



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0052402
(43) 공개일자 2015년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 12/00 (2006.01) G06F 11/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0132874

(22) 출원일자 2013년11월04일

심사청구일자 2013년11월04일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김덕환

서울 양천구 목동로 230, 103동 1004호 (목동, 목동아이파크)

김주경

인천 동구 송림2동 56번지 12통 6반

(74) 대리인

특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 8 항

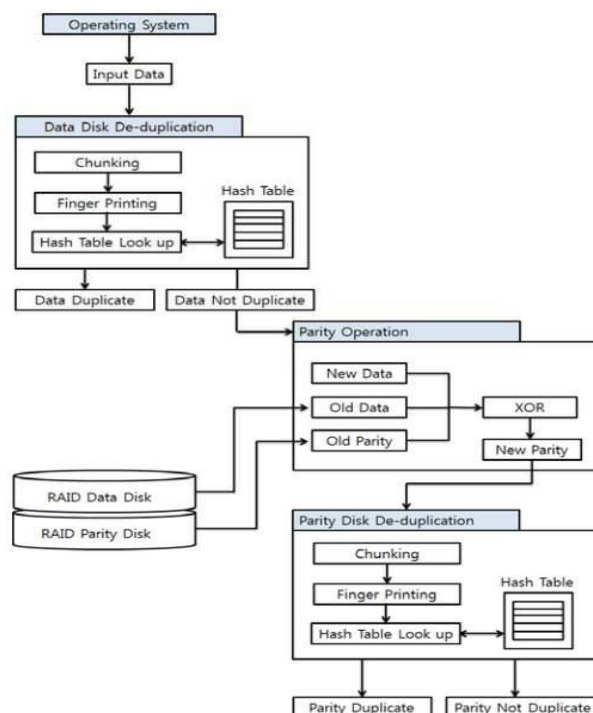
(54) 발명의 명칭 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법

(57) 요약

본 발명은 데이터 디스크 중복제거를 먼저 실행하고, 데이터 디스크에서 중복데이터가 없으면 패리티 디스크 중복제거를 실행하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 관한 것으로서, (a) 입력데이터를 데이터 디스크에서 중복제거 여부를 검사하는 단계; (b) 데이터가 중복되었다면 입력데이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



터는 저장되어 있는 중복된 데이터를 참조하도록 메타데이터를 수정하는 단계; (c) 데이터 디스크에서 중복이 발생하지 않았다면 데이터를 저장한 후 상기 입력데이터에 대한 패리티 연산을 수행하여 패리티를 생성하는 단계; 및, (d) 상기 패리티 생성 후, 패리티 디스크에서 중복제거를 수행하는 단계로 구성된다.

상기와 같은 복합적 중복제거 방법에 의하여, 데이터 디스크에서 먼저 중복제거 과정을 거친후 패리티 디스크의 중복제거를 하기 때문에 데이터 디스크에서 중복이 발생하면 패리티 연산을 줄일 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2013-H0502-13-1016
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	IT/SW 창의연구과정
연구과제명	Flash Array를 이용한 Net-Centric 기반의 Cloud Storage 어플라이언스 개발
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교
연구기간	2013.05.01 ~ 2014.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	2013R1A1A2006912
부처명	교육부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	기본연구
연구과제명	클라우드 컴퓨팅 환경에서 차세대 저장장치의 고성능, 고신뢰성, 저전력을 위한 임베디드 소프트웨어 기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교
연구기간	2013.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서,

- (a) 입력데이터를 데이터 디스크에서 중복제거 여부를 검사하는 단계;
- (b) 데이터가 중복되었다면 입력데이터는 저장되어 있는 중복된 데이터를 참조하도록 메타데이터를 수정하는 단계;
- (c) 데이터 디스크에서 중복이 발생하지 않았다면 데이터를 저장한 후 상기 입력데이터에 대한 패리티 연산을 수행하여 패리티를 생성하는 단계; 및,
- (d) 상기 패리티 생성 후, 패리티 디스크에서 중복제거를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a)단계에서, 데이터를 청크 단위로 분할하고, 각각의 청크의 핑거프린터를 해시함수로 계산하여, 해시 테이블을 검사하여 중복제거 검사를 수행하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b)단계에서, 데이터가 중복되었다면 상기 입력 데이터의 패리티도 중복된 데이터의 패리티를 참조하도록 하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (c)단계에서, R-M-W (Read-Modify-Write) 과정을 거쳐서, 상기 입력데이터에 대한 패리티를 생성하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 (c)단계에서, 상기 입력데이터에 의해 수정되는 데이터 부분에 대하여 기존의 데이터 부분과 수정될 데이터 부분을 XOR 연산하고, 연산된 결과를 모두 기존에 저장된 패리티에 XOR 연산을 하여, 새로운 패리티를 생성하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 (d)단계에서, 상기 패리티를 청크 나누어 저장하되, 상기 패리티의 청크 크기는 상기 데이터의 청크 크기에 비해 작은 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 (d)단계에서, 상기 패리티를 청크 단위로 나누어 분할하고, 각각의 청크의 핑거프린터를 해시함수로 계산하여, 해시값을 비교하여 중복제거 검사를 수행하는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (d)단계에서, 상기 패리티 청크에 대한 해시값을 상기 패리티를 저장하는 블록의 스페어 영역에 저장하여 패리티 데이터와 분리시키는 것을 특징으로 하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 중복제거를 실행함으로써 저장공간 효율성을 향상하고 동시에 RAID의 입출력 성능과 신뢰성을 얻을 수 있는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 수년간 모바일 기기의 발전과 사용자의 증가로 인하여 인터넷을 기반으로 한 클라우드 서비스가 점차 활성화되고 있다. 이러한 클라우드 서비스를 지원하기 위해서는 고성능, 대용량의 스토리지가 필요하다. 이에, 여러 기업과 대학에서 클라우드 스토리지의 성능향상을 위한 연구가 진행되고 있다[비특허문헌 1].

