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, có

thể thấy rằng khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu là không đổi hoặc tăng. Ngoài ra, trên FIG.5-2(b), các tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi các tần số sóng mang là 10 kHz và 15 kHz đều là 0,999. Tuy nhiên, khi tính toán tới vị trí thập phân thứ tư, tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 10 kHz lớn hơn tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 15 kHz. Hơn nữa, trên các FIG.5-3(b) và 5-3(c), các tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi các tần số sóng mang là 10 kHz và 15 kHz là 0,995 và 0,991, một cách tương ứng. Tuy nhiên, khi tính toán tới vị trí thập phân thứ tư, tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 15 kHz lớn hơn tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 10 kHz. Hơn nữa, trên các FIG.8-1(c) và 11-2(c), các tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi các tần số sóng mang là 5 kHz và 10 kHz là 0,977 và 0,983, một cách tương ứng. Tuy nhiên, khi tính toán tới vị trí thập phân thứ tư, tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 10 kHz lớn hơn tỷ lệ hiệu quả tổng thể khi tần số sóng mang là 5 kHz.

Tần số cơ bản kích thích khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,25, 0,50, hoặc 0,75 thấp hơn tần số cơ bản kích thích khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00. Do đó, hiệu quả của việc giảm tổng của tỷ lệ hao hụt đồng và tỷ lệ hao hụt sắt bằng cách tăng tần số sóng mang giảm (trong một số trường hợp, do sự biến thiên trong đo lường, hoặc tương tự, tổng của tỷ lệ hao hụt đồng và tỷ lệ hao hụt sắt tăng khi tần số sóng mang tăng). Theo đó, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,25, 0,50, hoặc 0,75, trong mômen xoắn của động cơ M , không có khoảng nào nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, và khi mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thiết đặt không đổi hoặc được tăng lên, và do đó, có thể tối đa hóa (tối thiểu hóa sự hao hụt) hiệu quả của tổng thể hệ thống truyền động động cơ.

[Bảng 1]

		Tỷ lệ tốc độ xoay [-]			
		0,25	0,50	0,75	1,00
Tỷ lệ mômen xoắn [-]	0,050	5	5	5	40
	0,125	5	5	5	40
	0,250	10	10	10	20
	0,375	10	10	10	30
	0,500	10	10	10	40
	0,625	10	10	10	
	0,750	10	10	15	
	0,875	10	10		
	1,000	10	10		

Bảng 1 minh họa các kết quả nêu trên. Bảng 1 minh họa tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tỷ lệ mômen xoắn và mỗi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M, mà được thu nhận từ các kết quả được minh họa trên các FIG.2-1 đến 13-2. Ở đây, trường hợp trong đó khoảng mà ở đó tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi được thiết đặt là 0,125 (hoặc 0,075) được minh họa làm ví dụ. Nếu khoảng mà ở đó tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi nhỏ hơn các khoảng được minh họa trên các FIG.2-1 đến 2-2, 5-1 đến 5-3, 8-1 đến 8-3, và 11-1 đến 11-3, do sự biến thiên trong đo lường hoặc tương tự, ngay cả trong khoảng của tỷ lệ mômen xoắn trong đó tần số

sóng mang tối ưu là không đổi trong Bảng 1, tần số sóng mang tối ưu có thể tăng hoặc giảm (nhẹ). Ví dụ, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ là 0,25, tần số sóng mang tối ưu là 5 kHz trong khoảng tỷ lệ mômen xoắn 0,05 đến 0,125. Tuy nhiên, khi tỷ lệ mômen xoắn là 0,05 đến 0,125, tần số sóng mang tối ưu có thể tăng hoặc giảm đối với 5 kHz. Do đó, trong các phần mô tả trên, để tối đa hóa hiệu quả tổng thể của hệ thống truyền động động cơ, trong khoảng của tỷ lệ mômen xoắn có được sự liên hệ mà tần số sóng mang tối ưu có giá trị không đổi ngay cả khi mômen xoắn của động cơ M được thay đổi, không cần thiết đặt tần số sóng mang hoàn toàn giống với tần số sóng mang tối ưu, và là đủ nếu về cơ bản chúng giống nhau.

Sự chênh lệch 5% trong tần số sóng mang ít ảnh hưởng đến giá trị của tần số sóng mang tối ưu mà ở đó tổng hao hụt được tối thiểu hóa. Do đó, “cơ bản là giống nhau” trong bản mô tả này có nghĩa rằng “sự chênh lệch tần số sóng mang là 5% hoặc ít hơn”.

Như thấy rõ từ Bảng 1, không kể đến tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M , sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu có phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Ví dụ, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,75, tần số sóng mang tối ưu được thay đổi từ 5 kHz đến 10 kHz khi tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi từ 0,125 đến 0,250 và mômen xoắn của động cơ M tăng, và do đó, tần số sóng mang tối ưu tăng. Hơn nữa, khi tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi từ 0,625 đến 0,750 và mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thay đổi từ 10 kHz đến 15 kHz, và do đó, tần số sóng mang tối ưu tăng. Hơn nữa, trong trường hợp trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, khi tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi từ 0,250 đến 0,375 hoặc 0,375 đến 0,500 và mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thay đổi từ 20 kHz đến 30 kHz hoặc từ 30 kHz đến 40 kHz, và do đó, tần số sóng mang tối ưu tăng. Hơn nữa, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, có

phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng. Cụ thể, khi tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi từ 0,125 đến 0,250 và mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thay đổi từ 40 kHz đến 20 kHz, và do đó, tần số sóng mang tối ưu giảm.

Hơn nữa, cần hiểu rằng khoảng tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang tối ưu mà có giá trị thấp nhất chỉ là một, không kể đến tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M. Ví dụ, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,75, tần số sóng mang tối ưu có giá trị thấp nhất 5 kHz trong khoảng của tỷ lệ mômen xoắn 0,05 đến 0,125, và giá trị của tần số sóng mang tối ưu cao hơn 5 kHz trong các khoảng tỷ lệ mômen xoắn khác. Hơn nữa, trong trường hợp trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, tần số sóng mang tối ưu có giá trị thấp nhất 20 kHz khi tỷ lệ mômen xoắn là 0,250, và giá trị của tần số sóng mang tối ưu cao hơn 20 kHz trong các khoảng tỷ lệ mômen xoắn khác. Do đó, trong khoảng trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M nhỏ hơn khoảng tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thiết đặt là không đổi hoặc được giảm, hoặc trong khoảng trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M lớn hơn khoảng của tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng, tần số sóng mang tối ưu được thiết đặt không đổi hoặc được tăng lên. Theo đó, sự hiệu quả của tổng thể hệ thống truyền động động cơ có thể được tối đa hóa (sự hao hụt có thể được tối thiểu hóa).

Các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng cũng trong các IPMSM khác hoặc các bộ chuyển đổi khác 50, có khoảng mômen xoắn mà trong đó sự hiệu quả của tổng thể hệ thống truyền động động cơ được tối đa hóa (sự hao hụt được tối thiểu hóa) bằng cách thiết đặt tần số sóng mang tối ưu cơ bản là không đổi hoặc tăng lên khi mômen xoắn của động cơ M tăng.

Hơn nữa, giá trị của tổng tỷ lệ hao hụt chuyển đổi, tỷ lệ hao hụt sắt, và tỷ lệ hao hụt đồng được thay đổi theo kiểu của bộ chuyển đổi hoặc động cơ M. Tuy nhiên, được xem xét rằng hành động thay đổi tổng của tỷ lệ hao hụt chuyển đổi, tỷ lệ hao hụt sắt, và tỷ lệ hao hụt đồng đối với việc thay đổi tần số sóng mang không được thay đổi đáng kể theo kiểu của động cơ M. Do đó, được xem xét rằng sự thật rằng sự hiệu quả của tổng thể hệ thống truyền động động cơ có thể được tối đa hóa (sự hao hụt được tối thiểu hóa) bằng cách thiết đặt tần số sóng mang cơ bản là không đổi hoặc tăng lên khi mômen xoắn của động cơ M tăng không được giới hạn ở IPMSM và một cách tương tự cũng được áp dụng cho các kiểu khác của các động cơ M.

Như được mô tả ở trên, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang theo giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M và giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M. Mỗi liên hệ giữa tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu được lưu trữ. Ví dụ về phương pháp thu được sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M sẽ được mô tả có viện dẫn tới lưu đồ của FIG.14. Lưu đồ của FIG.14 là ví dụ về bước chuẩn bị được thực hiện trước khi sử dụng động cơ M trong máy thực tế (ví dụ, tàu, phương tiện hybrid, thiết bị điện gia dụng, hoặc loại tương tự).

Đầu tiên, trong bước S1401, bộ điều khiển 70 chỉ định một ứng viên chưa được lựa chọn trong số các ứng viên dùng cho tốc độ xoay của động cơ M được thiết đặt trước cho bộ điều khiển 70.

Tiếp theo, trong bước S1402, bộ điều khiển 70 chỉ định một ứng viên chưa được lựa chọn trong số các ứng viên dùng cho mômen xoắn của động cơ M được thiết đặt trước cho bộ điều khiển 70.

Tiếp theo, trong bước S1403, bộ điều khiển 70 chỉ định một ứng viên chưa

được lựa chọn trong số các ứng viên dùng cho tần số sóng mang được thiết đặt trước cho bộ điều khiển 70.

Tiếp theo, trong bước S1404, bộ điều khiển 70 tạo ra tín hiệu PWM S dựa trên các nội dung được chỉ định trong các Bước S1401 đến S1403, và đưa ra tín hiệu PWM cho bộ chuyển đổi 50. Bộ chuyển đổi 50 vận hành động cơ M dựa trên tín hiệu PWM S này. Trong trường hợp này, bộ tính toán điện áp được áp dụng 71 sử dụng tốc độ xoay được chỉ định trong bước S1401 làm giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M và mômen xoắn được chỉ định trong bước S1402 làm giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M để tính toán điện áp được sử dụng cho mỗi pha của động cơ M, và tạo ra tín hiệu yêu cầu điện áp chỉ báo điện áp. Ngoài ra, bộ tạo sóng mang 72 tạo ra sóng tam giác mà có tần số sóng mang được chỉ định trong bước S1403.

Tiếp theo, trong bước S1405, tổng hao hụt khi động cơ M được thao tác trong bước S1404 (tổng hao hụt khi động cơ M được truyền động nhờ sử dụng bộ chuyển đổi 50) được đo. Như được mô tả ở trên, tổng hao hụt là tổng của hao hụt đồng và hao hụt sắt của động cơ M và sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50. Tổng hao hụt được lấy làm giá trị được thu nhận bằng cách trừ đi đầu ra của động cơ M từ công suất đầu vào cho bộ chuyển đổi 50. Hao hụt đồng của động cơ M được lấy làm hao hụt Joule từ dòng và kháng trở của cuộn đi từ các cuộn của các pha tương ứng u, v, và w của động cơ M. Hao hụt sắt của động cơ M được lấy làm giá trị được thu nhận bằng cách trừ đi đầu ra của động cơ M và hao hụt đồng từ công suất đầu vào cho động cơ M. Sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 được lấy làm giá trị được thu nhận bằng cách trừ đi công suất đầu ra của bộ chuyển đổi (công suất đầu vào cho động cơ M) từ công suất đầu vào cho bộ chuyển đổi 50.

Tiếp theo, trong bước S1406, bộ điều khiển 70 xác định có hay không việc tắt cả các ứng viên dùng cho tần số sóng mang được thiết đặt trước cho bộ điều

khiển 70 được chỉ định. Kết quả là của việc xác định này, khi tất cả các ứng viên dùng cho tần số sóng mang không được chỉ định, quá trình được quay lại bước S1403. Sau đó, quá trình của các Bước S1403 đến S1406 được thực hiện lặp lại cho đến khi các ứng viên của tần số sóng mang được chỉ định. Tức là, sự đo lường (lấy) của tổng hao hụt trong bước S1405 được thực hiện bằng cách thay đổi tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50.

Khi được xác định trong bước S1406 rằng tất cả các ứng viên của tần số sóng mang được chỉ định, tín hiệu PWM S mà có tốc độ xoay được chỉ định trong bước S1401 và mômen xoắn được chỉ định trong bước S1402 làm giá trị yêu cầu được tạo ra sử dụng các sóng tam giác tương ứng của tất cả các ứng viên của tần số sóng mang, và tổng hao hụt khi động cơ M được truyền động bởi tín hiệu PWM S được thu nhận trong bước S1405 được thực hiện lặp lại. Sau đó, quá trình diễn ra đến bước S1407.

Trong bước S1407, bộ điều khiển 70 tạo ra tín hiệu PWM S mà có tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định trong bước S1401 và mômen xoắn của động cơ M được chỉ định trong bước S1402 làm các giá trị lệnh, và chỉ định tần số sóng mang mà là tổng hao hụt nhỏ nhất trong số các tổng hao hụt khi động cơ M được truyền động bởi tín hiệu PWM S làm tần số sóng mang tối ưu (tức là, dựa trên tổng hao hụt lấy được trong bước S1405, tần số sóng mang khi tổng hao hụt là nhỏ nhất được lấy làm tần số sóng mang tối ưu).

Trong trường hợp này, tần số sóng mang tối ưu có thể được chỉ định cụ thể như sau. Ở giai đoạn khi quá trình diễn ra đến bước S1407, tập hợp của ứng viên của tần số sóng mang được dành riêng trong bước S1403 và tổng hao hụt được đo trong bước S1405 khi tần số sóng mang được dành riêng được thu nhận bởi các ứng viên của tần số sóng mang. Bộ điều khiển 70 thu được biểu thức chỉ báo sự liên hệ giữa tần số sóng mang và tổng hao hụt dựa trên tập hợp của ứng viên của

tần số sóng mang và tổng hao hụt bằng phương pháp đã biết như là phương pháp bình phương nhỏ nhất. Trong biểu thức này, bộ điều khiển 70 chỉ định tần số sóng mang mà trong đó tổng hao hụt nhỏ nhất, làm tần số sóng mang tối ưu.

Tiếp theo, trong bước S1408, bộ điều khiển 70 xác định có hay không tất cả các ứng viên dùng cho mômen xoắn của động cơ M được thiết đặt trước cho bộ điều khiển 70 được chỉ định. Kết quả của việc xác định này là, khi tất cả các ứng viên dùng cho mômen xoắn của động cơ M không được chỉ định, quá trình được quay lại Bước S1402. Quá trình của các Bước S1402 đến S1408 được thực hiện lặp lại cho đến khi tất cả các ứng viên dùng cho mômen xoắn của động cơ M được chỉ định. Tức là, sự đo lường (thu được) của tổng hao hụt trong bước S1405 được thực hiện bằng cách thay đổi mômen xoắn được tạo trong động cơ M. Ngoài ra, việc thu được tần số sóng mang tối ưu trong bước S1407 được thực hiện cho mỗi trong số các mômen xoắn.

Khi được xác định trong bước S1408 rằng tất cả các ứng viên dùng cho mômen xoắn của động cơ M được chỉ định, tín hiệu PWM S mà có tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định trong bước S1401 và mỗi trong số tất cả các ứng viên của mômen xoắn của động cơ M làm các giá trị lệnh được tạo ra nhờ sử dụng các sóng tam giác tương ứng của tất cả các ứng viên của tần số sóng mang, và tần số sóng mang tối ưu khi động cơ M được truyền động được thu nhận trong Bước S1407 được thực hiện lặp lại. Sau đó, quá trình diễn ra đến Bước S1409.

Trong bước S1409, bộ điều khiển 70 thu được sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu dùng cho tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định trong Bước S1401. Ví dụ cụ thể của phương pháp thu được sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu sẽ được mô tả. Đầu tiên, bộ điều khiển 70 trích xuất tần số sóng mang tối ưu trong mômen xoắn của động cơ M được chỉ định trong bước S1402 trên mỗi trong số các mômen xoắn

của động cơ M được chỉ định trong bước S1402, mà được thực hiện lặp lại. Kết quả là, đối với tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định trong bước S1401, các tập hợp của mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu trong mômen xoắn của động cơ M được thu nhận bởi các ứng viên của mômen xoắn của động cơ M. Bộ điều khiển 70 thu được các tập hợp của mômen xoắn của động cơ M được thu nhận như được mô tả ở trên và tần số sóng mang tối ưu trong mômen xoắn của động cơ M làm sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu.

Tiếp theo, trong bước S1410, bộ điều khiển 70 xác định có hay không tất cả các ứng viên dùng cho tốc độ xoay của động cơ M được thiết đặt trước cho bộ điều khiển 70 được chỉ định. Kết quả của việc xác định này là, khi tất cả các ứng viên dùng cho tốc độ xoay của động cơ M không được chỉ định, quá trình được quay lại Bước S1401. Quá trình của các Bước S1401 đến S1410 được thực hiện lặp lại cho đến khi tất cả các ứng viên dùng cho tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định. Tức là, sự đo lường (thu được) của tổng hao hụt trong bước S1405 được thực hiện bằng cách thay đổi tốc độ xoay của động cơ M. Hơn nữa, việc thu được tần số sóng mang tối ưu trong bước S1407 được thực hiện cho mỗi trong số các tốc độ xoay.

Khi được xác định trong bước S1410 rằng tất cả các ứng viên dùng cho tốc độ xoay của động cơ M được chỉ định, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu được thu nhận trong bước S1409 mà được thực hiện lặp lại, cho mỗi trong số tất cả các ứng viên cho tốc độ xoay của động cơ M. Sau đó, quá trình diễn ra đến bước S1411.

Trong bước S1411, bộ điều khiển 70 thu được và lưu trữ sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M, dựa trên tần số sóng mang tối ưu được thu trong bước S1407. Mối liên hệ này được minh họa trong Bảng 1.

Trong trường hợp này, dựa trên kiến thức được mô tả có viện dẫn tới Bảng 1, sự liên hệ (sự liên hệ thu được trong bước S1411) giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu thu được bởi bộ điều khiển 70 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M có phần (phần thứ nhất) mà trong đó tần số sóng mang tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (các tần số sóng mang tối ưu được chỉ định ở điều kiện mà tốc độ xoay của động cơ M là chung và các mômen xoắn của động cơ M khác nhau) được chỉ định trong bước S1407.

Trong ví dụ được minh họa trong Bảng 1, khi các tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,25, 0,50, 0,75, hoặc 1,00, các tần số sóng mang tối ưu thấp nhất là 5 kHz, 5 kHz, 5 kHz, 20 kHz, một cách tương ứng. Các tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với các tần số sóng mang tối ưu thấp nhất là 0,050 và 0,125, 0,050 và 0,125, 0,050 và 0,125, và 0,250, một cách tương ứng. Ngoài ra, khi các tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,25, 0,50, 0,75, và 1,00, trong các khoảng 0,125 đến 0,250, 0,125 đến 0,250, 0,125 đến 0,250, và 0,250 đến 0,500 mà là các khoảng của các tỷ lệ mômen xoắn bằng hoặc lớn hơn các tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với các tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, như các tỷ lệ mômen xoắn một cách tương ứng thay đổi từ 0,125 đến 0,250, từ 0,125 đến 0,250, từ 0,125 đến 0,250, từ 0,250 đến 0,375, và từ 0,375 đến 0,500 được tăng lên, các tần số sóng mang tối ưu một cách tương ứng thay đổi từ 5 đến 10, từ 5 đến 10, từ 5 đến 10, từ 20 đến 30, và từ 30 đến 40 được tăng lên. Sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu thu được bởi bộ điều khiển 70 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M có sự liên hệ này.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,25” trong Bảng 1, sự liên hệ thu được trong bước S1411 có phần thứ nhất (phần trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) mà

trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhiều hơn các tỷ lệ mômen xoắn (“0,050” và “0,125”) của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang “5” thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (“5” và “10”) tương ứng với một tỷ lệ tốc độ xoay “0,25” trong số các tỷ lệ tốc độ xoay (“0,25”, “0,50”, “0,75”, và “1,00”) của động cơ M thu được trong bước S1407.

“Phần thứ nhất mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng” có thể bao gồm “phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,25” trong Bảng 1, phần thứ nhất (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) bao gồm “phần (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,125 hoặc nhỏ hơn và phần mà tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,250 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,50” trong Bảng 1, sự liên hệ thu được trong bước S1411 có phần thứ nhất (phần trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhiều hơn các tỷ lệ mômen xoắn (“0,050” và “0,125”) của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang “5” thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (“5” và “10”) thu được trong bước S1407.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,50” trong Bảng 1, phần thứ nhất (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là

0,050 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) bao gồm “phần (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,125 hoặc nhỏ hơn và phần mà tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,250 hoặc lớn hơn và 1,000 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,75” trong Bảng 1, sự liên hệ thu được trong bước S1411 có phần thứ nhất (phần trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,750 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhiều hơn các tỷ lệ mômen xoắn (“0,050” và “0,125”) của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang “5” thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (“5” và “10”, và “15”) thu được trong bước S1407.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “0,75” trong Bảng 1, phần thứ nhất (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,750 hoặc nhỏ hơn) bao gồm “phần (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,125 hoặc nhỏ hơn và phần mà tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,250 hoặc lớn hơn và 0,625 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “1,00” trong Bảng 1, sự liên hệ thu được trong bước S1411 có phần thứ nhất (phần trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,250 hoặc lớn hơn và 0,500 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhiều hơn các tỷ lệ mômen xoắn (“0,250”) của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang

“20” thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (“20”, “30”, và “40”) thu được trong bước S1407.

Hơn nữa, khi có khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu được chỉ định như được mô tả ở trên, trong khoảng đó, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu thu được bởi bộ điều khiển 70 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M có phần (phần thứ hai) mà trong đó tần số sóng mang giảm khi mômen xoắn của động cơ M tăng.

Trong ví dụ được minh họa trong Bảng 1, khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00, tần số sóng mang tối ưu thấp nhất là 20 kHz, tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất là 0,250, và có các tỷ lệ mômen xoắn ($=0,250$, 0,125, và 0,050) bằng hoặc nhỏ hơn tỷ lệ mômen xoắn ($=0,250$). Ngoài ra, trong khoảng 0,125 đến 0,250 mà là khoảng của tỷ lệ mômen xoắn 0,250 hoặc nhỏ hơn mà là tỷ lệ mômen xoắn tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất, khi tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi từ 0,125 đến 0,250 tăng lên, tần số sóng mang tối ưu thay đổi từ 40 đến 20 được giảm đi. Sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu thu được bởi bộ điều khiển 70 là sự liên hệ này.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “1,00” trong Bảng 1, sự liên hệ thu được trong bước S1411 có phần thứ hai (phần trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,250 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhỏ hơn tỷ lệ mômen xoắn (“0,250”) của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang “20” thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu (“20”, “30”, và “40”) thu được trong bước S1407.

