

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 4월 28일 (28.04.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/064232 A2

- (51) 국제특허분류:
H04W 72/04 (2009.01) H04W 88/02 (2009.01)
H04W 48/10 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/011239
- (22) 국제출원일: 2015년 10월 22일 (22.10.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/066,909 2014년 10월 22일 (22.10.2014) US
10-2015-0147462 2015년 10월 22일 (22.10.2015) KR
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 정성훈 (JUNG, Sunghoon); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 이재욱 (LEE, Jaewook); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 인비전 특허법인 (ENVISION PATENT & LAW FIRM); 06235 서울시 강남구 테헤란로 14길 5 (역삼동 삼호역삼빌딩 2층), Seoul (KR).

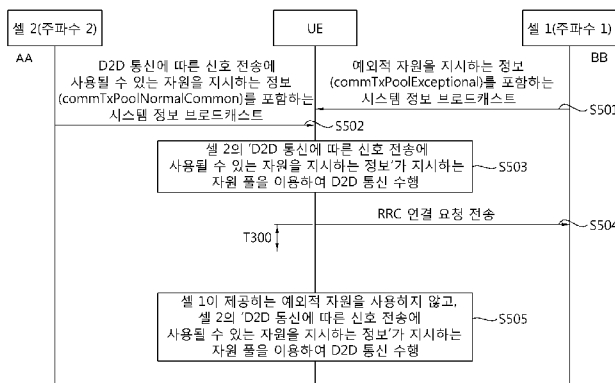
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: METHOD FOR PERFORMING DEVICE-TO-DEVICE (D2D) OPERATION USING EXCEPTIONAL RESOURCE BY USER EQUIPMENT IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND USER EQUIPMENT USING METHOD

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원을 사용하여 D2D(DEVICE-TO-DEVICE) 동작을 수행하는 방법 및 상기 방법을 이용하는 단말



- S501 ... Broadcast system information including information (commTxPoolExceptional) indicating exceptional resource
- S502 ... Broadcast system information including information (commTxPoolNormalCommon) indicating resource which can be used for signal transmission according to D2D communication
- S503 ... Perform D2D communication using resource pool indicated by "information indicating resource which can be used for signal transmission according to D2D communication" in cell 2
- S504 ... Transmit RRC connection request
- S505 ... Perform D2D communication using resource pool indicated by "information indicating resource which can be used for signal transmission according to D2D communication" in cell 2 without using exceptional resource provided by cell 1
- AA ... Cell 2 (frequency 2)
- BB ... Cell 1 (frequency 1)

(57) Abstract: Provided are a method for performing a device-to-device (D2D) operation using an exceptional resource by a user equipment (UE) in a wireless communication system, and a UE using the method. The method comprises performing D2D communication in one cell of a first cell having a first frequency and a second cell having a second frequency, wherein the first cell is a serving cell of the UE, and whether the exceptional resource provided by the first cell can be used depends on in which cell of the first cell and the second cell the D2D communication is performed.

(57) 요약서: 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원(exceptional resource)을 사용하여 D2D(device-to-device) 동작을 수행하는 방법 및 상기 방법을 이용하는 단말을 제공한다. 상기 방법은 제 1 주파수의 제 1 셀 및 제 2 주파수의 제 2 셀 중 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행하되, 상기 제 1 셀은 상기 단말의 서빙 셀이고, 상기 제 1 셀 및 상기 제 2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제 1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라지는 것을 특징으로 한다.

WO 2016/064232 A2

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원을 사용하여 D2D(DEVICE-TO-DEVICE) 동작을 수행하는 방법 및 상기 방법을 이용하는 단말

기술분야

- [0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원을 사용하여 D2D 동작을 수행하는 방법 및 이 방법을 이용하는 단말에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] ITU-R(International Telecommunication Union Radio communication sector)에서는 3세대 이후의 차세대 이동통신 시스템인 IMT(International Mobile Telecommunication)-Advanced의 표준화 작업을 진행하고 있다. IMT-Advanced는 정지 및 저속 이동 상태에서 1Gbps, 고속 이동 상태에서 100Mbps의 데이터 전송률로 IP(Internet Protocol)기반의 멀티미디어 서비스 지원을 목표로 한다.
- [0003] 3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 IMT-Advanced의 요구 사항을 충족시키는 시스템 표준으로 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)/SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 전송방식 기반인 LTE(Long Term Evolution)를 개선한 LTE-Advanced(LTE-A)를 준비하고 있다. LTE-A는 IMT-Advanced를 위한 유력한 후보 중의 하나이다.
- [0004] 최근 장치들 간 직접통신을 하는 D2D (Device-to-Device)기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, D2D는 공중 안전 네트워크(public safety network)을 위한 통신 기술로 주목 받고 있다. 상업적 통신 네트워크는 빠르게 LTE로 변화하고 있으나 기존 통신 규격과의 충돌 문제와 비용 측면에서 현재의 공중 안전 네트워크는 주로 2G 기술에 기반하고 있다. 이러한 기술 간극과 개선된 서비스에 대한 요구는 공중 안전 네트워크를 개선하고자 하는 노력으로 이어지고 있다.
- [0005] 공중 안전 네트워크는 상업적 통신 네트워크에 비해 높은 서비스 요구 조건(신뢰도 및 보안성)을 가지며 특히 셀룰러 통신의 커버리지가 미치지 않거나 이용 가능하지 않은 경우에도, 장치들 간의 직접 신호 송수신 즉, D2D 동작도 요구하고 있다.
- [0006] D2D 동작은 근접한 기기들 간의 신호 송수신이라는 점에서 다양한 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, D2D 단말은 높은 전송률 및 낮은 지연을 가지며 데이터 통신을 할 수 있다. 또한, D2D 동작은 기지국에 물리는 트래픽을 분산시킬 수 있으며, D2D 단말이 중계기 역할을 한다면 기지국의 커버리지를 확장시키는 역할도 할 수 있다.
- [0007] 한편, D2D 동작이 공중 안전을 위해 사용되는 경우, D2D 동작의 연속성을

보장하는 것이 매우 중요할 수 있다. 예를 들어, 단말이 네트워크와 물리 계층 문제(physical layer problem) 또는 무선 링크 실패(radio link failure) 등을 이유로 D2D 동작을 위한 자원을 설정 받지 못하는 경우에도 상기 단말이 D2D 동작을 연속적으로 수행할 수 있도록 보장하는 것이 매우 중요하다. 상기 예와 같이 문제가 발생한 상황 등의 예외적인 경우에 D2D 동작의 연속성을 보장하기 위해 단말이 사용할 수 있도록 정한 자원을 예외적 자원(exceptional resources)라 칭한다. 즉, 단말은 예외적 경우에 D2D 동작을 위해 예외적 자원을 사용할 수 있다. 예외적 자원은 미리 정해지거나 셀이 브로드캐스트하는 시스템 정보에 의하여 설정될 수 있다.

- [0008] 그런데, 종래 예외적 자원은 단말이 서빙 셀과 통신하는 주파수와 동일한 주파수에서 D2D 동작이 수행되는 경우를 전제로 하여 정하여 졌다. 즉, 단말이 서빙 셀과 통신하는 주파수와 D2D 동작을 수행하는 주파수가 서로 다른 경우는 고려하지 않았다. 따라서, 서빙 셀의 주파수에서 주어진 예외적 자원을 D2D 동작을 수행하는 주파수에 어떻게 적용할 것인지에 대해서는 규정되지 않아 모호성이 있다.

발명의 요약

기술적 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원을 사용하여 D2D 동작을 수행하는 방법 및 이를 이용하는 단말을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [0010] 일 측면에서, 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원(exceptional resource)를 사용하여 D2D(device-to-device) 동작을 수행하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 주파수의 제1 셀 및 제2 주파수의 제2 셀 중 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행하되, 상기 제1 셀은 상기 단말의 서빙 셀(serving cell)이고, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라지는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 제1 주파수 및 상기 제2 주파수는 서로 다른 주파수일 수 있다.
- [0012] 상기 단말이 상기 제1 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용할 수 있다.
- [0013] 상기 제1 셀은 프라이머리 셀(primary cell)일 수 있다.
- [0014] 상기 단말이 상기 프라이머리 셀에서 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패(radio link failure)를 검출하고, 상기 프라이머리 셀이 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)을 브로드캐스트하면, 상기 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)가 지시하는 자원 풀을 이용하여 상기 D2D 통신을 수행할 수 있다.
- [0015] 상기 단말이 상기 제2 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이

제공하는 예외적 자원은 사용하지 않을 수 있다.

[0016] 상기 단말이 상기 제2 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제2 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용할 수 있다.

[0017] 상기 제2 셀이 제공하는 시스템 정보에 상기 D2D 통신을 위한 전송 자원을 설정하는 정보(commTxPoolNormalCommon)가 포함되어 있지 않고, 상기 시스템 정보가 상기 D2D 통신을 위한 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)를 포함하면, 상기 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)가 지시하는 자원 풀을 이용하여 상기 D2D 통신을 수행할 수 있다.

[0018] 다른 측면에서 제공되는 단말은, 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(Radio Frequency) 부 및 상기 RF부와 결합하여 동작하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는, 제1 주파수의 제1 셀 및 제2 주파수의 제2 셀 중 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행하되, 상기 제1 셀은 상기 단말의 서빙 셀(serving cell)이고, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 단말이 서빙 셀로부터 서비스를 받는 서빙 주파수와 D2D 동작을 수행하는 D2D 주파수가 서로 다른 경우, 어떤 예외적 자원을 사용하여 D2D 동작을 수행하는지를 명확히 규정한다. 따라서, D2D 동작의 연속성을 보장할 수 있어 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다.

[0021] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다.

[0022] 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다.

[0023] 도 4는 RRC 아이들 상태의 단말의 동작을 나타내는 흐름도이다.

[0024] 도 5는 RRC 연결을 확립하는 과정을 나타낸 흐름도이다.

[0025] 도 6은 RRC 연결 재설정 과정을 나타낸 흐름도이다.

[0026] 도 7은 RRC 연결 재확립 절차를 나타내는 도면이다.

[0027] 도 8은 단말이 RRC_IDLE 상태에서 가질 수 있는 서브 상태(substate)들과 서브상태 천이 과정을 예시한다.

[0028] 도 9는 ProSe를 위한 기준 구조를 나타낸다.

[0029] 도 10은 ProSe 직접 통신을 수행하는 단말들과 셀 커버리지의 배치 예들을 나타낸다.

[0030] 도 11은 ProSe 직접 통신을 위한 사용자 평면 프로토콜 스택을 나타낸다.

[0031] 도 12는 D2D 발견을 위한 PC 5 인터페이스를 나타낸다.

- [0032] 도 13은 ProSe 직접 발견 과정의 일 실시예이다.
- [0033] 도 14는 ProSe 직접 발견 과정의 다른 실시예이다.
- [0034] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 D2D 동작 방법을 나타낸다.
- [0035] 도 16은 본 발명에 따른 예외적 자원을 사용한 D2D 동작 방법을 나타낸다.
- [0036] 도 17은 본 발명에 따른 예외적 자원을 사용한 D2D 동작 방법의 다른 예이다.
- [0037] 도 18은 본 발명의 실시예가 구현되는 단말을 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [0038] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다. 이는 E-UTRAN(Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network), 또는 LTE(Long Term Evolution)/LTE-A 시스템이라고도 불릴 수 있다.
- [0039] E-UTRAN은 단말(10; User Equipment, UE)에게 제어 평면(control plane)과 사용자 평면(user plane)을 제공하는 기지국(20; Base Station, BS)을 포함한다. 단말(10)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), MT(mobile terminal), 무선기기(Wireless Device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(20)은 단말(10)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0040] 기지국(20)들은 X2 인터페이스를 통하여 서로 연결될 수 있다. 기지국(20)은 S1 인터페이스를 통해 EPC(Evolved Packet Core, 30), 보다 상세하게는 S1-MME를 통해 MME(Mobility Management Entity)와 S1-U를 통해 S-GW(Serving Gateway)와 연결된다.
- [0041] EPC(30)는 MME, S-GW 및 P-GW(Packet Data Network-Gateway)로 구성된다. MME는 단말의 접속 정보나 단말의 능력에 관한 정보를 가지고 있으며, 이러한 정보는 단말의 이동성 관리에 주로 사용된다. S-GW는 E-UTRAN을 종단점으로 갖는 게이트웨이이며, P-GW는 PDN을 종단점으로 갖는 게이트웨이이다.
- [0042] 단말과 네트워크 사이의 무선인터페이스 프로토콜 (Radio Interface Protocol)의 계층들은 통신시스템에서 널리 알려진 개방형 시스템간 상호접속 (Open System Interconnection; OSI) 기준 모델의 하위 3개 계층을 바탕으로 L1 (제1계층), L2 (제2계층), L3(제3계층)로 구분될 수 있는데, 이 중에서 제1계층에 속하는 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용한 정보전송서비스(Information Transfer Service)를 제공하며, 제 3계층에 위치하는 RRC(Radio Resource Control) 계층은 단말과 네트워크 간에 무선자원을 제어하는 역할을 수행한다. 이를 위해 RRC 계층은 단말과 기지국간 RRC 메시지를 교환한다.
- [0043] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다. 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다. 사용자 평면은 사용자 데이터 전송을 위한 프로토콜 스택(protocol stack)이고, 제어 평면은 제어신호 전송을 위한 프로토콜

스택이다.

- [0044] 도 2 및 3을 참조하면, 물리계층(PHY(physical) layer)은 물리채널(physical channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 전송 서비스(information transfer service)를 제공한다. 물리계층은 상위 계층인 MAC(Medium Access Control) 계층과는 전송채널(transport channel)을 통해 연결되어 있다. 전송채널을 통해 MAC 계층과 물리계층 사이로 데이터가 이동한다. 전송채널은 무선 인터페이스를 통해 데이터가 어떻게 어떤 특징으로 전송되는가에 따라 분류된다.
- [0045] 서로 다른 물리계층 사이, 즉 송신기와 수신기의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식으로 변조될 수 있고, 시간과 주파수를 무선자원으로 활용한다.
- [0046] MAC 계층의 기능은 논리채널과 전송채널간의 맵핑 및 논리채널에 속하는 MAC SDU(service data unit)의 전송채널 상으로 물리채널로 제공되는 전송블록(transport block)으로의 다중화/역다중화를 포함한다. MAC 계층은 논리채널을 통해 RLC(Radio Link Control) 계층에게 서비스를 제공한다.
- [0047] RLC 계층의 기능은 RLC SDU의 연결(concatenation), 분할(segmentation) 및 재결합(reassembly)을 포함한다. 무선베어러(Radio Bearer; RB)가 요구하는 다양한 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해, RLC 계층은 투명모드(Transparent Mode, TM), 비확인 모드(Unacknowledged Mode, UM) 및 확인모드(Acknowledged Mode, AM)의 세 가지의 동작모드를 제공한다. AM RLC는 ARQ(automatic repeat request)를 통해 오류 정정을 제공한다.
- [0048] RRC(Radio Resource Control) 계층은 제어 평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선 베어러들의 설정(configuration), 재설정(re-configuration) 및 해제(release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크간의 데이터 전달을 위해 제1 계층(PHY 계층) 및 제2 계층(MAC 계층, RLC 계층, PDCP 계층)에 의해 제공되는 논리적 경로를 의미한다.
- [0049] 사용자 평면에서의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층의 기능은 사용자 데이터의 전달, 헤더 압축(header compression) 및 암호화(ciphering)를 포함한다. 제어 평면에서의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층의 기능은 제어 평면 데이터의 전달 및 암호화/무결정 보호(integrity protection)를 포함한다.
- [0050] RB가 설정된다는 것은 특정 서비스를 제공하기 위해 무선 프로토콜 계층 및 채널의 특성을 규정하고, 각각의 구체적인 파라미터 및 동작 방법을 설정하는 과정을 의미한다. RB는 다시 SRB(Signaling RB)와 DRB(Data RB) 두가지로 나누어 질 수 있다. SRB는 제어 평면에서 RRC 메시지를 전송하는 통로로 사용되며, DRB는 사용자 평면에서 사용자 데이터를 전송하는 통로로 사용된다.
- [0051] 단말의 RRC 계층과 E-UTRAN의 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC

Connection)이 확립되면, 단말은 RRC 연결(RRC connected) 상태에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 아이들(RRC idle) 상태에 있게 된다.

- [0052] 네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향링크 전송채널로는 시스템정보를 전송하는 BCH(Broadcast Channel)과 그 이외에 사용자 트래픽이나 제어메시지를 전송하는 하향링크 SCH(Shared Channel)이 있다. 하향링크 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 서비스의 트래픽 또는 제어메시지의 경우 하향링크 SCH를 통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향링크 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향링크 전송채널로는 초기 제어메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel)와 그 이외에 사용자 트래픽이나 제어메시지를 전송하는 상향링크 SCH(Shared Channel)가 있다.
- [0053] 전송채널 상위에 있으며, 전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.
- [0054] 물리채널(Physical Channel)은 시간 영역에서 여러 개의 OFDM 심벌과 주파수 영역에서 여러 개의 부반송파(Sub-carrier)로 구성된다. 하나의 서브프레임(Sub-frame)은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌(Symbol)들로 구성된다. 자원블록은 자원 할당 단위로, 복수의 OFDM 심벌들과 복수의 부반송파(sub-carrier)들로 구성된다. 또한 각 서브프레임은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 즉, L1/L2 제어채널을 위해 해당 서브프레임의 특정 OFDM 심벌들(예, 첫번째 OFDM 심벌)의 특정 부반송파들을 이용할 수 있다. TTI(Transmission Time Interval)는 서브프레임 전송의 단위시간이다.
- [0055] 이하 단말의 RRC 상태(RRC state)와 RRC 연결 방법에 대해 상술한다.
- [0056] RRC 상태란 단말의 RRC 계층이 E-UTRAN의 RRC 계층과 논리적 연결(logical connection)이 되어 있는가 아닌가를 말하며, 연결되어 있는 경우는 RRC 연결 상태(RRC_CONNECTED), 연결되어 있지 않은 경우는 RRC 아이들 상태(RRC_IDLE)라고 부른다. RRC 연결 상태의 단말은 RRC 연결이 존재하기 때문에 E-UTRAN은 해당 단말의 존재를 셀 단위에서 파악할 수 있으며, 따라서 단말을 효과적으로 제어할 수 있다. 반면에 RRC 아이들 상태의 단말은 E-UTRAN이 파악할 수는 없으며, 셀 보다 더 큰 지역 단위인 트래킹 영역(Tracking Area) 단위로 CN(core network)이 관리한다. 즉, RRC 아이들 상태의 단말은 큰 지역 단위로 존재 여부만 파악되며, 음성이나 데이터와 같은 통상의 이동통신 서비스를 받기 위해서는 RRC 연결 상태로 이동해야 한다.
- [0057] 사용자가 단말의 전원을 맨 처음 켰을 때, 단말은 먼저 적절한 셀을 탐색한 후 해당 셀에서 RRC 아이들 상태에 머무른다. RRC 아이들 상태의 단말은 RRC 연결을 맺을 필요가 있을 때 비로소 RRC 연결 과정(RRC connection procedure)을 통해 E-UTRAN과 RRC 연결을 확립하고, RRC 연결 상태로 천이한다. RRC

아이들 상태에 있던 단말이 RRC 연결을 맺을 필요가 있는 경우는 여러 가지가 있는데, 예를 들어 사용자의 통화 시도 등의 이유로 상향 데이터 전송이 필요하다거나, 아니면 E-UTRAN으로부터 호출(paging) 메시지를 수신한 경우 이에 대한 응답 메시지 전송 등을 들 수 있다.

