(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월03일
(11) 등록번호 10-1498320
(24) 등록일자 2015년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/28 (2006.01) *H04L 12/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7010491
(22) 출원일자(국제) 2008년10월13일
심사청구일자 2013년08월13일
(85) 번역문제출일자 2010년05월12일
(65) 공개번호 10-2010-0103459
(43) 공개일자 2010년09월27일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2008/002708
(87) 국제공개번호 WO 2009/047625
국제공개일자 2009년04월16일
(30) 우선권주장
60/979,449 2007년10월12일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US07093027 B1*
US20040174887 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
노오텔 네트웍스 리미티드
캐나다 (우편번호:엘4브이 1알9) 온타리오 미시사가 스위트 360 에어포트 로드 5945
(72) 발명자
모한, 디네쉬
캐나다 케이2케이 3이5 온타리오 카나타 케닌스 크레센트 89
(74) 대리인
양영준, 백만기, 정은진

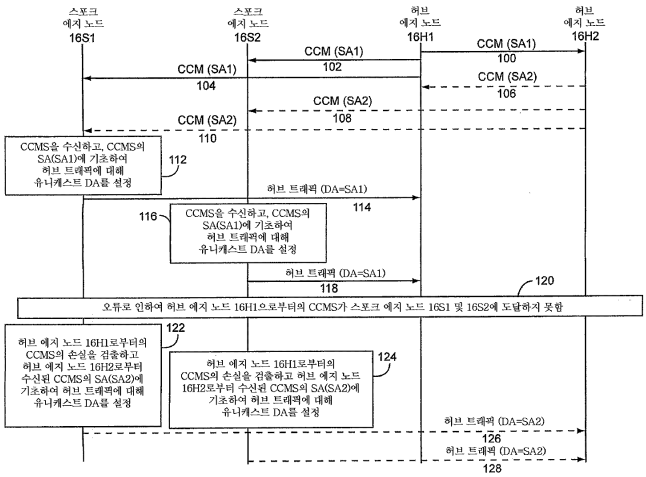
전체 청구항 수 : 총 29 항 심사관 : 장석환

(54) 발명의 명칭 **멀티포인트 및 루트형 멀티포인트 보호 스위칭**

(57) 요 약

본 발명은, 백본 네트워크내의 하나 이상의 에지 노드가, 제1 가상 네트워크와 연관되어 발생하는 오류에 응답하여 제1 가상 네트워크로부터 제2 가상 네트워크로의 트래픽 전달을 신속하고 효율적으로 스위칭하게 하는 기법에 관한 것이다. 특정 실시예에서는, 에지 노드가, 제1 가상 네트워크 상에서 오류가 발생했다는 것을 독립적으로 검출하고, 트래픽을 수신 또는 전달하기 위해 제1 가상 네트워크로부터 제2 가상 네트워크로 신속히 천이할 수 있다. 제1 가상 네트워크 내의 오류를 검출하면, 에지 노드는 제2 가상 네트워크를 통한 트래픽의 전송을 시작한다. 만약 제어 메시지가 제2 가상 네트워크를 통하여 이미 제공되어 있지 않다면, 에지 노드는 제2 가상 네트워크를 통한 제어 메시지의 제공을 시작할 수도 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 에지 네트워크를 서비스하는 백본 네트워크에서의 복수의 에지 노드중 상기 백본 네트워크에 의해 지원되는 제1 가상 네트워크 및 제2 가상 네트워크와 연관된 제1 에지 노드를 동작시키는 방법으로서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 트래픽을 지원하는 단계;

상기 제1 가상 네트워크와 연관된 오류를 검출하는 단계; 및

상기 제1 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하는 상기 단계에 응답하여 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 트래픽을 지원하는 단계

를 포함하고,

상기 방법은, 상기 오류가 검출되기 전에 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 일련의 제어 메시지 중의 제어 메시지들이 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 더 이상 수신되지 않는다는 것을 검출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 백본 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크이고, 상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 상기 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 이더넷 가상 연결인 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 일련의 제어 메시지가 수신되는 동안, 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 제2 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크를 통하여 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 수신되고 있는 상기 일련의 제어 메시지를 검출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크를 통하여 수신되고 있는 상기 일련의 제어 메시지는 오직 상기 제1 가상 네트워크 내의 오류와 연관하여 제공되는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

일련의 제어 메시지는 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 제1 에지 노드 쪽으로 전송되고, 상기 일련의 제어 메시지 중의 상기 제어 메시지들은 상기 제1 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 식별하기 위한 오류 표시자를 포함할 것이며, 상기 오류가 검출되기 전에 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 일련의 제어 메시지 중의 상기 제어 메시지

들이 상기 오류 표시자를 포함한다는 것을 검출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 트래픽을 지원하는 단계는, 상기 복수의 에지 노드 중 하나 이상으로부터 상기 트래픽을 수신하거나 이들에게 상기 트래픽을 전송하는 것을 포함하고, 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 트래픽을 지원하는 단계는, 상기 복수의 에지 노드 중 하나 이상으로부터 상기 트래픽을 수신하거나 이들에게 상기 트래픽을 전송하는 것을 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 지원된 상기 트래픽은 상기 복수의 에지 노드 중 제2 에지 노드와 교환되고, 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 지원된 상기 트래픽은 상기 복수의 에지 노드 중 제3 에지 노드와 교환되는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 에지 노드는 스포크 에지 노드이고, 상기 제2 에지 노드 및 상기 제3 에지 노드는 루트형 멀티포인트 아키텍처에서의 허브 에지 노드이고, 상기 멀티포인트 아키텍처에서 스포크로서 동작시키는 것을 더 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 별개의 E-TREE 구성된 가상 이더넷 연결을 나타내는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 복수의 에지 노드의 각각은 멀티포인트 아키텍처에서의 에지 노드이고, 멀티포인트 아키텍처에서 에지 노드로서 동작시키는 것을 더 포함하는 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 별개의 E-LAN 구성된 가상 이더넷 연결을 나타내는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크 중 적어도 하나를 통하여 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 일련의 제어 메시지 중의 제어 메시지들은 상기 일련의 제어 메시지의 소스와 연관된 소스 어드레스를 포함하고, 상기 트래픽을 지원하는 단계는, 상기 트래픽을 상기 소스 어드레스에 어드레싱하는 단계, 및 상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크 중 적어도 하나를 통하여 상기 일련의 제어 메시지의 상기 소스 쪽으로 상기 트래픽을 전송하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 일련의 제어 메시지는, 상기 오류 이전에 제1 소스로부터 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 수신된 제1 일련의 제어 메시지 및 상기 오류 이후에 제2 소스로부터 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 수신된 제2 일련의 제어 메시지를 포함하고,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 수신된 상기 제1 일련의 제어 메시지의 상기 소스 어드레스는 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 수신된 상기 제2 일련의 제어 메시지에 대한 상기 소스 어드레스와 상이하여, 상기 오류를 검출하기 이전에 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 전송된 상기 트래픽은 상기 제1 소스로 어드레싱되고, 상기 오류를 검출한 이후에 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 전송된 상기 트래픽은 상기 제2 소스로 어드레싱되는 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 소스로부터의 상기 일련의 제어 메시지 중 상기 제어 메시지들은 매 50 밀리초 당 1개보다 높은 레이트로 정상적으로 수신되는 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 소스로부터의 상기 일련의 제어 메시지 중 상기 제어 메시지들은 매 10 밀리초 당 1개 정도의 레이트로 정상적으로 수신되는 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

매 50 밀리초 당 1개보다 높은 레이트로 상기 복수의 에지 노드 중 적어도 하나에 제어 메시지들을 전송하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 에지 노드 중 적어도 하나에 일련의 제어 메시지를 전송하는 단계, 및

상기 제1 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하면, 상기 일련의 제어 메시지 중의 제어 메시지들 내에 오류 표시자를 제공하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 중간 노드들을 공유하지 않도록 구성되어, 상기 제1 가상 네트워크와 상기 제2 가상 네트워크 중 어느 것의 어떠한 중간 노드도, 공유 리스크 링크 그룹의 일부가 아닌 방법.

청구항 21

백본 네트워크 내에서 제2 허브 에지 노드와 연관된 제1 허브 에지 노드를 동작시키는 방법 - 상기 제1 허브 에지 노드는 제1 가상 네트워크를 통하여 복수의 스포크 에지 노드에 연결되고, 상기 제2 허브 에지 노드는 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크 에지 노드에 연결됨 - 으로서,

상기 제2 허브 에지 노드가 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크 에지 노드 중 적어도 하나에 트래픽을 전송하는 것으로 되어있는 동안, 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 오류를 검출하는 단계; 및

상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하면, 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크

에지 노드 중 상기 적어도 하나에 상기 트래픽의 전달을 개시하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하면, 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크 에지 노드의 각각에 일련의 제어 메시지의 전달을 개시하는 단계를 더 포함하고, 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 오류가 존재하지 않는 경우, 제어 메시지는 상기 제1 허브 에지 노드에 의해 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 제공되지 않는 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하기 이전 및 이후에 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크 에지 노드의 각각에 일련의 제어 메시지를 전달하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 제2 허브 에지 노드로부터 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 제2 허브 에지 노드가 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출한 경우, 오류 표시자가 상기 일련의 제어 메시지 중의 특정 제어 메시지들에 제공되고,

상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 오류 표시자가 상기 일련의 제어 메시지 중의 상기 특정 제어 메시지들에 언제 제공되는 지를 검출하는 것을 포함하는 방법.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하기 이전에 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 제2 허브 에지 노드로부터 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 일련의 제어 메시지 중의 제어 메시지들이 상기 제2 가상 네트워크를 통하여 상기 제2 허브 에지 노드로부터 더 이상 수신되지 않는다는 것을 검출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크를 통하여 상기 복수의 스포크 에지 노드 중 상기 적어도 하나로부터 일련의 제어 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하는 단계는, 상기 복수의 스포크 에지 노드 중 적어도 하나로부터의 상기 일련의 제어 메시지가 상기 제1 가상 네트워크를 통하여 수신되고 있다는 것을 검출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 복수의 스포크 에지 노드 중 상기 적어도 하나로부터의 상기 일련의 제어 메시지는, 상기 복수의 스포크 에지 노드 중 상기 적어도 하나가 상기 제2 가상 네트워크와 연관된 상기 오류를 검출하는 것에 응답하여 제공되는 방법.

청구항 28

제21항에 있어서,

상기 백본 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크이고, 상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 상기 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 이더넷 가상 연결인 방법.

청구항 29

제21항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 별개의 E-TREE 구성된 가상 이더넷 연결을 나타내는 방법.

청구항 30

제21항에 있어서,

상기 제1 가상 네트워크 및 상기 제2 가상 네트워크는 캐리어 이더넷 기반 네트워크의 별개의 E-LAN 구성된 가상 이더넷 연결을 나타내는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2007년 10월 12일 미국 가특허 출원 일련 번호 제60/979,449의 이점을 주장하며, 그 개시내용은 전체가 참조로서 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 발명은 통신에 관한 것이고, 특히, 네트워크 배치(deployment) 등과 같은 캐리어 이더넷을 위한 실질적으로 즉각적인(substantially immediate) 리커버리 메커니즘(recovery mechanism)의 제공에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 캐리어 이더넷은, 기업 네트워크(enterprise network), 근거리 통신망(local area network), 가입자 네트워크(subscriber network), 레지던스(residence) 등과 같은 임의의 수의 에지 네트워크(edge network)를 연결하는, 백본 네트워크(backbone network) 내의 트랜스포트(transport) 메커니즘으로서 이더넷 프레임을 이용하는 것에 관계된다. 백본 네트워크는 이들 에지 네트워크 사이에 원거리(wide area) 네트워킹 또는 메트로폴리탄 네트워킹을 지원하기 위해 일반적으로 이용된다. 이더넷을 백본 네트워크 내에서 이용하기 위한 근거(rationale)는 충분히 많다. 대부분의 근거리 통신망(LAN), 네트워킹 디바이스, 및 에지 네트워크 내의 네트워킹된 사용자 단말기는, 일반적으로 정의된 데이터 링크 계층 기술로 지칭되는 트랜스포트 메커니즘으로서 이더넷에 의존한다. 그와 같이, 에지 네트워크 내에서 이더넷의 이용은 도처에 존재하고, 이들 에지 네트워크 내의 데이터는 이더넷 프레임으로 반송된다(carry). 또한 에지 네트워크들을 연결하는 백본 네트워크 내에서 이더넷 프레임을 사용함으로써, 에지 네트워크와 백본 네트워크내의 프레임은 서로 호환되며, 프레임 변환이 회피된다. 만약 백본 네트워크가 이더넷을 채용하지 않으면, 에지 네트워크와 백본 네트워크 사이의 경계를 넘을 때마다, 프레임은 하나의 트랜스포트 메커니즘으로부터 다른 트랜스포트 메커니즘으로 변환되어야 한다. 이더넷 기반 에지 네트워크들이 백본 네트워크에 비교적 용이하게 직접 결합될 수 있으므로, 캐리어 이더넷도 또한 고속의 네트워크 액세스 속도를 지원한다. 마지막으로, 이더넷 장비의 성장, 광범위한 보급, 및 대규모의 이용을 고려하면, 이더넷 기반 네트워크와 연관된 비용은 비교적 저렴하다. 이러한 이유로 ,데이터, 음성, 오디오, 및 비디오를 포함하는 모든 유형의 통신을 지원하는 백본 네트워크에 캐리어 이더넷을 채용하고자 하는 강한 바램이 있다.

