

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

G06F 12/08 (2006.01)  
G06F 12/00 (2006.01)  
G06F 11/30 (2006.01)  
G06F 1/20 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0063979  
(43) 공개일자 2006년06월12일

(21) 출원번호 10-2006-7006347

(22) 출원일자 2006년03월31일

번역문 제출일자 2006년03월31일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/029686

(87) 국제공개번호 WO 2005/026965

국제출원일자 2004년09월10일

국제공개일자 2005년03월24일

(30) 우선권주장 10/660,310 2003년09월11일 미국(US)

(71) 출원인 인텔 코오퍼레이션  
미합중국 캘리포니아 산타클라라 미션 칼리지 블러바드 2200

(72) 발명자 콜슨, 리차드  
미국 97229 오레곤주 포트랜드 노스웨스트 길버트 레인 17454  
리테, 브라이언  
미국 97006 오레곤주 비버튼 노스웨스트 오크힐스 드라이브 15175

(74) 대리인 주성민  
백만기  
이중희

심사청구 : 있음

(54) 온도 민감형 메모리용 적응형 캐시 알고리즘

요약

강유전성 폴리머 메모리와 같은 온도 민감형 메모리가 일 실시예에서 디스크 캐시 메모리로서 이용될 수 있다. 온도가 셋 다우에 임박하기 시작하면, 메모리는 후 기입에서 연속 기입 캐시 메모리로 전환될 수 있다. 이러한 경우에, 시스템은 중요 데이터의 손실없이 셋다운을 준비한다.

대표도

도 3

색인어

온도 민감형 메모리, 캐시 메모리, 후 기입 캐시, 연속 기입 캐시, 강유전성 폴리머 메모리

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 일반적으로 고온 환경에 민감할 수 있는 전자 메모리에 관한 것이다.

### 배경기술

많은 경우에, 전자 메모리는 보다 고온의 동작 환경에 노출될 수 있다. 예를 들어, 노트북 또는 모바일 개인용 컴퓨터 내에서 온도가 상승될 수 있다. 몇몇 타입의 메모리는 상승된 온도에서 정확하게 기능하지 못할 수 있다.

강유전성 폴리머 메모리는 한쌍의 전극 사이에 폴리머를 사용한다. 강유전성 폴리머 메모리는 보다 고온에서 전압 기반의 교란을 겪을 수 있다. 보다 고온에서, 강유전성 폴리머 메모리는 정확하게 기능하기 위하여 그 동작을 늦출 수 있다.

상승된 온도에서 속도를 감소시키는 경향은 강유전성 폴리머 메모리 또는 다른 온도 민감형 메모리에 의존하는 시스템의 동작을 복잡하게 할 수 있다. 시스템의 남은 부분이 보다 고온 조건을 인식할 수 없기 때문에 시스템의 남은 부분이 보다 느린 데이터 전송률을 예측할 수 없다. 따라서, 예측하지 못한 속도 감소는 예를 들어 캐싱의 경우 이들 메모리에 의존하는 프로세서 기반 시스템에서 예측하지 못한 문제점을 야기할 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

따라서, 프로세서 기반 시스템을 온도 민감형 메모리에 적응시키는 방법이 필요하다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예의 개략도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 캐시 드라이버에 대한 상태도.

도 3은 본 발명의 일 실시예의 흐름도.

### 실시예

도 1에서, 프로세서 기반 시스템(10)은 배터리 전원으로 동작하는 모바일 시스템을 포함하는, 임의의 종래 기술의 프로세서 기반 시스템일 수 있다. 모바일 시스템의 예는 랩탑 컴퓨터, 개인 정보 단말기(PDA), 디지털 카메라, 및 셀룰러폰을 포함한다. 그러나, 본 발명은 임의의 광범위한 프로세서 기반 시스템에 적용가능할 수 있다.