[0058] RRC 계층 상위에 위치하는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 연결관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.

[0059] NAS 계층에서 단말의 이동성을 관리하기 위하여 EMM-REGISTERD(EPs Mobility Management-REGISTERD) 및 EMM-DEREGISTERD 두 가지 상태가 정의되어 있으며, 이 두 상태는 단말과 MME에게 적용된다. 초기 단말은 EMM-DEREGISTERD 상태이며, 이 단말이 네트워크에 접속하기 위해서 초기 연결(Initial Attach) 절차를 통해서 해당 네트워크에 등록하는 과정을 수행한다. 상기 연결(Attach) 절차가 성공적으로 수행되면 단말 및 MME는 EMM-REGISTERD 상태가 된다.

[0060] 단말과 EPC간 시그널링 연결(signaling connection)을 관리하기 위하여 ECM(EPs Connection Management)-IDLE 상태 및 ECM-CONNECTED 상태 두 가지 상태가 정의되어 있으며, 이 두 상태는 단말 및 MME에게 적용된다. ECM-IDLE 상태의 단말이 E-UTRAN과 RRC 연결을 맺으면 해당 단말은 ECM-CONNECTED 상태가 된다. ECM-IDLE 상태에 있는 MME는 E-UTRAN과 S1 연결(S1 connection)을 맺으면 ECM-CONNECTED 상태가 된다. 단말이 ECM-IDLE 상태에 있을 때에는 E-UTRAN은 단말의 배경(context) 정보를 가지고 있지 않다. 따라서 ECM-IDLE 상태의 단말은 네트워크의 명령을 받을 필요 없이 셀 선택(cell selection) 또는 셀 재선택(reselection)과 같은 단말 기반의 이동성 관련 절차를 수행한다. 반면 단말이 ECM-CONNECTED 상태에 있을 때에는 단말의 이동성은 네트워크의 명령에 의해서 관리된다. ECM-IDLE 상태에서 단말의 위치가 네트워크가 알고 있는 위치와 달라질 경우 단말은 트래킹 영역 갱신(Tracking Area Update) 절차를 통해 네트워크에 단말의 해당 위치를 알린다.

[0061] 다음은, 시스템 정보(System Information)에 관한 설명이다.

[0062] 시스템 정보는 단말이 기지국에 접속하기 위해서 알아야 하는 필수 정보를 포함한다. 따라서 단말은 기지국에 접속하기 전에 시스템 정보를 모두 수신하고 있어야 하고, 또한 항상 최신의 시스템 정보를 가지고 있어야 한다. 그리고 상기 시스템 정보는 한 셀 내의 모든 단말이 알고 있어야 하는 정보이므로, 기지국은 주기적으로 상기 시스템 정보를 전송한다. 시스템 정보는 MIB(Master Information Block) 및 복수의 SIB (System Information Block)로 나뉜다.

[0063] MIB는 셀로부터 다른 정보를 위해 획득될 것이 요구되는 가장 필수적이고 가장 자주 전송되는, 제한된 개수의 파라미터들을 포함할 수 있다. 단말은 하향링크 동기화 이후에 가장 먼저 MIB를 찾는다. MIB는 하향링크 채널 대역폭, PHICH 설정, 동기화를 지원하고 타이밍 기준으로서 동작하는 SFN, 및 eNB 전송 안테나 설정과 같은 정보를 포함할 수 있다. MIB는 BCH(broadcast channel)

상으로 브로드캐스트 전송될 수 있다.

- [0064] 포함된 SIB들 중 SIB1 (SystemInformationBlockType1)은 “SystemInformationBlockType1” 메시지에 포함되어 전송되며, SIB1을 제외한 다른 SIB들은 시스템 정보 메시지에 포함되어 전송된다. SIB들을 시스템 정보 메시지에 맵핑시키는 것은 SIB1에 포함된 스케줄링 정보 리스트 파라미터에 의하여 유동적으로 설정될 수 있다. 단, 각 SIB는 단일 시스템 정보 메시지에 포함되며, 오직 동일한 스케줄링 요구치(e.g. 주기)를 가진 SIB들만이 동일한 시스템 정보 메시지에 맵핑될 수 있다. 또한, SIB2(SystemInformationBlockType2)는 항상 스케줄링 정보 리스트의 시스템정보 메시지 리스트 내 첫번째 엔트리에 해당하는 시스템 정보 메시지에 맵핑된다. 동일한 주기 내에 복수의 시스템 정보 메시지가 전송될 수 있다. SIB1 및 모든 시스템 정보 메시지는 DL-SCH상으로 전송된다.
- [0065] 브로드캐스트 전송에 더하여, E-UTRAN은 SIB1은 기존에 설정된 값과 동일하게 설정된 파라미터를 포함한 채로 전용 시그널링(dedicated signaling)될 수 있으며, 이 경우 SIB1은 RRC 연결 재설정 메시지에 포함되어 전송될 수 있다.
- [0066] SIB1은 단말 셀 접근과 관련된 정보를 포함하며, 다른 SIB들의 스케줄링을 정의한다. SIB1은 네트워크의 PLMN 식별자들, TAC(Tracking Area Code) 및 셀 ID, 셀이 캠프온 할 수 있는 셀인지 여부를 지시하는 셀 금지 상태(cell barring status), 셀 재선택 기준으로서 사용되는 셀내 요구되는 최저 수신 레벨, 및 다른 SIB들의 전송 시간 및 주기와 관련된 정보를 포함할 수 있다.
- [0067] SIB2는 모든 단말에 공통되는 무선 자원 설정 정보를 포함할 수 있다. SIB2는 상향링크 반송파 주파수 및 상향링크 채널 대역폭, RACH 설정, 페이지 설정(paging configuration), 상향링크 파워 제어 설정, 사운드링 기준 신호 설정(Sounding Reference Signal configuration), ACK/NACK 전송을 지원하는 PUCCH 설정 및 PUSCH 설정과 관련된 정보를 포함할 수 있다.
- [0068] 단말은 시스템 정보의 획득 및 변경 감지 절차를 프라이머리 셀(primary cell: PCell)에 대해서만 적용할 수 있다. 세컨더리 셀(secondary cell: SCell)에 있어서, E-UTRAN은 해당 SCell이 추가될 때 RRC 연결 상태 동작과 관련있는 모든 시스템 정보를 전용 시그널링을 통해 제공해줄 수 있다. 설정된 SCell의 관련된 시스템 정보의 변경시, E-UTRAN은 고려되는 SCell을 해제(release)하고 차후에 추가할 수 있는데, 이는 단일 RRC 연결 재설정 메시지와 함께 수행될 수 있다. E-UTRAN은 고려되는 SCell 내에서 브로드캐스트 되었던 값과 다른 파라미터 값들을 전용 시그널링을 통하여 설정해줄 수 있다.
- [0069] 단말은 특정 타입의 시스템 정보에 대하여 그 유효성을 보장해야 하며, 이와 같은 시스템 정보를 필수 시스템 정보(required system information)이라 한다. 필수 시스템 정보는 아래와 같이 정의될 수 있다.
- [0070] - 단말이 RRC 아이들 상태인 경우: 단말은 SIB2 내지 SIB8 뿐만 아니라 MIB 및 SIB1의 유효한 버전을 가지고 있도록 보장하여야 하며, 이는 고려되는 RAT(radio

access technology)의 지원에 따를 수 있다.

[0071] - 단말이 RRC 연결 상태인 경우: 단말은 MIB, SIB1 및 SIB2의 유효한 버전을 가지고 있도록 보장하여야 한다.

[0072] 일반적으로 시스템 정보는 획득 후 최대 3시간 까지 유효성이 보장될 수 있다.

[0073] 일반적으로, 네트워크가 단말에게 제공하는 서비스는 아래와 같이 세가지 타입으로 구분할 수 있다. 또한, 어떤 서비스를 제공받을 수 있는지에 따라 단말은 셀의 타입 역시 다르게 인식한다. 아래에서 먼저 서비스 타입을 서술하고, 이어 셀의 타입을 서술한다.

[0074] 1) 제한적 서비스(Limited service): 이 서비스는 응급 호출(Emergency call) 및 재해 경보 시스템(Earthquake and Tsunami Warning System; ETWS)를 제공하며, 수용가능 셀(acceptable cell)에서 제공할 수 있다.

[0075] 2) 정규 서비스(Normal service): 이 서비스는 일반적 용도의 범용 서비스(public use)를 의미하여, 정규 셀(suitable or normal cell)에서 제공할 수 있다.

[0076] 3) 사업자 서비스(Operator service): 이 서비스는 통신망 사업자를 위한 서비스를 의미하며, 이 셀은 통신망 사업자만 사용할 수 있고 일반 사용자는 사용할 수 없다.

[0077] 셀이 제공하는 서비스 타입과 관련하여, 셀의 타입은 아래와 같이 구분될 수 있다.

[0078] 1) 수용가능 셀(Acceptable cell): 단말이 제한된(Limited) 서비스를 제공받을 수 있는 셀. 이 셀은 해당 단말 입장에서, 금지(barred)되어 있지 않고, 단말의 셀 선택 기준을 만족시키는 셀이다.

[0079] 2) 정규 셀(Suitable cell): 단말이 정규 서비스를 제공받을 수 있는 셀. 이 셀은 수용가능 셀의 조건을 만족시키며, 동시에 추가 조건들을 만족시킨다. 추가적인 조건으로는, 이 셀이 해당 단말이 접속할 수 있는 PLMN(Public Land Mobile Network) 소속이어야 하고, 단말의 트래킹 영역(Tracking Area) 갱신 절차의 수행이 금지되지 않은 셀이어야 한다. 해당 셀이 CSG 셀이라고 하면, 단말이 이 셀에 CSG 멤버로서 접속이 가능한 셀이어야 한다.

[0080] 3) 금지된 (Barred cell): 셀이 시스템 정보를 통해 금지된 셀이라는 정보를 브로드캐스트하는 셀이다.

[0081] 4) 예약된 셀(Reserved cell): 셀이 시스템 정보를 통해 예약된 셀이라는 정보를 브로드캐스트하는 셀이다.

[0082] 도 4는 RRC 아이들 상태의 단말의 동작을 나타내는 흐름도이다. 도 4는 초기 전원이 켜진 단말이 셀 선택 과정을 거쳐 네트워크 망에 등록하고 이어 필요할 경우 셀 재선택을 하는 절차를 나타낸다.

[0083] 도 4를 참조하면, 단말은 자신이 서비스 받고자 하는 망인 PLMN(public land mobile network)과 통신하기 위한 라디오 접속 기술(radio access technology; RAT, 무선 통신 방법)을 선택한다(S410). PLMN 및 RAT에 대한 정보는 단말의 사용자가 선택할 수도 있으며, USIM(universal subscriber identity module)에

저장되어 있는 것을 사용할 수도 있다.

- [0084] 단말은 측정된 신호세기나 품질이 특정한 값보다 큰 셀 중에서, 가장 큰 값을 가지는 셀을 선택한다(Cell Selection)(S420). 이는 전원이 켜진 단말이 셀 선택을 수행하는 것으로서 초기 셀 선택(initial cell selection)이라 할 수 있다. 셀 선택 절차에 대해서 이후에 상술하기로 한다. 셀 선택 이후 단말은, 기지국이 주기적으로 보내는 시스템 정보를 수신한다. 상기 말하는 특정한 값은 데이터 송/수신에서의 물리적 신호에 대한 품질을 보장받기 위하여 시스템에서 정의된 값을 말한다. 따라서, 적용되는 RAT에 따라 그 값은 다를 수 있다.
- [0085] 단말은 망 등록 필요가 있는 경우 망 등록 절차를 수행한다(S430). 단말은 망으로부터 서비스(예:Paging)를 받기 위하여 자신의 정보(예:IMSI)를 등록한다. 단말은 셀을 선택할 때 마다 접속하는 망에 등록을 하는 것은 아니며, 시스템 정보로부터 받은 망의 정보(예:Tracking Area Identity; TAI)와 자신이 알고 있는 망의 정보가 다른 경우에 망에 등록을 한다.
- [0086] 단말은 셀에서 제공되는 서비스 환경 또는 단말의 환경 등을 기반으로 셀 재선택을 수행한다(S440). 단말은 현재 서비스 받고 있는 기지국(서빙 기지국)으로부터 측정된 신호의 세기나 품질의 값이 인접한 셀의 기지국으로부터 측정된 값보다 낮다면, 단말이 현재 접속한 기지국의 셀 보다 더 좋은 신호 특성을 제공하는 다른 셀 중 하나를 선택한다. 이 과정을 2번 과정의 초기 셀 선택(Initial Cell Selection)과 구분하여 셀 재선택(Cell Re-Selection)이라 한다. 이때, 신호특성의 변화에 따라 빈번히 셀이 재선택되는 것을 방지하기 위하여 시간적인 제약조건을 둔다. 셀 재선택 절차에 대해서는 이후에 상술하기로 한다.
- [0087] 도 5는 RRC 연결을 확립하는 과정을 나타낸 흐름도이다.
- [0088] 단말은 RRC 연결을 요청하는 RRC 연결 요청(RRC Connection Request) 메시지를 네트워크로 보낸다(S510). 네트워크는 RRC 연결 요청에 대한 응답으로 RRC 연결 설정(RRC Connection Setup) 메시지를 보낸다(S520). RRC 연결 설정 메시지를 수신한 후, 단말은 RRC 연결 모드로 진입한다.
- [0089] 단말은 RRC 연결 확립의 성공적인 완료를 확인하기 위해 사용되는 RRC 연결 설정 완료(RRC Connection Setup Complete) 메시지를 네트워크로 보낸다(S530).
- [0090] 도 6은 RRC 연결 재설정 과정을 나타낸 흐름도이다. RRC 연결 재설정(reconfiguration)은 RRC 연결을 수정하는데 사용된다. 이는 RB 확립/수정(modify)/해제(release), 핸드오버 수행, 측정 셋업/수정/해제하기 위해 사용된다.
- [0091] 네트워크는 단말로 RRC 연결을 수정하기 위한 RRC 연결 재설정(RRC Connection Reconfiguration) 메시지를 보낸다(S610). 단말은 RRC 연결 재설정에 대한 응답으로, RRC 연결 재설정의 성공적인 완료를 확인하기 위해 사용되는 RRC 연결 재설정 완료(RRC Connection Reconfiguration Complete) 메시지를 네트워크로 보낸다(S620).

- [0092] 이하에서 PLMN(public land mobile network)에 대하여 설명하도록 한다.
- [0093] PLMN은 모바일 네트워크 운영자에 의해 배치 및 운용되는 네트워크이다. 각 모바일 네트워크 운영자는 하나 또는 그 이상의 PLMN을 운용한다. 각 PLMN은 MCC(Mobile Country Code) 및 MNC(Mobile Network Code)로 식별될 수 있다. 셀의 PLMN 정보는 시스템 정보에 포함되어 브로드캐스트된다.
- [0094] PLMN 선택, 셀 선택 및 셀 재선택에 있어서, 다양한 타입의 PLMN들이 단말에 의해 고려될 수 있다.
- [0095] HPLMN(Home PLMN) : 단말 IMSI의 MCC 및 MNC와 매칭되는 MCC 및 MNC를 가지는 PLMN.
- [0096] EHPLMN(Equivalent HPLMN): HPLMN과 등가로 취급되는 PLMN.
- [0097] RPLMN(Registered PLMN): 위치 등록이 성공적으로 마쳐진 PLMN.
- [0098] EPLMN(Equivalent PLMN): RPLMN과 등가로 취급되는 PLMN.
- [0099] 각 모바일 서비스 수요자는 HPLMN에 가입한다. HPLMN 또는 EHPLMN에 의하여 단말로 일반 서비스가 제공될 때, 단말은 로밍 상태(roaming state)에 있지 않는다. 반면, HPLMN/EHPLMN 이외의 PLMN에 의하여 단말로 서비스가 제공될 때, 단말은 로밍 상태에 있으며, 그 PLMN은 VPLMN(Visited PLMN)이라고 불리운다.
- [0100] 단말은 초기에 전원이 켜지면 사용 가능한 PLMN(public land mobile network)을 검색하고 서비스를 받을 수 있는 적절한 PLMN을 선택한다. PLMN은 모바일 네트워크 운영자(mobile network operator)에 의해 배치되거나(deploy) 운용되는 네트워크이다. 각 모바일 네트워크 운영자는 하나 또는 그 이상의 PLMN을 운용한다. 각각의 PLMN은 MCC(mobile country code) 및 MNC(mobile network code)에 의하여 식별될 수 있다. 셀의 PLMN 정보는 시스템 정보에 포함되어 브로드캐스트된다. 단말은 선택한 PLMN을 등록하려고 시도한다. 등록이 성공한 경우, 선택된 PLMN은 RPLMN(registered PLMN)이 된다. 네트워크는 단말에게 PLMN 리스트를 시그널링할 수 있는데, 이는 PLMN 리스트에 포함된 PLMN들을 RPLMN과 같은 PLMN이라 고려할 수 있다. 네트워크에 등록된 단말은 상시 네트워크에 의하여 접근될 수(reachable) 있어야 한다. 만약 단말이 ECM-CONNECTED 상태(동일하게는 RRC 연결 상태)에 있는 경우, 네트워크는 단말이 서비스를 받고 있음을 인지한다. 그러나, 단말이 ECM-IDLE 상태(동일하게는 RRC 아이들 상태)에 있는 경우, 단말의 상황이 eNB에서는 유효하지 않지만 MME에는 저장되어 있다. 이 경우, ECM-IDLE 상태의 단말의 위치는 TA(tracking Area)들의 리스트의 입도(granularity)로 오직 MME에게만 알려진다. 단일 TA는 TA가 소속된 PLMN 식별자로 구성된 TAI(tracking area identity) 및 PLMN 내의 TA를 유일하게 표현하는 TAC(tracking area code)에 의해 식별된다.
- [0101] 이어, 선택한 PLMN이 제공하는 셀들 중에서 상기 단말이 적절한 서비스를 제공받을 수 있는 신호 품질과 특성을 가진 셀을 선택한다.

