



(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)



1-0030809

(51)^{2020.01} F01N 3/20; F01N 13/00; F01N 9/00;
F01N 11/00; F01N 3/08

(13) B

(21) 1-2017-04794

(22) 29/11/2017

(30) 2016-239231 09/12/2016 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/06/2018 363A

(73) TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (JP)

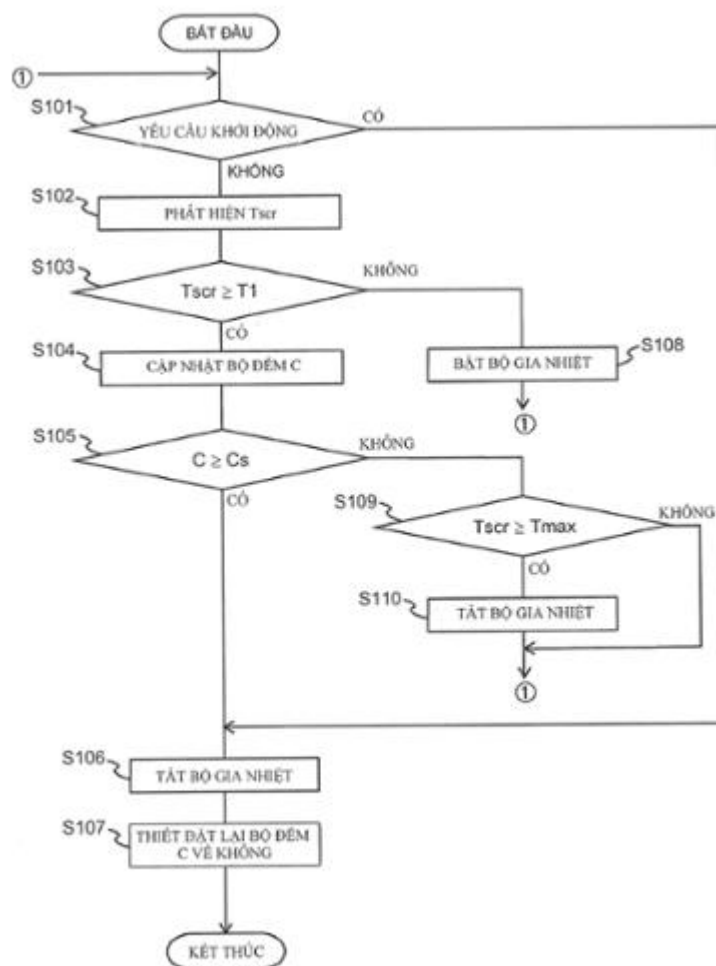
1, Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 Japan

(72) Tetsuya SAKUMA (JP); Yoshihisa TSUKAMOTO (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ LỌC KHÍ XẢ DỪNG CHO ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong bao gồm: chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc (SCR) bao gồm các ion kim loại chuyển tiếp để khử NO_x trong khí xả với NH₃ làm tác nhân khử; phương tiện phát hiện để phát hiện nhiệt độ của chất xúc tác SCR; và bộ gia nhiệt được tạo kết cấu để gia nhiệt chất xúc tác SCR. Khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR, và nhiệt độ được phát hiện bởi phương tiện phát hiện thấp hơn nhiệt độ thứ nhất mà là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp, bộ gia nhiệt được điều khiển sao cho chất xúc tác SCR được gia nhiệt lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn và nhiệt độ chất xúc tác SCR được duy trì bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian quy định để đạt được việc phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp được đặt trong trạng thái suy giảm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong, và cụ thể hơn là đề cập đến thiết bị kiểm soát khí xả bao gồm chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc (chất xúc tác SCR - selective catalytic reduction).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết đến thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong được thao tác để thực hiện việc dẫn động đốt cháy nghèo (xem, ví dụ, công bố đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2002-047922). Thiết bị kiểm soát khí xả này bao gồm chất xúc tác SCR được bố trí trong đường xả khí, thiết bị bổ sung để bổ sung phụ gia là NH_3 hoặc tiền chất của NH_3 vào khí xả đi vào chất xúc tác SCR, và bộ gia nhiệt để gia nhiệt chất xúc tác SCR. Thiết bị kiểm soát khí xả được tạo kết cấu để gia nhiệt chất xúc tác SCR lên tới nhiệt độ hoạt động với bộ gia nhiệt ngay trước khi động cơ đốt trong được khởi động.

Tác động khử NO_x trong chất xúc tác SCR được thể hiện bởi sự tác động của các ion kim loại chuyển tiếp mà được hỗ trợ bởi các vật mang xúc tác của chất xúc tác SCR. Cụ thể là, các ion kim loại chuyển tiếp hấp thụ NH_3 được cấp từ thiết bị bổ sung. Khi hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp chứa NH_3 được hấp thụ bằng với hóa trị cần để khử NO_x (trạng thái như vậy sau đây được gọi là "trạng thái tham chiếu"), các ion kim loại chuyển tiếp gây ra phản ứng giữa NH_3 và NO_x trong khí xả, sao cho NO_x trong khí xả được khử thành N_2 . Trong trường hợp như vậy, vì hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp trở nên nhỏ hơn so với hóa trị cần để khử NO_x , năng suất khử NO_x của các ion kim loại chuyển tiếp giảm xuống (trạng thái như vậy sau đây được gọi là "trạng thái suy giảm"). Tuy nhiên, H^+ được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm ở thời điểm phản ứng giữa NH_3 và NO_x . Khi H^+ được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm phản ứng với O_2 hoặc NO_2 trong khí xả, các ion kim loại chuyển tiếp được tái oxy hóa, và nhờ đó hóa trị ion của ion kim loại chuyển tiếp được phục hồi đến hóa trị ion cần để khử

NO_x . Theo đó, để đạt được việc khử NO_x liên tục với chất xúc tác SCR, cần phải phục hồi hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp, mà được đặt trong trạng thái suy giảm, đến hóa trị cần để khử NO_x .

Việc phục hồi của hóa trị ion (dưới đây được gọi là "việc phục hồi hóa trị") của các ion kim loại chuyển tiếp được đặt trong trạng thái suy giảm được thể hiện trong môi trường có nhiệt độ là nhiệt độ cao hơn (nhiệt độ hoạt động) tại đó việc khử NO_x bởi các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái tham chiếu bắt đầu được thể hiện, môi trường chứa O_2 và NO_2 . Theo đó, khi hoạt động thấp tải của động cơ đốt trong tiếp tục, hoặc khi khí xả đi vào chất xúc tác SCR tiếp tục để có tỷ lệ khí-nhiên liệu thấp hơn hoặc bằng tỷ lệ khí-nhiên liệu theo tỷ lệ lượng, các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái tham chiếu có thể giảm xuống liên tục, trong khi các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm có thể tăng lên một cách liên tục. Kết quả là, hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR có thể bị suy giảm, và việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR có thể trở nên khó khăn. Khi động cơ đốt trong được tắt trong trạng thái mà ở đó lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm là tương đối lớn, việc phục hồi hóa trị của hầu hết các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm có thể là lỗi thậm chí khi chất xúc tác SCR được gia nhiệt tạm thời trước khi bắt đầu thao tác tiếp theo như trong kỹ thuật liên quan nêu trên. Đó là bởi vì như lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm tăng lên, nên thời gian cần để phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp này trở nên dài hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất kỹ thuật dùng cho thiết bị kiểm soát khí xả bao gồm chất xúc tác SCR, trong đó hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp có trong chất xúc tác SCR có thể được phục hồi một cách thích hợp.

Sáng chế điều khiển bộ gia nhiệt sao cho chất xúc tác SCR được gia nhiệt đến nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn và được duy trì ở trạng thái đó trong khoảng thời gian quy định, khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR, và nhiệt độ của chất xúc tác SCR thấp hơn nhiệt độ thứ nhất.

Cụ thể là, thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong của sáng chế bao gồm: chất xúc tác SCR được bố trí trong đường xả khí của động cơ đốt trong, chất xúc tác SCR bao gồm các ion kim loại chuyển tiếp để khử NO_x trong khí xả với NH_3 làm tác nhân khử; phương tiện phát hiện để phát hiện nhiệt độ của chất xúc tác SCR; bộ gia nhiệt được tạo kết cấu để gia nhiệt chất xúc tác SCR, và phương tiện điều khiển dùng để thực hiện quy trình xử lý phục hồi khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR, và nhiệt độ được phát hiện bởi phương tiện phát hiện thấp hơn nhiệt độ thứ nhất mà là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp, quy trình xử lý phục hồi là quy trình xử lý để điều khiển bộ gia nhiệt sao cho chất xúc tác SCR được gia nhiệt lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn và nhiệt độ chất xúc tác SCR được duy trì bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian quy định.

Thuật ngữ "việc phục hồi hóa trị" được sử dụng ở đây đề cập đến việc phục hồi hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp đến hóa trị cần để khử NO_x thông qua sự tái oxy hóa của các ion kim loại chuyển tiếp được đặt trong trạng thái suy giảm như được nêu trên. Thuật ngữ "nhiệt độ thứ nhất" là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm. Nhiệt độ thứ nhất là nhiệt độ cao hơn (nhiệt độ hoạt động) tại đó việc khử NO_x bởi các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái tham chiếu bắt đầu được thể hiện. Ngoài ra, thuật ngữ "khoảng thời gian quy định" đề cập đến khoảng thời gian cần để phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm.

Khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR được nâng lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn trong khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR, việc khử NO_x bởi các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái tham chiếu không được thể hiện, nhưng việc phục hồi hóa trị bởi các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm được thể hiện. Theo đó, lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm có thể được khử hiệu quả. Khi nhiệt độ chất xúc tác SCR được duy trì bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian quy định, hóa trị ion của toàn bộ lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm có thể được phục

hồi. Do đó, khi NO_x đi vào chất xúc tác SCR sau khi quy trình xử lý phục hồi được kết thúc, có thể loại bỏ các tình trạng như vậy khi hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR bị suy giảm và khi việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR là khó khăn.

Ở đây, trường hợp mà ở đó NO_x không đi vào chất xúc tác SCR có thể là trường hợp mà ở đó động cơ đốt trong được tắt. Tuy nhiên, nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên thấp hơn khi thời gian trôi qua từ lúc tắt động cơ đốt trong trở nên dài hơn. Theo đó, khi cố gắng gia nhiệt chất xúc tác SCR lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn sau khi khoảng thời gian tương đối dài đã trôi qua từ khi tắt động cơ đốt trong, năng lượng được tiêu thụ bởi bộ gia nhiệt có thể có khả năng tăng lên. Để tránh tình trạng như vậy, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện ngay sau khi tắt động cơ đốt trong. Nghĩa là, phương tiện điều khiển theo sáng chế có thể thực hiện quy trình xử lý phục hồi với việc tắt động cơ đốt trong như một bộ kích hoạt. Trong trường hợp như vậy, vì quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi chất xúc tác SCR đang ở nhiệt độ tương đối cao, năng lượng cần cho bộ gia nhiệt dùng để gia nhiệt chất xúc tác SCR lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn có thể được duy trì thấp.

Phụ thuộc vào trạng thái hoạt động của động cơ đốt trong trước khi tắt, chất xúc tác SCR có thể có nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất khi tắt. Trong trường hợp như vậy, đánh giá được rằng việc phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm được hoàn thành tự động trước khi tắt và ngay sau khi tắt động cơ đốt trong. Do đó, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất, việc thực hiện quy trình xử lý phục hồi có thể bị ngăn cấm. Tuy nhiên, trong trường hợp như được nêu trên, hóa trị ion của toàn bộ lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm không cần thiết phải được phục hồi theo cách tự động. Theo đó, xét về việc làm giảm tin cậy hơn lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm (làm giảm tin cậy hơn lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái tham chiếu), quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong là nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn như

khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR thấp hơn nhiệt độ thứ nhất. Tuy nhiên, trong khoảng thời gian sau khi động cơ đốt trong được tắt cho đến khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống thấp hơn nhiệt độ thứ nhất, việc phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm được thực hiện tự động mà không gia nhiệt chất xúc tác SCR bằng bộ gia nhiệt (khoảng thời gian như vậy dưới đây được gọi là "khoảng thời gian phục hồi tự động"). Theo đó, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống thấp hơn nhiệt độ thứ nhất sau khi động cơ đốt trong được tắt (khi khoảng thời gian dừng tự động kết thúc). Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện bởi phương pháp như vậy, thì khoảng thời gian (khoảng thời gian quy định) để duy trì chất xúc tác SCR ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất bằng cách sử dụng bộ gia nhiệt có thể được xác định như khoảng thời gian cần để phục hồi hóa trị của lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm khi kết thúc khoảng thời gian phục hồi tự động. Việc thiết đặt khoảng thời gian quy định như vậy làm cho có thể giảm thiểu năng lượng tiêu thụ của bộ gia nhiệt, trong khi giảm thiểu lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm.

Trong kết cấu mà ở đó quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khoảng thời gian tắt động cơ đốt trong như được nêu trên, phương tiện điều khiển có thể điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn nhiệt độ thứ hai mà là nhiệt độ gây ra hiện tượng oxy hóa NH_3 . Ở đây, khi động cơ đốt trong được tắt, có khả năng là NH_3 được hấp thụ vào ít nhất một số ion kim loại chuyển tiếp có trong chất xúc tác SCR. Trong trường hợp như vậy, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi được nâng lên tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn, NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp được oxy hóa. Để đối phó với tình trạng như vậy, bộ gia nhiệt được điều khiển sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn

hiệt độ thứ hai. Điều này làm cho có thể đạt được việc phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm mà không oxy hóa NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp. Kết quả là, khi NO_x đi vào chất xúc tác SCR sau khi khởi động động cơ đốt trong lần tiếp theo, có thể khử dòng vào NO_x bằng cách sử dụng NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp.

Ở đây, NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp của chất xúc tác SCR có xu hướng giải hấp thụ trong môi trường có nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ được định rõ (dưới đây được gọi là "nhiệt độ thứ ba") mà lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn nhiệt độ thứ hai. Theo đó, nếu nhiệt độ của chất xúc tác SCR ở thời điểm khi động cơ đốt trong được tắt cao hơn nhiệt độ thứ ba, có thể được giả định rằng lượng NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp về cơ bản bằng không ở thời điểm đó. Theo đó, theo kết cấu mà ở đó quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khoảng thời gian tắt động cơ đốt trong, nếu nhiệt độ, được phát hiện bởi phương tiện phát hiện khi động cơ đốt trong được tắt, là nhiệt độ thứ ba hoặc lớn hơn, thì phương tiện điều khiển có thể điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn. Lượng ion kim loại chuyển tiếp có hóa trị ion được phục hồi trên một đơn vị thời gian có xu hướng lớn hơn khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên cao hơn. Theo đó, trong trường hợp mà ở đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi được làm tăng lên tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn, khoảng thời gian thực hiện của quy trình xử lý phục hồi có thể được rút ngắn so với trường hợp mà ở đó nhiệt độ được duy trì thấp hơn nhiệt độ thứ hai. Kết quả là, thậm chí khi khoảng thời gian từ khi tắt đến khi khởi động của động cơ đốt trong là ngắn, thì vẫn dễ dàng hoàn thành quy trình xử lý phục hồi.

