



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월17일
(11) 등록번호 10-0932408
(24) 등록일자 2009년12월09일

(51) Int. Cl.

G06F 13/40 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7020415
(22) 출원일자 2006년02월09일
심사청구일자 2007년09월06일
(85) 번역문제출일자 2007년09월06일
(65) 공개번호 10-2007-0104929
(43) 공개일자 2007년10월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/004936
(87) 국제공개번호 WO 2006/086732
국제공개일자 2006년08월17일

(30) 우선권주장

11/055,922 2005년02월10일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

WO2003014948 A1

전체 청구항 수 : 총 20 항

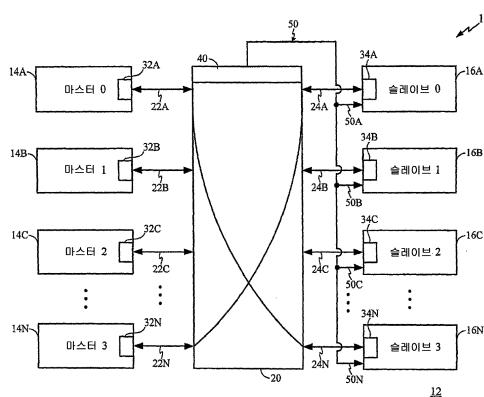
심사관 : 김종기

(54) 스위치 매트릭스를 통한 데이터 전송을 개선하는 흐름 제어방법

(57) 요 약

SoC (system-on-chip) IC (Integrated circuit) 는 버스 경합을 감소시키고 버스 이용률을 개선시킨다. SoC IC 는 스위치 매트릭스 타입의 버스 제어기를 포함한다. 버스 제어기와 상호접속된 마스터는 데이터에 대한 요청을 이슈하고, 그 요청에 응답하여 요청된 데이터를 수신한다. 버스 제어기와 상호접속된 슬레이브는 데이터에 대한 요청을 수신하고, 요청 마스터에게 요청 데이터를 제공한다. 버스 제어기에 의해 이슈되는 제어 신호는 어떤 마스터가 요청 데이터를 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있지 않은지를 각각의 슬레이브에 나타낸다. 슬레이브는 요청 데이터에 관한 준비가 되어 있지 않은 임의의 마스터로 데이터를 전송하는 것을 지원시키고, 요청 데이터를 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있는 상이한 마스터에게 데이터를 제공한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

시스템-온-칩 집적회로 (SoC IC) 로서,

버스 제어기;

각각의 슬레이브 버스를 통해 상기 버스 제어기와 상호접속하는 복수의 슬레이브;

각각의 마스터 데이터 버스를 통해 상기 버스 제어기와 상호접속하는 복수의 마스터로서, 상기 복수의 마스터 중 제 1 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브 및 상기 복수의 슬레이브 중 제 2 슬레이브에게 요청을 이슈하도록 구성되고, 상기 복수의 마스터 중 제 2 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브에게 요청을 이슈하도록 구성되며, 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브 및 상기 제 2 슬레이브는 데이터에 관한 상기 요청을 수신하고 상기 복수의 마스터 중 제 1 마스터로부터 이슈된 요청에 응답하여 상기 요청 데이터를 동시에 제공하는, 상기 복수의 마스터; 및

요청 데이터를 상기 슬레이브로부터 수신할, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터의 준비상태를 각각의 상기 슬레이브에게 나타내고, 상기 버스 제어기에 의해 이슈되는 제어 신호로서, 상기 복수의 슬레이브 중, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터에게 상기 요청 데이터를 전송하는 상기 제 2 슬레이브는, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터가 준비되기를 기다리면서 스톨 (stall) 해야 할 필요 없이, 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브가 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로부터 요청된 데이터를 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로 전송하게 하는, 상기 제어 신호를 포함하는, SoC IC.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 상기 복수의 마스터 중 1 개 이상이 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않은지를 상기 복수의 슬레이브에 나타내는, SoC IC.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 1 개 이상의 마스터가 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있는지를 상기 복수의 슬레이브에 더 나타내는, SoC IC.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

제 1 제어 신호가, 상기 제 1 마스터는 요청된 제 1 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다는 것을 나타내는 경우에, 상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 마스터에 의해 요청된 상기 제 1 데이터를 전송하는 것을 지연시키는, SoC IC.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

제 1 제어 신호는, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터가 상기 제 2 마스터에 의해 요청된 제 2 데이터를 상기 제 1 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다는 것을 더 나타내고,

상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 제어 신호에 응답하여, 요청된 상기 제 2 데이터를 상기 제 2 마스터에게 전송하는, SoC IC.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 슬레이브 각각은 각각의 버퍼를 포함하고,

대응하는 제어 신호가, 요청 마스터는 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다고 특정 슬레이브에게 나타내는 경우에, 상기 요청 마스터에 의해 상기 특정 슬레이브에 요청된 데이터가 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되고,

상기 요청 데이터는, 상기 대응하는 제어 신호가, 상기 마스터는 상기 요청 데이터를 상기 특정 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다고 상기 특정 슬레이브에 나타낼 때까지, 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되는, SoC IC.

