

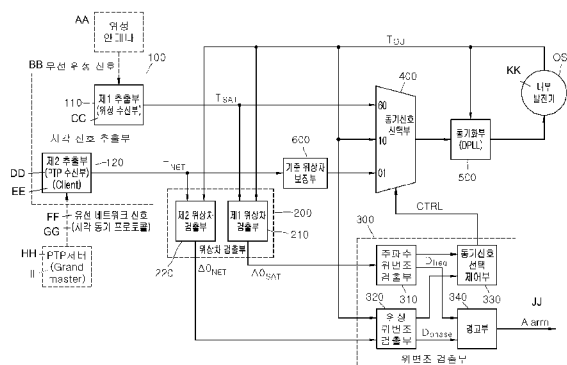


- (51) 국제특허분류:
G01S 19/25 (2010.01) G01S 19/01 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/003454
- (22) 국제출원일: 2020 년 3 월 12 일 (12.03.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0028081 2019 년 3 월 12 일 (12.03.2019) KR
- (71) 출원인: 한국전력공사 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) [KR/KR]; 58322 전라남도 나주시 전력로 55, Jeollanam-do (KR).
- (72) 발명자: 김충호 (KIM, Chung Hyo); 34056 대전시 유성구 문지로 105, Daejeon (KR). 명노길 (MYOUNG, No Gil); 34056 대전시 유성구 문지로 105, Daejeon (KR). 주성호 (JU, Seong Ho); 34056 대전시 유성구 문지로 105, Daejeon (KR). 송석진 (SONG, Seok Jin); 58322 전라남도 나주시 전력로 55, Jeollanam-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 아주 (AJU INTERNATIONAL LAW & PATENT GROUP); 06253 서울시 강남구 강남대로 302, 동희빌딩 13-14층, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: TIME SYNCHRONIZATION DEVICE AND METHOD BASED ON GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법



- 100 ... Time signal extraction unit
110 ... First extraction unit
120 ... Second extraction unit
200 ... Phase difference detection unit
210 ... First phase difference detection unit
220 ... Second phase difference detection unit
300 ... Falsification detection unit
310 ... Frequency falsification detection unit
320 ... Phase falsification detection unit
330 ... Synchronization signal selection control unit
340 ... Alarm unit
400 ... Synchronization signal selection unit
500 ... Synchronization unit (DPLL)
600 ... Reference phase difference correction unit
AA ... Satellite antenna
BB ... Wireless satellite signal
CC ... Satellite receiving unit
DD ... PTP receiving unit
EE ... Client
FF ... Time synchronization protocol
GG ... PTP server
HH ... Grand master
JJ ... Alarm
KK ... Internal oscillator

(57) Abstract: The present invention relates to a time synchronization device and method based on a global navigation satellite system, the device comprising: a time signal extraction unit for respectively extracting, from a wireless satellite signal and a wired network signal, a wireless satellite time signal and a wired network time signal for synchronizing an internal oscillator so that a synchronized time signal can be generated by the internal oscillator of a satellite receiving device; a phase difference detection unit for detecting a first phase difference between the synchronized time signal and the wireless satellite time signal and a second phase difference between the synchronized time signal and the wired network time signal; a falsification detection unit for detecting time falsification of the wireless satellite signal caused by an external falsification signal, on the basis of the first and second phase differences detected by the phase difference detection unit; and a synchronization signal selection unit for selecting a synchronization signal for synchronizing the internal oscillator, on the basis of the result of detection, performed by the falsification detection unit, of the time falsification of the wireless satellite signal.

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(57) 요약서: 본 발명은 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법에 관한 것으로서, 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기에 의해 동기 시각 신호가 생성될 수 있도록 내부 발진기를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호를 각각 추출하는 시각 신호 추출부, 동기 시각 신호 및 무선 위성 시각 신호 간의 제1 위상차와, 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 제2 위상차를 검출하는 위상차 검출부, 위상차 검출부에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위변조 탐지부, 및 위변조 탐지부에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 선택하는 동기 신호 선택부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 수신기에서 생성되는 시각 신호를 동기시키기 위한 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 위성 항법 시스템 중 하나인 GPS(Global Positioning System)는 무선 항법 체계로서 수신자가 현재 위치(Position), 항법(Navigation), 시각(Time) 정보를 추출하여 활용하도록 하는 기능을 제공하고 있다.
- [3] 미사일 또는 전투기 등의 핵심 무기는 GPS를 활용하여 현재 위치(P)와 운항 상태(N)를 파악하여 목표물 또는 목표지점에 도달하도록 동작한다. 그런데, 외부 공격자가 GPS 위성 신호와 동일한 주파수를 가지면서 지상에 도달하는 위성 신호보다 강한 신호를 발생시키면, GPS 수신기의 정상적인 동작을 방해할 수 있다. 이러한 공격을 GPS 제밍(Jamming) 공격이라고 하며, 주로 적대국에서 수행하는 의도적인 행위이다. 제밍 공격 시, 대상 시스템(장치)이 무기의 현재 위치를 파악할 수 없어 목표지점까지 무기를 정상적으로 제어할 수 없다. 즉, 무기 본연의 기능이 상실될 수 있다. 따라서, 이러한 공격을 막을 수 있는 항제밍(Anti-jamming) 기술이 필요한데, 일반적으로 제밍 신호 상쇄, GPS 신호 증폭 및 신호 연계, 대체 위성신호 수신 등이 사용되고 있다.
- [4] 군사 분야뿐만 아니라 민간 항공기 및 선박 등 운송 분야에서도 GPS의 활용은 필수적이다. 기존의 관성 항법 장치를 통해 현재 위치 및 목표 지점을 판단할 수 있지만, 오차가 누적되기 때문에 정확한 운송이 어려운 한계가 있다.
- [5] 군사 분야 및 운송 분야와 달리, 전력 시스템 분야는 GPS로부터 시각 정보(T)를 수신받아 활용하고 있으며, 그 용도는 다음과 같이 크게 두 가지로 분류될 수 있다.
- [6] 첫째는, 사고 및 이벤트 시각 기록의 용도이다. 전력 시스템의 고장 또는 정전 등 주요한 사고 및 이벤트는 발생시각과 원인의 기록이 중요한데, 발생시각을 기록하기 위하여 GPS의 시각 정보를 활용하고 있다. 사고 또는 이벤트 발생시각을 기준으로 사고 발생지와 파급 양상을 분석함으로써, 신속하게 사고의 확장을 방지하고 문제를 해소할 수 있기 때문이다. 10ms 정도의 시각 정확도를 유지해야 사고 원인분석에 활용될 수 있다.
- [7] 둘째는, 시각동기 위상정보 생성을 통한 광역감시 및 보호의 용도이다. 60Hz인 전기의 1주기는 약 167ms이고, IEEE C37.118.1 규격을 따른다면 초당 60프레임까지 위상 데이터를 수집, 연산 및 전송할 수 있어야 한다. 즉, ms 이하의

단위까지 신호를 계측하여 연산해야 한다. 또한 IEEE C37.118.1은 하기 수학적 1과 같은 TVE(Total Vector Error)값을 정의하여 계측된 값의 정확도를 판단하는데, TVE 1%를 유도하는 시각 오차보다 10배 정밀한 시각 동기를 유지해야 한다고 정의한다.

