



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

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

(11)



1-0026481

(51)⁸ G06F 13/16; G06F 12/02

(13) B

(21) 1-2017-01929

(22) 26/10/2015

(86) PCT/CN2015/092877 26/10/2015

(87) WO 2016/066073 06/05/2016

(30) 201410607052.5 31/10/2014 CN

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/07/2017 352A

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

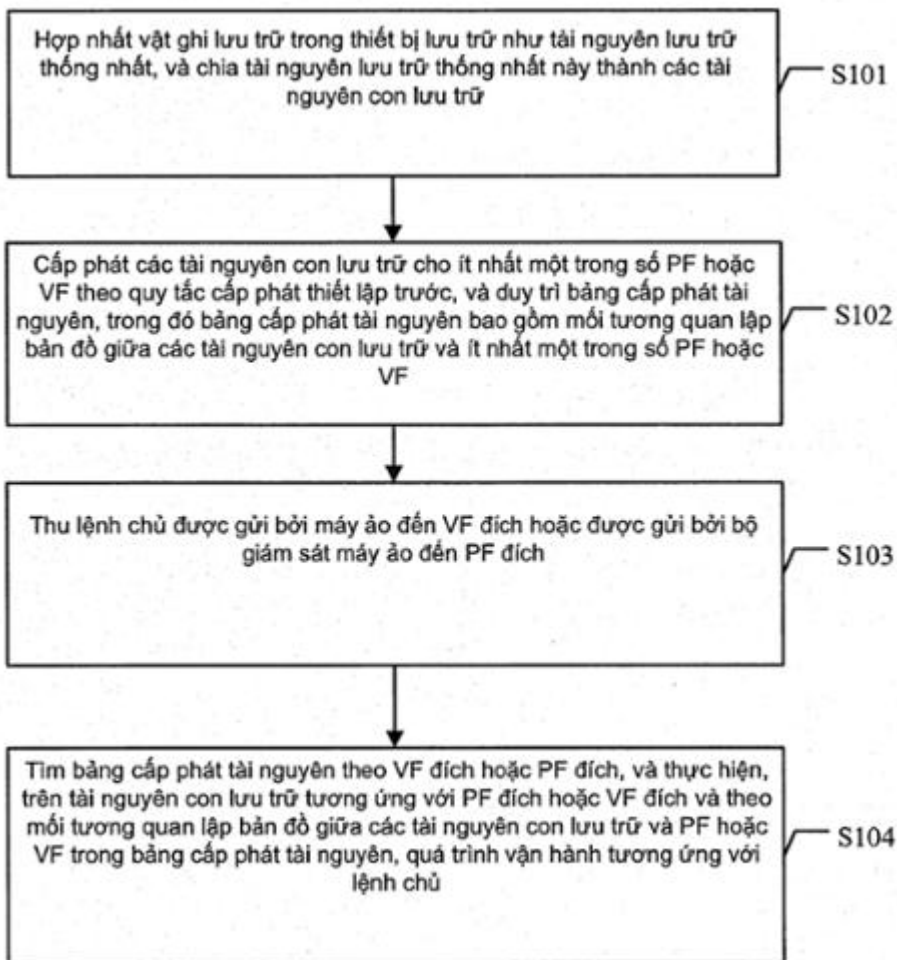
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) HU, Haiyan (CN); SHEN, Shaofeng (CN); TANG, Miao (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUY CẬP TÀI NGUYÊN LƯU TRỮ ĐƯỢC TRỢ GIÚP BỞI
SR-IOV VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN LƯU TRỮ VÀ THIẾT BỊ LƯU TRỮ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ; cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF; thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghệ truyền thông, và cụ thể là đến phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn (công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn-SR-IOV) và bộ điều khiển lưu trữ, và thiết bị lưu trữ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra (Input/Output-I/O) gốc đơn (Single Root I/O Virtualization-SR-IOV) là sự mở rộng của tiêu chuẩn giao diện bus biểu thị liên kết thành phần ngoại vi (Peripheral Component Interconnect Express-PCIe), và nhắc các hình ảnh hoặc người dùng hệ thống khác nhau truy cập ngẫu nhiên tập con trên tài nguyên I/O vật lý, để có được tính lưu động dữ liệu tốt hơn và dùng chung tài nguyên phần cứng về cơ sở hạ tầng.

Ổ cứng thể rắn PCIe (Solid State Drive-SSD) có băng thông cao, số lệnh vào/ra trong một giây cao (Input/Output Operations Per Second-IOPS) và độ trễ thấp. Do đó, có tiềm năng rất lớn.

Tuy nhiên, trong giải pháp kỹ thuật đã biết, không có phương pháp thực hiện nào mà cho phép thiết bị lưu trữ (ví dụ, PCIe SSD) trợ giúp SR-IOV. Do đó, các thiết bị lưu trữ hiện có không thể trợ giúp SR-IOV, và không thể thực hiện tốt hơn việc dùng chung tài nguyên phần cứng để cải thiện việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế theo các phương án của nó đề xuất phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV và bộ điều khiển lưu trữ, và thiết bị lưu trữ, để giải quyết vấn đề hiện có của giải pháp kỹ thuật đã biết mà thiết bị lưu trữ không thể thực hiện tốt hơn việc dùng chung tài nguyên phần cứng và

cải thiện việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ.

Theo khía cạnh thứ nhất, một phương án của sáng chế đề xuất phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn, trong đó phương pháp này được thực hiện bởi bộ điều khiển lưu trữ trong thiết bị lưu trữ, thiết bị lưu trữ này còn bao gồm vật ghi lưu trữ, bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để kết nối theo cách riêng rẽ máy chủ và vật ghi lưu trữ, máy chủ chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có chức năng vật lý (physical function-PF) và một hoặc nhiều chức năng ảo (virtual function-VF) liên quan đến PF, PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo; và phương pháp này bao gồm các bước:

hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến nơi đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ này có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau; và

bước thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích là bước:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để

thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách có thể thực hiện thứ hai, bộ điều khiển lưu trữ còn có các tài nguyên ngắt, các tài nguyên ngắt này được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt, và phương pháp này còn bao gồm các bước:

truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ hai của khía cạnh thứ nhất, theo cách có thể thực hiện thứ ba,

tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

Theo khía cạnh thứ nhất hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách có thể thực hiện thứ tư, lệnh chủ bao gồm các bộ định danh (identifier-ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

bước tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ bao gồm các bước:

tìm, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ

tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Theo khía cạnh thứ nhất hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ nhất, theo cách có thể thực hiện thứ năm, bước cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên bao gồm các việc:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Theo khía cạnh thứ nhất hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ nhất, theo cách có thể thực hiện thứ sáu, PF được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu, và

chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu bao gồm ít nhất một cách thực hiện lệnh tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, thực hiện lệnh định dạng, hoặc chức năng tắt nguồn trong việc khởi động lại toàn bộ.

Theo khía cạnh thứ hai, một phương án của sáng chế đề xuất bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn, trong đó bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để kết nối theo cách riêng rẽ

máy chủ và vật ghi lưu trữ, máy chủ chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có chức năng vật lý PF và một hoặc nhiều chức năng ảo VF liên quan đến PF, VF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo; và bộ điều khiển lưu trữ bao gồm:

môđun hợp nhất, được tạo cấu hình để: hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

môđun cấp phát, được tạo cấu hình để: cấp phát, cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, các tài nguyên con lưu trữ được chia bởi môđun hợp nhất, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên này có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

môđun thu, được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

môđun vận hành, được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ được thu bởi môđun thu.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ hai, máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau; và

môđun thu được tạo cấu hình riêng để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách có thể thực hiện thứ hai, bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm các tài nguyên ngắt,

các tài nguyên ngắt được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt; và

bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm:

môđun truyền, được tạo cấu hình để truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

môđun chỉ dẫn, được tạo cấu hình để chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách có thể thực hiện thứ ba, tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách có thể thực hiện thứ tư, lệnh chủ bao gồm các bộ định danh (ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

môđun vận hành được tạo cấu hình riêng để:

tìm, theo mỗi tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực

hiện từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách có thể thực hiện thứ năm, môđun cấp phát cụ thể là được tạo cấu hình để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF thành bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ hai, theo cách có thể thực hiện thứ sáu, PF được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu, và

chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu bao gồm ít nhất một cách thực hiện lệnh tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, thực hiện lệnh định dạng, hoặc chức năng tắt nguồn trong việc khởi động lại toàn bộ.

Theo khía cạnh thứ ba, một phương án của sáng chế đề xuất thiết bị lưu trữ, bao gồm bộ điều khiển lưu trữ và vật ghi lưu trữ, trong đó

bộ điều khiển lưu trữ được kết nối với vật ghi lưu trữ và được tạo cấu hình để kết nối máy chủ bên ngoài, sao cho máy chủ đọc và viết dữ liệu trong vật ghi lưu trữ bằng cách sử dụng bộ điều khiển lưu trữ, máy chủ chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có chức năng vật lý PF và một hoặc nhiều chức năng ảo VF liên quan đến PF, PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo; và

bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để:

hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ ba, máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi; và

Khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là được tạo cấu hình để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ nhất của khía cạnh thứ ba, theo cách có thể thực hiện thứ hai, bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm các tài nguyên ngắt, các tài nguyên ngắt được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt, và bộ điều khiển lưu trữ còn được tạo cấu hình để:

truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của

hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Theo cách có thể thực hiện thứ hai của khía cạnh thứ ba, theo cách có thể thực hiện thứ ba,

tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

Theo khía cạnh thứ ba hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách có thể thực hiện thứ tư, lệnh chủ bao gồm bộ định danh (ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là được tạo cấu hình để:

tìm, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Theo khía cạnh thứ ba hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ ba, theo cách có thể thực hiện thứ năm, khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để: cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là

được tạo cấu hình để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Theo khía cạnh thứ tư, một phương án của sáng chế đề xuất hệ thống lưu trữ, trong đó hệ thống lưu trữ bao gồm máy chủ và thiết bị lưu trữ theo khía cạnh thứ ba hoặc cách bất kỳ trong số các cách có thể thực hiện của khía cạnh thứ ba.