- [0102] 다음은 종래 기술에서, 단말이 셀을 선택하는 절차에 대해서 자세히 설명한다.
- [0103] 전원이 켜지거나 셀에 머물러 있을 때, 단말은 적절한 품질의 셀을 선택/재선택하여 서비스를 받기 위한 절차들을 수행한다.
- [0104] RRC 아이들 상태의 단말은 항상 적절한 품질의 셀을 선택하여 이 셀을 통해 서비스를 제공받기 위한 준비를 하고 있어야 한다. 예를 들어, 전원이 막 켜진 단말은 네트워크에 등록을 하기 위해 적절한 품질의 셀을 선택해야 한다. RRC 연결 상태에 있던 상기 단말이 RRC 아이들 상태에 진입하면, 상기 단말은 RRC 아이들 상태에서 머무를 셀을 선택해야 한다. 이와 같이, 상기 단말이 RRC 아이들 상태와 같은 서비스 대기 상태로 머물고 있기 위해서 어떤 조건을 만족하는 셀을 고르는 과정을 셀 선택(Cell Selection)이라고 한다. 중요한 점은, 상기 셀 선택은 상기 단말이 상기 RRC 아이들 상태로 머물러 있을 셀을 현재 결정하지 못한 상태에서 수행하는 것이므로, 가능한 신속하게 셀을 선택하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 일정 기준 이상의 무선 신호 품질을 제공하는 셀이라면, 비록 이 셀이 단말에게 가장 좋은 무선 신호 품질을 제공하는 셀이 아니라고 하더라도, 단말의 셀 선택 과정에서 선택될 수 있다.
- [0105] 이제 3GPP TS 36.304 V8.5.0 (2009-03) "User Equipment (UE) procedures in idle mode (Release 8)"을 참조하여, 3GPP LTE에서 단말이 셀을 선택하는 방법 및 절차에 대하여 상술한다.
- [0106] 셀 선택 과정은 크게 두 가지로 나뉜다.
- [0107] 먼저 초기 셀 선택 과정으로, 이 과정에서는 상기 단말이 무선 채널에 대한 사전 정보가 없다. 따라서 상기 단말은 적절한 셀을 찾기 위해 모든 무선 채널을 검색한다. 각 채널에서 상기 단말은 가장 강한 셀을 찾는다. 이후, 상기 단말이 셀 선택 기준을 만족하는 적절한(suitable) 셀을 찾지만 하면 해당 셀을 선택한다.
- [0108] 다음으로 단말은 저장된 정보를 활용하거나, 셀에서 방송하고 있는 정보를 활용하여 셀을 선택할 수 있다. 따라서, 초기 셀 선택 과정에 비해 셀 선택이 신속할 수 있다. 단말이 셀 선택 기준을 만족하는 셀을 찾지만 하면 해당 셀을 선택한다. 만약 이 과정을 통해 셀 선택 기준을 만족하는 적절한 셀을 찾지 못하면, 단말은 초기 셀 선택 과정을 수행한다.
- [0109] 셀 선택 기준은 하기 식 1과 같이 정의될 수 있다.
- [0110] [식 1]
- [0111] $S_{rxlev} > 0 \text{ AND } S_{qual} > 0$,
- where:
- $$S_{rxlev} = Q_{rxlevmeas} - (Q_{rxlevmin} + Q_{rxlevminoffset}) - P_{compensation},$$
- $$S_{qual} = Q_{qualmeas} - (Q_{qualmin} + Q_{qualminoffset})$$
- [0112] 여기서, 상기 식 1의 각 변수는 하기 표 1과 같이 정의될 수 있다.

[0113] [표 1]

[0114]

Srxlev	Cell selection RX level value (dB)
Squal	Cell selection quality value (dB)
Q _{rxlevmeas}	Measured cell RX level value (RSRP)
Q _{qualmeas}	Measured cell quality value (RSRQ)
Q _{rxlevmin}	Minimum required RX level in the cell (dBm)
Q _{qualmin}	Minimum required quality level in the cell (dB)
Q _{rxlevminoffset}	Offset to the signalled Q _{rxlevmin} taken into account in the Srxlev evaluation as a result of a periodic search for a higher priority PLMN while camped normally in a VPLMN
Q _{qualminoffset}	Offset to the signalled Q _{qualmin} taken into account in the Squal evaluation as a result of a periodic search for a higher priority PLMN while camped normally in a VPLMN
P _{compensation}	max(P _{EMAX} - P _{PowerClass} , 0) (dB)
P _{EMAX}	Maximum TX power level an UE may use when transmitting on the uplink in the cell (dBm) defined as P _{EMAX} in [TS 36.101]
P _{PowerClass}	Maximum RF output power of the UE (dBm) according to the UE power class as defined in [TS 36.101]

[0115] 시그널링된 값들인 Q_{rxlevminoffset} 및 Q_{qualminoffset}은 단말이 VPLMN내의 정규 셀에 캠프 하고 있는 동안 보다 높은 우선순위의 PLMN에 대한 주기적 탐색의 결과로서 셀 선택이 평가되는 경우에 한하여 적용될 수 있다. 위와 같이 보다 높은 우선순위의 PLMN에 대한 주기적 탐색동안, 단말은 이와 같은 보다 높은 우선순위의 PLMN의 다른 셀로부터 저장된 파라미터 값들을 사용하여 셀 선택 평가를 수행할 수 있다.

[0116] 상기 단말이 일단 셀 선택 과정을 통해 어떤 셀을 선택한 이후, 단말의 이동성 또는 무선 환경의 변화 등으로 단말과 기지국간의 신호의 세기나 품질이 바뀔 수 있다. 따라서 만약 선택한 셀의 품질이 저하되는 경우, 단말은 더 좋은 품질을 제공하는 다른 셀을 선택할 수 있다. 이렇게 셀을 다시 선택하는 경우, 일반적으로 현재 선택된 셀보다 더 좋은 신호 품질을 제공하는 셀을 선택한다. 이런 과정을 셀 재선택(Cell Reselection)이라고 한다. 상기 셀 재선택 과정은, 무선 신호의 품질 관점에서, 일반적으로 단말에게 가장 좋은 품질을 제공하는 셀을 선택하는데 기본적인 목적이 있다.

[0117] 무선 신호의 품질 관점 이외에, 네트워크는 주파수 별로 우선 순위(priority)를 결정하여 단말에게 알릴 수 있다. 이러한 우선 순위를 수신한 단말은, 셀 재선택 과정에서 이 우선 순위를 무선 신호 품질 기준보다 우선적으로 고려하게 된다.

[0118] 위와 같이 무선 환경의 신호 특성에 따라 셀을 선택 또는 재선택하는 방법이 있으며, 셀 재선택시 재선택을 위한 셀을 선택하는데 있어서, 셀의 RAT와 주파수(frequency) 특성에 따라 다음과 같은 셀 재선택 방법이 있을 수 있다.

[0119] - 인트라-주파수(Intra-frequency) 셀 재선택: 단말이 캠프(camp) 중인 셀과 같은

- RAT과 같은 중심 주파수(center-frequency)를 가지는 셀을 재선택
- [0120] - 인터-주파수(Inter-frequency) 셀 재선택: 단말이 캠프 중인 셀과 같은 RAT과 다른 중심 주파수를 가지는 셀을 재선택
- [0121] - 인터-RAT(Inter-RAT) 셀 재선택: 단말이 캠프 중인 RAT와 다른 RAT을 사용하는 셀을 재선택
- [0122] 셀 재선택 과정의 원칙은 다음과 같다
- [0123] 첫째, 단말은 셀 재선택을 위하여 서빙 셀(serving cell) 및 이웃 셀(neighboring cell)의 품질을 측정한다.
- [0124] 둘째, 셀 재선택은 셀 재선택 기준에 기반하여 수행된다. 셀 재선택 기준은 서빙 셀 및 이웃 셀 측정에 관련하여 아래와 같은 특성을 가지고 있다.
- [0125] 인트라-주파수 셀 재선택은 기본적으로 랭킹(ranking)에 기반한다. 랭킹이라는 것은, 셀 재선택 평가를 위한 지표값을 정의하고, 이 지표값을 이용하여 셀들을 지표값의 크기 순으로 순서를 매기는 작업이다. 가장 좋은 지표를 가지는 셀을 흔히 최고 순위 셀(highest ranked cell)이라고 부른다. 셀 지표값은 단말이 해당 셀에 대해 측정한 값을 기본으로, 필요에 따라 주파수 오프셋 또는 셀 오프셋을 적용한 값이다.
- [0126] 인터-주파수 셀 재선택은 네트워크에 의해 제공된 주파수 우선순위에 기반한다. 단말은 가장 높은 주파수 우선순위를 가진 주파수에 머무름(camp on: 이하 캠프 온이라 표현할 수 있다) 수 있도록 시도한다. 네트워크는 브로드캐스트 시그널링(broadcast signaling)을 통해서 셀 내 단말들이 공통적으로 적용할 또는 주파수 우선순위를 제공하거나, 단말별 시그널링(dedicated signaling)을 통해 단말 별로 각각 주파수 별 우선순위를 제공할 수 있다. 브로드캐스트 시그널링을 통해 제공되는 셀 재선택 우선순위를 공용 우선순위(common priority)라고 할 수 있고, 단말별로 네트워크가 설정하는 셀 재선택 우선 순위를 전용 우선순위(dedicated priority)라고 할 수 있다. 단말은 전용 우선순위를 수신하면, 전용 우선순위와 관련된 유효 시간(validity time)를 함께 수신할 수 있다. 단말은 전용 우선순위를 수신하면 함께 수신한 유효 시간으로 설정된 유효성 타이머(validity timer)를 개시한다. 단말은 유효성 타이머가 동작하는 동안 RRC 아이들 모드에서 전용 우선순위를 적용한다. 유효성 타이머가 만료되면 단말은 전용 우선순위를 폐기하고, 다시 공용 우선순위를 적용한다.
- [0127] 인터-주파수 셀 재선택을 위해 네트워크는 단말에게 셀 재선택에 사용되는 파라미터(예를 들어 주파수별 오프셋(frequency-specific offset))를 주파수별로 제공할 수 있다.
- [0128] 인트라-주파수 셀 재선택 또는 인터-주파수 셀 재선택을 위해 네트워크는 단말에게 셀 재선택에 사용되는 이웃 셀 리스트(Neighboring Cell List, NCL)를 단말에게 제공할 수 있다. 이 NCL은 셀 재선택에 사용되는 셀 별 파라미터(예를 들어 셀 별 오프셋(cell-specific offset))를 포함한다

- [0129] 인트라-주파수 또는 인터-주파수 셀 재선택을 위해 네트워크는 단말에게 셀 재선택에 사용되는 셀 재선택 금지 리스트(black list)를 단말에게 제공할 수 있다. 금지 리스트에 포함된 셀에 대해 단말은 셀 재선택을 수행하지 않는다.
- [0130] 이어서, 셀 재선택 평가 과정에서 수행하는 랭킹에 관해 설명한다.
- [0131] 셀의 우선순위를 주는데 사용되는 랭킹 지표(ranking criterion)은 식 2와 같이 정의된다.
- [0132] [식 2]
- [0133] $R_s = Q_{\text{meas},s} + Q_{\text{hyst}}$, $R_n = Q_{\text{meas},n} - Q_{\text{offset}}$
- [0134] 여기서, R_s 는 단말이 현재 캠프 온하고 있고 서빙 셀의 랭킹 지표, R_n 은 이웃 셀의 랭킹 지표, $Q_{\text{meas},s}$ 는 단말이 서빙 셀에 대해 측정한 품질값, $Q_{\text{meas},n}$ 는 단말이 이웃 셀에 대해 측정한 품질값, Q_{hyst} 는 랭킹을 위한 히스테리시스(hysteresis) 값, Q_{offset} 은 두 셀간의 오프셋이다.
- [0135] 인트라-주파수에서, 단말이 서빙 셀과 이웃 셀 간의 오프셋($Q_{\text{offsets},n}$)을 수신한 경우 $Q_{\text{offset}} = Q_{\text{offsets},n}$ 이고, 단말이 $Q_{\text{offsets},n}$ 을 수신하지 않은 경우에는 $Q_{\text{offset}} = 0$ 이다.
- [0136] 인터-주파수에서, 단말이 해당 셀에 대한 오프셋($Q_{\text{offsets},n}$)을 수신한 경우 $Q_{\text{offset}} = Q_{\text{offsets},n} + Q_{\text{frequency}}$ 이고, 단말이 $Q_{\text{offsets},n}$ 을 수신하지 않은 경우 $Q_{\text{offset}} = Q_{\text{frequency}}$ 이다.
- [0137] 서빙 셀의 랭킹 지표(R_s)과 이웃 셀의 랭킹 지표(R_n)이 서로 비슷한 상태에서 변동하면, 변동 결과 랭킹 순위가 자꾸 뒤바뀌어 단말이 두 셀을 번갈아가면서 재선택을 할 수 있다. Q_{hyst} 는 셀 재선택에서 히스테리시스를 주어, 단말이 두 셀을 번갈아가면서 재선택하는 것을 막기 위한 파라미터이다.
- [0138] 단말은 위 식에 따라 서빙 셀의 R_s 및 이웃 셀의 R_n 을 측정하고, 랭킹 지표 값이 가장 큰 값을 가진 셀을 최고 순위(highest ranked) 셀로 간주하고, 이 셀을 재선택한다.
- [0139] 상기 기준에 의하면, 셀의 품질이 셀 재선택에서 가장 주요한 기준으로 작용하는 것을 확인할 수 있다. 만약 재선택한 셀이 정규 셀(suitable cell)이 아니면 단말은 해당 주파수 또는 해당 셀을 셀 재선택 대상에서 제외한다.
- [0140] 이제 무선 링크 실패에 대하여 설명한다.
- [0141] 단말은 서비스를 수신하는 서빙셀과의 무선 링크의 품질 유지를 위해 지속적으로 측정을 수행한다. 단말은 서빙셀과의 무선 링크의 품질 악화(deterioration)로 인하여 현재 상황에서 통신이 불가능한지 여부를 결정한다. 만약, 서빙셀의 품질이 너무 낮아서 통신이 거의 불가능한 경우, 단말은 현재 상황을 무선 연결 실패로 결정한다.
- [0142] 만약 무선 링크 실패가 결정되면, 단말은 현재의 서빙셀과의 통신 유지를 포기하고, 셀 선택(또는 셀 재선택) 절차를 통해 새로운 셀을 선택하고, 새로운 셀로의 RRC 연결 재확립(RRC connection re-establishment)을 시도한다.
- [0143] 3GPP LTE의 스펙에서는 정상적인 통신을 할 수 없는 경우로 아래와 같은 예시를 들고 있다.
- [0144] - 단말의 물리 계층의 무선 품질 측정 결과를 기반으로 단말이 하향 통신 링크

품질에 심각한 문제가 있다고 판단한 경우(RLM 수행 중 PCell의 품질이 낮다고 판단한 경우)

- [0145] - MAC 부계층에서 랜덤 액세스(random access) 절차가 계속적으로 실패하여 상향링크 전송에 문제가 있다고 판단한 경우.
- [0146] - RLC 부계층에서 상향 데이터 전송이 계속적으로 실패하여 상향 링크 전송에 문제가 있다고 판단한 경우.
- [0147] - 핸드오버를 실패한 것으로 판단한 경우.
- [0148] - 단말이 수신한 메시지가 무결성 검사(integrity check)를 통과하지 못한 경우.
- [0149] 이하에서는 RRC 연결 재확립(RRC connection re-establishment) 절차에 대하여 보다 상세히 설명한다.
- [0150] 도 7은 RRC 연결 재확립 절차를 나타내는 도면이다.
- [0151] 도 7을 참조하면, 단말은 SRB 0(Signaling Radio Bearer #0)을 제외한 설정되어 있던 모든 무선 베어러(radio bearer) 사용을 중단하고, AS(Access Stratum)의 각종 부계층을 초기화 시킨다(S710). 또한, 각 부계층 및 물리 계층을 기본 구성(default configuration)으로 설정한다. 이와 같은 과정중에 단말은 RRC 연결 상태를 유지한다.
- [0152] 단말은 RRC 연결 재설정 절차를 수행하기 위한 셀 선택 절차를 수행한다(S720). RRC 연결 재확립 절차 중 셀 선택 절차는 단말이 RRC 연결 상태를 유지하고 있음에도 불구하고, 단말이 RRC 아이들 상태에서 수행하는 셀 선택 절차와 동일하게 수행될 수 있다.
- [0153] 단말은 셀 선택 절차를 수행한 후 해당 셀의 시스템 정보를 확인하여 해당 셀이 적합한 셀인지 여부를 판단한다(S730). 만약 선택된 셀이 적절한 E-UTRAN 셀이라고 판단된 경우, 단말은 해당 셀로 RRC 연결 재확립 요청 메시지(RRC connection reestablishment request message)를 전송한다(S740).
- [0154] 한편, RRC 연결 재확립 절차를 수행하기 위한 셀 선택 절차를 통하여 선택된 셀이 E-UTRAN 이외의 다른 RAT을 사용하는 셀이라고 판단된 경우, RRC 연결 재확립 절차를 중단되고, 단말은 RRC 아이들 상태로 진입한다(S750).
- [0155] 단말은 셀 선택 절차 및 선택한 셀의 시스템 정보 수신을 통하여 셀의 적절성 확인은 제한된 시간 내에 마치도록 구현될 수 있다. 이를 위해 단말은 RRC 연결 재확립 절차를 개시함에 따라 타이머를 구동시킬 수 있다. 타이머는 단말이 적합한 셀을 선택하였다고 판단된 경우 중단될 수 있다. 타이머가 만료된 경우 단말은 RRC 연결 재확립 절차가 실패하였음을 간주하고 RRC 아이들 상태로 진입할 수 있다. 이 타이머를 이하에서 무선 링크 실패 타이머라고 언급하도록 한다. LTE 스펙 TS 36.331에서는 T311이라는 이름의 타이머가 무선 링크 실패 타이머로 활용될 수 있다. 단말은 이 타이머의 설정 값을 서빙 셀의 시스템 정보로부터 획득할 수 있다.
- [0156] 단말로부터 RRC 연결 재확립 요청 메시지를 수신하고 요청을 수락한 경우, 셀은 단말에게 RRC 연결 재확립 메시지(RRC connection reestablishment

message)를 전송한다.

