



등록특허 10-2516708



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월30일  
(11) 등록번호 10-2516708  
(24) 등록일자 2023년03월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G06F 1/32* (2019.01) *H03K 19/00* (2006.01)  
*H03K 19/0185* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G06F 1/3212* (2019.01)  
*G06F 1/3296* (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7012905
- (22) 출원일자(국제) 2015년10월26일  
심사청구일자 2020년10월12일
- (85) 번역문제출일자 2017년05월12일
- (65) 공개번호 10-2017-0085505
- (43) 공개일자 2017년07월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/057367
- (87) 국제공개번호 WO 2016/081159  
국제공개일자 2016년05월26일
- (30) 우선권주장  
62/080,824 2014년11월17일 미국(US)  
14/639,755 2015년03월05일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
US20060049256 A1

(73) 특허권자  
웰컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자  
모줌더, 나라드리 나라야  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

송, 스탠리 승철  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(뒷면에 계속)

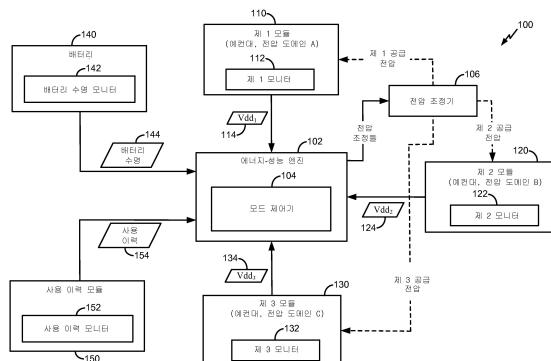
(74) 대리인  
특허법인 남엔남

전체 청구항 수 : 총 32 항

심사관 : 한현명

(54) 발명의 명칭 **총체적 에너지 관리를 위한 전압 스케일링****(57) 요약**

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법은, SOC의 에너지-성능 엔진에서, SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 단계를 포함한다. 방법은 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하는 단계를 포함한다. 방법은 또한, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 단계를 포함한다. 방법은, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하는 단계를 더 포함한다.

**대 표 도**

(52) CPC특허분류

*H03K 19/0016* (2013.01)

*H03K 19/018507* (2013.01)

*G06F 2115/10* (2020.01)

*G06F 2119/06* (2020.01)

*G06F 2209/5019* (2013.01)

*Y02D 10/00* (2020.08)

(72) 발명자

**립, 컨**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우

스 드라이브 5775

**엡, 초 페이**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우  
스 드라이브 5775

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법으로서,

상기 SOC의 에너지-성능 엔진에서, 상기 SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력(usage history)의 제 1 표시 및 상기 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 단계;

상기 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하는 단계;

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하는 단계;

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 저장된 정보에 기반하여 상기 제 1 공급 전압을 증가시키거나 또는 감소시키는 양(amount)을 결정하는 단계 – 상기 제 1 모듈의 상기 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 제 1 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함함 –; 및

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하는 단계를 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 잔여 배터리 수명이 임계치 미만인지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 잔여 배터리 수명이 상기 임계치 미만이라는 결정에 대한 응답으로, 상기 제 1 공급 전압 및 상기 제 2 공급 전압이 조정되는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하는 단계는:

상기 제 1 모듈이 상기 제 2 모듈보다 더 낮은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 낮추는 것을 결정하는 단계; 및

상기 제 1 모듈이 상기 제 2 모듈보다 더 높은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 높이는 것을 결정하는 단계를 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 단계는:

상기 제 2 모듈이 상기 제 1 모듈보다 더 낮은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 낮추는 단계; 및

상기 제 2 모듈이 상기 제 1 모듈보다 더 높은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 높이는 단계를 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 단계는 상기 제 1 공급 전압을 조정하도록 전압 조정기에 명령하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 단계는 상기 제 2 공급 전압을 조정하도록 상기 전압 조정기에 명령하는 단계를 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시를 수신하는 것은, 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시에 추가하여 상기 SOC의 제 3 모듈에 대한 사용 이력의 제 3 표시를 수신하는 것을 포함하고, 그리고

상기 방법은, 상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 제 3 표시를 수신한 후, 상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 제 3 표시에 기반하여 상기 SOC의 제 3 모듈에 제공되는 제 3 공급 전압을 조정하는 단계를 더 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 모듈은 중앙 프로세싱 유닛을 포함하고, 상기 제 2 모듈은 그래픽스 프로세싱 유닛을 포함하고, 그리고 상기 제 3 모듈은 디지털 신호 프로세서를 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압에 대한 조정들은 추가로, 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 정보에 기반하여, 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 SOC의 설계 페이즈(design phase) 동안 결정되는 상기 제 2 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 트랜지스터 임계 전압들을 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

사용자 프로파일에 기반하여 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 결정하는 단계를 더 포함하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

#### 청구항 11

SOC(system-on-chip)의 에너지-성능 엔진; 및

동작들을 수행하도록 상기 에너지-성능 엔진에 의해 실행가능한 명령들을 저장하는 메모리를 포함하고,

상기 동작들은:

상기 SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 상기 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 동작;

상기 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하는 동작;

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하는 동작;

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 저장된 정보에 기반하여 상기 제 1 공급 전압을 증가시키거나 또는 감소시키는 양을 결정하는 동작 – 상기 제 1 모듈의 상기 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 제 1 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함함 –; 및

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하는 동작을 포함하는,

장치.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 동작들은, 상기 잔여 배터리 수명이 임계치 미만인지 여부를 결정하는 동작을 더 포함하고,

상기 잔여 배터리 수명이 상기 임계치 미만이라는 결정에 대한 응답으로, 상기 제 1 공급 전압 및 상기 제 2 공급 전압이 조정되는,

장치.

### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하는 동작은:

상기 제 1 모듈이 상기 제 2 모듈보다 더 낮은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 낮추는 것을 결정하는 동작; 및

상기 제 1 모듈이 상기 제 2 모듈보다 더 높은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 높이는 것을 결정하는 동작을 포함하는,

장치.

### 청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 동작은:

상기 제 2 모듈이 상기 제 1 모듈보다 더 낮은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 낮추는 동작; 및

상기 제 2 모듈이 상기 제 1 모듈보다 더 높은 전력 소모를 갖는다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 높이는 동작을 포함하는,

장치.

### 청구항 15

제 11 항에 있어서,

전압 조정기를 더 포함하고,

상기 동작들은 상기 제 1 공급 전압을 조정하는 동작을 더 포함하고,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 동작은 상기 제 1 공급 전압을 조정하도록 상기 전압 조정기에 명령하는 동작을 포함하고, 그리고

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 동작은 상기 제 2 공급 전압을 조정하도록 상기 전압 조정기에 명령하는 동작을 포함하는,

장치.

#### 청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시를 수신하는 것은, 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시에 추가하여 상기 SOC의 제 3 모듈에 대한 사용 이력의 제 3 표시를 수신하는 것을 포함하고, 그리고

상기 동작들은 상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 제 3 표시를 수신한 후, 상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 제 3 표시에 기반하여 상기 SOC의 제 3 모듈에 제공되는 제 3 공급 전압을 조정하는 동작을 더 포함하는,

장치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 모듈은 중앙 프로세싱 유닛을 포함하고, 상기 제 2 모듈은 그래픽스 프로세싱 유닛을 포함하고, 그리고 상기 제 3 모듈은 디지털 신호 프로세서를 포함하는,

장치.

#### 청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압에 대한 조정들은 추가로, 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 정보에 기반하며, 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 SOC의 설계 페이즈 동안 결정되는 상기 제 2 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함하는,

장치.

#### 청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 트랜지스터 임계 전압들을 포함하는,

장치.

#### 청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 트랜지스터 임계 전압들을 포함하는,

장치.

#### 청구항 21

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 명령들을 포함하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 상기 SOC의 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 상기 에너지-성능 엔진으로 하여금:

상기 SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 상기 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하게 하고;

상기 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하게 하고;

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하게 하고;

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 저장된 정보에 기반하여 상기 제 1 공급 전압을 증가시키거나 또는 감소시키는 양을 결정하게 하고 – 상기 제 1 모듈의 상기 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 제 1 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함함 –; 그리고

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 SOC의 상기 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하게 하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 상기 에너지-성능 엔진으로 하여금, 상기 잔여 배터리 수명이 임계치 미만인지 여부를 결정하게 하는 명령들을 더 포함하고,

상기 잔여 배터리 수명이 상기 임계치 미만이라는 결정에 대한 응답으로, 상기 제 1 공급 전압 및 상기 제 2 공급 전압이 조정되는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 명령들은, 상기 SOC의 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 상기 에너지-성능 엔진으로 하여금 추가로, 상기 제 1 공급 전압을 조정하게 하고, 그리고

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것은:

상기 제 1 모듈이 이력적으로(historically) 상기 제 2 모듈보다 덜 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 낮추는 것; 및

상기 제 1 모듈이 이력적으로 상기 제 2 모듈보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 높이는 것을 포함하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 것은:

상기 제 2 모듈이 이력적으로 상기 제 1 모듈보다 덜 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 낮추는 것; 및

상기 제 2 모듈이 이력적으로 상기 제 1 모듈보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 2 공급 전압을 높이는 것을 포함하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 명령들은, 상기 SOC의 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 상기 에너지-성능 엔진으로 하여금 추가로, 상기 제 1 공급 전압을 조정하게 하고,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것은 상기 제 1 공급 전압을 조정하도록 전압 조정기에 명령하는 것을 포함하고, 그리고

상기 제 2 공급 전압을 조정하는 것은 상기 제 2 공급 전압을 조정하도록 상기 전압 조정기에 명령하는 것을 포함하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 26

제 21 항에 있어서,

상기 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 상기 에너지-성능 엔진으로 하여금:

상기 SOC의 제 3 모듈에 대한 사용 이력의 제 3 표시를 수신하게 하고; 그리고

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 제 3 표시에 기반하여 상기 SOC의 제 3 모듈에 제공되는 제 3 공급 전압을 조정하게 하는

명령들을 더 포함하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 제 1 모듈은 중앙 프로세싱 유닛을 포함하고, 상기 제 2 모듈은 그래픽스 프로세싱 유닛을 포함하고, 그리고 상기 제 3 모듈은 디지털 신호 프로세서를 포함하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 28

제 21 항에 있어서,

상기 제 2 공급 전압에 대한 조정들은 추가로, 상기 SOC의 설계 페이즈 동안 결정되는 상기 제 2 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 정보에 기반하는,

비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

## 청구항 29

SOC(system-on-chip)의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 상기 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 생성하기 위한 수단;

상기 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 생성하기 위한 수단; 및

제 1 공급 전압 및 제 2 공급 전압을 조정하기 위한 수단을 포함하고,

상기 조정하기 위한 수단은:

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하고;

상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 저장된 정보에 기반하여 상기 제 1 공급 전압을 증가시키거나 또는 감소시키는 양을 결정하고 – 상기 제 1 모듈의 상기 하나 이상의 트랜지스터 특성들은 상기 제 1 모듈의 트랜지스터들의 채널 길이들을 포함함 –; 그리고

상기 제 1 표시, 상기 제 2 표시, 및 상기 배터리 수명 표시에 기반하여 상기 제 2 공급 전압을 조정하

도록

구성되는,

장치.

### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 조정하기 위한 수단은,

상기 제 1 모듈이 이력적으로 상기 제 2 모듈보다 덜 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 낮추는 것을 결정하고, 그리고

상기 제 1 모듈이 이력적으로 상기 제 2 모듈보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 상기 제 1 표시 및 상기 제 2 표시가 표시하는 경우, 상기 제 1 공급 전압을 높이는 것을 결정하도록 구성되는,

장치.

### 청구항 31

제 11 항에 있어서,

상기 에너지-성능 엔진은, 상기 제 1 모듈의 하나 이상의 트랜지스터 특성들을 표시하는 정보를 저장하도록 구성되는,

장치.

### 청구항 32

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 공급 전압을 조정하는 것을 결정하는 단계는 추가로, 상기 제 1 공급 전압의 전압 레벨을 표시하는, 상기 제 1 모듈로부터의 공급 전압 표시에 기반하는,

SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

[0001] 본 출원은, 본원과 동일한 출원인에 의해 소유된, 2014년 11월 17일 출원되고, 발명의 명칭이 "VOLTAGE SCALING FOR HOLISTIC ENERGY MANAGEMENT"인 미국 가특허 출원 번호 제 62/080,824호 및 2015년 3월 5일 출원된 미국 정규 특허 출원 번호 제 14/639,755호를 우선권으로 주장하며, 이들의 내용들은 명백하게 인용에 의해 그들 전체가 포함된다.

