

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 5월 3일 (03.05.2018)



(10) 국제공개번호
WO 2018/079912 A1

- (51) 국제특허분류:
G01R 31/11 (2006.01) *G01R 23/165* (2006.01)
G01R 31/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/013482
- (22) 국제출원일: 2016년 11월 22일 (22.11.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0142899 2016년 10월 31일 (31.10.2016) KR
- (71) 출원인: 한국전력공사 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) [KR/KR]; 58217 전라남도 나주시 전력로 55, Jeollanam-do (KR).
- (72) 발명자: 손송호 (SOHN, Song-Ho); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 한상철 (HAN, Sang-Cheol); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 양형석 (YANG, Hyung-Suk); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 임성우 (YIM, Seong-Woo); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 신용준 (SHIN, Yong-June); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 이건석 (LEE, Geon-

Seok); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 방수식 (BANG, Su-Sik); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 이영호 (LEE, Yeong-Ho); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR). 권구영 (KWON, Gu-Young); 34056 대전시 유성구 문지로 105 한국전력연구원, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨엔에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13, 대림아크로텔 7층, Seoul (KR).

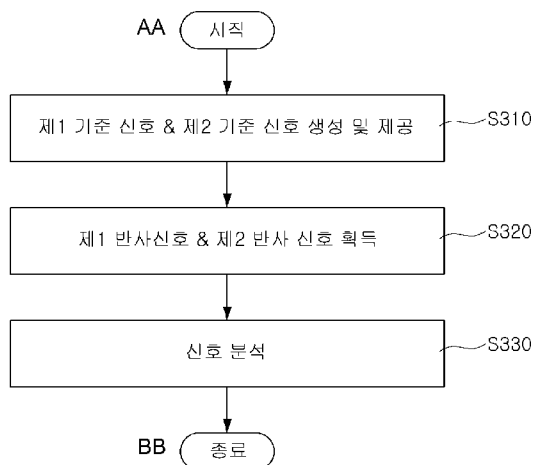
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, 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, 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 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,

(54) Title: REFLECTED-WAVE PROCESSING APPARATUS

(54) 발명의 명칭: 반사파 처리 장치

[도3]



S310 ... Generate and apply first and second reference signals
S320 ... Acquire first and second reflected signals
S330 ... Signal analysis
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: A reflected-wave processing apparatus according to one embodiment of the present invention may comprise: a reference signal generation unit for applying, to a cable, a first reference signal, the frequency of which increases over time, and a second reference signal, the frequency of which decreases over time; a reflected-signal acquisition unit for acquiring a first reflected signal and a second reflected signal which are reflected from the cable upon applying the first and second reference signals thereto; and a signal analysis unit for analyzing the first and second reflected signals.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치는 시간에 따라 주파수가 증가하는 제1 기준 신호 및 시간에 따라 주파수가 감소하는 제2 기준 신호를 케이블로 제공하는 기준 신호 생성부, 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호의 제공에 따라 상기 케이블로부터 반사되는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 획득하는 반사 신호 획득부, 및 상기 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 분석하는 신호 분석부를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

WO 2018/079912 A1



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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 반사파 처리 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 반사파 처리 장치에 관한 것이다.
[2]

배경기술

- [3] 반사파 계측법은 일정한 신호를 케이블에 인가한 후 반사되는 신호를 측정하여, 전력시스템을 구성하는 케이블을 진단 및 점검하는 방법이다. 케이블에서 전기적인 신호의 전파는 케이블 특성의 저항, 인덕턴스, 및 커패시턴스에 의해 결정이 되고, 국부적인 임피던스의 변화는 전기적인 신호를 인가했을 때, 그 변화 지점에서 반사파를 발생시킨다. 따라서 반사파 계측법에서는 반사파의 파형을 분석함으로써 케이블 이상 여부와 그 위치를 탐지한다.
- [4] 반사파 계측법은 신호의 유형에 따라 시간영역 반사파 계측법(TDR: Time Domain Reflectometry), 주파수영역 반사파 계측법(FDR: Frequency Domain Reflectometry), 시간-주파수영역 반사파 계측법(TFDR: Time-Frequency Domain Reflectometry)으로 분류될 수 있다. 시간영역 반사파 계측법은 시간 폭에서 분해능을 갖는 스텝신호 혹은 펄스신호를 인가하여 반사파를 시간 영역에서 분석한다. 주파수 영역 반사파 계측법은 주파수영역에서 분해능을 갖는 정현파를 케이블에 인가하여 반사파를 주파수 영역에서 분석한다. 시간-주파수영역 반사파 계측법은 시간과 주파수영역 각각에서 분석하는 방법들의 한계를 해결하여 보다 높은 정확도로 케이블의 결함 여부를 진단하는 방법이다.
- [5] 시간-주파수영역 반사파 처리 장치는 기준 신호를 입력하고, 피검사 대상으로부터 획득되는 반사파를 분석한다. 시간-주파수영역 반사파 계측법의 경우, 시간에 따라 선형적으로 주파수가 증가하는 처프(Chirp) 신호를 기준 신호로 사용하고, 기준 신호와 함께 임피던스 변화 지점에서 반사되어 돌아오는 반사 신호를 시간-주파수영역에서 위그너-빌 분포와 상호상관함수를 통해 분석한다.
- [6] 기존의 시간-주파수영역 반사파 처리법의 경우 시간에 따라 주파수가 증가하는 처프(Up-Chirp, Positive-Chirp) 신호만을 사용하였으며, 특정 주파수 대역을 지니는 단일 처프 신호만을 사용하여 거리 분해능이 한정적일 뿐만 아니라 케이블의 주파수 특성을 알지 못하는 경우 그 적용이 제한적이다. 이를 개선하기 위해 특허문헌 1은 서로 직교하는 각각 다른 주파수영역의 신호를 하나의 시간 폭 안에 중첩시키는 방법이 대안으로 제안하였다. 그러나 이와 같은 방법은 분해능의 향상은 가져올 수 있으나, 손실매질을 통과하면서 발생하는

고주파수 성분의 손실로 인해 생기는 오차는 여전히 문제로 남아 있다. 즉, 시간에 따라 주파수가 증가하는 처프신호만을 기준신호로 사용할 경우 본래 반사된 신호의 지연시간(td)보다 소정의 시간만큼 감소하게 되고, 케이블의 길이가 길어질수록 이로 인한 오차는 증가하기 때문에 개선할 필요가 있다.

