



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월02일
 (11) 등록번호 10-1814264
 (24) 등록일자 2017년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G06F 1/20 (2006.01) G06F 1/26 (2006.01)
 G06F 1/32 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G06F 1/206 (2013.01)
 G06F 1/203 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-7025751
 (22) 출원일자(국제) 2014년02월26일
 심사청구일자 2017년02월14일
 (85) 번역문제출일자 2015년09월18일
 (65) 공개번호 10-2015-0121707
 (43) 공개일자 2015년10월29일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2014/018774
 (87) 국제공개번호 WO 2014/134211
 국제공개일자 2014년09월04일
 (30) 우선권주장
 13/779,153 2013년02월27일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004310785 A
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
웰컴 인코포레이티드
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
 (72) 발명자
바다칸마루베두 유니크리쉬난
 미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
도시 파라스 에스
 미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 15 항

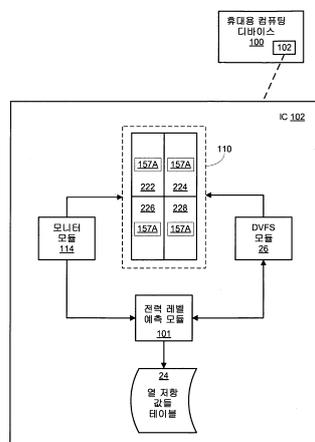
심사관 : 손경완

(54) 발명의 명칭 **최적 전력 레벨들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서의 열 관리를 위한 시스템 및 방법**

(57) 요약

전력 레벨 계산들에 기초하여 휴대용 컴퓨팅 디바이스 ("PCD") 에서 열 에너지 관리를 위한 방법들 및 시스템들의 다양한 실시형태들이 개시된다. 일 예시적인 방법은 하나 이상의 컴포넌트들에 대한 순시 동작 온도들 및 유효 전력 공급 레벨들을 추적하는 단계를 포함한다. 주위 온도의 추정 또는 측정에 의해, 순시 동작 온도 값들 및 유효 전력 공급 레벨 값들이 순시 열 저항 값을 계산하는데 사용될 수 있다. 열 에너지 발생이 관리되어야 하는 경우에, 타겟 동작 온도가 주위 온도 및 순시 열 저항 값과 함께 사용되어, 최적 전력 공급 레벨에 대해 해결할 수도 있다. 유효 전력 공급 레벨은 그 후에, 계산된 최적 전력 공급 레벨에 기초하여 조정될 수도 있다.

대표도 - 도1



- | | |
|--|--|
| (52) CPC특허분류
<i>G06F 1/26</i> (2013.01)
<i>G06F 1/3296</i> (2013.01)
<i>Y02B 60/1275</i> (2013.01) | (56) 선행기술조사문헌
JP2009042211 A
JP2012074064 A
US05805403 A
US20080028778 A1
US20120179303 A1
W02012094558 A1 |
|
 | |
| (72) 발명자
자인 안쿠르
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
라이브 5775
미터 비나이
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
라이브 5775
스튜어트 리차드 에이
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드
라이브 5775 | |
-

명세서

청구범위

청구항 1

휴대용 컴퓨팅 디바이스 (portable computing device; "PCD") (100) 에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법 (400) 으로서,

상기 PCD (100) 에서의 하나 이상의 컴포넌트들과 연관된 온도 임계치들을 정의하는 단계;

모니터 모듈에서, 상기 PCD (100) 에서의 하나 이상의 온도 센서들 (157) 을 모니터링하는 단계로서, 상기 온도 센서들 (157) 의 각각의 온도 센서는 상기 하나 이상의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트와 연관되고 실시간 온도를 나타내는 신호들을 발생시키는, 상기 모니터링하는 단계;

전력 레벨 예측(PLP) 모듈에서, 상기 하나 이상의 컴포넌트들의 각각과 연관된 실시간 열 저항 값을 추적하는 단계 (410) 로서, 컴포넌트의 열 저항 값은 상기 컴포넌트의 실시간 온도, 상기 컴포넌트에 대한 유효 전력 공급치 (active power supply) 및 상기 PCD (100) 의 주위 온도로부터 계산되는, 상기 추적하는 단계 (410);

상기 전력 레벨 예측(PLP) 모듈에서 상기 하나 이상의 컴포넌트들 중 적어도 하나의 컴포넌트와 연관된 온도 임계치가 초과되었다는 것을 결정하는 단계 (415);

상기 전력 레벨 예측(PLP) 모듈에서, 상기 하나 이상의 컴포넌트들 중의 상기 적어도 하나의 컴포넌트에 대한 조정된 전력 공급치를 계산하는 단계 (430) 로서, 상기 조정된 전력 공급치는 상기 컴포넌트의 타겟 온도, 상기 PCD (100) 의 주위 온도 및 상기 컴포넌트와 연관된 실시간 열 저항 값으로부터 계산되는, 상기 계산하는 단계 (430); 및

동적 전압 및 주파수 스케일링(DVFS) 모듈에서, 상기 컴포넌트에 상기 조정된 전력 공급치를 적용하는 단계를 포함하는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 온도 센서들 (157) 중 적어도 하나의 온도 센서는 코어의 실리콘 접합부와 연관되는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 온도 센서들 (157) 중 적어도 하나의 온도 센서는 패키지 온 패키지 (package on package; "PoP") 메모리 컴포넌트와 연관되는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 타겟 온도는 상기 실시간 온도보다 더 낮은, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 타겟 온도는 상기 실시간 온도보다 더 높은, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 조정된 전력 공급치를 적용하는 단계는, 상기 유효 전력 공급치의 전압 및/또는 주파수를 스케일링하는 단계를 더 포함하는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 조정된 전력 공급치는 상기 유효 전력 공급치보다 더 낮은, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 조정된 전력 공급치는 상기 유효 전력 공급치보다 더 높은, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 PCD (100) 는 무선 전화기인, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 PCD (100) 에서의 프로세싱 컴포넌트들에 의해 발생된 열 에너지는 팬 컴포넌트에 의해 관리될 수 없는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하는 방법.

청구항 11

휴대용 컴퓨팅 디바이스 ("PCD") (100) 에서 열 에너지 발생을 관리하기 위한 컴퓨터 시스템으로서,

상기 PCD (100) 에서의 하나 이상의 컴포넌트들과 연관된 온도 임계치들을 정의는 수단;

상기 PCD (100) 에서의 하나 이상의 온도 센서들 (157) 을 모니터링하는 수단으로서, 상기 온도 센서들 (157) 의 각각의 온도 센서는 상기 하나 이상의 컴포넌트들 중 하나의 컴포넌트와 연관되고 실시간 온도를 나타내는 신호들을 발생시키는, 상기 모니터링하는 수단;

상기 하나 이상의 컴포넌트들의 각각과 연관된 실시간 열 저항 값을 추적하는 수단으로서, 컴포넌트의 열 저항 값은 상기 컴포넌트의 실시간 온도, 상기 컴포넌트에 대한 유효 전력 공급치 및 상기 PCD (100) 의 주위 온도로부터 계산되는, 상기 추적하는 수단;

상기 하나 이상의 컴포넌트들 중 적어도 하나의 컴포넌트와 연관된 온도 임계치가 초과되었다는 것을 결정하는 수단;

상기 하나 이상의 컴포넌트들 중의 상기 적어도 하나의 컴포넌트에 대한 조정된 전력 공급치를 계산하는 수단으로서, 상기 조정된 전력 공급치는 상기 컴포넌트의 타겟 온도, 상기 PCD (100) 의 주위 온도 및 상기 컴포넌트와 연관된 실시간 열 저항 값으로부터 계산되는, 상기 계산하는 수단; 및

상기 컴포넌트에 상기 조정된 전력 공급치를 적용하는 수단

을 포함하는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하기 위한 컴퓨터 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 하나 이상의 온도 센서들 (157) 중 적어도 하나의 온도 센서는 코어의 실리콘 접합부와 연관되는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하기 위한 컴퓨터 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 하나 이상의 온도 센서들 (157) 중 적어도 하나의 온도는 패키지 온 패키지 ("PoP") 메모리 컴포넌트와 연관되는, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하기 위한 컴퓨터 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 타겟 온도는 상기 실시간 온도보다 더 낮은, 휴대용 컴퓨팅 디바이스에서 열 에너지 발생을 관리하기 위한 컴퓨터 시스템.

청구항 15

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 구현하기 위한 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001] 휴대용 컴퓨팅 디바이스들 (portable computing devices; "PCDs") 은 퍼스널 및 프로페셔널 레벨들로 사람들에게 대해 필수품이 되고 있다. 이들 디바이스들은 셀룰러 전화기들, 휴대용 디지털 보조기들 (portable digital assistants; "PDAs"), 휴대용 게임 콘솔들, 팜탑 컴퓨터들, 및 다른 휴대용 전자 디바이스들을 포함할 수도 있다.

[0002] PCD들의 하나의 고유한 양태는, PCD들이 랩탑 및 데스크탑 컴퓨터들과 같은 더 큰 컴퓨팅 디바이스들에서 종종

발견되는 팬들과 같은 능동 냉각 디바이스들을 통상 갖지 않는다는 점이다. 팬들을 사용하는 대신, PCD들은 전자 패키징의 공간 배열에 의존할 수도 있어서, 2개 이상의 능동 및 열 생성 컴포넌트들이 서로에 근접하게 배치되지 않게 한다. 다수의 PCD들은 또한 히트 싱크 (heat sink) 들과 같은 수동 냉각 디바이스들에 의존하여, 개별 PCD 를 일괄적으로 형성하는 전자 컴포넌트들 중에서의 열 에너지를 관리할 수도 있다.

[0003] 현실은, PCD들이 통상적으로 사이즈에서 제한되고 따라서 PCD 내의 컴포넌트들을 위한 룬이 종종 품귀상태가 된다는 것이다. 이에 따라, 통상적으로, 엔지니어들 및 설계자들이 수동 냉각 컴포넌트들의 현명한 공간 배열들 또는 전략적인 배치를 사용함으로써 프로세싱 컴포넌트들의 열적 열화 또는 고장을 완화시키기 위한 충분한 공간이 PCD 내에 존재하지 않는다. 따라서, 현재의 시스템들 및 방법들은 PCD 칩 상에 내장된 다양한 온도 센서들에 의존하여 열 에너지의 소산을 모니터링하고, 그 후에, 측정치들을 사용하여, 열 에너지 발생을 감소시키기 위해 작업부하 할당들, 프로세싱 속도들 등을 조정하는 열 관리 기법들의 적용을 트리거링한다.

[0004] 예를 들어, 일부 시스템들 및 방법들은 열 에너지 발생을 감소시키도록 코어들의 전력 소비를 "다이얼 백 (dial back)" 하기 위해 전압 및/또는 주파수 ("DVFS") 설정치들을 동적으로 스케일링하기 전에 열 임계치들이 초과되었다는 것을 인식하기 위한 온도 센서들을 모니터링할 수도 있다. 특히, 기존 솔루션들의 실시형태들은 한번에 한 빈 (bin) 씩 코어들에 대한 전력 레벨들을 감소시킬 수도 있고 또는 열 에너지 발생을 더욱 빠르게 안정화시키려는 노력으로 한번에 다수의 빈들씩 점프 다운하도록 유스 케이스들의 인식에 의존할 수도 있다. 그럼에도 불구하고, 전력 레벨을 조정된 후에, 온도 센서들은 이전 전력 레벨 조정들이 열 에너지 발생의 희망하는 감소를 야기시켰는지를 결정하도록 다시 질의된다. 아닌 경우, 열 에너지 레벨들이 수용가능할 때까지 더 많은 조정들이 이루어지고 루프가 계속된다.

