



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0140652
 (43) 공개일자 2012년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G06F 11/10 (2006.01) G06F 11/14 (2006.01)
 G06F 3/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-7022443
 (22) 출원일자(국제) 2011년03월08일
 심사청구일자 2012년11월27일
 (85) 번역문제출일자 2012년08월28일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2011/053440
 (87) 국제공개번호 WO 2011/110542
 국제공개일자 2011년09월15일
 (30) 우선권주장
 10156177.7 2010년03월11일
 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
인터내셔널 비즈니스 머신즈 코퍼레이션
 미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드
 (72) 발명자
비켄, 크리스토퍼, 배리
 영국 윈체스터 햄프셔 에스오21 2제이엔, 허슬리,
 허슬리 파크, 엠/피 148, 아이비엠 유나이티드 킹
 덤 리미티드
아곰바, 존, 폴
 영국 윈체스터 햄프셔 에스오21 2제이엔, 허슬리,
 허슬리 파크, 엠/피 148, 아이비엠 유나이티드 킹
 덤 리미티드
 (74) 대리인
허정훈

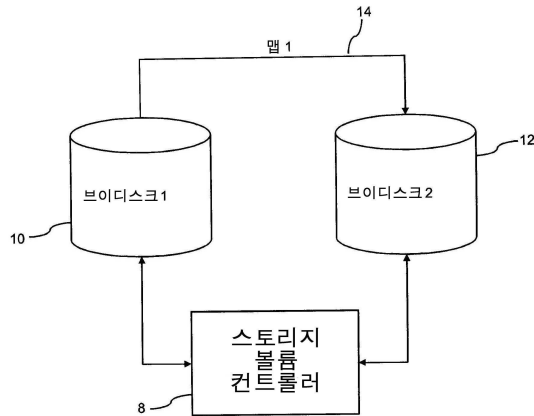
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **플래시카피 캐스케이드내의 버퍼 디스크**

(57) 요약

카피 기능을 동작시키는 방법은 소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하는 단계, 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하는 단계, 상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하는 단계, 그리고 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨에서 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

커피 기능을 동작시키는 방법에 있어서, 상기 방법은:

소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하는 단계 (initiating),

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하는 단계 (detecting),

상기 기존 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하는 단계 (detecting), 및

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨에서 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하는 단계 (creating) 를 포함하는

방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 소스 볼륨을 위한 데이터 라이트를 수신하는 단계, 상기 타겟 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하는 단계 및, 상기 타겟 볼륨으로부터 데이터 리드의, 상기 새로운 타겟 볼륨에 대한 데이터 라이트를 수행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 소스 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하는 단계, 상기 타겟 볼륨에 대한 데이터 라이트를 수행하는 단계 및 상기 소스 볼륨을 위한 오리지널 데이터 라이트를 완료하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 새로운 타겟 볼륨에 대해 쓰여진 데이터의 상기 기존의 플래시카피기능의 타겟 볼륨 상에 데이터 라이트를 수행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 5

상기 청구항들 중 어느 한 항에 있어서, 상기 새로운 플래시카피 기능 혹은 기존 플래시카피 기능 중 어느 하나가 중단되었거나 혹은 완료되었음을 검출하는 단계, 상기 새로운 타겟 볼륨을 클린하는 단계 및 상기 커피 기능으로부터 상기 새로운 타겟 볼륨을 제거하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 6

복수의 스토리지 볼륨들 및 그것에 연결된 스토리지 볼륨 컨트롤러를 포함하는 커피 기능을 동작시키는 시스템에 있어서, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는:

소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피기능을 개시하고,

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하며,

상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨은 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하고, 그리고

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨으로부터 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하도록 구성되는(arranged)

시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는 상기 소스 볼륨을 위한 데이터 라이트를 수신하고, 상기 타겟 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하며 그리고, 상기 타겟 볼륨으로부터 데이터 리드의, 상기 새로운 타겟 볼륨에 대한 데이터 라이트를 수행하도록 더 구성된

시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는 상기 소스 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하고, 상기 타겟 볼륨에 대한 데이터 라이트를 수행하며 그리고 상기 소스 볼륨을 위한 상기 오리지널 데이터 라이트를 완료하도록 더 구성된

시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는 상기 새로운 타겟 볼륨에 대하여 쓰여진 상기 데이터의 기존 플래시카피 기능의 상기 타겟 볼륨 상에 데이터 라이트를 수행하도록 더 구성된

시스템.

청구항 10

제 6항 내지 제 9항들 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는 상기 새로운 플래시카피 기능 혹은 기존 플래시카피기능 중 어느 하나가 중단 혹은 완료되었음을 검출하고, 상기 새로운 타겟 볼륨을 클린하며 그리고 상기 카피기능으로부터 상기 새로운 타겟 볼륨을 제거하도록 더 구성된

시스템.

청구항 11

카피 기능을 동작시키기 위한 컴퓨터 판독가능매체상의 컴퓨터 프로그램 제품에 있어서, 상기 제품은:

소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하는 단계 (initiating),

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하는 단계 (detecting),

상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하는 단계 (detecting), 및

상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨에서 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하는 단계 (creating) 를 수행하기 위한 명령들을 포함하는

제품.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 소스 볼륨을 위한 데이터 라이트를 수신하는 단계, 상기 타겟 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하는 단계 그리고, 상기 타겟 볼륨으로부터 데이터 리드의, 상기 새로운 타겟 볼륨에 대한 데이터 라이트를 수행하는 단계를 수행하기 위한 명령들을 더 포함하는

제품.

청구항 13

제 12항에 있어서, 상기 소스 볼륨의 대응 데이터 리드를 수행하는 단계, 상기 타겟 볼륨에 대하여 데이터 라이트를 수행하는 단계 그리고 상기 소스 볼륨을 위한 상기 오리지널 데이터 라이트를 완료하는 단계를 수행하기 위한 명령들을 더 포함하는

제품.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 새로운 타겟 볼륨에 대하여 쓰여진 데이터의 상기 기존 플래시카피기능의 상기 타겟 볼륨 상에 데이터 라이트를 수행하는 단계를 수행하기 위한 명령들을 더 포함하는

제품.