Theo các phương án của sáng chế, vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ được hợp nhất và được cấp phát, quá trình vận hành được thực hiện, theo lệnh được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF hoặc PF thu lệnh, và cách mà thiết bị lưu trữ cụ thể là thực hiện cách thực hiện được trợ giúp bởi SR-IOV được cung cấp. Do đó, có thể cải thiện việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ, và có thể cải thiện hiệu suất của thiết bị lưu trữ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả một cách rõ ràng hơn các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế, các hình vẽ kèm theo dưới đây sẽ được mô tả một cách vắn tắt để mô tả các phương án đó. Rõ ràng là, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả dưới đây chỉ đơn thuần thể hiện một số phương án của sáng chế, và chuyên gia có kỹ năng trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể vẫn tạo ra các hình vẽ khác nếu dựa vào các hình vẽ này mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 là sơ đồ kết cấu hệ thống của PCIe SSD theo một phương án của

sáng chế;

Fig.2 là lưu đồ của phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ của phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ lập bản đồ tài nguyên NAND flash theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 là kết cấu dạng sơ đồ của bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là kết cấu dạng sơ đồ của bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 là kết cấu dạng sơ đồ của bộ điều khiển lưu trữ theo một phương án nữa của sáng chế; và

Fig.8 là kết cấu dạng sơ đồ của thiết bị lưu trữ theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các giải pháp kỹ thuật sẽ được mô tả một cách rõ ràng theo các phương án của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Rõ ràng là, các phương án được mô tả này chỉ đơn thuần là một số phương án mà không phải là tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác được tạo ra bởi chuyên gia có kỹ năng trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này nếu dựa vào các phương án đó mà không cần phải nỗ lực sáng tạo đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Phương án 1

Phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể được thực hiện bởi bộ điều khiển lưu trữ trong thiết bị lưu trữ. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị lưu trữ có thể là ổ cứng thể rắn (solid state drive-SSD). SSD bao gồm bộ điều khiển lưu trữ (bộ điều khiển SSD) và vật

ghi lưu trữ (cũng được dùng để chỉ "tài nguyên lưu trữ" hoặc "tài nguyên lưu trữ vật lý", mà cụ thể là có thể là NAND flash). Bộ điều khiển lưu trữ được kết nối với vật ghi lưu trữ và được kết nối với máy chủ (mà có thể được kết nối với máy chủ bằng cách sử dụng giao diện tốc độ cao như giao diện PCIe), sao cho máy chủ đọc và viết dữ liệu trong vật ghi lưu trữ bằng cách sử dụng bộ điều khiển lưu trữ.

Theo phương án này của sáng chế, máy chủ có thể là máy tính chủ, PC, hoặc bộ tính toán khác mà cần được kết nối với thiết bị lưu trữ. Máy chủ bao gồm bộ giám sát máy ảo VMM và một hoặc nhiều máy ảo VM (bao gồm VM0, VM1, VM2, ..., VMn, trong đó n là số tự nhiên). Bộ điều khiển lưu trữ có PF và một hoặc nhiều VF (ví dụ, VF0, VF1, VF2, ..., VF_n được thể hiện trên hình vẽ này, trong đó n là số tự nhiên) liên quan đến PF. Theo phương án này của sáng chế, máy chủ có thể truyền thông với bộ điều khiển lưu trữ dựa vào giao thức NVMe. PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo. Ví dụ, PF có thể truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo VMM, VF1 có thể truyền thông trực tiếp với VM1, và VF2 có thể truyền thông trực tiếp với VM2. Công nghệ truyền thông trực tiếp giữa PF và bộ giám sát máy ảo và giữa VF và VM là công nghệ đã biết đối với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này. Do đó, không được mô tả chi tiết trong bản mô tả này.

Theo Fig.2, phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV được mô tả theo phương án này của sáng chế bao gồm các bước dưới đây.

S101. Hợp nhất vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ.

Tùy ý, thiết bị lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế cụ thể là có thể là PCIe SSD (tức là, SSD có giao diện là giao diện PCIe). Vật ghi lưu trữ có trong thiết bị lưu trữ cụ thể là có thể là NAND flash. Trong quá trình thực hiện riêng, để cấp phát tốt hơn vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD cho

PF và mỗi VF, bộ điều khiển lưu trữ có thể hợp nhất vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD như tài nguyên lưu trữ thống nhất và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ, để cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF và mỗi VF.

Cụ thể là, như được thể hiện trên Fig.1, bộ điều khiển lưu trữ có thể lập bản đồ, bằng cách sử dụng công nghệ lớp chuyển dịch flash (Flash Translation Layer-FTL), NAND flash vào trong khoảng trống logic đơn (tức là, khoảng trống logic SSD), và khoảng trống logic đơn được thể hiện bằng cách sử dụng địa chỉ khối logic tuyệt đối (Logical Block Address-LBA), ví dụ, Abs_Bắt đầu_LBA~Abs_Kết thúc_LBA. Khoảng trống logic đơn là tài nguyên lưu trữ thống nhất đạt được bằng cách hợp nhất NAND flash. Sau khi NAND flash được lập bản đồ vào trong khoảng trống logic đơn, khoảng trống logic đơn được chia thành các phân đoạn khác nhau, tức là, khoảng trống logic đơn được chia thành nhiều khoảng LBA. Mỗi phân đoạn (tức là, mỗi khoảng LBA) là vùng tên Namespace (viết tắt là NS). Các NS có thể có cùng kích thước hoặc các kích thước khác nhau, mà không bị giới hạn trong bản mô tả này. Các NS đạt được bằng cách chia khoảng trống logic đơn là các tài nguyên con lưu trữ đạt được bằng cách chia tài nguyên lưu trữ thống nhất. Bộ điều khiển lưu trữ có thể ghi khoảng LBA tuyệt đối đối với mỗi NS trong khoảng trống logic đơn (tức là, khoảng trống logic toàn cầu). Hơn là, các NS có thể được cấp phát cho PF hoặc VF để sử dụng.

S102. Cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF.

Theo một số cách có thể thực hiện được, sau khi hợp nhất vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD như tài nguyên lưu trữ thống nhất bằng cách sử dụng PF, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ, bộ điều khiển lưu trữ có thể cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước và duy trì bảng cấp phát tài nguyên. Cụ

thể là, bộ điều khiển lưu trữ có thể cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo lệnh cấp phát được gửi bởi bộ giám sát máy ảo. Bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF. Cụ thể là, bảng cấp phát tài nguyên còn bao gồm thông tin định danh của PF và thông tin định danh của mỗi VF liên quan đến PF. Bộ điều khiển lưu trữ có thể thiết lập mối tương quan lập bản đồ giữa thông tin định danh của PF và vật ghi lưu trữ được cấp phát cho PF, để tìm, bằng cách sử dụng thông tin định danh của PF, đối với vật ghi lưu trữ được cấp phát cho PF. Bộ điều khiển lưu trữ còn có thể thiết lập mối tương quan lập bản đồ giữa thông tin định danh của VF và vật ghi lưu trữ được cấp phát cho VF, để tìm, bằng cách sử dụng thông tin định danh của VF, đối với vật ghi lưu trữ được cấp phát cho VF. Bộ điều khiển lưu trữ có thể cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo lệnh cấp phát được gửi bởi bộ giám sát máy ảo.

S103. Thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích.

Theo phương án này, "lệnh chủ" là lệnh, ví dụ, lệnh I/O, được gửi bởi máy chủ. Cụ thể là, lệnh chủ có thể được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo chạy trên máy chủ.

Tùy ý, theo cách thực hiện riêng, máy chủ được mô tả theo phương án này bao gồm bộ nhớ. Trong khi chạy, bộ nhớ của máy chủ bao gồm ít nhất một hàng đợi, và PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau. Máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo có thể sử dụng hàng đợi để gửi lệnh chủ. Cụ thể là, khi hàng đợi dùng để gửi lệnh chủ bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, dữ liệu tương ứng với lệnh chủ được viết vào trong khoảng trống lưu trữ tương ứng với hàng đợi. Theo phương án này, máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo trong máy chủ có thể đặt lệnh chủ trong hàng đợi mà là trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích, và sau đó chỉ dẫn bộ điều khiển lưu trữ để thu lệnh chủ từ hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ.

Sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bộ điều khiển lưu trữ có thể bắt đầu quá trình vận hành truy cập bộ

nhớ trực tiếp (Direct Memory Access-DMA), để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

S104. Tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ.

Tùy ý, theo cách thực hiện riêng, bộ giám sát máy ảo gửi lệnh đến PF theo cách thẳng suốt. Khi thu lệnh chủ bằng cách sử dụng hàng đợi tương ứng với PF đích, bộ điều khiển lưu trữ có thể thu thông tin định danh của PF. Ngoài ra, mô đun chức năng thực hiện quá trình truyền thông PCIe trong bộ điều khiển lưu trữ có thể biết, bằng cách sử dụng chế độ thẳng suốt SR-IOV, đối với VF (ví dụ, VF1), tức là, VF đích, lệnh I/O được gửi bởi máy ảo được truyền trực tiếp, và có thể còn bổ sung thông tin định danh của VF1 (ví dụ, ID của VF1) để điều khiển trường trong gói PCIe và gửi, đến mô đun xử lý trong bộ điều khiển lưu trữ, gói mang thông tin định danh của VF1. Mô đun xử lý trong bộ điều khiển lưu trữ có thể phân tách gói PCIe mang thông tin định danh của VF1 và thu thông tin định danh của VF1 từ gói PCIe.

