



- (51) 국제특허분류:
G01R 31/12 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/011506
- (22) 국제출원일: 2012년 12월 26일 (26.12.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0142841 2011년 12월 26일 (26.12.2011) KR
10-2011-0142843 2011년 12월 26일 (26.12.2011) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION)
[KR/KR]; 121-720 서울시 마포구 마포대로 119 (공덕동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김영민 (KIM, Young Min); 642-050 경상남도 창원시 성산구 삼동로 128 번길 62 12-406, Gyeongsangnam-do (KR). 김성직 (KIM, Sung Jik); 621-831 경상남도 김해시 장유면 능동로 117 414-1401 (부영아파트), Gyeongsangnam-do (KR). 서황동 (SEO, Hwang Dong); 621-718 경상남도 김해시 장유면 월산로 82-55 803-1306 (월산마을), Gyeongsangnam-do (KR). 이수진 (LEE, Soo Jin); 642-050 경상남도 창원시 성산구 삼동로 128 번길 96(내동, 효성중공업(주)), Gyeongsangnam-do (KR).

- (74) 대리인: 특허법인 남촌 (NAMCHON PATENT & LAW FIRM); 110-716 서울시 종로구 새문안로 5길 37 (도렴동), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

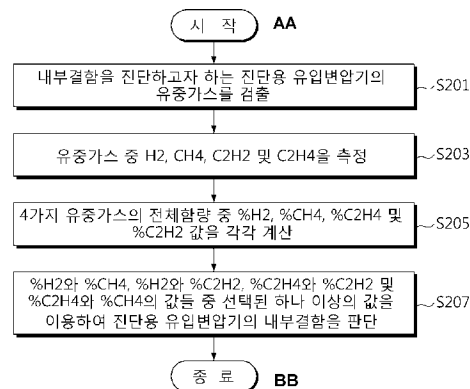
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR DIAGNOSING INTERNAL FAULT OF OIL-IMMERSED TRANSFORMER THROUGH CONTENT RATIOS OF DISSOLVED GASES

(54) 발명의 명칭: 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법



AA ... Start

BB ... End

S201 ... Detecting dissolved gas of oil-immersed transformer for internal fault diagnosis

S203 ... Measuring H₂, CH₄, C₂H₄, and C₂H₂ of dissolved gases

S205 ... Calculating each value of %H₂, %CH₄, %C₂H₄, and %C₂H₂ from the total content of four dissolved gases

S207 ... Determining internal fault of oil-immersed transformer for diagnosis by using at least one value selected from %H₂ and %CH₄, %H₂ and %C₂H₂, %C₂H₄ and %C₂H₂, and %C₂H₄ and %C₂H₄ values

(57) Abstract: The present invention relates to a method for accurately diagnosing an internal fault of an oil-immersed transformer by analyzing content ratios of dissolved gases generated when the internal fault occurs in the oil-immersed transformer. The method for diagnosing the internal fault of the oil-immersed transformer of the present invention diagnoses the internal fault by analyzing the dissolved gases contained in the insulating oil of the oil-immersed transformer for internal fault diagnosis, wherein the method comprises: a first step of extracting H₂, CH₄, C₂H₄, and C₂H₂ from the dissolved gases; a second step of calculating a content ratio (%) of each dissolved gas from the total content of the four dissolved gases selected from the extracted five dissolved gases; and a third step of determining the internal fault of the oil-immersed transformer for diagnosis corresponding to an internal fault region according to content ratio (%) values of the calculated four dissolved gases and predetermined content ratios (%) of the four dissolved gases.

(57) 요약서: 본 발명은 유입변압기의 내부결함 시 발생하는 유증가스의 함량비율을 분석함으로써 유입변압기의 내부결함을 정확하게 진단하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 유입변압기 내부결함 진단방법은, 내부결함을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유에 함유된 유증가스를 분석하여 내부결함을 진단하는 유입변압기의 내부결함 진단방법에 있어서, 상기 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₄ 및 C₂H₂를 추출하는 제 1 단계; 상기 추출된 5 가지 유증가스 중 선택된 4 가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각 유증가스가 차지하는 함량비율(%)을 각각 계산하는 제 2 단계; 및 상기 계산된 4 가지 유증가스의 함량비율(%) 값과 미리 설정된 상기 4 가지 유증가스의 함량비율(%)에 따른 내부결함 영역에 대응하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결함을 판단하는 제 3 단계를 포함한다.



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

명세서

발명의 명칭: 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법

기술분야

- [1] 본 발명은 유입변압기의 내부결함 진단방법에 관한 것으로서, 특히 유입변압기의 내부결함 시 발생하는 유중가스의 함량비율을 분석함으로써 유입변압기의 내부결함을 정확하게 진단하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 변전소나 전력회사에 설치되는 유입변압기는 전력공급 시스템의 주요설비 중 하나이고 높은 신뢰성 유지가 요구된다. 이러한 유입변압기는 운전중에 열화 등으로 전기적, 기계적인 성능이 저하되어 이상이 발생하는 경우가 있는데 이런 현상을 사전에 감지하여 적절한 조치를 취하지 않으면 중대한 사고를 일으킬 수 있다.
- [3] 유입변압기 내부에 절연과괴, 국부과열 등의 이상현상이 발생하면 반드시 열 발생을 수반하며 이러한 열 발생원에 접촉한 절연유, 절연지, 프레스 보드 등의 절연재료가 열 영향을 받아 화학반응에 의해 분해되어 가스들이 발생한다. 이들 대부분의 가스들은 절연유에 용해된다. 그러므로 유입변압기의 절연유를 채취하여 가스를 추출 및 분석하면 내부에 발생한 결함의 종류 및 그 정도를 진단할 수 있다.
- [4] 이러한 유중가스의 분석을 이용한 유입변압기의 진단방법은 매우 복잡한 절차와 노력을 필요로 하지만 유입변압기 내부의 결함진단으로 적중률이 높기 때문에 세계적으로 널리 이용되고 있다.
- [5] 유입변압기의 내부결함의 종류 및 유중가스에 의한 진단방법은 국제표준(IEC 60599 : Mineral oil-impregnated electrical equipment in Service Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis 및 IEEE C57. 104 : IEEE Guide for the Interpretation of Gases in Oil-Immersed Transformer)에서 규정하고 있으며, 대부분의 전력회사 및 유입 전력기기 사용자들은 이 국제표준에 따라 내부결함을 추정하고 있다.
- [6] 이들 국제표준에 규정된 결함종류로 크게 전기적 결함(E:Electrical Fault)과 열적 결함(T:Thermal Fault)으로 구분하며, 상세히 분류하면 부분방전(PD: Partial Discharges), 저에너지 방전(D1: Discharges of low energy), 고에너지 방전(D2: Discharges of high energy), 제1 열적결함 $t < 300^{\circ}\text{C}$ (Thermal fault $t < 300^{\circ}\text{C}$) (T1), 제2 열적결함 $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$ (Thermal fault $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$) (T2), 제3 열적결함 $t > 700^{\circ}\text{C}$ (Thermal fault 700°C) (T3) 등 6가지 결함으로 정의하고 있다. 또한, 이들 국제표준에서의 분석대상 가스는 수소(hydrogen; H₂), 메탄(methane; CH₄), 에탄(ethane; C₂H₆), 에틸렌(ethylene; C₂H₄), 아세틸렌(acetylen; C₂H₂) 등 5가지

성분이다.

- [7] 종래에는 결함을 상기한 5가지 가스성분의 조성비, 가스함량의 비율(%), 주요가스(key gas)에 의한 범위 등을 선정하여 그 종류를 구분하고 있다. 그러나, 이러한 종래의 유입변압기 내부결함 진단방법에서는 다음과 같은 문제점이 있다.
- [8] 먼저, 주요가스(key gas)에 의한 진단방법은, 주요가스(최대 가스값)만 이용하여 결함을 진단하므로 각 결함이 갖는 에너지에 따른 가스의 패턴, 조성 및 변화량을 반영하지 못하게 되어 오진단 비율이 높다. 예컨대, 주요가스가 아닌 다른 가스가 최대값을 가지는 경우 진단 불가영역이 존재하는 문제점이 있다.
- [9] 또한, 5가지 성분의 가스를 이용한 조성비(ratio)에 의한 진단방법은 가스의 패턴, 조성 및 변화량을 반영하여 진단결과가 도출하므로 진단의 정확도는 높으나 결함의 종류와 및 결함별 가스비율을 벗어나는 경우에는 진단이 불가능하다.
- [10] 또한, 가스함량의 비율(%)에 의한 진단방법은 진단 불가영역이 없고 진단결과의 정확도는 높으나 결함의 에너지가 큰 3가지 가스성분만 사용하고 있으며 저에너지 결함에서 발생하는 수소 및 에탄에 대한 부분은 반영되지 않아 초기 고장에 대한 진단이 어렵다는 문제점이 있다.
- [11] 따라서, 해당 기술분야에서는 유입변압기의 내부결함 진단의 신뢰성을 높이고 모든 결함영역에 대하여 진단가능한 유입변압기의 내부결함 진단기술에 대한 개발요구가 있어왔다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 유입변압기의 내부결함 시에 발생하는 5가지 유중가스 중 선택된 4가지 유중가스의 함량비율(%) 중 2가지 유중가스 함량비율의 조합을 이용하여 해당 유입변압기의 내부결함을 정확하게 진단하도록 하는 유중가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [13] 또한, 본 발명은 유입변압기의 내부결함 시에 발생하는 5가지 유중가스 중 선택된 4가지 유중가스의 함량비율(%)을 동시에 이용하여 해당 유입변압기의 내부결함을 정확하게 진단하도록 하는 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [14] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제1 실시예의 일 특징에 따른 유중가스 함량비를 통한 유입변압기 내부결함 진단방법은, 내부결함을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유에 함유된 유중가스를 분석하여 내부결함을 진단하는 유입변압기의 내부결함 진단방법에 있어서, 상기 유중가스 중 H₂,

CH₄, C₂H₂, C₂H₄ 및 C₂H₆를 추출하는 제1단계; 상기 추출된 5가지 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된 4가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각 유증가스가 차지하는 함량비율(%) 값을 각각 계산하는 제2단계; 및 상기 계산된 %H₂와 %CH₄, %H₂와 %C₂H₂, %C₂H₄와 %C₂H₂, %C₂H₄와 %CH₄, %H₂와 %C₂H₆, %C₂H₄와 %C₂H₆의 각 조합들 중 선택된 1개 내지 4개의 조합을 미리 설정된 내부결합 영역에 대응하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제3단계를 포함한다.