시스템(10)은 한 아키텍처에서 메모리 제어 허브(16)에 연결되는 프로세서(12)를 포함할 수 있다. 허브(16)는 상기 아키텍처에서 차례로 입/출력 제어 허브(18)에 연결될 수 있다. 입/출력 제어 허브(18)는 디스크 드라이브(20)와 캐시 메모리(22)에 연결될 수 있다. 캐시 메모리(22)는 온도에 민감할 수 있다. 예를 들어, 온도 민감형 캐시 메모리는 강유전성 폴리머 메모리 또는 플래시 메모리일 수 있다.

메모리(22)는 본 발명의 일 실시예에서 온도 센서(24)를 포함할 수 있다. 온도 센서(24)는 일 실시예에서 메모리(22) 상에 형성되거나 또는 메모리(22) 내에 집적된 실리콘 다이오드일 수 있다.

도 1에 특정 아키텍처가 도시되었으나, 본 발명은 특정 아키텍처에 의존하지 않는다. 따라서, 다양한 다른 프로세서 기반 아키텍처가 다른 실시예들에서 이용될 수 있다.

프로세서(12)는 프로세서(12) 상에서 실행하는 캐시 드라이버(14)를 저장하는 저장소(14)를 포함할 수 있다. 캐시 드라이버(14)는 프로세서 기반 시스템(10)을 다양한 캐시 메모리(22)에, 그리고 특히 그 온도 민감성에 적응시킨다. 예를 들어, 일 실시예에서, 온도가 상승할 때, 메모리(22)는 보다 느린 데이터 전송률을 갖고, 캐시 드라이버(14)는 시스템을 적응시키도록 할 수 있다. 드라이버(14) 자체는 검지된 온도의 관점에서 캐시의 현재 데이터 전송률에 대한 지식에 기초하여 어떤 데이터를 캐시할지 안할지에 대한 보다 최적의 결정을 하도록 적응시킬 수 있다.

드라이버(14)가 캐시 메모리(22)에 요청할 때마다, 상태 코드(status code)가 반환된다. 이 상태 코드는 동작이 성공했는지 또는 실패했는지의 여부, 에러 정정이 적용되었는지의 여부, 얼마나 많이 적용되었는지, 및 캐시의 온도 환경을 포함한다.

도 2에서, 정상 동작은 상태(26)로 표시된다. 정상 동작에서, 메모리(22)는 후 기입 캐시(write-back cache)일 수 있다. 후 기입 캐시에서, 캐시내의 데이터에 대한 수정은 디스크 드라이브(20) 또는 다른 캐시 소스와 캐시에 동시에 복사되지 않는다. 연속 기입 캐시(write-through cache)에서 이들 변화는 동시에 기입되기 시작할 수 있지만, 디스크 드라이브는 훨씬 느리기 때문에, 그 동작은 보다 오래 걸리고, 따라서 성능이 저하된다.

시스템(10)은 예를 들어 캐시 메모리(22)가 스로틀 온도 범위(throttle temperature range)라고 불리는 상승된 온도 환경에 노출되는 경우에 정상 동작 상태(26)에서 감소된 속도 동작 상태(28)로 전환한다. 일 실시예에서, 온도 센서(24)는 보다 고온 환경을 만난 것을 검지할 수 있다. 이러한 보다 고온 또는 스로틀 온도 환경은 캐시 메모리(22)가 강유전성 폴리머 메모리인 실시예에서 60 내지 80 °C 범위의 온도일 수 있다.

이 스로틀 온도 범위에서, 캐시 메모리(22)는 데이터 전송률을 감소시키지 않는다면 전압 교란에 노출될 것이다. 전압 교란은 데이터가 부정확하게 기입되게 하는 전압이다. 메모리(22)의 사용은 상태(28)에서 만약 있다면 감소된 속도 동작을 위하여 조정될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 캐시 드라이버(14)는 캐시 메모리(22)가 현재 지원할 수 있는 것보다 높은 데이터 전송률을 필요로 할 수 있는 사전 인출(pre-fetching) 또는 다른 추론적(speculative) 데이터 획득과 같은 동작을 회피할 수 있다. 또한, 메모리(22) 상의 제어 로직의 타이밍이 늦춰질 수 있다.

