(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월08일
(11) 등록번호 10-1231555
(24) 등록일자 2013년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 13/14 (2006.01) *G06F 13/38* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7016959
(22) 출원일자(국제) 2009년02월09일
심사청구일자 2010년11월19일
(85) 번역문제출일자 2010년07월28일
(65) 공개번호 10-2010-0107484
(43) 공개일자 2010년10월05일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/051445
(87) 국제공개번호 WO 2009/101050
국제공개일자 2009년08월20일
(30) 우선권주장
12/030,961 2008년02월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20050102456 A1*
US05388219 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드
(72) 발명자
캐스퍼 다니엘
미국 뉴욕주 12603 퍼킵시 브렛 플레이스 13
벤딕 마크
미국 뉴욕주 12538 하이드 파크 허드슨 드라이브 29
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
허정훈

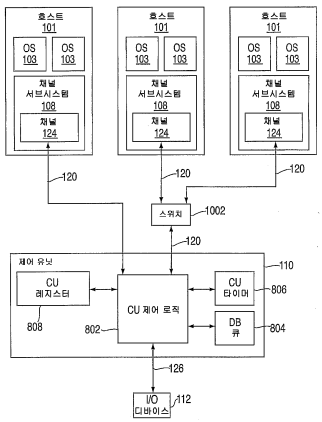
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 김세영

(54) 발명의 명칭 **예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 컴퓨터 판독가능 기록매체, 디바이스, 및 방법**

(57) 요 약

하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 컴퓨터 프로그램 제품, 장치 및 방법이 개시되었다. 컴퓨터 프로그램 제품은 처리회로로 판독할 수 있고, 제1 운영체제로부터 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함하는 명령어 메시지를 제어 유닛에 수신하는 것을 포함하는 방법을 수행하기 위해 처리회로로 실행하기 위한 명령어를 저장하는 유형의 저장 매체를 포함한다. 디바이스가 복수의 운영체제 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다는 것을 지시하는, 디바이스 사용중 상태 지시자가 수신된다. 명령어 메시지는 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 큐에 저장된다. 제어 유닛은 디바이스 사용종료 상태 지시자에 대해 모니터한다. 디바이스 사용중 상태 큐는 디바이스 사용종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행하도록 서비스된다.

대 표 도 - 도10



(72) 발명자

하쏜 로저

미국 애리조나주 85750 투손 이스트 플라시타 드라 주렌시아 5820

플래나갠 존

미국 뉴욕주 12603 퍼킵시 슬래이트 힐 드라이브 15

하디 클린트

미국 애리조나주 85747 투손 사우쓰 카미노 서페 8230

후앙 캐서린

미국 뉴욕주 12603 퍼킵시 손베리 웨이 6

캘로스 매튜

미국 아리조나주 85718 투손 이스트 헤더우드 웨이 5435

리치 루이스

미국 뉴욕주 12538 하이드 파크 스프루스 로드 5

시트맨 3세 거스타브

미국 미조리주 63119 웹스터 그루브 사우스 파크 애비뉴 422

유덴프렌드 해리

미국 뉴욕주 12603-5545 퍼킵시 노브 힐 로드 1

특허청구의 범위

청구항 1

하나 이상의 채널들을 통해 복수의 운영체제들과 통신하는 제어 유닛에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터 판독가능 기록매체에 있어서, 상기 컴퓨터 프로그램은,

제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함하는 명령어 메시지를 복수의 운영체제들 중의 제1 운영체제로부터 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제어 유닛에서 수신하는 것;

상기 디바이스로부터, 이 디바이스가 상기 복수의 운영체제들 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다라는 것을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용중 상태 지시자(device busy indicator)를 수신하는 것;

상기 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용중 상태 큐(device busy queue)상에 큐잉(queue)시키는 것;

상기 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어 있음을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용종료 상태 지시자(device end indicator)를 상기 디바이스로부터 모니터하는 것; 및

상기 디바이스 사용종료 상태 지시자에 응답하여 상기 I/O 동작 명령어를 수행하도록 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것

을 포함하는 방법을 수행하기 위해 처리회로에 의해 실행되는 명령어를 포함하며,

상기 방법은,

상기 명령어 메시지를 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 큐잉하는 것에 응답하여 디바이스 사용중 상태 타이머(device busy timer)를 개시시키는 것;

상기 I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 판독하는 것 -상기 판독은 상기 제어 유닛에 의해 수행됨-; 및

상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 전송 응답 정보 유닛 메시지에 포함시켜 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제1 운영체제에 출력하는 것

을 더 포함하는 것인, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 방법은,

추가적인 I/O 동작 명령어들을 포함하는 추가적인 명령어 메시지들을 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 복수의 운영체제들로부터 상기 제어 유닛에서 수신하는 것;

상기 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 상기 추가적인 명령어 메시지들을 큐잉시키는 것; 및

상기 추가적인 I/O 동작 명령어들을 수행하기 위해 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것

을 더 포함하는, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 3

제2 항에 있어서, 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것은, 선입선출(FIFO; first in first out) 서비스로서 수행되고, 상기 FIFO 서비스는 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 큐잉된 순서대로 상기 추가적인 명령어 메시지들을 출력하는 것인, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 4

제2 항에 있어서, 상기 디바이스 사용중 상태 큐의 서비스는 우선순위 기반의 서비스로서 수행되고, 상기 우선순위 기반의 서비스는 높은 우선순위 명령어 메시지가 낮은 우선순위 명령어 메시지에 앞서는 순서로 상기 디바

이스 사용중 상태 큐로부터 상기 추가 명령어 메시지들을 출력하는 것인, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 5

제2 항에 있어서, 상기 디바이스 사용중 상태 큐의 서비스는 라운드 로빈 서비스(round robin servicing)로서 수행되고, 상기 라운드 로빈 서비스는 상기 추가적인 명령어 메시지들을 운영체제 별로 상기 디바이스 사용중 큐로부터 출력하는 것인, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 디바이스 사용중 상태 큐가 꽉 차 있는 동안 추가적인 명령어 메시지를 상기 제어 유닛에서 수신하는 경우,

상기 디바이스 사용종료 상태 지시자가 디바이스 사용중 상태 타임아웃 기간내에 수신되지 않은 동안 상기 추가적인 명령어 메시지를 상기 제어 유닛에서 수신하는 경우,

운영체제 타임아웃 복구 기간내에 상기 추가적인 명령어 메시지를 상기 제어 유닛에서 수신하는 경우, 및

상기 디바이스 사용종료 상태 지시자가 명령어 타임아웃 기간내에 수신되지 않았다라고 결정하는 경우 중에서,

하나 이상의 경우에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 메시지를 출력하는 것

을 더 포함하는, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 명령어 메시지는,

전송 제어 워드(TCW; transport control word) 채널 프로그램의 일부로서, 상기 I/O 동작 명령어를 보유하는 전송 명령어 제어 블록(TCCB; transport command control block)을 포함하는 전송 명령어 정보 유닛 메시지이고, 복수의 명령어들을 보유하도록 구성된,

컴퓨터 판독가능 기록매체.

청구항 8

예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 장치로서,

하나 이상의 채널들을 통해 복수의 운영체제들과 통신하는 제어 유닛을 포함하며, 상기 제어 유닛은,

상기 제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함하는 명령어 메시지를 복수의 운영체제들 중의 제1 운영체제로부터 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제어 유닛에서 수신하는 것;

상기 디바이스로부터, 이 디바이스가 상기 복수의 운영체제들 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다라는 것을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용중 상태 지시자(device busy indicator)를 수신하는 것;

상기 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용중 상태 큐(device busy queue)상에 큐잉(queue)시키는 것;

상기 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어 있음을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용종료 상태 지시자(device end indicator)를 상기 디바이스로부터 모니터하는 것; 및

상기 디바이스 사용종료 상태 지시자에 응답하여 상기 I/O 동작 명령어를 수행하도록 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것

을 포함하는 방법을 수행하며, 상기 제어 유닛은 또한,

상기 명령어 메시지를 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 큐잉하는 것에 응답하여 디바이스 사용중 상태 타이머(device busy timer)를 개시시키는 것;

상기 I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 판독하는 것; 및

상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 전송 응답 정보 유닛 메시지에 포함시켜 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제1 운영체제에 출력하는 것

을 수행하는 것인, 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 제어 유닛은 또한,

추가적인 I/O 동작 명령어들을 포함하는 추가적인 명령어 메시지들을 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 복수의 운영체제들로부터 상기 제어 유닛에서 수신하는 것;

상기 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 상기 추가적인 명령어 메시지들을 큐잉시키는 것; 및

상기 추가적인 I/O 동작 명령어들을 수행하기 위해 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것

을 수행하는 것인, 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 장치.

청구항 10

하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 방법으로서,

제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함하는 명령어 메시지를 복수의 운영체제들 중의 제1 운영체제로부터 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제어 유닛에서 수신하는 것;

상기 디바이스로부터, 이 디바이스가 상기 복수의 운영체제들 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다라는 것을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용중 상태 지시자(device busy indicator)를 수신하는 것;

상기 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용중 상태 큐(device busy queue)상에 큐잉(queue)시키는 것;

상기 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어 있음을 상기 제어 유닛에 통지하는 디바이스 사용종료 상태 지시자(device end indicator)를 상기 디바이스로부터 모니터하는 것; 및

상기 디바이스 사용종료 상태 지시자에 응답하여 상기 I/O 동작 명령어를 수행하도록 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것

을 포함하며,

상기 명령어 메시지는, 전송 제어 워드(TCW) 채널 프로그램의 일부로서 상기 I/O 동작 명령어를 보유하는 전송 명령어 제어 블록(TCCB)을 포함하는, 전송 명령어 정보 유닛 메시지이고, 상기 방법은,

상기 명령어 메시지를 상기 디바이스 사용중 상태 큐상에 큐잉하는 것에 응답하여 디바이스 사용중 상태 타이머(device busy timer)를 개시시키는 것;

상기 I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 상기 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것에 응답하여 상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 판독하는 것 -상기 판독은 상기 제어 유닛에 의해 수행됨-; 및

상기 디바이스 사용중 상태 타이머의 값을 전송 응답 정보 유닛 메시지에 포함시켜 상기 하나 이상의 채널들을 통해 상기 제1 운영체제에 출력하는 것

을 더 포함하는 것인, 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 개시는 일반적으로 입력/출력 처리에 관한 것으로, 특히, 예약된 디바이스를 액세스하는 다수의 요청과 연관된 디바이스 경쟁 문제를 감소시키는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 입력/출력(I/O) 동작은 I/O 처리 시스템의 I/O 디바이스와 메모리간에 데이터를 전송하는 데에 사용된다. 상세히는, 데이터는 메모리로부터 하나 이상의 데이터 I/O 디바이스에 기록되고, I/O 동작을 실행하여 하나 이상의 I/O 디바이스로부터 메모리에 대해 데이터가 판독된다.

[0003] I/O 동작의 처리를 용이하게 하기 위해, I/O 처리 시스템의 I/O 서브시스템이 채용된다. I/O 서브시스템은 주 메모리와 I/O 처리 시스템의 I/O 디바이스에 연결되고 메모리와 I/O 디바이스간의 정보의 흐름을 총괄한다. I/O 서브시스템의 한 예는 채널 서브시스템이다. 채널 서브시스템은 통신 매체로서 채널 경로를 사용한다. 각각의 채널 경로는 제어 유닛에 연결된 채널을 포함하고, 제어 유닛은 또한 하나 이상의 I/O 디바이스에 연결된다.

[0004] 채널 서브시스템은 I/O 디바이스와 메모리간에 데이터를 전송하기 위해 채널 명령어 워드(CCW;channel command word)를 채용할 수 있다. CCW는 실행되어야 할 명령어를 지정한다. 소정 I/O 동작을 개시시키기 위한 명령어에 대해, CCW는 동작과 연관된 메모리 영역을 지정하고, 이 동작은 영역으로부터 또는 이 영역으로 전송이 완료되었을 때 마다, 그리고 기타 옵션에 따라 취해져야 할 동작이다.

[0005] I/O 처리 동안, CCW의 리스트는 채널에 의해 메모리로부터 인출된다. 채널은 CCW의 리스트에서 각각의 명령어를 파싱하여, 각각 자신의 고유한 엔티티를 갖는 다수의 명령어를 채널에 연결된 제어 유닛에 전송한다. 제어 유닛은 그러면 이 명령어들을 처리한다. 채널은 각각의 명령어의 상태를 추적하고 다음 셋트의 명령어가 처리를 위해 제어 유닛에 전송되어야 할 시점을 제어한다. 채널은 각각의 명령어가 자신의 고유한 엔티티로 제어 유닛에 전송될 수 있도록 한다. 또한, 채널은 각각의 명령어에 대한 제어 유닛으로부터의 응답을 처리하는 것과 연관된 소정 정보를 추론한다.

[0006] CCW 기준 별로 I/O 처리를 수행하는 것은 채널이 CCW를 파싱하고, 상태 정보를 추적하고, 제어 유닛으로부터의 응답에 반응함에 따라, 채널 서브시스템에 대한 상당한 처리 부담(overhead)을 수반할 수 있다. 그러므로, CCW 및 상태 정보를해석 및 관리하는 것과 연관된 처리 부담의 상당한 부분을 채널 서브시스템으로부터 제어 유닛으로 옮기는 것이 유익할 수 있다. I/O 처리 시스템에서 운영체제와 제어 유닛간의 통신에 대한 채널의 역할을 단순화하는 것은 핸드쉐이킹 동작이 덜 수행되기 때문에 통신 처리능력을 증가시킬 수 있다.

