



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0031133

(51)⁷ G01N 21/64; H01L 21/66; G01R 31/265; (13) B
G01N 21/17

(21) 1-2013-00163

(22) 15/02/2011

(86) PCT/JP2011/053154 15/02/2011

(87) WO/2012/111093 23/08/2012

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/10/2013 307A

(73) YSystems Ltd. (JP)

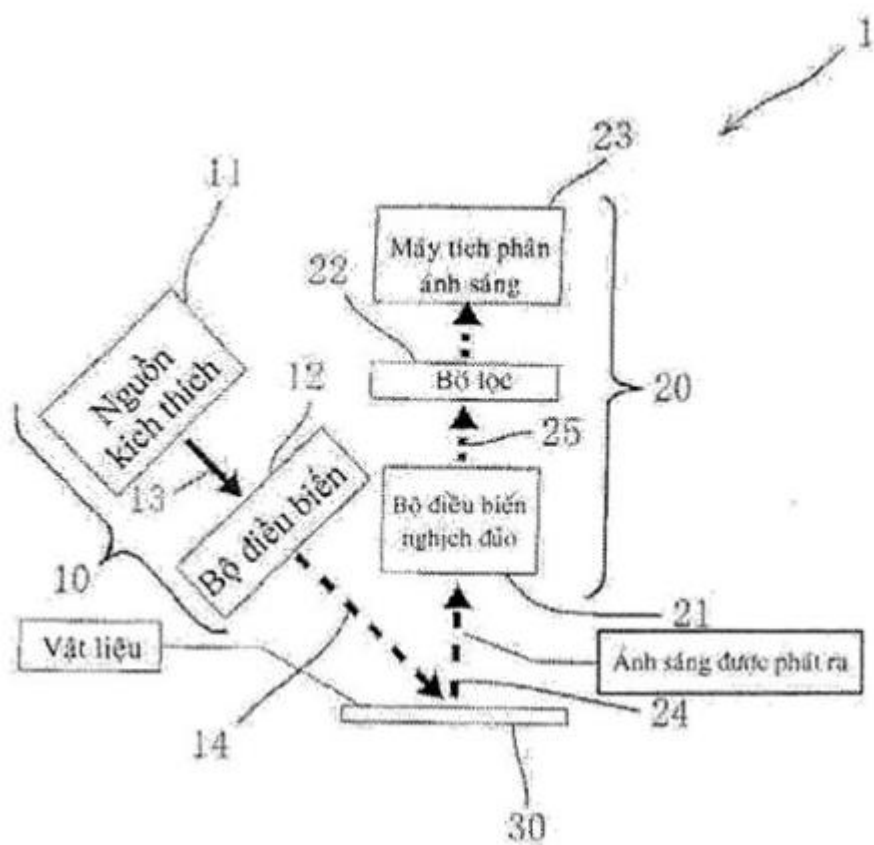
Tokushima Science Center, 209-5, HIRAISHI-SUMIYOSHI, KAWAUCHI-CHO,
TOKUSHIMA-SHI, Tokushima 7710134 Japan

(72) Yves Lacroix (CA).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TUỔI THỌ CỦA PHẦN TỬ MANG

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang trong mẫu vật liệu như chất bán dẫn được nêu. Ánh sáng liên tục được phát xạ bởi phát xạ laze được điều biến bởi thiết bị điều biến trên mặt kích thích, và ánh sáng kích thích (14), mà cường độ của nó thay đổi theo dạng xung vuông, được tạo ra và đưa lên vật liệu chất bán dẫn. Các phần tử mang ở trong chất bán dẫn được kích thích và sự phát quang được tạo ra bằng cách tái kết hợp được điều biến bằng dụng cụ điều biến trên mặt nhận ánh sáng, và xung tắt dần (26) được tạo ra sau chu kỳ kích thích được tách ra từ ánh sáng được tạo ra trong chu kỳ kích thích này. Xung tắt dần (26) bao gồm thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang. Khi xung tắt dần (26) là nhỏ thu được trong khoảng thời gian rất ngắn, các xung tắt dần (26) được tích tụ và được phát hiện trong khoảng thời gian tiếp xúc của bộ phận CCD. Tuổi thọ của phần tử mang có thể được xác định từ cường độ của ánh sáng được phát hiện này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang của vật liệu bằng cách đầu tiên là kích thích các phần tử mang bên trong vật liệu này, sau đó xác định ánh sáng phát xạ (sự phát quang).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực các chất bán dẫn và các vật liệu khác, phân tích sự phát xạ ánh sáng hoặc sự phát quang từ vật liệu là phương pháp phổ biến rộng rãi nhằm xác định các đặc tính vật liệu như là các mức độ nhiễm tạp chất, các khuyết tật tinh thể.

Một số phương pháp nhằm tạo ra sự phát quang bao gồm hiện tượng điện phát quang hoặc hiện tượng quang phát quang. Các phần tử mang tự do (các điện tử và các lỗ trống) được tạo ra bằng cách áp dụng điện lượng đối với vật liệu hoặc được tạo ra bằng cách áp dụng nguồn sáng kích thích như là nguồn sáng kích thích laze, đều dẫn đến sự phát xạ ánh sáng qua sự tái kết hợp các cặp điện tử-lỗ trống.

Các cặp điện tử-lỗ trống tái kết hợp tự phát vào một khoảng thời gian xác suất nào đó sau khi hình thành (bằng cách kích thích điện hoặc kích thích bằng ánh sáng). Thời gian biểu kiến cần thiết để quá trình làm tắt dần được gọi là thời gian làm tắt dần hoặc là tuổi thọ của phần tử mang. Tuổi thọ của phần tử mang cũng như các đặc tính khác của ánh sáng phát xạ (ví dụ, bước sóng, cường độ) có thể được sử dụng để xác định đặc tính của vật liệu từ sự phụ thuộc của chúng với các tạp chất và các khuyết tật bên trong tinh thể.

Trong những năm gần đây, nhu cầu về các pin điện mặt trời hiệu suất cao có nguồn gốc silic tăng mạnh, đòi hỏi sự kiểm soát chất lượng tốt hơn và chi phí sản xuất thấp hơn, cũng như nhu cầu về các pin có diện tích lớn hơn tăng lên, vì vậy việc có các phương pháp tạo ra silic tinh thể có diện tích lớn với chất lượng cao và năng suất cao là rất quan trọng.

Việc làm giảm các vết nứt và các khuyết tật trong vật liệu được sử dụng để làm pin mặt trời là yếu tố quyết định. Các vết nứt và các khuyết tật này hấp thụ điện năng

mà pin đã biến đổi từ quang năng. Nói cách khác, toàn bộ mục đích của pin mặt trời là tạo ra điện năng từ ánh sáng bị lãng phí nếu các phần tử mang của năng lượng này đối mặt với các vết nứt mà sau đó biến năng lượng này thành nhiệt năng. Như được giải thích cho đến nay, các phương pháp như quang phát quang hoặc điện phát quang ảnh hưởng lớn đến cơ chế vận hành của các pin mặt trời. Các đặc tính thu được từ các phép đo xác định này, cụ thể là tuổi thọ của phần tử mang, cũng rất nhạy cảm với các vết nứt, các dạng và hàm lượng tạp chất.

Các phương pháp thông thường để phân tích hiệu suất pin mặt trời là trên cơ sở các phương pháp đo sự chênh lệch điện áp, mô phỏng ánh sáng mặt trời và các phương pháp khác yêu cầu sự tiếp xúc vật lý với thiết bị này. Các phương pháp này còn yêu cầu quá trình sản xuất đạt đến sự gần hoàn thiện trước khi chúng có thể được tiến hành. Khó ứng dụng các quá trình này trong các môi trường sản xuất hàng loạt mà không làm chậm lại quá trình sản xuất hoặc không gây ra các sự cọ xát và sự ảnh hưởng đối với độ sạch do sự tiếp xúc.

Một ví dụ khác về các phương pháp đã biết được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, trong đó các phương pháp đếm photon riêng lẻ tương quan với thời gian hoặc phương pháp quay phim kiểu tia chớp được sử dụng để xác định tuổi thọ của phần tử mang của vật liệu. Theo phương pháp đếm photon riêng lẻ, vết làm tắt dần phát xạ được xác định trực tiếp, tuy nhiên thời gian cần thiết để thu được biểu đồ là quá dài để được ứng dụng trong thực tế đối với toàn bộ vùng rất mỏng. Trong khi đó, phương pháp quay phim kiểu tia chớp không được dùng do vấn đề về chi phí.

Tài liệu sáng chế 1: WO 2007/128060 A1

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-170257

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Như được nêu trên, hiện tại chưa có một phương pháp nào để xác định tuổi thọ của phần tử mang một cách trực tiếp hoặc thu được thông tin về các vết nứt và các hàm lượng tạp chất hoặc cả hai đủ nhanh để mô tả đầy đủ về vật liệu đồng thời không quá đắt tiền để sử dụng trong môi trường sản xuất vật liệu.

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp mới và thiết bị sử dụng phương pháp này để thu được thông tin đối với các phần tử mang năng lượng, bằng cách ghi

nhận ánh sáng phát xạ từ vật liệu mà không có sự tiếp xúc vật lý và ở tốc độ cao nhằm ứng dụng hệ thống đo tuổi thọ của phần tử mang với chi phí thấp.

Tiếp theo, sáng chế có mục đích ứng dụng vào chỗ cần thiết để xác định sự biến đổi về không gian của tuổi thọ của phần tử mang tiêu biểu trong các chất bán dẫn sắp xảy ra.

Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo sáng chế bao gồm cường độ hợp nhất qua ánh sáng tích tụ phát xạ từ vật liệu. Sự phát xạ này được tạo ra bởi sự kích thích phần tử mang lặp đi lặp lại theo chu kỳ. Việc phát xạ được làm tắt dần ngay sau đó, được tách quang từ sự phát xạ xảy ra trong chu kỳ kích thích và được tổ hợp trong một khoảng thời gian kéo dài qua vài chu kỳ của các chu trình kích thích.

Nhằm tách các sự phát làm tắt dần được nêu trên theo sau sự kích thích, từ sự phát xạ trong các chu kỳ kích thích phần tử mang, sự tích tụ ánh sáng có thể bắt đầu một cách chính xác ở cuối hoặc sau khi kết thúc từng chu kỳ kích thích hoặc thậm chí là một phần qua chu kỳ kích thích.

Phương pháp theo sáng chế còn bao gồm việc điều biến theo chu kỳ hoặc ngăn chặn một cách không liên tục nguồn kích thích trước khi đưa lên vật liệu.

Phương pháp theo sáng chế cũng bao gồm việc điều biến theo chu kỳ hoặc ngăn chặn một cách gián đoạn ánh sáng phát xạ từ vật liệu trước khi nó tiếp cận thiết bị tích tụ ánh sáng.

Theo sáng chế, thiết bị tích tụ ánh sáng có thể là một dãy các tế bào phát hiện, mỗi tế bào này tích tụ ánh sáng qua vài chu kỳ của các chu trình phân rã. Chẳng hạn, các tế bào phát hiện có thể được bố trí theo hai dãy kích thước nhằm xác định đồng thời tuổi thọ của phần tử mang theo diện tích vật liệu. Cũng theo sáng chế, một phương pháp khác có thể được mô tả là một đường thẳng phát hiện sự chuyển động cắt ngang vật liệu cũng nhằm thu được thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang của diện tích vật liệu.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp trong đó một số lần đo tuổi thọ được tiến hành như được nêu trên với sự tăng các tần số điều biến cho đến khi sự thay đổi phi tuyến về cường độ hợp nhất được phát hiện. Việc sử dụng tính độc lập của tần số này có thể xác định thông tin tuổi thọ.

Tiếp theo nữa, việc chọn tỷ lệ của các cường độ ở các cường độ khác nhau có thể chuẩn hóa tính phụ thuộc cường độ của việc phát và tách biệt tính phụ thuộc tuổi

thọ của phần tử mang, tạo khả năng so sánh các diện tích của các cường độ phát khác nhau.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp so sánh các cường độ được xác định ở tần số điều biến cụ thể với tần số của cường độ được xác định mà không cần điều biến cũng nhằm loại trừ thành phần cường độ phát và tạo khả năng tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Phương pháp nêu trên nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang của cường độ cũng có thể bằng cách chọn tỷ lệ các cường độ được xác định ở các dạng sóng điều biến khác nhau.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang của cường độ cũng có thể bằng cách chọn tỷ lệ các cường độ được xác định các sự điều biến là sự dịch chuyển tương đối về pha.

Hơn nữa, sự tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang của cường độ là có thể bằng cách so sánh các cường độ để xác định bằng cách sử dụng sự kích thích gián đoạn các tỷ lệ công suất khác nhau, trong đó các công suất đối nhau được áp dụng lên phía kích thích được so sánh với phía phát hiện.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp trong đó sự kích thích được áp dụng lên vật liệu hoặc là theo quang học hoặc là theo điện học.

Sáng chế cũng đề xuất thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang bao gồm thiết bị kích thích để kích thích năng lượng các phần tử mang trong vật liệu và thiết bị phát hiện là thiết bị tích tụ sự phát xạ ánh sáng thu được từ vật liệu đó. Sáng chế còn đề xuất hệ thống kiểm tra là hệ thống có thể bao gồm thiết bị này. Hệ thống này sử dụng tín hiệu quang học tích tụ, mà sự kích thích được áp dụng lên theo chu kỳ và tiếp ngay sau đó theo sự phát làm tắt dần. Các sự phát này được lọc quang học trước khi tiếp cận thiết bị tích tụ ánh sáng trong khi sự hợp nhất cường độ kéo dài qua vài chu kỳ của chu trình phát làm tắt dần.

Thiết bị theo sáng chế bao gồm nguồn kích thích và thiết bị điều biến phát ra chu kỳ kích thích nêu trên.

Nguồn kích thích này có bản chất có thể là quang hoặc là điện.

Thiết bị theo sáng chế bao gồm thiết bị tách ánh sáng phát xạ bởi vật liệu khi phát xạ trong chu kỳ kích thích, từ ánh sáng phát xạ bởi vật liệu trong chu kỳ phát làm tắt dần. Thiết bị này có thể là thiết bị điều biến ánh sáng hoặc thiết bị ngăn chặn ánh

sáng theo chu kỳ, trong khi một số chu trình phát ánh sáng được làm tắt dần có thể được kéo dài vượt khẩu độ trong quá trình hợp nhất bởi thiết bị tích tụ ánh sáng.

Trong thiết bị được nêu trên là thiết bị bao gồm thiết bị tách sự phát xạ ánh sáng từ vật liệu ở giữa ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích và ánh sáng làm tắt dần sau chu kỳ kích thích, sáng chế bao gồm các trường hợp khi sự tích tụ ánh sáng bắt đầu một cách chính xác ở cuối hoặc sau khi kết thúc chu trình kích thích được lặp lại hoặc thậm chí là một phần qua chu kỳ kích thích.

Thiết bị theo sáng chế có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vô số các tế bào phát hiện được bố trí theo dãy các tế bào quang điện này tích tụ ánh sáng kéo dài vượt khẩu độ vài chu kỳ của các chu trình phát làm tắt dần. Trong trường hợp này, các tế bào phát hiện có thể được bố trí theo hai dãy kích thước nhằm xác định đồng thời tuổi thọ của phần tử mang của điện tích vật liệu, thu được tương ứng giữa vị trí trên vật liệu và tế bào phát hiện theo chiều rộng với thông tin tương ứng liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang. Một cấu hình khác với cấu hình nêu trên có thể là dãy các tế bào phát hiện được định vị chuyển động cắt thẳng góc vật liệu cũng nhằm thu được thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang của điện tích trên vật liệu.

Thiết bị theo sáng chế cũng có thể có thiết bị lọc bước sóng hoặc thiết bị lọc phân cực ánh sáng ở giữa vật liệu và thiết bị phát hiện ánh sáng.

Thiết bị theo sáng chế là thiết bị bao gồm thiết bị kích thích theo chu kỳ có thể được kết cấu sao cho phần điều khiển tạo cho việc sử dụng cường độ hợp nhất được xác định như được mô tả trên đối với các tần số chu trình kích thích khác nhau, so sánh chúng nhằm loại bỏ thành phần cường độ của tín hiệu và tách biệt và định lượng được thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Thiết bị theo sáng chế còn bao gồm thiết bị kích thích theo chu kỳ, có thể được kết cấu sao cho phần điều khiển tạo việc sử dụng cường độ hợp nhất được xác định như được mô tả trên đối với các tần số chu trình kích thích khác nhau, sau đó so sánh chúng với cường độ được xác định một cách liên tục nhằm loại bỏ thành phần cường độ của tín hiệu và tách biệt và định lượng được thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Thiết bị theo sáng chế cũng còn bao gồm thiết bị kích thích theo chu kỳ, có thể được kết cấu sao cho phần điều khiển tạo việc sử dụng cường độ hợp nhất được xác định như được mô tả trên ứng dụng các dạng sóng điều biến theo chu kỳ khác nhau, so

sánh chúng nhằm loại bỏ thành phần cường độ của tín hiệu và tách biệt và định lượng thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Thiết bị theo sáng chế cũng còn bao gồm thiết bị kích thích theo chu kỳ, có thể được kết cấu sao cho phần điều khiển tạo việc sử dụng cường độ hợp nhất được xác định như được mô tả trên ứng dụng các chuyển dịch pha điều biến tương đối khác nhau, sau đó so sánh chúng với cường độ được xác định một cách liên tục nhằm loại bỏ thành phần cường độ của tín hiệu và tách biệt và định lượng thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Thiết bị theo sáng chế cũng còn bao gồm thiết bị kích thích theo chu kỳ, có thể được kết cấu sao cho phần điều khiển tạo việc sử dụng cường độ hợp nhất được xác định như được mô tả trên ứng dụng các tỷ số công suất kích thích khác nhau của các pha đối nhau giữa sự kích thích và sự phát hiện, sau đó so sánh chúng với cường độ được xác định một cách liên tục nhằm loại bỏ thành phần cường độ của tín hiệu và tách biệt và định lượng thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Sáng chế tạo khả năng cho việc xác định thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang bên trong vật liệu, không có sự tiếp xúc vật lý, bằng cách ghi nhận ánh sáng phát xạ từ vật liệu đó.

