



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2008년05월22일  
(11) 등록번호 10-0831490  
(24) 등록일자 2008년05월15일

(51) Int. Cl.  
G06F 1/20 (2006.01) G06F 1/32 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2005-7006355  
(22) 출원일자 2005년04월13일  
심사청구일자 2005년06월20일  
번역문제출일자 2005년04월13일  
(65) 공개번호 10-2005-0053758  
(43) 공개일자 2005년06월08일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/030573  
국제출원일자 2003년09월26일  
(87) 국제공개번호 WO 2004/036398  
국제공개일자 2004년04월29일  
(30) 우선권주장  
10/272,149 2002년10월14일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
미국특허공보 05745375호  
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자  
**인텔 코오퍼레이션**  
미합중국 캘리포니아 산타클라라 미션 칼리지 블러바드 2200  
(72) 발명자  
**나베, 알론**  
이스라엘 47204 라마트 하샤론 우시쉬킨 스트리트 97  
**서거트치크, 로맨**  
이스라엘 37000 카커 피.비. 5321 아후자 스트리트 94  
(74) 대리인  
**백만기, 이중희, 주성민**

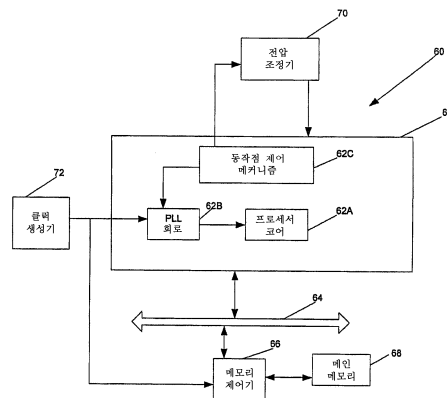
심사관 : 이진

**(54) 성능이 효과적인 전력 조절을 위한 방법 및 장치**

**(57) 요약**

전자 장치의 온도가 미리 정해진 임계값을 넘어서거나 동일한지 여부를 결정하는 장치가 개시된다. 상기 전자 장치의 상기 온도가 적어도 상기 미리 정해진 임계값에 도달했음을 감지한 것에 대한 응답으로, 프로세서에 대한 목적 조절점이 결정되며, 상기 목적 조절점은 목적 동작 주파수 및 목적 동작 전압을 포함한다. 그 다음, 비-동시적으로 현재 동작 주파수를 상기 목적 동작 주파수로 변경 및 현재 동작 전압을 상기 목적 동작 전압으로 변경함으로써, 상기 현재 동작 주파수 및 상기 현재 동작 전압을 포함하는 상기 전자 장치의 현재 동작점을 동적으로 변경한다. 상기 현재 동작 전압을 상기 변경하는 동안, 상기 장치는 활동 상태이다.

**대표도** - 도4



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

전자 장치의 온도가 미리 정해진 온도 임계값 이상인지의 여부를 결정하는 방법으로서,

상기 전자 장치의 온도가 상기 미리 정해진 온도 임계값에 적어도 도달했음을 감지한 것에 대한 응답으로, 상기 미리 정해진 온도 임계값에 대응하는 상기 장치에 대한 목적 조절점(target throttling point)에 의해 표시되는 목적 동작 주파수(target operating frequency) 및 목적 동작 전압(target operating voltage)을 결정하는 단계; 및

비-동시적으로(non-contemporaneously) 현재 동작 주파수를 상기 목적 동작 주파수로 변경하고 현재 동작 전압을 상기 목적 동작 전압으로 변경함으로써 상기 장치의 상기 현재 동작 주파수 및 상기 현재 동작 전압에 의해 표시되는 상기 전자 장치의 현재 동작점(current operating point)을 동적으로 변경하는 단계

를 포함하며,

상기 현재 동작 전압은 상기 장치가 활동 상태(active state)를 유지할 수 있도록 하기 위하여 상기 목적 동작 전압까지 증분으로 변경되는 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 활동 상태는, 상기 장치가 명령 실행(executing instructions) 및 버스 상의 입/출력 동작 처리(processing input/output operations on a bus) 중에 하나를 수행하는 것을 포함하는 방법.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제 1항에 있어서, 상기 목적 조절점이 상기 현재 동작점 아래인 경우, 상기 현재 동작 주파수의 동적 변경이, 상기 현재 동작 전압의 변경 전에 수행되는 방법.

**청구항 7**

제 1항에 있어서, 상기 목적 동작점이 상기 현재 동작점 위인 경우, 상기 현재 동작 전압의 변경이, 상기 현재 동작 주파수의 변경 전에 수행되는 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제 1항에 있어서, 각 증분이, 10 mV 에서 20 mV 사이인 방법.

**청구항 10**

제 1항에 있어서, 각 증분은, 16 mV인 방법.

**청구항 11**

제 1항에 있어서,

각 증분 사이에 미리 정의된 기간을 대기하는 단계  
를 더 포함하는 방법.

**청구항 12**

제 11항에 있어서, 상기 미리 정의된 기간은, 적어도 15 μs인 방법.

**청구항 13**

제 1항에 있어서, 상기 현재 동작 주파수를 변경하는 동안, 상기 장치에 연결된 버스가 정지되고(stalled), 상기 장치에 대한 제1 클럭은 정지되며, 상기 제1 클럭에 대한 위상 동기 루프(phase locked loop, PLL) 회로는 상기 목적 동작 주파수로 설정되는 방법.

