



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월23일
(11) 등록번호 10-1036275
(24) 등록일자 2011년05월16일

(51) Int. Cl.

G06F 1/28 (2006.01) G06F 1/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0008549

(22) 출원일자 2009년02월03일

심사청구일자 2009년02월03일

(65) 공개번호 10-2010-0089345

(43) 공개일자 2010년08월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR100688102 B1

KR1019990076908 A

US5630145 A

KR100626769 B1

전체 청구항 수 : 총 27 항

(73) 특허권자

서울대학교산학협력단

서울 관악구 신림동 산 56-1

(72) 발명자

장래혁

서울시 서초구 방배동 1308번지 대우효령아파트
105동 701호

조영진

서울시 강남구 개포동 주공아파트 403동 406호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이지

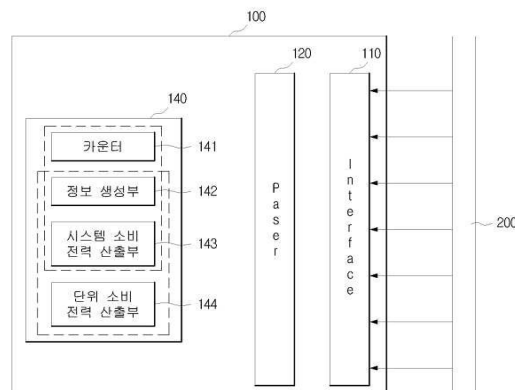
심사관 : 권오성

(54) 동작 모니터링 유닛 및 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템의 소비 전력 추정 방법

(57) 요약

동작 모니터링 유닛 및 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템의 소비 전력 추정 방법이 개시된다. CPU 및 디바이스를 포함하는 시스템(System)에서 소비되는 전력을 온 칩 버스(on-chip Bus)에 연결된 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 이용하여 추정하는 방법에 있어서, 온 칩 버스에서 CPU 및 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-명령 신호는 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함을 모니터링(monitoring)하는 단계; 및 식별 정보 및 명령 신호에 따른 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 명령 신호에 따른 동작이 디바이스 또는 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계를 포함하는 시스템의 소비 전력 추정 방법은, 시스템에서 소비되는 전력의 추정의 오차를 크게 줄여, 시스템에서 소비되는 전력의 정확한 추정이 가능하다.

대표도 - 도2a



(72) 발명자

김영현

경기도 안양시 만안구 안양2동 834-1

박상용

서울시 서초구 방배3동 임광아파트 15동 105호

김지훈

대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 404동 304호

특허청구의 범위

청구항 1

CPU 및 디바이스를 포함하는 시스템(System)에서 소비되는 전력을 온 칩 버스(on-chip Bus)에 연결된 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 이용하여 추정하는 방법에 있어서,

상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitring)하는 단계; 및

상기 식별 정보 및 상기 명령 신호에 따른 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 따른 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계를 포함하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는,

상기 명령 신호에 포함된 상기 식별 정보를 이용하여,

상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위 동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 단계; 및

상기 상태 정보, 상기 상태 천이 정보, 상기 상태 정보에 상응하는 정적(static) 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적(dynamic) 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 따른 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출되되,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 단계를 더 포함하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 상기 명령 신호에 포함된 상기 식별정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위 동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 단계; 및

상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수 및 상기 상태 정보 별 상기 디바이스 또는 상기 CPU가 상기 상태에 머무르는 시간을 카운트 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태

에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 단계를 더 포함하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개인 것을 특징으로 하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 상태 정보 및 상기 상태 천이 정보를 생성하는 단계는

상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 수행되는 것을 특징으로 하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 명령 신호를 모니터링하는 단계 이후에,

상기 명령 신호를 파싱(parsing)하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 디바이스는 메모리 장치인 것을 특징으로 하는 시스템의 소비 전력 추정 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 시스템의 소비 전력 추정 방법을 수행하기 위해 디지털 처리 장치에 의해 실행될 수 있는 명령어들의 프로그램이 유형적으로 구현되어 있으며, 상기 디지털 처리 장치에 의해 판독될 수 있는 프로그램이 기록된 기록매체.

청구항 10

CPU, 디바이스 및 온 칩 버스를 포함하는 시스템(System)의 소비 전력을 추정하는 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)에 있어서,

상기 온 칩 버스에 연결되며, 상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitoring)하는 온 칩 버스 인터페이스;

상기 명령 신호, 상기 식별 정보 및 상기 명령 신호에 따른 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 상응하는 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 제어부를 포함하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 제어부는,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부; 및

상기 복수개의 명령 신호 각각에 상응하는 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 식별 정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부;

상기 상태 정보, 상기 상태 천이 정보, 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 단위 소비 전력 산출부는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하고,

상기 제어부는,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 제어부는,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 상기 식별정보를 이용하여 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부;

상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수 및 상기 상태 정보 별 상기 디바이스 또는 상기 CPU가 상기 상태에 머무르는 시간을 카운트 하는 카운터; 및

상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징

으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 15

제12항 또는 제14항에 있어서,

상기 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개인 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 16

제12항 또는 제14항에 있어서,

상기 정보 생성부는

상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 명령 신호를 상기 동작 모니터링 유닛에서 처리 할 수 있는 형태로 파싱하는 파서(Parser)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 디바이스는 메모리 장치인 것을 특징으로 하는 동작 모니터링 유닛.

청구항 19

온 칩 버스에 연결된 CPU, 디바이스 및 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 포함하는 시스템(System)에 있어서,

상기 동작 모니터링 유닛은,

상기 온 칩 버스에 연결되며, 상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitoring)하는 온 칩 버스 인터페이스를 포함하고,

상기 CPU는,

상기 명령 신호, 상기 식별 정보 및 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 상응하는 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 제어부는,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부; 및

상기 복수개의 명령 신호 각각에 상응하는 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 동작 모니터링 유닛은,

상기 식별 정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부를 더 포함하며,

상기 제어부는,

상기 상태 정보, 상기 상태 천이 정보, 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 단위 소비 전력 산출부는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하고,

상기 제어부는,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 명령 신호는 복수개이며,

상기 동작 모니터링 유닛은,

상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 상기 식별정보를 이용하여 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부; 및

상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수 및 상기 상태 정보 별 상기 디바이스 또는 상기 CPU가 상기 상태에 머무르는 시간을 카운트 하는 카운터를 더 포함하고,

상기 제어부는

상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태

에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 24

제21항 또는 제23항에 있어서,

상기 정보 생성부에서 상기 명령 신호 하나에 대하여 생성하는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개인 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 정보 생성부는

상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 26

제19항에 있어서,

상기 동작 모니터링 유닛은,

상기 명령 신호를 상기 동작 모니터링 유닛에서 처리 할 수 있는 형태로 파싱하는 파서(Parser)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

청구항 27

제19항에 있어서,

상기 디바이스는 메모리 장치인 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 동작 모니터링 유닛 및 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템의 소비 전력 추정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 컴퓨터 및 반도체 관련 기술의 비약적인 발전에 따라, 전자 기기 특히 퍼스널 컴퓨터의 소형화 및 휴대화가 급속도로 진행되고 있다. 이와 함께, 마이크로 프로세서의 처리 속도 향상 및 저소비 전력화가 매우 중요한 과제로 부상하고 있다. 저소비 전력화의 과제를 해결하기 위해서는 무엇보다도 시스템 설계 시 소비 전력을 정확하게 추정하는 것이 우선 되어야 한다. 이와 같이, 소비 전력 추정은 시스템에서 수행되는 동작의 측정만큼 디지털 시스템을 디자인 하는데 있어서, 가장 중요한 고려 요소 중 하나 이다.

[0003] 종래의 경우, CPU의 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 통하여 시스템에

서 소비되는 전력을 추정하였다. 이와 같이 CPU의 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛을 통한 시스템의 소비 전력 추정 방법은, CPU로 출입되는 명령 신호를 통하여 시스템에서 소비되는 전력을 추정한다. 즉, CPU에서 각종 디바이스로 명령 신호를 전달하는 경우, 그 명령 신호의 개수를 카운트하고 미리 저장된 명령 신호에 따른 소비 전력의 값을 이용하여 시스템에서 소비되는 전력을 추정하였다.

[0004] 그러나, 이러한 방법의 경우 CPU 내부에 위치한 동작 모니터링 유닛에 의하여 명령 신호를 분석하여 소비 전력을 추정하기 때문에, CPU의 도움 없이 각각의 디바이스가 특정 동작을 수행하는 경우, 이러한 동작에 의하여 소비되는 전력의 값을 추정하지 못하여 정확한 추정이 이루어지기 힘들었다.

[0005] 또한, CPU에서 각종 디바이스로 명령 신호를 전달할 때, 같은 동작을 수행하도록 하는 명령 신호라고 하더라도 그 명령 신호가 전달되는 디바이스의 종류에 따라 상이한 전력 값이 소비되는 것을 반영하지 못하여 소비되는 전력의 값을 추정하지 못하여 정확한 추정이 이루어지기 힘들었다. 명령 신호에 따른 동작을 기준으로 소비 전력을 측정하기에, 그 명령 신호가 어떠한 디바이스로 전달될지에 대하여 고려하지 않게 되어 정확한 소비 전력의 측정이 불가능한 것이다.

[0006] 실제 시스템에서 같은 명령 신호가 같은 디바이스로 전달되는 경우라고 하더라도, 그 명령 신호가 디바이스로 전달되는 순서에 따라서도 소비되는 전력의 값은 상이할 수 있다. 같은 명령 신호가 전달되더라도, 현재 그 디바이스의 상태에 따라 소비되는 전력의 값이 상이하기 때문이다. 그러나, 종래 CPU 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템 소비 전력의 추정 방법은, 디바이스 상태를 반영할 수 없어, 정확한 소비 전력의 측정이 불가능하다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 온 칩 버스에 연결된 동작 모니터링 유닛을 통하여 시스템에서 소비되는 전력을 추정하는 방법 및 그 방법을 수행하는 동작 모니터링 유닛을 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명 또 다른 목적은 실제 디바이스의 동작을 가상으로 시뮬레이션 하여 그 결과를 시스템 소비 전력 측정에 이용함으로써, 보다 정확한 시스템의 소비 전력 측정이 가능한, 시스템에서 소비되는 전력을 추정하는 방법 및 그 방법을 수행하는 동작 모니터링 유닛을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, CPU 및 디바이스를 포함하는 시스템(System)에서 소비되는 전력을 온 칩 버스(on-chip Bus)에 연결된 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)가 추정하는 방법에 있어서, 상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitring)하는 단계; 및 상기 모니터링한 명령 신호에 포함된 상기 식별 정보 및 상기 명령 신호의 종류에 따라 미리 저장되어 있는 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 따른 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계를 포함하는 시스템의 소비 전력 추정 방법이 제공된다.