청구항 15

제 11항 내지 제 14항들 중 어느 한 항에 있어서, 상기 새로운 플래시카피 기능 혹은 기존 플래시카피 기능 중 어느 하나가 중단 혹은 완료되었음을 검출하는 단계, 상기 새로운 타겟 볼륨을 클린하는 단계 그리고 상기 카피 기능으로부터 상기 새로운 타겟 볼륨을 제거하는 단계를 수행하기 위한 명령들을 더 포함하는

제품.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 카피 기능을 동작시키기 위한 방법 및 시스템과 관련된 것이다.

배경기술

[0002] 대규모 조직들에서 데이터의 저장은 데이터의 신뢰성 및 하드웨어 고장시 데이터의 복구능력 모두를 위해서 근본적인 중요성을 가지고 있다. 스토리지 에어리어 네트워크 (SAN) 는 매우 많은 양의 데이터가 신뢰할 만하고 안정적인 방식으로 저장될 필요가 있을때 사용되는 아키텍처 (architecture) 이다. 이 기술은 서버들에 대해 디스크 어레이들을 접속시키는 것 같이 원격의(remote) 컴퓨터 저장 디바이스들을 서버들에 접속시키되, 운영 체제 (operating system) 에 대해서는, 마치 로컬 접속된 (locally attached) 것처럼 보이도록 하는 방식으로 접속시키도록 지원하는 네트워크들이 생성될 수 있게 한다. 데이터 스토리지 및 개별 소자들 (individual components) 사이의 하드웨어 연결들 (connections) 모두에 있어서, 대량의 리던던시 (redundancy) 를 포함하는 것은 이들 네트워크들에서는 흔한 일이다.

[0003] 데이터 리던던시를 생성하는 데에는 다양한 방법들이 존재한다. 예를 들면, 플래시카피 기능 (a flashcopy function) 과 같은 기능은 관리자가, 어느 시점에서 (포인트-인-타임), 데이터의 전체 볼륨의 카피들 (point-in-time, full volume copies of data) 을 할 수 있도록 하며, 그 카피들은 곧바로 리드 혹은 라이트 접근 (read or write access) 을 위해서 이용 가능하다. 플래시카피는 자기테이프 상에 백업 (backup) 카피들을 생성하는 환경에서 이용 가능한 표준 백업 툴들 (standard backup tools) 과 함께 사용될 수 있다. 플래시카피 기능은 소스 볼륨의 카피를 타겟 볼륨상에 생성한다. 이러한 카피를, 전술한 바와 같이, 포인트-인-타임 카피 (point-in-time copy) 라 부른다. 플래시카피 동작이 개시되면 (initiated), 소스 볼륨과 타겟 볼륨 사이에 관계가 생성된다. 이 관계가 타겟 볼륨과 소스 볼륨 사이의 “맵핑” (mapping) 이다. 이 맵핑은 소스 볼륨의 포인트-인-타임 카피가 관련된 타겟 볼륨으로 카피되도록 해 준다. 이 볼륨쌍 사이의 관계는 플래시카피 동작이 개시된 때로부터 스토리지 유닛 (storage unit) 이 소스 볼륨의 모든 데이터를 타겟 볼륨으로 카피할 때까지 존재하며, 그 외에는 이 관계가 소멸된다.

[0004] 데이터가 물리적으로 카피될 때, 백그라운드 프로세스 (background process) 가 소스 볼륨으로부터 트랙들 (tracks) 타겟 볼륨으로 카피한다. 백그라운드 카피를 완료하는데 걸리는 시간은 다양한 조건들 (criteria) 에 좌우되는데 예를 들면, 카피되는 데이터의 분량, 진행되는 백그라운드 카피 프로세스들의 수, 그리고 현재 진행 중에 있는 기타 처리들 (activities) 등이다. 플래시카피 기능이 동작할 때 카피될 데이터가 실제로 즉각적으로 카피될 필요는 없지만, 소스 볼륨 상의 올드 데이터 (old data) 의 오버라이트 (overwrite) 를 가져오는 업데이트가 일어나기 전에는 카피될 필요가 있다. 그래서, 소스 볼륨 상에서 데이터 변경들이 있는 경우, 오리지널 데이터 (the original data) 가 타겟 볼륨에 카피되는데 소스 볼륨상에 오버라이트가 일어나기 전에 카피된다.

[0005] 그러므로, 플래시카피는 다양한 스토리지 디바이스들 상에서 지원되는 기능(feature)이며, 이는 사용자 혹은 자동화된 프로세스가 데이터의 전체 논리적 볼륨의 거의 동시적인 카피들 (nearly instantaneous copies) 을 하는 것이 가능하게 한다. 소스 디스크의 카피(사본)가 타겟 디스크 상에 만들어 진다. 카피들은 리드 및 라이트 액세스(read and write access) 모두를 위해서 곧바로 (immediately) 이용 가능하다. 플래시카피 같은 임플리멘테이션들 (implementations) 의 공통적인 특징은 상기 카피를 리버스하는 능력 (the ability to reverse) 이다. 다시 말하면, 플래시카피 맵의 소스 디스크에 타겟 디스크의 콘텐츠 (contents) 를 가지고 포플레이트 (populate)하는 것이다. 또한 캐스케이드된 임플리멘테이션들에서 플래시카피를 사용하는 것도 가능한데, 이 때 타겟 디스크는 나중에 추가의 (further) 플래시카피를 위해 소스 디스크가 되며 혹은 그 반대가 된다.

[0006] 상기 그러한 캐스케이드된 스토리지 볼륨들과 플래시카피 기능들을 놓치지 않기 위해서 1차 및 2차 “에프디스크” (fdisks) 를 정의하는 데이터 구조를 제공하는 것이 바람직하다. 에프디스크는 그것과 관련된 스토리지 볼륨을 정의하고 캐스케이드 내에서 플래시카피 기능들의 상하 방향들(the up and down directions)을 정의하는 관련 맵들에 링크를 제공하는 색인 (index) 을 포함하는 논리적 컴포넌트 (a logical component) 이다. 플래시카피 기능이 소스 볼륨과 타겟 볼륨간에 생성될 때, 1차 에프디스크들이 타겟 디스크를 위해 이미 존재하는 경우가 아닌 한, 1차 에프디스크들이 각 스토리지 볼륨을 위해 생성되는데, 만일 1차 에프디스크들이 이미 존재하는 경우에는 타겟 볼륨을 위해 존재하는 그 에프디스크는 2차 에프디스크로 변환되고 새로운 1차 에프디스크가 생성된다. 에프디스크들에 의하여 정의된 데이터 구조를 사용하는 것의 장점은 기존의 다수의 캐스케이드들 내의 다른 스토리지 볼륨들에 대한 IO 리드 및 라이트 액세스들 (the IO read and write accesses) 을 놓치지 않기 위해 위해서 그리고 캐스케이드 내의 정확한 위치로 데이터 리드들 (data reads) 을 보내기 (direct) 위해서 에프디스크가 사용될 수 있다는 것이다.