[0003] 한편, 클라우드 스토리지의 입출력 성능 향상을 위해서는 RAID 기술이 필수적이다. RAID(Redundant Array of Independent Disks)는 두개 이상의 디스크를 동시에 병렬적으로 접근함으로써 입출력 속도를 향상시키는 방법이며 그 종류도 다양하다[비특허문헌 2].

[0004] 클라우드 서비스의 활성화로 인하여 폭발적으로 증가하는 데이터를 저장할 스토리지의 부족이 문제가 되고 있다. 지속적으로 증가하는 데이터에 따라 스토리지도 더 많이 필요하기 때문이다. 스토리지의 용량 부족 문제를 감소시키기 위해서 중복제거 기술이 적용될수 있다. 중복제거 기술은 동일한 데이터를 저장하지 않음으로써 저장공간 효율성을 향상시키는 방법이다[비특허문헌 3].

[0005] 따라서 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 중복제거를 실행함으로써 저장공간 효율성을 향상하고 동시에 RAID의 입출력 성능과 신뢰성을 얻을 수 있는 방법에 대한 개발이 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) [비특허문헌 1] A. Bessani, M. Correia, B. Quaresma, F. Andre, P. Sousa, "DEPSKY:

Dependable and Secure Storage in a Cloud-of-Clouds", ACM Eurosys'11, pp.31-45, April 2011.

(비특허문헌 0002) [비특허문헌 2] A. Kadav, M. Balakrishnan, V. Prabhakaran, D. Malkhi, "Differential RAID: Rethinking RAID for SSD Reliability", Workshop on Hot Topics in Storage and File Systems(HotStorage'09), pp.55-59, October 2009.

(비특허문헌 0003) [비특허문헌 3] J.-K. Kim, S.-K. Lee, D.-H. Kim, "Data De-duplication and Recycling Technique in SSD-based Storage System for Increasing De-duplication Rate and I/O Performance", IEEK CI, Vol.49, No.12, pp.149-155, 2012.

(비특허문헌 0004) [비특허문헌 4] Y.-S. Yang, S.-K. Lee, D.-H. Kim, "De-duplication of Parity Disk in SSD-Based RAID System", IEEK CI, Vol.50, No.1, pp.105-113, 2013.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 데이터 디스크 중복제거를 먼저 실행하고, 데이터 디스크에서 중복데이터가 없으면 패리티 디스크 중복제거를 실행하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 특히, 본 발명의 목적은 입력 데이터에 대하여 데이터 디스크에서 중복제거한 후 중복이 안된 경우에만 인코딩 과정과 패리티 디스크 중복제거 과정을 수행하는 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 관한 것으로서, (a) 입력데이터를 데이터 디스크에서 중복제거 여부를 검사하는 단계; (b) 데이터가 중복되었다면 입력데이터는 저장되어 있는 중복된 데이터를 참조하도록 메타데이터를 수정하는 단계; (c) 데이터 디스크에서 중복이 발생하지 않았다면 데이터를 저장한 후 상기 입력데이터에 대한 패리티 연산을 수행하여 패리티를 생성하는 단계; 및, (d) 상기 패리티 생성 후, 패리티 디스크에서 중복제거를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (a)단계에서, 데이터를 청크 단위로 분할하고, 각각의 청크의 핑거프린터를 해시함수로 계산하여, 해시 테이블을 검사하여 중복제거 검사를 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (b)단계에서, 데이터가 중복되었다면 상기 입력 데이터의 패리티도 중복된 데이터의 패리티를 참조하도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (c)단계에서, R-M-W (Read-Modify-Write) 과정을 거쳐서, 상기 입력데이터에 대한 패리티를 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (c)단계에서, 상기 입력데이터에 의해 수정되는 데이터 부분에 대하여 기존의 데이터 부분과 수정될 데이터 부분을 XOR 연산하고, 연산된 결과를 모두 기존에 저장된 패리티에 XOR 연산을 하여, 새로운 패리티를 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (d)단계에서, 상기 패리티를 청크 나누어 저장하되, 상기 패리티의 청크 크기는 상기 데이터의 청크 크기에 비해 작은 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기