[0002]

[0002] 본 개시내용은 일반적으로 에너지 관리에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003]

[0003] 기술의 발전들은 더 작고 더 강력한 컴퓨팅 디바이스들을 초래했다. 예컨대, 휴대가능 무선 전화들, PDA(personal digital assistant)들, 태블릿 컴퓨터들, 및 페이징 디바이스들과 같은 무선 컴퓨팅 디바이스들을 포함하는 다양한 휴대가능 개인 컴퓨팅 디바이스들이 현재 존재하고 있으며, 이들은 소형이며, 경량이어서 사용자들이 용이하게 휴대한다. 많은 이러한 컴퓨팅 디바이스들은 거기에 통합되는 다른 디바이스들을 포함한다. 예컨대, 무선 전화는 또한 디지털 스틸 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 레코더, 및 오디오 파일 플레이어를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 컴퓨팅 디바이스들은 인터넷에 액세스하기 위해 사용될 수 있는 웹 브라우저 애플리케이션과 같은 소프트웨어 애플리케이션들 및 스틸 또는 비디오 카메라를 활용하고 멀티미디어 재생 기능을 제공하는 멀티미디어 애플리케이션들을 포함하는 실행가능 명령들을 프로세싱할 수 있다.

[0004]

[0004] 무선 디바이스는 다수의 컴퓨팅 모듈들, 및/또는 프로세서들을 통합하는 SOC(system-on-chip)를 포함할 수 있다. 비-제한적 예로서, SOC는 CPU(central processing unit), GPU(graphics processing unit),

DSP(digital signal processor), 모뎀(modem; modulator/demodulator), 디스플레이 모듈 등을 포함할 수 있다. SOC의 각각의 컴포넌트에 대한 사용 시간은 개별 사용자 경험에 기반하여 변화될 수 있다. 예컨대, 사용자는 무선 디바이스 상에서 CPU를 활용하는 비교적 많은 수의 기능들을 수행할 수 있고, GPU를 활용하는 비교적 적은 수의 기능들을 수행할 수 있다. CPU와 GPU에 동일한 공급 전압을 제공하는 것은 불필요한 전력 소비를 초래할 수 있다. 예컨대, 무선 디바이스가 GPU를 사용하고 있지 않을 때 GPU가 (공급 전압에 기반하여) 전력을 소비할 수 있다.

### 발명의 내용

[0005]

[0005] 무선 디바이스의 SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 공급되는 전압들을 동적으로 스케일링하기 위한 기법들이 개시된다. 예컨대, SOC는 배터리, 사용 이력 모듈(usage history module), 모드 제어부, 및 복수의 전압 도메인들을 포함할 수 있다. 각각의 전압 도메인은 프로세싱 유닛을 포함할 수 있다. 예컨대, 제 1 전압 도메인은 CPU(central processing unit)를 포함할 수 있고, 제 2 전압 도메인은 GPU(graphics processing unit)를 포함할 수 있고, 제 3 전압 도메인은 DSP(digital signal processor)를 포함할 수 있는 등등이다.

[0006]

[0006] 모드 제어부는 배터리, 사용 이력 모듈, 및 각각의 전압 도메인으로부터 모니터링된 데이터를 수신할 수 있다. 예컨대, 배터리는, 잔여 배터리 수명을 표시하고 그리고 (잔여 배터리 수명을 표시하는) 데이터를 모드 제어부에 제공하는 모니터를 포함할 수 있다. 사용 이력 모듈은 각각의 전압 도메인의 사용과 연관된 이력적 데이터(historical data)를 모니터링할 수 있다. 예컨대, 사용 이력 모듈은, 제 2 및 제 3 전압 도메인들이 얼마나 빈번하게 사용되었는지에 비해 제 1 전압 도메인이 얼마나 빈번하게 사용되었는지를 모니터링할 수 있다. 사용 이력 모듈은 사용 이력을 표시하는 데이터를 모드 제어부에 제공할 수 있다. 각각의 전압 도메인은 전압 조정기로부터 수신된 공급 전압을 모니터링할 수 있고 (수신된 공급 전압을 표시하는) 데이터를 모드 제어부에 제공할 수 있다.

[0007]

[0007] 수신된 모니터링된 데이터에 기반하여, 모드 제어부는, 전압 조정기가 각각의 전압 도메인에 제공되는 공급 전압들을 조정하는 것을 가능하게 하는 신호를 전압 조정기에 제공할 수 있다. 예컨대, 모드 제어부는, 수신된 모니터링된 데이터에 기반하여 특정 전압 도메인에 제공되는 공급 전압을 증가시킬지 또는 감소시킬지를 결정할 수 있다. 그 결정은 잔여 배터리 수명 및 사용 이력에 기반할 수 있다. 예컨대, 잔여 배터리 수명이 비교적 낮고, 제 1 전압 도메인이 이력적으로(historically) 제 2 및 제 3 전압 도메인들보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 사용 이력이 표시하는 경우, 전압 조정기는 제 1 전압 도메인에 제공되는 공급 전압을 증가시키고, 제 2 및 제 3 전압 도메인들에 제공되는 공급 전압들을 감소시킬 수 있다. 따라서, SOC는 전력 소비를 감소시키기 위해, 사용 이력을 표시하는 이력적 데이터에 기반하여 각각의 전압 도메인에 제공되는 공급 전압들을 동적으로 조정(예컨대, 스케일링)할 수 있다.

[0008]

[0008] 특정 양상에서, SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 방법은, SOC의 에너지-성능 엔진에서, SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 단계를 포함한다. 방법은 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하는 단계를 포함한다. 방법은, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 단계를 포함한다. 방법은, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하는 단계를 더 포함한다.

[0009]

[0009] 다른 특정 양상에서, 장치는 SOC(system-on-chip)의 에너지-성능 엔진 및 동작들을 수행하도록 에너지-성능 엔진에 의해 실행가능한 명령들을 저장하는 메모리를 포함한다. 동작들은 SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 동작을 포함한다. 동작들은 또한, SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하는 동작을 포함한다. 동작들은, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압을 조정하는 동작을 더 포함한다. 동작들은 또한, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하는 동작을 포함한다.

[0010]

[0010] 다른 특정 양상에서, 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체는 SOC(system-on-chip)의 상이한 모듈들에 제공되는 전압들을 스케일링하기 위한 명령들을 포함한다. 명령들은, SOC의 에너지-성능 엔진에 의해 실행될 때, 에너지-성능 엔진으로 하여금, SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하게 한다. 명령들은 또한, 에너지-성능 엔진으로 하여금 SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 수신하게 하도록 실행가능하다. 명령들은 또한, 에너지-성능 엔진으로 하여금, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급

전압을 조정하게 하도록 실행가능하다. 명령들은 추가로, 에너지-성능 엔진으로 하여금, 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압을 조정하게 하도록 실행가능하다.

[0011] 다른 특정 양상에서, 장치는 SOC(system-on-chip)의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 생성하기 위한 수단을 포함한다. 장치는 또한, SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 생성하기 위한 수단을 포함한다. 장치는, 제 1 공급 전압 및 제 2 공급 전압을 조정하기 위한 수단을 더 포함한다. 제 1 공급 전압은 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공된다. 제 2 공급 전압은 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공된다.

[0012] 개시된 실시예들 중 적어도 하나에 의해 제공되는 하나의 특정한 이점은 SOC(system-on-chip)의 상이한 컴포넌트들에 제공되는 공급 전압을 조정(예컨대, 스케일링)하는 능력이다. 다른 컴포넌트들보다 이력적으로 덜 빈번하게 사용되는 특정 컴포넌트에 제공되는 공급 전압을 감소시키는 것(예컨대, 조정하는 것)은 전력 소비를 감소시킬 수 있다. 본 개시내용의 다른 양상들, 이점들, 및 특징들은, 다음의 부분들: 도면의 간단한 설명, 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 및 청구범위를 포함하는 전체 출원의 리뷰 후에 명백해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 상이한 모듈들에 공급되는 전압들을 동적으로 스케일링하도록 동작가능한 SOC(system-on-chip)의 특정 예시적 실시예의 도면이고;

[0014] 도 2는 도 1의 SOC에 대한 설계 파라미터들을 결정하도록 동작가능한 시스템의 특정 예시적 실시예의 도면이고;

[0015] 도 3은 계획된 사용 컨디션(planned usage condition)들을 예시하는 표의 특정 예시적 실시예의 도면이고;

[0016] 도 4는 제 1 사용자 프로파일 및 제 2 사용자 프로파일의 특정 예시적 실시예의 도면이고;

[0017] 도 5는 도 1의 SOC에 대한 설계 파라미터들을 결정하도록 동작가능한 시스템의 다른 특정 예시적 실시예의 도면이고;

[0018] 도 6은 SOC의 상이한 전압 도메인들에 제공되는 전압들을 동적으로 스케일링하기 위한 방법의 특정 예시적 실시예의 흐름도이고;

[0019] 도 7은 상이한 모듈들에 공급되는 전압들을 동적으로 스케일링하도록 동작가능한 SOC를 포함하는 디바이스의 블록도이고; 그리고

[0020] 도 8은 상이한 모듈들에 공급되는 전압들을 동적으로 스케일링하도록 동작가능한 SOC를 제조하기 위한 제조 프로세스의 특정 예시적 실시예의 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 도 1을 참조하면, 상이한 모듈들에 공급되는 전압들을 동적으로 스케일링하도록 동작가능한 SOC(system-on-chip)(100)의 특정 예시적 실시예가 도시된다. SOC(100)는 에너지-성능 엔진(102), 전압 조정기(106), 제 1 모듈(110), 제 2 모듈(120), 제 3 모듈(130), 배터리(140), 및 사용 이력 모듈(150)을 포함한다. 에너지-성능 엔진(102)은 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 전압들을 관리하도록 구성된 프로세서일 수 있다. 특정 실시예에서, SOC(100)는 무선 디바이스에 통합될 수 있다. 예컨대, SOC(100)는 모바일 폰, 통신 디바이스, PDA(personal digital assistant), 태블릿, 내비게이션 디바이스, 뮤직 플레이어, 비디오 플레이어, 또는 엔터테인먼트 유닛에 통합될 수 있다.

[0022] 각각의 모듈(110, 120, 130)은 SOC(100)의 프로세싱 유닛에 대응할 수 있다. 비-제한적 예로서, 제 1 모듈(110)은 CPU(central processing unit)를 포함할 수 있고, 제 2 모듈(120)은 GPU(graphics processing unit)를 포함할 수 있고, 제 3 모듈(130)은 DSP(digital signal processor)를 포함할 수 있다. 3개의 모듈들(110, 120, 130)이 SOC(100)에 도시되지만, 다른 실시예들에서, SOC(100)는 추가의(또는 더 적은) 모듈들을 포함할 수 있다. 예컨대, SOC(100)는 또한, 모뎀(MODEM; modulator/demodulator), 디스플레이 모듈 등을 포함할 수 있다.

