



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

(45) 공고일자 2017년04월21일  
 (11) 등록번호 10-1729112  
 (24) 등록일자 2017년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01H 33/668* (2006.01) *G01R 31/333* (2006.01)  
*H02B 13/065* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*H01H 33/668* (2013.01)  
*G01R 31/3333* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0190564  
 (22) 출원일자 2015년12월31일  
 심사청구일자 2015년12월31일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020080095694 A  
 JP3176000 B2  
 US06424162 B1

(73) 특허권자  
**주식회사 효성**  
 서울특별시 마포구 마포대로 119 (공덕동)  
 (72) 발명자  
**김성욱**  
 경상남도 창원시 성산구 창원대로780번길 77, 1동 103호 (외동, 광득미지루아파트)  
**정재룡**  
 경상남도 김해시 인제로 167, 103동 1904호 (어방동, 대우유토피아아파트)  
**김영민**  
 경상남도 김해시 번화1로84번길 29, 605동 603호 (삼문동, 켈미마을주공아파트)  
 (74) 대리인  
**특허법인 수**

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 퇴\_김성익

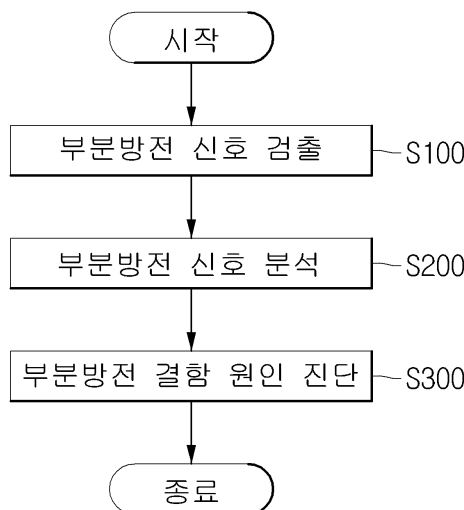
(54) 발명의 명칭 **가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석하여 가스절연개폐기의 부분방전 결함 원인을 판단하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법은 부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출 단계, 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석 단계, 및 부분방전 신호 분석 단계에서 분석한 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단 단계로 이루어진다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류  
*H02B 13/065* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출 단계;

상전압과 위상 동기 없이 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석 단계; 및

상기 부분방전 신호 분석 단계에서 분석한 상기 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결합 원인을 진단하는 부분방전 결합 원인 진단 단계;를 포함하고,

상기 부분방전 신호 분석 단계는,

상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포를 구별하는 주파수 분포 구별 단계;

상기 부분방전 신호 중 주파수 피크값의 최대 크기(maximum magnitude)를 구별하는 최대값 측정 단계;

상기 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포를 구별하는 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계;

상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 최대 크기의 최대 차이를 구별하는 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계; 및

상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 상기 부분방전 신호의 밀도를 구별하는 주파수 분포별 밀도 구별 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 주파수 분포 구별 단계는, 적어도 한 개로 상기 주파수 분포를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 4**

제 2항에 있어서,

상기 최대값 측정 단계는, 상기 부분방전 신호의 최대 크기 값을 측정하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 5**

제 2항에 있어서,

상기 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계는, 가장 크기가 큰 상기 제 1 최대 크기 주파수와 그 다음으로 가장 크기가 큰 상기 제 2 최대 크기 주파수가 포함된 주파수 분포를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 6**

제 2항에 있어서,

상기 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계는, 상기 주파수 분포 별 최대 크기 주파수 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 7**

제 2항에 있어서,

상기 주파수 분포별 밀도 구별 단계는, 각 주파수 분포 별 검출 신호의 개수를 토대로 상기 밀도를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 8**

부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출 단계;

상전압과 위상 동기 없이 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석 단계; 및

상기 부분방전 신호 분석 단계에서 분석한 상기 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결합 원인을 진단하는 부분방전 결합 원인 진단 단계;를 포함하고,

상기 부분방전 신호 분석 단계는,

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수를 구별하는 위상 군집 수 구별 단계;

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상이 분포된 위상 범위를 구별하는 위상 전체 범위 구별 단계;

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 분포된 위상 범위를 구별하는 위상 군집별 범위 구별 단계;

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 신호 밀도를 구별하는 위상 군집별 밀도 구별 단계;

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 간 최대 크기의 차이를 측정하는 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계; 및

상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집의 모양을 구별하는 위상 군집 모양 구별 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 9**

제 8항에 있어서,

상기 위상 군집 수 구별 단계는, 상기 군집이 명확히 구분되는 경우 군집의 수를 구별하고 군집의 수가 3개 이상일 경우 노이즈로 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 10**

제 8항에 있어서,

상기 위상 전체 범위 구별 단계는, 상기 위상 범위가 전 위상에 걸쳐 발생하는지 여부를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 11**

제 8항에 있어서,

상기 위상 군집별 범위 구별 단계는, 상기 위상 범위가 90도 기준으로 초과하는지 여부와 구분할 수 있는 위상 군집의 유무 중 적어도 어느 하나를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 12**

제 8항에 있어서,

상기 위상 군집별 밀도 구별 단계는, 위상 군집 별 신호의 개수를 토대로 상기 밀도를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 13**

제 8항에 있어서,

상기 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계는, 상기 위상 군집 별 최대 크기 위상 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 14**

제 8항에 있어서,

상기 위상 군집 모양 구별 단계는, 기설정된 적어도 어느 하나 이상의 군집과의 유사 여부를 구별하여 유사 군집 번호, 군집 불명확, 및 군집 없음 중 어느 하나를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 15**

제 2항 또는 제 8항에 있어서,

상기 부분 방전의 결함 원인은, 플로팅(floating), 보이드(void), 변압기 결함(TR Fault), 도체돌기(protrusion), 크랙(crack), 자유입자(free particle) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 부분방전 결함 원인, 또는 외부 코로나(external corona), 외부 노이즈(external noise), 센서 커넥터 불량(sensor connector fault), 휴대폰 신호(mobile) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 노이즈 결함 원인을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출부;

상전압과 위상 동기 없이 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석부; 및

상기 부분방전 신호 분석부에서 분석한 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단부;를 포함하고,

상기 부분방전 신호 분석부는,

상기 부분방전 신호에 대한 주파수 분석을 위해, 상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포, 상기 부분방전 신호 중 주파수 피크값의 최대 크기(maximum magnitude), 상기 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포, 상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 최대 크기의 최대 차이, 및 상기 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 상기 부분방전 신호의 밀도를 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치.

