



- (51) 국제특허분류:
H04W 28/06 (2009.01) H04W 80/00 (2009.01)
H04W 36/02 (2009.01) H04W 76/02 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/007457
- (22) 국제출원일: 2014년 8월 11일 (11.08.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0094917 2013년 8월 9일 (09.08.2013) KR
10-2014-0102074 2014년 8월 8일 (08.08.2014) KR
- (71) 출원인: 주식회사 팬택 (PANTECH CO., LTD.)
[KR/KR]; 121-904 서울시 마포구 성암로 179 (상암동
팬택계열알앤디센터빌딩), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 정명철 (JUNG, Myung Cheul); 121-904 서울시
마포구 성암로 179 (상암동 팬택계열알앤디센터빌딩),
Seoul (KR). 허강석 (HUH, Kang Suk); 121-904 서울시
마포구 성암로 179 (상암동 팬택계열알앤디센터빌딩),
Seoul (KR). 권기범 (KWON, Ki Bum); 121-904 서울시
마포구 성암로 179 (상암동 팬택계열알앤디센터빌딩),
Seoul (KR). 안재현 (AHN, Jae Hyun); 121-904 서울시
마포구 성암로 179 (상암동 팬택계열알앤디센터빌딩),
Seoul (KR).

- (74) 대리인: 에스앤아이피 특허법인 (S&IP PATENT &
LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 테헤란로 14길 5
(역삼동 삼흥역삼빌딩 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, 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, LT, 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.

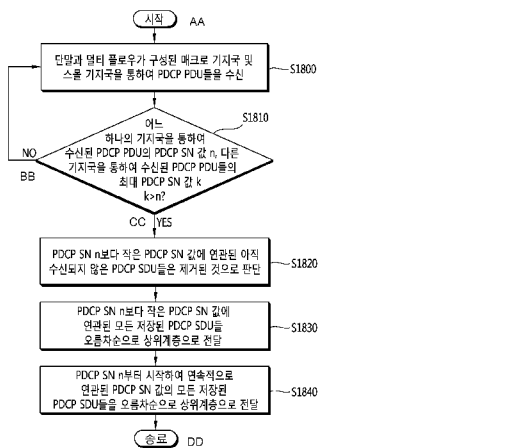
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

- (54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR REORDERING PDCP WHILE CONSIDERING MULTI-FLOW IN DUAL CONNECTIVITY SYSTEM

- (54) 발명의 명칭: 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열 방법 및 장치



S1800 ... Receive PDCP PDUs through macro eNB and small eNB having multi-flow configuration with terminal

S1810 ... When n is PDCP SN value of PDCP PDU received through one eNB, and k is maximum PDCP SN value of PDCP PDUs received through another eNB, is k > n?

S1820 ... Determine PDCP SDUs associated with PDCP SN value smaller than PDCP SN n and not yet received to have been removed

S1830 ... Deliver all saved PDCP SDUs associated with PDCP SN value smaller than PDCP SN n to upper layer, in ascending order

S1840 ... Continuously deliver all saved PDCP SDUs associated with PDCP SN value to upper layer, beginning with PDCP SN n, in ascending order

AA ... Start

BB ... NO

CC ... YES

DD ... End

(57) Abstract: The present invention relates to a method and an apparatus for reordering a PDCP while considering a multi-flow in a wireless communication system supporting dual connectivity. According to the present invention, PDCP SN values of PDCP PDUs, which are transmitted through a macro eNB and a small eNB, can be compared, the PDCP SDUs removed based on a timer can be identified, and the PDCP SDUs can be reordered. According to the present invention, when receiving a multi-flow downlink when dual connectivity is configured between a terminal and the macro eNB and the small eNB, the PDCP SDUs can be delivered to an upper layer, in ascending order, and transmission efficiency can be improved, even if the PDCP PDUs are received non-sequentially by a PDCP entity of the user equipment due to a delay of a transmission path.

(57) 요약서: 본 발명은 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열(reordering) 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 전송되는 PDCP PDU들의 PDCP SN 값의 비교 및 타이머를 기반으로 제거된 PDCP SDU들을 파악할 수 있고, PDCP SDU들의 재배열을 수행할 수 있다. 본 발명에 따르면 단말이 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우(multi flow) 하향링크 수신을 수행함에 있어, 전송경로 지연으로 인하여, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU들이 수신되더라도, 상위 계층으로 PDCP SDU들의 오름차순 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 P D C P 재배열 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열(reordering) 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 셀 내부의 핫 스팟(hotspot)과 같은 특정 지역에서는 특별히 많은 통신 수요가 발생하고, 셀 경계(cell edge) 또는 커버리지 홀(coverage hole)과 같은 특정 지역에서는 전파의 수신 감도가 떨어질 수 있다. 무선 통신 기술이 발달함에 따라, 핫 스팟이나, 셀 경계, 커버리지 홀과 같은 지역에서 통신을 가능하게 하기 위한 목적으로 매크로 셀(Macro Cell)내에 스몰 셀(small cell)들, 예를 들어, 피코 셀(Pico Cell), 펌토 셀(Femto Cell), 마이크로 셀(Micro Cell), 원격 무선 헤드(remote radio head: RRH), 릴레이(relay), 중계기(repeater)등이 함께 설치된다. 이러한 네트워크를 이중 네트워크(Heterogeneous Network: HetNet)라 부른다. 이중 네트워크 환경에서는 상대적으로 매크로 셀은 커버리지(coverage)가 큰 셀(large cell)이고, 펌토 셀과 피코 셀과 같은 스몰 셀은 커버리지가 작은 셀이다. 매크로 셀에 비하여 펌토 셀과 피코 셀과 같은 스몰 셀은 저전력을 사용함으로써 저전력네트워크(LPN: Low Power Network)라고도 한다. 이중 네트워크 환경에서 다수의 매크로 셀들 및 스몰 셀들 간에 커버리지 중첩이 발생한다.
- [3] 단말은 적어도 하나의 서빙셀을 구성하는 기지국들 중 둘 이상의 기지국을 통하여 이중 연결(dual connectivity)을 구성할 수 있다. 이중 연결은 무선 자원 제어 연결(RRC_CONNECTED) 모드에서 적어도 두 개의 서로 다른 네트워크 포인트(예, 매크로 기지국 및 스몰 기지국)에 의해 제공되는 무선 자원들을 해당 단말이 소비하는 동작(operation)이다. 이 경우 상기 적어도 두 개의 서로 다른 네트워크 포인트는 이상적이지 않은 백홀(non-ideal backhaul)로 연결될 수 있다.
- [4] 이때, 상기 적어도 두 개의 서로 다른 네트워크 포인트 중 하나는 매크로 기지국(또는 마스터 기지국 또는 앵커 기지국)이라 불릴 수 있고, 나머지는 스몰 기지국(또는 세컨더리 기지국 또는 어시스팅 기지국 또는 슬레이브 기지국)들이라 불릴 수 있다.
- [5] 일반적으로 무선 통신 시스템은 하나의 EPS 베어러서비스를 위하여 하나의 RB(radio bearer)를 통하여 서비스가 단말에 제공되는 싱글 플로우(single flow) 구조이다. 그러나, 이중 연결을 지원하는 무선 통신 시스템의 경우 하나의 EPS 베어러를 하나의 RB가 아닌 매크로 셀과 스몰 셀에 각각 설정되는 두 개의 RB를 통하여 서비스를 단말에 제공할 수 있다. 즉, 멀티 플로우(multi-flow)를 통하여

서비스가 단말로 제공될 수 있다. 상기에서 하나의 RB는 매크로 셀 만을 통하여 제공되며 다른 하나의 RB는 매크로 셀과 스몰 셀에 해당하는 두 개의 기지국에 거쳐서 설정될 수 있다. 다시 말해, 하나의 RB는 단일 기지국에 설정되며 나머지 하나의 RB는 두 개의 기지국에 분할된 형태 (Bearer split)로 설정될 수 있다.

- [6] RLC AM(Acknowledged mode)의 경우 하향링크에서 단말의 RLC 엔티티는 수신한 RLC PDU(Packet Data Unit)가 순차에 어긋나게 수신된 경우, 상기 RLC PDU를 재배열(reorder)한다. RLC AM의 경우 수신 측에서 수신누락된 RLC PDU를 송신 측에서 다시 재전송(retransmission)할 수 있다. 상기 RLC 엔티티는 상기 재배열된 RLC PDU를 기반으로 RLC SDU(Service Data Unit)를 재조립(reassemble)하고, 상위 계층(즉, PDCP 엔티티)으로 순차적으로 전달한다. RLC AM의 경우 RLC PDU의 재배열(Reordering)과 재전송(Retransmission) 방식을 통하여 순차적인 전달이 가능하다. 다시 말해, PDCP 엔티티는 하위 계층의 재설정(re-establishment)을 제외한 경우, RLC SDU를 순차적으로 전달받아야 한다. 그러나 멀티 플로우가 구성되는 단말의 경우 스몰 기지국에 대한 RLC 엔티티와 매크로 기지국에 대한 RLC 엔티티가 구분되어 각각의 RLC PDU를 수신하고, RLC SDU를 상위 계층(즉, PDCP 계층)으로 전달할 수 있고, 이 경우 PDCP 엔티티에서는 RLC SDU의 순차적인 수신을 기대할 수 없다. 따라서, 멀티 플로우가 구성된 단말의 경우 PDCP 엔티티에서의 상위계층으로 PDCP SDU의 오름차순 전달을 위한 PDCP 재배열 방안이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 기술적 과제는 이중연결 시스템에서 멀티 플로우를 고려한 PDCP 재배열 방법 및 장치를 제공함에 있다.
- [8] 본 발명의 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 PDCP 엔티티의 수신단이 PDCP SDU를 상위계층으로 오름차순으로 전달하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.
- [9] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 멀티 플로우 구조에서 PDCP SN 비교를 기반으로, PDCP SDU 재배열을 수행함에 있다.
- [10] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 타이머를 기반으로 PDCP 재배열을 수행함에 있다.

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일 양태에 따르면, 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)이 구성된 단말(UE)의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering) 방법을 제공한다. 상기 PDCP SDU 재배열 방법은 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계, 및 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느

하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 재배열 타이머를 구동시키는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

- [12] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 단말의 PDCP 엔티티에서, 멀티 플로우를 고려한 PDCP SDU들 재배열 방법을 제공한다. 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계, 및 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k가 상기 n보다 큰지 확인하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

- [13] 본 발명의 또 다른 일 양태에 따르면, 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 단말의 PDCP 엔티티에서, 멀티 플로우를 고려한 PDCP SDU들 재배열 방법을 제공한다. 상기 PDCP SDU 재배열 방법은, 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계, 및 재배열 타이머가 구동 중이 아닌 경우, 임의의 PDCP PDU가 수신되면 재배열 타이머를 구동시키는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [14] 본 발명에 따르면 단말이 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 이중 연결이 구성된 경우에, 멀티 플로우(multi flow) 하향링크 수신을 수행함에 있어, 전송경로 지연으로 인하여, 단말의 PDCP 엔티티에 비순차적으로 PDCP PDU들이 수신되더라도, PDCP SDU들의 재배열을 수행하고, 상위 계층으로 PDCP SDU들의 오름차순 전달을 수행할 수 있고, 전송 효율을 향상할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다.
- [16] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다.
- [17] 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다.
- [18] 도 4는 본 발명이 적용되는 RLC 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [19] 도 5는 본 발명이 적용되는 PDCP 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [20] 도 6은 본 발명에 적용되는 단말의 이중 연결 상황의 일 예를 나타낸다.
- [21] 도 7은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [22] 도 8은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- [23] 도 9는 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.

- [24] 도 10은 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
 - [25] 도 11은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
 - [26] 도 12는 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
 - [27] 도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU 수신 타이밍의 예를 나타낸다.
 - [28] 도 14a 내지 도 14b는 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 재배열을 수행하는 예를 나타낸다.
 - [29] 도 15a 내지 도 15b는 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 제거 확정을 수행하는 예를 나타낸다.
 - [30] 도 16a 내지 도 16b는 단말에 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 멀티 플로우가 구성된 상황에서, 스몰 기지국을 통한 PDCP PDU 전송에 문제가 생긴 경우이다.
 - [31] 도 17a 내지 도 17b는 본 발명의 다른 예에 따른 스몰 기지국을 통한 PDCP PDU들의 수신이 갑자기 이루어지지 않는 경우에 재배열 타이머를 이용한 PDCP SDU 재배열 방안의 예를 나타낸다.
 - [32] 도 18은 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
 - [33] 도 19는 본 발명의 다른 예에 따른 재배열 타이머 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
 - [34] 도 20a 내지 도 20b는 본 발명의 다른 예에 따른 PDCP 제거 확정 방법을 나타낸다.
 - [35] 도 21은 본 발명의 또 다른 예에 따른 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머에 기반한 PDCP 제거 확정을 수행하는 예를 나타낸다.
 - [36] 도 22는 본 발명의 또 다른 예에 따른 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
 - [37] 도 23a 내지 도 23e는 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 예를 나타낸다.
 - [38] 도 24a 내지 도 24d는 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 다른 예를 나타낸다.
 - [39] 도 25는 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
 - [40] 도 26은 본 발명에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.
- 발명의 실시를 위한 형태**
- [41] 이하, 본 명세서에서는 본 발명과 관련된 내용을 본 발명의 내용과 함께 예시적인 도면과 실시 예를 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른

도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 명세서의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

- [42] 또한 본 명세서는 무선 통신 네트워크를 대상으로 설명하며, 무선 통신 네트워크에서 이루어지는 작업은 해당 무선 통신 네트워크를 관할하는 시스템(예를 들어 기지국)에서 네트워크를 제어하고 데이터를 송신하는 과정에서 이루어지거나, 해당 무선 네트워크에 결합한 단말에서 작업이 이루어질 수 있다.
- [43] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다. 이는 E-UMTS 시스템(Evolved- Universal Mobile Telecommunications System)의 네트워크 구조일 수 있다. E-UMTS 시스템은 LTE(Long Term Evolution) 또는 LTE-A(advanced)시스템 일 수 있다. 무선통신 시스템은 CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier-FDMA), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, OFDM-CDMA와 같은 다양한 다중 접속 기법을 사용할 수 있다.
- [44] 도 1을 참조하면, E-UTRAN은 단말(10; User Equipment, UE)에게 제어 평면(control plane:CP)과 사용자 평면(user plane:UP)을 제공하는 기지국(20; evolved NodeB :eNB)을 포함한다.
- [45] 단말(10)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile station), AMS(Advanced MS), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(Wireless Device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [46] 기지국(20)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 지점(station)을 말하며, BS(Base Station, BS), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), 펌토 기지국(femto-eNB), 피코 기지국(pico-eNB), 홈기지국(Home eNB), 릴레이(relay) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 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. S1 인터페이스는 MME와 신호를 교환함으로써 단말(10)의 이동을 지원하기 위한 OAM(Operation and Management) 정보를 주고받는다.
- [47] EPC(30)는 MME, S-GW 및 P-GW(Packet data network-Gateway)를 포함한다. MME는 단말(10)의 접속 정보나 단말(10)의 능력에 관한 정보를 가지고 있으며, 이러한 정보는 단말(10)의 이동성 관리에 주로 사용된다. S-GW는 E-UTRAN을 종단점으로 갖는 게이트웨이이며, P-GW는 PDN(Packet Data Network)을 종단점으로 갖는 게이트웨이이다.
- [48] E-UTRAN과 EPC(30)를 통합하여 EPS(Evoled Packet System)라 불릴 수 있으며,

단말(10)이 기지국(20)에 접속하는 무선링크로부터 서비스 엔티티로 연결해주는 PDN까지의 트래픽 흐름은 모두 IP(Internet Protocol) 기반으로 동작한다.

- [49] 단말과 기지국간의 무선 인터페이스를 Uu 인터페이스라 한다. 단말과 네트워크 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 계층들은 통신시스템에서 널리 알려진 개방형 시스템간 상호접속(Open System Interconnection; OSI) 기준 모델의 하위 3개 계층을 바탕으로 제1계층(L1), 제2계층(L2), 제3계층(L3)로 구분될 수 있다. 이 중에서 제1계층에 속하는 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용한 정보전송서비스(Information Transfer Service)를 제공하며, 제3계층에 위치하는 RRC(Radio Resource Control) 계층은 RRC 메시지를 교환하여 단말과 네트워크 간에 무선자원을 제어한다.
- [50] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이고, 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.
- [51] 도 2 및 도 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 매체접근제어(Medium Access Control: MAC) 계층과는 전송채널(transport channel)을 통해 연결된다. MAC 계층과 물리계층 사이에서 전송채널을 통해 데이터가 전달된다. 무선 인터페이스를 통해 데이터가 어떻게 전송되는가에 따라 전송채널이 분류된다.
- [52] 또한, 서로 다른 물리계층 사이(즉, 송신기와 수신기의 물리계층 사이)에서 물리채널을 통해 데이터가 전달된다. 상기 물리채널은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식으로 변조될 수 있으며, 시간과 주파수를 무선자원으로 활용한다.
- [53] 일 예로, 물리채널 중 PDCCH(physical downlink control channel)는 단말에게 PCH(paging channel)와 DL-SCH(downlink shared channel)의 자원 할당 및 DL-SCH와 관련된 HARQ(hybrid automatic repeat request) 정보를 알려주며, PDCCH는 단말에게 상향링크 전송의 자원 할당을 알려주는 상향링크 스케줄링 그랜트를 나눌 수 있다. 또한, PCFICH(physical control format indicator channel)는 단말에게 PDCCH들에 사용되는 OFDM 심벌의 수를 알려주고, 매 서브프레임마다 전송된다. 또한, PHICH(physical Hybrid ARQ Indicator Channel)는 상향링크 전송의 응답으로 HARQ ACK/NAK 신호를 나른다. 또한, PUCCH(Physical uplink control channel)은 하향링크 전송에 대한 HARQ ACK/NAK, 스케줄링 요청 및 CQI와 같은 상향링크 제어 정보를 나른다. 또한, PUSCH(Physical uplink shared channel)은 UL-SCH(uplink shared channel)을 나른다.
- [54] MAC 계층은 논리채널과 전송채널간의 맵핑 및 논리채널에 속하는 MAC

SDU(service data unit)의 전송채널 상으로 물리채널로 제공되는 전송블록(transport block)으로의 다중화 또는 역다중화를 수행할 수 있다. MAC 계층은 논리채널을 통해 RLC(Radio Link Control) 계층에 서비스를 제공한다. 논리채널은 제어 영역 정보의 전달을 위한 제어채널과 사용자 영역 정보의 전달을 위한 트래픽 채널로 나눌 수 있다.

- [55] RLC 계층의 기능은 RLC SDU의 연결(concatenation), 분할(segmentation) 및 재결합(reassembly)을 포함한다. 무선 베어러(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.
- [56] RLC SDU들은 다양한 사이즈로 지원되며, 일 예로 바이트(byte) 단위로 지원될 수 있다. RLC PDU(protocol data unit)들은 하위계층(예, MAC 계층)으로부터 전송 기회(transmission opportunity)가 통보(notify)될 때에만 규정되며, 상기 전송기회가 통보될 때 RLC PDU들은 하위계층으로 전달된다. 상기 전송기회는 전송될 총 RLC PDU들의 크기와 함께 통보될 수 있다. 이하 도 4에서 RLC 계층에 대해서 자세히 설명한다.
- [57] 사용자 평면에서의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층의 기능은 사용자 데이터의 전달, 헤더 압축(header compression) 및 암호화(ciphering)를 포함한다. 사용자 평면에서의 PDCP 계층의 기능은 제어 평면 데이터의 전달 및 암호화/무결점 보호(integrity protection)를 포함한다.
- [58] RRC 계층은 RB들의 구성(configuration), 재구성(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. RB가 구성된다는 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), DRB(Data RB)로 구분될 수 있다. SRB는 제어 평면에서 RRC 메시지 및 NAS(Non-Access Stratum) 메시지를 전송하는 통로로 사용되며, DRB는 사용자 평면에서 사용자 데이터를 전송하는 통로로 사용된다.
- [59] NAS 계층은 RRC 계층 상위에 위치하며 연결관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [60] 단말의 RRC 계층과 E-UTRAN의 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC Connection)이 있을 경우 단말은 RRC 연결 상태(RRC connected state)에 있고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(RRC idle state)에 있다.
- [61] 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.

- [62] 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.
- [63] 물리채널(Physical Channel)은 시간 영역에서 여러 개의 심벌과 주파수 영역에서 여러 개의 부반송파(Sub-carrier)로 구성된다. 하나의 서브프레임(Sub-frame)은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌(Symbol)들로 구성된다. 하나의 서브프레임은 복수의 자원블록(Resource Block)들로 구성되며, 하나의 자원블록은 복수의 심벌들과 복수의 부반송파(sub-carrier)들로 구성된다. 또한 각 서브프레임은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 위해 해당 서브프레임의 특정 심벌들(가령, 첫 번째 심벌)의 특정 부반송파들을 이용할 수 있다. 데이터가 전송되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 1개의 서브프레임에 해당하는 1ms이다.
- [64] 도 4는 본 발명의 실시예가 적용되는 RLC 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [65] 도 4를 참조하면, 임의의 RLC 엔티티(entity)는 데이터 전송 방식에 따라 서로 다른 RLC 엔티티로 분류된다. 일 예로, TM RLC 엔티티(400), UM RLC 엔티티(420), AM RLC 엔티티(440)가 있다.
- [66] UM RLC 엔티티(400)는 RLC PDU들을 논리채널들(예, DL/UL DTCH, MCCH 또는 MTCH)을 통해 수신 또는 전달되도록 구성될 수 있다. 또한, UM RLC 엔티티는 UMD PDU(Unacknowledged Mode Data PDU)를 전달하거나 수신할 수 있다.
- [67] UM RLC 엔티티는 송신 UM RLC 엔티티 또는 수신 UM RLC 엔티티로 구성된다.
- [68] 송신 UM RLC 엔티티는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 수신하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 수신 UM RLC 엔티티로 전송한다. 송신 UM RLC 엔티티가 RLC SDU들로부터 UMD PDU들을 구성할 때, 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보되면 RLC SDU들을 분할(segment)하거나 연접(concatenate)하여 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU들의 총 크기 이내가 되도록 UMD PDU들을 구성하고, UMD PDU내에 관련 RLC 헤더들이 포함되도록 구성한다.
- [69] 수신 UM RLC 엔티티는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 전달하고 하위 계층을

통해 피어(peer) 수신 UM RLC 엔티티로부터 RLC PDU들을 수신한다. 수신 UM RLC 엔티티가 UMD PDU들을 수신했을 때, 수신 UM RLC 엔티티는 UMD PDU들이 중복으로 수신되었는지 여부를 감지하여 중복된 UMD PDU들은 제거하고, UMD PDU들이 순차에서 벗어나(out of sequence) 수신된 경우 UMD PDU들의 순서를 재배열(reorder)하고, 하위계층에서의 UMD PDU들의 손실을 감지하여 과도한 재배열 지연들을 방지하고(avoid), 재배열된 UMD PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립(reassemble)하고, 상기 재조립된 RLC SDU들을 RLC SN(sequence number)의 오름차순(ascending order)으로 상위계층으로 전달하고, 하위계층에서의 특정 RLC SDU에 속한 UMD PDU 손실로 인해 RLC SDU로 재조립이 불가능한 UMD PDU들은 제거할 수 있다. RLC 재설정(re-establishment)시, 수신 UM RLC 엔티티는 가능하다면 순차에서 벗어나 수신된 UMD PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립하여 상위계층으로 전달하고, RLC SDU들로 재조립할 할 수 없었던 남아있는 UMD PDU들은 모두 제거하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.

- [70] 한편, AM RLC 엔티티(440)는 RLC PDU들을 논리채널(예, DL/UL DCCH or DL/UL DTCH)들을 통해 수신 또는 전달되도록 구성될 수 있다. AM RLC 엔티티는 AMD PDU 또는 ADM PDU 세그먼트(segment)를 전달하거나 수신하고, RLC 제어 PDU(예, STATUS PDU)를 전달하거나 수신한다.
- [71] AM RLC 엔티티(440)은 RLC PDUs(또는 그 일부분)의 포지티브(positive) 및/또는 네거티브(negative) ACK(acknowledgement)을 제공하기 위하여 STATUS PDUs를 피어 AM RLC 엔티티로 전달한다. 이는 STATUS 보고(reporting)라고 불릴 수 있다. STATUS 보고를 트리거하기 위하여 피어 AM RLC 엔티티로부터 폴링(polling) 절차가 수반될 수 있다. 즉, AM RLC 엔티티는 그의 피어 AM RLC 엔티티에서 STATUS 보고를 트리거하기 위하여 상기 피어 AM RLC 엔티티를 폴(poll)할 수 있다.
- [72] 만약, STATUS 보고가 트리거되어 있으며 차단타이머(t-StatusProhibit)가 진행중(running)이지 않거나 만료되었을 때, 상기 STATUS PDU는 다음 전송 기회에 전송된다. 따라서 단말은 STATUS PDU의 크기를 예측하고, RLC 계층에서 전송을 위해 사용 가능한 데이터로써 상기 STATUS PDU를 고려한다.
- [73] AM RLC 엔티티는 송신부(transmitting side)와 수신부(receiving side)로 구성된다.
- [74] AM RLC 엔티티의 송신부는 상위 계층으로부터 RLC SDU들을 수신하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 AM RLC 엔티티로 전송한다. AM RLC 엔티티의 송신부는 RLC SDU들로부터 AMD PDU들을 구성할 때, 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보될 때 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU(들)의 총 크기 내로 맞추기 위해 RLC SDU들을 분할(segment)하거나 연결(concatenate)하여 AMD PDU들을 구성한다. AM RLC 엔티티의 송신부는 RLC data PDU들의 재전송(ARQ)을 지원한다. 만일 재전송될 상기 RLC data

PDU가 하위계층에 의해 특정 전송 기회가 통보될 때 하위계층에 의해 지시된 RLC PDU(들)의 총 크기 내로 맞지 않는다면 AM RLC 엔티티는 RLC data PDU를 AMD PDU segment들로 재분할(re-segment)한다.

