



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0095909
(43) 공개일자 2007년10월01일

(51) Int. Cl.

H04B 10/08(2006.01) H04B 10/00(2006.01)
H04B 10/00(2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7014022

(22) 출원일자 2007년06월21일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2007년06월21일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2005/004850

국제출원일자 2005년12월15일

(87) 국제공개번호 WO 2006/064243

국제공개일자 2006년06월22일

(30) 우선권주장

0427734.9 2004년12월17일 영국(GB)

0506591.7 2005년03월31일 영국(GB)

(71) 출원인

브리티쉬 텔레커뮤니케이션즈 파블릭 리미티드 캄퍼니

영국 런던(우편번호 이시1에이 7에이제이) 뉴케이트 스트리트 81

(72) 발명자

시코라 에드먼드 세르지오 로버트

영국 서포크 입스위치 스웰랜드 애쉬복킹 로드 애쉬린

힐리 피터

영국 서포크 입스위치 노베리 로드 31

(74) 대리인

김명신, 박장규, 김민철

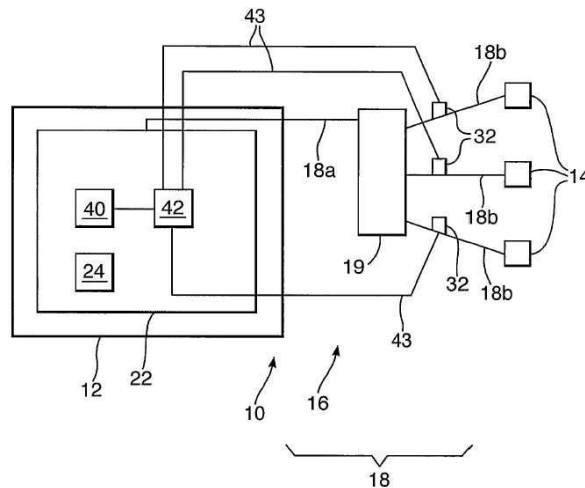
전체 청구항 수 : 총 40 항

(54) 네트워크 평가 방법

(57) 요약

본 발명은 네트워크를 평가하는 방법에 관련된 것으로, 특히 네트워크가 주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한다. 상기 방법은 상기 분기 회선에 연결된 상기 주 회선에 테스트 신호를 인가하는 단계, 상기 분기 회선을 따라서 전송된 테스트 신호에 변조를 가하는 단계, 및 상기 주 회선을 따라서 반환된 테스트 신호를 모니터링하는 단계를 포함한다. 상기 수행된 위상 변조는 간섭식으로 탐지되어 상기 지정된 분기 회선으로부터의 상기 테스트 신호가 다른 분기 회선으로부터 반환된 상기 신호와 구분될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

주 회선 및 복수의 분기 회선을 구비한 광 네트워크를 평가하는 방법에 있어서,

상기 주 회선 및 분기 회선은 테스트 신호가 주 회선에 인가되면 상기 분기 회선을 따라 전파되는 분기 방식으로 연결되어 있고,

상기 방법은,

테스트 신호가 상기 주 회선에 인가되는 단계;

지정된 분기 회선을 따라 전파되는 테스트 신호에 변조를 가하는 단계; 및

상기 주 회선을 따라 반환된 테스트 신호를 모니터링하는 단계를 포함하고,

상기 가해진 위상 변조는 간섭식으로(interferometrically) 탐지되고 상기 지정된 분기 회선으로부터의 상기 테스트 신호가 다른 분기 회선으로부터 반환된 신호와 구분될 수 있는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 주 회선에 인가된 상기 테스트 신호는 신호의 쌍을 형성하고,

하나의 쌍을 이루는 신호들의 전부 또는 일부분은 서로의 복사본인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

하나의 쌍에서의 상기 복사본은 서로에 관한 시간 오프셋을 가지고 상기 주 회선에 인가되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 변조는 상기 시간 오프셋보다 짧은 시간 동안 발생하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 지정된 분기 회선으로부터 반환된 전부 또는 일부 신호에 대하여, 상대적인 지연이 회복되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 6

제 3 내지 5 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 시간 오프셋은 제 1 경로와 제 2 경로를 구비한 간접계 장치에 기인하고, 상기 제 1 경로의 전이 시간은 상기 제 2 경로의 전이 시간보다 길고, 복사본의 쌍이 서로 다른 상대 경로를 따라 이동하도록 하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 간접계 장치는 광원에 연결된 제 1 연결 스테이지를 구비하고,

상기 연결 스테이지는 제 1 및 2 복사본을 형성하기 위해, 상기 광원으로부터의 인가 방사 강도의 제 1 부분을 제 1 경로를 따라서 전파하고, 인가 방사 강도의 제 2 부분을 제 2 경로를 따라서 전파하는 것을 특징으로 하는

광 네트워크 평가 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 간섭계 장치는 제 1 및 2 경로로부터의 방사를 조합하고, 상기 조합된 방사를 상기 주 회선에 연결하는 제 2 연결 스테이지를 구비하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 반환된 신호는 제 2 연결 스테이지에 의해 제 1 및 2 경로를 따라 각각 전파되고, 전파된 신호는 이어서 상기 제 1 연결 스테이지에서 결합되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 10

제 1 내지 9 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 분산된 후방 산란의 과정에 의해 상기 분기 회선으로부터 반환되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 11

제 1 내지 10 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 광 펄스로 형성되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 12

제 3 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 광 펄스로 형성되고, 상기 광 펄스는 펄스와 관련된 위상 코히런스 시간을 갖는 파형으로부터 형성되고,

주어진 펄스에 대한 상기 위상 코히런스 시간은 상기 펄스 기간보다 짧은 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 13

제 3 내지 12 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 관련된 위상 코히런스 시간을 가지는 파형을 구비한 광학 신호이고,

상기 위상 코히런스 시간은 상기 시간 오프셋보다 짧은 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 위상 코히런스 시간은 상기 시간 오프셋보다 적어도 1/2만큼 짧고, 바람직하게는 적어도 1/5보다 짧으며, 더욱 바람직하게는 적어도 1/10 보다 짧은 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 15

제 1 내지 14 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 반도체 다이오드(semiconductor diode) 장치에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 16

제 1 내지 15 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 변조는 상기 테스트 신호가 유도될 도파 물질을 구비한 변조 장치를 사용하여 행해지고, 상기 도파 물질은 전기장 민감성(electric field sensitive) 굴절률을 가지고, 상기 민감성은 시변(time varying) 전기장으로 변조를 가하도록 사용되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 변조 장치는 반도체 장치인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 18

제 1 내지 17 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 변조는 관련된 주파수를 갖는 주기적 형태인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 주기 형태는 정현파형인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 20

제 18 내지 19 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 반환된 신호는 변조 주파수에 대응하는 주파수 성분을 가지는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 21

제 1 내지 20 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

시간과 함께 반환된 상기 신호의 변이(variation)가 모니터되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 22

제 1 내지 21 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

복수의 분기 회선이 지정되고, 각각의 지정된 분기 회선의 상기 테스트 신호에 변조가 가해지고, 지정된 분기 회선으로부터 반환된 상기 신호는 서로로부터 및/또는 다른 분기 회선으로부터 반환된 테스트 신호로부터 구분되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

다른 지정된 분기 회선의 테스트 신호는 다른 각각의 주파수로 변조되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 24

제 1 내지 21 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 분기 회선 중 어느 것이 지정된 분기 회선인지 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

복수의 분기 회선이 각각 순차적으로 선택되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 26

제 23 내지 25 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

분기 회선의 선택에 대해 상기 선택된 분기 회선의 신호를 변조하는 수단을 활성화하기 위한 활성화 수단이 제공되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 27

제 1 내지 26 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

테스트 신호는 레일리(Rayleigh) 후방 산란의 과정에 의해 상기 분기 회선으로부터 반환되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 28

제 1 내지 27 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 분기 회선은 광섬유로부터 형성되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 29

