



(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)



1-0048716

(51)^{2022.01} G02B 21/06; G01B 11/02

(13) B

(21) 1-2023-02127

(22) 31/03/2023

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/05/2023 422A

(73) Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN (VN)

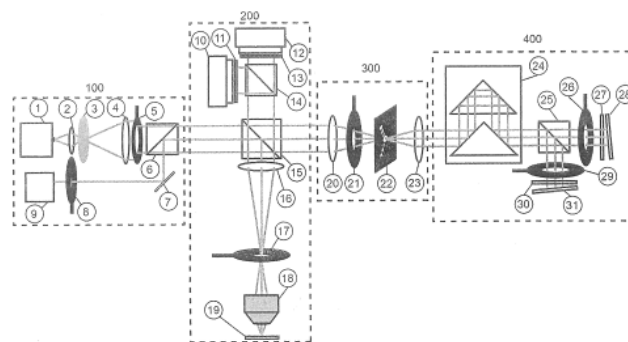
Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Phạm Đức Quang (VN); Yoshio Hayasaki (JP); Nguyễn Quốc Đạt (VN).

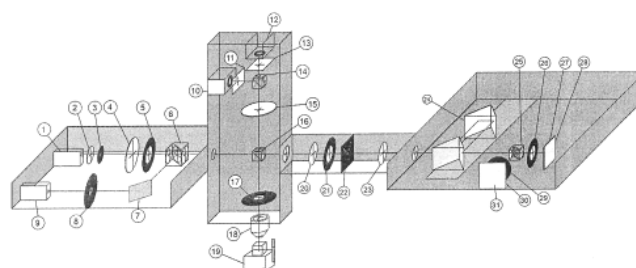
(54) HỆ THỐNG KÍNH HIỂN VI GIAO THOA ÁNH SÁNG SỬ DỤNG NGUỒN
SÁNG PHỔ RỘNG VÀ GƯƠNG THAM CHIẾU ĐA PHẢN XẠ ĐỂ QUAN SÁT
ẢNH BA CHIỀU

(21) 1-2023-02127

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều sử dụng nguồn sáng phổ rộng. Hệ thống kính hiển vi này sử dụng lăng kính chia tia trung tâm để chia chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn thành hai chùm ánh sáng hướng về phía bộ phận bố trí vật cần quan sát và cụm tham chiếu. Cụm thu hình ảnh vân giao thoa gồm có hai camera được bố trí ở vị trí tiếp nhận đồng thời chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu, sử dụng các kính lọc sáng có bước sóng trung tâm khác nhau để thu nhận hình ảnh các vân giao thoa của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu theo bước sóng trung tâm tương ứng của kính lọc sáng. Hệ thống kính hiển vi theo sáng chế sử dụng bộ trễ quang và thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu sao cho sự sai lệch giữa khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu thỏa mãn các điều kiện tạo ra sự giao thoa ánh sáng thích hợp với từng vật cần quan sát cụ thể.



Hình 1A



Hình 1B

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều, cụ thể hơn là hệ thống kính hiển vi giao thoa ánh sáng sử dụng nguồn sáng phổ rộng và gương tham chiếu đa phản xạ để quan sát ảnh ba chiều, chẳng hạn như đo chính xác cấu trúc ba chiều của các bề mặt trong các phòng thí nghiệm, các trung tâm nghiên cứu vật liệu, các trung tâm đo lường kiểm định, các phòng kiểm tra chất lượng sản phẩm tại các nhà máy yêu cầu độ chính xác cao, hoặc ghi nhận hình ảnh ba chiều của các vi hạt, các mô tế bào dùng trong lĩnh vực y sinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kính hiển vi truyền thống đã được phát minh từ thế kỷ 16, nhờ công nghệ này mà con người đã vượt qua được các giới hạn tự nhiên của mắt, quan sát và ghi nhận lại được các hình ảnh của các mẫu vật có kích thước siêu nhỏ. Kính hiển vi sử dụng kỹ thuật truyền thống chỉ có khả năng lưu lại hình ảnh hai chiều (2D) trong khoảng hội tụ thấu kính phóng đại, những thông tin của vật nằm ngoài khoảng hội tụ thông thường sẽ không thể thu được. Mặc dù vậy, các hình ảnh 2D thu được từ các kính hiển vi có độ phân giải cao của các mẫu vật đóng góp to lớn cho sự phát triển của nhiều lĩnh vực trong cả nghiên cứu khoa học và sản xuất. Với những yêu cầu ngày càng cao về lượng thông tin thu được từ các mẫu vật khi sử dụng kính hiển vi, các hình ảnh không chỉ dừng lại ở hình ảnh 2D mà việc xác nhận chính xác vị trí, kích thước, đặc tính bề mặt và đặc tính ảnh cắt lớp trong không gian ba chiều (3D) của các mẫu vật là yêu cầu không thể thiếu trong hầu hết các ứng dụng.

Trong vật lý, theo dõi các vi hạt có kích thước siêu nhỏ trở nên rất quan trọng do các ứng dụng rộng rãi của chúng. Ví dụ, đếm và định vị vi cầu hoặc vi

hạt nhỏ trong không gian ba chiều xảy ra trong các lĩnh vực vi chất lỏng, lưu biến và kết tinh, v.v... Trong sinh học, các vi sinh vật thường di chuyển theo đường xoắn ốc, việc xác định quỹ đạo 3D của chúng theo thời gian là điều cần thiết để có được thông tin chi tiết về các quá trình lý sinh, chẳng hạn như khả năng, phạm vi và động lực chuyển động.

Trong sinh học tế bào, hình ảnh 3D của tế bào có thể được sử dụng để theo dõi các quá trình thay đổi của tế bào như định lượng mức độ phát triển, mức độ chuyển hóa, trao đổi chất và đo lường sự tương tác giữa các tế bào. Các phân tích định lượng về sự di chuyển và thay đổi hình dạng của tế bào tiết lộ các đặc điểm sinh học giúp cho quá trình phát hiện sớm khả năng ung thư và chẩn đoán các bệnh ngày càng chính xác.

Kỹ thuật chế tạo vật liệu ngày càng trở nên phức tạp hơn khi các vật liệu mới được phát triển cho nhiều nhiệm vụ khác nhau. Sử dụng các vật liệu được thiết kế đặc biệt, các nhà nghiên cứu đã cải tiến mọi thứ từ xây dựng cầu, đường, tòa nhà to lớn cho đến các vật liệu bán dẫn sử dụng trong sản xuất các bộ vi xử lý. Kính hiển vi 3D cho phép các nhà nghiên cứu đánh giá tính chất các vật liệu được tạo ra thông qua phân tích cấu trúc mạng tinh thể của chúng. Và việc sử dụng kính hiển vi sẽ còn trở nên quan trọng hơn nữa với các vật liệu nano mới được tạo ra ngày càng nhiều.

Trong công nghiệp, đặc biệt là ngành cơ khí chế tạo máy, khi các bộ phận liên quan đến máy móc hiện đại phức tạp như ô tô, máy bay yêu cầu mức độ chính xác ngày càng cao trong quá trình sản xuất thì kính hiển vi có khả năng ghi nhận hình ảnh 3D bề mặt của các chi tiết máy là hết sức quan trọng, nó giúp kiểm tra, theo dõi và đánh giá các sai sót, đứt gãy và mức độ hoàn thiện của các chi tiết cơ khí. Trong sản xuất chất bán dẫn, ngay cả những khuyết tật cực nhỏ và các tạp chất lạ cũng có thể gây ra các vấn đề nghiêm trọng về hiệu suất của các linh kiện được tạo ra. Sự cạnh tranh khốc liệt trên thị trường bán dẫn để sản xuất các sản phẩm nhỏ hơn và nhiều chức năng hơn đã đặt ra những yêu cầu về việc gia tăng tốc độ và độ chính xác của việc kiểm tra. Vì vậy, các kính hiển vi quang học đóng

vai trò hết sức quan trọng trong việc kiểm tra các tấm bán dẫn trong quá trình chế tạo.

Các hệ thống ghi nhận hình ảnh 3D phổ biến hiện nay thường sử dụng một trong các phương pháp như: tầm nhìn lập thể (stereoscopic vision), quét laze (laze scanning), ánh sáng cấu trúc (structured light), điều chỉnh độ hội tụ (kính hiển vi đồng tiêu), thời gian bay (time-of-flight) và giao thoa ánh sáng, v.v., trong đó, các phương pháp như tầm nhìn lập thể, ánh sáng cấu trúc, điều chỉnh độ hội tụ và giao thoa ánh sáng đã được tích hợp với kính hiển vi truyền thống để tạo nên kính hiển vi có khả năng ghi nhận hình ảnh 3D.

Tầm nhìn lập thể được biết tới là một trong những phương pháp được sử dụng sớm và phổ biến nhất hiện nay, phương pháp này cho phép lưu trữ và khôi phục lại hình ảnh 3D từ hai hình ảnh được chụp từ các góc nhìn khác nhau. Ưu điểm của phương pháp này là tính đơn giản, tốc độ cao, có thể thực hiện ghi nhận trong thời gian thực và độ phân giải tương đương độ phân giải của camera. Tuy nhiên, sự phức tạp trong việc xác định sự tương đồng về vị trí giữa các điểm ảnh của hai hình ảnh, dẫn tới sự thiếu chính xác trong việc trích xuất thông tin chiều sâu của vật là hạn chế lớn nhất của phương pháp này.

