



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0051350
(43) 공개일자 2013년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 56/00 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)
H04L 7/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0116644
(22) 출원일자 2011년11월09일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
김현재
인천광역시 부평구 장제로380번길 38-6, 주공아파트 709-1201호 (삼산동, 삼산타운)
문영진
대전광역시 유성구 하기동 송림마을 509동 1104호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
에스앤아이퍼특허법인

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드 동기화 방법**

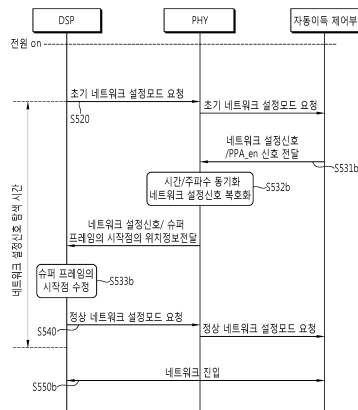
(57) 요약

본 발명은 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드 동기화 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시예에 따르면 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드 동기화 방법이 제공된다. 상기 메쉬 노드 동기화 방법은 자동이득제어부(Automatic Gain Controller)부가 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정(Network Configuration, NCFG) 신호를 물리계층(PHYSICAL Layer, PHY)으로 전달하는 단계, 상기 물리계층이 상기 네트워크 설정 신호의 프리앰블을 이용하여 시간 또는 주파수 동기화를 수행하고, 상기 네트워크 설정 신호의 슈퍼 프레임의 시작점의 위치 정보를 DSP(Digital Signal Processor)로 전달하는 단계, 및 상기 DSP가 상기 위치 정보를 이용하여 메쉬 노드의 클럭 동기화를 수행하는 단계를 포함한다.

따라서, 무선 메쉬 통신 시스템(wireless mesh communication system)에서 비주기적으로 전송되는 인접 노드(neighbor node)의 프리앰블(preamble) 및 방송 정보를 복조할 수 있다.

대표도 - 도5b



(72) 발명자

김지형

대전광역시 유성구 지족동 열매마을 305동 501호

김정현

대전광역시 유성구 신성동 254번지 206호

신우람

대전광역시 유성구 전민로46번길 74, 애드빌 403호
(전민동)

이안석

대전광역시 서구 청사로 148, 706호 (둔산동, 매그
놀리아)

임광재

대전광역시 유성구 관평동 운암네오미아 612동 90
1호

권동승

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 204동 1304호 (전민동, 엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10913-04003

부처명 방송통신위원회

연구사업명 방송통신기술개발사업(**원천기술개발사업)

연구과제명 차세대 기동노드간 적응형 무선메쉬 통신 시스템 연구개발

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2010.03.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드 동기화 방법에 있어서,

자동이득제어부(Automatic Gain Controller)가 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정(Network Configuration, NCFG) 신호를 물리계층(PHYSICAL Layer, PHY)으로 전달하는 단계;

상기 물리계층이 상기 네트워크 설정 신호의 프리앰블을 이용하여 시간 또는 주파수 동기화를 수행하고, 상기 네트워크 설정 신호의 슈퍼 프레임의 시작점의 위치 정보를 DSP(Digital Signal Processor)로 전달하는 단계; 및

상기 DSP가 상기 위치 정보를 이용하여 메쉬 노드의 클럭 동기화를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 메쉬 노드 동기화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 메쉬 시스템(wireless mesh system)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 메쉬 노드의 동기화 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 셀룰러 시스템(cellular system)에서 단말(mobile station)은 기지국(base station)으로부터 연속적으로 전송되는 프리앰블(preamble)을 이용하여 다운링크(downlink) 데이터에 대한 자동 이득 제어(Automatic Gain Control, AGC) 및 기지국과 단말 사이의 동기화를 수행한다.

[0003] 반면에, 무선 메쉬 시스템(wireless mesh system)에서는 주기적으로 전송되는 프리앰블이 존재하지 않는다. 따라서, 각 메쉬 노드(mesh node)는 메쉬 일렉션(mesh election) 과정을 통하여 비주기적으로 수신하는 네트워크 설정(Network Configuration, NCFG) 신호의 PPA-프리앰블(Punctured Primary Advanced preamble)을 이용하여 AGC 및 메쉬 노드 사이의 동기화를 수행하고, 방송 정보, 예를 들어 네트워크 설정 메시지(NCFG message) 및/또는 분배 스케줄링 메시지(Distributed Scheduling message, DSCH message)를 수신한다.

[0004] 프레임(frame) 구조의 특성에 맞는 프레임의 각 영역(NCFG, DSCH, DATA)별 모듈(module)간 인터페이스(interface) 설계가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 무선 메쉬 시스템(wireless mesh system)에서의 네트워크 동기화(network synchronization) 방법을 제공한다.

[0006] 본 발명은 프레임(frame)의 각 영역별 모듈(module)간 인터페이스(interface) 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드 동기화 방법이 제공된다. 상기 메쉬 노드 동기화 방법은 자동이득제어부(Automatic Gain Controller)부가 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정(Network