- [0157] 셀로부터 RRC 연결 재확립 메시지를 수신한 단말은 SRB1에 대한 PDCP 부계층과 RLC 부계층을 재구성한다. 또한 보안 설정과 관련된 각종 키 값들을 다시 계산하고, 보안을 담당하는 PDCP 부계층을 새로 계산한 보안키 값들로 재구성한다. 이를 통해 단말과 셀간 SRB 1이 개방되고 RRC 제어 메시지를 주고 받을 수 있게 된다. 단말은 SRB1의 재개를 완료하고, 셀로 RRC 연결 재확립 절차가 완료되었다는 RRC 연결 재확립 완료 메시지(RRC connection reestablishment complete message)를 전송한다(S760).
- [0158] 반면, 단말로부터 RRC 연결 재확립 요청 메시지를 수신하고 요청을 수락하지 않은 경우, 셀은 단말에게 RRC 연결 재확립 거절 메시지(RRC connection reestablishment reject message)를 전송한다.
- [0159] RRC 연결 재확립 절차가 성공적으로 수행되면, 셀과 단말은 RRC 연결 재설정 절차를 수행한다. 이를 통하여 단말은 RRC 연결 재확립 절차를 수행하기 전의 상태를 회복하고, 서비스의 연속성을 최대한 보장한다.
- [0160] 도 8은 단말이 RRC_IDLE 상태에서 가질 수 있는 서브 상태(substate)들과 서브상태 천이 과정을 예시한다.
- [0161] 도 8을 참조하면, 단말은 최초 셀 선택 과정을 수행한다(S801). 최초 셀 선택 과정은 PLMN에 대하여 저장한 셀 정보가 없거나 정규 셀(suitable cell)을 찾지 못한 경우에 수행될 수 있다.
- [0162] 최초 셀 선택 과정에서 정규 셀을 찾을 수 없으면 임의 셀 선택 상태(S802)로 천이한다. 임의 셀 선택 상태는 정규 셀에도 수용가능 셀에도 캠프 온(camp on)하지 못한 상태이며, 단말이 캠프할 수 있는 임의의 PLMN의 수용가능 셀(acceptable cell)을 찾기 위해 시도하는 상태이다. 단말이 캠프할 수 있는 어떤 셀도 찾지 못한 경우, 단말은 수용가능 셀을 찾을 때까지 계속 임의 셀 선택 상태에 머문다.
- [0163] 최초 셀 선택 과정에서 정규 셀을 찾으면 정규 캠프 상태(S803)로 천이한다. 정규 캠프 상태는 정규 셀에 캠프 온(camp on)한 상태를 말하며, 시스템 정보를 통해 주어진 정보에 따라 페이징 채널(paging channel)을 선택하고 모니터링할 수 있고, 셀 재선택을 위한 평가 과정을 수행할 수 있다.
- [0164] 정규 캠프 상태(S803)에서 셀 재선택 평가 과정(S804)이 유발되면 셀 재선택 평가 과정(S804)를 수행한다. 셀 재선택 평가 과정(S804)에서 정규 셀(suitable cell)이 발견되면 다시 정규 캠프 상태(S803)으로 천이한다.
- [0165] 임의 셀 선택 상태(S802)에서, 수용가능 셀이 발견되면 임의 셀 캠프 상태(S805)로 천이한다. 임의 셀 캠프 상태는 수용가능 셀에 캠프 온(camp on)한 상태이다.
- [0166] 임의 셀 캠프 상태(S805)에서 단말은 시스템 정보를 통해 주어진 정보에 따라 페이징 채널(paging channel)을 선택하고 모니터링할 수 있고, 셀 재선택을 위한 평가 과정(S806)을 수행할 수 있다. 상기 셀 재선택을 위한 평가 과정(S806)에서

수용가능 셀(acceptable cell)이 발견되지 않으면 임의 셀 선택 상태(S802)로 천이한다.

- [0167] 이제 D2D 동작에 대해 설명한다. 3GPP LTE-A에서는 D2D 동작과 관련한 서비스를 근접성 기반 서비스(Proximity based Services: ProSe)라 칭한다. 이하 ProSe는 D2D 동작과 동등한 개념이며 ProSe는 D2D 동작과 혼용될 수 있다. 이제, ProSe에 대해 기술한다.
- [0168] ProSe에는 ProSe 직접 통신(communication)과 ProSe 직접 발견(discovery)이 있다. ProSe 직접 통신은 근접한 2 이상의 단말들 간에서 수행되는 통신을 말한다. 상기 단말들은 사용자 평면의 프로토콜을 이용하여 통신을 수행할 수 있다. ProSe 가능 단말(ProSe-enabled UE)은 ProSe의 요구 조건과 관련된 절차를 지원하는 단말을 의미한다. 특별한 다른 언급이 없으면 ProSe 가능 단말은 공용 안전 단말(public safety UE)과 비-공용 안전 단말(non-public safety UE)를 모두 포함한다. 공용 안전 단말은 공용 안전에 특화된 기능과 ProSe 과정을 모두 지원하는 단말이고, 비-공용 안전 단말은 ProSe 과정은 지원하지 않으나 공용 안전에 특화된 기능은 지원하지 않는 단말이다.
- [0169] ProSe 직접 발견(ProSe direct discovery)은 ProSe 가능 단말이 인접한 다른 ProSe 가능 단말을 발견하기 위한 과정이며, 이 때 상기 2개의 ProSe 가능 단말들의 능력만을 사용한다. EPC 차원의 ProSe 발견(EPC-level ProSe discovery)은 EPC가 2개의 ProSe 가능 단말들의 근접 여부를 판단하고, 상기 2개의 ProSe 가능 단말들에게 그들의 근접을 알려주는 과정을 의미한다.
- [0170] 이하, 편의상 ProSe 직접 통신은 D2D 통신, ProSe 직접 발견은 D2D 발견이라 칭할 수 있다.
- [0171] 도 9는 ProSe를 위한 기준 구조를 나타낸다.
- [0172] 도 9를 참조하면, ProSe를 위한 기준 구조는 E-UTRAN, EPC, ProSe 응용 프로그램을 포함하는 복수의 단말들, ProSe 응용 서버(ProSe APP server), 및 ProSe 기능(ProSe function)을 포함한다.
- [0173] EPC는 E-UTRAN 코어 네트워크 구조를 대표한다. EPC는 MME, S-GW, P-GW, 정책 및 과금 규칙(policy and charging rules function:PCRF), 가정 가입자 서버(home subscriber server:HSS)등을 포함할 수 있다.
- [0174] ProSe 응용 서버는 응용 기능을 만들기 위한 ProSe 능력의 사용자이다. ProSe 응용 서버는 단말 내의 응용 프로그램과 통신할 수 있다. 단말 내의 응용 프로그램은 응용 기능을 만들기 위한 ProSe 능력을 사용할 수 있다.
- [0175] ProSe 기능은 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0176] - 제3자 응용 프로그램을 향한 기준점을 통한 인터워킹(Interworking via a reference point towards the 3rd party applications)
- [0177] - 발견 및 직접 통신을 위한 인증 및 단말에 대한 설정(Authorization and configuration of the UE for discovery and direct communication)

- [0178] - EPC 차원의 ProSe 발견의 기능(Enable the functionality of the EPC level ProSe discovery)
- [0179] - ProSe 관련된 새로운 가입자 데이터 및 데이터 저장 조정, ProSe ID의 조정(ProSe related new subscriber data and handling of data storage, and also handling of ProSe identities)
- [0180] - 보안 관련 기능(Security related functionality)
- [0181] - 정책 관련 기능을 위하여 EPC를 향한 제어 제공(Provide control towards the EPC for policy related functionality)
- [0182] - 과금을 위한 기능 제공(Provide functionality for charging (via or outside of EPC, e.g., offline charging))
- [0183] 이하에서는 ProSe를 위한 기준 구조에서 기준점과 기준 인터페이스를 설명한다.
- [0184] - PC1: 단말 내의 ProSe 응용 프로그램과 ProSe 응용 서버 내의 ProSe 응용 프로그램 간의 기준 점이다. 이는 응용 차원에서 시그널링 요구 조건을 정의하기 위하여 사용된다.
- [0185] - PC2: ProSe 응용 서버와 ProSe 기능 간의 기준점이다. 이는 ProSe 응용 서버와 ProSe 기능 간의 상호 작용을 정의하기 위하여 사용된다. ProSe 기능의 ProSe 데이터베이스의 응용 데이터 업데이트가 상기 상호 작용의 일 예가 될 수 있다.
- [0186] - PC3: 단말과 ProSe 기능 간의 기준점이다. 단말과 ProSe 기능 간의 상호 작용을 정의하기 위하여 사용된다. ProSe 발견 및 통신을 위한 설정이 상기 상호 작용의 일 예가 될 수 있다.
- [0187] - PC4: EPC와 ProSe 기능 간의 기준점이다. EPC와 ProSe 기능 간의 상호 작용을 정의하기 위하여 사용된다. 상기 상호 작용은 단말들 간에 1:1 통신을 위한 경로를 설정하는 때, 또는 실시간 세션 관리나 이동성 관리를 위한 ProSe 서비스 인증하는 때를 예시할 수 있다.
- [0188] - PC5: 단말들 간에 발견 및 통신, 중계, 1:1 통신을 위해서 제어/사용자 평면을 사용하기 위한 기준점이다.
- [0189] - PC6: 서로 다른 PLMN에 속한 사용자들 간에 ProSe 발견과 같은 기능을 사용하기 위한 기준점이다.
- [0190] - SGi: 응용 데이터 및 응용 차원 제어 정보 교환을 위해 사용될 수 있다.
- [0191] <ProSe 직접 통신(D2D 통신): ProSe Direct Communication>.
- [0192] ProSe 직접 통신은 2개의 공용 안전 단말들이 PC 5 인터페이스를 통해 직접 통신을 할 수 있는 통신 모드이다. 이 통신 모드는 단말이 E-UTRAN의 커버리지 내에서 서비스를 받는 경우나 E-UTRAN의 커버리지를 벗어난 경우 모두에서 지원될 수 있다.
- [0193] 도 10은 ProSe 직접 통신을 수행하는 단말들과 셀 커버리지의 배치 예들을 나타낸다.
- [0194] 도 10 (a)를 참조하면, 단말 A, B는 셀 커버리지 바깥에 위치할 수 있다. 도 10

(b)를 참조하면, 단말 A는 셀 커버리지 내에 위치하고, 단말 B는 셀 커버리지 바깥에 위치할 수 있다. 도 10 (c)를 참조하면, 단말 A, B는 모두 단일 셀 커버리지 내에 위치할 수 있다. 도 10 (d)를 참조하면, 단말 A는 제1 셀의 커버리지 내에 위치하고, 단말 B는 제2 셀의 커버리지 내에 위치할 수 있다.

[0195] ProSe 직접 통신은 도 10과 같이 다양한 위치에 있는 단말들 간에 수행될 수 있다.

[0196] 한편, ProSe 직접 통신에는 다음 ID들이 사용될 수 있다.

[0197] 소스 레이어-2 ID: 이 ID는 PC 5 인터페이스에서 패킷의 전송자를 식별시킨다.

[0198] 목적 레이어-2 ID: 이 ID는 PC 5 인터페이스에서 패킷의 타겟을 식별시킨다.

[0199] SA L1 ID: 이 ID는 PC 5 인터페이스에서 스케줄링 할당(scheduling assignment: SA)에서의 ID이다.

[0200] 도 11은 ProSe 직접 통신을 위한 사용자 평면 프로토콜 스택을 나타낸다.

[0201] 도 11을 참조하면, PC 5 인터페이스는 PDCH, RLC, MAC 및 PHY 계층으로 구성된다.

[0202] ProSe 직접 통신에서는 HARQ 피드백이 없을 수 있다. MAC 헤더는 소스 레이어-2 ID 및 목적 레이어-2 ID를 포함할 수 있다.

[0203]

[0204] <ProSe 직접 통신을 위한 무선 자원 할당>.

[0205] ProSe 가능 단말은 ProSe 직접 통신을 위한 자원 할당에 대해 다음 2가지 모드들을 이용할 수 있다.

[0206] 1. 모드 1

[0207] 모드 1은 ProSe 직접 통신을 위한 자원을 기지국으로부터 스케줄링 받는 모드이다. 모드 1에 의하여 단말이 데이터를 전송하기 위해서는 RRC_CONNECTED 상태이어야 한다. 단말은 전송 자원을 기지국에게 요청하고, 기지국은 스케줄링 할당 및 데이터 전송을 위한 자원을 스케줄링한다. 단말은 기지국에게 스케줄링 요청을 전송하고, ProSe BSR(Buffer Status Report)를 전송할 수 있다. 기지국은 ProSe BSR에 기반하여, 상기 단말이 ProSe 직접 통신을 할 데이터를 가지고 있으며 이 전송을 위한 자원이 필요하다고 판단한다.

[0208] 2. 모드 2

[0209] 모드 2는 단말이 직접 자원을 선택하는 모드이다. 단말은 자원 풀(resource pool)에서 직접 ProSe 직접 통신을 위한 자원을 선택한다. 자원 풀은 네트워크에 의하여 설정되거나 미리 정해질 수 있다.

[0210] 한편, 단말이 서빙 셀을 가지고 있는 경우 즉, 단말이 기지국과 RRC_CONNECTED 상태에 있거나 RRC_IDLE 상태로 특정 셀에 위치할 경우에는 상기 단말은 기지국의 커버리지 내에 있다고 간주된다.

[0211] 단말이 커버리지 밖에 있다면 상기 모드 2만 적용될 수 있다. 만약, 단말이 커버리지 내에 있다면, 기지국의 설정에 따라 모드 1 또는 모드 2를 사용할 수 있다.

- [0212] 다른 예외적인 조건이 없다면 기지국이 설정한 때에만, 단말은 모드 1에서 모드 2로 또는 모드 2에서 모드 1로 모드를 변경할 수 있다.
- [0213]
- [0214] <ProSe 직접 발견(D2D 발견): ProSe direct discovery>
- [0215] ProSe 직접 발견은 ProSe 가능 단말이 근접한 다른 ProSe 가능 단말을 발견하는데 사용되는 절차를 말하며 D2D 직접 발견 또는 D2D 발견이라 칭하기도 한다. 이 때, PC 5 인터페이스를 통한 E-UTRA 무선 신호가 사용될 수 있다. ProSe 직접 발견에 사용되는 정보를 이하 발견 정보(discovery information)라 칭한다.
- [0216] 도 12는 D2D 발견을 위한 PC 5 인터페이스를 나타낸다.
- [0217] 도 12를 참조하면, PC 5 인터페이스는 MAC 계층, PHY 계층과 상위 계층인 ProSe Protocol 계층으로 구성된다. 상위 계층(ProSe Protocol)에서 발견 정보(discovery information)의 알림(announcement: 이하 어나운스먼트) 및 모니터링(monitring)에 대한 허가를 다루며, 발견 정보의 내용은 AS(access stratum)에 대하여 투명(transparent)하다. ProSe Protocol은 어나운스먼트를 위하여 유효한 발견 정보만 AS에 전달되도록 한다.
- [0218] MAC 계층은 상위 계층(ProSe Protocol)로부터 발견 정보를 수신한다. IP 계층은 발견 정보 전송을 위하여 사용되지 않는다. MAC 계층은 상위 계층으로부터 받은 발견 정보를 어나운스하기 위하여 사용되는 자원을 결정한다. MAC 계층은 발견 정보를 나르는 MAC PDU(protocol data unit)를 만들어 물리 계층으로 보낸다. MAC 헤더는 추가되지 않는다.
- [0219] 발견 정보 어나운스먼트를 위하여 2가지 타입의 자원 할당이 있다.
- [0220] 1. 타입 1
- [0221] 발견 정보의 어나운스먼트를 위한 자원들이 단말 특정적이지 않게 할당되는 방법으로, 기지국이 단말들에게 발견 정보 어나운스먼트를 위한 자원 풀 설정을 제공한다. 이 설정은 시스템 정보 블록(system information block: SIB)에 포함되어 브로드캐스트 방식으로 시그널링될 수 있다. 또는 상기 설정은 단말 특정적 RRC 메시지에 포함되어 제공될 수 있다. 또는 상기 설정은 RRC 메시지 외 다른 계층의 브로드캐스트 시그널링 또는 단말 특정적 시그널링이 될 수도 있다.
- [0222] 단말은 지시된 자원 풀로부터 스스로 자원을 선택하고 선택한 자원을 이용하여 발견 정보를 어나운스한다. 단말은 각 발견 주기(discovery period) 동안 임의로 선택한 자원을 통해 발견 정보를 어나운스할 수 있다.
- [0223] 2. 타입 2
- [0224] 발견 정보의 어나운스먼트를 위한 자원들이 단말 특정적으로 할당되는 방법이다. RRC_CONNECTED 상태에 있는 단말은 RRC 신호를 통해 기지국에게 발견 신호 어나운스먼트를 위한 자원을 요청할 수 있다. 기지국은 RRC 신호로 발견 신호 어나운스먼트를 위한 자원을 할당할 수 있다. 단말들에게 설정된 자원 풀 내에서 발견 신호 모니터링을 위한 자원이 할당될 수 있다.

[0225]

[0226] RRC_IDLE 상태에 있는 단말에 대하여, 기지국은 1) 발견 신호 어나운스먼트를 위한 타입 1 자원 풀을 SIB로 알려줄 수 있다. ProSe 직접 발견이 허용된 단말들은 RRC_IDLE 상태에서 발견 정보 어나운스먼트를 위하여 타입 1 자원 풀을 이용한다. 또는 기지국은 2) SIB를 통해 상기 기지국이 ProSe 직접 발견은 지원함을 알리지만 발견 정보 어나운스먼트를 위한 자원은 제공하지 않을 수 있다. 이 경우, 단말은 발견 정보 어나운스먼트를 위해서는 RRC_CONNECTED 상태로 들어가야 한다.