(d)단계에서, 상기 패리티를 청크 단위로 나누어 분할하고, 각각의 청크의 핑거프린터를 해시함수로 계산하여, 해시값을 비교하여 중복제거 검사를 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명은 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 있어서, 상기 (d)단계에서, 상기 패리티 청크에 대한 해시값을 상기 패리티를 저장하는 블록의 스페어 영역에 저장하여 패리티 데이터와 분리시키는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 의하면, 데이터 디스크에서 먼저 중복제거 과정을 거친후 패리티 디스크의 중복제거를 하기 때문에 데이터 디스크에서 중복이 발생하면 패리티 연산을 줄일 수 있는 효과가 얻어진다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 의하면, 패리티 연산 횟수를 감소시켜 패리티 디스크의 입출력 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 얻어진다.

[0019] 또한, 본 발명에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 의하면, SSD의 마모도를 빨리 감소시키는 패리티 연산을 줄임으로써 SSD 스토리지의 수명을 향상시킬 수 있는 효과가 얻어진다.

[0020] 특히, 실험을 통해 확인한 바, 본 발명에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법에 의하면, RAID의 데이터 및 패리티 디스크에서 저장공간 효율성을 향상시켰으며, 또한 패리티 디스크의 입출력 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명을 실시하기 위한 전체 시스템에 대한 블록 구성도.
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 RAID 시스템의 구성도.
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 중복 제거 방법을 설명하는 흐름도.
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법을 설명하는 흐름도.
 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법을 수행하기 위한 구성 및 세부 흐름도.
 도 6은 본 발명에 따른 패리티 디스크의 Read-Modify-Write 연산의 일례.
 도 7은 본 발명에 따른 패리티 디스크 중복제거 검사 과정의 일례.
 도 8은 본 발명에 따른 패리티 디스크 중복제거 과정의 일례.
 도 9는 본 발명의 실험에 따라, RAID-5에서 본 발명에 따른 방법과 종래 기술의 입출력 성능 비교를 나타낸 표.
 도 10은 본 발명의 실험에 따라, RAID-5에서 본 발명에 따른 방법과 종래 기술의 저장공간 효율성 비교를 나타낸 표.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도면에 따라서 설명한다.

[0023] 또한, 본 발명을 설명하는데 있어서 동일 부분은 동일 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.

[0024] 먼저, 본 발명을 실시하기 위한 전체 시스템을 도 1을 참조하여 설명한다.

[0025] 도 1에서 보는 바와 같이, 본 발명을 실시하기 위한 전체 시스템은 운영체제(OS Layer)(10), 파일시스템(20),

RAID 시스템(30), 및, SSD 스토리지(40)로 구성된다.