Phương pháp ánh sáng cấu trúc là phương pháp cho phép ghi nhận hình ảnh 3D của vật với độ chính xác cao và có thể thực hiện được trong thời gian thực. Hệ thống sử dụng phương pháp ánh sáng cấu trúc thường bao gồm một camera và một máy chiếu. Ván sáng cấu trúc dưới dạng đường sọc ngang hoặc hình sin được chiếu tới vật cần chụp ảnh 3D. Do đặc điểm bề mặt và cấu trúc chiều sâu của vật, các vân sáng sẽ bị biến dạng và được ghi lại bởi camera. Dựa trên thuật toán phân tích ảnh chụp bởi camera, hình ảnh 3D của vật có thể được khôi phục. Ưu điểm của phương pháp này là có khả năng ghi hình 3D với tốc độ và độ chính xác cao, yêu cầu lượng dữ liệu lưu trữ nhỏ, khả năng trích xuất hình ảnh chiều sâu đơn giản. Tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là sự mất thông tin do vị trí các sọc đen trùng vào vị trí cần đo hoặc do bóng của vật và dễ bị tác động bởi các yếu tố ánh sáng của môi trường. Phương pháp quét laze là trường hợp đơn giản của

phương pháp ánh sáng cấu trúc.

Một phương pháp đơn giản khác cũng cho phép ghi nhận hình ảnh 3D là phương pháp điều chỉnh độ hội tụ. Với phương pháp này hình ảnh 3D của vật có thể thu được nhờ sự thay đổi vị trí mặt phẳng hội tụ camera bằng cách thay đổi tiêu cự của thấu kính của camera, trong trường hợp mặt phẳng hội tụ cố định vị trí của vật sẽ được di chuyển. Một chuỗi các hình ảnh ở các mức hội tụ khác nhau được thu lại, ảnh 3D của vật được trích xuất dựa trên mối quan hệ giữa mặt phẳng hội tụ và vị trí của cảm biến hình ảnh của camera. Kính hiển vi đồng tiêu là trường hợp đặc biệt của phương pháp này. Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào số lượng các mức hội tụ của camera và khả năng phân tích mặt phẳng hội tụ, vì vậy phương pháp này có ưu điểm là đơn giản, khả năng chống nhiễu tốt. Tuy nhiên, tốc độ chậm và yêu cầu ghi nhiều hình ảnh ở các mức hội tụ khác nhau là nhược điểm của phương pháp này.

Kính hiển vi sử dụng phương pháp giao thoa ánh sáng là kính hiển vi cho phép khôi phục hình ảnh ba chiều của các vi mẫu sử dụng hình ảnh vân giao thoa giữa ánh sáng phản xạ từ vật và ánh sáng phản xạ từ gương tham chiếu. Ưu điểm của kính hiển vi sử dụng phương pháp giao thoa ánh sáng là tốc độ ghi nhận hình ảnh ba chiều nhanh, không tiếp xúc với mẫu vật, độ phân giải cao tương đương độ phân giải của camera, độ chính xác cao hơn nhiều lần bước sóng ánh sáng và khối lượng thông tin ghi nhận lớn bao gồm thông tin về chiều rộng, chiều dài, chiều sâu và cường độ ánh sáng bề mặt của vật.

Kính hiển vi sử dụng phương pháp giao thoa ánh sáng có thể chia thành hai loại là kính hiển vi có độ kết hợp cao và kính hiển vi có độ kết hợp thấp. Trong đó, kính hiển vi có độ kết hợp cao là kính hiển vi sử dụng nguồn sáng có phổ hẹp thường là nguồn laze đơn sắc. Ưu điểm lớn nhất của loại kính hiển vi này là vân giao thoa ánh sáng dễ dàng được ghi nhận, vì vậy khoảng ghi nhận hình ảnh lớn và việc chuẩn bị mẫu đơn giản. Tuy nhiên, các nhiễu (speckled noise) do ánh sáng tán xạ từ vật tự giao thoa với nhau làm cho hình ảnh có độ tương phản và chất lượng kém là hạn chế lớn nhất của kính hiển vi hiển vi loại này.

Kính hiển vi sử dụng nguồn sáng phổ rộng có độ kết hợp thấp có ưu điểm lớn trong việc hạn chế các nhiễu tán xạ của kính hiển vi có độ kết hợp cao, giúp cho hình ảnh vân giao thoa được ghi nhận với độ tương phản cao, chất lượng hình ảnh cao, rõ nét. Kính hiển vi có độ kết hợp thấp đặc biệt phù hợp với các mẫu vật có độ tán sắc cao như các mô, tế bào sinh học, các bề mặt có độ tán sắc cao. Tuy nhiên, do nguồn sáng có độ kết hợp thấp vì vậy khoảng giao thoa rất nhỏ, để thu được hình ảnh giao thoa giữa ánh sáng phản xạ từ gương tham chiếu và ánh sáng phản xạ từ mẫu vật, việc chuẩn bị mẫu và điều chỉnh chiều dài giữa vật và gương tham chiếu thường tương đối khó khăn. Ngoài ra, để ghi nhận được vân giao thoa khi sử dụng loại kính hiển vi này, sự khác nhau về chiều dài quang học giữa vật và gương tham chiếu hay khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía gương tham chiếu thường phải đáp ứng các điều kiện nhất định, ví dụ tương đối nhỏ cỡ vài micrô chẳng hạn. Và để có thể ghi nhận hình ảnh ba chiều của vật thì vị trí của gương tham chiếu thường được gắn với một bộ dịch chuyển chính xác và được điều chỉnh di chuyển quét (scan) các vân giao thoa dọc theo chiều dài của vật. Do đó, hạn chế lớn nhất của loại kính hiển vi có độ kết hợp thấp là việc điều chỉnh khoảng đo và sự phức tạp trong chuẩn bị mẫu.

Bên cạnh đó, đối với kính hiển vi sử dụng nguồn sáng phổ rộng có độ kết hợp thấp, do bước sóng ánh sáng trung tâm nhỏ hơn nhiều lần so với khoảng kết hợp của nguồn sáng phổ rộng, vì vậy ảnh pha thu được từ vật cần quan sát sẽ bao gồm các lỗi pha và dẫn tới sự xác định sai về chiều sâu của vật cần quan sát.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều, khắc phục được một hoặc một số vấn đề còn tồn tại nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều có thể giúp thực hiện việc điều chỉnh khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía gương tham chiếu một cách hiệu quả.

Một mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều có thể giúp khắc phục vấn đề ảnh pha thu được bao gồm các lỗi

pha trong quá trình đo hoặc quan sát.

Cần hiểu rằng, sáng chế không bị giới hạn ở các mục đích được nêu ra trên đây, mà còn bao gồm các mục đích khác nữa mà có thể được nhận biết bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng trong các mô tả dưới đây.

Để đạt được một hoặc một số các vấn đề nêu trên, theo một khía cạnh sáng chế đề xuất hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều bao gồm:

cụm nguồn sáng để phát ra chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn;

bộ phận bố trí vật cần quan sát để bố trí hoặc đặt vật cần quan sát tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ vật;

cụm tham chiếu gồm có ít nhất là một hệ gương tham chiếu được bố trí tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu;

lăng kính chia tia trung tâm để chia chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu thành hai chùm ánh sáng có một chùm ánh sáng hướng về phía bộ phận bố trí vật cần quan sát và một chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu;

cụm thu hình ảnh vân giao thoa gồm có ít nhất là một camera được bố trí ở vị trí tiếp nhận đồng thời chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu, để thu nhận hình ảnh các vân giao thoa của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu;

bộ trễ quang được bố trí ở giữa lăng kính chia tia trung tâm và hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu để thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu sao cho sự sai lệch giữa khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu thỏa mãn các điều kiện mà tạo ra sự giao thoa ánh sáng để thu nhận được hình ảnh các vân giao thoa tại camera;

thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng để đo ít nhất là khoảng cách

đường truyền của chùm ánh sáng chiếu tới vật cần quan sát từ cụm nguồn sáng;

trong đó việc thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu đã nêu được thực hiện thông qua việc điều chỉnh bộ trễ quang dựa vào khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng chiếu tới vật cần quan sát, sao cho thích hợp với từng vật cần quan sát cụ thể.

Theo một phương án, thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng sử dụng nguồn ánh sáng laze và phương pháp thời gian bay (Time-Of-Flight) của ánh sáng laze truyền đi từ thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu để đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu.

Tốt hơn là, nguồn ánh sáng laze đã nêu phát ra ánh sáng laze được điều chế dưới dạng hình sin có tần số nằm trong khoảng từ 100MHz tới 20GHz tương đương với khoảng cách đường truyền ánh sáng đo được nằm trong khoảng từ 15 mm tới 3000 mm.

Theo một phương án, cụm tham chiếu bao gồm lăng kính chia tia và hai hệ gương tham chiếu,

trong đó lăng kính chia tia phân chia chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu đã nêu thành hai chùm ánh sáng vuông góc với nhau hướng về phía hai hệ gương tham chiếu tương ứng,

trong đó mỗi hệ gương tham chiếu là một hệ gương tham chiếu đa phản xạ sử dụng một gương bán mạ và một gương phản xạ được bố trí nghiêng với nhau và nghiêng so với hướng truyền tới của chùm ánh sáng chiếu tới chúng.