Hơn nữa, sáng chế tạo khả năng xác định độ đồng đều của tuổi thọ của phần tử mang trên diện tích của vật liệu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện cường độ ánh sáng phát xạ từ vật liệu trong chu kỳ kích thích;

Fig.2 là đồ thị thể hiện các đường cong làm tắt dần của sự phát ánh sáng do tuổi thọ của phần tử mang trong vật liệu;

Fig.3 là biểu đồ thể hiện sự thay đổi về cường độ ánh sáng phát xạ từ vật liệu khi được kích thích bởi một sóng hình vuông cụ thể;

Fig.4 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện thiết bị và phương pháp xác định để phát hiện phát xạ ánh sáng từ vật liệu được điều biến với pha đối so với sự điều biến kích thích;

Fig.5 là các biểu đồ thể hiện sự kích thích được điều biến khi sử dụng thiết bị được thể hiện trên Fig.4, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát làm tắt dần;

Fig.6 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ của năng suất phát hiện ánh sáng tích tụ với sự thay đổi tần số điều biến của sự kích thích cụ thể đối với vật liệu các tuổi thọ của phần tử mang khác nhau;

Fig.7 là đồ thị thể hiện tương quan giữa các tần số mà ở đó cường độ ánh sáng làm tắt dần hợp nhất là 50% của trị số tối đa của nó, như là hàm số tuổi thọ của phần tử mang;

Fig.8 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể, đã được chuẩn hóa với cường độ thu được ở mười lần tần số và tuổi thọ của phần tử mang, trong trường hợp sự điều biến dạng xung vuông;

Fig.9 là đồ thị thể hiện các số liệu vật liệu được sử dụng để mô phỏng hoá theo các đồ thị sau đó. Các số liệu thể hiện sự thay đổi theo các trị số tuổi thọ của phần tử mang và các trị số hiệu suất phát sáng như là hàm số của vị trí (trục x) trên vật liệu;

Fig.10 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát làm tắt dần đối với sự thay đổi tần số điều biến;

Fig.11 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9, khi hai tần số được thể hiện trên Fig.10 và trong trường hợp không điều biến và tỷ lệ của cường độ được lấy theo hai tần số;

Fig.12 là biểu đồ thể hiện sự kích thích không điều biến, tín hiệu phát xạ từ vật liệu, vết không điều biến phía xác định và tín hiệu hợp nhất thu được;

Fig.13 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát làm tắt dần, đối với trường hợp điều biến dạng sóng hình thang;

Fig.14 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9 đối với sự điều biến dạng hình thang đối với hai tần số và trong trường hợp không điều biến và tỷ lệ cường độ được lấy ở hai tần số;

Fig.15 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể, được chuẩn hóa với cường độ thu được ở mười lần mà tần số và tuổi thọ của phần tử mang, trong trường hợp điều biến dạng hình thang;

Fig.16 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát làm tắt dần, đối với trường hợp sự điều biến dạng xung hình sin;

Fig.17 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9 đối với sự điều biến xung hình sin với hai tần số và trong trường hợp không điều biến và tỷ lệ của cường độ được lấy ở hai tần số;

Fig.18 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể, được chuẩn hóa với cường độ thu được ở mười lần mà tần số và tuổi thọ của phần tử mang, trong trường hợp điều biến xung hình sin;

Fig.19 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát ánh sáng làm tắt dần đối với dạng sóng xung vuông so với dạng xung hình sin ở cùng tần số;

Fig.20 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9 đối với sự điều biến xung vuông, điều biến xung hình sin và trong trường hợp không điều biến để tham chiếu và tỷ lệ của cường độ được lấy ở hai dạng sóng khác nhau;

Fig.21 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể bằng cách sử dụng sự điều biến xung vuông, mà được phân chia bởi cường độ thu được bằng cách sử dụng dạng xung hình sin và tuổi thọ của phần tử mang;

Fig.22 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát ánh sáng làm tắt dần đối với hai dạng sóng trong đó sự điều biến phía xác định là được dịch chuyển pha tương đối;

Fig.23 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9 đối với hai sự điều biến được dịch chuyển pha khác nhau, trường hợp không điều biến để tham chiếu và tỷ lệ của cường độ được lấy ở hai dạng sóng khác nhau;

Fig.24 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể bằng cách sử dụng sự điều biến xung vuông đã được phân chia bởi cường độ thu được bằng cách sử dụng dạng sóng được dịch chuyển pha tương đối và tuổi thọ của phân tử mang;

Fig.25 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát ánh sáng làm tắt dần, đối với hai dạng sóng xung vuông trong đó ở hai tỷ lệ công suất khác nhau, trong khi vẫn giữ sự điều biến pha nghịch đảo giữa sự kích thích và sự phát hiện;

Fig.26 là đồ thị thể hiện cường độ hợp nhất như là hàm số vị trí trên vật liệu được mô phỏng hoá bằng cách sử dụng các số liệu được thể hiện trên Fig.9 đối với các dạng sóng xung vuông theo các tỷ lệ công suất khác nhau, trường hợp không điều biến để tham chiếu và tỷ lệ của cường độ được lấy ở hai dạng sóng khác nhau;

Fig.27 là đồ thị thể hiện tương quan giữa cường độ hợp nhất ở một tần số cụ thể bằng cách sử dụng sự điều biến xung vuông với tỷ lệ công suất 50:50, đã được phân chia bởi cường độ thu được bằng cách sử dụng sự điều biến xung vuông với tỷ lệ công suất 90:10 và tuổi thọ của phân tử mang;

Fig.28 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát ánh sáng làm tắt dần đối với hai dạng sóng khác nhau và hai tần số khác nhau;

Fig.29 là biểu đồ thể hiện sự kích thích điều biến, hình dạng sóng phát xạ từ vật liệu, sự điều biến phía xác định và sự tách thu được của sự phát ánh sáng làm tắt dần đối với trường hợp sóng xung vuông với tỷ lệ công suất khác với 50:50;

Fig.30 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện phương án thứ nhất của phương pháp xác định và thiết bị xác định theo cấu hình chi tiết; và

Fig.31 là hình vẽ sơ đồ khối thể hiện phương án thứ hai của phương pháp xác định và thiết bị xác định theo cấu hình chi tiết.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để đánh giá vật liệu như là chất bán dẫn, sáng chế xác định ánh sáng phát xạ (sự phát quang) từ vật liệu đó.

Năng lượng của electron không hoá trị trong tinh thể của vật liệu được xác định bởi vị trí của dải dẫn, mà có thể cũng được xác định bởi sự khác nhau của các trạng

thái như là các tâm không bức xạ, các mức độ tạp chất hoặc các trạng thái khuyết tật khác. Nếu một electron là ở trạng thái được kích thích không cân bằng nhiệt, cuối cùng nó sẽ tái kết hợp với lỗ trong phạm vi thời gian có thể tạo sự nâng tuổi thọ của phân tử mang. Sự tái kết hợp gây ra sự chuyển biến năng lượng có thể là ở dạng sự phát xạ ánh sáng hoặc ở dạng các dao động hoặc nhiệt trong vật liệu. Nếu phân tử mang tái kết hợp do các khuyết tật, các tạp chất hoặc các vết nứt trong tinh thể, khi đó xác suất phát ánh sáng do sự tái kết hợp tự nhiên sẽ bị giảm. Vì vậy, nói chung tuổi thọ của phân tử mang bị rút ngắn khi tồn tại mật độ cao của các khuyết tật tinh thể. Do đó, việc xác định tuổi thọ của phân tử mang là quan trọng đối với việc đánh giá các mức độ khuyết tật của vật liệu và chất lượng tinh thể của nó.

Quan trọng đối với các pin mặt trời dạng tinh thể là phải có các mật độ khuyết tật thấp. Nếu các electron (các phân tử mang năng lượng) bị kích hoạt bởi sự hấp thụ ánh sáng mặt trời bị bẫy bởi các trạng thái khuyết tật, năng lượng của chúng được biến đổi lại thành ánh sáng hoặc được biến thành nhiệt sao cho điện năng này không còn bị trích ra nữa. Một lần nữa trong các pin mặt trời các phân tử mang được phát sinh bởi sự hấp thụ ánh sáng được biến thành điện một khi chúng tiếp cận các điện cực, tuy nhiên, nếu các điện cực này là không ở trong phạm vi khoảng cách mà các phân tử mang có thể di chuyển trong tuổi thọ của chúng, điện năng có thể không phát xạ. Do đó, tuổi thọ của phân tử mang càng dài sẽ cho phép khoảng cách giữa các điện cực càng lớn và vì vậy sẽ để lại diện tích lớn hơn cho quá trình hấp thụ ánh sáng.

Khả năng xác định sự phân bố tuổi thọ của phân tử mang qua toàn bộ bề mặt pin mặt trời không tiếp xúc và ở tốc độ cao sẽ tạo khả năng ghi nhận quá trình sản xuất pin mặt trời, cụ thể là ở giữa các bước quá trình độc lập. Chẳng hạn, ngay cả khi trước khi quá trình sản xuất pin mặt trời kết thúc, trong phạm vi các bước yêu cầu tạo lớp chuyển tiếp p-n chất lượng cao cần thiết, sự phát triển tinh thể, sự cấy ion, qtrạng thái ủ lớp dẫn điện hoặc các quá trình không nghịch đảo khác, việc xác định tuổi thọ của phân tử mang qua toàn bộ bề mặt sẽ cho phép đánh giá ngay sau từng bước. Trên cơ sở kết quả được biểu thị như là hình ảnh đồng đều của tuổi thọ của phân tử mang, không chỉ quá trình được dừng và vật liệu bị khuyết tật không cho phép tiếp tục quá trình sản xuất mà còn thông tin này có thể được sử dụng định vị chính xác các diện tích có vấn đề và giúp cải thiện năng suất sản xuất.

Sáng chế tìm kiếm để đề xuất phương pháp và thiết bị với chi phí thấp và tốc độ cao để xác định tuổi thọ của phần tử mang của vật liệu qua sự ghi nhận ít tiếp xúc của sự phát quang vật liệu. Được khác biệt ở chỗ là nhờ khả năng của nó phần biệt được hoặc tách được ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích phần tử mang từ ánh sáng phát xạ sau sự kích thích này. Tiếp tục được khác biệt ở chỗ là nhờ khả năng ghi nhận tín hiệu trên cơ sở sự tích tụ lặp đi lặp lại của ánh sáng được tách.

Theo các phương án dưới đây, hiện tượng phát sáng quang hoá được sử dụng đánh giá tuổi thọ của phần tử mang. Theo hiện tượng phát sáng quang hoá, ánh sáng được sử dụng để kích thích các electron tái kết hợp với các lỗ để phát ánh sáng. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn bởi hiện tượng phát sáng quang hoá và sáng chế còn có thể được tiến hành bằng cách sử dụng hiện tượng điện phát sáng trong đó chu kỳ kích thích là bằng điện.

Fig.1 là đồ thị thể hiện chu kỳ kích thích và sự phát quang liên tục đối với phần tử phẳng như là silic ở một vị trí cụ thể, ở đó trục hoành là thời gian và trục tung là cường độ phát ánh sáng. Lý tưởng là cường độ liên tục của sự phát quang có biên độ được cho bởi $AcwP$, trong đó Acw là biên độ của sự kích thích và P là xác suất mà năng lượng kích thích được biến đổi thành ánh sáng. Diện tích được gạch bóng thể hiện cường độ hợp nhất $AcwPTm$ của sự phát quang trong thời gian Tm mà trong đó việc xác định xảy ra. Mặc dù tuổi thọ của phần tử mang đóng vai trò trong quá trình được mô tả ở đây, mà thông tin cụ thể không thể được trích ra từ trị số cường độ hợp nhất.

Fig.2 là hình vẽ đồ thị biểu thị sự phát xạ ánh sáng làm tắt dần từ vật liệu như là silic sau ánh sáng kích thích và vị trí tuổi thọ của phần tử mang tương ứng, với thời gian là trục hoành và cường độ phát sáng được chuẩn hóa là trục tung.

Với các xác suất P nào đó, một khi photon được hấp thu nó có thể được tái phát ra như là photon ở mức năng lượng thấp hơn, sau thời gian T được xác định bởi các đặc tính vật liệu. Khi một lượng vô hạn các photon theo quá trình này, sự phân bố theo xác suất được biểu thị theo đường cong phần huỷ dạng hàm mũ. Một cách lý tưởng, đối với sự kích thích được mô tả theo hàm số delta δ , sự phân bố mang tính xác suất đối với sự tái phát ánh sáng là $APe^{-t/T}$ (trong đó e là số tự nhiên) như được thể hiện trên Fig.2. Thời gian T này là được xác định như là tuổi thọ của phần tử mang. Nói cách khác, tuổi thọ của phần tử mang T có thể được mô tả như là thời gian cần thiết

đối với phần số $1/e$ của sự phát quang làm tắt dần đối với cường độ ban đầu của nó.

Tuy nhiên, khi cố gắng xác định thời gian T , các tốc độ cực cao và đồng thời độ nhạy cực cao và độ chính xác theo thời gian được yêu cầu dụng cụ nhằm tích tụ đặc tính trung bình của nhiều các photon. Đồng thời, nhằm lấy trung bình đủ số các photon đối với tuổi thọ các phân tử mang theo phạm vi một phần triệu giây, thời gian xác định cần thiết là tương đối dài. Hơn nữa, vì việc xác định sự phát xạ ánh sáng rất yếu là cần thiết, mức tín hiệu phong do độ ồn dụng cụ thông thường làm cho nhiệm vụ về thực chất là khó khăn.

Đồ thị được thể hiện trên Fig.3 biểu thị tương quan giữa thời gian và cường độ phát ánh sáng từ vật liệu khi được tạo xung kích thích dạng nhọn.

Đường liên tục đậm trên Fig.3 biểu thị sự phát xạ ánh sáng. Đường cong biểu thị sự tăng của cường độ trong quá trình xung nhọn, theo sau là sự giảm phát ánh sáng sau khi kết thúc sự kích thích. Cường độ hợp nhất thời gian của sự phát ánh sáng này, được biểu thị như là vùng được gạch bóng trên Fig.3, thu được từ xung kích thích của biên độ A_p trong thời gian T_p , viết đơn giản là PT_pA_p . Cường độ được tích tụ này của sự phát ánh sáng có sự phụ thuộc vào xác suất phát ánh sáng P , tuy nhiên, thành phần xác định tuổi thọ của phân tử mang vẫn còn chưa được tách hoặc được chiết ra từ đó.

Tuy nhiên, sự phát ánh sáng được thể hiện trên Fig.3 thể hiện đặc tính được biểu thị trên Fig.2 của hàm làm tắt dần theo hàm mũ $A_{Pe}-t/T$ trên đường đi xuống trong đó thông số tuổi thọ của phân tử mang T bị xoắn lại.

Theo sáng chế, phần phát ánh sáng làm tắt dần được biểu thị Fig.3, theo sự tăng và giảm của sự kích thích, được tách biệt nhằm xác định tuổi thọ của phân tử mang. Tuy nhiên, nhằm chiết xuất và xác định chỉ một phần của sự phát ánh sáng, vì quá trình phát xung có thể là rần rần, thiết bị rất nhanh chóng phát hiện ra ánh sáng cần thiết. Đồng thời, vì sự phát làm tắt dần cường độ có thể là rất yếu, cần phải có thiết bị thu được tín hiệu ánh sáng một cách liên tục và lặp đi lặp lại nhằm đạt được tín hiệu thích hợp.

Thiết bị và phương pháp xác định theo phương án cơ bản của sáng chế được biểu thị trên hình vẽ sơ đồ khối trên Fig.4, trong đó sự kích thích được áp dụng lên vật liệu và kết quả được lặp đi lặp lại nhiều lần và các phát xạ ánh sáng làm tắt dần được trích ra từ vật liệu đó được xác định.

Thiết bị 1 trên Fig.4 bao gồm thiết bị kích thích 10 và thiết bị phát hiện 20. Thiết bị kích thích 10 bao gồm nguồn kích thích 11 và thiết bị điều biến 12. Thiết bị phát hiện 20 bao gồm thiết bị điều biến 21, bộ lọc 22 và thiết bị tích tụ ánh sáng 23. Nguồn kích thích 11 thường là laser trạng thái rắn phát ánh sáng liên tục trong khi 12 và 21 là các bộ điều biến quang học. 23 là thiết bị hợp nhất ánh sáng bằng cách tích tụ ánh sáng theo thời gian và ở các vị trí cụ thể như là chẳng hạn là dãy bộ ghép nối điện tích CCD (CCD - Charge Coupled Device – Bộ ghép nối điện tích). 22 là thiết bị lọc bước sóng hoặc bộ lọc phân cực quang học.

Ánh sáng 14 có dạng sóng được biểu thị bởi sự kích thích phát xạ bởi 11 và được điều biến bởi 12 và được thể hiện trên Fig.5 (a). Ánh sáng liên tục 13 trên Fig.4 đi vào bộ điều biến quang học 12 nhanh chóng chuyển chỉ số khúc xạ của nó để cho phép ánh sáng đi qua. Cường độ của cường độ ánh sáng thu được ở 14 do đó tăng lên và hạ xuống theo kiểu sóng hình vuông như được biểu thị trên Fig.5 (a). Ánh sáng được điều biến 14 được thể hiện trên Fig.5 (a) có tỷ lệ công suất là 50%.

Sự phát quang 24 phát xạ từ sự 30 như là silic được kích thích bởi sự kích thích điều biến 14 có các sự biến đổi cường độ được thể hiện trên Fig.5.

(b). Cũng giống như được biểu thị trên Fig.3, sự phát quang 24 tăng lên một cách đột ngột về cường độ khi bắt đầu nâng sự kích thích một cách đột ngột của 14, sau đó thể hiện cường độ làm tắt dần khi sự kích thích giảm xuống.