Configuration, NCFG) 신호를 물리계층(PHYsical Layer, PHY)으로 전달하는 단계, 상기 물리계층이 상기 네트워크 설정 신호의 프리앰블을 이용하여 시간 또는 주파수 동기화를 수행하고, 상기 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 시작점의 위치 정보를 DSP(Digital Signal Processor)로 전달하는 단계, 및 상기 DSP가 상기 위치 정보를 이용하여 메쉬 노드의 클럭 동기화를 수행하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 무선 메쉬 시스템(wireless mesh system)에서 비주기적으로 전송되는 인접 노드(neighbor node)의 프리앰블(preamble) 및 방송 정보를 복조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 무선 메쉬 시스템(wireless mesh communication system)의 일 예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드를 나타낸 블록도이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드의 동기화 절차를 나타낸 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 초기 네트워크 설정 모드에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.
- 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드의 동기화 절차를 나타낸 흐름도이다.
- 도 6은 메쉬 노드의 DSP가 내부 클럭 타이밍을 동기화하는 예를 나타낸 개념도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정상 네트워크 설정 단계를 나타낸 개략도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 정상 네트워크 설정 모드에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 정상 분배 스케줄링 모드에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0011] 도 1은 무선 메쉬 시스템(wireless mesh communication system)의 일 예를 나타낸다.
- [0012] 무선 메쉬 시스템은 중계 기능을 가진 다수의 메쉬 노드(mesh node)들 사이의 직접 통신을 지원하는 시스템이다. 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드는 주위의 메쉬 노드들 각각과 별개의 통신 경로를 가질 수 있다.
- [0013] 셀룰러 시스템(cellular system)에서의 기지국(base station)은 연속적으로 프레임(frame)마다 프리앰블(preamble)을 전송한다. 따라서, 셀룰러 통신 시스템은 연속적인 프리앰블을 이용하여 자동 이득 제어(Automatic Gain Control, AGC) 및/또는 자동 주파수 제어(Auto Frequency Control, AFC) 등을 수행한다.
- [0014] 반면에, 무선 메쉬 시스템의 경우 연속적으로 프레임마다 프리앰블을 전송할 수 없다. 따라서, 하나의 프레임 내에서 동기화를 위한 자동 이득 제어, 시간 및/또는 주파수의 동기화가 수행되어야 하고, 이를 위해 자동 이득 제어를 위한 프리앰블인 PPA-프리앰블(Punctured Primary Advanced preamble)이 도입되었다. 또한, 메쉬 노드는 PA-프리앰블(Primary advanced preamble) 및/또는 SA-프리앰블(Secondary advanced preamble)을 이용하여 시간 및/또는 주파수의 동기화를 수행한 후, 프리앰블 뒤에 오는 방송 정보 데이터를 수신한다.
- [0015] 본 명세서는 메쉬 노드의 네트워크 동기화 및/또는 시스템 클럭 동기화를 수행하는 절차를 제안하고, 무선 메쉬

시스템의 조건에 따라 메쉬 노드 동기화 방법을 GPS 신호 이용 가능 여부에 따라 2 가지 경우로 구분하여 기재한다.

실시예 1

- [0016] * 모든 메쉬 노드가 GPS(Global Positioning System) 신호를 이용할 수 있는 메쉬 노드인 경우
- [0017] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드를 나타낸 블록도이다.
- [0018] 도 2를 참조하면, 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드(200)는 DSP(Digital Signal Processor, 210), 물리계층(PHYSical Layer, PHY, 220), 자동이득제어부(Automatic Gain Controller, 230) 및 RF부(240)를 포함한다.
- [0019] 메쉬 노드의 DSP(210)는 디지털 신호를 기계장치가 빠르게 처리할 수 있도록 하는 집적회로를 말한다. DSP(210)는 주로 하위 맥(Low Medium Access Control, LMAC) 기능 및/또는 상위 맥(Upper MAC) 기능을 수행한다.
- [0020] PHY(220)는 채널 부호화(encoding)/복호화(decoding), 고속푸리에변환(Fast Fourier Transform, FFT)/고속푸리에역변환(Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) 등을 수행하며, 자동이득제어부(230)는 프리앰블 등의 신호를 FPGA(Field-Programmable Gate Array)에 적절한 크기의 신호로 변화시킨다. 즉, 자동이득제어부(230)는 디지털 신호가 양자화 잡음(quantization noise)의 영향을 덜 받게 하기 위하여 입력 신호를 ADC(Analog to Digital Converter)가 원하는 크기가 되도록 제어한다. PHY(220) 및 자동이득제어부(230)는 하나의 FPGA에 구현될 수 있다.
- [0021] RF부(240)은 자동이득제어부(230)에 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. RF부(240)은 무선 신호를 처리하기 위한 베이스 밴드 회로를 포함할 수 있다.
- [0022] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드의 동기화 절차를 나타낸 흐름도이다.
- [0023] 무선 메쉬 시스템의 모든 메쉬 노드가 GPS 신호를 이용할 수 있는 경우, 메쉬 노드는 GPS 신호에 기반하여 동기화 절차를 수행한다. 이 경우, 모든 메쉬 노드는 GPS 신호의 슈퍼프레임(superframe) 시작점 및 슈퍼프레임에서의 네트워크 설정 프레임(Network Configuration Frame, NCF)의 위치를 알 수 있다.
- [0024] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 무선 메쉬 시스템의 전원이 켜지면, GPS 신호가 로킹(locking)된다(S310). 모든 메쉬 노드는 GPS 신호에 기반하여 슈퍼프레임의 동기화를 수행한다. 즉, GPS 신호에 슈퍼프레임의 시작점을 맞춘다. 모든 메쉬 노드는 GPS 신호로부터 생성된 1 PPS(Pulse Per Second) 동기화 펄스(Synchronization Pulse)의 라이징엣지(rising edge) 또는 폴링엣지(falling edge)를 슈퍼프레임의 시작점으로 한다.
- [0025] 한편, DSP는 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정(Network Configuration, NCFG) 신호의 PPA-프리앰블(Punctured Primary Advance preamble)을 찾기 위해 PHY 및 자동이득제어부에 초기 네트워크 설정 모드(initial NCFG mode)의 동작을 요청한다(S320). 이때, 메쉬 노드는 슈퍼프레임에서의 네트워크 설정 프레임의 위치를 알 수 있으므로, 네트워크 설정 신호 탐색 시간 동안 슈퍼프레임 내 네트워크 설정 프레임 영역만을 스캔하여 PPA-프리앰블을 탐색한다.
- [0026] 도 3a는 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하지 않는 경우를 나타낸다.
- [0027] 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하지 않는 경우, 새로운 노드는 인접 노드로부터 네트워크 설정 신호를 수신할 수 없다. 따라서, 새로운 노드의 PHY 및 DSP는 자동이득제어부가 PPA-프리앰블을 탐색하여 적당한 크기의 신호로 변화시켰음을 알려주는 신호인 PPA_en 신호를 자동이득제어부로부터 전달받을 수 없다. PPA_en 신호를 전달받지 못한 새로운 노드의 DSP는 네트워크 진입(Network Entry) 절차를 수행하지 않고, GPS 신호의 1 PPS 동기화 펄스의 라이징엣지 또는 폴링엣지를 슈퍼프레임의 시작점으로 하는 네트워크 설정 메시지(NCFG message)를 생성하여 자신의 정보를 방송한다(S330a). 네트워크 설정 메시지는 12 비트(bit) 크기의 슈퍼프레임 인덱스(superframe index) 및 14 비트 크기의 프레임 인덱스(frame index)를 포함한다. 슈퍼프레임 인덱스는 매 20 ms 마다 슈퍼프레임 단위로 0부터 4095까지 증가하고, 프레임 인덱스는 슈퍼프레임 인덱스로부터 슈퍼프레임 마다 4의 배수로 0부터 16380까지 증가한다.
- [0028] 이후, DSP는 정상 네트워크 설정 모드(normal NCFG mode)를 PHY 및 자동이득제어부에 요청한다(S340).
- [0029] 도 3b는 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하는 경우를 나타낸다.
- [0030] 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드는 인접 노드로부터 네트워크 설정 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 자동이득제어부는 수신한 네트워크 설정 신호를 자동 이득 제어하여 PPA_en 신호와 함께

