



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월13일
(11) 등록번호 10-2089187
(24) 등록일자 2020년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/12 (2006.01) G01R 29/08 (2006.01)
G01R 31/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/1272 (2013.01)
G01R 29/0892 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0159234
(22) 출원일자 2018년12월11일
심사청구일자 2018년12월11일
(56) 선행기술조사문헌
KR101531641 B1*
KR1020070045558 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
(72) 발명자
김도연
부산광역시 해운대구 좌동순환로299번길 11, 201동 1504호(좌동, 벽산2차아파트)
김성훈
부산광역시 북구 백양대로1016번길 10, 105동 1003호(구포동, 삼성그린코아)
정진교
경기도 성남시 분당구 매화로 92, 106동(야탑동, 매화마을주공1단지아파트)
(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 2 항

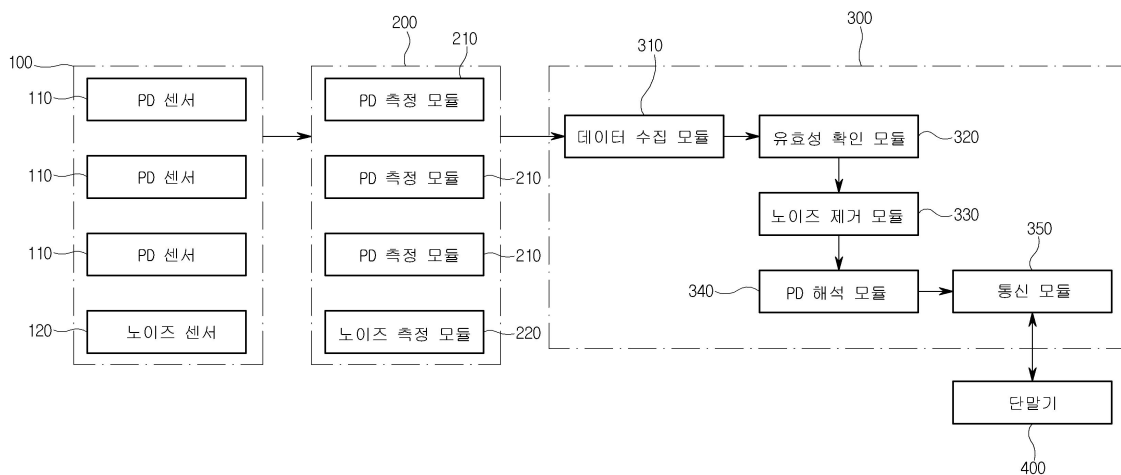
심사관 : 정중환

(54) 발명의 명칭 전력케이블 접속함 진단 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은, 전력케이블 접속함의 부분방전 발생 여부를 상시 진단하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 PD 센서를 포함하는 센서부; 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 측정부; 및 측정부에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 데이터 분석부; 를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류
G01R 31/08 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지 신호를 출력하는 PD 센서; 및 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 노이즈 센서;를 포함하는 센서부;

센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 측정부; 및

측정부에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 데이터 분석부; 를 포함하고,

상기 PD 센서는,

전력케이블 접속함의 측면에 배치되어 케이블 접속함에서 부분방전으로 생성된 초고주파의 전기적인 신호를 검출하는 UHF(Ultra High Frequency)센서; 및

전력케이블 접속함의 접지선에 취부하여 부분방전으로 생성되는 고주파 전류의 전기적인 신호를 검출하는 HFCT(High Frequency Current Transformer)센서를 포함하고,

상기 데이터 분석부는,

상기 PD 센서가 감지한 부분 방전 신호와 상기 노이즈 센서가 감지한 노이즈 신호를 기초로, 노이즈 게이팅 방법에 의하여, 상기 측정부에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 노이즈 제거 모듈;

상기 UHF센서 및 상기 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단하는 유효성 확인 모듈;

상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 데이터 수집 모듈; 및

동기화된 데이터를 복소 평면에 매핑하여 매핑된 데이터를 벡터합으로 연산하고, 연산된 값의 크기 R과 위상 P를, 각각 크기 기준값 K와 위상 기준값 θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 PD 해석 모듈을 포함하고,

상기 PD 해석 모듈은,

크기 기준값 K 또는 위상 기준값 θ 를 설정하는 경계값 설정기를 포함하고,

연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 작은 경우, 노이즈 신호로 판단하고,

연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 크거나 같은 경우에 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하되,

3상 전원이 acb 역상순인 경우에는,

위상 P가, $-\theta \leq P \leq \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가 위 범위 어느 하나에도 속하지 않는 경우에는 부분방전 신호를 노이즈로 판단하며,

3상 전원이 abc 정상순인 경우에는,

위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로

판단하고,

위상 P 가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b 상의 전력케이블 접속함으로 판단하는,

전력케이블 접속함 진단 시스템

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

센서부에 포함된 PD 센서가 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 감지단계;

센서부에 포함된 노이즈 센서가 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 노이즈감지 단계;

상기 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 검출단계; 및

검출단계에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 분석단계; 를 포함하고,

상기 PD 센서는,

전력케이블 접속함의 측면에 배치되어 케이블 접속함에서 부분방전으로 생성된 초고주파의 전기적인 신호를 검출하는 UHF(Ultra High Frequency)센서; 및

전력케이블 접속함의 접지선에 취부하여 부분방전으로 생성되는 고주파 전류의 전기적인 신호를 검출하는 HFCT(High Frequency Current Transformer)센서를 포함하고,

상기 분석단계는,

상기 PD 센서가 감지한 부분방전 신호와 상기 노이즈 센서가 감지한 노이즈 신호를 기초로, 노이즈 게이팅 방법에 의하여, 상기 검출단계에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 노이즈 제거 단계;

UHF센서 및 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단하는 유효성 확인 단계;

상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 데이터 수집 단계; 및

동기화된 데이터를 복소 평면에 매핑하여 매핑된 데이터를 벡터합으로 연산하고, 연산된 값의 크기 R과 위상 P를, 각각 크기 기준값 K와 위상 기준값 θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 PD 해석 단계;를 포함하고,

상기 PD 해석 단계는,

크기 기준값 K 또는 위상 기준값 θ 를 설정하고,

연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 작은 경우, 노이즈 신호로 판단하고,

연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 크거나 같은 경우에 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하되,

3상 전원이 acb 역상순인 경우에,

위상 P가, $-\theta \leq P \leq \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가 위 범위 어느 하나에도 속 하지 않는 경우에는 부분방전 신호를 노이즈로 판단하고,

3상 전원이 abc 정상순인 경우에는,

위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고,

위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하는 단계를 포함하는,

전력케이블 접속함 진단 방법

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 전력케이블 접속함의 부분방전 발생 여부를 상시 진단하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 PD 센서를 포함하는 센서부; 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 측정부; 및 측정부에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 데이터 분석부; 를 포함한다.

