

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2013년 4월 11일 (11.04.2013)



(10) 국제공개번호  
WO 2013/051845 A2

- (51) 국제특허분류: H04W 76/02 (2009.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008011
- (22) 국제출원일: 2012년 10월 4일 (04.10.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2011-0100775 2011년 10월 4일 (04.10.2011) KR
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 443-742 경기도 수원시 영통구 삼성로 129번지, Gyeonggi-do (KR). 연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) [KR/KR]; 120-749 서울시 서대문구 연세로 50번지, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 정상수 (JEONG, Sang-Soo); 442-847 경기도 수원시 팔달구 매산로 2가 2-4번지 503호, Gyeonggi-do (KR). 조성연 (CHO, Song-Yean); 156-700 서울시 동작구 신대방1동 경남 교수아파트 103동 1704호, Seoul (KR). 김성륜 (KIM, Seong-Lyun); 137-781 서울시 서초구 우면동 동양 고숙아파트 103동 1401호, Seoul (KR). 배범식 (BAE, Beom-Sik); 443-745 경기도 수원시 영통구 망포동 707번지 방죽마을 영통뜨란채

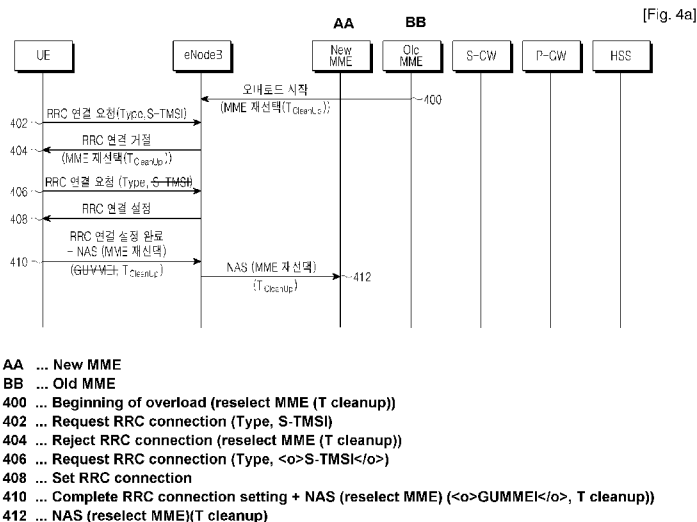
아파트 1001동 1803호, Gyeonggi-do (KR). 이상훈 (LEE, Sang-Hoon); 425-143 경기도 안산시 단원구 선부3동 1102-2번지, Gyeonggi-do (KR). 이현관 (LEE, Hyun-Kwan); 158-860 서울시 양천구 신정4동 978-2번지 도양빌라 303호, Seoul (KR). 이범희 (LEE, Beom-Hee); 121-844 서울시 마포구 성산1동 81-3번지 신화쉐르빌 302호, Seoul (KR). 김민철 (KIM, Min-Cheol); 137-783 서울시 서초구 우면동 주공아파트 101동 302호, Seoul (KR).

- (74) 대리인: 이권주 (LEE, Keon-Joo); 110-524 서울시 종로구 명륜동 4가 110-2번지 미화빌딩, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING USER EQUIPMENT ACCESS IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 이동 통신 시스템에서 사용자 단말의 접속 제어 방법 및 장치



(57) Abstract: The present invention comprises: a first standby method including a mobility management entity (MME) in a wireless communication system that includes predicting an overload duration time when an overload occurs, deciding as a reconnection method of a user equipment (UE) one of a plurality of reconnection methods by using the overload duration time that is predicted, transmitting to an eNodeB information on the reconnection method of the UE that is decided, wherein the plurality of reconnection methods represent methods for the UE attempting a reconnection with the MME after a predetermined first standby time; a second standby time for the UE attempting reconnection with the MME after a second standby time that is longer than the first standby time; and an MME reselection method for the UE attempting the reconnection with an MME which is different from the MME.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/051845 A2



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**공개:**

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

---

본 발명은 이동 통신 시스템에서 이동성 관리 엔티티(MME)가 오버로드가 발생하면 오버로드 지속 시간을 예측하고, 상기 예측된 오버로드 지속 시간을 사용하여 다수의 재접속 방식 중 하나를 사용자 단말(UE)의 재접속 방식으로 결정하고, 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 기지국으로 송신하며, 상기 다수의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제 1 대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제 1 대기 방식, 상기 UE가 상기 제 1 대기 시간보다 긴 제 2 대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제 2 대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식을 포함한다.

## 명세서

# 발명의 명칭: 이동 통신 시스템에서 사용자 단말의 접속 제어 방법 및 장치

### 기술분야

- [1] 본 발명은 이동 통신 시스템에 대한 것으로서, 특히 사용자 단말(User Equipment: UE)의 접속을 제어하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

- [2] 이동 통신 시스템에서 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)는 다수의 UE가 접속하고 신호를 송수신함에 따라 생성되는 정보로 인해 오버로드(Overload)가 발생할 수 있다. 상기 이동 통신 시스템에서는 상기 오버로드를 해소하기 위하여 새로운 UE들의 접속을 차단하는 과정이 수행될 수 있다. 일 예로, 종래의 이동 통신 시스템에서는 MME가 특정 기지국(Enhanced Node B: eNodeB)으로 오버로드 시작 메시지(Overload Start Message)를 송신함으로써 UE의 RRC(Radio Resource Control) 접속이 차단될 수 있도록 한다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 UE의 접속을 차단하기 위한 다음 5가지 방법을 제시하고 있다.
- [3] 1. 응급 단말이 아닌 모든 UE의 데이터 전송을 위한 RRC 접속 차단
- [4] 2. 시그널링(Signaling)을 위한 모든 UE의 RRC 접속 차단
- [5] 3. 응급 단말과 네트워크의 데이터 전송을 위한 RRC 접속만 허용
- [6] 4. 높은 우선권을 가진 UE와 네트워크의 데이터 전송을 위한 RRC 접속만 허용
- [7] 5. 지연 접속 가능 UE(delay tolerant traffic)의 RRC 접속 차단
- [8] 상기와 같은 5가지 방법이 사용될 경우, MME의 오버로드는 해소될 수 있지만 접속이 차단된 UE들의 서비스 품질(Quality of Service: QoS)은 보장되기 어렵다. 따라서 오버로드를 해소함과 동시에 접속이 차단된 UE들의 QoS를 보장할 수 있는 접속 제어 방식에 관한 연구가 필요한 실정이다.

### 발명의 상세한 설명

#### 기술적 과제

- [9] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 UE의 접속을 제어하기 위한 방법 및 장치를 제안한다.
- [10] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 오버로드가 발생한 경우, 오버로드가 지속될 시간에 따라 UE의 접속을 제어하는 방법 및 장치를 제안한다.
- [11] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 UE의 접속 시간을 단축시키고, MME 간의 부하 분산(Load Balancing)을 통해 오버로드 발생 확률을 감소시키는 방법 및 장치를 제안한다.

#### 과제 해결 수단

- [12] 상술한 바를 달성하기 위한 본 발명에서 제안하는 방법은; 이동 통신

시스템에서 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)가 사용자 단말(User Equipment: UE)의 접속을 제어하는 방법에 있어서, 오버로드(Overload)가 발생하면 오버로드 지속 시간을 예측하는 과정과, 상기 예측된 오버로드 지속 시간을 사용하여 다수의 재접속 방식 중 하나를 상기 UE의 재접속 방식으로 결정하는 과정과, 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 기지국으로 송신하는 과정을 포함하며, 상기 다수의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식을 포함한다.

- [13] 본 발명에서 제안하는 다른 방법은; 이동 통신 시스템에서 기지국이 사용자 단말(User Equipment: UE)의 접속을 제어하는 방법에 있어서, 오버로드(Overload)가 발생한 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 수신하는 과정과, 상기 UE로부터 제1연결 요청 메시지가 수신되면, 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 연결 요청 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신하는 과정을 포함하며, 상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 한다.

- [14] 본 발명에서 제안하는 또 다른 방법은; 이동 통신 시스템에서 사용자 단말(User Equipment: UE)이 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)에 접속하는 방법에 있어서, 기지국으로 제1연결 요청 메시지를 송신한 후, 상기 기지국으로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 연결 요청 거절 메시지를 수신하는 과정과, 상기 연결 요청 거절 메시지에 포함된 상기 UE의 재접속 방식을 사용하여 상기 MME 또는 상기 MME와 다른 MME에 접속하는 과정을 포함하며, 상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 한다.

- [15] 본 발명에서 제안하는 장치는; 이동 통신 시스템에서 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)에 있어서, 오버로드(Overload)가 발생하면 오버로드 지속 시간을 예측하고, 상기 예측된 오버로드 지속 시간을 사용하여 다수의 재접속 방식 중 하나를 사용자 단말(User Equipment: UE)의 재접속 방식으로 결정하는 제어부와, 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 기지국으로 송신하는 송신부를 포함하며, 상기 다수의 재접속 방식은

상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식을 포함한다.

[16] 본 발명에서 제안하는 다른 장치는; 이동 통신 시스템에서 기지국에 있어서, 송신부와, 수신부와, 상기 수신부를 제어하여 오버로드(Overload)가 발생한 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)로부터 사용자 단말(User Equipment: UE)의 재접속 방식에 대한 정보를 수신하고, 상기 UE로부터 제1연결 요청 메시지가 수신되면, 상기 송신부를 제어하여 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 연결 요청 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신하는 제어부를 포함하며, 상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 한다.

[17] 본 발명에서 제안하는 또 다른 장치는; 이동 통신 시스템에서 사용자 단말(User Equipment: UE)에 있어서, 송신부와, 수신부와, 상기 송신부를 제어하여 기지국으로 제1연결 요청 메시지를 송신한 후, 상기 수신부를 통해 상기 기지국으로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 연결 요청 거절 메시지를 수신하고, 상기 연결 요청 거절 메시지에 포함된 상기 UE의 재접속 방식을 사용하여 이 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME) 또는 상기 MME와 다른 MME에 접속하는 제어부를 포함하며, 상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 한다.

[18] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 오버로드가 발생한 경우, 오버로드 지속 시간에 따른 다수의 UE의 접속 방식들 중 하나를 사용할 수 있도록 함으로써, 오버로드 상황에 대응하여 보다 효과적으로 UE의 접속을 제어할 수 있는 이점이 있다. 또한, 본 발명은 오버로드가 발생한 MME로 접속하는 UE의 접속 시간을 단축시키고, MME들 간의 부하 분산(Load Balancing)을 통해 오버로드 발생 횟수를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 MME가 오버로드 지속 시간을 예측하여 UE의 재접속 방식을 결정하는 과정을 나타낸 도면,

- [20] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 wait time 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도,
- [21] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 extended wait time 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도,
- [22] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도,
- [23] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도,
- [24] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 MME의 동작 과정을 나타낸 순서도,
- [25] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 eNodeB의 동작 과정을 나타낸 순서도,
- [26] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 동작 과정을 나타낸 순서도,
- [27] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 MME의 블록 구성도,
- [28] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 eNodeB의 블록 구성도,
- [29] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 블록 구성도,
- [30] 도 12(a) 및 도 12(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 재접속 방식을 사용할 경우의 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면,
- [31] 도 13(a) 및 도 13(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 wait time 방식 및 MME 재선택 방식이 사용될 경우의 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [32] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [33] 또한, 본 발명의 실시 예들을 구체적으로 설명함에 있어서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 LTE(Long Term Evolution) 또는 반송파 결합을 지원하는 LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 통신 시스템을 주된 대상으로 할 것이지만, 본 발명의 주요한 요지는 유사한 기술적 배경 및 채널 형태를 가지는 여타의 통신 시스템에서도 본 발명의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위 내에서 약간의 변형으로 적용 가능하며, 이는 본 발명의 기술 분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.
- [34] 본 명세서에는 이동 통신 시스템에서 사용자 단말(User Equipment: UE)의

접속을 제어하기 위한 방법 및 장치를 제안한다. 구체적으로, 본 명세서에서는 이동 통신 시스템에서 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)의 오버로드 지속 시간(Duration)에 따라 UE의 재접속 방식을 결정함으로써, 상기 UE의 MME 접속 시간을 단축시키고 MME들 간의 부하 분산(Load Balancing)이 수행될 수 있도록 하는 방법 및 장치를 제안한다.

