

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 1월 9일 (09.01.2020)



(10) 국제공개번호

WO 2020/009250 A1

(51) 국제특허분류:

G01S 5/06 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

(74) 대리인:

김용인 등 (KIM, Yong In et al.); 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK특허법률사무소, Seoul (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2018/007498

(22) 국제출원일:

2018년 7월 3일 (03.07.2018)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이상람 (LEE, Sangrim); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 윤석현 (YOON, Sukhyon); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 이호재 (LEE, Hojae); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 채혁진 (CHAE, Hyukjin); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR).

(81) 지정국

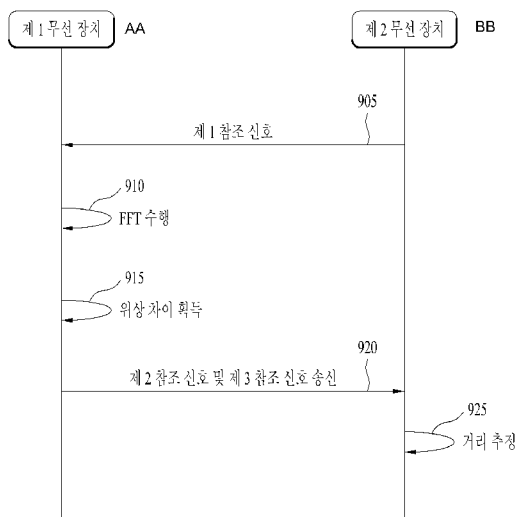
(별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국

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

(54) Title: METHOD FOR MEASURING DISTANCE IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 거리 측정을 위한 방법 및 이를 위한 장치



905 ... First reference signal

910 ... Perform FFT

915 ... Acquire phase difference

920 ... Transmit second reference signal and third reference signal

925 ... Estimate distance

AA ... First wireless device

BB ... Second wireless device

(57) Abstract: A method for a first wireless device receiving a reference signal for measuring a distance in a wireless communication system, according to one embodiment of the present invention, may comprise the steps of: receiving, from a second wireless device, a first reference signal comprising a first sinusoidal signal having a first angular frequency and a first initial phase value, and a second sinusoidal signal having a second angular frequency and a second initial phase value; acquiring the phase difference between the first sinusoidal signal and the second sinusoidal signal on the basis of a fast Fourier transform (FFT) performed on the first reference signal; correcting the phase difference on the basis of the first initial phase value and the second initial phase value; and transmitting, to the second wireless device, a second reference signal for measuring a distance, and a third reference signal representing information on the corrected phase difference.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 제1 무선 장치가 거리 측정을 위한 참조 신호를 수신하는 방법은, 제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신하는 단계; 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)에 기반하여 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득하는 단계; 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값에 기초하여 상기 위상 차이를 보정하는 단계; 및 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 상기 제2 무선 장치에 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 거리 측정을 위한 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 거리 측정에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 참조 신호 송수신을 통해 거리를 측정하기 위한 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 먼저 기존의 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대하여 간략히 살펴본다. 도 1을 참조하면 단말은 초기 셀 탐색을 수행한다(S101). 초기 셀 탐색 과정에서 단말은 기지국으로부터 P-SCH(Primary Synchronization Channel) 및 S-SCH(Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 하향링크 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다. 그 후, 단말은 PBCH(Physical Broadcast Channel)를 통해 시스템 정보(e.g., MIB)를 획득한다. 단말은 DL RS(Downlink Reference Signal)을 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.
- [3] 초기 셀 탐색 이후 단말은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 및 PDCCH에 의해 스케줄된 PDSCH(Physical Downlink Control Channel)를 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보(e.g., SIBs)를 획득할 수 있다(S102).
- [4] 단말은 상향링크 동기화를 위해 임의 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 단말은 PRACH(Physical Random Access Channel)를 통해 프리앰블(e.g., Msg1)을 전송하고(S103), PDCCH 및 PDCCH에 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지(e.g., Msg2)를 수신할 수 있다(S104). 경쟁 기반 임의 접속의 경우 추가적인 PRACH 전송(S105) 및 PDCCH/PDSCH 수신(S106)과 같은 충돌해결절차(Contention Resolution Procedure)가 수행될 수 있다.
- [5] 이후, 단말은 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S107) 및 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)/PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 전송(S108)을 수행할 수 있다. 단말이 기지국으로 UCI(Uplink Control Information)를 송신할 수 있다. UCI는 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR(Scheduling Request), CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 및/또는 RI(Rank Indication) 등을 포함할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 복수의 무선 장치들이 송수신 하는 참조 신호의 위상 차이를 통해 복수의 무선 장치들 간의 거리를 정확하고

효율적으로 측정할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

- [7] 본 발명의 기술적 과제는 상술된 기술적 과제에 제한되지 않으며, 다른 기술적 과제들이 본 발명의 실시예로부터 유추될 수 있다.

과제 해결 수단

- [8] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 무선 통신 시스템에서 제1 무선 장치가 거리 측정을 위한 참조 신호를 수신하는 방법은, 제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신하는 단계; 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)에 기반하여 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득하는 단계; 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값에 기초하여 상기 위상 차이를 보정하는 단계; 및 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 상기 제2 무선 장치에 송신하는 단계를 포함할 수 있다.
- [9] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 따른 무선 통신 시스템에서 거리 측정을 위한 참조 신호를 수신하는 제1 무선 장치는, 송수신기; 및 상기 송수신기를 제어함으로써, 제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신하고, 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)에 기반하여 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득하고, 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값에 기초하여 상기 위상 차이를 보정하고, 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 상기 제2 무선 장치에 송신하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [10] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 따른 무선 통신 시스템에서 제2 무선 장치가 제1 무선 장치에 거리 측정을 위한 참조 신호를 송신하는 방법은, 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 상기 제1 무선 장치에 송신하는 단계; 상기 제1 무선 장치로부터 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 수신하는 단계; 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 이용하여 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리를 추정하는 단계를 포함하고, 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보는, 상기 제1 참조 신호를 수신한 상기 제1 무선 장치에서 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값을 고려하여 보정된 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 나타낼 수 있다.

- [11] 상기 제1 정현파 신호는 $x_1(t) = \alpha_1 * e^{j*(w_1*t + \beta_1)}$ 에 대응하고, 상기 제2 정현파 신호는 $x_2(t) = \alpha_2 * e^{j*(w_2*t + \beta_2)}$ 에 대응하며, 't'는 시간을 의미하고, ' α_1 '과 ' α_2 '는 각각 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_1 '과 ' w_2 '는 각각 상기 제1 각주파수와 상기 제2 각주파수를 의미하고, ' β_1 '과 ' β_2 '는 각각 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값을 의미할 수 있다.
- [12] 상기 위상 차이는 수학식 A를 통해 계산되며,
- [13] [수학식 A]
- [14]
- $$\frac{X_{RX}(w_2)}{X_{RX}(w_1)} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} * e^{j*[(w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX}) + (\beta_2 - \beta_1)]}$$
- [15] 상기 수학식 A에서 ' $t_{s,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT의 시작 시간, ' $t_{a,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제1 무선 장치에 도달한 시간, ' $X_{RX}(w_1)$ '는 상기 제1 정현파 신호의 FFT 결과, ' $X_{RX}(w_2)$ '는 상기 제2 정현파 신호의 FFT 결과를 나타낼 수 있다.
- [16] 상기 수학식 A로부터 계산된 위상 차이 Ψ 는 $\Psi = (w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX}) + (\beta_2 - \beta_1)$ 에 대응하고, 상기 보정된 위상 차이 θ 는 $\theta = \Psi - (\beta_2 - \beta_1)$ 에 대응할 수 있다.
- [17] 상기 제3 참조 신호의 위상은 상기 제2 참조 신호의 위상으로부터 상기 보정된 위상 차이만큼 오프셋을 가질 수 있다.
- [18] 상기 제3 참조 신호는 정현파 $x_{k+2}(t) = \alpha_{k+2} * \exp(j*(2\pi*f_{k+2}*t + \beta_{k+2} + \theta))$ 를 포함하고, ' $k+2$ '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 가 송신되는 서브캐리어 인덱스를 의미하고, 't'는 시간을 의미하고, ' α_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 각주파수를 의미하고, ' β_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 초기 위상 값을 의미할 수 있다.
- [19] 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리는 수학식 B를 통해 계산되며,
- [20] [수학식 B]
- [21]
- $$d = \frac{c}{2} (t_{\text{symp}} - \frac{\theta}{2\pi*\Delta f} - \text{delta}_2)$$
- [22] 상기 수학식 B에서, 'd'는 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리, 'c'는 빛의 속도, ' t_{symp} '는 1 심볼 길이, ' θ '는 상기 보정된 위상 차이, ' Δf '는 상기 제2 참조 신호 및 상기 제3 참조 신호 간의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing), ' delta_2 '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에 도달한 시간과 상기 제2 참조 신호에 대한 FFT가 수행된 시간 간의 차이를 나타낼 수 있다.
- [23] 상기 ' delta_2 '는 수학식 C를 통해 계산되며,
- [24] [수학식 C]
- [25] $\text{delta}_2 = t_{s,Tx} + (n+1)*t_{\text{symp}} - t_{a,Tx}$

- [26] 상기 수학식 C에서 ' $t_{s,Tx}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에서 송신된 시간, ' $t_{a,Tx}$ '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에 도달한 시간, ' n '은 상기 제1 참조 신호와 상기 제2 참조 신호 사이의 심볼 개수를 나타낼 수 있다.

발명의 효과

- [27] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 거리 측정을 위한 제1 참조 신호를 통해 위상 차이를 측정된 수신 장치가 거리 측정을 위한 제2 참조 신호와 함께 자신이 측정한 위상 차이를 나타내는 제3 참조 신호를 송신 장치로 송신하기 때문에, 송신 장치와 수신 장치가 비동기화된 경우에도 송신 장치와 수신 장치 간의 거리가 위상 차이를 통해 측정될 수 있을 뿐 아니라, 참조 신호의 시간 차가 아니라 위상 차이를 이용하기 때문에 거리 측정의 오차 범위가 더 줄어들 수 있다.
- [28] 본 발명의 기술적 효과는 상술된 기술적 효과에 제한되지 않으며, 다른 기술적 효과들이 본 발명의 실시예로부터 유추될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 예시한다.
- [30] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 장치와 수신 장치 간의 거리 측정을 위한 일련의 과정을 도시한다.
- [31] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라서 수신 장치가 Delta_1의 보정을 위한 참조 신호를 송신하는 것을 도시한다.
- [32] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [34] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라서 다수 개의 노드들에 대한 상대적인 지도를 구성하는 절차를 설명하는 도면이다.
- [36] 도 8은 도 7에서 도시된 노드 A/B/C 간의 신호 송수신을 도시한다.
- [37] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정을 위한 참조 신호 송수신 방법의 흐름을 도시한다.
- [38] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 장치 및 수신 장치를 도시한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division

multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화된 버전이다.

- [40] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP 기반의 이동 통신 시스템을 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [41] 더욱 많은 통신 기기들이 더욱 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 최근 논의되는 차세대 통신 시스템에서는 기존의 무선 접속 기술(radio access technology, RAT)에 비해 향상된 모바일 브로드 밴드(Enhanced Mobile Broadband, eMBB) 통신에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한, 다수의 기기 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 대규모 MTC (massive Machine Type Communications, mMTC) 역시 차세대 통신에서 고려될 주요 이슈 중 하나이다. 뿐만 아니라 신뢰성(reliability) 및 지연(latency)에 민감한 서비스/UE를 고려하여 URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communication)가 차세대 통신 시스템을 위해 논의되고 있다.
- [42] 이와 같이 eMBB, mMTC 및 URLLC 등을 고려한 새로운 무선 접속 기술(New RAT)이 차세대 무선 통신을 위하여 논의되고 있다.

[43] 먼저 기존 LTE 시스템에서의 위치 측정에 대해서 간략히 살펴본다.

[44] **LTE 시스템에서의 위치 측정**

- [45] LTE 시스템에서 위치 포지션 프로토콜(Location Position Protocol, LPP)라는 것이 소개되고 있다. LPP 모델에서 위치 서버는 측위를 위한 보조 데이터(assistance data)를 단말로 전송해 줄 수 있다. 즉, 위치 서버는 OTDOA/A-GNSS 방식을 이용할 수 있도록 단말에게 보조 데이터를 전송할 수 있다. LPP 모델에서는, 단말(UE)이 측위를 위해 참조 신호(e.g., positioning RS)를 이용하고, 참조 신호로부터의 측정정보(measurement) 또는 측위 정보(location information)를 위치 서버(e.g., E-SMLC/SLP)로 전송하고, 최종적인 위치 결정은 위치 서버에서 이루어진다. 단말 및 위치 서버 간의 측위 정보 및 송수신 방식을 규격화한 것이 LPP 규격이고, LPP 규격은 측위 정보에 대한 IE 및 시그널링

절차를 포함할 수 있다.

