



(52) CPC특허분류

**H04L 1/24** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 주파수(RF) 다중 입력 다중 출력(MIMO) 패킷 데이터 신호 송수신기 피시험장치(DUT)의 테스트 방법으로서, 상기 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N 개의 DUT 패킷 데이터 신호 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계; 및

상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 동안:

상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 하나 이상의 적어도 일부분을 손상시키는 단계,

상기 테스트 송수신기를 통해, 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하는 단계, 및 그것에 응답하여, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해 적시에(timely) 제공하지 않는 단계, 및

상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해 적시에 제공하지 않는 단계에 이어, 상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의 N-M 개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하는 단계를 포함하고,

여기서, M은 정수이고,  $0 < N-M < N$ 인 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호는 복수의 N개의 테스트 패킷 데이터 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 것은 상기 MIMO 통신 링크를 끊임없이 유지하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N 개의 DUT 패킷 데이터 신호 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계는:

상기 테스트 송수신기를 통해, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호로서 복수의 통신 링크 개시 패킷 데이터 신호를 전송하는 단계; 및

상기 테스트 송수신기를 통해, 상기 복수의 N 개의 DUT 패킷 데이터 신호로서 복수의 N개의 통신 링크 확인 패킷 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N 개의 DUT 패킷 데이터 신호 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계는 복수의 N개의 도전성 신호 경로를 통해 적어도 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 전달하는 단계를 포함하고, 상기 N개의 도전성 신호 경로 중 하나 이상은 가변 신호 전도도를 가지는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 하나 이상의 적어도 일부분을 손상시키는 단계는 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 하나 이상의 적어도 일부분을 감쇠시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 하나 이상의 적어도 일부분을 손상시키는 단계는 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 적어도 하나의 뒷부분을 감쇠시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의 N-M 개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하는 단계에 이어, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해 적시에 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의 N-M 개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하는 단계에 이어, 상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의 N개의 테스트 패킷 데이터 신호를 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호로서 적시에 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 DUT 패킷 데이터 신호를 모니터하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 11

무선 주파수(RF) 다중 입력 다중 출력(MIMO) 패킷 데이터 신호 송수신기 피시험장치(DUT)의 테스트 방법으로서, 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터, 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계로서,

여기서, N은 정수이고, 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 각각은 하나 이상의 DUT 데이터 패킷을 가지고, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호 각각은 하나 이상의 테스트 데이터 패킷을 가지는, 단계; 및

상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 동안:

상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나를 손상시키는 단계,

상기 송수신기를 통해, 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하고, 그에 응답하여, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 하나 이상의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에(timely) 제공하지 않는 단계, 및

상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 하나 이상의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에 제공하지 않는 단계에 이어, 복수의 N-M 개의 데이터 스트림을 포함하고 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가지는 상기 복수의 N 개의 DUT 패킷 데이터 신호를, 상기 테스트 송수신기를 통해, 수신하는 단계를 포함하고,

여기서,  $M$ 은 정수이고,  $0 < N-M < N$ 인 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호는 복수의  $N$ 개의 테스트 패킷 데이터 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 것은 상기 MIMO 통신 링크를 끊임없이 유지하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터, 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계는:

상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의 통신 링크 개시 패킷 데이터를 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호로서 전송하는 단계; 및

상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의  $N$ 개의 통신 링크 확인 패킷 데이터를 상기 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터 신호로 수신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 15

제 11 항에 있어서, 상기 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터, 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해, 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계는 복수의  $N$ 개의 도전성 신호 경로를 통해 적어도 상기 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터 신호를 전달하는 단계를 포함하고, 상기  $N$ 개의 도전성 신호 경로 중 하나 이상은 가변 신호 전도도를 가지는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 16

제 11 항에 있어서, 상기 복수의  $N$ 개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나를 손상시키는 단계는 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나의 각각의 적어도 일부분을 감쇠시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 17

제 11 항에 있어서, 상기 복수의  $N$ 개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의  $N$ 개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나를 손상시키는 단계는 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나의 각각의 뒷부분을 감쇠시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 18

제 11 항에 있어서, 상기 복수의  $N-M$  개의 데이터 스트림을 포함하고 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가지는 상기 복수의  $N$  개의 DUT 패킷 데이터 신호를, 상기 테스트 송수신기를 통해, 수신하는 단계에 이어, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

#### 청구항 19

제 11 항에 있어서, 상기 복수의  $N-M$  개의 데이터 스트림을 포함하고 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가지는 상기 복수의  $N$  개의 DUT 패킷 데이터 신호를, 상기 테스트 송수신기를 통해, 수신하는 단계에 이어, 상기 테스트 송수신기를 통해, 복수의  $N$ 개의 테스트 패킷 데이터를 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호로서 적

시에 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

## 청구항 20

제 11 항에 있어서, 상기 복수의 DUT 패킷 데이터 신호를 모니터하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기 DUT의 테스트 방법.