Theo cách thực hiện riêng, sau khi thu thông tin định danh của PF hoặc thông tin định danh của VF, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của PF hoặc thông tin định danh của VF, để thu, bằng cách tìm bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ được cấp phát cho PF hoặc VF, và có thể còn thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF hoặc tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ. Sau khi thu tài nguyên con lưu trữ (mà cụ thể là NS) tương ứng với PF, bộ điều khiển lưu trữ có thể truyền dữ liệu trong NS đến địa chỉ bộ nhớ vật lý của máy chủ theo cách DMA. Sau khi hoàn thành quá trình truyền dữ liệu, bộ điều khiển lưu trữ có thể tạo ra lệnh điều khiển để đáp lại lệnh chủ, truyền lệnh điều khiển đến bộ nhớ của máy chủ theo cách DMA, và gửi chế độ ngắt bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng

với hàng đợi đích của PF đích hoặc VF đích, để chỉ dẫn máy chủ thu lệnh điều khiển.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, PF có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu theo giao thức NVMe. Chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu bao gồm cách thực hiện lệnh tải xuống hoặc kích hoạt phần sụn, thực hiện lệnh định dạng, chức năng tắt nguồn trong việc khởi động lại toàn bộ, hoặc tương tự. Theo phương án này của sáng chế, VF được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển SSD gọn nhẹ, bao gồm chức năng IO của đĩa và phần nhỏ chức năng điều khiển SSD, và chức năng toàn cầu được thực hiện chỉ bởi PF. Ví dụ, giao thức giao diện máy chủ NVMe dùng làm ví dụ. Lệnh, như tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, là lệnh toàn cầu và có thể được thực hiện chỉ bởi PF, nhưng không được trợ giúp bởi VF. Do đó, nếu máy ảo phân phối tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, VF trả về lỗi. Đối với lệnh định dạng, cả PF và VF có thể trợ giúp xóa an toàn của vùng tên; và định dạng Chang LBA được trợ giúp chỉ bởi PF. Đối với chính sách tắt nguồn, sau khi thu chỉ dẫn tắt nguồn, VF khởi động lại tài nguyên, bao gồm hàng đợi IO và tương tự, chỉ liên quan đến VF; sau khi thu chỉ dẫn tắt nguồn, ngoài việc cài đặt lại tài nguyên của PF, PF vẫn cần phải chỉ dẫn để thực hiện việc khởi động toàn bộ, bao gồm việc lưu trữ mục nhập quản lý NAND flash nền.

Theo phương án này của sáng chế, PF trong bộ điều khiển lưu trữ có thể còn được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng như cho phép công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn, tìm và cấp phát vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên. Cụ thể là, bộ giám sát máy ảo trong máy chủ có thể tải trình điều khiển PF, cho phép chức năng SR-IOV, tạo ra hàng đợi quản lý, và điều khiển, bằng cách sử dụng PF, hàng đợi quản lý để phân phối lệnh tìm tài nguyên đến PF. Sau khi thu lệnh tìm, PF có thể trả về các trạng thái của vật ghi lưu trữ, tài nguyên ngắt, và tài nguyên hàng đợi có trong thiết bị lưu trữ đối với bộ giám sát máy ảo. Sau khi thu các trạng thái mà là của vật ghi lưu trữ, tài nguyên ngắt, và tài nguyên hàng đợi và được trả về

bởi PF, bộ giám sát máy ảo có thể gửi lệnh cấp phát cho PF. PF có thể phân tách lệnh cấp phát, chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ theo lệnh cấp phát, và còn cấp phát các tài nguyên con lưu trữ, tài nguyên hàng đợi, và tài nguyên ngắt cho PF hoặc VF.

Theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển lưu trữ có thể hợp nhất vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như tài nguyên lưu trữ thống nhất, chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ, còn cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo lệnh cấp phát được gửi bởi máy chủ, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Khi thu lệnh được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo bộ định danh của PF hoặc VF thu lệnh, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF. Phương pháp được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể trợ giúp công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn. Do đó, cải thiện hiệu suất I/O của thiết bị lưu trữ và việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ.

Phương án 2

Theo Fig.3, dựa vào phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV, trong đó phương pháp này bao gồm các bước dưới đây.

S201. Hợp nhất vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ.

Tùy ý, phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn được đề xuất theo phương án này của sáng chế có thể được thực hiện bởi bộ điều khiển lưu trữ. Như được thể hiện trên Fig.1, đối với mối tương quan kết cấu giữa bộ điều khiển lưu trữ, máy chủ, và vật ghi lưu trữ, có thể thực hiện tham chiếu đến nội dung được mô tả trong

phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn được đề xuất theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Theo cách thực hiện riêng, đối với quy trình thực hiện riêng mà được mô tả theo phương án này của sáng chế và trong đó vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ được hợp nhất như tài nguyên lưu trữ thống nhất và tài nguyên lưu trữ thống nhất này được chia thành các tài nguyên con lưu trữ, có thể thực hiện tham chiếu đến bước S101 theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Hơn nữa, như được thể hiện trên Fig.4, Fig.4 là sơ đồ lập bản đồ tài nguyên NAND flash được mô tả theo phương án này của sáng chế. Bộ điều khiển lưu trữ lập bản đồ, bằng cách sử dụng chức năng công nghệ FTL, NAND flash vào trong khoảng trống logic đơn (khoảng trống logic SSD), trong đó khoảng trống logic đơn được ghi như Abs_NS. Khoảng của khoảng trống logic đơn (tức là, tài nguyên lưu trữ thống nhất) được thể hiện bằng cách sử dụng điểm bắt đầu và điểm kết thúc của LBA tuyệt đối, ví dụ, Abs_Bắt đầu_LBA~Abs_Kết thúc_LBA. Bộ điều khiển lưu trữ có thể chia khoảng trống logic đơn thành N (N là số tự nhiên) khoảng LBA có các kích thước khác nhau (hoặc các khoảng LBA có cùng kích thước, trong đó các khoảng LBA có các kích thước khác nhau dùng làm ví dụ đối với phần mô tả riêng dưới đây) (tức là, các phân đoạn NS, mà có thể được ghi như, ví dụ, Abs_NS1, Abs_NS2, Abs_NS3, ..., Abs_NS_n) theo quy tắc chia thiết lập trước. Cụ thể là, khoảng trống logic đơn có thể thứ nhất được chia thành N NS, và sau đó vị trí (tức là, địa chỉ khoảng trống logic tuyệt đối) được ghi đối với mỗi NS trong khoảng trống logic đơn, bao gồm vị trí bắt đầu và vị trí kết thúc, như được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

Abs_NS (khoảng trống logic tuyệt đối)	Bắt đầu_LBA (Vị trí bắt đầu)	Kết thúc_LBA (Vị trí kết thúc)
Abs_NS1	Abs Bắt đầu_LBA1	Abs Kết thúc_LBA 1
Abs_NS2	Abs Bắt đầu_LBA2	Abs Kết thúc_LBA2
Abs_NS3	Abs Bắt đầu_LBA3	Abs Kết thúc_LBA3
...	...	...

Theo cách thực hiện riêng, giả định rằng khoảng của khoảng trống logic đơn là từ 0x0000000 đến 0x3ffffff, tức là, Abs_NS, từ 0x0000000 đến 0x3ffffff, bộ điều khiển lưu trữ có thể chia khoảng trống logic đơn thành N (ví dụ, 6) NS có các kích thước khác nhau theo quy tắc chia thiết lập trước, và vị trí bắt đầu và vị trí kết thúc của mỗi NS được ghi như được thể hiện trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Abs_NS	Bắt đầu_LBA (Vị trí bắt đầu)	Kết thúc_LAB (Vị trí kết thúc)
Abs_NS1	0x0000000	0x7ffffff
Abs_NS2	0x8000000	0xffffffff
Abs_NS3	0x1000000	0x17ffffff
Abs_NS4	0x1800000	0x1ffffff
Abs_NS5	0x2000000	0x2ffffff
Abs_NS6	0x3000000	0x3ffffff

Tùy ý, bộ điều khiển lưu trữ còn có thể thiết lập sự tương ứng giữa hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và PF hoặc VF, sao cho PF hoặc VF tương ứng với ít nhất một NS và ít nhất một hàng đợi (tức là, ít nhất một hàng đợi trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ), và mỗi hàng đợi tương ứng với tài nguyên ngắt khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.1, NS hoặc hàng đợi tương ứng với PF hoặc VF có thể được đánh dấu bằng cách sử dụng NS ID hoặc các ID hàng đợi.

S202. Cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF.

Theo cách thực hiện riêng, đối với quy trình thực hiện riêng của bước cấp phát, bởi bộ điều khiển lưu trữ, các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, có thể thực hiện tham chiếu đến bước S102 theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Hơn nữa, theo phương án này của sáng chế, bảng cấp phát tài nguyên có thể còn bao gồm mối tương quan lập bản đồ giữa thông tin định danh của PF hoặc VF và tài nguyên hàng đợi và tài nguyên ngắt mà được cấp phát cho PF hoặc VF. Cụ thể là, tài nguyên hàng đợi là thông tin định danh của hàng đợi (mà cụ thể là có thể là số hàng đợi) mà là trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với PF hoặc VF trong PCIe SSD, hoặc tương tự. Theo phương án này của sáng chế, mỗi hàng đợi tương ứng với tài nguyên ngắt khác nhau, sao cho mỗi PF tương ứng với ít nhất một tài nguyên ngắt, và mỗi VF tương ứng với ít nhất một tài nguyên ngắt. Theo cách thực hiện riêng, sự tương ứng giữa PF hoặc VF và hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ cụ thể là có thể được biểu thị như sự tương ứng giữa PF hoặc VF và số hàng đợi của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, và sự tương ứng còn có thể thay đổi theo tình huống ứng dụng riêng. Tức là, số hàng đợi của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ có thể được cấp phát lại theo tình huống ứng dụng riêng, và PF hoặc VF tương ứng với hàng đợi có thể được thay đổi.