Các trường hợp khác mà ở đó NO_x không đi vào chất xúc tác SCR có thể bao gồm trường hợp mà ở đó khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR. Thuật ngữ "khí không bao gồm NO_x " đề cập đến không chỉ tất cả khí không chứa NO_x mà còn cả khí bao gồm lượng không đáng kể NO_x (lượng được xem

xét để đạt được hóa trị phục hồi hiệu quả của các ion kim loại chuyển tiếp mà được đưa vào trạng thái suy giảm trong chất xúc tác SCR, lượng này được gọi là "lượng NO_x chấp nhận được"). Các ví dụ về trường hợp mà ở đó khí như vậy đi qua chất xúc tác SCR bao gồm trường hợp mà ở đó NO_x trong khí xả được loại bỏ ở phía trên chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong, và trường hợp mà ở đó quy trình xử lý ngắt nhiên liệu của động cơ đốt trong được thực hiện. Các ví dụ về trường hợp mà ở đó NO_x được loại bỏ ở phía trên chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong có thể bao gồm, ví dụ, trường hợp mà ở đó chất xúc tác NSR được tạo kết cấu để được bố trí ở một phần của đường xả khí ở phía trên chất xúc tác SCR, và tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo mà cao hơn so với tỷ lệ khí-nhiên liệu theo tỷ lượng. Chất xúc tác NSR được sử dụng ở đây là chất xúc tác khử chứa NO_x mà chứa NO_x trong khí xả khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo. Chất xúc tác NSR cũng giảm xuống, trong khi phát ra, NO_x được chứa, khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả là tỷ lệ khí-nhiên liệu giàu mà thấp hơn so với tỷ lệ khí-nhiên liệu theo tỷ lượng. Tuy nhiên, khi lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR trở nên tương đối lớn, một phần NO_x đi vào chất xúc tác NSR có xu hướng trượt qua chất xúc tác NSR thậm chí khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo. Theo đó, khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo và lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR là giới hạn trên được định rõ hoặc thấp hơn, có thể được xác định rằng NO_x được loại bỏ ở phía trên chất xúc tác SCR. Thuật ngữ "giới hạn trên được định rõ" được sử dụng ở đây là trị số được thiết đặt trên giả định rằng nếu lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR vượt quá giới hạn trên được định rõ, lượng NO_x vượt quá lượng NO_x chấp nhận được nêu trên có thể trượt qua chất xúc tác NSR.

Như được nêu trên, NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp của chất xúc tác SCR có xu hướng giải hấp thụ trong môi trường có nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ ba. Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong

khoảng thời gian tắt động cơ đốt trong, không có khí đi vào chất xúc tác SCR. Theo đó, thậm chí khi NH_3 giải hấp thụ từ các ion kim loại chuyển tiếp trong khoảng thời gian xử lý phục hồi, NH_3 được giải hấp thụ ở lại trong chất xúc tác SCR. Có khả năng cao là NH_3 ở lại trong chất xúc tác SCR được tái hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR sau khi kết thúc quy trình xử lý phục hồi giảm xuống thấp hơn nhiệt độ thứ ba. Do đó, như được nêu trên, khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khoảng thời gian tắt động cơ đốt trong, có thể nói rằng không cần thiết phải giới hạn nhiệt độ của chất xúc tác SCR thấp hơn nhiệt độ thứ ba. Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, NH_3 được giải hấp thụ từ các ion kim loại chuyển tiếp có xu hướng thoát ra khỏi chất xúc tác SCR cùng với khí. Theo đó, khi có khí đi vào chất xúc tác SCR, và NH_3 được giải hấp thụ từ các ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái đó, NH_3 được giải hấp thụ ít có khả năng được tái hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp. Theo đó, theo kết cấu mà ở đó quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, nhiệt độ của chất xúc tác SCR có thể được hạn chế để thấp hơn nhiệt độ thứ ba. Nghĩa là, khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, phương tiện điều khiển có thể điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn nhiệt độ thứ ba. Theo kết cấu như vậy, khi khí bao gồm NO_x đi vào chất xúc tác SCR sau khi quy trình xử lý phục hồi được kết thúc, dòng vào NO_x có thể được khử sử dụng NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp.

Theo kết cấu mà ở đó quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, có thể được giả định rằng lượng NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp về cơ bản bằng không khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi bắt đầu quy trình xử lý phục hồi là nhiệt độ thứ ba hoặc lớn hơn. Theo đó, nếu nhiệt độ, được phát hiện bởi phương tiện phát hiện khi bắt đầu quy trình xử lý phục hồi, là nhiệt độ thứ ba hoặc lớn hơn, phương tiện điều khiển có thể điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác

SCR trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn. Theo kết cấu như vậy, dễ dàng hoàn thành quy trình xử lý phục hồi thậm chí khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR trong thời gian ngắn.

Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, phương tiện điều khiển có thể điều khiển bộ gia nhiệt sao cho lượng gia nhiệt của chất xúc tác SCR giảm xuống trong trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là nhỏ, so với trường hợp mà ở đó lượng khí là lớn. Trong trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là nhỏ, lượng nhiệt được truyền từ chất xúc tác SCR sang khí giảm xuống so với trường hợp mà ở đó lượng khí là lớn. Theo đó, khi lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là nhỏ, nhiệt độ chất xúc tác SCR có thể được duy trì bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất với lượng gia nhiệt nhỏ hơn so với trong trường hợp mà ở đó lượng khí là lớn. Kết quả là, năng lượng tiêu thụ của bộ gia nhiệt có thể được điều khiển xuống thấp hơn.

Tiếp theo, thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong theo sáng chế có thể còn bao gồm phương tiện đánh giá dùng để đánh giá lượng phục hồi yêu cầu mà là lượng ion kim loại chuyển tiếp cần cho việc phục hồi hóa trị (lượng ion kim loại chuyển tiếp trong trạng thái suy giảm), trong số các ion kim loại chuyển tiếp được hỗ trợ bởi chất xúc tác SCR. Trong trường hợp như vậy, phương tiện đánh giá có thể thực hiện quy trình xử lý phục hồi sao cho trong trường hợp mà ở đó lượng phục hồi yêu cầu là nhỏ, khoảng thời gian quy định được rút ngắn so với trường hợp mà ở đó lượng phục hồi yêu cầu là lớn. Theo kết cấu như vậy, khoảng thời gian để gia nhiệt chất xúc tác SCR bằng bộ gia nhiệt có thể được điều khiển đến ngắn nhất có thể. Kết quả là, năng lượng tiêu thụ của bộ gia nhiệt có thể được điều khiển đến thấp nhất có thể.

Phương tiện điều khiển có thể không thực hiện quy trình xử lý phục hồi, khi lượng phục hồi yêu cầu được đánh giá bởi phương tiện đánh giá thấp hơn ngưỡng cụ thể. Thuật ngữ "ngưỡng cụ thể" được sử dụng ở đây là trị số được xem xét đủ nhỏ để cho phép chất xúc tác SCR thể hiện được hiệu suất khử NO_x

mong muốn nếu lượng phục hồi yêu cầu thấp hơn ngưỡng cụ thể, hoặc là trị số được xem xét đủ nhỏ để cho phép việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR. Theo kết cấu như vậy, có thể loại bỏ sự gia tăng năng lượng tiêu thụ liên quan tới sự hoạt động của bộ gia nhiệt, trong khi vẫn đảm bảo chức năng khử của chất xúc tác SCR.

Theo sáng chế, thiết bị kiểm soát khí xả bao gồm chất xúc tác SCR có thể phục hồi thích hợp hóa trị ion của các ion kim loại chuyển tiếp có trong chất xúc tác SCR.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu, các lợi thế, và các ý nghĩa kỹ thuật và công nghiệp của các phương án ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó các số giống nhau thể hiện các thành phần giống nhau, và trong đó:

Fig.1 minh họa kết cấu giản lược của động cơ đốt trong mà phương án của sáng chế được ứng dụng, và hệ thống hút và xả của động cơ đốt trong;

Fig.2 minh họa giản lược phản ứng khử NO_x trong chất xúc tác SCR;

Fig.3 minh họa lượng dòng vào NO_x , nhiệt độ của chất xúc tác SCR, trạng thái hoạt động của bộ gia nhiệt, và sự thay đổi tạm thời của bộ đếm khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong thấp hơn nhiệt độ thứ nhất;

Fig.4 minh họa lượng dòng vào NO_x , nhiệt độ của chất xúc tác SCR, trạng thái hoạt động của bộ gia nhiệt, và sự thay đổi tạm thời của bộ đếm khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong là nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn;

Fig.5 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong phương án thứ nhất;

Fig.6 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU khi lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm được tính toán;

Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo sự cải biến của phương án thứ nhất;

Fig.8 minh họa mối tương quan giữa nhiệt độ của chất xúc tác SCR, tốc độ phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm, tốc độ giải hấp thụ của NH_3 , và tốc độ oxy hóa của NH_3 ;

Fig.9 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong phương án thứ hai; và

Fig.10 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo sự cải biến của phương án thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng các kích thước, các vật liệu, các hình dạng, và các sự bố trí tương đối của các bộ phận thành phần được bộc lộ trong các phương án không nhằm giới hạn phạm vi kỹ thuật của sáng chế trừ khi được định rõ theo cách khác.

Phương án thứ nhất

Đầu tiên, phương án thứ nhất của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.5. Fig.1 minh họa kết cấu giản lược của động cơ đốt trong mà thiết bị kiểm soát khí xả theo phương án của sáng chế được ứng dụng, và hệ thống hút và xả của động cơ đốt trong. Động cơ đốt trong 1 được minh họa trên Fig.1 là động cơ đốt trong loại đánh lửa do nén (động cơ điêzen) sử dụng nhiên liệu điêzen. Động cơ đốt trong 1 có thể là động cơ đốt trong loại đánh tia lửa (động cơ gasolin) có khả năng thực hiện thao tác đốt cháy nhiều khí.

Động cơ đốt trong 1 được kết nối với đường xả khí 2 để luân chuyển khí cháy (khí xả) được xả từ bên trong xi lanh. Ở một vài điểm giữa của đường xả khí 2, khoang chất xúc tác thứ nhất 3 được bố trí. Ở một phần của đường xả khí 2 hướng xuống từ khoang chất xúc tác thứ nhất 3, khoang chất xúc tác thứ hai 4 được bố trí.

Khoang chất xúc tác thứ nhất 3 chứa vật mang xúc tác mà đỡ chất xúc tác NSR, và bộ lọc hạt trong khoang hình trụ. Chất xúc tác NSR chứa NO_x trong khí xả khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo. Khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả là tỷ lệ khí-nhiên liệu giàu, chất xúc tác NSR xả NO_x được chứa trong khi khiến NO_x được chứa phản ứng với các thành phần khử (chẳng hạn như HC và CO) trong khí xả để khử NO_x được chứa thành N_2 . Bộ lọc hạt thu thập vật chất dạng hạt (Particulate Matter, viết tắt là PM) có trong khí xả.

Khoang chất xúc tác thứ hai 4 chứa vật mang xúc tác mà mang chất xúc tác SCR trong khoang hình trụ. Vật mang xúc tác được tạo nên bằng cách phủ, ví dụ, vật liệu gốc loại đá nguyên khối có vật mang xúc tác gốc nhôm oxit hoặc gốc zeolit, vật liệu gốc có phần nằm ngang dạng tổ ong. Vật mang xúc tác đỡ các thành phần kim loại chuyển tiếp chẳng hạn như Cu và Fe thông qua sự trao đổi ion. Chất xúc tác SCR được tạo kết cấu như vậy hấp thụ NH_3 có trong khí xả, và khử NO_x trong khí xả thành N_2 bằng cách sử dụng NH_3 được hấp thụ làm tác nhân khử. Theo phương án của sáng chế, các ion đồng được sử dụng như các ion kim loại chuyển tiếp được đỡ bởi vật mang xúc tác của chất xúc tác SCR.

Khoang chất xúc tác thứ hai 4 được thêm vào bộ gia nhiệt 40 để gia nhiệt chất xúc tác SCR. Bộ gia nhiệt 40 là bộ gia nhiệt loại gia nhiệt bằng điện để gia nhiệt chất xúc tác SCR bằng cách chuyển đổi năng lượng điện thành năng lượng nhiệt. Bộ gia nhiệt 40 có thể là bộ gia nhiệt cảm ứng dùng để gia nhiệt chất xúc tác SCR sử dụng các sóng điện từ được tạo ra bằng cách cấp điện. Bộ gia nhiệt 40 có thể được thực hiện bằng cách tạo nên chất xúc tác SCR như một chất xúc tác loại gia nhiệt bằng điện. Bộ gia nhiệt 40 có thể là buồng đốt để gia nhiệt chất xúc tác SCR bằng ngọn lửa.

Ở một phần của đường xả khí 2 giữa khoang chất xúc tác thứ nhất 3 và khoang chất xúc tác thứ hai 4, van bổ sung 5 được bố trí để bổ sung (phun) phụ gia là NH_3 hoặc tiền chất của NH_3 vào khí xả. Van bổ sung 5 được kết nối với bình chứa chất phụ gia 51 qua bơm 50. Bơm 50 hút chất phụ gia được lưu trữ trong bình chứa chất phụ gia 51 và bơm chất phụ gia được hút vào van bổ sung

5. Van bổ sung 5 phun chất phụ gia được bơm từ bơm 50 vào đường xả khí 2. Khi chất phụ gia được lưu trữ trong bình chứa chất phụ gia 51, khí NH_3 , hoặc dung dịch nước của urê, amoni cacbonat, hoặc tương tự có thể được sử dụng. Theo phương án của sáng chế, dung dịch nước urê được sử dụng.

Khi dung dịch nước urê được phun từ van bổ sung 5, dung dịch nước urê đi vào khoang chất xúc tác thứ hai 4 cùng với khí xả. Trong trường hợp như vậy, dung dịch nước urê bị phân tán khi thu nhiệt của khí xả, hoặc bị thủy phân bởi chất xúc tác SCR. Khi dung dịch nước urê bị phân tán hoặc bị thủy phân, NH_3 được tạo ra. NH_3 được tạo ra như vậy được hấp thụ vào chất xúc tác SCR. NH_3 được hấp thụ vào chất xúc tác SCR phản ứng với NO_x có trong khí xả, và tạo ra N_2 và H_2O .

Động cơ đốt trong 1 được tạo kết cấu như vậy được thêm vào ECU 10. ECU 10 là bộ điều khiển điện tử bao gồm các thành phần chẳng hạn như CPU, ROM, RAM, và RAM dự phòng. ECU 10 được kết nối điện với các cảm biến khác nhau chẳng hạn như cảm biến NO_x thứ nhất 6, cảm biến NO_x thứ hai 7, cảm biến nhiệt độ khí xả 8, cảm biến nhiệt độ khoang 9, cảm biến vị trí khuỷu 11, cảm biến vị trí chân ga 12, và lưu lượng kế khí 13.