감소된 속도 동작 상태(28)로부터 시스템은 갑작스런 섀다운 상태(30)에 대하여 안전한 동작으로 전환할 수 있다. 이는 온도가 훨씬 많이 상승되는 경우에 일어날 수 있다. 일 실시예에서, 강유전성 폴리머 메모리인 캐시 메모리(22)를 이용하면 상태(30)는 80 내지 85°C의 임계 온도에 접하게 될 수 있다.

상태(30)에서, 시스템(10)은 연속 기입 캐싱 알고리즘(write-through caching algorithm)으로 전환하고 더티 캐시 라인(dirty cache line; 즉, 시스템 메모리에 기입되지 않은 캐시 라인들)은 플러시된다(flushed). 시스템(10)은 캐시 메모리(22)의 상위 온도 또는 차단 온도(shut-off temperature)에 가까울 수 있다. 따라서, 캐시 드라이버(14) 소프트웨어 또는 그 하드웨어 균등물은 알고리즘을 변경하여 데이터 무결성(data integrity)을 손상시키지 않고 임의의 시간에 차단될 수 있다. 드라이버(14)는 메모리(22)가 후 기입 캐시보다는 오히려 연속 기입 캐시로서 동작하도록 하여 캐시 내에 더티 데이터가 없게 될 수 있다.

캐시 섀다운 상태(32)로의 다음 전환은 캐시 메모리(22)가 강유전성 폴리머 메모리인 실시예에서 약 85°C의 차단 온도에서 일어날 수 있다. 이 전환에서, 캐시 라인은 무효화될 수 있고 캐시 메모리(22)는 차단될 수 있다.

이후 시스템(10)은 상태(34)에서 히스테리시스를 도입하는 감소된 또는 임계 온도 범위를 대기한다. 대안적으로, 시스템은 감소된 속도 캐시 동작을 재개하기 전에 재시동/재개까지 대기할 수 있다. 히스테리시스 상태(34)로부터, 시스템(10)은 캐시 상태를 초기화하고, 캐시 사용을 개시하고, 감소된 속도 알고리즘을 이용하여 감소된 속도 동작 상태(28)로 다시 전환할 수 있다. 감소된 속도 동작 상태(28)에서, 시스템(10)은 감소된 온도에 의해 최고 속도 동작에 대한 알고리즘을, F로 표시되는 바와 같이, 결국 되돌아가는, 정상 온도 범위에서의 정상 동작 상태(26)로 조정할 수 있다.

전환은 시스템(10)의 동작을 적절하게 제어하도록 온도 정보를 캐시 드라이버(14)에 제공하는 온도 센서(24)에 의해 자극될 수 있다. 예를 들어, 전환 A에서, 온도 센서(24)는 캐시 드라이버(14)를 통해 스로틀 온도 범위를 나타낼 수 있다. 전환 B는 임계 온도 범위에 응답하여 개시될 수 있고 전환 C는 차단 온도의 검지에 응답하여 나타내어질 수 있다. 전환 D는 임계 온도의 상태 표시의 결과일 수 있다. 전환 E는 스로틀 온도 범위의 상태 표시의 결과일 수 있으며, 전환 F는 정상 온도 범위의 상태 표시의 결과일 수 있다.

온도 센서(24)에 의해 감지되는 온도가 상승하는 경우 캐시 메모리(22)는 연속 기입 캐시로 전환되고, 온도가 더 상승하고 캐시 메모리(22) 차단이 필요하면, 데이터 무결성 손실없이 차단이 이루어질 수 있다. 캐시 메모리(22)는 캐시에서 더티 데이터없이 섀다운 안전 모드로 동작한다. 임계 범위는 섀다운 온도에서 충분히 아래로 설정되어 온도가 상승하여 섀다운되기 전에 더티 데이터를 기입하기 위한 마진을 허용한다.

온도가 섀다운 온도에 도달하면, 캐시 메모리(22)는 더이상 사용되지 않는다. 캐시 메모리(22)의 콘텐츠가 무효화되어, 고장 및 복구의 경우에 캐시 메모리(22)의 콘텐츠는 분명히 무효이다. 온도가 냉각됨에 따라 몇몇 실시예에서 2가지 선택이

있다. 한 선택에서, 시스템(10)은 캐시 메모리(22)를 다시 시작하기 위하여 재시동 또는 재개까지 대기할 수 있다. 대안적으로, 시스템(10)은 온도가 임계 온도 아래가 될 때까지 대기할 수 있다. 어느 한 경우에서, 캐시 메모리(22)는 다시 초기화되고 비어있는 상태에서 시작될 수 있다.