Tùy ý, đối với PF trong bộ điều khiển lưu trữ, có thể thực hiện tham chiếu đến thông tin về tài nguyên như tất cả các vật ghi lưu trữ và tài nguyên ngắt trong PCIe SSD và hàng đợi mà là trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với PF hoặc VF. Cụ thể là, tài nguyên ngắt có thể là chế độ ngắt MSI-x mở rộng của chế độ ngắt được truyền tín hiệu thông báo (Message Signaled Interrupt-MSI), và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x. Theo cách thực hiện riêng, tài nguyên ngắt còn có thể là chế độ ngắt MSI, mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI, và dạng biểu thị riêng của tài nguyên ngắt không bị giới hạn trong bản mô tả này.

Hơn nữa, tùy ý, khi cấp phát các tài nguyên con lưu trữ và tài nguyên ngắt và thiết lập sự tương ứng giữa hàng đợi (mà cụ thể là có thể là hàng đợi I/O) trong bộ nhớ của máy chủ và PF hoặc VF, bộ điều khiển lưu trữ có thể cấp phát các tài nguyên con lưu trữ, tài nguyên hàng đợi I/O (ví dụ, số hàng đợi của hàng đợi I/O), hoặc tài nguyên ngắt cho PF hoặc VF bằng cách sử dụng PF theo lệnh cấp phát được gửi bởi bộ giám sát máy ảo. Lệnh cấp phát có thể bao gồm quy tắc cấp phát thiết lập trước. PF có thể cấp phát một NS cho một PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa NS và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Tùy ý, PF có thể còn cấp phát một hoặc nhiều NS cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước (NS được cấp phát cho VF là khoảng trống logic tuyệt đối của VF) và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa các NS và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên, hoặc cấp phát một NS cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, tức là, các VF khác nhau có thể dùng chung cùng NS, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa NS và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Tương tự, bộ điều khiển lưu trữ có thể còn cấp phát, cho PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, tài nguyên hàng đợi I/O trong PCIe SSD và tài nguyên ngắt tương ứng với tài nguyên hàng đợi I/O, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa hàng đợi I/O và PF hoặc VF hoặc mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên ngắt và PF hoặc VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Ngoài ra, bộ điều khiển lưu trữ có thể còn cấp phát, cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, số hàng đợi của một hoặc nhiều hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa số hàng đợi của một hoặc nhiều hàng đợi I/O trong bộ nhớ của máy chủ và VF hoặc mối tương quan lập bản đồ giữa một hoặc nhiều tài nguyên ngắt và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Theo cách thực hiện riêng, bảng cấp phát tài nguyên còn bao gồm thông tin định danh của PF và thông tin định danh của mỗi VF liên quan đến PF. Bộ điều khiển lưu trữ có thể thiết lập mối tương quan lập bản đồ giữa thông tin định danh của PF và NS, số hàng đợi của hàng đợi I/O, hoặc tài nguyên ngắt

mà được cấp phát cho PF, để tìm, theo thông tin định danh của PF, đối với NS, số hàng đợi của hàng đợi I/O, hoặc tài nguyên ngắt mà được cấp phát cho PF. Bộ điều khiển lưu trữ có thể còn thiết lập mối tương quan lập bản đồ giữa thông tin định danh của VF và NS, số hàng đợi của hàng đợi I/O, hoặc tài nguyên ngắt mà được cấp phát cho VF, để tìm, theo thông tin định danh của VF, đối với NS, số hàng đợi của hàng đợi I/O, hoặc tài nguyên ngắt mà được cấp phát cho VF, như được thể hiện trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

PF/VF (bộ định danh)	Khoảng trống Logic	Tài nguyên hàng đợi I/O	Tài nguyên ngắt
PF0	Abs_NS1	Abs_Q1	Abs_IRQ1
VF1	Abs_NS2, Abs_NS3, và Abs_NS4.	Abs_Q2, Abs_Q3, và Abs_Q4.	Abs_IRQ2, Abs_IRQ3, và Abs_IRQ4.
VF2	Abs_NS3, và Abs_NS5.	Abs_Q5, và Abs_Q6.	Abs_IRQ5, và Abs_IRQ6.
VF3	Abs_NS6, Abs_NS7, và Abs_NS8.	Abs_Q7, Abs_Q8, và Abs_Q9.	Abs_IRQ7, Abs_IRQ8, và Abs_IRQ9.
...	...	...	...

S203. Thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích.

Tùy ý, VF đích là VF truyền thông trực tiếp với máy ảo, và PF là PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo. Theo cách thực hiện riêng, đối với quy trình thực hiện riêng của bước thu, bởi bộ điều khiển lưu trữ, lệnh chủ được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, có thể thực hiện tham chiếu đến bước S103 theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

S204. Tìm bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của VF đích hoặc PF đích, để thu tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích từ bảng cấp phát tài nguyên.

Theo cách thực hiện riêng, đối với quy trình thực hiện riêng của bước tìm,

bởi bộ điều khiển lưu trữ, bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của PF đích hoặc VF đích, có thể thực hiện tham chiếu đến bước S104 theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

S205. Tìm, từ tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích và theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Theo cách thực hiện riêng, trước khi máy ảo yêu cầu tài nguyên vật lý từ bộ điều khiển lưu trữ, máy ảo có thể thứ nhất gửi lệnh tìm đến bộ điều khiển lưu trữ và sau đó yêu cầu, đến bộ điều khiển lưu trữ, để tìm đối với thông tin về trạng thái của tài nguyên vật lý trong PCIe SSD. Lệnh tìm mang thông tin định danh của PF đích hoặc VF đích. Bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của PF đích hoặc VF đích, để xác định mục nhập về khả năng của PF đích hoặc VF đích, trong đó mục nhập về khả năng bao gồm vật ghi lưu trữ, tài nguyên hàng đợi I/O, tài nguyên ngắt, và tương tự mà có thể được chiếm giữ bởi PF đích hoặc VF đích. Ví dụ, máy ảo 1 có thể tìm đối với mục nhập về khả năng của VF1 từ bộ điều khiển lưu trữ, như được thể hiện trong Bảng 4 dưới đây.

Bảng 4

Tài nguyên	Số lượng
NS	3
Hàng đợi I/O	3
Chế độ ngắt	3

Sau khi thu mục nhập về khả năng của VF1, máy ảo 1 có thể gửi mục nhập về khả năng của VF1 đến VF1. Sau khi biết thông tin về các tài nguyên, như NS, hàng đợi I/O, và tài nguyên ngắt, mà có thể được chiếm giữ bởi VF1, VF1 có thể ghi thông tin về các tài nguyên, như NS, hàng đợi I/O, và tài nguyên ngắt, và thiết lập các ID có liên quan dùng để định danh NS, hàng đợi

I/O, và tài nguyên ngắt. Ví dụ, VF1 có thể thiết lập các ID có liên quan của NS (tức là, tài nguyên con lưu trữ), hàng đợi I/O, tài nguyên ngắt, và tương tự mà có thể được chiếm giữ bởi VF1, ví dụ, VF1: [NS1, NS2, NS3], [IO1, IO2, IO3], và [IRQ1, IRQ2, IRQ3], trong đó [NS1, NS2, NS3] là khoảng trống logic có liên quan của VF1. Tương tự, VF2 có thể yêu cầu, đến PF, để tìm đối với mục nhập về khả năng của VF2 và thiết lập các ID có liên quan của NS, của hàng đợi I/O, tài nguyên ngắt, và tương tự mà có thể được chiếm giữ bởi VF2, ví dụ, VF2: [NS 1, NS2], [IO1, IO2], và [IRQ1, IRQ2].

Sau khi ghi mục nhập về khả năng của VF mà truyền thông trực tiếp với mỗi máy ảo, mỗi máy ảo có thể gửi lệnh I/O đến bộ điều khiển lưu trữ, trong đó lệnh I/O bao gồm thông tin định danh của VF, ID có liên quan của NS trong nhiều NS tương ứng với VF, ID có liên quan của hàng đợi I/O trong nhiều hàng đợi I/O tương ứng với VF, ID có liên quan của tài nguyên ngắt trong các tài nguyên ngắt tương ứng với VF, và tương tự mà được yêu cầu bởi máy ảo, ví dụ, ID có liên quan của NS (NS1, NS2, hoặc NS3) tương ứng với VF1, ID có liên quan của hàng đợi I/O (IO1, IO2, hoặc IO3) tương ứng với VF1, ID có liên quan của tài nguyên ngắt (IRQ1, IRQ2, hoặc IRQ3) tương ứng với VF1.

Sau khi thu lệnh I/O, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của VF, để thu tất cả các NS (Abs_NS2, Abs_NS3, và Abs_NS4), tất cả các tài nguyên hàng đợi I/O (Abs_Q2, Abs_Q3, và Abs_Q4), và tất cả các tài nguyên ngắt (Abs_IRQ2, Abs_IRQ3, và Abs_IRQ4) tương ứng với VF (ví dụ, VF1) từ bảng cấp phát tài nguyên, và còn thu, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, NS (Abs_NS2) tương ứng với NS1 từ tất cả các NS tương ứng với VF1. Tương tự, bộ điều khiển lưu trữ có thể thu, từ các tài nguyên hàng đợi I/O tương ứng với VF1 và theo sự tương ứng giữa ID có liên quan của hàng đợi I/O và ID tuyệt đối của hàng đợi I/O, tài nguyên hàng đợi I/O (Abs_Q2) tương ứng với IO1, thu, từ tất cả các tài nguyên ngắt tương ứng với VF1 và theo sự tương ứng giữa ID có liên quan của tài nguyên

ngắt và ID tuyệt đối của tài nguyên ngắt, tài nguyên ngắt (Abs_IRQ2) tương ứng với IRQ1.