- [0016] [0023] 제 1 모듈(110)은 제 1 전압 도메인(예컨대, "전압 도메인 A")에 대응할 수 있고, 전압 조정기(106)로부터 제 1 공급 전압을 수신할 수 있다. 제 1 공급 전압은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 예측된 사용자 경험에 기반하여 설계 페이즈(design phase) 동안 결정되는, 제 1 모듈(110)에 대해 설정된(예컨대, "최적의") 공급 전압에 기반할 수 있다. 제 1 모듈(110)은 제 1 모니터(112)를 포함할 수 있다. 제 1 모니터(112)는, 수신된 공급 전압(예컨대, 제 1 공급 전압)을 모니터링하고 제 1 공급 전압 표시(Vdd<sub>1</sub>)(114)를 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 제 1 공급 전압 표시(114)는 제 1 공급 전압의 전압 레벨을 표시할 수 있다.
- [0017] [0024] 부가적으로, 설계 페이즈 동안, 제 1 모듈(110)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 계획된(또는 "예측된") 사용자 경험에 기반하여 설정된다(예컨대, "최적화됨"). 에너지-성능 엔진(102)은 제 1 모듈(110)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들을 표시하는 정보를 저장할 수 있다.
- [0018] [0025] 제 2 모듈(120)은 제 2 전압 도메인(예컨대, "전압 도메인 B")에 대응할 수 있고, 전압 조정기(106)로부터 제 2 공급 전압을 수신할 수 있다. 제 2 공급 전압은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 예측된 사용자 경험에 기반하여 설계 페이즈 동안 결정되는, 제 2 모듈(120)에 대해 설정된(예컨대, "최적의") 공급 전압에 기반할 수 있다. 제 2 모듈(120)은 제 2 모니터(122)를 포함할 수 있다. 제 2 모니터(122)는, 수신된 공급 전압(예컨대, 제 2 공급 전압)을 모니터링하고 제 2 공급 전압 표시(Vdd<sub>2</sub>)(124)를 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 제 2 공급 전압 표시(124)는 제 2 공급 전압의 전압 레벨을 표시할 수 있다.
- [0019] [0026] 부가적으로, 설계 페이즈 동안, 제 2 모듈(120)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 계획된 사용자 경험(planned user experience)에 기반하여 설정된다(예컨대, "최적화됨"). 에너지-성능 엔진(102)은 제 2 모듈(120)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들을 표시하는 정보를 저장할 수 있다.
- [0020] [0027] 제 3 모듈(130)은 제 3 전압 도메인(예컨대, "전압 도메인 C")에 대응할 수 있고, 전압 조정기(106)로부터 제 3 공급 전압을 수신할 수 있다. 제 3 공급 전압은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 예측된 사용자 경험에 기반하여 설계 페이즈 동안 결정되는, 제 3 모듈(130)에 대해 설정된(예컨대, "최적의") 공급 전압에 기반할 수 있다. 제 3 모듈(130)은 제 3 모니터(132)를 포함할 수 있다. 제 3 모니터(132)는, 수신된 공급 전압(예컨대, 제 3 공급 전압)을 모니터링하고 제 3 공급 전압 표시(Vdd<sub>3</sub>)(134)를 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 제 3 공급 전압 표시(134)는 제 3 공급 전압의 전압 레벨을 표시할 수 있다.
- [0021] [0028] 부가적으로, 설계 페이즈 동안, 제 3 모듈(130)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들은, 도 2와 관련하여 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 계획된 사용자 경험에 기반하여 설정된다(예컨대, "최적화됨"). 에너지-성능 엔진(102)은 제 3 모듈(130)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들을 표시하는 정보를 저장할 수 있다.
- [0022] [0029] 배터리(140)는 에너지-성능 엔진(102)에 커플링될 수 있다. 배터리(140)는 배터리(140)의 잔여 배터리 수명을 모니터링하도록 구성된 배터리 수명 모니터(142)를 포함할 수 있다. 예컨대, 배터리 수명 모니터(142)는 배터리(140)가 얼마나 오래 SOC(100)의 다른 컴포넌트들에 전력을 공급할 수 있는지를 대략적으로 결정할 수 있다. 배터리 수명 모니터(142)는 배터리(140)의 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시(144)를 생성할 수 있고, 배터리 수명 표시(144)를 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공할 수 있다.
- [0023] [0030] 사용 이력 모듈(150)은 또한, 에너지-성능 엔진(102)에 커플링될 수 있다. 사용 이력 모듈(150)은 제 1 모듈(110), 제 2 모듈(120), 및 제 3 모듈(130)의 사용과 연관된 이력적 데이터를 모니터링하도록 구성된 사용 이력 모니터(152)를 포함할 수 있다. 예컨대, 사용 이력 모니터(152)는, 제 2 및 제 3 전압 모듈들(120, 130)이 얼마나 빈번하게 사용되었는지에 비해 제 1 모듈(110)이 얼마나 빈번하게 사용되었는지를 모니터링할 수 있다. 특정 실시예에서, 사용 이력 모니터(152)는 모듈들(110, 120, 130)에 커플링된 외부 모니터(도시되지 않음)로부터 사용 이력의 표시들을 수신할 수 있다. 다른 특정 실시예에서, 사용 이력 모듈(150)은, 사용 이력 모니터(152)가 사용 이력을 모니터링하는 것을 가능하게 하기 위해 다른 모듈들(110, 120, 130)에 커플링될 수 있다.

- [0024] [0031] 각각의 모듈(110, 120, 130)에 대한 사용 빈도는 사용자 경험에 기반할 수 있다. 예컨대, 사용자가 이력적으로 (SOC(100)를 포함하는) 무선 디바이스를 전화 통화들, 이메일들, 텍스팅(texting), 및 소셜 미디어 목적들을 위해 주로 사용한 경우, 제 3 모듈(130)(예컨대, DSP)이 제 1 및 제 2 모듈들(110, 120)보다 더 많이 사용될 수 있다. 사용자가 이력적으로 무선 디바이스를 게임들 및 뮤직을 위해 주로 사용한 경우, 제 1 모듈(110)(예컨대, CPU)이 제 2 및 제 3 모듈들(120, 130)보다 더 많이 사용될 수 있다.
- [0025] [0032] 사용 이력 모니터(152)는 사용 이력 표시(154)를 생성할 수 있다. 사용 이력 표시(154)는 제 1 모듈(110)에 대한 사용 이력의 제 1 표시, 제 2 모듈(120)에 대한 사용 이력의 제 2 표시, 및 제 3 모듈(130)에 대한 사용 이력의 제 3 표시를 포함할 수 있다. 사용 이력의 제 1 표시는, 무선 디바이스가 제 1 모듈(110)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 1 모듈(110)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력의 제 2 표시는, 무선 디바이스가 제 2 모듈(120)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 2 모듈(120)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력의 제 3 표시는, 무선 디바이스가 제 3 모듈(130)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 3 모듈(130)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력 표시(154)는 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공될 수 있다.
- [0026] [0033] 모드 제어기(104)는 모니터링된 데이터(예컨대, 제 1 공급 전압 표시(114), 제 2 공급 전압 표시(124), 제 3 공급 전압 표시(134), 배터리 수명 표시(144), 및 사용 이력 표시(154))를 수신할 수 있다. 수신된 모니터링된 데이터에 기반하여, 모드 제어기(104)는 SOC(100)를 동작시킬 모드를 결정할 수 있다. 예컨대, 모드 제어기(104)는 배터리(140)의 배터리 수명을 증가시키기 위해 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들을 조정(예컨대, 스케일링)할지 여부를 결정할 수 있다.
- [0027] [0034] 예컨대, (배터리 수명 표시(144)에 의해 표시된) 잔여 배터리 수명이 특정 임계치 미만인 경우, 모드 제어기(104)는 배터리 수명을 연장하기 위해, 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들이 조정되어야 하는지 여부를 결정할 수 있다. 잔여 배터리 수명에 대한 특정 임계치는 시간 단위로서 측정될 수 있다. 비-제한적 예로서, 잔여 배터리 수명에 대한 특정 임계치는 대략 45분과 동일할 수 있다. 따라서, 잔여 배터리 수명이 45분 미만인 경우, 모드 제어기(104)는 배터리 수명을 연장하기 위해, 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들이 조정되어야 하는지 여부를 결정할 수 있다. 그 결정은 (사용 이력 표시(154)에 의해 표시된) 사용 이력에 기반할 수 있다. 예컨대, 잔여 배터리 수명이 비교적 낮고(예컨대, 임계치 미만임), 제 1 모듈(110)이 이력적으로 제 2 및 제 3 모듈들(120, 130)보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 사용 이력이 표시하는 경우, 모드 제어기(104)는 제 1 공급 전압을 증가시키고 제 2 및 제 3 공급 전압들을 감소시키기 위한 전압 조정 신호를 전압 조정기(106)에 제공할 수 있다. 따라서, 덜 빈번하게 사용된 모듈들(120, 130)은 더 낮은 공급 전압들을 수신할 수 있고 그리고 더 적은 전력을 소비할 수 있으며, 이는 잔여 배터리 수명을 연장할 수 있다.
- [0028] [0035] 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압을 어떻게 조정할지의 결정은 추가로, 각각의 모듈(110, 120, 130)이 이력적으로 사용된 시간 기간들에 기반할 수 있다. 예컨대, 잔여 배터리 수명이 비교적 낮은 경우, 모드 제어기(104)는 하루 중의 시간을 결정할 수 있고, (사용 이력 표시(154)에 기반하여) 어느 모듈이 이력적으로 그 시간에 사용되었는지를 결정할 수 있다. 비-제한적 예로서, 하루 중의 시간이 8:15 pm이고, 이력적으로 8:00 pm과 10:00 pm 사이에 제 3 모듈(130)이 다른 모듈들(110, 120)보다 더 많이 사용되는 것을 사용 이력 표시(154)가 표시하는 경우, (이력적으로 24시간 동안 제 1 모듈(110)이 제 3 모듈(130)보다 더 빈번하게 사용될지라도) 모드 제어기(104)는 제 3 공급 전압을 증가시키고 제 1 및 제 2 공급 전압들을 감소시키기 위한 전압 조정 신호를 전압 조정기(106)에 제공할 수 있다.
- [0029] [0036] 특정 양상에서, 모드 제어기(104)는 각각의 모듈(110, 120, 130)에 대한 동작의 사용 및 동작의 사용과 연관된 전력 소모를 결정할 수 있다. 모드 제어기(104)에 의해 생성된 전압 조정 신호는 추가로, 각각의 모듈(110, 120, 130)의 동작의 사용과 연관된 전력 소모에 기반할 수 있다. 비-제한적 예로서, 제 3 모듈(130)은 제 1 동작(예컨대, 기록 동작) 및 제 2 동작(예컨대, 판독 동작)을 수행할 수 있고, 제 2 모듈은 제 3 동작(예컨대, 판독 동작) 및 제 4 동작(예컨대, 기록 동작)을 수행할 수 있다. 제 1 동작은 제 3 동작보다 더 많은 전력을 소모할 수 있지만, 제 2 동작은 제 4 동작보다 더 적은 전력을 소모할 수 있다. 제 3 모듈(130)이 이력적으로 8:00 pm과 10:00 pm 사이에 제 2 모듈(120)보다 더 빈번하게 사용될 수 있지만, 제 3 모듈(130)이 8:00 pm과 10:00 pm 사이에 기록 동작들을 드물게 수행하고, 제 2 모듈(120)이 8:00 pm과 10:00 pm 사이에 기록 동작들을 빈번하게 수행하는 경우, 모드 제어기(104)는 제 2 공급 전압을 증가시키고 제 1 및 제 3 공급 전압을 감소시키기 위한 전압 조정 신호를 전압 조정기(106)에 제공할 수 있다.