[0227] RRC_CONNECTED 상태에 있는 단말에 대하여, 기지국은 RRC 신호를 통해 상기 단말이 발견 정보 어나운스먼트를 위하여 타입 1 자원 풀을 사용할 것인지 아니면 타입 2 자원을 사용할 것인지를 설정할 수 있다.

[0228]

[0229] 도 13은 ProSe 직접 발견 과정의 일 실시예이다.

[0230] 도 13을 참조하면, 단말 A와 단말 B는 ProSe가 가능한 응용 프로그램(ProSe-enabled application)이 운용 되고 있으며, 상기 응용 프로그램에서 서로 간에 ‘친구’인 관계 즉, 서로 간에 D2D 통신을 허용할 수 있는 관계로 설정되어 있다고 가정하자. 이하에서 단말 B는 단말 A의 ‘친구’라고 표현할 수 있다. 상기 응용 프로그램은 예컨대, 소셜 네트워킹 프로그램일 수 있다. ‘3GPP Layers’는 3GPP에 의하여 규정된, ProSe 발견 서비스를 이용하기 위한 응용 프로그램의 기능들에 대응된다.

[0231] 단말 A, B 간의 ProSe 직접 발견은 다음 과정을 거칠 수 있다.

[0232] 1. 먼저, 단말 A는 응용 서버와 정규 응용 레이어 통신(regular application-Layer communication)을 수행한다. 이 통신은 응용 프로그램 인터페이스(Application programming interface: API)에 기반한다.

[0233] 2. 단말 A의 ProSe 가능 응용 프로그램은 ‘친구’인 관계에 있는 응용 레이어 ID의 리스트를 수신한다. 상기 응용 레이어 ID는 보통 네트워크 접속 ID 형태일 수 있다. 예컨대, 단말 A의 응용 레이어 ID는 “adam@example.com”과 같은 형태일 수 있다.

[0234] 3. 단말 A는 단말 A의 사용자를 위한 개인 표현 코드(private expressions codes), 상기 사용자의 친구를 위한 개인 표현 코드를 요청한다.

[0235] 4. 3GPP layers는 ProSe 서버에게 표현 코드 요청을 전송한다.

[0236] 5. ProSe 서버는 운영자 또는 제3자 응용 서버로부터 제공되는 응용 레이어 ID들을 개인 표현 코드들에 맵핑한다. 예를 들어, “adam@example.com”과 같은 응용 레이어 ID는 “GTER543\$#2FSJ67DFSF”와 같은 개인 표현 코드에 맵핑될 수 있다. 이 맵핑은 네트워크의 응용 서버로부터 받은 파라미터들(예컨대, 맵핑 알고리즘, 키 값 등)에 기반하여 수행될 수 있다.

[0237] 6. ProSe 서버는 도출된 표현 코드들을 3GPP layers에게 응답한다. 3GPP layers는 요청된 응용 레이어 ID에 대한 표현 코드들이 성공적으로 수신되었음을

ProSe 가능 응용 프로그램에게 알린다. 그리고, 응용 레이어 ID와 표현 코드들 간의 맵핑 테이블을 생성한다.

- [0238] 7. ProSe 가능 응용 프로그램은 3GPP layers에게 발견 절차를 시작하도록 요청한다. 즉, 제공된 ‘친구’들 중 하나가 단말 A의 근처에 있고 직접 통신이 가능할 때 발견을 시도하도록 한다. 3GPP layers는 단말 A의 개인 표현 코드(즉, 상기 예에서 “adam@example.com”의 개인 표현 코드인 “GTER543\$#2FSJ67DFSF”)를 알린다(announce). 이를 이하에서 ‘어나운스’라 칭한다. 해당 응용 프로그램의 응용 레이어 ID와 개인 표현 코드 간의 맵핑은, 이러한 맵핑관계를 미리 수신한 ‘친구’들만 알 수 있고 그 맵핑을 수행할 수 있다.
- [0239] 8. 단말 B는 단말 A와 동일한 ProSe 가능 응용 프로그램을 운용 중이고, 전술한 3 내지 6 단계를 실행했다고 가정하자. 단말 B에 있는 3GPP layers는 ProSe 발견을 실행할 수 있다.
- [0240] 9. 단말 B가 단말 A로부터 전술한 어나운스를 수신하면, 단말 B는 상기 어나운스에 포함된 개인 표현 코드가 자신이 알고 있는 것인지 및 응용 레이어 ID와 맵핑되는지 여부를 판단한다. 8 단계에서 설명하였듯이, 단말 B 역시 3 내지 6 단계를 실행하였으므로, 단말 A에 대한 개인 표현 코드, 개인 표현 코드와 응용 레이어 ID와의 맵핑, 해당 응용 프로그램이 무엇인지를 알고 있다. 따라서, 단말 B는 단말 A의 어나운스로부터 단말 A를 발견할 수 있다. 단말 B 내에서 3GPP layers는 ProSe 가능 응용 프로그램에게 “adam@example.com”를 발견하였음을 알린다.
- [0241] 도 13에서는 단말 A, B와 ProSe 서버, 응용 서버 등을 모두 고려하여 발견 절차를 설명하였다. 단말 A, B 간의 동작 측면에 국한하여 보면, 단말 A는 어나운스라고 불리는 신호를 전송(이 과정을 어나운스먼트라 칭할 수 있음)하고, 단말 B는 상기 어나운스를 수신하여 단말 A를 발견한다. 즉, 각 단말에서 행해지는 동작들 중 다른 단말과 직접적으로 관련된 동작은 한 가지 단계뿐이라는 측면에서, 도 13의 발견 과정은 단일 단계 발견 절차라 칭할 수도 있다.
- [0242] 도 14는 ProSe 직접 발견 과정의 다른 실시예이다.
- [0243] 도 14에서, 단말 1 내지 4는 특정 GCSE(group communication system enablers) 그룹에 포함된 단말들이라고 하자. 단말 1은 발견자(discoverer)이고, 단말 2, 3, 4는 발견되는 자(discoveree)라고 가정하자. 단말 5는 발견 과정과 무관한 단말이다.
- [0244] 단말 1 및 단말 2-4는 발견 과정에서 다음 동작을 수행할 수 있다.
- [0245] 먼저, 단말 1은 상기 GCSE 그룹에 포함된 임의의 단말이 주위에 있는지 발견하기 위하여 타겟 발견 요청 메시지(targeted discovery request message, 이하 발견 요청 메시지 또는 M1으로 약칭할 수 있다)를 브로드캐스트한다. 타겟 발견 요청 메시지에는 상기 특정 GCSE 그룹의 고유한 응용 프로그램 그룹 ID 또는 레이어-2 그룹 ID를 포함할 수 있다. 또한, 타겟 발견 요청 메시지에는 단말 1의

고유한 ID 즉, 응용 프로그램 개인 ID를 포함할 수 있다. 타겟 발견 요청 메시지는 단말 2, 3, 4 및 5에 의하여 수신될 수 있다.

[0246] 단말 5는 아무런 응답 메시지를 전송하지 않는다. 반면, 상기 GCSE 그룹에 포함된 단말 2, 3, 4는 상기 타겟 발견 요청 메시지에 대한 응답으로 타겟 발견 응답 메시지(Targeted discovery response message, 이하 발견 응답 메시지 또는 M2로 약칭할 수 있다)를 전송한다. 타겟 발견 응답 메시지에는 이 메시지를 전송하는 단말의 고유한 응용 프로그램 개인 ID가 포함될 수 있다.

[0247] 도 14에서 설명한 ProSe 발견 과정에서 단말들 간의 동작을 살펴보면, 발견자(단말 1)는 타겟 발견 요청 메시지를 전송하고, 이에 대한 응답인 타겟 발견 응답 메시지를 수신한다. 또한, 발견되는 자(예를 들어, 단말 2)도 타겟 발견 요청 메시지를 수신하면 이에 대한 응답으로 타겟 발견 응답 메시지를 전송한다. 따라서, 각 단말은 2 단계의 동작을 수행한다. 이러한 측면에서 도 14의 ProSe 발견 과정은 2단계 발견 절차라 칭할 수 있다.

[0248] 상기 도 14에서 설명한 발견 절차에 더하여, 만약 단말 1(발견자)이 타겟 발견 응답 메시지에 대한 응답으로 발견 확인 메시지(discovery confirm message, 이하 M3로 약칭할 수 있다)를 전송한다면 이는 3단계 발견 절차라 칭할 수 있다.

[0249]

[0250] 이제 본 발명에 대해 설명한다.

[0251] LTE-A에서 제공하는 근접 서비스(ProSe)는 재난 상황에서 공용 안전(public safety)를 위해 사용될 수 있다. 근접 서비스를 이하에서 D2D 동작이라 칭할 수 있다. D2D 동작은 D2D 발견 신호의 전송/수신, D2D 제어 정보 및 데이터 송수신을 위한 D2D 통신(communication) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나 이하에서는 주로 D2D 통신을 예로 들어 설명한다.

[0252] D2D 동작의 연속성을 보장하기 위해 단말이 예외적 자원을 사용하는 것이 허용될 수 있다. 예를 들어, 단말과 네트워크 간에 물리 계층의 문제나 무선 링크 실패와 같이 문제가 발생한 경우, 단말은 네트워크로부터 D2D 동작을 위한 자원 할당을 더 이상 받을 수 없을 수 있다. 이 경우, 단말은 예외적 자원을 사용하여 D2D 통신에 따른 신호를 전송하는 것이 허용될 수 있다. 구체적으로 단말은 상기 예외적 자원에서 특정 자원을 스스로 선택하여 D2D 통신에 따른 신호를 전송할 수 있다.

[0253] 그런데, 종래, 상기 예외적 자원은 단말이 서빙 셀로부터 서비스를 받는 주파수에서 D2D 동작을 수행하는 것을 전제로 하여 정해졌다. 따라서, 단말이 서빙 셀로부터 서비스를 받는 서빙 주파수와 D2D 동작을 수행하는 주파수가 서로 다른 경우 즉, 주파수 간 D2D 동작(inter-frequency D2D operation)을 수행하는 경우, 서빙 주파수에서 정해진 예외적 자원의 적용 여부가 불명확하고, 어떤 자원을 D2D 동작을 수행하는 주파수에서 예외적 자원으로 적용해야 하는지도 불명확하였다.

[0254] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 D2D 동작 방법을 나타낸다.

- [0255] 도 15를 참조하면, 제1 주파수의 제1 셀은 단말의 서빙 셀(serving cell)일 수 있다. 단말은 제1 주파수의 제1 셀과 RRC 연결을 맺는다(S210).
- [0256] 단말은 상기 제1 셀 및 제2 주파수의 제2 셀 중 어느 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행한다(S220). 제1 주파수와 제2 주파수는 서로 다른 주파수이다. 제1 셀은 상기 단말에 대한 서빙 셀, 제2 셀은 상기 단말에 대하여 이웃 셀(neighboring cell)일 수 있다. 반송파 집성(carrier aggregation) 상황에서라면, 제1 셀은 상기 단말이 네트워크와 RRC 연결을 유지하는 프라이머리 셀(primary cell), 제2 셀은 프라이머리 셀에 추가되는 세컨더리 셀(secondary cell)일 수 있다.
- [0257] 이 때, 제1 셀 및 제2 셀 중 어느 셀에서 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라질 수 있다.
- [0258] 즉, 제1 셀에서 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용하여 상기 D2D 통신을 수행할 수 있다. 반면, 제2 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원은 사용하지 않고 제2 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용하여 D2D 통신을 수행한다.
- [0259] 제1 셀은 상기 단말이 RRC 연결을 맺고 있는 셀이므로 상기 단말에 대해 프라이머리 셀(primary cell)이 된다. 프라이머리 셀에서는 예외적 자원을 정의할 수 있다. 상기 예외적 자원은 특별히 규정된 경우를 제외하면, 주파수 간 D2D 동작을 위해 사용되어서는 안된다. 예를 들어, 단말이 네트워크와 RRC 연결을 맺고 있는 프라이머리 셀의 주파수가 f1이고, 상기 단말이 D2D 동작을 수행하는 주파수가 f2이며, 상기 f1, f2가 서로 다른 주파수일 수 있다. 이 경우, 단말은 f1의 프라이머리 셀에서 제공되는 D2D 동작을 위한 예외적 자원을 f2에서 사용할 수 없는 것이다.
- [0260] 일반화하면, 단말은 예외 상황에 대한 진입 조건(entry condition) 또는 예외 상황에 대한 탈출 조건(exit condition)을 평가한 주파수에서 D2D 동작을 수행하는 경우에 한해, 상기 주파수의 셀이 제공한 D2D 동작을 위한 예외적 자원을 사용하는 것이 허용될 수 있다.
- [0261] RRC 연결 상태인 단말의 진입 조건은 1) 물리 계층 문제를 검출하고, T310을 시작, 2) 무선 링크 실패가 발생하고, RRC 연결 재확립을 시작하는 경우 T311을 시작, 3) RRC 연결 재확립 요청을 전송하고 T301을 시작하는 것일 수 있다.
- [0262] RRC 아이들 상태인 단말의 진입 조건은 1) SIB 18이 모드 2 자원을 설정하지 않고, 단말이 연결 확립을 수행하는 것일 수 있다. 단말은 최초 T300 만료 시점부터 SIB 18에서 제공되는 예외적 자원을 사용할 수 있다.
- [0263] 탈출 조건은 RRC 연결 상태인 단말에 대해 T310, T311, T301 중 어느 것도 동작 중이지 않는 것일 수 있다.
- [0264] 다음 표는 상기 타이머들을 설명한다.
- [0265] [표 2]
- [0266]

타이머 (Timer)	시작(Start)	멈춤(Stop)	만료(At expiry)
T300	<i>RRConnectionRequest</i> 의 전송 (Transmission of <i>RRConnectionRequest</i>)	<i>RRConnectionSetup</i> 또는 <i>RRConnectionReject</i> 메시지의 수신, 셀 재선택 및 상위 계층에 의하여 연결 확립 중단(Reception of <i>RRConnectionSetup</i> or <i>RRConnectionReject</i> message, cell re-selection and upon abortion of connection establishment by upper layers)	(MAC 리셋, MAC 설정 해제 및 RLC 재확립 등의 절차 수행)
T301	<i>RRConnectionReestablishmentRequest</i> 의 전송 (Transmission of <i>RRConnectionReestablishmentRequest</i>)	<i>RRConnectionReestablishment</i> 또는 <i>RRConnectionReestablishmentReject</i> 메시지의 수신, 선택한 셀이 비정규셀이 된 경우 (Reception of <i>RRConnectionReestablishment</i> or <i>RRConnectionReestablishmentReject</i> message as well as when the selected cell becomes unsuitable)	RRC_IDLE 상태로 진행
T304	<i>RRConnectionReconfiguration</i> 메시지의 수신 (Reception of <i>RRConnectionReconfiguration</i> message)	핸드오버의 성공적 완료 기준을 충족 (Criterion for successful completion of handover within E-UTRA, handover to E-UTRA or cell change order is met)	핸드오버를 통해 셀이 변경된 경우, RRC 연결 재확립 절차를 시작
T310	프라이머리 셀에 대하여 물리 계층 문제를 검출(Upon detecting physical layer problems for the PCell)	핸드오버를 유발하고, RRC 연결 재확립 절차를 시작하게 하는 지시 정보 수신	RRC_IDLE 상태로 진행하거나 RRC 연결 재확립 절차 시작
T311	RRC 연결 재확립 절차 시작 (Upon initiating the RRC connection re-establishment procedure)	정규 셀(E-UTRA) 또는 다른 RAT를 사용하는 셀을 선택(Selection of a suitable E-UTRA cell or a cell using another RAT.)	RRC_IDLE 상태로 진입

[0267] 단말은 진입 조건이 만족되는 셀의 주파수에서 D2D 동작을 수행하려고 하는 경우에 한해, 상기 셀이 제공하는 D2D 통신을 위한 예외적 자원을 사용하는 것이 허용된다. 예를 들어, 단말이 네트워크와 RRC 연결을 맺고 있는 프라이머리 셀의 주파수가 f1이고, 상기 단말이 D2D 동작을 수행하는 주파수가 f2이며, 상기 f1, f2가 서로 다른 주파수일 수 있다. 프라이머리 셀에서 진입 조건이 만족되고, 프라이머리 셀에서 D2D 동작을 수행하는 경우, 단말은 상기 f1의 프라이머리 셀이 제공하는 D2D 동작을 위한 예외적 자원을 f1에서 사용할 수 있는 것이다. 예컨대, 프라이머리 셀에서 물리 계층 문제를 검출하고, T310을 시작하는 진입 조건을 만족하면서, 상기 프라이머리 셀에서 D2D 동작을 수행하는 경우에 한하여 상기 프라이머리 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용할 수 있다.

[0268] 도 16은 본 발명에 따른 예외적 자원을 사용한 D2D 동작 방법을 나타낸다.

[0269] 도 16을 참조하면, 단말은 셀 1(주파수 1)으로부터 예외적 전송 자원을

지시하는 정보(commTxPoolExceptional)을 포함하는 시스템 정보를 수신한다(S401). 상기 시스템 정보는 SIB 18(system information block type 18)일 수 있으며, 브로드캐스트될 수 있다.

[0270] 다음 표는 'commTxPoolExceptional'을 포함하는 SIB 18을 예시한다.

[0271] [표 3]

[0272]

```

-- ASN1START

SystemInformationBlockType18-r12 ::= SEQUENCE {
    commConfig-r12                SEQUENCE {
        commRxPool-r12            SL-CommRxPoolList-r12,
        commTxPoolNormalCommon-r12 SL-CommTxPoolList-r12  OPTIONAL,-- Nccd OR
        commTxPoolExceptional-r12 SL-CommTxPoolList-r12  OPTIONAL,-- Need OR
        commSyncConfig-r12        SL-SyncConfigList-r12  OPTIONAL-- Need OR
    }
    lateNonCriticalExtension      OCTET STRING              OPTIONAL,
    ...
}

-- ASN1STOP

```

[0273] 상기 표 3에서 'commRxPool'은 RRC 아이들 상태 및 RRC 연결 상태 동안 단말이 D2D 신호를 수신하는 것이 허용된 자원들을 지시한다.

'commTxPoolNormalCommon'은 RRC 아이들 상태에서 단말이 D2D 통신에 의한 신호를 전송하는 것이 허용된 자원들을 지시한다.

