



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2024년02월16일  
 (11) 등록번호 10-2637173  
 (24) 등록일자 2024년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04L 67/289 (2022.01) G06F 16/182 (2019.01)  
 H04L 67/1087 (2022.01) H04L 67/51 (2022.01)  
 H04L 9/32 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H04L 67/289 (2022.05)  
 G06F 16/1837 (2019.01)  
 (21) 출원번호 10-2021-0191559  
 (22) 출원일자 2021년12월29일  
 심사청구일자 2021년12월29일  
 (65) 공개번호 10-2023-0101442  
 (43) 공개일자 2023년07월06일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020190067581 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 포항공과대학교 산학협력단  
 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)  
 (72) 발명자  
 박찬익  
 경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 6동 1105호  
 조용래  
 경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길10번길 18-1, 101동  
 (74) 대리인  
 특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 10 항

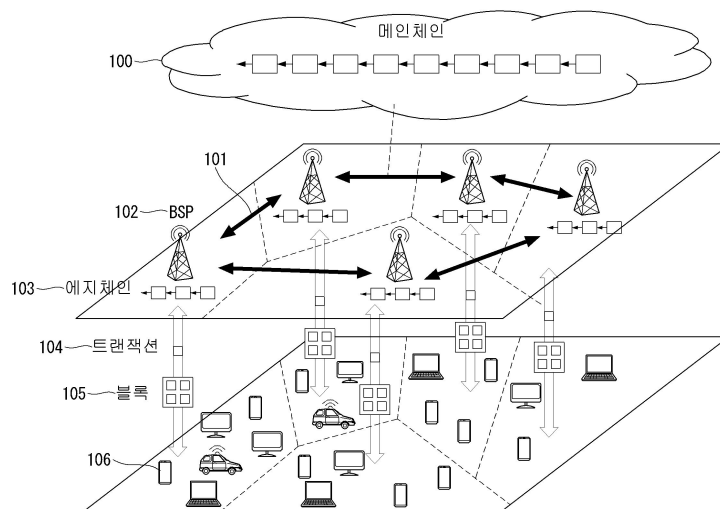
심사관 : 이근형

**(54) 발명의 명칭 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템, 장치 및 운영 방법**

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예에 따른 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템은, 블록체인 기반 서비스 사용자로 간주될 수 있으며, 서비스 사용을 위한 요청을 블록체인 서비스 제공자(BSP)에게 전달하는 사용자 클라이언트 노드; 기지국에 설치되고, 전달 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 로컬 에지 체인에 저장하고 그 결과를 블록 형태로 지역 내 사용자들에 전파하고, 지역 내 생성된 블록들을 서로 교환함으로써, 타 지역 에지 체인 상태를 읽고 분석하여 전역적으로 일관된 블록체인 상태를 구성하는 블록체인 서비스 제공자(BSP) 노드; 지역 내 독립적인 에지 체인; 지역 간 전역 일관성을 보장하는 메인 체인; 을 포함한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H04L 67/1093* (2022.05)

*H04L 67/51* (2022.05)

*H04L 9/3236* (2013.01)

*H04L 9/50* (2022.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125876
과제번호	2020-0-00936-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	블록체인융합기술개발(R&D)
연구과제명	5G 초저지연 서비스를 위한 무선 단말용 블록체인 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193875
과제번호	2021-0-00484-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	데이터경제를위한블록체인기술개발(R&D)
연구과제명	노드 간 메시지 전달과 합의를 위한 최적 경로 네트워크 프로토콜 기술개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	포항공과대학교 산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

사용자 클라이언트 또는 사용자 클라이언트 노드에 대응하는 사용자 단말로부터 블록체인 서비스를 사용하기 위한 요청을 받는 블록체인 서비스 제공자 노드; 및

상기 블록체인 서비스 제공자 노드로부터의 에지체인 블록을 저장하는 에지 체인;

을 포함하고,

상기 블록체인 서비스 제공자 노드는, 상기 사용자 단말로부터 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 해당 지역의 에지체인 블록을 생성하고, 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들과 상기 다른 지역에서 생성된 에지체인 블록들을 서로 교환하고, 상기 다른 지역의 에지체인의 상태를 분석하고, 전역 일관성을 가진 블록체인 상태를 구성한 메인체인 블록을 메인 체인에 저장하는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 블록체인 서비스 제공자 노드의 트랜잭션은, 사용자 트랜잭션, 감사용 트랜잭션, 및 노드 간 협동용 트랜잭션을 포함하고,

상기 사용자 트랜잭션은 지역성에 따라 지역 내 트랜잭션, 지역 간 트랜잭션으로 분류되고, 여기서 상기 지역 내 트랜잭션은 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태 모두가 해당 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드가 관리하는 상기 에지체인에 속하는 경우의 트랜잭션을 나타내고, 상기 지역 간 트랜잭션은 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태의 적어도 일부가 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드가 관리하는 에지체인에 속하는 경우의 트랜잭션을 나타내며,

상기 감사용 트랜잭션은 대상에 따라 구분되는 메인체인 감사용 트랜잭션과 에지체인 감사용 트랜잭션을 포함하고,

상기 협동용 트랜잭션은 새로운 블록체인 서비스 제공자 노드로의 이관 증명 정보를 나타내는 NewView Tx가 포함된 트랜잭션을 포함하는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 사용자 트랜잭션은 다섯 가지의 합의 상태를 포함하며, 각 합의 상태는 확정(commit) 또는 취소(abort) 결과 값을 가질 수 있고, 확정 또는 취소 결과에 따라 트랜잭션의 합의 상태의 신뢰성 수준은 다음 단계로 상승하거나 조기 종료되며,

여기서, 상기 다섯 가지의 합의 상태는,

상기 블록체인 서비스 제공자 노드가 상기 사용자 단말이 처음 생성한 트랜잭션을 실행한 직후에 가지는 EC-Spec 상태;

상기 EC-Spec 상태가 확정되고, 해당 트랜잭션이 포함된 블록이 감시자 노드에 의해 해시체인 일관성을 확보할 때 갱신되는 EC-Ordered 상태;

상기 EC-Ordered 상태가 확정되고, 상기 감시자 노드 간 비잔틴 블록 합의를 수행한 결과로 이르게 되는 EC-Commit 상태;

상기 블록체인 서비스 제공자 노드가 상기 EC-Commit 상태가 확정된 트랜잭션들을 포함하는 올바른 블록을 전파

함에 따라 상기 블록체인 서비스 제공자 노드들 간 관리하는 메인 체인에 해당 트랜잭션이 포함될 때 갱신되는 MC-Ordered 상태; 및

상기 블록체인 서비스 제공자 노드들 간의 합의에 의해 메인 체인 블록이 최종 확정될 때 갱신되는 MC-Commit 상태를 포함하는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템.

**청구항 4**

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 블록체인 서비스 제공자 노드에 의해 수행되는 블록체인 시스템의 운영 방법에 있어서,

사용자 클라이언트 또는 사용자 클라이언트 노드에 대응하는 사용자 단말로부터 블록체인 서비스를 사용하기 위한 요청을 받은 단계;

상기 사용자 단말로부터 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 해당 지역의 에지체인 블록을 생성하는 단계;

상기 에지체인 블록을 상기 해당 지역의 에지체인에 저장하는 단계;

상기 해당 지역 내 감시자 노드로, 그리고 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들과 연결된 메인 네트워크로 상기 에지체인 블록을 전파하는 단계;

상기 해당 지역 내 감시자 노드로부터 에지체인 감사용 트랜잭션을 받는 단계-상기 에지체인 감사용 트랜잭션은 상기 감시자 노드가 온-체인 감사(on-chain auditing) 절차를 통해 기수신한 에지체인 블록 내 트랜잭션들을 순회하며 분석한 결과를 포함함-;

상기 메인 네트워크를 통해 상기 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들로부터 에지체인 블록들을 받는 단계;

상기 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들로부터 받은 다른 지역 에지체인 블록들을 포함한 메인체인 블록을 생성하는 단계;

상기 메인체인 블록 내 트랜잭션들을 순회하면서 다중 버전 동시성 제어 검증을 수행하는 단계;

상기 메인체인 블록에 대한 메인체인 감사용 트랜잭션을 생성하고 상기 메인체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록을 상기 메인 네트워크로 전파하는 단계; 및

상기 메인체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록에 대한 감사 결과를 상기 감시자 노드로부터 받아 상기 해당 지역의 에지체인에 반영하는 단계;를 포함하며,

메인체인 수준의 감시 트랜잭션을 바탕으로 합의 상태 갱신 결과 정보는 상기 감시자 노드로부터 상기 사용자 단말로 전달되는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법.