PHY로 전달한다(S331b). 상기 네트워크 설정 신호는 PPA-프리앰블, PA-프리앰블 및 SA-프리앰블을 포함한다. PPA_en 신호를 전달받은 PHY는 PA-프리앰블을 이용하여 시간 및/또는 주파수의 동기화를 수행하고, 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호를 복호화(decoding)하여 DSP로 전달한다(S332b). DSP는 복호화된 네트워크 설정 신호를 전달받아 슈퍼프레임 인덱스 및/또는 프레임 인덱스를 동기화한다(S333b).

- [0031] 이후, DSP는 정상 네트워크 설정 모드를 PHY 및 자동이득제어부에 요청한다(S340).
- [0032] 또한, 새로운 노드는 인접 노드 중에서 스폰서 노드(sponsor node)를 선정하여 네트워크 진입(network entry) 절차를 수행한다(S350b). 기존 노드는 네트워크에 진입하는 새로운 노드가 존재하는 경우 새로운 노드가 네트워크 진입 절차를 수행할 수 있도록 도와주는 역할을 한다. 따라서, 새로운 노드는 전원이 켜지면 인접 노드들을 찾아보고 그 중 신호가 가장 좋은 노드를 스폰서 노드로 지정한다.
- [0033] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 초기 네트워크 설정 모드에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.
- [0034] 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임은 1 개의 네트워크 설정 프레임(Network Configuration Frame, NCF) 및 3 개의 서비스 전달 프레임(Service Delivery Frame, SDF)을 포함한다. 각 프레임의 길이는 5 ms이므로, 1 개의 슈퍼프레임의 길이는 총 20 ms이다. 네트워크 설정 프레임은 NENT(network entry) 영역, NCFG(network configuration) 영역을 포함한다. 무선 메쉬 시스템에서의 메쉬 노드는 NCFG 영역의 수신 구간에서 PPA-프리앰블, PA-프리앰블, SA-프리앰블을 수신할 수 있다. NCFG 영역은 메쉬 노드 자신의 정보를 방송하기 위한 영역이다.
- [0035] 네트워크 설정 신호를 수신한 메쉬 노드의 PHY는 네트워크 설정 프레임의 모든 NCFG 영역의 시작점에서 초기 네트워크 설정 모드의 동작을 자동이득제어부에 요청한다. 즉, PHY는 자동 이득 제어 신호(AGC 신호)를 자동이득 제어부로 전달하며, 자동이득제어부는 각각의 NCFG 영역의 PPA-프리앰블 구간에서 자동 이득 제어 절차를 수행한다.
- [0036] 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호의 NCFG 영역에 PPA-프리앰블이 존재하고, 자동이득제어부가 상기 PPA-프리앰블을 이용하여 자동 이득 제어 절차를 완료하면, 자동이득제어부는 PPA_en 신호를 PHY로 전달한다.
- [0037] 한편, PHY는 네트워크 설정 프레임으로부터 수집한 네트워크 설정 메시지, 즉 네트워크 설정 버스트(NCFG burst) 및/또는 노드 정보를 DSP로 전달한다. DSP로 네트워크 설정 메시지를 여러 번 전달하는 것은 잦은 인터럽트와 문맥 전환(context switching)에 의한 지연이 발생할 수 있으므로, 네트워크 설정 메시지를 수집하여 프레임당 한 번 전송하는 것이 바람직하다.

실시예 2

- [0038] * GPS 신호를 이용할 수 있는 메쉬 노드와 GPS 신호를 이용할 수 없는 메쉬 노드가 혼재되어 있는 경우
- [0039] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 메쉬 노드의 동기화 절차를 나타낸 흐름도이다.
- [0040] GPS 신호를 이용할 수 있는 메쉬 노드와 GPS 신호를 이용할 수 없는 메쉬 노드가 혼재되어 있는 경우, 새로운 메쉬 노드는 무선 메쉬 시스템의 기존 슈퍼프레임의 시작점을 알 수 없다.
- [0041] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 무선 메쉬 시스템의 전원이 켜지면, 새로운 메쉬 노드의 DSP는 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호의 PPA-프리앰블을 찾기 위해 PHY 및 자동이득제어부에 초기 네트워크 설정 모드 동작을 요청한다(S520). 기존 슈퍼프레임의 시작점을 알 수 없으므로, 새로운 노드는 네트워크 설정 신호의 PPA-프리앰블을 탐색하기 위해 네트워크 설정 신호 탐색 시간 동안 슈퍼프레임 내 모든 영역을 스캔해야한다.
- [0042] 도 5a는 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하지 않는 경우를 나타낸다.
- [0043] 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하지 않는 경우, 새로운 노드는 인접 노드로부터 네트워크 설정 신호를 수신할 수 없다. 따라서, 새로운 노드의 PHY 및 DSP는 PPA_en 신호를 자동 이득 제어로부터 전달받을 수 없다.
- [0044] PPA_en 신호를 전달받지 못한 새로운 노드의 DSP는 네트워크 진입 절차를 수행하지 않고, 내부 클럭에서 생성된 1 PPS 동기화 펄스의 라이징엣지 또는 폴링엣지를 슈퍼프레임의 시작점으로 하는 네트워크 설정 메시지를 생성하여 자신의 정보를 방송한다(S530a).
- [0045] 네트워크 설정 메시지는 12 비트 크기의 슈퍼프레임 인덱스 및 14 비트 크기의 프레임 인덱스를 포함한다. 슈퍼