**청구항 18**

부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출부;

상전압과 위상 동기 없이 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석부; 및

상기 부분방전 신호 분석부에서 분석한 상기 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단부;를 포함하고,

상기 부분방전 신호 분석부는,

상기 부분방전 신호에 대한 위상 분석을 위해, 상기 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수, 위상이 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 신호 밀도, 위상 군집 간 최대 크기의

차이, 및 위상 군집의 모양을 구별하는 것을 특징으로 하는 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치에 관한 것으로, 상세하게는, 부분방전 신호를 분석하여 가스절연개폐기의 부분방전에 대한 결함 원인을 판단하는 것이다. 즉, 본 발명은 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석하여 가스절연개폐기의 부분방전 결함 원인을 판단할 수 있는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 가스절연개폐기(Gas Insulated Switchgear)는 변전소 등에서 정상상태의 개폐뿐만 아니라 사고, 단락 등의 이상 상태에서도 선로를 안전하게 개폐하여 계통을 적절히 보호하는 절연 가스로 절연된 복합 개폐장치를 말한다.

[0003] 가스절연개폐기는 절연 가스로 충전 밀폐된 금속제 외함(Enclosure) 내에 단로기(DS), 접지개폐기(ES), 차단기(CB) 등의 개폐설비와 모선을 내장하는 구성으로 되어 있는 것이 일반적인 구성이다.

[0004] 최근에는 가스절연개폐기의 이상진단 도구로서 극초단파(UHF: Ultra-high frequency) 부분방전(Partial Discharge) 검출센서가 다양한 가스절연개폐기에 적용되고 있다.

[0005] 통상적으로, 가스절연개폐기는 원통형 금속제 외함을 적정한 간격으로 연결하는 스페이서가 예폭시 등 절연재질로 이루어져 가스절연 개폐장치 내부에서 부분방전이 발생할 경우 방사되는 초고주파(UHF) 부분방전 전자파가 스페이서를 통해 외부로 누출되는 점을 이용하여 스페이서 외부에 부분방전 검출 센서를 부착하고 가스절연 개폐장치 내부에서 발생하는 전자파를 감지한 후 감지 신호에 섞인 잡음을 제거하여 열화 정도와 같은 이상 유무를 진단하고, 보수 또는 교체시기를 추정하도록 하고 있으며, 이와 같은 가스절연개폐기의 진단 장치 또는 방법에 대해 많은 연구가 되어왔다.

[0006] 그 일례로, 대한민국 특허공보 제10-2009-0075657호에서는 GIS 내부의 이상 결함에 의한 부분방전 발생시, 부분방전을 검출하는 부분방전 감지센서, 노이즈를 검출하는 노이즈 감지센서와, 부분방전 데이터와 노이즈 데이터를 상전압의 주파수에 동기시켜 출력하게 하는 동기화 장치를 포함하는 가스절연개폐기 진단 장치를 제시하였다.

[0007] 그러나 이 경우에서도 부분방전 신호를 상전압과 동기화시킨 후에야 진단할 수 있어 상전압과 동기시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지하지 못하는 단점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공보 제10-2009-0075657호(2009.07.08)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 목적은, 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석하여 부분방전의 결함 원인을 진단할 수 있는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명은 상전압과 위상 동기 없이 부분방전의 결함 원인을 진단할 수 있어 상전압과 동기시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있는 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법은 부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출 단계, 상

전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석 단계, 및 부분방전 신호 분석 단계에서 분석한 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단 단계로 이루어질 수 있다.

- [0012] 여기서, 부분방전 신호 분석 단계는 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포를 구별하는 주파수 분포 구별 단계, 부분방전 신호 중 최대 크기를 구별하는 최대값 측정 단계, 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포를 구별하는 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계, 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 최대 크기의 최대 차이를 구별하는 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계, 및 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 부분방전 신호의 밀도를 구별하는 주파수 분포별 밀도 구별 단계로 이루어질 수 있다.
- [0013] 또한, 주파수 분포 구별 단계는 적어도 한 개로 주파수 분포를 구별할 수 있다.
- [0014] 여기서, 최대값 측정 단계는 부분방전 신호의 최대 크기 값을 측정할 수 있다.
- [0015] 또한, 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계는 가장 크기가 큰 제 1 최대 크기 주파수와 그 다음으로 가장 크기가 큰 제 2 최대 크기 주파수가 포함된 주파수 분포를 구별할 수 있다.
- [0016] 여기서, 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계는 주파수 분포 별 최대 크기 주파수 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별할 수 있다.
- [0017] 또한, 주파수 분포별 밀도 구별 단계는 각 주파수 분포 별 검출 신호의 개수를 토대로 밀도를 구별할 수 있다.
- [0018] 여기서, 부분방전 신호 분석 단계는 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수를 구별하는 위상 군집 수 구별 단계, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상이 분포된 위상 범위를 구별하는 위상 전체 범위 구별 단계, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 분포된 위상 범위를 구별하는 위상 군집별 범위 구별 단계, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 신호 밀도를 구별하는 위상 군집별 밀도 구별 단계, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 간 최대 크기의 차이를 측정하는 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계, 및 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집의 모양을 구별하는 위상 군집 모양 구별 단계로 이루어질 수 있다.
- [0019] 또한, 위상 군집 수 구별 단계는 군집이 명확히 구분되는 경우 군집의 수를 구별하고 군집의 수가 3개 이상일 경우 노이즈로 구별할 수 있다.
- [0020] 여기서, 위상 전체 범위 구별 단계는 위상 범위가 전 위상에 걸쳐 발생하는지 여부를 구별할 수 있다.
- [0021] 또한, 위상 군집별 범위 구별 단계는 위상 범위가 90도 기준으로 초과하는지 여부와 구분할 수 있는 위상 군집의 유무 중 적어도 어느 하나를 구별할 수 있다.
- [0022] 여기서, 위상 군집별 밀도 구별 단계는 위상 군집 별 신호의 개수를 토대로 밀도를 구별할 수 있다.
- [0023] 또한, 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계는 위상 군집 별 최대 크기 위상 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별할 수 있다.
- [0024] 여기서, 위상 군집 모양 구별 단계는 기설정된 적어도 어느 하나 이상의 군집과의 유사 여부를 구별하여 유사 군집 번호, 군집 불명확, 및 군집 없음 중 어느 하나를 구별할 수 있다.
- [0025] 또한, 부분 방전의 결함 원인은 플로팅(floating), 보이드(void), 변압기 결함(TR Fault), 도체돌기(protrusion), 크랙(crack), 자유입자(free particle) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 부분방전 결함 원인, 또는 외부 코로나(external corona), 외부 노이즈(external noise), 센서 커넥터 불량(sensor connector fault), 휴대폰 신호(mobile) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 노이즈 결함 원인으로 이루어질 수 있다.
- [0026] 또한, 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치는 부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출부, 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석부, 및 부분방전 신호 분석부에서 분석한 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단부로 이루어질 수 있다.
- [0027] 여기서, 부분방전 신호 분석부는
- [0028] 부분방전 신호에 대한 주파수 분석을 위해, 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포, 부분방전 신호 중 최대 크기, 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포, 부분방전 신호가 포함된 주파

수 분포 별 최대 크기의 최대 차이, 및 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 부분방전 신호의 밀도를 구별할 수 있다.