- [46] LPP 기술은 크게 3가지의 기능을 포함하는데, 첫째가 A-GNSS(Assisted Global Navigation Satellite System)이고, 두 번째가 OTDOA(Observed Time Differential Of Arrival), 그리고 나머지가 E-CID(Enhanced Cell ID) 방식이다.
- [47] A-GNSS 방식은 위성기반 측위 방식이며 측위를 위한 기본 위성 정보를 무선 네트워크(e.g., LTE)를 통해 수신함으로써 초기 위치 결정 시간을 감소시키는 장점이 있다. A-GNSS 방식의 경우 GPS와 네트워크(Network)의 위치 서버와의 통신을 통해서 정확한 위치정보를 얻는다.
- [48] OTDOA 방식에서는 기준 기지국과 인접 기지국 간의 전파 시간차를 구하기 위해 RSTD(Reference Signal Time Difference)라는 측정값을 이용한다. 즉, 인접 기지국으로부터의 특정 프레임의 신호를 수신하고, 해당 프레임에 대한 기준 기지국에서 수신된 지연 탭들 중 인접 기지국으로부터 수신한 탭과 시간상 가장 가까운 탭을 선택하여 그 시간 차이를 RSTD 값으로 계산한다. 따라서 유효 탭 추정 방식에 따라 성능이 좌우될 수 있다. 이와 같이, OTDOA 방식은 단말이 여러 개의 기지국(또는 셀) 신호의 도착시간 차이를 이용해서 거리와 위치를 구하는 방식이다.
- [49] E-CID 방식은 기존의 CID(Cell ID) 방식에 RSSI(Received Signal Strength Indication) 방식을 혼합(hybrid) 방식으로 결합하여 단말의 위치를 좁혀가는 방식이다. 관련 측정값으로 수신신호 수신전력(Reference Signal Received Power, RSRP) 및 수신신호 수신품질(Reference Signal Received Power, RSRQ)를 제공한다. E-CID 방식은 RSRP라는 LTE의 OFDMA 신호의 분석 방법을 통해서 라운드 트립 측정(Round Trip Measurement), 경로손실 관련 측정(Pathloss Related Measurement), 도착각 측정(Angle of Arrival Measurement)의 방식을 통해서 단말이 위치를 추정하는 방식이다.
- [50] **[Ranging Estimation based on Phase & Phase Compensation]**
- [51] 이하에서는 서로 다른 무선 장치들 (e.g., 송신 장치와 수신 장치) 간에 송수신되는 신호의 위상을 이용한 거리 측정 방법에 대해서 살펴본다. 후술하는 설명에서 신호를 먼저 송신한 무선 장치를 송신 장치라고 지칭하고, 신호를 먼저 수신한 장치를 수신 장치라고 지칭한다. 다만, 송신 장치도 이후에 신호를 수신할 수도 있고, 수신 장치도 신호를 송신할 수 있다. 즉, 송신 장치도 송신기 및 수신기를 포함할 수 있고, 수신 장치도 송신기 및 수신기를 포함할 수 있다. 일 예로 송신 장치와 수신 장치의 기지국과 단말일 수 있다. 다른 일 예로 송신 장치와 수신 장치는 복수의 기지국들 또는 복수의 단말들 일 수도 있다.
- [52] 송신 장치와 수신 장치 간에 거리를 추정하는 과정은 레인징(ranging)으로 지칭될 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 레인징 절차는 거리 추정을 위한 것이므로, 기존의 Wimax 등 IEEE 기반의 무선 통신 시스템에서 랜덤 액세스 또는 동기화를 위하여 수행하는 레인징 절차와는 명칭만 동일할 뿐 전혀 상이한 것임을 당업자라면 이해할 수 있다.

- [53] 먼저, 위상 정보에 기반한 레인징 추정을 위하여 수행 가능한 위상 차에 따른 양자화 방법과 위상차 보상 기법을 살펴본다.
- [54] 기존 LTE 시스템에서는 RSTD(received signal time difference)를 이용하므로 거리 측정의 정확도가 1 심볼 길이의 단위에 따라서 제한될 뿐 아니라, 송신 장치와 수신 장치가 동기화하여 동작해야 하는 제약이 있다. 예컨대, RSTD 방식에 따르면 수신 장치는 FFT의 N개 샘플들에 해당하는 윈도우를 이동시키며 참조 신호에 시간 상관을 취하고, 피크가 나타나는 시간을 찾아야 한다.
- [55] 반면, 위상 차를 이용한 레인징 추정 방식에 따르면 거리 측정의 정확도가 1 심볼 길이의 단위에 따라서 제한되지 않으며, 송신 장치와 수신 장치가 비동기화하여 동작할 수도 있다.
- [56] 후술하는 예시들에서 두 개의 각주파수(angular frequency)들 이용하여 신호를 송수신하는 상황을 가정하고 있으나 본 발명은 이에 한정되지 않으며 더 많은 각주파수들에도 본 발명이 적용될 수 있다. 각주파수(angular frequency)의 용어는 각진동수 또는 각속도로 지칭될 수도 있다. 또한 예시들에서 복수의 각주파수 성분들이 동시에 송신되는 것을 가정하고 있으나, 이는 설명의 편의를 위함이며 각주파수들이 사전에 정해진 다른 시점에 전송되고 이와 같은 전송 시간 차를 고려하여 본 발명을 실시하는 것 또한 가능하다.
- [57] 또한, 편의상 송신 장치/수신 장치가 신호를 송신/수신 동작을 수행하는 시점이 양자화되어 있다고 가정한다. 일 예로 송신 장치/수신 장치가 OFDM을 기반으로 신호를 송수신하는 경우, 각 OFDM symbol의 경계점이 바로 송신/수신 동작을 수행하는 양자화된 시점이 된다. 송신 장치와 수신 장치의 송수신 동작의 시작 시점은 각각 $t_{s,TX}$ 와 $t_{s,RX}$ 이며, t_{symb} 마다 반복적으로 나타난다고 가정한다. t_{symb} 는 OFDM symbol의 길이가 될 수 있다.
- [58] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 장치와 수신 장치 간의 거리 측정을 위한 일련의 과정을 도시한다. 수신 장치는 송신 장치가 보낸 동기화 신호에 동기를 맞추었다고 가정하지만 이는 설명의 편의를 위한 것이며, 위상 차를 이용한 거리 측정은 송신 장치와 수신 장치가 비동기화된 경우에도 적용될 수 있다.
- [59] 또한, 설명의 편의를 위해서 두 심볼 동안 반복 전송되는 신호를 고려하지만, 1 심볼 길이 동안 CP(cyclic prefix)와 데이터를 가지는 신호 전송을 고려할 수도 있다.
- [60] 먼저, 송신 장치는 $t_{s,TX}$ 시점에서 각각의 angular 주파수 w_1 과 w_2 를 가지는 정현(sinusoidal)파를 거리 측정을 위한 참조 신호(e.g., Ranging RS)로 전송한다. 일 예로, 특정 시간 t 에서 거리 측정을 위한 참조 신호는 $RS(t) = \alpha_1 * e^{j(w_1 * t + \beta_1)} + \alpha_2 * e^{j(w_2 * t + \beta_2)}$ 와 같이 정의될 수 있다. 편의상 송신 장치가 송신한 신호를 제1 신호라고 지칭하기로 한다. 여기서, 제1 신호는 제1 정현파 성분 $x_1(t) = \alpha_1 * e^{j(w_1 * t + \beta_1)}$ 과 제2 정현파 성분 $x_2(t) = \alpha_2 * e^{j(w_2 * t + \beta_2)}$ 의 합으로 이해될 수 있다. α_1 는 제1 정현파 성분의 크기(amplitude)를 나타내고, α_2 는 제2 정현파 성분의 크기를

의미한다. β_1 은 $t=0$ 에서 제1 정현파 성분의 위상(e.g., initial phase value 또는 initial phase offset)을 의미하고, β_2 는 $t=0$ 에서 제2 정현파 성분의 위상을 의미한다. β_1 과 β_2 는 송/수신 장치 간에 사전에 약속된 값일 수 있다.

[61] 송신된 제1 신호는, 송/수신 장치 간의 거리 d 와 빛의 속도 c 를 기반으로 d/c 만큼 지연된 후 $t_{a,RX}$ 시점에 수신 장치에 도달한다.

[62] 샘플링 (또는 양자화)로 인하여 수신 장치는 기저대역의 신호(e.g., sampling 값들)를 실제로는 $t_{s,RX}$ 시점부터 획득한다. 수신 장치가 수행하는 FFT(fast Fourier transform)의 크기를 N 이라고 가정하면, 수신 장치는 총 N 개의 sampling 값들을 FFT에 입력함으로써 w_1 과 w_2 에 상응하는 값들을 구할 수 있다.

[63] 이 때, FFT 된 샘플링 값의 w_1 성분 $X_{RX}(w_1)$ 과 w_2 성분 $X_{RX}(w_2)$ 간의 위상 차(phase difference)는 수학식 1을 통해서 획득될 수 있다.

[64] [수학식 1]

$$[65] \quad \frac{X_{RX}(w_2)}{X_{RX}(w_1)} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} * e^{j\{(w_2-w_1)(t_{s,RX}-t_{a,RX})+(\beta_2-\beta_1)\}}$$

[66] 수학식 1에서 위상 차이 Ψ 는 $(w_2-w_1)(t_{s,RX}-t_{a,RX})+(\beta_2-\beta_1)$ 이며, 제1 신호의 송신 당시부터 존재하던 초기 위상 값들 간의 차이 $(\beta_2-\beta_1)$ 는 위상 차이 Ψ 로부터 제거되어야 한다. 예컨대, 수신 장치는 초기 위상 값들을 이용하여 위상 차이 Ψ 를 0로 보정할 수 있다.

[67] 앞서 언급된 바와 같이 수학식 1에서 β_1 과 β_2 는 송/수신 장치 간에 사전에 약속된 값이라고 가정한다. 따라서, $(\beta_2-\beta_1)$ 가 제외된 도달 시간과 FFT 시작시간의 차로 인한 위상 차 θ 는 $(w_2-w_1)(t_{s,RX}-t_{a,RX})$ 이다. $X_{RX}(w_1)/X_{RX}(w_2)$ 는 수신 장치가 수신한 제1 신호로부터 계산할 수 있는 값이고, (w_2-w_1) 은 사전 정의되어 수신 장치에 이미 알려진 값이므로, 수신 장치는 수학식 1을 통해서 $\Delta_1 = t_{s,RX} - t_{a,RX}$ 를 얻을 수 있다. Δ_1 는 수신 장치가 OFDM 프로세싱을 시작한 시점과 제1 신호가 수신 장치에 실제로 도달한 시점 사이의 차이를 나타낸다.

[68] 수신 장치는 n 심볼 후에 송신 장치와 마찬가지로 각각의 angular 주파수 w_1 과 w_2 를 가지는 정현파(이하, 제2 신호)를 전송한다. 도 2에서는 $n=4$ 를 가정하였다.

[69] 제2 신호를 수신한 송신 장치는 ' $t_{s,TX} + (n+1)*t_{\text{symb}}$ ' 시점부터 획득한 N 개의 샘플링 값들에 대해 FFT를 수행함으로써, 보정된 위상 차이 θ 를 통해서 $\Delta_2 = t_{s,TX} + (n+1)*t_{\text{symb}} - t_{a,TX}$ 를 얻을 수 있다.

[70] 따라서, 신호의 왕복 시간인 RTT(round trip time)는 수학식 2와 같이 정의된다.

[71] [수학식 2]

$$[72] \quad 2*d/c = t_{\text{symb}} - \Delta_2 - \Delta_1$$

[73] 언급된 바와 같이 c 는 고정된 상수(i.e., 빛의 속도)이다. 송신 장치는 Δ_2 와 t_{symb} 값을 알 수 있으나, Δ_1 의 값을 알 수 없다. 따라서, 송신 장치가 송신 장치와 수신 장치 간의 거리 d 를 측정하기 위해서는, 송신 장치가 수신 장치가

측정한 Delta_1에 대한 정보를 알 수 있어야 한다.

[74] **Example 1-1. Delta_1을 양자화 하여 전달하는 방법**

[75] 일 예로, 수신 장치는 Delta_1의 값을 송신 장치에 전달하기 위해서는 Delta_1을 양자화하여 송신할 수 있다. 양자화된 Delta_1 값은 물리계층 제어 신호 혹은 RRC 시그널링 등의 상위 계층 신호로 전달될 수 있다.

[76] 수학식 1에서 보는 바와 같이, 위상 차 값이 2π 를 초과하게 되면, 모호성(Ambiguity)이 발생하게 된다. 예컨대, 수신 장치는 위상 차 값이 $2\pi+\alpha$ 인 경우와 α 인 경우를 구별할 수 없다.

[77] 양자화 레벨을 2^Q 라고 가정하고(i.e., Q-bit 양자화) Q값은 송신 장치와 수신 장치가 미리 알고 있다고 가정하자. Q의 값은 페이로드 크기에 상응하기 때문에 w_1 과 w_2 의 값과 무관하게 일정한 것이 바람직하다.

[78] 따라서, w_2-w_1 의 값에 따라 ambiguity 범위가 달라지므로 이에 따른 양자화 기법과 해석이 필요하다.

[79] ambiguity가 없는 범위 내에서 Delta_1의 최대 값은 $2\pi/(w_2-w_1)$ 이다. 양자화 레벨이 2^Q 일 때, LSB(1-bit), 즉 양자화의 최소 단위는 $2\pi/(w_2-w_1)/2^Q$ 이 된다.

[80] 예를 들어, $w_2-w_1 = 2\pi*15\text{kHz}$ 인 경우, Delta_1의 최대 값은 $66.67\mu\text{s}$ 가 된다. Q가 만약 10라고 가정하면, 양자화 최소 단위는 $66.67\mu\text{s}/1024$ 가 된다. 따라서, 수신 장치가 페이로드를 통해서 이진 값 00 0000 1111 (=15)를 전달하면, 송신 장치는 Delta_1을 $66.67\mu\text{s}/1024*15$ 로 계산하여 얻을 수 있다.

[81] 다른 예로, $w_2-w_1 = 2\pi*60\text{kHz}$ 인 경우, Delta_1의 최대 값은 $16.67\mu\text{s}$ 이다. 양자화 레벨 $Q=8$ 이고, 송신 장치가 전달받은 페이로드 값이 9이면 Delta_1= $16.67\mu\text{s}/256*9$ 로 계산하여 얻을 수 있다.

[82] **Example 1-2. 수학식1의 위상 차를 양자화하여 전달하는 방법**

[83] 또 다른 예로, 수신 장치는 수학식 1의 위상 차를 양자화하여 전달할 수 있다. 위상 차의 값은 $0\sim 2\pi$ 값을 가질 수 있다.

[84] 일 예로 Q를 10이라고 가정하면, 양자화의 최소 단위는 $2\pi/1024$ 가 된다. 만약, $w_2-w_1 = 15\text{kHz}*2\pi$ 이고 수신 장치가 페이로드를 통해서 00 0000 1111 (=15)를 전달하면, 송신 장치는 $2\pi/1024*15$ 의 위상차를 획득할 수 있다. 송신 장치는 Delta_1을 $2\pi/1024*15/(15\text{k}*2\pi) = 66.67\mu\text{s}/1024*15$ 로 계산하여 얻을 수 있다.