- [0030] [0037] 에너지-성능 엔진(102)에 의해 전압 조정기(106)에 제공된 전압 조정들은 추가로, 각각의 모듈(110, 120, 130)의 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들에 기반할 수 있다. 에너지-성능 엔진(102)은 트랜지스터들의 채널 길이들 및 임계 전압들에 기반하여 누설을 감소시키기 위해 (그리고 그에 따라 전력 소비를 감소시키기 위해) 각각의 모듈(110, 120, 130)에 제공되는 각각의 공급 전압을 조정할 양을 결정할 수 있다. 예컨대, 에너지-성능 엔진(102)은 각각의 모듈(110, 120, 130)의 트랜지스터 특성들에 기반하여 각각의 모듈(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들을 설정(예컨대, "최적화")할 수 있다. 예시하자면, 에너지-성능 엔진(102)은 제 1 모듈(110)의 트랜지스터들의 임계 전압들에 기반하여 제 1 공급 전압을 증가시킬(또는 감소시킬) 양을 결정할 수 있다. 비-제한적 예로서, 제 1 모듈(110)의 트랜지스터들이 비교적 큰 임계 전압을 갖는 경우, 에너지-성능 엔진(102)은 제 1 공급 전압을 비교적 큰 양만큼 증가시킬 수 있다.
- [0031] [0038] 도 1의 SOC(100)는 배터리(140)의 배터리 수명을 증가시키기 위해 상이한 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들을 조정(예컨대, 스케일링)할 수 있다. 예컨대, 에너지-성능 엔진(102)은 이력적으로 드물게 사용되는 하나 또는 그 초과의 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들을 낮추도록 전압 조정기(106)에 시그널링할 수 있다. 다른 모듈들보다 이력적으로 덜 빈번하게 사용되는 특정 모듈에 제공되는 공급 전압을 감소시키는 것(예컨대, 조정하는 것)은 전력 소비를 감소시킬 수 있다. 예컨대, 사용될 가능성이 적은 모듈은 배터리 수명을 보존하기 위해 감소된 공급 전압을 수신할 수 있다.
- [0032] [0039] 도 2를 참조하면, 도 1의 SOC(100)에 대한 설계 파라미터들을 결정하도록 동작가능한 시스템(200)의 특정 예시적 실시예가 도시된다. 예컨대, 시스템(200)은 SOC(100)의 설계 페이즈 동안 SOC(100)에 대한 설계 파라미터들(208)을 결정하도록 구성된 설계 프로세서(202)(예컨대, 설계 엔진)를 포함한다.
- [0033] [0040] 예시적 실시예에서, 설계 프로세서(202)는 트랜지스터 설계 엔진 및/또는 공급 전압 설계 엔진일 수 있다. 예컨대, 설계 프로세서(202)는 SOC(100)에서 구현될 트랜지스터들에 대한 설계 파라미터들(208)을 결정할 수 있다. 비-제한적 예들로서, 설계 파라미터들(208)은 SOC(100)의 각각의 모듈(110, 120, 130)에서 구현될 트랜지스터들에 대한 임계 전압들, SOC(100)의 각각의 모듈(110, 120, 130)에서 구현될 트랜지스터들에 대한 게이트 길이들, SOC(100)의 각각의 모듈(110, 120, 130)에서 구현될 트랜지스터들에 대한 온/오프 전류들, SOC의 각각의 모듈(110, 120, 130)에 제공될 공급 전압들, 다른 파라미터들, 또는 이들의 임의의 조합을 특정할 수 있다. 특정 실시예에서, 제 1 모듈(110)의 트랜지스터들은 다른 모듈들(120, 130)의 트랜지스터들과는 상이한 특성들(예컨대, 임계 전압들, 채널 길이들, 온/오프 전류들 등)을 가질 수 있다. 부가적으로, 각각의 모듈(110, 120, 130)에는 상이한 공급 전압들이 제공될 수 있다. 아래에서 설명되는 바와 같이, 설계 파라미터들(208)은 계획된 사용자 경험에 기반하여 무선 디바이스에 대한 에너지 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0034] [0041] 설계 파라미터들(208)을 결정하기 위해, 설계 프로세서(202)는 SOC(100)에 대한 계획된 사용 컨디션들(204) 및 다른 SOC 설계 입력 데이터(206)를 수신할 수 있다. 다른 SOC 설계 입력 데이터(206)는 도 5와 관련하여 더 상세하게 설명된다. SOC(100)에 대한 계획된 사용 컨디션들(204)은, 무선 디바이스의 배터리 수명 동안 SOC(100)의 각각의 모듈(110, 120, 130)이 특정 동작 주파수들로 동작할 것으로 예측되는 시간량을 표시할 수 있다.
- [0035] [0042] 도 3을 참조하면, 계획된 사용 컨디션들(204)을 예시하는 표의 특정 실시예가 도시된다. 예컨대, 계획된 사용 컨디션들(204)은, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명(예컨대, 배터리가 완전히 충전된 경우에 무선 디바이스가 동작하는 시간량) 동안에 SOC(100)의 제 1 모듈(110)이 대략 1.45 기가헤르츠(GHz)로 4시간 동안 동작한다는 것을 표시할 수 있다. 계획된 사용 컨디션들(204)은 추가로, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명 동안에 SOC(100)의 제 1 모듈(110)이 대략 1.92 GHz로 2시간 동안 동작한다는 것을 표시한다. 계획된 사용 컨디션들(204)은 또한, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명 동안에 SOC(100)의 제 1 모듈(110)이 대략 2.25 GHz로 1시간 동안 동작한다는 것을 표시한다. 부가적으로, 계획된 사용 컨디션들(204)은, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명 동안에 SOC(100)의 제 1 모듈(110)이 2.5 GHz로 30분 동안 동작한다는 것을 표시한다.
- [0036] [0043] 계획된 사용 컨디션들(204)은, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명 동안에 SOC(100)의 제 2 모듈(120)이 800 메가헤르츠(MHz)로 8시간 동안 동작한다는 것을 표시한다. 계획된 사용 컨디션들(204)은 또한, 무선 디바이스의 단일 배터리 수명 동안에 SOC(100)의 제 3 모듈(130)이 450 MHz로 18시간 동안 동작한다는 것을 표시한다.
- [0037] [0044] 계획된 사용 컨디션들(204)에서의 모듈(110, 120, 130)에 대한 동작 주파수 및 실행 시간은 (예컨대, 사용자 프로파일에 기반하여) 예측된 사용자 경험에 기반할 수 있다. 예컨대, 제 1 사용자 프로파일은 주로 통신 목적들(예컨대, 텍스팅, 전화 통화들, 이메일들 등)을 위해 무선 디바이스를 사용할 무선 디바이스 사용자에

대응할 수 있고, 제 2 사용자 프로파일은 주로 뮤직 및 게임 목적들을 위해 무선 디바이스를 사용할 무선 디바이스 사용자에 대응할 수 있다.

[0038]

[0045] 예시를 위해, 도 4를 참조하면, 제 1 사용자 프로파일 및 제 2 사용자 프로파일의 특정 예시적 실시예(400)가 도시된다. 제 1 사용자 프로파일은, 제 1 사용자가 주로 전화 통화들, 이메일들, 텍스팅, 및 소셜 미디어 목적들을 위해 무선 디바이스를 사용할 것이라는 것을 표시한다. 제 2 사용자 프로파일은, 제 2 사용자가 주로 게임들 및 뮤직을 위해 무선 디바이스를 사용할 것이라는 것을 표시한다. 사용자 프로파일에 기반하여, CPU, GPU, DSP, 및 모뎀에서의 동작 주파수 및 사용 시간(예컨대, 실행 시간)은 SOC에 대해 변경될 수 있다. 예컨대, 제 2 사용자는 제 1 사용자가 CPU를 사용하는 것보다 더 많은 양의 시간 동안 CPU를 사용할 수 있다(예컨대, 뮤직 및 게임은 텍스팅 및 전화 통화들보다 더 많은 CPU 사용을 필요로 함).

[0039]

[0046] 따라서, 도 2를 다시 참조하면, 설계 프로세서(202)에 제공된 계획된 사용 컨디션들(204)은 예측된 사용자 경험(예컨대, 도 4의 제 1 사용자 프로파일 또는 도 4의 제 2 사용자 프로파일)에 기반할 수 있다. 계획된 사용 컨디션들(204)이 제 1 사용자 프로파일에 기반하는 경우, 설계 파라미터들(208)(예컨대, 트랜지스터 파라미터들 및 공급 전압 파라미터들)은 주로 전화 통화들, 이메일들, 텍스팅, 및 소셜 미디어 목적들을 위해 사용되는 SOC(100)를 설계하도록 구성(예컨대, "최적화")될 수 있다. 계획된 사용 컨디션들(204)이 제 2 사용자 프로파일에 기반하는 경우, 설계 파라미터들(208)은 주로 게임들 및 뮤직을 위해 사용되는 SOC(100)를 설계하도록 구성(예컨대, "최적화")될 수 있다. 제 1 사용자 프로파일에 기반하는 설계 파라미터들(208)은 무선 디바이스의 제 1 버전을 설계하기 위해 사용될 수 있고, 제 2 사용자 프로파일에 기반하는 설계 파라미터들(208)은 무선 디바이스의 제 2 버전을 설계하기 위해 사용될 수 있다. 무선 디바이스의 각각의 버전은 유사한 컴포넌트들/모듈들을 포함할 수 있다(예컨대, 각각의 버전은 무선 디바이스의 유사한 모델에 대응할 수 있음).

[0040]

[0047] 본원에서 사용되는 바와 같이, 설계 파라미터들(208)을 구성하는 것(예컨대, "최적화하는 것")은, 예측된 사용자 경험에 기반하여 SOC(100)의 성능을 개선할(예컨대, 에너지 효율을 증가시킬), 각각의 모듈(110, 120, 130)에 대한, 트랜지스터 임계 전압들, 트랜지스터 채널 길이들, 트랜지스터 온/오프 전류들, 및 공급 전압들, 또는 이들의 임의의 조합을 결정하는 것에 대응한다. 예컨대, CPU의 속도를 높이기 위해 CPU의 트랜지스터들의 트랜지스터 임계 전압들을 증가시키는 것은 증가된 배터리 에너지 소모를 초래할 수 있다. (제 1 사용자 프로파일의 경우에서와 같이) CPU가 비교적 작은 시간 부분 동안 실행되는 경우, 트랜지스터 임계 전압들을 증가시킴으로써 야기되는 배터리 에너지 소모는 증가된 CPU 속도에 대한 열악한 트레이드오프(poor tradeoff)가 될 수 있다. 따라서, CPU가 비교적 작은 시간 부분 동안 실행될 것으로 예측되기 때문에, 제 1 사용자 프로파일에 대한 설계 파라미터들(108)은, CPU에 대해 비교적 작은 트랜지스터 임계 전압들을 갖는 트랜지스터들을 설계하도록 표시할 수 있다.

[0041]

[0048] 도 2의 시스템(200)은 예측된 사용자 경험에 기반하여 SOC(100)의 에너지 효율을 증가시킬 수 있다. 예컨대, 계획된 사용 컨디션들(204)을 설계 프로세서(202)에 제공함으로써, 설계 프로세서(202)는, 사용자가 SOC(100) 내의 특정 모듈(110, 120, 130)을 특정 주파수로 얼마나 오래 사용할 가능성이 있는지에 기반하여 SOC(100)에 대한 설계 파라미터들(208)(예컨대, 트랜지스터 파라미터들 및 공급 전압 파라미터들)을 결정할 수 있다. 예컨대, 설계 프로세서(202)는 제 1 사용 컨디션들(예컨대, CPU의 제 1 동작 주파수 및 CPU가 제 1 동작 주파수로 동작하는 시간량)에 기반하여 그리고 제 2 사용 컨디션들(예컨대, DSP의 제 2 동작 주파수 및 DSP가 제 2 동작 주파수로 동작하는 시간량)에 기반하여 설계 파라미터들(208)을 생성할 수 있다. 계획된 사용 컨디션들(204)(예컨대, 제 1 사용 컨디션들 및 제 2 사용 컨디션들)에 기반하여 설계 파라미터들(208)을 생성하는 것은, 무선 디바이스의 상이한 버전들의 설계가, 예상된 계획된 사용자 경험에 기반하여 성능을 개선하는 것(예컨대, 에너지 효율을 증가시키는 것)을 가능하게 할 수 있다.

[0042]

[0049] 도 5를 참조하면, 무선 디바이스를 위한 SOC에 대한 설계 파라미터들을 결정하도록 동작가능한 시스템(500)의 특정 예시적 실시예가 도시된다. 시스템(500)은 계획된 사용 컨디션들(204)에 기반하여 SOC(100)의 설계 파라미터들(208)을 결정하도록 구성된 도 2의 설계 프로세서(202)를 포함한다. 설계 프로세서(202)는 또한, 아래에서 설명되는 바와 같은 파운드리 입력(foundry input)들(502), 기술적 정의(504), 규격들(506), 데이터 경로들의 속도 분포(508), 및 경로에 의해 비닝 및 맵핑되는(BMP; binned and mapped by path) 교정된 링 오실레이터(R/O; ring oscillator) 세트(510)에 기반하여 설계 파라미터들(208)을 결정할 수 있다. 특정 실시예에서, 파운드리 입력들(502), 기술적 정의(504), 규격들(506), 속도 분포(508), 및 교정된 R/O 세트(510)는 도 2의 다른 SOC 설계 입력 데이터(206)에 대응할 수 있다.

[0043]

[0050] 파운드리 입력들(502) 및 기술적 정의(504)는, 전체적인 SOC를 설계하기 위한 임계 전압들 및 게이트

길이들, 온 및 오프 전류들, 및 다른 파라미터들에 대한 가능한 기술들(예컨대, 20 nm 설계들, SiGe(silicon-germanium) 설계들 등)을 결정할 수 있다. 부가하여, 규격들(506), 이를테면, 속도, 전력 요건들, 및 다른 파라미터들은 SOC 설계를 위한 전체적인 가능성들을 정의한다.

[0044] [0051] 시스템(500)은 SOC를 통해 이어지는 데이터 경로들을 고려하고, 데이터 경로들을 획단하는 데 걸리는 시간 길이로 데이터 경로들(예컨대, 또는 데이터 경로들의 대표 샘플)을 분할한다. 규격들(506) 및 기술적 정의들(504)과 함께, SOC에 대한 데이터 경로들의 속도 분포(508)는 디바이스들의 세트에 대한 입력들이다. 이러한 디바이스들(예컨대, 링 오실레이터들, 논리 게이트들, 또는 다른 유사한 디바이스들)은 510에서, 선택된 임계 전압 및 게이트 길이에 대해 경로에 의해 비닝 및 맵핑된다(BMP; binned and mapped by path).

[0045] [0052] 일단 SOC의 데이터 경로들에 대한 전력 및/또는 속도가 주어진 부분(예컨대, 링 오실레이터, 논리 게이트 등)에 대해 교정되고, 계획된 사용 컨디션들(204)이 (도 2 내지 도 4와 관련하여 설명된 바와 같이) 설계 프로세서(202)에 제공되면, 설계 프로세서(202)는 SOC 내의 어느 트랜지스터들 및/또는 어느 데이터 경로들이 상이한 임계 전압들, 게이트 길이들, 트랜지스터 온/오프 전류들, 및 다른 파라미터들을 사용할 수 있는지를 결정하고, SOC(100)에 대한 설계 파라미터들(208)로서 고성능 SOC 설계를 출력한다.