- [35] 본 발명의 실시 예에서는 다수개의 UE가 기지국(Enhanced Node B: eNodeB)을 통해 네트워크에 접속하며, 하나의 UE는 MME 풀(Pool)에 포함된 다수개의 MME 중 하나와 연결되어 관리를 받게 된다. 각 MME에서는 다수개의 UE를 관리함에 따라 지나치게 많은 정보가 생성될 경우 오버로드가 발생할 수 있다. 이 경우, 해당 MME는 오버로드 시작(Overload Start) 메시지를 사용하여 특정 eNodeB에 대한 UE의 접속을 제한하는 명령을 송신한다. 본 발명의 실시 예에서 상기 오버로드 시작 메시지에 포함되는 UE의 접속을 제한하는 명령은 오버로드 지속 시간에 따라 달라지며, UE의 재접속 방식에 대한 정보를 포함한다.
- [36] 이하 도 1을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 MME가 오버로드 지속 시간을 예측하여 UE의 재접속 방식을 결정하는 과정을 설명하기로 한다.
- [37] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 MME가 오버로드 지속 시간을 예측하여 UE의 재접속 방식을 결정하는 과정을 나타낸 도면이다.
- [38] 도 1을 참조하면, MME는 오버로드가 발생하면 100 단계에서 오버로드 지속 시간( $T_{ov}$ )을 예측한다. 상기 오버로드 지속 시간은 RRC(Radio Resource Control) 연결된 UE의 수를 근거로 결정될 수 있다. 상기 MME는 102 단계에서 상기 오버로드 지속 시간이 제1임계값보다 작은지 여부를 판단한다. 상기 MME는 상기 오버로드 지속 시간이 상기 제1임계값보다 작은 경우, 104 단계로 진행하여 상기 UE의 재접속 방식을 대기 방식(이하 'wait time 방식'이라 칭함)으로 결정한다. 상기 wait time 방식은 상기 UE가 미리 설정된 대기 시간인  $T_w$ 가 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타낸다.
- [39] 그리고, 상기 MME는 상기 오버로드 지속 시간이 상기 제1임계값보다 크거나 같은 경우, 106 단계로 진행하여 상기 오버로드 지속 시간이 제2임계값보다 작은지 여부를 판단한다.
- [40] 상기 MME는 상기 오버로드 지속 시간이 상기 제1임계값보다 크거나 같고 상기 제2임계값보다 작은 경우, 108 단계로 진행하여 상기 UE의 재접속 방식을 확장된 대기 방식(이하 'extended wait time 방식'이라 칭함)으로 결정한다. 상기 extended wait time 방식은 상기 UE가 미리 설정된 대기 시간인  $T_{ew}$ 가 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타낸다. 여기서, 상기  $T_{ew}$ 는 상기  $T_w$ 보다 긴 시간을 나타내므로, 상기 UE는 상기 대기 방식이 사용될 때보다 긴 시간동안 상기 MME에 대한 재접속이 차단된다.
- [41] 상기 MME는 상기 오버로드 지속 시간이 상기 제2임계값보다 크거나 같은 경우, 110 단계로 진행하여 상기 UE의 재접속 방식을 MME 재선택 방식으로 결정한다. 상기 MME 재선택 방식은 상기 UE가 MME 풀 내의 오버로드가

발생하지 않은 다른 MME를 선택하는 방식을 나타낸다.

- [42] 상기 MME는 상기 104, 108, 110 단계에서 상기 UE의 재접속 방식이 결정되면, 112 단계로 진행하여 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다. 그러면, 상기 eNodeB는 상기 오버로드 시작 메시지를 수신하고, 상기 UE로부터 접속을 요청받으면 해당 접속 요청을 거절하고 상기 오버로드 시작 메시지에 포함된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 상기 UE로 송신한다. 그리고, 상기 UE는 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보에 따라,  $T_W$  또는  $T_{EW}$  시간이 경과한 후 상기 MME에 대한 접속을 다시 요청하거나, 다른 MME로의 접속을 요청하게 된다.
- [43] 상기 MME는 114 단계에서 오버로드가 해소되었는지 여부를 판단하여, 상기 오버로드가 해소된 경우 모든 과정을 종료한다. 그리고, 상기 MME는 상기 오버로드가 해소되지 않은 경우에는 상기 100 단계로 다시 되돌아가 도 1의 과정을 반복 수행한다.
- [44] 한편, 도 1에서 상기 제1임계값과 제2임계값은 UE의 최대 재접속 시도 횟수 및 상기  $T_W$  및  $T_{EW}$  를 사용하여 결정된다. 상기 최대 재접속 시도 횟수는 상기 UE가 RRC 연결 요청 메시지(RRC Connection Request Message)를 재송신할 수 있는 최대 횟수를 나타낸다. 하기 수학적 식 1에 나타난 바와 같이, 상기 제1임계값은 상기 최대 재접속 시도 횟수와 상기  $T_W$  의 곱으로 결정되며, 상기 제2임계값은 상기 최대 재접속 시도 횟수와 상기  $T_{EW}$  의 곱으로 결정될 수 있다.
- [45] 수학적 식 1

$$\delta_S = N300 \times T_W$$

$$\delta_M = N300 \times T_{EW}$$

$$T_W \leq T_{EW} \leq N300 \times T_W$$

- [46] 상기 수학적 식 1에서

$$\delta_S$$

는 상기 제1임계값을 나타내며,

$$\delta_M$$

은 상기 제2임계값을 나타내고, N300은 상기 최대 재접속 시도 횟수를 나타낸다. 참고적으로, 상기 제2임계값은 상기  $T_{EW}$ 와 동일하거나 큰 값으로 결정될 수 있다.

- [47] 도 1에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에서 UE의 재접속 방식은 MME의 오버로드 지속 시간에 따라 wait time 방식, extended wait time 방식 및 MME 재선택 방식으로 구분될 수 있다. 이하 상기 wait time 방식, extended wait



- time 방식 및 MME 재선택 방식을 각각 도 2 내지 도 4를 참조하여 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [48] 먼저, 상기 wait time 방식을 도 2를 참조하여 설명하기로 한다.
- [49] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 wait time 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도이다.
- [50] 도 2를 참조하면, 현재 UE의 컨텍스트(Context) 정보 등을 관리하고 있는 MME는 오버로드가 발생되면, 상기 도 1에 나타난 바와 같은 과정을 수행하여 UE의 재접속 방식을 결정한다. 그리고, 상기 MME는 상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식으로 결정된 경우, 200 단계에서 wait time 방식이 결정되었음을 나타내는 정보를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다.
- [51] 상기 eNodeB는 202 단계에서 상기 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지가 수신되면, 204 단계에서 상기 wait time 방식이 결정되었음을 나타내는 정보를 RRC 연결 거절 메시지(RRC Connection Reject Message)에 포함시켜 상기 UE로 송신한다. 상기 RRC 연결 요청 메시지에는 메시지 타입(Type) 정보와, 상기 UE의 식별 정보 일 예로, 임시 이동 가입자 식별자(SAE-Temporary Mobile Subscriber Identity: S-TMSI)가 포함된다. 상기 S-TMSI는 상기 MME가 상기 UE에 할당한 식별자로서, 상기 eNodeB는 상기 S-TMSI를 근거로 상기 UE가 어떤 MME에 등록되었는지를 확인하여 상기 UE의 연결 요청을 거절한다.
- [52] 그러면, 상기 UE는 상기 wait time 방식에 따라 재접속 과정이 수행되어야 함을 판단하고, 미리 설정된 대기 시간인  $T_w$ 가 경과한 후 206 단계에서 상기 eNodeB로 RRC 연결 요청 메시지를 송신한다. 상기 eNodeB는 상기  $T_w$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료된 것으로 판단되면, 상기 UE가 상기 MME에 재접속할 수 있도록 208 단계에서 RRC 연결 설정 메시지(RRC Connection Setup Message)를 상기 UE로 송신한다.
- [53] 이와 달리, 상기 eNodeB는 상기  $T_w$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료되지 않은 것으로 판단되면, 상기 UE로 RRC 연결 거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다. 상기 eNodeB는 상기 MME로부터 오버로드가 종료되었음을 나타내는 오버로드 종료 메시지(Overload Stop Message) 메시지가 상기  $T_w$ 가 경과하기 전에 수신되었는지 여부를 근거로, 상기  $T_w$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료되었는지 여부를 판단할 수 있다.
- [54] 한편, 상기 UE는 상기 eNodeB로부터 상기 RRC 연결 설정 메시지를 수신한 경우, 210 단계에서 RRC 연결 설정 완료 메시지(RRC Connection Setup Complete Message)와 함께 MME 연결 요청(Attach Request) 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그러면, 상기 eNodeB는 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 MME로 전달하여, 상기 UE에 대한 베어러(Bearer) 및 세션(Session) 등이 생성되어 상기 MME에 의해 관리될 수 있도록 한다.
- [55] 다음으로, 상기 extended wait time 방식을 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.

- [56] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 extended wait time 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도이다.
- [57] 도 3을 참조하면, 현재 UE의 컨텍스트 정보 등을 관리하고 있는 MME는 오버로드가 발생되면, 상기 도 1에 나타난 바와 같은 과정을 수행하여 UE의 재접속 방식을 결정한다. 그리고, 상기 MME는 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식으로 결정된 경우, 300 단계에서 extended wait time 방식이 결정되었음을 나타내는 정보를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다.
- [58] 상기 eNodeB는 302 단계에서 상기 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지가 수신되면, 304 단계에서 상기 extended wait time 방식이 결정되었음을 나타내는 정보를 RRC 연결 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신한다. 상기 RRC 연결 요청 메시지에는 메시지 타입정보와, 상기 UE의 식별 정보 일 예로, S-TMSI가 포함된다. 따라서, 상기 eNodeB는 상기 S-TMSI를 근거로 상기 UE의 연결 요청을 거절한다.
- [59] 그러면, 상기 UE는 상기 extended wait time 방식에 따라 재접속 과정이 수행되어야 함을 판단하고, 미리 설정된 대기 시간인  $T_{EW}$ 가 경과한 후 306 단계에서 상기 eNodeB로 RRC 연결 요청 메시지를 송신한다. 상기 eNodeB는 상기  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료된 것으로 판단되면, 상기 UE가 상기 MME에 다시 접속될 수 있도록 308 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신한다.
- [60] 이와 달리, 상기 eNodeB는 상기  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료되지 않은 것으로 판단되면, 상기 UE로 RRC 연결 거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다. 상기 eNodeB는 상기 MME로부터 오버로드 종료 메시지가 상기  $T_{EW}$ 가 경과하기 전에 수신되었는지 여부를 근거로, 상기  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 MME의 오버로드가 종료되었는지 여부를 판단할 수 있다.
- [61] 한편, 상기 UE는 상기 eNodeB로부터 상기 RRC 연결 설정 메시지를 수신한 경우, 310 단계에서 RRC 연결 설정 완료 메시지와 함께 MME 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그러면, 상기 eNodeB는 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 MME로 전달하여, 상기 UE에 대한 베어러 및 세션 등이 생성되어 상기 MME에 의해 관리될 수 있도록 한다.
- [62] 다음으로, 상기 MME 재선택 방식을 도 4a ~ 도 4b 및 도 5a ~ 도 5b를 참조하여 설명하기로 한다.
- [63] 본 발명의 실시 예에서 상기 MME 재선택 방식은 현재 UE의 컨텍스트 정보 등을 관리하고 있는 Old MME가 해당 UE의 컨텍스트 정보를 삭제할 때 타이머(Timer) 정보가 사용되는지 여부에 따라 두 가지 방식으로 구분된다. 먼저, 상기 두 가지 방식 중 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식을 도 4a 및 도 4b를 참조하여 설명하기로 한다.

- [64] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도이다.
- [65] 먼저, 도 4a를 참조하면, Old MME는 오버로드가 발생되면, 상기 도 1에 나타난 바와 같은 과정을 수행하여 UE의 재접속 방식을 결정한다. 그리고, 상기 Old MME는 상기 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식으로 결정된 경우, 400 단계에서 상기 MME 재선택 방식이 결정되었음을 나타내는 정보와 상기 Old MME가 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하는 시점을 결정하기 위해 사용하는 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다.
- [66] 상기 eNodeB는 402 단계에서 상기 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지가 수신되면, 404 단계에서 상기 MME 재선택 방식이 결정되었음을 나타내는 정보와 상기 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )를 RRC 연결 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신한다. 상기 RRC 연결 요청 메시지에는 메시지 타입 정보와, 상기 UE의 식별 정보 일 예로, S-TMSI가 포함된다. 따라서, 상기 eNodeB는 상기 S-TMSI를 근거로 상기 UE를 오버로드가 발생한 상기 Old MME에 등록된 UE로 판단하여 상기 UE의 RRC 연결 요청을 거절할 수 있다.
- [67] 그러면, 상기 UE는 상기 MME 재선택 방식에 따라 재접속 과정이 수행되어야 함을 판단하고, 406 단계에서 상기 S-TMSI가 포함되지 않은 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 상기 eNodeB는 상기 RRC 연결 요청 메시지에 상기 S-TMSI가 포함되지 않은 경우, 상기 UE를 어떤 MME에도 등록되지 않은 UE로 판단한다. 이에 따라, 상기 eNodeB는 408 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신한다.
- [68] 상기 UE는 410 단계에서 RRC 연결 설정 완료 메시지를 상기 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )가 포함된 MME 재선택 메시지와 함께 상기 eNodeB로 송신한다. 여기서, 상기 UE는 MME 재선택을 위해 상기 RRC 연결 설정 완료 메시지에 GUMMEI(Globally Unique MME Identifier)는 포함시키지 않는다. 즉, 상기 UE는 Old MME와 관련된 정보를 상기 eNodeB로 송신하지 않는다.
- [69] 상기 eNodeB는 412 단계에서 상기 UE로부터 상기 MME 재선택 메시지를 상기 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )와 함께 New MME로 전달한다. 상기 MME 재선택 메시지는 상기 UE의 MME 정보가 홈 가입자 서버(Home Subscriber Server: HSS)에 있음을 나타내는 정보가 포함된다. 그리고, 상기 New MME는 MME 풀 내의 상기 오버로드가 발생한 상기 MME를 제외한 다수의 MME 중 임의로 선택된 MME이거나, 미리 설정된 방식(일 예로, 상기 eNodeB의 NNSF(NAS Node Selection Function))에 따라 선택된 MME가 될 수 있다.
- [70] 상기 New MME의 동작을 도 4b를 참조하여 설명하면, 상기 New MME는 상기 UE를 등록하기 위해 414 단계에서 업데이트 위치 요청 메시지(Update Location Request Message)를 HSS로 송신한다. 상기 업데이트 위치 요청 메시지에는 상기 UE가 MME를 재선택한 UE임을 나타내는 정보와, 상기 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )가 포함된다.