**청구항 14**

제 1항에 있어서, 상기 현재 동작 주파수의 동적 변경이 10 μs 내에서 행해지는 방법.

**청구항 15**

전자 장치의 온도가 미리 정해진 온도 임계값 이상인지의 여부를 결정하고, 상기 전자 장치의 온도가 상기 미리 정해진 온도 임계값에 적어도 도달했음을 감지한 것에 대한 응답으로, 상기 미리 정해진 온도 임계값에 대응하는 상기 장치에 대한 목적 조절점에 의해 표시되는 목적 동작 주파수 및 목적 동작 전압을 결정하기 위한 제1 유닛 ; 및

비-동시적으로 현재 동작 주파수를 상기 목적 동작 주파수로 변경하고 현재 동작 전압을 상기 목적 동작 전압으로 변경함으로써, 상기 장치의 상기 현재 동작 주파수 및 상기 현재 동작 전압에 의해 표시되는 상기 전자 장치의 현재 동작점을 동적으로 변경시키기 위한 제2 유닛

을 포함하며,

상기 현재 동작 전압은 상기 장치가 활동 상태를 유지할 수 있도록 하기 위하여 상기 목적 동작 전압까지 증분으로 변경되는 전자 장치.

**청구항 16**

제 15항에 있어서, 상기 활동 상태는, 상기 장치가 명령 실행 및 버스 상의 입/출력 동작 처리 중에 하나를 수행하는 것을 포함하는 전자 장치.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

제 15항에 있어서, 상기 제2 유닛은, 각 증분 사이에 미리 정의된 기간을 대기하는 전자 장치.

**청구항 22**

제 15항에 있어서, 상기 현재 동작 주파수를 변경하는 동안, 상기 장치에 연결된 버스가 정지되고, 상기 장치에 대한 제1 클럭은 정지되며, 상기 제1 클럭에 대한 위상 동기 루프 회로는 상기 목적 동작 주파수로 설정되

는 전자 장치.

**청구항 23**

제 15항에 있어서, 상기 제2 유닛은, 상기 현재 동작 주파수의 동적 변경을 10  $\mu$ s 이내에서 수행하는 전자 장치.

**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**

프로세서에 의해 실행될 때 제1항에 기재된 방법을 수행하는 명령어 집합을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 매체.

**청구항 34**

삭제

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

**청구항 37**

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 열 관리(thermal management)에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 발명은 열 상태에 기초하여 복수의 성능 상태들 중 하나에서 동작하는 전자 장치를 형성하는 방법 및 장치에 관련되어 있다.

**배경기술**

<2> 프로세서(processor)의 주파수는 지난 10년 간 10배로 속도가 증가하였다. 예를 들면 프로세서의 주파수는, 1990년대 중반 133 MHz에서 오늘날 1.6 G 이상까지 증가되었다. 속도의 증가는, 더 높은 동작 주파수뿐 아니라 그렇게 더 높은 주파수를 달성하기 위해 요구되는 프로세서의 누설(leakage) 양자에 기인하여, 급격한 전력 소모 증가를 동반하였다. 결과적으로, 프로세서의 과열 위험이 훨씬 더 우세해지게 되었으며, 합리적인 성능 비용으로 효율적인 전력 감소를 제공할 수 있는 조절 메커니즘을 필요로 한다.

<3> 일반적으로, 프로세서가 미리 정해진 열 상태에 도달한 것으로 감지된 경우, 다양한 의무 주기(duty cycle)(예를 들면, 대부분의 구현에서 50% 의무 주기) 내에서 자동-조절 논리(auto-throttling logic)가, 짧은 시간(수 마이크로초)의 주기 동안 클럭을 반복적으로 내리는 것을 허가하여 효과적으로 1/2 주파수 클럭을 생성한다.

<4> 그러나, 종래 방식은 몇 가지 한계가 있다. 예를 들며, "off" 주기 동안, 인터럽트(interrupt)들은 일반적으로 이루어질 수 없다. 오직 효과적인 주파수만 감소된다. 프로세서는 여전히 이전과 동일한 전압으로 동작하며, 그러므로 능동 전력(active power)에 기여하는 전압 및 누설 전력에 기여하는 전압 양자 모두 이용되지 않는다.

<5> 그러므로, 일반적으로 조절은, 전형적으로 성능의 1/2이라는 댓가를 치루면서 전체 전력의 1/2 감소(아마도 누설에 기인한 것보다 훨씬 더 적을 것임)만 달성한다. 열 냉각 능력을 훨씬 넘어서 전력을 낮추는 응용의 경우들에서는, 이것이 프로세서를 효과적으로 냉각시키는 것조차 충분하지 않을 수 있다.

**발명의 상세한 설명**

<6> 본 발명은, 본 발명의 실시예들을 설명하기 위해 사용되는 다음의 설명 및 첨부된 도면을 참조함으로써 가장 잘 이해될 수 있다.

