



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월29일

(11) 등록번호 10-1607292

(24) 등록일자 2016년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 12/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0182468

(22) 출원일자 2014년12월17일

심사청구일자 2014년12월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR101114125 B1*

KR1020060089486 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

유혁

서울특별시 강남구 광평로39길 3, 801동 101호 (수서동, 동익아파트)

박현찬

서울특별시 성북구 인촌로7가길 34, 401호 (안암동2가)

박준영

서울특별시 강남구 역삼로81길 18-2, B동 502호 (대치동, 한스타운)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 강철수

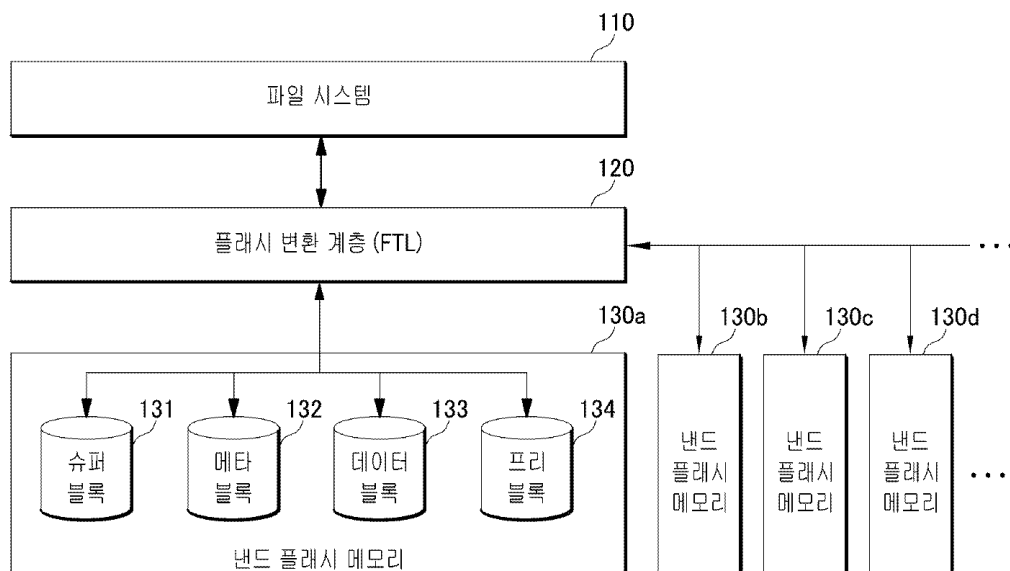
(54) 발명의 명칭 플래시 스토리지 시스템 및 플래시 변환 계층을 통한 고속 결합 복구방법

(57) 요약

본 발명에서 플래시 스토리지 시스템 및 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결합 복구방법이 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결합 복구방법은, 다수의 낸드 플래시 메모리의 슈퍼블록을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 비정상 종료의

(뒷면에 계속)

대표도



발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색하는 단계 - 각각의 슈퍼블록은 상기 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 상기 작업 영역의 크기 및 상기 비정상 종료의 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장함; 상기 작업 영역의 메타데이터가 저장되는 상기 다수의 낸드 플래시 메모리의 메타블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하는 단계; 및 기설정된 복구 기법에 따라 상기 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하는 단계를 포함한다.

명세서

청구범위

청구항 1

플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법에 있어서,

다수의 낸드 플래시 메모리의 슈퍼블록을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 비정상 종료의 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색하는 단계 - 각각의 슈퍼블록은 상기 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 상기 작업 영역의 크기 및 상기 비정상 종료의 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장함;

상기 작업 영역의 메타데이터가 저장되는 상기 다수의 낸드 플래시 메모리의 메타블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하는 단계; 및

기설정된 복구 기법에 따라 상기 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하는 단계를 포함하되,

상기 각각의 낸드 플래시 메모리를 분할하여 설정된 각각의 작업 영역은 상기 낸드 플래시 메모리 별 작업 영역 변경정책에 따라 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 독립적으로 변경되는 것이고,

상기 메타블록은 상기 작업 영역에 대한 크래시 플래그를 저장하고,

상기 크래시 플래그의 셋팅 값은 상기 작업 영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경되기 직전에 새롭게 설정되거나, 상기 작업 영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경된 후에 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 새롭게 설정되는 것인 고속 결함 복구방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는 상기 의심 작업 영역에 대한 크래시 플래그를 기초로 상기 의심 작업 영역이 상기 타겟 작업 영역인지 여부를 판단하고,

상기 작업영역 변경정책에 따라 변경되기 전의 제 1 작업 영역에 대한 크래시 플래그는 변경 직전에 제 1 셋팅 값에서 제 2 셋팅 값으로 설정되고,

상기 제 1 작업 영역에서 변경된 제 2 작업 영역에 대한 크래시 플래그는 상기 제 2 작업 영역에 대하여 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 상기 제 2 셋팅 값에서 상기 제 1 셋팅 값으로 설정되는 것인 고속 결함 복구방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 재구성하는 단계는

상기 검출된 타겟 작업 영역 내 각각의 블록에 대응하는 페이지 중 첫 번째 페이지를 체크하는 단계;

상기 첫 번째 페이지가 비어있는지 여부에 따라 상기 각각의 블록 중 복구해야 하는 블록을 선정하는 단계; 및

상기 선정된 블록에 대하여 상기 복구 기법을 적용하는 단계를 포함하는 고속 결함 복구방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 적용하는 단계는

상기 타겟 낸드 플래시 메모리의 스페어 영역에 상기 페이지 별로 저장된 메타데이터를 로드하여 상기 선정된 블록에 대응하는 페이지의 유형, 타임스탬프 및 논리 페이지 번호를 기초로 상기 매핑 테이블을 재구성하는 고속 결함 복구방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 선정된 블록에 대응하는 복수 개의 페이지 중 일부 페이지의 논리 페이지 번호가 동일한 경우, 상기 일부 페이지의 타임스탬프를 비교하여 유효한 페이지를 판단하는 고속 결함 복구방법.

청구항 7

플래시 스토리지 시스템에 있어서,

읽기, 쓰기 및 지움 중 적어도 하나의 연산 및 비정상 종료로 인한 결함 발생시 상기 결함에 대한 고속 복구가 플래시 변환 계층을 통해 이루어지는 다수의 낸드 플래시 메모리를 포함하되,

각각의 낸드 플래시 메모리는

상기 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 상기 작업 영역의 크기 및 상기 비정상 종료를 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장하는 슈퍼블록;

상기 작업 영역의 메타데이터 및 상기 작업 영역에 대한 크래시 플래그가 저장되는 메타블록; 및

각각의 블록에 대응하는 페이지의 유형, 타임스탬프 및 논리 페이지 번호를 상기 페이지 별로 저장하는 스페어 영역을 포함하고,

상기 플래시 변환 계층은 상기 비정상 종료가 발생한 경우,

상기 슈퍼블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 상기 비정상 종료를 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색하고, 상기 메타블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하며, 기설정된 복구 기법에 따라 상기 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하되,

상기 각각의 낸드 플래시 메모리를 분할하여 설정된 각각의 작업 영역은 상기 낸드 플래시 메모리 별 작업 영역 변경정책에 따라 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 독립적으로 변경되는 것이고,

상기 크래시 플래그의 셋팅 값은 상기 작업 영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경되기 직전에 새롭게 설정되거나, 상기 작업 영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경된 후에 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 새롭게 설정되는 것인 플래시 스토리지 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 플래시 변환 계층은

상기 검출된 타겟 작업 영역 내 각각의 블록에 대응하는 페이지 중 첫 번째 페이지를 체크하고, 상기 첫 번째 페이지가 비어있는지 여부에 따라 상기 각각의 블록 중 복구해야 하는 블록을 선정하며, 상기 선정된 블록에 대하여 상기 복구 기법을 적용하여 상기 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하는 플래시 스토리지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플래시 스토리지 시스템 및 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 낸드 플래시 메모리(Nand Flash Memory)는 저전력, 비휘발성 특성과 빠른 속도, 작은 크기 등의 이유로 휴대용 전자기기의 저장매체로 널리 사용되고 있다.