## 발명의 설명

### 배경 기술

- [0001] 본 발명은 무선주파수(RF) 무선 패킷 데이터 신호 송수신기의 테스트에 관한 것이고, 더욱 상세하게는, 다중 입력 및 다중 출력을 가진 그러한 장치의 테스트에 관한 것이다.
- [0002] 오늘날의 많은 전자 장치들은 접속 및 통신 이들 모두를 목적으로 무선 기술을 이용한다. 무선 장치가 전자기 에너지를 전송 및 수신하기 때문에, 그리고 2 이상의 무선 장치가 그들의 신호 주파수 및 파워 스펙트럼 밀도로 인해 서로의 동작을 간섭할 잠재성을 가지기 때문에, 이러한 장치 및 그 무선 기술들은 다양한 무선 기술 표준 사양을 준수해야 한다.
- [0003] 이러한 장치를 설계할 때, 엔지니어들은 이러한 장치들이 표준에 기초한 사양에 규정된 그들이 포함되는 각각 무선 기술을 충족하거나 그것을 초과할 것임을 보장하도록 상당한 주의를 기울인다. 뿐만 아니라, 이러한 장치가 추후 대량 생산될 때, 이들은 그들이 포함된 무선 기술 표준에 근거한 사양의 준수 여부를 포함하여 제조 결함이 부적절한 동작을 일으키지 않을 것임을 보장하기 위해 테스트 받는다.
- [0004] 이러한 장치의 제조 및 조립 후 테스트하기 위해, 현재의 무선장치 테스트 시스템("테스터")은 각각의 장치로부터 수신된 신호들을 분석하는 서브시스템을 채용한다. 이러한 서브시스템은 전형적으로 적어도 장치로 전송되는 소스 신호를 제공하는 벡터 신호 발생기(VSG), 및 장치에 의해 산출되는 신호를 분석하는 벡터 신호 분석기(VSA)를 포함한다. VSG에 의한 테스트신호의 산출 및 VSA에 의해 수행되는 신호 분석은 각각이 다양한 장치를 상이한 주파수 범위, 대역폭 및 신호 변조 특성을 가지는 다양한 무선 기술 표준에 대한 준수 여부를 테스트하기 위해 사용되는 것이 가능하도록 프로그래밍 가능한 것이 일반적이다.
- [0005] 무선주파수(RF) 패킷 데이터 신호 송수신기의 설계 및 동작의 최근의 발전은 복수의 안테나를 통해 구현된 다중 입력 및 다중 출력의 사용하는 것이다. 즉, 다중 입력 다중 출력(MIMO) 장치라 불리는 이러한 장치는 그들의 신호의 무선 전송 및 수신을 위해 복수의 안테나를 사용한다. 따라서, 이러한 장치를 테스트할 때, 그들의 MIMO 능력을 발휘시키기 위한 방식으로 그들을 테스트하기 위해 준비가 필요하다. 예를 들어, 이것은 피시험장치(DUT)의 모든 송신기 및 수신기가 그들의 각각의 안테나 연결을 통해 그들 각각의 패킷 데이터를 각각 전송 및 수신하도록 동작하도록 DUT를 작동시키는 것을 포함한다.  $N \times N$ ( $N$ 개의 입력 및  $N$ 개의 출력) DUT의 이러한 완전한 테스트는 각각의 무선 신호 경로(예컨대, 안테나 포트)를 통해 데이터 패킷을 전송 및 수신하는 것, 뿐만 아니라 하나 이상의 안테나에 의해 전송되는 패킷 데이터 스트림이 널(null)(큰 감쇠)을 나타낼 때의 실세계 동작을 시뮬레이션하고, 그로 인해 대응 장치에서 그것의 성공적인 수신 및 전송을 차단하기 위해, 전송되고 수신되고 있는 패킷 데이터의 개수를 줄이는 것을 포함한다. 이것을 달성하기 위한 종래의 테스트 기술들은 하나 이상의 무선 신호의 전송 및/또는 수신을 인터럽트하는 것, 연결을 끊는 것, 또는 비활성화시키는 것을 포함하였다. 그러나, 전송 및 수신되고 있는 패킷 데이터 스트림의 개수를 완전히 감소시키는 것은 DUT 및 그것을 전송하고 있는 장치 또는 시스템에게 그들의 상호 무선 통신 링크를 재구축할 것을 강제한다. 이러한 통신 링크의 재구축은 하나의 패킷 데이터 스트림 개수에서 다른 패킷 데이터 스트림 개수로 전환할 때마다 반복되어야 한다. 예를 들어, (2개의 송신기 및 3개 이상의 수신기를 사용하는) 3 스트림 통신 링크(3개의 수신 신호 및 3개의 전송 신호를 전달하는 3개의 안테나)로의 동작에서, 2 스트림 통신 링크(여전히 3개의 송신기 및 3개의 수신기를 사용하지만 2개의 스트림을 송신 및 수신함)로, 그 후 단일 스트림 통신 링크(3개의 송신기 및 3개의 수신기가 단일 스트림만 사용)로 전환되는  $3 \times 3$  DUT의 경우에, 초기 통신 링크의 구축에 이어, 3 패킷 데이터 스트림의 수신 및 전송에서 2패킷 데이터 스트림으로, 그 후 1 패킷 데이터 스트림으로의 DUT 전환과 같은 2번의 통신 링크 재구축이 필요할 것이다.
- [0006] DUT와 그것의 통신 파트너(예컨대, 종종 "테스터"라고도 하는 하나 이상의 VGS 및 VSA를 포함하는 테스트 시스템, 또는 유사한 설계의 이전에 테스트되고 증명된 송수신기와 같은  $N \times N$  MIMO 레퍼런스 장치) 간의 RF 신호 통신 링크의 이러한 재설정은 종종 테스트 시퀀스 동안 수행되는 다른 작업에 비해 상당한 시간이 걸린다. 다른 전체 테스트 시퀀스 중 이러한 다른 부분 중 다수는 그들의 지속시간을 짧게 하는데 민감하지 않다. 따라서,