**청구항 5**

청구항 4에 있어서,

상기 메인체인의 데이터 구조는, 메인체인 블록들의 집합으로 이루어지며,

상기 메인체인 블록들 각각은 메인체인 헤더, 에지체인 블록집합, 메인체인 블록 생성자의 서명을 포함하고,

상기 메인체인 헤더는 메인체인 블록 번호, 메인체인 이전 블록 해시 값, 에지체인 블록 헤더 집합, 헤더 집합으로 구성된 머클 루트 해시 값, 및 메인체인 생성 규칙을 포함하는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법.

**청구항 6**

청구항 4에 있어서,

상기 메인체인 감사용 트랜잭션의 데이터 포맷은, 메인체인 블록 번호, 메인체인 이전 블록 해시 값, 메인체인

현재 해시 값, 메인체인 블록 내 에지체인 블록 해시 집합, 취소(Abort) 또는 확정(Commit) 비트, 읽기 쓰기 집합(ReadWrite Set)을 포함하는 지역 간 트랜잭션 실행 결과, 현재 활성화 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 메인체인 블록 생성 규칙, 및 해당 메인체인 블록을 생성한 블록체인 서비스 제공자의 서명을 포함하고,

상기 에지체인 감시용 트랜잭션의 데이터 포맷은, 에지체인 블록 번호, 에지체인 블록 이전 해시 값, 에지체인 블록 해시 값, 감시자의 신원, 현재 활성화 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 그리고 감시자 노드의 서명을 포함하는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법.

#### 청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 사용자 단말에 대하여 상기 블록체인 네트워크가 사용자 정의 동적 합의 수준으로 동작하도록 하는 단계를 더 포함하며,

상기 사용자 정의 동적 합의 수준의 동작 구조는, 상기 사용자 단말의 취합자 모듈에 의해,

상기 사용자 단말이 제출한 트랜잭션의 확정 유무를 복수의 시나리오들 중 하나로 유동적으로 결정하고,

트랜잭션 합의 수준 변경 이벤트 스트림을 통해 수신한 이벤트 메시지들을 수신하고,

상기 이벤트 메시지들에 트랜잭션 확정 정책을 적용하여 트랜잭션 확정 유무를 결정하도록 구성되며,

상기 이벤트 메시지는 트랜잭션 ID와 합의 상태 수준, 그리고 해당 합의 상태의 확정 유무 정보를 포함하는, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법.

#### 청구항 8

프로세서(processor); 및

상기 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory);를 포함하고,

상기 적어도 하나의 명령에 의해, 상기 프로세서는:

사용자 클라이언트 또는 사용자 클라이언트 노드에 대응하는 사용자 단말로부터 블록체인 서비스를 사용하기 위한 요청을 받은 단계;

상기 사용자 단말로부터 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 해당 지역의 에지체인 블록을 생성하는 단계;

상기 에지체인 블록을 상기 해당 지역의 에지체인에 저장하는 단계;

상기 해당 지역 내 감시자 노드로, 그리고 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들과 연결된 메인 네트워크로 상기 에지체인 블록을 전파하는 단계;

상기 해당 지역 내 감시자 노드로부터 에지체인 감사용 트랜잭션을 받는 단계-상기 에지체인 감사용 트랜잭션은 상기 감시자 노드가 온-체인 감사(on-chain auditing) 절차를 통해 기수신한 에지체인 블록 내 트랜잭션들을 순회하며 분석한 결과를 포함함-;

상기 메인 네트워크를 통해 상기 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들로부터 에지체인 블록들을 받는 단계;

상기 다른 지역의 블록체인 서비스 제공자 노드들로부터 받은 다른 지역 에지체인 블록들을 포함한 메인체인 블록을 생성하는 단계;

상기 메인체인 블록 내 트랜잭션들을 순회하면서 다중 버전 동시성 제어 검증을 수행하는 단계;

상기 메인체인 블록에 대한 메인체인 감사용 트랜잭션을 생성하고 상기 메인체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록을 상기 메인 네트워크로 전파하는 단계; 및

상기 메인체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록에 대한 감사 결과를 상기 감시자 노드로부터 받아 상기 해당 지역의 에지체인에 반영하는 단계;를 수행하며,

메인체인 수준의 감시 트랜잭션을 바탕으로 합의 상태 갱신 결과 정보는 상기 감시자 노드로부터 상기 사용자 단말로 전달되는,

5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치.

**청구항 9**

청구항 4 내지 청구항 7 중 어느 한 항의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

**청구항 10**

청구항 4 내지 청구항 7 중 어느 한 항의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법의 프로그램을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경적 특성을 고려하여 블록체인을 수행하는 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템, 장치 및 운영 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 5G 네트워크 기술은 모바일 에지컴퓨팅(Mobile Edge Computing, MEC) 환경을 지원함으로써 초저지연, 고성능 서비스를 가능하게 한다. 모바일 에지 컴퓨팅은 종래의 중앙 집중식 클라우드 컴퓨팅과는 달리, 사용자 단말과 물리적으로 근접한 위치(예. 기지국) 에 클라우드 컴퓨팅 리소스를 배치하여 사용자 모바일 단말에게 신속한 서비스를 제공하는 분산 컴퓨팅 시스템이다. MEC 는 각 지역에 배치된 에지 노드와 사용자 클라이언트 집합으로 구성되며 각 에지 노드는 동일 지역 내 사용자 클라이언트가 제출한 트랜잭션을 처리한다. MEC 은 워크로드의 지역성(Locality) 특성을 활용하기 때문에 많은 경우에 MEC 노드 간의 복잡한 분산 협의(Coordination) 프로토콜을 수행하지 않고서도 대부분의 트랜잭션을 지역 내 데이터만으로 신속히 처리할 수 있다. 하지만 지역 내 클라이언트들은 중앙 집중식 MEC 노드에 의존해야 하며, 따라서 이로 인한 잠재적 보안 위협이 존재할 수 있다.

[0003] 따라서, MEC의 보안성을 강화하기 위해 일반적인 공개형 또는 허가형 블록체인 기술을 MEC 노드와 사용자 단말 간에 적용하는 방안이 있을 수 있으나, 이는 사용자 단말의 자원 제약적 특성 및 블록체인의 높은 수행 오버헤드로 인해 MEC 고유 이점을 훼손하고, MEC 환경 상 통신 제약을 고려하지 않는 단점이 있기 때문에 기존 블록체인 기술을 직접 적용하기에는 어려움이 있다.

[0004] 한편, 서비스형 블록체인(Blockchain-as-a-Service, Baas) 을 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경에 도입하여 사용자 단말 간의 블록체인 기반 서비스를 제공하는 블록체인 플랫폼을 구성하는 방안이 있을 수 있다. 이렇게 서비스형 블록체인 서비스를 제공하는 노드를 블록체인 서비스 제공자(BaaS Provider, BSP) 로 부른다. 하지만 블록체인 서비스 제공자(BSP)를 직접 적용한 블록체인 플랫폼 구성이 가능한 하지만, 이는 이러한 블록체인 플랫폼은 여전히 블록체인 서비스 제공자(BSP) 의 중앙 집중식 구조 및 MEC 의 고유 특성(예. 지역성 등)을 고려하지 않는 문제로 인해 기존 블록체인 기술을 직접 적용하기에는 어려움이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, MEC 노드가 블록체인 서비스 제공자(BSP) 기능을 수행하는 환경에서 발생할 수 있는 잠재적 보안 상의 위협을 블록체인 기술을 사용하여 해결하고자 한다.