배경 기술

[0002] 전력케이블 접속함 이상 현상을 검출하기 위한 기술은 다양하게 제시되어 왔으며 그 중 부분방전 진단을 통해 PD 분석을 시행하여 측정하는 방법이 가장 효과적인 기술이다

[0003] 부분방전이라 함은 각종 산업체 및 전력계통 변전소에 설치되는 수전설비 및 고압 배전반, 고압 케이블, 변압기, GIS(Gas Insulated Switchgear, 가스절연 개폐장치), 개폐기, 수전설비 등 전력기기 시스템의 어느 한 부분에 생기는 방전을 총칭하는 것으로서, 전극의 첨단 부근에 생기는 코로나 방전, 절연물의 표면을 따라서 생기는 연면방전, 절연물 내의 공극에 생기는 보이드 방전 등을 들 수 있다.

[0004] 전력기기의 이상 유무 감지 및 절연체의 열화 정도를 감시하고 수리시기를 예측하는 것은 매우 중요하며, 부분방전의 측정 및 감시로 이러한 예측과 관리가 가능하다. 이러한 목적으로 고압 케이블, 변압기, GIS(Gas Insulated Switchgear, 가스절연 개폐장치), 개폐기, 수전설비, 고압반, 저압반, 모터제어반, 배전반 등 전력기기 시스템 내부 전력설비 등의 다양한 전력설비에서 부분방전 측정 장치들이 사용되고 있다.

[0005] 전력케이블 접속함 내부이상시 부분방전이 일어나며 다양한 주파수 대역의 부분방전 신호가 발생하게 된다. 하지만 UHF, HFCT 센서로 계측되는 신호에는 부분방전 신호뿐만 아니라 다양한 노이즈가 포함되어 있다. 따라서 노이즈를 검출하여 제거할 수 있다면 진성 부분방전 신호를 찾는 데 효과를 볼 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로, 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 노이즈 센서와 측정부에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 노이즈 제거 모듈을 포함하여, 노이즈가 제거된 진성 부분방전 신호를 검출하는데 그 목적이 있다.

[0008] 또한, 본 발명은, 부분방전 신호를 감지하는 PD 센서가 UHF센서 와 HFCT센서 복합센서로 구성되고, UHF센서 및 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단하는 유효성 확인 모듈을 포함하여, UHF 또는 HFCT 단일 센서만 적용하였을 경우보다 신뢰성을 확보하여 부분방전 신호를 분석하는데 그 목적이 있다.

[0009] 또한, 본 발명은, 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 데이터 수집 모듈; 및 동기화된 데이터를 복소 평면에 매핑하여 매핑된 데이터를 벡터합으로 연산하고, 연산된 값의 크기 R과 위상 P를, 각각 크기 기준값 K와 위상 기준값 θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 PD 해석 모듈을 포함하여, 부분방전 신호의 발생 개소를 파악하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 전술한 과제를 해결하기 위한 수단으로, 본 발명은 다음과 같은 특징이 있는 실시예를 가진다.
- [0012] 본 발명은, 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 PD 센서를 포함하는 센서부, 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 측정부, 측정부에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 데이터 분석부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 데이터 분석부는, 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 데이터 수집 모듈; 및 동기화된 데이터를 복소 평면에 매핑하여 매핑된 데이터를 벡터합으로 연산하고, 연산된 값의 크기 R과 위상 P를, 각각 크기 기준값 K와 위상 기준값 θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 PD 해석 모듈; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 PD 해석 모듈은, 연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 작은 경우, 노이즈 신호로 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 PD 해석 모듈은, 연산된 값의 크기 R이 크기 기준값 K보다 크거나 같은 경우에 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하되, 3상 전원이 acb 역상순인 경우에, 위상 P가, $-\theta \leq P \leq \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가 위 범위 어느 하나에도 속하지 않는 경우에는 부분방전 신호를 노이즈로 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 PD 해석 모듈은 크기 기준값 K 또는 위상 기준값 θ 를 설정하는 경계값 설정기; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기 PD 센서는, 전력케이블 접속함의 측면에 배치되어 케이블 접속함에서 부분방전으로 생성된 초고주파의 전기적인 신호를 검출하는 UHF(Ultra High Frequency)센서; 및 전력케이블 접속함의 접지선에 취부하여 부분방전으로 생성되는 고주파 전류의 전기적인 신호를 검출하는 HFCT(High Frequency Current Transformer)센서를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 데이터 분석부는, 데이터 분석부는, UHF센서 및 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단하는 유효성 확인 모듈; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 센서부는, 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 노이즈 센서; 를 포함하고, 데이터 분석부는, 측정부에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 노이즈 제거 모듈; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은, 노이즈가 제거된 진성 부분방전 신호를 검출하는 효과가 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은, UHF 또는 HFCT 단일 센서만 적용하였을 경우보다 신뢰성을 확보하여 부분방전 신호를 분석할 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 본 발명은, 부분방전 신호의 발생 개소를 파악할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력케이블 접속함 진단 시스템의 블록도
- 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정부에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 것에 관한 도면
- 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 것에 관한 도면

도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동기화된 데이터를 복소 평면에 매핑하여 매핑된 데이터를 벡터합으로 연산하는 것에 관한 도면

도5는 도4의 다른 실시예로서, A상, B상, C상의 PD신호의 크기가 같은 경우에 벡터합의 연산결과가 0으로 산출된 것에 관한 도면

도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 부분방전 신호가 벡터합으로 연산된 결과에 따라 복소평면에 매핑된 것에 관한 도면