[0029] 또한, 부분방전 신호 분석부는

[0030] 부분방전 신호에 대한 위상 분석을 위해, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수, 위상이 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 신호 밀도, 위상 군집 간 최대 크기의 차이, 및 위상 군집의 모양을 구별할 수 있다.

**발명의 효과**

[0031] 본 발명에 의한 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치는 부분방전 신호를 분석하여 가스절연개폐기의 부분방전에 대한 결함 원인을 판단하는 장점이 있다.

[0032] 또는 본 발명에 의한 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치는 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석하여 가스절연개폐기의 부분방전 결함 원인을 판단하여 상전압과 위상 동기 없이 부분방전의 결함 원인을 진단할 수 있어 상전압과 동기 시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 2는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 주파수 특성 분석에 대해 더욱 상세히 나타낸 순서도이다.
- 도 3은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 주파수 특성 분석에 사용되는 표이다.
- 도 4는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 주파수 특성을 분석하는 예를 상세히 나타낸 주파수 스펙트럼이다.
- 도 5는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 위상 특성 분석에 대해 더욱 상세히 나타낸 순서도이다.
- 도 6은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 위상 특성 분석에 사용되는 표이다.
- 도 7은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계 중 위상 특성을 분석하는 예를 상세히 나타낸 위상 스펙트럼이다.
- 도 8은 도 1의 전체 플로우를 상세히 나타낸 순서도이다.
- 도 9는 도 1의 부분방전 결함 원인 진단 단계에서 부분방전의 결함 원인을 진단하는 예를 나타낸 순서도이다.
- 도 10은 도 1의 부분방전 결함 원인 진단 단계에서 판단하는 부분방전의 결함 원인의 예를 나타낸 표이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치를 나타낸 구성도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0034] 본 발명의 실시를 위한 구체적인 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 설명한다.
- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 의도는 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치에 대해 상세히 설명한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법을 나타낸 순서도이며, 도 2 내지 도 10은 도 1을 상세히 설명하기 위한 순서도, 표, 및 스펙트럼이다.
- [0038] 이하, 도 1 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법을 설명한다.
- [0039] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법은 부분방전 신호를 검출하는 단계(S100), 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 단계(S200), 및 부분방전 신호 분석 단계(S200)에서 분석한 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 단계(S300)를 포함한다.

- [0040] 또한, 부분 방전의 결함 원인은 플로팅(floating), 보이드(void), 변압기 결함(TR Fault), 도체돌기(protrusion), 크랙(crack), 자유입자(free particle) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 부분방전 결함 원인, 또는 외부 코로나(external corona), 외부 노이즈(external noise), 센서 커넥터 불량(sensor connector fault), 휴대폰 신호(mobile) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 노이즈 결함 원인을 포함한다.
- [0041] 상세하게, 부분방전 신호 검출 단계(S100)에서는 가스 절연 개폐기로부터 부분방전 신호를 검출하고, 부분방전 신호 분석 단계(S200)에서는 상전압의 위상 동기 없이 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석함으로써 상전압과 동기시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지하는 효과가 있다.
- [0042] 또한, 부분방전 결함 원인 진단 단계(S300)에서 주파수 및 위상 특성을 순서적으로 입력함으로써 부분방전 및 노이즈 등과 같은 부분방전 결함 원인을 쉽게 판단할 수 있는 장점이 있다.
- [0043] 이하, 도 2 내지 도 4는 부분방전 신호의 주파수 특성을 분석하는 방법을 설명하고 도 5 내지 도 7은 부분방전 신호의 위상 특성을 분석하는 방법을 설명한다. 또한, 도 8 내지 도 10은 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전 신호의 결함 원인을 판단하는 방법을 예를 들어 설명한다.
- [0045] 도 2는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 주파수 특성 분석에 대해 더욱 상세히 나타낸 순서도이다.
- [0046] 도 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 부분방전 신호 분석 단계(S200)는 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포를 구별하는 단계(S211), 부분방전 신호 중 최대 크기를 구별하는 단계(S212), 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포를 구별하는 단계(S213), 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 최대 크기의 최대 차이를 구별하는 단계(S214), 및 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 부분방전 신호의 밀도를 구별하는 단계(S215)를 포함한다.
- [0047] 또한, 주파수 분포 구별 단계(S211)는 적어도 한 개로 주파수 분포를 구별한다.
- [0048] 여기서, 최대값 측정 단계(S212)는 부분방전 신호의 최대 크기 값을 측정한다.
- [0049] 또한, 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계(S213)는 가장 크기가 큰 제 1 최대 크기 주파수와 그 다음으로 가장 크기가 큰 제 2 최대 크기 주파수가 포함된 주파수 분포를 구별한다.
- [0050] 여기서, 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계(S214)는 주파수 분포 별 최대 크기 주파수 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별한다.
- [0051] 또한, 주파수 분포별 밀도 구별 단계(S215)는 각 주파수 분포 별 검출 신호의 개수를 토대로 밀도를 구별한다.
- [0052] 예를 들어, 주파수 분포 구별 단계(S211)에서는 주파수 분포를 F1, F2, 및 F3로 나누어 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포를 나타내거나 모든 주파수에 포함되었는지 여부를 구별하고 최대값 측정 단계(S212)에서 최대 크기를 측정할 수 있다.
- [0053] 한편, 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계(S213)에서는 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수가 F1, F2, 및 F3 중 어느 주파수 분포에 있는지 구별하고 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계(S214)에서는 F1에서의 최대 크기, F2에서의 최대 크기, 및 F3에서의 최대 크기 중 최대 차이를 구별한다.
- [0054] 그리고 주파수 분포별 밀도 구별 단계(S215)에서는 F1, F2, 및 F3 별로 부분방전 신호가 몇 개 존재하는지 구별하여 높음, 중간, 낮음, 및 없음 등으로 구별할 수 있다.
- [0056] 도 3은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 주파수 특성 분석에 사용되는 표이다. 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 부분방전 신호에 대한 주파수 특성은 크게 주파수 분포 구별 단계(S211)에서 구별하는 '분포(distribution)', 최대값 측정 단계(S212)에서 측정하는 '최대값(maximum magnitude)', 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계(S213)에서 구별하는 '최대 크기 분포(maximum magnitude distribution)', 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계(S214)에서 구별하는 'Peak 차이(Difference)', 및 주파수 분포별 밀도 구별 단계(S215)에서 구별하는 '밀도(Density)'로 구별할 수 있다.
- [0057] 상세하게, '분포(distribution)'는 모든 주파수 범위 또는 특정 범위 중 어디에 속하는지 구별하고, '최대값(maximum magnitude)'은 최대 크기의 값을 측정하고, '최대 크기 분포(maximum magnitude distribution)'는 제 1 최대 크기의 값과 그 다음으로 큰 제 2 최대 크기의 주파수의 분포를 구별하고, 'Peak 차이(Difference)'는 제 1 최대 크기의 값과 제 2 최대 크기의 값의 차이가 많은지 적은지 구별하고, '밀도(Density)'는 주파수 분포 별로 신호가 포함된 개수가 높은지, 중간인지, 낮은지, 아니면 없는지 구별할 수 있다.