- [7] 또한 일반적인 시간-주파수영역 반사파 처리법의 경우, 파형 습득 장치를 통해 취득한 신호의 데이터 처리 과정에서 지역화된 위그너-빌 분포를 사용한다. 다만, 위그너-빌 분포에서 기준 신호와 반사된 신호의 위치의 산술 평균에 해당하는 지점 및 주파수간 산술 평균에 해당하는 위치에 혼신 성분(Cross-Term)이 생기게 된다. 이를 개선하기 위해 특허문헌 2는 이동창(Moving Window)을 활용하고, 단위 샘플만큼의 이동을 통하여 지역화된 위그너-빌 분포를 계산하는 대안을 제시하였다. 다만, 특허문헌 2는 시간 영역에서만 지역화된 이동창을 이용하여 계산하였으며, 같은 시간대에 발생하는 혼신 성분 또는 기준신호의 대역폭이 아닌 주파수 성분이 시간-주파수영역 반사파 처리법의 성능을 저하시키는 문제가 있다(국내 특허등록번호 10-1579896, 국내 특허출원번호 10-2015-0155058).

[8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명의 과제는 반사 신호의 지연 시간을 정밀하게 검출하고, 혼신 성분에 의한 영향을 제거할 수 있는 반사파 처리 장치를 제공하는 것이다.

[10]

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치는 시간에 따라 주파수가 증가하는 제1 기준 신호 및 시간에 따라 주파수가 감소하는 제2 기준 신호를 케이블로 제공하는 기준 신호 생성부, 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호의 제공에 따라 상기 케이블로부터 반사되는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 획득하는 반사 신호 획득부, 및 상기 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 분석하는 신호 분석부를 포함할 수 있다.

[12]

발명의 효과

- [13] 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치는 반사 신호의 지연 시간을 정밀하게 검출하고, 혼신 성분에 의한 영향을 제거하여 케이블의 결함을 정밀하게 판정할 수 있다.

[14]

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치의 블록도를 나타낸다.
[16] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치와 케이블의 연결 모습을

나타낸 도이다.

- [17] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 방법의 흐름도이다.
- [18] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 신호 및 반사 신호의 그래프이다.
- [19] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 위그너-빌 분포 산출 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [20] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 위그너-빌 분포 산출 그래프이다.
- [21]

발명의 실시를 위한 형태

- [22] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조할 수 있다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 할 수 있다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 할 수 있다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭할 수 있다.
- [23] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 할 수 있다.
- [24]
- [25] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치의 블록도를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 반사파 처리 장치(10)는, 기준 신호 생성부(100), 및 반사 신호 획득부(200) 및 신호 분석부(300)를 포함할 수 있다. 반사파 처리 장치는 적어도 하나의 프로세싱 유닛 및 메모리를 포함할 수 있다. 여기서, 프로세싱 유닛은 예를 들어 중앙처리장치(CPU), 그래픽처리장치(GPU), 마이크로프로세서, 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC), Field Programmable Gate Arrays(FPGA) 등을 포함할 수 있으며, 복수의 코어를 가질 수 있다. 메모리는 휘발성 메모리(예를 들어, RAM 등), 비휘발성 메모리(예를 들어, ROM, 플래시 메모리 등) 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [26]
- [27] 기준 신호 생성부(100)는 케이블(20)로 제공되는 기준 신호를 생성할 수 있다.

기준 신호 생성부는 임의 파형 발생기(Arbitrary Waveform Generator)를 포함할 수 있다. 기준 신호는 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호를 포함할 수 있다.

[28] 반사 신호 획득부(200)는 케이블(20)로부터 반사되는 반사 신호를 획득할 수 있다. 반사 신호 획득부(200)는 디지털 저장 오실로스코프(Digital Storage Oscilloscope)를 포함할 수 있다. 반사 신호는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 포함할 수 있다.

[29] 신호 분석부(300)는 기준 신호 생성부(100)의 기준 신호의 생성을 제어하고, 반사 신호 획득부(200)로부터 제공되는 반사 신호를 분석하여, 케이블(20)의 결함 위치를 판별할 수 있다.

[30]

[31] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치와 케이블의 연결 모습을 나타낸 도이다. 도 2를 참조하면, 반사파 처리 장치(10)는 커넥터(30)를 통해 케이블(20)과 연결될 수 있다.

[32] 도 2를 참조하면, 케이블(20)은 포머(21), 통전층(22), 절연층(23) 및 차폐층(24)을 포함할 수 있다. 포머(21), 통전층(22), 절연층(23) 및 차폐층(24)은 케이블(20) 내에서 차례로 배치될 수 있다. 포머(21)는 사고 발생시, 사고 전류를 바이패스(bypass) 하고, 통전층(22)은 초전도체로 형성되어 운전 전류를 통전하고, 절연층(23)은 PPLP(Polypropylene laminated paper)로 형성되어, 운전 전압 유지를 위해 통전층(22)과 차폐층(24)을 절연한다. 또한, 차폐층(24)은 초전도체로 형성되어, 쉴드 전류를 유도하고, 자기장 방출을 차폐할 수 있다.