[0006] 더욱 상세하게는, MEC 노드로 기능을 수행하는 블록체인 서비스 제공자는 에지 네트워크 내 클라이언트 트랜잭션을 악의적으로 수정할 수 있으며, 블록체인 분기 공격(즉, 같은 블록 높이에 대한 서로 다른 블록 해시 값 전송) 등의 공격이 가능하다.

[0007] 또한, 기존의 블록체인 플랫폼은 MEC 환경의 고유 특성들, 이를테면, 지역성, 초저지연성, 다양한 사용자 시나리오를 반영하지 못하기 때문에 이를 MEC 환경에 곧바로 적용하면 MEC 의 다양한 이점들을 잃게 된다.

[0008] 따라서, 상기 두 문제를 MEC 환경을 고려한 고성능 블록체인 프로토콜 설계를 통해 해결하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템은, 블록체인 기반 서비스 사용자로 간주될 수 있으며, 서비스 사용을 위한 요청을 블록체인 서비스 제공자(BSP)에게 전달하는 사용자 클라이언트 노드; 기지국에 설치되고, 전달 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 로컬 에지 체인에 저장하고 그 결과를 블록 형태로 지역 내 사용자들에 전파하고, 지역 내 생성된 블록들을 서로 교환함으로써, 타 지역 에지 체인 상태를 읽고 분석하여 전역적으로 일관된 블록체인 상태를 구성하는 블록체인 서비스 제공자(BSP) 노드; 지역 내 독립적인 에지 체인; 지역 간 전역 일관성을 보장하는 메인 체인; 을 포함할 수 있다.

[0010] 블록체인 서비스 제공자(BSP) 트랜잭션은, 사용자 트랜잭션, 감사용 트랜잭션, 노드 간 협동용 트랜잭션으로 구분되고, 사용자 트랜잭션은 지역성에 따라 지역 내 트랜잭션, 지역 간 트랜잭션로 분류되고, 지역 내 트랜잭션은 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태 모두가 로컬 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 관리하는 에지 체인 안에 속하는 경우를 나타내고, 지역 간 트랜잭션은 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태 일부가 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 관리하는 에지 체인에 속하는 경우를 나타내고, 감사용 트랜잭션은 대상에 따라 메인 체인 감사용 트랜잭션과 에지 체인 감사용 트랜잭션으로 분류되고, 두 감사용 트랜잭션은 각 메인 체인과 에지 체인의 동작 안정성(Safety)과 진행성(Liveness)을 제공하기 위해 사용되고, 협동용 트랜잭션에는 새로운 블록체인 서비스 제공자(BSP)로의 이관 증명 정보를 나타내는 NewView Tx가 포함될 수 있다.

[0011] 사용자 트랜잭션의 합의 상태에는 다섯 가지가 포함되며, 각 상태는 확정(commit) 또는 취소(abort) 결과 값을 가질 수 있고, 확정 또는 취소 결과에 따라 트랜잭션의 합의 상태의 신뢰성 수준은 다음 단계로 상승하거나 조기 종료 될 수 있고, 사용자 클라이언트가 트랜잭션을 처음 생성하는 단계; 처음 블록체인 서비스 제공자(BSP)에 의해 트랜잭션이 실행되고 난 직후에는 EC-Spec 상태를 가지는 단계; EC-Spec 가 확정 상태이고, 해당 트랜잭션이 포함된 블록이 감시자 노드에 의해 해시체인 일관성이 확보되면 EC-Ordered 상태로 합의 상태가 갱신되는 단계; 해시체인 검증이 실패하면 EC-Abort 상태가 되는 단계; EC-Ordered 상태가 확정이 되면, 감시자 노드 간 비잔틴 블록 합의를 수행하고 그 결과로 EC-Commit 상태에 이르는 단계; 만약 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 올바른 블록을 생성하고 전파한 경우, EC-Commit 확정 상태에 이르게 되고, 그렇지 않으면 EC-Abort 상태가 되는 단계; EC-Commit 확정 이후에는 블록체인 서비스 제공자(BSP) 간 관리하는 메인 체인에 해당 트랜잭션이 포함이 되는 시점은 MC-Ordered 합의 상태가 되고, 만약 포함되지 못하면 MC-Abort 합의 상태가 되는 단계; 블록체인 서비스 제공자(BSP) 간의 합의에 의해 메인 체인 블록이 최종 확정이 되면 MC-Commit 합의 상태가 되는 단계; 만약 해당 상태 결과가 확정이면 최종 종료 상태가 되고, 그렇지 않으면 최종 실패 상태로 전이하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법은, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법에 있어서, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 트랜잭션 처리는 에지 체인 단계와, 메인 체인 단계를 포함하고, 에지 체인 단계는, 에지 체인 상 클라이언트가 사용자 트랜잭션을 생성하고 이를 블록체인 서비스 제공자(BSP)에게 전송하는 단계; 여기서, 사용자 트랜잭션에는 블록체인 트랜잭션 수행을 위해 필요한 프로그램 이름(Smart Contract), 함수 이름, 인자(Argument) 정보가 포함되고, 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 EC-Processing 단계를 통해 사용자 트랜잭션을 로컬로 처리하고 그 결과 이벤트를 사용자에게 통보하는 단계; EC-Processing 단계에는 트랜잭션 처리 순서 할당 및 그 순서에 따른 일반적인 트랜잭션 수행을 포함하며, 지역성 유무에 따라 에지 체인 상 데이터 또는 메인 체인 상 데이터를 읽고 갱신하는 유무를 달리하는 단계; 처리된 트랜잭션들을 모아서 블록을 생성하고 지역 내 감시자 노드와 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP)로 구성된 메인 네트워크에 전파하는 단계; 블록을 수신한 감시자 노드는 On-chain Auditing 절차를 통해 블록 내 트랜잭션들을 순회하며 분석한 결과를 감사용 트랜잭션에 포함하여 블록체인 서비스 제공자(BSP)에 전송하는 단계; 및 수신한 블록 내 감사용 트랜잭션들을 읽고 분석함으로써 안정성과 동작성 위반 유무를 검증하고 그 결과 이벤트를 클라이언트에게 전송하는 단계; 를 포함하고, 메인 체인 단계는, 메인 체인에서는 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP) 들로 구성된 메인 네트워크로부터 전달 받은 블록들을 수신하고, 이를 바탕으로 MC-Processing 단계를 통해 메인 체인 블록을 생성 및 처리하는 단계; MC-Processing 단계에서는, 메인 네트워크로부터 수신한 타 지역 에지 체인 블록들을 포함한 메인 체인 블록을 생성하고 그 블록 내 트랜잭션들을 모두 순회하면서 다중 버전 동시성 제어 검증(Multi-version Concurrency Control, MVCC) 을 수행하는 단계; 생성된 메인 체인 블록에 대해 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 메인 체인 감사용 트랜잭션을 생성하고 이를 메인 네트워크에 전파하는 단계; 각 블록체인 서비스 제공자(BSP)

는 서로 전달 받은 메인 체인 감사용 트랜잭션들이 포함된 블록을 에지 체인 상 생성하고 감시자 노드와 메인 네트워크로 전파하는 단계; 감시자 노드는 메인 체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록에 대해 On-chain Auditing을 수행하고 그 감사 결과를 에지 체인 상 반영하는 단계; 및 메인 체인 수준의 감시 트랜잭션을 바탕으로 합의 상태 갱신 결과 정보를 사용자 클라이언트에게 전달하는 단계; 를 포함 할 수 있다.