Tốt hơn là, gương bán mạ có tỉ lệ phản xạ lên tới 80% được bố trí phía trước gương phản xạ khi nhìn theo hướng chùm ánh sáng chiếu tới hệ gương tham chiếu tương ứng.

Theo một phương án, bộ trễ quang bao gồm lăng kính có hai mặt gương phản xạ, hai gương phản xạ được gắn trên giá đỡ có dạng hình chữ V, và bộ dịch

chuyển giá đỡ sử dụng động cơ bước để dịch chuyển giá đỡ có dạng hình chữ V, khi giá đỡ có dạng hình chữ V được dịch chuyển sẽ làm thay đổi khoảng cách giữa hai gương phản xạ và lăng kính có hai mặt gương phản xạ và dẫn tới sự thay đổi tương ứng về khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng đi qua bộ trễ quang.

Theo một phương án, cụm thu hình ảnh vân giao thoa bao gồm hai camera và hai kính lọc sáng có bước sóng trung tâm khác nhau, và mỗi kính lọc sáng được bố trí phía trước một camera tương ứng, sao cho mỗi trong số hai camera thu được hình ảnh vân giao thoa tương ứng với một trong số hai bước sóng trung tâm đã nêu.

Theo một phương án, hệ thống này còn bao gồm cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ được bố trí nằm trên đường truyền ánh sáng giữa cụm tham chiếu và lăng kính chia tia trung tâm,

trong đó cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ này bao gồm các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau được gắn trên một thanh trượt theo cách thay đổi được vị trí của các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau này theo góc vị trí của các điểm hội tụ từ các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu tương ứng.

Tốt hơn là, hệ thống kính hiển vi nêu trên còn bao gồm thấu kính phóng đại được bố trí nằm trên đường truyền ánh sáng giữa vật cần quan sát và lăng kính chia tia trung tâm.

Tuỳ ý, hệ thống kính hiển vi nêu trên có thể còn bao gồm một hoặc nhiều khe sáng được bố trí tại một hoặc nhiều vị trí trong số các vị trí tại cụm nguồn sáng, tại thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng, nằm trên đường truyền ánh sáng giữa bộ trễ quang và hệ gương tham chiếu, giữa thấu kính phóng đại và lăng kính chia tia trung tâm, và giữa các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau và lăng kính chia tia trung tâm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A là sơ đồ nguyên lý giản lược thể hiện hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 1B là hình phối cảnh giản lược thể hiện hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 2 là hình phối cảnh giản lược thể hiện cụm nguồn sáng theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3A là hình phối cảnh giản lược thể hiện cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3B là hình vẽ giản lược thể hiện cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ khi nhìn theo hướng ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3C là hình vẽ giản lược minh hoạ các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau được gắn trên một thanh trượt của cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 4A là hình phối cảnh giản lược thể hiện cụm tham chiếu theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 4B là hình vẽ minh hoạ vị trí tương quan của gương bán mạ và gương phản xạ của một hệ gương tham chiếu trên các trục toạ độ xoz và yo z;

Hình 4C là hình vẽ minh hoạ vị trí tương quan của gương bán mạ và gương phản xạ của một hệ gương tham chiếu khác trên các trục toạ độ xoz và yo z; và

Hình 4D là hình vẽ minh hoạ vị trí tương quan của hai hệ gương phản xạ trên trục toạ độ xoz .

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử

dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của sáng chế, trong trường hợp như vậy, mối tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Các thuật ngữ tương đối về không gian, chẳng hạn như “phía trước”, “phía sau” “chiều dài”, “chiều rộng”, “chiều cao”, “ở trên”, “trên”, hoặc các thuật ngữ tương tự bất kỳ, có thể được sử dụng ở đây cho các mục đích mô tả, và, nhờ đó, để mô tả mối quan hệ của một thành phần với (các) thành phần khác như được minh họa trên các hình vẽ. Hiển nhiên là, các thuật ngữ này có thể hoán đổi vị trí hoặc vai trò trong mô tả đối tượng thực tế theo sáng chế, ví dụ, nếu đối tượng được minh họa trên các hình vẽ được xoay lại 180 độ chẳng hạn, các thành phần được mô tả là “phía trước” hoặc “phía sau” sẽ được hoán đổi cho nhau. Do đó, các thuật ngữ tương đối về không gian được lấy làm ví dụ cho việc mô tả có thể chứa đựng cả các nghĩa chỉ về các mối tương quan về không gian khác nữa phụ thuộc vào việc định hướng đối tượng được mô tả, ví dụ thuật ngữ “phía trước” có thể chứa đựng nghĩa “phía sau”, chẳng hạn.

Trên Hình 1A và Hình 1B thể hiện hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Nói chung, hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo phương án ưu tiên này để ghi nhận ảnh ba chiều dựa trên vân giao thoa tạo bởi sóng ánh sáng

phản xạ từ các phần có độ sâu khác nhau của vật cần quan sát và các bậc phản xạ khác nhau của hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ, và được ghi nhận bởi hai camera. Mỗi hình ảnh vân giao thoa ghi nhận bởi một camera sẽ tương đương với một bước sóng trung tâm. Phụ thuộc vào số lượng các bậc phản xạ được sử dụng, sẽ có tương ứng số lượng các phần có độ sâu khác nhau của vật có thể được khôi phục. Biến đổi Fourier của hình ảnh vân giao thoa được ghi nhận bởi hai camera sẽ làm xuất hiện các thành phần có cường độ sáng cực đại tương ứng với các phần có độ sâu khác nhau của vật. Áp dụng bộ lọc thông dải và phương pháp biến đổi Fourier ngược, thông tin về pha tương ứng với các phần có độ sâu khác nhau của vật có thể được khôi phục. Vì mỗi phần của vật được ghi nhận bởi hai camera với hai bước sóng trung tâm khác nhau của nguồn sáng, mỗi phần của vật sẽ có tương ứng hai thành phần pha khác nhau. Dễ thấy là, việc áp dụng phương pháp hai bước sóng trung tâm, thì lỗi pha phát sinh do hai bước sóng trung tâm được sử dụng cho hai camera theo sáng chế có thể nâng cao độ chính xác đáng kể, ví dụ các lỗi về kết quả đo không chính xác, lỗi pha nhỏ hơn nhiều lần so với độ sâu thực tế của các phần của vật cần quan sát, hoặc lỗi tương tự, cơ bản sẽ được loại bỏ. Nhờ đó, độ sâu của mỗi phần của vật cần quan sát sẽ được khôi phục và kết hợp với nhau tương ứng với vị trí của các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu đa phản xạ để khôi phục lại hình ảnh ba chiều của vật cần quan sát với độ chính xác cao hơn đáng kể.

Như được thể hiện trên Hình 1 về dễ thuận tiện cho việc minh họa, hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo sáng chế được thể hiện là bao gồm cụm nguồn sáng 100, cụm trung tâm 200, cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300, và cụm tham chiếu 400.

Cụm nguồn sáng 100 để phát ra chùm ánh sáng phổ rộng được trực chuẩn.

Cụm tham chiếu 400 gồm có ít nhất là một hệ gương tham chiếu được bố trí tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trực chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu.

Cụm trung tâm 200 cơ bản là thể hiện một nhóm các thành phần của hệ

thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều mà khi được thể hiện trên hình vẽ, chúng có thể được nhóm lại với nhau ở vị trí nằm giữa hoặc cơ bản là nằm giữa trên hình vẽ khi so sánh tương quan với các cụm khác, do đó không có sự giới hạn bất kỳ đối với cấu tạo, chức năng thực tế, và các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế. Cụm trung tâm 200 này bao gồm bộ phận bố trí vật cần quan sát 19, cụm thu hình ảnh vân giao thoa, và lăng kính chia tia trung tâm 15. Bộ phận bố trí vật cần quan sát 19 để bố trí hoặc đặt vật cần quan sát tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ vật. Lăng kính chia tia trung tâm 15 để chia chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu thành hai chùm ánh sáng có một chùm ánh sáng hướng về phía bộ phận bố trí vật cần quan sát 19 và một chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu 400 để chiếu vào hệ gương phản xạ. Cụm thu hình ảnh vân giao thoa gồm có ít nhất là một camera (10 hoặc 12) được bố trí ở vị trí tiếp nhận đồng thời chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu, để thu nhận hình ảnh các vân giao thoa của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu.

Theo phương án ưu tiên này, cụm nguồn sáng 100 có thể bao gồm thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9, và cụm tham chiếu 400 có thể bao gồm bộ trễ quang 24. Bộ trễ quang 24 được bố trí ở giữa lăng kính chia tia trung tâm 15 và hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu 400 để thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu 400 sao cho sự sai lệch giữa khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu thỏa mãn các điều kiện mà tạo ra sự giao thoa ánh sáng để thu nhận được hình ảnh các vân giao thoa tại các camera 10, 12. Thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9 để đo ít nhất là khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng chiếu tới vật cần quan sát từ cụm nguồn sáng 100. Việc thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu 400 được thực hiện thông qua việc điều chỉnh bộ trễ quang 24 dựa vào khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng chiếu tới vật cần

quan sát, sao cho thích hợp với từng vật cần quan sát cụ thể.