[33]

[34] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 장치(10)는 케이블(20)의 통전층(22) 및 차폐층(24)과 연결될 수 있다. 통전층(22) 및 차폐층(24) 각각은 복수의 선재들로 구성되는 선재 다발을 포함할 수 있고, 반사파 처리 장치(10)는 선재 다발과 연결될 수 있다. 구체적으로, 반사파 처리 장치(10)의 기준 신호 생성부(100)는 커넥터(30)의 양극을 통해 통전층(22)의 초전도체와 연결되어 기준 신호를 제공할 수 있고, 반사 신호 획득부(200)는 커넥터(30)의 음극을 통해 차폐층(24)의 초전도체와 연결되어 반사 신호를 획득할 수 있다.

[35]

[36] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 방법의 흐름도이다.

[37] 본 발명의 일 실시예에 따른 반사파 처리 방법은 기준 신호 생성부(100)에서 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호를 생성하고, 생성된 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호를 케이블로 제공하는 것으로 시작한다(S310). 제1 기준 신호는 시간에 따라 주파수가 증가하는 처프(Positive-chirp, Up-chirp) 신호일 수 있고, 제2 기준 신호는 시간에 따라 주파수가 감소하는 처프(Negative-Chirp, Down-Chirp) 신호일 수 있다.

[38] 기준 신호 생성부(100)에서 케이블로 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호가

제공되면, 반사 신호 획득부(200)는 케이블(20)로부터 반사되는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 획득할 수 있다(S320). 제1 반사 신호는 제1 기준 신호가 케이블에 제공된 경우에 반사되는 신호에 해당하고, 제2 반사 신호는 제2 기준 신호가 케이블에 제공된 경우에 반사되는 신호에 해당한다. 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호가 혼신되는 것을 방지하기 위하여, 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호는 서로 다른 타이밍에 제공될 수 있다. 구체적으로, 제1 기준 신호가 제공되고, 제1 반사 신호가 획득된 후에, 제2 기준 신호가 제공되고, 제2 반사 신호가 획득될 수 있다. 신호 분석부(300)는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 분석할 수 있다(S330).

[39]

[40] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 신호 및 반사 신호의 그래프이다.

[41] 도 4는 제1 기준 신호($W_s(t, w)$), 이상적인 제1 반사 신호($W_s(t - t_d, w)$), 및 실제 제1 반사 신호($W_r(t, w)$)를 나타내고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 기준 신호($W_s(t, w)$), 이상적인 제2 반사 신호($W_s(t - t_d, w)$) 및 실제 제2 반사 신호($W_r(t, w)$)를 나타낸다.

[42]

[43] 케이블과 같은 매질을 통과하는 제1, 2 기준신호의 고주파수 성분은 저주파수 성분에 비하여 시간이 경과함에 따라 손실된다. 케이블과 같은 매질(Medium)의 감쇠(Attenuation) 특성 및 분산(Dispersion) 정도가 선형적이라고 가정하면, 시간 t 에서 케이블 내 위치 x 에 도달한 신호는 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

[44] [수학식 1]

[45]
$$u(x, t) = 1/\sqrt{2} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega, x) e^{-j\omega t} d\omega$$

where

$$\begin{aligned} S(\omega, x) &= S(\omega, x=0) \cdot H(\omega, x; T) \\ &= S(\omega, x=0) e^{-(A\omega - jK\omega)x} \end{aligned}$$

[46]

[47] 여기서 $S(\omega, x)$ 는 주파수 영역에서의 신호를 나타내고, $H(\omega, x; T)$ 는 케이블의 길이와 온도에 따른 케이블의 주파수 감쇠 특성과 분산 정도를 나타낸다. $S(\omega, x=0)$ 은 케이블의 시작 부분에서의 신호를 나타내는 것으로, 감쇠가 없는 초기 신호를 의미한다. 케이블과 같은 매질의 감쇠 특성 및 분산 정도가 선형적이라고 가정하면, $H(\omega, x; T)$ 는 감쇠 정수(Attenuation Constant)를 의미하는 A , 파수(Wave Number)를 의미하는 K 로 표현될 수 있다.[48] 상기 수학식 2에 따라 케이블의 위치 x 에서 중심 주파수는 하기의 수학식 2에 따라 표현될 수 있다.

[49] [수학식 2]

$$[50] \quad \omega_{u(x)} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega |S(\omega, x)|^2 d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} \omega |S(\omega, 0)|^2 \cdot |H(\omega, x)|^2 d\omega = \omega_0 - \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha} Ax$$

[51]

[52] 여기서 ω_0 는 케이블의 시작 부분에서의 신호의 중심주파수를 나타내고, α 는 제1, 2 기준 신호의 시간 폭을 결정하는 상수를 나타내고, β 는 제1, 2 기준 신호인 처프(Chirp) 신호의 기울기(Chirp Rate)를 결정하는 상수를 나타낸다. 수학식 2를 참조하면, 케이블 내 위치 x 에서 관찰된 신호의 중심 주파수 ω_0 는 이상적인 신호에 비하여 $\delta\omega = ((\alpha^2 + \beta^2) \cdot Ax) / \alpha$ 만큼 감소함을 알 수 있다. 고주파수 성분의 감쇠로 인해 발생한 도 4 및 도 5의 $\delta\omega$ 및 δt 는 하기의 수학식 3에 따라 표현될 수 있다.

[53] [수학식 3]

$$[54] \quad \delta\omega = \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha} Ax$$

$$\delta t = \frac{\delta\omega}{\beta}$$

[55]

[56] 수학식 3을 참조하면, 손실된 고주파수 성분으로 인하여, 실제 제1 반사 신호의 경우, 이상적인 제1 반사 신호의 지연시간 t_d 보다 지연 시간이 δt 만큼 더 감소하고, 실제 제2 반사 신호의 경우, 이상적인 제2 반사 신호의 지연시간 t_d 보다 지연 시간이 δt 만큼 더 증가함을 알 수 있다.