[0046] [0053] 도 5의 시스템(500)은 예측된 사용자 경험에 기반하여 SOC(100)의 성능을 개선할 수 있다(예컨대, 에너지 효율을 증가시킬 수 있음). 예컨대, 계획된 사용 컨디션들(204)을 설계 프로세서(202)에 제공함으로써, 설계 프로세서(202)는, 사용자가 SOC(100) 내의 특정 모듈(110, 120, 130)을 특정 주파수로 얼마나 오래 사용할 가능성이 있는지에 기반하여 SOC(100)의 각각의 모듈(110, 120, 130)에 대한 설계 파라미터들(108)(예컨대, 트랜지스터 파라미터들 및 공급 전압 파라미터들)을 결정할 수 있다. 예컨대, 설계 프로세서(202)는 제 1 사용 컨디션들(예컨대, CPU의 제 1 동작 주파수 및 CPU가 제 1 동작 주파수로 동작하는 시간량)에 기반하여 그리고 제 2 사용 컨디션들(예컨대, DSP의 제 2 동작 주파수 및 DSP가 제 2 동작 주파수로 동작하는 시간량)에 기반하여 설계 파라미터들(208)을 생성할 수 있다. 계획된 사용 컨디션들(204)(예컨대, 제 1 사용 컨디션들 및 제 2 사용 컨디션들)에 기반하여 설계 파라미터들(208)을 생성하는 것은, 무선 디바이스의 상이한 버전들의 설계가, 예상된 계획된 사용자 경험에 기반하여 에너지 효율을 증가시키는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0047] [0054] 도 6을 참조하면, 무선 디바이스를 위한 SOC에 대한 설계 파라미터들을 결정하기 위한 방법(600)의 특정 예시적 실시예의 흐름도가 도시된다. 방법(600)은 도 1의 SOC(100)의 컴포넌트들을 사용하여 수행될 수 있다.

[0048] [0055] 방법(600)은 602에서, SOC의 에너지-성능 엔진에서, SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 수신하는 단계를 포함한다. 예컨대, 도 1을 참조하면, 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)는 사용 이력 표시(154)를 수신할 수 있다. 사용 이력 표시(154)는 제 1 모듈(110)에 대한 사용 이력의 제 1 표시, 제 2 모듈(120)에 대한 사용 이력의 제 2 표시, 및 제 3 모듈(130)에 대한 사용 이력의 제 3 표시를 포함할 수 있다. 사용 이력의 제 1 표시는, 무선 디바이스가 제 1 모듈(110)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 1 모듈(110)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력의 제 2 표시는, 무선 디바이스가 제 2 모듈(120)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 2 모듈(120)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력의 제 3 표시는, 무선 디바이스가 제 3 모듈(130)을 활용하는 애플리케이션들을 얼마나 빈번하게 수행하는지 및/또는 제 3 모듈(130)이 이력적으로 사용된 시간 기간들을 표시할 수 있다. 사용 이력 표시(154)는 에너지-성능 엔진(102)의 모드 제어기(104)에 제공될 수 있다. 특정 실시예에서, 사용 이력 모니터(152)는 모듈들(110, 120, 130)에 커플링된 외부 모니터(도시되지 않음)로부터 사용 이력의 표시들을 수신할 수 있다. 다른 특정 실시예에서, 사용 이력 모듈(150)은, 사용 이력 모니터(152)가 사용 이력을 모니터링하는 것을 가능하게 하는 다른 모듈들(110, 120, 130)에 커플링될 수 있다.

[0049] [0056] 604에서, SOC의 제 1 모듈에 제공되는 제 1 공급 전압은 제 1 표시 및 제 2 표시에 기반하여 조정될 수 있다. 비-제한적 예로서, 도 2를 참조하면, 배터리(140)의 잔여 배터리 수명이 비교적 낮고(예컨대, 임계치 미만임), 제 1 모듈(110)이 이력적으로 제 2 모듈(120)보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 사용 이력이 표시하는 경우, 모드 제어기(104)는 제 1 모듈(110)에 제공되는 제 1 공급 전압을 증가시키기 위한 전압 조정 신호를 전압 조정기(106)에 제공할 수 있다.

[0050] [0057] SOC의 제 2 모듈에 제공되는 제 2 공급 전압은 제 1 표시 및 제 2 표시에 기반하여 조정될 수 있다. 비-제한적 예로서, 도 2를 참조하면, 배터리(140)의 잔여 배터리 수명이 비교적 낮고(예컨대, 임계치 미만임), 제 1 모듈(110)이 이력적으로 제 2 모듈(120)보다 더 빈번하게 사용되었다는 것을 사용 이력이 표시하는 경우,

모드 제어기(104)는 제 2 모듈(120)에 제공되는 제 2 공급 전압을 감소시키기 위한 전압 조정 신호를 전압 조정기(106)에 제공할 수 있다.

[0051] [0058] 도 6의 방법(600)은 배터리(140)의 배터리 수명을 증가시키기 위해 상이한 모듈들(110, 120)에 제공되는 공급 전압들을 조정(예컨대, 스케일링)할 수 있다. 예컨대, 에너지-성능 엔진(102)은 이력적으로 드물게 사용되는 하나 또는 그 초과의 모듈들에 제공되는 공급 전압들을 낮추도록 전압 조정기(106)에 시그널링할 수 있다. 다른 모듈들보다 이력적으로 덜 빈번하게 사용되는 특정 모듈에 제공되는 공급 전압을 감소시키는 것(예컨대, 조정하는 것)은 전력 소비를 감소시킬 수 있다. 예컨대, 사용될 가능성이 적은 모듈은 배터리 수명을 보존하기 위해 더 낮은 공급 전압을 수신할 수 있다.

[0052] [0059] 도 7을 참조하면, 무선 통신 디바이스의 특정 예시적 실시예가 도시되며, 일반적으로 700으로 지정된다. 디바이스(700)는 메모리(732)에 커플링된 제 1 모듈(110)(예컨대, CPU)을 포함한다. 제 1 모듈(110) 내의 회로(예컨대, 트랜지스터들)는 설계 프로세서(202)에 의해 결정된 설계 파라미터들(208)에 따라 설계될 수 있다. 제 1 모듈(110)은 메모리(732)에 저장된 소프트웨어(예컨대, 하나 또는 그 초과의 명령들(768)의 프로그램)를 실행하도록 구성될 수 있다.

[0053] [0060] 무선 인터페이스(740)는 제 1 모듈(110)에 그리고 트랜시버(746)를 통해 안테나(742)에 커플링될 수 있다. 코더/디코더(CODEC)(734)가 또한 제 1 모듈(110)에 커플링될 수 있다. 스피커(736) 및 마이크로폰(738)은 CODEC(734)에 커플링될 수 있다. 디스플레이 제어기(726)는 제 1 모듈(110) 및 디스플레이 디바이스(728)에 커플링될 수 있다. 제 2 모듈(120)(예컨대, GPU)은 디스플레이 제어기(726)에 커플링될 수 있다. 제 2 모듈(120) 내의 회로는 설계 프로세서(202)에 의해 결정된 설계 파라미터들(208)에 따라 설계될 수 있다. 부가적으로, 제 3 모듈(130)(예컨대, DSP)은 제 1 모듈(110)에 커플링될 수 있다. 제 3 모듈(130) 내의 회로는 설계 프로세서(202)에 의해 결정된 설계 파라미터들(208)에 따라 설계될 수 있다.

[0054] [0061] 에너지-성능 엔진(102)은 명령들(792)을 저장하는 메모리(790)에 커플링될 수 있다. 메모리(790)는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체일 수 있다. 명령들(790)은 에너지-성능 엔진(102)으로 하여금 도 6의 방법(600)을 수행하게 하도록 실행가능할 수 있다. 예컨대, 사용 이력 모듈(150) 및 배터리(140)는 에너지-성능 엔진(102)에 커플링될 수 있다. 부가적으로, 제 1, 제 2, 및 제 3 모듈들(110, 120, 130)은 에너지-성능 엔진(102)에 커플링될 수 있다. 제 1 모듈(110)은 도 1의 제 1 공급 전압 표시(114)를 에너지-성능 엔진(102)에 제공할 수 있고, 제 2 모듈(120)은 도 1의 제 2 공급 전압 표시(124)를 에너지-성능 엔진(102)에 제공할 수 있고, 제 3 모듈(130)은 도 1의 제 3 공급 전압 표시(134)를 에너지-성능 엔진(102)에 제공할 수 있다. 부가적으로, 배터리(140)는 도 1의 배터리 수명 표시(144)를 에너지-성능 엔진(102)에 제공할 수 있고, 사용 이력 모듈(150)은 도 1의 사용 이력 표시(154)를 에너지-성능 엔진(102)에 제공할 수 있다.

[0055] [0062] 배터리(140)의 잔여 배터리 수명에 기반하여, 에너지-성능 엔진(102)은 도 1과 관련하여 설명된 것과 실질적으로 유사한 방식으로 제 1, 제 2, 및 제 3 모듈들(110, 120, 130)에 제공되는 공급 전압들을 조정하도록 전압 조정기(106)에 시그널링할 수 있다. 예컨대, 전압 조정들은 사용 이력 모듈(150)에 의해 표시된 이력적 사용 데이터에 기반할 수 있다.

[0056] [0063] 특정 실시예에서, 에너지-성능 엔진(102), 전압 조정기(106), 제 1 모듈(110), 제 2 모듈(120), 제 3 모듈(130), 사용 이력 모듈(150), 디스플레이 제어기(726), 메모리(732), CODEC(734), 무선 인터페이스(740), 트랜시버(746), 및 메모리(790)는 시스템-인-패키지 또는 SOC 디바이스에 포함된다. 예컨대, 에너지-성능 엔진(102), 전압 조정기(106), 제 1 모듈(110), 제 2 모듈(120), 제 3 모듈(130), 사용 이력 모듈(150), 디스플레이 제어기(726), 메모리(732), CODEC(734), 무선 인터페이스(740), 트랜시버(746), 및 메모리(790)는 도 1의 SOC(100)에 포함될 수 있다.

[0057] [0064] 특정 실시예에서, 입력 디바이스(730) 및 배터리(140)는 SOC(100)에 커플링된다. 대안적 실시예에서, 배터리(140)는 SOC(100)에 포함될 수 있다. 더욱이, 특정 실시예에서, 도 7에서 예시된 바와 같이, 디스플레이 디바이스(728), 입력 디바이스(730), 스피커(736), 마이크로폰(738), 안테나(742), 및 배터리(140)는 SOC(100) 외부에 있다. 그러나, 디스플레이 디바이스(728), 입력 디바이스(730), 스피커(736), 마이크로폰(738), 안테나(742), 및 배터리(140) 각각은 SOC(100)의 하나 또는 그 초과의 컴퓨트론트들, 이를테면, 하나 또는 그 초과의 인터페이스들 또는 제어기들에 커플링될 수 있다.

[0058] [0065] 앞서 개시된 디바이스들 및 기능들은 컴퓨터-판독가능 매체들 상에 저장된 컴퓨터 파일들(예컨대, RTL, GDSII, GERBER 등)로 설계 및 구성될 수 있다. 일부 또는 모든 이러한 파일들은 이러한 파일들에 기반하여 디

바이스들을 제조하는 제조 핸들러들에게 제공될 수 있다. 결과적인 제품들은 웨이퍼들을 포함하며, 이 웨이퍼들은 이후 다이들로 절단되고 칩들로 패키지화된다. 칩들은 이후, 위에서 설명된 디바이스들에서 이용된다. 도 8은 전자 디바이스 제조 프로세스(800)의 특정 예시적 실시예를 도시한다.