Cảm biến NO_x thứ nhất 6 được bố trí ở một phần của đường xả khí 2 giữa khoang chất xúc tác thứ nhất 3 và khoang chất xúc tác thứ hai 4 để đưa ra tín hiệu điện liên quan tới nồng độ NO_x của khí xả đi vào khoang chất xúc tác thứ hai 4. Cảm biến NO_x thứ hai 7 được bố trí ở một phần của đường xả khí 2 hướng xuống từ khoang chất xúc tác thứ hai 4 để đưa ra tín hiệu điện liên quan tới nồng độ NO_x của khí xả đi từ khoang chất xúc tác thứ hai 4. Cảm biến nhiệt độ khí xả 8 được bố trí ở một phần của đường xả khí 2 hướng xuống từ khoang chất xúc tác thứ hai 4 để đưa ra tín hiệu điện liên quan tới nhiệt độ của khí xả đi từ khoang chất xúc tác thứ hai 4. Cảm biến nhiệt độ khoang 9 được lắp vào khoang chất xúc tác thứ hai 4 để đưa ra tín hiệu điện liên quan tới nhiệt độ của khoang mà chứa chất xúc tác SCR.

Cảm biến vị trí khuỷu 11 xuất ra tín hiệu điện liên quan tới vị trí quay của trục đầu ra (trục khuỷu) của động cơ đốt trong 1. Cảm biến vị trí chân ga 12 xuất

ra tín hiệu điện liên quan tới lượng vận hành của bàn đạp chân ga (lượng vận hành chân ga). Lưu lượng kế khí 13 xuất ra tín hiệu điện liên quan tới lượng (khối lượng) của không khí được hút vào động cơ đốt trong 1.

ECU 10 được kết nối điện với không chỉ các thiết bị khác nhau (ví dụ, van phun nhiên liệu, v.v..) được lắp vào động cơ đốt trong 1, mà còn được kết nối điện với các bộ phận thành phần nêu trên chẳng hạn như van bổ sung 5, bộ gia nhiệt 40, và bơm 50. ECU 10 điều khiển bằng điện các thiết bị khác nhau của động cơ đốt trong 1 và các bộ phận thành phần chẳng hạn như van bổ sung 5, bộ gia nhiệt 40, và bơm 50 dựa vào các tín hiệu đầu ra của các cảm biến khác nhau nêu trên. Chẳng hạn, ECU 10 thực hiện các việc điều khiển được thiết lập, chẳng hạn như điều khiển phun nhiên liệu để điều khiển lượng phun và thời gian phun của van phun nhiên liệu tương ứng với tải động cơ và tốc độ động cơ của động cơ đốt trong 1, và điều khiển bổ sung mà gây ra việc phun gián đoạn của chất phụ gia từ van bổ sung 5. Ngoài ra, ECU 10 thực hiện quy trình xử lý phục hồi của chất xúc tác SCR. Quy trình xử lý phục hồi được nêu ở đây là quy trình xử lý dùng để phục hồi hóa trị ion của các ion đồng có trong chất xúc tác SCR đến hóa trị cần để khử NO_x . Quy trình xử lý phục hồi theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Đầu tiên, phản ứng khử NO_x trong chất xúc tác SCR sẽ được mô tả dựa vào Fig.2. Fig.2 minh họa giản lược phản ứng khử NO_x để mô tả chúng. Phản ứng khử NO_x trong chất xúc tác SCR xảy ra trên các ion đồng được đỡ bởi vật mang xúc tác. Phản ứng khử NO_x được xem xét để được chia sơ lược thành bốn bước từ (a) đến (d). Đầu tiên, ở bước (a), NH_3 được hấp thụ vào ion đồng (Cu^{2+}) có hóa trị ion là trị số (2+) cần để khử NO_x . Tiếp theo, ở bước (b), NO_x (NO) được hấp thụ vào ion đồng. Kết quả là, ở bước (c), phản ứng giữa NH_3 và NO được tạo ra, sao cho N_2 và H_2O được tạo ra và hóa trị ion của ion đồng giảm xuống tới 1+. Khi hóa trị ion của ion đồng giảm xuống tới 1+, năng suất khử NO_x của ion đồng giảm xuống (trạng thái suy giảm). Tuy nhiên, ion hydro H^+ được tạo ra ở bước (c) được hấp thụ vào ion đồng C^+ trong trạng thái suy giảm. Khi oxy ($1/4\text{O}_2$) và NO_2 được cung cấp tới ion đồng C^+ trong trạng thái này ở

bước (d), ion đồng C^+ được tái oxy hóa. Khi ion đồng được tái oxy hóa, hóa trị ion của ion đồng được phục hồi đến $2+$ mà là trị số cần để khử NO_x (trạng thái tham chiếu). Do đó, phản ứng bắt đầu từ bước (a) có thể liên tục được tiếp tục lại, sao cho việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR có thể đạt được.

Để thực hiện việc khử NO_x liên tục trong chất xúc tác SCR theo cách này, hóa trị của ion đồng C^+ cần phải được phục hồi ($C^+ \rightarrow Cu^{2+}$) ở bước (d). Tuy nhiên, việc phục hồi hóa trị của ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm được thể hiện trong môi trường có nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ (nhiệt độ hoạt động) tại đó việc khử NO_x bởi ion đồng trong trạng thái tham chiếu bắt đầu được thể hiện, môi trường chứa NO_2 và O_2 . Theo đó, phụ thuộc vào trạng thái hoạt động của động cơ đốt trong 1, trạng thái mà ở đó việc khử NO_x của ion đồng trong trạng thái tham chiếu được thể hiện nhưng việc phục hồi hóa trị của ion đồng trong trạng thái suy giảm không được thể hiện có thể tiếp tục. Chẳng hạn, khi hoạt động thấp tải của động cơ đốt trong 1 tiếp tục, hoặc khi khí xả đi vào chất xúc tác SCR tiếp tục để có tỷ lệ khí-nhiên liệu bằng hoặc thấp hơn tỷ lệ khí-nhiên liệu theo tỷ lượng, có khả năng cao là trạng thái mà ở đó việc khử NO_x của ion đồng trong trạng thái tham chiếu được thể hiện nhưng việc phục hồi hóa trị của ion đồng trong trạng thái suy giảm không được thể hiện liên tục. Khi động cơ đốt trong 1 được tắt ngay sau khi trạng thái như vậy được tiếp tục, hoạt động tiếp theo của động cơ đốt trong 1 bắt đầu trong trạng thái mà ở đó lượng ion đồng trong trạng thái tham chiếu là nhỏ. Kết quả là, ngay sau khi động cơ đốt trong 1 được khởi động, hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR có thể bị suy giảm, và việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR có thể trở nên khó khăn.

Theo đó, theo phương án của sáng chế, quy trình xử lý phục hồi được thực hiện bởi phương pháp điều khiển bộ gia nhiệt 40 sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR được gia nhiệt đến nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn, và nhiệt độ được duy trì trong khoảng thời gian quy định, khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR và O_2 có trong khoang chất xúc tác thứ hai 4. Như được nêu trên, nhiệt độ thứ nhất được nêu ở đây là nhiệt độ mà gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các

ion đồng trong trạng thái suy giảm, nhiệt độ này (ví dụ, 200°C hoặc lớn hơn) cao hơn nhiệt độ (ví dụ, 150°C hoặc lớn hơn) tại đó việc khử NO_x bởi các ion đồng trong trạng thái tham chiếu bắt đầu được thể hiện. Khoảng thời gian quy định là khoảng thời gian cần để thực hiện việc phục hồi hóa trị của toàn bộ các ion đồng trong trạng thái suy giảm. Phương pháp thiết đặt khoảng thời gian quy định sẽ được mô tả dưới đây.

Ở đây, trường hợp mà ở đó NO_x không đi vào chất xúc tác SCR có thể là trường hợp mà ở đó động cơ đốt trong đang ở trạng thái tắt. Tuy nhiên, khi cố gắng thực hiện quy trình xử lý phục hồi sau khoảng thời gian tương đối dài đã trôi qua vì tắt động cơ đốt trong 1, sự tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 có thể tăng lên. Điều này là bởi vì nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống khi thời gian trôi qua từ lúc tắt động cơ đốt trong 1 trở nên dài hơn, mà gây ra sự tăng lên trong lượng gia nhiệt cần để làm tăng nhiệt độ của chất xúc tác SCR đến nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn. Do đó, theo phương án của sáng chế, quy trình xử lý phục hồi được thực hiện ngay sau khi tắt động cơ đốt trong 1, nghĩa là, khi chất xúc tác SCR đang ở nhiệt độ tương đối cao, bằng cách sử dụng việc tắt động cơ đốt trong 1 như một bộ kích hoạt.

Ở đây, phương pháp để thực hiện quy trình xử lý phục hồi sẽ được mô tả dựa vào Fig.3. Fig.3 minh họa lượng NO_x đi vào chất xúc tác SCR (lượng dòng vào NO_x), nhiệt độ của chất xúc tác SCR, trạng thái hoạt động của bộ gia nhiệt 40, và sự thay đổi tạm thời của bộ đếm khi động cơ đốt trong 1 được tắt. Thuật ngữ "bộ đếm" trên Fig.3 đề cập đến bộ đếm để hợp nhất lượng ion đồng có hóa trị ion được đánh giá cần được phục hồi trên một đơn vị thời gian sau khi tắt động cơ đốt trong 1. Thuật ngữ "trị số quy định" đề cập đến trị số tương ứng với lượng ion đồng được đánh giá cần được đặt trong trạng thái suy giảm khi động cơ đốt trong 1 được tắt. Theo phương án của sáng chế, trị số quy định được thiết đặt bằng cách giả định trường hợp mà ở đó lượng ion đồng lớn nhất được đặt trong trạng thái suy giảm khi động cơ đốt trong 1 được tắt. Trị số quy định như vậy thu được theo cách thống kê từ kết quả của việc thử nghiệm, việc mô phỏng, hoặc tương tự.

Như được minh họa trên Fig.3, khi động cơ đốt trong 1 được tắt (t_1 trên Fig.3), lượng NO_x (lượng dòng vào NO_x) đi vào chất xúc tác SCR được thiết đặt về “không”. Do đó, ECU 10 thao tác (bật) bộ gia nhiệt 40 để gia nhiệt chất xúc tác SCR. Ở thời điểm đó, vì nhiệt độ của chất xúc tác SCR là tương đối lớn, chất xúc tác SCR có thể được gia nhiệt đến nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn với lượng gia nhiệt nhỏ hơn so với trường hợp mà ở đó chất xúc tác SCR ở trạng thái lạnh. Một khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR đạt tới nhiệt độ thứ nhất (t_2 trên Fig.3), việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm bắt đầu được thể hiện. Trong trường hợp này, vì lượng dòng vào NO_x là “không”, việc giảm trong hóa trị ion liên quan tới việc khử NO_x bởi các ion đồng trong trạng thái tham chiếu không được thể hiện. Kết quả là, lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm có thể được khử hiệu quả. Khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR đạt tới nhiệt độ thứ nhất, và nhờ đó việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm bắt đầu được thể hiện, ECU 10 bắt đầu hợp nhất lượng ion đồng bằng bộ đếm. Ở đây, lượng ion đồng có hóa trị ion được phục hồi trên một đơn vị thời gian trở nên lớn hơn khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên cao hơn. Do đó, bộ đếm cập nhật lượng trên một đơn vị thời gian tăng lên nhiều khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên cao hơn.

Khi bộ gia nhiệt 40 gia nhiệt chất xúc tác SCR và nhờ đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR đạt tới nhiệt độ đích T_{trg} mà bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất (t_3 trên Fig.3), ECU 10 điều khiển bộ gia nhiệt 40 sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR được duy trì ở nhiệt độ đích T_{trg} . Nhiệt độ đích T_{trg} được nêu ở đây là nhiệt độ được xác định có xét đến sự cân bằng giữa sự tiêu thụ năng lượng và tốc độ phục hồi hóa trị, hoặc tương tự. Khi động cơ đốt trong 1 được tắt, có khả năng là NH_3 hấp thụ ít nhất một số ion đồng có trong chất xúc tác SCR. Theo đó, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR được tăng quá mức trong suốt khoảng thời gian thực hiện quy trình xử lý phục hồi, NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng có thể giải hấp thụ hoặc oxy hóa. Tuy nhiên, khi không có khí đi vào chất xúc tác SCR như trong trường hợp của sau khi tắt động cơ đốt trong 1, NH_3 được hấp thụ vào ion đồng có trong chất xúc tác SCR thậm chí nếu nó giải hấp thụ từ ion

đồng. Theo đó, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống, có khả năng cao là NH_3 được giải hấp thụ được tái hấp thụ vào ion đồng. Do đó, có thể nói rằng không cần thiết phải giới hạn nhiệt độ đích Ttrg đến thấp hơn nhiệt độ tại đó NH_3 bắt đầu giải hấp thụ. Tuy nhiên, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR được nâng lên tới nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tại đó NH_3 bắt đầu giải hấp thụ, NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng có thể oxy hóa. Theo đó, nhiệt độ đích Ttrg được giới hạn đến các nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ (nhiệt độ thứ hai) tại đó sự oxy hóa của NH_3 bắt đầu được thể hiện. Khi nhiệt độ đích Ttrg được thiết đặt theo cách này, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể đạt được, mà không có sự oxy hóa của NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng. Kết quả là, khi NO_x đi vào chất xúc tác SCR sau khi khởi động động cơ đốt trong 1 lần tiếp theo, có thể khử dòng vào NO_x bằng cách sử dụng NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng.

Dựa vào Fig.3, khi trị số bộ đếm đạt tới trị số quy định (t_4 trên Fig.3), ECU 10 dừng (tắt) bộ gia nhiệt 40, trong khi thiết đặt lại trị số bộ đếm về "không". Khoảng thời gian quy định trong trường hợp này là khoảng thời gian từ t_2 đến t_4 trên Fig.3. Nghĩa là, khoảng thời gian quy định trong trường hợp này là khoảng thời gian cần để phục hồi hóa trị ion của toàn bộ lượng ion đồng được giả định là được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi động cơ đốt trong 1 được tắt.

Phản mô tả đã được đưa ra về phương pháp để thực hiện quy trình xử lý phục hồi khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 thấp hơn nhiệt độ thứ nhất dựa vào Fig.3. Tuy nhiên, nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 có thể là bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất. Trong trường hợp như vậy, đánh giá được rằng việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm được hoàn thành tự động trước khi tắt và ngay sau khi tắt động cơ đốt trong 1. Theo đó, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất, việc thực hiện quy trình xử lý phục hồi có thể bị ngăn cản. Theo phương pháp như vậy, có thể loại bỏ sự tăng lên trong việc tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 dùng để việc thực

hiện quy trình xử lý phục hồi. Tuy nhiên, thậm chí trong trường hợp nêu trên, việc phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm không cần thiết phải được thực hiện tự động. Kết quả là, hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR sau khi động cơ đốt trong 1 được khởi động lần tiếp theo có thể không phải là hiệu suất mong muốn. Theo đó, xét về việc đạt được hiệu suất khử NO_x mong muốn tin cậy hơn của chất xúc tác SCR sau khi động cơ đốt trong 1 được khởi động lần tiếp theo, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện dựa vào giả định rằng lượng ion đồng tương ứng với trị số quy định được đặt trong trạng thái suy giảm, thậm chí trong trường hợp mà ở đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong là nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn như trong trường hợp mà ở đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR thấp hơn nhiệt độ thứ nhất khi tắt động cơ đốt trong. Trong trường hợp như vậy, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống thấp hơn nhiệt độ thứ nhất sau khi động cơ đốt trong được tắt.