프레임 인덱스는 매 20 ms 마다 슈퍼프레임 단위로 0부터 4095까지 증가하고, 프레임 인덱스는 슈퍼프레임 인덱스로부터 슈퍼프레임마다 4의 배수로 0부터 16380까지 증가한다.

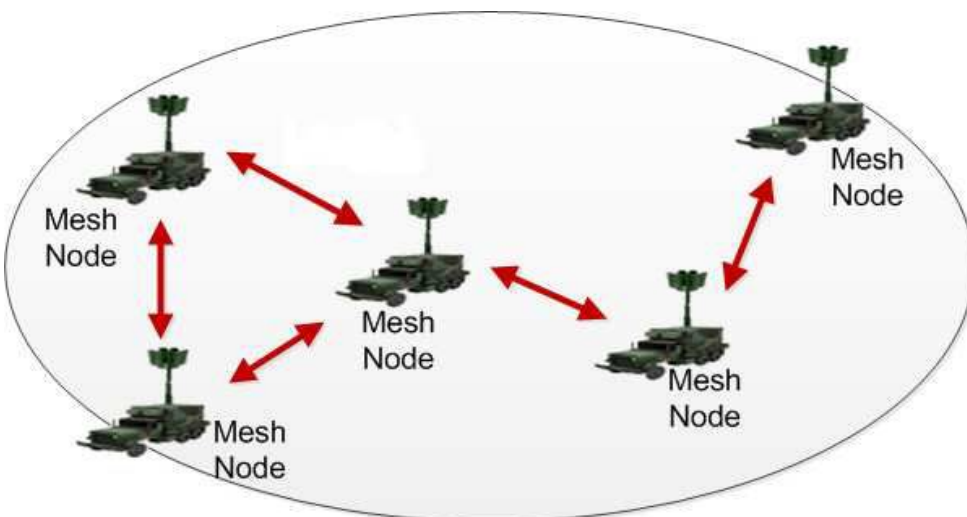
- [0046] 이후, DSP는 정상 네트워크 설정 모드를 PHY 및 자동이득제어부에 요청한다(S340).
- [0047] 도 5b는 무선 메쉬 시스템에 기존 메쉬 노드가 존재하는 경우를 나타낸다.
- [0048] 무선 메쉬 시스템에 기존 노드가 존재하는 경우, 새로운 노드는 인접 노드로부터 네트워크 설정 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 자동이득제어부는 수신한 네트워크 설정 신호를 자동 이득 제어하여 PPA_en 신호와 함께 PHY로 전달한다(S531b). PPA_en 신호를 전달받은 PHY는 PA-프리앰블을 이용하여 시간 및/또는 주파수의 동기화를 수행하고, 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호를 복호화(decoding)하여 DSP로 전달한다(S532b). 한편, 메쉬 노드의 초기 내부 클럭을 이용하여 생성한 슈퍼프레임의 시작점은 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 시작점과 다르기 때문에, 새로 생성된 노드는 인접 노드로부터 수신한 슈퍼프레임의 시작점과 일치하도록 내부 클럭을 수정해야 한다. 따라서, PHY는 기존 슈퍼프레임의 시작점의 위치 정보와 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 시작점의 위치 정보를 DSP로 전달한다. DSP는 네트워크 설정 신호에 포함된 네트워크 설정 전송 서브프레임(subframe) 위치 정보 파라미터를 이용하여 슈퍼프레임의 시작점을 계산하여 기존 슈퍼프레임의 시작점을 수정한다(S533b). 한편, 슈퍼프레임의 시작점은 DSP, PHY 및 자동이득제어부가 공유하는 5 ms 단위의 클럭과 20 ms 단위의 클럭의 기준이 된다. 상기 5 ms 단위의 클럭과 20 ms 단위의 클럭에 대한 자세한 내용은 도 6을 통해 설명하기로 한다.
- [0049] 이후, DSP는 정상 네트워크 설정 모드를 PHY 및 자동이득제어부에 요청하고(S540), 인접 노드에서 스폰서 노드를 선정하여 네트워크 진입 절차를 수행한다(S550b).
- [0050] 도 6은 메쉬 노드의 DSP가 내부 클럭 타이밍을 동기화하는 예를 나타낸 개념도이다.
- [0051] 무선 메쉬 시스템에 GPS 신호를 이용할 수 없는 메쉬 노드가 혼재되어 있는 경우, 각각의 메쉬 노드는 슈퍼프레임의 시작점이 다르게 되므로, 처음 생성된 노드를 기준으로 슈퍼프레임의 시작점을 맞추어야 한다. 따라서, 각각의 메쉬 노드의 DSP는 인접 노드에서 수신한 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 시작점과 클럭의 타이밍(timing) 차이를 계산하여 해당 메쉬 노드의 클럭을 동기화한다. 즉, 새로 생성된 노드는 인접 노드로부터 수신한 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 시작점을 계산하여, 슈퍼프레임을 나타내는 20 ms 단위의 클럭인 기준 인터럽트(20ms INT)와 프레임을 나타내는 5 ms 단위의 클럭인 프레임 인터럽트(5ms INT)의 위치를 조절한다. 상기 슈퍼프레임의 시작점은 네트워크 설정 신호의 NCFG 영역의 위치를 지정하는 필드로부터 알 수 있다. 상기 20 ms의 기준 인터럽트와 상기 5 ms의 프레임 인터럽트는 내부 클럭 생성기(oscillator), 예를 들어 온도보상 수정 발진기(TCXO: temperature-compensated crystal oscillator)에서 생성되며, DSP, PHY 및 자동이득제어부, 예를 들어 DSP, FPGA 및 자동이득제어부 사이에서 서로 인터페이스 하기 위한 기준 시간으로 이용되므로, 중요한 신호라고 할 수 있다.
- [0052] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 정상 네트워크 설정 단계를 나타낸 개략도이다.
- [0053] PHY는 자동이득제어부에 정상 네트워크 설정 모드의 동작을 요청한다. 메쉬 노드가 메쉬 일렉션(mesh election)에 의해 네트워크 설정 신호를 수신하는 경우, 자동이득제어부는 이네이블(AGC enable)된다. 자동이득제어부는 네트워크 설정 프레임 영역을 DSP로 전달하기 전에, 전송 서브프레임(TX Subframe)에 대한 정보를 먼저 전달한다.
- [0054] 자동이득제어부는 네트워크 설정 프레임 영역에 대해 PPA-프리앰블의 ADC 출력 신호(ADC output signal)로부터 자동 상관 피크(auto corr peak) 값을 계산하여 자동 상관 피크 값이 역치 값(threshold)을 넘는 곳을 PPA-프리앰블의 시작점으로 결정한다. 본 명세서에서는 PPA-프리앰블의 시작점을 결정하기 위한 윈도우 크기(window size)를 512 윈도우(512 window)로 설정하였다.
- [0055] 자동이득제어부는 결정한 PPA-프리앰블의 시작점으로부터 [512 X 2] 구간의 수신 전계 강도(Received Signal Strength Indicator, RSSI) 값을 계산한다. 자동이득제어부는 계산된 RSSI 값에 기반한 자동 이득 제어 값을 RF부에 전달한다.
- [0056] 자동이득제어부는 RF부의 이득 조절 반응 속도에 따라 RSSI 측정 및 이득 제어를 반복하여 수행한다. RF부의 이득 제어가 완료되면, 자동이득제어부는 PHY로 PPA_en 신호를 전달한다.
- [0057] 자동이득제어부는 RF부로부터 전달되는 이득 제어가 된 PPA-프리앰블의 뒷부분, PA-프리앰블 및 SA-프리앰블을 PHY로 전달한다. 또한, 자동이득제어부는 자동이득제어부의 이득 제어 값 및 RSSI 측정값과 RF부의 RSSI 측정값