[0010] 이 때, 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는, 상기 명령 신호에 포함된 상기 식별 정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 단계; 및 미리 저장되어 있는 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 따른 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출되며, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계는 상기 복수개의 명령 신호 각각

에 대하여, 상기 명령 신호에 포함된 상기 식별정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 단계; 및 생성된 상기 상태 정보 별 상기 상태에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수를 카운트하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하고, 미리 저장되어 있는 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 미리 저장 되어 있는 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개 일 수 있으며, 상기 상태 정보 및 상기 상태 천이 정보를 생성하는 단계는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보를 생성할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 명령 신호를 모니터링하는 단계 이후에, 상기 명령 신호를 파싱(parsing)하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 상기 디바이스는 메모리 장치일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, CPU, 디바이스 및 온 칩 버스를 포함하는 시스템(System)의 소비 전력을 추정하는 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)에 있어서, 상기 온 칩 버스에 연결되며, 상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitoring)하는 온 칩 버스 인터페이스; 상기 디바이스 또는 상기 CPU가 소비하는 명령 신호 별 소비 전력 값을 상기 명령 신호에 상응하게 저장하고 있는 저장부; 상기 명령 신호 및 상기 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 상응하는 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 제어부를 포함하는 동작 모니터링 유닛이 제공된다.

[0015] 또한, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 제어부는, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부; 및 상기 복수개의 명령 신호 각각에 상응하는 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제어부는, 상기 명령 신호에 포함된 상기 식별 정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부; 상기 상태 정보, 상기 상태 천이 정보, 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부를 포함하고, 상기 저장부는 상기 정적 소비 전력 값 및 상기 동적 소비 전력 값을 저장할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 단위 소비 전력 산출부는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하고, 상기 제어부는, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 더 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 제어부는, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 상기 명령 신호에 포함된 상기 식별정보를 이용하여 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부; 상기 상태 정보 별 상기 상태에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수를 카운트 하는 카운터; 및 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태 정보의 개수 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함하고, 상기 저장부는, 상기 정적 소비 전력 값 및 상기 동적 소비 전력 값을 저장할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개일 수 있으

며, 상기 정보 생성부는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보를 생성할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 명령 신호를 상기 동작 모니터링 유닛에서 처리 할 수 있는 형태로 변환하는 파서(Parser)를 더 포함할 수 있으며 상기 디바이스는 메모리 장치일 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 온 칩 버스에 연결된 CPU, 디바이스 및 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 포함하는 시스템(System)에 있어서, 상기 동작 모니터링 유닛은, 상기 온 칩 버스에 연결되며, 상기 온 칩 버스에서 상기 CPU 및 상기 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호-상기 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함함-를 모니터링(monitoring)하는 온 칩 버스 인터페이스를 포함하고, 상기 CPU는, 상기 명령 신호, 상기 식별 정보 및 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 상기 명령 신호에 상응하는 동작이 상기 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 소비 전력 추정을 위한 시스템이 제공된다.

[0022] 여기서, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 제어부는, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부; 및 상기 복수개의 명령 신호 각각에 상응하는 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함 할 수 있으며, 상기 동작 모니터링 유닛은, 상기 식별 정보를 이용하여, 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부를 더 포함하며, 상기 제어부는, 상기 상태 정보, 상기 상태 천이 정보, 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출하는 단위 소비 전력 산출부를 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 단위 소비 전력 산출부는 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상기 단위 소비 전력 값을 산출하고, 상기 제어부는, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 상기 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 상기 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 더 포함하거나, 상기 명령 신호는 복수개이며, 상기 동작 모니터링 유닛은, 상기 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 상기 식별정보를 이용하여 상기 명령 신호가 전달되는 상기 디바이스 또는 상기 CPU가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 상기 디바이스 또는 상기 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성하는 정보 생성부; 및 상기 상태 천이 정보 별 상기 상태 천이 정보의 개수 및 상기 상태 정보 별 상기 디바이스 또는 상기 CPU가 상기 상태에 머무르는 시간을 카운트 하는 카운터를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상기 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값, 상기 상태에 머무르는 시간 및 상기 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 상기 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 상기 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출하는 시스템 소비 전력 산출부를 포함할 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 정보 생성부에서 상기 명령 신호 하나에 대하여 생성하는 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보는 복수개일 수 있으며, 상기 정보 생성부는 상기 명령 신호가 전달되는 상기 CPU 또는 상기 디바이스가, 상기 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상기 상태 정보 또는 상기 상태 천이 정보를 생성할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 동작 모니터링 유닛은, 상기 명령 신호를 상기 동작 모니터링 유닛에서 처리 할 수 있는 형태로 파싱하는 파서(Parser)를 더 포함할 수 있으며, 상기 디바이스는 메모리 장치일 수 있다.

효 과

[0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 온 칩 버스에 연결된 동작 모니터링 유닛을 통하여 시스템에서 소비되는 전력을 추정하는 방법 및 그 방법을 수행하는 동작 모니터링 유닛을 통하여 소비 전력을 추정함으로써, 시스템에서 소비되는 전력의 추정의 오차를 크게 줄여, 시스템에서 소비되는 전력의 정확한 추정이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 본 명세서에서 어떤 구성요소로부터 다른 구성요소로 "입력된다"거나 "전달된다" 등으로 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접 입력되거나 또는 직접 전달될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소를 거쳐 입력되거나 또는 전달될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에 어떤 구성요소로부터 다른 구성요소에 "직접 입력된다"거나 "직접 전달된다" 라고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소를 거치지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 이하, 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 포함하는 시스템의 구조를 살펴본다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 포함하는 시스템의 구조를 나타낸 예시도 이다.
- [0032] 본 실시예에 따른 시스템은, 복수개의 디바이스(401, 402, 403, ..., 40n, 이하 400으로 칭함), 온 칩 버스(on chip bus, 200), CPU(300) 및 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit, 100)을 포함한다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 시스템에 포함된 온 칩 버스(200)는, CPU(300) 및 복수개의 디바이스(400)들 간에 명령 신호가 상호 교환되는 공통의 통로이다. 즉, 명령 신호가 온 칩 버스(200)에서 CPU(300)와 디바이스(400) 간에 상호 교환되거나 각각의 디바이스(400) 간에 상호 교환된다.
- [0034] 또한, 본 실시예에 따른 온 칩 버스(200)에 연결되어 있는 동작 모니터링 유닛(100)은, 온 칩 버스(200)에서 교환되는 명령 신호를 모니터링(monitoring)하여, 복수개의 디바이스(400) 또는 CPU(300)에서 소비하는 전력을 추정할 수 있다.
- [0035] 종래의 CPU(300) 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛도 역시나 시스템에서 소비하는 전력을 추정할 수 있었으나, CPU(300) 내부에 포함되어 있었기에 CPU(300)에서 전달하는 명령 신호만을 기준으로 전력을 추정하여 시스템에서 소비하는 전력의 추정 값에 오차가 컸다. 이는, 시스템에서 소비되는 전력 중에는 CPU(300)에서 전달하는 명령 신호에 따른 동작이 수행됨에 따라 소비되는 전력 이외에도, 디바이스(400) 상호간에 전달되는 명령 신호에 따른 동작이 수행되어 소비되는 전력 그리고 특정 동작을 수행하지 않더라도 각각의 디바이스(400)가 기본적으로 어떠한 상태에 머무르는 중에 소비하는 전력 등이 있기 때문이다.
- [0036] 종래 시스템의 경우 동작 모니터링 유닛(100)이, CPU(300) 내부에 포함되나, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(100)은 도 1에 도시된 바와 같이 CPU(300)의 외부 온 칩 버스(200)와 연결되어 시스템에 포함될 수 있다. 물론, 본 실시예에 따른 시스템에는 CPU(300)의 외부에 온 칩 버스(200)와 연결된 동작 모니터링 유닛(100) 이외에도 CPU(300) 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛을 더 포함할 수 있다. 이와 같이, CPU(300) 내부에 포함된 동작 모니터링 유닛을 이용하여 CPU(300)에서 소비하는 전력을 추정할 수 있음은 물론이다.
- [0037] 도 1에 도시된 복수개의 디바이스(400)는 각종 메모리 장치일 수 있으며, DDR SDRAM, NOR Flash 및 NAND Flash

등 본 발명의 목적 범위 내에서 다양한 장치가 이에 포함될 수 있다.