- [75] 이때, 재분할의 개수(the number of re-segmentation)는 제한되지 않는다. AM RLC 엔티티의 송신부가 상위계층으로부터 수신된 RLC SDU들로부터 AMD PDU들을 만들거나 또는 재전송될 RLC data PDU들로부터 AMD PDU 세그먼트들을 만들 때, RLC data PDU안에 관련 RLC 헤더들이 포함된다.
- [76] AM RLC 엔티티의 수신부는 상위 계층으로 RLC SDU들을 전달하고 RLC PDU들을 하위 계층을 통해 피어 AM RLC 엔티티로부터 수신한다.
- [77] AM RLC 엔티티의 수신부는 RLC 데이터 PDU들을 수신했을 때, RLC 데이터 PDU들이 중복으로 수신되었는지 여부를 감지하고, 중복된 RLC 데이터 PDU들은 제거하고, RLC 데이터 PDU들이 시퀀스에서 벗어나(out of sequence) 수신된 경우 RLC 데이터 PDU들의 순서를 재배열(reorder)하고, 하위계층에서 발생한 RLC 데이터 PDU들의 손실을 감지하고 피어 AM RLC 엔티티에 재전송을 요구하고, 재배열된 RLC 데이터 PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립(reassemble)하고, 상기 재조립된 RLC SDU들을 재조립된 순차대로(in sequence) 상위계층으로 전달한다.
- [78] RLC 재설정시, AM RLC 엔티티의 수신부는 가능하다면 시퀀스에서 벗어나 수신된 RLC 데이터 PDU들로부터 RLC SDU들을 재조립하여 상위계층으로 전달하고, RLC SDU들로 재조립할 할 수 없는 남아있는 RLC 데이터 PDU들을 모두 제거하고, 관련 상태 변수들을 초기화하고 관련 타이머들을 중지한다.
- [79] 도 5는 본 발명이 적용되는 PDCP 서브계층 모델의 일 예의 개요를 나타낸 도이다.
- [80] PDCP 서브계층은 적어도 하나의 PDCP 엔티티(500)를 포함한다. 각 RB(예를 들어, DRB 및 SRB, 다만 SRB0는 제외)는 하나의 PDCP 엔티티(500)와 연관(associated)된다. 각 PDCP 엔티티는 RB의 특성(characteristic) 및 RLC 모드에 따라 하나 또는 두개의 RLC 엔티티(들)과 연관될 수 있다.
- [81] PDCP 엔티티(500)는 상위 계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로부터 사용자 데이터를 수신하거나 상위 계층으로 사용자 데이터(user data)를 전달한다. 여기서 사용자 데이터는 IP 패킷이다. 사용자 데이터는 PDCP-SAP(Service Access Point)를 통해 전달될 수 있다. PDCP 계층은 RRC 계층으로부터 시그널링 데이터인 PDCP 구성 요청(PDCP_CONFIG_REQ) 메시지를 전달받는다. PDCP 구성 요청 메시지는 C-SAP(Control-Service Access Point)를 통해 전달될 수 있다. PDCP 구성 요청 메시지는 PDCP 구성 파라미터에 따라 PDCP를 구성할 것을 요청하는 메시지이다.
- [82] PDCP 엔티티(500)의 송신단(trnasmitting side)은 상위 계층으로부터 사용자 데이터의 수신에 따라 제거(discard) 타이머를 개시(start)한다. 사용자 데이터(즉, PDCP SDU)는 헤더 압축, 무결점 보호(제어 평면에서), 암호화(cipering)을 거쳐

PDCP 헤더가 부가되어, PDCP PDU(즉, RLC SDU)가 된다. 송신단 PDCP는 PDCP PDU를 하위 계층(예를 들어 RLC 계층)으로 전달한다. PDCP PDU는 PDCP Data PDU 및 PDCP Control PDU를 포함할 수 있다. PDCP Data PDU는 사용자 평면 데이터, 제어 평면 데이터 등을 나르며, PDCP SDU SN(Sequence Number)을 나른다. PDCP SDU SN은 PDCP SN이라 불릴 수 있다. PDCP Control PDU는 PDCP 상태 보고(PDCP status report) 및 헤더 압축 제어 정보를 나른다.

[83] RLC SDU는 RLC-SAP를 통해 RLC 계층으로 전달될 수 있다. 만일, 제거 타이머가 만료될 때까지 사용자 데이터가 전송되지 않으면, 송신단 PDCP는 사용자 데이터(사용자 데이터를 포함하는 PDCP SDU)를 제거한다.

[84] PDCP 엔티티(500)의 수신단(receiving side)은 하위 계층으로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)를 수신한다. PDCP PDU는 PDCP 헤더 압축해제, 판독(deciphering) 및 무결점 검사(integrity verification, 제어 영역에서)을 거쳐 PDCP SDU가 된다. PDCP 엔티티(500)의 수신단은 PDCP SDU를 상위 계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로 전달한다.

[85] PDCP 엔티티(500)의 수신단은 하위 계층의 재설정(re-establishment)을 제외한 경우, 일반적으로 RLC SDU(즉, PDCP PDU)를 순차적으로 전달받는 것으로 기대한다. 따라서 PDCP 엔티티(500)의 수신단은 하위 계층의 재설정을 통하여 RLC SDU를 수신한 경우를 제외하고는, PDCP PDU를 수신한 경우, 이에 대응하는 PDCP SDU를 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있었다. 만약 저장되어 있는 PDCP SDU가 있으면, 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다. 예를 들어, PDCP 엔티티(500)는 하위계층의 재설정이 아닌 이유로 PDCP PDU를 수신한 경우, 수신된 PDCP SDU의 연관된 카운트 값보다 낮은(less than) 카운트 값의 연관된 모든 저장된 PDCP SDU(s)을 오름차순으로 상위 계층으로 전달하고, 수신된 PDCP SDU의 카운트 값에서 시작하여(starting from) 연속적으로(consecutively) 연관된 카운트 값의 모든 저장된 PDCP SDU(s)을 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다.

[86] 도 6은 본 발명의 실시예가 적용되는 단말에 이중 연결이 구성된 일 예를 나타낸다.

[87] 도 6을 참조하면, 매크로 기지국(또는 마스터 기지국 또는 앵커 기지국, 600) 내 매크로 셀의 서비스 지역에 위치하는 단말(650)이 스몰 기지국(또는 세컨더리 기지국 또는 어시스팅(assisting) 기지국 또는 슬레이브 기지국, 610) 내 스몰 셀의 서비스 지역과 중첩(over-laid)된 지역으로 진입한 경우이다.

[88] 매크로 기지국 내 매크로 셀을 통한 기존 무선 연결 및 데이터 서비스 연결을 유지한 채로 스몰 기지국 내 스몰 셀을 통한 추가적인 데이터 서비스를 지원하기 위하여, 네트워크는 단말에 대하여 이중 연결을 구성한다.

[89] 이에 따라, 매크로 셀에 도착한 사용자 데이터는 스몰 기지국내 스몰 셀을 통해 단말에게 전달될 수 있다. 구체적으로, F2 주파수 대역이 매크로 기지국에 할당되고, F1 주파수 대역이 스몰 기지국에 할당된다. 단말은 매크로

- 기지국으로부터 F2 주파수 대역을 통해 서비스를 수신하는 동시에, 스몰 기지국으로부터 F1 주파수 대역을 통해 서비스를 수신할 수 있는 상황이다.
- [90] 도 7은 싱글 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [91] 도 7을 참조하면, RB는 사용자의 서비스를 지원하기 위해 Uu 인터페이스에서 제공되는 베어러(bearer)이다. 상기 무선통신 시스템에서는 각 인터페이스마다 각각의 베어러를 정의하여, 인터페이스들간의 독립성을 보장하고 있다.
- [92] 상기 무선통신 시스템이 제공하는 베어러를 총칭하여 EPS(Evolved Packet System) 베어러라고 한다. EPS 베어러는 단말과 P-GW 간에 생성되는 전송로(transmission path)이다. P-GW는 인터넷으로부터 IP 플로우를 수신 또는 인터넷으로 IP 플로우를 전송할 수 있다. EPS 베어러는 단말당 하나 이상 구성될 수 있으며, 각 EPS 베어러는 E-RAB(E-UTRAN Radio Access Bearer) 및 S5/S8 베어러로 나누어질 수 있고, 상기 E-RAB는 RB(Radio Bearer), S1 베어러로 나누어질 수 있다. 즉, 하나의 EPS 베어러는 각각 하나의 RB, S1 베어러, S5/S8 베어러에 대응된다. 어떤 서비스(또는 어플리케이션)를 이용하는가에 따라 IP 플로우는 다른 QoS(Quality of Service) 특성을 가질 수 있고, 각 EPS 베어러별로 서로 다른 QoS 특성을 가지는 IP 플로우가 맵핑되어 전송될 수 있다. EPS 베어러 식별자(EPS bearer identity)를 기반으로 EPS 베어러가 구분될 수 있다. 상기 EPS 베어러 식별자는 UE 또는 MME에 의하여 할당(allocate)된다.
- [93] P-GW(Packet Gateway)는 본 발명에 따른 무선통신 네트워크(예를 들어 LTE 네트워크)와 다른 네트워크 사이를 연결하는 네트워크 노드이다. EPS 베어러는 단말과 P-GW사이에 정의된다. EPS 베어러는 각 노드(node) 사이에 더욱 세분화되어, 단말과 기지국 사이는 RB, 기지국과 S-GW 사이는 S1 베어러, 그리고 EPC 내부의 S-GW와 P-GW 사이는 S5/S8 베어러로 정의된다. 각각의 베어러는 QoS를 통해 정의된다. QoS는 데이터율(data rate), 에러율(error rate), 지연(delay) 등을 통해 정의된다.
- [94] 따라서, 상기 무선통신 시스템이 전체적으로 제공해야 하는 QoS가 EPS 베어러로 정의되고 나면, 각 인터페이스마다 각각의 QoS가 정해진다. 각 인터페이스는 자신이 제공해야 하는 QoS에 맞춰 베어러를 설정하는 것이다. 각 인터페이스의 베어러는 전체 EPS 베어러의 QoS를 인터페이스별로 나누어 제공하므로, EPS 베어러와 RB, S1 베어러 등은 모두 기본적으로 일대일의 관계에 있다.
- [95] 즉, LTE 무선 통신 시스템은 기본적으로 싱글 플로우 구조로서, 하나의 EPS 베어러를 위하여 하나의 RB가 구성된다. 다시 말해, 하나의 EPS 베어러는 하나의 RB를 통하여 S1 베어러와 맵핑된다. 싱글 플로우의 경우 하나의 EPS 베어러가 하나의 RB를 통하여 서비스된다. 이 경우 기지국에는 해당 EPS 베어러를 위하여 하나의 RB(예를 들어, PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, PHY 계층)가 설정되고, 단말에서도 하나의 RB가 설정된다.
- [96] 도 8은 이중 연결 상황에서, 싱글 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의

네트워크 구조의 예를 나타낸다. 도 8은 두 EPS 베어러를 통하여 단말에 서비스가 제공되고 있는 경우이다.

- [97] 도 8을 참조하면, 매크로 기지국은 2개의 PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, 그리고 PHY 계층을 포함하지만, 스몰 기지국은 RLC 엔티티, MAC 엔티티 그리고 PHY 계층을 포함한다. EPS 베어러 #1(800)은 매크로 기지국에 구성된 RB(PDCP/RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 반면에 EPS 베어러 #2(850)는 매크로 기지국에 구성된 PDCP 엔티티와 스몰 기지국에 구성된 RB(RLC/MAC/PHY)를 통하여 단말에 서비스를 제공한다. 따라서, 싱글 플로우에서 하나의 EPS 베어러 별로 하나의 RB를 통하여 서비스가 제공된다.
- [98] 도 9는 이중 연결 상황에서, 멀티 플로우가 구성된 경우의 EPS 베어러 구조 예를 나타낸다.
- [99] 도 9를 참조하면, 멀티 플로우가 구성된 경우 하나의 EPS 베어러에 대하여 하나의 RB가 아닌 매크로 기지국 및 스몰 기지국에 각각 구성된 2개의 RB를 통하여 서비스가 제공된다. 단말은 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국에 구성된 RB와 스몰 기지국에 구성된 RB를 통하여 동시에 서비스를 제공받을 수 있다. 이는 하나의 EPS 베어러가 두 개의 RB를 통하여 서비스를 제공하는 형태이다. 상기와 같이 하나의 EPS 베어러가 두 개 이상의 RB를 통하여 단말에 서비스를 제공하는 경우를 단말에 멀티 플로우가 구성되었다고 볼 수 있다. 또는 하나의 RB를 분할하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통해 단말에 서비스를 제공하는 경우를 단말에 멀티 플로우가 구성되었다고 할 수도 있다. 또는 매크로 기지국을 통해서만 서비스를 제공하는 RB와 매크로 기지국과 스몰 기지국으로 하나의 RB를 분할하여 제공하는 다른 RB가 동시에 단말에 제공될 경우에 멀티 플로우가 구성되었다고 볼 수 있다. 상기에서 하나의 RB를 분할하여 매크로 기지국과 스몰 기지국을 통해 단말에 서비스를 제공하는 경우를 베어러 분할 (Bearer split) 이라고 할 수 있다.
- [100] 도 10은 멀티 플로우일때 매크로 기지국 및 스몰 기지국의 네트워크 구조의 예를 나타낸다.
- [101] 도 10을 참조하면, 매크로 기지국은 PDCP 엔티티, RLC 엔티티, MAC 엔티티, 그리고 PHY 계층을 포함하지만, 스몰 기지국은 RLC 엔티티, MAC 엔티티 그리고 PHY 계층을 포함한다. 도 10에서는 도 8과 달리 하나의 EPS 베어러(1000)에 대하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국에 RB가 각각 구성되어 단말에 서비스를 제공한다. 즉, 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국 및 스몰 기지국이 멀티플로우를 통하여 단말에 서비스를 제공한다.
- [102] 한편, 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우와 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정은 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [103] 도 11은 이중 연결을 고려할 때, 싱글 플로우인 경우 패킷 전달 과정을 나타낸다.
- [104] 도 11을 참조하면, 매크로 기지국(1130)은 P-GW 및 S-GW를 통하여 2개의 EPS

베어러 각각에 대한 패킷들을 수신한다. 여기서 패킷들이 전송되는 플로우는 각 EPS 베어러에 맵핑된다. EPS 베어러 #1을 통하여 전송되는 패킷들을 패킷1이라고 하고, EPS 베어러 #2를 통하여 전송되는 패킷들을 패킷2라고 가정한다.

- [105] 매크로 기지국(1130)의 PDCP(1135-1)은 패킷1을 S-GW로부터 수신하고, PDCP(1135-2)는 패킷2를 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1135-1)은 패킷1을 기반으로 PDCP PDU1을 생성하고, 상기 PDCP PDU1은 매크로 기지국(1130)의 RLC(1140)으로 전달되고, MAC(1145), PHY(1150)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다.
- [106] 매크로 기지국(1130)의 PDCP(1135-2)는 패킷2를 기반으로 PDCP PDU2를 생성하고, 상기 PDCP PDU2는 스몰 기지국(1160)의 RLC(1170)로 전달하고, MAC(1175), PHY(1180)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1100)로 전송된다.
- [107] 단말(1100)에는 EPS 베어러 #1 및 EPS 베어러 #2 각각에 대하여 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1100)에는 EPS 베어러 #1에 대하여 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재하고, EPS 베어러 #2에 대하여 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)이 존재한다. 구체적으로 EPS 베어러 #1에 대하여 PHY(1105-1), MAC(1110-1), RLC(1115-1), 및 PDCP(1120-1)이 존재하여 EPS 베어러 #1에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다. EPS 베어러 #2에 대하여 PHY(1105-2), MAC(1110-2), RLC(1115-2), 및 PDCP(1120-2)가 존재하며, EPS 베어러 #2에 대한 서비스 데이터 및 패킷 등을 처리한다.
- [108] 한편, 매크로 기지국(1130)과 스몰 기지국(1160)은 X2 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1130)은 PDCP(1135-2)의 PDCP PDU2를 X2 인터페이스를 통하여 스몰 기지국(1160)의 RLC(1140)로 전달한다. 여기서 X2 인터페이스는 X3 인터페이스 혹은 기타 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 인터페이스를 지칭하는 다른 표현이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 매크로 기지국(1130)과 스몰 기지국(1160) 간의 X2 인터페이스가 비-이상적인 백홀(non-ideal backhaul)로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 상기 전송 지연의 크기는 하나의 예로서 전송 선로 혹은 방식 등에 따라서 변경될 수 있다.
- [109] 다만, 이 경우에도 단말(1100)에는 EPS 베어러 #1에 대한 RLC(1115-1), PDCP(1120-1)와 EPS 베어러 #2에 대한 RLC(1115-2), PDCP(1120-2)가 따로 구성되므로, AM의 RLC 엔티티에서 PDCP 엔티티로 RLC SDU의 순차적인 전달을 수행하는 경우에도 문제가 발생하지 않는다. 다시 말해, PDCP(1120-1)와 PDCP(1120-2)에 해당하는 각 PDCP 엔티티는 RLC(1115-1)와 RLC(1115-2)에 해당하는 각 RLC 엔티티에서 전송되는 순차대로 처리하면 순차가 바뀌거나 하는 문제가 발생하지 않는다.
- [110] 도 12는 이중 연결을 고려할 때, 멀티 플로우인 경우 패킷 전달 과정을

나타낸다.

- [111] 도 12를 참조하면, 매크로 기지국(1230)은 P-GW 및 S-GW를 통하여 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷들을 수신한다. 상기 하나의 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1260)은 각각 RB를 구성한다. 구체적으로 매크로 기지국(1230)은 PDCP(1235), RLC(1240), MAC(1245), PHY(1250)을 구성하고, 스몰 기지국(1260)은 RLC(1270), MAC(1275), PHY(1280)을 구성한다. 스몰 기지국(1260)이 구성한 RB는 매크로 기지국(1230)이 구성한 PDCP (1235)를 공유한다. 따라서, 하나의 RB가 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260)으로 분할되어 구성된다.
- [112] 매크로 기지국(1230)의 PDCP(1235)는 패킷을 S-GW로부터 수신한다. PDCP(1235)은 패킷을 기반으로 PDCP PDUs를 생성하고, 미리 정의된 규칙 또는 임의의 방법을 따라 상기 PDCP PDUs를 매크로 기지국(1230)의 RLC(1240) 및 스몰 기지국(1260)의 RLC(1270)로 적절히 배분하여 전달한다. 예를 들면, PDCP PDU 들 중에 홀수 번의 SN을 가지는 PDCP PDU는 매크로 기지국(1230)의 RLC(1240)로 전송하고, 짝수 번의 SN을 가지는 PDCP PDU는 스몰 기지국(1260)의 RLC(1270)로 전송할 수 있다.
- [113] RLC(1240)은 RLC PDU1(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU1(s)는 MAC(1245), PHY(1250)를 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1200)로 전송된다. 또한, RLC(1270)은 RLC PDU2(s)를 생성하고, 상기 RLC PDU2(s)는 MAC(1275), PHY(1280)을 통하여 각 엔티티 및 계층에 맞는 형식으로 변형되어 단말(1200)로 전송된다.
- [114] 단말(1200)에는 EPS 베어러에 대하여 두개의 무선 프로토콜 엔티티가 존재한다. 다시 말해 단말(1200)에는 매크로 기지국(1230)에 대응하는 RB로서 PDCP/RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)가 존재하고, 스몰 기지국(1260)에 대응하는 RB로서 RLC/MAC/PHY 엔티티(또는 계층)이 존재한다. 구체적으로 EPS 베어러에 대하여 매크로 기지국(1230)에 대응하는 PHY(1205-1), MAC(1210-1), RLC(1215-1), 및 PDCP(1220)이 존재하고, 스몰 기지국(1260)에 대응하는 PHY(1205-2), MAC(1210-2), RLC(1215-2)가 존재한다. PDCP(1220)는 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1260)에 동시에 대응되는 PDCP 엔티티이다. 즉, 이 경우는 단말(1200) 단에 2개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)가 존재하나, 상기 두 개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)는 하나의 PDCP 엔티티(1220)에 대응한다.
- [115] 상술한 바와 같이 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260)은 X2(또는 Xn) 인터페이스를 통하여 연결될 수 있다. 즉, 매크로 기지국(1230)은 PDCP(1235-2)의 PDCP PDUs 중 일부를 X2 인터페이스를 통하여 스몰 기지국(1260)의 RLC(1240)로 전달한다. 여기서 X2 인터페이스는 Xn 인터페이스 혹은 기타 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 인터페이스를 지칭하는 다른 표현이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 매크로 기지국(1230)과 스몰 기지국(1260)

간의 X2 인터페이스가 비-이상적인 백홀로 구성된 경우 약 20~60ms 정도의 전송 지연이 발생할 수 있다. 단말(1200)의 PDCP 엔티티(1220)는 두개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들을 각각 수신하고, PDCP SDU를 생성하여 상위 계층으로 전달해야 하는데, 상기 전송 지연으로 인하여 PDCP 엔티티(1220)에서 수신하는 RLC SDU(즉, PDCP PDU)들은 RLC 엔티티(1215-1)로부터 수신되는 것과, RLC 엔티티(1215-2)로부터 수신되는 것에 시간차가 발생하고, PDCP 엔티티(1220)는 PDCP SDU의 상위 계층으로의 흐름차순 전송을 수행함에 있어 문제가 발생할 수 있다.

- [116] 도 12에서 볼 수 있는 바와 같이 이중 연결 환경에서 멀티 플로우를 위하여 매크로 기지국(1230)에 하나의 PDCP(1235)가 존재하고, 단말(1200)에 하나의 PDCP 엔티티(1220)가 존재한다. 그리고, 매크로 기지국(1230) 및 스몰 기지국(1230)에 RLC 엔티티(1240, 1270)가 각각 존재하고, 단말(1200)에도 이에 대응하여 2개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)가 존재한다. 즉, 단말(1210)의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2) 단에서는 상위 계층으로 순차적인(in-sequence) 전달이 보장될 수 있다. 하지만 단말(1210)의 PDCP 엔티티(1220) 단에서는 하나의 RLC 엔티티가 아닌 두개의 RLC 엔티티(1215-1, 1215-2)로부터 RLC SDU(즉, PDCP PDU)가 전달된다. 따라서, RLC 엔티티(1215-1, 1215-2) 단에서의 순차적인 전달이 PDCP 엔티티 단에서의 PDCP PDU의 순차적인 수신을 보장하지 못한다. 또한, 매크로 기지국(1230)의 PDCP 엔티티(1235)로부터 스몰 기지국(1260)의 RLC 엔티티(1270)로의 PDCP PDU(s)의 전송은 20~60ms의 전송 지연을 수반할 수 있으며, 매크로 기지국(1230)의 RLC 엔티티(1240)를 향한 PDCP PDU(s)의 전송과 스몰 기지국(1230)의 RLC 엔티티(1270)를 향한 PDCP PDU(s)의 전송 사이에는 시간지연이 발생할 수 있다. 결국 매크로 기지국(1230)의 PDCP 엔티티(1235)에서 전송한 PDCP PDU(s)를 단말(1200) 단의 PDCP 엔티티(1220)에서 수신함에 있어도 매크로 기지국(1230)의 RLC 이하 단을 통한 전송과 스몰 기지국(1260)의 RLC 이하 단을 통한 전송에 있어 수신시간에 차이가 발생하고, 단말(1200) 단의 PDCP 엔티티(1220)는 PDCP PDU(s)의 순차적인 수신을 기대하기 어렵게 된다.

- [117] 도 13은 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU들 수신 타이밍의 예를 나타낸다. 도 13은 매크로 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU와 스몰 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU가 단말의 PDCP 엔티티에 도착하는 시간을 예시적으로 나타낸다. 매크로 기지국은 하나의 EPS 베어러에 대한 서비스에 대하여 매크로 기지국을 통하여 전송할 PDCP PDU와 스몰 기지국을 통하여 전송할 PDCP PDU를 결정할 수 있다. 도 13에서는 PDCP SN(Sequence Number) 중 홀수 번에 연관된 PDCP PDU들은 매크로 기지국을 통하여 단말로 전송되고, 짝수 번에 연관된 PDCP PDU들은 스몰 기지국을 통하여 단말로 전송되는 경우를 예시적으로 나타낸다.