- [71] 상기 HSS는 오버로드가 해소되면 Old MME에 등록된 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제할 수 있도록 상기 UE의 Old MME에 대한 정보 및 New MME에 대한 정보를 모두 저장한다. 그리고, 상기 HSS는 상기 업데이트 위치 요청 메시지가 수신되면, 416 단계에서 상기 업데이트 요청 메시지에 대한 응답 메시지로서 업데이트 위치 ACK(Acknowledgement) 메시지를 상기 New MME로 송신한다.
- [72] 상기 New MME는 418 단계에서 상기 UE에 대한 세션을 생성하고, 베어러를 수정한다. 구체적으로, 상기 New MME는 패킷 데이터 네트워크 게이트웨이(Packet Data Network Gateway: P-GW)로 상기 UE에 대한 세션 생성 요청 메시지(Create Session Request Message)를 송신한다. 그리고, 상기 New MME는 상기 P-GW로부터 세션 생성 요청 메시지에 대한 응답 메시지(Create Session Response Message)가 수신되면, 초기 컨텍스트 설정 요청 메시지(Initial Context Setup Request Message)를 상기 eNodeB로 송신한다. 이후 상기 New MME는 상기 eNodeB와 상기 UE 간 RRC 연결이 재구성됨에 따라, 상기 eNodeB로부터 상기 초기 컨텍스트 설정 요청 메시지에 대한 응답 메시지(Initial Context Setup Response Message)를 수신한다. 그리고, 서빙 데이터 네트워크 게이트웨이(Serving Data Network Gateway: S-GW)로 베어러 수정 요청 메시지(Modify Bearer Request Message)를 송신하고, 상기 S-GW로부터 상기 베어러 수정 요청 메시지에 대한 응답 메시지(Modify Bearer Response Message)를 수신한다.
- [73] 한편, 상기 Old MME는 오버로드가 종료된 경우 420 단계에서 오버로드가 종료되었음을 나타내는 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 Old MME는 상기 HSS로부터 위치 삭제 요청 메시지가 수신되는지 여부를 판단한다. 상기 HSS는 상기 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )에 따른 타이머가 만료되는 경우, 상기 위치 삭제 요청 메시지를 상기 Old MME로 송신한다.
- [74] 상기 Old MME는 상기 위치 삭제 요청 메시지가 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위하여 424 단계에서 세션 삭제 요청 메시지를 상기 P-GW로 송신한다. 그리고, 상기 Old MME는 426 단계에서 상기 세션 삭제 요청 메시지에 대한 응답 메시지인 세션 삭제 응답 메시지가 수신되면, 428 단계에서 상기 HSS로 위치 삭제 ACK 메시지를 송신한다.
- [75] 이하 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식에도 5a 및 도 5b를 참조하여 설명하기로 한다.
- [76] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 실시 예에 따른 이동 통신 시스템에서 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우의 신호 흐름도이다.
- [77] 먼저, 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 500 단계의 오버로드 시작 메시지, 504 단계의 RRC 연결 거절 메시지, 510 단계 및 512 단계의 MME 재선택 메시지, 514 단계의 업데이트 위치 요청 메시지에는 타이머 정보( $T_{CleanUp}$ )가 포함되지 않는 것을 제외하고, 500 단계 내지 520 단계의 내용은 도 4a 및 도 4b의 400 단계 내지 420 단계의 내용과 동일하므로, 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

- [78] 한편, 522 단계에서 Old MME는 오버로드가 종료된 경우, 오버로드 종료 메시지를 HSS로 송신한다. 그리고, 상기 Old MME는 524 단계에서 상기 HSS로부터 위치 삭제 요청 메시지가 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위하여 526 단계에서 세션 삭제 요청 메시지를 P-GW로 송신한다. 그리고, 상기 Old MME는 528 단계에서 상기 세션 삭제 요청 메시지에 대한 응답 메시지인 세션 삭제 응답 메시지가 수신되면, 530 단계에서 상기 HSS로 위치 삭제 ACK 메시지를 송신한다.
- [79] 이하 도 4a ~ 도 4b 및 도 5a ~ 도 5b의 MME 재선택 방식이 사용되는 경우 송수신되는 메시지 포맷을 설명하기로 한다.
- [80] 먼저, 도 4a의 400 단계와 도 5a의 500 단계에서 Old MME에서 eNodeB로 송신되는 오버로드 시작 메시지에는 하기 표 1에 나타난 오버로드 액션(Overload Action) IE(Information Element)가 포함된다.

[81] 표 1

[Table 1]

IE/Group Name	Presence	Range	IE type and reference
Overload Action	M		ENUMERATED (Reject RRC connection establishments for non-emergency MO DT, Reject RRC connection establishments for Signalling, Permit Emergency Sessions and mobile terminated services only, ..., Permit High Priority Sessions and mobile terminated services only, Reject delay tolerant access, Reject RRC connection establishment with extended wait time, MME re-selection)

- [82] 상기 표 1의 오버로드 액션 IE는 종래의 오버로드 액션 IE에 포함될 수 있는 정보(일 예로, 3GPP TS 36.413 V10.2.0 (2011-06)의 Overload Action에 기재된 IE 참조)와, 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 포함한다. 구체적으로, 상기 오버로드 액션 IE에는 종래의 오버로드 액션 IE에 포함될 수 있는 IE들과, 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식으로 결정되었음을 나타내는 "Reject RRC connection establishment with extended wait time" IE 및 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식으로 결정되었음을 나타내는 "MME re-selection" IE 중 하나가 포함될 수 있다.
- [83] 상기 "Reject RRC connection establishment with extended wait time" IE는 Old MME에 접속했던 UE가 해당 eNodeB에 연결된 경우,  $T_{EW}$  이후에 상기 UE가 상기 Old MME로 재접속할 수 있도록 하기 위해 사용된다. 그리고, 상기 "Reject RRC connection establishment with extended wait time" IE는 MME 오버로드 지속 시간이 제1임계값보다 크거나 같고 제2임계값보다 작은 경우 상기 오버로드 액션 IE에 포함된다.
- [84] 상기 "MME re-selection" IE는 Old MME에 접속했던 UE가 해당 eNodeB에 연결된 경우, 상기 UE가 MME를 재선택할 수 있도록 하기 위해 사용된다. 그리고, 상기 "MME re-selection" IE는 상기 MME 오버로드 지속 시간이 상기 제2임계값보다 크거나 같은 경우 상기 오버로드 액션 IE에 포함된다.
- [85] 상기 오버로드 액션 IE는 오버로드 시작 메시지에 포함되어 MME에서

eNodeB로 송신되며, 상기 MME 재선택 방식이 사용될 경우 도 4a의 400 단계에서 송신되는 오버로드 시작 메시지와 같이 타이머 정보를 포함할 수 있다. 상기 타이머 정보를 포함한 오버로드 시작 메시지의 포맷(Format)은 다음 표 2와 같다.

[86] 표 2

[Table 2]

IE/Group Name	Presence	Range	IE type and reference
Message Type	M		9.2.1.1
Overload Response	M		9.2.3.19
GUMMEI List		0..1	
Traffic Load Reduction Indication	O		9.2.3.36
Tcleanup			

[87] 상기 표 2에 나타난 바와 같이, 타이머가 사용되는 MME 재선택 방식이 사용될 경우 상기 오버로드 시작 메시지에는 종래의 오버로드 시작 메시지에 포함되는 IE들(즉, 메시지 타입(Message Type) IE, 오버로드 응답(Overload Response) IE, GUMMEI 목록(List) IE, 트래픽 부하 감소 지시(Traffic Load Reduction Indication) IE)(일 예로, 3GPP TS 36.413 V10.2.0 (2011-06)의 Overload Start 참조)과 함께 타이머 정보인 "T<sub>cleanup</sub>" IE가 추가적으로 포함될 수 있다.

[88] 한편, 도 5a의 500 단계에서 송신되는 오버로드 시작 메시지와 같이 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우 송신되는 오버로드 시작 메시지의 포맷은 상기 표 2에 도시된 IE들 중 상기 "T<sub>cleanup</sub>" IE만이 포함되지 않는 형태로 구성될 수 있다.

[89] 도 4a의 404 단계 및 도 5a의 504 단계에서 eNodeB에서 UE로 송신되는 RRC 연결 거절 메시지는 다음 표 3에 나타난 거절 이유(Rejection Cause) IE를 포함한다.

[90] 표 3

[Table 3]

Information Element/Group name	Need	Multi	Type and reference	Semantics description
Rejection cause	MP		Enumerated(congestion, unspecified, Reject RRC connection establishment with extended wait time, MME re-selection)	

[91] 상기 표 3에서 거절 이유 IE는 상기 오버로드 시작 메시지에 포함되는 오버로드 액션 IE와 유사하게 종래의 거절 이유 IE에 포함될 수 있는 정보(즉, congestion IE 및 unspecified IE)(일 예로, 3GPP TS 25.331 V10.4.0 (2011-06)의 Rejection cause 참조)와, 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 포함한다.

[92] 구체적으로, 상기 거절 이유 IE는 종래의 거절 이유 IE에 포함될 수 있는 IE들과, 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식으로 결정되었음을

나타내는 "Reject RRC connection establishment with extended wait time" IE 및 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식으로 결정되었음을 나타내는 "MME re-selection" IE 중 하나가 포함될 수 있다. 상기 거절 이유 IE에 UE의 재접속 방식에 관련하여 어떠한 IE가 포함될 수 있는지는 상기 오버로드 시작 메시지에 포함된 오버로드 액션 IE를 근거로 결정된다.

[93] 한편, 상기 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식이 사용될 경우, 도 4a의 404 단계에서 송신되는 RRC 연결 거절 메시지는 타이머 정보를 포함할 수 있다. 상기 타이머 정보를 포함한 RRC 연결 거절 메시지의 포맷은 다음 표 4에 나타난 바와 같다.

[94] 표 4

[Table 4]

Information Element/Group name	Need	Multi	Type and reference
Message Type	MP		Message Type
UE information elements			
RRC transaction identifier	MP		RRC transaction identifier 10.3.3.36
Initial UE identity	MP		Initial UE identity 10.3.3.15
Rejection cause	MP		Rejection cause 10.3.3.31
Wait time	MP		Wait time 10.3.3.50
Redirection info	OP		Redirection info 10.3.3.29
Counting completion	OP		Enumerated (TRUE)
Extended Wait Time	OP		Extended Wait Time 10.3.3.12a
Tcleanup			

[95] 상기 표 4에 나타난 바와 같이, 상기 타이머가 사용되는 MME 재선택 방식이 사용될 경우 상기 RRC 연결 거절 메시지에는 메시지 타입(Message Type) IE, UE 정보 엘리먼트들(UE information elements) IE, RRC 트랜잭션 식별자(RRC transaction identifier) IE, 초기 UE 식별(Initial UE Identity) IE, 거절 이유(Rejection cause) IE, 대기 시간(Wait time) IE, 리다이렉션 정보(Redirection info) IE, 카운팅 완료(Counting completion) IE, 확장된 대기 시간 IE와 함께(일 예로, 3GPP TS 25.331 V10.4.0 (2011-06)의 RRC Connection Reject 참조), 타이머 정보인 "T<sub>cleanup</sub>" IE가 추가적으로 포함될 수 있다. 상기 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식이 사용되는 경우, 상기 RRC 연결 거절 메시지에는 "T<sub>cleanup</sub>" IE가 포함되지 않는다.

[96] 도 4a의 410 단계 및 도 5a의 510 단계에서 UE로부터 eNodeB로 송신되는 MME 재선택 메시지의 포맷은 다음 표 5와 같이 나타난다.

[97] 표 5

[Table 5]

<b>IEI</b>	<b>Information Element</b>
	<b>Protocol discriminator</b>
	<b>Security header type</b>
	<b>Attach request message identity</b>
	<b>중략</b>
<b>5D</b>	<b>Voice domain preference and UE's usage setting</b>
<b>D-</b>	<b>Device properties</b>
<b>E-</b>	<b>Old GUTI type</b>
	<b>MME re-selection</b>

- [98] 상기 표 5에 나타난 바와 같이, NAS 프로토콜을 기반으로 송신되는 상기 MME 재선택 메시지는 종래의 연결 메시지(Attach Message)에 포함되는 IE들(즉, 프로토콜 식별자(Protocol discriminator) IE, 보안 헤더 타입(Security header type) IE, 연결 요청 메시지 메시지 식별(Attach request message identity) IE, ..., 음성 도메인 선호도 및 UE의 사용 설정(voice domain preference and UE's usage setting) IE, 디바이스 특성(Device properties) IE 및 Old GUTI 타입 IE)(일 예로, 3GPP TS 24.301 V10.3.0 (2011-06)의 Attach request 참조)에 MME 재선택(MME re-selection) IE를 추가 포함하는 형태로 구성된다.
- [99] 상기 MME 재선택 IE는 플래그(Flag)를 근거로 사용된다. 일 예로, 상기 MME 재선택 메시지는 상기 플래그가 0으로 설정된 경우 상기 UE의 MME 정보가 HSS에 있음을 나타내며, 상기 플래그가 정의되지 않은 경우(Undefined) 상기 MME 재선택 메시지는 일반적인 연결 메시지(Attach Message)로서 사용될 수 있다.
- [100] 한편, 도 4a의 410 단계에서 송신되는 MME 재선택 메시지는 도 5a의 510 단계에서 송신되는 MME 재선택 메시지와 달리, 다음 표 6에 나타난 바와 같이 타이머 정보로서 "T<sub>cleanup</sub>" IE가 추가적으로 포함된다.
- [101] 표 6



[Table 6]

<b>IEI</b>	<b>Information Element</b>
	<b>Protocol discriminator</b>
	<b>Security header type</b>
	<b>Attach request message identity</b>
	<b>중략</b>
<b>5D</b>	<b>Voice domain preference and UE's usage setting</b>
<b>D-</b>	<b>Device properties</b>
<b>E-</b>	<b>Old GUTI type</b>
	<b>MME re-selection</b>
	<b>Tcleanup</b>

[102] 도 4b의 414 단계에서, New MME로부터 HSS로 송신되는 위치 업데이트 송신 메시지의 포맷은 다음 표 7과 같다.