[0007] 일반적인 I/O 디바이스를 제어 유닛을 통해 명령하기 위해 다수의 운영체제에 의해 제어되는 채널로부터의 요청을 처리하는 데에 또다른 문제점이 생길 수 있다. 다수의 운영체제는 하나의 공통 호스트 시스템 또는, 각각이 채널 서브시스템 및 처리 요소를 포함하는, 다수의 호스트 시스템에 있을 수 있다. 다수의 운영체제가 이미 예약된 공통 I/O 디바이스를 액세스하려고 할 때, 제어 유닛은 일반적으로 I/O 디바이스로부터 디바이스 사용중 상태 지시자(device busy indicator)를 수신하고 디바이스 사용중 상태 지시자를 운영체제에 의해 제어되는 액세스를 요청하는 채널에 보고한다. 액세스 요청은 예약에 의해 또는 예약에 의하지 않고 I/O 동작을 수행하는 명령어일 수 있다. I/O 디바이스가 사용중 상태가 아니면, 제어 유닛은 운영체제에게 I/O 디바이스가 이용가능함을 통지하기 위해 상기 운영체제의 각각의 채널들을 통해 운영체제에게 디바이스 종료 상태 지시자(device end indicator)를 전송한다. 채널 서브시스템은, 시간적으로 맨처음(first-in-time) 채널이 다른 채널에 비해 I/O 디바이스를 액세스하는 것에 대한 경쟁에서 승리하는 방식으로, 이전에 행해진 요청을 또다시 행할 수 있다. 고속으로 응답하는 호스트 시스템은, 예약 요청이 시간적으로 맨처음 요청자에게 허용됨에 따라, 저속 응답 호스트 시스템을 효과적으로 차단할 수 있다. 예를 들어, I/O 디바이스로부터 보다 멀리 있는 호스트 시스템상에서 구동되는 운영체제는, I/O 디바이스에 보다 근접한 호스트 시스템상에서 구동되는 운영체제가 보다 짧은 통신 전송 지연을 경험하기 때문에, 오랜 기간 동안 I/O 디바이스를 액세스하는 것이 방지된다. 따라서, I/O를 예약하는 것과 후속하는 액세스 요청이 증가함에 따라, I/O를 액세스하는 데에 있어서 운영체제들간의 불일치도 증가하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 당업계에 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 I/O 디바이스 경쟁을 감소시킬 기술이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시태양은 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 컴퓨터 프로그램 제품을 포함한다. 이 컴퓨터 프로그램 제품은 처리회로로 판독할

수 있고 소정의 방법을 수행하도록 처리회로로 실행하기 위한 명령어를 저장하는 유형의 저장 매체를 포함한다. 이 방법은 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제 중 제1 운영체제로부터 명령어 메시지를 제어 유닛에서 수신하는 것을 포함하고, 상기 명령어 메시지는 제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함한다. 이 방법은 또한 상기 디바이스로부터, 디바이스 사용중 상태 지시자를 수신하는 것을 포함하고, 상기 디바이스 사용중 상태 지시자는 디바이스가 복수의 운영체제 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 이 방법은 또한 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용중 상태 큐에 저장하는 것을 포함한다. 이 방법은 또한 디바이스 종료 상태 지시자에 대한 디바이스를 모니터하는 것을 포함하고, 상기 디바이스 종료 상태 지시자는 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 이 방법은 또한 디바이스 종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행하도록 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스하는 것을 포함한다.

[0010] 추가의 실시태양은 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 장치를 포함한다. 이 장치는, 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛을 포함한다. 이 제어 유닛은 명령어 메시지를 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제중의 제1 운영체제로부터 제어 유닛에서 수신하는 것을 포함하는 방법을 수행한다. 상기 명령어 메시지는 제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함한다. 상기 제어 유닛은 디바이스로부터 디바이스 사용 중 상태 지시자를 수신한다. 디바이스 사용 중 상태 지시자는 디바이스가 복수의 운영체제 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 상기 제어 유닛은 또한 디바이스 사용 중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용 중 상태 큐에 저장하고 디바이스 사용 종료 상태 지시자에 대한 디바이스를 모니터한다. 디바이스 사용 종료 상태 지시자는 디바이스가 새로운 I/O 동작을 수신할 준비가 되어 있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 제어 유닛은 디바이스 사용 종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행하도록 디바이스 사용 중 상태 큐를 서비스한다.

[0011] 추가의 실시 태양은 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 방법을 포함한다. 이 방법은, 하나 이상의 채널을 통해 복수의 운영체제 중 제1 운영체제로부터 명령어 메시지를 제어 유닛에서 수신하는 것을 포함하고, 상기 명령어 메시지는 제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함한다. 이 방법은 또한, 상기 디바이스로부터, 디바이스 사용 중 상태 지시자를 수신하는 것을 포함하고, 이 디바이스 사용 중 상태 지시자는 디바이스가 복수의 운영체제 중 제2 운영체제에 의해 예약되어 있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 이 방법은 또한, 디바이스 사용 중 상태 지시자에 응답하여 상기 명령어 메시지를 디바이스 사용 중 상태 큐에 저장하고 디바이스 사용 종료 상태 지시자에 대한 디바이스를 모니터하는 것을 포함한다. 디바이스 사용 종료 상태 지시자는 상기 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어있다는 것을 제어 유닛에 통지한다. 이 방법은 또한, 디바이스 사용 종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행하도록 디바이스 사용 중 상태 큐를 서비스하는 것을 포함한다.

[0012] 실시태양에 따른 기타 컴퓨터 프로그램 제품, 장치 및/또는 방법은 첨부 도면 및 하기의 발명의 상세한 설명을 검토할 때 당업자에게는 명백히 떠오를 것이다. 그러한 모든 컴퓨터 프로그램 제품, 장치 및/또는 방법은 본원에 포함되고, 본 발명의 범위에 속하며, 특허청구범위에 의해 보호하기 위한 것이다.

발명의 효과

[0013] 복수의 운영체제와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 I/O 디바이스 경쟁을 감소시키는 기술이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 발명으로 간주되는 주제는 명세서의 결론부분에 기재된 특허청구범위에서 특히 강조되고 명확하게 특허청구되었다. 발명의 상기한 목적 및 기타 목적과 특징 및 이점들은 첨부 도면과 연계하여 이해할 때 하기의 상세한 설명으로부터 명확히 이해될 것이다.

도 1은 본 발명의 하나 이상의 양상을 통합하고 이용하는 I/O 처리 시스템의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 2a는 종래 기술의 채널 명령어 워드의 한 예를 나타내는 도면이다.

도 2b는 종래 기술의 채널 명령어 워드 채널 프로그램의 한 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 도 2b의 채널 명령어 워드 채널 프로그램을 실행하기 위해 채널과 제어 유닛 사이에 통신하는 데에 사용되는 종래 기술의 링크 프로토콜의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 한 양상에 따라, 전송 제어 워드 채널 프로그램의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 한 양상에 따라, 도 4의 전송 제어 워드 채널 프로그램을 실행하기 위해 채널과 제어 유닛 사이에 통신하는 데에 사용되는 링크 프로토콜의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 6은 채널 명령어 워드 채널 프로그램의 4개의 판독 명령어를 실행하기 위해 채널과 제어 유닛 사이에 통신하는 데에 사용되는 종래 기술의 링크 프로토콜의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 한 양상에 따라, 전송 제어 워드 채널 프로그램의 4개 판독 명령어를 처리하기 위해 채널과 제어 유닛 사이에 통신하는 데에 사용되는 링크 프로토콜의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 한 양상에 따라, 채널과 제어 유닛으로 구성된 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 한 양상에 따라, 제어 유닛으로부터 채널로 통신에 의해 전달되는 응답 메시지의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 10은 본 발명의 한 양상에 따라, 복수의 호스트 시스템과 통신하는 제어 유닛의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 11은 예약된 디바이스 액세스 경쟁 감소를 위한 프로세스의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 하나 이상의 양상을 통합하는 컴퓨터 프로그램 제품의 한 실시태양을 설명하는 도면이다.

발명의 상세한 설명은 첨부 도면을 예로서 참고하여, 본 발명의 바람직한 실시태양을 본 발명의 이점 및 특징과 함께 설명한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 양상에 따라, 입력/출력(I/O) 처리는 예약된 I/O 디바이스를 액세스하는 것에 대한 경쟁을 감소시킴으로써 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, I/O 처리는 I/O 처리와 연관된, 상태 및 측정 데이터와 같은, 정보를 액세스하는 것을 용이하게 함으로써 촉진될 수 있다. 또한, I/O 처리는, 한 예로서, I/O 처리를 수행하기 위해 사용되는 I/O 처리 시스템의 컴포넌트들간의 통신을 감소시킴으로써 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 채널과 같은, 호스트 시스템의 I/O 통신 어댑터와 제어 유닛간의 다수의 교환 및 시퀀스는 감소된다. 이것은 복수의 명령어를 I/O 통신 어댑터로부터, 제어 유닛에 의한 실행을 위한 단일 엔티티로서 제어 유닛으로 전송함으로써, 그리고 제어 유닛이 단일 엔티티로서, 명령어로부터 생기는 데이터를 전송함으로써 달성된다.

[0016] 복수의 명령어는 전송 명령어 제어 블록(TCCB;transport command control block)으로서 본원에서 참조되는 블록에 포함되고, 이 블록의 주소는 전송 제어 워드(TCW;transport control word)에 의해 지정된다. TCW는 운영체제 또는 기타 애플리케이션으로부터 I/O 통신 어댑터에 전송되고, 이 어댑터는 그러면 명령어 메시지내의 TCCB를 처리를 위해 제어 유닛에 전송한다. 제어 유닛은 I/O 통신 어댑터로개별적인 명령어에 대한 상태를 추적하지 못하는 각각의 명령어를 처리한다. 복수의 명령어는 또한 I/O 통신 어댑터에 의하긴 보단 제어 유닛에서 파싱되고 실행되는 채널 프로그램으로서 참조된다.

[0017] 한 예시적인 실시태양에서, 제어 유닛은 채널 프로그램을 실행하는 것에 응답하여 상태 및 확장 상태 정보를 포함하는 응답 메시지를 발생시킨다. 제어 유닛은 또한 소정 수의 통신 시나리오하에서 채널 프로그램을 실행하지 않고, 예를 들어, 채널 프로그램이 실행되지 않을 것이라는 것을 I/O 통신 어댑터에게 통지하기 위해, 응답 메시지를 발생할 수 있다. 제어 유닛은 채널 프로그램 실행을 지원하는 데 있어서 뿐만 아니라, I/O 통신 어댑터와 I/O 디바이스간의 통신을 지원하기 위해 다수의 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어 유닛은 통신 및 상태 모니터링을 용이하게 하기 위해 하나 이상의 큐, 타이머 및 레지스터 외에, 메시지를 파싱하고 처리하는 제어 로직을 포함할 수 있다. I/O 통신 어댑터는 응답 메시지를 파싱하고 상태 및 확장된 상태 정보를 추출하며, 추출된 정보를 이용하여 추가의 계산을 수행한다.

[0018] 하나 이상의 호스트 시스템상에서 실행하는 다수의 운영체제가 하나 이상의 호스트 시스템내의 하나 이상의 I/O 어댑터와 통신하는 제어 유닛을 통해 예약된 I/O 디바이스를 액세스하려고 할 때, 액세스 경쟁이 일어날 수 있다. 소정의 I/O 동작을 수행하기 위해, I/O 디바이스는 요청하는 운영체제의 제어하에서 한 셋트의 채널(경로 그룹)을 독점적으로 액세스하기 위해 예약될 수 있다. 경로 그룹은 디바이스 예약이 다수의 채널로부터 동일한 호스트 시스템으로 반환될 수 있도록 하기 위해 확립될 수 있다. I/O 디바이스가 예약되었으면, I/O 디바이스를 예약 또는 사용하려는 기타 운영체제에 의한 후속하는 시도들이, 디바이스 사용중 상태 지시자를 회신하는 I/O 디바이스를 이용하여, 차단된다. 예시적인 실시태양에서, I/O 디바이스에 대한 제어 유닛에서 수신된 예약을 포함하는 다수의 명령어는 디바이스 사용중 상태 지시자가 존재하는 동안 큐에 저장된다. I/O 디바이스가 디바

이스 사용중 상태 지시자를 제거하는 것에, 예를 들어, 디바이스 사용 종료 상태 지시자에 응답하여, 제어 유닛은 큐를 서비스하고 처리할 다음 명령어를 결정한다. 큐는 선입선출(FIFO;first in first out) 방식 서비스 제공, 우선순위에 기반한 서비스 제공, 라운드 로빈 방식 서비스 제공과 같은, 다수의 큐 관리 기술을 채용할 수 있다. FIFO 방식 서비스 제공은 수신되는 명령어를 수신 순서대로 처리한다. 우선순위에 기반한 방식의 서비스 제공은 높은 우선순위 명령어가 낮은 우선순위 명령어 보다 먼저 수행될 수 있도록 한다. 라운드 로빈 방식 서비스 제공은 상이한 운영체제로부터의 각각의 통신 연결을 차례차례 처리한다. 예약된 I/O 디바이스를 액세스하는 요청을 관리하기 위해 큐를 사용하는 것은 운영체제에 의해 제어된 I/O 어댑터와 제어 유닛간의 통신을 단순화하고, 보다 느리게 응답하는 호스트 시스템이 보다 빠르게 응답하는 호스트 시스템에 의해 균등하지 못하게 차단되는 것을 방지하기 위해 경쟁을 감소시킨다.

[0019] 본 발명의 하나 이상의 양상을 통합하고 사용하는 I/O 처리 시스템의 한 예는 도 1을 참조하여 설명된다. I/O 처리 시스템(100)은, 주 메모리(102), 하나 이상의 중앙처리장치(CPU)(104), 저장 제어 요소(106), 및 채널 서브시스템(108)을 포함하는 호스트 시스템(101)을 포함한다. 호스트 시스템(101)은 메인프레임 또는 서버와 같은 대형 컴퓨터 시스템일 수 있다. I/O 처리 시스템(100)은 또한 하나 이상의 제어요소(100) 및 하나 이상의 I/O 디바이스(112)를 포함하는 데 이 요소 및 I/O 디바이스(102)들은 하기에 설명된다.

[0020] 주 메모리(102)는 I/O 디바이스(112)로부터 입력될 수 있는, 데이터 및 프로그램을 저장한다. 예를 들어, 주 메모리(102)는 하나 이상의 CPU(104)에 의해 실행되는 하나 이상의 운영체제(OS)(103)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 한 CPU(104)는 상이한 가상 머신 인스턴스로서 리눅스 운영체제(103)와 z/OS® 운영체제(103)를 실행할 수 있다. 주 메모리(102)는 직접적으로 주소지정될 수 있고 CPU(104) 및 채널 서브시스템(108)에 의한 데이터의 고속 처리를 제공한다.