청구항 7

버스 제어기;

슬레이브 버스를 통해 상기 버스 제어기와 상호접속하는 복수의 슬레이브;

마스터 데이터 버스를 통해 상기 버스 제어기와 상호접속하는 복수의 마스터로서, 상기 복수의 마스터 중 제 1 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브 및 상기 복수의 슬레이브 중 제 2 슬레이브에게 요청을 이슈하도록 구성되고, 상기 복수의 마스터 중 제 2 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브에게 요청을 이슈하도록 구성되며, 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브 및 상기 제 2 슬레이브는 데이터에 관한 상기 요청을 수신하고 상기 복수의 마스터 중 제 1 마스터로부터 이슈된 요청에 응답하여 상기 요청 데이터를 동시에 제공하는, 상기 복수의 마스터; 및

요청 데이터를 수신할, 상기 복수의 마스터의 준비상태를 상기 슬레이브에게 나타내고, 상기 버스 제어기에 의해 상기 복수의 슬레이브에게 이슈되는 제어 신호로서, 상기 복수의 슬레이브 중, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터에게 상기 요청 데이터를 전송하는 상기 제 2 슬레이브는, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터가 준비되기를 기다리면서 스톤해야 할 필요 없이, 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브가 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로부터 요청된 데이터를 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로 전송하게 하는, 상기 제어 신호를 포함하는, 전자 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 상기 복수의 마스터 중 1 개 이상이 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않은지를 상기 복수의 슬레이브에 나타내는, 전자 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 상기 복수의 마스터 중 1 개 이상이 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있는지를 상기 복수의 슬레이브에 나타내는, 전자 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

제 1 제어 신호가, 상기 제 1 마스터는 요청된 제 1 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다는 것을 나타내는 경우에, 상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 마스터에 의해 요청된 상기 제 1 데이터를 전송하는 것을 지연시키는, 전자 시스템.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

제 1 제어 신호는 상기 제 2 마스터가 상기 제 2 마스터에 의해 요청된 제 2 데이터를 상기 제 1 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다는 것을 더 나타내고,

상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 제어 신호에 응답하여, 요청된 상기 제 2 데이터를 상기 제 2 마스터에게 전송하는, 전자 시스템.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 슬레이브 각각은 각각의 버퍼를 포함하고,

대응하는 제어 신호가, 요청 마스터는 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다고 특정 슬레이브에게 나타내는 경우에, 상기 요청 마스터에 의해 상기 특정 슬레이브에 요청된 데이터가 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되고,

상기 요청 데이터는, 상기 대응하는 제어 신호가, 상기 마스터는 상기 요청 데이터를 상기 특정 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다고 상기 특정 슬레이브에 나타낼 때까지, 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되는, 전자 시스템.

청구항 13

시스템-온-칩 집적회로 (SoC IC)로서,

기판;

상기 기판에 배치된 버스 제어기;

상기 기판에 또한 배치된 각각의 슬레이브 데이터 버스를 통해 상기 버스 제어기와 상호접속되며, 상기 기판에 배치된 복수의 슬레이브;

상기 기판에 또한 배치된 각각의 마스터 데이터 버스를 통해 상기 버스 제어기와 각각 상호접속되며, 상기 기판에 배치된 복수의 마스터로서, 상기 복수의 마스터 중 제 1 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브 및 상기 복수의 슬레이브 중 제 2 슬레이브에게 데이터 요청을 이슈하도록 구성되고, 상기 복수의 마스터 중 제 2 마스터는 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브에게 요청을 이슈하도록 구성되고, 1 개 이상의 상기 슬레이브는 데이터에 관한 상기 요청을 수신하여 상기 요청 데이터를 제공하도록 구성되는, 상기 복수의 마스터; 및

요청 데이터를 수신할, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터의 준비상태를 상기 슬레이브에게 나타내고, 상기 버스 제어기에 의해 상기 슬레이브에게 이슈되는 제어 신호로서, 상기 복수의 슬레이브 중, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터에게 상기 요청 데이터를 전송하는 상기 제 2 슬레이브는, 상기 복수의 마스터 중 상기 제 1 마스터가 준비되기를 기다리면서 스톤해야 할 필요 없이, 상기 복수의 슬레이브 중 상기 제 1 슬레이브가 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로부터 요청된 데이터를 상기 복수의 마스터 중 상기 제 2 마스터로 전송하게 하는, 상기 제어 신호를 포함하는, SoC IC.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 1 개 이상의 복수의 마스터가 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않은지를 상기 복수의 슬레이브에 나타내는, SoC IC.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 1 개 이상의 마스터가 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있는지를 상기 1 개 이상의 슬레이브에 나타내는, SoC IC.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

제 1 제어 신호가, 상기 제 1 마스터는 요청된 제 1 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다는 것을 나타내는 경우에, 상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 마스터에 의해 요청된 상기 제 1 데이터를 전송하는 것을 지연시키는, SoC IC.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

제 1 제어 신호는 상기 제 2 마스터가 상기 제 2 마스터에 의해 요청된 제 2 데이터를 상기 제 1 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다는 것을 더 나타내고,

상기 제 1 슬레이브는 상기 제 1 제어 신호에 응답하여, 요청된 상기 제 2 데이터를 상기 제 2 마스터에게 전송하는, SoC IC.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 슬레이브 각각은 각각의 버퍼를 포함하고,

대응하는 제어 신호가, 요청 마스터는 상기 요청 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다고 특정 슬레이브에게 나타내는 경우에, 상기 요청 마스터에 의해 상기 특정 슬레이브에 요청된 데이터가 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되고,

상기 요청 데이터는, 상기 대응하는 제어 신호가, 상기 마스터는 상기 요청 데이터를 상기 특정 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있다고 상기 특정 슬레이브에 나타낼 때까지, 상기 특정 슬레이브의 버퍼에서 보유되는, SoC IC.