[0005] 이들 기존 솔루션들은 "폐쇄된 루프" 솔루션들로 고려될 수도 있는데, 이는 이들 솔루션들이 온도 센서들을 모니터링하고, 전력 조정 설정들이 이루어지고, 온도 센서들이 다시 모니터링되고, 더 많은 전력 설정 조정들이 이루어지고 그 후에 열 에너지 발생이 충분히 완화될 때까지 피드백 및 조정들의 "폐쇄된 루프" 에서 계속되기 때문이다. 이러한 방법으로, 기존의 폐쇄된 루프 솔루션들은 진행중인 조건들 하에서 열 에너지 발생을 완화시키기 위한 최적 전력 설정에 도달하기 위해 비교적 느릴 수도 있는 열 에너지 완화를 위한 반응 접근법들을 나타낸다. 따라서, 열 임계치가 초과될 때 열 에너지 발생을 완화시키기 위한 최적 전력 설정을 주도적으로 결정하여, 부가적인 전력 레벨 조정들에 대한 필요성을 감소시키거나 없애는 시스템 및 방법이 당업계에 필요하다. 더욱 구체적으로는, 추적된 열 저항 값에 기초하여 최적 전력 설정치들을 계산하는 PCD 에서의 열 에너지 발생을 관리하기 위한 시스템 및 방법이 당업계에 필요하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 전력 레벨 계산들에 기초하여 휴대용 컴퓨팅 디바이스 ("PCD") 에서 열 에너지 관리를 위한 방법들 및 시스템들의 다양한 실시형태들이 개시된다. 특히, 많은 PCD들에서, 다이 집합부 온도들 및 패키지 온 패키지 (package on package; "PoP") 메모리 온도들과 같은 것이지만 이들로 제한되지 않는 PCD 에서의 다양한 컴포넌트들과 연관된 온도 임계치들은 PCD 의 성능 능력들이 이용될 수 있는 정도를 제한한다. 동작 온도들이 특정 미리 정의된 온도 임계치들에 접근하거나 초과할 때, 열 에너지 발생을 관리하고 QoS 를 최적화하기 위해 열 완화 조치들이 취해져야 한다.

[0007] PCD 에서 열 에너지 발생을 관리하는 일 예시적인 방법은 PCD 에서의 하나 이상의 컴포넌트들과 연관된 온도 임계치들을 정의하는 단계를 포함한다. 후속하여, 하나 이상의 컴포넌트들과 연관된 온도 센서들이 모니터링된다. 온도 센서들에 의해 취득된 온도 측정치들은 순시 동작 온도들을 나타낼 수도 있고 컴포넌트들과 연관되어 추적된다. 순시 동작 온도들을 추적하는 것과 동시에, 컴포넌트들에 공급된 유효 전력 레벨들 (active power levels) 이 또한 추적된다. 공급되고 있는 순시 동작 온도들 및 유효 전력 레벨들은 컴포넌트들에 대한 순시 열 저항 값을 계산하는데 사용될 수 있다:

[0008] $R_{INST} = (T_{INST} - T_A) / P_{SUPP}$

[0009] 여기서:

[0010] R_{INST} 는 실시간 또는 순시 열 저항이다;

- [0011] T_{INST} 는 실시간 또는 순시 동작 온도이다;
- [0012] T_A 는 PCD 가 노출된 주위 온도이며 추정된 값일 수도 있고 또는 측정된 값일 수도 있다; 그리고
- [0013] P_{SUPP} 는 코어에 공급되고 있는 유효 전력이다.
- [0014] 순시 열 저항 값이 추적된다. 후속하여, 온도 임계치가 충족된 경우에, 위의 식에서 T_{INST} 값 대신에 순시 R_{INST} 값 및 타깃 동작 온도를 사용하여 조정된 전력 공급 레벨이 계산될 수도 있다. 조정된 전력 공급 계산은 그 후에 수용가능한 열 경계들 내에 컴포넌트를 유지시키는데 요구되는 필요한 양의 전압 및/또는 주파수 스케일링을 결정하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0015] 특히, 위의 시스템들 및 방법들의 실시형태들은 상승된 온도 측정치에 응답하여 전력 공급 레벨들을 감소시킴으로써 열 에너지 발생을 완화시키는데 사용될 수도 있고, 또는, 대안적으로, 부가적인 열 헤드로움이 이용가능하다는 인식에 응답하여 전력 공급 레벨들의 증가 (그리고 그에 따라 열 에너지 발생의 증가) 를 인가하는데 사용될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도면들에서, 동일한 참조부호들은, 달리 나타내지 않으면 다양한 도면들 전반에 걸쳐 동일한 부분들을 지칭한다. "102A" 또는 "102B" 와 같은 문자 지정을 갖는 참조부호들에 대해, 그 문자 지정은 동일한 도면에 존재하는 2개의 동일한 부분들 또는 엘리먼트들을 구별할 수도 있다. 참조부호들에 대한 문자 지정은, 참조부호가 모든 도면들에서 동일한 참조부호를 갖는 모든 부분들을 포괄하도록 의도될 경우에 생략될 수도 있다.
- 도 1 은 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리 방법론들을 휴대용 컴퓨팅 디바이스 ("PCD") 에서 구현하기 위한 온-칩 시스템의 일 실시형태를 예시한 기능 블록도이다;
- 도 2 는 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 방법들 및 시스템들을 구현하기 위한 무선 전화기의 형태로의 도 1 의 PCD 의 일 예시적인 비제한적 양태를 예시한 기능 블록도이다;
- 도 3a 는 도 2 에 예시된 칩에 대한 하드웨어의 일 예시적인 공간 배열을 예시한 기능 블록도이다;
- 도 3b 는 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 도 2 의 PCD 의 일 예시적인 소프트웨어 아키텍처를 예시한 개략도이다;
- 도 4 는 도 1 의 PCD 에서 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 방법을 예시한 논리 플로우차트이다; 그리고
- 도 5 는 도 1 의 PCD 에서의 컴포넌트와 연관된 실시간 열 저항 값으로부터 결정된 최적 전력 레벨 설정에 기초하여 동적 전압 및 주파수 스케일링 (dynamic voltage and frequency scaling; "DVFS") 열 완화 기법들을 적용하기 위한 서브-방법 또는 서브루틴들을 예시한 논리 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 단어 "예시적인" 은 "예, 예증, 또는 예시로서 기능하는 것" 을 의미하도록 여기에 사용된다. "예시적인" 것으로서 여기에 설명되는 임의의 양태는 다른 양태들에 비해 반드시 배타적이거나 선호되거나 또는 유리한 것으로서 해석되지는 않아야 한다.
- [0018] 이 설명에 있어서, 용어 "애플리케이션" 은 또한 오브젝트 코드, 스크립트들, 바이트 코드, 마크업 언어 파일들, 및 패치들과 같은 실행가능 콘텐츠를 갖는 파일들을 포함할 수도 있다. 부가적으로, 여기에 지칭되는 "애플리케이션" 은 또한, 공개될 필요가 있을 수도 있는 문헌들 또는 액세스될 필요가 있는 다른 데이터 파일들과 같이 본질적으로 실행가능하지 않는 파일들을 포함할 수도 있다.
- [0019] 이 설명에 있어서 사용되는 바와 같이, 용어들 "컴포넌트", "데이터베이스", "모듈", "시스템", "열 에너지 발생 컴포넌트", "프로세싱 컴포넌트", "열 어그레서 (thermal aggressor)" 등은 컴퓨터 관련 엔터티, 즉, 하드웨어, 펌웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어, 또는 실행 중인 소프트웨어 중 어느 하나를 지칭하도록 의도된다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 실행하는 프로세스, 프로세서, 오브젝트, 실행가능물

(executable), 실행 스레드 (thread of execution), 프로그램, 및/또는 컴퓨터일 수도 있지만, 이들로 제한되지 않는다. 예시로서, 컴퓨팅 디바이스 상에서 실행하는 애플리케이션 및 컴퓨팅 디바이스 양쪽은 컴포넌트일 수도 있다. 하나 이상의 컴포넌트들은 프로세스 및/또는 실행 스레드 내에 상주할 수도 있고, 컴포넌트는 하나의 컴퓨터에 국부화되거나 및/또는 2개 이상의 컴퓨터들 사이에서 분산될 수도 있다. 추가적으로, 이들 컴포넌트들은 다양한 데이터 구조들이 저장된 다양한 컴퓨터 판독가능 매체로부터 실행할 수도 있다. 컴포넌트들은 하나 이상의 데이터 패킷들을 갖는 신호 (예를 들어, 로컬 시스템에서, 분산 시스템에서 및/또는 신호에 의한 다른 시스템들과의 인터넷과 같은 네트워크에 걸쳐 다른 컴포넌트와 상호작용하는 하나의 컴포넌트로부터의 데이터)에 따라서와 같은 로컬 및/또는 원격 프로세스들에 의해 통신할 수도 있다.

[0020] 이 설명에 있어서, 용어들 "중앙 프로세싱 유닛 ("CPU")", "디지털 신호 프로세서 ("DSP")", "그래픽 프로세싱 유닛 ("GPU")", 및 "칩" 은 상호대체가능하게 사용된다. 더욱이, CPU, DSP, GPU 또는 칩은 여기에 일반적으로 "코어(들)" 로서 지칭되는 하나 이상의 별개의 프로세싱 컴포넌트들로 이루어질 수도 있다. 추가적으로, CPU, DSP, GPU, 칩 또는 코어가 기능적 효율성의 다양한 레벨들에서 동작하기 위해 다양한 전력 레벨들을 소비하는 PCD 내의 기능 컴포넌트인 정도까지, 이러한 용어들의 사용은, PCD 내의 프로세싱 컴포넌트들의 맥락에서, 개시된 실시형태들, 또는 이들의 등가물들의 적용을 제한하지 않는다는 것을 당업자는 인식할 것이다. 즉, 실시형태들 중 많은 실시형태들이 프로세싱 컴포넌트의 맥락에서 설명되지만, 시스템들 및 방법들의 실시형태들에 따른 열 관리 정책들은, 모뎀, 카메라, 무선 네트워크 인터페이스 제어기 (wireless network interface controller; "WNIC"), 디스플레이, 비디오 인코더, 주변 디바이스, 배터리 등을 포함하지만 이들로 제한되지 않는 PCD 내의 임의의 기능 컴포넌트에 적용될 수도 있는 것으로 고려된다.

[0021] 이 설명에 있어서, 용어들 "열" 및 "열 에너지" 는 "온도" 의 단위들로 측정될 수 있는 에너지를 발생 또는 소산하는 것이 가능한 디바이스 또는 컴포넌트와 연관되어 사용될 수도 있음이 이해될 것이다. 결과적으로, 용어 "온도" 는, 어떤 표준 값을 참조하여, "열 에너지" 발생 디바이스 또는 컴포넌트의 상대적인 온기 또는 열의 부재를 나타낼 수도 있는 임의의 측정치를 고려함이 추가로 이해될 것이다. 예를 들어, 2개 컴포넌트들의 "온도" 는, 2개 컴포넌트들이 "열" 평형상태에 있는 경우에 동일하다.

[0022] 이 설명에 있어서, 용어들 "작업부하", "프로세스 부하" 및 "프로세스 작업부하" 는 상호 대체가능하게 사용되며, 일반적으로 주어진 실시형태에 있어서의 주어진 프로세싱 컴포넌트와 연관된 프로세싱 부담 또는 프로세싱 부담의 퍼센티지에 관한 것이다. 상기 정의된 바에 추가로, "프로세싱 컴포넌트" 또는 "열 에너지 발생 컴포넌트" 또는 "열 어그레서" 는 중앙 프로세싱 유닛, 그래픽 프로세싱 유닛, 코어, 메인 코어, 서브-코어, 프로세싱 영역, 하드웨어 엔진 등, 또는 휴대용 컴퓨팅 디바이스 내의 집적 회로 내에 상주하거나 그 외부에 있는 임의의 컴포넌트일 수도 있지만 이들로 제한되지 않는다. 또한, 용어들 "열 부하", "열 분배", "열 시그니처 (thermal signature)", "열 프로세싱 부하" 등은 프로세스 상에서 실행하고 있을 수도 있는 작업부하 부담들을 나타낸다는 정도까지, 본 개시물에서 이러한 "열" 용어들의 사용은 프로세스 부하 분배들, 작업부하 부담들, 및 전력 소비와 관련될 수도 있다는 것을 당업자는 알 것이다.