[0021] CPU(104)는 I/O 처리 시스템(100)의 제어 센터이다. 이 CPU(104)는 명령어 실행, 인터럽션 동작, 타이밍 기능, 초기 프로그램 로딩, 및 기타 머신과 관련된 기능들을 위한 설비들을 시퀀싱하고 프로세싱한다. CPU(104)는 양방향 또는 단방향 버스와 같은, 연결부(114)를 통해 저장 제어 요소(106)에 연결된다.

[0022] 저장 제어 요소(106)는 버스와 같은 연결부(116)를 통해 주 메모리(102)에 연결되고, 연결부(146)를 통해 CPU(104)에 연결되고 연결부(118)를 통해 채널 서브시스템(108)에 연결된다. 저장 제어 요소(106)는 예를 들어, CPU(104) 및 채널 서브시스템(108)에 의해 행해진 요청들을 큐에 저장하고 실행하는 것을 제어한다.

[0023] 한 예시적인 실시태양에서, 채널 서브시스템(108)은 호스트 시스템(101)과 제어 유닛(110)간에 통신 인터페이스를 제공한다. 채널 서브시스템(108)은 저장 제어 요소(106)에 연결되고, 상기 설명한 바와 같이, 직렬 링크와 같은, 연결(120)을 통해 제어 유닛(110)의 각각에 연결된다. 연결(120)은 파이버 채널 광섬유(Fibre Channel fabric)로 된 단일 모드 또는 다중 모드 도파관을 채용하는, 광학 링크로 구현될 수 있다. 채널 서브시스템(108)은 I/O 디바이스(112)와 주 메모리(102)간의 정보의 흐름을 총괄한다. 이 채널 서브시스템은 I/O 디바이스(112)와 직접 통신하는 CPU(104)의 타스크를 경감시키고 I/O 처리와 통시에 데이터 처리가 수행될 수 있도록 한다. 채널 서브시스템(108)은 I/O 디바이스(112)로 또는 I/O 디바이스(112)로부터의 정보의 흐름 관리에 있어서 통신 링크로서 하나 이상의 채널 경로(122)를 사용한다. I/O 처리의 일부로서, 채널 서브시스템(108)은 또한 채널 경로 이용가능성에 대해 테스트하는 것, 이용가능한 채널 경로(122)를 선택하는 것 및 I/O 디바이스(112)를 이용한 동작의 실행을 개시시키는 것들인 경로 관리 기능들을 수행한다.

[0024] 각각의 채널 경로(122)는 채널(124)(채널(124)들은, 도 1에 도시된 바와 같이, 한 예에서, 채널 서브시스템(108)내에 위치된다), 하나 이상의 제어 유닛(110) 및 하나 이상의 연결(120)을 포함한다. 다른 예에서, 채널 경로(122)의 일부로서 하나 이상의 동적인 스위치(도시되지 않음)를 가질 수도 있다. 동적인 스위치는 채널(124) 및 제어 유닛(110)에 연결되고 스위치에 부착된 임의의 두 개의 링크를 물리적으로 상호연결하는 기능을 제공한다. 다른 예에서, 다수의 시스템 즉, 제어 유닛(110)에 부착된 다수의 채널 서브시스템(도시되지 않음)을 가질 수도 있다.

[0025] 또한, 채널 서브시스템(108)내에 서브채널(도시되지 않음)이 위치된다. 한 서브채널은 채널 서브시스템(108)을 통해 프로그램이 액세스할 수 있는 각각의 I/O 디바이스(112)를 제공하거나 이 I/O 디바이스(112)에 전용된다. 서브채널(예를 들어, 테이블과 같은, 데이터 구조)은 프로그램에게 디바이스의 논리적 외양을 제공한다. 각각의 서브채널은 연관된 I/O 디바이스(112)에 대한 정보 및 채널 서브시스템(108)에 연계된 I/O 디바이스에 대한 정보를 제공한다. 서브채널은 또한 I/O 동작 및 연관된 I/O 디바이스(112)를 수반하는 기타 기능에 관한 정보도 제공한다. 서브채널은 채널 서브시스템(108)이 연관된 I/O 디바이스에 대한 정보를 CPU(104)에 제공하는 수단이

고, CPU(104)는 I/O 동작을 실행함으로써 상기 정보를 획득한다.

[0026] 채널 서브시스템(108)은 하나 이상의 제어 유닛(110)에 연결된다. 각각의 제어 유닛(110)은 하나 이상의 I/O 디바이스(112)를 동작시키고 제어하는 로직을 제공하며, 공통 설비의 이용을 통해 각각의 I/O 디바이스(112)의 특징을 채널(124)에 의해 제공된 링크 인터페이스에 적응시킨다. 공통 설비는 I/O 동작의 실행, I/O 디바이스(112) 및 제어 유닛(110)의 상태에 관한 지시, 채널 경로(122)를 통한 데이터 전송의 타이밍에 대한 제어 및 일정한 레벨의 I/O 디바이스(112) 제어를 제공한다.

[0027] 각각 제어 유닛(110)은 연결부(126)(예를 들어, 버스)를 통해 하나 이상의 I/O 디바이스(112)에 부가된다. I/O 디바이스(112)는 정보를 수신하거나 주 메모리(102) 및/또는 기타 메모리에 저장한다. I/O 디바이스(112)의 예로는 카드 판독기 및 펀치, 자성 테이프 유닛, 직접 액세스 저장 디바이스, 디스플레이, 키보드, 프린터, 포인팅 디바이스, 원격처리 디바이스, 통신 제어기 및 센서를 기반으로한 장비 및 그 밖의 다수의 명칭을 갖는 것들을 포함한다.

[0028] I/O 처리 시스템(100)의 하나 이상의 상기 컴포넌트들은,

[0029] "IBM® z/Architecture Principles of Operation," Publication No. SA22-7832-05, 6th Edition, April 2007; 1995년 10월 24일 Cormier등에 허여되고 발명의 명칭이 "System For Transferring Data Between I/O Devices And Main Or Expanded Storage Under Dynamic Control Of Independent Indirect Address Words(IDAWS)"인 미국 특허 제 5,461,721호; 및 1996년 6월 11일 Casper등에 허여되고 발명의 명칭이 "Method And Syatem For Pipelining The Processing Of Channel Command Words"인 미국 특허 제 5,526,484호에 더욱 상세히 설명되어 있고 이 문헌들의 내용 전부는 본원에 참조내용으로서 포함되어 있는 것으로 한다. IBM은 미국 뉴욕의 아몽크에 소재한 International Business Machines Corporation의 등록 상표명이다. 본원에 사용되는 기타 명칭들은 International Business Machines Corporation 또는 기타 회사의 등록 상표명, 상표명 또는 제품명일 수 있다.

[0030] 한 실시태양에서, I/O 디바이스(112)와 메모리(102)간의 데이터 전송에는 채널 명령어 워드(CCW;channel status word)가 사용된다. CCW는 실행되어야 할 명령어를 지정하고 프로세싱을 제어할 기타 필드도 포함한다. CCW의 한 예는 도 2a를 참조하여 설명된다. CCW(200)는 예를 들어, 실행되어야 할 명령어를 지정하는 명령어 코드(202)(예를 들어, 판독, 역방향 판독, 제어, 감지 및 기입); I/O 동작을 제어하는 데에 사용되는 복수의 플래그(204); 데이터의 전송을 지정하는 명령어에 대해, 전송되어야 할 CCW에 의해 지정되는 저장 영역내의 바이트의 수를 지정하는 카운트 필드(206); 및 직접 주소지정 방식이 채용되었을 때, 데이터를 포함하는 주 메모리내의 위치를 지시하고, 수정된 간접 주소지정 방식이 채용되었을 때, 처리되어야 할 수정된 간접 데이터 주소 워드(MIDAW;modified indirect data address words)의 리스트(예를 들어, 연속 리스트)를 지시하는 데이터 주소(208)를 포함한다. 수정된 간접 주소지정 방식은 Brice등에 의해 2006년 8월 15일 출원되고 발명의 명칭이 "Flexibly Controlling The Trasnfer Of Data Between Inpuy/Output Devices And Memory"인 미국 특허출원 제 11/464,613호에 더욱 상세히 설명되어 있고, 상기 미국 특허출원 제 11/464,613호는 그 전체 내용이 본원에 참조내용으로서 포함된 것으로 한다.

[0031] 순차적 실행을 위해 배열된 하나 이상의 CCW는, 본원에선 CCW 채널 프로그램으로서 참조되는 채널 프로그램을 형성한다. CCW 채널 프로그램은 예를 들어, 운영 체제 또는 기타 소프트웨어에 의해 구성된다. 소프트웨어는 CCW를 구성하고 채널 프로그램에 할당된 메모리의 주소를 획득한다. CCW 채널 프로그램의 예는 도 2b를 참조하여 설명한다. CCW 채널 프로그램(210)은 예를 들어, 정의 범위 명령어(216)에 사용될 정의 범위 명령어(216)의 메모리내의 위치에 대한 포인터(214)를 갖는 정의 범위 CCW(212)를 포함한다. 이 예에서, 채널을 이용한 전송(TCI; transfer in channel)(218)은 채널 프로그램에게, 위치 레코드 데이터(220)에 대한 포인터(219)를 갖는 위치 레코드(217)와 같은 하나 이상의 기타 CCW, 및 하나 이상의 판독 CCW(221)를 포함하는 메모리내의 기타 영역(예를 들어, 애플리케이션 영역)을 참조하게 하는 정의 범위 명령어를 따른다. 각각의 판독 CCW(220)는 데이터 영역(224)에 대한 포인터(222)를 갖는다. 데이터 영역은 데이터를 직접적으로 액세스하기 위한 주소 또는 데이터를 간접적으로 액세스하기 위한 주소 데이터 주소 워드(예를 들어, MIDAW 또는 IDAW)의 리스트를 포함한다. 또한, CCW 채널 프로그램(210)은 CCW 채널 프로그램의 실행으로 생기는 상태(226)에 대한 서브채널을 호출한 디바이스 주소에 의해 정의된 채널 서브시스템내의 소정 영역을 포함한다.

[0032] CCW 채널 서브프로그램의 프로세싱은 도 2b 및 도 3을 참조하여 설명된다. 특히, 도 3은 CCW 채널 프로그램이 실행중일 때 채널과 제어 유닛간에 발생하는 여러 변화와 시퀀스의 예를 나타낸다. 통신에 사용되는 링크 프로토콜은 본 실시태양에선 FICON(Fibre Connectivity)이다. FICON에 관한 정보는 본원에 그 전체 내용이 참조내용으로서 통합되어 있는 것으로 하는, "Fibre Channel Single Byte Command Code Sets-3 Mapping Protocol(FC-

SB-3), T11/Project 1357-D/Rev. 1.6, INCITS(March 2003) 에 설명되어 있다.

[0033] 도 3을 참조하면, 채널(300)은 제어 유닛(302)과의 교환을 개설하여 정의 범위 명령어 및 이와 연관된 데이터를 제어 유닛(302)에 전송한다(304). 명령어는 정의 범위 CCW(212)로부터 인출되고(도 2b) 데이터는 정의 범위 데이터 영역(216)으로부터 획득된다. 채널(300)은 위치 레코드 CCW 및 판독 CCW를 찾기 위해 TIC(218)를 사용한다. 상기 채널(300)은 위치 레코드 CCW(217)(도 2b)로부터 위치 레코드 명령어(도 3)를 인출하고 위치 레코드 데이터(220)로부터 데이터를 획득한다(305). 판독 명령어(도 3)는 판독 CCW(221)(도 2b)로부터 인출된다(306). 인출된 각각의 명령어들은 제어 유닛(302)에 전송된다.

[0034] 제어 유닛(302)은 채널(300)과의 교환 개설에 응답하여, 채널(300)과의 교환을 개설한다(308). 이것은 위치 명령어(305) 및/또는 판독 명령어(306)의 앞 또는 뒤에서 발생할 수 있다. 교환 개설과 함께, 응답(CMR)은 채널(300)에 전송된다. CMR은 제어 유닛(302)이 활성상태이고 동작중에 있다는 것을 채널(300)에 지시한다.

[0035] 제어 유닛(302)은 요청된 데이터를 채널(300)에 전송한다(310). 또한, 제어 유닛(302)은 상태를 채널(300)에 제공하고 교환을 종료한다(312). 이에 응답하여, 채널(300)은 데이터를 저장하고, 상태를 검사하며 교환을 종료(314)하는 데, 이 종료는 상태가 수신되었음을 제어 유닛(302)에 지시한다.

[0036] 4k의 데이터를 판독하기 위한 상기 CCW 채널 프로그램의 프로세싱은 개설 및 종료되어야 할 2개의 교환 및 7개의 시퀀스를 필요로 한다. 채널과 제어 유닛간의 교환 및 시퀀스의 전체 갯수는 채널 프로그램의 다수의 명령어를 TCCB에 나누어 놓음으로써 감소될 수 있다. 채널, 예를 들어, 도 1의 채널(124)은 TCW를 사용하여 TCCB의 위치뿐만 아니라, 채널 프로그램의 실행과 연관된 데이터를 액세스하고 데이터 및 상태를 저장하기 위한 위치를 식별하기 위해 사용된다. TCW는 채널에 의해 해석되며 제어 유닛(302)에 의해 전송되지 않거나 알 수 있다.

[0037] 도 2b에 도시된 바와 같이, 별개의 개별적인 CCW 대신에 TCCB를 포함하는 4k의 데이터를 판독하기 위한 채널 프로그램의 한 예가, 도 4를 참조하여 설명된다. 도시된 바와 같이, 본원에서 TCW 채널 프로그램으로서 참조되는, 채널 프로그램(400)은 TCCB(404)의 메모리내의 위치 뿐만 아니라 데이터 영역(406)의 메모리내의 위치 또는 데이터 영역(406)을 지시하는 TIDAL(410)(즉, MIDAW와 유사한 TIDAW(transfer mode indirect data address words)의 리스트)를 지정하는 TCW(402), 및 상태 영역(408)을 포함한다. TCW, TCCB 및 상태는 하기에 더욱 상세히 설명된다.

[0038] TCW 채널 프로그램의 프로세싱은 도 5를 참조하여 설명된다. 이 통신들에 대해 사용되는 링크 프로토콜은 예를 들어, FCP(Fibre Channel Protocol)이다. 특히, FCP 링크 프로토콜의 3개 페이즈(phase)가 사용되는 데, 이 페이즈들은 CCW에 의해 제어되는 데이터 전송을 수행하도록 FCP를 지원하는 호스트 버스 어댑터들이 사용될 수 있도록 한다. FCP 및 이것의 페이즈들은 "Information Technology-Fibre Channel Protocol for SCSI, Third Version (FCP-3)," T10 Project 1560-D, Revision 4, September 13, 2005에 더욱 상세히 설명되어 있고, 본원에 그 내용 전부가 참조문헌으로 통합된 것으로 한다.