“Phần thứ hai mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng” có thể bao gồm “phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Trong ví dụ mà trong đó tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là “1,00” trong Bảng 1, phần thứ hai (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,250 hoặc nhỏ hơn) bao gồm “phần (phần mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 hoặc lớn hơn và 0,125 hoặc nhỏ hơn) mà trong đó tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi ngay cả khi tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M tăng”.

Ví dụ, bộ điều khiển 70 có thể thu được Bảng mà trong đó tốc độ xoay của động cơ M, mômen xoắn của động cơ M, và tần số sóng mang tối ưu được liên kết với nhau và được lưu trữ, từ sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu (tập hợp của mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu của động cơ M) cho mỗi trong số tất cả các ứng viên của tốc độ xoay của động cơ M, làm sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu, cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M. Ngoài ra, bộ điều khiển 70 có thể thu được biểu thức chỉ báo sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M, từ sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu (tập hợp của mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu của động cơ M) cho mỗi trong số tất cả các ứng viên của tốc độ xoay của động cơ M, bằng phương pháp đã biết như là phương pháp bình phương nhỏ nhất. Sau đó, quá trình theo lưu đồ của FIG.14 kết thúc.

Theo lưu đồ của FIG.14, sau khi sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu được lưu trữ cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M (sau khi bước chuẩn bị kết thúc), bước sử dụng thực tế được thực hiện mà trong đó động cơ M được truyền động trong máy thực tế bằng cách sử dụng sự liên hệ giữa

mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M. Ví dụ, trong bước sử dụng thực tế, quá trình dưới đây được thực hiện.

Khi động cơ M được truyền động, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 trích xuất tần số sóng mang tối ưu tương ứng với giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M và giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M làm tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50 từ sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M (tức là, thiết đặt tần số sóng mang tương ứng với giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ M và giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ M dựa trên mối liên hệ được mô tả ở trên).

Ví dụ, khi tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50 được thiết đặt từ sự liên hệ giữa tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu với tỷ lệ tốc độ xoay 1,00 của động cơ M được minh họa trong Bảng 1, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang tối ưu làm tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50 mà tăng từ 20 kHz đến 40 kHz khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng (khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,250 đến 0,500) mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất (20 kHz). Ngoài ra, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang tối ưu làm tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50 mà giảm từ 40 kHz đến 20 kHz khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong khoảng (khoảng mà trong đó tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M là 0,050 đến 0,250) mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ M tương ứng với tần số sóng mang tối ưu thấp nhất (20 kHz).

Khi sự liên hệ được sử dụng như Bảng, có trường hợp trong đó Bảng không có cùng giá trị với giá trị yêu cầu (tốc độ xoay của động cơ M và mômen xoắn). Trong trường hợp này, ví dụ, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thực hiện xử lý nội

suy hoặc xử lý ngoại suy trên các giá trị được lưu trong Bảng dựa trên giá trị yêu cầu, và do đó, có thể thu được tần số sóng mang tối ưu tương ứng với cùng giá trị (tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M) làm giá trị yêu cầu, như tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi 50.

Bộ tạo sóng mang 72 tạo ra sóng tam giác mà có tần số sóng mang được thiết đặt bởi bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 theo cách này. Ngoài ra, như được mô tả ở trên, giá trị của tần số sóng mang tối ưu trong sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M được sử dụng làm tần số sóng mang được sử dụng cho bộ chuyển đổi 50. Do đó, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M đồng nghĩa với sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang được sử dụng cho bộ chuyển đổi 50 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M.

Như được mô tả ở trên, trong phương án hiện tại, khi bộ chuyển đổi 50 mà có phần tử chuyển đổi được tạo cấu hình bằng cách sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm bộ chuyển đổi 50, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu được xác định cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M như là tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi hoặc tăng khi mômen xoắn của động cơ M tăng trong vùng mà trong đó mômen xoắn của động cơ M bằng hoặc lớn hơn khi mômen xoắn ở mà đó tần số sóng mang tối ưu nhỏ nhất. Do đó, có thể thiết đặt tần số sóng mang để sự hiệu quả của tổng thể hệ thống truyền động động cơ có thể tăng khi xem xét đến hao hụt sắt và hao hụt đồng của động cơ M và hao hụt chuyển đổi trong bộ chuyển đổi 50. Theo đó, động cơ M có thể được truyền động để tổng hao hụt của sự hao hụt của động cơ M và sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 giảm.

Trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó sự liên hệ giữa mômen xoắn

của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu thu được cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M bằng cách thực hiện đo lường thực tế được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu không cần được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M theo cách này. Ví dụ, tổng hao hụt của hệ thống truyền động động cơ khi động cơ M được kích bởi bộ chuyển đổi 50 có thể được thu nhờ sử dụng phân tích số học.

Hơn nữa, trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó bộ điều khiển 70 thu được sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu có thể được thu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M bởi thiết bị xử lý thông tin khác với bộ điều khiển 70. Ví dụ, được ưu tiên hơn khi tổng hao hụt của hệ thống truyền động động cơ khi động cơ M được kích bởi bộ chuyển đổi 50 được thu bằng cách sử dụng phép phân tích số học. Ngoài ra, trong trường hợp này, bộ điều khiển 70 thu nhận sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M bởi thiết bị xử lý thông tin. Trong trường hợp này, sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu có thể được lưu trữ bên trong bộ điều khiển 70 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M, hoặc có thể được lưu trữ ngoài bộ điều khiển 70 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M.

Ngoài ra, trong phương án hiện tại, trường hợp trong đó nguồn cấp công suất AC 10 và mạch chỉnh lưu 20 được sử dụng để tạo ra công suất đầu vào cho bộ chuyển đổi 50 được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, nhu cầu này không luôn được coi là trường hợp. Ví dụ, nguồn cấp công suất DC có thể được sử dụng làm thay thế cho nguồn cấp công suất AC 10 và mạch chỉnh lưu 20. Hơn nữa, nguồn cấp công suất DC có thể có chức năng tăng lên/giảm xuống. Ngoài ra, nguồn công suất DC có chức năng lưu trữ công suất và có thể được cấu tạo để lưu trữ công suất tái tạo từ động cơ M.

Phương án thứ hai

Tiếp theo, phương án thứ hai sẽ được mô tả. Trong phương án thứ nhất, trường hợp mà trong đó phần tử chuyển đổi mà cấu thành bộ chuyển đổi 50 là phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng được mô tả làm ví dụ. Trong phương án hiện tại, trường hợp mà trong đó phần tử chuyển đổi mà cấu thành bộ chuyển đổi 50 là phần tử chuyển đổi được cấu tạo bằng cách sử dụng chất bán dẫn (chất bán dẫn có khoảng băng chung) ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được mô tả. Như được mô tả ở trên, các cấu tạo của phương án hiện tại và phương án thứ nhất khác biệt chủ yếu ở chỗ các phần tử chuyển đổi cấu thành các bộ chuyển đổi 50 tương ứng khác nhau. Do đó, trong những phần mô tả của phương án hiện tại, các số tham chiếu tương tự như các số tham chiếu trên các FIG.1 đến 14 được gán cho các phần giống với các phần trong phương án thứ nhất, và các phần mô tả chi tiết của nó được bỏ qua.

Tác giả sáng chế đã nghiên cứu tần số sóng mang cho hệ thống truyền động động cơ hiệu quả cao dưới các điều kiện giống với các điều kiện được mô tả trong phương án thứ nhất, ngoại trừ việc sử dụng phần tử bán dẫn Si mà là một trong các chất bán dẫn có khoảng băng thông thường làm phần tử bán dẫn cấu thành phần tử chuyển đổi của bộ chuyển đổi 50 và thiết đặt khoảng tần số sóng mang bằng 5 kHz đến 40 kHz. Các kết quả sẽ được mô tả dưới đây.

Các FIG.15-1 và 15-2 là các sơ đồ minh họa, ở dạng bảng, kết quả đo lường của sự hao hụt khi tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 1,00. Các FIG.15-1(a) và (b) và 15-2(a) và (b) là các sơ đồ tương ứng với các FIG.2-1(a) và (b), và các FIG.2-2(a) và (b), một cách tương ứng. FIG.16 là sơ đồ khối minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.15-1 và 15-2. FIG.16 là sơ đồ khối tương ứng với FIG.3. Các FIG.17-1 và 17-2 là các sơ đồ minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần

số sóng mang được minh họa trên các FIG.15-1 và 15-2. Các FIG.17-1(a), (b), và (c) và các FIG.17-2(a) và (b) là các sơ đồ tương ứng với các FIG.4-1(a), (b), và (c), và các FIG.4-2(a) và (b), một cách tương ứng.

Các FIG.18-1 đến 18-3, 21-1 đến 21-3, và 24-1 đến 24-3 là các sơ đồ minh họa, ở dạng bảng, các kết quả đo của các hao hụt khi các tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M là 0,75, 0,50, và 0,25, một cách tương ứng. Các FIG.18-1(a), (b), và (c) đến các FIG.18-3(a), (b), và (c), các FIG.21-1(a), (b), và (c) đến các FIG.21-3(a), (b), và (c), các FIG.24-1(a), (b), và (c) đến các FIG.24-3(a), (b), và (c) là các sơ đồ tương ứng với các FIG.5-1(a), (b), và (c) đến các FIG.5-3(a), (b), và (c), các FIG.8-1(a), (b), và (c) đến các FIG.8-3(a), (b), và (c), và các FIG.11-1(a), (b), và (c) đến các FIG.11-3(a), (b), và(c), một cách tương ứng.

Các FIG.19, 22, và 25 là các sơ đồ minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tỷ lệ hiệu quả tổng thể và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.18-1 đến 18-3, 21-1 đến 21-3, và 24-1 đến 24-3, một cách tương ứng.

Các FIG.20-1 đến 20-3, 23-1 đến 23-3, và 26-1 đến 26-3 là các sơ đồ minh họa, ở dạng đồ thị, sự liên hệ giữa tổng tỷ lệ hao hụt và tần số sóng mang được minh họa trên các FIG.18-1 đến 18-3, 21-1 đến 21-3, và 24-1 đến 24-3, một cách tương ứng. Các FIG.20-1(a), (b), và (c) đến các FIG.20-3(a), (b), và (c), các FIG.23-1(a), (b), và (c) đến 23-3(a), (b), và(c), và các FIG.26-1(a), (b), và (c) đến các FIG.26-3(a), (b), và (c) là các sơ đồ tương ứng với các FIG.7-1(a), (b), và (c) đến các FIG.7-3(a), (b), và (c), các FIG.10-1(a), (b), và (c) đến các FIG.10-3(a), (b), và (c), và các FIG.13-1(a), (b), và (c) đến các FIG.13-3(a), (b), và (c), một cách tương ứng.

Như được minh họa trên các FIG.17-1 đến 17-2, 20-1 đến 20-3, 23-1 đến 23-3, và 26-1 đến 26-3, tỷ lệ hao hụt chuyển đổi lớn hơn khi chất bán dẫn khoảng bằng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi của bộ chuyển đổi 50 (các FIG.4-

1 đến 4-2, 7-1 đến 7-3, 10-1 đến 10-3, và 13-1 đến 13-3). Đây là vì hao hụt chuyển đổi của phần tử chuyển đổi nhỏ hơn khi chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi so với khi chất bán dẫn thông thường ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi. Hao hụt chuyển đổi có xu hướng tăng lên khi tần số sóng mang tăng.

Hơn nữa, như được minh họa trên các FIG.16, 19, 22, và 25, ngay cả khi tỷ lệ tốc độ xoay và tỷ lệ mômen xoắn của động cơ M được thay đổi, tần số sóng mang tối ưu là 5 kHz. Ngay cả khi chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi, như được mô tả trong phương án thứ nhất, trong vùng mà trong đó tần số sóng mang thấp, khi tần số sóng mang tăng, tổng của tỷ lệ hao hụt sắt và tỷ lệ hao hụt đồng dẫn tăng, và sau đó, đạt đến giá trị nhất định. Như được mô tả ở trên, khi chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi, sự hao hụt (và tỷ lệ hao hụt chuyển đổi) của bộ chuyển đổi 50 lớn hơn khi chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi, và lượng tăng về sự hao hụt (và tỷ lệ hao hụt chuyển đổi) của bộ chuyển đổi 50 đối với sự tăng lên của tần số sóng mang cũng lớn hơn (tăng lên về sự hao hụt của bộ chuyển đổi 50 (và tỷ lệ hao hụt chuyển đổi) mạnh hơn) so với khi chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi.

Từ phần nêu trên, khi chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi, tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi không kể đến tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M.

Ngoài ra, như được mô tả trong phương án thứ nhất, khi các khoảng mà ở đó các tỷ lệ mômen xoắn được thay đổi được thiết đặt nhỏ hơn các khoảng được minh họa trên các FIG.15-1 đến 15-2, 18-1 đến 18-3, 21-1 đến 21-3, và 24-1 đến 24-3, tần số sóng mang tối ưu có thể tăng hoặc giảm do sự biến thiên trong đo

lường hoặc loại tương tự. Do đó, không cần thiết đặt các tần số sóng mang tối ưu hoàn toàn giống nhau, và là đủ nếu về cơ bản chúng giống nhau.

Như được mô tả ở trên, các tác giả sáng chế lần đầu tìm ra rằng, khi chất bán dẫn thông thường ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm phần tử chuyển đổi của bộ chuyển đổi 50, tần số sóng mang tối ưu cơ bản không đổi không kể đến tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M. Ngoài ra, như được mô tả trong phương án thứ nhất, các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng một cách tương tự điều này được sử dụng cho các động cơ M và bộ chuyển đổi 50 khác, và do đó, có thể tối đa hóa hiệu quả (tối thiểu hóa sự hao hụt) của tổng thể hệ thống truyền động động cơ.

Hơn nữa, ví dụ, tần số sóng mang tối ưu nêu trên có thể được thu bằng cách thực hiện quá trình của các Bước S1401 đến S1408, và S1410 trong lưu đồ của FIG.14. Khi tần số sóng mang tối ưu được thay đổi (không đáng kể) theo mômen xoắn của động cơ M, giá trị điển hình (ví dụ, giá trị trung bình, giá trị thường xuyên nhất, giá trị trung vị, giá trị nhỏ nhất, hoặc giá trị lớn nhất) của nó có thể được thu làm tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M, hoặc như được mô tả trong lưu đồ của FIG.14, sự liên hệ (sự liên hệ mà trong đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị cơ bản là không đổi không kể đến mômen xoắn và tốc độ xoay của động cơ M) giữa mômen xoắn của động cơ M và tần số sóng mang tối ưu có thể được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M. Trong các phương pháp thu bất kỳ, tần số sóng mang, mà được thiết đặt bởi bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M có giá trị cơ bản là không đổi (ví dụ, giá trị mà cơ bản giống với giá trị nhỏ nhất của tần số sóng mang tối ưu) không kể đến tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M.

Tức là, trong phương án hiện tại, trong bước sử dụng thực tế, bộ thiết đặt tần số sóng mang 75 thiết đặt tần số sóng mang tối ưu làm tần số sóng mang trong

bộ chuyển đổi 50 cho mỗi tốc độ xoay của động cơ M dựa trên sự liên hệ mà trong đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị cơ bản là không đổi không kể đến mômen xoắn và tốc độ xoay của động cơ M.

Như được mô tả ở trên, trong phương án hiện tại, khi bộ chuyển đổi 50 có phần tử chuyển đổi được cấu tạo bằng cách sử dụng chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng làm bộ chuyển đổi 50, tần số sóng mang cơ bản không đổi không kể đến tốc độ xoay và mômen xoắn của động cơ M. Do đó, ngay cả khi phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn thông thường ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng được sử dụng, các hiệu quả tương tự như các hiệu quả được mô tả trong phương án thứ nhất có thể thu được.

Các ví dụ cải biến khác nhau được mô tả trong phương án thứ nhất có thể cũng được áp dụng cho phương án hiện tại.

Giá trị của tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M được mô tả nêu trên chỉ là ví dụ, và sáng chế có thể áp dụng được cho các giá trị ngoài giá trị của tỷ lệ tốc độ xoay của động cơ M được mô tả nêu trên.

Ngoài ra, cấu tạo của bộ điều khiển 70 trong các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên có thể được nhận biết bởi máy tính mà thực thi chương trình. Ngoài ra, vật ghi đọc được bằng máy tính ghi chương trình và sản phẩm chương trình máy tính như là chương trình có thể được sử dụng làm phương án của sáng chế. Đối với vật ghi, ví dụ, đĩa linh hoạt, đĩa cứng, đĩa quang, đĩa quang từ tính, CD-ROM, tệp từ tính, thẻ nhớ không bay hơi, ROM hoặc loại tương tự có thể được sử dụng.

Ngoài ra, tất cả các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên chỉ là ví dụ về thực hiện sáng chế, và phạm vi kỹ thuật của sáng chế không nên được hạn chế bởi các phương án. Tức là, sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau mà không vượt qua phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Danh mục số chỉ dẫn

10: nguồn cấp công suất AC

20: mạch chỉnh lưu

30: tụ điện

40: cảm biến điện áp

50: bộ chuyển đổi

61-63: cảm biến dòng

70: bộ điều khiển

71: bộ tính toán điện áp được áp dụng

72: bộ tạo sóng mang

73: bộ so sánh

74: bộ xuất tín hiệu PWM

75: bộ thiết đặt tần số sóng mang

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thiết đặt tần số sóng mang để thiết đặt tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi để truyền động động cơ, phương pháp này bao gồm:

bước phát sinh hao hụt mà phát sinh tổng hao hụt mà là tổng sự hao hụt của bộ chuyển đổi và sự hao hụt của động cơ khi động cơ được truyền động sử dụng bộ chuyển đổi trong khi thay đổi mỗi trong số mômen xoắn được tạo trong động cơ, tốc độ xoay của động cơ, và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi;

bước phát sinh tần số sóng mang mà phát sinh tần số sóng mang khi tổng hao hụt nhỏ nhất là tần số sóng mang tối ưu trong mỗi kết hợp của các mômen xoắn và các tốc độ xoay, dựa trên tổng hao hụt được phát sinh trong bước phát sinh sự hao hụt;

bước phát sinh sự liên hệ mà phát sinh sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, dựa trên tần số sóng mang tối ưu được phát sinh trong bước phát sinh tần số sóng mang;

bước lưu sự liên hệ mà lưu sự liên hệ được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ; và

bước thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang theo giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ và giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ dựa trên sự liên hệ sau khi sự liên hệ được lưu trữ trong bước lưu lại sự liên hệ, khi động cơ được truyền động,

trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng, và

trong đó sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ có phần thứ nhất mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi mômen xoắn của

động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu được phát sinh trong bước phát sinh tần số sóng mang.

2. Phương pháp thiết đặt tần số sóng mang theo điểm 1,

trong đó sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ có phần thứ hai mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu được phát sinh trong bước phát sinh tần số sóng mang.

3. Phương pháp thiết đặt tần số sóng mang theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó trong sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ, mômen xoắn của động cơ chỉ có một khoảng mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang thấp nhất trong số các tần số sóng mang tối ưu của động cơ được phát sinh trong bước phát sinh tần số sóng mang.

4. Phương pháp thiết đặt tần số sóng mang để thiết đặt tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi để truyền động động cơ, phương pháp này bao gồm:

bước phát sinh hao hụt mà phát sinh tổng hao hụt mà là tổng sự hao hụt của bộ chuyển đổi và sự hao hụt của động cơ khi động cơ được truyền động sử dụng bộ chuyển đổi trong khi thay đổi mỗi trong số mômen xoắn được tạo trong động cơ, tốc độ xoay của động cơ, và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi;

bước phát sinh tần số sóng mang mà phát sinh tần số sóng mang khi tổng hao hụt nhỏ nhất là tần số sóng mang tối ưu trong mỗi kết hợp của các mômen xoắn và các tốc độ xoay, dựa trên tổng hao hụt được phát sinh trong bước phát sinh

sự hao hụt;

bước phát sinh sự liên hệ mà phát sinh sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, dựa trên tần số sóng mang tối ưu được phát sinh trong bước phát sinh tần số sóng mang;

bước lưu sự liên hệ mà lưu sự liên hệ được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ; và

bước thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang theo giá trị yêu cầu của mômen xoắn của động cơ và giá trị yêu cầu của tốc độ xoay của động cơ dựa trên sự liên hệ sau khi sự liên hệ được lưu trữ trong bước lưu lại sự liên hệ, khi động cơ được truyền động,

trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng, và

trong đó trong sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ trong bước phát sinh sự liên hệ, tần số sóng mang tối ưu có giá trị cơ bản là không đổi không kể đến mômen xoắn của động cơ.

5. Hệ thống truyền động động cơ bao gồm:

bộ chuyển đổi;

động cơ mà được truyền động với việc tiếp nhận sự cung cấp công suất AC từ bộ chuyển đổi; và

bộ điều khiển mà điều khiển thao tác của bộ chuyển đổi,

trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng,

trong đó bộ điều khiển có bộ thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và

tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, và

trong đó sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ có phần mà trong đó tần số sóng mang tăng khi mômen xoắn của động cơ tăng.

6. Hệ thống truyền động động cơ theo điểm 5,

trong đó sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ có phần mà trong đó tần số sóng mang giảm khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang thấp nhất của phần mà trong đó tần số sóng mang tăng khi mômen xoắn của động cơ tăng.

7. Hệ thống truyền động động cơ bao gồm:

bộ chuyển đổi;

động cơ mà được truyền động với việc tiếp nhận sự cung cấp công suất AC từ bộ chuyển đổi; và

bộ điều khiển mà điều khiển thao tác của bộ chuyển đổi,

trong đó bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng,

trong đó bộ điều khiển có bộ thiết đặt tần số sóng mang mà thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang trong bộ chuyển đổi được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, và

trong đó trong sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang được phát sinh cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, tần số sóng mang có giá trị

cơ bản là không đòi hỏi không kể đến mômen xoắn của động cơ.