[0004] 불행하게도, 네트워킹 디바이스 내지 링크가 오동작하는 경우에, 캐리어 이더넷은 실질적으로 즉각적인 리커버리 메커니즘을 제공하지 않는다. 현재의 리커버리 메커니즘은, 오류를 식별하여 트래픽을 재라우팅하거나 오류를 정정하려고 시도하기 위해 영향받은 노드들이 서로 광범위하게 통신할 것을 요구하는, 재라우팅 및 그 밖의 복구(restoration) 기술을 포함한다. 오류를 식별하고 대처하기 위해 어느 정도까지는, 노드들을 서로 통신하게 할 필요성에 의해, 리커버리 메커니즘에는 심각한 지연이 삽입 된다. 실질적으로 즉각적인 리커버리 메커니즘이 이용가능하지 않은 경우에, 전화 및 텔레비전 서비스와 같은 높은 품질의 서비스 레벨을 요구하는 전달 민감형 서비스(delivery sensitive service) 서비스는, 용납할 수 없을 정도로 긴 드롭아웃(dropout)을 겪게 된다. 현재, 캐리어 이더넷을 위해 채용되는 기존의 리커버리 메커니즘은, 오류를 리커버리하는 데에 수초 이상, 가끔은 30초 이상이 소요된다. 대조적으로, 대부분의 전화 및 텔레비전 서비스는, 오류에 의해 고객이 영향받

지 않았다는 것을 보장하기 위해 50 밀리초 미만의 리커버리 기간을 요구한다. 종래의 SONET(Synchronous Optical Network) 인프라스트럭처 등과 같은 다른 유형의 트랜스포트 기술은, 50 밀리초 이내에 오류로부터 리커버리할 수 있는 내장형 리커버리 메커니즘을 갖고 있다; 하지만, 이러한 기술은, 일반적으로 캐리어 이더넷보다 매우 고 비용이고, 네트워크의 입구와 출구에서 원치 않는 상호 작용(interworking) 을 요구하게 된다. 캐리어 이더넷을 위한 용납할 만한 리커버리 메커니즘의 부재는, 더 넓고 더 포괄적인 범위의 서비스를 위해 캐리어 이더넷을 채용하는 데에 주요한 장벽이 되고 있다. 그와 같이, 캐리어 이더넷 및 유사한 트랜스포트 메커니즘을 채용하는 백본 네트워크를 위한 효과적이고 효율적인 리커버리 메커니즘에 대한 요구가 존재한다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은, 백본 네트워크 내의 하나 이상의 에지 노드로 하여금, 제1 가상 네트워크와 연관되어 발생하는 오류에 응답하여 제1 가상 네트워크로부터 제2 가상 네트워크로의 트래픽 전달을 신속하고 효율적으로 스위칭하게 하는 기법에 관한 것이다. 특정 실시예에서는, 에지 노드가, 제1 가상 네트워크에서 오류가 발생했다는 것을 독립적으로 검출하고, 트래픽을 수신 또는 전달하기 위해 제1 가상 네트워크로부터 제2 가상 네트워크로 신속히 천이할 수 있다. 제1 가상 네트워크와 연관된 오류는, 제1 가상 네트워크를 통하여 다른 에지 노드에 의해 계속 제공되어온 제어 메시지의 손실을 검출하는 것; 다른 에지 노드에 의해 제2 가상 네트워크를 통한 제어 메시지의 전달의 개시(commencement)를 검출하는 것; 오류 표시자(indicator)를 포함하는 제어 메시지를 제1 가상 네트워크를 통하여 수신하는 것 등을 포함하는 다양한 방법으로 검출될 수 있다. 제1 가상 네트워크 내의 오류를 검출하면, 에지 노드는 제2 가상 네트워크를 통한 트래픽의 전송을 시작한다. 만약 제어 메시지가 제2 가상 네트워크를 통하여 이미 제공되어 있지 않다면, 에지 노드는 제2 가상 네트워크를 통한 제어 메시지의 제공을 시작할 수도 있다.

[0006] 제어 메시지에 제공된 소스 어드레스는, 백본 네트워크를 통하여 전송되는 트래픽을 위한 목적지 어드레스로서 제어 메시지를 수신하는 에지노드에 의해서 이용될 수도 있다. 하지만, 제어 메시지의 전달 및 처리는, 실시예에 따라 변할 수 있다. 제어 메시지가 이용되는 경우, 이들은 매 50 밀리초 당 1개의 제어 메시지 보다 실질적으로 높은 레이트로, 바람직하게는, 매 10 밀리초 당 약 1개 정도의 제어 메시지 보다 높은 레이트로, 주어진 에지 노드에 의해 연속적으로 전송된다. 이러한 레이트에 의하면, 주어진 에지 노드에 의해 채용되는 오류 검출 처리는, 에지 노드가 제어 메시지의 손실 또는 오류 표시자의 존재를 신속히 검출하게 하고, 충분한 속도로 반응하게 하여 에지 노드가 제1 가상 네트워크상에서의 트래픽의 전송으로부터 제2 가상 네트워크상에서의 트래픽의 전송으로 50 밀리초 내에 스위칭하게 한다. 50 밀리초 내에 보호적 스위칭이 발생하면, 시간-민감형 서비스는 용납될 수 없게 인터럽트되지(unacceptably interrupted) 않는다.

[0007] 일 실시예에서, 제1 가상 네트워크 및 제2 가상 네트워크는 공통 그룹의 에지 노드를 연결하는 이더넷 가상 연결이고, 백본 네트워크는 캐리어 이더넷 아키텍처를 이용하여 트래픽을 트랜스포트한다; 하지만, 다른 아키텍처도 본 발명의 개념을 이용할 수 있다. 제1 및 제2 가상 네트워크와, 연관된 에지 노드는 멀티포인트 구성 또는 루트형 멀티포인트 구성으로 구현될 수도 있다. 멀티포인트 구성에서는, 임의의 에지 노드가 임의의 다른 에지 노드와 통신할 수 있다. 바람직하게는, 멀티포인트 구성내의 각각의 에지 노드는 제1 및 제2 가상 네트워크 각각와 연관되어 있다. 루트형 멀티포인트 구성에서는, 허브 에지 노드(hub edge node)가 다수의 스포크 에지 노드(spoke edge node)와 통신할 수 있다; 하지만, 스포크 에지 노드는 오직 허브 에지 노드와 통신하며, 스포크 에지 노드들은 서로 통신하는 것이 허용되지 않는다. 그와 같이, 제1 및 제2 가상 네트워크의 각각은 상이한 허브 에지 노드를 가질 것이며, 그 허브 에지 노드 각각은 각각의 가상 네트워크를 통하여 동일한 세트의 스포크 에지 노드에 서비스한다.

[0008] 본 기술 분야의 당업자라면, 바람직한 실시예에 대한 이하의 상세한 설명을 첨부된 도면과 연관하여 읽은 후에, 본 발명의 범주를 이해할 것이고, 그것의 추가적인 양태를 인식할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 명세서에 통합되고 그 일부를 형성하는, 첨부된 도면은 본 발명의 여러 가지 양태를 예시하고, 본 명세서와 함께 본 발명의 원리를 설명하도록 기능한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 환경의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 백본 네트워크를 위한 루트형 멀티포인트 아키텍처를 예시한다.

도 3은 루트형 멀티포인트 아키텍처 내의 허브 에지의 오류를 예시한다.

도 4는 루트형 멀티포인트 아키텍처 내의 중간 노드의 오류를 예시한다.

도 5는 루트형 멀티포인트 아키텍처 내의 링크의 오류를 예시한다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예를 예시하는 통신 흐름도이다.

도 7a 및 7b는 본 발명의 제2 실시예를 예시하는 통신 흐름도이다.

도 8a 및 8b는 본 발명의 제3 실시예를 예시하는 통신 흐름도이다.

도 9a 및 9b는 본 발명의 제4 실시예를 예시하는 통신 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 백본 네트워크를 위한 멀티포인트 아키텍처를 예시한다.

도 11a 및 11b는 본 발명의 제5 실시예를 예시하는 통신 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 에지 노드의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하에 개시된 실시예들은 본 기술 분야의 당업자가 본 발명을 실시할 수 있도록 필요한 정보를 제공하며 본 발명의 실시를 위한 최량의 형태를 예시한다. 첨부된 도면을 고려하여 이하의 상세한 설명을 읽을 때, 본 기술 분야의 당업자는 본 발명의 사상을 이해할 것이며, 여기에 특별히 언급하지 않는 본 발명의 사상의 응용들을 인식할 것이다. 이들 사상과 그 응용이 본 개시내용 및 첨부하는 특허청구범위의 범주 내에 들어온다는 것이 이해되어야 한다.

[0011] 본 발명의 세부사항으로 들어가기 전에, 캐리어 이더넷 환경의 개요가 제공된다. 캐리어 이더넷이 본 발명의 사상을 나타내는 데에 이용되지만, 본 발명의 사상은, 이하에서 정의되고 더욱 상세히 설명될 멀티포인트 서비스 및 루트형 멀티포인트 서비스를 지원하는 MPLS(Multi-Protocol Label Switching) 등과 같은 그 밖의 트랜스포트 메커니즘에 응용가능하다. 캐리어 이더넷에 관련된 추가적인 정보에 대해서, 본 명세서에 참조로서 포함되는, 메트로 이더넷 포럼(Metro Ethernet Forum)의 MEF1 내지 21의 기술 사양서뿐만 아니라 IEEE 802.1ag 및 802.1ah 표준 세트에 대해 참조가 이루어진다.

[0012] 예시적인 캐리어 이더넷 환경(10)이 도 1에 도시되며, 백본 네트워크(14)에 의해 상호 연결된 다수의 에지 네트워크(12)를 포함한다. 백본 네트워크(14)는 트랜스포트 메커니즘으로서 캐리어 이더넷을 채용하고, 에지 네트워크(12)는 트랜스포트 메커니즘으로서 전형적인 이더넷을 채용할 수 있다; 하지만, 다른 트랜스포트 메커니즘이 에지 네트워크(12)에 이용될 수 있고 백본 네트워크(14)와 상호 작용할 수 있다. 백본 네트워크(14)의 에지에서의 포인트는 에지 노드(16)로서 지칭될 수 있고, 백본 네트워크(14)와 에지 네트워크(12) 사이의 필요한 상호 작용 및 연결(connectivity)을 제공한다. 예시적인 에지 노드(16)는, 이더넷 브리지, 백본 이더넷 브리지, 이더넷 라우팅 스위치 등을 포함할 수 있다. 중간 노드(18)가 백본 네트워크(14)의 하나의 노드와 다른 노드사이에 연결을 제공하고, 그와 같이 중간 노드들(18)은 하나 이상의 에지 노드(16)에 연결될 뿐만 아니라 서로 연결될 수 있다. 또한, 에지 노드들(16)은 하나 또는 그 이상의 중간 노드(18)를 통하여 서로 간접 연결될 수 있고, 또한 서로 직접 연결될 수 있다.

[0013] 에지 네트워크(12)가 이더넷 트랜스포트 메커니즘을 이용한다고 가정하면, 에지 네트워크(12)로부터 백본 네트워크(14)로 들어오는 기본적 이더넷 프레임들이, 백본 네트워크(14)를 통하여 목적지 에지 노드(16)로의 트랜스포트를 위해, 에지 노드(16)에 의해 캐리어 이더넷 프레임으로 더욱 인캡슐화된다(encapsulated). 기본적 이더넷 프레임들은 목적지 에지 노드(16)에 의해 캐리어 이더넷 프레임으로부터 추출되고 이더넷 네트워크(12)를 통하여 전통적인 이더넷 방식으로 이들의 의도된 목적지 또는 목적지들로 전달된다.

[0014] 백본 네트워크(14) 내에서, EVC(Ethernet Virtual Connection)는 백본 네트워크(14)의 에지에서 임의의 두 개 또는 그 이상의 포인트를 가상으로 연결하고 연관시키는 데에 이용된다. 이러한 논의에 있어서, IEEE802.1ah 표준에 따라 B-VLAN(Backbone Virtual Local Area Network)을 통하여 동작하는 ISID(Service Instance Identifier)로부터 EVC가 구성되고, 본 명세서에 그 전체가 참조로서 포함되지만, 다른 구성이 가능하다. 각각의 EVC는 연관된 포인트에 대해 가상 네트워크를 제공하며, 다른 EVC와는 분리되어 있다. EVC는 두 개 이상의 에지 노드(16)를, 직접 또는 임의의 수의 중간 노드(18)를 통해서 연결 및 연관시킬 수 있다. EVC와 연관된 에지 노드들(16)은 EVC를 통하여 이더넷 프레임을 서로 전달할(transfer) 수 있는 한편, EVC는 EVC와 연관되지 않은 에지 노드(16) 또는 중간 노드(18)로 또는 이들로부터의 이더넷 프레임의 전달을 방지한다. 메트로 이더넷

포럼은 3가지 유형의 EVC, 즉, E-LINE, E-LAN, 및 E-TREE를 정의한다. E-LINE은 임의의 두 개의 에지 노드(16) 사이에 단일 포인트-대-포인트 연결을 제공하며, VoIP(Voice over Internet Protocol) 및 인터넷 액세스 등과 같은 서비스를 지원하는 데에 이용될 수 있다. E-LAN은 두 개보다 많은 에지 노드(16) 사이에 멀티포인트 연결을 제공하며, 오디오 및 비디오 회의, IPTV, 온-디멘드 미디어(On-demand media) 등과 같은 서비스를 지원하는 데에 이용될 수 있다. E-TREE는 임의의 수의 중간 노드(18)를 통하여 허브 에지 노드(16)와 두 개 이상의 스포크 에지 노드(16)사이에 루트형 멀티포인트 연결을 제공한다. 허브 에지 노드(16)는 그것의 연관된 스포크 에지 노드(16) 각각에 정보를 멀티캐스트 또는 브로드캐스트하도록 허용되지만, 스포크 에지 노드(16)는 오직 그것의 연관된 허브 에지 노드(16)와 통신하도록 허용된다. 스포크 에지 노드들(16)은 서로 통신하는 것이 허용되지 않는다. 주목할 것은, 허브 에지 노드들(16)은 서로 통신하는 것이 허용될 수 있다. E-TREE는 텔레비전 및 라디오 서비스를 서로에게 브로드캐스트하는 것을 지원하는 데에 이용될 수 있다.