도7은 도6의 다른 실시예로서 노이즈 신호의 판별기준이 되는 크기 기준값 K가 설정된 것에 관한 도면

도8은 도6의 또 다른 실시예로서 각 상의 판별기준이 되는 위상 기준값 θ 가 설정된 것에 관한 도면

도9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력케이블 접속함 진단 방법에 관한 순서도

도10은 도9에 따른, 분석 단계에 관한 세부 순서도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 명세서에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 정의하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다.
- [0029] "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] "적어도 하나"의 용어는 하나 이상의 관련 항목으로부터 제시 가능한 모든 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, "제1 항목, 제2 항목 및 제3항목 중에서 적어도 하나"의 의미는 제1 항목, 제2 항목 또는 제3 항목 각각 뿐만 아니라 제1 항목, 제2 항목 및 제3 항목 중에서 2개 이상으로부터 제시될 수 있는 모든 항목의 조합을 의미한다.
- [0031] 이하, 첨부되는 도면을 참고하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다.
- [0033] **전력케이블 접속함 진단 시스템**
- [0034] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력케이블 접속함 진단 시스템의 블록도이다. 도1을 참조하면,
- [0035] 본 발명인 전력케이블 접속함 진단 시스템은, 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 PD 센서를 포함하는 센서부(100), 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 측정부(200), 측정부에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지 판단하는 데이터 분석부(300), 데이터 분석부와 유선/무선 통신으로 연결된 외부 단말기(400)를 포함한다.
- [0036] 상기 센서부(100)는, 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 PD 센서(110)와 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 노이즈 센서(120)를 포함한다.
- [0037] 상기 PD 센서(110)는, 전력케이블 접속함의 측면에 배치되어 케이블 접속함에서 부분방전으로 생성된 초고주파의 전기적인 신호를 검출하는 UHF(Ultra High Frequency)센서, 전력케이블 접속함의 접지선에 취부하여 부분방전으로 생성되는 고주파 전류의 전기적인 신호를 검출하는 HFCT(High Frequency Current Transformer)센서를 포함한다.
- [0038] 상기 노이즈 센서(120)는, 전력케이블 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈 신호를 감지하여 감지신호를 출력한다. 상기 PD 센서(100)에서 검출된 부분방전 신호에는 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈가 포함되어 있을 수 있는데, 후술할 노이즈 제거 모듈(330)에서 노이즈 게이팅 방법을 이용하여 부분방전 신호에 포함된 노이즈를 제거하기 위한 구성이다.
- [0039] 상기 측정부(200)는, 센서부(100)에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하며, 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치된 PD센서(110)로부터 출력된 부분방전 감지신호에서 피크 신호를 검출하는 PD 측정 모듈(210), 노이즈

즈 센서(120)로부터 출력된 노이즈 감지신호에서 피크 신호를 검출하는 노이즈 측정 모듈(220)을 포함한다.

- [0040] 상기 데이터 분석부(300)는, 데이터 수집 모듈(310), 유효성 확인 모듈(320), 노이즈 제거 모듈(330), PD 해석 모듈(340), 통신 모듈(350)을 포함한다.
- [0041] 상기 데이터 수집 모듈(310)은, 측정부(200)에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집한다.
- [0042] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 것에 관한 도면이다. 도3을 참조하면,
- [0043] 상기 데이터 수집 모듈(310)은 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화한다. 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하여 데이터를 수집하는 이유는, 후술할 PD 해석 모듈(340)에서 각 상별로 수집된 부분방전 신호를 분석하는데 있어서 백터연산하는데 필요하기 때문이다. 동기 신호는 예를 들어 전력케이블 접속함에 연결된 접지선에서 60Hz의 동기 신호를 취득할 수 있다.
- [0044] 상기 유효성 확인 모듈(320)은, PD 센서(110)로부터 검출된 부분방전 신호의 유효성을 확인하기 위한 구성으로, UHF센서 및 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단한다. 일반적으로 케이블 접속함에서 부분방전이 발생한 경우에는 UHF센서 와 HFCT센서에서 동시에 부분방전 신호가 동시에 검출된다. 따라서 이 방법은 UHF 또는 HFCT 단일 센서만 적용하였을 경우보다 신뢰성을 확보하여 부분방전 신호를 분석할 수 있다.
- [0045] 상기 노이즈 제거 모듈(330)은, PD 센서에서 검출된 부분방전 신호에서 노이즈 게이팅 방법을 이용하여 부분방전 신호에 포함된 노이즈를 제거하기 위한 구성이다.
- [0046] 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정부에서 검출된 부분방전 신호로부터 노이즈 신호를 제거하는 것에 관한 도면이다. 도2를 참조하면, 전술한 바와 같이, PD 센서(110)에서 검출된 부분방전 신호에는 접속함의 외부에서 발생하는 노이즈가 포함되어 있을 수 있다. 도2는 PD센서(110)에서 검출된 부분방전 신호 펄스1 내지 5가 노이즈 신호 펄스 1 내지 3, 펄스5를 포함한 것을 보여준다. 노이즈 센서(120)는 PD 센서(110)에서 검출된 노이즈 신호에 해당하는 펄스 1 내지 3, 펄스 5를 검출한다. 노이즈 제거 모듈(330)은, 노이즈 게이팅 방법을 이용하여, 노이즈 신호가 제거된 부분방전 신호 펄스4를 얻을 수 있다.
- [0047] 상기 PD 해석 모듈(334)은, ABC 상에서 발생하는 부분방전 신호를 백터함으로 계산하여 3상 펄스를 비교 분석하며, 백터 연산기(341), PD 매핑기(342), 경계값 설정기(343), 상 판단기(344)를 포함한다.
- [0048] 상기 백터 연산기(341)는, 데이터 수집 모듈에서 동기화하여 수집한 상별 피크 신호를 백터함으로 연산한다. 백터 함을 연산하는 과정은 도4 내지 도5에 도시되어 있다. 도4를 참조하면 부분방전(PD) 신호의 크기가 $A > B > C$ 인 경우로서 백터의 함은 A축과 B축 사이에서 A축에 근접한 위치에 매핑된다. 도5를 참조하면, 부분방전(PD) 신호의 크기가 $A = B = C$ 인 경우로서 백터의 함은 0이 됨을 알 수 있다.
- [0049] 상기 PD 매핑기(342)는, 전술한 백터 연산기(341)에서 연산된 값을 복소평면에 매핑한다.
- [0050] 도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 부분방전 신호가 백터함으로 연산된 결과에 따라 복소평면에 매핑된 것에 관한 도면이다. A상 C상 B상순서로 역상순으로 도시되어 있으며, A상의 위상은 0° , B상의 위상은 120° , C상의 위상은 -120° 이다.
- [0051] 상기 경계값 설정기(343)는, 후술할 상 판단기(344)가 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하는 과정에서 사용되는 크기 기준값 K 와 위상 기준값 θ 를 설정하는 부분이다. 설정된 K , θ 를 통하여 노이즈 및 부분방전 신호의 발생 개소의 경계가 정해진다.
- [0052] 상기 상 판단기(344)는, 상기 백터 연산기(341)에서 연산된 값을 상기 경계값 설정기(343)에서 설정된 기준값 K , θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소를 판단한다.
- [0053] 도7은 도6의 다른 실시예로서 노이즈 신호의 판별기준이 되는 크기 기준값 K 가 설정된 것에 관한 도면이고, 도8은 도6의 또 다른 실시예로서 각 상의 판별기준이 되는 위상 기준값 θ 가 설정된 것에 관한 도면이다. 도7 내지 도8을 참조하면,
- [0054] 먼저 연산된 값의 크기 R 과 크기 기준값 K 를 비교한다. 비교 결과 $K > R$ 인 경우는 노이즈로 판단하고, $K \leq R$ 인 경우는 위상 값 P 를 위상 기준값 θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소를 판단한다.