Ở đây, phương pháp để thực hiện quy trình xử lý phục hồi trong trường hợp mà ở đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất sẽ được mô tả dựa vào Fig.4. Như được minh họa trên Fig.4, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm được thực hiện một cách tự động mà không gia nhiệt chất xúc tác SCR bằng bộ gia nhiệt 40 trong suốt khoảng thời gian (khoảng thời gian phục hồi tự động) từ thời điểm (t_1 trên Fig.4) khi động cơ đốt trong 1 được tắt đến thời điểm (t_2' trên Fig.4) khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống thấp hơn nhiệt độ thứ nhất. Theo đó, khi động cơ đốt trong 1 được tắt, ECU 10 bắt đầu hợp nhất lượng ion đồng với bộ đếm mà không vận hành bộ gia nhiệt 40. Sau đó, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên thấp hơn nhiệt độ thứ nhất (t_2' trên Fig.4), ECU 10 thao tác (bật) bộ gia nhiệt 40. Khi bộ gia nhiệt 40 gia nhiệt chất xúc tác SCR và nhờ đó nhiệt độ của chất xúc tác SCR đạt tới nhiệt độ đích T_{trg} (t_3 trên Fig.4), ECU 10 điều khiển bộ gia nhiệt 40 sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR được duy trì ở nhiệt độ đích T_{trg} . Khi trị số bộ đếm đạt tới trị số quy định

(t4 trên Fig.4), ECU 10 dừng (tắt) bộ gia nhiệt 40, trong khi thiết đặt lại trị số bộ đếm về “không”. Khoảng thời gian quy định trong trường hợp này là khoảng thời gian từ t2' đến t4 trên Fig.4. Nghĩa là, khoảng thời gian quy định trong trường hợp này là khoảng thời gian cần để phục hồi hóa trị ion của lượng ion đồng được giả định là được đặt trong trạng thái suy giảm khi kết thúc khoảng thời gian phục hồi tự động (lượng thu được bằng cách trừ lượng ion đồng, có hóa trị ion được phục hồi trong khoảng thời gian phục hồi tự động, từ lượng ion đồng được giả định để được đặt trong trạng thái suy giảm khi tắt động cơ đốt trong 1).

Như được minh họa trên Fig.3 và Fig.4, khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện ngay sau khi tắt động cơ đốt trong 1, việc phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể được thực hiện, trong khi duy trì sự tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 thấp nhất có thể. Vì quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm có thể cũng được thực hiện hiệu quả. Ngoài ra, vì nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi được giới hạn đến thấp hơn nhiệt độ thứ hai, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể được thực hiện mà không oxy hóa NH₃ mà là được hấp thụ vào các ion đồng. Do đó có thể loại bỏ tình trạng như vậy khi hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR bị suy giảm hoặc khi việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR là khó khăn, sau khi khởi động động cơ đốt trong 1 lần tiếp theo.

Sau đây, các thủ tục thực hiện của quy trình xử lý phục hồi theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.5. Fig.5 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU 10 khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện. Quy trình xử lý con được lưu trữ trước trong thiết bị lưu trữ chẳng hạn như ROM của ECU 10, và được thực hiện bằng cách tắt động cơ đốt trong 1 như một bộ kích hoạt. Việc tắt động cơ đốt trong 1 được sử dụng ở đây được xác định dựa vào điều kiện là một công tắc khóa điện, mà không được minh họa, được chuyển mạch từ bật (ON) sang tắt (OFF). Theo kết cấu để thực hiện việc điều

khuyến được gọi là điều khiển dừng-khởi động, trong đó động cơ đốt trong 1 được tắt và khởi động lại tự động trong khi phương tiện được dừng, động cơ đốt trong 1 có thể được xác định để được tắt khi động cơ đốt trong 1 được dừng tự động. Trong các phương tiện được gọi là phương tiện lai bao gồm không chỉ động cơ đốt trong 1 mà còn bao gồm động cơ điện hoặc tương tự làm động cơ của phương tiện, động cơ đốt trong 1 có thể được xác định để được tắt khi động cơ đốt trong 1 được dừng tự động để dẫn động các phương tiện với chỉ động cơ điện.

Theo quy trình xử lý con trên Fig.5, ECU 10 xác định trước tiên xem liệu yêu cầu khởi động động cơ đốt trong 1 có được tạo ra ở bước xử lý S101 hay không. Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S101, ECU 10 tiến tới bước xử lý S102. Ở bước xử lý S102, ECU 10 phát hiện nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR. Khi bước xử lý S102 được thực hiện cho lần thứ nhất sau khi tắt động cơ đốt trong 1, nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR ngay trước khi tắt động cơ đốt trong 1 có thể được đọc. Ngay trước khi tắt động cơ đốt trong 1, khí xả luân chuyển qua chất xúc tác SCR, và do đó nhiệt của chất xúc tác SCR có xu hướng được tỏa vào khí xả. Theo đó, nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR được xem xét liên quan tới nhiệt độ của khí xả đi từ chất xúc tác SCR. Do đó, nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR được tính toán từ trị số đo của cảm biến nhiệt độ khí xả 8 có thể được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ chẳng hạn như RAM dự phòng của ECU 10. Khi bước xử lý S102 được thực hiện cho lần thứ hai hoặc lớn hơn sau khi tắt động cơ đốt trong 1, ECU 10 tính toán nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR dựa vào trị số đo của cảm biến nhiệt độ khoang 9. Điều này là bởi vì nhiệt độ của chất xúc tác SCR được xem xét liên quan nhiều hơn tới trị số đo của cảm biến nhiệt độ khoang 9 so với trị số đo của cảm biến nhiệt độ khí xả 8, vì nhiệt của chất xúc tác SCR có xu hướng được tỏa vào khoang khí không có sự lưu thông khí trong chất xúc tác SCR. Theo kết cấu mà ở đó khoang chất xúc tác thứ hai 4 được trang bị với cảm biến để đo trực tiếp nhiệt độ của chất xúc tác SCR, trị số đo của cảm biến có thể được sử dụng trong một trong số các trường hợp nêu trên.

Ở bước xử lý S103, ECU 10 xác định xem liệu nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR được phát hiện ở bước xử lý S102 có bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất T1 hay không. Nhiệt độ thứ nhất T1 là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm như được nêu trên.

Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S103, ECU 10 tiến tới bước xử lý S108. Khi bước xử lý S108 được thực hiện cho lần thứ nhất sau khi tắt động cơ đốt trong 1, ECU 10 thao tác (bật) bộ gia nhiệt 40 bằng cách bắt đầu cung cấp năng lượng điện dẫn động đến bộ gia nhiệt 40. Khi bước xử lý S108 được thực hiện cho lần thứ hai hoặc lớn hơn, bộ gia nhiệt 40 sẵn sàng trong trạng thái hoạt động. Theo đó, ECU 10 có thể duy trì trạng thái hoạt động của bộ gia nhiệt 40 bằng cách cung cấp liên tục năng lượng điện dẫn động đến bộ gia nhiệt 40. Sau khi thực hiện bước xử lý S108, ECU 10 quay trở lại bước xử lý S101. Trong trường hợp này, nếu yêu cầu khởi động lại động cơ đốt trong 1 được tạo ra, nó chỉ báo rằng việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S101. Theo đó, ECU 10 tiến tới bước xử lý S106, mà ở đó bộ gia nhiệt 40 được dừng (được tắt). Tiếp theo, ECU 10 thiết đặt lại trị số bộ đếm C về "không", và chấm dứt việc thực hiện thủ tục xử lý hiện tại.

Khi nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất T1, hoặc khi nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR được nâng lên tới nhiệt độ thứ nhất T1 hoặc lớn hơn bởi sự hoạt động của bộ gia nhiệt 40, việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S103. Trong trường hợp như vậy, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm được thể hiện trong chất xúc tác SCR. Do đó, khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S103, ECU 10 tiến tới bước xử lý S104 và cập nhật trị số C của bộ đếm. Như được nêu trong phần mô tả trên Fig.3, bộ đếm được tạo kết cấu để đếm lượng ion đồng được hợp nhất có hóa trị ion được phục hồi bởi vì nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên bằng hoặc cao hơn nhiệt độ thứ nhất T1 sau khi tắt động cơ đốt trong 1. Lượng cập nhật của trị số bộ đếm C ở bước xử lý S104 trở nên lớn hơn khi nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR trở nên cao hơn như được nêu trên.

Ở bước xử lý S105, ECU 10 xác định xem liệu trị số bộ đếm C được cập nhật ở bước xử lý S104 có bằng hoặc lớn hơn trị số quy định Cs hay không. Trị số quy định Cs là trị số tương ứng với lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm, ở thời điểm khi động cơ đốt trong 1 được tắt như được nêu trên. Trị số quy định Cs được thiết đặt trước bằng cách giả định trường hợp mà ở đó lượng ion đồng lớn nhất được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi động cơ đốt trong 1 được tắt. Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S105, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm được xem xét không hoàn toàn trong chất xúc tác SCR. Theo đó, ECU 10 tiến tới bước xử lý S109.

Ở bước xử lý S109, ECU 10 xác định xem liệu nhiệt độ Tscr của chất xúc tác SCR được phát hiện ở bước xử lý S102 có bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ giới hạn trên được định rõ Tmax hay không. Nhiệt độ giới hạn trên được định rõ Tmax được sử dụng ở đây là nhiệt độ cao hơn nhiệt độ thứ nhất T1 và thấp hơn nhiệt độ thứ hai (nhiệt độ oxy hóa của NH_3). Chẳng hạn, nhiệt độ giới hạn trên được định rõ Tmax là nhiệt độ thu được bằng cách trừ biên được định rõ từ nhiệt độ thứ hai.

Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S109, ECU 10 tiến tới bước xử lý S110. Trong trường hợp này, khi bộ gia nhiệt 40 ở trong trạng thái hoạt động, ECU 10 dừng bộ gia nhiệt 40 để ngăn chặn việc chất xúc tác SCR được gia nhiệt đến nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn. Khi bộ gia nhiệt 40 đã ở trong trạng thái dừng, ECU 10 giữ bộ gia nhiệt 40 trong trạng thái dừng.

Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S109, hoặc sau khi bước xử lý S110 được thực hiện, thì ECU 10 quay trở lại bước xử lý S101.

Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S105, việc phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể được xem xét được hoàn thành trong chất xúc tác SCR. Kết quả là, ECU 10 tiến tới bước xử lý S106, mà ở đó bộ gia nhiệt 40 được dừng (được tắt). Tiếp theo, ECU 10 tiến tới bước xử lý S107, mà ở đó trị số bộ đếm C được thiết đặt lại về "không", và chấm dứt việc thực hiện thủ tục xử lý hiện tại.

Ở đây, khi ECU 10 thực hiện bước xử lý S102, "phương tiện phát hiện" theo sáng chế được thực hiện. Khi ECU 10 thực hiện các bước xử lý từ S103 đến S110, "phương tiện điều khiển" theo sáng chế được thực hiện.

Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo các thủ tục nêu trên, hóa trị phục hồi hiệu quả của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm có thể được thực hiện trong chất xúc tác SCR, trong khi sự tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 có thể được duy trì thấp. Kết quả là, có thể loại bỏ tình trạng như vậy mà ở đó hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR bị suy giảm hoặc khi việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR là khó khăn sau khi khởi động động cơ đốt trong 1 lần tiếp theo.

Theo phương án của sáng chế, bộ gia nhiệt 40 được điều khiển sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi không đạt tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ (nhiệt độ thứ ba) tại đó NH_3 bắt đầu giải hấp thụ, nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi có thể được nâng lên tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn. Điều này là bởi vì nếu nhiệt độ của chất xúc tác SCR khi tắt động cơ đốt trong 1 cao hơn nhiệt độ thứ ba, thì có thể giả định rằng lượng NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng về cơ bản bằng không. Khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi được nâng lên tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn, khoảng thời gian thực hiện của quy trình xử lý phục hồi có thể được rút ngắn thêm. Kết quả là, dễ dàng hoàn thành quy trình xử lý phục hồi trước khi yêu cầu khởi động lại được tạo ra.

Sự cải biến của phương án thứ nhất

Theo phương án thứ nhất được nêu trên, phần mô tả đã được đưa ra về ví dụ để thực hiện quy trình xử lý phục hồi dựa vào giả định rằng lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi động cơ đốt trong 1 được tắt là lượng cố định định trước (trị số quy định nêu trên). Tuy nhiên, lượng (lượng phục hồi yêu cầu) các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm

khi động cơ đốt trong 1 được tắt có thể được đánh giá, và quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện dựa vào lượng phục hồi yêu cầu.

Theo sự cải biến theo sáng chế, khi lượng phục hồi yêu cầu nêu trên được đánh giá, lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm được đánh giá phù hợp trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong 1. Cụ thể hơn là, lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm thu được bằng cách hợp nhất sự chênh lệch giữa lượng ion đồng dịch chuyển từ trạng thái tham chiếu sang trạng thái suy giảm trên một đơn vị thời gian và lượng ion đồng mà dịch chuyển từ trạng thái suy giảm sang trạng thái tham chiếu trên một đơn vị thời gian. Ở đây, phần mô tả được đưa ra về các thủ tục để tính toán lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong 1 trên Fig.6. Fig.6 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU 10 khi lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm được tính toán. Quy trình xử lý con, mà được lưu trữ trước trong thiết bị lưu trữ chẳng hạn như ROM của ECU 10, là được thực hiện định kỳ trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong 1 (ví dụ, khi công tắc khóa điện ở trong trạng thái bật).

Theo quy trình xử lý con trên Fig.6, đầu tiên ở bước xử lý S201, ECU 10 thu nhận nhiệt độ T_{scr} của chất xúc tác SCR, lượng Ao_2 của O_2 đi vào chất xúc tác SCR (lượng dòng vào O_2) trên một đơn vị thời gian, lượng (lượng dòng vào NO_x) $Anox$ của NO_x đi vào chất xúc tác SCR trên một đơn vị thời gian, và lượng (lượng dòng vào NO_2) Ano_2 của NO_2 đi vào chất xúc tác SCR trên một đơn vị thời gian. Ở đây, nhiệt độ T_{scr} của chất xúc tác SCR được tính toán dựa vào trị số đo của cảm biến nhiệt độ khí xả 8 như được nêu trên. Lượng dòng vào O_2 Ao_2 được đánh giá dựa vào nhiệt độ của chất xúc tác NSR chứa trong khoang chất xúc tác thứ nhất 3 và dựa vào các điều kiện hoạt động (ví dụ, lượng khí vào, lượng phun nhiên liệu, tốc độ động cơ, nhiệt độ động cơ, v.v..) của động cơ đốt trong 1. Cảm biến nồng độ O_2 có thể được lắp vào một phần của đường xả khí 2 giữa khoang chất xúc tác thứ nhất 3 và khoang chất xúc tác thứ hai 4 để tính toán lượng dòng vào O_2 Ao_2 dựa vào trị số đo của cảm biến nồng độ O_2 và lưu lượng khí xả (ví dụ, tổng lượng khí vào và lượng phun nhiên liệu).