[0015] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따라, 백본 네트워크(14)는 1차 트리와 2차 트리를 포함한다. 1차 트리는, 제1 허브 에지 노드(16H1)와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 사이에 일반적으로 연장하는 E-TREE의 형태인 EVC인 것이 바람직하다. 1차 트리는, 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 연장하고, 중간 노드(18A, 18C, 및 18F)를 통하여 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 각각에 브랜치하여 나가는 두꺼운 실선으로 표시된다. 1차 트리는 또한, 제2 허브 에지 노드(16H2)에 연결된 브랜치를 포함한다. 마찬가지로, 2차 트리는, 제2 허브 에지 노드(16H2)와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 사이에 일반적으로 연장하는 E-TREE의 형태인 EVC인 것이 바람직하다. 2차 트리는, 허브 에지 노드(16H2)로부터 연장하고, 중간 노드(18B, 18D, 및 18E)를 통하여 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 각각에 브랜치하여 나가는 두꺼운 쇄선으로 표시된다. 2차 트리는 또한, 제1 허브 에지 노드(16H1)에 연결된 브랜치를 포함한다. 그와 같이, 1차 트리와 2차 트리는 상이한 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)로부터 동일한 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)를 서비스한다(serve).

[0016] 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)는 동일한 에지 노드(12)에 결합되어, 주어진 소스로부터 트래픽을 수신할 수 있고 해당 1차 및 2차 트리를 통하여 트래픽을 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)중의 하나 또는 그 이상에게 전달할 수 있다. 더욱이, 임의의 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)는 해당 1차 및 2차 트리를 통하여 트래픽을 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)에게 전달할 수 있다. 트래픽의 전달에 추가하여, 1차 또는 2차 트리와 연관된 노드들은 트리를 통하여, 오류가 1차 및 2차 트리 내에서 발생하였는지의 여부를 판정하는 데에 이용될 수 있는 CCM(Continuity Check Message) 등과 같은 제어 메시지를 교환할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)로부터 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)에 전송되는 제어 메시지 및 트래픽은, 스포크 ISID로서 지칭되는 ISID를 이용하여 전달된다. 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)로부터 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)로 전송되는 제어 메시지 및 트래픽은, 허브 ISID로서 지칭되며, 스포크 ISID와 상이한 제2 ISID를 이용하여 전달된다. 제어 메시지 또는 트래픽을 반송하는 이더넷 프레임은, 에지 노드(16)와 연관된 소스 어드레스와 목적지 어드레스를 가질 것이며, 트랜스포트에 이용되고 있는 1차 또는 2차 트리에 따라 태깅될 것이다(tagged).

[0017] 1차 및 2차 트리는, 수작업 제공을 통하여 또는 소정의 버전의 xSTP(Spaning Tree Protocol) 또는 PLSB(Provider Link State Bridging) 등과 같은 적절한 제어 프로토콜을 통하여, 동적 또는 정적으로 수립될 수 있다. 이들이 수립되면, 1차 또는 2차 트리가 SRLG(shared risk link group)의 일부가 아니며, 그와 같이 단일 링크 또는 노드의(nodal) 오류가 1차 및 2차 트리 모두에 영향을 주지 않는다는 것을 보장하기 위한 단계가 취해질 수 있다. 이것의 목적은, 백본 네트워크(14) 내에서 링크 또는 노드의 오류가 존재하는 경우에도, 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 중 적어도 하나와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 각각 사이에 1차 또는 2차 트리를 통하여 경로가 존재한다는 것을 보장하는 것이다. 이런 방식으로 구성된 경우, 1차 및 2차 트리는, 그들이 상이한 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)로부터 공통의 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3 및 16S4)를 서비스하더라도, 독립적인 것으로 간주된다.

[0018] 도 3, 4, 및 5는, 백본 네트워크(14)에서 발생할 수 있고 1차 및 2차 트리에 영향을 줄 수 있는 상이한 유형의 오류를 예시한다. 도시된 3개의 상이한 오류는 1차 트리에는 영향을 주지만 2차 트리에는 영향을 주지 않는다. 그와 같이, 이들 오류는 제1 허브 에지 노드(16H1)와 하나 이상의 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 중 하나 이상 사이에 트래픽 및 제어 메시지의 교환을 방지할 것이다. 도 3을 참조하면, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 오동작하고, 따라서 제1 허브 에지 노드(16H1)는 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 또는 제2 허브 에지 노드(16H2)에 대해 제어 메시지를 수신 또는 전달하기에 이용가능하지 않다. 더욱이, 제1 허브 에지 노드(16H1)는, 백본 네트워크(14)의 다른 노드들과 함께, 연관된 에지 네트워크(12)(도시되지 않음)

와 백본 네트워크(14) 사이에서 트래픽을 교환할 수 없을 것이다. 비록 제1 허브 에지 노드(16H1)가 오동작할지라도, 트래픽과 제어 메시지는 제2 허브 에지 노드(16H2)와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)사이에서 2차 트리를 통하여 교환될 수 있다. 이하에 더욱 상세히 설명하는 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따르면, 이러한 오류를 검출하면, 본 발명은 그러한 오류가 발생한 경우 1차 트리로부터 2차 트리로 신속히 스위칭하는 기술을 제공한다.

[0019] 도 4를 참조하면, 중간 노드(18C)가 오동작한 것으로 가정한다. 도시된 바와 같이, 중간 노드(18C)는 1차 노드에서 중요한 노드이며, 이 중간 노드가 오동작한 경우에는, 트래픽과 제어 메시지는 제1 허브 에지 노드(16H1)와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 사이에서 1차 트리를 통하여 교환될 수 없다. 하지만, 트래픽과 제어 메시지는 제2 허브 에지 노드(16H2)와 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4) 사이에 2차 트리를 통하여 교환될 수도 있다.

[0020] 도 5를 참조하면, 링크 오류가 예시된다. 예시된 링크 오류는 중간 노드(18C)와 스포크 에지 노드(16S2) 사이의 물리적 링크와 연관된다. 이러한 오류가 일어나면, 트래픽과 메시지는 제1 허브 에지 노드(16H1)와 제2 스포크 에지 노드(16S2) 사이에서 1차 트리를 이용하여 교환될 수 없다. 하지만, 트래픽과 제어 메시지는 제1 허브 에지 노드(16H1)와 제1, 제3, 및 제4 스포크 에지 노드(16S1, 16S3, 및 16S4) 사이에서 1차 트리를 이용하여 교환될 수 있다. 2차 트리를 이용하면, 트래픽과 제어 메시지는 제2 허브 에지 노드(16H2)와 제1, 제3, 및 제4 스포크 에지 노드(16S1, 16S3, 및 16S4) 사이에서 뿐만 아니라 제2 스포크 에지 노드(16S2)와의 사이에서도 교환될 수도 있다. 이들 각각의 예에서는, 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)가 동일한 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)에 대한 동일한 트래픽을 처리하기 때문에, 하나의 트리와 연관된 오류는 다른 트리를 채용함으로써 보상될 수 있다. 비록 여기에 제공된 예는 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)의 주어진 서브세트와 협력하는 두 개의 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)만을 예시하고 있지만, 임의의 개수의 허브 에지 노드들(16)이 이러한 서브세트와 연관될 수 있다.

[0021] 이하의 예들에서는, 상이한 유형의 오류가 상이한 보호(protection) 메커니즘을 이용하여 상이한 방식으로 처리될 수도 있다. 제1 실시예에서는, 오류 보호가, 전술한 바와 같이 구성된 1차 및 2차 트리를 갖는 E-TREE 구성에 제공된다. 본 실시예에서는, 트래픽이 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 양자로부터 1차 및 2차 트리를 통하여 적절한 스포크 에지 노드(16S1, 16S2, 16S3, 및 16S4)로 동시에 브로드캐스트 또는 유니캐스트된다고 가정한다. 주목할 것은, 다음의 통신 흐름에 있어서, 간결함 및 명료함을 위해, 단지 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)만이 예시된다. 이들 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 중 하나에 1차 및 2차 트리 중 선택된 것을 통하여 트래픽을 바람직하게는 유니캐스트 형식으로 전달하기만 할 것이다. 따라서, 주어진 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 한번에 하나의 트리를 통해서만 트래픽을 전송하기만 할 것이다. 1차 트리는, 적절한 공급(provisioning) 프로세스를 통하여 식별되거나 선택될 수 있다. 이 경우에도, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 1차 트리와 연관되고, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 2차 트리와 연관된다. 본 실시예에 있어서, 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 임의의 주어진 시점에서 이용되는 1차 및 2차 트리 중 적절한 하나를 선택할 것이다. 1차 트리와 연관된 오류가 존재하지 않는 경우, 1차 트리가 이용될 것이다. 1차 트리 상에서 오류가 검출되는 경우, 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는, 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)에 트래픽을 전달하는 대신에, 제2 허브 에지 노드(16H2)에 트래픽을 전달하기 위한 2차 트리를 이용하는 것으로 독립적으로 스위칭하게 될 것이다.

[0022] 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 양자에 의해 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2) 각각에 전송되는, CCM 등과 같은 제어 메시지를 모니터링함으로써 오류가 검출된다. 제1 허브 에지 노드(16H1)는 그것의 CCM을 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)에 1차 트리를 통하여 전송하는 한편, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)에 2차 트리를 통하여 전송할 것이다. 스위칭이 50ms 내에 발생할 수 있음을 보장하기 위하여, 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)는 CCM을 매 10ms당 1 이상인 레이트로 전송할 것이다.

[0023] CCM은 소스 어드레스(SA)와 목적지 어드레스(DA)를 가질 것이다. 소스 어드레스는, CCM이 발원된 제1 또는 제2 허브 에지 노드(16H1, 16H2)에 대응할 것이다. 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 CCM을 상이한 허브 에지 노드(16H1, 16H2)로부터 상이한 트리를 통하여 수신할 것이다. CCM이 선택된 트리 또는 1차 트리를 통하여 수신된다고 가정하면, 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 제1 에지 노드(16H1)에 트래픽을 전달하기 위한 1차 트리를 계속 이용하게 될 것이다. 트래픽을 반송하는 이더넷 프레임에 대한 목적지 어드레스는, 1차 트리를 통하여 수신된 CCM에 제공되었던 소스 어드레스로 설정되는 것이 바람직하다. 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)가 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM을 수신하는 것을 중단하는 경우, 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 1차 트리 상

의 오류를 검출하고 2차 트리로 스위칭할 것이다. 이러한 스위칭은, 트래픽을 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관된 어드레스로 반송하는 이더넷 프레임에 대한 목적지 어드레스를 변경하는 것을 수반할 것이다. 이러한 어드레스는, 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신되는 CCM으로부터 획득되는 것이 바람직하다. 2차 트리로의 스위칭을 완료하기 위해, 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는, 제2 허브 에지 노드(16H2)에 트래픽을 반송하는 이더넷 프레임을 2차 트리에 대응하는 태그로 태깅하고, 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2) 쪽으로 트래픽을 전달할 것이다. 주목할 것은, 오류가 발생하기 이전에 제1 허브 에지 노드(16H1)에 원래 전송되고 있었던 트래픽은 1차 트리와 연관된 태그로 태깅되어 있었다는 것이다.

[0024] 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 1차 트리 또는 선택된 트리 상의 오류를 신속히 그리고 독립적으로 검출할 수 있기 때문에, 1차 트리로부터 2차 트리로의 스위칭은 50ms 내에 잘 일어날 수 있어, 용납할 수 없는 서비스 인터럽션(unacceptable service interruption)을 방지할 수 있다. 더욱이, CCM이 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 도달하기 시작하는 경우, 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 오류가 해결되었다고 판정할 수 있고, 2차 트리로부터 다시 1차 트리로 스위칭하게 할 수 있고, 여기서 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관되고 1차 트리를 식별하기 위해 태깅된 어드레스를 이용하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로 이더넷 프레임이 전송된다. 이 경우에도, 제1 허브 에지 노드(16H1)에 대한 어드레스는 제1 허브 에지 노드(16H1)에 의해 제공된 CCM으로부터 도출될 수도 있다. 이것은 가능성 있는 반전(reversion) 정책의 일 예일 뿐이며, 수동 반전 명령 또는 지시를 반전시키거나(reverting) 요구하기 전에 특정 시간 주기 동안 현재의 상태를 유지하는 등의 다른 정책이 가능하다.

[0025] 도 6을 참조하면, 개략적으로 전술한 전환 프로세스(switchover process)를 도시하기 위한 통신 흐름이 제공된다. 처음에, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 CCM을 허브 에지 노드(16H2), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 및 제2 스포크 에지 노드(16S2)에 1차 트리를 통하여 매 10ms 마다 전달한다고 가정한다(단계 100, 102, 및 104). 제1 허브 에지 노드(16H1)에 대한 소스 어드레스(SA1)가 CCM에 포함된다. 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 및 제2 스포크 에지 노드(16S2)에 2차 트리를 통하여 매 10ms 마다 전달한다(단계 106, 108, 및 110). CCM은 제2 허브 에지 노드(16H2)의 어드레스에 대응하는 소스 어드레스(SA2)를 가질 것이다. 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 수신하고, CCM에 제공된 소스 어드레스(SA1)에 기초하여 허브 트래픽을 위한 유니캐스트 목적지 어드레스(DA)를 설정할 것이다(단계 112). 그리고 나서, 허브 트래픽은 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관된 어드레스(SA1)를 이용하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로 전송된다(단계 114). 이러한 구성 또는 동적 선택 등과 같은 다양한 메커니즘이 1차 트리에 스포크를 할당하기 위해 이용될 수 있다.

[0026] 제2 스포크 에지 노드(16S2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 수신하고, CCM에 제공된 소스 어드레스(SA1)에 기초하여 허브 트래픽을 위한 유니캐스트 목적지 어드레스(DA)를 설정할 것이다(단계 116). 그리고 나서, 허브 트래픽은 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관된 어드레스(SA1)를 이용하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로 전송된다(단계 118). 이 경우에도, 트래픽은 이더넷 프레임으로 전달되며, 트래픽이 전달되는 1차 또는 2차 트리에 기초하여 태깅될 것이다.