Tùy ý, sau khi thu NS, hàng đợi I/O, và tài nguyên ngắt tương ứng với PF, bộ điều khiển lưu trữ có thể truyền dữ liệu trong NS đến địa chỉ bộ nhớ vật lý của máy chủ theo cách DMA. Sau khi tất cả dữ liệu được truyền đến bộ nhớ vật lý của máy chủ theo cách DMA, lệnh điều khiển để đáp lại lệnh chủ có thể được gửi đến máy chủ bằng cách sử dụng tài nguyên hàng đợi I/O tương ứng với PF. Sau khi truyền tất cả dữ liệu đến bộ nhớ vật lý của máy chủ theo cách DMA, bộ điều khiển lưu trữ có thể tạo ra lệnh điều khiển, truyền lệnh điều khiển đến bộ nhớ của máy chủ theo cách DMA, và gửi chế độ ngắt bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi, để chỉ dẫn máy chủ mà lệnh đến. Máy chủ có thể trích xuất lệnh điều khiển từ hàng đợi trong máy chủ.

Theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển lưu trữ có thể hợp nhất vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD như tài nguyên lưu trữ thống nhất, chia tài nguyên thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ, còn cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo thông tin cấp phát được gửi bởi máy chủ, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Khi thu lệnh I/O được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của PF đích hoặc VF đích, và thực hiện, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF, quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích. Phương pháp được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể trợ giúp công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn. Do đó, cải thiện hiệu suất I/O của thiết bị lưu trữ và việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ.

Phương án 3

Theo Fig.5, dựa vào các phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV, trong đó bộ điều

hiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV này bao gồm:

môđun hợp nhất 10, được tạo cấu hình để: hợp nhất vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ;

môđun cấp phát 20, được tạo cấu hình để: cấp phát, cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, các tài nguyên con lưu trữ được chia bởi môđun hợp nhất, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

môđun thu 30, được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

môđun vận hành 40, được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ được thu bởi môđun thu.

Theo cách thực hiện riêng, bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn được đề xuất theo phương án này của sáng chế là bộ điều khiển lưu trữ 200 được mô tả theo các phương án nêu trên. Đối với mối tương quan về kết nối giữa bộ điều khiển lưu trữ 200, máy chủ 100, và vật ghi lưu trữ 300, có thể thực hiện tham chiếu đến nội dung được mô tả trên đây. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Tùy ý, thiết bị lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế cụ thể là có thể là PCIe SSD. Vật ghi lưu trữ có trong thiết bị lưu trữ cụ thể là có thể là NAND flash. Theo cách thực hiện riêng, đối với cách thực hiện riêng của các môđun trong bộ điều khiển lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế, có thể thực hiện tham chiếu đến các bước từ S101 đến S104 theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển lưu trữ có thể hợp nhất

vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD như tài nguyên lưu trữ thống nhất, chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ, còn cấp phát nhiều tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo thông tin cấp phát được gửi bởi máy chủ, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Khi thu lệnh được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng cấp phát tài nguyên theo bộ định danh của PF hoặc VF thu lệnh, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con và PF hoặc VF. Phương pháp được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể trợ giúp công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn. Do đó, cải thiện hiệu suất I/O của thiết bị lưu trữ và việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ.

Phương án 4

Theo Fig.6, dựa vào các phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV. Bộ điều khiển lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế bao gồm:

môđun hợp nhất 10, được tạo cấu hình để: hợp nhất vật ghi lưu trữ trong thiết bị lưu trữ như tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ;

môđun cấp phát 50, được tạo cấu hình để: cấp phát, cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, các tài nguyên con lưu trữ được chia bởi môđun hợp nhất, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

môđun thu 60, được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

môđun vận hành 80, được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa

các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ được thu bởi môđun thu.

Tùy ý, môđun thu 60 có thể thực hiện các thực hiện được thực hiện bởi môđun thu 30 được mô tả theo phương án nêu trên, và cụ thể là còn có thể được tạo cấu hình để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Tùy ý, bộ điều khiển lưu trữ được đề xuất theo phương án này của sáng chế còn bao gồm:

môđun truyền 90, được tạo cấu hình để truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

môđun chỉ dẫn 70, được tạo cấu hình để chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển.

Tùy ý, môđun vận hành 80 có thể thực hiện các thực hiện được thực hiện bởi môđun vận hành 40 được mô tả theo phương án nêu trên, và có thể còn được tạo cấu hình để:

tìm, theo mỗi tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Tùy ý, môđun cấp phát 50 có thể thực hiện cách thực hiện được thực hiện bởi môđun cấp phát 20 được mô tả theo phương án nêu trên và cụ thể là có thể

còn được tạo cấu hình để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Tùy ý, bộ điều khiển lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế cụ thể là bộ điều khiển lưu trữ được mô tả trên Fig.1. Đối với mối tương quan về kết cấu giữa bộ điều khiển lưu trữ, máy chủ, và vật ghi lưu trữ, có thể thực hiện tham chiếu đến nội dung được mô tả theo phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn được đề xuất theo Phương án 1 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Theo cách thực hiện riêng, các môđun trong bộ điều khiển lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể thực hiện các cách thực hiện riêng của các môđun được mô tả theo Phương án 3, và có thể còn thực hiện các cách thực hiện được mô tả theo Phương án 2. Đối với cách thực hiện riêng, có thể thực hiện tham chiếu đến các bước từ S201 đến S205 theo Phương án 2. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển lưu trữ có thể hợp nhất vật ghi lưu trữ trong PCIe SSD như tài nguyên lưu trữ thống nhất, chia tài nguyên thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ, còn cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho PF hoặc VF theo thông tin cấp phát được gửi bởi máy chủ, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên. Khi thu lệnh I/O được gửi bởi máy ảo hoặc bộ giám sát máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có thể tìm bảng

cấp phát tài nguyên theo thông tin định danh của PF đích hoặc VF đích, và thực hiện, theo mỗi tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF, quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích. Bộ điều khiển lưu trữ được mô tả theo phương án này của sáng chế có thể trợ giúp công nghệ ảo hóa đầu vào/đầu ra gốc đơn. Do đó, cải thiện hiệu suất I/O của thiết bị lưu trữ và việc sử dụng tài nguyên lưu trữ trong thiết bị lưu trữ.

Phương án 5

Theo Fig.7, dựa vào các phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất bộ điều khiển lưu trữ 1000, bao gồm chip xử lý 1001 và mạch hỗ trợ 1002 của chip xử lý 1001. Cụ thể là, chip xử lý 1001 có thể bao gồm mảng cổng lập trình được dạng trường (Field-Programmable Gate Array-FPGA), mạch tích hợp ứng dụng riêng (Application Specific Integrated Circuit-ASIC), hoặc tương tự. Vật ghi lưu trữ 1003 có thể được thiết kế trong FPGA hoặc ASIC, hoặc vật ghi lưu trữ 1003 có thể được gắn bên ngoài vào FPGA hoặc ASIC.

Theo cách thực hiện riêng, chip FPGA hoặc chip ASIC có thể được lập trình để hoàn thành bước thu yêu cầu đọc và viết từ máy chủ, và thực hiện các điều khiển truy cập khác nhau trên bộ chip Flash. Cụ thể là, bộ điều khiển lưu trữ 1000 có thể được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi SR-IOV được đề xuất theo các phương án của sáng chế. Để chi tiết, có thể thực hiện tham chiếu đến các cách thực hiện riêng được mô tả trong phương pháp thực hiện bộ điều khiển được trợ giúp bởi SR-IOV được đề xuất theo Phương án 1 và Phương án 2 của sáng chế. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Phương án 6

Theo Fig.8, dựa vào các phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất thiết bị lưu trữ 800, trong đó thiết bị lưu trữ này bao gồm bộ điều

hiển lưu trữ 801 và vật ghi lưu trữ 802. Bộ điều khiển lưu trữ 801 được tạo cấu hình để:

hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất thành các tài nguyên con lưu trữ;

cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau.

Khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là được tạo cấu hình để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm các tài nguyên ngắt. Các tài nguyên ngắt được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt. Bộ điều khiển lưu trữ còn được tạo cấu hình để:

truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, lệnh chủ bao gồm các bộ định danh (ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ.

Khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là được tạo cấu hình để:

tìm, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

Tùy ý, theo phương án này của sáng chế, khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để: cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, bộ điều khiển lưu trữ cụ thể là được tạo cấu hình để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

Cần phải lưu ý rằng phương án này của sáng chế dựa vào các phương án nêu trên, và do đó, đối với các chức năng riêng được thực hiện bởi bộ điều khiển theo phương án này của sáng chế, có thể thực hiện tham chiếu đến các phần mô tả riêng theo các phương án nêu trên. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Phương án 7

Dựa vào các phương án nêu trên, phương án này của sáng chế đề xuất hệ thống lưu trữ, trong đó hệ thống lưu trữ này bao gồm máy chủ và thiết bị lưu trữ được đề xuất theo Phương án 6. Đối với kết cấu dạng sơ đồ của hệ thống lưu trữ, có thể thực hiện tham chiếu đến Fig.1 và Fig.8. Máy chủ và thiết bị lưu trữ đã được mô tả chi tiết theo các phương án nêu trên. Do đó, không được mô tả chi tiết một lần nữa trong bản mô tả này.