Lượng dòng vào NO_x Anox được tính toán dựa vào trị số đo và lưu lượng khí xả của cảm biến NO_x thứ nhất 6. Lượng dòng vào NO_2 Ano2 được tính toán dựa vào tỷ lệ NO_2/NO của NO_x đi vào chất xúc tác SCR và dựa vào lượng dòng vào NO_x Anox. Chẳng hạn, tỷ lệ NO_2/NO của NO_x đi vào chất xúc tác SCR được đánh giá sử dụng nhiệt độ của chất xúc tác NSR và các điều kiện hoạt động (tốc độ động cơ, tải động cơ, v.v..) của động cơ đốt trong 1 làm thông số.

Ở bước xử lý S202, ECU 10 tính toán lượng (lượng ion được phục hồi) Acu^{2+} của các ion đồng mà dịch chuyển từ trạng thái suy giảm sang trạng thái tham chiếu trên một đơn vị thời gian. Như được nêu trên, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất, và O_2 hoặc NO_2 có trong chất xúc tác SCR, việc phục hồi hóa trị của ion đồng trong trạng thái suy giảm được thể hiện. Do đó, có thể nói rằng lượng ion được phục hồi Acu^{2+} liên quan tới nhiệt độ T_{scr} , lượng dòng vào O_2 Ao2, và lượng dòng vào NO_2 Ano2 của chất xúc tác SCR. Theo sự cải biến theo sáng chế, dữ liệu đối chiếu thu được dựa vào kết quả của việc thử nghiệm hoặc việc mô phỏng, và dữ liệu đối chiếu thu được được lưu trữ như một ánh xạ. Ở bước xử lý S202, ECU 10 nhận được lượng ion được phục hồi Acu^{2+} bằng cách truy cập ánh xạ sử dụng làm đối số nhiệt độ T_{scr} , lượng dòng vào O_2 Ao2, và lượng dòng vào NO_2 Ano2 của chất xúc tác SCR được thu nhận ở bước xử lý S201.

Ở bước xử lý S203, ECU 10 tính toán lượng (lượng ion bị suy giảm) Acu^+ của các ion đồng mà chuyển từ trạng thái tham chiếu sang trạng thái suy giảm trên một đơn vị thời gian. Việc khử NO_x bởi các ion đồng Cu^{2+} trong trạng thái tham chiếu được thể hiện khi nhiệt độ T_{scr} của chất xúc tác SCR bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ hoạt động, và NO_x đi vào chất xúc tác SCR. Do đó, có thể nói rằng lượng ion bị suy giảm Acu^+ liên quan tới nhiệt độ T_{scr} và lượng dòng vào NO_x Anox của chất xúc tác SCR. Theo sự cải biến theo sáng chế, dữ liệu đối chiếu thu được dựa vào kết quả của việc thử nghiệm hoặc việc mô phỏng, và dữ liệu đối chiếu thu được được lưu trữ như một ánh xạ. Ở bước xử lý S203, ECU 10 nhận được lượng ion bị suy giảm Acu^+ bằng cách truy cập ánh xạ sử dụng nhiệt

độ T_{scr} , và lượng dòng vào NO_2 Anox của chất xúc tác SCR được thu nhận ở bước xử lý S201 làm đối số.

Ở bước xử lý S204, ECU 10 tính toán sự thay đổi ΔAcu^+ ($=Acu^+ - Acu^{2+}$) trong lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm trên một đơn vị thời gian bằng cách trừ lượng ion được phục hồi Acu^{2+} được tính toán ở bước xử lý S202 từ lượng ion bị suy giảm Acu^+ được tính toán ở bước xử lý S203. Ở đây, khi lượng ion bị suy giảm Acu^+ lớn hơn so với lượng ion được phục hồi Acu^{2+} , sự thay đổi ΔAcu^+ là trị số dương. Khi lượng ion được phục hồi Acu^{2+} lớn hơn so với lượng ion bị suy giảm Acu^+ , sự thay đổi ΔAcu^+ là trị số âm.

Ở bước xử lý S205, lượng ΣAcu^+ của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm được tính toán. Cụ thể là, ECU 10 tính toán lượng ΣAcu^+ của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm này bằng cách bổ sung sự thay đổi ΔAcu^+ được tính toán ở bước xử lý S204 đến trị số trước đó ΣAcu^+ của lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm. Lượng ΣAcu^+ được tính toán như vậy của các ion đồng được lưu trữ trong RAM dự phòng mà có thể vẫn lưu dữ liệu sau khi tắt động cơ đốt trong 1.

Tiếp theo, các thủ tục thực hiện của quy trình xử lý phục hồi theo sự cải biến theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.7. Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU 10 khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện. Quy trình xử lý con được thực hiện với việc tắt động cơ đốt trong 1 như một bộ kích hoạt như theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được nêu trên. Các bước xử lý trên Fig.7 giống như các bước xử lý theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được chỉ rõ bởi các số chỉ dẫn giống nhau. Theo quy trình xử lý con trên Fig.7, các bước xử lý từ S301 đến S303 được thực hiện trước bước xử lý S101 theo quy trình xử lý con trên Fig.5. Theo quy trình xử lý con trên Fig.7, bước xử lý S105 theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được thay thế bằng các bước xử lý từ S304 đến S305.

Đầu tiên, ở bước xử lý S301, ECU 10 đọc từ RAM dự phòng trị số ΣAcu^+ được tính toán theo quy trình xử lý con trên Fig.6 ngay trước khi tắt động cơ đốt

trong 1. Trị số ΣAcu^+ tương ứng với lượng ion đồng (lượng phục hồi yêu cầu) được đặt trong trạng thái suy giảm khi tắt động cơ đốt trong 1.

Ở bước xử lý S302, ECU 10 xác định xem liệu lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ được đọc ở bước xử lý S301 có bằng hoặc lớn hơn ngưỡng cụ thể Athre hay không. Ngưỡng cụ thể Athre được sử dụng ở đây là lượng được thiết đặt trên giả định rằng khi động cơ đốt trong 1 được khởi động lại trong khi các ion đồng thấp hơn ngưỡng cụ thể Athre được đặt trong trạng thái suy giảm, chất xúc tác SCR có thể cung cấp hiệu suất khử NO_x mong muốn hoặc cao hơn, hoặc lượng được thiết đặt trên giả định rằng việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR có thể được thực hiện. Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S302, ECU 10 thực hiện bước xử lý S106 và S107 theo trình tự, và chấm dứt việc thực hiện thủ tục xử lý hiện tại. Nghĩa là, quy trình xử lý phục hồi không được thực hiện khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S302. Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S302, ECU 10 tiến tới bước xử lý S303

Ở bước xử lý S303, ECU 10 thiết đặt trị số quy định Cs' được sử dụng ở bước xử lý S304 được mô tả dưới đây sử dụng lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ được đọc ở bước xử lý S301 làm thông số. Cụ thể là, ECU 10 thiết đặt trị số quy định Cs' đến trị số giống với lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ . Theo cách khác, trị số quy định Cs' có thể được thiết đặt đến trị số thu được bằng cách trừ ngưỡng cụ thể Athre từ lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ .

ECU 10 thực hiện các bước xử lý từ S101 đến S103 theo trình tự sau khi bước xử lý S303 được thực hiện. Trong trường hợp này, khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S103, ECU 10 thực hiện bước xử lý S104 và bước xử lý S304 theo trình tự. Ở bước xử lý S304, ECU 10 xác định xem liệu trị số bộ đếm C có bằng hoặc lớn hơn trị số quy định Cs' được thiết đặt ở bước xử lý S303 hay không. Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S304, ECU 10 tiến tới bước xử lý S305. Ở bước xử lý S305, ECU 10 thiết đặt lại trị số ΣAcu^+ được lưu trữ trong RAM dự phòng về "không". Sau đó, ECU 10 thực

hiện bước xử lý S106 và bước xử lý S107 theo trình tự, sao cho quy trình xử lý phục hồi được kết thúc.

Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo các thủ tục như vậy, khoảng thời gian (khoảng thời gian quy định) trong đó bộ gia nhiệt 40 duy trì nhiệt độ chất xúc tác SCR bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất T1 được thay đổi tương ứng với lượng ion đồng (lượng phục hồi yêu cầu) ΣAcu^+ được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi động cơ đốt trong 1 được tắt. Nghĩa là, trong trường hợp mà ở đó lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ là nhỏ, khoảng thời gian quy định được rút ngắn so với trường hợp mà ở đó lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ là lớn. Kết quả là, có thể đạt được việc phục hồi hóa trị của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm, trong khi duy trì sự tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 tới lượng cần thiết nhỏ nhất. Khi lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ thấp hơn ngưỡng cụ thể Athre, quy trình xử lý phục hồi không được thực hiện. Theo đó, thao tác không cần thiết của bộ gia nhiệt 40 có thể cũng được loại bỏ.

Phương án thứ hai

Bây giờ, phương án thứ hai của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.8 đến Fig.10. Ở đây, các khía cạnh kết cấu khác với các khía cạnh kết cấu được mô tả theo phương án thứ nhất sẽ được mô tả, trong khi phần mô tả về các khía cạnh kết cấu giống nhau được bỏ qua. Trong phương án thứ nhất nêu trên, trường hợp mà ở đó động cơ đốt trong 1 được tắt được sử dụng là một ví dụ về trường hợp mà ở đó NO_x không đi vào chất xúc tác SCR. Theo phương án của sáng chế, trường hợp mà ở đó khí mà không chứa NO_x đi vào chất xúc tác SCR được sử dụng làm một ví dụ. Khí mà không chứa NO_x được sử dụng ở đây có thể bao gồm không chỉ tất cả khí không chứa NO_x mà còn cả khí chứa một lượng NO_x chấp nhận được (lượng được xem xét đủ nhỏ để cho phép hóa trị phục hồi hiệu quả của các ion kim loại chuyển tiếp được đặt trong trạng thái suy giảm trong chất xúc tác SCR).

Các ví dụ về trường hợp mà ở đó khí không chứa NO_x đi vào chất xúc tác SCR bao gồm trường hợp mà ở đó toàn bộ lượng NO_x được xả từ động cơ đốt trong 1 trong khoảng thời gian hoạt động của động cơ đốt trong 1 có trong chất

xúc tác NSR trong khoang chất xúc tác thứ nhất 3, và trường hợp mà ở đó quy trình xử lý ngắt nhiên liệu được thực hiện. Trường hợp mà ở đó toàn bộ lượng NO_x được xả từ động cơ đốt trong 1 có trong chất xúc tác NSR có thể là trường hợp mà ở đó tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo. Tuy nhiên, thậm chí khi khí xả đi vào chất xúc tác NSR có tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo, một phần NO_x đi vào chất xúc tác NSR có xu hướng trượt qua chất xúc tác NSR nếu lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR là tương đối lớn. Do đó, theo phương án của sáng chế, khi lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR bằng hoặc thấp hơn giới hạn trên được định rõ, và tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo, xác định được rằng khí không chứa NO_x đi vào chất xúc tác SCR. Thuật ngữ "giới hạn trên được định rõ" được sử dụng ở đây là trị số được thiết đặt trên giả định rằng nếu lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR vượt quá giới hạn trên được định rõ, lượng NO_x vượt quá lượng NO_x chấp nhận được nêu trên có thể trượt qua chất xúc tác NSR. Giới hạn trên được định rõ như vậy được định trước dựa vào kết quả của việc thử nghiệm hoặc việc mô phỏng.

Bây giờ, khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, NH_3 được hấp thụ vào ion đồng có thể giải hấp thụ và đi ra khỏi chất xúc tác SCR cùng với khí. Ở đây, mối tương quan giữa nhiệt độ của chất xúc tác SCR, lượng ion đồng (tốc độ phục hồi hóa trị) có hóa trị ion được phục hồi trên một đơn vị thời gian, lượng NH_3 (tốc độ giải hấp thụ) được giải hấp thụ từ các ion đồng trên một đơn vị thời gian, và lượng (tốc độ oxy hóa) của NH_3 được oxy hóa trên một đơn vị thời gian, được minh họa trên Fig.8. Đường liền nét trên Fig.8 thể hiện tốc độ phục hồi hóa trị của các ion đồng. Đường chấm dứt nét trên Fig.8 thể hiện tốc độ oxy hóa của NH_3 . Đường xích hai chấm trên Fig.8 thể hiện tốc độ giải hấp thụ của NH_3 .

Như được minh họa trên Fig.8, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở thành T3 (nhiệt độ thứ ba) hoặc lớn hơn, sự giải hấp của NH_3 được hấp thụ vào các ion đồng bắt đầu được thể hiện. Nhiệt độ thứ ba T3 là nhiệt độ cao hơn (nhiệt độ thứ nhất) T1 tại đó việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm

bắt đầu được thể hiện, và thấp hơn nhiệt độ (nhiệt độ thứ hai) T2 tại đó NH₃ bắt đầu oxy hóa. Theo đó, như trong phương án thứ nhất nêu trên, thậm chí khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi được giới hạn đến thấp hơn nhiệt độ thứ hai T2, nhiệt độ của chất xúc tác SCR có thể trở thành nhiệt độ thứ ba T3 hoặc lớn hơn. Khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trở nên bằng nhiệt độ thứ ba T3 hoặc lớn hơn trong khi khí không chứa NO_x đi qua chất xúc tác SCR, NH₃ được giải hấp thụ từ các ion đồng có xu hướng đi ra khỏi chất xúc tác SCR với khí. Theo đó, thậm chí khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR giảm xuống tới nhiệt độ thứ ba T3 hoặc thấp hơn sau khi hóa trị quy trình xử lý phục hồi được kết thúc, NH₃ được giải hấp thụ ít có khả năng được tái hấp thụ vào các ion đồng.

Theo đó, theo quy trình xử lý phục hồi của phương án của sáng chế, nhiệt độ của chất xúc tác SCR được giới hạn đến thấp hơn nhiệt độ thứ ba T3. Khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi được giới hạn đến thấp hơn nhiệt độ thứ ba, có thể loại bỏ tình trạng mà ở đó NH₃ được hấp thụ vào các ion đồng khi bắt đầu quy trình xử lý phục hồi giải hấp thụ và đi ra khỏi chất xúc tác SCR. Kết quả là, khi khí chứa NO_x đi vào chất xúc tác SCR sau khi kết thúc quy trình xử lý phục hồi, có thể khử NO_x trong khí xả bằng cách sử dụng NH₃ được hấp thụ.