Về cơ bản, vị trí của hệ gương tham chiếu là cố định, dựa vào trạng thái của bộ trễ quang 24, thì khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu có thể được xác định dễ dàng, ví dụ dựa trên sự xác định độ trễ hay khoảng cách mà chùm ánh sáng được truyền bên trong bộ trễ quang 24. Tuy nhiên, nhằm bổ sung hoặc thay thế, khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu cũng có thể được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9.

Theo một ví dụ cụ thể, thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9 sử dụng nguồn ánh sáng laze đơn sắc và phương pháp thời gian bay (Time-Of-Flight) của ánh sáng laze truyền đi từ thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu để đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu. Nguồn ánh sáng laze đơn sắc có thể phát ra ánh sáng laze được điều chế dưới dạng hình sin có tần số nằm trong khoảng từ 100 MHz tới 20 GHz tương đương với khoảng cách đường truyền ánh sáng đo được nằm trong khoảng từ 15mm tới 3000 mm, chẳng hạn.

Như cũng được thể hiện trên hình vẽ, hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo phương án ưu tiên này còn có thể bao gồm cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300. Cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300 được bố trí nằm trên đường truyền ánh sáng giữa cụm tham chiếu 400 và lăng kính chia tia trung tâm 15. Về cơ bản, cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300 này bao gồm các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau được gắn trên một thanh trượt theo cách thay đổi được vị trí của các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau này theo góc vị trí của các điểm hội tụ từ các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu tương ứng.

Ở đây, có thể thấy lăng kính chia tia trung tâm 15 ở vị trí nằm giữa khi xét trên đường truyền của các chùm ánh sáng từ cụm nguồn sáng 100 tới hệ gương tham chiếu và từ cụm nguồn sáng 100 tới vật cần quan sát, và các chùm ánh sáng phản xạ từ vật cần quan sát tới các camera 10, 12 và từ hệ gương tham chiếu tới

các camera 10, 12. Do vậy, cụm từ “trung tâm” được sử dụng cho lăng kính chia tia trung tâm 15 cơ bản là để dễ dàng cho việc phân biệt trong mô tả mà không có sự giới hạn bất kỳ đối với cấu tạo, chức năng thực tế, và các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế.

Hình 2 là hình phối cảnh giản lược minh họa rõ hơn cụm nguồn sáng 100.

Như được thể hiện trên Hình 1A, Hình 1B, và Hình 2, cụm nguồn sáng 100 có thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9 sử dụng tia laze, cụm nguồn sáng 100 này bao gồm nguồn sáng phổ rộng 1 để phát ra chùm ánh sáng phổ rộng, ví dụ chùm ánh sáng phổ rộng có bước sóng trung tâm vào khoảng 590nm với độ rộng phổ lớn hơn 40nm.

Chùm ánh sáng do nguồn sáng phổ rộng 1 này phát ra sẽ được trục chuẩn thông qua thấu kính hội tụ 2, khe sáng hẹp 3, và thấu kính hội tụ 4. Chùm ánh sáng do nguồn sáng phổ rộng 1 phát ra được hội tụ vào khe sáng hẹp 3, ví dụ có đường kính 50 μ m, được đặt vuông góc với trục chính tại vị trí tiêu điểm của thấu kính hội tụ 4. Đường kính của chùm ánh sáng trục chuẩn sau khi đi qua thấu kính hội tụ 4 có thể được điều chỉnh thông qua việc sử dụng khe sáng 5.

Tia laze hoặc chùm laze hẹp được phát ra bởi thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng 9 đi qua khe sáng 8, phản xạ trên gương phẳng 7, và kết hợp với chùm ánh sáng trục chuẩn đi ra từ khe sáng 5 thông qua lăng kính 6. Khe sáng 8 có tác dụng ngắt hoặc cho tia laze của thiết bị đo chiều dài đường truyền ánh sáng đi qua và đi tới vị trí của vật cần quan sát hoặc hệ gương tham chiếu.

Để ghi nhận hình ảnh ba chiều của vật cần quan sát, khoảng cách hay chiều dài đường truyền chùm ánh sáng từ vật tới camera và từ các bậc phản xạ khác nhau của hệ gương tham chiếu tới camera phải nhỏ hơn khoảng kết hợp của nguồn sáng. Với các loại mẫu vật có kích thước khác nhau thấu kính phóng đại 18 với các hệ số phóng đại khác nhau có thể được sử dụng và được bố trí giữa lăng kính chia tia trung tâm 15 và bộ phận bố trí vật cần quan sát 19. Mặc dù, sự khác nhau giữa các kính phóng đại có hệ số khác nhau sẽ làm thay đổi chiều dài đường truyền tia sáng từ vật tới camera, tuy nhiên nhờ trang bị thiết bị đo khoảng cách đường

truyền ánh sáng 9, việc xác định sự thay đổi về chiều dài đường truyền sáng từ vật tới camera có thể được thực hiện một cách dễ dàng, từ đó giúp điều chỉnh khoảng cách hoặc chiều dài đường truyền chùm ánh sáng hoặc tia sáng của chùm ánh sáng hoặc tia sáng tới và phản xạ từ hệ gương tham chiếu thông qua bộ trễ quang 24.

Chùm ánh sáng trực chuẩn sau khi đi qua lăng kính chia tia 6 sẽ đi vào cụm thu hình ảnh vân giao thoa giữa sóng ánh sáng phản xạ từ vật và sóng ánh sáng tham chiếu phản xạ từ hệ gương tham chiếu. Chùm ánh sáng trực chuẩn sẽ được tách ra thành hai phần thông qua lăng kính chia tia trung tâm 15. Một phần của chùm ánh sáng trực chuẩn sẽ đi qua thấu kính 16, khe sáng 17 và thấu kính phóng đại 18 để chiếu sáng vật cần quan sát. Ánh sáng phản xạ từ vật cần quan sát khi được chiếu sáng sẽ phản xạ trở lại thấu kính phóng đại 18, tạo ảnh lên hai camera 10, 12 sau khi đi qua lăng kính chia tia trung tâm 15 và lăng kính chia tia 14. Hai tấm lọc sáng 11, 13 là dạng kính lọc thông dải có bước sóng trung tâm lần lượt là 590nm và 600nm và có độ rộng phổ là ± 5 nm được đặt trước hai camera 10, 12 giúp cho hai camera 10, 12 này thu được hình ảnh của vật cần quan sát và vân giao thoa giữa ánh sáng phản xạ từ vật cần quan sát và ánh sáng phản xạ theo các bậc phản xạ từ hệ gương tham chiếu với hai bước sóng khác nhau.

Hình 3A là hình phối cảnh giản lược minh họa rõ hơn cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300, Hình 3B là hình vẽ giản lược thể hiện cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300 khi nhìn theo hướng ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu, và Hình 3C là hình vẽ giản lược minh họa các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau 22 được gắn trên một thanh trượt của cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300.

Như được thể hiện trên Hình 1A, Hình 1B, và các hình vẽ từ Hình 3A đến Hình 3C, chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu hay có thể gọi tắt là ánh sáng tham chiếu đi ra từ lăng kính chia tia trung tâm 15 sẽ đi vào cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300. Cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300 này bao gồm thấu kính 20, khe sáng 21 và các tấm kính có

cường độ truyền sáng khác nhau 22, và thấu kính 23. Khi khe sáng 21 đóng, ánh sáng tham chiếu sẽ không truyền được qua cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300, hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo sáng chế hoạt động như một kính hiển vi hai chiều bình thường. Khi khe sáng 21 được mở, phụ thuộc vào đường kính của khe sáng sẽ có số lượng 2, 4, 6 hoặc 8 bậc phản xạ từ hệ gương tham chiếu (ví dụ theo phương án này là dạng hệ gương tham chiếu đa phản xạ) được truyền qua và đi tới hai camera 10, 12. Hai thấu kính 20, 23 được đặt sao cho trục chính và hai tiêu cự của hai thấu kính trùng nhau. Cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300 sử dụng các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau 22 được gắn trên một thanh trượt theo cách thay đổi được vị trí của các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau này theo góc vị trí của các điểm hội tụ từ các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu tương ứng. Vị trí tâm của các bậc phản xạ tương ứng với hệ gương tham chiếu. Theo phương án ưu tiên này hệ gương tham chiếu được tạo bởi gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28 (xem Hình 4B), vị trí tâm của các bậc phản xạ được xác định theo công thức:

$$x(n) = f \tan[\alpha_x(n)], \quad (1)$$

$$y(n) = f \tan[\alpha_y(n)], \quad (2)$$

trên hệ trục tọa độ oxy gắn với mặt phẳng của các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau 22, gốc tọa độ O trùng với vị trí của tiêu điểm của thấu kính 23, trong đó:

$$\alpha_x(n) = 2n\beta_x + \beta_{xo}, \quad (3)$$

$$\alpha_y(n) = 2n\beta_y + \beta_{yo}, \quad (4)$$

$n \geq 0$ là số nguyên xác định số bậc phản xạ, f là tiêu cự của thấu kính hội tụ 23, β_x và β_y là góc nghiêng của gương bán mạ 27 và gương 28 theo trục x và trục y , β_{xo} và β_{yo} là góc nghiêng của cả gương bán mạ 27 và gương 28 theo trục x và trục y .