<7> 본 명세서에서 "일 실시예" 또는 "하나의 실시예"로 지칭함은, 그 실시예와 관련하여 설명된 특성의 특징, 구조, 또는 특성이, 본 발명의 적어도 하나의 실시예에는 포함되어 있음을 의미한다. 본 명세서의 다양한 곳에 있는 "일 실시예에서"의 구문 형태가 모두 반드시 동일한 실시예를 지칭하는 것일 필요는 없으며, 또 한 다른 실시예들을 서로 배제시키는 대안적인 실시예 또는 별개의 실시예에만 하는 것도 아니다. 나아가, 일부 실시예들에 의해서는 제한될 수 있고, 다른 실시예들에 의해서는 제한되지 않을 수 있는 다양한 특징들이 기술된다. 마찬가지로, 일부 실시예들에 대해서는 요구사항이 될 수 있고, 다른 실시예들에 대해서는 요구사항이 아닐 수 있는 다양한 요구사항들이 기술된다.

<8> 일 실시예에서, 전압 및 주파수 크기 조정(scaling)을 통해 전자 장치(예를 들어 프로세서)의 열 관리를 수행하는 기술이 개시된다. 좀 더 구체적으로, 일 실시예에서, 시스템 내에 상기 전자 장치의 온도를 모니터링하는 유닛(unit)이 제공된다. 장치가 미리 정해진 임계 온도에 도달하거나 또는 넘어선 경우, 장치의 전압 및 주파수는 목적 조절점(target throttling point)까지 전이 강하된다. 일 실시예에서 전자 장치의 전압 및 주파수는 전압 및 주파수를 크기 조정하기 위한 새로운 기술을 사용하여 상기 조절점까지 전이 강하된다. 여기에서 전압은, 전자 장치를 활동 상태(active state)로 유지하면서 증분들(increments)로 조정된다.

**실시예**

<15> 일 실시예에 따른 열 관리를 제공하기 위해 구현되는, 전압 및 주파수의 크기를 조정하기 위한 기술이 처음으로 설명될 것이다. 따라서, 도면들 중 도 1은 일 실시예에 따른 프로세서 형태의 전자 장치에 대한 다양한 상태들의 상태도를 도시한다. 도 1과 관련하여, 참조 번호 10은 프로세서 동작의 정상 상태를 의미한다. 이 정상 상태(10)에서 프로세서는, 현재의 동작 주파수 및 현재의 동작 전압을 포함하는 동작점(operating point)에서 동작한다. 상기 정상 상태(10)에서, 프로세서의 성능은 프로세서가 동작하고 있는 동작점에 매치(matched)되어 있다. 다시 말해서 정상 상태(10)란, 전력 소모 요구사항 뿐만 아니라 프로세서의 성능 요구사항 양자의 면에서, 요구되는 동작 주파수 및 동작 전압에서 프로세서가 동작하도록 하는 프로세서의 동작점에서 프로세서의 상태이다.

<16> 예를 들면, 프로세서의 동작점이 올려질 필요가 있는 경우로서, 증가된 성능 요구사항이 있는 경우, 일 실시예에서 프로세서는 그의 정상 상태(10)를 떠날 것이다. 대안적으로, 프로세서의 동작점이 낮아지는 경우로서, 전력의 유지가 요구되는 경우, 프로세서는 정상 상태(10)를 떠난다. 한 경우에 있어서, 정상 상태(10)와 연관된 동작점보다 더 낮은 목적 동작점까지 프로세서의 동작점을 낮추기 위해서, 프로세서는 먼저, 정상 상태(10)에서의 프로세서 동작 주파수보다 아래인 값으로 프로세서의 동작 주파수가 낮아지는 주파수 전이 단계(12)로 들어간다. 주파수 전이 단계(12)인 동안 수행되는 특정의 동작들은 앞으로 훨씬 더 상세하게 설명될 것이다.

<17> 주파수 전이 단계(12)를 수행한 후, 프로세서는 전압 전이 단계(14)로 들어간다. 전압 전이 단계(14)인 동안, 프로세서의 동작 전압은 정상 상태(10)와 연관된 동작 전압으로부터 상기 정상 상태(10)와 연관된 동작 전압보다 아래에 있는 목적 동작 전압으로 낮아진다. 전압 전이 단계(14)를 수행한 후, 프로세서는 다시 정상 상태(10)가 된다. 왜냐하면, 처리 속도(성능) 및 전력 소모 양자의 면에서 현재의 요구들이 현재 프로세서의 동작점에 매치될 것이기 때문이다.

<18> 다른 경우에서, 프로세서의 정상 상태(10) 동작점으로부터 더 높은 동작점으로 프로세서의 동작점을 전이시키기 위해서, 프로세서는 먼저, 정상 상태(10)와 연관된 동작 전압이 더 높은 목적 동작 전압으로 전이되는 전압 전이 단계(16)로 들어간다. 그리고, 전압 전이 단계(16)를 수행한 후, 정상 상태(10)와 연관된 프로세서의 동작 주파수가 더 높은 동작 주파수로 전이되는 동안, 주파수 전이 단계(18)가 수행된다. 주파수 전이 단계(18)를 수행한 후, 프로세서는 다시 정상 상태(10)가 된다. 왜냐하면 이제 프로세서는, 전력 소모 및 프로세서의 성능 양자의 면에서의 요구에 매치되는 동작 전압 및 동작 주파수를 포함하는 동작점에서 동작하고 있을 것이기 때문이다. 몇몇 실시예에서 전압 전이 단계(16 및 14)는 동일 또는 유사한 동작을 유발하고 주파수 전이 단계(12 및 18)는 동일 또는 유사한 동작을 유발한다.

