



(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)



1-0048809

(51)^{2020.01} H04N 13/322; G02B 30/29; G02B
30/31; H04N 13/39; H04N 13/366;
G02B 30/28; H04N 13/32

(13) B

(21) 1-2021-01483

(22) 22/08/2019

(86) PCT/US2019/047761 22/08/2019

(87) WO/2020/046716 05/03/2020

(30) 62/724,492 29/08/2018 US; 62/744,525 11/10/2018 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 26/07/2021 400A

(73) PCMS Holdings, Inc. (US)

200 Bellevue Parkway, Suite 300, Wilmington, Delaware 19809, United States of America

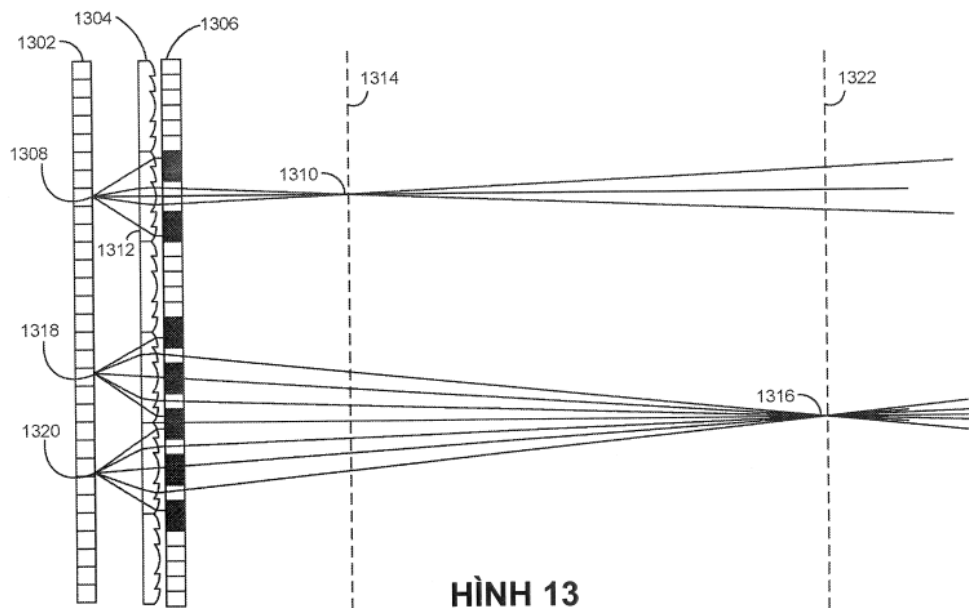
(72) Jukka-Tapani MAKINEN (FI); Kai OJALA (FI).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG QUANG HỌC DÀNH CHO MÀN HÌNH HIỂN
THỊ TRƯỜNG ÁNH SÁNG DỰA TRÊN LỚP TUẦN HOÀN KHẢM

(21) 1-2021-01483

(57) Sáng chế đề xuất các hệ thống và phương pháp được mô tả để đề xuất một màn hình 3D, chẳng hạn như màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng. Theo một số phương án, thiết bị hiển thị có lớp phát sáng bao gồm nhiều điểm ảnh có thể được kiểm soát riêng biệt. Một lớp quang phủ lên lớp phát sáng. Lớp quang bao gồm nhiều ô khảm được sắp xếp trong một ma trận hai chiều (ví dụ, một mảnh lát khảm). Mỗi ô khảm bao gồm nhiều ô quang. Các ô khác nhau có thể khác nhau về công suất quang, hướng nghiêng, độ trong mờ hoặc đặc tính quang học khác. Bộ điều biến ánh sáng không gian kiểm soát các ô quang nào truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị. Lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian được điều khiển đồng bộ để hiển thị dạng ánh sáng mong muốn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống quang học cho màn hình hiển thị trường ánh sáng dựa trên lớp tuần hoàn khảm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có thể phân loại màn hình 3D thành các dạng khác nhau dựa trên yếu tố hình dạng của chúng. Các thiết bị đeo trên đầu (HMD) chiếm ít không gian hơn so với các giải pháp không dùng kính. Điều này cũng có nghĩa là có thể chế tạo các thiết bị đeo trên đầu bằng các thành phần nhỏ hơn và tốn ít vật liệu hơn, nhờ đó giá thành của những thiết bị này tương đối thấp. Tuy nhiên, vì kính thông minh và kính thực tế ảo (VR) đeo trên đầu là các thiết bị dành cho một người dùng, nên chúng không cho phép tạo ra trải nghiệm chung một cách tự nhiên như các giải pháp không dùng kính. Màn hình khối 3D lấy không gian từ cả ba hướng và thường tốn nhiều vật liệu, khiến các hệ thống này thường khá nặng, tốn chi phí sản xuất và khó vận chuyển. Do sử dụng nhiều vật liệu nên “cửa sổ xem” của màn hình khối thường có xu hướng nhỏ và trường nhìn (FOV) hạn chế. Màn hình 3D dựa trên màn hình hiển thị có một thành phần lớn, nhưng phẳng, đó là màn hình và một hệ thống chiếu (các) hình ảnh lên không gian trông từ xa. Những hệ thống này có thể được làm nhỏ gọn hơn để tiện vận chuyển và chúng cũng bao quát FOV lớn hơn nhiều (chẳng hạn như khi so sánh với các Màn hình khối). Những hệ thống này có thể rất phức tạp và đắt tiền vì chúng cần đến các cụm máy chiếu phụ và khả năng liên kết chính xác giữa các bộ phận khác nhau. Chính vì vậy, đây là lựa chọn phù hợp nhất cho các trường hợp sử dụng chuyên nghiệp. Màn hình 3D dạng phẳng có thể yêu cầu nhiều không gian theo hai hướng, nhưng vì hướng thứ ba chỉ là ảo nên loại màn hình này tương đối dễ vận chuyển và lắp đặt trong nhiều môi trường. Vì các thiết bị ở dạng phẳng nên ít nhất có một số thành phần quang học dùng bên trong có nhiều khả năng được sản xuất ở dạng tấm hoặc cuộn, giúp cho chi phí tương đối thấp khi sản xuất với khối lượng lớn.

Trí não con người nhận biết và xác định độ sâu của các đối tượng quan sát được một phần nhờ vào việc nhận tín hiệu từ các cơ dùng để định hướng mỗi mắt. Bộ não liên kết các định hướng góc tương đối của mắt với độ sâu tiêu cự xác định. Các tín hiệu tiêu

điểm chính xác tạo ra hiệu ứng mờ tự nhiên trên các đối tượng bên ngoài mặt phẳng tiêu điểm quan sát được và hiệu ứng thị sai động tự nhiên. Một loại màn hình 3D có khả năng cung cấp các tín hiệu tiêu điểm chính xác sử dụng kỹ thuật hiển thị thể tích có thể tạo ra hình ảnh 3D trong không gian 3D thực. Mỗi “điểm ảnh ba chiều” của một hình ảnh 3D sẽ nằm cụ thể ở vị trí không gian nơi được cho là vị trí của mỗi điểm ảnh ba chiều đó và sẽ phản xạ hoặc phát ánh sáng từ vị trí đó về phía người quan sát để hình thành một hình ảnh thực trong mắt người xem. Các vấn đề chủ yếu của màn thể tích 3D là độ phân giải thấp, kích thước vật lý lớn và chi phí sản xuất tốn kém. Những vấn đề này là nguyên nhân khiến loại màn hình đó trở nên quá cồng kềnh, khó thông dụng, ngoại trừ các trường hợp đặc biệt, chẳng hạn như trưng bày sản phẩm, dùng trong bảo tàng, triển lãm, v.v. Một loại thiết bị hiển thị 3D khác có khả năng cung cấp các tín hiệu tiêu điểm vô hạn chính xác là màn hình ba chiều. Màn hình ba chiều nhằm mục đích tái tạo toàn bộ mặt sóng ánh sáng phân tán từ các đối tượng trong môi trường tự nhiên. Vấn đề chính của công nghệ này là thiếu thành phần Bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM) phù hợp có thể dùng để tạo ra các mặt sóng có độ chi tiết cực cao.

Một loại công nghệ hiển thị 3D khác có khả năng cung cấp các tín hiệu tiêu điểm vô hạn tự nhiên được gọi là màn hình sử dụng công nghệ Trường ánh sáng (LF). Hệ thống màn hình LF được thiết kế để tạo ra cái gọi là trường ánh sáng đại diện cho các tia sáng truyền trong không gian đến mọi hướng. Không giống như màn hình 3D lập thể thông thường, về cơ bản, chỉ có thể kiểm soát miền không gian có mật độ điểm ảnh cao hơn, mục đích của hệ thống LF là nhằm kiểm soát hiện tượng phát xạ ánh sáng cả trong miền không gian và miền góc. Có ít nhất hai phương pháp khác nhau để tạo ra các trường ánh sáng. Trong phương pháp thứ nhất, thị sai được tạo riêng trên từng mắt của người xem tạo nên độ mờ vô hạn chính xác tương ứng với vị trí 3D của đối tượng mà người xem đang quan sát. Có thể thực hiện điều này bằng cách hiển thị nhiều góc nhìn cho mỗi mắt. Phương pháp thứ hai là phương pháp mặt phẳng đa tiêu điểm, trong đó hình ảnh của một đối tượng được chiếu lên một mặt phẳng tiêu điểm thích hợp tương ứng với vị trí 3D của hình ảnh đó. Nhiều màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng sử dụng một trong hai phương pháp này. Phương pháp thứ nhất thường phù hợp hơn với thiết bị đeo trên đầu, một người dùng vì vị trí của đồng tử mắt dễ xác định hơn nhiều và mắt gần với màn hình hơn nên có thể tạo ra trường tia sáng với mật độ dày đặc mong muốn. Phương pháp thứ hai phù hợp hơn với các màn hình được đặt cách xa (những) người xem và có thể sử dụng mà không cần thiết bị đội

đầu.

Xung đột hội tụ – thích ứng (VAC) là một vấn đề với màn hình 3D lập thể hiện tại. Màn hình 3D LF dạng phẳng có thể giải quyết vấn đề này bằng cách tạo ra đồng thời cả độ hội tụ chính xác cho mắt và góc tiêu cự chính xác. Trong màn hình dân dụng hiện nay, một điểm ảnh nằm trên bề mặt của màn hình và chỉ cần cả hai mắt cùng nhìn thấy một điểm ảnh được chiếu sáng là có thể thể hiện điểm đó một cách chính xác. Cả hai mắt đều tập trung và hội tụ về cùng một điểm. Trong trường hợp màn hình 3D có rào chắn thị sai thì điểm ảnh ảo nằm sau màn hình và hai cụm điểm ảnh được chiếu sáng để thể hiện chính xác điểm duy nhất đó. Ngoài ra, hướng của các tia sáng từ hai cụm điểm ảnh tách biệt nhau trong không gian này được kiểm soát theo cách sao cho ánh sáng phát ra chỉ mắt chính xác mới nhìn thấy được, do đó cho phép hai mắt hội tụ đến cùng một điểm ảo duy nhất.

Trong các màn hình hiển thị hình ảnh nhiều chế độ xem có mật độ tương đối thấp hiện nay, các chế độ xem thay đổi theo kiểu từng bước thô khi người xem di chuyển về phía trước thiết bị. Điều này sẽ làm giảm chất lượng của trải nghiệm 3D và thậm chí có thể gây ảnh hưởng đến khả năng thụ cảm 3D trọn vẹn. Để giảm thiểu vấn đề này (cùng với vấn đề VAC), một số kỹ thuật hiển thị Chế độ xem siêu đa (Super Multi View – SMV) đã được thử nghiệm với 512 góc nhìn. Ý tưởng là tạo ra một số lượng cực lớn các góc nhìn giúp việc chuyển đổi bất kỳ giữa hai điểm nhìn trở nên mượt mà. Nếu ánh sáng từ ít nhất hai hình ảnh xuất phát từ các góc nhìn hơi khác nhau cùng đi vào đồng tử mắt, thì sẽ có trải nghiệm hình ảnh chân thực hơn nhiều. Trong trường hợp này, các hiệu ứng thị sai chuyển động giống với các điều kiện tự nhiên hơn vì não dự đoán một cách vô thức sự thay đổi hình ảnh do chuyển động.

Có thể đáp ứng được điều kiện SMV bằng cách giảm quãng cách giữa hai góc nhìn ở khoảng cách xem chính xác xuống một giá trị nhỏ hơn kích thước của đồng tử mắt. Ở điều kiện chiếu sáng bình thường, đường kính đồng tử của con người thường được ước tính là khoảng 4mm. Nếu cường độ ánh sáng xung quanh cao (ví dụ, dưới ánh nắng mặt trời), thì đường kính đồng tử có thể nhỏ đến 1,5mm, còn trong điều kiện tối thì đường kính này lớn đến 8mm. Có thể đạt được mật độ góc tối đa với màn hình SMV bị hạn chế do nhiễu xạ và có mối quan hệ nghịch đảo giữa độ phân giải không gian (kích thước điểm ảnh) và độ phân giải góc. Hiện tượng nhiễu xạ làm tăng góc trải rộng của chùm tia sáng đi qua một khẩu độ và có thể tính đến hiệu ứng này khi thiết kế màn hình

SMV mật độ rất cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống và phương pháp được mô tả để đề xuất một màn hình 3D, chẳng hạn như màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng. Theo một số phương án, một thiết bị hiển thị bao gồm: lớp phát sáng có chứa một ma trận các phần tử phát sáng có thể định địa chỉ; lớp quang học khảm phủ lên lớp phát sáng, lớp quang học khảm bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm có ít nhất một ô quang thứ nhất có hướng nghiêng thứ nhất và một ô quang thứ hai có hướng nghiêng thứ hai khác với hướng nghiêng thứ nhất; và một bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát các ô quang truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị. Theo một số phương án, mỗi ô khảm còn có ít nhất một ô quang mờ có chức năng phân tán ánh sáng từ lớp phát sáng. Ô quang thứ nhất và ô quang thứ hai có thể là các mặt phẳng có các hướng nghiêng khác nhau.

Theo một số phương án, mỗi ô khảm bao gồm một ô quang có công suất quang thứ nhất và ít nhất một ô quang có công suất quang thứ hai khác với công suất quang thứ nhất.

Theo một số phương án, mỗi ô khảm bao gồm ít nhất hai ô quang không liên nhau có cùng công suất quang. Theo một số phương án, ít nhất hai ô quang có cùng công suất quang có các hướng nghiêng khác nhau.

Theo một số phương án, thiết bị hiển thị được tạo cấu hình sao cho, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều thì sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ nhất trong chùm tia thứ nhất tới vị trí điểm ảnh ba chiều, và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ hai trong chùm tia thứ hai về phía vị trí điểm ảnh ba chiều.

Theo một số phương án, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều, sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được tạo cấu hình để điều chỉnh tiêu điểm một hình ảnh của phần tử phát sáng thứ nhất vào vị trí điểm ảnh ba chiều, và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để điều chỉnh tiêu điểm một hình

ảnh của phần tử phát sáng thứ hai vào vị trí điểm ảnh ba chiều.

Theo một số phương án, các ô quang trong mỗi ô khảm về cơ bản là hình vuông hoặc hình chữ nhật.

Theo một số phương án, các ô khảm được sắp xếp trong mảnh lát khảm hai chiều.

Theo một số phương án, lớp quang khảm được đặt giữa lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian. Theo các phương án khác, bộ điều biến ánh sáng không gian được đặt giữa lớp phát sáng và lớp quang khảm.

Theo một số phương án, thiết bị hiển thị bao gồm một lớp chuẩn trực giữa lớp phát sáng và lớp quang khảm.

Theo một số phương án, phương pháp hiển thị bao gồm các bước: phát ánh sáng từ ít nhất một phần tử phát sáng được chọn trong lớp phát sáng bao gồm ma trận các phần tử phát sáng có thể định địa chỉ, ánh sáng phát ra được phát hướng tới một lớp quang khảm phủ lên lớp phát sáng, lớp quang khảm bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm có ít nhất một ô quang thứ nhất có hướng nghiêng thứ nhất và một ô quang thứ hai có hướng nghiêng thứ hai khác với hướng nghiêng thứ nhất; và vận hành một bộ điều biến ánh sáng không gian để cho phép ít nhất hai ô quang được chọn truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị.

Theo một số phương án, phần tử phát sáng và các ô quang đã chọn được lựa chọn dựa trên vị trí của điểm ảnh ba chiều sẽ được hiển thị.

Theo một số phương án, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều thì sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được chọn để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ nhất trong chùm tia thứ nhất tới vị trí điểm ảnh ba chiều, và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ hai trong chùm tia thứ hai về phía vị trí điểm ảnh ba chiều, sao cho chùm tia thứ nhất và chùm tia thứ hai cắt nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều.

Theo một số phương án, thiết bị hiển thị có lớp phát sáng bao gồm nhiều điểm ảnh có thể được kiểm soát riêng biệt. Một lớp quang phủ lên lớp phát sáng. Lớp quang bao gồm nhiều ô khảm được sắp xếp trong một ma trận hai chiều (ví dụ, một mảnh lát khảm). Mỗi ô khảm bao gồm nhiều ô quang. Các ô khác nhau có thể khác nhau về công suất quang, hướng nghiêng, độ trong mờ hoặc đặc tính quang học khác. Bộ điều

biến ánh sáng không gian kiểm soát các ô quang nào truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị. Lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian được điều khiển đồng bộ để hiển thị dạng ánh sáng mong muốn (ví dụ, trường ánh sáng).

Một số phương án sẽ cho khả năng tạo màn hình, chẳng hạn như màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng, có khả năng hiển thị nhiều mặt phẳng tiêu điểm của một hình ảnh 3D, đồng thời khắc phục được vấn đề xung đột hội tụ – thích ứng (VAC) Một số phương án sẽ cho khả năng tạo màn hình, chẳng hạn như một màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng (LF), với quang học loăng mà không cần các bộ phận chuyển động.

Theo một số phương án, một phương pháp dựa trên việc sử dụng lớp tuần hoàn khảm và bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM). Ánh sáng được phát ra từ các bộ phát nhỏ có thể được điều khiển riêng biệt. Một lớp khảm gồm các đặc trưng quang học được dùng để tạo ra nhiều chùm tia hội tụ và các phần chùm tia hội tụ đến các khoảng cách khác nhau. SLM kiểm soát khẩu độ của từng phần chùm tia và chọn khoảng cách tiêu điểm được sử dụng. Có thể dùng hai hoặc nhiều chùm tia giao nhau để đạt được khả năng hội tụ chính xác cho mắt và hình thành các điểm ảnh ba chiều mà không xung đột với các tín hiệu tiêu điểm.

Theo một số phương án, một phương pháp quang học và cấu trúc của hệ thống quang học được dùng để tạo hình ảnh 3D LF có độ phân giải cao bằng các chùm tia giao nhau. Ánh sáng được tạo ra trên một lớp chứa các điểm ảnh có thể định địa chỉ riêng (LEL). Chẳng hạn như, lớp tạo ánh sáng có thể là một ma trận μ LED hoặc một màn hình OLED. Một lớp tuần hoàn gồm các phần tử quang lặp lại chuẩn trực và chia ánh sáng phát ra thành nhiều chùm tia tập trung đến các khoảng cách khác nhau cách xa cấu trúc. Một số đặc trưng riêng lẻ trong lớp tuần hoàn kết hợp cùng nhau thành một cụm. Lớp tuần hoàn có thể là lá polycarbonat có cấu trúc khúc xạ hoặc nhiễu xạ được xử lý bằng tia cực tím. Lớp tuần hoàn có các đối tượng nhỏ lặp lại được sắp xếp thành một mẫu khảm, trong đó mỗi đặc trưng có độ cong, góc nghiêng và đặc tính bề mặt cụ thể. Theo một số phương án, Bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM) (ví dụ, tấm nền màn hình LCD) được dùng ở phía trước lớp tuần hoàn để chặn hoặc cho qua một cách có chọn lọc các phần chùm tia dùng để tạo thành ảnh 3D LF.

Theo một số phương án, hệ thống quang học có thể sử dụng chùm tia giao nhau để

hình thành các điểm ảnh ba chiều. Theo một số phương án, có thể hình thành các điểm ảnh ba chiều ở các khoảng cách khác nhau so với bề mặt hiển thị (ví dụ, phía trước màn hình, phía sau màn hình và/hoặc trên bề mặt hiển thị). Những phần chùm tia khác nhau sẽ hội tụ vào những khoảng cách khác nhau từ cấu trúc quang học ảnh hóa các nguồn đến các điểm có kích thước khác nhau tùy thuộc vào khoảng cách. Vì có thể chọn riêng độ dài tiêu cự hiệu dụng cho từng đặc trưng khảm nên tỷ lệ phóng đại hình học cũng có thể bị ảnh hưởng, dẫn đến các điểm ảnh nguồn sẽ nhỏ hơn và độ phân giải tốt hơn. Một chùm tia xuất phát từ một nguồn duy nhất có thể được chia thành nhiều phần và được dùng để hình thành ảnh có điểm ảnh ba chiều cho một mắt, tạo ra các tín hiệu tiêu điểm võng mạc chính xác. Bằng cách cho hai chùm tia giao nhau ở khoảng cách điểm ảnh ba chiều chính xác, điểm ảnh ba chiều đầy đủ được tạo ra cho cả hai mắt và tạo ra góc hội tụ chính xác của mắt. Vì có thể tạo cả hai tín hiệu tiêu điểm võng mạc và góc hội tụ một cách riêng biệt, nên có thể triển khai hệ thống theo một số phương án để không xảy ra vấn đề VAC. Đồng thời, các đặc điểm ma trận nguồn và lớp tuần hoàn hình thành nên một hệ thống có khả năng tạo ra nhiều tiêu diện ảo vào không gian 3D xung quanh màn hình.

Theo một số phương án, SLM là tấm nền màn hình LCD. Chỉ có thể sử dụng các điểm ảnh SLM với chức năng bật – tắt nhị phân nếu các điểm ảnh phát sáng (ví dụ, μ LED) được điều chế riêng biệt. Tuy nhiên, cũng có thể sử dụng một tấm nền màn hình LCD để điều chế cường độ điểm ảnh. Tốc độ chuyển đổi đối với SLM có thể đủ để hình ảnh không bị nhấp nháy khoảng 60 Hz với SLM. Việc tạo hình ảnh 3D chính được thực hiện nhờ mô-đun phát sáng điểm ảnh nhanh hơn ở phía sau cấu trúc kiểm soát khẩu độ, và SLM có thể chỉ được dùng để cho qua hoặc chặn các phần của chùm tia cần đến mắt của người xem, làm cho hệ thống thị giác của con người trở thành yếu tố quyết định tần suất cập nhật của SLM.

Theo một số phương án, phương pháp được đề xuất để tạo ra các điểm ảnh ảo. Trong một phương pháp như vậy, đề xuất sử dụng nhiều khối phần tử phát sáng bao gồm các nguồn sáng, một phần tử quang khảm tuần hoàn và một bộ điều biến ánh sáng không gian. Việc chiếu sáng của các phần tử phát sáng và độ trong suốt của các phần của bộ điều biến ánh sáng không gian được kiểm soát theo cách đồng bộ theo thời gian để tạo ra chùm ánh sáng có kích thước, cường độ và góc khác nhau nhằm tái tạo các đặc

tính của một trường ánh sáng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A là sơ đồ hệ thống minh họa một hệ thống truyền thông điển hình theo một số phương án.

Hình 1B là sơ đồ hệ thống minh họa thiết bị thu/phát không dây (WTRU) mẫu, có thể dùng trong hệ thống truyền thông được minh họa trên Hình 1A theo một số phương án.

Hình 1C là sơ đồ hệ thống của một hệ thống điển hình minh họa một mạng truy nhập vô tuyến (RAN) mẫu và mạng lõi (CN) mẫu có thể dùng trong hệ thống truyền thông được minh họa trên Hình 1A theo một số phương án.

Hình 2A-2C mô tả các giản đồ hình chiếu phối cảnh minh họa các ví dụ về mức độ đổ bóng của các trường ánh sáng được điều hướng tới đồng tử mắt.

Hình 3 là giản đồ hình chiếu bằng minh họa các góc phát xạ ánh sáng mẫu hướng tới người xem tương ứng theo một số phương án.

Hình 4A mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt và góc tiêu cự (FA) cùng góc hội tụ (CA) do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành trên bề mặt hiển thị theo một số phương án.

Hình 4B mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA và CA do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều hình thành phía sau bề mặt hiển thị theo một số phương án.

Hình 4C mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA và CA do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành ở khoảng cách vô hạn phía sau bề mặt hiển thị theo một số phương án.

Hình 4D mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA và CA do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành phía trước bề mặt hiển thị theo một số phương án.

Hình 5 mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa một ví dụ về hiện tượng tăng phân kỳ chùm tia do các yếu tố hình học gây ra.

Hình 6 mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa một ví dụ về hiện tượng tăng phân

kỳ chùm tia do nhiễu xạ.

Hình 7 mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa ba ống kính mẫu có các tỷ lệ phóng đại khác nhau.

Hình 8A-8D là giản đồ hình chiếu minh họa các hiệu ứng hình học và nhiễu xạ mẫu cho một hoặc hai nguồn sáng rộng được ánh hóa ở một khoảng cách cố định với độ phóng đại cố định.

Hình 9 là một giản đồ hình chiếu bằng minh họa dạng hình học xem điển hình có sẵn với cấu trúc hiển thị 3D theo một số phương án.

Hình 10-11 là giản đồ hình chiếu bằng minh họa các trường hợp dạng hình học xem điển hình của màn hình 3D theo một số phương án.

Hình 12A là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một đặc điểm tuần hoàn của một phần màn hình 3D theo một số phương án.

Hình 12B là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một đặc điểm tuần hoàn của một phần màn hình 3D theo một số phương án.

Hình 13 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một màn hình 3D theo một số phương án.

Hình 14 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về một mẫu khảm cho một ô khảm của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 15 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về một mẫu khảm cho một ô khảm của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 16 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một mảng ví dụ về một mẫu khảm của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 17 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một mảng ví dụ về một mẫu khảm của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 18 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về việc sắp xếp bộ lọc màu điểm ảnh của bộ điều biến ánh sáng không gian với đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 19 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về việc sắp xếp bộ lọc màu điểm ảnh của bộ điều biến ánh sáng không gian với đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

án.

Hình 20 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một ví dụ về cấu hình được dùng để hình thành điểm ảnh ba chiều theo một số phương án.

Hình 21 là giản đồ hình chiếu phối cảnh minh họa một ví dụ về cấu hình của một màn hình 3D và một người xem theo một số phương án.

Hình 22 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một ví dụ về cấu trúc quang của màn hình theo một số phương án.

Hình 23A là giản đồ hình chiếu đứng minh họa ví dụ về một ô khám được dùng làm đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án.

Hình 23B là một giản đồ hình chiếu của phần C-C cho ô khám trên Hình 23A.

Hình 24A là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một phần của màn hình 3D mẫu theo một số phương án, trong đó màn hình đang tạo ra các điểm ảnh ba chiều ở phía trước bề mặt hiển thị.

Hình 24B là giản đồ hình chiếu cạnh minh họa một đặc trưng tuần hoàn mẫu theo một số phương án.

Hình 24C là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một phần của màn hình 3D mẫu theo một số phương án, trong đó màn hình đang tạo ra các điểm ảnh ba chiều ở phía sau bề mặt hiển thị.

Hình 24D là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một phần của màn hình 3D mẫu theo một số phương án.

Hình 25 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng minh họa một cấu trúc mẫu của màn hình theo một số phương án.

Hình 26 là giản đồ hình chiếu cạnh minh họa một cấu trúc tuần hoàn của một phần trong cấu trúc hiển thị theo một số phương án.

Hình 27A là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia của một cấu trúc hiển thị theo một số phương án.

Hình 27B là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia của các chùm ánh sáng phát ra về phía mắt trái theo một số phương án.

Hình 27C là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia

của các chùm ánh sáng phát ra về phía mắt phải theo một số phương án.

Hình 27D là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia cho mô hình của một mắt theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1A là sơ đồ minh họa hệ thống truyền thông điển hình 100, trong đó một hoặc nhiều phương án được đề xuất có thể được thực hiện. Hệ thống truyền thông 100 có thể là một hệ thống đa truy cập cung cấp nội dung, chẳng hạn như thoại, dữ liệu, video, tin nhắn, phát sóng, v.v. cho nhiều người dùng thiết bị không dây. Hệ thống truyền thông 100 có thể cho phép nhiều người dùng thiết bị không dây truy cập các nội dung đó bằng việc chia sẻ các tài nguyên hệ thống, bao gồm băng thông không dây. Ví dụ, hệ thống truyền thông 100 có thể sử dụng một hoặc nhiều phương pháp truy nhập kênh, như đa truy nhập phân mã (CDMA), đa truy nhập phân chia thời gian (TDMA), đa truy nhập phân tần (FDMA), FDMA trực giao (OFDMA), FDMA đơn sóng mang (SC-FDMA), OFDM trải phổ DFT từ duy nhất đuôi không (ZT UW DTS-s OFDM), OFDM từ duy nhất (UW-OFDM), OFDM được lọc bằng khối tài nguyên, điều chế lọc đa sóng mang (FBMC), v.v.

Như minh họa trên Hình 1A, hệ thống truyền thông 100 có thể bao gồm các thiết bị thu/phát không dây (WTRU) 102a, 102b, 102c, 102d, RAN 104/113, CN 106/115, mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (PSTN) 108, Internet 110, và các mạng khác 112, mặc dù tốt hơn là các phương án được đề xuất dự kiến số lượng WTRU, trạm gốc, mạng, và/hoặc các phần tử mạng bất kỳ. Mỗi WTRU 102a, 102b, 102c, 102d có thể là loại thiết bị bất kỳ được tạo cấu hình để hoạt động và/hoặc truyền thông trong môi trường không dây. Thông qua ví dụ, các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d, WTRU bất kỳ có thể gọi là “trạm” và/hoặc “STA”, có thể được tạo cấu hình để thu và/hoặc phát tín hiệu không dây và có thể bao gồm thiết bị người dùng (UE), trạm di động, thiết bị thuê bao cố định hoặc di động, thiết bị dựa trên thuê bao, máy nhắn tin, điện thoại di động, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (PDA), điện thoại thông minh, máy tính xách tay, netbook (máy tính xách tay mini), máy tính cá nhân, bộ cảm biến không dây, hotspot hoặc thiết bị Mi-Fi, thiết bị Internet vạn vật (IoT), đồng hồ hoặc thiết bị đeo tay khác, màn hình hiển thị đeo ở đầu (HMD), phương tiện giao thông, máy bay không người lái, thiết bị và ứng dụng y tế (ví dụ, phẫu thuật từ xa), thiết bị và ứng dụng công nghiệp (ví dụ robot

và/hoặc các thiết bị không dây khác vận hành trong công nghiệp và/hoặc trong trường hợp dây chuyền chế biến tự động), hàng điện tử gia dụng, thiết bị vận hành trong thương mại và/hoặc mạng không dây trong công nghiệp, và thiết bị tương tự. Bất kỳ WTRU nào trong các WTRU 102a, 102b, 102c và 102d đều có thể được gọi thay thế cho nhau là UE.

Hệ thống truyền thông 100 cũng có thể bao gồm trạm gốc 114a và/hoặc trạm gốc 114b. Mỗi trạm gốc 114a, 114b có thể là loại thiết bị bất kỳ được tạo cấu hình để kết nối không dây với ít nhất một trong các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d để hỗ trợ truy cập vào một hoặc nhiều mạng truyền thông, chẳng hạn như CN 106/115, Internet 110, và/hoặc các mạng khác 112. Ví dụ, các trạm gốc 114a, 114b có thể là trạm thu phát gốc (BTS), điểm nút Node-B, điểm nút eNode B, điểm nút Node B dùng trong gia đình (Home Node B), điểm nút eNode B dùng trong gia đình (Home eNode B), gNB, NR NodeB, bộ điều khiển vị trí, điểm truy nhập (AP), bộ định tuyến không dây, v.v. Mặc dù các trạm gốc 114a, 114b được mô tả là một phần tử đơn, tốt hơn là các trạm gốc 114a, 114b có thể bao gồm số lượng bất kỳ các trạm gốc và/hoặc các phần tử mạng kết nối liền với nhau.

Trạm gốc 114a có thể là một phần của RAN 104/113, có thể bao gồm các trạm gốc và/hoặc các phần tử mạng (không được minh họa) khác, chẳng hạn như bộ điều khiển trạm gốc (BSC), bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC), các điểm nút chuyển tiếp v.v. Trạm gốc 114a và/hoặc trạm gốc 114b có thể được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tín hiệu không dây trên một hoặc nhiều tần số sóng mang mà có thể được gọi là ô (không được minh họa). Các tần số này có thể nằm trong phổ tần được cấp phép, phổ tần không được cấp phép, hoặc tổ hợp phổ tần được cấp phép và không được cấp phép. Một ô có thể cung cấp phạm vi phủ sóng cho thiết bị không dây đến khu vực địa lý cụ thể có thể tương đối cố định hoặc có thể thay đổi theo thời gian. Ô có thể được phân chia tiếp thành các khu vực ô. Ví dụ, ô liên kết với trạm gốc 114a có thể được phân chia thành ba khu vực. Theo đó, trong một phương án, trạm gốc 114a có thể bao gồm ba bộ thu phát, tức là, mỗi bộ cho một khu vực của ô. Trong một phương án khác, trạm gốc 114a có thể sử dụng công nghệ đa nhập đa xuất (MIMO) và có thể sử dụng nhiều bộ thu phát cho mỗi khu vực ô. Ví dụ, có thể sử dụng sự điều hướng chùm tín hiệu để phát và/hoặc thu các tín hiệu theo hướng không gian mong muốn.

Các trạm gốc 114a, 114b có thể truyền thông với một hoặc nhiều WTRU 102a,

102b, 102c, 102d qua giao diện không khí 116 mà có thể là liên kết truyền thông không dây thích hợp bất kỳ (ví dụ, tần số vô tuyến (RF), vi sóng, sóng xentimét, sóng micromét, hồng ngoại (IR), tia cực tím (UV), ánh sáng nhìn thấy, v.v.). Giao diện không khí 116 có thể được thiết lập bằng cách sử dụng công nghệ truy nhập vô tuyến (RAT) phù hợp bất kỳ.

Cụ thể hơn, như đã lưu ý ở trên, hệ thống truyền thông 100 có thể là một hệ thống đa truy cập và có thể sử dụng một hoặc nhiều hệ thống truy cập kênh, như CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA và các hệ thống khác. Ví dụ, trạm gốc 114a trong RAN 104/113 và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như Truy cập vô tuyến mặt đất (UTRA) Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS), là công nghệ có thể thiết lập giao diện không khí 115/116/117 sử dụng CDMA băng thông rộng (WCDMA). WCDMA có thể bao gồm các giao thức truyền thông như công nghệ Truy cập gói tốc độ cao (High-Speed Packet Access, HSPA) và/hoặc HSPA nâng cao (HSPA+). HSPA có thể bao gồm Truy cập gói đường xuống (DL) tốc độ cao (High-Speed Downlink Packet Access, HSDPA) và/hoặc Truy cập gói UL tốc độ cao (High-Speed UL Packet Access, HSUPA).

Theo phương án, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể sử dụng công nghệ vô tuyến như công nghệ Truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS tiên hóa (E-UTRA), mà có thể thiết lập giao diện không khí 116 sử dụng công nghệ Tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE) và/hoặc LTE nâng cao (LTE-A) và/hoặc Pro LTE nâng cao (LTE-A Pro).

Theo phương án, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể sử dụng công nghệ vô tuyến như Truy nhập vô tuyến NR mà có thể thiết lập giao diện không khí 116 sử dụng Vô tuyến mới (NR).

Theo phương án, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể sử dụng nhiều công nghệ truy nhập vô tuyến. Ví dụ, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện truy nhập vô tuyến LTE và truy nhập vô tuyến NR cùng với nhau, ví dụ, sử dụng các nguyên lý kết nối kép (DC). Vì vậy, giao diện không khí được sử dụng bởi các WTRU 102a, 102b, 102c có thể được đặc trưng hóa bởi nhiều loại công nghệ truy nhập vô tuyến và/hoặc truyền dẫn được gửi đến/từ nhiều loại trạm gốc

(ví dụ, eNB và gNB).