Đường kính của các khe sáng cân bằng cường độ của các bậc phản xạ là d được tính theo công thức

$$d \leq \min[x(n) - x(n-1), y(n) - y(n-1)]. \quad (5)$$

Hệ số truyền qua của các khe sáng cân bằng cường độ của các bậc phản xạ được tính theo công thức:

$$T_s(n) = (1 - T)^{N-n}, \quad (6)$$

trong đó $n \geq 1$, N là số bậc phản xạ lớn nhất của hệ kính đa phản xạ tạo bởi gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28, N được xác định bởi công thức:

$$\alpha_x(N) < \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2\Delta x}\right), \quad (7)$$

$$\alpha_y(N) < \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2\Delta y}\right), \quad (8)$$

trong đó Δx và Δy là kích thước điểm ảnh của 2 camera 10 và 12.

Vị trí, đường kính và hệ số truyền qua của các khe sáng cân bằng cường độ sáng đối với hệ gương tham chiếu tạo bởi gương bán mạ 30 và gương phản xạ 31 (xem Hình 4C) được tính tương tự theo các công thức (1), (2) và (5) trong đó $\alpha_x(n)$ và $\alpha_y(n)$ được thay bởi $\alpha_x(n)$ và $-\alpha_y(n)$.

Như được thể hiện rõ hơn trên Hình 3C, các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau của cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ gồm có hai nhóm kính điều chỉnh cường độ sáng để điều chỉnh cường độ sáng của các bậc phản xạ từ hai hệ gương tham chiếu, mỗi nhóm kính điều chỉnh cường độ sáng được gắn trên một thanh trượt. Tùy theo góc vị trí của các điểm hội tụ từ các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu mà các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau có thể được điều chỉnh và cố định vị trí dựa vào thanh trượt nhờ, ví dụ các vít hoặc ốc cố định vị trí.

Trên Hình 4A là hình phối cảnh giản lược thể hiện cụm tham chiếu 400,

Hình 4B thể hiện vị trí tương quan của gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28 (hay gương có tỷ lệ phản xạ cao) của một hệ gương tham chiếu trên các trục tọa độ xoz và $yozy$, Hình 4C thể hiện vị trí tương quan của gương bán mạ 30 và gương phản xạ 31 (hay gương có tỷ lệ phản xạ cao) của một hệ gương tham chiếu còn lại trên các trục tọa độ xoz và $yozy$, và Hình 4D thể hiện vị trí tương quan của hai hệ gương phản xạ trên trục tọa độ xoz .

Như được thể hiện trên Hình 1A, Hình 1B, và các hình vẽ từ Hình 4A đến Hình 4D, chùm ánh sáng tham chiếu sau khi đi ra khỏi cụm điều chỉnh và cân bằng cường độ sáng 300 sẽ đi vào cụm tham chiếu 400 có các hệ gương tham chiếu đa phản xạ và bộ trễ quang 24 có khả năng thay đổi chiều dài đường đi của chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu đa phản xạ. Cụ thể hơn, cụm tham chiếu 400 bao gồm bộ trễ quang 24, lăng kính chia tia 25, hai khe sáng 26 và 29, hai hệ gương tham chiếu được tạo bởi hệ gương tham chiếu đa phản xạ sử dụng gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28, và hệ gương tham chiếu đa phản xạ sử dụng gương bán mạ 30 và gương phản xạ 31. Trong đó bộ trễ quang 24 được điều khiển tăng hoặc giảm chiều dài đường truyền của các bậc phản xạ từ hệ gương tham chiếu đa phản xạ phù hợp với vị trí cần ghi nhận hình ảnh ba chiều của vật cần quan sát. Trong trường hợp thấu kính phóng đại 18 của cụm trung tâm 200 có độ phóng đại lớn, bộ trễ quang 24 được điều chỉnh để tăng chiều dài đường truyền ánh sáng của các bậc phản xạ và ngược lại bộ trễ quang 24 được điều chỉnh để giảm chiều dài đường truyền ánh sáng của các bậc phản xạ. Lăng kính chia tia 25 phân chia chùm ánh sáng hoặc các tia sáng tham chiếu đi ra từ bộ trễ quang 24 thành hai phần đi tới hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ, lăng kính chia tia 25 tạo ra tập hợp các bậc phản xạ từ hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ và chuyển tới hai camera 10, 12 thông qua cụm điều chỉnh và cân bằng cường độ sáng 300. Hai khe sáng 26 và 29 đóng vai trò đóng hoặc ngắt chùm ánh sáng hoặc các tia sáng tham chiếu từ lăng kính chia tia 25, cho phép tại một thời điểm sẽ có một hoặc cả hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ có thể được sử dụng.

Cụm tham chiếu 400 bao gồm sử dụng hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ, trong đó hệ gương tham chiếu đa phản xạ thứ nhất (hay được thể hiện trên hình vẽ là gương đa phản xạ thứ nhất) được cấu tạo từ gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28 là gương có hệ số phản xạ cao được thể hiện trên Hình 5B. Gương bán mạ 27 và gương phản xạ 28 được đặt lệch nhau các góc nhỏ β_x theo trục x và β_y theo trục y , β_x và β_y được quyết định bởi số lượng tối đa các bậc phản xạ N theo công thức (3), (4), (7) và (8). Hai gương này được đặt cách nhau một khoảng l được tính theo công thức:

$$l = 2 \ln(2) \frac{\lambda^2}{\pi \Delta \lambda}, \quad (9)$$

trong đó, $\lambda = \min(\lambda_1, \lambda_2)$, và $\Delta \lambda = \min(\Delta \lambda_1, \Delta \lambda_2)$, λ_1 và $\Delta \lambda_1$, λ_2 và $\Delta \lambda_2$ là bước sóng trung tâm và độ rộng phổ của hai kính lọc sáng 11, 13 được đặt trước hai camera 10, 12.

Hệ gương tham chiếu đa phản xạ thứ hai (hay được thể hiện trên hình vẽ là gương đa phản xạ thứ hai) có cấu tạo giống như hệ gương tham chiếu đa phản xạ thứ nhất và được cấu tạo từ gương bán mạ 30 và gương phản xạ 31 là gương có hệ số phản xạ cao, tuy nhiên hai gương 30 và 31 được đặt lệch nhau các góc tương ứng là β_x theo trục x và $-\beta_y$ theo trục y .

Hệ gương đa phản xạ thứ nhất và hệ gương đa phản xạ thứ hai được đặt lệch các góc β_{x0} , β_{y0} và β_{x0} , $-\beta_{y0}$ theo trục x và y để loại bỏ thành phần phản xạ đầu tiên của tia tham chiếu từ lăng kính chia tia 25 tới các gương bán mạ 27 và 30. Các gương bán mạ 27 và 30 có thể có tỉ lệ phản xạ lên tới 80% được bố trí phía trước các gương phản xạ 28 và 31 khi nhìn theo hướng chùm ánh sáng chiếu tới hệ gương tham chiếu tương ứng.

Vị trí của hai hệ gương đa phản xạ được xác định dựa trên vị trí của hai gương bán mạ 27 và 30. Hai hệ gương tham chiếu đa phản xạ cũng được đặt cách nhau 1 khoảng là $l/2$ trong đó l được tính theo công thức (9).

Việc kết hợp các cụm nguồn sáng 100, cụm trung tâm 200, cụm kính điều

chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ 300, và cụm tham chiếu 400 cơ bản sẽ tạo thành hệ thống kính hiển vi ba chiều có thể được gọi là hệ thống kính hiển vi ba chiều sử dụng nguồn sáng phổ rộng và hệ thống gương tham chiếu đa phản xạ. Hình ảnh vân giao thoa giữa ánh sáng phản xạ từ các phần khác nhau của vật cần quan sát và các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu đa phản xạ sẽ được ghi nhận bởi hai camera 10, 12. Hai camera 10, 12 này có thông số kỹ thuật như độ phân giải, kích thước điểm ảnh, số bit điểm ảnh, v.v., giống nhau được sử dụng để ghi nhận vân giao thoa tương ứng với hai bước sóng khác nhau. Vị trí của hai camera được đặt sao cho mặt phẳng cảm biến hình ảnh của hai camera là song song với nhau, khoảng cách từ mặt phẳng cảm biến hình ảnh tới lăng kính chia tia 14 là như nhau. Hình ảnh vân giao thoa thu được từ hai camera 10, 12 sẽ được gửi tới máy tính hoặc bộ xử lý để thực hiện việc biến đổi Fourier. Biến đổi Fourier của hình ảnh vân giao thoa được ghi nhận bởi hai camera 10, 12 sẽ làm xuất hiện các thành phần có cường độ sáng cực đại tương ứng với các phần có độ sâu khác nhau của vật. Áp dụng bộ lọc thông dải và phương pháp biến đổi Fourier ngược, thông tin về pha tương ứng với các phần có độ sâu khác nhau của vật cần quan sát có thể được khôi phục. Vì mỗi phần của vật được ghi nhận bởi hai camera 10, 12 với hai bước sóng khác nhau của nguồn sáng, mỗi phần của vật cần quan sát sẽ có tương ứng hai thành phần pha. Áp dụng phương pháp hai bước sóng, lỗi pha phát sinh cơ bản sẽ được loại bỏ, nhờ đó việc ghi nhận chiều sâu nhỏ hơn nhiều lần so với độ sâu thực tế của các phần của vật cần quan sát sẽ được loại bỏ. Độ sâu của mỗi phần của vật sẽ được khôi phục một cách tương đối chính xác và kết hợp với nhau tương ứng với vị trí của các bậc phản xạ của gương tham chiếu đa phản xạ để khôi phục lại hình ảnh ba chiều của vật.