[0003] 이러한 낸드 플래시 메모리는 한번 쓰기 연산을 수행한 영역에 바로 덮어 쓰기(In-Place-Update)가 하드웨어적으로 불가능하다는 특징을 가진다. 쓰기에 의해 플래시 메모리의 각 비트가 1에서 0으로 단 방향으로만 변하기 때문에, 덮어 쓰기를 하기 위해서는 먼저 비트를 1로 만드는 소거 연산이 하고 쓰기 연산을 수행해야 하는데, 이것을 쓰기 전 소거(Erase-Before-Write)연산이라 한다.

[0004] 또한, 낸드 플래시 메모리는 읽기, 쓰기 연산을 페이지(Page) 단위로 수행하지만, 소거 연산의 경우 블록(Block) 단위로 수행하는 특징을 가진다. 예를 들어, 동일한 블록에 속하면서 변경되지 않아야 하는 페이지가 존재한다면, 시스템 메모리나 다른 블록으로 해당 페이지를 복사한 이후에 다시 기록해야 하기 때문에, 많은 갱신 비용이 추가로 발생할 수 있다. 덧붙여, 블록을 소거하고 다시 데이터를 기록하는 동작이 원자적이지 않고 전체 데이터를 한꺼번에 기록하기 때문에, 중간에 오류가 발생하면 기존 데이터의 안전성도 완전하게 보장할 수 없다.

[0005] 또한, 낸드 플래시 메모리의 각 블록은 제한된 횟수(약 10만 번)의 소거 연산만을 보장한다. 따라서, 전체 플래시 메모리 블록 중에서 특정 블록에 저장된 데이터가 집중적으로 갱신된다면(hot spot), 수명을 다한 블록이 불균일하게 발생할 수 있다. 이로 인하여, 전체 플래시 메모리 블록이 비효율적으로 관리될 수 있고, 많은 수의 유효한 블록이 존재함에도 불구하고 플래시 메모리를 이용하는 저장장치의 수명이 비정상적으로 짧아지는 문제를 유발할 수 있다.

[0006] 이와 같은 낸드 플래시 메모리의 동작 특성과 그에 따른 제약으로 인해, 낸드 플래시 메모리 기반의 플래시 스토리지 시스템을 구현하기 위해서는 별도의 플래시 메모리 관리 소프트웨어를 이용하여 사용자에게 투명하고 안정적인 데이터 읽기 및 쓰기 기능을 제공해야 한다.

[0007] FTL(Flash Translation Layer; 이하 '플래시 변환 계층'이라 지칭함)이라고 불리는 소프트웨어는 일반적으로 고유의 주소 매핑(Mapping) 기법을 이용하여 플래시 메모리 상에서 기존 디스크 저장 장치와 동일한 사용자 접근 방법을 제공한다. 즉, 플래시 변환 계층은 파일 시스템과 낸드 플래시 메모리 사이에서 플래시 메모리의 특성들을 숨기는 역할을 하는 소프트웨어 계층으로서, 덮어 쓰기 불가능 특성을 숨겨준다. 플래시 변환 계층은 갱신되는 데이터를 플래시 메모리의 새로운 영역에 기록하고 데이터의 논리적인 주소와 플래시 메모리 상의 물리적 위치 사이의 매핑 관계를 별도로 유지함으로써, 데이터 갱신 작업을 안전하게 처리할 수 있다. 이때, 매핑 관계 정보(사상된 정보)는 매핑 테이블(Mapping Table)에 저장하여 관리되고, 플래시 변환 계층은 파일 시스템이 동작하는 동안 매핑 테이블을 유지해주어야 한다.

[0008] 이러한 매핑 테이블의 구성 과정이 플래시 변환 계층의 초기화 과정의 대부분을 차지하게 된다. 기본적으로 플

래시 변환 계층은 매핑 테이블을 구성하기 위하여 낸드 플래시 메모리 내의 각 페이지의 스페어 영역(spare area)에 저장되어 있는 매핑 관계 정보를 이용하게 되는데, 초기화 과정에서 매핑 관계 정보를 얻기 위해 낸드 플래시 메모리 전체 영역의 탐색이 필요하다. 즉, 메모리 용량이 커질수록 그에 비례하여 초기화 시간이 증대된다는 문제가 발생한다. 이와 같이 초기화 혹은 결함 발생에 따른 복구 과정에서 매핑 테이블을 작성하는 과정을 매핑 테이블의 구성, 재구성 또는 복구라고 한다.

[0009] 한편, 낸드 플래시 메모리를 위한 파일 시스템의 효율적인 초기화에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 왔었다. 또한, 이와 같은 파일 시스템을 위한 초기화 연구들을 참고하여, 플래시 변환 계층의 효율적인 초기화에 대한 연구도 진행되어 왔었다.

[0010] 일 예로 "A fast start-up technique for flash memory based computing systems"의 논문(저자: KS Yim, J Kim, K Koh, 출판: 2005년 ACM Symposium on Applied computing 학술대회의 프로시딩)에서 제안된 스냅샷(snapshot) 기법이 있다.

[0011] 실제로 이 기법을 적용한 LFTFL(Lightweight time-shift flash translation layer)라는 FTL을 "LFTFL: lightweight time-shift flash translation layer for flash memory based embedded storage"의 논문(저자: KM Sun, SJ Baek, JM Choi, DH Lee, SH Noh, SL Min, 출판: 2008년 ACM international conference on Embedded software 학술대회의 프로시딩)에서 제안한 바 있다. 제안된 LFTFL에서 사용되는 스냅샷 기법은 시스템이 종료되는 시점에 메인 메모리 내에 저장되어 있는 매핑 테이블을 플래시 메모리의 사전에 약속된 구역에 저장하고, 초기화 시점에 해당 구역만을 읽어 들여 초기화를 수행하게 된다. 이 기법은 매핑 테이블의 저장이 보장된 상황에서는 빠른 초기화 속도를 보이고 있지만, 예상치 못한 전원 유실이나 시스템 오류로 인한 결함 상황이 발생하여 매핑 테이블이 저장되지 못하면, 기존과 같이 전체 영역에 대한 탐색이 불가피하게 된다.

[0012] 또한, 스냅샷 기법의 단점을 보완하기 위해, "The Design of efficient initialization and crash recovery for log-based file systems over flash memory"의 논문(저자: Wu, C.H., T.W. Kuo, L.P. Chang 출판: 2006년 ACM Transactions on Storage 학술대회의 프로시딩)에서 제안된 로그 기반의 기법은 파일에 일어나는 쓰기/지움 연산을 모두 로그로 기록하고 초기화 시점에 로그만을 읽어 들여 파일 시스템의 메타데이터를 재구성하여 초기화를 효율적으로 수행한다.

[0013] 위 논문에서 제시하는 로그 기반 기법은 비정상적인 종료로 인한 결함 상황에서도 미리 저장된 로그 기록들을 활용할 수 있어서 스냅샷 기법에 비해 좋은 초기화 성능을 보인다. 하지만 로그 버퍼에 캐싱 되어 있던 정보들은 유실되었기 때문에, 저장된 로그 기록으로 복원되지 못한 영역에 대해서도 모두 탐색이 이루어져야 한다. 결국 플래시 변환 계층에 로그 기반 기법을 적용하는 경우, 플래시 메모리의 용량 증가로 인해 플래시 변환 계층의 초기화 시간도 비례하여 증가할 수 있다는 한계를 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 일부 실시예는 낸드 플래시 메모리의 용량이 증가하더라도 초기화 과정에 소요되는 시간을 일정 수준으로 유지시킬 수 있는 플래시 스토리지 시스템을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일부 실시예는 다수(2개 이상)의 낸드 플래시 메모리 기반의 플래시 스토리지 시스템에서 다수의 낸드 플래시 메모리에 대하여 비정상 종료에 따른 결함이 발생되었는지 여부 및 결함 발생시 복구 과정을 신속하게 진행할 수 있는 방법 및 이를 지원하는 플래시 스토리지 시스템을 제공하는 데에 다른 목적이 있다.