- [0059] [0066] 물리적 디바이스 정보(802)는 제조 프로세스(800)에서, 이를테면, 리서치 컴퓨터(806)에서 수신된다. 물리적 디바이스 정보(802)는 SOC(100)의 물리적 속성과 같은, 반도체 디바이스의 적어도 하나의 물리적 속성을 나타내는 설계 정보를 포함할 수 있다. 예컨대, 물리적 디바이스 정보(802)는 물리적 파라미터들, 물질 특성들, 및 리서치 컴퓨터(806)에 커플링되는 사용자 인터페이스(804)를 통해 입력되는 구조물 정보를 포함할 수 있다. 리서치 컴퓨터(806)는 메모리(810)와 같은 컴퓨터-판독가능 매체에 커플링되는 하나 또는 그 초과의 프로세싱 코어들과 같은 프로세서(808)를 포함한다. 메모리(810)는, 프로세서(808)로 하여금 물리적 디바이스 정보(802)를 파일 포맷에 따르도록 변환하여 라이브러리 파일(812)을 생성하게 하도록 실행가능한 컴퓨터-판독 가능 명령들을 저장할 수 있다.
- [0060] [0067] 특정 실시예에서, 라이브러리 파일(812)은 변환된 설계 정보를 포함하는 적어도 하나의 데이터 파일을 포함한다. 예컨대, 라이브러리 파일(812)은 EDA(electronic design automation) 툴(820)과 함께 사용하기 위해 제공된, SOC(100)를 포함한 반도체 디바이스들의 라이브러리를 포함할 수 있다.
- [0061] [0068] 라이브러리 파일(812)은 메모리(818)에 커플링되는 하나 또는 그 초과의 프로세싱 코어들과 같은 프로세서(816)를 포함하는 설계 컴퓨터(814)에서 EDA 툴(820)과 함께 사용될 수 있다. EDA 툴(820)은, 설계 컴퓨터(814)의 사용자가 라이브러리 파일(812)을 사용하여 SOC(100)를 포함한 회로를 설계하는 것을 가능하게 하기 위해 프로세서 실행가능 명령들로서 메모리(818)에 저장될 수 있다. 예컨대, 설계 컴퓨터(814)의 사용자는 설계 컴퓨터(814)에 커플링된 사용자 인터페이스(824)를 통해 회로 설계 정보(822)를 입력할 수 있다. 회로 설계 정보(822)는 SOC(100)와 같은 반도체 디바이스의 적어도 하나의 물리적 속성을 나타내는 설계 정보를 포함할 수 있다. 예시하자면, 회로 설계 속성은 회로 설계에서 다른 엘리먼트들과의 관계들 및 특정 회로들의 식별, 포지셔닝 정보, 피쳐(feature) 사이즈 정보, 상호연결 정보, 또는 전자 디바이스의 물리적 속성을 나타내는 다른 정보를 포함할 수 있다.
- [0062] [0069] 설계 컴퓨터(814)는 파일 포맷에 따르도록, 회로 설계 정보(822)를 포함하는 설계 정보를 변환하도록 구성될 수 있다. 예시하자면, 파일 형성은 평면 기하학적 형상들, 텍스트 라벨들, 및 회로 레이아웃에 관한 다른 정보를 그래픽 데이터 시스템(GDSII; Graphic Data System) 파일 포맷과 같은 계층적 포맷으로 나타내는 데이터베이스 이진 파일 포맷을 포함할 수 있다. 설계 컴퓨터(814)는 다른 회로들 또는 정보에 추가하여, SOC(100)을 설명하는 정보를 포함하는 GDSII 파일(826)과 같은 변환된 설계 정보를 포함하는 데이터 파일을 생성하도록 구성될 수 있다. 예시하자면, 데이터 파일은 SOC(100)에 대응하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0063] [0070] GDSII 파일(826)은 GDSII 파일(826)의 변환된 정보에 따라 SOC(100)를 제조하기 위해 제조 프로세스(828)에서 수신될 수 있다. 예컨대, 디바이스 제조 프로세스는 도 8에서 대표 마스크(832)로서 예시된, 포토리소그래피 프로세싱과 함께 사용될 마스크들과 같은 하나 또는 그 초과의 마스크들을 생성하기 위해 마스크 제조자(830)에게 GDSII 파일(826)을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 마스크(832)는, 테스트되어 대표 다이(836)와 같은 다이들로 분리될 수 있는 하나 또는 그 초과의 웨이퍼들(833)을 생성하기 위해 제조 프로세스 동안 사용될 수 있다. 다이(836)는 SOC(100)를 포함한 회로를 포함한다.
- [0064] [0071] 특정 실시예에서, 제조 프로세스(828)는 프로세서(834)에 의해 개시되거나 또는 프로세서(834)에 의해 제어될 수 있다. 프로세서(834)는 컴퓨터-판독가능 명령들 또는 프로세서-판독가능 명령들과 같은 실행가능 명령들을 포함하는 메모리(835)에 액세스할 수 있다. 실행가능 명령들은 컴퓨터, 이를테면, 프로세서(834)에 의해 실행가능한 하나 또는 그 초과의 명령들을 포함할 수 있다.
- [0065] [0072] 제조 프로세스(828)는 완전히 자동화된 또는 부분적으로 자동화된 제조 시스템에 의해 구현될 수 있다. 예컨대, 제조 프로세스(828)는 자동화될 수 있고 스케줄에 따라 프로세싱 단계들을 수행할 수 있다. 제조 시스템은 전자 디바이스를 형성하기 위해 하나 또는 그 초과의 동작들을 수행하는 제조 장비(예컨대, 프로세싱 툴들)를 포함할 수 있다.
- [0066] [0073] 제조 시스템은 분산형 아키텍처(예컨대, 계층성)를 가질 수 있다. 예컨대, 제조 시스템은 분산형 아키텍처에 따라 분산되는 하나 또는 그 초과의 프로세서들, 이를테면, 프로세서(834), 하나 또는 그 초과의 메모리들, 이를테면, 메모리(835), 및/또는 제어기들을 포함할 수 있다. 분산형 아키텍처는 하나 또는 그 초과의 로우-레벨 시스템들의 동작들을 제어 또는 개시하는 하이-레벨 프로세서를 포함할 수 있다. 예컨대, 제조 프로세

스(828)의 하이-레벨 부분은 프로세서(834)와 같은 하나 또는 그 초과의 프로세서들을 포함할 수 있고, 로우-레벨 시스템들은 하나 또는 그 초과의 대응하는 제어기들을 각각 포함할 수 있거나 또는 하나 또는 그 초과의 대응하는 제어기들에 의해 제어될 수 있다. 특정 로우-레벨 시스템의 특정 제어기는 하이-레벨 시스템으로부터 하나 또는 그 초과의 명령들(예컨대, 커맨드들)을 수신할 수 있고, 서브-커맨드들을 종속 모듈들 또는 프로세스 툴들에 발행할 수 있고, 그리고 상태 데이터를 다시 하이-레벨 시스템에 통신할 수 있다. 하나 또는 그 초과의 로우-레벨 시스템들 각각은 제조 장비(예컨대, 프로세싱 툴들)의 하나 또는 그 초과의 대응하는 부분들과 연관될 수 있다. 특정 실시예에서, 제조 시스템은 제조 시스템에 분산되는 다수의 프로세서들을 포함할 수 있다. 예컨대, 제조 시스템의 로우-레벨 시스템 컴포넌트의 제어기는 프로세서(834)와 같은 프로세서를 포함할 수 있다.

[0067] [0074] 대안적으로, 프로세서(834)는 하이-레벨 시스템의 부분, 서브시스템, 또는 제조 시스템의 컴포넌트일 수 있다. 다른 실시예에서, 프로세서(834)는 제조 시스템의 다양한 레벨들 및 컴포넌트들에 분산된 프로세싱을 포함한다.

[0068] [0075] 다이(836)는 패키징 프로세스(838)에 제공될 수 있으며, 여기서 다이(836)가 대표 패키지(840) 내에 포함된다. 예컨대, 패키지(840)는 단일 다이(836) 또는 다수의 다이들, 이를테면, 시스템-인-패키지(SiP) 어레인지먼트를 포함할 수 있다. 패키지(840)는 JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council) 표준들과 같은 하나 또는 그 초과의 표준들 또는 규격들에 따르도록 구성될 수 있다.

[0069] [0076] 패키지(840)에 관한 정보는, 이를테면, 컴퓨터(846)에 저장되는 컴포넌트 라이브러리를 통해, 다양한 제품 설계자들에게 분배될 수 있다. 컴퓨터(846)는 메모리(850)에 커플링되는 하나 또는 그 초과의 프로세싱 코어들과 같은 프로세서(848)를 포함할 수 있다. 인쇄 회로 기판(PCB) 툴은 사용자 인터페이스(844)를 통해 컴퓨터(846)의 사용자로부터 수신되는 PCB 설계 정보(842)를 프로세싱하기 위한 프로세서 실행가능 명령들로서 메모리(850)에 저장될 수 있다. PCB 설계 정보(842)는 회로 기판 상에 패키지화된 전자 디바이스의 물리적 포지셔닝 정보를 포함할 수 있으며, 패키지화된 전자 디바이스는 SOC(100)를 포함한 패키지(840)에 대응한다.

[0070] [0077] 컴퓨터(846)는 회로 기판 상에 패키지화된 반도체 디바이스의 물리적 포지셔닝 정보뿐만 아니라 트레이스들 및 비아들과 같은 전기적 연결들의 레이아웃을 포함하는 데이터를 갖는 GERBER 파일(852)과 같은 데이터 파일을 생성하기 위해 PCB 설계 정보(842)를 변환하도록 구성될 수 있으며, 패키지화된 전자 디바이스는 SOC(100)를 포함한 패키지(840)에 대응한다. 다른 실시예들에서, 변환된 PCB 설계 정보에 의해 생성된 데이터 파일은 GERBER 포맷 이외의 포맷을 가질 수 있다.

[0071] [0078] GERBER 파일(852)은 기판 어셈블리 프로세스(854)에서 수신되어 GERBER 파일(852) 내에 저장된 설계 정보에 따라 제조되는 대표 PCB(856)와 같은 PCB들을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, GERBER 파일(852)은 PCB 생산 프로세스의 다양한 단계들을 수행하기 위한 하나 또는 그 초과의 머신들에 업로딩될 수 있다. PCB(856)는 대표 인쇄 회로 어셈블리(PCA)(858)를 형성하기 위해 패키지(840)를 포함하는 전자 컴포넌트들로 패풀레이팅(populate)될 수 있다.

[0072] [0079] PCA(858)는 제품 제조자(860)에게 수신되어 하나 또는 그 초과의 전자 디바이스들, 이를테면, 제 1 대표 전자 디바이스(862) 및 제 2 대표 전자 디바이스(864) 내에 통합될 수 있다. 예시적이고 비-제한적인 예로서, 제 1 대표 전자 디바이스(862), 제 2 대표 전자 디바이스(864), 또는 둘 모두는, SOC(100)가 통합되는 모바일 폰, 통신 디바이스, PDA(personal digital assistant), 태블릿, 내비게이션 디바이스, 뮤직 플레이어, 비디오 플레이어, 또는 엔터테인먼트 유닛, 고정 위치 데이터 유닛, 및 컴퓨터로부터 선택될 수 있다. 또 다른 예시적이고 비-제한적인 예로서, 전자 디바이스들(862 및 864) 중 하나 또는 그 초과는 모바일 폰들과 같은 원격 유닛들, 핸드-헬드 PCS(personal communication systems) 유닛들, 개인 데이터 어시스턴트(personal data assistant)들과 같은 휴대가능 데이터 유닛들, GPS(global positioning system) 인에이블형 디바이스들, 또는 데이터 또는 컴퓨터 명령들을 저장 또는 리트리빙(retrieve)하는 임의의 다른 디바이스, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 도 8이 본 개시내용의 교시들에 따르는 원격 유닛들을 예시하지만, 본 개시내용은 이러한 예시된 유닛들로 제한되지 않는다. 본 개시내용의 실시예들은, 온-칩 회로 및 메모리를 포함하는 능동 접적 회로를 포함하는 임의의 디바이스에서 적절하게 이용될 수 있다.

[0073] [0080] SOC(100)를 포함하는 디바이스는 예시적 제조 프로세스(800)에서 설명된 바와 같이 제조되고, 프로세싱 되고, 전자 디바이스에 포함될 수 있다. 도 1 내지 도 7과 관련하여 개시된 실시예들의 하나 또는 그 초과의 양상들은 다양한 프로세싱 스테이지들에서, 이를테면, 라이브러리 파일(812), GDSII 파일(826), 및 GERBER 파일(852) 내에 포함될 수 있을 뿐만 아니라, 리서치 컴퓨터(806)의 메모리(810), 설계 컴퓨터(814)의 메모리(818),

컴퓨터(846)의 메모리(850), 다양한 스테이지들에서, 이를테면, 기판 어셈블리 프로세스(854)에서 사용되는 하나 또는 그 초과의 다른 컴퓨터들 또는 프로세서들(도시되지 않음)의 메모리에 저장될 수 있고, 또한, 하나 또는 그 초과의 다른 물리적 실시예들, 이를테면, 마스크(832), 다이(836), 패키지(840), PCA(858), 프로토타입 회로들 또는 디바이스들(도시되지 않음)과 같은 다른 제품들, 또는 이들의 임의의 조합에 포함될 수 있다. 도 8의 프로세스(800)는 제조 프로세스(800)의 다양한 스테이지들을 수행하는 하나 또는 그 초과의 엔티티들에 의해 또는 단일 엔티티에 의해 수행될 수 있다.