- [118] 도 13를 참조하면, 매크로 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU의 단말에서의

수신 시점과 스몰 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU의 단말에서의 수신 시점은 시간 지연 차이가 있다. 스몰 기지국을 통하여 전송되는 PDCP PDU에 약 20~60ms의 전송 지연이 발생할 수 있다. 이는 매크로 기지국에서 스몰 기지국으로 PDCP PDU를 전송하는 경우 X2(또는 Xn) 인터페이스에서 발생하는 전송지연이 주된 원인이다. 이러한 경우 단말의 PDCP 엔티티가 두 개의 RLC 엔티티로부터 전달받는 RLC (AMD) SDU의 시간 차이로 인하여 비순차적으로 PDCP PDU를 수신하게 되고, PDCP 엔티티가 이를 처리하여 상위계층(예를 들어 어플리케이션 계층)으로 전송하게 될 경우, PDCP SDU들의 오름차순 전송을 보장하기 어렵다. 즉, 멀티 플로우 구조에서 매크로 기지국의 하나의 PDCP 엔티티에서 전송되는 PDCP PDU들이 매크로 기지국의 RLC 엔티티 및 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되기에 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU를 수신함에 있어, 시간 지연이 발생하고, 따라서 PDCP 엔티티에서 상위계층으로 PDCP SDU의 오름차순 전송을 수행하는 데 있어 문제가 발생하게 된다.

- [119] 단말의 PDCP 엔티티는 수신한 PDCP PDU를 판독(deciphering) 및 헤더 압축해제(header decompression) 등을 수행하고, PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다. 이 때, 만약 현재의 PDCP SDU의 SN(sequence number)보다 작은 SN의 PDCP SDU가 저장되어 있으면 작은 SN부터 큰 SN 순으로 PDCP SDU를 상위 계층으로 전송한다.
- [120] 한편, PDCP 엔티티의 전송단(transmission side)는 제거 타이머(discard timer)를 운용할 수 있다. 상기 제거 타이머의 지속시간(duration)은 상위 계층으로부터 구성될 수 있으며, 상위계층으로부터 PDCP SDU를 수신하면 타이머가 시작된다. 상기 제거 타이머가 만료되면 PDCP 엔티티는 해당하는 PDCP SDU를 제거한다. 따라서, 제거 타이머의 만료로 인하여 특정 SN의 PDCP SDU가 제거될 수 있고, PDCP 엔티티의 수신단은 모든 PDCP SDU들을 순차적으로 상위 계층에 전송할 필요 없이 오름차순으로 전송할 있다.
- [121] 하지만, 상술한 이중 연결 상황에서 멀티 플로우를 지원하는 경우, PDCP 엔티티는 연관되는 두 개의 RLC 엔티티들로부터 RLC SDU(PDCP PDU)들을 수신할 수 있다. 이와 같은 경우 PDCP 엔티티에 PDCP PDU(특히, RLC AMD SDU)들이 순차적으로 수신되지 않고, 전송경로 수신지연의 문제로 인하여 PDCP SN이 더 큰 PDCP PDU가 먼저 수신될 수 있고, PDCP 엔티티가 상위계층으로 PDCP SDU 오름차순 전송을 보장하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 멀티 플로우로 인한 경로 지연시간을 고려하여, PDCP 엔티티에서 PDCP SDU를 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있는, PDCP SDU 재배열 방법이 요구된다.

[122]

- [123] 본 발명의 일 예에서 제안하는 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법은 다음과 같다. 본 발명은 하향링크 데이터 전달(DL data transfer) 절차 및

상향링크 데이터 전달(UL data transfer) 절차 모두에 적용될 수 있으며, 이하 하향링크 데이터 전달 절차를 위주로 설명한다.

- [124] 도 14는 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 재배열을 수행하는 예를 나타낸다.
- [125] 도 14를 참조하면, PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26번의 PDCP PDU는 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23번의 PDCP PDU는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되는 경우를 가정한다. 이하 단말의 PDCP 엔티티는 수신된 PDCP PDU들이 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송된 것인지, 또는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송된 것인지 구분할 수 있음을 가정한다.
- [126] 도 14a는 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 6, 13, 7, 17, 8, 18, 9번의 PDCP PDU를 수신 후, PDCP SN 19번의 PDCP PDU를 수신한 경우이다.
- [127] 단말의 PDCP 엔티티는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5번의 PDCP PDU를 순서대로 수신하고, 그 후 PDCP SN 11의 PDCP PDU를 수신한다. 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 11번의 PDCP PDU를 수신하였기에, 더 시간이 지나더라도 매크로 기지국을 통하여는 PDCP SN 6 내지 10번의 PDCP PDU들을 수신할 가능성이 없음을 알 수 있다. 하지만, 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 PDCP SN 6 내지 10번의 PDCP PDU들을 수신할 가능성은 존재한다. 따라서, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 11번의 PDCP PDU 수신 시에 대응하는 PDCP SDU를 바로 전송하지 못하고 버퍼에 저장한 후에, 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 6 내지 10번의 PDCP PDU들이 수신되는지 확인한다.
- [128] 단말의 PDCP 엔티티는 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 12번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 6번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 13번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 7번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 17번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 8번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 18번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 9번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 상위계층으로 전달한다. 단말의 PDCP 엔티티는 이후 매크로 기지국을

통하여 PDCP SN 19번의 PDCP PDU가 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다.

- [129] 한편, 만약 PDCP SN 6번 내지 10번의 PDCP PDU들이 수신되지 않은 상황에서 PDCP SN 11번보다 큰 PDCP SN의 PDCP PDU가 스몰 기지국을 통하여 단말의 PDCP 엔티티로 수신된 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 6번 내지 10번의 PDCP PDU들은 더 이상 스몰 기지국을 통하여 전송되지 않는 것으로 볼 수 있다. 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 11번의 PDCP SDU를 상위계층으로 전달할 수 있다.
- [130] 도 14b는 도 14a 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 10번의 PDCP PDU를 수신한 경우를 가정한다.
- [131] 도 14b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 10번의 PDCP PDU를 수신하면, PDCP 10번부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들인 PDCP SN 10, 11, 12, 13번의 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다.
- [132] 도 15는 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 제거 확정을 수행하는 예를 나타낸다.
- [133] 도 15를 참조하면, PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26번의 PDCP PDU는 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23번의 PDCP PDU는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되는 경우를 가정한다. 이하 단말의 PDCP 엔티티는 수신된 PDCP PDU들이 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송된 것인지, 또는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송된 것인지 구분할 수 있음을 가정한다.
- [134] 도 15a는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12번의 PDCP PDU들 수신 후, PDCP SN 6번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 13, 7번의 PDCP PDU들을 수신한 경우이다.
- [135] 도 15a를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 5번의 PDCP PDU 수신 이후에, PDCP SN 6번의 PDCP PDU 수신 없이 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 13번의 PDCP PDU, 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 7번의 PDCP PDU를 수신하였다. 이 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 7번의 PDCP PDU를 수신하였으므로, 스몰 기지국을 통하여는 더 작은 PDCP SN인 PDCP SN 6번의 PDCP PDU를 전송되지 않을 것임을 알 수 있다. 단말의 PDCP 엔티티는 이 경우 매크로 기지국을 통한 PDCP PDU들 수신 상황을 확인한다. 만약, PDCP SN 6번보다 큰 PDCP SN 값의 PDCP PDU가 매크로 기지국을 통하여 단말의 PDCP 엔티티로 수신되었다면, 단말의 PDCP 엔티티는 더 이상 매크로 기지국을 통하여는 PDCP SN 6번의 PDCP PDU가 전송되지 않을 것임을 알 수 있다. 도 15a에서는 PDCP SN 6번보다 큰 PDCP SN 11, 12, 13번의 PDCP PDU들이 매크로 기지국을 통하여 수신되었으므로, 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 6번의 PDCP PDU가 전송되지 않을 것임을 알 수 있다. 따라서,

이 경우 더이상 PDCP SN 6번의 PDCP PDU는 제거된 것으로 보고, 이미 수신된 PDCP SN 7번의 PDCP PDU는 상위계층으로 전달한다. 이와 같이 PDCP SDU 재배열을 위하여 별도의 타이머를 운용하지 않고 PDCP SN의 비교를 기반으로 PDCP SDU 재배열을 수행하는 경우, 타이머 만료 이전에라도 PDCP PDU 제거 상황을 파악할 수 있고, 나머지 PDCP SDU의 상위계층으로 오름차순 전달을 수행할 수 있다.

[136] 도 15b는 복수의 PDCP PDU들이 제거된 경우로, 15(a) 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 17, 18번의 PDCP PDU들을 수신하고, 이후 PDCP SN 8번의 PDCP PDU 수신 없이 PDCP SN 19, 9번의 PDCP PDU를 수신한 경우이다.

[137] 도 15b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU 수신 없이, 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 9번의 PDCP PDU를 수신하였다. 따라서, PDCP SN 9번보다 작은 PDCP SN 8번의 PDCP PDU는 더 이상 스몰 기지국을 통하여는 수신되지 않는다. 따라서, 이 경우 PDCP SN 8번의 PDCP PDU가 매크로 기지국을 통하여 수신될 가능성이 있는지 검토되어야 한다. 이 경우 현재 단말의 PDCP 엔티티가 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 19번의 PDCP PDU를 수신하였으므로, PDCP SN 19번보다 작은 PDCP SN 8번의 PDCP PDU는 더 이상 매크로 기지국을 통하여 수신될 수 있다. 따라서, 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU는 제거된 것으로 확정하고, PDCP SN 9번에 연관된 PDCP SDU는 상위계층으로 전달한다.

[138] 상기와 같이 PDCP SN만으로 재배열을 수행하는 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티) 또는 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)를 통하여(구체적으로 매크로 기지국의 RLC 엔티티에 대응하는 단말에 구성된 피어(peer) RLC 엔티티, 또는 스몰 기지국의 RLC 엔티티에 대응하는 단말에 구성된 피어 RLC 엔티티를 통하여) 수신된 PDCP PDU들을 구별하고, 어느 한 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU들의 PDCP SN들과 상기 이를 다른 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU들의 PDCP SN들을 비교하여, 누락된 PDCP SN의 PDCP PDU를 제거된 것으로 보고 재배열을 위하여 저장된 PDCP SDU들을 일정 규칙에 따라 상위계층으로 전달할지, 또는 누락된 PDCP SN의 PDCP PDU를 더 기다려야 하는지 결정할 수 있다. 다시 말해 누락된 PDCP SN의 PDCP PDU를 더 기다리지 않는다는 것은 해당 PDCP SN의 PDCP PDU(또는 PDCP SDU)가 제거된 것으로 확정함을 의미할 수 있다. 여기서 특정 SN의 PDCP PDU(또는 PDCP SDU)가 제거라 함은 특정 SN의 PDCP 제거라 불릴 수 있다. 또한 이하에서 단순히 PDCP 제거라 함은 특정 SN의 PDCP 제거를 의미할 수 있다.

[139]

[140] 한편, 이중 연결 상황에서, 스몰 기지국은 단말이 매크로 기지국에 추가적으로 사용하는 자원으로 고려될 수 있다. 스몰 기지국의 셀의 반경도 매크로 기지국의 셀의 반경에 비하여 작다. 따라서, 단말 측면에서 보면 스몰 기지국은 추가(add) 구성되거나 제거(remove) 구성되는 등의 경우가 발생할 수 있다. 또한, 무선

상황에 따라서 스몰 기지국을 통한 전송이 수행되기 어려운 경우가 발생할 수도 있다. 다시 말해 멀티 플로우 상황에서 스몰 기지국을 통한 전송에 문제가 발생할 수 있다.

- [141] 도 16은 단말에 매크로 기지국 및 스몰 기지국과 멀티 플로우가 구성된 상황에서, 스몰 기지국을 통한 PDCP PDU 전송에 문제가 생긴 경우이다. 도 16은 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 35번의 PDCP PDU는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 28, 29번의 PDCP PDU는 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되되, 스몰 기지국을 통한 PDCP SN 15, 16, 23, 24, 25, 28, 29번의 PDCP PDU 전송에 문제가 발생한 경우이다. 이는 단말의 이동 또는 무선구간의 나쁜 상황 등으로 인하여 스몰 기지국을 통하여 단말에서 PDCP PDU들이 전송되지 못하는 전송 실패(failure)가 지속되는 상황일 수 있다.
- [142] 도 16a는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12번의 PDCP PDU들 수신 후, PDCP SN 6번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 13, 7번의 PDCP PDU들을 수신하고, PDCP SN 17번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 18, 8번의 PDCP PDU를 수신한 경우이다.
- [143] 도 16a를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 18번의 PDCP PDU는 PDCP SN 17번의 PDCP PDU 수신 없이 수신되었으나, 스몰 기지국에서의 수신 상황을 확인하였을때, PDCP SN 7번이 수신된 상황으로, PDCP SN 14, 15, 16, 17번의 PDCP PDU들이 스몰 기지국을 통하여 수신가능한 것으로 판단하여, PDCP SN 18번에 연관된 PDCP SDU는 버퍼에 저장하고, PDCP SN 14, 15, 16, 17번의 PDCP PDU들이 스몰 기지국을 통하여 수신되거나, 이보다 큰 PDCP SN의 PDCP PDU가 스몰 기지국을 통하여 수신되어 제거를 확정할 수 있을 때까지 기다린다.
- [144] 도 16b는 16(a) 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 8, 19, 9, 20, 10, 21, 14번의 PDCP PDU들을 수신한 경우이다.
- [145] 도 16b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 18번의 PDCP PDU 수신 이후에 수신되는 PDCP SN 19, 20, 21번의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달하지 못하고, 버퍼에 저장한다. 이 때, PDCP SN 15번부터의 PDCP PDU들은 스몰 기지국을 통한 전송에 문제가 발생하여 전송되지 않고 있는 상황이다. 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 더 이상 기다려도 PDCP SN 18번의 PDCP PDU를 상위계층으로 전달할 수 있는지 여부를 확인할 수 없다. 스몰 기지국 등이 문제가 발생하여 더 이상의 PDCP PDU가 전송되지 않는 경우와 같이, 스몰 기지국(또는 매크로 기지국)을 통하여 비교할 PDCP PDU가 수신되지 않는 상황에서는, 어느 PDCP PDU를 제거된 것으로 취급할지 여부를 판단하지 못하고 계속 유보(pending)되는 문제가 발생할 수 있다.
- [146] 도 17은 본 발명의 다른 예에 따른 스몰 기지국을 통한 PDCP PDU들의 수신에 갑자기 이루어지지 않는 경우에 대기 타이머를 이용한 PDCP SDU 재배열

방안의 예를 나타낸다. 본 발명에서 대기 타이머는 재배열 타이머 또는 PDCP 재배열 타이머라고 불릴 수도 있다. 도 17은 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 35번의 PDCP PDU는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 28, 29번의 PDCP PDU는 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되되, 스몰 기지국을 통한 PDCP SN 15, 16, 23, 24, 25, 28, 29번의 PDCP PDU 전송에 문제가 발생한 경우이다.

[147] 도 17a는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12번의 PDCP PDU를 수신 후, PDCP SN 6번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 13, 7번의 PDCP PDU들을 수신하고, PDCP SN 17번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 18, 8, 19, 9, 20, 10, 21, 14번의 PDCP PDU를 수신하고, 스몰 기지국을 통한 전송 문제로 인하여, 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 22, 26, 27, 33, 34, 35번의 PDCP PDU들만을 수신한 경우이다.

[148] 도 17a를 참조하면, PDCP SN 18번의 PDCP PDU가 매크로 기지국을 통하여 단말의 PDCP 엔티티로 수신된 경우, PDCP SN 14, 15, 16, 17번의 PDCP PDU들이 스몰 기지국을 통하여 수신될 가능성이 있다. 이 때, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 18번의 PDCP PDU에 대한 재배열 타이머를 구동시키고, PDCP SN 18번에 연관된 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 이 때 상기 재배열 타이머가 구동되는 동안에 단말은 스몰 기지국을 통하여 수신되는 PDCP PDU를 체크한다.

[149] 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 18번보다 큰 PDCP SN의 PDCP PDU를 스몰 기지국을 통하여 수신하면, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머를 중단(stop)시킨다. 이 경우 단말의 PDCP 엔티티는 상기 PDCP SN 14 내지 17번의 PDCP PDU가 제거된 것으로 확인할 수 있고, PDCP SN 18번에 연관된 PDCP SDU를 상위계층으로 전달할 수 있다.

[150] 만약, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하였으나, 상기 재배열 타이머가 만료되기까지 PDCP SN 18번보다 큰 PDCP SN의 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU를 수신하지 못한 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 만료 후 다시 상기 재배열 타이머를 구동시킨다. 이 경우 PDCP SN 18번보다 큰 PDCP SN에 연관되는 매크로 기지국을 통하여 수신된 PDCP SDU들은 버퍼에 저장된다. 따라서, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 35번의 PDCP PDU를 수신하였을 경우, 버퍼에 PDCP SN 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 33, 34, 35번에 연관된 PDCP SDU들을 저장한다.

[151] 만약, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 전혀 수신하고 있지 않은 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다.

- [152] 도 17b는 도 17a 이후, 스몰 기지국을 통한 PDCP PDU의 수신 없이 재배열 타이머가 만료된 경우이다.
- [153] 도 17b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 2번째 재배열 타이머가 만료되었고, 2번째 재배열 타이머 구동 기간 동안에 스몰 기지국을 통하여 수신되는 PDCP PDU가 전혀 없으므로, 스몰 기지국을 통하여 더 이상의 PDCP PDU들이 전송되지 않을 것으로 판단하고, 저장되어 있는 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달할 수 있다.
- [154] 상기와 같이 재배열 타이머를 설정하여, 스몰 기지국을 통하여 전송되는 PDCP PDU들의 수신 상황을 판단할 수 있고, 스몰 기지국 등의 문제로 인하여 스몰 기지국을 통하여 전송된 PDCP PDU들이 단말의 PDCP 엔티티에 수신되지 않는 경우에도 단말의 PDCP 엔티티에 기 수신된 PDCP PDU들에 대응되는 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달할 수 있다.
- [155] 또한, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 전혀 수신하고 있지 않은 경우에 한하여 상기기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달하는 것 예시이다. 따라서 그 외에도 상기 대 타이머의 반복 회수를 예를 들어 3회 등으로 설정하고, 상기 타이머가 3회 반복으로 동작하고, 이 때에도 순차 수신을 기대하는 PDCP SN의 PDCP PDU가 수신되지 않는다면, 단말의 PDCP 엔티티는 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달할 수 있다. 또는 상기 재배열 타이머의 길이를 적절한 값으로 설정함으로써, 상기 재배열 타이머가 만료된 이후에는 단말의 PDCP 엔티티는 무조건 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달할 수도 있다.
- [156]
- [157] 도 18은 본 발명의 일 예에 따른 PDCP SN 비교에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- [158] 도 18을 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 단말과 멀티 플로우가 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신한다(S1800).
- [159] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 다른 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU들의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인한다(S1810).
- [160] 만약 S1810에서 $k > n$ 인 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단한다(S1820). 그리고 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들은 상위계층으로 전달하고(S1830), PDCP SN n 부터 시작하여(starting from) 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다(S1840).
- [161] 만약 S1810에서 $k < n$ 인 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 다른 기지국을

통하여 PDCP SN n 번보다 큰 PDCP SN 값의 PDCP PDU를 수신하기를 기다리고, S1800 이하의 동작을 반복한다.

- [162] 한편, 상기 다른 기지국을 통한 PDCP PDU들 전송에 문제가 발생하여 PDCP PDU들이 전송되지 않는 상황을 대비하여, 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머를 운용할 수 있다.
- [163] 도 19는 본 발명의 다른 예에 따른 재배열 타이머 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- [164] 도 19를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 단말과 멀티 폴로우가 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신한다(S1900).
- [165] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 재배열 타이머를 구동시킨다(S1910).
- [166] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신하는지 확인한다(S1920).
- [167] 만약, S1920에서 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신하는 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인한다(S1930).
- [168] 만약, S1930에서 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 즉, 상기 PDCP SN n 번보다 큰 PDCP SN k 의 PDCP PDU를 수신한 경우, 상기 재배열 타이머를 중단시킨다(S1940). 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단한다(S1950). 그리고 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들은 상위계층으로 전달하고(S1960), PDCP SN n 부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다(S1970).
- [169] 만약, S1930에서 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 크지 않은 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 만료 후 다시 상기 재배열 타이머를 구동시킨다(S1980). 이는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 상기 다른 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하였으나, 상기 재배열 타이머가 만료되기까지 상기 다른 기지국을 통하여 PDCP SN n 번보다 큰 PDCP SN 값의 PDCP PDU를 수신하지 못한 경우이다.
- [170] 만약, S1920에서 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말의 PDCP 엔티티가 상기 다른 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 전혀 수신하고 있지 않은 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 모든 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다(S1990).

- [171] 상술한 바와 같이 단말과 이중 연결이 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국에서 각각 전송되는 PDCP PDU들의 PDCP SN을 비교하여 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SDU 재배열을 수행할 수 있었고, 상기 매크로 기지국 및 스몰 기지국 중 적어도 하나의 기지국을 통하여 지속적으로 PDCP PDU들이 수신되지 않는 경우, 재배열 타이머를 기반하여 다른 기지국을 통해 수신된 PDCP PDU들의 처리를 수행할 수 있었다.
- [172]
- [173] 상기에서는 별도의 타이머를 운용하지 않고, SN만으로 PDCP 제거를 확정(또는 판단)하는 예와 재배열 타이머에 기반하여 PDCP 제거를 확정하는 예에 대하여 설명하였다. SN만으로 PDCP 제거를 확정하는 경우 타이머를 운용하여 PDCP 제거를 확정하는 경우보다 신속하게 PDCP 제거를 판단할 수 있고, 상위 계층으로 나머지 PDCP SDU를 전송할 수 있다. 즉, 이 경우 전송 효율 측면에서 이득을 볼 수 있는 장점이 있다. 그리고, 재배열 타이머에 기반하여 PDCP 제거를 확정하는 경우 SN만으로 PDCP 제거를 확정하는 경우보다 안정성을 확보할 수 있는 장점이 있다.
- [174] 상기에서 설명한 PDCP 제거를 확정하고 PDCP 재배열을 수행하는 방식은 단말에 이중 연결이 구성된 상황에서, PDCP 계층에서의 순차 전달이 보장되지 않는 문제를 해결하기 위하여 사용될 수 있다. 상술한 예에서는 PDCP 계층에서 순차적(in-sequence) PDCP PDU 수신이 되지 않고, 비순차적(out-of-sequence) PDCP PDU 수신이 되었을 때 상기 재배열 타이머가 구동(start)될 수 있다. 상기 재배열 타이머는 단말에 이중 연결이 구성된 매크로 기지국과 스몰 기지국 간의 X2 인터페이스의 전송 지연시간(약 20~60ms, 다만 이는 예시로서 네트워크 배치 및 백홀망 환경 등에 따라 달라질 수 있다) 등을 고려하여 설정될 수 있다.
- [175] 정리하면, 이중 연결이 단말에 구성된 경우에, 매크로 기지국의 상위 계층에서 PDCP 계층으로 (매크로 셀을 통하여) 전달되는 패킷들은, 헤더 압축(header compression) 및 암호화(ciphering) 등의 과정을 거쳐서 상기 PDCP 계층에서 PDCP PDU들로 처리되고, 상기 PDCP PDU들은 일정 기준에 따라 구분되어 일부는 상기 매크로 기지국의 매크로 셀을 통하여 단말로 전송되고, 나머지 일부는 스몰 기지국의 스몰 셀을 통하여 단말로 전송된다. 상기 PDCP PDU들은 각각 SN으로 지시되며, 단말 단에서 SN 순서대로 PDCP PDU들이 수신되지 않는 비순차적(out-of-sequence) 수신이 발생하는 경우에도, 단말은 일단 상기 누락된 SN의 PDCP PDU(즉, 순차적 수신에 해당하는 PDCP PDU)가 제거된 것(PDCP 제거)으로 판단하지 않고, 상술한 전송 지연 등을 고려하여 설정된 재배열 타이머를 구동한다. 상기 재배열 타이머가 만료(expire)될 때까지 해당 SN의 PDCP PDU가 수신되지 않으면, 그 때에 해당 SN의 PDCP PDU는 제거된 것으로 결정(또는 판단)된다. 상기 누락된 SN의 PDCP PDU(순차적 수신에 해당하는 PDCP PDU)가 제거된 것으로 결정된 이후에 상기 누락된 SN보다 더 큰 SN의 PDCP PDU들을 (순차적으로) 상위계층으로 전달한다.