[0016] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 더 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법은, 다수의 낸드 플래시 메모리의 슈퍼블록을 각각 로드하여 각

각의 낸드 플래시 메모리마다 비정상 종료의 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색하는 단계 - 각각의 슈퍼블록은 상기 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 상기 작업 영역의 크기 및 상기 비정상 종료의 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장함; 상기 작업 영역의 메타데이터가 저장되는 상기 다수의 낸드 플래시 메모리의 메타블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하는 단계; 및 기설정된 복구 기법에 따라 상기 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하는 단계를 포함한다.

[0018]

또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템은, 읽기, 쓰기 및 지움 중 적어도 하나의 연산 및 비정상 종료로 인한 결함 발생시 상기 결함에 대한 고속 복구가 플래시 변환 계층을 통해 이루어지는 다수의 낸드 플래시 메모리를 포함하되, 각각의 낸드 플래시 메모리는 상기 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 상기 작업 영역의 크기 및 상기 비정상 종료의 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장하는 슈퍼블록; 상기 작업 영역의 메타데이터가 저장되는 메타블록; 및 각각의 블록에 대응하는 페이지의 유형, 타임스탬프 및 논리 페이지 번호를 상기 페이지 별로 저장하는 스페어 영역을 포함하고, 상기 플래시 변환 계층은 상기 비정상 종료가 발생한 경우, 상기 슈퍼블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 상기 비정상 종료의 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색하고, 상기 메타블록을 각각 로드하여 상기 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하며, 기설정된 복구 기법에 따라 상기 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성한다.

발명의 효과

[0019]

본 발명의 일 실시예에 따른 낸드 플래시 메모리 기반의 플래시 스토리지 시스템은 플래시 변환 계층을 통해 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 정확하게 검색할 수 있고, 고속으로 해당 결함을 복구할 수 있다.

[0020]

또한, 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 다수의 낸드 플래시 메모리에 대하여 병렬적으로 액세스하는 플래시 스토리지 시스템을 구현할 수 있고, 다수의 낸드 플래시 메모리에 대한 메타데이터를 각각 관리하여 일부 또는 전체의 낸드 플래시 메모리를 신속히 개별적으로 복구할 수 있다.

[0021]

또한, 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 플래시 변환 계층에서 상위 계층으로 명확한 정보를 전달할 수 있는 오류 없는 플래시 스토리지 시스템을 구성할 수 있다.

[0022]

또한, 낸드 플래시 메모리의 용량이 증가할지라도 비정상 종료로 인한 초기화 과정에 소요되는 시간이 증가하지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0023]

도 1은 낸드 플래시 메모리와 플래시 변환 레이어 간의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 낸드 플래시 메모리를 이루고 있는 내부 구성의 일 예를 도시한 도면이다.

도 3a 내지 도 3c는 플래시 변환 레이어의 페이지 매핑 기법, 블록 매핑 기법, 하이브리드 매핑 기법을 각각 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 4에 도시된 각각의 낸드 플래시 메모리 및 각각의 작업 영역의 일 예를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 7은 비정상 종료로 인해 발생한 결함에 대한 복구 성능을 비교하기 위한 그래프이다.

도 8은 순차적인 읽기/쓰기 및 임의의 읽기/쓰기에 대한 성능을 비교하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아니다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 동일 범위의 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.
- [0027] 본 발명을 제안한 발명자에 의한 등록된 등록특허 제10-1114125호(발명의 명칭: 낸드 플래시 파일 시스템 및 그 의 초기화 및 크래시 복구 방법)는 비정상적인 종료 동작(예를 들어, 갑작스런 전원의 유실, 시스템 에러 등)의 경우에도 플래시 메모리 공간 분할 기법을 통해 빠른 시간 내에 복구할 수 있는 기술을 개시하고 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템에 등록특허 제10-1114125호에서 제안된 기술이 적용될 수 있다. 일 예에 따르면 등록특허 제10-1114125호에 개시된 작업 영역(Working Area) 기법과 관련된 설명 및 그 에 따른 각각의 구성, 정의, 특징은 본 발명에서 제안되는 플래시 스토리지 시스템을 위해 적절하게 적용될 수 있다.
- [0029] 작업 영역 기법은 블록의 영역을 세분화 또는 분할하여 현재 작업 중인 영역이 어디인지 기록해두는 기법이다. 예를 들어, 0~9까지 10개의 블록에 대해 현재 작업 중이라면 이 정보를 약속된 공간에 기록하고, 이후 해당 공간을 모두 사용하거나 그 외 설정된 조건이 만족되면 이에 대한 메타데이터를 기록한 후 10~19까지로 작업 영역을 이동하고 이 정보를 업데이트 한다.
- [0030] 다만, 플래시 변환 계층과 낸드 플래시 파일 시스템 간의 근본적인 차이가 존재하므로, 등록특허 제10-1114125호에서 제안된 기술이 플래시 변환 계층에 대하여 그대로 적용될 수 없다.
- [0031] 양자의 핵심적인 차이는 처리해야 할 명령과, 내부적인 수행 방식에 있다.
- [0032] 파일 시스템의 처리해야 할 명령은 파일에 관한 명령(읽기, 쓰기, 지움)이고, 플래시 변환 계층의 처리해야 할 명령은 블록에 관한 매핑 명령이다. 내부적으로는 모두 플래시 스토리지 시스템의 블록을 관리해야 하는 것이지만, 파일 시스템은 파일의 메타데이터를, 플래시 변환 계층은 물리 블록과 가상 블록 간의 매핑에 대한 메타데이터를 관리한다는 차이점이 존재한다.
- [0033] 등록특허 제10-1114125호의 메타데이터에 대한 저널링 기법은 파일 시스템 관련 메타데이터를 위한 것이므로, 플래시 변환 계층을 위해서는 적용될 수 없다.
- [0034] 또한, 등록특허 제10-1114125호의 경우 하나의 낸드 플래시 메모리를 사용하는 플래시 파일 시스템에서 설계되었으므로, 오직 하나의 작업 영역만을 고려하였다. 하지만, SSD와 같이 다수의 낸드 플래시 메모리를 병렬적으로 사용하는 플래시 스토리지 시스템에서는 각 플래시 칩마다 메타데이터를 각기 관리한다. 따라서, 본 발명에서는 낸드 플래시 메모리마다 설정되는 작업 영역을 동시에 관리해야 한다.
- [0035] 동시에 다수의 작업영역을 관리하는 메타데이터를 구성하려면 등록특허 제10-1114125호의 메타데이터 관리 방식이 변경되어야 한다.
- [0036] 다시 말하자면, 처리하는 명령이 다름으로 인해 저장되는 메타데이터의 구성이 달라져야 한다. 또한, 하나 이상의 낸드 플래시 칩으로 구성된 플래시 스토리지 시스템을 관리하는 플래시 변환 계층에서는 각 플래시 칩마다 메타데이터를 관리 할 수 있어야 한다. 더불어, 플래시 변환 계층의 상위 계층에 정적인 가상 장치 용량 정보를 제공할 수 있는 기술이 필요하다.
- [0037] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템에 대해 설명하기 이전에 플래시 변환 레이어 및 다수의 낸드 플래시 메모리의 구조에 대해 간단히 설명하기로 한다.
- [0038] 도 1은 낸드 플래시 메모리와 플래시 변환 레이어 간의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 도 1에 도시된 것처럼 플래시 스토리지 시스템(10)은 어플리케이션(11), 플래시 변환 계층(12) 및 낸드 플래시

메모리(13)를 포함한다.