[0007] 플래시카피 캐스케이드의 한계는 주어진 라이트 동작을 위해 요구되는 클린 동작들 (clean operations) 의 수를 제한하기 위해서 동시발생 회복 동작들 (concurrent restore operations)의 수를 제한하는 것이 요구된다는 것이다. 예를 들어, A↔B↔C↔D 플래시카피 캐스케이드 (여기서 A, B, C 그리고 D는 그래프 내의 디스크들이고 화살표들은 플래시카피 맵들이며, (A,B)는 디스크 A에서 디스크 B로의 플래시카피 매핑을 나타냄)에서, 상기 캐스케이드는 (A, B), (B, C) 그리고 (C, D)의 맵들을 갖는다. 디스크들과 플래시카피 기능들의 이러한 캐스케이드에서, 디스크 A에 대한 라이트는 디스크 B에 대한 스플릿 라이트 (split write) 를 가져오고, 이는 디스크 B

상에 그 이미지 (the image) 를 유지하기 위해 요구되며 그리고 이것은 디스크들 B 및 C의 클린 리드들 (clean reads) 과 디스크 C 다음에 오는 디스크 D에 클린 라이트들 (clean writes) 을 가져온다. 이런 식으로 캐스케이드 내의 탑 (top) 디스크에 대한 하나의 (single) 리드는 스토리지 볼륨들 상에서 더 나아가 캐스케이드 아래로 (further the down the cascade) 대규모의 클린 동작들 (in a large number of clean operations) 을 가져올 수 있다. 따라서, 이러한 종래기술을 개선하려는 것이 본 발명의 목적이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 제 1 목적은 카피기능을 동작시키는 방법을 제공하는 것이며, 상기 방법은 소스 볼륨으로부터 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하는 단계 (initiating), 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하는 단계 (detecting), 상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 가짐을 검출하는 단계 (detecting), 및 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨으로부터 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능 (further the down the cascade) 을 생성하는 단계 (creating) 를 포함하는 방법이다.
- [0009] 본 발명의 제 2 목적은 카피 기능을 동작시키는 시스템을 제공하는 것이며, 상기 시스템은 복수의 스토리지 볼륨과 그것에 연결된 스토리지 볼륨 컨트롤러를 포함하고, 상기 스토리지 컨트롤러는 소스 볼륨으로부터 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하며, 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 상기 소스 볼륨임을 검출하고, 상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하며, 그리고 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨으로부터 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하도록 구성된다 (arranged).
- [0010] 본 발명의 제 3 목적은 카피 기능을 동작시키기 위해 컴퓨터 판독가능 매체상에 컴퓨터 프로그램 제품을 제공하는 것이며, 상기 제품은 소스 볼륨으로부터 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하며, 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 기존의 플래시카피 기능을 위한 상기 소스 볼륨임을 검출하고, 상기 기존의 플래시카피 기능의 타겟 볼륨이 2차 볼륨을 갖는 것을 검출하며, 그리고 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨으로부터 새로운 타겟 볼륨으로 버퍼 플래시카피 기능을 생성하기 위한 명령들을 포함한다.
- [0011] 본 발명의 덕택에, 무제한 (unbounded) 의 플래시카피 회복 동작들을 가능하게 하는, 버퍼된 플래시카피 맵들 (buffered flashcopy maps) 을 제공하는 것이 가능하다. 본 발명의 시스템과 방법은 플래시카피 캐스케이드들의 종래기술의 임플리멘테이션들에서 제약 (restriction) 을 제거하는 절차를 기술한다. 캐스케이드들의 종래기술의 임플리멘테이션들에서는 하나의 라이트는 캐스케이드를 내려가면서 대규모의 클린 동작들을 발생시키는데, 이것은 상기 캐스케이드의 탑 (top) 에서 오리지널 라이트 동작 (the original write action) 의 완료를 늦출 것이다 (slow down). 본 발명은 버퍼된 플래시카피의 개념을 도입한다. 다시 말하면, 플래시카피가 타겟이 2차 볼륨을 갖는 다른 활성 맵 (another active map) 의 소스 상에서 시작될 때 (started), 새로운 공간 효율적 (space efficient) 플래시카피가 생성되고 시작되는데, 이것은 클린 동작들이 캐스케이드 전체로 확산되는 것 (spreading) 을 방지한다.
- [0012] 이 방법들은, 타겟 볼륨이 이미 기존의 활성 플래시카피 맵의 소스 볼륨인, 플래시카피 맵의 시작 단계에 여분의 (extra) 단계를 추가한다. 이 단계는 시작되는 플래시카피 맵의 타겟, X,가 활성 플래시 맵, 1,의 소스인지, 상기 맵 1의 타겟, Y,가 2차 에프디스크를 갖고 있는 지를 질문하고, 만일 그 답이 그렇다이면 (if so), X로부터 새로운 공간 효율적 브이디스크 (vdisk) X' 로 버퍼 플래시카피를 생성하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 종래기술의 예와 본 발명의 새로운 구성의 예를 살펴보자, (B, C) 가 시작될 때는, 캐스케이드들 B↔C 및 C↔D 가 발생되는데 (resulting in), 그 이유는 시작되는 맵의 타겟, C는 맵 C↔D 의 일부이지만 D는 2차 볼륨을 갖지 못하기 때문이다. 이제, (A, B) 가 시작될 때는 버퍼 플래시카피 기능 (B, B') 이 생성되고, 시