[8] [수식1]

$$TVE(n) = \sqrt{\frac{(\hat{X}_r(n) - X_r(n))^2 + (\hat{X}_i(n) - X_i(n))^2}{(X_r(n))^2 + (X_i(n))^2}}$$

[9] $-X_r(n)$: 실제 전압(전류)의 실수값

[10] $-X_i(n)$: 실제 전압(전류)의 허수값

[11] $-\hat{X}_r(n)$: 계측된 전압(전류)의 실수값

[12] $-\hat{X}_i(n)$: 계측된 전압(전류)의 허수값

[13] TVE 1% 오차를 발생하는 시각 오차는 약 27us이며, 이보다 10배 정밀한 시각동기는 2.7us 이내의 성능을 유지해야 한다. IEEE C37.118.1은 위의 상황을 종합적으로 고려하여, 1us의 시각 동기를 유지할 것을 명시한다.

[14] 결론적으로 전력 시스템은 GPS의 위치 및 운항 정보가 아니라 시각 정보를 수신하여 사고분석 및 계통해석에 활용한다. 따라서, 전력 시스템과 같이 GPS의 시각정보를 활용하는 영역에서는 위치 및 운항정보와 다르게 재밍에 대한 피해가 크지 않다.

[15] 한편, GPS 시각 위변조(스푸핑, Spoofing) 공격은 아래와 같은 조건을 만족해야 하기 때문에 위변조 기기 제작에는 고도의 정밀한 기술이 요구된다.

[16] - GPS 수신기가 위변조 공격을 받고 있음을 인지할 수 없어야 한다.

[17] - GPS 수신기 및 전력 설비들의 하드웨어 또는 소프트웨어의 변형없이 원하는 시각 오차를 주입할 수 있어야 한다.

[18] - GPS 수신기 및 전력 설비에 물리적인 접근 없이도 원하는 시각 오차를 주입할 수 있어야 한다.

[19] 상기 요구조건을 만족하는 GPS 위변조 기기를 사용하여 전력 시스템에 시각 오차를 주입할 경우, 전력 시스템은 오차 발생 사실을 인지하지 못하고 정상적인 상황이라고 간주하여 시스템을 운영할 것이다. 이러한 상황에서 나타나는 문제점들은 이미 많이 지적되고 있다.

[20] 따라서, 전력 시스템 등 GPS의 시각을 활용하는 시스템은 GPS 시각 위변조 공격이 치명적인 영향을 줄 수 있다. 시각 동기 위상(Synchrophasor)의 경우, GPS 위변조 공격으로 500us의 시각 오차를 생성하면, 하기 수학적 2에 따라 정상적인 값보다 전압 또는 전류의 위상을 약 10.78도 변조할 수 있다.

[21] [수식2]

$$360^\circ : 16.7ms = x : 500us$$

[22]
$$x = \frac{360^\circ \times 500us}{16.7ms} = 10.78^\circ$$

[23] 이로 인하여, 전압 또는 전류의 위상을 활용하는 조류해석, 전압안정도지수 등 전력 시스템은 해석에 치명적인 오류를 유발할 수 있다.

[24] GPS 재밍 공격에 대응하기 위한 항재밍 기술은 앞서 언급한 바와 같이 재밍신호 상쇄, GPS 신호 증폭 및 신호 연계, 대체 위성신호 수신 등이 있으나, GPS 시각 위변조 공격, 즉 스푸핑 공격에 효과적으로 대응할 수 있는 기술은 사실상 없다(하기 표 1 참조). ‘다중 위성항법신호 비교기술’과 같이, GPS 이외의 위성 항법 장치인 GLONASS, Galileo, Beidu 등을 동시에 수신하고 이를 상호 비교함으로써 위변조를 탐지하는 방법이 있으나, GPS 이외의 위성 항법 신호 역시 위변조 될 수 있기 때문에 시각 정보를 완벽하게 보호할 수 없다.

[25] [표1]

분야	GPS 활용	취약한 공격	대응 방법
군사	P, N	재밍	항재밍 기술
운송	P, N	재밍	항재밍 기술
전력 시스템	T	스푸핑	-

[26] 본 발명의 배경기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1862934호(2018.05.30. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[27] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 목적은 GPS 무선 위성 신호의 시각 정보를 기반으로 운용되는 전력 시스템에 있어서 외부 위변조 신호에 의한 GPS 무선 위성 신호의 시각 위변조를 정밀하게 탐지하고, 그 탐지 결과를 기반으로 GNSS 수신기의 내부 발진기를 정확하게 동기시킴으로써, GPS 무선 위성 신호에 대한 위변조 공격에 효과적으로 대응하여 전력 시스템의 운용 안정성을 확보할 수 있는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[28] 본 발명의 일 측면에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치는 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기에 의해 동기 시각 신호가 생성될 수 있도록 상기 내부 발진기를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호를 각각 추출하는 시각 신호 추출부, 동기 시각 신호 및 무선 위성 시각 신호 간의 제1 위상차와, 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 제2 위상차를 검출하는 위상차 검출부, 상기 위상차 검출부에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위변조 탐지부, 및 상기 위변조

탐지부에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 선택하는 동기 신호 선택부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[29] 본 발명에 있어 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호는, 시각 정확도와 시각 위변조 강건성에 대한 상보적 특징을 갖는 것을 특징으로 한다.

[30] 본 발명에 있어 상기 위변조 탐지부는, 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화함에 따라 증감되는 제1 위상차를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 주파수 위변조 탐지부, 및 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 위상이 변화함에 따라 증감되는 제2 위상차를 이용하여, 무선 위성 신호의 위상 위변조가 발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호에 형성된 위상 이동을 결정함으로써 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위상 위변조 탐지부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[31] 본 발명에 있어 상기 주파수 위변조 탐지부는, 설정 시구간에서 제1 위상차의 누적 평균값이 미리 설정된 제1 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 한다.

[32] 본 발명에 있어 상기 위상 위변조 탐지부는, 제2 위상차와, 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 기준 위상차 간의 차이로 결정되는 상기 위상 이동이 미리 설정된 제2 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 한다.

[33] 본 발명에 있어 상기 위변조 탐지부는, 상기 주파수 위변조 탐지부 및 상기 위상 위변조 탐지부가 각각 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지한 각 탐지 결과에 따라 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호에 대한 선택 제어 신호를 생성하는 동기 신호 선택 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[34] 본 발명에 있어 상기 동기 신호 선택부는, 상기 동기 신호 선택 제어부로부터 입력되는 선택 제어 신호를 토대로, 상기 내부 발진기로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호, 무선 위성 시각 신호, 및 유선 네트워크 시각 신호에 기준 위상차가 가산된 보정 유선 네트워크 시각 신호 중 어느 하나를 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호로 선택하되, 상기 기준 위상차는 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 위상차인 것을 특징으로 한다.