'commTxPoolNormalCommon'의 사용을 확장하기 위하여 RRC 연결 상태에서 프라이머리 주파수가 아닌 다른 주파수를 통해 D2D 동작에 의한 신호를 전송하는 것이 허용된 자원들을 지시하도록 설정하는 것을 고려할 수 있다.

'commTxPoolExceptional'은 예외적인 조건 하에서 단말이 D2D 통신에 의한 신호를 전송하는 것이 허용된 자원들을 지시한다. 단말은 단말 특정적 시그널링을 통하여 단말이 RRC 연결 상태에서 사용하는 자원을 지시하는 'commTxPoolNormalDedicated'이 설정될 수 있다. 즉, 단말은 기본적으로 'commTxPoolNormalCommon' 또는 'commTxPoolNormalDedicated'에 의해 지시되는 자원들을 이용하여 D2D 동작에 의한 신호를 전송하나, 예외적인 조건에서 예외적인 자원 즉, 'commTxPoolExceptional'에 의하여 지시되는 자원을 이용하여 D2D 통신에 의한 신호를 전송할 수 있다.

[0274] 단말은 셀 1과의 관계에서 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패(RLF)를 경험한다(S402). 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패가 상기 예외적인 조건에 해당할 수 있다.

[0275] 단말은 셀 1으로부터 수신한 예외적 자원을 지시하는 정보가 지시하는 자원 풀을 이용하여 주파수 1에서 D2D 통신을 수행한다(S403).

[0276] 전술한 바와 같이, 물리 계층 문제가 무선 링크 실패를 검출한 것은 진입 조건이며, 단말은 셀 1(주파수 1)에 대해 진입 조건을 만족하므로 셀 1이 제공한 예외적 자원을 사용하여 주파수 1에서의 D2D 통신을 수행할 수 있다.

- [0277] 도 16의 과정을 보다 구체적으로 설명한다. 단말이 상위 계층에 의하여 D2D 통신을 전송하도록 설정되고, D2D 통신에 의하여 전송할 데이터를 가지고 있다면, 다음과 같이 동작할 수 있다.
- [0278] 단말이 D2D 통신을 위하여 사용할 주파수에 대해 네트워크 커버리지 내에 있고, RRC 연결 상태에 있으며, D2D 통신을 위해 프라이머리 셀을 사용하는 경우라고 가정해 보자.
- [0279] 이 경우, 현재 프라이머리 셀 또는 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패가 검출된 프라이머리 셀에 의하여 D2D 통신을 위한 자원인 'commTxResources'가 스케줄링되도록 설정되었다면,
- [0280] 1) T310 또는 T311이 동작 중이고, 'commTxPoolExceptional'을 포함하는 SIB 18이 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패를 검출한 프라이머리 셀에서 브로드캐스트되거나, 또는
- [0281] 2) T301이 동작 중이고, 단말이 RRC 연결 재확립을 시작한 셀이 'commTxPoolExceptional'을 포함하는 SIB 18을 브로드캐스트하면,
- [0282] 상기 단말은 D2D 제어 정보와 해당 데이터를 상기 'commTxPoolExceptional'의 최초 엔트리에 의하여 지시되는 자원 풀을 이용하여 전송할 수 있다.
- [0283] 그 이외의 경우, 예를 들어, T310, T311, T301이 동작 중이지 않거나 프라이머리 셀이 'commTxPoolExceptional'을 포함하는 SIB 18을 제공하지 않는 경우 등에 있어서는, 단말은 네트워크에게 D2D 통신을 위한 자원을 할당해 줄 것을 요청한다.
- [0284] 단말에게 'commTxPoolNormalDedicated'이 설정되어 있다면, 단말은 D2D 제어 정보 및 해당 데이터를 상기 'commTxPoolNormalDedicated'에 의하여 지시되는 자원 풀을 이용하여 전송할 수 있다. 예를 들어, 'commTxPoolNormalDedicated'의 첫 번째 엔트리에 의하여 지시되는 자원 풀을 이용하여 전송할 수 있다.
- [0285] 도 16에서는 단말이 D2D 동작을 수행하는 주파수와 서빙 셀로부터 서비스를 받는 서빙 주파수가 동일한 경우에 대해 설명하였다.
- [0286] 도 17은 본 발명에 따른 예외적 자원을 사용한 D2D 동작 방법의 다른 예이다.
- [0287] 도 17의 단말은 D2D 동작을 수행하는 주파수와 서빙 셀로부터 서비스를 받는 서빙 주파수가 서로 다른 경우 즉, 주파수 간 D2D 동작을 수행하는 단말이다.
- [0288] 도 17을 참조하면, 단말은 셀 1(주파수 1)에 캠프 온(camp on)하고 있는 단말로 RRC 아이들 상태인 단말일 수 있다.
- [0289] 단말은 셀1으로부터 예외적 자원을 지시하는 정보를 포함하는 시스템 정보를 수신한다(S501). 상기 시스템 정보는 브로드캐스트될 수 있다.
- [0290]
- [0291] 단말이 주파수 2에서 D2D 동작을 수행하고자 한다고 가정해 보자. 주파수 2의 셀 2가 D2D 통신에 따른 신호 전송에 사용될 수 있는 자원을 지시하는 정보(commTxPoolNormalCommon)을 브로드캐스트할 수 있다(S502). 이 경우, 단말은 셀 2가 전송한 상기 'commTxPoolNormalCommon'가 지시하는 자원 풀을

이용하여 D2D 통신을 수행할 수 있다(S503).

- [0292] 한편, 단말은 현재 자신의 서빙 셀인 셀 1에 대해 RRC 연결을 시도할 수 있다. 이를 위해 단말은 셀 1에게 RRC 연결 요청을 전송할 수 있다(S504). RRC 연결 요청을 전송할 때 T300을 시작한다. T300이 만료될 때까지 RRC 연결 설정(RRC connection setup)을 수신하지 못하면 RRC 연결은 실패가 된다.
- [0293] 이러한 경우, 단말은 셀 1이 제공하는 예외적 자원을 사용하지 않고, 셀 2가 제공하는 'D2D 통신에 따른 신호 전송에 사용될 수 있는 자원을 지시하는 정보(commTxPoolNormalCommon)'가 지시하는 자원을 이용하여 D2D 통신에 따른 신호를 전송할 수 있다.
- [0294] 단말이 D2D 통신을 수행하고자 하는 주파수는 셀 1이 위치하는 주파수 1이 아니라 셀 2가 위치하는 주파수 2이므로, 셀 1이 제공하는 예외적 자원을 사용하지 않는 것이다. 즉, 단말이 T300의 만료 등의 진입 조건을 평가한 주파수는 주파수 1 이고, D2D 동작을 수행하려는 주파수 2이므로, 주파수 1의 셀 1이 제공하는 예외적 자원을 D2D 동작에 사용하지 않는 것이다. 단말이 불필요한 진입 조건을 평가하는 것을 피하기 위해, 단말이 D2D 동작을 수행하고자 하는 주파수와 진입 조건 평가 대상과 연관된 셀의 주파수가 동일한 경우에만 진입 조건 평가를 수행하는 것이 가능하다. 예를 들어, T300 만료, T310의 시작, T311의 시작 등과 연관된 셀은 단말의 현재 PCell이다.
- [0295]
- [0296] 도 17에 따르면, 단말은 서빙 주파수가 아닌 다른 주파수에서 D2D 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 단말은 주파수 1의 셀 1을 프라이머리 셀로 가지며 RRC 연결을 맺고 있는데, 주파수 2의 셀 2에서 D2D 통신을 수행해야 할 수 있다. 여기서 셀 2의 주파수 2는 셀 1의 주파수 1과 다르다고 가정할 수 있다.
- [0297] 이 경우, 상기 셀 2가 SIB 18을 브로드캐스트하고, 상기 SIB 18이 'commTxPoolNormalCommon'을 포함한다면 단말은 D2D 제어 정보 및 해당 데이터를 상기 'commTxPoolNormalCommon'에 의하여 지시되는 자원 풀을 이용하여 전송할 수 있다.
- [0298] 셀 2가 SIB 18을 브로드캐스트하되 'commTxPoolNormalCommon'을 포함하고 있지 않은 경우, 단말이 RRC 연결 확립 절차를 시작한 셀 2가 'commTxPoolExceptional'을 포함하는 SIB 18을 브로드캐스트한다면, T300이 종료된 시점부터 D2D 통신 설정을 포함하는 RRC 연결 재설정을 수신할 때까지 'commTxPoolExceptional'의 첫번째 엔트리에 의하여 지시되는 자원 풀을 이용하여 D2D 통신 제어 정보 및 데이터를 전송할 수 있다.
- [0299] 단말이 D2D 통신을 수행하려는 주파수에서 네트워크 커버리지 바깥에 있다면, D2D 통신 관련 제어 정보 및 해당 데이터를 미리 정해진 자원을 이용하여 전송할 수 있다.
- [0300] 도 16, 17의 내용을 정리하면 다음과 같다.
- [0301] 단말이 특정 셀(즉, 프라이머리 셀)에 의하여 서비스를 받고 있고 주파수 간

D2D 동작을 수행하려 한다고 가정해보자. 즉, 단말이 상기 프라이머리 셀이 속한 주파수가 아닌 다른 주파수에서 D2D 동작을 수행하려 한다고 가정해보자. 이 경우, 상기 단말은 상기 프라이머리 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용하는 것이 허용되지 않는다.

[0302] 반면, 단말이 상기 프라이머리 셀에서 D2D 동작을 수행하는 경우에는 상기 프라이머리 셀에 대해 진입 조건을 만족하면 상기 프라이머리 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용할 수 있다.

[0303] 도 18은 본 발명의 실시예가 구현되는 단말을 나타낸 블록도이다.

[0304] 도 18을 참조하면, 단말(1100)은 프로세서(1110), 메모리(1120) 및 RF부(radio frequency unit, 1130)을 포함한다. 프로세서(1110)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(1110)는 제1 주파수의 제1 셀과 제2 주파수의 제2 셀 중 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행한다. 이 때, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라진다. 이에 대해서는 도 15 내지 도 17을 참고하여 설명한 바 있다.

[0305] RF부(1130)은 프로세서(1110)와 연결되어 무선 신호를 송신 및 수신한다.

[0306] 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.

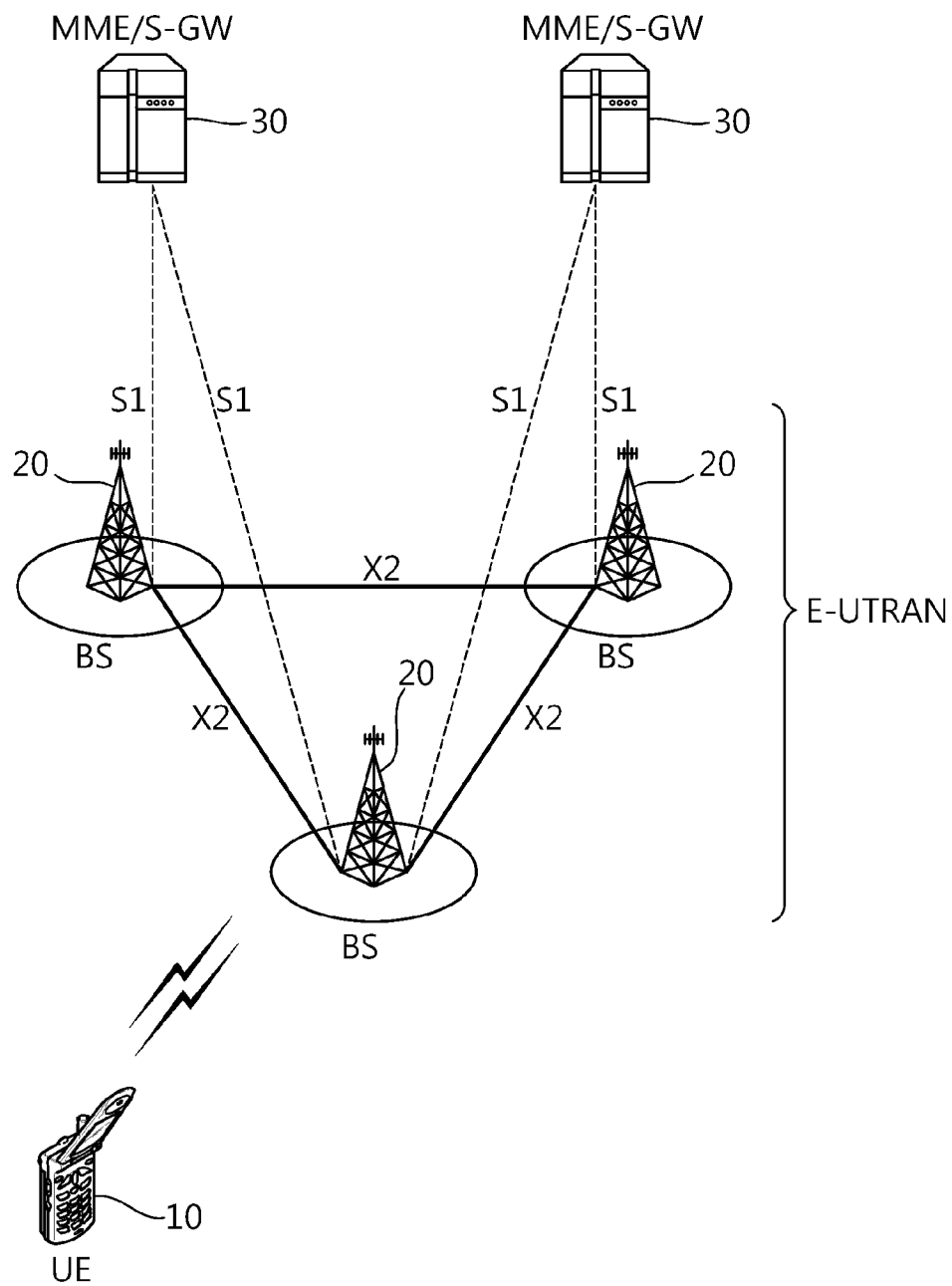
청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말이 예외적 자원(exceptional resource)를 사용하여 D2D(device-to-device) 동작을 수행하는 방법에 있어서, 제1 주파수의 제1 셀 및 제2 주파수의 제2 셀 중 하나의 셀에서 D2D 통신을 수행하되, 상기 제1 셀은 상기 단말의 서빙 셀(serving cell)이고, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이 수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용 가능 여부가 달라지는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 주파수 및 상기 제2 주파수는 서로 다른 주파수인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 단말이 상기 제1 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용할 수 있는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 제1 셀은 프라이머리 셀(primary cell)인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 단말이 상기 프라이머리 셀에서 물리 계층 문제 또는 무선 링크 실패(radio link failure)를 검출하고, 상기 프라이머리 셀이 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)을 브로드캐스트하면, 상기 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)가 지시하는 자원 풀을 이용하여 상기 D2D 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 단말이 상기 제2 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원은 사용하지 않는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서, 상기 단말이 상기 제2 셀에서 상기 D2D 통신을 수행하는 경우, 상기 제2 셀이 제공하는 예외적 자원을 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서, 상기 제2 셀이 제공하는 시스템 정보에 상기 D2D 통신을 위한 전송 자원을 설정하는 정보(commTxPoolNormalCommon)가 포함되어 있지 않고, 상기 시스템 정보가 상기 D2D 통신을 위한 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)를 포함하면, 상기 예외적 자원을 설정하는 정보(commTxPoolExceptional)가 지시하는 자원 풀을

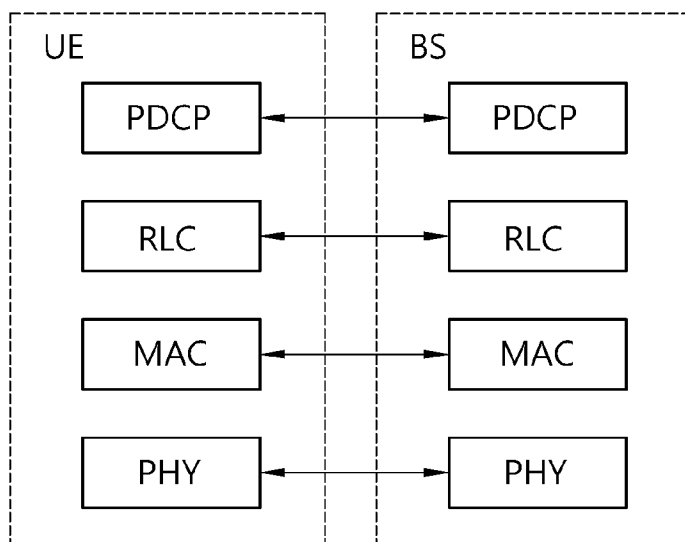
[청구항 9]

이용하여 상기 D2D 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.
단말은,
무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(Radio Frequency) 부; 및
상기 RF부와 결합하여 동작하는 프로세서;를 포함하되, 상기
프로세서는,
제1 주파수의 제1 셀 및 제2 주파수의 제2 셀 중 하나의 셀에서
D2D 통신을 수행하되,
상기 제1 셀은 상기 단말의 서빙 셀(serving cell)이고,
상기 제1 셀 및 상기 제2 셀 중 어느 셀에서 상기 D2D 통신이
수행되는지에 따라 상기 제1 셀이 제공하는 예외적 자원의 사용
가능 여부가 달라지는 것을 특징으로 하는 단말.