[0055] 3상 전원이 acb 역상순인 경우에는, 위상 P가, $-\theta \leq P \leq \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가 위 범위 어느 하나에도 속하지 않는 경우에는 부분방전 신호를 노이즈로 판단한다. 이를 표로 정리하면 표1과 같다

표 1

	a상	b상	c상
크기 R	$K \leq R$	$K \leq R$	$K \leq R$
위상 P	$-\theta \leq P \leq \theta$	$120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$	$-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$

[0057] 도8에 표시된 PD5는, $K \leq R$ (크기) 과 $-\theta \leq P$ (위상) $\leq \theta$ 범위에 해당하므로 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단한다.

[0058] PD2는, $K \leq R$ (크기) 과 $120^\circ - \theta \leq P$ (위상) $\leq 120^\circ + \theta$ 범위에 해당하므로 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단한다.

[0059] PD6는, $K \leq R$ (크기) 과 $-120^\circ - \theta \leq P$ (위상) $\leq -120^\circ + \theta$ 범위에 해당하므로 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단한다.

[0060] 위 범위에 해당하지 않는, PD1, PD3, PD4는 부분방전 신호를 노이즈로 판단한다.

[0062] 한편, 3상 전원이 abc 정상순인 경우에는, 위상 P가, $-\theta \leq P \leq \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 a상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 c상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가, $-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$ 인 경우는, 부분방전 신호의 발생 개소를 b상의 전력케이블 접속함으로 판단하고, 위상 P가 위 범위 어느 하나에도 속하지 않는 경우에는 부분방전 신호를 노이즈로 판단한다. 이를 표로 정리하면 표2와 같다

표 2

	a상	b상	c상
크기 R	$K \leq R$	$K \leq R$	$K \leq R$
위상 P	$-\theta \leq P \leq \theta$	$-120^\circ - \theta \leq P \leq -120^\circ + \theta$	$120^\circ - \theta \leq P \leq 120^\circ + \theta$

[0065] 상기 통신 모듈(350)은, 데이터 분석부(300)와 외부 단말기(400)을 유선/무선 통신으로 연결한다.

[0066] 상기 단말기(400)는, 상기 통신 모듈(350)을 통하여 유선/무선 통신으로 데이터 분석부(300)와 연결된다. 상기 단말기(300)는 데이터 분석부(300)를 통하여 실시간으로 부분방전 신호의 분석 결과를 전송받는다.

[0068] **전력케이블 접속함 진단 방법**

[0069] 도9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력케이블 접속함 진단 방법에 관한 순서도이고, 도10은 도9에 따른, 분석 단계에 관한 세부 순서도이다. 도9 내지 도10을 참조하면,

[0070] 본 발명이 제공하는 전력케이블 접속함 진단 방법은, 센서부에 포함된 PD 센서가 3상 전력케이블 접속함 각각에 설치되어 각 상의 전력케이블 접속함에서 발생된 부분방전 신호를 감지하여 감지신호를 출력하는 감지단계(S100), 센서부에서 출력된 감지신호로부터 피크 신호를 검출하는 검출단계(S200), 검출단계에서 검출된 피크 신호를 상별로 수집하고 분석하여 부분방전 신호의 발생 개소가 어느 상의 전력케이블 접속함에서 발생하였는지

판단하는 분석단계(S300)를 포함한다.