청구항 19

제 1 마스터로부터 요청된 데이터를 상기 제 1 마스터에 제공하도록, 복수의 슬레이브에게 상기 제 1 마스터로부터의 요청을 이슈하는 단계;

제 2 마스터로부터 요청된 데이터를 상기 제 2 마스터에게 제공하도록, 복수의 슬레이브 중 제 1 슬레이브에게 상기 제 2 마스터로부터의 요청을 이슈하는 단계;

상기 제 1 마스터가 요청했던 데이터를 상기 제 1 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있지 않은 때를 상기 제 1 슬레이브에 나타내는 단계;

상기 제 1 슬레이브로부터 제 1 마스터로의 데이터 전송을 지연시키는 단계; 및

상기 제 1 마스터가 준비되기를 기다리면서 스톤해야 할 필요 없이, 상기 제 1 슬레이브로부터 상기 제 2 마스터로, 상기 제 2 마스터로부터 요청된 데이터를 전송하는 단계를 포함하는, 전자 시스템 내의 데이터 전송 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 나타내는 단계는, 상기 제 1 마스터 및 상기 제 2 마스터가 상기 복수의 슬레이브 각각으로부터 데이터를 수신할 준비가 되어 있는지 여부를 나타내는 제어 신호를 상기 복수의 슬레이브 각각에게 이슈하는 단계를 포함하는, 전자 시스템 내의 데이터 전송 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

명세서

기술 분야

- <1> 본 발명은 일반적으로 SoC (system-on-chip) IC (Integrated circuit)에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 SoC IC 내의 버스 이용률을 개선하는 방법에 관한 것이다.
- <3> 관련 기술의 설명
- <4> SoC (system-on-chip) IC라는 용어는 원하는 모든 기능 및/또는 필요한 기능이 단일 다이 또는 기판 상에 집적되거나 제조되는 시스템을 지칭하는데 사용된다. 이와 같이, 일반적으로, SoC IC는 예를 들어, 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서, 메모리 어레이, 버퍼 등과 같은, 다양한 기능의 회로 블록을 포함한다. 이러한 기능의 회로 블록은 종종 코어라고 지칭된다. 코어들은 이 코어들이 서로 데이터를 교환하는 SoC IC 내의 시스템 버스 및 그 버스와 접속된 임의의 다른 디바이스와 각각 전기적으로 접속되어 있다.
- <5> 더 상세하게는, SoC IC 내에, 또 다른 코어에 액세스 (데이터를 기록하거나 또는 데이터를 판독함) 하라는 요청을 이슈 (issue) 하는 코어는 이니시에이터 (initiator) 코어, 이니시에이터, 또는 버스 마스터로 다양하게 지칭된다. 이니시에이터 또는 마스터가 액세스하기를 원하는 코어, 즉, 기록 데이터를 수신하거나 판독 데이터를 제공하는 코어는 타깃 또는 슬레이브로 지칭된다. 2 개 이상의 코어가 버스에 데이터를 위치시키거나 버스로부터 데이터를 검색하려고 하는 경우에 발생하는 충돌인 버스 경합 (bus contention)을 회피하기 위해, 버스 제어기가 SoC IC 내에 포함되어 있다.
- <6> 통상적으로, 버스 제어기는 어떤 마스터가 임의의 소정의 시간에 슬레이브로의 액세스를 승인받는지를 선택하는 아비터 (arbiter)를 포함한다. 따라서, 오직 하나의 마스터만이 임의의 소정의 액세스 또는 데이터 전송 사이클 내에, 소정의 슬레이브에 액세스하는 것을 보장함으로써, 버스에서의 버스 경합 및 데이터 충돌이 회피된다. 이러한 접근방법은 슬레이브로의 순차적 액세스를 마스터에게 제공하며, 즉, 마스터들은 교대로 슬레이브들에 액세스한다. 이러한 순차적 액세스는 상대적으로 느리고 비효율적이며, 시스템 성능에 악영향을 미칠 수 있다.
- <7> 스위치 매트릭스 타입의 버스 제어기는 종종 버스의 이용률을 증가시키고, 이에 의해, 시스템 성능을 개선시킨다. 각각의 슬레이브 및 각각의 마스터는 각각의 슬레이브 또는 마스터 버스 라인에 의해 스위치 매트릭스 버스 제어기에 접속된다. 따라서, 스위치 매트릭스는 슬레이브에 대한 병렬적인 액세스를 마스터에게 제공하며, 즉, 상이한 마스터는 각각의 상이한 슬레이브로 동시에 액세스할 수 있으며, 그 반대의 경우도 가능하다. 그러나, 버스 경합은 스위치 매트릭스 타입의 버스 제어기의 사용에 의해 완전히 회피되진 않는다. 버스 경합 및/또는 데이터 충돌은, 예를 들어, 하나의 마스터가 2 개 이상의 슬레이브에 액세스하려는 경우에 스위치 매트릭스를 갖는 SoC IC에서 발생할 수 있다. 각각의 마스터가 단일의 대응하는 버스 라인에 의해 스위치 매트릭스에 접속되기 때문에, 데이터 충돌은 단일 요청 마스터의 요청하고/하거나 데이터를 리턴하기 위해 2 개 이상의 슬레이브가 동시에 준비되는 경우에 발생할 수 있다. 또한, 순차적인 요청을 하는 마스터는 응답 또는 완료통지가 요청한 순서와 동일하게 리턴되기를 요구할 수도 있다.
- <8> 마스터 요청의 완료통지 순서를 보장할 뿐 아니라 데이터 충돌을 회피하기 위해, 통상적으로, 스위치 매트릭스는 요청을 지연시키거나 라우팅하는 로직 및/또는, 데이터 또는 응답을 저장하는 요청 큐 (queue) 또는 버퍼를 포함한다. 라우팅 로직은, 앞선 응답이 성공적으로 완료될 때까지 다른 모든 응답을 블록 (block)하거나 지연시킴으로써 단일 세트의 데이터만이 버스에 위치하도록 보장한다. 응답 큐 또는 버퍼는 통상적으로 선입선출 방식으로, 마스터로부터의 다수의 요청을 저장할 수도 있고, 버스가 데이터를 수신할 준비가 되고 슬레이브가 데이터를 버스에 전송하거나 또는 마스터가 그 데이터를 수신할 준비가 될 때까지, 큐에서 데이터를 보유함으로써 데이터 충돌을 회피한다. 응답 큐는, 마스터 요청의 프로그램 순서를 유지하기 위해, 다른 슬레이브가 더 오래된 요청에 대한 응답 또는 리턴 데이터를 전송완료하기를 대기하는 동안, 더 새로운 요청에 대한 응답 또는 데이터를 보유할 수도 있다.
- <9> 그러나, 앞선 요청이 성공적으로 완료될 때까지 1 개 이상의 계류중인 요청을 지연시키거나 큐잉 (queuing) 하