8. Thiết bị thiết đặt tần số sóng mang để thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi để truyền động động cơ,

trong đó thiết bị thiết đặt tần số sóng mang,

đổi với sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu mà là tần số sóng mang khi tổng hao hụt, mà là tổng của sự hao hụt của bộ chuyển đổi và sự hao hụt của động cơ khi động cơ được truyền động bằng cách sử dụng bộ chuyển đổi, là nhỏ nhất,

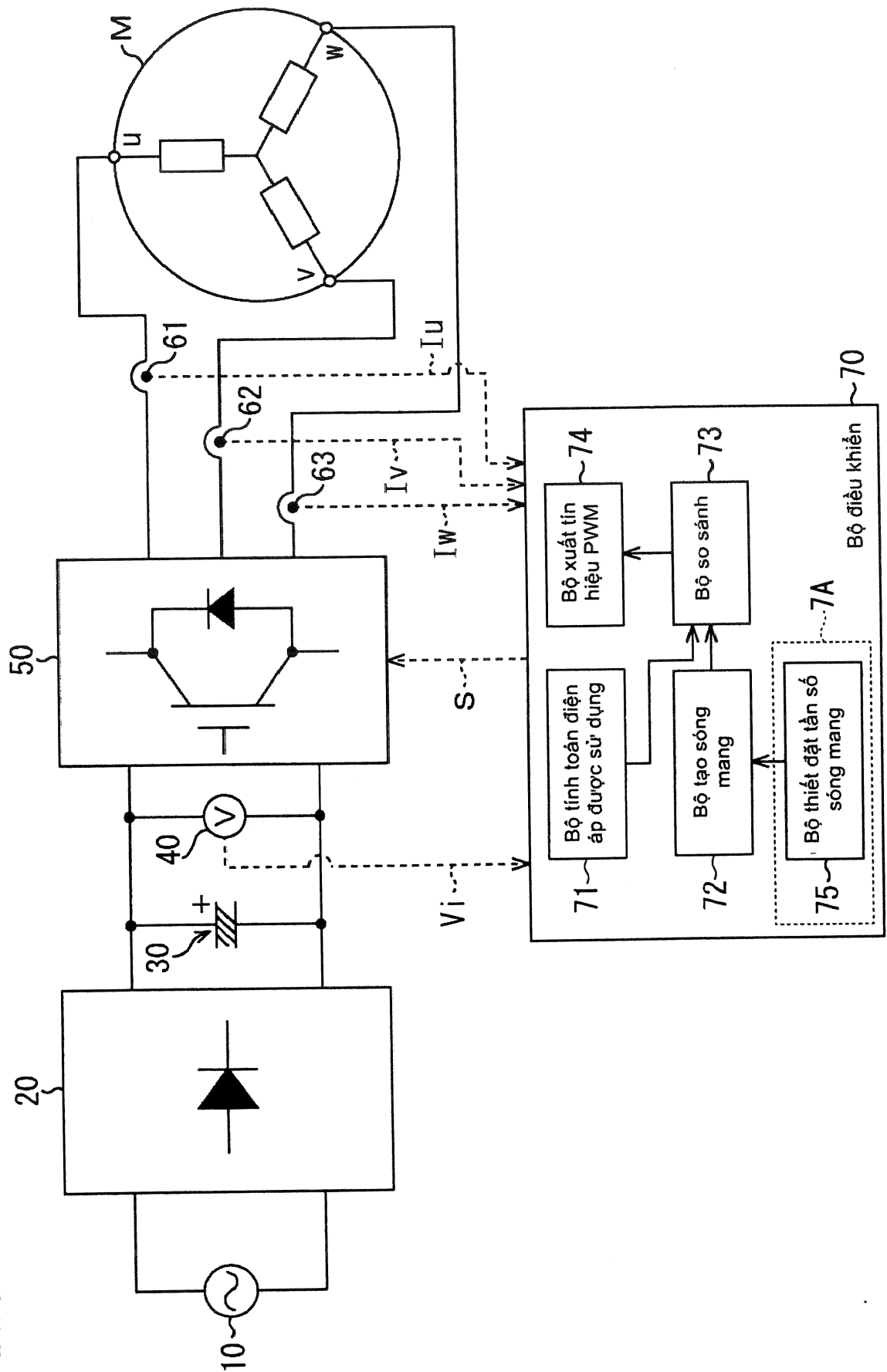
phát sinh, cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, sự liên hệ mà có phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu tăng khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc lớn hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang mà ở đó tần số sóng mang tối ưu là giá trị thấp nhất, và phần mà trong đó tần số sóng mang tối ưu giảm khi mômen xoắn của động cơ tăng trong khoảng mà trong đó mômen xoắn của động cơ bằng hoặc nhỏ hơn mômen xoắn của động cơ tương ứng với tần số sóng mang mà ở đó tần số sóng mang tối ưu là giá trị thấp nhất, khi bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo sử dụng chất bán dẫn khoảng băng rộng,

phát sinh, cho mỗi tốc độ xoay của động cơ, sự liên hệ mà trong đó tần số sóng mang tối ưu có giá trị cơ bản là không đòi hỏi không kể đến mômen xoắn của động cơ, khi bộ chuyển đổi có phần tử chuyển đổi được cấu tạo bằng cách sử dụng chất bán dẫn ngoài chất bán dẫn khoảng băng rộng, và

thiết đặt tần số sóng mang của bộ chuyển đổi dựa trên sự liên hệ giữa mômen xoắn của động cơ và tần số sóng mang tối ưu.

1/54

FIG. 1



2/54

FIG. 2-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,679	0,015	0,981	0,004	1,000
10	0,697	0,012	0,954	0,031	0,996
15	0,698	0,012	0,915	0,054	0,981
20	0,714	0,012	0,846	0,065	0,923
30	0,737	0,012	0,738	0,077	0,827
40	0,743	0,012	0,696	0,104	0,812
50	0,741	0,012	0,692	0,115	0,819

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,879	0,032	0,965	0,004	1,000
10	0,891	0,028	0,891	0,025	0,944
15	0,898	0,025	0,842	0,046	0,912
20	0,902	0,025	0,796	0,063	0,884
30	0,918	0,021	0,698	0,081	0,800
40	0,924	0,021	0,663	0,091	0,775
50	0,922	0,021	0,653	0,112	0,786

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,939	0,253	0,742	0,005	1,000
10	0,959	0,141	0,722	0,010	0,873
15	0,961	0,129	0,715	0,012	0,856
20	0,965	0,114	0,702	0,015	0,831
30	0,961	0,112	0,710	0,037	0,859
40	0,955	0,109	0,715	0,074	0,898
50	0,944	0,109	0,710	0,146	0,965

3/54

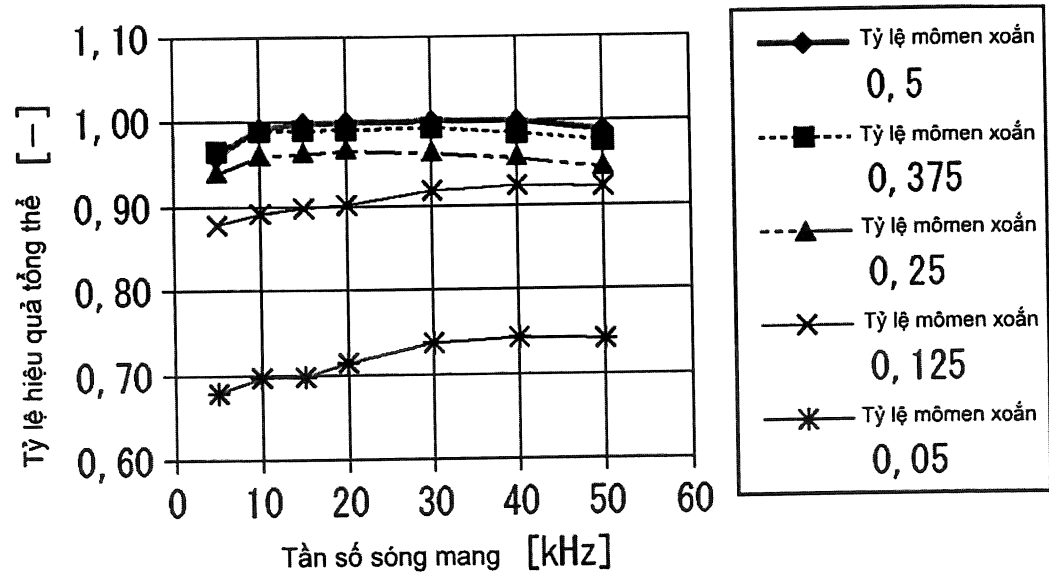
FIG. 2-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,965	0,317	0,675	0,008	1,000
10	0,989	0,188	0,615	0,018	0,821
15	0,989	0,183	0,611	0,026	0,819
20	0,990	0,177	0,601	0,038	0,815
30	0,992	0,173	0,585	0,042	0,800
40	0,985	0,173	0,585	0,089	0,847
50	0,976	0,173	0,585	0,159	0,917

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,959	0,399	0,571	0,030	1,000
10	0,992	0,239	0,494	0,038	0,772
15	0,997	0,217	0,472	0,041	0,729
20	0,999	0,204	0,467	0,048	0,719
30	1,000	0,192	0,453	0,070	0,715
40	1,000	0,188	0,443	0,083	0,714
50	0,989	0,188	0,443	0,154	0,785

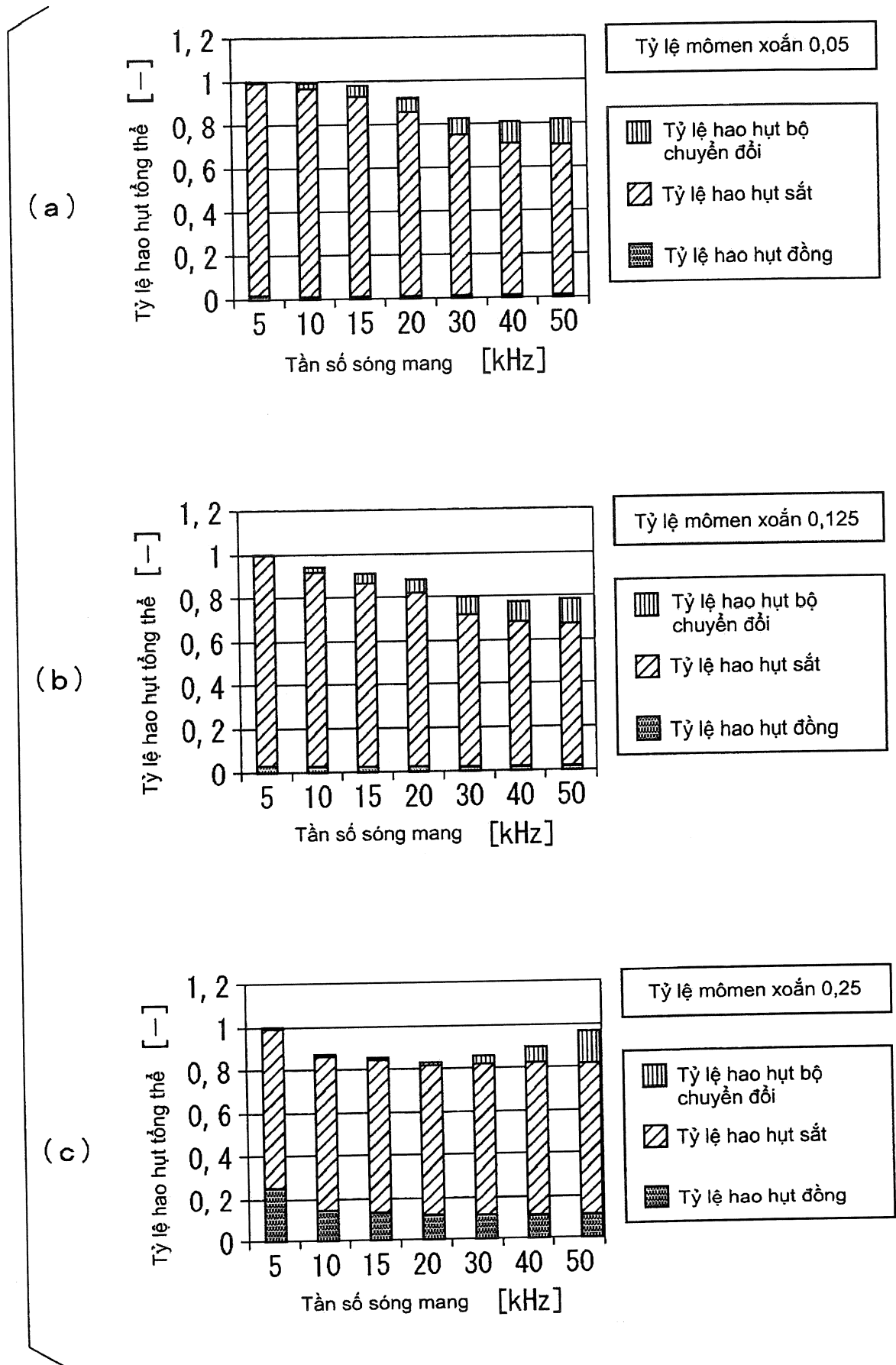
4/54

FIG. 3



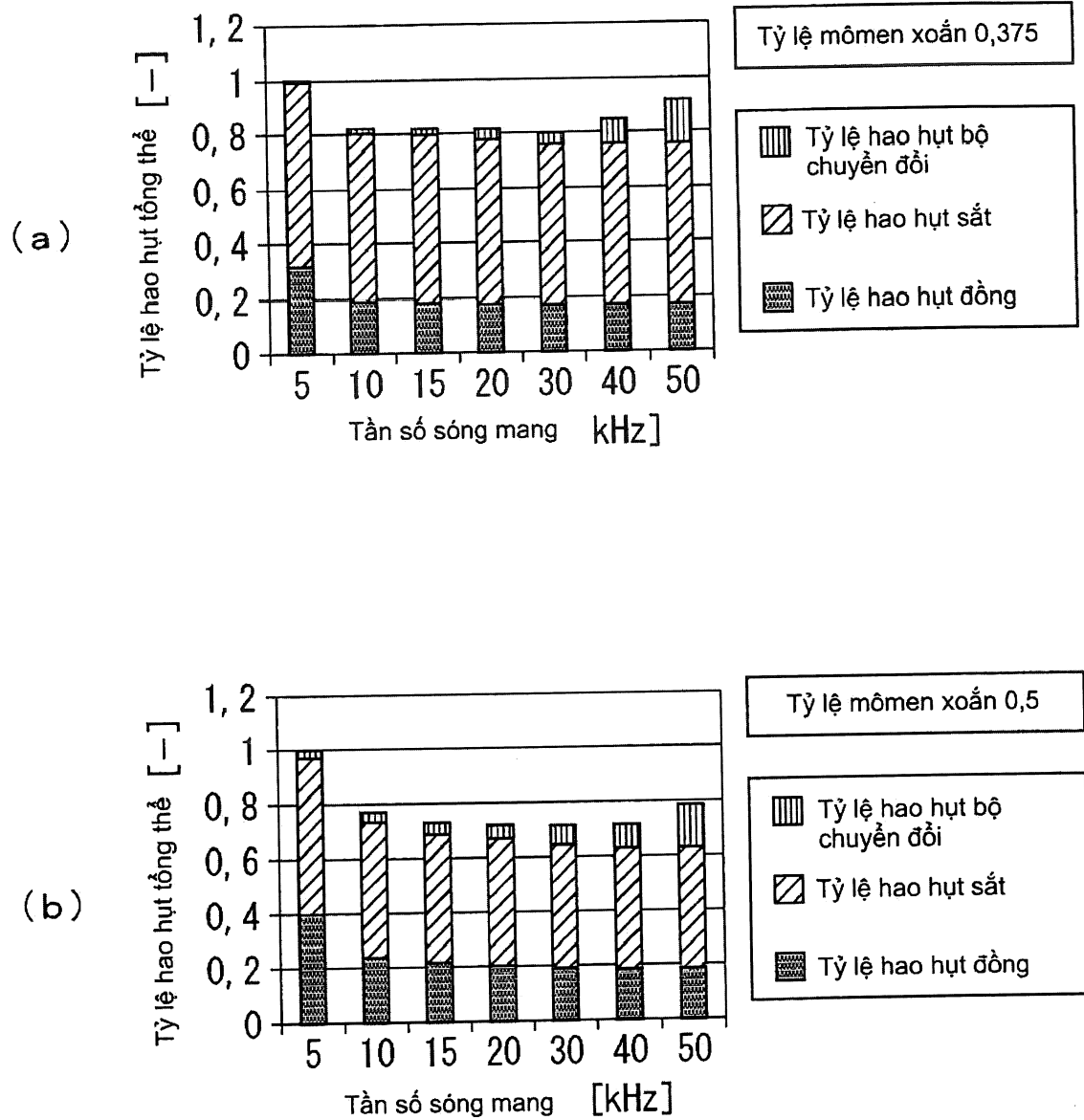
5/54

FIG. 4-1



6/54

FIG. 4-2



7/54

FIG. 5-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,731	0,020	0,973	0,007	1,000
10	0,729	0,016	0,987	0,021	1,023
15	0,729	0,016	0,987	0,041	1,044
20	0,718	0,017	1,019	0,055	1,091
30	0,717	0,018	1,010	0,069	1,097
40	0,701	0,019	0,997	0,137	1,153
50	0,681	0,021	1,032	0,206	1,258

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,906	0,056	0,931	0,013	1,000
10	0,898	0,045	0,968	0,027	1,040
15	0,898	0,045	0,958	0,047	1,050
20	0,889	0,045	1,001	0,060	1,106
30	0,890	0,046	0,998	0,067	1,111
40	0,882	0,047	0,978	0,134	1,159
50	0,875	0,048	0,966	0,201	1,216

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,971	0,139	0,843	0,018	1,000
10	0,972	0,118	0,835	0,029	0,983
15	0,968	0,116	0,854	0,059	1,028
20	0,964	0,115	0,882	0,071	1,068
30	0,962	0,114	0,879	0,094	1,087
40	0,960	0,116	0,873	0,123	1,113
50	0,958	0,118	0,847	0,176	1,141

8/54

FIG. 5-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,992	0,229	0,751	0,020	1,000
10	0,993	0,201	0,758	0,025	0,984
15	0,988	0,197	0,789	0,050	1,036
20	0,987	0,192	0,785	0,070	1,047
30	0,986	0,193	0,792	0,080	1,064
40	0,986	0,195	0,754	0,124	1,074
50	0,977	0,194	0,758	0,234	1,185

(a)

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	1,000	0,314	0,682	0,004	1,000
10	0,999	0,275	0,708	0,012	0,995
15	0,999	0,275	0,689	0,041	1,005
20	0,997	0,268	0,709	0,054	1,031
30	0,997	0,267	0,703	0,064	1,034
40	0,993	0,269	0,726	0,095	1,090
50	0,984	0,269	0,732	0,217	1,219

(b)

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,998	0,356	0,615	0,029	1,000
10	1,000	0,319	0,613	0,039	0,971
15	0,998	0,318	0,621	0,052	0,992
20	0,998	0,311	0,624	0,065	1,000
30	0,995	0,311	0,631	0,098	1,040
40	0,993	0,313	0,631	0,122	1,066
50	0,986	0,313	0,606	0,239	1,158

(c)

9/54

FIG. 5-3

Tỷ lệ mômen xoắn 0,75

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,995	0,390	0,564	0,046	1,000
10	0,999	0,354	0,540	0,058	0,952
15	1,000	0,352	0,529	0,066	0,946
20	0,997	0,346	0,546	0,085	0,978
30	0,995	0,345	0,559	0,105	1,009
40	0,993	0,346	0,562	0,131	1,040
50	0,987	0,348	0,550	0,217	1,115

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,994	0,426	0,519	0,055	1,000
10	0,995	0,384	0,529	0,066	0,979
15	0,995	0,382	0,523	0,070	0,975
20	0,994	0,376	0,526	0,094	0,996
30	0,991	0,373	0,541	0,115	1,029
40	0,990	0,374	0,535	0,137	1,046
50	0,988	0,375	0,515	0,183	1,072

Tỷ lệ mômen xoắn 1,0

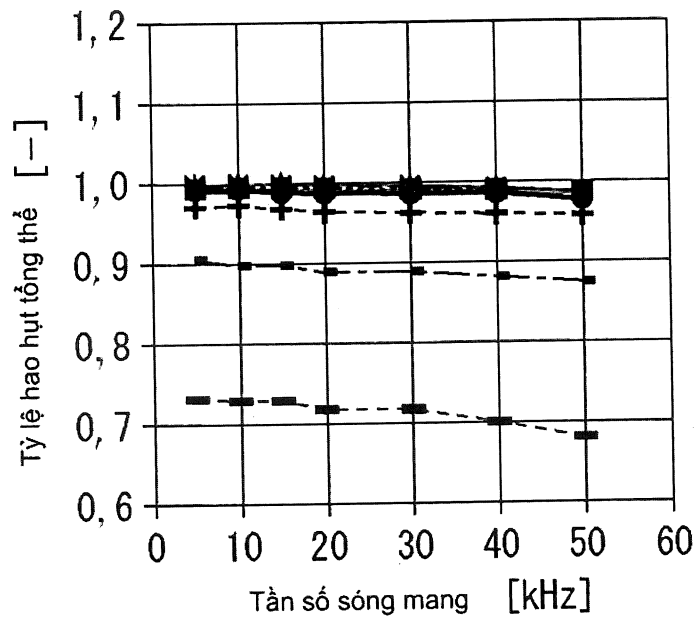
(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,990	0,449	0,473	0,077	1,000
10	0,991	0,423	0,493	0,081	0,997
15	0,991	0,401	0,494	0,093	0,988
20	0,990	0,396	0,512	0,097	1,005
30	0,988	0,396	0,502	0,126	1,024
40	0,988	0,394	0,508	0,128	1,030
50	0,986	0,394	0,490	0,177	1,061

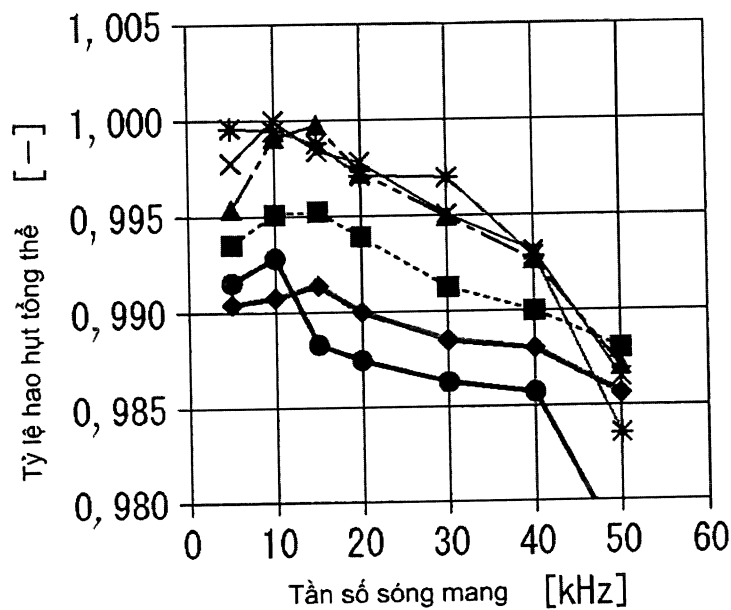
10/54

FIG. 6

(a)