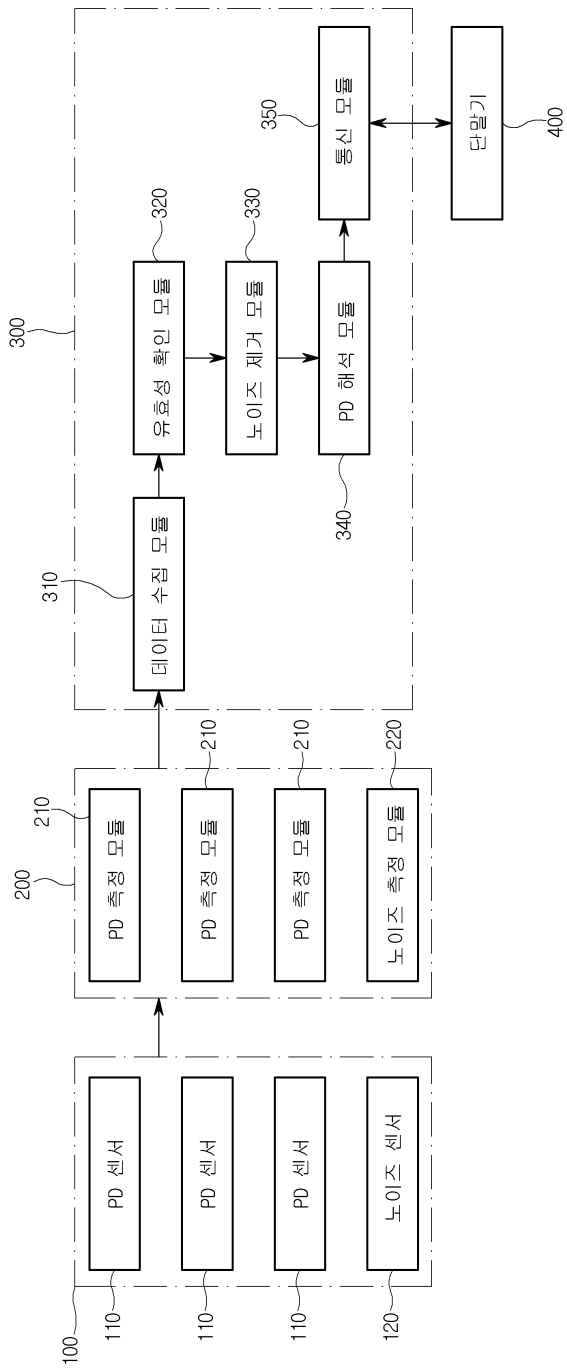
- [0071] 상기 분석 단계(S300)는, 데이터 수집 단계(S310), 유효성 확인 단계(S320), 노이즈 제거 단계(S330), PD 분석 단계(S340)를 포함한다.
- [0072] 상기 데이터 수집 단계(S310)는, 데이터 수집 모듈(310)이 상별로 수집된 피크 신호를 외부에서 입력된 동기신호와 동기화하는 단계이다.
- [0073] 상기 유효성 확인 단계(S320)는, 유효성 확인 모듈(320)이 PD 센서(110)로부터 검출된 부분방전 신호의 유효성을 확인하기 위한 단계로, UHF센서 및 HFCT센서에서 부분방전 신호가 동시에 검출된 경우만 유효한 데이터로 판단한다.
- [0074] 상기 노이즈 제거 단계(S330)는, 노이즈 제거 모듈(330)이 PD 센서에서 검출된 부분방전 신호에서 노이즈 게이팅 방법을 이용하여 부분방전 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 단계이다.
- [0075] 상기 PD 분석 단계(S340)는, PD 해석 모듈(334)이 ABC 상에서 발생하는 부분방전 신호를 벡터합으로 계산하여 3상 펄스를 비교 분석하는 단계로서, 벡터 연산 단계(S341), PD 매핑 단계(S342), 경계값 설정 단계(S343), 발생 개소 판단 단계(S344)를 포함한다.
- [0076] 상기 벡터 연산 단계(S341)는, 벡터 연산기(341)가 데이터 수집 모듈에서 동기화하여 수집한 상별 피크 신호를 벡터합으로 연산하는 단계이다.
- [0077] 상기 PD 매핑 단계(S342)는, PD 매핑기(342)가 벡터 연산기(341)에서 연산된 값을 복소평면에 매핑하는 단계이다.
- [0078] 상기 경계값 설정 단계(S343)는, 경계값 설정기(343)가 후술할 발생 개소 판단 단계(S344)에서 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하는 과정에서 사용되는 크기 기준값 K와 위상 기준값 θ 를 설정하는 단계이다.
- [0079] 상기 발생 개소 판단 단계(S344)는, 상 판단기(344)가 상기 벡터 연산 단계(S341)에서 연산된 값을 경계값 설정 단계(S343)에서 설정된 기준값 K, θ 와 비교하여 부분방전 신호의 발생 개소를 판단하는 단계이다.
- [0081] 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 청구범위에 의하여 나타내어지며, 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 청구범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

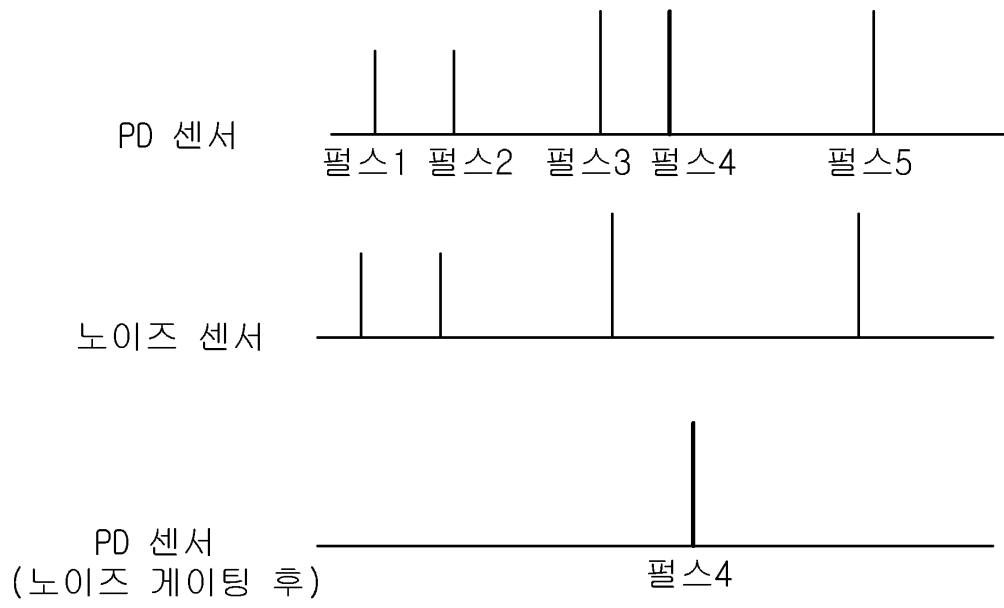
- [0083] 100: 센서부
- 110: PD 센서
- 120: 노이즈 센서
- 200: 측정부
- 210: PD 측정 모듈
- 220: 노이즈 측정 모듈
- 300: 분석부
- 310: 데이터 수집 모듈
- 320: 유효성 확인 모듈
- 330: 노이즈 제거 모듈
- 340: PD 해석 모듈
- 350: 통신 모듈
- 400: 단말기