- [0026] 운영체제(10)는 통상의 컴퓨터 시스템에서의 운영체제 시스템으로서, 컴퓨터 시스템에 설치되어 실행된다. 컴퓨터 시스템에서 설치되어 실행되는 사용자 프로그램 또는 시스템 프로그램으로부터 I/O(입출력) 명령을 받으면, 해당 입출력 명령에 따라 파일 시스템을 통해, RAID 시스템(30) 및 SSD 스토리지(40) 등 하드웨어를 제어하여 입출력 기능을 수행한다. 파일 시스템(20)은 컴퓨터 시스템에서 파일을 관리하는 통상의 파일 관리 시스템이다.
- [0027] SSD 스토리지(40)는 SSD(Solid State Disk) 방식의 디스크로 구성된 스토리지 또는 저장장치이다. SSD는 NAND 플래시 메모리가 병렬로 결합하여 구성된 저장장치이다. SSD는 제자리 덮어쓰기가 안되고 각 셀마다 쓰기 및 삭제 횟수에 제한이 있다. 따라서 갱신이 빈번한 환경에서 마모도가 급격히 높아지게 된다. 이를 보완하기 위해 중복제거를 한다면 마모도를 낮추어 수명을 향상할 수 있다.
- [0028] RAID 시스템(30)은 최소 두 개 이상의 데이터 디스크와 하나의 패리티 디스크로 구성된다. RAID 시스템(30)은 한 개의 패리티 디스크로 데이터 손실시 이를 복구한다.
- [0029] RAID 시스템(30)에서 입력데이터는 청킹 과정을 거친후 XOR 연산으로 패리티 정보를 생성한다. 도 2에서 보는 바와 같이, 데이터 청크와 패리티 청크는 스트라이프 방식으로 각각의 디스크에 저장된다. 바람직하게는, 청크 크기의 범위는 32~128KB이다. RAID에서 스트라이프 방식은 데이터를 청크사이즈 단위로 나누고 디스크 수 만큼의 청크를 하나의 세트로 구성하여 저장하는 방법이다.
- [0030] 이때 도 2에서와 같이, RAID-5,6 에서의 스트라이프 방식에 의해, 데이터 세트의 청크와 패리티 청크를 순서대로 A1, A2, A3, PA 저장한다. 그리고 다음 데이터 세트에서는 B2, B3, PB, B1 순서로 저장한다. 이것은 패리티 청크가 하나의 디스크에 편중될 때 신뢰성 저하를 방지하기 위함이다. 패리티 청크가 하나의 디스크에 편중될 경우 패리티 디스크에서 장애가 발생하면 패리티 정보가 없어서 데이터 복구를 할 수 없게 되기 때문이다.
- [0031] 다음으로, 앞서 도 1을 참조하여, 본 발명을 실시하는 전체 시스템에 의한 수행 방법을 설명한다.
- [0032] 도 1에서 보는 바와 같이, 운영체제(또는 OS 계층)로부터 데이터 I/O가 발생하면, 그 정보는 파일 시스템(File System)으로 전달된다. 파일 시스템(File System)에서는 데이터 처리를 위해 RAID 시스템으로 해당 I/O 요청을 전송한다.
- [0033] RAID 시스템은 내부에서 데이터 및 패리티 디스크 중복제거(De-duplication) 계층으로 중복제거를 실행한다. RAID 시스템에서 중복제거를 거친후 데이터는 SSD 스토리지(Storage)로 전달되어 저장된다.
- [0034] 데이터 중복제거 방법은 입력데이터가 이미 스토리지에 저장되어 있는지를 검사하고 중복된 저장을 피하여 저장 공간의 효율성을 향상하는 방법이다[비특허문헌 3]. 도 3과 같이 입력 파일을 청크 단위로 분할하는 청킹과정을 거쳐서 청크를 생성한다. 그 다음, 각각의 청크에 대해 중복성 검사를 위한 고유의 값인 핑거프린트를 해시함수로 계산한다. 입력데이터의 핑거프린트와 일치하는 값이 있는지 해쉬 테이블에서 검사함으로써 중복제거 검사를 수행한다.
- [0035] 다음으로, 본 발명의 일실시예에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법을 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0036] 도 4에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 SSD 기반 RAID 스토리지에서 데이터 및 패리티 디스크의 복합적 중복제거 방법은 (a) 데이터 디스크에서의 중복 검사 단계(S10), (b) 데이터가 중복된 경우의 메타 데이터 수정 단계(S20), (c) 데이터가 중복되지 않은 경우의 패리티 생성 단계(S30), 및, (d) 패리티 디스크 중복 제거 단계(S40)으로 구성된다.
- [0037] 먼저, 입력데이터를 데이터 디스크에서 중복제거 여부를 검사한다(S10). 데이터의 중복제거 검사 방법은 앞서 도 3을 참조하여 설명한 바와 같다. 즉, 입력 데이터(또는 입력 파일)을 청크 단위로 분할하고, 각각의 청크에 대해 중복성 검사를 위한 고유의 값인 핑거프린트를 해시함수로 계산한다. 그리고 입력데이터의 핑거프린트와 일치하는 값이 있는지 해쉬 테이블에서 검사함으로써 중복제거 검사를 수행한다. 바람직하게는, 청크의 크기는 RAID에서의 청크 크기인 32~128KB 범위 내에서 정한다.

[0038] 다음으로, 데이터가 중복되었다면 입력데이터는 저장되어 있는 중복된 데이터를 참조하도록 메타데이터를 수정한다(S20). 또한, XOR 연산 결과인 패리티 정보 또한 같을 것이므로 패리티도 참조한다. 그로인해 패리티 연산이 발생하지 않아 연산 횟수를 감소시킬 수 있다.

[0039] 즉, 입력데이터가 중복이 발생하였다면 SSD 스토리지에 입력데이터를 쓰지 않고 중복된 데이터의 SSD에 저장된 주소를 메타데이터에 추가함으로써 원본데이터를 참조하도록 한다.

[0040] 또한, RAID에서는 데이터 청크들을 XOR한 결과를 패리티 청크에 저장함으로써 데이터 손실시 역으로 XOR 연산을 실행하여 손실된 데이터 값을 얻을 수 있다. 따라서 데이터가 중복되었다면 XOR 연산의 결과도 같을 것이므로 패리티 정보도 같게 되어 패리티 연산을 할 필요가 없어지게 된다.

[0041] 따라서 본 발명에 따른 방법은 데이터 디스크 중복제거 검사를 패리티 생성 전에 실시함으로써 패리티 연산을 줄이게 된다.

[0042] 다음으로, 데이터 디스크에서 중복이 발생하지 않았다면 입력데이터의 저장을 위해서 패리티 생성 연산을 수행한다(S30). 즉, 입력 데이터에 대한 패리티(또는 패리티 데이터)를 생성한다.