[0013] 상기 시스템의 메인 체인 데이터 구조는, 메인 체인은 메인 체인 블록들의 집합으로 이루어져 있으며, 메인 체인 헤더, 에지 체인 블록 집합, 메인 체인 블록 생성자의 서명이 포함되고, 메인 체인 헤더에는 메인 체인 블록 번호, 메인 체인 이전 블록 해시 값, 포함된 각 에지 체인 블록 헤더 집합, 헤더 집합으로 구성된 머클 루트 해시 값, 그리고 메인 체인 생성 규칙이 포함될 수 있다.

[0014] 상기 시스템의 감사용(Audit) 트랜잭션 데이터 포맷은, 메인 체인 감사용 트랜잭션에는 메인 체인 블록 번호, 메인 체인 이전 블록 해시, 메인 체인 현재 해시 값, 메인 체인 블록 내 에지 체인 블록 해시 집합, 취소(Abort) 또는 확정(Commit) 비트, 그리고 읽기 쓰기 집합(ReadWrite Set)을 포함하는 상호 연동 트랜잭션 실행 결과가 포함되고, 현재 활성화 중인 블록체인 서비스 제공자 신원과 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 메인 체인 블록 생성 규칙 그리고 해당 메인 체인 블록을 생성한 블록체인 서비스 제공자의 서명이 포함되고, 에지 체인 감사용 트랜잭션에는 에지 체인 블록 번호, 에지 체인 블록 이전 해시 값, 에지 체인 블록 해시 값, 감시자의 신원, 현재 활성화 중인 블록체인 서비스 제공자 신원과 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원, 그리고 감시자 노드의 서명이 포함될 수 있다.

[0015] 상기 시스템의 사용자 정의 동적 합의 수준 동작 구조는, 클라이언트는 취합자 모듈을 통해 자신이 제출한 트랜잭션의 확정 유무를 다양한 시나리오 별로 유동적으로 결정할 수 있고, 취합자는 트랜잭션 합의 수준 변경 이벤트 스트림을 통해 수신한 이벤트 메시지들을 수신하고, 트랜잭션 확정 정책을 이들 메시지에 적용하여 트랜잭션 확정 유무를 결정하고, 소액 결제 트랜잭션인 경우에는 가장 신속하지만 낮은 신뢰도를 갖는 EC-Spec을 정책으로 결정한 경우, 취합자는 블록체인 네트워크로부터 EC-Spec 이벤트를 수신 시 트랜잭션을 최종 확정하고, 거액 결제 트랜잭션인 경우 사용자는 보다 높은 신뢰성 수준을 갖지만 상대적으로 높은 지연을 갖는 EC-Commit을 정책으로 결정하고, 그에 대한 EC-Commit 합의 수준 이벤트 수신 시 해당 거액 결제 트랜잭션 확정 유무를 결정하고, 이벤트 메시지에는 트랜잭션 ID와 합의 상태 수준, 그리고 해당 합의 상태의 확정 유무 정보를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치는, 프로세서(processor); 및 프로세서를 통해 실행되는 적어도 하나의 명령이 저장된 메모리(memory); 를 포함하고, 상기 적어도 하나의 명령은 상기 프로세서가: 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 트랜잭션 처리는 에지 체인 단계와, 메인 체인 단계를 포함하고, 에지 체인 단계는, 에지 체인 상 클라이언트가 사용자 트랜잭션을 생성하고 이를 블록체인 서비스 제공자(BSP)에게 전송하는 단계; 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 EC-Processing 단계를 통해 사용자 트랜잭션을 로컬로 처리하고 그 결과 이벤트를 사용자에게 통보하는 단계; EC-Processing 단계에는 트랜잭션 처리 순서 할당 및 그 순서에 따른 일반적인 트랜잭션 수행을 포함하며, 지역성 유무에 따라 에지 체인 상 데이터 또는 메인 체인 상 데이터를 읽고 갱신하는 유무를 달리하는 단계; 처리된 트랜잭션들을 모아서 블록을 생성하고 지역 내 감시자 노드와 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP)로 구성된 메인 네트워크에 전파하는 단계; 블록을 수신한 감시자 노드는 On-chain Auditing 절차를 통해 블록 내 트랜잭션들을 순회하며 분석한 결과를 감사용 트랜잭션에 포함하여 블록체인 서비스 제공자(BSP)에 전송하는 단계; 및 수신한 블록 내 감사용 트랜잭션들을 읽고 분석함으로써 안정성과 동작성 위반 유무를 검증하고 그 결과 이벤트를 클라이언트에게 전송하는 단계; 를 포함하고, 메인 체인 단계는, 메인 체인에서는 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP) 들로 구성된 메인 네트워크로부터 전달 받은 블록들을 수신하고, 이를 바탕으로 MC-Processing 단계를 통해 메인 체인 블록을 생성 및 처리하는 단계; MC-Processing 단계에서는, 메인 네트워크로부터 수신한 타 지역 에지 체인 블록들을 포함한 메인 체인 블록을 생성하고 그 블록 내 트랜잭션들을 모두 순회하면서 다중 버전 동시성 제어 검증(Multi-version Concurrency Control, MVCC) 을 수행하는 단계; 생성된 메인 체인 블록에 대해 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 메인 체인 감사용 트랜잭션을 생성하고 이를 메인 네트워크에 전파하는 단계; 각 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 서로 전달 받은 메인 체인 감사용 트랜잭션들이 포함된 블록을 에지 체인 상 생성하고 감시자 노드와 메인 네트워크로 전파하는 단계; 감시자 노드는 메인 체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록에 대해 On-chain Auditing를 수행하고 그 감사 결과를 에지 체인 상 반영하는 단계; 및 메인 체인 수준의 감시 트랜잭션을 바탕으로 합의 상태 갱신 결과 정보를 사용자 클라이언트에게 전달하는 단계; 를 수행하도록 구성될 수 있다.

[0017] 전술한 항 중 어느 한 항의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법을 구현하기 위한



컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램일 수 있다.

[0018] 진술한 항 중 어느 한 항의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템의 운영 방법의 프로그램을 구현하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체일 수 있다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명을 통해, 사용자 단말에서 제출한 트랜잭션을 지역성을 고려하여 물리적으로 가까이에 위치한 블록체인 서비스 제공자(BSP)에서 신속히 처리하며, 사용자의 다양한 요구 사항에 따라 합의 신뢰성을 동적으로 결정할 수 있는 장점을 가진다.

**도면의 간단한 설명**

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 모바일 에지 컴퓨팅 환경상 지역성을 고려한 멀티-레벨 블록체인 시스템 구조를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 시스템에서 처리하는 블록체인 트랜잭션 분류도를 나타낸다.

도 3은 도 1의 단일 트랜잭션의 합의 상태 전이도를 나타낸다.

도 4는 도 1의 클라이언트가 트랜잭션을 제출 시점부터 최종 메인 체인에 반영되기까지의 트랜잭션 처리 흐름도를 나타낸다.

도 5은 도 1의 메인 체인 데이터 포맷을 나타낸다.

도 6는 도 1의 감사용(Audit) 트랜잭션 데이터 포맷을 나타낸다.

도 7은 도 1의 사용자가 블록체인 네트워크로부터 수신한 다양한 합의 이벤트와 확정 정책을 기준으로 최종 트랜잭션 확정 유무를 동적으로 결정하는 과정을 나타낸다.