[0027] 이 때, 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM이 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 도달하는 것을 막는 오류가 존재한다고 가정한다(단계 120). 이러한 오류가 발생하는 경우, 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)에 의해 제공된 CCM은 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 의해 수신되지 않을 것이다. 그와 같이, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)의 각각은 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이며, 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신된 CCM 내의 소스 어드레스에 기초하여 허브 트래픽을 위한 유니캐스트 목적지 어드레스를 설정할 것이다(단계 122 및 124). 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신된 CCM 내의 소스 어드레스는 SA2이다. 따라서, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는, 제2 허브 에지 노드(16H2)의 어드레스(SA2)를 이용하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로 2차 트리를 통하여 허브 트래픽 전송을 실질적으로 즉시 시작할 것이다(단계 126 및 128). 이 경우에도, 다양한 트리를 통하여 트랜스포트되는 이더넷 프레임은 그에 상응하게 태깅되어, 이더넷 프레임이 적절한 트리를 통하여 전달되도록 할 것이다. 더욱이, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)가 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 수신하기 시작하는 경우, 이들은 제1 허브 에지 노드(16H1)에 트래픽을 전달하기 위한 1차 트리를 이용하는 것으로 스위칭해 돌아갈 수 있다.

[0028] 제2 실시예에서는, 1차 또는 2차 트리 중의 오직 하나만이 임의의 주어진 시간에 1차적으로 이용되는, 리커버리 메커니즘이 제공된다. 바람직하게는, 2차 트리는 오직, 1차 트리와 연관된 오류가 존재하는 경우에 이용된다. 따라서, 1차 트리와 연관된 오류가 존재하지 않는 경우, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 액티브 노드라고

가정하면, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 CCM을 1차 트리를 통하여 전송할 것이지만, 비액티브 노드 또는 제2 허브 에지 노드(16H2)는 1차 트리 상의 오류를 검출할 때까지, CCM을 2차 트리를 통하여 전송하지 않을 것이다. 본 실시예에서는, 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 CCM을 수신하는 것을 중단하는 경우, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 1차 트리 상의 오류를 검출할 것이다. 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는, 오류가 존재할 때까지, 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 CCM을 단지 수신할 것이고, 오류의 존재 후에, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 CCM을 수신하는 것을 시작할 수 있다.

[0029] 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 트리를 선택하고, CCM의 수신에 기초하여 트래픽을 전달하기 위해 이용할 허브 에지 노드(16H1 또는 16H2)를 판정한다. CCM이 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신되는 경우, 트래픽은 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로 전송될 것이다. CCM이 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 2차 트리를 통하여 수신되고 있는 경우, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 트래픽을 제2 허브 에지 노드(16H2)에 2차 트리를 통하여 전송한다. 따라서, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 실질적으로 독립적으로 동작하며, 수신되는 CCM에 기초하여 트래픽을 어떻게 전송할지를 판정한다. 마찬가지로, 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2)도 또한 CCM의 전달에 기초하여 독립적으로 동작하고 있다. CCM이 매 50ms 당 1개의 CCM보다 실질적으로 높은 레이트로 전달되고 있는 경우, 트래픽 전달은 50ms 내에 1차 트리로부터 2차 트리로 스위칭할 수 있고, 용납할 수 없는 서비스 중단(disruption)을 회피할 수 있다.

[0030] 본 실시예를 예시하는 통신 흐름이 도 7a 및 7b에 제공된다. 처음에, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 CCM을 1차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2) 및 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 전송할 것이다(단계 200, 202, 및 204). CCM은 소스 어드레스(SA1)로서 제1 허브 에지 노드(16H1)의 어드레스를 포함할 것이다. 1차 트리에 검출된 오류가 존재하지 않는다고 가정하면, 2차 트리는 이용되지 않으며, 따라서, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 또는 제2 스포크 에지 노드(16S2)에 전송하지 않을 것이다. 제1 허브 에지 노드(16H1)는 스포크 트래픽을 제1 스포크 에지 노드(16S1) 및 제2 스포크 에지 노드(16S2)로 전송할 것이다(단계 206 및 208). 제2 허브 에지 노드(16H2)는 트래픽을 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 제공하지 않을 것이다.

[0031] 이러한 도중에, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신하고, 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신했던 CCM에 제공된 소스 어드레스(SA1)에 기초하여 허브 트래픽에 대한 유니캐스트 목적지 어드레스를 설정할 것이다(단계 210 및 212). 따라서, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 허브 트래픽을 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로 전달할 것이다(단계 214 및 216). 허브 트래픽의 이더넷 프레임내의 목적지 어드레스는, 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관되고, 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신된 CCM으로부터 도출된 어드레스(SA1)로 설정된다.

[0032] 이 때, 허브 에지 노드(16H1)의 오류가 존재한다고 가정한다(단계 218). 제1 허브 에지 노드(16H1)가 오동작하는 경우, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM의 손실을 검출하고(단계 220), 2차 트리를 통한 CCM및 스포크 트래픽의 전달을 즉시 개시할 것이다(단계 222). 그와 같이, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 및 제2 스포크 에지 노드(16S2)에 전달할 것이다(단계 224, 226, 및 228). CCM은 제2 허브 에지 노드(16H2)에 대응하는 소스 어드레스(SA2)를 가질 것이다. 도시된 바와 같이, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 스포크 트래픽을 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2) 2차 트리를 통하여 각각 전송한다(단계 230 및 232).

[0033] 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 1차 트리를 통하여 CCM을 수신하는 것에 대한 오류를 검출하거나, 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 CCM의 수신을 검출할 수 있다. 이러한 검출시에, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신된 CCM에 제공된 소스 어드레스(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대한 유니캐스트 목적지 어드레스를 설정할 것이다(단계 234 및 236). 따라서, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 제2 허브 에지 노드(16H2)에 허브 트래픽을 전달할 것이며, 여기서 허브 트래픽을 반송하는 이더넷 프레임의 목적지 어드레스는, 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관된 어드레스(SA2)로 설정된다(단계 238 및 240). 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2) 뿐만 아니라 제2 허브 에지 노드(16H2)는, 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM이 1차 트리 상에 다시 나타나면, 1차 트리로 스위칭해 돌아갈 수도 있다.

[0034] 본 발명의 제3 실시예에서는, 1차 트리가 오류와 연관되어 있는 경우, 2차 트리만이 이용된다고 다시 가정한다. 이전의 예에서는 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1, 16H2) 중 하나가 오동작한 경우 특히 유용했으나, 본 실시예

는 1차 트리 또는 2차 트리 내의 중간 노드(18) 또는 물리적 링크에 오류가 발생하는 경우 특히 유용하다. 이전의 실시예에서 같이, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 액티브이고 1차 트리 상에서 검출된 오류가 존재하지 않는다고 가정한다. 동작시, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 트래픽 뿐만 아니라 CCM을 포함하는 제어 메시지를 1차 트리를 통하여 전송할 것이고, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 자신들의 트래픽을 1차 트리를 통하여 또한 전송한다. 주목할 것은, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 바람직하게는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)인 액티브 허브에 유니캐스트 형식으로 전송할 것이다.

[0035] 오류가 발생하는 경우, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2) 중 하나 이상으로부터 CCM을 수신하는 것을 중단할 것이다. 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)로부터의 CCM의 손실의 검출에 응답하여, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 오류 플래그를 포함하는 CCM의 전송을 시작할 것이다. 일 실시예에 있어서, 오류 플래그는 CCM의 RDI(Remote Defect Indication)를 설정하는 것에 대응한다. 오류 플래그를 포함하는 CCM의 수신시, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 트래픽과 CCM을 2차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)로 전달하는 것을 시작할 것이다. 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는, (액티브) 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 CCM이 수신되는 한, 1차 트리를 이용하는 것을 계속할 것이다. 1차 트리를 통하여 CCM이 더 이상 수신되지 않는 경우, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 즉시 2차 트리를 이용하는 것으로 천이(transition)하며, 여기서 트래픽과 CCM은 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)에 전달된다. 오류가 정정되면, 제1 허브 에지 노드(16H1), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 및 제2 스포크 에지 노드(16S2) 중 영향받은 것들은 원래의 동작 상태로 천이하여 되돌아갈 것이다.

[0036] 본 실시예를 예시하는 통신 흐름이 도 8a 및 8b에 제공되어 있다. 처음에, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 액티브 노드이고 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)뿐만 아니라 제2 허브 에지 노드(16H2)에 1차 트리를 통하여 CCM을 전달한다고 가정한다(단계 300, 302, 및 304). 제1 허브 에지 노드(16H1)는 또한, 스포크 트래픽을 1차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 전달하고 있다(단계 306 및 308). CCM이 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신되고 있는 동안, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)에 전달할 것이며(단계 310 및 312), 또한 허브 트래픽을 제1 허브 에지 노드(16H1)에 1차 트리를 통하여 전달할 것이다(단계 314 및 316). 주목할 것은, CCM은 매 10ms마다 전달되는 것이 바람직하며, 허브 트래픽은, 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 수신된 CCM에 제공되며 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관된 소스 어드레스(SA1)에 대응하는 목적지 어드레스를 가질것이다.

[0037] 이 시점에서, 스포크 에지 노드(16S1)를 허브 에지 노드(16H1)로부터 분리시키는 오류가 발생한다고 가정한다(단계 318). 그와 같이, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 1차 트리를 통한 제1 스포크 에지 노드(16S1)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이다(단계 320). 그리고 나서, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 CCM내에 오류 플래그를 설정하여(단계 322), 제2 허브 에지 노드(16H2), 제1 스포크 에지 노드(16S1), 및 제2 스포크 에지 노드(16S2)로 일관되게 CCM을 전달한다(단계 324, 326, 및 328). 이 경우에도, 오류 플래그는 CCM메시지에 RDI 비트를 설정함으로써 표현될 수도 있다. 주목할 것은, CCM은 제2 스포크 에지 노드(16S2) 및 제2 허브 에지 노드(16H2)에 의해서만 수신된다는 것이다. 제1 스포크 에지 노드(16S1) 쪽으로 전송된 CCM은 수신되지 않는다.

[0038] 제2 허브 에지 노드(16H2)는 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 1차 트리를 통하여 수신된 CCM 내의 오류 플래그를 검출한다(단계 330). CCM 내의 오류 플래그의 검출에 응답하여, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 2차 트리를 통하여, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 뿐만 아니라 제1 허브 에지 노드(16H1)로의 전송을 시작할 것이다(단계 332, 334, 및 336). CCM은 소스 어드레스로서 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관된 어드레스(SA2)를 포함할 것이다. 더욱이, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 2차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1, 16S2) 쪽으로의 스포크 트래픽의 전달을 개시할 것이다(단계 338 및 340).

[0039] 이러한 도중에, 제2 스포크 에지 노드(16S2)는 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 CCM을 수신하는 것을 계속할 것이며, 그와 같이, 정상적인 동작을 계속할 것이다. 특히, 제2 스포크 에지 노드(16S2)는 허브 트래픽과 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1)에 1차 트리 상에서 계속 전송할 것이다(단계 342, 344, 및 346). 하지만, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)에 의해 수신되고 있던 CCM의 손실을 검출할 것이다(단계 348). 더욱이, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 CCM의 수신을 시작하고, 2차 트리를 통하여 수신된 CCM 내의 소스 어드레스에 기초하여 허브 트래픽에 대한 유니캐스트 목적지 어드레스를 설정할 것이다(단계 350). 이 예에서, 2차 트리로부터의 CCM 내의 소스 어드레스(SA2)는 제2 허브 에지 노드(16H2)에 대응한다. 따라서, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2) 쪽으로의 CCM 및 허브 트래픽의 전송을 시작할 것이다(단계 352 및 354). 주목할 것은, 만약 제2 스포크 에지 노드(16S2)가 제1 스포크 에지 노드(16S1)와 마찬가지의 방식으로 오류에 의

해 영향을 받으면, 제2 스포크 에지 노드(16S2)도 또한 마찬가지의 방식으로 2차 트리로 스위칭할 수도 있다는 것이다. 더욱이, 오류가 해결되면, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)뿐만 아니라 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 중 영향받은 것들도 1차 트리를 이용하는 것으로 되돌아가서, 원래의 동작 상태로 복귀할 수 있다.

[0040] 중복(redundant) E-TREE를 채용하는 또 다른 실시예에서는, 상이한 E-TREE가 상이한 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 대한 부하(load)를 공유하거나 조정(coordinate)하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들면, 비오류 상태는 1차 트리를 통하여 반송되는 제1 스포크 에지 노드(16S1)를 수반하는 트래픽을 요구할 수 있는 한편, 제2 스포크 에지 노드(16S2)와 연관된 트래픽은 2차 트리에 의해 반송된다. CCM또는 그 밖의 다른 제어 메시지는 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 각각에 의해 대응하는 1차 및 2차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2) 각각에 제공된다. 그와 같이, 비록 트래픽이 1차 및 2차 트리 중 대응하는 것을 통하여만 교환될 지라도, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 CCM을 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1 및 16H2) 각각으로부터 1차 및 2차 트리를 통하여 각각 수신한다. 본 실시예는 1차 및 2차 트리 중 상이한 트리에 상이한 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)를 위한 트래픽의 별도 할당을 고려하고 있지만, 트래픽은 트래픽 유형, 서비스 품질 등에 기초하여 다양한 방식으로 공유될 수 있고, 여기서 특정 트래픽은 1차 트리와 연관되고 그외의 트래픽은 주어진 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)를 위해 2차 트리와 연관된다. 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는, 오류가 발생하지 않는다면, 할당된 트리를 통하여 수신된 CCM내에 제공된 소스 어드레스를 다시 이용할 것이다. 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)는 CCM을 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1, 16H2) 중 연관된 노드 쪽으로 각각 송신할 것이다. 본 실시예에서, 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 CCM을 1차 및 2차 트리 양자를 통해서 송신하지 않는다.

[0041] 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1, 16H2) 중 액티브 허브 에지 노드로부터 CCM을 수신하는 데에 오류가 있으면, 대응하는 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)는 제1 및 제2 허브 에지 노드(16H1, 16H2) 중 다른 허브 에지 노드로 스위칭하고, 새로이 선택된 허브 에지 노드(16H1 또는 16H2) 쪽으로 CCM을 전송하기 시작할 것이다. 대응하는 스포크 에지 노드(16S1 또는 16S2)로부터 CCM을 수신하는 데에 오류가 있으면, 연관된 허브 에지 노드(16H1 또는 16H2)는 연관된 스포크 에지 노드(16S1 또는 16S2)에의 서비스를 중단할 것이다. 허브 에지 노드(16H1 또는 16H2)가, 이전에 서비스를 제공하지 않았던 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)로부터의 CCM의 수신을 시작하는 경우, 허브 에지 노드는 그 스포크 에지 노드(16S1, 16S2)에 서비스를 제공하기 시작할 것이다.