[0023] 이 설명에 있어서, 용어들 "열 완화 기법(들)", "열 정책들", "열 관리", "열 완화 조치(들)", "성능 레벨로 스로틀링 (throttling) 하는 것" 등은 상호대체가능하게 사용된다. 특히, 당업자는, 사용의 특정 맥락에 따라, 이 단락에서 리스트된 용어들 중 임의의 용어가 열 에너지 발생의 희생으로 성능을 증가시키거나, 성능의 희생으로 열 에너지 발생을 감소시키거나, 또는 그러한 목적들 간을 교번하기 위해 동작가능한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 설명하도록 기능할 수도 있음을 인식할 것이다.

[0024] 이 설명에 있어서, 용어 "휴대용 컴퓨팅 디바이스" (portable computing device; "PCD") 는 배터리와 같은 제한된 용량의 전력 공급부에 대해 동작하는 임의의 디바이스를 설명하는데 사용된다. 비록 배터리 동작식 PCD들이 수십년 동안 사용되고 있었지만, 제 3 세대 ("3G") 및 제 4 세대 ("4G") 무선 기법의 도래와 연결된 재충전가능 배터리들에 있어서의 기술적 진보들은 다수의 능력들을 갖는 수많은 PCD들을 가능하게 했다. 따라서, PCD 는, 다른 것들 중에서도, 셀룰러 전화기, 위성 전화기, 페이지, PDA, 스마트폰, 내비게이션 디바이스, 스마트북 또는 리더, 미디어 플레이어, 전술한 디바이스들의 조합, 무선 연결을 갖는 랩탑 컴퓨터일 수도 있다.

[0025] PCD 에서 열 에너지 발생의 효율적인 관리는, 코어(들) 의 순시 열 저항 값과 함께 코어(들) 에서의 실리콘 접합부들의 온도들과 상관되는 하나 이상의 센서 측정치들을 사용함으로써 달성될 수 있다. 특히, 시스템들 및 방법들의 예시적인 실시형태들이 코어들의 실리콘 접합부들과 연관된 온도 측정치들의 맥락에서 여기에 설명되지만, 대안적인 실시형태들은 PCD 에서의 다른 컴포넌트들과 연관된 온도 측정치들 및 열 저항 값들을 사용할 수도 있음이 이해될 것이다. 즉, 예측된 전력 레벨 설정치들을 사용하는 열 관리 방법들의 예시적인 실시형

태들이 중앙 프로세싱 유닛 ("CPU") 내의 코어들의 맥락에서 여기에 설명되지만, 이러한 열 관리 방법론들의 적용은 CPU 내의 코어들로 제한되지 않는다. 예측된 전력 레벨 설정치들을 사용하는 열 관리 방법들의 실시형태들은 시스템 온 칩 (system on a chip; "SoC") 내에 상주할 수도 있는 임의의 컴포넌트로 확장될 수도 있고, 그래픽 프로세싱 유닛 ("GPU"), 모뎀 프로세서, 카메라 등과 같은 것이지만 이들로 제한되지 않는 다수의 성능 레벨들에서 동작가능할 수도 있는 것으로 고려된다. 또한, 순시 열 저항 값들로부터 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하는 열 관리 알고리즘은 다수의 성능 레벨들에서 동작될 수도 있는 SoC 내의 임의의 컴포넌트에 대해 개별적으로 레버리징될 (leveraged) 수도 있는 것으로 고려된다.

[0026] 일 예시적인 실시형태에서, 코어의 실리콘 접합부들에 대한 최대 동작 온도 (T_{MAX}) 는 경험적으로 결정된 후에, 코어에 대한 전력 레벨들이 제어될 수도 있는 온도 임계치를 정의하는데 사용된다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 최대 동작 온도를 초과하는 동작 온도로의 접합부들의 노출은 코어와 같은 프로세싱 컴포넌트에 대해 손상 또는 명백한 고장을 초래할 수도 있다. 이와 같이, 일 예시적인 코어와 연관된 동작 온도들이 최대 동작 온도 또는 다른 그러한 열 임계치에 가까워지고 있다는 것이 인식될 때, 열 완화 솔루션들은 코어 및/또는 코어에 물리적으로 가까운 열적으로 어그레시브한 컴포넌트들에 의해 발생되고 있는 열 에너지의 양을 감소시키기 위해 채용될 수도 있다.

[0027] 예시적인 적용으로 돌아가면, 동작시 예시적인 코어의 접합부 온도들이 모니터링되고 T_{MAX} 값과 연관된 온도 임계치와 비교될 수도 있다. 접합부 온도들을 모니터링하는 것과 동시에, 코어의 열 저항 값은 또한 추적될 수도 있고, 여기서 실시간 또는 순시 열 저항 (R_{INST}) 이 계산될 수도 있다:

[0028] (1) $R_{INST} = (T_{INST} - T_A) / P_{SUPP}$

[0029] 여기서:

[0030] T_{INST} 는 코어의 실시간 또는 순시 접합부 온도이다;

[0031] T_A 는 PCD 가 노출된 주위 온도이며 추정된 값일 수도 있고 또는 측정된 값일 수도 있다; 그리고

[0032] P_{SUPP} 는 코어에 공급되고 있는 유효 전력 (active power) 이다 (순시 전력 레벨, 가중된 평균 전력 레벨, 이동 평균 전력 레벨 등일 수도 있지만 이들로 제한되지 않는다).

[0033] T_{INST} 가 T_{MAX} 와 연관된 임계치 또는 다른 열 임계치를 초과하는 경우, 열 완화가 필요할 수도 있다. 특히, 예시적인 코어의 온도 (" T_{INST} ") 가 코어의 누설 전력 (" P_L ") 과 상관되기 때문에, 코어에 의해 발생된 열 에너지는 코어에 공급되고 있는 전력 (" P_{SUPP} ") 을 조정함으로써 완화될 수도 있고, 여기서 P_{SUPP} 는 코어에 의해 소비되고 있는 유효 전력 (" P_A ") 및 누설 전력 (" P_L ") 의 합과 동일하다:

[0034] (2) $P_{SUPP} = P_A + P_L$

[0035] 유리하게는, 시스템들 및 방법들의 실시형태들은 위의 식 (1) 에 의해 P_{SUPP} 에 대해 해결하는 것에 의해, 새로운 P_{SUPP} 레벨, 즉, 열 에너지 발생을 감소시키기 위한 최적의 P_{SUPP} 를 계산할 수도 있다. 특히, 온도 임계치가 초과될 때에 R_{INST} , T_{INST} 및 T_A 에 대한 값들을 알기 때문에, 시스템들 및 방법들은 식 (1) 에서 T_{INST} 에 대해 원하는 온도 값을 대체하고 T_{INST} 를 원하는 레벨로 감소시키는 새로운 P_{SUPP} 에 대해 해결할 수도 있다.

[0036] 새로운 P_{SUPP} 결정에 기초하여, 전압 및/또는 주파수 설정들의 타깃으로 된 조정은 열 에너지 발생을 완화시키기 위해 전력 공급을 최적 레벨로 감소시키도록 구현될 수도 있다. 유리하게는, 최적 전력 레벨이 실시간 조건들에 기초하여 계산되기 때문에, 온도 측정치들에 기초하여 점증적 전력 조정들을 행하는 반복 프로세스는 PCD 의 보다 빠른 열 안정화를 위해 제공하는 포인트로 감소되거나 없어질 수도 있는 것으로 고려된다.

[0037] 본 개시물에서의 예시들이 주어진 온도 임계치가 초과될 때 열 에너지 발생을 감소시키기 위한 최적 전력 레벨을 결정하기 위한 시스템들 및 방법들을 사용하여 주로 설명하지만, 다양한 실시형태들 및 이들의 등가물들은 열 에너지 발생을 감소시키기 위한 애플리케이션들로 제한되지 않는다. 즉, 특정 실시형태들이 열 에너지 발생의 증가에 대해 이용가능한 헤드룸을 인식하고, 그 인식에 응답하여, 작업부하 프로세싱의 증가에 대해 제공하는 순시 열 저항에 기초하여 최적 전력 레벨을 결정할 수도 있는 것으로 고려된다. 유리하게는, 이용가

능한 열 헤드룸을 인식하고 증가된 T_{INST} 에 기초하여 새로운 P_{SUPP} 를 결정하는 실시형태들은 PCD 의 사용자에게 제공된 서비스 품질 (quality of service; "QoS") 을 최적화할 수도 있다.

[0038] 당업자는, 실시간 열 저항 값에 기초한 최적 전력 레벨 설정의 결정에 응답하여, 전력 레벨 예측에 의한 열 관리를 위한 시스템 및 방법은 최적 성능 레벨로 코어를 아래로 또는 위로, 그 케이스가 보장될 수도 있는 것처럼, 스로틀링하는 수단을 레버리징할 수도 있다는 것을 인식할 것이다. 더욱 구체적으로 후술되는 바와 같이, 스로틀링 전략들은, 중앙 프로세싱 유닛 ("CPU") 등의 클럭 속도와 같은, 하드웨어 및/또는 소프트웨어 파라미터들의 조정을 통해 그의 성능을 증가 또는 감소시키도록 PCD 에 의해 채용될 수도 있는 다양한 방법들, 애플리케이션들 및/또는 알고리즘들이다. 특정 스로틀링 전략들은 증가된 열 에너지 발생의 희생으로 PCD 의 성능을 증가시킬 수도 있다; 그러나, 특정한 다른 스로틀링 전략들은 PCD 성능을 감소시킴으로서 동작 온도의 유해한 상승을 완화시킬 수도 있다. 열 관리 정책에 의해 레버리징될 수도 있는 일 예시적인 스로틀링 방법은 도 5 에 대해 더욱 상세히 설명된 동적 전압 및 주파수 스케일링 (dynamic voltage and frequency scaling; "DVFS") 방법이다.

[0039] 도 1 은 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리 방법론들을 휴대용 컴퓨팅 디바이스 ("PCD") (100) 에서 구현하기 위한 온-칩 시스템 (102) 의 일 실시형태를 예시한 기능 블록도이다. 열 에너지 발생을 완화시키기 위한 노력으로 CPU (110) 와 같은 프로세싱 컴포넌트가 그것의 현재 성능 레벨이 스로틀링되어 떨어지는 실시형태들의 애플리케이션을 트리거링하기 위한 온도 임계치들을 설정하기 위해, 온-칩 시스템 (102) 은 코어들 (222, 224, 226, 228) 과 같은 다양한 컴포넌트들과 연관된 온도들을 측정하기 위한 다양한 센서들 (157) 을 레버리징할 수도 있다. 유리하게는, 다양한 컴포넌트들과 연관된 온도들을 모니터링하고 열 어그레서들 (222, 224, 226, 228) 에 대한 전력 공급 레벨들을 조정하는 것에 의해, PCD (100) 의 사용자에 의해 경험되는 QoS 가 최적화되면서 접합부들의 열적 열화 또는 다른 양태들을 피하게 할 수도 있다.