Chuyên gia có kỹ năng trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu rằng tất cả hoặc một phần của các quy trình của các phương pháp theo các phương án có thể được thực hiện bởi phần cứng có liên quan chỉ dẫn chương trình máy tính. Chương trình có thể được lưu trữ trong vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính. Khi chạy chương trình, quy trình của các phương pháp theo các phương án được thực hiện. Vật ghi lưu trữ nêu trên có thể bao gồm: đĩa từ, đĩa quang, bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory-ROM), hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory-RAM).

Những gì được bộc lộ trên đây chỉ đơn thuần là các phương án minh họa của sáng chế, và chắc chắn không được dự định để giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, các biến đổi tương đương được tạo ra theo các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truy cập tài nguyên lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV, trong đó phương pháp này được thực hiện bởi bộ điều khiển lưu trữ trong thiết bị lưu trữ, thiết bị lưu trữ này còn bao gồm vật ghi lưu trữ, bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để kết nối theo cách riêng rẽ máy chủ và vật ghi lưu trữ, máy chủ chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có chức năng vật lý PF và một hoặc nhiều chức năng ảo VF liên quan đến PF, PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo; và phương pháp này bao gồm các bước:

hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ này có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau; và

bước thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích là bước:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành truy cập bộ nhớ trực tiếp (direct memory access-DMA), để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của ít nhất một hàng đợi

trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm các tài nguyên ngắt, các tài nguyên ngắt này được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt, và phương pháp này còn bao gồm các bước:

truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó:

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó:

tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lệnh chủ bao gồm các bộ định danh (identifier-ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

bước tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ bao gồm việc:

tìm, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài

nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bước cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và bước duy trì bảng cấp phát tài nguyên bao gồm các việc:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó PF được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu, và

chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu này bao gồm ít nhất một cách thực hiện lệnh tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, thực hiện lệnh định dạng, hoặc chức năng tắt nguồn trong việc khởi động lại toàn bộ.

8. Bộ điều khiển lưu trữ được trợ giúp bởi SR-IOV, trong đó bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để kết nối theo cách riêng rẽ máy chủ và vật ghi lưu trữ, máy chủ chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ này có chức năng vật lý PF và một hoặc nhiều chức năng ảo VF liên quan đến PF, PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF

truyền thông trực tiếp với máy ảo; và bộ điều khiển lưu trữ này bao gồm:

môđun hợp nhất, được tạo cấu hình để: hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

môđun cấp phát, được tạo cấu hình để: cấp phát, cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, các tài nguyên con lưu trữ được chia bởi môđun hợp nhất, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên này có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

môđun thu, được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

môđun vận hành, được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ thu được bởi môđun thu này.

9. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm 8, trong đó máy chủ bao gồm bộ nhớ, bộ nhớ này có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau; và

môđun thu được tạo cấu hình riêng để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của ít nhất một hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

10. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm 9, trong đó bộ điều khiển lưu trữ này còn có các tài nguyên ngắt, các tài nguyên ngắt này được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt; và

bộ điều khiển lưu trữ còn bao gồm:

môđun truyền, được tạo cấu hình để truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

môđun chỉ dẫn, được tạo cấu hình để chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó:

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

11. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm 10, trong đó tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

12. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 11, trong đó lệnh chủ bao gồm các bộ định danh (ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

môđun vận hành được tạo cấu hình riêng để:

tìm, theo mỗi tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

13. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 12, trong đó môđun cấp phát được tạo cấu hình riêng để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

14. Bộ điều khiển lưu trữ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 13, trong đó PF được tạo cấu hình để thực hiện chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu, và

chức năng điều khiển lưu trữ toàn cầu bao gồm ít nhất một cách thực hiện lệnh tải xuống phần sụn hoặc kích hoạt phần sụn, thực hiện lệnh định dạng, hoặc chức năng tắt nguồn trong việc khởi động lại toàn bộ.

15. Thiết bị lưu trữ, trong đó thiết bị này bao gồm bộ điều khiển lưu trữ và vật ghi lưu trữ, trong đó:

bộ điều khiển lưu trữ được kết nối với vật ghi lưu trữ và được tạo cấu hình để kết nối với máy chủ bên ngoài, sao cho máy chủ này đọc và viết dữ liệu trong vật ghi lưu trữ bằng cách sử dụng bộ điều khiển lưu trữ, máy chủ này chạy bộ giám sát máy ảo và một hoặc nhiều máy ảo, bộ điều khiển lưu trữ có chức năng vật lý PF và một hoặc nhiều chức năng ảo VF liên quan đến PF, PF truyền thông trực tiếp với bộ giám sát máy ảo, và mỗi VF truyền thông trực tiếp với máy ảo; và

bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để:

hợp nhất vật ghi lưu trữ thành tài nguyên lưu trữ thống nhất, và chia tài nguyên lưu trữ thống nhất này thành các tài nguyên con lưu trữ;

cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF.

theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, trong đó bảng cấp phát tài nguyên này có mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và ít nhất một trong số PF hoặc VF;

thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích; và

tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ.

16. Thiết bị lưu trữ theo điểm 15, trong đó máy chủ này có bộ nhớ, bộ nhớ này có ít nhất một hàng đợi, và ít nhất một trong số PF hoặc VF tương ứng với một hoặc nhiều hàng đợi khác nhau; và

khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để thu lệnh chủ được gửi bởi máy ảo đến VF đích hoặc được gửi bởi bộ giám sát máy ảo đến PF đích, bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình riêng để:

sau khi biết rằng máy chủ đặt lệnh chủ trong hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, bắt đầu quá trình vận hành DMA truy cập bộ nhớ trực tiếp, để thu lệnh chủ từ hàng đợi mà là của ít nhất một hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

17. Thiết bị lưu trữ theo điểm 16, trong đó bộ điều khiển lưu trữ này còn bao gồm các tài nguyên ngắt, các tài nguyên ngắt này được cấp phát cho hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ, sao cho một hoặc nhiều hàng đợi tương ứng với một tài nguyên ngắt, và bộ điều khiển lưu trữ còn được tạo cấu hình để:

truyền, đến bộ nhớ của máy chủ bằng cách sử dụng quá trình vận hành DMA, lệnh điều khiển mà cần phải được gửi đến máy chủ; và

chỉ dẫn, bằng cách sử dụng tài nguyên ngắt tương ứng với hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích, máy chủ để thu lệnh điều khiển, trong đó

hàng đợi đích của VF đích hoặc PF đích là hàng đợi mà là của hàng đợi

trong bộ nhớ của máy chủ và tương ứng với VF đích hoặc PF đích.

18. Thiết bị lưu trữ theo điểm 17, trong đó tài nguyên ngắt là chế độ ngắt MSI-x, và mỗi hàng đợi trong bộ nhớ của máy chủ tương ứng với một chế độ ngắt MSI-x.

19. Thiết bị lưu trữ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 15 đến 18, trong đó lệnh chủ có các bộ định danh (ID) liên quan đến tài nguyên con lưu trữ dùng để định danh các tài nguyên con lưu trữ, và các tài nguyên con lưu trữ trong bảng cấp phát tài nguyên được định danh bằng cách sử dụng các ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ; và

khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để: tìm bảng cấp phát tài nguyên theo VF đích hoặc PF đích, và thực hiện, trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với PF đích hoặc VF đích và theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, quá trình vận hành tương ứng với lệnh chủ, bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình riêng để:

tìm, theo mối tương quan lập bản đồ giữa các tài nguyên con lưu trữ và PF hoặc VF trong bảng cấp phát tài nguyên, tài nguyên con lưu trữ tương ứng với VF đích hoặc PF đích, tìm, theo sự tương ứng giữa ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ và ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ, ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID liên quan đến tài nguyên con lưu trữ mang trong lệnh chủ, và thực hiện quá trình vận hành trên tài nguyên con lưu trữ tương ứng với ID tuyệt đối của tài nguyên con lưu trữ tìm được.

20. Thiết bị lưu trữ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 15 đến 19, trong đó khi bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình để cấp phát các tài nguyên con lưu trữ cho ít nhất một trong số PF hoặc VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và duy trì bảng cấp phát tài nguyên, bộ điều khiển lưu trữ được tạo cấu hình riêng để:

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho PF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và PF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát ít nhất một tài nguyên con lưu trữ cho một VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa ít nhất một tài nguyên con lưu trữ và VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên; hoặc

cấp phát một tài nguyên con lưu trữ cho các VF theo quy tắc cấp phát thiết lập trước, và lưu trữ mối tương quan lập bản đồ giữa tài nguyên con lưu trữ và mỗi VF vào trong bảng cấp phát tài nguyên.