- [0038] 전술한 바와 같이, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛은 도 1에 도시된 바와 같이, CPU(300)의 내부가 아닌 외부에 온 칩 버스(200)와 연결되어 있어, 보다 정확하게 시스템 전체에서 소비되는 전력 값을 추정할 수 있게 된다.
- [0039] 이하, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛의 구조를 통하여 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛이 시스템에서 소비되는 전력 값을 추정하는 원리에 대하여 살펴보고자 한다.
- [0040] 먼저, 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(PMU)의 구조를 나타낸 구조도 이다.
- [0041] 도 2a에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(100)은, 온 칩 버스 인터페이스(110), 파서(parser, 120) 및 제어부(140)를 포함한다. 이때, 제어부(140)는 카운터(counter, 141), 정보 생성부(142), 시스템 소비 전력 산출부(143) 및 단위 소비 전력 산출부(144)를 포함할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 제1 실시예에 따른 제어부(140)는 단위 소비 전력 산출부(144) 및 시스템 소비 전력 산출부(143)를 포함하고, 제2 실시예에 따른 제어부(140)는 단위 소비 전력 산출부(144), 시스템 소비 전력 산출부(143) 및 정보 생성부(142)를 포함하며, 본 발명의 제3 실시예에 따른 제어부(140)는 시스템 소비 전력 산출부(143), 정보 생성부(142) 및 카운터(141)를 포함할 수 있다.
- [0043] 온 칩 버스 인터페이스(110)는, 온 칩 버스(200)에 연결되며, 온 칩 버스(200)에서 CPU 및 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호를 모니터링(monitoring)한다. 즉, 온 칩 버스에서 CPU 및 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호를 모니터링 하여, 동작 모니터링 유닛(100)으로 입력시킨다.
- [0044] 이 때, 온 칩 버스 인터페이스(110)가 모니터링하는 명령 신호는 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함한다. 본 실시예에 따르면, 식별 정보는 명령 신호는 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU의 종류 정보를 포함할 수 있다.
- [0045] 본 실시예에 따른 명령 신호에는 디바이스 선택 신호, read/ write 신호 등 본 발명의 목적 범위 내에서 특정 동작의 수행을 지시하는 신호라면 모두 포함될 수 있으며, 디바이스 오프셋 어드레스, 버스트(burst) 또는 단일 접속(single access) 식별자, 버스트의 길이 등에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0046] 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(100)은 파서(120)를 포함할 수 있다. 파서(parser, 120)는 온 칩 버스 인터페이스(110)에서 모니터링한 명령 신호를 동작 모니터링 유닛(100)에서 처리 가능한 형태로 파싱하여, 동작 모니터링 유닛(100)의 시스템 소비 전력 추정을 보다 빠른 속도로 처리하게 돕는다.
- [0047] 전술한 바와 같이, 명령 신호에 디바이스 또는 CPU를 식별하기 위한 식별 정보가 포함되어 있기 때문에, 제어부(140)는 명령 신호 별로 저장되어 있는 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 온 칩 버스 인터페이스(110)에서 모니터링한 명령 신호에 따른 동작을 디바이스 또는 CPU가 수행하는 경우 소비하게 되는 단위 소비 전력의 값을 산출해 낼 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 제1 디바이스로 전달되어 제1 디바이스가 'WRITE'동작을 수행하도록 명령하는 제1 명령 신호를 온 칩 버스 인터페이스(110)에서 모니터링한 경우, 제어부(140)는 제1 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 소비되는 전력 즉, 제1 명령 신호에 상응하는 소비 전력 값에 대한 정보를 얻는다. 그리고, 제어부(140)는 제1 명령 신호가 제1 디바이스로 전달되어 'WRITE'동작이 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력을 산출할 수 있다.
- [0049] 이때, 제어부(140)는 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 이용함으로써, 같은 'WRITE'동작을 수행하도록 명령하는 명령 신호라고 하더라도, 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 무엇인지를 반영하여, 이에 따라 상이한 단위 소비 전력 값을 산출할 수 있다.
- [0050] 이와 같이, 본 실시예에 따른 제어부(140)는 식별 정보를 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출함에 따라, 명령 신호가 전달되는 CPU 또는 디바이스의 종류 및 명령 신호에 따라 수행되는 동작에 따라 소비되는 단위 소비 전력의 값이 상이해지는 시스템의 전력 소비 경향을 정확하게 반영할 수 있다. 이에 따라, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템의 소비 전력 값 추정이 보다 정확해 질 수 있다.
- [0051] 제어부(140)는 전술한 바와 같이, 명령 신호 및 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 명령 신호에 상응하는 동작이 디바이스 또는 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출한다.

- [0052] 이때 제어부(140)는 실시예에 따라, 제1 실시예에 따르면, 단위 소비 전력 산출부(144) 및 시스템 소비 전력 산출부(143)를, 제2 실시예에 따르면, 단위 소비 전력 산출부(144), 시스템 소비 전력 산출부(143) 및 정보 생성부(142)를, 제3 실시예에 따르면, 정보 생성부(142), 시스템 소비 전력 산출부(143) 및 카운터(141)를 포함할 수 있다.
- [0053] 먼저, 제1 실시예에 따른 제어부(140)의 구성에 대하여 살펴본다.
- [0054] 제1 실시예에 따른 제어부(140)에 포함된 단위 소비 전력 산출부(144)는 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU에서 소비되는 단위 소비 전력을 산출하는데, 온 칩 버스 인터페이스(110)가 모니터링한 명령 신호가 복수개인 경우, 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 단위 소비 전력 값을 산출한다.
- [0055] 또한, 제1 실시예에 따른 제어부(140)에 포함된 시스템 소비 전력 산출부(143)는 복수개의 명령 신호 각각에 상응하는 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출한다.
- [0056] 즉, 제1 실시예에 따르면 모니터링한 복수개의 명령 신호 각각에 대하여, 그 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 단위 소비 전력 산출부(144)에서 산출하고, 시스템 소비 전력 산출부(143)는 이렇게 산출된 복수개의 명령 신호에 상응하는 단위 소비 전력 값들을 더하여 시스템 소비 전력을 산출한다.
- [0057] 제1 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(100)은, 시스템의 온 칩 버스에서 교환되는 명령 신호를 모두 온 칩 버스 인터페이스(110)에서 모니터링하여, 단위 소비 전력 산출부(144)가 명령 신호 각각에 대한 단위 소비 전력 값을 산출하고, 시스템 소비 전력 산출부(143)가 이들을 모두 합산하는 과정을 통하여 시스템(100)에서 소비되는 전력의 값을 추정할 수 있다.
- [0058] 다음으로, 제2 실시예에 따른 제어부(140)의 구성을 살펴보도록 한다.
- [0059] 제2 실시예에 따른 제어부(140)는 전술한 바와 같이, 단위 소비 전력 산출부(144), 정보 생성부(142) 및 시스템 소비 전력 산출부(143)를 포함할 수 있다.
- [0060] 제2 실시예에 따른 정보 생성부(142)는, 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여, 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 디바이스 또는 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다.
- [0061] 정보 생성부(142)는 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 무엇인지를 구분하고, 이에 따라 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가, 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 거치게 되는 상태를 나타내는 상태 정보 및 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하게 되는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다.
- [0062] 이때, 정보 생성부(142)는 명령 신호가 전달되는 CPU 또는 디바이스가, 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성한다.
- [0063] 즉, 정보 생성부(142)는 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 무엇인지를 구분하고, 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 실제로 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것과 같은 과정을 가상으로 시뮬레이션 하게 된다. 그리고, 이러한 가상 시뮬레이션 과정을 통하여 실제로 명령 신호에 따른 동작이 수행되는 경우, 디바이스 또는 CPU가 거치게 되는 상태에 대한 상태 정보 또는, 디바이스 또는 CPU가 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다. 이와 같은 정보 생성부(142)는 에너지 상태 머신(Energy state machine)일 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 제1 디바이스로 전달되어 'WRITE'동작을 수행하게 하는 제1 명령 신호를 가정한다. 정보 생성부(142)는 제1 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여 제1 명령 신호가 제1 디바이스로 전달되는 명령 신호인 것을 인지한다. 정보 생성부(142)는 제1 디바이스가 제1 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것과 같은 과정을 가상으로 시뮬레이션 하게 된다. 이러한 과정을 통하여, 정보 생성부(142)는 제1 명령 신호에 따른 동작이 수행됨에 따라 거치게 되는 상태에 대한 상태 정보 및 제1 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 처리하는 단위 동작에 대한 정보를 생성할 수 있다. 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 정보 생성부(142)가 명령 신호에 따른 동작이 수행되는 경우를 가상으로 시뮬레이션 하여 상태 천이 정보 및 상태 정보를 생성함으로써, 같은 동작을 수행하

더라도 그 동작을 수행할 당시의 디바이스 또는 CPU 상태에 따라 소비되는 전력이 달라지게 되는 실제 시스템의 소비 전력의 경향을 반영하여 정확하게 소비 전력의 값을 추정할 수 있다.

