

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 8월 3일 (03.08.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/131434 A1

- (51) 국제특허분류:
G01H 1/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
G01H 11/00 (2006.01) G05B 17/02 (2006.01)
H02J 9/00 (2006.01) G08C 17/02 (2006.01)
H02N 11/00 (2006.01) G01M 13/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/000877
- (22) 국제출원일: 2017년 1월 25일 (25.01.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0009738 2016년 1월 27일 (27.01.2016) KR
- (71) 출원인: 주식회사 노바테크 (NOVA TECHNOLOGY CO., LTD.) [KR/KR]; 44611 울산시 남구 옥현로 129,405호, Ulsan (KR).
- (72) 발명자: 송동석 (SONG, Dong Seok); 02835 서울시 성북구 성북로 12길 15, 101호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 정안 (HONESTY & JR PARTNERS INTELLECTUAL PROPERTY LAW GROUP); 06103 서울시 강남구 선릉로 615, 5층, 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, KH, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(54) Title: INTERNET OF THINGS-BASED INDEPENDENT POWER SOURCE-TYPE INDUSTRIAL FACILITY PREDICTIVE PRESERVATION SYSTEM AND METHOD

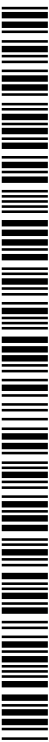
(54) 발명의 명칭: 사물인터넷 기반 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법



110 ... Industrial facility
130 ... Integrated control monitoring device
AA ... Wired/wireless network

(57) Abstract: The present invention relates to an internet of things-based independent power source-type industrial facility predictive preservation system and method which enable predictive preservation in the event of abnormalities in a facility by generating and amassing a power source by using light or vibration, temperature difference, a magnetic field or the like, and using the power source as an independent power source, and then detecting vibrations using a micro electro mechanical system (MEMS) sensor and carrying out time waveform, frequency waveform, peak analysis.

(57) 요약서: 본 발명은 빛이나 진동, 온도차, 자기장 등을 이용해 전원을 생성 및 축적하여 독립 전원으로 사용하고, MEMS(Micro Electro Mechanical System) 센서로 진동을 감지해 시간 파형, 주파수 파형, 피크 분석을 수행하여 설비의 이상 발생 시 예지보전할 수 있도록 하는, 사물인터넷 기반 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법에 관한 것이다.



WO 2017/131434 A1

명세서

발명의 명칭: 사물인터넷 기반 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 사물인터넷 기반 센서 네트워크에 관한 것으로서, 더욱 자세하게는 빛이나 진동, 온도차, 자기장 등을 이용해 전원을 생성 및 축적하여 독립 전원으로 사용하고, MEMS(Micro Electro Mechanical System) 센서로 진동을 감지해 시간 과형, 주파수 과형, 피크 분석을 수행하여 설비의 이상 발생 시 예지보전할 수 있도록 하는, 사물인터넷 기반 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 영국 표준 학회에서는 설비 상태 관측 데이터를 바탕으로 장비를 진단하고, 진단 결과를 근거로 보전의 필요 및 시기를 결정하는 것을 CBM(Condition Based Maintenance)이라고 정의하고 있다.
- [3] CBM은 TBM(Time Based Maintenance)과 함께 예방 보전의 일종으로, TBM은 장비의 신뢰성에 기반을 둔 보전 정책이며 CBM은 예지 기법이 추가 되는 보전 정책이다.
- [4] 시간 기준 예방 보전인 TBM은 어느 일정 기간을 정해 놓고 주기적으로 점검·교체 등 수리를 실시하는 방식으로, 설비의 운전 조건에 따른 열화도 차이를 고려해, 본래의 수명보다 더 짧은 간격으로 정기적 수리를 실시하거나 주기를 너무 길게 할 때 설비 열화도 차이에 의한 고장발생 우려가 있어 결과적으로 수리주기가 단축되고 정비 물량이 많아지게 되며, 수리할 때마다 설비 초기 불량조건을 갖게 되므로 설비의 신뢰성이 문제시 되며 설비 신뢰성이나, 정비량을 감소시켜 정비비를 절감한다는 측면에서도 결점을 가지고 있다.
- [5] 예측보전인 PM(Predictive Maintenance)은 장비 상태에서 물리적인 변화가 나타나고 있는지를 측정 및 모니터링(Monitoring)하여 고장을 예측해 유지보수를 하는 방법이며 엔진오일의 검사 시 색상 변화를 관찰 후 보전하는 정비 정책이다.
- [6] 예지보전 혹은 상태기준 예방보전, CBM은 일정한 기간을 정하지 않고 설비 진단이나 CMS(Control Management System)에 의해 설비의 열화 상태를 정량적으로 관측, 이상 징후가 발견되었을 시 수리를 실시하는 방법이다.
- [7] 그리고 TBM의 정기적 수리가 정기적 진단으로 대체, 즉 정기적으로 실시하는 수리 대신에 설비 진단 또는 컨디션 모니터링(Condition Monitoring)을 실시, 설비 상태를 정량적으로 모니터링하여 과도한 보전에 의한 정비 비용 상승을 억제하고 고장을 미연에 방지하는 것이 가능하지만 진단에 필요한 장비와

시스템 도입에 적지 않은 투자가 필요하므로 도입에 대한 비용을 낮추기 위해서 ICT(Information Communication Technology) 기술이 수반되어야 한다.