<19> 이제 도 2와 관련하여, 참조 번호 30은 본 발명의 일 실시예에 따라 전압 전이 단계(14 및 16)인 동안 수행되는 동작들의 순서도를 의미한다. 상술한 바와 같이, 프로세서가 자기의 현재 동작 전압이 목적 동작 전압과 다르다고 결정한 경우에 전압 전이 단계(14 및 16)로 들어가게 되는데, 전압 전이 단계(14)의 경우는 목적 동작 전압이 더 낮은 경우, 또 동작 전이 단계(16)의 경우는 목적 동작 전압이 더 높은 경우에 해당한다. 32 블록에서, 동작은 프로세서의 현재 동작 전압을 증분량만큼 변경하기 위해 수행된다. 이 증분량은 프로세서들 별로 달라질 것이나, 일 실시예에서는 5-50 mV 사이의 범위에 해당하는 작은 양이다. 일 실시예에서, 각 증분의 크기는 동작 불안정성을 야기하지 않고, 프로세서에 의해 허용될 수 있는 증분 전압 변화를 의미하는 값으로 설정되어 있다.

<20> 전압을 증분만큼 변경한 후, 프로세서는 34 블록에서, 프로세서의 회로가 새로운 동작 전압으로의 조정을 받아들일 수 있도록 미리 정의된 기간 동안 대기한다. 그러므로, 각 증분을 시간 내에 퍼져 진행시킴으로써, 클럭 회로 및 프로세서와 연관된 논리 타이밍 회로는, 동작을 소프트웨어에게 투과되는 방식으로 연속 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 미리 정해진 대기 기간은 5-30 μs 사이이다. 32 블록에서, 목적 동작 전압에 도달되었는지 여부를 결정하기 위해 확인이 수행된다. 목적 동작 전압에 도달되지 않은 경우, 32 블록이 재-실행된다.

그렇지 않으면, 전압 전이 상태가 여기된다. 전압 전이 단계(14 및 16)인 동안, 프로세서는 코드 실행을 계속 할 수 있고, 프로세서에 연결된 프로세서 버스 상의 메모리 트랜잭션(transaction)은 여전히 가능하다.

<21> 이제 도면들 중 도 3과 관련하여, 참조 번호 40은 일반적으로 주파수 전이 단계(12 및 18)인 동안 수행되는 동작들의 순서도를 의미한다. 42 블록에서, 주파수 전이 단계(12, 14)로 들어간 후, 프로세서는 새로운 버스 트랜잭션을 시작하는 것을 중지한다. 44 블록에서, 프로세서 버스 상에 계류 중인 모든 버스 트랜잭션이 종료되었는가 여부를 결정하기 위해 확인이 수행된다. 34 블록은, 버스 트랜잭션이 계류 중인 모든 버스가 종료되어 46 블록이 실행되는 경우가 될 때까지 재-실행된다. 46 블록의 실행은, 프로세서에 연결된 프로세서 버스 정지(stalling), 프로세서의 논리 유닛의 일시 중지, 한 경우에 있어서는 코어 클럭인 제 1(코어) 클럭의 일시 중지 및 프로세서 코어가 목적 동작 주파수에서 설정되도록 위상 동기 루프(phase locked loop) 회로에의 명령(commanding)을 포함한다.

<22> 46 블록을 실행한 후, 코어 위상 동기 루프 회로가 재-설정되는 것을 수용하기 위해 미리 정의된 지연 기간을 프로세서가 대기하는 48 블록이 실행된다. 일부 경우에는, 상기 미리 정의된 지연 기간은 약 10  $\mu$ s가 될 수 있다. 40 블록에서 코어 클럭은 리턴(return)되고, 프로세서 버스는 해제(release)되며, 일시 중지된 논리 유닛은 재시작된다. 그 후, 정상 코드 실행이 재개되는 52 블록이 실행된다.

<23> 도면들 중 도 4와 관련하여, 참조 번호 60은 일반적으로 본 발명의 일 실시예에 따르는 프로세서를 포함하는 시스템을 의미한다. 시스템(60)은 프로세서 버스(64)에 의해 메모리 제어기(66)로 연결되어 있는 프로세서(62)를 포함한다. 메모리 제어기(66)는 메인 메모리(68)로부터 및 메인 메모리(68)까지의 메모리 트랜잭션을 제어한다. 프로세서는, 프로세서(62)에 대한 전압 공급기(도시 생략)의 출력을 조정하는 전압 조정기(voltage regulator)(70)에 연결되어 있다. 프로세서(62)는, 산술 및 논리 유닛(arithmetic and logic unit, ALU) 등과 같은 기능적 유닛을 포함하는 프로세서 코어(62A)를 포함한다. 위상 동기 루프 회로(62B)는 클럭 생성기(72)로부터 클럭 신호를 수신하여 교정된 클럭 신호를 요구되는 동작 주파수까지 크기 조정한다. 다음, 크기 조정된 클럭 신호는 프로세서 코어(62A)로 공급된다.