[85] 이상의 예시들에서는 angular 주파수를 통해 설명하였으나, 이하에서는 설명의 편의를 위해서 angular 주파수를 2π 로 나눈 (angular 주파수)/ 2π 를 주파수로 지칭하기로 한다.

[86] 3GPP에서 논의되는 NR(new RAT) 시스템에서는 한 개의 기지국에서도 서비스(e.g., eMBB, URLLC, mMTC)에 따라서 서브캐리어 간격(subcarrier spacing, SCS)을 다르게 설정할 수 있다. 예를 들어, 두 서브캐리어 간의 주파수 간격은 eMBB를 위해서는 15kHz로 설정되고, URLLC를 위해서는 60kHz로 설정되고, mMTC를 위해서는 2.5kHz로 설정 될 수도 있다.

[87] NR 시스템에서도 송신 장치와 수신 장치가 앞서 설명된 양자화 방법을

적용하여 동작할 수 있다. 예컨대, 서비스에 무관하게 $Q=10$ 으로 설정되면, eMBB 단말은 거리 측정 참조 신호를 15kHz SCS 기반으로 해석하고, mMTC 단말의 경우는 거리 측정 참조 신호를 2.5kHz SCS 기반으로 해석하여 양자화된 Delta_1 또는 위상 차이 값을 네트워크에 전달할 수 있다. 이와 같이 서비스 별로 거리 측정을 위한 참조 신호의 SCS가 다르게 설정될 수 있다. 또한, 하나의 서비스에서도 UE class에 따른 요구사항 등을 고려하여 참조 신호의 SCS가 다르게 설정될 수 있다.

- [88] 앞서 설명된 Delta_1, Delta_2 모두 거리 측정을 위한 값이다. 하지만, Delta_2는 측정되는 거리에 의존하여 변경되는 참조 신호의 위상 차를 구성한다. 반면에, Delta_1은 송신 장치와 수신 장치 간의 거리와는 독립적인 값으로써, FFT 처리 시간과 실제 제1 신호가 수신 장치에 도착한 시간의 차이를 나타낸다.
- [89] 따라서, Delta_1의 값이 거리 측정에 영향을 미치긴 하지만, Delta_1은 Delta_2 측정을 위한 참조신호 위상 차와는 별도로 처리 될 수도 있다. 예를 들어, Delta_1은 위상 차 60kHz를 가지는 제1 참조 신호로부터 획득되고, Delta_2는 커버리지 증가를 위해서 15kHz 위상 차를 가지는 제2 참조 신호로부터 획득될 수 있다. 예컨대, w_2-w_1 값의 차이가 큰 참조 신호는 잡음/간섭에 보다 강인할 수 있으나, ambiguity가 발생하지 않는 송신/수신 장치 간의 거리가 줄어든다. 반면, w_2-w_1 값의 차이가 작으면 ambiguity가 발생하지 않는 송신/수신 장치 간의 거리가 증가하므로, 해당 참조 신호는 보다 넓은 커버리지에 사용되기 적합할 수 있다.
- [90] 따라서, 네트워크에서는 Delta_1의 최대값의 역수보다 크면서 해당 값에 가장 근접한 위상 차를 설정하는 것이 바람직할 수 있다.
- [91] Example 1-1/1-2에서는 수신 장치에서 Delta_1 또는 위상 차이 값을 양자화하여 전달하는 방법을 설명하였다. 그러나, 양자화 오차로 인한 거리 측정 오차를 줄이기 위해서는 많은 양의 페이로드 비트들이 요구될 수도 있다. 즉, 거리 측정의 해상도를 향상시키기 위하여 양자화 최소 단위를 작게 설명하면 페이로드의 크기가 증가하는 단점이 있다.
- [92] 이와 같은 단점을 해결하기 위하여 본 발명의 다른 일 예에 따르면 위상 차이를 양자화 하지 않고 직접적으로 알려주는 방식을 고려할 수도 있다.
- [93] **Example 2. 위상 차 정보를 나타내는 참조 신호 송신 방안**
- [94] 본 발명의 일 실시예에 따르면 수신 장치는 위상 차 정보를 알려줄 수 있는 참조신호(e.g., 제3 신호)를 송신할 수 있다. 이 경우, 송신 장치는 Delta_1을 양자화 된 값이 아니라 연속적인 값으로 구할 수 있는 장점이 있다.
- [95] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라서 수신 장치가 Delta_1의 보정을 위한 참조 신호를 송신하는 것을 도시한다.
- [96] 도 3의 경우 도 2에서 설명된 예시와 달리 수신 장치가 Delta_1에 상응하는 위상 정보를 전달하는 추가적인 참조 신호(e.g., 제3 신호)를 전송한다. 도 3에서 Subcarrier $k+2$ 에 전송되는 RS(e.g., 제3 신호)는 Subcarrier $k+1$ 에 전송되는

RS(e.g., 제2 신호)와의 위상차이가 수학식 1의 위상 차이 값을 가지도록 설정될 수 있다.

- [97] 수신 장치가 Delta_1에 상응하는 위상 값을 갖는 제3 신호를 생성 및 송신하는 과정을 보다 구체적으로 살펴본다. 먼저, 수신 장치가 수학식 1을 통해 수학식 3과 같은 보정된 위상 차이 값 θ 를 획득하였다고 가정한다.

[98] [수학식 3]

$$[99] \quad \Theta = 2\pi * (f_2 - f_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX})$$

- [100] 수학식 3에서, $f_1 = w_1/2\pi$ 이고, $f_2 = w_2/2\pi$ 를 의미한다.

- [101] 수신 장치는 Subcarrier k와 k+1에 거리 측정을 위한 정현파 신호(e.g., 제2 신호)를 보낸다. Subcarrier k와 k+1 상의 정현파 신호(e.g., 제2 신호)는 앞서 살펴본 제1 신호와 유사하게 subcarrier k 상의 정현파 성분 $x_k(t) = \alpha_k * \exp(j*(2\pi*f_k*t + \beta_k))$ 과 subcarrier k+1 상의 정현파 성분 $x_{k+1}(t) = \alpha_{k+1} * \exp(j*(2\pi*f_{k+1}*t + \beta_{k+1}))$ 의 합으로 정의될 수 있다.

- [102] 여기서, α_k 과 α_{k+1} 는 각각 subcarrier k의 정현파 성분 $x_k(t)$ 와 subcarrier k+1의 정현파 성분 $x_{k+1}(t)$ 의 크기를 나타낸다. $2\pi*f_k$ 와 $2\pi*f_{k+1}$ 은 각각 $x_k(t)$ 와 $x_{k+1}(t)$ 의 각주파수를 나타낸다. β_k 와 β_{k+1} 는 각각 $t=0$ 에서 $x_k(t)$ 와 $x_{k+1}(t)$ 의 위상(e.g., initial phase value or phase offset)을 의미한다.

- [103] 설명의 편의를 위해, 해당 참조 신호의 $t=0$ 에서 위상은 0 (i.e., $\beta_k = \beta_{k+1} = 0$)이고, 크기는 1(i.e., $\alpha_k = \alpha_{k+1} = 1$)이라고 가정하자. 따라서, subcarrier k와 k+1의 RE(resource element)에 전송되는 값은 1과 등가이다. 단, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 임의의 크기 및 위상에도 본 발명이 적용될 수 있다.

- [104] 한편, subcarrier k+2 상의 정현파 성분은 $x_{k+2}(t) = \alpha_{k+2} * \exp(j*(2\pi*f_{k+2}*t + \beta_{k+2} + \theta))$ 와 같이 정의될 수 있다.

- [105] 여기서, α_{k+2} 는 subcarrier k+2의 정현파 성분 $x_{k+2}(t)$ 의 크기를 나타낸다. 그리고, $2\pi*f_{k+2}$ 는 $x_{k+2}(t)$ 의 각주파수를 나타낸다. β_{k+2} 는 $t=0$ 에서 $x_{k+2}(t)$ 의 위상(e.g., initial phase value or phase offset)을 의미한다. 또한, θ 는 수학식 3을 통해 획득된 위상 차이를 의미한다. 이하에서 설명의 편의를 위해서 $\beta_{k+2}=0$ 및 $\alpha_{k+2}=1$ 을 가정한다. 단, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 임의의 크기 및 위상에도 본 발명이 적용될 수 있다.

- [106] 따라서, 수신 장치는 subcarrier k+2에 해당하는 RE에는 $\exp(j*\theta)$ 의 값(e.g., 제3 신호)을 실어서 전송한다.

- [107] 송신 장치는 $t_{s,TX} + (n+1)*t_{\text{symb}}$ 시점부터(e.g., 도 3에서 $n=4$) FFT를 수행하여 subcarrier k와 k+1의 위상 차를 측정하고, 이를 통해 Delta_2를 구할 수 있다. 예컨대, 송신 장치는 제2 신호를 통해서 Delta_2를 획득할 수 있다.

- [108] 한편, 송신 장치가 제3 신호에 기반하여 측정한 subcarrier k+1과 k+2의 위상차 ϕ 는 수학식 4와 같이 표현할 수 있다.

[109] [수학식 4]

[110]

$$\emptyset = (2\pi * \Delta f * \text{delta}_2) + \theta$$

[111] 수학식 4에서 Δf 는 subcarrier k+1과 k+2간의 주파수 간격을 의미한다. Δf 는 송신 장치가 이미 알고 있는 사전 정의된 값일 수 있다.

[112] 따라서, 송신 장치는 제2 신호를 통해 획득한 Δ_2 를 이용하여 θ 를 수학식 5와 같이 구할 수 있다.

[113] [수학식 5]

[114]

$$\theta = -(2\pi * \Delta f * \text{delta}_2) + \emptyset$$

[115] 거리 d는 최종적으로 수학식 6과 같이 계산될 수 있다.

[116] [수학식 6]

[117]

$$d = \frac{c}{2} \left(t_{\text{symb}} - \frac{\theta}{2\pi * \Delta f} - \text{delta}_2 \right)$$

[118] 도 3에서는 Δ_1 을 위한 RS(e.g., 제3 신호)와 레인징을 위한 RS(e.g., 제2 신호)가 인접 Subcarrier들 상에 FDM되어 있는 것을 도시한다. RS들이 channel coherence가 보장되는 대역폭 내에 위치하는 것이 더 정확한 위상 차를 얻는 데 유리하기 때문이다.

[119] 하지만, 본 발명의 다른 예에 따르면 Δ_1 을 위한 RS와 레인징을 위한 RS는 주파수 도메인에서 서로 인접하지 않을 수도 있으며, 또는 서로 다른 시간 자원 상에 TDM이 될 수도 있다. 이와 같은 RS들의 위치는 네트워크에 의해 설정될 수도 있다.

[120] 네트워크는 이와 같이 획득된 각 송신 장치와 수신 장치 간의 거리 정보를 기반으로 수신 장치의 위치를 측정할 수 있다.

[121] 이상의 거리 측정 방법들이 적용된 실시예들에 대해서 살펴본다.

[122] - 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정의 예

[123] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다. 다중 셀들이 거리 측정을 위한 참조 신호(e.g., 제1 신호)를 전송하고, 이를 단말이 측정한 후에 참조 신호(e.g., 제2 신호)와 위상차 정보(e.g., 제3 신호)를 전송한다고 가정한다. 각 셀은 서로 다른 기지국에 속한다고 가정한다.

[124] 기지국 A, B, C는 동일 서브프레임에서 서로 다른 서브캐리어들을 통해 거리 측정을 위한 RS들을 전송할 수 있다. 각 기지국의 RS의 주파수 위치는 서빙 기지국이 단말에 알려줄 수 있다.

[125] 단말은 수신된 RS들에 대한 FFT를 수행한 후에 각 기지국 A, B, C로부터의 RS(e.g., 제1 신호)의 도착 시간과 FFT 시작 시간의 차이를 각 기지국에 대하여

- 구할 수 있다. 이를 바탕으로 단말은 A,B,C 기지국에 Ranging RS(e.g., 제2 신호)와 함께, 추가적으로 기지국 A,B,C의 Delta_1에 상응하는 위상차 값을 적용한 3개의 RS들(e.g., 제3 신호)를 추가적으로 전송한다.
- [126] 각 기지국은 자신의 symbol boundary에 맞추어 FFT를 수행하고, 이후 자신에게 해당하는 Delta_1의 위상 정보(e.g., 제3 신호)를 검출함으로써 단말과의 거리를 측정할 수 있다.
- [127] 기지국 A, B, C에 할당된 Delta_1의 위상 정보를 위한 RS(e.g., 제3 신호)의 주파수 위치(e.g., subcarrier)는 서빙 기지국이 단말에게 설정할 수 있다.
- [128] 한편, 기지국들 간에는 완벽하게 동기가 맞을 필요가 없다. 또한, 각 기지국이 Ranging RS를 전송하는 시기는 다를 수 있고 이 경우 단말은 FFT를 각 기지국 별로 수행할 수도 있다.
- [129] 단말이 기지국으로 전송하는 Ranging RS와 Delta_1을 위한 RS 역시 동일 서브프레임에 전송되지 않을 수도 있다.
- [130] 한편, 도 4의 예시에 따르면 제3 신호가 협대역으로 송신되므로 무선 자원이 보다 효율적으로 사용될 수 있는 장점이 있다.
- [131] 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [132] 단말은 도 5와 같은 방식으로 기지국 A,B와 C에 대한 Delta_1의 위상차 정보를 전달할 수 있다. 예컨대, 단말은 subcarrier k의 신호와 subcarrier k+1의 신호 간의 위상차를 기지국 A의 Delta_1에 상응하는 위상차로 설정한다. 그 다음 단말은 subcarrier k+1의 신호와 subcarrier k+2의 신호 간의 위상차를 기지국 B의 Delta_1에 상응하는 위상차로 설정한다. 마지막으로 단말은 subcarrier k+2의 신호와 subcarrier k+3의 신호 간의 위상차를 기지국 C의 Delta_1에 상응하는 위상차로 설정한다.
- [133] 따라서, 각 기지국은 자신에게 할당된 두 subcarrier들의 신호들 간의 위상차를 구하고, 이를 기반으로 RTT 및 거리를 계산할 수 있다.
- [134] 각 기지국에 할당된 두 서브캐리어들의 위치는 네트워크에 의해 사전 정의되거나 단말에 설정될 수 있다. 또는 각 기지국 A, B, C도 협력을 통해 두 서브캐리어들의 위치를 설정할 수도 있다.
- [135] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 다중 셀들과 단말 간의 거리 측정을 설명하기 위한 도면이다.
- [136] 도 6에 따르면 각 기지국의 Delta_1에 상응하는 위상차가 subcarrier k 상의 신호를 기준으로 설정된다. 기지국 A의 Delta_1에 대한 정보는 subcarrier k+1 상의 신호에, 기지국 B의 Delta_1에 대한 정보는 subcarrier k+2 상의 신호에, 기지국 C의 Delta_1에 대한 정보는 subcarrier k+3 상의 신호에 설정된다.
- [137] 도 6의 예시에 따르면 기지국 B와 C의 거리 해상도(distance resolution)가 줄어드는 반면, 잡음에 대한 성능의 강건성은 높아지는 트레이드-오프(trade-off)가 있다.