Dạng sóng điều biến được áp dụng bởi thiết bị điều biến 21 trên phía xác định của thiết bị được thể hiện trên Fig.5 (c). Bộ điều biến 21 được tạo ra để được đồng bộ đảo với sự kích thích điều biến 14 dạng sóng được thể hiện trên Fig.5 (a), theo cách khi sự kích thích cường độ giảm trên 14, ánh sáng bắt đầu được cho phép đi qua theo sự điều biến quang học 21. Cả hai bộ điều biến 12 và 21 và như vậy được đồng bộ hoá bằng cách sử dụng tín hiệu điều khiển và thiết bị điều khiển để vận hành theo sự điều biến nghịch đảo tương hỗ này.

Ánh sáng được tách 25, khởi nguồn từ ánh sáng 24 phát xạ từ sự 30 do sự kích thích điều biến 14 và được cho phép đi qua nhờ bộ điều biến 21 được thể hiện trên Fig.5 (d). Ánh sáng được cho phép đi qua ở cuối quá trình sự kích thích 14 do có chỉ chứa phần cường độ làm tắt dần của sự phát ánh sáng như được thể hiện trên phần diện tích được gạch bóng 26.

Như được biểu thị trên Fig.5 (d), việc áp dụng sự điều biến được đồng bộ hoá nghịch đảo tương hỗ như là trên Fig.5 (c) là lý tưởng đối với việc trích chỉ phần làm tắt dần của sự phát ánh sáng 26 từ sự phát quang 24.

Ngoài ra, Fig.5 (b) biểu thị sự phát ánh sáng 24 của một điểm từ một diện tích cụ thể trên sự 30 mà từ đó ánh sáng làm tắt dần 26 được tách ra. Diện tích của một điểm sau đó được phản xạ như một ảnh điểm hoặc tế bào quang điện của dãy phát hiện của CCD trong thiết bị phát hiện 23.

Cường độ ánh sáng 25 được thể hiện trên Fig.5 (d) sau đó đi qua bộ lọc 22 trước khi tiếp cận thiết bị phát hiện 23, sao cho chỉ một số thành phần ánh sáng làm tắt dần 26 được trích ra. Các tế bào phát hiện CCD của thiết bị phát hiện 23 tích tụ ánh sáng trong một khoảng thời gian hợp nhất cụ thể và cường độ hợp nhất sau đó được lưu trong bộ nhớ. Đối với thời gian hợp nhất này, sự điều biến được thể hiện trên các hình vẽ Fig.5 (a), Fig.5(c) là nhanh hơn vài chu trình của ánh sáng làm tắt dần 25 được thể hiện trên Fig.5 (d) có thể được tích tụ theo một lần đo.

Như được biểu thị trên Fig.2 và Fig.3, tuổi thọ của phần tử mang T đặc trưng ánh sáng 26, phần làm tắt dần của sự phát ánh sáng ngay sau khi kết thúc sự kích thích và ánh sáng này được tích tụ nhiều lần nhờ thiết bị đo nhằm trích ra một cách hữu hiệu thông tin tuổi thọ của phần tử mang.

Mặc dù ánh sáng 26 được phát sinh bởi ánh sáng kích thích 14 là yếu, quá trình ứng dụng một cách nhanh chóng các sự điều biến được thể hiện trên Fig.5 (a) và Fig.5(c) làm cho nó xảy ra vài lần ánh sáng làm tắt dần 26 được tích tụ trong thời gian hợp nhất. Kết quả là, tín hiệu do ánh sáng được tích tụ bởi thiết bị phát hiện 23 từ ánh sáng 26 có lẽ là đủ cao so với tín hiệu của thiết bị phát hiện và các nguồn khác của độ ồn và một tín hiệu đáng kể có thể được trích ra.

Ánh sáng làm tắt dần 26 được tích tụ bởi thiết bị phát hiện 23 như là cường độ hợp nhất và được chuẩn hóa đối với trị số bảo hoà tầm số cao của chúng, được thể hiện trên đồ thị trên Fig.6, được vẽ như là hàm số của tần số sự kích thích và các thiết bị điều biến xác định 12 và 21. Trục tung thể hiện cường độ và trục hoành thể hiện tần số điều biến. Sự điều biến thu được của cường độ, đối với thời gian hợp nhất cố định được thể hiện trên Fig.6 trên đó các đường cong đối với các bước rời rạc của tuổi thọ của phần tử mang vật liệu là 50 nano giây, 70 nano giây, 100 nano giây, 150 nano giây, 200 nano giây, 300 nano giây và 500 nano giây được vẽ ra.

Đồ thị trên Fig.6 biểu thị ở tần số điều biến thấp, khi khoảng thời gian điều biến là dài hơn nhiều so với thông số tuổi thọ của phần tử mang T, gần như không có ánh sáng hoặc tương đối rất ít sự phát ánh sáng của ánh sáng làm tắt dần 26 được tích tụ trong quá trình thời gian hợp nhất. Và khi tần số tăng lên, tỷ lệ lớn hơn và lớn hơn của ánh sáng làm tắt dần 26 được tích tụ sao cho cường độ tăng lên theo tuyến tính.

Hơn nữa, vì tần số tăng lên và khoảng thời gian của sự điều biến T1 được thể hiện trên Fig.5 (c) của sự phát quang 24 tiếp cận với thông số tuổi thọ của phần tử mang T, có thể nhận thấy sự tăng siêu tuyến tính. Sự tiếp tục tăng tần số điều biến cuối cùng gây ra sự tích tụ ánh sáng làm tắt dần 26 bị bão hoà và như cường độ được xác định cuối cùng là bị bão hoà như được thể hiện trên Fig.6.

Khi thiết bị điều biến kích thích 12 vận hành với tỷ lệ công suất là 50% và thiết bị điều biến phát hiện 21 vận hành với tỷ lệ công suất là 50%, mức độ bão hoà về lý thuyết của cường độ là 1/4 của sự phát quang cường độ AcwP được thể hiện trên Fig.1 đối với trường hợp sự kích thích liên tục.

Fig.6 biểu thị đường nét đậm ở 50% của cường độ bão hoà đối với các chuỗi thời gian tuổi thọ của phần tử mang khác nhau. Gần phần cắt ngang của cường độ hợp nhất của từng đường cong và 50% đường, vùng có xu hướng gần tuyến tính được nhìn thấy như là hàm số của tỷ lệ tần số logarit được nhìn thấy.

Tần số trong phạm vi này là mong muốn khi lựa chọn một tần số đối với tần số điều biến kích thích và tần số điều biến phát hiện của các sự điều biến được thể hiện trên Fig.5 (a) và Fig.5(c) tương ứng. Trong trường hợp này Fig.6 thể hiện cường độ hợp nhất được chuẩn hóa sẽ tăng lên đối với tuổi thọ của phần tử mang dài hơn hoặc giảm xuống đối với tuổi thọ của phần tử mang ngắn hơn.

Một lần nữa, giả thiết rằng, cùng một hiệu suất phát ánh sáng làm tăng cùng cường độ phát ánh sáng AcwP đối với vài điểm trên vật liệu và sử dụng cùng tần số điều biến kích thích (tần số điều biến phát hiện), khi đó từng cường độ xác định sẽ biểu thị tuổi thọ của phần tử mang đối với vùng tương ứng của vật liệu. Đối với tuổi thọ của phần tử mang dài, cường độ được xác định phải là cao và đối với tuổi thọ của phần tử mang ngắn, cường độ được xác định phải là thấp, như vậy, trị số của tuổi thọ của phần tử mang được biểu thị trực tiếp theo cường độ của tiến hiệu được xác định.

Khi đó, trên cơ sở sự mô phỏng trên Fig.6, tương quan giữa tần số giao nhau của từng đường được vẽ ra đối với từng tuổi thọ của phần tử mang thông thường, trong

đó cường độ đạt đến 50% của trị số bảo hoà của nó và tuổi thọ các phần tử mang, được vẽ ra trên đồ thị trên Fig.7. Trục hoành biểu thị tuổi thọ của phần tử mang và trục tung là 1/tần số hoặc nói cách khác là các khoảng thời gian điều biến được biểu thị trên Fig.5 (a) và Fig.5(c) và mà cường độ đạt đến 50% đối với tuổi thọ của phần tử mang bình thường trong vật liệu đó.

Kết quả thu được từ sự mô phỏng được thể hiện trên Fig.7 là tương quan tuyến tính giữa tuổi thọ của phần tử mang và sự điều biến mà ở đó cường độ được xác định đạt đến 50% trị số bảo hoà của nó và tương quan này có thể được biểu thị theo thông số $K=0,13$. Nói cách khác nếu tần số điều biến mà ở đó cường độ hợp nhất là bằng 50% trị số bảo hoà của nó được biết như là F , khi đó tuổi thọ của phần tử mang T_x được cho là $T_x=0,13/F$. Ngoài ra, tương quan được biểu thị trên Fig.7 là không bị giới hạn bởi phạm vi tuổi thọ của phần tử mang từ 50 nano giây đến 500 nano giây.

Tương quan nêu trên cũng không bị giới hạn bởi phần cắt ngang khi cường độ hợp nhất đạt đến 50% trị số bảo hoà của nó. Tương quan tuyến tính tương tự có thể thu được đối với các phần cắt ngang cường độ tương đối, chẳng hạn, 40% hoặc 60%.

Các sự khác nhau về cường độ ánh sáng được nêu trên được quyết định bởi cả khả năng của vật liệu phát ánh sáng hoặc xác suất của sự phát ánh sáng làm tăng cường độ $AcwP$ và thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang của sự phát ánh sáng. Tuy nhiên như được giải thích khi sử dụng Fig.5 và Fig.6, bằng cách quét tần số điều biến có xác định một cách chính xác về định lượng thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

Hơn nữa, một khi tuổi thọ của phần tử mang đã được định lượng đối với 1 điểm trên vật liệu, có thể trích và định lượng các điểm khác theo một cách đơn giản là sử dụng các cách xác định ở 2 tần số điều biến cố định và lấy tỷ lệ giữa hai cường độ nhằm loại trừ thành phần cường độ (xác suất sự phát xạ ánh sáng). Việc sử dụng phương pháp này không nhất thiết phải quét tần số điều biến nhằm tách biệt và định lượng tuổi thọ của phần tử mang, vì việc xác định tốc độ cao của tuổi thọ của phần tử mang là có thể được. Phương pháp xác định này được mô tả như sau.

Từ Fig.9 đến Fig.11 là các hình vẽ thể hiện các kết quả được mô phỏng của phương pháp trích thông tin tuổi thọ của phần tử mang, sử dụng các đặc tính của vật liệu được giả định của xác suất phát ánh sáng và tuổi thọ của phần tử mang như một hàm số của vị trí.

Fig.9 là đồ thị thể hiện các dữ liệu mô phỏng mang tính giả thuyết đối với vật liệu có các đặc tính tương đối khác nhau và các xu hướng đối với xác suất phát ánh sáng và tuổi thọ của phần tử mang như là hàm số của vị trí. Trục hoành X biểu thị vị trí trên vật liệu. Vật liệu này được giả định có hiệu suất phát ánh sáng giảm dần từ bên trái sang bên phải, trong khi các đặc tính tuổi thọ của phần tử mang của nó biến đổi theo dạng sóng như được thể hiện trên hình vẽ.

Một vị trí nhất định trên trục X trên Fig.9, việc xác định được mô phỏng hoá ở sự điều biến ở 1 MHz được thể hiện trên Fig.10 (A), trên đó sự điều biến kích thích được ứng dụng 12 và sự điều biến xác định 21 là ngược về pha. Các dạng sóng trên Fig.10 (A) là giống như các dạng sóng đã được thể hiện trên Fig.5, (a) dạng sóng điều biến kích thích, (b) dạng sóng phát quang phát xạ từ vật liệu, (c) sự điều biến phía phát hiện và (d) phần làm tắt dần được tách ra thu được của cường độ ánh sáng.

Bằng cách tích tụ ánh sáng được tách được biểu thị trên Fig.10 (A) (d) trong quá trình thời gian hợp nhất cụ thể sử dụng thiết bị phát hiện CCD, cường độ hợp nhất thu được. Fig.11 là hình vẽ thể hiện các đồ thị biểu thị cường độ này như là hàm số vị trí đối với sự điều biến tần số 1 MHz là đường cong 31 được vẽ theo đường một gạch hai chấm.

Ngay như trên Fig.10 (A), Fig.10 (B) thể hiện (a) dạng sóng điều biến kích thích, (b) dạng sóng phát quang phát xạ từ vật liệu, (c) sự điều biến phía phát hiện và (d) phần làm tắt dần được tách ra thu được của cường độ ánh sáng, trong đó sự điều biến kích thích được ứng dụng 12 và sự điều biến phát hiện 21 là ngược nhau về pha, tuy nhiên, là đối với tần số điều biến 10MHz. Trên Fig.11, cường độ hợp nhất thu được là hàm số vị trí d thể hiện như là đường cong 32 được vẽ trên một đường thẳng liên tục.

Bằng cách chọn tỷ lệ sự phân bố cường độ thu được ở 1 MHz đường cong 31 so với đường cong phân bố cường độ 32 thu được ở 10 MHz, đường cong 33 thu được cũng được thể hiện trên Fig.11. Đường cong này gần giống với các số liệu tuổi thọ của phần tử mang ban đầu trên Fig.9, chứng tỏ rằng cần phải chọn tỷ lệ xác định như thế nào thu được ở hai tần số khác nhau cho phép trích thông tin tuổi thọ của phần tử mang.

Kết quả của sự mô phỏng trên các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.11 cũng được thể hiện trên Fig.8 trên đó tỷ lệ các cường độ thu được bằng cách kết hợp ánh sáng 26 ở 1

MHz đối nhau với các cường độ thu được bằng cách kết hợp ánh sáng 26 ở 10 MHz để phân bố các đặc tính vật liệu được vẽ ra trên trục tung như là hàm số của thông số tuổi thọ của phần tử mang T trên trục hoành. Cũng được thể hiện là các tuổi thọ của phần tử mang thông thường $T1=130$ nano giây, $T1/5$ và $2T$ trong phạm vi mà các đặc tính vật liệu trên Fig.9 thay đổi bất thường.

Như được thể hiện trên Fig.8, tương quan giữa cường độ xác định thu được và tuổi thọ của phần tử mang là gần như tuyến tính. Từ đây có thể đi tới kết luận rằng, chọn tỷ lệ của 2 cường độ hợp nhất được xác định ở các tần số điều biến khác nhau, có thể chuẩn hóa cường độ đối với xác suất phát ánh sáng của vật liệu khác nhau $AcwP$, nhằm thu được tín hiệu biểu thị sự thay đổi về tuổi thọ của phần tử mang.

Trường hợp trong đó không điều biến được ứng dụng cho sự kích thích hoặc cho ánh sáng phát xạ được thể hiện trên Fig.12. Sự kích thích liên tục được thể hiện trên (a), sự phát quang thu được trên (b), thiếu sự điều biến phát hiện trên (c) và sự phát quang được kích thích một cách liên tục không bị ảnh hưởng thu được tiếp cận bộ phát hiện CCD được thể hiện trên(d).

Cường độ hợp nhất tương ứng từ sự tích tụ ánh sáng tiếp cận đến bộ phát hiện CCD được biểu thị trên Fig.12 cũng được thể hiện trên Fig.11, sau khi chia cường độ này cho 4. Đường cong 34 do đó $1/4$ phát xạ ở sự kích thích liên tục được vẽ ra như là hàm số của vị trí. Sự rất giống nhau được thấy khi so sánh đường cong 32 thu được ở 10MHz với đường cong 34. Do đó, là thích hợp khi lấy tỷ lệ đường cong 31 được xác định ở 1 MHz với $1/4$ của cường độ thu được trong chu kỳ kích thích liên tục mà không áp dụng một sự điều biến nào sẽ dẫn đến xấp xỉ cùng đường cong 33.

Vì sự chuẩn hóa cường độ hợp nhất của sự phát quang được điều biến với sự phát quang được kích thích liên tục tạo khả năng trích thông tin tuổi thọ của phần tử mang.

Trong phần mô tả nêu trên, việc sử dụng phương án được ưu tiên mô tả sự điều biến kích thích 12 và sự điều biến phát hiện 21 được giả thiết là có các đặc tính năng và hạ của sóng hình vuông mỹ mãn và hơn nữa lại được vận hành đồng bộ hoàn toàn. Tuy nhiên, thiết bị điều biến thực tế có thể không có khả năng tạo ra sóng hình vuông này, sự sai lệch chút ít so với sự đồng bộ hoá hoàn toàn và cũng như các ảnh hưởng của độ ồn trong hệ thống có thể làm ảnh hưởng đến các đặc tính dạng sóng điều biến cuối cùng.

Tuy nhiên, phương pháp và thiết bị của sáng chế có thể vẫn trích thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang như được nêu trên, ngay cả khi lệch so với thời điểm hoàn thiện, với dạng sóng điều biến kích thích lý tưởng hoặc với các dạng sóng điều biến phát hiện lý tưởng hiện có.

Một phương án cụ thể, ánh sáng kích thích ánh sáng phát xạ bởi 11 được điều biến bởi 12 thu được dạng sóng hình thang được thể hiện trên Fig.13 (a). Đối với trường hợp này, ánh sáng phát xạ bởi vật liệu được thể hiện trên (b). Sự điều biến dạng hình thang tương tự được áp dụng cho phía bộ phát hiện bởi 21 và được thể hiện trên (c). Các dạng sóng điều biến (a) và (c) được điều biến và được đồng bộ hoá ở cùng tần số và ngược nhau tương hỗ theo. Dạng sóng của ánh sáng thu được 25 đã được trích từ sự phát quang 24 trước khi tiếp cận thiết bị phát hiện 23, được thể hiện trên (d).

Vì dạng sóng điều biến (c) trùng với dạng sóng (b) việc điều biến phát xạ ánh sáng (a), một phần của ánh sáng 26a của ánh sáng 25 được thể hiện trên (d) không chứa không chỉ ánh sáng từ cường độ làm tắt dần, mà còn chứa một phần ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích.