Theo một phương án ưu tiên bộ trễ quang 24 bao gồm lăng kính có hai mặt gương phản xạ (Prism Mirror MRAK25-P01), và hai gương phản xạ (UM10-AG) được cố định trên một giá đỡ có dạng hình chữ V. Lăng kính hai mặt gương phản xạ được cố định vị trí, hai gương phản xạ UM10-AG được cố định trên giá đỡ có dạng hình chữ V được gắn trên một bộ dịch chuyển. Bộ dịch chuyển này có thể điều chỉnh tiến lên phía trước hoặc lùi về phía sau (như trên Hình 4A là sang phải

và sang trái) sử dụng động cơ bước được trang bị bộ điều khiển, bước dịch chuyển của bộ dịch chuyển này có độ phân giải $50 \text{ nm} \pm 5 \text{ nm}$ và phạm vi di chuyển tối đa là 300mm. Nhiệm vụ của bộ trễ quang 24 là thay đổi khoảng cách hoặc chiều dài đường truyền tia sáng của các bậc phản xạ từ hai hệ gương đa phản xạ, sao cho khoảng cách hoặc chiều dài đường truyền tia sáng phản xạ từ các phần khác nhau của vật qua thấu kính phóng đại tương đương với chiều dài đường truyền tia sáng từ các bậc phản xạ của hai hệ gương đa phản xạ. Chỉ khi sự khác nhau về chiều dài đường truyền quang học từ hệ gương tham chiếu đa phản xạ qua bộ trễ quang 24 và tia phản xạ từ các phần khác nhau của vật qua kính phóng đại nhỏ hơn chiều dài kết hợp của nguồn sáng thì hiện tượng giao thoa mới xảy ra và thông tin 3D của vật mới được xác định. Điều này có nghĩa là thông qua việc sử dụng bộ trễ quang 24, các phần khác nhau của vật có thể được lựa chọn để đo.

Theo một ví dụ cụ thể, bộ trễ quang 24 có thể là bộ trễ quang có sẵn được cung cấp bởi hãng Thorlabs, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Hiệu quả có thể đạt được của sáng chế

Hệ thống kính hiển vi giao thoa ánh sáng sử dụng nguồn sáng phổ rộng và gương tham chiếu đa phản xạ để quan sát ảnh ba chiều theo sáng chế có các ưu điểm vượt trội hơn so với các loại kính hiển vi thương mại có khả năng ghi nhận hình ảnh hai chiều và ba chiều thông thường bởi các tính năng dưới đây.

- Tốc độ ghi nhận hình ảnh nhanh hơn, thực hiện được trong thời gian thực.
- Thông tin ba chiều của vật được ghi nhận trong hai khung hình duy nhất giúp tăng tốc độ ghi nhận và giảm dung tích bộ nhớ khi việc lưu trữ thông tin ba chiều về vật thể.
- Chi phí của hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều được giảm xuống, chỉ tương đương với các kính hiển vi hai chiều thông thường do sử dụng nguồn sáng phổ rộng giá thành thấp, không yêu cầu các chi tiết dịch chuyển cơ khí chính xác có chi phí cao.
- Phạm vi đo tương đối lớn đủ đáp ứng các yêu cầu khắc khe trong các ứng

dụng công nghiệp, chẩn đoán hình ảnh trong y học và phục vụ tốt cho nhiều mục đích khoa học khác nhau.

- Bên cạnh chức năng ghi nhận ảnh ba chiều, hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo sáng chế cũng có thể chuyển đổi thành kính hiển vi ghi nhận ảnh hai chiều truyền thống một cách dễ dàng.

Những ưu điểm này sẽ là cơ sở để hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều theo sáng chế có thể được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khác nhau của đời sống, là cơ sở thúc đẩy nâng cao năng lực kiểm tra chất lượng và sản xuất trong hầu hết các lĩnh vực như cơ khí chế tạo máy, hóa chất, sinh học, v.v.. Đặc biệt, với chi phí được giảm xuống và khả năng chụp cắt lớp chính xác với những mẫu vật sinh học, hệ thống kính hiển vi quan này có thể sẽ là công cụ hiệu quả trong phân tích, chẩn đoán và điều trị bệnh hiệu quả, đóng góp ý nghĩa lớn cho xã hội và nghiên cứu khoa học.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả mà được xác định trong yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống kính hiển vi quan sát ảnh ba chiều bao gồm:

cụm nguồn sáng để phát ra chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn;

bộ phận bố trí vật cần quan sát để bố trí hoặc đặt vật cần quan sát tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ vật;

cụm tham chiếu gồm có ít nhất là một hệ gương tham chiếu được bố trí tại vị trí tiếp nhận ít nhất là một phần của chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu và tạo ra chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu;

lăng kính chia tia trung tâm để chia chùm ánh sáng phổ rộng được trục chuẩn đã nêu thành hai chùm ánh sáng có một chùm ánh sáng hướng về phía bộ phận bố trí vật cần quan sát và một chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu;

cụm thu hình ảnh vân giao thoa gồm có ít nhất là một camera được bố trí ở vị trí tiếp nhận đồng thời chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu, để thu nhận hình ảnh các vân giao thoa của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu;

bộ trễ quang được bố trí ở giữa lăng kính chia tia trung tâm và hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu để thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu sao cho sự sai lệch giữa khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ vật và khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng phản xạ từ hệ gương tham chiếu thỏa mãn các điều kiện mà tạo ra sự giao thoa ánh sáng để thu nhận được hình ảnh các vân giao thoa tại camera;

thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng để đo ít nhất là khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng chiếu tới vật cần quan sát từ cụm nguồn sáng;

trong đó việc thay đổi khoảng cách đường truyền của chùm ánh sáng hướng về phía hệ gương tham chiếu của cụm tham chiếu đã nêu được thực hiện thông qua việc điều chỉnh bộ trễ quang dựa vào khoảng cách đường truyền của chùm

ánh sáng chiếu tới vật cần quan sát, sao cho thích hợp với từng vật cần quan sát cụ thể.

2. Hệ thống kính hiển vi theo điểm 1, trong đó thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng sử dụng nguồn ánh sáng laze và phương pháp thời gian bay (Time-Of-Flight) của ánh sáng laze truyền đi từ thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu để đo khoảng cách đường truyền ánh sáng tới vật cần quan sát và/hoặc hệ gương tham chiếu.

3. Hệ thống kính hiển vi theo điểm 2, trong đó nguồn ánh sáng laze đã nêu phát ra ánh sáng laze được điều chế dưới dạng hình sin có tần số nằm trong khoảng từ 100MHz tới 20GHz tương đương với khoảng cách đường truyền ánh sáng đo được nằm trong khoảng từ 15mm tới 3000 mm.

4. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó cụm tham chiếu bao gồm lăng kính chia tia và hai hệ gương tham chiếu,

trong đó lăng kính chia tia phân chia chùm ánh sáng hướng về phía cụm tham chiếu đã nêu thành hai chùm ánh sáng vuông góc với nhau hướng về phía hai hệ gương tham chiếu tương ứng,

trong đó mỗi hệ gương tham chiếu là một hệ gương tham chiếu đa phản xạ sử dụng một gương bán mạ và một gương phản xạ được bố trí nghiêng với nhau và nghiêng so với hướng truyền tới của chùm ánh sáng chiếu tới chúng.

5. Hệ thống kính hiển vi theo điểm 4, trong đó gương bán mạ có tỉ lệ phản xạ lên tới 80% được bố trí phía trước gương phản xạ khi nhìn theo hướng chùm ánh sáng chiếu tới hệ gương tham chiếu tương ứng.

6. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bộ trễ quang bao gồm lăng kính có hai mặt gương phản xạ, hai gương phản xạ được gắn trên giá đỡ có dạng hình chữ V, và bộ dịch chuyển giá đỡ sử dụng động cơ bước để dịch chuyển giá đỡ có dạng hình chữ V, khi giá đỡ có dạng hình chữ V được dịch chuyển sẽ làm thay đổi khoảng cách giữa hai gương phản xạ và lăng kính có hai mặt gương phản xạ và dẫn tới sự thay đổi tương ứng về khoảng cách

đường truyền của chùm ánh sáng đi qua bộ trễ quang.