도면

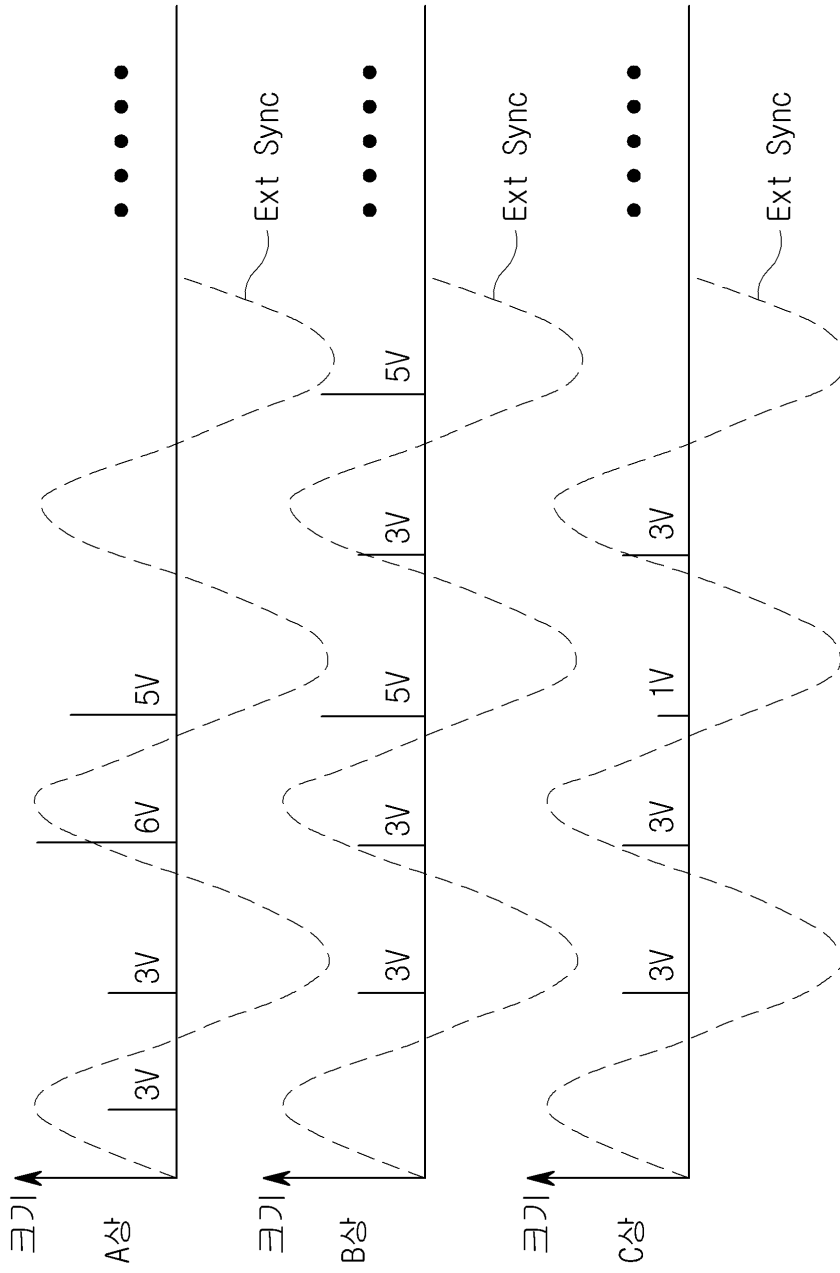
도면1



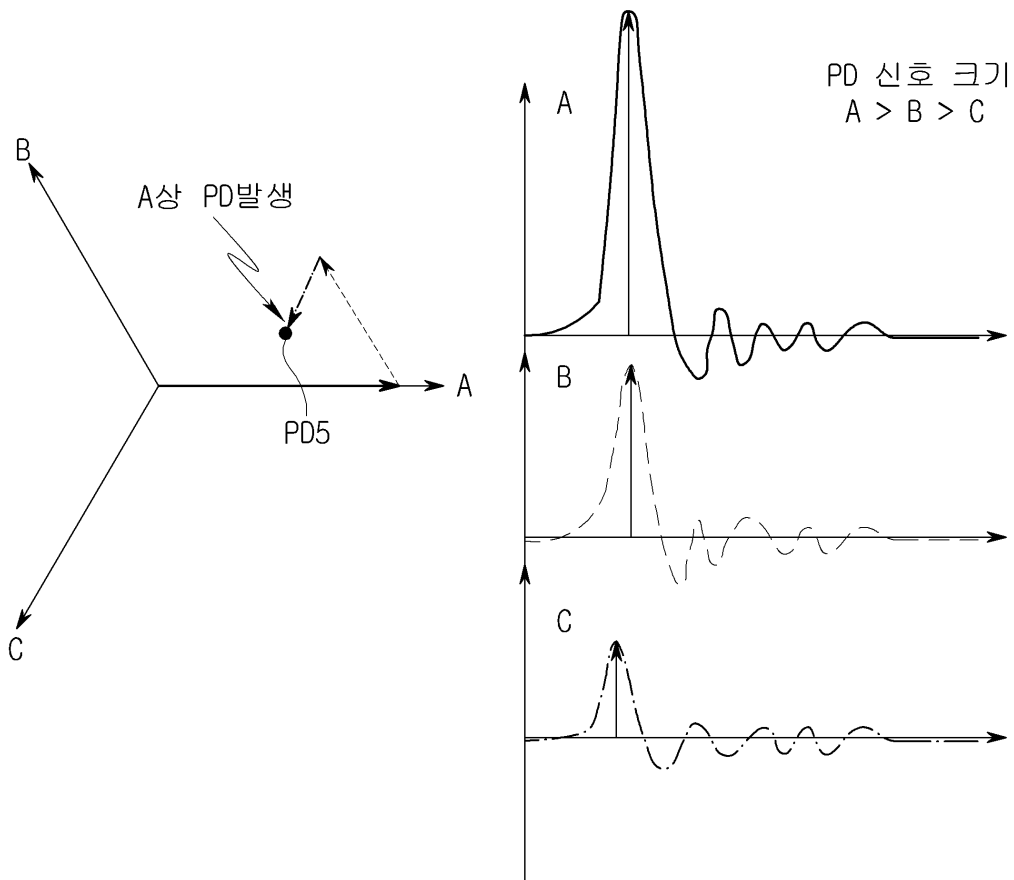
도면2