는 것은, 특히 앞선 요청을 완료하는데 걸리는 지연이 요청 데이터를 버스에 위치시킬 준비가 아직 되지 않은 슬레이브 또는 버스로부터 데이터를 수신할 준비가 아직 되지 않은 마스터로 인한 경우에, 버스 용량을 낭비하는 것이다. 이러한 상황에서, 버스는 데이터를 전송하는데 사용되는 것이 아니라, 오히려 데이터 전송을 대기한다. 즉, 이러한 상황에서, 버스는 병목상태가 아니다. 따라서, 버스는, 그 사이에, 다른 코어가 앞선 요청 또는 데이터 전송을 완료하는 것을 시스템이 대기하는 동안에 아이들 상태로 있는 것보다 오히려 가용하고 프로세싱될 준비가 된 데이터를 전송하는데 더 효과적으로 이용될 수 있다.

<10> 따라서, 당업계에는 SoC IC 내의 버스 이용률을 개선하는 방법 및 장치가 필요하다.

요약

<12> 버스 이용률이 개선되고 더 효과적으로 데이터를 전송하는 SoC (system-on-chip) IC (integrated circuit) 가 제공된다. 또한, 버스 이용률 및 데이터 전송을 개선하는 방법이 제공된다.

<13> 일 실시형태에서, 버스 제어기를 갖는 SoC IC 가 제공된다. 버스 제어기와 상호접속된 마스터는 데이터 요청을 이슈하고, 그 요청에 응답하여 요청 데이터를 수신한다. 버스 제어기와 상호접속된 슬레이브는 데이터 요청을 수신하고, 그 요청 데이터를 요청 마스터에게 제공한다. 버스 제어기에 의해 이슈되는 제어 신호는 어떤 마스터가 요청했던 데이터를 슬레이브로부터 수신할 준비가 되어 있지 않은지를 각각의 슬레이브에 나타낸다. 슬레이브는 요청 데이터에 대해 준비되어 있지 않은 임의의 마스터로 데이터를 전송하는 것을 지연시키고, 요청되었던 데이터를 슬레이브로부터 수신할 준비가 된 상이한 마스터에게 데이터를 제공한다.

<14> 슬레이브는, 특정 데이터 전송을 지연시키도록 요구되는 경우에, 다른 데이터를 전송하기 시작할 수 있으며, 이에 의해 버스 이용률 및 데이터 전송 효율을 증가시키고, 버스 경합 및 데이터 충돌을 회피하도록 보조한다.

<15> 또한, SoC IC 의 버스 제어기 내에 저장 버퍼/레지스터에 대한 필요성이 감소할 수도 있고, 버스 제어기의 사이즈 및 전력 소비 또한 감소할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

<17> 전술한 특징 및 이점, 및 이들을 획득하는 방법은 첨부 도면과 함께 일 실시형태의 다음 설명을 참조함으로써 더 명백해지고, 더 잘 이해될 것이다.

<18> 도 1 은 SoC IC 의 일 실시형태의 블록도이다.

<19> 도 2 는 SoC IC 내의 버스 이용률을 개선하는 방법의 일 실시형태를 나타내는 타이밍도이다.

<20> 대응하는 도면 부호는 여러 도면에 걸쳐 대응하는 부분을 나타낸다. 여기에 개시된 예시는, 하나의 형태로, 하나의 바람직한 실시형태를 나타내고, 임의의 방법으로 이 문헌 또는 특허청구범위의 범위를 제한하는 것으로서 해석되어서는 안된다.

발명의 상세한 설명

<22> 이하, 도면들 특히, 도 1 을 참조하면, SoC IC (10) 의 일 실시형태가 도시되어 있다. SoC IC (10) 는 SoC IC (10) 의 모든 회로가 제조된 기판 (12) 을 포함한다. SoC IC (10) 는 다양한 기능을 수행하는 복수의 회로 블록을 포함한다.