- [0065] 예를 들어, 제1 명령 신호가 제1 상태에 있는 제1 디바이스에서 수행되는 경우, 제1 디바이스는 "제1 상태 → 제1 단위동작 → 제2 상태 → 제2 단위 동작"을 통하여 제1 명령 신호에 따른 'WRITE' 동작을 수행한다고 가정한다. 제1 상태에 있던 제1 디바이스가 제1 단위동작을 수행함으로써 제2 상태에 있게 되고, 제2 상태에 있는 제1 디바이스가 제2 단위동작을 수행하는 과정을 통하여 제1 명령 신호에 따른 'WRITE' 동작을 제1 디바이스가 수행한다. 이때, 정보 생성부(142)는 제1 상태 및 제2 상태 나타내는 상태 정보와 제1 단위동작 및 제2 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다. 이와 같이, 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상태 정보 또는 상태 천이 정보는 복수개일 수 있다. 이러한 정보 생성부(142)의 상태 정보 및 상태 천이 정보의 생성과정은 도 5 내지 8을 참조하여 보다 상세하게 살펴보도록 한다.
- [0066] 단위 소비 전력 산출부(144)는 상태 정보, 상태 천이 정보, 상태 정보에 상응하는 정적(static) 소비 전력 값 및 상태 천이 정보에 상응하는 동적(dynamic) 소비 전력 값을 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출한다.
- [0067] 단위 소비 전력 산출부(144)는 정보 생성부(142)에서 생성한 상태 정보에 따른 정적 소비 전력 값 및 정보 생성부(142)에서 생성한 상태 천이 정보에 따른 동적 소비 전력 값을 이용하여, 명령 신호가 전달되어 명령 신호에 따른 동작이 수행되는 경우 소비되는 전력 값을 산출한다.
- [0068] 전술한 예를 참조하여 설명하면, 제1 상태에 있을 경우 제1 디바이스가 소비하는 소비하는 전력은 제1 정적 소비 전력 값이고, 제2 상태에 있을 경우 제1 디바이스가 소비하는 소비하는 전력은 제2 정적 소비 전력 값이다. 또한, 제1 단위동작을 수행하여 제1 디바이스가 소비하는 소비하는 전력은 제1 동적 소비 전력 값이고, 제2 단위동작을 수행하여 제1 디바이스가 소비하는 소비하는 전력은 제2 동적 소비 전력 값이다. 따라서, 단위 소비 전력 산출부(144)는 "제1 정적 소비 전력 값 + 제2 정적 소비 전력 값 + 제1 동적 소비 전력 값 + 제2 동적 소비 전력 값"의 과정을 통하여 제1 명령 신호에 따른 동작이 제1 디바이스에서 수행되는 때에 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출 한다.
- [0069] 단위 소비 전력 산출부(144)는 온 칩 버스 인터페이스(110)가 명령 신호를 복수개 모니터링한 경우, 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 전술한 과정을 통하여, 단위 소비 전력 값을 산출한다. 그리고, 시스템 소비 전력 산출부(143)는 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 산출된 단위 소비 전력 값을 모두 합산하여 복수개의 디바이스 및 CPU를 포함하는 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출한다.
- [0070] 마지막으로, 제3 실시예에 따른 제어부(140)의 구성을 살펴보도록 한다.
- [0071] 제3 실시예에 따른 제어부(140)는 전술한 바와 같이, 시스템 소비 전력 산출부(143), 정보 생성부(142) 및 카운터(141)를 포함할 수 있다.
- [0072] 제3 실시예에 따른 정보 생성부(142) 역시, 제2 실시예에 따른 정보 생성부(142)와 동일한 구성이므로, 중복되는 설명을 피하고자 간단하게 살펴보도록 한다. 제3 실시예에 따른 정보 생성부(142)는, 제2 실시예에 따른 정보 생성부(142)와 동일하게 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여, 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU가, 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때, 거치는 디바이스 또는 CPU의 상태를 나타내는 상태 정보 또는 명령 신호에 따른 동작을 수행할 때 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다.
- [0073] 정보 생성부(142)는 명령 신호에 포함된 식별 정보를 이용하여 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 무엇인지를 구분하고, 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU가 실제로 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것과 같은 과정을 가상으로 시뮬레이션 하게 된다. 그리고, 이러한 가상 시뮬레이션 과정을 통하여 실제로 명령 신호에 따른 동작이 수행되는 경우, 디바이스 또는 CPU가 거치게 되는 상태에 대한 상태 정보 또는, 디바이스 또는 CPU가 처리하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다. 이와 같은 정보 생성부(142)는 에너지 상태 머신(Energy state machine)일 수 있다.
- [0074] 이때, 온 칩 버스 인터페이스(110)에서 모니터링한 명령 신호가 복수개인 경우, 정보 생성부(142)는 복수개의 명령 신호 각각에 대한 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성한다.
- [0075] 정보 생성부(142)는 명령 신호에 대하여 그에 상응하는 상태 정보 및 상태 천이 정보를 생성하는데, 이때 명령 신호에 상응하는 상태 천이 정보가 없어, 상태 정보만 생성될 수도 있다.

[0076] 예를 들어, 전술한 제1 명령 신호의 경우, 제1 상태 및 제2 상태 나타내는 상태 정보와 제1 단위동작 및 제2 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보가 생성된다. 그리고 또 다른 제2 명령 신호에 대하여, 제2 명령 신호가 수행될 때 거쳐야 하는 상태에 대한 상태 정보 및 제2 명령 신호가 수행될 때 수행하는 단위동작을 나타내는 상태 천이 정보를 생성한다. 이때, 제2 명령 신호 역시 제1 디바이스로 전달되며, 제2 명령 신호에 대하여 생성된 상태 정보는 제2 상태를 나타내는 상태 정보이며, 상태 천이 정보는 제1 단위동작, 제2 단위 동작 및 제3 단위 동작을 나타내는 동작정보 이다. 그리고, 정보 생성부(142)는 제2 디바이스로 전달될 제3 명령 신호에 대하여, 제1 상태 및 제2 상태 나타내는 상태 정보와 제1 단위동작을 나타내는 제1 상태 천이 정보를 생성한다.

[0077] 이때, 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 생성된 상태 정보 또는 상태 천이 정보는, 같은 동작을 수행하도록 하는 명령 신호라고 하더라도, 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU에 따라 각각 상이하다. 또한, 같은 명령 신호가 같은 디바이스 또는 CPU로 전달된다고 하여도, 그 명령 신호가 전달되는 시점의 디바이스 또는 CPU의 상태에 따라 생성되는 상태 정보 또는 상태 천이 정보가 상이하게 된다.

[0078] 전술한 바와 같이, 정보 생성부(142)가 복수개의 명령 신호 각각에 대하여 상태 정보 및 상태 천이 정보를 생성하고 나면, 카운터(141)는, 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수를 카운트 한다.

[0079] 앞선 예시를 이용하여 설명해보면, 카운터(141)는 하기와 같이 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수를 카운터 한다. 제1 명령 신호, 제2 명령 신호 및 제3 명령 신호 각각에 대하여, 정보 생성부(142)가 생성한 상태 정보 및 상태 천이 정보를 상태 정보 및 상태 천이 정보의 종류별로 분류하여 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수를 카운터 한다. 이때, 상태 정보 및 상태 천이 정보는 명령 신호가 전달될 디바이스 또는 CPU에 따라 각각 상이한 종류로 분류되어 카운터 된다. 카운터(141)가 제1 명령 신호 내지 제3 명령 신호에 대하여 생성된 상태 정보 및 상태 천이 정보를 카운트한 결과는 하기와 같다.

표 1

		제1디바이스	제2 디바이스
상태 정보	제1 상태 정보	1 sec	1 sec
	제2 상태 정보	2 sec	1 sec
동작 정보	제1 상태 천이 정보	2 개	1 개
	제2 상태 천이 정보	2 개	1 개
	제3 상태 천이 정보	1 개	

[0081] 위와 같이, 카운터에서 카운트한 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보의 개수와, 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여, 시스템 소비 전력 산출부(143)는 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출한다. 이때, 정적 소비 전력 값은 단위 시간당의 에너지의 단위(W)로 표현될 수 있고, 동적 소비 전력 값은 에너지의 단위(J)로 표현될 수 있다. 이는 정적 소비 전력의 경우, 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간을 카운트하며 동적 소비 전력의 경우 상태 천이 정보의 개수를 카운트하기 때문이다.

표 2

		제1 디바이스		제2 디바이스	
		시간(sec)/ 개수(개)	소비전력값	시간(sec)/ 개수(개)	소비전력값
상 태 정 보	제1 상태 정보	1	A ₁	1	A ₂
	제2 상태 정보	2	B ₁	1	B ₂
동 작 정 보	제1 상태 천이 정보	2	D ₁	1	D ₂
	제2 상태 천이 정보	2	E ₁	1	E ₂
	제3 상태 천이 정보	1	F ₁		F ₂

- [0083] 즉, 위 표와 같은 결과를 이용하여, 시스템 소비 전력 산출부(143)는 시스템 소비 전력을 산출한다. 제1 디바이스에서 소비된 소비 전력은, " $(1 \times A_1) + (2 \times B_1) + (2 \times D_1) + (2 \times E_1) + (1 \times F_1)$ " 이 되며, 제2 디바이스에서 소비된 소비 전력은, " $(1 \times A_2) + (1 \times B_2) + (1 \times D_2) + (1 \times E_2)$ " 이 된다.
- [0084] 따라서, 시스템 소비 전력 산출부(143)는 " $(1 \times A_1) + (2 \times B_1) + (2 \times D_1) + (2 \times E_1) + (1 \times F_1)$ " 값과 " $(1 \times A_2) + (1 \times B_2) + (1 \times D_2) + (1 \times E_2)$ " 값을 합산하여 시스템 소비 전력 값을 산출하게 된다. 이하 도 5 내지 8을 참조하여 정보 생성부(142), 단위 소비 전력 산출부(144) 및 시스템 소비 전력 산출부(143)의 동작에 대하여 보다 상세하게 살펴보도록 한다.
- [0085] 이하, 도 2b를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 소비 전력 추정을 위한 시스템의 구조에 대하여 살펴보고자 한다. 도 2b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 소비 전력 추정을 위한 시스템의 구조를 나타낸 도면이다.
- [0086] 도 2b에 도시된 소비 전력 추정을 위한 시스템의 경우, 앞서 도 2a를 참조하여 설명한 바 있는, 제1 실시예 내지 제3 실시예와, 단위 소비 전력 산출부(311) 및 시스템 소비 전력 산출부(312)를 포함하는 제어부(310)가 CPU(300) 내부에 포함된 것만을 제외하고 기능 및 구조가 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.
- [0087] 이와 같이, 단위 소비 전력 산출부(311) 및 시스템 소비 전력 산출부(312)가 CPU(300)에 포함됨에 따라, 동작 모니터링 유닛(100)에 가해지는 부하가 줄어들게 되어 시스템 소비 전력 추정의 속도가 향상 될 수 있다.
- [0088] 도 2b에 도시된 소비 전력 추정을 위한 시스템의 제1 실시예에 따르면 온 칩 버스 인터페이스(110)가 동작 모니터링 유닛(100)에 포함되며, CPU(300)에 단위 소비 전력 산출부(311)가 포함된다. 그리고, 처리 속도 향상을 위한 파서(120)가 동작 모니터링 유닛(100)에 더 포함될 수 있다.
- [0089] 또한, 도 2b에 도시된 소비 전력 추정을 위한 시스템의 제2 실시예에 따르면, 온 칩 버스 인터페이스(110) 및 정보 생성부(142)가 동작 모니터링 유닛(100)에 포함되며, CPU(300)에 단위 소비 전력 산출부(311) 및 시스템 소비 전력 산출부(312)가 포함된다. 그리고, 처리 속도 향상을 위한 파서(120)가 동작 모니터링 유닛(100)에 더 포함될 수 있다.
- [0090] 마지막으로, 도 2b에 도시된 소비 전력 추정을 위한 시스템의 제3 실시예에 따르면, 온 칩 버스 인터페이스(110), 정보 생성부(142) 및 카운터(141)가 동작 모니터링 유닛(100)에 포함되며, CPU(300)에 시스템 소비 전력 산출부(312)가 포함된다. 그리고, 처리 속도 향상을 위한 파서(120)가 동작 모니터링 유닛(100)에 더 포함될 수 있다.
- [0091] 이때, 각각의 구성부의 기능은 앞서 도 2a를 참조하여 설명한 각각의 구성부의 기능과 동일하므로 이들에 대한 설명은 생략한다.
- [0092] 이하, 도 3 및 도 4를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법을 살펴보도록 한다. 도 3 및 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법을 나타낸 제어 흐름도이다. 도 3 및 도 4에 도시된 시스템의 소비 전력 추정 방법은 앞서 도 1, 도 2a 및 도 2b를 참조하여 설명한 방법과 동일하므로, 중복되는 설명을 생략하고 간단하게 살펴보도록 한다.
- [0093] 이 때, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법은, 도 2a를 참조하여 살펴본 바와 같이, 동작 모니터링에서만 수행될 수도 있으며, 앞서 도 2b를 참조하여 살펴본 바와 같이, 일부 단계가 동작 모니터링에서, 나머지 일부 단계가 CPU에서 수행될 수도 있음을 명확히 한다. 그러나, 이에 한정되지 않으며, 동작 모니터링 유닛을 이용하여 시스템에서 소비전력을 추정하는 방법이라면 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법에 해당할 수 있다.
- [0094] 다만, 설명의 편의를 위하여, 이하 도 3 및 도 4를 참조하여 살펴보는 시스템 소비 전력 추정 방법은 모두 동작 모니터링에서 수행됨을 가정하고 설명하도록 한다.
- [0095] 먼저, 도 3을 참조하여 살펴보면, 온 칩 버스에서 CPU 및 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호를 모니터링 한다(S310). 이때, 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함하고 있다.