[0043] RAID에서의 패리티 생성 방법인 R-M-W (Read-Modify-Write) 과정을 거쳐서 새로운 패리티 정보를 생성한다. 이때, RAID에서 인코딩 부분의 오버헤드인 패리티 연산이 발생하게 된다.

[0044] 패리티 디스크의 R-M-W (Read-Modify-Write) 과정은 도 6과 같다.

[0045] 도 6에서 보는 바와 같이, D_1 , D_2 , D_3 , D_4 는 기존에 저장된 데이터이고, P_1 은 기존에 저장된 패리티 정보이다. 이때 D_1 , D_2 을 수정하고 저장할 경우 수정된 데이터 D_1' , D_2' 을 저장해야 한다. 그리고 패리티 P_1 도 수정하여 P_1' 을 저장한다. P_1' 의 생성은 수정된 기존 데이터 부분인 D_1 , D_2 와 수정된 데이터 D_1' , D_2' 그리고 기존 패리티 정보 P_1 을 XOR 연산하여 생성한다.

[0046] 위의 패리티 정보 생성을 위한 패리티 연산 수식은 다음과 같다.

[0047] [수학식 1]

$$P_1 = D_1 \otimes D_2 \otimes D_3 \otimes D_4$$

$$\Delta_1 = D_1 \otimes D_1', \Delta_2 = D_2 \otimes D_2'$$

$$P_1' = P_1 \otimes \Delta_1 \otimes \Delta_2$$

단, $\otimes$ 연산은 XOR 연산임.

[0048]

[0049] 즉, 수정된 데이터별로, 수정된 데이터 부분과 수정 이전의 데이터 부분을 XOR 연산하여, 연산된 결과를 이전의 패리티 P에 모두 XOR 연산을 하면, 수정된 패리티 P' 을 구할 수 있다.

[0050] 앞서 본 바와 같이, R-M-W 연산을 거쳐 패리티 데이터를 생성하는 과정은 작은 쓰기 갱신을 빈번히 수행한다. 따라서 쓰기 연산 횟수가 증가하고 마모도의 감소를 가져온다.

[0051] 다음으로, 패리티 데이터 생성 후, 패리티 디스크에서 중복제거를 수행한다(S40)[비특허문헌 4]. 중복제거 방법은 데이터 디스크의 중복제거 방법과 같다.

[0052] 하지만, 청크 크기가 RAID(또는 데이터 디스크)에서의 청크 크기보다 작은 4KB로 청킹한다. 즉, 입력된 데이터 청크와 패리티 청크 간의 데이터 크기 차이가 있다. R-M-W 과정으로 인해 패리티의 변경된 부분이 작을 경우 기존에 저장되어 있는 패리티와 중복을 검출하기 위해서이다.

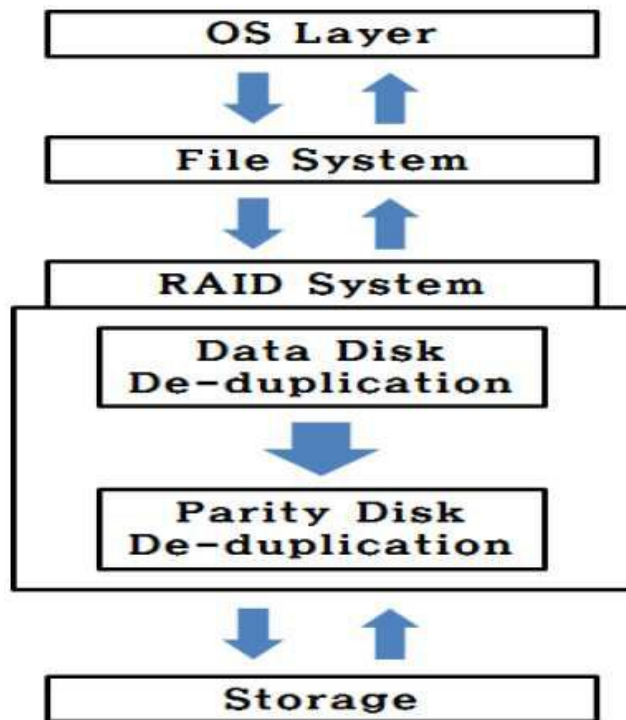
[0053] RAID의 패리티 디스크 중복제거 방법은 도 7 및 도 8과 같다.