[57] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신호 분석부(300)는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 산술 평균하여, 서로 다른 부호를 가지는 지연 시간 δt 을 상쇄할 수 있다. 따라서, 본 발명의 신호 분석부(300)는 시간 지연 값과 중심 주파수 값을 보정하여, 오차가 제거된 시간 지연 값과 중심 주파수 값을 산출할 수 있다. 신호 분석부(300)는 반사 신호의 오차가 제거된 시간 지연 값 및 중심 주파수 값을 이용하여 케이블의 결함 여부 및 결함 위치를 정밀하게 판별할 수 있다.

[58]

[59] 본 발명의 일 실시예에 따른 신호 분석부(300)는 기준 신호에 대한 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하고, 기준 신호와 반사 신호의 상호 상관함수를 연산할 수 있다.

[60] 위그너-빌 분포와 상호 상관함수의 연산은 상술한 제1, 2 기준 신호 및 제1, 2 반사 신호에 대해 적용될 수 있다. 구체적으로, 신호 분석부(300)는 제1 기준 신호에 대하여 제1 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하고, 제1 기준 신호와 제1 반사 신호의 상호 상관함수를 연산하고, 신호 분석부(300)는 제2 기준 신호에 대하여 제2 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하고, 제2 기준 신호와 제2 반사

신호의 상호 상관함수를 연산할 수 있다.

[61] 이하, 설명의 편의상, 제1 기준 신호 및 제2 기준 신호를 기준 신호로, 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 반사 신호로 지칭하여 설명하도록 한다.

[62]

[63] 위그너-빌 분포의 기준 신호 및 반사 신호의 산술 평균 지점에서, 위그너-빌 분포의 비선형성으로 인해 혼신 성분이 발생한다. 혼신 성분은 시간-주파수 반사파 처리법에서 고장점으로 인식되거나, 상호 상관함수 연산 과정에서 기준 신호와의 유사성을 감소시켜 성능의 저하를 가져올 수 있다.

[64]

[65] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 위그너-빌 분포 산출 방법을 나타낸 흐름도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 위그너-빌 분포 산출 그래프이다.

[66] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 위그너-빌 분포 산출 방법은 기준 신호의 시간 폭에 대응하는 지역화된 이동창을 이용하여, 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하는 것으로 시작한다(S610). 도 7(a)는 시간 폭에서의 기준 신호 및 반사 신호를 나타낸다. 도 7(a)의 시간 폭에 대응하는 지역화된 이동창(window_1-window_n)을 이용하면, 도 7(b)에 도시된 위그너-빌 분포가 산출될 수 있다. 구체적으로, 시간 폭에 대응하는 지역화된 이동창의 영역에서 위그너-빌 분포가 산출될 수 있다. 다만, 단계 S610에서 산출되는 위그너-빌 분포는 기준 신호와 반사 신호 사이에서 발생하는 혼신 성분을 제거할 수 있으나, 상호 상관함수의 크기에 영향을 미치는 동일한 시간대에서 발생하는 혼신 성분 또는 기준 신호와 다른 주파수에서 노이즈 성분이 잔존하는 문제점이 있다.

[67] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 지역화된 이동창을 이용하여, 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출한 후, 기준 신호의 대역폭에 따라 산출된 위그너-빌 분포를 제한하여(S620), 상술한 문제를 해결할 수 있다. 도 7(b)의 지역화된 이동창(window_1-window_n)에서 산출되는 위그너-빌 분포를 기준 신호의 대역폭에 따라 제한하는 경우, 도 7(c)와 같은 위그너-빌 분포가 산출될 수 있다.

[68]

[69] 이하, 하기의 수학식 4를 통해 본 발명의 기준 신호의 대역폭 결정 방법에 대하여 설명하도록 한다. 하기의 수학식 4은 시간 영역에서의 기준 신호를 나타낸다.

[70] [수학식 4]

$$[71] \quad s(t) = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha(t-t_0)^2/2 + j\beta(t-t_0)^2/2 + j\omega(t-t_0)}$$

[72]

[73] 여기서, t_0 는 기준 신호의 시간 폭의 중앙값을 나타내고, α 는 기준 신호의 시간

폭을 결정하는 상수이고, β 는 기준 신호인 처프 신호의 기울기를 결정하는 상수를 나타낸다. 수학적 4를 참조하면, 기준 신호는 가우시안(Gaussian) 포락선 내에서 시간에 따라 주파수가 선형적으로 변하는 형태를 나타내고 있다. 여기서, 시간 폭에서의 기준 신호를 푸리에 변환을 통하여 주파수 영역으로 변환하고 주어진 주파수 영역에서의 기준 신호를 가우시안 맞춤(Gaussian Fitting)을 통하여, 주파수 영역에서의 신호의 가우시안 포락선이 지니고 있는 평균과 표준편차 값을 계산한다. 통상, 주파수 영역에서의 신호는 에너지의 99% 이상이 3σ (σ : 표준편차) 내에 존재하므로, 3σ 가 기준 신호의 대역폭으로 결정될 수 있다.