- [138] Ranging RS 및 Delta_1의 위상차 정보 전달을 위한 신호의 서브캐리어 간격(i.e., 주파수 간격)은 최대 거리(maximum distance)와 거리 해상도(resolution)에 따라서 다르게 설정될 수도 있다.
- [139] **- 다중 단말간의 거리 측정의 예**
- [140] 앞서 살펴본 거리 측정 방안은 D2D나 V2V처럼 다중 단말 간의 거리 측정에도 적용될 수 있다.
- [141] 예를 들어, A, B, C 단말이 있다고 가정한다. 미리 정의된 시간에 따라서 단말 A가 Ranging RS(e.g., 제1 신호)를 브로드캐스트 한다. 단말은 B, C는 단말 A의 Ranging RS를 통해서 Delta_1_A를 각각 계산할 수 있다.
- [142] 이어서, 단말 B가 Ranging RS를 브로드캐스트하고, 단말 A, C는 Delta_1_B를 각각 계산할 수 있다. 마지막으로 단말 C가 Ranging RS를 브로드캐스트하고 단말 A, B가 Delta_1_C를 각각 계산한다.
- [143] 단말 A는 Ranging RS(e.g., 제2 신호)와 함께, 자신이 측정한 Delta_1_B, Delta_1_C를 위한 RS(e.g., 제3 신호)를 전송한다. 단말 B와 C 또한 단말 A와 유사하게 제2 신호 및 제3 신호를 전송한다. 따라서, 단말 A, B와 C 각각은 다른 단말과의 거리를 측정할 수 있다.
- [144] 또한, 기지국의 제어 하에 또는 단말 서로 간의 조율(coordination)이 가능한 경우, 단말 A, B, C가 전송하는 Ranging RS(e.g., 제1 신호)가 동일 subframe에서 FDM 될 수 있으며, 이후 다른 subframe에서 다시 Ranging RS(e.g., 제2 신호)와 Delta_1에 대한 RS(e.g., 제3 신호)들이 동시에 전송될 수도 있다. 이 경우 2 서브프레임 상의 전송으로 거리가 측정될 수도 있다.
- [145] **- Ranging RS의 그룹핑의 예**
- [146] 위상 차를 통한 거리 측정의 방식에서 RS들의 주파수 간격이 작으면 모호성이 발생하지 않는 최대 거리는 커지는 반면, 위상 추정 에러로 인한 성능 열화가 발생할 수 있다.
- [147] 반면에, 주파수 간격이 커지면 위상 추정 에러에 대한 강건성은 높아지나, 최대 거리가 줄어든다. 따라서, Ranging을 위한 RS들의 주파수 간격은 적절하게 선택될 필요가 있다.
- [148] 한 개의 기지국이 다수 단말들의 거리를 측정하려고 할 때, 기지국은 단말들의 그룹핑을 통해서 각 단말이 전송하는 Ranging RS의 주파수 간격(e.g., subcarrier 간격)을 설정할 수 있다. 예를 들어, 15 kHz (for group1)와 30kHz(for group2) 간격의 ranging RS가 있다고 가정할 때, 기지국은 각 단말들에게 주파수 간격을 RRC signaling 혹은 물리 계층 신호를 통해서 설정할 수 있다. 각 Configured 된 단말은 해당 주파수 간격을 가지는 ranging RS를 전송하고, 다수 단말간의 자원 다중화는 기지국이 configure할 수 있다.
- [149] **[Relative Map Construction]**
- [150] 앞서 살펴본 위상 차를 이용한 거리 측정 방법을 기반으로, 다수 개의 무선 노드들(e.g., 단말)이 있는 환경에서 각 노드가 다른 노드들의 상대적인 위치를

알아내는 방법을 제안한다.

- [151] 특정 노드가 노드들 간의 상대적인 위치를 안다는 것은 특정 노드가 자신을 기준으로 다른 노드들 각각이 이격된 거리를 알고, 또한 다른 노드들 간의 거리가 얼마인지는 안다는 것을 의미할 수 있다. 상대적 위치에 대한 정보는 상대적인 지도(relative map)라고 지칭될 수 있다.
- [152] 상대적인 위치를 알아내기 위한 각 노드의 송수신 절차 및 수신 알고리즘을 살펴본다.
- [153] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라서 다수 개의 노드들에 대한 상대적인 지도를 구성하는 절차를 설명하는 도면이다. 도 8은 도 7에서 도시된 노드 A/B/C 간의 신호 송수신을 도시한다.
- [154] 편의상 3개의 노드들을 예시하나, 3개 이상의 노드들이 존재하는 경우에도 본 발명이 적용될 수도 있다. 또한, 각 노드는 자신의 클럭 시간(clock time)에 기반하여 송수신을 하며, 각 노드들 간의 동기가 맞지 않은 상태에서도 본 실시예에 따른 동작이 가능할 수 있다.
- [155] 초기 과정에서 각 노드들은 서로 간의 거리 정보가 없는 상태에 있다. Ranging RS와 각 위상차 정보를 전달하는 참조 심호의 전송 순서가 노드 A, 노드 B 및 노드 C 순서로 설정되었다고 가정하나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [156] - STEP 1: 노드 A는 Ranging RS 1을 브로드캐스트 한다. 노드 A로부터 Ranging RS를 수신한 노드 B와 C는 자신의 샘플링 타임에 맞추어서 위상 차를 구한다. 해당 위상 차를 $\Delta_{\{B,A\}}$, $\Delta_{\{C,A\}}$ 라고 정의한다. 예컨대 노드 B는 $\Delta_{\{B,A\}}$ 를 계산하여 저장하고, 노드 C는 $\Delta_{\{C,A\}}$ 를 계산하여 저장한다.
- [157] - STEP 2: 설정된 M개 심볼들 또는 서브프레임 후에, 노드 B는 Ranging RS 2와 함께, STEP 1에서 획득한 $\Delta_{\{B,A\}}$ 의 정보를 담은 참조 신호를 전송한다. 노드 A는 Ranging RS 2로부터 $\Delta_{\{A,B\}}$ 를 계산하여 저장하고, Ranging RS 2와 함께 수신된 참조 신호로부터 $\Delta_{\{B,A\}}$ 를 알아낼 수 있다. 따라서, 노드 A는 A와 B 사이의 거리 $d_{\{A,B\}}$ 를 알 수 있다. 노드 B로부터의 신호를 수신한 노드 C는 Ranging RS 2로부터 $\Delta_{\{C,B\}}$ 를 계산하여 저장한다.
- [158] - STEP 3: 설정된 N개 심볼들 또는 서브프레임 후에, 노드 C는 Ranging RS 3와 함께, STEP 1/2에서 획득한 $\Delta_{\{C,A\}}$ 및 $\Delta_{\{C,B\}}$ 의 정보를 전송한다. 노드 A는 Ranging RS 3로부터 $\Delta_{\{A,C\}}$ 를 계산하여 저장하고, Ranging RS 3와 함께 수신된 $\Delta_{\{C,A\}}$ 를 검출함으로써 $d_{\{A,C\}}$ 를 알아낼 수 있다. 또한, 노드 A는 노드 C가 노드 B에 전송하는 정보인 $\Delta_{\{C,B\}}$ 를 검출(e.g., 오버헤어링)함으로써 $d_{\{B,C\}}$ 를 알아낼 수 있다. 한편, 노드 B는 Ranging RS 3로부터 $\Delta_{\{B,C\}}$ 를 계산하여 저장하고, $\Delta_{\{C,B\}}$ 를 검출함으로써 $d_{\{B,C\}}$ 를 알아낼 수 있다.
- [159] 이와 같이 노드 A는 앞서 설명된 Example 2의 방법을 이용하여 자신과 노드 B의 거리 $d_{\{A,B\}}$ 와, 자신과 노드 C의 거리 $d_{\{A,C\}}$ 뿐만 아니라 노드 B와 노드 C의 거리인 $d_{\{B,C\}}$ 를 알아낼 수 있다. 즉, 노드 A는 노드 A,B,C를 연결한

삼각형의 모든 변의 길이를 알 수 있다. 예컨대 제 2 코사인 법칙을 통해서 노드 A는 상대적인 지도를 구성할 수 있다.

[160] 다음으로, 노드 A가 오버히어링을 통해서 $d_{\{B,C\}}$ 를 구하는 예시적 알고리즘을 구체적으로 설명한다.

[161] 일 예로, 도 7의 STEP 2에서 노드 A는 Example 2 및 수학식 1에 기반하여 $d_{\{A,B\}}$ 를 계산할 수 있다. 노드 A는 $d_{\{A,B\}}$ 에 기초하여 노드 B의 상대적인 FFT 윈도우의 시작 시간(e.g., 자신의 FFT 윈도우의 시작 시간으로부터의 오프셋)을 추정할 수 있다. 노드 B의 FFT 윈도우의 상대적 시작 시간은 예컨대 수학식 7과 같이 계산될 수 있다.

[162] [수학식 7]

[163]
$$\text{Est_offset_fft_NodeB (in radian)} = \text{delta}_{\{B,A\}} + (d_{\{A,B\}}/c) * 2 * \pi * \Delta f$$

[164] 수학식 7에서 Δf 는 서브캐리어 간 간격을 의미한다.

[165] 수학식 7과 마찬가지로, 노드 A는 STEP 3에서는 수학식 8을 통해 노드 C의 상대적인 FFT 윈도우의 시작 시간을 추정할 수 있다.

[166] [수학식 8]

[167]
$$\text{Est_offset_fft_NodeC (in radian)} = \text{delta}_{\{C,A\}} + (d_{\{A,C\}}/c) * 2 * \pi * \Delta f$$

[168] 노드 A는 수학식 7/8을 통해 노드 B/C의 FFT 윈도우의 상대적인 오프셋을 알 수 있다. 노드 A는 노드 B/C의 FFT 윈도우의 상대적인 오프셋과 앞서 오버히어링한 $\text{Delta}_{\{C,B\}}$ 를 통해 수학식 9와 같이 $d_{\{B,C\}}$ 를 구할 수 있다.

[169] [수학식 9]

[170]
$$d_{\{B,C\}} = (\text{Est_offset_fft_NodeC} - \text{Est_offset_fft_NodeB} - \text{delta}_{\{C,B\}}) * c / (2 * \pi * \Delta f)$$

[171] 본 예시에서는 초기 과정에서 순서가 노드 A, 노드 B 및 노드 C인 경우가 가정하고 설명을 하였지만, 다른 순서의 경우에도 본 발명이 동일하게 적용될 수 있다. 또한 모든 노드들이 상대적인 지도를 완성하기 위해서는 각 노드가 한번은 Ranging RS를 전송해야 하고, 다른 모든 노드로부터의 피드백 정보가 필요하다. 일례로, 노드 A,B,C 모두 상대적인 지도를 완성하기 위해서는 노드 A, 노드 B, 노드 C, 노드 A 및 노드 B 순서로 앞서 설명한 과정을 수행할 수 있다.

[172] 앞서 상대적인 지도를 초기 구성하는 과정을 살펴보았으나, 초기 과정이 지난 후에는 각 노드는 자신이 가지고 있는 정보 즉 다른 노드의 Ranging RS로부터 계산한 Delta 정보를 전송할 수 있으며, 이를 통해 각 노드는 상대적인 지도를 업데이트 할 수 있다.

[173] 예를 들어, 4개의 노드들 A,B,C,D가 있고, 각 노드가 한 번씩 Ranging RS를 전송하였다고 가정한다. 각 노드는 다른 노드들로부터 전송된 Ranging RS를 이용하여 Delta값들을 모두 획득할 수 있다. 각 노드는 자신이 Ranging RS를 전송할 시점에 이미 획득한 Delta 정보를 다른 노드들에게 전송할 수 있다. 다른 노드들은 거리 측정 및 오버히어링을 통해 상대적인 지도를 업데이트 할 수

있다.