[35] 본 발명에 있어 상기 위변조 탐지부는, 상기 주파수 위변조 탐지부 또는 상기 위상 위변조 탐지부에 의해 무선 위성 신호의 시각 위변조가 탐지된 경우 경고를 발생시키는 경고부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[36] 본 발명은 상기 동기 신호 선택부에 의해 선택된 동기 신호를 통해 상기 내부 발진기를 동기시키는 동기화부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[37] 본 발명의 일 측면에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법은 시각 신호

추출부가, 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기에 의해 동기 시각 신호가 생성될 수 있도록 상기 내부 발진기를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호를 각각 추출하는 단계, 위상차 검출부가, 동기 시각 신호 및 무선 위성 시각 신호 간의 제1 위상차와, 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 제2 위상차를 검출하는 단계, 위변조 탐지부가, 상기 위상차 검출부에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 단계, 및 상기 신호 선택부가, 상기 위변조 탐지부에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [38] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호를 복합적으로 활용하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 방식을 통해 위변조 공격을 정밀하게 탐지할 수 있고, 위변조 탐지 결과에 따라 GNSS 수신기의 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 차별적으로 결정함으로써 위변조 공격에 의한 시각 동기 오차를 효과적으로 방지할 수 있으며, 위변조 탐지 시 경고를 통해 운영자가 위변조 공격을 인지하도록 함으로써 신속한 복구 작업이 가능하도록 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [39] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치의 동작을 설명하기 위한 블록구성도이다.
- [40] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치에서 주파수 위변조 탐지부의 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [41] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치에서 위상 위변조 탐지부의 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [42] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [43] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법에서 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 단계를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [44] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치 및 방법의 실시예를 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로

내려져야 할 것이다.

- [45] 본 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치를 개괄적으로 설명하면, 본 실시예는 위성 안테나로부터 수신되는 무선 위성 신호의 높은 시각 정확도와, 유선 네트워크 통신망을 통해 수신되는 유선 네트워크 신호의 높은 시각 위변조 강건성을 상호 보완적으로 활용함으로써, 무선 위성 신호에 대한 위변조 공격에 효과적으로 대응할 수 있는 토폴로지를 채용한다. 즉, 무선 위성 신호는 시각 정확도가 높으나 위변조에 취약한 특징을 갖는 반면, 유선 네트워크 신호는 시각 정확도는 낮으나 위변조에 강인한 특징을 갖는다. 따라서, 본 실시예에서는 시각 정확도가 높은 무선 위성 신호를 기반으로 후술하는 내부 발진기(OSC)를 동기시키되, 그 위변조 취약성은 유선 네트워크 신호를 통해 보완함으로써, 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 시각 신호의 시각 동기 오차를 최소화하는 범위 내에서 위변조 공격에 강인하게 대응할 수 있는 토폴로지를 채용한다.
- [46] 이하에서 설명하는 본 실시예의 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치는 전력 시스템에 적용될 수 있다. 즉, 후술하는 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 시각 신호는 전력 시스템의 사고 및 이벤트 시각 기록과 같은 사고 분석과, 전력 시스템에 대한 광역감시 및 보호와 같은 계통 해석에 적용될 수 있다. 본 실시예는 외부로부터 유선 네트워크 신호를 안정적으로 공급받을 수 있는 환경 조건을 전제하며, 전력 시스템은 송변전 및 배전 설비의 유지 관리 및 제어를 위한 광 통신망 등 유선 네트워크 통신망을 기반으로 하는 점에서 본 실시예의 환경 조건을 충족할 수 있다.
- [47] 전력 시스템에 적용되는 본 실시예에서 유선 네트워크 신호는 PTP(Precision Time Protocol)에 따른 시각 동기 프로토콜 신호를 의미할 수 있다. 즉, 후술하는 시각 신호 추출부의 제2 추출부는 PTP 서버(Grand Master)로부터 시각 동기 프로토콜에 따른 유선 네트워크 신호를 수신하여 유선 네트워크 시각 신호를 추출하는 PTP 수신부(Client)로 기능할 수 있다.
- [48] 또한, 도 1에 도시된 본 실시예의 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치는 GNSS 수신기 내부에 구현되어 GNSS 수신기의 내부 발진기(OSC)를 통해 전력 시스템에 적용되는 시각 신호가 무선 위성 신호에 동기화되도록 동작할 수 있다.
- [49] 전술한 내용에 기초하여, 이하에서는 본 실시예의 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치의 동작을 구체적으로 설명한다.
- [50] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치의 동작을 설명하기 위한 블록구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치에서 주파수 위변조 탐지부의 동작을 설명하기 위한 예시도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치에서 위상 위변조 탐지부의 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [51] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각

동기 장치는 시각 신호 추출부(100), 위상차 검출부(200), 위변조 탐지부(300), 동기 신호 선택부(400), 동기화부(500) 및 기준 위상차 보정부(600)를 포함할 수 있다.

- [52] 시각 신호 추출부(100)는 수신된 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기(OSC)에 의해 시각 신호가 생성될 수 있도록 내부 발진기(OSC)를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})를 각각 추출할 수 있다. 용어의 구분을 위해, 내부 발진기(OSC)에 의해 생성되어 출력되는 시각 신호를 동기 시각 신호(T_{OUT})로 정의된다.
- [53] 도 1에 도시된 것과 같이 시각 신호 추출부(100)는 위성 안테나로부터 수신된 무선 위성 신호로부터 시각 신호를 추출하여 상기한 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})를 생성하는 제1 추출부(110), 및 PTP 서버로부터 수신된 유선 네트워크 신호로부터 시각 신호를 추출하여 상기한 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})를 생성하는 제2 추출부(120)를 포함할 수 있다. 시각 신호 추출부(100)에 의해 추출된 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})는 후술할 것과 같이 내부 발진기(OSC)를 동기시키는데 활용될 수 있다. 또한, 전술한 것과 같이 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호는 시각 정확도와 시각 위변조 강건성에 대한 상보적 특징을 가지며, 이에 따라 시각 정확도가 높은 무선 위성 신호를 기반으로 내부 발진기(OSC)를 동기시키되, 그 위변조 취약성은 유선 네트워크 신호를 통해 보완함으로써, 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 시각 신호의 시각 동기 오차를 최소화하는 범위 내에서 위변조 공격에 강인하게 대응할 수 있는 토폴로지가 구현될 수 있다.
- [54] 위상차 검출부(200)는 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 간의 제1 위상차(ΔO_{SAT})와, 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET}) 간의 제2 위상차(ΔO_{NET})를 검출하여 후술하는 위변조 탐지부(300)로 전달할 수 있다. 도 1에 도시된 것과 같이 위상차 검출부(200)는 제1 및 제2 위상차 검출부(210, 220)를 포함할 수 있으며, 이에 따라 제1 위상차 검출부(210)는 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 간의 차이를 통해 제1 위상차(ΔO_{SAT})를 검출할 수 있고, 제2 위상차 검출부(220)는 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET}) 간의 차이를 통해 제2 위상차(ΔO_{NET})를 검출할 수 있다.
- [55] 위변조 탐지부(300)는 위상차 검출부(200)에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차(ΔO_{SAT} , ΔO_{NET})에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다. 본 실시예에서 위변조 탐지부(300)는 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 주파수 위변조 및 위상 위변조를 탐지하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다. 이를 위해 위변조 탐지부(300)는 도 1에 도시된 것과 같이 주파수 위변조 탐지부(310) 및 위상 위변조 탐지부(320)를 포함할 수 있다.

