



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0135048
(43) 공개일자 2022년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 9/52 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G06F 9/52 (2013.01)

H04L 12/40143 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0040543

(22) 출원일자 2021년03월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

조동식

경기도 화성시 동탄지성로 405(기산동, 신동탄푸르지오)

(74) 대리인

리앤목특허법인

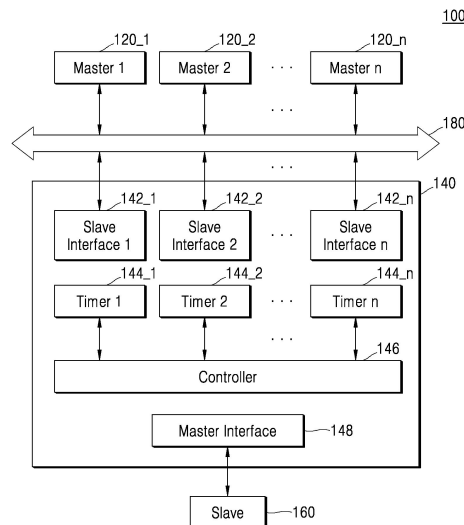
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 버스를 통해 자원을 공유하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

복수의 마스터 장치들 및 슬레이브 장치 사이 인터페이스를 제공하는 장치는, 버스를 통해 제1 마스터 장치로부터 제1 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제1 마스터 장치에 세마포어(semaphore)가 할당되는 경우 리셋되도록 구성된 제1 타이머, 상기 버스를 통해 제2 마스터 장치로부터 제2 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제2 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 리셋되도록 구성된 제2 타이머, 및 상기 제1 타이머에 의해서 제1 만료(expiration) 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제1 마스터 장치에 제1 메시지를 제공하고, 상기 제2 타이머에 의해서 제2 만료 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제2 마스터 장치에 상기 제1 메시지를 제공하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 12/40202 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 마스터 장치들 및 슬레이브 장치 사이 인터페이스를 제공하도록 구성된 장치로서,

버스를 통해 제1 마스터 장치로부터 제1 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제1 마스터 장치에 세마포어(semaphore)가 할당되는 경우 리셋되도록 구성된 제1 타이머;

상기 버스를 통해 제2 마스터 장치로부터 제2 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제2 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 리셋되도록 구성된 제2 타이머; 및

상기 제1 타이머에 의해서 제1 만료(expiration) 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제1 마스터 장치에 제1 메시지를 제공하고, 상기 제2 타이머에 의해서 제2 만료 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제2 마스터 장치에 상기 제1 메시지를 제공하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 만료 구간 및 상기 제2 만료 구간은, 상이한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 타이머는, 상기 제1 만료 구간이 측정되는 경우 리셋되거나 중지되도록 구성되고,

상기 제2 타이머는, 상기 제2 만료 구간이 측정되는 경우 리셋되거나 중지되도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 제1 타이머에 의해서 상기 제1 만료 구간 보다 짧은 제1 스로틀(throttle) 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제1 마스터 장치에 제2 메시지를 제공하고,

상기 제2 타이머에 의해서 상기 제2 만료 구간 보다 짧은 제2 스로틀 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제2 마스터 장치에 상기 제2 메시지를 제공하도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1 스로틀 구간 및 상기 제2 스로틀 구간은, 상이한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 제1 스로틀 구간이 측정되고 상기 제2 스로틀 구간이 측정되지 아니한 경우, 상기 제1 마스터 장치에 세마포어를 할당하도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 제1 타이머로부터 제1 값을 수신하고,

상기 제2 타이머로부터 제2 값을 수신하고,

상기 제1 값과 상기 제1 스로틀 구간에 대응하는 제3 값 사이 차이 및 상기 제2 값과 상기 제2 스로틀 구간에 대응하는 제4 값 사이 차이에 기초하여, 상기 제1 마스터 장치 및 상기 제2 마스터 장치 중 하나에 세마포어를 할당하도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1 액세스 요청 및 상기 제2 액세스 요청 각각은, 상기 슬레이브 장치에 대한 독출(read) 요청이고,

상기 제1 메시지는, 세마포어의 할당 실패를 나타내는 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 컨트롤러는,

상기 제1 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 세마포어의 할당을 나타내는 값을 포함하는 제3 메시지를 상기 버스를 통해 상기 제1 마스터 장치에 제공하고,

상기 제2 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 세마포어의 할당을 나타내는 값을 포함하는 상기 제3 메시지를 상기 버스를 통해 상기 제2 마스터 장치에 제공하도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 컨트롤러는, 세마포어가 할당된 상기 제1 마스터 장치 또는 상기 제2 마스터 장치로부터 제1 어드레스를 포함하는 액세스 요청이 수신되는 경우, 세마포어의 해제를 식별하도록 구성된 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 기술적 사상은 버스에 관한 것으로서, 구체적으로는 버스를 통해 자원을 공유하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 기능들 및 높은 성능을 제공하기 위하여, 시스템은 다수의 기능 블록들을 포함할 수 있다. 시스템에서 기능 블록들 각각은, 설계된 그리고/또는 프로그램된 동작을 수행할 수 있고, 다른 기능 블록과 통신할 수 있다. 시스템에서 2이상의 기능 블록들이 하나의 자원, 즉 하나의 기능 블록을 동시에 사용하고자 하는 경우, 2이상의 기능 블록들 중 하나의 기능 블록이 선택될 수 있고, 선택되지 아니한 기능 블록은 선택된 기능 블록이 해당 자원의 사용을 완료할 때까지 대기할 수 있다. 그러나, 선택되지 아니한 기능 블록의 대기 시간이 길어지는 경우, 해당 기능 블록의 동작에 지연이나 오류가 발생할 수 있고, 시스템의 성능에 영향을 미칠 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 개시의 기술적 사상은, 시스템에서 자원을 안전하고 효율적으로 공유하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기과 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따라 복수의 마스터 장치들 및 슬레

이브 장치 사이 인터페이스를 제공하는 장치는, 버스를 통해 제1 마스터 장치로부터 제1 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제1 마스터 장치에 세마포어(semaphore)가 할당되는 경우 리셋되는 제1 타이머, 상기 버스를 통해 제2 마스터 장치로부터 제2 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 제2 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 리셋되는 제2 타이머, 및 상기 제1 타이머에 의해서 제1 만료(expiration) 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제1 마스터 장치에 제1 메시지를 제공하고, 상기 제2 타이머에 의해서 제2 만료 구간이 측정되는 경우, 상기 버스를 통해 상기 제2 마스터 장치에 상기 제1 메시지를 제공하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[0005] 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따라, 복수의 마스터 장치들 및 슬레이브 장치 사이 인터페이스를 제공하는 방법은, 버스를 통해 제1 마스터 장치로부터 액세스 요청이 수신되는 경우, 상기 복수의 마스터 장치들에 각각 대응하는 복수의 타이머들 중 상기 제1 마스터 장치에 대응하는 제1 타이머를 개시하는 단계, 상기 제1 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우, 상기 제1 타이머를 리셋하는 단계, 및 상기 복수의 마스터 장치들에 각각 대응하는 복수의 만료(expiration) 구간들 중 상기 제1 마스터 장치에 대응하는 제1 만료 구간이 상기 제1 타이머에 의해서 측정되는 경우, 상기 버스를 통해서 상기 제1 마스터 장치에 제1 메시지를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따라, 복수의 마스터 장치들 및 슬레이브 장치 사이 인터페이스를 제공하는 장치는, 상기 복수의 마스터 장치들에 각각 대응하는 복수의 타이머들, 및 상기 복수의 마스터 장치들에 세마포어를 할당하는 컨트롤러를 포함할 수 있고, 상기 복수의 타이머들 각각은, 자신에 대응하는 마스터 장치로부터 버스를 통해 액세스 요청이 수신되는 경우 개시되고, 상기 마스터 장치에 세마포어가 할당되는 경우 리셋될 수 있고, 상기 컨트롤러는, 상기 복수의 마스터 장치들에 각각 대응하는 복수의 만료 구간들에 기초하여, 만료 구간이 측정된 타이머에 대응하는 마스터 장치에 상기 버스를 통해 제1 메시지를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 개시의 예시적 실시예에 따른 장치 및 방법에 의하면, 자원 공유시 지연 및 오류가 방지될 수 있고, 이에 따라 시스템의 성능 및 신뢰도가 향상될 수 있다.

[0008] 또한, 본 개시의 예시적 실시예에 따른 장치 및 방법에 의하면, 단순한 프로토콜에 기인하여 시스템에서 자원 공유의 효율성이 향상될 수 있다.

[0009] 본 개시의 예시적 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 아니하며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 이하의 기재로부터 본 개시의 예시적 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 개시의 예시적 실시예들을 실시함에 따른 의도하지 아니한 효과들 역시 본 개시의 예시적 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 개시의 예시적 실시예에 따른 마스터의 스로틀(throttle) 구간 및 만료(expiration) 구간의 예시들을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 메시지도이다.

도 4는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 동작의 예시를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 순서도이다.

도 6은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 순서도이다.

도 7a 및 도 7b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 자원을 공유하기 위한 동작의 예시들을 나타내는 도면들이다.

도 8a 및 도 8b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 메시지도들이다.

도 9는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원 공유를 위한 방법을 나타내는 메시지도이다.