[0040] 일반적으로, 시스템은, 일부 실시형태들에 있어서, 한 쌍의 모듈들 또는 단일 모듈에 포함될 수도 있는 3개의 메인 모듈들을 채용한다: (1) 온도 센서들 (157) 을 폴링하고 코어들 (222, 224, 226, 228) 에 대한 전력 공급 레벨들을 모니터링하기 위한 모니터 모듈 (114); (2) 모니터 모듈 (114) 에 의해 제공된 전력 공급 레벨들 및 온도 관독치들을 분석하고, 코어들 (222, 224, 226, 228) 의 순시 열 저항 값들을 계산하고 추적하며, 타깃으로 된 동작 온도들에 기초하여 코어들 (222, 224, 226, 228) 에 대한 최적 전력 레벨 설정치들을 결정하기 위한 전력 레벨 예측 (power level prediction; "PLP") 모듈 (101); 및 (3) PLP 모듈 (101) 로부터 수신된 명령들에 따라 개별 프로세싱 컴포넌트들에 대한 전력 레벨 조정들을 구현하기 위한 DVFS 모듈 (26). 유리하게는, 3개의 메인 모듈들을 포함하는 시스템 및 방법의 실시형태들은 온도 데이터 및 실시간 열 저항 값들을 레버리징하여, PCD (100) 내의 다른 컴포넌트들을 열 악화에 대해 위태롭게 하지 않거나 임계 온도 임계치들을 초과하는 일 없이 PCD (100) 내의 컴포넌트들 (110) 에 대해 인가된 전력 레벨을 최적화한다.

[0041] 동작시, 시스템들 및 방법들의 일 실시형태는 코어들 (222, 224, 226, 228) 의 실리콘 접합부들과 연관될 수도 있는 센서들 (157A) 을 주기적으로 폴링하고, 폴링된 온도 데이터를 PLP 모듈 (101) 에 제공할 수도 있다. 모니터 모듈 (114) 은 또한 코어들 (222, 224, 226, 228) 에 공급되고 있는 전력 레벨들을 모니터링하고 그 데이터를 PLP 모듈 (101) 에 또한 제공할 수도 있다. 순시 온도 데이터 및 유효 전력 공급 레벨 데이터에 기초하여, PLP 모듈 (101) 은 위에서 제공되고 설명된 공식들에 따라 열 저항 값을 계산할 수도 있다. PLP 모듈 (101) 은 열 저항 값들 (thermal resistance values; "TRV") 테이블 (24) 에 열 저항 값들을 영구적으로 또는 일시적으로 저장할 수도 있다.

[0042] 코어들 (222, 224, 226, 228) 중 하나 이상과 연관된 온도 임계치가 충족 또는 초과되었다는 것을 모니터 모듈 (114) 이 인식하는 경우에, PLP (101) 는 경고될 수도 있다. 유리하게는, PLP 모듈 (101) 은, 위에서 제공되고 설명된 공식들에 따라, 온도 임계치에 의해 기술된 한도들 내에 있는 타깃 동작 온도에 기초하여 새로운 전력 레벨 설정을 계산하도록 트리거링될 수도 있다. 새로운 전력 레벨 설정치들은 새로운 전력 레벨 설정치에 기초하여 조정된 전압 및/또는 주파수 설정들 및 DVFS 모듈 (26) 에 공급될 수도 있다. 이러한 방식으로 DVFS 설정들을 조정함으로써, 시스템들 및 방법들의 실시형태들은 열 에너지 발생을 만족스럽게 완화시키는 전력 공급 레벨을 찾아서 반복 DVFS 조정들에 대한 필요성을 피하거나 감소시키는 것이 가능할 수도 있다.

[0043] 또 다시, 이전에 고려된 바와 같이, 특정 실시형태들은 순시 온도 레벨들이 최대 임계치 미만이어서, 이용가능한 열 헤드룸을 나타낸다는 것을 인식할 수도 있다. 이러한 실시형태들은 프로세싱 컴포넌트들 또는 다른 컴포넌트들의 열적 열화를 위태롭게 하는 일 없이 열 에너지 발생을 증가시키고 개선된 QoS 를 제공하는 새로운 전력 레벨 설정치들을 계산하도록 트리거링될 수도 있다.

- [0044] 도 2 는 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 방법들 및 시스템 들을 구현하기 위한 무선 전화기의 형태로의 PCD (100) 의 일 예시적인 비제한적 양태를 예시한 기능 블록도이다. 도시된 바와 같이, PCD (100) 는 함께 커플링되는 멀티-코어 중앙 프로세싱 유닛 ("CPU") (110) 및 아날로그 신호 프로세서 (126) 를 포함하는 온-칩 시스템 (102) 을 포함한다. CPU (110) 는, 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 제 0 코어 (222), 제 1 코어 (224), 및 제 N 코어 (230) 를 포함할 수도 있다. 또한, CPU (110) 대신, 디지털 신호 프로세서 ("DSP") 가 또한 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 채용될 수도 있다.
- [0045] 일반적으로, 동적 전압 및 주파수 스케일링 ("DVFS") 모듈 (26) 은, 특정 온도 임계치들을 유해하게 초과하는 일 없이 PCD (100) 가 그 전력 레벨을 최적화하고 고레벨의 기능성을 유지하는 것을 돕기 위해 코어들 (222, 224, 230) 과 같은 개별 프로세싱 컴포넌트들에 대한 스로틀링 기법들을 구현하는 것을 책임질 수도 있다.
- [0046] 모니터 모듈 (114) 은 온-칩 시스템 (102) 전반에 걸쳐 분산된 다수의 동작 센서들 (예를 들어, 열 센서들 (157A, 157B)) 과 그리고 PCD (100) 의 CPU (110) 뿐만 아니라 PLP 모듈 (101) 과 통신한다. 일부 실시형태들에 있어서, 모니터 모듈 (114) 은 또한, PCD (100) 가 노출된 주위 온도 ("T_A") 및/또는 PCD (100) 의 터치 온도와 연관된 온도 판독들을 위해 스킨 온도 센서들 (157C) 을 모니터링할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 모니터 모듈 (114) 은 온-칩 온도 센서들 (157A, 157B) 에 의해 취득된 판독치들과의 가능성있는 델타에 기초하여 터치 온도들 또는 주위 온도들을 추론할 수도 있다. ATM 모듈 (101) 은 초과된 온도 임계치들을 식별하고, 온도들을 감소시키려는 노력으로 또는 다른 시나리오들에서는 온도들의 증가를 가능하게 하도록 칩 (102) 내의 식별된 컴포넌트들에 스로틀링 전략들의 적용을 명령하기 위해 모니터 모듈 (114) 과 작업할 수도 있다.
- [0047] 도 2 에 예시된 바와 같이, 디스플레이 제어기 (128) 및 터치 스크린 제어기 (130) 는 디지털 신호 프로세서 (110) 에 커플링된다. 온-칩 시스템 (102) 외부의 터치 스크린 디스플레이 (132) 는 디스플레이 제어기 (128) 및 터치 스크린 제어기 (130) 에 커플링된다. PCD (100) 는 비디오 인코더 (134), 예를 들어, PAL (phase-alternating line) 인코더, SECAM (sequential couleur avec memoire) 인코더, NTSC (national television system(s) committee) 인코더 또는 임의의 다른 타입의 비디오 인코더 (134) 를 더 포함할 수도 있다. 비디오 인코더 (134) 는 멀티-코어 중앙 프로세싱 유닛 ("CPU") (110) 에 커플링된다. 비디오 증폭기 (136) 가 비디오 인코더 (134) 및 터치 스크린 디스플레이 (132) 에 커플링된다. 비디오 포트 (138) 가 비디오 증폭기 (136) 에 커플링된다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 유니버설 직렬 버스 ("USB") 제어기 (140) 가 CPU (110) 에 커플링된다. 또한, USB 포트 (142) 가 USB 제어기 (140) 에 커플링된다. 메모리 (112) 및 가입자 아이덴티티 모듈 (SIM) 카드 (146) 가 또한 CPU (110) 에 커플링될 수도 있다. 또한, 도 2 에 도시된 바와 같이, 디지털 카메라 (148) 가 CPU (110) 에 커플링될 수도 있다. 예시적인 양태에 있어서, 디지털 카메라 (148) 는 전하 커플링형 디바이스 ("CCD") 카메라 또는 상보적 금속 산화물 반도체 ("CMOS") 카메라이다.
- [0048] 도 2 에 추가로 예시된 바와 같이, 스테레오 오디오 CODEC (150) 이 아날로그 신호 프로세서 (126) 에 커플링될 수도 있다. 또한, 오디오 증폭기 (152) 가 스테레오 오디오 CODEC (150) 에 커플링될 수도 있다. 예시적인 양태에 있어서, 제 1 스테레오 스피커 (154) 및 제 2 스테레오 스피커 (156) 가 오디오 증폭기 (152) 에 커플링된다. 도 2 는, 마이크로폰 증폭기 (158) 가 또한 스테레오 오디오 CODEC (150) 에 커플링될 수도 있음을 나타낸다. 부가적으로, 마이크로폰 (160) 이 마이크로폰 증폭기 (158) 에 커플링될 수도 있다. 특정 양태에 있어서, 주파수 변조 ("FM") 라디오 튜너 (162) 가 스테레오 오디오 CODEC (150) 에 커플링될 수도 있다. 또한, FM 안테나 (164) 가 FM 라디오 튜너 (162) 에 커플링된다. 또한, 스테레오 헤드폰들 (166) 이 스테레오 오디오 CODEC (150) 에 커플링될 수도 있다.
- [0049] 도 2 는 추가로, 무선 주파수 ("RF") 트랜시버 (168) 가 아날로그 신호 프로세서 (126) 에 커플링될 수도 있음을 나타낸다. RF 스위치 (170) 가 RF 트랜시버 (168) 및 RF 안테나 (172) 에 커플링될 수도 있다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 키패드 (174) 가 아날로그 신호 프로세서 (126) 에 커플링될 수도 있다. 또한, 마이크로폰을 갖는 모노 헤드셋 (176) 이 아날로그 신호 프로세서 (126) 에 커플링될 수도 있다. 또한, 바이브레이터 디바이스 (178) 가 아날로그 신호 프로세서 (126) 에 커플링될 수도 있다. 도 2 는 또한, 전력 공급부 (188), 예를 들어, 배터리가 전력 관리 집적 회로 ("PMIC") (180) 를 통해 온-칩 시스템 (102) 에 커플링됨을 나타낸다. 특정 양태에 있어서, 전력 공급부는, AC 전력 소스에 연결되는 교류 ("AC")-DC 변환기로부터 도출되는 DC 전력 공급부 또는 재충전식 DC 배터리를 포함한다.
- [0050] CPU (110) 는 또한, 하나 이상의 내부의 온-칩 열 센서들 (157A) 뿐만 아니라 하나 이상의 외부의 오프-칩 열

센서들 (157C) 에 커플링될 수도 있다. 온-칩 열 센서들 (157A) 은, 수직 PNP 구조에 기초하고 그리고 상보적 금속 산화물 반도체 ("CMOS") 초대규모 집적 ("VLSI") 회로들에 통상적으로 전용된 하나 이상의 PTAT (proportional to absolute temperature) 온도 센서들을 포함할 수도 있다. 오프-칩 열 센서들 (157C) 은 하나 이상의 서미스터들을 포함할 수도 있다. 열 센서들 (157C) 은 아날로그-디지털 변환기 ("ADC") 제어기 (103) 로 디지털 신호들로 변환되는 전압 강하를 생성할 수도 있다. 그러나, 다양한 타입들의 열 센서들 (157A, 157B, 157C) 이 본 발명의 범위로부터 일탈함 없이 채용될 수도 있다.

[0051] DVFS 모듈(들) (26) 및 PLP 모듈(들) (101) 은, CPU (110) 에 의해 실행되는 소프트웨어를 포함할 수도 있다. 그러나, DVFS 모듈(들) (26) 및 PLP 모듈(들) (101) 은 또한, 본 발명의 범위로부터 일탈함 없이 하드웨어 및/또는 펌웨어로부터 형성될 수도 있다. DVFS 모듈(들) (26) 과 함께 PLP 모듈(들) (101) 은, PCD (100) 가 고레벨의 기능성 및 사용자 경험을 유지하면서 열적 열화를 피하는 것을 도울 수도 있는 스로틀링 정책들을 적용하는 것을 책임질 수도 있다.