작되는데, 그 이유는 타겟 B가 B→C 의 일부분이고 C는 2차 볼륨을 갖기 때문이다. 이 새로운 버퍼 플래시카피 기능은 캐스케이드 A↔B, B↔B'↔C 그리고 C↔D 를 생성한다. 일단 이것이 생성되면, 디스크 A에 대한 새로운 라이트 (a new write to disk A) 는 디스크 B의 클린 리드와 디스크 B' 에 대한 클린 라이트를 가져온다. 플래시카피 그래프가 아무리 커진다고 해도, 하나의 라이트는 오직 하나의 클린 동작만을 가져올 것이다. 맵 (B, B') 는 상시 클린 모드에 (in a permanent cleaning mode) 있게 될 것이다. 이것은 디스크들 B' 혹은 C상의 모든 데이터는 백그라운드 에서 클린될 것이라는 것을 의미한다

[0014] 상기 버퍼 플래시카피 맵은 적어도 맵 A→B 그리고 B↔C 그리고 C↔D 의 존속기간 (the lifetime) 동안은 존재할 것이다. 만약, A→B 혹은 C↔D 가 중단되거나 완료된다면 맵 B↔B'는 캐스케이드로부터 자신을 클린하고 제거한다. 만약, B↔C 가 중단되거나 완료되면 맵 B↔B'는 즉시 중단될 수 있다. 이것은 캐스케이드들을 유지하는데 필요한 클린작업 (cleaning) 이 서로 맞물린 (interlocked) 캐스케이드의 수와는 무관함 (independent) 을 의미한다. 물론 서로 맞물린 캐스케이드 당 버퍼 플래시카피 맵들의 수를 줄이기 위하여 상기 아이디어를 확장하여 추가적인 클린 라이트들 (상기 예에서 기술된 것 이상으로) 을 수행하는 것도 가능하다. 이것은 실행상 고려해 볼 수 있는 사항이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 본 발명의 실시 예들이 이하에서 첨부된 도면들을 참조하여, 예로서, 기술된다.

도 1은 한 쌍의 스토리지 디스크들의 개략도 (schematic diagram) 이다,

도 2는 플래시카피 캐스케이드의 개략도이다,

도 3은 확장된 플래시카피 캐스케이드의 개략도이다,

도 4는 데이터 라이트를 갖는 확장된 플래시카피 캐스케이드의 개략도이다,

도 5는 카피기능을 동작시키는 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 도 1은 스토리지 컨트롤러 (8) 과 두 개의 스토리지 디스크들 (10) 과 (12) 를 이용하는 플래시카피의 개념을 도시한다. 디스크들 (10) 과 (12) 는 디스크들의 좀 더 큰 어레이의 일부분을 구성할 수 있고, 통상적으로 기업 스토리지 솔루션의 일부분을 구성할 수 있다. 디스크들 (10) 과 (12) 는, 예를 들어, 상업적인 웹사이트와 관련된 스토리지 솔루션의 일부분이 될 수 있다. 만일 어느 때에 (at any time) 브이디스크 1 (vdisk1) 의 콘텐츠로 백업을 만들어야 한다면, 플래시카피 명령이 스토리지 볼륨 컨트롤러 (8) 로부터 소스 디스크 (10) (브이디스크 1) 을 정의하는 디스크 (10) 과 상기 플래시카피의 타겟인 타겟 디스크 (12) (브이디스크 2) 로 보내질 수 있다. 상기 플래시카피 명령은 소스 디스크 (10) 인 특정 브이디스크 (the specific vdisk) 의 이미지의 포인트-인-타임 카피를 생성한다.

[0017] 도 1의 예에서, 제 1의 플래시카피 명령의 소스 디스크 (10) 은 브이디스크 1이고 타겟 디스크 (12) 는 브이디스크 2이다. 상기 플래시카피 명령은, 소스 디스크 (10) 에서 타겟 디스크 (12)로 맵 (14)를 생성하는, 플래시카피 프로세스를 시작한다. 이 맵은 도면에서 맵 (1) 로 라벨된다. 이 특정 포인트 인 타임 (this specific point in time) 에서 브이디스크 1의 이미지는 이제 브이디스크 2상에서 이용 가능하게 된다. 이것은 브이디스크 1상 데이터의 백업을 생성하며, 또한, 시험들 (tests) 과 기타 관리작업들 (administration tasks) 을 브이디스크 1의 데이터에 관해서 실행하는 것을, 오리지널 데이터 상실의 부대 위험 (attendant danger) 없이, 가능하게 하는데, 이는 오리지널 데이터가 오리지널 소스 디스크상에 보존되어 있기 때문이다.

[0018] 플래시카피가 만들어 질 때, 그것은, 맵 (14) 에 의해서 정의된 바와 같이, 두 디스크들 (10) 과 (12) 사이에 링크를 생성한다. 데이터는, 아래의 추가의 요건을 조건으로, 백그라운드로도 카피될 수 있다. 즉 브이디스크 2 (타겟 디스크 (12) 로서) 에의 모든 접근 (any access) 은 즉각 브이디스크 1의 관련부분들의 이미지가 카피되도록 하며, 또한 상기 디스크 (10) 에 의해 저장된 이미지에 변경을 가져다 줄 수 있는 브이디스크 1에의 모든 접근 (any access) 은, 변경이 일어나기 전에, 즉각 변경되지 않은 (unaltered) 데이터가 타겟 디스크 (12)에

카피되도록 한다. 이러한 방법으로, 비록 데이터가 상기 기술된 상황들 아래에서 물리적으로 카피되지만, 브이 디스크 2는, 외부 사용자에게 대하여, 브이디스크 1의 포인트 인 타임 카피를 저장한다.

[0019] 플래시카피 기능의 타겟 볼륨인 스토리지 볼륨은 또한 추가의 (further) 플래시카피 기능의 소스 볼륨이 될 수 있으며, 따라서 스토리지 볼륨들의 캐스케이드를 생성할 수 있다. 도 2는 4개 스토리지 볼륨들 (10), (12), (16) 그리고 (18)의 캐스케이드 예를 보여주고 있으며, 이것들은 각각의 플래시카피 맵들 (14) 로 연결되어 있다. 각각의 맵 (14) 는 소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로의 플래시카피 기능을 정의한다. 디스크 B는 디스크 A의 백업을 제공하고, 디스크 C는 디스크 B의 백업을 제공하며 그리고 디스크 D는 디스크 C의 백업을 제공한다. 다른 스토리지 볼륨들을 연결하는 플래시카피 기능들 (14) 는 다른 시간들에서 시작되었을 수도 있는데, 이는 각각의 스토리지 볼륨들에 의해 저장된 이미지들의 다른 포인트-인-타임 카피를 생성한다.