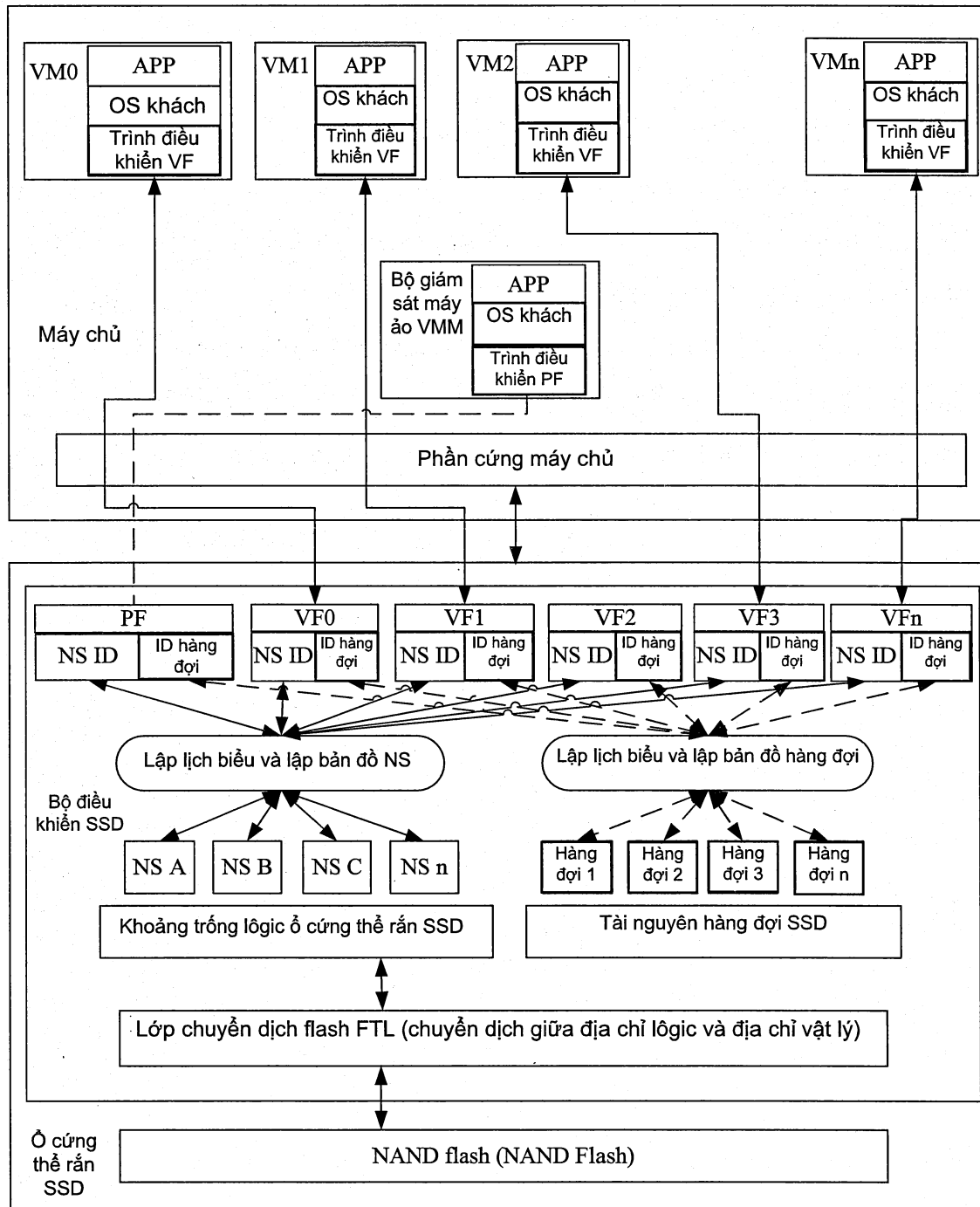


FIG. 1

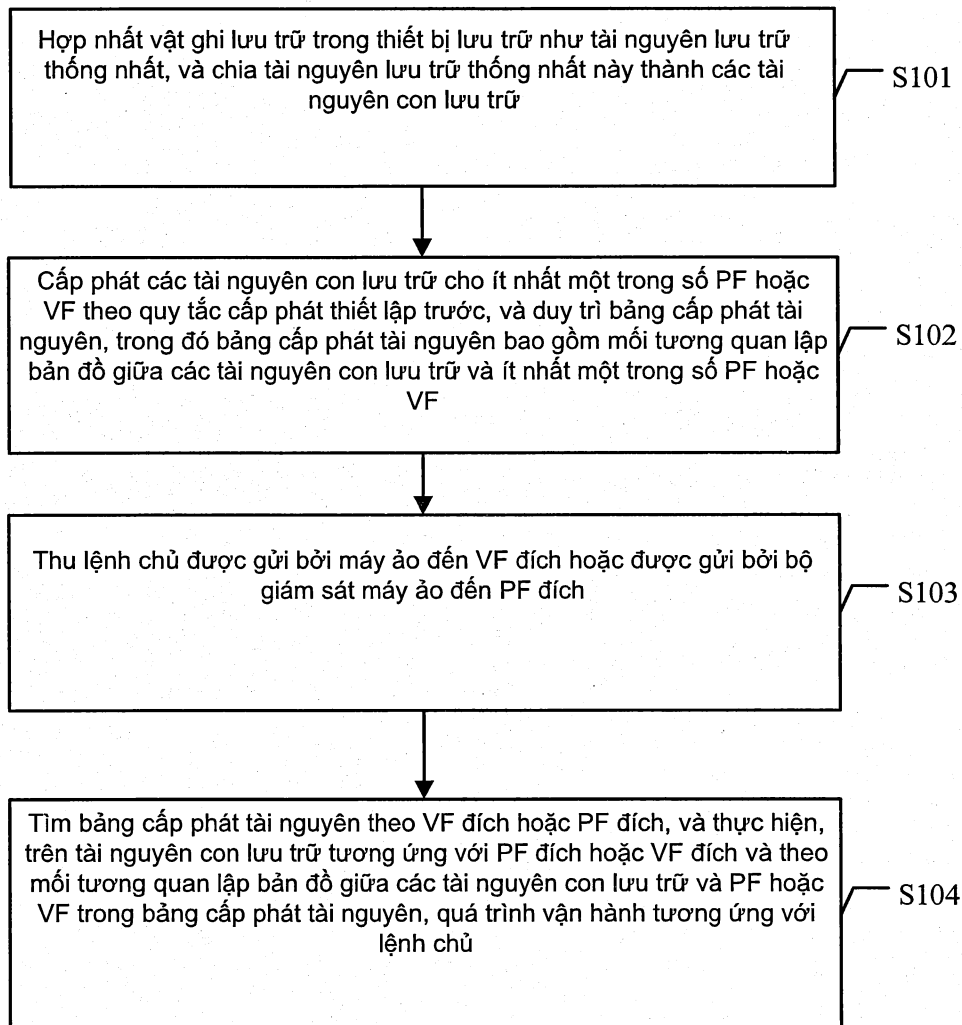


FIG. 2

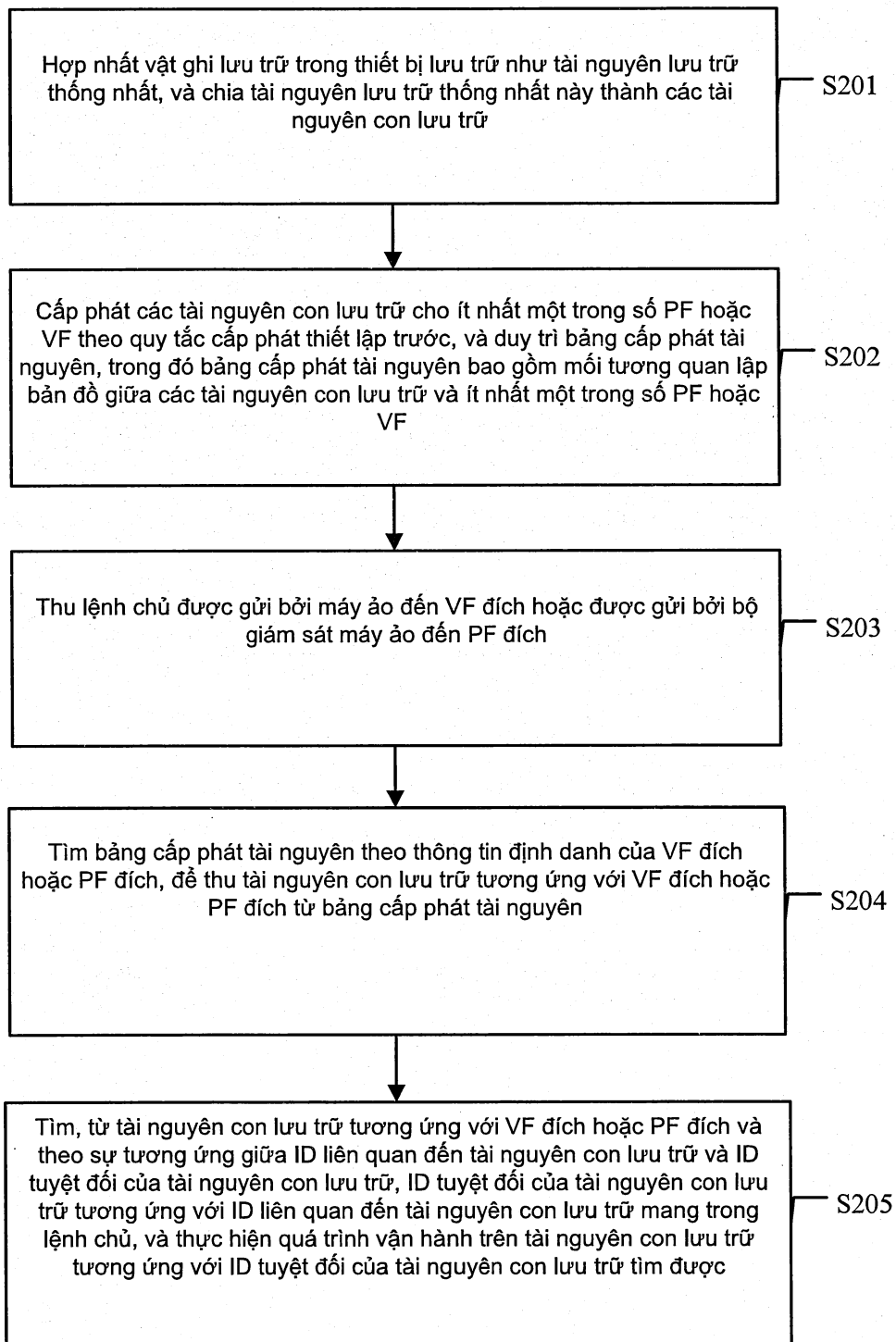


FIG. 3

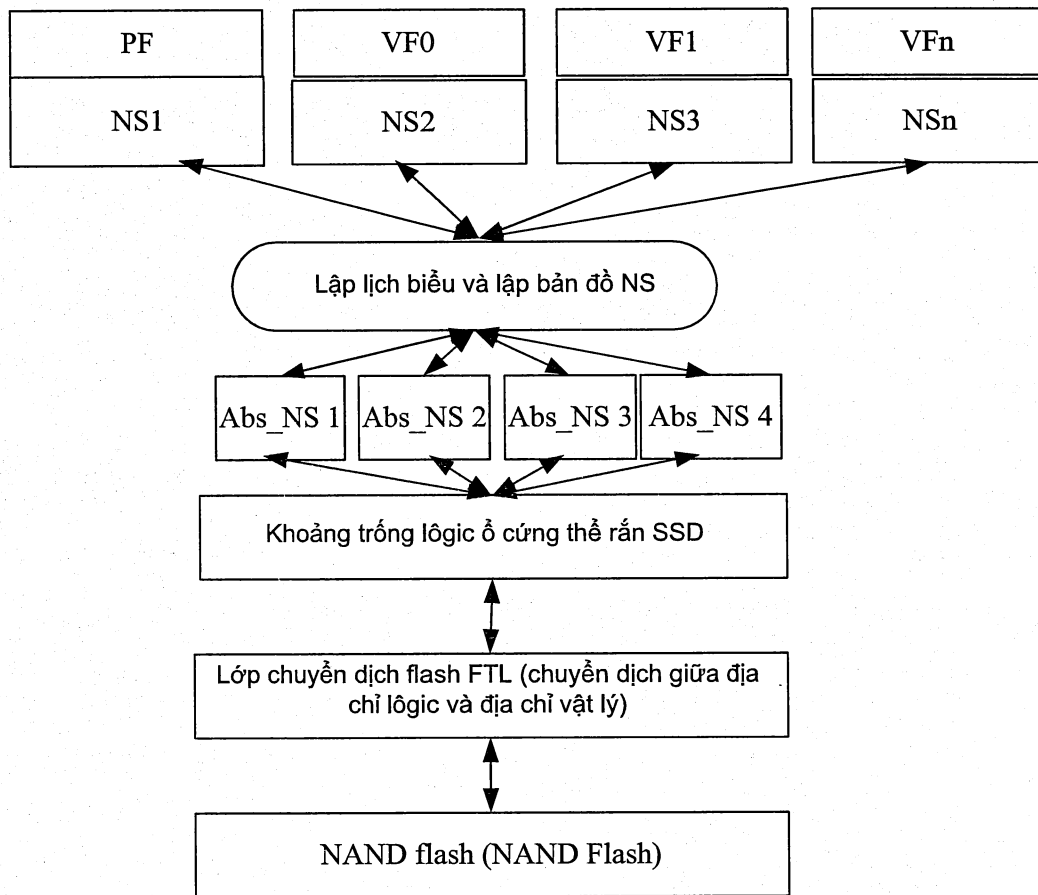


FIG. 4