도 10은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 시스템-온-칩을 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 도 1은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 시스템(100)을 나타내는 블록도이다. 본 명세서에 첨부된 도면들에 도시된 블록은 임의의 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들면, 블록은, CPU(central processing unit), GPU(graphic processing unit), NPU(neural processing unit) 등과 같이 프로그램가능한(programmable) 장치, 고정된 기능을 수행하도록 설계된 IP(intellectual property) 코어 및 FPGA(field programmable gate array)와 같은 재구성가능한(reconfigurable) 장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 블록은, 프로그램가능한 장치에서 실행되고 일련의 명령어들을 포함하는, 소프트웨어 모듈일 수도 있다.
- [0012] 시스템(100)은 원하는 동작을 수행하도록 설계된 임의의 대상을 지칭할 수 있다. 예를 들면, 시스템(100)은, 서버, 퍼스널 컴퓨터, 스마트 폰, 웨어러블(wearable) 기기, 태블릿 PC 등과 같은 컴퓨팅 시스템일 수도 있고, 비행기, 자동차, 선박, 전동 킥보드(motorized scooter), 드론(drone) 등과 같은 이동체(vehicle)일 수도 있고, TV, 냉장고, 세탁기 등과 같은 가전(home appliance)일 수도 있으며, 전술된 것들에 포함되는 부품일 수도 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은 반도체 공정을 통해서 제조되는 적어도 하나의 칩을 포함할 수 있다. 예를 들면, 시스템(100)은, 도 1에 도시된 구성요소들이 하나의 칩에 포함되는 시스템-온-칩(system-on-chip; SoC)일 수도 있고, 또는 기판(board)에 실장된(mounted) 2이상의 칩들을 포함할 수도 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 시스템(100)은 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n), 자원 공유 인터페이스(140), 슬레이브(160) 및 버스(180)를 포함할 수 있다(n은 1보다 큰 정수).
- [0013] 버스(180)는 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 및 자원 공유 인터페이스(160)에 연결될 수 있고, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 및 자원 공유 인터페이스(160)는 버스(180)를 통해서 상호 통신할 수 있다. 버스(180)는 시스템 버스, 버스 매트릭스 등으로 지칭될 수 있고, 임의의 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 버스(180)는, AXI(advanced extensible interface), AHB(advanced high-performance bus), APB(advanced peripheral bus) 등과 같은 AMBA(advanced microcontroller bus architecture)에 기초한 버스, ATA(advanced technology attachment), IDE(integrated drive electronics) 등과 같은 병렬 버스, PCIe(peripheral component interconnect express), I2C(inter-integrated circuit), SMBus(system management bus), CAN(controller area network) 버스, USB(universal serial bus), SATA(serial advanced technology attachment) 등과 같은 직렬 버스 등을 포함할 수 있다.
- [0014] 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각은 버스(180)에 연결될 수 있고, 버스를 통해서 트랜잭션(transaction)을 개시할 수 있다. 예를 들면, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각은, CPU, DMA(direct memory access) 컨트롤러 등일 수 있다. 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각은 버스(180) 및 자원 공유 인터페이스(140)를 통해서 슬레이브(160)에 액세스할 수 있다. 예를 들면, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각은 버스(180)를 통해서 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청, 예컨대 기입(write) 요청 또는 독출(read) 요청을 자원 공유 인터페이스(140)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 중 적어도 하나는, 펌웨어(firmware), 운영체제(operating system), 어플리케이션(application) 등과 같은 소프트웨어를 실행할 수 있다. 본 명세서에서, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각은 버스 마스터, 마스터 장치로 지칭될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은, 버스(180)에 연결되나 슬레이브(160)를 액세스하지 아니하는 적어도 하나의 마스터를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 슬레이브(160)는 설계된 그리고/또는 프로그램된 동작을 수행할 수 있다. 예를 들면, 슬레이브(160)는, WiFi, Bluetooth, I2C(inter-integrated circuit), I2S(integrated interchip sound) 등과 같이, 다른 시스템에 대한 접속을 제공하는 장치일 수 있다. 슬레이브(160)는, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각의 요청에 응답할 수 있다. 예를 들면, 슬레이브(160)는, 자원 공유 인터페이스(140)를 통해서 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각으로부터 제공된 액세스 요청에 기초하여 응답을 생성할 수 있고, 응답을 자원 공유 인터페이스(140)를 통해서 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 각각에 제공할 수 있다. 본 명세서에서, 슬레이브(160)는 버스 슬레이브, 슬레이브 장치로 지칭될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은, 2이상의 마스터들에 의해서 공유되는 슬레이브를 더 포함할 수도 있다.
- [0016] 자원 공유 인터페이스(140)는 버스(180)에 연결될 수 있고, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 및 슬레이브(160) 사이 인터페이스를 제공할 수 있다. 예를 들면, 자원 공유 인터페이스(140)는 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)로부터 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청을 수신할 수 있고, 슬레이브(160)로부터 수신된 응답을 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 제공할 수 있다. 본 명세서에서, 자원 공유 인터페이스(140)는 인터페이스 장치, 인터페이스, 또는 단순히 장치로 지칭될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 자원 공유

인터페이스(140)는 제1 내지 제n 슬레이브 인터페이스(142_1 내지 142_n), 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n), 컨트롤러(146) 및 마스터 인터페이스(148)를 포함할 수 있다.

[0017] 제1 내지 제n 슬레이브 인터페이스(142_1 내지 142_n)는 버스(180)를 통해서 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)와 각각 통신할 수 있다. 예를 들면, 제1 내지 제n 슬레이브 인터페이스(142_1 내지 142_n) 각각은 적어도 하나의 레지스터를 포함할 수 있고, 자신에 대응하는 마스터의 요청에 따라, 레지스터에 값을 기입하거나 레지스터에 저장된 값을 마스터에 제공할 수 있다. 유사하게, 마스터 인터페이스(148)는 슬레이브(160)와 통신할 수 있고, 적어도 하나의 레지스터를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 마스터 인터페이스(148) 및 슬레이브(160)는, 버스(180)와 동일한 프로토콜에 기초하여 상호 통신할 수 있다. 자원 공유 인터페이스(140)에 포함된 슬레이브 인터페이스들의 수(즉, n)는, 시스템(100)에 포함된 마스터들 중 슬레이브(160)에 액세스가능한, 즉 슬레이브(160)를 공유하는 마스터들의 수와 동일할 수 있다.

[0018] 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)는 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 각각 대응할 수 있고, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n) 각각은 자신에 대응하는 마스터로부터 액세스 요청이 수신된 시점으로부터 도과된 시간을 측정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)는 클락 신호를 공통으로 수신하는 카운터들을 각각 포함할 수 있다. 자원 공유 인터페이스(140)에 포함된 슬레이브 타이머들의 수(즉, n)는, 시스템(100)에 포함된 마스터들 중 슬레이브(160)에 액세스가능한, 즉 슬레이브(160)를 공유하는 마스터들의 수와 동일할 수 있다.

[0019] 컨트롤러(146)는 슬레이브(160)에 대한 액세스를 스케줄링할 수 있다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 슬레이브(160)가 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 의해서 공유되는 경우, 컨트롤러(146)는 슬레이브(160)를 액세스하고자 하는 마스터들 중 하나의 마스터를 선택할 수 있고, 선택된 마스터가 슬레이브(160)에 액세스하는 동안, 슬레이브(160)에 대한 다른 마스터의 액세스를 차단할 수 있다. 컨트롤러(146)에 의해서 슬레이브(160)에 대한 액세스가 허용된 마스터는, 세마포어(semaphore)를 획득한 마스터로 지칭될 수 있고, 세마포어를 획득한 마스터는 슬레이브(160)에 대한 액세스를 종료한 후, 세마포어를 해제(release)할 수 있다. 즉, 컨트롤러(146)는 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 중 하나의 마스터에 세마포어를 할당할 수 있다. 일부 실시예들에서, 세마포어는 액세스 토큰(access token)으로 지칭될 수 있다.

[0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(146)는 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)와 통신할 수 있고, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)를 사용하여 세마포어를 획득하지 못한 마스터에 기인하는 지연 및/또는 오류가 방지되도록 슬레이브(160)에 대한 액세스를 스케줄링할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(120_1)가 세마포어를 획득한 경우, 제2 마스터(120_2)는 제1 마스터(120_1)가 세마포어를 해제할 때까지 대기할 수 있다. 제1 마스터(120_1)에 의한 세마포어의 해제가 지연되에도 불구하고, 제2 마스터(120_2)가 계속 대기하는 경우, 제2 마스터(120_2)에 의한 동작에 지연 및/또는 오류가 발생할 수 있다. 예를 들면, 제2 마스터(120_2)를 운영하는 소프트웨어는 슬레이브(160)에 대한 액세스가 미리 정의된 시간 이상 지연되는 경우, 버스(180)를 통한 통신에서 오류를 처리하기 위한 모드(예컨대, 디버깅 모드)로 진입할 수 있다. 컨트롤러(146)는, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)를 사용하여 세마포어를 획득하지 못한 마스터의 대기 시간이 일정 시간(예컨대, 만료 구간)을 초과하는 것을 식별할 수 있고, 마스터가 액세스 요청에 대한 처리의 종료를 식별할 수 있도록 마스터에 메시지를 제공할 수 있다. 메시지는 액세스 요청에 대한 응답일 수 있고, 세마포어의 획득이 실패하였음을 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 이에 따라, 마스터는 디버그 모드에 진입하지 아니할 수 있고, 자원 공유 인터페이스(140)로부터 제공된 메시지에 기초하여, 다른 동작을 수행하거나 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청을 다시 자원 공유 인터페이스(140)에 제공할 수 있다.

[0021] 일부 실시예들에서, 컨트롤러(146)는 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)를 사용하여, 세마포어를 할당할 마스터를 선택할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는, 세마포어가 해제된 경우, 세마포어에 대한 대기 시간이 상대적으로 긴 상태를 가지는 마스터에 우선권을 부여할 수 있다. 이에 따라, 시스템(100)에서 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 의한 자원(즉, 슬레이브(160)) 공유시 지연 및/또는 오류가 방지될 수 있고, 시스템(100)의 성능 및 신뢰도가 향상될 수 있다. 또한, 세마포어를 획득하기 위한 단순한 프로토콜에 기인하여 시스템(100)에서 자원 공유의 효율성이 향상될 수 있다.

[0022] 도 2는 본 개시의 예시적 실시예에 따른 마스터의 스로틀(throttle) 구간 및 만료(expiration) 구간의 예시들을 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 2는 제1 내지 제n 마스터에 각각 대응하는, 제1 내지 제n 스로틀 구간(T1 내지 Tn) 및 제1 내지 제n 만료 구간(E1 내지 En)을 나타낸다. 이하에서, 도 2의 제1 내지 제n 마스터는 도 1의 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)인 것으로 가정되고, 도 2는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.