통신 링크를 재설정 또는 재구축할 필요없이, 전송된 및 수신된 패킷 데이터 스트림을 줄이기 위한 MIMO DUT를 테스트 하는 기술을 가지는 것이 바람직할 것이다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0007] 현재 청구된 발명에 따라, 하나의 조합 또는 순열(permutation)의 패킷 데이터 스트림에서 다른 조합 또는 순열의 패킷 데이터 스트림으로의 전환 후 통신 링크의 종료 또는 재구축을 필요로 하지 않으면서도 다양한 조합 또는 순열의 패킷 데이터 스트림을 이용하여 그들의 신호를 통신하는 방식으로 동작하는 동안, 다중 입력 다중 출력 무선 라디오주파수(RF) 패킷 데이터 신호 송수신기를 테스트하는 시스템 및 방법이 제공된다.

[0008] 현재 청구된 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 무선주파수(RF) 다중입력 다중출력(MIMO) 패킷 데이터 신호 송수신기 피시험장치(DUT)의 테스트 방법은 테스트 송수신기를 위한 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계를 포함하는데, 여기서, N은 정수이고, 그리고 상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 동안: 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 부분적으로 손상된(corrupted) 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터를 제공하기 위해 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 중 하나 이상의 적어도 일부분을 손상시키는 단계; 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하고 그에 응답하여, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에(timely) 제공하지 않는 단계; 및 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 대응하는 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에 제공하지 않는 단계에 이어, 복수의 N-M개의 데이터 스트림을 포함하는 상기 부분적으로 손상된 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를, 상기 테스트 송수신기를 통해, 수신하는 단계를 포함하며, 여기서, M은 정수이고,  $0 < N-M < N$ 이다.

[0009] 현재 청구된 본 발명의 다른 실시예에 따라, 무선주파수(RF) 다중입력 다중출력(MIMO) 패킷 데이터 신호 송수신기 피시험장치(DUT)의 테스트 방법은 테스트 송수신기를 위해 상기 DUT에 의해 제공되는 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호, 및 상기 DUT를 위해 상기 테스트 송수신기에 의해 제공되는 복수의 테스트 패킷 데이터 신호를 통해 통신하기 위해 테스트 송수신기와 DUT 사이에 MIMO 통신 링크를 구축하는 단계로서, N은 정수이고, 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호 각각은 하나 이상의 DUT 데이터 패킷을 포함하고, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호 각각은 하나 이상의 테스트 데이터 패킷을 포함하는 상기 단계를 포함하고, 상기 MIMO 통신 링크를 유지하는 동안: 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 제공하기 위해 상기 하나 이상의 DUT 데이터 패킷 중 적어도 하나를 손상시키는 단계; 상기 테스트 송수신기를 통해, 상기 복수의 N개의 데이터 스트림을 포함하고 적어도 하나의 손상된 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를 수신하고, 그에 응답하여, 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 하나 이상의 대응 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에 제공하지 않는 단계; 및 상기 복수의 테스트 패킷 데이터 신호의 하나 이상의 대응 부분을, 상기 테스트 송수신기를 통해, 적시에 제공하지 않는 단계에 이어, 복수의 N-M개의 데이터 스트림을 포함하고, 적어도 하나의 손상된 DUT 데이터 패킷을 가진 상기 복수의 N개의 DUT 패킷 데이터 신호를, 상기 테스트 송수신기를 통해, 수신하는 단계를 더 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 하나 이상의 예시적인 실시예에 따른 MIMO DUT를 테스트하는 테스트 환경을 도시한다.

도 2는 하나 이상의 예시적인 실시예에 따른 MIMO DUT를 테스트하여 초래된 신호 타이밍 다이어그램을 도시한다.

도 3은 도 1의 테스트 환경에 적용되고 도 2에 표현된 신호 커럽션에 대한 타이밍 다이어그램이다.

도 4는 도 1의 테스트 환경에 대한 신호 커럽션 회로의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 5는 도 1의 테스트 환경의 일부의 대안의 실시예를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 아래의 상세한 설명은 첨부된 도면을 참조한 현재 청구된 발명의 예시적인 실시예 관한 설명이다. 이러한 설명은 단지 설명을 위한 것일 뿐 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않았다. 이러한 실시예들은 당업자들이



본 발명을 실시할 수 있을 정도로 충분히 상세하게 서술되어 있고, 본 발명의 정신 또는 범위를 벗어나지 않은 약간의 변형을 가진 다른 실시예들이 실시될 수 있음이 이해될 것이다.