[0042] 본 실시예를 예시하는 통신 흐름이 도 9a 및 9b에 제공된다. 처음에, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 스포크 에지 노드(16S1)에 할당되고, 1차 트리를 통하여 트래픽이 제공된다고 가정한다. 또한, 제2 허브 에지 노드(16H2)가 스포크 에지 노드(16S2)에 할당되고, 2차 트리를 통하여 트래픽이 제공된다고 가정한다. 그와 같이, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 CCM을 1차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2) 뿐만 아니라 제2 허브 에지 노드(16H2)로 전송하는 것을 시작할 것이다(단계 400, 402, 및 404). 제1 허브 에지 노드(16H1)에 의해 제공된 CCM은 제1 허브 에지 노드(16H1)와 연관된 소스 어드레스(SA1)를 포함할 것이다. 제1 허브 에지 노드(16H1)는 또한 제1 스포크 에지 노드(16S1)에 대한 스포크 트래픽을 제1 스포크 에지 노드(16S1)에 제공한다(단계 406). 1차 트리를 통한 CCM의 수신에 응답하여, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 허브 트래픽 및 CCM을 제1 허브 에지 노드(16H1) 쪽으로 제공할 것이다(단계 408 및 410).

[0043] 동시에, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 CCM을 2차 트리를 통하여 제1 및 제2 스포크 에지 노드(16S1 및 16S2)에 뿐만 아니라 제1 허브 에지 노드(16H1)로 전송한다(단계 412, 414, 및 416). 제2 허브 에지 노드(16H2)에 의해 제공된 CCM은 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관된 소스 어드레스(SA2)를 포함할 것이다. 제2 허브 에지 노드(16H2)는 제2 스포크 에지 노드(16S2)에 대한 스포크 트래픽을 2차 트리를 통하여 전달할 것이다(단계 418). 2차 트리에서 오류가 존재하지 않는다고 가정하면, 제2 스포크 에지 노드(16S2)는 허브 트래픽과 CCM을 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2) 쪽으로 전달할 것이다(단계 420 및 422). 허브 트래픽은, 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관되며 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신된 CCM에 제공된 어드레스로 지향된다.

[0044] 다음에, 제1 스포크 에지 노드(16S1)를 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터 분리시키는 오류가 발생한다고 가정한다(단계 424). 그러면, 제1 스포크 에지 노드(16S1)와 제1 허브 에지 노드(16H1) 사이에서 1차 트리를 통하여 교환되는 트래픽이 영향을 받는다. 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 1차 트리를 통한 제1 허브 에지 노드(16H1)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이고(단계 426), 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신되고 있는 CCM을 처리하기 시작할 것이다(단계 428). 이에 응답하여, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)로부터 수신되고 있는 CCM 내의 소스 어드레스(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대한 유니캐스트 목적지 어드레스를 설정할 것이다(단계 430). 그와 같이, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 1차

트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)에 허브 트래픽을 전송하는 것으로부터, 제2 허브 에지 노드(16H2)와 연관된 어드레스를 이용하여 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)에 허브 트래픽을 전송하는 것으로 스위칭한다(단계 432).

[0045] 오류의 결과로서, 제1 허브 에지 노드(16H1)는 또한, 1차 트리를 통하여 제1 스포크 에지 노드(16S1)에 의해 제공되고 있는 CCM의 손실을 검출할 것이며, 스포크 에지 노드(16S1) 쪽으로의 스포크 트래픽의 전달을 중단할 것이다(단계 434). 한편, 제1 스포크 에지 노드(16S1)는 1차 트리를 통하여 제1 허브 에지 노드(16H1)에 CCM을 전송하는 것으로부터 2차 트리를 통하여 제2 허브 에지 노드(16H2)에 CCM을 전송하는 것으로 스위칭할 것이다(단계 436). 2차 트리를 통하여 제1 스포크 에지 노드(16S1)의 CCM을 검출하면, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 제1 스포크 에지 노드(16S1)에 대해 의도된 스포크 트래픽의, 스포크 에지 노드(16S1)로의 2차 트리를 통한 전달을 개시할 것이다(단계 438 및 440). 그와 같이, 제1 허브 에지 노드(16H1)가 오류로 인하여 더 이상 전송을 할 수 없는 경우, 제2 허브 에지 노드(16H2)는 제1 스포크 에지 노드(16S1)와 연관된 트래픽을 수신 및 전달하는 것을 시작할 것이다. 다른 실시예들과 같이, 오류의 상태가 해결되면, 정상적인 동작이 재개될 수 있다. CCM이 매 10ms 당 1 보다 높은 레이트로 전달된다고 가정하면, 1차 트리로부터 2차 트리로의 스위칭은 50ms 내에 일어날 수 있고, 따라서 서비스에서의 용납할 수 없는 인터럽션을 방지할 수 있다.

[0046] 이전의 예들은 E-TREE 등과 같은 1차 및 2차 트리의 이용에 관련되지만, 본 발명의 특정 개념들은 E-LAN 구성에 또한 적용가능하다. 도 10을 참조하면, E-LAN 구성이 도시된다. 전술한 바와 같이, E-LAN 구성은 임의의 에지 노드(16A 내지 16F)가 임의의 다른 에지 노드(16A 내지 16F)와 통신할 수 있는 멀티포인트 구성이다. 멀티포인트 아키텍처는 임의의 특정의 허브에서 루트(root)되지 않으며, 각각의 에지 노드(16A 내지 16F)는 동등한 노드일 수 있고, 에지 네트워크(12) 등과 같은 상이한 소스들을 지원하는 데에 이용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 에지 노드(16A 내지 16F) 각각은, 두꺼운 쇄선으로 표시된 2차 E-LAN뿐만 아니라 두꺼운 실선으로 표시된 1차 E-LAN을 통하여 연결된다. 바람직하게는, 하나의 E-LAN에서의 오류는 다른 E-LAN에는 영향을 주지 않을 것이며, 그래서 1차 E-LAN에서 오류가 검출되면, 1차 E-LAN에서의 동작은, 2차 E-LAN으로 스위칭될 수 있다. 도시된 바와 같이, 중간 노드(18A, 18C, 및 18F)는 상호 연결되어, 1차 E-LAN을 형성하기 위해 에지 노드(16A 내지 16F)의 각각에의 연결을 용이하게 한다. 마찬가지로, 중간 노드(18B, 18D, 및 18E)는 상호 연결되어, 2차 E-LAN을 제공하기 위해 에지 노드(16A 내지 16F)의 각각에의 연결을 용이하게 한다. 이 경우에도, 1차 및 2차 E-LAN은 별도의 EVC인 것으로 간주되고, 그래서 특정의 E-LAN을 통한 트랜스포트를 용이하게 하기 위해 이더넷 프레임이 태깅될 수 있다. E-LAN은, 전술한 바와 동일한 방식으로 동적 또는 정적으로 공급될 수 있다. 바람직하게는, 1차 및 2차 E-LAN은 실질적으로 서로 독립적이며, 하나에 대한 오류가 다른 것에 영향을 주지 않으며 공유 리스크 링크 그룹이 회피된다. 이러한 공유 리스크 링크 그룹의 회피가 바람직하지만, E-LAN 또는 E-TREE의 예에서 필요한 것은 아니다.

[0047] 일 실시예에서는, 에지 노드(16A 내지 16D)의 각각은 1차 및 2차 E-LAN의 양자 상의 에지 노드(16A 내지 16D) 중 다른 것들에게 CCM을 제공한다. 노드의 오류 또는 링크 오류가 발생하는 경우, 하나 이상의 에지 노드(16A 내지 16F)는 다른 에지 노드(16A 내지 16F)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이다. CCM의 손실을 검출한 에지 노드(16A 내지 16F)는 CCM내에 오류 플래그를 설정하고 CCM을 다른 에지 노드(16A 내지 16F)에게 전달할 수 있다. 오류 플래그를 가진 CCM을 수신하면, 에지 노드(16A 내지 16F)는 트래픽을 전송 및 수신하기 위해 1차 E-LAN으로부터 2차 E-LAN으로 천이할 것이다. 1차 E-LAN을 통하여 에지 노드(16A 내지 16F) 중 임의의 것으로부터의 CCM의 손실 등과 같은 오류를 검출한 에지 노드(16A 내지 16F)는, 트래픽의 전달 및 수신을 위해 2차 E-LAN으로 또한 스위칭할 것이다. 그와 같이, 상이한 수단을 통해 오류 상태를 검출한 후에, 에지 노드(16A 내지 16F)는 2차 E-LAN으로 스위칭할 것이며, 중요한 것은, 에지 노드(16A 내지 16F) 모두는, 영구히 또는 오류 상태가 해결될 때까지, 궁극적으로는 1차 E-LAN으로부터 2차 E-LAN으로 천이할 것이다.

[0048] 전술한 실시예를 예시하는 통신 흐름이 도 11a 및 11b에 제공된다. 처음에, 에지 노드(16A 내지 16D)의 각각은 1차 및 2차 E-LAN 양자 상의 에지 노드(16A 내지 16D) 중 다른 것에게 CCM을 제공한다고 가정한다. 그와 같이, 에지 노드(16C)는 CCM을 에지 노드(16D, 16B, 및 16A)로 1차 및 2차 E-LAN을 통하여 전송할 것이다(단계 500, 502, 및 504). 에지 노드(16D)는 CCM을 에지 노드(16C, 16B, 및 16A)로 1차 및 2차 E-LAN를 통하여 전송할 것이다(단계 506, 508, 및 510). 에지 노드(16B)는 CCM을 에지 노드(16C, 16D, 및 16A)로 1차 및 2차 E-LAN를 통하여 전송할 것이다(단계 512, 514, 및 516). 에지 노드(16A)는 CCM을 에지 노드(16B, 16C, 및 16D)로 1차 및 2차 E-LAN를 통하여 전송할 것이다(단계 518, 520, 및 522). 간결함 및 명료함을 위해, 단지 4개의 에지 노드(16A 내지 16D)만이 통신 흐름에 제공되어 있다. CCM을 1차 및 2차 E-LAN의 양자 상에 제공하는 것에 더하여, 에지 노드(16A 내지 16D)의 각각은 1차 E-LAN 상에만 트래픽을 전송할 것이다(단계 524, 526, 528, 및

530).

[0049] 이 때, 에지 노드(16A)로부터 에지 노드(16B)로의 CCM의 전달 및 그 반대로의 전달을 방해하는 오류가 있다고 가정한다(단계 532). 그 결과, 에지 노드(16A)는 1차 E-LAN 상의 에지 노드(16B)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이다(단계 534). 마찬가지로, 에지 노드(16B)는 1차 E-LAN 상의 에지 노드(16A)로부터의 CCM의 손실을 검출할 것이다(단계 536). 에지 노드(16A 및 16B) 모두는 1차 E-LAN 상에 제공되는 CCM 내에 오류 플래그를 설정하고(단계 538 및 540), CCM을 다른 에지 노드(16A 내지 16D) 쪽으로 전송할 것이다. 오류로 인하여, CCM은 에지 노드(16A 및 16B)에 의해 수신되지 않을 것이나, CCM은 에지 노드(16C 및 16D)에 의해 수신될 수 있다(단계 542, 544, 546, 및 548). 동시에, 에지 노드(16A 및 16B)는 또한, 2차 E-LAN 상에 트래픽을 전송할 것이다(단계 550 및 552). 이 시점에서, 에지 노드(16A 및 16B)는 오류 플래그를 갖는 CCM을 1차 E-LAN을 통하여 전송하고, 트래픽 및 정규 CCM이라고 추정할 만한 것을 2차 E-LAN 상에 전송한다.

[0050] 에지 노드(16C 및 16D)는 에지 노드(16A 및 16B)로부터 수신된, 오류 플래그를 갖는 CCM을 검출할 것이다(단계 554 및 556). 오류 플래그를 갖는 CCM의 수신에 응답하여, 에지 노드(16C 및 16D)는 트래픽 및 정규 CCM이라고 추정할 만한 것을 2차 E-LAN을 통하여 전송할 것이다(단계 558 및 560). 그와 같이, 에지 노드(16A 및 16B)는 오류를 신속히 검출하여, 정규의 CCM뿐만 아니라 트래픽을 전달하기 위해 하나의 E-LAN으로부터 다른 E-LAN으로 스위칭하는 한편, 오류를 검출하기 위한 과도하고 부가적인 제어 메시지 전송을 방지하면서, 하나의 E-LAN으로부터 다른 E-LAN으로 천이를 용이하게 할 수 있다.

[0051] 이제 도 12로 돌아가면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에지 노드(16)의 블록 표현이 제공되어 있다. 에지 노드(16)는 전술한 바와 같이 동작하기 위해 필수적인 소프트웨어(24) 및 데이터(26)를 위한 충분한 메모리(22)를 갖는 제어 시스템(20)을 포함할 수 있다. 제어 시스템(20)은, 이더넷 또는 그 밖의 트랜스포트 메커니즘을 용이하게 할 수 있는 연관된 에지 네트워크(12) 뿐만 아니라 백본 네트워크(14)를 통한 통신을 용이하게 하기 위해 적어도 하나의 통신 인터페이스(28)와 연관될 수 있다.