<23> 더 상세하게, SoC IC (10) 는 복수의 마스터 (14A, 14B, 14C, ..., 및 14N; 이하, 마스터 (14) 라고 통칭함) 및 복수의 슬레이브 (16A, 16B, 16C, ..., 및 16N; 이하, 슬레이브 (16) 라고 통칭함) 를 포함한다. 마스터 (14) 및 슬레이브 (16) 는 예를 들어, 각각 마이크로프로세서, 메모리 어레이와 같은 종래의 마스터 및 슬레이브 디바이스로 구성된다. 마스터 (14) 는 별도의 대응하는 버스 (22A, 22B, 22C, ..., 및 22N; 이하, 때로는 마스터-제어기 버스 (22) 또는, 간단히 마스터 버스 (22) 라고 지칭함) 를 통해 버스 제어기 (20) 와 각각 상호접속된다. 유사하게, 슬레이브 (16) 는 별도의 대응하는 버스 (24A, 24B, 24C, ..., 및 24N; 이하, 때로는 슬레이브-제어기 버스 (24) 또는 간단히 슬레이브 버스 (24) 라고 지칭함) 를 통해 버스 제어기 (20) 와 각각 상호접속된다. 통상적으로, 마스터 (14) 및 슬레이브 (16) 는 또한, SoC IC (10) 내의 다른 코어들에 대한 다른 버스 또는 신호 라인 (모두 미도시함) 과 상호접속될 수도 있다. 마스터 (14) 는 각각의 마스터 버퍼 (32A, 32B, 32C, ..., 및 32N) 를 바람직하게는 각각 포함하고, 유사하게, 슬레이브 (16) 는 슬레이브 버퍼 (34A, 34B, 34C, ..., 및 34N) 를 바람직하게는 각각 포함한다.

<24> 버스 제어기 (20) 는, 종래의 스위치 매트릭스 탑재의 버스 제어기의 기능을 수행하는 것에 더하여, 제어 신호

(50A, 50B, 50C, ..., 및 50N; 이하, 제어 신호 (50) 라고 통칭함) 를 슬레이브 (16A, 16B, 16C, ..., 및 16N) 로 각각 이슈하는 로직 회로 (40) 를 포함한다. 일반적으로, 제어 신호 (50) 는 데이터를 수신하는 각각의 마스터 (14) 의 준비상태를 슬레이브 (16) 에 나타낸다. 더 상세하게, 제어 신호 (50) 는 마스터 (14) 가 준비되어 특정 슬레이브로부터 데이터를 수신할 수 있는지 여부를 각각의 슬레이브 (16) 에 나타낸다. 따라서, 반대 관점으로부터 제어 신호 (50) 는, 마스터 (14) 가 "비지(busy)"하거나, 그렇지 않으면 요청 데이터를 수신하고/하거나 특정 데이터 전송을 완료할 수 없는 때를 각각의 슬레이브 (16) 에 나타낸다. 제어 신호 (50) 는 공유되거나, 버스 제어기 (20) 로부터 슬레이브 (16) 로 점대점 통신될 수도 있다.

<25> 각각의 제어 신호 (50A, 50B, 50C, ..., 및 50N) 는 마스터 (14) 의 상태 또는 동작 상태에 적어도 부분적으로 의존한다. 마스터 (14) 가 요청한 데이터를 식별된 하나의 슬레이브 (16) 로부터 수신할 준비가 된 경우에, 제어기 (20) 는 요청 데이터를 수신할 요청 마스터 (14) 의 준비상태를 나타내는 대응 제어 신호 (50; 이하, "준비" 제어 신호라고 지칭함) 를 식별된 슬레이브 (16) 에게 이슈한다. 반대로, 예를 들어, 요청 마스터 (14) 가 앞서 요청된 데이터를 상이한 하나의 슬레이브 (16) 로부터 수신하거나, 그렇지 않으면, "비지"한 경우와 같이, 마스터 (14) 가 요청한 데이터를 식별된 하나의 슬레이브 (16) 로부터 수신할 준비가 되지 않은 경우에, 제어기 (20) 는 요청 마스터 (14) 가 앞서 요청된 데이터를 수신할 준비가 되지 않다는 제어 신호 (50; 이하, "준비 안됨" 또는 "비지" 제어 신호라고 지칭함) 를 식별된 슬레이브 (16) 에게 이슈한다.

<26> 제어 신호 (50) 는 단 하나의 슬레이브 (16) 가 단일 요청 마스터를 위한 데이터를 슬레이브-제어 버스 (24) 로 위치시키고, 따라서, 임의의 소정의 관독 사이클 동안에 제어기-마스터 버스 (22) 로 위치시키도록 보장한다.

따라서, 제어 신호 (50) 는, 2 개 이상의 슬레이브 (16) 가 동일한 요청 마스터 (14) 로 전송될 데이터를 제어기 (20) 에게 제공한 경우에, 제어기-마스터 버스 (22) 에서 발생할 수도 있는 데이터 충돌을 회피시킨다.