도 8은 본 발명의 일 실시예의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치의 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하여 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0022] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의

미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0026] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 모바일 에지 컴퓨팅 환경 상 지역성 고려한 멀티 레벨 블록체인 구조를 나타낸다.
- [0029] 도 1에 나타낸 시스템 구성 요소는, 사용자 클라이언트 노드(106), 기지국에 설치된 블록체인 서비스 제공자(BSP) 노드(102), 지역 내 독립적인 에지 체인(103), 지역 간 전역 일관성을 보장하는 메인 체인(100)으로 구성된다. 사용자 단말(106)은 블록체인 기반 서비스 사용자로 간주될 수 있으며, 서비스 사용을 위한 요청(104)을 블록체인 서비스 제공자(BSP)에게 전달한다. 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 전달 받은 요청을 트랜잭션 처리하여 로컬 에지 체인에 저장하고 그 결과를 블록(105) 형태로 지역 내 사용자들에 전파한다. 또한 블록체인 서비스 제공자(BSP)들은 지역 내 생성된 블록들을 서로 교환함으로써(101), 타 지역 에지 체인 상태를 읽고 분석하여 전역적으로 일관된 블록체인 상태를 구성한다.
- [0031] 도 2는 본 발명에서 사용하는 블록체인 트랜잭션 분류도를 나타낸다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 블록체인 서비스 제공자(BSP) 트랜잭션은(201)은 사용자 트랜잭션(202), 감사용 트랜잭션(205), 노드 간 협동용 트랜잭션(208)으로 구분된다. 사용자 트랜잭션은 지역성에 따라 지역 내 트랜잭션(203), 지역 간 트랜잭션(204)로 분류된다. 지역 내 트랜잭션(이하 Intra Tx)은 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태 모두가 로컬 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 관리하는 에지 체인 안에 속하는 경우를 나타내는 반면에, 지역 간 트랜잭션(이하 Inter Tx)는 해당 트랜잭션이 접근하는 블록체인 상태 일부가 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 관리하는 에지 체인에 속하는 경우를 나타낸다. 감사용 트랜잭션은 대상에 따라 메인 체인 감사용 트랜잭션(206)과 에지 체인 감사용 트랜잭션(207)로 분류된다. 두 감사용 트랜잭션은 각 메인 체인과 에지 체인의 동작 안정성(Safety)과 진행성(Liveness)을 제공하기 위해 사용된다. 마지막으로, 협동용 트랜잭션(208)에는 새로운 블록체인 서비스 제공자(BSP)로의 이관 증명 정보를 나타내는 NewView Tx(209)가 포함된다.
- [0033]
- [0034] 도 3은 본 발명의 일 실시예에서의 사용자 트랜잭션(202)의 합의 상태 전이도를 나타낸다.
- [0035] 도 3을 참조하면, 합의 상태에는 다섯 가지가 포함되며, 각 상태는 확정(commit) 또는 취소(abort) 결과 값을 가질 수 있다. 그리고 확정 또는 취소 결과에 따라 트랜잭션의 합의 상태의 신뢰성 수준은 다음 단계로 상승하거나 조기 종료될 수 있다. 보다 구체적으로, 사용자 클라이언트가 트랜잭션을 처음 생성하고 나서(301), 처음 블록체인 서비스 제공자(BSP)에 의해 트랜잭션이 실행되고 난 직후에는 EC-Spec(302) 상태를 가진다. 여기서 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 해당 트랜잭션을 로컬로 성공적 수행 유무에 따라 확정 또는 취소 상태를 가질 수 있다. EC-Spec가 확정 상태이고, 해당 트랜잭션이 포함된 블록이 감시자 노드에 의해 해시체인 일관성이 확보되면 EC-Ordered 상태(303)로 합의 상태가 갱신된다. 만약 해시체인 검증이 실패하면 EC-Abort(306) 상태가 된다. EC-Ordered 상태가 확정이 되면, 감시자 노드 간 비잔틴 블록 합의를 수행하고 그 결과로 EC-Commit 상태(304)에 이르게 된다. 만약 블록체인 서비스 제공자(BSP)가 올바른 블록을 생성하고 전파한 경우, EC-Commit 확정 상태에 이르게 되고, 그렇지 않으면 EC-Abort 상태가 된다. 그 후, EC-Commit 확정 이후에는 블록체인 서비스 제공자(BSP)간 관리하는 메인 체인에 해당 트랜잭션이 포함되는 시점은 MC-Ordered(305) 합의 상태가 되고, 만약 포함되지 못하면 MC-Abort(309) 합의 상태가 된다. 마지막으로, 블록체인 서비스 제공자(BSP)간의 합의에 의해 메인 체인 블록이 최종 확정이 되면 MC-Commit 합의 상태(307)가 된다. 만약 해당 상태 결과가 확정이면 최종 종료 상태(308)이 되고, 그렇지 않으면 최종 실패(309) 상태로 전이한다.
- [0037] 도 4는 본 발명의 트랜잭션 처리 구조도를 나타낸다.
- [0038] 도 4를 참조하면, 트랜잭션 처리는 두 단계로 나누어서 처리가 되며, 여기에는 단계 1: 에지 체인(401)과 단계 2: 메인 체인(400)로 구성된다. 에지 체인 상 클라이언트(400)이 사용자 트랜잭션을 생성(401)하고 이를 블록체인 서비스 제공자(BSP)(410)에게 전송한다. 사용자 트랜잭션에는 블록체인 트랜잭션 수행을 위해 필요한 프로그램 이름(Smart Contract), 함수 이름, 인자(Argument) 정보가 포함된다. 그 후, 블록체인 서비스 제공자(BSP)는 EC-Processing(402) 단계를 통해 사용자 트랜잭션을 로컬로 처리하고 그 결과 이벤트를 사용자에게 통보한다(403). 보다 구체적으로, EC-Processing 단계에는 트랜잭션 처리 순서 할당 및 그 순서에 따른 일반적인

트랜잭션 수행을 포함하며, 지역성 유무에 따라 에지 체인 상 데이터 또는 메인 체인 상 데이터를 읽고 갱신하는 유무를 달리한다. 그 후, 처리된 트랜잭션들을 모아서 블록을 생성하고 지역 내 감사자 노드(420) 와 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP)로 구성된 메인 네트워크(430) 에 전파한다(404). 블록을 수신한 감사자 노드는 On-chain Auditing(405) 절차를 통해 블록 내 트랜잭션들을 순회하며 분석한 결과를 감사용 트랜잭션(406) 에 포함하여 블록체인 서비스 제공자(BSP) 에 전송한다. 그리고, 수신한 블록 내 감사용 트랜잭션들을 읽고 분석함으로써 안정성과 동작성 위반 유무를 검증하고 그 결과 이벤트(407)를 클라이언트에게 전송한다. 단계 2: 메인 체인에서는 타 지역 블록체인 서비스 제공자(BSP) 들로 구성된 메인 네트워크(430) 으로부터 전달 받은 블록들을 수신하고(441), 이를 바탕으로 MC-Processing(442) 단계를 통해 메인 체인 블록을 생성 및 처리 한다. 보다 구체적으로 MC-Processing 단계에서는, 메인 네트워크로부터 수신한 타 지역 에지 체인 블록들을 포함한 메인 체인 블록을 생성하고 그 블록 내 트랜잭션들을 모두 순회하면서 다중 버전 동시성 제어 검증(Multi-version Concurrency Control, MVCC) 을 수행한다. 그런 후, 생성된 메인 체인 블록에 대해 블록체인 서비스 제공자(BSP) 는 메인 체인 감사용 트랜잭션을 생성하고 이를 메인 네트워크에 전파한다. 각 블록체인 서비스 제공자(BSP) 는 서로 전달 받은 메인 체인 감사용 트랜잭션들이 포함된 블록을 에지 체인 상 생성하고 감사자 노드와 메인 네트워크로 전파한다. 그런 후, 감사자 노드는 메인 체인 감사용 트랜잭션이 포함된 블록에 대해 On-chain Auditing(445) 를 수행하고 그 감사 결과를 에지 체인 상 반영한다(446). 또한, 메인 체인 수준의 감시 트랜잭션을 바탕으로 합의 상태 갱신 결과 정보를 사용자 클라이언트에게 전달한다(447).