[0052] 터치 스크린 디스플레이 (132), 비디오 포트 (138), USB 포트 (142), 카메라 (148), 제 1 스테레오 스피커 (154), 제 2 스테레오 스피커 (156), 마이크로폰 (160), FM 안테나 (164), 스테레오 헤드폰들 (166), RF 스위치 (170), RF 안테나 (172), 키패드 (174), 모노 헤드셋 (176), 바이브레이터 (178), 전력 공급부 (188), PMIC (180) 및 열 센서들 (157C) 은 온-칩 시스템 (102) 외부에 있다. 그러나, 모니터 모듈 (114) 은 또한 PCD (100) 상에서 동작가능한 리소스들의 실시간 관리를 돕기 위한 하나 이상의 표시들 또는 신호들을, 아날로그 신호 프로세서 (126) 및 CPU (110) 에 의해 이들 외부 디바이스들 중 하나 이상으로부터 수신할 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 모니터 모듈 (114) 은 PMIC (180) 로부터 유효 전력 공급 레벨 표시들을 수신하고 이들 표시들을 PLP 모듈 (101) 에 공급할 수도 있다.

[0053] 특정 양태에 있어서, 여기에 설명된 방법 단계들 중 하나 이상은, 하나 이상의 PLP 모듈(들) (101) 및 DVFS 모듈(들) (26) 을 형성하는 메모리 (112) 에 저장된 실행가능 명령들 및 파라미터들에 의해 구현될 수도 있다. 모듈(들) (101, 26) 을 형성하는 이들 명령들은, 여기에 설명된 방법들을 수행하기 위해 ADC 제어기 (103) 에 부가적으로, CPU (110), 아날로그 신호 프로세서 (126), 또는 다른 프로세서에 의해 실행될 수도 있다. 또한, 프로세서들 (110, 126), 메모리 (112), 이들에 저장되는 명령들, 또는 이들의 조합은 여기에 설명된 방법 단계들 중 하나 이상을 수행하는 수단으로서 기능할 수도 있다.

[0054] 도 3a 는 도 2 에 예시된 칩 (102) 에 대한 하드웨어의 일 예시적인 공간 배열을 예시한 기능 블록도이다. 이 예시적인 실시형태에 따르면, 애플리케이션 CPU (110) 는 칩 (102) 의 극좌측 영역 상에 위치되지만, 모뎀 CPU (168, 126) 는 칩 (102) 의 극우측 영역 상에 위치된다. 애플리케이션 CPU (110) 는, 제 0 코어 (222), 제 1 코어 (224), 및 제 N 코어 (230) 를 포함하는 멀티-코어 프로세서를 포함할 수도 있다. 애플리케이션 CPU (110) 는 (소프트웨어로 구현될 경우) PLP 모듈 (101A) 및/또는 DVFS 모듈 (26A) 을 실행하고 있을 수도 있거나, 또는 (하드웨어로 구현될 경우) PLP 모듈 (101A) 및/또는 DVFS 모듈 (26A) 을 포함할 수도 있다. 애플리케이션 CPU (110) 는 추가로, 오퍼레이팅 시스템 ("O/S") 모듈 (207) 및 모니터 모듈 (114) 을 포함하도록 예시된다. 모니터 모듈 (114) 에 관한 추가 상세들은 도 3b 와 관련하여 하기에 설명될 것이다.

[0055] 애플리케이션 CPU (110) 는 하나 이상의 위상 록킹 루프들 ("PLL들") (209A, 209B) 에 커플링될 수도 있으며, 이 하나 이상의 위상 록킹 루프들은 애플리케이션 CPU (110) 에 인접하게 그리고 칩 (102) 의 좌측 영역에 위치된다. PLL들 (209A, 209B) 에 인접하게 그리고 애플리케이션 CPU (110) 아래에, 애플리케이션 CPU (110) 의 메인 모듈들 (101A, 26A) 과 함께 작동하는 그 자신의 PLP 모듈 (101B) 및/또는 DVFS 모듈 (26B) 을 포함할 수도 있는 아날로그-디지털 ("ADC") 제어기 (103) 를 포함할 수도 있다.

[0056] ADC 제어기 (103) 의 PLP 모듈 (101B) 은, "온-칩" (102) 및 "오프-칩" (102) 이 제공될 수도 있는 다수의 열 센서들 (157) 을 모니터링 및 추적하는 것을 책임질 수도 있다. 온-칩 또는 내부 열 센서들 (157A, 157B) 은 다양한 위치들에 위치되고, (제 2 및 제 3 열 그래픽스 프로세서들 (135B 및 135C) 바로 옆의 센서 (157A3) 와 같이) 그 위치들에 근접한 열 어그레서(들) 또는 (메모리 (112) 바로 옆의 센서 (157B1) 와 같은) 온도 민감형 컴포넌트들과 연관될 수도 있다.

[0057] 비제한적인 예로서, 제 1 내부 열 센서 (157B1) 는 애플리케이션 CPU (110) 와 모뎀 CPU (168, 126) 사이의 칩 (102) 의 상부 중앙 영역에 그리고 내부 메모리 (112) 에 인접하게 위치될 수도 있다. 제 2 내부 열 센서 (157A2) 는 칩 (102) 의 우측 영역 상의 모뎀 CPU (168, 126) 아래에 위치될 수도 있다. 이러한 제 2 내부 열 센서 (157A2) 는 또한, 진보된 감소형 명령 세트 컴퓨터 ("RISC") 명령 세트 머신 ("ARM") (177) 과 제 1 그래픽스 프로세서 (135A) 사이에 위치될 수도 있다. 디지털-아날로그 제어기 ("DAC") (173) 는 제 2 내부

열 센서 (157A2) 와 모뎀 CPU (168, 126) 사이에 위치될 수도 있다.

- [0058] 제 3 내부 열 센서 (157A3) 는 칩 (102) 의 극우측 영역에 있어서 제 2 그래픽스 프로세서 (135B) 와 제 3 그래픽스 프로세서 (135C) 사이에 위치될 수도 있다. 제 4 내부 열 센서 (157A4) 는 칩 (102) 의 극우측 영역에 그리고 제 4 그래픽스 프로세서 (135D) 아래에 위치될 수도 있다. 그리고, 제 5 내부 열 센서 (157A5) 는 칩 (102) 의 극좌측 영역에 그리고 PLL들 (209) 및 ADC 제어기 (103) 에 인접하게 위치될 수도 있다.
- [0059] 하나 이상의 외부 열 센서들 (157C) 이 또한 ADC 제어기 (103) 에 커플링될 수도 있다. 제 1 외부 열 센서 (157C1) 는 오프-칩으로, 그리고 모뎀 CPU (168, 126), ARM (177), 및 DAC (173) 를 포함할 수도 있는 칩 (102) 의 우상측 사분면에 인접하게 위치될 수도 있다. 제 2 외부 열 센서 (157C2) 는 오프-칩으로, 그리고 제 3 및 제 4 그래픽스 프로세서들 (135C, 135D) 을 포함할 수도 있는 칩 (102) 의 우하측 사분면에 인접하게 위치될 수도 있다. 특히, 외부 열 센서들 (157C) 중 하나 이상은 PCD (100) 의 터치 온도, 즉, PCD (100) 와 접촉하는 사용자에게 의해 경험될 수도 있는 온도, 및/또는 PCD 가 노출된 주위 온도를 표시하도록 레버리징될 수도 있다.
- [0060] 당업자는 도 3a 에 예시된 하드웨어의 다양한 다른 공간 배열들이 본 발명의 범위로부터 이탈함 없이 제공될 수도 있음을 인식할 것이다. 도 3a 는 또 하나의 예시적인 공간 배열을 예시하며, 메인 PLP 및 DVFS 모듈들 (101A, 26A), 및 자신의 PLP 및 DVFS 모듈들 (101B, 26B) 을 갖는 ADC 제어기 (103) 가, 어떻게, 도 3a 에 예시된 예시적인 공간 배열의 함수인 열 조건들을 인식하고, 온도 임계치들을 동작 온도들 및/또는 터치 온도들과 비교하고 순시 열 저항 값들로부터 결정된 최적 전력 레벨 설정치들에 의해 드라이브된 스로틀링 정책들을 적용하는지를 예시한다.
- [0061] 도 3b 는 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 도 2 의 PCD (100) 의 일 예시적인 소프트웨어 아키텍처를 예시한 개략도이다. 임의의 수의 알고리즘들이, 특정 열 조건들이 충족될 때 PLP 모듈 (101) 에 의해 적용될 수도 있는 적어도 하나의 열 관리 정책을 형성하거나 그 일부일 수도 있지만, 선호된 실시형태에 있어서, PLP 모듈 (101) 은 DVFS 모듈 (26) 과 작동하여, 코어들 (222, 224 및 230) 을 포함하지만 이들로 제한되지 않는 칩 (102) 내의 개별 열 어그레서들에 대한 전압 및 주파수 스케일링 정책들을 조정한다. 전압 및 주파수 스케일링 정책들은 타깃으로 된 동작 온도 레벨들 및 순시 열 저항 값들로부터 계산된 최적 전력 레벨에 기초할 수도 있다. PLP 모듈 (101) 은 코어의 실리콘 접합부 양태와 연관된 온도 임계치가 충족 또는 초과될 때 최적 전력 레벨을 계산하도록 트리거링될 수도 있다.
- [0062] 도 3b 에 예시된 바와 같이, CPU 또는 디지털 신호 프로세서 (110) 는 버스 (211) 를 통해 메모리 (112) 에 커플링된다. 상술된 바와 같은 CPU (110) 는 N개의 코어 프로세서들을 갖는 다중-코어 프로세서이다. 즉, CPU (110) 는 제 1 코어 (222), 제 2 코어 (224), 및 제 N 코어 (230) 를 포함한다. 당업자에게 공지된 바와 같이, 제 1 코어 (222), 제 2 코어 (224), 및 제 N 코어 (230) 각각은 전용 애플리케이션 또는 프로그램을 지원하는 데 이용가능하다. 대안적으로, 하나 이상의 애플리케이션들 또는 프로그램들은 이용가능한 코어들 중 2개 이상에 걸쳐 프로세싱을 위해 분산될 수 있다.
- [0063] CPU (110) 는 소프트웨어 및/또는 하드웨어를 포함할 수도 있는 커맨드들을 PLP 모듈(들) (101) 및/또는 DVFS 모듈(들) (26) 로부터 수신할 수도 있다. 소프트웨어로서 구현되면, 모듈(들) (101, 26) 은, CPU (110) 및 다른 프로세서들에 의해 실행되고 있는 다른 애플리케이션 프로그램들로 커맨드들을 발행하는 CPU (110) 에 의해 실행되는 명령들을 포함한다.
- [0064] CPU (110) 의 제 1 코어 (222), 제 2 코어 (224) 내지 제 N 코어 (230) 는 단일의 접적 회로 다이 상에 접적될 수도 있거나, 또는 다중-회로 패키지에서의 별개의 다이들 상에 집적되거나 커플링될 수도 있다. 설계자들은 하나 이상의 공유된 캐시들을 통해 제 1 코어 (222), 제 2 코어 (224) 내지 제 N 코어 (230) 를 커플링할 수도 있으며, 버스, 링, 메시 및 크로스바 토폴로지들과 같은 네트워크 토폴로지들을 통해 전달하는 메시지 또는 명령을 구현할 수도 있다.
- [0065] 당업계에 공지된 바와 같이, 버스 (211) 는 하나 이상의 유선 또는 무선 커넥션들을 통해 다수의 통신 경로들을 포함할 수도 있다. 버스 (211) 는 통신을 가능하게 하기 위한 제어기들, 버퍼들 (캐시들), 드라이버들, 중계기들, 및 수신기들과 같은 부가적인 엘리먼트들을 가질 수도 있고, 이 엘리먼트들은 간략화를 위해 생략된다. 또한, 버스 (211) 는 전송한 컴포넌트들 중에서 적절한 통신을 가능하게 하기 위해 어드레스, 제어, 및/또는 데이터 커넥션들을 포함할 수도 있다.
- [0066] PCD (100) 에 의해 사용된 로직이 소프트웨어로 구현될 때, 도 3b 에 도시된 바와 같이, 시동 로직 (250), 관리

로직 (260), 전력 레벨 예측 인터페이스 로직 (270), 애플리케이션 스토어 (280) 내의 애플리케이션들, 및 파일 시스템 (290) 의 부분들 중 하나 이상이 임의의 컴퓨터 관련 시스템 또는 방법에 의해 또는 그와 관련하여 사용하기 위해 임의의 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장될 수도 있음이 주목되어야 한다.