Theo các phương án khác, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện các công nghệ vô tuyến như IEEE 802.11 (tức là, Độ chính xác không dây (Wireless Fidelity, WiFi), IEEE 802.16 (tức là, Khả năng tương tác toàn cầu với truy nhập vi ba (WiMAX)), CDMA2000, CDMA2000 1X, Chỉ dữ liệu tiến hóa/Dữ liệu tiến hóa được tối ưu (Evolution Data Only/Evolution Data Optimized, EV-DO) CDMA2000, Tiêu chuẩn tạm thời 2000 (Interim Standard 2000, IS-2000), Tiêu chuẩn tạm thời 95 (Interim Standard 95, IS-95), Tiêu chuẩn tạm thời 856 (Interim Standard 856, IS-856), Hệ thống thông tin di động toàn cầu (GSM), Cải tiến tốc độ dữ liệu để phát triển GSM (EDGE), GSM EDGE (GERAN), và tương tự.

Trạm gốc 114b trên Hình 1A có thể là bộ định tuyến không dây, Home Node B, Home eNode B hoặc điểm truy nhập, và có thể sử dụng RAT thích hợp bất kỳ để hỗ trợ kết nối không dây trong một khu vực được định vị, chẳng hạn như địa điểm kinh doanh, nhà, phương tiện giao thông, khuôn viên, cơ sở công nghiệp, hành lang hàng không (ví dụ, sử dụng cho máy bay không người lái), lòng đường, v.v. Theo một phương án, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể sử dụng công nghệ vô tuyến như IEEE 802.11 để thiết lập mạng cục bộ không dây (WLAN). Theo phương án, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể sử dụng công nghệ vô tuyến như IEEE 802.15 để thiết lập mạng cá nhân không dây (WPAN). Tuy nhiên theo phương án khác, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể sử dụng RAT nền tảng tế bào (ví dụ, WCDMA, CDMA2000, GSM, LTE, LTE-A, LTE-A Pro, NR, v.v.) để thiết lập các trạm phát sóng quy mô nhỏ (picocell hoặc femtocell). Như được minh họa trên Hình 1A, trạm gốc 114b có thể kết nối trực tiếp với Internet 110. Theo đó, có thể không yêu cầu trạm gốc 114b truy nhập Internet 110 thông qua CN 106/115.

RAN 104/113 có thể truyền thông với mạng lõi CN 106/115, mà có thể là loại mạng bất kỳ được tạo cấu hình để cung cấp các dịch vụ thoại, dữ liệu, ứng dụng và/hoặc thoại qua giao thức internet (VoIP) đến một hoặc nhiều WTRU 102a, 102b, 102c, 102d. Dữ liệu có thể có chất lượng yêu cầu dịch vụ (QoS) khác nhau, như yêu cầu thông lượng, yêu cầu độ trễ, yêu cầu dung sai, yêu cầu độ ổn định, yêu cầu thông lượng dữ liệu, yêu cầu tính di động, v.v. khác nhau. CN 106/115 có thể điều khiển cuộc gọi, cung cấp dịch vụ thanh toán, dịch vụ định vị trên thiết bị di động, cuộc gọi trả trước, kết nối Internet, phân phối tín hiệu video v.v., và/hoặc thực hiện các chức năng bảo mật cấp cao, chẳng

hạn như xác thực người dùng. Mặc dù không được minh họa trên Hình 1A, tốt hơn là RAN 104/113 và/hoặc CN 106/115 có thể truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp với các RAN khác sử dụng cùng một RAT như RAN 104/113 hoặc RAT khác. Ví dụ, ngoài việc kết nối với RAN 104/113 có thể sử dụng công nghệ vô tuyến NR, CN 106/115 còn có thể giao tiếp với RAN khác (không được minh họa) sử dụng công nghệ vô tuyến GSM, UMTS, CDMA 2000, WiMAX, E-UTRA, hoặc công nghệ vô tuyến WiFi.

CN 106/115 cũng có thể đóng vai trò như cổng vào cho các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d để truy nhập PSTN 108, Internet 110, và/hoặc các mạng khác 112. PSTN 108 có thể bao gồm các mạng điện thoại chuyển mạch cung cấp dịch vụ điện thoại cũ (POTS). Internet 110 có thể bao gồm hệ thống toàn cầu gồm các mạng máy tính liên kết và các thiết bị sử dụng các giao thức truyền thông chung, như giao thức điều khiển truyền dẫn (TCP), giao thức gói dữ liệu người dùng (UDP) và/hoặc giao thức Internet (IP) trong bộ giao thức Internet TCP/IP. Các mạng 112 có thể bao gồm mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây do các nhà cung cấp dịch vụ khác sở hữu và/hoặc khai thác. Ví dụ, các mạng 112 có thể bao gồm CN khác được kết nối với một hoặc nhiều RAN mà có thể sử dụng cùng RAT như RAN 104/113 hoặc RAT khác.

Một số hoặc tất cả các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d trong hệ thống truyền thông 100 có thể bao gồm các khả năng đa chế độ (ví dụ, các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d có thể bao gồm nhiều bộ thu phát để giao tiếp với các mạng không dây khác nhau qua các liên kết không dây khác nhau). Ví dụ, WTRU 102c được minh họa trên Hình 1A có thể được tạo cấu hình để truyền thông với trạm gốc 114a, trạm này có thể sử dụng công nghệ vô tuyến nền tảng tế bào, và truyền thông với trạm gốc 114b, trạm này có thể sử dụng công nghệ vô tuyến IEEE 802.

Hình 1B là sơ đồ hệ thống WTRU 102 mẫu. Như được minh họa trên Hình 1B, WTRU 102 có thể bao gồm bộ xử lý 118, bộ thu phát 120, phần tử thu/phát 122, loa/micro 124, bàn phím 126, màn hình/chuột cảm ứng 128, bộ nhớ gắn liền 130, bộ nhớ có thể tháo rời 132, nguồn 134, nhóm mạch tích hợp (chipset) hệ thống định vị toàn cầu (GPS) 136, và/hoặc các thiết bị ngoại vi khác 138 trong số các thiết bị khác. Tốt hơn là WTRU 102 có thể bao gồm tổ hợp con bất kỳ của các phần tử nêu trên trong khi vẫn nhất quán với phương án.

Bộ xử lý 118 có thể là bộ xử lý đa năng, bộ xử lý chuyên dụng, bộ xử lý thông

thường, bộ xử lý tín hiệu số (DSP), nhiều bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý kết hợp với lõi DSP, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), hệ mạch mảng phần tử logic có thể lập trình (FPGA), bất cứ loại mạch tích hợp (IC) nào khác, máy trạng thái, v.v. Bộ xử lý 118 có thể thực hiện mã hóa tín hiệu, xử lý dữ liệu, điều khiển nguồn, xử lý dữ liệu nhập/xuất, và/hoặc bất kỳ chức năng nào khác cho phép WTRU 102 hoạt động trong môi trường không dây. Bộ xử lý 118 có thể được ghép nối với bộ thu phát 120, thiết bị này có thể được ghép nối với phần tử thu/phát 122. Mặc dù Hình 1B mô tả bộ xử lý 118 và bộ thu phát 120 là các thành phần riêng biệt, tốt hơn là bộ xử lý 118 và bộ thu phát 120 có thể được tích hợp với nhau trong một gói hoặc chip điện tử.

Phần tử thu/phát 122 có thể được tạo cấu hình để phát tín hiệu đến hoặc thu tín hiệu từ, một trạm gốc (ví dụ trạm gốc 114a) qua giao diện không khí 116. Ví dụ, theo một phương án, phần tử thu/phát 122 có thể là anten được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tín hiệu RF. Theo phương án, phần tử thu/phát 122 có thể là bộ phát/bộ dò được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tín hiệu, ví dụ, tín hiệu IR, UV, hoặc tín hiệu ánh sáng nhìn thấy. Tuy nhiên theo phương án khác nữa, phần tử thu/phát 122 có thể được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu cả tín hiệu RF và tín hiệu ánh sáng nhìn thấy. Tốt hơn là phần tử thu/phát 122 được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tổ hợp tín hiệu không dây bất kỳ.

Mặc dù phần tử thu/phát 122 được mô tả trên Hình 1B là một phần tử đơn, WTRU 102 có thể bao gồm số lượng bất kỳ các phần tử thu/phát 122. Cụ thể hơn, WTRU 102 có thể sử dụng công nghệ MIMO. Theo đó, theo một phương án, WTRU 102 có thể bao gồm hai hoặc nhiều phần tử thu/phát 122 (ví dụ, nhiều anten) để phát và thu các tín hiệu không dây qua giao diện không khí 116.

Bộ thu phát 120 có thể được tạo cấu hình để điều chế các tín hiệu sẽ được phát bởi phần tử thu/phát 122 và để giải điều chế các tín hiệu thu được bởi phần tử thu/phát 122. Như được lưu ý ở phần trên, WTRU 102 có thể có khả năng đa chế độ. Theo đó, bộ thu phát 120 có thể bao gồm nhiều bộ thu phát để kích hoạt WTRU 102 truyền thông qua nhiều RAT, ví dụ như NR và IEEE 802.11.

Bộ xử lý 118 của WTRU 102 có thể được kết nối với và có thể nhận dữ liệu nhập của người dùng từ, loa/micro 124, bàn phím 126, và/hoặc màn hình/chuột cảm ứng 128

(ví dụ, màn hình tinh thể lỏng (LCD) hoặc thiết bị hiển thị điốt phát quang hữu cơ (OLED)). Bộ xử lý 118 cũng có thể xuất dữ liệu người dùng đến loa/micro 124, bộ phím số 126 và/hoặc màn hình/bàn di chuột cảm ứng 128. Ngoài ra, bộ xử lý 118 có thể truy nhập thông tin từ, và lưu trữ dữ liệu vào, bộ nhớ phù hợp bất kỳ, như bộ nhớ gắn liền 130 và/hoặc bộ nhớ rời 132. Bộ nhớ gắn liền 130 có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), đĩa cứng hoặc bất kỳ loại thiết bị lưu trữ bộ nhớ nào khác. Bộ nhớ rời 132 có thể bao gồm thẻ mô-đun nhận dạng thuê bao (SIM), thẻ nhớ, thẻ nhớ kỹ thuật số bảo mật (SD), v.v. Theo phương án khác, bộ xử lý 118 có thể truy nhập thông tin từ, và lưu trữ dữ liệu vào, bộ nhớ không hiện diện vật lý tại WTRU 102, như trên máy chủ hoặc máy tính tại nhà (không được minh họa).

Bộ xử lý 118 có thể nhận điện từ nguồn 134, và có thể được tạo cấu hình để phân phối và/hoặc điều khiển điện đến các thành phần khác trong WTRU 102. Nguồn 134 có thể là thiết bị phù hợp bất kỳ dùng để cấp nguồn cho WTRU 102. Ví dụ, nguồn 134 có thể bao gồm một hoặc nhiều pin khô (ví dụ, niken-cađimi (NiCd), niken-thiếc (NiZn), niken hiđrua kim loại (NiMH), ion lithi (Li-ion), v.v.), pin mặt trời, pin nhiên liệu, v.v.

Bộ xử lý 118 cũng có thể kết nối với nhóm mạch tích hợp GPS 136 mà có thể được tạo cấu hình để cung cấp thông tin vị trí (ví dụ, kinh độ và vĩ độ) về vị trí hiện tại của WTRU 102. Ngoài, hoặc thay vì, thông tin từ nhóm mạch tích hợp GPS 136, WTRU 102 có thể nhận thông tin vị trí qua giao diện không khí 116 từ trạm gốc (ví dụ, các trạm gốc 114a, 114b) và/hoặc xác định vị trí của nó dựa trên việc xác định thời gian nhận các tín hiệu từ hai hoặc nhiều trạm gốc gần đó. Tốt hơn là WTRU 102 có thể thu được thông tin vị trí bằng phương pháp xác định vị trí phù hợp bất kỳ trong khi vẫn nhất quán với phương án.

Bộ xử lý 118 có thể còn được ghép nối với các thiết bị ngoại vi khác 138, chúng có thể bao gồm một hoặc nhiều mô-đun phần mềm và/hoặc phần cứng cung cấp các tính năng, chức năng bổ sung và/hoặc kết nối có dây hoặc không dây. Ví dụ, các thiết bị ngoại vi 138 có thể bao gồm gia tốc kế, compa điện tử, bộ thu phát sóng vệ tinh, camera kỹ thuật số (để chụp ảnh và/hoặc quay video), cổng bus tuần tự đa năng (USB), thiết bị rung, bộ thu phát sóng truyền hình, tai nghe rảnh tay, mô-đun Bluetooth®, khối vô tuyến điều biến tần số (FM), máy phát nhạc kỹ thuật số, trình phát đa phương tiện, mô-đun máy chơi trò chơi video, trình duyệt Internet, thiết bị thực tế ảo và/hoặc thực tế tăng cường (VR/AR), thiết bị theo dõi hoạt động và tương tự. Các thiết bị ngoại vi

138 có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến, các cảm biến có thể là một hoặc nhiều con quay hồi chuyển, gia tốc kế, cảm biến hiệu ứng Hall, từ kế, cảm biến phương hướng, cảm biến tiệm cận, cảm biến nhiệt độ, cảm biến thời gian; cảm biến vị trí địa lý; cao độ kế, cảm biến ánh sáng, cảm biến tiếp xúc, từ kế, khí áp kế, cảm biến cử chỉ, cảm biến sinh trắc và/hoặc cảm biến độ ẩm.

WTRU 102 có thể bao gồm vô tuyến song công toàn phần mà sự thu và phát một số hoặc tất cả tín hiệu (ví dụ, kết hợp với các khung con cụ thể cho cả UL (ví dụ, để phát) và đường xuống (ví dụ, để thu) có thể là đồng thời và/hoặc cùng lúc. Vô tuyến song công có thể bao gồm thiết bị quản lý nhiều làm giảm hoặc loại bỏ đáng kể nhiễu nội qua phản cứng (ví dụ, cuộn cảm kháng) hoặc xử lý tín hiệu thông qua bộ xử lý (ví dụ, bộ xử lý riêng biệt (không được minh họa) hoặc qua bộ xử lý 118). Trong một phương án, WTRU 102 có thể bao gồm vô tuyến bán song công mà sự thu và phát một số hoặc tất cả tín hiệu (ví dụ, kết hợp với các khung con cụ thể cho cả UL (ví dụ, để phát) hoặc đường xuống (ví dụ, để thu)).

Hình 1C là sơ đồ hệ thống minh họa RAN 104 và CN 106 theo phương án. Như được lưu ý ở phần trên, RAN 104 có thể sử dụng công nghệ vô tuyến E-UTRA để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. RAN 104 cũng có thể truyền thông với CN 106.

RAN 104 có thể bao gồm các eNode-B 160a, 160b, 160c, mặc dù sẽ rất tốt khi RAN 104 có thể bao gồm số lượng eNode-B bất kỳ mà vẫn phù hợp với phương án. Mỗi eNode-B 160a, 160b, 160c có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát để giao tiếp với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. Theo một phương án, các eNode-B 160a, 160b, 160c có thể thực hiện công nghệ MIMO. Theo đó, eNode-B 160a, ví dụ, có thể sử dụng nhiều anten để truyền tín hiệu không dây đến, và/hoặc nhận tín hiệu không dây từ WTRU 102a.

Mỗi eNode-Bs 160a, 160b, 160c có thể được liên kết với một ô cụ thể (không được minh họa) và có thể được tạo cấu hình để xử lý các quyết định quản lý tài nguyên vô tuyến, quyết định chuyển giao, việc lập kế hoạch của người dùng trong UL và/hoặc DL, v.v. Như minh họa trên Hình 1C, eNode-B 160a, 160b, 160c có thể giao tiếp với nhau qua giao diện X2.

CN 106 được minh họa trên Hình 1C có thể bao gồm thực thể quản lý di động

(MME) 162, cổng phục vụ (SGW) 164, và cổng mạng dữ liệu gói (PDN) (hoặc PGW) 166. Mặc dù mỗi phần tử nói trên được mô tả là một phần của CN 106, tốt hơn là phần tử bất kỳ trong những phần tử này có thể được thực thể khác ngoài nhà khai thác CN sở hữu và/hoặc vận hành.

MME 162 có thể được kết nối với từng eNode-B 162a, 162b, 162c trong RAN 104 qua giao diện S1 và có thể đóng vai trò là một nút điều khiển. Ví dụ, MME 162 có thể chịu trách nhiệm xác thực người dùng các WTRU 102a, 102b, 102c, kích hoạt/vô hiệu hóa kênh truyền, chọn cổng phục vụ cụ thể trong quá trình gán các WTRU 102a, 102b, 102c ban đầu, và tương tự. MME 162 có thể cung cấp chức năng mặt phẳng điều khiển để chuyển đổi giữa RAN 104 và các RAN khác (không được minh họa) sử dụng các công nghệ vô tuyến khác, như GSM và/hoặc WCDMA.

SGW 164 có thể được kết nối với từng eNode B 160a, 160b, 160c trong RAN 104 qua giao diện S1. SGW 164 nhìn chung có thể định tuyến và chuyển tiếp các gói dữ liệu người dùng đến/từ các WTRU 102a, 102b, 102c. SGW 164 có thể thực hiện các chức năng khác, chẳng hạn như cố định mặt phẳng người dùng trong khi chuyển giao liên eNode B, kích hoạt tìm gọi khi có sẵn dữ liệu DL cho các WTRU 102a, 102b, 102c, quản lý và lưu trữ các thuộc tính của WTRU 102a, 102b, 102c, và v.v.

SGW 164 có thể được kết nối với PGW 166, thành phần này có thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào các mạng chuyển mạch gói, chẳng hạn như Internet 110, để hỗ trợ truyền thông giữa các WTRU 102a, 102b, 102c và các thiết bị được IP kích hoạt.

CN 106 có thể hỗ trợ truyền thông với các mạng khác. Ví dụ, CN 106 có thể cho phép các WTRU 102a, 102b, 102c truy cập vào các mạng chuyển mạch như PSTN 108, để tạo điều kiện cho quá trình truyền thông giữa các WTRU 102a, 102b, 102c và các thiết bị truyền thông mặt đất truyền thống. Ví dụ, CN 106 có thể bao gồm, hoặc truyền thông với cổng IP (ví dụ, máy chủ phân hệ đa phương tiện IP (IMS)) có vai trò làm giao diện giữa CN 106 và PSTN 108. Ngoài ra, CN 106 có thể cho phép các WTRU 102a, 102b, 102c truy nhập các mạng 112 khác mà có thể bao gồm các mạng có dây và/hoặc không dây khác được sở hữu và/hoặc khai thác bởi các nhà cung cấp dịch vụ khác.

Mặc dù WTRU được mô tả trên các Hình 1A-1C là thiết bị đầu cuối không dây,

nhưng dự tính rằng trong một số phương án đại diện, thiết bị đầu cuối này có thể sử dụng (ví dụ, tạm thời hoặc vĩnh viễn) các giao diện truyền thông có dây với mạng truyền thông.

Theo phương án đại diện, mạng khác 112 có thể là WLAN.

WLAN trong chế độ Bộ dịch vụ cơ sở hạ tầng (BSS) có thể có Điểm truy nhập (AP) cho BSS và một hoặc nhiều trạm (STA) liên kết với AP. AP có thể có quyền truy nhập hoặc giao diện đến Hệ thống phân phối (DS) hoặc kiểu mạng có dây/không dây khác đưa lưu lượng vào và/hoặc ra khỏi BSS. Lưu lượng đến các STA xuất phát từ bên ngoài BSS có thể đến qua AP và có thể được chuyển đến các STA. Lưu lượng xuất phát từ các STA đến các điểm đích bên ngoài BSS có thể được gửi đến AP sẽ được chuyển đến các điểm đích tương ứng. Lưu lượng giữa các STA trong BSS có thể được gửi qua AP, ví dụ, trong đó STA nguồn có thể gửi lưu lượng đến AP và AP có thể chuyển lưu lượng đến STA đích. Lưu lượng giữa các STA trong BSS có thể được xem xét và/hoặc có thể được gọi là lưu lượng ngang hàng. Lưu lượng ngang hàng có thể được gửi giữa (ví dụ, trực tiếp giữa) STA nguồn và đích với thiết lập liên kết trực tiếp (DLS). Theo một số phương án đại diện, DLS có thể sử dụng DLS 802.11e hoặc DLS được tạo kết nối ảo 802.11z (TDLS). WLAN sử dụng chế độ BSS động lập (IBSS) có thể không có AP, và các STA (ví dụ tất cả STA) thuộc hoặc sử dụng IBSS có thể truyền thông trực tiếp với nhau. Chế độ truyền thông IBSS đôi khi có thể gọi là chế độ truyền thông “ad-hoc” (phi thể thức).

Sử dụng chế độ vận hành cơ sở hạ tầng 802.11ac hoặc chế độ vận hành tương tự, AP có thể phát báo hiệu trên kênh cố định, như là kênh chính. Kênh chính có thể có độ rộng cố định (ví dụ, băng thông rộng 20 MHz) hoặc độ rộng được cài đặt động thông qua việc phát tín hiệu. Kênh chính có thể là kênh vận hành của BSS và có thể được sử dụng bởi các STA để thiết lập kết nối với AP. Trong một số phương án đại diện, có thể thực hiện Đa truy nhập nhận biết sóng mang tránh xung đột (CSMA/CA), ví dụ trong các hệ thống 802.11. Đối với CSMA/CA, các STA (ví dụ, mỗi STA), bao gồm AP, có thể nhận biết kênh chính. Nếu kênh chính được STA cụ thể nhận biết/phát hiện và/hoặc xác định là đang bận, thì STA cụ thể có thể chờ. Một STA (ví dụ, chỉ một trạm) có thể phát tại thời điểm quy định bất kỳ trong BSS đã cho.

Các STA thông lượng cao (HT) có thể sử dụng kênh rộng 40 MHz để truyền thông, ví dụ, thông qua sự kết hợp giữa kênh 20 MHz chính với kênh 20 MHz liền kề

hoặc không liền kề để tạo kênh rộng 40 MHz.

Các STA thông lượng cực cao (VHT) có thể hỗ trợ các kênh rộng 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz, và/hoặc 160 MHz. Các kênh 40 MHz và/hoặc 80 MHz có thể được tạo bằng cách kết hợp các kênh 20 MHz liền kề. Kênh 160 MHz có thể được tạo bằng cách kết hợp 8 kênh 20 MHz liền kề hoặc bằng cách kết hợp hai kênh 80 MHz không liền kề, mà có thể được gọi là cấu hình 80+80. Đối với cấu hình 80+80, dữ liệu, sau khi mã hóa kênh, có thể được truyền qua bộ phân tích cú pháp phân đoạn mà có thể chia dữ liệu thành hai luồng. Xử lý Biến đổi Fourier nhanh ngược (IFFT) và xử lý miền thời gian có thể được thực hiện riêng trên mỗi luồng. Các luồng có thể được ánh xạ lên hai kênh 80 MHz, và dữ liệu có thể được phát bởi STA phát. Ở bộ thu của STA thu, hoạt động được mô tả trên cho cấu hình 80+80 có thể đảo ngược và dữ liệu kết hợp có thể được gửi đến Điều khiển truy nhập môi trường (MAC).

Các chế độ vận hành dưới 1 GHz được hỗ trợ bởi 802.11af và 802.11ah. Các dải thông vận hành kênh và sóng mang giảm trong 802.11af và 802.11ah tương quan với các dải thông vận hành kênh và sóng mang được sử dụng trong 802.11n và 802.11ac. 802.11af hỗ trợ dải thông 5 MHz, 10 MHz và 20 MHz trong phổ Khoảng trống TV (TVWS), và 802.11ah hỗ trợ các dải thông 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, và 16 MHz sử dụng phổ không phải TVWS. Theo phương án đại diện, 802.11ah có thể hỗ trợ Điều khiển dạng đồng hồ đo/Truyền thông dạng máy, như các thiết bị MTC trong phạm vi phủ sóng lớn. Các thiết bị MTC có thể có một số khả năng, ví dụ, các khả năng giới hạn gồm hỗ trợ cho (ví dụ chỉ hỗ trợ cho) các dải thông nhất định và/hoặc giới hạn. Các thiết bị MTC có thể bao gồm pin có tuổi thọ pin cao hơn ngưỡng (ví dụ, để duy trì tuổi thọ pin cực cao).

Các hệ thống WLAN, có thể hỗ trợ nhiều kênh và dải thông kênh, như 802.11n, 802.11ac, 802.11af, và 802.11ah, bao gồm kênh có thể được chỉ định làm kênh chính. Kênh chính có thể có dải thông bằng với dải thông vận hành phổ biến lớn nhất được hỗ trợ bởi tất cả STA trong BSS. Dải thông của kênh chính có thể được thiết lập và/hoặc giới hạn bởi STA, trong số tất cả STA đang vận hành trong BSS, hỗ trợ chế độ vận hành dải thông nhỏ nhất. Trong ví dụ về 802.11ah, kênh chính có thể rộng 1 MHz cho các STA (ví dụ, thiết bị kiểu MTC) hỗ trợ (ví dụ, chỉ hỗ trợ) chế độ 1 MHz, ngay cả khi AP và các STA khác trong BSS hỗ trợ 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, 16 MHz, và/hoặc các chế độ vận hành dải thông kênh khác. Sự cảm nhận sóng mang và/hoặc

các thiết lập vectơ phân bổ mạng (NAV) có thể phụ thuộc vào tình trạng kênh chính. Nếu kênh chính bận, ví dụ, do STA (chỉ hỗ trợ chế độ vận hành 1 MHz), phát đến AP, thì toàn bộ các băng tần sẵn có đều có thể được xem là bận ngay cả khi phần lớn các băng tần đang rỗi và có thể sẵn sàng.

Ở Hoa Kỳ, các băng tần có sẵn có thể được sử dụng bởi 802.11ah nằm trong khoảng từ 902 MHz đến 928 MHz. Ở Hàn Quốc, băng tần có sẵn là từ 917,5 MHz đến 923,5 MHz. Ở Nhật Bản, băng tần có sẵn là từ 916,5 MHz đến 927,5 MHz. Tổng băng thông có sẵn cho 802.11ah là từ 6 MHz đến 26 MHz tùy theo mã quốc gia.

Một hoặc nhiều, hoặc tất cả các chức năng được mô tả ở đây liên quan đến một hoặc nhiều: WTRU 102a-d, Trạm gốc 114a-b, eNode-B 160a-c, MME 162, SGW 164, PGW 166 và/hoặc (các) thiết bị bất kỳ khác được mô tả trong tài liệu này, có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng (không được minh họa). Thiết bị mô phỏng có thể là một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để mô phỏng một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng được mô tả ở đây. Ví dụ, các thiết bị mô phỏng có thể được sử dụng để thử nghiệm các thiết bị khác và/hoặc để mô phỏng mạng và/hoặc chức năng WTRU.

Các thiết bị mô phỏng có thể được thiết kế để thực hiện một hoặc nhiều thử nghiệm về các thiết bị khác trong môi trường phòng thí nghiệm và/hoặc trong môi trường mạng của nhà khai thác. Ví dụ, một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng khi được thực hiện và/hoặc triển khai toàn bộ hoặc một phần như một phần mạng truyền thông không dây và/hoặc có dây để thử nghiệm các thiết bị khác trong mạng truyền thông. Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng khi được thực hiện/triển khai tạm thời như một phần mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây. Thiết bị mô phỏng có thể được ghép trực tiếp với thiết bị khác vì mục đích thử nghiệm và/hoặc có thể thực hiện thử nghiệm bằng cách sử dụng truyền thông không dây qua không khí.

Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, bao gồm tất cả chức năng khi được thực hiện/triển khai tạm thời như một phần mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây. Ví dụ, có thể sử dụng thiết bị mô phỏng trong trường hợp thử nghiệm trong phòng thử nghiệm và/hoặc mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây không được triển khai (ví dụ, thử nghiệm) để thực hiện thử nghiệm một hoặc nhiều

thành phần. Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể là thiết bị thử nghiệm. Các thiết bị mô phỏng có thể sử dụng việc ghép RF trực tiếp và/hoặc truyền thông không dây qua hệ mạch RF (ví dụ, có thể gồm một hoặc nhiều anten) để phát và/hoặc thu dữ liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 2A-2C mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa các ví dụ về mức độ đổ bóng của các trường ánh sáng được điều hướng tới đồng tử mắt. Hình 2A-2C thể hiện các bóng đổ của cảnh gây ra do thị sai trên đồng tử. Trên Hình 2A, chỉ có thể nhìn thấy được một phần cơ thể của một người (chân của họ) và phần còn lại của người đó bị che do bóng đổ 202. Góc nhìn 200 này tương ứng với góc nhìn trường bên trái từ phía bên trái của đồng tử. Trên Hình 2B, có thể nhìn thấy được một phần cơ thể lớn hơn nhưng một phần nhỏ của người đó vẫn bị che do bóng đổ 222. Góc nhìn 220 này tương ứng với góc nhìn trường trung tâm từ tâm của đồng tử. Trên Hình 2C, có thể nhìn thấy được toàn bộ cơ thể của người này và một bóng đổ 242 không che góc nhìn của người đó. Góc nhìn 240 này tương ứng với góc nhìn trường bên phải từ phía bên phải của đồng tử. Các hình ảnh đa dạng thu được đại diện cho các góc nhìn có thể hiển thị để tạo ra độ mờ võng mạc chính xác. Nếu ánh sáng xuất phát từ ít nhất hai hình ảnh từ các góc nhìn hơi khác nhau đi vào đồng tử mắt, thì sẽ có trải nghiệm hình ảnh chân thực hơn. Trong trường hợp này, các hiệu ứng thị sai chuyển động giống với các điều kiện tự nhiên hơn vì não dự đoán một cách vô thức sự thay đổi hình ảnh do chuyển động. Có thể thu được hiệu ứng SMV bằng cách đảm bảo giảm khoảng không gian giữa hai góc nhìn ở khoảng cách xem chính xác xuống một giá trị nhỏ hơn kích thước của đồng tử mắt.

Ở điều kiện chiếu sáng bình thường, đường kính đồng tử của con người thường được ước tính là khoảng 4mm. Nếu cường độ ánh sáng xung quanh cao (ví dụ, dưới ánh nắng mặt trời), đường kính có thể nhỏ đến 1,5mm và trong điều kiện tối thì đường kính lớn đến 8mm. Có thể đạt được mật độ góc tối đa với màn hình SMV bị hạn chế do nhiễu xạ và có mối quan hệ nghịch đảo giữa độ phân giải không gian (kích thước điểm ảnh) và độ phân giải góc. Hiện tượng nhiễu xạ làm tăng góc trải rộng của chùm tia sáng đi qua một khẩu độ và cần tính đến hiệu ứng này khi thiết kế màn hình SMV mật độ rất cao.

Hình 3 là một giản đồ hình chiếu bằng minh họa các góc phát xạ ánh sáng mẫu hướng tới người xem tương ứng theo một số phương án. Hình 3 mô tả các góc phát xạ

ánh sáng khác nhau hướng tới người xem tương ứng. Cụ thể, Hình 3 minh họa một giản đồ góc xem hình học 300 liên quan đến việc tạo các góc phát xạ ánh sáng từ một màn hình. Màn hình trên Hình 3 tạo ra các tín hiệu tiêu điểm võng mạc mong muốn và nhiều góc nhìn nội dung 3D trong một tấm nền dạng phẳng duy nhất. Một bề mặt hiển thị 3D duy nhất chiếu ít nhất hai góc nhìn khác nhau tới hai mắt của một người dùng để tạo hiệu ứng thụ cảm 3D thô. Bộ não sử dụng hai hình ảnh mắt khác nhau này để xác định khoảng cách 3D. Về mặt logic, điều này dựa trên phương pháp tam giác và khoảng cách giữa hai đồng tử mắt. Để đạt được hiệu ứng này, có ít nhất hai góc nhìn được chiếu từ nguồn sáng 318 vào một góc nhìn một người dùng (SVA) 310, như minh họa trên Hình 3. Hơn nữa, theo ít nhất một phương án, màn hình sẽ chiếu ít nhất hai góc nhìn khác nhau bên trong một đồng tử mắt để cung cấp các tín hiệu tiêu điểm võng mạc chính xác. Đối với mục đích thiết kế quang học, có thể xác định rõ một “vùng xem tối ưu” 308 xung quanh đồng tử mắt của người xem nếu xác định được thể tích không gian mà trong đó hình ảnh xem được có thể hình thành. Theo một số phương án của màn hình, có ít nhất hai góc nhìn chồng chéo nhau một phần được chiếu bên trong Góc vùng xem tối ưu (EBA) 314 được bao phủ bởi vùng xem ở một khoảng cách xem nhất định 316. Theo một số phương án, màn hình được nhiều người xem 302, 304, 306 nhìn vào màn hình từ các góc nhìn khác nhau. Theo các phương án đó, một số góc nhìn khác nhau của cùng một nội dung 3D được chiếu tới những người xem tương ứng bao quát toàn bộ góc xem nhiều người dùng (MVA) 312.

Đoạn sau cung cấp các phép tính mẫu liên quan đến dạng hình học trên. Các giá trị trong tình huống tiếp theo được đề xuất nhằm mục đích làm rõ và không có nghĩa là giới hạn theo bất kỳ cách nào. Nếu màn hình được đặt cách một người xem một khoảng 1 m và chiều rộng vùng xem tối ưu được đặt thành 10mm, thì giá trị cho EBA sẽ là khoảng 0,6 độ và ít nhất một góc nhìn nội dung hình ảnh 3D được tạo cho mỗi góc khoảng 0,3 độ. Vì khoảng cách chuẩn giữa hai đồng tử mắt người là khoảng 64mm, SVA là khoảng 4,3 độ và số góc nhìn mong muốn đối với một người xem là khoảng 14 khi được đặt ở hướng màn hình bình thường (nếu toàn bộ vùng mắt của người xem được nằm trong phạm vi bao quát). Nếu màn hình được thiết kế để sử dụng với nhiều người dùng, tất cả được đặt bên trong MVA vừa phải 90 độ, thì có thể sử dụng tổng cộng 300 góc nhìn khác nhau. Các phép tính tương tự đối với màn hình được đặt ở khoảng cách 30 cm (ví dụ, màn hình điện thoại di động) sẽ chỉ tạo được 90 góc nhìn khác nhau cho góc đa hướng nhìn ngang là 90 độ. Và

nếu màn hình được đặt cách người xem 3 m (ví dụ, màn hình tivi), thì có thể sử dụng tổng cộng 900 góc nhìn khác nhau để bao quát cùng một góc đa hướng nhìn 90 độ.

Các phép tính toán chỉ ra rằng hệ thống đa góc nhìn dễ tạo hơn cho các trường hợp sử dụng trong đó màn hình hiển thị gần với người xem hơn so với những hệ thống mà người dùng ở xa hơn. Hơn nữa, Hình 3 minh họa ba phạm vi góc khác nhau có thể được xem xét trong thiết kế màn hình: một để bao quát đồng tử của một mắt, một để bao quát hai mắt của một người dùng và một dành cho trường hợp nhiều người dùng. Trong số ba phạm vi góc này, hai trường hợp sau có thể được giải quyết bằng cách sử dụng một số điểm ảnh phát sáng theo cấu trúc rào chắn thấu kính hoặc thị sai hoặc bằng cách sử dụng một số máy chiếu có chung màn hình. Các kỹ thuật này thích hợp cho việc tạo các góc phát xạ ánh sáng tương đối lớn được dùng để tạo ra nhiều góc nhìn. Tuy nhiên, các hệ thống này thiếu độ phân giải góc cần thiết để xử lý đồng tử mắt, có nghĩa là chúng không nhất thiết có khả năng tạo ra các dấu hiệu tiêu điểm võng mạc chính xác và dễ xảy ra vấn đề VAC.

Hình 4A mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt và góc tiêu cự (FA) cùng góc hội tụ (CA) do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành trên bề mặt hiển thị theo một số phương án. Điều mong muốn là màn hình 3D chất lượng cao dạng phẳng có thể tạo ra đồng thời cả góc hội tụ mắt (CA) 424 và góc hội tụ võng mạc (FA) 422. Hình 4A-D thể hiện các góc này trong bốn trường hợp có nội dung hình ảnh 3D khác nhau. Trong trường hợp đầu tiên được minh họa trên Hình 4A, điểm ảnh 420 nằm trên bề mặt của màn hình 405 và chỉ một điểm ảnh hiển thị được chiếu sáng mà cả hai mắt 410 có thể nhìn thấy là cần thiết. Cả hai mắt 410 đều tập trung và hội tụ về cùng một điểm 420.

Hình 4B mô tả giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA và CA được tạo ra bởi màn hình LF cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành phía sau bề mặt màn hình LF theo một số phương án. Trong trường hợp thứ hai như minh họa trên Hình 4B, điểm ảnh ảo (điểm ảnh ba chiều) 430 nằm sau màn hình 405 và hai cụm điểm ảnh 432 được chiếu sáng. Ngoài ra, hướng của các tia sáng từ hai cụm điểm ảnh hiển thị 432 này được kiểm soát theo cách sao cho ánh sáng phát ra chỉ có thể nhìn thấy đối với mắt chính xác, do đó cho phép mắt 410 hội tụ đến cùng một điểm ảo 430.

