



(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)



1-0053711

(51)^{2020.01} A61B 6/08; G03B 42/02

(13) B

(21) 1-2021-00615

(22) 04/02/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/05/2021 398A

(73) Đại học Bách Khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Trần Kim Tuấn (VN); Bùi Ngọc Hà (VN); Trần Thùy Dương (VN).

(54) CƠ CẤU MỞ RỘNG VÙNG THU NHẬN ẢNH CỦA HỆ THIẾT BỊ CHỤP ẢNH
CẮT LỚP

(21) 1-2021-00615

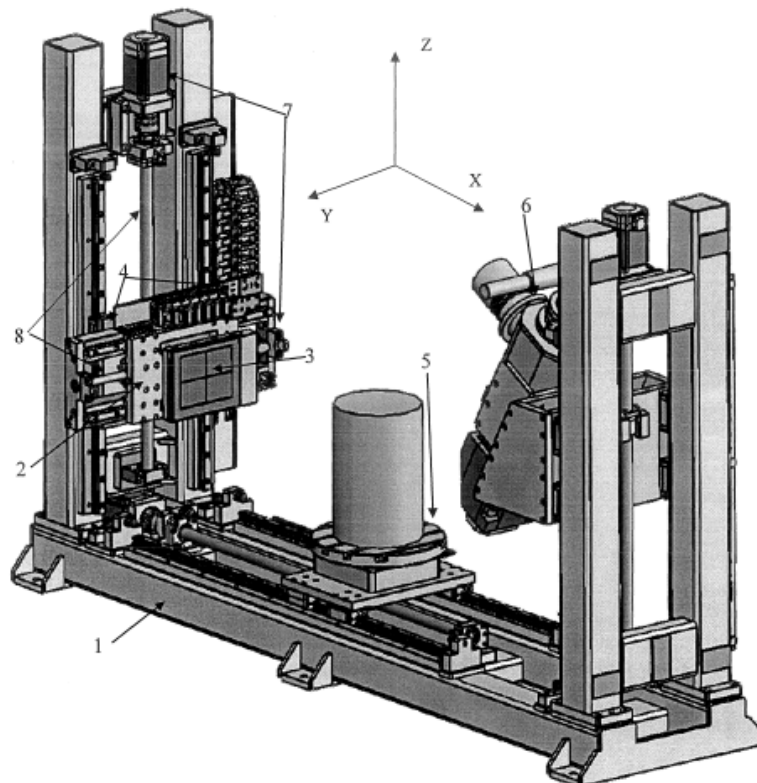
(57) Sáng chế này đề cập tới kỹ thuật chụp hình cắt lớp sử dụng chùm tia bức xạ hình nón phát ra từ máy phát tia X, phương pháp thu nhận và tái tạo hình ảnh đối với các vật chụp có kích thước lớn. Cụ thể là cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh của hệ thiết bị chụp ảnh cắt lớp bao gồm:

bộ gá tấm phim ghi nhận bức xạ (6) được gắn trên cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh; cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh để di chuyển tịnh tiến bộ gá tấm phim ghi nhận bức xạ (6) trên mặt phẳng vuông góc với phương di chuyển tịnh tiến của cụm bàn xoay vật mẫu (9), trong đó cơ cấu này bao gồm:

bộ truyền động theo phương ngang (phương Y) bao gồm trục vít me (8) và thanh trượt; bộ truyền động theo phương thẳng đứng (phương Z) bao gồm trục vít me (8) và thanh trượt;

trong đó bộ truyền động theo phương ngang liên kết và vuông góc với bộ truyền động theo phương thẳng đứng;

