



(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)



1-0051330

(51)^{2020.01} G06F 11/14

(13) B

(21) 1-2021-01240

(22) 03/09/2019

(86) PCT/CN2019/104163 03/09/2019

(87) WO2020/048442 12/03/2020

(30) 201811028931.7 05/09/2018 CN; 201811451958.7 30/11/2018 CN

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/06/2021 399A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, P. R. China

(72) LIU, Guoxia (CN); WU, Liming (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG, VÀ ĐĨA
CỨNG BỘ NHỚ BẤT KHẢ BIẾN NHANH

(21) 1-2021-01240

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng. Phương pháp này được thực hiện bởi bộ điều khiển mảng (101) trong mảng lưu trữ (100). Mảng lưu trữ (100) bao gồm nhiều đĩa cứng (105, 106, 107, và 108), mỗi trong số các đĩa cứng (105, 106, 107, và 108) được chia thành nhiều khoanh, và nhiều khoanh của các đĩa cứng khác nhau (105, 106, 107, và 108) tạo ra nhóm khoanh bằng cách sử dụng thuật toán thừa. Phương pháp này bao gồm các bước: thu được thông tin lỗi của vùng lỗi mà trong đĩa cứng thứ nhất và trong đó lỗi xuất hiện; khi thông tin lỗi chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất, xác định khoanh lỗi trong đó dữ liệu bị mất được định vị; khôi phục dữ liệu trong khoanh lỗi bằng cách sử dụng khoanh khác trong nhóm khoanh mà khoanh lỗi thuộc vào đó; lưu trữ dữ liệu được khôi phục trong khoanh được khôi phục, trong đó khoanh được khôi phục được định vị trong đĩa cứng thứ hai, và đĩa cứng thứ hai là đĩa cứng khác các đĩa cứng trong đó nhóm khoanh được định vị; và ghi sự tương ứng giữa địa chỉ của dữ liệu trong khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất và địa chỉ của dữ liệu được khôi phục được chèn trong đĩa cứng thứ hai. Sáng chế còn đề cập đến bộ điều khiển mảng và đĩa cứng.

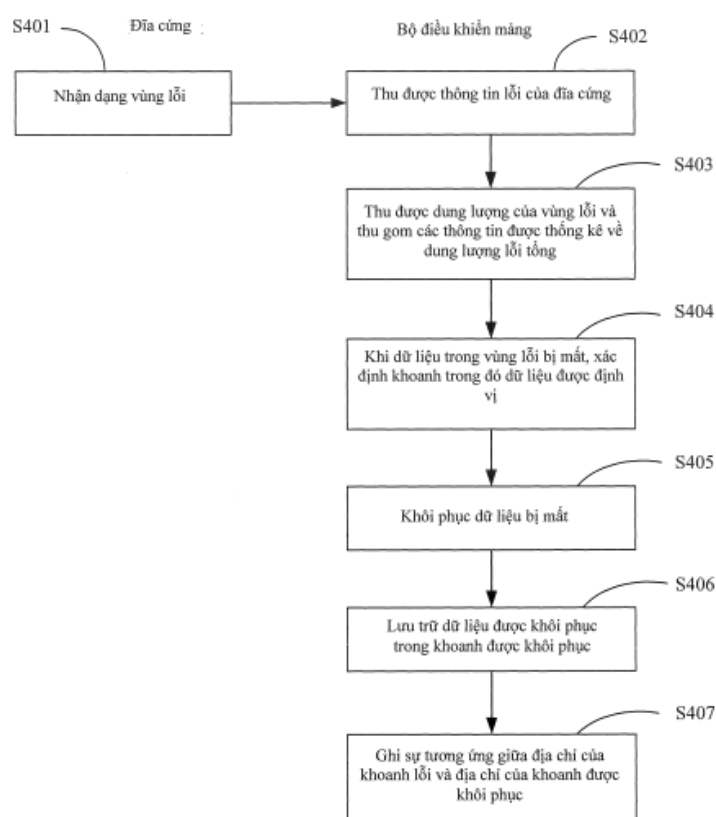


Fig.4

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực các công nghệ lưu trữ, và cụ thể là, đến phương pháp xử lý được thực hiện sau khi vùng lưu trữ trong đĩa cứng lỗi, và bộ điều khiển mảng và đĩa cứng mà thực hiện phương pháp xử lý.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bởi vì dữ liệu có thể không được ghi vào đĩa trạng thái rắn trong vùng cục bộ nhưng chỉ trong vùng từ xa, một phần của khoảng không thừa cần phải được dự trữ trong đĩa trạng thái rắn đối với dữ liệu cần phải được ghi vào đĩa trạng thái rắn, để cải thiện hiệu suất của đĩa trạng thái rắn. Dung lượng định mức được đề cập đến bởi đĩa trạng thái rắn không bao gồm dung lượng của khoảng không thừa.

Khi lỗi xuất hiện ở một vùng (ví dụ, DIE lỗi, mà một cách vắn tắt được gọi là vùng lỗi bên dưới) trong đĩa trạng thái rắn, theo thứ tự không làm giảm dung lượng định mức, vùng lỗi cần phải được bù cho bằng cách sử dụng dung lượng của khoảng không thừa. Vì vậy, dung lượng của khoảng không thừa được làm giảm. Độ mòn của đĩa trạng thái rắn được tăng lên do sự làm giảm của khoảng không thừa, do đó ảnh hưởng đến hiệu suất của đĩa trạng thái rắn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý được thực hiện sau khi vùng lỗi xuất hiện trong đĩa cứng. Theo phương pháp xử lý, sau khi vùng lỗi xuất hiện trong đĩa cứng, khoảng không thừa của đĩa cứng không được làm giảm, và do đó độ mòn của đĩa cứng không tăng lên.

Khía cạnh thứ nhất theo các phương án của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng. Phương pháp này được thực hiện bởi bộ điều khiển mảng trong mảng lưu trữ. Mảng lưu trữ bao gồm nhiều đĩa cứng, mỗi trong số các đĩa cứng được chia thành nhiều khoanh, và nhiều khoanh của các đĩa cứng khác nhau tạo ra nhóm khoanh

bằng cách sử dụng thuật toán thừa. Phương pháp này bao gồm các bước: thu được thông tin lỗi của vùng lỗi mà trong đĩa cứng thứ nhất và trong đó lỗi xuất hiện; khi thông tin lỗi chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất, xác định khoanh lỗi trong đó dữ liệu bị mất được định vị; khôi phục dữ liệu trong khoanh lỗi bằng cách sử dụng khoanh khác trong nhóm khoanh mà khoanh lỗi thuộc vào đó; lưu trữ dữ liệu được khôi phục trong khoanh được khôi phục, trong đó khoanh được khôi phục được định vị trong đĩa cứng thứ hai, và đĩa cứng thứ hai là đĩa cứng khác các đĩa cứng trong đó nhóm khoanh được định vị; và ghi sự tương ứng giữa địa chỉ của dữ liệu trong khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất và địa chỉ của dữ liệu được khôi phục được chèn trong đĩa cứng thứ hai.

Dữ liệu bị mất trong khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất được khôi phục đến khoanh được khôi phục trong đĩa cứng thứ hai, và sự tương ứng giữa địa chỉ của khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất và địa chỉ của khoanh được khôi phục trong đĩa cứng thứ hai được ghi. Theo cách này, khoảng không thừa của đĩa cứng thứ nhất không được làm giảm, sao cho hiệu suất của đĩa cứng thứ nhất được đảm bảo.

Theo phương án thuộc khía cạnh thứ nhất, hai cách thu được thông tin lỗi của vùng lỗi mà trong đĩa cứng thứ nhất và trong đó lỗi xuất hiện được đề cập đến. Theo cách thứ nhất, bộ điều khiển mảng nhận thông tin lỗi được báo cáo bởi đĩa cứng thứ nhất. Theo cách thứ hai, bộ điều khiển mảng gửi lệnh hỏi lỗi đến đĩa cứng thứ nhất, và sau đó nhận thông tin lỗi được báo cáo bởi đĩa cứng thứ nhất theo lệnh hỏi lỗi.

Một cách tùy chọn, thông tin lỗi bao gồm ký hiệu nhận dạng chỉ báo dữ liệu có bị mất hay không, và nó được xác định, dựa vào ký hiệu nhận dạng, rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất.

Theo phương án của khía cạnh thứ nhất, hai cách xác định khoanh lỗi trong đó dữ liệu bị mất được định vị được đề cập đến. Theo cách thứ nhất, bộ điều khiển mảng thu được địa chỉ của khoanh thứ nhất trong đĩa cứng thứ nhất trong đĩa cứng thứ nhất; và gửi lệnh hỏi mất dữ liệu đến đĩa cứng thứ nhất, trong đó lệnh hỏi mang địa chỉ của khoanh thứ nhất trong đĩa cứng thứ nhất. Sau khi nhận lệnh hỏi, đĩa cứng thứ nhất xác định có hay không địa chỉ được mang trong lệnh hỏi bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, và nếu địa chỉ này được mang trong lệnh hỏi bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, đĩa cứng thứ nhất sử dụng thông điệp quay trở lại của

lệnh hỏi để mang thông tin chỉ báo chỉ báo rằng khoan thứ nhất bao gồm dữ liệu bị mất; hoặc nếu địa chỉ được mang trong lệnh hỏi không bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, đĩa cứng thứ nhất sử dụng thông điệp quay trở lại của lệnh hỏi để mang thông tin chỉ báo chỉ báo rằng khoan thứ nhất không bao gồm dữ liệu bị mất. Sau khi nhận thông tin chỉ báo mà được trở về bởi đĩa cứng thứ nhất và chỉ báo có hay không khoan thứ nhất bao gồm dữ liệu bị mất, nếu bộ điều khiển mảng xác định là thông tin chỉ báo chỉ báo rằng khoan thứ nhất bao gồm dữ liệu bị mất, bộ điều khiển mảng xác định rằng khoan thứ nhất là khoan lỗi; và sau đó tạo ra lệnh hỏi mất dữ liệu mới, trong đó lệnh hỏi mất dữ liệu mới mang địa chỉ của khoan thứ hai trong đĩa cứng thứ nhất trong đĩa cứng thứ nhất.

Theo cách thứ hai xác định khoan lỗi trong đó dữ liệu bị mất được định vị, bộ điều khiển mảng gửi lệnh hỏi vùng lỗi đến đĩa cứng thứ nhất; nhận thông tin mà được trở về bởi đĩa cứng thứ nhất và mà bao gồm địa chỉ của vùng lỗi; và xác định khoan lỗi dựa vào địa chỉ của vùng lỗi.

Một cách tùy chọn, thông tin lỗi bao gồm dung lượng của vùng lỗi. Phương pháp này còn bao gồm các bước: thu được dung lượng của vùng lỗi mà trong thông tin lỗi, và bổ sung dung lượng của vùng lỗi vào dung lượng lỗi tổng của đĩa cứng thứ nhất; và khi xác định rằng dung lượng lỗi tổng lớn hơn trị số được thiết lập trước, thúc đẩy người dùng thay thế đĩa cứng thứ nhất.

So sánh với giải pháp kỹ thuật đã biết trong đó độ mòn của đĩa cứng được phát hiện, cách phát hiện dung lượng tổng bị mất bởi đĩa cứng để xác định có thay thế đĩa cứng hay không thuận tiện hơn và chính xác hơn.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng. Phương pháp được thực hiện bởi bộ điều khiển mảng trong mảng lưu trữ, mảng lưu trữ này bao gồm đĩa cứng thứ nhất, và đĩa cứng thứ nhất bao gồm vùng lỗi. Phương pháp này bao gồm các bước: thu được thông tin lỗi của vùng lỗi; xác định dung lượng của vùng lỗi dựa vào thông tin lỗi; di chuyển một số dữ liệu trong đĩa cứng thứ nhất sang đĩa cứng thứ hai dựa vào dung lượng; và ghi quan hệ ánh xạ giữa địa chỉ của dữ liệu được di chuyển trong đĩa cứng thứ nhất và địa chỉ của dữ liệu được di chuyển trong đĩa cứng thứ hai.

Một cách tùy chọn, đĩa cứng thứ nhất và đĩa cứng khác trong mảng lưu trữ tạo ra đĩa logic bằng cách sử dụng thuật toán thừa. Phương pháp này còn bao gồm các bước: xác định, dựa vào thông tin lỗi, có hay không dữ liệu trong đĩa cứng thứ nhất bị mất; và nếu dữ liệu trong đĩa cứng thứ nhất bị mất, khôi phục dữ liệu trong đĩa cứng thứ nhất bằng cách sử dụng thuật toán thừa.

Dữ liệu bị mất trong đĩa cứng có thể được khôi phục đúng lúc bằng cách thu được thông tin về dữ liệu bị mất trong đĩa cứng và thuật toán thừa giữa các đĩa cứng.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng, mà được thực hiện bởi đĩa cứng. Phương pháp này bao gồm các bước: phát hiện vùng lỗi trong đĩa cứng; xác định có hay không dữ liệu trong vùng lỗi bị mất; thiết lập, dựa vào kết quả xác định, dấu chỉ báo có hay không dữ liệu trong vùng lỗi bị mất; và báo cáo, đến bộ điều khiển mảng, dấu chỉ báo rằng đĩa cứng bao gồm vùng lỗi và dấu chỉ báo có hay không dữ liệu trong vùng lỗi bị mất mà được sử dụng như thông tin lỗi.