[0039] 도 5를 참조하면, 채널(500)은 제어 유닛(502)과 교환을 개설하고 TCCB(504)를 제어 유닛(502)에 전송한다. 한 예에서, TCCB(504) 및 시퀀스 주도권은 FCP_CMND 정보 유닛(IU) 또는 전송 명령어 IU로 참조되는, FCP 명령어로 제어 유닛(502)에 전송된다. 제어 유닛(502)은 다수의 TCCB(504) 명령어(예를 들어,정의 범위 명령어, 실제위치 레코드 명령어, 디바이스 제어 워드(DCW;device control word)로서 판독 명령어)를 실행하고 데이터(506)를 예를 들어, FCP_데이터 유닛을 통해, 채널(500)에 전송한다. 제어 유닛은 또한 상태를 제공하고 교환을 종료한다(508). 한 예로서, 최종 상태는 전송 응답 IU로도 참조되는, FCP_RSP IU의 페이로드의 바이트 10 또는 11에 있는 활성 상태에 있는 비트를 갖는 FCP 상태 프레임에 포함되어 전송된다. FCP_RSP IU 페이로드는 확장된 측정 워드의 계산을 지원하고 제어 유닛(502)에 의해 지원되는 최대 갯수의 개설 교환을 채널(500)에게 통지하는 파라미터를 포함하는, 추가의 상태 정보와 함께 FICON 종료 상태를 전송하는 데에 사용될 수 있다.

[0040] 또다른 예에서, 4k의 고객 데이터를 기입하기 위해, 채널(500)은 하기와 같이, FCP 링크 프로토콜 페이즈를 사용한다.

[0041] 1. TCCB를 FCP_CMND IU에 포함시켜 이전함.

[0042] 2. 데이터의 IU 및 시퀀스 주도권을 제어 유닛(502)에 전송함.

[0043] 3. 최종 상태는 예를 들어, FCP_RSP IU의 페이로드의 바이트 10 또는 11에 있는 활성 상태에 있는 비트를 갖는 FCP 상태 프레임에 포함되어 전송된다. FCP_RSP_INFO 필드 또는 감지 필드는 확장된 측정 워드의 계산을 지원하고 제어 유닛(502)에 의해 지원되는 최대 갯수의 개설 교환을 채널(500)에게 통지하는 파라미터를 포함하는, 추

가의 상태 정보와 함께 FICON 종료 상태를 전송하는 데에 사용된다.

[0044] 도 4의 TCW 채널 프로그램을 실행함으로써, 도 2b의 CCW 채널 프로그램에 대한 2개의 교환 대신에, 단 1개의 개설 및 종료되는 교환(도 5 참조)만 있다. 또한, TCW 채널 프로그램에 대해, CCW 채널 프로그램에 대한 7개 시퀀스(도 2b 및 도 3 참조)가 있는 것과는 대조적으로, 3개의 통신 시퀀스(도 4 및 도 5 참조)만 있다.

[0045] 교환 및 시퀀스의 갯수는 추가 명령어가 프로그램에 추가되는 경우에도, TCW 채널 프로그램에 대해 동일한 갯수로 존재한다. 예를 들어, 도 6의 CCW 채널 프로그램의 통신과 도 7의 TCW 채널 프로그램의 통신을 비교해 보자. 도 6의 CCW 채널 프로그램에서, 각각의 명령어(예를 들어, 정의 범위 명령어(600), 위치 레코드 명령어(601), 판독 명령어(602), 판독 명령어(604), 판독 명령어(606), 위치 레코드 명령어(607) 및 판독 명령어(608))는 채널(610)로부터 제어 유닛(612)으로 별개의 시퀀스로 전송된다. 또한, 각각의 4k 데이터 블록(예를 들어, 데이터(614-620)은 제어 유닛(612)으로부터 채널(610)로 별개의 시퀀스로 전송된다. 이 CCW 채널 프로그램은 개설 및 종료되어야 할 2개의 교환(예를 들어, 교환을 개설(622,624) 및 교환을 종료(626,628)) 및 14개의 통신 시퀀스를 필요로 한다. 이것은 도 7의 TCW 채널 프로그램에 대한 3개의 시퀀스 및 1개의 교환과 비교되고, 도 6의 CCW 채널 프로그램의 타스크와 동일한 타스크를 달성한다.

[0046] 도 7에 도시된 바와 같이, 채널(700)은 제어 유닛(702)과 교환을 개설하고 TCCB(704)를 제어 유닛(702)에 전송한다. TCCB(704)는 상기 설명한 바와 같이, 정의 범위 명령어, 두 개의 실제위치 레코드 명령어, 및 DCW내의 네 개의 판독 명령어를 포함한다. TCCB(704)를 수신하는 것에 응답하여, 제어 유닛(702)은 명령어를 실행하고 16k의 데이터를 단일 시퀀스로 제어 유닛(702)에 전송한다(706). 또한, 제어 유닛(702)은 상태를 채널(700)에 제공하고 교환을 종료한다(708). 따라서, TCW 채널 프로그램은 도 6의 CCW 채널 프로그램과 동일한 양의 데이터를 전송하기 위해 훨씬 적은 통신을 필요로 한다.

[0047] 이제 도 8을 참조하면, TCW 채널 프로그램 실행을 지원하는 도 1의 제어 유닛(110)과 채널(124)에 대한 한 실시태양이 더욱 상세히 설명된다. 제어 유닛(110)은 연결(120)을 통해 채널(124)로부터 수신된, 도 7의 TCCB(704)와 같은 TCCB를 포포함하는 명령어 메시지를 파싱하여 처리하는 CU 제어 로직(802)을 포함한다. CU 제어 로직(802)은 하나 이상의 I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 연결(126)을 통해 디바이스 예를 들어, I/O 디바이스(112)를 제어하기 위해 제어 유닛(110)에서 수신된 TCCB로부터 DCW와 제어 데이터를 추출할 수 있다. CU 제어 로직(802)은 디바이스 명령어 및 데이터를 전송할 뿐만 아니라 I/O 디바이스(112)로부터 상태 정보 및 기타 피드백 정보를 수신한다. 예를 들어, I/O 디바이스(112)는 I/O 디바이스(112)를 타겟으로 하는 이전 예약 요청으로 인해 사용중 상태에 있을 수 있다. 제어 유닛(110)이 동일 I/O 디바이스(112)를 액세스하기 위해 다수의 요청을 수신할 때 발생할 수 있는 잠재적인 디바이스 예약 경쟁 문제를 관리하기 위해, CU 제어 로직(802)은 디바이스 사용중 상태 메시지 및 연관된 데이터를 추적하고 이를 디바이스 사용중 상태 큐(804)에 저장한다. 예시적인 실시태양에서, 도 1의 OS(103)는 예약이 활성 상태에 있는 동안 다른 OS(103)가 I/O 디바이스(112)를 액세스하는 것을 금지하기 위해 I/O 디바이스(112)를 예약한다. 디바이스 예약은 모든 I/O 동작에 필요하지 않을지 라도, 디바이스 예약은 예를 들어, 디스크 포맷팅과 같은, 고정된 기간 동안 독점적 액세스를 필요로하는 동작을 지원하기 위해 사용될 수 있다.

[0048] CU 제어 로직(802)은 CU 타이머(806) 및 CU 레지스터(808)과 같은 제어 유닛(110)내의 기타 요소들을 액세스하고 제어한다. CU 타이머(806)는 I/O 동작 시퀀스가 완료하는 데에 얼마나 오래 걸리는 지를 추적하는 다수의 타이머 기능들을 포함할 수 있다. CU 타이머(806)는 소정 기간내에 완료하지 못하는 I/O 동작 및 명령어를 모니터하여 폐기하기 위해 하나 이상의 카운트다운 타이머를 더 포함할 수 있다. CU 레지스터(808)는 구성 및 상태 정보뿐만 아니라 CU 제어 로직(802)에 의해 실행되는 명령어로서 갱신되는 동적인 상태 정보를 제공하는 고정된 값을 포함할 수 있다. 제어 유닛(110)은 채널(124)과 I/O 디바이스(112)간의 통신과 연관된 다수의 메시지 및 상태 정보를 저장하기 위해 기타 버퍼 또는 메모리 요소들을 더 포함할 수 있다. CU 레지스터(808)는 제어 유닛(110)이 지원하는 최대 횟수의 개설 제어 유닛 교환을 정의하는 최대 제어 유닛 교환 파라미터를 포함할 수 있다.

[0049] 채널 서브시스템(108)내의 채널(124)은 제어 유닛(110)과의 통신을 지원하는 다수의 요소를 포함한다. 예를 들어, 채널(124)은 CHN 서브시스템 타이머(812) 및 CHN 서브시스템 레지스터(814)와 인터페이싱하는 CHN 제어 로직(810)을 포함할 수 있다. 예시적인 한 실시태양에서, CHN 제어 로직(810)은 채널 서브시스템(108)과 제어 유닛(110)간의 통신을 제어한다. CHN 제어 로직(810)은 전송 명령어 및 응답 IU와 같은 명령어를 전송하고 응답을 수신하기 위해 연결(120)을 통해 CU 제어 로직(802)에 직접 인터페이싱할 수 있다. 대안으로서, 메시징 인터페이스 및/또는 버퍼(도시되지 않음)는 CHN 제어 로직(810)과 CU 제어 로직(802)사이에 위치될 수 있다. CHN 서브

시스템 타이머(812)는 제어 유닛(110)에 의해 추적된 시간외에, I/O 동작의 시퀀스가 완료하는 데에 걸리는 시간을 추적하는 다수의 타이머 기능을 포함할 수 있다. CHN 서브시스템 타이머(812)는 소정 기간내에 완료하지 못하는 명령어 시퀀스를 모니터하여 폐기하는 하나 이상의 카운트다운 타이머를 더 포함할 수 있다. CHN 서브시스템 레지스터(814)는 구성 및 상태 정보뿐만 아니라, 명령어가 전송되고 응답이 수신됨에 따라 갱신되는 동적인 상태 정보를 제공하는 고정된 값을 포함할 수 있다.

[0050] TCW 채널 프로그램의 완료시 제어 유닛(110)으로부터 채널(124)로 전달된, 예를 들어, 전송 응답 IU와 같은 응답 메시지(900)의 한 예가 도 9에 나타나 있다. 응답 메시지(900)는 상태 정보를 채널에 제공하고 채널(124)과 제어 유닛(110)간의 개설 교환이 종료되어야 한다는 것을 지시할 수 있다. TCW 채널 프로그램(예를 들어, 도 5 및 7에 나타낸 바와 같은)이 실행되었을 때 제공된 상태 정보는 CCW 채널 프로그램(도 3 및 6에 나타낸 바와 같은)의 완료시 전송된 상태 정보를 넘는 추가의 정보를 포함한다. 응답 메시지(900)는 상태 섹션(902) 및 확장된 상태 섹션(904)을 포함한다. 채널(124)이 응답 메시지(900)를 수신할 때, 이 채널은 TCW가 연계하여 동작하고 있었던 동작된 디바이스에 대한 서브채널에 상태 섹션(902)의 부분을 저장하고 응답 메시지(900)를 트리거시킨 TCW 채널 프로그램과 연관된 TCW에 의해 정의된 메모리 위치에 확장된 상태 섹션(904)을 저장한다. 예를 들어, TCW는 확장된 상태 섹션(904)의 저장을 위해 도 1의 주 메모리(102)의 섹션을 지정한다.

[0051] 응답 메시지(900)의 상태 섹션(902)은 주소 헤더(906), 상태 플래그 1(908), 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910), 응답 플래그(912), 응답 코드(914), 잔존 카운트(916), 응답 길이(918), 예약된 위치(920), SPC-4 감지 유형(922), 상태 플래그 2(924), 상태 플래그 3(926), 디바이스 상태(928) 및 길이방향 중복 검사(LRC;longitudinal redundancy check) 워드(930)와 같은, 다수의 필드를 포함할 수 있다. 상태 섹션(902)내의 각각의 필드는 응답 메시지(900)의 파싱을 지원하기 위해 특정한 바이트 주소에 할당된다. 상태 섹션(902)내의 필드들에 대한 한 배열이 도 9에 나타나있지만, 필드들의 순서는 본 벌명의 범위내에서 순서가 교대하도록 재배열될 수 있다. 더욱이, 응답 메시지(900)내의 필드들은 생략되거나 본 발명의 범위내에서 조합될 수 있다. 예를 들어, 상태 플래그 2(924)와 상태 플래그 3(924)을 단일 필드에 조합할 수 있다. SPC-4 는 본원에 그 내용 전부가 참조문헌으로서 통합된 것으로 하는, "SCSI Promary Commands-4(SPC-4)", Project T10/1731-D, Rev 11, INCITS(May 2007) 에 더욱 상세히 설명되어 있다.

[0052] 예시적인 한 실시태양에서, 주소 헤더(906)는 TCW 채널 프로그램에 의해 개시된 TCCB에서 제어 유닛(110)에 의해 수신된 값과 동일한 값으로 설정된다. 주소 헤더(906)가 필요로 되지 않는다 해도, 주소 헤더(906)를 포함하는 것은 다수의 I/O 디바이스(112)가 액세스되는 동안 다수의 I/O 디바이스(112)상에서 명령어 및 응답 메시지를 추적하는 테스팅을 지원할 수 있다.

[0053] 상태 플래그 1(908)은 I/O 동작의 성공 상태와 같은 정보를 포함할 수 있다.상태 플래그 1(908)내의 다수의 비트들은 추가의 상태 정보를 제공할 수 있다.