- [8] 그런데, 종래의 산업 설비 예지보전에 있어서는 설비 라인을 순찰하는 작업자가 설비의 이상 상태를 직접 눈으로 파악하거나, 현장 컴퓨터의 모니터를 통해 결함 상태를 발견하고 이를 처리하는 개념이었다.
- [9] 또한, 산업 설비의 결함 측정 장치가 설치된 경우에는 측정 동작을 위해 해당 결함 측정 장치에 전원이 계속적으로 공급되어야 하지만, 정전 등으로 전원 공급이 중단되는 경우에는 산업 설비의 결함 상태를 측정할 수 없는 문제점이 있다.
- [10] 따라서, 산업 설비의 결함 상태를 자동으로 측정해 해당 담당자에게 자동으로 알려주거나, 전력 공급이 중단되더라도 산업 설비의 결함 상태를 계속적으로 측정하여 모니터링 할 수 있는 기술이 요구되고 있다.
- [11] 특허문헌: 한국 등록특허공보 제1518720호(등록일자: 2015년 05월 01일)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 앞에서 설명한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 빛이나 진동, 온도차, 자기장 등을 이용해 전원을 생성 및 축적하여 독립 전원으로 사용하는 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [13] 본 발명은 앞에서 설명한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 각종 센서를 통해 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화 등을 분석하고 산업 설비의 결함 발생 시 추가 측정을 통해 재확인하여 산업설비를 예지보전 할 수 있도록 한 산업설비 예지보전 시스템 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [14] 위에서 언급된 본 발명의 기술적 과제 외에도, 본 발명의 다른 특징 및 이점들이 이하에서 기술되거나, 그러한 기술 및 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [15] 앞에서 설명한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템은, 산업 설비에 부착되어 하나 이상의 요인에 따라 에너지를 생성하여 축적하는 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템으로서, 전력 생성부, 독립 전원부, 결함 진단부, 통신부 및 제어부를 포함한다. 상기 전력 생성부는 상기 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성한다. 상기 독립 전원부는 상기 전력 생성부에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하고, 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 공급한다. 상기 결함 진단부는 상기 산업 설비로부터 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화를 분석하여 결함을 진단한다. 상기 통신부는 상기 산업 설비의 결함 진단 결과를 무선

- 신호로 전송한다. 상기 제어부는 상기 독립 전원부에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.
- [16] 또한, 상기 전력 생성부는, 상기 산업 설비의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성하는 광전력부와, 상기 산업 설비의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성하는 기온차 전력부와, 상기 산업 설비에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 진동 전력부와, 상기 산업 설비나 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 자기장 전력부를 포함한다.
- [17] 또한, 상기 결합 진단부는, X, Y, Z의 3축 가속도(Accelerometer) 반도체 공정 기반 미세 전자 기계 시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical System) 센서를 통해 감지된 진동에 대해, 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양을 분석하거나, 또는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결합의 정도를 파악하거나, 또는 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결합을 진단하며, 사이드 밴드 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타내고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 또는 라이벌 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준 경고선을 설정하여 결합 상태를 파악한다.
- [18] 또한, 상기 결합 진단부는, 상기 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결합을 분석하고, 상기 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결합, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결합 상태를 진단한다.
- [19] 또한, 상기 제어부는, 상기 독립 전원부의 전력 상태와 상기 통신부의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 상기 독립 전원부의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측하고, 예측된 통신 소비량에 따라 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.
- [20] 앞에서 설명한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법은, (a) 전력 생성부가 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 단계와, (b) 독립 전원부가 상기 전력 생성부에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하는 단계와, (c) 독립 전원부가 상기 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 공급하는 단계와, (d) 결합 진단부가 상기 산업 설비로부터

감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화를 분석하여 결합을 진단하는 단계와, (e) 통신부가 상기 산업 설비의 결합 진단 결과를 무선 신호로 전송하는 단계와, (f) 제어부가 상기 독립 전원부에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어하는 단계를 포함한다.

[21] 또한, 상기 (a) 단계는, 상기 전력 생성부가 광전력부를 통해 상기 산업 설비의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성하거나, 또는 기온차 전력부를 통해 상기 산업 설비의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성하거나, 또는 진동 전력부를 통해 상기 산업 설비에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성하거나, 또는 자기장 전력부를 통해 상기 산업 설비나 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성한다.

[22] 또한, 상기 (d) 단계에서 상기 결합 진단부는, X, Y, Z의 3축 가속도(Accelerometer) 반도체 공정 기반 미세 전자 기계 시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical System) 센서를 통해 감지된 진동에 대해, 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양을 분석하거나, 또는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결합의 정도를 파악하거나, 또는 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결합을 진단하며, 사이드 밴드 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타내고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 또는 라이벨 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준 경고선을 설정하여 결합 상태를 파악한다.

[23] 또한, 상기 (d) 단계에서 상기 결합 진단부는, 상기 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결합을 분석하고, 상기 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결합, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결합 상태를 진단한다.

[24] 또한, 상기 (f) 단계에서 상기 제어부는, 상기 독립 전원부의 전력 상태와 상기 통신부의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 상기 독립 전원부의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측하고, 예측된 통신 소비량에 따라 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.

[25] 이 밖에도, 본 발명의 실시 예들을 통해 본 발명의 또 다른 특징 및 이점들이

새롭게 파악될 수도 있을 것이다.

발명의 효과

- [26] 본 발명의 실시 예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법은, 산업 설비에 부착된 예지보전 장치를 통해 전원공급 장치 없이도 독립된 전원에 따라 동작하여 산업 설비의 결함 상태를 진단할 수 있다.
- [27] 본 발명의 실시 예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법은, 산업 설비의 결함 상태를 진단함에 있어 별도의 전원 공급이 없이 빛이나 온도차, 진동, 자기장 등을 전원으로 활용하여 예지보전 동작을 수행함으로써 산업 설비를 지속적으로 진단 감시할 수 있다.
- [28] 본 발명의 실시 예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법은, 각종 센서를 통해 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화 등을 분석하고 산업 설비의 결함 발생 시 추가 측정을 통해 재확인하여 산업 설비를 지속적으로 진단 감시할 수 있다.
- [29] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [30] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템의 전체적인 구성 예를 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- [31] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템에서 예지 보전 장치의 기능 블록을 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- [32] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 전력 생성부를 나타낸 도면이다.
- [33] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법을 설명하기 위한 동작 흐름도를 나타낸 도면이다.
- [34] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예지 보전 장치를 소형 스마트 장치 형태로 구현한 예를 나타낸 도면이다.
- [35] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 산업 설비에서 감지한 진동 주파수를 예지 보전 장치를 통해 분석하는 예를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [37] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