<27> 또한, 요청 마스터가 요청 데이터를 특정 슬레이브로부터 수신할 준비가 되지 않았다고 나타낸 경우에, 제어 신호 (50) 는 그 슬레이브에게, 만약 준비되어 있다면, 상이한 요청 마스터로의 상이한 데이터 전송을 수행하도록 지시한다. 따라서, 슬레이브는 마스터가 데이터를 수신할 "준비" 가 되도록 대기하면서 아이들 상태에 있지 않는다. 오히려, 슬레이브는 데이터를 수신할 "준비" 가 된 상이한 요청 마스터에게 상이한 데이터를 전송한다. 지연된 데이터 전송 동작을 완료하기를 대기하는 것보다 상이한 데이터 전송 동작을 실행함으로써, 데이터가 버스에 의해 프로세싱되는 효율성 및 이에 의한 버스의 이용률이 개선된다. 또한, 이는 제어기가 버스 경합으로 인해 수용할 수 없을 수도 있는 응답 후에 다른 응답이 블록킹될 수도 있기 때문에, 요청의 모든 레이턴시 (latency) 를 감소시킬 수도 있다.

<28> SoC IC (10) 의 동작 및 SoC IC 내의 버스 이용률을 개선하는 방법을 나타내는 예시적인 데이터 전송 프로세스 가 도 2 에 도시되어 있으며, 이하, 이를 설명한다. 시간 t_0 에서, 마스터 (14A) 는 슬레이브 (16A) 로부터 데이터를 관독하겠다는 요청 MOR0 을 마스터 버스 (22A) 를 통해 버스 제어기 (20) 에게 이슈한다. 또한, 시간 t_0 동안에, 마스터 (14B) 또한 슬레이브 (16A) 로부터 데이터를 관독하겠다는 요청 M1R0 을 마스터 버스 (22B) 를 통해 버스 제어기 (20) 에게 이슈한다. 시간 t_1 에서, 마스터 (14A) 는 슬레이브 (16B) 로부터 데이터를 관독하겠다는 요청 MOR1 을 마스터 버스 (22A) 를 통해 버스 제어기 (20) 에게 이슈한다. 따라서, 2 개의 마스터 (마스터 (14A) 및 14B)) 는 동일한 슬레이브 (슬레이브 (16A)) 로부터 데이터를 요청하고, 하나의 마스터 (마스터 (14A)) 가 2 개의 상이한 슬레이브 (슬레이브 (16A 및 16B)) 로부터 데이터를 요청한다.

<29> 또한, 시간 t_1 에서, 버스 제어기 (20) 는 시간 t_0 에서 슬레이브 (16A) 로부터의 데이터에 대해 마스터 (14A) 에 의해 이슈된 요청 MOR0 을 슬레이브 버스 (24A) 를 통해 슬레이브 (16A) 로 전송한다. 유사하게, 시간 t_2 에서, 버스 제어기 (20) 는 시간 t_0 에서 슬레이브 (16A) 로부터의 데이터에 대해 마스터 (14B) 에 의해 이슈된 요청 M1R0 을 슬레이브 버스 (24A) 를 통해 슬레이브 (16A) 로 전송한다. 또한, 시간 t_2 에서, 버스 제어기 (20) 는 시간 t_1 에서 슬레이브 (16B) 로부터의 데이터에 대해 마스터 (14A) 에 의해 이슈된 요청 MOR1 을 슬레이브 버스 (24B) 를 통해 슬레이브 (16B) 로 전송한다.

<30> 도 2 에 도시된 바와 같이, 초기에 제어 신호 (50A 및 50B) 는 시간 t_0 에서, 예를 들어, "준비" 와 같은 디폴트 값 또는 조건으로 설정되고, 이에 의해, 모든 마스터 (14) 들은 데이터를 수신할 준비가 되어 있다고 나타낸다. 시간 t_3 에서, 버스 제어기 (20) 는 1 개 이상의 세트의 요청 데이터의 전송을 인에이블하도록 제어 신호 (50) 를 이슈하거나 또는 업데이트한다. 더 상세하게는, 제어 신호 (50B) 는, 마스터 (14A) 가 앞서 요청된 데이터를 슬레이브 (16B) 로부터 수신할 준비가 되어 있다고 나타내도록 업데이트된다. 이 예시에서,

제어 신호 (50) 가 "준비" 상태로 초기화되었기 때문에, 제어 신호 (50) 에 대한 어떤 변화도 없다. 반대로, 제어 신호 (50A, 50C, ..., 및 50N) 는 마스터 (14A) 가 데이터를 수신할 준비하느라 "비지"하거나, 데이터를 수신하는 프로세스 중이라고 슬레이브 (16A, 16B, ..., 16N) 각각에 나타내도록 업데이트된다.

<31> 간결화 및 명확화를 위해, 단지 제어 신호 (50a 및 50b) 만이 도 2 에 도시되어 있다. 또한, 동일한 이유로, 당업자가 각각의 제어 신호 (50) 가 실제로 복수의 신호라는 것을 인식하는 경우에도, 도 2 에는 각각의 제어 신호에 관해 단일 신호 라인이 도시되어 있고, 마스터 (14) 에 관한 신호 라인의 관련 조건 및 상태가 기록되어 있다.