Một cách tùy chọn, đĩa cứng còn ghi dung lượng của vùng lỗi, và báo cáo dung lượng của vùng lỗi mà được sử dụng như thông tin lỗi đến bộ điều khiển mảng.

Bộ điều khiển mảng có thể cảm biến dung lượng bị mất của vùng lỗi bằng cách báo cáo dung lượng của vùng lỗi trong đĩa cứng. Do đó, khi nhận yêu cầu ghi, mảng có thể cấp phát yêu cầu ghi đến đĩa cứng với dung lượng còn lại tương đối lớn, để điều khiển tốt hơn đĩa cứng.

Một cách tùy chọn, phương pháp này còn bao gồm các bước: xác định dung lượng của vùng lỗi có lớn hơn trị số được thiết lập trước hay không; và khi dung lượng của vùng lỗi lớn hơn trị số được thiết lập trước, báo cáo thông tin lỗi đến bộ điều khiển mảng.

Khi dung lượng của vùng lỗi lớn hơn trị số được thiết lập trước, thông tin lỗi được báo cáo, để tránh tác động đến hiệu suất của mảng lưu trữ mà là nguyên nhân bởi việc báo cáo thường xuyên thông tin lỗi.

Theo phương án thực hiện theo khía cạnh thứ ba, khi có các giao thức truyền thông khác nhau giữa đĩa cứng và bộ điều khiển mảng, các cách ghi và báo cáo thông tin lỗi bởi đĩa cứng cũng khác nhau. Khi giao thức truyền thông giữa đĩa cứng và bộ điều khiển mảng là giao thức SCSI, thông tin lỗi được ghi trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin theo giao thức SCSI.

Trong giao thức SCSI, thông tin lỗi được báo cáo theo hai cách. Cách thứ nhất là nhận yêu cầu I/O nhập vào/xuất ra được gửi bởi bộ điều khiển mảng; và báo cáo thông tin lỗi đến bộ điều khiển mảng bằng cách sử dụng thông tin đáp ứng mà dùng cho yêu cầu I/O và bao gồm trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Cách thứ hai là nhận yêu cầu hỏi thông tin lỗi được gửi bởi bộ điều khiển mảng; và báo cáo thông tin lỗi bằng cách sử dụng thông tin đáp ứng mà dùng cho yêu cầu hỏi thông tin lỗi và bao gồm trang nhập ngoại lệ thông tin.

Khi giao thức truyền thông giữa đĩa cứng và bộ điều khiển mảng là giao thức ATA, thông tin lỗi được ghi trên trang thống kê thiết bị trạng thái rắn theo giao thức ATA, và trong trường hợp này, cách báo cáo thông tin lỗi là nhận yêu cầu hỏi thông tin lỗi được gửi bởi bộ điều khiển mảng; và báo cáo thông tin lỗi bằng cách sử dụng thông tin đáp ứng mà dùng cho yêu cầu hỏi thông tin lỗi và bao gồm trang thống kê thiết bị trạng thái rắn.

Khi giao thức truyền thông giữa đĩa cứng và bộ điều khiển mảng là giao thức NVMe, thông tin lỗi được ghi trong nhật ký thông tin sức khỏe theo giao thức NVMe, và trong trường hợp này, cách báo cáo thông tin lỗi là báo cáo thông tin lỗi bằng cách sử dụng thông tin đáp ứng mà dùng cho yêu cầu sự kiện không đồng bộ và mà bao gồm trang thống kê thiết bị trạng thái rắn.

Khía cạnh thứ tư của sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng. Độ chênh giữa phương pháp xử lý đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ tư và phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ nhất nằm chỉ trong đó sau khi dữ liệu được khôi phục được lưu trữ trong khoanh được khôi phục, khoanh lỗi trong nhóm khoanh được thay thế bởi khoanh được khôi phục, và sự tương ứng giữa khoanh được khôi phục và khoanh lỗi không cần phải được ghi.

Khía cạnh thứ năm của sáng chế đề cập đến bộ điều khiển mảng tương ứng với phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất. Các chức năng được thực hiện bởi các môđun chức năng của bộ điều khiển mảng giống như các bước được bao gồm trong phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ nhất. Các phần chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Khía cạnh thứ sáu của sáng chế đề cập đến bộ điều khiển mảng tương ứng với

phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề xuất theo khía cạnh thứ hai. Các chức năng được thực hiện bởi các môđun chức năng của bộ điều khiển mảng giống như các bước được bao gồm trong phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ hai. Các phần chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Khía cạnh thứ bảy của sáng chế đề cập đến đĩa cứng tương ứng với phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ ba. Các chức năng được thực hiện bởi các môđun chức năng của đĩa cứng giống như các bước được bao gồm trong phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ ba. Các phần chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Khía cạnh thứ tám của sáng chế đề cập đến bộ điều khiển mảng tương ứng với phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề xuất theo khía cạnh thứ tư. Các chức năng được thực hiện bởi các môđun chức năng của bộ điều khiển mảng giống như các bước được bao gồm trong phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được đề cập đến theo khía cạnh thứ tư. Các phần chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Khía cạnh thứ chín của sáng chế đề cập đến bộ điều khiển mảng. Bộ điều khiển mảng bao gồm bộ xử lý và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, phương tiện lưu trữ lưu trữ lệnh chương trình, và bộ xử lý chạy lệnh chương trình để thực hiện phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng theo khía cạnh thứ nhất, khía cạnh thứ hai, hoặc khía cạnh thứ tư.

Khía cạnh thứ mười của sáng chế đề cập đến đĩa cứng. Đĩa cứng bao gồm bộ xử lý và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, phương tiện lưu trữ lưu trữ lệnh chương trình, và bộ xử lý chạy lệnh chương trình để thực hiện phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng theo khía cạnh thứ ba.

Khía cạnh thứ mười một của sáng chế đề cập đến phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ lệnh, và khi lệnh chạy trên máy tính, máy tính được tạo khả năng để thực hiện phương pháp theo khía cạnh thứ nhất, khía cạnh thứ hai, khía cạnh thứ ba, hoặc khía cạnh thứ tư.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế này hoặc theo

giải pháp kỹ thuật đã biết một cách rõ ràng hơn, phần sau mô tả một cách vắn tắt các hình vẽ kèm theo để mô tả các phương án hoặc giải pháp kỹ thuật đã biết.

Fig.1 là sơ đồ cấu trúc của mảng lưu trữ;

Fig.2 là sơ đồ dưới dạng giản đồ để tạo ra đĩa logic bởi bộ điều khiển mảng theo phương án 1 của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ dưới dạng giản đồ nhằm tạo ra khoảng không dự trữ nóng và khoảng không thừa bởi mảng lưu trữ theo phương án 1 của sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ để xử lý vùng lỗi trong đĩa cứng bởi mảng lưu trữ theo phương án 1 của sáng chế;

Fig.5 thể hiện mã ASC và mã ASCQ mà chỉ báo vùng lỗi trong đĩa cứng và được xác định theo giao thức SCSI theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ của một ví dụ của trang nhật ký ngoại lệ thông tin theo giao thức SCSI theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ dưới dạng giản đồ của dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả trong thông tin trở lại của yêu cầu I/O theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ dưới dạng giản đồ của trang thống kê thiết bị trạng thái rắn được xác định theo giao thức ATA theo một phương án của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ dưới dạng giản đồ của nhật ký thông tin sức khỏe được xác định theo giao thức NVMe theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 là lưu đồ của phương pháp xử lý được thực hiện khi bộ điều khiển mảng nhận yêu cầu ghi lại theo một phương án của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ dưới dạng giản đồ để tạo ra đĩa logic bởi bộ điều khiển mảng bằng cách sử dụng nhiều đĩa cứng độc lập và thuật toán RAID theo phương án 2 của sáng chế;

Fig.12 là lưu đồ của phương pháp để xử lý vùng lỗi trong đĩa cứng theo phương án 2 của sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ môđun của đĩa cứng theo một phương án của sáng chế;

Fig.14 là sơ đồ môđun của bộ điều khiển mảng theo phương án 1 của sáng chế;

và

Fig.15 là sơ đồ môđun của bộ điều khiển mảng theo phương án 2 của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau mô tả một cách rõ ràng và hoàn thiện các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo theo các phương án của sáng chế. Rõ ràng là các phương án được mô tả chỉ là một số nhưng không phải toàn bộ các phương án của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ cấu trúc của mảng lưu trữ 100. Mảng lưu trữ 100 bao gồm bộ điều khiển mảng 101, nhiều đĩa cứng 105 đến 108, bộ nhớ 103, giao diện truyền thông 104, và bus 102. Bộ điều khiển mảng 101 được tạo cấu hình để chạy chương trình (không được thể hiện trên hình vẽ) trong bộ nhớ 103 để quản lý các đĩa cứng 105 đến 108 và truy cập dữ liệu trong các đĩa cứng 105 đến 108. Giao diện truyền thông 104 được tạo cấu hình để nối với máy chủ (không được thể hiện trên hình vẽ), và máy chủ có thể truyền lệnh đọc/ghi hoặc lệnh quản lý đến mảng lưu trữ 100 qua giao diện truyền thông 104. Giao diện truyền thông có thể là giao diện bộ nhớ bất khả biến nhanh (Non-Volatile Memory express, NVMe), hoặc có thể là giao diện hệ thống máy tính nhỏ - giao diện SCSI (Small Computer System Interface, SCSI).

Fig.2 là sơ đồ dưới dạng giản đồ trong đó bộ điều khiển mảng 101 tạo ra đĩa logic được bố trí cho máy chủ để sử dụng theo phương án 1 của sáng chế. Khi mảng lưu trữ 100 là mảng chớp sử dụng giao diện NVMe, máy chủ nối thông với mảng lưu trữ 100 bằng cách sử dụng giao thức NVMe, và đĩa logic được tạo ra bởi mảng lưu trữ 100 có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng khoảng không tên (Namespace) được xác định theo giao thức NVMe. Khi mảng lưu trữ 100 là mảng lưu trữ sử dụng giao diện SCSI, máy chủ nối thông với mảng lưu trữ 100 bằng cách sử dụng giao thức SCSI, và đĩa cứng có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng số đơn vị logic (Logic Unit Number, LUN) được xác định theo giao thức SCSI. Theo phương án trên Fig.2, quá trình trong đó bộ điều khiển mảng 101 tạo ra LUN bằng cách sử dụng giao thức SCSI được sử dụng dưới dạng một ví dụ cho phần mô tả.

Như được thể hiện trên Fig.2, mỗi trong số các đĩa cứng 105 đến 108 trong mảng lưu trữ 100 được chia thành các khoanh (chunks) có kích thước giống nhau, và các khoanh thuộc về các đĩa cứng khác nhau tạo ra nhóm khoanh (chunk group) bằng cách

sử dụng thuật toán mảng thừa của các đĩa độc lập (redundant arrays of independent drives, RAID). Như được thể hiện trên Fig.2, khoan 201 thuộc về đĩa cứng 102, khoan 202 thuộc về đĩa cứng 106, và khoan 203 thuộc về đĩa cứng 107 tạo ra nhóm khoan 204 bằng cách sử dụng thuật toán RAID 5. Khoan 205 thuộc về đĩa cứng 102, khoan 206 thuộc về đĩa cứng 107, và khoan 207 thuộc về đĩa cứng 108 tạo ra nhóm khoan 208 bằng cách sử dụng thuật toán RAID 5. Sau khi nhóm khoan được tạo ra, bộ điều khiển lưu trữ 101 ghi các đĩa cứng trong đó các khoan tạo ra mỗi nhóm khoan được định vị. Bộ lưu trữ 209 được tạo nên dựa vào nhóm khoan, và các đĩa logic chẳng hạn như LUN 0, LUN 1, và LUN 3 được tạo nên dựa vào bộ lưu trữ 209.

Như được thể hiện trên Fig.3, theo phương án này của sáng chế, ngoài bộ tài nguyên lưu trữ 209, mảng lưu trữ 100 còn tạo ra khoảng không dự trữ nóng 210 và khoảng không thừa 211. Khoảng không dự trữ nóng 210 được tạo cấu hình để: sau khi khoan trong đĩa cứng lỗi, khôi phục dữ liệu trong khoan lỗi và thay thế khoan lỗi. Khoảng không thừa là khoảng không được dự trữ bởi mảng lưu trữ 100, mảng lưu trữ 100 không cung cấp kích thước của khoảng không thừa ra bên ngoài, và khoảng không thừa được tạo cấu hình để cải thiện hiệu suất của mảng lưu trữ 100. Khoảng không dự trữ nóng 210 và khoảng không thừa 211 mỗi khoảng không có thể là đĩa cứng đơn, hoặc có thể là khoảng không gộp được tạo ra bởi các khoan trong nhiều đĩa cứng. Theo phương án này của sáng chế, khoảng không dự trữ nóng và khoảng không thừa mỗi khoảng không có thể được chia thành các thành phần hạt có kích thước giống như các khoan, và được tạo cấu hình để thay thế lỗi khoan trong đĩa cứng. Cách để sử dụng khoảng không dự trữ nóng 210 và khoảng không thừa 211 để thay thế khoan lỗi trong đĩa cứng được mô tả chi tiết bên dưới khi phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng được mô tả.