- [174] 일 예로, 어느 정해진 시간에 노드 B가 Ranging RS와 $\Delta_{B,A}$, $\Delta_{B,C}$, $\Delta_{B,D}$ 의 정보를 실은 신호를 전송한다. 이 때, 해당 신호를 수신한 각 노드는 기존의 상대적인 지도를 업데이트 할 수 있다. 노드 A의 경우는 $\Delta_{B,A}$ 와 Ranging RS로부터 $d_{A,B}$ 를 다시 계산할 수 있다. 또한 노드 A는 오버히어링을 통해서 획득한 $\Delta_{B,C}$, $\Delta_{B,D}$ 를 기반으로 $d_{B,C}$ 와 $d_{B,D}$ 를 다시 계산 할 수 있다. 마찬가지로 노드 C도 $\Delta_{B,C}$ 와 Ranging RS로부터 $d_{B,C}$ 를 다시 계산할 수 있다. 노드 C는 오버히어링을 통해서 획득한 $\Delta_{B,A}$, $\Delta_{B,D}$ 를 기반으로 $d_{A,B}$ 와 $d_{B,D}$ 를 다시 계산 할 수 있다.
- [175] 상대적인 지도의 구성을 위해서는 자원 설정(Resource configuration)과 활성화/비활성화(또는 윈도잉) 정보가 정의/설정될 필요가 있다. 자원 설정은 각 노드의 전송 순서/패턴 및 각 노드의 Ranging RS와 Delta 정보를 실은 신호의 물리 자원 위치를 포함할 수 있다.
- [176] 일 예로 기지국은 각 노드에게 상위 계층 신호(e.g., RRC or broadcast 신호)를 통해서 각 노드가 Ranging RS와 Delta 정보를 실어 보내야 하는 시간/주파수 자원의 위치를 할당할 수 있다. 각 노드는 해당 정보를 통해서 자신의 송신 시점과 수신 시점 및 자원 위치를 파악할 수 있다. 상위 계층 신호는 송/수신의 반복 횟수도 포함할 수 있다. 일례로, 기지국이 총 5개의 노드들에게 전체 송수신을 할 수 있는 시간/주파수 자원의 위치를 할당한다고 가정하자. 이 때, 각 노드는 총 5개의 자원들 중에서 하나를 송신 시점 자원으로 할당 받을 수 있다. 즉, 각 노드는 총 5개의 자원들 중에서 자신의 송신 시점을 제외한 나머지 자원들에서는 수신을 수행한다. 또한, 기지국은 수신 자원에서 어느 노드가 해당 자원을 사용하는지 설정할 수 있다. 예를 들어, 1번 송신 자원은 2번 노드가 송신한다는 설정을 통해 각 노드는 송신 자원을 사용하는 노드를 알 수 있다. 또한, 해당 설정 정보를 이용하여, 각 노드는 자신의 delta 정보 전송 유무를 알 수 있다. 또한, 기지국은 5개 노드들에 설정된 자원들을 어떤 주기로 얼마만큼 반복할 지도 설정할 수 있다.
- [177] 한편, 기지국이 전체 송신 자원 설정 정보와 각 노드의 송신 시점과 반복 주기만을 설정한 다음, 활성화/비활성화를 통해 송/수신을 트리거링 할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 1~7번까지 자원 설정과 송신 주기를 설정한 다음, 활성화 트리거링을 통해서 전송의 시작을 알리고, 비활성화 트리거링을 통해서 모든 노드의 전송을 멈추도록 지시할 수 있다. 활성화/비활성화 지시는 상위 계층 신호를 통해서 전달될 수 있다.
- [178] 또한, 기지국은 상위 계층 신호(e.g., RRC or broadcast 신호)를 통해서 자원 재설정을 할 수 있다.
- [179] 한편, 한 개의 단말 (e.g., vehicle)과 복수 개 RSU (Road side unit)들이 있는 환경을 고려할 수 있다. 만약 단말이 3개 이상의 RSU들의 절대적 위치에 대한

정보를 미리 확보한 경우, 단말은 자신의 절대적인 위치를 파악하기 위하여 기지국에 요청 신호를 전송할 수 있다. 단말의 요청에 따라서 기지국은 단말의 Ranging RS 송신 시점과 각 RSU의 응답을 설정할 수 있다. 단말은 3개 RSU들로부터의 Ranging RS와 Delta정보로부터 자신과 각 RSU 간의 거리를 계산하고, 자신의 절대 위치를 계산할 수 있다.

- [180] 또한, RSU와 단말들의 자원은 준-정적으로 사전 설정될 수도 있다.
- [181] 기지국은 단말의 상대적인 지도를 통해서 전 이중 무선(full duplex radio) 혹은 UE-특정 동적 TDD 등의 환경에서 간섭을 효율적으로 제어할 수 있다.
- [182] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정을 위한 참조 신호 송수신 방법의 흐름을 도시한다. 앞서 설명된 내용과 중복하는 설명은 생략될 수 있다. 편의상 2개의 무선 장치들만 도시되나 보다 많은 무선 장치들이 존재할 수 있음을 당업자라면 이해할 수 있다.
- [183] 도 9를 참조하면 제1 무선 장치는 제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신한다(905).
- [184] 제1 정현파 신호는 $x_1(t) = \alpha_1 * e^{j*(w_1*t + \beta_1)}$ 에 대응하고, 제2 정현파 신호는 $x_2(t) = \alpha_2 * e^{j*(w_2*t + \beta_2)}$ 에 대응할 수 있다. 't'는 시간을 의미하고, ' α_1 '과 ' α_2 '는 각각 제1 정현파 신호와 제2 정현파 신호의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_1 '과 ' w_2 '는 각각 제1 각주파수와 제2 각주파수를 의미하고, ' β_1 '과 ' β_2 '는 각각 제1 초기 위상 값 및 제2 초기 위상 값을 의미할 수 있다.
- [185] 제1 무선 장치는 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)를 수행한다(910).
- [186] 제1 무선 장치는 FFT의 결과에 기반하여 제1 정현파 신호와 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득한다(915).
- [187] 일 예로, 제1 무선 장치는 제1 정현파 신호의 제1 초기 위상 값 및 제2 정현파 신호의 제2 초기 위상 값을 고려하여 상기 위상 차이를 획득할 수 있다. 일 예로 위상 차이는 수학식 1을 통해 계산될 수 있다. 본 실시예에 수학식 1이 적용되는 경우, 수학식 1에서 ' $t_{s,RX}$ '는 제1 참조 신호에 대한 FFT의 시작 시간, ' $t_{a,RX}$ '는 제1 참조 신호가 제1 무선 장치에 도달한 시간, ' w_1 '은 제1 각 주파수, ' w_2 '는 제2 각 주파수, ' $X_{RX}(w_1)$ '는 제1 정현파 신호의 FFT 결과, ' $X_{RX}(w_2)$ '는 제2 정현파 신호의 FFT 결과를 나타낼 수 있다. 수학식 1을 통해 계산된 위상 차이 Ψ 는, $\Psi = (w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX}) + (\beta_2 - \beta_1)$ 일 수 있다.
- [188] 일 예로, 제1 무선 장치는 제1 초기 위상 값 및 제2 초기 위상 값에 기초하여 위상 차이 Ψ 를 θ 로 보정할 수 있다. 보정된 위상 차이 θ 는 $\theta = \Psi - (\beta_2 - \beta_1)$ 에 대응할 수 있다.
- [189] 제1 무선 장치는 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 제2 무선 장치에 송신한다(920). 제3 참조

신호의 위상은 제2 참조 신호의 위상으로부터 보정된 위상 차이만큼 오프셋을 가질 수 있다. 제3 참조 신호는 정현파 $x_{k+2}(t) = \alpha_{k+2} * \exp(j * (2\pi * f_{k+2} * t + \beta_{k+2} + \theta))$ 를 포함하고, 'k+2'는 정현파 $x_{k+2}(t)$ 가 송신되는 서브캐리어 인덱스를 의미하고, 't'는 시간을 의미하고, ' α_{k+2} '는 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 각주파수를 의미하고, ' β_{k+2} '는 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 초기 위상 값을 의미할 수 있다.

- [190] 제2 무선 장치는 위상 차이에 대한 정보를 이용하여 제1 무선 장치와 제2 무선 장치 간의 거리를 추정한다(925). 일 예로, 제1 무선 장치와 제2 무선 장치 간의 거리는 수학식 6을 통해 계산될 수 있다. 본 실시예에 수학식 6이 적용되는 경우, 수학식 6에서 'd'는 제1 무선 장치와 제2 무선 장치 간의 거리, 'c'는 빛의 속도, ' t_{symp} '는 1 심볼 길이, ' θ '는 보정된 위상 차이, ' Δf '는 제2 참조 신호 및 제3 참조 신호 간의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing), ' delta_2 '는 제2 참조 신호가 제2 무선 장치에 도달한 시간과 제2 참조 신호에 대한 FFT가 수행된 시간 간의 차이를 나타낼 수 있다.
- [191] 또한, ' delta_2 '는 $t_{s, \text{Tx}} + (n+1) * t_{\text{symp}} - t_{a, \text{Tx}}$ 일 수 있다. ' $t_{s, \text{Tx}}$ '는 제1 참조 신호가 제2 무선 장치에서 송신된 시간, ' $t_{a, \text{Tx}}$ '는 제2 참조 신호가 제2 무선 장치에 도달한 시간, 'n'은 제1 참조 신호와 제2 참조 신호 사이의 심볼 개수를 나타낼 수 있다.
- [192] 이와 같은 제1 참조 신호, 제2 참조 신호 및 제3 참조 신호의 교환 과정은, 제1 무선 장치, 제2 무선 장치 및 제3 무선 장치를 포함하는 다수의 무선 장치들에서 번갈아가며 수행될 수 있다.
- [193] 제1 무선 장치는, 제3 무선 장치가 제2 무선 장치로 송신하는 위상 차이에 대한 정보를 오버헤어링함으로써, 제2 무선 장치와 제3 무선 장치 간의 거리를 추정할 수 있다.
- [194] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선통신 시스템(100)에서의 송신 장치(105) 및 수신 장치(110)의 구성을 도시한 블록도이다. 편의상 송신 장치를 기지국으로, 수신 장치를 단말이라고 가정하나 본 발명은 이에 한정되지 않으며 송신 장치와 수신 장치 각각은 임의의 무선 노드로 해석될 수도 있다.
- [195] 기지국은 eNB 또는 gNB로 지칭될 수 있다. 단말은 UE로 지칭될 수 있다.
- [196] 무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 송신 장치(105)와 하나의 수신 장치(110)를 도시하였지만, 무선 통신 시스템(100)은 하나 이상의 송신 장치 및/또는 하나 이상의 수신 장치를 포함할 수 있다.
- [197] 기지국(105)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(115), 심볼 변조기(120), 송신기(125), 송수신 안테나(130), 프로세서(180), 메모리(185), 수신기(190), 심볼 복조기(195), 수신 데이터 프로세서(197)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(165), 심볼 변조기(170), 송신기(175), 송수신 안테나(135), 프로세서(155), 메모리(160), 수신기(140), 심볼 복조기(155), 수신 데이터 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 송수신 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의

송수신 안테나를 구비하고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 또한, 본 발명에 따른 기지국(105)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.

- [198] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(115)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(120)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.
- [199] 심볼 변조기(120)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(125)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.
- [200] 송신기(125)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 그러면, 송신 안테나(130)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.
- [201] 단말(110)의 구성에서, 수신 안테나(135)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(140)로 제공한다. 수신기(140)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(145)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(155)로 제공한다.
- [202] 또한, 심볼 복조기(145)는 프로세서(155)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(150)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(150)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 디-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [203] 심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(105)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.
- [204] 단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(170)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(175)로

제공할 수 있다. 송신기(175)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시킨다. 그리고 송신 안테나(135)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(105)으로 전송한다. 단말 및 기지국에서의 송신기 및 수신기는 하나의 RF(Radio Frequency) 유닛으로 구성될 수도 있다.

- [205] 기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 수신 안테나(130)를 통해 수신되고, 수신기(190)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(195)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(197)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말(110)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [206] 단말(110) 및 기지국(105) 각각의 프로세서(155, 180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(155, 180)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.
- [207] 프로세서(155, 180)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(155, 180)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(155, 180)에 구비될 수 있다.
- [208] 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(155, 180) 내에 구비되거나 메모리(160, 185)에 저장되어 프로세서(155, 180)에 의해 구동될 수 있다.
- [209] 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 단말, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.

[210] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[211] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

[212] 상술된 바와 같이 본 발명은 다양한 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 제1 무선 장치가 거리 측정을 위한 참조 신호를 수신하는 방법에 있어서,
제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신하는 단계;
상기 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)에 기반하여 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득하는 단계;
상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값에 기초하여 상기 위상 차이를 보정하는 단계; 및
거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 상기 제2 무선 장치에 송신하는 단계를 포함하는, 참조 신호 수신 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 정현파 신호는 $x_1(t) = \alpha_1 * e^{j*(w_1*t + \beta_1)}$ 에 대응하고, 상기 제2 정현파 신호는 $x_2(t) = \alpha_2 * e^{j*(w_2*t + \beta_2)}$ 에 대응하며,
't'는 시간을 의미하고, ' α_1 '과 ' α_2 '는 각각 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_1 '과 ' w_2 '는 각각 상기 제1 각주파수와 상기 제2 각주파수를 의미하고, ' β_1 '과 ' β_2 '는 각각 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값을 의미하는, 참조 신호 수신 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 위상 차이는 수학적식 A를 통해 계산되며,
[수학적식 A]
- $$\frac{X_{RX}(w_2)}{X_{RX}(w_1)} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} * e^{j*\{(w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX}) + (\beta_2 - \beta_1)\}}$$
- 상기 수학적식 A에서 ' $t_{s,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT의 시작 시간, ' $t_{a,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제1 무선 장치에 도달한 시간, ' $X_{RX}(w_1)$ '는 상기 제1 정현파 신호의 FFT 결과, ' $X_{RX}(w_2)$ '는 상기 제2 정현파 신호의 FFT 결과를 나타내는, 참조 신호 수신 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 수학적식 A로부터 계산된 위상 차이 Ψ 는 $\Psi = (w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX}) + (\beta_2 - \beta_1)$ 에 대응하고,
상기 보정된 위상 차이 θ 는 $\theta = \Psi - (\beta_2 - \beta_1)$ 에 대응하는, 참조 신호 수신 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 참조 신호의 위상은 상기 제2 참조 신호의 위상으로부터 상기

보정된 위상 차이만큼 오프셋을 갖는, 참조 신호 수신 방법.

[청구항 6]

제 5 항에 있어서,

상기 제3 참조 신호는 정현파 $x_{k+2}(t) = \alpha_{k+2} * \exp(j * (2\pi * f_{k+2} * t + \beta_{k+2} + \theta))$ 를 포함하고,

'k+2'는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 가 송신되는 서브캐리어 인덱스를 의미하고,

't'는 시간을 의미하고, ' α_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 크기(amplitude)를

의미하고, ' w_{k+2} '는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 각주파수를 의미하고, ' β_{k+2} '

는 상기 정현파 $x_{k+2}(t)$ 의 초기 위상 값을 의미하고, ' θ '는 상기 보정된 위상 차이를 의미하는, 참조 신호 수신 방법.