- [15] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제3단계는, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 및 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 나타나는 비율 %H₂ 및 %CH₄의 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제1 X-Y 평면상에 미리 설정하는 단계; 및 상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제1 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역, 고에너지방전(D2) 결합영역, 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1) 영역, 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 영역 및 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고, 상기 제2단계에서 계산된 %H₂ 및 %CH₄ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다.
- [16] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제3단계는, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 열적 결합, 전기적 결합 중 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2)별로 나타나는 비율 %H₂ 및 %C₂H₄ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제2 X-Y 평면상에 미리 설정하는 단계; 및 상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제2 X-Y 평면의 절반 영역을 열적결합 영역, 전기적 결합 중 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고, 상기 제2단계에서 계산된 %H₂ 및 %C₂H₄ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다.
- [17] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제3단계는, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1 및 제2열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$, $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T1,T2), 제3 열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제3 X-Y 평면상에 미리 설정하는 단계; 상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제3 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역, 제1 및 제2 열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$, $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T1,T2) 영역, 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고, 상기 제2단계에서 계산된 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다.

- [18] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제3단계는, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2), 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제4 X-Y 평면상에 미리 설정하는 단계; 상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제4 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역, 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 영역, 그리고 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고, 상기 제2단계에서 계산된 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다.
- [19] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제1 내지 제4 X-Y 평면의 X-Y 축은 각각 %H₂와 %CH₄, %H₂와 %C₂H₂, %C₂H₄와 %C₂H₂, 그리고 %C₂H₄와 %CH₄의 값이 각각 0~100%의 범위를 가지며 상기 결합영역은 상기 각 X-Y 평면의 X-Y 축이 각각 100%인 지점 간에 서로 직선으로 연결되어 형성된 삼각형 형상 내에 위치한다.
- [20] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제2단계에서 계산된 상기 각 유증가스의 함량비율 값은 상기 삼각형 형상의 결합영역 내에 모두 포함된다.
- [21]
- [22] 또한, 본 발명의 제1 실시예의 다른 특징에 따른 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기 내부결합 진단방법은, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기별로 H₂, CH₄, C₂H₂, C₂H₄ 및 C₂H₆의 유증가스를 추출하는 제1단계; 상기 다수의 유입변압기별로 추출된 유증가스의 전체함량 중 상기 각 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄, %C₂H₂ 및 %C₂H₆ 값을 각각 계산하는 제2단계; 상기 내부결합별로 나타나는 비율 %H₂ 및 %CH₄ 값을 각각 제1 x,y 좌표로 하여 제1 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의 제1 x,y 좌표를 이용하여 상기 제1 X-Y 평면의 절반 영역을 상기 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제3단계; 상기 내부결합별로 나타나는 비율 %H₂ 및 %C₂H₄ 값을 각각 제2 x,y 좌표로 하여 제2 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의 제2 x,y 좌표를 이용하여 상기 제2 X-Y 평면의 절반 영역을 상기 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제4단계; 상기 내부결합별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 제3 x,y 좌표로 하여 제3 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의 제3 x,y 좌표를 이용하여 상기 제3 X-Y 평면의 절반 영역을 상기 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제5단계; 상기 내부결합별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각 제4 x,y 좌표로 하여 제4 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의 제4 x,y 좌표를 이용하여 상기 제4 X-Y 평면의 절반 영역을 상기 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제6단계; 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유로부터 유증가스 H₂, CH₄, C₂H₂ 및 C₂H₄를 추출하고 상기 진단용 유입변압기에서 추출된 4가지 유증가스의

전체합량 중 각 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산하는 제7단계; 및 상기 제7단계에서 계산된 각 유증가스의 함량비율 중 %H₂ 및 %CH₄ 값, %H₂ 및 %C₂H₂ 값, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값, 그리고 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값들 중 선택된 하나 이상의 값을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제8단계를 포함한다.

[23]

[24] 또한, 본 발명의 제2 실시예의 일 특징에 따른 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기 내부결합 진단방법은, 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유에 함유된 유증가스를 분석하여 내부결합을 진단하는 유입변압기의 내부결합 진단방법에 있어서, 상기 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂ 및 C₂H₆를 추출하는 제1단계; 상기 추출된 5가지 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된 4가지 유증가스의 전체 합량 중 상기 각 유증가스가 차지하는 함량비율(%)을 각각 계산하는 제2단계; 및 상기 계산된 4가지 유증가스의 함량비율(%) 값과 미리 설정된 상기 4가지 유증가스의 함량비율(%)에 따른 내부결합 영역에 대응하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제3단계를 포함한다.

[25] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제2단계는, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 및 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 나타나는 유증가스의 함량비율 %H₂, %C₂H₄, %C₂H₂, %CH₄ 값을 2차원 평면상에 미리 설정하는 단계; 및 상기 설정된 함량비율 값을 이용하여 상기 2차원 평면을 상기 각각의 결합에 대응하는 6개의 결합영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고, 상기 제2단계에서 계산된 상기 4개의 비율 값에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다.

[26] 본 발명의 실시 예에서, 상기 2차원 평면은 4개의 축으로 이루어진 정사각형 형상이고 상기 4개의 축은 각각 %H₂, %C₂H₄, %C₂H₂ 및 %CH₄ 값이 0~100%의 범위를 가지며 상기 구분된 각 결합영역은 상기 4축의 %H₂, %C₂H₄, %C₂H₂ 및 %CH₄ 값이 각각 50%인 지점에서 직선으로 연결되어 형성된 마름모 형상 내에 위치한다.

[27] 본 발명의 실시 예에서, 상기 4개의 축에서 %H₂ 축과 %C₂H₄ 축이 서로 대향하고 %C₂H₂ 축과 %CH₄ 축이 서로 대향하도록 형성된다.

[28] 본 발명의 실시 예에서, 상기 정사각형 형상에서 2개의 축이 이루는 각 모서리로부터 상기 2축을 따라 상기 %H₂, %C₂H₄, %C₂H₂ 및 %CH₄ 값 중 선택된 2개의 값 중 하나는 증가하고 다른 하나는 감소한다.

[29] 본 발명의 실시 예에서, 상기 제2단계에서 계산된 상기 4개의 함량비율 값은 상기 마름모 형상의 결합영역에 모두 포함된다.

[30]

- [31] 또한, 본 발명의 제2 실시예의 다른 특징에 따른 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법은, 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기별로 H₂, CH₄, C₂H₄ 및 C₂H₂의 유중가스를 각각 추출하는 제1단계; 상기 내부결합의 종류가 알려진 유입변압기별로 추출된 유중가스의 전체함량 중 상기 각 유중가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산하는 제2단계; 상기 내부결합의 종류 중에서 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2), 제3열적결합 ($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 각각 나타나는 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄, %C₂H₂ 값을 2차원 평면상에 미리 설정하고 상기 설정된 값을 이용하여 상기 2차원 평면을 상기 각각의 결합에 대응하는 결합영역으로 구분하는 제3단계; 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유로부터 유중가스를 추출하고 상기 추출된 유중가스의 전체함량 중 설정된 유중가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산하는 제4단계; 및 상기 제4단계에서 계산된 상기 진단용 유입변압기의 각 유중가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 상기 2차원 평면의 결합영역에서 결정하고 상기 결정된 결합영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제4단계를 포함한다.

발명의 효과

- [32] 본 발명에 의하면 유입변압기 내부결합의 오진단 비율을 줄일 수 있다.
 [33] 또한, 본 발명에 의하면 유입변압기의 내부결합 진단시 진단불가 영역이 발생되지 않아 내부결합 진단의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[34]

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 본 발명이 적용되는 유입변압기의 내부결합 진단장치의 구성도.
 [36] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 제1 내지 제4 X-Y 평면도.
 [37] 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 제1 내지 제4 X-Y 평면도의 설정과정을 보이는 흐름도.
 [38] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법을 보이는 흐름도.
 [39] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차원 평면도.
 [40] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차원 평면도의 설정과정을 보이는 흐름도.
 [41] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법을 보이는 흐름도.

발명의 실시를 위한 형태

- [42] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시 예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한

구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[43] 도 1은 본 발명이 적용되는 유입변압기의 내부결합 진단장치의 구성도이다.

[44] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에서 유입변압기의 내부결합 진단장치(10)는 유중가스 검출센서(11), 유중가스 함량비율 계산부(12), 데이터베이스(DB)(13) 및 제어부(14)를 포함하여 구성된다.

[45] 유중가스 검출센서(11)는 유입변압기 내 절연유에 함유된 유중가스를 검출한다. 이러한 유중가스 검출센서(11)는 유입변압기의 절연유에 용해되어 있는 유중가스를 추출하는 추출부와 그 추출된 유중가스의 크기 값을 결정하는 검출부로 구성된다. 본 실시 예에서 유중가스 검출센서(11)는 다수의 유중가스 중 수소(H₂), 메탄(CH₄), 아세틸렌(C₂H₂), 에틸렌(C₂H₄) 및 에탄(C₂H₆)을 추출하여 각각 그 양을 측정한다. 이들 5가지의 유중가스 중 CH₄와 C₂H₆는 저온결합으로 구분되고, C₂H₄는 고온결합으로 구분되고, H₂는 저에너지방전으로 구분되며, C₂H₂는 고에너지방전으로 구분된다.