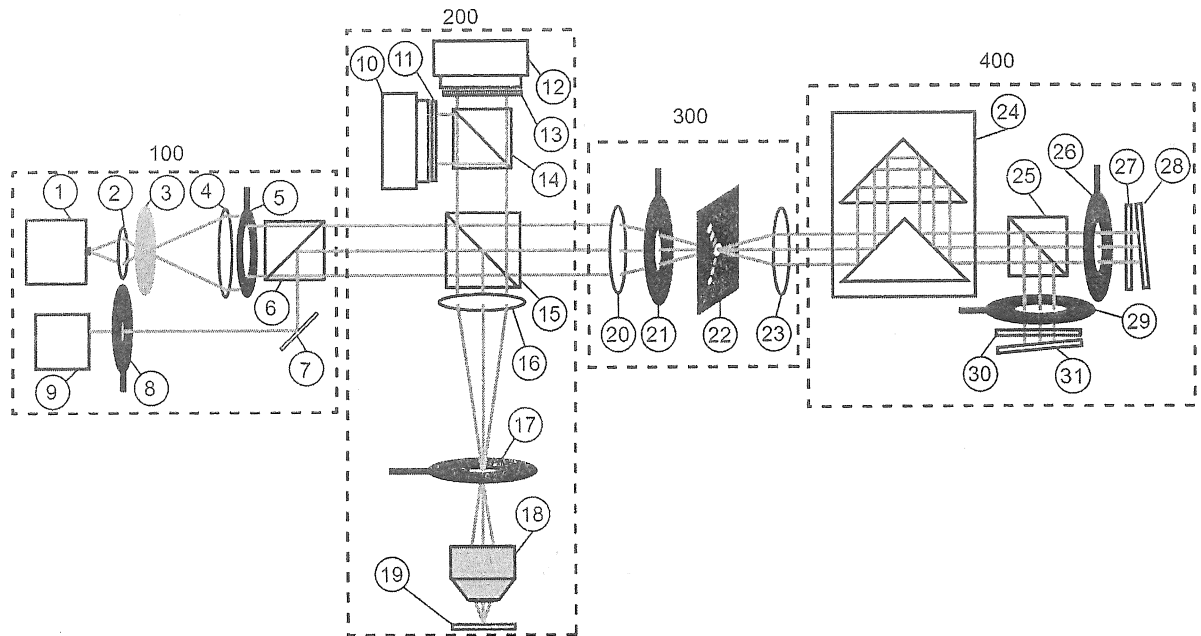
7. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó cụm thu hình ảnh vân giao thoa bao gồm hai camera và hai kính lọc sáng có bước sóng trung tâm khác nhau, và mỗi kính lọc sáng được bố trí phía trước một camera tương ứng, sao cho mỗi trong số hai camera thu được hình ảnh vân giao thoa tương ứng với một trong số hai bước sóng trung tâm đã nêu.

8. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó, hệ thống này còn bao gồm cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ được bố trí nằm trên đường truyền ánh sáng giữa cụm tham chiếu và lăng kính chia tia trung tâm,

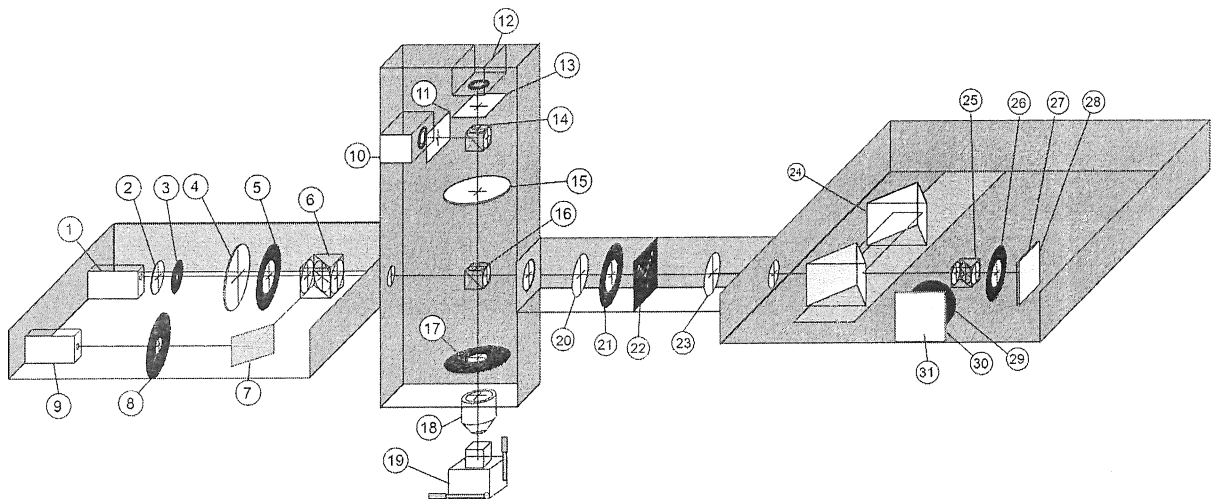
trong đó cụm kính điều chỉnh cường độ sáng các bậc phản xạ này bao gồm các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau được gắn trên một thanh trượt theo cách thay đổi được vị trí của các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau này theo góc vị trí của các điểm hội tụ từ các bậc phản xạ của hệ gương tham chiếu tương ứng.

9. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó hệ thống này còn bao gồm thấu kính phóng đại được bố trí nằm trên đường truyền ánh sáng giữa vật cần quan sát và lăng kính chia tia trung tâm.

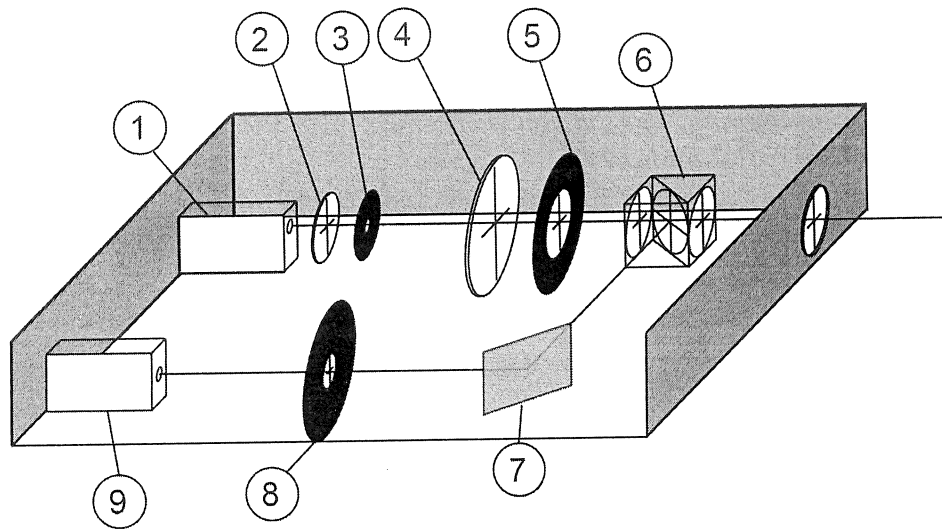
10. Hệ thống kính hiển vi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó hệ thống này còn bao gồm một hoặc nhiều khe sáng được bố trí tại một hoặc nhiều vị trí trong số các vị trí tại cụm nguồn sáng, tại thiết bị đo khoảng cách đường truyền ánh sáng, nằm trên đường truyền ánh sáng giữa bộ trễ quang và hệ gương tham chiếu, giữa thấu kính phóng đại và lăng kính chia tia trung tâm, và giữa các tấm kính có cường độ truyền sáng khác nhau và lăng kính chia tia trung tâm.