을 PHY로 전달한다.

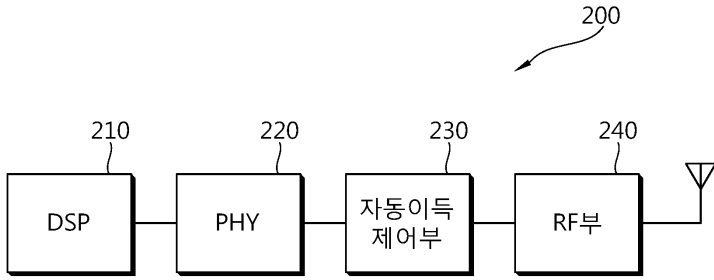
- [0058] AGC 모듈은 다음 NCFG 구간 시작 이전에 PHY로부터 정상 NCFG 모드 요청 신호를 받고, 전송한 절차들을 반복한다.
- [0059] 한편, 자동이득제어부는 자동 상관 피크 값으로부터 PA-프리앰블의 시작점을 결정할 수 있다. 본 명세서에서는 PA-프리앰블의 시작점을 결정하기 위한 윈도우 크기를 512×3 윈도우로 설정하였다. 메쉬 노드는 PA-프리앰블을 이용하여 타이밍(timing) 및 부분 주파수 오프셋(fractional frequency offset) 보상을 수행할 수 있다. 또한, SA-프리앰블을 이용하여 정수 부분 주파수 오프셋(integer part frequency offset) 보상 및 부분 주파수/미세 타이밍(fine timing) 동기를 재수행할 수 있다.
- [0060] 자동이득제어부는 자동 이득 제어 기준 값으로 RF부를 리셋(reset)할 수 있다.
- [0061] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 정상 네트워크 설정 모드에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.
- [0062] 메쉬 노드의 PHY는 정상 네트워크 설정 모드의 동작을 자동이득제어부에 요청한다. PHY는 NCFG 영역의 수신 구간에서만 자동 이득 제어 신호(AGC 신호)를 자동이득제어부로 전달하며, 자동이득제어부는 NCFG 영역에 PPA-프리앰블이 존재하는 경우 PPA_en 신호를 PHY로 전달한다. PHY는 네트워크 설정 프레임으로부터 수집한 네트워크 설정 메시지, 즉 네트워크 설정 버스트(NCFG 버스트)를 DSP로 전달한다.
- [0063] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 설정 신호의 슈퍼프레임의 구조 및 정상 분배 스케줄링 모드(normal distributed scheduling mode)에서의 모듈 사이의 신호 전달을 나타낸 개략도이다.
- [0064] DSCH 영역은 분배 스케줄링 메시지를 이용하여 요청(Request)/승인(Grant)/확인(confirm)의 3 단계 핸드셰이킹(3 way handshaking) 절차를 수행하기 위한 영역이다. 메쉬 노드는 인접 노드와 자원을 할당하기 위해 분배 스케줄링 메시지를 전송한다.
- [0065] 메쉬 노드의 PHY는 정상 분배 스케줄링 모드의 동작을 자동이득제어부에 요청한다. PHY는 DSCH(Distributed Scheduling) 영역의 수신 구간에서만 자동 이득 제어 신호(AGC 신호)를 AGC 모듈로 전달하며, 자동이득제어부는 DSCH 영역에 PA-프리앰블이 존재하는 경우 PPA_en 신호를 PHY로 전달한다. PHY는 DSCH 영역으로부터 수집한 분배 스케줄링 메시지, 즉 분배 스케줄링 버스트(DSCH 버스트)를 DSP로 전달한다.