[46] 유중가스 함량비율 계산부(12)는 유중가스 검출센서(11)에서 검출한 5가지 유중가스 중 내부결합별로 구분되는 4가지 유중가스를 선택하여 그 선택된 4가지 유중가스가 전체 함량 중 차지하는 함량비율(%)을 각각 계산한다. 이하에서는 설명의 편의상 예컨대, 5가지 유중가스 중 H₂, CH₄, C₂H₂ 및 C₂H₄의 4가지 유중가스가 선택된 경우에 대하여 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 다른 4가지 유중가스를 선택할 수도 있다. 이러한 일례의 경우, 선택된 4가지 유중가스의 전체 함량 중 그 선택된 4가지 유중가스가 각각 차지하는 비율, 즉 %H₂, %CH₄, %C₂H₂ 및 %C₂H₄ 값을 각각 계산한다. 여기서, 상기한 각 유중가스의 함량비율은 이들 4가지 성분의 유중가스 전체 함량을 100%으로 하였을 때 각각의 유중가스가 차지하는 함량비율을 %로 나타낸 값이다. 따라서, 이러한 각 유중가스 함량비율은 하기 수학식 1과 같이 계산된다.

[47] 수학식 1

$$\%H_2 = \frac{H_2}{H_2 + CH_4 + C_2H_2 + C_2H_4} \times 100$$

[48]

$$\%CH_4 = \frac{CH_4}{H_2 + CH_4 + C_2H_2 + C_2H_4} \times 100$$

[49]

$$\%C_2H_2 = \frac{C_2H_2}{H_2 + CH_4 + C_2H_2 + C_2H_4} \times 100$$

[50]

$$\%C_2H_4 = \frac{C_2H_4}{H_2 + CH_4 + C_2H_2 + C_2H_4} \times 100$$

- [51] 물론, 위 5가지 유증가스 중 다른 4가지 유증가스를 선택한 경우에도 그 4가지 선택된 유증가스의 전체 함량에서 각 유증가스가 차지하는 함량비를 위와 같이 계산한다.
- [52] 데이터베이스(DB:database)(13)는 유입변압기의 내부결합을 판단하기 위한 기준정보가 되는 데이터를 저장한다. 더 구체적으로, 본 발명의 제1 실시예에서 데이터베이스(DB)(13)에서는 %H₂ 및 %CH₄ 값을 각각 X축과 Y축으로 하여 이루어진 제1 X-Y 평면도, %H₂ 및 %C₂H₂ 값을 각각 X축과 Y축으로 하여 이루어진 제2 X-Y 평면도, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 X축과 Y축으로 하여 이루어진 제3 X-Y 평면도, %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각 X축과 Y축으로 하여 이루어진 제4 X-Y 평면도 및 이들 평면도에 관련된 각종 데이터를 저장한다. 예컨대, 내부결합의 종류에 따라 결합영역이 구분된다. 이때, 이들 4개의 평면도는 내부결합을 판단하고자 하는 진단용 유입변압기(1)에서 검출된 %H₂, %CH₄, %C₂H₂ 및 %C₂H₄ 값을 이용하여 내부결합의 종류를 판단하기 위한 것이다. 상기 4개의 평면도는 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 %H₂, %CH₄, %C₂H₂ 및 %C₂H₄를 검출한 후에, 각각 %H₂-%CH₄ 값, %H₂-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%CH₄ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제1 내지 제4 X-Y 평면상에 미리 설정하고, 이처럼 설정된 다수의 각 x,y 좌표를 이용하여 내부결합의 종류별로 영역을 구분하도록 한 것이다.
- [53] 또한, 본 발명의 제2 실시예에서 데이터베이스(13)는 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값으로 결정되는 2차원 평면도 및 그 2차원 평면도에 관련된 각종 데이터를 더 저장한다. 예컨대, %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값에 따라 내부결합의 종류별로 결합영역이 구분된다. 2차원 평면도는 내부결합을 판단하고자 하는 진단용 유입변압기에서 검출된 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 이용하여 내부결합의 종류를 판단하는데 사용된다. 상기 2차원 평면도에서는 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 계산된 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 정사각형 형상의 2차원 평면도를 이루는 4개의 축이 되도록 한다. 또한, 그 2차원 평면도는 내부결합의 종류별로 영역이 구분되도록 한다.
- [54] 제어부(14)는 제1 실시예에서 내부결합을 판단하고자 하는 진단용 유입변압기에 대해 계산된 %H₂ 및 %CH₄ 값, %H₂ 및 %C₂H₂ 값, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값, 그리고 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값들 중 선택된 하나 이상의 값을 이용하여 해당 진단용 유입변압기(1)의 내부결합을 판단한다. 구체적으로, 제어부(14)는 진단용 유입변압기(1)에서 검출된 유증가스의 함량 %H₂-%CH₄ 값, %H₂-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%CH₄ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 그 각각의 x,y

좌표가 데이터베이스(DB)(13)에 저장된 제1 내지 제4 X-Y 평면 내 어느 결합영역에 대응하는지를 판단하여 최종적으로 해당 내부결합을 판단하도록 한다. 또한, 제어부(14)는 제2 실시 예에서 내부결합을 판단하고자 하는 진단용 유입변압기에 대해 계산된 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 이용하여 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다. 구체적으로, 제어부(14)는 진단용 유입변압기에서 검출된 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값에 대응하는 영역이 데이터베이스(DB)(13)에 저장된 2차원 평면도 내에서 어느 결합영역에 대응하는지를 판단하여 최종적으로 해당 내부결합을 판단하도록 한다.

[55] 여기서, 상기한 내부결합이 알려진 유입변압기라 함은 실제 현장에서 사용되는 유입변압기 중 고장(내부결합)이 발생한 유입변압기로서 내부결합이 발생한 상태에서 그 내부결합에 대응하는 유증가스의 함량비를 서로 매칭시켜 상호 간의 상관관계를 검증하기 위해 검증용으로 이용된다. 이에 대비하여 진단용 유입변압기라 함은 상기 X-Y 평면도를 이용하여 내부결합을 진단하고자 하는 유입변압기이다.

[56] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 제1 내지 제4 X-Y 평면도이다.

[57] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따라 내부결합의 종류가 이미 알려진 다수의 유입변압기를 대상으로 %H₂와 %CH₄, %H₂와 %C₂H₂, %C₂H₄와 %C₂H₂, %C₂H₄와 %CH₄를 각각 X축 및 Y축으로 하여 해당 유증가스의 함량비율에 따른 내부결합을 제1 내지 제4 X-Y 평면도로 나타내고 있다. 본 실시 예에서는 예컨대, 실제 현장에서 운전하던 중 내부결합이 발생한 다수의 유입변압기(내부결합을 알고 있음)를 대상으로 사고내용(내부결합 종류)에 대한 각 해당 유증가스의 함량비율을 분석한 것이다.

[58] 구체적으로 살펴보면, 도 2에서는 %H₂와 %CH₄를 각각 X축 및 Y축으로 하고 그 범위는 각각 0~100%로 설정된다. 예컨대, 도면부호 A는 특정 유입변압기의 %H₂가 33%이고 %CH₄가 56%인 경우이다. 이와 같이 93개의 유입변압기별 %H₂-%CH₄를 나타내면 도 2의 제1 X-Y 평면도와 같이 나타난다. 또한, 도 2의 제1 X-Y 평면도에 나타난 값들을 내부결합의 종류별로 구분하여 결합영역을 결정한다. 이때, 내부결합의 종류는 국제표준에서 정의하고 있는 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합 t<300°C(T1), 제2열적결합 300°C<t<700°C(T2), 제3열적결합 t>700°C(T3) 등 6가지이다.

[59] 도 2와 동일하게 도 3에서는 %H₂와 %C₂H₂를, 도 4는 %C₂H₄와 %C₂H₂를, 그리고 도 5는 %C₂H₄와 %CH₄를 각각 X축 및 Y축으로 하고 그 범위는 각각 0~100%로 설정된다. 또한, 도 3 내지 도 5에서도 제2 내지 제4 X-Y 평면도에 나타난 값들로부터 내부결합의 종류를 구분하여 결합영역을 결정한다.

[60] 먼저, 도 3의 제2 X-Y 평면도에서는 열적 결합(T)과 전기적 결합(E) 중 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2)을 결정한다.

[61] 또한, 도 4의 제3 X-Y 평면도에서는 열적 결합(T)의 제1 및 제2

열적결합(T1&T2), 제3 열적결합(T3)과, 전기적 결합(E)의 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2)과, 그리고 열적결합(T)과 전기적 결합(E)의 공통영역을 결정한다.

[62] 또한, 도 5의 제4 X-Y 평면도에서는 제1열적결합(T1), 제2 열적결합(T2), 제3열적결합(T3), 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2)을 결정한다.

[63] 도 2 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제4 X-Y 평면도의 X-Y 축은 각각 %H₂-%CH₄ 값, %H₂-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%C₂H₂ 값 및 %C₂H₄-%CH₄ 값이 각각 0~100%의 범위를 가지며 각 결합영역은 각 X-Y 평면도의 X-Y 축이 각각 100%인 지점 간에 서로 직선으로 연결되어 형성된 삼각형 형상 내에 위치한다.

[64] 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 제1-4 X-Y 평면도의 설정과정을 보이는 흐름도이다.

[65] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에서는 내부결합의 종류가 이미 알려진 다수의 유입변압기마다 절연유에 함유된 유증가스를 검출한다(S101). 이처럼 검출된 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₂ 및 C₂H₄를 추출하여 그 양을 측정한다(S103). 상기 추출된 4가지 성분의 유증가스의 전체 함량을 계산하고, 전체 함량 중 상기 각각의 유증가스가 차지하는 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산한다(S105). 이후에, 이와 같이 계산된 다수의 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 이용하여 제1 내지 제4 X-Y 평면도를 각각 설정하게 된다.