- [0096] 모니터링한 명령 신호를 파싱(parsing)한다(S320). 이와 같은 파싱 과정(S320)은 필수 과정이 아니며, 보다 처리 속도를 향상시키기 위한 부가적인 단계이다.
- [0097] 다음으로, 모니터링한 명령 신호에 포함된 식별 정보 및 명령 신호의 종류에 따라 미리 저장되어 있는 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 명령 신호에 따른 동작이 디바이스 또는 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출한다(S330).
- [0098] 이때, 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계(S330)는, 명령 신호를 이용하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성하는 단계(S331) 및 이를 이용하여 단위 소비 전력 값을 산출하는 단계(S332)를 포함할 수 있다.
- [0099] 명령 신호를 이용하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성하는 단계(S331)는 전술한 바와 같이, 명령 신호가 전달되는 CPU 또는 디바이스가, 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 수행될 수 있다. 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 거치는 상태들을 나타낸 상태 정보 또는 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 처리하는 단위동작들을 나타낸 상태 천이 정보를 생성하는 과정은, 앞서 살펴본 정보 생성부(142)의 동작과 동일하므로, 이에 대한 설명은 생략한다. 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상태 천이 정보 또는 상태 정보는 복수개 일 수 있다.
- [0100] 다음으로, 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값 및 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값을 이용하여, 명령 신호에 따른 동작이 디바이스 또는 상기 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출한다(S332). 즉 명령 신호에 따라 상태 정보, 상태 천이 정보를 생성하고, 정적 소비 전력 값 및 동적 소비 전력 값을 이용하여, 그 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력의 값을 산출한다(S332).
- [0101] 만약, 모니터링한 명령 신호가 복수개인 경우에는 각각의 명령 신호에 대하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보가 생성되고, 상태 정보와 상태 천이 정보를 이용하여, 명령 신호 각각에 대하여 단위 소비 전력의 값이 산출된다. 그리고, 이러한 각각의 명령 신호에 대한 단위 소비 전력의 값을 모두 합산하여 시스템에서 소비되는 시스템 소비 전력 값이 산출된다(S340).
- [0102] 전술한 바와 같이, 온 칩 버스에 연결된 동작 모니터링 유닛이 명령 신호에 따라 시스템에 포함된 CPU 또는 디바이스에서 소비되는 전력의 값을 산출함으로써, 시스템 전체에서 소비되는 시스템 소비 전력을 추정할 수 있다.
- [0103] 다음으로, 도 4를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법을 살펴보도록 한다. 도 4에 도시된 시스템의 소비 전력 추정 방법은, 앞서 살펴본 도 3에 도시된 시스템의 소비 전력 추정 방법과 단위 소비 전력을 산출하는 과정을 제외한, 모든 과정이 동일하므로 중복되는 부분을 생략하고 간단하게 살펴보도록 한다.
- [0104] 먼저, 온 칩 버스에서 CPU 및 디바이스 간에 상호 교환되는 명령 신호 복수개를 모니터링 한다(S410). 이때, 명령 신호는 상기 명령 신호가 전달되는 디바이스 또는 CPU를 식별하는 식별 정보를 포함하고 있다.
- [0105] 모니터링한 명령 신호를 파싱(S420)하고, 복수개의 명령 신호에 포함된 식별 정보 및 명령 신호의 종류에 따른 명령 신호 별 소비 전력 값을 이용하여, 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 디바이스 또는 CPU에서 수행될 때 소비되는 단위 소비 전력 값을 산출한다(S430).
- [0106] 단위 소비 전력을 산출하는 단계(S430)는, 명령 신호를 이용하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성하는 단계(S431) 및 생성된 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수를 카운트하는 단계(S432)를 포함할 수 있다.
- [0107] 명령 신호를 이용하여 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성하는 단계(S431)는 전술한 바와 같이, 명령 신호가 전달되는 CPU 또는 디바이스가, 명령 신호에 따른 동작을 수행하는 것을 가상으로 시뮬레이션(Simulation)하여 수행될 수 있다. 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 거치는 상태들을 나타낸 상태 정보 또는 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 처리하는 단위동작들을 나타낸 상태 천이 정보를 생성하는 과정은, 앞서 살펴본 정보 생성부(142)의 동작과 동일하므로, 이에 대한 설명은 생략한다. 명령 신호 하나에 대하여 생성되는 상태 천이 정보 또는 상태 정보는 복수개 일 수 있다. 또한, 본 실시예에 따르면, 모니터링한 복수개의 명령 신호 각각에 대한 상태 정보 또는 상태 천이 정보를 생성한다(S431).
- [0108] 다음으로, 생성된 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수를

카운트한다(S432). 즉, 상태 정보의 종류 별로 생성된 각각의 상태에 머무르는 시간 및 상태 천이 정보의 종류 별로 생성된 상태 천이 정보가 몇 개인지 카운트 한다. 디바이스 또는 CPU의 종류에 따라 생성되는 상태 정보 및 상태 천이 정보도 상이하므로, 생성된 상태 천이 정보 및 상태 정보의 종류에 따라 카운트한 결과는 표 1과 같을 수 있다.

- [0109] 다음으로, 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 미리 저장 되어 있는, 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값과 카운터에서 카운트한 상태 정보별 머무르는 시간 및 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 복수개의 명령 신호에 따른 동작이 시스템에서 수행될 때 소비되는 시스템 소비 전력 값을 산출한다(S440).
- [0110] 즉, 표 2와 같이, 상태 정보에 상응하는 정적 소비 전력 값, 상태 천이 정보에 상응하는 동적 소비 전력 값과 카운터에서 카운트한 상태 정보별 머무르는 시간 및 상태 천이 정보의 개수를 이용하여, 시스템 소비 전력을 산출한다(S440).
- [0111] 시스템에 포함된 CPU 또는 디바이스에서 명령 신호에 따른 동작을 수행함으로써, 소비되는 전력을 산출하여 모두 합산하므로, 이 값은 시스템 전체에서 소비되는 전력의 값과 같다. 상기 표 2와 같은 경우, $(1 \times A_1) + (2 \times B_1) + (2 \times D_1) + (2 \times E_1) + (1 \times F_1)$ 값과 $(1 \times A_2) + (1 \times B_2) + (1 \times D_2) + (1 \times E_2)$ 값을 합산하여 시스템 소비 전력 값을 산출하게 된다(S440).
- [0112] 이하, 도 5 내지 도 8을 참조하여, 본 발명에 따른 동작 모니터링 유닛, 소비 전력 추정을 위한 시스템 또는 시스템의 소비 전력 측정 방법에서, 상태 정보 및 상태 천이 정보를 생성하고, 이를 통하여 단위 소비 전력 및 시스템 소비 전력을 산출하는 방법에 대하여 살펴보도록 한다.
- [0113] 도 5는 본 발명에 따른 동작 모니터링 유닛, 소비 전력 추정을 위한 시스템 또는 시스템의 소비 전력 측정 방법에서 생성한 상태 정보 및 상태 천이 정보를 나타낸 예시도이고, 도 6은 정적 소비 전력 및 동적 소비 전력 값을 도시한 표 이다.
- [0114] 도 5는, 디바이스가 DDR SDRAM인 경우, 생성되는 상태 천이 정보 및 상태 정보를 도시한 예시도 이다. DDR SDRAM이 거칠 수 있는 상태 정보(S0, S1, S2, ..., S17)가 원형으로 도시되어 있으며, 각각의 상태 천이 정보(D1, D2, D3, ..., D27)는 화살표로 도시되어 있다.
- [0115] 원형으로 도시된 상태 정보(S0, S1, S2, ..., S17)는 DDR SDRAM이 명령 신호에 따른 동작들을 수행하기 위하여 거치는 상태들을 나타낸다. 그리고 화살표로 도시된 동작정보(D1, D2, D3, ..., D27)들은 명령 신호에 따른 동작이 수행되기 위하여 처리하는 단위동작이다.
- [0116] 예를 들어, 지금 S2 상태에 있는 DDR SDRAM이 'WRITE'동작을 수행하는 경우, 본 실시예에 따른 정보 생성부에서 실제 DDR SDRAM 'WRITE'동작을 수행하는 것과 동일한 가상의 동작을 시뮬레이션 하여, 'S2 → D22 → S5 → D5 → S6 → D6 → S7 → D7 → S8 → D8 → S9 → D9 → S10 → D10'의 상태 천이 정보 및 상태 정보를 생성한다. 즉, DDR SDRAM이 'WRITE'동작을 수행하는 경우, 도 5에 도시된 경로를 통하여 'WRITE'동작을 수행한다고 하면, S2, S5, S6, S7, S8, S9, S10의 상태 정보와 D22, D5, D6, D7, D8, D9, D10의 상태 천이 정보가 생성된다.
- [0117] 이와 같이, 그 명령 신호에 따른 동작을 디바이스에서 실제로 수행하는 것과 같은 시뮬레이션 과정을 통하여, 하나의 명령 신호에 대하여 복수개의 상태 정보 및 상태 천이 정보를 생성할 수 있다. 물론, 특정 명령 신호의 경우, 상태 정보만을 생성할 수도 있다.
- [0118] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따르면 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 각각의 디바이스 또는 CPU가 거치는 상태 및 수행하는 단위 동작을 나타내는 상태 정보와 상태 천이 정보를 생성하게 됨으로써, 단순히 명령 신호의 종류에 따라 소비되는 전력을 추정하는 것보다 더 정확하게 소비 전력을 추정할 수 있다. 또한, 디바이스 또는 CPU의 현재 상태를 정확하게 알 수 있으며, 상태에 따라 소비되는 전력이 상이함을 반영하여 소비 전력을 추정함으로써, 보다 정확한 소비 전력 추정이 가능하다.
- [0119] 디바이스가 명령 신호에 따른 특정 동작을 수행하더라도, 그 동작만을 수행하는 것이 아니라, 다양한 단위 동작을 통하여 그 동작을 수행할 수 있으며, 동작하지 않는 특정 상태에 있더라도 전력은 소비되기 때문이다.
- [0120] 도 6은, 각각의 상태 정보 별 정적 소비 전력 값 및 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보 소비 전력 값을 나타낸 표이다. 본 실시예에 따르면, 상태 천이 정보 및 상태 정보가 생성되면, 동적 소비 전력 값 및 정적 소비 전력 값을 이용하여, 단위 소비 전력 또는 시스템 소비 전력을 산출할 수 있게 된다. 도 6에 도시된 바와 같이, 정적