- [0040] 낸드 플래시 메모리(13)는 읽기, 쓰기 연산을 페이지 단위로 수행하지만, 지움 연산의 경우 블록 단위로 수행한다. 섹터 기반의 파일 시스템, 운영체제 등과 같은 어플리케이션(11)은 일반적으로 페이지나 블록 단위가 아닌 섹터 단위로 읽기, 쓰기 연산을 수행한다. 이러한 연산 방식의 차이는 플래시 변환 계층(12)을 추가함으로써 해결될 수 있다.
- [0041] 플래시 변환 계층(12)은 어플리케이션(11)과 낸드 플래시 메모리(13) 사이에서 낸드 플래시 메모리(13)의 특성들을 숨기는 역할을 하는 소프트웨어 계층이다. 플래시 변환 계층(12)은 주소 매핑 테이블을 통해 낸드 플래시 메모리(13)에 저장된 메타데이터를 관리하고, 어플리케이션(11)과 낸드 플래시 메모리(13) 사이에서 읽기, 쓰기, 지움과 같은 명령을 전달 및 처리할 수 있다.
- [0042] 도 2는 낸드 플래시 메모리를 이루고 있는 내부 구성의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0043] 낸드 플래시 메모리(20)는 칩(20) 형태로 이루어질 수 있고, 칩(20)은 다수의 반도체 조각(21)으로 형성될 수 있다. 단일 반도체 조각(21)은 다수의 플레인 단위로 데이터를 저장할 수 있고, 단일 플레인(22)은 다수의 블록 및 레지스터를 포함할 수 있다. 단일 블록(23)은 다수의 페이지를 포함하고, 단일 페이지(24)는 데이터를 기록하는 메인 영역(25)과 스페어 영역(26)으로 이루어질 수 있다.
- [0044] 아울러, 상술한 바와 같이 플래시 변환 계층(12)은 어플리케이션(11)과 낸드 플래시 메모리(13) 사이에서 읽기, 쓰기 또는 지움 명령이 원활하게 이루어지도록 매핑 테이블을 관리하는데, 매핑 테이블의 매핑 방식은 페이지 매핑, 블록 매핑, 및 하이브리드 매핑으로 구분될 수 있다.
- [0045] 도 3a 내지 도 3c는 플래시 변환 레이어의 페이지 매핑 기법, 블록 매핑 기법, 하이브리드 매핑 기법을 각각 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 3a를 참고하면, 페이지 매핑 기법은 페이지 단위로 모든 논리 페이지와 모든 물리 페이지를 1:1로 매핑시킨 매핑 테이블(31)을 활용하는 기법이다. 페이지 매핑 기법은 후술할 블록 매핑 기법보다 작은 단위로 매핑하기 때문에 메모리 내 공간을 효율적으로 활용할 수 있으나, 블록 매핑 기법보다 큰 메타데이터 또는 주소 맵핑 테이블이 필요하다.
- [0047] 도 3b를 참고하면, 블록 매핑 기법은 블록 단위로 논리적 블록과 물리적 블록을 매핑시킨 매핑 테이블(32)을 활용하고, 각 페이지들의 오프셋(Offset)을 구해서 원하는 페이지를 찾는 기법이다. 블록 매핑 기법은 상술한 페이지 매핑 기법보다 작은 메타데이터 저장 공간을 필요로 하지만, 페이지 매핑 기법보다 큰 단위로 매핑이 이루어지기 때문에 블록 내부 단편화(internal fragmentation) 현상 문제가 발생할 수 있다.
- [0048] 도 3c를 참고하면, 하이브리드 매핑 기법은 이러한 각 기법의 장단점을 절충한 것으로서, 큰 용량의 데이터에 대해 블록 매핑 기법을 사용하고 작은 용량의 데이터에 대해 페이지 매핑 기법을 사용한다. 이 경우 블록 매핑 공간과 페이지 매핑 공간이 분리된 주소 매핑 테이블이 사용된다.
- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템에 대해 위에서 설명한 세가지 매핑 방식이 모두 적용될 수 있다. 작업 영역마다 해당 작업 영역에 저장된 블록이 매핑 방식에 따라 각각 저장되고 관리될 수 있다.
- [0050] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템에서 작업 영역은 작업 영역의 변경 정책에 따라 변경될 수 있다.
- [0051] 작업 영역의 변경 정책은 플래시 변환 계층의 블록 사상 방법, 가비지 컬렉션(Garbage Collection), 균등 마모(Wear-Leveling)와 같은 내부 정책과 연계되어 설계되어야 한다. 예를 들어, 현재 작업 영역의 프리 블록이 부족할 때 작업 영역을 변경하는 정책을 적용할 수 있다. 플래시 변환 계층은 프리 블록이 부족하면 가비지 컬렉션을 수행하여 유효하지 않은 페이지를 제거함으로써, 프리 블록을 확보한다. 이처럼 플래시 변환 계층은 프리 블록이 부족할 때 가비지 컬렉션을 수행하는 대신에 작업 영역을 변경함으로써, 가비지 컬렉션의 수행을 우선 피할 수 있다. 반면에 플래시의 모든 블록의 지움 횟수를 고르게 하는 균등 마모를 위해서는 각 작업 영역에서 수행된 블록의 지움 횟수를 추적하여 현재 작업 영역의 블록 지움 횟수가 플래시 평균 보다 일정 횟수가 높을 때 작업 영역을 변경하는 정책을 설계할 수 있다.
- [0052] 이하, 도 4 및 5를 참고하여 본 발명에서 제안하는 플래시 스토리지 시스템에 대한 세부 구성을 설명한다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 도 4에 도시된 각각의 낸드 플래시 메모리 및 각각의 작업 영역의 일 예를 도시한 도면이다.