Cùng các đặc tính vật liệu được sử dụng trước đây, đối với tuổi thọ của phần tử mang và xác suất phát ánh sáng được thể hiện trên Fig.9, khi đó được sử dụng đối với trường hợp được biểu thị trên Fig.13 để mô phỏng hoá cường độ hợp nhất thu được.

Fig.14 thể hiện kết quả việc ứng dụng các dạng sóng trên Fig.13 (a) và Fig.13 (c) ở tần số 1 MHz, trong đó đường gạch hai chấm 31a biểu thị cường độ hợp nhất của ánh sáng được tách 25 tiếp cận bộ phát hiện CCD. Một lần nữa, đối với việc ứng dụng các dạng sóng điều biến trên các hình vẽ Fig.13(a) và Fig.13(c) ở tần số 10

MHz, cường độ hợp nhất thu được đường cong 32a được vẽ như một đường thẳng liên tục trên hình vẽ.

Tỷ lệ của cường độ được xác định đối với sự điều biến 1 MHz và việc xác định cường độ đối với sự điều biến 10MHz được thể hiện như là vết 33a. Đường cong này mang sự giống nhiều với các số liệu tuổi thọ của phần tử mang được thể hiện trên Fig.9. Tức là, ngay khi sử dụng các đặc tính điều biến trên Fig.13 và sử dụng tỷ lệ của cường độ thu được ở 2 tần số khác nhau, thông tin gắn liền với tuổi thọ của phần tử mang có thể được trích ra.

Tỷ lệ các cường độ được xác định đối với sự điều biến 1 MHz và 10 MHz được vẽ ra so với tuổi thọ của phần tử mang thông thường trên Fig.15. Fig.15 được đánh giá

theo cùng phương thức như đối với Fig.8. Fig.15 thể hiện rằng, tỷ lệ này trên cơ sở các đặc tính điều biến được biểu thị trên Fig.13, có tương quan gần tuyến tính với sự tăng tuổi thọ của phân tử mang, do đó thể hiện sự tương ứng tỷ lệ được xác định và tuổi thọ của phân tử mang.

Một lần nữa, $1/4$ cường độ ánh sáng phát xạ theo sự kích thích liên tục được biểu thị trên Fig.12 (b) được vẽ thành đồ thị trên Fig.14 là đường cong 34 như là hàm số vị trí. Đường cong về cơ bản là giống với đường cong 32a đối với sự điều biến dạng hình thang trên 10MHz. Do đó, tỷ lệ cường độ hợp nhất thu được bằng cách sử dụng sự điều biến hình thang đối đầu với cường độ hợp nhất được xác định đối với sự kích thích liên tục có thể cũng được sử dụng để trích thông tin tuổi thọ của phân tử mang.

Theo sự mô phỏng được thể hiện trên Fig.16, sự kích thích giống với dạng sóng hình sin được sử dụng và được thể hiện trên (a). Với trường hợp này, ánh sáng phát xạ bởi vật liệu 24 được thể hiện trên (b). sự điều biến dạng hình sin tương tự được áp dụng đối với phía phát hiện và được thể hiện trên (c). Các dạng sóng điều biến của (a) và (c) là điều biến và được đồng bộ hóa ở cùng tần số và đối nhau tương hức về pha. Dạng sóng của ánh sáng thu được 25 đã được trích ra từ sự phát quang 24 trước khi tiếp cận thiết bị phát hiện 23, được thể hiện trên (d).

Một lần nữa vì dạng sóng điều biến (c) chồng lên dạng sóng (b), việc điều biến ánh sáng phát xạ (a), một phần của ánh sáng 26a của ánh sáng 25 được thể hiện trên (d) không chứa không chỉ ánh sáng từ cường độ làm tắt dần, mà còn chứa một số phần ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích.

Trên Fig.17, đường cong 31b biểu thị cường độ hợp nhất thu được từ sự điều biến dạng hình sin trên Fig.16 ở 1 MHz, đường cong 32b thu được từ ở 10MHz đối với sự điều biến tương tự và đường cong 33b thu được từ tỷ lệ của các đường cong 31b và 32b được thể hiện. Đường cong thu được 33b này khá giống với thành phần xác định tuổi thọ của phân tử mang của số liệu vật liệu trên Fig.9, chứng tỏ rằng có thể trích thông tin liên quan đến tuổi thọ của phân tử mang.

Một lần nữa, nếu đường cong 31b được bình thường hóa sử dụng đường cong 34 biểu thị $1/4$ của cường độ thu được theo sự kích thích liên tục, các đặc tính thu được cũng giống với các đặc tính của đường cong 33b.

Fig.18 thể hiện tương quan gần như tuyến tính giữa tuổi thọ của phân tử mang và tỷ lệ của hai cường độ hợp nhất được xác định ở các tần số 1 MHz và 10MHz, cũng

như tỷ lệ của các tần số này. Fig.18 vì vậy thể hiện thậm chí đối với việc xác định điều biến xung hình sin và tỷ lệ của 2 tần số điều biến khác nhau có sự tương ứng đối với thông tin liên quan đến tuổi thọ của phân tử mang.

Sau đây, các phương pháp khác trong đó sự bình thường hóa cường độ được xác định bằng cách sử dụng tỷ lệ 2 sự điều biến, như là sử dụng bx tần số khác nhau hoặc bằng cách sử dụng 1/4 cường độ kích thích liên tục, nhằm loại bỏ sự phụ thuộc cường độ phát ánh sáng và sự trích tuổi thọ của phân tử mang đã cho.

Sự mô phỏng được biểu thị trên Fig.19 là trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ được chọn ở giữa hai dạng sóng khác nhau.

Các dạng sóng điều biến trên Fig.19 (A) là giống như các dạng sóng điều biến trên 10 (A). Sự điều biến kích thích sóng xung vuông được thể hiện trên (a) và sự điều biến phát hiện sóng xung vuông được thể hiện trên (c). Các dạng sóng trên (a) và (c) được đồng bộ hóa ở 1 MHz và đối nhau tương hỗ theo pha. Ánh sáng được tách được tích tụ bởi CCD trong quá trình hợp nhất được thể hiện trên (d). Kết quả của việc áp dụng này đối với các đặc tính vật liệu là hàm số vị trí như được thể hiện trên đường cong 31c của Fig.20 được vẽ ra như là đường gạch hai chấm.

Các dạng sóng điều biến trên Fig.19 (B) là giống như các dạng sóng điều biến trên Fig.16, trong đó sự điều biến kích thích (a) và sự điều biến phát hiện (c) là các đường cong xung hình sin. Các sự điều biến (a) và (c) được áp dụng ở cùng tần số và được dịch chuyển pha theo các góc 180 độ. Tiếp theo, chúng được ứng dụng ở cùng tần số 1 MHz như là các sự điều biến sóng xung vuông trên Fig.19 (A) (a) và (c). Kết quả của sự điều biến xung hình sin này được thể hiện như là đường cong 32c trên Fig.20, được vẽ ra như là đường nét đậm.

Tỷ lệ của cường độ được điều biến sóng xung vuông 31c đối đầu với cường độ được điều biến sóng xung hình sin 32c được thể hiện như là đường cong 33c trên Fig.20. Nó thể hiện rằng, đường cong này là gần giống với đường cong biểu thị tuổi thọ của phân tử mang các số liệu vật liệu được thể hiện trên Fig.9.

Tỷ lệ của cường độ được điều biến sóng xung vuông đối đầu với cường độ được điều biến sóng xung hình sin được vẽ ra trên Fig.21 đối với tuổi thọ của phân tử mang thông thường. Từ Fig.21, chúng ta nhìn thấy xu hướng tỷ lệ cường độ tăng tương ứng với sự tăng tuổi thọ của phân tử mang.

Sự mô phỏng được thể hiện trên Fig.22 là trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ được chọn ở giữa hai dạng sóng mà pha tương đối ở giữa dạng sóng điều biến kích thích và các dạng sóng điều biến phát hiện là sự dịch chuyển.

Các dạng sóng điều biến trên Fig.22 (A) là giống như các dạng sóng trên Fig.10 (A) hoặc Fig.19 (A). Các dạng sóng xung vuông trên (a) và (c) được đồng bộ ở 1 MHz và được dịch chuyển pha tương hỗ theo các góc 180 độ. Ánh sáng được tách được tích tụ bởi CCD trong quá trình hợp nhất như được thể hiện trên trên (d). Kết quả của việc áp dụng này đối với các đặc tính vật liệu là hàm số vị trí được thể hiện trên đường cong 31d trên Fig.23 được vẽ ra như là đường gạch hai chấm.

Các dạng sóng điều biến trên Fig.22 (B) hiển thị sự dịch chuyển pha tương hỗ 0. Cả các dạng sóng được thể hiện trên (a) và (c) là các sóng xung vuông của tỷ lệ công suất là 50% được áp dụng đồng bộ ở tần số 1 MHz. Sự phân bố thu được của việc ứng dụng này đối với các đặc tính vật liệu được thể hiện trên đường 32d của Fig.23.

Tỷ lệ của cường độ điều biến 31d đối đầu với cường độ điều biến 32d được thể hiện như là đường cong 33d trên Fig.23. Nó thể hiện rằng, đường cong 33d này là rất giống với đường cong biểu thị tuổi thọ của phần tử mang các số liệu vật liệu được thể hiện trên Fig.9.

Fig.24 thể hiện tương quan giữa tuổi thọ của phần tử mang thông thường và tỷ lệ (cường độ hợp nhất thu được từ các sự điều biến trên Fig.22 (A)/cường độ hợp nhất thu được từ các sự điều biến trên Fig.22 (B)). Từ Fig.24 chúng ta thấy rằng, thông tin tuổi thọ của phần tử mang có thể được trích bằng cách sử dụng tỷ lệ cường độ hợp nhất được xác định bằng cách sử dụng các sự điều biến các sóng xung vuông được dịch chuyển pha tương đối khác nhau về phía phát hiện (c) so với các sóng hình vuông kích thích (a).

Sự kích thích được biểu thị trên các hình vẽ từ Fig.25 đến Fig.26 chứng tỏ thông tin tuổi thọ của phần tử mang, từ các số liệu vật liệu trên Fig.9, có thể được trích bằng cách sử dụng tỷ lệ được xác định các cường độ từ các sự điều biến có các tỷ lệ công suất khác nhau.

Các dạng sóng điều biến trên Fig.25 (A) là giống như các dạng sóng trên các hình vẽ Fig.10 (A), Fig.19 (A) hoặc Fig.21 (A), trong đó sự điều biến kích thích được thể hiện trên (a) và sự sự điều biến phát hiện được thể hiện trên (c) là các sóng dạng

vuông được đảo ngược tương hỗ được đồng bộ hóa ở tần số 1 MHz. Các dạng sóng điều biến trên Fig.25 (B) cũng là các sóng dạng xung vuông được đảo ngược tương hỗ được đồng bộ hóa ở tần số 1 MHz với sự điều biến kích thích được thể hiện trên (a) và sự điều biến phát hiện được thể hiện trên (c). Tuy nhiên, so với Fig.25 (A) thể hiện các sự điều biến với tỷ lệ công suất là 50:50, các sự điều biến trên Fig.25 (B) có tỷ lệ công suất điều biến là 90:10.

Trên Fig.26, cường độ được hợp nhất đối với sự điều biến được biểu thị trên Fig.25 (A) được vẽ ra như là đường gạch hai chấm 31f và cường độ được hợp nhất đối với sự điều biến được biểu thị trên Fig.25 (B) được vẽ ra như là đường thẳng liên tục 32f. Một lần nữa tỷ lệ các đường cong 31f và 32f được thể hiện như là 33f. Một lần nữa, đường cong 33f được thấy là rất giống với đường cong biểu thị tuổi thọ của phân tử mang các số liệu vật liệu được thể hiện trên Fig.9.

Fig.27 thể hiện tương quan giữa tuổi thọ của phân tử mang thông thường và tỷ lệ (cường độ hợp nhất thu được từ các sự điều biến trên Fig.25 (A)/cường độ hợp nhất thu được từ các sự điều biến trên Fig.25 (B)). Từ Fig.27 chúng ta nhìn thấy rằng, thông tin tuổi thọ của phân tử mang có thể được trích ra bằng cách sử dụng tỷ lệ các cường độ được xác định bằng cách sử dụng các dạng sóng điều biến của các tỷ lệ công suất khác nhau.

Từng phương án được nêu trên được mô tả theo các cấu hình của phương án cụ thể như sau.

(1) Trường hợp trong đó tỷ lệ cường độ được xác định được chọn đối với hai tần số điều biến khác nhau.

(2) Trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ thu được bằng cách chia cường độ được xác định trong quá trình điều biến theo cường độ thu được trong chu kỳ kích thích liên tục.

(3) Trường hợp trong đó sự điều biến không được biểu thị theo các dạng sóng xung vuông không trên phía kích thích không trên phía phát hiện.

(4) Trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ thu được từ hai sự điều biến với các dạng sóng có các sự lệch pha tương đối khác nhau.

(5) Trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ thu được từ hai sự điều biến có các sự lệch pha khác nhau giữa các điều biến kích thích đối với sự điều biến phát hiện.

(6) Trường hợp trong đó tỷ lệ các cường độ thu được từ các sự điều biến có hai tỷ lệ công suất khác nhau.

Cũng có thể kết hợp các điều kiện được nêu trên. Chẳng hạn, tỷ lệ của cường độ thu được bằng cách sử dụng sự điều biến dạng sóng xung vuông ở 1 MHz được thể hiện trên Fig.28 (A) đối với cường độ thu được bằng cách sử dụng bước sóng xung hình sin được điều biến ở 10 MHz được thể hiện trên Fig.29 (B), cũng có thể được sử dụng để trích thông tin liên quan đến tuổi thọ của phân tử mang.

Một lần nữa, theo các phương án cụ thể như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.10 (A), là các phương án thể hiện ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích vật liệu và việc xảy ra cường độ làm tắt dần sau khi sự kích thích có thể được tách bằng cách sử dụng hai sóng dạng xung vuông ở 50% công suất và pha đối được áp dụng như là sự điều biến kích thích (a) và sự điều biến phát hiện (c). Về vấn đề này, như là một phương án cụ thể được biểu thị trên Fig.29, tỷ lệ công suất và các sự lệch pha là không bị giới hạn ở 50% và 180 độ. Theo phương án cụ thể trên Fig.29, với tỷ lệ công suất là 40% và sự lệch pha là 144 độ giữa sự điều biến kích thích và sự điều biến phát hiện, cũng có thể tách thành phần của sự phát ánh sáng làm tắt dần.

Thiết bị 40 theo phương án được ưu tiên trên Fig.30 biểu thị kết cấu lý tưởng để ứng dụng phương pháp xác định được mô tả đối với điểm này.

Ngay như đối với thiết bị 1 của phương án cơ sở trên Fig.4, thiết bị kích thích 10 được tạo ra từ nguồn kích thích 11 và thiết bị điều biến kích thích 12. Nguồn kích thích 11 là laser trạng thái rắn và thiết bị điều biến 12 là bộ điều biến nghe nhìn. Ánh sáng 13 phát xạ bởi nguồn kích thích, được điều biến bởi 12 biến thành ánh sáng kích thích được điều biến 14.

Thấu kính 41 được đặt sau khi thiết bị điều biến 12 đóng vai trò dẫn hướng ánh sáng kích thích 14 lên một vùng cụ thể trên một diện tích vật liệu 30. Thấu kính 41 có thể là thấu kính chuẩn trực, thấu kính điều tiêu lớn, thấu kính lệch tiêu hoặc là sự kết hợp của chúng, sao cho sự kích thích được tối ưu hóa ở vị trí của vật liệu 30.

Thiết bị phát hiện 20 được tạo ra từ thiết bị điều biến 21 và thiết bị phát hiện ánh sáng 23. Thiết bị điều biến 21 là bộ điều biến nghe nhìn. Thấu kính chuẩn trực 42 được định vị ở giữa vật liệu và thiết bị điều biến 21. Sự phát quang 24 phát xạ từ vật liệu 30 từ một vùng cụ thể đi qua thấu kính chuẩn trực 42, một phần ánh sáng đi qua thiết bị điều biến 21, sao cho ánh sáng được tách 25 tiếp cận đến thiết bị phát hiện 23.

Thiết bị phát hiện 23 là một dãy các tế bào quang điện bộ phát hiện từ CCD, trước khi ống kính máy ảnh 43 được đặt để hội tụ ánh sáng được tách 25. Ngoài ra, thiết bị phát hiện 21 có thể được trang bị bộ lọc 22 được thể hiện trên Fig.4 nếu cần thiết.

Nếu dãy các tế bào phát hiện của thiết bị phát hiện CCD 23 được bố trí theo hai dãy kích thước, sự phát quang 24 phát xạ từ vật liệu 30 từ vài vị trí trong một vùng diện tích được thống nhất đồng thời bởi từng tế bào quang điện bộ phát hiện CCD tạo khả năng thu được thông tin tuổi thọ của phần tử mang và hiệu chỉnh thông tin với từng vị trí. Hơn nữa, đối với từng tế bào quang điện bộ phát hiện CCD, cường độ hợp nhất được xác định được xử lý và so sánh để thu được đường cong phân bố như là 33 trên Fig.11, nhằm trích thông tin liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang của các điểm độc lập trong phạm vi một diện tích lớn trên vật liệu.

Một lần nữa, nếu dãy các tế bào phát hiện của thiết bị phát hiện CCD 23 được bố trí theo một dãy hoặc theo nhiều dãy, vật liệu 30 có thể được di chuyển theo bậc hoặc một cách liên tục theo hướng vuông góc với các dãy này nhờ thiết bị chuyển động vận chuyển 45, theo cách mà thiết bị phát hiện CCD 23 có thể lần lượt đạt được sự phát quang từ một diện tích lớn của vật liệu 30. Điều này có thể cũng được kết thúc nhờ vị trí cố định của vật liệu 30 trong khi làm chuyển động thiết bị đo 40.