- [0023] 일부 실시예들에서, 마스터는 고유한 만료 구간을 가질 수 있다. 만료 구간은 마스터에 대응하는 타이머에 의해서 측정되는 구간일 수 있고, 만료 구간 동안 세마포어가 획득되지 아니하는 경우, 컨트롤러(146)는 액세스 요청에 대한 처리의 종료를 나타내는 메시지를 마스터에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(120_1)에 대응하는 제1 타이머(144_1)는, 제1 만료 구간(E1)을 측정하도록 설정될 수 있고, 제1 만료 구간(E1)에서 제1 마스터(120_1)에 세마포어가 할당되는 경우 리셋될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 각각 대응하는 제1 내지 제n 만료 구간(E1 내지 En)은 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(120_1)는 제1 만료 구간(E1)을 가질 수 있고, 제2 마스터(120_2)는 제1 만료 구간(E1)보다 긴 제2 만료 구간(E2)을 가질 수 있다.
- [0024] 일부 실시예들에서, 마스터는 고유한 스로틀 구간을 가질 수 있다. 스로틀 구간은 마스터에 대응하는 타이머에 의해서 측정되는 구간일 수 있고, 만료 구간보다 짧을 수 있다. 컨트롤러(146)는 스로틀 구간 동안 세마포어가 획득되지 않는 경우, 마스터에 세마포어를 우선적으로 할당할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(120_1)로부터 액세스 요청이 수신된 시점으로부터 제1 스로틀 구간(T1)이 도과된 경우, 컨트롤러(146)는 제1 마스터(120_1)에 우선적으로 해제된 세마포어를 우선적으로 할당할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(146)는 타이머에 의해서 스로틀 구간이 측정되는 경우, 스로틀 구간의 도과를 알리기 위한 메시지를 마스터에 제공할 수 있다.
- [0025] 일부 실시예들에서, 제1 내지 제n 만료 구간(E1 내지 En) 및 제1 내지 제n 스로틀 구간(T1 내지 Tn)에 대한 정보를 저장하는 비휘발성(non-volatile) 메모리가, 자원 공유 인터페이스(140)에 포함되거나 자원 공유 인터페이스(140)에 의해서 액세스될 수 있고, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n)는 비휘발성 메모리에 저장된 정보 또는 부팅시 비휘발성 메모리로부터 정보가 로딩된 휘발성(volatile) 메모리에 저장된 정보에 기초하여, 예컨대 시스템(100)의 설정될 수 있다.
- [0026] 도 3은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 메시지도이다. 구체적으로, 도 3의 메시지도는, 제1 및 제2 마스터(310, 320) 및 자원 공유 인터페이스(330) 사이 동작들을 시간의 흐름에 따라 나타낸다. 이하에서, 도 3의 자원 공유 인터페이스(330)는 도 1의 자원 공유 인터페이스(140)에 포함된 구성요소들을 포함하는 것으로 가정된다.
- [0027] 도 3을 참조하면, 단계 S31에서 제1 마스터(310)는 제1 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(310)는 슬레이브(예컨대, 도 1의 160)에 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여 제1 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 도 1을 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 액세스 요청은 버스를 통해서 자원 공유 인터페이스(330)에 제공될 수 있고, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함되고 제1 마스터(310)에 대응하는 제1 슬레이브 인터페이스(142_1)가 제1 액세스 요청을 수신할 수 있다.
- [0028] 단계 S32에서, 자원 공유 인터페이스(330)는 제1 마스터(310)에 세마포어를 할당할 수 있다. 예를 들면, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함된 컨트롤러(146)는 제1 액세스 요청에 응답하여 세마포어가 할당가능한지 여부(또는 세마포어가 해제되었는지 여부)를 판정할 수 있다. 컨트롤러(146)는 세마포어가 할당가능한 경우, 제1 마스터(310)에 세마포어를 할당할 수 있고, 세마포어를 획득한 제1 마스터(310)는 자원 공유 인터페이스(330)를 통해서 슬레이브에 액세스할 수 있다.
- [0029] 단계 S33에서, 제2 마스터(320)가 제2 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제2 마스터(320)는 슬레이브에 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여 제2 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 도 1을 참조하여 전술된 바와 같이, 제2 액세스 요청은 버스를 통해서 자원 공유 인터페이스(330)에 제공될 수 있고, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함되고 제2 마스터(320)에 대응하는 제2 슬레이브 인터페이스(142_2)가 제2 액세스 요청을 수신할 수 있다. 제1 마스터(310)에 할당된 세마포어에 기인하여, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함된 컨트롤러(146)는 제2 마스터(320)에 세마포어를 할당하지 아니할 수 있고, 제2 마스터(320)에 대응하는 제2 타이머(144_2)가 개시될 수 있다.
- [0030] 단계 S34에서, 자원 공유 인터페이스(330)는 제2 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함된 컨트롤러(146)는 제2 슬레이브 인터페이스(142_2)를 통해서 제2 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 마스터(320)로부터 제2 액세스 요청이 수신된 시점으로부터 제2 스로틀 구간(T2)이 도과된 시점에서, 컨트롤러(146)는 제2 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 제2 마스터(320)는 자원 공유 인터페이스(330)로부터 수신된 제2 메시지에 기초하여, 세마포어의 획득을 대기중이며 스로틀 구간이 도과된 것을 식별할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 메시지는 제2 마스터(320)를 운영하는 소프트웨어에 인터럽트를 유발할 수 있다.

- [0031] 단계 S35에서, 자원 공유 인터페이스(330)는 제1 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 자원 공유 인터페이스(330)에 포함된 컨트롤러(146)는 제2 슬레이브 인터페이스(142_2)를 통해서 제1 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 마스터(320)로부터 제2 액세스 요청이 수신된 시점으로부터 제2 만료 구간(E2)이 도과된 시점에서, 컨트롤러(146)는 제1 메시지를 제2 마스터(320)에 제공할 수 있다. 컨트롤러(146)는 단계 S33에서 수신된 제2 액세스 요청에 대한 처리를 종료할 수 있고, 제2 마스터(320)는 제1 메시지에 기초하여 제2 액세스 요청에 대한 처리의 종료를 식별할 수 있다. 또한, 제2 마스터(320)는 제1 메시지에 포함된 정보에 기초하여 세마포어의 획득이 실패한 것을 식별할 수 있다. 이에 따라, 제1 마스터(310)가 세마포어를 해제할 때까지 제2 마스터(320)가 세마포어의 획득을 대기하는 것이 방지될 수 있고, 제2 마스터(320)에서 동작의 지연 및/또는 오류가 방지될 수 있다.
- [0032] 단계 S36에서, 제1 마스터(310)는 제3 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(310)는 슬레이브에 대한 액세스를 완료한 경우, 세마포어의 해제를 위하여 제3 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(330)에 제공할 수 있다. 제3 액세스 요청은, 전송된 제1 액세스 요청 및 제2 액세스 요청과 같은 포맷을 가질 수 있고, 이에 따라 세마포어의 해제를 위한 추가적인 프로토콜이 생략될 수 있고, 자원을 공유하기 위한 단순한 프로토콜에 기인하여 자원 공유의 효율성이 향상될 수 있다. 세마포어의 해제를 위한 제3 액세스 요청의 예시가 도 9를 참조하여 후술될 것이다.
- [0033] 단계 S37에서, 자원 공유 인터페이스(330)는 세마포어의 해제를 식별할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 제1 슬레이브 인터페이스(142_1)를 통해서 제3 액세스 요청을 식별할 수 있고, 제3 액세스 요청에 기초하여 제1 마스터(310)에 의한 세마포어의 해제를 식별할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 슬레이브 인터페이스(142_1)가 제3 액세스 요청을 식별할 수 있고, 컨트롤러(146)에 세마포어의 해제를 나타내는 신호를 제공할 수도 있다.
- [0034] 도 4는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 동작의 예시를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 4의 상부는 세마포어가 할당된 마스터를 나타내는 타이밍도이고, 도 4의 하부는 도 1의 제1 타이머(144_1)의 값들(410) 및 도 1의 제2 타이머(144_2)의 값들(420)을 나타내는 그래프이다. 이하에서, 도 4는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.
- [0035] 일부 실시예들에서, 자원 공유 인터페이스(140)에 포함된 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n) 각각은 다운-카운터를 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)의 값은 제1 초기값(INI1)으로부터 감소할 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값은 제2 초기값(INT2)으로부터 감소할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 4에 도시된 바와 상이하게, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n) 각각은 업-카운터를 포함할 수 있고, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_n) 각각의 값은 초기값으로부터 증가할 수 있다.
- [0036] 도 2를 참조하여 전송된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)는 제1 스로틀 구간(T1) 및 제1 만료 구간(E1)을 측정하는데 사용될 수 있고, 제2 타이머(144_2)는 제2 스로틀 구간(T2) 및 제2 만료 구간(E2)을 측정하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 제1 타이머(144_1)의 값이 제1 초기값(INI1)으로부터 제1 문턱값(THR1)까지 감소하는 경우, 제1 스로틀 구간(T1)이 측정될 수 있고, 제1 타이머(144_1)의 값이 제1 초기값(INI1)으로부터 만료값(EXP)까지 감소하는 경우, 제1 만료 구간(E1)이 측정될 수 있다. 또한, 제2 타이머(144_2)의 값이 제2 초기값(INI2)으로부터 제2 문턱값(THR2)까지 감소하는 경우, 제2 스로틀 구간(T2)이 측정될 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값이 제2 초기값(INT2)으로부터 만료값(EXP)까지 감소하는 경우, 제2 만료 구간(E2)이 측정될 수 있다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 시간 t41에서 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제n 마스터(120_n)에 할당된 상태에서 제1 마스터(120_1)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제1 타이머(144_1)는 제1 스로틀 구간(T1) 및 제1 만료 구간(E1)을 측정하기 위하여 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있고, 제1 타이머(144_1)의 값은 제1 초기값(INI1)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0038] 시간 t42에서, 제1 타이머(144_1)는 리셋될 수 있다. 예를 들면, 시간 t42에서 제n 마스터(120_n)가 세마포어를 해제할 수 있고, 컨트롤러(146)는 해제된 세마포어를 제1 마스터(120_1)에 할당할 수 있다. 또한, 컨트롤러(146)는 제1 타이머(144_1)를 리셋할 수 있고, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)의 값은 리셋값(RST)을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 만료값(EXP) 및 리셋값(RST)은, 동일할 수 있고, 예컨대 영(zero)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 4에 도시된 바와 상이하게, 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)을 가지도록 리셋될 수도 있고, 이에 따라 시간 t41 이전 및 시간 t42 이후에서 리셋값(RST) 대신 제1 초기값(INI1)을 가질 수도 있다. 일부 실시예들에서, 도 4에 도시된 바와 상이하게, 제1 타이머(144_1)는 리셋되는 대신 디스에이블

될 수 있고, 이에 따라 기존의 값을 일정하게 유지할 수도 있다.