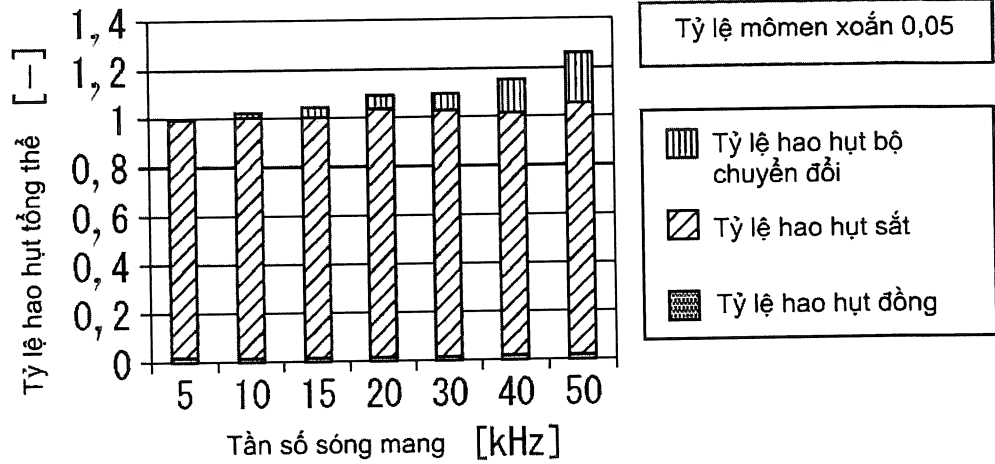
(b)



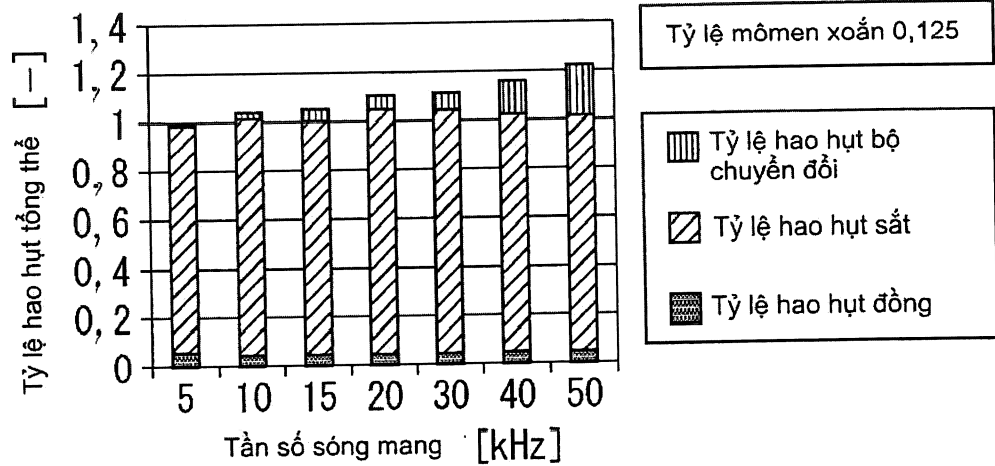
11/54

FIG. 7-1

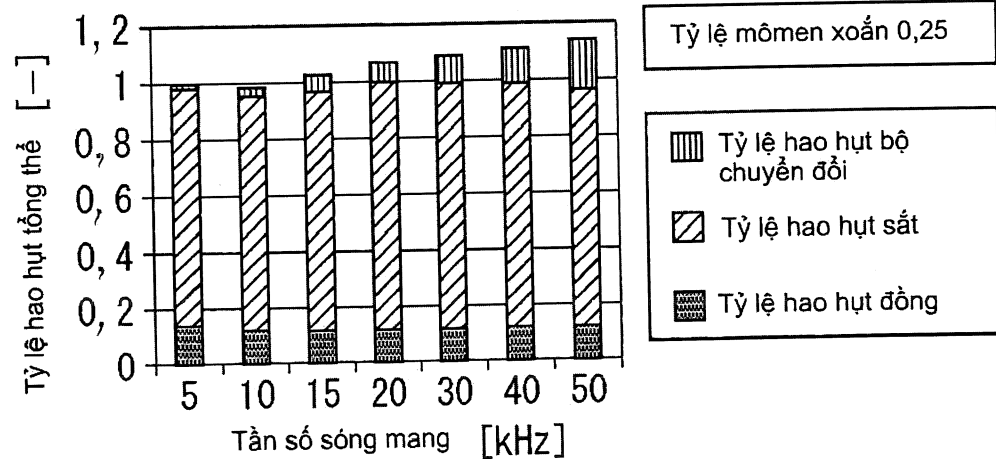
(a)



(b)

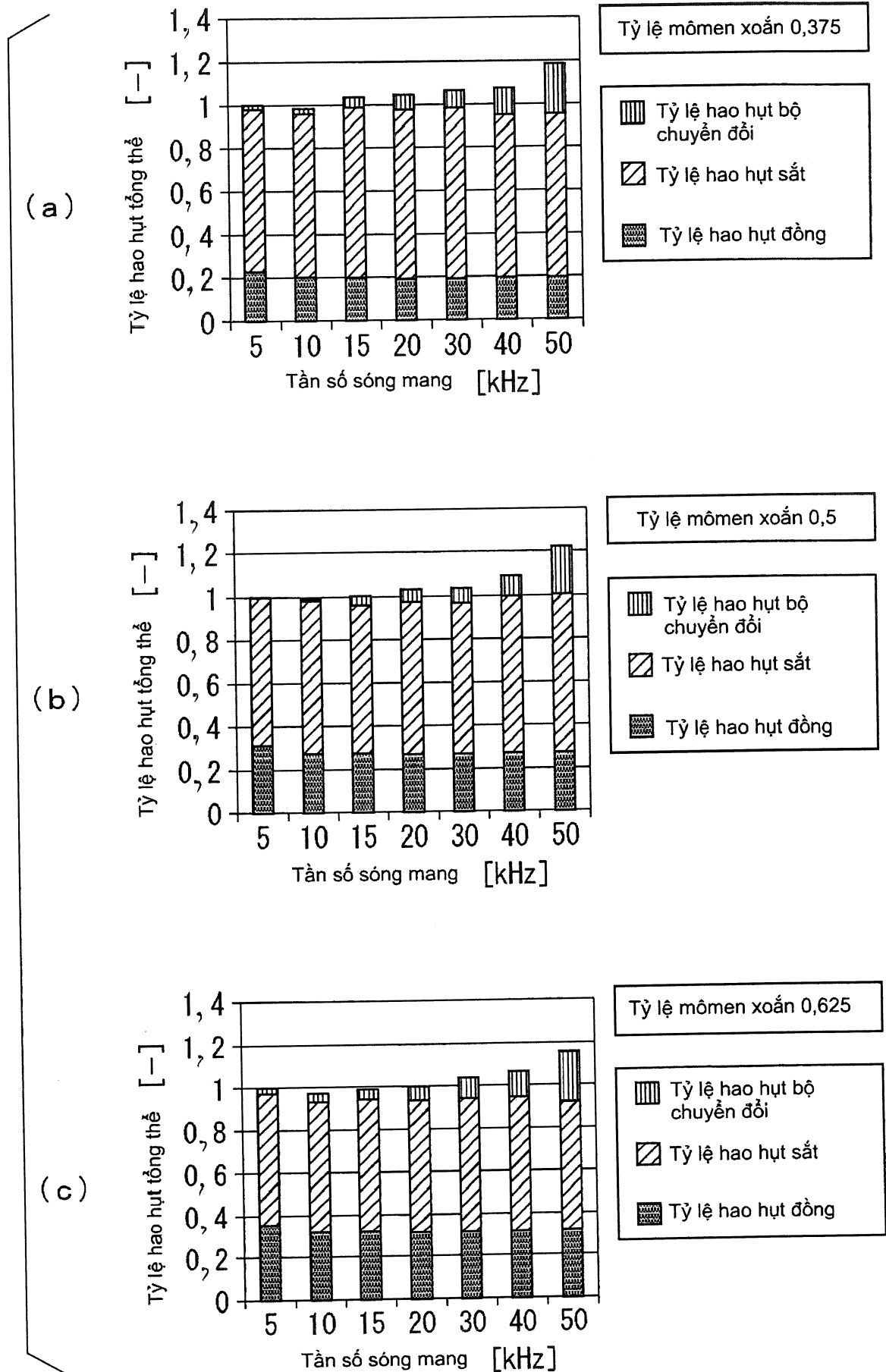


(c)



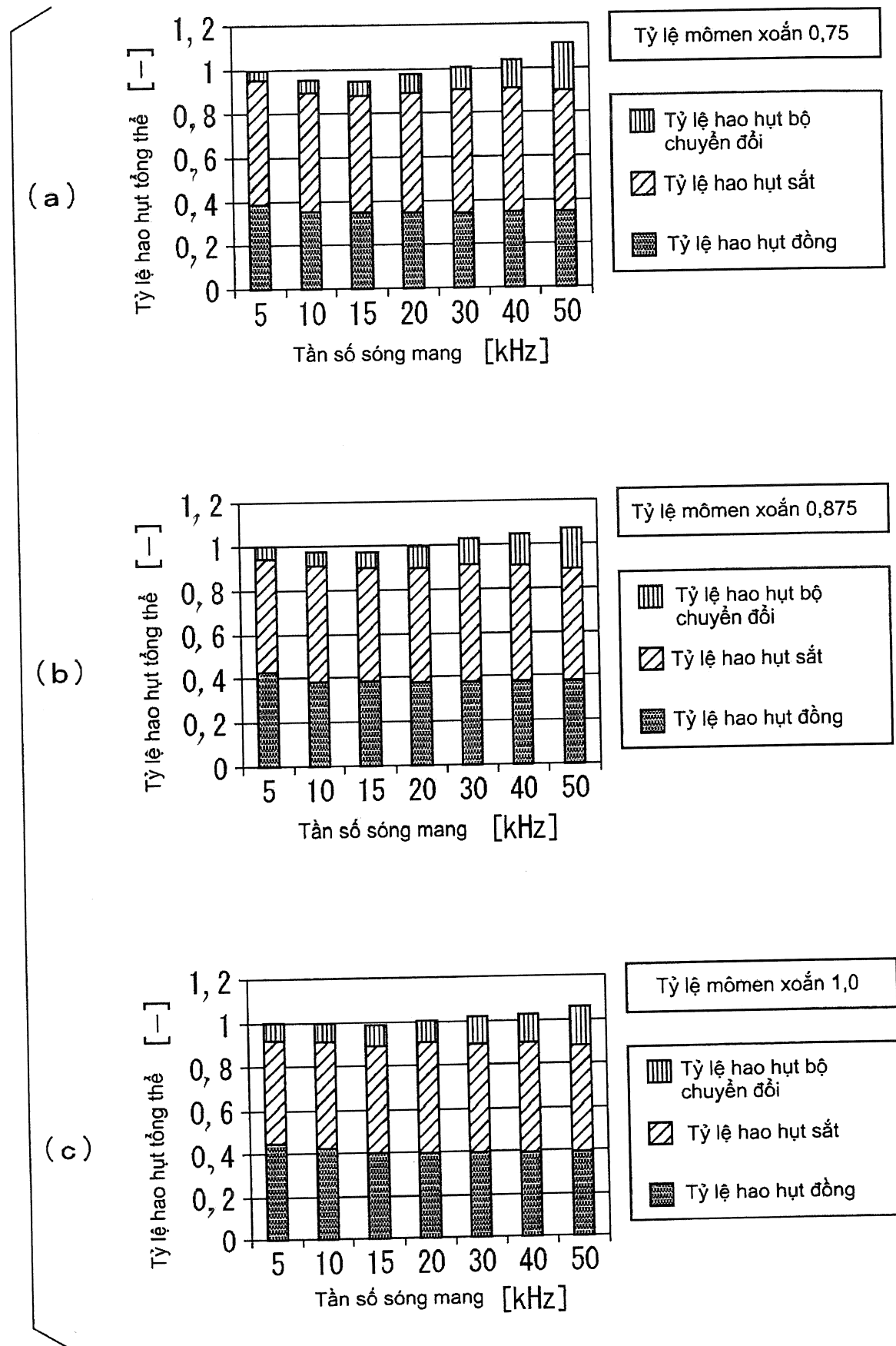
12/54

FIG. 7-2



13/54

FIG. 7-3



14/54

FIG. 8-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,755	0,020	0,959	0,022	1,000
10	0,744	0,019	0,971	0,054	1,045
15	0,728	0,020	0,931	0,152	1,103
20	0,690	0,022	1,088	0,184	1,295
30	0,683	0,025	1,121	0,227	1,374
40	0,665	0,027	1,123	0,292	1,442
50	0,658	0,029	1,120	0,336	1,484

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,939	0,066	0,910	0,024	1,000
10	0,931	0,064	0,934	0,060	1,057
15	0,926	0,060	0,946	0,096	1,101
20	0,897	0,068	1,156	0,120	1,343
30	0,884	0,071	1,152	0,239	1,462
40	0,858	0,074	1,256	0,353	1,683
50	0,856	0,075	1,159	0,479	1,713

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,977	0,145	0,822	0,033	1,000
10	0,977	0,139	0,802	0,050	0,991
15	0,973	0,139	0,826	0,075	1,039
20	0,969	0,141	0,826	0,100	1,067
30	0,962	0,143	0,877	0,129	1,149
40	0,950	0,146	0,917	0,204	1,267
50	0,943	0,147	0,852	0,356	1,355

15/54

FIG. 8-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,993	0,235	0,751	0,013	1,000
10	0,995	0,229	0,710	0,047	0,986
15	0,992	0,228	0,713	0,080	1,021
20	0,987	0,229	0,728	0,113	1,070
30	0,983	0,231	0,745	0,140	1,116
40	0,979	0,233	0,758	0,180	1,171
50	0,977	0,234	0,754	0,207	1,195

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,999	0,318	0,655	0,027	1,000
10	1,000	0,309	0,637	0,043	0,988
15	0,998	0,306	0,631	0,069	1,007
20	0,993	0,311	0,657	0,101	1,070
30	0,987	0,310	0,687	0,141	1,139
40	0,981	0,312	0,707	0,200	1,219
50	0,966	0,313	0,699	0,406	1,418

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,995	0,408	0,522	0,070	1,000
10	0,996	0,386	0,523	0,086	0,995
15	0,992	0,384	0,532	0,123	1,038
20	0,985	0,384	0,512	0,222	1,118
30	0,979	0,388	0,523	0,283	1,195
40	0,974	0,389	0,535	0,336	1,260
50	0,965	0,388	0,540	0,439	1,367

16/54

FIG. 8-3

Tỷ lệ mômen xoắn 0,75

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,981	0,395	0,437	0,168	1,000
10	0,982	0,381	0,431	0,176	0,988
15	0,981	0,380	0,422	0,203	1,005
20	0,979	0,378	0,430	0,211	1,019
30	0,978	0,376	0,433	0,224	1,033
40	0,972	0,381	0,438	0,280	1,099
50	0,961	0,378	0,446	0,382	1,206

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,977	0,428	0,405	0,167	1,000
10	0,978	0,407	0,399	0,178	0,984
15	0,977	0,404	0,397	0,191	0,992
20	0,977	0,401	0,393	0,202	0,996
30	0,973	0,405	0,398	0,236	1,040
40	0,964	0,403	0,416	0,308	1,128
50	0,957	0,410	0,419	0,370	1,199

Tỷ lệ mômen xoắn 1,0

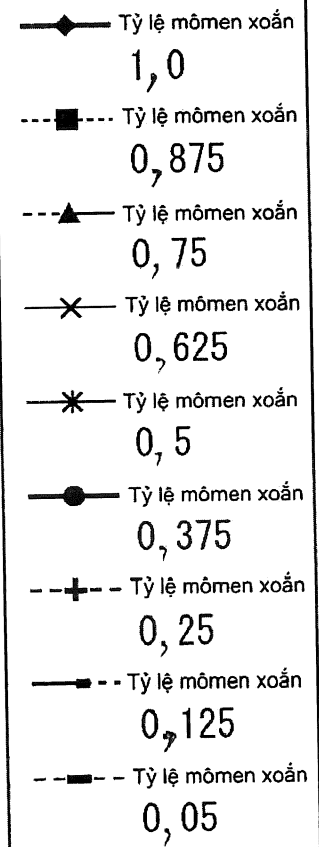
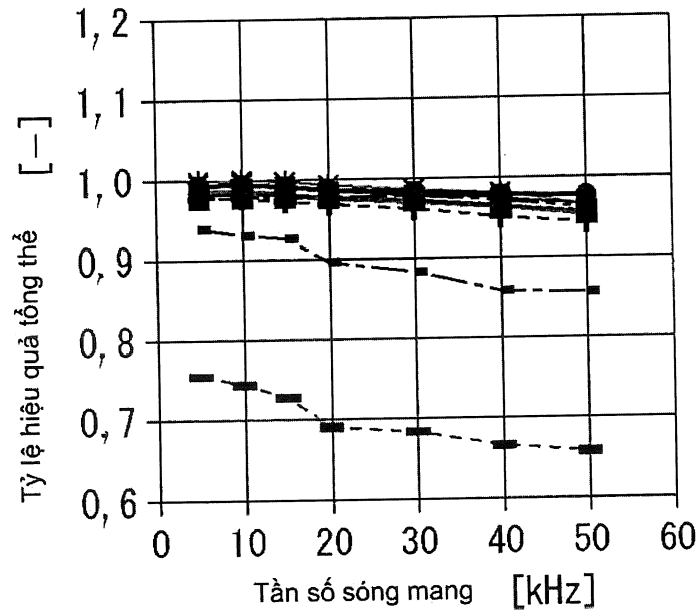
(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,985	0,505	0,442	0,052	1,000
10	0,986	0,485	0,434	0,068	0,987
15	0,981	0,485	0,437	0,118	1,040
20	0,976	0,482	0,435	0,175	1,093
30	0,971	0,477	0,447	0,223	1,147
40	0,964	0,486	0,442	0,300	1,228
50	0,953	0,487	0,459	0,402	1,348

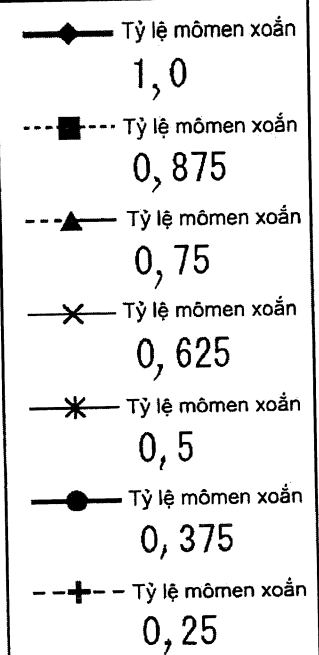
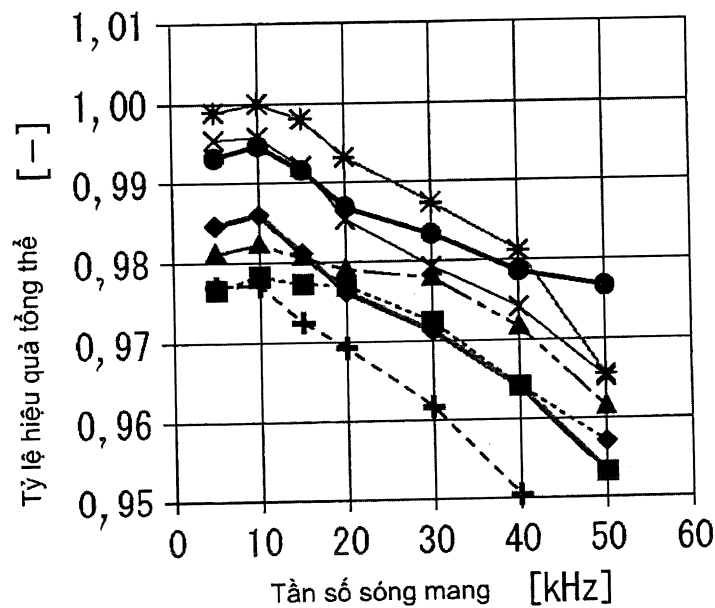
17/54

FIG. 9

(a)



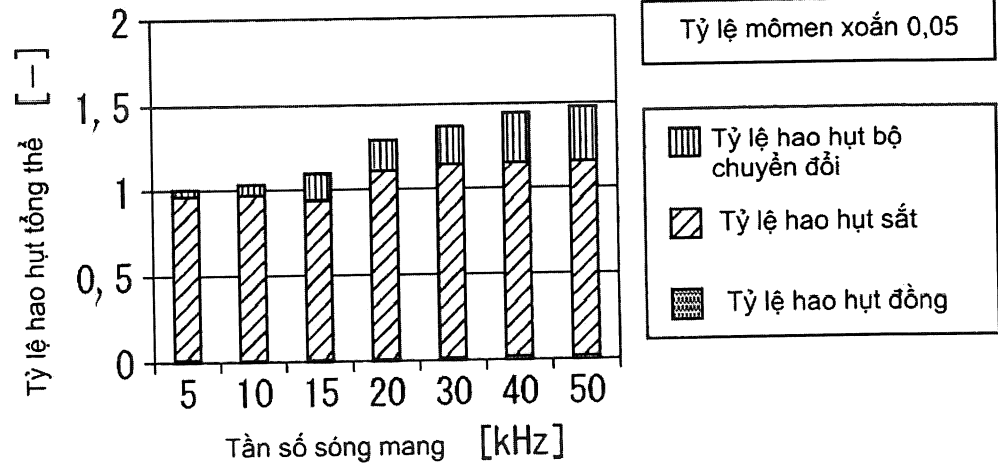
(b)