- [0053] 본 발명에서 제안하는 플래시 스토리지 시스템의 경우 플래시 변환 계층(120)이 파일 시스템(110)과 다수의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d) 사이에 위치하고, 파일 시스템(110)과 낸드 플래시 메모리 간에 원활한 데이터 교환이 이루어지도록 매핑 테이블을 관리할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템은 다수의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d)를 포함한다. 도 4에 도시된 플래시 스토리지 시스템은 일 예에 불과하므로, 낸드 플래시 메모리의 개수는 4개로 제한되는 것은 아니다.
- [0055] 다수의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d)의 경우 읽기, 쓰기 및 지움 중 적어도 하나의 연산 및 비정상 종료로 인한 결함 발생시 해당 결함에 대한 고속 복구가 플래시 변환 계층(120)을 통해 이루어진다.
- [0056] 각각의 낸드 플래시 메모리에는 하나씩의 활성화된 작업 영역만 존재하는데, 결함에 대한 고속 복구가 활성화된 작업 영역에 대한 정보를 활용할 수 있다.
- [0057] 각각의 낸드 플래시 메모리(130)는 슈퍼 블록(131), 메타 블록(132), 데이터 블록(133), 프리 블록(134)을 포함할 수 있다.
- [0058] 낸드 플래시 메모리(130) 내 각각의 블록들은 고유한 역할을 담당하고 있다.
- [0059] 슈퍼 블록(131)은 베드 블록 관리를 위한 베드 블록 테이블과 메타 블록(132)의 메타 데이터(위치 등) 및 시스템의 정상종료 여부에 대한 정보를 기록한 매핑 테이블을 저장할 수 있다. 상술한 하이브리드 매핑 기법의 플래시 변환 계층(120)에서는 두 개의 매핑 테이블을 유지하게 되는데, 로그 영역과 데이터 영역 각각에 대한 테이블을 따로 유지한다.
- [0060] 슈퍼 블록(131)은 데이터 저장의 용이성을 위하여 복수 개의 블록으로 구성되며, 데이터의 유실을 막고 유실 시에도 복구가 가능하도록 동일한 개수의 예비 블록을 포함할 수 있다. 슈퍼 블록(131)은 초기화 시에 가장 먼저 탐색되는 영역이므로 플래시 메모리(130)의 가장 첫 부분에 할당된다. 덧붙여, 슈퍼 블록(131)은 기본적인 플래시 변환 계층(120)의 설정 값을 저장할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 슈퍼 블록(131)은 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 작업 영역의 크기 및 비정상 종료를 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장한다. 이때, 작업 영역의 크기는 해당 작업 영역에 할당된 페이지 개수를 의미하고, 슈퍼 블록(131)은 작업 영역에 저장된 메타데이터의 매핑 위치 혹은 페이지의 번호를 저장할 수 있다. 여기서, 페이지는 물리 또는 가상 페이지일 수 있고, 다수의 낸드 플래시 메모리의 병렬 처리를 고려하여 재배치된 주소 공간일 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 초기화 과정에서 플래시 변환 계층(120)은 고정된 크기를 가진 낸드 플래시 메모리에 대하여 작업 영역의 첫 페이지 번호 및 마지막 페이지 번호를 확인하여 동작할 수 있다. 또한, 초기화 과정에서 플래시 변환 계층(120)은 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 확인하여 그 다음 작업 영역에서의 결함 발생 여부를 판단할 수 있다. 또한, 초기화 과정에서 플래시 변환 계층(120)은 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치를 통해 추가적인 검색 없이 바로 해당 메타데이터를 로드할 수 있다.
- [0063] 도 5를 참고하면, 각각의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d)를 분할하여 설정된 각각의 작업 영역(WAa, WAb, WAc, WAd)은 낸드 플래시 메모리 별 작업영역 변경정책에 따라 각각의 낸드 플래시 메모리마다 독립적으로 변경될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하나의 낸드 플래시 메모리에 대해 하나의 작업 영역이 활성화된다. 덧붙여, 작업 영역은 등록특허 제10-1114125호에 기재된 내용에 의해 정의될 수 있다.
- [0064] 구체적으로, A 낸드 플래시 메모리(130a)에 대해 작업 영역(WAa)이 설정될 수 있고, A 낸드 플래시 메모리(130a)의 슈퍼 블록 SBA(131a)는 작업 영역(WAa)의 크기, 작업 영역(WAa)에 저장된 메타데이터의 위치 및 A 낸드 플래시 메모리(130a)에서 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장할 수 있다.
- [0065] 또한, B 낸드 플래시 메모리(130b)에 대해 작업 영역(WAb)이 설정될 수 있고, B 낸드 플래시 메모리(130b)의 슈퍼 블록 SBB(131b)는 작업 영역(WAb)의 크기, 작업 영역(WAb)에 저장된 메타데이터의 위치 및 B 낸드 플래시 메모리(130b)에서 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장할 수 있다.
- [0066] 또한, C 낸드 플래시 메모리(130c)에 대해 작업 영역(WAc)이 설정될 수 있고, C 낸드 플래시 메모리(130c)의 슈퍼 블록 SBC(131c)는 작업 영역(WAc)의 크기, 작업 영역(WAc)에 저장된 메타데이터의 위치 및 C 낸드 플래시 메모리(130c)에서 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장할 수 있다.
- [0067] 또한, D 낸드 플래시 메모리(130d)에 대해 작업 영역(WAd)이 설정될 수 있고, D 낸드 플래시 메모리(130d)의 슈

퍼 블록 SBd(131d)는 작업 영역(WAd)의 크기, 작업 영역(WAd)에 저장된 메타데이터의 위치 및 D 낸드 플래시 메모리(130d)에서 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장할 수 있다.

[0068] 이처럼 낸드 플래시 메모리마다 작업 영역의 크기는 다르게 설정될 수 있고, 각각의 작업 영역은 독립적으로 변경 및 처리될 수 있다.

[0069] 메타 블록(132)은 메타데이터가 기록 및 저장되는 공간으로서, 임의 영역에 할당되며 그 위치는 매핑 테이블에 의하여 관리될 수 있다. 등록특허 제10-1114125호에서 정의된 작업 영역의 이동(변경)이 이루어지는 경우에는 캐싱된 크기에 관계없이 즉시 메타 블록(132)에 저장된다.

[0070] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 메타 블록(132)은 작업 영역의 메타데이터를 저장 및 관리한다. 이때, 메타 블록(132)에는 작업 영역이 변경될 때마다 업데이트된 작업 영역에 대한 메타데이터가 저장될 수 있고, 작업 영역에 대한 메타데이터는 비정상 종료의 발생시 의심 작업 영역의 검색 및 타겟 작업 영역의 검출을 위해 사용될 수 있다.

[0071] 구체적으로, 메타 블록(132)은 작업 영역에 대한 크래시 플래그(Crash Flag)를 저장할 수 있다. 크래시 플래그의 셋팅 값은 작업영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경되기 직전에 새롭게 설정되거나 작업영역 변경정책에 따라 작업 영역이 변경된 후에 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 새롭게 설정될 수 있다.

[0072] 예를 들어, A 낸드 플래시 메모리(130a)에 대한 작업 영역이 작업영역 변경정책에 따라 WAa-1에서 WAa-2로 변경될 수 있다. WAa-1 작업 영역의 크래시 플래그의 셋팅 값은 작업 영역의 변경이 이루어지기 직전에 1(set)에서 0(unset)으로 설정될 수 있다. 또한, WAa-2 작업 영역의 크래시 플래그의 셋팅 값은 작업 영역이 변경된 후에 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 0(unset)에서 1(set)으로 설정될 수 있다. 플래시 변환 계층(120)은 비정상 종료의 발생을 검출하기 위해 해당 크래시 플래그의 셋팅 값을 참고할 수 있다.

[0073] 또한, 메타 블록(132)은 현재 작업 영역에서 다음 쓰기 명령이 수행될 페이지 번호 및 현재 작업 영역에 남아있는 프리 블록(134)의 개수를 저장할 수 있다. 페이지 번호는 작업 영역 별로 구분되어 할당되어 있고, 플래시 변환 계층(120)은 프리 블록(134)의 개수를 참고하여 프리 블록(134)이 부족한 경우 유효하지 않은 페이지를 제거하여 프리 블록(134)을 확보하는 가비지 컬렉션을 수행할 수 있다.

[0074] 데이터 블록(133)은 데이터가 기록되어있는 블록을 의미하고, 프리 블록(134)은 현재 사용되지 않는 블록을 의미한다.

[0075] 슈퍼 블록(131), 메타 블록(132), 데이터 블록(133), 프리 블록(134)은 스페어 영역을 각각 포함한다. 스페어 영역은 각각의 블록에 대응하는 페이지의 유형, 타임스탬프 및 논리 페이지 번호를 페이지별로 저장한다. 낸드 플래시 메모리는 물리 또는 가상 페이지에 쓰기 연산을 수행하는 경우 쓰기 연산이 수행된 페이지에 대응하는 메타데이터를 스페어 영역에 저장할 수 있다.

[0076] 이때, 타임스탬프는 복구 과정에서 동일한 논리 페이지 번호를 발견하는 경우 유효 페이지를 구별하기 위해 사용될 수 있다. 페이지 유형은 페이지에 저장된 데이터를 식별하는 데에 사용될 수 있다.

[0077] 상술한 바와 같이, 플래시 변환 계층(120)은 다수의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d)에 대하여 읽기, 쓰기 및 지움 중 적어도 하나의 연산을 수행할 수 있다. 플래시 변환 계층(120)은 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역을 순차적으로 순회하며 작동할 수 있다.

[0078] 또한, 플래시 변환 계층(120)은 비정상 종료가 발생하는 경우 초기화 과정을 수행할 수 있다. 초기화 과정 중 대부분의 시간은 결함 복구를 위해 소요되므로, 사용자의 불편을 해소하고자 본 발명에서 제안되는 플래시 변환 계층(120)은 고속 복구 동작을 수행한다. 플래시 변환 계층(120)은 비정상 종료로 인한 결함이 발생하는 경우, 다수의 낸드 플래시 메모리(130a, 130b, 130c, 130d)에 대하여 고속 복구를 수행할 수 있다.

[0079] 고속 복구 과정은 일 예에 따르면 다음과 같이 이루어질 수 있다.