- [38] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [39] 어느 부분이 다른 부분의 "위에" 있다고 언급하는 경우, 이는 바로 다른 부분의 위에 있을 수 있거나 그 사이에 다른 부분이 수반될 수 있다. 대조적으로 어느 부분이 다른 부분의 "바로 위에" 있다고 언급하는 경우, 그 사이에 다른 부분이 수반되지 않는다.
- [40] 제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.
- [41] 여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시 예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [42] "아래", "위" 등의 상대적인 공간을 나타내는 용어는 도면에서 도시된 한 부분의 다른 부분에 대한 관계를 보다 쉽게 설명하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 용어들은 도면에서 의도한 의미와 함께 사용 중인 장치의 다른 의미나 동작을 포함하도록 의도된다. 예를 들면, 도면 중의 장치를 뒤집으면, 다른 부분들의 "아래"에 있는 것으로 설명된 어느 부분들은 다른 부분들의 "위"에 있는 것으로 설명된다. 따라서 "아래"라는 예시적인 용어는 위와 아래 방향을 전부 포함한다. 장치는 90° 회전 또는 다른 각도로 회전할 수 있고, 상대적인 공간을 나타내는 용어도 이에 따라서 해석된다.
- [43] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련 기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [44] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히

설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.

- [45] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템의 전체적인 구성 예를 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- [46] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템(100)은, 산업 설비(110), 예지 보전 장치(120) 및 통합관제 모니터링 장치(130)를 포함한다.
- [47] 산업 설비(110)는 결합 진단이 필요한 크레인, 승강기, 발전기, 펌프, 모터, 엔진, 자동차, 선박 등 회전하는 기기가 들어 간 모든 설비를 포함한다.
- [48] 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)에 부착되어, 산업 설비(110)의 결합 상태를 감지하여 진단하고, 진단 결과를 통합관제 모니터링 장치(130)에 전송해 주는 기능을 수행한다. 즉, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)에서 발생하는 진동을 감지하고, 진동 주파수를 분석하여 산업 설비(110)의 결합 상태를 진단한다. 그리고, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)에 대한 결합 진단 결과를 유선 또는 무선 신호로 통합관제 모니터링 장치(130)에 전송해 준다.
- [49] 또한, 예지 보전 장치(120)는 이러한 기능을 수행하는데 필요한 전원을 독립 전원으로 충전하여 사용한다. 구체적으로, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)의 주변 빛을 감지하여 전기 에너지로 변환한다. 또한, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)로부터 발생하는 온도 및 주변 온도를 감지하여 전기 에너지로 변환한다. 또한, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)로부터 발생하는 진동 및 주변에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 변환한다. 또한, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)로부터 발생하는 자기장 및 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 변환한다. 그러나, 이에 한정되지 않고, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)의 주변 빛이나 온도, 진동 및 자기장 중에서 적어도 2개 이상을 감지하여 전기 에너지로 변환할 수 있다. 이러한, 예지 보전 장치(120)는 변환된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하였다가, 충전된 독립 전원으로 산업 설비(110)의 결합 진단 동작을 실행한다.
- [50] 따라서, 예지 보전 장치(120)는 자체적으로 주변 환경 요인들을 이용하여 전원을 발생시켜 충전하였다가 사용하게 되므로, 배터리 등 별도의 전원 공급 장치가 필요하지 않다. 그리고, 예지 보전 장치(120)는 외부와 차폐되어 방수, 방진, 내충격성, 내열성을 확보하고 있다.
- [51] 통합관제 모니터링 장치(130)는 예컨대, 서버 형태로 구현할 수 있으며, 산업 설비(110)에 부착되어 있는 예지 보전 장치(120)로부터 결합 진단 결과를 수신하여 관리자 등이 볼 수 있도록 화면 상에 디스플레이 할 수 있다. 또한, 통합관제 모니터링 장치(130)는 예지 보전 장치(120)로부터 결합 진단 결과를 수신하여 저장 장치에 기록하여 두었다가 사후 관리에 활용할 수 있도록 한다.
- [52] 또한, 통합관제 모니터링 장치(130)는 산업 설비(110)의 결합 진단을 위해, 공장 자동화로 구축된 자동제어 감시장치(PLC:Programmable Logic Controller), 분산형

공정제어 시스템(DCS:Distributed Control System), 원방 감시제어 시스템(SCADA:Supervisory Control And Data Acquisition System)으로부터 필요 정보를 수집할 수 있다.