[103] 표 7

[Table 7]

Information element name	Mapping to Diameter AVP	Cat.
IMSI	User-Name (See IETF RFC 3588 [4])	M
Supported Features (See 3GPP TS 29.229 [9])	Supported-Features	O
Terminal Information (See 7.3.3)	Terminal-Information	O
ULR Flags (See 7.3.7)	ULR-Flags	M
Visited PLMN Id (See 7.3.9)	Visited-PLMN-Id	M
RAT Type (See 7.3.13)	RAT-Type	M
SGSN number (See 7.3.102)	SGSN-Number	C
Homogeneous Support of IMS Voice Over PS Sessions	Homogeneous-Support-of-IMS-Voice-Over-PS-Sessions	O
V-GMLC address	GMLC-Address	C
Active APN	Active-APN	O
UE SRVCC Capability	UE-SRVCC-Capability	C
Tcleanup		

[104] 상기 표 7에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 위치 업데이트 송신 메시지는 기존의 위치 업데이트 송신 메시지에 포함되는 IE들(즉, IMSI(International Mobile Subscriber Identify) IE, 지원 특징(Supported Features) IE, 단말 정보(Terminal Information) IE, ULR 플래그 IE, 방문된(Visited) PLMN(Public Land Mobile Network) IE, RAT 타입 IE, SGSN(Serving GPRS Support Node) 번호(SGSN number) IE, PS 세션을 통한 IMS 음성의 동일 지원(Homogeneous Support of IMS Voice Over PS Sessions) IE, V-GMLC(Visited Gateway Mobile Location Center) 주소(address), 활성 APN(Access Point Name) 및 UE SRVCC(Single Radio Voice Call Continuity) 성능(Capability) IE)(일 예로, 3GPP TS 29.272의 Update Location Request 참조)과 함께, 타이머 정보인 "T<sub>cleanup</sub>" IE가 추가적으로 포함된다.

[105] 다음으로 도 5b의 522 단계에서 Old MME로부터 HSS로 송신되는 오버로드 종료 메시지의 포맷은 다음 표 8과 같다.

[106] 표 8

[Table 8]

IE/Group Name	Presence	Range	IE type and reference
Message Type			
>Procedure Code	M		(Handover Preparation, Handover Resource Allocation, Handover Notification, Path Switch Request, Handover Cancellation, E-RAB Setup, E-RAB Modify, E-RAB Release, ...중략... Uplink UE Associated LPPa transport, Downlink Non UE Associated LPPa transport, Uplink Non UE Associated LPPa transport, Delete Old MME Information ...)
>Type of Message	M		CHOICE (Initiating Message, Successful Outcome, Unsuccessful Outcome, ...)

- [107] 상기 표 8에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 오버로드 종료 메시지는 메시지 타입 IE의 프로시저 코드(Procedure Code)(일 예로, 3GPP TS 36.413 V10.2.0 (2011-06)의 Overload stop 참조)에 "Delete Old MME Information" IE가 추가 포함한다. 상기 "Delete Old MME Information" IE는 상기 Old MME의 오버로드가 해소된 경우 상기 HSS에 상기 Old MME에 대한 정보를 삭제할 것을 지시하는 정보를 나타낸다.
- [108] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에서는 기존의 이동 통신 시스템에서 사용되는 메시지에 본 발명의 실시 예에서 제안하는 해당 정보를 추가 포함시킴으로써, 본 발명의 실시 예에서 제안하는 방법 및 장치가 보다 효과적으로 종래의 이동 통신 시스템에 적용되어 사용될 수 있도록 한다.
- [109] 이하 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 MME의 동작 도 6을 참조하여 설명하기로 한다.
- [110] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 MME의 동작 과정을 나타낸 순서도이다.
- [111] 도 6을 참조하면, 상기 MME는 600 단계에서 오버로드가 발생하였는지 여부를 판단한다. 상기 MME는 오버로드가 발생한 것으로 판단하면 602 단계로 진행하여 오버로드 지속 시간을 예측한다. 그리고, 상기 MME는 604 단계로 진행하여 상기 오버로드 지속 시간에 따라 wait time 방식, extended wait time 방식 및 MME 재선택 방식 중 하나를 UE의 재접속 방식으로 결정한다.
- [112] 그리고, 상기 MME는 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다. 여기서, 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우 타이머 정보가 포함될 수 있다.
- [113] 상기 MME는 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우, 608 단계에서  $T_w$  이후 수행된 UE의 연결 요청에 따라 상기 UE의 재접속을 위한 동작을 수행한다. 그리고, 상기 MME는 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우, 610 단계에서  $T_{EW}$  이후에 수행된 UE의 연결 요청에 따라 상기 UE의 재접속을 위한 동작을 수행한다.
- [114] 그리고, 상기 MME는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 612 단계에서 타이머 정보 또는 상기 MME의 오버로드 종료 여부를 근거로 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다. 구체적으로, 상기 MME는 상기 UE의 재접속

- 방식이 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식인 경우, 오버로드가 종료되었는지 판단한다. 그리고, 상기 MME는 상기 오버로드가 종료된 경우 상기 eNodeB로 오버로드가 종료되었음을 나타내는 메시지를 송신한다. 이어, 상기 MME는 HSS로부터 타이머가 만료됨에 따라 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위한 요청이 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다.
- [115] 이와 달리, 상기 MME는 상기 UE의 재접속 방식이 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식인 경우, 오버로드가 종료되었는지 판단한다. 그리고, 상기 MME는 상기 오버로드가 종료된 경우 상기 eNodeB 및 상기 HSS로 오버로드가 종료되었음을 알리는 메시지를 송신한다. 이어, 상기 MME는 HSS로부터 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위한 요청이 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다.
- [116] 이하 본 발명의 실시 예에 따른 eNodeB의 동작을 도 7을 참조하여 설명하기로 한다.
- [117] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 eNodeB의 동작 과정을 나타낸 순서도이다.
- [118] 도 7을 참조하면, 700 단계에서 eNodeB는 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 오버로드 시작 메시지를 기존의 UE의 컨텍스트를 관리하는 Old MME로부터 수신한다. 그리고, 상기 eNodeB는 702 단계에서 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지가 수신되는지를 판단한다.
- [119] 상기 eNodeB는 상기 RRC 연결 요청 메시지가 수신된 경우, 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 RRC 연결 거절 메시지를 상기 UE로 송신한다. 여기서, 상기 eNodeB는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 상기 RRC 연결 거절 메시지에 타이머 정보를 포함시킬 수 있다.
- [120] 상기 eNodeB는 상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우, 706 단계에서 미리 설정된 대기 시간  $T_w$  이후에 RRC 연결 요청 메시지를 상기 UE로부터 수신한다. 상기 eNodeB는  $T_w$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 UE로 RRC 연결 거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다.
- [121] 그리고, 상기 eNodeB는 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우, 708 단계에서 미리 설정된 대기 시간  $T_{EW}$  이후에 RRC 연결 요청 메시지를 상기 UE로부터 수신한다. 여기서, 상기 eNodeB는 상기  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 UE로 RRC 연결 거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다. 이와 달리, 상기 eNodeB는 상기  $T_w$ (상기 wait time 방식이 사용될 경우) 또는  $T_{EW}$ (상기 extend wait time 방식이 사용될 경우)가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소된 것으로 판단된 경우, 710 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신하고, 상기 UE로부터 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 연결 요청 메시지를 수신한다. 그리고, 상기 eNodeB는 상기 UE가 상기 Old MME에 연결될 수 있도록 712 단계에서 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 Old MME로

전달한다.

- [122] 한편, 상기 eNodeB는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 714 단계에서 S-TMSI를 포함하지 않는 RRC 연결 요청 메시지를 수신한다. 그리고, 상기 eNodeB는 716 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신하고, 상기 UE로부터 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 메시지를 수신한다. 상기 RRC 연결 설정 완료 메시지에는 GUMMEI가 포함되지 않으며, 상기 MME 재선택 메시지에는 타이머 정보가 포함될 수 있다. 이어, 상기 eNodeB는 718 단계에서 상기 UE가 오버로드가 발생하지 않은 다른 MME를 New MME로서 선택하고, 상기 UE가 상기 New MME에 연결될 수 있도록 상기 MME 재선택 메시지를 상기 New MME로 전달한다. 그리고, 상기 eNodeB는 상기 Old MME로부터 오버로드가 종료되었음을 나타내는 오버로드 종료 메시지가 수신되면, 상기 Old MME에 대한 UE의 접속 차단을 해제한다.
- [123] 다음으로 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 동작을 도 8을 참조하여 설명하기로 한다.
- [124] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 동작 과정을 나타낸 순서도이다.
- [125] 도 8을 참조하면, 800 단계에서 UE는 RRC 연결 요청 메시지를 eNodeB로 송신한다. 상기 RRC 연결 요청 메시지는 메시지 타입 정보 및 Old MME로부터 할당받은 상기 UE의 식별자 즉, S-TMSI를 포함한다.
- [126] 상기 UE는 상기 Old MME에서 오버로드가 발생하면 802 단계에서 상기 eNodeB로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 RRC 연결 거절 메시지를 수신한다. 상기 UE는 상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우, 804 단계로 진행하여  $T_w$ 가 경과한 후 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 UE는 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우, 806 단계로 진행하여  $T_{EW}$ 가 경과한 후 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 여기서, 상기 UE는 상기  $T_w$ (상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우) 또는  $T_{EW}$ (상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우)가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 경우, 상기 eNodeB로부터 RRC 연결 거절 메시지를 수신한다. 즉, 상기 UE의 재접속 요청은 거절된다.
- [127] 이와 달리, 상기 UE는 상기  $T_w$  또는  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소된 경우, 808 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 eNodeB로부터 수신하고, 상기 eNodeB로 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 연결 요청 메시지를 송신한다.
- [128] 한편, 상기 UE는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 810 단계에서 S-TMSI를 포함하지 않는 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 UE는 812 단계에서 RRC 연결 설정 메시지를 상기 eNodeB로부터 수신하고, RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 상기 RRC 연결 설정 완료 메시지에는 GUMMEI가

포함되지 않으며, 상기 MME 재선택 메시지에는 타이머 정보가 포함될 수 있다. 상기 UE는 상기 MME 재선택 메시지를 송신한 후, 상기 New MME에 등록되어 통신을 수행하게 된다.

- [129] 다음으로, 도 9를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 MME의 구성을 설명하기로 한다.
- [130] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 MME의 블록 구성도이다.
- [131] 도 9를 참조하면, 상기 MME는 제어부(900), 송신부(910), 수신부(920) 및 메모리(930)를 포함한다.
- [132] 상기 제어부(900)는 상기 송신부(910), 수신부(920) 및 메모리(930)를 제어함으로써 상기 MME의 전체적인 동작을 제어한다.
- [133] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제어부(900)는 오버로드가 발생한 경우, 오버로드 지속 시간을 예측한다. 그리고, 상기 제어부(900)는 상기 오버로드 지속 시간에 따라 wait time 방식, extended wait time 방식 및 MME 재선택 방식 중 하나를 UE의 재접속 방식으로 결정한다.
- [134] 상기 제어부(900)는 상기 송신부(910)를 제어하여 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 오버로드 시작 메시지에 포함시켜 eNodeB로 송신한다. 여기서, 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우 타이머 정보가 포함될 수 있다.
- [135] 상기 제어부(900)는 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우,  $T_w$  이후 수행된 UE의 연결 요청에 따라 상기 UE의 재접속을 위한 동작을 수행한다. 그리고, 상기 제어부(900)는 상기 결정된 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우,  $T_{EW}$  이후에 수행된 UE의 연결 요청에 따라 상기 UE의 재접속을 위한 동작을 수행한다.
- [136] 또한, 상기 제어부(900)는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 타이머 정보 또는 상기 MME의 오버로드 종료 여부를 근거로 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다. 구체적으로, 상기 제어부(900)는 상기 UE의 재접속 방식이 타이머 정보가 사용되는 MME 재선택 방식인 경우, 오버로드가 종료되었는지 판단한다. 그리고, 상기 제어부(900)는 상기 오버로드가 종료된 경우, 상기 송신부(910)를 제어하여 상기 eNodeB로 오버로드가 종료되었음을 나타내는 메시지를 송신한다. 이어, 상기 제어부(900)는 HSS로부터 상기 타이머 정보에 따른 타이머가 만료됨에 따라 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위한 요청이 상기 수신부(920)에 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다,
- [137] 이와 달리, 상기 제어부(900)는 상기 UE의 재접속 방식이 타이머 정보가 사용되지 않는 MME 재선택 방식인 경우, 오버로드가 종료되었는지 판단한다. 그리고, 상기 제어부(900)는 상기 오버로드가 종료된 경우, 상기 송신부(910)를 제어하여 상기 eNodeB 및 상기 HSS로 오버로드가 종료되었음을 알리는 메시지를 송신한다. 이어, 상기 제어부(900)는 상기 수신부(920)에 상기

HSS로부터 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위한 요청이 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제한다.