- [56] 위변조 탐지부(300)의 동작에 대한 구체적인 설명에 앞서, 먼저 도 1에 도시된 본 실시예의 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치의 초기 안정화 동작을 설명한다.
- [57] 무선 위성 신호의 시각 위변조가 발생하지 않은 정상 상태일 경우, 무선 위성 신호의 시각 정확도가 높기 때문에 내부 발진기(OSC)는 후술하는 동기화부(500)에 의해 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})에 동기화된다. 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})가 안정화된 상태일 때, 동기 시각 신호(T_{OUT})와 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})는 일정한 위상차(후술하는 기준 위상차($\Delta O_{default}$))를 의미한다)를 안정적으로 유지하게 된다.
- [58] 상기와 같은 초기 안정화 동작이 종료된 후, 무선 위성 신호의 시각 위변조를 검출하기 위해 전술한 위상차 검출부(200)에 의해 제1 및 제2 위상차(ΔO_{SAT} , ΔO_{NET})가 지속적으로 검출된다. 위변조 탐지부(300)는 위상차 검출부(200)에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차(ΔO_{SAT} , ΔO_{NET})와, 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})를 활용하여 무선 위성 신호에 대한 시각 위변조를 탐지할 수 있다.
- [59] 전술한 내용을 기반으로 위변조 탐지부(300)의 동작을 설명하면, 먼저 주파수 위변조 탐지부(310)는 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화함에 따라 증감되는 제1 위상차(ΔO_{SAT})를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다.
- [60] 구체적으로, 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 과정은, i)정상적인 무선 위성 신호와 동일한 외부 위변조 신호(즉, 정상적인 무선 위성 신호와 동일한 진폭, 주파수 및 위상을 갖는 무선 외부 위변조 신호)가 GNSS 수신기(즉, 본 실시예의 시각 신호 추출부(100)의 제1 추출부(110))로 입력되고, ii)외부 위변조 신호의 신호 세기가 증가되어 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})가 외부 위변조 신호를 추종하도록 조정되며, iii)외부 위변조 신호의 시각이 조금씩 변화됨으로써 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화되는 과정으로 이루어진다. 이에 따라, 주파수 위변조 탐지부(310)는 내부 발진기(OSC)에 의해 생성된 동기 시각 신호(T_{OUT})와 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 간의 차이, 즉 제1 위상차(ΔO_{SAT})를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다.
- [61] 도 2는 외부 위변조 신호가 입력될 경우 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 및 동기 시각 신호(T_{OUT})의 변화의 예시를 도시하고 있다. 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})가 증가하거나 감소하면, 동기 시각 신호(T_{OUT})는 동기화부(500)에 의해 서서히 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})를 추종하게 된다. 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})의 미세한 증감은 정상적인 상태에서도 빈번하게 발생하지만, 외부 위변조 신호에 의한 위변조가 발생하게 되면 특정 방향(증가 또는 감소)으로 제1 위상차(ΔO_{SAT})가 꾸준히 증가하게 된다. 도 2에서 비교 영역은 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지를 위한 설정 시구간으로서, 이에 따라 주파수 위변조 탐지부(310)는 설정

시구간에서 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 미리 설정된 제1 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다. 즉, 주파수 위변조 탐지부(310)는 설정 시구간에서 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 제1 임계치 이상이면 무선 위성 신호의 시각 위변조가 발생한 것으로 판단하고, 설정 시구간에서 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 제1 임계치 미만이면 무선 위성 신호의 시각 위변조가 발생하지 않은 것으로 판단할 수 있다. 이를 수식으로 표현하면 하기 수학식 3과 같다.

[62] [수식3]

$$D_{freq}(t) = \begin{cases} 0, & \left| \frac{\sum_{t-T+1}^t \Delta O_{SAT}(t)}{T} \right| < Th_{freq} \\ 1, & \left| \frac{\sum_{t-T+1}^t \Delta O_{SAT}(t)}{T} \right| \geq Th_{freq} \end{cases}$$

[63] 수학식 3에서, $D_{freq}(t)$ 는 주파수 위변조 탐지부(310)의 판단 결과로서, 0의 값은 정상 상태를 나타내고 1의 값은 시각 위변조 상태를 나타낸다. T는 설정 시구간을 의미하며, Th_{freq} 는 제1 임계치를 의미한다. 제1 임계치는 설계자의 의도에 따라 다양하게 선택되어 주파수 위변조 탐지부(310)에 미리 설정되어 있을 수 있다.

[64] 한편, 공격자의 입장에서 외부 위변조 신호를 통해 아주 천천히 무선 위성 신호의 시각을 위변조하는 경우, 주파수 위변조 탐지부(310)에서 시각 위변조가 탐지되지 않고 동기 시각 신호(T_{OUT})의 시각 오차가 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 공격자가 도 2의 비교 영역에 대한 설정 시구간에서 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 제1 임계치 미만이 되도록 주기적으로 위변조 공격을 수행한다면, 비록 많은 시간이 소요되더라도 공격자가 원하는 시각 오차를 만들 수 있게 된다.

[65] 도 3은 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조가 이루어지고 있으나, 외부 위변조 신호의 시각 변화의 크기가 작아 주파수 위변조 탐지부(310)에서 시각 위변조가 탐지되지 않는 예시를 도시하고 있다. 설정 시구간을 T로 하여 슬라이딩 윈도우 방식으로 현재부터 과거 T 만큼의 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 제1 임계치보다 작기 때문이다. 도 3과 같은 상황이 지속될 경우 공격자는 원하는 시각 오차가 동기 시각 신호(T_{OUT})를 통해 분배되도록 할 수 있다.

[66] 상기한 문제점을 제거하기 위해 본 실시예의 위변조 탐지부(300)는 위상 위변조 탐지부(320)를 더 포함할 수 있다. 위상 위변조 탐지부(320)는 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 위상이 변화함에 따라 증감되는 제2 위상차(ΔO_{NET})를 이용하여, 무선 위성 신호의 위상 위변조가

발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호(T_{OUT})에 형성된 위상 이동(ΔTh_{phase})을 결정함으로써 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다.

- [67] 구체적으로, 전술한 초기 안정화 동작이 완료되고 무선 위성 신호의 시각 위변조가 발생하지 않은 정상 상태에서는 동기 시각 신호(T_{OUT})가 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})를 추종하기 때문에 두 시각 신호 간의 차이는 거의 없으며, 따라서 두 시각 신호와 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})는 일정한 위상차를 유지하게 된다. 내부 발진기(OSC)로부터 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET}) 간의 위상차를 기준 위상차($\Delta O_{default}$)로 정의한다. 따라서, 제2 위상차(ΔO_{NET})와 기준 위상차($\Delta O_{default}$) 간의 차이는 무선 위성 신호의 위상 위변조가 발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호(T_{OUT})에 형성된 위상 이동(도 3의 ΔTh_{phase})이 되며, 위상 위변조 탐지부(320)는 이러한 위상 이동(ΔTh_{phase})이 미리 설정된 제2 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지할 수 있다. 이러한 방법은 전용 통신망을 사용하는 전력 시스템의 경우 유선 네트워크 신호의 위변조가 불가능하다는 특징에 기반한다. 위상 위변조 탐지부(320)는 하기 수학적 식 4에 따라 시각 위변조를 탐지할 수 있다.