[0054] 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)는 제어 유닛(110)이 채널(124)로 하여금교환을 개설할 수 있도록 하는 최대 횟수의 교환을 식별한다. 값 제로는 제어 유닛(110)이 채널(124)이 사용하고 있는 현재 값을 변경하지 않고 있다는 것을 채널(124)에게 통지한다. 예시적인 한 실시태양에서, 채널(124)은 제어 유닛(110)이 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)을 통해 수정할 수 있는, 최대 교환 개설 횟수에 대한 디폴트 값, 예를 들어, 64를 확립한다. 응답 메시지(910)에 포함되어 전송된 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)는 원하는 실제값 또는 등가화를 위한 시드값일 수 있다. 예를 들어, 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)내의 값은 실제 최대 교환 개설 횟수, 예를 들어, 채널(124)에 의해 "32"로서 해석되는 값 "1", 을 결정하기 위해 채널(124)에 의해 증분되거나 및/또는 승산될 수 있다.

[0055] 최대 개설 교환 횟수에 대한 디폴트 값을 사용하는 것은 각각의 제어 유닛(110)과 채널(124)에게 제어 유닛(110)에 의해 결정되는 바와 같은 수정될 수 있는 공통 시작시점을 부여한다. 한 실시태양에서, 채널(124)은 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)가 디폴트 값 또는 이전에 수신된 값 보다 작은 지를 결정하기 위해 제어 유닛(110)으로부터 응답 메시지(910)에 수신된 최대 제어 유닛 교환 파라미터(910)를 검사한다. 새로운 번호가 현재 교환 개설 수보다 작다면, 채널(124)은 사용되는 현재 교환 개설 수가 새로운 한계값 보다 작을 때 까지 세로운 I/O 명령어를 제어 유닛(110)에 보내지 않는다.

[0056] 예시적인 한 실시태양에서, 응답 플래그 필드(912)는 FCP에 정의된 바와 같은 (이미 참조된)표준 정의를 사용하고 디폴트 값, 예를 들어, 2로 설정될 수 있다. 응답 코드(914)는 SCSI(Small Computer System Interface) 상태 필드와 등가일 수 있고 제로와 같은, 디폴트 값으로 설정될 수 있다. 판독 및 기입 명령어를 위한 잔존 카운트(916)는 판독 및 기입하도록 명령된 바이트의 카운트 대 실제로 판독 및 기입된 바이트의 카운트의 차이를 지

시한다. 응답 길이(918)는 예약된 위치(920) 다음의 응답 메시지(900)내의 정보의 추가적인 바이트 카운트이다. 응답 길이(918)는 가변 크기의 응답 메시지(900)를 지원한다. SPC-4 감지 유형(922)은 예를 들어, 전송 응답 IU = 7F(십육진수) 와 같은 메시지 유형에 기초하여 특정값으로 할당될 수 있다. 한 실시태양에서, 상태 플래그 2(924)는 잔존하는 카운트(916)의 유효값을 이용하여, I/O 동작이 완료되었다는 것을 지시하기 위해 십육진수 80인 값으로 설정될 수 있다. 상태 플래그 3(926)는 확장된 상태(904)가 응답 메시지(900)의 부분으로서 포함되었다는 것을 지시하는, I/O 동작이 완료되었을 때의 값 1로 설정된다. 디바이스 상태(928)는 I/O 디바이스에 의해 발생된 상태 정보를 중계한다. LRC 워드(930)는 상태 섹션(902)의 무결성을 검증하기 위해 응답 메시지(900)의 상태 섹션(902)에 있는 그 밖의 필드들을 망라하는 검사 워드이다. LRC 워드(930)는 LRC 계산에서 연속적으로 포함된 각각의 필드들을 이용하여 초기 시드 값에 EOR(exclusive-or) 동작을 적용하여 생성될 수 있다.

[0057] 확장된 상태 섹션(904)은 TCW 채널 프로그램을 구동할 수 있는 전송 모드에서 제어 유닛(110)을 동작시키는 것과 연관된 OS(103) 및 채널 서브시스템(108)에 정보를 제공한다. 확장된 상태 섹션(904)은 각각의 유형에 대해 상이한 유형의 상태 정의내용으로 구성할 수 있는 정의내용을 지원할 수 있다. 예시적인 한 실시태양에서, 확장된 상태 섹션(904)은 전송 상태 헤더(TSH;transport status header)(932), 전송 상태 영역(TSA;transport status area)(934) 및 TSH(932) 및 TSA(934)의 LRC 워드(936)를 포함한다. TSH(932)는 확장된 상태 길이(940), 확장된 상태 플래그(942) 및 DCW 오프셋트(944), DCW 잔존 카운트(946), 및 예약된 위치(948)를 포함할 수 있다. TSH(932)는 각각의 포맷이 확장된 상태 플래그(942)내의 유형 코드에 의해 정의된, 상이한 포맷들에 대해 공통적이다. TSA(934)는 전체 디바이스 시간 파라미터(950), 연기 시간 파라미터(952), 큐 시간 파라미터(954), 디바이스 사용 중 상태 파라미터(956), 디바이스 활성상태인 시간 파라미터(958) 및 부가된 디바이스 감지 데이터(960)를 포함할 수 있다. 이 필드들의 각각은 하기에 상세히 설명된다.

[0058] 확장된 상태 길이(940)는 확장된 상태 섹션(904)의 크기이다. 예시적인 한 실시태양에서, 확장된 상태 플래그(942)는 하기와 같은 정의내용을 갖는다.

[0059] 비트 0 - DCW 오프셋트(944)는 유효함.

[0060] 비트 1 - DCW 잔존 카운트(946)는 유효함.

[0061] 비트 2 - 이 비트는 제어 유닛(110)이 예를 들어, 캐시 미스와 같은 데이터에 대한 저속 매체를 액세스했을 때 정의한 방식으로 도 1의 OS(103)에게 통지하는 1로 설정된다.

[0062] 비트 3 - 시간 파라미터(950 - 958)는 유효함. 이 유형의 코드는 1로 설정되고 이 비트는 모든 시간 파라미터 또는 시간 파라미터(950 - 958)가 유효하다는 것을 지시하는 1로 설정된다.

[0063] 비트 4 - 예약됨

[0064] 비트 5 내지 7 - 이 3개의 비트들은 확장된 상태 섹션(904)의 TSA(934)의 포맷을 정의하는 유형 코드이다. 인코딩된 코드의 이름은 하기와 같다.

[0065] 0. 예약됨.

[0066] 1. I/O 상태. 이 확장된 상태 섹션(904)은 전송 모드 I/O 동작에 대한 유효한 종료 상태를 포함한다.

[0067] 2. I/O 예외. 이 확장된 상태 섹션(904)은 예외 조건에 기인한 전송 모드 I/O 동작의 종료에 관한 정보를 포함한다.

[0068] 3. 질의 상태. 이 확장된 상태 섹션(904)은 질의 동작에 대한 상태를 포함한다.

[0069] 4 내지 7. 예약됨.

[0070] DCW 오프셋트(944)는 실패한 DCW의 TCCB에서의 오프셋트를 지시한다. 마찬가지로, DCW 잔존 카운트(946)는 실패한 DCW의 잔존 바이트 카운트를 지시한다(즉, DCW의 실행이 인터럽트되었던 경우).

[0071] 예시적인 한 실시태양에서, ES 플래그(942)의 유형 코드가 I/O 상태의 유형을 지시할 때, TSA(934) 정의는 시간 파라미터(950 - 958) 뿐만 아니라, 선택사항으로서 첨부된 디바이스 감지 데이터(960)를 포함한다. 시간 파라미터(950 - 958)는 시간 값을 나타내고 마이크로초와 같은 임의의 시간 단위로 크기 조정될 수 있다. 도 8의 CU 타이머(806)는 시간 파라미터(950 - 958)를 계산하는 데에 사용되고, CU 레지스터(808)는 트리거링 이벤트시 CU 타이머(806)의 값을 획득하는 데에 이용될 수도 있다.

[0072] 전체 디바이스 시간 파라미터는 제어 유닛(110)이 I/O 동작에 대해 전송 응답 IU(즉, 응답 메시지(900))를 전송했을 때 까지 제어 유닛(110)이 전송 명령 IU를 수신했을 때 부터 경과한 시간이다. 연기 시간 파라미터(952)는 제어 유닛 연기 시간을 지시한다. 이것은 채널(124)과 어떠한 통신도 수행되지 않았을 때 I/O 디바이스(112)와 작용하는 제어 유닛(110)에 의해 누적된 시간이다. 도 3에 나타낸 바와 같은, CCW 채널 프로그램상에서, 제어 유닛(302)은 상기 시간 동안 채널(300)과 연결해제된다.

[0073] 큐 시간 파라미터(954)는 I/O 동작이 제어 유닛(110)에서 큐 방식으로 저장되지만, I/O 디바이스(112)가 동일한 또는 상이한 호스트 시스템(101)상에서 상이한 OS(103)에 의해 예약되는 디바이스 사용 중 상태 시간에 대한 큐 시간을 포함한다. 디바이스 사용 중 상태 시간 파라미터(956)는 전송 모드 IU가, 동일한 또는 상이한 호스트 시스템(101)상에서 상이한 OS(103)에 의해 예약되어 있는 I/O 디바이스(112)에 의해 초래되는 사용 중 상태의 디바이스를 대기하는 제어 유닛(110)에서 큐에 저장되는 시간이다.

[0074] 디바이스 활성인 상태 시간 파라미터(958)는, 디바이스 엔드(DE)가 이용가능할 때 까지 제어 유닛(110)이 채널 엔드(CE)를 유지할 때, 제어 유닛(110)에서 CE와 DE사이에 경과된 시간이다. CE는 채널(124)과 제어 유닛(110) 간의 데이터 또는 제어 정보의 전송을 수반하는 I/O 동작의 일부가 완료되었다는 것을 지시할 수 있다. DE는 I/O 동작의 일부분이 완료되었다는 것을 지시할 수 있다. DE는 I/O 동작의 일부가 완료되었다는 것을 지시할 수 있다. 부가된 디바이스 감지 데이터(960)는 제어 유닛(110)이 디바이스 상태(928)내의 활성인 유닛 검사(UC;unit check) 비트에 응답하여 조건부로 제공하는 보충 상태이다.

[0075] LRC 워드(936)는, 응답 메시지(900)의 상태(902) 섹션내에 LRC 워드(936)와 동일한 방식으로 계산된, TSH(932)와 TSA(934)의 길이방향 증복 검사 워드이다. LRC 워드(936)는 부가된 디바이스 감지 데이터(960)에 포함된 워드의 수에 좌우되어, 다양한 수의 워드로 계산될 수 있다.

[0076] 이제 도 10을 참조하면, 다수의 호스트 시스템(101)은 연결(120)을 통해 제어 유닛(110)과 통신한다. 각각의 호스트 시스템(101)은 하나 이상의 채널(124)을 갖춘 채널 서브시스템(108)을 포함한다. 단 하나의 채널(124)만이 도 10의 각각의 호스트 시스템(101)에 나타나 있지만, 각각의 호스트 시스템(101)은 다수의 OS(103)에 의해 제어되는 다수의 채널(124)을 포함할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 호스트 시스템(101)은 또한 도 1을 참조하여 이미 나타내고 설명한 바와 같은, 기타 처리 시스템 요소 즉, 저장 요소(106) 및 주 메모리(102)에 연결된 하나 이상의 CPU(104)도 포함한다. 각각의 호스트 시스템(101)은, 각각이 I/O 디바이스(112)에 대해 독점적 액세스를 위한 예약 요청을 할 수 있는, 하나 이상의 OS(103)를 실행할 수 있다. 각각의 호스트 시스템(101)의 OS(103)는 I/O 동작을 개시시키기 위해 하나 이상의의 채널(124)을 개별적으로 제어할 수 있다. OS(103)는 제어 유닛(110)과 통신하기 위해 하나 이상의 채널(124)을 이용하여 상이한 서브 채널(도시되지 않음)을 사용할 수 있다.

[0077] 채널(124)과 제어 유닛(110)간의 각각의 연결(120)은 직접 연결일 수 있다. 대안으로서, 연결(120)은 제어 유닛(110)에서 물리적 연결의 수를 감소시키기 위해 광섬유 채널 패브릭(Fibre Channel fabric)의 일부로서 하나 이상의 동적인 스위치를 지날 수 있다.

[0078] 도 8을 참조하여 이미 설명한 바와 같이, CU 제어 로직(802)은 연결(120)을 통해 채널(124)로부터 수신한, 도 7의 TCCB(704)와 같은, TCCB를 포함하는 명령어 메시지를 파싱하고 처리한다. CU 제어 로직(802)에서 수신된 일부 명령어는 디바이스 예약 요청을 포함할 수 있다. 디바이스 예약이 모든 I/O 동작에 대해 필요로 되진 않지만, 디바이스 예약은 I/O 디바이스(112)에 대한 독점적 액세스를 필요로 하는 I/O 동작에 대해 OS(103) 기준 별로 요청될 수 있다. 예를 들어, 상이한 OS(103)는 모두 I/O 디바이스(112)에서 데이터의 블록을 판독할 것을 요청할 수 있다. 제어 유닛(110)은 I/O 디바이스(112)를 예약상태에 두지 않고 각각의 판독 요청에 대해 서비스를 제공할 수 있다. 그러나, 하나의 OS(103)가 하나의 채널(124)을 통해 I/O 디바이스(112)를 예약상태에 두면, I/O 디바이스(112)를 액세스 하려고 시도하는 다른 OS(103)는 I/O 디바이스(112)가 예약상태에 있는 동안 차단된다.

[0079] 예시적인 한 실시태양에서, CU 제어 로직(802)은 I/O 디바이스(112)가 OS(103)에 대해 예약상태에 있을 때 I/O 디바이스(112)로부터 디바이스 사용중 상태 지시자를 수신한다. CU 제어 로직(802)은 디바이스 사용중 상태 지시자가 있는 동안 명령어 메시지를 수신하므로, CU 제어 로직(802)은 명령어 메시지를 DB 큐(804)에 위치시킬 수 있다. 명령어 메시지는 각각의 명령어 메시지와 연관된 채널(124) 및/또는 특정한 OS(103)를 확립하는 식별 정보를 포함할 수 있다. 대안적인 예시적인 한 실시태양에서, CU 제어 로직(802)은 CU 레지스터(808)내의 각각의 명령어 메시지와 연관된 채널(124) 및/또는 특정한 OS(103)를 추적한다. I/O 디바이스(112)가 더 이상 예약상태에 있지 않을 때, I/O 디바이스(112)는 디바이스 종료 상태 지시자를 통해 CU 제어 로직(802)에게

통지한다. 디바이스 종료 상태 지시자에 응답하여, CU 제어 로직(802)은 수행할 I/O 디바이스(112)에 대한 명령어 메시지를 추출하기 위해 DB 큐(804)를 서비스한다. 추출된 명령어 메시지는 I/O 디바이스(112)를 예약상태에 있도록 함으로써, 이는 아직 처리되지 않은 명령어 메시지에 대해 서비스를 제공하는 것을 더욱 지연시킬 수 있다. 대안으로서, 추출된 명령어 메시지는, I/O 디바이스(112)의 예약을 필요로 하지 않을 수 있어서(즉, I/O 디바이스(112)에 대한 독점적 액세스를 필요로 하지 않음), 추가의 명령어 메시지를 연속적으로 수행하기 위해 부가적인 DB 큐(804)를 서비스할 수 있다.