- [138] 상기 송신부(910)는 상기 제어부(900)의 제어에 따라 상기 오버로드 시작 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 송신부(910)는 상기 제어부(900)의 제어에 따라 상기 오버로드가 종료되었음을 나타내는 메시지를 상기 eNodeB 및 상기 HSS로 송신한다.
- [139] 상기 수신부(920)는 HSS로부터 타이머가 만료됨에 따라 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하기 위한 요청을 수신한다. 그리고, 상기 메모리(930)는 상기 제어부(900)의 제어에 따라 상기 UE의 컨텍스트 정보 및 상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보 등을 저장한다. 또한, 상기 메모리(930)는 상기 제어부(900)의 제어에 따라 상기 eNodeB 및 UE와의 통신을 수행하면서 생성되는 정보들을 상기 제어부(1000)의 제어에 따라 저장한다.
- [140] 이하 도 10을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 eNodeB의 구성을 설명하기로 한다.
- [141] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 접속을 제어하기 위한 eNodeB의 블록 구성도이다.
- [142] 도 10을 참조하면, 상기 eNodeB는 제어부(1000), 송신부(1010), 수신부(1020) 및 메모리(1030)를 포함한다.
- [143] 상기 제어부(1000)는 상기 송신부(1010), 수신부(1020) 및 메모리(1030)를 제어함으로써 상기 eNodeB의 전체적인 동작을 제어한다.
- [144] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제어부(1000)는 상기 수신부(1020)를 통해 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 오버로드 시작 메시지를 기존의 UE의 컨텍스트를 관리하는 Old MME로부터 수신한다. 그리고, 상기 제어부(1000)는 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지가 수신되는지를 판단한다.
- [145] 상기 제어부(1000)는 상기 RRC 연결 요청 메시지가 수신된 경우, 상기 송신부(1010)를 제어하여 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 RRC 연결 거절 메시지를 상기 UE로 송신한다. 여기서, 상기 제어부(1000)는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 상기 RRC 연결 거절 메시지에 타이머 정보를 포함시킬 수 있다.
- [146] 상기 제어부(1000)는 상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우, 미리 설정된 대기 시간  $T_w$  이후에 RRC 연결 요청 메시지를 상기 UE로부터 수신한다. 상기 제어부(1000)는  $T_w$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 UE로 RRC 연결 거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다.
- [147] 그리고, 상기 제어부(1000)는 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우, 미리 설정된 대기 시간  $T_{EW}$  이후에 RRC 연결 요청 메시지를 수신한다. 여기서, 상기 제어부(1000)는 상기  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 UE로 RRC 연결

거절 메시지를 송신함으로써 상기 UE의 접속을 계속 차단한다. 이와 달리, 상기 제어부(1000)는 상기  $T_w$  (상기 wait time 방식이 사용될 경우) 또는  $T_{EW}$  (상기 extend wait time 방식이 사용될 경우)가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소된 것으로 판단된 경우, 상기 송신부(1010)를 제어하여 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신하고, 상기 수신부(1020)를 통해 상기 UE로부터 송신되는 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 연결 요청 메시지를 수신한다. 그리고, 상기 제어부(1000)는 상기 UE가 상기 Old MME에 연결될 수 있도록 상기 송신부(1010)를 제어하여 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 Old MME로 전달한다.

- [148] 한편, 상기 제어부(1000)는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 상기 수신부(1020)를 통해 S-TMSI가 포함되지 않은 RRC 연결 요청 메시지를 수신한다. 그리고, 상기 제어부(1000)는 상기 송신부(1010)를 제어하여 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신하고, 상기 UE로부터 송신된 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 메시지를 상기 수신부(1020)를 통해 수신한다. 상기 RRC 연결 설정 완료 메시지에는 GUMMEI가 포함되지 않으며, 상기 MME 재선택 메시지에는 타이머 정보가 포함될 수 있다.
- [149] 이어, 상기 제어부(1000)는 오버로드가 발생하지 않은 다른 MME를 New MME로서 선택하고, 상기 UE가 상기 New MME에 연결될 수 있도록 상기 송신부(1010)를 제어하여 상기 MME 재선택 메시지를 상기 New MME로 전달한다. 그리고, 상기 제어부(1000)는 상기 수신부(1020)에 상기 Old MME로부터 오버로드가 종료되었음을 나타내는 오버로드 종료 메시지가 수신되면, 상기 Old MME에 대한 UE의 접속 차단을 해제한다.
- [150] 상기 송신부(1010)는 상기 제어부(1000)의 제어에 따라 상기 RRC 연결 거절 메시지 및 RRC 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신한다. 그리고, 상기 송신부(1010)는 상기 제어부(1000)의 제어에 따라 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 Old MME로 전달하고, 상기 MME 재선택 메시지를 상기 New MME로 전달한다.
- [151] 상기 수신부(1020)는 상기 UE로부터 상기 RRC 연결 요청 메시지, RRC 연결 설정 완료 메시지, MME 연결 요청 메시지 및 MME 재선택 메시지를 수신한다.
- [152] 상기 메모리(1030)는 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보 등을 포함하여 상기 Old MME, New MME 및 UE와의 통신을 수행하면서 생성되는 정보들을 상기 제어부(1000)의 제어에 따라 저장한다.
- [153] 이하 도 11을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 구성을 설명하기로 한다.
- [154] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 블록 구성도이다.
- [155] 도 11을 참조하면, 상기 UE는 제어부(1100), 송신부(1110), 수신부(1120) 및 메모리(1130)를 포함한다.
- [156] 상기 제어부(1100)는 상기 송신부(1110), 수신부(1120) 및 메모리(1130)를

- 제어함으로써 상기 UE의 전체적인 동작을 제어한다.
- [157] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제어부(1100)는 상기 송신부(1110)를 제어하여 RRC 연결 요청 메시지를 eNodeB로 송신한다. 상기 RRC 연결 요청 메시지는 메시지 타입 정보 및 Old MME로부터 할당받은 상기 UE의 식별자 일 예로, S-TMSI를 포함한다.
- [158] 상기 제어부(1100)는 상기 Old MME에서 오버로드가 발생하면, 상기 수신부(1120)를 통해 상기 eNodeB로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 RRC 연결 거절 메시지를 수신한다. 상기 제어부(1100)는 상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우, 상기 송신부(1110)를 제어하여  $T_w$ 가 경과한 후 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 제어부(1100)는 상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우, 상기 송신부(1110)를 제어하여  $T_{EW}$ 가 경과한 후 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다.
- [159] 여기서, 상기 제어부(1100)는 상기  $T_w$ (상기 UE의 재접속 방식이 wait time 방식인 경우) 또는  $T_{EW}$ (상기 UE의 재접속 방식이 extended wait time 방식인 경우)가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소되지 않은 경우, 상기 eNodeB로부터 RRC 연결 거절 메시지를 수신한다.
- [160] 이와 달리, 상기 제어부(1100)는 상기  $T_w$  또는  $T_{EW}$ 가 경과한 시점에 상기 Old MME의 오버로드가 해소된 경우, 상기 수신부(1120)를 통해 RRC 연결 설정 메시지를 상기 eNodeB로부터 수신하고, 상기 송신부(1110)를 제어하여 상기 eNodeB로 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 연결 요청 메시지를 송신한다.
- [161] 한편, 상기 제어부(1100)는 상기 UE의 재접속 방식이 MME 재선택 방식인 경우, 상기 송신부(1110)를 제어하여 상기 S-TMSI를 포함하지 않는 RRC 연결 요청 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 제어부(1100)는 상기 수신부(1120)를 통해 RRC 연결 설정 메시지를 상기 eNodeB로부터 수신하고, 상기 송신부(1110)를 제어하여 RRC 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 메시지를 상기 eNodeB로 송신한다. 상기 RRC 연결 설정 완료 메시지에는 GUMMEI가 포함되지 않으며, 상기 MME 재선택 메시지에는 타이머 정보가 포함될 수 있다. 상기 제어부(1100)는 상기 MME 재선택 메시지를 송신한 후, 상기 New MME에 등록되어 통신을 수행하게 된다.
- [162] 상기 송신부(1110)는 상기 제어부(1100)의 제어에 따라 RRC 연결 요청 메시지, RRC 연결 설정 완료 메시지, MME 연결 요청 메시지 및 MME 재선택 메시지를 eNodeB로 송신한다. 그리고, 상기 수신부(1120)는 상기 eNodeB로부터 상기 RRC 연결 거절 메시지, RRC 연결 설정 메시지를 수신한다.
- [163] 상기 메모리(1130)는 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보 등을 포함하여 상기 Old MME, New MME 및 eNodeB와의 통신을 수행하면서 생성되는 정보들을 상기 제어부(1100)의 제어에 따라 저장한다.
- [164] 다음으로도 12(a) 및 도 12(b)를 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따라 UE의



재접속 방식을 사용할 경우의 시뮬레이션 결과에 대해 설명하기로 한다.

- [165] 도 12(a) 및 도 12(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 UE의 재접속 방식을 사용할 경우의 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [166] 먼저, 도 12(a)는 UE의 재접속 방식 별 MME의 오버로드 지속 시간에 따른 메시지량을 나타낸 도면이다.
- [167] UE의 재접속 방식 별 MME의 오버로드 지속 시간에 따른 메시지량은 다음 수학적 식 2를 사용하여 산출될 수 있다.
- [168] 수학적 식 2

$$\text{Wait Time 방식: } N_W = 2 + 2 \left\lceil \frac{T_{OV}}{T_W} \right\rceil + 3$$

$$\text{Extended Wait Time 방식: } N_{EW} = 2 + 2 \left\lceil \frac{T_{OV}}{T_{EW}} \right\rceil + 3$$

$$\text{MME 재선택 방식: } N = 2 + N_{CN} + 3$$

- [169] 상기 수학적 식 2에서  $T_{OV}$ 는 오버로드 지속 시간을 나타내며,  $T_W$ 는 wait time 이 사용될 경우 사용되는 대기 시간을 나타내며,  $T_{EW}$ 는 Extended wait time 방식이 사용될 경우 사용되는 대기 시간을 나타내며,  $N_{CN}$ 은 코어 네트워크(Core Network)에서 추가적으로 사용되는 메시지 수를 나타낸다.
- [170] 상기 수학적 식 2를 사용한 오버로드 지속 시간에 따른 메시지량의 변화량은 도 12(a)에 나타난 바와 같다. 도 12(a)에 나타난 바와 같이, wait time 방식이 사용될 경우, MME의 오버로드 지속 시간이 길어질수록 메시지량은 급격하게 증가한다. 그리고, extended wait time 방식이 사용될 경우, 상기 MME의 오버로드 지속 시간이 길어질수록 메시지량(일 예로, RRC 연결을 위한 메시지량)은 상기 wait time 방식이 사용될 때에 비해 완만하게 증가한다. 또한, MME 재선택 방식이 사용될 경우, 상기 MME의 오버로드 지속 시간이 길어지더라도 메시지량은 변화가 없다.
- [171] 한편, UE의 재접속 방식 별 낭비 시간(Wasted Time)은 다음 수학적 식 3을 사용하여 산출될 수 있다. 여기서, 상기 낭비 시간은 UE의 접속이 허용되었으나 접속 배어링(Access Barring)으로 인해 접속되지 못하고 낭비된 시간을 나타낸다. 즉, 상기 낭비 시간은 오버로드 종료 메시지가 송신된 시점에서 상기 RRC 연결 요청 메시지가 송신된 시점 사이의 시간을 나타낸다. 상기 낭비 시간은 일 예로 다음 수학적 식 3을 사용하여 산출될 수 있다.
- [172] 수학적 식 3

$$\text{Wait Time 방식: } \tau_W = T_W / 2$$


---

$$\text{Extended Wait Time 방식: } \tau_{EW} = T_{EW} / 2$$


---

$$\text{MME 재선택 방식: } \tau = \text{given value}$$

[173] 상기 수학식 3에서

$$\tau_W$$

는 wait time 방식이 사용된 경우의 낭비 시간을 나타내며,

$$\tau_{EW}$$

는 extended wait time 방식이 사용된 경우의 낭비 시간을 나타낸다. 그리고,

$$\tau$$

는 MME 재선택 방식이 사용될 경우의 낭비 시간을 나타낸다. 상기

$$\tau$$

는 선택되는 MME에 따라 가변적으로 설정될 수 있다.

[174] 상기와 같이 UE의 재접속 방식 별로 낭비 시간이 산출되면, 상기 산출된 낭비 시간과 앞서 수학식 2를 사용하여 산출된 메시지량을 사용하여 UE의 재접속 방식 별로 성능이 계산될 수 있다. 일 예로, 상기 UE의 재접속 방식 별 성능은 콥-더글라스 효용 함수(Cobb-Douglas Utility Function)를 사용한 다음 수학식 4를 사용하여 산출될 수 있다.

[175] 수학식 4

$$U(N, \tau) = -N^\alpha \cdot \tau^{(1-\alpha)}$$

[176] 상기 수학식 4에서 N은 메시지량을 나타내며,

$$\tau$$

는 낭비 시간을 나타낸다.

[177] 상기 수학식 4를 사용하여 오버로드 지속 시간을 고려한 각 상기 UE의 재접속 방식 별 성능을 그래프 상에 나타내면 도 12(b)와 같이 나타난다.