- [0039] 시간 t43에서, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제1 마스터(120_1)에 할당된 상태에서 제2 마스터(120_2)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제2 타이머(144_2)는 제2 스로틀 구간(T2) 및 제2 만료 구간(E2)을 측정하기 위하여 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값은 제2 초기값(INI2)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0040] 시간 t44에서, 제2 스로틀 구간(T2)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 타이머(144_2)의 값이 제2 문턱값(THR2)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제2 스로틀 구간(T2)이 측정된 것을 식별할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 3을 참조하여 전술된 바와 같이, 컨트롤러(146)는 제2 슬레이브 인터페이스(142_2)를 통해서 메시지를 제2 마스터(120_2)에 제공할 수 있고, 제2 마스터(120_2)는 제2 스로틀 구간(T2)의 도과를 식별할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 5를 참조하여 후술되는 바와 같이, 컨트롤러(146)는 제2 스로틀 구간(T2) 동안 대기한 제2 마스터(120_2)에 대하여 해제된 세마포어 할당시 우선권을 부여할 수 있다.
- [0041] 시간 t45에서, 제2 만료 구간(E2)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 타이머(144_2)의 값이 만료값(EXP)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제2 만료 구간(E2)이 측정된 것을 식별할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 3을 참조하여 전술된 바와 같이, 컨트롤러(146)는 시간 t43에서 제2 마스터(120_2)로부터 수신된 액세스 요청의 처리를 종료할 수 있고, 처리의 종료를 나타내는 메시지를 제2 슬레이브 인터페이스(142_2)를 통해서 제2 마스터(120_2)에 제공할 수 있다. 이에 따라, 제2 마스터(120_2)는 자원 공유 인터페이스(140)로부터 제공된 메시지에 기초하여, 시간 t43에서 제공한 액세스 요청에 대한 처리의 종료를 식별할 수 있고, 세마포어의 대기를 종료할 수 있다. 컨트롤러(146)는 제2 타이머(144_2)를 리셋할 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값은 리셋값(RST)을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 4에 도시된 바와 상이하게, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)을 가지도록 리셋될 수도 있고, 이에 따라 시간 t43 이전 및 시간 t45 이후에서 리셋값(RST) 대신 제2 초기값(INI2)을 가질 수도 있다. 일부 실시예들에서, 도 4에 도시된 바와 상이하게, 제2 타이머(144_2)는 리셋되는 대신 디스에이블될 수 있고, 이에 따라 기존의 값을 유지할 수도 있다.
- [0042] 도 5는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 자원을 공유하기 위한 방법은 복수의 단계들(S51 내지 S59)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 5의 방법은 도 1의 자원 공유 인터페이스(140)에 포함된 컨트롤러(146)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서 도 5는 도 1 및 도 4를 참조하여 설명될 것이다.
- [0043] 도 5를 참조하면, 단계 S51에서 액세스 요청의 수신 여부가 판정될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 제1 슬레이브 인터페이스(142_1)를 통해서 제1 마스터(120_1)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 것을 식별할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 마스터(120_1)로부터 액세스 요청이 수신되는 경우, 단계 S52가 후속하여 수행될 수 있다.
- [0044] 단계 S52에서, 타이머가 개시될 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(120_1)로부터 제1 슬레이브 인터페이스(142_1)에 액세스 요청이 수신되는 경우, 제1 타이머(144_1)는 개시될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 4를 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)는 다운-카운터를 포함할 수 있고, 제1 타이머(144_1)의 값은 제1 초기값(INI1)으로부터 감소하기 시작할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 5에 도시된 바와 상이하게, 제1 타이머(144_1)는 제1 마스터(120_1)에 세마포어의 할당이 불가능한 경우, 개시될 수도 있다.
- [0045] 단계 S53에서, 세마포어의 할당 가능 여부가 판정될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 제2 내지 제n 마스터(120_2 내지 120_n)에 세마포어가 할당되지 아니한 경우, 제1 마스터(120_1)에 세마포어를 할당가능한 것으로 판정할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 마스터(120_1)에 세마포어의 할당이 가능한 경우, 단계 S54이 후속하여 수행될 수 있는 한편, 제1 마스터(120_1)에 세마포어의 할당이 불가능한 경우, 단계 S55가 후속하여 수행될 수 있다.
- [0046] 단계 S54에서, 마스터에 세마포어가 할당될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 제1 마스터(120_1)에 세마포어를 할당할 수 있고, 이에 따라 제1 마스터(120_1)는 자원 공유 인터페이스(140)를 통해서 슬레이브(160)에 액세스할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 단계 S54에 후속하여, 후술되는 단계 S59가 수행될 수 있다.
- [0047] 세마포어의 할당이 불가능한 경우, 단계 S55에서 스로틀 구간의 도과 여부가 판정될 수 있다. 예를 들면, 제1 타이머(144_1)의 값이 제1 문턱값(THR1)에 도달하는 경우, 컨트롤러(146)는 제1 스로틀 구간(T1)이 측정된 것을

식별할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 스로틀 구간이 도과되지 아니한 경우, 단계 S53이 다시 수행될 수 있는 한편, 스로틀 구간이 도과된 경우, 단계 S56이 후속하여 수행될 수 있다.

[0048] 단계 S56에서, 마스터에 우선권이 부여될 수 있다. 예를 들면, 제1 스로틀 구간(T1)이 도과된 경우, 컨트롤러(146)는 세마포어를 대기 중인 다른 적어도 하나의 마스터보다 제1 마스터(120_1)에 우선적으로 세마포어를 할당할 수 있다. 이에 따라, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 각각 대응하는 제1 내지 제n 스로틀 구간(T1 내지 Tn)(또는 제1 내지 제n 문턱값(THR1 내지 THRn))은, 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n)에 의해서 각각 수행되는 동작들의 중요도에 기초하여 설정될 수 있다. 예를 들면, 제2 마스터(120_2)가 슬레이브(160)를 액세스함으로써 수행하는 동작이 제1 마스터(120_1)가 슬레이브(160)를 액세스함으로써 수행하는 동작보다 중요한 경우, 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 스로틀 구간(T2)이 제1 스로틀 구간(T1)보다 짧을 수 있다.

[0049] 단계 S57에서, 만료 구간의 도과 여부가 판정될 수 있다. 예를 들면, 제1 타이머(144_1)의 값이 만료값(EXP)에 도달하는 경우, 컨트롤러(146)는 제1 만료 구간(E1)이 측정된 것을 식별할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 만료 구간이 도과되지 아니한 경우(즉, 스로틀 구간 및 만료 구간 사이인 경우), 단계 S53이 다시 수행될 수 있는 한편, 만료 구간이 도과된 경우, 단계 S58이 후속하여 수행될 수 있다.

[0050] 단계 S58에서, 마스터에 메시지가 제공될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 단계 S51에서 제1 마스터(120_1)로부터 수신된 액세스 요청에 대한 처리를 종료할 수 있고, 처리의 종료를 나타내는 메시지를 제1 마스터(120_1)에 제공할 수 있다.

[0051] 단계 S59에서, 타이머가 리셋될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 단계 S52에서 개시된 제1 타이머(144_1)를 리셋할 수 있고, 이에 따라 제1 타이머(144_1)는 리셋값(RST)(또는 제1 초기값(INI1))을 가질 수 있다.

[0052] 도 6은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구체적으로, 도 6의 순서도는 마스터에 세마포어를 할당하는 방법, 즉 세마포어 스케줄링의 예시를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 도 6의 방법은 도 5의 단계 S53의 예시일 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 마스터에 세마포어를 할당하는 방법은 복수의 단계들(S62, S64, S66)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 6의 방법은 도 1의 컨트롤러(146)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서 도 6은 도 1을 참조하여 설명될 것이다.

[0053] 도 6을 참조하면, 단계 S62에서 해제된 세마포어의 존재 여부가 판정될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 중 하나의 마스터가 세마포어를 획득한 상태인 경우, 해당 마스터에 의해서 세마포어가 해제될때까지 단계 S62를 수행할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 마스터에 의해서 세마포어가 해제된 경우, 단계 S64가 후속하여 수행될 수 있다.

[0054] 단계 S64에서, 타이머들로부터 값들이 획득될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는, 제1 내지 제n 타이머(144_1 내지 144_2) 중 동작 중인 타이머들, 즉 제1 내지 제n 마스터(120_1 내지 120_n) 중 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청을 제공한 마스터들에 대응하는 타이머들로부터 값들을 수신할 수 있다. 하나의 마스터가 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청을 제공한 상태에서 세마포어가 해제된 경우, 세마포어는 해당 마스터에 할당될 수 있다. 다른 한편으로, 2이상의 마스터들이 슬레이브(160)에 대한 액세스 요청들을 제공한 상태에서 세마포어가 해제된 경우, 컨트롤러(146)는 2이상의 마스터들 중 세마포어를 할당할 마스터를 선택할 수 있고, 이를 위해 2이상의 타이머들로부터 수신된 값들을 사용할 수 있다. 컨트롤러(146)는, 타이머들로부터 획득된 값들 각각 및 초기값에 기초하여, 액세스 요청이 수신된 시점으로부터 도과된 시간을 식별할 수 있다.

[0055] 단계 S66에서, 문턱값들 및 타이머들로부터 수신된 값들에 기초하여 마스터를 선택할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(146)는 단계 S64에서 타이머들로부터 수신된 값들 및 타이머들에 각각 대응하는 문턱값들에 기초하여 세마포어를 할당할 마스터를 선택할 수 있다. 도 5를 참조하여 전술된 바와 같이, 도과된 스로틀 구간에 대응하는 마스터가 하나만 존재하는 경우, 컨트롤러(146)는 해당 액세스 요청을 제공한 마스터에 세마포어를 할당할 수 있다. 다른 한편으로, 도 7a를 참조하여 후술되는 바와 같이 도과된 스로틀 구간에 대응하는 2이상의 마스터들이 있거나, 도 7b를 참조하여 후술되는 바와 같이 도과된 스로틀 구간에 대응하는 마스터들이 없는 경우, 컨트롤러(146)는 문턱값들 및 타이머들로부터 수신된 값들에 기초하여 마스터를 선택할 수 있다. 단계 S66의 예시들이 도 7a 및 도 7b를 참조하여 후술될 것이다.