[0074] [0081] 설명된 양상들과 함께, 장치는 SOC의 제 1 모듈에 대한 사용 이력의 제 1 표시 및 SOC의 제 2 모듈에 대한 사용 이력의 제 2 표시를 생성하기 위한 수단을 포함한다. 예컨대, 제 1 표시 및 제 2 표시를 생성하기 위한 수단은 도 1 및 도 7의 사용 이력 모듈(150), 도 1의 사용 이력 모니터(152), 하나 또는 그 초과의 다른 디바이스들, 회로들, 모듈들, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0075] [0082] 장치는 또한, SOC의 배터리에 대한 잔여 배터리 수명을 표시하는 배터리 수명 표시를 생성하기 위한 수단을 포함한다. 예컨대, 배터리 수명 표시를 생성하기 위한 수단은 도 1의 배터리 수명 모니터(142), 하나 또는 그 초과의 다른 디바이스들, 회로들, 모듈들, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0076] [0083] 장치는 또한, 제 1 공급 전압 및 제 2 공급 전압을 조정하기 위한 수단을 포함한다. 제 1 공급 전압은 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 1 모듈에 제공될 수 있다. 제 2 공급 전압은 제 1 표시, 제 2 표시, 및 배터리 수명 표시에 기반하여 SOC의 제 2 모듈에 제공될 수 있다. 예컨대, 제 1 공급 전압 및 제 2 공급 전압을 조정하기 위한 수단은 도 1 및 도 7의 에너지-성능 엔진(102), 도 1의 모드 제어기(104), 도 1 및 도 7의 전압 조정기(106), 하나 또는 그 초과의 다른 디바이스들, 회로들, 모듈들, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

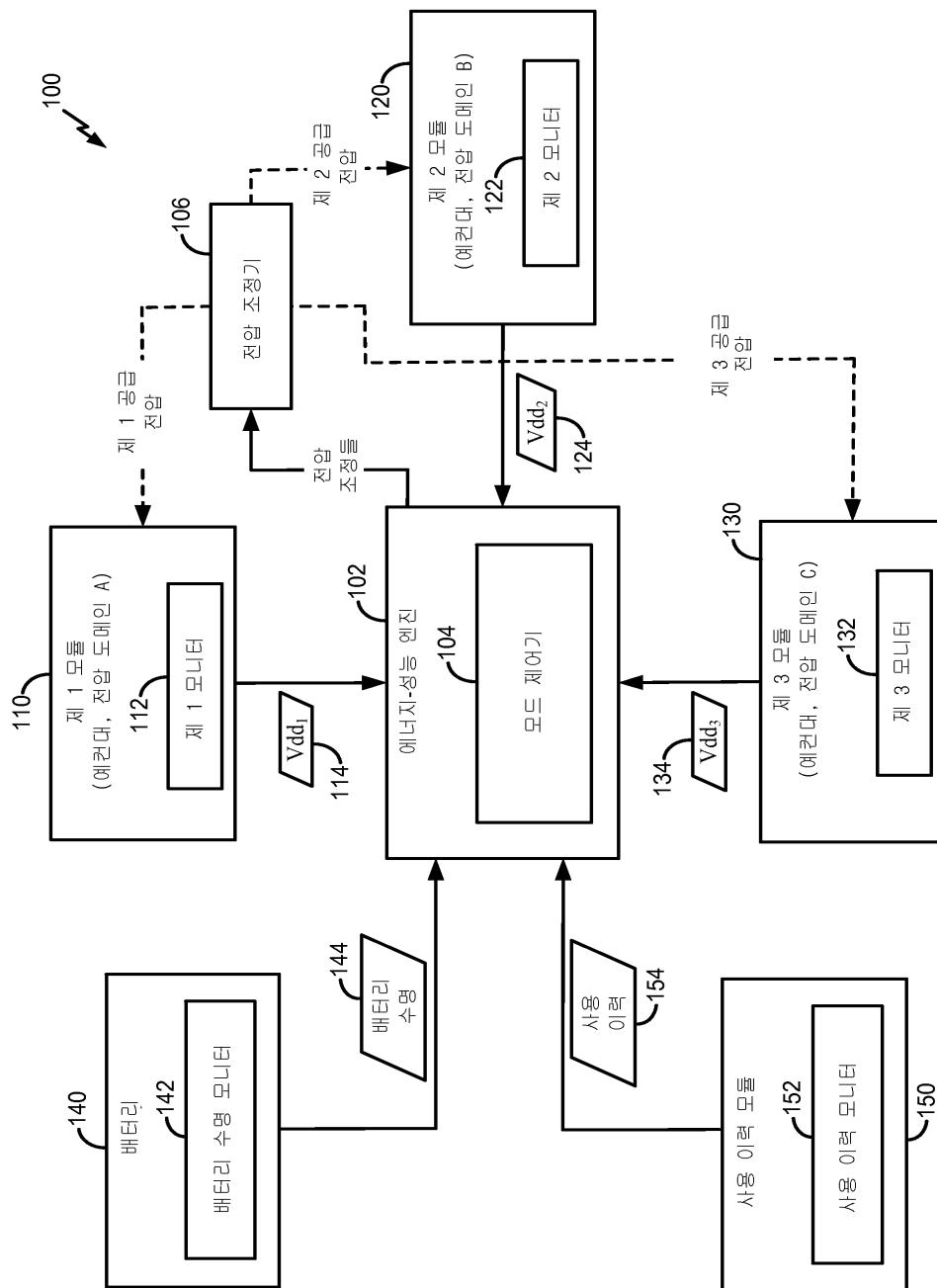
[0077] [0084] 본원에 개시되는 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 구성들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 조합들로서 구현될 수 있음을 당업자들은 추가로 인식할 것이다. 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 구성들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 이들의 기능의 관점에서 일반적으로 전술되었다. 이러한 기능이 하드웨어로서 구현되는지 또는 소프트웨어로서 구현되는지는 특정 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과된 설계 제한들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식들로 구현할 수 있지만, 이러한 구현 결정들이 본 개시내용의 범위를 벗어나게 하는 것으로서 해석되어서는 안 된다.

[0078] [0085] 본원에서 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 알고리즘 또는 방법의 단계들은 직접 하드웨어로, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 또는 이들 둘의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(random access memory), 플래시 메모리, ROM(read-only memory), PROM(programmable read-only memory), EPROM(erasable programmable read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈식 디스크, CD-ROM(compact disc read-only memory), 또는 당해 기술 분야에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 비-일시적 (예컨대, 유형적 (tangible)) 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC(application-specific integrated circuit)에 상주할 수 있다. ASIC은 컴퓨팅 디바이스 또는 사용자 단말에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 컴퓨팅 디바이스 또는 사용자 단말 내에서 이산 컴포넌트들로서 상주할 수 있다.

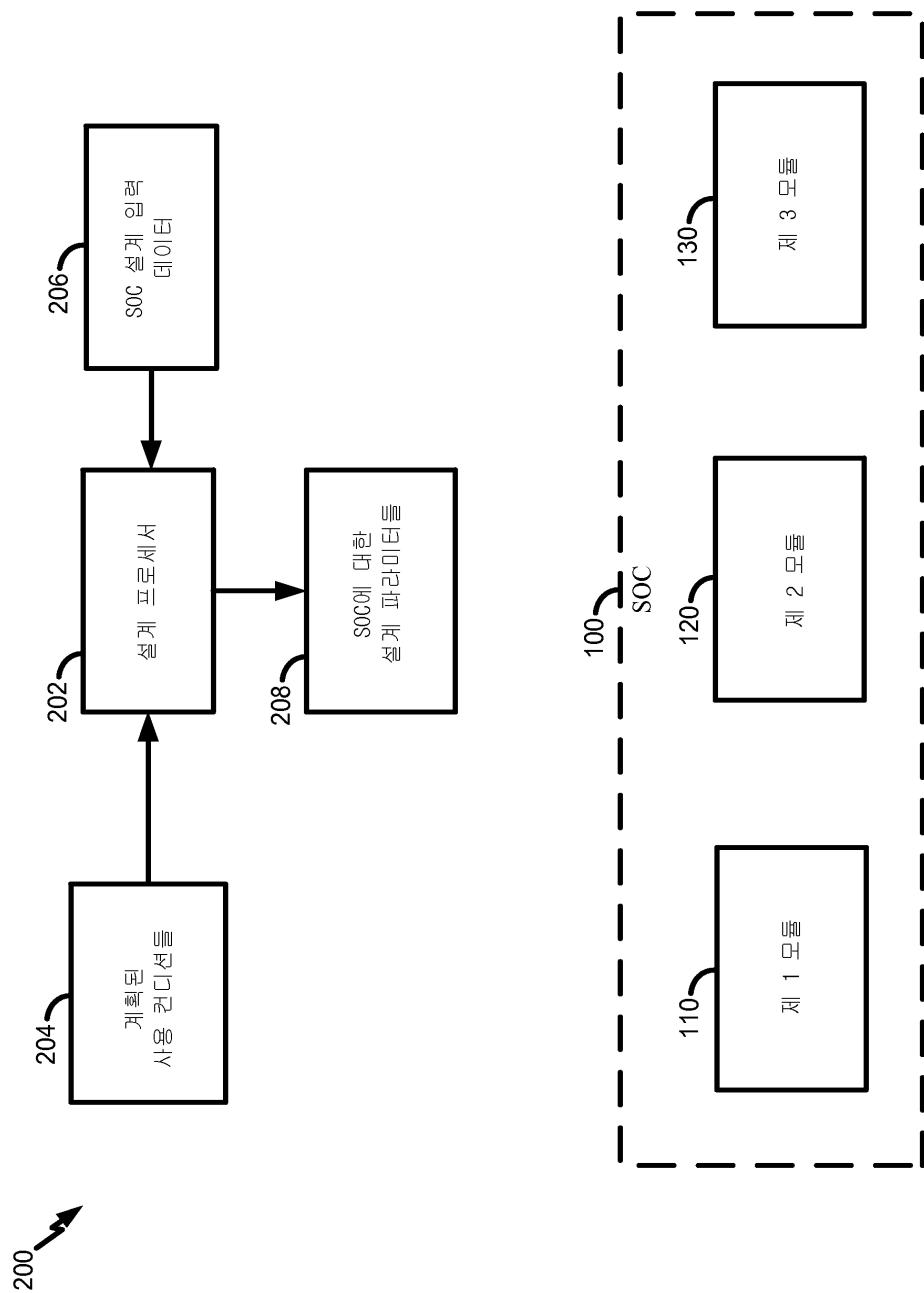
[0079] [0086] 개시된 실시예들의 이전 설명은 당업자가 개시된 실시예들을 실시 또는 사용하는 것을 가능하게 하기 위해 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 용이하게 명백할 것이며, 본원에서 정의된 원리들은 본 개시내용의 범위로부터 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 개시내용은 본원에서 도시된 실시예들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 후속하는 청구항들에 의해 정의되는 바와 같은 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 가능한 가장 넓은 범위에 부합할 것이다.