Sau đây, các thủ tục thực hiện của quy trình xử lý phục hồi theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.9. Fig.9 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU 10 khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện. Ở đây, quy trình xử lý phục hồi được thực hiện dựa vào giả định rằng lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm khi bắt đầu quy trình xử lý phục hồi là trị số quy định (trị số được thiết đặt trên giả định rằng lượng ion đồng lớn nhất được đặt trong trạng thái suy giảm) giống với trị số quy định theo phương án thứ nhất. Các bước xử lý trên Fig.9 giống như các bước xử lý theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được chỉ rõ bởi các số chỉ dẫn giống nhau. Theo quy trình xử lý con trên Fig.9, bước xử lý S101 theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được thay

thế bằng bước xử lý S401. Ngoài ra, theo quy trình xử lý con trên Fig.9, bước xử lý S109 theo quy trình xử lý con trên Fig.5 được thay thế bằng bước xử lý S402.

Đầu tiên, ở bước xử lý S401, ECU 10 xác định xem liệu các điều kiện phục hồi có được đáp ứng hay không. Cụ thể là, nếu lượng lưu trữ NO_x của chất xúc tác NSR thấp hơn giới hạn trên được định rõ, và tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR là tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo, thì ECU 10 xác định rằng các điều kiện phục hồi được đáp ứng. Khi quy trình xử lý ngắt nhiên liệu của động cơ đột trong 1 năm trong khoảng thời gian thực hiện, ECU 10 cũng xác định rằng các điều kiện phục hồi được đáp ứng.

Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S401, ECU 10 thực hiện bước xử lý S102 và tiếp tục. Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S103, thì ECU 10 thực hiện bước xử lý S108. Theo phương án của sáng chế, khi bộ gia nhiệt 40 được thao tác ở bước xử lý S108, lượng cấp năng lượng của bộ gia nhiệt 40 có thể được điều chỉnh tương ứng với lượng khí đi qua chất xúc tác SCR. Nghĩa là, trong trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là nhỏ, lượng cấp năng lượng của bộ gia nhiệt 40 có thể được làm giảm so với trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là lớn. Điều này là bởi vì trong trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là nhỏ, lượng nhiệt tỏa ra khỏi chất xúc tác SCR vào khí được làm giảm so với trường hợp mà ở đó lượng khí đi qua chất xúc tác SCR là lớn, sao cho chất xúc tác SCR có thể được gia nhiệt với lượng cấp năng lượng nhỏ hơn. Khi việc thực hiện bước xử lý S108 được kết thúc, ECU 10 quay trở lại bước xử lý S401.

Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S105, ECU 10 tiến tới bước xử lý S402, mà ở đó xác định xem liệu nhiệt độ T_{scr} của chất xúc tác SCR có bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ giới hạn trên được định rõ T_{max} hay không. Nhiệt độ giới hạn trên được định rõ T_{max} được sử dụng ở đây là nhiệt độ thu được bằng cách trừ biên được định rõ từ nhiệt độ thứ ba T_3 . Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S402, ECU 10 dừng (tắt) bộ gia nhiệt 40 ở bước xử lý S110 để loại bỏ nhiệt độ T_{scr} của chất xúc tác SCR tăng lên tới nhiệt độ thứ ba T_3 hoặc lớn hơn. Khi việc thực hiện bước xử lý S110 được kết

thức, ECU 10 quay trở lại bước xử lý S402. Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S402, ECU 10 bỏ qua bước xử lý S110 và quay trở lại bước xử lý S401.

Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo thủ tục như vậy, việc phục hồi hóa trị của các ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể được thực hiện thậm chí trong khi khí đi qua chất xúc tác SCR. Theo các thủ tục nêu trên, có thể thực hiện quy trình xử lý phục hồi hai lần hoặc nhiều hơn trong khoảng thời gian một hành trình. Do đó, dễ dàng duy trì lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm là nhỏ. Kết quả là, dễ dàng duy trì hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR tới hiệu suất mong muốn hoặc cao hơn, và để thực hiện việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR.

Theo phương án của sáng chế, bộ gia nhiệt 40 được điều khiển sao cho nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi không đạt tới nhiệt độ thứ ba hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, lượng NH_3 được hấp thụ vào các ion kim loại chuyển tiếp có thể được coi là về cơ bản bằng không, khi nhiệt độ của chất xúc tác SCR ở thời điểm khi quy trình xử lý phục hồi được khởi động là nhiệt độ thứ ba hoặc lớn hơn. Theo đó, nhiệt độ của chất xúc tác SCR trong khoảng thời gian quy trình xử lý phục hồi có thể được nâng lên tới nhiệt độ thứ hai hoặc lớn hơn, nhiệt độ thứ hai cao hơn so với nhiệt độ thứ ba. Trong trường hợp như vậy, khoảng thời gian thực hiện của quy trình xử lý phục hồi có thể được rút ngắn hơn. Kết quả là, lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm có thể được khử tin cậy hơn thậm chí trong khoảng thời gian tương đối ngắn chẳng hạn như trong quy trình xử lý ngắt nhiên liệu.

Tuy nhiên, ngay sau khi tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR chuyển từ tỷ lệ khí-nhiên liệu giàu sang tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo, chẳng hạn như ngay sau khi kết thúc sự tái tạo S mà là quy trình xử lý để loại bỏ sự nhiễm độc lưu huỳnh của chất xúc tác NSR, và ngay sau khi kết thúc quy trình xử lý tăng đột biến mà là quy trình xử lý để khử và loại bỏ NO_x có trong chất xúc tác NSR, O_2 trong khí xả có trong chất xúc tác NSR do khả năng lưu trữ oxy (Oxygen Storage Capacity, viết tắt là OSC) của chất xúc tác NSR. Kết quả là, tỷ

lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác SCR có thể trở thành tỷ lệ khí-nhiên liệu trong lân cận tỷ lệ khí-nhiên liệu theo tỷ lượng. Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện dưới các hoàn cảnh như vậy, O_2 cần để phục hồi hóa trị của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm sẽ bị hạn chế, mà có thể làm khó cho việc phục hồi hiệu quả hóa trị ion của các ion đồng trong trạng thái suy giảm. Do đó, ngay sau khi chuyển tỷ lệ khí-nhiên liệu của khí xả đi vào chất xúc tác NSR từ tỷ lệ khí-nhiên liệu giàu sang tỷ lệ khí-nhiên liệu nghèo, chẳng hạn như ngay sau khi kết thúc sự tái tạo S và ngay sau khi kết thúc quy trình xử lý tăng đột biến, việc thực hiện quy trình xử lý phục hồi có thể bị ngăn cấm.

Sự cải biến của phương án thứ hai

Theo phương án thứ hai được nêu trên, phần mô tả đã được đưa ra về ví dụ về thực hiện quy trình xử lý phục hồi dựa vào giả định rằng lượng ion đồng trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi các điều kiện phục hồi được đáp ứng là lượng cố định định trước (trị số quy định). Tuy nhiên, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện dựa vào lượng (lượng phục hồi yêu cầu) của các ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi các điều kiện phục hồi được đáp ứng.

Sau đây, các thủ tục thực hiện của quy trình xử lý phục hồi theo sự cải biến này sẽ được mô tả dựa vào Fig.10. Fig.10 là lưu đồ minh họa quy trình xử lý con được thực hiện bởi ECU 10 khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện. Các bước xử lý trên Fig.10 giống như các bước xử lý theo quy trình xử lý con trên Fig.9 được chỉ rõ bởi các số chỉ dẫn giống nhau. Theo quy trình xử lý con trên Fig.10, các bước xử lý từ S501 đến S503 được thực hiện trước bước xử lý S401 theo quy trình xử lý con trên Fig.9. Theo quy trình xử lý con trên Fig.10, bước xử lý S105 theo quy trình xử lý con trên Fig.9 được thay thế bằng các bước xử lý từ S504 đến S505.

Đầu tiên, ở bước xử lý S501, ECU 10 đọc lượng ion đồng (lượng phục hồi yêu cầu) ΣAcu^+ được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm đó. Lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ được lưu trữ trong RAM dự phòng khi quy trình xử lý giống với quy trình xử lý con trên Fig.6 được nêu trên được thực hiện.

Ở bước xử lý S502, ECU 10 xác định xem liệu lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ được đọc ở bước xử lý S501 có bằng hoặc lớn hơn ngưỡng cụ thể Athre' hay không. Ngưỡng cụ thể Athre' được sử dụng ở đây là lượng được cung cấp dựa vào giả định rằng hiệu suất khử NO_x của chất xúc tác SCR trở thành hiệu suất mong muốn hoặc cao hơn, và đạt được việc khử NO_x liên tục bởi chất xúc tác SCR, thậm chí khi NO_x đi vào chất xúc tác SCR trong khi lượng ion đồng nhỏ hơn so với ngưỡng cụ thể Athre' được đặt trong trạng thái suy giảm. Khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S502, thì ECU 10 thực hiện các bước xử lý từ S106 và S107 theo trình tự, và chấm dứt việc thực hiện thủ tục xử lý hiện tại. Nghĩa là, quy trình xử lý phục hồi không được thực hiện khi việc xác định là không được thực hiện ở bước xử lý S502. Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S502, ECU 10 tiến tới bước xử lý S503

Ở bước xử lý S503, ECU 10 thiết đặt trị số quy định Cs' được sử dụng ở bước xử lý S504 được mô tả dưới đây sử dụng lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ được đọc ở bước xử lý S501 làm thông số. Cụ thể là, ECU 10 thiết đặt trị số quy định Cs' đến trị số giống với lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ . Theo cách khác, trị số quy định Cs' có thể được thiết đặt đến trị số thu được bằng cách trừ ngưỡng cụ thể Athre' từ lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ .

ECU 10 thực hiện các bước xử lý S401, S102, S103 theo trình tự sau khi bước xử lý S503 được thực hiện. Trong trường hợp này, khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S103, ECU 10 thực hiện bước xử lý S104 và bước xử lý S504 theo trình tự. Ở bước xử lý S504, ECU 10 xác định xem liệu trị số bộ đếm C có bằng hoặc lớn hơn trị số quy định Cs' được thiết đặt ở bước xử lý S503 hay không. Khi việc xác định là có được thực hiện ở bước xử lý S504, ECU 10 tiến tới bước xử lý S505, mà ở đó trị số của ΣAcu^+ được lưu trữ trong RAM dự phòng được thiết đặt lại về "không". Sau đó, ECU 10 thực hiện bước xử lý S106 và bước xử lý S107 theo trình tự, sao cho quy trình xử lý phục hồi được kết thúc.

Khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện theo các thủ tục như vậy, khoảng thời gian (khoảng thời gian quy định) trong đó bộ gia nhiệt 40 duy trì

nhệt độ chất xúc tác SCR bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất T1 được thay đổi tương ứng với lượng ion đồng (lượng phục hồi yêu cầu) ΣAcu^+ được đặt trong trạng thái suy giảm ở thời điểm khi phục hồi các điều kiện được đáp ứng. Kết quả là, có thể đạt được việc phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion đồng được đặt trong trạng thái suy giảm, trong khi duy trì sự tiêu thụ năng lượng của bộ gia nhiệt 40 tới lượng cần thiết nhỏ nhất. Khi lượng phục hồi yêu cầu ΣAcu^+ thấp hơn ngưỡng cụ thể Athre', quy trình xử lý phục hồi không được thực hiện. Theo đó, thao tác không cần thiết của bộ gia nhiệt 40 có thể cũng được loại bỏ.

Các phương án khác

Trong các phương án thứ nhất và thứ hai được nêu trên, các ví dụ về việc sử dụng các ion đồng làm các ion kim loại chuyển tiếp được hỗ trợ bởi chất xúc tác SCR đã được mô tả. Tuy nhiên, khi các ion sắt được hỗ trợ trên chất xúc tác SCR, quy trình xử lý phục hồi có thể được thực hiện bởi cùng phương pháp. Trong chất xúc tác SCR bao gồm các ion sắt, NH_3 được hấp thụ vào các ion sắt (Fe^{3+}) có hóa trị ion (3+) mà cần để khử NO_x phản ứng với NO_x trong khí xả, sao cho hóa trị của các ion sắt giảm xuống từ 3+ xuống 2+. Các ion sắt (Fe^{2+}) được đặt trong trạng thái suy giảm theo cách này được tái oxy hóa khi các ion hydro (H^+) được hấp thụ vào các ion sắt phản ứng với oxy ($1/4\text{O}_2$), sao cho hóa trị ion của các ion sắt được phục hồi đến hóa trị ion (3+) cần để khử NO_x . Do đó, khi quy trình xử lý phục hồi được thực hiện trong chất xúc tác SCR mà hỗ trợ các ion đồng trong khi NO_x không đi vào chất xúc tác SCR và O_2 có trong chất xúc tác SCR, việc phục hồi hóa trị của toàn bộ lượng ion sắt được đặt trong trạng thái suy giảm có thể đạt được. Tuy nhiên, vì nhiệt độ mà gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion sắt là nhiệt độ cao hơn mà gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion đồng (ví dụ, khoảng 300°C), nhiệt độ đích Ttrg có thể được thiết đặt theo đó. Phương án của sáng chế có thể được xác định như dưới đây. Thiết bị kiểm soát khí xả dùng cho động cơ đốt trong, thiết bị kiểm soát khí xả bao gồm: chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc được bố trí trong đường xả khí của động cơ đốt trong, chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc bao gồm các ion kim loại chuyển tiếp để khử NO_x trong khí xả với NH_3 làm tác nhân khử; bộ gia

nhiệt được tạo kết cấu để gia nhiệt chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc; và bộ điều khiển điện tử được tạo kết cấu để phát hiện nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc, và thực hiện quy trình xử lý phục hồi khi NO_x không đi vào chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc và nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc thấp hơn nhiệt độ thứ nhất mà là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp, quy trình xử lý phục hồi là quy trình xử lý để điều khiển bộ gia nhiệt gia nhiệt chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc lên tới nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn và để duy trì nhiệt độ chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian quy định.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị lọc khí xả dùng cho động cơ đốt trong (1), thiết bị lọc khí xả bao gồm:

chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc được bố trí trong đường xả khí (2) của động cơ đốt trong (1), chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc bao gồm các ion kim loại chuyển tiếp để khử NO_x trong khí xả với NH_3 như là tác nhân khử;

bộ gia nhiệt (40) được tạo kết cấu để gia nhiệt chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc; và

bộ điều khiển điện tử (10) được tạo kết cấu để:

xác định nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc, và

thực hiện quy trình xử lý phục hồi khi NO_x không lưu thông vào trong chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc và nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc thấp hơn nhiệt độ thứ nhất mà là nhiệt độ gây ra hiện tượng phục hồi hóa trị của các ion kim loại chuyển tiếp, trong đó sự phục hồi hóa trị đề cập đến sự phục hồi của hóa trị ionic của các ion kim loại chuyển tiếp lại hóa trị cần thiết cho việc khử NO_x thông qua sự oxy hóa lại của các ion kim loại chuyển tiếp, quy trình xử lý phục hồi là quy trình xử lý điều khiển bộ gia nhiệt (40) để gia nhiệt chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc lên đến nhiệt độ thứ nhất hoặc lớn hơn và để duy trì chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc tại hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian quy định; và

trong đó bộ điều khiển điện tử (10) được tạo kết cấu để thực hiện quy trình xử lý phục hồi với việc tắt động cơ đốt trong (1) như là bộ kích hoạt.