도면

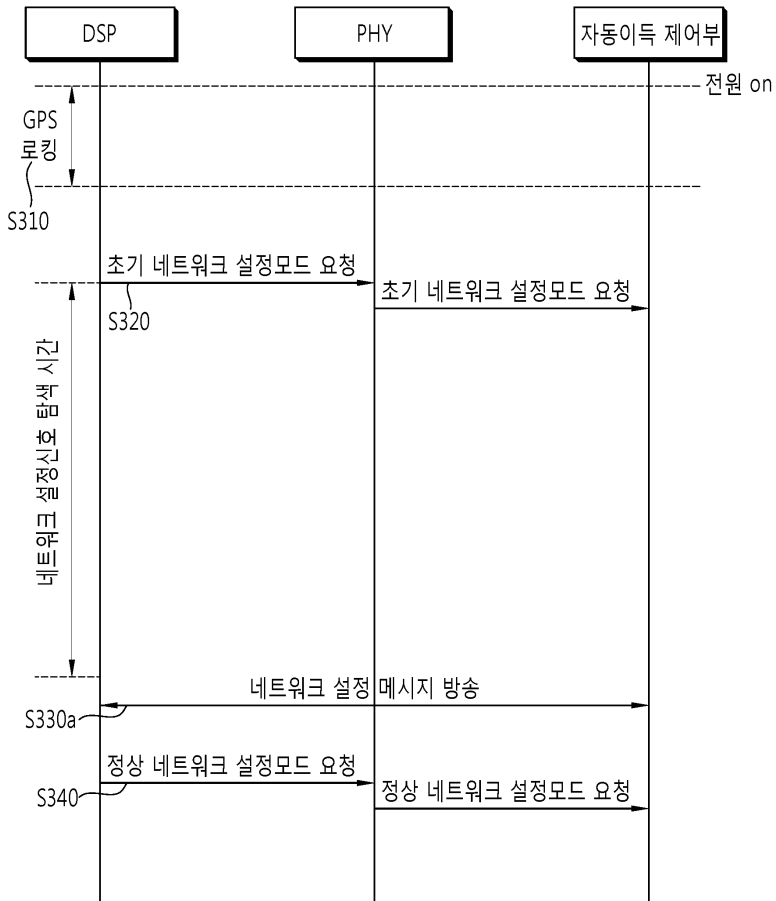
도면1



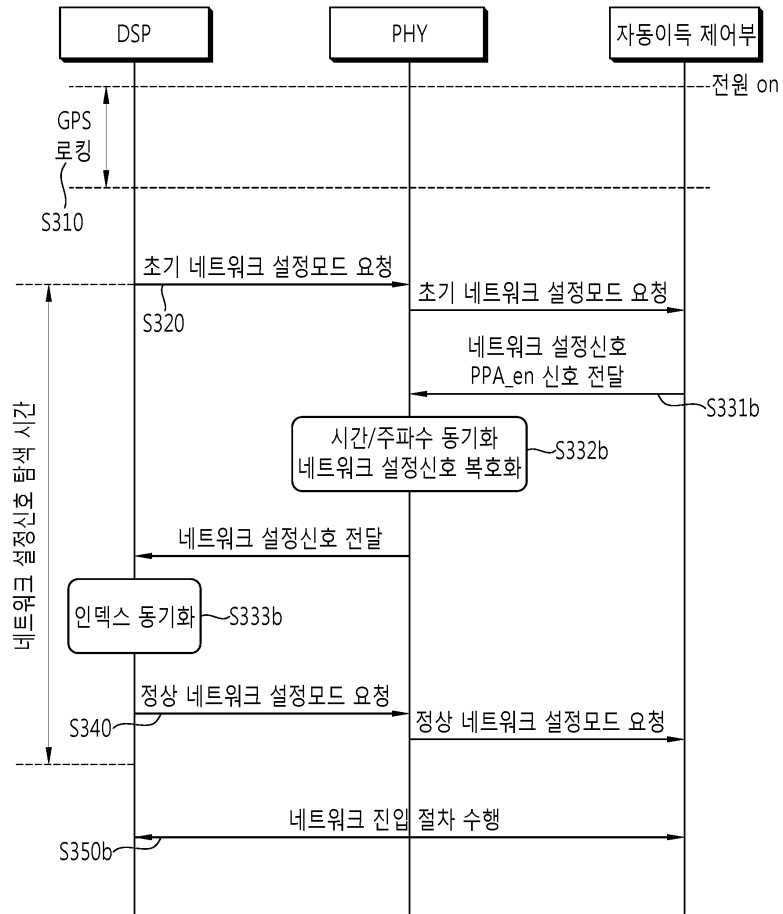
도면2



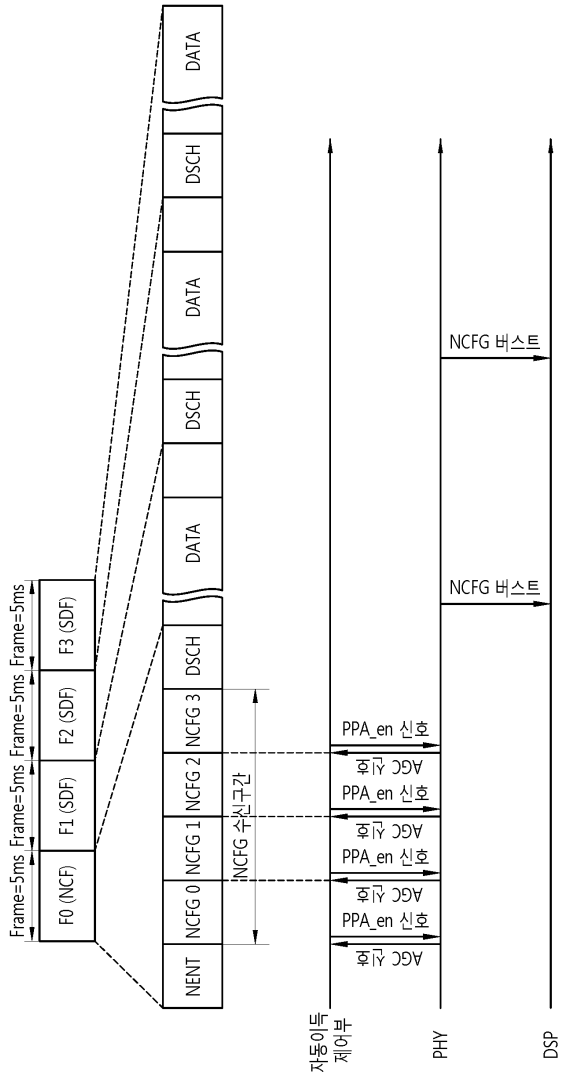