Như được thể hiện trên Fig.30, thiết bị đo 40 được trang bị cụm điều khiển sự điều biến 46. Từ cụm điều khiển 46 này, thiết bị điều biến kích thích 12 và thiết bị điều biến phát hiện 21 được kiểm soát và như được thể hiện trên từng hình vẽ, áp dụng các sự điều biến đối với ánh sáng kích thích và ánh sáng phát xạ.

Thiết bị đo 40 cũng được trang bị bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm 47, là cụm sẽ điều khiển nguồn kích thích 11 cũng như các thiết bị điều biến 12 và 21. Đồng thời, đối với từng thời gian hợp nhất trong quá trình mà cường độ phát ánh sáng được tích tụ được số hóa nhờ thiết bị xác định CCD, tiết kiệm được bộ nhớ nhờ cụm điều khiển và xử lý 47, trong đó các tỷ lệ cường độ được chọn thu được các đường cong như là đường 33 trên Fig.11. Đối với từng tế bào quang điện của thiết bị phát hiện của bộ phát hiện CCD thu được điểm ảnh có cường độ liên quan đến tuổi thọ của phần tử mang ở vị trí cụ thể trong một phạm vi diện tích của vật liệu 30.

Thông tin được xử lý bởi cụm 47 cho ra tuổi thọ của phần tử mang đối với các vị trí trên vật liệu trong phạm vi diện tích cụ thể sau đó có thể được hiển thị như là các trị số tuổi thọ trên một bảng hoặc kết quả có thể được biểu thị như là bóng của hình

ảnh. Trong trường hợp sau, từng tế bào quang điện của bộ phát hiện CCD được biểu thị theo ảnh điểm trên hình ảnh.

Trên Fig.31, thiết bị đo 40A được trang bị với bộ tách chùm tia 51 để tách sự phát quang 24 phát xạ từ vật liệu 30, khi đó ánh sáng được tách được chuẩn trực bằng cách sử dụng ống kính máy ảnh thứ cấp 52. Phần này của ánh sáng phát xạ không đi qua thiết bị điều biến phát hiện và được tích tụ bởi thiết bị xác định thứ cấp 53. Trong thiết bị đo 40A, sự tích tụ của cả cường độ điều biến của sự phát quang 24 và cường độ không điều biến của sự phát quang 24 có thể được tiến hành theo một lần đo.

Thiết bị điều biến thứ cấp cũng có thể được lắp vào giữa bộ tách chùm tia 51 và thiết bị phát hiện 53 nhằm tạo khả năng xác định hai sự điều biến khác nhau của sự phát quang 24 trong một lần đo.

Ngoài ra, các phương án cải biến khác nhau là có thể có và sáng chế không bị giới hạn bởi các phương án được nêu trên.

Chẳng hạn, nếu nguồn kích thích 11 là laze dạng xung không liên tục, khi đó thiết bị điều biến 12 sẽ không đòi hỏi nhằm thu được các sự điều biến với các tỷ lệ công suất khác nhau. Một lần nữa, nếu thiết bị phát hiện là thiết bị có khả năng ngăn cản kiểu gián đoạn tín hiệu không để tích tụ trong bộ nhớ trong phạm vi thiết bị, khi đó ngay cả khi không có thiết bị điều biến 21 nó sẽ có thể tách biệt sự phát quang làm tắt dần, hợp nhất tín hiệu đối với thời gian thống nhất cố định để trích tương tự thông tin tuổi thọ của phân tử mang.

Cũng có thể thay thế nguồn kích thích 10 bởi thiết bị không phải là nguồn sáng, mà có thể kích thích các phân tử mang trong phạm vi vật liệu 30 sử dụng theo chu kỳ sự kích thích bằng điện sao cho ánh sáng phát xạ trong quá trình tái kết hợp cặp điện tử-lỗ trống qua quá trình hiện tượng điện phát sáng, nhờ đó tạo khả năng xác định tuổi thọ của phân tử mang.

Mặc dù thiết bị và các phương pháp xác định theo sáng chế có các ứng dụng nhìn thấy trước đối với các vật liệu tiêu biểu như là silic (Si), indii phosphua (InP), silic carbit (SiC), gali arsenua (GaAs), silic germani (SiGe), germani (Ge), hợp chất chalcopyrit (CuInS₂), các hợp kim chalcopyrit tinh thể hoặc đa tinh thể (Cu (In, Ga) Se₂), các fuleren (C₆₀) và các chất bán dẫn hữu cơ khác, không bị giới hạn bởi các vật liệu này.

Đồng thời, với điều kiện một phương pháp nào đó kích thích các phần tử mang bên trong vật liệu mà chúng cuối cùng hạ xuống mức năng lượng thấp hơn, dù là quang năng hoặc điện năng, các ứng dụng có thể được kéo dài đến các vật liệu như các hợp chất hữu cơ và các polyme.

Chú thích các số chỉ dẫn và các ký hiệu

- 1 Thiết bị đo
- 10 Thiết bị kích thích
- 11 Nguồn kích thích
- 12 Thiết bị điều biến
- 13 Ánh sáng liên tục
- 14 Ánh sáng kích thích
- 20 Thiết bị dò
- 21 Thiết bị điều biến
- 22 Bộ lọc
- 23 Thiết bị tích tụ ánh sáng
- 24 Sự phát quang
- 25 Ánh sáng được tách
- 26 Ánh sáng được làm tắt dần
- 30 Vật liệu bán dẫn
- 40 Thiết bị đo
- 41 Thấu kính
- 42 Thấu kính chuẩn trực
- 43 Ống kính máy ảnh
- 45 Thiết bị tinh tiến
- 46 Cụm điều khiển sự điều biến
- 47 Cụm điều khiển chính và xử lý
- 51 Bộ tách chùm tia
- 52 Ống kính máy ảnh
- 53 Thiết bị tích tụ ánh sáng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang bao gồm bước kích thích vật liệu và bước phát hiện ánh sáng phát xạ từ vật liệu đó, khác biệt ở chỗ:

bước kích thích vật liệu sao cho các chu kỳ kích thích (21) được lặp đi lặp lại ở những khoảng thời gian có tính chu kỳ; tách quang ánh sáng phát xạ được làm tắt dần sau thời điểm kết thúc chu kỳ kích thích từ ánh sáng phát xạ từ vật liệu trong suốt chu kỳ kích thích bằng dụng cụ điều biến phát hiện; và

cung cấp các phát xạ ánh sáng được làm tắt dần riêng rẽ đến thiết bị phát hiện ánh sáng (23), để dụng cụ phát hiện ánh sáng này phát hiện và tích tụ bằng cách tổ hợp các phát xạ ánh sáng được làm tắt dần riêng rẽ trong phạm vi thời gian tổ hợp mà kéo dài các chu kỳ kích thích để xác định tuổi thọ trên cơ sở cường độ ánh sáng được tích tụ và phát hiện trong thời gian tổ hợp.

2. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 1, trong đó vật liệu này được kích thích ở các tần số để thu được các cường độ phát xạ ánh sáng được làm tắt dần được tích tụ từ vật liệu này, trong đó các cường độ này được chuẩn hóa để loại bỏ thành phần cường độ phát xạ bằng cách tính tỷ số của các cường độ đo được ở các tần số khác nhau, để tách biệt và định lượng thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang của các cường độ này.

3. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang được tách biệt, việc loại bỏ thành phần cường độ phát xạ bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được bằng cách tích tụ các chu kỳ làm tắt dần với cường độ thu được khi vật liệu này bị kích thích, và trong đó sự chuẩn hóa cường độ thu được nhờ sự phát hiện một cách liên tục ánh sáng phát xạ từ vật liệu này trong khi sự kích thích được lặp đi lặp lại ở các khoảng thời gian có tính chu kỳ.

4. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 1, trong đó sự kích thích vật liệu được ứng dụng được điều biến ở các dạng sóng khác nhau để thu được cường độ ánh sáng làm tắt dần được tích tụ phát xạ từ vật liệu được kích thích bởi các dạng

sóng điều biến riêng lẻ, và tại đó thành phần cường độ phát sáng được loại bỏ bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ các sự điều biến bằng các dạng sóng khác nhau nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

5. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 1, trong đó ánh sáng phát xạ từ vật liệu được điều biến bởi các dạng sóng với các pha khác nhau để thu được cường độ ánh sáng được làm tắt dần được tích tụ, và trong đó thành phần cường độ phát sáng được loại bỏ bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ sự điều biến với các pha khác nhau nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

6. Phương pháp xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 1, trong đó tỷ lệ công suất của sự điều biến kích thích vật liệu và tỷ lệ công suất của sự điều biến phát hiện ánh sáng trong quá trình mà ánh sáng được làm tắt dần được tách ra từ ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích đều khác nhau, và trong đó thành phần cường độ phát xạ được loại bỏ bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ các phép đo xác định trong đó các tỷ lệ công suất là khác nhau nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang.

7. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang để kích thích vật liệu và phát hiện ánh sáng phát xạ từ vật liệu đó, thiết bị này bao gồm:

dụng cụ kích thích (10) được cấu tạo để kích thích vật liệu sao cho các chu kỳ kích thích được lặp đi lặp lại trong những khoảng thời gian có tính chu kỳ;

dụng cụ điều biến phát hiện (21) được cấu tạo để tách ánh sáng được làm tắt dần phát xạ sau khi kết thúc chu kỳ kích thích từ ánh sáng phát xạ từ vật liệu trong suốt chu kỳ kích thích; và

dụng cụ phát hiện ánh sáng (23) được cấu tạo để nhận, tích tụ và phát hiện các phát xạ ánh sáng được làm tắt dần riêng rẽ trong thời gian tổ hợp mà kéo dài các chu kỳ kích thích.

8. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 7, trong đó dụng cụ phát hiện bao gồm dụng cụ điều biến để phân tách ánh sáng phát xạ từ vật liệu giữa ánh sáng phát xạ trong suốt chu kỳ kích thích và ánh sáng phát xạ trong suốt chu kỳ làm tắt dần, và còn bao gồm dụng cụ phát hiện ánh sáng để tích tụ và phát hiện ánh sáng qua các chu kỳ làm tắt dần phát xạ ánh sáng trong suốt thời gian tổ hợp tương ứng với thời gian đo.

9. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm 8, trong đó dụng cụ phát hiện bao gồm dụng cụ phát hiện ánh sáng để nhận không liên tục ánh sáng phát xạ từ vật liệu để tách ánh sáng được làm tắt dần từ ánh sáng phát xạ trong chu kỳ kích thích, phát hiện và tích tụ qua các chu kỳ làm tắt dần phát xạ ánh sáng.

10. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm bất kỳ trong số các điểm 7 đến 9, trong đó dụng cụ kích thích được cấu tạo thích hợp để thay đổi tần số kích thích được áp dụng lên vật liệu, và bao gồm bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm để chuẩn hóa tín hiệu thu được bằng dụng cụ phát hiện để loại bỏ thành phần cường độ phát xạ nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang bằng cách tính tỷ lệ giữa các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ sự kích thích ở các tần số khác nhau.

11. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm bất kỳ trong số các điểm 7 đến 9, trong đó dụng cụ kích thích (10) thích hợp để kích thích vật liệu sao cho các chu kỳ kích thích được lặp đi lặp lại trong những khoảng thời gian có tính chu kỳ, và bao gồm bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm để chuẩn hóa tín hiệu thu được nhờ thiết bị phát hiện để loại trừ thành phần cường độ phát sáng, nhằm tách biệt thành phần xác định tuổi thọ của phần tử mang bằng cách tính tỷ lệ giữa các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ các phép đo xác định nêu trên với các cường độ ánh sáng thu được từ sự phát hiện liên tục ánh sáng phát xạ từ vật liệu này.

12. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm bất kỳ trong số các điểm 7 đến 9, trong đó dụng cụ phát hiện (23) được cấu tạo thích hợp để điều biến, phát hiện và tích tụ các phát xạ ánh sáng được làm tắt dần mà các kích thích được áp dụng lên vật liệu đã được điều biến bởi các dạng sóng khác nhau, và bao gồm bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm để chuẩn hóa tín hiệu thu được bởi dụng cụ phát hiện nhằm loại trừ

thành phần cường độ phát sáng, bằng cách tính tỷ lệ các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ các sự điều biến với các dạng sóng khác nhau.

13. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm bất kỳ trong số các điểm 7 đến 8, trong đó dụng cụ phát hiện (23) thích hợp để điều biến, phát hiện và tích tụ các sự phát ánh sáng làm tắt dần mà các sự kích thích được áp dụng lên vật liệu đã được điều biến bởi các dạng sóng ở các pha khác nhau, và bao gồm bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm để chuẩn hoá tín hiệu thu được bởi dụng cụ phát hiện nhằm loại trừ thành phần cường độ phát xạ, bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ sự điều biến với các dạng sóng ở các pha khác nhau.

14. Thiết bị xác định tuổi thọ của phần tử mang theo điểm bất kỳ trong số các điểm 7 đến 9, trong đó dụng cụ kích thích (10) thích hợp để thay đổi tỷ lệ công suất của các kích thích có tính chu kỳ được áp dụng lên vật liệu, và dụng cụ phát hiện có khả năng thay đổi tỷ lệ công suất của trong suốt chu kỳ mà ánh sáng được làm tắt dần được tách ra từ ánh sáng phát xạ trong suốt chu kỳ kích thích này, và bao gồm bộ phận điều khiển và xử lý trung tâm để chuẩn hóa tín hiệu thu được bởi thiết bị phát hiện để loại trừ thành phần cường độ phát sáng, bằng cách tính tỷ lệ của các cường độ ánh sáng được phát hiện thu được từ sự điều biến với các dạng sóng theo các tỷ lệ công suất khác nhau.