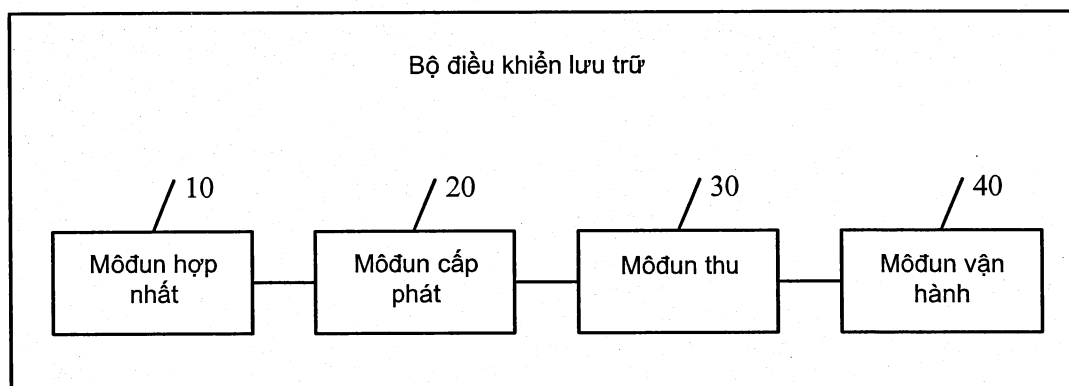


FIG. 5

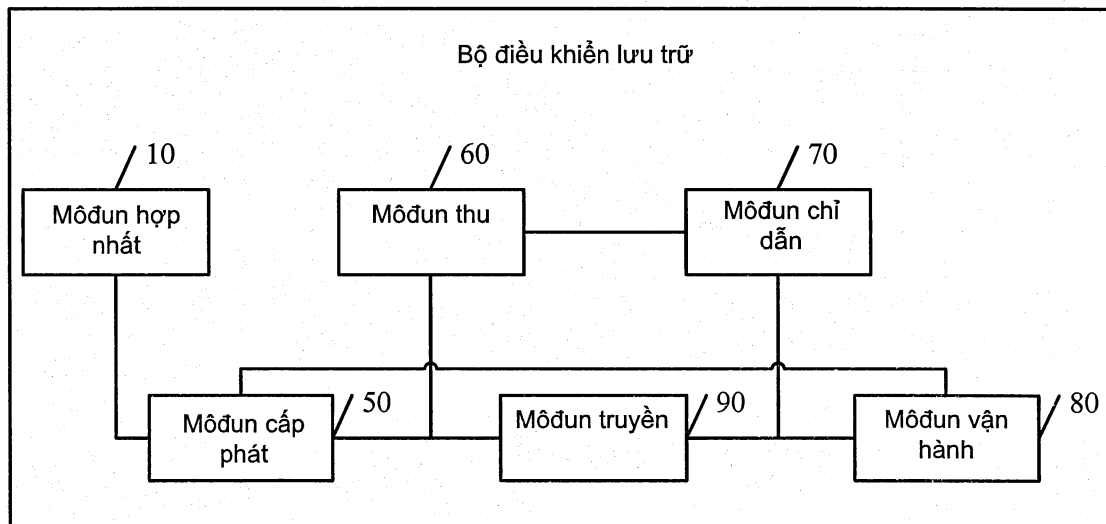


FIG. 6

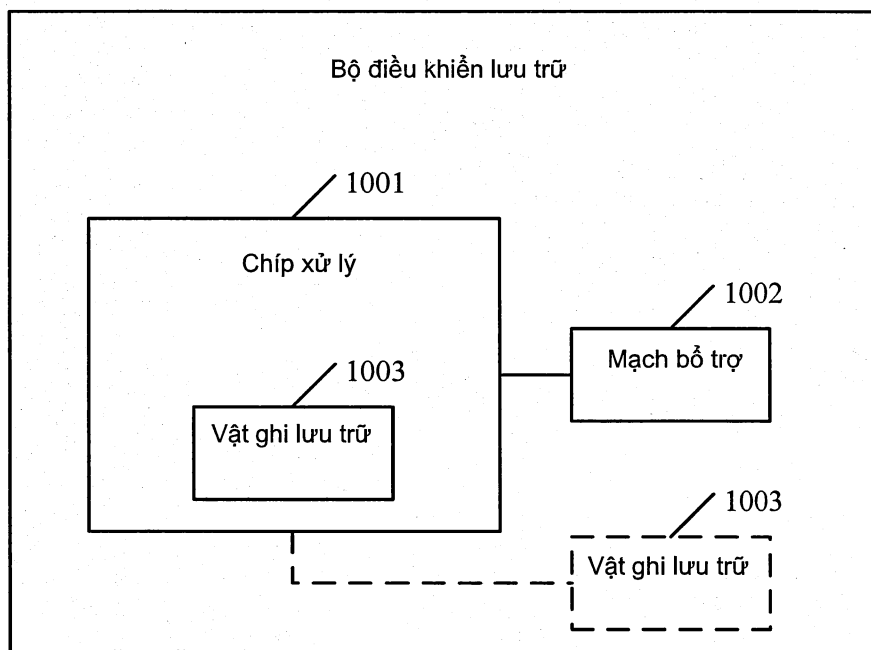


FIG. 7

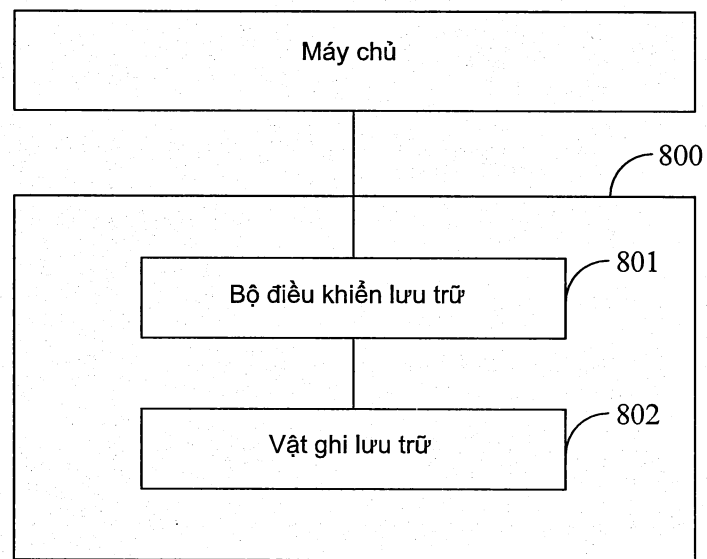


FIG. 8