도면3a



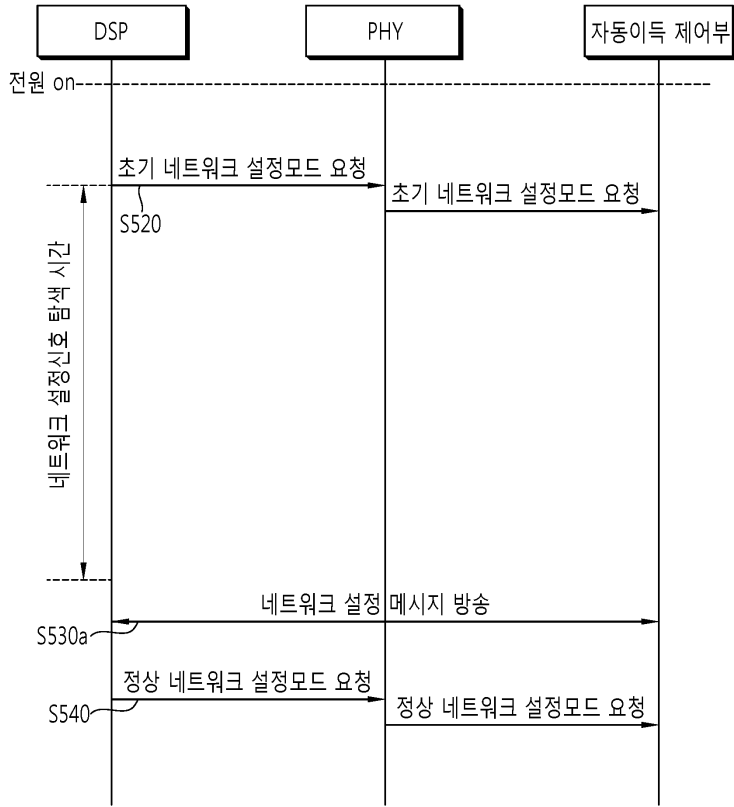
도면3b



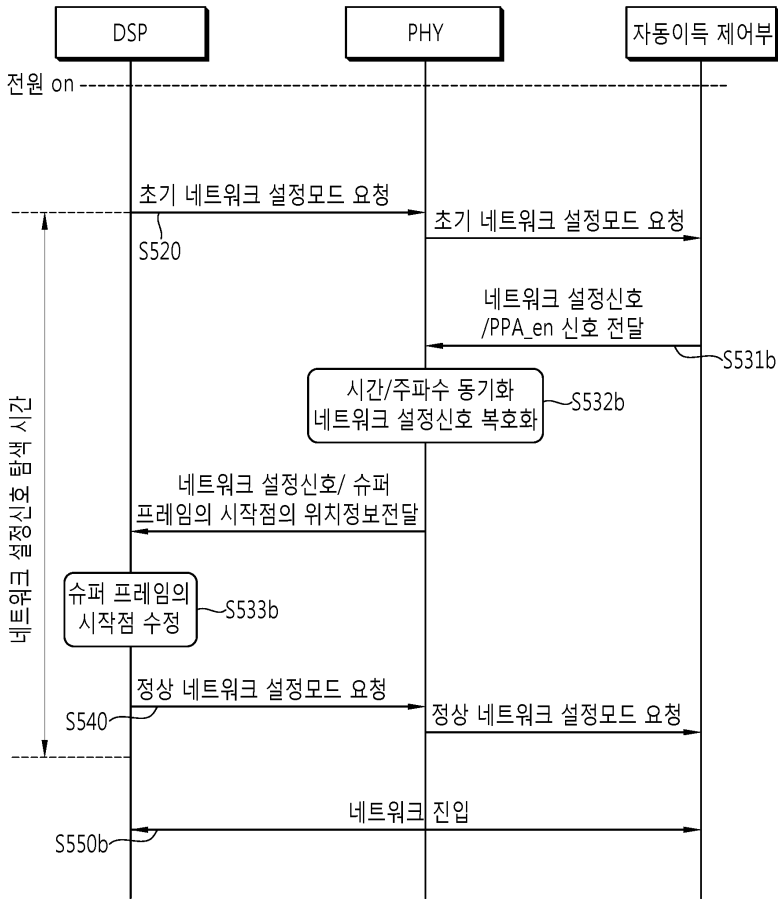
도면4



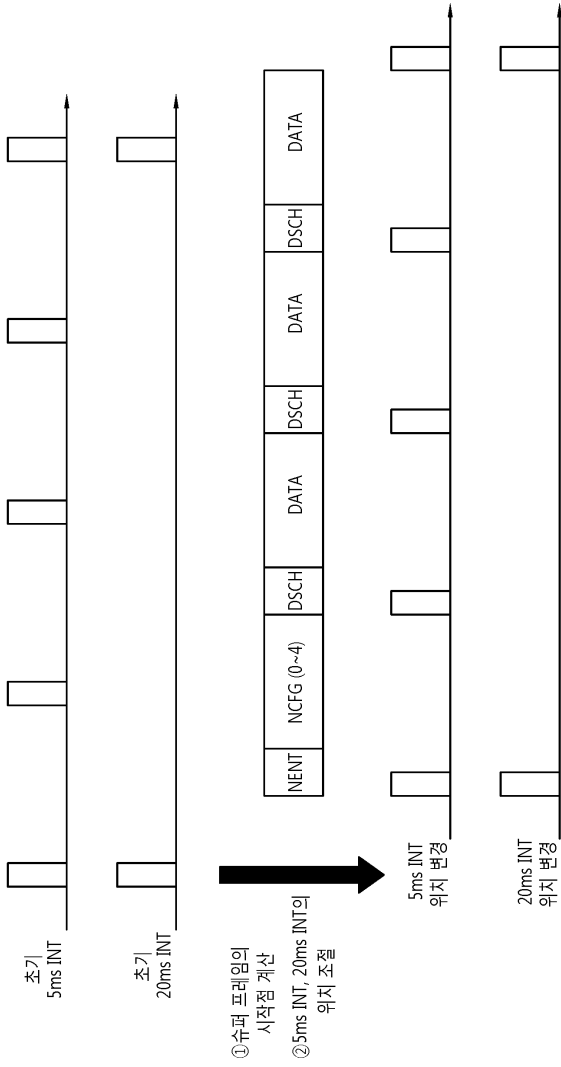