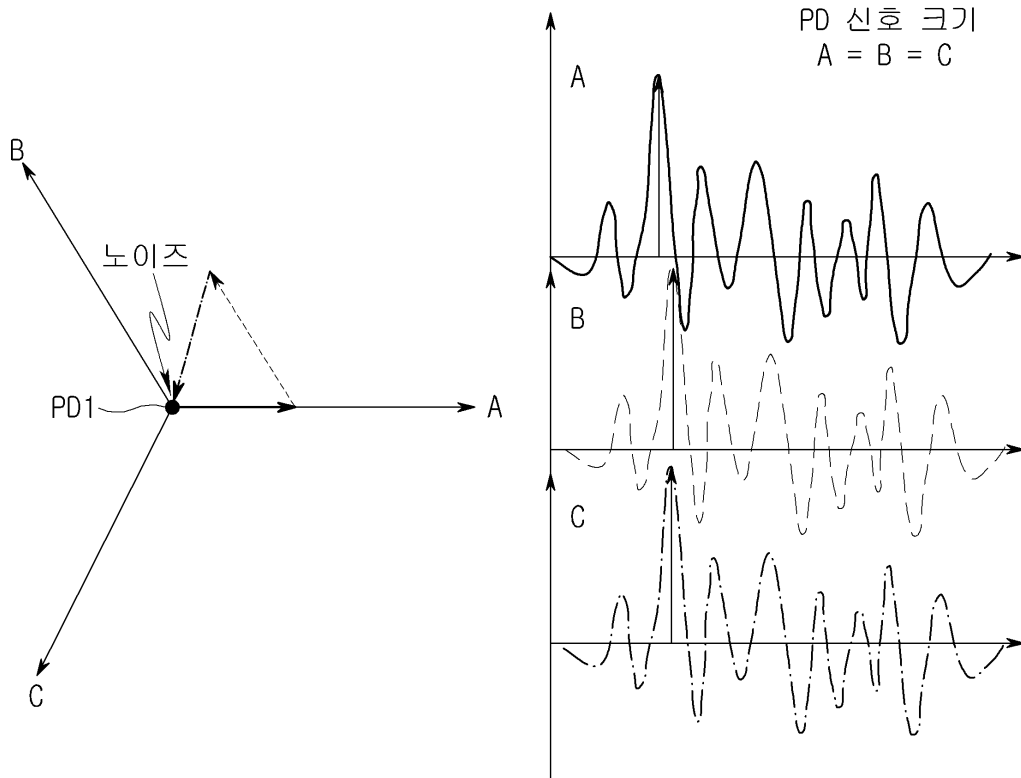
도면3



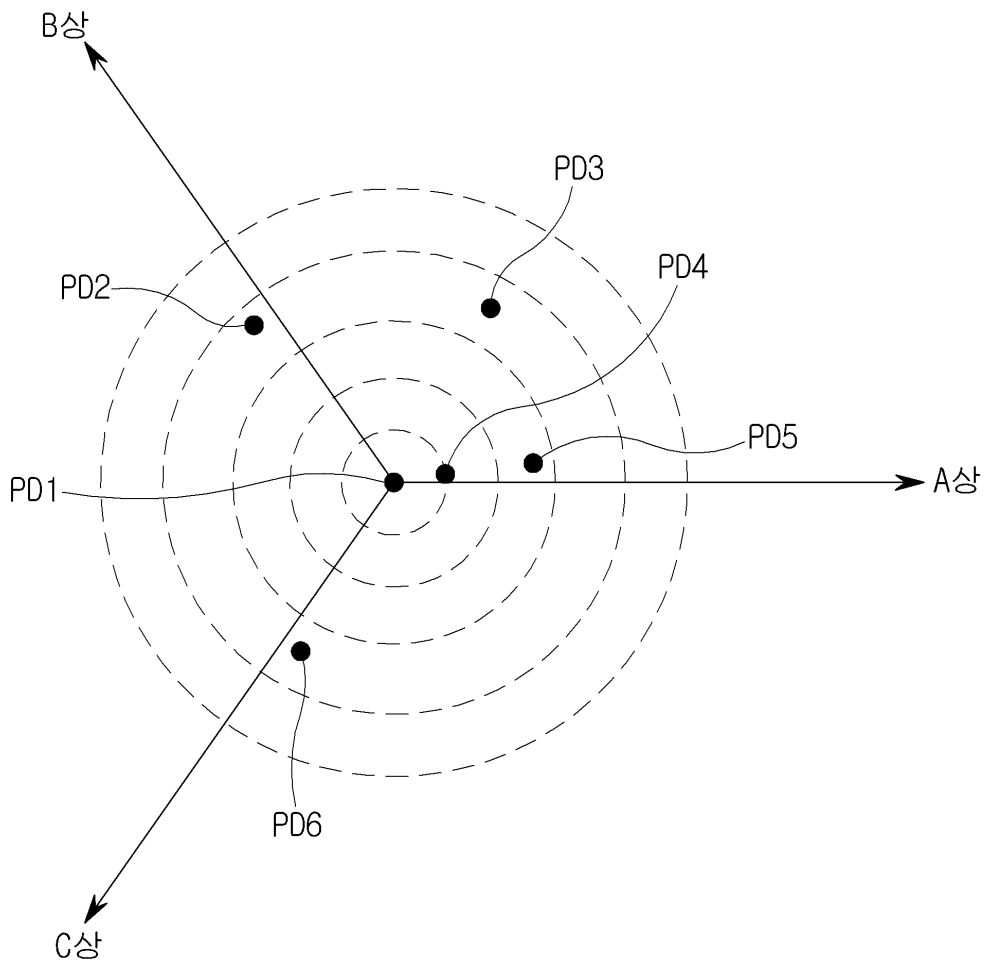
도면4



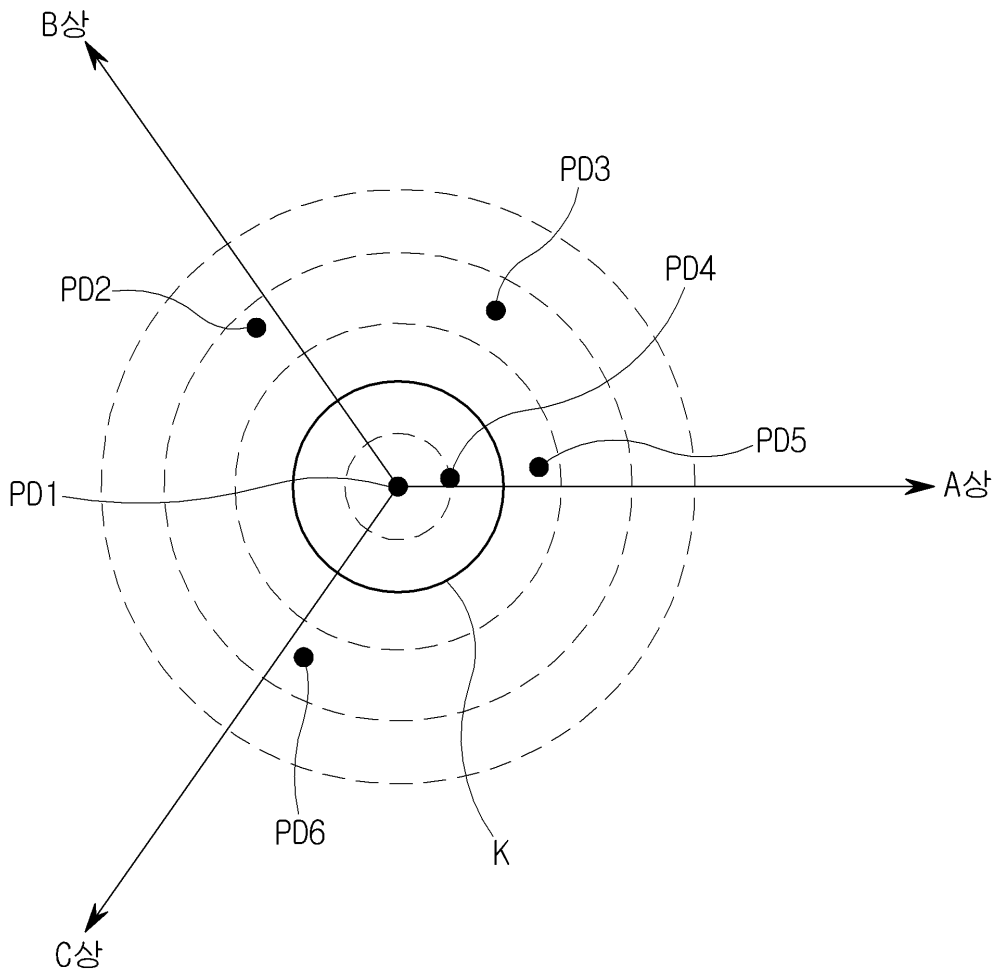