Fig. 1

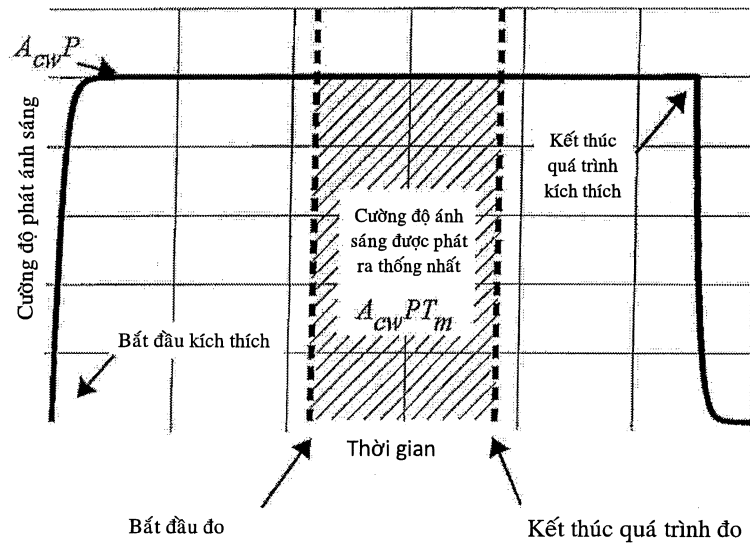


Fig. 2

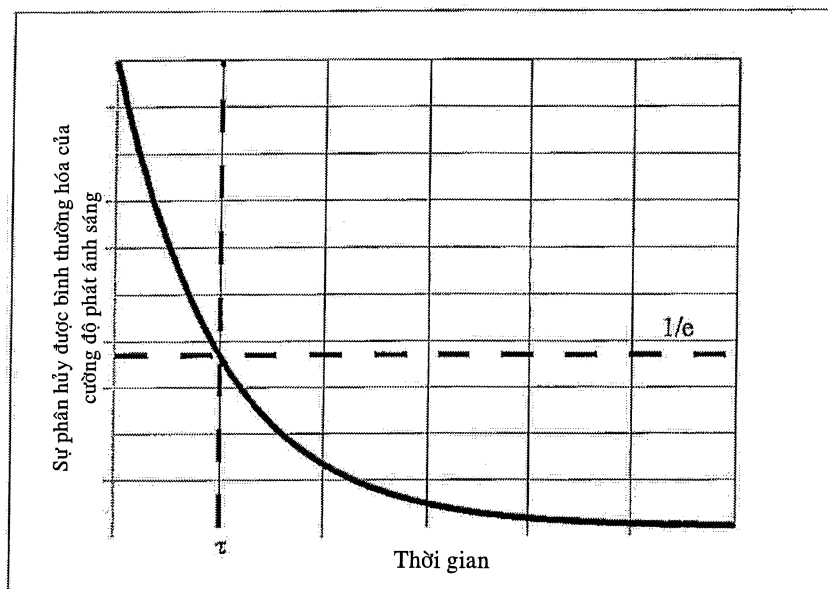


Fig. 3

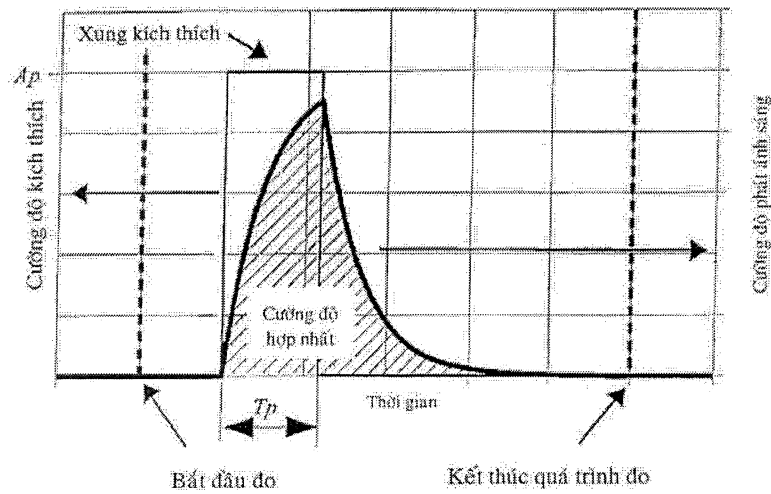


Fig. 4

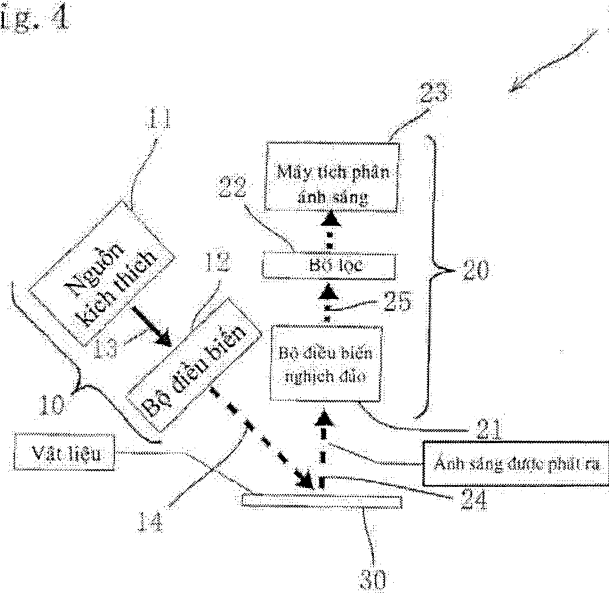


Fig. 5

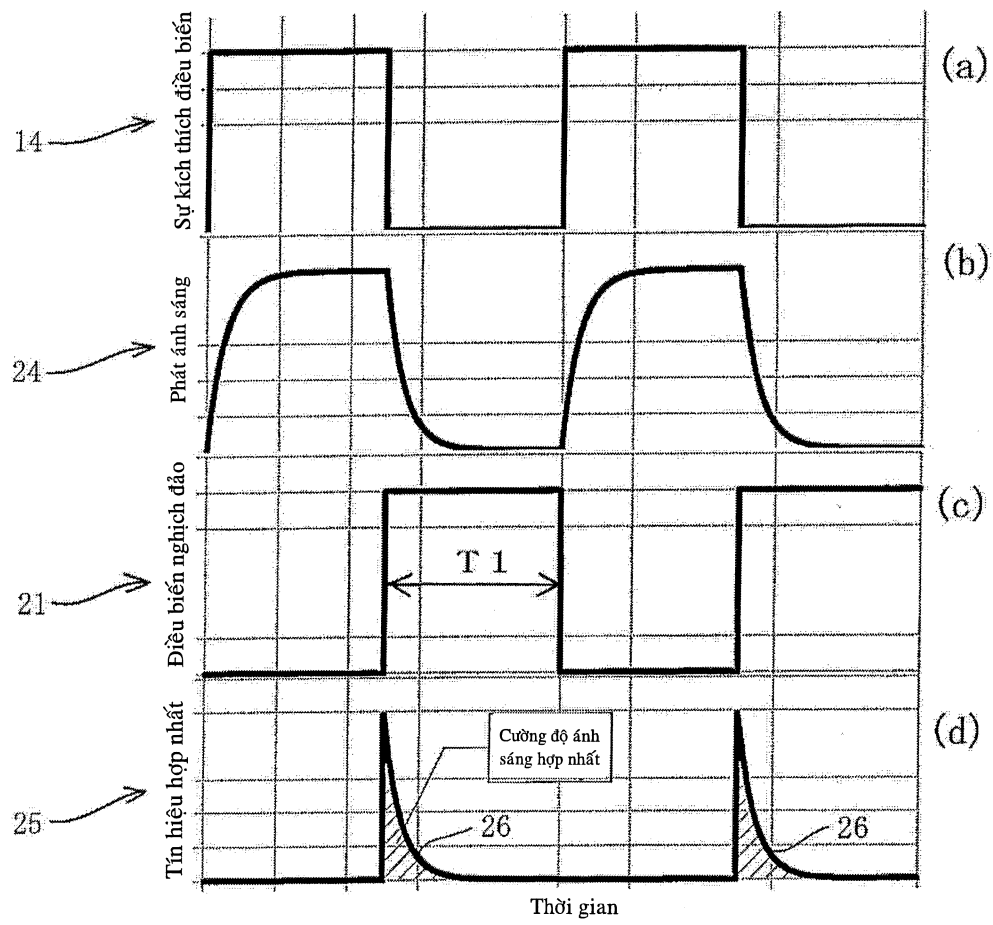


Fig. 6

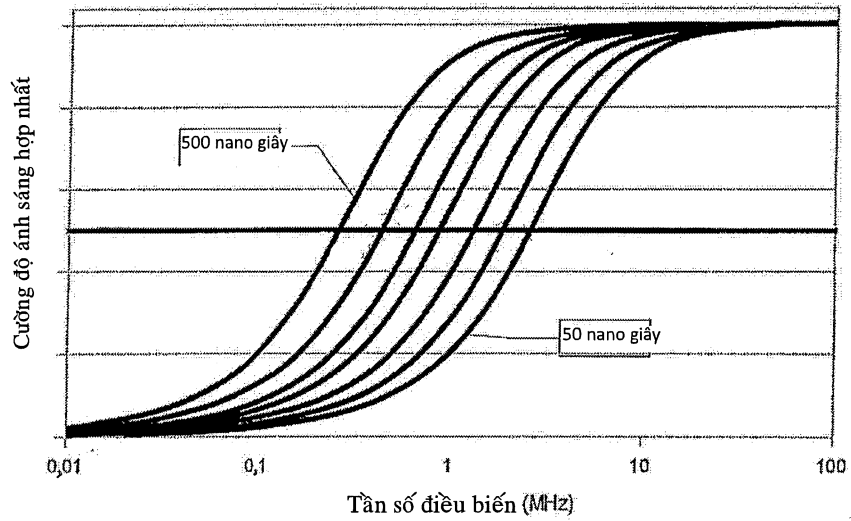


Fig. 7

Sự phụ thuộc của 50% cường độ ánh sáng hợp nhất tối đa đối với tuổi thọ

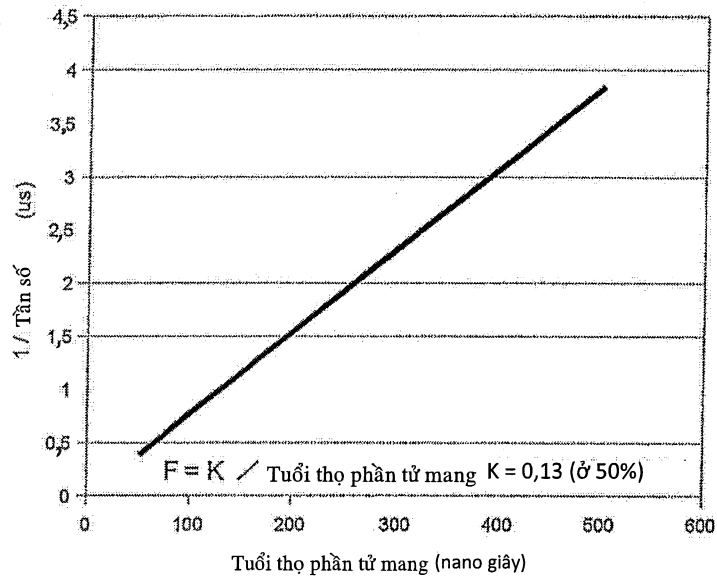


Fig. 8

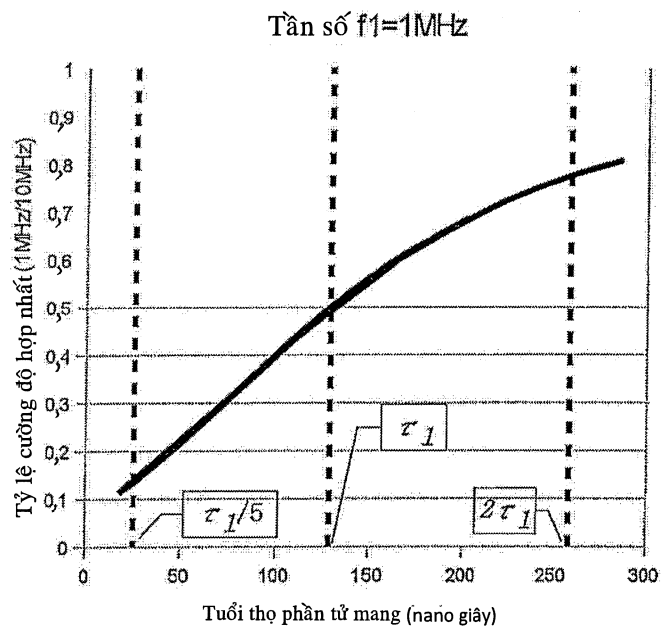


Fig. 9

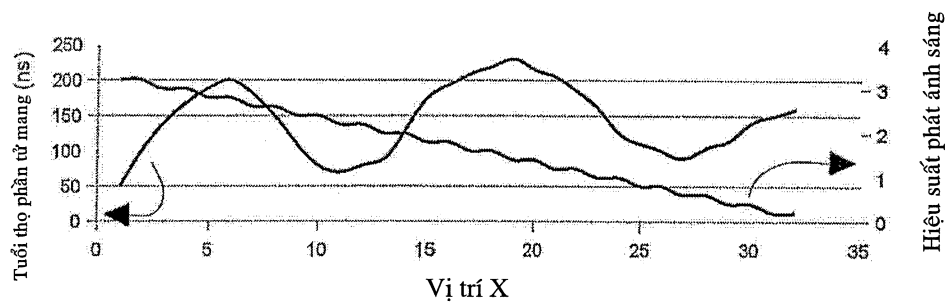


Fig. 10