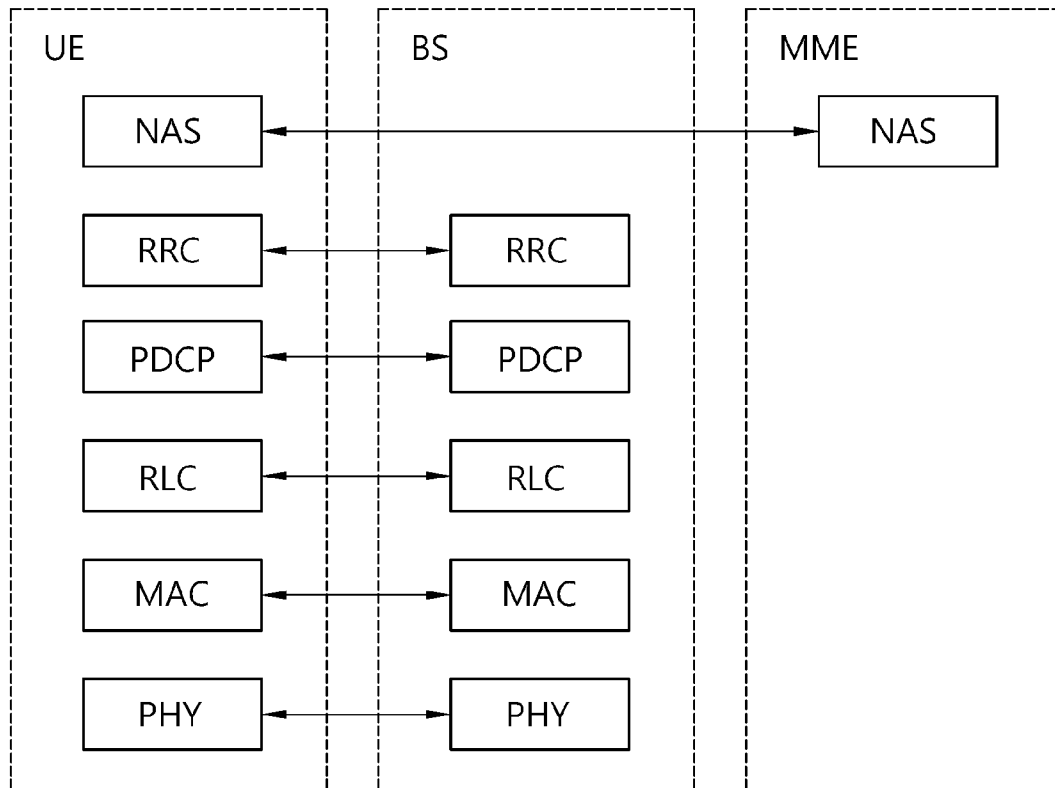
[도1]



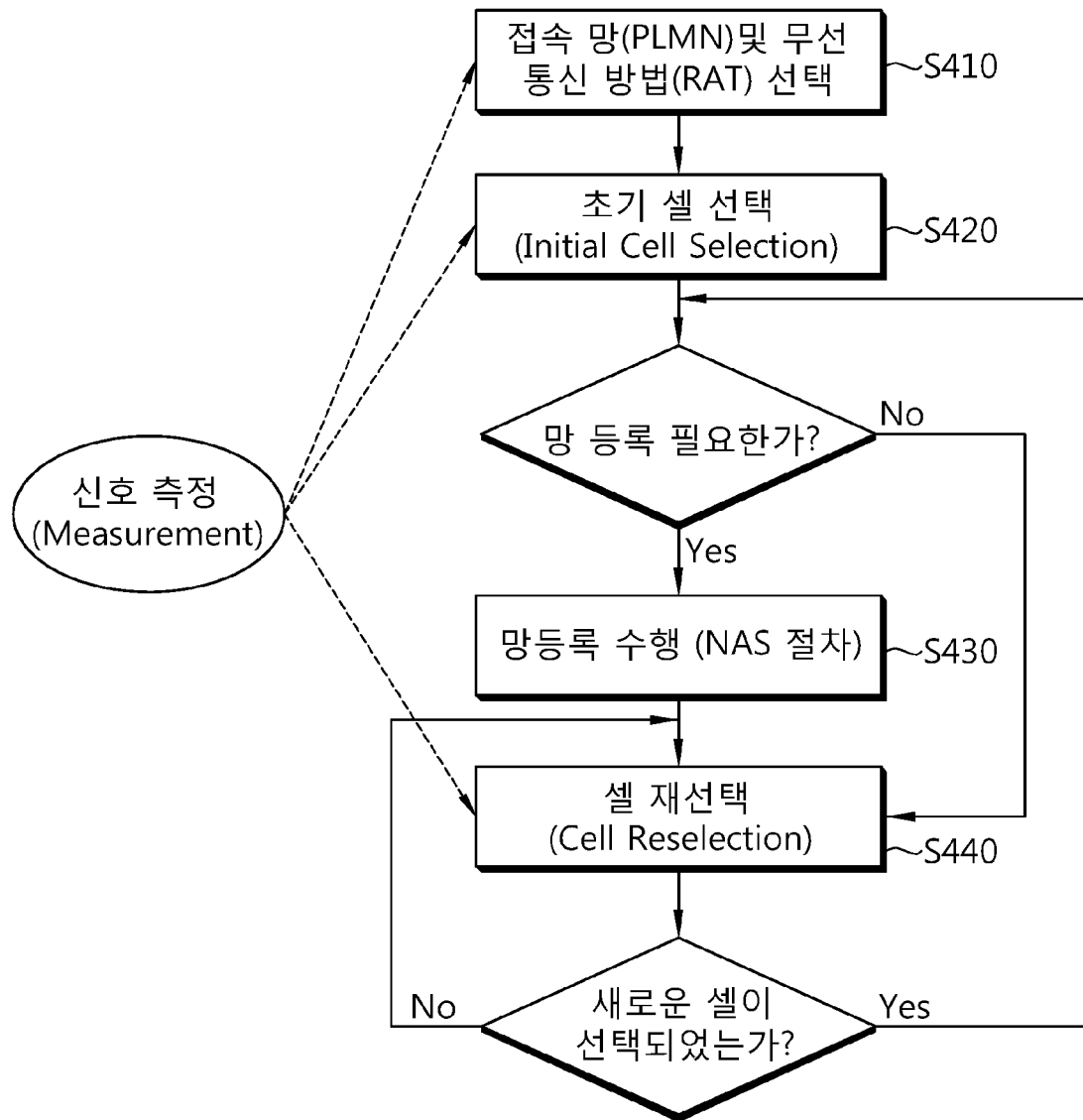
[도2]



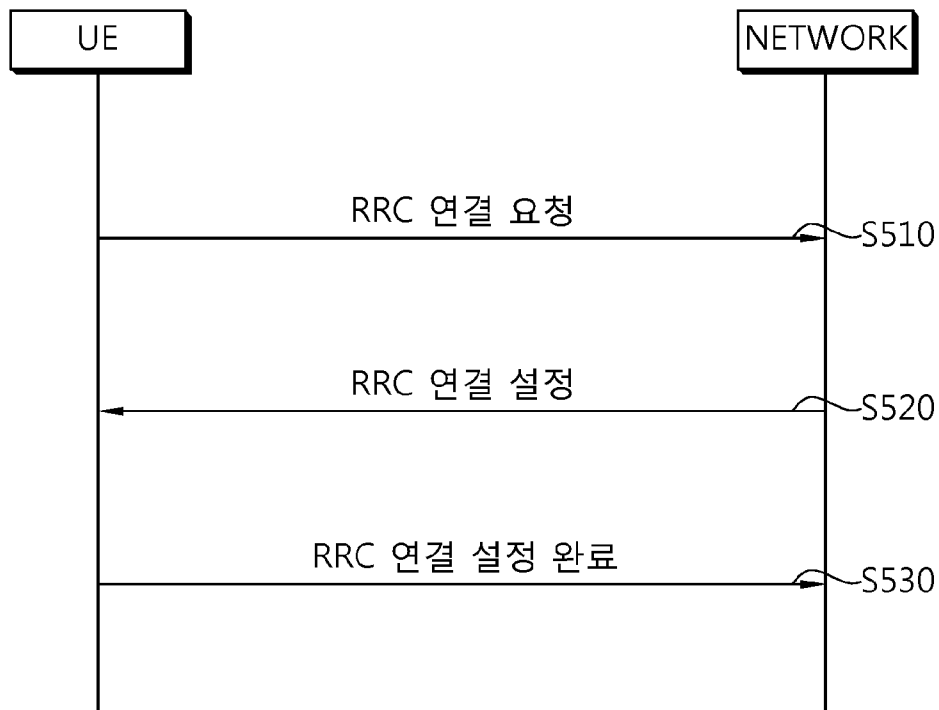
[도3]



[도4]



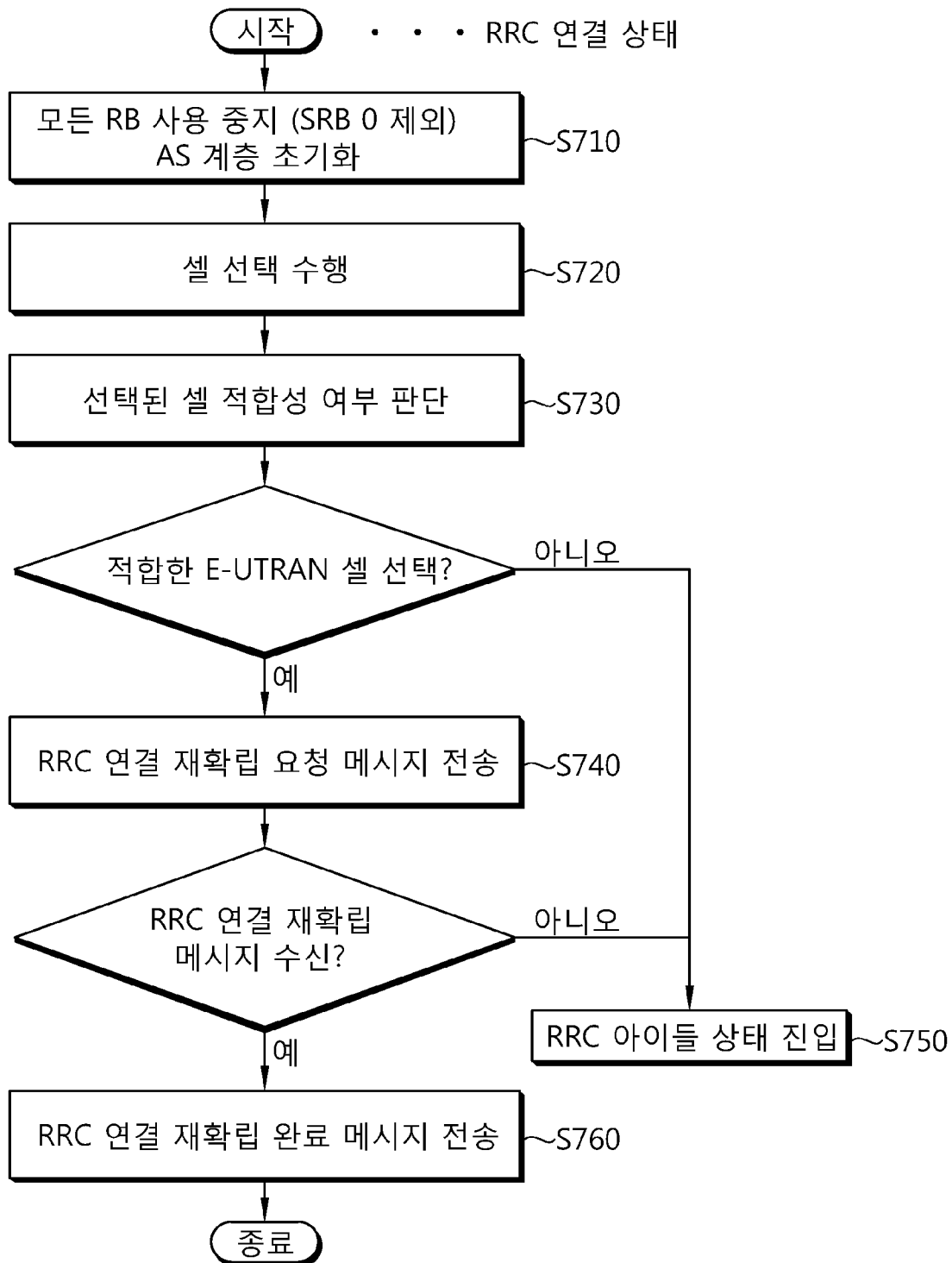
[도5]



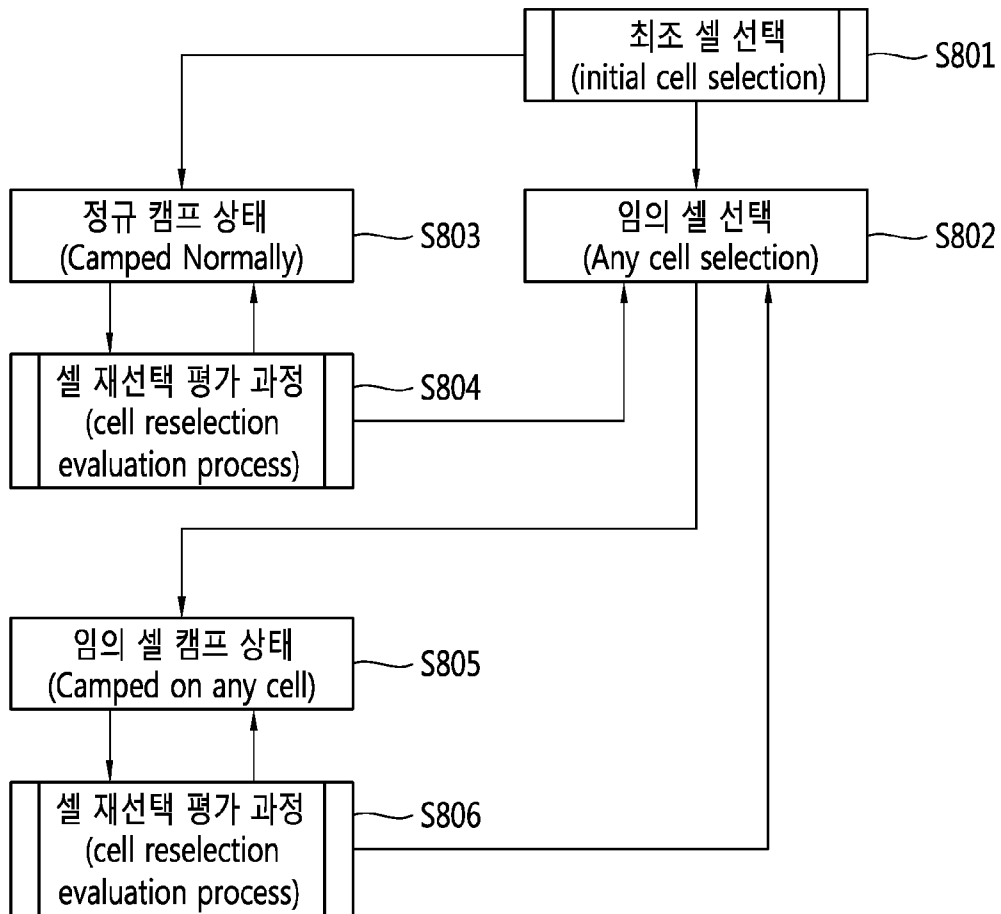
[도6]



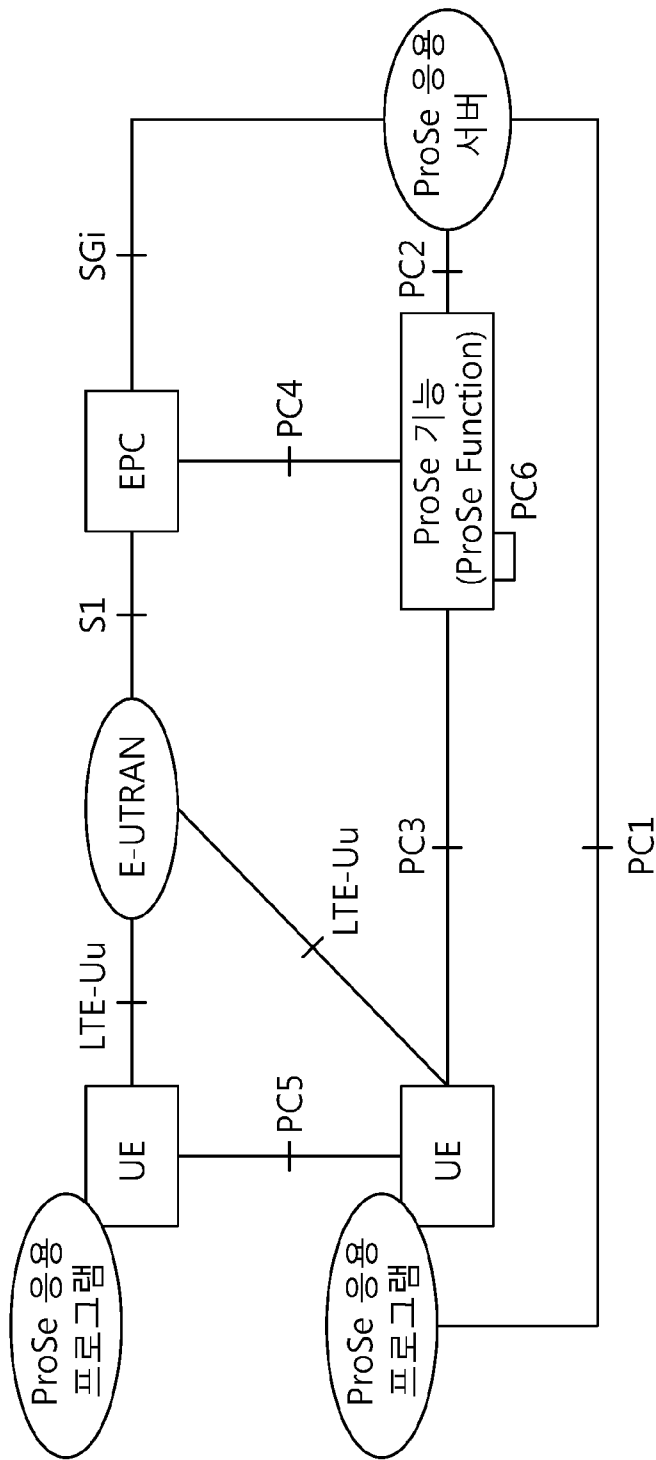
[도7]