[0012]

본 명세서 전체에서, 그 문맥으로부터 확실하게 반대로 지시되지 않았다면, 서술된 각각의 회로 엘리먼트들은 단수 또는 복수 개일 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들어, 용어 "회로"는 능동형 및/또는 수동형이고, 서술된 기능을 제공하기 위해 연결된 또는 함께 결합된(coupled) 단일 컴포넌트 또는 복수의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 게다가, 용어 "신호"는 하나 이상의 전류, 하나 이상의 전압, 또는 데이터 신호를 의미할 수 있다. 도면에서, 유사하거나 관련성 있는 엘리먼트는 유사하거나 관련성 있는 알파벳, 숫자 또는 알파벳 숫자 지시자(designator)를 가질 것이다. 뿐만 아니라, 본 발명이 이산 전자 회로(바람직하게는 하나 이상의 집적회로 칩 형태)를 이용하여 구현되는 것으로 문맥에서 서술되어 있으나, 이러한 회로의 임의의 부분의 기능들은 대안으로서 신호 주파수 또는 처리되는 데이터 속도에 따라, 적절하게 프로그래밍된 하나 이상의 프로세서를 이용하여 구현될 수도 있다. 더욱이, 도면이 다양한 실시예의 기능 블록도를 도시하고 있는 경우에는, 이 기능 블록들이 반드시 하드웨어 회로 간의 분할을 나타내는 것이 아니다.

[0013]

아래에 더 상세하게 서술된,  $N \times N$  MIMO DUT가  $N \times N$  MIMO 레퍼런스 장치에(또는 대안으로서,  $N \times N$  MIMO 패킷 데이터 신호 송수신기로서 동작하도록 구성된 테스트에) MIMO 링크되어 있는 테스트 환경에서 더 적은 전송 및 수신 패킷 데이터 스트림을 강제하는 시스템 및 방법이 제공된다.  $N \times N$  통신 링크가 구축된 후, MIMO DUT는 모든  $N$  개의 송신기 및 안테나 포트를 이용하여 MIMO 레퍼런스 장치로  $N$ 개의 데이터 스트림을 포함하는  $N$  개의 동시의 병렬 패킷 세트에 파싱(parse)된 패킷인 데이터를 전송할 것이다. 공지된 원리에 따라, 모든  $N$  개의 평행 패킷 세트의  $N$  개의 데이터 스트림의 성공적인 수신은 그것이 데이터를 재구성하는 것을 가능하게 할 것이다. (아래에 설명의 목적으로,  $3 \times 3$  시스템 및 테스트 시퀀스가 서술될 것이다(즉, 여기서  $N=3$ . 그러나, 당업자들은  $N$ 이 다른 정수 값을 가질 수 있음을 쉽게 이해될 것이다.)

[0014]

MIMO DUT를 더 적은 패킷 데이터 스트림을 사용하는 오퍼레이션으로 전환(revert)하게 만들기 위해, 이 링크는 인터럽트될 필요가 있을 것이고, 그 구성이 변경되고, 새로운 링크가 구축되어 이 시스템 단지 2개의 패킷 데이터 스트림만 지원하게 된다. 따라서,  $3 \times 3$  오퍼레이션이 2 스트림 오퍼레이션으로 변경되어야 한다면, 데이터는 3개의 DUT 송신기(또는 대안으로서, 덜 유리하겠지만, 2개의 송신기)에 의해 송신될 2개의 데이터 스트림으로 파싱될 것이다. 이를 통해 MIMO 레퍼런스 장치가 DUT 송신기로부터 수신된 데이터를 재구성하는 것이 가능하게 된다. 그러나, 이 시스템이 실제로  $3 \times 3$  시스템이므로(본 예의 경우), 모든 3개의 송신기가 공지된 기술에 따른 공간 맵핑(spatial mapping)을 이용함으로써 2개의 패킷 데이터 스트림을 송신하는데 사용되어야 한다.

[0015]

아래에 더 상세하게 설명한 바와 같이, 예시적인 실시예에 따라, MIMO DUT는 반드시 인터럽트하고 새로운 통신 링크를 재구축할 필요 없이 여전히 모든 DUT 송신기의 사용을 유지하면서,  $N \times 3$ 에서  $N \times 2$  오퍼레이션 구성으로 전환하는 것이 가능하다. 예시적인 실시예에 따라, 하나의 DUT 송신기에 의해 송신되는 하나의 패킷 데이터 스트림은 MIMO 레퍼런스 장치에 의해 수신되기 전에 선택적으로 손상(corrupt)된다(이는 아래에 더 상세하게 설명된다). 이러한 커럽션(corruption)은 패킷 데이터 스트림이 수신되는 것을 실패하게 만들 것이고, 그러므로 실패로 간주하면, 하나의 패킷 데이터 스트림이 수신에 실패하였으므로 MIMO 레퍼런스 장치는 데이터를 재구성할 수 없을 것이다. 그러므로, MIMO 레퍼런스 장치는 확인 데이터 패킷을 전송하는 응답을 하지 않을 것이다.