제 1 내지 28 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 변조는 상기 테스트 신호가 다운스트림 방향으로 전파될 수 있도록 도중에 지나가는 위치에서 행해지는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 30

제 1 내지 15 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 변조는 음향 변조인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 음향 변조는 음향 진동을 생성하는 압전 소자를 구비한 변조기에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 32

제 30 내지 31 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 음향 변조의 주파수는 10 kHz 이하, 바람직하게는 1 kHz이하인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 33

제 30 내지 32 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 음향 변조의 주파수는 테스트 신호의 대역폭 안에 있는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 34

제 30 내지 33 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 테스트 신호는 반복 주파수(F)로 반복적인 방식으로 주 회선에 인가되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 변조 주파수는 실질적으로 F/N과 동일하고, 상기 N은 2이상의 정수인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

청구항 36

주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 광 네트워크를 평가하는 장치에 있어서,
 상기 주 회선은 테스트 신호가 인가되면 각각의 상기 분기 회선을 따라서 전파되도록 하는 분기 방식으로 상기 분기 회선에 연결되고,
 상기 장치는,
 상기 주 회선에 테스트 신호를 인가하는 수단,
 지정된 분기 회선을 따라서 전송되는 상기 테스트 신호에 위상 변조를 가하는 수단, 및
 상기 주 회선을 모니터링하여 상기 지정된 분기 회선으로부터 반환된 상기 테스트 신호를 탐지하는 모니터링 수단을 포함하고,
 상기 모니터링 수단은 사용시, 상기 수행된 위상 변조가 간섭식으로 탐지되도록 설정되고,
 상기 지정된 분기 회선으로부터의 상기 테스트 신호는 다른 분기 회선으로부터 반환된 신호와 구분되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 장치.

청구항 37

주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 광 네트워크를 평가하는 장치에 있어서,
 테스트 펄스의 쌍을 생성하는 생성 수단,
 한 쌍의 펄스 사이에 시간 오프셋을 부과하는 수단,
 상기 주 회선에 시간 오프셋 펄스를 인가하는 수단,
 상기 분기 회선을 따라 상기 테스트 펄스의 분산된 후방 산란으로부터 발생한 신호를 조합하는 수단, 및
 상기 조합으로부터 발생한 신호를 시간의 함수로써 기록하는 수단을 포함하고,
 상기 한 쌍의 펄스는 전부 또는 일부 성분에 대해, 서로의 복사본인 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 장치.

청구항 38

제 37 항에 있어서,
 펄스 복사본의 쌍으로부터 발생한 상기 각각의 후방 산란된 신호가 조합되는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 장치.

청구항 39

제 37 내지 38 항 중 어느 하나의 항에 있어서,
 상기 생성 수단은 전송 범위내의 하나 이상의 주파수를 갖는 펄스를 생성하도록 설정되고,
 상기 장치는 상기 전송 범위내의 주파수를 제거하는 필터 수단을 포함하고,
 이로써, 지정된 분기로부터 반환된 신호로부터 발생한 상기 조합 신호는 구분될 수 있는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 장치.

청구항 40

주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 광 네트워크를 평가하는 방법에 있어서,
 상기 주 회선은 테스트 신호가 인가되면 상기 분기 회선을 따라서 전송되도록 하는 분기 방식으로 상기 분기 회선에 연결되고,
 상기 주 회선에 테스트 신호를 인가하는 단계,
 지정된 분기 회선을 따라서 전송된 테스트 신호에 변조를 가하는 단계, 및

반환된 테스트 신호를 탐지하는 상기 주 회선을 모니터링하는 단계를 포함하고,

상기 변조는 상기 지정된 분기 회선이 다른 분기 회선으로부터 반환된 상기 신호와 구분될 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 평가 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 네트워크의 평가와 관련된 것으로, 특히 주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 네트워크와 관련있다.

배경기술

<2> 주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 네트워크에서는 테스트 신호를 주 회선에 인가하여 분기 회선에서 테스트 신호의 반사나 후방 산란때문에 발생하는 반환 신호를 모니터링하여 네트워크를 평가한다. 반환 신호의 분석은 분기 회선에 어떤 결함이나 손실이 있는지 확인하기 위해 수행된다. 그러나, 반환 신호가 결함이 있음을 암시하는 경우, 어떤 분기 회선이 결함의 원인인지 결정하기가 어렵다. 특히, 분기 회선의 수가 증가함에 따라 결함이 있다는 것을 발견하는 것조차 점차 어려워진다.

발명의 상세한 설명

<3> 본 발명에 의하면, 주 회선과 복수의 분기 회선을 구비한 광 네트워크를 평가하는 방법이 제공되며, 상기 방법은 (1) 테스트 신호를 상기 주 회선에 인가하는 단계와 (2) 지정된 분기 회선을 따라 전파되는 테스트 신호에 변조를 가하는 단계와 (3) 상기 주 회선을 따라 반환된 테스트 신호를 모니터링하는 단계를 포함하고, 상기 주 회선은 분기 형태로 분기 회선에 연결되어 상기 테스트 신호가 상기 분기 회선을 따라 전파되며, 상기 가해진 위상 변조는 간섭식으로 탐지되어 상기 지정된 분기 회선으로부터의 상기 테스트 신호가 다른 분기 회선으로부터 반환된 신호와 구별될 수 있는 것을 특징으로 한다.

<4> 지정된 분기 회선으로부터의 테스트 신호가 다른 분기 회선으로부터의 신호와 구별될 수 있기 때문에, 손실이나 다른 결함을 나타내는 테스트 신호의 특징은 지정된 분기 회선과 관련될 수 있다. 또한, 테스트 신호의 위상은 변조되고 이 위상 변조는 간섭식으로 발견되기 때문에, 지정된 분기 회선으로부터의 신호는 다른 분기 회선으로부터의 신호와 더욱 쉽게 구분될 수 있다.

<5> 테스트 신호는 바람직하게는 분기 회선을 따라 분산 후방 산란의 과정에 의해 반환된다. 이런 방식으로, 테스트 신호의 에너지나 강도는 신호가 분기 회선을 따라 전파되면서 적어도 부분적으로 연속적인 방법으로 부분적으로 반사될 수 있다. 테스트 신호가 펄스에 의해 형성되면, 반환 신호는 보통 시간에 대해 분포된다. 반환된 테스트 신호의 시간 특성 예를 들면, 테스트 신호의 한 특징(feature)의 시간 위치는 네트워크에서의 결함 또는 다른 불규칙(irregularity)의 토폴로지 상의 위치를 추측하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 반환된 신호는 시간의 함수로써 기록되고, 바람직하게는 트레이스(trace)로서 디스플레이된다. 이러한 방식으로, 반환된 테스트 신호의 특징은 지정된 분기 회선에 대한 위치 또는 거리와 관련될 수 있다.

<6> 바람직하게는, 변조는 임의의 위치에 가해져서 테스트 신호가 상기 위치를 지나 다운스트림 방향으로 전파될 수 있도록 한다(다운스트림 방향은 주 회선으로부터 멀어지는 신호 흐름에 대한 토폴로지상의 방향이다). 이와 같이, 테스트 신호는 보통 변조가 일어나는 위치의 다운스트림에서 하나 이상 지역이나 위치로부터 반환된다. 이것은 결함의 위치를 찾는 것을 더욱 쉽게 만든다. 분기 회선이 광섬유이면, 변조는 광섬유의 일 지점에서 적용될 수 있다. 또는, 변조는 광섬유에 이르는 경로의 일 지점인 광섬유 커플러에 적용될 수 있다.

<7> 그러나, 결함의 위치를 찾는 필요가 없다. 대신에, 결함이나 손실의 존재가 탐지되어 지정된 분기 회선과 연계됨으로써, 이후에 필요시, 상기 지정된 분기 회선은 다른 방법을 사용하여 더욱 상세하게 조사될 수 있다.