- [74] 이후, 결정된 기준 신호의 대역폭을 제외한 주파수 영역의 신호는 이상 필터(Ideal Filter)에 의해 제거될 수 있고, 대역폭 내에 있는 시간-주파수 영역의 신호를 대상으로 기준 신호와 반사 신호의 상호상관 함수가 분석될 수 있다.
- [75]
- [76] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 설명하였으나, 다양한 형태로 변형이 가능하며, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허청구범위를 벗어남이 없이 다양한 변형예 및 수정예를 실시할 수 있을 것으로 이해된다.
- [77] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.
- [78] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

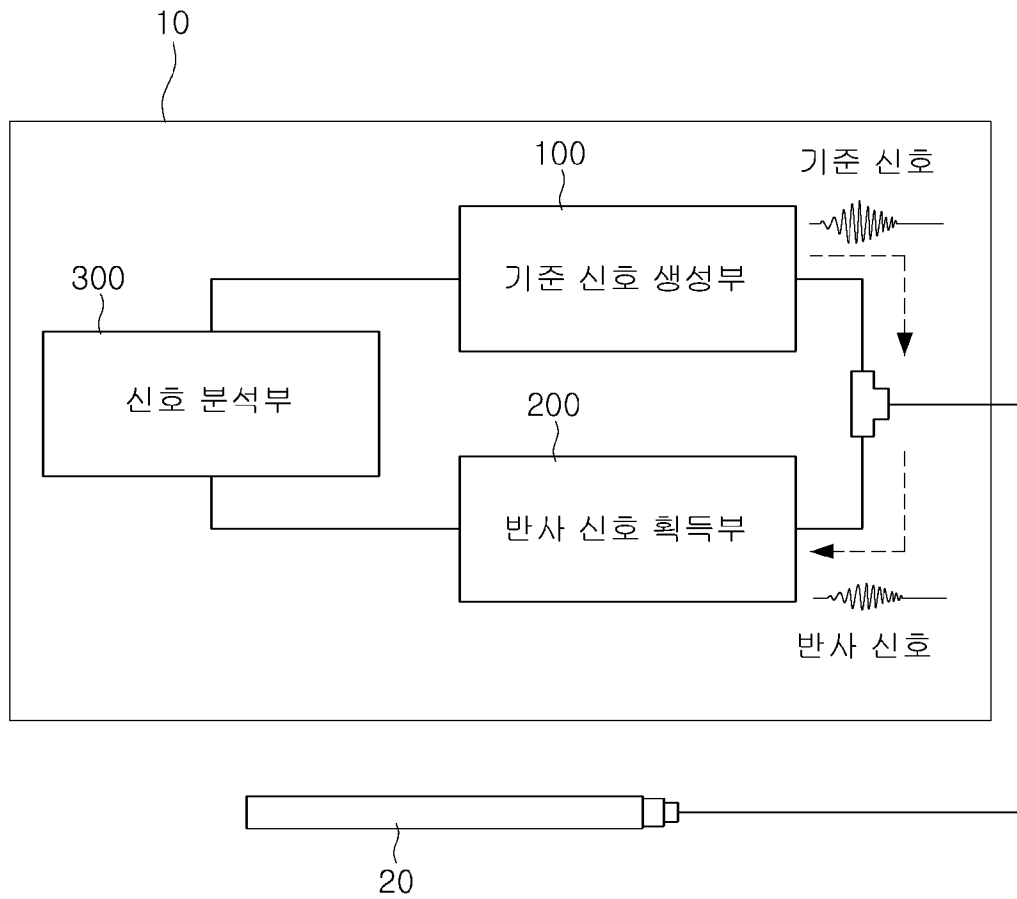
청구범위

- [청구항 1] 시간에 따라 주파수가 증가하는 제1 기준 신호 및 시간에 따라 주파수가 감소하는 제2 기준 신호를 케이블로 제공하는 기준 신호 생성부;
제1 기준 신호 및 제2 기준 신호의 제공에 따라 상기 케이블로부터 반사되는 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 획득하는 반사 신호 획득부; 및
상기 제1 반사 신호 및 제2 반사 신호를 분석하는 신호 분석부; 를 포함하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 기준 신호 생성부는,
상기 제1 기준 신호 및 상기 제2 기준 신호를 상기 케이블에 서로 다른 타이밍에 제공하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 제1 반사 신호 및 상기 제2 반사 신호를 산술 평균하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 제1 반사 신호 및 상기 제2 반사 신호를 산술 평균하여, 상기 제1 반사 신호 및 상기 제2 반사 신호의 지연 시간 및 중심 주파수를 보정하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 기준 신호 생성부는 상기 케이블의 통전층과 연결되고, 상기 반사 신호 획득부는 상기 케이블의 차폐층과 연결되는 반사파 처리 장치.
- [청구항 6] 시간에 따라 주파수가 변경되는 기준 신호를 케이블로 제공하는 기준 신호 생성부;
상기 기준 신호의 제공에 따라 상기 케이블로부터 반사되는 반사 신호를 획득하는 반사 신호 획득부; 및
상기 기준 신호의 시간 폭에 대응하는 지역화된 이동창을 이용하여 상기 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하고, 상기 산출된 위그너-빌 분포를 상기 기준 신호의 대역폭에 따라 제한하는 신호 분석부; 를 포함하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 지역화된 이동창에서 상기 반사 신호의 위그너-빌 분포를 산출하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 8] 제6항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 기준 신호의 대역폭 이외의 주파수 영역의 신호를 제거하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 9] 제6항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 시간 폭의 기준 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 상기 주파수