[청구항 7]

제 1 항에 있어서,

상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리는 수학적식 B를 통해 계산되며,

[수학적식 B]

$$d = \frac{c}{2} \left(t_{\text{symp}} - \frac{\theta}{2\pi * \Delta f} - \text{delta}a_2 \right)$$

상기 수학적식 B에서, 'd'는 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의

거리, 'c'는 빛의 속도, ' t_{symp} '는 1 심볼 길이, ' θ '는 상기 보정된 위상 차이,

' Δf '는 상기 제2 참조 신호 및 상기 제3 참조 신호 간의 서브캐리어

간격(subcarrier spacing), ' $\text{delta}a_2$ '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선

장치에 도달한 시간과 상기 제2 참조 신호에 대한 FFT가 수행된 시간

간의 차이를 나타내는, 참조 신호 수신 방법.

[청구항 8]

제 7 항에 있어서,

상기 ' $\text{delta}a_2$ '는 수학적식 C를 통해 계산되며,

[수학적식 C]

$$\text{delta}a_2 = t_{s, \text{Tx}} + (n+1) * t_{\text{symp}} - t_{a, \text{Tx}}$$

상기 수학적식 C에서 ' $t_{s, \text{Tx}}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에서

송신된 시간, ' $t_{a, \text{Tx}}$ '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에 도달한

시간, 'n'은 상기 제1 참조 신호와 상기 제2 참조 신호 사이의 심볼 개수를

나타내는, 참조 신호 수신 방법.

[청구항 9]

무선 통신 시스템에서 제2 무선 장치가 제1 무선 장치에 거리 측정을 위한 참조 신호를 송신하는 방법에 있어서,

제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1

정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2

정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 상기 제1 무선 장치에 송신하는 단계;

상기 제1 무선 장치로부터 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 수신하는 단계; 및

상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 이용하여 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리를 추정하는 단계를 포함하고,
상기 보정된 위상 차이에 대한 정보는, 상기 제1 참조 신호를 수신한 상기 제1 무선 장치에서 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값을 고려하여 보정된 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 나타내는, 참조 신호 송신 방법.

- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
상기 제1 정현파 신호는 $x_1(t) = \alpha_1 * e^{j(w_1 * t + \beta_1)}$ 에 대응하고, 상기 제2 정현파 신호는 $x_2(t) = \alpha_2 * e^{j(w_2 * t + \beta_2)}$ 에 대응하며,
't'는 시간을 의미하고, ' α_1 '과 ' α_2 '는 각각 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호의 크기(amplitude)를 의미하고, ' w_1 '과 ' w_2 '는 각각 상기 제1 각주파수와 상기 제2 각주파수를 의미하고, ' β_1 '과 ' β_2 '는 각각 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값을 의미하는, 참조 신호 송신 방법.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 보정된 위상 차이는 $\theta = (w_2 - w_1)(t_{s,RX} - t_{a,RX})$ 에 대응하고,
' $t_{s,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호에 대한 상기 제1 무선 장치의 FFT의 시작 시간,
' $t_{a,RX}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제1 무선 장치에 도달한 시간을 나타내는, 참조 신호 송신 방법.
- [청구항 12] 제 9 항에 있어서,
상기 제3 참조 신호의 위상은 상기 제2 참조 신호의 위상으로부터 상기 보정된 위상 차이만큼 오프셋을 갖는, 참조 신호 송신 방법.
- [청구항 13] 제 9 항에 있어서,
상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리는 수학적 식 B를 통해 계산되며,
[수학적 식 B]

$$d = \frac{c}{2} \left(t_{\text{symp}} - \frac{\theta}{2\pi * \Delta f} - \text{delta}_2 \right)$$

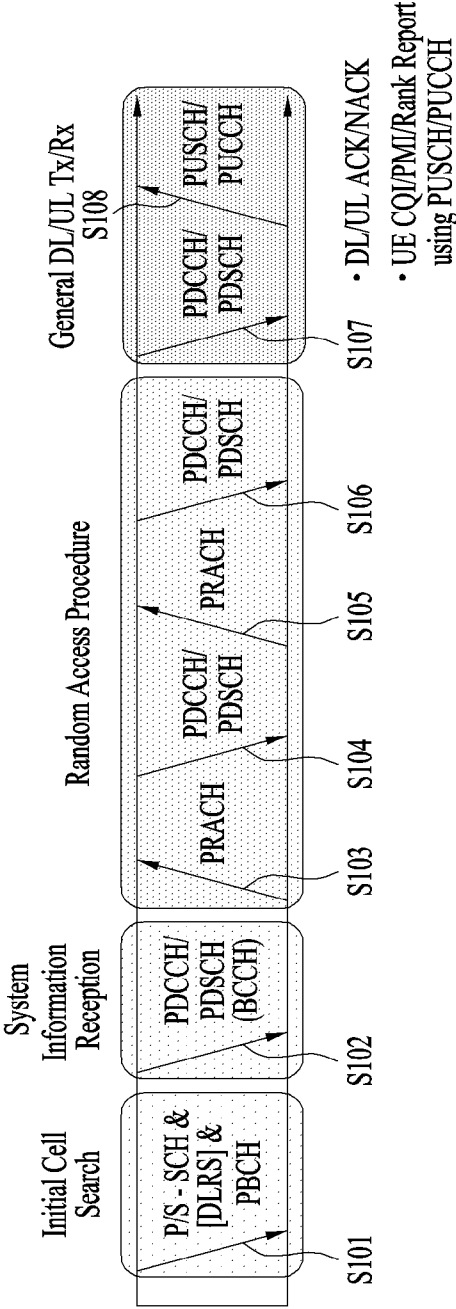
상기 수학적 식 B에서, 'd'는 상기 제1 무선 장치와 상기 제2 무선 장치 간의 거리, 'c'는 빛의 속도, ' t_{symp} '는 1 심볼 길이, ' θ '는 상기 보정된 위상 차이, ' Δf '는 상기 제2 참조 신호 및 상기 제3 참조 신호 간의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing), ' delta_2 '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에 도달한 시간과 상기 제2 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)가 수행된 시간 간의 차이를 나타내는, 참조 신호 송신 방법.

- [청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 ' delta_2 '는 수학적 식 C를 통해 계산되며,
[수학적 식 C]
 $\text{delta}_2 = t_{s,TX} + (n+1) * t_{\text{symp}} - t_{a,TX}$

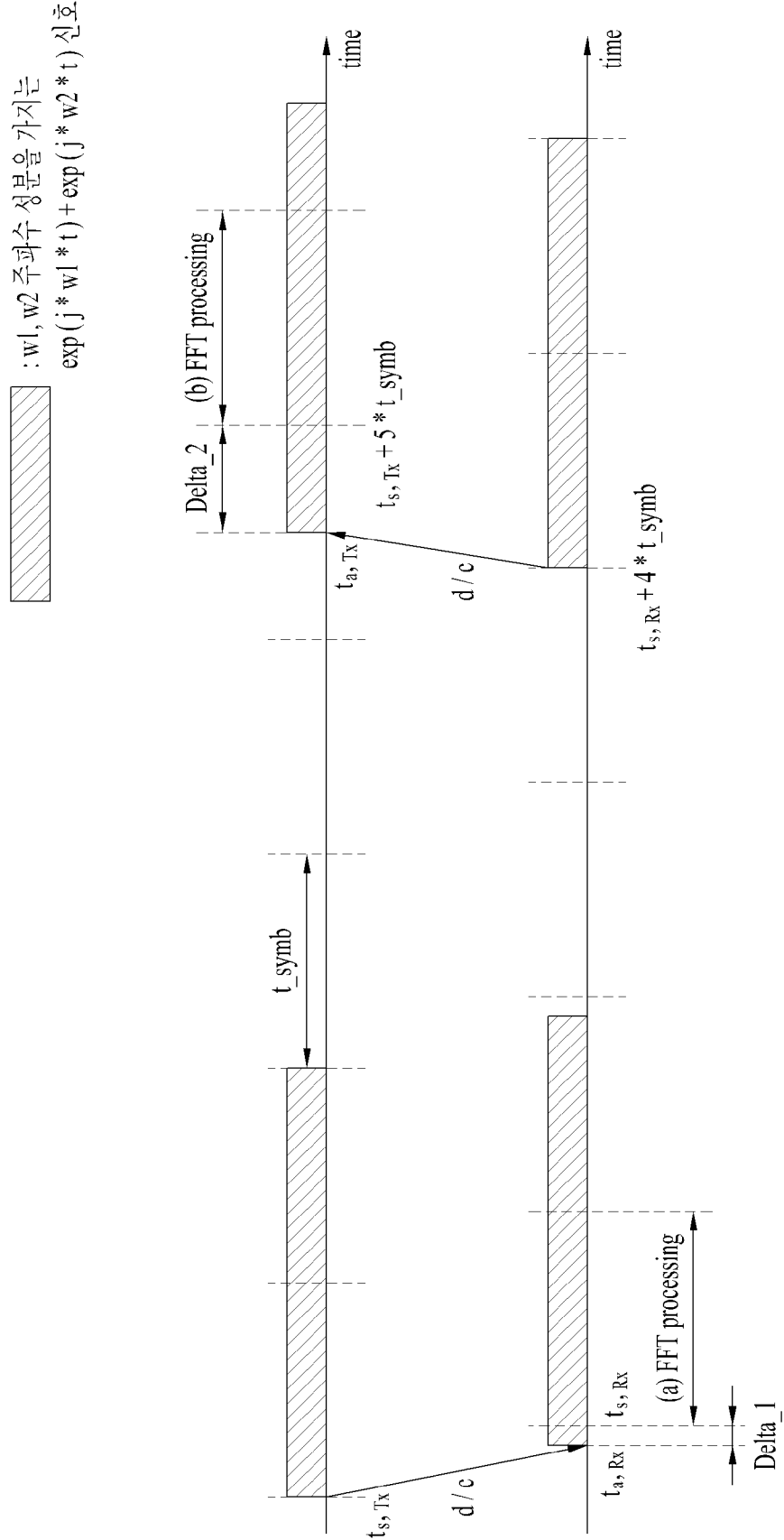
상기 수학적 식 C에서 ' $t_{s,Tx}$ '는 상기 제1 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에서 송신된 시간, ' $t_{a,Tx}$ '는 상기 제2 참조 신호가 상기 제2 무선 장치에 도달한 시간, ' n '은 상기 제1 참조 신호와 상기 제2 참조 신호 사이의 심볼 개수를 나타내는, 참조 신호 송신 방법.

- [청구항 15] 무선 통신 시스템에서 거리 측정을 위한 참조 신호를 수신하는 제1 무선 장치에 있어서,
 송수신기; 및
 상기 송수신기를 제어함으로써, 제2 무선 장치로부터 제1 각주파수(angular frequency) 및 제1 초기 위상 값을 갖는 제1 정현파(sinusoidal) 신호와 제2 각주파수 및 제2 초기 위상 값을 갖는 제2 정현파 신호를 포함하는 제1 참조 신호를 수신하고, 상기 제1 참조 신호에 대한 FFT(fast Fourier transform)에 기반하여 상기 제1 정현파 신호와 상기 제2 정현파 신호 간의 위상 차이를 획득하고, 상기 제1 초기 위상 값 및 상기 제2 초기 위상 값에 기초하여 상기 위상 차이를 보정하고, 거리 측정을 위한 제2 참조 신호 및 상기 보정된 위상 차이에 대한 정보를 나타내는 제3 참조 신호를 상기 제2 무선 장치에 송신하는 프로세서를 포함하는, 제1 무선 장치.

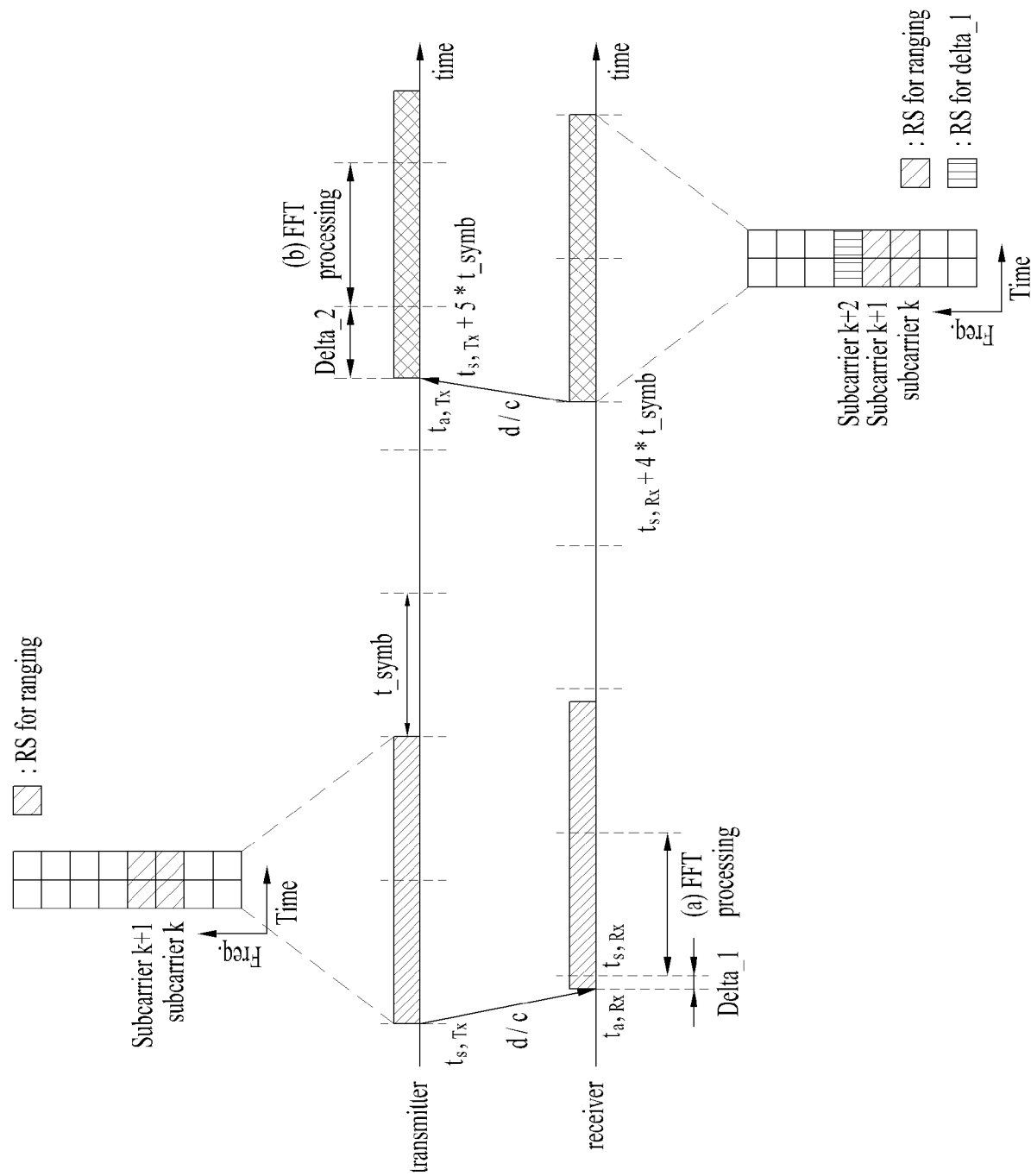
[도1]