<8> 주 회선상에 인가된 테스트 신호는 바람직하게는 한 쌍의 펄스를 포함한다. 상기 한 쌍의 펄스는 적어도 부분적으로는 서로 복사본이고, 상기 한 쌍의 복사본은 서로에 대해 시간 오프셋이나 지연을 가지고 주 회선에 인가되어, 리드(leading) 펄스와 트레일(trailing) 펄스가 존재하게 된다. 복사본은 서로 정확하게 똑같은 필요는 없다. 예를 들어, 펄스가 기본 파형을 가지면, 복사본은 공통의 위상 특성을 가질 것이다. 특히, 기본 파형이 임의로 발생하는 위상 변형을 가지거나 위상이 불규칙하면, 적어도 일부의 불규칙은 두 복사본에 대해 공통일 수 있다.

- <9> 시간 오프셋은 바람직하게는 불균형 간섭계 장치와 같은 간섭계 장치에서 발생되며, 상기 간섭계 장치는 제 1 및 2 경로를 구비한다. 제 1 경로의 통과 시간은 제 2 경로의 통과 시간보다 길고, 한 쌍의 복사본은 서로 각각의 다른 경로를 따라 이동하게 된다. 바람직하게는 간섭계는 광원에 연결된 제 1 연결 스테이지를 가지며, 상기 광원은 바람직하게는 광 펄스를 만들도록 설정된다. 연결 스테이지는 바람직하게는 일 경로를 따라 광원으로부터 인가되는 방사 강도의 일부와 다른 경로를 따라 인가되는 방사 강도의 다른 일부를 보내도록 배열되며 그리하여 서로의 신호 복사본을 생성한다.
- <10> 간섭계는 바람직하게는 제 1 및 2 경로로부터의 방사를 조합하고 조합된 방사를 주 회선에 연결하여 주 회선에 트레이일과 리드 복사본을 인가하는 제 2 연결 스테이지를 구비한다.
- <11> 지정된 분기 회선으로부터 반환된 신호에서, 상대적 지연은 바람직하게는 행해지지 않을 것이다. 편리하게도, 반대 방향으로 진행하는 내향 (상향 스트림) 신호에 대한 경로차이와 외향 또는 전방 이동 (다운스트림) 신호에 대한 경로차이가 동일하기 때문에, 상기 지연은 간섭계 장치에서 행해지지 않을 수 있다.
- <12> 이 경우에, 반환된 신호는 바람직하게는 제 2 연결 스테이지에 의해 업스트림 방향으로 제 1 및 2 경로를 따라서 각각 이동된다. 이후에 이와 같이 이동된 신호는 결국 제 1 연결 스테이지에서 조합될 수 있다.
- <13> 테스트 신호는 바람직하게는 간섭계의 경로 차이로부터 발생하는 시간 오프셋보다 짧은 위상 코히런스 (coherence) 시간을 가질 것이다. 이것은 간섭계의 다운스트림 출력(예를 들면, 네트워크 측에서)이 정확한 경로 차이에 덜 민감하게 한다. 위상 코히런스 시간은 시간 오프셋보다 적어도 1/2, 바람직하게는 적어도 1/5, 또는 더욱 바람직하게는 적어도 1/10정도 더 짧을 수 있다.
- <14> 지정된 분기에 도입된 변조는 바람직하게는 정현파나 다른 주기적인 형태를 가지고, 따라서 상기 변조는 그것과 관련된 주파수 또는 주파수 범위를 포함한다. 반환된 신호는 변조 주파수와 대응하는 주파수 성분을 포함할 수 있고, 따라서 지정된 분기 회선으로부터 반환된 신호는 주파수 성분을 기초로 다른 분기 회선으로부터의 신호와 예를 들면 필터링 과정에 의해 구분될 수 있다.
- <15> 이와 같이, 외향 테스트 신호(하향 스트림 방향의)는 전송 범위의 전송 주파수에 의해 전송될 수 있고, 필터 수단은 반환 신호로부터 전송 주파수나 전송 범위내의 주파수를 제거하기 위해 제공될 수 있다. 지정된 분기로부터 반환된 신호들로부터 발생하는 조합 신호가 구별될 수 있도록 하나 이상의 변조 주파수가 전송 범위 밖에 있을 수 있다. 이와 같이, 상기 변조 신호는, 상기 선택된 분기로부터의 후방 산란 신호를, 전송 범위내의 주파수를 제거함으로써 검출시 선택적으로 필터될 수 있는 새로운 반송파 주파수로 효과적으로 변형시킬 수 있도록, 선정될 수 있다(이러한 상황에서, 변조 신호는 무선 수신기의 중간 주파수 증폭단의 로컬-오실레이터와 비교될 수 있다). 그러나, 변조 주파수는 대역-내 주파수일 수 있다.
- <16> 복수의 분기 회선이 지정될 수 있고, 지정된 분기 회선으로부터 반환된 신호가 서로 구별되고 및/또는 다른 분기 회선들로부터 반환된 테스트 신호와 구분될 수 있도록 상기 변조는 각각의 지정된 분기 회선의 테스트 신호에 행해진다. 복수의 분기 회선이 지정되는 경우, 각 회선 상의 신호는 각각 다른 주파수로 변조될 수 있다. 예를 들면, 필터는 주파수 중의 하나로 맞춰질 수 있다.
- <17> 하나의 분기 회선이 복수의 지정되지 않은 분기 회선으로부터 선택적인 방법으로 지정될 수 있다. 선택된 회선으로부터의 신호를 구분하는 것을 쉽게 하기 위해, 순차적인 방식으로, 분기 회선은 하나씩 선택될 수 있다. 각각의 분기 회선에 변조를 적용하는 각각의 장치가 제공될 수 있고, 각각의 장치는 동작 수단으로부터의 활성화 신호에 반응하며, 동작 수단은 선택된 분기 회선에 대한 장치에 상기 활성화 신호를 전송하도록 설정된다. 일 실시 예에서, 활성화 신호는 선택된 장치에 전원을 공급하도록 하는 전원 신호이다. 그러나, 활성화 신호는 라디오 신호와 같은 무선 신호일 수 있다.
- <18> 신호에 가해진 변조는 바람직하게는 위상 변조이다. 변조는 신호가 이동하는 광 매체에 시변(time-varying) 전기장을 인가함으로써 행해질 수 있다. 이것은 전광 변조기나, 상기 전기장에 민감한 관련 굴절률을 가진 다른 변조 장치로 달성될 수 있고, 상기 민감성은 시변 전기장으로 변조를 행하는 데 사용된다. 또는, 변조는 도파관 내에 음향 진동을 전파함으로써 수행될 수 있다.
- <19> 시간 오프셋이 사용된 경우에, 변조의 주파수의 주기는 바람직하게는 시간 오프셋보다 짧게 된다.
- <20> 변조는 다운스트림 (외향) 방향으로 이동하는 신호 및/또는 업스트림 (내향) 방향으로 이동하는 반환 신호에 행해질 수 있다. 바람직한 일 실시 예에서, 신호는 상향 스트림과 하향 스트림 방향 모두로 이동될 때, 변조된다.

<21> 본 발명의 다른 측면에 따라, 광 네트워크를 평가하는 장치가 첨부된 청구항에 기술된 것과 같이 제공된다. 상기 장치는 네트워크에 해제 가능하게 연결할 수 있으며, 그리하여 상기 장치는 제거되어 다른 네트워크에 연결되기 전에, 상기 네트워크를 평가하기 위해 일시적으로 하나의 네트워크에 연결될 수 있다.