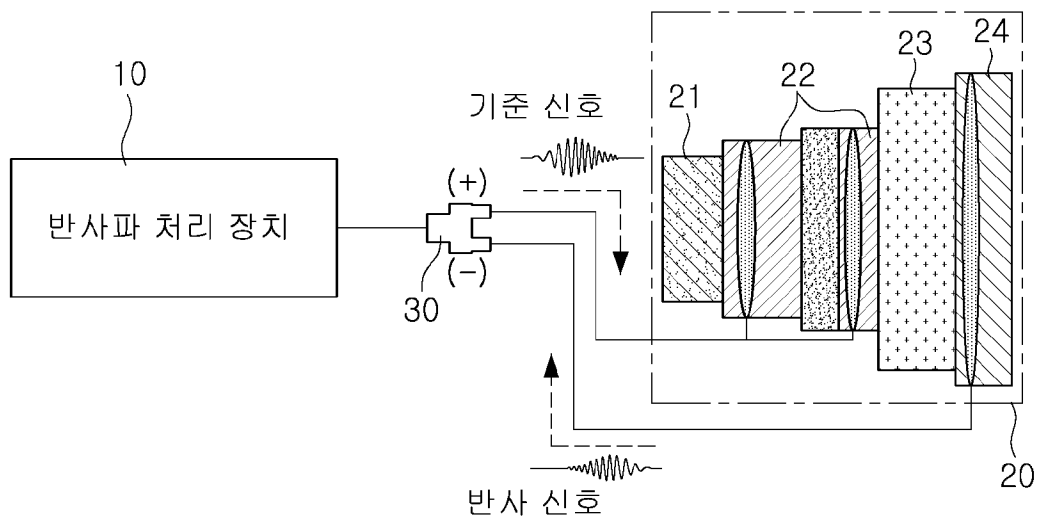
영역에서의 기준 신호에 가우시안 맞춤(Gaussian Fitting)을 적용하는 반사파 처리 장치.

- [청구항 10] 제9항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 가우시안 맞춤에 따라 가우시안 포락선의 표준편차에 따라 상기 대역폭을 결정하는 반사파 처리 장치.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 신호 분석부는,
상기 표준편차의 3배를 상기 대역폭으로 결정하는 반사파 처리 장치.

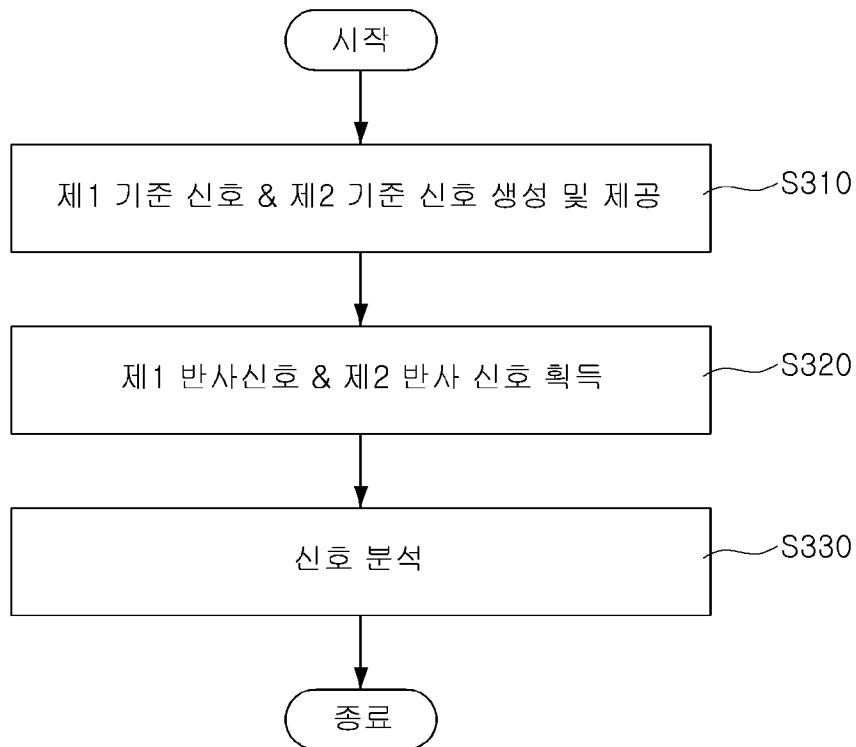
[도1]



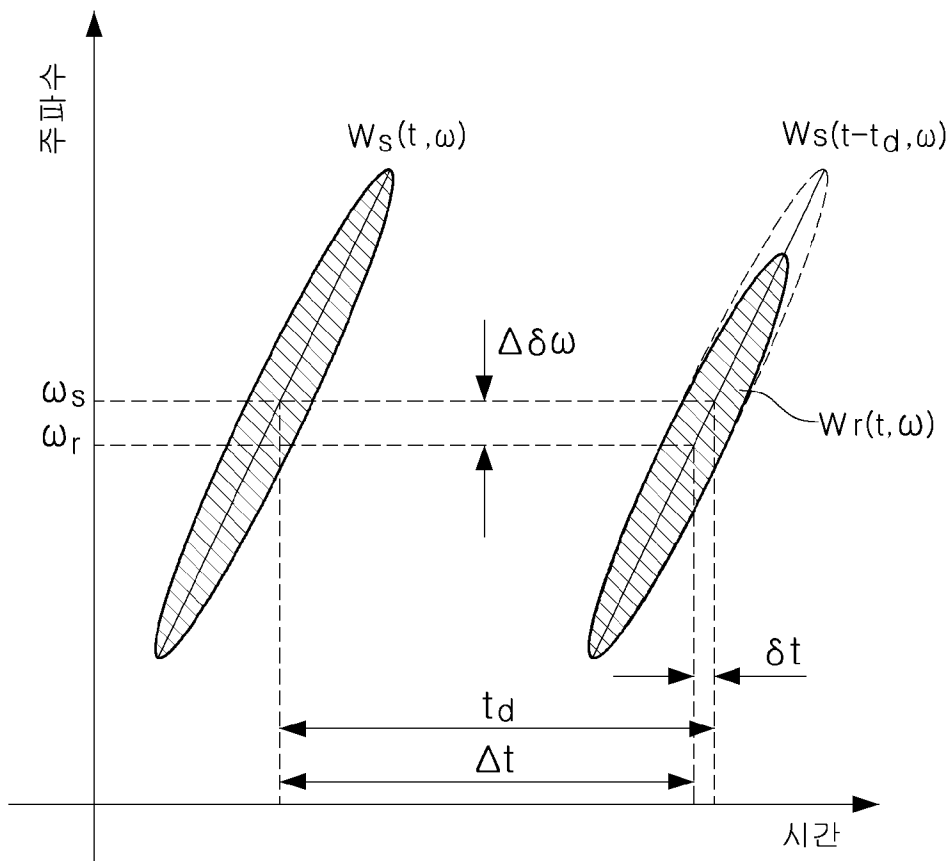
[도2]