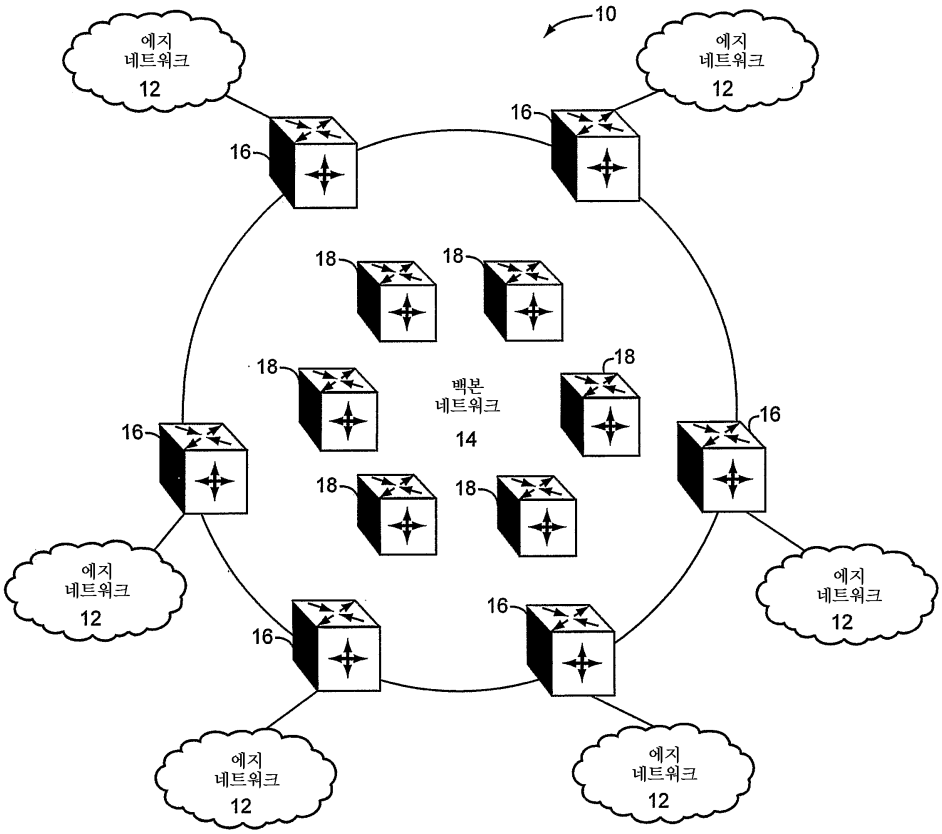
[0052] 전술한 실시예들은 캐리어 이더넷의 구현에 초점을 두도 있지만, 본 발명은, 캐리어 이더넷 아키텍처에서의 E-TREE 및 E-LAN 토폴로지와 유사한 멀티포인트 토폴로지 또는 루트형 멀티포인트 토폴로지를 이용하는 다양한 트랜스포트 기술에도 적용가능하다.

[0053] 본 기술 분야의 당업자라면 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 개선 및 변경을 인식할 것이다. 이러한 개선 및 변경은 본 명세서에 개시된 개념의 범주 및 이하의 특허청구범위 내에 있는 것으로 고려된다.

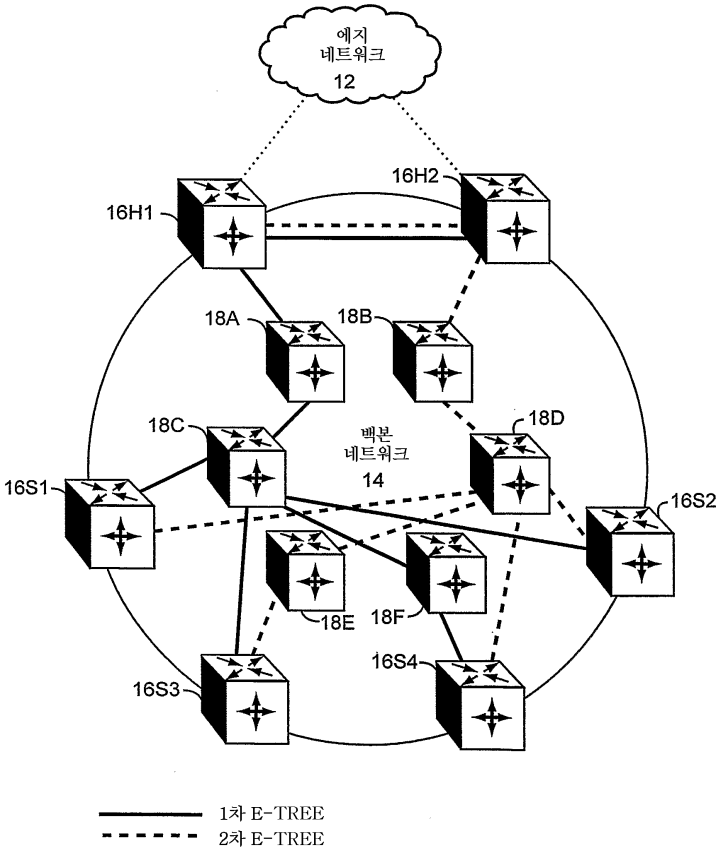
도면

도면1

(종래 기술)

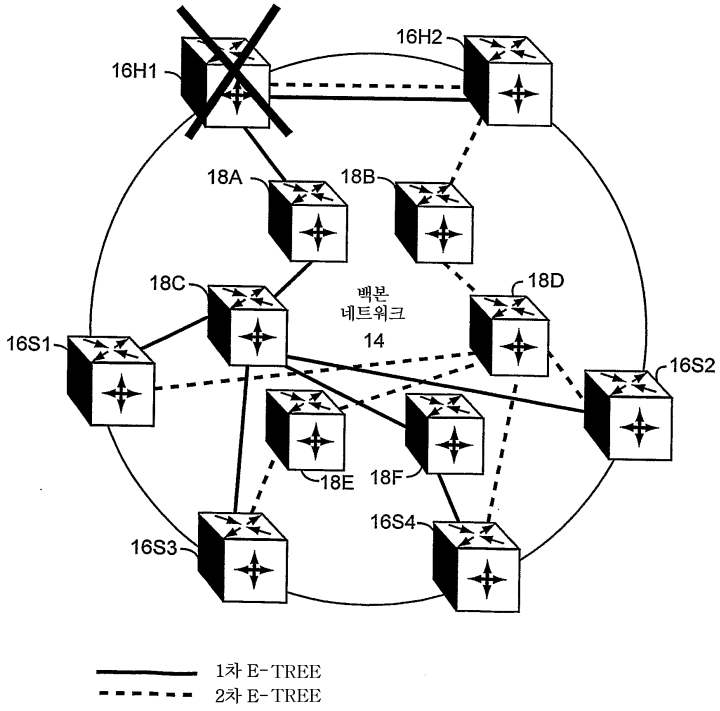


도면2


에지
네트워크
12
16H1
16H2
18A
18B
18C
18D
백본
네트워크
14
16S1
16S2
18E
18F
16S3
16S4
1차 E-TREE
2차 E-TREE

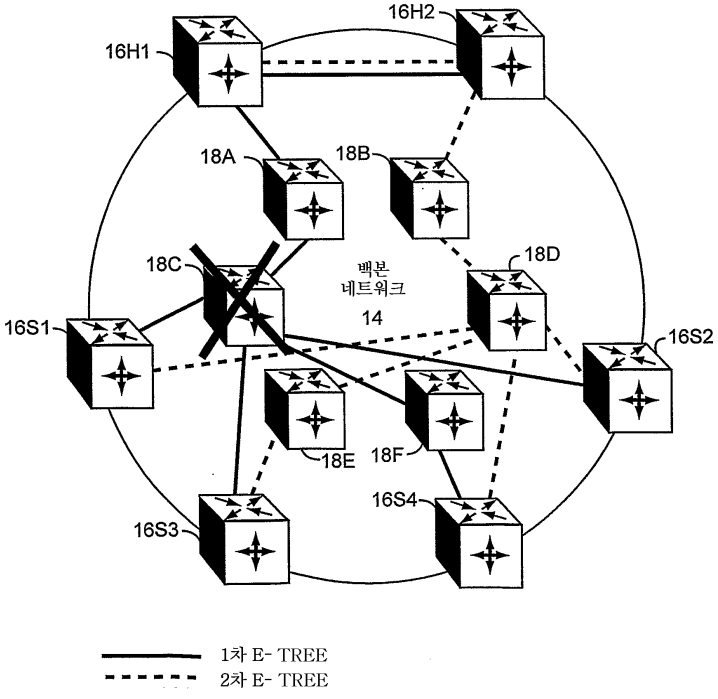
도면3

오류: 허브 에지 노드 16H1

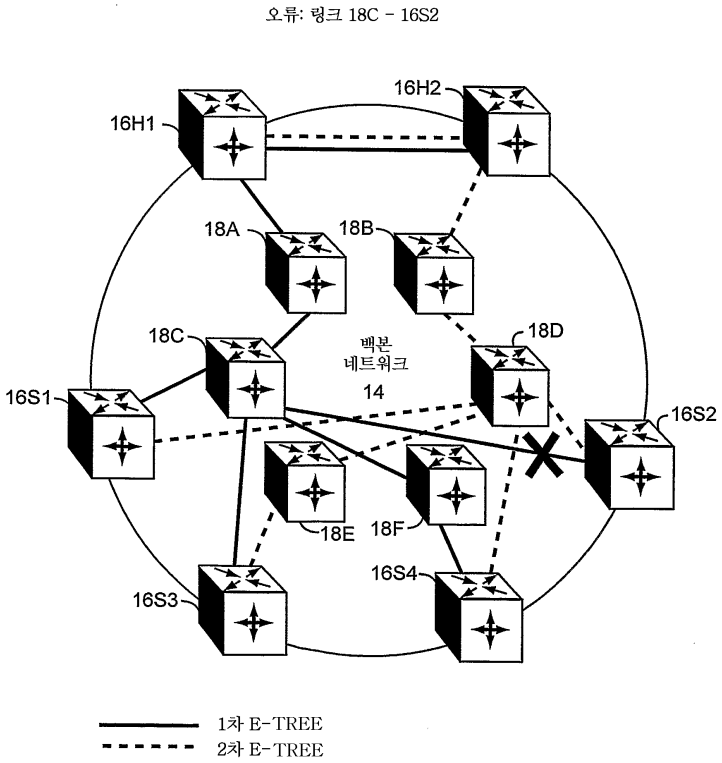


도면4

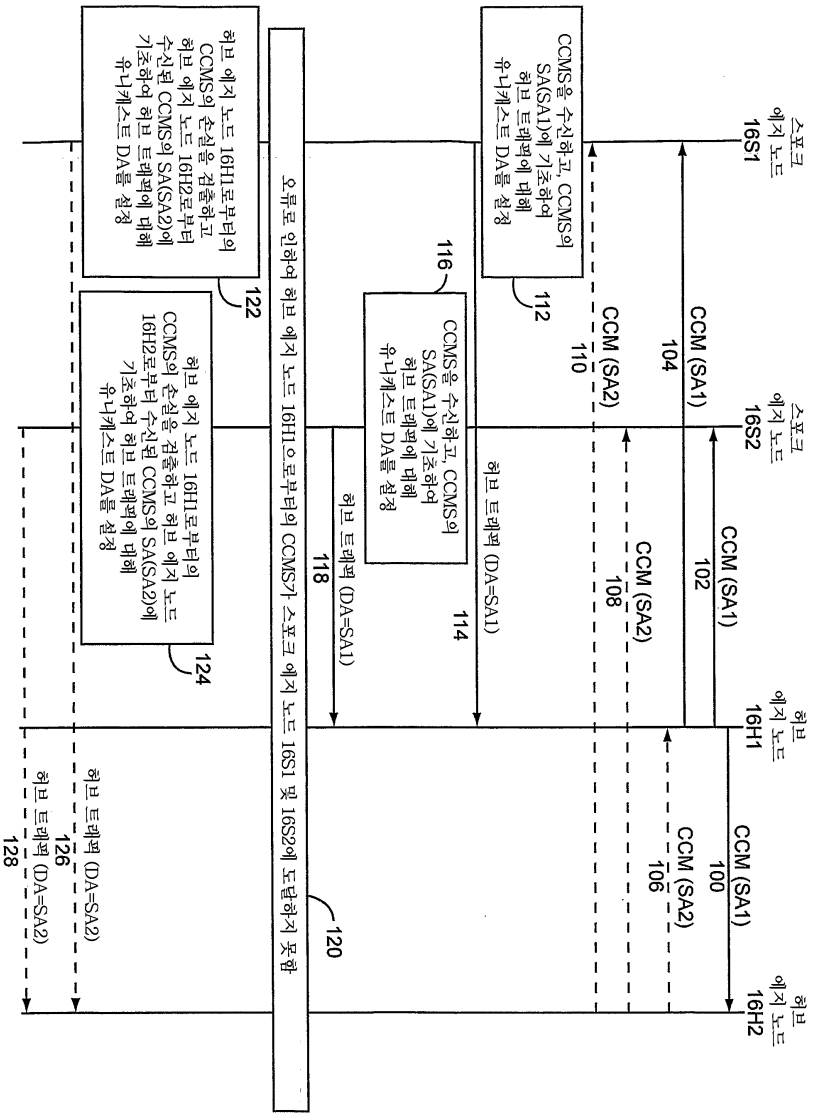
오류: 중간 노드 18C



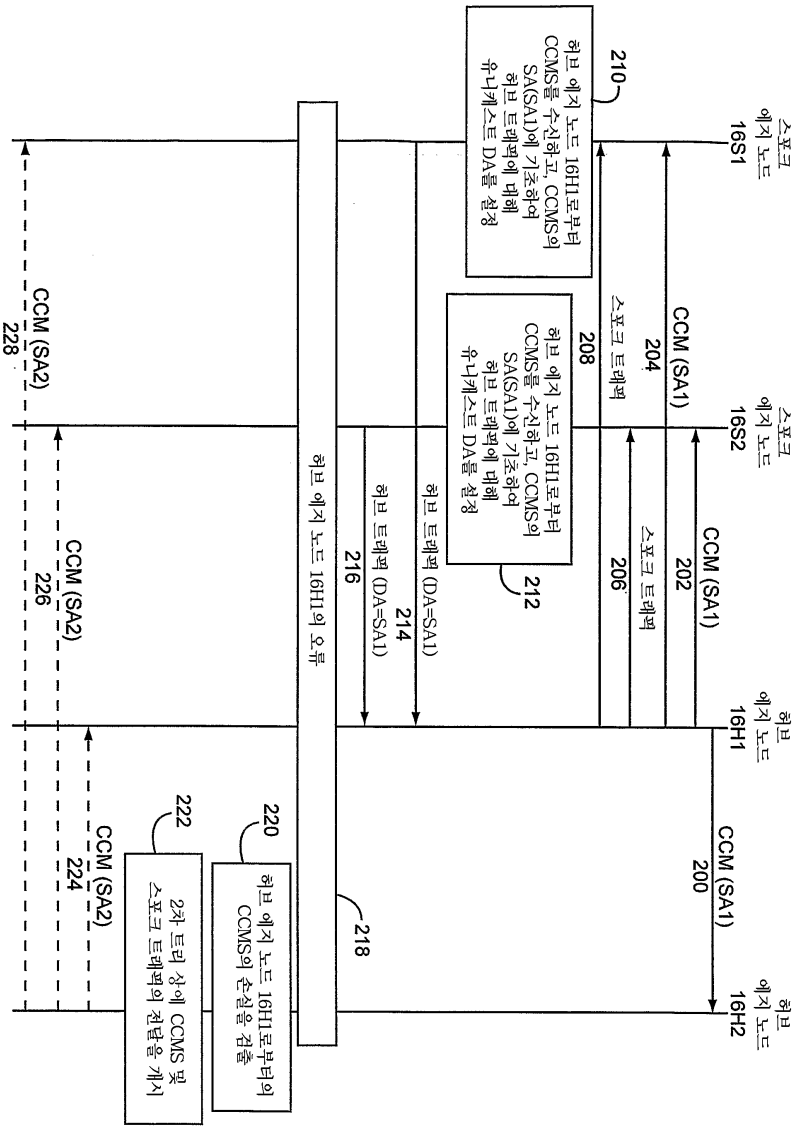
도면5


오류: 링크 18C - 16S2
16H1
16H2
18A
18B
18C
18D
백본
네트워크
14
16S1
16S2
18E
18F
16S3
16S4
1차 E-TREE
2차 E-TREE