[0056] 도 7a 및 도 7b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 자원을 공유하기 위한 동작의 예시들을 나타내는 도면들이다. 구체적으로, 도 7a 및 도 7b의 상부는 세마포어가 할당된 마스터를 나타내는 타이밍도들이고, 도 7a 및 도 7b의 하부는 도 1의 제1 타이머(144_1)의 값들(710) 및 도 1의 제2 타이머(144_2)의 값들(720)을 시간의 흐름에 따라 나타내는 그래프들이다. 비록 도 7a 및 도 7b는 2개의 마스터들, 즉 제1 및 제2 마스터(120_1, 120_2) 중

하나의 마스터를 선택하는 동작을 나타내나, 본 개시의 예시적 실시예들이 3개 이상의 마스터들 중 하나의 마스터를 선택하는 동작에서도 적용될 수 있는 점은 이해될 것이다. 이하에서, 도 7a 및 도 7b에 대한 설명 중 도 4를 참조하여 전술된 바와 중복되는 내용은 생략될 것이다.

- [0057] 도 7a를 참조하면, 시간 t70에서 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제n 마스터(120_n)에 할당된 상태에서, 제1 마스터(120_1)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있고, 제1 타이머(144_1)의 값은 제1 초기값(INI1)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0058] 시간 t71에서, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제n 마스터(120_n)에 할당된 상태에서, 제2 마스터(120_2)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값은 제2 초기값(INI2)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0059] 시간 t72에서, 제2 스로틀 구간(T2)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 제2 타이머(144_2)의 값이 제2 문턱값(THR2)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제2 스로틀 구간(T2)이 측정된 것을 식별할 수 있다.
- [0060] 시간 t73에서, 제1 스로틀 구간(T1)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)의 값이 제1 문턱값(THR1)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제1 스로틀 구간(T1)이 측정된 것을 식별할 수 있다.
- [0061] 시간 t74에서, 제2 타이머(144_2)가 리셋될 수 있다. 예를 들면, 시간 t74에서 제n 마스터(120_n)가 세마포어를 해제할 수 있고, 컨트롤러(146)는 해제된 세마포어를 제1 및 제2 마스터(120_1, 120_2) 중 제2 마스터(120_2)에 할당할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(146)는 스로틀 구간이 먼저 도과된 마스터에 세마포어를 할당할 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(146)는 시간 t74에서 제1 및 제2 타이머(144_1, 144_2)로부터 값들을 수신할 수 있고, 제1 및 제2 초기값(INI1, INI2)에 기초하여 구간 X 및 구간 Y를 식별할 수 있다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 제2 마스터(120_2)에 대응하는 구간 X가 제1 마스터(120_1)에 대응하는 구간 Y보다 길 수 있고, 이에 따라 제2 마스터(120_2)에 세마포어가 할당될 수 있다. 컨트롤러(146)는 제2 타이머(144_2)를 리셋할 수 있다.
- [0062] 시간 t75에서, 제1 만료 구간(E1)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 제1 타이머(144_1)의 값이 만료값(EXP)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제1 만료 구간(E1)이 측정된 것을 식별할 수 있다. 컨트롤러(146)는 제1 타이머(144_1)를 리셋할 수 있다.
- [0063] 도 7b를 참조하면, 시간 t76에서 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제n 마스터(120_n)에 할당된 상태에서, 제1 마스터(120_1)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제1 타이머(144_1)는 제1 초기값(INI1)으로 설정될 수 있고, 제1 타이머(144_1)의 값은 제1 초기값(INI1)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0064] 시간 t77에서, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있다. 예를 들면, 도 7a에 도시된 바와 같이, 세마포어가 제n 마스터(120_n)에 할당된 상태에서, 제2 마스터(120_2)로부터 세마포어 획득을 위한 액세스 요청이 수신되는 경우, 제2 타이머(144_2)는 제2 초기값(INI2)으로 설정될 수 있고, 제2 타이머(144_2)의 값은 제2 초기값(INI2)으로부터 감소하기 시작할 수 있다.
- [0065] 시간 t78에서, 제1 타이머(144_1)가 리셋될 수 있다. 예를 들면, 시간 t78에서 제n 마스터(120_n)가 세마포어를 해제할 수 있고, 컨트롤러(146)는 해제된 세마포어를 제1 및 제2 마스터(120_1, 120_2) 중 제1 마스터(120_1)에 할당할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(146)는 스로틀 구간에 먼저 도달할 마스터에 세마포어를 할당할 수 있다. 예를 들면, 도 7b에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(146)는 시간 t78에서 제1 및 제2 타이머(144_1, 144_2)로부터 값들을 수신할 수 있고, 수신된 값들 및 제1 및 제2 문턱값(THR1, THR2)사이 차이 Z 및 차이 W를 식별할 수 있다. 도 7b에 도시된 바와 같이, 제1 마스터(120_1)에 대응하는 차이 Z가 제2 마스터(120_2)에 대응하는 차이 W보다 작을 수 있고, 이에 따라 제1 마스터(120_1)에 세마포어가 할당될 수 있다. 컨트롤러(146)는 제1 타이머(144_1)를 리셋할 수 있다.
- [0066] 시간 t79에서, 제2 스로틀 구간(T2)이 측정될 수 있다. 예를 들면, 도 7b에 도시된 바와 같이, 제2 타이머(144_2)의 값이 제2 문턱값(THR2)에 도달할 수 있고, 이에 따라 컨트롤러(146)는 제2 스로틀 구간(T2)이 측정된

것을 식별할 수 있다.

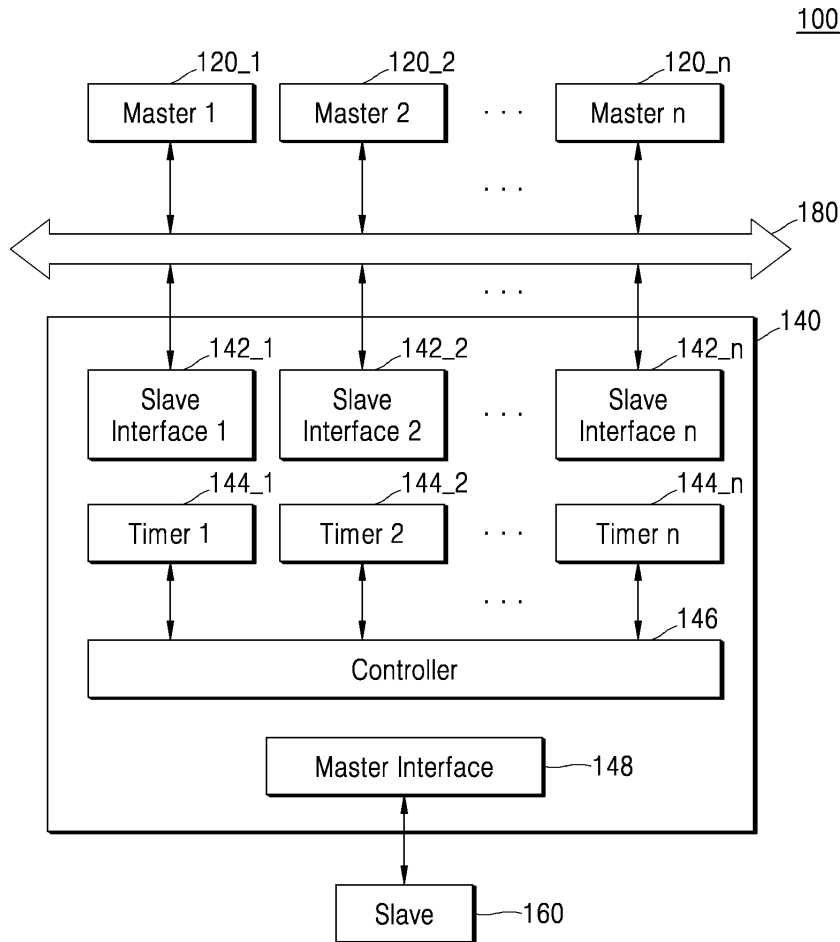
- [0067] 도 8a 및 도 8b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 자원을 공유하기 위한 방법을 나타내는 메시지도들이다. 구체적으로, 도 8a 및 도 8b의 메시지도들은 세마포어 획득을 위한 액세스 요청의 예시들을 나타낸다. 이하에서, 도 8a 및 도 8b에 대한 설명 중 중복되는 내용은 생략될 것이다.
- [0068] 일부 실시예들에서, 마스터는 세마포어를 획득하기 위하여 독출 요청을 자원 공유 인터페이스에 제공할 수 있다. 기입 요청에 대한 응답은 기입의 완료를 나타낼 수 있고, 독출 요청에 대한 응답은 독출된 값(또는 데이터)을 포함할 수 있다. 세마포어를 획득하기 위하여 기입 요청이 사용되고 만료 구간 동안 세마포어가 획득되지 아니한 경우, 자원 공유 인터페이스가 마스터에 기입 요청에 대한 처리의 완료를 전달하기 위한 추가적인 프로토콜이 요구될 수 있다. 다른 한편으로, 세마포어를 획득하기 위하여 독출 요청이 사용되고 만료 구간 동안 세마포어가 획득되지 아니한 경우, 자원 공유 인터페이스는 정상적으로 독출된 값과 상이한 값을 포함하는 메시지를 마스터에 제공할 수 있고, 이에 따라 추가적인 프로토콜이 생략될 수 있다.
- [0069] 도 8a를 참조하면, 단계 S81a에서 제1 마스터(810a)는 제1 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(810a)는 슬레이브를 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여, 제1 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 독출 요청은 제1 마스터(810a)가 슬레이브에 액세스함으로써 최초로 수행하고자 하는 독출 동작에 대응할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 독출 요청은 제1 마스터(810a)가 슬레이브에 최초로 수행하고자 하는 기입 동작에 앞서 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공될 수 있다.
- [0070] 단계 S83a에서, 자원 공유 인터페이스(820a)는 제1 마스터(810a)에 세마포어를 할당할 수 있다. 그 다음에 단계 S85a에서, 자원 공유 인터페이스(820a)는 독출된 값을 제1 마스터(810a)에 제공할 수 있다. 이에 따라, 제1 마스터(810a)는 단계 S81a에서 제공한 제1 독출 요청에 대응하는 값(또는 데이터)을 수신할 수 있고, 제1 마스터(810a)에 세마포어가 할당된 것을 식별할 수 있다. 세마포어를 획득한 제1 마스터(810a)는 필요한 동작에 따라 독출 요청 및/또는 기입 요청을 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공할 수 있다.
- [0071] 단계 S87a에서, 제1 마스터(810a)는 제2 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(810a)는 슬레이브를 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여, 제2 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820a)에 제공할 수 있다.
- [0072] 단계 S89a에서, 자원 공유 인터페이스(820a)는 세마포어의 할당 실패를 나타내는 값을 제공할 수 있다. 도 8a에 도시된 바와 같이, 단계 S87a에서 제2 독출 요청이 수신된 시점으로부터 제1 만료 구간(E1) 동안 제1 마스터(810a)에 세마포어가 할당되지 아니하는 경우, 자원 공유 인터페이스(820a)는 제2 독출 요청에 대한 처리를 종료할 수 있다. 자원 공유 인터페이스(820a)는 제2 독출 요청에 대한 처리의 종료를 제1 마스터(810a)에 알리기 위하여, 제2 독출 요청에 응답하여 정상적으로 독출될 수 없는 값을 제1 마스터(810a)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 단계 S87a의 제2 독출 요청은 레지스터의 값을 독출하기 위한 것일 수 있고, 자원 공유 인터페이스(820a)는 해당 레지스터의 값으로 정의되지 아니한 값을 제1 마스터(810a)에 제공할 수 있다. 이에 따라, 제1 마스터(810a)는 자원 공유 인터페이스(820a)로부터 수신된 값에 기초하여 세마포어 획득의 실패를 식별할 수 있다.
- [0073] 도 8b를 참조하면, 단계 S81b에서 제1 마스터(810b)는 제3 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820b)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(810b)는 슬레이브를 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여 제3 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820b)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제3 독출 요청은 세마포어를 획득하기 위한 전용의 액세스 요청일 수 있고, 제1 마스터(810b)는 슬레이브에 액세스함으로써 최초로 수행하고자 하는 동작(예컨대, 독출 동작 또는 기입 동작)에 앞서 제3 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820b)에 제공할 수 있다.
- [0074] 단계 S83b에서, 자원 공유 인터페이스(820b)는 제1 마스터(810b)에 세마포어를 할당할 수 있다. 그 다음에 단계 S85b에서, 자원 공유 인터페이스(820b)는 세마포어의 할당을 나타내는 값을 제1 마스터(810b)에 제공할 수 있다. 전송된 바와 같이, 세마포어의 획득을 위한 전용의 제3 독출 요청이 정의될 수 있고, 제3 독출 요청에 응답하여 제1 마스터(810b)에 제공되는, 세마포어의 할당을 나타내는 값 및 세마포어의 할당 실패를 나타내는 값이 미리 정의될 수 있다. 이에 따라, 제1 마스터(810b)는 제1 마스터(810b)에 세마포어가 할당된 것을 식별할 수 있고, 세마포어를 획득한 제1 마스터(810b)는 필요한 동작에 따라 독출 요청 및/또는 기입 요청을 자원 공유 인터페이스(820b)에 제공할 수 있다.
- [0075] 단계 S87b에서, 제1 마스터(810b)는 제4 독출 요청을 자원 공유 인터페이스(820b)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(810b)는 슬레이브를 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여 제4 독출 요청을 자원 공유