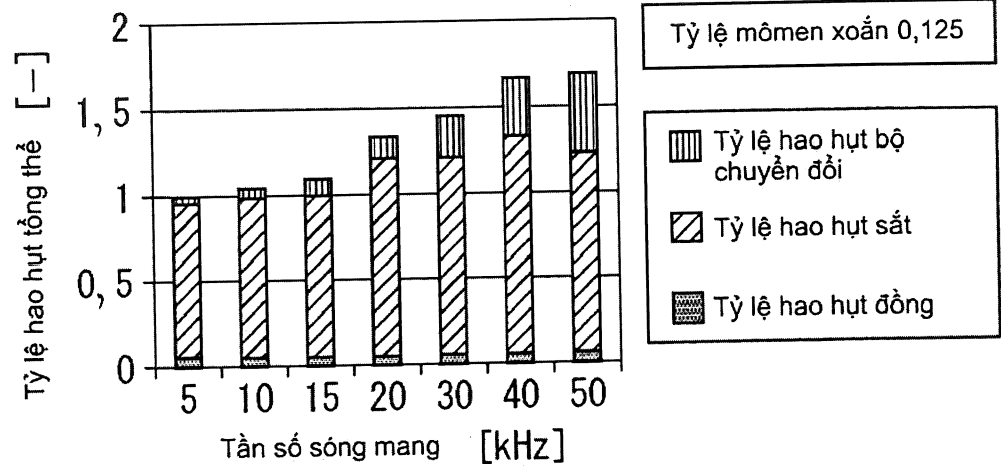
18/54

FIG. 10-1

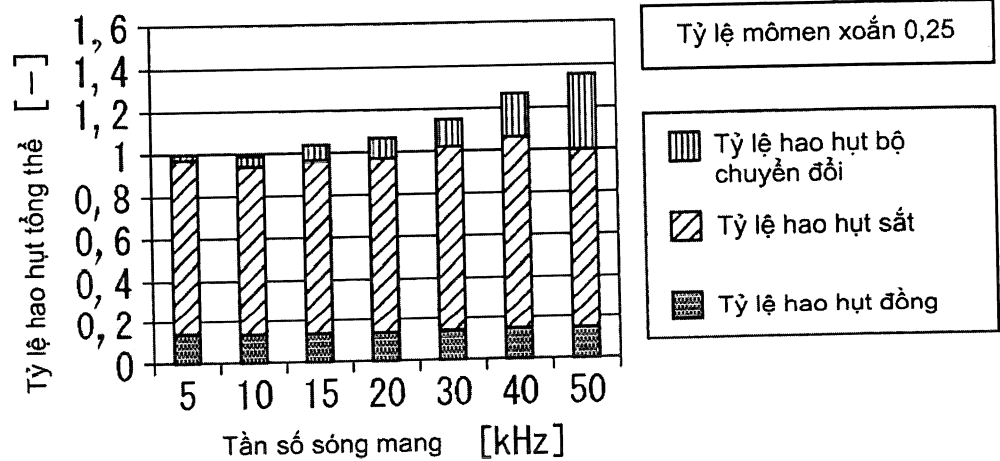
(a)



(b)

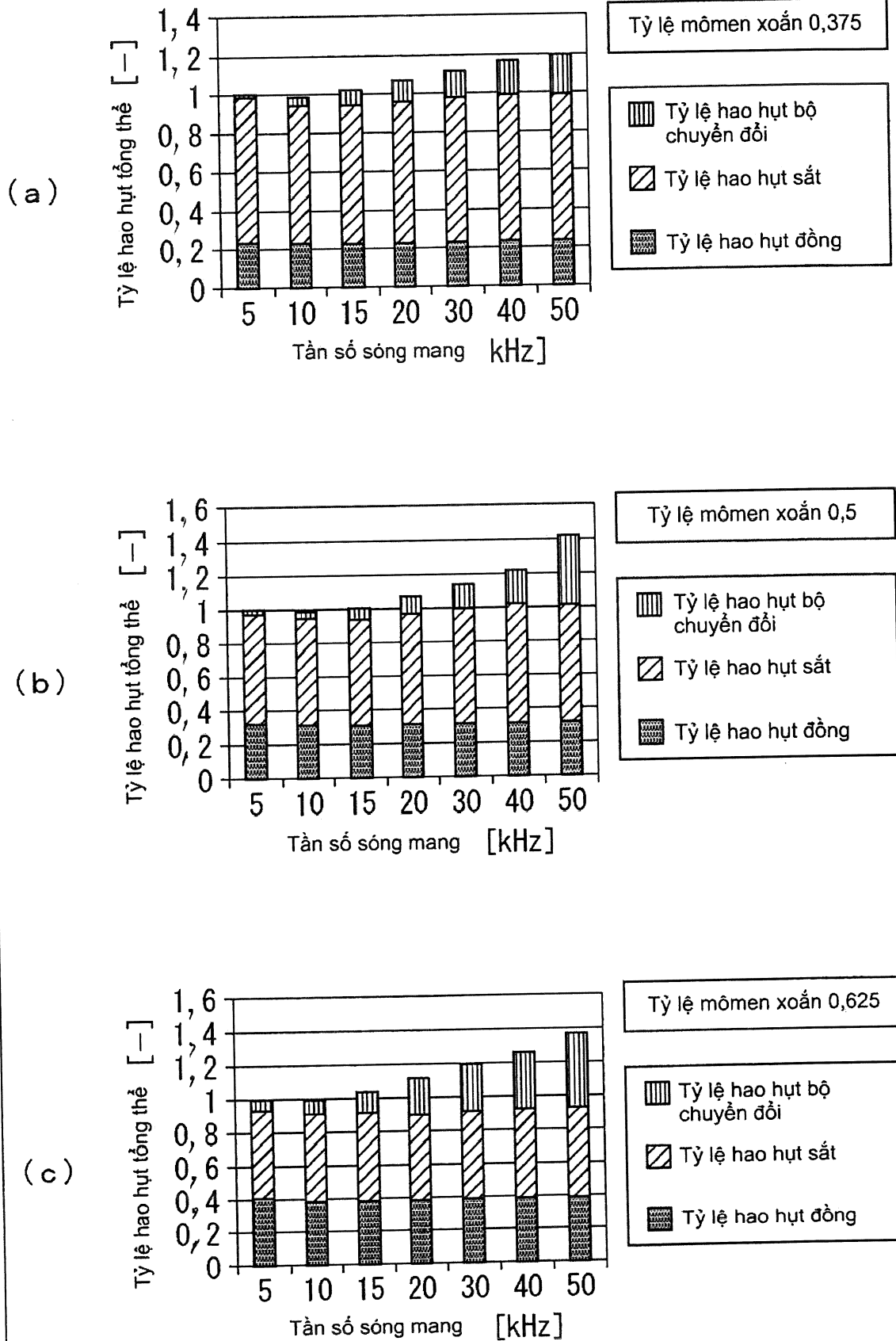


(c)



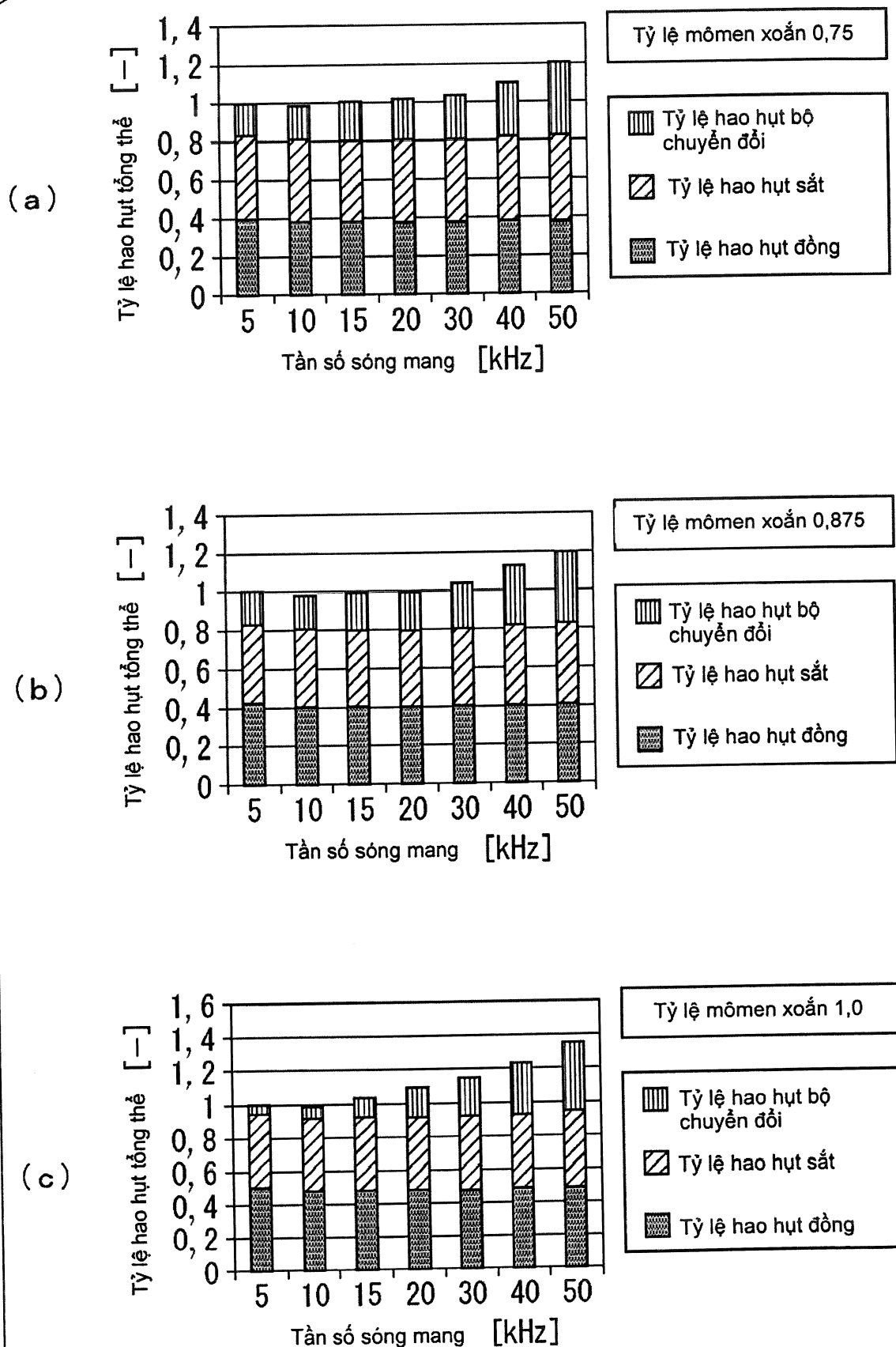
19/54

FIG. 10-2



20/54

FIG. 10-3



21/54

FIG. 11-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,769	0,041	0,937	0,021	1,000
10	0,768	0,041	0,912	0,064	1,018
15	0,756	0,042	0,917	0,107	1,065
20	0,748	0,044	0,918	0,128	1,090
30	0,754	0,049	0,895	0,139	1,082
40	0,697	0,053	0,881	0,427	1,361
50	0,624	0,057	1,089	0,640	1,786

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,938	0,122	0,858	0,020	1,000
10	0,932	0,119	0,863	0,061	1,043
15	0,929	0,120	0,862	0,081	1,063
20	0,928	0,123	0,830	0,121	1,075
30	0,923	0,128	0,831	0,152	1,111
40	0,886	0,132	0,888	0,354	1,374
50	0,856	0,133	1,030	0,435	1,599

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,986	0,273	0,712	0,015	1,000
10	0,988	0,266	0,676	0,044	0,986
15	0,982	0,268	0,694	0,073	1,035
20	0,976	0,268	0,717	0,102	1,087
30	0,975	0,272	0,685	0,145	1,102
40	0,964	0,280	0,693	0,233	1,205
50	0,946	0,279	0,793	0,298	1,370

22/54

FIG. 11-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,994	0,405	0,584	0,010	1,000
10	1,000	0,387	0,527	0,031	0,945
15	0,988	0,393	0,591	0,073	1,057
20	0,986	0,394	0,579	0,104	1,077
30	0,981	0,397	0,579	0,146	1,122
40	0,974	0,399	0,581	0,208	1,189
50	0,951	0,403	0,581	0,438	1,422

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,990	0,487	0,506	0,008	1,000
10	0,997	0,467	0,439	0,030	0,935
15	0,990	0,471	0,468	0,060	0,999
20	0,987	0,472	0,458	0,090	1,020
30	0,979	0,475	0,511	0,113	1,099
40	0,973	0,480	0,507	0,161	1,148
50	0,950	0,479	0,518	0,375	1,373

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,983	0,546	0,431	0,023	1,000
10	0,983	0,525	0,443	0,028	0,996
15	0,981	0,526	0,437	0,057	1,019
20	0,975	0,526	0,453	0,085	1,064
30	0,967	0,532	0,433	0,170	1,135
40	0,962	0,537	0,474	0,175	1,186
50	0,936	0,535	0,482	0,402	1,419

23/54

FIG. 11-3

Tỷ lệ mômen xoắn 0,75

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,970	0,567	0,412	0,021	1,000
10	0,972	0,544	0,395	0,043	0,982
15	0,968	0,545	0,387	0,085	1,017
20	0,967	0,549	0,379	0,102	1,031
30	0,958	0,554	0,395	0,151	1,100
40	0,952	0,553	0,410	0,187	1,150
50	0,927	0,556	0,418	0,385	1,360

(a)

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,960	0,587	0,379	0,034	1,000
10	0,963	0,566	0,363	0,051	0,979
15	0,958	0,565	0,382	0,069	1,015
20	0,955	0,566	0,372	0,103	1,041
30	0,947	0,576	0,363	0,162	1,101
40	0,940	0,576	0,382	0,198	1,156
50	0,913	0,579	0,386	0,405	1,371

(b)

Tỷ lệ mômen xoắn 1,0

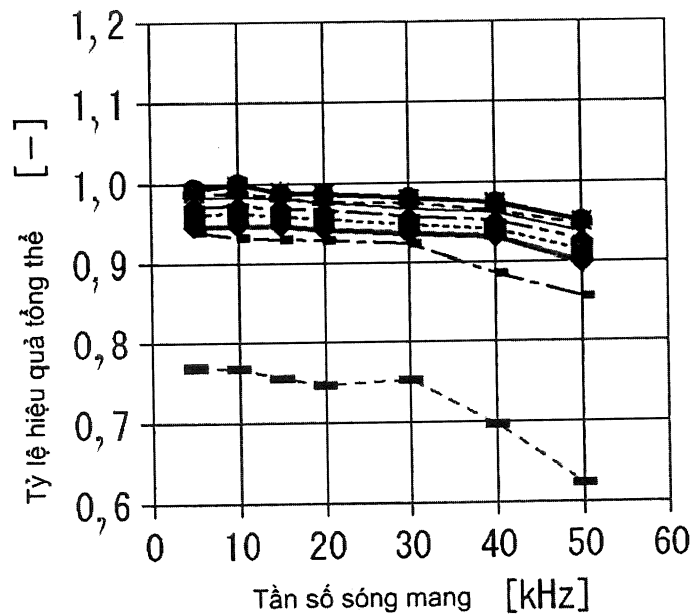
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,946	0,576	0,351	0,073	1,000
10	0,947	0,561	0,346	0,086	0,993
15	0,946	0,563	0,343	0,092	0,998
20	0,941	0,560	0,343	0,128	1,030
30	0,936	0,567	0,346	0,159	1,071
40	0,930	0,571	0,345	0,190	1,106
50	0,898	0,573	0,350	0,424	1,346

(c)

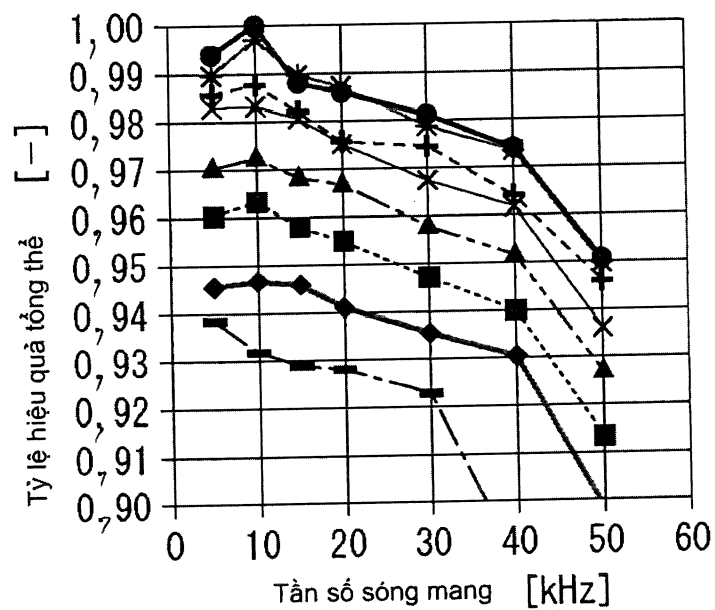
24/54

FIG. 12

(a)

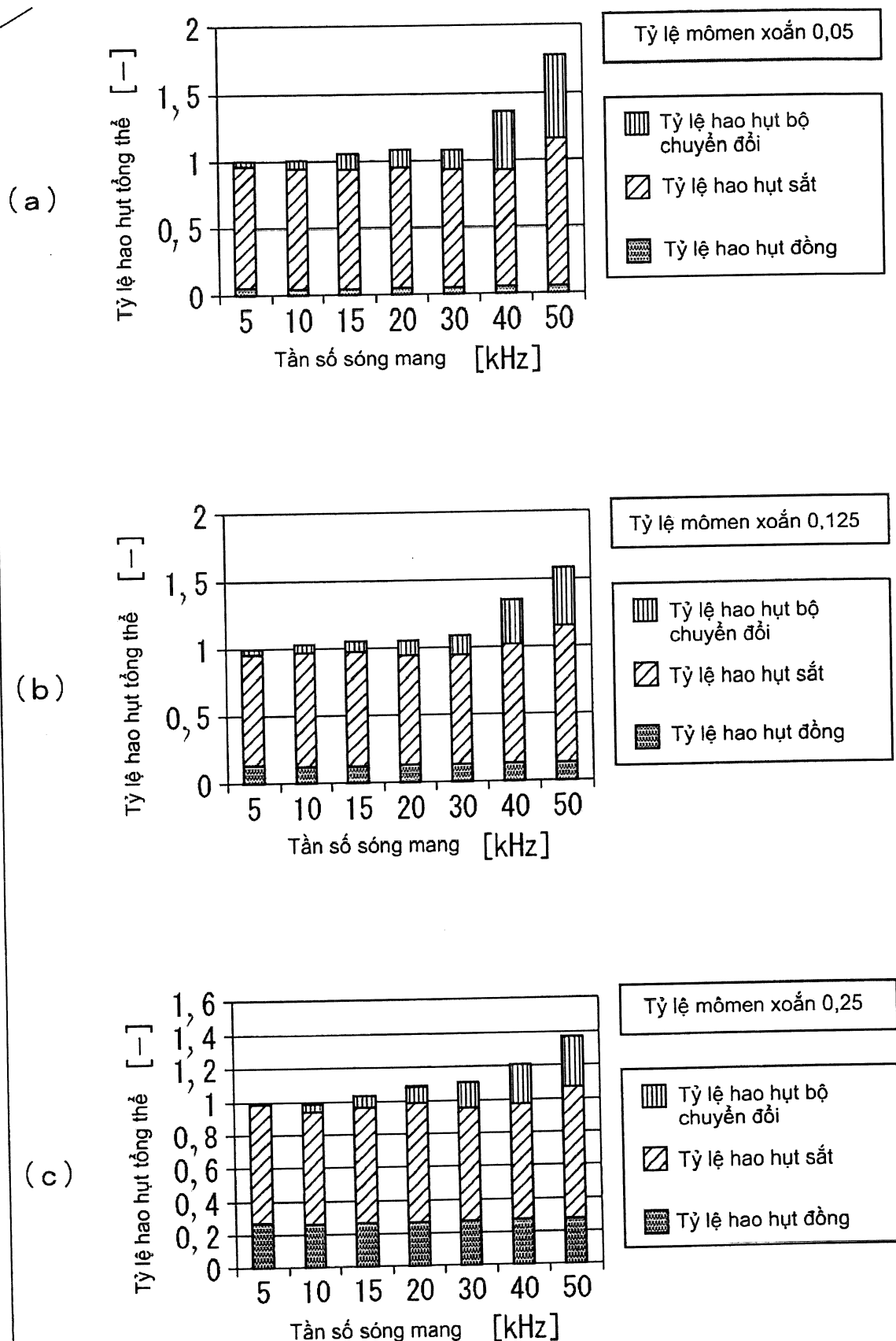


(b)



25/54

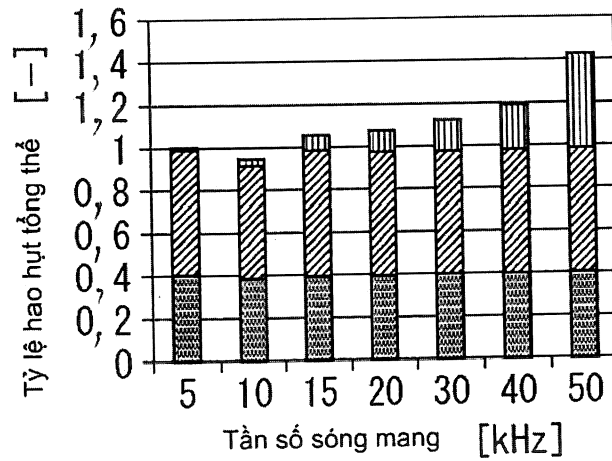
FIG. 13-1



26/54

FIG. 13-2

(a)



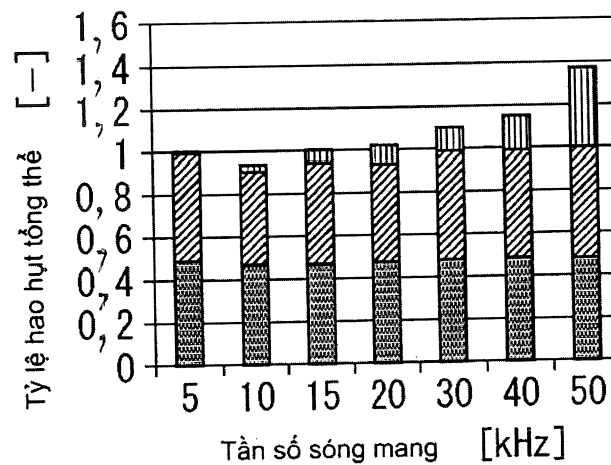
Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi

Tỷ lệ hao hụt sắt

Tỷ lệ hao hụt đồng

(b)