소비 전력의 값은 시간에 대한 소비되는 에너지의 비율의 단위(mW)로 나타내 질 수 있으며, 동적 소비 전력의 값은 에너지의 단위(nJ)로 나타내질 수 있다.

[0121] 이하, 도 6을 참조하여 상태 천이 정보 및 상태 정보와 각각의 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수, 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간을 이용하여, 시스템 소비 전력 값을 산출하는 경우를 설명하도록 한다.

[0122] 상태 천이 정보 및 상태 정보와 각각의 상태 천이 정보 별 상태 천이 정보의 개수, 상태 정보 별 각각의 상태에 머무르는 시간을 이용하여, 시스템 소비 전력 값을 산출하기 위한 수식은 하기와 같다.

수학식 1

$$P(DDR)(W) = \left(\sum_{i=0}^{27} Di \cdot C[DDR, Ti] \times 10^{-9} + \sum_{j=0}^{17} \frac{Sj \cdot C[DDR, Sj]}{f_{mem}} \times 10^{-3} \right) \frac{1}{T_{pmu}}$$

[0123]

[0124] $P(DDR)(W)$ 은, DDR 디바이스의 소비 전력 즉, 동작 모니터링 유닛의 주기 동안 소비한 에너지의 값을 나타낸다. 그리고, Di 는 동적 소비 전력의 값, Si 는 정적 소비 전력의 값, $C[DDR, Ti]$ 는 각각의 상태 천이 정보의 개수, $C[DDR, Sj]$ 는 각각의 상태 정보에 머무르게 되는, 주기의 개수 나타낸다. T_{pmu} 는 동작 모니터링 유닛의 주기를 나타낸다. f_{mem} 은, DDR 디바이스의 주파수를 나타내는 것으로, 앞선 $C[DDR, Sj]$ 를 f_{mem} 나눴으로써, 각 상태 정보에 머무르게 되는 시간을 알 수 있다.

[0125]

$$\sum_{i=0}^{27} Di \cdot C[DDR, Ti] \times 10^{-9}$$

은 상태 천이 정보 별 동적 소비 전력의 값에 각각의 상태 천이 정보가 생성된 개수 $\times 10^{-9}$ 를 곱하여 그 값을 모두 합산 함으로써, 동작에 따른 소비되는 에너지의 값을 구한다. 이때, $\times 10^{-9}$ 은 단위를 맞추기 위함이다.

[0126]

$$\sum_{j=0}^{17} \frac{Sj \cdot C[DDR, Sj]}{f_{mem}} \times 10^{-3}$$

은 상태 정보 별 정적 소비 전력의 값에 각각의 상태 정보에 몇 주기를 머무르는지 그 개수를 곱하고, f_{mem} 인 디바이스의 클럭 주기로 나누어 합산함으로써, 상태에 따라 소비되는 에너지의 값을 구할 수 있다. $\times 10^{-3}$ 은 단위를 맞추기 위함이다.

[0127]

따라서, 상기와 같은 수학식 1을 통하여 시스템의 소비 전력의 값을 산출할 수 있다.

[0128]

이하, 도 7 및 도 8을 참조하여, NOR flash 디바이스에서 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때, 생성된 상태 정보, 상태 천이 정보 및 정적 소비 전력, 동적 소비 전력 값을 살펴보도록 한다.

[0129]

도 7은 NOR flash 디바이스에서 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 생성되는 상태 정보 및 상태 천이 정보를 도시한 예시도이고, 도 8은 NOR flash 디바이스의 정적 소비 전력 및 동적 소비 전력 값을 도시한 표이다.

[0130]

원형으로 도시된 상태 정보(S0, S1, S2, ..., S10)는 NOR flash가 명령 신호에 따른 동작들을 수행하기 위하여 거치는 상태들을 나타낸다. 그리고 화살표로 도시된 동작정보(D1, D2, D3, ..., D13)들은 명령 신호에 따른 동작이 수행되기 위하여 처리하는 단위동작이다.

[0131]

만약, 지금 S2 상태에 있는 NOR flash가 'WORD PROGRAMMING'동작을 수행하는 경우, 본 실시예에 따른 정보 생성

부에서 실제 NOR flash 'WORD PROGRAMMING' 동작을 수행하는 것과 동일한 가상의 동작을 시뮬레이션 하여, 'S1→D1→S2→D2→S3→D3'의 상태 천이 정보 및 상태 정보를 생성한다. 즉, NOR flash가 'WORD PROGRAMMING' 동작을 수행하는 경우, 도 7에 도시된 경로를 통하여 'WORD PROGRAMMING' 동작을 수행한다고 하면, S1, S2, S3의 상태 정보와 D1, D2, D3의 상태 천이 정보가 생성된다.

[0132] 도 8은, 각각의 상태 정보 별 정적 소비 전력 값 및 상태 천이 정보 별 동적 소비 전력 값을 나타낸 표이다. 본 실시예에 따르면, 상태 천이 정보 및 상태 정보가 생성되면, 동적 소비 전력 값 및 정적 소비 전력 값을 이용하여, 단위 소비 전력 또는 시스템 소비 전력을 산출할 수 있게 된다. 도 6에 도시된 바와 같이, 정적 소비 전력의 값은 시간에 대한 소비되는 에너지의 비율의 단위(mW)로 나타낼 수 있으며, 동적 소비 전력의 값은 에너지의 단위(nJ)로 나타낼 수 있다.

[0133] 도 8에 도시된 정적 소비 전력 값 및 동적 소비 전력 값을 이용하여 시스템 소비 전력 값을 산출하는 과정은 앞선 도 6을 참조하여 설명한 바 있으므로, 이에 대한 설명은 생략한다.

[0134] 이하, 도 9 내지 도 10를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법의 정확성을 살펴볼 수 있다.

[0135] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, 롱 텀(LONG-term) 시스템 소비 전력을 추정하여 그 결과 값을 도시한 그래프이다.

[0136] 도 9는, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력을 추정한 결과를 실제 소비된 전력 값 및 종래 기술에 따른 CPU에 포함된 동작 모니터링 유닛을 이용하여 추정한 소비 전력 값과 비교한 그래프이다.

[0137] 먼저, 도 9의 (a)는 실제 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값을 측정하여 도시한 그래프이다. DDR SDRAM 및 NOR flash 등 디바이스의 종류에 따라 각각 상이한 형태로 전력이 소비되는 것을 볼 수 있으며, 특히 NOR flash의 경우, 약 250ms에서 300ms 동안 전력을 소비하는 양상을 보이고 있다.

[0138] 도 9의 (b)는 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력을 추정한 결과를 보여주는 그래프이다. 도 9의 (a)에 도시된 실제 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값의 변화 양상과 도 9의 (b)에 도시된 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여 추정한 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값의 변화 양상은 매우 유사한 형태를 가지고 있는 것을 알 수 있다.

[0139] 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛은 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스의 종류를 구분하여 소비되는 전력 값을 추정하며, 특히 NOR flash의 약 250ms에서 300ms 동안 전력을 소비하는 양상을 매우 유사하게 추정하는 것을 도 9의 (b)와 도 9의 (a)를 통하여 알 수 있다.

[0140] 반면, 도 9의 (c)에 도시된 종래 CPU 내부에 위치한 동작 모니터링 유닛을 이용한 전력의 추정 결과는 각각의 디바이스 종류에 따른 소비 전력 값을 구분하지 못하여, 실제 소비되는 전력 값의 변화 양상과 매우 상이함을 알 수 있다.

[0141] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용한 시스템의 소비 전력 추정은 종래 기술에 비해 보다 정확한 추정을 할 수 있다.

[0142] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, 숏 텀(short term) 시스템 소비 전력을 추정하여 그 결과 값을 도시한 그래프이다.