[0080] 플래시 변환 계층(120)은 다수의 낸드 플래시 메모리 내 슈퍼블록(131a, 131b, 131c, 131d)을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 비정상 종료의 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색한다.

[0081] 플래시 변환 계층(120)은 다수의 낸드 플래시 메모리 내 메타블록(132a, 132b, 132c, 132d)을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출한다.

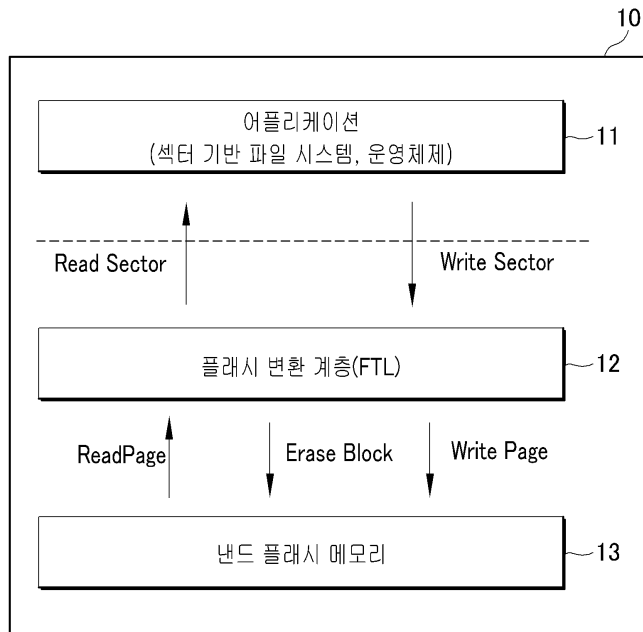
[0082] 플래시 변환 계층(120)은 기설정된 복구 기법에 따라 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리

리의 매핑 테이블을 재구성한다.

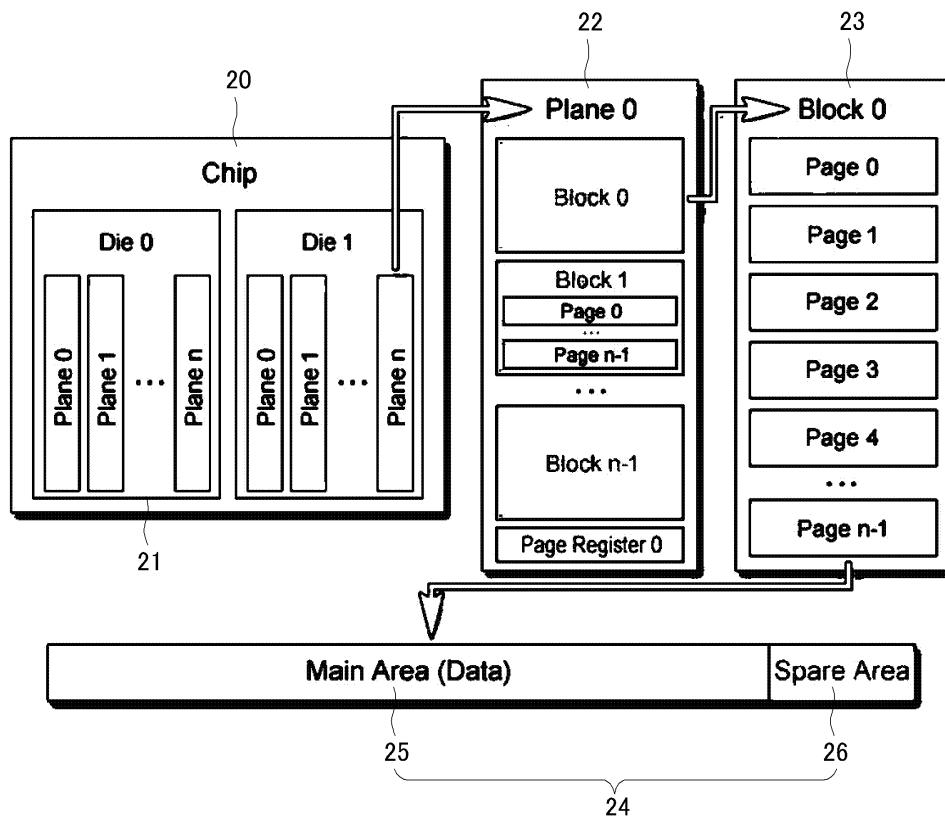
- [0083] 구체적으로, 플래시 변환 계층(120)은 검출된 타겟 작업 영역 내 각각의 블록에 대응하는 페이지 중 첫 번째 페이지를 체크할 수 있다. 플래시 변환 계층(120)은 첫 번째 페이지가 비어있는지 여부에 따라 각각의 블록 중 복구해야 하는 블록을 선정할 수 있고, 선정된 블록에 대하여 기설정된 복구 기법을 적용하여 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성할 수 있다.
- [0084] 이때, 복구 기법은 이미 알려져 있는 다양한 알고리즘일 수 있다.
- [0085] 지금까지 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템은 다양한 연산 및 결함에 대한 고속 복구가 플래시 변환 계층을 통해 이루어지는 다수의 낸드 플래시 메모리를 포함하되, 각각의 낸드 플래시 메모리는 슈퍼블록, 메타블록, 및 스페어 영역을 포함한다.
- [0086] 이하에서는 이러한 플래시 스토리지 시스템의 결함 복구방법에 대해 도 6을 참고하여 설명하기로 한다.
- [0087] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0088] 본 발명의 일 실시예에 따른 플래시 스토리지 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법은 낸드 플래시 메모리마다 의심 작업 영역을 검색하는 단계(S610), 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출하는 단계(S620), 및 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성하는 단계(S630)를 포함한다.
- [0089] 각 단계는 기술 발전 혹은 사용 용도에 따라 플래시 변환 계층에 대응하는 일종의 프로세서의 실행에 의해 수행될 수 있다. 프로세서는 상술한 일련의 과정에 대한 프로그램을 실행할 수 있고, 해당 프로그램은 메모리로부터 수신된 것일 수 있다.
- [0090] S610 단계에서 플래시 스토리지 시스템 또는 플래시 변환 계층은 다수의 낸드 플래시 메모리의 슈퍼블록을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 비정상 종료의 발생시 작업 중이던 의심 작업 영역을 검색한다. 이때, 각각의 슈퍼블록은 각각의 낸드 플래시 메모리에 대해 설정된 작업 영역에 저장된 메타데이터의 위치, 작업 영역의 크기 및 비정상 종료를 발생 전에 마지막으로 정상 종료된 작업 영역을 저장한다.
- [0091] 여기서, 각각의 낸드 플래시 메모리를 분할하여 설정된 각각의 작업 영역은 낸드 플래시 메모리 별 작업영역 변경정책에 따라 각각의 낸드 플래시 메모리마다 독립적으로 변경될 수 있다.
- [0092] S620 단계에서 플래시 스토리지 시스템 또는 플래시 변환 계층은 작업 영역의 메타데이터가 저장되는 다수의 낸드 플래시 메모리의 메타블록을 각각 로드하여 각각의 낸드 플래시 메모리마다 검색된 의심 작업 영역 중 결함이 발생한 타겟 작업 영역을 검출한다.
- [0093] 구체적으로, S620 단계에서 의심 작업 영역에 대한 크래시 플래그를 기초로 의심 작업 영역이 타겟 작업 영역인지 여부를 판단하는 과정이 이루어질 수 있다. 이때, 작업영역 변경정책에 따라 변경되기 전의 제 1 작업 영역에 대한 크래시 플래그는 변경 직전에 제 1 셋팅 값에서 제 2 셋팅 값으로 설정될 수 있다. 또한, 제 1 작업 영역에서 변경된 제 2 작업 영역에 대한 크래시 플래그는 제 2 작업 영역에 대하여 최초로 쓰기 또는 지움 연산이 이루어지기 전에 제 2 셋팅 값에서 제 1 셋팅 값으로 설정될 수 있다.
- [0094] S630 단계에서 플래시 스토리지 시스템 또는 플래시 변환 계층은 기설정된 복구 기법에 따라 검출된 타겟 작업 영역을 포함하는 타겟 낸드 플래시 메모리의 매핑 테이블을 재구성한다.
- [0095] 구체적으로, S630 단계에서 검출된 타겟 작업 영역 내 각각의 블록에 대응하는 페이지 중 첫 번째 페이지를 체크하는 과정이 이루어질 수 있다. 첫 번째 페이지가 비어있는지 여부에 따라 각각의 블록 중 복구해야 하는 블록을 선정하는 과정, 및 선정된 블록에 대하여 기설정된 복구 기법을 적용하는 과정이 수행될 수 있다.
- [0096] 보다 구체적으로, 선정된 블록에 대하여 기설정된 복구 기법을 적용함에 있어서, 플래시 스토리지 시스템 또는 플래시 변환 계층은 타겟 낸드 플래시 메모리의 스페어 영역에 페이지별로 저장된 메타데이터를 로드하여 선정된 블록에 대응하는 페이지의 유형, 타임스탬프 및 논리 페이지 번호를 기초로 매핑 테이블을 재구성할 수 있다. 또한, 선정된 블록에 대응하는 복수 개의 페이지 중 일부 페이지의 논리 페이지 번호가 동일한 경우, 일부 페이지의 타임스탬프를 비교하여 유효한 페이지를 판단하는 과정이 추가적으로 수행될 수 있다.
- [0097] 지금까지 설명한 플래시 스토리지 시스템, 및 해당 시스템의 플래시 변환 계층을 통한 고속 결함 복구방법의 성