[0080] DB 큐(804)를 서비스하는 것은 DB 큐(804)를 관리하는 여러 기술을 사용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, DB 큐(804)는 명령어 메시지가 DB 큐(804)에 위치된 순서로 각각의 명령어 메시지를 추출하기 위해 FIFO로서 관리될 수 있다. 대안으로서, DB 큐(804)는 우선순위 큐로서 서비스될 수 있다. DB 큐(804)에 기입된 명령어 메시지의 우선순위는 제어 유닛(110)에 전송되는 각각의 명령어 메시지내의 소정 필드에 포함될 수 있다. 임의 갯수의 우선순위들이 스케쥴링 선택 범위에 대해 확립될 수 있다. DB 큐(804)가 우선순위 큐로서 서비스될 때, DB 큐(804)에서 최고 우선순위를 갖는 명령어 메시지는 서비스가 제공될 때 보다 낮은 우선순위 명령어 메시지 보다 앞서서 추출된다. 명령어 메시지가 DB 큐(804)에 잔류하는 시간양은 명령어 메시지가 서비스되도록 하기 위해 소정 시간 동안 명령어 메시지의 우선순위를 증가시키기 위해 모니터링될 수 있다. DB 큐(804)에 대한 또다른 큐 서비스 제공 접근법은 라운드 로빈 방식 서비스 제공이다. 라운드 로빈 방식으로 서비스를 제공하는 것은, DB 큐(804)내의 각각의 명령어 메시지에 연관된 OS(103)(또는 채널(124))가 OS(103) 기준 별로 DB 큐(804)를 서비스하기 위해 분석된다. 라운드 로빈 방식 서비스 제공은 하나의 OS(103)가 제어 유닛(110)에 한 묶음의 다중 액세스 요청을 전송하면 발생할 수 있는 잠재적 불일치를 방지하기 위해 각각의 통신 링크에 대한 액세스를 제공한다.

[0081] 명령어 메시지가 DB 큐(804)에 큐 저장방식으로 저장되었을 때, CU 레지스터(808)내의 디바이스 사용중 상태 타이머가 개시된다. I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 DB 큐(804)를 서비스할 때, CU 레지스터(808)내의 디바이스 사용중 상태 타이머의 값은 명령어 메시지가 DB 큐(804)에 미해결인 상태로 얼마나 오랫동안 있었는 지를 결정하기 위해 판독된다. 디바이스 사용중 상태 타이머의 값은 도 9의 응답 메시지(900)의 디바이스 사용중 상태 시간 파라미터(956)에 보고된다. 다수의 OS(103)를 지원하기 위해 CU 레지스터(808)내에 다수의 디바이스 사용중 상태 타이머가 있을 수 있다. 대안으로서, CU 레지스터(808)내의 디바이스 사용중 상태 타이머는 다수의 OS(103)에 대해 CU 레지스터(808)내에 포획된 디바이스 사용중 상태 시간 값으로 연속적으로 구동하는 타이머일 수 있고, 채널(124)을 통해 각각의 개별 OS(103)에 출력된다.

[0082] 다수의 명령어 메시지가 DB 큐(804)에 저장되므로, DB 큐(804)의 깊이(depth)가 모니터된다. DB 큐(804)가 꽉 차서 더 이상의 명령어 메시지가 큐에 저장될 수 없다면, CU 제어 로직(802)은 DB 큐(804)가 꽉 차있는 상태인 동안 새로운 명령어 메시지를 전송하는 모든 OS(103)에 디바이스 사용중 상태 메시지를 출력한다. CU 제어 로직(802)은 그러면 I/O 디바이스(112)가 준비상태에 있음을 지시하는 디바이스 종료 메시지를 전송할 수 있고, 이것은 하나 이상의 채널(124)을 통해 명령어 메시지를 재전송하도록 OS(103)를 트리거시킬 수 있다. 대안으로서, DB 큐(804)내의 일부 명령어 메시지는 디바이스 사용중 상태를 갖고 복귀하거나 DB 큐(804)로부터 비워질 수 있다. 또다시, CU 제어 로직(802)은 I/O 디바이스(112)가 준비상태에 있음을 지시하는 디바이스 종료 메시지를 전송할 수 있고, 이것은 하나 이상의 채널(124)을 통해 명령어 메시지를 재전송하도록 OS(103)를 트리거시킬 수 있다.

[0083] DB 큐(804)를 관리하는 데 있어서, CU 제어 로직(802)은 큐가 꽉 찬 상태를 넘는 다양한 시나리오하에서 사용중 상태 조건을 OS(103)에게 통지할 수 있다. 예를 들어, CU 제어 로직(802)은 DB 큐(804)에 명령어 메시지가 잔류하는 시간을 모니터하기 위해 CU 타이머(806)를 사용할 수 있다. 명령어 메시지가 I/O 디바이스(112)가 예약 상태에 있는 동안(예를 들어, 디바이스 종료 상태 지시자가 수신되지 않은 상태에 있음) 명령어 타임아웃 시간 보다 긴 기간 동안 큐에 저장되어 있으면(예를 들어, 디바이스 종료 상태 지시자가 수신되지 않았으면) 명령어 메시지는 DB 큐(804)에서 제거되고, 디바이스 사용중 상태 메시지는 명령어 메시지의 발신지로 FCP_RSP IU에 포함되어 전송된다. 명령어 타임아웃 기간은 30초와 같은 고정된 값 또는 구성할 수 있는 값으로 설정될 수 있다. 예시적인 한 실시태양에서, I/O 디바이스(112)가 디바이스 사용중 상태 타임아웃 기간보다 오랜 동안 예약상태에 있는 동안 새로운 명령어 메시지가 수신되었을 때, CU 제어 로직(802)은 새로운 명령어 메시지를 DB 큐(804)에 위치시키지 않는다. CU 제어 로직(802)은 디바이스 사용중 상태 메시지를 FCP_RSP IU에 포함시켜 새로운 명령어 메시지의 발신지로 전송한다.

[0084] OS(103)는 요청된 명령어 메시지를 완료하는 데 경과한 시간을 모니터할 수 있다. 운영체제 타임아웃 기간이 경과했다는 결정에 응답하여, OS(103)는 I/O 디바이스(112)를 자유로운 상태에 있도록 하기 위해 재설정 전념 메

시지를 제어 유닛(110)에 전송한다. 이에 응답하여, 제어 유닛(110)은 운영체제 타임아웃 복구 기간을 입력한다. 운영체제 타임아웃 복구 기간 동안 새로운 명령어 메시지가 수신된다면, CU 제어 로직(802)은 새로운 명령어 메시지를 DB 큐(804)에 위치시키지 않는다. CU 제어 로직(802)은 디바이스 사용중 상태 메시지를 FCP_RSP IU에 포함시켜 새로운 명령어 메시지의 발신지로 전송한다.

[0085] 이제 도 11을 참조하면, 하나 이상의 채널을 통해 복수의 OS와 통신하는 제어 유닛에서 예약된 액세스 경쟁을 감소시키기 위한 프로세스(1100)가 예시적인 실시태양에 따라 그리고 도 1의 I/O 처리 시스템과 도 10의 제어 유닛(110)을 참조하여 설명된다. 블록(1102)에서, 제어 유닛(110)은 하나 이상의 채널을 통해 복수의 OS(103)의 제1 OS로부터 명령어 메시지를 수신하는 데, 여기서 명령어 메시지는 제어 유닛(110)과 통신하는 I/O 디바이스(112)에 대한 I/O 동작 명령어를 포함한다. 명령어 메시지는 TCW 채널 프로그램의 일부로서 다수의 DCW를 갖춘 TCCB를 포함하는, 전송 명령어 IU일 수 있다. 블록(1104)에서, 제어 유닛(110)은 I/O 디바이스(112)로부터 디바이스 사용중 상태 지시자를 수신한다. 디바이스 사용중 상태 지시자는 제어 유닛(110)에게 복수의 OS(103)의 제2 OS가 I/O 디바이스(112)를 예약하고 있다는 것을 통지한다.

[0086] 블록(1106)에서, 제어 유닛(110)은 디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 DB 큐(804)에 명령어 메시지를 저장한다. 추가의 명령어 메시지가 제어 유닛(110)에서 수신됨에 따라, 명령어 메시지는 DB 큐(804)에 저장된다.

[0087] 블록(1108)에서, 제어 유닛(110)은 디바이스 종료 상태 지시자에 대해 I/O 디바이스(112)를 모니터하는 데, 여기서 디바이스 종료 상태 지시자는 I/O 디바이스(112)가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어있다는 것을 제어 유닛(110)에 통지한다. 블록(1110)에서, 제어 유닛(110)은 명령어 메시지를 추출하기 위해 DB 큐(804)를 서비스하고 디바이스 종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행한다. DB 큐(804)는 상기 설명한 바와 같이, FIFO 방식 서비스 제공 , 우선순위 기반 방식 서비스 제공, 또는 라운드 로빈 방식 서비스 제공을 사용하여 서비스될 수 있다.

[0088] 예시적인 실시태양의 기술적인 효과는 I/O 처리 시스템에서 예약된 디바이스 액세스 경쟁을 감소시키는 것을 포함한다. 디바이스가 예약 상태에 있는 동안 수신된 명령어 메시지를 임시로 저장하는 디바이스 사용중 상태 큐를 사용하는 것은 제이 명령어 메시지를 발생시킨 호스트 시스템의 채널 서브시스템에 부담을 지우지 않고 상이한 OS로부터의 명령어 메시지에 대해 순서적으로 서비스 제공하도록 관리할 수 있도록 한다. 이점들로는 제어 유닛상에서 TCW 채널 프로그램의 실행을 인터럽트하지 않고 다수의 명령어 메시지를 처리하는 것을 포함한다. 따라서, 디바이스 사용중 상태 큐잉은 예약된 디바이스에 대해 액세스 경쟁을 처리하는, 반면에 또한 채널 프로그램 당 더 적은 메시지를 교환하는 것에 부분적으로 기인하여 더 높은 통신 처리능력의 이점을 얻는다. 다양한 디바이스 사용중 상태 큐잉에 의한 서비스 제공 기술들은 시스템 설계자 또는 고객의 선호사항에 좌우되어 사용될 수 있다. 예시적인 한 실시태양에서, 저속으로 응답하는 호스트 시스템으로부터 발생하는 명령어 메시지는 고속으로 응답하는 호스트 시스템과 동등하게 서비스가 제공된다.

[0089] 상기 설명한 바와 같이, 실시태양들은 컴퓨터로 구현한 프로세스의 형태 및 이 프로세스를 실행하기 위한 장치의 형태로 구체화될 수 있다. 예시적인 한 실시태양에서, 본 발명은 하나 이상의 네트워크 요소에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램 코드로 구체화될 수 있다. 실시태양들은 제조 물품으로서 유형의 매체에 구체화된 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램 코드 로직(1204)을 갖춘 컴퓨터로 사용가능한 매체(1202)상에서 도 12에 도시된 바와 같은 컴퓨터 프로그램 제품(1200)을 포함한다. 컴퓨터로 사용가능한 매체(1202)에 대한 예시적인 제조 물품은 플로피 디스켓, CD-ROM, 하드 드라이브, USB(universal serial bus) 플래시 드라이브, 또는 기타 컴퓨터로 판독가능한 매체를 포함하고, 컴퓨터 프로그램 코드 로직(1204)이 컴퓨터에 로딩되어 실행되었을 때, 컴퓨터는 본 발명을 실시하는 장치가 된다. 실시태양들은 예를 들어, 저장 매체에 저장되거나, 컴퓨터에 로딩되거나 및/또는 컴퓨터에 의해 실행되거나, 전기배선 또는 케이블 연결을 통해, 광섬유를 통해 또는 전자기 복사에 의한 방법등과 같은 일부 전송 매체를 통해 전송되는, 컴퓨터 프로그램 코드 로직(1204)을 포함하고, 컴퓨터 프로그램 코드 로직(1204)이 컴퓨터에 로딩되어 실행되었을 때, 컴퓨터는 본 발명을 실시하는 장치가 된다. 범용 마이크로프로세서에 구현되었을 때, 컴퓨터 프로그램 로직(1204) 세그먼트들은 특정한 논리 회로를 생성하도록 범용 마이크로프로세서를 구성한다.

[0090] 본 발명이 예시적인 실시태양을 참조하여 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고 본 발명에 대한 다양한 변경이 행해질 수 있고 등가물이 본 발명의 요소를 대체할 수 있음을 알 것이다. 또한, 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고 본 발명의 사상에 대해 특정한 상황 또는 소재를 적응시키기 위한 여러 수정이 가해질 수 있다. 그러므로, 본 발명은 본 발명을 실시하기 위한 최선의 모드로서 고려된 특정한 실시태양에 제한되지 않으며 그보단, 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 속하는 모든 실시태양을 포함하는 것으로 의도된다. 더

욱이, 용어 제1, 제2 등은 임의의 순서나 중요성을 나타내는 것이 아니며, 그 보단 용어 제1, 제2 등은 한 요소와 다른 요소를 구별하기 위해 사용된다. 또한, 용어 한, 하나의 등은 소정 양에 대한 한계를 나타내는 것이 아니며, 그 보단 참조된 항목의 적어도 하나가 존재함을 나타내는 것이다.