- [53] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템에서 예지 보전 장치의 기능 블록을 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- [54] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템에서 예지 보전 장치(120)는, 전력 생성부(210), 독립 전원부(220), 결합 진단부(230), 통신부(240), 제어부(250)를 포함한다.
- [55] 전력 생성부(210)는 산업 설비(110)의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성한다. 여기서, 전력 생성부(210)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 산업 설비의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성하는 광전력부(310)를 포함한다. 또한, 전력 생성부(210)는 산업 설비의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성하는 기온차 전력부(320)를 포함한다. 또한, 전력 생성부(210)는 산업 설비에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 진동 전력부(330)를 포함한다. 또한, 전력 생성부(210)는 산업 설비나 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 자기장 전력부(340)를 포함한다. 또한, 전력 생성부(210)는 산업 설비(110)의 주변에서 열을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 열화상 전력부(350)를 포함한다.
- [56] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 전력 생성부를 나타낸 도면이다.
- [57] 도 3을 참조하면, 광전력부(310)는 빛을 수광하는 수광센서를 구비한다. 기온차 전력부(320)는 주변 온도를 감지하는 온도센서를 구비한다. 진동 전력부(330)는 산업 설비의 진동을 감지하는 진동센서를 구비한다. 자기장 전력부(340)는 자기장을 감지하기 위한 자기장 센서를 구비한다. 열화상 전력부(350)는 산업 설비의 주변에서 열을 감지하여 색온도로 표출하는 열화상 센서를 구비한다. 여기서, 진동 센서는 예를 들면, X, Y, Z의 3축 가속도(Accelerometer) 반도체 공정 기반 미세 전자 기계 시스템(MEMS: Micro Eletro Mechanical System) 센서를 예로 들 수 있다.
- [58] 또한, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)의 동작에 소요되는 전력, 즉, 전압 및 전류의 변화를 측정하는 전력 측정 센서와, 산업 설비(110)의 동작에 필요한 윤활유의 양이나 색상 변화를 측정하는 오일 측정 센서도 추가로 포함할 수 있다.
- [59] 독립 전원부(220)는 전력 생성부(210)에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하고, 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 장치 내에 공급한다.
- [60] 결합 진단부(230)는 산업 설비(110)로부터 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화를 분석하여 결합을 진단한다. 여기서, 전력의

변화는 전압값의 변화나 전류값의 변화를 포함한다. 그리고, 윤활유의 상태 변화는 예를 들면, 윤활유의 색상 변화나 윤활유의 양의 변화를 포함한다.

- [61] 결합 진단부(230)는 진동의 변화를 (예로 들면, 감지된 진동에 대해, 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양)을 분석할 수 있다. 다른 예로서, 결합 진단부(230)는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결합의 정도를 파악할 수 있다. 또 다른 예로서, 결합 진단부(230)는 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결합을 진단하며, 사이드 밴드 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타낼 수 있다. 그리고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 라이벌 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준 경고선을 설정하여 결합 상태를 파악할 수 있다. 즉, 결합 진단부(230)는, 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결합을 분석하고, 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결함, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결합 상태를 진단할 수 있다.
- [62] 통신부(240)는 산업 설비(110)의 결합 진단 결과를 무선 신호로 통합관제 모니터링 장치(130)에 전송한다.
- [63] 제어부(250)는 독립 전원부(220)에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 통신부(240)의 통신 전력 강도를 조절할 수 있다. 다른 예로서, 제어부(250)는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 결합 진단부(230)의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.
- [64] 그리고, 제어부(250)는, 독립 전원부의 전력 상태와 통신부의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 독립 전원부의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측한다. 그리고, 예측된 통신 소비량에 따라 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.
- [65] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예지 보전 장치를 소형 스마트 장치 형태로 구현한 예를 나타낸 도면이다.
- [66] 도 5를 참조하면, 예지 보전 장치(120)는 산업 설비(110)에 부착할 수 있도록 도 5에 도시된 바와 같이 소형(Mini) 스마트 장치 형태로 구현할 수 있다. 도 5에 도시된 예지 보전 장치(120)는 전력 생성부(210)에 구비된 수광센서나 온도센서, 진동센서, 열화상 센서 등 각종 센서들을 초소형 칩(Chip) 형태로 구현할 수 있으며, 각종 센서들이 초저전력으로 동작하도록 구성할 수 있다.
- [67] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법을 설명하기 위한 동작 흐름도를 나타낸 도면이다.
- [68] 도 4를 참조하면, 산업 설비는 설비가 완전한 상태 또는 가장 좋은 상태를

유지하기 위해 설비 보전이 필요하다. 설비 보전의 핵심은 설비 개량을 저렴하게 실시하고, 에너지와 재료 자원의 사용 효율이 향상되도록 해야 한다. 이러한 설비 보전을 통해 설비 고장으로 인한 정지 손실을 감소시키고, 보전비와 제작 불량도 감소시킬 수 있으며, 가동률을 향상시킬 수 있다.

[69] 또한, 예비 설비의 필요성이 감소되어 자본 투자를 감소시키고, 예비품 관리가 좋아져 재고품을 감소시키며, 제조 원가도 절감할 수 있다. 본 발명은 이러한 산업 설비의 예지 보전을 다음과 같이 제시된 시스템을 통해 실현할 수 있다.

[70] 본 발명에 따른 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템(100)은, 전력 생성부(210)가 산업 설비(110)의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장 중에서 적어도 하나를 감지하여 전기 에너지로 생성한다(S410).

[71] 즉, 전력 생성부(210)는 광전력부(310)를 통해 산업 설비(110)의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성할 수 있다. 또한, 기온차 전력부(320)를 통해 산업 설비(110)의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성할 수 있다. 또한, 진동 전력부(330)를 통해 산업 설비(110)에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성할 수 있다. 또한, 자기장 전력부(340)를 통해 산업 설비(110)나 그 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성할 수 있다.

[72] 이어, 독립 전원부(220)는 전력 생성부(210)에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전한다(S420).

[73] 이어, 독립 전원부(220)가 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 공급한다(S430).

[74] 이어, 결합 진단부(230)는 산업 설비로부터 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화를 분석하여 결합을 진단한다(S440).

[75] 예를 들면, 결합 진단부(230)는, 진동센서를 통해 감지된 진동에 대해, 도 6에 도시된 바와 같이 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양을 분석한다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 산업 설비에서 감지한 진동 주파수를 예지 보전 장치를 통해 분석하는 예들을 나타낸 도면이다. 도 6에서, 시간 파형 분석이나 FFT 스펙트럼 분석, 사이드 밴드 분석, 라인벨 기준 경고선 설정 기능 등은 이미 공지되어 있는 기술에 해당하므로 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[76] 또한, 결합 진단부(230)는 도 6에 도시된 바와 같이 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결합의 정도를 파악하거나, 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결합을 진단한다.