30 : RAID 시스템

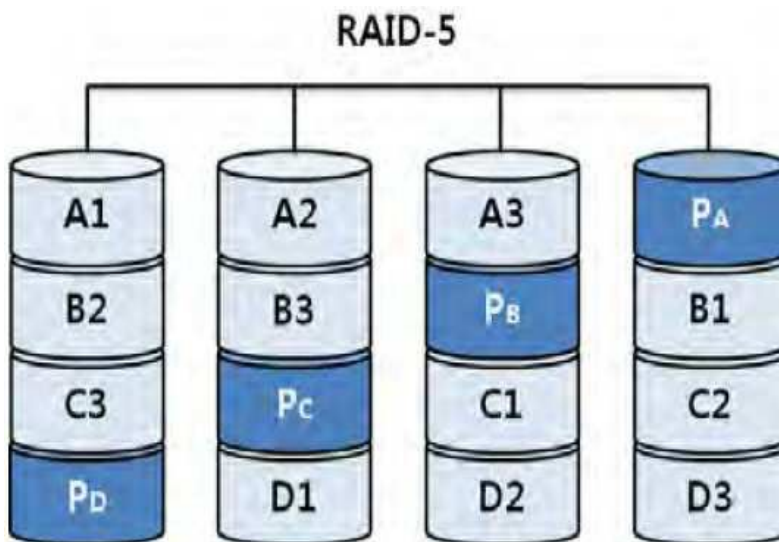
40 : SSD 스토리지

도면

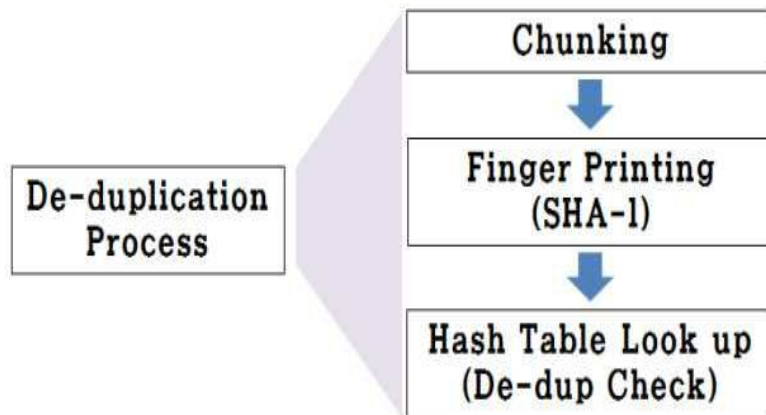
도면1



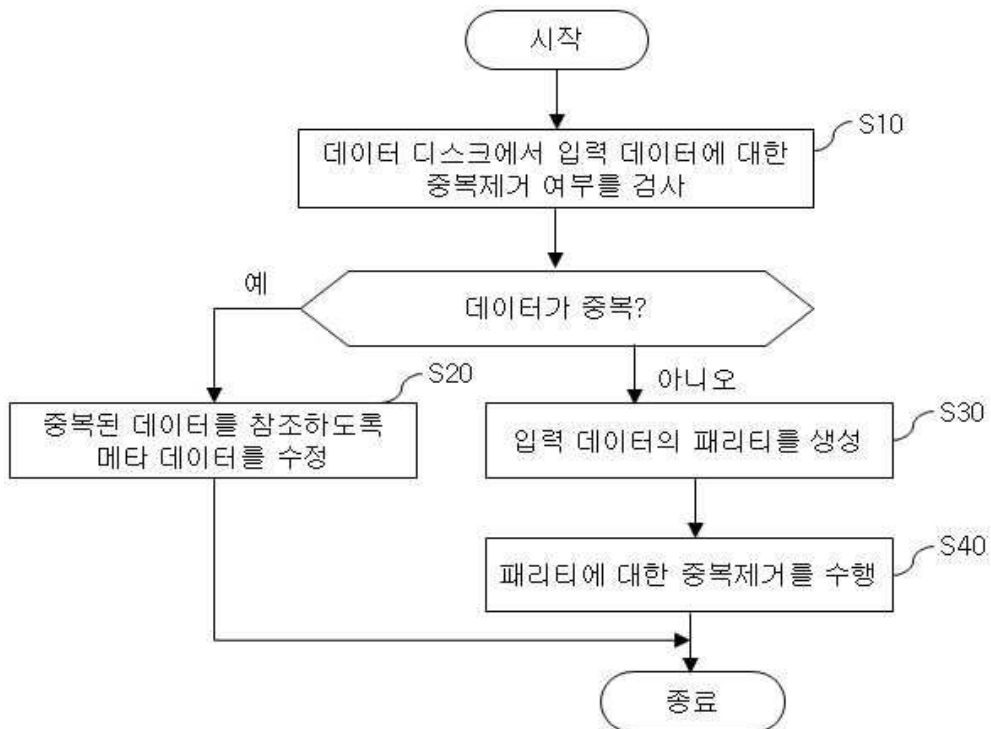