[0016]

그 다음, DUT는 모든 DUT 송신기를 통해 패킷 데이터 스트림을 다시 전송하고, 하나의 패킷 데이터 스트림이 다시 손상된다. 따라서, MIMO 레퍼런스 장치는 다시 데이터를 재구성할 수 없을 것이고, 그러므로 확인 데이터 패킷으로 응답하지 않을 것이다. 이 시점에서, DUT는, 적용 가능한 신호 전송 표준에 의해 구현된 표준 프로토콜에 따라, 감소된 개수의 데이터 스트림으로, 예컨대,  $N \times 2$  오퍼레이션 구성으로 전환할 것이고, 이제  $N$  개의 DUT 송신기를 통해 3개의 패킷 데이터 스트림보다 더 적은, 예컨대, 2개의 패킷 데이터 스트림으로 파싱된 패킷 데이터 스트림을 전송할 것이다. MIMO 레퍼런스 장치는 이제 더 적은 DUT 송신기에 의해 전송된 손상되지 않은 데이터의 두 패킷 데이터 스트림을 모두 수신할 수 있다. 그러므로, DUT는 통신 링크의 인터럽션 및 리어썬, 또는 재구축을 필요로 하지 않고, 여전히 모든  $N$  DUT 송신기를 이용하는 동안  $N \times 3$ 에서  $N \times 2$  오퍼레이션으로 효과적으로 전환된다.

[0017]

아래에 더 상세하게 설명된 바와 같이, 예시의 실시예에 따라, 각각의 DUT 무선 신호 경로당 하나씩(예컨대, 각각의 DUT 안테나 포트당 하나씩) 개재하는 제어된 신호 커럽션 회로 세트 및 호환 가능한 MIMO 레퍼런스 장치를 이용하여 MIMO DUT를 테스트하는 시스템 및 방법이 제공된다. 그 다음 차례로 신호 커럽션 회로의 셋팅을 제어하는 컨트롤러를 통해 통신함으로써, 테스트는 MIMO DUT로부터 MIMO 레퍼런스 장치로 전달되는 하나 이상의 데이터 패킷이 손상되게 만들 수 있고, 상술한 바와 같은 조건을 셋업하고, 이 때 DUT는 더 적은 패킷 데이터 스



트립으로 전환할 것이다. (신호 커럽션은 그것이 손상된 데이터 패킷이 신호 통신 표준 또는 프로토콜을 따르는데 실패하게 만듦과 동시에, 다른 병행(parallel) 전송 패킷이 테스트 받고 있는 DUT에서 수신될 수 있음을 보장하는 한, 사실상 임의의 형태일 수 있다. 그 예는 신호 파워 감쇠 및 부분 패킷 감쇠를 포함한다.)

[0018] 테스트는 신호 커럽션 이전에 테스트에 의해 수신된 MIMO DUT에 의해 전송되고 있는 데이터 패킷을 샘플링한다. 따라서, 테스트는 손상되지 않은 데이터 패킷을 탐지 및 프로세싱할 수 있고, MIMO 레퍼런스 장치는 손상된 및 손상되지 않은 데이터 패킷 둘다 수신할 것이다. 신호를 전체적으로 감쇠시키는 것이 아니라 데이터 패킷의 뒷부분이 손상되는(부분 패킷 감쇠) 선택적 데이터 패킷 커럽션을 이용하면, 이것이 들어오는 신호의 감쇠로 인해 감쇠된 신호를 수신하고자 시도함에 있어서 그것의 수신 신호 이득을 증가시켜 놓은 MIMO 레퍼런스 장치의 대응하는 수신 채널을 통한 누수(leakage)로 인해 수신되지만 감쇠된 신호의 가능성을 최소화할 것이기 때문에, 이 프로세스는 더 견고해진다.

[0019] 이 시스템이 DUT(20)에 의해 사용되는 스트림의 개수를 판정하기 위해서는 전송되는 패킷의 지속시간(duration)을 모니터링하는 것이 중요하다. 예를 들어, DUT(20)는 3 스트림에서 바로 1 스트림으로 전환할 수 있고, 이는 또한 확인 패킷(confirmation packet)이 발생되게 할 것이다. 그러나, 이것은 DUT(20)에 의해 더 긴 패킷이 발생되게 할 것이다(3 스트림으로부터의 데이터가 1 스트림 내에 포함되므로). 정확한 개수의 스트림을 강제하기 위한 다른 전략들을 당업자들은 이해할 수 있다.

[0020] 다른 장점은 MIMO 통신 링크의 인터럽션 또는 재구축 및 DUT(20)가 3개의 전송된 패킷 중 2개 만이 성공적으로 수신될 가능성이 있는 환경을 극복(negotiate)할 수 있다는 증명 없이도 모든 가능한 패킷 데이터 스트림을 테스트가 테스트하게 함으로 인한 테스트 시간의 감소를 포함한다. 게다가, 테스트되는 무선 신호 프로토콜이 데이터 패킷이 응답의 수신 확인(acknowledgement) 데이터 패킷을 프롭트팅하는데 실패한 때 데이터 레이트의 감소 또는 꾸준한 감소(ratchet down)를 제공하는 경우, 기본(underlying) 신호 표준 또는 프로토콜에 의해 규정된 더 많은(예컨대, 모든) 가능한 패킷 데이터 레이트가 자동으로 테스트될 수 있다.