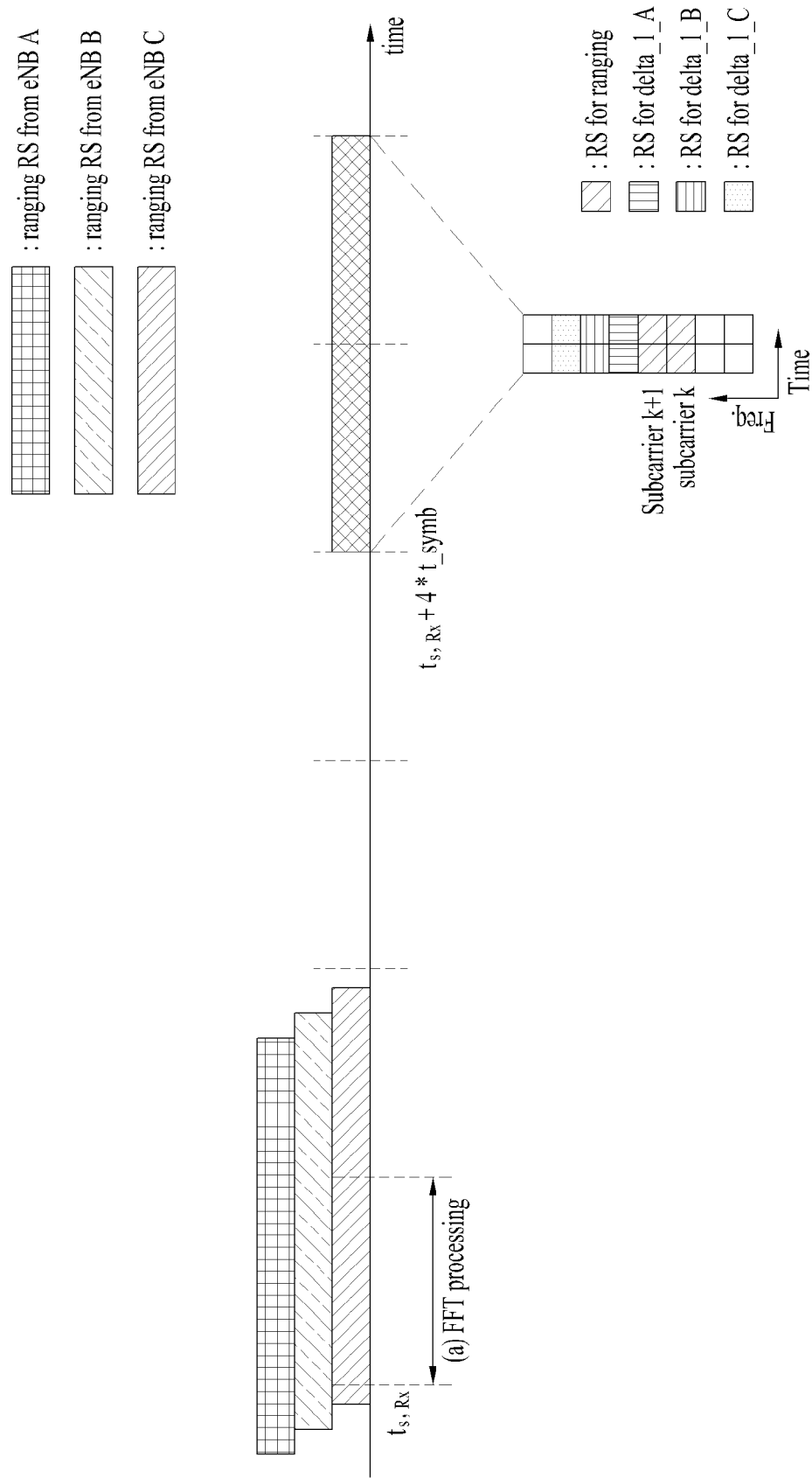
[도2]



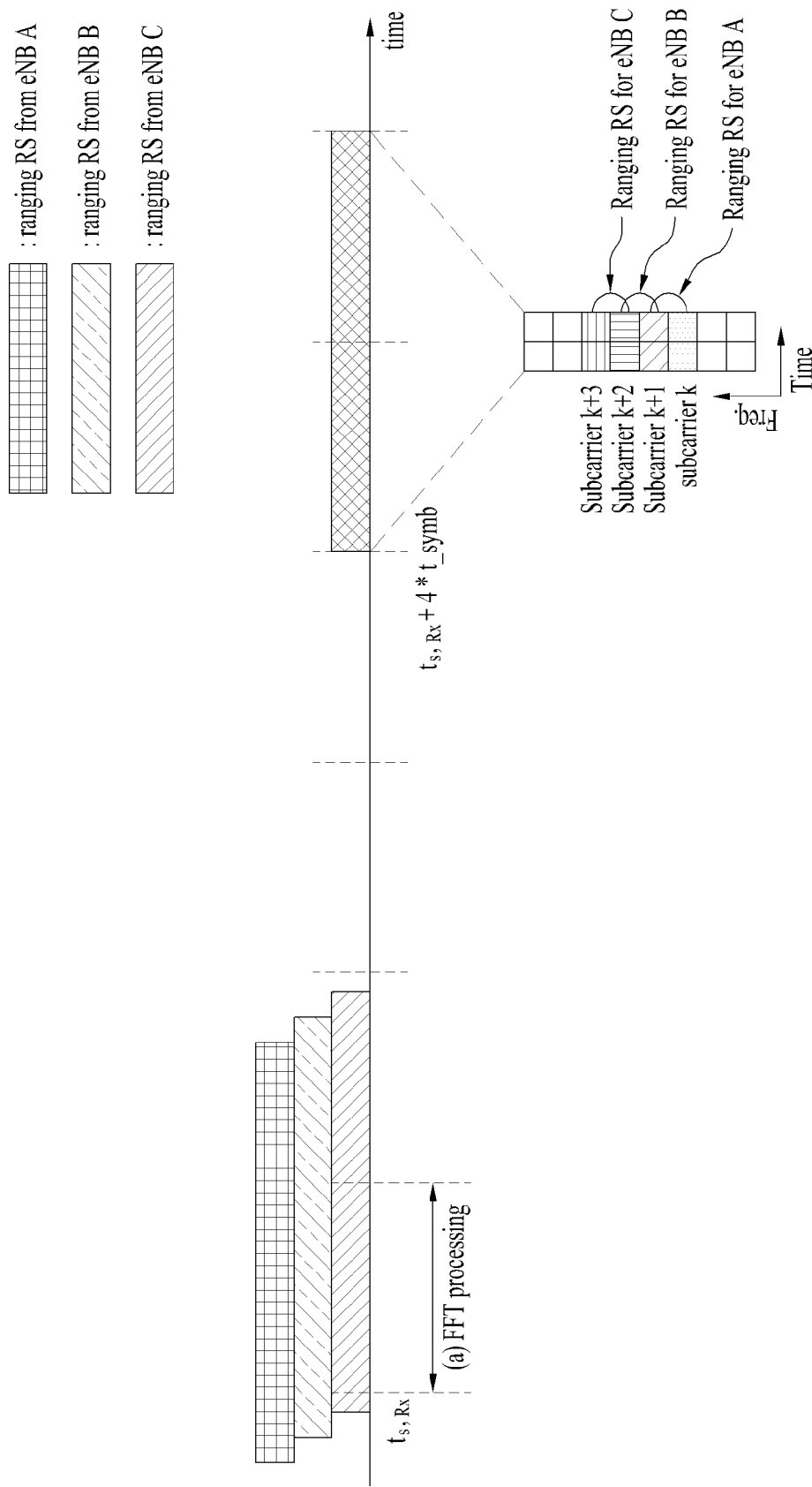
[도3]



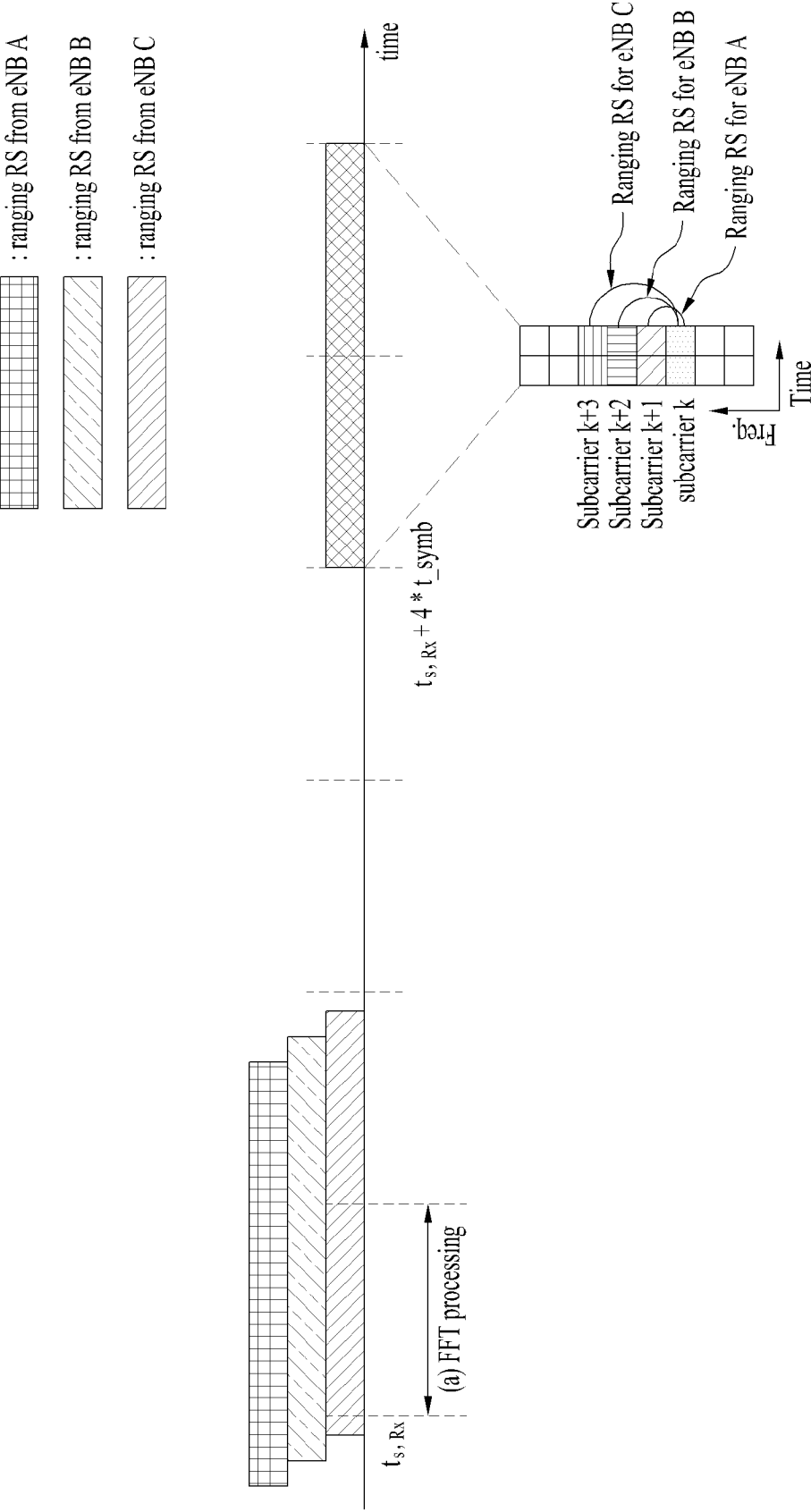
[도4]



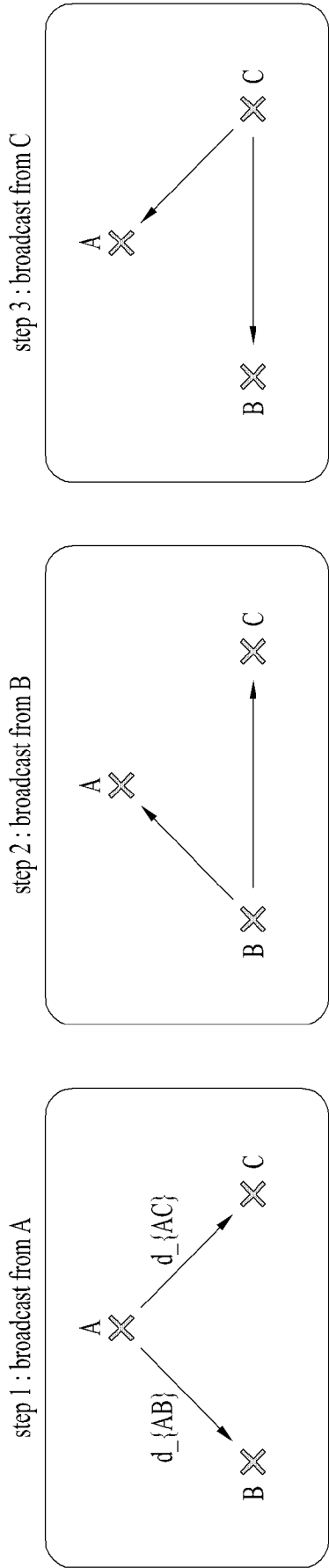
[도5]