도면5



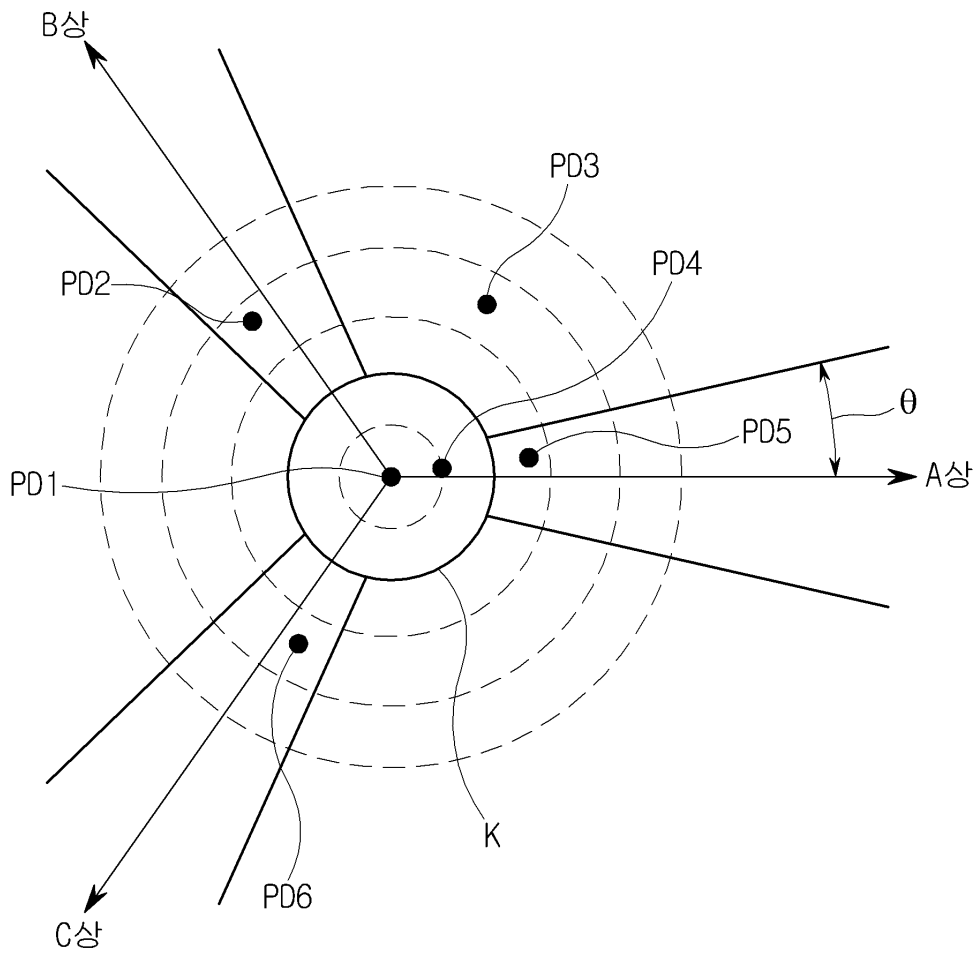
도면6



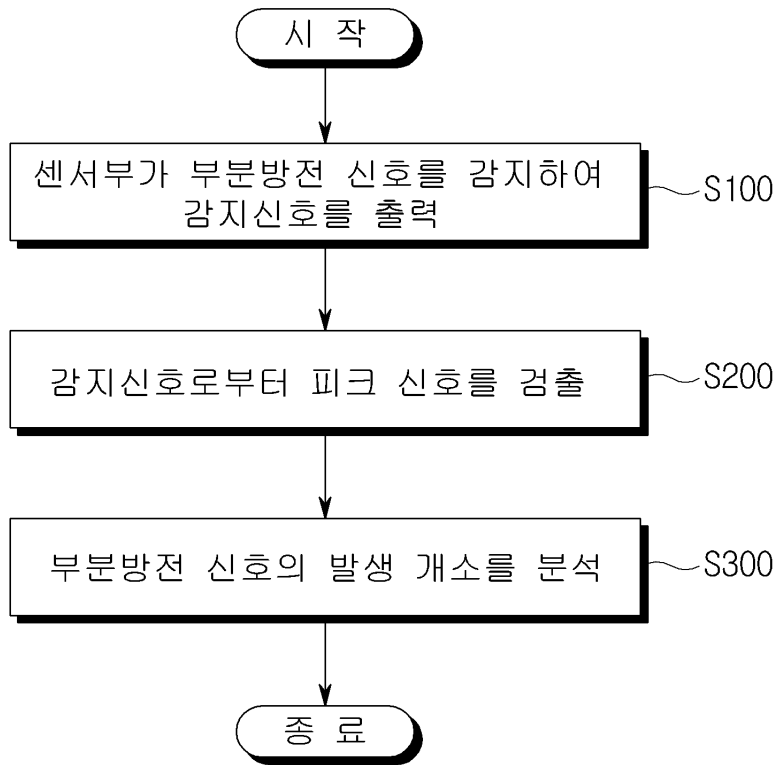
도면7



도면8



도면9



도면10