도 3에서, 일 실시예의 캐시 드라이버(14)는 판단 기호(36)에서 표시된 바와 같이 스로틀 온도를 초과하였는지의 여부를 판단하도록 초기에 확인할 수 있다. 만약 스로틀 온도를 초과하였다면, 캐시 메모리(22), 캐시 드라이버(14), 또는 시스템(10)의 다른 구성요소의 동작이 블록(38)에 표시된 바와 같이 캐시 메모리(22)의 보다 느린 속도 동작에 적응하도록 수정될 수 있다.

다음으로, 판단 기호(40)에서 임계 온도를 초과하였는지의 여부가 판단된다. 만약 임계 온도를 초과하였다면, 캐시 메모리(22)는 블록(42)에 표시된 바와 같이 연속 기입 캐시로서 동작하도록 전환될 수 있다. 또한, 임의의 더티 라인이 블록(44)에서 표시된 바와 같이 플러시될 수 있다.

이후, 드라이버(14)는 판단 기호(46)에서 판단된 바와 같이 차단 온도의 발생을 모니터한다. 만약 차단 온도가 검지되면, 캐시 메모리(22)는 블록(48)에 표시된 바와 같이 섯다운될 수 있다. 이후에, 메모리(22)는 도 2에 나타낸 바와 같이 히스테리시스 상태(34)를 통해 감소된 속도 동작 상태(28)로 전환되고, 다시 정상 동작으로 전환될 수 있다.

따라서, 온도 민감성에도 불구하고, 몇몇 메모리는 예를 들어 동작 범위가 실제 생활 사용에서 겪게 되는 가능한 온도보다 적을 때, 디스크 캐싱을 위하여 캐시 메모리로서 이용될 수 있다. 이러한 경우에, 캐시 메모리(22)는 디스크 드라이브(20)에서 판독된 정보를 캐시하는 디스크 캐시로서 이용될 수 있다.

본 발명은 한정된 수의 실시예들에 대하여 설명하고 있지만, 본 기술분야의 당업자라면 이들로부터의 많은 수정 및 변경을 인식할 것이다. 첨부된 특허청구범위는 모든 이러한 수정 및 변경을 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 있는 것으로 포함한다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

캐시 메모리의 온도를 모니터링하는 단계; 및

온도 상태의 검지에 응답하여, 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시(write-back cache)에서 연속 기입 캐시(write-through cache)로 전환하는 단계

를 포함하는 방법.

### 청구항 2.

제1항에 있어서,

강유전성 폴리머 캐시 메모리의 온도를 모니터링하는 단계를 포함하는 방법.

### 청구항 3.

제1항에 있어서,

제1 온도에서 상기 메모리를 이용하여 시스템의 동작을 조정하는 단계, 및 보다 높은 제2 온도의 검지에 응답하여, 상기 캐시를 후 기입 캐시에서 연속 기입 캐시로 전환하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 4.**

제3항에 있어서,

상기 제1 온도에서 상기 시스템의 동작을 늦추는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 5.**

제3항에 있어서,

상기 제1 온도에서 사전 인출(pre-fetching)을 감소시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 6.**

제3항에 있어서,

상기 제1 온도의 검지에 기초하여 어떤 데이터가 캐시될지를 조정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 7.**

제3항에 있어서,

상기 제2 온도보다 높은 온도에서 상기 캐시 메모리를 차단하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 8.**

제7항에 있어서,

상기 제2 온도보다 낮은 온도를 모니터링하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 9.**

제8항에 있어서,

보다 낮은 온도를 검지할 때 상기 캐시 메모리의 동작을 재개하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 10.**

제8항에 있어서,

캐시 동작들을 재개하기 전에 전력 사이클(power cycle)을 대기하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 11.**

제7항에 있어서,

상기 캐시 메모리를 차단하는 단계 및 상기 캐시 메모리에서 캐시 라인들을 무효화하는 단계를 포함하는 방법.