[77] 또한, 결합 진단부(230)는 도 6에 도시된 바와 같이 사이드 밴드(Side Band) 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타낸다. 그리고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 또는 라인벨 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준

경고선을 설정하여 결함 상태를 파악할 수 있다. 즉, 결함 진단부(230)는, 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결함을 분석하고, 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결함, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결함 상태를 진단할 수 있다.

- [78] 본 발명의 실시예에서는 진동 센서를 통해 감지된 진동의 변화를 통해 산업 설비의 결함 상태를 진단하는 것으로 설명하였으나, 여기에 한정되지 않고 전술한 바와 같이 산업 설비의 온도 상태 변화, 산업 설비의 동작 전압과 전류에 관한 전력의 변화나, 윤활유의 상태 변화 등을 감지하고 분석하여 산업 설비의 결함 상태를 진단할 수 있다.
- [79] 이어, 통신부(240)는 산업 설비의 결함 진단 결과를 무선 신호로 통합관계 모니터링 장치(130)에 전송한다(S450).
- [80] 이어, 제어부(250)는 독립 전원부(220)에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 통신부(240)의 통신 전력 강도를 조절할 수 있다. 다른 예로서, 제어부(250)는 독립 전원부(220)에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 통신 주파수 범위를 조절할 수 있다. 또 다른 예로서, 제어부(250)는 독립 전원부(220)에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 전력 생성부(210)에 구비된 진동센서의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다(S460).
- [81] 예를 들면, 최저 전원 레벨이 0.5 V인 경우에, 현재 전원 레벨이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내인 0.7 ~ 0.6 V이면, 제어부(250)는 전력 소모를 줄이기 위해 통신부(240)의 통신 전력 강도를 정상적인 동작 시 5 와트(W)이면 3 W나 2 W로 줄여 조절할 수 있다.
- [82] 또한, 제어부(250)는 통신부(240)의 통신 주파수 범위에 대해, 정상적인 동작 시 전력 소모량이 많은 기가 헤르츠(GHz) 대역을 사용한다면 전력 소모량이 적은 킬로 헤르츠(KHz) 대역으로 조절할 수 있다.
- [83] 또한, 제어부(250)는 전력 생성부(210)에 구비된 진동센서가 진동 감지에 필요한 전력 소비를 줄이기 위해, 진동 감지를 1회 실시한 후 일정 시간, 예컨대, 10분이 경과한 후에 2번째 진동 감지를 실시하는 방식으로 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량을 줄이게 된다.
- [84] 여기서, 제어부(250)는 독립 전원부(220)의 전력 상태와 통신부(240)의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 독립 전원부(220)의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측한다. 그리고, 제어부(250)는 예측된 통신 소비량에 따라 통신부(240)의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 데이터 전송 주기나 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 결함 진단부(230)의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어한다.

- [85] 즉, 제어부(250)는 결합 진단부(230)를 통해 분석된 결합 진단 결과가 통신부(240)를 통해 데이터로 통합관제 모니터링 장치(130)에 전송될 때, 전송에 필요한 전력이 얼마나 소모되는지 독립 전원부(220)의 전력 소모량을 일정 시간마다 검사하여 통신전력 소모 패턴을 인식할 수 있다.
- [86] 예를 들면, 결합 진단 결과에 대한 데이터를 25 킬로바이트(Kbyte) 전송할 때마다 25 밀리와트(mW)가 소모되는 경우에, 현재 전송할 데이터량이 100 킬로바이트(Kbyte)이고, 독립 전원부(220)의 공급 가능 전력이 5 W인 경우에, 제어부(250)는 통신 주파수 범위를 기가 헤르츠(GHz) 대역에서 전력 소모량이 적은 킬로 헤르츠(KHz) 대역으로 조절한다. 그리고, 제어부(250)는 데이터 전송 주기도 원래는 25 킬로바이트(Kbyte)씩 4회 전송해야 하지만, 데이터량을 50 킬로바이트(Kbyte)로 하여 2회 전송하는 것으로 조절한다.
- [87] 따라서, 산업 설비(110)에 부착된 예지 보전 장치(120)가 전력 공급 상태에 따라 전력 소모량을 조절하여 전원 공급이 끊기지 않고 계속적으로 산업 설비의 결합 진단 동작을 수행할 수 있다.
- [88] 그리고, 산업 설비에 부착된 예지 보전 장치(120)를 통해 외부의 전원 공급 없이도 독립된 전원에 따라 산업 설비의 결합 상태를 진단할 수 있다.
- [89] 본 발명의 실시예는 산업 현장의 각종 제조 설비뿐만 아니라 일반 건축물의 시설 등 유지보수가 필요한 모든 설비에 적용하여 실시할 수 있다.
- [90] 전술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 산업 설비에 있어서 빛이나 진동, 온도차, 자기장 등을 이용해 전원을 생성 및 축적하여 독립 전원으로 사용하고, MEMS(Micro Electro Mechanical System) 센서를 통해 진동을 감지해 시간 파형이나 주파수 파형, 피크 분석을 수행하여 설비의 이상 발생 시 추가 측정을 통해 재확인하여 예지 보전할 수 있도록 하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템 및 방법을 실현할 수 있다.
- [91] 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있으므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 청구범위에 의하여 나타내어지며, 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.
- [92] 상술한 것은 하나 이상의 실시 예의 실례를 포함한다. 물론, 상술한 실시 예들을 설명할 목적으로 컴포넌트들 또는 방법들의 가능한 모든 조합을 기술할 수 있는 것이 아니라, 당업자들은 다양한 실시 예의 많은 추가 조합 및 치환이 가능함을 인식할 수 있다. 따라서 설명한 실시 예들은 첨부된 청구범위의 진의 및 범위 내에 있는 모든 대안, 변형 및 개조를 포함하는 것이다. 더욱이, 상세한 설명 또는 청구범위에서 "포함한다"라는 용어가 사용되는 범위에 대해, 이러한 용어는 "구성되는"이라는 용어가 청구범위에서 과도적인 단어로 사용될 때 해석되는