Như được mô tả trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế, theo giải pháp kỹ thuật đã biết, sau khi vùng lỗi (cụ thể là, đoạn khoảng không lưu trữ trong đó lỗi xuất hiện trong đĩa cứng) được tạo ra trong đĩa cứng, ví dụ, sau khi lỗi DIE (chết) trong đĩa cứng, bộ điều khiển mảng 100 không cảm biến lỗi, và do đó không xử lý lỗi. Sau đó, sau khi phát hiện rằng độ mòn của đĩa cứng đạt đến ngưỡng, bộ điều khiển mảng 100 thực hiện một cách trực tiếp việc xử lý thay thế đĩa. Tuy nhiên, khi độ mòn của đĩa cứng không đạt đến ngưỡng, khoảng không thừa của đĩa cứng được làm giảm do vùng lỗi, và

hiệu suất của hệ thống lưu trữ bị ảnh hưởng do sự làm giảm của khoảng không thừa.

Theo phương pháp xử lý lỗi được trình bày theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển mảng 100 có thể xác định khoanh lỗi trong đó vùng lỗi trong đĩa cứng được định vị, và thay thế khoanh lỗi bằng khoanh trong khoảng không thừa 211 hoặc khoảng không dự trữ nóng 210, sao cho hiệu suất của toàn bộ hệ thống lưu trữ không bị ảnh hưởng.

Phần sau mô tả phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng theo phương án của sáng chế bằng cách sử dụng lưu đồ trên Fig.4.

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp để xử lý vùng lỗi trong đĩa cứng bởi hệ thống lưu trữ theo kết cấu được thể hiện trên Fig.2. Các phần mô tả sau được đề xuất chỉ bằng cách sử dụng ví dụ trong đó đĩa cứng 105 trong mảng lưu trữ 100 lỗi.

Bước S401: Đĩa cứng 105 nhận dạng vùng lỗi trong đĩa cứng 105, và tích lũy các dung lượng của các vùng lỗi.

Vùng lỗi có thể là hạt DIE trong vùng chớp của đĩa cứng, hoặc có thể là đoạn khoảng không trong đĩa cứng. Trong quá trình chạy đĩa cứng, đĩa cứng thu gom các thông tin được thống kê về số lượng các lần ngoại lệ của vùng lưu trữ trong đĩa cứng. Khi số lượng các lần của loại ngoại lệ của vùng lưu trữ vượt quá trị số được thiết lập trước, vùng lưu trữ có thể được chỉ báo dưới dạng vùng lỗi. Ngoại lệ có thể là lỗi kiểm tra và hiệu chỉnh lỗi (error checking and correction error, ECC error), lỗi mã ECC không thể sửa chữa được (uncorrectable error-correcting code error, UNC), đáp ứng chậm với I/O, thời gian chờ của đáp ứng với I/O, hoặc tương tự. Vùng lỗi có thể được chỉ báo theo cách bất kỳ theo giải pháp kỹ thuật đã biết. Điều này không bị hạn chế trong bản mô tả này. Chức năng được thực hiện bởi đĩa cứng được áp dụng bởi bộ xử lý (không được thể hiện trên hình vẽ) trong đĩa cứng bằng cách thực thi đoạn mã chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ (không được thể hiện trên hình vẽ) trong đĩa cứng.

Bước S402: Bộ điều khiển mảng 101 thu được thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng 105. Thông tin lỗi bao gồm ký hiệu nhận dạng chỉ báo dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất hay không. Theo một số phương án, thông tin lỗi còn bao gồm dung lượng của vùng lỗi.

Trong ứng dụng thực tế, một số đĩa cứng thực hiện RAID chẳng hạn như RAID

1 hoặc RAID 5 với dung lượng khôi phục dữ liệu trong các đĩa cứng để đảm bảo độ tin cậy dữ liệu. Theo cách này, thậm chí nếu có vùng lỗi trong đĩa cứng, dữ liệu trong vùng lỗi có thể được khôi phục bằng cách sử dụng thuật toán RAID trong đĩa cứng, và do đó dữ liệu không bị mất. Nếu đĩa cứng không thực hiện RAID trong đĩa hoặc thực hiện RAID trong đó dữ liệu có thể không được khôi phục, ví dụ, RAID 0, dữ liệu trong vùng lỗi có thể không được khôi phục, và do đó dữ liệu bị mất. Do đó, theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển mảng 101 thu được ký hiệu nhận dạng chỉ báo dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất hay không, để tiếp theo khôi phục dữ liệu bị mất trong vùng lỗi.

Theo phương án này của sáng chế, đối với các giao thức truyền thông khác nhau giữa đĩa cứng 105 và mảng lưu trữ 100, các cách thu được thông tin lỗi cũng khác nhau. Phần sau mô tả một cách tách biệt các cách thu được thông tin lỗi của vùng lỗi theo các giao thức truyền thông khác nhau.

1. giao thức SCSI

Theo giao thức SCSI hiện có, mã cảm biến bổ sung (additional sense code - ASC) và bộ định tính mã cảm biến việc gắn (attachment sense code qualifier - ASCQ) được xác định, và ASC và các ASCQ khác nhau được sử dụng để nhận dạng ngoại lệ được tạo ra trong đĩa cứng. Sau khi ngoại lệ của đĩa cứng được phát hiện, ASC và ASCQ mà tương ứng với ngoại lệ được ghi trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin (informational exception log page). Trang nhật ký ngoại lệ thông tin là trang nhật ký mà được xác định theo giao thức SCSI và mà được sử dụng để ghi ngoại lệ của đĩa cứng. Theo giao thức SCSI hiện có, khi ASC bằng 5D, nó chỉ báo rằng ngưỡng dự đoán lỗi được vượt quá (FAILURE PREDICTION THRESHOLD EXCEEDED). Cụ thể, khi thông số trong đĩa cứng được kiểm soát vượt quá ngưỡng cụ thể, thông số cần phải được báo cáo đến bộ điều khiển mảng. Mỗi thông số mà cần phải được phát hiện trong đĩa cứng được xác định trong mỗi ASCQ tương ứng với 5D. Bởi vì ASCQ được sử dụng để báo cáo vùng lỗi trong đĩa cứng không được xác định theo giao thức SCSI hiện có, và dung lượng của vùng lỗi không thể được báo cáo, mã ASCQ 6D và 6E chỉ báo trạng thái lỗi của vùng lỗi được xác định theo phương án này của sáng chế. Fig.5 thể hiện các định nghĩa của mã ASCQ được xác định mới 6D và 6E theo một phương án của sáng chế. Trong bản mô tả này, 6D chỉ báo rằng vùng lỗi xuất hiện trong đĩa cứng nhưng không dữ liệu nào

bị mất, và 6E chỉ báo rằng vùng lỗi xuất hiện trong đĩa cứng và dữ liệu bị mất. Khi vùng lỗi trong đĩa cứng được phát hiện và dung lượng lỗi tổng đạt đến trị số được thiết lập trước, 6D hoặc 6E được ghi trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin dựa vào dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất hay không. Fig.6 là sơ đồ về ví dụ của trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Khi dung lượng lỗi của vùng lỗi đạt đến trị số được thiết lập trước và không dữ liệu nào bị mất, 5D được điền đầy trong ASC ngoại lệ thông tin (INFORMATIONAL EXCEPTION ADDITIONAL SENSE CODE) được thể hiện bởi byte thứ tám trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin, và 6D được điền đầy trong ASCQ ngoại lệ thông tin (INFORMATIONAL EXCEPTION ADDITIONAL SENSE CODE QUALIFIER) được thể hiện bởi byte thứ chín trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Khi dung lượng của vùng lỗi đạt đến trị số được thiết lập trước và dữ liệu bị mất, 5D được điền đầy trong ASC ngoại lệ thông tin được thể hiện bởi byte thứ tám trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin, và 6E được điền đầy trong ASCQ ngoại lệ thông tin được thể hiện bởi byte thứ chín trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Ngoài ra, một cách tùy chọn, dung lượng của vùng lỗi được ghi trong byte thông tin (thông tin) trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Như được thể hiện trên Fig.6, "00 00 00 00 00 01 00 00" (theo thập lục phân) được mang, cụ thể là, dung lượng lỗi 8 GB. Mã ASCQ 6D và 6E nêu trên chỉ là các ví dụ đối với phần mô tả. Trong việc sử dụng thực tế, ASCQ bất kỳ mà không được sử dụng theo giao thức trong ASC 5D có thể được sử dụng.

Theo giao thức SCSI, thông tin lỗi của vùng lỗi có thể thu được theo hai cách.

Theo cách thứ nhất, đĩa cứng 105 báo cáo một cách tích cực thông tin lỗi của vùng lỗi.

Sau khi yêu cầu I/O gửi bởi bộ điều khiển mảng 101 được nhận, khi mã ngoại lệ chẳng hạn như 5D và 6E được ghi trong byte ASC ngoại lệ thông tin và byte ASCQ ngoại lệ thông tin trên trang nhật ký ngoại lệ thông tin, 5D, 6E, và dung lượng lỗi 8G được ghi trong byte thông tin được ghi thành dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả (Descriptor format sense data) trong thông tin trả lại đối với yêu cầu I/O. Như được thể hiện trên Fig.7, nếu dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả bao gồm byte ASC và byte ASCQ, mã ASC 5D và mã ASCQ 6D/6E thu được từ trang nhật ký ngoại lệ thông tin được điền đầy trong ASC và ASCQ trong dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả. Ngoài ra, nếu dữ liệu

cảm biến dạng thức mô tả còn bao gồm byte thông tin, dung lượng của vùng lỗi có thể được ghi thành byte thông tin trong dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả.

Theo cách này, sau khi nhận thông tin trở lại đối với yêu cầu I/O, bộ điều khiển mảng 101 có thể thu được thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng từ dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả trong thông tin trở lại.

Theo cách thứ hai, bộ điều khiển mảng 101 hỏi một cách định kỳ thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng 105.

Theo cách này, bộ điều khiển mảng 101 gửi một cách định kỳ lệnh hỏi lỗi đến đĩa cứng 105, ở đó lệnh hỏi lỗi mang ký hiệu nhận dạng của trang nhật ký ngoại lệ thông tin. Sau khi nhận lệnh hỏi lỗi, đĩa cứng 105 gửi trở lại trang nhật ký ngoại lệ thông tin đến bộ điều khiển mảng 101. Sau khi nhận trang nhật ký, bộ điều khiển mảng 101 thu được ASC, ASCQ, và nội dung tương ứng với thông tin từ trang nhật ký. Nếu ASC và ASCQ lần lượt là 5D và 6D, bộ điều khiển mảng 101 có thể nhận dạng rằng ngoại lệ của đĩa cứng 105 chỉ báo rằng vùng lỗi xuất hiện, và không dữ liệu nào trong vùng lỗi bị mất. Nếu ASC và ASCQ lần lượt là 5D và 6E, bộ điều khiển mảng 101 có thể nhận dạng rằng ngoại lệ của đĩa cứng chỉ báo rằng vùng lỗi xuất hiện, và không dữ liệu nào trong vùng lỗi bị mất. Một cách tùy chọn, bộ điều khiển mảng 101 có thể tiếp tục thu được dung lượng của vùng lỗi từ byte tương ứng với thông tin.

2. Giao thức gắn công nghệ tiên tiến (Advanced Technology Attachment, ATA)

Theo giao thức ATA, trang thống kê thiết bị trạng thái rắn (Solid State Device Statistics) được xác định, và trang thống kê được sử dụng để ghi thông tin trong số các ngoại lệ của đĩa cứng mà được phát hiện bởi đĩa cứng. Theo phương án này của sáng chế, thông tin ngoại lệ mới, cụ thể là, thông tin lỗi bộ phận chớp không thể sửa chữa được (Uncorrectable Flash Unit Error Information), được xác định, và được sử dụng để ghi thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng. Như được thể hiện trên Fig.8, thông tin được biểu diễn bằng cách sử dụng số lượng nhị phân 64 bit. Bit 0 đến bit 15 được thiết lập thành 00000010 (được biểu diễn bởi 0002 theo thập lục phân trên hình vẽ), và là ký hiệu nhận dạng của trang thống kê thiết bị trạng thái rắn. Bit 16 đến bit 23 được sử dụng để chỉ báo có vùng lỗi trong đĩa cứng hay không. Nếu có vùng lỗi, bit 16 đến bit 23 được thiết lập đến 00000001 (được biểu diễn bởi 01 theo thập lục phân trên hình vẽ). Nếu

không có vùng lỗi, bit 16 đến bit 23 được thiết lập thành 00000000 (được biểu diễn bởi 00 theo thập lục phân trên hình vẽ). Bit 24 đến bit 31 được sử dụng để chỉ báo dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất hay không. Nếu dữ liệu bị mất, bit 24 đến bit 31 được thiết lập thành 00000001 (được biểu diễn bởi 01 theo thập lục phân trên hình vẽ). Nếu không dữ liệu bị mất, bit 24 đến bit 31 được thiết lập thành 00000000 (mà có thể được biểu diễn bởi 00 theo thập lục phân). Ngoài ra, đĩa cứng còn ghi dung lượng của vùng lỗi trên trang thông kê thiết bị trạng thái rắn. Ví dụ, thông số, cụ thể là, thông số dung lượng không thể sửa chữa được (uncorrectable capacity parameter), được xác định trong các byte từ 24 đến 31 trên Fig.8, và cũng thuộc 64 bit. Dung lượng lỗi của vùng lỗi được ghi ở vị trí tương ứng với thông số. Theo phương án này của sáng chế, dung lượng được báo cáo là 00 00 00 00 00 01 00 00 (theo thập lục phân), cụ thể là, 8G.