- [68] [수식4]

$$D_{phase} = \begin{cases} 0, & |\Delta O_{NET} - \Delta O_{default}| < Th_{phase} \\ 1, & |\Delta O_{NET} - \Delta O_{default}| \geq Th_{phase} \end{cases}$$

- [69] 수학적 식 4에서, D_{phase} 는 위상 위변조 탐지부(320)의 판단 결과로서, 0의 값은 정상 상태를 나타내고 1의 값은 시각 위변조 상태를 나타낸다. Th_{phase} 는 제2 임계치를 의미하며, 제2 임계치는 설계자의 의도에 따라 다양하게 선택되어 위상 위변조 탐지부(320)에 미리 설정되어 있을 수 있다.

- [70] 도 3에서, t_0 에서 t_2 까지 시각 위변조가 발생하고 있으나, 수학적 식 3에 따른 때 설정 시구간에서 $D_{freq}(t)$ 의 값은 0으로 결정되어 시각 위변조가 발생하지 않은 정상 상태로 인지되고 있다. 그러나, t_2 에서 수학적 식 4에 의해 D_{phase} 가 1의 값으로 결정되어 시각 위변조가 탐지될 수 있다.

- [71] 한편, 도 1에 도시된 것과 같이 위변조 탐지부(300)는 주파수 위변조 탐지부(310) 및 위상 위변조 탐지부(320)가 각각 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지한 각 탐지 결과(D_{freq} , D_{phase})에 따라 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호에 대한 선택 제어 신호(CTRL)를 생성하는 동기 신호 선택 제어부(330)를 더 포함할 수 있다. 위변조 탐지부(300)의 시각 위변조 탐지 결과는 하기 표 2와 같이 주파수 위변조 탐지부(310) 및 위상 위변조 탐지부(320)의 각 탐지 결과(D_{freq} , D_{phase})에 따라 4가지 조합이 있을 수 있다.

[72] [표2]

입력		출력
Dfreq	Dphase	CTRL
0	0	00
0	1	01
1	0	10
1	1	01

[73] 표 2에 따라, 동기 신호 선택 제어부(330)는 '00', '01', '10'의 세 가지 중 어느 하나의 신호를 선택 제어 신호(CTRL)로서 후술하는 동기 신호 선택부(400)로 전달할 수 있다. 나아가, 위변조 탐지부(300)는 주파수 위변조 탐지부(310) 또는 위상 위변조 탐지부(320)에 의해 무선 위성 신호의 시각 위변조가 탐지된 경우 경고를 발생시키는 경고부(340)를 더 포함할 수도 있으며, 이에 따라 전력 시스템 운용자는 현재 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조가 발생하였음을 인지하여 신속한 복구 작업을 수행할 수 있다. 위변조 탐지부(300)에 의해 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지가 수행된 후, 동기 신호 선택부(400)는 위변조 탐지부(300)에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호를 선택할 수 있다.

[74] 구체적으로, 동기 신호 선택부(400)는 동기 신호 선택 제어부(330)로부터 입력되는 선택 제어 신호(CTRL)를 토대로, 내부 발진기(OSC)로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT}), 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}), 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})에 기준 위상차($\Delta O_{default}$)가 가산된 보정 유선 네트워크 시각 신호(보정 유선 네트워크 신호는 도 1의 기준 위상차 보정부(600)에 의해 결정될 수 있다) 중 어느 하나를 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호로 선택할 수 있다.

[75] 즉, 동기 신호 선택부(400)는 선택 제어 신호(CTRL)가 '00'인 경우(즉, 시각 위변조가 발생하지 않은 정상 상태인 경우), 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})를 동기 신호로 선택하여 정상적인 내부 발진기(OSC)의 동기화가 수행되도록 할 수 있고, 선택 제어 신호(CTRL)가 '10'인 경우(즉, 주파수 위변조가 발생한 경우), 내부 발진기(OSC)로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})가 후술하는 동기화부(500)에 Locking 됨으로써 주파수 변조된 무선 위성 시각 신호(T_{SAT})를 추종하지 않도록 현재 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT})를 동기 신호로 선택할 수 있으며, 선택 제어 신호(CTRL)가 '01'인 경우(즉, 위상 위변조가 발생한 경우), 상기한 보정 유선 네트워크 시각 신호를 동기 신호로 선택하여 위변조가 발생하지 않은 안정화 상태와 같이 내부 발진기(OSC)로부터 동기 시각 신호(T_{OUT})가 출력되도록 할 수 있다.

[76] 동기 신호 선택부(400)에 의해 동기 신호가 선택되면, 동기화부(500)는 선택된

동기 신호를 통해 내부 발진기(OSC)를 동기시키며, 이러한 동기화부(500)는 DPLL(Digital Phase-Locked Loop)로 구현될 수 있다.

- [77] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법에서 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 단계를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [78] 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법을 설명하면, 먼저 시각 신호 추출부(100)는 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기(OSC)에 의해 동기 시각 신호(T_{OUT})가 생성될 수 있도록 내부 발진기(OSC)를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})를 각각 추출한다(S100).
- [79] 이어서, 위상차 검출부(200)는 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}) 간의 제1 위상차(ΔO_{SAT})와, 동기 시각 신호(T_{OUT}) 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET}) 간의 제2 위상차(ΔO_{NET})를 검출한다(S200).
- [80] 이어서, 위변조 탐지부(300)는 위상차 검출부(200)에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차(ΔO_{SAT} , ΔO_{NET})에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지한다(S300).
- [81] 도 5를 참조하면, S300 단계는 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화함에 따라 증감되는 제1 위상차(ΔO_{SAT})를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 주파수 위변조 탐지 단계(S310), 및 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 위상이 변화함에 따라 증감되는 제2 위상차(ΔO_{NET})를 이용하여, 무선 위성 신호의 위상 위변조가 발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호(T_{OUT})에 형성된 위상 이동(ΔTh_{phase})을 결정함으로써 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위상 위변조 탐지 단계(S320)를 포함할 수 있다.
- [82] S310 단계에서, 위변조 탐지부(300)는 설정 시구간에서 제1 위상차(ΔO_{SAT})의 누적 평균값이 미리 설정된 제1 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하고, S320 단계에서 위변조 탐지부(300)는 제2 위상차(ΔO_{NET})와 기준 위상차($\Delta O_{default}$) 간의 차이로 결정되는 위상 이동(ΔTh_{phase})이 미리 설정된 제2 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지한다. 이에 대한 설명은 전술한 것이므로 구체적인 동작 설명은 생략한다.
- [83] 또한, 도 5를 참조하면 S300 단계는 S310 단계 및 S320 단계에서 각각 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지된 각 탐지 결과(D_{freq} , D_{phase})에 따라 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호에 대한 선택 제어 신호(CTRL)를 생성하는 선택 제어 신호 생성 단계(S330)와, S310 단계 또는 S320 단계에서 무선 위성 신호의 시각 위변조가 탐지된 경우 경고를 발생시키는 경고 단계(S340)를 더 포함할 수도 있으며, S330 단계 및 S340 단계는 순차적으로 수행되는 구성이

아닌 독립적으로 수행되는 구성으로서, 그 수행 순서가 도 5에 도시된 시계열적 순서에 한정되지 않는다.