[66] 먼저, 제1 X-Y 평면도를 설정하는 과정부터 설명한다. 내부결합의 종류가 이미 알려진 다수의 유입변압기마다 그 내부결합의 종류별로 나타나는 함량비율 %H₂ 및 %CH₄ 값을 각각 제1 x,y 좌표로 하여 제1 X-Y 평면상에 미리 설정하고(S107), 그 설정된 다수의 제1 x,y 좌표를 이용하여 제1 X-Y 평면의 절반 영역을 각각의 내부결합 영역으로 구분한다(S109).

[67] 이어, 내부결합의 종류별로 나타나는 함량비율 %H₂ 및 %C₂H₂ 값을 각각 제2 x,y 좌표로 하여 제2 X-Y 평면상에 미리 설정하고(S111), 그 설정된 다수의 제2 x,y 좌표를 이용하여 제2 X-Y 평면의 절반 영역을 각각의 내부결합 영역으로 구분한다(S113).

[68] 또한, 내부결합의 종류별로 나타나는 함량비율 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 제3 x,y 좌표로 하여 제3 X-Y 평면상에 미리 설정하고(S115), 그 설정된 다수의 제3 x,y 좌표를 이용하여 제3 X-Y 평면의 절반 영역을 각각의 내부결합 영역으로 구분한다(S117).

[69] 계속해서, 내부결합의 종류별로 나타나는 함량비율 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각 제4 x,y 좌표로 하여 제4 X-Y 평면상에 미리 설정하고(S119), 그 설정된 다수의 제4 x,y 좌표를 이용하여 제4 X-Y 평면의 절반 영역을 각각의 내부결합 영역으로 구분한다(S121).

[70] 이와 같이, 제1 내지 제4 평면도는 내부결합의 종류가 미리 알려진 다수의

유입변압기에서 추출된 4가지 유증가스의 함량비율을 구하고, 이 중 선택된 2개의 함량비율 값을 x, y 좌표로 하여 X-Y 평면상에 설정하여 각각의 결합영역을 구분하도록 하는 것이다. 이러한 제1 내지 제4 평면도는 이후 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는데 이용된다.

[71] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법을 보이는 흐름도이다.

[72] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 유입변압기 내부결합 진단방법에서는, 먼저 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기(1)에서 유증가스를 검출한다(S201). 이처럼 검출된 유증가스 중 H_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 및 C_2H_6 를 추출하여 각각 그 양을 측정한다(S203). 추출된 5가지 성분의 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 그 선택된 4가지 유증가스의 전체함량을 계산하고 상기 계산된 전체함량 중에서 상기 각각의 유증가스가 차지하는 함량비율(%)을 계산한다. 즉, 본 발명의 일례에서는 $\%H_2$, $\%CH_4$, $\%C_2H_4$ 및 $\%C_2H_2$ 값을 각각 계산한다(S205). 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 다른 4가지 유증가스를 선택할 수도 있다. 이후, 상기 계산된 $\%H_2$ 와 $\%CH_4$, $\%H_2$ 와 $\%C_2H_2$, $\%C_2H_4$ 와 $\%C_2H_2$, 그리고 $\%C_2H_4$ 와 $\%CH_4$ 의 값들 중 선택된 하나 이상의 값을 이용하여 해당 진단용 유입변압기(1)의 내부결합을 판단한다(S207). 여기서, 상기 S207의 내부결합 판단단계에서는 $\%H_2$ 및 $\%CH_4$ 의 값에 대응하는 영역을 제1 X-Y 평면도에 구분된 결합영역에서 결정하고 그 결정된 결합영역을 이용하여 내부결합을 정확하게 판단하도록 한다. 또한, 이와 동일하게 $\%H_2$ 및 $\%C_2H_2$ 의 값에 대응하는 영역은 제2 X-Y 평면도에 구분된 결합영역에서 결정하고, $\%C_2H_4$ 및 $\%C_2H_2$ 의 값에 대응하는 영역은 제3 X-Y 평면도에 구분된 결합영역에서 결정하며, 그리고 $\%C_2H_4$ 및 $\%CH_4$ 의 값에 대응하는 영역은 제4 X-Y 평면도에 구분된 결합영역에서 결정한다. 이때, 제1 내지 제4 X-Y 평면도를 이용한 내부결합 판단은 병렬적으로 수행될 수 있다. 따라서, 제1 내지 제4 X-Y 평면도 중에서 선택된 하나 이상의 X-Y 평면도를 이용하여 내부결합을 판단할 수 있다.

[73] 상기한 도 2 내지 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에서는 유입변압기의 내부결합 시에 발생하는 5가지 유증가스 중 선택된 4가지 유증가스의 함량비율(%) 중 2가지 유증가스 함량비율의 조합을 이용하여 해당 유입변압기의 내부결합을 정확하게 진단하도록 한다.

[74]

[75] 이하에서는, 본 발명의 제2 실시예에 따른 유입변압기의 내부결합 진단방법을 구체적으로 설명한다.

[76] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차원 평면도이다.

[77] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따라 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기를 대상으로 하여 검출한 $\%H_2$, $\%CH_4$, $\%C_2H_4$ 및 $\%C_2H_2$ 를 각각의

축으로 하고 이들 4개의 축으로 이루어진 정사각형 형상의 2차원 평면도를 나타내고 있다. 본 실시 예에서는 예컨대, 실제 현장에서 운전하던 중 내부결합이 발생한 다수의 유입변압기(내부결합의 종류를 이미 알고 있음)를 대상으로 사고내용(내부결합 종류)에 대한 각 해당 유증가스의 함량비율을 분석한 것이다.

[78] 구체적으로 살펴보면, 도 8에서는 정사각형 형상의 2차원 평면상에서 %H₂ 값을 상부 축으로, %CH₄ 값을 우측 축으로, %C₂H₂ 값을 좌측 축으로, %C₂H₄ 값을 하부 축으로 하고, 이들 4개의 축은 각각 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값이 0~100%의 범위를 가지며, 따라서 이와 같이 설정된 2차원 평면도는 4개의 축으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는다. 이때, 4개의 축에서 %H₂ 축과 %C₂H₄ 축이 서로 대향하고 %C₂H₂ 축과 %CH₄ 축이 서로 대향하도록 형성된다. 또한, 정사각형 형상에서 2개의 축이 이루는 각 모서리로부터 그 2축을 따라 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값 중 선택된 2개의 값 중 하나는 증가하고 다른 하나는 감소하도록 설정된다. 즉, 도면부호 A의 모서리(꼭짓점)에서는 각각의 축을 따라 %CH₄는 증가하고 %H₂는 감소하도록 설정되는 것이다.

[79] 또한, 2차원 평면도 내에 구분된 각 결합영역은 4축에서 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값이 각각 50%인 지점에서 직선으로 연결되어 형성된 마름모 형상 내에 위치한다. 예컨대, 도면부호 B는 특정 유입변압기의 %H₂가 30%이고 %CH₄가 10%이고, %C₂H₄가 20%이고, %C₂H₂가 40%인 경우이다. 이들 각 축의 유증가스 함량비율 값에서 서로 대향하는 축방향의 수직으로 선을 그었을 때 나타나는 4개의 모서리를 가지는 직사각형의 중점이 결합진단 포인트가 된다. 이러한 2차원 평면도의 경우 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기에서 계산된 4개의 유증가스 함량비율 값으로 계산되는 결합진단 포인트는 상기한 마름모 형상의 결합영역에 모두 포함된다.

[80] 이와 같이, 본 발명에서는 내부결합의 종류가 이미 알려진 다수의 유입변압기별 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂를 나타내면 도 8의 2차원 평면도에 나타낸 값들을 내부결합의 종류별로 구분하여 결합영역을 결정한다. 이때, 내부결합의 종류는 국제표준에서 정의하고 있는 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합 $t < 300^{\circ}\text{C}$ (T1), 제2열적결합 $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$ (T2), 제3열적결합 $t > 700^{\circ}\text{C}$ (T3) 등 6가지이다.

[81] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 2차원 X-Y 평면도의 설정과정을 보이는 흐름도이다.

[82] 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 제2 실시예에서는 내부결합의 종류가 이미 알려진 다수의 유입변압기마다 절연유에 함유된 유증가스를 검출한다(S301). 이처럼 검출된 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂ 및 C₂H₆을 추출하여 그 양을 측정한다(S303). 상기 추출된 5가지 성분의 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하고여(S305), 그 선택된 4가지 유증가스의 전체함량 및 상기 전체함량 중 상기 4가지 유증가스가 각각 차지하는 함량비율(%)을

계산한다(S307). 상기한 바와 같이, 본 실시 예에서는 일례로서 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산한다. 이후에, 이와 같이 계산된 다수의 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 이용하여 정사각형 형상의 2차원 평면도를 설정한다. 이를 위하여 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각의 축으로 하여 정사각형 형상의 2차원 평면도를 구현하고 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 내부결합의 종류별 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 좌표로 하여 2차원 X-Y 평면상에 미리 설정하고(S309), 그 설정된 다수의 좌표를 이용하여 정사각형 형상의 2차원 평면도의 영역을 각각의 내부결합 영역으로 구분한다(S311).