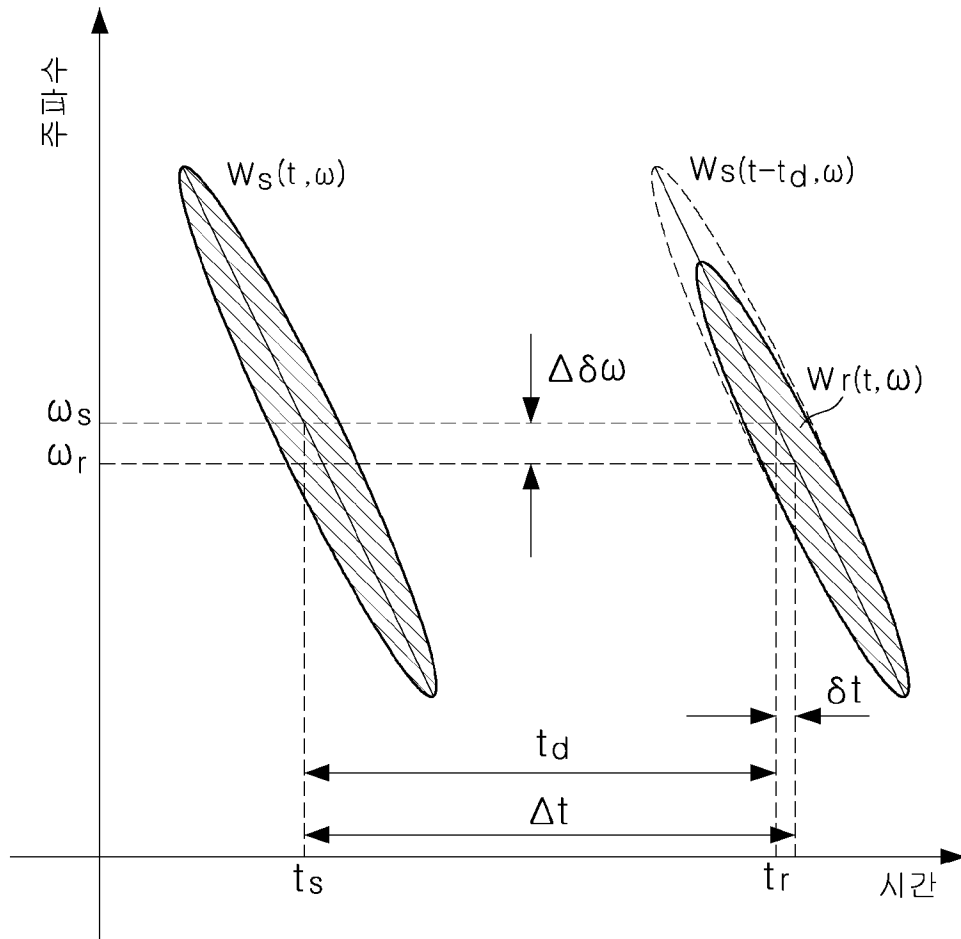
[도3]



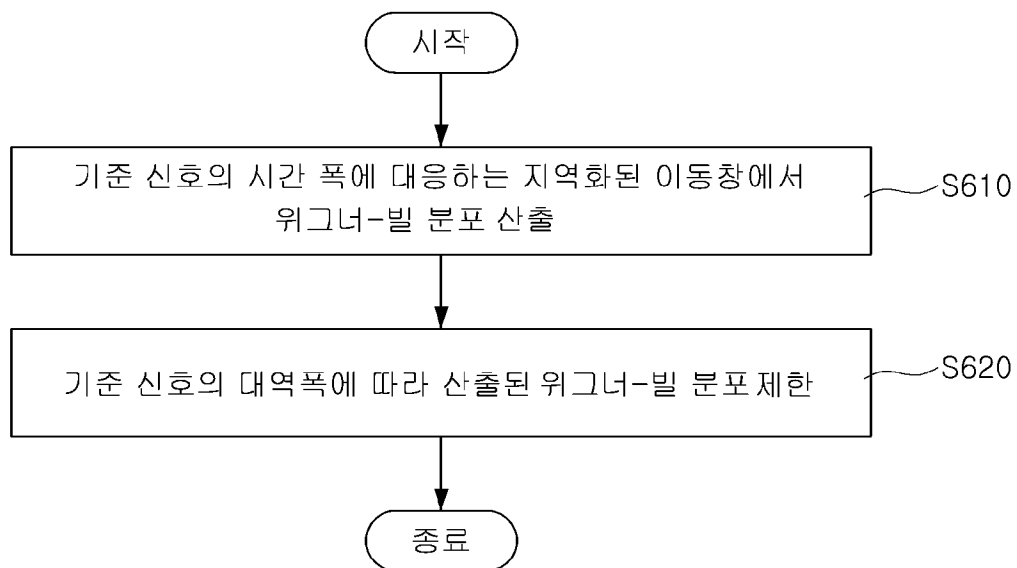
[도4]