[0021] 도 1을 참조하면, 예시적인 실시예에 따른 테스트 환경(10)은 MIMO DUT(20)를 테스트 하는 것을 제공한다(여기서는, 3×3 MIMO DUT로 아래에 설명되지만, 다른 N×N 또는 N×M 구성도 유사하게 테스트 될 수 있다). 레퍼런스 MIMO 장치(30)와 통신할 때, 패킷 데이터 신호 스트림은 테스트(40)에 의해 모니터링되고 탐지된다. (대안으로서, 레퍼런스 MIMO 장치(30)가 테스트(40)의 일부분으로서 포함될 수 있고, 또는 호환가능한 MIMO 장치로서 동작하도록 구성된 다른 테스트로서 구현될 수도 있음을 당업자들은 이해할 것이다.) 또한, 제어 회로(54)(예컨대, 현장 프로그래밍 가능한 게이트 어레이)에 의해 제공되는 제어 신호(55a, 55b, 55c)에 따라 DUT(20)에 의해 전송되는 각각의 패킷 데이터 스트림을 선택적으로 손상시키는(예컨대, 각각의 패킷 데이터 스트림 내의 데이터 패킷의 뒷부분을 감쇠시키는), 신호 커럽션 회로(52a, 52b, 52c)를 포함하는 신호 커럽션 회로(50)가 포함된다. 제어 회로(54)는 그 다음 커맨드, 제어, 및 데이터 신호 인터페이스(41)를 통해 테스트(40)와 통신한다.

[0022] DUT(20) 및 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 그들 각각의 패킷 데이터 스트림 및 수신확인 데이터 패킷을 신호 커럽션 회로(50), 신호 스플리터 또는 디바이더(42a, 42b, 42c) 및 신호 경로(21, 51, 31)를 통해 통신한다. 신호 경로(21, 51, 31)는 전형적으로 RF 케이블 형태의 도전성 신호 경로이고, MIMO DUT(20)와 신호 스플리터(42a, 42b, 42c)를 연결하는 케이블(21)은 MIMO DUT(20)의 안테나 포트(22a, 22b, 22c)에 연결된다.

[0023] 공지된 원리 및 기술에 따라, 신호 스플리터 또는 디바이더(42a, 42b, 42c)(그 다양한 구현방법은 공지되어 있음)는 테스트 하는 동안 MIMO DUT에 의해 전송되는 패킷 데이터 신호 스트림을 나누거나 분할한다. 이러한 분할된 패킷 데이터 신호 스트림(43a, 43b, 43c)은 MIMO DUT(20)가 규정된 신호 표준 또는 프로토콜에 따라 패킷 데이터 신호를 전송하고 있는지 판정하기 위해 테스트 하는 동안 테스트(40)에 의해 수신되고 모니터링된다. 대안으로서, 레퍼런스 MIMO 장치(30)를 사용하여 데이터 패킷 쓰루풋(throughput)을 원할 때 또는 필요할 때에만 감시하고, 테스트(40)는 생략될 수 있다.

[0024] 이러한 예로서 여기 도시된 바와 같이, MIMO DUT(20)는 3×3 DUT이다. 최초에, DUT(20)는 풀 MIMO(즉, 3×3) 오퍼레이션으로 설정되어 있다. 따라서, 그들 각각의 신호 스플리터(42a, 42b, 42c), 신호 커럽션 회로(52a, 52b, 52c) 및 신호 경로(21, 51, 31)를 통한 레퍼런스 MIMO 장치(30)에 의한 수신 및 테스트(40)에 의한 수신을 위해 3 패킷 데이터 스트림이 (도시되진 않았으나, DUT(20) 내에 있다고 알고 있는)DUT 송신기에 의해 전송된다. 커럽션이 적용되지 않았으므로, 패킷 데이터 스트림은 DUT(20)로부터 레퍼런스 MIMO 장치(30)로 완전 무결하게 전달된다. 그러나, 데이터 패킷이 추후에 레퍼런스 MIMO 장치(30)에 의해 수신된 때 충분히 손상되게(예컨대, 감쇠되게) 전송된다면, 이러한 선택적으로 손상된 데이터 패킷을 포함하는 하나 이상의 패킷 데이터 신호 스트림은 레퍼런스 MIMO 장치(30)에 의해 성공적으로 수신되지 않을 것이다. 이것은 레퍼런스 장치(30)가

손상되지 않은 데이터 패킷들로부터 데이터를 재구성할 수 있게 되는 것을 차단할 것이고, 그 결과 대응하는 확인 또는 수신확인 데이터 패킷(또는 병렬 확인 패킷)을 통해 응답하지 않을 것이다.

[0025]

패킷이 초기에, 즉, 데이터 패킷 전달의 시작 동안 감쇠되지 않기 때문에, 레퍼런스 MIMO 장치(30) 내의 대응하는 수신기 회로는 신호 이득을 유지할 것이고, 이러한 이득은 데이터 패킷의 나머지 부분 동안 실질적으로 일정하게 유지될 것이고, 이로 인해 패킷 데이터 신호 스트림이 시작부터 감쇠된다면 신호 이득을 자동으로 증가시켰을 수신기 회로의 이득 제어 회로에 의해 발생하는 증가된 신호 이득으로 인한 손상된 데이터 패킷의 수신 가능성이 제한됨을 이해해야 한다.