- [84] S300 단계에서 무선 위성 신호에 대한 시각 위변조 여부가 판단되면, 동기 신호 선택부(400)는 S300 단계에서의 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호를 선택한다(S400). S400 단계에서, 동기 신호 선택부(400)는 S330 단계에서 생성된 선택 제어 신호(CTRL)를 토대로, 내부 발진기(OSC)로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호(T_{OUT}), 무선 위성 시각 신호(T_{SAT}), 및 유선 네트워크 시각 신호(T_{NET})에 기준 위상차($\Delta O_{default}$)가 가산된 보정 유선 네트워크 시각 신호 중 어느 하나를 내부 발진기(OSC)를 동기시킬 동기 신호로 선택한다.
- [85] 이어서, 동기화부(500)는 S400 단계에서 선택된 동기 신호를 통해 내부 발진기(OSC)를 동기시킨다(S500).
- [86] 이와 같이 본 실시예는 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호를 복합적으로 활용하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 방식을 통해 위변조 공격을 정밀하게 탐지할 수 있고, 위변조 탐지 결과에 따라 GNSS 수신기의 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 차별적으로 결정함으로써 위변조 공격에 의한 시각 동기 오차를 효과적으로 방지할 수 있으며, 위변조 탐지 시 경고를 통해 운영자가 위변조 공격을 인지하도록 함으로써 신속한 복구 작업이 가능하도록 할 수 있다.
- [87] 이상으로 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기에 의해 동기 시각 신호가 생성될 수 있도록 상기 내부 발진기를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호를 각각 추출하는 시각 신호 추출부;
동기 시각 신호 및 무선 위성 시각 신호 간의 제1 위상차와, 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 제2 위상차를 검출하는 위상차 검출부;
상기 위상차 검출부에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차에 기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위변조 탐지부; 및
상기 위변조 탐지부에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 선택하는 동기 신호 선택부;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호는, 시각 정확도와 시각 위변조 강건성에 대한 상보적 특징을 갖는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 위변조 탐지부는,
외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화함에 따라 증감되는 제1 위상차를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 주파수 위변조 탐지부; 및
외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 위상이 변화함에 따라 증감되는 제2 위상차를 이용하여, 무선 위성 신호의 위상 위변조가 발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호에 형성된 위상 이동을 결정함으로써 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위상 위변조 탐지부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 주파수 위변조 탐지부는, 설정 시구간에서 제1 위상차의 누적 평균값이 미리 설정된 제1 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,

상기 위상 위변조 탐지부는, 제2 위상차와, 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 기준 위상차 간의 차이로 결정되는 상기 위상 이동이 미리 설정된 제2 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.

[청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 위변조 탐지부는, 상기 주파수 위변조 탐지부 및 상기 위상 위변조 탐지부가 각각 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지한 각 탐지 결과에 따라 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호에 대한 선택 제어 신호를 생성하는 동기 신호 선택 제어부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 동기 신호 선택부는, 상기 동기 신호 선택 제어부로부터 입력되는 선택 제어 신호를 토대로, 상기 내부 발진기로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호, 무선 위성 시각 신호, 및 유선 네트워크 시각 신호에 기준 위상차가 가산된 보정 유선 네트워크 시각 신호 중 어느 하나를 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호로 선택하되, 상기 기준 위상차는 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 위상차인 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.

[청구항 8] 제3항에 있어서,
상기 위변조 탐지부는, 상기 주파수 위변조 탐지부 또는 상기 위상 위변조 탐지부에 의해 무선 위성 신호의 시각 위변조가 탐지된 경우 경고를 발생시키는 경고부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 동기 신호 선택부에 의해 선택된 동기 신호를 통해 상기 내부 발진기를 동기시키는 동기화부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 장치.

[청구항 10] 시각 신호 추출부가, 무선 위성 신호 및 유선 네트워크 신호로부터, 위성 수신 장치의 내부 발진기에 의해 동기 시각 신호가 생성될 수 있도록 상기 내부 발진기를 동기시키기 위한 무선 위성 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호를 각각 추출하는 단계;
위상차 검출부가, 동기 시각 신호 및 무선 위성 시각 신호 간의 제1 위상차와, 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 제2 위상차를 검출하는 단계;
위변조 탐지부가, 상기 위상차 검출부에 의해 검출된 제1 및 제2 위상차에

기초하여 외부 위변조 신호에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 단계; 및
 동기 신호 선택부가, 상기 위변조 탐지부에 의한 무선 위성 신호의 시각 위변조 탐지 결과에 기초하여 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호를 선택하는 단계;
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
 상기 탐지하는 단계는,
 상기 위변조 탐지부가, 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 주파수가 변화함에 따라 증감되는 제1 위상차를 이용하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 주파수 위변조 탐지 단계; 및
 상기 위변조 탐지부가, 외부 위변조 신호에 의해 현재 입력되는 무선 위성 신호의 위상이 변화함에 따라 증감되는 제2 위상차를 이용하여, 무선 위성 신호의 위상 위변조가 발생하지 않은 경우 대비 현재의 동기 시각 신호에 형성된 위상 이동을 결정함으로써 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 위상 위변조 탐지 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 주파수 위변조 탐지 단계에서, 상기 위변조 탐지부는,
 설정 시구간에서 제1 위상차의 누적 평균값이 미리 설정된 제1 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

[청구항 13] 제11항에 있어서,
 상기 위상 위변조 탐지 단계에서, 상기 위변조 탐지부는,
 제2 위상차와, 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 기준 위상차 간의 차이로 결정되는 상기 위상 이동이 미리 설정된 제2 임계치 이상인지 여부를 판단하여 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

[청구항 14] 제11항에 있어서,
 상기 위상 위변조 탐지 단계는,
 상기 위변조 탐지부가, 상기 주파수 위변조 탐지 단계 및 상기 위상 위변조 탐지 단계에서 각각 무선 위성 신호의 시각 위변조를 탐지된 각 탐지 결과에 따라 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호에 대한 선택 제어 신호를 생성하는 선택 제어 신호 생성 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