### 청구항 12.

제1항에 있어서,

소스 메모리에 연속 기입(write through)되지 않은 상기 캐시 메모리의 캐시 라인을 플러시하는(flushing) 단계를 포함하는 방법.

### 청구항 13.

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이,

캐시 메모리의 온도를 모니터링하고;

온도 상태의 검지에 응답하여, 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시 메모리에서 연속 기입 캐시 메모리로 전환하도록 하는 명령어들을 저장하는 매체를 포함하는 물품(article).

### 청구항 14.

제13항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 강유전성 폴리머 캐시 메모리의 온도를 모니터링하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 15.

제13항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 제1 온도에서 상기 메모리를 이용하는 시스템의 동작을 조정하고, 보다 높은 제2 온도의 검지에 응답하여, 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시에서 연속 기입 캐시로 전환하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 16.

제13항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 제2 온도보다 높은 온도에서 상기 캐시 메모리를 차단하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 17.

제13항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 소스 메모리에 연속 기입되지 않은 상기 캐시 메모리의 캐시 라인을 플러시하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 18.

제17항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 제2 온도보다 낮은 온도를 모니터링하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 19.

제18항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 보다 낮은 온도를 감지할 때 상기 캐시 메모리의 동작을 재개하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 20.

제18항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 캐시 동작을 재개하기 전에 전력 사이클을 대기하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 21.

제16항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 캐시를 차단하고 모든 상기 캐시 라인들을 무효화하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 22.

제13항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 제1의 보다 고온에서 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시 메모리에서 연속 기입 캐시 메모리로 전환하고, 상기 제1 온도보다 낮은 제2 온도에서 상기 캐시 메모리를 보다 느린 속도에 대해 조정하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 23.

제22항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 제2 온도에서 동작의 속도를 감소시키도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 24.

제22항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 제2 온도에서 사전 인출을 감소시키도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 25.

제22항에 있어서,

실행되는 경우, 프로세서 기반 시스템이 상기 제2 온도의 검지에 기초하여 데이터의 캐싱을 조절하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 물품.

### 청구항 26.

프로세서 기반 시스템으로서,

프로세서;

상기 프로세서에 연결되는 디스크 드라이브;

상기 프로세서에 연결되는 캐시 메모리; 및

상기 캐시 메모리의 온도를 모니터링하고, 온도 상태의 검지에 응답하여, 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시 메모리에서 연속 기입 캐시 메모리로 전환하는 캐시 드라이버를 저장하는 저장소

를 포함하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 27.

제26항에 있어서,

상기 캐시 메모리는 강유전성 폴리머 캐시 메모리인 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 28.

제26항에 있어서,

상기 캐시 메모리는 플래시 메모리인 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 29.

제26항에 있어서,

상기 저장소는 더티 라인(dirty line)들이 플러시되도록 하는 명령어들을 저장하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 30.

제26항에 있어서,

상기 저장소는, 상기 시스템을 제1 온도에서 감소된 속도 동작에 대해 조정하고, 제2의 보다 고온에서 연속 기입 캐시 메모리로 전환하고, 보다 고온에서 캐시 라인들을 무효화하고 상기 캐시 메모리를 차단하도록 하는 명령어들을 저장하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 31.

제30항에 있어서,

상기 저장소는 상기 캐시 메모리가 최고 속도 동작으로 복귀하도록 하는 명령어들을 더 저장하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 32.

제30항에 있어서,

상기 저장소는, 온도 상태에 응답하여 상기 캐시 메모리를 차단한 후에 상기 시스템이 캐시 동작을 재개하기 위한 감소된 속도 온도 범위를 대기하도록 하는 명령어들을 저장하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 33.

제30항에 있어서,

상기 저장소는, 캐시 상태에 응답하여 상기 캐시 메모리를 차단한 후에 제1 단계에서 감소된 속도 동작을 초기에 재개하고 이후에 정상 동작을 재개함으로써 상기 시스템이 캐시 동작을 재개하도록 하는 명령어들을 저장하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 34.