2. Thiết bị lọc khí xả theo điểm 1, trong đó:

bộ điều khiển điện tử được tạo kết cấu để điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc trong khi thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn nhiệt độ thứ hai, nhiệt độ thứ hai là nhiệt độ mà gây ra hiện tượng oxy hóa NH_3 .

3. Thiết bị lọc khí xả theo điểm 2, trong đó:

bộ điều khiển điện tử được tạo kết cấu để:

điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc trong khi thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ nhất và thấp hơn nhiệt độ thứ hai, khi nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc khi tắt động cơ đốt trong là thấp hơn nhiệt độ thứ ba, và

điều khiển bộ gia nhiệt sao cho nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc trong khi thực hiện quy trình xử lý phục hồi trở nên bằng hoặc cao hơn nhiệt độ thứ hai, khi nhiệt độ của chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc khi tắt động cơ đốt trong là bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ thứ ba, và nhiệt độ thứ ba là nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thứ hai, nhiệt độ thứ ba gây ra hiện tượng giải hấp NH_3 .

4. Thiết bị lọc khí xả theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, trong đó:

bộ điều khiển điện tử được tạo kết cấu để:

ước tính lượng phục hồi được yêu cầu mà là lượng của các ion kim loại chuyển tiếp mà cần sự phục hồi hóa trị, trong số các ion kim loại chuyển tiếp được bao gồm trong chất xúc tác khử xúc tác có chọn lọc, và

thực hiện quy trình xử lý phục hồi sao cho trong trường hợp mà lượng phục hồi là nhỏ, khoảng thời gian quy định được rút ngắn so với trong trường hợp mà lượng phục hồi được yêu cầu là lớn.

5. Thiết bị lọc khí xả theo điểm 4, trong đó:

bộ điều khiển điện tử được tạo kết cấu không phải để thực hiện quy trình xử lý phục hồi khi lượng phục hồi được yêu cầu được ước tính là thấp hơn ngưỡng cụ thể.