Bộ điều khiển mảng 101 một cách định kỳ gửi lệnh hỏi đến đĩa cứng 105, trong đó lệnh hỏi mang ký hiệu nhận dạng của trang thông kê thiết bị trạng thái rắn. Sau khi nhận lệnh hỏi lỗi, đĩa cứng gửi trở lại trang thông kê thiết bị trạng thái rắn đến bộ điều khiển mảng 101. Sau khi nhận trang thông kê thiết bị trạng thái rắn, bộ điều khiển mảng 101 thu được thông tin lỗi bộ phận chớp không thể sửa chữa được từ trang thông kê thiết bị trạng thái rắn, cụ thể là, số lượng nhị phân 64 bit (hoặc số lượng thập lục phân 16 bit). Bộ điều khiển mảng 101 có thể thu được thông tin về vùng lỗi trong đĩa cứng 105 bằng cách phân tích thông tin lỗi bộ phận chớp không thể sửa chữa được.

3. Giao thức NVMe

Theo giao thức NVMe, nhật ký thông tin sức khỏe (Health Information Log) được xác định, và nhật ký được sử dụng để ghi thông tin ngoại lệ trong số các ngoại lệ của đĩa cứng mà được phát hiện bởi đĩa cứng. Như được thể hiện trên Fig.9, thông tin ngoại lệ khác nhau trong đĩa cứng được xác định trong các bit khác nhau trong byte 0 trong nhật ký thông tin sức khỏe. Các bit thứ nhất, thứ hai, thứ ba, và thứ tư là thông tin ngoại lệ được xác định theo giao thức NVMe hiện có, và không được mô tả trong bản mô tả này bởi vì các bit không liên quan đến sáng chế. Theo phương án này của sáng chế, bit thứ năm được xác định mới để chỉ báo vùng lỗi có xuất hiện trong đĩa cứng 105 hay không. Khi trị số của bit thứ năm bằng 1, nó chỉ báo rằng vùng lỗi xảy ra trong đĩa cứng 105. Ngoài ra, chuỗi ký tự 32 bit được xác định trong bốn byte, cụ thể là, các byte thứ

sáu đến thứ chín. Bit cao nhất, cụ thể là, bit 7 trong byte thứ chín, được sử dụng để chỉ báo dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất hay không. Ví dụ, khi bit được thiết lập bằng 1, nó chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất; hoặc khi bit được thiết lập bằng 0, nó chỉ báo rằng không dữ liệu nào trong vùng lỗi bị mất. Các bit sau khi bit cao nhất được sử dụng để chỉ báo dung lượng lỗi của khoanh lỗi. Ví dụ, "00 00 00 00 00 01 00 00" trong thập lục phân chỉ báo rằng không dữ liệu trong khoanh lỗi bị mất và dung lượng lỗi của khoanh lỗi bằng 8 GB, và "80 00 00 00 00 01 00 00" (trong đó bit cao nhất trong thập lục phân bằng 8, nghĩa là, bit cao nhất trong nhị phân bằng 1) chỉ báo rằng không dữ liệu nào trong khoanh lỗi bị mất và dung lượng lỗi của khoanh lỗi bằng 8 GB.

Khi các thông tin được thống kê về dung lượng lỗi của khoanh lỗi mà được thu gom bởi đĩa cứng đạt đến trị số được thiết lập trước, đĩa cứng báo cáo nhật ký thông tin sức khỏe đến bộ điều khiển mảng 101 bằng cách sử dụng đáp ứng với yêu cầu sự kiện không đồng bộ (Asynchronous Event Request). Bộ điều khiển mảng 101 có thể thu được thông tin lỗi của vùng lỗi bằng cách phân tích nhật ký thông tin sức khỏe.

Bước S403: Bộ điều khiển mảng 101 thu được dung lượng của vùng lỗi của đĩa cứng 105 từ thông tin lỗi, và bổ sung thông tin về dung lượng thu được vào tổng dung lượng lỗi mà thuộc đĩa cứng và mà được ghi bởi bộ điều khiển mảng 101. Khi tổng dung lượng lỗi của đĩa cứng 105 đạt đến trị số được thiết lập trước, bộ điều khiển mảng 101 thông báo cho người dùng để thay thế đĩa cứng 105.

Bước S404: Nếu thông tin lỗi chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất, bộ điều khiển mảng 101 xác định khoanh trong đó dữ liệu bị mất được định vị.

Theo phương án này của sáng chế, hai phương pháp để xác định khoanh trong đó dữ liệu bị mất được định vị được bố trí. Theo phương pháp thứ nhất, bộ điều khiển mảng 101 thu được địa chỉ của mỗi khoanh thuộc về đĩa cứng trong đĩa cứng 105. Khi đĩa cứng là SSD, địa chỉ trong đĩa cứng 105 là địa chỉ logic trong đĩa cứng. Sau đó, bộ điều khiển mảng 101 gửi lệnh hỏi mất dữ liệu đến đĩa cứng 105, trong đó lệnh hỏi mang địa chỉ logic của một trong số các khoanh. Như được mô tả trên Fig.2, khi tạo nên bể lưu trữ, bộ điều khiển mảng 101 ghi khoanh thuộc về mỗi đĩa cứng. Do đó, khi xác định khoanh trong đó dữ liệu bị mất được định vị, bộ điều khiển mảng 101 hỏi địa chỉ logic của dữ liệu bị mất trong đĩa cứng ở thành phần hạt của khoanh. Khi nhận lệnh hỏi mất

dữ liệu, đĩa cứng xác định địa chỉ logic có được mang trong lệnh hỏi mất dữ liệu hay không bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, và nếu địa chỉ logic được mang trong lệnh hỏi mất dữ liệu bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, báo cáo ký hiệu nhận dạng chỉ báo rằng dữ liệu bị mất đến bộ điều khiển lưu trữ 101; hoặc nếu địa chỉ logic được mang trong lệnh hỏi mất dữ liệu không bao gồm một phần hoặc toàn bộ địa chỉ của vùng lỗi, báo cáo ký hiệu nhận dạng chỉ báo rằng không dữ liệu bị mất đến bộ điều khiển lưu trữ 101. Sau khi nhận thông tin báo cáo, nếu thông tin báo cáo bao gồm ký hiệu nhận dạng chỉ báo rằng dữ liệu bị mất, bộ điều khiển lưu trữ 101 sử dụng, dưới dạng khoan trong đó dữ liệu bị mất được định vị, khoan được thể hiện bởi địa chỉ logic mà thuộc khoan và mà được mang trong lệnh hỏi mất dữ liệu. Theo phương án thực hiện, vùng lỗi được báo cáo bởi đĩa cứng thường thường nhỏ hơn khoan. Theo phương án thực hiện này, nếu thông tin báo cáo bao gồm ký hiệu nhận dạng chỉ báo rằng dữ liệu không bị mất, lệnh hỏi mất dữ liệu mới được gửi đến đĩa cứng, trong đó lệnh hỏi mất dữ liệu mới mang địa chỉ logic của khoan khác trong đĩa cứng, cho đến khi khoan trong đó dữ liệu bị mất được định vị được nhận thấy. Theo phương án thực hiện khác, nếu vùng lỗi được báo cáo bởi đĩa cứng lớn hơn khoan, bộ điều khiển mảng gửi địa chỉ của khoan đến đĩa cứng mỗi lần để xác định khoan lỗi, và sau khi nhận thông tin trở lại của khoan, gửi địa chỉ của khoan tiếp theo đến đĩa cứng, cho đến khi các địa chỉ của toàn bộ các khoan trong đĩa cứng được gửi đến đĩa cứng, để xác định nhiều khoan trong đó dữ liệu bị mất được định vị.

Theo phương pháp thứ hai, bộ điều khiển mảng 101 gửi lệnh hỏi danh sách lỗi đến đĩa cứng 105. Sau khi nhận lệnh hỏi, đĩa cứng 105 báo cáo danh sách địa chỉ logic được ghi của vùng lỗi đến bộ điều khiển mảng 101, và bộ điều khiển mảng 101 có thể xác định, dựa vào danh sách địa chỉ logic được báo cáo, khoan trong đó dữ liệu bị mất được định vị.

Bước S405: Sau khi xác định khoan trong đó dữ liệu bị mất được định vị, cụ thể là, khoan lỗi, bộ điều khiển mảng 101 khôi phục dữ liệu trong khoan lỗi bằng cách sử dụng khoan khác trong nhóm khoan bao gồm khoan lỗi và thuật toán RAID.

Bước S406: Bộ điều khiển mảng 101 lưu trữ dữ liệu được khôi phục trong khoan không hoạt động trong khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không OP, trong đó

khoanh không hoạt động là khoanh sao chép dự trữ. Đĩa cứng trong đó khoanh sao chép dự trữ được định vị khác với đĩa cứng trong đó khoanh khác trong nhóm khoanh được định vị.

Bước S407: Bộ điều khiển mảng 101 ghi quan hệ ánh xạ giữa địa chỉ của khoanh lỗi trong đĩa cứng và địa chỉ của khoanh sao chép dự trữ trong khoảng không sao chép dự trữ hoặc khoảng không OP.

Theo cách này, khi tiếp theo nhận yêu cầu cập nhật dữ liệu trong khoanh lỗi, bộ điều khiển mảng 101 ghi dữ liệu được ghi trong yêu cầu vào trong khoanh sao chép dự trữ; và thiết lập dữ liệu trong khoanh lỗi để không hợp lệ, và có thể nhả khoảng không khác vùng lỗi trong khoanh lỗi trong quá trình thu gom rác liệu tiếp theo.

Theo phương án 2 của sáng chế, sau khi khôi phục dữ liệu được khôi phục đến khoanh sao chép dự trữ trong bước S406, bộ điều khiển mảng 101 thay thế khoanh lỗi trong nhóm khoanh bằng khoanh được khôi phục. Trong suốt quá trình thay thế, bộ điều khiển mảng 101 có thể thay thế địa chỉ của khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất mà được ghi trong siêu dữ liệu trong nhóm khoanh với địa chỉ của khoanh được khôi phục trong đĩa cứng trong đó khoanh được khôi phục được định vị.

Sau khi đĩa cứng báo cáo dung lượng bị mất của đĩa cứng, bộ điều khiển mảng 101 ghi dung lượng bị mất của mỗi đĩa cứng, tính toán dung lượng khả dụng hiện thời của mỗi đĩa cứng, và giới hạn dữ liệu cần phải được ghi vào trong đĩa cứng với dung lượng bị mất tương đối lớn. Fig.10 là lưu đồ của phương pháp xử lý được thực hiện khi bộ điều khiển mảng 101 nhận yêu cầu ghi lại cho dữ liệu trong đĩa cứng.

Bước S501: Nhận yêu cầu viết, trong đó yêu cầu viết mang dữ liệu cần phải được ghi, địa chỉ logic của dữ liệu cần phải được ghi, và lượng dữ liệu của dữ liệu cần phải được ghi.

Bước S502: Xác định, dựa vào địa chỉ logic của dữ liệu cần phải được ghi, mà đĩa cứng đích của dữ liệu cần phải được ghi là đĩa cứng 105.

Bước S503: Hỏi dung lượng khả dụng của đĩa cứng 105.

Bước S504: Xác định dung lượng khả dụng của đĩa cứng có nhỏ hơn lượng dữ liệu của dữ liệu cần phải được ghi hay không.

Bước S505: Nếu dung lượng khả dụng của đĩa cứng lớn hơn lượng dữ liệu của

dữ liệu cần phải được ghi, ghi dữ liệu cần phải được ghi vào trong đĩa cứng.

Bước S506: Nếu dung lượng khả dụng của đĩa cứng nhỏ hơn hoặc bằng lượng dữ liệu của dữ liệu cần phải được ghi, ghi dữ liệu cần phải được ghi vào trong khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa, đánh dấu dữ liệu mà trong đĩa cứng 105 và địa chỉ logic chỉ vào đó dưới dạng dữ liệu rác, và đợi sự thu gom rác liệu tiếp theo.