- [0059] 도 4는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 주파수 특성을 분석하는 예를 상세히 나타낸 주파수 스펙트럼이다. 도 4에서 볼 수 있는 바와 같이, 주파수 분포별 밀도 구별 단계(S215)의 구분 방법에 따라, (a)는 밀도가 높은 경우이며, (b)는 밀도가 중간인 경우이며, (c)는 밀도가 낮은 경우이며, (d)는 밀도가 없는 경우는 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0061] 도 5는 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 위상 특성 분석에 대해 더욱 상세히 나타낸 순서도이다.
- [0062] 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, 부분방전 신호 분석 단계(S200)는 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수를 구별하는 단계(S221), 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상이 분포된 위상 범위를 구별하는 단계(S222), 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 분포된 위상 범위를 구별하는 단계(S223), 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 별 신호 밀도를 구별하는 단계(S224), 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 간 최대 크기의 차이를 측정하는 단계(S225), 및 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집의 모양을 구별하는 단계(S226)를 포함한다.
- [0063] 또한, 위상 군집 수 구별 단계(S221)는 군집이 명확히 구분되는 경우 군집의 수를 구별하고 군집의 수가 3개 이상일 경우 노이즈로 구별한다.
- [0064] 여기서, 위상 전체 범위 구별 단계(S222)는 위상 범위가 전 위상에 걸쳐 발생하는지 여부를 구별한다.
- [0065] 또한, 위상 군집별 범위 구별 단계(S223)는 위상 범위가 90도 기준으로 초과하는지 여부와 구분할 수 있는 위상 군집의 유무 중 적어도 어느 하나를 구별한다.
- [0066] 여기서, 위상 군집별 밀도 구별 단계(S224)는 위상 군집 별 신호의 개수를 토대로 밀도를 구별한다.
- [0067] 또한, 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계(S225)는 위상 군집 별 최대 크기 위상 간의 가장 큰 크기와 가장 작은 크기의 차이를 구별한다.
- [0068] 여기서, 위상 군집 모양 구별 단계(S226)는 기설정된 적어도 어느 하나 이상의 군집과의 유사 여부를 구별하여 유사 군집 번호, 군집 불명확, 및 군집 없음 중 어느 하나를 구별한다.
- [0069] 예를 들어, 위상 군집 수 구별 단계(S221)에서는 위상 군집 수를 구별하여 위상 군집 수가 하나이거나 불명확한 것을 나타낼 때 한 개로 표현하고, 위상 군집이 제 1 군집 및 제 2 군집으로 두 개로 검출될 경우 두 개로 표현하고, 위상 군집 수가 3개 이상일 경우 노이즈로 구별할 수 있다.
- [0070] 위상 전체 범위 구별 단계(S222)에서는 부분방전의 최대 크기 주파수에 대한 위상이 전 위상 범위에 대해 발생하였는지 여부를 판단한다. 또한, 위상 군집별 범위 구별 단계(S223)에서는 위상 군집 별 위상 폭을 구별할 수 있는데, 제 1 군집 및 제 2 군집이 90도를 초과하였는지 여부와 위상 군집이 없는 경우를 구별할 수 있다. 위상 군집별 밀도 구별 단계(S224)에서는 제 1 군집 및 제 2 군집에 대해 위상 패턴이 검출된 개수를 기준으로 높음, 중간, 낮음, 없음 등으로 구별할 수 있다.
- [0071] 한편, 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계(S225)에서는 제 1 군집과 제 2 군집에 대한 피크 차이가 많은지 적은지 측정할 수 있고, 위상 군집 모양 구별 단계(S226)에서는 위상 군집 모양을 1번~11번 등 적어도 어느 하나의 군집 모양을 미리 저장하여 저장된 군집 모양과 비교하여 유사한 모양의 군집 모양의 번호를 구별하거나 군집이 불명확 또는 위상 군집이 없는 경우를 구별할 수 있다.
- [0073] 도 6은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 위상 특성 분석에 사용되는 표이다. 도 6에서 볼 수 있는 바와 같이, 부분방전 신호에 대한 위상 특성은 크게 위상 군집 수 구별 단계(S221)에서 구별하는 '군집 분포(group distribution)', 위상 전체 범위 구별 단계(S222)에서 구별하는 '전체 범위(full range)', 위상 군집별 범위 구별 단계(S223)에서 구별하는 '부분 범위(partial range)', 위상 군집별 밀도 구별 단계(S224)에서 구별하는 '밀도(Density)', 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계(S225)에서 구별하는 '크기(Magnitude)', 및 위상 군집 모양 구별 단계(S226)에서 구별하는 '모양(Shape)'으로 구별할 수 있다.
- [0074] 상세하게, '군집 분포(group distribution)'는 위상이 분포하는 군집의 수를 구별하고, '전체 범위(full range)'는 구별된 군집이 전체 위상에 대해 분포되었는지를 구별하고, '부분 범위(partial range)'는 군집별 90도 이상 또는 이하인지 아니면 없는지 구별하며, 이때, 90도는 예일 뿐이며 경우에 따라 180 또는 270 등과 변경가능하다.
- [0075] 한편, '밀도(Density)'는 제 1 군집 및 제 2 군집에 대하여 신호가 점유된 개수에 의해 높음, 중간, 낮음, 또는 없음으로 구별하고, '크기(Magnitude)'는 군집의 피크 간의 크기 차이가 많은지 적은지 구별하고, '모양

(Shape)'은 각 군집의 군집 모양 번호를 구별하거나 군집이 불명확 또는 위상 군집이 없는 경우를 구별할 수 있다.