<24> 프로세서(62)는 또한, 위상 동기 루프 회로(62B) 및 전압 조정기(70) 양자를 모두 제어하는 동작점 제어 유닛(62C)을 포함한다. 실행시, 동작점 제어 유닛(62C)은 현재 프로세서(62)의 동작점이 목적 동작점보다 더 높은지 또는 더 낮은지 여부를 결정한다. 일부 경우, 이 결정은 전력 및/또는 성능 요구사항에 따라 프로세서(62)의 동작 주파수 및 동작 전압을 크기 조정하기 위해 운영체제로부터 입력을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 경우, 프로세서가 AC 전원(power source)에서 배터리 전원으로 스위치되는 때, 또는 동작 계산 로드가 감소하면, 현재의 동작점이 목적 동작점보다 더 높은 것으로 결정될 수 있다. 다른 경우, 처리 로드가 높으면, 동작점이 목적 동작점보다 더 낮은 것으로 결정된다.

<25> 목적 동작점이 현재 동작점보다 더 높은 경우, 프로세서(62)에 대한 동작 전압 및 동작 주파수를 증가시키기 위해 동작점 제어 유닛(62C)은 위상 동기 루프 회로(62B) 및 전압 조정기(70)에 제어 신호를 송신한다. 반대로, 동작점 제어 메커니즘(62C)이 목적 동작점이 현재 동작점보다 더 낮다고 결정한 경우, 동작점 제어 유닛(62C)은, 위상 동기 루프 회로(62B)가 현재 동작 주파수를 목적 동작 주파수까지 낮추도록 유발시키기 위해 위상 동기 루프 회로(62B)에 제어 신호를 송신한다. 나아가, 동작점 제어 유닛(62C)은 프로세서(62)에 대한 동작 전압을 낮추기 위해 전압 조정기(70)에 제어 신호를 송신한다.

<26> 프로세서(62)의 동작 주파수 및 동작 전압을 목적 동작 전압 및 목적 동작 주파수까지 변경하기 위해 프로세서(62)에 의해 수행되는 실질적인 동작들은, 앞서 도 1과 관련하여 설명된 주파수 전이 단계(12, 18) 및 전압 전이 단계(14, 16)인 동안 수행되는 동작들에 대응한다. 그러므로, 전압 전이 단계는 주파수 전이 단계와 분리되어 있으며, 낮아지는 동작점까지 전이 강하하는 동안, 주파수 전이가 먼저 수행된다. 더 높은 동작점까지 전이 상승하는 동안, 더 높은 주파수 동작이 따라오도록 허용하기 위해 전압 전이가 먼저 수행된다. 일 실시예에서, 전압 전이 단계인 동안 프로세서 동작 및 프로세서 버스(64) 상에 있는 버스 트래픽은 정지되지 않는다. 나아가, 동작의 불안정성을 줄이기 위해서, 프로세서 회로가 전이로 영향을 받지 않도록 전압 전이는 작은 증분(일 실시예에서, 각 증분은 약 5-50mV임)으로 수행되며, 시간(일 실시예에서, 약 0.5에서 30  $\mu$ s만큼 떨어져 있음) 내에 퍼져서 진행된다.

<27> 상술된 방식으로 전압 및 주파수 전이를 수행하면서, 일 실시예에서는 주파수 전이 단계가 5-10  $\mu$ s의 기간 내에서 이루어질 수 있다. 왜냐하면, 주파수 전이 단계인 동안 프로세서 버스(64)가 동작하는 바, 전이 단계인 동안 프로세서로의 트래픽은 전용 버스 메커니즘을 사용하는 것에 의해 차단될 수 있기 때문이다. 이것은 상기 프로세서(62)를 포함하는 칩셋에서 더 낮은 구현 비용 및 더 낮은 시간 오버헤드(더 낮은 지연 및 충격)를 가능

하게 한다. 일 실시예에서, 주파수 전이는 프로세서(62) 내에서부터 완전히 제어되고, 그러므로 이 일을 수행하는 외부 장치를 필요로 하지 않는다. 이는 프로세서 인터페이스 핀들을 절약한다.

<28> 일부 실시예에서, 동작점 제어 유닛(62C)은 그 내부에 다양한 동작점들이 코딩된 하드(hard)를 구비한다. 나아가, 상술된 기술들을 구현하는데 필요로 하는 전압 증분 및 지연 기간들 각각의 양 또한, 동작점 제어 유닛(62C) 내에 하드 코딩되어 있다. 다른 실시예에서, 이러한 값들은 펌웨어(firmware) 내에 존재할 수 있다. 그러나 그 이상의 실시예에서, 이러한 값들은 부분적으로 또는 완전히 소프트웨어에 의해 프로그램될 수 있다.

<29> 열 관리

<30> 설명의 문두에서 앞서 언급된 대로, 일 실시예에서는 컴퓨터 시스템 내에 전자 장치의 온도를 모니터링하는 유닛이 제공된다. 장치가 미리 정해진 임계 온도에 도달하거나 또는 넘어선 것으로 감지된 경우, 전자 장치의 전압 및 주파수는 목적 조절점까지 전이 강해진다. 일 실시예에서, 전자 장치의 전압 및 주파수는 상술된 방법 및 장치를 사용하여 조절점까지 전이 강해진다. 여기에서, 전자 장치는 전이 강해지는 동안 활동 상태로 유지되며, 전압 및 주파수는 상술된 대로 증분들만큼 조절된다.