Sau khi bộ điều khiển mảng 101 đánh dấu dung lượng khả dụng của mỗi đĩa cứng, khi nhóm khoanh mới cần phải được tạo ra tiếp theo, đĩa cứng với dung lượng khả dụng lớn có thể được lựa chọn để tạo ra nhóm khoanh. Dung lượng khả dụng của đĩa cứng = Dung lượng định mức của đĩa cứng – Dung lượng bị mất – Khoảng không được sử dụng.

Fig.11 thể hiện đĩa logic LNU 1101 được tạo ra bởi nhiều đĩa cứng độc lập từ 1104 đến 1106 bằng cách sử dụng thuật toán RAID theo phương án 3 của sáng chế. Khoảng không dự trữ nóng 1102 và khoảng không thừa 1103 cũng được bố trí bởi các đĩa cứng độc lập 1107 và 1108.

Phần sau mô tả, bằng cách sử dụng lưu đồ được thể hiện trên Fig.12, cách để xử lý vùng lỗi trong đĩa cứng theo phương án 3.

Theo phương án 3, các bước S701 đến S703 giống như các bước S401 đến S403 trên Fig.4 theo phương án 1. Các phần chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Bước S704: Bộ điều khiển mảng 101 thu được ký hiệu nhận dạng chỉ báo dữ liệu trong vùng lỗi có bị mất từ thông tin lỗi hay không.

Bước S705: Nếu thông tin nhận dạng chỉ báo rằng không dữ liệu nào trong vùng lỗi bị mất, bộ điều khiển mảng 101 di chuyển dữ liệu mà trong đĩa cứng 105 và có cùng dung lượng với dung lượng bị mất đến khoảng không dự trữ nóng 1102 hoặc khoảng không thừa 1103.

Bước S706: Nếu thông tin nhận dạng chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi trong đĩa cứng bị mất, bộ điều khiển mảng 101 khôi phục dữ liệu trong đĩa cứng bằng cách sử dụng thuật toán RAID, và thực hiện bước S705 sau khi khôi phục, nghĩa là, di chuyển dữ liệu mà trong đĩa cứng 105 và có cùng dung lượng như dung lượng bị mất đến khoảng không dự trữ nóng 1102 hoặc khoảng không thừa 1103.

Bước S707: Ghi quan hệ ánh xạ giữa địa chỉ của dữ liệu được di chuyển trong đĩa cứng 105 trong đĩa cứng 105 và địa chỉ của dữ liệu di chuyển đến khoảng không dự

trữ nóng hoặc khoảng không thừa.

Khi yêu cầu truy cập để truy cập dữ liệu được di chuyển tiếp theo được nhận, dữ liệu được di chuyển có thể được truy cập trong khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa dựa vào quan hệ ánh xạ.

Theo cách này, khoảng không thừa hoặc khoảng không dự trữ nóng được sử dụng để bù cho khoảng không bị mất của vùng lỗi trong đĩa cứng. Do đó, khoảng không thừa trong đĩa cứng không cần phải được sử dụng để bù cho vùng lỗi trong đĩa cứng. Theo cách này, thậm chí nếu vùng lỗi xảy ra trong đĩa cứng, khoảng không thừa của đĩa cứng không được làm giảm, sao cho độ mòn của đĩa cứng không được tăng lên, và hiệu suất của mảng lưu trữ được đảm bảo.

Fig.13 là sơ đồ môđun của đĩa cứng 1200 theo một phương án của sáng chế.

Đĩa cứng 1200 bao gồm môđun nhận dạng 1201, môđun đánh dấu 1202, và môđun báo cáo 1203. Môđun nhận dạng 1201 được tạo cấu hình để: nhận dạng vùng lỗi trong đĩa cứng 105, và tích lũy các dung lượng của các vùng lỗi. Chức năng được thực hiện bởi môđun nhận dạng 1201 giống như chứng năng trong bước S401 trên Fig.4. Đối với cách nhận dạng vùng lỗi và tích lũy các dung lượng của các vùng lỗi, đề cập đến các phần mô tả trong bước S401. Môđun đánh dấu 1202 được tạo cấu hình để đánh dấu thông tin lỗi của vùng lỗi được chỉ báo. Đối với phương pháp đánh dấu, đề cập đến các phần mô tả liên quan trong bước S402 theo cách mà đĩa cứng đánh dấu thông tin lỗi của vùng lỗi theo các giao thức khác nhau, ví dụ, giao thức SCSI, giao thức ATA, và giao thức NVMe. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan trên Fig.4, Fig.5, Fig.8, và Fig.9.

Môđun báo cáo 1203 được tạo cấu hình để báo cáo thông tin lỗi được đánh dấu bởi môđun đánh dấu 1202 đến bộ điều khiển mảng. Đối với cách cụ thể của việc báo cáo thông tin lỗi bởi môđun báo cáo 1203, đề cập đến các phần mô tả liên quan trong bước S402 theo cách mà đĩa cứng báo cáo thông tin lỗi của vùng lỗi theo các giao thức khác nhau, ví dụ, giao thức SCSI, giao thức ATA, và giao thức NVMe. Chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Fig.14 là sơ đồ môđun của bộ điều khiển mảng 1300 theo phương án 1 của sáng chế. Bộ điều khiển mảng 1300 bao gồm môđun thu được 1301, môđun bổ sung 1302,

môđun khôi phục 1303, và môđun ghi 1304. Môđun thu được 1301 được tạo cấu hình để thu được thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng. Đối với cách thu được thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng, đề cập đến các phần mô tả liên quan trong bước S402. Các cách thu được thông tin lỗi theo các giao thức khác nhau, ví dụ, giao thức SCSI, giao thức ATA, và giao thức NVMe, là khác nhau. Về chi tiết, đề cập đến các mô tả ở bước S402. Chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này.

Môđun bổ sung 1302 được tạo kết cấu để: thu được dung lượng của vùng lỗi trong đĩa cứng từ thông tin lỗi, và bổ sung thông tin về dung lượng thu được đến dung lượng lỗi tổng được ghi của đĩa cứng; và khi dung lượng lỗi tổng của đĩa cứng đạt đến trị số được thiết lập trước, thông báo người dùng để thay thế đĩa cứng. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan ở bước S403.

Môđun khôi phục 1303 được tạo kết cấu để: sau khi môđun thu được thu được thông tin lỗi của vùng lỗi trong đĩa cứng, nếu thông tin lỗi chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi bị mất, xác định khoanh lỗi trong đó dữ liệu bị mất được định vị; và khôi phục dữ liệu trong khoanh lỗi bằng cách sử dụng khoanh khác trong nhóm khoanh bao gồm khoanh lỗi và thuật toán RAID, sau đó lưu trữ dữ liệu được khôi phục trong khoanh sao chép dự trữ, và tạo ra nhóm khoanh mới bằng cách sử dụng khoanh dự trữ và khoanh khác khoanh lỗi trong nhóm khoanh. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan trong các bước từ S404 đến S407.

Môđun ghi 1304 được tạo kết cấu để ghi quan hệ ánh xạ giữa địa chỉ của khoanh lỗi trong đĩa cứng và địa chỉ của khoanh sao chép dự trữ trong khoảng không sao chép dự trữ hoặc khoảng không OP. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan ở bước S407.

Bộ điều khiển mảng theo phương án 2 của sáng chế có các chức năng giống như môđun thu được 1301, môđun bổ sung 1302, và môđun khôi phục 1303 trong bộ điều khiển mảng theo phương án 1. Độ lệch nằm trong đó theo phương án 2, môđun ghi thay thế khoanh lỗi trong nhóm khoanh bởi khoanh được khôi phục. Trong suốt quá trình thay thế, môđun ghi có thể thay thế địa chỉ của khoanh lỗi trong đĩa cứng thứ nhất mà được ghi trong siêu dữ liệu trong nhóm khoanh với địa chỉ của khoanh được khôi phục trong đĩa cứng trong đó khoanh được khôi phục được định vị.

Fig.15 là sơ đồ môđun của bộ điều khiển mảng 1400 theo phương án 3 của sáng chế. Bộ điều khiển mảng 1400 bao gồm môđun thu được 1401, môđun bổ sung 1402, môđun di chuyển 1403, và môđun ghi 1404.

Các chức năng của môđun thu được 1401 và môđun bổ sung 1402 giống như các chức năng của môđun thu được 1301 và môđun bổ sung 1302 trong bộ điều khiển mảng 1300. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan của môđun thu được 1301 và môđun bổ sung 1302. Chi tiết không được mô tả lại trong bản mô tả này. Môđun di chuyển 1403 được tạo cấu hình để: nếu thông tin lỗi chỉ báo rằng không dữ liệu trong vùng lỗi bị mất, di chuyển dữ liệu mà trong đĩa cứng và có dung lượng giống như dung lượng bị mất đến khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa; hoặc nếu thông tin lỗi chỉ báo rằng dữ liệu trong vùng lỗi trong đĩa cứng bị mất, khôi phục dữ liệu trong đĩa cứng bằng cách sử dụng thuật toán RAID, và dịch chuyển, sau khi khôi phục, dữ liệu mà trong đĩa cứng và có dung lượng giống như dung lượng bị mất đến khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan của các bước từ S704 đến S706.

Môđun ghi 1404 được tạo cấu hình để ghi quan hệ ánh xạ giữa địa chỉ của dữ liệu được di chuyển trong đĩa cứng 105 trong đĩa cứng 105 và địa chỉ của dữ liệu được di chuyển đến khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa. Về chi tiết, đề cập đến các phần mô tả liên quan của bước S707. Khi yêu cầu truy cập để truy cập dữ liệu được di chuyển tiếp theo được nhận, dữ liệu được di chuyển có thể được truy cập trong khoảng không dự trữ nóng hoặc khoảng không thừa dựa vào quan hệ ánh xạ.

Một hoặc nhiều môđun nêu trên có thể được áp dụng bằng cách sử dụng phần mềm, phần cứng, hoặc tổ hợp của chúng. Khi môđun bất kỳ trong số các môđun hoặc các bộ phận nêu trên được áp dụng bằng cách sử dụng phần mềm, phần mềm tồn tại dưới dạng lệnh chương trình máy tính, và được cất giữ trong bộ nhớ. Bộ xử lý có thể được tạo kết cấu để thực thi lệnh chương trình để áp dụng các quy trình phương pháp nêu trên. Bộ xử lý có thể bao gồm nhưng không bị hạn chế ở ít nhất một trong số các thiết bị tính toán sau mà chạy các loại phần mềm khác nhau: bộ xử lý trung tâm (central processing unit, CPU), bộ vi xử lý, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ phận điều khiển siêu nhỏ (microcontroller unit, MCU), bộ xử lý trí thông minh nhân

tạo, hoặc bộ phận tương tự. Mỗi thiết bị tính toán có thể bao gồm một hoặc nhiều lõi được tạo cấu hình để thực hiện việc vận hành hoặc xử lý bằng cách thực thi lệnh phần mềm. Bộ xử lý có thể được gắn vào trong SoC (system-on-a-chip) hoặc mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (application specific integrated circuit, ASIC), hoặc có thể là chip bán dẫn độc lập. Ngoài lõi được tạo cấu hình để thực hiện việc vận hành hoặc việc xử lý bằng cách thực thi lệnh phần mềm, bộ xử lý có thể còn bao gồm bộ tăng tốc phần cứng cần thiết, ví dụ, mảng công lập trình được trường (field programmable gate array, FPGA), PLD (programmable logic device), hoặc mạch logic mà áp dụng sự vận hành logic chuyên dụng.

Khi các môđun hoặc các bộ phận nêu trên được áp dụng bằng cách sử dụng phần cứng, phần cứng có thể là bộ phận bất kỳ hoặc tổ hợp bất kỳ của CPU, bộ vi xử lý, DSP, MCU, bộ xử lý trí tuệ nhân tạo, ASIC, SoC, FPGA, PLD, mạch số chuyên dụng, bộ tăng tốc phần cứng, hoặc thiết bị rời rạc không được tích hợp, và phần cứng có thể chạy phần mềm cần thiết hoặc không phụ thuộc vào phần mềm, để thực hiện các quy trình phương pháp nêu trên.

Phần nêu trên mô tả phương pháp xử lý lỗi đĩa cứng, bộ điều khiển mảng, và đĩa cứng được bố trí theo các phương án của sáng chế. Trong bản mô tả này, các ví dụ cụ thể được sử dụng để mô tả nguyên lý và các phương án thực hiện của sáng chế, và các phần mô tả của các phương án chỉ được dự định để giúp hiểu phương pháp và ý tưởng cốt lõi của sáng chế. Ngoài ra, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể tạo ra, dựa vào ý tưởng của sáng chế, các sự cải biến liên quan đến các phương án thực hiện cụ thể và phạm vi ứng dụng. Do đó, nội dung của bản mô tả này sẽ không được hiểu là hạn chế với sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống truyền thông bao gồm:

bộ điều khiển được tạo kết cấu để gửi lệnh hỏi và nhận báo động không đồng bộ;
và

đĩa cứng bộ nhớ bất khả biến nhanh (Non-Volatile Memory Express - NVMe)
trong việc truyền thông với bộ điều khiển qua giao thức NVMe và được tạo cấu hình để:

phát hiện nhiều địa chỉ logic lỗi trong đĩa cứng NVMe;

ghi nhiều địa chỉ logic lỗi; và

gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển để thông báo bộ điều khiển rằng
đĩa cứng NVMe có một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi trong nhiều địa chỉ logic lỗi; và
báo cáo, đáp ứng với lệnh hỏi, nhiều địa chỉ logic lỗi.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó, bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để:

nhận, từ đĩa cứng NVMe, nhiều địa chỉ logic lỗi; và

khôi phục, đáp ứng với nhiều địa chỉ logic lỗi được nhận, dữ liệu của một hoặc
nhiều địa chỉ logic lỗi.