các vít vi chỉnh (4) được gắn ở vị trí liên kết giữa bộ truyền động theo phương ngang và bộ truyền động theo phương thẳng đứng.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới kỹ thuật chụp hình cắt lớp sử dụng chùm tia bức xạ hình nón phát ra từ máy phát tia X, phương pháp thu nhận và tái tạo hình ảnh đối với các vật chụp có kích thước lớn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chụp hình cắt lớp CT là kỹ thuật kiểm tra không phá hủy sử dụng tia X. Hiện nay, kỹ thuật này được sử dụng phổ biến trong lĩnh vực chẩn đoán hình ảnh y tế, giúp cho bác sĩ phát hiện các thương tổn bên trong của bệnh nhân một cách rõ ràng. Trong lĩnh vực công nghiệp, kỹ thuật chụp hình cắt lớp CT cũng đang ngày càng trở nên phổ biến, hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT có thể được sử dụng trong lĩnh vực kiểm tra, đo lường, phân tích vật liệu của sản phẩm. Nhờ vào khả năng đâm xuyên của chùm tia bức xạ mà kỹ thuật cắt lớp CT hình nón (hay còn gọi là kỹ thuật cắt lớp CT ba chiều có thể mang lại hình ảnh tái tạo cấu trúc 3 chiều của đối tượng chụp, chứ không phải chỉ là biên dạng bề mặt như trong các kỹ thuật quét khác.

Cấu hình chụp của hệ thiết bị cắt lớp CT hình nón thông thường bao gồm: máy phát tia X và tấm phim ghi nhận bức xạ được gắn trên khung máy, pháp tuyến của tấm phim trùng với tâm chùm tia phát ra từ máy phát; vật mẫu được đặt trên bộ giá có thể quay tròn quanh trục vuông góc và giao với tâm chùm tia bức xạ. Quá trình thu nhận hình ảnh (còn gọi là quá trình quét) là quá trình tấm phim bức xạ sẽ ghi nhận hình ảnh chiếu xạ của vật thể ở các góc khác nhau, các hình ảnh chiếu này sau đó sẽ được tái tạo nhằm thu được hình ảnh cấu trúc ba chiều của đối tượng chụp. Hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT hình nón đã được một số hãng phát triển thành sản phẩm thương mại trên thế giới. Tuy nhiên, hiện nay hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT hình nón vẫn đang được tiếp tục nghiên cứu, phát triển vì còn tồn tại những vấn đề cần tối ưu như sau: kích thước của vật thể có thể chụp được phụ thuộc vào kích thước của tấm phim ghi nhận bức xạ. Do vấn đề về công nghệ chế tạo, các tấm phim có kích thước lớn có giá rất đắt,

điều này ảnh hưởng rất lớn đến chi phí chế tạo hệ thiết bị, và đây cũng chính là nhược điểm lớn của kỹ thuật cắt lớp CT so với các kỹ thuật quét ảnh khác.