것과 같이 "구성되는"과 비슷한 식으로 포함되는 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 산업 설비에 부착되어 하나 이상의 요인에 따라 에너지를 생성하여 축적하는 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템으로서,
 상기 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 전력 생성부;
 상기 전력 생성부에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하고, 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 공급하는 독립 전원부;
 상기 산업 설비로부터 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 유효율의 상태 변화를 분석하여 결함을 진단하는 결함 진단부;
 상기 산업 설비의 결함 진단 결과를 무선 신호로 전송하는 통신부;
 상기 독립 전원부에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결함 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어하는 제어부;
 를 포함하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 전력 생성부는,
 상기 산업 설비의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성하는 광전력부;
 상기 산업 설비의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성하는 기온차 전력부;
 상기 산업 설비에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 진동 전력부; 및
 상기 산업 설비나 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 자기장 전력부;
 를 포함하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 결함 진단부는, X, Y, Z의 3축 가속도(Accelerometer) 반도체 공정 기반 미세 전자 기계 시스템(MEMS: Micro Eletro Mechanical System) 센서를 통해 감지된 진동에 대해, 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양을 분석하거나, 또는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결함의 정도를 파악하거나, 또는 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결함을 진단하며, 사이드 밴드 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타내고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side

Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 또는 라이벨 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준 경고선을 설정하여 결합 상태를 파악하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템.

[청구항 4]

제 3 항에 있어서,

상기 결합 진단부는, 상기 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결합을 분석하고, 상기 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결함, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결합 상태를 진단하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템.

[청구항 5]

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 독립 전원부의 전력 상태와 상기 통신부의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 상기 독립 전원부의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측하고, 예측된 통신 소비량에 따라 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 시스템.

[청구항 6]

(a) 전력 생성부가 산업 설비의 주위로부터 빛이나 온도, 진동, 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는 단계;
 (b) 독립 전원부가 상기 전력 생성부에서 생성된 전기 에너지를 독립 전원으로 충전하는 단계;
 (c) 독립 전원부가 상기 충전된 독립 전원이 최저 전원 레벨 이상이 되면 충전된 독립 전원을 공급하는 단계;
 (d) 결합 진단부가 상기 산업 설비로부터 감지된 진동의 변화, 온도의 변화, 전력의 변화, 윤활유의 상태 변화를 분석하여 결합을 진단하는 단계;
 (e) 통신부가 상기 산업 설비의 결합 진단 결과를 무선 신호로 전송하는 단계; 및
 (f) 제어부가 상기 독립 전원부에서 공급되는 독립 전원이 최저 전원 레벨의 일정 범위 이내로 되는 경우에, 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소가 되도록 제어하는 단계;
 를 포함하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법.

[청구항 7]

제 6 항에 있어서,

상기 (a) 단계는, 상기 전력 생성부가 광전력부를 통해 상기 산업 설비의 주위로부터 빛을 수광하여 전기 에너지로 생성하거나, 또는

기온차 전력부를 통해 상기 산업 설비의 주위 온도를 측정해 온도차가 발생될 때, 온도차에 따라 전기 에너지를 생성하거나, 또는 진동 전력부를 통해 상기 산업 설비에서 발생하는 진동을 감지하여 전기 에너지로 생성하거나, 또는 자기장 전력부를 통해 상기 산업 설비나 주변에서 발생하는 자기장을 감지하여 전기 에너지로 생성하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법. 제 6 항에 있어서,

[청구항 8]

상기 (d) 단계에서 상기 결합 진단부는, X, Y, Z의 3축 가속도(Accelerometer) 반도체 공정 기반 미세 전자 기계 시스템(MEMS: Micro Eletro Mechanical System) 센서를 통해 감지된 진동에 대해, 시간 파형 분석 기능을 통해 진동 주파수의 진폭 변화, 주기 변화, 파형 모양을 분석하거나, 또는 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform) 스펙트럼 분석 기능을 통해 개별 주파수 특성에 따라 결합의 정도를 파악하거나, 또는 피크 분석 기능을 통해 해당 주파수 성분과 진폭의 크기에 따라 결합을 진단하며, 사이드 밴드 분석 기능을 통해 스펙트럼 피크 분석 그래프로 나타내고, 중심 주파수를 선택하여 좌우로 나타나는 사이드 밴드(Side Band)를 통해 결합 상태를 분석하거나, 또는 라이벨 기준 경고선 설정 기능을 통해 주파수 성분별 기준 경고선을 설정하여 결합 상태를 파악하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서, 상기 (d) 단계에서 상기 결합 진단부는, 상기 시간 파형 분석 기능을 통해 산업 설비의 기계 상태나 설치 결합을 분석하고, 상기 고속 푸리에 변환(FFT) 스펙트럼 분석 기능을 통해 산업 설비의 불평형, 베어링 마모, 축정렬 불량, 베어링 결합, 공진, 회전자 편심, 헐거움, 전동기 회전자 편심, 불균일한 공극에 대한 결합 상태를 진단하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법.