도면5a



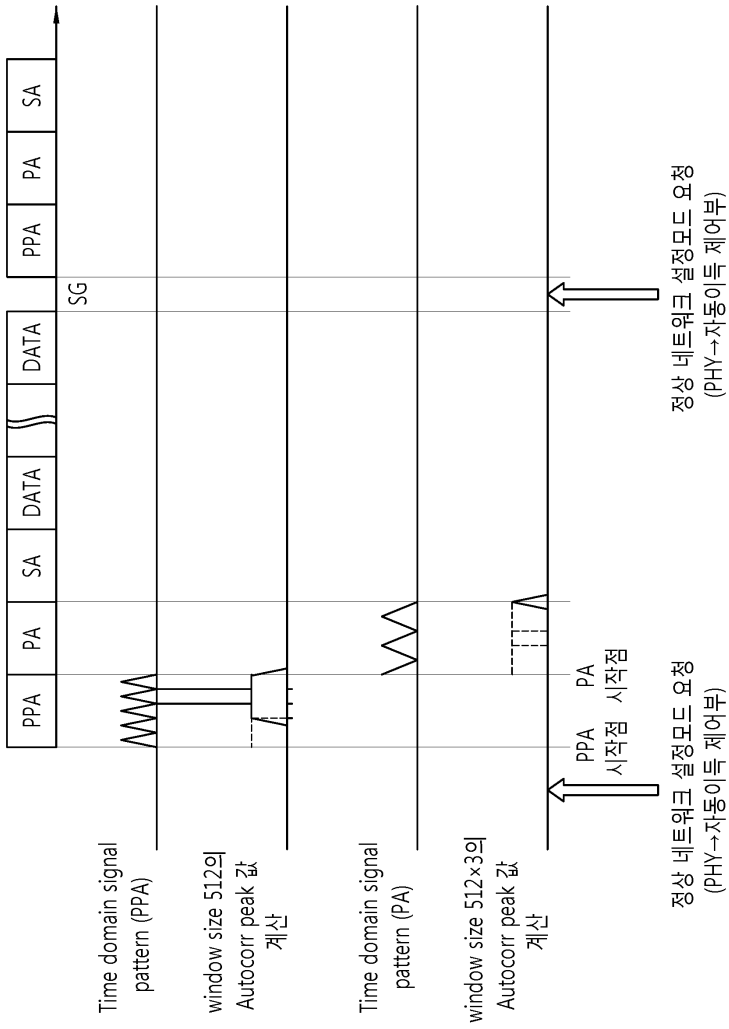
도면5b



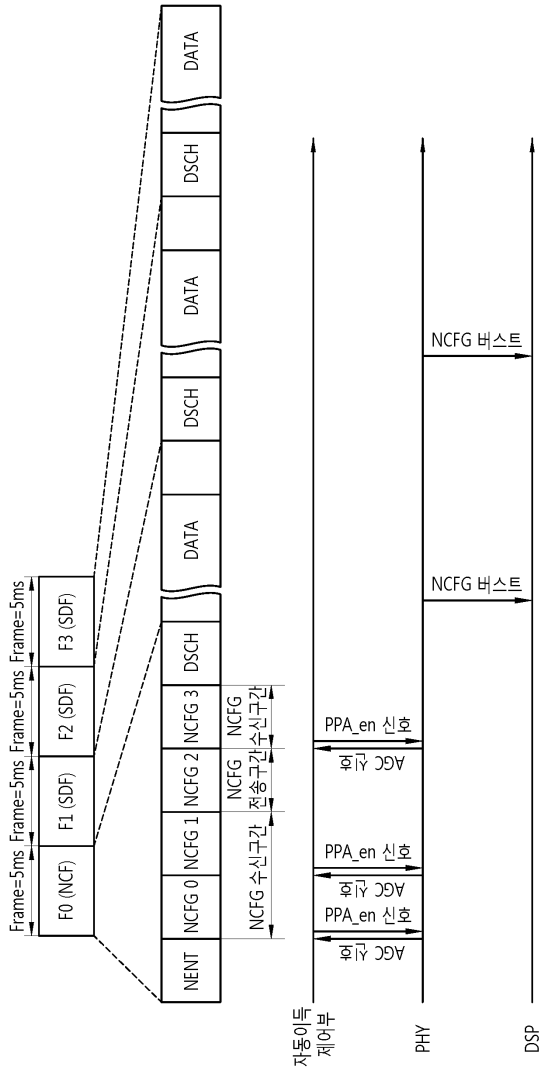
도면6



도면7



도면8



도면9