[0026]

도 2를 참조하면, 최초 MIMO 통신 링크 상태를 인터럽팅 또는 변경하지 않고 MIMO 신호 스트림을 줄이기 위한 상술한 바와 같은 시스템 및 방법이 더 잘 이해될 수 있다. 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 하나의 세트의 데이터 패킷(33)(다른 타입의 패킷도 사용될 수 있으나, 예컨대, "핑" 패킷)을 (레퍼런스 MIMO 장치(30) 내에 있다고 알고 있지만 도시되지는 않은) 자신의 3개의 신호 송신기 서브시스템으로부터 전송한다. 이러한 패킷(33)은 신호 경로(21, 51, 31), 신호 스플리터(42a, 42b, 42c) 및 신호 커럽션 회로(52a, 52b, 52c)를 통해 DUT(20)로 전달되는데, 여기서 후자들은 신호 커럽션의 임의의 비활성화를 도입시키지 않도록 그들의 제어 회로(54)에 의해 설정되어 있다. 이에 응답하여, DUT(20)는 자신의 각각의 송신기 서브 시스템으로부터 하나 이상의 확인 데이터 패킷(23)을 전송한다. DUT(20)와 레퍼런스 MIMO 장치(30) 사이에 현재 구축된 통신 링크를 통해, DUT(20)는 3개의 각각의 데이터 스트림( $S_1$ ,  $S_2$  및  $S_3$ ;  $S_1'$ ,  $S_2'$  및  $S_3'$ ; 및  $S_1''$ ,  $S_2''$  및  $S_3''$ )을 포함하는 (최초 패킷(33)의 것과 유사한 패킷 지속시간을 가진) 응답 데이터 패킷(35a)을 덧붙인다. 통상적으로, 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 3개의 패킷 데이터 스트림을 수신할 것이고, 데이터를 재구성할 수 있을 것이다. 그러나, 이러한 데이터 스트림들이 레퍼런스 MIMO 장치(30)에 의해 수신되기 전에, 하나의 패킷 스트림, 예컨대, 레퍼런스 MIMO 장치(30)의 제1 또는 최상의 신호부(31a)에 도착한 패킷이 도시된 바와 같이 손상(예컨대, 감쇠)된다. 상술한 바와 같이, 데이터 패킷의 제1 부분 또는 시간 인터벌(36aa) 동안, 그것은 손상되지 않고 유지된다. 그러나, 그 후 부분(36ba) 동안, 대응하는 신호 커럽션 회로(52a)에 의해 커럽션이 적용된다. 그 결과, 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 데이터를 재구성할 수 없고, 따라서 확인 패킷을 전송함으로써 DUT(20)에 응답하지 않는다.

[0027]

DUT(20)는 3개의 패킷 데이터 스트림을 여전히 사용하지만, (이전 패킷이 성공적으로 수신되지 않았으므로) 감소된 데이터 레이트를 가지는 동일한 데이터 패킷(35b)을 재전송함으로써 응답을 계속할 수 있다. 그러나, 이전과 마찬가지로, 제1 패킷 데이터 스트림은 수신기 회로가 그것의 최초 명목 신호 이득을 유지하게 만들도록 커럽션이 적용되지 않는 동안의 최초 부분(36ab)을 이어 뒷부분(36bb) 동안 손상된다. 그 결과, 다시, 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 데이터를 재구성할 수 없고, 확인 패킷으로 응답하지 않는다. 따라서, 도시된 바와 같이 DUT(20)는, 이번에는, 다른 세트의 응답 데이터 패킷(35c)을 전송하도록 계속된다. 그러나, DUT(20)는 (이전의 3 스트림 오퍼레이션보다 크거나 같거나 또는 같을 수 있는) 지정된 데이터 레이트를 이용하는 2 스트림 오퍼레이션 구성으로 전환되고, 데이터는 이제 모든 3개의 DUT 전송 경로를 통한 지속된 통신을 위해 2 신호 스트림으로 파싱된다( $S_1$  및  $S_2$ ;  $S_1'$  및  $S_2'$ ;  $S_1''$  및  $S_2''$ ).

[0028]

그 결과, 하나의 데이터 패킷이 손상되었음에도 불구하고(즉, 데이터 패킷이 제1 신호 스트림( $S_1$  및  $S_2$ )을 포함함), 레퍼런스 MIMO 장치(30)는 이제 2개의 파싱된 스트림을 가진 2개의 패킷( $S_1'$  및  $S_2'$ , 및  $S_1''$  및  $S_2''$ ))을 수신하는데, 이는 레퍼런스 MIMO 장치(30)가 데이터를 재구성하는 것을 허용하기에 충분한 것이다. 따라서, 그것은 확인 패킷(25)을 전송함으로써 응답한다.

[0029]

도 3을 참조하면, 상술한 바와 같이, 손상된 데이터 패킷의 최초 인터벌(36a) 동안, 적용되거나 유도된 커럽션은 비활성화된다(또는 적어도 상당히 감소된다). 이에 이어, 그 다음 시간 인터벌(36b) 동안, 커럽션이 활성화된다(또는 적어도 상당히 증가된다).

[0030]

도 4를 참조하면, 하나의 예시적인 실시예로서, 신호 커럽션 회로(52)는 패킷 데이터 스트림들이 성공적으로 수신되기에는 충분하지 않은 파워 레벨을 가지게 만들기 위해, 그 다양한 형태들이 공지되어 있는, 제어 가능한 신호 감쇠 회로(52r)로서 구현될 수 있다.