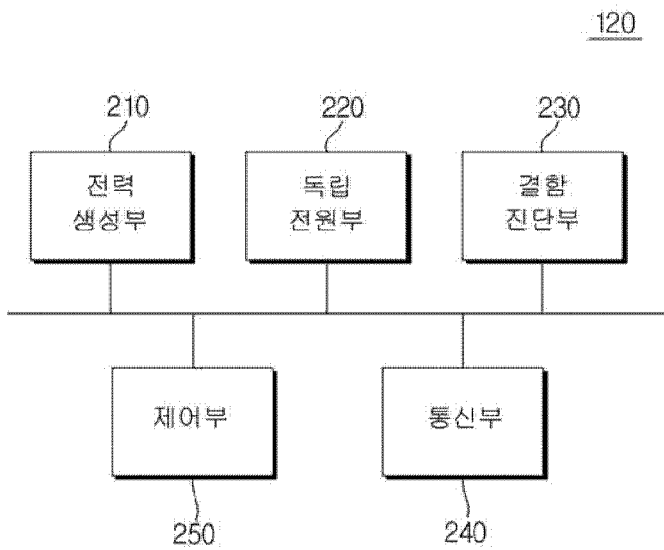
[청구항 10]

제 6 항에 있어서, 상기 (f) 단계에서 상기 제어부는, 상기 독립 전원부의 전력 상태와 상기 통신부의 전송 패턴을 일정 시간 간격마다 검사(Check)하여 통신전력 소모 패턴을 인식하고, 인식된 통신전력 소모 패턴에 근거해 상기 독립 전원부의 현재 전력 공급 상태를 파악하여 통신 소비량을 예측하고, 예측된 통신 소비량에 따라 상기 통신부의 통신 전력 강도를 조절하거나, 또는 통신 주파수 범위를 조절하거나, 또는 상기 결합 진단부의 진동 감지 주기를 조절하여 전력 소비량이 최소화 되도록 제어하는, 독립 전원형 산업설비 예지보전 방법.

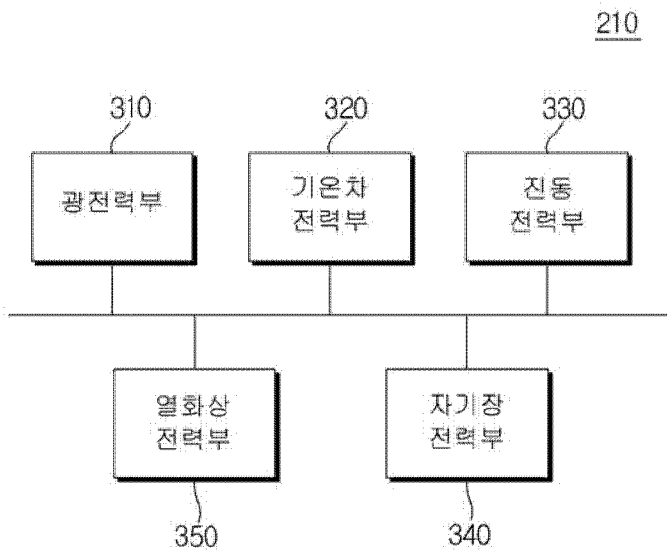
[도1]



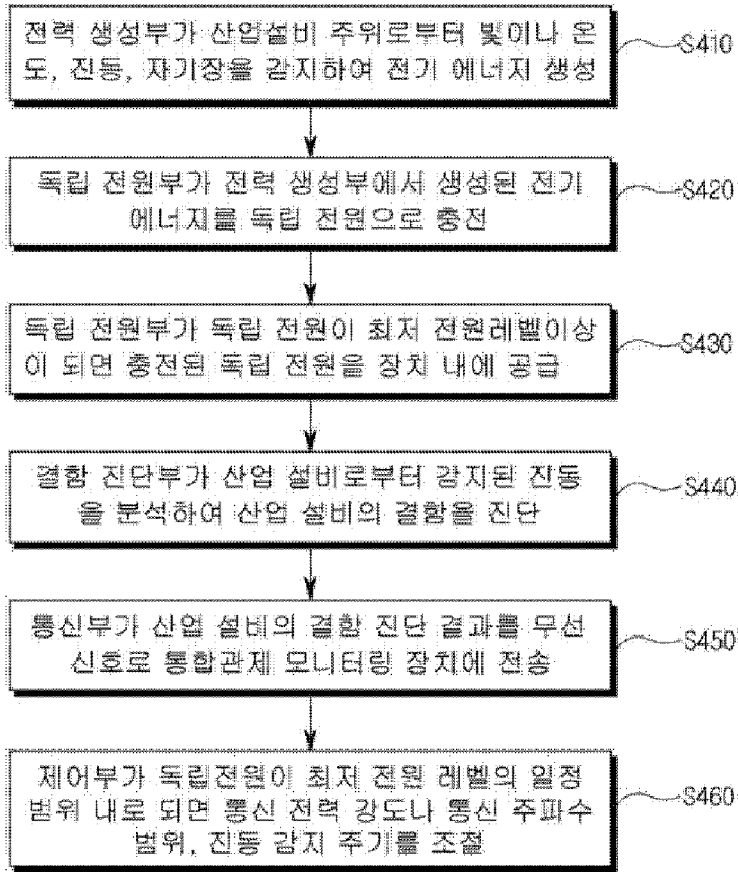
[도2]



[도3]

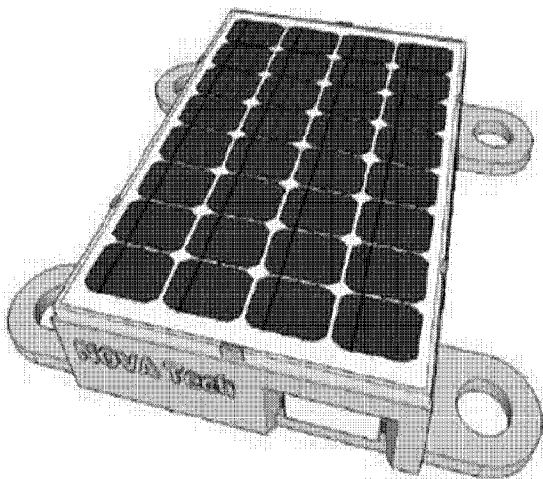


[도4]



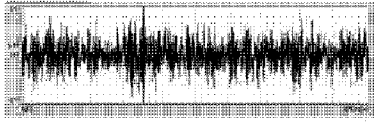
[도5]

120

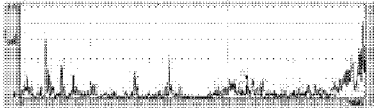


[도6]