- [178] 도 12(b)를 참조하면, 상기 wait time 방식이 사용될 경우 오버로드 지속 시간이 길어질수록 성능은 저하된다. 그리고, 상기 extended wait time 방식이 사용될 경우, 상기 wait time 방식이 사용될 때에 비해 성능은 완만하게 저하된다. 이처럼, 상기 wait time 방식 및 extended wait time 방식이 사용될 경우 오버로드 지속 시간이 경과될수록 성능은 저하된다. 하지만, MME 재선택 방식이 사용될 경우, 오버로드 지속 시간에 상관없이 성능 저하는 발생하지 않는다.
- [179] 결과적으로, 본 발명의 실시 예에서 제안하는 UE의 재접속 방식들에 대하여 살펴보면 다음과 같다.
- [180] 먼저, 상기 wait time 방식이 사용될 경우, 접속을 위해 낭비되는 시간을 최소화할 수 있는 장점이 있으나, 잦은 재접속 즉, RRC 연결 요청 횟수가 많아짐에 따라 메시지량이 증가하는 문제가 있다.
- [181] 그리고, 상기 extended wait time 방식이 사용될 경우, 상기 wait time 방식이 사용될 때에 비해 메시지량이 작은 장점이 있으나, 대기 시간이 상기 wait time 방식이 사용될 때에 비해 길어져 시간이 낭비되는 문제가 있다.
- [182] 또한, 상기 MME 재선택 방식이 사용될 경우, 빠른 RRC 연결이 수행될 수 있는 장점이 있으나, 코어 네트워크 상에 추가적으로 부하(Load)가 발생하는 문제가 있다.
- [183] 따라서, 본 발명의 실시 예에서는 상기와 같은 UE의 재접속 방식들의 장단점을 고려하여, 상기 UE의 재접속 방식들 중 오버로드 지속 시간을 근거로 가장 효율적으로 사용할 수 있는 하나가 결정될 수 있다.
- [184] 이하 도 13(a) 및 도 13(b)를 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 wait time 방식 및 MME 재선택 방식이 사용될 경우의 시뮬레이션 결과에 대해 설명하기로 한다.
- [185] 도 13(a) 및 도 13(b)는 본 발명의 실시 예에 따른 wait time 방식 및 MME 재선택 방식이 사용될 경우의 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [186] 상기 wait time 방식 및 MME 재선택 방식의 성능을 살펴보기 위해, 다음과 같은 사항을 가정하여 수행한 시뮬레이션의 결과는 도 13(a) 및 도 13(b)에 나타난 바와 같다.
- [187] - 이동 통신 시스템은 하나의 eNodeB와 3개의 MME(즉, MME1 내지 MME3)를 포함함.
- [188] - MME1에 오버로드 발생 (오버로드는 RRC 연결된 UE의 수를 근거로 판단)
- [189] - MME를 하나의 큐(Queue)로 가정하여 오버로드 지속 시간을 예측
- [190] - 큐잉 모델(Queue Model)
- [191] -입력 레이트(Input Rate) = 전용 트래픽(Dedicated Traffic) + 초기 트래픽(Initial Traffic)(NNSF)
- [192] -출력 레이트(Output Rate) = 결정론적 서비스 시간(Deterministic Service Time)
- [193] - MME 재선택 시간 =  $20 * T_w$
- [194] 먼저, 도 13(a)는 wait time 방식이 사용된 경우의 각 MME의 부하량을 나타낸

도면이다. 도 13(a)에 나타난 바와 같이, wait time 방식이 사용되는 경우 MME1에서의 오버로드 발생 횟수는 감소되지 않지 않는다. 이와 달리, MME 재선택 방식이 사용되는 경우, 도 13(b)에 나타난 바와 같이, MME가 재선택된 시점부터 MME1의 부하량이 오버로드 판단 임계치(Overload Start) 이하로 감소되어 상기 MME1의 오버로드는 해소되게 된다.

- [195] 이처럼, 상기 MME 재선택 방식이 사용될 경우, RRC 거절된 UE들이 하나의 MME에만 집중되는 것을 방지할 수 있으며, 해당 MME의 오버로드 발생 횟수를 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 MME 재선택 방식이 사용될 경우, 오버로드가 발생하지 않은 다른 MME로 부하량을 빠르게 분산시켜 UE의 재접속은 빠르게 수행될 수 있다.
- [196] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 청구범위

- [청구항 1] 이동 통신 시스템에서 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)가 사용자 단말(User Equipment: UE)의 접속을 제어하는 방법에 있어서,  
오버로드(Overload)가 발생하면 오버로드 지속 시간을 예측하는 과정과,  
상기 예측된 오버로드 지속 시간을 사용하여 다수의 재접속 방식 중 하나를 상기 UE의 재접속 방식으로 결정하는 과정과,  
상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 기지국으로 송신하는 과정을 포함하며,  
상기 다수의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
상기 오버로드 지속 시간을 예측하는 과정은,  
접속된 UE의 수를 근거로 상기 오버로드 지속 시간을 예측하는 과정을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
상기 다수의 재접속 방식 중 하나를 상기 UE의 재접속 방식으로 결정하는 과정은,  
상기 제1대기 시간, 상기 제2대기 시간 및 미리 결정된 상기 UE의 최대 재접속 시도 횟수를 사용하여 결정된 적어도 두 개의 임계값을 사용하여, 상기 다수의 재접속 방식 중 하나를 상기 UE의 재접속 방식으로 결정하는 과정을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 상기 기지국으로 송신하는 과정은,  
상기 결정된 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우,  
상기 결정된 UE의 재접속 방식에 대한 정보와 함께, 상기 UE의 컨텍스트(Context) 정보가 상기 MME에 의해 삭제되는 시점을 결정하기 위해 사용되는 타이머 정보를 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.

- [청구항 5] 제4항에 있어서,  
 상기 타이머 정보에 따른 타이머가 만료되어 홈 가입자 서버(Home Subscriber Server: HSS)로부터 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제할 것을 지시하는 메시지가 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하는 과정을 더 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,  
 상기 오버로드가 종료되면, 상기 오버로드가 종료되었음을 나타내는 메시지를 홈 가입자 서버(Home Subscriber Server: HSS)로 송신하는 과정과,  
 상기 HSS로부터 상기 UE의 컨텍스트(Context) 정보를 삭제할 것을 지시하는 메시지가 수신되면, 상기 UE의 컨텍스트 정보를 삭제하는 과정을 더 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 7] 이동 통신 시스템에서 기지국이 사용자 단말(User Equipment: UE)의 접속을 제어하는 방법에 있어서,  
 오버로드(Overload)가 발생한 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 수신하는 과정과,  
 상기 UE로부터 제1연결 요청 메시지가 수신되면, 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 연결 요청 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신하는 과정을 포함하며,  
 상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,  
 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 수신하는 과정은,  
 상기 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우, 상기 MME로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보와 함께, 상기 UE의 컨텍스트(Context) 정보가 상기 MME에 의해 삭제되는 시점을 결정하기 위해 사용되는 타이머 정보를 수신하는 과정을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,  
 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보를 연결 요청 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신하는 과정은,  
 상기 UE로부터 상기 제1연결 요청 메시지가 수신되면, 상기 UE의

재접속 방식에 대한 정보 및 상기 타이머 정보를 상기 연결 요청 거절 메시지에 포함시켜 상기 UE로 송신하는 과정을 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.

[청구항 10]

제8항에 있어서,  
상기 MME에 의해 할당된 상기 UE의 식별자가 포함되지 않은 제2연결 요청 메시지가 상기 UE로부터 수신되면, 연결 설정 메시지를 상기 UE로 송신하는 과정과,  
상기 UE로부터 MME 식별 정보가 포함되지 않은 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 정보가 포함된 MME 연결 요청 메시지가 수신되면, 상기 MME 연결 요청 메시지를 상기 MME와 다른 MME로 전달하는 과정을 더 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법.

[청구항 11]

이동 통신 시스템에서 사용자 단말(User Equipment: UE)이 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity: MME)에 접속하는 방법에 있어서,  
기지국으로 제1연결 요청 메시지를 송신한 후, 상기 기지국으로부터 상기 UE의 재접속 방식에 대한 정보가 포함된 연결 요청 거절 메시지를 수신하는 과정과,  
상기 연결 요청 거절 메시지에 포함된 상기 UE의 재접속 방식을 사용하여 상기 MME 또는 상기 MME와 다른 MME에 접속하는 과정을 포함하며,  
상기 UE의 재접속 방식은 상기 UE가 미리 설정된 제1대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 방식을 나타내는 제1대기 방식, 상기 UE가 상기 제1대기 시간보다 긴 제2대기 시간이 경과한 후 상기 MME로 재접속을 시도하는 제2대기 방식 및, 상기 UE가 상기 MME와 다른 MME로 재접속을 시도하는 MME 재선택 방식 중 하나임을 특징으로 하는 MME 접속 방법.

[청구항 12]

제11항에 있어서,  
상기 연결 요청 거절 메시지는 상기 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우, 상기 UE의 컨텍스트(Context) 정보가 상기 MME에 의해 삭제되는 시점을 결정하기 위해 사용되는 타이머 정보를 더 포함하는 MME 접속 방법.

[청구항 13]

제11항에 있어서,  
상기 UE의 재접속 방식을 사용하여 상기 MME 또는 상기 MME와 다른 MME에 접속하는 과정은,  
상기 UE의 재접속 방식이 상기 MME 재선택 방식인 경우, 상기 MME에 의해 할당된 상기 UE의 식별자가 포함되지 않은 제2연결 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하는 과정과,

상기 기지국으로부터 연결 설정 메시지가 수신되면, MME 식별 정보가 포함되지 않은 연결 설정 완료 메시지 및 MME 재선택 정보가 포함된 MME 연결 요청 메시지를 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함하는 MME 접속 방법.

[청구항 14]

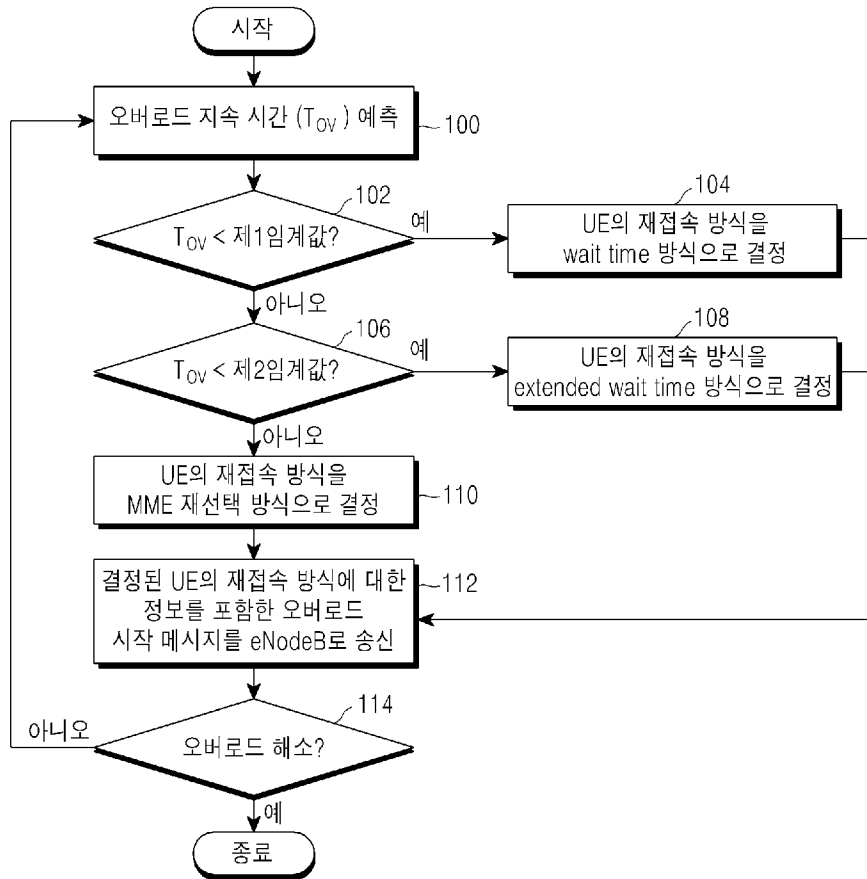
제10항 또는 제13항에 있어서,  
상기 MME 연결 요청 메시지는 상기 UE의 컨텍스트(Context) 정보가 상기 MME에 의해 삭제되는 시점을 결정하기 위해 사용되는 타이머 정보를 포함하는 UE의 접속을 제어하는 방법 또는 MME 접속 방법.

[청구항 15]

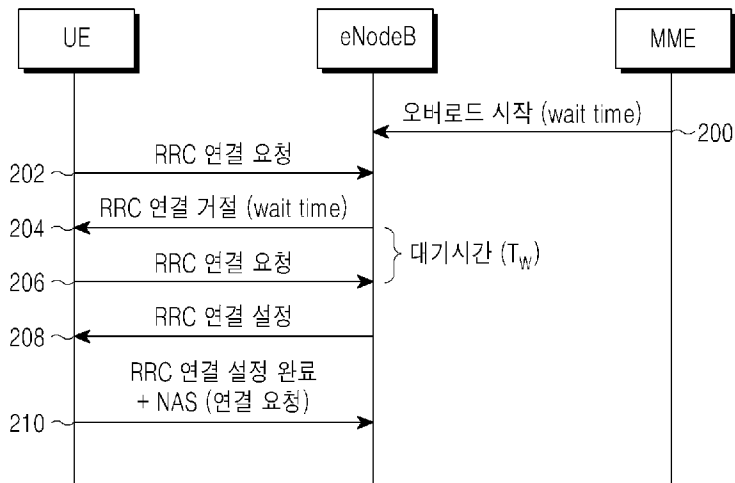
제1항 내지 제14항 중 어느 하나의 방법을 수행하도록 구성된 이동성 관리 엔티티(MME) 장치, 기지국 장치 또는 사용자 단말(UE) 장치.