- [83] 이와 같이, 2차원 평면도는 내부결합의 종류가 미리 알려진 다수의 유입변압기에서 추출된 4가지 유증가스의 함량비율을 구하고, 그 함량비율을 좌표로 하여 2차원 평면도 상에 설정한 후 그 평면도 영역을 각각의 결합영역으로 구분하도록 하는 것이다. 이러한 2차원 평면도는 이후 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는데 이용된다.
- [84] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법을 보이는 흐름도이다.
- [85] 도 10을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 유입변압기 내부결합 진단방법에서는, 먼저 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기 내의 절연유에 함유된 유증가스를 검출한다(S401). 이처럼 검출된 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂ 및 C₂H₆을 추출하여 그 양을 측정한다(S403). 상기 추출된 5가지 성분의 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택한 후(S405), 그 선택된 4가지 유증가스의 전체함량을 계산하고 그 계산된 4가지 유증가스의 전체함량 중에서 상기 4가지 유증가스가 각각 차지하는 함량비율(%)를 각각 계산한다(S407). 상기한 바와 같이, 본 실시 예에서는 설명의 편의상 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂의 함량비율 값을 계산하는 것으로 설명한다. 상기 계산된 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 이용하여 해당 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단한다(S409). 여기서, 상기 S407의 내부결합 판단단계에서는 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값에 대응하는 좌표를 2차원 평면도에 구분된 결합영역에서 결정하고 그 결정된 결합영역을 이용하여 내부결합을 정확하게 판단하도록 한다.
- [86] 이상에서 설명한 본 발명은 바람직한 실시 예들을 통하여 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 이러한 실시 예들의 내용에 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 비록 실시 예에 제시되지 않았지만 첨부된 청구항의 기재 범위 내에서 다양한 본 발명에 대한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본 발명의 기술적 범위에 속함은 너무나 자명하다 할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [87] 유입변압기는 공급된 전압을 승압 또는 감압하는 전력설비로서 전력공급 시스템에서 매우 중요한 역할을 한다. 유입변압기에 내부결함이 발생하면 전력공급의 차질이 발생하므로 이를 사전에 검출하여 사고를 방지하는 것이 중요하다.
- [88] 이러한 측면에서 볼 때, 본 발명은 유입변압기 내의 절연유에 함유된 유중가스를 채취 및 분석하여 내부결함을 정확하게 진단할 수 있으므로 유입변압기 제조뿐만 아니라 이를 현장에서 적용하는 변전소, 전력회사 등에서 매우 유용하게 사용될 수 있다.

청구범위

[청구항 1]

내부결함을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유에 함유된 유증가스를 분석하여 내부결함을 진단하는 유입변압기의 내부결함 진단방법에 있어서,
상기 유증가스 중 H_2 , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 및 C_2H_6 를 추출하는 제1단계;
상기 추출된 5가지 유증가스 중 내부결함별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된 4가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각각의 유증가스가 차지하는 함량비율(%)을 각각 계산하는 제2단계; 및
상기 계산된 $\%H_2$ 와 $\%CH_4$, $\%H_2$ 와 $\%C_2H_2$, $\%C_2H_4$ 와 $\%C_2H_2$, $\%C_2H_4$ 와 $\%CH_4$, $\%H_2$ 와 $\%C_2H_6$, $\%C_2H_4$ 와 $\%C_2H_6$ 의 각 조합들 중 선택된 1개 내지 4개의 조합을 미리 설정된 내부결함 영역에 대응하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결함의 종류를 판단하는 제3단계; 를 포함하는 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법.

[청구항 2]

제1항에 있어서, 상기 제3단계는,
내부결함의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결함($t < 300^\circ C$)(T1), 제2열적결함($300^\circ C < t < 700^\circ C$)(T2) 및 제3열적결함($t > 700^\circ C$)(T3)별로 나타나는 비율 $\%H_2$ 및 $\%CH_4$ 의 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제1 X-Y 평면상에 미리 설정하는 단계; 및
상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제1 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결함영역, 저에너지방전(D1) 결함영역, 고에너지방전(D2) 결함영역, 제1열적결함($t < 300^\circ C$)(T1) 영역, 제2열적결함($300^\circ C < t < 700^\circ C$)(T2) 영역 및 제3열적결함($t > 700^\circ C$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고,
상기 제2단계에서 계산된 $\%H_2$ 및 $\%CH_4$ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결함을 판단하는 것을 특징으로 하는 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법.

[청구항 3]

제1항에 있어서, 상기 제3단계는,
내부결함의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 열적 결함, 전기적 결함 중 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2)별로 나타나는 비율 $\%H_2$ 및 $\%C_2H_2$ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제2 X-Y 평면상에 설정하는 단계; 및

상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제2 X-Y 평면의 절반 영역을 열적결합 영역, 전기적 결합 중 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고,

상기 제2단계에서 계산된 %H₂ 및 %C₂H₂ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 것을 특징으로 하는 유중가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 4]

제1항에 있어서, 상기 제3단계는,
내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1 및 제2열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$, $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T1,T2), 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제3 X-Y 평면상에 설정하는 단계; 및
상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제3 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역, 제1 및 제2열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$, $300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T1,T2) 영역, 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고
상기 제2단계에서 계산된 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 것을 특징으로 하는 유중가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 5]

제1항에 있어서, 상기 제3단계는,
내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2), 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)별로 나타나는 비율 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각 x,y 좌표로 하여 제4 X-Y 평면상에 설정하는 단계; 및
상기 설정된 다수의 좌표를 이용하여 상기 제4 X-Y 평면의 절반 영역을 부분방전(PD) 결합영역, 저에너지방전(D1) 결합영역 및 고에너지방전(D2) 결합영역, 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 영역, 그리고 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3) 영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고
상기 제2단계에서 계산된 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값에 대한 x,y 좌표에 대응하는 영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 것을 특징으로 하는 유중가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 6]

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 내지 제4 X-Y 평면의 각 X-Y축은 각각 %H₂-%CH₄ 값,
 %H₂-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%C₂H₂ 값, %C₂H₄-%CH₄ 값이 각각
 0~100%의 범위를 가지며 상기 결합영역은 상기 X축 및 Y축이
 각각 100%인 지점이 서로 직선으로 연결되어 형성된 삼각형 형상
 내에 위치하는 것을 특징으로 하는 유증가스 함량비 조합을 통한
 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 7]

제6항에 있어서,
 상기 제2단계에서 계산된 상기 각 유증가스의 함량비율 값은 상기
 삼각형 형상의 결합영역 내에 모두 포함되는 것을 특징으로 하는
 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 8]

내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기별로 H₂, CH₄,
 C₂H₂, C₂H₄ 및 C₂H₆의 유증가스를 추출하는 제1단계;
 상기 다수의 유입변압기별로 추출된 5가지 유증가스 중
 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된
 4가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각 유증가스가 차지하는
 함량비율(%)을 각각 계산하는 제2단계;
 상기 내부결합별로 나타나는 함량비율 %H₂ 및 %CH₄ 값을 각각
 제1 x,y 좌표로 하여 제1 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의
 제1 x,y 좌표를 이용하여 상기 제1 X-Y 평면의 절반 영역을 상기
 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제3단계;
 상기 내부결합별로 나타나는 함량비율 %H₂ 및 %C₂H₂ 값을 각각
 제2 x,y 좌표로 하여 제2 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의
 제2 x,y 좌표를 이용하여 상기 제2 X-Y 평면의 절반 영역을 상기
 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제4단계;
 상기 내부결합별로 나타나는 함량비율 %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을
 각각 제3 x,y 좌표로 하여 제3 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기
 다수의 제3 x,y 좌표를 이용하여 상기 제3 X-Y 평면의 절반 영역을
 상기 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제5단계;
 상기 내부결합별로 나타나는 함량비율 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값을 각각
 제4 x,y 좌표로 하여 제4 X-Y 평면상에 미리 설정하고 상기 다수의
 제4 x,y 좌표를 이용하여 상기 제4 X-Y 평면의 절반 영역을 상기
 각각의 내부결합 영역으로 구분하는 제6단계;
 내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유로부터
 유증가스 H₂, CH₄, C₂H₂ 및 C₂H₄를 추출하고 상기 진단용
 유입변압기에서 추출된 4가지 유증가스의 전체함량 중 각
 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각
 계산하는 제7단계; 및

상기 제7단계에서 계산된 각 유증가스의 함량비율 중 %H₂ 및 %CH₄ 값, %H₂ 및 %C₂H₂ 값, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값, 그리고 %C₂H₄ 및 %CH₄ 값들 중 선택된 하나 이상의 값을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제8단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 유증가스 함량비 조합을 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 9]

내부결합을 진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유에 함유된 유증가스를 분석하여 내부결합을 진단하는 유입변압기의 내부결합 진단방법에 있어서,
상기 유증가스 중 H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂ 및 C₂H₆를 추출하는 제1단계;
상기 추출된 5가지 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된 4가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각각의 유증가스가 차지하는 함량비율(%)을 각각 계산하는 제2단계; 및
상기 계산된 4가지 유증가스의 함량비율(%) 값과 미리 설정된 상기 4가지 유증가스의 함량비율(%)에 따른 내부결합 영역에 대응하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 제3단계; 를 포함하는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 10]

제9항에 있어서, 상기 제2단계는,
내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기마다 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2) 및 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 각각 나타나는 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄, %C₂H₂ 값을 2차원 평면상에 미리 설정하는 단계; 및
상기 설정된 함량비율 값을 이용하여 상기 2차원 평면을 상기 각각의 결합에 대응하는 6개의 결합영역으로 구분하는 단계; 를 포함하고,
상기 제2단계에서 계산된 상기 4개의 함량비율 값에 대응하는 영역을 상기 2차원 평면에 구분된 결합영역에서 결정하고 상기 결정된 결합영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.