인터페이스(820b)에 제공할 수 있다.

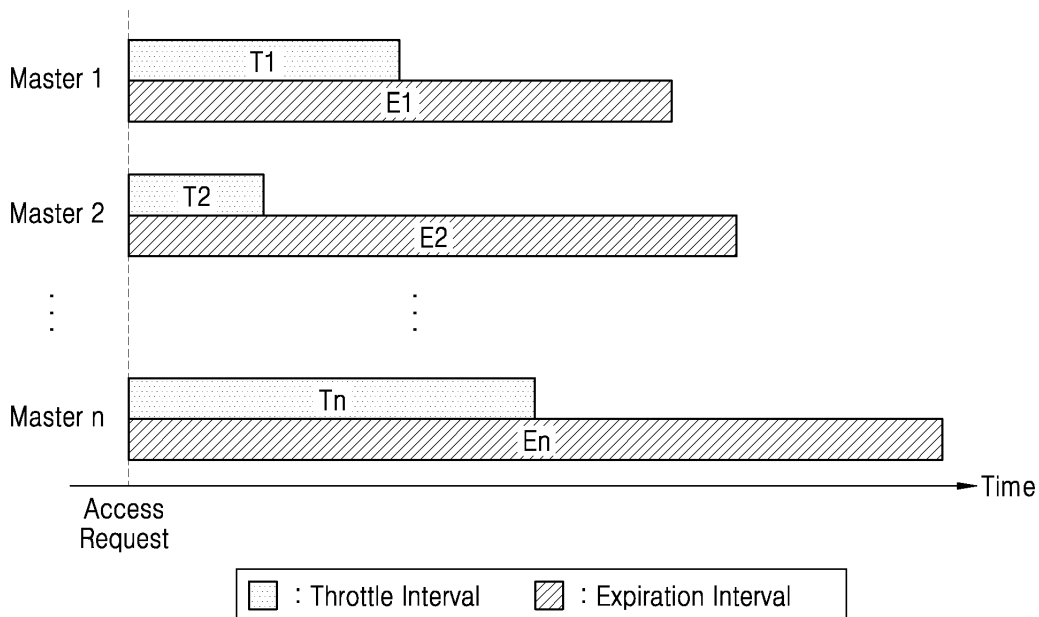
- [0076] 단계 S89b에서, 자원 공유 인터페이스(820b) 세마포어의 할당 실패를 나타내는 값을 제공할 수 있다. 도 8a에 도시된 바와 같이, 단계 S87b에서 제4 독출 요청이 수신된 시점으로부터 제1 만료 구간(E1) 동안 제1 마스터(810b)에 세마포어가 할당되지 아니하는 경우, 자원 공유 인터페이스(820b)는 제4 독출 요청에 대한 처리를 종료할 수 있다. 자원 공유 인터페이스(820b)는 제4 독출 요청에 대한 처리의 종료를 제1 마스터(810b)에 알리기 위하여, 미리 정의된 값을 제1 마스터(810a)에 제공할 수 있다. 이에 따라, 제1 마스터(810b)는 자원 공유 인터페이스(820b)로부터 수신된 값에 기초하여 세마포어 획득의 실패를 식별할 수 있다.
- [0077] 도 9는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 자원 공유를 위한 방법을 나타내는 메시지도이다. 구체적으로, 도 9의 메시지도는 세마포어를 해제하는 동작의 예시를 나타낸다. 이하에서, 도 9를 참조하여 설명되는 바와 같이, 세마포어는 일반적인 액세스 요청에 의해서 해제될 수 있고, 이에 따라 세마포어의 해제를 위한 추가적인 프로토콜이 생략될 수 있다.
- [0078] 도 9를 참조하면, 단계 S91에서 제1 마스터(910)는 제1 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(920)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(910)는 슬레이브를 액세스하기 위한 세마포어를 획득하기 위하여 제1 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(920)에 제공할 수 있다. 그 다음에, 단계 S93에서 자원 공유 인터페이스(920)는 제1 마스터(910)에 세마포어를 할당할 수 있다.
- [0079] 단계 S95에서, 제1 마스터(910)는 제2 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(920)에 제공할 수 있다. 예를 들면, 제1 마스터(910)는 세마포어를 해제하기 위하여 제2 액세스 요청을 자원 공유 인터페이스(920)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 마스터(910)는 특정 주소를 액세스하는 액세스 요청을 세마포어의 해제를 위하여 사용할 수 있다. 예를 들면, 제2 액세스 요청은, 미리 정의된 주소를 포함하는 독출 요청 또는 기입 요청일 수 있다.
- [0080] 단계 S97에서, 자원 공유 인터페이스(920)는 제2 액세스 요청에 포함된 어드레스(ADR)가 미리 정의된 값(REL)과 일치하는지 여부를 판정할 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 어드레스(ADR)가 미리 정의된 값(REL)과 일치하는 경우, 자원 공유 인터페이스(920)는 세마포어의 해제를 식별할 수 있다.
- [0081] 도 10은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 시스템-온-칩(10)을 나타내는 블록도이다. 일부 실시예들에서, 시스템-온-칩(10)은 반도체 공정을 통해서 제조될 수 있고, 다양한 제품들에 부품으로서 포함될 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 시스템-온-칩(10)은 제1 내지 제n 프로세서(11_1 내지 11_n), DMA(direct memory access) 컨트롤러(13), 자원 공유 인터페이스(15), 커넥티비티 장치(17) 및 버스(19)를 포함할 수 있다(n은 1보다 큰 정수).
- [0082] 제1 내지 제n 프로세서(11_1 내지 11_n) 및 DMA 컨트롤러(13)는 마스터들일 수 있고, 슬레이브인 커넥티비티 장치(17)를 공유할 수 있다. 예를 들면, 커넥티비티 장치(17)는, WiFi, Bluetooth, I2C, I2S 등과 같이 시스템-온-칩(10) 외부의 대상과 통신 채널을 제공할 수 있고, 제1 내지 제n 프로세서(11_1 내지 11_n) 및 DMA 컨트롤러(13)는 커넥티비티 장치(17)에 액세스함으로써 시스템-온-칩(10)의 외부로부터 수신된 데이터를 사용하거나, 시스템-온-칩(10)의 외부로 데이터를 제공할 수 있다.
- [0083] 자원 공유 인터페이스(15)는 커넥티비티 장치(17)가 효율적으로 공유되도록, 커넥티비티 장치(17) 및 마스터들, 즉 제1 내지 제n 프로세서(11_1 내지 11_n) 및 DMA 컨트롤러(13) 사이에서 인터페이스를 제공할 수 있다. 예를 들면, 도면들을 참조하여 기술된 바와 같이, 자원 공유 인터페이스(15)는 마스터가 커넥티비티 장치(17)를 액세스하기 위한 세마포어의 획득을 스로틀 시간 동안 대기한 경우, 해당 마스터에 스로틀 시간의 도과를 나타내는 메시지를 제공할 수 있다. 또한, 자원 공유 인터페이스(15)는 마스터가 커넥티비티 장치(17)를 액세스하기 위한 세마포어의 획득을 만료 시간 동안 대기한 경우, 해당 마스터에 액세스 요청에 대한 처리의 완료를 나타내는 메시지를 제공할 수 있다. 스로틀 시간 및 만료 시간은 자원 공유 인터페이스(15)에서 마스터들 상호간에 독립적으로 정의되고 측정될 수 있고, 자원 공유 인터페이스(15)는 마스터들에 각각 대응하는 타이머들을 포함할 수 있다. 세마포어의 획득 또는 해제를 위하여 마스터가 자원 공유 인터페이스(15)에 제공하는 메시지는 일반적인 액세스 요청일 수 있고, 이에 따라 세마포어의 획득 또는 해제를 위한 추가적인 프로토콜이 생략될 수 있다.
- [0084] 본 개시는 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 개시의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