3. Hệ thống theo điểm 2, trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để khôi phục dữ
liệu bằng cách sử dụng thuật toán mảng thừa của các đĩa độc lập (Redundant Array of
Independent Disks - RAID).

4. Hệ thống theo điểm 2, trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để viết dữ liệu
vào các vị trí của các địa chỉ logic gốc tương ứng với một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi.

5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó giao thức NVMe bao gồm nhật ký thông tin sức khỏe,
và trong đó bit thứ năm của byte 0 trong nhật ký thông tin sức khỏe chỉ báo vùng lỗi có
tồn tại trong đĩa cứng NVMe hay không.

6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển còn được bố trí trong mảng lưu trữ.

7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó đĩa cứng NVMe còn được tạo cấu hình để gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển đáp ứng với việc nhận dạng rằng số lượng của nhiều địa chỉ logic lỗi vượt quá ngưỡng.

8. Phương pháp truyền thông được thực hiện bởi hệ thống lưu trữ dữ liệu, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

phát hiện, bởi đĩa cứng bộ nhớ bất khả biến nhanh (NVMe) của hệ thống lưu trữ dữ liệu, nhiều địa chỉ logic lỗi trong đĩa cứng NVMe;

ghi, bởi đĩa cứng NVMe, nhiều địa chỉ logic lỗi;

gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển của hệ thống lưu trữ dữ liệu, trong đó báo động không đồng bộ thông báo cho bộ điều khiển rằng đĩa cứng NVMe có một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi trong nhiều địa chỉ logic lỗi;

gửi, bởi bộ điều khiển qua giao thức NVMe, lệnh hỏi đến đĩa cứng NVMe; và báo cáo, bởi đĩa cứng NVMe đáp ứng với lệnh hỏi, nhiều địa chỉ logic lỗi.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

nhận, bởi bộ điều khiển từ đĩa cứng NVMe, nhiều địa chỉ logic lỗi; và

khôi phục, bởi bộ điều khiển đáp ứng với nhiều địa chỉ logic lỗi được nhận, dữ liệu của một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước khôi phục tiếp, bởi bộ điều khiển, dữ liệu bằng cách sử dụng thuật toán mảng thừa của các đĩa độc lập (RAID).

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước viết, bởi bộ điều khiển, dữ liệu vào các vị trí của các địa chỉ logic gốc tương ứng với một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó giao thức NVMe bao gồm nhật ký thông tin sức

khỏe, và trong đó bit thứ năm của byte 0 trong nhật ký thông tin sức khỏe chỉ báo vùng lỗi có tồn tại trong đĩa cứng NVMe hay không.

13. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bộ điều khiển còn được bố trí trong mảng lưu trữ.

14. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước gửi báo động không đồng bộ còn bao gồm các bước:

nhận dạng, bởi đĩa cứng NVMe, là số lượng của nhiều địa chỉ logic lỗi vượt quá ngưỡng; và

gửi, bởi đĩa cứng NVMe đáp ứng với việc nhận dạng, báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển.

15. Đĩa cứng bộ nhớ bất khả biến nhanh (NVMe) bao gồm:

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính bất khả biến được tạo cấu hình để lưu trữ các lệnh lập trình; và

bộ xử lý được ghép với phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính bất khả biến, trong đó các lệnh lập trình khiến bộ xử lý cần phải được tạo cấu hình để:

phát hiện nhiều địa chỉ logic lỗi trong đĩa cứng NVMe;

ghi nhiều địa chỉ logic lỗi;

gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển để thông báo bộ điều khiển rằng đĩa cứng NVMe có một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi trong nhiều địa chỉ logic lỗi; và

nhận, từ bộ điều khiển, lệnh hỏi; và

báo cáo, đáp ứng với lệnh hỏi được nhận, nhiều địa chỉ logic lỗi đến bộ điều khiển.

16. Đĩa cứng NVMe theo điểm 15, trong đó bộ điều khiển được bố trí trong mảng lưu trữ.

17. Đĩa cứng NVMe theo điểm 15, trong đó các lệnh lập trình còn khiến bộ xử lý cần phải được tạo cấu hình để gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển đáp ứng với

việc nhận dạng rằng số lượng của nhiều địa chỉ logic lỗi vượt quá ngưỡng.

18. Đĩa cứng bộ nhớ bất khả biến nhanh (NVMe) bao gồm:

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính bất khả biến được tạo cấu hình để lưu trữ các lệnh lập trình; và

bộ xử lý được ghép với phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính bất khả biến, trong đó các lệnh lập trình khiến bộ xử lý:

phát hiện nhiều địa chỉ logic lỗi trong đĩa cứng NVMe;

ghi nhiều địa chỉ logic lỗi; và

gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển để thông báo bộ điều khiển rằng đĩa cứng NVMe có một hoặc nhiều địa chỉ logic lỗi trong nhiều địa chỉ logic lỗi.

19. Đĩa cứng NVMe theo điểm 18, trong đó các lệnh lập trình còn khiến bộ xử lý cần phải được tạo cấu hình để gửi báo động không đồng bộ đến bộ điều khiển đáp ứng với việc nhận dạng rằng số lượng của nhiều địa chỉ logic lỗi vượt quá ngưỡng.

20. Đĩa cứng NVMe theo điểm 18, trong đó các lệnh lập trình còn khiến bộ xử lý cần phải được tạo cấu hình để:

nhận lệnh hỏi từ bộ điều khiển; và

báo cáo, đáp ứng với lệnh hỏi được nhận, nhiều địa chỉ logic lỗi đến bộ điều khiển.