실시예

<29> 도 1은 중앙 스테이션(12)이 광섬유 시스템(16)에 의해 복수의 원격 스테이션(14)에 연결된 광 네트워크(10)를 도시한다. 상기 광섬유 시스템은 계층적인 방식으로 배열되었고, 이러한 제 1 계층 스테이지(18)에 있어서, 주 광섬유(18a)와 복수의 분기 광섬유(18b)가 제공되고, 상기 분기 광섬유(18b)는 분리 조립기(splitter assembly)나 다른 중계부(19)에서 주 광섬유(18a)에 연결되었다. 중앙 스테이션(12)로부터 멀어지는 방향인, 다운스트림 방향으로 주 회선(18a)을 따라 이동하는 신호는 분리 조립기(19)에서 분리되어, 이후에 신호 강도의 일부가 각각의 광섬유(18b)를 따라서 진행한다. 또한, 중앙 스테이션(12)으로 향하는 업스트림 방향으로 분기 광섬유(18b)를 따라 이동하는 신호는 분리기(19)에서 조합되거나 합쳐져, 동시에 분리 조립기에 도착한 상기 각각의 분기 광섬유로부터의 신호는 주 광섬유를 따라서 함께 이동한다. 예를 들면 광섬유 커플러와 같은 분리 조립기(19)는 보통 수동적으로 다운스트림 및 업스트림 신호를 분리하고 결합하도록 구성되고, 이 경우에 광 네트워크(10)는 수동 광 네트워크, 또는 PON으로 간주된다. 추가적인 계층적 스테이지(여기에 명확하게 도시되진 않았음)가 보통 제공되며, 그리하여 분기 회선(18b) 각각이 각 분기 회선을 각각의 복수의 추가 분기 회선에 연결하는 각각의 추가 분리 조립기에 연결될 수 있다. 이런 방식으로, 한 스테이지의 분기 회선은 다음 단계의 주 회선으로서 동작한다.

<30> 광섬유 시스템(16)의 결함을 탐지하거나, 시스템의 상태를 평가하기 위하여, 모니터링 장치(22)가 중앙 스테이션(12)에 제공된다. 모니터링 장치(22)는 광섬유 시스템(16)에, 특히 중앙 스테이션(12)로부터 시작되는 주 광섬유(18a)에 테스트 펄스를 전송하도록 설정된다. 각각의 펄스는 분리 조립기(19)에서 분리되고 이러한 각각 펄스에 대해서, 상기 펄스의 감소한 강도 버전이 각각의 분기 광섬유(18b)를 지나 계속된다. 광섬유, 특히 분기 광섬유(18b)를 따라서 펄스가 이동함에 따라, 상기 펄스는 보통 레일리(Rayleigh) 후방 산란의 과정에 의해 분산되어 후방 산란된다. 이와 같이, 각각의 펄스는 시간에 따라 분포되는 반환 신호를 발생시키고, 반환 신호의 주기(duration)는 광섬유를 지나는 펄스의 통과 시간에 상응한다(감쇠에 기인한 반환 신호 및/또는 펄스의 최후 소멸을 무시함). 각각의 분기 광섬유(18b)로부터의 후방 산란된(반환된) 신호는 업스트림 방향으로 이동하여 분리기(19)에서 조합되고, 각각의 분기 광섬유(18b)(주 광섬유(18a)를 포함)로부터 후방 산란된 기여를 포함하는 복합 신호로서 주 광섬유(18a)를 따라 반환된다.

<31> 모니터링 장치(22)는 시간 함수인 반환 신호 레벨을 트레이스로서 보여주는 디스플레이(24)를 포함한다. 가능한 트레이스(26)가 도 2에 도시되었다. 트레이스(26)는 시간(주 회선(18a)에 테스트 신호의 송출부터 측정된 시간)이 경과함에 따라 감소하는 배경 신호 레벨에 중첩된 복수의 특징을 나타낸다. 트레이스(26)의 계단 모양 특징(28)은 시스템의 손실을 추론하는 데 사용될 수 있고, 트레이스(26)의 스파이크 특징(30)은 예컨대 결함, 광섬유 중단, 또는 추가의 분리 조립기에 의해 발생한 것과 같은 반사 경계 또는 적어도 부분적 반사 경계를 나타낼 수 있다. 트레이스 상의 각각의 시간 위치는 광섬유 경로에 따른 거리에 대응되기 때문에 결함이나 다른 특징의 거리가 트레이스로부터 예측될 수 있다.

<32> 관측된 특징의 원인인 분기 광섬유의 식별을 촉진하기 위하여, 각각의 변조 장치(32)가 각각의 분기 광섬유(18b)에 연결된다. 모니터링 장치(22)는 변조 장치(32)를 선택하는 수동 또는 컴퓨터 스위치(40)와 같은 선택 수단을 포함한다. 선택된 장치를 활성화시키기 위해, 스위치(40)에 연결된 활성화 수단(42)이 제공된다. 변조 장치에 전원이 공급되는 경우, 활성화 수단은 상기 변조 장치나 각각의 변조 장치가 광 신호를 변조하도록 하기 위하여 각각의 전기 회선(43)을 통해 상기 변조 장치나 각각의 선택된 변조 장치(32)에 전원을 전송하도록 설정된다. 본 예에서, 각 변조 장치가 같은 방법으로 신호를 변조하는 경우, 선택된 분기 회선으로부터 반환된 신호를 구분하는 것이 쉽도록 하기 위하여, 변조 장치가 한번에 하나씩 선택되거나, 동일하게 분기 회선(18b)이 한번에 하나씩 선택될 것이다. 그러나, 각각의 분기 회선이나 광섬유가 다른 방식으로 변조되도록 변조 장치(32)가 설정되는 경우, 하나 이상의 분기 회선이 함께 선택될 수 있다.

<33> 변조된 분기나 선택된 변조된 분기로부터의 반환 신호는 이후에 도 2의 방식으로 트레이스로서 디스플레이되게 선택될 수 있고, 그리하여 트레이스에 디스플레이된 특징은 선택된 분기와 연관될 수 있고, 선택되지 않은 분기로부터의 신호는 트레이스상에 존재하지 않는다. 이런 방식으로, 모니터링 장치는 광섬유 시험기(OTDR: Optical Time Domain Reflectometer)로서 기능할 수 있고, 특히 OTDR에서 트레이스의 특징이나 트레이스 그 자체는 특정 분기 회선과 관련될 수 있다.