Một yêu cầu rất quan trọng của các kỹ thuật đo kiểm, quét ảnh đó chính là độ phân giải, độ chính xác của phép quét. Do đó, việc tăng kích thước của tấm phim không có nghĩa là ta có thể giảm độ phân giải bằng cách tăng kích thước mỗi điểm ảnh mà ta cần phải giữ nguyên thậm chí làm giảm kích thước điểm ảnh để đạt được độ phân giải tốt hơn. Điều này sẽ dẫn tới kích thước của mỗi ảnh chiếu lớn hơn và làm cho khối lượng dữ liệu cần tính toán tăng mạnh. Ví dụ, trong công nghiệp hiện nay, kích thước điểm ảnh nhỏ nhất của một tấm phim dùng trong cắt lớp CT rơi vào khoảng 0.05mm, tấm phim ghi nhận bức xạ trong hệ thống CT công nghiệp thường có kích thước 500x500mm, như vậy kích thước của mỗi ảnh hình chiếu thu được sẽ là 10.000x10.000 pixel. Để tái tạo được hình ảnh này trên máy tính ta cần phải tạo ra một ma trận có kích thước 10.000x10.000x10.000 điểm, giả sử mỗi điểm chiếm 2Byte bộ nhớ dẫn đến bộ nhớ tính toán (trên RAM) cần tạo ra là 2.000GB. Ngoài ra để xử lý được lượng lớn dữ liệu kể trên trong thời gian phù hợp cũng cần phải có bộ xử lý (CPU) và card đồ họa (GPU) thật mạnh mẽ. Tuy nhiên, nếu với đầu dò có kích thước chỉ vào khoảng 100x100mm sẽ tạo ra ảnh với kích thước 2.000x2.000 pixel, với cùng điều kiện dữ liệu như trên bộ nhớ tính toán lúc này chỉ cần tới 16GB (giảm hơn 125 lần so với trước đó), điều này giúp cho một máy tính với cấu hình cơ bản cũng có thể đáp ứng được việc thu thập, xử lý và tái tạo hình ảnh ba chiều của vật thể.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tạo ra hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT hình nón có cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh, cụ thể bằng cách chỉ sử dụng tấm phim ghi nhận tia X có kích thước nhỏ mà vẫn có thể chụp được các vật thể có kích thước lớn hơn kích thước của tấm phim. Điều này có ý nghĩa rất lớn trong việc giảm chi phí sản xuất, bảo dưỡng của hệ thiết bị, từ đó thúc đẩy hơn nữa ứng dụng của hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT trong đo lường, kiểm tra các sản phẩm công nghiệp.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất thiết kế phần cơ khí cho hệ thiết bị chụp hình cắt lớp CT hình nón bao gồm: phần vỏ máy là một vỏ kín có bọc chì để che chắn bức xạ,

phần khung máy có chứa máy phát tia X, bộ xoay vật mẫu và tích hợp cơ cấu để đầu dò có thể chuyển động nhằm thu được hình ảnh của toàn bộ vật mẫu với kích thước lớn.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất giải pháp thu nhận dữ liệu và tái tạo hình ảnh, điểm mới của giải pháp này là thuật toán ghép trường chiếu để có thể tái tạo hình ảnh được một cách chính xác. Ngoài ra, do tái tạo từng phần vật thể chụp nên dung lượng bộ nhớ cũng như thông số CPU, GPU không cần quá cao cấp.

Thông thường, hình học của chùm tia bức xạ có dạng phân kỳ, điều này làm cho kích thước của ảnh thu được luôn lớn hơn kích thước của đối tượng muốn chụp. Do đó, nếu muốn thu được hình ảnh của toàn bộ vật thể, kích thước của vùng ghi nhận ảnh thường lớn hơn kích thước của vật cần chụp. Các máy CT công nghiệp hiện nay đang sử dụng tấm phim ghi nhận bức xạ có kích thước bằng với kích thước vùng ghi nhận cần thiết, điều này thuận lợi cho việc ghi nhận dữ liệu nhưng sẽ làm tăng đáng kể chi phí chế tạo thiết bị cũng như cấu hình cần thiết của hệ thống xử lý tín hiệu.

Bản chất của phân cơ khí theo sáng chế chính là chia nhỏ trường chiếu cần thiết để ghi nhận được hết hình ảnh của mẫu vật lớn thành nhiều vùng ghi nhận có kích thước nhỏ hơn. Đây có thể được coi là kỹ thuật ghép trường chiếu (trường ảnh). Theo thiết kế này, tấm phim sẽ được gắn lên một cơ cấu có khả năng chuyển động tịnh tiến trên mặt phẳng thu ảnh (mặt phẳng mà vuông góc với đường thẳng trung tâm của chùm tia bức xạ), sau đây được gọi là cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh. Trong suốt quá trình chụp, tấm phim sẽ được di chuyển tịnh tiến trên toàn bộ vùng cần ghi nhận hình ảnh. Chuyển động của tấm phim phải rất chính xác để đảm bảo cho các hình chiếu nhỏ của vật thể có mép chồng khít lên nhau, giúp cho việc tạo thành hình ảnh kích thước lớn từ nhiều hình ảnh có kích thước nhỏ hơn không có sai lệch đáng kể.

Cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh có hai bộ truyền động theo hai trục vuông góc, hay bộ truyền động này sử dụng trục vít me và thanh trượt chính xác. Ngoài ra để đảm bảo độ chính xác và bù sai số chuyển động, cơ cấu truyền động có sử dụng động cơ servo kèm theo cảm biến vị trí kết hợp với việc tối ưu thuật toán điều khiển để có thể mang lại hiệu quả cao nhất.

Ngoài yêu cầu về độ chính xác của chuyển động tịnh tiến, mặt phẳng chuyển động của tấm phim cũng cần phải thật vuông góc với đường thẳng trung tâm của chùm tia bức xạ. Độ nghiêng mặt phẳng chuyển động của tấm phim phải đảm bảo sao cho kích thước hình chiếu của vật mẫu không bị sai lệch quá 1pixel (0.05mm) đối với vật mẫu có kích thước lớn nhất. Sai số xuất hiện trong quá trình gia công và lắp ráp sẽ ảnh hưởng một cách ngẫu nhiên đến độ nghiêng của mặt phẳng nhận ảnh. Để hiệu chỉnh lại độ nghiêng mặt phẳng chuyển động của tấm phim, một bộ vi chỉnh bao gồm bốn vít hãm chính xác (vít vị chỉnh) sẽ được gắn tại bốn vị trí trên cơ cấu truyền động của tấm phim. Bằng cách căn chỉnh bốn vít hãm này mà mặt phẳng chuyển động của tấm phim có thể được chỉnh sao cho vuông góc gần như tuyệt đối với tâm chùm tia bức xạ.

Sau thời gian dài hoạt động của hệ thống, thanh trượt, con trượt có thể bị mài mòn, điều này gây ra sai số của chuyển động tịnh tiến, làm tăng độ nghiêng của mặt phẳng chuyển động của tấm phim. Bộ điều khiển có động cơ servo và cảm biến vị trí kết hợp với việc điều chỉnh bốn vít hãm có thể loại bỏ được các sai lệch này.

Như đã đề cập ở phần trên, nếu sử dụng tấm phim có kích thước lớn, trong trường hợp ghi nhận hết hình ảnh có kích thước lớn sẽ cần tới máy tính có cấu hình rất cao để xử lý. Phương pháp thu thập và xử lý dữ liệu trong sáng chế này có thể được gọi là ghi nhận và tái tạo hình ảnh từng phần. Trong đó, vật thể sẽ được quét từng phần nhiều lần, mỗi lần quét thu được một bộ số liệu hình chiếu một phần của vật thể. Kết thúc việc quét của từng phần vật thể nhỏ dữ liệu sẽ được tái tạo để tạo hình ảnh ba chiều của một phần vật thể, sau đó tấm phim mới dịch chuyển đến vị trí tiếp theo để tiếp tục thực hiện phép quét và tái tạo một phần khác của vật thể. Quá trình này sẽ được tiến hành đến khi toàn bộ hình ảnh ba chiều của vật thể được tái tạo hết.

Phương pháp ghi nhận và tái tạo hình ảnh được trình bày trong sáng chế này là một điểm mới, khi mà hình ảnh ba chiều của vật thể được tái tạo từng phần một thay vì tái tạo toàn bộ hình ảnh của cả vật thể như vẫn được thực hiện trước đó. Phương pháp tái tạo hình ảnh cắt lớp CT sử dụng gốc tọa độ là giao điểm giữa đường tâm trường chiếu (là đường thẳng nối từ nguồn phát, đi qua tâm của vùng ghi nhận ảnh và vuông góc với vùng ghi nhận ảnh) với đường thẳng là trục xoay của vật mẫu. Trong trường hợp tấm phim có kích thước lớn, không dịch