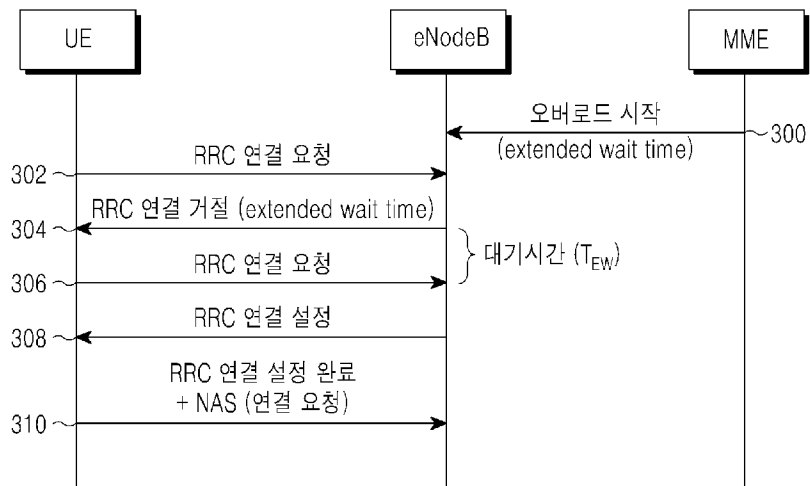
[Fig. 1]



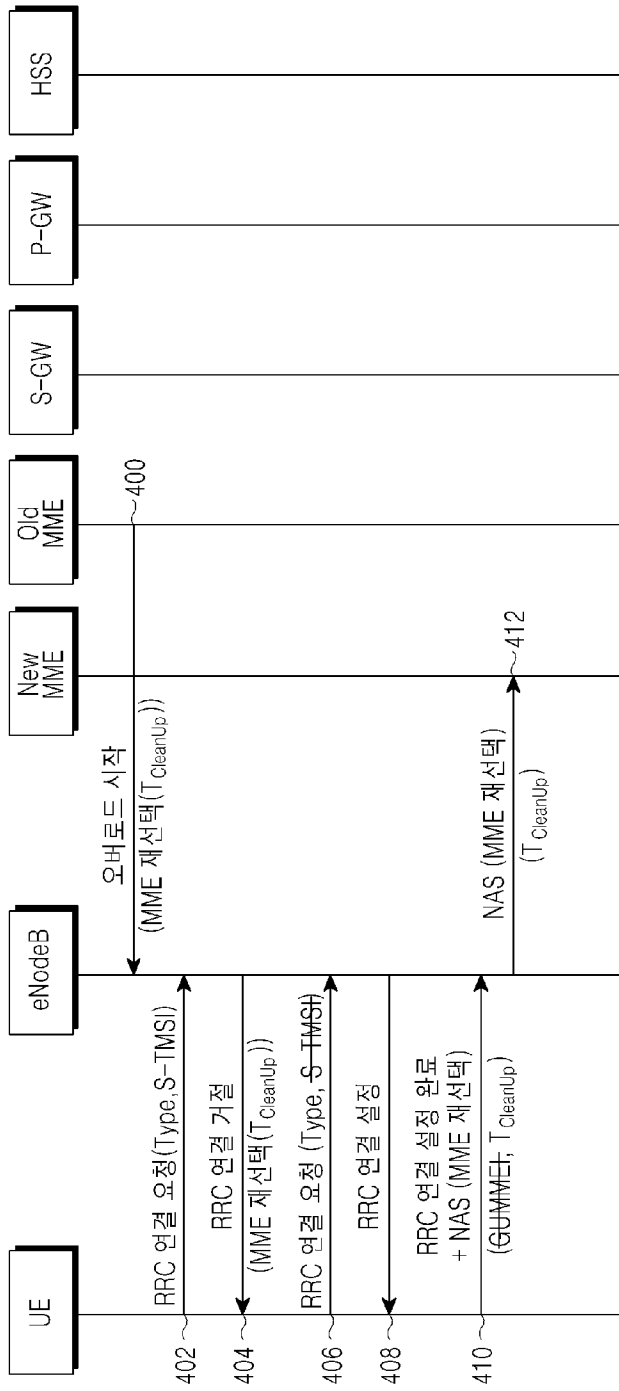
[Fig. 2]



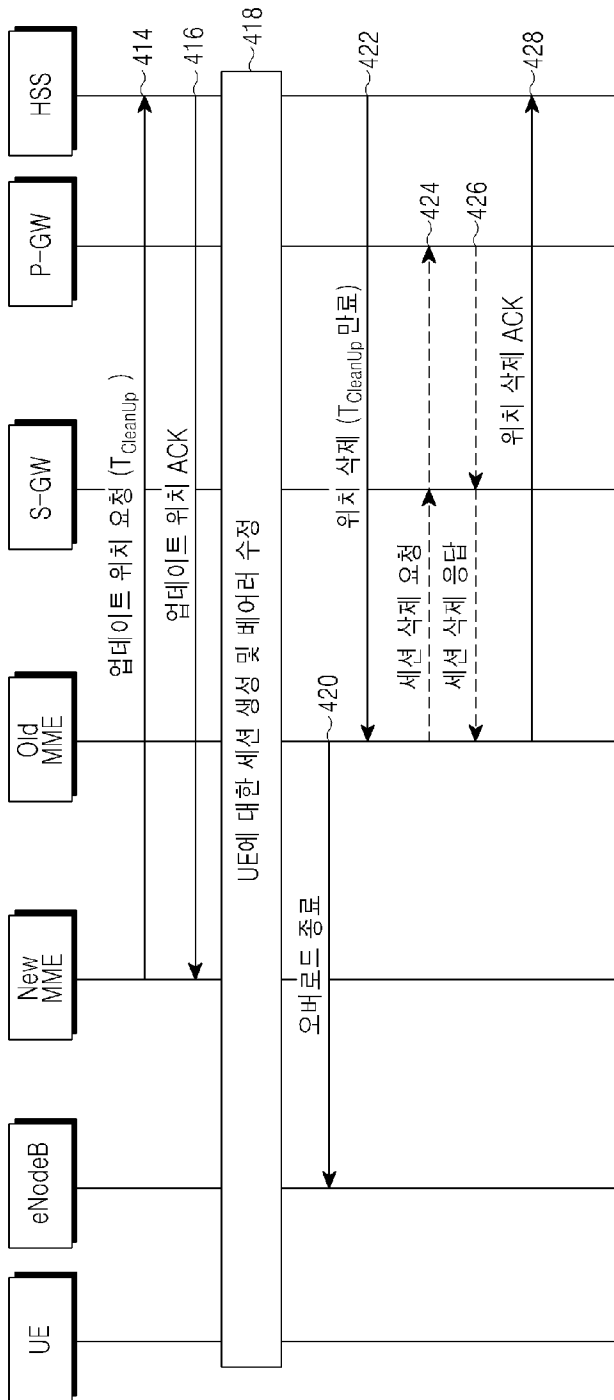
[Fig. 3]



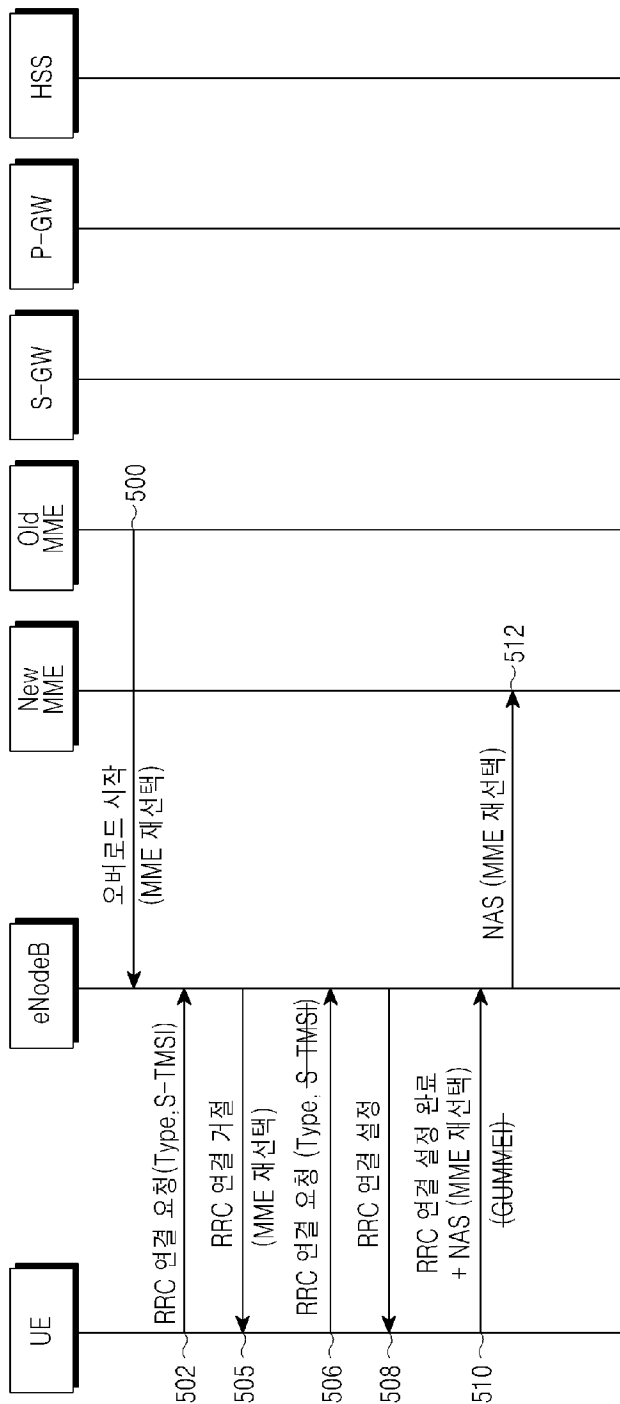
[Fig. 4a]



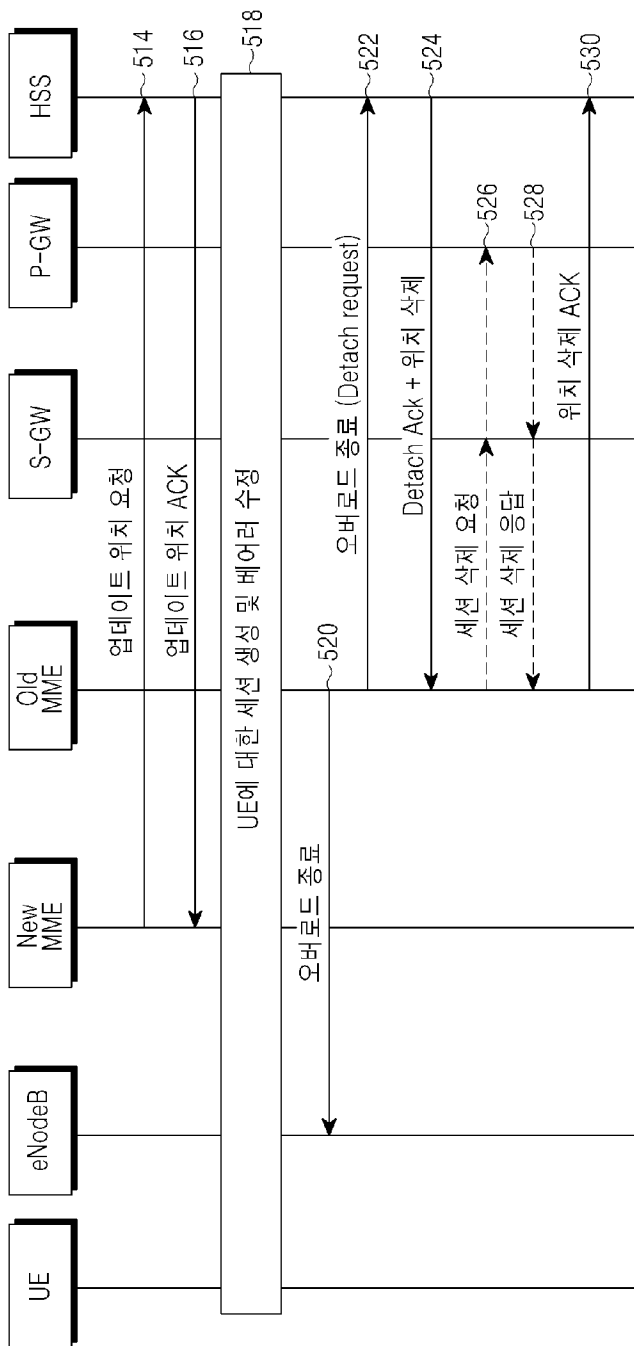
[Fig. 4b]