- <34> 도 3에는 모니터링 장치(22)의 상세와 광 네트워크(10)의 일부가 도시되어 있다(편의상 단지 하나의 원격 스테이션과 분기 회선이 도시되어 있음). 모니터링 장치(22)는 짧은 간섭 시간(coherence time)을 갖는 광 펄스 광원(118)을 포함한다(출력에서 랜덤 위상 변화는 불규칙한 성분을 신호에 제공한다). 파열부의 형태인 광원(118)으로부터의 펄스는 간섭계(120) - 여기서, 제 1 경로(124)와 제 2 경로(126)를 구비한 마크 젠더(Mach Zehnder) 간섭계 - 에 공급되고, 상기 경로(124, 126)는 각각의 제 1 및 2 연결 스테이지(128, 130)에 의해 각각의 끝 부분에 연결되었다. 다운스트림 방향으로 이동하는 광에 있어서, 제 1 연결 스테이지(128)는 방향성 전원(강도) 분리기로서 동작하여, 광원(118)로부터 각각의 경로(124, 126)에 광을 전송하고, 각 경로로의 전원은 미리 결정된 방식으로 분배된다(상기 제 1 연결 스테이지는 50:50 전원 분리기로서 동작하여, 각 경로에 같은 전력이 제공되지만, 다른 비율이 사용될 수 있다.).
- <35> 따라서 광원(118)에 의해 제공된 각각의 펄스에서, 상기 펄스는 제 1 복사본 및 제 2 복사본으로 복사되고, 이 예에서 제 1 및 2 복사본은 서로의 사본이 된다. 한 복사본이 제 1 경로(124)를 따라서 이동하면 다른 복사본은 제 2 경로(126)를 따라서 이동한다. 제 2 연결 스테이지(130)는 간섭계의 출력(135)에 연결되고, 상기 출력은 주 광섬유(18a)에 연결된다. 다운스트림 방향으로 이동하는 광에 대해, 연결 스테이지(130)는 조합기로서 동작하여, 제 1 및 2 경로로부터의 광을 조합하고 상기 조합된 광을 간섭계 출력(135)에 전송한다. 간섭계의 제 1 경로는 제 1 및 2 연결 스테이지(128, 130) 사이를 따라서 이동하는 광의 전송 시간을 증가시키는 지연 스테이지(134)를 구비하여, 연결 스테이지(128, 130)사이를 이동하는 광에 대한 상기 전송 시간이 제 2 경로(126)를 따라 이동하는 것보다 제 1 경로(124)를 따라 이동하는 것이 더 오래 걸리게 한다. 이와 같이, 광원에 의해 만들어진 각각의 펄스에 대해, 간섭계(120)는 상기 펄스의 한 복사본을 다른 복사본에 대해 지연 시간(D)만큼 지연시키며, 상기 펄스 복사본은 서로 다른 때에 광섬유 네트워크(16)상에 전송된다.
- <36> 지연 스테이지(134)에 의해 행해진 추가적인(차동) 지연(D)은 광원(118)의 간섭 시간보다 길다(바람직하게는 훨씬 길다). 따라서, 제 1 및 2 경로를 따라서 이동하는 다운스트림 광이 제 2 연결 스테이지(130)에 의해 재조합될 때, 두 개의 경로를 따라서 이동하는 광 사이의 간섭은 평균에 달하고, 그리하여 평균적으로(간섭 시간보다 훨씬 긴 시간에 대해) 제 2 연결 스테이지(130)에서 재조합시 광의 진폭은 각각의 펄스에 대해 일정하고(최소한 펄스 파장의 시간에), 차분 경로 길이의 정확한 값에 민감하지 않다.
- <37> 반환 방향으로 이동하는 신호에 대해, 즉 외부스테이션(14)으로부터 간섭계(20)에 도착하는 반환 신호에 대해, 제 2 연결부(130)는 순 방향(광원(118)로부터)의 광에 대한 제 1 연결 스테이지(128)의 동작과 유사한 방식으로 전원 분리기로서 작동한다. 이러한 방식으로, 반환 신호는 제 2 연결 스테이지(130)에서 복사되어, 한 복사본은 제 1 경로(124)를 따라 전송되고, 다른 복사본은 제 2 경로(126)를 따라서 전송된다. 이후에 제 1 연결 스테이지(128)는 반환 방향에서 제 1 및 2 경로로부터의 광을 조합하여, 조합된 광을 간섭 신호로서 제 1 연결 스테이지(128)의 출력과 연결된 신호 처리 시스템(129)에 전송한다.
- <38> 상기 광원(118)은 발광 다이오드(LED), FP(Fabry-Perot) 레이저 다이오드, 또는 EDFA(Erbium-Doped Fibre Amplifier)나 SOA(Semiconductor Optical Amplifier)와 같은 증폭된 자연 방출의 광원일 수 있지만, 바람직하게는 상기 광원은 고휘도 다이오드일 것이며, 이는 이것이 넓고 유연한 파워 스펙트럼과 약 0.5 피코초(ps)이하의 짧은 간섭 시간을 가지기 때문이다. 광원에 의해 생산된 광은 바람직하게는 비편광이거나, 또는 광이 간섭계에 들어가기 전에 광의 편광을 없애기 위해 광원과 간섭계 사이에 편광 소거 유닛(143)이 제공될 수 있다(상기 편광 소거 유닛은 예를 들면 파이버 리오(Fibre Lyot) 편광 소거기 일 수 있다). 편광 제어기 또는 편광 소거기(depolarizer)(149)는 여기에서는, 제 1 경로인 간섭계의 경로 중 하나에 제공될 수 있으며, 그리하여 반환 방향의 제 1 결합기(128)에서 조합하는 제 1 경로로부터의 광의 편광은 적어도 부분적으로 다른 경로로부터의 상기 광의 편광과 일치된다. 그러나, 리오(Lyot) 편광 소거기와 같은 소거기가 사용될 수 있다. 이것은 손실 결합을 더욱 쉽게 발견하도록 하는 반환 후방 산란 신호내의 임의의 편광 구조를 효과적으로 스크램블링하는 잇점을 가진다. 일반적으로, 광원은 표준 통신 광섬유를 효과적으로 사용하게 하기 위해, 1 마이크로미터와 2 마이크로미터 사이, 바람직하게는 약 1.3 이나 1.55 마이크로미터의 파장에서 동작하고, 상기 광섬유는 이 파장에서 단일 모드 전송을 지원하도록 구성된다. 일반적으로, 광섬유는 직경이 약 9 또는 10 마이크로미터인 단일 코어를 구비한다.
- <39> 모니터링 장치(22)의 동작은 (분기) 광섬유상의 특정 지점으로부터 반환된 다운스트림 펄스 복사본의 반환 성분을 고려함으로써 가장 잘 이해될 수 있다: 이것은 시간(t_1)과 같은 특정 시간에 트레이스(26)의 신호 레벨에 대응한다.
- <40> 광원(118)에 의해 생성된 각각의 펄스에 있어서, 4가지 결과 신호가 존재한다: 순방향과 역방향으로 간섭계(120)의 제 2 경로(126)를 따라서 이동된 지연되지 않은 신호(S0); 순방향(역방향은 아님)에서 지연(D)만큼 지

연된 제 1 지연 신호(S1); 역방향(순방향은 아님)에서 지연(D)만큼 지연된 제 2 지연 신호(S2); 지연(2D)만큼 2배-지연 신호(S3)이고, 상기 신호(S3)는 각각 순방향 및 역 방향에서 지연된다.