[0020] $A \leftrightarrow B \leftrightarrow C \leftrightarrow D$ 의 플래시카피 캐스케이드에서 (여기서 A, B, C 그리고 D는, 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 캐스케이드 내의 디스크들이고, 상기 화살표들은 플래시카피 맵들이며, 따라서 (A, B) 는 디스크 A로부터 디스크 B로의 플래시카피 맵핑을 표시한다), 상기 캐스케이드는 맵들 (A, B), (B, C) 및 (C, D)를 갖는다. 이러한 캐스케이드의 종래기술의 임플리멘테이션에서, 디스크 A에 대한 모든 새로운 데이터 라이트 (any new data write) 는, 각각의 플래시카피 기능마다, 디스크 B에 대한 스플리트 라이트 (a split write) 를 가져올 수 있는데, 이는 디스크 B상에 이미지를 유지하기 위해 요구된다. 디스크 B에 대한 이 라이트 (this writing to disk B) 은 디스크 들 B 및 C의 클린 리드들 (clean reads) 과 디스크 C에 대한 라이트 다음에 디스크 D에 대한 클린 라이트들 (clean writes) 을 추가로 (further) 가져올 것이다. 이런 방식에서는, 상기 캐스케이드 내의 제 1의 스토리지 볼륨 (10) 에 대한 하나의 라이트 (a single write) 는 상기 캐스케이드 전체에 걸쳐 대규모의 클린 동작들을 초래할 수 있다.

[0021] 그러므로, 그러한 종래 기술의 플래시카피 캐스케이드의 한계는 주어진 라이트 동작을 위해 요구되는 클린 동작들 (clean operations) 의 수를 제한하기 위해서 컨커런트 리스토어 동작들 (concurrent restore operations) 의 수를 제한하는 것이 필요하다는 것이다. 디스크 A에 대한 라이트들은 스토리지 볼륨 A에 의해 지원되는 서비스의 정상 수행 (the normal running of the service) 이므로, 이들 라이트들이 가능한 한 신속하게 완료되는 것은 사업의 관점에서 중요하다. 도 2의 캐스케이드에서, 디스크 A에 라이트는, 전술한 바와 같이, 모든 종속적인 리드 및 라이트들 (all of the dependent read and writes) 이 완료될 때까지는 완료될 수 없는데, 그 이유는 만약 이 프로세스 동안 어느 것이라도 실패한다면, 전체 트랜잭션 (the whole transaction) 이 백업되어야 할 필요가 있기 때문이다.

[0022] 도 3은 브이디스크 A에 초기 라이트를 완료하는데 있어서 지연의 문제 (the problem of the delay) 를 개선하기 위해 도 2의 구성이 어떻게 확장되는지를 보여준다. 스토리지 볼륨 컨트롤러 (8) 은 타겟 볼륨이 이미 활성화 플래시 맵의 소스 볼륨인 플래시카피 맵의 시작 (the start) 에 여분의 단계 (an extra step) 를 추가한다. 이 단계는 상기 시작되는 새로운 맵의 타겟 볼륨에 효과적으로 (effectively) 질의 (query) 를 하여 상기 타겟 볼륨이 활성화 플래시카피 맵의 소스 볼륨인지, 그리고 상기 활성화 맵의 타겟 볼륨이 2차 에프디스크를 가지고 있는지를 알아보고, 만일 그러하다면, 상기 스토리지 볼륨 컨트롤러는 상기 오리지널 플래시카피의 타겟 볼륨으로부터 새로운 공간효율적 브이디스크로 버퍼 플래시카피를 생성할 것이다. 2차 (secondary) 는 상기 정의된 바와 같다. 브이디스크는 그것이 제공할 수 있는 두 개의 이미지들을 갖고 있다. 이들은 에프디스크들로 참조된다. 1차 (primary) 에프디스크는 모든 호스트 시스템에 제공되는 이미지이다. 그것은 리드 동작들을 위해 리턴된 데이터이다. 2차 에프디스크는 자신의 이미지들을 제공하기 위해 다른 브이디스크들에 저장된 (held) 데이터를 요구하는 다른 플래시카피 맵들에 의해 사용된 이미지이다.

[0023] 전술한 도 2의 예를 살펴 보면, (B, C) 가 시작되고, 그 결과 캐스케이드들 $B \leftrightarrow C$ 및 $C \leftrightarrow D$ 가 생성되는 때, 상기 새로운 구성 (the new scheme) 에서, 시작되는 상기 맵의 타겟, C는 맵 $C \leftrightarrow D$ 의 일부이지만 D는 이 포인트에서 (at this point) 2차 볼륨을 갖고 있지 않기 때문에 문제는 없다. 그러나, (A, B) 가 시작될 때는 버퍼 플래시카피기능 (B, B') 이 생성되는데, 그 이유는 타겟 B는 $B \rightarrow C$ 의 일부이기 이고 C는 2차 볼륨을 갖고 있기 때문

이다. 이 새로운 버퍼 플래시카피 기능은, 새로운 스토리지 볼륨 (20) 을 사용하여, $A \leftrightarrow B$, $B \leftrightarrow B' \leftrightarrow C$ 그리고 $C \leftrightarrow D$ 를 포함하는 캐스케이드를 생성한다. 일단 이것이 생성되고 나면, 디스크 A에 대한 라이트는 디스크 B의 클린 리드와 디스크 B' 에 대한 클린 라이트를 가져온다. 플래시카피 그래프가 아무리 커지더라도, 하나의 라이트 (a single write) 는 하나의 클린 동작만을 가져온다. 맵 (B, B')는 상시 클린 모드에 (in a permanent cleaning mode) 있게 될 것이다. 이것은 디스크 B' 혹은 디스크 C상의 모든 데이터는 백그라운드에서 클린될 것임을 의미한다.