부호의 설명

[0091] 102; 주메모리, 106;저장 제어 요소

108;채널 서브시스템, 110; 제어 유닛

112; I/O 디바이스, 202; 명령어 코드

204;플래그, 206; 카운트

208; 데이터 주소, 210; CCW 채널 프로그램

212; 정의 범위 CCW, 216; 범위 데이터

217; 위치 레코드 CCW, 220; 위치 레코드 데이터

221; 판독 CCW, 224; 데이터

226; 서브채널에 저장된 상태, 300; 채널

302; 제어 유닛,

304; 교환 개설, 정의 범위 CMD 및 데이터

305; 위치 기록 CMD 및 데이터, 306; 판독 명령어

308; 교환 개설, CMR, 310; 4K의 데이터

312; 상태를 채널에 제공하고 교환을 종료

314; 교환을 종료,

404; CCW 리스트, 정의 범위 및 위치 데이터(TCCB)

406; 데이터 영역, 408; 메모리내의 상태 영역

500; 채널, 502; 제어 유닛

504; 교환을 개설하고, TCCB를 전송, 506;4K의 데이터

508; 상태를 채널에 제공하고, 교환을 종료

622;교환 개설, 600; 정의 범위 CMD 및 데이터

610; 채널, 612; 제어 유닛

601, 607;위치 레코드 CMD 및 데이터, 602, 604, 606, 608; 판독 명령어

614, 616, 618, 620;4K의 데이터, 624; 교환 개설, CMR

626; 상태를 채널에 제공하고 교환을 종료

628; 교환 종료

700; 채널, 702; 제어 유닛

704; 교환을 개설하고, TCCB를 전송, 706;16K의 데이터

708; 상태를 채널에 제공하고 교환을 종료

814; CHN 서브시스템 레지스터, 812; CHN 서브시스템 타이머

810; CHN 제어 로직, 808;CU 레지스터

802; CU 제어 로직, 806; CU 타이머

804;DB 큐,　　112;I/O 디바이스

902; 상태,　　904; 확장된 상태

906; 주소 헤더,　　908; 상태 플래그 1

910; 최대 CU 교환 파라미터,　　912; 응답 플래그

914; 응답 코드,　　916; 잔존 카운트

918; 응답 길이,　　920;예약됨

922;SPC-4 감지 유형,　　924; 상태 플래그 2

926; 상태 플래그 3,　　928; 디바이스 상태

930; 워드 0 내지 6에 대한 LRC,　940; ES 길이

942; ES 플래그,　　944; DCW 오프셋트

946; DCW 잔존 카운트,　　948;예약됨

950;전체 디바이스 시간 파라미터,　　952;연기 시간 파라미터

954;큐 시간 파라미터,

956; 디바이스 사용 중 상태 시간 파라미터,

958; 디바이스 활성인 시간 파라미터,

960; 최대 8워드의 부가된 디바이스 감지 데이터

101; 호스트,　　108;채널 서브시스템

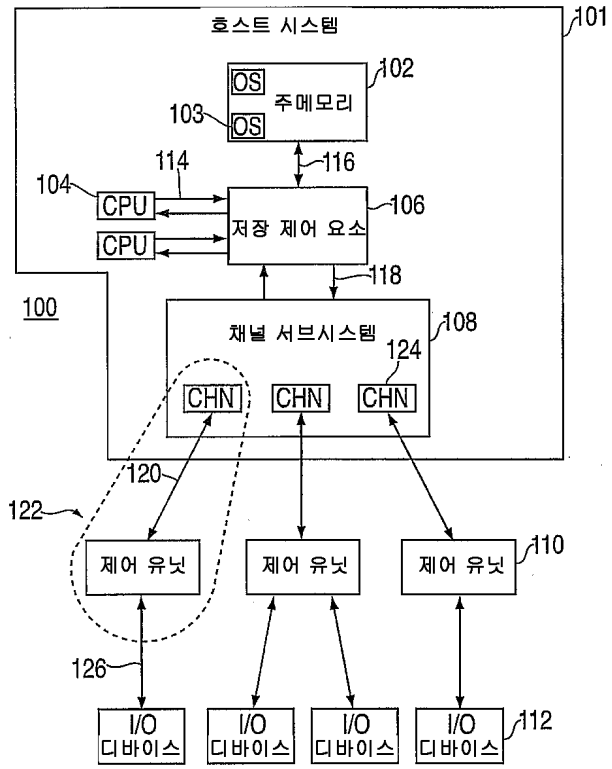
124; 채널,　　1002;스위치

1200; 컴퓨터 프로그램 제품,　　1202; 컴퓨터로 사용가능한 매체

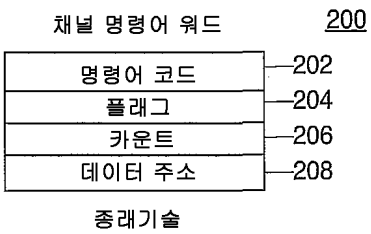
1204; 프로그램 코드 로직.

도면

도면1

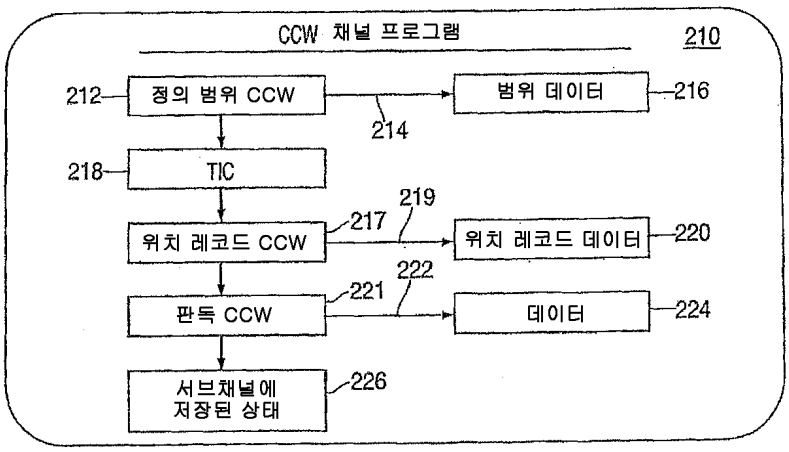


도면2a



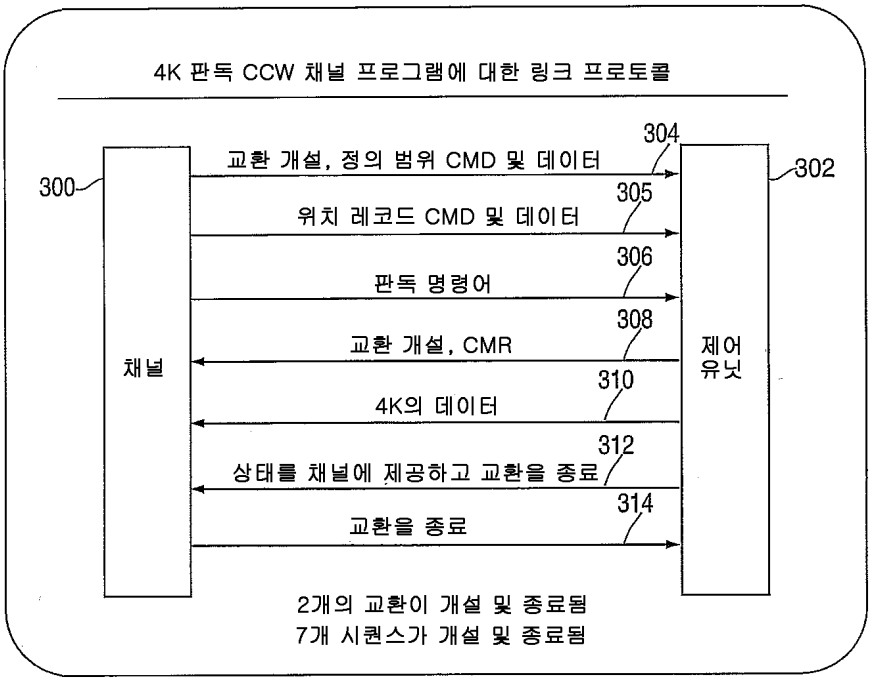
종래기술

도면2b



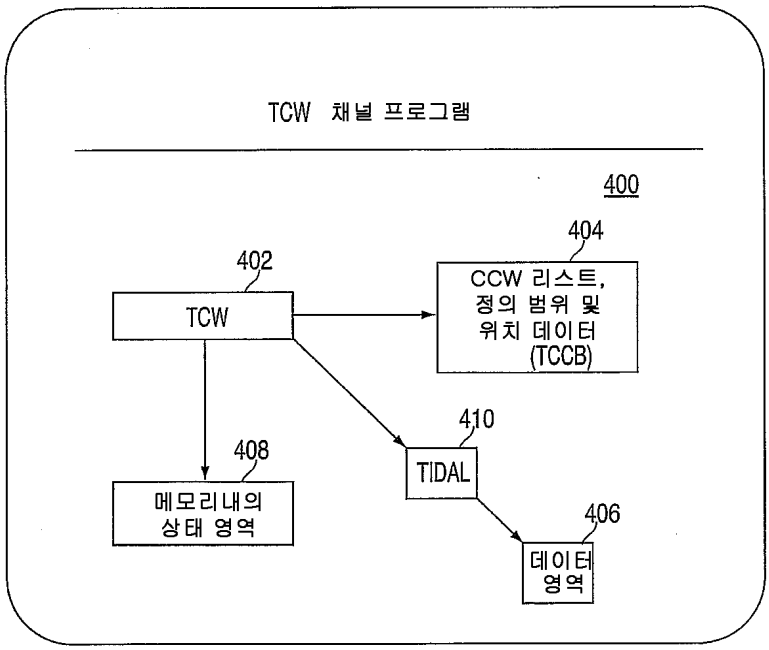
종래 기술

도면3

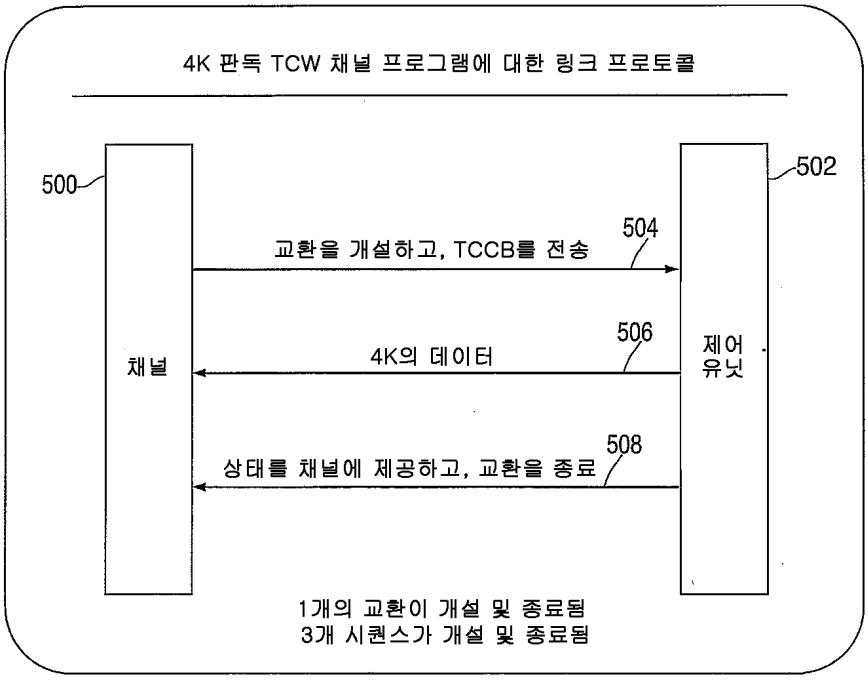


종래기술

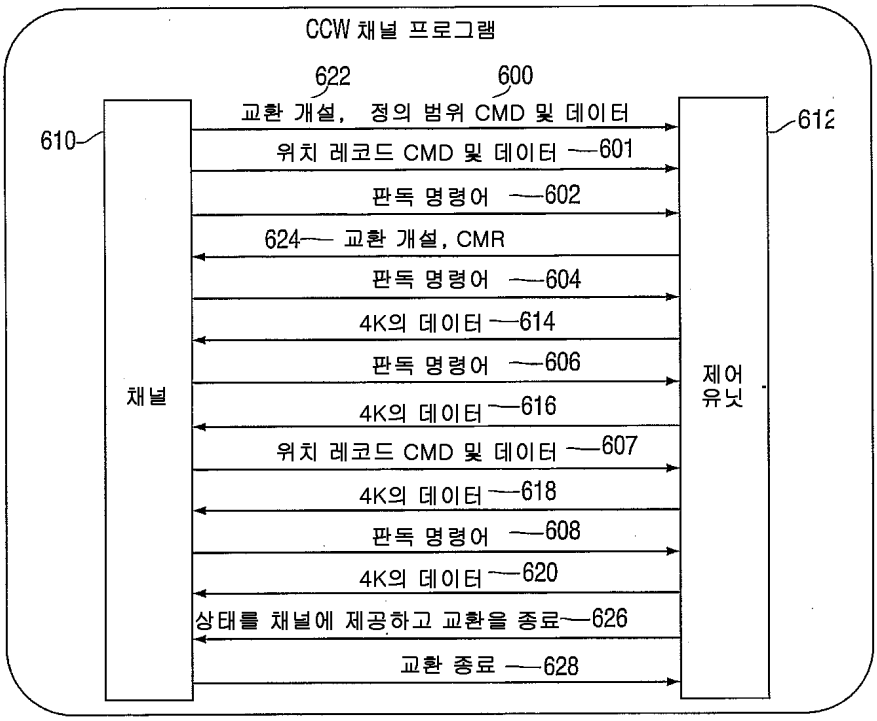
도면4


TCW 채널 프로그램
400
404
402
CCW 리스트,
정의 범위 및
위치 데이터
(TCCB)
TCW
410
408
TIDAL
메모리내의
상태 영역
406
데이터
영역