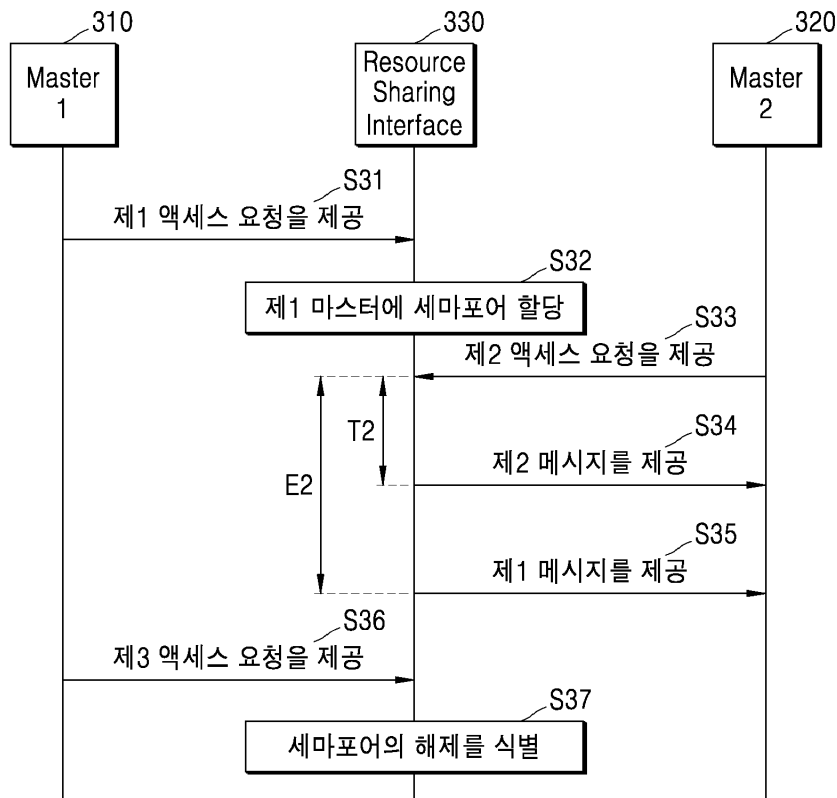
도면1



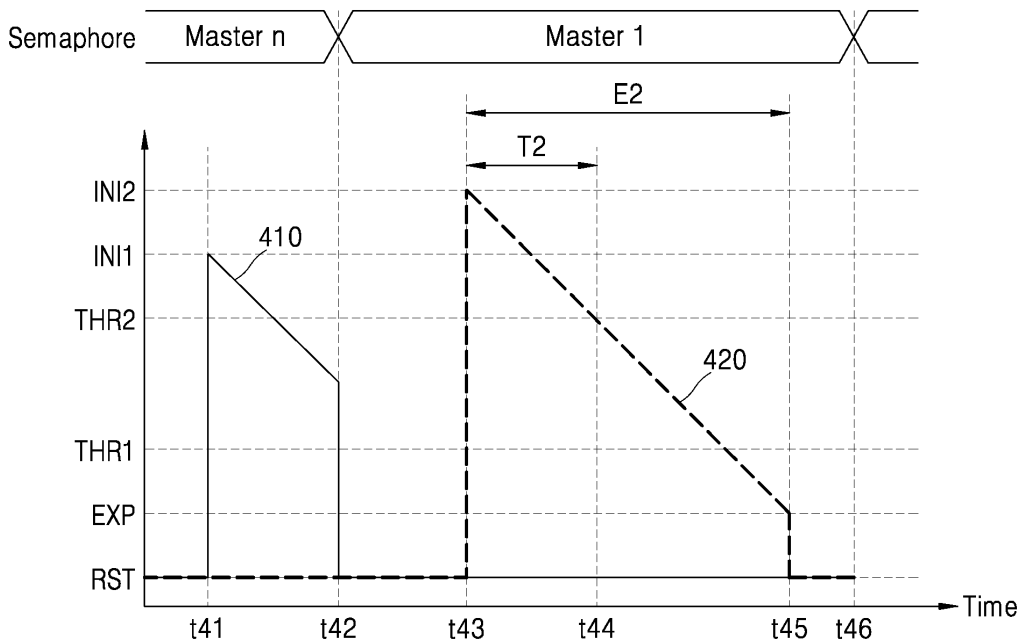
도면2



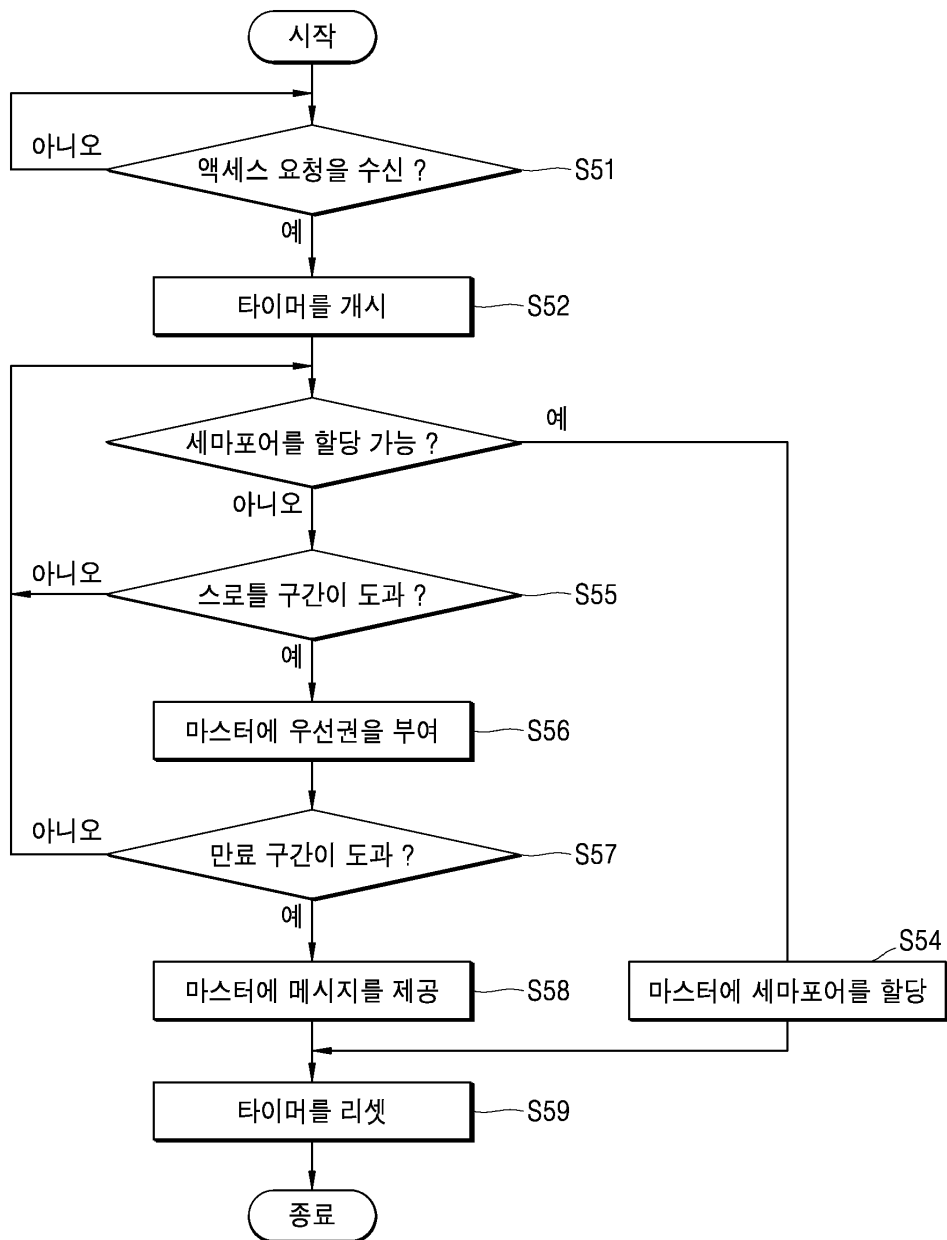
도면3



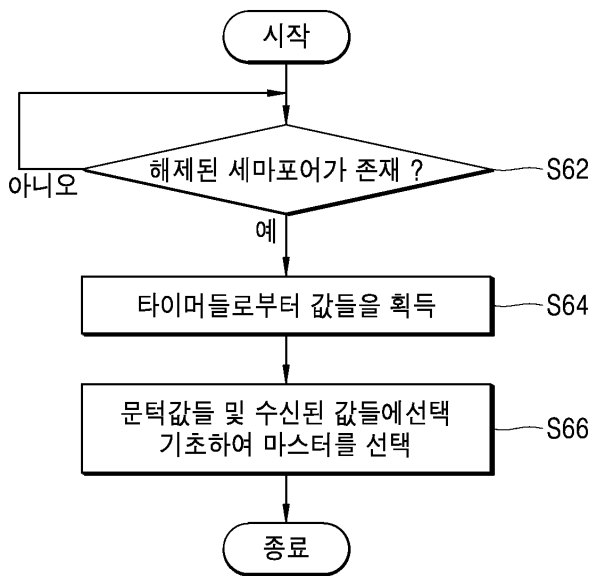
도면4



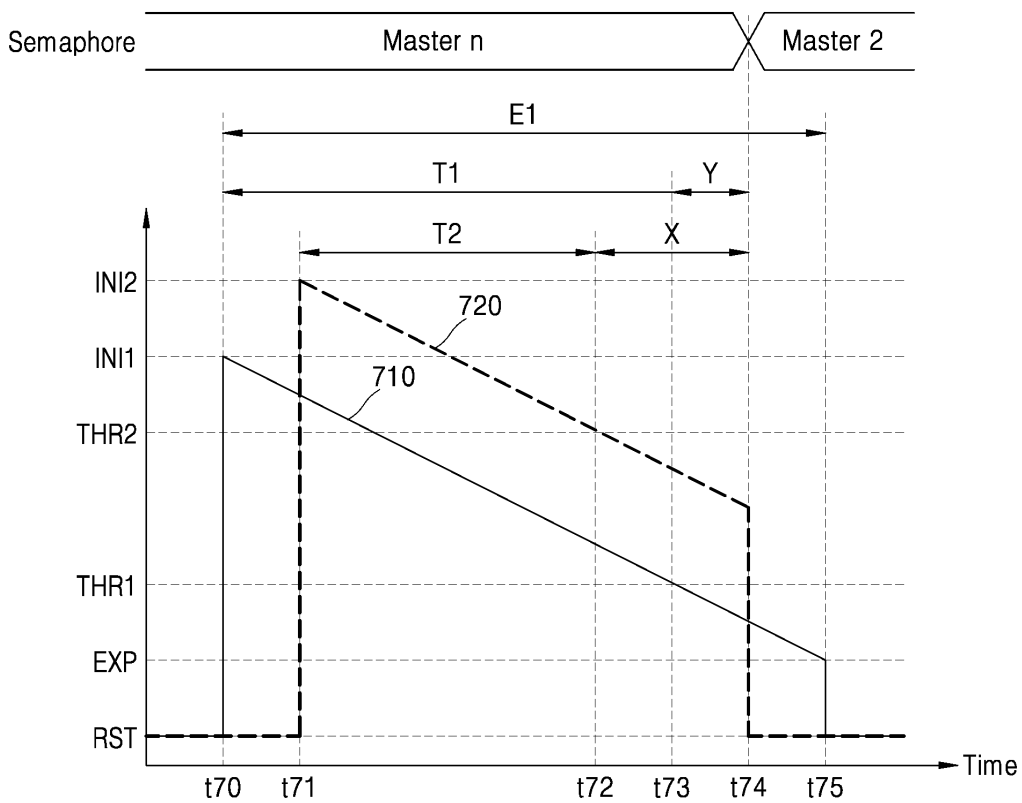