Hình 4C mô tả một giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA

và CA do một màn hình tạo ra cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành ở khoảng cách vô hạn phía sau bề mặt hiển thị theo một số phương án. Trong trường hợp thứ ba như minh họa trên Hình 4C thì ảnh ảo 440 ở vô cực sau màn 405 và chỉ có tia sáng song song phát ra khỏi bề mặt hiển thị từ hai cụm điểm ảnh 442.

Hình 4D mô tả giản đồ hình chiếu bằng minh họa một cặp mắt cùng với FA và CA được tạo ra bởi một màn hình cho một điểm ảnh ba chiều được hình thành phía trước bề mặt màn hình LF theo một số phương án. Trong trường hợp cuối cùng như minh họa trên Hình 4D, điểm ảnh hoặc điểm ảnh ba chiều 450 ở phía trước màn hình 405, hai cụm điểm ảnh 452 được kích hoạt và các chùm tia phát ra giao nhau tại cùng một điểm 450 nơi chúng hội tụ. Trong ba trường hợp tổng quát được trình bày cuối cùng (Hình 4B, 4C và 4D), cả cơ chế kiểm soát không gian và góc của ánh sáng phát ra đều được thiết bị hiển thị LF sử dụng để tạo ra cả góc hội tụ và góc tiêu cự cho các phản ứng tự nhiên của mắt với nội dung hình ảnh 3D.

Màn hình đa góc nhìn dạng tấm nền phẳng có thể chỉ dựa trên kỹ thuật ghép kênh không gian. Có thể đặt một hàng hoặc ma trận các điểm ảnh phát sáng (điểm ảnh phụ LF) sau tấm thấu kính dạng ống kính hoặc ma trận vi thấu kính và mỗi điểm ảnh được chiếu đến một hướng nhìn duy nhất hoặc đến một nhóm các hướng nhìn hạn chế ở phía trước cấu trúc màn hình. Trên lớp phát sáng phía sau mỗi đặc trưng chuẩn trực của chùm tia sáng, càng có nhiều điểm ảnh thì càng có thể tạo ra nhiều góc nhìn. Điều này dẫn đến tình trạng đánh đổi trực tiếp giữa số góc nhìn độc đáo được tạo ra và độ phân giải không gian. Nếu mong muốn điểm ảnh LF từ màn hình 3D có kích thước nhỏ hơn thì kích thước các điểm ảnh phụ riêng lẻ có thể được giảm xuống; hoặc ngoài ra, số lượng hướng nhìn được tạo có thể ít hơn. Kích thước điểm ảnh phụ bị giới hạn trong các vùng tương đối lớn do thiếu các thành phần phù hợp. Màn hình LF chất lượng cao là màn hình phải có cả độ phân giải không gian và độ phân giải góc cao. Độ phân giải góc cao là cần thiết để có thể đáp ứng điều kiện SMV. Tính hài hòa của mô tả chi tiết này tập trung vào hệ thống và phương pháp để cải thiện độ phân giải không gian của thiết bị hiển thị LF dạng phẳng.

Để tạo hình ảnh 3D LF có độ phân giải cao ở các mặt phẳng tiêu điểm khác nhau bằng các chùm tia giao nhau, thì mỗi chùm tia cần được chuẩn trực phù hợp với đường kính hẹp. Hơn nữa, tốt nhất nên đặt mặt thất chùm tia ở cùng vị trí nơi các chùm tia giao nhau để tránh xung đột với các tín hiệu tiêu điểm của mắt. Nếu đường kính chùm tia lớn thì điểm ảnh ba chiều hình thành tại điểm chùm tia giao nhau sẽ được tạo

ảnh cho võng mạc mắt dưới dạng một điểm lớn. Giá trị phân kỳ lớn có nghĩa là (đối với hình ảnh trung gian giữa màn hình và người xem) chùm tia đang trở nên rộng hơn khi khoảng cách giữa điểm ảnh ba chiều và mắt càng nhỏ và độ phân giải không gian mặt phẳng tiêu điểm ảo trở nên kém hơn, đồng thời độ phân giải của mắt trở nên tốt hơn do khoảng cách gần. Điểm ảnh ba chiều phía sau bề mặt hiển thị được hình thành với các phần mở rộng ảo của chùm tia phát ra và chúng có thể được phép lớn hơn vì độ phân giải của mắt càng thấp khi khoảng cách càng xa. Để có độ phân giải cao ở cả phía trước và phía sau bề mặt hiển thị, thì tiêu điểm của các chùm tia riêng biệt phải có thể điều chỉnh được. Nếu không, các chùm tia có một tiêu điểm cố định duy nhất sẽ ấn định kích thước điểm ảnh ba chiều có thể đạt được là nhỏ nhất. Tuy nhiên, vì ở khoảng cách lớn hơn thì độ phân giải của mắt thấp hơn, nên phần mở rộng ảo của chùm tia có thể được phép mở rộng phía sau màn hình và tiêu điểm của chùm tia có thể được đặt về khoảng cách xem chỉ định gần nhất của hình ảnh 3D. Độ phân giải mặt phẳng tiêu điểm cũng có thể được cân bằng trong toàn bộ thể tích nơi hình ảnh được tạo bằng cách kết hợp một số chùm sáng lân cận để làm kích thước điểm ảnh ba chiều trở nên đồng nhất.

Hình 5 mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa một ví dụ về hiện tượng tăng phân kỳ chùm tia do các yếu tố hình học gây ra. Trong trường hợp thấu kính lý tưởng, chuẩn trực chùm sáng có thể đạt được phụ thuộc vào hai yếu tố hình học: kích thước của nguồn sáng và độ dài tiêu cự của thấu kính. Chỉ có thể đạt được sự chuẩn trực hoàn hảo mà không bị phân kỳ chùm tia ở trên lý thuyết, trong đó nguồn điểm đơn màu (PS) 502 được đặt chính xác cách thấu kính hội tụ ở khoảng cách độ dài tiêu cự. Trường hợp này được minh họa ở phần trên cùng trên Hình 5. Nhưng thật không may là tất cả các nguồn sáng trong thực tế đều có một số diện tích bề mặt mà từ đó ánh sáng được phát ra khiến chúng trở thành các nguồn sáng rộng (ES) 504, 506. Khi mỗi điểm của nguồn này được thấu kính ảnh hóa riêng biệt, thì tổng chùm tia kết thúc gồm một nhóm chùm tia phụ chuẩn trực truyền đến các hướng có phần khác nhau sau thấu kính. Và như được trình bày trên Hình 5 với một loạt các cấu hình thấu kính 500, khi nguồn 502, 504, 506 lớn hơn, thì tổng độ phân kỳ chùm tia 508, 510, 512 sẽ tăng lên. Có thể không tránh được hệ số hình học này với bất kỳ phương tiện quang học nào, và nó là đặc điểm chi phối gây ra hiện tượng phân kỳ chùm tia với các nguồn sáng tương đối lớn.

Một đặc điểm khác, phi hình học, gây ra hiện tượng phân kỳ chùm tia là nhiễu

xạ. Thuật ngữ này đề cập đến các hiện tượng khác nhau xảy ra khi một sóng (ánh sáng) gặp một chướng ngại vật hoặc một khe hở. Nhiễu xạ có thể được mô tả là sự uốn cong của ánh sáng xung quanh các góc của một khẩu độ vào vùng bóng hình học. Hiệu ứng nhiễu xạ có thể được tìm thấy trên tất cả các hệ thống tạo ảnh và không thể loại bỏ ngay cả với thiết kế thấu kính hoàn hảo có thể cân bằng tất cả quang sai. Trên thực tế, một thấu kính có thể đạt đến chất lượng quang học cao nhất thường được gọi là “giới hạn nhiễu xạ” vì hầu hết các vết mờ còn lại trong ảnh đều do nhiễu xạ. Có thể đạt được độ phân giải góc với thấu kính nhiễu xạ hạn chế được tính theo công thức $\sin\theta = 1,22 * \lambda/D$, trong đó λ là bước sóng ánh sáng và D là đường kính đồng tử vào của thấu kính. Từ phương trình có thể thấy rằng màu sắc của ánh sáng và kích thước khẩu độ ống kính có ảnh hưởng đến lượng nhiễu xạ.

Như được trình bày trên Hình 5, kích thước của một nguồn sáng rộng có ảnh hưởng lớn đến độ phân kỳ chùm tia có thể đạt được. Dạng hình học nguồn hoặc phân bố theo không gian được ánh xạ thực sự tới phân bố theo góc của chùm tia và có thể nhìn thấy điều này trong “mẫu trường xa” của hệ thấu kính nguồn. Trong thực tế, điều này có nghĩa là nếu thấu kính chuẩn trực được đặt cách nguồn ở khoảng cách tiêu cự, thì nguồn thực sự được ảnh hóa một khoảng cách tương đối lớn so với ống kính và kích thước của hình ảnh có thể được xác định từ “tỷ lệ phóng đại” của hệ thống.

Hình 6 mô tả các giản đồ hình chiếu minh họa một ví dụ về sự gia tăng độ phân kỳ chùm tia do nhiễu xạ theo một số phương án. Hình 6 là giản đồ biểu diễn 600 nguồn điểm 602, 604, 606 về cách tăng độ phân kỳ chùm tia 608, 610, 612 nếu giảm kích thước khẩu độ thấu kính 614, 616, 618. Có thể xây dựng hiệu ứng này thành một nguyên tắc chung trong thiết kế quang học hình ảnh: nếu thiết kế bị giới hạn nhiễu xạ, thì cách để cải thiện độ phân giải là tăng khẩu độ. Nhiễu xạ là đặc điểm chi phối gây ra hiện tượng phân kỳ chùm tia với các nguồn sáng tương đối nhỏ.

Hình 7 minh họa ba ống kính mẫu với các tỷ lệ phóng đại khác nhau. Trong trường hợp của thấu kính tạo ảnh đơn giản, có thể tính tỷ lệ phóng đại bằng cách chia khoảng cách 704, 734, 764 giữa thấu kính 712, 742, 772 và hình ảnh 714, 744, 774 với khoảng cách 702, 732, 762 giữa nguồn 710, 740, 770 và thấu kính 712, 742, 772 như minh họa trên Hình 7. Nếu khoảng cách 702, 732, 762 giữa nguồn 710, 740, 770 và thấu kính 712, 742, 772 là cố định thì có thể đạt được các khoảng cách điểm ảnh khác nhau 704, 734, 764 bằng cách thay đổi công suất quang của thấu kính 704, 734, 764 với độ cong của ống kính. Nhưng nếu

khoảng cách điểm ảnh 704, 734, 764 so với tiêu cự thấu kính 702, 732, 762 càng lớn thì những thay đổi cần thiết về công suất quang của thấu kính sẽ càng nhỏ, tiến gần đến tình huống thấu kính sẽ chuẩn trực hiệu quả ánh sáng phát ra thành một chùm tia có sự phân bố theo không gian nguồn được ánh xạ vào phân bố góc và ảnh nguồn được tạo mà không phải điều tiêu. Trong tập hợp các cấu hình thấu kính 700, 730, 760, khi nguồn 706, 736, 766 lớn hơn thì chiều cao hình ảnh chiếu 708, 738, 768 sẽ tăng lên.

Trong màn hình 3D không kính dạng phẳng, thấu kính chiếu điểm ảnh 3D có thể có độ dài tiêu cự rất nhỏ để có thể đạt được cấu trúc phẳng và chùm tia từ một điểm ảnh 3D đơn lẻ có thể được chiếu tới một khoảng cách xem tương đối lớn. Điều này có nghĩa là các nguồn được ánh hóa hiệu quả với độ phóng đại cao nếu chùm ánh sáng truyền đến người xem. Ví dụ, nếu kích thước nguồn là $50\text{ }\mu\text{m} \times 50\text{ }\mu\text{m}$, tiêu cự thấu kính chiếu là 1mm và khoảng cách xem là 1 m, thì tỷ lệ phóng đại thu được là 1000:1 và kích thước hình ảnh nguồn dạng hình học sẽ là 50mmx50mm. Điều này có nghĩa là bạn chỉ có thể nhìn thấy bộ phát ánh sáng duy nhất bằng một mắt bên trong vùng xem tối ưu có đường kính 50mm này. Nếu nguồn có đường kính 100 μm thì chiều rộng hình ảnh thu được sẽ là 100mm và cả hai mắt đều có thể nhìn thấy cùng một điểm ảnh vì khoảng cách trung bình giữa các đồng tử mắt chỉ là 64mm. Trong trường hợp thứ hai, hình ảnh 3D lập thể sẽ không được hình thành vì cả hai mắt sẽ nhìn thấy những hình ảnh giống nhau. Phép tính toán trong ví dụ cho thấy các thông số hình học như kích thước nguồn sáng, độ dài tiêu cự thấu kính và khoảng cách xem có mối liên hệ với nhau.

Khi các chùm ánh sáng được chiếu từ các điểm ảnh hiển thị 3D thì phân kỳ là nguyên nhân khiến các chùm sáng mở rộng. Điều này không chỉ áp dụng cho chùm tia thực tế phát ra từ màn hình hướng tới người xem mà còn cho chùm tia ảo có thể được phát ra phía sau màn hình, hội tụ đến tiêu điểm ảo duy nhất gần với mặt hiển thị. Trong trường hợp của màn hình đa góc nhìn, đây là một điều có lợi vì hiện tượng phân kỳ sẽ mở rộng kích thước của vùng xem tối ưu và người ta chỉ phải lưu ý rằng kích thước chùm tia ở khoảng cách xem không vượt quá khoảng cách giữa hai mắt vì điều đó sẽ phá vỡ hiệu ứng lập thể. Tuy nhiên, nếu muốn tạo ra một điểm ảnh ba chiều cho một mặt phẳng tiêu điểm ảo với hai hoặc nhiều chùm tia giao nhau ở bất kỳ đâu bên ngoài bề mặt hiển thị, thì có thể đạt được độ phân giải không gian với các chùm tia sẽ trở nên kém hơn khi độ phân kỳ tăng lên. Cũng xin lưu ý rằng nếu kích thước chùm tia ở khoảng cách xem lớn hơn kích thước của đồng tử mắt, thì đồng tử sẽ trở thành khẩu

độ giới hạn của toàn bộ hệ quang học.

Hình 8A-8D là giản đồ hình chiếu minh họa các hiệu ứng hình học và nhiễu xạ mẫu cho một hoặc hai nguồn sáng rộng được ánh hóa ở một khoảng cách cố định với độ phóng đại cố định. Cả hai hiệu ứng hình học và nhiễu xạ hoạt động đồng thời trong tất cả các hệ quang học và được cân bằng trong thiết kế điểm ảnh hiển thị 3D để đạt được giải pháp tối ưu cho độ phân giải điểm ảnh ba chiều. Điều này rất quan trọng với các nguồn sáng rất nhỏ khi các phép đo của hệ quang học trở nên gần hơn với bước sóng ánh sáng và hiệu ứng nhiễu xạ bắt đầu có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất. Các giản đồ biểu diễn của Hình 8A-D minh họa cách hiệu ứng hình học và nhiễu xạ hoạt động cùng nhau trong các trường hợp 800, 820, 850, 870 sao cho một nguồn sáng rộng 802, 852 hoặc hai nguồn sáng rộng 822, 824, 872, 874 được ánh hóa ở một khoảng cách cố định với độ phóng đại cố định. Hình 8A minh họa một trường hợp 800 trong đó kích thước khẩu độ ống kính 804 tương đối nhỏ và nguồn sáng rộng 802 nằm cách thấu kính một khoảng tiêu cự 810. Trên Hình 8A, ảnh hình học (GI) 806 được bao quanh bởi các vết mờ do nhiễu xạ làm cho hình ảnh nhiễu xạ (DI) 808 trở nên lớn hơn nhiều.

Hình 8B minh họa một trường hợp 820, trong đó hai nguồn sáng rộng 822, 824 được đặt cạnh nhau cách thấu kính một khoảng tiêu cự 836 và được ánh hóa bằng một thấu kính có cùng khẩu độ nhỏ 826. Mặc dù các GI 828, 830 của cả hai nguồn 822, 824 được phân tách rõ ràng nhưng hai nguồn ảnh không thể phân giải được vì ảnh nhiễu xạ 832, 834 chồng lên nhau. Trong thực tế, tình huống này có nghĩa là việc giảm kích thước nguồn sáng sẽ không cải thiện được độ phân giải điểm ảnh ba chiều có thể đạt được vì kích thước hình ảnh nguồn thu được, với hai nguồn sáng riêng biệt, sẽ giống như với một nguồn lớn hơn bao quát diện tích của cả hai bộ phát riêng biệt. Để phân giải hai hình ảnh nguồn dưới dạng điểm ảnh/điểm ảnh ba chiều riêng biệt thì phải tăng kích thước khẩu độ của thấu kính hình ảnh.

Hình 8C minh họa một trường hợp 850, trong đó thấu kính có cùng độ dài tiêu cự 860 nhưng khẩu độ lớn hơn 854 được dùng để tạo ảnh nguồn sáng rộng 852. Lúc này, nhiễu xạ giảm và DI 858 chỉ lớn hơn một chút so với GI 856, vẫn giữ nguyên vì độ phóng đại được cố định.

Hình 8D minh họa một trường hợp 870, trong đó hai nguồn sáng rộng 872, 874 được đặt cách thấu kính một khoảng tiêu cự 886 và thấu kính có kích thước khẩu độ

876 bằng với kích thước của thấu kính. Các ảnh nhiễu xạ DI 882, 884 chỉ lớn hơn một chút so với các ảnh hình học GI 878, 880. Hai điểm hiện đã được phân giải vì DI 882, 884 không còn chồng lên nhau, cho phép sử dụng hai nguồn khác nhau 872, 874 và cải thiện độ phân giải không gian của lưới điểm ảnh ba chiều.

Các đặc trưng thiết kế quang học của màn hình mẫu

Một số phương án cho khả năng tạo màn hình hiển thị. Theo một số phương án, có thể dùng màn hình làm màn hình trường ánh sáng có khả năng hiển thị nhiều mặt phẳng tiêu điểm của hình ảnh 3D trong khi giải quyết được vấn đề xung đột hội tụ-thích ứng (VAC).

Theo một số phương án, màn hình chiếu hình ảnh phát ra hướng tới cả hai mắt của người xem mà không có phương tiện tán xạ ánh sáng giữa màn hình 3D và người xem. Để tạo hình ảnh lập thể bằng cách tạo một điểm ảnh ba chiều nằm bên ngoài bề mặt hiển thị, có thể hữu ích nếu tạo cấu hình màn hình sao cho cả hai mắt không thể nhìn thấy một bộ phát bên trong màn hình được liên kết với điểm ảnh ba chiều đó cùng một lúc. Do đó, việc bao quát cả hai mắt có thể hữu ích cho trường nhìn (FOV) của một chùm tia phát ra. Ngoài ra, cũng có thể hữu ích cho các chùm tia đơn để có các FOV làm cho chúng trở nên hẹp hơn khoảng cách giữa hai đồng tử mắt (trung bình khoảng 64mm) ở khoảng cách xem. FOV của một phần hiển thị cũng như FOV của các bộ phát đơn lẻ có thể bị ảnh hưởng bởi độ rộng của dây bộ phát/bộ phát và độ phóng đại của quang học hình ảnh. Có thể cần lưu ý rằng mắt chỉ có thể nhìn thấy điểm ảnh ba chiều được tạo bởi chùm hội tụ nếu chùm tia tiếp tục lan truyền sau tiêu điểm và đi vào đồng tử mắt ở khoảng cách xem xác định. Việc bao quát đồng thời cả hai mắt có thể đặc biệt hữu ích cho FOV của một điểm ảnh ba chiều. Nếu chỉ một mắt có thể nhìn thấy điểm ảnh ba chiều thì hiệu ứng lập thể có thể không được hình thành và có thể không thấy được hình ảnh 3D. Vì một bộ phát màn hình duy nhất có thể chỉ hiển thị với một mắt tại một thời điểm, nên có thể hữu ích khi tăng FOV của điểm ảnh ba chiều bằng cách hướng nhiều chùm tia giao nhau từ nhiều hơn một bộ phát màn hình đến cùng một điểm ảnh ba chiều trong khung thời gian duy trì tầm nhìn (POV) của con người. Theo một số phương án, tổng FOV điểm ảnh ba chiều là tổng của FOV chùm tia phát riêng lẻ.

Để làm cho FOV chùm tia cục bộ chồng lên nhau ở các khoảng cách xem được chỉ định liên quan của chúng thì một số phương án có thể gồm một màn hình cong với bán kính

nhất định. Theo một số phương án, hướng chùm tia chiếu có thể được hướng tới một điểm cụ thể, ví dụ như bằng cách sử dụng tấm thấu kính Fresnel phẳng. Nếu các FOV không được tạo cấu hình để chồng lên nhau thì một số phần của hình ảnh 3D có khả năng không được hình thành. Do giới hạn kích thước thực tế của thiết bị hiển thị và giới hạn thực tế đối với khoảng cách tiêu cự có thể có, nên vùng hình ảnh có thể được hình thành ở phía trước và/hoặc phía sau thiết bị hiển thị tương ứng với vùng đặc biệt nơi mà người xem có thể nhìn thấy được hình ảnh 3D.

Hình 9 là một giản đồ hình chiếu bằng minh họa dạng hình học xem điển hình có sẵn với cấu trúc hiển thị 3D theo một số phương án. Hình 9 minh họa giản đồ biểu diễn 900 của một ví dụ về dạng hình học xem có thể đạt được với cấu trúc hiển thị 3D 902 dựa trên việc sử dụng các chùm giao nhau. Ở phía trước màn hình cong 902, giới hạn của vùng hình ảnh 3D 904 có thể được coi là khoảng tiêu cự cách màn hình xa nhất với độ phân giải không gian hợp lý. Vùng hình ảnh 904 cũng có thể được coi là bị giới hạn bởi FOV 906 của toàn bộ màn hình. Để có được độ phân giải tối đa ở khoảng cách điểm ảnh tối thiểu, có thể thiết kế các đặc trưng quang học của màn hình để hội tụ hình ảnh nguồn đến rìa xa nhất của vùng này. Theo một số phương án, cũng có thể có một vùng hình ảnh khác phía sau màn hình được hình thành bởi các phần mở rộng ảo của chùm tia phát ra. Theo một số phương án, điểm ảnh ba chiều phía sau màn hình 902 có thể có kích thước cho phép lớn hơn vì người xem được đặt ở vị trí xa hơn và vì độ phân giải của mắt có thể thấp hơn ở các khoảng cách xa hơn. Theo một số phương án, có thể chọn khoảng cách điểm ảnh tối đa trên cơ sở độ phân giải tối thiểu chấp nhận được có khả năng đạt được với các phần mở rộng ảo của chùm bức xạ phân kỳ.

Hình 9 minh họa một ví dụ về dạng hình học xem của một màn hình hiển thị trường ánh sáng 3D 902, theo một số phương án. Cụ thể, bề mặt hiển thị được mô tả trên Hình 9 là cong với bán kính bằng với khoảng cách xem được chỉ định. Trong ví dụ, chùm tia chồng chéo FOV 910 hình thành một vùng xem xung quanh vùng mặt của người xem 912. Kích thước của vùng xem này có thể ảnh hưởng đến mức độ di chuyển cho phép của đầu người xem. Điều này có thể hữu ích cho cả hai đồng tử mắt (và khoảng cách 914 giữa các đồng tử) được đặt đồng thời vào vị trí bên trong vùng để tạo ra hình ảnh lập thể. Có thể lựa chọn kích thước của vùng xem bằng cách thay đổi các FOV 908 của chùm tia. Có thể lựa chọn thiết kế cụ thể chọn trên cơ sở của

trường hợp sử dụng cụ thể.

Hình 10-11 là giản đồ hình chiếu bằng minh họa các trường hợp dạng hình học xem diễn hình của màn hình 3D theo một số phương án. Hình 10-11 minh họa các giản đồ biểu diễn hai trường hợp ví dụ về dạng hình học xem khác nhau 1000, 1100.

Trường hợp đầu tiên 1000, như thể hiện trên Hình 10, mô tả trường hợp một người xem 1004 trước màn hình và dạng hình học xem tương ứng, trong đó một vùng xem nhỏ bao quát đồng tử của cả hai mắt. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng các FOV của chùm tia hẹp 1002. Độ rộng hữu dụng tối thiểu của vùng có thể bị ảnh hưởng bởi khoảng cách giữa hai đồng tử mắt. Ví dụ, khoảng cách trung bình giữa hai đồng tử mắt có thể là khoảng 64mm. Nên một độ rộng nhỏ cũng có thể là một giá trị dung sai nhỏ đối với các thay đổi khoảng cách xem vì các FOV 1002 hẹp có xu hướng nhanh chóng tách khỏi nhau ở khoảng cách ngày càng tăng cả phía trước và phía sau vị trí xem tối ưu.

Trường hợp thứ hai 1100, như trên Hình 11, mô tả một dạng hình học xem với các FOV của chùm tia rộng hơn 1102. Dạng hình học xem này có thể cho phép nhiều người xem 1104 bên trong vùng xem và ở các khoảng cách xem khác nhau. Trong ví dụ này, dung sai vị trí có thể lớn.

Có thể tăng vùng xem bằng cách tăng FOV của từng chùm tia hiển thị. Có thể thực hiện điều này bằng cách tăng chiều rộng của dãy bộ phát sáng hoặc bằng cách thay đổi độ dài tiêu cự của quang học chuẩn trực chùm tia. Độ dài tiêu cự càng nhỏ thì điểm ảnh ba chiều có thể càng lớn, do đó, việc tăng độ dài tiêu cự để đạt được độ phân giải tốt hơn có thể rất hữu ích. Có thể tìm thấy khả năng đánh đổi giữa các thông số thiết kế quang học và nhu cầu thiết kế. Do đó, các trường hợp sử dụng khác nhau có thể cân bằng giữa các yếu tố này một cách khác nhau.

Các nguồn sáng μ LED mẫu

Một số phương án sử dụng μ LED. Đây là các chip LED được sản xuất bằng các kỹ thuật cơ bản giống nhau và từ vật liệu tương tự như chip LED tiêu chuẩn. Tuy nhiên, μ LED là phiên bản thu nhỏ của các thành phần sẵn có thông thường, có thể tạo ra ở kích thước nhỏ nhất là 1 μm – 10 μm . Cho đến nay, một ma trận dày đặc đã được sản xuất có các chip 2 μm x 2 μm được lắp ráp với khoảng cách 3 μm . Khi so sánh với OLED, μ LED là các thành phần ổn định hơn nhiều và chúng có thể đạt cường độ ánh

sáng rất cao, điều này sẽ giúp μ LED trở nên có lợi cho nhiều ứng dụng từ hệ thống màn hình đeo trên đầu cho đến đèn pha ô tô thích ứng (đèn LED ma trận) và đèn nền TV. μ LED cũng có thể được coi là công nghệ nhiều tiềm năng cho màn hình 3D, thường yêu cầu ma trận mật độ cao của các bộ phát quang có thể định địa chỉ riêng lẻ có thể bật và tắt rất nhanh.

Một con chip μ LED trần có thể phát ra một màu đặc trưng với độ rộng phổ khoảng 20-30 nm. Có thể tạo ra nguồn màu trắng bằng cách phủ lên con chip một lớp photpho, giúp chuyển đổi ánh sáng phát ra từ đèn LED xanh lam hoặc UV thành phổ phát sáng trắng rộng hơn. Ngoài ra, có thể tạo ra nguồn đủ màu sắc bằng cách đặt các chip LED màu đỏ, xanh lục và xanh lam đặc trưng cạnh nhau vì sự kết hợp của ba màu cơ bản này tạo ra cảm giác về một điểm ảnh đủ màu khi các lượt phát xạ màu riêng biệt kết hợp với hệ thống thị giác của con người. Như được đề cập trước đó, một ma trận có mật độ rất cao sẽ cho phép tạo ra các điểm ảnh đủ màu sắc tự phát xạ có tổng chiều rộng dưới 10 μ m (khoảng cách 3x3 μ m).

Hiệu suất chiết sáng của chip bán dẫn là một trong những thông số quyết định hiệu suất chuyển điện thành ánh sáng của cấu trúc LED. Có một số phương pháp nhằm mục đích nâng cao hiệu suất tách và do đó cho phép các nguồn sáng dựa trên LED sử dụng năng lượng điện sẵn có hiệu quả nhất có thể, điều này rất hữu ích với các thiết bị di động có nguồn điện hạn chế. Một số phương pháp sử dụng một phần tử quang học bằng nhựa định hình được tích hợp trực tiếp trên đầu chip LED. Do chênh lệch hệ số khúc xạ thấp hơn, việc tích hợp khuôn ngoài bằng nhựa sẽ chiết ánh sáng từ vật liệu chip nhiều hơn so với trường hợp chip được bao bằng không khí. Khuôn ngoài bằng nhựa cũng hướng ánh sáng theo cách tăng cường khả năng chiết sáng từ miếng nhựa và giúp dạng phát xạ trở nên có hướng hơn. Các phương pháp khác sẽ tự định hình bản thân chip thành một dạng có lợi cho các góc phát xạ ánh sáng vuông góc hơn với mặt trước của chip bán dẫn và giúp ánh sáng dễ dàng thoát ra khỏi vật liệu có hệ số khúc xạ cao. Các cấu trúc này cũng hướng ánh sáng phát ra từ chip.

Ví dụ về cấu trúc và chức năng quang học

Hình 12A là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một đặc điểm tuần hoàn của một phần màn hình 3D theo một số phương án. Hình 12B là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng mặt cắt minh họa một đặc điểm tuần hoàn của một phần màn hình 3D

theo một số phương án. Theo một số phương án, lớp phát sáng (LEL) của màn hình 3D có thể là ma trận μ LED, màn hình OLED hoặc màn hình LCD có đèn nền. Một lớp tuần hoàn 1200 với các đặc trưng quang khảm được đặt phía trước cấu trúc LEL và có thể là lá hoặc tấm polycarbonat có hình dạng quang học khúc xạ được sản xuất bằng cách xử lý UV trong quy trình cuộn đến cuộn. Đối với một số phương án, lớp tuần hoàn 1250 có thể bao gồm các hình dạng hình học như được thể hiện từ hình chiếu cạnh trên Hình 12B ảnh hưởng đến các góc truyền.

Vì hầu hết các nguồn sáng (ví dụ, μ LED) phát ánh sáng thành các khẩu độ số khá lớn (NA) nên một số đặc trưng quang học riêng lẻ trong lớp có thể kết hợp cùng nhau thành cụm. Một cụm có thể chuẩn trực và hội tụ ánh sáng từ một bộ phát duy nhất thành nhiều phần chùm hình thành hình ảnh nguồn sáng. Số lượng các đặc trưng được dùng để hình thành một hình ảnh nguồn sáng duy nhất có thể phụ thuộc vào nguồn NA, khoảng cách giữa LEL và lớp tuần hoàn và/hoặc thiết kế các đặc trưng của lớp tuần hoàn. Có thể sử dụng hai phần chùm tia cho một hình ảnh nguồn để cung cấp đúng dấu hiệu tiêu điểm cho một mắt. Có thể sẽ hữu ích nếu sử dụng ít nhất hai chùm tia với ít nhất hai phần chùm tia để cung cấp các dấu hiệu hội tụ cho mắt chính xác. Theo một số phương án, cấu trúc quang học có thể là một chiều (ví dụ, đặc điểm khúc xạ hình trụ nghiêng về một hướng) để cung cấp các góc nhìn qua một trục (ví dụ, chỉ cung cấp các góc nhìn ngang). Theo một số phương án, cấu trúc quang học có thể là hai chiều (ví dụ, vì thấu kính hai chiều), để dùng cho mục đích như cung cấp các góc nhìn qua hai trục (ví dụ, cung cấp các góc nhìn theo cả hướng ngang và dọc).

Theo một số phương án, lớp tuần hoàn chứa các ô khảm lặp lại được hình thành từ các đặc điểm phụ quang học nhỏ hơn có cấu tạo theo dạng khảm. Mỗi đặc điểm phụ hoặc ô khảm nhỏ hơn của ô khảm có thể có các đặc tính quang học khác nhau tùy thuộc vào hệ số khúc xạ, hình dạng bề mặt và/hoặc đặc tính bề mặt. Ví dụ về các hình dạng bề mặt có thể bao gồm các mặt con phẳng, bề mặt cong liên tục với độ cong khác nhau theo hai hướng và các hình chữ nhật khuếch tán với các bề mặt nhấp nhô về mặt quang học, v.v. Các ô có thể tạo các diện tích bề mặt khác nhau với các mẫu hình khác nhau trên đặc điểm lặp lại.

Theo một số phương án, các ô có dạng khảm chuẩn trực và chia ánh sáng phát ra thành các phần chùm tia khác nhau có thể truyền đến các hướng hơi khác nhau tùy thuộc vào đặc tính quang học của ô. Các phần chùm tia có thể được hội tụ theo các

khoảng cách khác nhau so với cấu trúc quang học và việc điều tiêu có thể được thực hiện theo cả hướng dọc và ngang. Như đã thảo luận trước đây, các điểm được ánh hóa ở xa màn hình có thể lớn hơn các điểm được ánh hóa ở khoảng cách ngắn hơn. Tuy nhiên, vì có thể chọn riêng độ dài tiêu cự hiệu dụng cho từng ô đặc trưng khảm, nên cũng có thể chọn tỷ lệ phóng đại hình học để đạt điểm ảnh nguồn nhỏ hơn và độ phân giải tốt hơn. Các bộ phát ánh sáng lân cận bên trong một ma trận nguồn có thể được ánh hóa thành một ma trận điểm. Đồng thời, ma trận nguồn, các đặc điểm khảm lớp tuần hoàn và SLM hình thành nên một hệ thống có khả năng tạo ra nhiều tiêu diện ảo vào không gian 3D xung quanh màn hình.

Hình 13 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng cắt ngang minh họa một màn hình 3D theo một số phương án. Một số phương án đưa ra phương pháp quang học và cấu trúc cơ bản của hệ thống quang học có thể được dùng để tạo hình ảnh 3D có độ phân giải cao với các chùm tia giao nhau. Như thể hiện trong ví dụ trên Hình 13, ánh sáng được tạo ra trên lớp 1302 chứa một dãy hai chiều gồm các điểm ảnh có thể định địa chỉ riêng. Một lớp 1304 gồm các phần tử quang lặp lại được đề cập ở đây là một lớp tuần hoàn chuẩn trực và chia ánh sáng phát ra thành nhiều phần chùm tia hội tụ đến các khoảng cách khác nhau cách xa cấu trúc. Một số đặc trưng riêng lẻ trong lớp tuần hoàn có thể hoạt động cùng nhau như một nhóm. Các đặc trưng nhỏ lặp lại có thể được sắp xếp thành một mẫu khảm trong đó mỗi đặc trưng có độ cong, góc nghiêng và đặc tính bề mặt cụ thể. Một bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM) 1306 có thể được dùng để chặn hoặc cho phép đi qua một cách có chọn lọc các phần chùm tia được dùng để tạo hình ảnh 3D. SLM 1306 có thể được đặt ở phía trước hoặc phía sau lớp tuần hoàn. Có thể sử dụng khả năng chặn và cho qua các phần chùm tia để tạo ảnh trên một số mặt phẳng tiêu điểm có thể được xác định thông qua các đặc tính của lớp tuần hoàn.

Trong ví dụ trên Hình 13, để tạo ra một điểm ảnh ba chiều ở vị trí 1310 phía trước bề mặt hiển thị, ánh sáng sẽ được phát ra từ vị trí 1308 (ví dụ, từ một điểm ảnh ở vị trí 1308). Ánh sáng phát ra đi qua lớp quang học 1304 và SLM 1306 vận hành để kiểm soát ánh sáng thoát ra khỏi bề mặt hiển thị. (Các phần trong suốt của SLM được minh họa dưới dạng các ô trống và các phần không trong suốt của SLM được minh họa dưới dạng các ô được bôi đen.) Trong ví dụ này, SLM 1306 chỉ cho phép ánh sáng từ các phần trung tâm của ô khảm 1312 thoát ra khỏi màn hình. Các tia đó hội tụ tại điểm ảnh ba chiều 1310. Điểm ảnh ba chiều 1310 nằm trên một mặt phẳng ảnh 1314. Điểm ảnh ba chiều 1310 có thể là ảnh của

phần tử phát sáng ở vị trí 1308. Có thể hiển thị các điểm ảnh ba chiều khác trên mặt phẳng ảnh 1314 bằng các kỹ thuật tương tự.