- <41> 한 방향에서만 지연된 제 1 및 2 지연 신호(S1, S2)는 동시에 제 1 연결 스테이지(128)에 반환된다. 광섬유(18a)에서 임의의 교란이나 변조가 없을 때, 이들 신호는 서로의 복사본이고(즉, 같은 위상이나 위상 변화를 가짐), 신호들은 제 1 연결 스테이지(128)에서 간섭하거나 구조적으로 조합된다. 그러나, 신호(S1, S2) 쌍의 하나가 광섬유를 지나며 다른 위상에 대한 위상이 변경될 경우, 신호(S1, S2)는 더 이상 구조적으로 간섭하지 않는다. 이와 같이, 위상 변조 신호가 신호(S1, S2)의 하나 이상에 가해지면, 신호(S1, S2)가 간섭계에서 재조합될 때, 이 신호나 변조 신호에 대응하는 신호는 특히 민감한 방식으로 다시 만들어지고, 상기 위상 변조는 제 1 연결 스테이지의 출력에서 진폭 변조로 다시 만들어진다.
- <42> 각각의 변조 장치는 활성화될 때 각각의 분기 광섬유의 신호의 위상에 정현 변조를 행하도록 설정된다. 신호는 업스트림과 다운스트림 방향 모두에 대해 변조될 수 있기 때문에 정현 변조가 특히 바람직하며, 이는 2개 정현파의 중첩 또한 정현파이기 때문이다.
- <43> 상기 간섭계 장치는 위상 교란에 민감하기 때문에, 정현 위상 변조는 간섭계의 제 1 연결 스테이지에서 상기 인가된 위상 변조의 주파수와 동일한 주파수에 대응하는 진폭 변조를 초래한다. 이와 같이, 초음파나 다른 변조 신호는 트레이스 신호(후방 산란을 통해 반환됨)를 변조 신호의 주파수로 이동 또는 변경시키며, 이 주파수는 변조신호가 초음파 신호인 경우 라디오 주파수가 될 것이다.
- <44> 신호 처리 스테이지(129)(제 1 연결 스테이지(128)에 연결됨)는 변조되지 않은 신호와 변조된 신호를 구분하도록 설정된다. 신호 처리 스테이지(129)의 부분으로써, 광검출기(51)가 제 1 연결 스테이지로부터의 광학 신호를 전기적인 신호로 변환하도록 제 1 연결 스테이지(128)의 출력에 광학적으로 연결된다. 상기 전기적 신호는 대역 통과 증폭기(52)에 공급되고, 상기 대역 통과 증폭기는, 선택된 분기 광섬유의 변조 주파수가 선택적으로 증폭되도록 조정된 대역 통과 필터로서 부분적으로 동작한다. 증폭기로부터의 증폭된 신호는 신호 처리 유닛(54)에 전달된다. 신호 처리 유닛(54)은 증폭된 신호를 시간 스위프 신호와 함께 디스플레이(24)에 출력하도록 설정되고, 그리하여 디스플레이(24)는 대역 통과 증폭기로부터의 증폭된 출력 신호를 시간의 함수로써 나타낼 수 있다.
- <45> 도 3에 도시된 예에서, 중앙 스테이션은 각각의 외부스테이션(그 중 하나만이 도 3에 도시됨)의 복수의 광 네트워크 유닛(ONU)사이의 트래픽을 조절하는 광 회선 단말기(OLT: Optical Line Terminal)를 포함한다.
- <46> 각각의 ONU는 각각의 분기 회선에 연결되며, 상기 OLT는 주 회선(18a)의 가까운 종단에 연결된다. OLT와 각각의 ONU 간을 확장하는 광 네트워크에 모니터링 장치를 연결하기 위하여, 특히 네트워크가 트래픽을 운반하는 동안, 주 회선을 모니터링 장치(22)에 연결하는 파장 감지 커플러(60)가 주회선에 설치된다. 또한, 각각의 분기 회선을 각각의 ONU에 연결하는 각각의 파장 감지 커플러(62)가 분기 회선의 종단 쪽에 설치된다. 이것은 테스트 신호가 하나의 반송파 파장으로 광 네트워크(16)에 전송되도록 허용하면서, 상기 광 네트워크가 다른 반송파장으로 데이터를 전송하기 위해 사용되게 하며, 상기 광 네트워크(16)는 파장 분할 다중 방식으로 2가지 파장을 운반한다.
- <47> 도 4에는, 네트워크의 일부가 도시되어 있으며, 상기 네트워크에서 M개의 분기(18b) 각각은 각각의 분리 조립기(19)에 의해 복수의 N개의 부(sub)-분기(18c)로 분리되며, 상기 M과 N은 1보다 큰 정수이다(편의상, 부-분기의 한 세트만이 도시됨). 변조 장치(32)는 각각의 주 분기 회선(18b)뿐만 아니라 각각의 부-분기 회선(18c)에도 설치된다.
- <48> 분기 회선 상의 결함이나 특징의 위치를 알아내거나 발견하기 위해, 변조기 장치는, 결함이나 특징을 발견할 때까지 바람직하게는 한번에 하나씩 순차적인 방식으로 작동된다.
- <49> 분기 회선상의 변조 장치의 위치는 인지되거나 감지될 수 있는 분기 회선의 범위를 결정한다. 변조 지점의 업스트림 지점에서 반환된 신호는 변조되지 않고 따라서 대역 통과 증폭기(52)에 의해 증폭되지 않는다.
- <50> 각각의 변조 장치는 분기 회선이 시작되는 업스트림 분리 조립기를 향하는 관련된 분기 회선의 업스트림 부분에 위치된다. 다운스트림 방향으로 변조 장치를 넘어서 전송된 신호들만이 변조되고 디스플레이(24)상에 디스플레이되기 때문에, 그러한 배치는 감지될 수 있는 분기 회선의 범위를 증가시킬 것이다. 변조 장치의 상향 신호로부터 반환된 신호는 대역 통과 증폭기(53)에 의해서 효과적으로 제거될 것이며, 그것의 효과는 변조 장치의 변조 주파수를 포함하는 대역 통과내에 있지 않은 주파수를 선택적으로 제거하는 것이다.

- <51> 내부 분기(18b)상의 변조가 활성화되고 나머지 변조 장치가 활성화되지 않는 상황을 고려하면, 모니터링 장치에서 반환된 변조 신호는 처음에는 상기 내부 분기의 지점들로부터 반환된 신호일 것이다. 나중에 도착하는 신호(나중은 내부 분기를 따라 순방향 및 반환 통과 시간에 해당한다)는 상기 내부 분기에 연결된 N개의 외부 분기(18c) 각각의 지점들에서 반환된다. 다른 외부 분기(18c)로부터 반환된 신호를 구분하기 위하여, 내부 분기(18b)상의 변조 장치는 off 상태에 놓이며, 이때 상기 변조 장치는 변조하지 않을 것이다. 내부 분기에 연결된 외부 분기의 변조 장치는 한번에 하나씩 on 상태가 된다. 이와같이, 변조되는 외부 분기로부터 반환되는 이러한 신호들만이 대역 통과 증폭기(52)에 의해 증폭되고, 각각의 외부 분기가 개별적으로 평가되도록 허용한다.
- <52> 도 5는 반도체 전광 변조기(32)인 변조 장치의 예를 도시한다. 상기 변조기는 광섬유(18b)의 상향과 하향 부분에 채널을 연결하는 제 1 및 2 연결 수단(322, 323)사이를 연장하는 광전도 채널(321)을 포함한다. 채널(321)의 어느 한 측면에는 채널(321)에 전기장을 제공하는 제 1 및 2 전기 전도 영역(324)이 제공된다. 전도 영역은 전도 영역(324)에 교류 전압을 인가하는 전기 구동 회로(325)에 전기적으로 연결된다. 상기 구동 회로는 전력선(43)으로부터 전원이 공급되고, 구동 회로(325)로의 전원의 전송은 활성화 신호로서 동작한다. 또는, 활성화 신호는 추가적인 신호일 수 있고, 상기 신호에 응하여 구동 회로가 전력선으로부터 전원을 공급받도록 설정된다. 이러한 상황에서, 활성화 신호는 바람직하게는 무선 신호이고, 상기 무선 신호는 구동 회로에 연결된 무선 수신기(326)에 의해 수신될 수 있다.
- <53> 광원에 의해 만들어진 광 펄스는 각각 약 1 마이크로초의 주기(duration)(약 1 MHz의 주파수 대역폭에 해당)이고, FP(Fabry-Perot) 레이저가 사용된다면 펄스의 간섭시간은 1 나노초(ns) 범위 내가 될 것이다. 전광 변조기(또는 다른 변조기)를 사용한 변조 주파수는 약 3 또는 4 MHz가 될 것이다. 펄스의 반복율은 평가되는 광 경로의 길이에 좌우되고 - 100 km의 범위에서, 약 1 밀리초의 반복율이 사용될 수 있다(즉, 한 쌍의 펄스 복사본이 매 1 밀리초마다 시작된다).
- <54> 다른 실시 예에서, 도 6에 도시된 음향 변조 장치와 같은 외부 변조 장치가 사용될 수 있다. 상기 변조 장치는 마운트(mount)로서 동작하는 금속 또는 다른 전기 전도 물질의 블럭(22)에 접합된 압전판 변환기(21)를 포함한다. 압전판 변환기는 상위 및 하위 전극 층(22, 23)과 그 사이에 위치한 압전 물질(27)의 영역(리튬 니오브(lithium niobate) 또는 석영(quartz)와 같은)을 포함한다. 그러나, 압전판(21)은 처음에 하위 전극층만 가질 수도 있다. 상기 압전판은 이후에 블럭(22)에 접합될 수 있고 마운트 위에서 진동을 위해 필요한 두께로 마무리될 수 있다. 그 후에, 상위 전극이 피착될 수 있다. 어느 경우든지, 마운트(22)는 스스로 압전판의 하위 전극에 그라운드 연결을 만든다. 상위 및 하위 전극은 전극에 전기 신호를 허용하도록 전기 드라이브 회로(도시안됨)에 연결된다. 광섬유(분기 광섬유(18b)중의 하나)는 상기 광섬유가 음향적으로 압전판의 압전 물질(21)에 연결되도록 상위 전극(23)에 장착된다. 그리스(grease) 물질(25)이 광섬유(18a)와 압전판 변환기사이의 음향 결합을 향상시키기 위해 제공될 수 있다(영구적인 연결을 위해, 에폭시 수지가 대신 사용됨). 압전판과 광섬유(18b)를 음향적으로 연결된 관계에서 해체 가능하게 유지하는데 힌지 클램프 장치(30)가 사용될 수 있다. 상기 힌지 클램프 장치(30)는 힌지(34)에 의해 마운트 블럭(22)의 일 종단에 추축으로 연결된 L-모양 암(arm)부재(38)를 포함한다. 암 부재의 다른 종단에는 약간의 탄성을 가지는 지지 부재(36)가 광섬유(18b)의 상부를 지지하기 위해 제공된다. 상기 암 부재, 특히 광섬유에 대해 상기 지지부재를 편향시키기 위한 나사형 클램프(도시안됨)가 상기 마운팅 블럭과 암 부재 사이에 제공된다. 광섬유는 노출될 수 있으나 노출될 필요는 없다. 편리하게도, 도 6의 변조기는 광섬유를 절단하거나 중단하지 않고 기존 분기 광섬유에 연결될 수 있다.
- <55> 음향 변조의 경우에, 광섬유에 전송된 음향파는 광섬유의 광 전파 매체(유리)의 굴절률에 변화를 일으키고, 그 결과로 대응 위상 변조가 광섬유를 통해 이동하는 광에 가해진다(일부 진폭 변조도 일어날 수 있다).
- <56> 음향 변조가 수행되는 일 실시 예에서, 초음파 신호를 인가하는 대신에, 저주파수의 신호가 인가될 수 있다. 특히, 변조되지 않은 반환 신호의 대역내인 톤 주파수가 인가될 수 있다.
- <57> 더욱 상세하게, 주파수 $F = f(\text{rep})/2$ (여기서, $f(\text{rep})$ 는 OTDR 펄스 반복 빈도 또는 반복율)의 음향톤이 테스트되는 PON 분기에 인가된다. 실제에서 $F = f(\text{rep})/n$ (여기서, n 은 1보다 큰 정수)와 같은 $f(\text{rep})$ 와 부-고조파적(sub-harmonically)으로 관련된 주파수를 사용하는 것은 신호 처리에 도움이 될 수 있다. 상기 분기로부터의 후방 산란 반환(트레이스) 신호는 이제 음향 톤을 전파한다. 이와 같이, 상기 분기는 이제 각각의 공간적 위치로부터 중심 주파수(F)의 협대역 필터로 선-평균 신호(pre-averaged signal)를 필터링함으로써 다른 모든 분기로부터의 변조되지 않은 신호로부터 선택될 수 있다. 협대역 필터는 선택된 톤 주파수(F)에 대한 시스템 민감도와 선택도를 최대화하기 위해 사용된다. 각각의 공간적 위치로부터의 걸러진 신호는 주파수(F)의 톤이고 그것의 크기는 상기 공간적 위치로부터의 후방 산란 신호 레벨에 대응한다. 따라서 수행중인 측정을 위해 원하