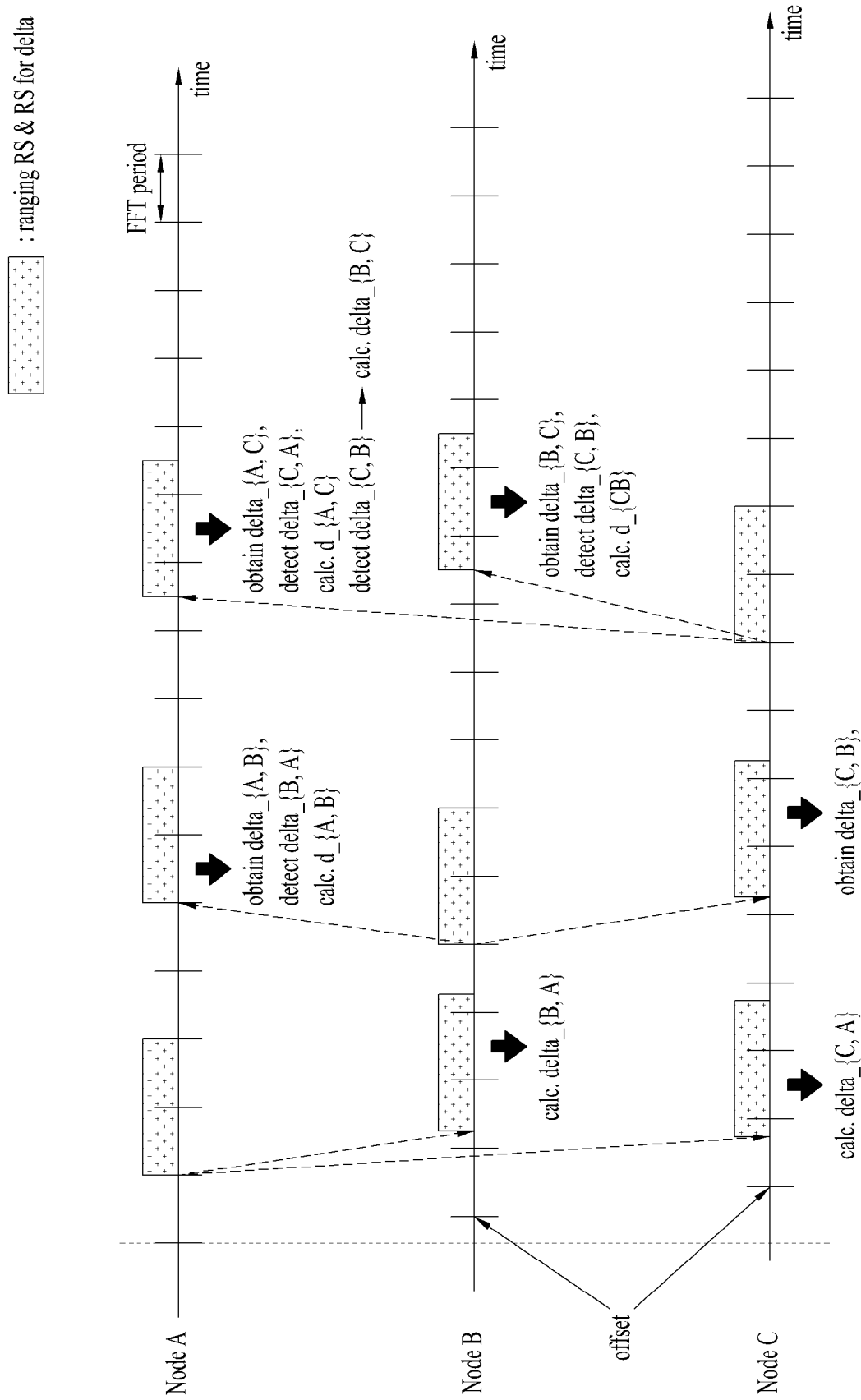
[도6]



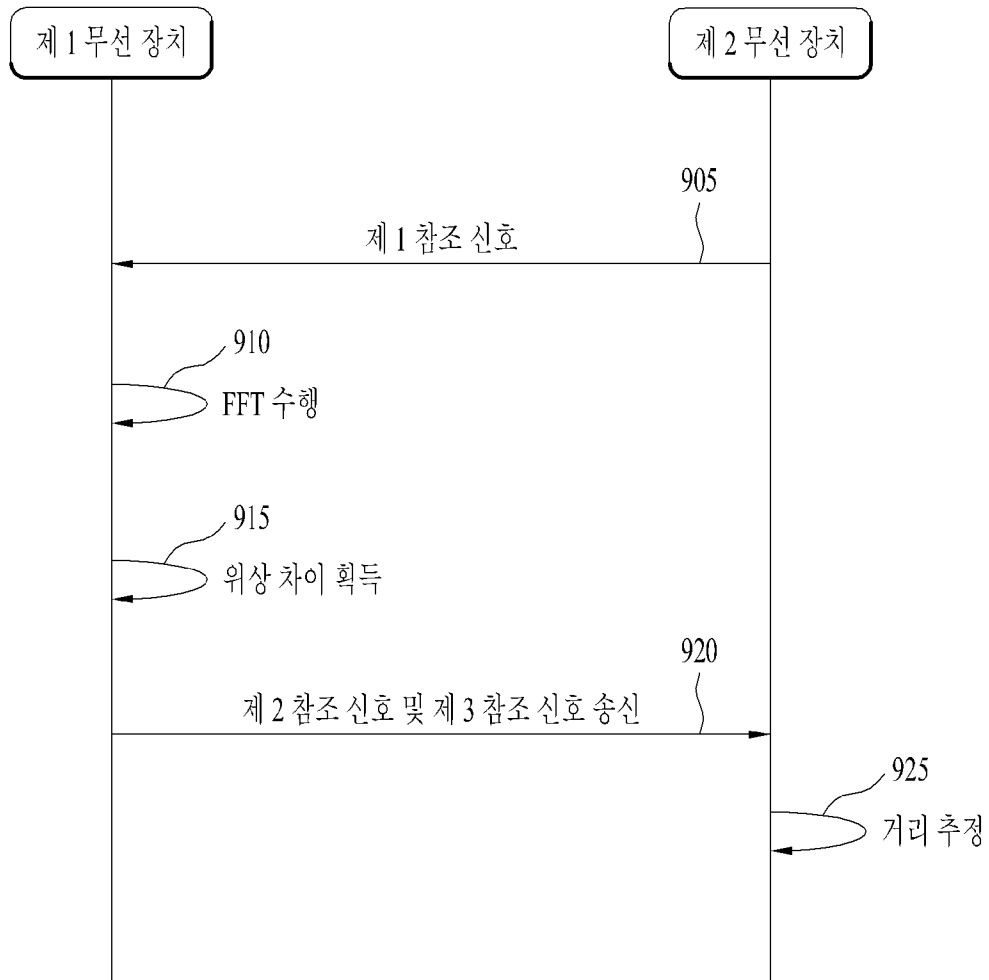
[도7]



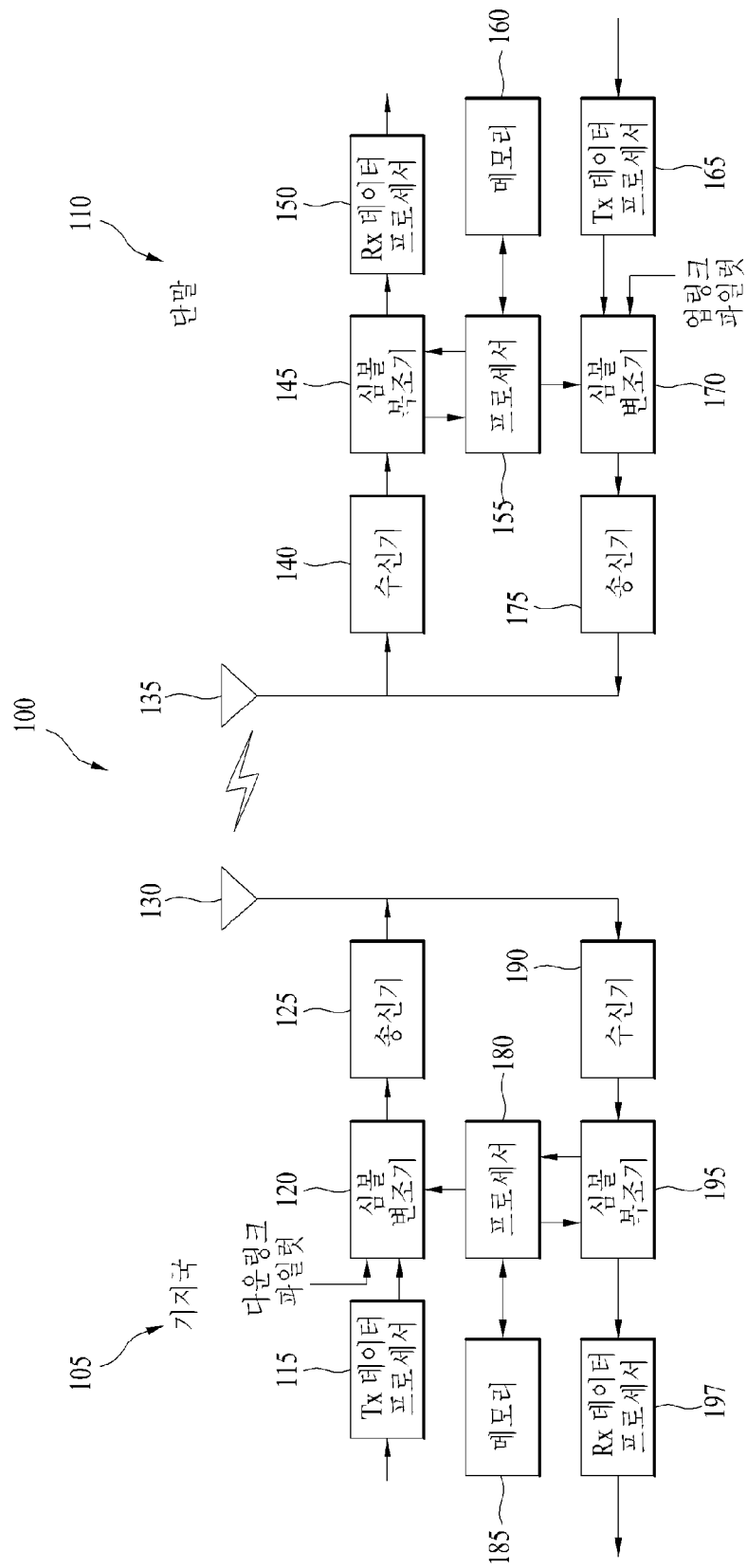
[도8]



[도9]



[도10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/007498

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 5/06(2006.01)i, H04W 64/00(2009.01)i, H04L 5/00(2006.01)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 5/06; G01B 11/00; G01B 11/16; G01B 17/02; G01B 9/02; G01J 9/00; G01S 13/36; G01S 13/82; H04W 56/00; H04W 64/00; H04L 5/00

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: sine wave, phase, reference signal, distance measurement, transmission, reception

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-004539 A (TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) 11 January 2018 See paragraphs [0009], [0023], [0059] and figure 3.	1-15
A	KR 10-2015-0027461 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 12 March 2015 See paragraphs [0032], [0070] and figure 6.	1-15
A	KR 10-1227427 B1 (FOUNDATION FOR RESEARCH AND BUSINESS, SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 January 2013 See paragraphs [0021]-[0022] and figure 1.	1-15
A	JP 2008-304192 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS INC.) 18 December 2008 See paragraphs [0017]-[0026] and figure 1.	1-15
A	JP 2009-156694 A (KANAZAWA INST OF TECHNOLOGY) 16 July 2009 See paragraphs [0037]-[0042] and figure 17.	1-15



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

19 APRIL 2019 (19.04.2019)

Date of mailing of the international search report

19 APRIL 2019 (19.04.2019)

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/KR2018/007498

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2018-004539 A	11/01/2018	None	
KR 10-2015-0027461 A	12/03/2015	US 2015-0063090 A1	05/03/2015
KR 10-1227427 B1	29/01/2013	None	
JP 2008-304192 A	18/12/2008	JP 4952387 B2	13/06/2012
JP 2009-156694 A	16/07/2009	JP 5314280 B2	16/10/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01S 5/06(2006.01)i, H04W 64/00(2009.01)i, H04L 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01S 5/06; G01B 11/00; G01B 11/16; G01B 17/02; G01B 9/02; G01J 9/00; G01S 13/36; G01S 13/82; H04W 56/00; H04W 64/00; H04L 5/00

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:정현파, 위상, 참조신호, 거리 측정, 송신, 수신

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2018-004539 A (TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) 2018.01.11 단락 [0009], [0023], [0059] 및 도면 3 참조.	1-15
A	KR 10-2015-0027461 A (한국전자통신연구원) 2015.03.12 단락 [0032], [0070] 및 도면 6 참조.	1-15
A	KR 10-1227427 B1 (서울과학기술대학교 산학협력단) 2013.01.29 단락 [0021]-[0022] 및 도면 1 참조.	1-15
A	JP 2008-304192 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS INC) 2008.12.18 단락 [0017]-[0026] 및 도면 1 참조.	1-15
A	JP 2009-156694 A (KANAZAWA INST OF TECHNOLOGY) 2009.07.16 단락 [0037]-[0042] 및 도면 17 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 04월 19일 (19.04.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 04월 19일 (19.04.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

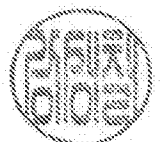
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강성철

전화번호 +82-42-481-8405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2018-004539 A	2018/01/11	없음	
KR 10-2015-0027461 A	2015/03/12	US 2015-0063090 A1	2015/03/05
KR 10-1227427 B1	2013/01/29	없음	
JP 2008-304192 A	2008/12/18	JP 4952387 B2	2012/06/13
JP 2009-156694 A	2009/07/16	JP 5314280 B2	2013/10/16