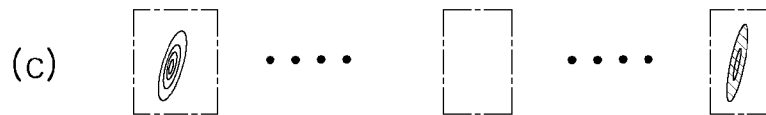
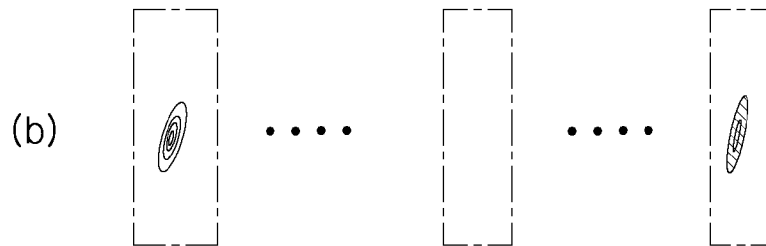
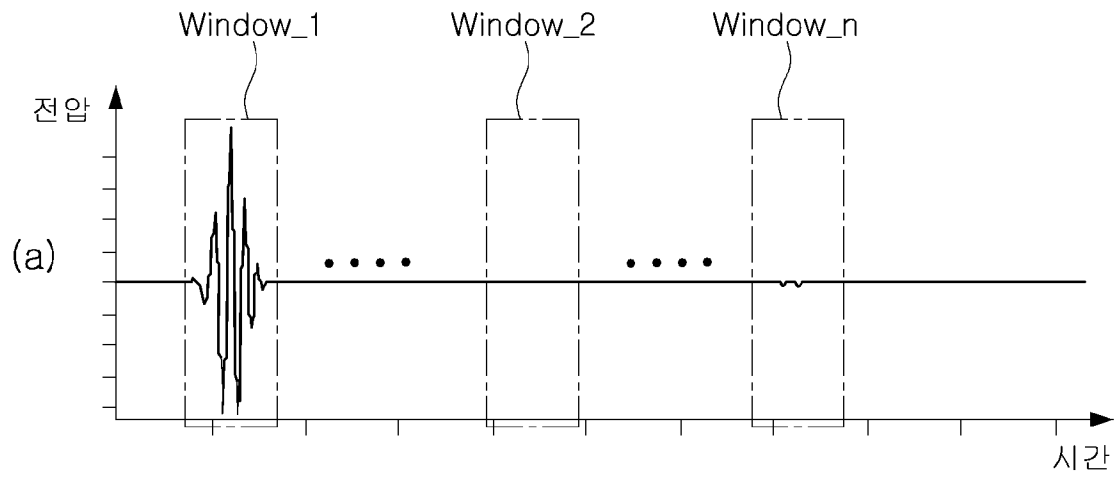
[도5]



[도6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/013482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/11(2006.01)i, G01R 31/08(2006.01)i, G01R 23/165(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)

G01R 31/11; G01R 17/00; G01R 23/02; G01R 29/08; G01R 25/00; G01R 31/02; G01R 31/08; G01R 27/28; G01R 23/165

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: cable, reflected wave, signal, analysis, time, frequency, wigner-ville

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015-0338450 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 26 November 2015 See claim 1 and figure 3.	1,2,5
Y		3,4,6-11
Y	KR 10-1579896 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 24 December 2015 See paragraph [13] and claims 1, 6.	3,4,6-11
Y	KR 10-2012-0113076 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 12 October 2012 See paragraph [25].	9-11
A	KR 10-2014-0065333 A (AVAGO TECHNOLOGIES GENERAL IP (SINGAPORE) PTE. LTD.) 29 May 2014 See claims 1-20 and figures 1-3.	1-11
A	JP 2003-315395 A (SONY ERICSSON MOBILECOMMUNICATIONS JAPAN INC.) 06 November 2003 See claims 1-13 and figure 1.	1-11



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

22 JUNE 2017 (22.06.2017)

Date of mailing of the international search report

22 JUNE 2017 (22.06.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

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

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/013482

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2015-0338450 A1	26/11/2015	EP 2941653 A1 FR 3000805 A1 WO 2014-106611 A1	11/11/2015 11/07/2014 10/07/2014
KR 10-1579896 B1	24/12/2015	NONE	
KR 10-2012-0113076 A	12/10/2012	KR 10-1213195 B1	18/12/2012
KR 10-2014-0065333 A	29/05/2014	US 2014-0139233 A1 US 9151795 B2	22/05/2014 06/10/2015
JP 2003-315395 A	06/11/2003	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/11(2006.01)i, G01R 31/08(2006.01)i, G01R 23/165(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/11; G01R 17/00; G01R 23/02; G01R 29/08; G01R 25/00; G01R 31/02; G01R 31/08; G01R 27/28; G01R 23/165

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: 케이블, 반사파, 신호, 분석, 시간, 주파수, 위그너-빌

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2015-0338450 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 2015.11.26 청구항 1 및 도면 3 참조.	1,2,5
Y		3,4,6-11
Y	KR 10-1579896 B1 (연세대학교 산학협력단) 2015.12.24 문단번호 [13] 및 청구항 1,6 참조.	3,4,6-11
Y	KR 10-2012-0113076 A (연세대학교 산학협력단) 2012.10.12 문단번호 [25] 참조.	9-11
A	KR 10-2014-0065333 A (아바고 테크놀로지스 제너럴 아이피 (싱가포르) 퍼티이 리미티드) 2014.05.29 청구항 1-20 및 도면 1-3 참조.	1-11
A	JP 2003-315395 A (SONY ERICSSON MOBILECOMMUNICATIONS JAPAN INC.) 2003.11.06 청구항 1-13 및 도면 1 참조.	1-11

☐ 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

2017년 06월 22일 (22.06.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 06월 22일 (22.06.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2015-0338450 A1	2015/11/26	EP 2941653 A1 FR 3000805 A1 WO 2014-106611 A1	2015/11/11 2014/07/11 2014/07/10
KR 10-1579896 B1	2015/12/24	없음	
KR 10-2012-0113076 A	2012/10/12	KR 10-1213195 B1	2012/12/18
KR 10-2014-0065333 A	2014/05/29	US 2014-0139233 A1 US 9151795 B2	2014/05/22 2015/10/06
JP 2003-315395 A	2003/11/06	없음	