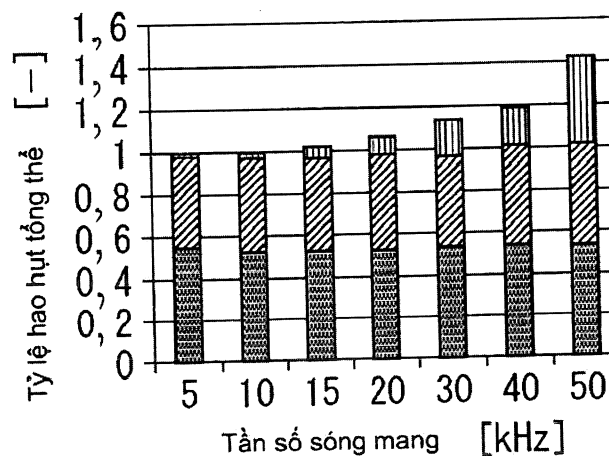
Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi

Tỷ lệ hao hụt sắt

Tỷ lệ hao hụt đồng

(c)



Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi

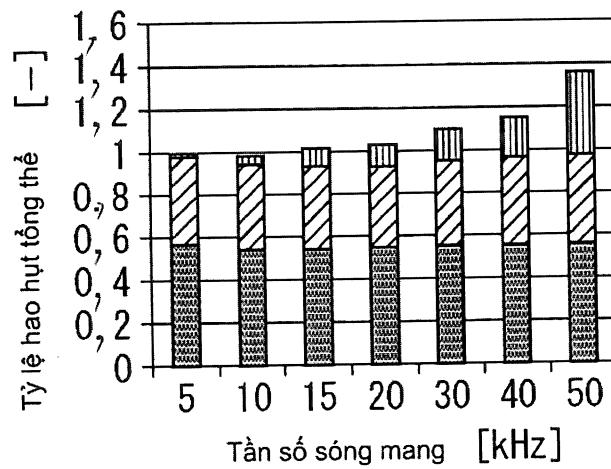
Tỷ lệ hao hụt sắt

Tỷ lệ hao hụt đồng

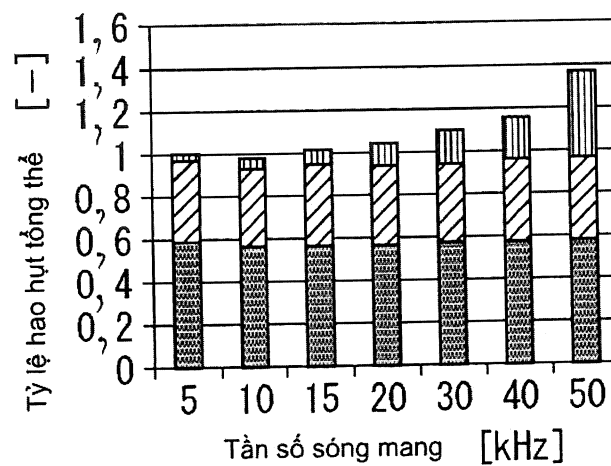
27/54

FIG. 13-3

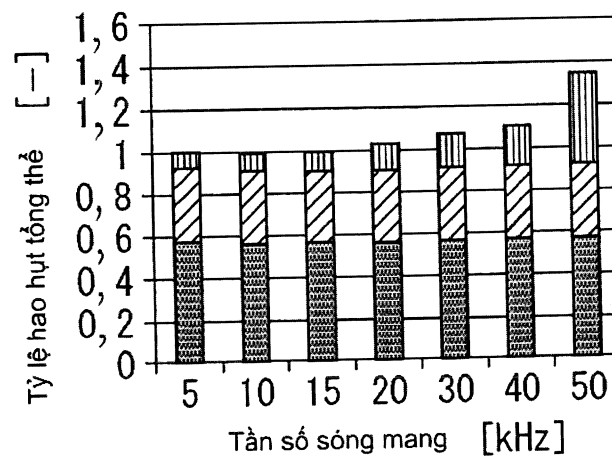
(a)



(b)

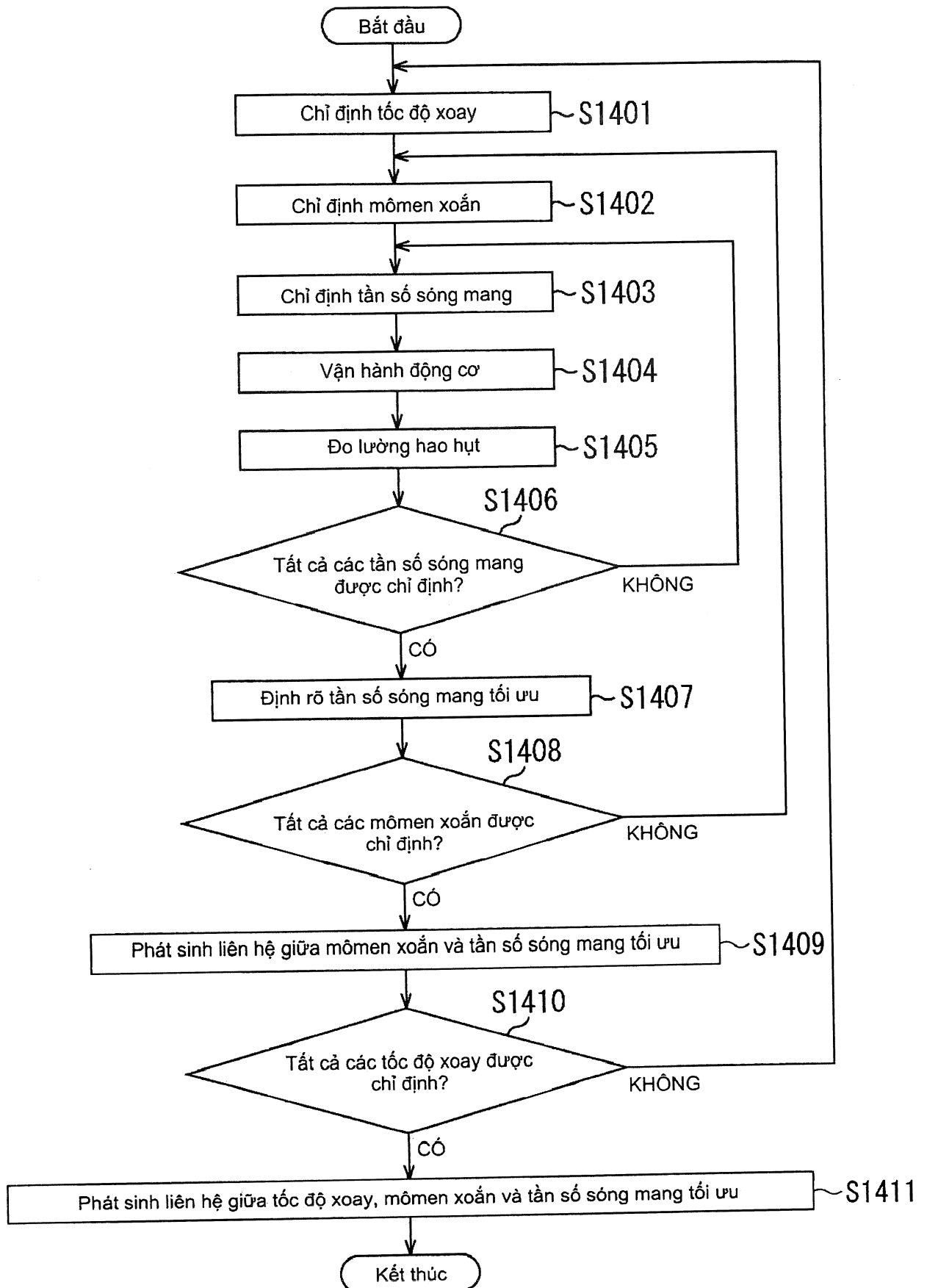


(c)



28/54

FIG. 14



29/54

FIG. 15-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,447	0,429	0,201	0,370	1,000
10	0,417	0,472	0,217	0,432	1,121
15	0,404	0,478	0,219	0,482	1,179
20	0,399	0,475	0,213	0,526	1,214
30	0,386	0,469	0,198	0,606	1,273
40	0,369	0,459	0,214	0,694	1,367

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,718	0,416	0,203	0,381	1,000
10	0,679	0,492	0,227	0,453	1,172
15	0,661	0,507	0,236	0,513	1,256
20	0,655	0,508	0,239	0,538	1,285
30	0,637	0,508	0,215	0,657	1,380
40	0,617	0,499	0,251	0,739	1,489

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,896	0,394	0,225	0,381	1,000
10	0,854	0,537	0,266	0,484	1,288
15	0,836	0,571	0,278	0,565	1,414
20	0,827	0,586	0,270	0,630	1,486
30	0,812	0,594	0,259	0,746	1,599
40	0,793	0,590	0,300	0,864	1,754

30/54

FIG. 15-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,968	0,363	0,281	0,356	1,000
10	0,929	0,575	0,315	0,505	1,396
15	0,913	0,632	0,324	0,611	1,567
20	0,904	0,659	0,308	0,704	1,671
30	0,890	0,681	0,316	0,829	1,827
40	0,878	0,688	0,321	0,963	1,972

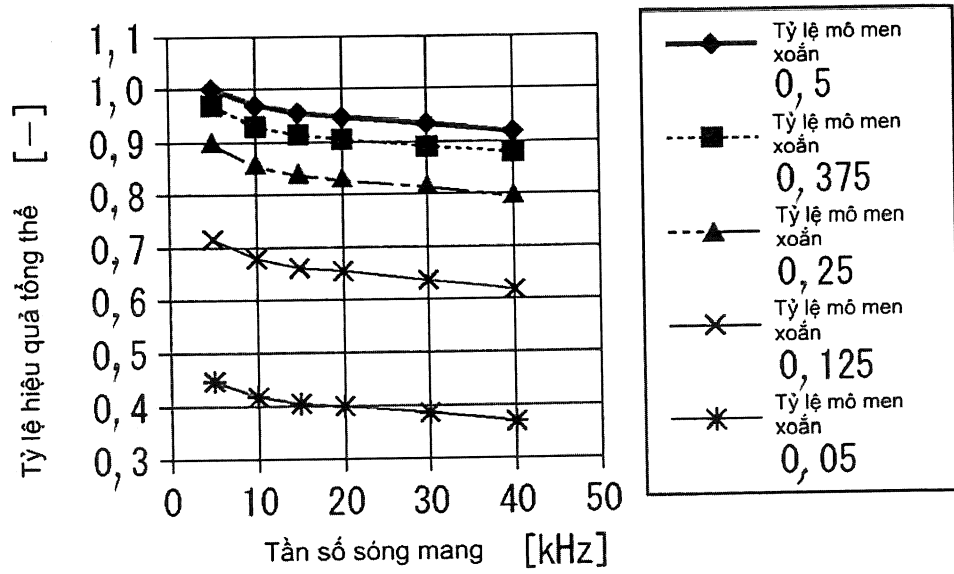
Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	1,000	0,331	0,378	0,292	1,000
10	0,969	0,583	0,350	0,490	1,423
15	0,954	0,660	0,379	0,602	1,641
20	0,946	0,699	0,358	0,704	1,762
30	0,933	0,735	0,355	0,862	1,952
40	0,918	0,751	0,409	1,023	2,183

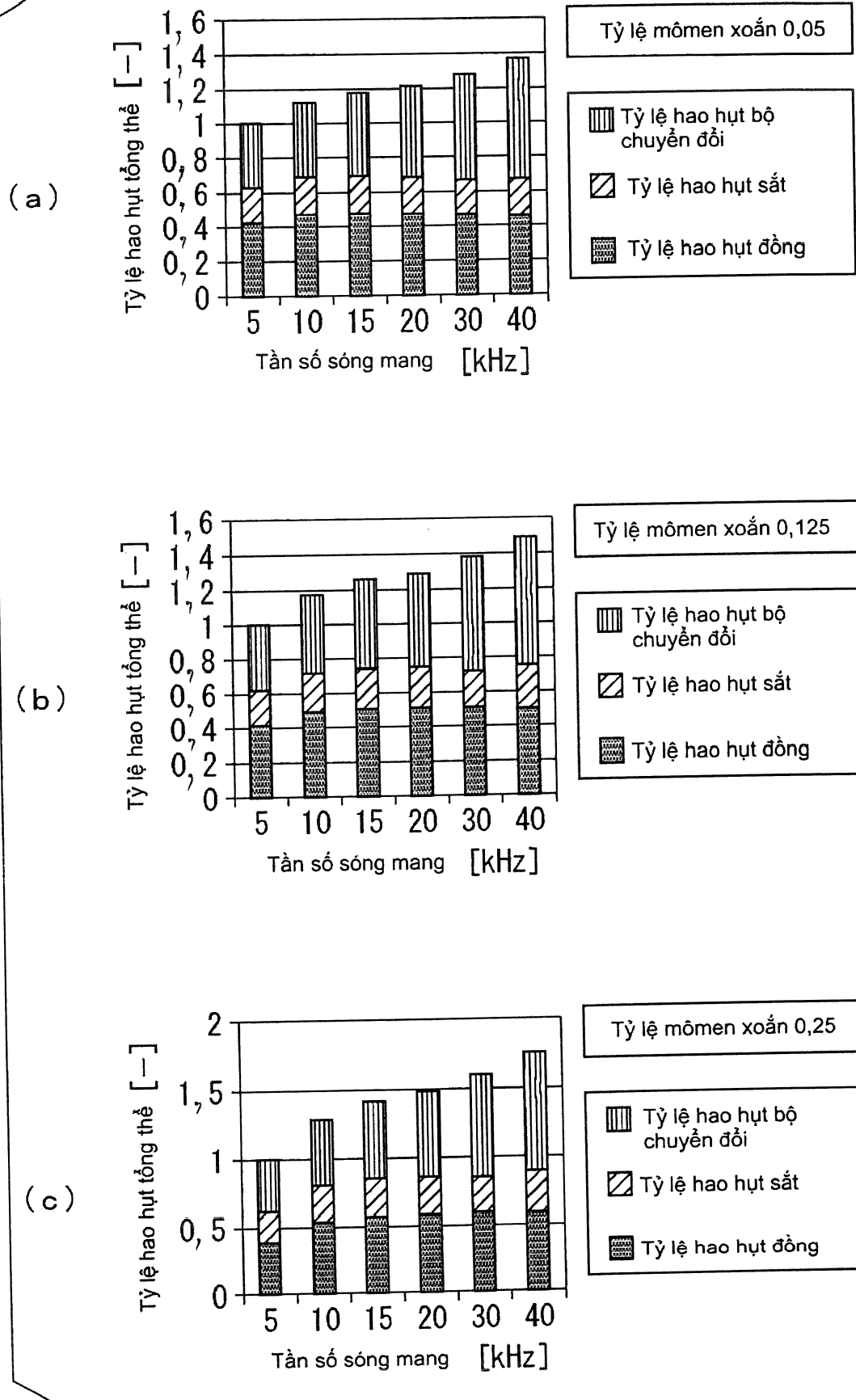
31/54

FIG. 16



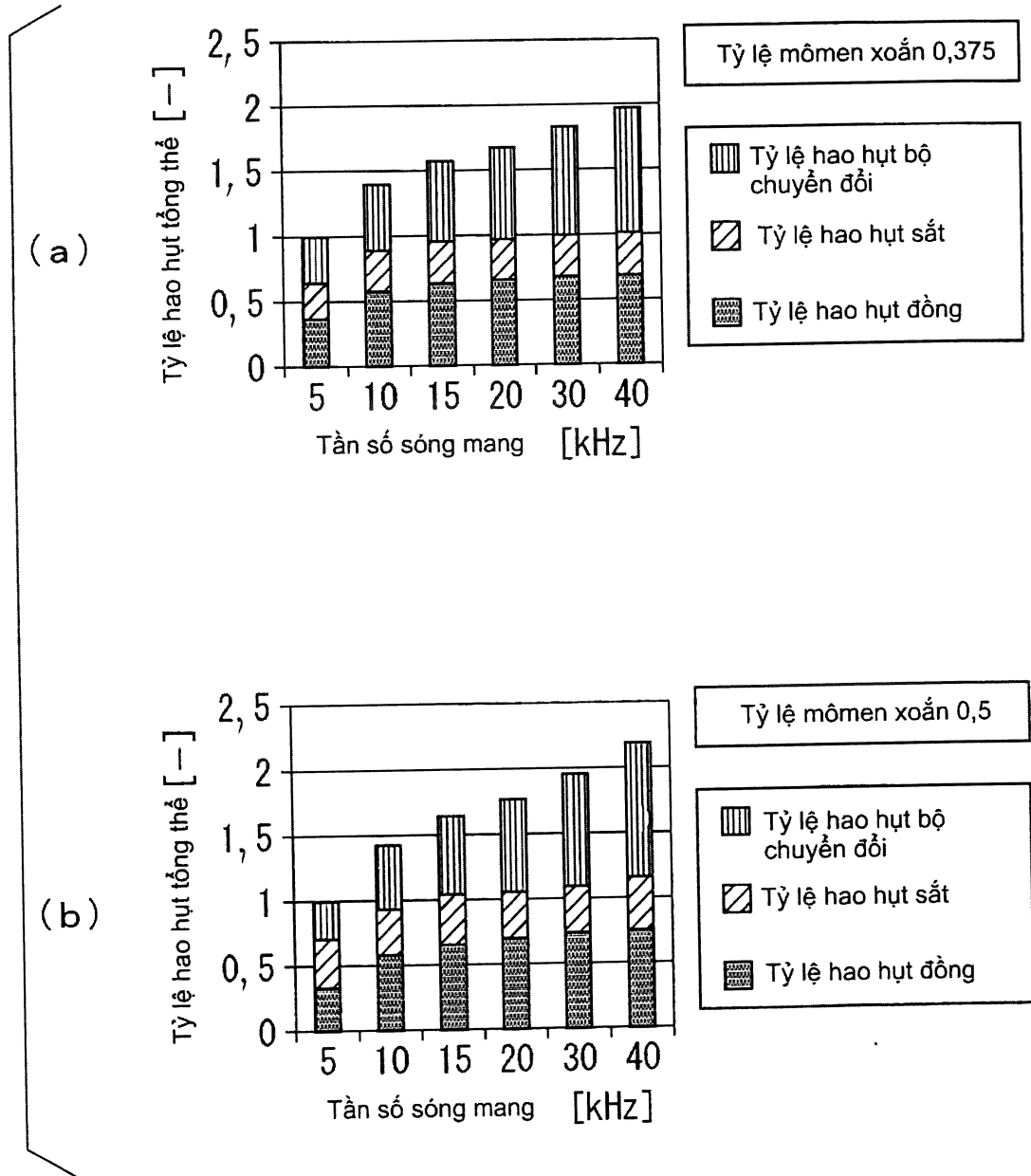
32/54

FIG. 17-1



33/54

FIG. 17-2



34/54

FIG. 18-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,387	0,466	0,139	0,395	1,000
10	0,366	0,493	0,148	0,450	1,092
15	0,355	0,493	0,132	0,505	1,130
20	0,347	0,491	0,145	0,544	1,180
30	0,334	0,478	0,150	0,619	1,247
40	0,325	0,459	0,136	0,710	1,305

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,648	0,456	0,141	0,403	1,000
10	0,619	0,506	0,145	0,469	1,119
15	0,604	0,513	0,142	0,527	1,182
20	0,593	0,515	0,155	0,565	1,235
30	0,578	0,507	0,150	0,652	1,309
40	0,563	0,490	0,143	0,747	1,381

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,838	0,449	0,139	0,412	1,000
10	0,802	0,540	0,169	0,492	1,201
15	0,787	0,562	0,171	0,562	1,294
20	0,772	0,571	0,180	0,632	1,383
30	0,758	0,572	0,167	0,739	1,479
40	0,744	0,563	0,163	0,843	1,569

35/54

FIG. 18-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,894	0,393	0,118	0,488	1,000
10	0,887	0,480	0,144	0,447	1,071
15	0,873	0,512	0,144	0,512	1,168
20	0,859	0,529	0,159	0,582	1,271
30	0,844	0,541	0,170	0,668	1,379
40	0,831	0,538	0,159	0,783	1,479

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,965	0,423	0,187	0,390	1,000
10	0,932	0,596	0,217	0,527	1,339
15	0,919	0,649	0,200	0,624	1,473
20	0,904	0,680	0,229	0,733	1,641
30	0,892	0,709	0,224	0,854	1,787
40	0,881	0,709	0,227	0,978	1,914

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,986	0,412	0,222	0,366	1,000
10	0,959	0,598	0,244	0,494	1,335
15	0,947	0,662	0,217	0,607	1,486
20	0,932	0,702	0,241	0,749	1,692
30	0,920	0,743	0,252	0,855	1,851
40	0,911	0,748	0,249	0,978	1,975

36/54

FIG. 18-3

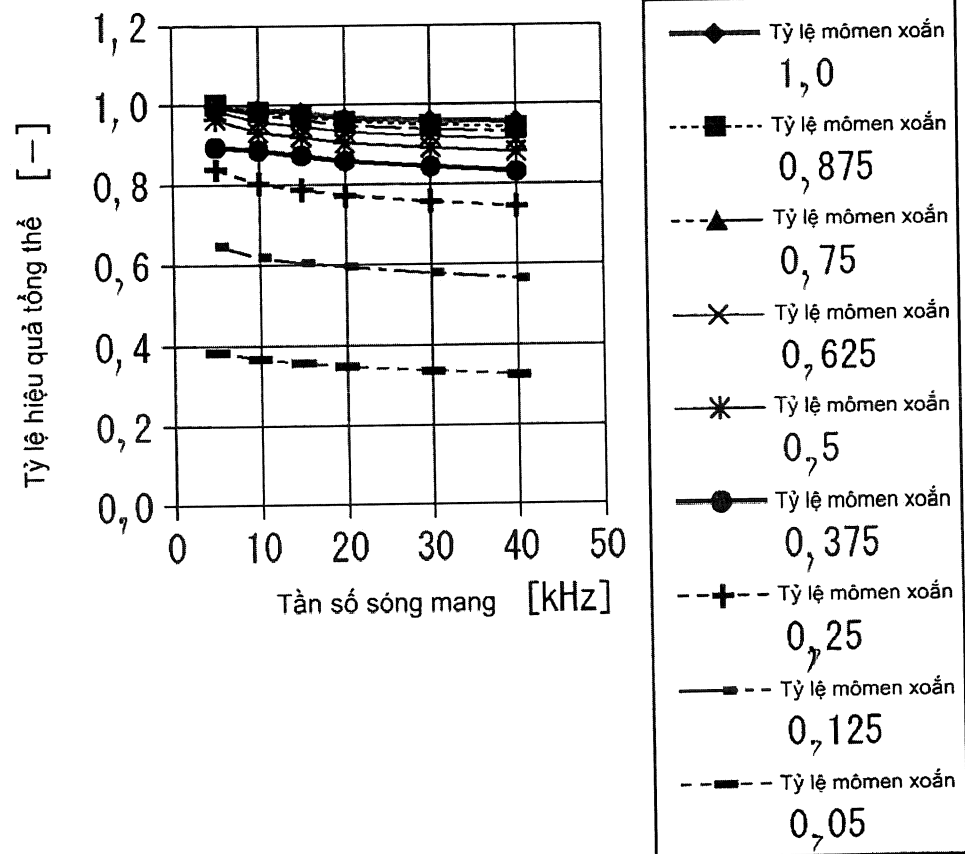
Tỷ lệ mômen xoắn 0,75					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,997	0,405	0,251	0,344	1,000
10	0,975	0,582	0,253	0,455	1,290
15	0,964	0,650	0,238	0,558	1,445
20	0,949	0,695	0,258	0,721	1,674
30	0,938	0,742	0,251	0,833	1,826
40	0,930	0,754	0,253	0,948	1,954