- [176] 도 20a 내지 도 20b는 본 발명의 다른 예에 따른 PDCP 제거 확정 방법을 나타낸다.
- [177] 도 20a에서 단말은 SN5의 PDCP PDU 수신 이후에 SN6의 PDCP PDU의 수신을 기대한다. 상기 단말이 수신을 기대하는 SN6의 PDCP PDU는 순차적인(in-sequence) SN의 PDCP PDU라고 볼 수 있다. 하지만 이중 연결이 구성된 단말은 경우에 따라 바로 SN11의 PDCP PDU를 수신할 수도 있다. 본 발명에 따르면 단말은 SN11의 PDCP PDU 수신 시에 비순차적 SN의 PDCP PDU 수신으로 판단하고, 재배열 타이머(PDCP 재배열 타이머)를 구동시킨다.
- [178] 이후, 단말은 SN 12, 13, 7, 8, 9의 PDCP PDU들을 수신할 수 있다. 하지만 이 경우 재배열 타이머가 구동 중이고, 아직 SN6의 PDCP PDU가 수신되지 않은 상황이므로, 상기 수신된 PDCP PDU에 연관된 PDCP SDU들은 버퍼에 저장되고, 상위계층으로 전달되지 않는다. 예를 들어 상위 계층은 TCP(Transmission Control Protocol) 등의 전송 프로토콜에 해당할 수 있으며, 이를 통하여 어플리케이션 단에서 실제 서비스가 진행될 수 있다. 따라서 상위계층으로 일정 시간동안 전달되지 못하는 PDCP SDU들이 늘어나거나, PDCP SDU들이 빠르게 상위계층으로 못하면, 이는 전송률 저하로 이어지고, 서비스 품질 저하를 유발할 수 있다. 따라서 가능하면 신속하게 PDCP SDU들이 상위계층으로 전달되는 것이 바람직하다.
- [179] 도 20b는 재배열 타이머가 만료되었을 경우에 단말의 PDCP 계층에서의 동작을 나타낸다. 단말은 재배열 타이머가 만료되는 시점에 SN6의 PDCP PDU가 제거된 것으로 확정(또는 판단)한다. 따라서 이 때 버퍼에 저장되어 있고, SN6보다 큰 SN의 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 상위계층으로 (오름차순으로) 전달할 수 있다. 여기서는 PDCP SN 7 내지 13의 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들이 상위계층으로 전달될 수 있다.
- [180]
- [181] 한편, 본 발명의 또 다른 예에 따르면 재배열 타이머 기반 방식 및 기지국 단위의 PDCP PDU의 SN 비교방식 둘 다를 기반으로 PDCP 제거 및 PDCP SDU들의 순차적 전달을 지원할 수 있다.
- [182] 도 21은 본 발명의 또 다른 예에 따른 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머에 기반한 PDCP 제거 확정을 수행하는 예를 나타낸다.
- [183] 도 21을 참조하면, PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26번의 PDCP PDU는 매크로 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23번의 PDCP PDU는 스몰 기지국의 RLC 엔티티를 통하여 전송되는 경우를 가정한다.
- [184] 도 21은 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12번의 PDCP PDU들 수신 후, PDCP SN 6번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 13, 7번의 PDCP PDU들을 수신한 경우이다.
- [185] 도 21을 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 5의 PDCP PDU 수신

이후에, PDCP SN 6의 PDCP PDU 수신 없이 매크로 기지국을 통하여 PDCP SN 11의 PDCP PDU 수신 시에 재배열 타이머를 구동시킨다. 이후 단말의 PDCP 엔티티는 스몰 기지국을 통하여 PDCP SN 7의 PDCP PDU를 수신하였다. 이 때, 단말은 수신된 PDCP SN 7의 PDCP PDU가 스몰 기지국의 스몰 셀에 대응하는 RLC 엔티티로부터 전송됨을 알 수 있다. 개별 RLC 엔티티는 RLC AM 모드에서 오름차순(ascending order)으로 PDCP PDU를 PDCP 엔티티로 전달한다. 만약 재배열 타이머가 매크로 기지국(매크로 셀)으로부터의 비순차적 PDCP PDU 수신으로 구동되는 경우에는, 스몰 기지국(스몰 셀)으로부터 순차적 PDCP PDU를 수신할 수 있고, 이 경우 재배열 타이머 만료 전에라도 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달할 수 있다.

- [186] PDCP 재배열 타이머와 기지국 단위의 SN 비교방식을 둘 다 사용하게 되면, 신속하게 PDCP 제거를 판단할 수 있고, 타이머 없이 기지국 단위의 SN 비교방식만을 사용하는 경우의 안정성(또는 신뢰성) 문제를 해결할 수도 있다.
- [187] 보다 상세하게, 본 발명의 또 다른 예에 따른 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머에 기반한 PDCP 제거 확정을 수행하는 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [188] 도 22는 본 발명의 또 다른 예에 따른 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- [189] 도 22를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 단말과 멀티 플로우가 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신한다(S2200). 예를 들어 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN a번까지의 PDCP PDU들을 순차적으로 수신할 수 있다.
- [190] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 버퍼에 저장할 수 있다.
- [191] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 한 기지국을 통하여 PDCP SN n번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 상기 PDCP SN n번의 PDCP PDU 수신에 비순차적 SN의 PDCP PDU 수신인지 확인한다(S2210). 예를 들어, 단말은 $a+1=n$ 인지 여부를 기반으로 상기 비순차적 수신 여부를 확인할 수 있다.
- [192] S2210에서 비순차적 SN의 PDCP PDU가 수신된 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머를 구동시킨다(S2220). 즉, 본 실시예에서는 비순차적 SN의 PDCP PDU가 수신된 경우에 상기 재배열 타이머가 구동된다.
- [193] 단말의 PDCP 엔티티는 다른 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN 값 k보다 상기 n이 더 큰지 확인한다(S2230).
- [194] 만약 S2230에서 $n>k$ 인 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN (a+1)~(k-1)의 PDCP PDU들은 PDCP 제거된 것으로 판단한다(S2240). 그리고 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP 제거로 판단된 SN을 제외하는 경우, 순차적인 것으로 판단되는, 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로

전달한다(S2250).

- [195] 예를 들어, PDCP 엔티티는 $a=5$, $n=11$, $k=7$ 인 경우, $n>k(11>7)$ 이므로, $a+1=6$ 에 해당하는 SN의 PDCP PDU는 제거된 것으로 판단한다. 이는 SN $a=5$ 까지의 PDCP PDU를 순차적으로 수신한 상태에서 매크로 셀을 통하여 SN $n=11$ 인 PDCP PDU를 수신하여 PDCP 재배열 타이머가 구동되었고, 이후에 매크로 셀이 아닌 스몰 셀을 통하여 SN $k=7$ 에 해당하는 PDCP PDU를 수신한 경우일 수 있다. 따라서, 스몰 셀을 통하여는 더 이상 SN 6에 해당하는 PDCP PDU를 수신할 수 없고, 매크로 셀에서도 SN $n=11$ 의 PDCP PDU를 수신하였으므로 더 이상 SN 6에 해당하는 PDCP PDU는 수신할 수 없는 것으로 판단될 수 있다.
- [196] 따라서, 단말의 PDCP 엔티티는 SN 7 ($k=7$)에 해당하는 PDCP PDU를 수신하였을 경우, SN 6의 PDCP PDU는 PDCP 제거된 것으로 판단하고, 이에 해당하는 PDCP PDU는 SN 6의 PDCP PDU가 제거되었으므로, 제거된 것으로 판단된 SN의 PDCP PDU를 제외하면 순차적인 것으로 판단되는(ex. SN 7 등) 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다.
- [197] 만약 S2240에서 $n<k$ 인 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN $(a+1)\sim(n-1)$ 의 PDCP PDU들은 PDCP 제거된 것으로 판단한다(S2260). 그리고 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP 제거로 판단된 SN을 제외하는 경우, 순차적인 것으로 판단되는, 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달한다(S2270).
- [198] 예를 들어, PDCP 엔티티는 $a=5$, $n=11$, $k=15$ 인 경우, $n<k(11<15)$ 이므로, $6(a+1)$ 부터 $10(n-1)$ 에 해당하는 SN의 PDCP PDU들은 제거된 것으로 판단한다. 이는 SN $a=5$ 까지의 PDCP PDU를 순차적으로 수신한 상태에서 매크로 셀을 통하여 SN $n=11$ 인 PDCP PDU를 수신하여 PDCP 재배열 타이머가 구동되었고, 이후에 매크로 셀이 아닌 스몰 셀을 통하여 SN $k=15$ 에 해당하는 PDCP PDU를 수신한 경우일 수 있다. 따라서, 스몰 셀을 통하여는 더 이상 $6(a+1)$ 부터 $10(n-1)$ 에 해당하는 SN의 PDCP PDU들은 수신할 수 없고, 매크로 셀에서도 SN $n=11$ 의 PDCP PDU를 수신하였으므로, 더 이상 SN 6부터 SN 10에 해당하는 PDCP PDU들은 수신할 수 없는 것으로 판단될 수 있다.
- [199] 따라서, 단말의 PDCP 엔티티는 SN 15 ($k=15$)에 해당하는 PDCP PDU를 수신하였을 경우, SN 6~10의 PDCP PDU는 PDCP 제거된 것으로 판단하고, 제거된 것으로 판단된 SN의 PDCP PDU를 제외하면 순차적인 것으로 판단되는 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위 계층으로 전달할 수 있다.
- [200] 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP 재배열 타이머 동작 중에 수신되는 PDCP PDU가 S2230을 만족하지 않는 경우 해당 수신된 SN k 의 PDCP PDU에 연관된 PDCP SDU는 버퍼에 저장할 수 있다.
- [201] 이후 재배열 타이머가 만료되는 경우 버퍼에 저장된 PDCP SDU들을

오름차순으로 상위계층으로 전달한다(S2280).

- [202] 상술한 바와 같이 단말과 이중 연결이 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국에서 각각 전송되는 PDCP PDU들의 PDCP SN을 비교하고, 또한 재배열 타이머를 기반하여 보다 효율적으로 PDCP 제거 판단 및 PDCP SDU 재배열을 수행할 수 있다.
- [203]
- [204] 한편, 본 발명에서는 상술한 방법 뿐 아니라 고정 타이머(fixed timer)에 기반하여 PDCP SDU 재배열을 수행하고, PDCP SDU들의 오름차순 전달을 보장할 수 있다. 단말의 PDCP 계층에서 PDCP SDU 재배열을 진행하기 위하여는 단말의 PDCP 엔티티가 순차 수신을 기대한 PDCP SN에 해당하지 않는 PDCP PDU가 수신될 경우의 처리가 문제된다. 단말의 PDCP 엔티티는 일정한 시간을 기다린 후에 수신되는 PDCP PDU의 PDCP SN 값에 따라 PDCP SDU 재배열 후에 재배열된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있고, 또는 순차 수신을 기대한 PDCP SN에 해당하는 PDCP PDU(또는 SDU)는 이미 제거된 것으로 보고, 나머지 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달할 수 있다. 이를 위하여 특정한 상황에 타이머를 구동시키는 방법을 사용할 수 있을 것이나, 경우, 기존의 PDCP 계층의 동작에 특정 타이머를 구동시키는 조건이나 멈추는 조건, 또는 타이머의 값 등에 대한 설정 등이 수반되어야 하고 PDCP 계층 동작의 복잡도가 증가하는 문제가 발생한다. 따라서, 본 발명의 또 다른 예에서는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 고정 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법을 제안한다.
- [205] 본 발명의 또 다른 예에서 제안하는 고정된 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법은 다음과 같다. 본 발명은 하향링크 데이터 전달 절차 및 상향링크 데이터 전달 절차 모두에 적용될 수 있으며, 이하 하향링크 데이터 전달 절차를 위주로 설명한다.
- [206] 도 23은 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법을 나타낸다. 도 20은 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 33번의 PDCP PDU는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 23, 24, 25번의 PDCP PDU는 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되는 경우이다.
- [207] 도 23a는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 6, 13, 7, 17번의 PDCP PDU들을 수신한 경우를 가정한다.
- [208] 도 23a를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 1번의 PDCP PDU를 수신하면, 기존에 재배열 타이머가 동작하고 있지 않으므로, 재배열 타이머를 구동시킨다. 이 때 상기 재배열 타이머의 값은 미리 일정하게 정해진 값일 수 있다. 상기 재배열 타이머의 값은 매크로 기지국에서 단말로 전송될 수 있다. 매크로 기지국은 전용 시그널링 또는 브로드캐스팅(broadcasting) 방식으로 상기 재배열 타이머 값을 단말로 전송할 수 있다. 상기 재배열 타이머가 구동중인

경우에는 단말의 PDCP 엔티티는 특정한 상황에 따라 중단하지 않는다. 즉, 한번 재배열 타이머가 구동되면, 설정된 시간 동안은 유지된다.

[209] 상기 재배열 타이머가 구동(또는 유지)되는 동안, 비순차적으로 수신된 PDCP SN의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 버퍼에 저장된다. 재배열 타이머가 구동되는 동안에 순차적 수신에 해당하는 PDCP SN의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 상위계층으로 전달된다.

[210] 상기 비순차적 수신이라 함은 순차적 수신에 기대되는 PDCP SN의 PDCP PDU가 수신되지 않고 다른 PDCP SN의 PDCP PDU가 수신된 경우를 의미할 수 있다. 여기서 상기 순차적 수신이라 함은 예를 들어, 다음과 같은 기준에 따라 판단될 수 있다. 만약, 상위계층으로 마지막으로 전달한 PDCP SDU의 PDCP SN을 Last_Submitted_PDCP_RX_SN로 정의하고, 다음에 순차적으로 수신할 것으로 기대되는 PDCP SDU의 PDCP SN을 Next_PDCP_RX_SN이라 정의한다면, Next_PDCP_RX_SN은 다음 수학식 1 및 수학식 2 중 하나를 따를 수 있다.

[211] 수학식 1

$$\text{Next_PDCP_RX_SN} = \text{Last_Submitted_PDCP_RX_SN} + 1$$

[212] 수학식 2

$$\text{Next_PDCP_RX_SN} = \text{Last_Submitted_PDCP_RX_SN} - \text{Maximum_PDCP_SN}$$

[213] 수학식 2에서 Maximum_PDCP_SN은 허용된 PDCP SN의 최대값을 나타낸다. 즉, 수학식 2는 PDCP SN의 최대값 이후에 번호가 0부터 다시 시작하는 것을 나타낸다.

[214] 다시 도 23a를 참조하면, 상기 재배열 타이머는 단말의 PDCP 엔티티에 PDCP SN 5번의 PDCP PDU를 수신한 후에 만료되었고, 단말의 PDCP 엔티티가 다음 PDCP PDU인 PDCP SN 11번의 PDCP PDU 수신시 상기 재배열 타이머가 구동된다.

[215] 도 23b는 도 23a 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 8, 18, 9, 19, 10번의 PDCP PDU들을 수신한 경우를 가정한다.

[216] 도 23b를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 11번의 PDCP PDU 수신시 상기 재배열 타이머가 구동되고, 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 비순차 수신한 PDCP SN 12, 13, 17, 18번의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 버퍼에 저장되고, 순차 수신한 PDCP SN 6, 7, 8번의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 상위계층으로 전달된다. 상기 재배열 타이머는 PDCP SN 18번의 PDCP PDU 수신 이후에 만료되었고, 상기 PDCP SN 11, 12, 13, 17, 18번의 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 상기 재배열 타이머가 만료되더라도 상위계층으로 전달되지 않고, 버퍼에 저장된다. 상기 재배열 타이머가 만료된 이후, PDCP SN 9번의 PDCP PDU가 수신되면, 새로이 상기 재배열 타이머가 구동된다.

- [217] 이후, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 19번의 PDCP PDU가 비순차 수신되면, 대응하는 PDCP SDU를 버퍼에 저장한다. 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 10번의 PDCP PDU가 수신되면, 이는 순차 수신으로 보고, 상기 순차 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN 값부터 시작하여 연속적으로 연관되는 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다. 즉, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 10, 11, 12, 13번의 PDCP SDU들을 상위계층으로 전달한다.
- [218] 도 23c는 스몰 기지국을 통하여 전송되어야 할 PDCP SN 7, 10번에 연관된 PDCP SDU들이 제거된 경우이다. 도 23c는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 6, 13번의 PDCP PDU들을 수신하고, PDCP SN 7번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 17, 8, 18, 9, 19번의 PDCP PDU들을 수신하고, PDCP SN 10번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 20, 14번의 PDCP PDU들을 수신한 경우를 가정한다. 또한, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 11, 9번의 PDCP PDU를 수신한 경우, 재배열 타이머가 구동됨을 가정한다.
- [219] 도 23c를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU를 수신하더라도, 순차적 수신에 기대되는 PDCP SN 7번의 PDCP PDU가 아직 수신되지 않았으므로, PDCP SN 7번에 연관된 PDCP SDU를 상위계층으로 전달하지 못한다. 재배열 타이머가 구동되고 있는 상황에서는 아직 PDCP SN 7번의 PDCP PDU가 수신가능한지 여부에 대하여 확정할 수 없다. 상기 재배열 타이머가 만료된 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP PDU 7번은 제거된 것으로 판단한다. 이후, 단말은 PDCP SN 9번의 PDCP PDU를 수신하면, 다시 재배열 타이머를 구동시킨다. 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 19, 20, 14번의 PDCP PDU들을 수신하더라도 순차적 수신에 기대되는 PDCP SN 10번의 PDCP PDU가 아직 수신되지 않았으므로, PDCP SN 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20번에 연관된 PDCP SDU들을 버퍼에 저장한다.
- [220] 도 23d는 도 23c 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 14, 21, 15번의 PDCP PDU들을 수신한 경우를 가정한다.
- [221] 도 23d를 참조하면, 재배열 타이머 구동 중에 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 14, 21, 15번의 PDCP PDU들을 수신하였다. 상기 재배열 타이머가 만료되지 않았고, 순차 수신에 기대되는 PDCP SN 10번의 PDCP PDU를 아직 수신하지 못하였으므로, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 21, 15번에 연관된 PDCP SDU들을 추가적으로 버퍼에 저장한다.
- [222] 도 23e는 도 23d 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 22, 16번의 PDCP PDU들을 수신하고, 이후 재배열 타이머가 만료된 경우를 가정한다.
- [223] 도 23e를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 16번의 PDCP PDU 수신 이후, 재배열 타이머가 만료되면, PDCP SN 10번의 PDCP PDU(및 SDU)를 제거된 것으로 확정한다. 이 때, 제거된 PDCP SN 10번에 연관된 PDCP SDU를 제외하고, 저장된 PDCP SDU들 중 순차적인 수신으로 볼 수 있는 부분까지 상위계층으로 흐름차순으로 전달된다. 즉, PDCP SN 11부터 22번까지 연관된 PDCP SDU들은

상위계층으로 오름차순으로 전달된다.

- [224] 상술한 재배열 타이머를 이용하여, 수신되지 않은 PDCP PDU가 제거된 것인지 여부를 확인할 수 있다. 다만, 상기 재배열 타이머의 경우, PDCP PDU의 순차 수신 또는 비순차 수신 등의 특정 상황에 타이머를 구동하는 것이 아닌, 타이머가 구동 중이 아닌 경우에 임의의 PDCP PDU 수신시 타이머를 구동한다. 따라서, 상기 재배열 타이머를 이용한 경우, 정해진 시간간격 동안에 단말이 수신한 PDCP PDU들 간의 재배열을 수행할 수 있으나, 수신하지 못한 PDCP PDU들의 제거 여부를 타이머 만료 후에도 확인할 수 없을 수 있다.
- [225] 도 24는 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머에 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 다른 예를 나타낸다. 도 24는 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 33번의 PDCP PDU는 매크로 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되고, PDCP SN 6, 8, 9, 14, 15, 16, 23, 24, 25번의 PDCP PDU는 스몰 기지국(의 RLC 엔티티)을 통하여 전송되는 경우이다. 도 21에서 스몰 기지국을 통하여 전송되어야 할 PDCP SN 7, 10번의 PDCP PDU(또는 SDU)들이 제거된 경우이다.
- [226] 도 24a는 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 6, 13번의 PDCP PDU들을 수신하고, PDCP SN 7번의 PDCP PDU 수신 없이, PDCP SN 17, 8, 18번의 PDCP PDU를 수신한 후, PDCP SN 11번의 PDCP PDU 수신시 구동된 재배열 타이머가 만료된 경우를 가정한다.
- [227] 도 24a를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU를 수신하고, 이후에 재배열 타이머가 만료된 경우에도 PDCP SN 7번의 PDCP PDU를 제거된 것으로 확인할 수 없다. 재배열 타이머를 구동시킬 때, 특정한 PDCP PDU의 수신 상황 등을 고려한 것이 아닌, 재배열 타이머가 구동 중이 아닌 경우에 임의의 PDCP PDU 수신 시부터 정해진 시간 동안 타이머를 구동시키고, 이후 타이머가 만료된 후에 임의의 PDCP PDU가 수신되면 다시 타이머를 구동시키는 방식이기 때문이다.
- [228] 예를 들어, 단말의 PDCP 엔티티에서 PDCP PDU들을 수신하는 순서대로 PDCP SN을 나열하면 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 6, 13, 17, 8, 18과 같다. 여기서 재배열 타이머 만료 시에 아직 수신되지 않은 모든 PDCP SN 7, 9, 10, 14, 15, 16번의 PDCP PDU들에 대하여 제거로 판단할 수 없다. 따라서, 제안된 재배열 타이머를 기반으로 PDCP PDU(또는 SDU)들의 제거 여부를 확정하기 위하여 다음과 같은 동작을 더 수행할 수 있다.
- [229] 이하, 각 재배열 타이머가 구동되는 구간을 구간A/구간B/구간C/구간D로 구분한다. 도 24a에서 구간B에서 단말의 PDCP 엔티티에 수신되는 PDCP PDU들은 PDCP SN 12, 6, 13, 17, 8, 18번의 PDCP PDU들이다. 이 때 PDCP SN 7, 9, 10, 14, 15, 16번의 PDCP PDU들은 구간B에서 아직 수신되지 않은 상황이다. 이들 수신되지 않은 PDCP PDU들은 이후 구간C에서 수신될 수도 있다. 다만, 구간B에서 마지막으로 수신되는 PDCP PDU의 수신 이후에 수신될 것으로

기대되는 PDCP PDU는 적어도 한 번의 재배열 타이머가 더 지속되는 시간 내에는 수신되어야 할 것이다. 즉, 구간B에서 수신되지 않은 PDCP PDU들이 구간C에서도 수신되지 않으면 해당 PDCP PDU들은 제거된 것으로 확정될 수 있다. 즉 구간B의 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 수신된 PDCP PDU들의 PDCP SN 값 중 가장 큰 PDCP SN 값보다 더 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들 중, 다음번 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 확정된다.

- [230] 도 24b는 도 24a 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 9번의 PDCP PDU 수신시 재배열 타이머가 구동되고(즉, C구간 시작), 이후 PDCP SN 19, 20, 14, 21, 15, 22, 16번의 PDCP PDU들을 수신하고, 이후 상기 재배열 타이머가 만료된 경우이다.
- [231] 도 24b를 참조하면, PDCP SN 7번에 연관되는 PDCP SDU는 PDCP SN 8번의 PDCP PDU 등이 수신되는 구간B가 만료되더라도, 제거된 것으로 확정할 수는 없다. 하지만 구간C까지 만료되기까지 PDCP SN 7번의 PDCP PDU가 수신되지 않는 경우, PDCP SN 7번에 연관된 PDCP SDU는 제거된 것으로 확정된다. 그리고, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 8, 9번에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다.
- [232] 도 24c는 도 24b 이후, 단말의 PDCP 엔티티가 PDCP SN 26번의 PDCP PDU 수신시 재배열 타이머가 구동되고(즉, D구간 시작), 이후 PDCP SN 23, 27, 24, 33번의 PDCP PDU들이 수신된 경우를 가정한다.
- [233] 도 24c를 참조하면, 재배열 타이머가 구동중인 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 구간C에서 수신되지 않은 PDCP SN 10번에 연관된 PDCP SDU의 제거 여부에 대하여 확정하지 못한다. 따라서 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 10번 이후의 PDCP PDU들이 수신되더라도, 대응하는 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하지 못하고, 버퍼에 저장한다.
- [234] 도 24d는 도 24c 이후, 단말의 PDCP 엔티티는 PDCP SN 25번의 PDCP PDU를 수신하고, 이후 재배열 타이머가 만료된 경우를 가정한다.
- [235] 도 24d를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머가 만료되는 경우(즉, 구간D가 만료되는 경우) 아직 수신되지 않은 PDCP SN 10번에 연관된 PDCP SDU가 제거되었음을 확정한다. 따라서, PDCP SN 10번을 제외하고, 연속적으로 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다.
- [236] 도 25는 본 발명의 또 다른 예에 따른 재배열 타이머 기반한 PDCP SDU 재배열 방법의 흐름도이다.
- [237] 도 25를 참조하면, 단말의 PDCP 엔티티는 상기 단말과 멀티 플로우가 구성된 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신한다(S2500).
- [238] 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머가 구동 중이 아닌 경우, 임의의 PDCP PDU가 수신되면 1(엘)차 재배열 타이머를 구동시킨다(S2510).
- [239] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 1차 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 수신된

PDCP PDU들의 최대 PDCP SN 값 k를 확인한다(S2520).

[240] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 1차 재배열 타이머가 만료된 후 처음으로 PDCP PDU가 수신되면 1+1차 재배열 타이머를 구동시킨다(S2530).