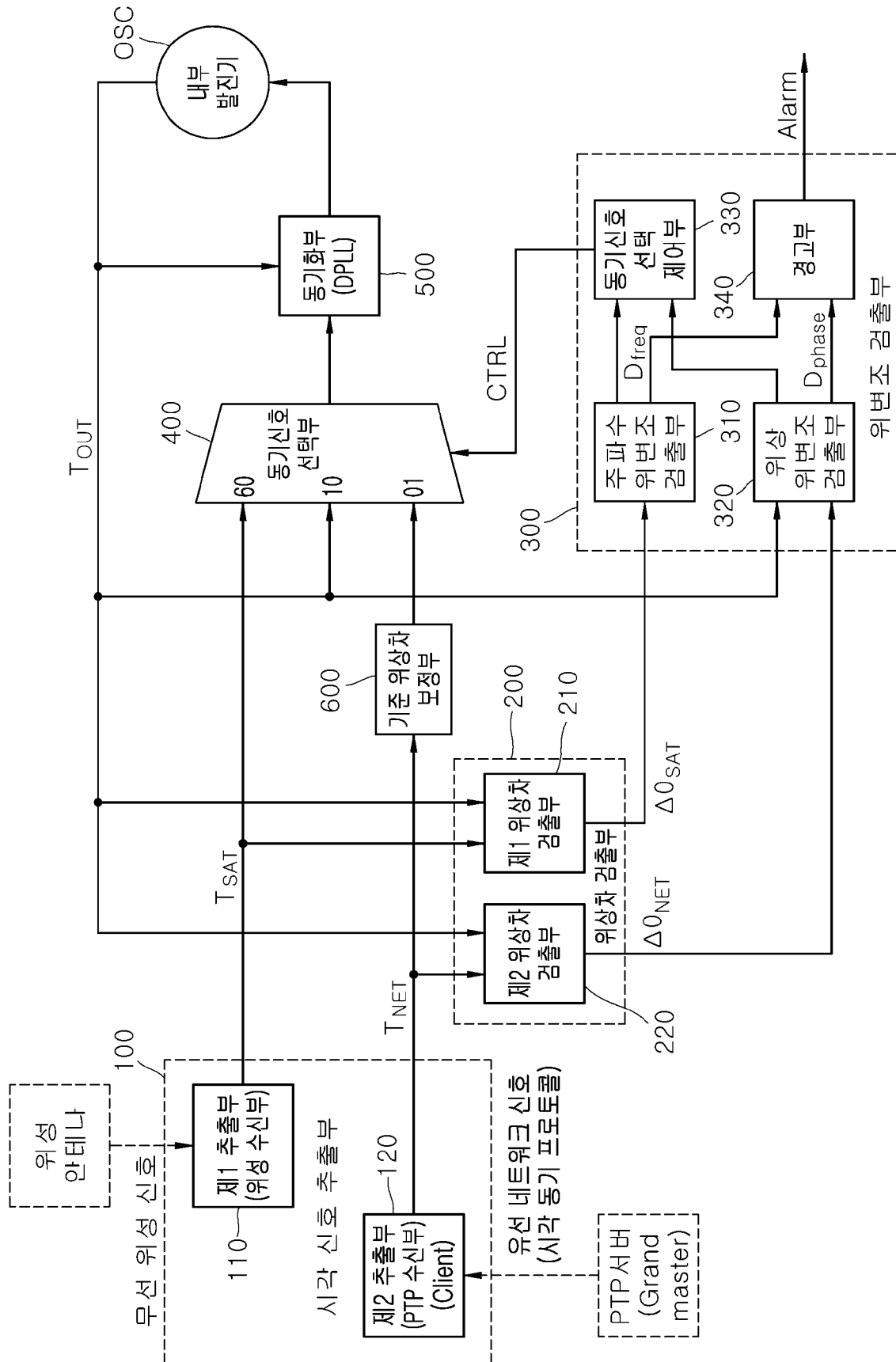
[청구항 15] 제14항에 있어서,

상기 선택하는 단계에서, 동기 신호 선택부는,
 상기 위변조 탐지부로부터 입력되는 선택 제어 신호를 토대로, 상기 내부 발진기로부터 현재 출력되는 동기 시각 신호, 무선 위성 시각 신호, 및 유선 네트워크 시각 신호에 기준 위상차가 가산된 보정 유선 네트워크 시각 신호 중 어느 하나를 상기 내부 발진기를 동기시킬 동기 신호로 선택하되, 상기 기준 위상차는 상기 내부 발진기로부터 출력되는 동기 시각 신호가 안정화된 상태일 때 동기 시각 신호 및 유선 네트워크 시각 신호 간의 위상차인 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

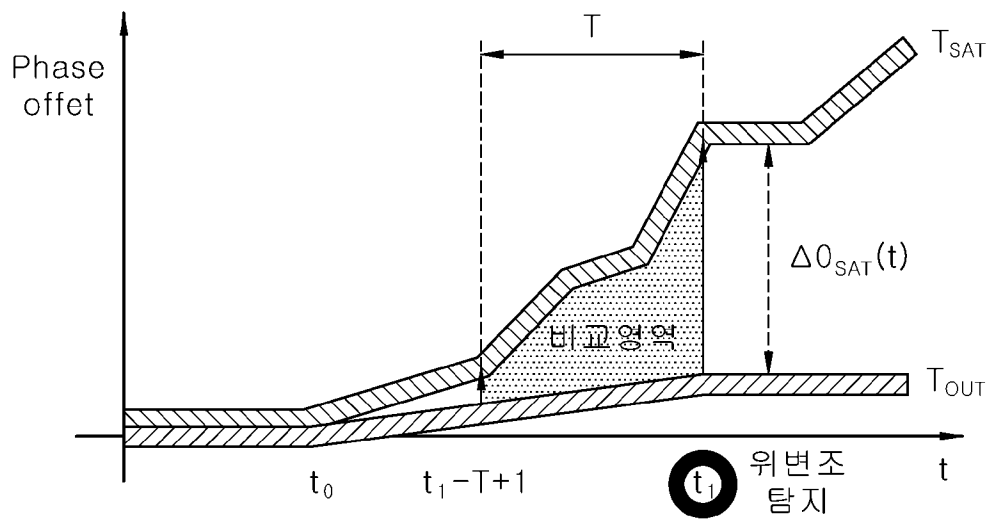
[청구항 16] 제11항에 있어서,
 상기 탐지하는 단계는,
 상기 위변조 탐지부가, 상기 주파수 위변조 탐지 단계 또는 상기 위상 위변조 탐지 단계에서 무선 위성 신호의 시각 위변조가 탐지된 경우 경고를 발생시키는 경고 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

[청구항 17] 제10항에 있어서,
 동기화부가, 상기 동기 신호 선택부에 의해 선택된 동기 신호를 통해 상기 내부 발진기를 동기시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위성 항법 시스템 기반의 시각 동기 방법.

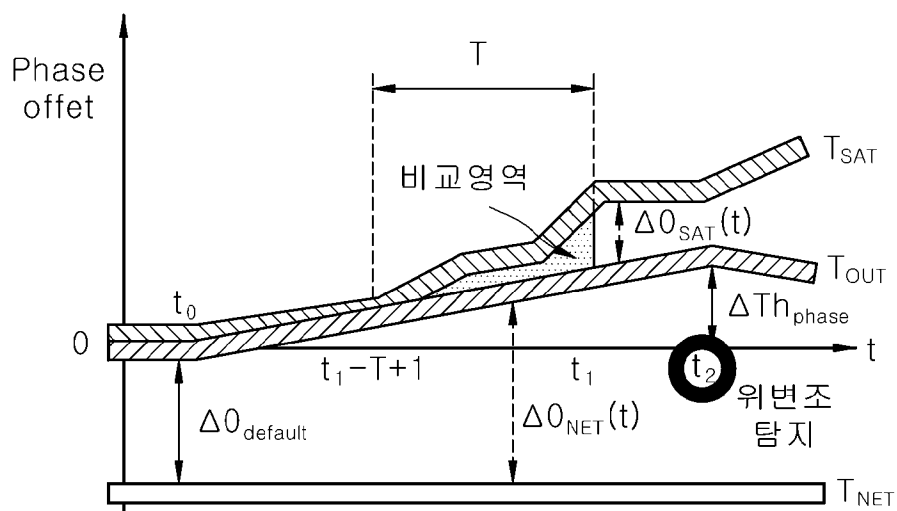
[도1]