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	1,000	0,409	0,281	0,310	1,000
10	0,985	0,555	0,250	0,414	1,218
15	0,974	0,619	0,246	0,503	1,369
20	0,959	0,667	0,278	0,651	1,596
30	0,950	0,714	0,284	0,733	1,730
40	0,943	0,728	0,271	0,851	1,851

Tỷ lệ mômen xoắn 1,0					
f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,995	0,458	0,238	0,304	1,000
10	0,990	0,494	0,247	0,320	1,061
15	0,982	0,547	0,230	0,392	1,169
20	0,967	0,585	0,262	0,532	1,379
30	0,962	0,630	0,259	0,565	1,454
40	0,957	0,645	0,238	0,636	1,519

37/54

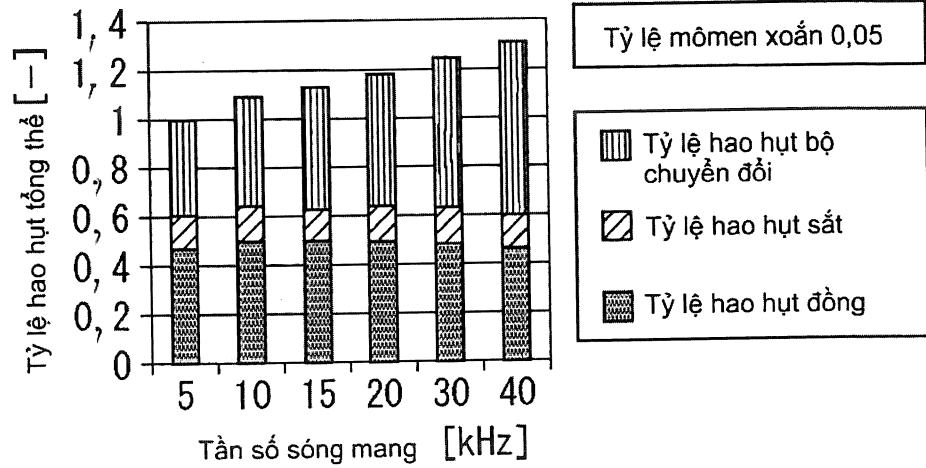
FIG. 19



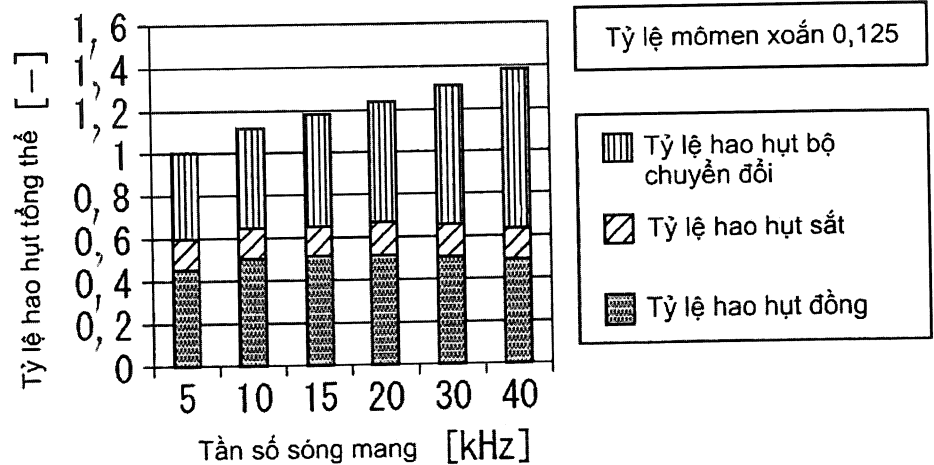
38/54

FIG. 20-1

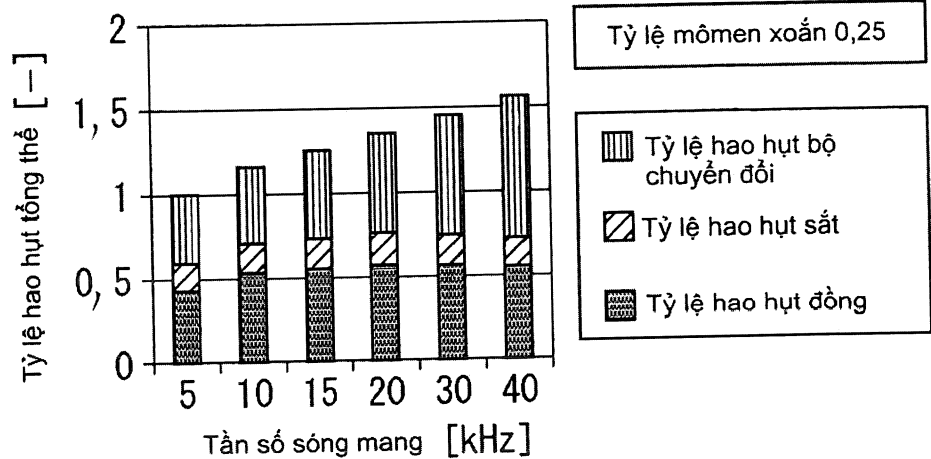
(a)



(b)

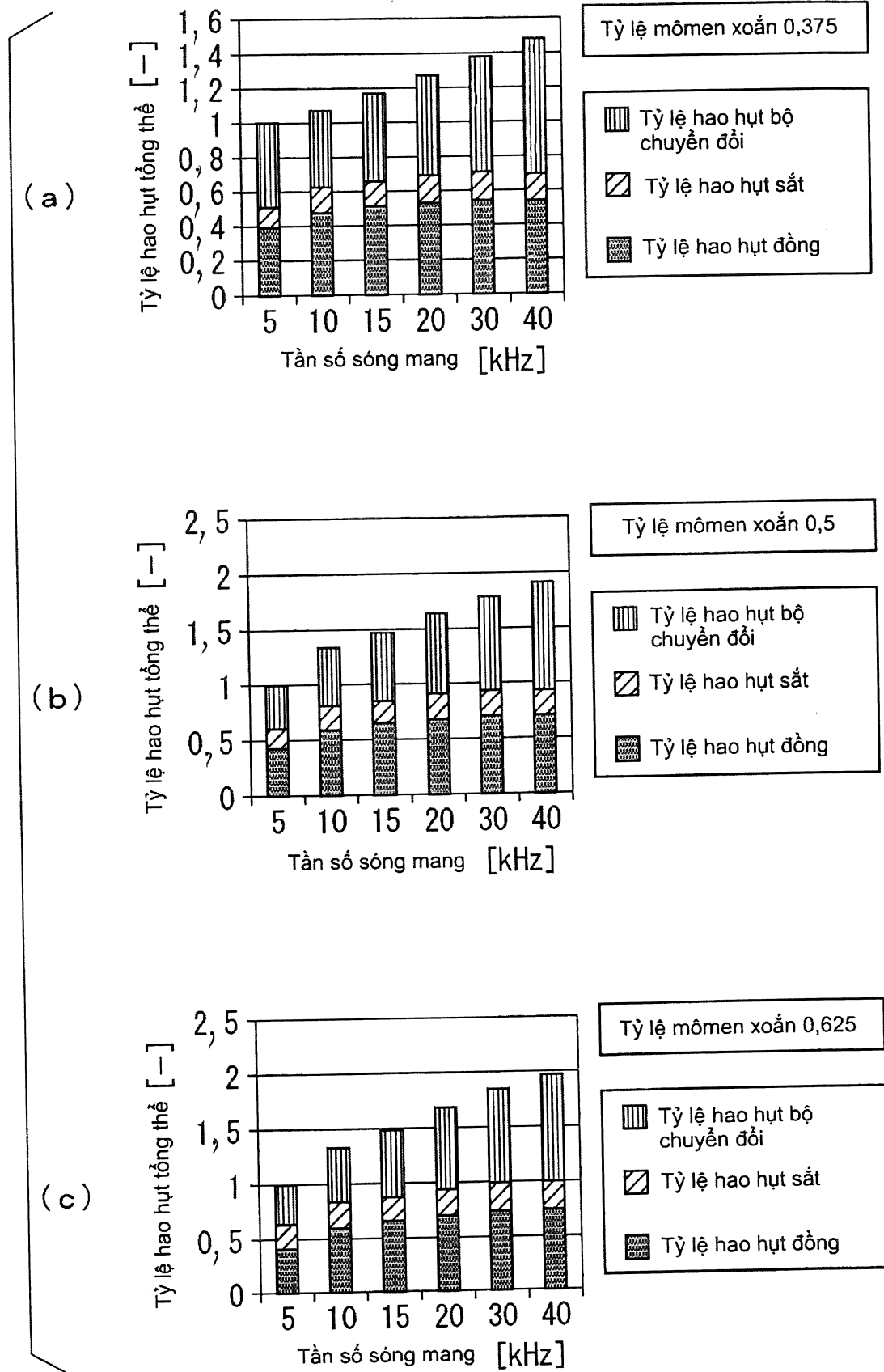


(c)



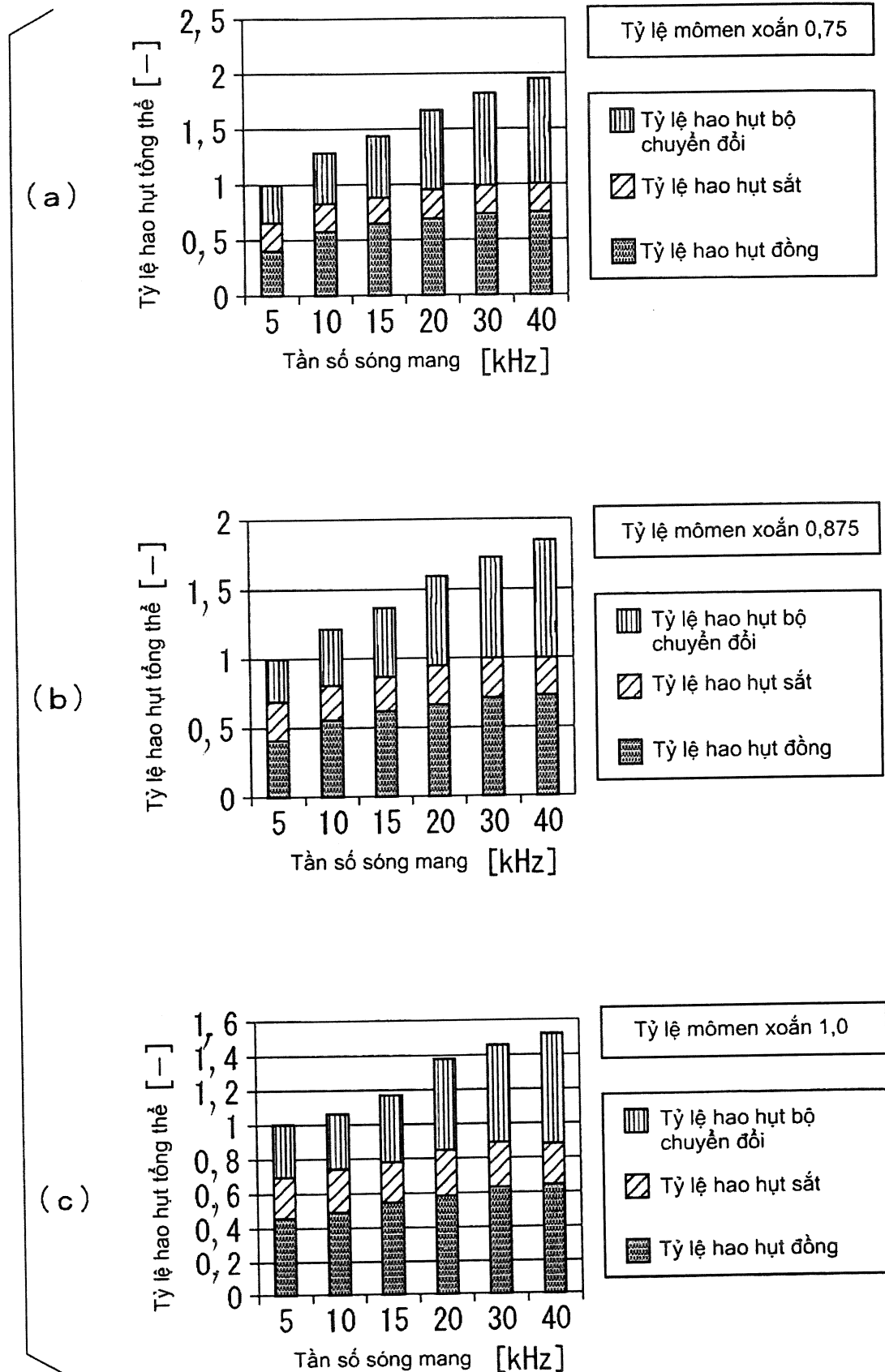
39/54

FIG. 20-2



40/54

FIG. 20-3



41/54

FIG. 21-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,316	0,488	0,102	0,410	1,000
10	0,298	0,500	0,098	0,468	1,067
15	0,296	0,495	0,095	0,512	1,102
20	0,289	0,483	0,097	0,546	1,126
30	0,279	0,457	0,091	0,625	1,173
40	0,269	0,432	0,088	0,707	1,228

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,569	0,483	0,101	0,416	1,000
10	0,545	0,511	0,097	0,479	1,087
15	0,534	0,511	0,121	0,509	1,140
20	0,527	0,502	0,098	0,568	1,167
30	0,512	0,482	0,096	0,652	1,230
40	0,497	0,462	0,096	0,741	1,299

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,774	0,475	0,117	0,408	1,000
10	0,746	0,527	0,114	0,480	1,121
15	0,732	0,536	0,111	0,540	1,187
20	0,720	0,534	0,101	0,602	1,237
30	0,704	0,525	0,105	0,693	1,323
40	0,686	0,511	0,104	0,794	1,410

42/54

FIG. 21-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,876	0,471	0,120	0,409	1,000
10	0,847	0,547	0,121	0,494	1,161
15	0,832	0,568	0,120	0,558	1,247
20	0,820	0,575	0,121	0,622	1,319
30	0,801	0,576	0,117	0,741	1,435
40	0,784	0,571	0,117	0,853	1,541

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,933	0,466	0,135	0,399	1,000
10	0,904	0,565	0,137	0,493	1,195
15	0,888	0,597	0,138	0,568	1,303
20	0,877	0,611	0,136	0,638	1,386
30	0,858	0,624	0,140	0,763	1,528
40	0,841	0,627	0,136	0,896	1,659

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,966	0,464	0,154	0,382	1,000
10	0,939	0,578	0,155	0,478	1,211
15	0,924	0,619	0,147	0,566	1,332
20	0,913	0,640	0,135	0,652	1,427
30	0,894	0,661	0,155	0,768	1,584
40	0,877	0,674	0,155	0,914	1,743

43/54

FIG. 21-3

Tỷ lệ mômen xoắn 0,75

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,986	0,466	0,168	0,367	1,000
10	0,961	0,584	0,156	0,474	1,215
15	0,947	0,630	0,162	0,544	1,336
20	0,936	0,656	0,163	0,620	1,439
30	0,918	0,687	0,172	0,757	1,616
40	0,902	0,705	0,161	0,901	1,766

(a)

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,996	0,466	0,175	0,359	1,000
10	0,974	0,582	0,183	0,430	1,194
15	0,962	0,630	0,174	0,510	1,315
20	0,951	0,658	0,175	0,585	1,417
30	0,934	0,692	0,174	0,729	1,595
40	0,919	0,715	0,177	0,856	1,748

(b)

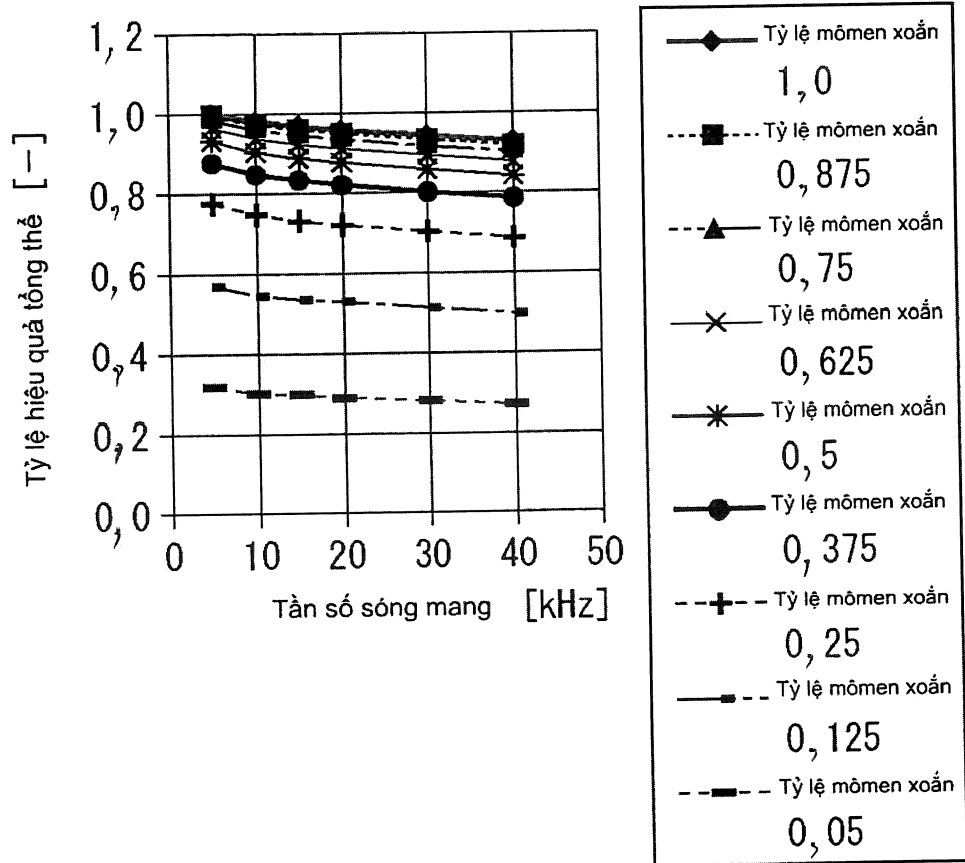
Tỷ lệ mômen xoắn 1,0

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	1,000	0,472	0,190	0,338	1,000
10	0,983	0,575	0,185	0,406	1,166
15	0,970	0,623	0,176	0,486	1,285
20	0,960	0,651	0,192	0,544	1,387
30	0,944	0,687	0,166	0,695	1,549
40	0,930	0,712	0,177	0,814	1,703

(c)