chuyển thì tâm của tấm phim trùng với tâm của vùng ghi nhận ảnh. Khi sử dụng kỹ thuật chia nhỏ trường chiếu, lúc này tâm của tấm phim nhỏ có tọa độ thay đổi so với tâm của vùng ghi nhận ảnh ở mỗi phần quét vật khác nhau. Do đó, để có thể tái tạo được hình ảnh từng phần của vật thể thì cần phải thực hiện một phép nội suy, biến đổi tọa độ tương đối của tấm phim nhỏ chuyển động sang hệ tọa độ cố định của trường ảnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, ưu điểm và khía cạnh của sáng chế này sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây, có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ thể hiện thiết kế tổng thể của hệ thiết bị.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện bản vẽ lắp ráp phần khung máy của thiết bị

Mô tả chi tiết sáng chế

Hình 1 mô tả thiết kế tổng thể của hệ thiết bị, trong đó kích thước bao ngoài của hệ thiết bị là 2660x1965x1000 (dài x rộng x cao) bao gồm 4 phần chính: phần bộ máy 1, phần chân đế máy 2, phần vỏ chứa khung máy 3 và phần cửa tự động 4.

Bộ máy 1 là phần được gia công để đặt toàn bộ khung, vỏ máy, khối lượng toàn bộ hệ thiết bị lên tới gần 2 tấn do đó bộ máy được làm bằng thép hộp có bề dày 5mm đủ khả năng chịu tải cho cả hệ thống. Bộ máy được lắp chân đế máy có khả năng tăng chỉnh độ cao với mục đích có thể bám sàn và tạo được độ ngang tương đối cho hệ thiết bị.

Vỏ máy 3 là nơi chứa nguồn phát tia X, tấm phim ghi nhận bức xạ và toàn bộ khung truyền động của hệ thiết bị. Vỏ máy ngoài tác dụng bảo vệ cơ khí, làm đẹp còn có tác dụng che chắn, bảo vệ bức xạ. Do đó, vỏ máy được làm từ hai lớp: lớp bên trong là chì với bề dày 6mm và lớp bên ngoài làm bằng thép có bề dày 6mm, điều này làm cho trọng lượng cả hệ thiết bị lên tới 2 tấn.

Cửa tự động 4 dùng để thay, đặt vật mẫu vào buồng chụp, để bảo vệ an toàn bức xạ cửa tự động được bọc chì, ô kính trong cửa sử dụng kính chì có bề dày được tính toán hợp lý có thể che chắn bức xạ bảo vệ an toàn cho người vận hành. Trên cửa có gắn có cấu điều khiển tự động, ngoài ra trên cửa còn gắn thêm hai khóa liên động phục vụ cho mục đích an

toàn, trong trường hợp thiết bị đang hoạt động (máy phát tia X đang phát tia) nếu vì một nguyên nhân nào đó khiến cho cửa tự động mở ra, ngay lập tức lúc này khóa liên động sẽ được kích hoạt và điều khiển cho máy phát tia X dừng hoạt động.

Hình 2 mô tả cấu tạo chi tiết phần khung truyền động của hệ thiết bị bao gồm: khung cơ khí 1, cụm đỡ tấm phim bức xạ 2, tấm phim bức xạ 3, bốn vít vi chỉnh 4, cụm bàn xoay vật mẫu 5 và cụm gá máy phát tia X 6.