[0040] 도 5는 메인 체인 데이터 구조를 나타낸다. 메인 체인은 메인 체인 블록(501) 들의 집합으로 이루어져 있으며, 메인 체인 헤더(502), 에지 체인 블록 집합(503), 메인 체인 블록 생성자의 서명(504) 가 포함된다. 또한, 메인 체인 헤더(505) 에는 메인 체인 블록 번호(506), 메인 체인 이전 블록 해시 값(507), 포함된 각 에지 체인 블록 헤더 집합(508), 헤더 집합으로 구성된 머클 루트 해시 값(509), 그리고 메인 체인 생성 규칙(510) 이 포함된다.

[0042] 도 6은 감사용(Audit) 트랜잭션 데이터 포맷을 나타낸다.

[0043] 도 6을 참조하면, 메인 체인 감사용 트랜잭션(600) 에는 메인 체인 블록 번호(601), 메인 체인 이전 블록 해시(602), 메인 체인 현재 해시 값(603), 메인 체인 블록 내 에지 체인 블록 해시 집합(604), 취소(Abort) 또는 확정(Commit) 비트, 그리고 읽기 쓰기 집합(ReadWrite Set)을 포함하는 상호 연동 트랜잭션 실행 결과(605) 가 포함된다. 또한, 현재 활성 중인 블록체인 서비스 제공자 신원(606) 과 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원(607), 메인 체인 블록 생성 규칙(608), 그리고 해당 메인 체인 블록을 생성한 블록체인 서비스 제공자의 서명(609) 이 포함된다. 에지 체인 감사용 트랜잭션(610) 에는 에지 체인 블록 번호(611), 에지 체인 블록 이전 해시 값(612), 에지 체인 블록 해시 값(613), 감사자의 신원(614), 현재 활성 중인 블록체인 서비스 제공자 신원(615) 과 다음 순번으로 대기 중인 블록체인 서비스 제공자 신원(616), 그리고 감사자 노드의 서명(617) 이 포함된다.

[0045] 도 7은 사용자 정의 동적 합의 수준 동작 구조도를 나타낸다.

[0046] 도 7을 참조하면, 클라이언트(700) 는 취합자 모듈(701)을 통해 자신이 제출한 트랜잭션의 확정 유무를 다양한 시나리오 별로 유동적으로 결정할 수 있다. 구체적으로 취합자는 트랜잭션 합의 수준 변경 이벤트 스트림(707) 을 통해 수신한 이벤트 메시지(706) 들을 수신하고, 트랜잭션 확정 정책(702) 를 이들 메시지에 적용하여 트랜잭션 확정 유무를 결정한다. 예를 들어, 소액 결제 트랜잭션인 경우(705) 에는 가장 신속하지만 낮은 신뢰도를 갖는 “EC-Spec” 을 정책으로 결정한 경우(702), 취합자는 블록체인 네트워크(720) 으로부터 EC-Spec 이벤트를 수신 히 트랜잭션을 최종 확정한다. 반대로, 거액 결제 트랜잭션(703) 인 경우 사용자는 보다 보다 높은 신뢰성 수준을 갖지만 상대적으로 높은 지연을 갖는 “EC-Commit” 을 정책으로 결정하고(702), 그에 대한 “EC-Commit” 합의 수준 이벤트 수신 시 해당 거액 결제 트랜잭션 확정 유무를 결정한다. 한편 이벤트 메시지(706) 에는 트랜잭션 ID(731) 와 합의 상태 수준(732), 그리고 해당 합의 상태의 확정 유무(733) 정보를 포함한다.

[0048] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)의 구성도이다.

[0049] 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)는, 프로세서(1100), 메모리(1200), 송수신 장치(transceiver, 1300), 입력 인터페이스 장치(1400), 출력 인터페이스 장치(1500), 저장 장치(1600) 및 버스(bus)(1700)를 포함하여 구성될 수 있다.

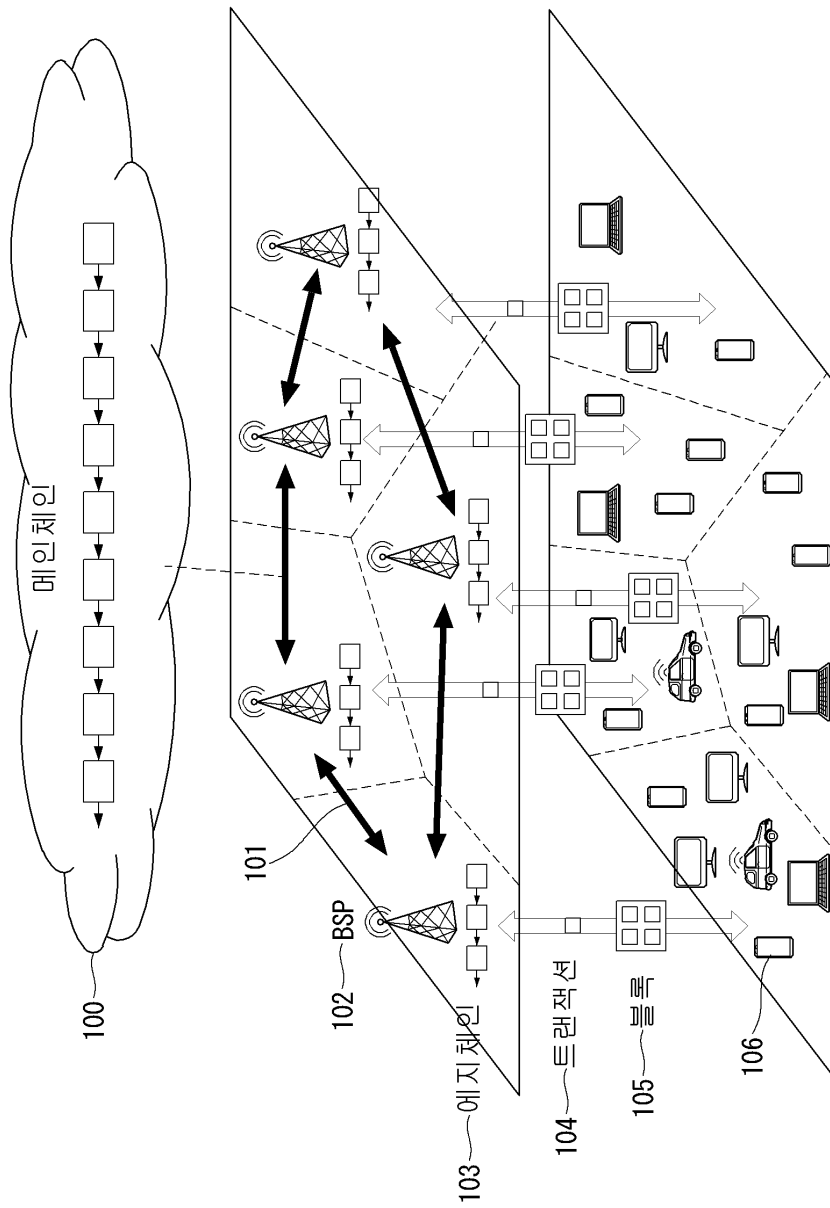
[0050] 본 발명의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)는, 적어도 하나의 프로세서(processor)(1100) 및 상기 적어도 하나의 프로세서(1100)가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어

들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)(1200)를 포함할 수 있다.