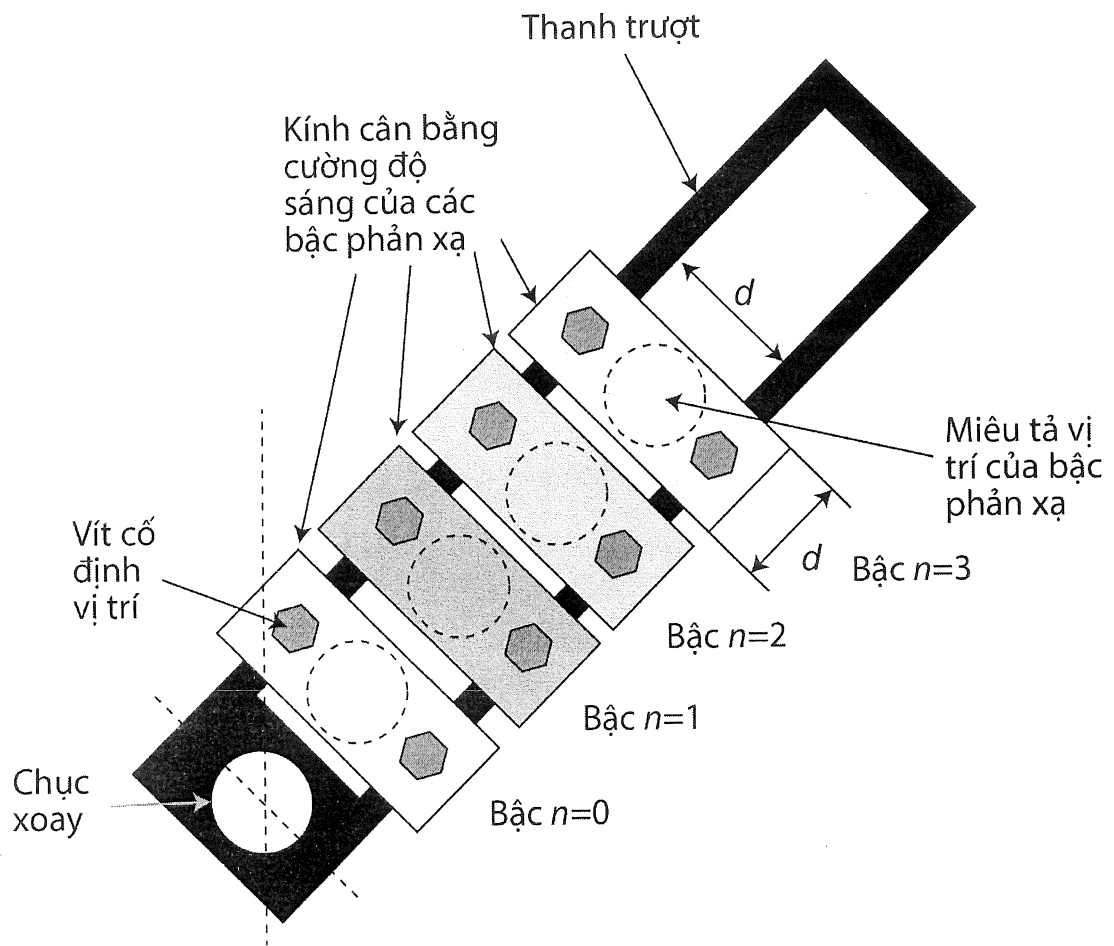


Hình 1A

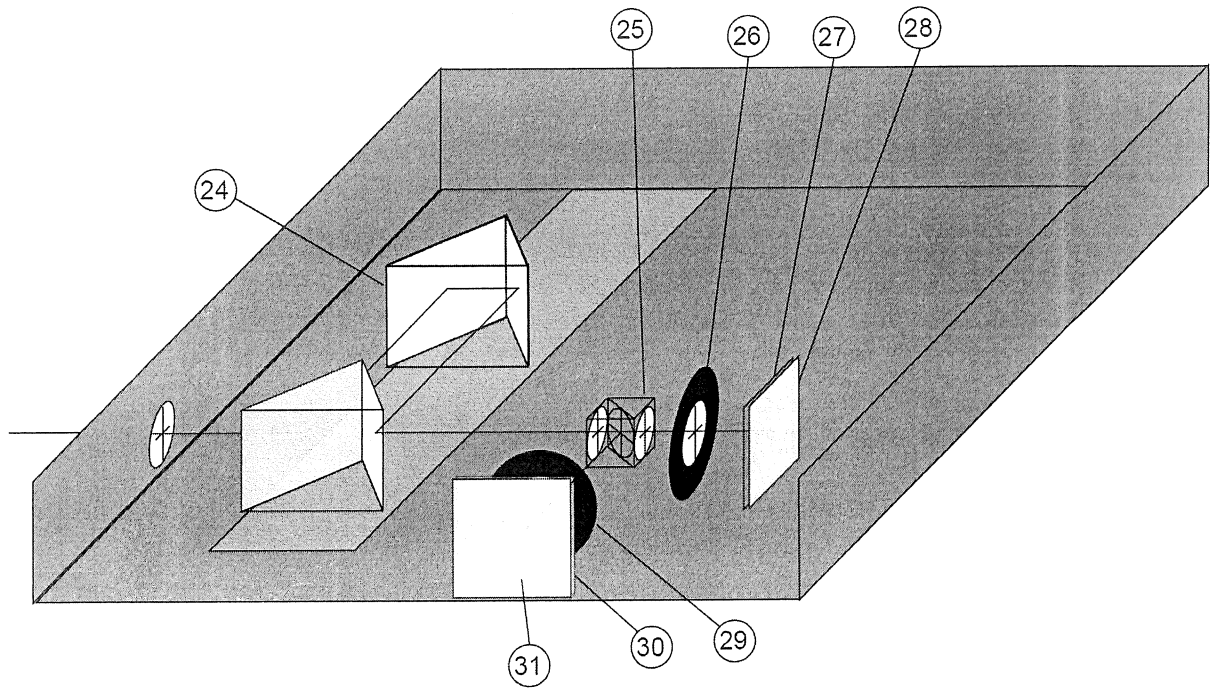


Hình 1B

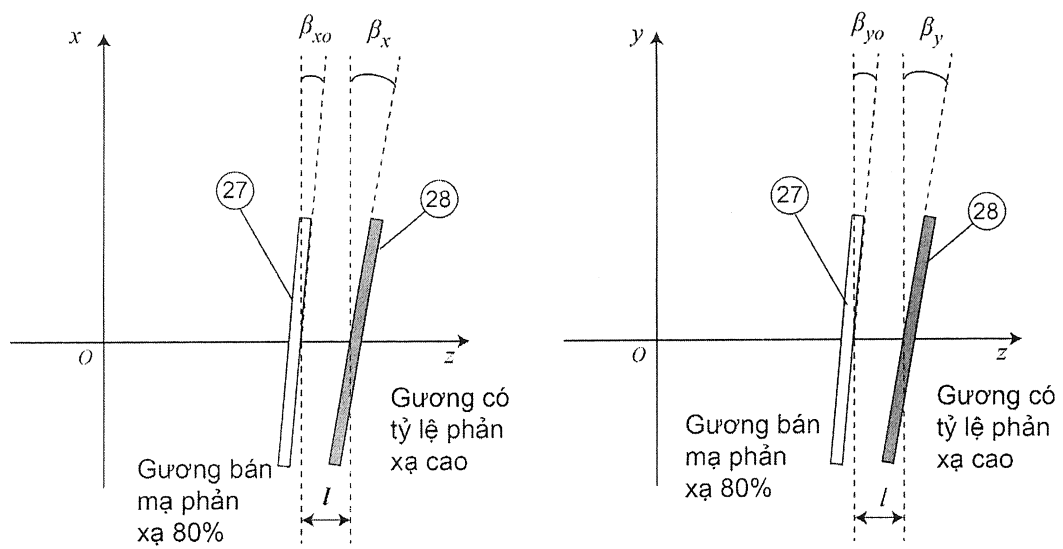
**Hình 2**



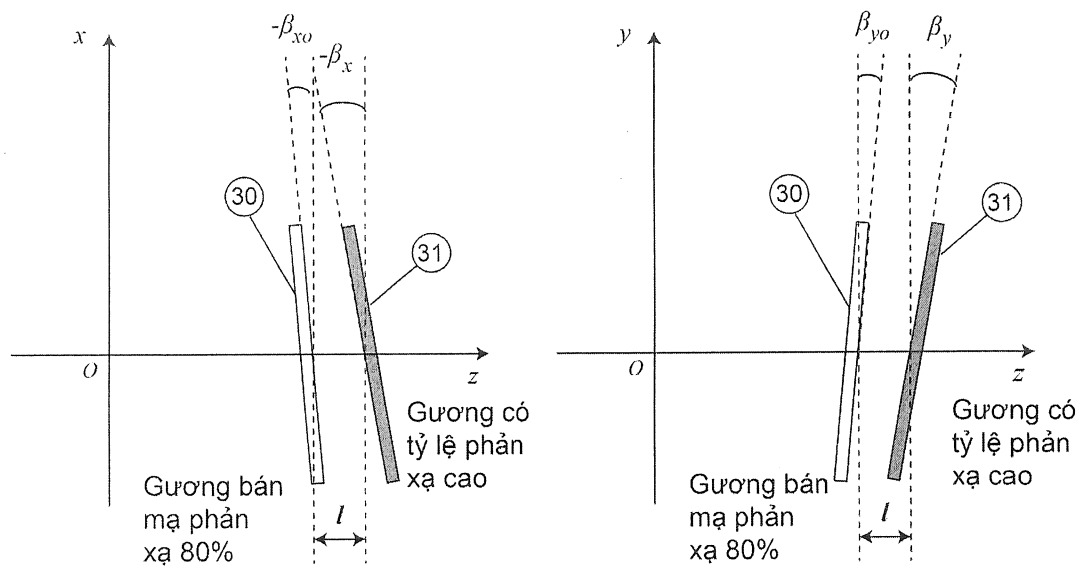
Hình 3C



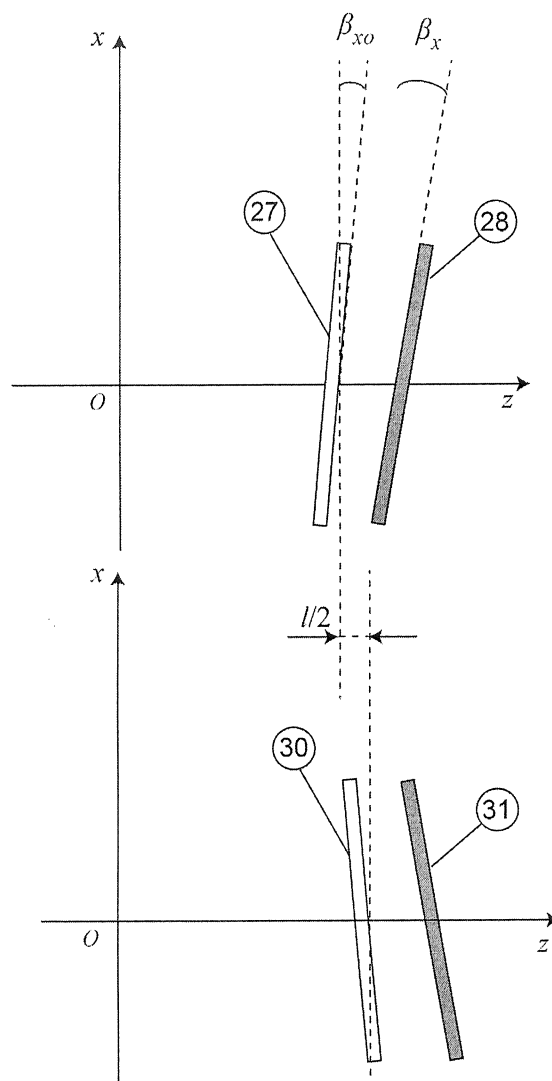
Hình 4A



Hình 4B



Hình 4C



Hình 4D