Hình 2 minh họa cấu tạo chi tiết phần khung truyền động của hệ thiết bị, hệ thiết bị này có cụm gá máy phát tia X (10), cụm bàn xoay vật mẫu 9 dịch chuyển tịnh tiến được theo một phương (phương X) và cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh. Cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh này di chuyển tịnh tiến bộ gá tấm phim ghi nhận bức xạ 6 trên mặt phẳng vuông góc với phương di chuyển tịnh tiến của cụm bàn xoay vật mẫu 9, , trong đó cơ cấu này bao gồm: bộ truyền động theo phương ngang (phương Y) bao gồm trục vít me 8 và thanh trượt; bộ truyền động theo phương thẳng đứng (phương Z) bao gồm trục vít me và thanh trượt; trong đó bộ truyền động theo phương ngang liên kết và vuông góc với bộ truyền động theo hướng thẳng đứng; và các vít vi chỉnh 4 được gắn ở vị trí liên kết giữa bộ truyền động theo phương ngang và bộ truyền động theo phương thẳng đứng.

Khung cơ khí 1 dùng để gắn cụm máy phát tia X, cụm bàn xoay vật mẫu và cụm đỡ tấm phim ghi nhận bức xạ, yêu cầu của khung cơ khí phải đảm bảo độ song phẳng và vuông góc giữa các trục. Khung cơ khí được chế tạo bằng thép hộp, sử dụng công nghệ hàn kết hợp với phay vi tính để có thể đảm bảo được các tiêu chí về hình học chiếu của hệ.

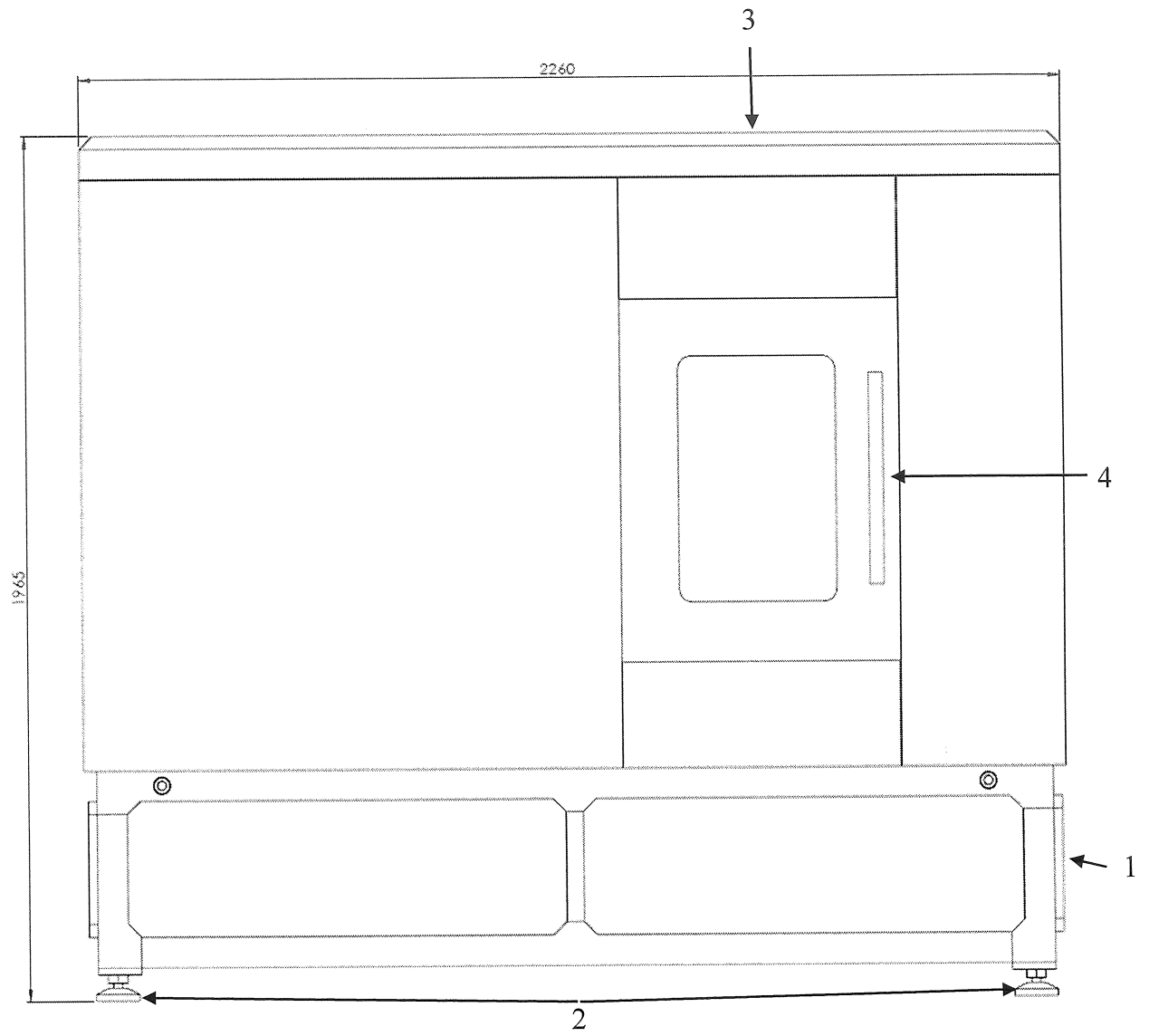
Tấm phim bức xạ 3 được gắn lên cụm đỡ 2 có thể chuyển động trên mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng ngang chứa bàn xoay vật mẫu. Khi chụp ảnh vật mẫu có kích thước lớn hơn kích thước của tấm phim thì tấm phim sẽ chuyển động tịnh tiến để mở rộng kích thước trường chiếu. Chuyển động của tấm phim được điều khiển thông qua động cơ servo 7 và trục vít me 8. Bốn vít vi chỉnh 4 được gắn tại mặt dưới của cụm đỡ tấm phim bức xạ có tác dụng căn chỉnh độ vuông góc giữa tấm phim và đường tâm trường chiếu.