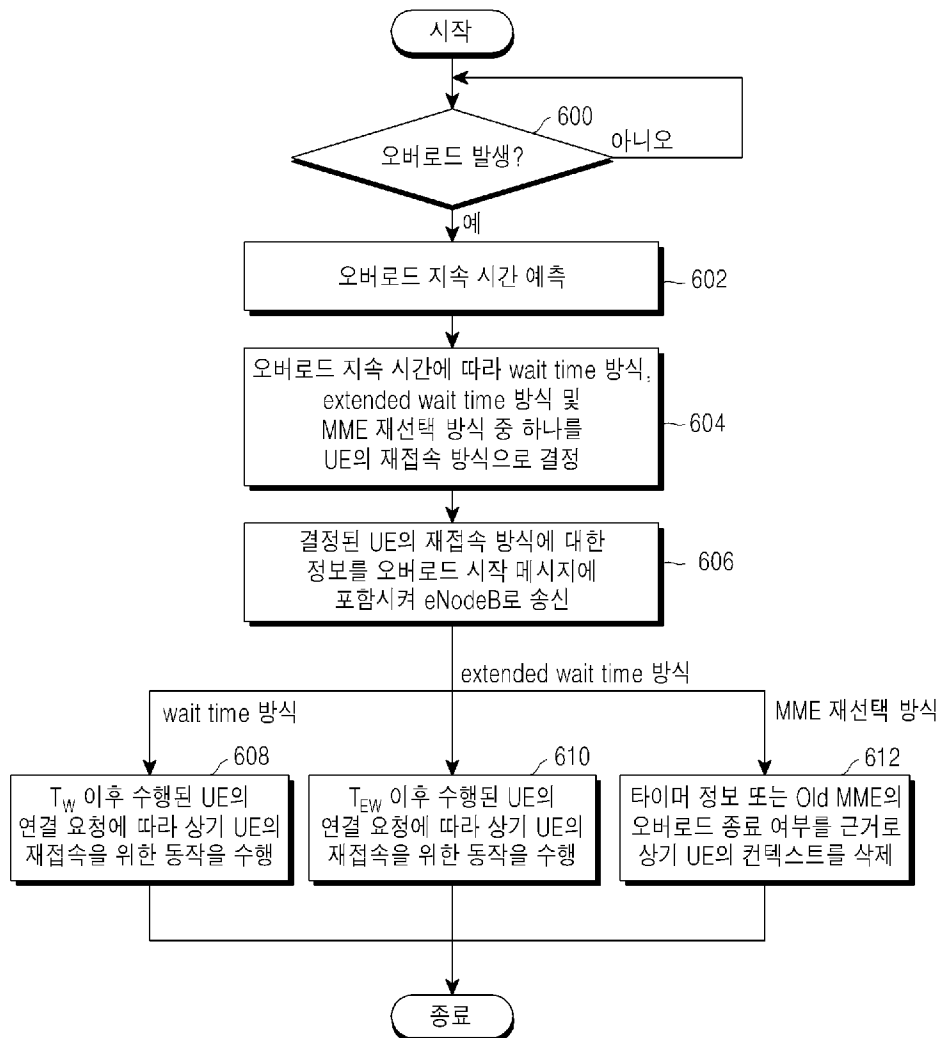
[Fig. 5a]



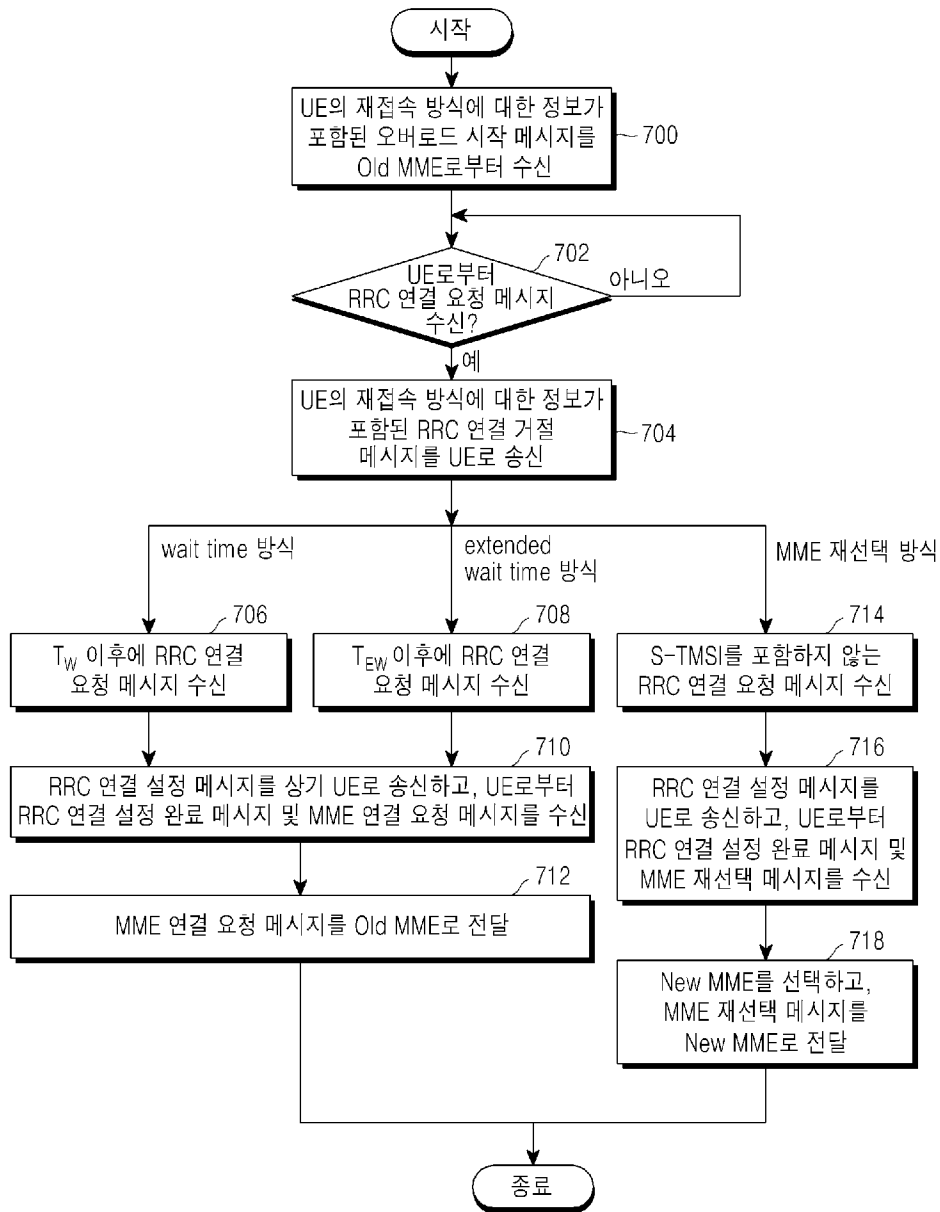
[Fig. 5b]



[Fig. 6]

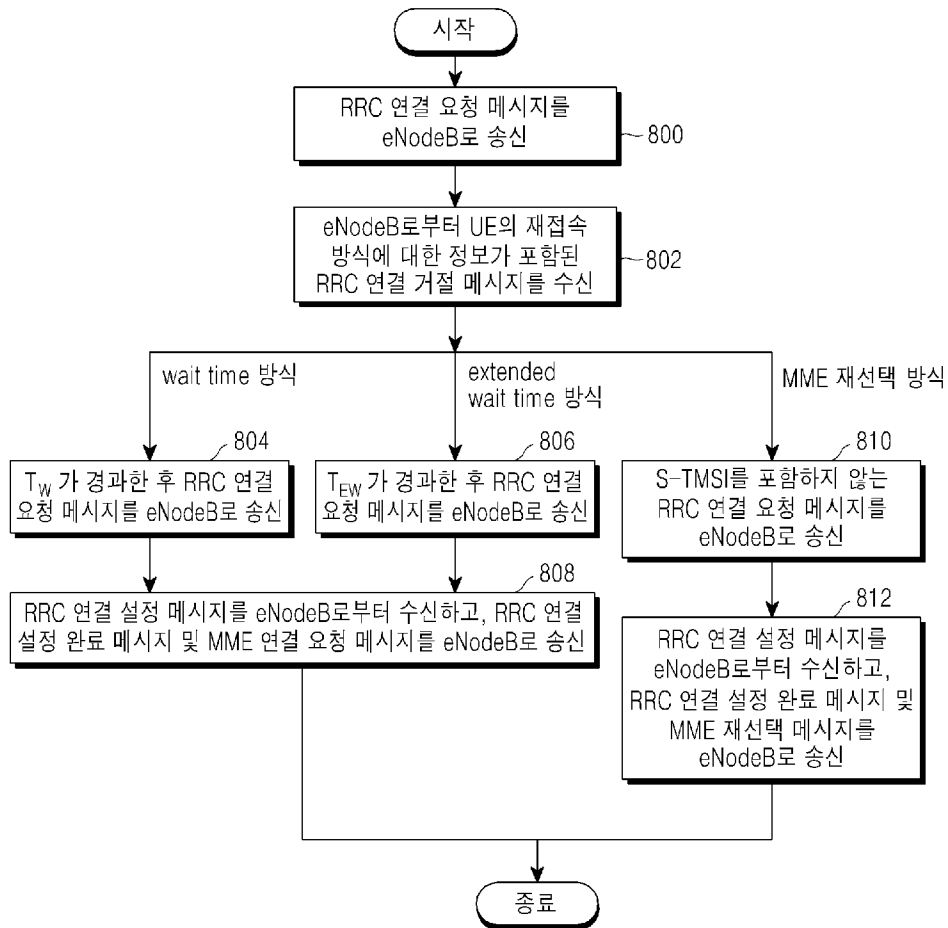


[Fig. 7]

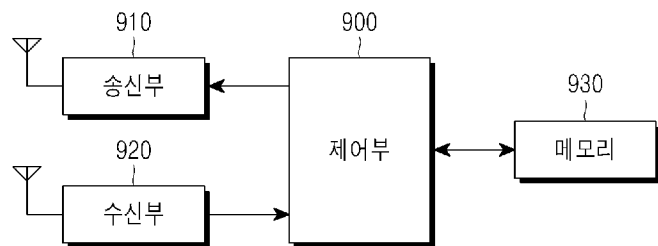




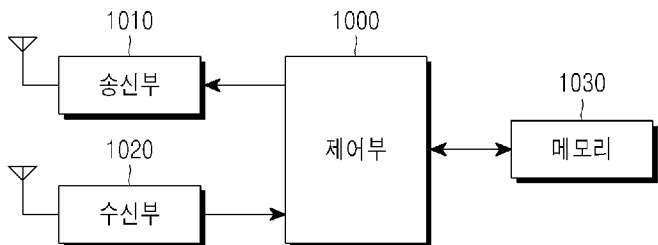
[Fig. 8]



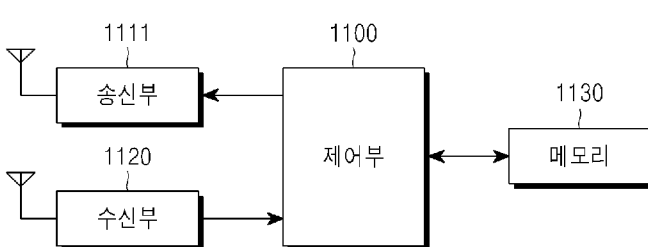
[Fig. 9]



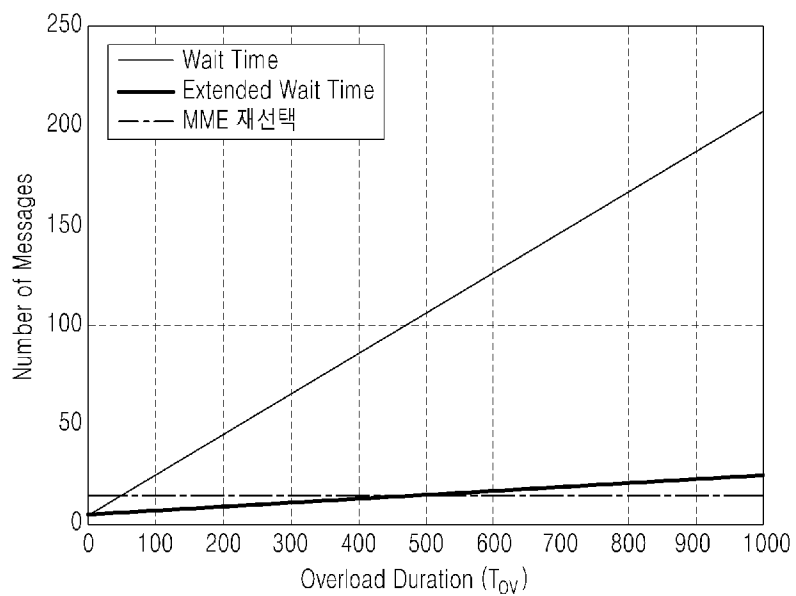
[Fig. 10]



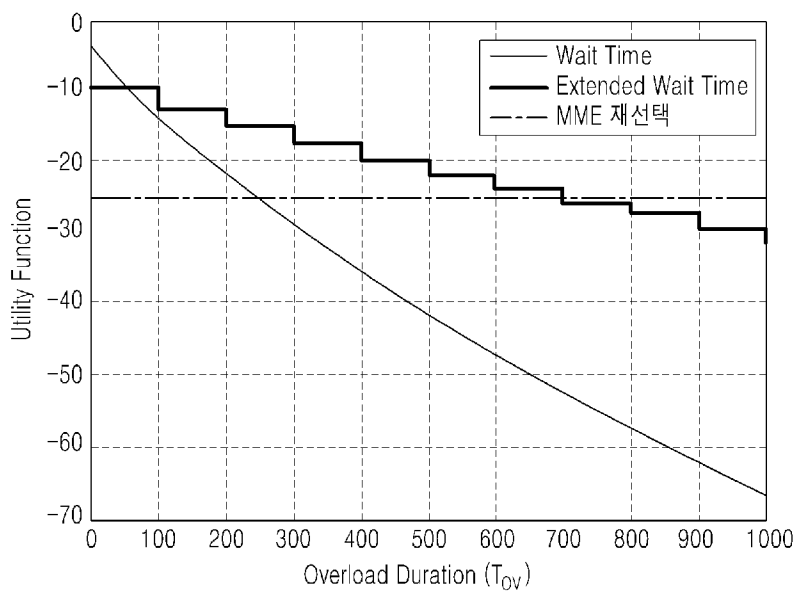
[Fig. 11]



[Fig. 12]



(a)



(b)

[Fig. 13]