## 도면

## 도면1



도면2



## 도면3

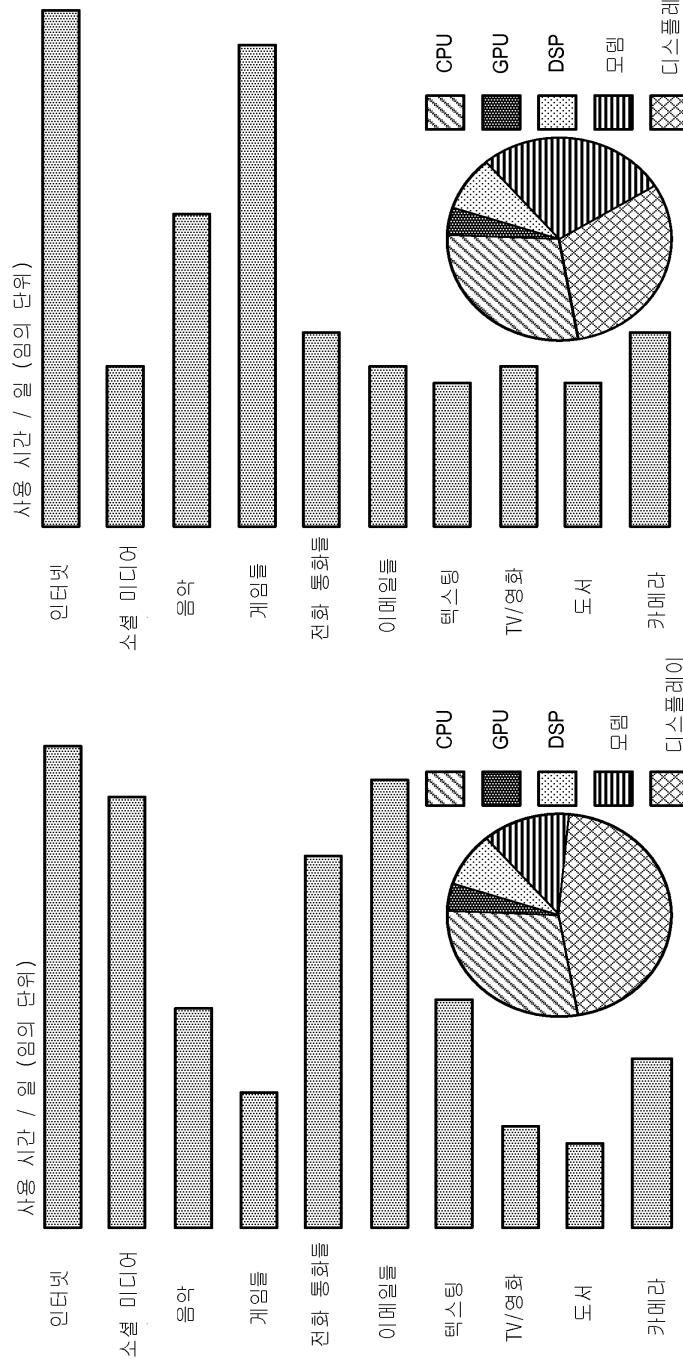
204 

	동작 주파수	실행 시간
제 1 모듈	1.45 GHz	4 시간
	1.92 GHz	2 시간
	2.25 GHz	1 시간
	2.5 GHz	0.5 시간
제 2 모듈	800 MHz	8 시간
제 3 모듈	450 MHz	18 시간

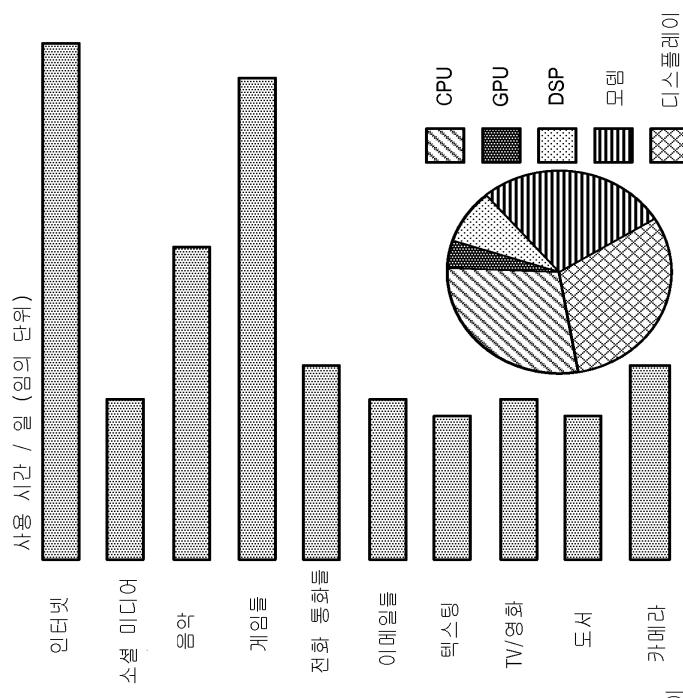
## 도면4

400

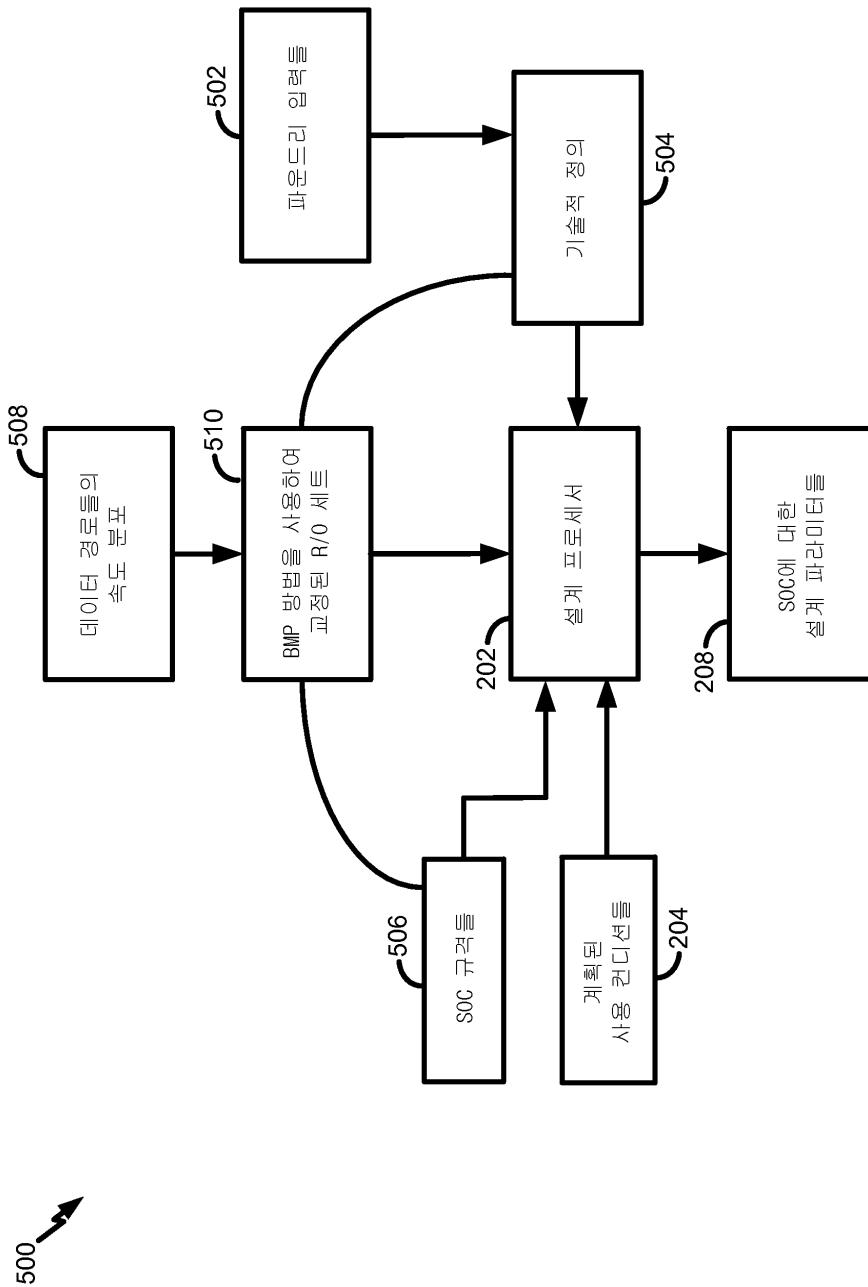
제 1 사용자 프로파일



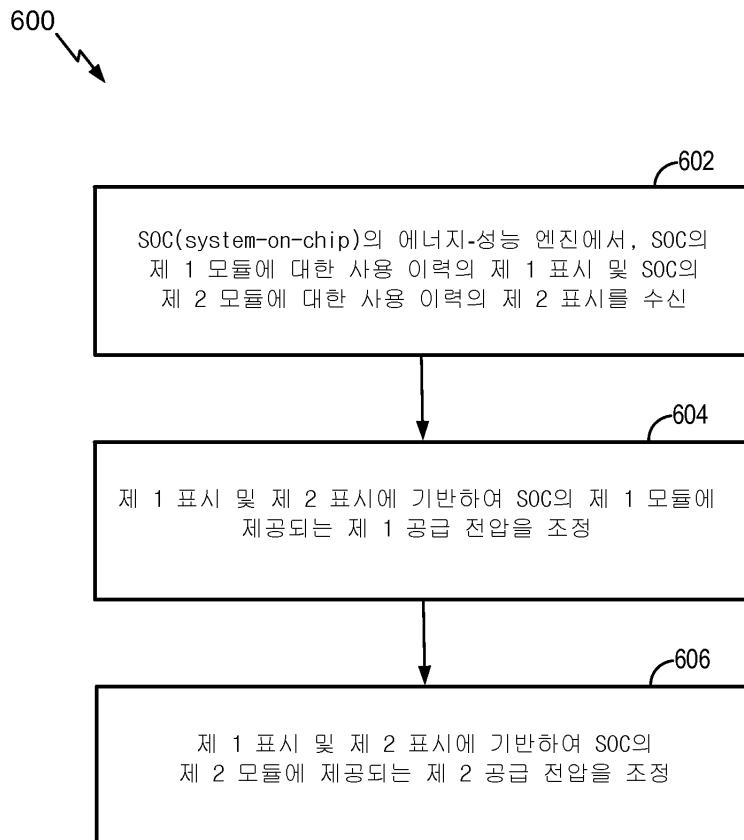
제 2 사용자 프로파일



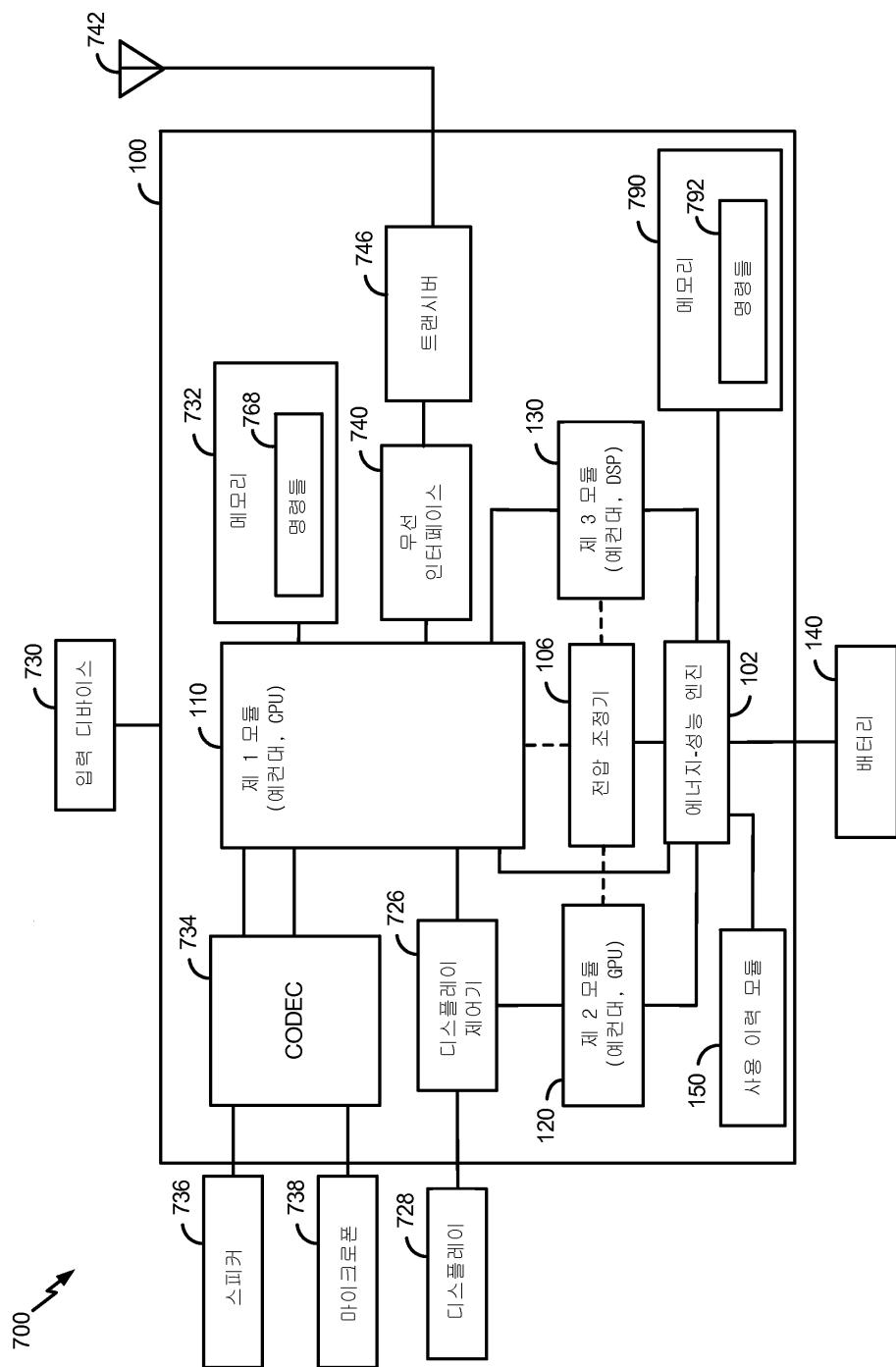
## 도면5



## 도면6



도면7



## 도면8