- [0077] 도 7은 도 1의 부분방전 신호 분석 단계(S200) 중 위상 특성을 분석하는 예를 상세히 나타낸 위상 스펙트럼이다. 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 위상 군집 수 구별 단계(S221)에서 구분한 위상 군집은 위상 그룹(610) 및 620과 같이 2개로 구분할 수 있으며, 위상 전체 범위 구별 단계(S222)를 통해 위상 그룹(610) 및 620이 전위상으로 발생하지 않음을 알 수 있다.
- [0078] 또한, 위상 군집별 범위 구별 단계(S223)를 통해 위상 그룹(610) 및 620의 위상 점유 범위가 90도를 초과한 것으로 구별되며, 위상 군집별 밀도 구별 단계(S224)를 통해 위상 그룹(610)은 밀도가 높고 620은 밀도가 위상 그룹(610) 대비 중간으로 구별됨을 알 수 있다.
- [0079] 한편, 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계(S225)를 통해 위상 군집 별 최대 크기의 차이는 유사한 것으로 볼 수도 있다.
- [0081] 도 8은 도 1의 전체 플로우를 상세히 나타낸 순서도이다. 도 8에서 볼 수 있는 바와 같이, 부분방전 결함 원인 진단 단계(S300)는 부분방전 신호 분석 단계(S200)에서 분석한 결과를 하나씩 입력하여 부분방전의 결함 원인을 진단한다.
- [0082] 예를 들어, 부분방전 결함 원인 진단 단계(S300)에서는 위상 특성으로서 위상 군집 수 구별 단계(S221)에서의 위상 군집 수, 위상 전체 범위 구별 단계(S222)에서의 위상 범위, 위상 군집별 범위 구별 단계(S223)에서의 위상 군집 별 범위, 위상 군집별 밀도 구별 단계(S224)에서의 위상 군집 별 밀도, 위상 군집별 최대 크기 차이 측정 단계(S225)에서의 위상 군집 별 최대 크기 차이, 위상 군집 모양 구별 단계(S226)에서의 위상 군집 별 모양 등을 순서대로 입력한다.
- [0083] 또한, 주파수 특성으로서 주파수 분포 구별 단계(S211)에서의 주파수 분포, 최대값 측정 단계(S212)에서의 최대 크기 주파수 크기, 최대 크기 주파수의 주파수 분포 구별 단계(S213)에서의 최대 크기 주파수의 주파수 분포, 주파수 분포별 최대 크기 주파수의 최대 차이 구별 단계(S214)에서의 주파수 분포 별 최대 크기 주파수의 최대 차이, 주파수 분포별 밀도 구별 단계(S215)에서의 주파수 분포 별 밀도 등을 순서대로 입력함으로써 부분방전의 결함 원인을 자동으로 진단할 수 있다.
- [0085] 도 9는 도 1의 부분방전 결함 원인 진단 단계(S300)에서 부분방전의 결함 원인을 진단하는 예를 나타낸 순서도이다. 도 9에서 알 수 있는 바와 같이, 위상 군집의 입력에 따라 군집 모양을 두 개로 구별하고 군집 모양을 1-1로 구별하고 주파수 분포가 전 주파수에 있으며 주파수 분포인 F1, F2, 및 F3에서 모두 밀도가 중간 이상일 경우 부분방전의 결함 원인이 플로팅, 외부 코로나, 변압기 결함(TR 결함), 센서 이상, 보이드 등으로 판단되는 것을 나타낸다.
- [0087] 도 10은 도 1의 부분방전 결함 원인 진단 단계(S300)에서 판단하는 부분방전의 결함 원인의 예를 나타낸 표이다. 도 10에서 볼 수 있는 바와 같이, 부분방전의 결함 원인은 플로팅(floating), 보이드(void), 변압기 결함(TR Fault), 도체돌기(protrusion), 크랙(crack), 자유입자(free particle) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 부분방전 결함 원인, 또는 외부 코로나(external corona), 외부 노이즈(external noise), 센서 커넥터 불량(Sensor Connector Fault), 휴대폰 신호(Mobile) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 노이즈 결함 원인으로 구분될 수 있다.
- [0089] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치를 나타낸 구성도이다.
- [0090] 도 11에서 알 수 있는 바와 같이, 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치는 부분방전 신호를 검출하는 부분방전 신호 검출부(100), 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성 중 적어도 어느 하나를 분석하는 부분방전 신호 분석부(200), 및 부분방전 신호 분석부(200)에서 분석한 부분방전 신호에 대한 소정의 주파수 및 위상 특성을 토대로 부분방전의 결함 원인을 진단하는 부분방전 결함 원인 진단부(300)를 포함한다.
- [0091] 여기서, 부분방전 신호 분석부(200)는
- [0092] 부분방전 신호에 대한 주파수 분석을 위해, 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포, 부분방전 신호 중 최대 크기, 부분방전 신호의 제 1 최대 크기 주파수와 제 2 최대 크기 주파수의 주파수 분포, 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 최대 크기의 최대 차이, 및 부분방전 신호가 포함된 주파수 분포 별 부분방전 신호의 밀도를 구별한

다.

[0093] 또한, 부분방전 신호 분석부(200)는

[0094] 부분방전 신호에 대한 위상 분석을 위해, 부분방전 신호의 최대 크기 주파수에 대해 위상 군집 수, 위상이 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 분포된 위상 범위, 위상 군집 별 신호 밀도, 위상 군집 간 최대 크기의 차이, 및 위상 군집의 모양을 구별한다.

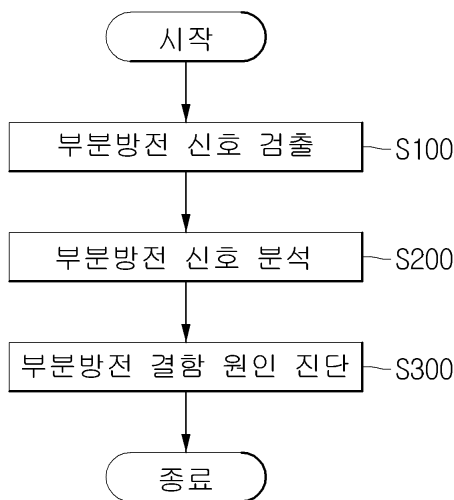
[0095] 그리고 플로팅(floating), 보이드(void), 변압기 결함(TR Fault), 도체돌기(protrusion), 크랙(crack), 자유입자(free particle) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 부분방전 결함 원인, 또는 외부 코로나(external corona), 외부 노이즈(external noise), 센서 커넥터 불량(Sensor Connector Fault), 휴대폰 신호(Mobile) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 노이즈 결함 원인으로 구분할 수 있다.