[0067] 이 문서의 맥락에서, 컴퓨터 판독가능 매체는, 컴퓨터 관련 시스템 또는 방법에 의해 또는 그와 관련하여 사용하기 위해 컴퓨터 프로그램 및 데이터를 포함 또는 저장할 수 있는 전자적, 자기적, 광학적, 또는 다른 물리적 디바이스 또는 수단이다. 다양한 로직 엘리먼트들 및 데이터 스토어들은, 명령 실행 시스템, 장치, 또는 디바이스로부터 명령들을 폐지하고 그 명령들을 실행할 수 있는 컴퓨터 기반 시스템, 프로세서 포함 시스템, 또는 다른 시스템과 같은 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스에 의해 또는 그와 관련하여 사용하기 위해 임의의 컴퓨터 판독가능 매체에서 구현될 수도 있다. 이 문서의 맥락에서, "컴퓨터 판독가능 매체" 는, 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스에 의해 또는 그와 관련하여 사용하기 위해 프로그램을 저장, 통신, 전파, 또는 전송할 수 있는 임의의 수단일 수 있다.

[0068] 컴퓨터 판독가능 매체는, 예를 들어, 전자적, 자기적, 광학적, 전자기적, 적외선, 또는 반도체 시스템, 장치, 디바이스, 또는 전파 매체일 수 있지만 이들로 제한되지 않는다. 컴퓨터 판독가능 매체의 더 특정한 예들 (비-포괄적인 리스트) 은 다음을 포함할 것이다: 즉, 하나 이상의 와이어들을 갖는 전기 커넥션 (전자적), 휴대용 컴퓨터 디스켓 (자기적), 랜덤 액세스 메모리 (RAM) (전자적), 판독 전용 메모리 (ROM) (전자적), 소거가능한 프로그래밍가능 판독 전용 메모리 (EPROM, EEPROM 또는 플래시 메모리) (전자적), 광섬유 (광학적), 및 휴대용 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리 (CDROM) (광학적). 프로그램이, 예를 들어, 페이퍼 또는 다른 매체의 광학적 스캐닝을 통해 전자적으로 캡처되고, 그 후에, 필요하다면, 적합한 방식으로 컴파일되거나 해석되거나 또는 그렇지 않으면 프로세싱되고, 그 후에, 컴퓨터 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 컴퓨터 판독가능 매체는 심지어 프로그램이 프린트된 페이퍼 또는 다른 적합한 매체일 수 있음을 주목한다.

[0069] 대안적인 실시형태에 있어서, 시동 로직 (250), 관리 로직 (260), 및 아마도, 전력 레벨 예측 인터페이스 로직 (270) 중 하나 이상이 하드웨어로 구현되는 경우, 다양한 로직이 당업계에 각각 널리 공지되어 있는 다음의 기법들 중 임의의 기법 또는 그 조합으로 구현될 수도 있다: 즉, 데이터 신호들에 대한 로직 기능들을 구현하기 위한 로직 게이트들을 갖는 이산 로직 회로(들), 적절한 조합 로직 게이트들을 갖는 주문형 집적 회로 (ASIC), 프로그래밍가능 게이트 어레이(들) (PGA), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA) 등.

[0070] 메모리 (112) 는 플래시 메모리 또는 솔리드 스테이트 메모리 디바이스와 같은 비휘발성 데이터 저장 디바이스이다. 비록 단일 디바이스로서 도시되지만, 메모리 (112) 는 디지털 신호 프로세서 (110) (또는 부가적인 프로세서 코어들) 에 커플링된 별도의 데이터 스토어들을 갖는 분산형 메모리 디바이스일 수도 있다.

[0071] 시동 로직 (250) 은, 제 1 코어 (222), 제 2 코어 (224) 내지 제 N 코어 (230) 와 같은 이용가능한 코어들 중 하나 이상의 성능을 관리 또는 제어하는 선택 프로그램을 선택적으로 식별, 로딩, 및 실행하기 위한 하나 이상의 실행가능 명령들을 포함한다. 시동 로직 (250) 은, PCD 컴포넌트 또는 양태와 연관된 임계 온도 설정치들과의 다양한 온도 측정치들의, PLP 모듈 (101) 에 의한, 비교에 기초하여 선택 프로그램을 식별, 로딩 및 실행할 수도 있다. 예시적인 선택 프로그램은 내장된 파일 시스템 (290) 의 프로그램 스토어 (296) 에서 발견될 수 있으며, 성능 스케일링 알고리즘 (297) 및 파라미터들 (298) 의 세트의 특정 조합에 의해 정의될 수도 있다. CPU (110) 내의 코어 프로세서들 중 하나 이상에 의해 실행될 때, 예시적인 선택 프로그램은, PLP 모듈 (들) (101) 에 의해 계산된 최적 전력 레벨 설정치에 기초하여 개별 프로세서 코어의 성능을 "위로" 또는 "아래로" 스케일링하기 위해 하나 이상의 PLP 모듈(들) (101) 및 DVFS 모듈(들) (26) 에 의해 제공된 제어 신호들과 결합하여 모니터 모듈 (114) 에 의해 제공된 하나 이상의 신호들에 따라 동작할 수도 있다. 이와 관련하여, 모니터 모듈 (114) 은 PLP 모듈 (101) 로부터 수신된 온도뿐만 아니라, 이벤트들, 프로세스들, 애플리케이션들, 리소스 상태 조건들, 경과된 시간의 하나 이상의 표시자들을 제공할 수도 있다.

[0072] 관리 로직 (260) 은 이용가능한 코어들 중 하나 이상의 코어의 성능을 관리 또는 제어하는 더 적합한 대체 프로그램을 선택적으로 식별, 로딩, 및 실행할 뿐만 아니라 개별 프로세서 코어들 중 하나 이상에 대한 열 관리 프로그램을 종료하기 위한 하나 이상의 실행가능 명령들을 포함한다. 관리 로직 (260) 은 이들 기능들을 실행 시간에, 또는 PCD (100) 가 전력공급받는 동안에 그리고 디바이스의 오퍼레이터에 의한 사용 시에 수행하도록 배열된다. 대체 프로그램은 내장된 파일 시스템 (290) 의 프로그램 스토어 (296) 에서 발견될 수 있으며, 일부 실시형태들에 있어서, 성능 스케일링 알고리즘 (297) 및 파라미터들 (298) 의 세트의 특정 조합에 의해 정의될 수도 있다.

[0073] 디지털 신호 프로세서에서의 코어 프로세서들 중 하나 이상에 의해 실행될 때, 대체 프로그램은, 개별 프로세서

코어의 성능을 스케일링하기 위해 다양한 프로세서 코어들의 개별 제어 입력들 상에 제공된 하나 이상의 신호들 또는 모니터 모듈 (114) 에 의해 제공된 하나 이상의 신호들에 따라 동작할 수도 있다. 이와 관련하여, 모니터 모듈 (114) 은 PLP (101) 으로부터 발신하는 제어 신호들에 응답하여 이벤트들, 프로세스들, 애플리케이션들, 리소스 상태 조건들, 경과된 시간, 온도 등의 하나 이상의 표시자들을 제공할 수도 있다.

[0074] 인터페이스 로직 (270) 은 내장된 파일 시스템 (290) 에 저장된 정보를 관측하거나, 구성하거나, 또는 그렇지 않으면 업데이트하기 위해 외부 입력들을 제시하고 관리하고 그와 상호작용하기 위한 하나 이상의 실행가능 명령들을 포함한다. 하나의 실시형태에 있어서, 인터페이스 로직 (270) 은 USB 포트 (142) 를 통해 수신된 제조자 입력들과 함께 동작할 수도 있다. 이들 입력들은 프로그램 스토어 (296) 로부터 삭제되거나 프로그램 스토어에 추가될 하나 이상의 프로그램들을 포함할 수도 있다. 대안적으로, 입력들은 프로그램 스토어 (296) 에서의 프로그램들 중 하나 이상에 대한 편집들 또는 변경들을 포함할 수도 있다. 또한, 입력들은 시동 로직 (250) 및 관리 로직 (260) 중 하나 또는 그 양쪽의 하나 이상의 변경들 또는 전체 대체들을 식별할 수도 있다. 예로서, 입력들은, 수신된 신호 전력이 식별된 임계치 미만으로 떨어질 때 RF 트랜시버 (168) 에서의 모든 성능 스케일링을 중지하도록 PCD (100) 에게 명령하는 관리 로직 (260) 에 대한 변경을 포함할 수도 있다. 추가 예로서, 입력들은, 비디오 코덱 (134) 이 활성화될 때 원하는 프로그램을 적용하도록 PCD (100) 에게 명령하는 관리 로직 (260) 에 대한 변경을 포함할 수도 있다.

[0075] 인터페이스 로직 (270) 은 제조자로 하여금 PCD (100) 에 대한 정의된 동작 조건들 하에서 최종 사용자의 경험을 제어가능하게 구성 및 조정할 수 있게 한다. 메모리 (112) 가 플래시 메모리일 때, 시동 로직 (250), 관리 로직 (260), 인터페이스 로직 (270), 애플리케이션 스토어 (280) 내의 애플리케이션 프로그램들, 또는 내장된 파일 시스템 (290) 내의 정보 중 하나 이상이 편집되거나 대체되거나 또는 그렇지 않으면 변경될 수 있다. 일부 실시형태들에 있어서, 인터페이스 로직 (270) 은 PCD (100) 의 최종 사용자 또는 오퍼레이터로 하여금 시동 로직 (250), 관리 로직 (260), 애플리케이션 스토어 (280) 내의 애플리케이션들, 및 내장된 파일 시스템 (290) 내의 정보를 탐색, 로케이팅, 변경 또는 대체하게 할 수도 있다. 오퍼레이터는 결과적인 인터페이스를 사용하여, PCD (100) 의 다음 시동 시에 구현될 변경들을 행할 수도 있다. 대안적으로, 오퍼레이터는 결과적인 인터페이스를 사용하여, 실행 시간 동안 구현되는 변경들을 행할 수도 있다.

[0076] 내장된 파일 시스템 (290) 은 계층적으로 배열된 열 기법 스토어 (292) 를 포함한다. 이와 관련하여, 파일 시스템 (290) 은, PCD (100) 에 의해 사용된 다양한 파라미터들 (298) 및 열 관리 알고리즘들 (297) 의 구성 및 관리를 위한 정보의 저장에 대한 그 총 파일 시스템 용량의 예비된 섹션을 포함할 수도 있다. 도 3b 에 도시된 바와 같이, 스토어 (292) 는, 하나 이상의 열 관리 프로그램들을 포함하는 프로그램 스토어 (296) 를 포함하는 코어 스토어 (294) 를 포함한다.

[0077] 도 4 는 PCD (100) 에서 최적 전력 레벨 설정치들을 예측하기 위해 열 저항 값들을 사용하는 열 관리를 위한 방법을 예시한 논리 플로우차트이다. 도 4 의 방법 (400) 은 코어들 (222, 224, 226, 228) 과 같은 프로세싱 컴포넌트들의 온도 센서들 (157) 판독 접합부 온도들이 모니터 모듈 (114) 에 의해 폴링되는 제 1 블록 405 로 시작한다. 블록 405 에서 취득된 온도 판독치들은 온도 임계치와 비교되어, 동작 온도가 임계치를 초과하였는지를 결정할 수도 있다. 예시적인 프로세싱 컴포넌트들과 연관된 순시 또는 실시간 온도들 (" T_{INST} ") 을 나타내는 온도 판독치들은 PLP 모듈 (101) 에 제공될 수도 있다.