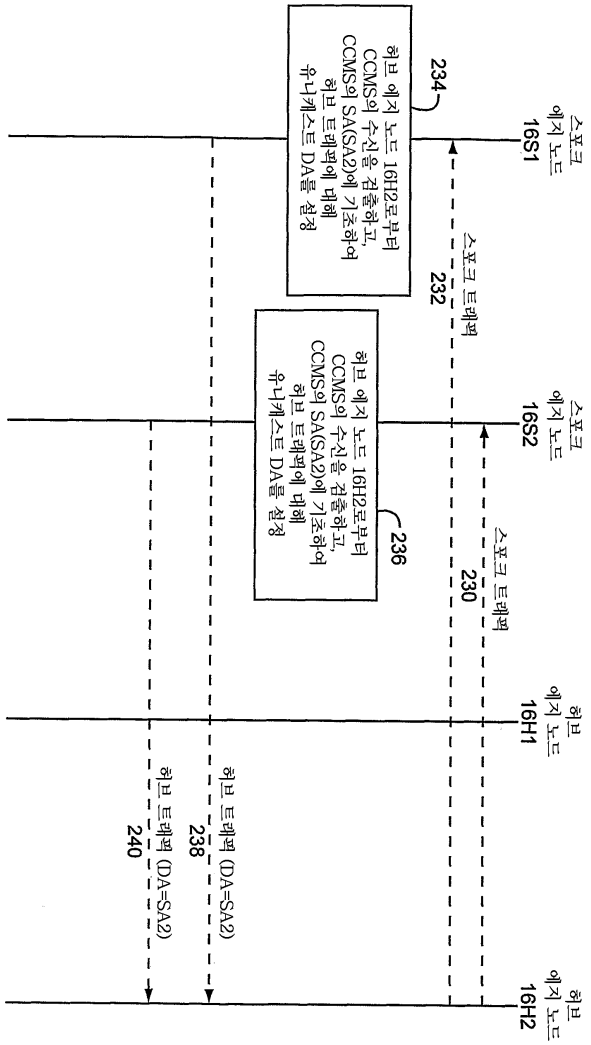
도면6


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
CCM (SA1) 104
CCM (SA2) 110
CCM (SA1) 102
CCM (SA2) 108
CCM (SA1) 100
CCM (SA2) 106
CCMS을 수신하고, CCMS의 SA(SA1)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
112
허브 트래픽 (DA=SA1) 114
CCMS을 수신하고, CCMS의 SA(SA1)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
116
허브 트래픽 (DA=SA1) 118
오류로 인하여 허브 에지 노드 16H1으로부터의 CCMS가 스포크 에지 노드 16S1 및 16S2에 도달하지 못함
120
허브 에지 노드 16H1로부터의 CCMS의 손실을 검출하고 허브 에지 노드 16H2로부터 수신된 CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
122
허브 에지 노드 16H1로부터의 CCMS의 손실을 검출하고 허브 에지 노드 16H2로부터 수신된 CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
124
허브 트래픽 (DA=SA2) 126
허브 트래픽 (DA=SA2) 128

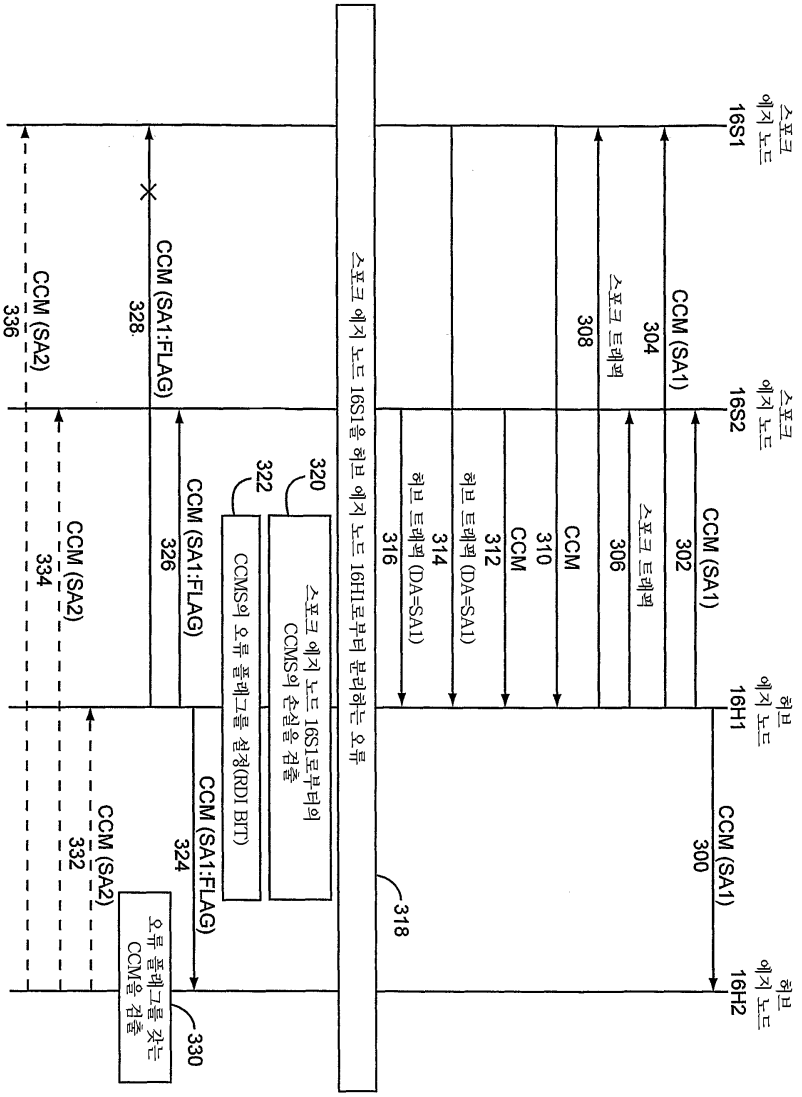
도면7a


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
CCM (SA1) 200
CCM (SA1) 202
CCM (SA1) 204
스포크 트래픽 206
허브 에지 노드 16H1로부터 CCMS를 수신하고, CCMS의 SA(SA1)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정 208
210
허브 에지 노드 16H1로부터 CCMS를 수신하고, CCMS의 SA(SA1)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정 212
허브 트래픽 (DA=SA1) 214
허브 트래픽 (DA=SA1) 216
허브 에지 노드 16H1의 오류 218
허브 에지 노드 16H1로부터의 CCMS의 손실을 검출 220
2차 트리 상에 CCMS 및 스포크 트래픽의 전달을 개시 222
CCM (SA2) 224
CCM (SA2) 226
CCM (SA2) 228

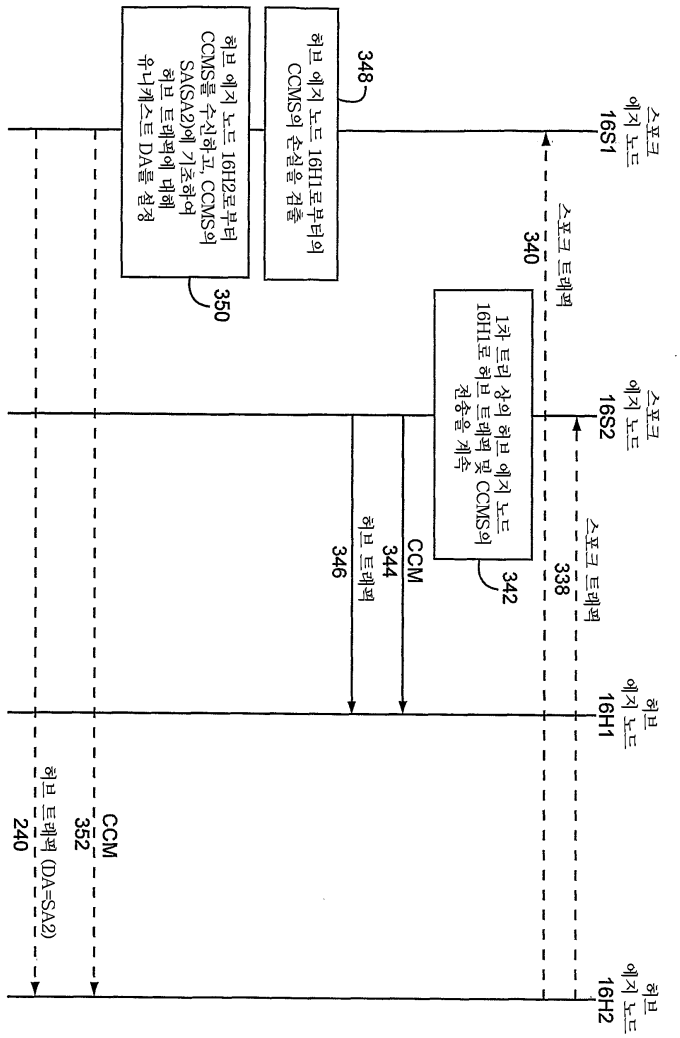
도면7b


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
허브 에지 노드 16H2로부터 CCMS의 수신을 검출하고, CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
234
스포크 트래픽
232
허브 에지 노드 16H2로부터 CCMS의 수신을 검출하고, CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
236
스포크 트래픽
230
허브 트래픽 (DA=SA2)
238
허브 트래픽 (DA=SA2)
240

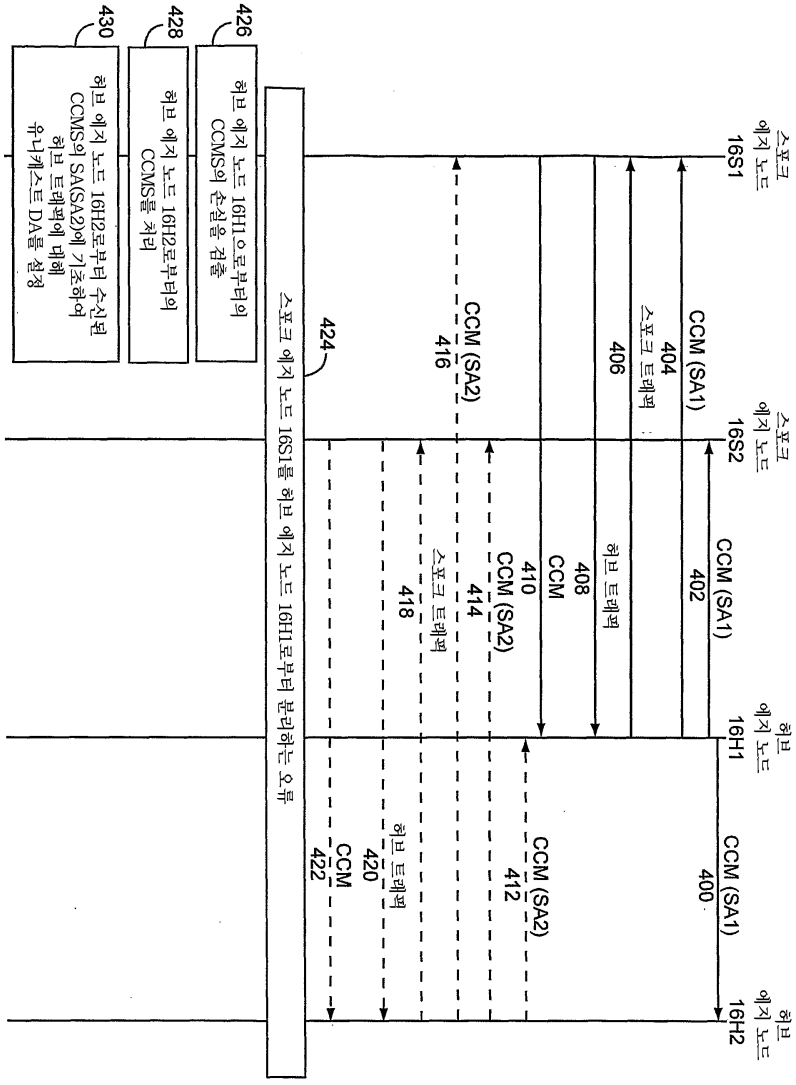
도면8a


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
CCM (SA1) 304
스포크 트래픽 308
CCM (SA1) 302
스포크 트래픽 306
CCM 310
CCM 312
허브 트래픽 (DA=SA1) 314
허브 트래픽 (DA=SA1) 316
CCM (SA1) 300
318
스포크 에지 노드 16S1을 허브 에지 노드 16H1로부터 분리하는 오류
320
스포크 에지 노드 16S1로부터의 CCMS의 손실을 검출
322
CCMS의 오류 플래그를 설정(RDI BIT)
CCM (SA1:FLAG) 328
CCM (SA1:FLAG) 326
CCM (SA1:FLAG) 324
오류 플래그를 갖는 CCM을 검출
330
CCM (SA2) 336
CCM (SA2) 334
CCM (SA2) 332