<32> 시간 t_4 에서, 슬레이브 (16A 및 16B) 각각은 마스터 (14A) 가 앞서 요청한 데이터를 마스터 (14A) 로 전송할 준비가 되어 있다. 더 상세하게, 시간 t_4 에서, 슬레이브 (16A) 는 요청 MOR0 와 연관된 데이터를 마스터 (14A) 로 전송할 준비가 되어 있고, 슬레이브 (16B) 는 요청 MOR1 과 연관된 데이터를 마스터 (14A) 에게 제공할 준비가 되어 있다. 슬레이브 (16A 및 16B) 모두가 데이터를 마스터 (14A) 에게 제공할 준비가 되어 있는 경우에도, 전술한 바와 같이, 슬레이브 (16B) 에는 제어기 (20) 에 의해 이슈되는 제어 신호 (50) 에 의해 우선 순위가 주어진다. 특히, 임의의 소정의 판독 사이클에서 데이터를 단일 마스터 (14) 에게 제공할 준비가 되어 있는 슬레이브 (16) 간의 상대적 우선 순위는 당업자에게 공지된 임의의 원하거나 또는 바라는 방법에 따라 미리 결정된다. 예를 들어, 우선 순위는 임의로 확립되거나, 특정 회로 또는 애플리케이션의 관점에서 특정 슬레이브가 제공할 수도 있는 데이터의 예측되거나 기대되는 중요도에 따라 확립되거나 또는 임의의 다른 원하는 기준에 의해 확립된다.

<33> 슬레이브 (16A) 는 시간 t_4 에서 요청 MOR0 과 연관된 데이터를 마스터 (14A) 로 리턴하려고 하지만, 상술한 바와 같이, 마스터 (14A) 가 "비지"하다고 슬레이브 (16A) 에 나타내는 제어 신호 (50A) 에 의해 전송하려고 하는 것이 배제된다. 종래의 SoC IC 시스템에서는, 슬레이브 (16A) 가 데이터를 마스터 (14A) 로 리턴하려고 하는 경우에, 제어기 (20) 가 리턴되는 데이터를 버퍼링하라고 요구하는, 마스터 버스 (22A) 에서의 데이터 충돌 또는, 슬레이브 (16A) 가 요청 MOR0 와 연관된 데이터의 마스터 (14A) 로의 전송을 완료할 때까지, 모든 다른 요청 데이터의 임의의 마스터 (14) 로의 전송을 지연시키는 슬레이브 (16A) 에서의 데이터 충돌을 유발시킨다. 반대로, 이하, 더 상세하게 설명하는 바와 같이, 슬레이브 (16A) 는 다른 요청 데이터를 다른 요청 마스터 (14) 로 전송하고, 이에 의해, 버스 (22 및 24) 를 더 효과적으로 이용할 수 있으며, 더 효과적인 데이터 전송을 달성한다.

<34> 시간 t_4 에서, 슬레이브 (16B) 는 요청 MOR1 과 연관된 데이터의 마스터 (14A) 로의 전송을 개시한다. 이 데이터 전송은, 시간 t_3 에서 마스터 (14A) 가 슬레이브 (16B) 로부터 데이터를 수신할 "준비" 가 되어 있다고 나타내도록 제어 신호 (50B) 를 설정하고, 마스터 (14A) 가 "비지"하여 슬레이브 (16A, 16C, ..., 및 16N) 로부터 데이터를 수신할 준비가 되어 있지 않다고 나타내도록 제어 신호 (50A, 50C, ..., 및 50N) 를 설정하는 제어기 (20) 에 의해, 적어도 부분적으로 인에이블된다. 요청 MOR1 과 연관된 데이터는 시간 t_4 으로부터 시간 t_6 까지, 슬레이브 (16B) 로부터 슬레이브 버스 (24B) 를 통해 버스 제어기 (20) 로 리턴되고, 버스 제어기 (20) 로부터 마스터 버스 (22A) 를 통해 마스터 (14A) 로 리턴된다.

<35> 전술한 데이터 전송 방법에서, 즉, 일반적으로, 슬레이브 (16) 로부터 대응하는 슬레이브 버스 (24) 를 통해 버스 제어기 (20) 까지, 및 버스 제어기 (20) 로부터 대응하는 마스터 버스 (22) 를 통해 마스터 (14) 까지, 버스 제어기 (20) 는 본질적으로 마스터와 슬레이브 간의 접속을 간단히 확립하는 스위치 매트릭스와 같이 동작한다.

전송될 데이터는 제어기 (20) 에 저장되기보다 슬레이브 (16) 의 버퍼 (34) 에 또는 그 내에 계속 저장된다.

따라서, 버스 제어기 (20) 내의 버퍼 또는 저장 레지스터에 관한 필요성이 실질적으로 감소한다. 따라서, 버스 제어기 (20) 는 사이즈가 감소할 수 있으며, 상당히 많은 버퍼/저장 레지스터를 요구하는 종래의 버스 제어기보다 덜 전력을 소비할 수 있다.

<36> 전술한 바와 같이, 요청 마스터 (14) 가 데이터를 수신할 "준비"가 될 때까지 슬레이브 (16) 및 버스 (22 및/또는 24) 의 일부가 아이들 상태로 있게 하는 것보다 오히려, 여기에서 설명하는, SoC IC 내의 버스 이용률을 개선한 SoC IC (10) 및 그 방법은 슬레이브가 다른 요청 데이터를 다른 요청 마스터 (14) 로 전송할 수 있게 하고, 이에 의해 버스 (22 및 24) 를 더 효율적으로 이용하고, 더 효율적인 데이터 전송을 달성한다. 이러한 양태는, 마스터 (14A) 가 지연된 요청 MOR0 과 연관된 데이터를 수신할 준비가 될 때까지 모든 데이터의 전송을 지연시키기보다, 시간 t_5 에서, 슬레이브 (16A) 가 요청 M1R0 과 연관된 데이터를 마스터 (14B) 에 전송하

기 시작하는 경우에 대해, 도 2 에 나타내었다. 요청 M1R0 와 연관된 데이터 전송은 마스터 (14A) 가 "비지"한 경우에도, 마스터 (14B) 가 데이터를 수신할 "준비" 가 되어 있다고 슬레이브 (16A) 에 나타내는 제어 신호 (50A) 에 의해 인에이블된다.