[0078] 블록 405 의 액션들과 동시에, 블록 410 에서 PLP 모듈 (101) 은 예시적인 프로세싱 컴포넌트들에 공급되고 있는 유효 전력 레벨들 (" P_{SUPP} ") 의 표시들을 수신하고, PCD (100) 가 노출된 주위 온도 (" T_A ") 및 T_{INST} 값들과 조합하여, 프로세싱 컴포넌트들의 열 저항 레벨 (" R_{INST} ") 을 나타내는 순시 또는 실시간 값들을 계산하고 추적할 수도 있다. 특히, R_{INST} 값들의 계산 및 추적뿐만 아니라 T_{INST} 및 P_{SUPP} 값들의 추적 및 모니터링은 특정 실시 형태들에서 진행중일 수도 있다.

[0079] 후속하여 또는 동시에, 판정 블록 415 에서, 예를 들어, 코어의 실리콘 접합부가 노출될 수도 있는 최대 온도와 연관된 온도 임계치와 같은 온도 임계치를 T_{INST} 값이 충족하는지 또는 초과하는지 여부가 결정될 수도 있다. T_{INST} 값이 임계치를 초과하지 않은 경우, "아니오" 브랜치 후에 블록 420 이 후속될 수도 있고, DVFS 모듈 (26) 및/또는 PMIC (180) 에 의해 코어들에 공급되고 있는 전력 레벨 설정치들이 변경되지 않거나 조정되지 않을 수도 있다. T_{INST} 값이 임계치를 초과하는 경우, 열 완화 조치들이 취해져야 하고 "예" 브랜치 후에 블록 425 가 후속된다는 것이 인식될 수도 있다.

- [0080] 블록들 425 및 430 에서, PLP 모듈 (101) 은, T_{INST} 대신에 블록 410 에서 결정되고 추적된 R_{INST} 값, T_A 값 및 타깃 동작 온도에 기초하여, 조정된 전력 레벨 설정치를 계산할 수도 있다. 블록 435 에서, PLP 모듈 (101) 은 조정된 전력 레벨 설정치에 기초하여 P_{SUPP} 의 전압 및/또는 주파수 설정치들의 변경을 위해 DVFS 모듈 (26) 에 그 조정된 전력 레벨 설정치를 제공할 수도 있다. 유리하게는, 온도 임계치에 의해 정의된 경계들 내의 타깃으로 된 동작 온도로 T_{INST} 를 억제시키기 위해, R_{INST} 및 T_A 의 순시 값들이 주어져서, 필요한 조정된 전력 레벨 설정치를 계산함으로써, 시스템들 및 방법들의 실시형태들은 DVFS 설정치들을 더욱 효율적으로 조정하여 PCD (100) 에서의 열 에너지 발생을 관리할 수도 있다.
- [0081] 판정 블록 415 로 되돌아가서, 특정 실시형태들은 T_{INST} 값이 특정 온도 임계치보다 훨씬 아래에 있어서 열 에너지 발생을 위한 부가적인 용량이 이용가능하다는 것을 결정할 수도 있다. 이러한 시나리오에서, 특정 실시형태들은 코어들의 전력 설정들을 상향으로 조정하도록 블록들 425 내지 435 의 액션들을 행하여, 증가된 프로세싱 속도 및 개선된 QoS 를 제공할 수도 있다.
- [0082] 도 5 는 동적 전압 및 주파수 스케일링 ("DVFS") 열 완화 기법들을 적용하기 위한 서브-방법 또는 서브루틴 (435) 을 예시한 논리 플로우차트이다. 상술된 바와 같이, DVFS 기법들은 순시 열 저항 값들에 기초하여 최적 전력 공급 레벨들을 결정하는 열 관리 정책들의 애플리케이션에서 PLP 모듈 (101) 에 의해 레버리징될 수도 있다. 특정 실시형태들에서, DVFS 스토틀링 기법들은 유효 전력 공급 레벨이 열 에너지 발생의 관리를 위한 최적 레벨로 조정되도록 개별 프로세싱 컴포넌트들에 적용될 수도 있다.
- [0083] 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 고성능 및 저전력 소비를 제공하는 프로세서들에 대한 요구는, 프로세서 설계들에 있어서, 종종 동적 전압 및 전류 스케일링 (dynamic voltage and current scaling; "DVCS") 로서 지칭되는 동적 전압 및 주파수 스케일링과 같은 다양한 전력 관리 기법들의 사용을 유도하였다. DVFS 는 전력 소비와 성능 간의 트레이드-오프들을 가능하게 한다. 예를 들어, 프로세서들 (110 및 126) 은, 각각의 프로세서의 클럭 주파수로 하여금 전압에서의 대응하는 조정치로 조정되게 함으로써 DVFS 를 사용하도록 설계될 수도 있다.
- [0084] 동작 전압의 감소는 통상적으로, 소비된 전력에서의 비례하는 절약을 발생시킨다. DVFS 가능식 프로세서들 (110, 126) 에 대한 하나의 주요 이슈는 성능과 전력 절약 간의 밸런스를 제어하는 방법이다.
- [0085] 블록 505 는 열 저항 값들에 기초하여 예측된 전력 레벨들을 통해 열 에너지 발생을 관리하는 시스템 또는 방법에 DVFS 열 완화 기법들을 적용하기 위한 서브방법 또는 서브루틴 (435) 에서의 제 1 단계이다. 이 제 1 블록 505 에서, PLP 모듈 (101) 은 접합부 임계치와 같은 온도 임계치가 모니터 모듈 (114) 을 통해 열 센서들 (157A) 에 의해 제공된 온도 판독치들에 기초하여 위반되었다는 것을 결정할 수도 있다. 따라서, PLP 모듈 (101) 은 그 후에, 순시 열 저항 레벨 (R_{INST}) 이 주어져서, 수용가능한 레벨로 열 에너지 발생을 드라이브할 수도 있는 조정된 전력 공급 레벨을 계산할 수도 있다. PLP 모듈 (101) 은 그 후에 블록 510 에서 현재 DVFS 설정치들을 리뷰하라는 DVFS 모듈 (26) 에 대한 명령들을 개시하고, 계산되는 조정된 전력 공급 레벨에 상응하는 DVFS 설정치들을 블록 515 에서 조정할 수도 있다.
- [0086] 블록 515 에서, DVFS 모듈 (26) 은 열 부하 조건들을 완화시키거나 대안적으로는 증가된 열 발생을 허용하기 위해, 전압 및/또는 주파수를 포함할 수도 있는 현재 DVFS 설정치들을 조정하기 위한 커맨드들을 발행할 수도 있다. 이 설정치들을 조정하는 것은 DVFS 알고리즘에서 허용된 최대 클럭 주파수를 조정하거나 "스케일링" 하는 것을 포함할 수도 있다. 상술된 바와 같이, DVFS 모듈 (26) 은 프로세싱 컴포넌트에 전용되고, PLP 모듈 (101) 에 의해 제공된 최적 전력 레벨에 따라 프로세싱 컴포넌트에 대한 전력 레벨을 조정할 수도 있다. 특히, 모니터 모듈 (114), PLP 모듈 (101) 및 DVFS 모듈 (26) 이 개별 기능성을 갖는 개별 모듈들로서 본 개시물에 설명되었지만, 다양한 모듈들의 일부 실시형태들 또는 다양한 모듈들의 양태들에서 전력 레벨 예측에 의한 열 관리를 위한 시스템들 및 방법들을 구현하기 위해 공통 모듈 내에 조합될 수도 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0087] 본 명세서에 설명된 프로세스들 또는 프로세스 플로우들에서의 특정 단계들은 자연스럽게, 본 발명이 설명된 바와 같이 기능하도록 다른 것들보다 선행한다. 그러나, 본 발명은, 이러한 순서 또는 시퀀스가 본 발명의 기능성을 변경하지 않는다면, 설명된 단계들의 순서로 제한되지 않는다. 즉, 일부 단계들은 본 발명의 범위 및 사상으로부터 이탈함 없이 다른 단계들 이전에, 그 이후에 또는 그와 병행하여 (실질적으로 동시에) 수행될 수도 있음이 인식된다. 일부 경우들에 있어서, 특정 단계들은 본 발명으로부터 이탈함 없이 생략되거나 또는 수행되지 않을 수도 있다. 또한, "그 이후", "그 후에", "다음으로" 등과 같은 단어들은 단계들의 순서

를 제한하도록 의도되지 않는다. 이들 단어들은 단순히, 예시적인 방법의 설명을 통해 독자를 가이드하도록 사용된다.

[0088] 부가적으로, 프로그래밍에 있어서의 당업자는, 예를 들어, 본 명세서에 있어서의 플로우 차트들 및 관련 설명에 기초하여 어려움 없이, 개시된 발명을 구현하기 위해 컴퓨터 코드를 기입하거나 적절한 하드웨어 및/또는 회로들을 식별하는 것이 가능하다. 따라서, 프로그램 코드 명령들 또는 상세한 하드웨어 디바이스들의 특정 세트의 개시는 본 발명을 제조 및 사용하는 방법의 적절한 이해에 필수적인 것으로 고려되지 않는다. 청구된 컴퓨터 구현 프로세스들의 본 발명의 기능성은, 다양한 프로세스 플로우들을 예시할 수도 있는 도면들과 함께 상기 설명에서 더욱 상세히 설명된다.

[0089] 하나 이상의 예시적인 양태들에 있어서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합에서 구현될 수도 있다. 소프트웨어에서 구현된다면, 그 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 컴퓨터 판독가능 매체 상으로 저장 또는 전송될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 일 장소로부터 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체 양쪽을 포함한다. 저장 매체는, 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 가용 매체일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장, 자기 디스크 저장 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 수록 또는 저장하는데 사용될 수도 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수도 있다.

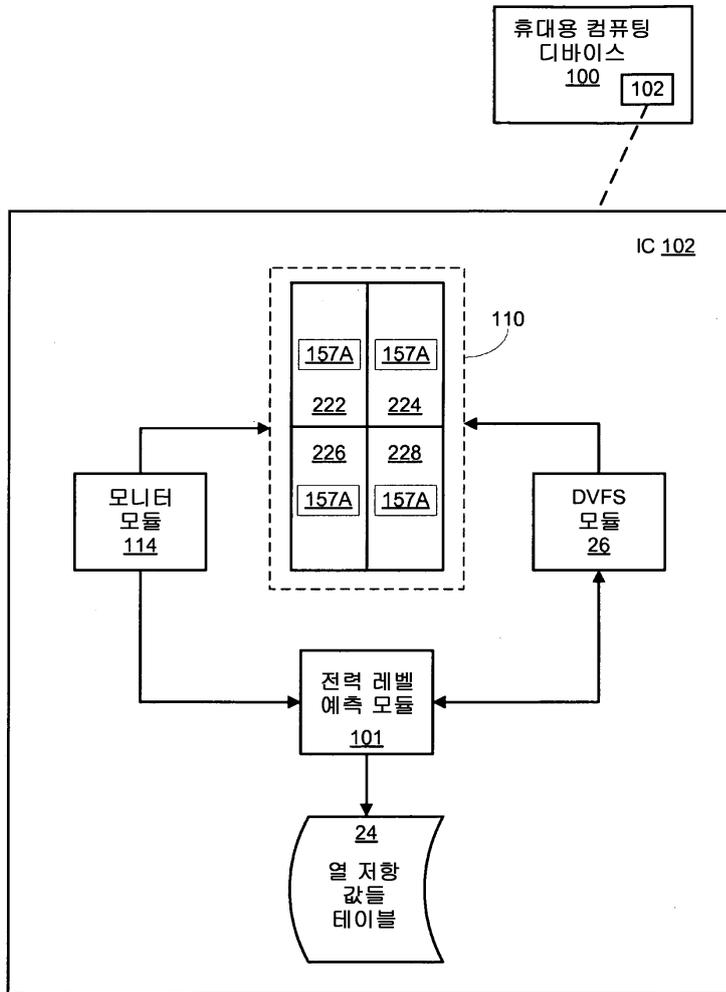
[0090] 또한, 임의의 커넥션이 컴퓨터 판독가능 통신 매체로 적절히 명명된다. 예를 들어, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 라인 ("DSL"), 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 소프트웨어가 송신된다면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들은 통신 매체의 정의에 포함된다.