<31> 도 5는, 전자 장치의 온도가 미리 정해진 임계 온도에 도달하거나 또는 넘어선 것으로 감지된 것에 대한 응답으로 전자 장치의 전압 및 주파수를 조절하는 일 실시 과정을 설명하는 순서도를 도시한다. 502 블록에서, 전자 장치의 온도 모니터링은 전자 장치가 미리 정해진 임계 온도에 도달하거나 또는 넘어섰는지 여부를 결정한다. 전자 장치가 미리 정해진 임계 온도를 넘어서거나 또는 도달한 경우, 504 블록은 상기 전자 장치가 현재 활동 조절 상태인지 여부를 결정한다. 전자 장치가 현재 활동 조절 상태가 아닌 경우, 506 블록에서 전자 장치는 조절 상태로 전이한다. 일 실시예에서, 시스템 내의 내부 플래그는 전자 장치가 현재 활동 조절 상태에 있는 것을 지시하도록 설정된다. 일 실시예에서, 활동 조절 상태를 지시하도록 설정된 내부 플래그는 운영 체제에 가시적일 것이다.

<32> 그 다음, 508 블록은 현재 전자 장치의 동작점이 목적 조절점보다 더 높은지 여부를 결정한다. 여기에서 현재 동작점은, 현재 시스템 요구사항에 의해 설정된 대로 장치의 현재 주파수 및/또는 현재 전압을 포함할 수 있다. 현재 동작점이 목적 조절점보다 더 높지 않은 경우, 과정은 종료된다. 현재 동작점이 목적 조절점보다 더 높은 경우, 510 블록은 목적 조절점까지 강하 전이를 시작한다. 일 실시예에서, 목적 조절점까지 전이 강하는 상술된 대로 전자 장치의 활동 상태는 유지하면서 전압이 증분들만큼 변경되는 상술된 기술을 사용하여 수행된다.

<33> 일 실시예에서, 목적 조절점은 미리 정해져 있다. 일 실시예에서, 미리 정해진 목적 조절점은 전자 장치가 동작할 수 있는 최저 주파수 및 전압에 기초한다. 대안적 실시예에서, 목적 조절점은 502 블록에서 감지된 전자 장치의 감지된 온도에 기초하여 동적으로 결정된다.

<34> 일 실시예에서, 과정은 전자 장치의 온도를 지속적으로 모니터링하는 것 또는 대안적으로 미리 정해진 시간 증분에 기초하여 주기적으로 확인하는 것을 포함한다. 그러한 경우, 블록 502에서 전자 장치가 미리 정해진 임계 온도 아래로 떨어진 것으로 감지된 경우, 512 블록은 전자 장치가 현재 활동 조절 상태인지 여부를 결정한다. 512 블록이 전자 장치가 현재 활동 조절 상태가 아니라고 결정한 경우, 과정은 종료된다. 512 블록이 전자 장치가 현재 활동 조절 상태라고 결정한 경우, 514 블록은 전자 장치를 활동 조절 상태로부터 비-조절 상태로 전이시킨다. 일 실시예에서, 상술된 대로 전자 장치의 상태는 시스템의 하드웨어 또는 전자 장치 내에 있는 내부 플래그를 설정 또는 해제함으로써 지시될 것이다.

<35> 전자 장치의 상태가 비-조절 상태로 전이된 후, 516 블록은 목적 동작점이 상기 목적 조절점보다 더 높은지 여부를 결정한다. 일 실시예에서, 목적 동작점은 처리되고 있는 응용에 의해 결정되는 성능 요구 및/또는 현재 시스템 요구사항에 기초하여 설정된다.

<36> 상기 목적 동작점이 목적 조절점보다 더 높지 않다고 결정된 경우, 과정은 종료된다. 516 블록에서, 목적 동작점이 목적 조절점보다 더 높다고 결정된 경우, 520 블록은 장치를 목적 동작점까지 상승 전이시킨다. 일 실시예에서, 목적 동작점까지 전이 상승은, 앞서 상술된 대로 전자 장치를 활동 상태로 유지하면서 동작 전압을 증분들만큼 변경하는 것을 포함한다.

<37> 일 실시예에서 상술된 대로, 전자 장치가 미리 정해진 임계 온도에 도달하거나 넘어선 것으로 감지된 것에 대한 응답으로 상기 전자 장치의 주파수 및 전압을 조절하는 과정은, 지속적으로 모니터링하는 과정, 또는 미리 정해진 시간 간격마다 전자 장치의 온도를 지속적으로 확인하는 과정이다.

<38> 일 실시예에서, 활동 조절 기간 동안 더 높은 동작점에서의 이동을 통해서 동작 주파수를 증가시키려는 요청(더



높은 성능 또는 기타 성능점 정책 요구사항의 필요에 기인함)은 조절 기간이 종료될 때까지 연기될 것이다. 그러나, 목적 조절점보다 더 낮은 동작점으로의 이동을 통해서 동작 주파수를 낮추려는 요청은 실행될 것이다. 예를 들면, 도 6의 순서도는 일 실시예에 따른 성능 동작점 변경 명령에 대한 응답 과정을 설명한다. 602 블록에서, 성능 동작점 변경 명령이 수신된다. 응답으로 603 블록은 전자 장치가 현재 활동 조절 상태인지 여부를 결정한다. 전자 장치가 현재 활동 조절 상태가 아닌 경우, 604 블록은 요청된 대로 장치를 새로운 동작점으로 전이시킨다. 일 실시예에서, 새로운 동작점으로 전이시키는 것은, 앞서 상술된 대로 동작 전압 및 동작 주파수를 변경함으로써 수행된다. 여기서 동작 전압은 전자 장치의 현재 활동 상태를 유지하면서 증분들만큼 변경된다.