[241] 단말의 PDCP 엔티티는 상기 1+1차 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 상기 PDCP SN k보다 낮은(less than) PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단하고(S2540), PDCP SN k부터 시작하여 연속적으로 연관되는 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다(S2550).

[242]

[243] 도 26은 본 발명에 따른 매크로 기지국, 스몰 기지국 및 단말의 블록도이다.

[244] 도 26을 참조하면, 본 발명에 따른 단말(2600)은 매크로 기지국(2630) 및 스몰 기지국(2660)과 이중 연결(dual connectivity)을 구성할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 단말(2600), 매크로 기지국(2630) 및 스몰 기지국(2660)은 상술한 멀티 플로우를 지원한다.

[245] 매크로 기지국(2630)은 매크로 전송부(2635), 매크로 수신부(2640) 및 매크로 프로세서(2650)를 포함한다.

[246] 매크로 수신부(2640)은 S-GW로부터 하나의 EPS 베어러에 대한 패킷을 수신한다. 매크로 프로세서(2650)는 매크로 기지국(2630)의 PDCP 엔티티를 제어하여 수신한 패킷에 대응하는 PDCP SDU들을 처리하고, PDCP PDU들을 생성한다. 매크로 프로세서(2650)는 상기 PDCP PDU들을 기준에 따라 분배하여 일부를 매크로 기지국(2640)의 RLC 엔티티로 전달(또는 전송)하고 매크로 전송부(2635)를 통하여 단말로 전송한다. 매크로 프로세서(2650)는 나머지 일부를 매크로 전송부(2635)를 통하여 스몰 기지국(2660)의 RLC 엔티티로 전송(또는 전달)한다. 이 경우 PDCP PDU들에 대응하는 PDCP SDU들은 PDCP SN으로 구분 및 지시될 수 있다.

[247] 또한, 매크로 프로세서(2650)는 PDCP 계층 타이머에 대한 정보를 생성하고 매크로 전송부(2635)를 통하여 단말로 전송한다. 상기 타이머에 대한 정보는 단말(2600)에 전용하게 시그널링될 수도 있고, 또는 브로드캐스트 방식으로 시그널링될 수도 있다. 매크로 전송부(2635)는 상기 타이머에 대한 정보를 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)를 통하여 단말(2600)로 전송할 수 있다.

[248] 스몰 기지국(2660)은 스몰 전송부(2665), 스몰 수신부(2670) 및 스몰 프로세서(2680)를 포함한다.

[249] 스몰 수신부(2670)은 매크로 기지국(2630)으로부터 상기 나머지 일부의 PDCP PDU들을 수신한다.

[250] 스몰 프로세서(2680)는 스몰 기지국(2660)의 RLC 엔티티, MAC 엔티티, 및 PHY 계층을 제어하여 상기 PDCP PDU를 처리하고, 스몰 전송부(2665)를 통하여 단말로 전송한다.

- [251] 단말(2600)은 단말 수신부(2605), 단말 전송부(2610) 및 단말 프로세서(2620)를 포함한다. 단말 프로세서(2620)는 상술한 바와 같은 본 발명의 특징이 구현되도록 필요한 기능과 제어를 수행한다.
- [252] 단말 수신부(2605)는 매크로 기지국(2630)으로부터 PDCP 계층 타이머에 대한 정보를 수신한다. 상기 재배열 타이머에 대한 정보는 RRC 메시지(예를 들어, RRC 연결 재구성 메시지)에 포함되어 단말 수신부(2605)가 수신할 수 있다. 이 경우 단말 전송부(2610)는 매크로 기지국(2630)으로 RRC 연결 재구성 완료 메시지를 전송할 수도 있다.
- [253] 또한, 단말 수신부(2605)는 매크로 기지국(2630) 및 스몰 기지국(2660)으로부터 각각 PDCP PDU들에 대한 데이터를 수신한다.
- [254] 단말 프로세서(2620)는 상기 데이터를 해석하고, 단말(2600)의 PHY 계층(s), MAC 엔티티(s), RLC 엔티티(s), 및 PDCP 엔티티를 제어하여 PDCP SDU들을 획득한다.
- [255] 단말 프로세서(2620)는 PDCP 엔티티를 제어하고 PDCP SDU들의 재배열을 수행하고, 재배열된 PDCP SDU들을 오름차순으로 PDCP 계층의 상위계층으로 전달한다. 여기서 단말 프로세서(2620)는 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN을 기반으로 해당 PDCP PDU가 PDCP 엔티티에 순차적으로 수신되었는지 확인할 수 있다. 예를 들어 상술한 수학적 식 1 또는 2를 기반으로 순차적으로 수신되기를 기대하는 PDCP SDU(또는 PDU)의 PDCP SN 값을 판단할 수 있다.
- [256] 일 예로, 단말 프로세서(2620)는 상기 매크로 기지국(2630) 및 상기 스몰 기지국(2660)중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 다른 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU들의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인한다. 만약 $k > n$ 인 경우, 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단한다. 그리고 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들은 상기 PDCP 계층의 상위계층으로 전달하고, PDCP SN n 부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 상기 상위계층으로 전달한다.
- [257] 다른 예로, 단말 프로세서(2620)는 매크로 기지국(2630) 및 스몰 기지국(2660) 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 재배열 타이머를 구동시킨다. 단말 프로세서(2620)는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU가 수신되는지 확인한다. 만약, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU가 수신되는 경우, 단말 프로세서(2620)는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인한다. 만약, 상기 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 상기 재배열 타이머를 중단시키고, PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은

PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단한다. 그리고, 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들은 PDCP 계층의 상위계층으로 전달하고, PDCP SN n 부터 시작하여 연속적으로 연관된 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 상기 상위계층으로 전달한다. 만약, 상기 k 가 상기 n 보다 크지 않은 경우, 단말 프로세서(2620)는 상기 재배열 타이머 만료 후 다시 상기 재배열 타이머를 구동시킨다. 그리고 만약, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에 단말(2600)에 구성된 PDCP 엔티티가 상기 다른 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 전혀 수신하고 있지 않은 경우, 단말 프로세서(2620)는 상기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 모든 PDCP SDU들을 상기 상위계층으로 전달한다.

- [258] 또 다른 예로, 단말 프로세서(2620)는 기지국 단위의 PDCP SN 비교 및 재배열 타이머 기반 방법 둘 다를 기반으로 PDCP 제거 확정을 수행할 수도 있다. 상세하게는 단말 프로세서(2620)는 매크로 기지국 및 스몰 기지국을 통하여 SN a 까지의 PDCP PDU 순차 수신하고, 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 한 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신되었을 경우, 상기 PDCP SN n 번의 PDCP PDU 수신이 비순차적 SN의 PDCP PDU 수신인지 확인하고, 비순차적 SN의 PDCP PDU가 수신된 경우, 단말의 PDCP 엔티티는 재배열 타이머를 구동시킨다. 단말 프로세서(2620)는 다른 기지국 통하여 PDCP PDU들을 수신하고, 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 PDCP PDU의 PDCP SN 값 k 보다 상기 n 이 더 큰지 확인하고, $n > k$ 인 경우, 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN $(a+1) \sim (k-1)$ 의 PDCP PDU들은 PDCP 제거된 것으로 판단하고, $n < k$ 인 경우, 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN $(a+1) \sim (n-1)$ 의 PDCP PDU들은 PDCP 제거된 것으로 판단한다. 이후, 단말 프로세서(2620)는 PDCP 제거로 판단된 SN을 제외하는 경우, 순차적인 것으로 판단되는, 수신된 PDCP PDU들에 연관된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다. 한편, 단말 프로세서(2620)는 상기 재배열 타이머가 만료되는 경우 버퍼에 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달한다.

- [259] 또 다른 예로, 단말 프로세서(2620)는 고정 재배열 타이머를 운용하되, 해당 재배열 타이머가 구동 중이 아닌 경우, 임의의 PDCP PDU가 수신되면 l (엘)차 재배열 타이머를 구동시키고, 상기 l 차 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 수신된 PDCP PDU들의 최대 PDCP SN 값 k 를 확인한다. 단말 프로세서(2620)는 상기 l 차 재배열 타이머가 만료된 후 처음으로 PDCP PDU가 수신되면 l 차 재배열 타이머를 구동시키고, 상기 $l+1$ 차 재배열 타이머가 만료되는 시점까지 상기 PDCP SN k 보다 낮은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP SDU들은 제거된 것으로 판단한다. 그리고, 단말 프로세서(2620)는 PDCP SN k 부터 시작하여 연속적으로 연관되는 PDCP SN 값의 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상기 PDCP 계층의 상위계층으로 전달한다.

- [260] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한

것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[261]

청구범위

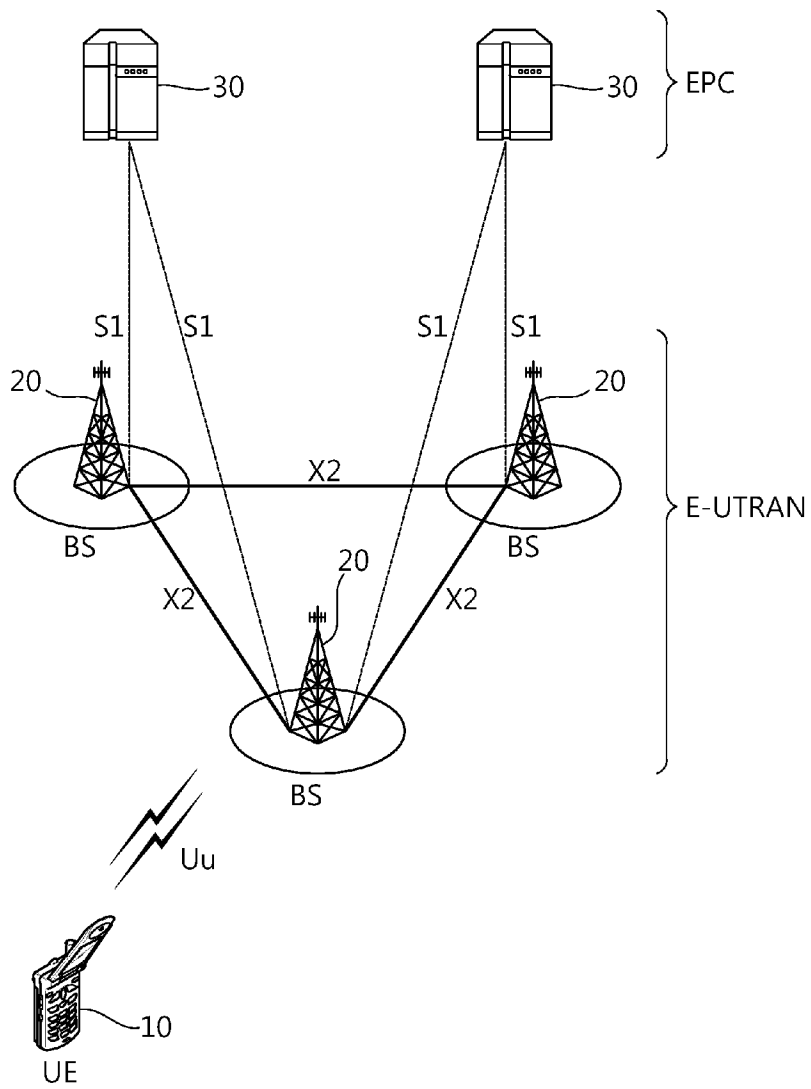
- [청구항 1] 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)이 구성된 단말(UE)의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 엔티티(entity)에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering) 방법으로, 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 단계; 및 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 재배열 타이머를 구동시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신하는지 확인하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서, 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 다른 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신한 경우, 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서, 상기 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 상기 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP PDU들은 제거된 것으로 판단하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서, 상기 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 상기 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 6] 제 3항에 있어서, 상기 k 가 상기 n 보다 크지 않은 경우, 상기 재배열 타이머 만료 후 다시 상기 재배열 타이머를 구동시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.
- [청구항 7] 제 2항에 있어서,

상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 다른 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신한 경우, 상기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 모든 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, PDCP SDU 재배열 방법.

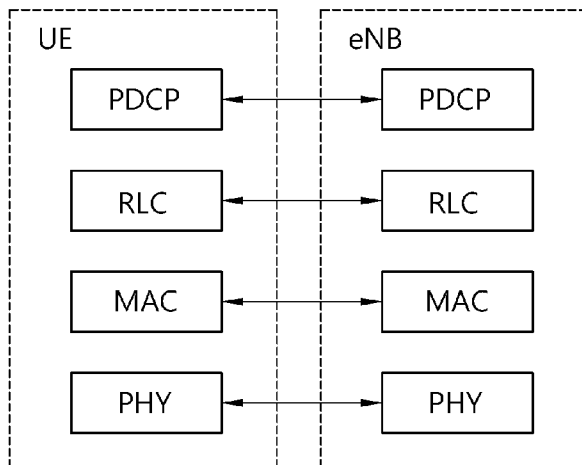
- [청구항 8] 매크로 기지국(Macro eNB) 및 스몰 기지국(small eNB)와 이중 연결(dual connectivity)을 지원하는 무선 통신 시스템에서, 멀티 플로우(multi-flow)를 고려한 PDCP SDU(Service Data Unit)들 재배열(reordering)을 수행하는 단말(UE)로, 상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국을 통하여 PDCP PDU들을 수신하는 수신부; 및
상기 매크로 기지국 및 상기 스몰 기지국 중 어느 하나의 기지국을 통하여 PDCP SN n 번의 PDCP PDU가 수신된 경우, 재배열 타이머를 구동시키는 프로세서를 포함함을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 9] 제 8항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 상기 수신부가 다른(the other) 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신하는지 확인하는 것을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 10] 제 9항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 상기 수신부가 다른 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신한 경우, 상기 다른 기지국을 통하여 수신된 적어도 하나의 PDCP PDU 중의 최대 PDCP SN 값 k 가 상기 n 보다 큰지 확인하는 것을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 상기 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 아직 수신되지 않은 PDCP PDU들은 제거된 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 12] 제 11항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 k 가 상기 n 보다 큰 경우, 상기 PDCP SN n 보다 작은 PDCP SN 값에 연관된 모든 저장된 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 것을 포함함을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 k 가 상기 n 보다 크지 않은 경우, 상기 재배열 타이머 만료 후 다시 상기 재배열 타이머를 구동시키는 것을 특징으로 하는, 단말.
- [청구항 14] 제 9항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 재배열 타이머 구동 기간 동안에, 상기 수신부가 다른 기지국을 통하여 적어도 하나의 PDCP PDU를 수신한 경우, 상기 재배열 타이머 만료 후, 저장된 모든 PDCP SDU들을 오름차순으로 상위계층으로 전달하는 것을 특징으로 하는, 단말.

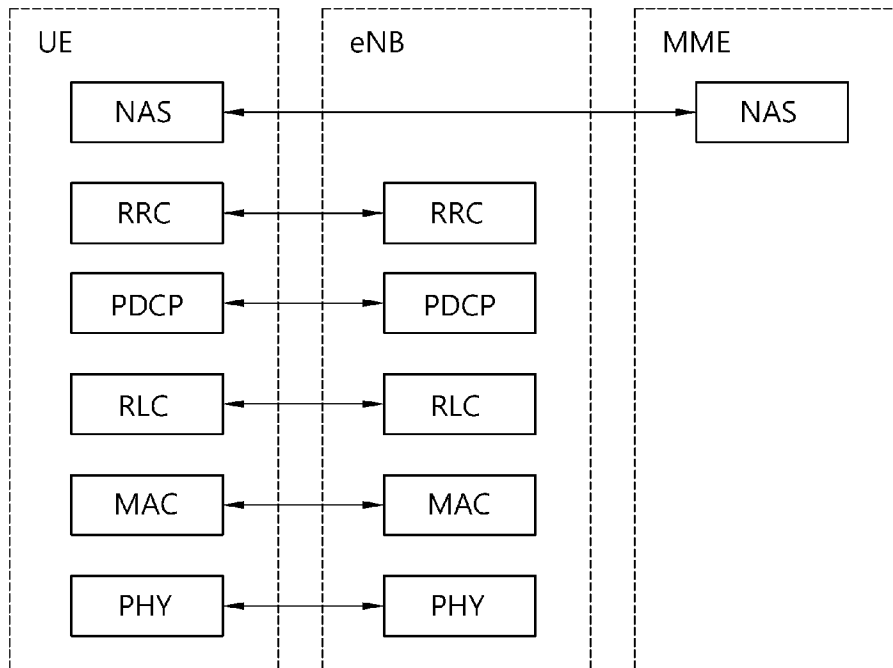
[Fig. 1]



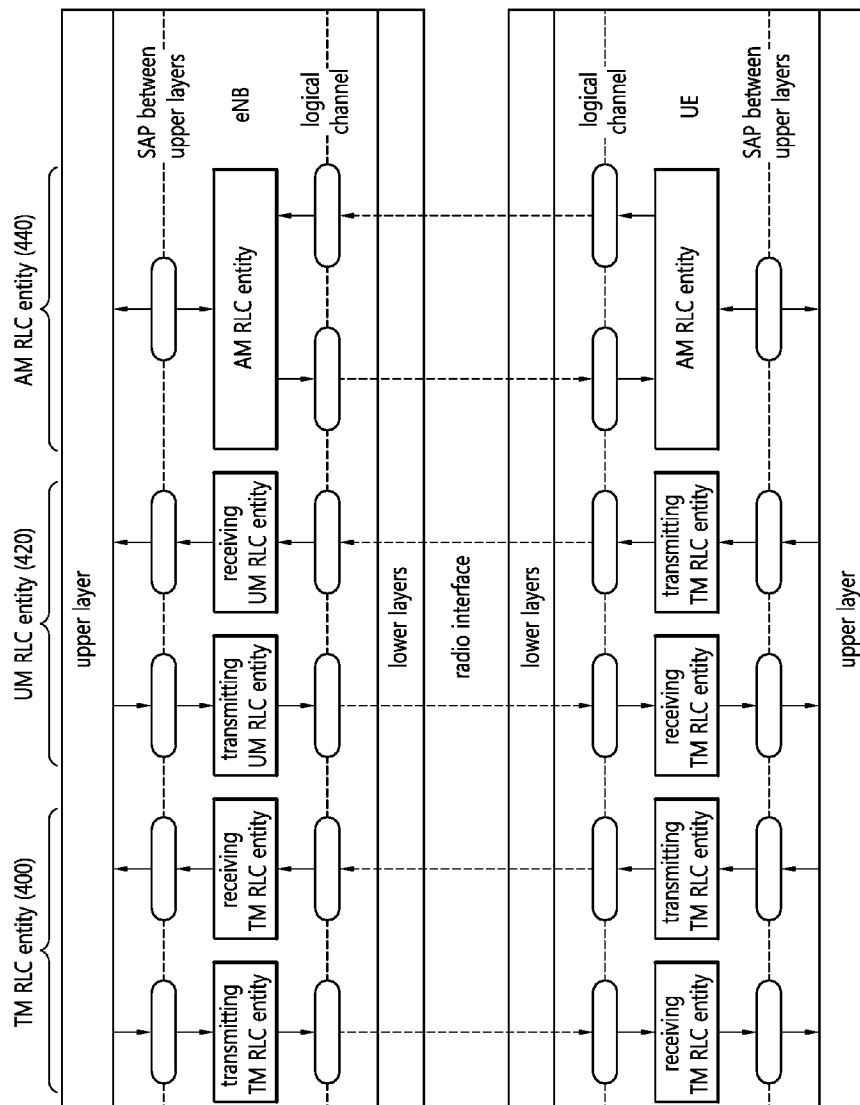
[Fig. 2]



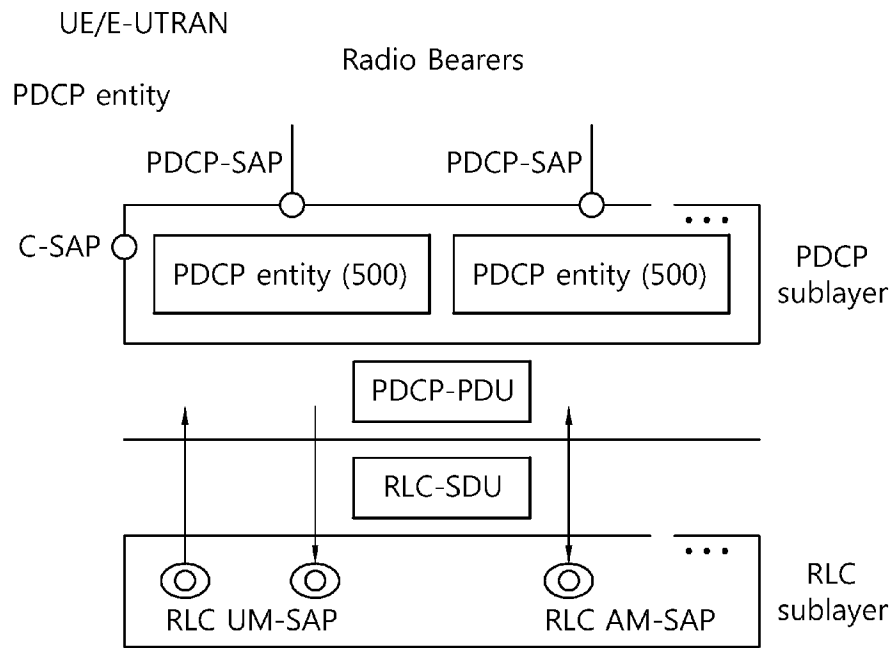
[Fig. 3]



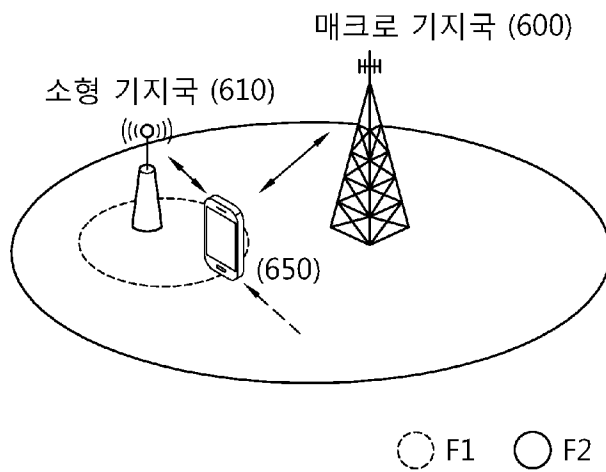
[Fig. 4]



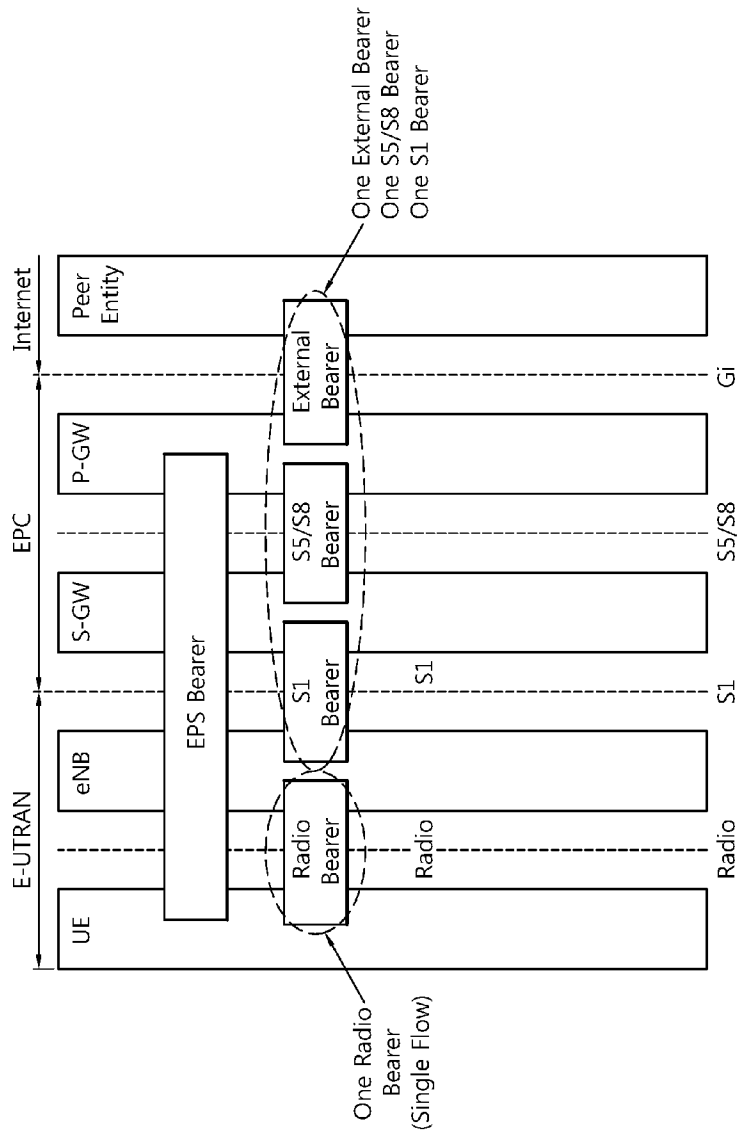
[Fig. 5]