[0091] 여기에 사용된 바와 같은 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 ("CD"), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 ("DVD"), 플로피 디스크 및 블루레이 디스크를 포함하며, 여기서, 디스크 (disk) 는 통상적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만 디스크 (disc) 는 레이저를 사용하여 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 또한, 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

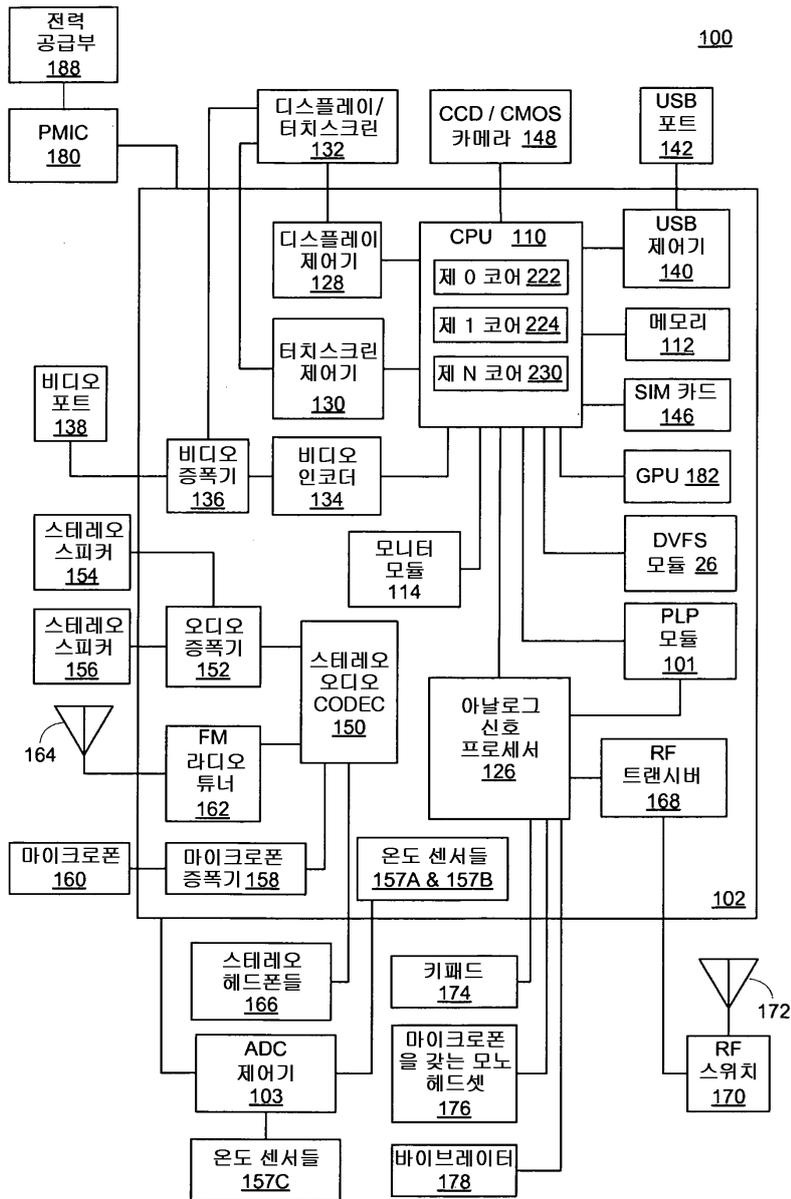
[0092] 따라서, 선택된 양태들이 상세히 예시 및 설명되었지만, 다양한 치환물들 및 변경물들이 다음의 청구항들에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명의 사상 및 범위로부터 이탈함 없이 그 안에서 행해질 수도 있음이 이해될 것이다.

도면

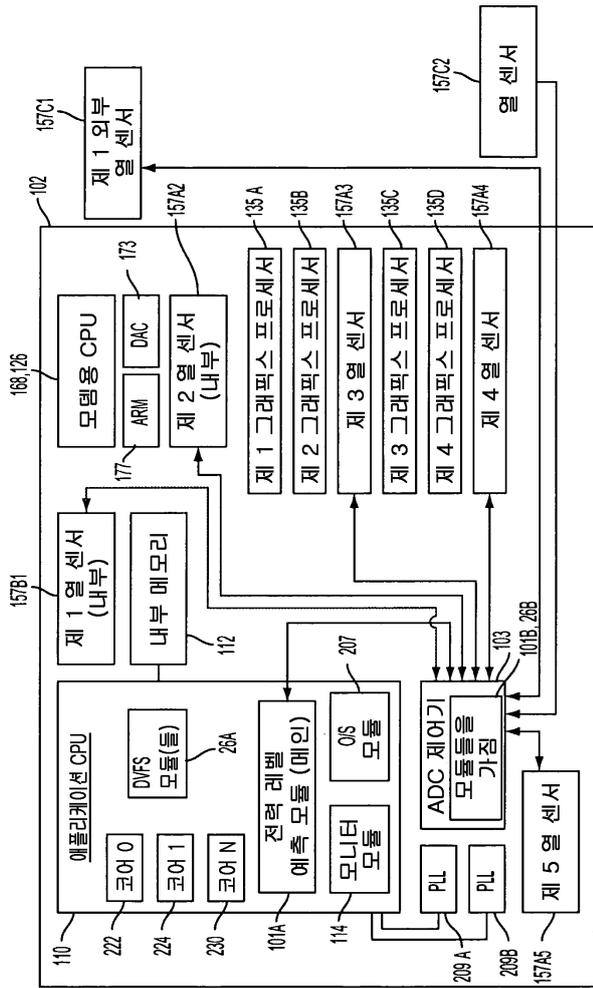
도면1



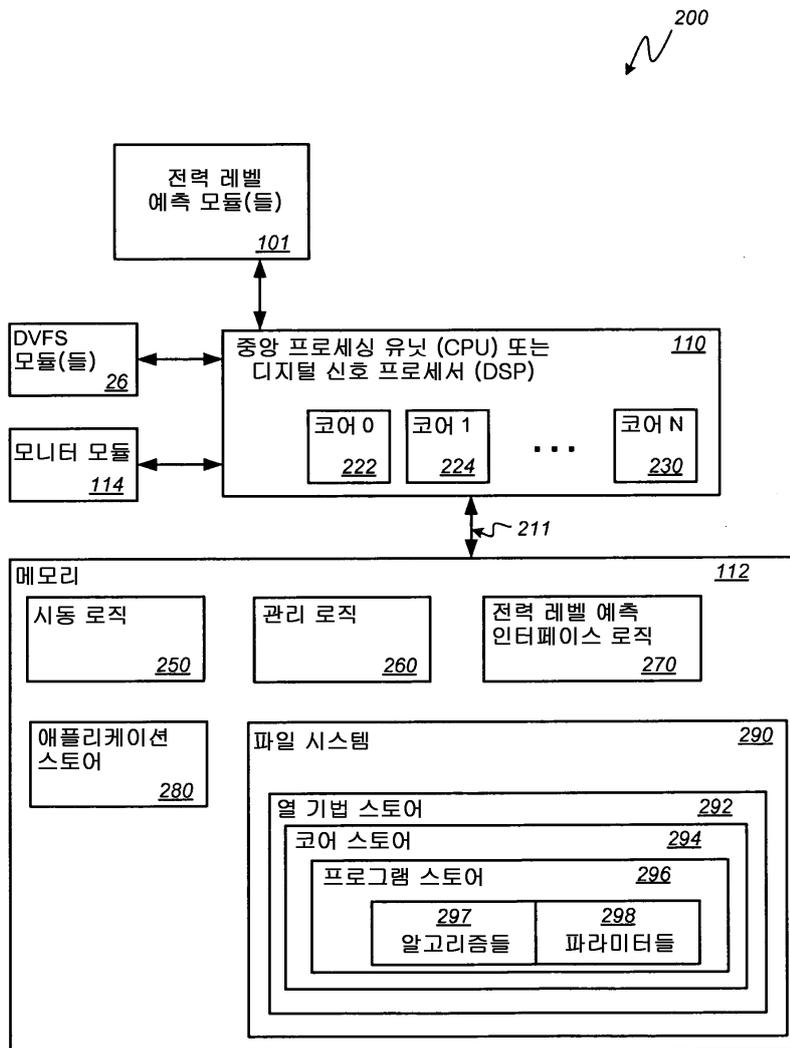
도면2



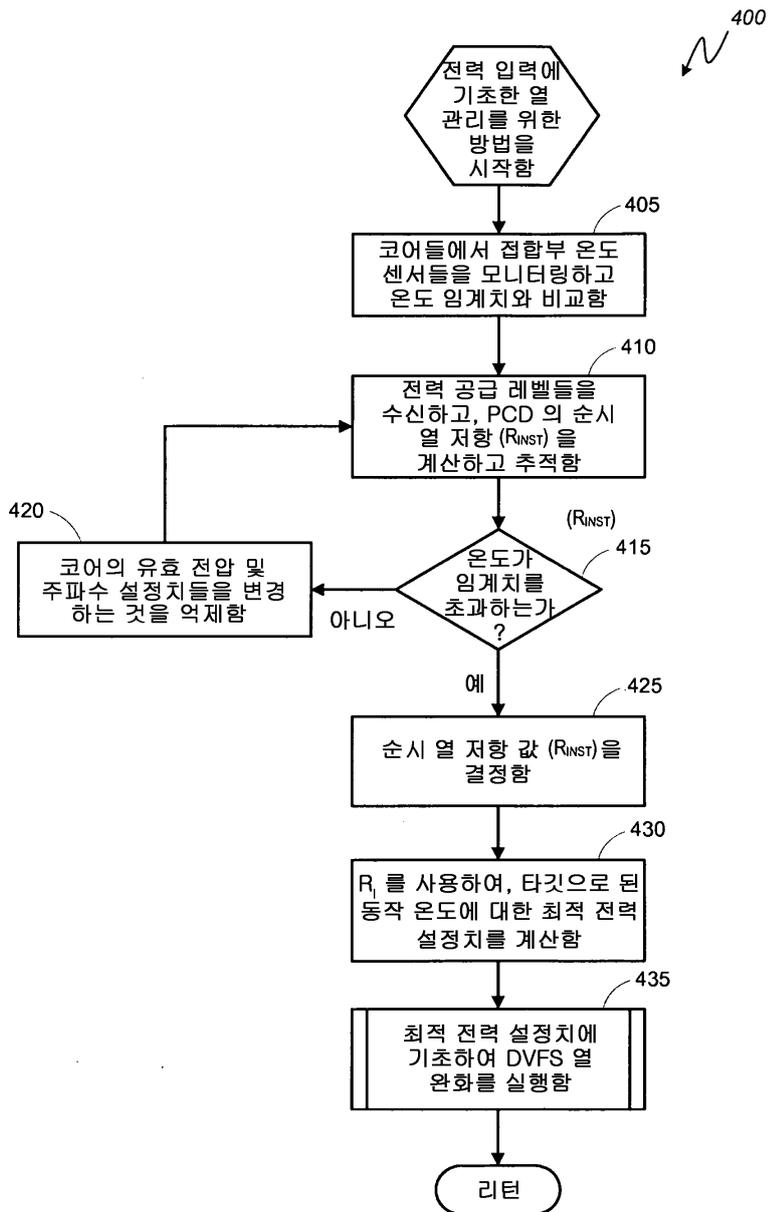
도면3a



도면3b



도면4



도면5

435