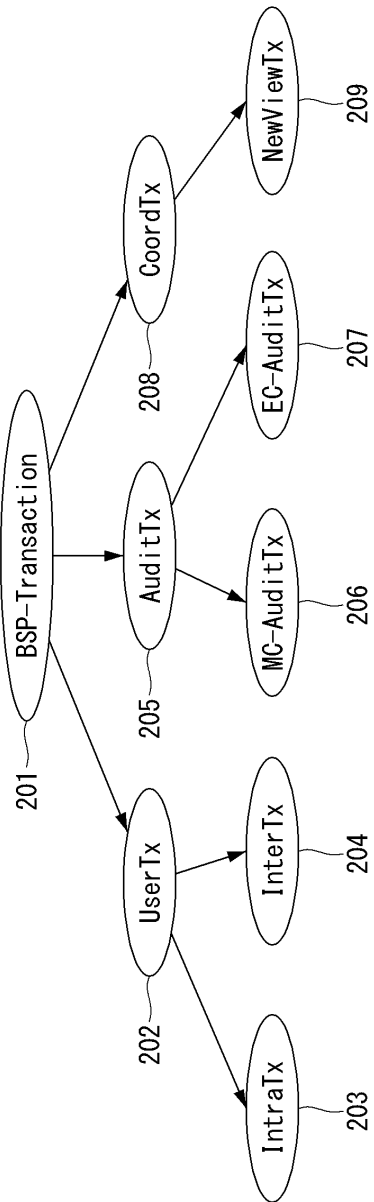
- [0051] 프로세서(1100)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다.
- [0052] 메모리(1200) 및 저장 장치(1600) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(1200)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0053] 또한, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)는 무선 네트워크를 통해 통신을 수행하는 송수신 장치(transceiver)(1300)를 포함할 수 있다.
- [0054] 또한, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)는 입력 인터페이스 장치(1400), 출력 인터페이스 장치(1500), 저장 장치(1600) 등을 더 포함할 수 있다.
- [0055] 또한, 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus)(1700)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 5G 모바일 에지 컴퓨팅 환경을 위한 블록체인 장치(1000)의 예를 들면, 통신 가능한 데스크탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 노트북(notebook), 스마트폰(smart phone), 태블릿 PC(tablet PC), 모바일폰(mobile phone), 스마트 워치(smart watch), 스마트 글래스(smart glass), e-book 리더기, PMP(portable multimedia player), 휴대용 게임기, 네비게이션(navigation) 장치, 디지털 카메라(digital camera), DMB(digital multimedia broadcasting) 재생기, 디지털 음성 녹음기(digital audio recorder), 디지털 음성 재생기(digital audio player), 디지털 동영상 녹화기(digital video recorder), 디지털 동영상 재생기(digital video player), PDA(Personal Digital Assistant) 등일 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따른 방법의 동작은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터로 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0059] 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 롬(rom), 램(ram), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다. 프로그램 명령은 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일부 측면들은 장치의 문맥에서 설명되었으나, 그것은 상응하는 방법에 따른 설명 또한 나타낼 수 있고, 여기서 블록 또는 장치는 방법 단계 또는 방법 단계의 특징에 상응한다. 유사하게, 방법의 문맥에서 설명된 측면들은 또한 상응하는 블록 또는 아이템 또는 상응하는 장치의 특징으로 나타낼 수 있다. 방법 단계들의 몇몇 또는 전부는 예를 들어, 마이크로프로세서, 프로그램 가능한 컴퓨터 또는 전자 회로와 같은 하드웨어 장치에 의해(또는 이용하여) 수행될 수 있다. 몇몇의 실시예에서, 가장 중요한 방법 단계들의 하나 이상은 이와 같은 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0061] 실시예들에서, 프로그램 가능한 로직 장치(예를 들어, 필드 프로그래머블 게이트 어레이)가 여기서 설명된 방법들의 기능의 일부 또는 전부를 수행하기 위해 사용될 수 있다. 실시예들에서, 필드 프로그래머블 게이트 어레이는 여기서 설명된 방법들 중 하나를 수행하기 위한 마이크로프로세서와 함께 작동할 수 있다. 일반적으로, 방법들은 어떤 하드웨어 장치에 의해 수행되는 것이 바람직하다.
- [0062] 이상 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