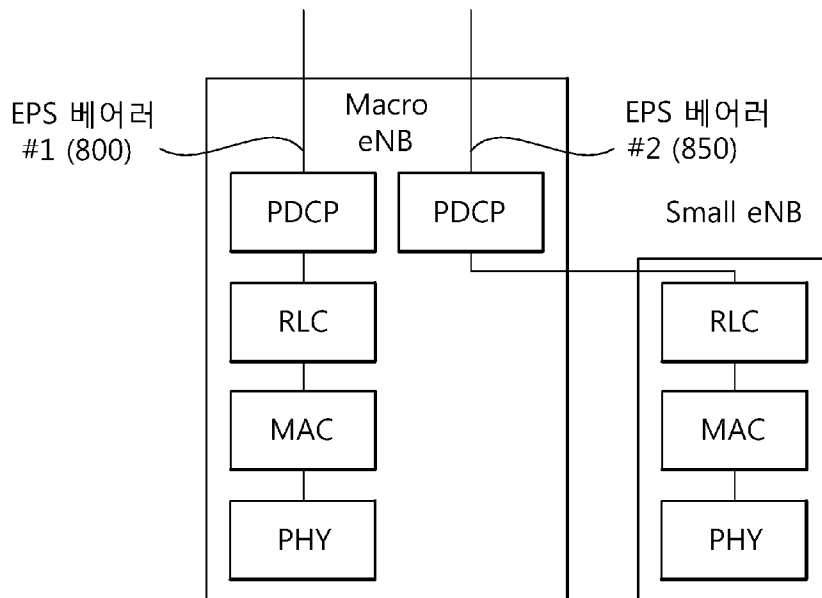
[Fig. 6]



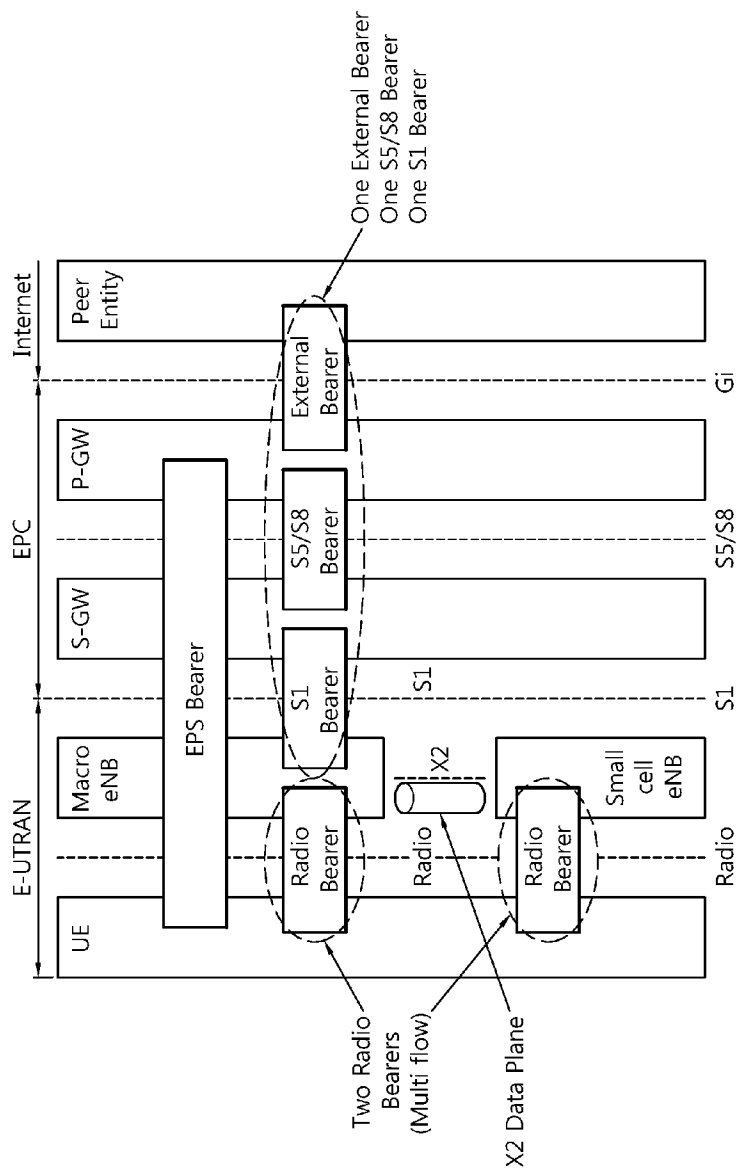
[Fig. 7]



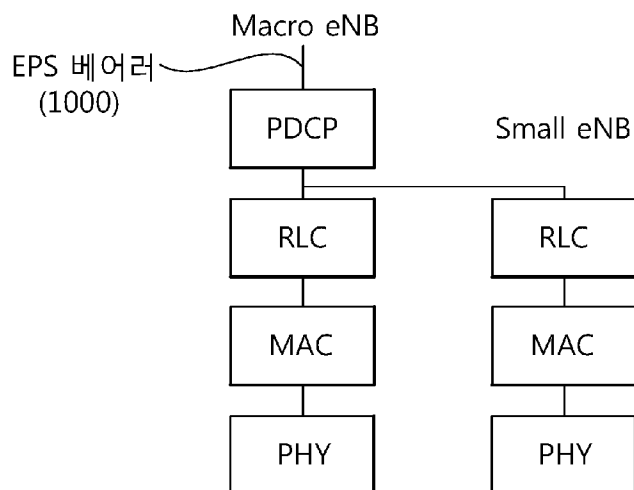
[Fig. 8]



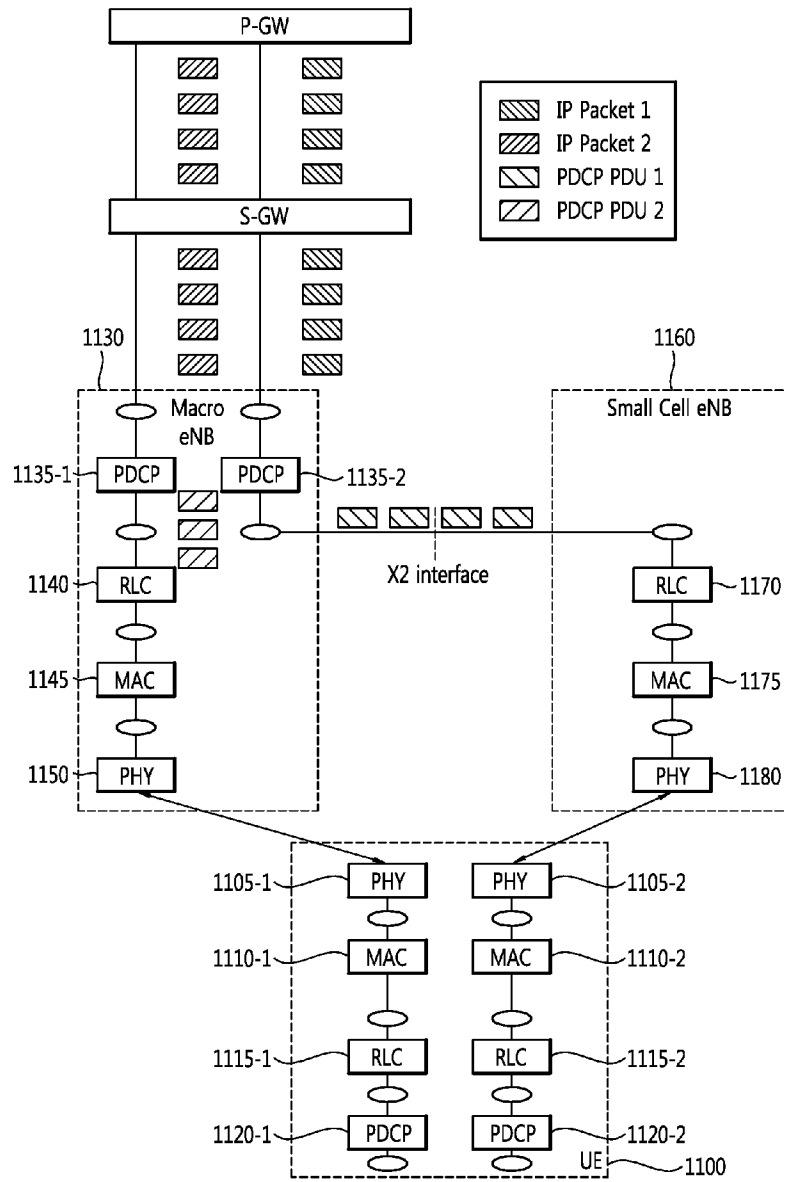
[Fig. 9]



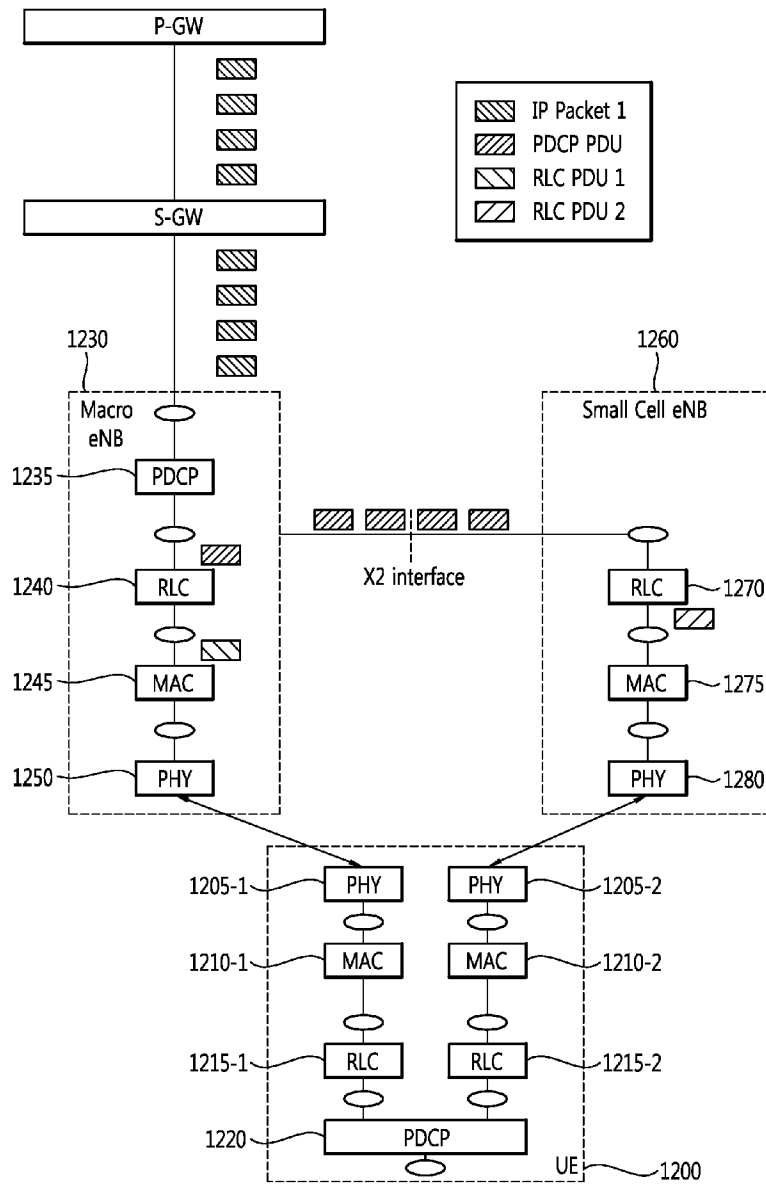
[Fig. 10]



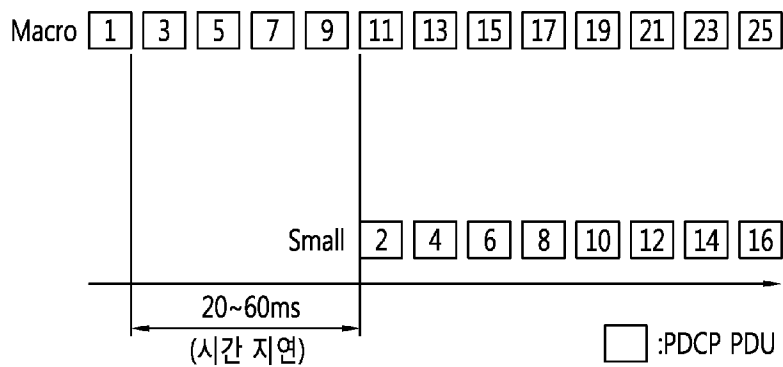
[Fig. 11]



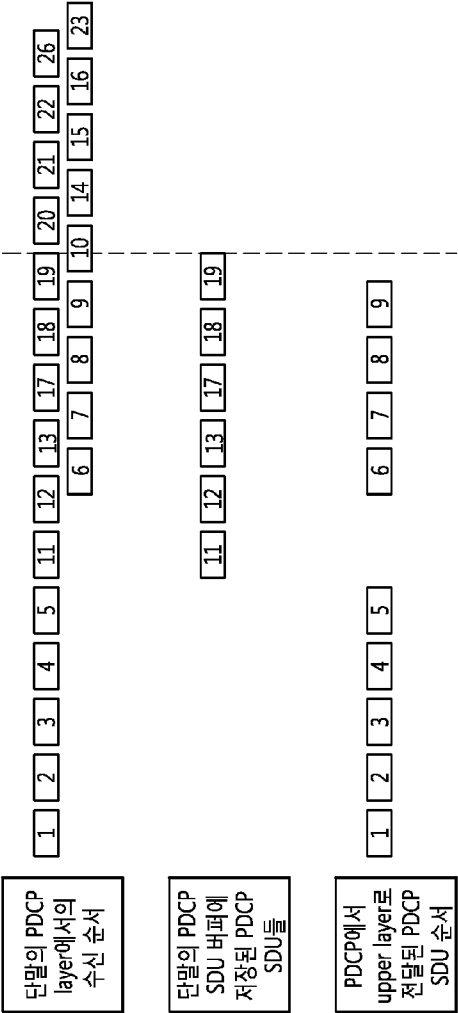
[Fig. 12]



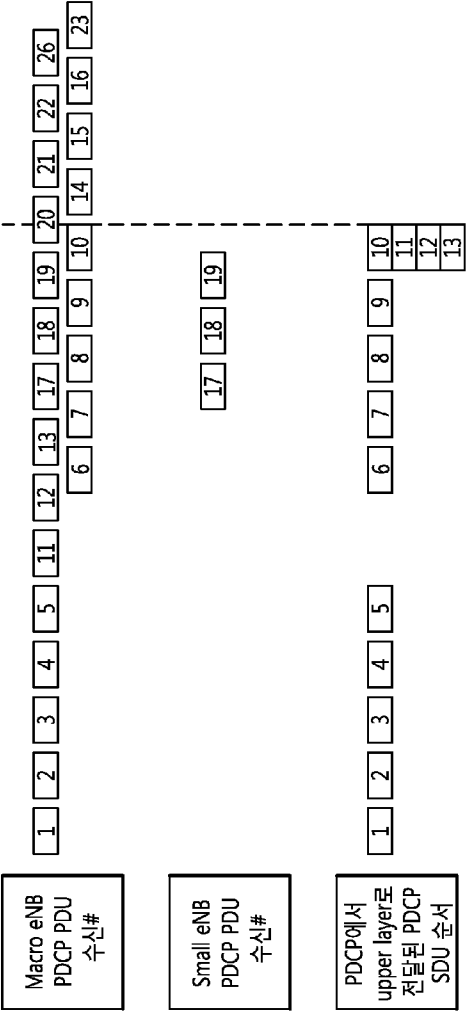
[Fig. 13]



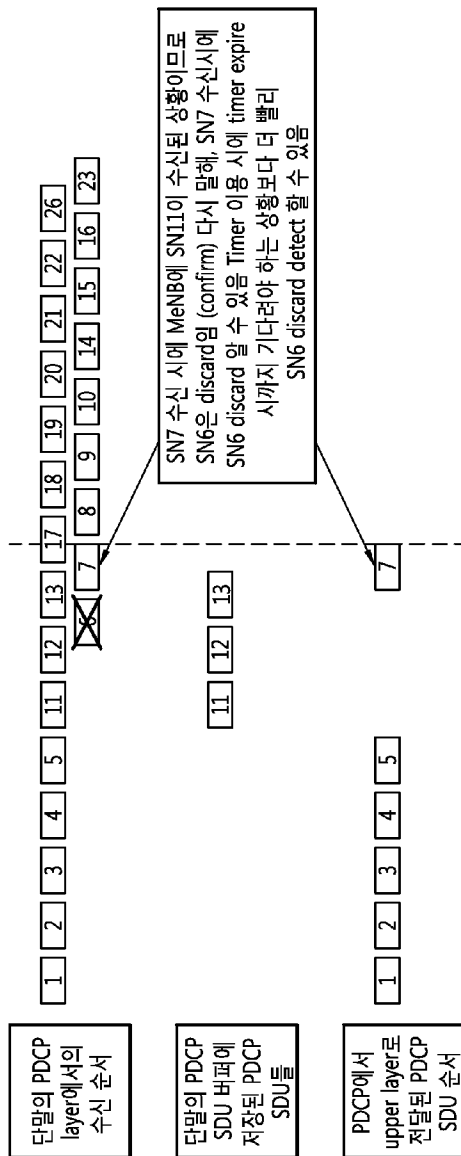
[Fig. 14a]



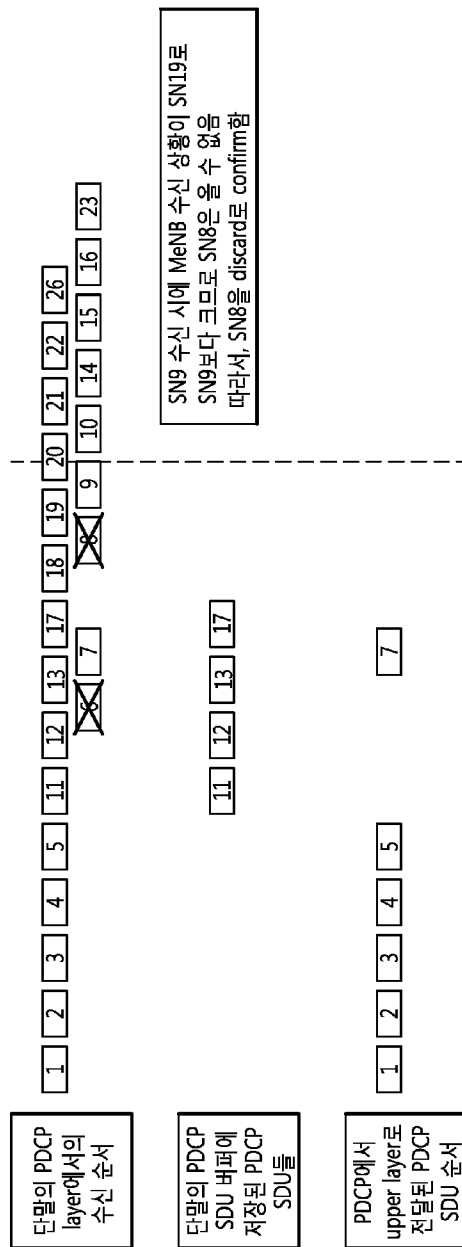
[Fig. 14b]



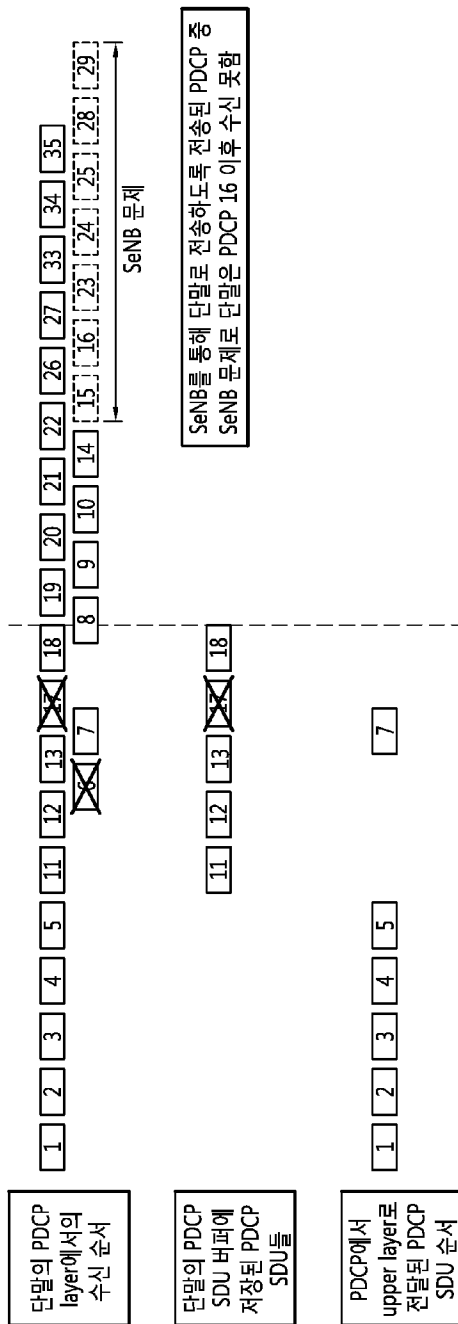
[Fig. 15a]



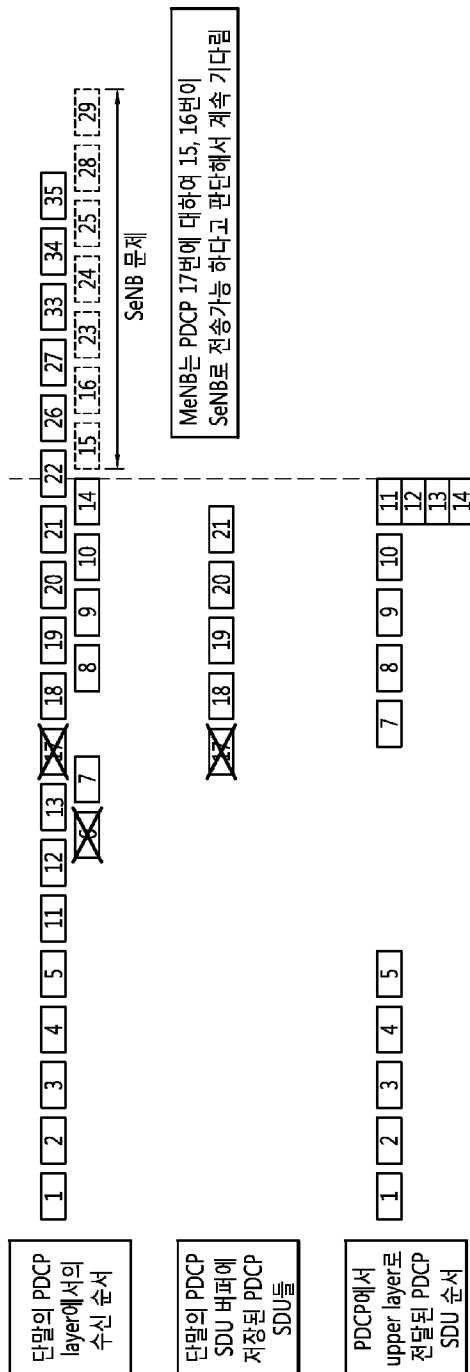
[Fig. 15b]



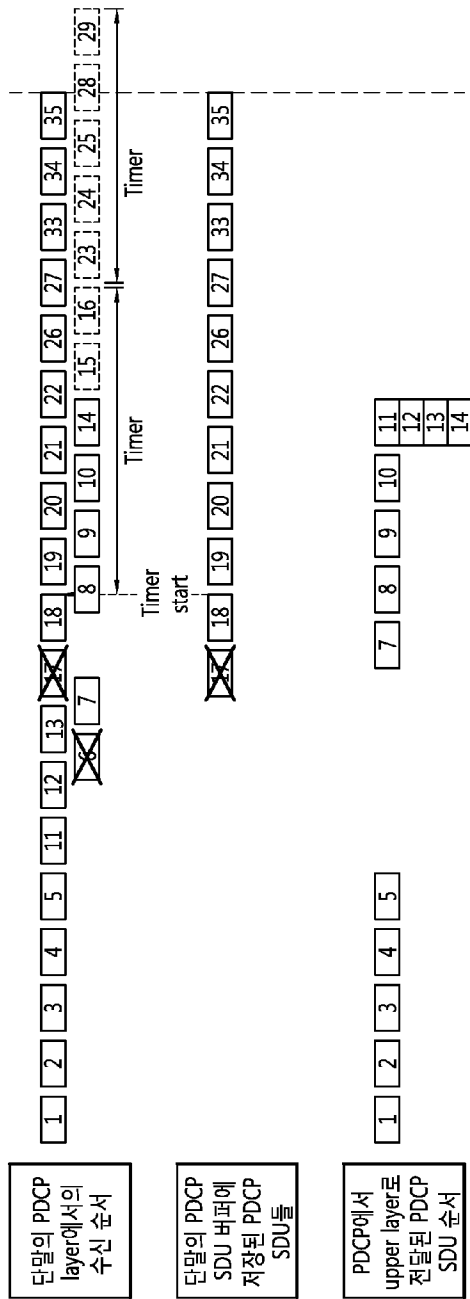
[Fig. 16a]