도면5

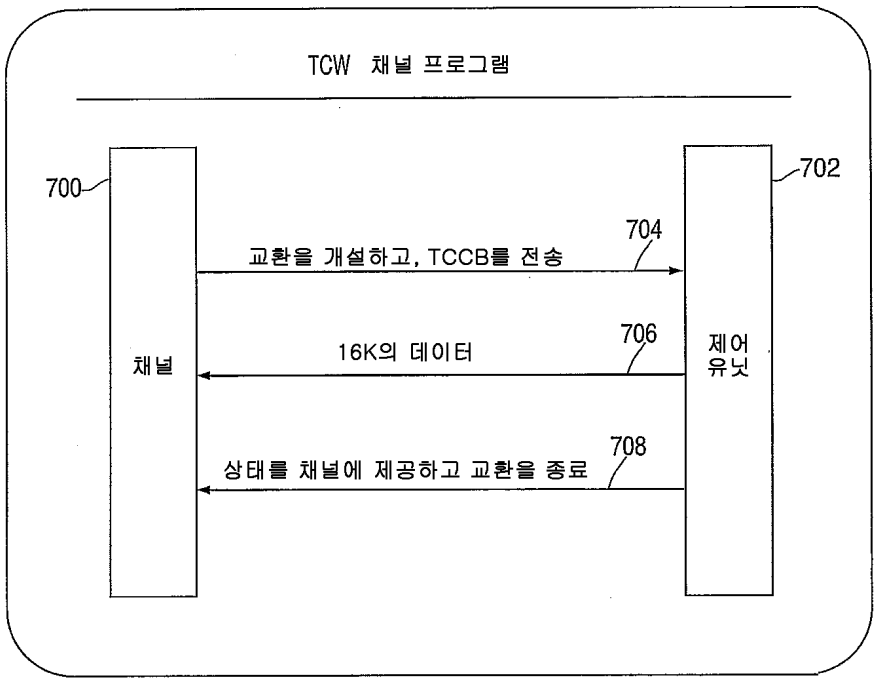

4K 판독 TCW 채널 프로그램에 대한 링크 프로토콜
500
502
504
교환을 개설하고, TCCB를 전송
506
4K의 데이터
채널
제어
유닛
508
상태를 채널에 제공하고, 교환을 종료
1개의 교환이 개설 및 종료됨
3개 시퀀스가 개설 및 종료됨

도면6

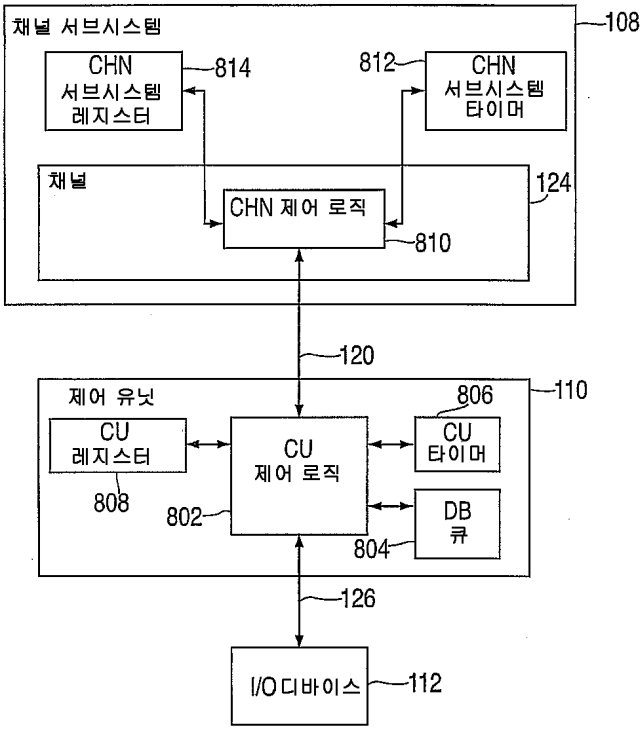

CCW 채널 프로그램
622
600
610
교환 개설, 정의 범위 CMD 및 데이터
612
위치 레코드 CMD 및 데이터 —601
판독 명령어 —602
624— 교환 개설, CMR
판독 명령어 —604
4K의 데이터 —614
판독 명령어 —606
채널
4K의 데이터 —616
제어 유닛
위치 레코드 CMD 및 데이터 —607
4K의 데이터 —618
판독 명령어 —608
4K의 데이터 —620
상태를 채널에 제공하고 교환을 종료—626
교환 종료 —628

종래 기술

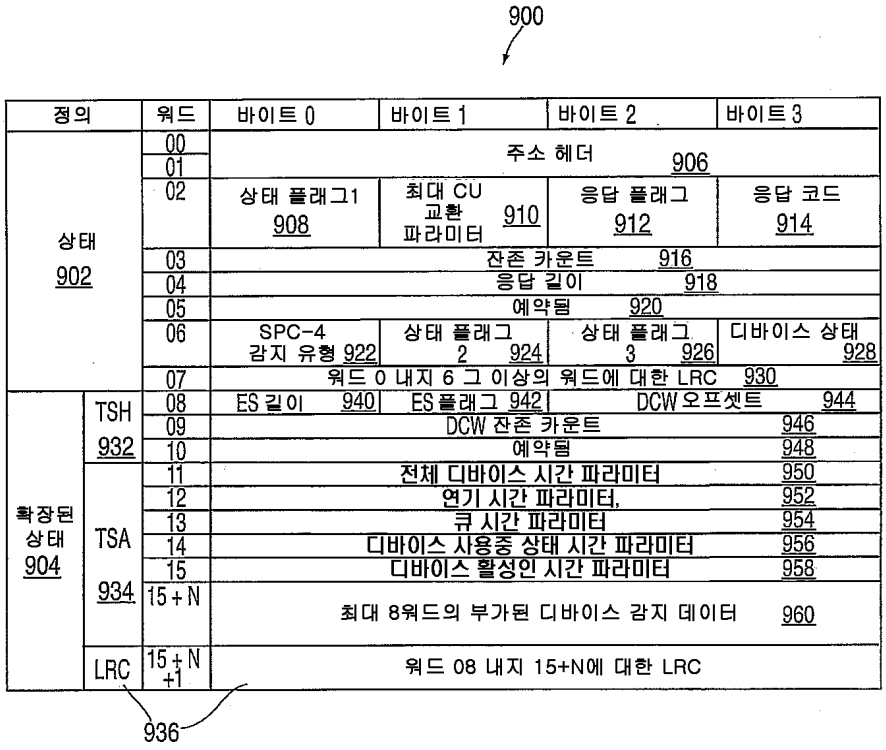
도면7


TCW 채널 프로그램
700
702
704
교환을 개설하고, TCCB를 전송
706
채널
16K의 데이터
제어 유닛
708
상태를 채널에 제공하고 교환을 종료

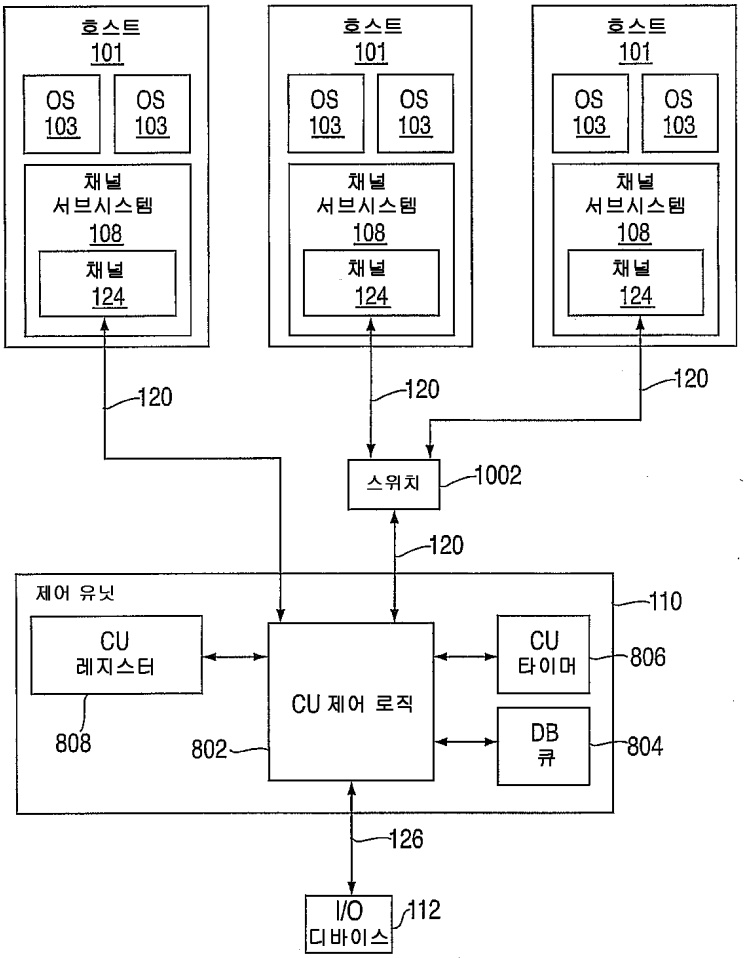
도면8


채널 서브시스템
108
CHN 서브시스템 레지스터
814
812
CHN 서브시스템 타이머
채널
124
CHN 제어 로직
810
120
제어 유닛
806
110
CU 레지스터
808
CU 제어 로직
802
CU 타이머
DB 큐
804
126
I/O 디바이스
112

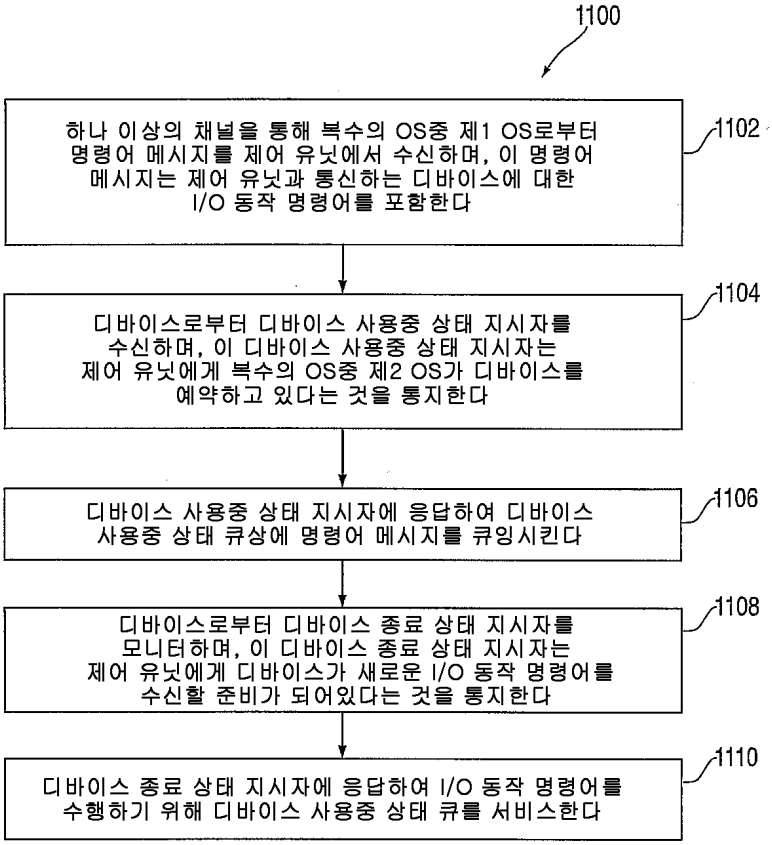
도면9


900
정의
워드
바이트 0
바이트 1
바이트 2
바이트 3
상태 902
00
01
주소 헤더 906
02
상태 플래그1 908
최대 CU 교환 파라미터 910
응답 플래그 912
응답 코드 914
03
잔존 카운트 916
04
응답 길이 918
05
예약됨 920
06
SPC-4 감지 유형 922
상태 플래그 2 924
상태 플래그 3 926
디바이스 상태 928
07
워드 0 내지 6 그 이상의 워드에 대한 LRC 930
확장된 상태 904
TSH 932
08
ES 길이 940
ES 플래그 942
DCW 오프셋 944
09
DCW 잔존 카운트 946
10
예약됨 948
TSA 934
11
전체 디바이스 시간 파라미터 950
12
연기 시간 파라미터, 952
13
큐 시간 파라미터 954
14
디바이스 사용중 상태 시간 파라미터 956
15
디바이스 활성인 시간 파라미터 958
15 + N
최대 8워드의 부가된 디바이스 감지 데이터 960
LRC
15 + N +1
워드 08 내지 15+N에 대한 LRC
936

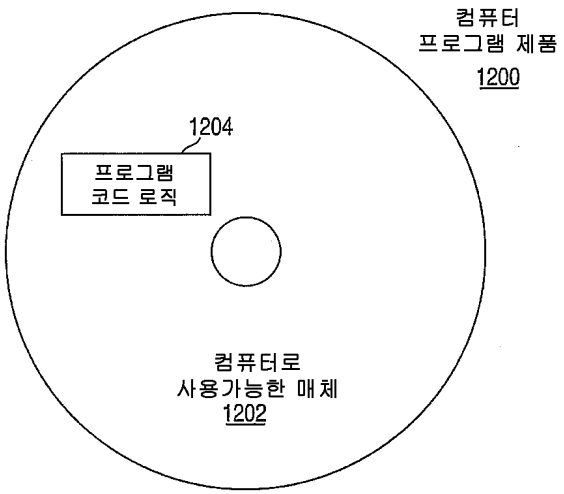
도면10


호스트
101
OS
103
OS
103
채널
서브시스템
108
채널
124
120
스위치
1002
제어 유닛
110
CU
레지스터
808
CU 제어 로직
802
CU
타이머
806
DB
큐
804
126
I/O
디바이스
112

도면11


1100
하나 이상의 채널을 통해 복수의 OS중 제1 OS로부터 명령어 메시지를 제어 유닛에서 수신하며, 이 명령어 메시지는 제어 유닛과 통신하는 디바이스에 대한 I/O 동작 명령어를 포함한다
1102
디바이스로부터 디바이스 사용중 상태 지시자를 수신하며, 이 디바이스 사용중 상태 지시자는 제어 유닛에게 복수의 OS중 제2 OS가 디바이스를 예약하고 있다는 것을 통지한다
1104
디바이스 사용중 상태 지시자에 응답하여 디바이스 사용중 상태 큐상에 명령어 메시지를 큐잉시킨다
1106
디바이스로부터 디바이스 종료 상태 지시자를 모니터하며, 이 디바이스 종료 상태 지시자는 제어 유닛에게 디바이스가 새로운 I/O 동작 명령어를 수신할 준비가 되어있다는 것을 통지한다
1108
디바이스 종료 상태 지시자에 응답하여 I/O 동작 명령어를 수행하기 위해 디바이스 사용중 상태 큐를 서비스한다
1110

도면12


컴퓨터
프로그램 제품
1200
1204
프로그램
코드 로직
컴퓨터로
사용가능한 매체
1202