는 신호대 잡음비 획득하기 위해 상기 톤은 탐지되고 신호의 평균이 구해진다. 평균의 양은 필터 대역폭의 관심있는 공간적 위치(들)까지의 거리 및 포함되지 않은 특징의 사이즈에 좌우된다. 주파수(F)의 필터가 OTDR 응답의 각각의 범위 분해능셀에 사용될 수 있지만, 실제에서, 이러한 다중-채널 필터는 통상적인 디지털 신호 처리 기술을 사용하여 구현될 수 있다.

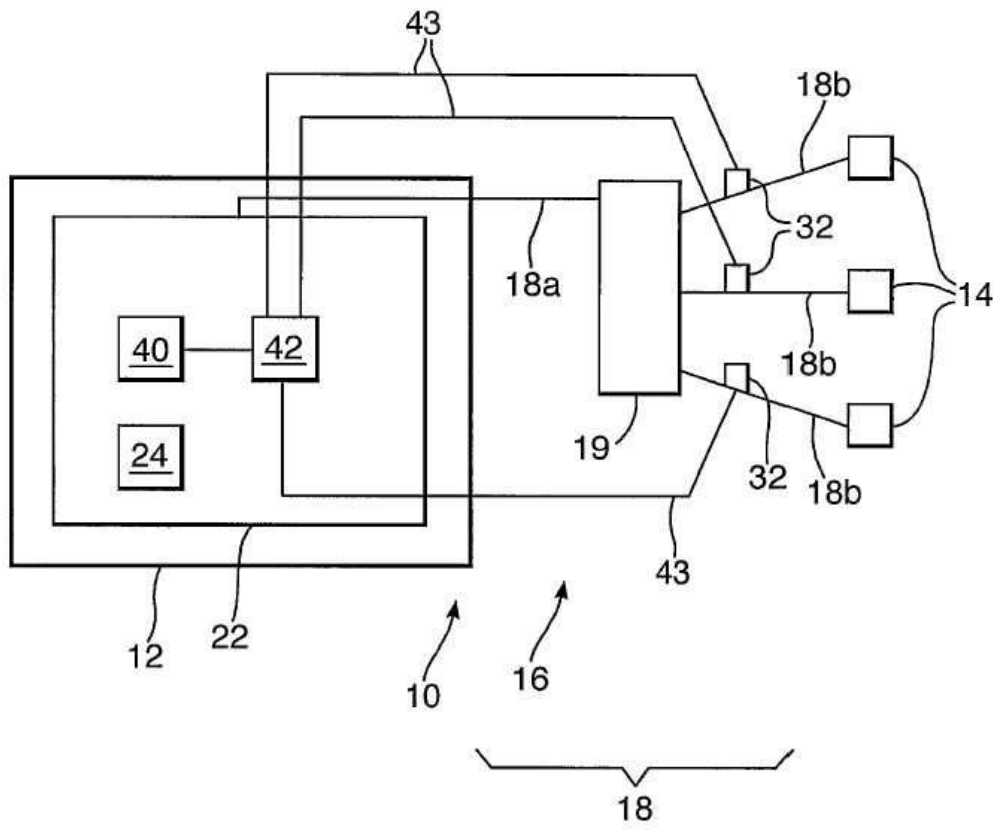
- <58> 대역내 주파수(F)의 사용은 생성하기 쉽고, 전력을 덜 요구하고, 상술된 초음파 방식보다 비용이 저렴한 잇점이 있다. 또한, F는 1 kHz보다 낮을 수 있고, 그것은 초음파 변조에서 사용될 수 있는 5 MHz 영역내의 주파수보다 음향적 변조를 더 쉽게 한다.
- <59> 다음의 추가적인 설명이 제공된다.
- <60> PON에서 장애 위치를 찾는 것은 네트워크 오퍼레이터의 주요한 문제이고 접속 기술로서의 사용을 심각하게 제한할 수 있다. 이것은 또한 이러한 시스템이 제공할 것으로 예상되는 잠재적 비용 절감을 위태롭게 할 수 있다. 상기 문제는 복수의 후방 산란에 의해 PON 지선(leg)으로부터 반환을 OTDR이 대면하게 되는 모호함으로부터 발생한다. 상기 실시 예의 주된 용도는 PON에서 장애 위치를 발견하는 것이지만, 상기 기술은 광 결합기에 대한 요구나 케이블에 방해없이 음향 변조기를 사용하여 단방향 저속 데이터 전송을 광섬유 케이블을 따라서 어디에든 전송되도록 허용하는데 사용될 수 있다.
- <61> 일부 실시 예는 OTDR이 한 PON의 지선을 구분하도록 허용하는 방법을 제공한다. 실시예는 PON의 각 지선에 위치한, 간접계 OTDR과 초음파 또는 저주파수 활성자의 조합을 사용하며, 이는 지선으로부터의 후방 산란 신호가 수신기에서 구별되도록 허용한다. 상기 디자인은 분포된 손실과 결합 위치를 측정하는데 적절하다. 본 발명은 광 결합기에 대한 요구나 케이블에 방해없이 음향 변조기를 사용하여 단방향 저속 데이터 전송을 광섬유 케이블을 따라서 어디에든 전송되도록 허용하는데 사용될 수 있다.
- <62> 본 발명의 중요한 목적중 하나는 교란 센서처럼 후방 산란 신호를 단독으로 작동하는 것보다 선택된 지선으로부터의 후방 산란 신호의 위치 종속을 발견하는 것이다. 그러나 교란 센서 기능을 포함하는 것이 유용하다는 것을 알 수 있다. 간접계 OTDR 기능만이 필요된다면 시스템의 교란 민감성을 최소화하는 것이 바람직하다. 이것은 주파수 쉬프트 후방 산란 신호가 저손실로 통과되는 지점(초음파 변조가 사용되는 지점)에서 불균형 마크-젠더 간접계 내의 차이 지연 'D'를 최소화 함으로써 달성될 수 있지만, 더 낮은 주파수 교란 신호는 감소한다. 'D'를 감소시키는 것은 또한 간접계의 물리적 사이즈와 삽입 손실을 줄인다. 또한 교란 센서 기능이 요구되는 경우, 교란 센서에 의해서만 사용된 다른 지연 회선이 예컨대 다른 파장을 사용하여 디자인내에 병합될 수 있다. 또한 간접계 OTDR과 교란 센서 모두에 대해 같은 지연 회선을 이용하는 것도 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