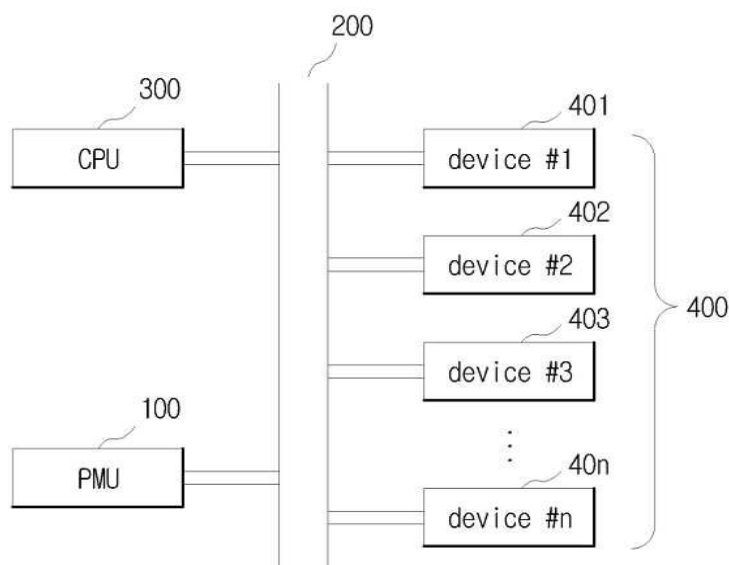
[0143] 도 10은, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력을 추정한 결과를, 시뮬레이션을 통하여 추정한 소비 전력 값 및 종래 기술에 따른 CPU에 포함된 동작 모니터링 유닛을 이용하여 추정한 소비 전력 값과 비교한 그래프이다.

[0144] 먼저, 도 10의 (a)는 실제 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값을 시뮬레이션하여 추정한 결과 값을 도시한 그래프이다. DDR SDRAM 및 NOR flash 등 디바이스의 종류에 따라 각각 상이한 형태로 전력이 소비되는 것을 볼 수 있으며, 특히 NOR flash의 경우, 약 8ms부터 전력을 소비하는 양상을 보이고 있다.

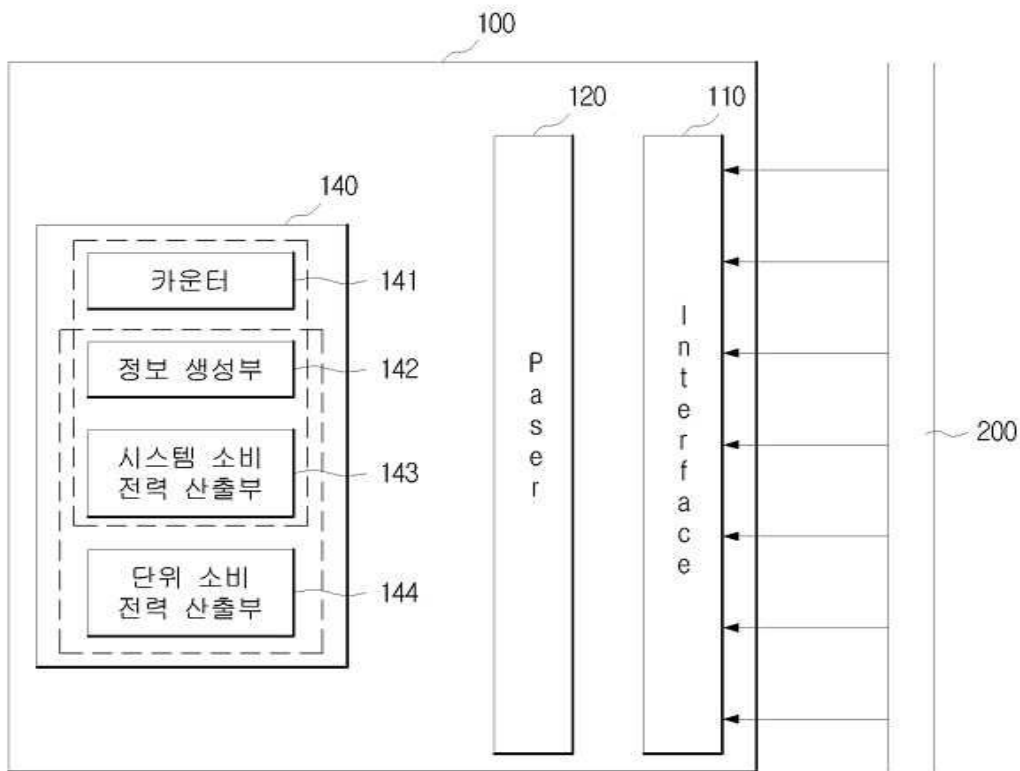
- [0145] 도 10의 (b)는 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력을 추정한 결과를 보여주는 그래프이다. 도 10의 (a)에 도시된 시뮬레이션을 통하여 추정된 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값의 변화 양상과 도 10의 (b)에 도시된 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여 추정된 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스에서 소비하는 전력 값의 변화 양상은 매우 유사한 형태를 가지고 있는 것을 알 수 있다.
- [0146] 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛은 DDR SDRAM 및 NOR flash 디바이스의 종류를 구분하여 소비되는 전력 값을 추정하며, 특히 NOR flash의 약 8ms부터 전력을 소비하는 양상을 매우 유사하게 추정하는 것을 도 10의 (b)와 도 10의 (a)를 통하여 알 수 있다.
- [0147] 반면, 도 10의 (c)에 도시된 종래 CPU 내부에 위치한 동작 모니터링 유닛을 이용한 전력의 추정 결과는 각각의 디바이스 종류에 따른 소비 전력 값을 구분하지 못하여, 실제 소비되는 전력 값의 변화 양상과 매우 상이함을 알 수 있다.
- [0148] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0149] 전술한 실시예 외의 많은 실시예들이 본 발명의 특허청구범위 내에 존재한다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0150] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(PMU: Performance Monitoring Unit)을 포함하는 시스템의 구조를 나타낸 예시도.
- [0151] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛(PMU)의 구조를 나타낸 구조도.
- [0152] 도 3 및 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 시스템의 소비 전력 추정 방법을 나타낸 제어 흐름도.
- [0153] 도 5는 본 발명에 따른 동작 모니터링 유닛 또는 시스템의 소비 전력 측정 방법에서 생성된 상태 정보 및 상태 천이 정보를 도시한 예시도.
- [0154] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 정적 소비 전력 및 동적 소비 전력 값을 도시한 표.
- [0155] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라, NOR flash 디바이스에서 명령 신호에 따른 동작이 수행될 때 생성되는 상태 정보 및 상태 천이 정보를 도시한 예시도.
- [0156] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라, NOR flash 디바이스의 정적 소비 전력 및 동적 소비 전력 값을 도시한 표.
- [0157] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여, 롱 텀(long term) 시스템 소비 전력을 추정하여 그 결과 값을 도시한 그래프.
- [0158] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동작 모니터링 유닛을 이용하여 숏 텀(short term) 시스템의 소비 전력을 추정하여 그 결과 값을 도시한 그래프.