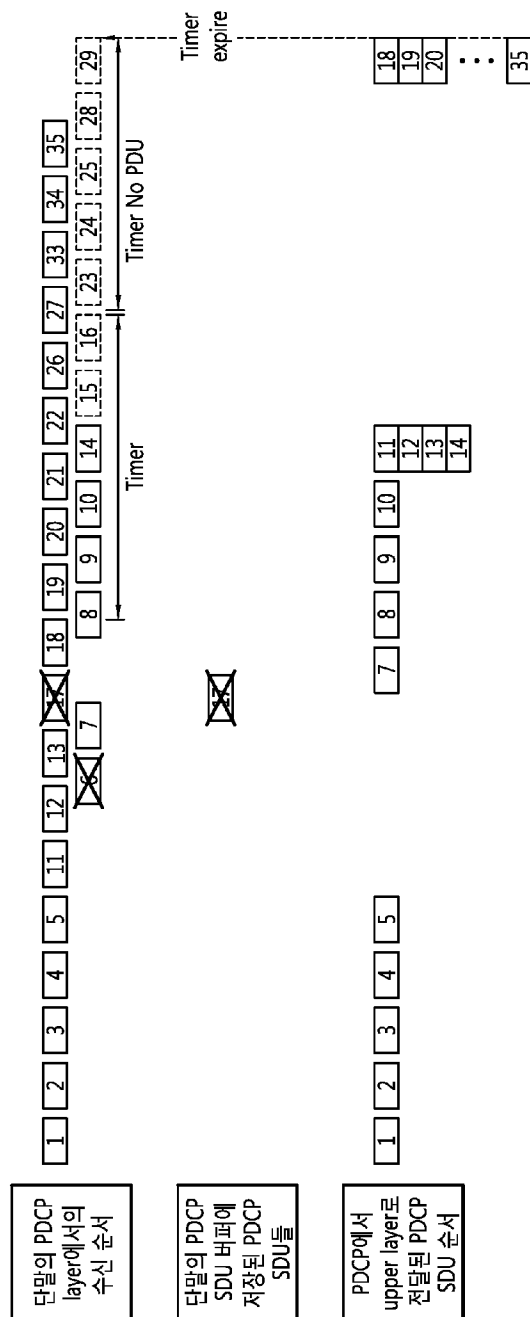
[Fig. 16b]



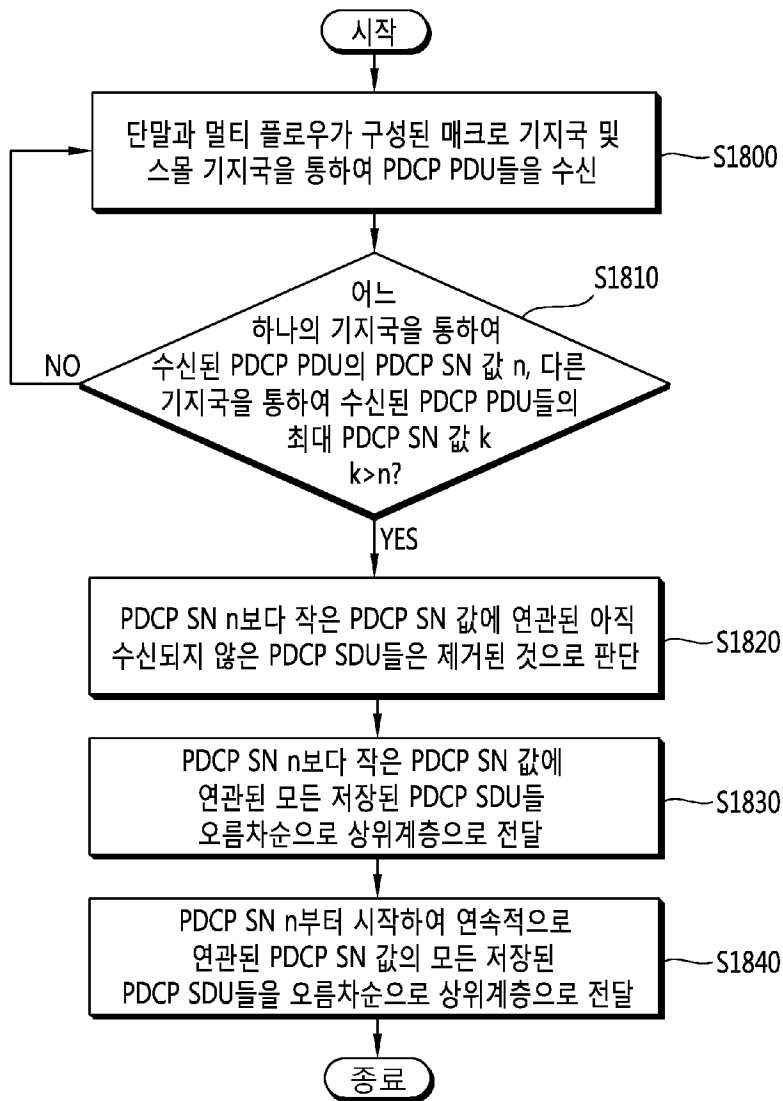
[Fig. 17a]



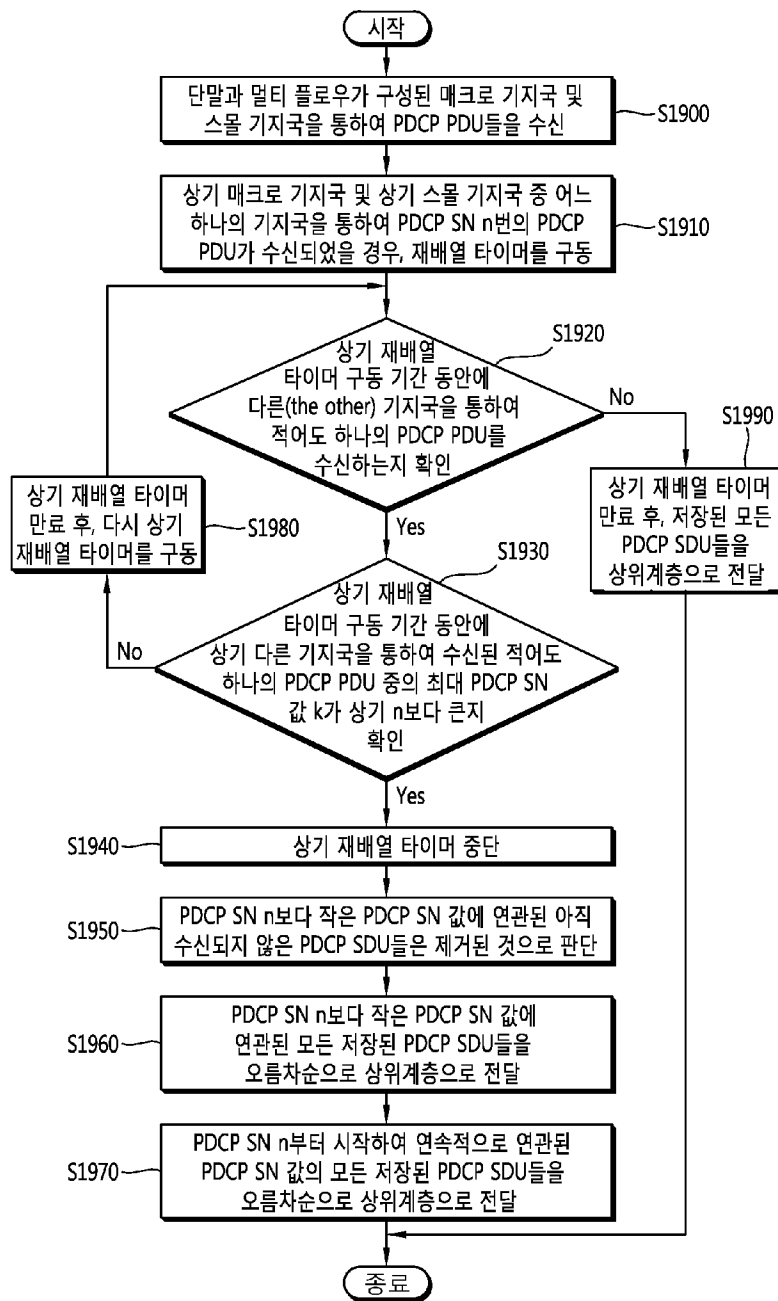
[Fig. 17b]



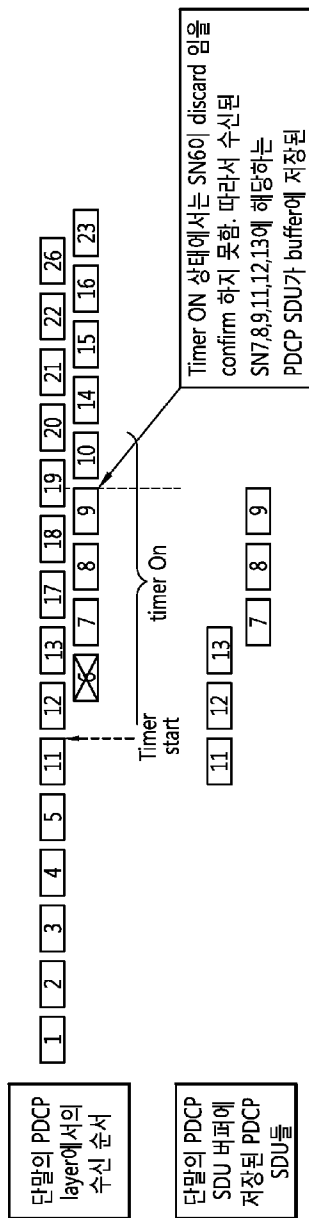
[Fig. 18]



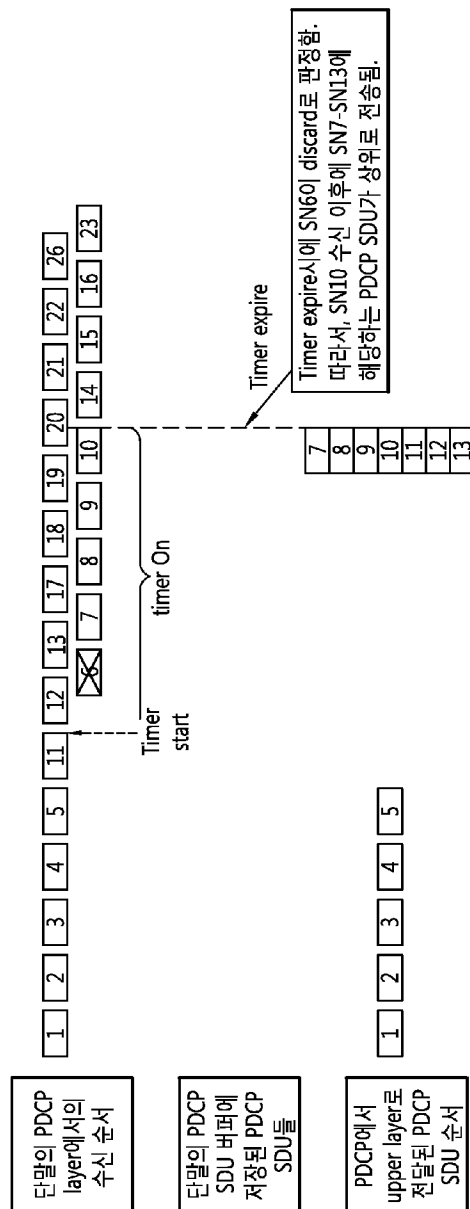
[Fig. 19]



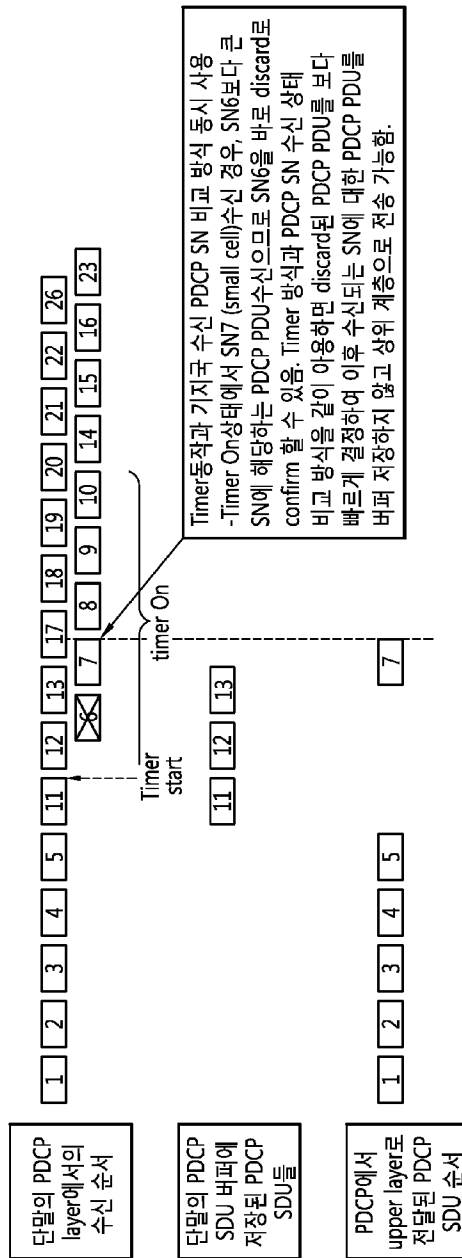
[Fig. 20a]



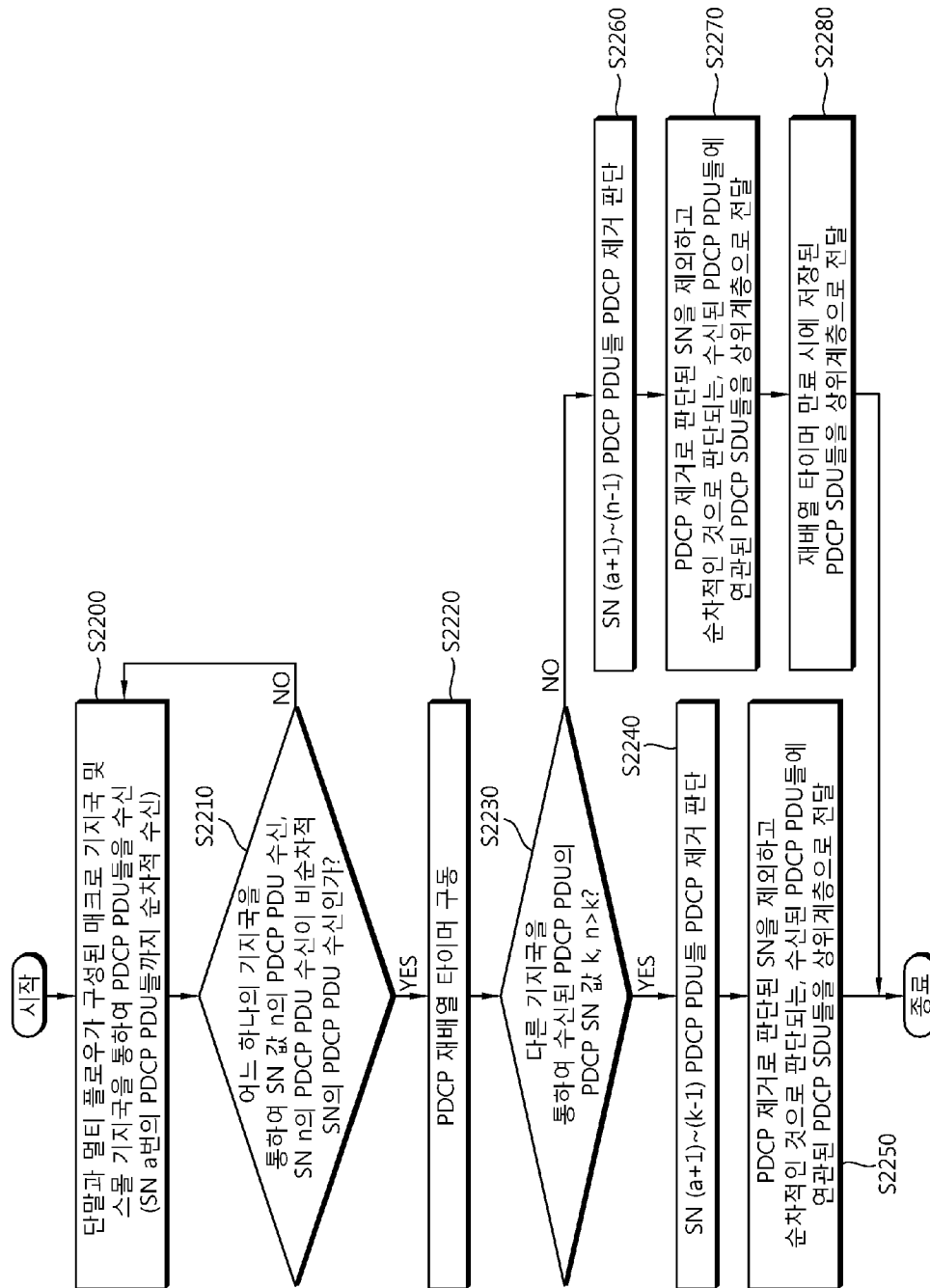
[Fig. 20b]



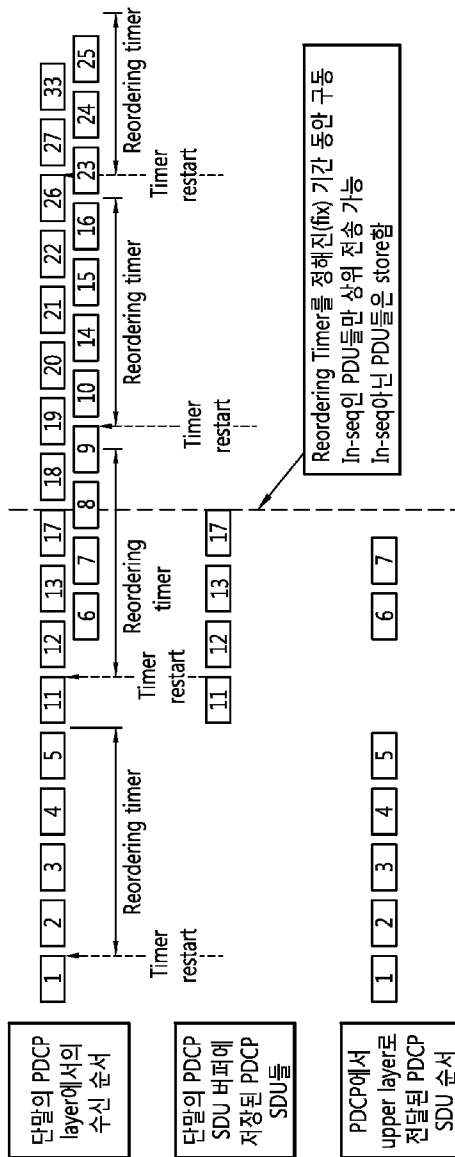
[Fig. 21]



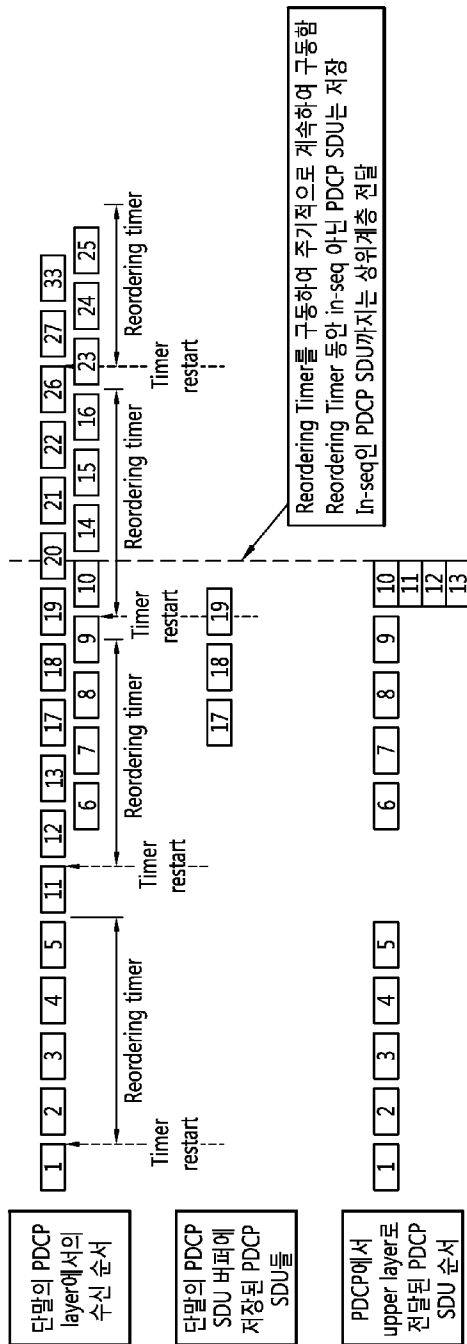
[Fig. 22]



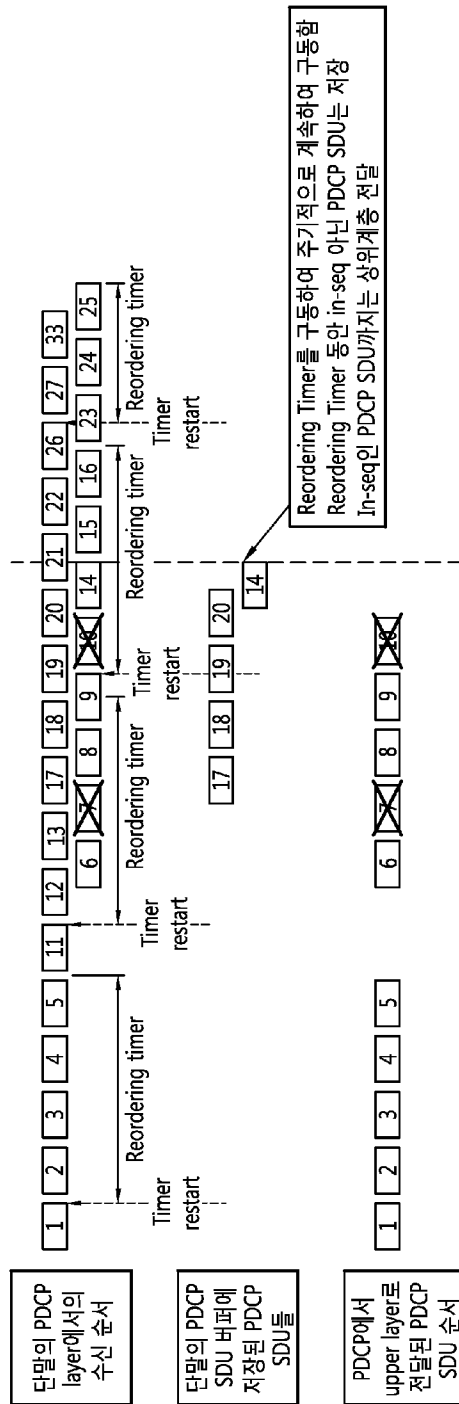
[Fig. 23a]



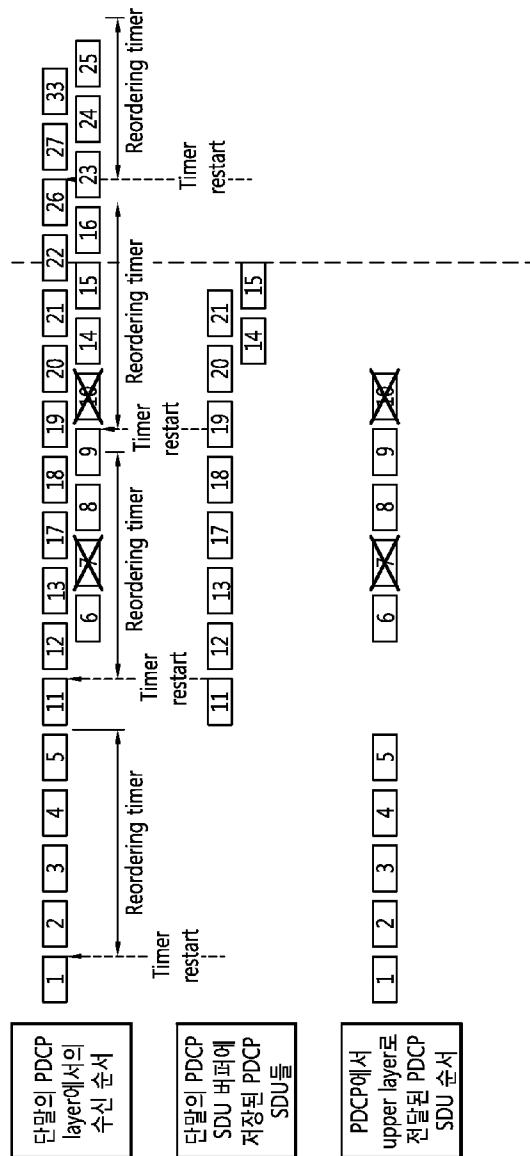
[Fig. 23b]