[0024] 버퍼 플래시카피 맵 (B, B') 는 적어도 맵 $A \rightarrow B$ 및 $B \leftrightarrow C$ 및 $C \leftrightarrow D$ 의 존속기간 (the lifetime) 동안 존재할 것이다. 만약 $A \rightarrow B$ 혹은 $C \leftrightarrow D$ 가 중단되거나 완료되면 맵 $B \leftrightarrow B'$ 는 상기 캐스케이드로부터 자신을 클린하고 제거한다. 만약 $B \leftrightarrow C$ 가 중단되거나 완료되면 맵 $B \leftrightarrow B'$ 는 즉시 중단될 수 있다. 이것은 상기 캐스케이드를 유지하기 위해서 필요한 클린작업 (the cleaning) 은 서로 맞물린 캐스케이드들의 수 (the number of interlocked cascades) 와는 무관함을 의미한다. 상기 버퍼 플래시카피 기능의 타겟인 새로운 타겟 디스크 (20) 은 상기 오리지널 캐스케이드 내의 브레이크(break)를 효과적으로 생성하고, 디스크 A에 대한 상기 오리지널 라이트로부터 초래되어 디스크 B로부터 요구된 변경들을 수용할 것이다. 이 라이트는 그 다음 완료되고 B'에서 C로 그리고 상기 캐스케이드 아래로의 클린 작업이 수행될 수 있다.

[0025] 도 4는 버퍼 플래시카피 기능이 일단 셋업 (set up) 되면, 디스크 A에 대한 라이트가 어떻게 처리되는지를 보여 준다. 새로운 타겟 디스크 (20), 브이디스크 B'의 존재는 디스크 A에 대한 IO를 위한 경계선 (boundary) 을 생성한다. 디스크 A에 대한 새로운 라이트는 디스크 B에 클린 리드와 디스크 B' 에 대한 클린 라이트를 가져온다. 상기 캐스케이드 아래 디스크들 C 혹은 D에 대해 더 이상의 추가의 액션들 (no further actions) 이 이 포인트에서 요구되지 않는다. (그럼에도) 디스크 A에 대한 상기 오리지널 IO는 완료될 수 있는데, 이것은, 직렬로 (in series) 된 다수의 디스크들의 종래기술 캐스케이드들과 비교해 보았을 때, 상기 오리지널 IO를 디스크 A에 대하여 완료시키는데 필요한 시간의 길이에서 개선을 가져온다.

[0026] 버퍼 플래시카피 기능들과 새로운 타겟 스토리지 볼륨 (20) 의 존재는 플래시카피 맵들을 시작하는 순서 상에서의 모든 제한 (any restriction) 이 제거되었음을 의미한다. 스토리지 볼륨 B'는 캐스케이드 내에서 브레이크로서 작용하며, 일단 오리지널 IO가 완료되면, 볼륨 B' 상의 데이터는 통상의 백그라운드 프로세스로서 디스크 C 상으로 클린될 수 있다. 스토리지 볼륨 B'는 디스크 B로부터 쓰여진 데이터를 위한 임시 저장소 (a temporary store) 이며, 스토리지 볼륨 B'에 제공된 데이터는 그것이 디스크 C로 클린된 후에는 계속 유지되지 않는다 (not persist).

[0027] 캐스케이드에서 아래로 더 낮은 (lower) 볼륨들은 정상적으로 작동하며 (function), 이들 스토리지 볼륨들 사이의 맵들 (14) 도 그러하다. 도 3과 4의 예에서, 캐스케이드에서 아래로 더 낮은, 디스크들 C 및 D는 캐스케이드 내에 삽입된 새로운 타겟 디스크 B' 의 존재를 인식하지 못하며, 또한 버퍼 플래시카피 기능의 존재도 인식하지 못한다. 이 디스크들 C 및 D에 대한 작업은 정상적으로 진행되며 그리고 새로운 타겟 디스크 B' 로부터 디스크 C로 데이터의 클린작업은 그 디스크 C에 대한 데이터의 정상적인 라이트로서 처리되는데, 이는 상기 플래시카피 기능을 트리거하여, C 상의 특정 데이터가 아직 카피되지 않았다면, 디스크 D 상으로 라이트를 수행하게 할 것이다.

[0028] 상기 셋업 단계 (set-up stage) 에서, 카피 기능을 동작시키는 프로세스를 요약하는 흐름도가 도 5에 도시되었다. 스토리지 볼륨 컨트롤러 (8) 에 의해 수행되는, 카피 기능을 동작시키는 방법은 제 1의 단계 S1을 포함하며, 단계 S1은 소스 볼륨에서 타겟 볼륨으로 새로운 플래시카피 기능을 개시하는 (initiating) 단계를 포함한다. 도 4의 예에서, 소스 볼륨은 브이디스크 A이고 타겟 볼륨은 브이디스크 B이며, 생성되는 새로운 플래시카피 기능은 브이디스크 A에서 브이디스크 B로의 플래시카피기능 (14)가 된다. 이 새로운 플래시카피 기능은 관리자에 의해 생성될 수도 있고 소프트웨어에 의해 자동적으로 생성될 수도 있다.

[0029]