Bàn xoay vật mẫu số 5 dùng để xoay vật mẫu nhằm thu được hình chiếu của vật thể ở các góc khác nhau. Tại mỗi lần thu nhận dữ liệu của một phần vật thể, bàn quay sẽ quay một

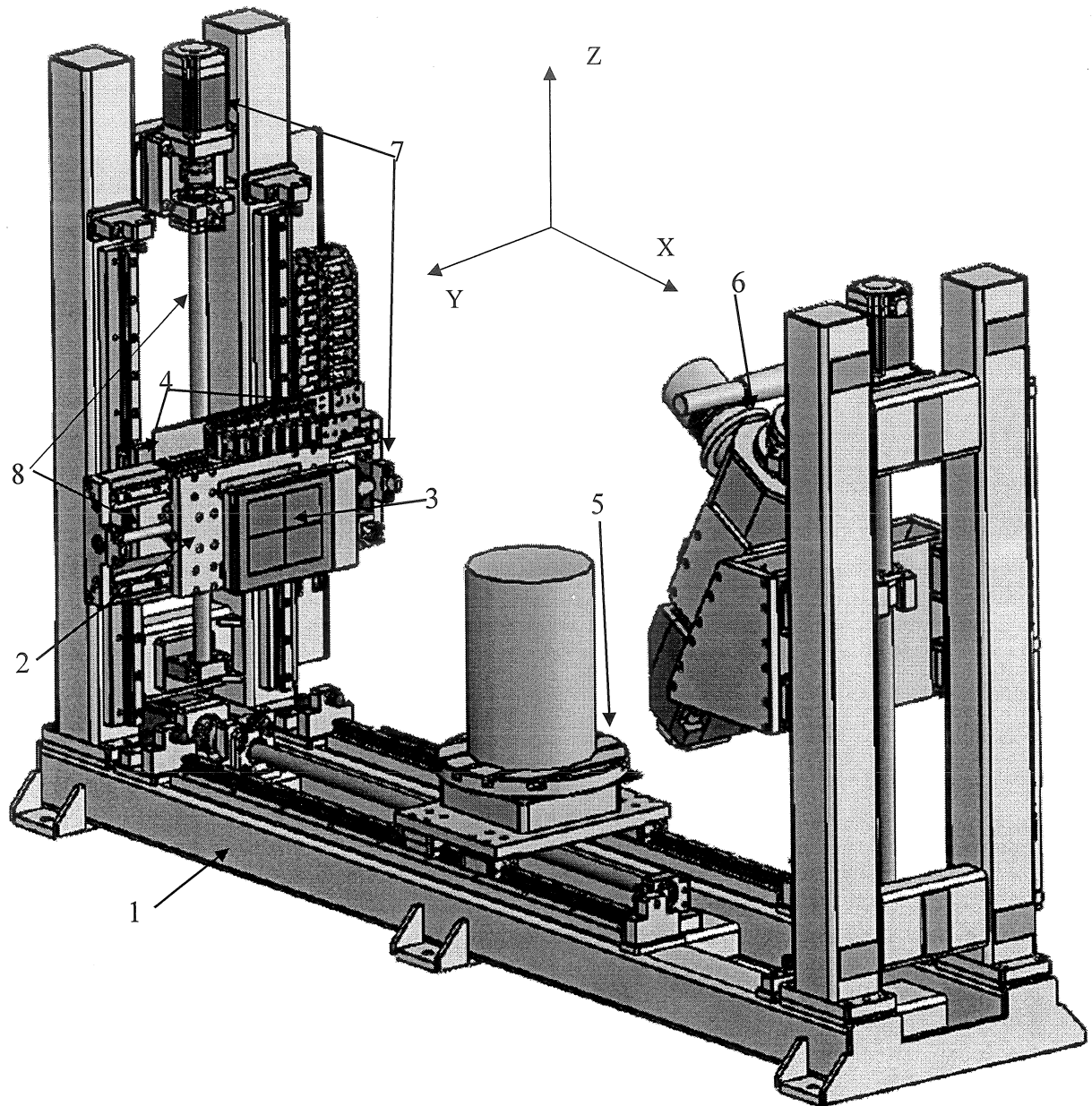
góc 360 độ với bước dịch chuyển góc là 0.5 hoặc 1 độ. Chuyển động quay của bàn xoay cũng cần phải được thực hiện rất chính xác thông qua bộ giảm tốc và động cơ servo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh của hệ thiết bị chụp ảnh cắt lớp, trong đó hệ thiết bị này bao gồm cụm giá máy phát tia X (10); cụm bàn xoay mẫu vật (9) dịch chuyển tịnh tiến được theo một phương (phương X), trong đó cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh bao gồm:
 - bộ giá tám phim ghi nhận bức xạ (6) được gắn trên cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh;
 - cơ cấu mở rộng vùng thu nhận ảnh để di chuyển tịnh tiến bộ giá tám phim ghi nhận bức xạ (6) trên mặt phẳng vuông góc với phương di chuyển tịnh tiến của cụm bàn xoay vật mẫu (9), trong đó cơ cấu này bao gồm:
 - bộ truyền động theo phương ngang (phương Y) bao gồm trục vít me (8) và thanh trượt;
 - bộ truyền động theo phương thẳng đứng (phương Z) bao gồm trục vít me (8) và thanh trượt;
 - trong đó bộ truyền động theo phương ngang liên kết và vuông góc với bộ truyền động theo phương thẳng đứng;
 - các vít vi chỉnh (4) được gắn ở vị trí liên kết giữa bộ truyền động theo phương ngang và bộ truyền động theo phương thẳng đứng.
2. Cơ cấu theo điểm 1, trong đó bộ giá tám phim ghi nhận bức xạ (6) được gắn lên bộ truyền động theo phương ngang.
3. Cơ cấu theo điểm 1, trong đó bộ giá tám phim ghi nhận bức xạ (6) được gắn lên bộ truyền động theo phương thẳng đứng.



Hình 1



Hình 2