[0031]

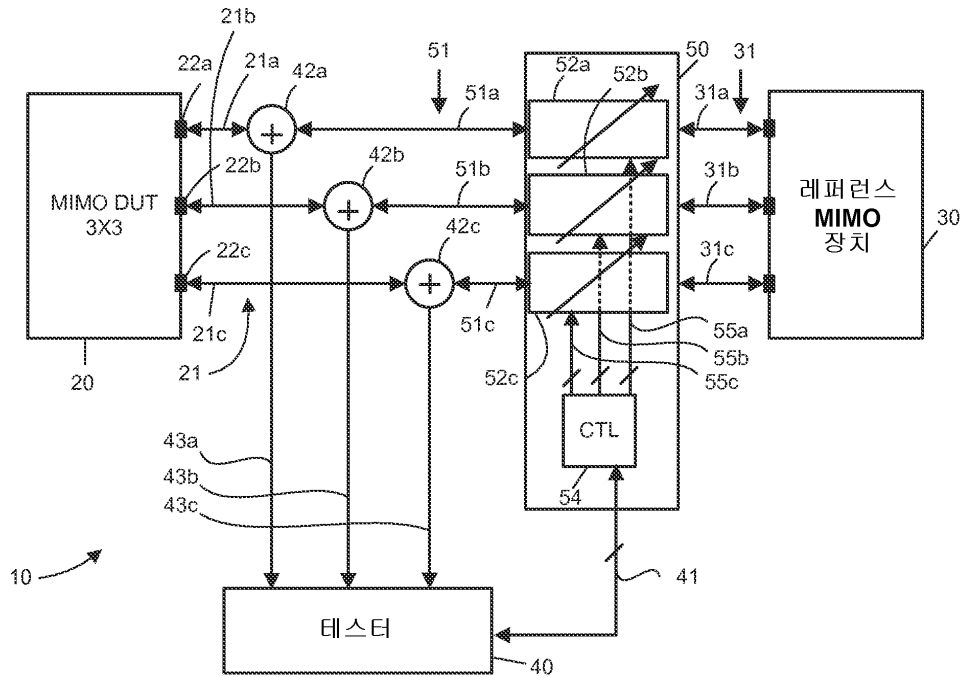
도 5를 참조하면, 다른 예시적인 실시예에 따라, DUT(20)와 신호 스플리터(42a, 42b, 42c) 사이의 신호 경로의 일부분(21)은 유선 신호 경로(21w)로 구현될 수 있고, DUT(20)에 연결된 안테나(22aa, 22ba, 22ca)는 패킷 데이터 스트림을 전달하기 위해 신호 스플리터(42a, 42b, 42c)에 연결된 안테나(22ab, 22bb, 22cb)와 통신한다. DUT(20)를 위한 이러한 케이블없는 인터페이스는 더 현실적인 방식으로 DUT(20)를 작동시킨다는 장점을 가질 것이고, 그리고 DUT(20)에 테스트 케이블을 물리적으로 연결하고 분리할 필요성을 회피할 것이다.

[0032]

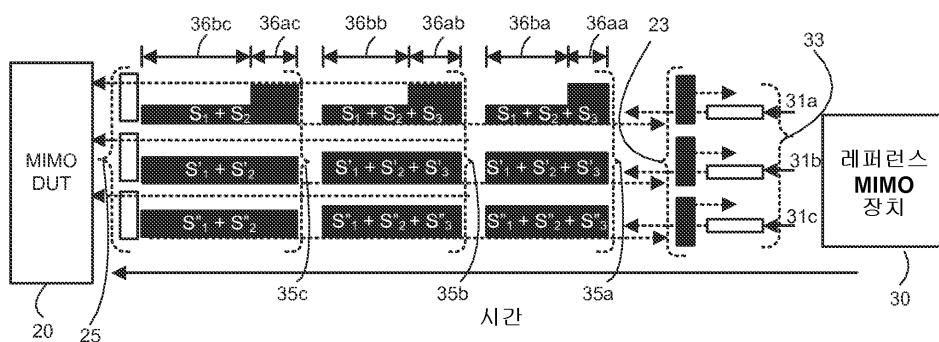
본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않는 본 발명의 구조 및 작동 방법의 다양한 다른 수정 및 변형이 당업자들에게 명백할 것이다. 본 발명의 특정한 바람직한 실시예와 관련지어 서술되었으나, 청구된 본 발명이 이러한 특정 실시예로 과도하게 제한되지 않아야 함을 이해해야 한다. 아래의 청구항은 본 발명의 범위를 정의하기 위함이고, 이러한 청구항 및 그 동등물의 범위 내에 속하는 구조 및 방법들은 이러한 청구항에 의해 커버된다.

## 도면

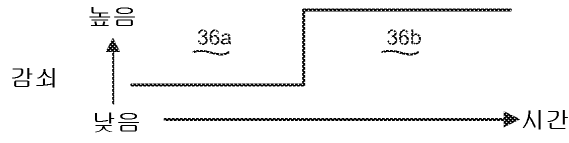
### 도면1



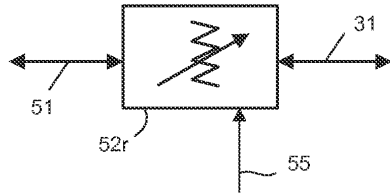
### 도면2



도면3



도면4



도면5