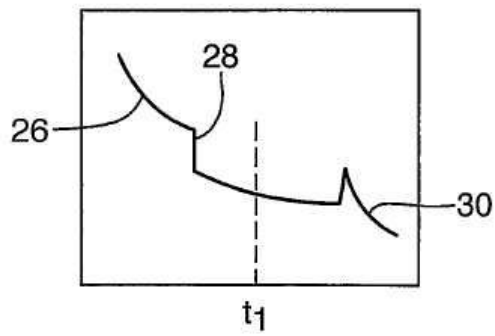
- <22> 본 발명은 다음의 도면을 참조하여 단지 예시으로써 아래에 좀 더 상세하게 기술되었다.
- <23> 도 1은 본 발명에 따른 네트워크 시스템의 구성도이고,
- <24> 도 2는 시스템을 평가하는 트레이스이고,
- <25> 도 3은 더욱 상세한 네트워크 시스템의 구성도이고,
- <26> 도 4는 분기 배열도이고,
- <27> 도 5는 변조 장치이고,
- <28> 도 6은 추가적인 변조 장치를 도시한다.

도면

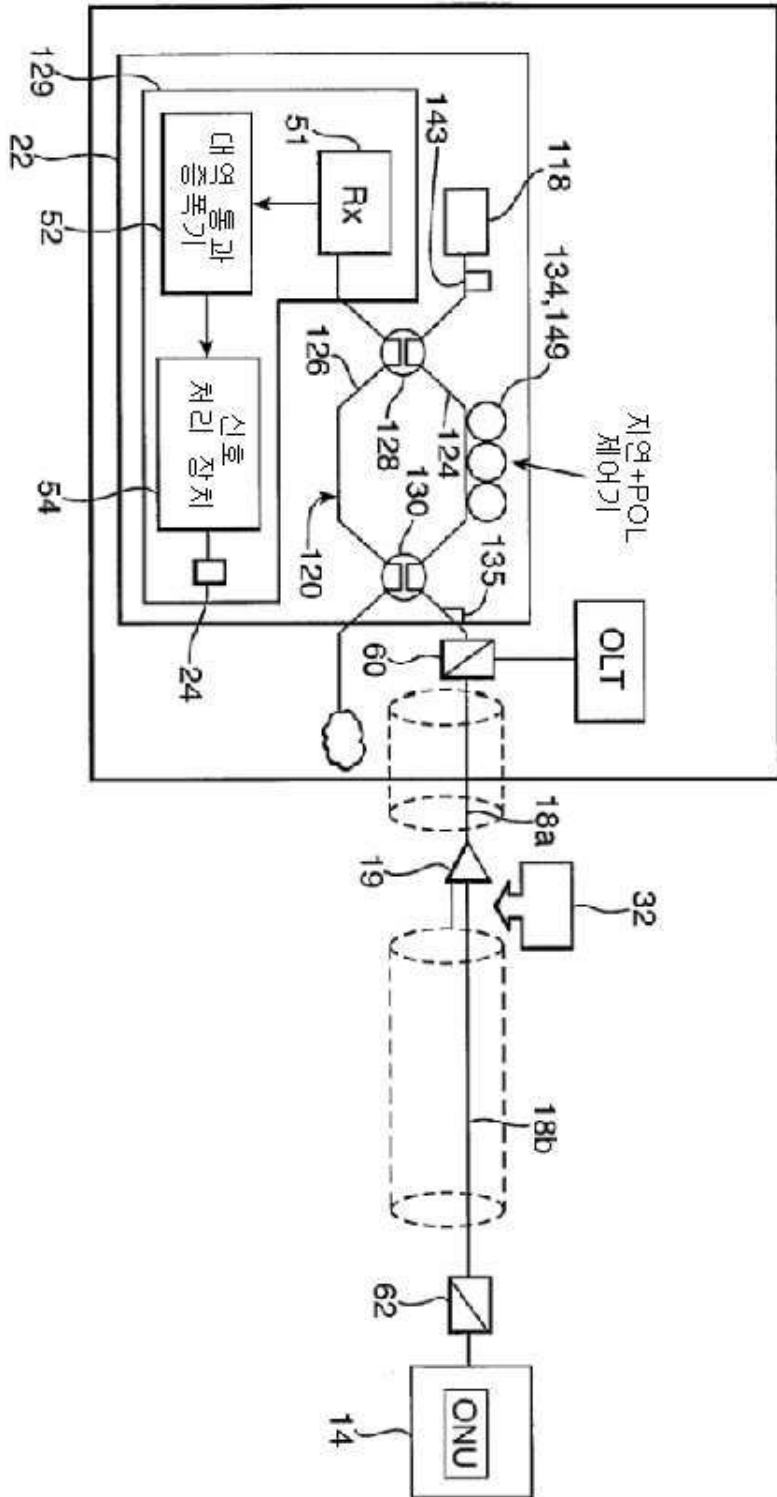
도면1



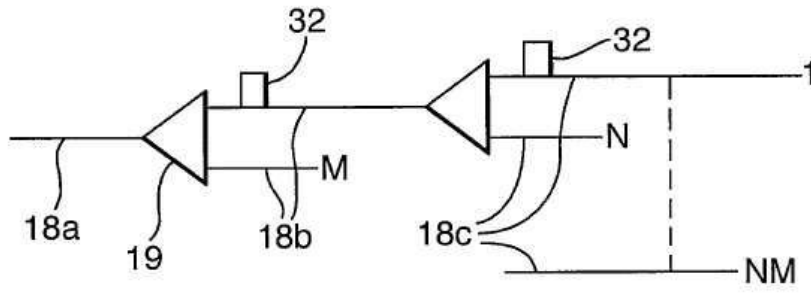
도면2



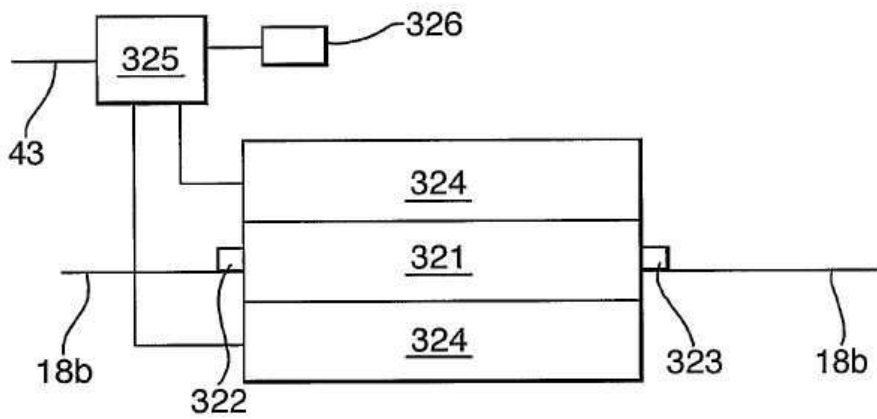
도면3



도면4



도면5



도면6