도면2



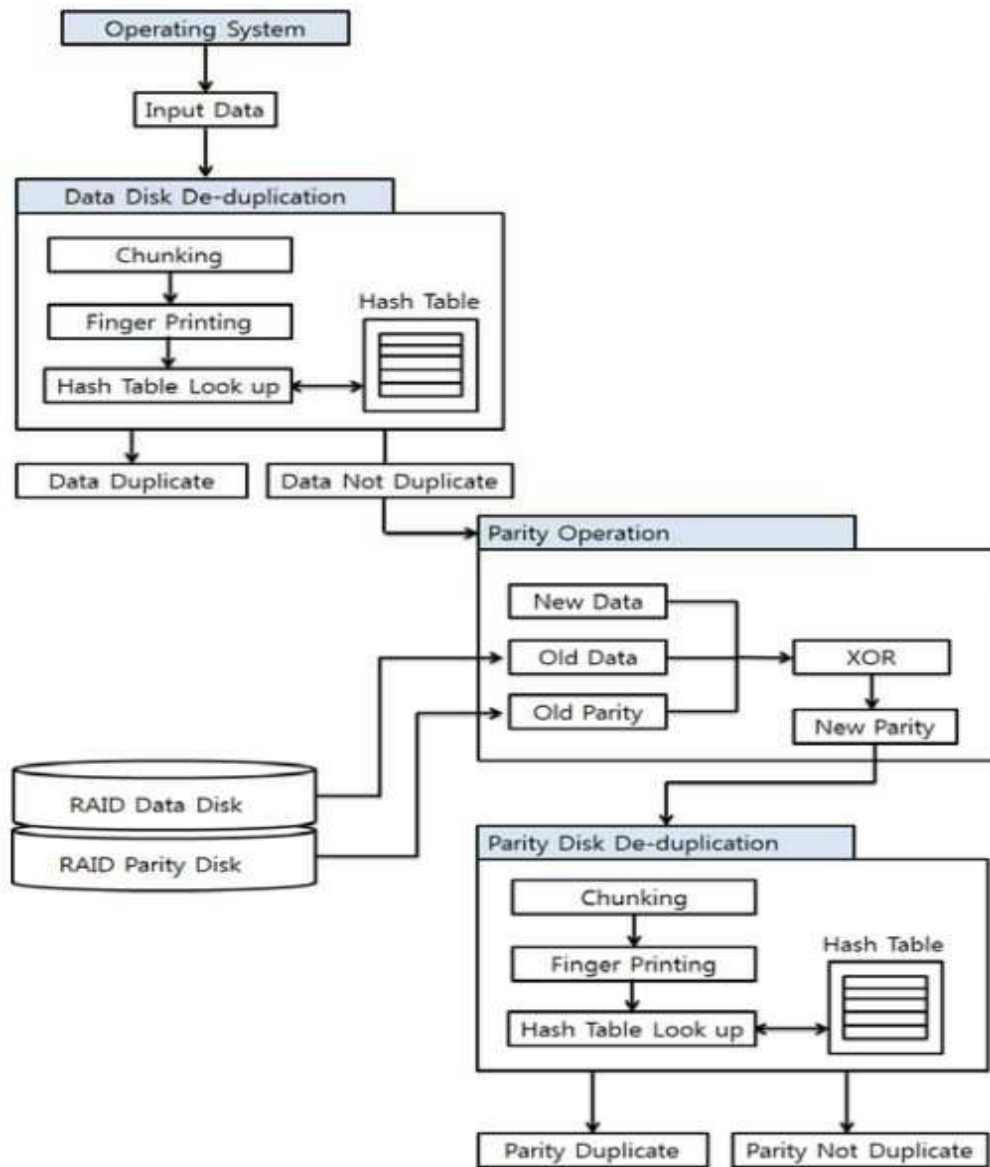
도면3



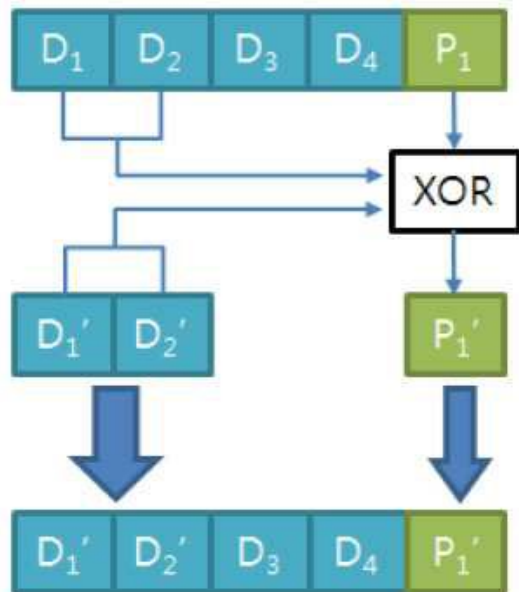
도면4