[청구항 11]

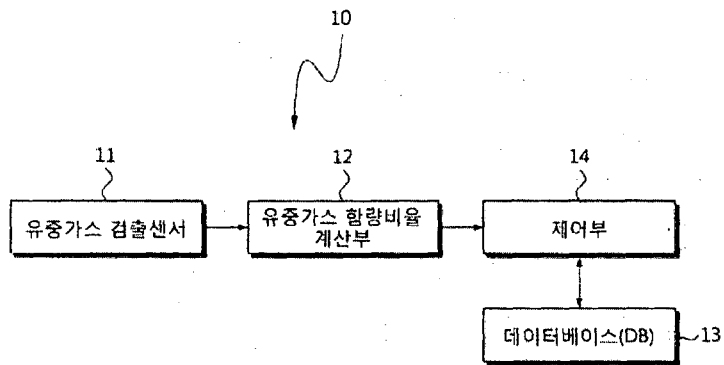
제10항에 있어서,
상기 2차원 평면은 4개의 축으로 이루어진 정사각형 형상이고
상기 4개의 축은 각각 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값이

- 0~100%의 범위를 가지며 상기 구분된 각 결합영역은 상기 4축의 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값이 각각 50%인 지점에서 직선으로 연결되어 형성된 마름모 형상 내에 위치하는 것으로 하는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 4개의 축은 %H₂ 축과 %C₂H₄ 축이 서로 대향하고 %C₂H₂ 축과 %CH₄ 축이 서로 대향하도록 형성되는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.
- [청구항 13] 제11항에 있어서,
상기 2차원 평면에서 2개의 축이 이루는 각 모서리로부터 상기 2개의 축을 따라 상기 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값 중 선택된 2개의 값 중 하나는 증가하고 다른 하나는 감소하는 것으로 하는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.
- [청구항 14] 제11항에 있어서,
상기 제2단계에서 계산된 상기 4개의 함량비율 값을 상기 마름모 형상의 결합영역에 모두 포함되는 것으로 하는 유증가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결합 진단방법.
- [청구항 15] 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기별로 H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂ 및 C₂H₆의 유증가스를 각각 추출하는 제1단계;
상기 내부결합의 종류가 알려진 다수의 유입변압기별로 추출된 5가지 유증가스 중 내부결합별로 구분된 4가지 유증가스를 선택하여 상기 선택된 4가지 유증가스의 전체 함량 중 상기 각 유증가스의 함량비율(%)을 각각 계산하는 제2단계;
상기 알려진 내부결합의 종류 중에서 부분방전(PD), 저에너지방전(D1), 고에너지방전(D2), 제1열적결합($t < 300^{\circ}\text{C}$)(T1), 제2열적결합($300^{\circ}\text{C} < t < 700^{\circ}\text{C}$)(T2), 제3열적결합($t > 700^{\circ}\text{C}$)(T3)별로 각각 나타나는 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 2차원 평면상에 미리 설정하고 상기 설정된 함량비율 값을 이용하여 상기 2차원 평면을 상기 각각의 결합에 대응하는 결합영역으로 구분하는 제3단계;
진단하고자 하는 진단용 유입변압기의 절연유로부터 유증가스를 추출하고 상기 추출된 유증가스의 전체함량 중 설정된 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 각각 계산하는 제4단계; 및
상기 제4단계에서 계산된 상기 진단용 유입변압기의 각 유증가스의 함량비율 %H₂, %CH₄, %C₂H₄ 및 %C₂H₂ 값을 상기 2차원 평면의 결합영역에서 결정하고 상기 결정된 결합영역을 이용하여 상기 진단용 유입변압기의 내부결합을 판단하는

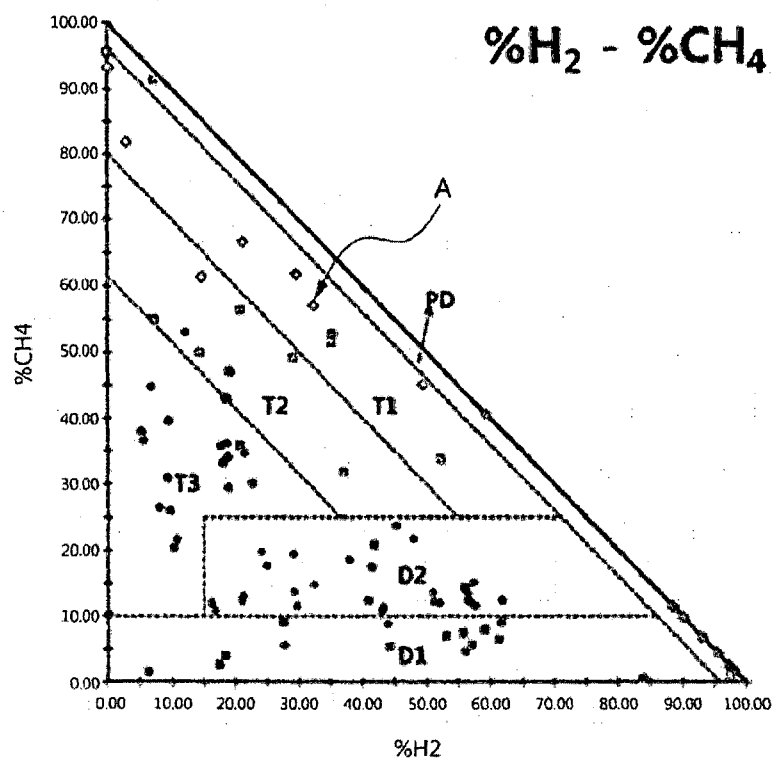
제4단계; 를 포함하는 유중가스 함량비를 통한 유입변압기의 내부결함 진단방법.