도면5



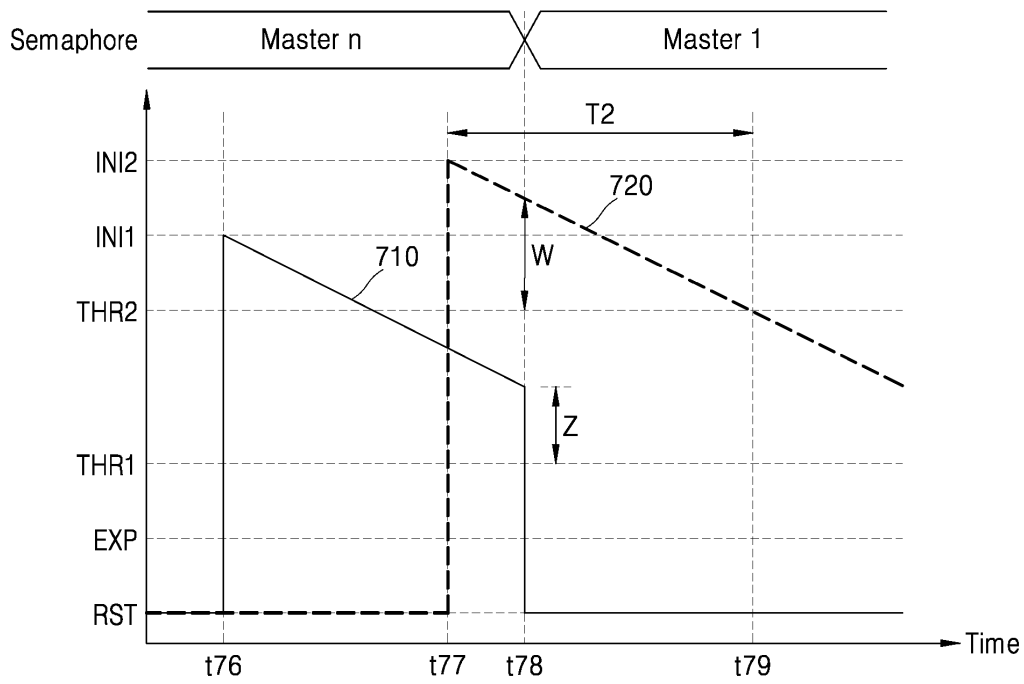
도면6



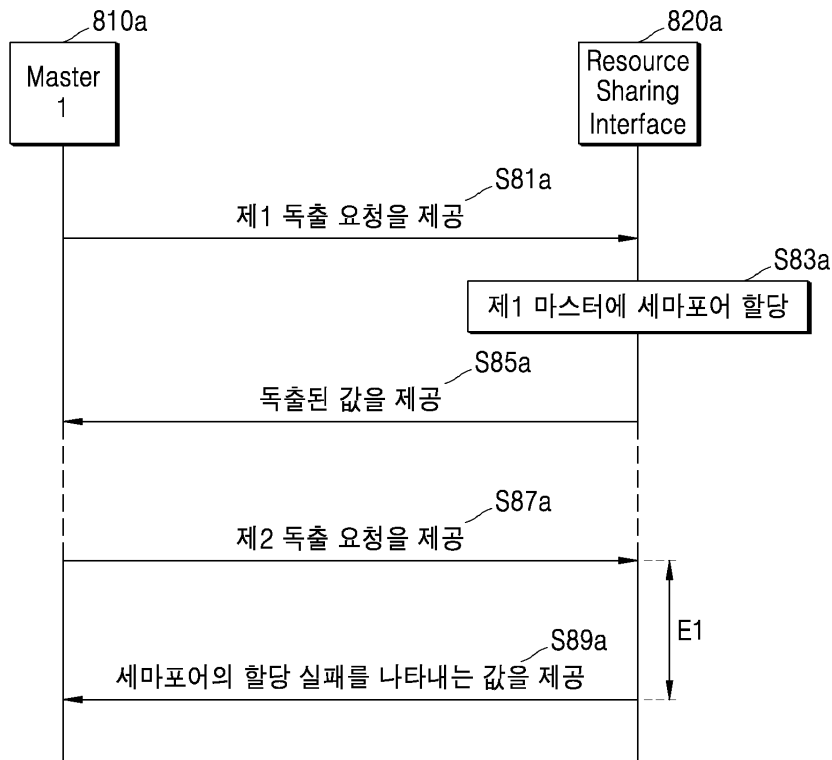
도면7a



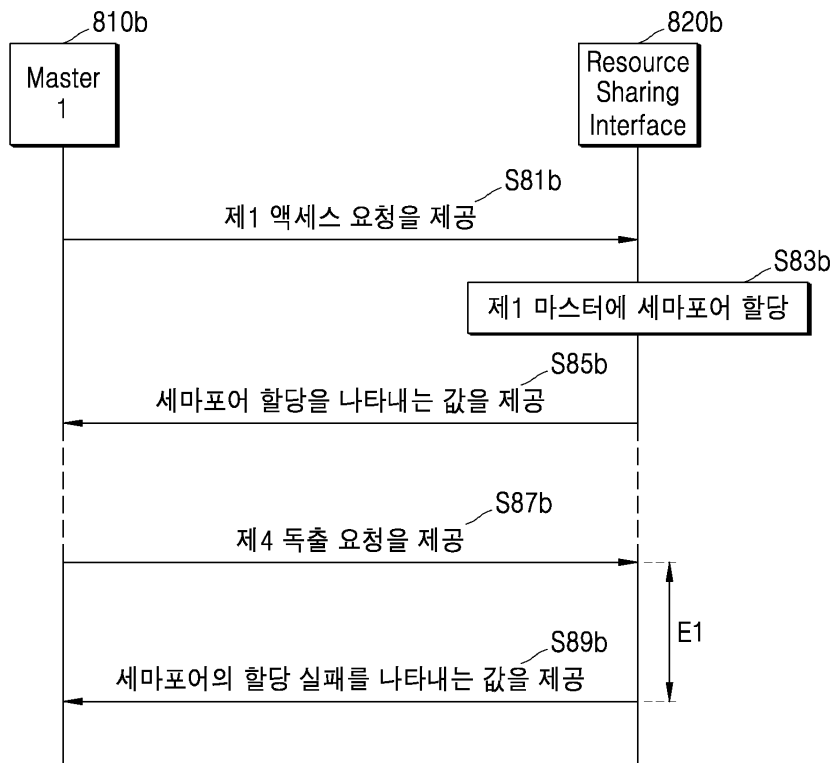
도면7b



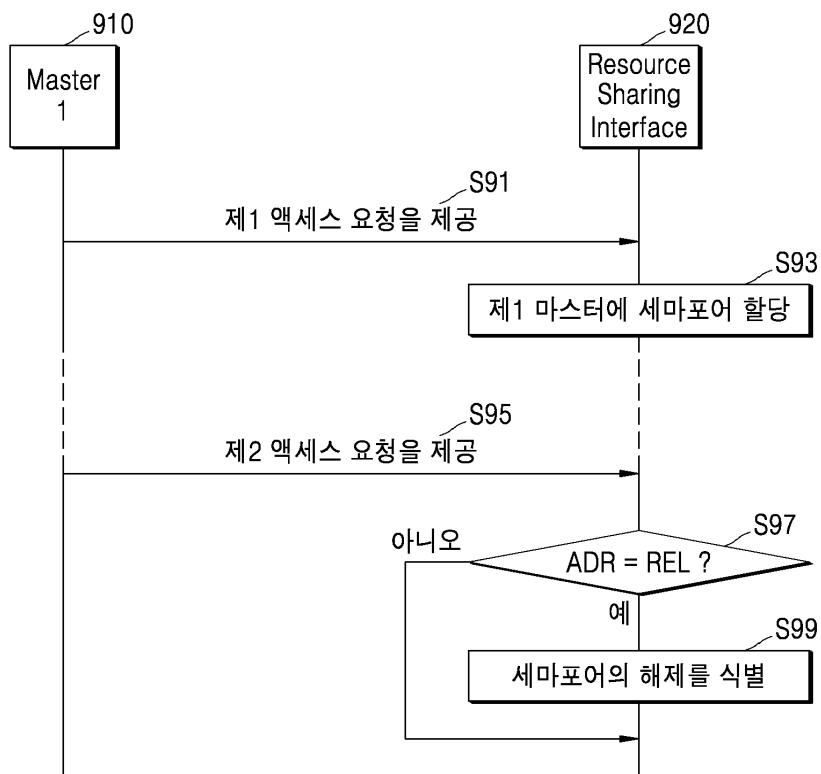
도면8a



도면8b



도면9



도면10