Để tạo ra một điểm ảnh ba chiều ở vị trí 1316, ánh sáng được phát ra từ các điểm ảnh ở vị trí 1318 và 1320 của lớp phát sáng và SLM 1306 vận hành để chỉ cho phép ánh sáng hội tụ đi qua vị trí điểm ảnh ba chiều 1316 trong khi chặn ánh sáng khác (ví dụ, chặn ánh sáng mà nếu không được hội tụ trên mặt phẳng ảnh 1314 hoặc nơi khác). Điểm ảnh ba chiều 1316 có thể bao gồm các ảnh chồng lên nhau của các phần tử phát sáng ở vị trí 1318 và 1320. Điểm ảnh ba chiều 1316 nằm trên một mặt phẳng ảnh 1322. Có thể hiển thị các điểm ảnh ba chiều khác trên mặt phẳng ảnh 1322 bằng các kỹ thuật tương tự. Như được thể hiện trên Hình 13, có thể tạo ra một điểm ảnh ba chiều bằng cách sử dụng ánh sáng từ một điểm ảnh hoặc ánh sáng từ nhiều điểm ảnh. Tương tự, có thể tạo ra một điểm ảnh ba chiều bằng cách sử dụng ánh sáng đi qua một ô khám hoặc ánh sáng đi qua nhiều ô khám. Trong khi Hình 13 minh họa việc tạo ra các điểm ảnh ba chiều ở phía trước bề mặt hiển thị, các ví dụ khác được trình bày dưới đây thì các điểm ảnh ba chiều được tạo ra trên hoặc sau bề mặt hiển thị.

Hình 14 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa cách sắp xếp các ô quang với ô khám mẫu theo một số phương án. Trong ví dụ này, các ô quang 1402a là các ô quang trong mờ (ví dụ, nhám về mặt quang học) phân tán ánh sáng truyền qua chúng. Các ô quang 1404a-b và 1406a-b được cấu hình để hội tụ ánh sáng đến khoảng tiêu cự đầu tiên. Hai trong số các ô này, 1406a-b, được dùng để điều tiêu các phần chùm tia theo hướng x và hai trong số đó, 1404a-b, được dùng để điều tiêu theo hướng y trực giao. Tương tự, bốn ô khác, 1408a-b và 1410a-b được dùng để điều tiêu các phần chùm tia đến khoảng tiêu cự thứ hai. Bốn ô ở tâm của ô khám, 1412a-b và 1414a-b, được dùng để điều tiêu các chùm sáng theo cả hai hướng vào khoảng tiêu cự thứ ba. Ở cách sắp xếp được trình bày trong mẫu ví dụ đầu tiên, có thể dùng các góc hình chữ nhật của mỗi vùng lồng nhau có thể để tạo ảnh hiển thị 2D với độ phân giải điểm ảnh cao hơn. Theo một số phương án, các ô này, hoặc “điểm ảnh 2D”, có thể có bề mặt nhám hoặc đặc điểm trong mờ khác để phân tán ánh sáng theo mọi góc để điểm ảnh có thể nhìn thấy từ mọi hướng nhìn. Theo một số phương án, có thể sử dụng điểm ảnh 2D để tạo hình ảnh 3D khi các điểm ảnh ba chiều nằm trên bề mặt hiển thị.

Hình 15 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về một mẫu khám cho một ô khám của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án. Mẫu ví dụ được mô tả trên

Hình 15, cho thấy một cách sắp xếp tương tự, nhưng không có các đặc trưng trong mờ của điểm ảnh 2D. Các ô quang 1502a-b và 1504a-b có tác dụng hội tụ ánh sáng đến khoảng tiêu cự đầu tiên. Các ô quang 1506a-b và 1508a-b có tác dụng hội tụ ánh sáng đến khoảng tiêu cự thứ hai và các ô quang 1510a-b và 1512a-b có tác dụng hội tụ ánh sáng đến khoảng tiêu cự thứ ba. Các ô hội tụ tại các khoảng tiêu cự thứ hai và thứ ba có cùng tổng diện tích, điều này có thể giúp cân bằng cường độ ánh sáng chiếu lên trên hai lớp tiêu điểm này. Trong trường hợp này, lớp tiêu điểm đầu tiên được tạo bằng các ô có diện tích bề mặt lớn hơn, điều này có thể giúp làm nổi bật một số mặt phẳng tiêu điểm với cường độ ánh sáng cao hơn hoặc để tăng lượng ánh sáng trên một điểm ảnh ba chiều có kích thước lớn hơn để cân bằng chiếu sáng. Những vùng lớn hơn này cũng có thể được dùng làm điểm ảnh hiển thị 2D với cường độ cao hơn khi không tạo hình ảnh 3D.

Hình 16 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một ví dụ về một ma trận hai chiều của các ô khảm trong lớp quang học theo một số phương án. Có thể sắp xếp các ô khảm thành các dạng ma trận khác nhau trên lớp tuần hoàn. Hình 16-17 mô tả hai ví dụ về dạng ma trận, theo một số phương án. Trong ví dụ đầu tiên, được thể hiện trên Hình 16, các ô khảm hình thành một ma trận hình chữ nhật, trong đó các hàng và cột hình thành các đường thẳng ngang và dọc. Dạng này có thể cho phép tính toán kết xuất dễ dàng hơn vì các điểm ảnh ba chiều được tạo cũng được sắp xếp thành một ma trận hình chữ nhật.

Hình 17 là giản đồ hình chiếu đứng minh họa một mảng ví dụ về một mẫu khảm của một đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án. Dạng ma trận ví dụ thứ hai được minh họa trên Hình 17 mô tả một cách sắp xếp thay thế trong đó có độ lệch (ví dụ, dọc hoặc ngang) giữa các cột lân cận. Dạng này có thể hữu ích để tăng độ phân giải hiệu dụng, ví dụ như trong trường hợp chỉ tạo ra các chùm tia giao nhau.

Theo một số phương án, có thể chế tạo lớp tuần hoàn, ví dụ như dưới dạng tấm polycarbonat có hình dạng quang học được làm từ vật liệu có thể xử lý được bằng tia cực tím trong quy trình cuộn đến cuộn. Theo một số phương án, lớp tuần hoàn có thể bao gồm một lá có cấu trúc nhiều xạ đập nổi. Theo một số phương án, lớp tuần hoàn có thể bao gồm một tấm có các đặc điểm thấu kính chiết suất phân cấp hoặc cách tử ba chiều được sản xuất bằng cách cho vật liệu cản quang tiếp xúc với một mẫu nhiễu do laze tạo ra. Các kích thước đối tượng phụ riêng lẻ và hệ số lấp đầy mẫu có thể ảnh hưởng đến độ phân giải có thể đạt được và ảnh hưởng đến độ tương phản hình ảnh nhờ

giảm ánh sáng lạc được đưa vào hệ thống. Điều này có nghĩa là các phương pháp sản xuất quang học chất lượng cao có thể hữu ích cho việc sản xuất phần chính, sau đó nhân rộng. Vì đối tượng đơn lẻ có thể rất nhỏ nên phần chính đầu tiên với các hình dạng thích hợp cũng có thể có kích thước rất nhỏ và điều này có thể giúp giảm chi phí sản xuất. Vì cùng một mẫu này được lặp lại trên toàn bộ bề mặt hiển thị nên việc sắp xếp lớp phát sáng với lớp tuần hoàn theo hướng ngang hoặc dọc có thể cần ít độ chính xác hơn. Hướng chiều sâu có thể được sắp xếp thỏa đáng vì nó có thể ảnh hưởng đến vị trí của các mặt phẳng tiêu điểm bên ngoài bề mặt hiển thị.

Theo một số phương án, SLM có thể là một tấm nền màn hình LCD được dùng để chặn hoặc cho qua một cách có chọn lọc các phần của chùm tia chiếu. Vì cấu trúc quang học được dùng để tạo ra nhiều phần chùm tia, nên có thể không có cấu trúc điểm ảnh hiển thị được xác định rõ ràng và màn hình LCD được sử dụng như một mặt nạ thích ứng phía trước bộ phận tạo chùm sáng của hệ thống. Để áp dụng kích thước điểm ảnh nhỏ vừa đủ thì kích thước điểm ảnh có thể nên cùng khoảng kích thước hoặc nhỏ hơn kích thước ô đặc trưng định kỳ. Nếu các điểm ảnh nhỏ hơn nhiều so với các ô đặc trưng thì có thể độ chính xác căn chỉnh giữa lớp tuần hoàn với SLM không yêu cầu cao, nhưng nếu các điểm ảnh có cùng kích thước, thì việc căn chỉnh thỏa đáng giữa hai lớp này có thể sẽ có lợi hơn. Có thể sắp xếp các điểm ảnh theo dạng hình chữ nhật thông thường hoặc tùy chỉnh theo các đặc điểm quang học của lớp khám tuần hoàn. Các điểm ảnh cũng có thể chứa các bộ lọc màu để tạo màu nếu ánh sáng phát ra từ lớp phát sáng (LEL) có màu trắng như trong trường hợp, ví dụ như ma trận μ LED màu xanh lam được tráng phủ photpho.

Hình 18 là giản đồ hình chiếu đứng cắt trích minh họa một ví dụ về việc sắp xếp bộ lọc màu điểm ảnh của bộ điều biến ánh sáng không gian với đặc năng tuần hoàn theo một số phương án. Hình 18 và 19 thể hiện hai cách sắp xếp bộ lọc màu ví dụ. Nếu LEL chứa các điểm ảnh màu (ví dụ, các μ LED màu đỏ (R), xanh lục (G) và xanh lam (B)), SLM có thể được dùng để điều chỉnh cường độ chùm tia đơn giản hơn.

Theo một số phương án, hệ thống hiển thị sử dụng kết hợp các kỹ thuật ghép kênh theo không gian và thời gian. Trong trường hợp này, nếu có một thành phần SLM đủ nhanh giúp đạt được tần số quét thích hợp để hình ảnh không bị nhấp nháy thì sẽ rất hữu ích. SLM và lớp phát sáng có thể hoạt động đồng thời khi hình ảnh được kết xuất. Việc được đồng bộ hóa có thể đặc biệt hữu ích cho LEL và SLM. SLM có thể được dùng như một mặt nạ thích ứng có dạng khẩu độ, ví dụ, quét qua bề mặt hiển thị

khi một nguồn hoặc một nhóm nguồn được kích hoạt. Có thể sử dụng đồng thời một số dạng này bằng cách che các cụm nguồn đồng thời tại các phần khác nhau của LEL. Theo một số phương án, có thể hữu ích khi triển khai các thành phần phát sáng (ví dụ, μ LED) với tần số quét nhanh hơn SLM. Bằng cách này, các nguồn có thể được kích hoạt nhiều lần trong khoảng thời gian quét của SLM (ví dụ, SLM có tần số quét 60 Hz). Công nghệ theo dõi ánh mắt cũng có thể được dùng để giảm yêu cầu về tốc độ cập nhật bằng cách hiển thị hình ảnh chỉ cho một số vùng xem tối ưu được chỉ định thay vì hiển thị hình ảnh cho toàn bộ trường nhìn của màn hình.

Hình 20 là giản đồ hình chiếu cạnh hoặc hình chiếu bằng cắt ngang minh họa một ví dụ về cấu hình được dùng để tạo điểm ảnh ba chiều theo một số phương án. Theo một số phương án, hệ thống quang học có thể sử dụng các chùm tia giao nhau để hình thành các điểm ảnh ba chiều. Các điểm ảnh ba chiều này có thể hình thành ở các khoảng cách khác nhau so với bề mặt hiển thị (ví dụ, phía trước màn hình, phía sau màn hình và/hoặc trên bề mặt hiển thị). Hình 20 là một giản đồ minh họa một ví dụ về điểm ảnh ba chiều 2002, được tạo phía trước màn hình ở một khoảng tiêu cự thể với các chùm tia xuất phát từ các nguồn sáng tại các vị trí 2004, 2006, 2008 trên lớp phát sáng 2010. Ánh sáng từ các nguồn tại các vị trí 2004, 2006, 2008 bị khúc xạ theo các hướng khác nhau bởi lớp quang học 2012 và bộ điều biến ánh sáng không gian 2014 cho phép truyền ánh sáng hướng về phía điểm ảnh ba chiều 2002 trong khi chặn ánh sáng không hướng về phía điểm ảnh ba chiều 2002 và không được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều khác.

Trong ví dụ trên Hình 20, điểm ảnh ba chiều 2016 được tạo ra ở vị trí điểm ảnh ba chiều phía sau màn hình bằng cách cho giao các phần mở rộng ảo của các phần chùm tia phát ra từ các nguồn sáng tại các vị trí 2018, 2020 và 2022 trên lớp phát sáng 2010. Ánh sáng từ các nguồn tại các vị trí 2018, 2020 và 2022 bị khúc xạ theo các hướng khác nhau bởi lớp quang học 2012 và bộ điều biến ánh sáng không gian 2014 cho phép truyền ánh sáng theo hướng từ vị trí của điểm ảnh ba chiều 2016 trong khi chặn ánh sáng không hướng từ vị trí của điểm ảnh ba chiều 2016 và không được dùng để tạo các điểm ảnh ba chiều khác. Theo một số phương án, một số nguồn có thể được dùng để bù cho cường độ ánh sáng thấp hơn truyền đến hướng của mắt do sự tăng góc trải rộng của các phần chùm tia.

Trong ví dụ trên Hình 20, một điểm ảnh ba chiều 2024 được tạo tại một vị trí trên màn hình. Ánh sáng từ một nguồn ở vị trí 2026 bị tán xạ bởi một ô quang mờ trên lớp

quang học 2012 tại vị trí điểm ảnh ba chiều 2024. Bộ điều biến ánh sáng không gian 2014 cho phép truyền ánh sáng tán xạ ra bên ngoài màn hình đồng thời chặn ánh sáng truyền từ các ô quang khác.

Hình 20 minh họa một ví dụ trong đó một điểm ảnh ba chiều 2024 được tạo trên bề mặt hiển thị trong khi các điểm ảnh ba chiều khác (2002, 2016) được tạo ở phía trước và phía sau bề mặt hiển thị. Tuy nhiên, theo một số phương án, màn hình có thể vận hành để chỉ tạo ra các điểm ảnh ba chiều trên bề mặt hiển thị. Điều này có thể được thực hiện bằng cách điều khiển bộ điều biến ánh sáng không gian sao cho chỉ ánh sáng đi qua các ô quang mờ mới đến được bên ngoài thiết bị hiển thị. Các điểm ảnh ba chiều như vậy có thể được dùng làm điểm ảnh 2D để hiển thị hình ảnh 2D trên bề mặt hiển thị.

Theo một số phương án, điểm ảnh ba chiều được tạo ra bằng cách kết hợp hai chùm tia bắt nguồn từ hai nguồn lân cận cũng như từ hai phần chùm tia bắt nguồn từ một nguồn duy nhất. Có thể sử dụng hai phần chùm tia để tạo tiêu điểm chùm tia đơn cho tín hiệu tiêu điểm võng mạc mắt chính xác, trong khi hai chùm tia kết hợp có thể được dùng để bao quát FOV lớn hơn của cặp mắt người xem. Cấu hình này có thể giúp hệ thống thị giác điều chỉnh độ hội tụ của mắt. Bằng cách này, việc tạo các góc phát xạ ánh sáng nhỏ cho các tín hiệu hội tụ của võng mạc một mắt và tạo các góc phát xạ lớn hơn cho sự hội tụ của mắt là cần thiết để có hiệu ứng lập thể tách rời nhau trong cấu trúc quang học. Cách sắp xếp này giúp bạn có thể kiểm soát hai miền góc riêng biệt với thiết kế quang học của màn hình.

Theo một số phương án, các khoảng cách tiêu diện có thể được mã hóa vào phần cứng quang học. Ví dụ, công suất quang của các ô đặc trưng lớp tuần hoàn có thể cố định tọa độ độ sâu điểm ảnh ba chiều đến các vị trí kín. Vì tín hiệu tiêu điểm võng mạc của một mắt có thể được tạo bằng chùm tia cực phát đơn lẻ, nên theo một số phương án, chỉ có thể hình thành điểm ảnh ba chiều bằng cách sử dụng hai chùm tia từ hai cực phát. Cách sắp xếp này có thể hữu ích trong việc đơn giản hóa tác vụ kết xuất. Nếu không có các đặc trưng tuần hoàn, thì sự kết hợp giữa khẩu độ số nguồn thích hợp và tỷ lệ phóng đại hình học có thể yêu cầu kích thước điểm ảnh ba chiều rất lớn và khiến độ phân giải trở nên thấp. Các đặc trưng tuần hoàn có thể cho khả năng chọn độ dài tiêu cự của hệ thống tạo ảnh một cách riêng biệt và có thể tạo ra các điểm ảnh ba chiều nhỏ hơn để thu

được hình ảnh 3D có độ phân giải tốt hơn.

Theo một số phương án, chùm tia được tạo có thể truyền theo các hướng khác nhau sau lớp tuần hoàn. Khoảng cách giữa lớp phát sáng và lớp hội tụ chùm tia tuần hoàn có thể được dùng như một bộ mở rộng khẩu độ. Để đạt được hiệu suất quang học cụ thể, việc so sánh các giá trị khoảng cách áp dụng với kích thước/cao độ của đối tượng lớp tuần hoàn và kích thước của từng ô riêng lẻ có thể rất hữu ích. Có thể rất hữu ích nếu mở rộng khẩu độ chùm đơn lớn nhất có thể, giúp cải thiện tiêu điểm chùm tia và giảm hiệu ứng nhiễu xạ liên quan với các khẩu độ nhỏ. Điều này có thể đặc biệt hữu ích cho các lớp điểm ảnh ba chiều được tạo gần với người xem hơn khi độ phân giải của mắt trở nên cao hơn và độ phóng đại hình học buộc kích thước điểm ảnh ba chiều lớn hơn. Cả hai phần chùm tia có thể cắt nhau ở vị trí điểm ảnh ba chiều trên các mặt phẳng tiêu và tiếp cận một đồng tử mắt của người xem để tạo ra các tín hiệu tiêu điểm võng mạc phù hợp mà không bị mờ nhiễu xạ quá nhiều.

Các thuộc tính của màn hình 3D

Một yếu tố cần được xem xét trong việc thiết kế cấu trúc màn hình 3D là các vật liệu quang học khúc xạ ánh sáng có bước sóng khác nhau theo các góc khác nhau (tán sắc màu). Điều này có nghĩa là nếu sử dụng ba điểm ảnh màu (ví dụ, đỏ, lục và lam), thì các chùm tia màu khác nhau sẽ nghiêng và hội tụ theo các hướng và khoảng cách hơi khác so với các đối tượng khúc xạ. Theo một số phương án, có thể bù đắp độ phân tán màu trong chính cấu trúc bằng cách sử dụng lớp hỗn hợp, trong đó sẽ sử dụng các đối tượng nhiễu xạ để hiệu chỉnh màu sắc. Vì các điểm ảnh phụ có màu có thể được phân tách theo không gian trên LEL, nên cũng có thể có một số sai khác về góc đối với các góc chiếu chùm tia màu. Nếu hình ảnh chiếu của các thành phần nguồn được duy trì đủ nhỏ trên các lớp mặt phẳng tiêu thì ba điểm ảnh màu sẽ được ảnh hóa cạnh nhau và được mắt kết hợp thành các điểm ảnh ba chiều đủ màu theo cách tương tự như những gì được nhìn thấy với màn hình 2D thông thường hiện tại, trong đó các điểm ảnh phụ có màu sẽ được phân tách theo không gian. Hình ảnh điểm ảnh phụ có màu của cấu trúc màn hình 3D có tính định hướng cao và có thể hữu ích để đảm bảo rằng cả ba chùm tia màu khác nhau đi đều vào mắt qua đồng tử.

Kích thước vật lý của các phần tử phát sáng và tổng độ phóng đại quang học hiển thị có thể ảnh hưởng đến độ phân giải không gian có thể đạt được trên mỗi mặt phẳng tiêu

điểm ảo của hình ảnh 3D. Trong trường hợp các điểm ảnh phát sáng được hội tụ vào bề mặt nằm xa thiết bị hiển thị hơn, thì độ phóng đại hình học có thể làm cho hình ảnh điểm ảnh lớn hơn so với trường hợp khi mặt phẳng tiêu điểm nằm gần màn hình hơn. Theo một số phương án, việc sử dụng lớp tuần hoàn có thể giúp tăng độ dài tiêu cự mà không làm cho kích thước khẩu độ quang học hoặc hình ảnh nguồn trên mặt phẳng tiêu điểm trở nên quá lớn. Về hiệu suất, đây là một lợi ích của phương pháp được trình bày vì nó có thể giúp đạt được các lớp hình ảnh 3D có độ phân giải tương đối cao cả ở bề mặt hiển thị và mặt phẳng tiêu điểm bên ngoài màn hình.

Như đã giải thích trước đây, hiện tượng nhiễu xạ cũng có thể ảnh hưởng đến độ phân giải có khả năng đạt được, ví dụ, trong trường hợp kích thước khẩu độ của bộ phát sáng và vi thấu kính rất nhỏ. Khoảng độ sâu có thể đạt được với màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng và sơ đồ kết xuất trường ánh sáng thực có thể bị ảnh hưởng do chất lượng chuẩn trực chùm tia từ mỗi điểm ảnh phụ. Kích thước của các điểm ảnh phát sáng, kích thước của khẩu độ ô lớp tuần hoàn và độ dài tiêu cự hiệu dụng của ô là ba thông số có thể ảnh hưởng đến chất lượng chuẩn trực. Các khẩu độ SLM nhỏ phía trước lớp tuần hoàn cũng có thể gây ra nhiễu xạ nếu kích thước điểm ảnh nhỏ (ví dụ, trong trường hợp thiết bị di động). Tuy nhiên, có thể lựa chọn kích thước khẩu độ theo cách sử dụng khẩu độ lớn hơn (hoặc khoảng cách cặp khẩu độ lớn hơn) khi khoảng cách điểm ảnh ba chiều lớn hơn. Làm như vậy có thể giảm thiểu hiệu ứng nhiễu xạ, giúp đạt được độ phân giải tốt hơn. Đặc biệt, một số phương án có tác dụng trong việc hiển thị điểm ảnh ba chiều cho tiêu điểm của một mắt với một nguồn duy nhất tạo ra hai phần chùm tia với sự trợ giúp của cấu trúc quang học. Điều này cho phép giao thoa chùm tia và giảm nhiễu xạ.

Theo một số phương án, ma trận phát liên tục trên lớp phát sáng cho phép có trường nhìn rất rộng. Do thực tế là có thể chọn độ dài tiêu cự sử dụng trong việc ánh xạ hình học với lớp tuần hoàn, nên các hệ thống và phương pháp được đề xuất có thể giúp đạt được đồng thời cả độ phân giải tốt và vùng xem lớn. Tuy nhiên, điều này có thể đi kèm với khả năng tổn hao về hiệu quả ánh sáng vì chỉ một phần nhỏ ánh sáng phát ra có thể được sử dụng trong quá trình hình thành điểm ảnh ba chiều khi độ dài tiêu cự hiệu dụng của các ô hội tụ được tăng lên để có độ phân giải tốt hơn. Một phần lớn công suất quang có thể bị hấp thụ vào lớp điều biến ánh sáng không gian nếu chỉ một số phần của chùm tia được truyền qua để tạo ảnh.

Theo một số phương án, lớp tuần hoàn được đặt ở phía trước các nguồn sáng

giúp nó có thể sử dụng các kiểu phát xạ ánh sáng rộng điển hình cho các thành phần như OLED và μ LED. Vì lớp cụm thấu kính là liên tục, nên có thể không cần căn chỉnh các ô khám với các nguồn cụ thể nếu lớp nguồn có ma trận bộ phát liên tục. Tuy nhiên, vì kiểu phát xạ Lambertian điển hình làm cho cường độ ánh sáng giảm xuống đối với các góc lớn hơn so với hướng bình thường của bề mặt, nên có thể cần hiệu chỉnh cường độ chùm sáng đối với góc chùm tia. Có thể hiệu chuẩn hoặc điều chỉnh cường độ này, chẳng hạn như bằng cách chọn các đường truyền của bộ điều biến ánh sáng không gian phù hợp hoặc bằng cách điều chỉnh phát xạ ánh sáng của nguồn với điều chế theo độ rộng xung hoặc dòng điện.

Theo một số phương án, có thể sử dụng bộ điều biến ánh sáng không gian đặt ở phía trước của lớp tuần hoàn để chặn ánh sáng lạc từ các lớp quang học trước đó. Theo một số phương án, có thể xử lý các lớp quang học bằng lớp phủ chống phản xạ để tránh phản xạ nhiều lần từ các bề mặt khúc xạ. Các hiện tượng phản xạ này có thể là nguyên nhân gây ra ánh sáng lạc, làm giảm độ tương phản của hình ảnh. Vì bộ điều biến ánh sáng không gian được dùng để chặn các phần của chùm tia phát ra, nên cũng có thể sử dụng hiệu quả bộ điều biến này để chặn các phản xạ nhiễu xạ từ các phần tử quang học. Theo một số phương án, bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng như một mặt nạ thích ứng có các khẩu độ nhỏ có thể điều chỉnh ở phía trước các cụm nguồn được chọn. Mặt nạ này có thể được quét qua bề mặt hiển thị. Trong quá trình quét này, mặt nạ có thể chặn hoặc truyền các chùm tia thích hợp đồng thời triệt tiêu các phát xạ ánh sáng lạc cục bộ.

Sơ đồ kết xuất màn hình 3D

Nhiều loại sơ đồ kết xuất khác nhau có thể được sử dụng cùng với các cấu trúc màn hình đã trình bày và các phương pháp quang học. Tùy thuộc vào sơ đồ kết xuất đã chọn, thiết bị hiển thị đã thực hiện có thể là màn hình sử dụng công nghệ trường ánh sáng 3D thực với nhiều góc nhìn và mặt phẳng tiêu điểm hoặc màn hình 2D thông thường. Chức năng thứ hai này cũng có thể được hỗ trợ bởi thiết kế phần cứng quang học như được mô tả ở trên.

Theo một số phương án, sơ đồ kết xuất trường ánh sáng 3D, ngoài tạo nhiều hướng nhìn, sẽ tạo ra một số tiêu điểm hoặc mặt phẳng tiêu điểm ở phía trước (các) người xem ở phía trước hoặc phía sau bề mặt hiển thị vật lý. Có thể hữu ích khi tạo ít nhất hai chùm tia

chiếu cho mỗi điểm đối tượng 3D hoặc điểm ảnh ba chiều. Các lý do sử dụng ít nhất hai chùm tia có thể bao gồm (i) một điểm ảnh phụ đơn lẻ bên trong màn hình phải có trường nhìn mà chỉ luôn có thể nhìn thấy bằng một mắt và (ii) điểm ảnh ba chiều được tạo trường nhìn bao quát cả hai mắt đồng thời để tạo ra chế độ xem lập thể. Trường nhìn điểm ảnh ba chiều có thể được tạo dưới dạng tổng các trường nhìn chùm tia riêng lẻ khi sử dụng đồng thời nhiều hơn một chùm tia. Đối với tất cả các điểm ảnh ba chiều nằm giữa màn hình và người quan sát, có thể hữu ích nếu để các chùm hội tụ giao nhau trước màn hình ở đúng khoảng cách điểm ảnh ba chiều. Theo cách tương tự, có thể hữu ích đối với các điểm ảnh ba chiều được đặt cách người quan sát ở khoảng cách xa hơn so với cách màn hình để có một cặp chùm tia gần như giao nhau phía sau màn hình. Hiện tượng giao nhau của (ít nhất) hai chùm tia giúp tạo ra một tiêu điểm (hoặc mặt phẳng tiêu điểm) không chỉ ở bề mặt hiển thị. Có thể hữu ích nếu các chùm tia riêng biệt hội tụ vào cùng một điểm mà chúng giao nhau. Việc sử dụng các đặc trưng của lớp tuần hoàn khảm có thể giúp tạo ra tiêu điểm chùm đơn bằng phương pháp này và có thể tạo ra các tín hiệu tiêu điểm vô庸 mặc tự nhiên hơn.

Việc hiển thị độ sâu liên tục thực sự trên màn hình 3D có thể đòi hỏi phải tính toán nhiều. Theo một số phương án, có thể giảm dữ liệu 3D đến các lớp có độ sâu không liên tục nhất định để giảm yêu cầu về tính toán. Theo một số phương án, các lớp có độ sâu không liên tục có thể được sắp xếp đủ gần nhau để mang đến cho hệ thống thị giác của người quan sát trải nghiệm độ sâu 3D liên tục. Để bao trọn phạm vi hình ảnh từ 50 cm đến vô cực thì có thể mất khoảng 27 lớp độ sâu khác nhau, dựa trên ước tính độ phân giải độ sâu trung bình của hệ thống thị giác của con người. Theo một số phương án, các phương pháp được trình bày và phân cứng quang học cho phép tạo ra nhiều mặt phẳng tiêu điểm có thể được hiển thị đồng thời do thực tế là các ô khảm và SLM được phân tách theo không gian được dùng để lựa chọn lớp độ sâu. Theo một số phương án, các vị trí của người quan sát có thể được chủ động nhận diện trong thiết bị và các điểm ảnh ba chiều có thể chỉ được hiển thị theo các hướng, là vị trí của người quan sát. Theo một số phương án, công nghệ theo dõi ánh mắt người xem chủ động được dùng để nhận diện vị trí của người xem (ví dụ, sử dụng ánh sáng cận hồng ngoại (NIR) với các camera xung quanh hoặc trong cấu trúc màn hình).

Có thể gặp một trường hợp đánh đổi liên quan đến sơ đồ kết xuất giữa độ phân giải không gian/góc và độ sâu. Với số lượng điểm ảnh và tốc độ chuyển đổi thành phần hạn chế, việc đặt nặng vào độ phân giải không gian/góc cao có thể làm giảm số mặt phẳng

tiêu điểm (độ phân giải độ sâu thấp hơn). Ngược lại, càng nhiều mặt phẳng tiêu điểm sẽ cho độ phân giải độ sâu càng tốt nhưng có thể cần hình ảnh nhiều điểm ảnh hơn (độ phân giải không gian/góc thấp). Trường hợp đánh đổi tương tự cũng có thể áp dụng với việc xử lý dữ liệu ở cấp hệ thống, vì nhiều mặt phẳng tiêu điểm hơn có thể đòi hỏi nhiều tính toán hơn và tốc độ truyền dữ liệu cao hơn. Trong hệ thống thị giác của con người, độ phân giải độ sâu giảm theo logarit theo khoảng cách, điều này có thể cho phép giảm thông tin độ sâu khi các đối tượng ở xa hơn. Ngoài ra, mắt chỉ có thể phân giải các chi tiết lớn hơn khi mặt phẳng ảnh xa hơn, điều này có thể cho phép giảm độ phân giải ở khoảng cách xa. Theo một số phương án, các sơ đồ kết xuất được tối ưu hóa bằng cách tạo ra các độ phân giải điểm ảnh ba chiều khác nhau cách người xem ở các khoảng cách khác nhau để giảm yêu cầu xử lý đối với quá trình kết xuất hình ảnh. Các trường hợp đánh đổi liên quan đến sơ đồ kết xuất cũng có thể được giải quyết trên cơ sở nội dung hình ảnh được trình bày, cho phép độ phân giải hoặc độ sáng hình ảnh cao hơn.

Theo một số phương án, ba điểm ảnh có màu sắc khác nhau được triển khai trên LEL hoặc trên SLM để tạo ra hình ảnh đủ màu. Sơ đồ kết xuất màu có thể liên quan đến các hệ thống và/hoặc phương pháp để thích ứng với thực tế là các màu khác nhau bị khúc xạ theo các hướng góc hơi khác nhau ở lớp tuần hoàn. Ngoài một sơ đồ kết xuất màu đặc biệt, có thể loại bỏ hiện tượng tán màu này bằng phần cứng, chẳng hạn như bằng cách tích hợp các cấu trúc nhiễu xạ với các đặc trưng của lớp tuần hoàn để hiệu chỉnh màu sắc. Điều này đặc biệt hữu ích trong việc bù đắp các khoảng cách tiêu điểm khác nhau của các ô khúc xạ. Một sơ đồ kết xuất màu mẫu, theo một số phương án, là để sử dụng phương pháp chiếu sáng trắng và SLM có bộ lọc màu. Có thể tạo ra chùm sáng trắng bằng cách kết hợp μ LED màu xanh lam và lớp photpho mỏng. Trong trường hợp này, các màu chùm tia được chọn trong lớp SLM (ví dụ, tấm nền màn hình LCD) cho từng điểm ảnh ba chiều lớp tiêu điểm riêng biệt và ba màu được kết hợp vào mắt theo cách tương tự như các màn hình 2D thông thường hiện nay.

Các ví dụ triển khai

Hình 21 là giản đồ hình chiếu phối cảnh minh họa một ví dụ về cấu hình của một màn hình 3D và một người xem theo một số phương án. Cụ thể, Hình 21 mô tả cấu hình xem ví dụ 2100 cho thiết bị di động có màn hình 3D 2102 6” được đặt cách một thiết bị xem 2104 một khoảng 500mm. Màn hình tạo hình ảnh trường ánh sáng tới vùng ảnh ảo, vùng này nằm ở cả phía trước và phía sau thiết bị di động. Đối với một

số phương án, vùng ảnh bao trọn các khoảng 400mm đến 576mm phía trước người xem, được đo từ vị trí mắt của người xem. Đối với một số phương án, vùng hình ảnh ví dụ có thể là các kích thước khác, chẳng hạn như 176mm hoặc 181mm được hội tụ gần tâm ở phía trước và phía sau màn hình. Màn hình 2102 có thể tạo ra nhiều chùm tia hình thành điểm ảnh ba chiều theo cả hướng ngang và dọc bằng cấu trúc quang học được trình bày. Các chùm tia được hội tụ đến hai mặt phẳng tiêu điểm ảo, một ở phía trước và một ở phía sau của vùng ảnh. Mặt phẳng tiêu điểm thứ ba nằm trên thiết bị. Khoảng cách giữa ba mặt phẳng tiêu điểm kín này được đặt để tương ứng với sự thay đổi công suất quang của thấu kính mắt $\leq 0,5$ diop so với khoảng cách xem được chỉ định, giúp hình ảnh 3D trông trở nên liên tục.

Hình 22 là giản đồ hình chiếu cạnh minh họa một phần cấu trúc quang học của màn hình mẫu theo một số phương án. Hình 22 minh họa cấu trúc và các phép đo (tính bằng μm) của thiết kế quang học của màn hình theo một số phương án. Trong ví dụ này, ánh sáng được phát ra từ ma trận μLED 2202 liên tục, trong đó kích thước thành phần là $2\ \mu\text{m} \times 2\ \mu\text{m}$ và khoảng cách là $3\ \mu\text{m}$. Các thành phần được phủ một lớp photpho giúp chuyển đổi ánh sáng xanh phát ra thành quang phổ ánh sáng trắng rộng hơn. Một lớp tuần hoàn 2204 được đặt cách các bộ phát $1,4\text{mm}$ và được có dạng lá mỏng với độ dày khoảng $0,03\text{mm}$, có lớp nền polycarbonat và các đối tượng vi quang được tạo bằng cách xử lý bằng tia cực tím. Một tấm nền màn hình LCD 2206 với bộ lọc màu RGB 2208 được đặt ngay bên cạnh lớp tuần hoàn và có chức năng như bộ điều biến ánh sáng không gian. Toàn bộ cấu trúc quang học có thể có độ dày nhỏ hơn 2mm .

Đối với một số phương án, chồng tấm nền màn hình LCD dày $0,5\text{mm}$ với các bộ phân cực và lớp tinh thể lỏng có cấu trúc được đặt ở phía trước bộ phận tạo ánh sáng của hệ thống. Có thể đặt tấm nền màn hình LCD càng gần thành phần lớp tuần hoàn càng tốt, như minh họa trên Hình 22. Kích thước điểm ảnh của màn hình LCD là $12\ \mu\text{m} \times 12\ \mu\text{m}$, có các bộ lọc màu đỏ, lục và lam (rộng $4\ \mu\text{m}$ mỗi bộ lọc) được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều màu. Cách sắp xếp bộ lọc màu trong ví dụ này có thể giống như minh họa trên Hình 19. Kích thước điểm ảnh của tấm nền bằng với kích thước ô lớp tuần hoàn nhỏ nhất, giúp có thể chặn một cách chọn lọc các chùm tia xuất phát từ các ô khác nhau. Việc căn chỉnh chính xác các đối tượng tuần hoàn và màn hình LCD có thể rất hữu ích.