<37> 따라서, 시간 t_4 에서, 슬레이브 (16A) 로부터 마스터 (14A) 로의 데이터 전송을 지연시키고, 시간 t_5 에서, 마스터 (14B) 로의 데이터 전송을 시작하도록 슬레이브 (16A) 를 인에이블함으로써, 시간 t_4 에서, 마스터-제어기 버스 (22A) 에서의 데이터 충돌이 회피되고, 시간 t_4 에서, 마스터-제어기 버스 (22A) 및 슬레이브-제어기 버스 (24A) 의 이용률은 증가하고, 이에 의해 데이터 전송 효율이 증가한다.

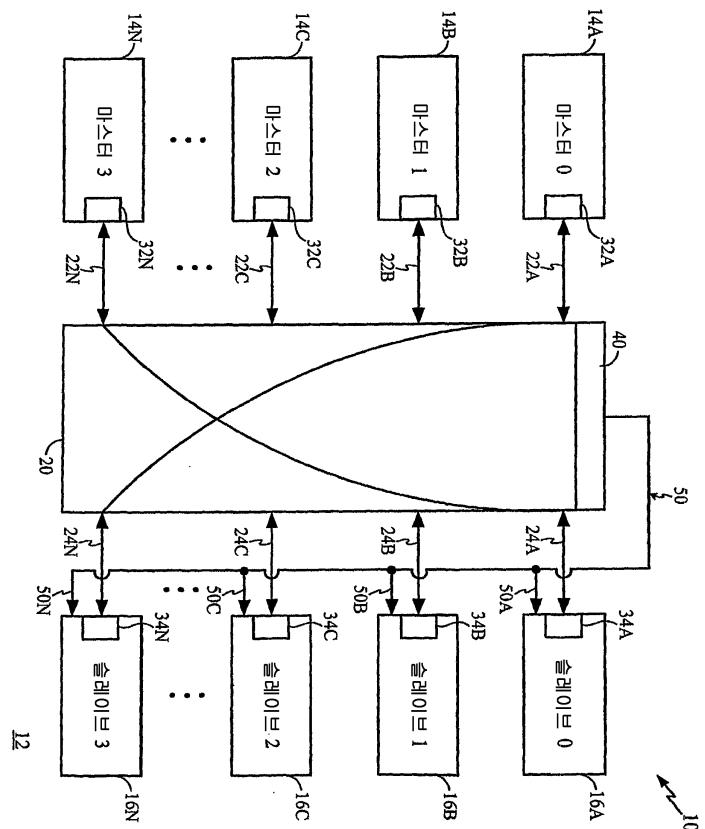
<38> 시간 t_9 에서, 슬레이브 (16A) 는 요청 M1R0 와 연관된 데이터의 마스터 (14B) 로의 전송을 완료한다. 따라서, 시간 t_{10} 에서, 제어 신호 (50) 는, 마스터 (14B) 가 일단 다시 데이터를 수신할 "준비"가 되어 있다고 슬레이브 (16) 에 나타내도록 제어기 (20) 에 의해 업데이트된다 (도 2 에는 미도시). 설명한 예시에서, 더 이상 데이터가 마스터 (14B) 로 전송되지 않는다.

<39> 시간 t_6 에서, 슬레이브 (16B) 는 요청 M0R1 과 연관된 데이터의 마스터 (14A) 로의 전송을 완료한다. 따라서, 시간 t_7 에서, 제어 신호 (50) 는 마스터 (14A) 가 일단 다시 데이터를 수신할 "준비"가 되어 있다고 슬레이브 (16) 에 나타내도록 제어기 (20) 에 의해 업데이트된다. 시간 t_8 에서, 제어 신호 (50) 는 마스터 (14A) 가 일단 다시 데이터를 수신할 준비가 되어 있거나 또는 데이터를 수신 중에 있다고 나타내도록 제어기 (20) 에 의해 다시 업데이트된다. 더 상세하게, 시간 t_8 에서, 제어 신호 (50) 는, 마스터 (14A) 가 요청 M0R0 에 연관된 데이터를 수신할 "준비"가 되어 있다고 제어 신호 (50A) 가 슬레이브 (16A) 에 나타내도록 제어기 (20) 에 의해 업데이트되고, 제어 신호 (50B, 50C, ..., 및 50N) 는 마스터 (14A) 가 "비지"하다고 나타내도록 업데이트된다. 그 다음, 시간 t_9 에서, 요청 M0R0 와 연관된, 슬레이브 (16A) 로부터 마스터 (14A) 로의 데이터 전송이 시작된다.

<40> 이상, 바람직한 설계를 참조하여 설명하였지만, 바람직한 설계는 본 발명의 사상 또는 범위 내에서 더 변형될 수 있다. 따라서, 본 출원은 여기에 개시된 일반적인 원리를 사용한 바람직한 설계의 임의의 변형, 사용 또는 응용을 포함한다. 또한, 본 출원은 관련 분야에서의 공지 또는 종래 기술 내에서 도출하고, 첨부한 특허 청구 범위의 제한 내인, 본 발명으로부터의 변경예를 포함한다.

도면

도면1



도면2