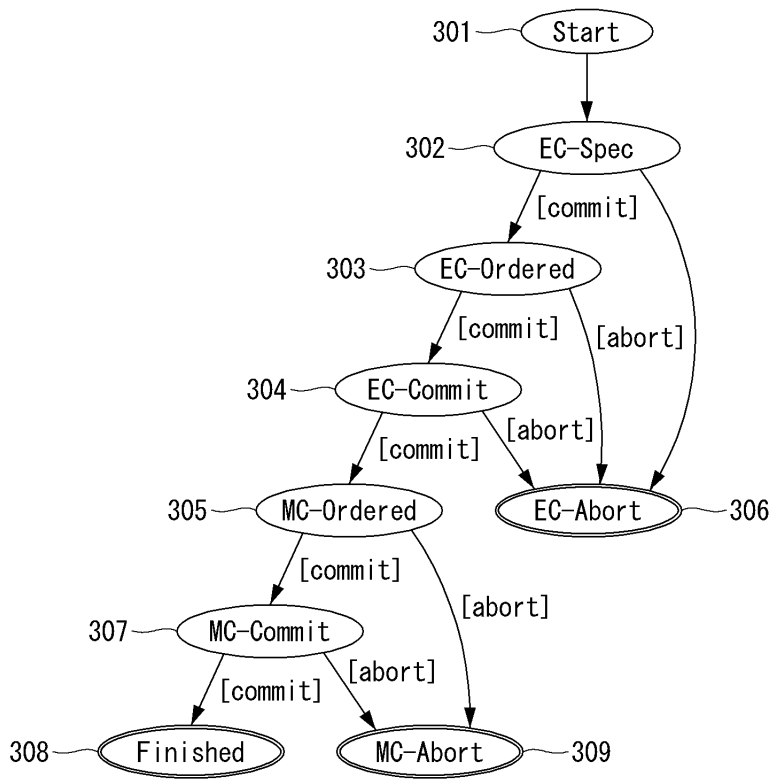
도면1



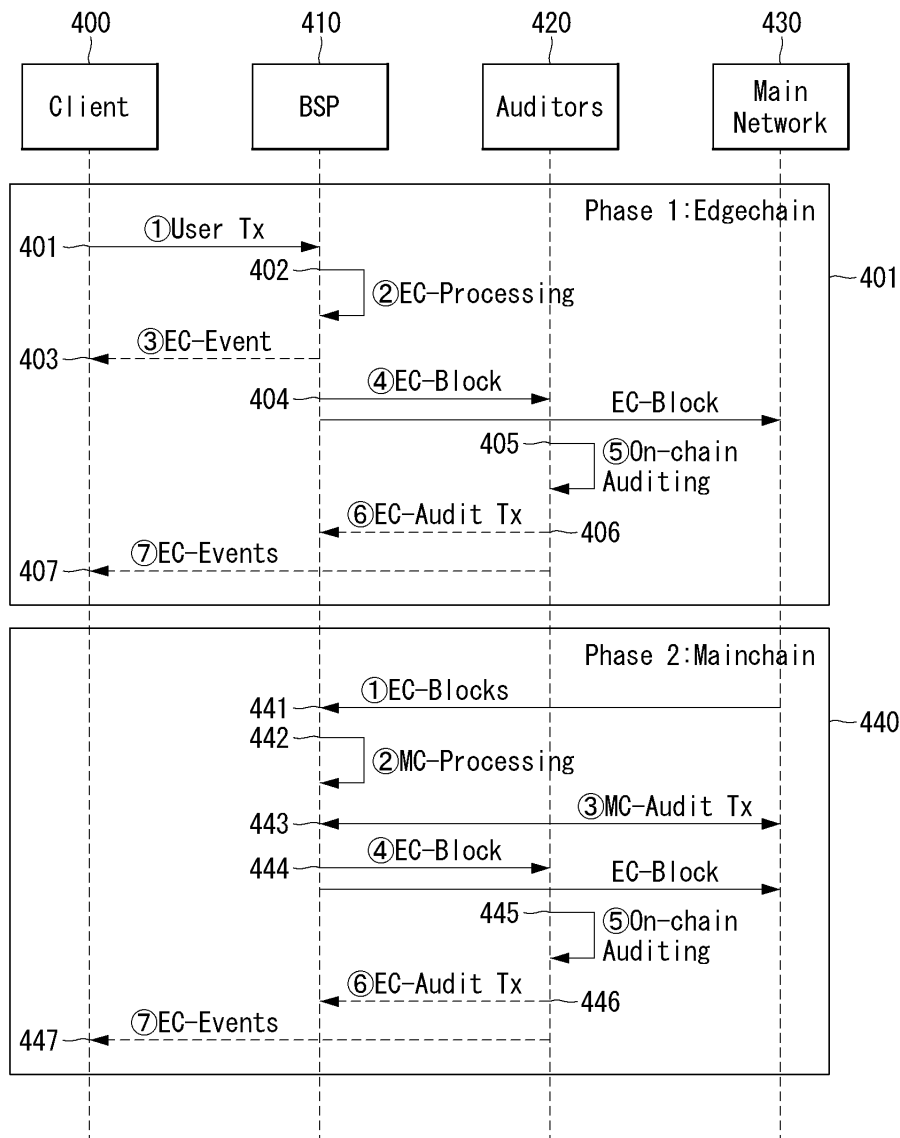
도면2



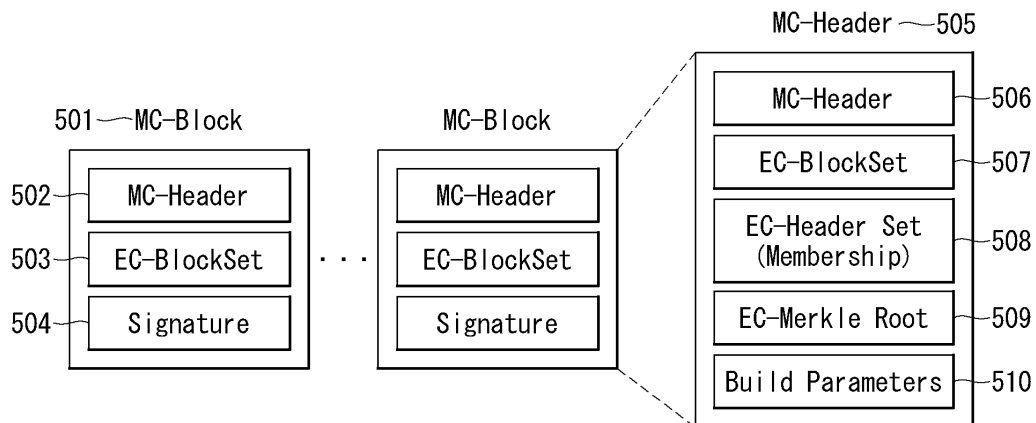
도면3



도면4

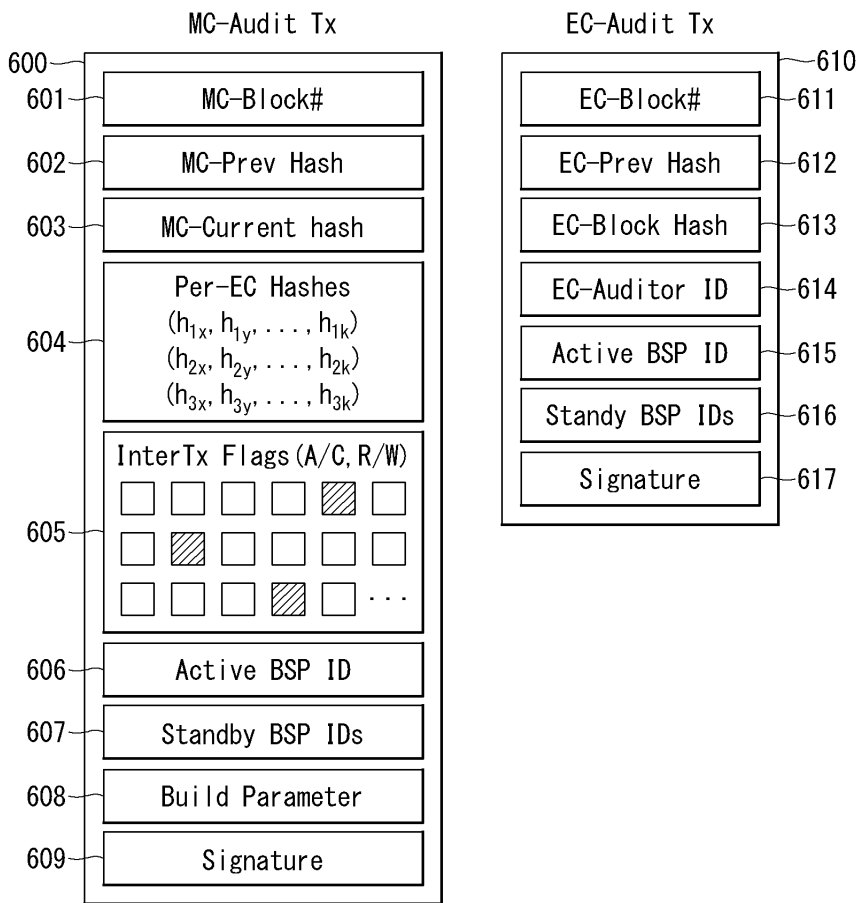


도면5

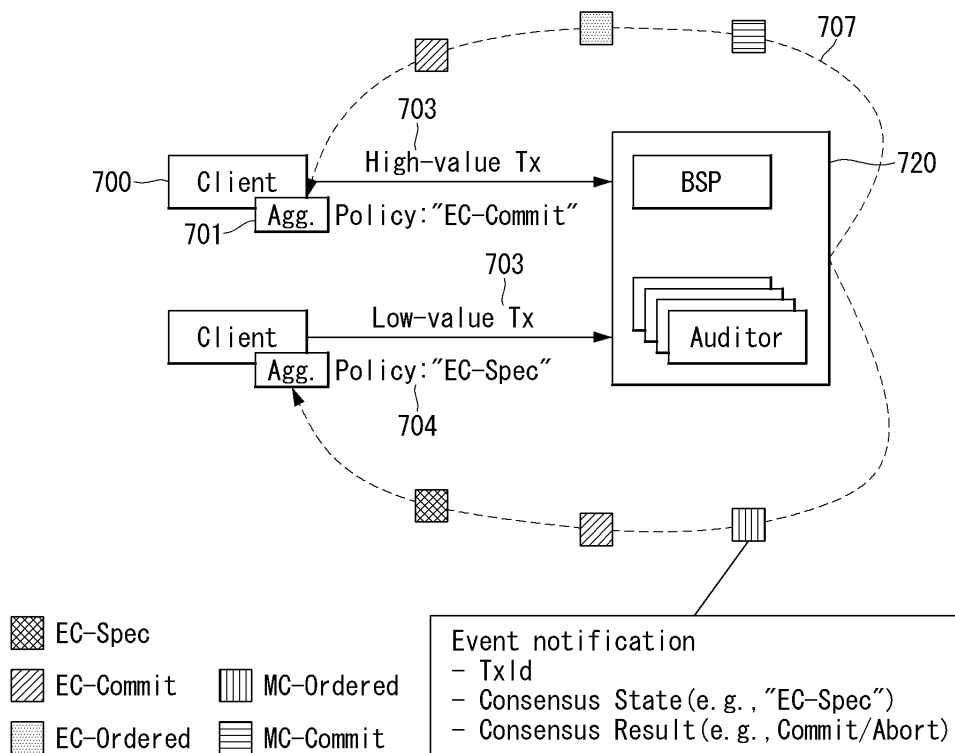




도면6



도면7



도면8