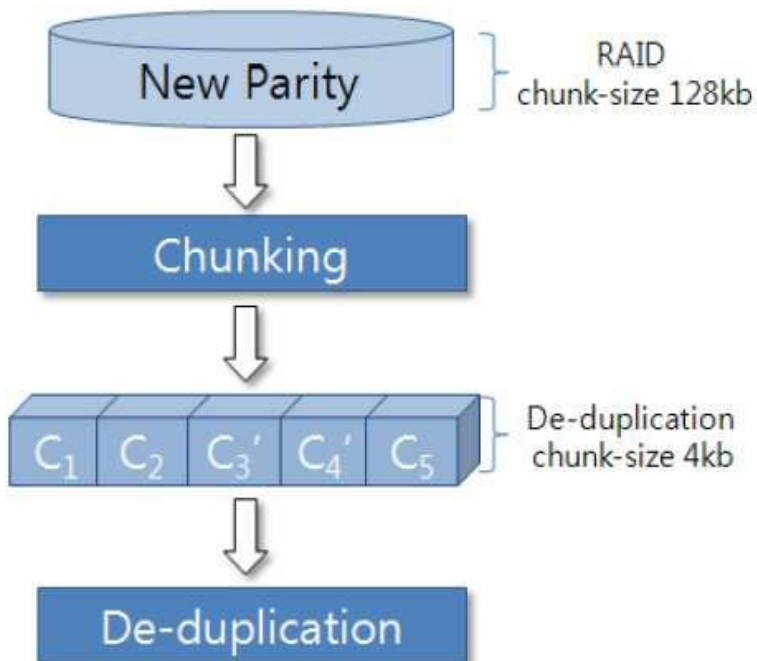
도면5



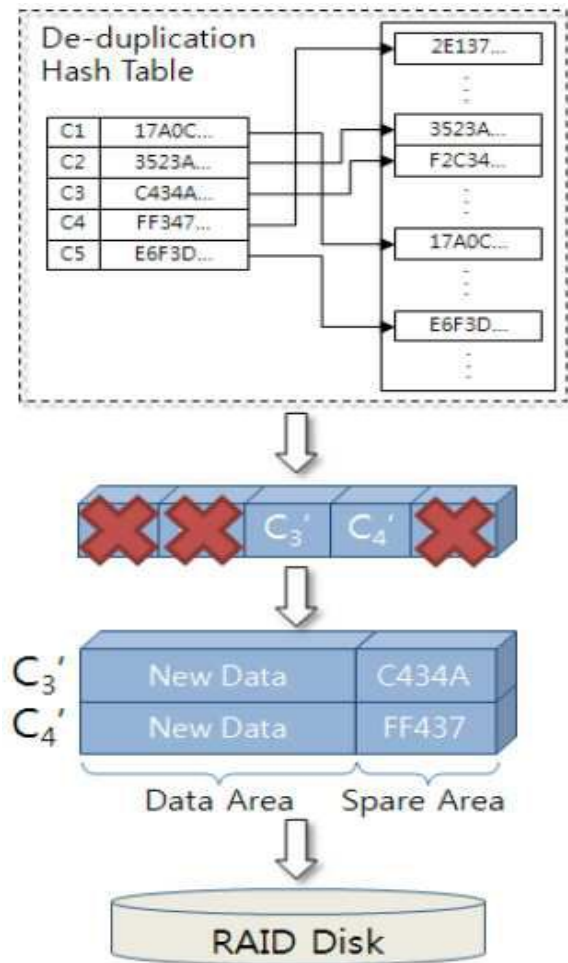
도면6



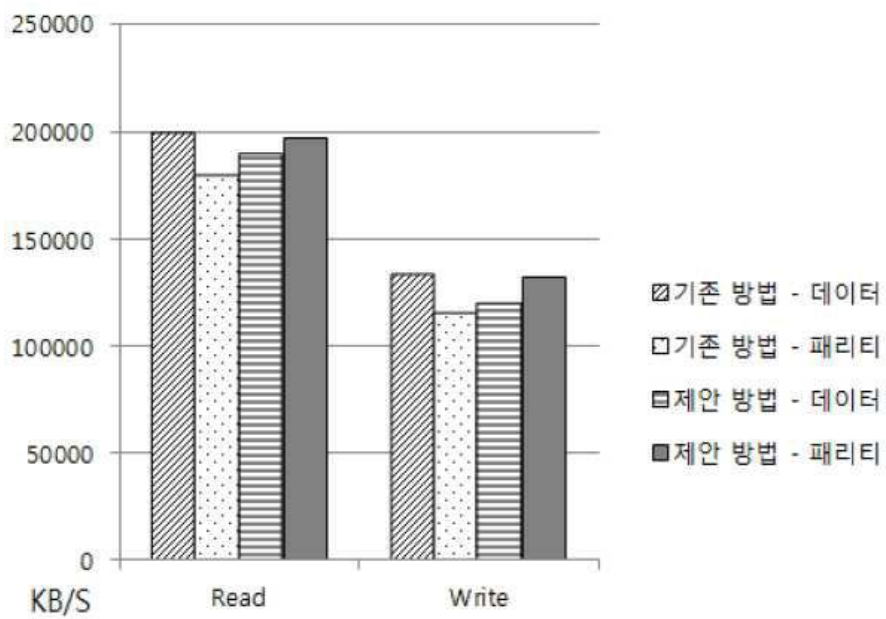
도면7



도면8



도면9



도면10