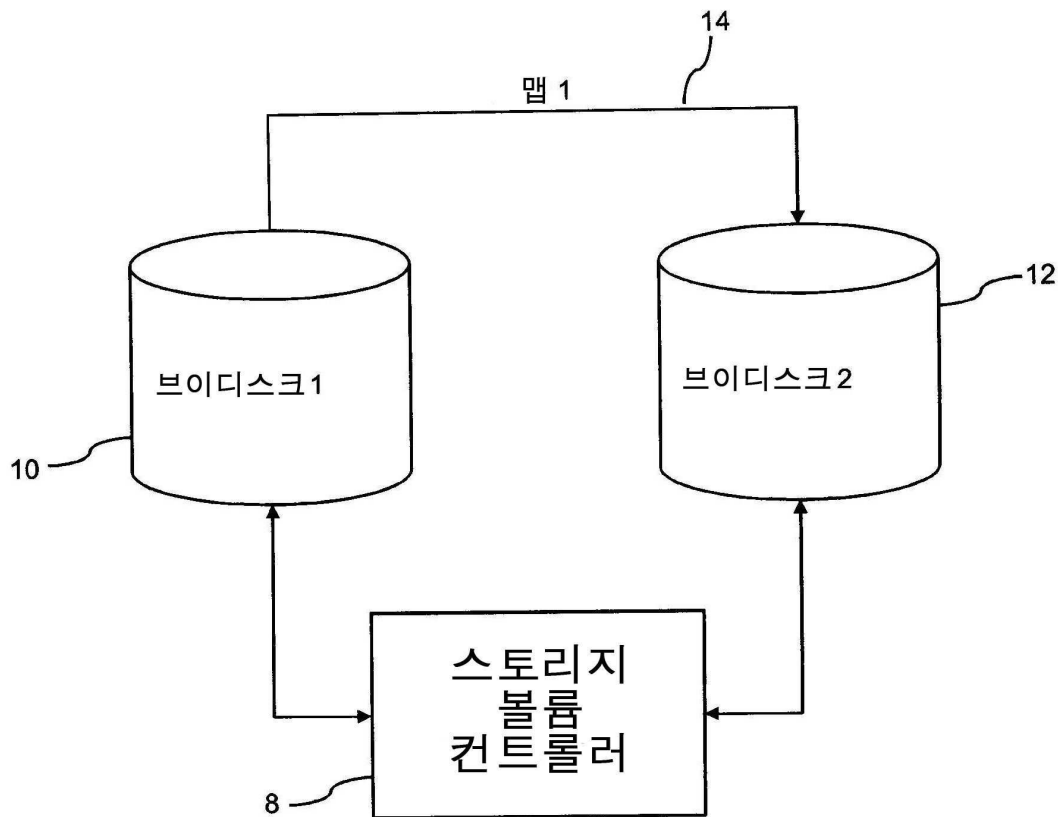
상기 방법에서 제 2의 단계 S2는 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨 (브이디스크 B) 이 또한 기존의 플래시카피 기능을 위한 소스 볼륨임을 검출하는 (detecting) 단계이다. 도 4의 예의 컨텍스트에서, 상기 기존의 플래시카피 기능은 브이디스크 B로부터 브이디스크C로의 맵핑 기능이다. 그러므로, 이 예에서, 브이디스크 B는, 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟이고, 동시에 기존의 플래시카피 기능의 소스가 된다. 스토리지 볼륨 컨트롤러 (8) 은 이 검출 단계를 수행할 수 있는데, 이것은 소스 볼륨들에서 타겟 볼륨들로의 플래시카피 기능들의 기존 맵핑들과 관련하여 컨트롤러 (8) 이 유지하는 디테일들 (details) 에 기초하여 수행한다.

[0030]

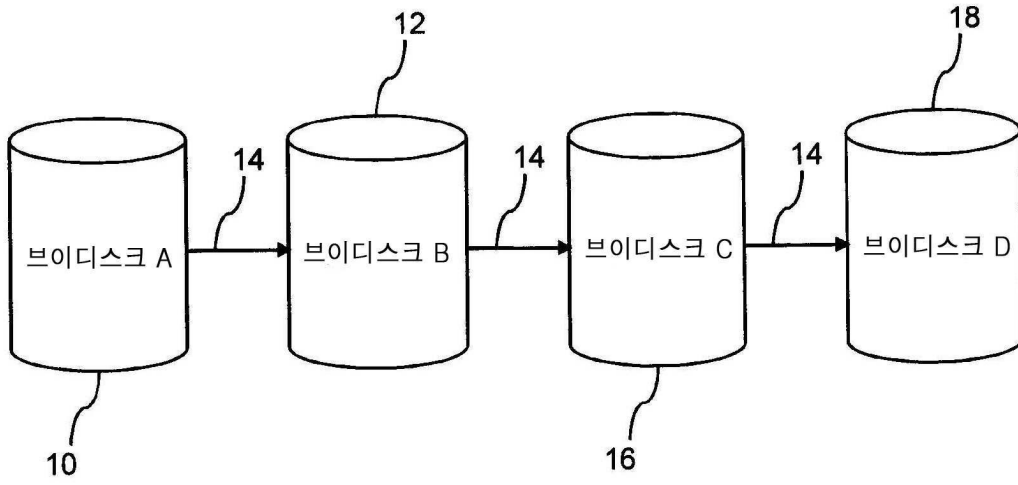
상기 프로세스의 다음 단계는 단계 S3인데, 이는 상기 기존의 플래시카피 기능 (B→C) 의 타겟 볼륨 (브이디스크 C) 이 2차 볼륨 (이 경우에는 브이디스크 D) 을 갖는 것을 검출하는 단계이다. 이것 또한 스토리지 볼륨 컨트롤러 (8) 에 의해 수행될 수 있는데, 플래시카피 기능들과 그들의 소스들 및 타겟들상의 기존 데이터를 이용하여 그렇게 한다. 마지막으로, 단계 S4에서 마무리 단계가 제공되는데, 이는 상기 새로운 플래시카피 기능의 타겟 볼륨 (브이디스크 B) 로부터 상기 새로운 타겟 볼륨 (브이디스크 B') 로의 버퍼 플래시카피 기능 (B→B')을 생성하는 단계이다. 이렇게 해서, 브레이크가 브이디스크 B' 의 캐스캐이드 내로 도입되고, 상기 오리지널 디스크 A에 대한 IO는 이제 제한된다 (bounded).