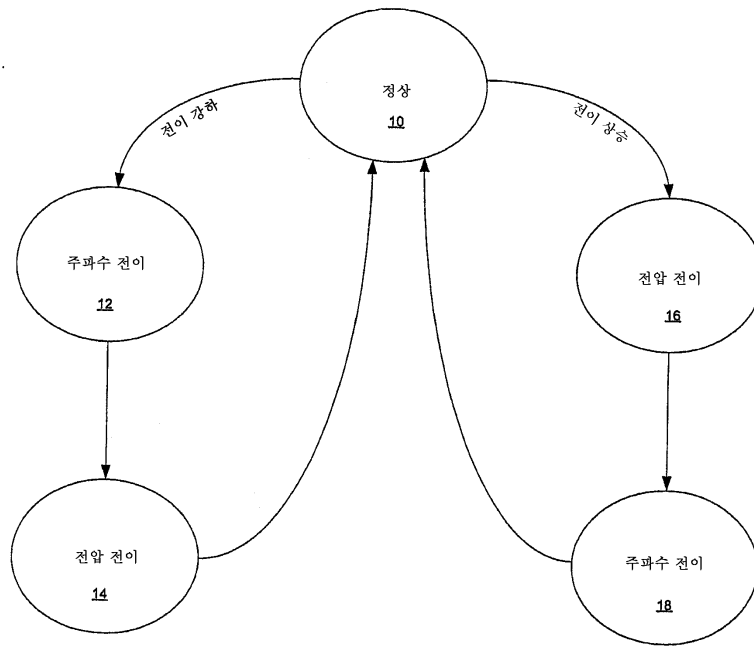
- <39> 603 블록이 전자 장치가 현재 활동 조절 상태라고 결정한 경우, 606 블록은 요청된 새로운 동작점이 현재 목적 조절점보다 낮은지 여부를 결정한다. 일 실시예에서, 현재 목적 조절점은 하드웨어(액세스 가능함) 내에 저장될 수 있다. 예를 들면, 전자 장치의 레지스터를 들 수 있다. 606 블록에서 새로운 동작점이 목적 조절점보다 낮다고 결정한 경우, 604 블록은 새로운 동작점으로 전이시킨다. 606 블록에서 새로운 동작점이 목적 조절점보다 낮지 않다고 결정한 경우, 과정은 새로운 동작점으로 전이시키지 않으며, 608 블록은 전자 장치가 더 이상 조절 상태에 있지 않게 되는 시점의 향후 참조를 위해 새로운 동작점을 저장한다.
- <40> 상술된 과정들을 수행하는 논리는 전자 장치 내에 있는 하드웨어, 또는 대안적으로 외부에서 구현될 수 있다. 상술된 과정들은 또한, 실행될 명령 셋(a set of instructions)으로서 컴퓨터 시스템의 메모리 내에 저장될 수도 있다. 덧붙여, 상술된 동작들을 수행하는 명령들은, 대안적으로 자기 및 광학 디스크를 포함하는 기타 다른 형태의 기계-판독 가능한 매체 상에 저장될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예의 동작들은 디스크 드라이브(또는 컴퓨터-판독 가능한 매체 드라이브)를 통해 액세스할 수 있는 자기 디스크 또는 광학 디스크와 같은 기계-판독 가능한 매체 상에 저장될 수 있다. 나아가 명령들은, 컴파일 및 링크된 버전의 형태로 데이터 네트워크 상에서 컴퓨터 장치로 다운로드될 수 있다.
- <41> 대안적으로, 앞서 논의된 동작들을 수행하는 과정들은, 분리된 하드웨어 구성 요소- LSI's(large-scale integrated circuits), ASIC's(application-specific integrated circuits) 및 EEPROM's(electrically erasable programmable read-only memory)과 같은 펌웨어와 같은 구성 요소 -와 같은 추가적인 컴퓨터 및/또는 기계 판독 가능한 매체; 전기, 광학, 음향 및 기타 다른 형태의 전달 신호들(예를 들어 반송파, 적외선 신호, 디지털 신호 등) 등 내에서 구현될 수 있다.
- <42> 비록, 본 발명이 구체적인 예시 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 보다 폭넓은 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고, 이 실시예들에 대해 다양한 변형 및 변경들이 이루어질 수 있음은 명백할 것이다. 따라서, 본 명세서와 도면들은 제한적이라기 보다는 예시적인 의미로 간주되어야 한다.