1/8

【Fig. 1】

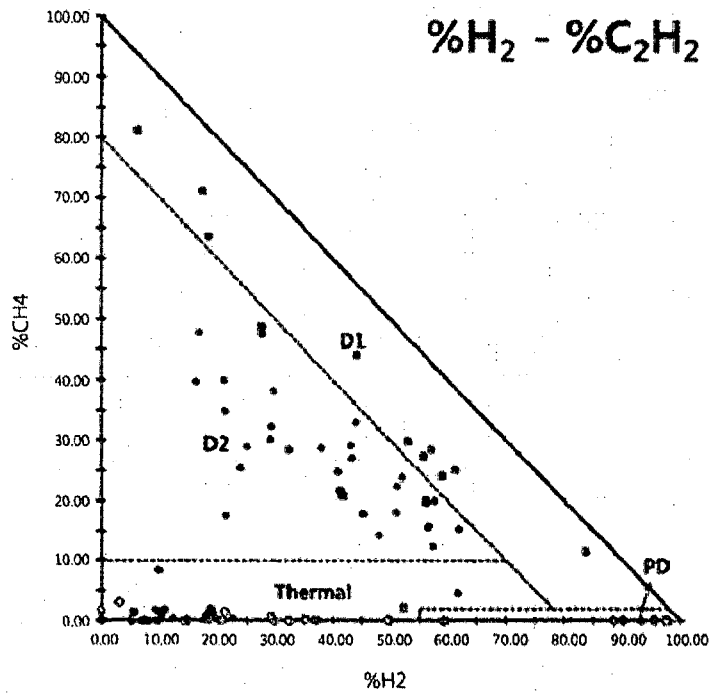


【Fig. 2】

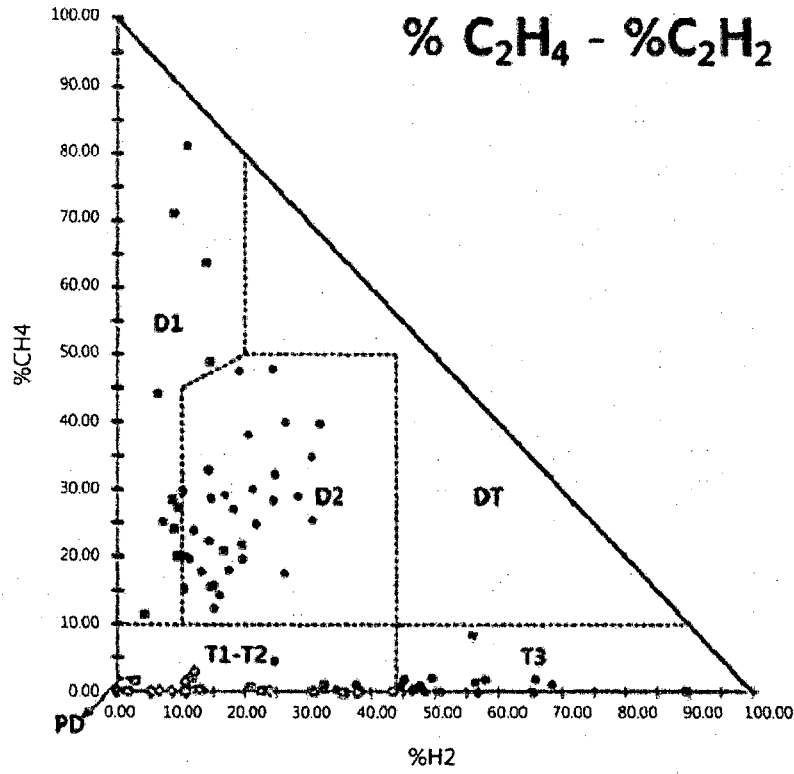


2/8

【Fig. 3】

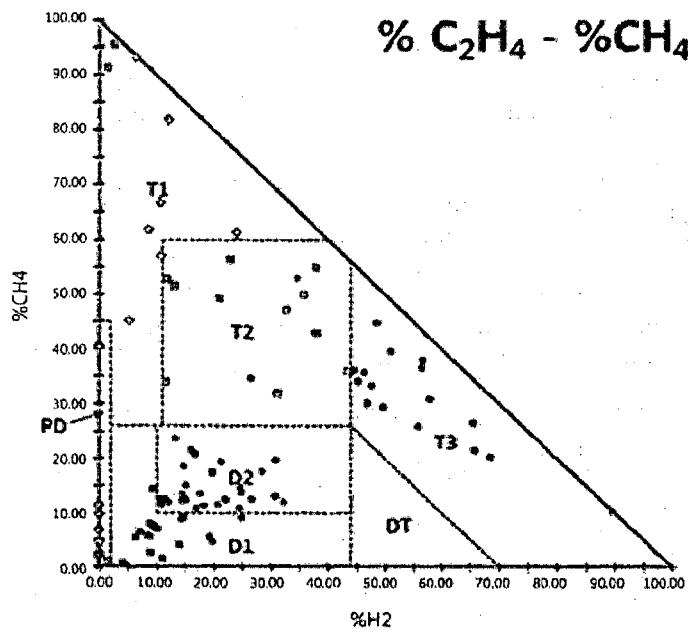


【Fig. 4】

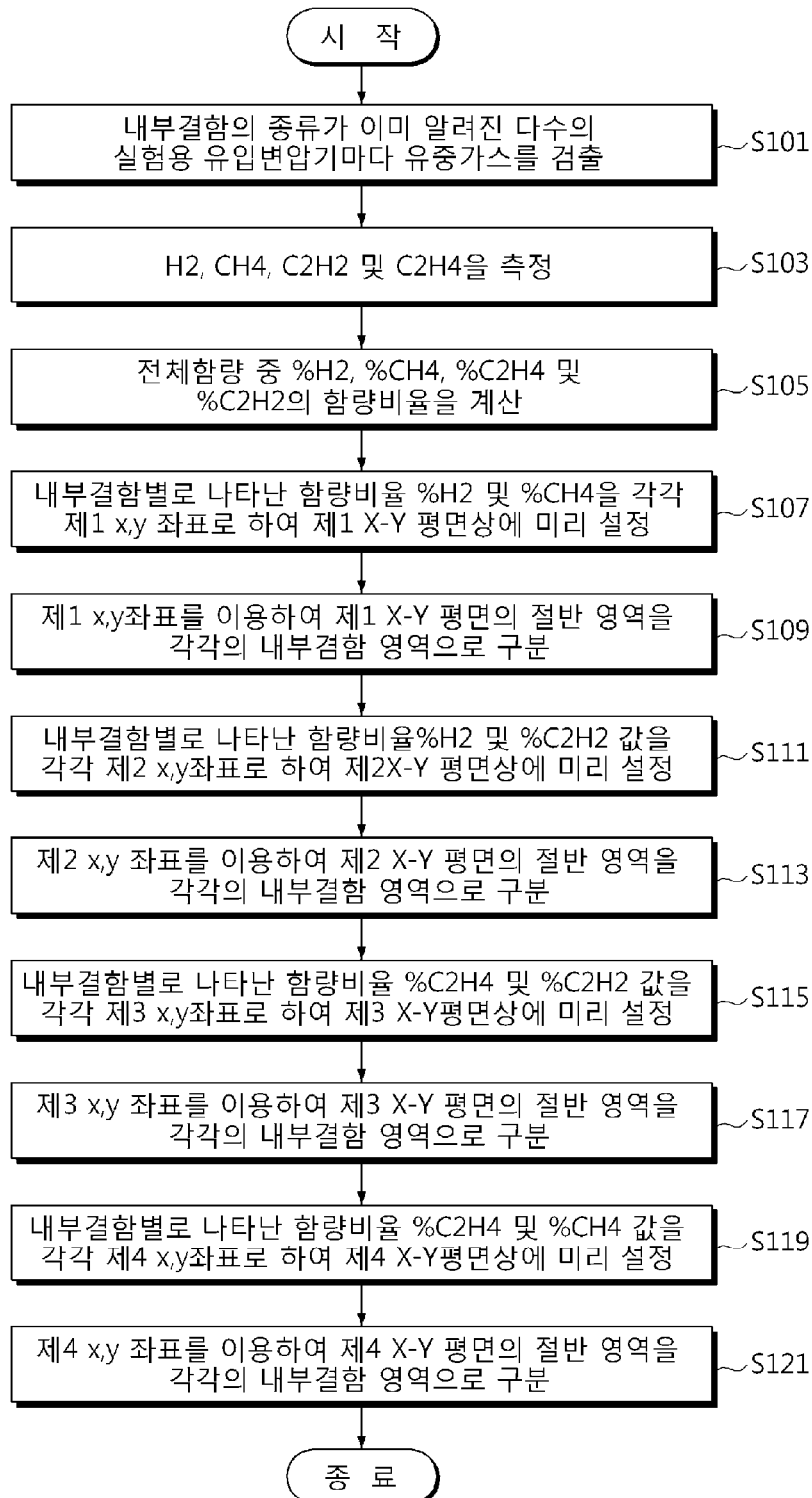


4/8

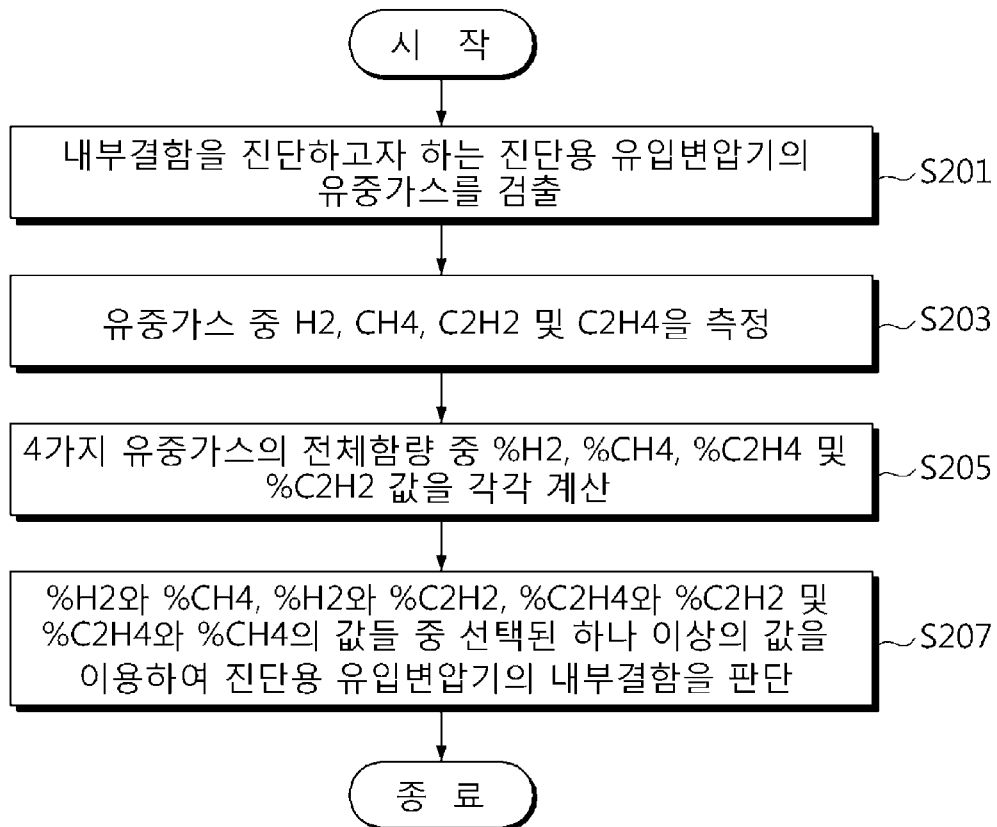
【Fig. 5】



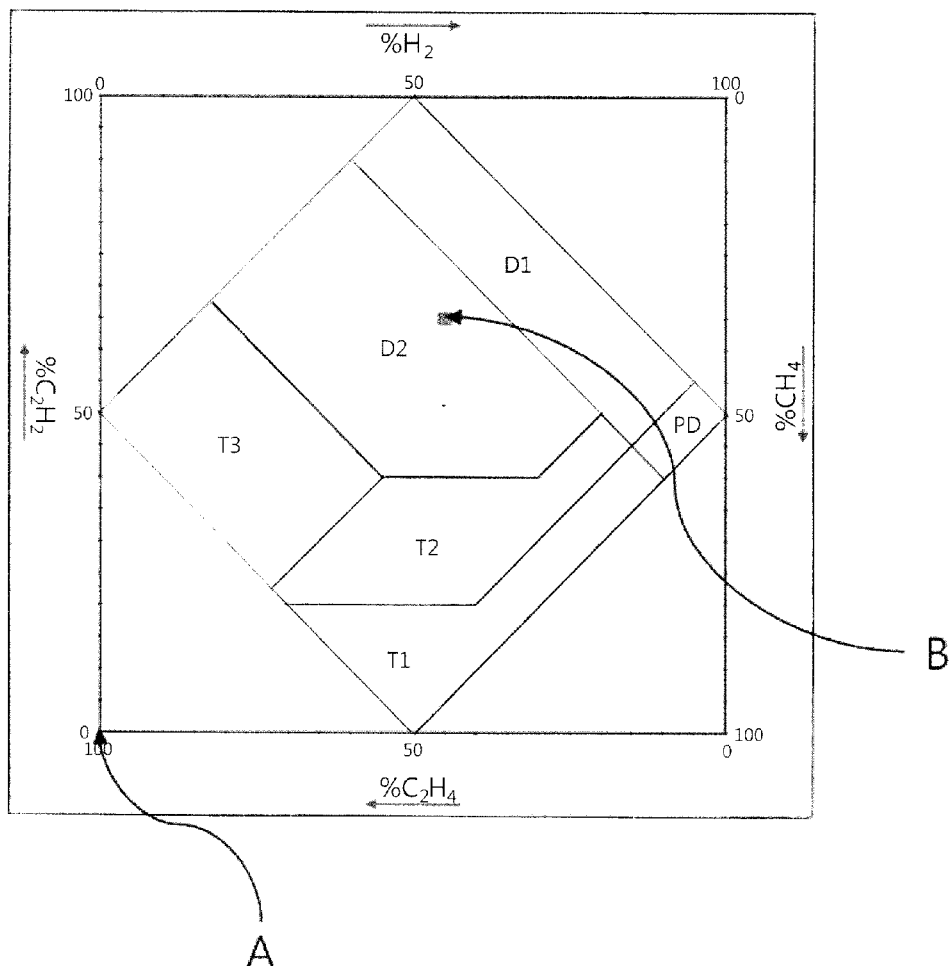
[Fig. 6]