[0096] 본 발명의 가스절연개폐기 부분방전 진단 장치는, 부분방전 신호 검출부(100)에서 가스 절연 개폐기로부터 부분방전 신호를 검출하고, 부분방전 신호 분석부(200)는 상전압의 위상 동기 없이 부분방전 신호에 대해 이상과 같은 주파수 및 위상 특성을 분석하여 부분방전 결함 원인 또는 노이즈 결함 원인을 진단할 수 있어, 상전압과 동기시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있다. 이상과 같이 본 발명에 따른 가스절연개폐기 부분방전 진단 방법 및 장치는, 상전압과 위상 동기 없이 부분방전 신호의 주파수 및 위상 특성을 분석하여 부분방전의 결함 원인을 진단할 수 있으며, 또한, 상전압과 위상 동기 없이 부분방전의 결함 원인을 진단할 수 있어 상전압과 동기시키는 과정에서 발생할 수 있는 위험을 방지할 수 있다.

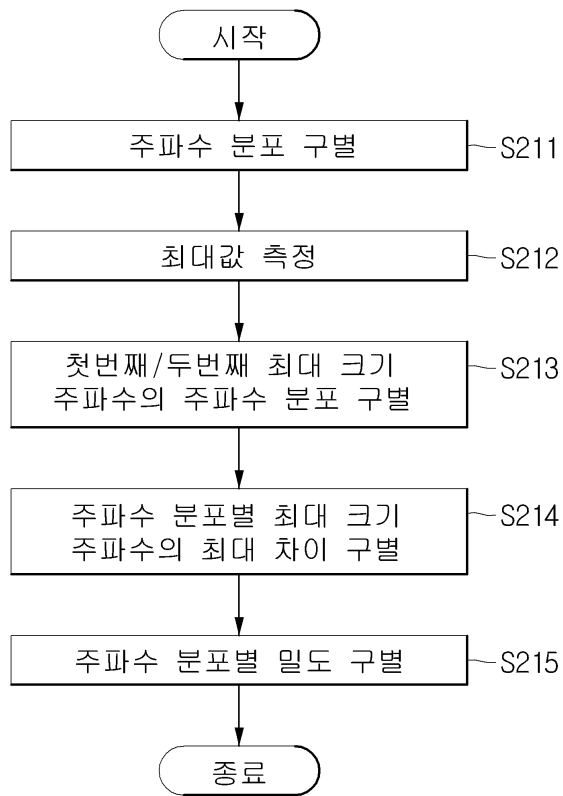
[0098] 상술한 것은 하나 이상의 실시예의 실례를 포함한다. 물론, 상술한 실시예들을 설명할 목적으로 컴포넌트들 또는 방법들의 가능한 모든 조합을 기술할 수 있는 것이 아니라, 당업자들은 다양한 실시예의 많은 추가 조합 및 치환할 수 있음을 인식할 수 있다. 따라서 설명한 실시예들은 첨부된 청구범위의 진의 및 범위 내에 있는 모든 대안, 변형 및 개조를 포함하는 것이다.