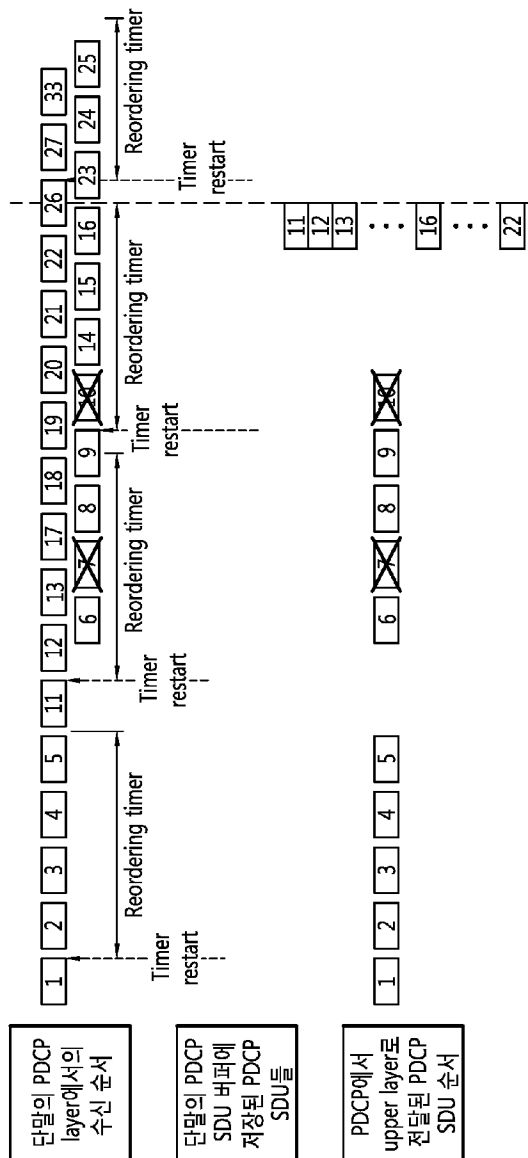
[Fig. 23c]



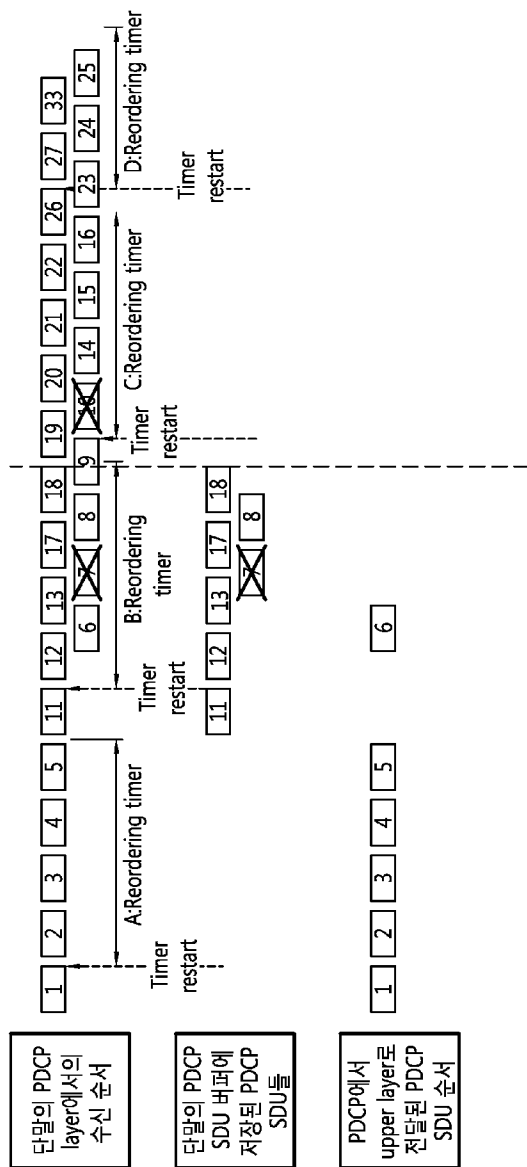
[Fig. 23d]



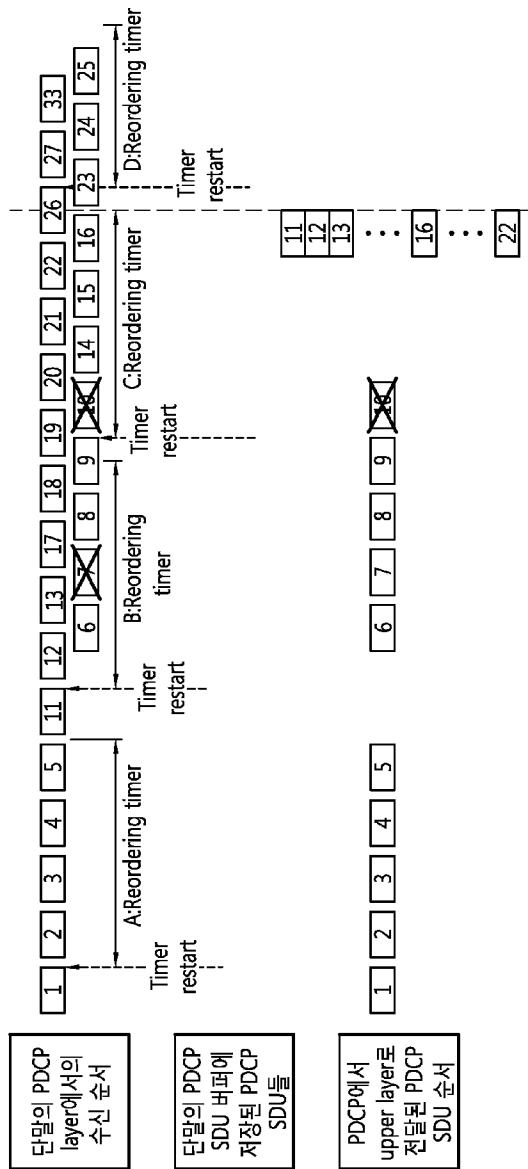
[Fig. 23e]



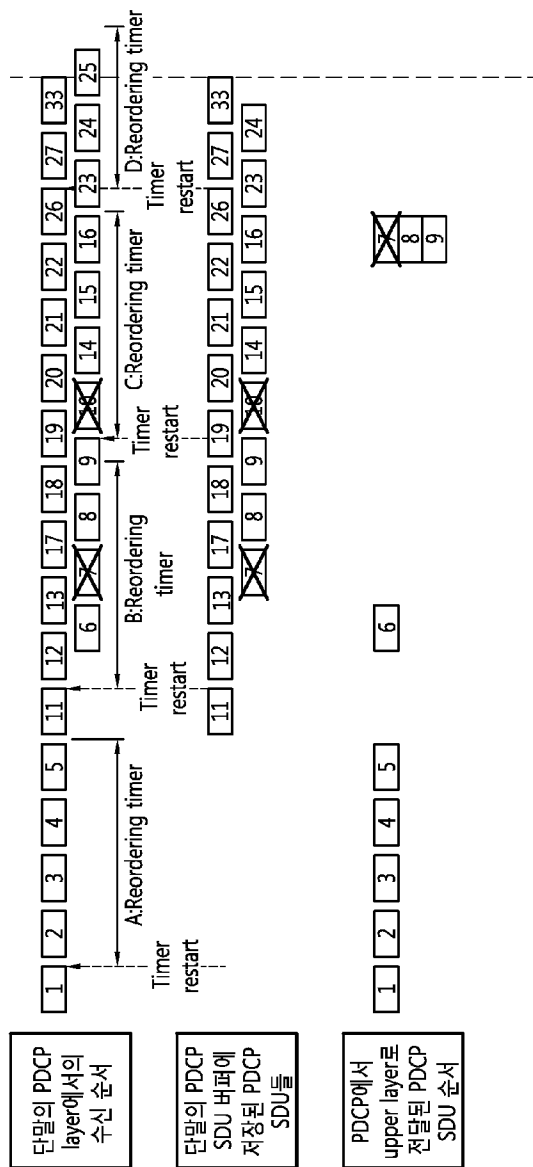
[Fig. 24a]



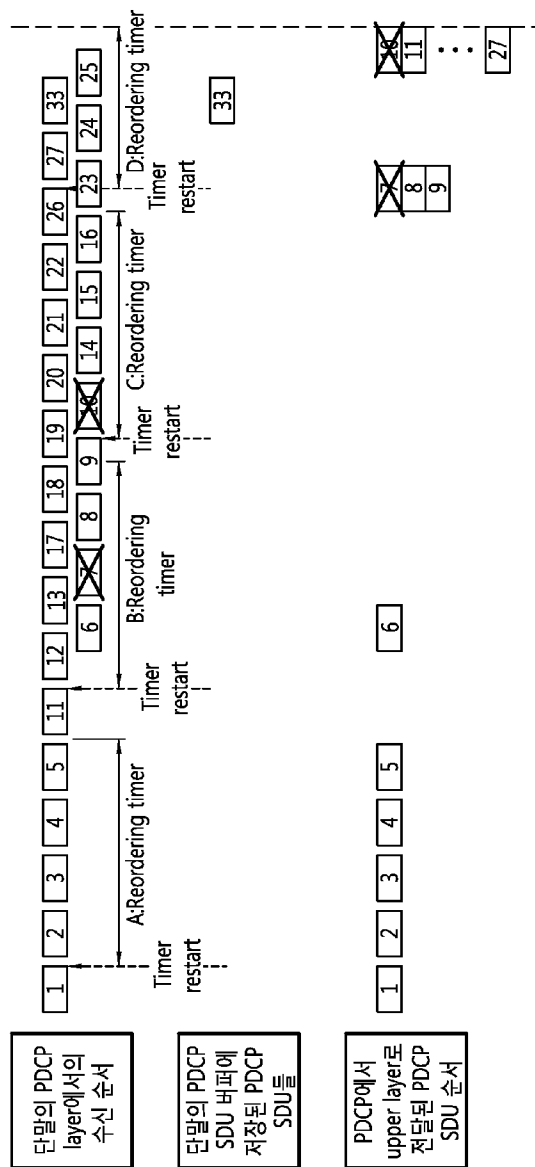
[Fig. 24b]



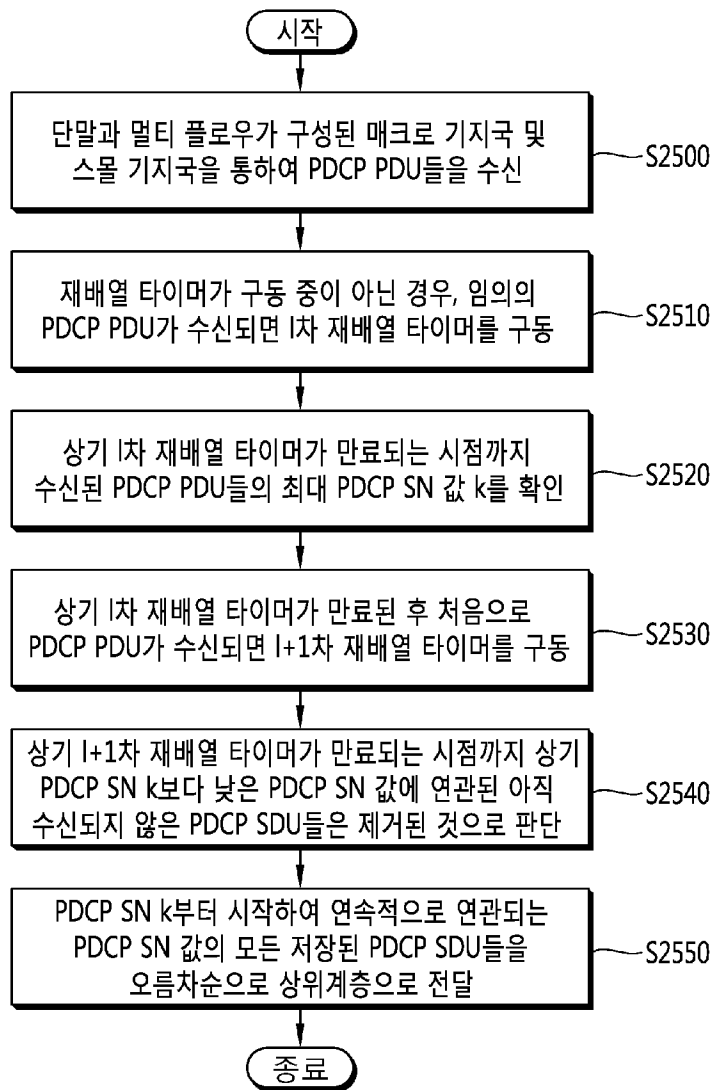
[Fig. 24c]



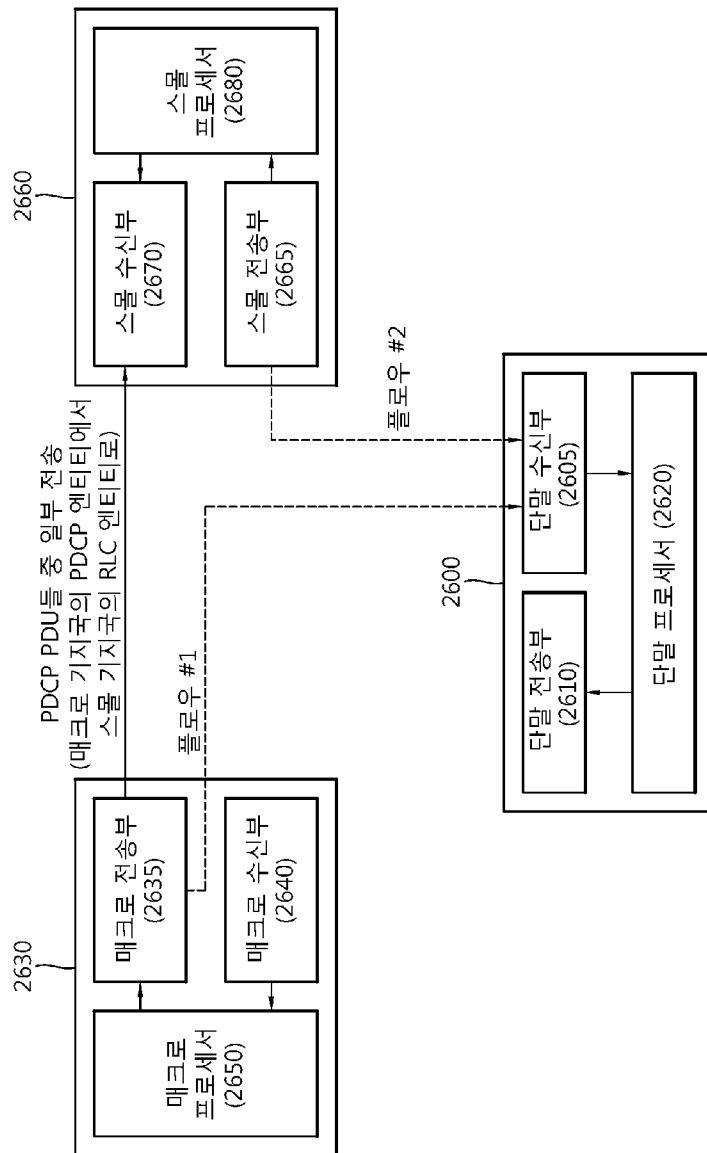
[Fig. 24d]



[Fig. 25]



[Fig. 26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/007457**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H04W 28/06(2009.01)i, H04W 36/02(2009.01)i, H04W 80/00(2009.01)i, H04W 76/02(2009.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 28/06; G06F 15/16; H04W 56/00; H04W 36/00; H04W 40/00; H04W 36/02; H04W 80/00; H04W 76/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: rearrangement, PDU, small, flow, timer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012-0082096 A1 (CAVE, Christopher R. et al.) 05 April 2012	1-3,7-10,14
A	See paragraphs [6], [50]-[55], [57], [73], [74], [85]-[93]; claim 1; and figures 8, 9.	4-6,11-13
Y	US 2012-0307741 A1 (WU, Chih-Hsiang) 06 December 2012	1-3,7-10,14
A	See paragraphs [31]-[34], [44].	
A	US 2009-0190554 A1 (CHO, Yoon Jung) 30 July 2009	1-14
A	See paragraphs [3]-[8], [66]-[82]; and figures 12, 13.	
A	EP 2369795 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28 September 2011	1-14
A	See paragraphs [10], [33]-[35]; and claim 1.	
A	US 2010-0274915 A1 (HO, Sai Yiu Duncan et al.) 28 October 2010	1-14
A	See paragraph [59]; claims 1-3; and figure 5.	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

27 NOVEMBER 2014 (27.11.2014)

Date of mailing of the international search report

27 NOVEMBER 2014 (27.11.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/007457

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2012-0082096 A1	05/04/2012	CN 103141051 A	05/06/2013
		EP 2622774 A1	07/08/2013
		IL 225508 D0	27/06/2013
		JP 2013-543706 A	05/12/2013
		KR 10-2013-0113465 A	15/10/2013
		TW 201218844 A	01/05/2012
		US 2014-0140276 A1	22/05/2014
		US 8638723 B2	28/01/2014
		WO 2012-044945 A1	05/04/2012
US 2012-0307741 A1	06/12/2012	CN 101616411 A	30/12/2009
		CN 103428896 A	04/12/2013
		CN 103458402 A	18/12/2013
		DE 202009018407 U1	19/01/2012
		EP 2139292 A2	30/12/2009
		EP 2139292 A3	09/06/2010
		EP 2139292 B1	06/06/2012
		EP 2139292 B9	19/09/2012
		EP 2432293 A2	21/03/2012
		EP 2432293 A3	09/05/2012
		EP 2432293 B1	29/01/2014
		EP 2496040 A1	05/09/2012
		EP 2496040 B1	17/04/2013
		EP 2496041 A1	05/09/2012
		EP 2496041 B1	28/08/2013
		EP 2496042 A1	05/09/2012
		EP 2496042 B1	11/09/2013
		TW 201014433 A	01/04/2010
		TW 1408984 B	11/09/2013
		US 2009-0316664 A1	24/12/2009
		US 2012-0201228 A1	09/08/2012
		US 2013-0308539 A1	21/11/2013
		US 8396037 B2	12/03/2013
		US 8798093 B2	05/08/2014
US 2009-0190554 A1	30/07/2009	CN 101911546 A	08/12/2010
		CN 101911546 B	15/10/2014
		EP 2083602 A1	29/07/2009
		EP 2083602 B1	16/07/2014
		EP 2765804 A1	13/08/2014
		JP 05001434 B2	15/08/2012
		JP 2011-504037 A	27/01/2011
		KR 10-2009-0081971 A	29/07/2009
		TW 200935940 A	16/08/2009
		TW 1406576 B	21/08/2013
EP 2369795 A2	28/09/2011	WO 2009-093797 A1	30/07/2009
		AU 2007-311697 A1	24/04/2008
		AU 2007-311697 B2	04/08/2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/007457

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		CA 2666265 A1	24/04/2008
		CN 101529816 A	09/09/2009
		CN 101529816 B	06/06/2012
		CN 102340832 A	01/02/2012
		CN 103888232 A	25/06/2014
		EP 1915017 A2	23/04/2008
		EP 1915017 A3	03/11/2010
		EP 2369795 A3	06/06/2012
		EP 2720493 A2	16/04/2014
		EP 2720493 A3	27/08/2014
		EP 2720494 A1	16/04/2014
		JP 05179503 B2	10/04/2013
		JP 05484433 B2	07/05/2014
		JP 2010-507317 A	04/03/2010
		JP 2012-105291 A	31/05/2012
		JP 2014-039329 A	27/02/2014
		KR 10-0938090 B1	21/01/2010
		KR 10-2008-0035313 A	23/04/2008
		RU 2009-114733 A	27/10/2010
		RU 2408994 C1	10/01/2011
		US 2008-0095116 A1	24/04/2008
		US 2014-0071947 A1	13/03/2014
		US 2014-0071948 A1	13/03/2014
		US 8588175 B2	19/11/2013
		WO 2008-048072 A1	24/04/2008
US 2010-0274915 A1	28/10/2010	CN 102415135 A	11/04/2012
		EP 2425654 A1	07/03/2012
		JP 05323985 B2	23/10/2013
		JP 2012-525782 A	22/10/2012
		KR 10-1454306 B1	23/10/2014
		KR 10-2012-0023031 A	12/03/2012
		TW 201130337 A	01/09/2011
		US 8687591 B2	01/04/2014
		WO 2010-126905 A1	04/11/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 28/06(2009.01)i, H04W 36/02(2009.01)i, H04W 80/00(2009.01)i, H04W 76/02(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 28/06; G06F 15/16; H04W 56/00; H04W 36/00; H04W 40/00; H04W 36/02; H04W 80/00; H04W 76/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 재배열, PDU, 스몰, 플로우, 타이머

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2012-0082096 A1 (CHRISTOPHER R. CAVE 외 2명) 2012.04.05 단락 [6], [50]-[55], [57], [73], [74], [85]-[93]; 청구항 1; 및 도면 8, 9 참조.	1-3, 7-10, 14
A		4-6, 11-13
Y	US 2012-0307741 A1 (CHIH-HSIANG WU) 2012.12.06 단락 [31]-[34], [44] 참조.	1-3, 7-10, 14
A	US 2009-0190554 A1 (YOON JUNG CHO) 2009.07.30 단락 [3]-[8], [66]-[82]; 및 도면 12, 13 참조.	1-14
A	EP 2369795 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2011.09.28 단락 [10], [33]-[35]; 및 청구항 1 참조.	1-14
A	US 2010-0274915 A1 (SAI YIU DUNCAN HO 외 2명) 2010.10.28 단락 [59]; 청구항 1-3; 및 도면 5 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일
2014년 11월 27일 (27.11.2014)

국제조사보고서 발송일
2014년 11월 27일 (27.11.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
양정록
전화번호 +82-42-481-5709



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2012-0082096 A1	2012/04/05	CN 103141051 A EP 2622774 A1 IL 225508 D0 JP 2013-543706 A KR 10-2013-0113465 A TW 201218844 A US 2014-0140276 A1 US 8638723 B2 WO 2012-044945 A1	2013/06/05 2013/08/07 2013/06/27 2013/12/05 2013/10/15 2012/05/01 2014/05/22 2014/01/28 2012/04/05
US 2012-0307741 A1	2012/12/06	CN 101616411 A CN 103428896 A CN 103458402 A DE 202009018407 U1 EP 2139292 A2 EP 2139292 A3 EP 2139292 B1 EP 2139292 B9 EP 2432293 A2 EP 2432293 A3 EP 2432293 B1 EP 2496040 A1 EP 2496040 B1 EP 2496041 A1 EP 2496041 B1 EP 2496042 A1 EP 2496042 B1 TW 201014433 A TW I408984 B US 2009-0316664 A1 US 2012-0201228 A1 US 2013-0308539 A1 US 8396037 B2 US 8798093 B2	2009/12/30 2013/12/04 2013/12/18 2012/01/19 2009/12/30 2010/06/09 2012/06/06 2012/09/19 2012/03/21 2012/05/09 2014/01/29 2012/09/05 2013/04/17 2012/09/05 2013/08/28 2012/09/05 2013/09/11 2010/04/01 2013/09/11 2009/12/24 2012/08/09 2013/11/21 2013/03/12 2014/08/05
US 2009-0190554 A1	2009/07/30	CN 101911546 A CN 101911546 B EP 2083602 A1 EP 2083602 B1 EP 2765804 A1 JP 05001434 B2 JP 2011-504037 A KR 10-2009-0081971 A TW 200935940 A TW I406576 B WO 2009-093797 A1	2010/12/08 2014/10/15 2009/07/29 2014/07/16 2014/08/13 2012/08/15 2011/01/27 2009/07/29 2009/08/16 2013/08/21 2009/07/30
EP 2369795 A2	2011/09/28	AU 2007-311697 A1 AU 2007-311697 B2	2008/04/24 2011/08/04

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CA 2666265 A1	2008/04/24
		CN 101529816 A	2009/09/09
		CN 101529816 B	2012/06/06
		CN 102340832 A	2012/02/01
		CN 103888232 A	2014/06/25
		EP 1915017 A2	2008/04/23
		EP 1915017 A3	2010/11/03
		EP 2369795 A3	2012/06/06
		EP 2720493 A2	2014/04/16
		EP 2720493 A3	2014/08/27
		EP 2720494 A1	2014/04/16
		JP 05179503 B2	2013/04/10
		JP 05484433 B2	2014/05/07
		JP 2010-507317 A	2010/03/04
		JP 2012-105291 A	2012/05/31
		JP 2014-039329 A	2014/02/27
		KR 10-0938090 B1	2010/01/21
		KR 10-2008-0035313 A	2008/04/23
		RU 2009-114733 A	2010/10/27
		RU 2408994 C1	2011/01/10
		US 2008-0095116 A1	2008/04/24
		US 2014-0071947 A1	2014/03/13
		US 2014-0071948 A1	2014/03/13
		US 8588175 B2	2013/11/19
		WO 2008-048072 A1	2008/04/24
US 2010-0274915 A1	2010/10/28	CN 102415135 A	2012/04/11
		EP 2425654 A1	2012/03/07
		JP 05323985 B2	2013/10/23
		JP 2012-525782 A	2012/10/22
		KR 10-1454306 B1	2014/10/23
		KR 10-2012-0023031 A	2012/03/12
		TW 201130337 A	2011/09/01
		US 8687591 B2	2014/04/01
		WO 2010-126905 A1	2010/11/04