1/15

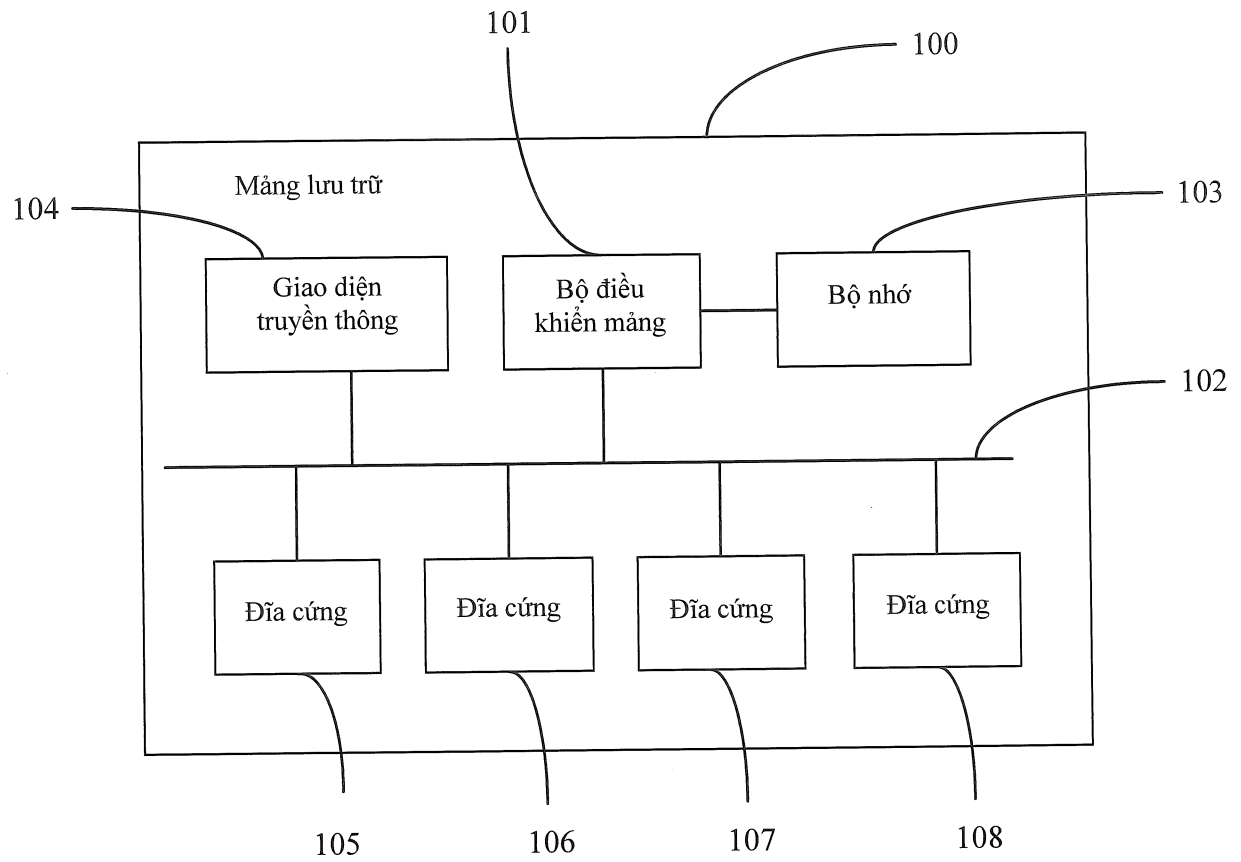


Fig.1

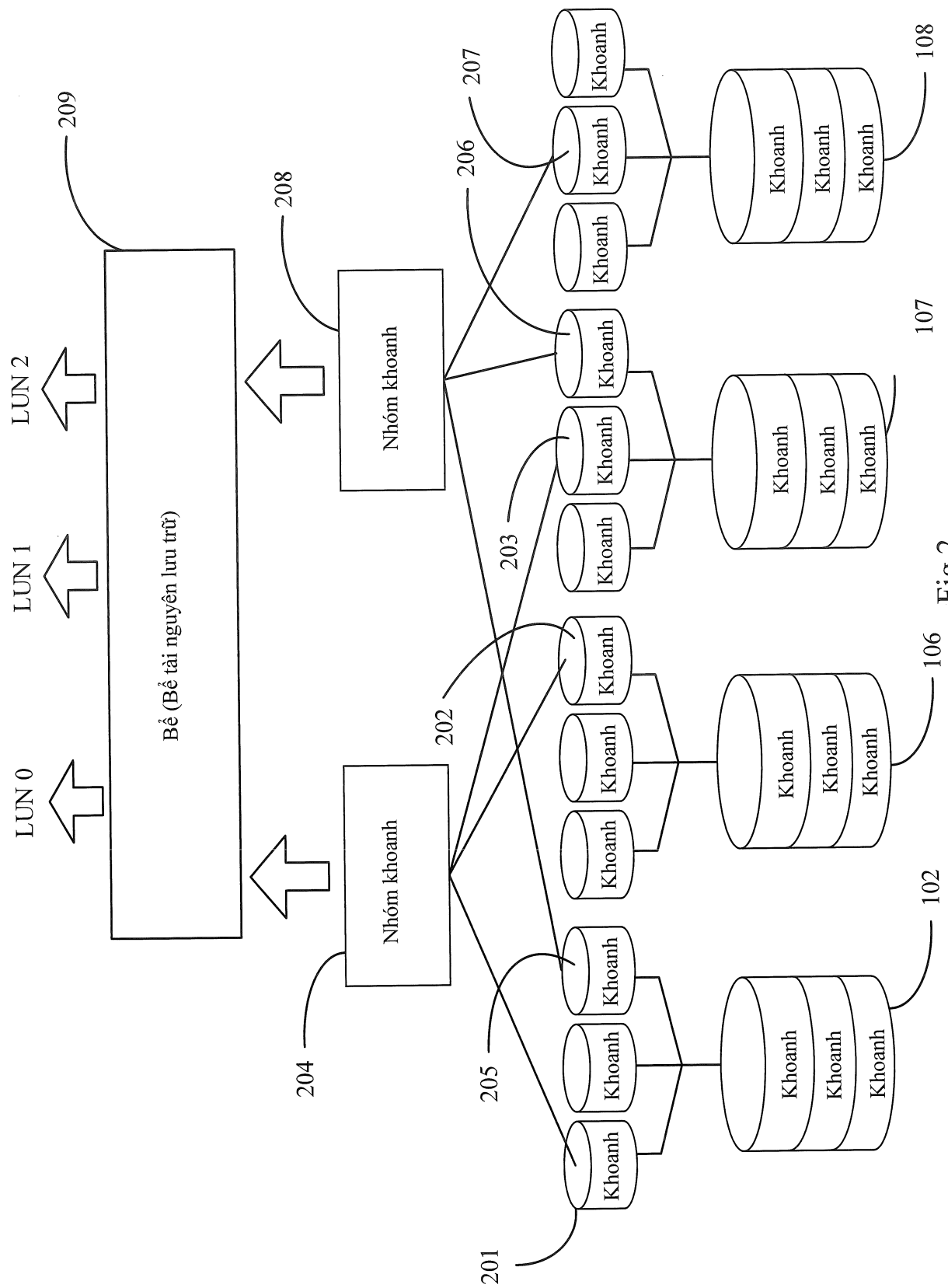


Fig. 2

3/15

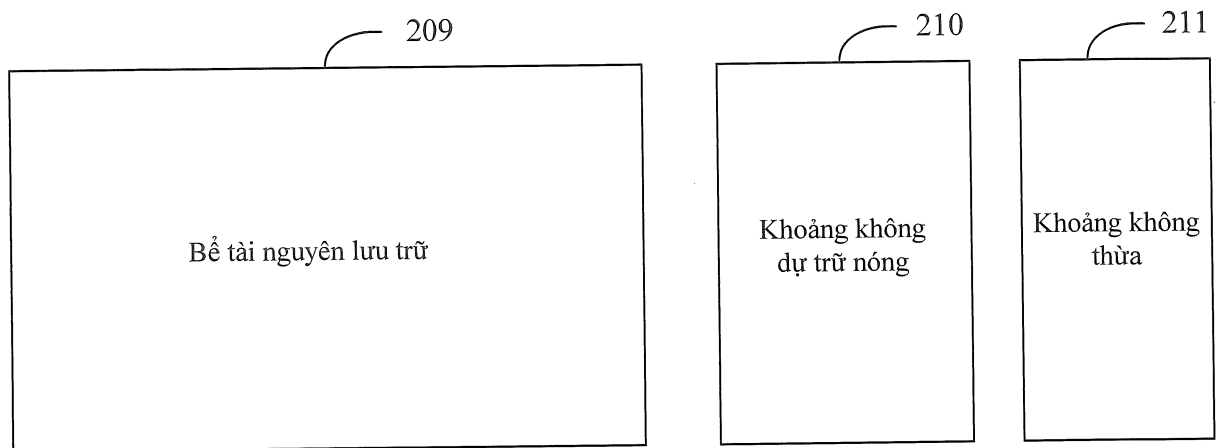


Fig.3

4/15

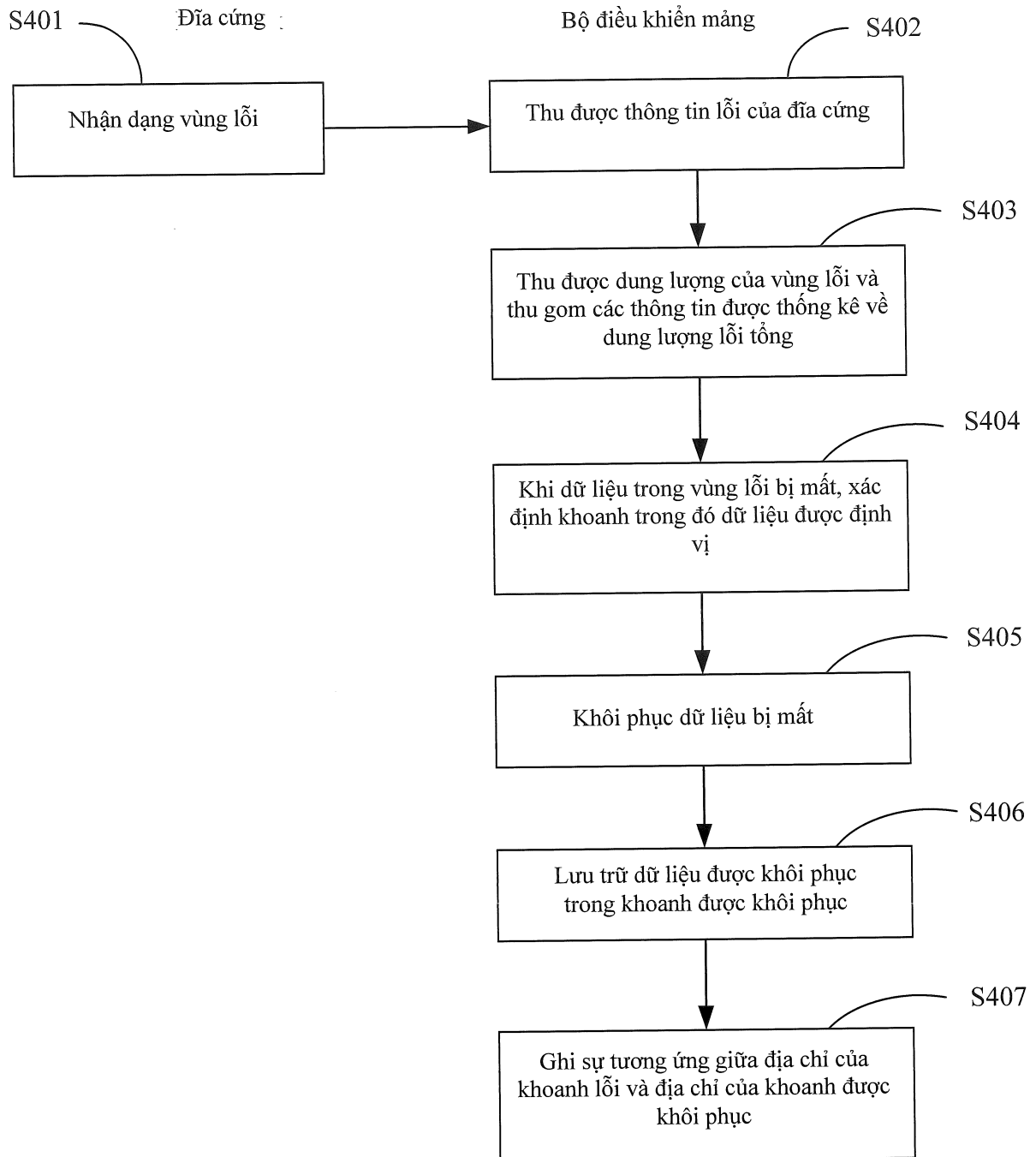


Fig.4

5/15

ASC (Mã phát hiện bổ sung)	ASCQ (Bộ định tính mã phát hiện việc gắn)	Phần mô tả
00	...	...
00	...	...
5D	...	
...	...	...
5D	6D	Không dữ liệu nào trong đĩa bị mất
5D	6E	Dữ liệu trong đĩa bị mất
...	...	

Fig.5

6/15

Trang nhật ký ngoại lệ thông tin (Informational exception log page)

Byte (Byte)	Phần mô tả	Trị số gửi trở lại (Return value)
0	...	...
1	...	...
...	...	...
8	MÃ CẢM BIẾN BỔ SUNG NGOẠI LỆ THÔNG TIN (informational exception ASC)	5D
9	BỘ ĐỊNH TÍNH MÃ CẢM BIẾN BỔ SUNG NGOẠI LỆ THÔNG TIN (informational exception ASCQ)	6D
10	...	...
11	THÔNG TIN (information)	00 00 00 00 00 01 00 00
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

Fig.6

7/15

Dữ liệu cảm biến dạng thức mô tả (Descriptor format sense data)

Byte	Định nghĩa trường	Trị số (Value)
0	...	...
1	...	...
2	ASC	5D
3	ASCQ	6D/6E
...	...	...
11	THÔNG TIN (Information)	00 00 00 00 00 01 00 00
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

Fig.7

8/15

Trang thống kê thiết bị trạng thái rắn (Solid state device statistics page)

Byte (Byte)	Phần mô tả	Trị số (Value)
0 đến 7	...	...
8 đến 15	...	...
16 đến 23	Bit 0 đến bit 15 chỉ báo rằng loại thông tin ngoại lệ là lỗi khoan. Bit 16 đến bit 23 được sử dụng để chỉ báo có khoan lỗi trong đĩa cứng hay không. Nếu khoan lỗi, bit được thiết lập bằng 1. Bit 24 đến bit 31 được sử dụng để chỉ báo dữ liệu trong khoan lỗi có bị mất hay không. Nếu dữ liệu bị mất, bit được thiết lập bằng 1. Bit 32 đến bit 55 được dự trữ. Bit 55 đến bit 63 chỉ báo dấu thống kê thiết bị.	00 02 01 01 00 00 00 00
24 đến 31	Bit 0 đến bit 63 chỉ báo dung lượng lỗi.	00 02 01 01 00 01 00 00
32 đến 511	...	...

Fig.8

9/15

Nhật ký thông tin sức khỏe (Health information log)

Byte (Byte)	Phần mô tả (bit)	Trị số (Value)
0	0...	...
	1...	...
	...	...
	5: Nếu bit được thiết lập bằng 1, có khoanh lỗi trong đĩa cứng.	1
2:1	...	...
9:6	Nếu bit thứ bảy trong byte thứ chín được thiết lập bằng 1, nó chỉ báo rằng dữ liệu bị mất. Bit thứ sáu trong byte thứ chín đến bit thứ không trong byte thứ sáu chỉ báo dung lượng lỗi.	00 00 00 00 00 01 00 00 (theo thập lục phân)