도면

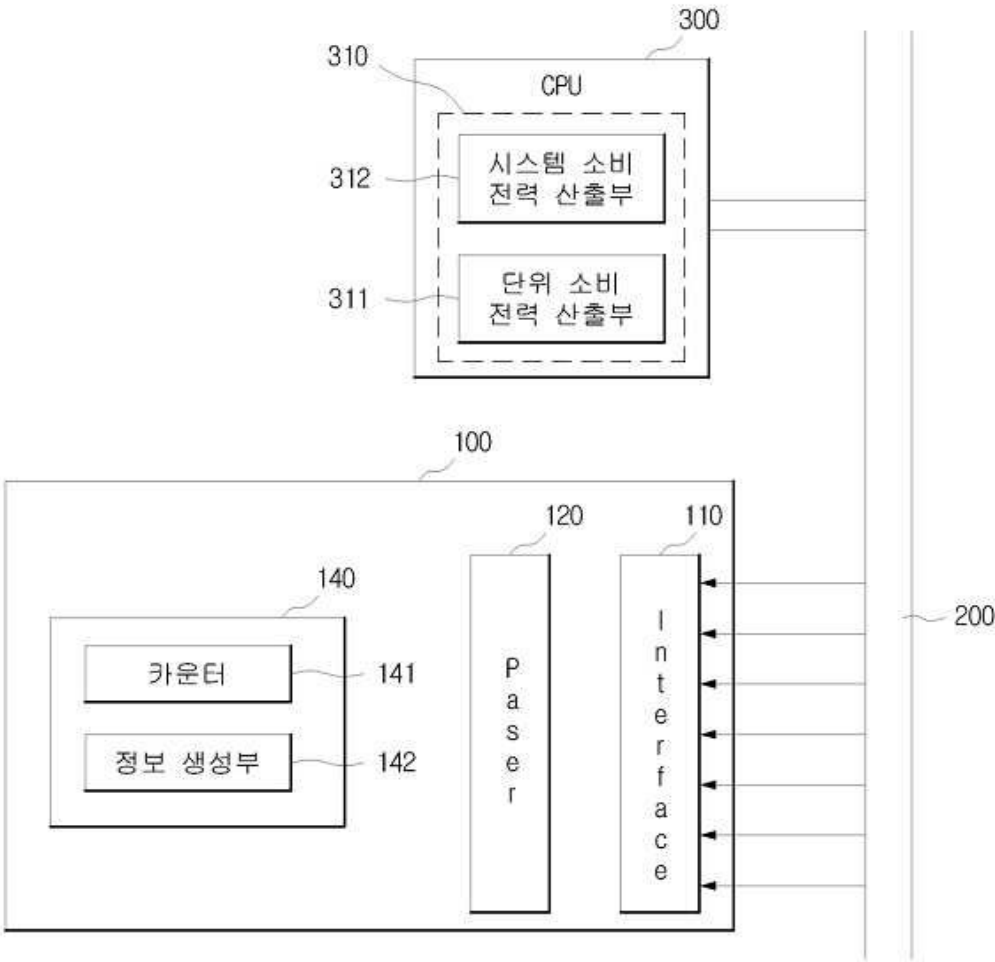
도면1



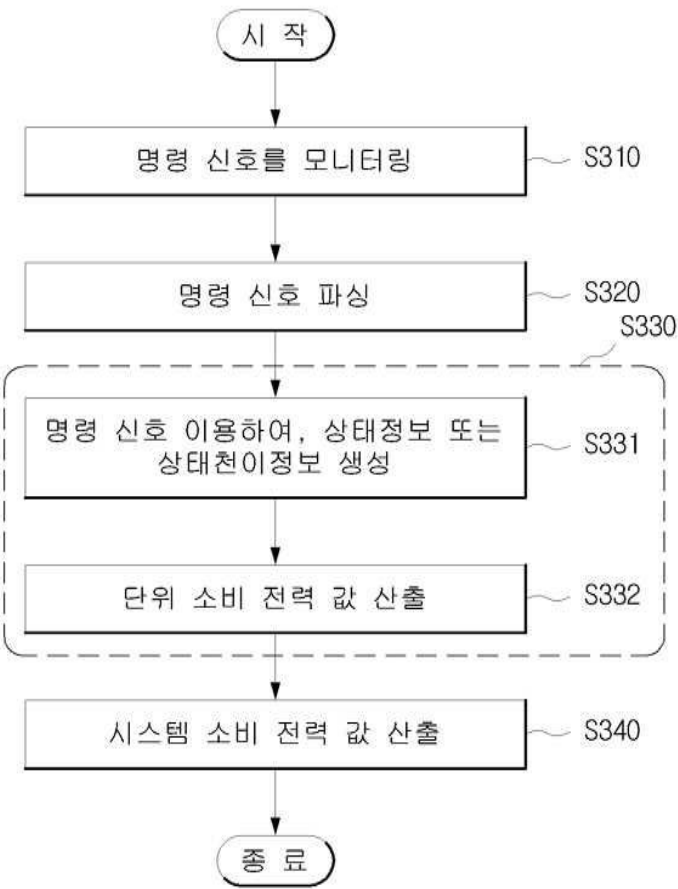
도면2a



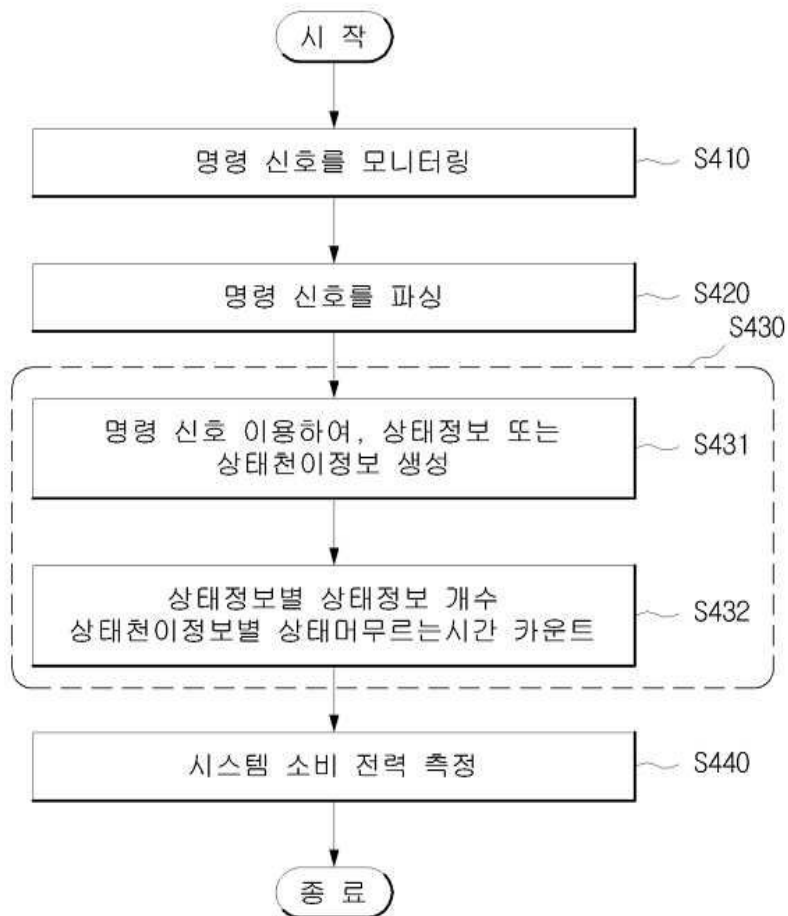
도면2b



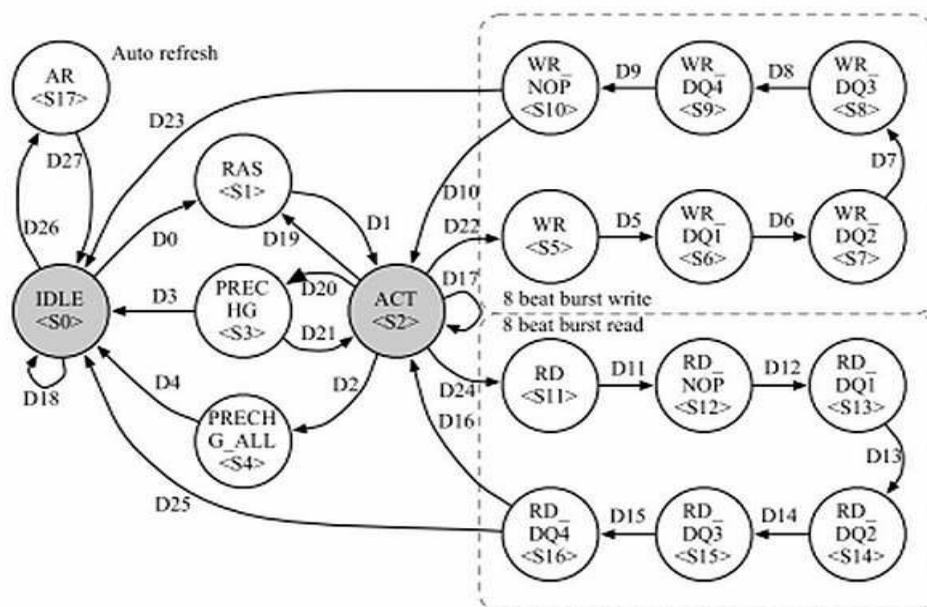
도면3



도면4



도면5



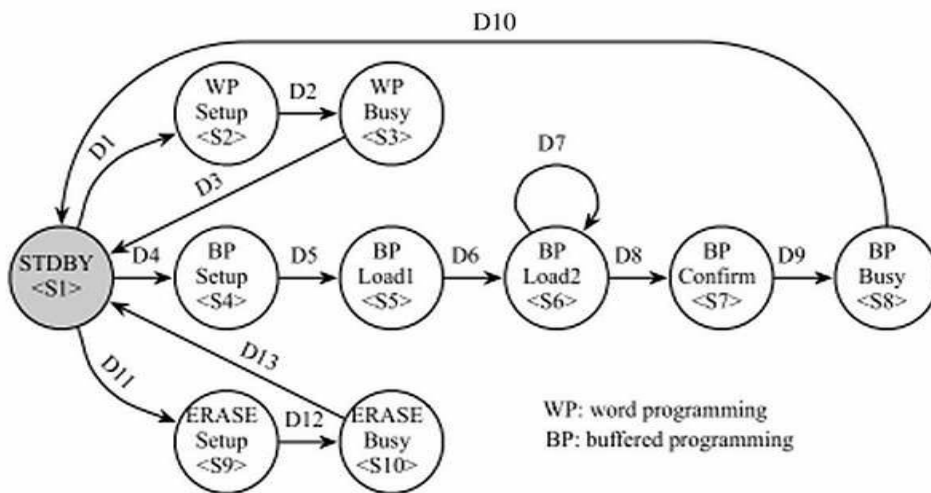
도면6

(power: mW, energy: nJ).

State	Static power	Mode	Static power
S0	5.03	S1	23.93
S2	12.66	S3	26.45
S4	7.62	S5, S6, S7, S8, S9, S10	17.02
S17	2.61	S11, S12, S13, S14, S15, S16	42.30

Transition	Dynamic energy
D3, D4, D10, D16, D18, D23, D25	0.077
D0	6.30
D22+D5+D6+D7+D8+D9	5.83
D24+D11+D12+D13+D14+D15	13.46
D26	20.84
D2	3.14
D20	1.08
D1, D17, D21	0.18
D19	7.27

도면7

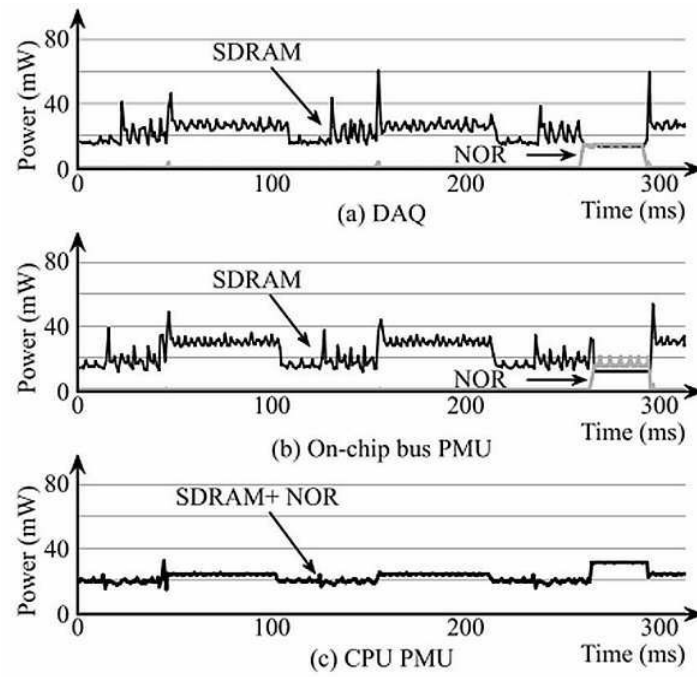


도면8

Mode	Static power	Mode	Static power
S1	0.00	S2, S4, S5, S6, S7, S9	6.30
S3, S8	36.20	S10	39.80

Transition	Dynamic energy	Transition	Dynamic energy
D1	2.73	D2 + D3	4.96
D4	2.18	D5	1.37
D6	2.19	D7	2.19
D8	2.19	D9 + D10	28.33
D11	4.26	D12 + D13	9.45

도면9



도면10