Xin lưu ý rằng, trên Hình 22 và các hình vẽ khác, các số đo chỉ được đưa ra làm

ví dụ cụ thể. Các thiết bị hiển thị có số đo khác nhau có thể được chế tạo theo cách khác nhau theo hướng dẫn của sáng chế.

Hình 23A là giản đồ hình chiếu đứng minh họa ví dụ về một ô khám được dùng làm đặc trưng tuần hoàn theo một số phương án. Hình 23A minh họa một đối tượng tuần hoàn của thiết kế quang học của màn hình, theo một số phương án. Trong ví dụ này, đối tượng tuần hoàn được chia thành một mẫu khám với bốn tập hợp ô khác nhau. Tập hợp ô đầu tiên, 2301a-d và tập hợp ô thứ hai, 2302a-d, được dùng để tạo chùm tia hội tụ chuẩn trực tốt hướng đến một mắt của người xem. Những ô này có thể nhẵn về mặt quang học và có thể có các giá trị bán kính cong và nghiêng tương ứng. Đối tượng tuần hoàn được thể hiện trên Hình 23A có bốn trong số mỗi ô này và chúng được sắp xếp theo bốn cạnh của hình chữ nhật hình thành hai cặp trực giao. Các ô này tập trung hai phần chùm tia theo phương ngang và dọc. Các ô đối diện có thể nghiêng về các hướng ngược nhau so với bề mặt đối tượng thông thường.

Trong một ví dụ theo Hình 23A, ô 2301a-d ở cạnh của đối tượng tuần hoàn có giá trị bán kính khoảng 0,80mm và nghiêng 13,0°. Những ô này có thể được dùng để hình thành các điểm ảnh ba chiều ở mặt phẳng tiêu điểm cách người xem 400mm. Tập hợp các ô thứ ba bao gồm các ô 2303a-d. Bốn ô 2303a-d ở giữa của đối tượng tuần hoàn có các mặt phẳng nghiêng 7,4°. Chúng hình thành các điểm ảnh ba chiều có hướng trên bề mặt hiển thị và cả hai mắt có thể nhìn thấy được cùng lúc do hình dạng bề mặt phẳng. Tập hợp các ô 2302a-d có bán kính khoảng 0,70mm và nghiêng 12,0°. Các ô này có thể được dùng để hình thành các điểm ảnh ba chiều phía sau màn hình ở khoảng cách xem 576mm.

Tám ô 2304a-h có bề mặt phẳng song song với bề mặt đối tượng và nhám về mặt quang học (ví dụ, trong mờ) để tán xạ ánh sáng. Các ô trong tập hợp 2304a-h có thể được dùng để tạo hình ảnh 2D khi màn hình được sử dụng ở chế độ 2D tùy chọn. Các ô này có thể phân tán ánh sáng đến một phạm vi góc rộng hơn, giúp mở rộng cửa sổ xem và bao quát nhiều hơn một người xem. Trong chế độ hiển thị 2D, độ phân giải có thể tương đối cao vì có nhiều ô dành riêng cho hình ảnh 2D hơn và các ô có kích thước nhỏ hơn.

Theo một phương án cụ thể, các ô 2301a-d có kích thước 12×48 μm, các ô 2302a-d có kích thước 12×24 μm, các ô 2303a-d có kích thước 12×12 μm, các ô 2304a-

k có kích thước $12 \times 12 \mu\text{m}$, và ô khảm có độ dày $27 \mu\text{m}$.

Hình 23B là giản đồ mặt cắt hình chiếu của ô khảm trên Hình 23A cùng với mặt cắt C-C.

Để kiểm tra chức năng của cấu trúc và độ phân giải có thể đạt được, một tập hợp các mô phỏng đã được thực hiện bằng phần mềm mô phỏng quang học OpticsStudio 17. Cấu trúc màn hình quang học được đặt cách cửa sổ xem 500mm và bề mặt bộ dò trung gian được đặt cách bề mặt hiển thị giữa thiết bị và người xem 100mm . Khoảng cách xem tương ứng từ điểm ảnh ba chiều là 400mm . Các nguồn vi LED có diện tích bề mặt $2 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ và bước sóng $3 \mu\text{m}$ được dùng làm nguồn để mô phỏng. Một mô hình mắt rút gọn được tạo từ khẩu độ 4mm (đồng tử) và hai thấu kính bằng trục lý tưởng được dùng để điều chỉnh tiêu cự của mắt (khoảng 17mm) đến khoảng cách tiêu điểm thích hợp.

Một hình ảnh điểm chùm đơn được mô phỏng trên võng mạc. Sự phân bố bức xạ được tạo ra cho bề mặt bộ dò $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ nằm trên một mặt phẳng tiêu điểm ảo cách 400mm và cho bề mặt bộ dò $0,1\text{mm} \times 0,1\text{mm}$ nằm trên võng mạc, được mô phỏng như một mô hình mắt. Các mô phỏng này được thực hiện với ánh sáng màu đỏ có bước sóng 656 nm , đại diện cho một trong những bước sóng dài nhất trong dải ánh sáng nhìn thấy. Mô phỏng đã cho kết quả của các hiệu ứng tạo ảnh hình học. Hiệu ứng nhiễu xạ có thể làm mờ các điểm tùy thuộc vào bước sóng được sử dụng và kích thước khẩu độ chặn (có thể tạo bằng màn hình LCD). Đối với một số phương án, vì các mô phỏng ví dụ sử dụng hai khẩu độ để tạo ra chùm tách nguồn duy nhất, nên hiệu ứng nhiễu xạ có thể được giảm bớt phần nào do hiệu ứng giao thoa nếu hai phần chùm tia được kết hợp để hình thành một phần của điểm ảnh ba chiều. Vì mắt chỉ nhìn thấy một chùm tia, nên hiệu ứng giao thoa này cũng rất có thể nhìn thấy được trên võng mạc mắt.

Kích thước điểm thu được với một nguồn duy nhất và một chùm tia được tạo ra được tách thành hai mặt cắt ngang là khoảng $150 \mu\text{m}$ tại tiêu diện trung gian 400mm . Một nguồn duy nhất tạo ra một chùm tia tách thành hai phần giao nhau cách nhau $150 \mu\text{m}$ trên tiêu diện trung gian 400mm . Kích thước điểm này thu được với khẩu độ mặt nạ điểm ảnh LCD có kích thước $12 \mu\text{m} \times 48 \mu\text{m}$ tương ứng với các ô đặc trưng tuần hoàn T1. Đối với chùm tách đơn này, các khẩu độ không nằm trên đỉnh của một đặc điểm tuần hoàn, nhưng khoảng cách giữa các khẩu độ là $360 \mu\text{m}$ tương ứng với chiều

rộng của 5 đặc điểm tuần hoàn. Trên bề mặt hiển thị, các phần chùm tia bao quát một khu vực lớn hơn so với khoảng cách tiêu điểm điểm ảnh ba chiều, và một mắt nhìn thấy chúng như một hình ảnh tách hoặc điểm mờ. Đặc tính chùm tia này sẽ khởi tạo tín hiệu tiêu cự chính xác cho một mắt vì kích thước điểm nhỏ nhất thu được ở khoảng cách tiêu cự 400mm.

Trên bề mặt hiển thị, kích thước điểm khoảng 25 μm thu được khi sử dụng mặt nạ khẩu độ LCD trung tâm với bốn ô (chẳng hạn như các ô 2303a-d). Tuy nhiên, vì cao độ đặc trưng của lớp tuần hoàn là yếu tố không gian xác định trên bề mặt hiển thị, nên các điểm ảnh ba chiều được tạo ra trên cấu trúc được đặt cách nhau 72 μm . Độ phân giải trên bề mặt hiển thị xấp xỉ với màn hình độ phân giải full HD. Có thể giảm thiểu hiệu ứng cửa màn hình có thể có liên quan đến ma trận điểm ảnh rời rạc trên bề mặt hiển thị bằng cách sử dụng đồng thời các ô 2D (2304a-h). Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng, đối với một số phương án, độ phân giải điểm ảnh ba chiều tối đa có thể đạt được ở phía trước của vùng hình ảnh 3D có chất lượng xấp xỉ VGA do kích thước điểm ảnh ba chiều lớn hơn được tạo ra với chùm tách đơn.

Để kiểm tra độ phân giải hình ảnh của một tiêu diện phía sau màn hình, các mô phỏng đã được thực hiện cho một mắt tập trung vào các khoảng cách 400mm, 500mm và 576mm, và các chùm tia liên quan đến mỗi khoảng cách được dò tia cho mô hình võng mạc mắt. Đối với mô phỏng tiêu diện 400mm, mắt nhìn thấy một điểm có kích thước khoảng 9 μm . Đối với các mô phỏng tiêu diện 500mm và 576mm, mắt nhìn thấy các điểm tương ứng có kích thước khoảng 10 μm và 11 μm . Đối với một số phương án, độ phân giải hình ảnh võng mạc gần với nhau và kích thước điểm ảnh ba chiều có thể nhìn thấy tăng nhẹ cùng khoảng cách.

Ví dụ về cấu trúc và chức năng quang với bề mặt chuẩn trực

Hình 24A là giản đồ hình chiếu cạnh minh họa một phần của màn hình 3D mẫu theo một số phương án. Hình 24B là giản đồ mặt cắt hình chiếu của một ô khám mẫu theo một số phương án. Một số phương án đưa ra phương pháp quang học và cấu trúc cơ bản của hệ thống quang học có thể được dùng để tạo hình ảnh 3D có độ phân giải cao với các chùm tia giao nhau. Như được thể hiện trong ví dụ trên Hình 24A, ánh sáng được tạo trên lớp phát sáng (LEL) 2404 chứa các điểm ảnh phát sáng có thể định địa chỉ riêng. Theo một số phương án, lớp phát sáng có thể là ma trận μLED , màn hình OLED hoặc màn hình LCD có

đèn nền. Một lớp chuẩn trực ánh sáng 2404, một lớp các yếu tố quang học lặp lại, các lớp chuẩn trực phát sáng thành nhiều chùm chiếu vào lớp quang học tuần hoàn 2406. Một số thấu kính riêng lẻ hoặc các đặc điểm quang học trong lớp chuẩn trực ánh sáng 2404 có thể hoạt động cùng nhau như một cụm. Lớp tuần hoàn có thể có các đặc trưng nhỏ lặp lại (ví dụ, các ô quang) được sắp xếp thành nhiều vùng hội tụ các phần khác nhau của chùm tia vào các khoảng cách tiêu điểm khác nhau. Hình 24B hiển thị ba vùng ví dụ (2452, 2454, 2456) cho một hình chiếu cạnh cắt ngang của một đặc trưng tuần hoàn ví dụ. Ví dụ, ánh sáng đi qua vùng 2452 có thể được hội tụ ở khoảng tiêu cự đầu tiên. Ánh sáng đi qua vùng 2454 có thể được hội tụ ở khoảng tiêu cự thứ hai và ánh sáng đi qua vùng 2456 có thể được hội tụ ở khoảng tiêu cự thứ ba. Một bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM) 2408 có thể được dùng để chặn hoặc cho phép đi qua một cách có chọn lọc các phần chùm tia được dùng để tạo hình ảnh 3D. Việc chặn và cho qua các phần chùm tia có thể được dùng để tạo ảnh trên một số tiêu diện có thể được xác định bởi các đặc tính của lớp tuần hoàn.

Trong ví dụ trên Hình 24A, ánh sáng được phát ra từ vị trí 2410 trên lớp phát sáng 2402. Ánh sáng phát ra được chuẩn trực bởi lớp chuẩn trực 2404 và bị khúc xạ bởi các ô quang trong lớp quang tuần hoàn 2406. Bộ điều biến ánh sáng không gian 2408 vận hành để cho phép ánh sáng đi qua hướng về vị trí điểm ảnh ba chiều 2412 trong khi chặn ánh sáng không được dùng để tạo ra bất kỳ điểm ảnh ba chiều nào. (Vì đơn giản, các tia sáng bị chặn cuối cùng không được minh họa trên Hình 24A.) Ánh sáng cũng được phát ra từ vị trí 2414 trên lớp phát sáng 2402. Ánh sáng phát ra được chuẩn trực bởi lớp chuẩn trực 2404 và bị khúc xạ bởi các ô quang trong lớp quang tuần hoàn 2406. Bộ điều biến ánh sáng không gian 2408 vận hành để cho phép ánh sáng đi qua hướng về vị trí điểm ảnh ba chiều 2412 trong khi chặn ánh sáng không được dùng để tạo ra bất kỳ điểm ảnh ba chiều nào. Cụ thể, bộ điều biến ánh sáng không gian 2408 cho phép truyền ánh sáng bị khúc xạ bởi các ô quang 2454 của các ô khảm tương ứng. Có thể tạo một điểm ảnh ba chiều 2416 khác bằng cách sử dụng các ô quang 2456 của các ô khảm tương ứng.

Trong khi Hình 24A minh họa quá trình tạo các điểm ảnh ba chiều ở phía trước màn hình, Hình 24C minh họa quá trình tạo các điểm ảnh ba chiều trên và sau bề mặt hiển thị bằng cách sử dụng cùng một thiết bị hiển thị như trên Hình 24A. Để tạo ra một điểm ảnh ba chiều ở vị trí 2418, ánh sáng được phát ra từ các vị trí 2420 và 2422 của lớp phát sáng 2402. Ánh sáng được chuẩn trực bởi lớp chuẩn trực 2404 và bị khúc xạ bởi lớp quang tuần hoàn 2406. Bộ điều biến ánh sáng không gian 2418 cho phép truyền

ánh sáng từ vị trí điểm ảnh ba chiều 2418 trong khi chặn ánh sáng khác (không được minh họa) phát ra từ vị trí 2420 và 2422. Trong một số cấu hình, bộ điều biến ánh sáng không gian có thể chỉ cho phép ánh sáng truyền qua các ô quang của lớp tuần hoàn không có công suất quang, để ánh sáng chuẩn trực đi vào các ô sẽ vẫn chuẩn trực khi thoát ra khỏi các ô đó.

Để tạo ra một điểm ảnh ba chiều ở vị trí 2424, ánh sáng được phát ra (không nhất thiết phải đồng thời) từ vị trí 2426 và 2428 của lớp phát sáng 2402. Ánh sáng được chuẩn trực bởi lớp chuẩn trực 2404 và bị khúc xạ bởi lớp quang tuần hoàn 2406. Bộ điều biến ánh sáng không gian 2418 cho phép truyền ánh sáng từ vị trí điểm ảnh ba chiều 2418 trong khi chặn ánh sáng khác (không được minh họa) phát ra từ vị trí 2420 và 2422. Điểm ảnh ba chiều 2424 có thể được hiển thị bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian, với bộ điều biến ánh sáng không gian 2418 có một cấu hình trong khi ánh sáng được phát ra từ vị trí 2424 và một cấu hình khác trong khi ánh sáng được phát ra từ vị trí 2428.

Hình 24D minh họa một phương án khác của thiết bị hiển thị. Thiết bị bao gồm lớp phát sáng 2482, lớp chuẩn trực 2484, lớp quang tuần hoàn 2486 và bộ điều biến ánh sáng không gian 2488. Trong ví dụ trên Hình 24D, lớp chuẩn trực 2484 và lớp quang tuần hoàn 2486 là các bề mặt đối diện của cùng một tấm vật liệu.

Theo một số phương án, chẳng hạn như phương án trong các Hình 24A-24D, lớp chuẩn trực ánh sáng có thể bao gồm vi thấu kính/tấm polycarbonat thấu kính dạng ống hoặc lá có cấu trúc nhiều xạ dập nổi. Vì hầu hết các nguồn (ví dụ, μ LED) phát ánh sáng thành các khẩu độ số khá lớn (NA) nên một số thấu kính riêng lẻ hoặc các đặc tính quang học trong lớp chuẩn trực ánh sáng có thể hoạt động cùng nhau thành một cụm. Một cụm có thể chuẩn trực và hội tụ ánh sáng từ một bộ phát duy nhất thành nhiều phần chùm hình thành hình ảnh nguồn sáng. Số lượng phần tử trong cụm có thể là 3x3 hoặc 5x5, tùy thuộc vào khẩu độ số nguồn (NA), khoảng cách giữa lớp phát sáng và lớp quang chuẩn trực và kích thước khẩu độ của từng phần thấu kính hoặc phần tử chuẩn trực. Để giảm ánh sáng lạc, có thể đặt một dãy các khẩu độ trên đầu dãy vi thấu kính hoặc giữa tấm vi thấu kính và lớp phát sáng, cách ly về mặt quang học giữa chùm tia được tạo ra với nhau. Ví dụ, có thể sử dụng một tấm nhựa bị chấm thủng cho chức năng này. Theo một số phương án, cấu trúc quang học có thể là một chiều (ví dụ, thấu kính hình trụ) để cung cấp các góc nhìn qua một trục (ví dụ, chỉ cung cấp các góc nhìn ngang). Theo một số phương án, cấu trúc quang học

có thể là hai chiều (ví dụ, vì thấu kính đối xứng quay), ví dụ để cung cấp các góc nhìn qua hai trục (ví dụ, cung cấp các góc nhìn theo cả hướng ngang và dọc).

Theo một số phương án, lớp tuần hoàn chứa các đặc trưng tuần hoàn lặp lại được hình thành từ các vùng hoặc phân đoạn nhỏ hơn, nhỏ hơn kích thước khẩu độ của thấu kính chuẩn trực hoặc đặc điểm quang học. Theo các phương án đó, mặt cắt ngang của chùm tia chuẩn trực được thực hiện phải lớn hơn các vùng hoặc phân đoạn đơn lẻ của lớp tuần hoàn sao cho một chùm tia đơn lẻ bao quát đồng thời một số đặc điểm quang học này. Mỗi vùng của đặc trưng lớp tuần hoàn có thể có công suất quang khác nhau tùy thuộc vào các đặc tính như hệ số khúc xạ hoặc/và hình dạng bề mặt. Ví dụ, hình dạng bề mặt có thể là các mặt con phẳng đơn giản hoặc các bề mặt cong liên tục hơn. Theo một số phương án, lớp tuần hoàn có thể bao gồm tấm polycarbonat hoặc lá có cấu trúc nhiễu xạ dập nổi. Theo một số phương án, lớp tuần hoàn có thể bao gồm một tấm có các đặc điểm thấu kính chiết suất phân cấp hoặc cách tử ba chiều được sản xuất bằng cách cho vật liệu cản quang tiếp xúc với mẫu nhiễu do laze tạo ra.

Theo một số phương án, các phân đoạn lớp tuần hoàn được sắp xếp thành các vùng theo cách sao cho chùm tia được chia thành các phần khác nhau truyền đến các hướng hơi khác nhau tùy thuộc vào công suất quang của vùng đó. Các phần chùm tia có thể hội tụ đến các khoảng cách khác nhau so với cấu trúc quang học ảnh hóa các nguồn và có thể hội tụ đến các điểm có kích thước khác nhau, tùy thuộc vào khoảng cách. Như đã thảo luận trước đây, các điểm được ảnh hóa ở xa màn hình có thể lớn hơn các điểm được ảnh hóa ở khoảng cách ngắn hơn. Tuy nhiên, vì độ dài tiêu cự hiệu dụng cho từng vùng đặc trưng có thể được chọn riêng lẻ, nên tỷ lệ phóng đại hình học cũng có thể bị ảnh hưởng, dẫn đến các điểm ảnh nguồn sẽ nhỏ hơn và độ phân giải tốt hơn.

Đối với một số phương án, các bộ phát ánh sáng lân cận bên trong một ma trận nguồn được ảnh hóa thành một ma trận điểm. Đồng thời, các ma trận nguồn, các cụm quang chuẩn trực và các đặc trưng của lớp tuần hoàn hình thành một hệ thống có khả năng tạo ra một số mặt phẳng tiêu điểm ảo vào không gian 3D xung quanh màn hình. Theo một số phương án, các nguồn từ ma trận lân cận được ảnh hóa theo các hướng khác nhau với cụm thấu kính chuẩn trực và đến các khoảng cách khác nhau với lớp tuần hoàn.

Theo một số phương án, bộ điều biến ánh sáng không gian được đặt trước lớp

tuần hoàn có thể là một bảng LCD được dùng để chặn hoặc đi qua một cách có chọn lọc các phần của chùm tia chiếu. Vì cấu trúc quang học được dùng để tạo ra nhiều chùm tia, nên có thể không có cấu trúc điểm ảnh trường ánh sáng hiển thị được xác định rõ ràng và màn hình LCD có thể được dùng như một mặt nạ thích ứng phía trước bộ phận tạo chùm sáng của hệ thống. Để áp dụng kích thước điểm ảnh nhỏ vừa đủ thì kích thước điểm ảnh có thể nên cùng khoảng kích thước hoặc nhỏ hơn kích thước vùng đặc trưng định kỳ. Có thể sắp xếp các điểm ảnh theo dạng hình chữ nhật thông thường hoặc tùy chỉnh theo các đặc điểm quang học của lớp tuần hoàn. Các điểm ảnh cũng có thể chứa các bộ lọc màu để tạo màu nếu ánh sáng phát ra từ lớp phát sáng có màu trắng như trong trường hợp, ví dụ, ma trận μ LED màu xanh lam được tráng phủ photpho. Tuy nhiên, nếu lớp phát sáng chứa các điểm ảnh màu (ví dụ, các μ LED màu đỏ, xanh lục và xanh lam riêng biệt) thì bộ điều biến ánh sáng không gian có thể được dùng để điều chỉnh cường độ của chùm tia. Có thể rất hữu ích nếu triển khai thành phần bộ điều biến ánh sáng không gian đủ nhanh để đạt được tần số quét thích hợp, tránh được hiện tượng ảnh nhấp nháy. Bộ điều biến ánh sáng không gian và lớp phát sáng có thể hoạt động đồng thời khi hình ảnh được kết xuất. Việc đồng bộ hóa lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian có thể rất hữu ích. Điều này giúp bạn có thể sử dụng tần số quét nhanh hơn, ví dụ, ma trận μ LED để bộ điều biến ánh sáng không gian có thể được quét với tốc độ tối thiểu là 60 Hz. Công nghệ theo dõi ánh mắt cũng có thể được dùng để giảm yêu cầu về tốc độ cập nhật bằng cách chỉ hiển thị hình ảnh cho một số vùng xem tối ưu được chỉ định thay vì hiển thị hình ảnh cho toàn bộ trường nhìn của màn hình.

Theo một số phương án, chùm tia được tạo ra có thể truyền theo các hướng phân kỳ sau cụm thấu kính. Khoảng cách giữa cụm thấu kính và lớp tái điều tiêu tuần hoàn có thể được dùng như một bộ mở rộng khẩu độ. Để đạt được hiệu suất quang cụ thể, việc so sánh các giá trị khoảng cách áp dụng với khoảng thấu kính của cụm thấu kính và kích thước/cao độ của đặc trưng lớp tuần hoàn có thể rất hữu ích. Việc mở rộng khẩu độ lớn nhất có thể rất hữu ích, giúp cải thiện tiêu điểm chùm tia và giảm hiệu ứng nhiễu xạ liên quan với các khẩu độ nhỏ. Cả hai phần chùm tia có thể cắt nhau ở vị trí điểm ảnh ba chiều trên mặt phẳng tiêu điểm và tiếp cận một đồng tử mắt của người xem để tạo ra các tín hiệu tiêu điểm võng mạc chính xác mà không bị mờ nhiễu xạ quá

nhiều.

Theo một số phương án, điểm ảnh ba chiều được tạo ra bằng cách kết hợp hai chùm tia bắt nguồn từ hai cụm nguồn lân cận cũng như từ hai phần chùm tia bắt nguồn từ một nguồn duy nhất. Có thể sử dụng hai phần chùm tia để tạo tiêu điểm chùm tia đơn cho tín hiệu tiêu điểm võng mạc mắt chính xác, trong khi hai chùm tia kết hợp có thể được dùng để bao quát FOV lớn hơn của cặp mắt người xem. Cấu hình này có thể giúp hệ thống thị giác điều chỉnh độ hội tụ của mắt. Bằng cách này, việc tạo các góc phát xạ ánh sáng nhỏ cho các tín hiệu hội tụ của võng mạc một mắt và tạo các góc phát xạ lớn hơn cho sự hội tụ của mắt là cần thiết để có hiệu ứng lập thể tách rời nhau trong cấu trúc quang học. Cách sắp xếp này giúp có thể kiểm soát hai miền góc riêng biệt với thiết kế quang học của màn hình.

Theo một số phương án, các khoảng cách tiêu diện có thể được mã hóa vào phần cứng quang học. Ví dụ, công suất quang của các vùng đặc trưng lớp tuần hoàn có thể cố định tọa độ độ sâu điểm ảnh ba chiều đến các vị trí kín. Vì tín hiệu tiêu điểm võng mạc của một mắt được tạo ra bằng chùm tia cực phát đơn lẻ, nên theo một số phương án, điểm ảnh ba chiều có thể được hình thành chỉ bằng cách sử dụng hai chùm tia từ hai cực phát. Nếu không có các đặc trưng tuần hoàn, thì sự kết hợp giữa khẩu độ số nguồn thích hợp và tỷ lệ phóng đại hình học có thể yêu cầu kích thước điểm ảnh ba chiều rất lớn và khiến độ phân giải trở nên thấp. Các đặc trưng tuần hoàn có thể cho khả năng chọn độ dài tiêu cự của hệ thống tạo ảnh một cách riêng biệt và có thể tạo ra các điểm ảnh ba chiều nhỏ hơn để thu được hình ảnh 3D có độ phân giải tốt hơn.

Hình 25 là giản đồ mặt cắt hình chiếu bằng minh họa một cấu trúc mẫu của màn hình theo một số phương án. Hình 25 minh họa cấu trúc và các phép đo (tính bằng μm) của thiết kế quang học của màn hình theo một số phương án. Trong ví dụ này, ánh sáng được phát ra từ ma trận μLED 2502 liên tục, trong đó kích thước thành phần là $2\ \mu\text{m} \times 2\ \mu\text{m}$ và khoảng cách là $3\ \mu\text{m}$. Các thành phần được phủ một lớp photpho giúp chuyển đổi ánh sáng xanh phát ra thành quang phổ ánh sáng trắng rộng hơn. Thấu kính chuẩn trực đối xứng quay 2504 được đặt cách các μLED khoảng 1mm và mảng được làm từ polycarbonat dưới dạng tấm vi thấu kính được dập nổi nóng, dày $0,3\text{mm}$. Thấu kính chuẩn trực phi cầu phẳng – lồi có bán kính cong $0,65\text{mm}$ và hằng số conic là $-0,18$, cho độ dài tiêu cự sau khoảng 1mm . Lớp tuần hoàn 2506 được làm dưới dạng tấm dày $0,15\text{mm}$, có lớp nền polycarbonat và các đặc điểm vi quang được có được nhờ xử lý bằng tia cực tím.

Lớp này được đặt cách lớp quang chuẩn trực 2504 0,85mm. Kích thước khẩu độ của thấu kính chuẩn trực và đặc điểm tuần hoàn đơn là 0,16mm.

Tổng độ dày của cấu trúc quang học tạo ánh sáng được đặt phía sau tấm nền màn hình LCD nhỏ hơn 2,5mm. Một chồng tấm nền màn hình LCD dày 0,5mm với các bộ phận cực và lớp tinh thể lỏng có cấu trúc được đặt ở phía trước bộ phận tạo ánh sáng của hệ thống. Có thể đặt chồng tấm nền màn hình LCD 2508 càng gần thành phần lớp tuần hoàn càng tốt, như minh họa trên Hình 25. Kích thước điểm ảnh của màn hình LCD là 13 μm , có các bộ lọc màu đỏ, lục và lam được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều màu. Kích thước điểm ảnh của tấm nền trong ví dụ này bằng một nửa kích thước của các kích thước vùng lớp tuần hoàn nên có thể chặn một cách có chọn lọc các chùm tia phát ra từ các vùng khác.

Hình 25 cũng thể hiện ba cặp chùm tia được chia tách phát ra từ một nguồn duy nhất và từ các vùng lớp tuần hoàn khác. Mỗi cặp phân chùm tia được dùng để hình thành một chùm tia theo hướng đơn lẻ được điều tiêu đến một khoảng cách cụ thể được xác định bằng các góc nghiêng của các ô quang khác nhau bên trong các ô khảm. Các góc nghiêng của ô khảm ví dụ trên Hình 25 được minh họa trên Hình 26.

Hình 26 là giản đồ mặt cắt hình chiếu bằng minh họa một cấu trúc tuần hoàn của một phần trong cấu trúc hiển thị theo một số phương án. Trong ví dụ trên Hình 26, các ô quang 2601a-b được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều nằm trên bề mặt hiển thị. Các ô quang 2602a-b được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều nằm phía sau bề mặt hiển thị, cách người xem 607mm. Các ô quang 2602a-b được dùng để tạo ra các điểm ảnh ba chiều ở phía trước bề mặt hiển thị, cách người xem 426mm.

Đối với một số phương án, các đặc trưng tuần hoàn được chia thành sáu vùng với chiều rộng mỗi vùng khoảng 27 μm và tổng 160 μm như được thể hiện trên Hình 26. Ba vùng được thể hiện trên Hình 26 có các mặt con phẳng (các mặt có bề mặt phẳng) nghiêng theo các góc khác nhau (ví dụ, 6,9°, 13,8° và 14,5°) so với trục quang học. Bộ ba vùng khác trong đặc trưng lặp lại có hình dạng giống nhau nhưng có góc nghiêng đối nhau. Đặc trưng tuần hoàn ví dụ trên Hình 26 xấp xỉ 150 μm x 160 μm .

Hình 27A là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia của một cấu trúc hiển thị theo một số phương án. Để kiểm tra chức năng cấu trúc và độ phân giải có thể đạt được, một tập hợp các mô phỏng đã được thực hiện bằng phần mềm

mô phỏng quang học OpticsStudio 17. Hình 27A trình bày dạng hình học dò tia theo hướng ngang được sử dụng trong mô phỏng độ phân giải không gian điểm ảnh ba chiều. Cấu trúc quang học của màn hình được đặt cách cửa sổ xem 500mm và một bề mặt bộ dò trung gian được đặt giữa thiết bị và người xem, cách mặt hiển thị 74mm. Khoảng cách xem tương ứng từ điểm ảnh ba chiều là 426mm.

Hai chùm tia được dùng để tạo điểm ảnh ba chiều ở tiêu diện ảo 426mm xuất phát từ hai vị trí khác nhau trên bề mặt hiển thị. Khoảng cách giữa các điểm này là khoảng 11mm. Với khoảng cách giữa các chùm tia phát như vậy thì hai mắt có thể có được góc chiếu sáng thích hợp để có góc hội tụ đúng của mắt là $8,6^\circ$ khi khoảng cách giữa hai đồng tử mắt là 64mm. Có thể mở rộng vùng xem tối ưu để phù hợp với các thay đổi về khoảng cách giữa các đồng tử mắt và vị trí của người xem bằng cách sử dụng nhiều chùm tia giao nhau hơn để tạo ra một điểm ảnh ba chiều duy nhất, vì điều này sẽ làm tăng trường nhìn điểm ảnh ba chiều.

Hình 27B là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia của các chùm ánh sáng phát ra về phía mắt trái theo một số phương án. Hình 27C là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia của các chùm ánh sáng phát ra về phía mắt phải theo một số phương án. Trong một mô phỏng dò tia, sáu bề mặt phát ánh sáng vuông được sử dụng với các phép đo μ LED với diện tích bề mặt $2\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ và khoảng cách $3\text{ }\mu\text{m}$. Ba trong số các cực phát đã được mô phỏng để tạo ra các chùm tia cho mắt phải và ba cực phát được sử dụng cho các chùm tia cho mắt trái. Ba chùm tia cho mỗi mắt tạo ra một khẩu độ mở rộng khoảng 0,6mm.

Hình 27D là giản đồ hình chiếu bằng minh họa ví dụ về một dạng hình học dò tia cho mô hình của một mắt theo một số phương án. Mô hình mắt được tạo từ khẩu độ 4mm (đồng tử) và hai thấu kính bằng trục lý tưởng được dùng để điều chỉnh tiêu cự của mắt (khoảng 17mm) đến khoảng cách tiêu điểm thích hợp. Hình ảnh dò tia trên Hình 27D thể hiện ba chùm tia từ các nguồn lân cận đi vào mắt qua khẩu độ, có nghĩa là mắt có thể kết hợp các chùm tia cũng từ các thành phần nguồn lân cận để hình thành các tín hiệu tiêu điểm võng mạc chính xác.

Sự phân bố bức xạ của độ phân giải điểm ảnh ba chiều được mô phỏng cho hai bề mặt bộ dò $1\text{mm} \times 1\text{mm}$. Một bề mặt bộ dò nằm trong một tiêu diện ảo cách mắt người xem 426mm. Bề mặt bộ dò thứ hai nằm trong bề mặt hiển thị cách mắt người xem

500mm. Các mô phỏng này được thực hiện với ánh sáng màu đỏ có bước sóng 654 nm, đại diện cho một trong những bước sóng dài nhất trong dải ánh sáng nhìn thấy. Mô phỏng đã cho kết quả của các hiệu ứng tạo ảnh hình học. Hiệu ứng nhiễu xạ có thể làm mờ các điểm tùy thuộc vào bước sóng được sử dụng và kích thước khẩu độ chặn (có thể tạo bằng màn hình LCD). Hiệu ứng nhiễu xạ với chùm tia màu xanh lam có thể nhỏ hơn một chút so với chùm tia màu xanh lục và hiệu ứng nhiễu xạ với chùm tia màu đỏ có thể lớn hơn một chút. Đối với một số phương án, vì các mô phỏng ví dụ sử dụng hai khẩu độ để tạo ra chùm tách nguồn duy nhất, nên hiệu ứng nhiễu xạ có thể được giảm bớt phần nào do hiệu ứng giao thoa nếu hai phần chùm tia được kết hợp để hình thành một phần của điểm ảnh ba chiều. Vì mắt chỉ nhìn thấy một chùm tia, nên hiệu ứng giao thoa này cũng rất có thể nhìn thấy được trên võng mạc mắt.

Kích thước điểm thu được với một nguồn duy nhất và một chùm tia được tạo ra được tách thành hai mặt cắt ngang là khoảng 200 μm tại tiêu diện trung gian 426mm. Kích thước điểm này thu được với khẩu độ mặt nạ điểm ảnh LCD có kích thước 81 μm x 27 μm . Trên bề mặt hiển thị, điểm này là khoảng 60 μm khi sử dụng mặt nạ khẩu độ LCD trung tâm cho kích thước khẩu độ khoảng 54 μm x 54 μm . Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng, đối với một số phương án, độ phân giải điểm ảnh ba chiều tối đa có thể đạt được ở phía trước của vùng hình ảnh 3D có chất lượng xấp xỉ VGA, trong khi độ phân giải trên bề mặt hiển thị xấp xỉ Full HD.

Để kiểm tra các tín hiệu tiêu cự, một chùm tách đơn đã được mô phỏng với mô hình mắt và thu được các điểm cho hình ảnh võng mạc. Mô phỏng đã được thực hiện kết hợp các khoảng cách điểm ảnh ba chiều và khoảng cách tiêu điểm của mắt. Các điểm ảnh ba chiều được hiển thị với một chùm tách đơn cho khoảng cách 426mm (phía trước màn hình), 500mm (trên bề mặt hiển thị) và 607mm (phía sau màn hình). Khoảng cách tiêu điểm của mắt được hiển thị cho cùng khoảng cách với các điểm ảnh ba chiều. Ví dụ, khi mắt tập trung vào khoảng cách 500mm, các điểm ảnh ba chiều được kết xuất cho các khoảng cách 426mm và 607mm xuất hiện dưới dạng các cặp điểm. Hiệu ứng này là do chùm nguồn đơn của lớp tuần hoàn tách thành hai phần chùm giao nhau ở khoảng cách tiêu điểm được chỉ định và chúng xuất hiện dưới dạng các phần chùm riêng biệt ở tất cả các khoảng cách khác. Kỹ thuật tách này được dùng để tạo ra phản ứng chính xác trong hệ thống thị giác của con người để cố gắng che phủ hai điểm bằng cách tái điều tiêu thấu kính mắt. Khi điểm giao nhau ở cùng vị trí với điểm ảnh ba chiều hình thành cho hai mắt với hai chùm tia riêng biệt, thì cả

tín hiệu tiêu điểm võng mạc và góc hội tụ của mắt đều cho cùng một tín hiệu đến hệ thống thị giác của con người và không có vấn đề VAC.