제26항에 있어서,

상기 캐시 메모리는 온도 센서를 포함하는 프로세서 기반 시스템.

### 청구항 35.

캐시 메모리의 온도 표시를 수신하고 상기 온도 표시에 응답하여 상기 캐시 메모리를 후 기입 캐시에서 연속 기입 캐시로 전환하는 신호를 생성하는 구성요소를 포함하는 회로.

### 청구항 36.

제35항에 있어서,

상기 구성요소는 상기 캐시 메모리의 동작에 영향을 미치는 온도에 대하여 조절하도록 시스템의 동작을 변경하는 회로.

**청구항 37.**

제36항에 있어서,

상기 구성요소는 상기 메모리로부터의 온도 표시에 응답하여 상기 시스템의 캐싱 동작을 조절하는 회로.

**청구항 38.**

제36항에 있어서,

상기 구성요소는 온도 표시에 응답하여 상기 캐시를 차단하는 회로.

**청구항 39.**

제38항에 있어서,

상기 구성요소는 상기 캐시 메모리의 캐시 라인을 무효화하는 회로.

**청구항 40.**

제35항에 있어서,

캐시 메모리를 포함하는 회로.

**청구항 41.**

제40항에 있어서,

강유전성 폴리머 메모리를 포함하는 회로.

**청구항 42.**

제40항에 있어서,

상기 캐시 메모리는 온도 센서를 포함하는 회로.

**청구항 43.**

집적 회로에 있어서,

강유전성 폴리머 메모리 어레이; 및

온도 센서를 포함하는 집적 회로.

**청구항 44.**

제43항에 있어서,

상기 어레이는 캐시 메모리인 집적 회로.

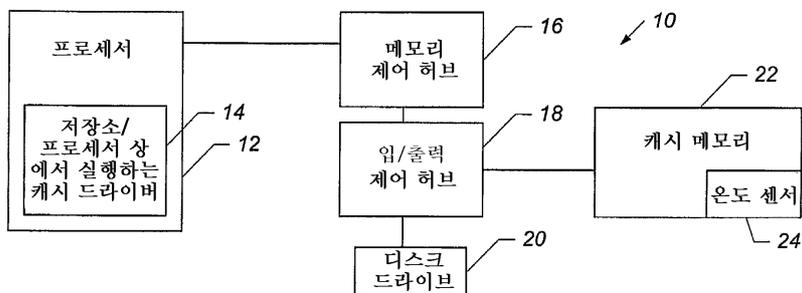
청구항 45.

제44항에 있어서,

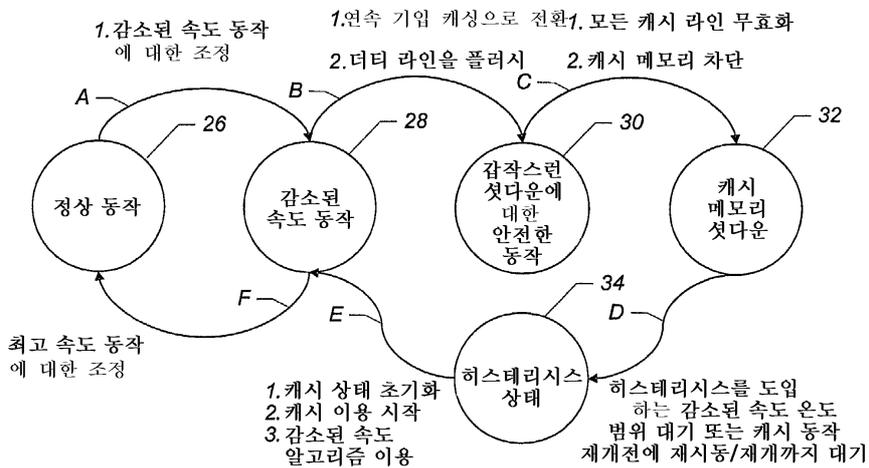
상기 어레이는 디스크 캐시 메모리인 집적 회로.

도면

도면1



도면2



도면3