**도면의 간단한 설명**

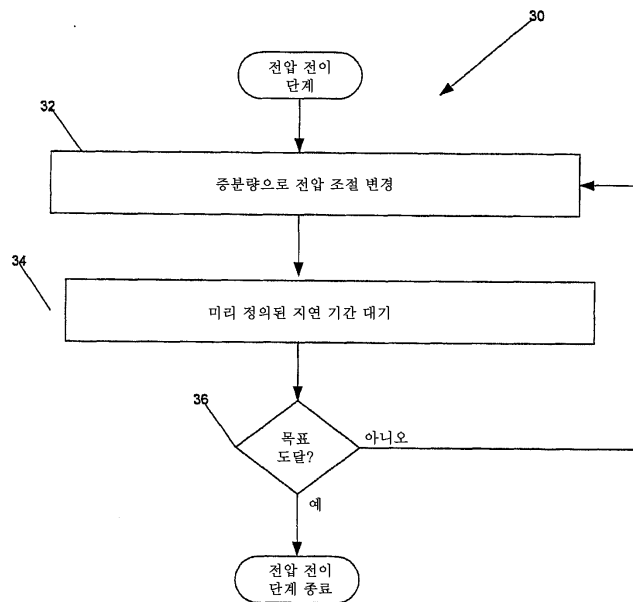
- <9> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치의 하이-레벨 성능-상태 전이도.
- <10> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전압 전이 단계인 동안 수행되는 동작의 순서도.
- <11> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 전이 단계인 동안 수행되는 동작의 순서도.
- <12> 도 4는 본 발명에 따른 시스템의 하이-레벨 블록도.
- <13> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치의 온도를 모니터링하는 동안 수행되는 동작의 순서도.
- <14> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 성능점(performance point) 변경 명령에 응답하여 수행되는 동작의 순서도.

도면

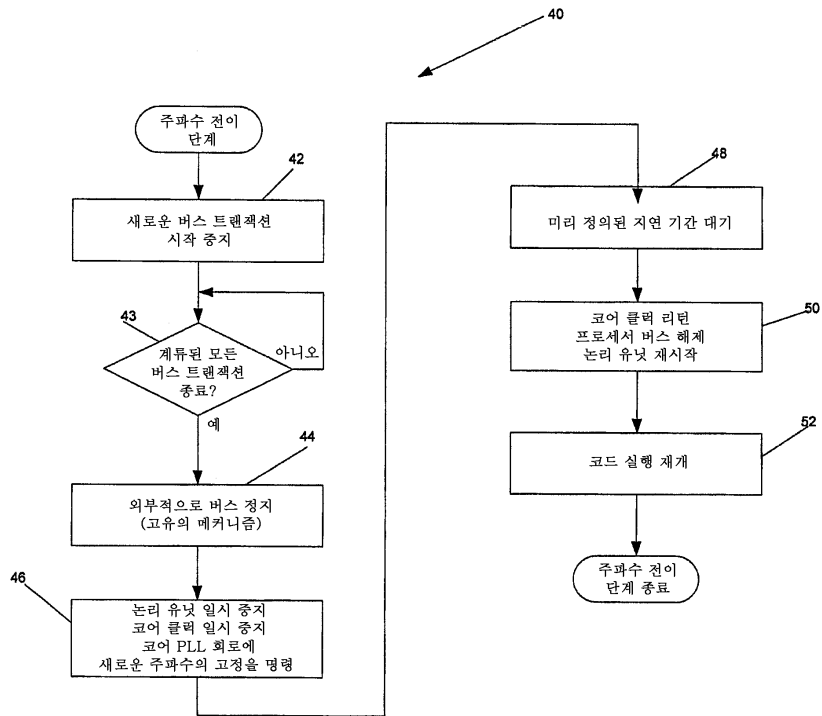
도면1



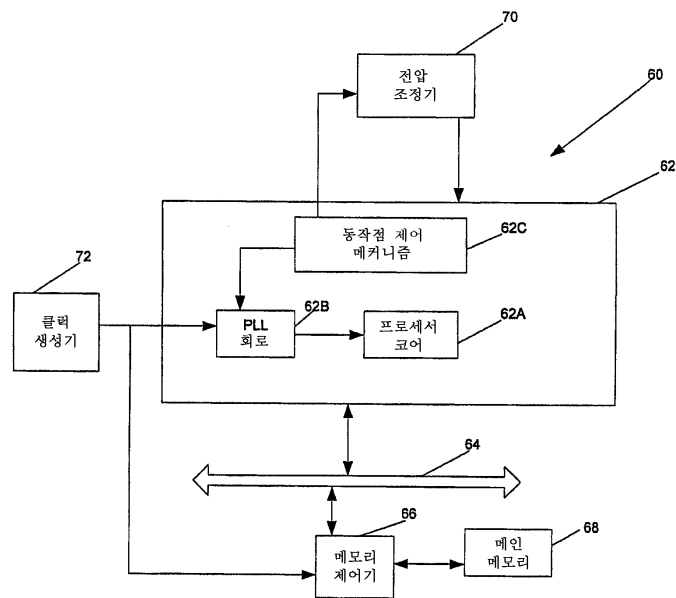
도면2



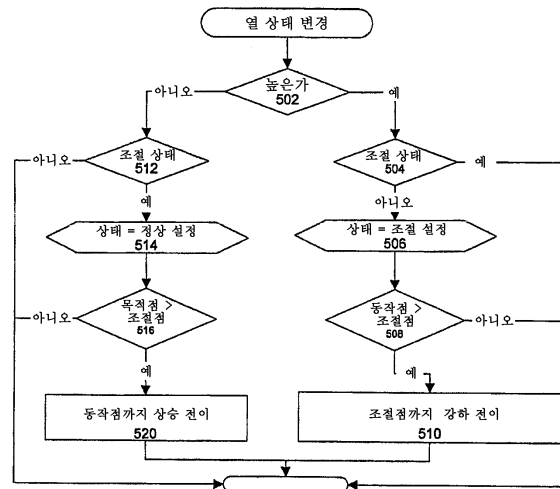
도면3



도면4



도면5



도면6