**도면**

**도면1**



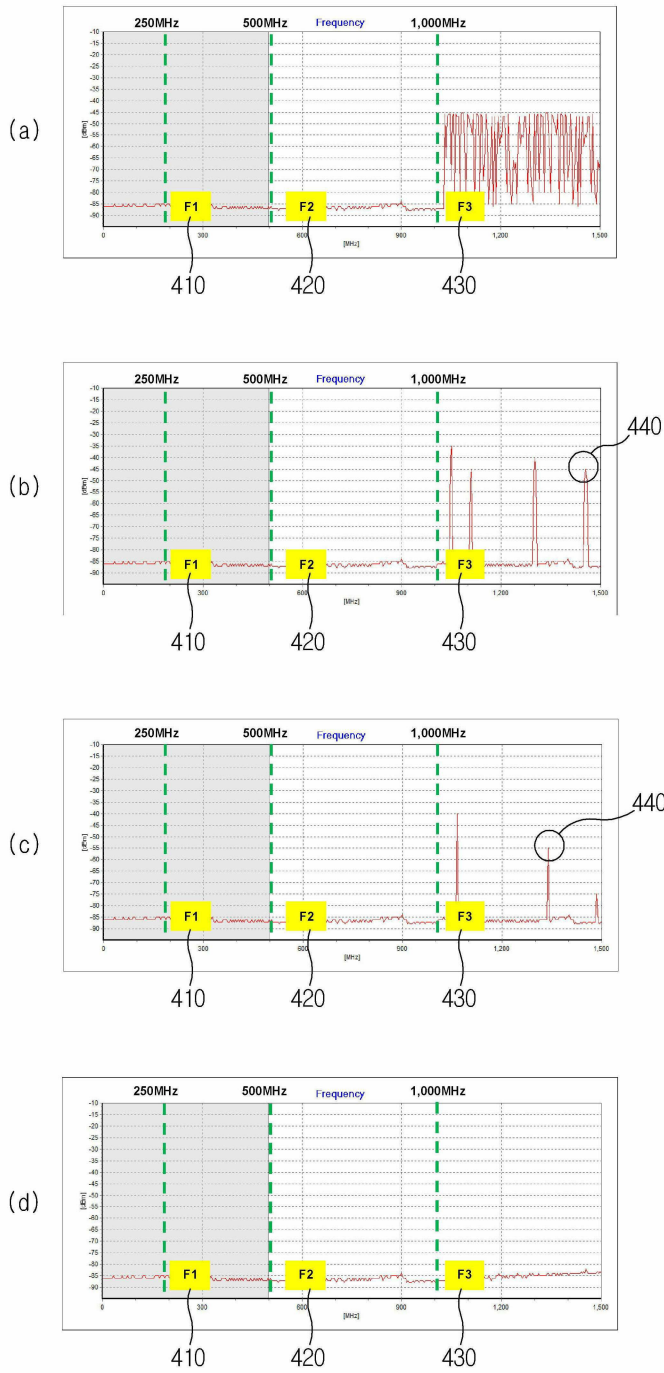
도면2



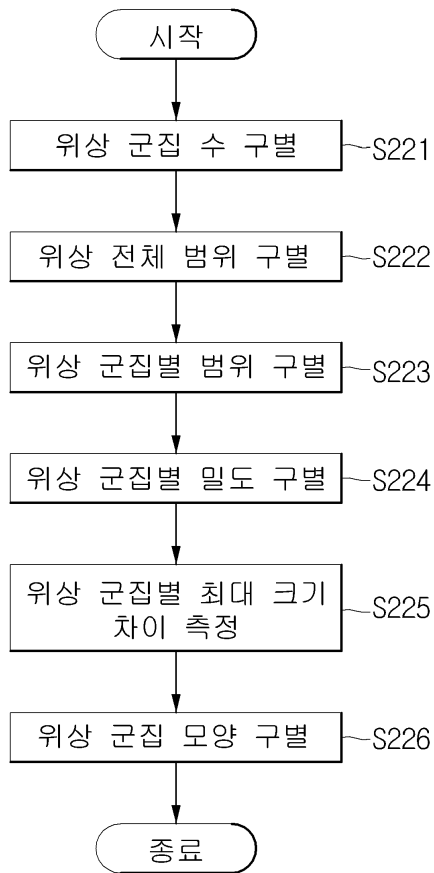
도면3

| 상위 항목              |  | 하위 항목                |    |
|--------------------|--|----------------------|----|
| 주파수<br>(Frequency) | 분포<br>(Distribution)                         | 전체                   |    |
|                    |  | 2개                   |    |
|                    |  | 1개                   |    |
|                    | 최대값<br>(Maximum magnitude)                   | 높음                   |    |
|                    |  | 중간                   |    |
|                    |  | 낮음                   |    |
|                    | 최대 크기 분포<br>(Maximum magnitude distribution) | 1 <sup>st</sup> PEAK | F1 |
|                    |  |                      | F2 |
|                    |  |                      | F3 |
|                    |  | 2 <sup>nd</sup> PEAK | F1 |
|                    |  |                      | F2 |
|                    |  |                      | F3 |
|                    | Peak 차이<br>(Difference)                      | 많음                   |    |
|                    |  | 적음                   |    |
|                    | 밀도<br>(Density)                              | F1 영역                | 높음 |
|                    |  |                      | 중간 |
|                    |  |                      | 낮음 |
|                    |  |                      | 없음 |
|                    |  | F2 영역                | 높음 |
|                    |  |                      | 중간 |
| 낮음                 |  |                      |    |
| 없음                 |  |                      |    |
| F3 영역              |  | 높음                   |    |
|                    |  | 중간                   |    |
|                    |  | 낮음                   |    |
|                    |  | 없음                   |    |