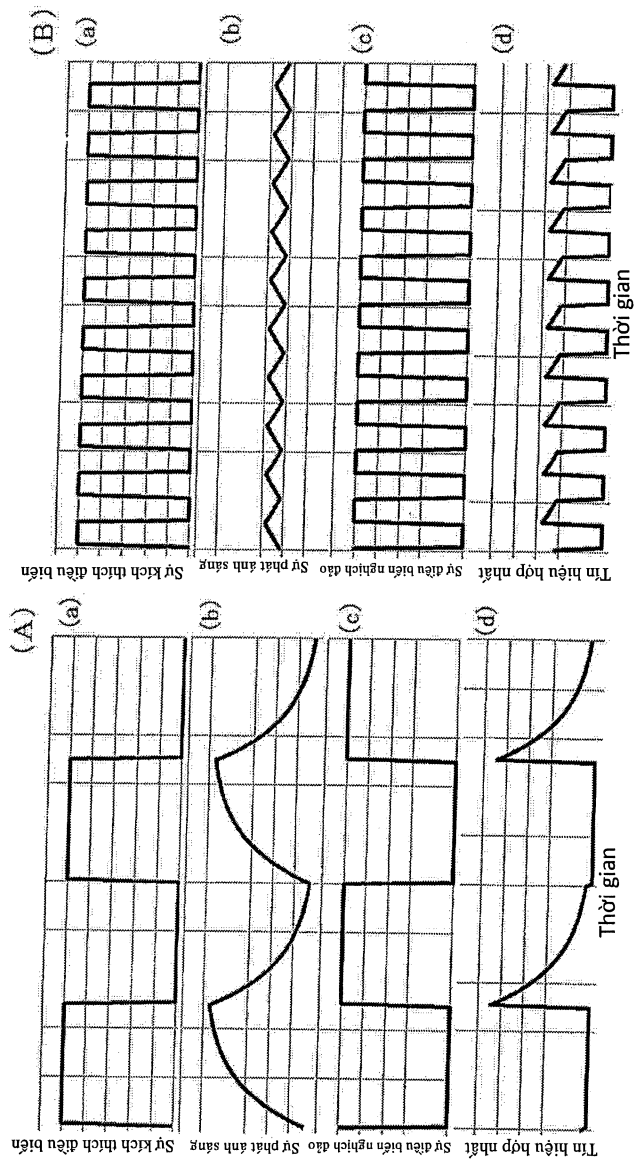


Fig. 11

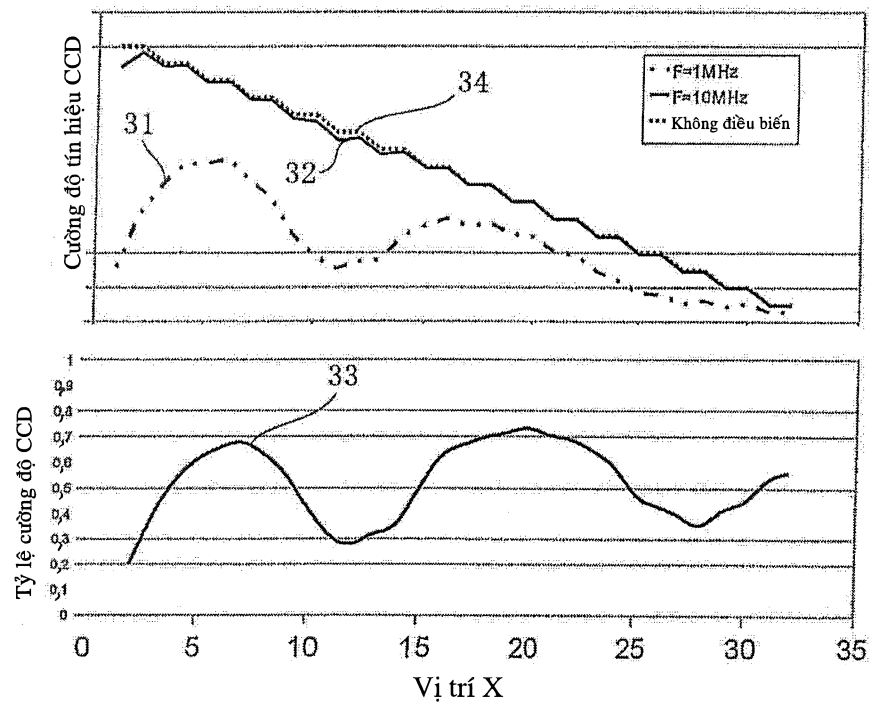


Fig. 12

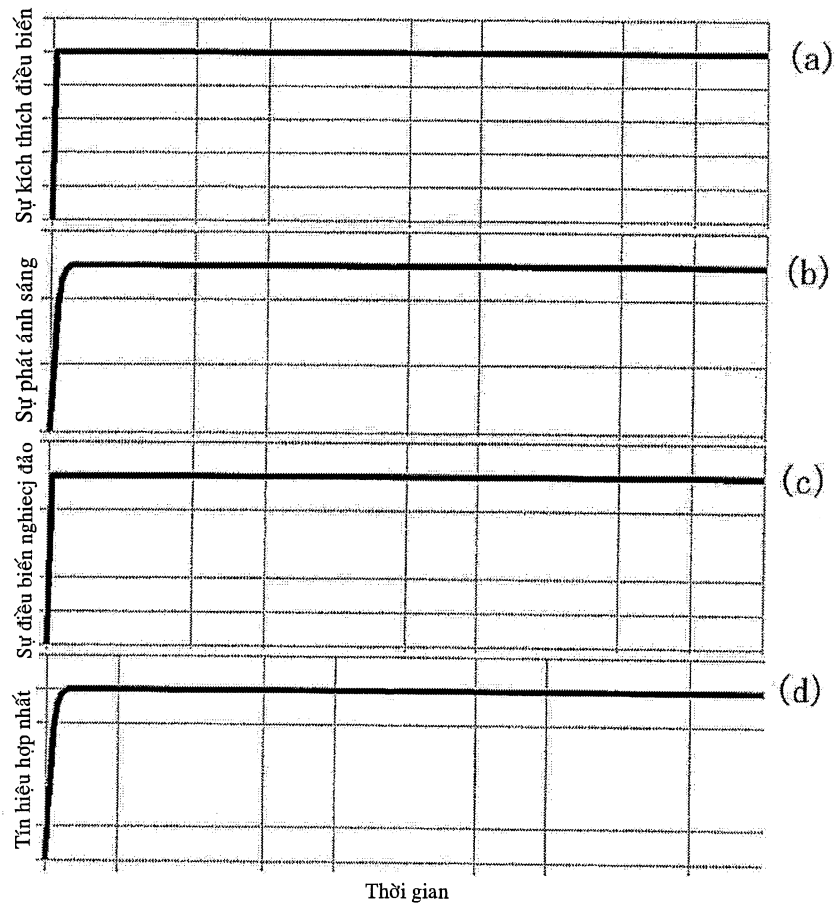


Fig. 13

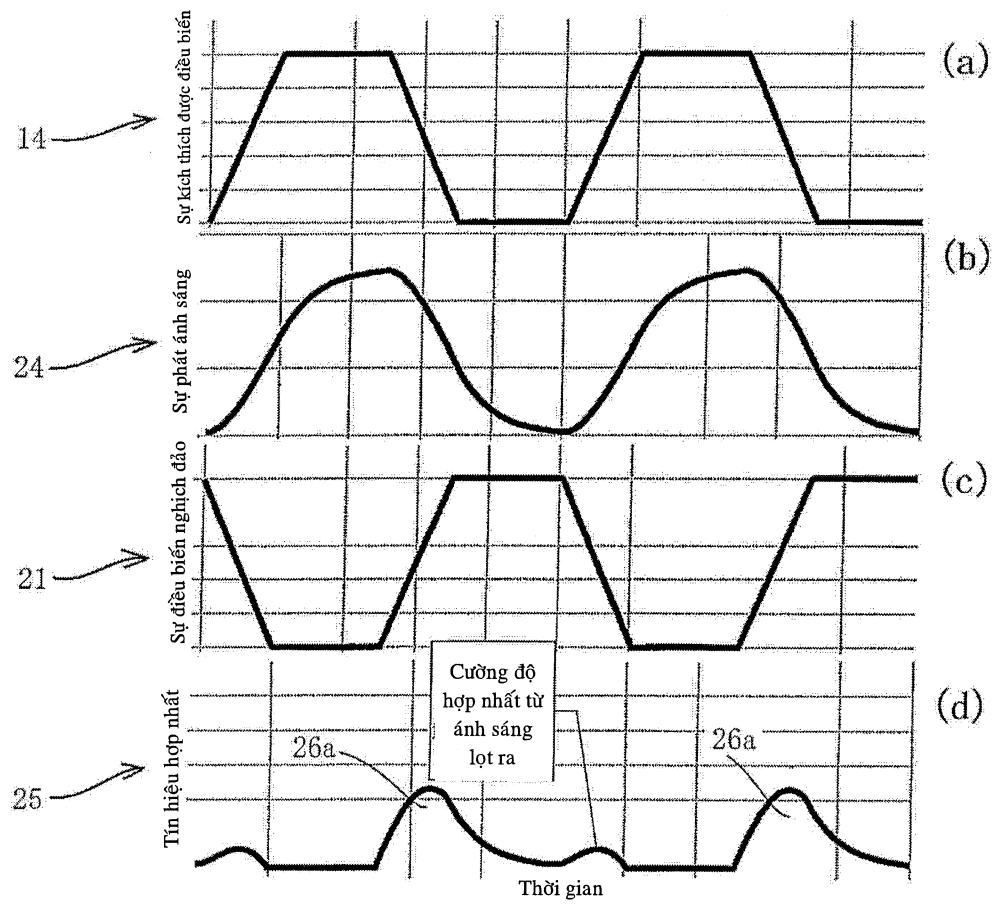


Fig. 14

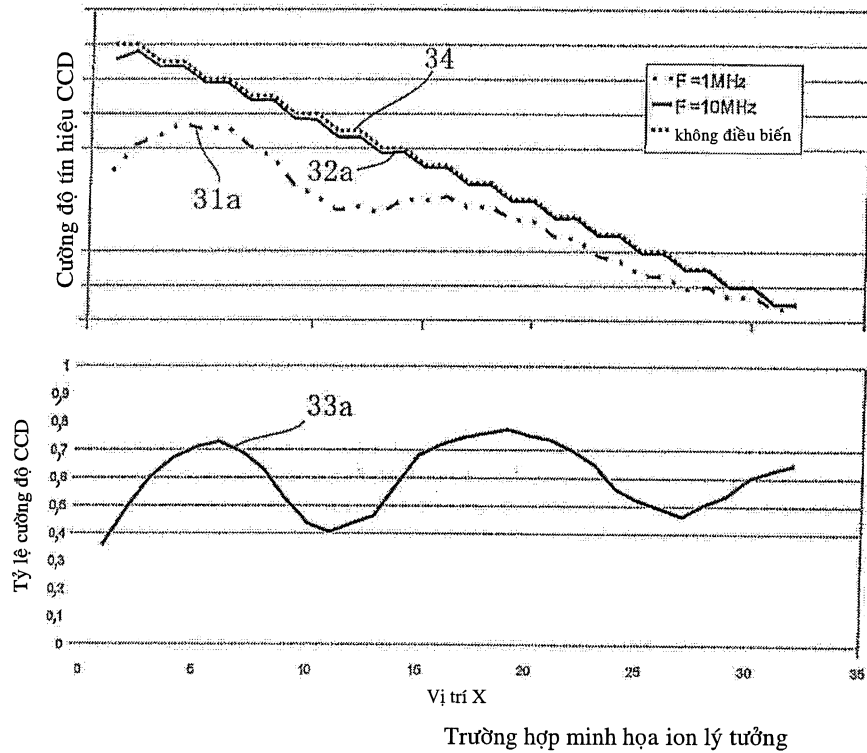


Fig. 15

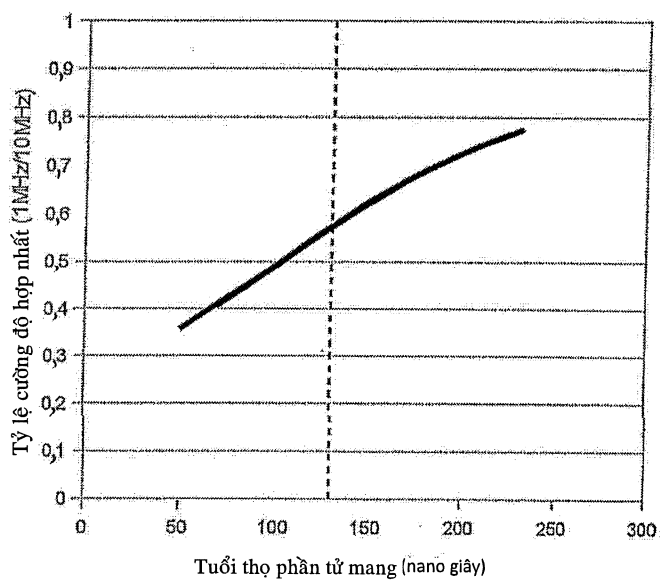
Tần số $f_1 = 1\text{MHz}$ 

Fig. 16

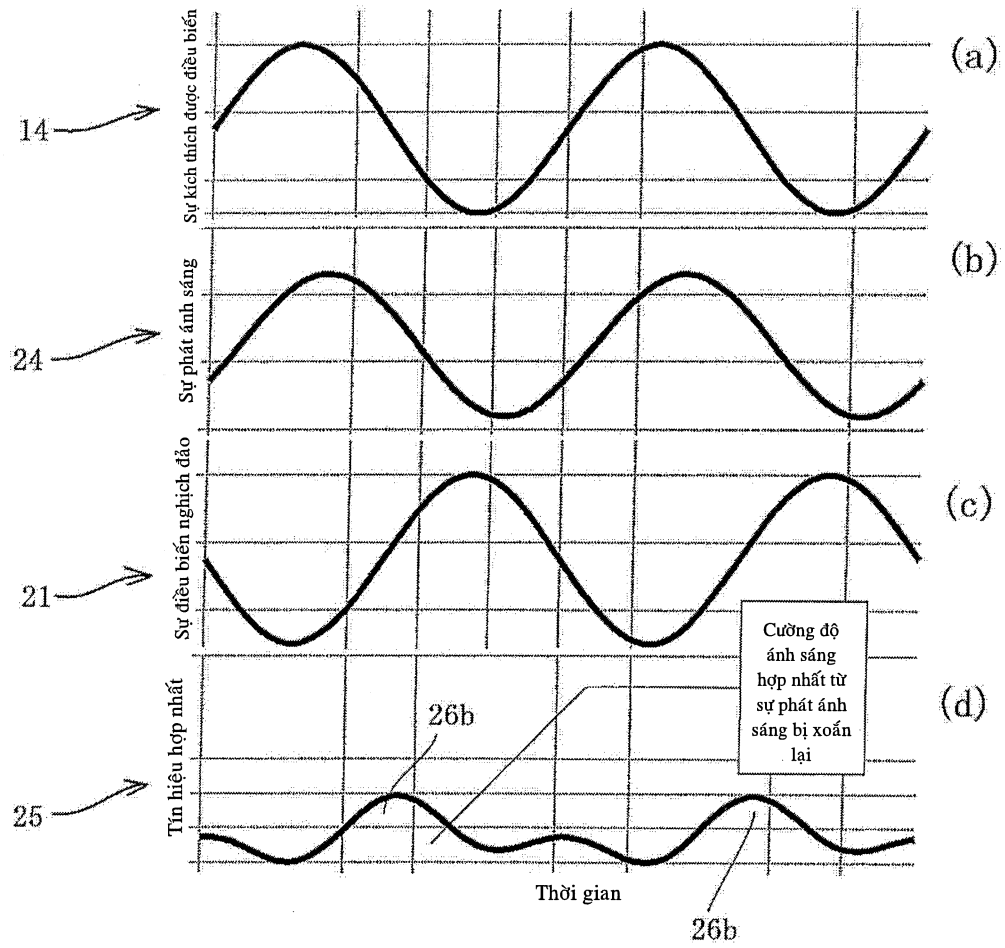


Fig. 17

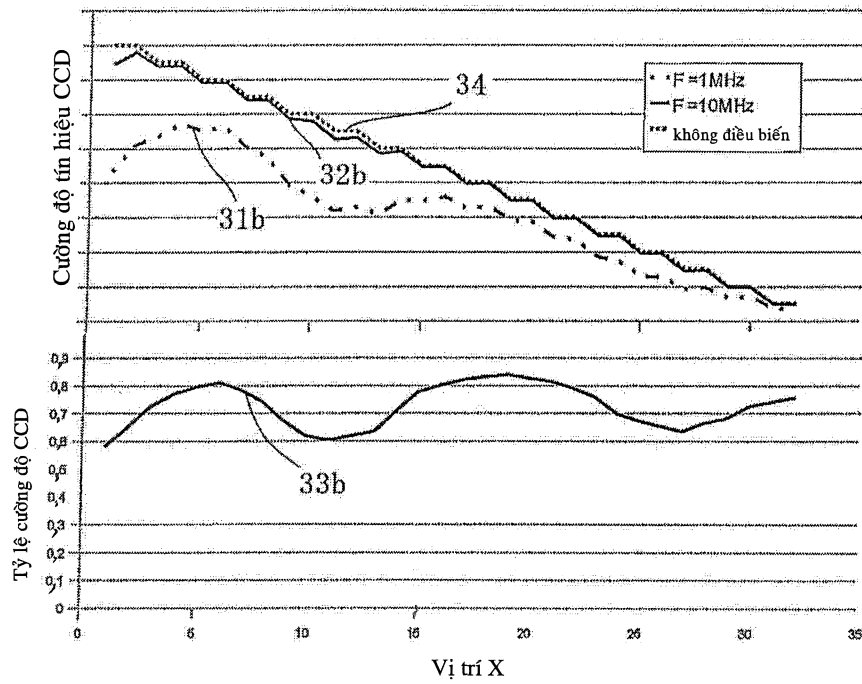


Fig. 18

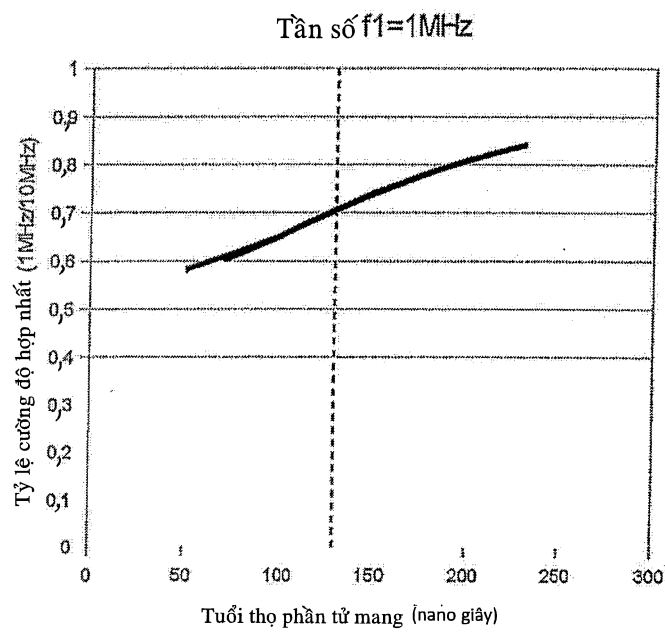


Fig. 19

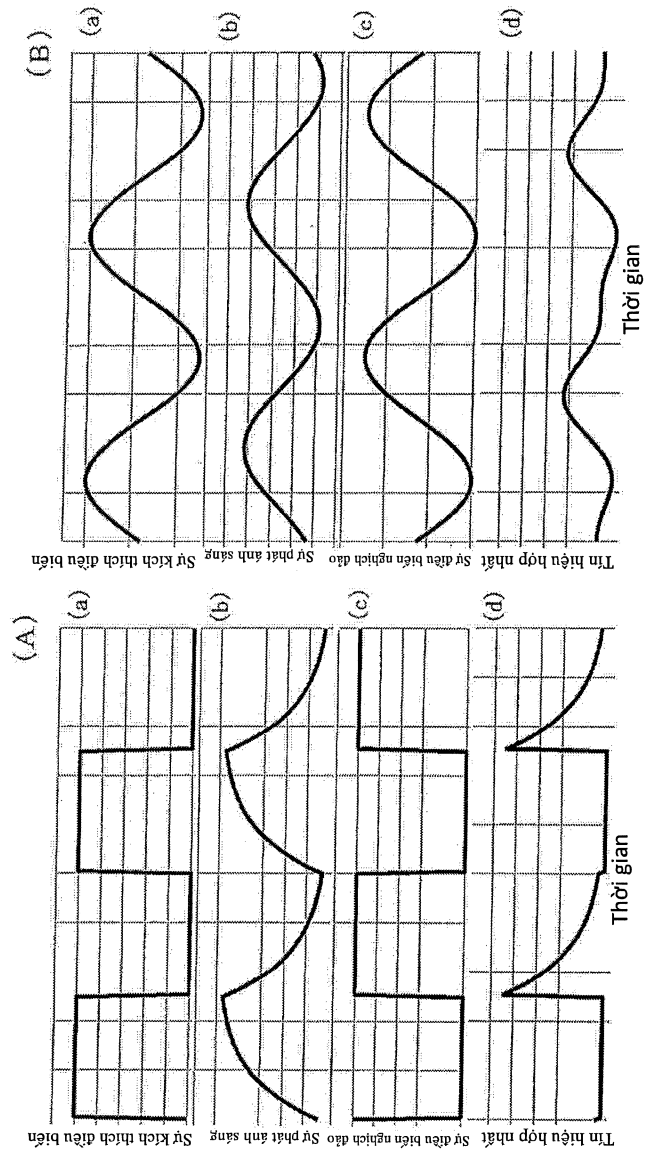


Fig. 20