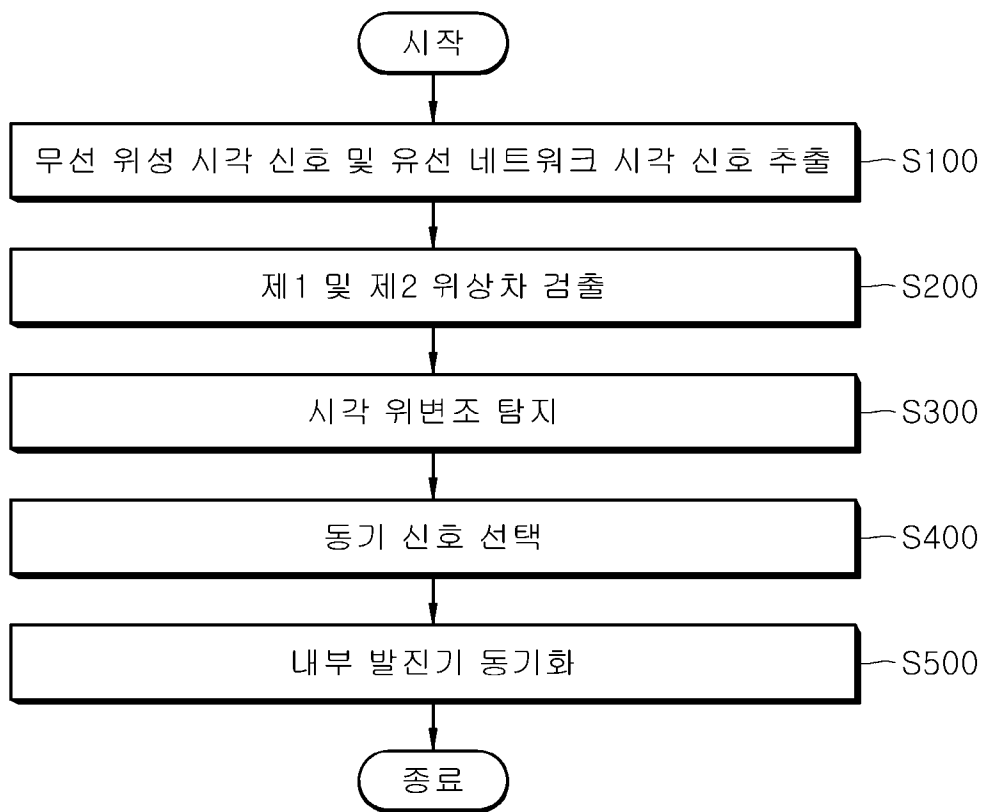
[도2]



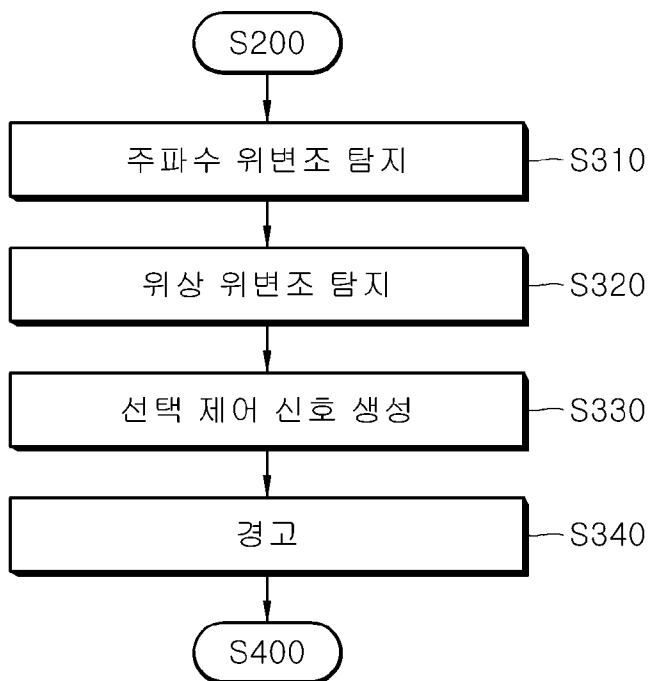
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/003454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 19/25(2010.01)i, G01S 19/01(2010.01)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)

G01S 19/25; G01S 19/13; G01S 19/37; G06Q 50/06; H03L 7/08; H04L 7/00; H04W 56/00; G01S 19/01

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: GPS, synchronization, oscillator, network

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2008-0090125 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 08 October 2008 See claim 2.	1-17
A	KR 10-2009-0066389 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 24 June 2009 See claims 1, 11 and figure 1.	1-17
A	KR 10-1920563 B1 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 21 November 2018 See claim 1 and figure 1a.	1-17
A	KR 10-2004-0072955 A (NAVICOM CO., LTD.) 19 August 2004 See claim 1 and figure 1.	1-17
A	JP 2010-0278546 A (HITACHI LTD.) 09 December 2010 See claim 1 and figure 1.	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 JULY 2020 (06.07.2020)

Date of mailing of the international search report

06 JULY 2020 (06.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/003454

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2008-0090125 A	08/10/2008	KR 10-0895175 B1 US 2009-0168808 A1 US 7876790 B2	04/05/2009 02/07/2009 25/01/2011
KR 10-2009-0066389 A	24/06/2009	KR 10-0955873 B1 US 2009-0160564 A1 US 7750742 B2	04/05/2010 25/06/2009 06/07/2010
KR 10-1920563 B1	21/11/2018	CN 109417296 A WO 2018-230769 A1	01/03/2019 20/12/2018
KR 10-2004-0072955 A	19/08/2004	KR 10-0523335 B1	22/11/2005
JP 2010-278546 A	09/12/2010	JP 5260408 B2	14/08/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01S 19/25(2010.01)i, G01S 19/01(2010.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01S 19/25; G01S 19/13; G01S 19/37; G06Q 50/06; H03L 7/08; H04L 7/00; H04W 56/00; G01S 19/01

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: GPS, 동기화(synchronization), 발진기(oscillator), 네트워크(network)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2008-0090125 A (삼성전자주식회사) 2008.10.08 청구항 2	1-17
A	KR 10-2009-0066389 A (한국과학기술원) 2009.06.24 청구항 1,11 및 도면 1	1-17
A	KR 10-1920563 B1 (한국전력공사) 2018.11.21 청구항 1 및 도면 1a	1-17
A	KR 10-2004-0072955 A (주식회사 네비콤) 2004.08.19 청구항 1 및 도면 1	1-17
A	JP 2010-0278546 A (HITACHI LTD.) 2010.12.09 청구항 1 및 도면 1	1-17

☐ 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

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

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

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

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2020년 07월 06일 (06.07.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 07월 06일 (06.07.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강민정

전화번호 +82-42-481-8131



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2008-0090125 A	2008/10/08	KR 10-0895175 B1 US 2009-0168808 A1 US 7876790 B2	2009/05/04 2009/07/02 2011/01/25
KR 10-2009-0066389 A	2009/06/24	KR 10-0955873 B1 US 2009-0160564 A1 US 7750742 B2	2010/05/04 2009/06/25 2010/07/06
KR 10-1920563 B1	2018/11/21	CN 109417296 A WO 2018-230769 A1	2019/03/01 2018/12/20
KR 10-2004-0072955 A	2004/08/19	KR 10-0523335 B1	2005/11/22
JP 2010-278546 A	2010/12/09	JP 5260408 B2	2013/08/14