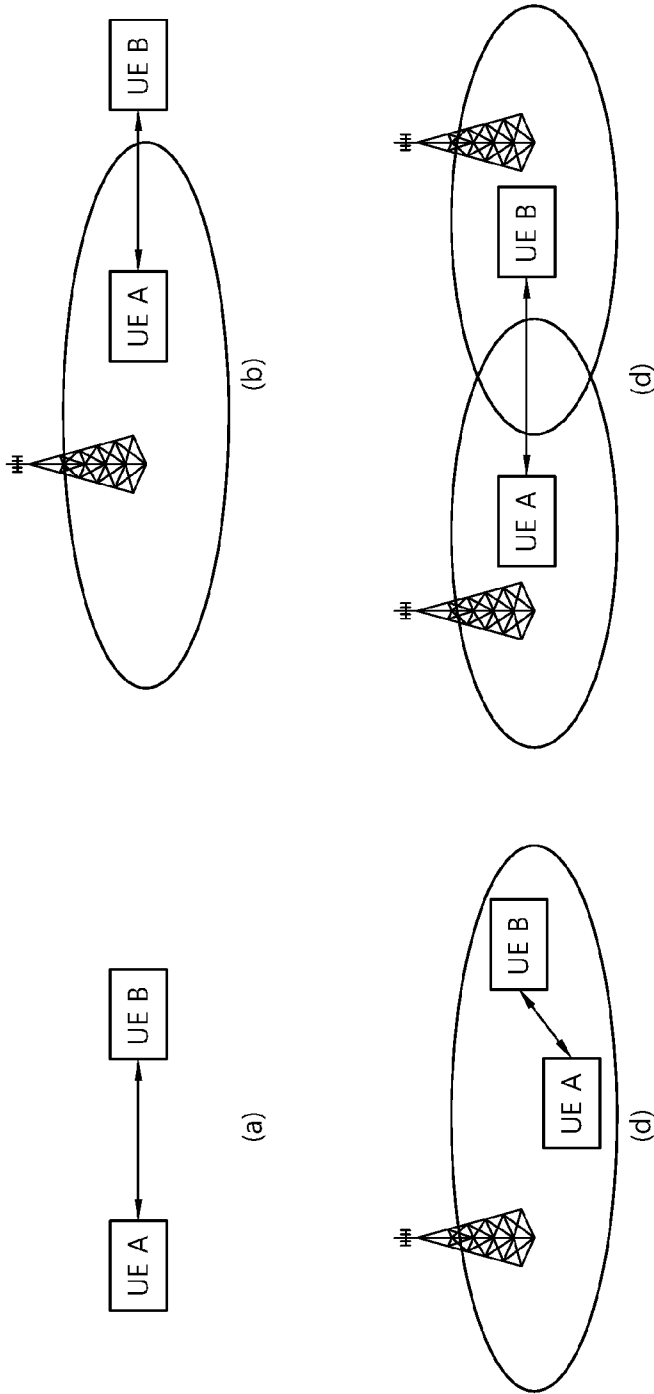
[도8]



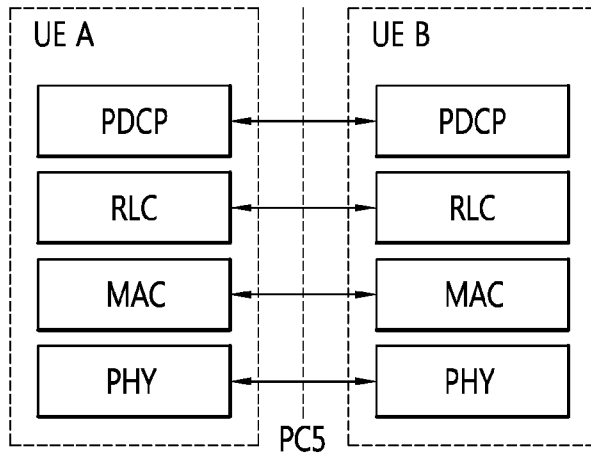
[도9]



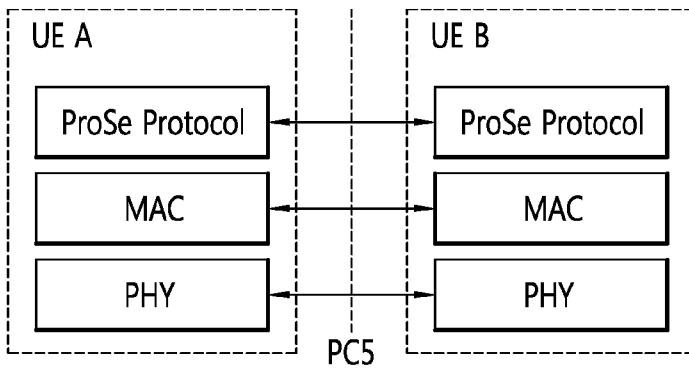
[도10]



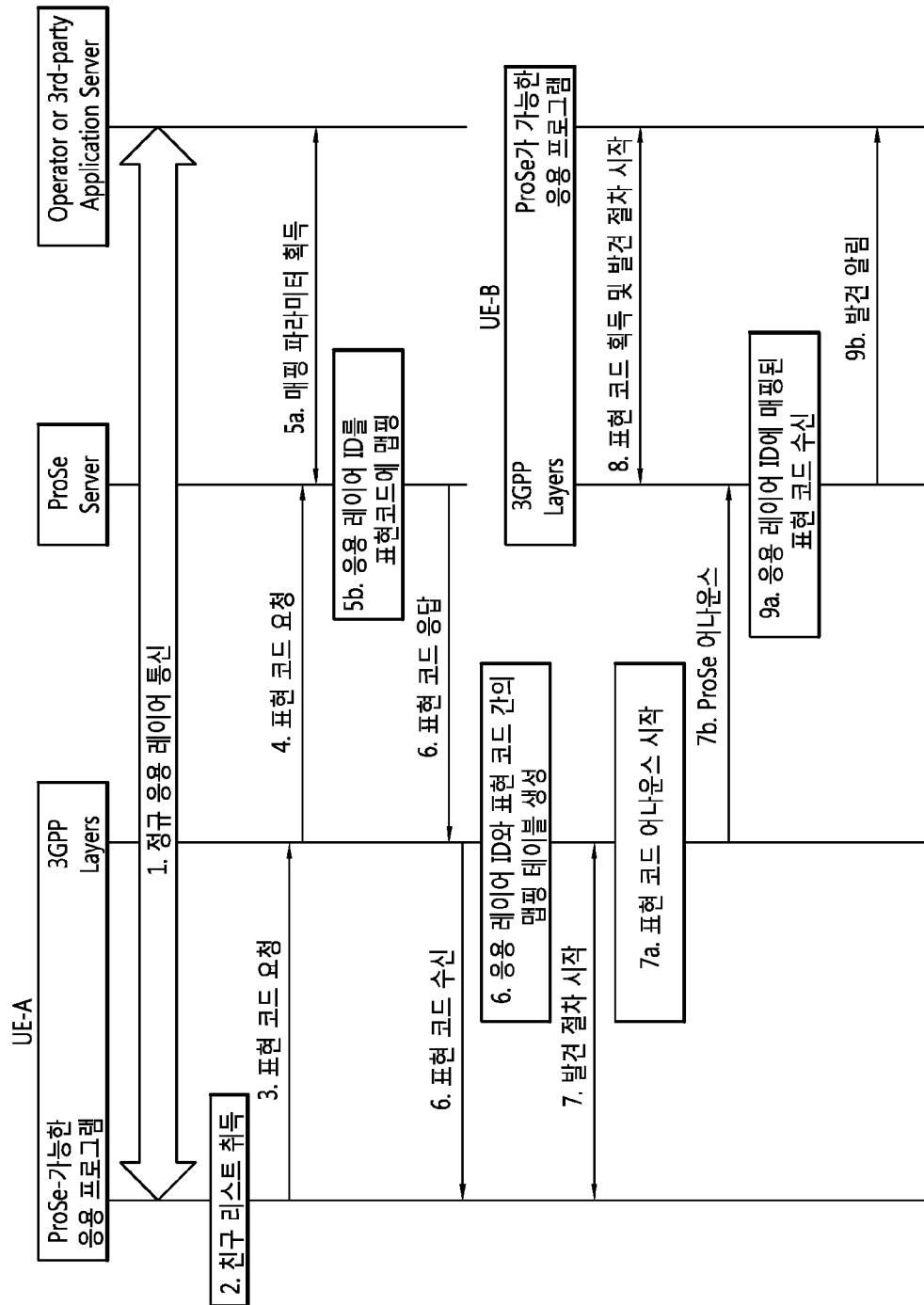
[도11]



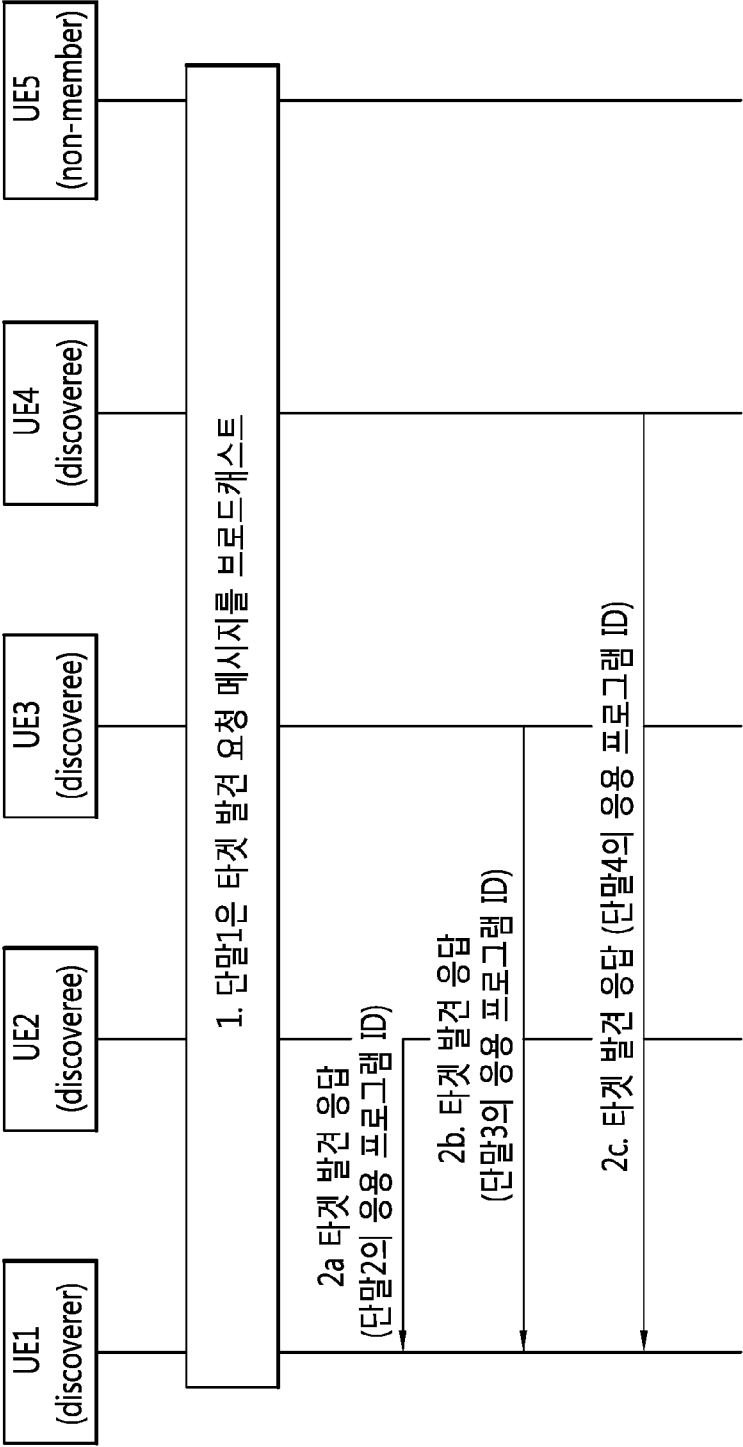
[도12]



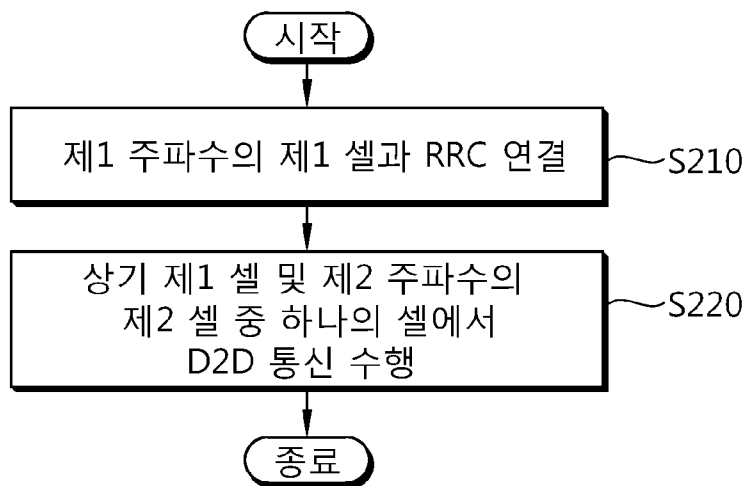
[도 13]



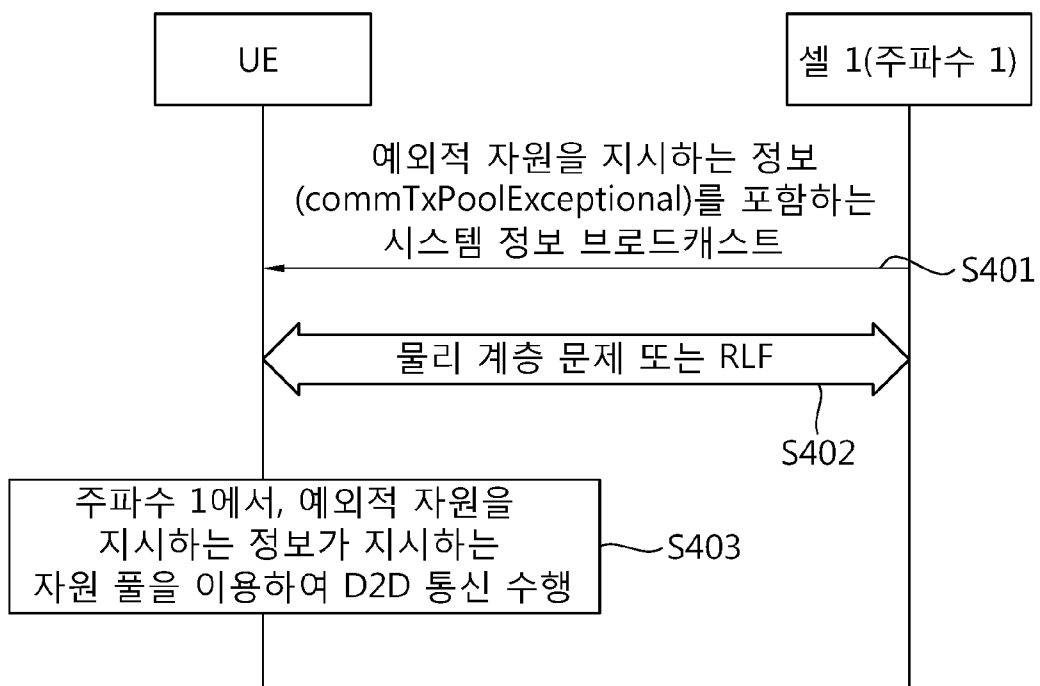
[도14]



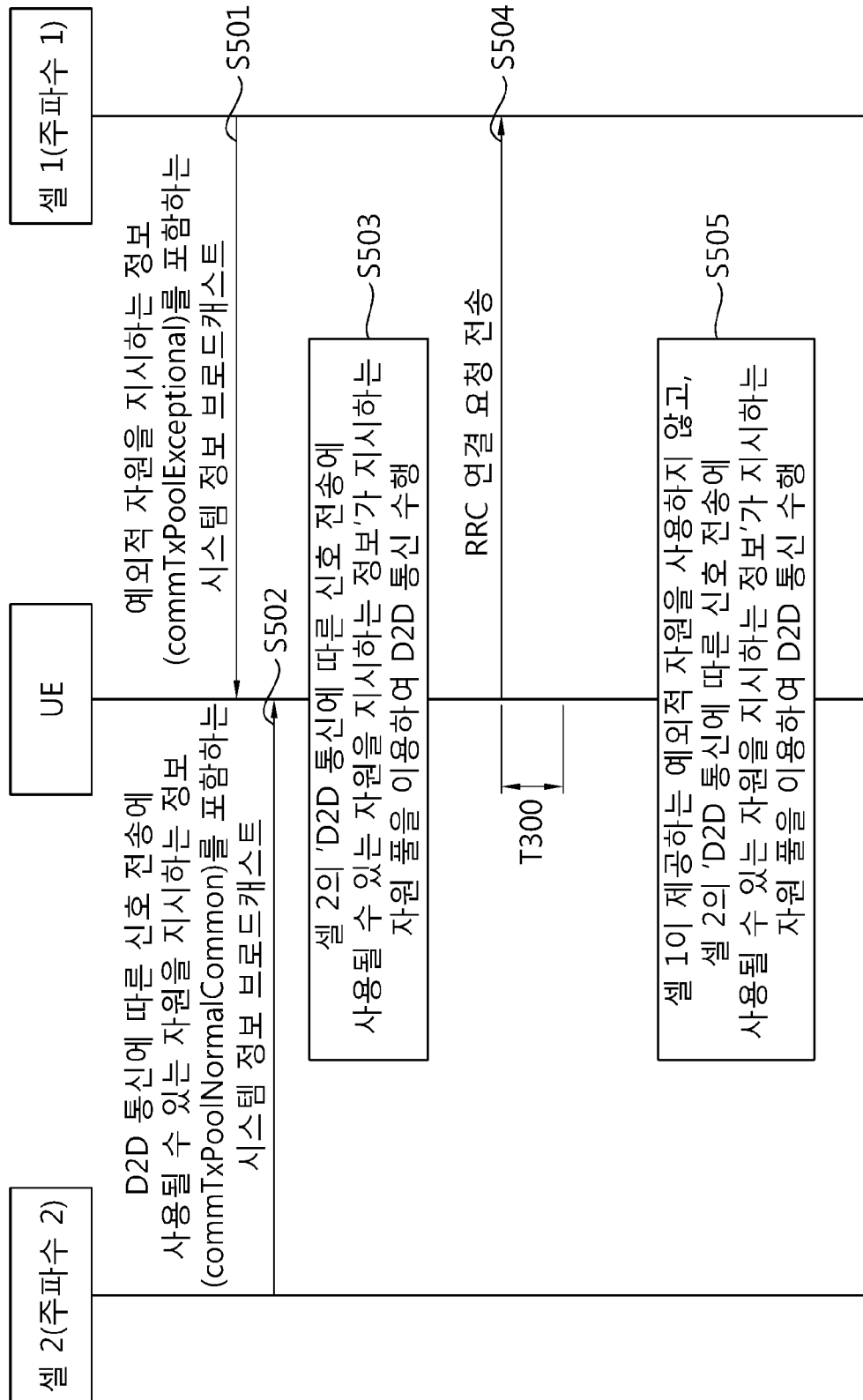
[도15]



[도16]



[도17]



[도18]