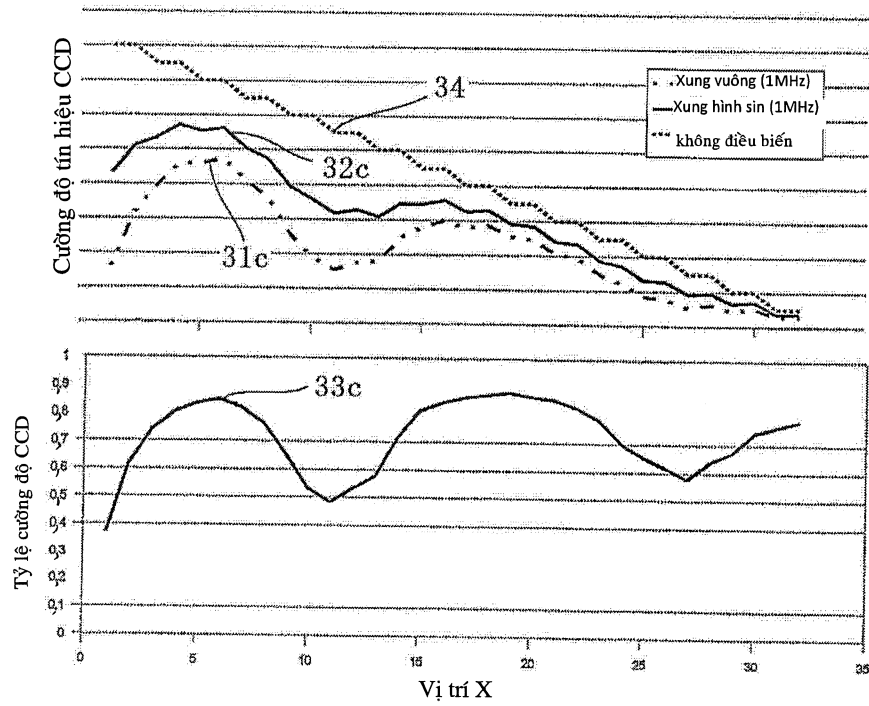


Fig. 21

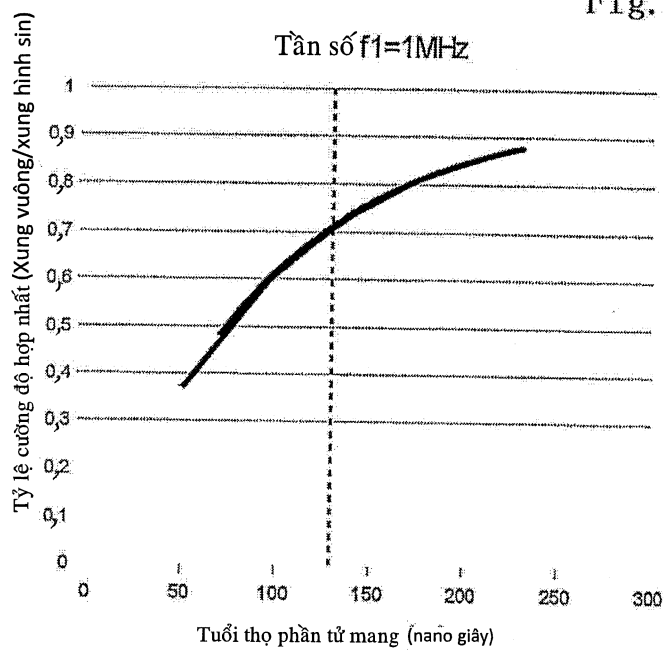


Fig. 22

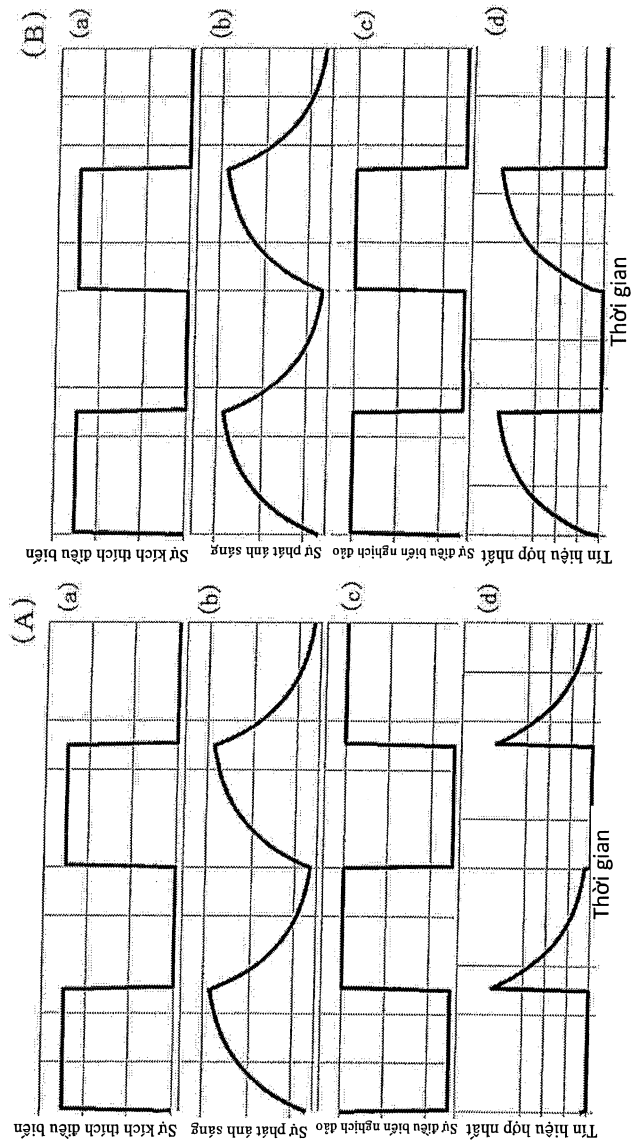


Fig. 23

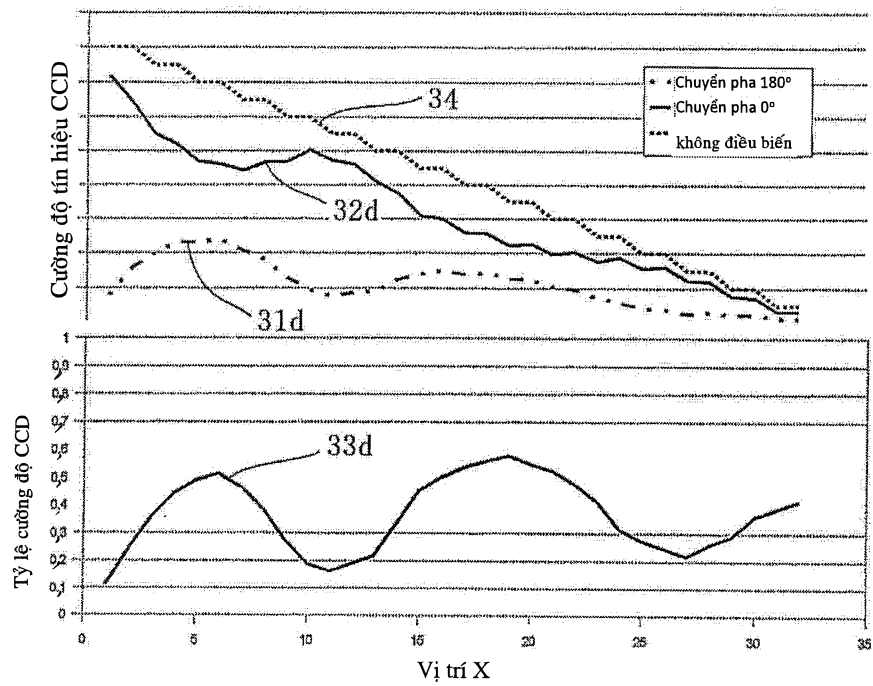
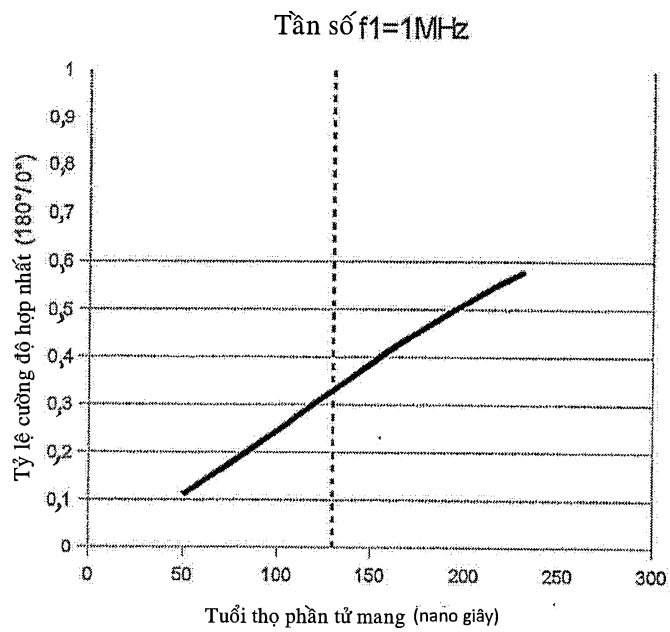


Fig. 24



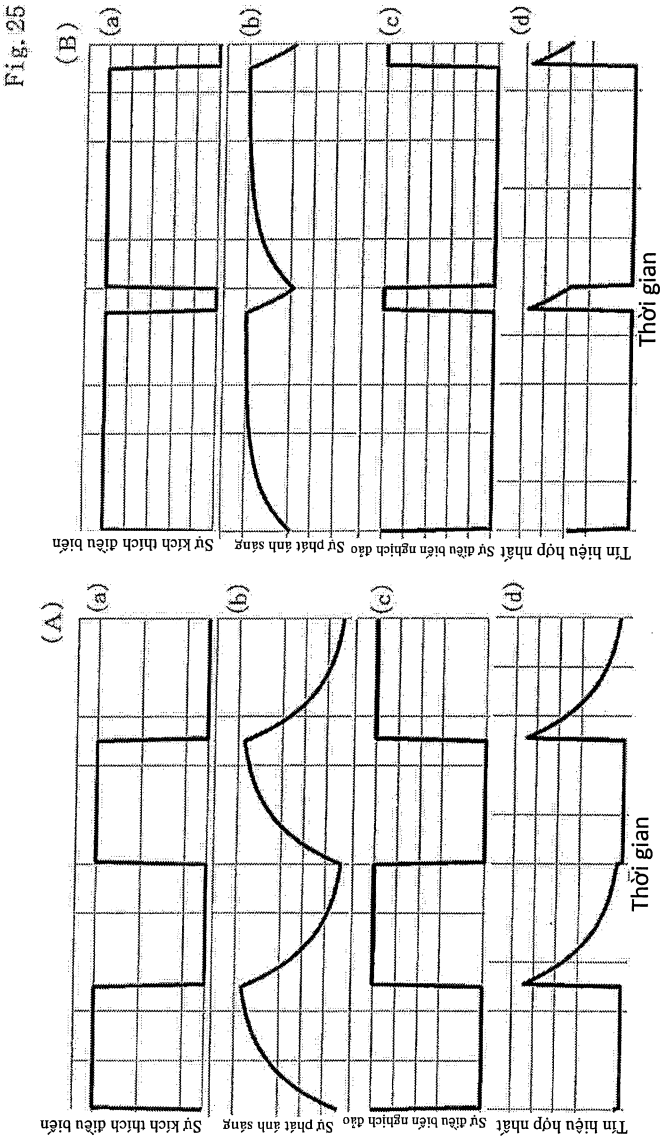


Fig. 26

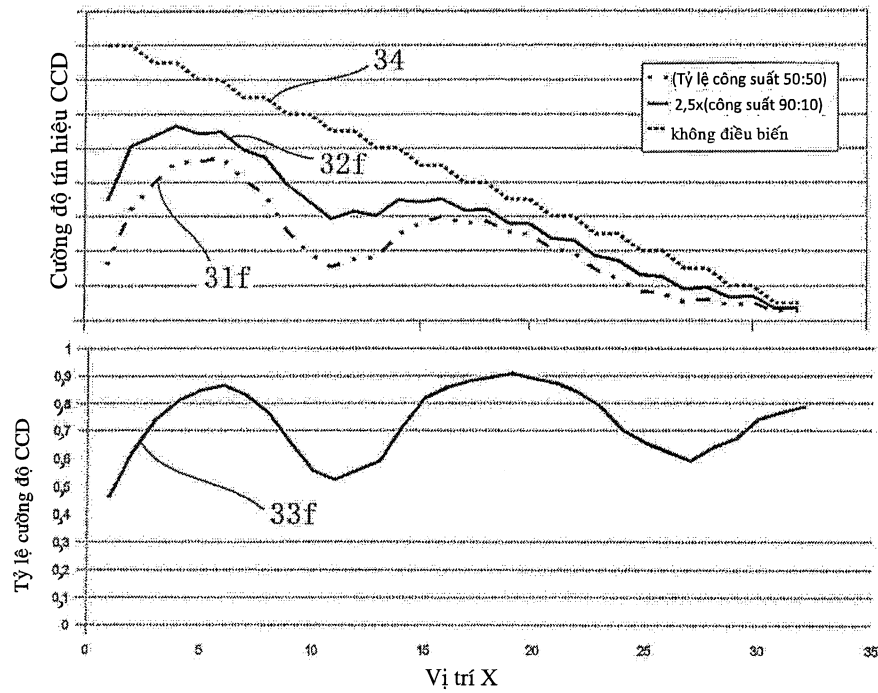
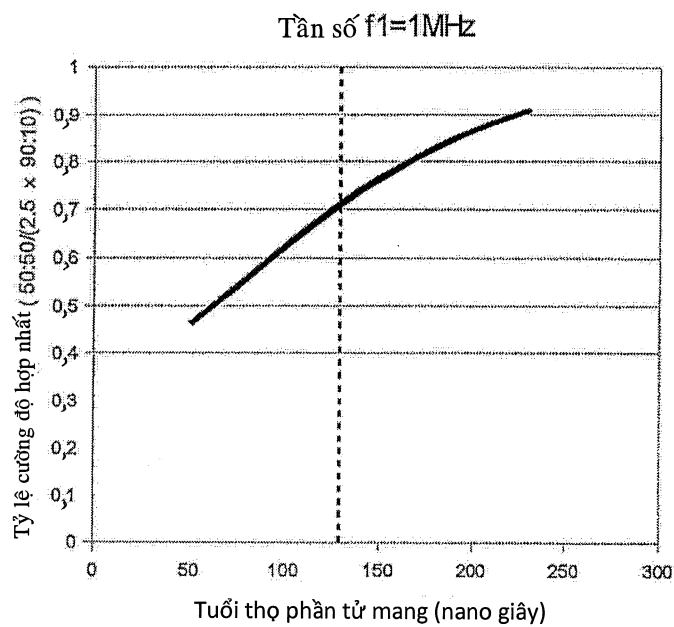


Fig. 27



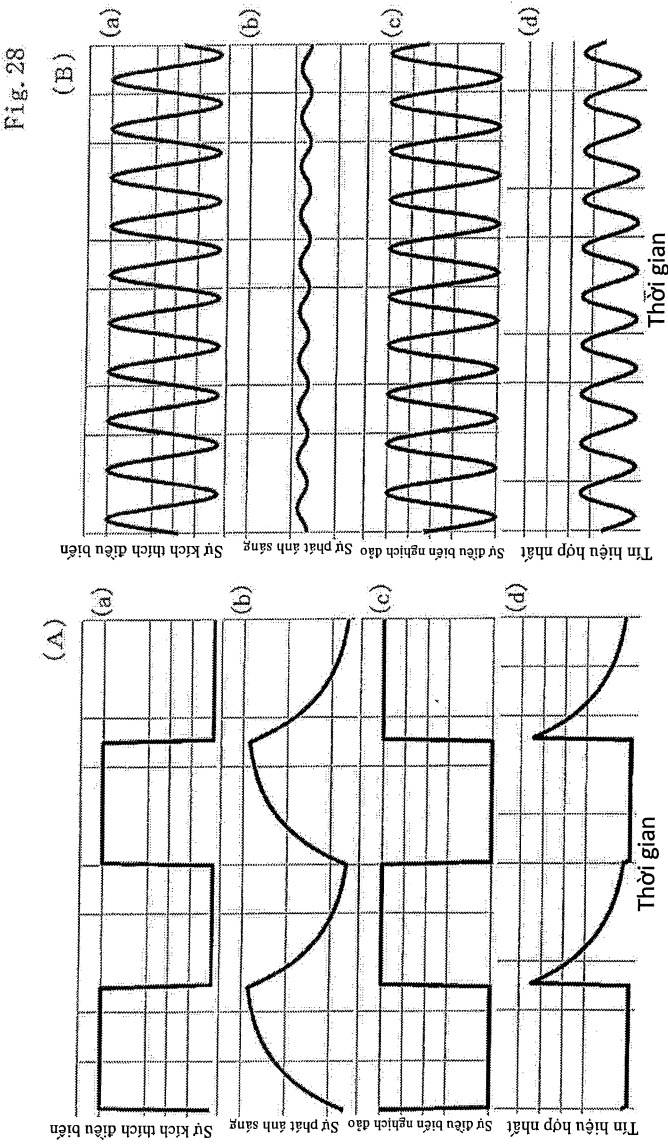


Fig. 29

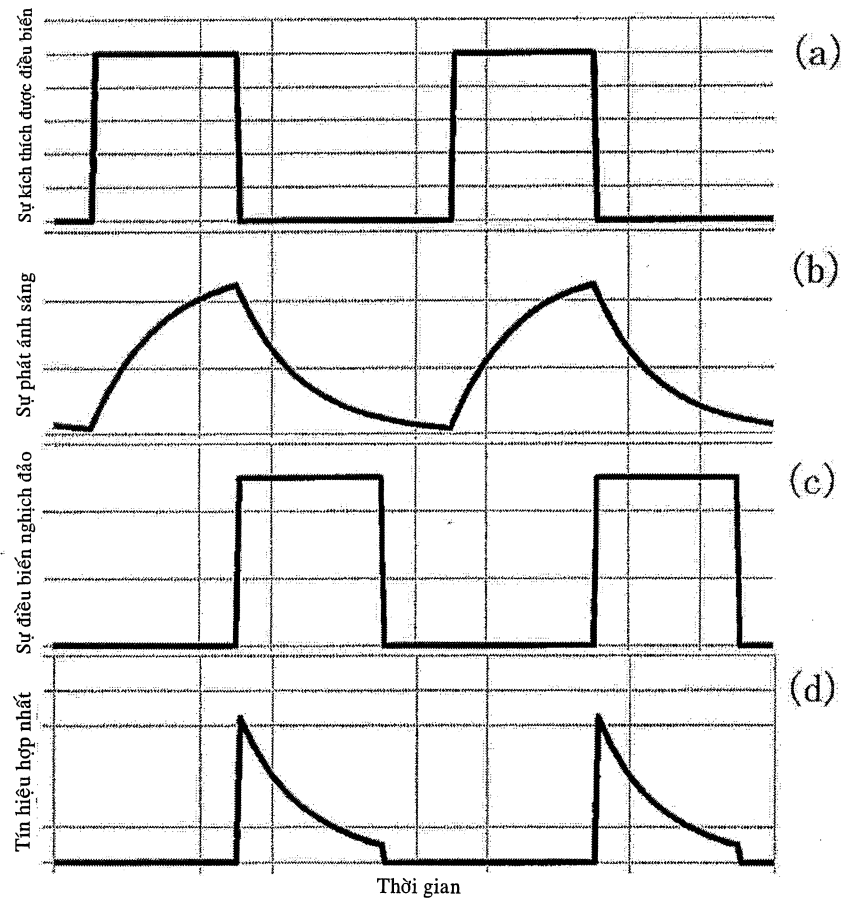


Fig. 30

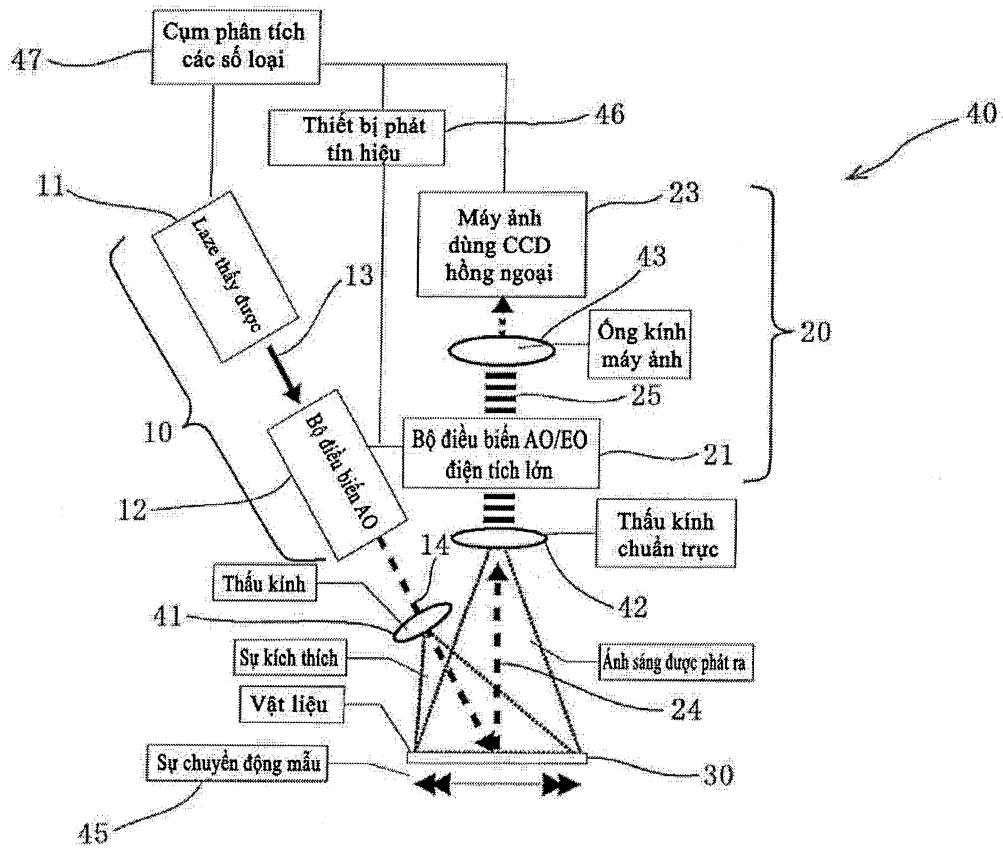


Fig. 31