Nếu mắt được tập trung ở khoảng cách gần nhất là 426mm, thì điểm ảnh ba chiều được hiển thị ở khoảng cách 500mm sẽ xuất hiện dưới dạng một điểm, nhưng điểm ảnh ba chiều được hiển thị ở khoảng cách 607mm sẽ xuất hiện dưới dạng các điểm tách biệt. Nếu mắt hội tụ ở khoảng cách xa nhất là 607mm, thì điểm ảnh ba chiều trung gian hiển thị ở khoảng cách 500mm sẽ nằm ở tiêu điểm, trong khi điểm ảnh ba chiều gần nhất ở 426mm xuất hiện dưới dạng hai điểm riêng biệt. Hiệu ứng này có nghĩa là khoảng độ sâu điểm ảnh ba chiều có thể được tạo ra để hướng liên tục vào mắt vì chùm đơn có khoảng tiêu cự điểm xa và hai điểm giao chùm tia có thể được dùng để hình thành điểm ảnh ba chiều đầy đủ cho hai mắt mà không xung đột với các tín hiệu tiêu điểm của võng mạc. Đặc trưng này cũng cho phép sử dụng các khẩu độ lớn hơn trong lớp LCD vì hai cặp phần chùm đơn có thể được dùng để hình thành một chùm điểm ảnh ba chiều cho mắt. Đối với một số phương án, cấu hình này có thể cải thiện độ sáng của hình ảnh vì một phần lớn hơn của ánh sáng phát ra có thể được dùng để hình thành điểm ảnh ba chiều. Cấu hình này cũng cho phép sử dụng hiệu quả hơn khẩu độ số của hệ thống lớn được tạo ra bằng phương pháp cụm thấu kính. Nhìn chung, các mô phỏng cho thấy rằng, đối với một số phương án, cụm thấu kính chuẩn trực có thể được kết hợp với một lớp tuần hoàn để tạo ra vùng hình ảnh 3D có độ phân giải và độ sáng tương đối tốt.

Các phương án khác

Một thiết bị làm ví dụ phù hợp với một số phương án có thể bao gồm: lớp phát sáng bao gồm nhiều điểm ảnh; một lớp quang học phủ lên lớp phát sáng, lớp quang học bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm bao gồm ít nhất (i) một tập hợp các ô quang thứ nhất, mỗi ô quang trong tập hợp đầu tiên có công suất quang thứ nhất, và (ii) bộ ô quang thứ hai, mỗi ô quang trong tập hợp thứ hai có công suất quang thứ hai; và một bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát các ô quang truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, công suất quang thứ hai có thể khác với công suất quang thứ nhất

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, mỗi ô khảm còn có thể bao gồm tập hợp các ô quang thứ ba, mỗi ô quang trong tập hợp thứ ba có công suất quang thứ

ba và công suất quang thứ ba khác với công suất quang thứ nhất và công suất quang thứ hai.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, công suất quang của một trong các tập hợp có thể bằng không.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô khám có thể được sắp xếp trong một ô mảnh lát khám hai chiều.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô khám có thể được sắp xếp trong một lưới hình vuông.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô quang khác nhau trong tập hợp đầu tiên có thể có hướng nghiêng khác nhau.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô quang khác nhau trong tập hợp thứ hai có thể có hướng nghiêng khác nhau.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, đối với ít nhất một trong số các tập hợp, các ô quang khác nhau trong tập hợp tương ứng có thể có hướng nghiêng khác nhau và hướng nghiêng có thể được chọn sao cho chùm sáng phát ra từ ít nhất một trong các điểm ảnh và ánh sáng đi qua các ô quang khác nhau trong tập hợp sẽ hội tụ tại một mặt phẳng tiêu điểm được liên kết với tập hợp tương ứng.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, mỗi ô khám còn có thể bao gồm ít nhất một ô mờ để tán xạ ánh sáng từ lớp phát sáng.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, lớp quang học có thể được đặt giữa lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, bộ điều biến ánh sáng không gian có thể được đặt giữa lớp phát sáng và lớp quang học.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, bộ điều biến ánh sáng không gian có thể bao gồm tám nền màn hình tinh thể lỏng.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, lớp phát sáng có thể bao gồm một loạt các phân tử điốt phát quang.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô khám có thể giống hệt nhau.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô khám có thể chỉ khác nhau

về phản chiếu hoặc xoay hình học.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, các ô quang với công suất quang thứ nhất có thể vận hành để hội tụ ánh sáng từ lớp phát sáng vào mặt phẳng tiêu điểm thứ nhất; và các ô quang với quang thứ nhất thứ hai có thể vận hành để hội tụ ánh sáng từ lớp phát sáng vào mặt phẳng tiêu điểm thứ hai.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, bộ điều biến ánh sáng không gian có thể bao gồm nhiều điểm ảnh điều biến ánh sáng không gian.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ, toàn bộ số điểm ảnh của bộ điều biến ánh sáng không gian sẽ phủ lên từng ô quang.

Một thiết bị ví dụ khác, theo một số phương án, có thể bao gồm: lớp phát sáng bao gồm nhiều điểm ảnh; một lớp quang học phủ lên lớp phát sáng, lớp quang học bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm bao gồm nhiều ô quang, mỗi ô quang trong ô khảm khác với bất kỳ ô quang nào khác trong ô khảm ở ít nhất một trong các tính chất quang học sau: (i) công suất quang, (ii) độ nghiêng và (iii) độ trong suốt; và một bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát các ô quang truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị.

Một phương pháp minh họa, theo một số phương án, có thể bao gồm: ánh sáng phát ra từ nhiều phần tử phát ánh sáng; tạo chùm sáng bằng cách tập trung ánh sáng phát ra sử dụng một lớp các đặc tính quang học tuần hoàn; và điều khiển, theo cách đồng bộ theo thời gian, các chùm ánh sáng bằng bộ điều biến ánh sáng không gian

Một thiết bị ví dụ khác, theo một số phương án, có thể bao gồm: lớp phát sáng (LEL) bao gồm một dãy các phần tử phát sáng; lớp quang học bao gồm nhiều ô có đặc tính quang học; và một bộ điều biến ánh sáng không gian (SLM); trong đó các ô sẽ hội tụ ánh sáng phát ra từ các phần tử phát sáng thành chùm ánh sáng; trong đó, mỗi chùm ánh sáng được hội tụ theo một hướng tùy thuộc vào đặc tính quang học của ô tương ứng; và trong đó, SLM điều khiển chùm ánh sáng theo cách đồng bộ với lớp phát sáng để tái tạo các đặc tính của trường ánh sáng.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, lớp quang học có thể bao gồm nhiều đặc điểm tuần hoàn, các đặc điểm tuần hoàn này bao gồm nhiều ô được sắp xếp theo

kiểu khảm.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, mẫu khảm có thể bao gồm nhiều tập hợp ô, các ô trong mỗi tập hợp có tác dụng tập trung chùm ánh sáng đến cùng một khoảng tiêu cự.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, nhiều đặc điểm tuần hoàn có thể được bố trí bên trong một lưới.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, nhiều đặc điểm tuần hoàn có thể được sắp xếp theo cột và trong đó các cột lân cận được đặt với độ lệch theo chiều thẳng đứng.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, SLM có thể kiểm soát các chùm ánh sáng bằng cách chặn hoặc truyền các chùm ánh sáng một cách có chọn lọc.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, SLM có thể bao gồm nhiều khẩu độ.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, các chùm ánh sáng có thể được giao nhau để hình thành điểm ảnh ba chiều.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, SLM có thể là một tấm nền màn hình LCD.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, LEL có thể bao gồm ma trận μ LED hoặc màn hình OLED.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, lớp quang học có thể bao gồm một tấm có các đặc điểm thấu kính chiết suất phân cấp.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, lớp quang học có thể bao gồm một cách tử ba chiều được tạo bằng cách cho vật liệu phản quang tiếp xúc với mẫu nhiễu do laze tạo ra.

Đối với một số phương án của thiết bị ví dụ khác, LEL có thể có tần số quét nhanh hơn tần số quét của SLM.

Một số phương án của thiết bị ví dụ khác, có thể bao gồm một mô-đun theo dõi ánh mắt, trong đó mô-đun theo dõi ánh mắt có thể phát hiện vị trí của ít nhất một người

quan sát.

Theo một số phương án, thiết bị hiển thị bao gồm: lớp phát sáng gồm nhiều điểm ảnh; một lớp chuẩn trực ánh sáng phủ lên lớp phát sáng, lớp chuẩn trực ánh sáng bao gồm một dãy thấu kính; một lớp tái hội tụ tuần hoàn phủ lên lớp chuẩn trực ánh sáng, lớp tái hội tụ tuần hoàn này bao gồm nhiều đặc điểm tuần hoàn, mỗi đặc điểm tuần hoàn bao gồm ít nhất (i) vùng thứ nhất có công suất quang thứ nhất và (ii) vùng thứ hai có công suất quang thứ hai; và bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát vùng nào sẽ truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị. Công suất quang thứ hai có thể khác công suất quang thứ nhất. Công suất quang của một trong các vùng có thể bằng không. Vùng có công suất quang thứ nhất có thể vận hành để hội tụ ánh sáng từ lớp phát sáng vào mặt phẳng tiêu điểm thứ nhất và vùng có công suất quang thứ hai có thể vận hành để hội tụ ánh sáng từ lớp phát sáng vào mặt phẳng tiêu điểm thứ hai.

Theo một số phương án, các vùng khác nhau có hướng nghiêng khác nhau và hướng nghiêng được chọn sao cho chùm sáng phát ra từ ít nhất một trong các điểm ảnh và đi qua các vùng khác nhau trong tập hợp sẽ hội tụ tại một mặt phẳng tiêu điểm.

Theo một số phương án, bộ điều biến ánh sáng không gian được đặt giữa lớp phát sáng và lớp chuẩn trực ánh sáng. Theo một số phương án, bộ điều biến ánh sáng không gian được đặt giữa lớp chuẩn trực ánh sáng và lớp tái hội tụ tuần hoàn. Theo một số phương án, lớp tuần hoàn được đặt ở giữa lớp chuẩn trực ánh sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian.

Theo một số phương án, nhiều thấu kính từ dãy thấu kính hình thành một cụm thấu kính vận hành để hội tụ và chuẩn trực ánh sáng từ một trong các điểm ảnh thành nhiều chùm tia được kết hợp với một nguồn duy nhất. Các chùm tia kết hợp với một nguồn duy nhất có thể đi qua các vùng khác nhau và có thể hội tụ đến các mặt phẳng tiêu điểm khác nhau. Các chùm tia kết hợp với một nguồn duy nhất có thể đi qua các vùng khác nhau và có thể được hội tụ vào cùng một mặt phẳng tiêu điểm. Các chùm tia liên kết với một nguồn duy nhất có thể đi qua các vùng khác nhau và có thể được hội tụ vào cùng một điểm ảnh ba chiều.

Theo một số phương án, dãy thấu kính bao gồm một tấm thấu kính dạng ống. Theo một số phương án, dãy thấu kính bao gồm một dãy vi thấu kính. Theo một số

phương án, mỗi thấu kính trong dãy thấu kính có công suất theo một trục. Theo một số phương án, mỗi thấu kính trong dãy thấu kính có công suất theo nhiều hơn một trục.

Theo một số phương án, thiết bị hiển thị bao gồm: lớp phát sáng gồm nhiều điểm ảnh; lớp chuẩn trực ánh sáng phủ lên lớp phát sáng, lớp chuẩn trực ánh sáng vận hành để hội tụ và chuẩn trực chùm ánh sáng từ các điểm ảnh riêng lẻ thành nhiều phần chùm tia; một lớp tái hội tụ tuần hoàn phủ lên lớp chuẩn trực ánh sáng, lớp tái hội tụ tuần hoàn bao gồm nhiều đặc điểm tuần hoàn, mỗi đặc điểm tuần hoàn bao gồm nhiều vùng quang học, mỗi vùng quang học trong một đặc điểm tuần hoàn khác với bất kỳ vùng quang học nào khác về đặc điểm tuần hoàn trong ít nhất một trong các đặc tính quang học sau: (i) công suất quang, (ii) độ nghiêng và (iii) độ trong suốt; và một bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát các vùng quang truyền ánh sáng từ lớp phát sáng bên ngoài thiết bị hiển thị.

Theo một số phương án, phương pháp tạo hình ảnh từ thiết bị hiển thị bao gồm: ánh sáng chuẩn trực phát ra từ nhiều phần tử phát sáng thành một hoặc nhiều chùm ánh sáng; hình thành nhiều phần chùm tia bằng cách hội tụ một hoặc nhiều chùm ánh sáng qua một dãy các đặc điểm quang học, mỗi đặc điểm quang học bao gồm nhiều vùng, trong đó mỗi phần chùm tia có khoảng tiêu cự dựa trên các đặc tính quang học của vùng tương ứng mà qua đó nó hội tụ; và kiểm soát các phần chùm tia được truyền ra bên ngoài thiết bị hiển thị bằng cách chặn một cách có chọn lọc các phần chùm tia sử dụng bộ điều biến ánh sáng không gian.

Theo một số phương án, phương pháp tạo điểm ảnh ảo bao gồm: phát ánh sáng từ nhiều phần tử phát sáng; tạo ra chùm ánh sáng bằng cách chuẩn trực ánh sáng phát ra sử dụng một dãy thấu kính; hội tụ chùm ánh sáng thành các phần chùm tia bằng cách sử dụng một loạt các đặc điểm tuần hoàn, mỗi đặc điểm tuần hoàn bao gồm nhiều vùng, mỗi vùng sẽ khác với bất kỳ vùng nào khác về đặc điểm tuần hoàn ở ít nhất một trong các đặc tính quang học sau: (i) công suất quang, (ii) độ nghiêng và (iii) độ trong suốt; và kiểm soát việc truyền các chùm ánh sáng bằng bộ điều biến ánh sáng không gian.

Lưu ý rằng các thành phần phần cứng khác nhau trong một hay nhiều phương án đã mô tả được gọi là “mô-đun” thực hiện (tức là, tiến hành, thi hành, v.v.) các chức năng khác nhau được mô tả trong tài liệu này liên quan đến các mô-đun tương ứng.

Như được sử dụng trong tài liệu này, mô-đun bao gồm phần cứng (ví dụ, một hay nhiều bộ xử lý, một hay nhiều bộ vi xử lý, một hay nhiều bộ vi điều khiển, một hay nhiều vi mạch, một hay nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), một hay nhiều hệ mạch mảng phần tử logic có thể lập trình (FPGA), một hay nhiều thiết bị bộ nhớ) được những người có trình độ trong ngành liên quan cho là phù hợp với quy trình triển khai đã cho. Mỗi mô-đun được mô tả cũng có thể bao gồm các lệnh có thể thực thi nhằm thực hiện một hay nhiều chức năng được mô tả khi được thực hiện bởi mô-đun tương ứng. Và lưu ý rằng các lệnh đó có thể có hình thức hoặc bao gồm các lệnh phần cứng (tức là, cài cứng), lệnh phần sụn, lệnh phần mềm và/hoặc lệnh tương tự, và có thể được lưu trữ trong bất kỳ môi trường máy tính có thể đọc được không chuyển tiếp phù hợp nào như thường gọi là RAM, ROM, v.v.

Mặc dù các tính năng và phần tử được mô tả trên đây theo các kết hợp cụ thể, người có trình độ bình thường trong ngành sẽ hiểu rằng mỗi tính năng hoặc phần tử có thể được sử dụng một mình hoặc có thể kết hợp bất kỳ với các tính năng và phần tử khác. Ngoài ra, các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này có thể được sử dụng trong chương trình máy tính, phần mềm, hoặc phần sụn được hợp nhất vào môi trường máy tính có thể đọc được để máy tính hoặc bộ xử lý thực hiện. Các ví dụ về môi trường lưu trữ máy tính có thể đọc được, bao gồm, nhưng không giới hạn, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), bộ ghi, bộ nhớ đệm, các thiết bị bộ nhớ bán dẫn, môi trường từ tính như các đĩa cứng trong và đĩa tháo lắp được, môi trường từ quang, và môi trường quang học như các đĩa CD-ROM, và các đĩa đa năng số (DVD). Bộ xử lý liên kết với phần mềm có thể được sử dụng để triển khai bộ thu phát tần số vô tuyến được sử dụng trong WTRU, UE, thiết bị đầu cuối, trạm gốc, RNC, hoặc máy tính chủ bất kỳ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị hiển thị để hiển thị ít nhất một điểm ảnh ba chiều, thiết bị bao gồm:

lớp phát sáng bao gồm ma trận các phần tử phát sáng có thể định địa chỉ;

lớp quang học khảm phủ lên lớp phát sáng, lớp quang học khảm bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm chứa các ô quang và có ít nhất một ô quang thứ nhất có hướng nghiêng thứ nhất và một ô quang thứ hai có hướng nghiêng thứ hai khác với hướng nghiêng thứ nhất,

trong đó ô quang thứ nhất của ô khảm trong lớp quang học khảm tách ánh sáng từ lớp phát sáng thành phần chùm tia thứ nhất và ô quang thứ hai của ô khảm trong lớp quang học khảm tách ánh sáng từ lớp phát sáng thành phần chùm tia thứ hai, và

trong đó các phần chùm tia thứ nhất và thứ hai giao nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều, nằm ở khoảng cách phía trước hoặc phía sau thiết bị hiển thị, để tạo ra điểm ảnh ba chiều cần hiển thị; và

bộ điều biến ánh sáng không gian có chức năng kiểm soát các ô quang truyền ánh sáng qua đó từ lớp phát sáng tới bên ngoài thiết bị hiển thị bằng cách cho qua một cách chọn lọc các phần chùm tia, bao gồm phần chùm tia thứ nhất và thứ hai giao nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều, trong khi chặn các phần chùm tia khác.

2. Thiết bị hiển thị theo điểm 1, trong đó mỗi ô khảm còn gồm ít nhất một ô quang mờ có chức năng phân tán ánh sáng từ lớp phát sáng.

3. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ô quang thứ nhất và ô quang thứ hai là các mặt con phẳng với các hướng nghiêng khác nhau.

4. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mỗi ô khảm bao gồm ít nhất một ô quang có công suất quang thứ nhất và ít nhất một ô quang có công suất quang thứ hai khác với công suất quang thứ nhất.

5. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mỗi ô khảm bao gồm ít nhất hai ô quang không liên tục có cùng công suất quang.

6. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mỗi ô khảm bao gồm ít nhất hai ô

quang có cùng công suất quang nhưng hướng nghiêng khác nhau.

7. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều thì sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ nhất trong chùm tia thứ nhất tới vị trí điểm ảnh ba chiều, và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ hai trong chùm tia thứ hai về phía vị trí điểm ảnh ba chiều.

8. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều, sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được tạo cấu hình để điều chỉnh tiêu điểm một hình ảnh của phần tử phát sáng thứ nhất vào vị trí điểm ảnh ba chiều và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để điều chỉnh tiêu điểm một hình ảnh của phần tử phát sáng thứ hai vào vị trí điểm ảnh ba chiều.

9. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các ô quang trong mỗi ô khảm về cơ bản là hình vuông hoặc hình chữ nhật.

10. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các ô khảm được sắp xếp trong mảnh lát khảm hai chiều.

11. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lớp quang khảm được đặt giữa lớp phát sáng và bộ điều biến ánh sáng không gian.

12. Thiết bị hiển thị theo điểm 1 hoặc 2, thiết bị còn bao gồm lớp chuẩn trực giữa lớp phát sáng và lớp quang khảm.

13. Phương pháp để hiển thị ít nhất một điểm ảnh ba chiều bởi thiết bị hiển thị, phương pháp bao gồm các bước:

phát ánh sáng xuất phát từ ít nhất một phần tử phát sáng được chọn trong lớp phát sáng bao gồm ma trận các phần tử phát sáng có thể định địa chỉ, ánh sáng phát ra được phát hướng tới lớp quang khảm phủ lên lớp phát sáng, lớp quang khảm bao gồm nhiều ô khảm, mỗi ô khảm bao gồm các ô quang và bao gồm ít nhất một ô quang thứ nhất có hướng nghiêng thứ nhất và một ô quang thứ hai có hướng nghiêng thứ hai khác với hướng

ngiên thứ nhất;

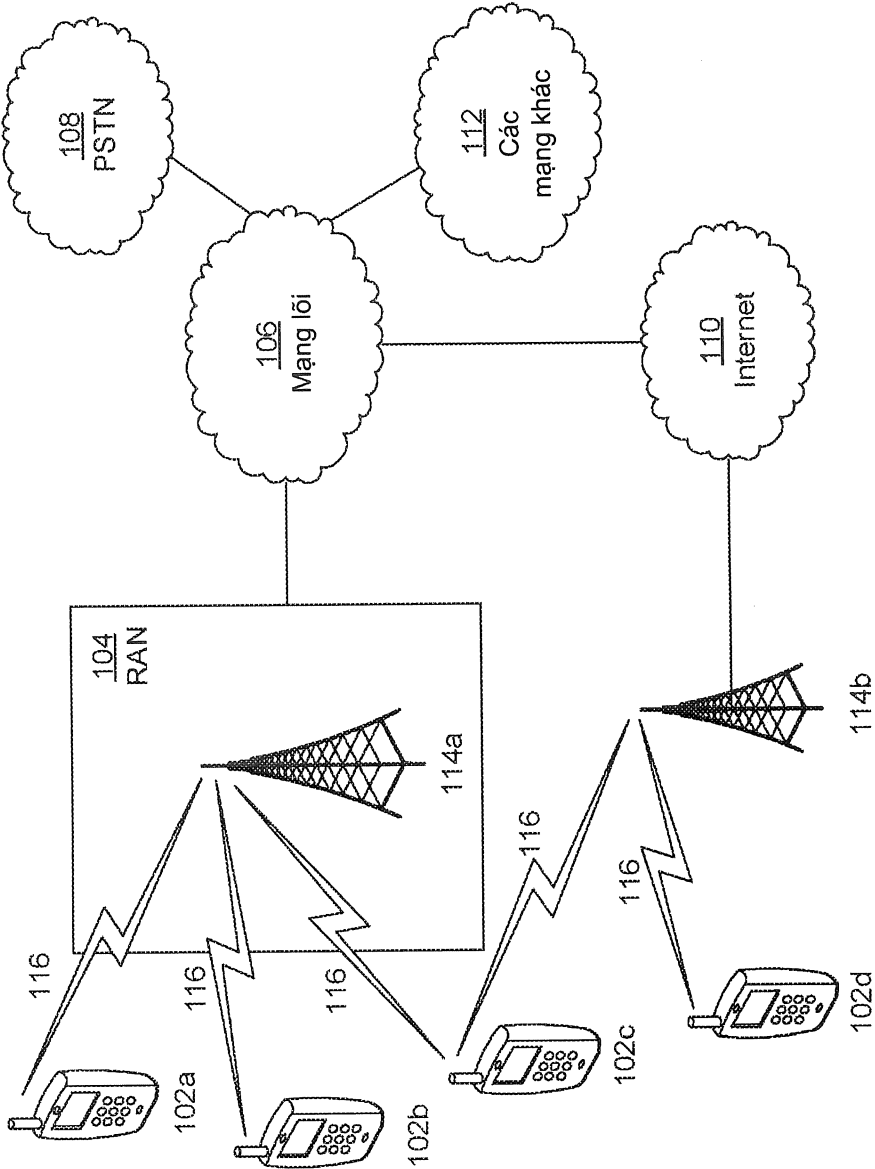
phân tách, bằng cách sử dụng các ô quang của một hoặc nhiều ô khảm của lớp quang học khảm, ánh sáng phát ra thành các phần chùm tương ứng, bao gồm phân tách bởi ô quang thứ nhất ánh sáng phát ra thành phần chùm thứ nhất và phân tách bằng ô quang thứ hai ánh sáng phát ra thành phần chùm thứ hai, trong đó phần chùm thứ nhất và thứ hai giao nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều, nằm cách xa nhau ở phía trước hoặc phía sau thiết bị hiển thị, để tạo ra điểm ảnh ba chiều cần hiển thị; và

vận hành bộ điều biến ánh sáng không gian để kiểm soát các ô quang truyền ánh sáng qua đó từ lớp phát sáng tới bên ngoài thiết bị hiển thị bằng cách cho qua một cách chọn lọc các phần chùm tia, bao gồm phần chùm tia thứ nhất và thứ hai giao nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều, trong khi chặn các phần chùm tia khác.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phần tử phát sáng được chọn và các ô quang đã chọn được chọn dựa trên vị trí của điểm ảnh ba chiều sẽ được hiển thị.

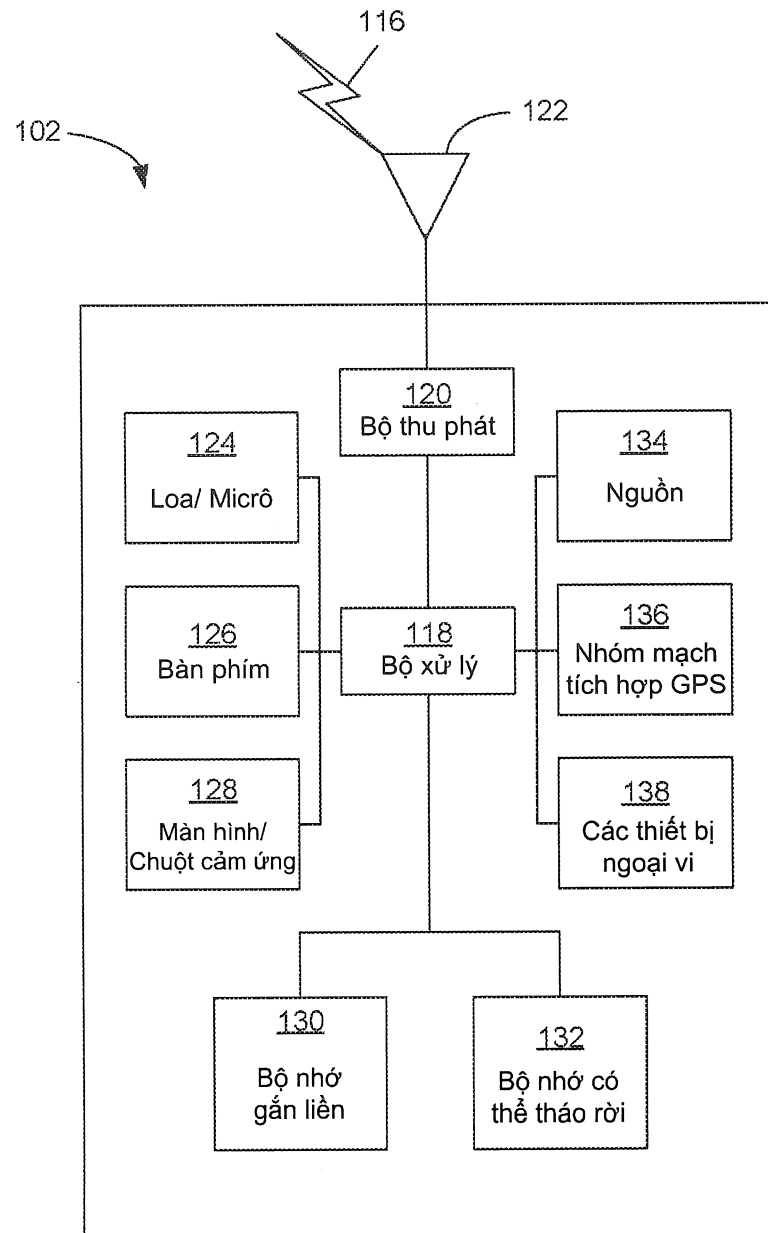
15. Phương pháp theo điểm 13 hoặc 14, trong đó, đối với ít nhất một vị trí điểm ảnh ba chiều thì sẽ có ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ nhất được chọn để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ nhất trong chùm tia thứ nhất tới vị trí điểm ảnh ba chiều, và ít nhất một ô quang trong ô khảm thứ hai được tạo cấu hình để hướng ánh sáng từ phần tử phát sáng thứ hai trong chùm tia thứ hai về phía vị trí điểm ảnh ba chiều, sao cho chùm tia thứ nhất và chùm tia thứ hai cắt nhau tại vị trí điểm ảnh ba chiều.

100

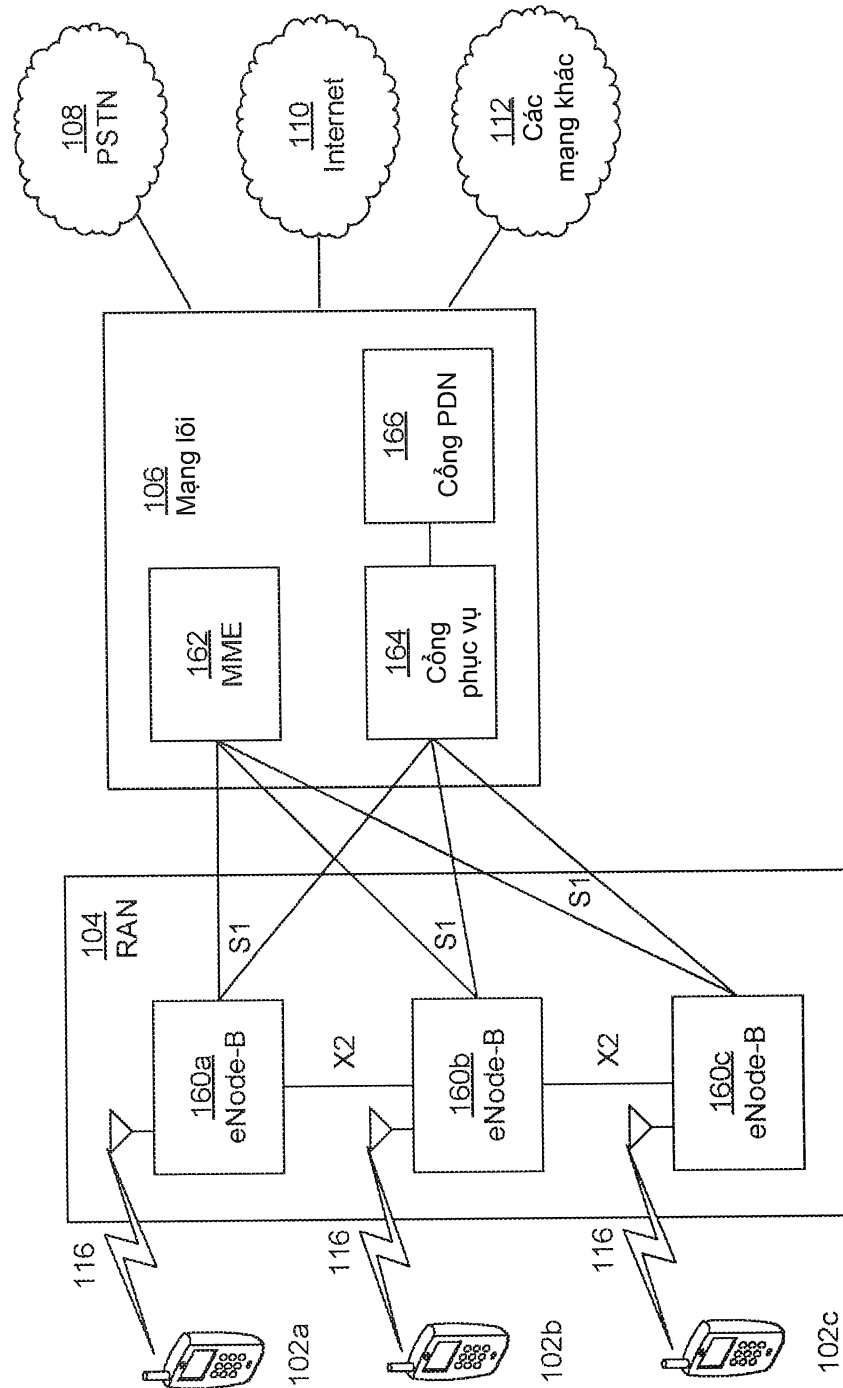


HÌNH 1A

2/28

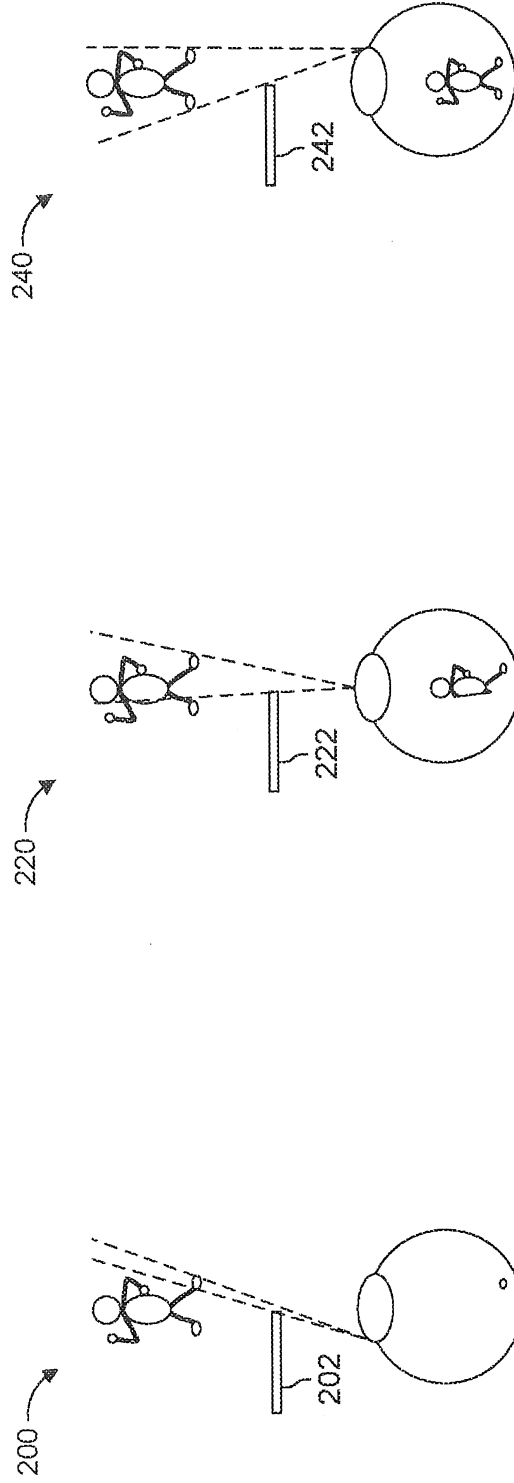
**HÌNH 1B**

3/28



HÌNH 1C

4/28

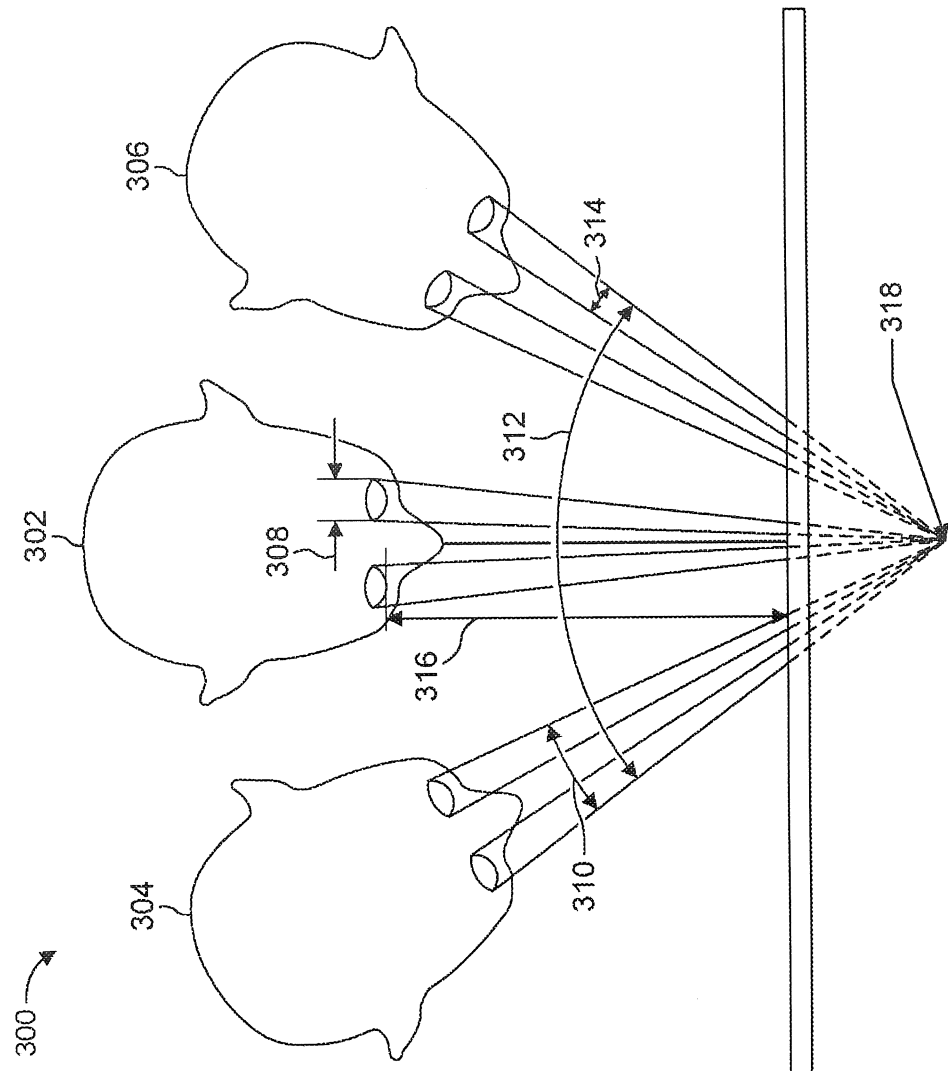


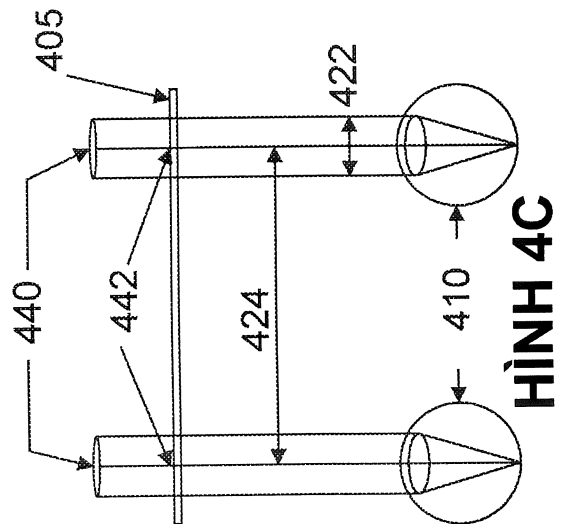
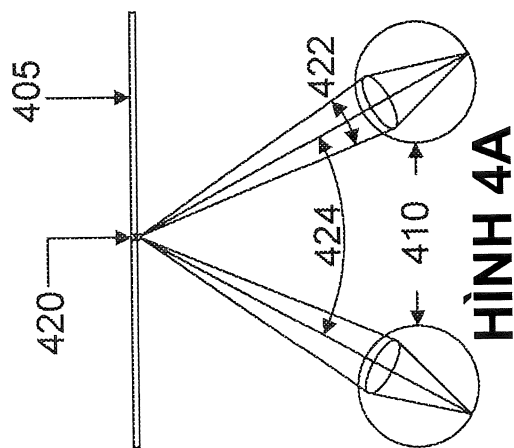
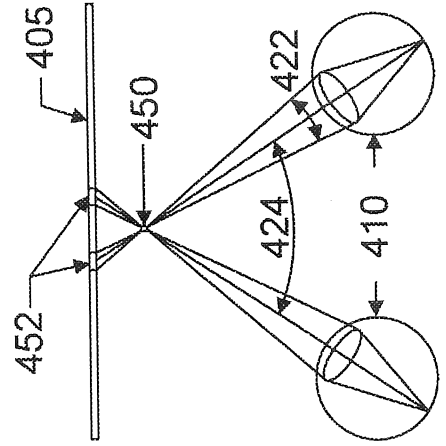
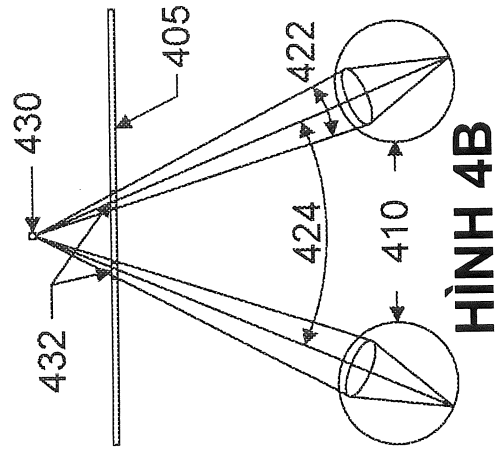
HÌNH 2C