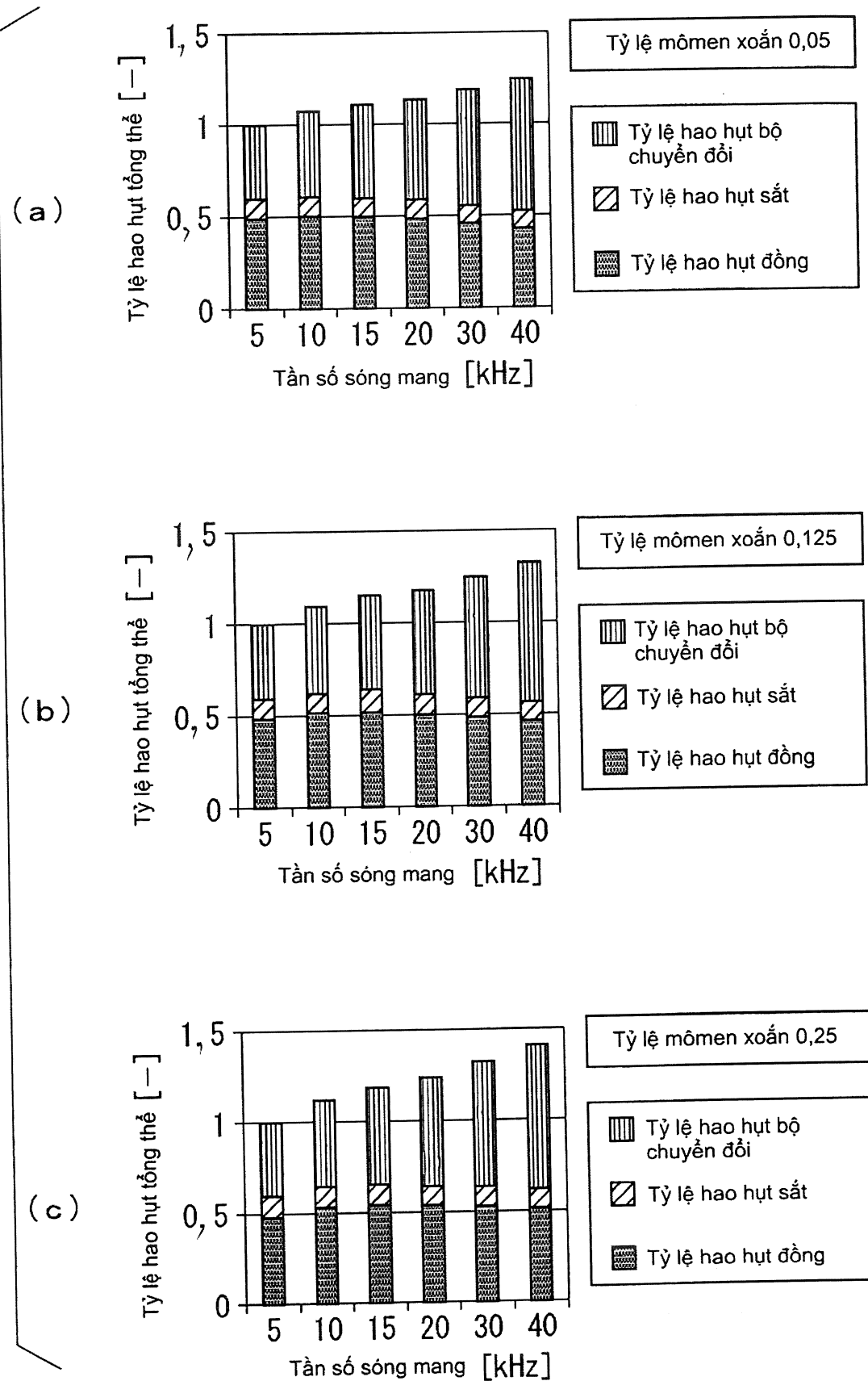
44/54

FIG. 22



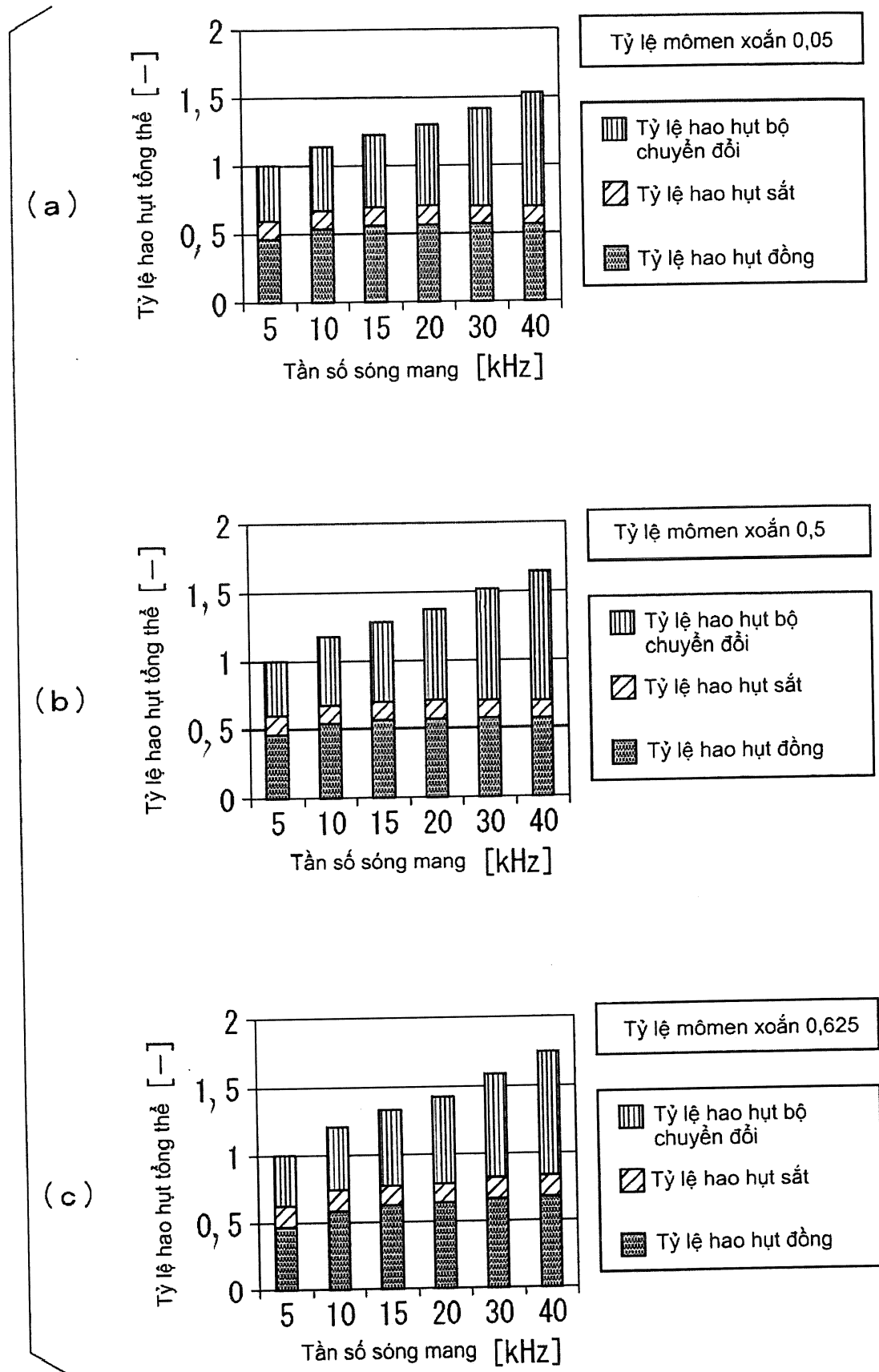
45/54

FIG. 23-1



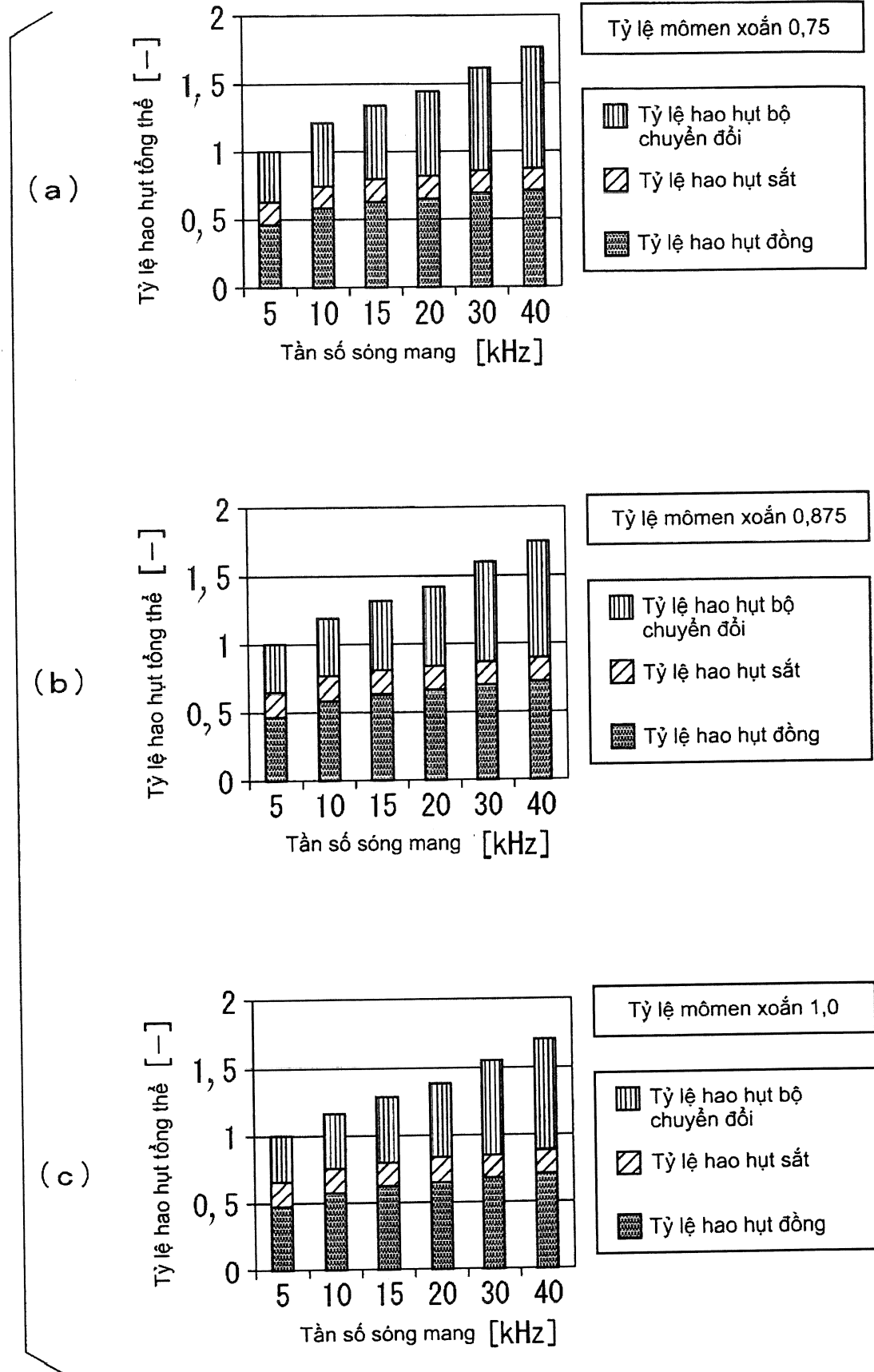
46/54

FIG. 23-2



47/54

FIG. 23-3



48/54

FIG. 24-1

Tỷ lệ mômen xoắn 0,05

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,229	0,499	0,058	0,443	1,000
10	0,220	0,485	0,062	0,491	1,037
15	0,222	0,461	0,057	0,523	1,041
20	0,220	0,434	0,058	0,552	1,044
30	0,217	0,378	0,037	0,620	1,035
40	0,219	0,331	0,051	0,658	1,040

Tỷ lệ mômen xoắn 0,125

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,453	0,498	0,064	0,438	1,000
10	0,439	0,497	0,063	0,491	1,051
15	0,435	0,477	0,058	0,536	1,071
20	0,431	0,455	0,061	0,565	1,081
30	0,426	0,409	0,058	0,633	1,100
40	0,419	0,372	0,059	0,695	1,126

Tỷ lệ mômen xoắn 0,25

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,675	0,497	0,067	0,436	1,000
10	0,653	0,513	0,063	0,505	1,081
15	0,641	0,506	0,064	0,548	1,118
20	0,633	0,490	0,065	0,589	1,144
30	0,620	0,466	0,076	0,659	1,201
40	0,604	0,436	0,069	0,749	1,254

49/54

FIG. 24-2

Tỷ lệ mômen xoắn 0,375

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,802	0,500	0,072	0,429	1,000
10	0,775	0,528	0,067	0,505	1,100
15	0,759	0,533	0,062	0,560	1,155
20	0,746	0,527	0,064	0,609	1,201
30	0,726	0,515	0,078	0,691	1,284
40	0,707	0,495	0,071	0,795	1,361

Tỷ lệ mômen xoắn 0,5

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,881	0,503	0,084	0,413	1,000
10	0,849	0,549	0,080	0,492	1,121
15	0,832	0,558	0,071	0,562	1,191
20	0,818	0,565	0,077	0,609	1,251
30	0,793	0,559	0,085	0,717	1,361
40	0,773	0,556	0,086	0,816	1,459

Tỷ lệ mômen xoắn 0,625

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,932	0,506	0,080	0,414	1,000
10	0,900	0,567	0,088	0,485	1,140
15	0,881	0,586	0,086	0,548	1,221
20	0,865	0,595	0,082	0,618	1,295
30	0,837	0,608	0,090	0,727	1,425
40	0,815	0,604	0,086	0,848	1,538

50/54

FIG. 24-3

Tỷ lệ mômen xoắn 0,75

(a)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,966	0,515	0,086	0,399	1,000
10	0,933	0,575	0,076	0,492	1,143
15	0,914	0,601	0,086	0,548	1,236
20	0,897	0,617	0,083	0,614	1,314
30	0,867	0,638	0,089	0,741	1,468
40	0,845	0,648	0,094	0,850	1,593

Tỷ lệ mômen xoắn 0,875

(b)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	0,987	0,519	0,089	0,392	1,000
10	0,955	0,585	0,088	0,474	1,146
15	0,936	0,616	0,090	0,539	1,245
20	0,919	0,640	0,096	0,593	1,328
30	0,890	0,666	0,101	0,717	1,485
40	0,867	0,676	0,098	0,841	1,615

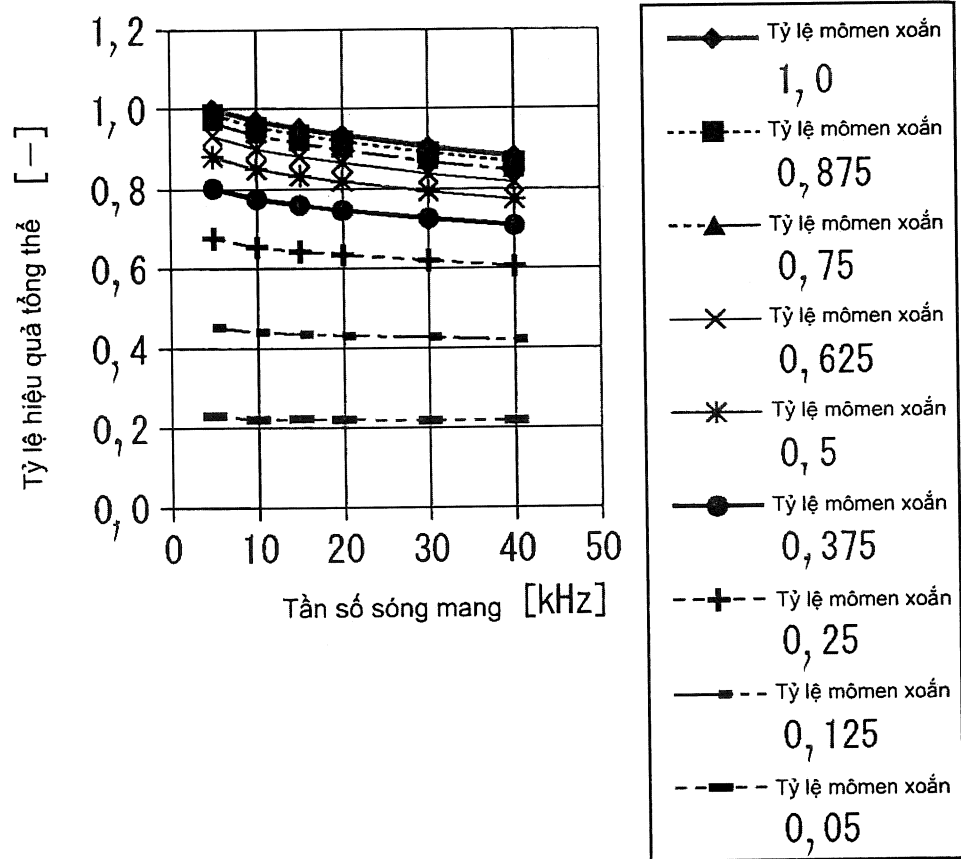
Tỷ lệ mômen xoắn 1,0

(c)

f_c [kHz]	Tỷ lệ hiệu quả tổng thể	Tỷ lệ hao hụt đồng	Tỷ lệ hao hụt sắt	Tỷ lệ hao hụt bộ chuyển đổi	Tỷ lệ hao hụt tổng thể
5	1,000	0,529	0,103	0,368	1,000
10	0,971	0,593	0,093	0,457	1,143
15	0,951	0,626	0,097	0,516	1,239
20	0,935	0,653	0,099	0,574	1,326
30	0,905	0,680	0,098	0,709	1,487
40	0,881	0,701	0,110	0,816	1,628

51/54

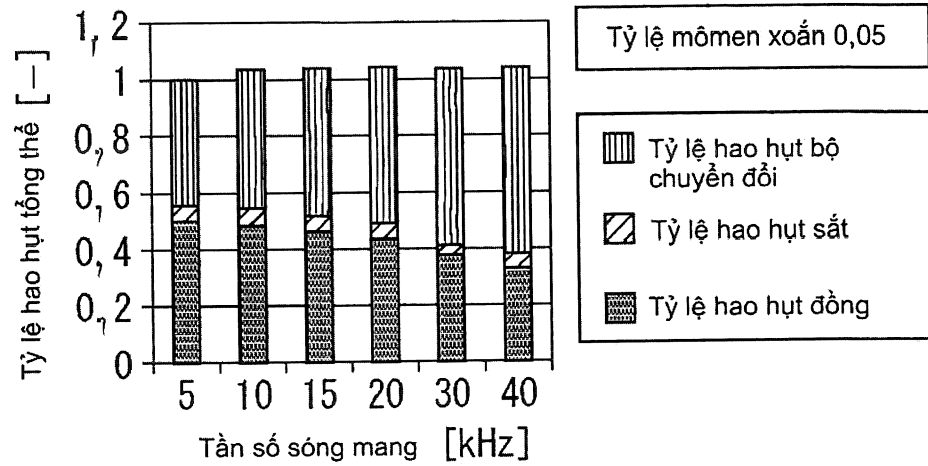
FIG. 25



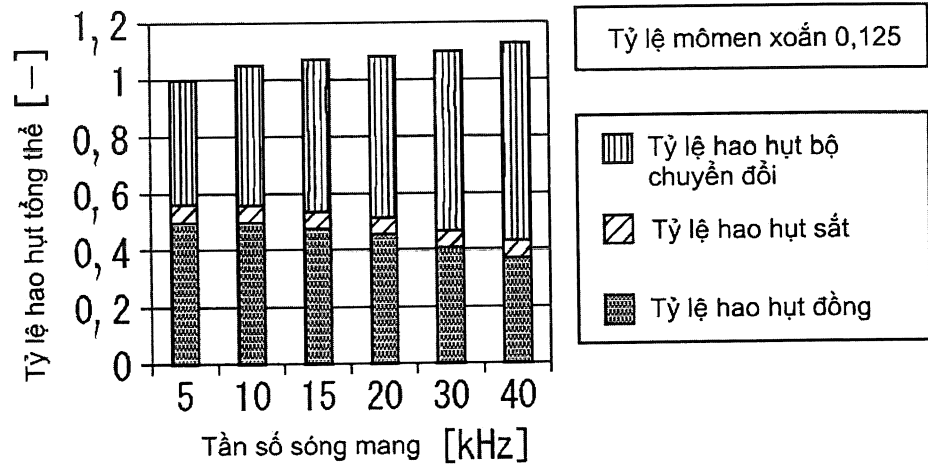
52/54

FIG. 26-1

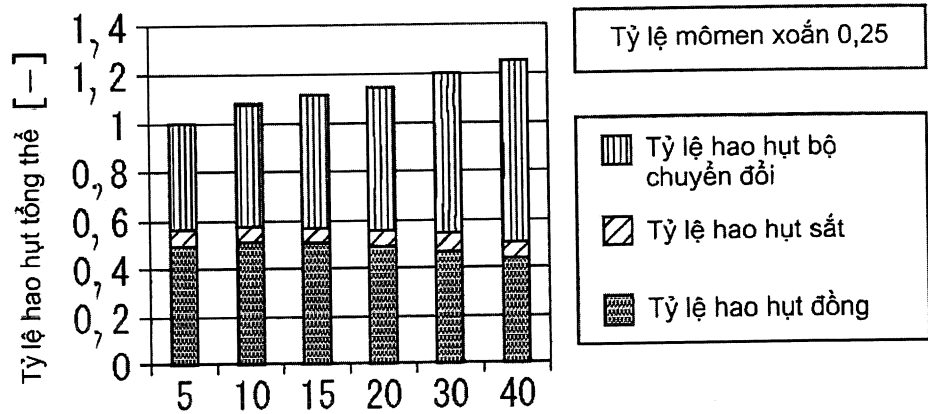
(a)



(b)

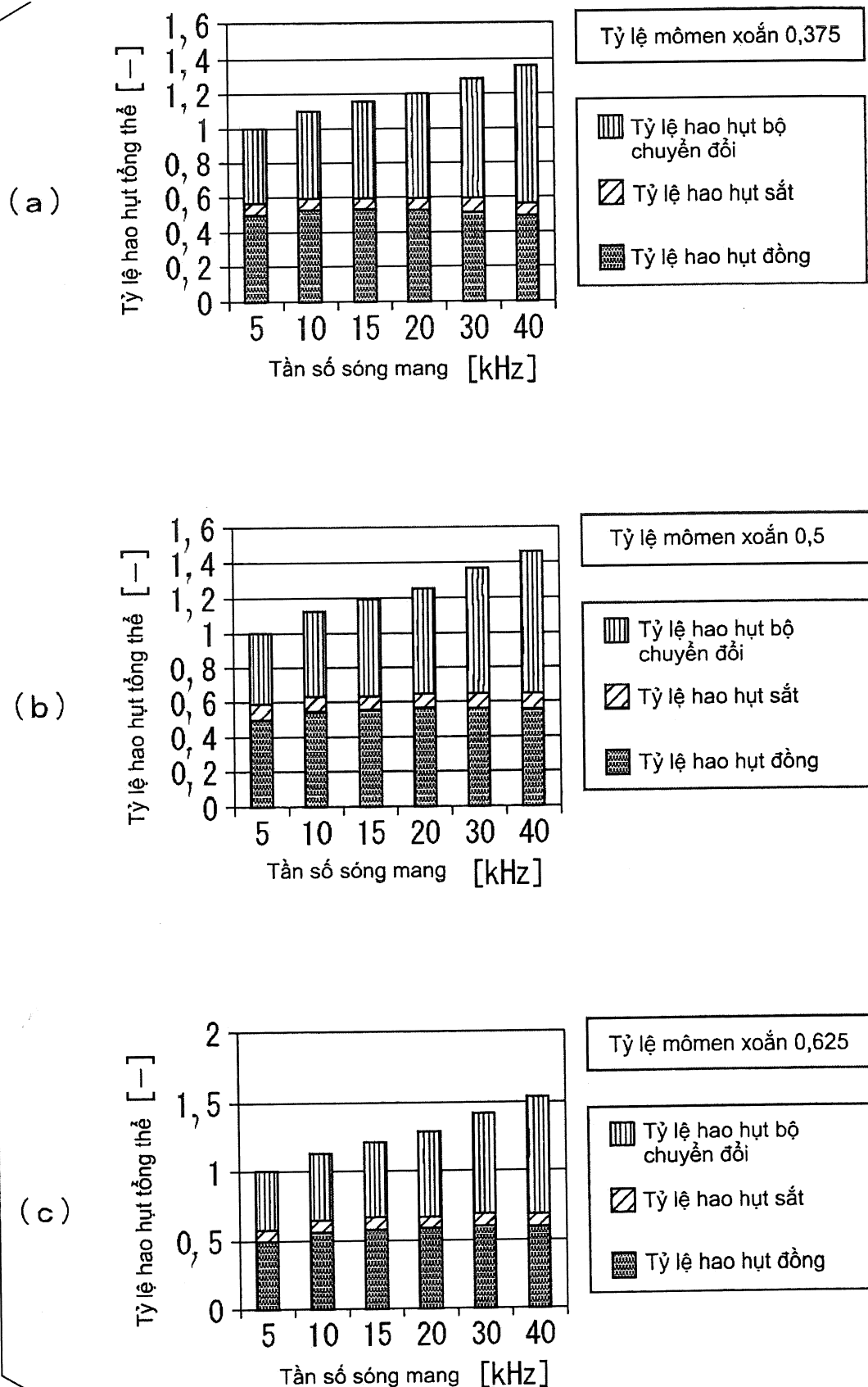


(c)



53/54

FIG. 26-2



54/54

FIG. 26-3