Fig.9

10/15

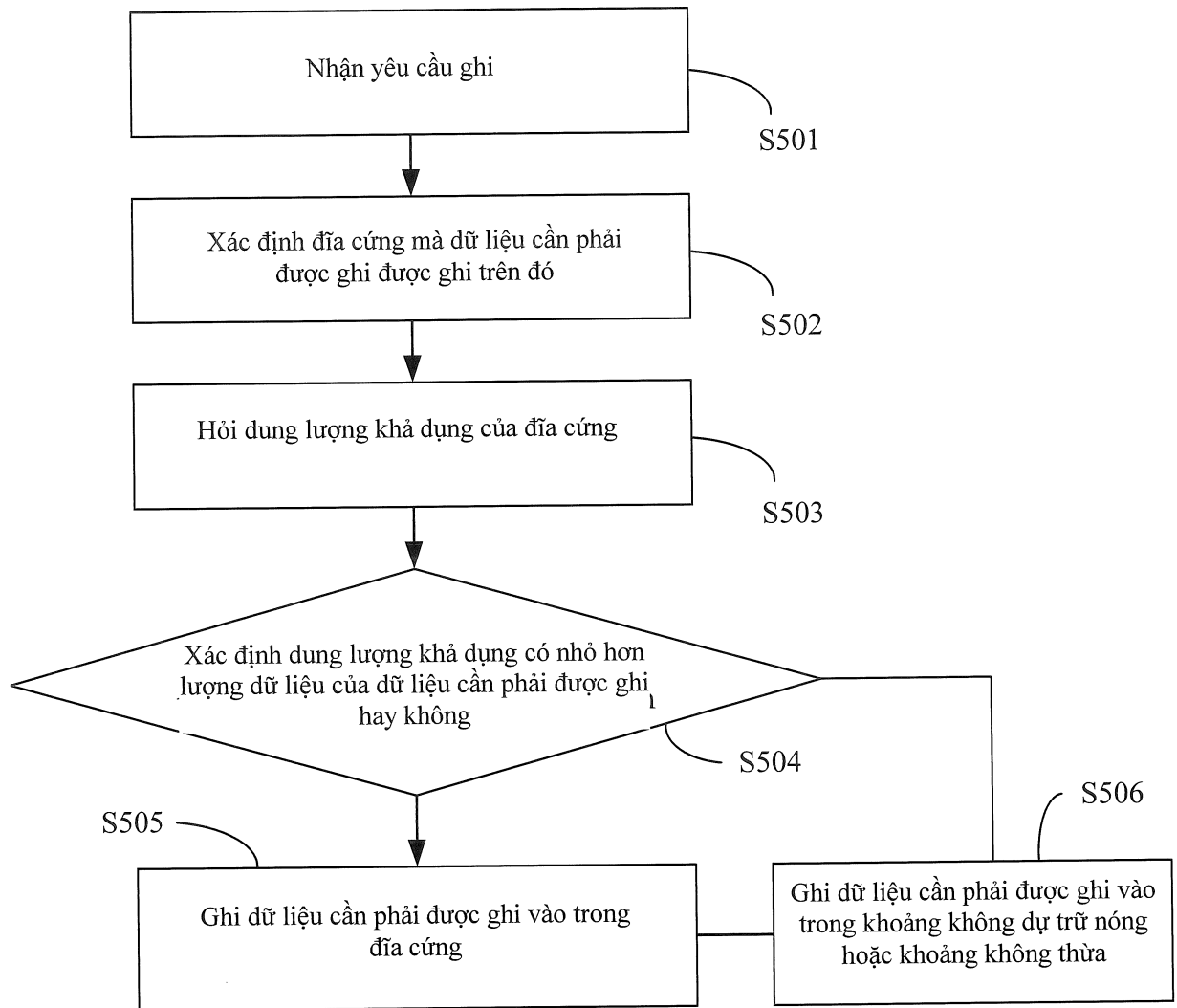


Fig.10

11/15

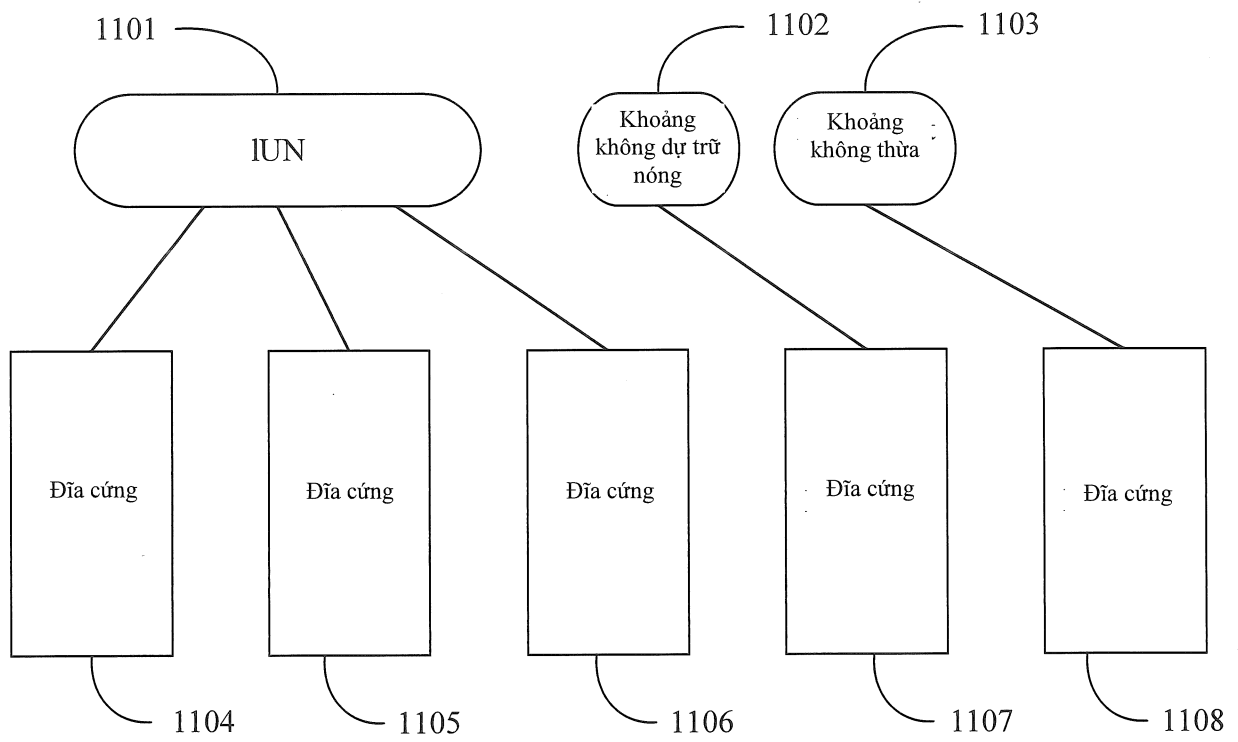


Fig.11

12/15

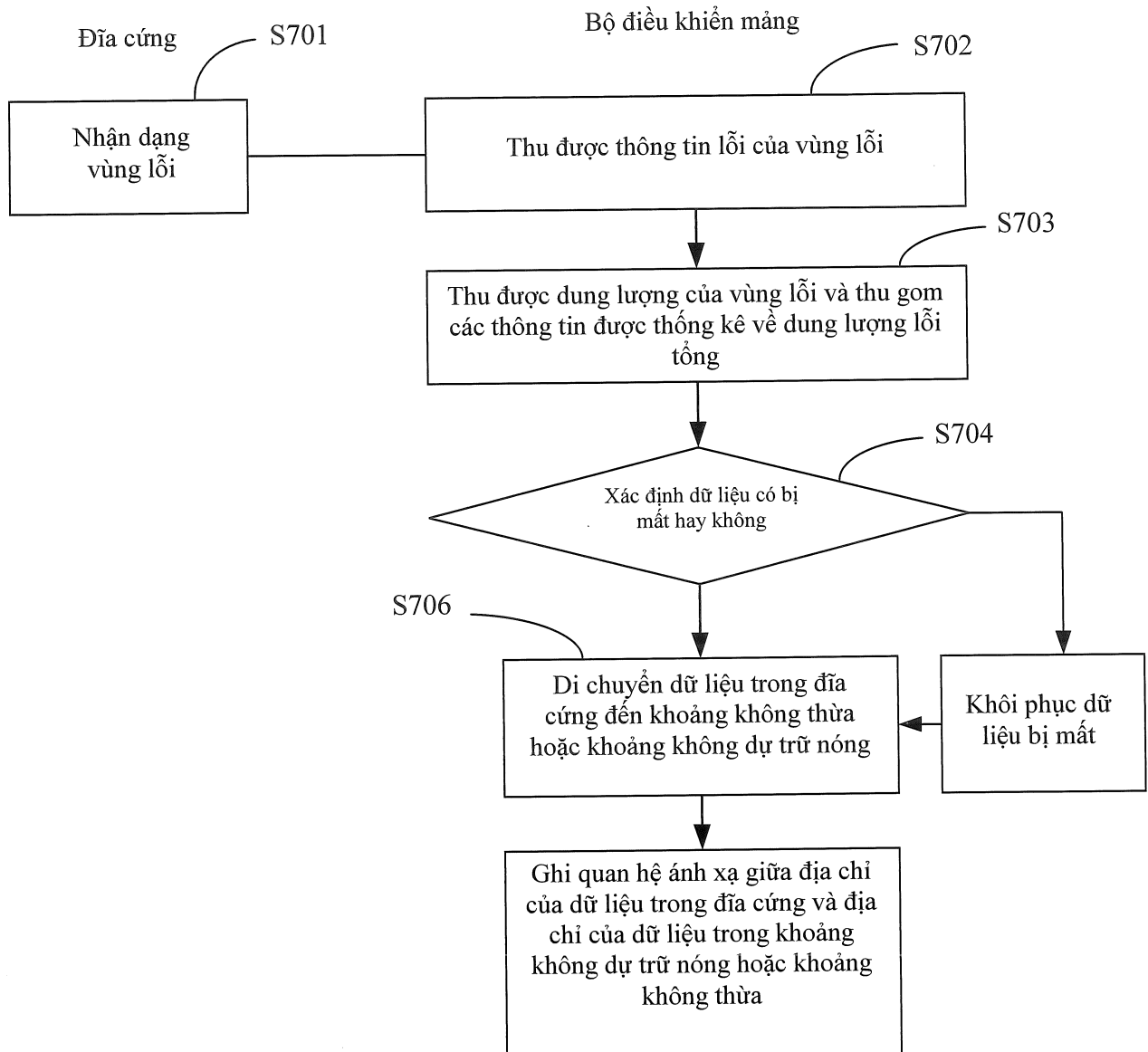


Fig.12

13/15

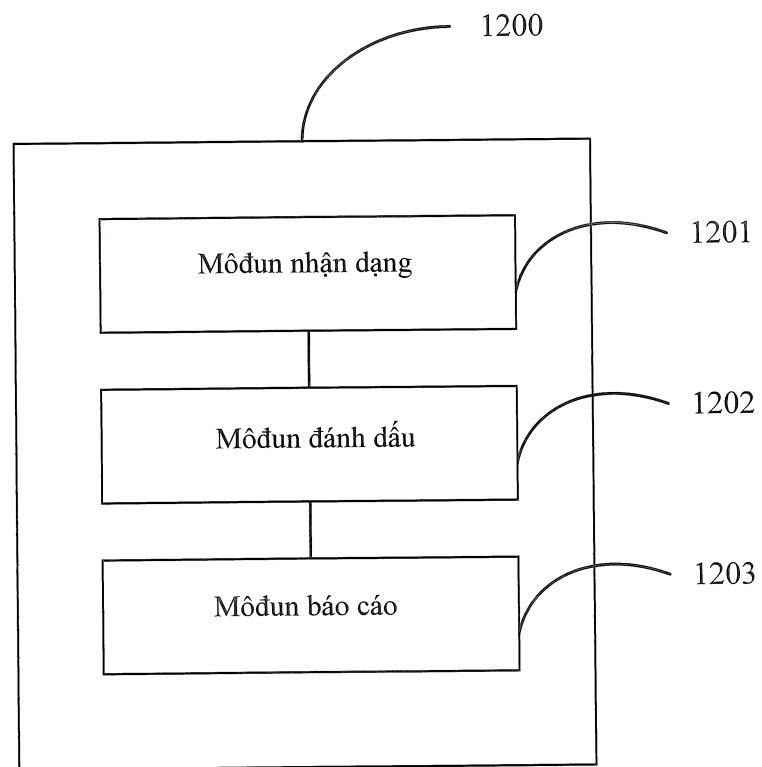


Fig.13

14/15

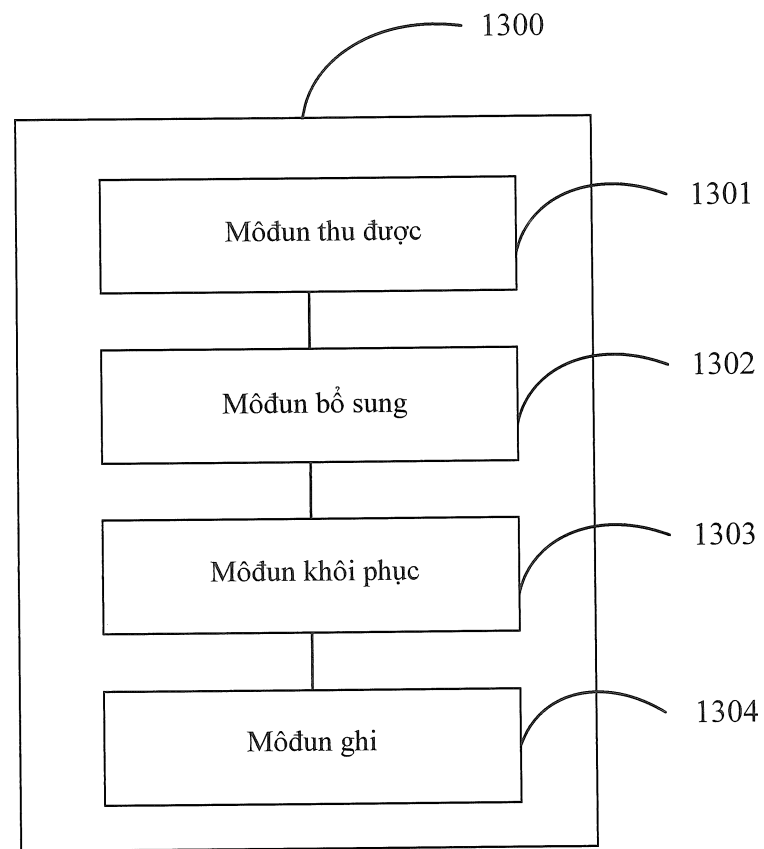


Fig.14

15/15

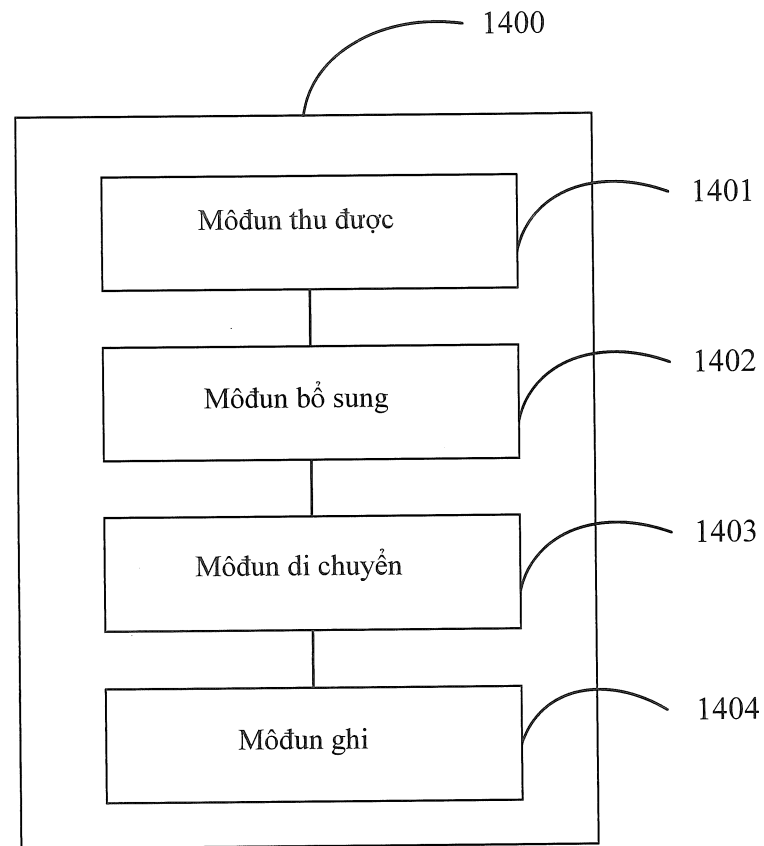


Fig.15