FIG. 1

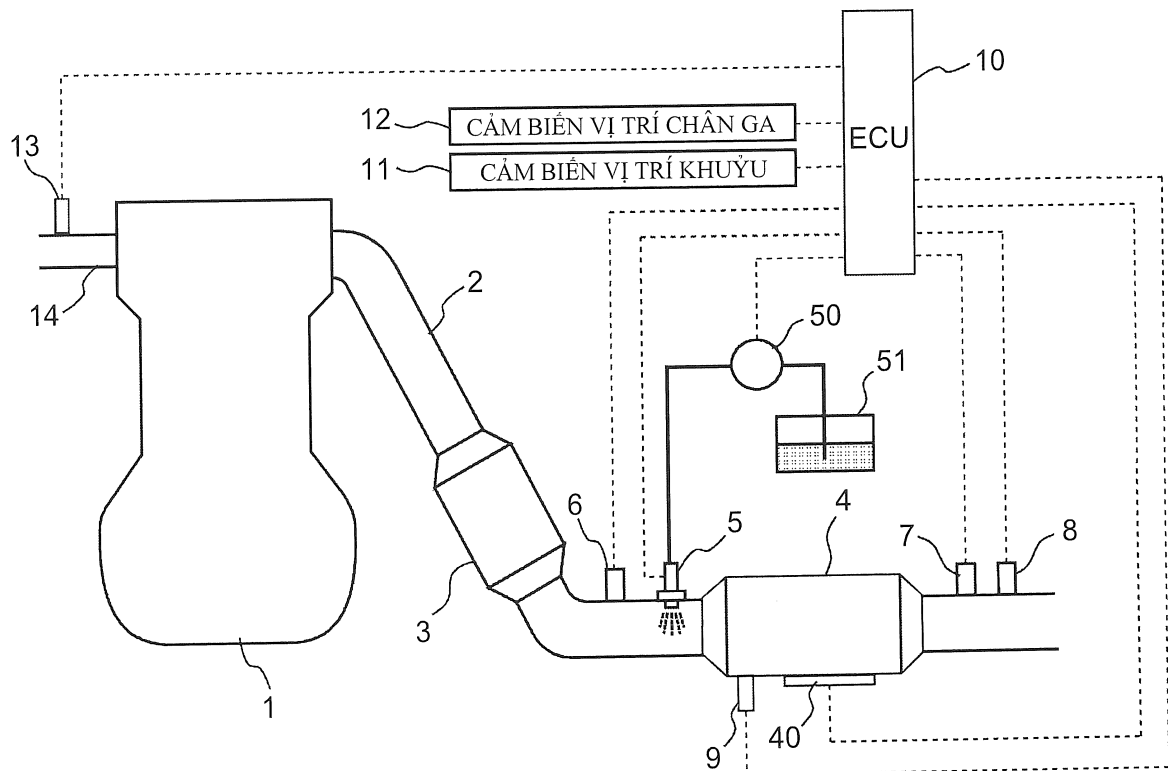


FIG. 2

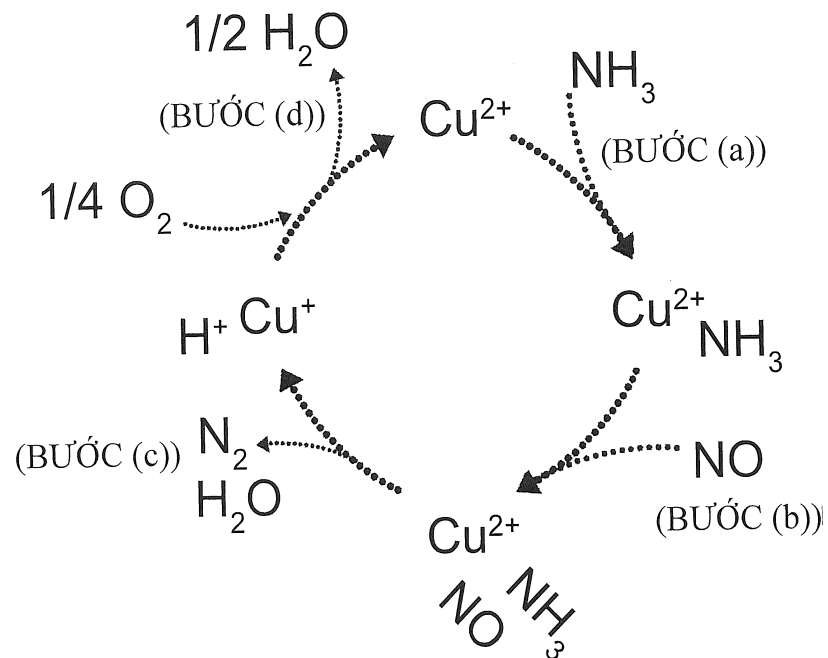


FIG. 3

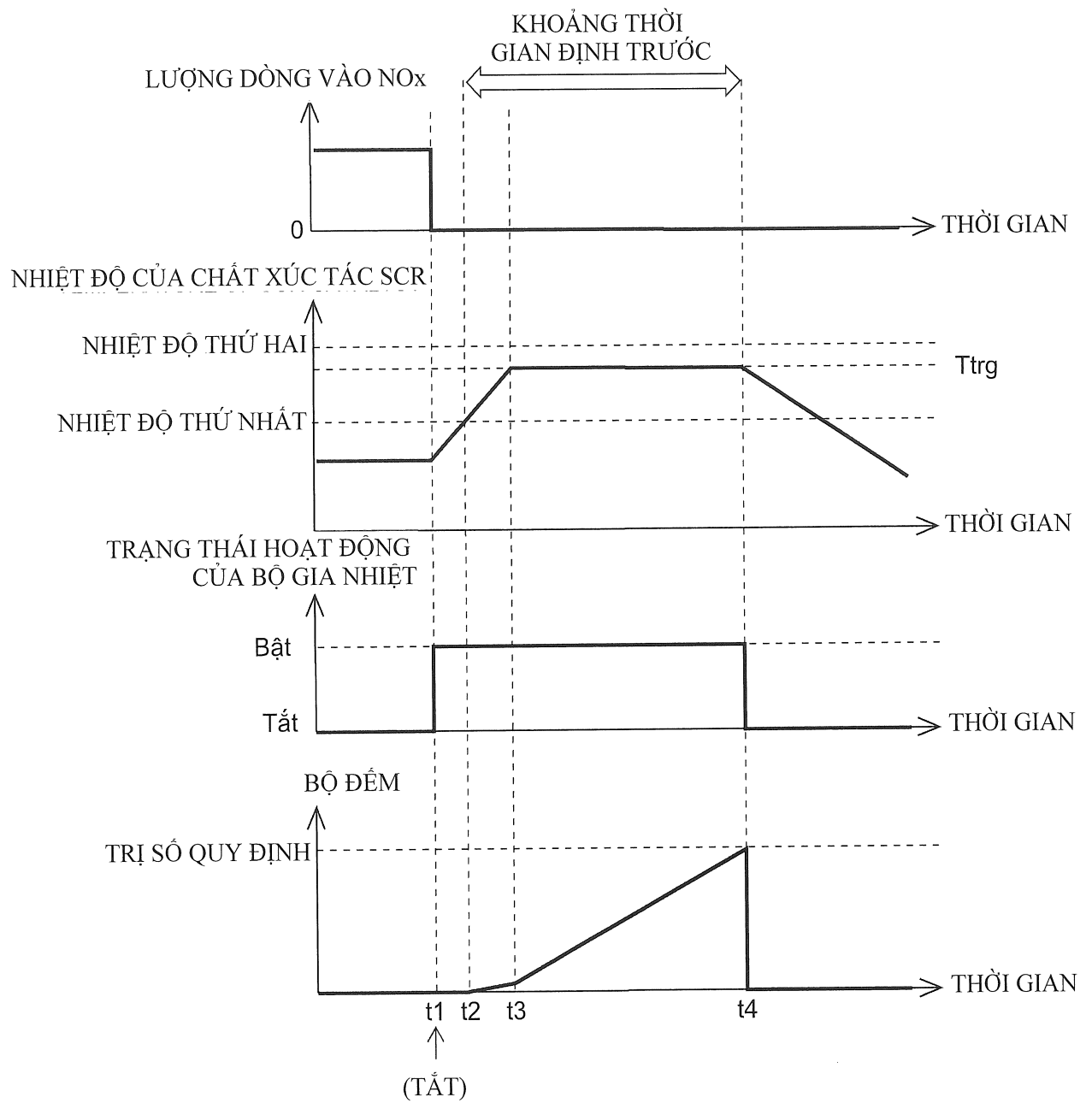


FIG. 4

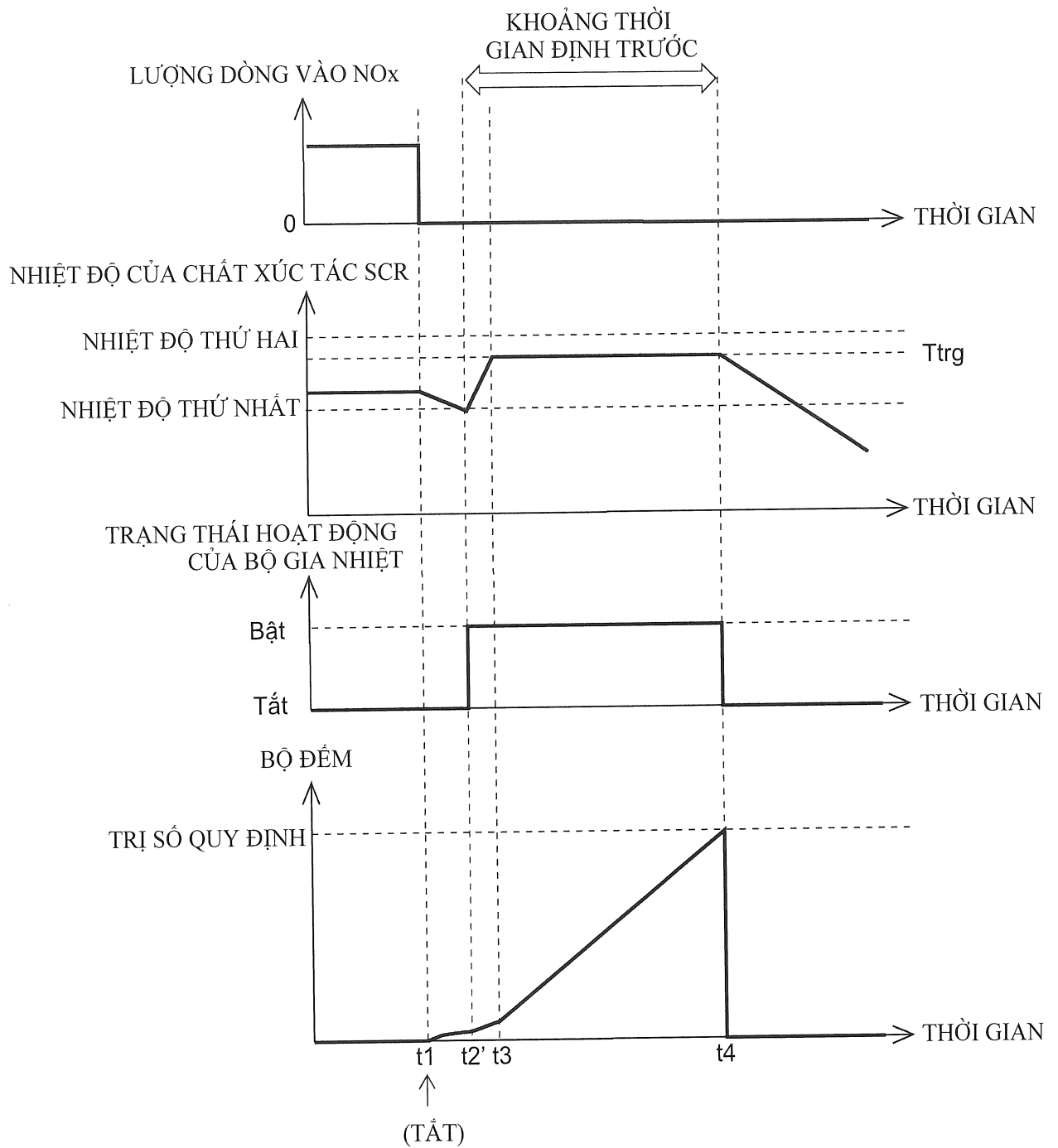


FIG. 5

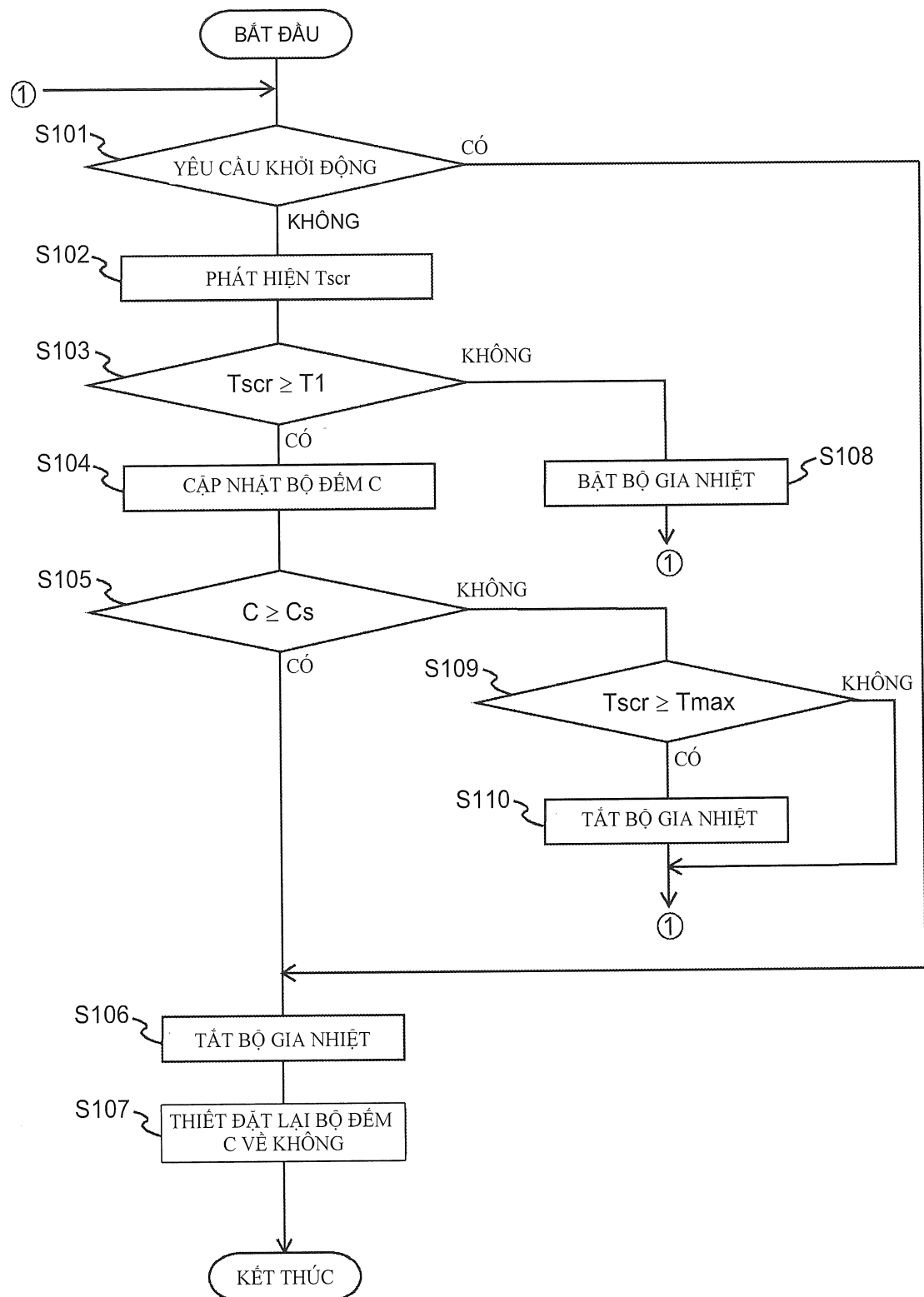


FIG. 6

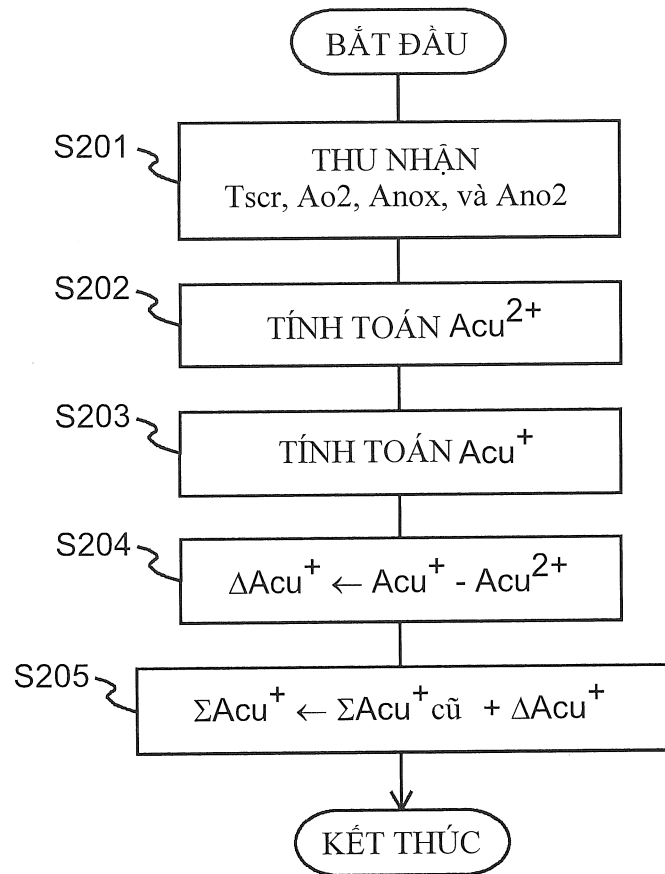


FIG. 7

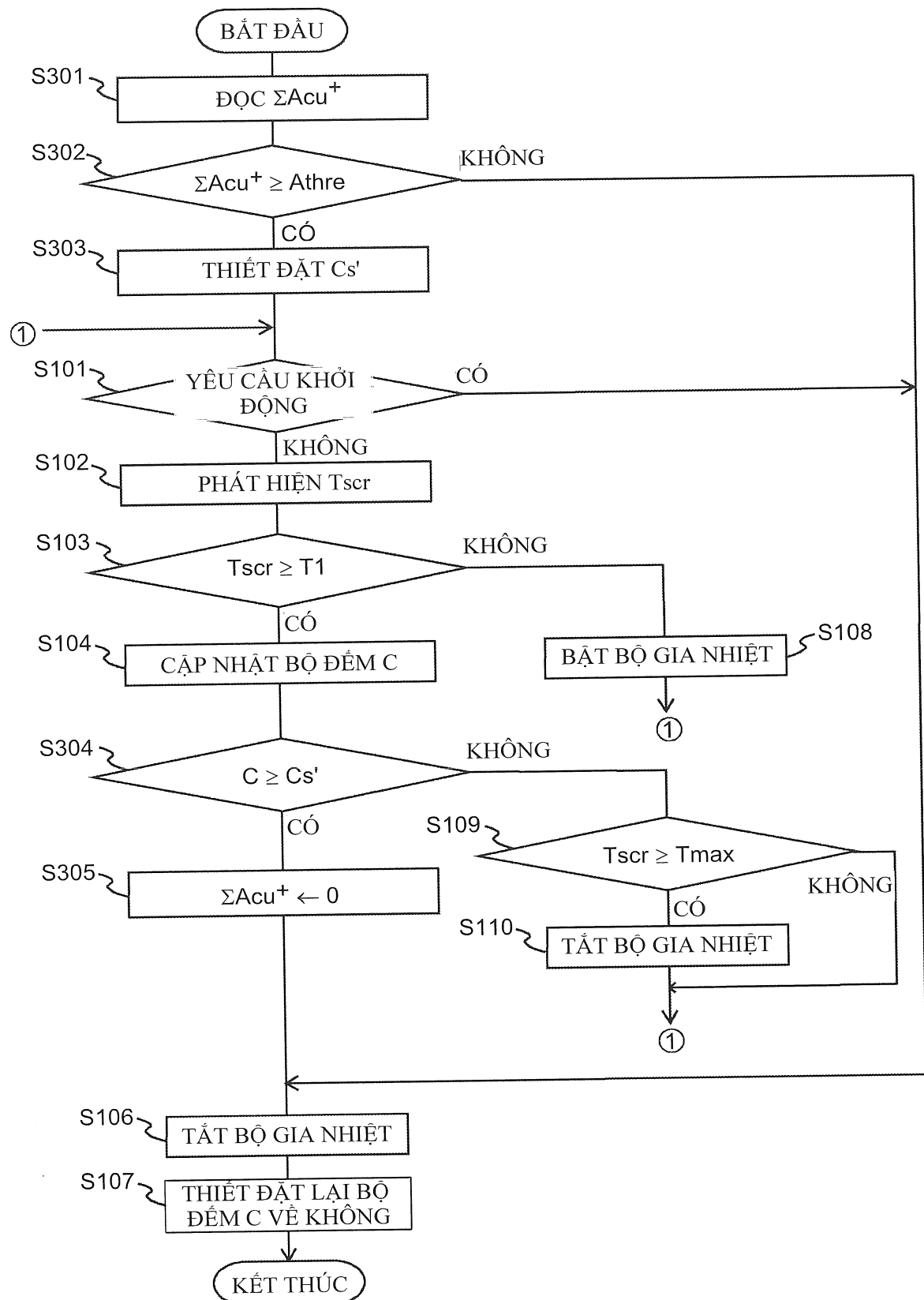


FIG. 8

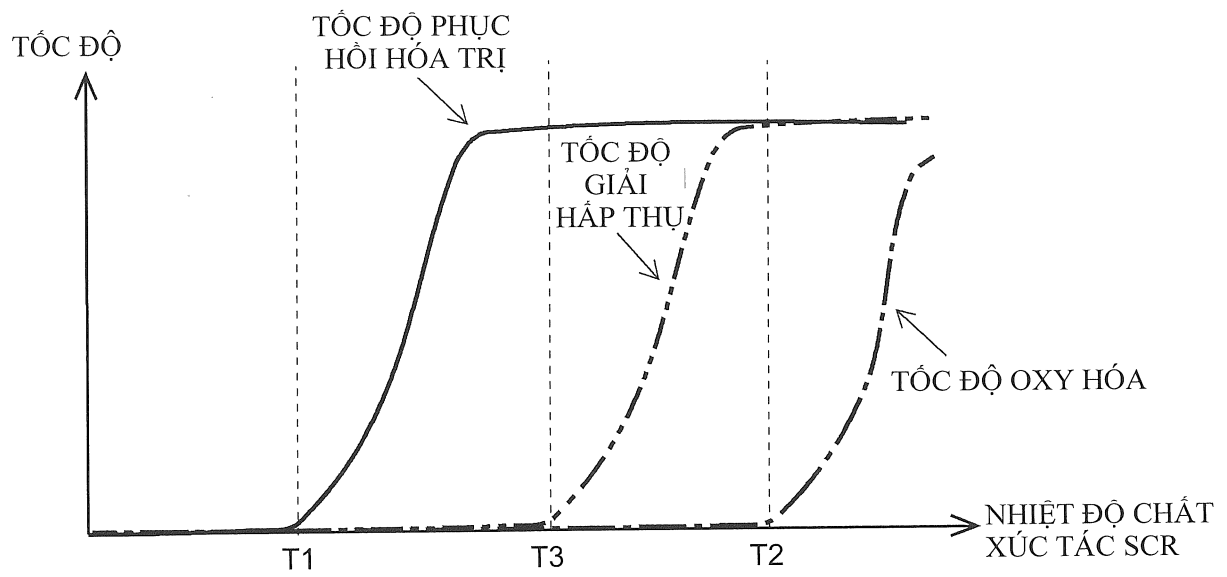


FIG. 9

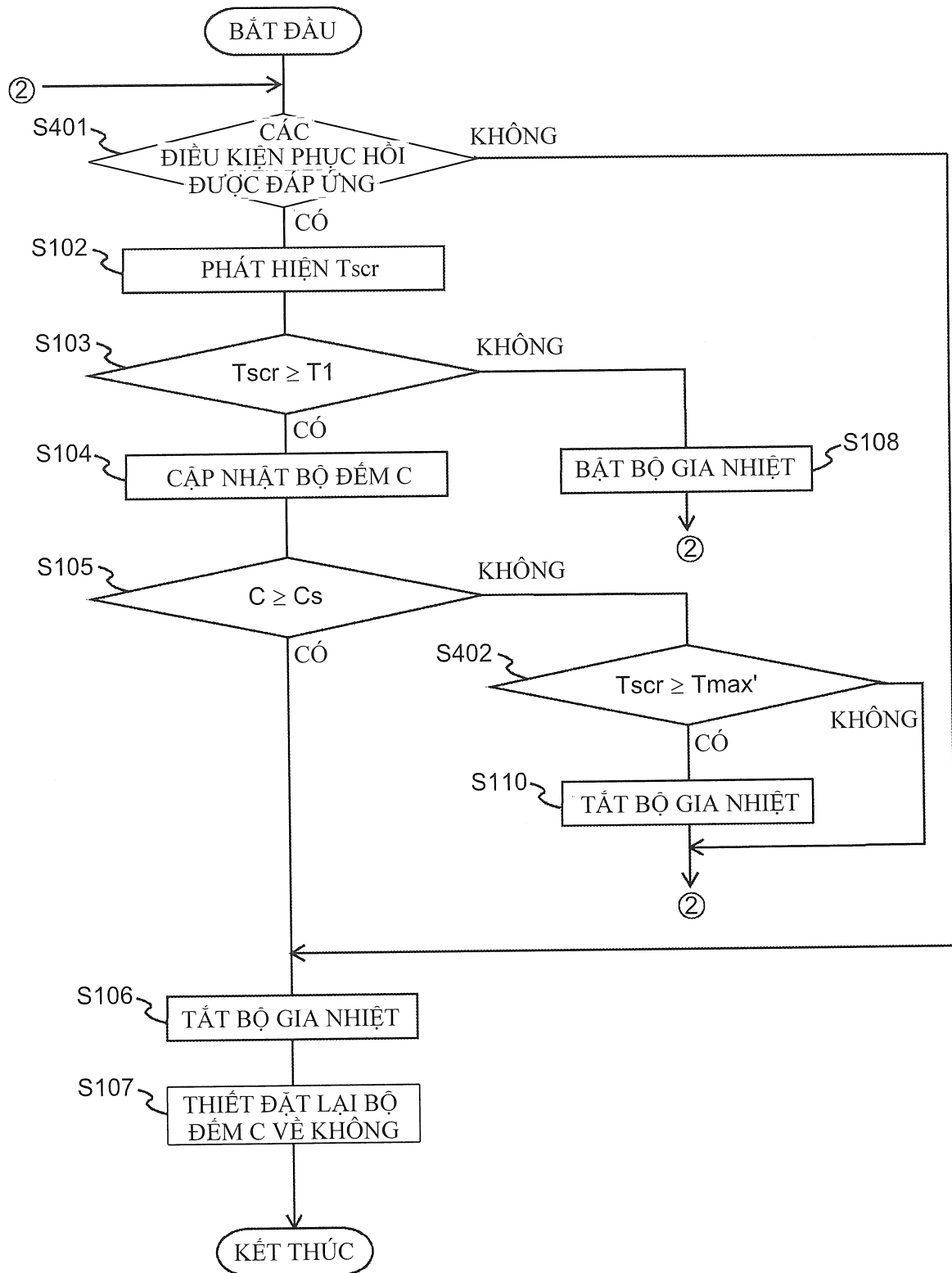


FIG. 10