도면4



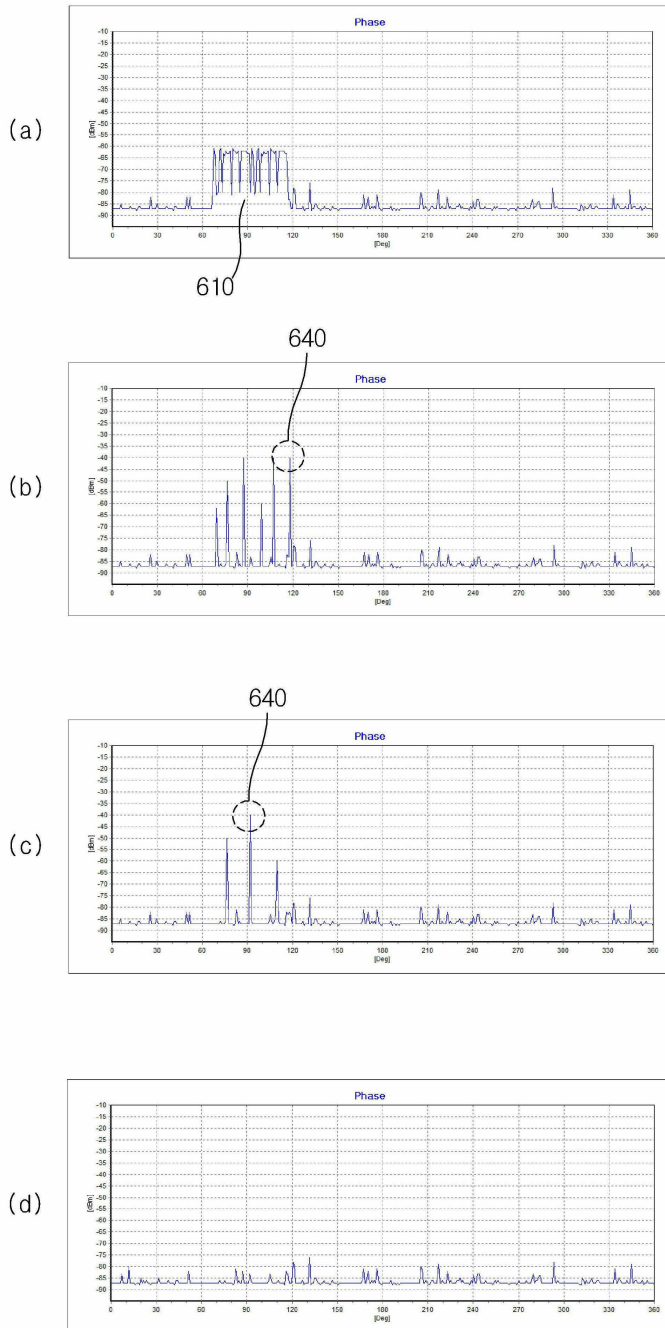
도면5



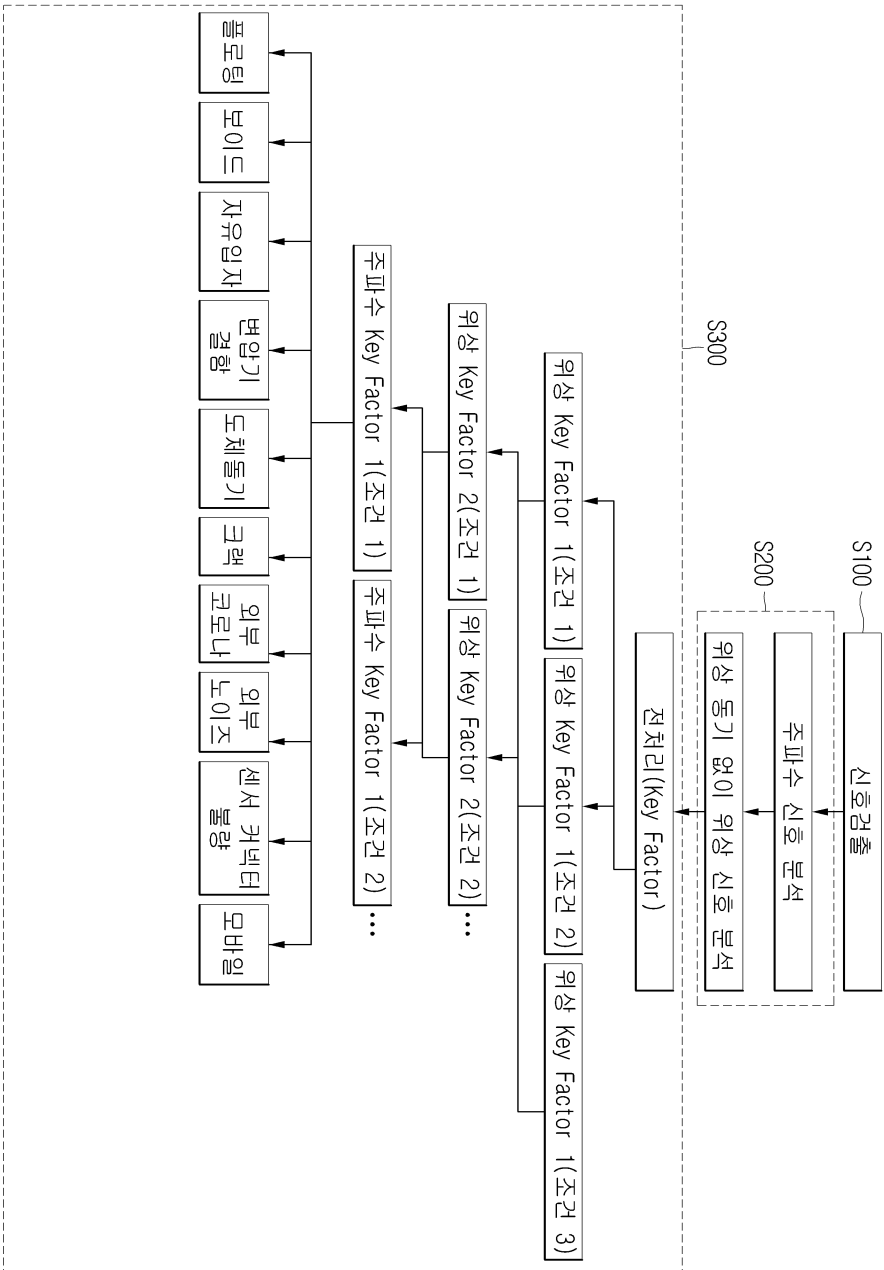
도면6

| 상위 항목             |                               | 하위 항목     |        |
|-------------------|-------------------------------|-----------|--------|
| 위상<br>(Phase)     | 군집 분포<br>(Group distribution) | 3개이상      |        |
|                   |                               | 2개        |        |
|                   |                               | 1개        |        |
|                   | 전체 범위<br>(Full range)         | 전 위상 발생 0 |        |
|                   |                               | 전 위상 발생 X |        |
|                   | 부분 범위<br>(Partial range)      | 1 군집      | 90도 이상 |
|                   |                               |           | 90도 이하 |
|                   |                               |           | 없음     |
|                   |                               | 2 군집      | 90도 이상 |
|                   |                               |           | 90도 이하 |
|                   |                               |           | 없음     |
|                   | 밀도<br>(Density)               | 1 군집      | 높음     |
|                   |                               |           | 중간     |
|                   |                               |           | 낮음     |
|                   |                               |           | 없음     |
|                   |                               | 2 군집      | 높음     |
| 중간                |                               |           |        |
| 낮음                |                               |           |        |
| 없음                |                               |           |        |
| 크기<br>(Magnitude) | 군집<br>Peak 차이                 | 많음        |        |
|                   |                               | 적음        |        |
| 모양<br>(Shape)     | 1 군집                          | 군집모양      |        |
|                   | 2 군집                          | 군집모양      |        |

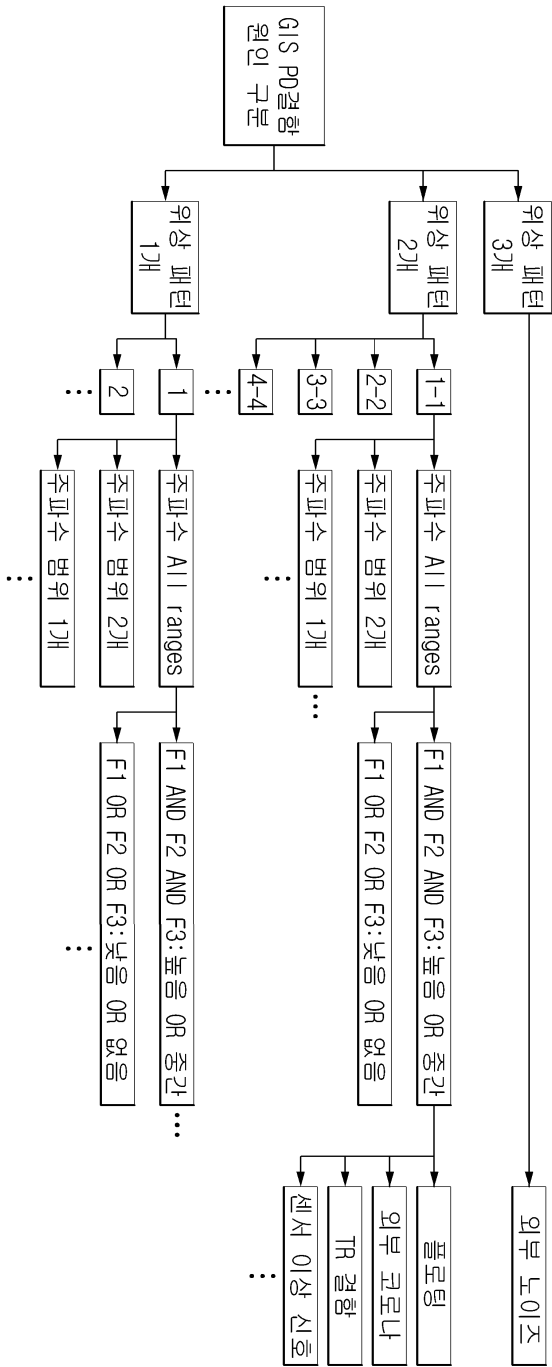
도면7



도면8



도면9



도면10

| 결함 구분       | 결함원인                              |
|-------------|-----------------------------------|
| 부분방전 (PD)   | 플로팅(Floating)                     |
|             | 보이드(Void)                         |
|             | 변합기 결함(TR Fault)                  |
|             | 자유입자(Free Particle)               |
|             | 도체돌기(Protrusion)                  |
|             | 크랙(Crack)                         |
| 노이즈 (Noise) | 외부 코로나(External Corona)           |
|             | 외부 노이즈(External Noise)            |
|             | 센서 커넥터 불량(Sensor Connector Fault) |
|             | 휴대폰 신호(Mobile)                    |

도면11