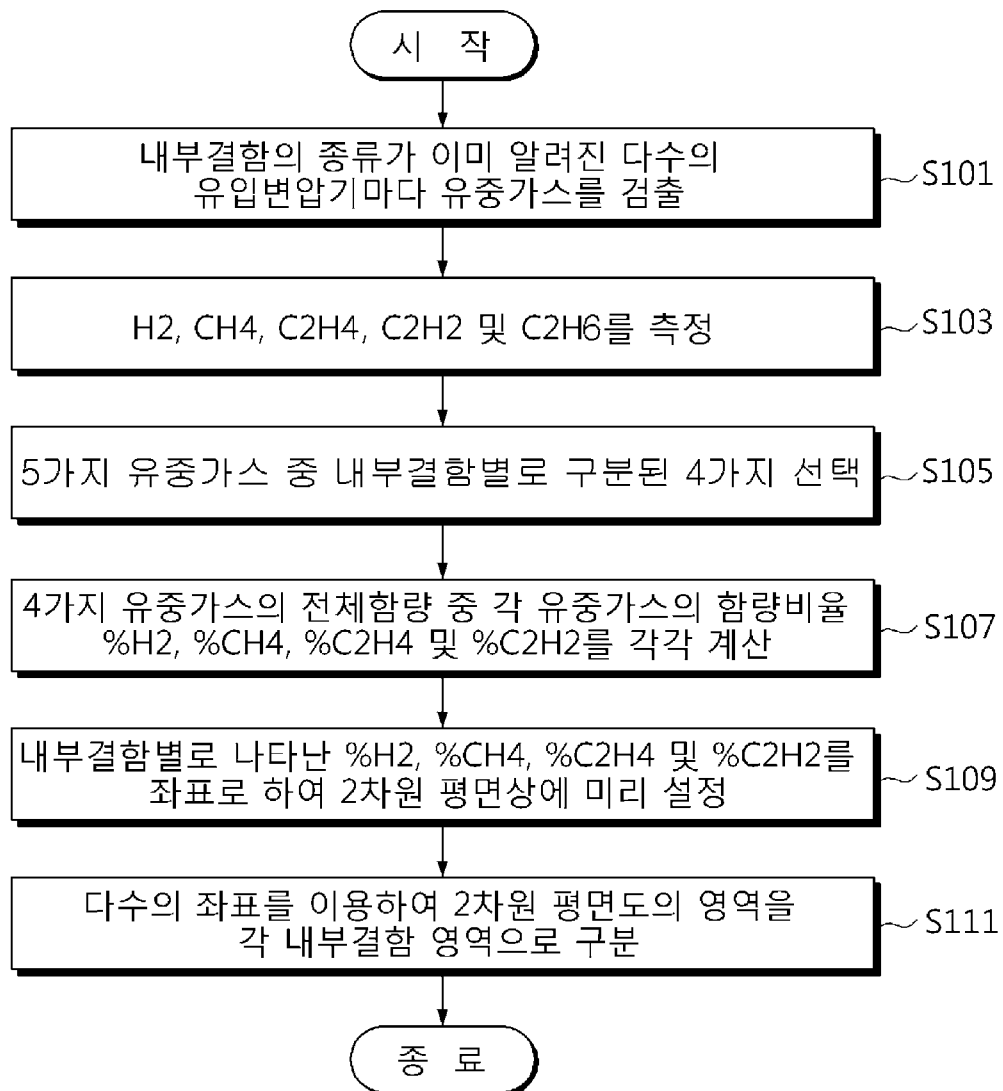
[Fig. 7]



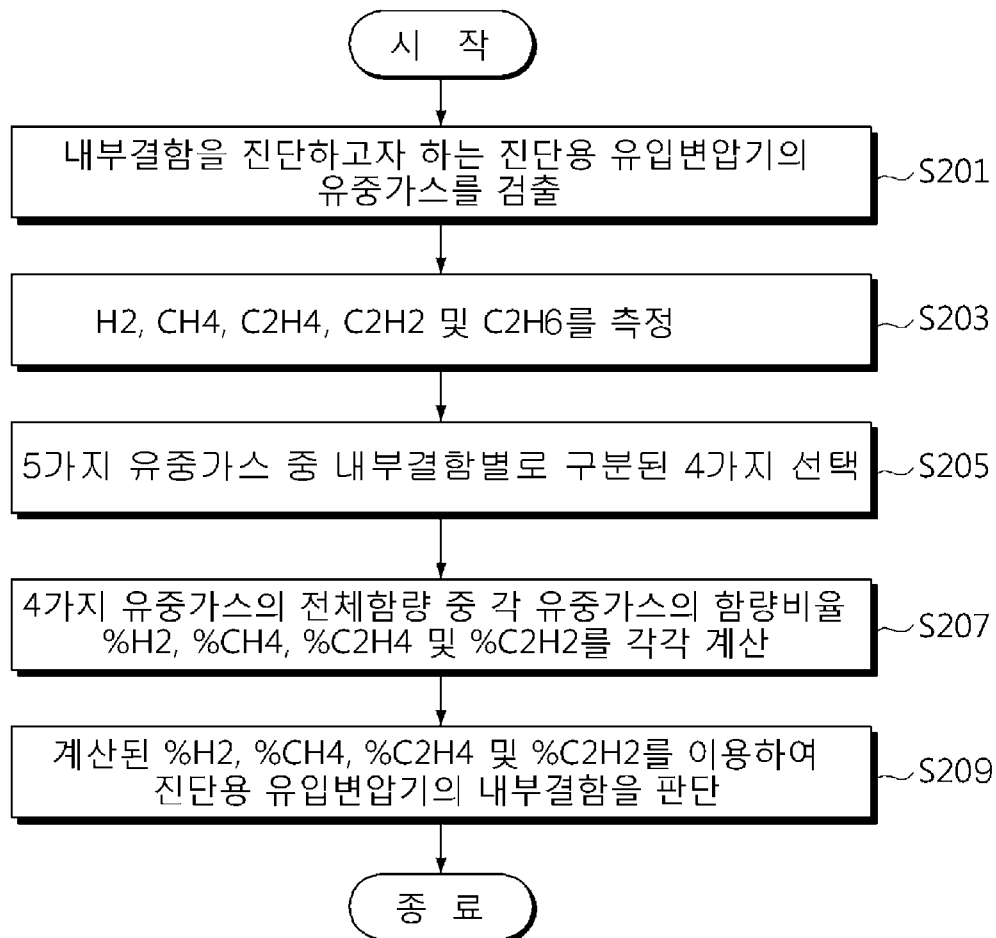
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/011506**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01R 31/12(2006.01)i, G01R 31/02(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 31/12

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: transformer, defect, oil, gas, analysis

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Akbari et al. A software implementation of the Duval Triangle method. Conference Record of the 2008 IEEE International symposium. Electrical Insulation. 2008, ISEI 2008, pp. 124-127 See pages 124-127, figures 1-3, 9	1-15
A	Sukhbir Singh et al. A Noble Technique for DGA in Power Transformers. International journal of electrical and power engineering. 2010, Volume 4, Issue 3, pp. 193-197 See pages 195-196, figures 3-5	1-15
A	Michel duval. The Duval triangle for load tap changers, non-mineral oils and low temperature faults in transformers. IEEE Electrical Insulation Magazine. November 2008, Vol. 24, No. 6, pp. 22-29 See pages 22-28, figures 1-9	1-15
A	Michel duval et al. Improving the reliability of transformer gas-in-oil diagnosis. Electrical Insulation Magazine, IEEE. July 2005, Vol. 21, No. 4, pp. 21-27 See pages 24-26, figures 2-5	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

25 APRIL 2013 (25.04.2013)

Date of mailing of the international search report

29 APRIL 2013 (29.04.2013)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/011506

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Jin Yeub, Park et al. A study on failure diagnosis examples of Large oil filled transformer using dissolved gas analysis. The Korean Institute of Electrical Engineers, Journal of 2009 Summer Conference. 14 July 2009, pp. 740-741 See pages 740-741, tables 1-4	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/011506

Patent document
cited in search report

Publication
date

Patent family
member

Publication
date

NONE

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01R 31/12(2006.01)i, G01R 31/02(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01R 31/12 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: 변압기, 결함, 오일, 가스, 분석		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	Akbari 외 3명. A software implementation of the Duval Triangle method. Conference Record of the 2008 IEEE International symposium. Electrical Insulation . 2008., ISEI 2008, pp 124-127 페이지 124-127, 도면 1-3, 9 참조	1-15
A	Sukhbir Singh 외 1명. A Noble Technique for DGA in Power Transformers. International journal of electrical and power engineering. 2010., Volume 4, Issue 3, pp 193-197 페이지 195-196, 도면 3-5 참조	1-15
A	Michel duval. The Duval triangle for load tap changers, non-mineral oils and low temperature faults in transformers. IEEE Electrical Insulation Magazine . 2008. 11., Vol. 24, No. 6, pp 22-29 페이지 22-28, 도면 1-9 참조	1-15
A	Michel duval 외 1명. Improving the reliability of transformer gas-in-oil diagnosis. Electrical Insulation Magazine, IEEE. 2005. 07., Vol. 21, No. 4, pp 21-27 페이지 24-26, 도면 2-5 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2013년 04월 25일 (25.04.2013)		국제조사보고서 발송일 2013년 04월 29일 (29.04.2013)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 강성철 전화번호 82-42-481-8405 

C (계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	박진엽 외 2명. 유증가스분석법을 이용한 대용량 변압기 고장진단 사례 고찰. 2009년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집. 2009. 07. 14., pp 740-741 페이지 740-741, 표 1-4 참조	1-15

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

없음