도면

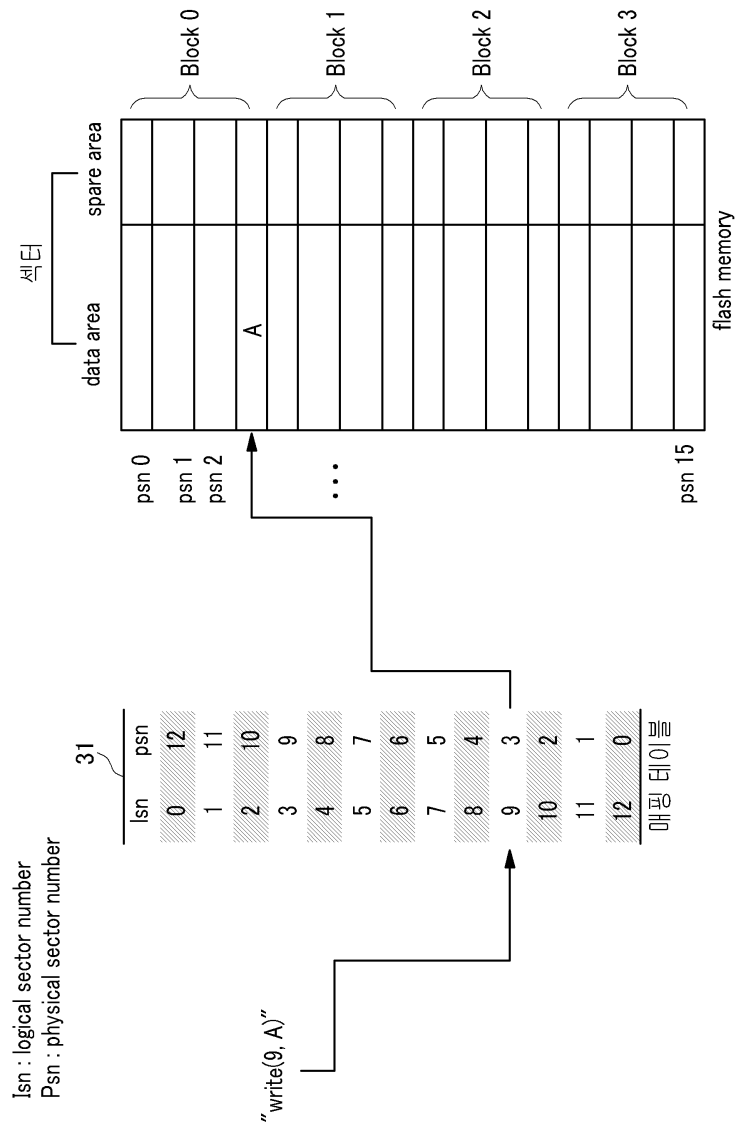
도면1



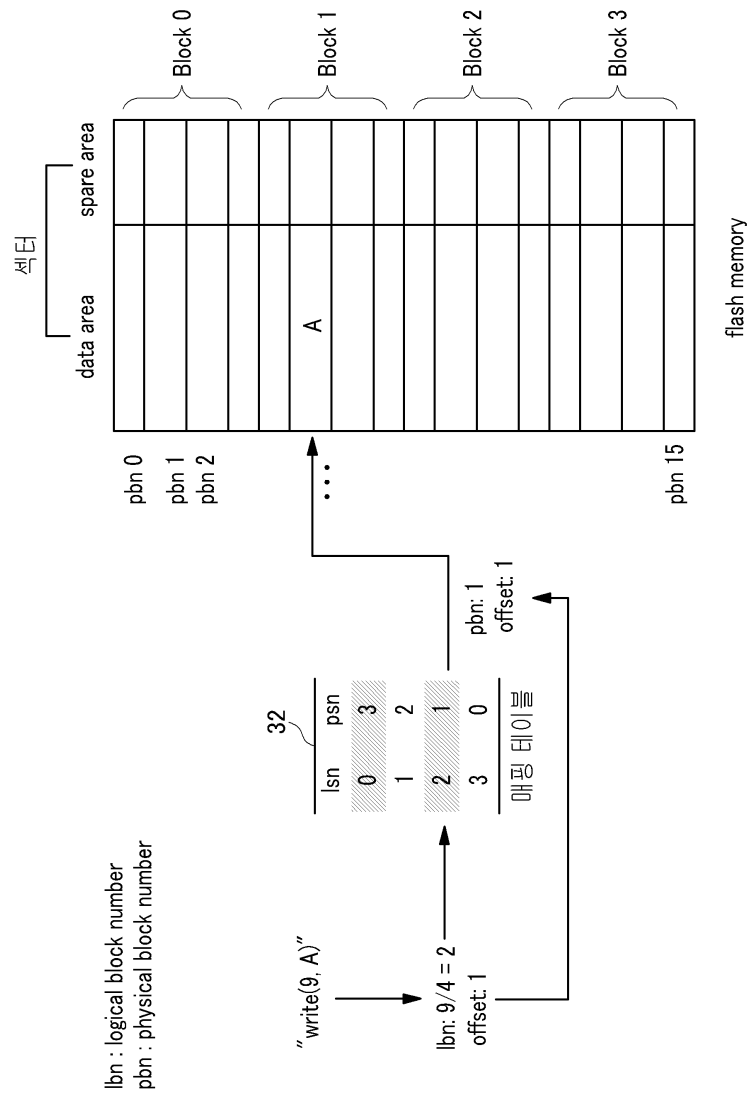
도면2



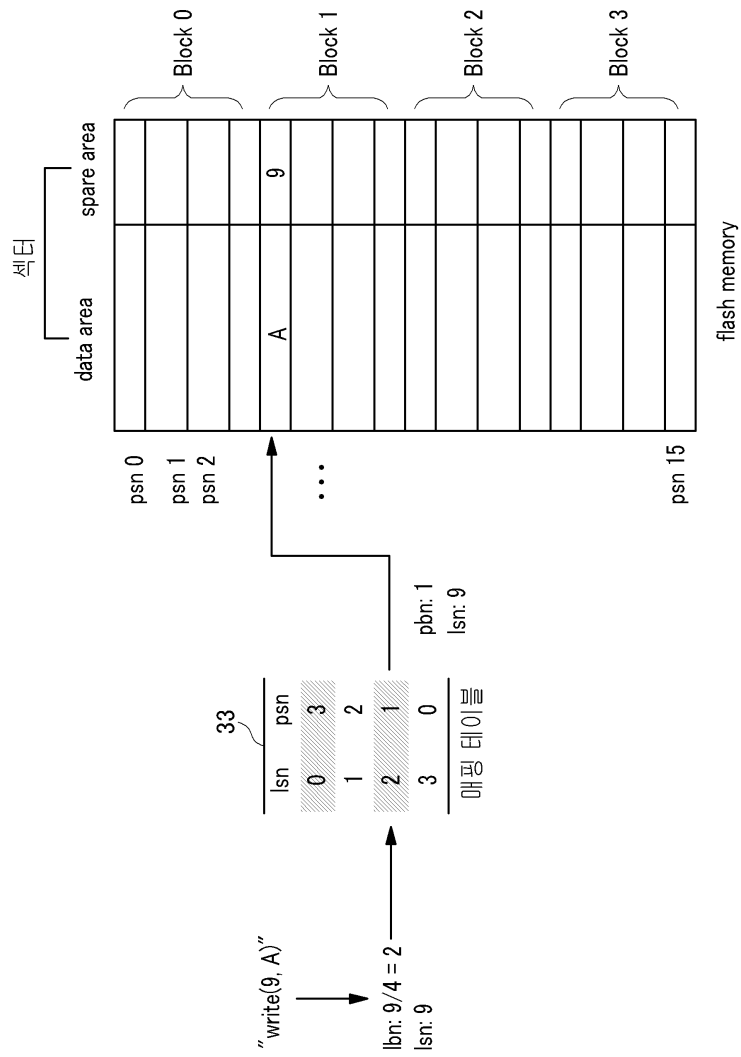
도면3a



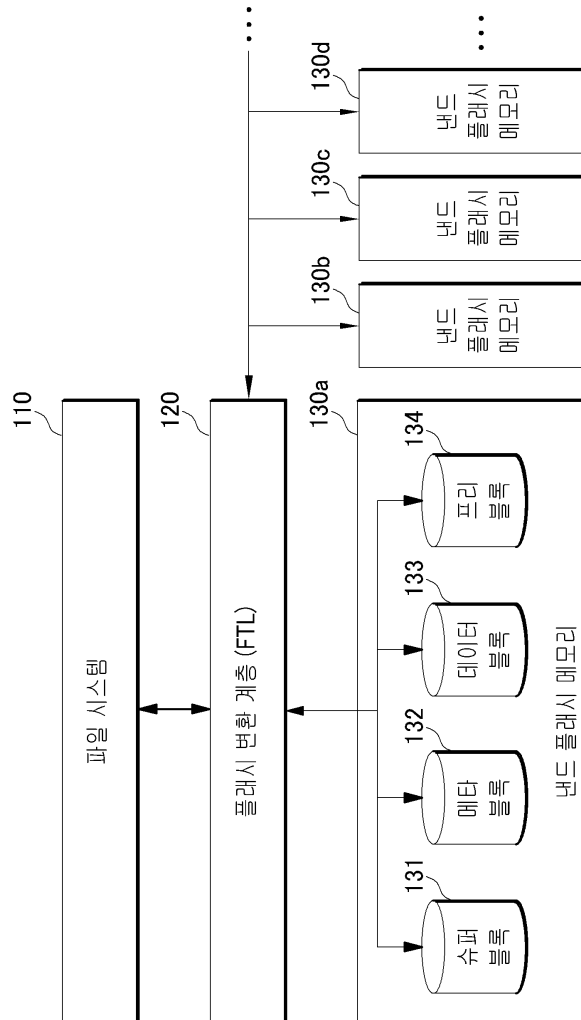
도면3b



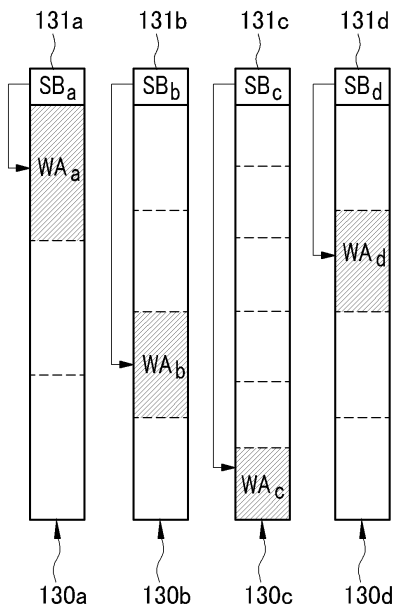
도면3c



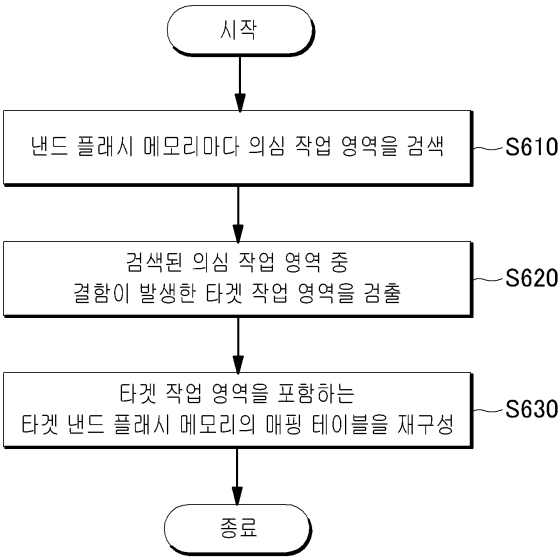
도면4



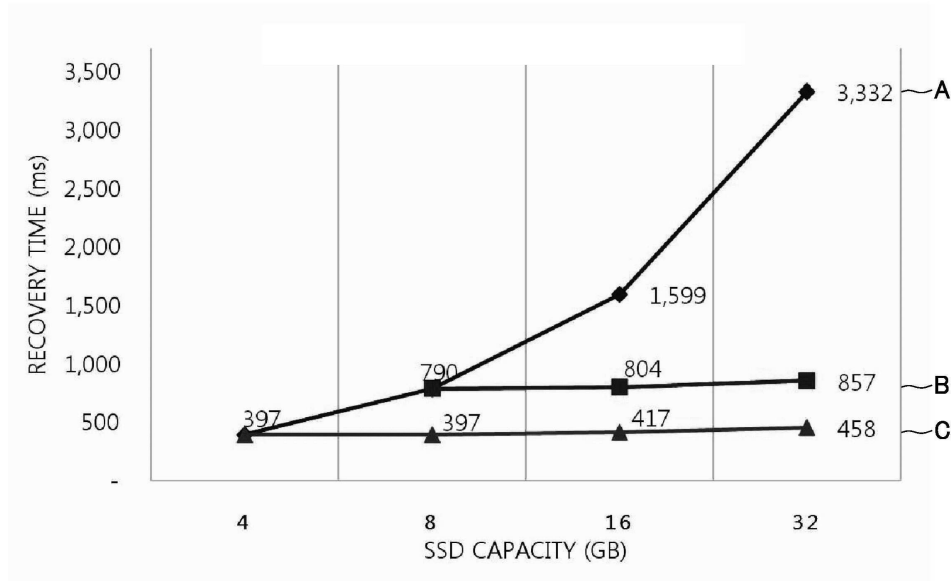
도면5



도면6



도면7



도면8

(KB/s)	FASTer	O1FTL(512)		O1FTL(1024)		O1FTL(2048)	
순차 읽기	72,397	72,056	-0.5%	72,060	-0.5%	73,257	+1.2%
순차 쓰기	8,021	7,497	-6.5%	7,869	-1.9%	8,187	+2.1%
임의 읽기	56,376	57,621	+2.2%	57,457	+1.9%	57,970	+2.8%
임의 쓰기	5,594	6,112	+9.3%	7,015	+25.4%	6,223	+11.2%

(퍼센티지: FASTer 대비 성능 비교)