HÌNH 2B

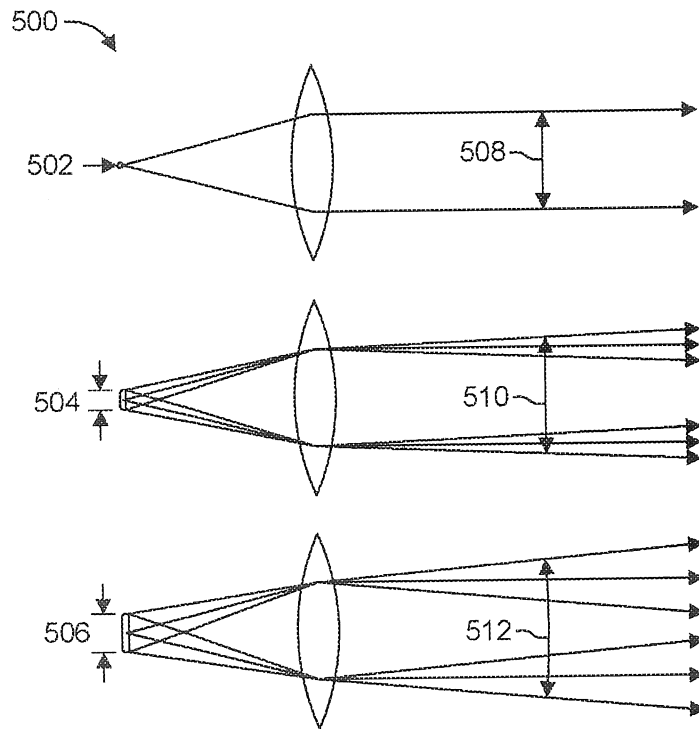
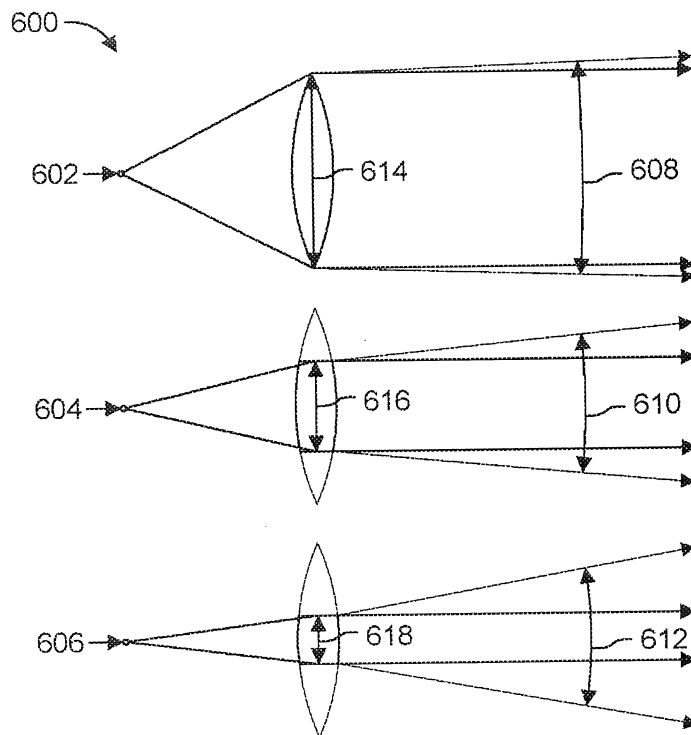
HÌNH 2A

5/28

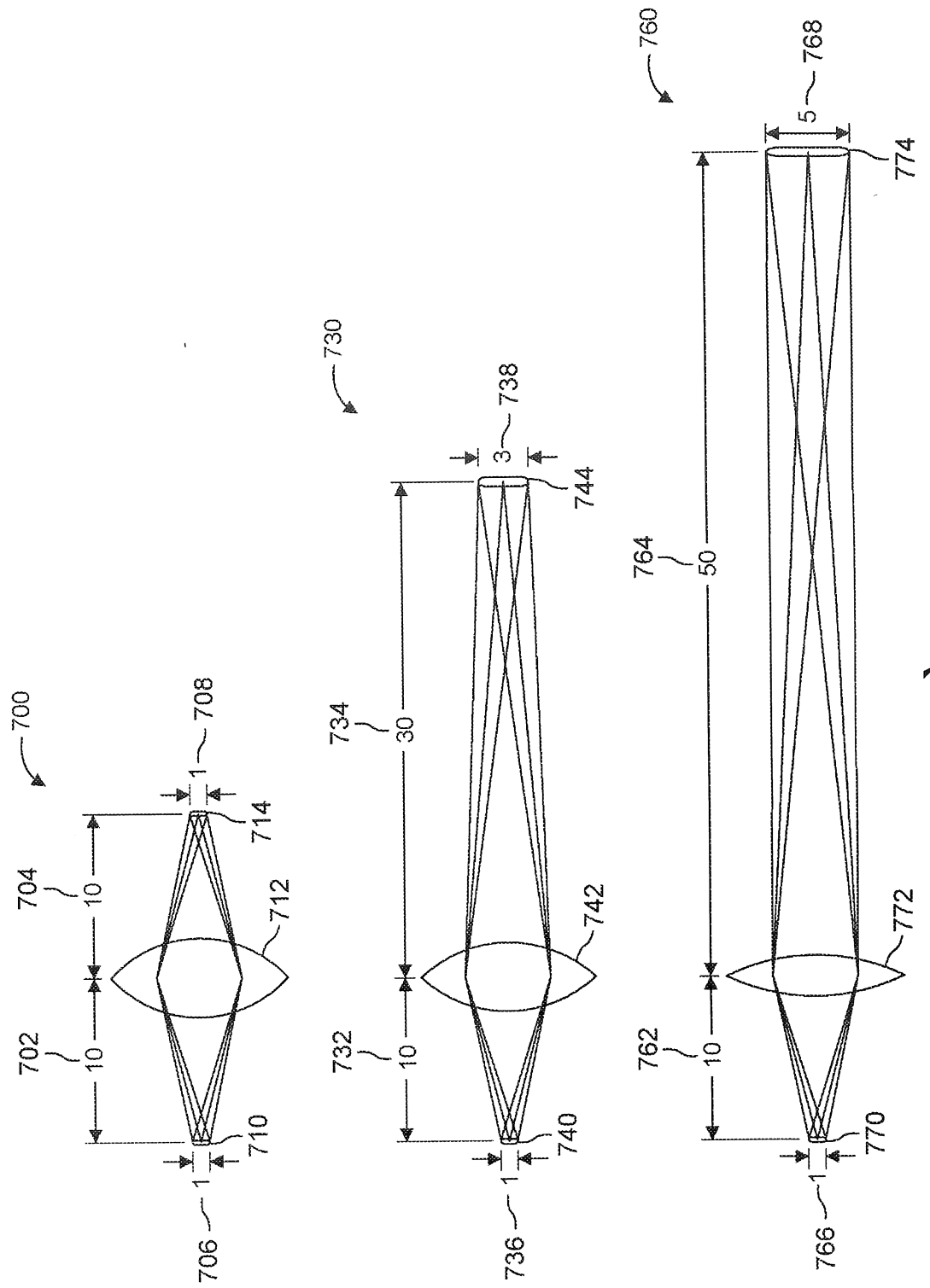
**HÌNH 3**



7/28

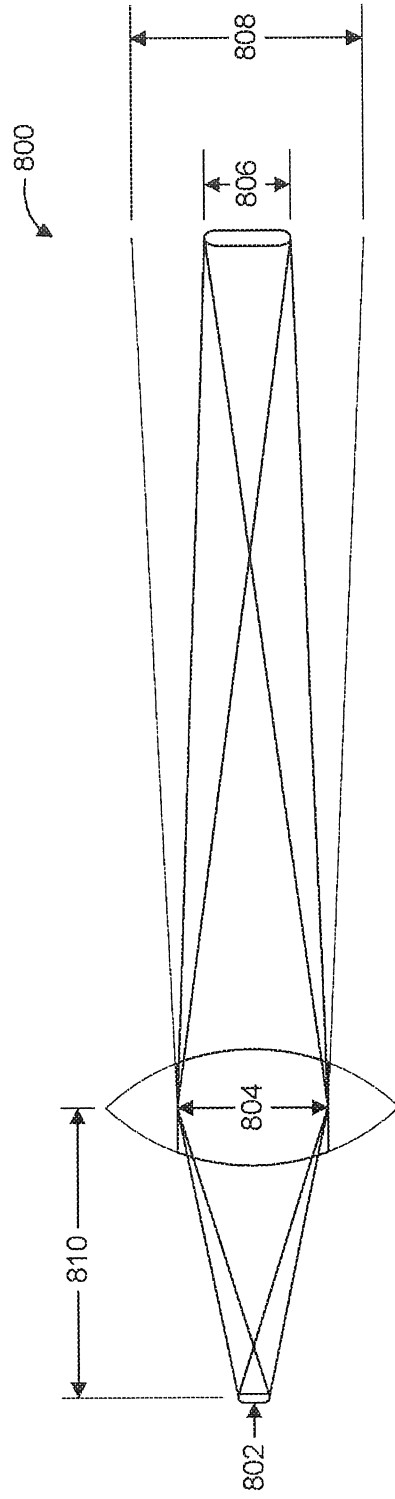
**HÌNH 5****HÌNH 6**

8/28

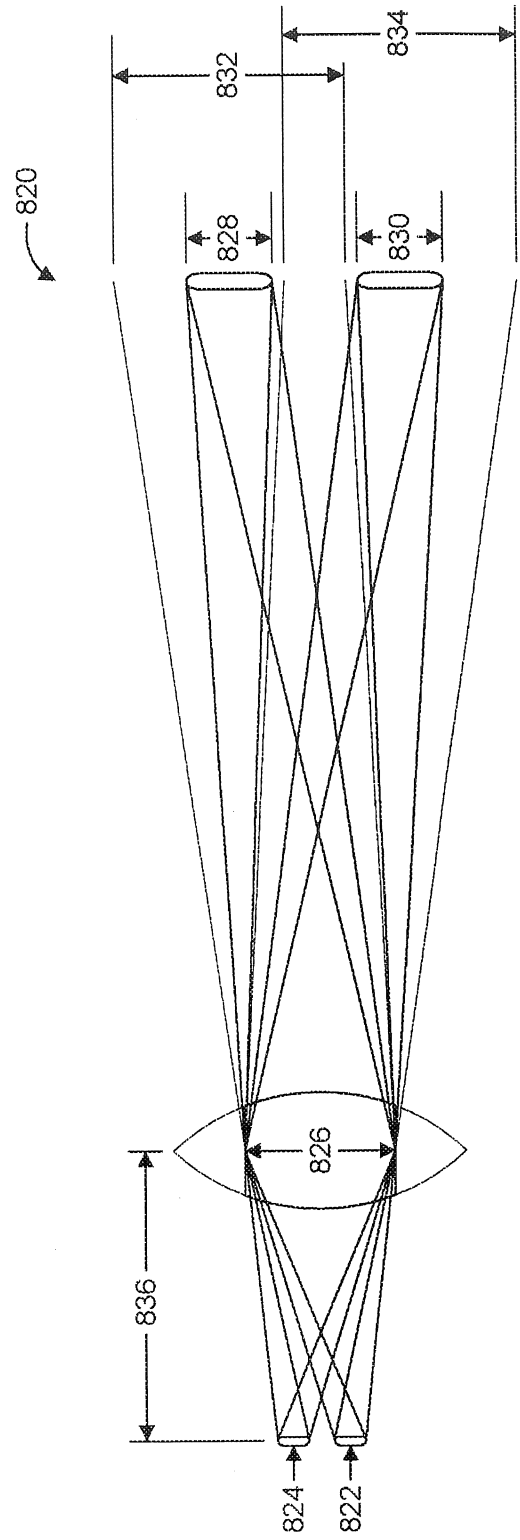


HÌNH 7

9/28

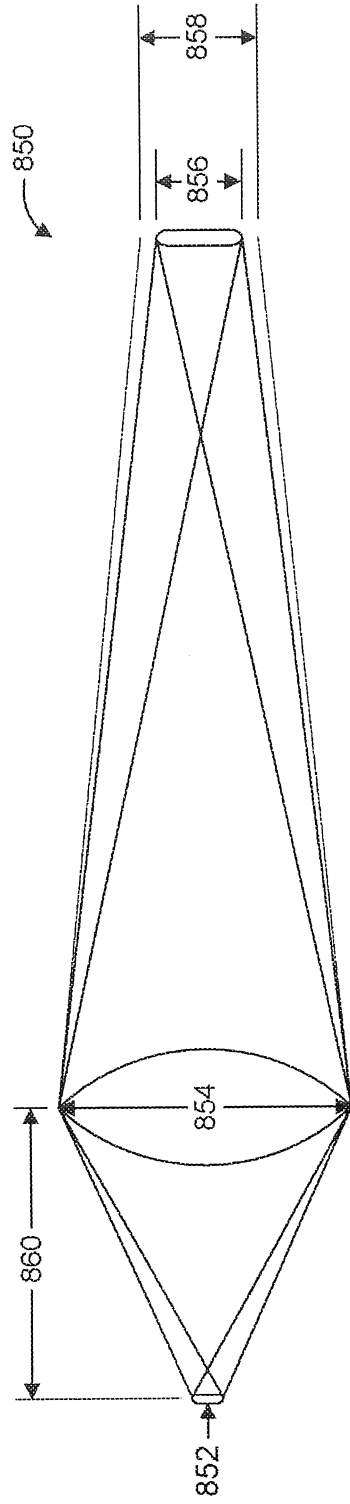


HÌNH 8A

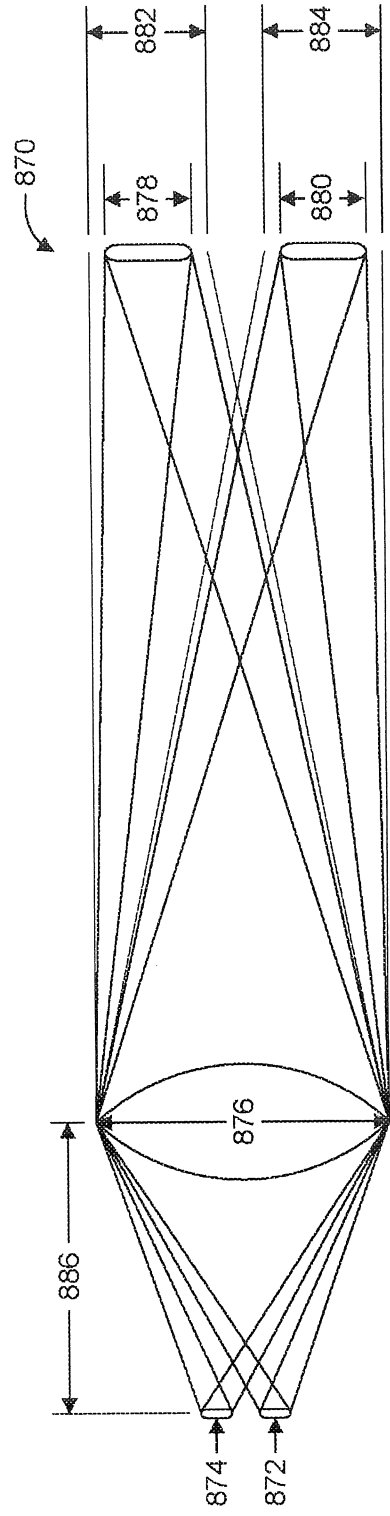


HÌNH 8B

10/28

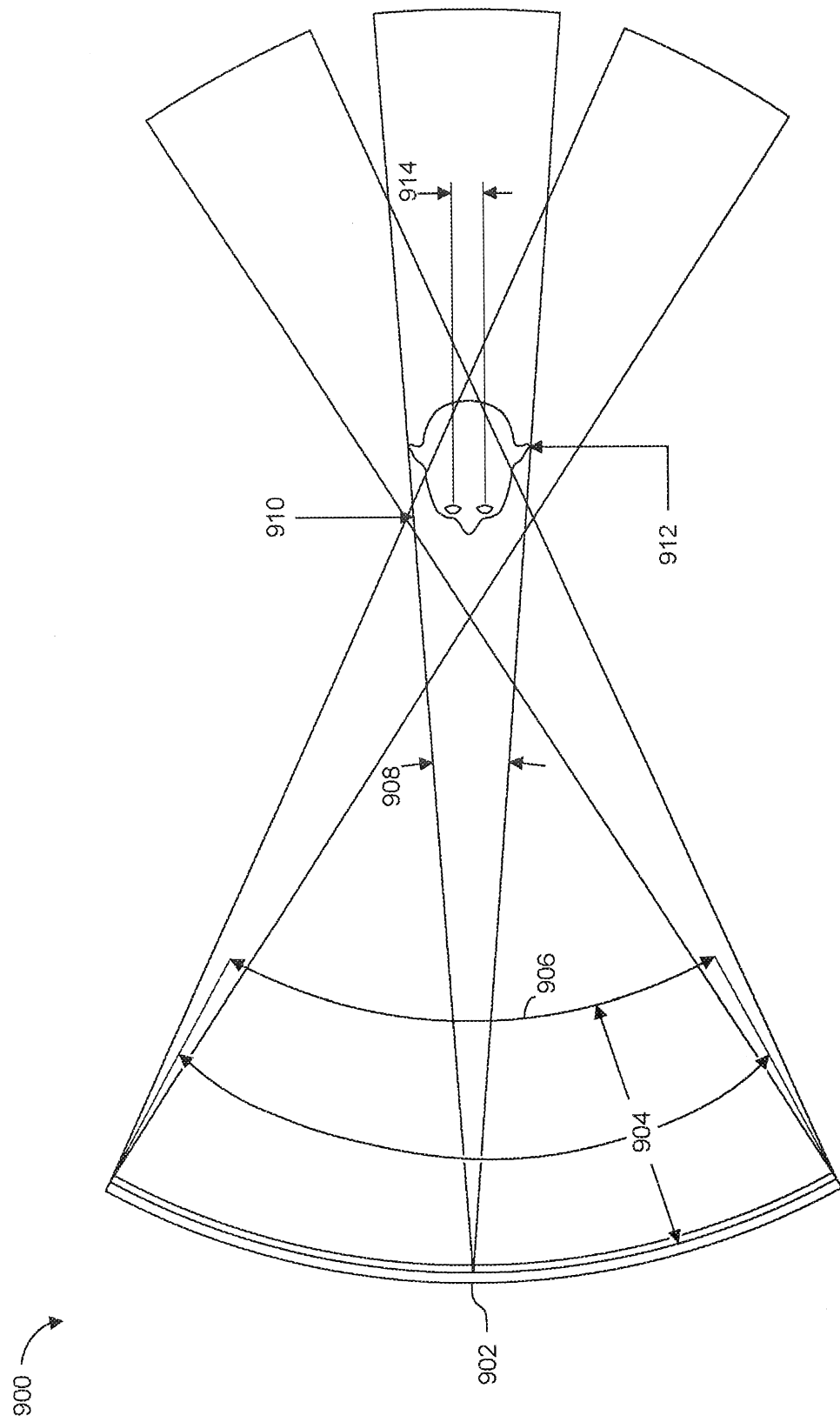


HÌNH 8C



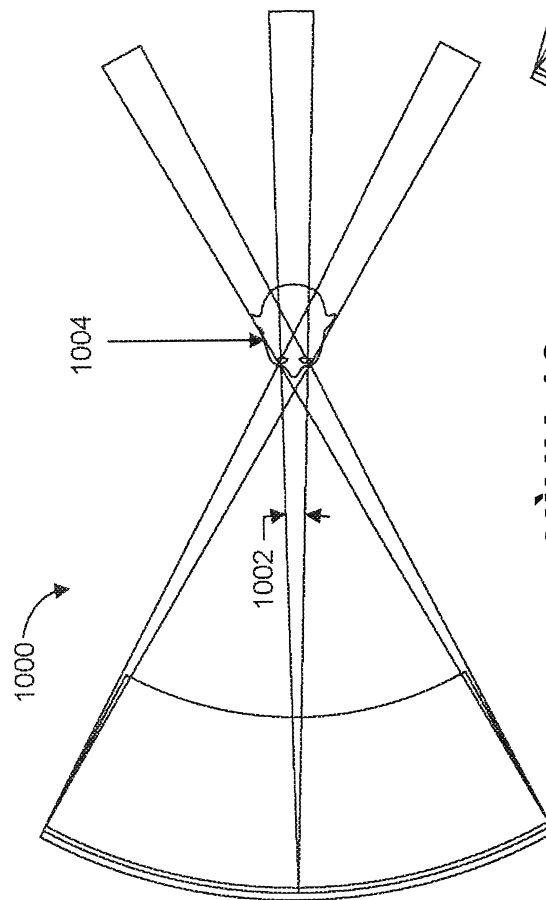
HÌNH 8D

11/28

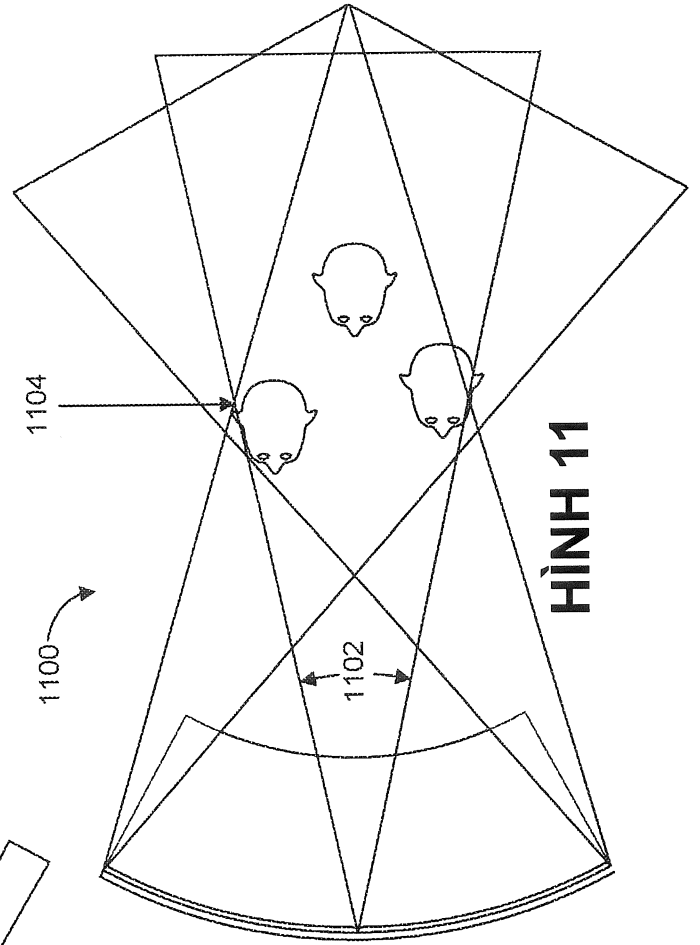


HÌNH 9

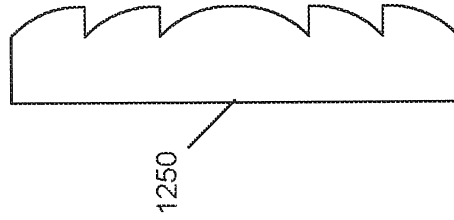
12/28



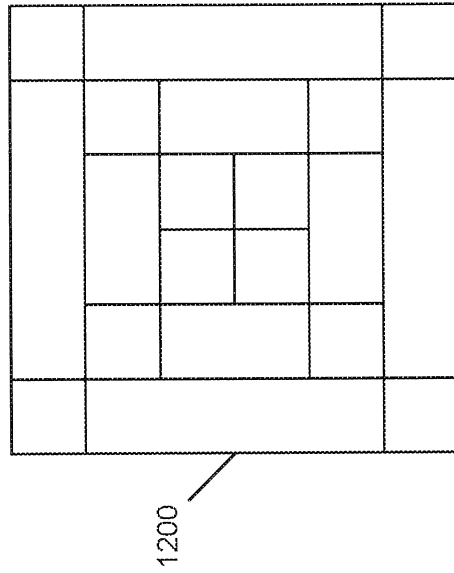
HÌNH 10



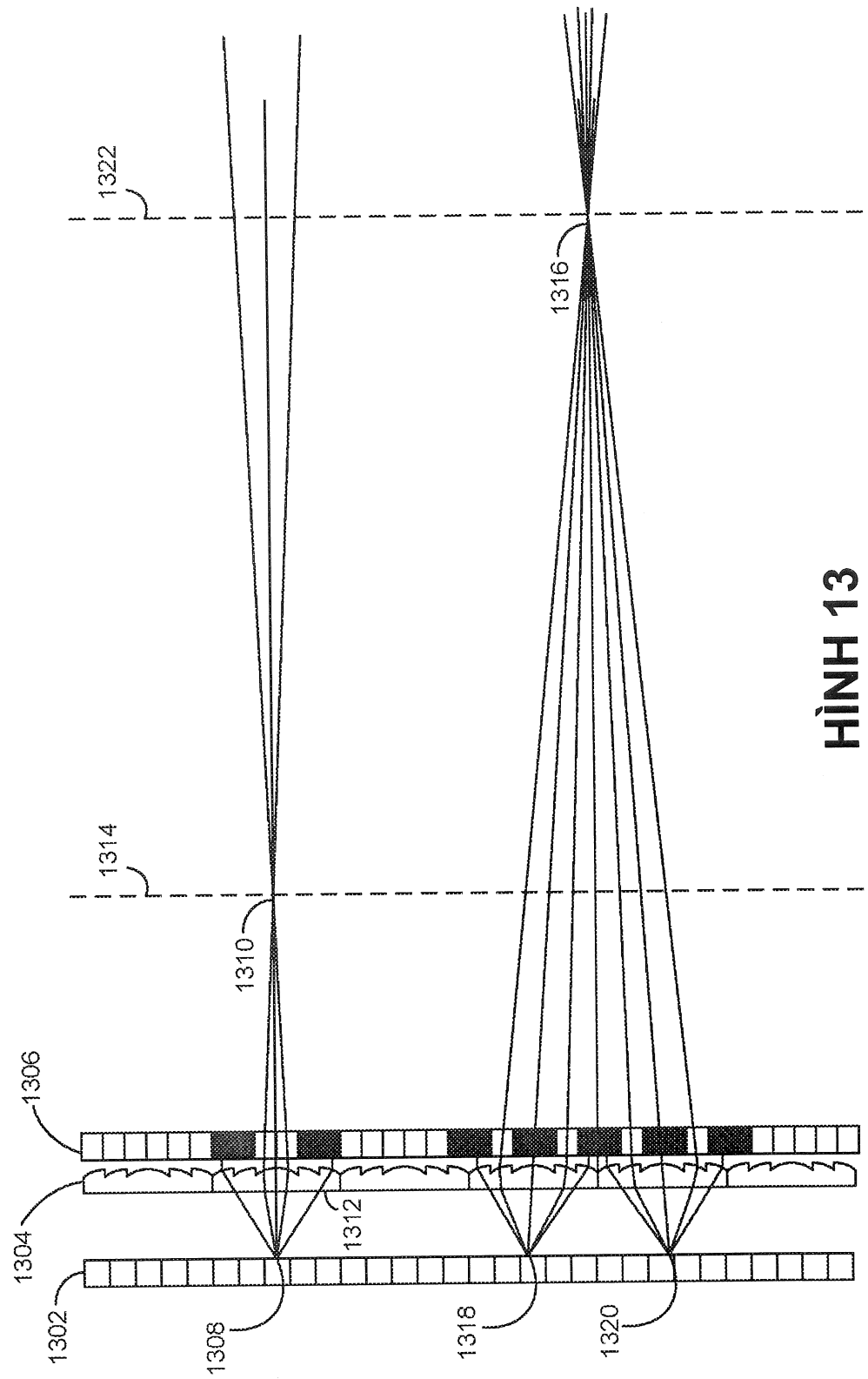
HÌNH 11



HÌNH 12B



HÌNH 12A



HÌNH 13

15/28

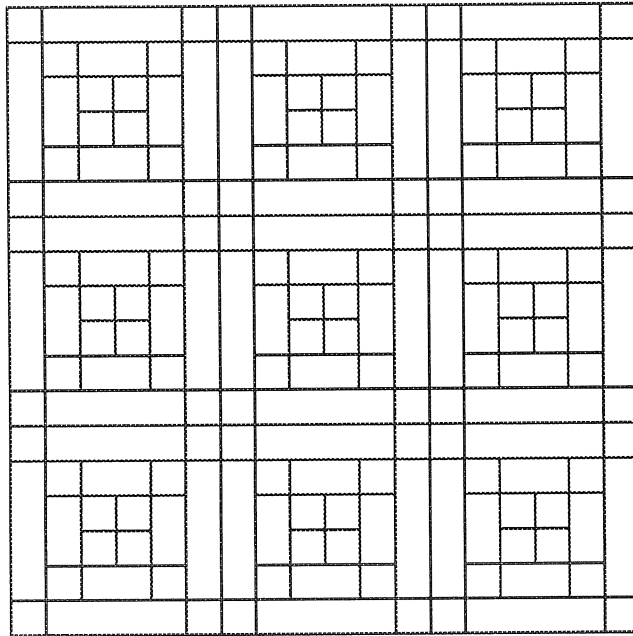
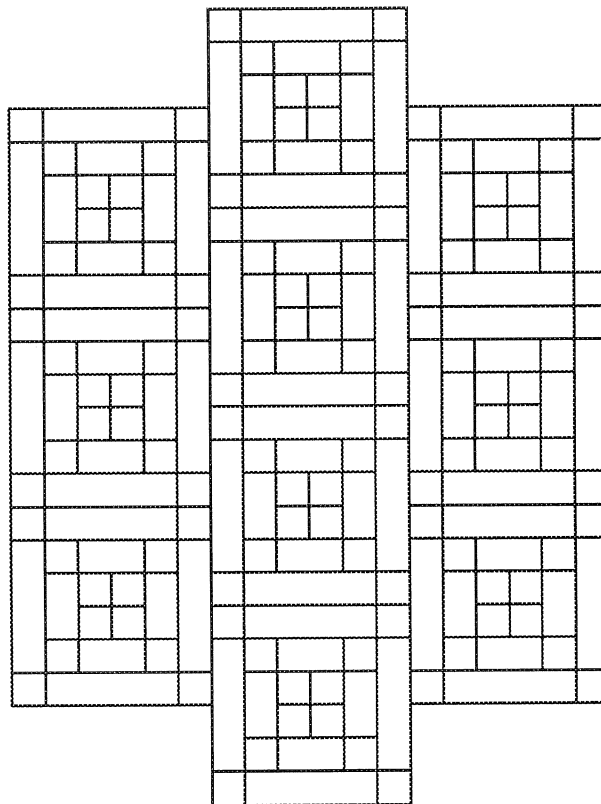
<u>1402a</u>	<u>1404a</u>				<u>1402a</u>
<u>1406a</u>	<u>1402a</u>	<u>1408a</u>		<u>1402a</u>	<u>1406b</u>
	<u>1410a</u>	<u>1412a</u>	<u>1414a</u>	<u>1410b</u>	
		<u>1414b</u>	<u>1412b</u>		
	<u>1402a</u>	<u>1408b</u>		<u>1402a</u>	
<u>1402a</u>	<u>1404b</u>				<u>1402a</u>

HÌNH 14

<u>1502a</u>	<u>1504a</u>				
	<u>1506a</u>		<u>1512a</u>	<u>1508b</u>	
	<u>1510a</u>				
	<u>1508a</u>	<u>1512b</u>	<u>1510b</u>		<u>1502b</u>
			<u>1506b</u>		
	<u>1504b</u>				