도면

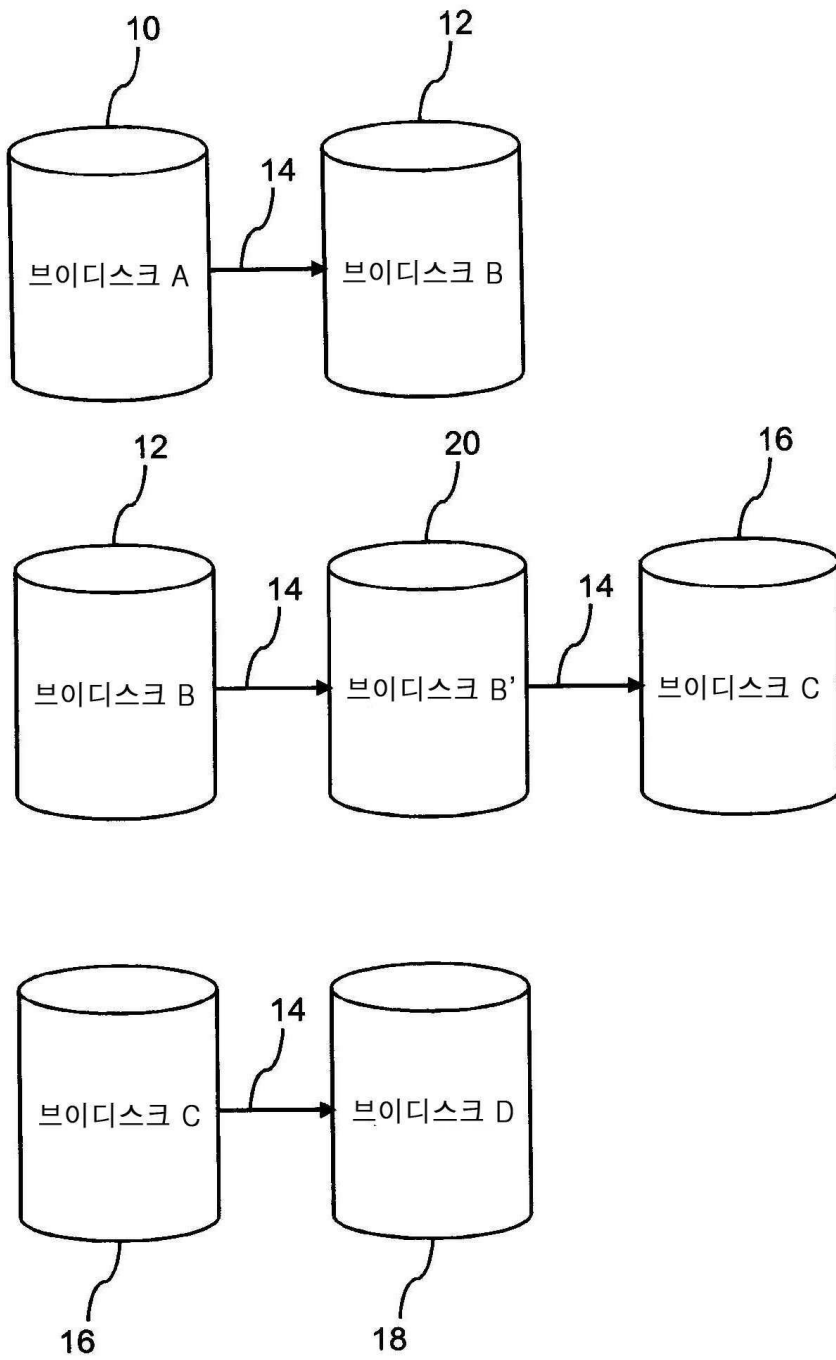
도면1



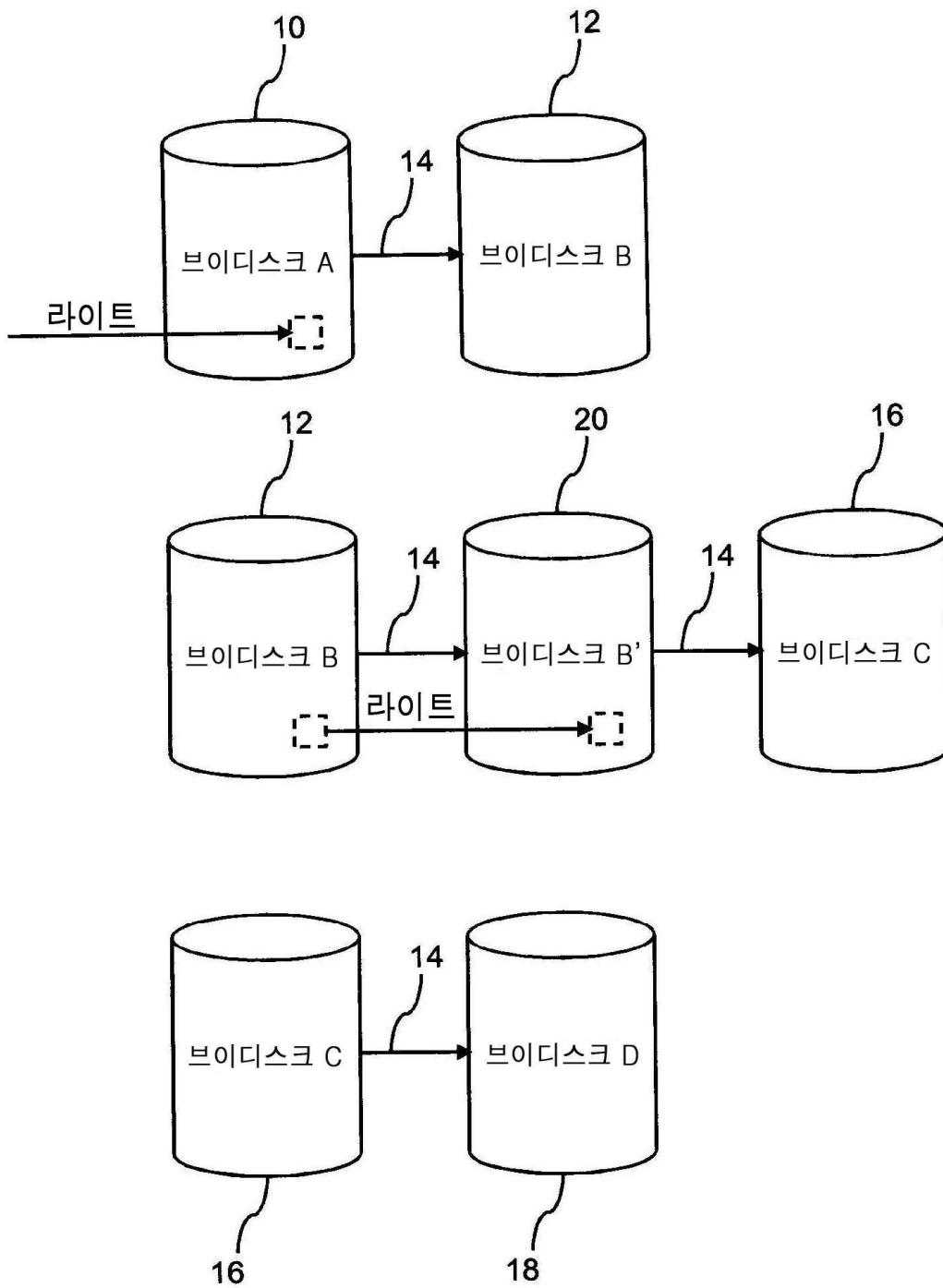
도면2



도면3



도면4



도면5