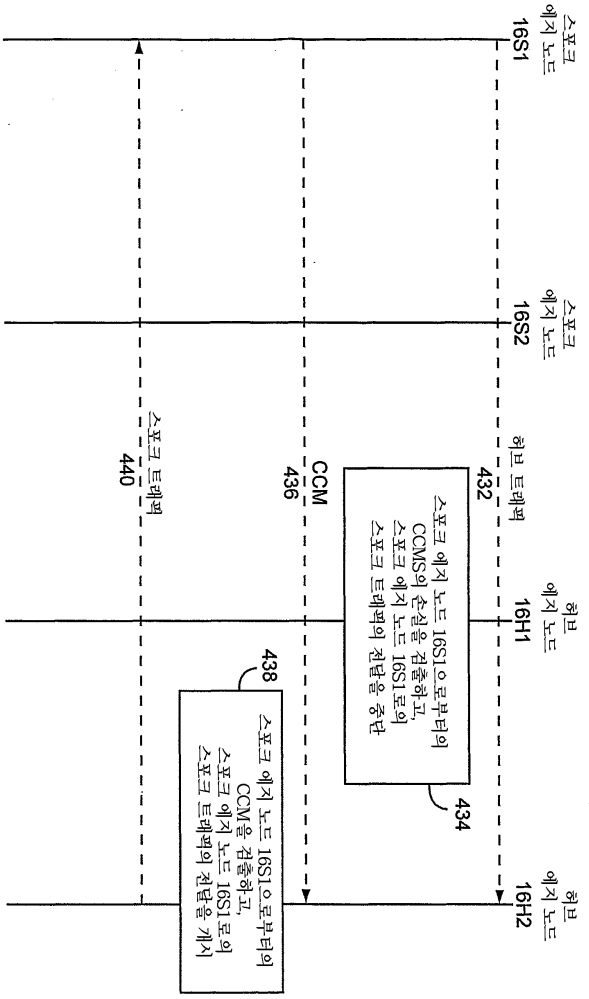
도면8b


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
348
허브 에지 노드 16H1로부터의 CCMS의 손실을 검출
350
허브 에지 노드 16H2로부터 CCMS를 수신하고, CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정
340
스포크 트래픽
342
1차 트리 상의 허브 에지 노드 16H1로 허브 트래픽 및 CCMS의 전송을 계속
338
스포크 트래픽
346
344
CCM
허브 트래픽
352
CCM
240
허브 트래픽 (DA=SA2)

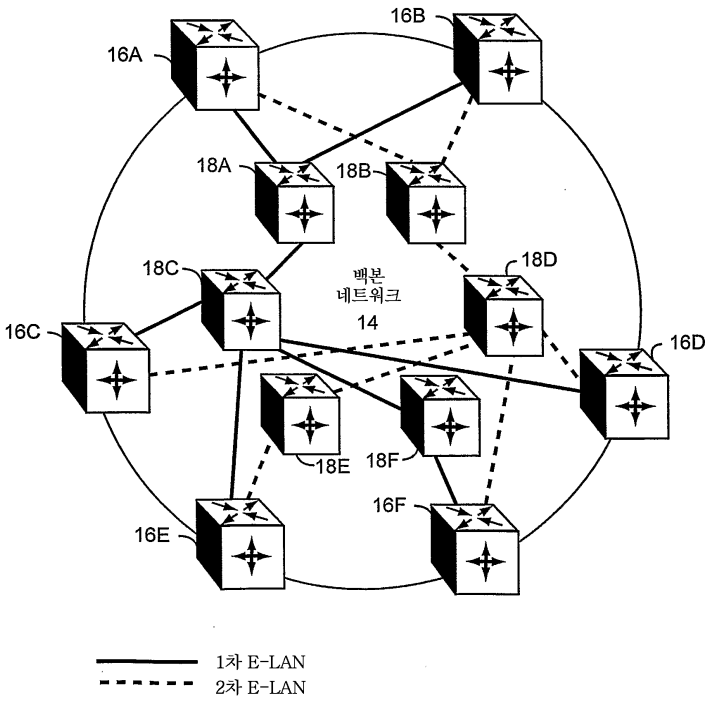
도면9a


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
CCM (SA1) 404
스포크 트래픽 406
CCM (SA2) 416
CCM (SA1) 402
허브 트래픽 CCM 408
CCM (SA2) 410
CCM (SA2) 414
스포크 트래픽 418
CCM (SA1) 400
CCM (SA2) 412
허브 트래픽 CCM 420
CCM 422
424
스포크 에지 노드 16S1를 허브 에지 노드 16H1로부터 분리하는 오류
426
허브 에지 노드 16H1으로부터의 CCMS의 손실을 검출
428
허브 에지 노드 16H2로부터의 CCMS를 처리
430
허브 에지 노드 16H2로부터 수신된 CCMS의 SA(SA2)에 기초하여 허브 트래픽에 대해 유니캐스트 DA를 설정

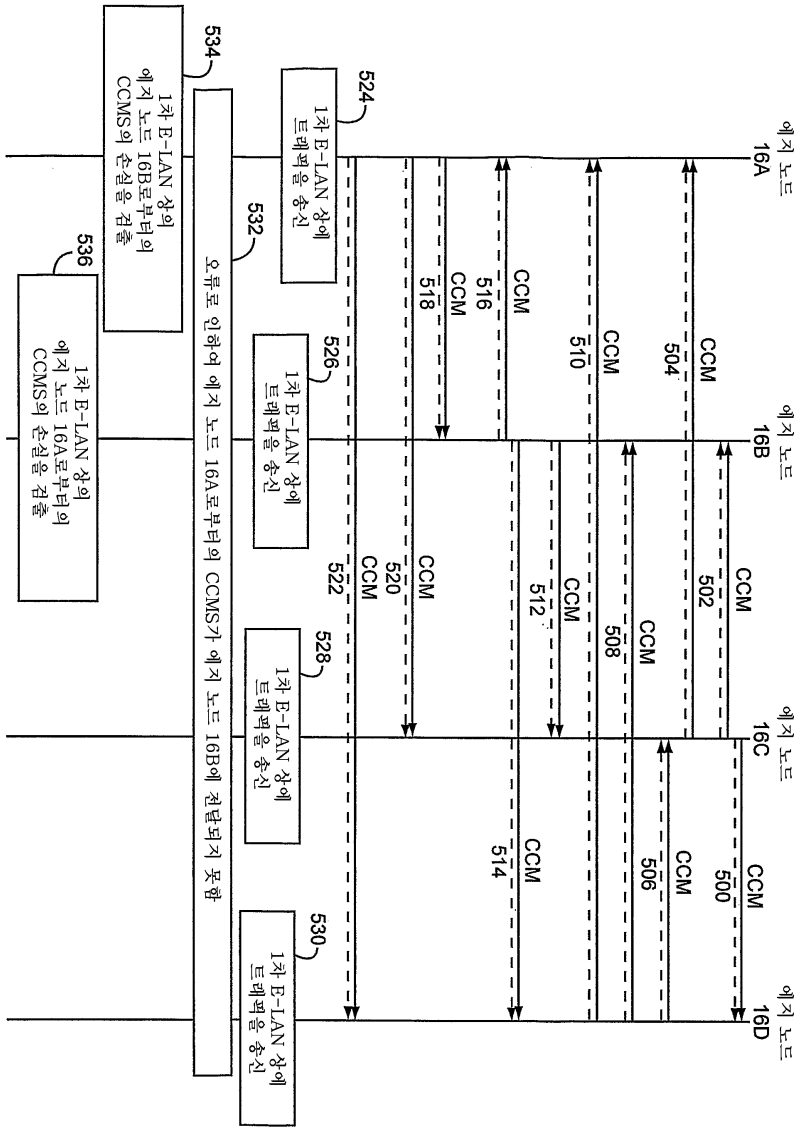
도면9b


스포크 에지 노드 16S1
스포크 에지 노드 16S2
허브 에지 노드 16H1
허브 에지 노드 16H2
허브 트래픽 432
스포크 에지 노드 16S1으로부터의 CCMS의 손실을 검출하고, 스포크 에지 노드 16S1로의 스포크 트래픽의 전달을 중단
434
CCM 436
438
스포크 에지 노드 16S1으로부터의 CCM을 검출하고, 스포크 에지 노드 16S1로의 스포크 트래픽의 전달을 개시
스포크 트래픽 440

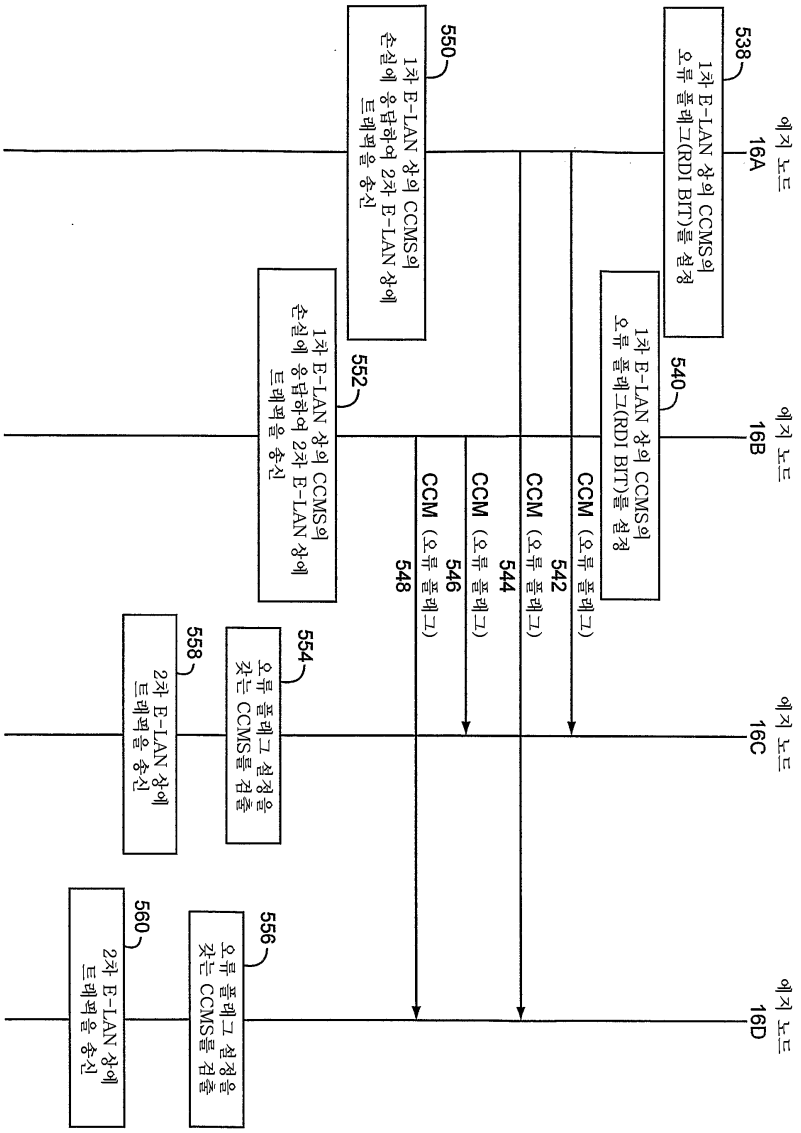
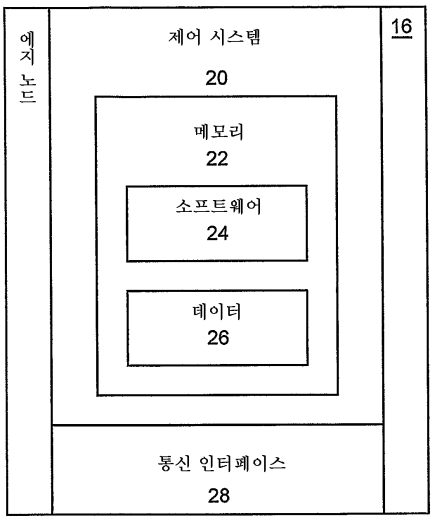
도면10


16A
16B
18A
18B
18C
18D
백본
네트워크
14
16C
16D
18E
18F
16E
16F
1차 E-LAN
2차 E-LAN

도면11a


에지 노드 16A
에지 노드 16B
에지 노드 16C
에지 노드 16D
CCM 504
CCM 502
CCM 500
CCM 510
CCM 508
CCM 506
CCM 516
CCM 518
CCM 512
CCM 520
CCM 522
CCM 514
524
1차 E-LAN 상에 트레픽을 송신
526
1차 E-LAN 상에 트레픽을 송신
528
1차 E-LAN 상에 트레픽을 송신
530
1차 E-LAN 상에 트레픽을 송신
532
오류로 인하여 에지 노드 16A로부터의 CCMS가 에지 노드 16B에 전달되지 못함
534
1차 E-LAN 상의 에지 노드 16B로부터의 CCMS의 손실을 검출
536
1차 E-LAN 상의 에지 노드 16A로부터의 CCMS의 손실을 검출

도면11b


에지 노드
16A
에지 노드
16B
에지 노드
16C
에지 노드
16D
538
1차 E-LAN 상의 CCMS의 오류 플래그(RDI BIT)를 설정
540
1차 E-LAN 상의 CCMS의 오류 플래그(RDI BIT)를 설정
542
CCM (오류 플래그)
544
CCM (오류 플래그)
546
CCM (오류 플래그)
548
550
1차 E-LAN 상의 CCMS의 손실에 응답하여 2차 E-LAN 상에 트래픽을 송신
552
1차 E-LAN 상의 CCMS의 손실에 응답하여 2차 E-LAN 상에 트래픽을 송신
554
오류 플래그 설정을 갖는 CCMS를 검출
556
오류 플래그 설정을 갖는 CCMS를 검출
558
2차 E-LAN 상에 트래픽을 송신
560
2차 E-LAN 상에 트래픽을 송신

도면12