HÌNH 15

16/28

**HÌNH 16****HÌNH 17**

17/28

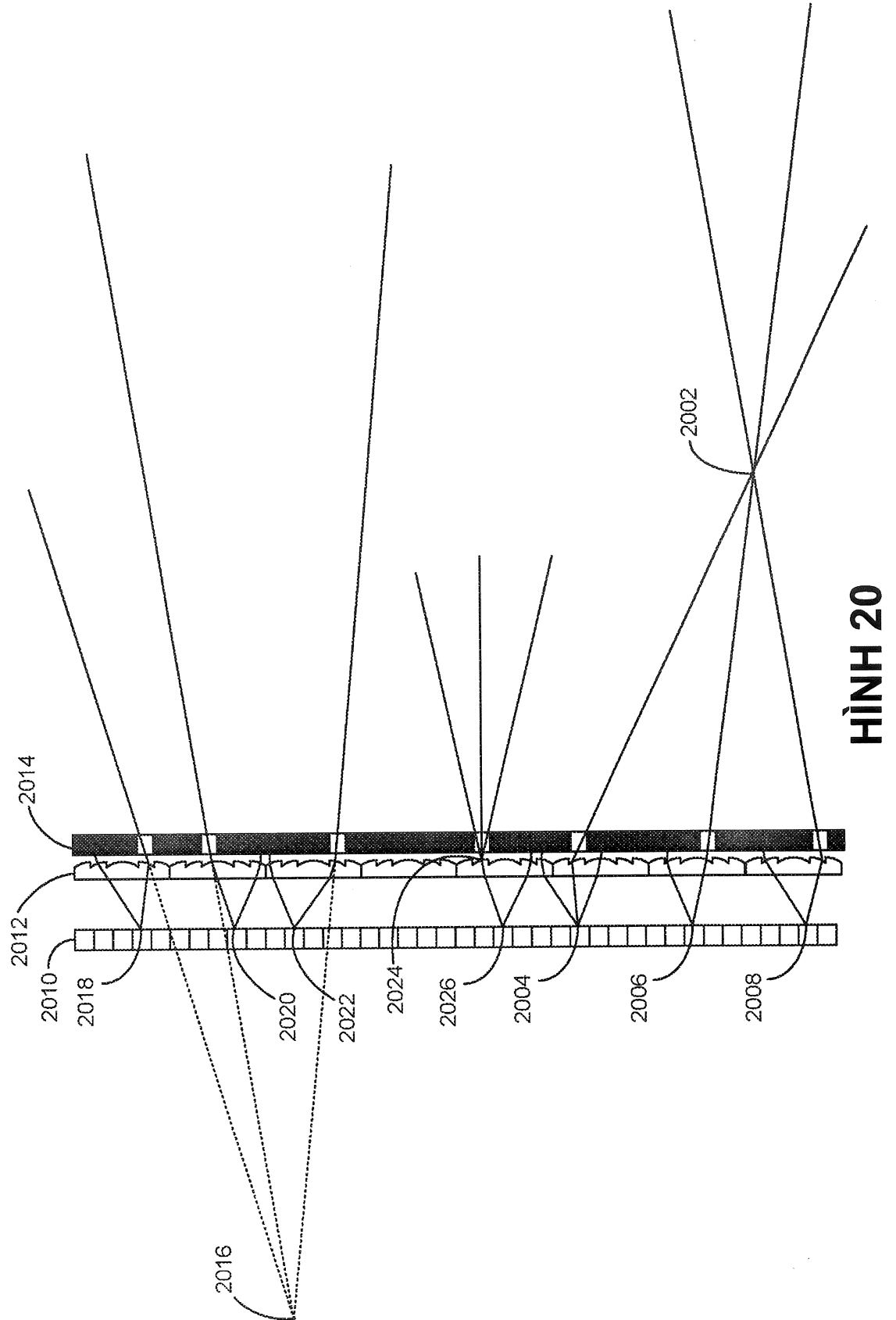
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G	
G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	
R	G	R	G	R	G	R	G			
G	B	G	B	G	B	G	B			
R	G	R	G	R	G					
G	B	G	B	G	B					
R	G	R	G	R	G					
G	B	G	B	G	B					
R	G	R	G							
G	B	G	B							
R	G									
G	B									

HÌNH 18

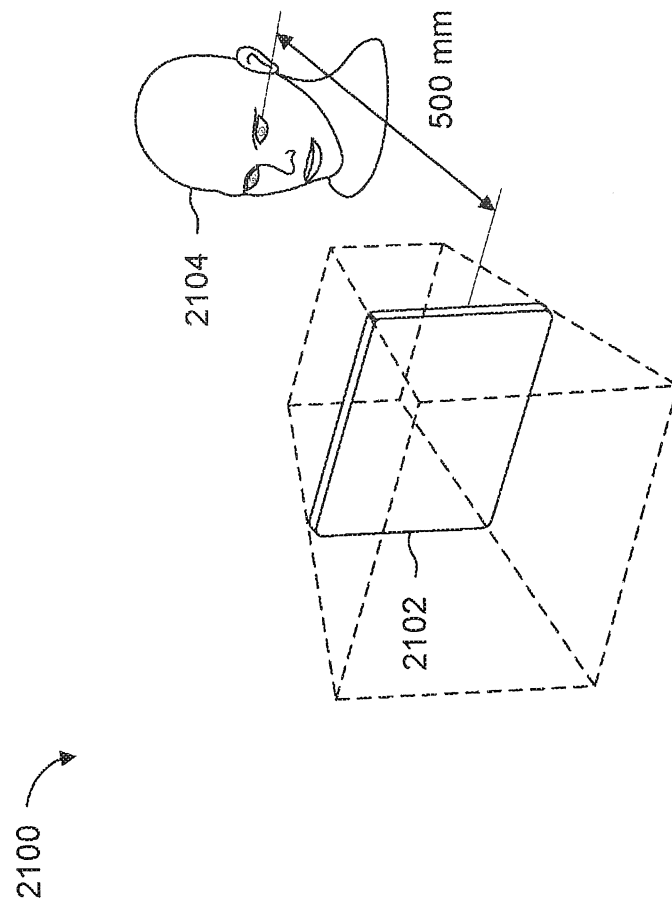
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B				
R	G	B	R	G	B	R	G	B							
R	G	B	R	G	B	R	G	B							
R	G	B	R	G	B										
R	G	B													

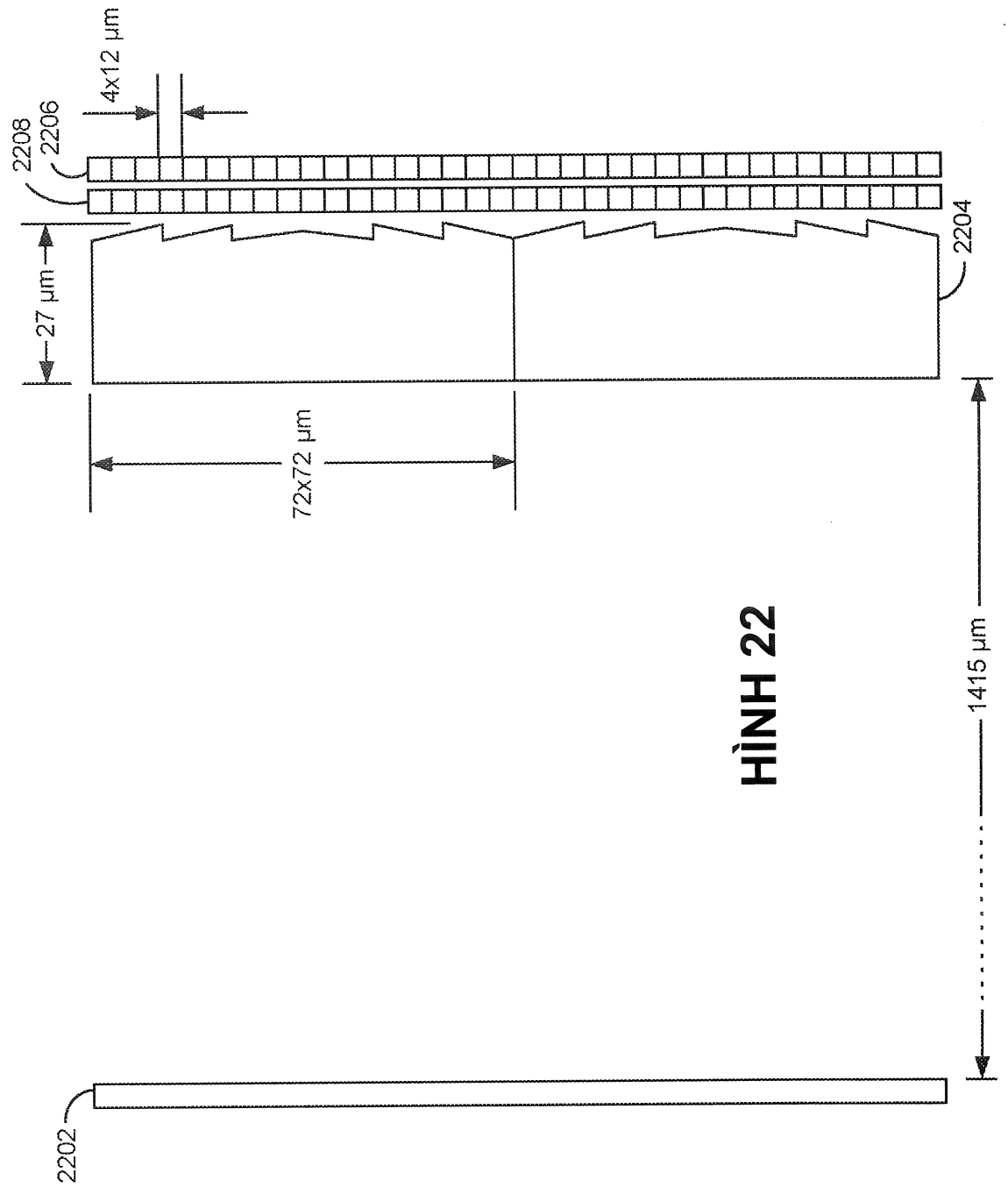
HÌNH 19

18/28



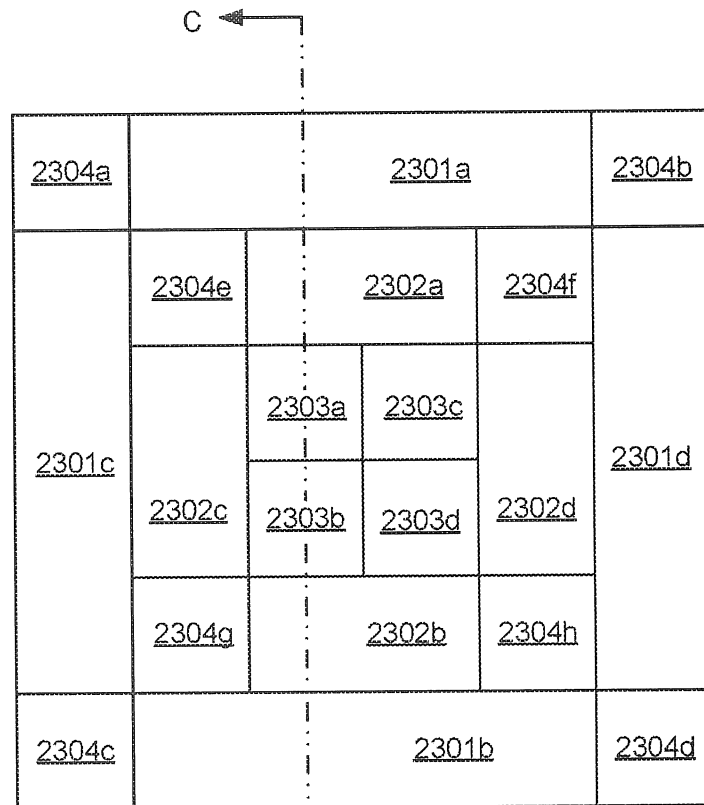
19/28

**HÌNH 21**

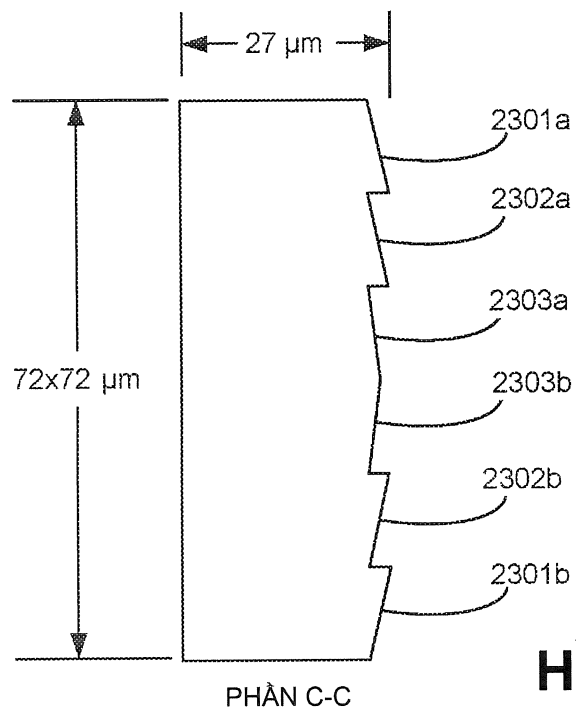


HÌNH 22

21/28

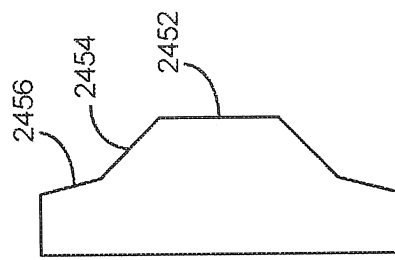


HÌNH 23A

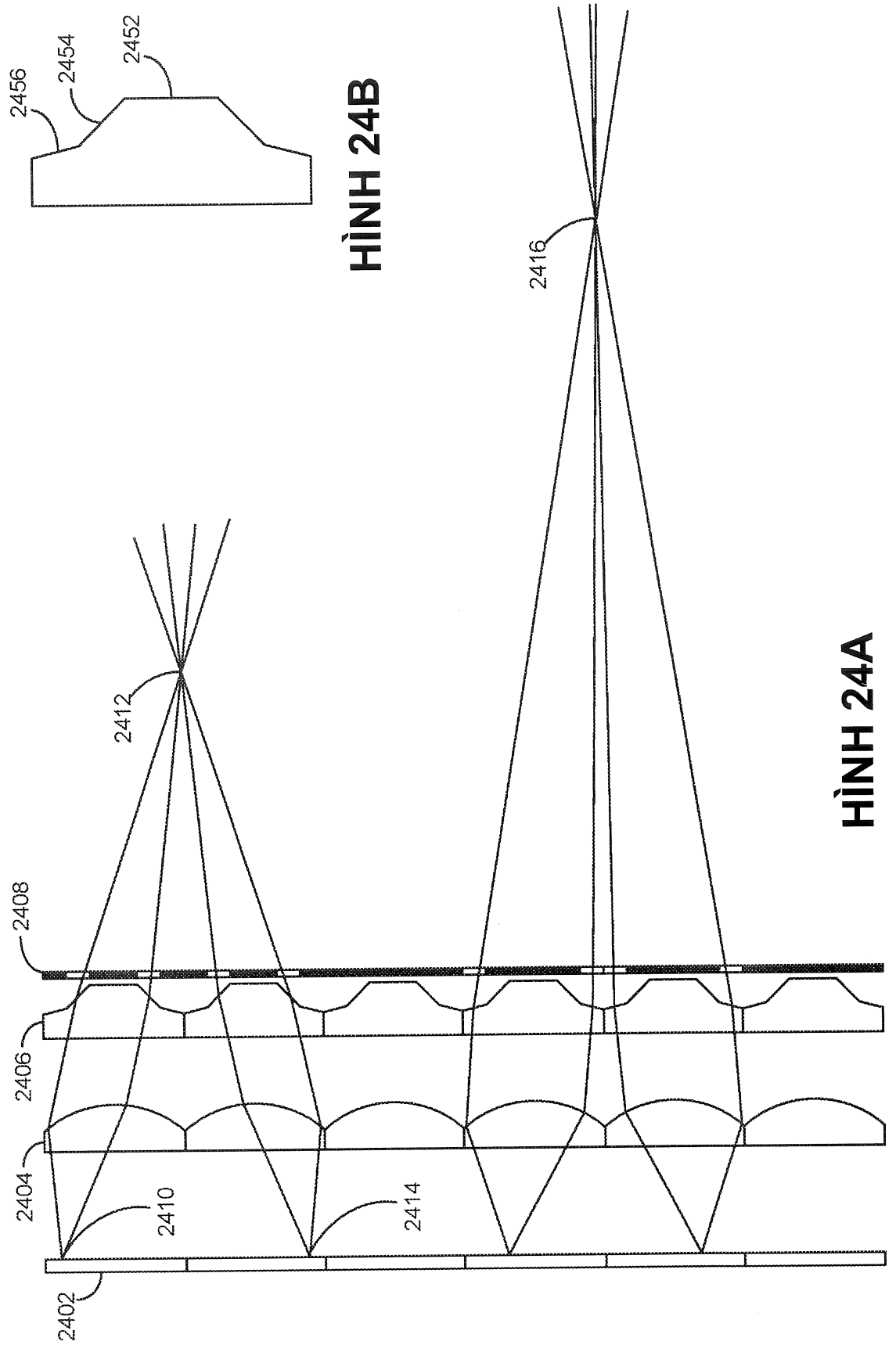


HÌNH 23B

22/28

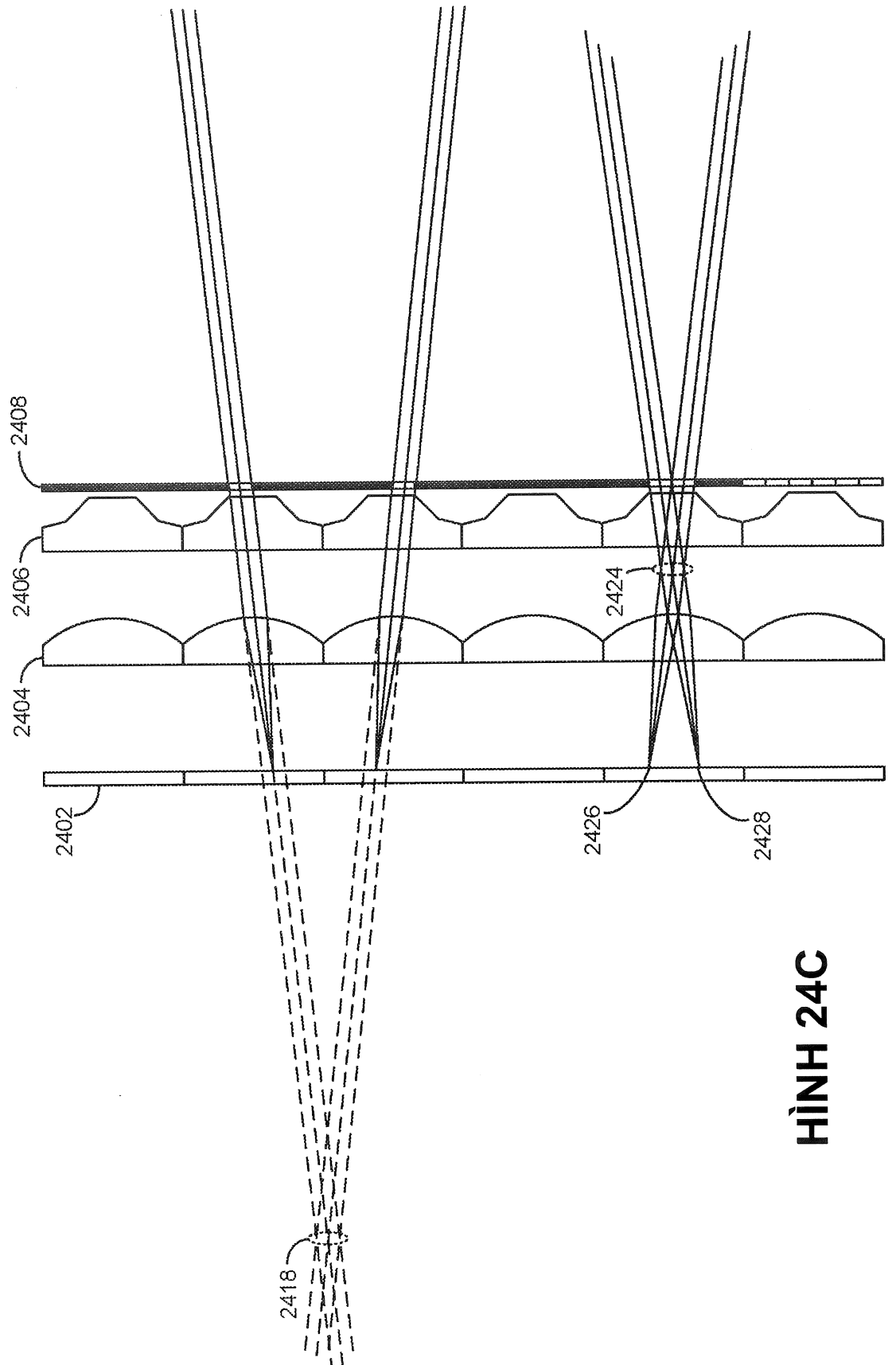


HÌNH 24B



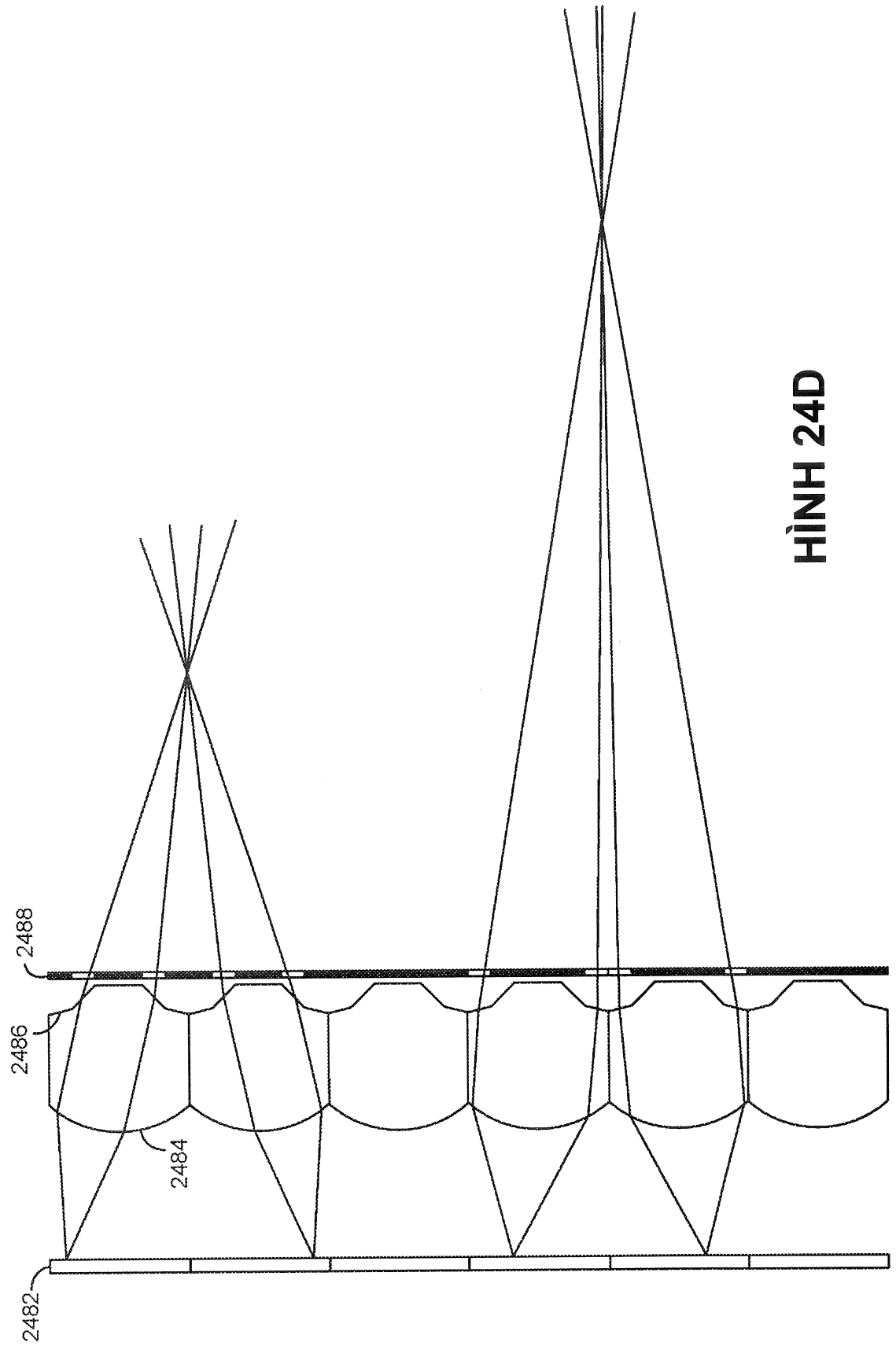
HÌNH 24A

23/28



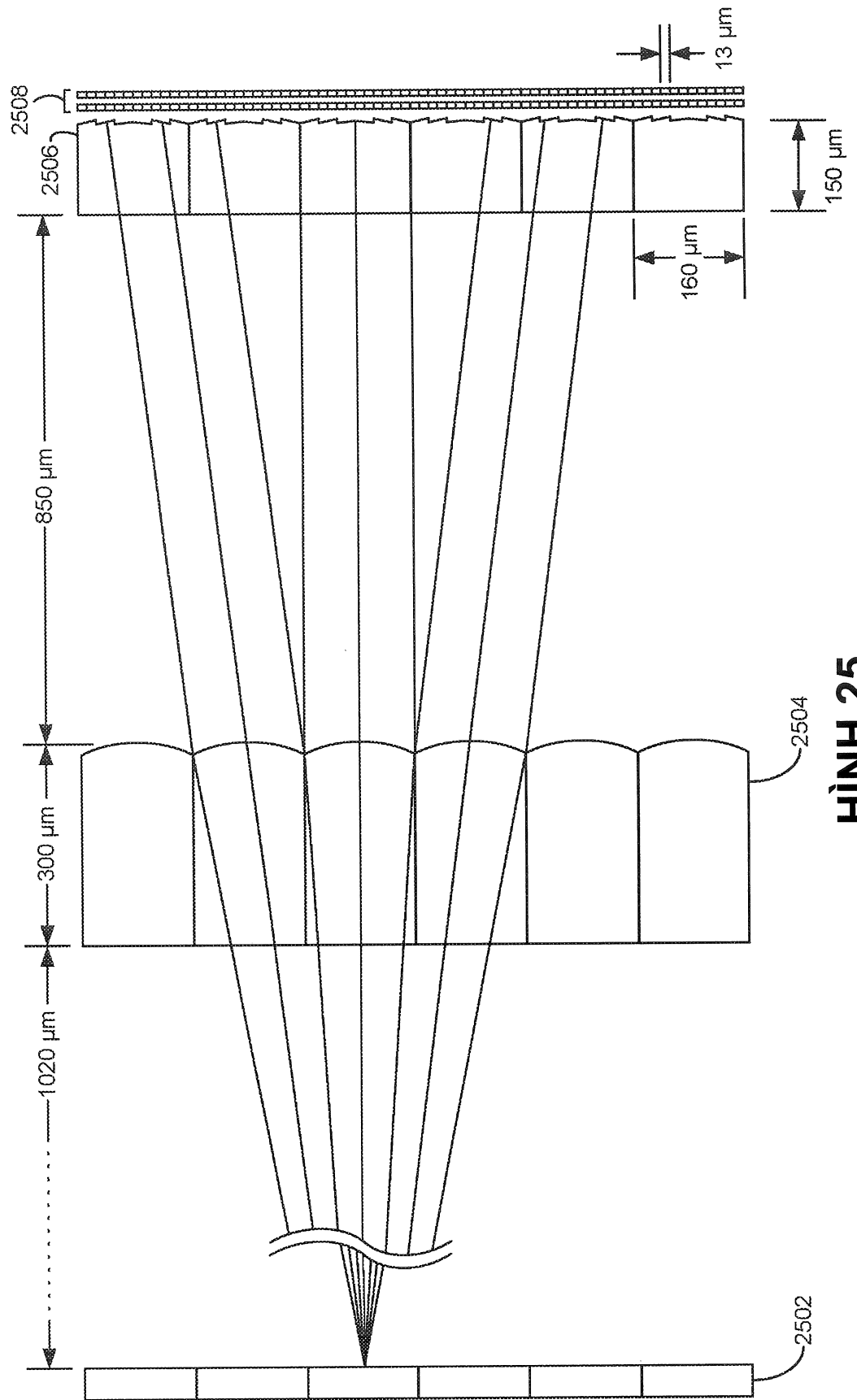
HÌNH 24C

24/28

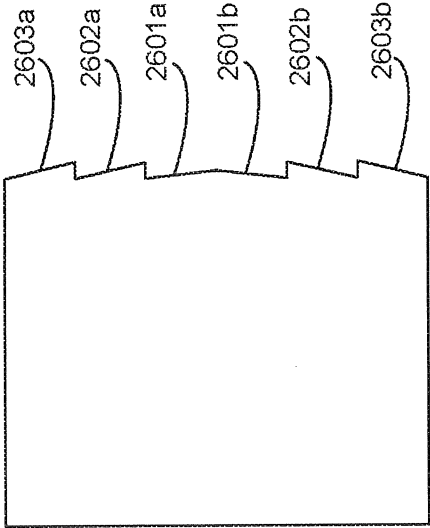


HÌNH 24D

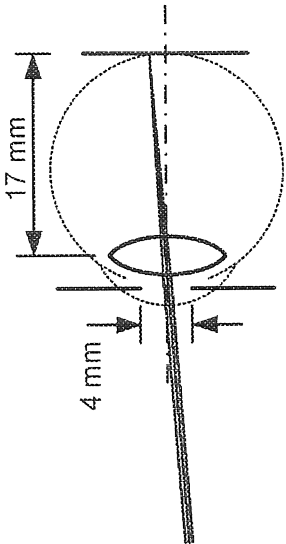
25/28



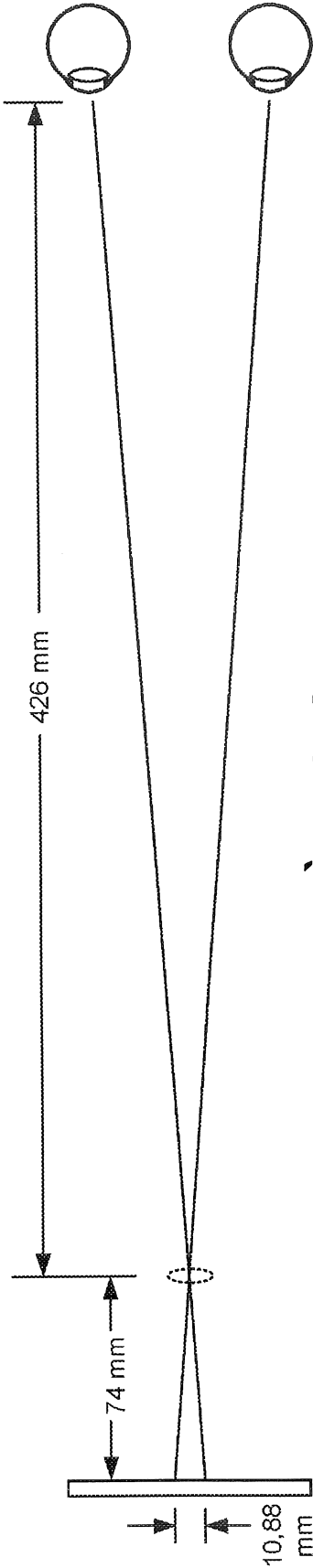
HÌNH 25



HÌNH 26

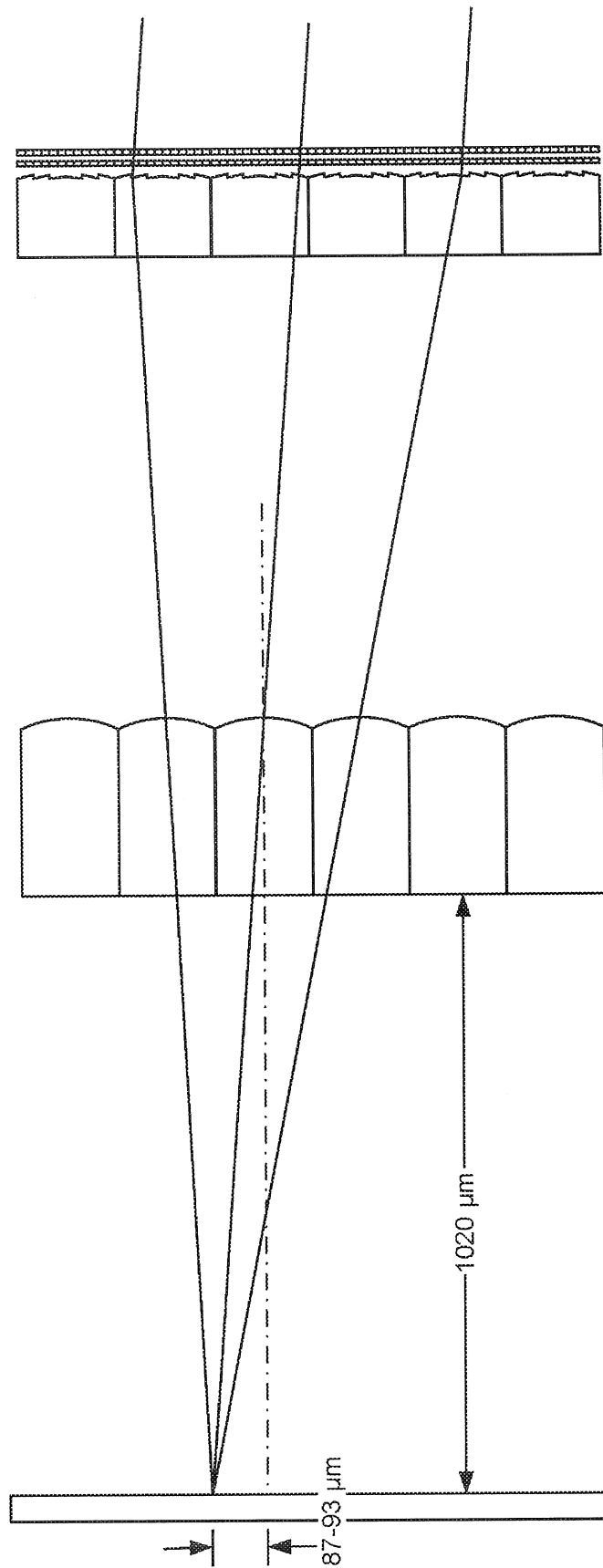


HÌNH 27D

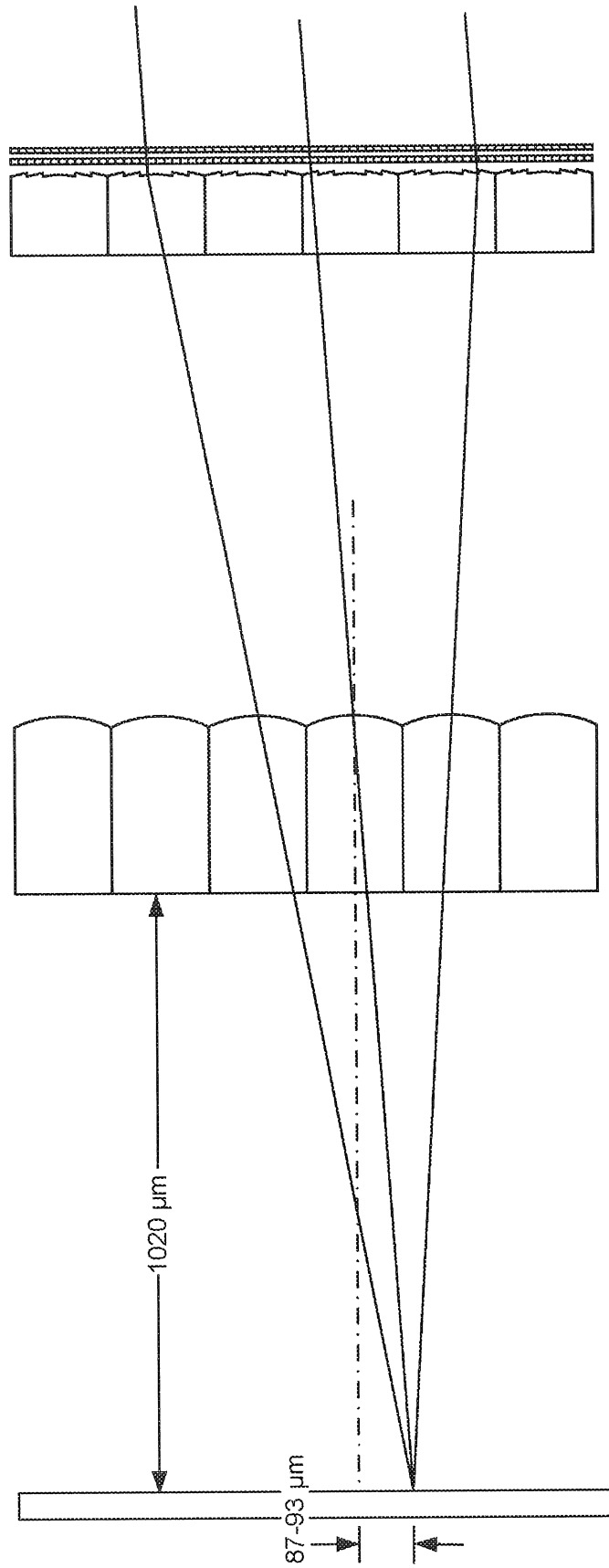


HÌNH 27A

27/28

**HÌNH 27B**

28/28

**HÌNH 27C**