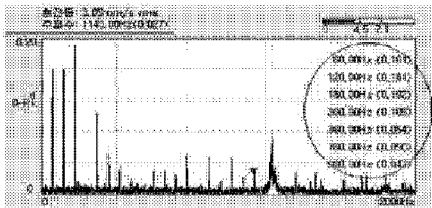
[시간 파형 분석]



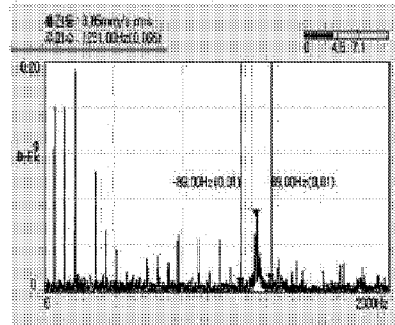
[FFT 스펙트럼 분석]



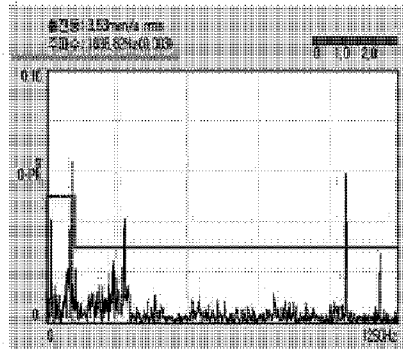
[피크 분석]



[사이드 밴드 분석]



[라인별 기준 경고선 설정]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/000877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01H 1/00(2006.01)i, G01H 11/00(2006.01)i, H02J 9/00(2006.01)i, H02N 11/00(2006.01)i, H02J 7/00(2006.01)i, G05B 17/02(2006.01)i, G08C 17/02(2006.01)i, G01M 13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01H 1/00; G01N 29/14; G08B 1/08; G01H 9/00; G08B 21/00; G01F 23/26; G01M 19/00; G01H 17/00; G08C 17/00; G01H 11/00; H02J 9/00; H02N 11/00; H02J 7/00; G05B 17/02; G08C 17/02; G01M 13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: facility, electric power, electric power source, defect, diagnosis, charging

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | US 2011-0248846 A1 (BELOV, Nikolai et al.) 13 October 2011 See paragraphs [0023]-[0032], [0046], [0064], [0080]-[0084], claims 1-14 and figure 1. | 1-10 |
| Y | US 5917428 A (DISCENZO, Frederick M. et al.) 29 June 1999 See column 3, lines 27-29, 55-65, column 4, lines 21-35, column 9, claims 1-4, 6 and figures 1-3. | 1-10 |
| A | JP 2015-534045 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 26 November 2015 See claims 1, 8-14, 19-20 and figures 1, 16. | 1-10 |
| A | JP 2007-064852 A (OMRON CORP.) 15 March 2007 See claims 1-9 and figure 3. | 1-10 |
| A | KR 10-2004-0100446 A (NADA S&V CO., LTD.) 02 December 2004 See claims 1-2 and figure 4. | 1-10 |



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

23 MAY 2017 (23.05.2017)

Date of mailing of the international search report

23 MAY 2017 (23.05.2017)

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/KR2017/000877

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|--|------------------|----------------------|------------------|
| US 2011-0248846 A1 | 13/10/2011 | NONE | |
| US 05917428 A | 29/06/1999 | EP 0841574 A2 | 13/05/1998 |
| | | EP 0841574 A3 | 07/07/1999 |
| | | EP 0841574 B1 | 11/06/2008 |
| | | US 6041287 A | 21/03/2000 |
| | | US 7027938 B1 | 11/04/2006 |
| JP 2015-534045 A | 26/11/2015 | AU 2013-305814 A1 | 26/02/2015 |
| | | AU 2015-268746 A1 | 14/07/2016 |
| | | CA 2885559 A1 | 03/04/2014 |
| | | CA 2885601 A1 | 03/04/2014 |
| | | CA 2947692 A1 | 05/11/2015 |
| | | CN 104583664 A | 29/04/2015 |
| | | CN 104662414 A | 27/05/2015 |
| | | CN 104662415 A | 27/05/2015 |
| | | CN 105264550 A | 20/01/2016 |
| | | CN 105264551 A | 20/01/2016 |
| | | CN 105738420 A | 06/07/2016 |
| | | DE 112013004129 T5 | 21/05/2015 |
| | | EA 201590203 A1 | 30/07/2015 |
| | | EP 2901142 A1 | 05/08/2015 |
| | | EP 2901143 A1 | 05/08/2015 |
| | | EP 2939184 A1 | 04/11/2015 |
| | | EP 2939185 A1 | 04/11/2015 |
| | | JP 2016-126007 A | 11/07/2016 |
| | | JP 2016-505850 A | 25/02/2016 |
| | | JP 2016-506524 A | 03/03/2016 |
| | | US 2014-0019067 A1 | 16/01/2014 |
| | | US 2014-0025313 A1 | 23/01/2014 |
| | | US 2014-0028327 A1 | 30/01/2014 |
| | | US 2014-0090451 A1 | 03/04/2014 |
| | | US 2014-0090454 A1 | 03/04/2014 |
| | | US 2014-0091811 A1 | 03/04/2014 |
| | | US 2014-0095102 A1 | 03/04/2014 |
| | | US 2014-0182362 A1 | 03/07/2014 |
| | | US 2014-0182363 A1 | 03/07/2014 |
| | | US 2015-0115983 A1 | 30/04/2015 |
| | | US 2015-0198578 A1 | 16/07/2015 |
| | | US 2015-0233887 A1 | 20/08/2015 |
| | | US 2016-0018381 A1 | 21/01/2016 |
| | | US 2016-0018382 A1 | 21/01/2016 |
| | | US 2016-0125210 A1 | 05/05/2016 |
| | | US 2016-0187277 A1 | 30/06/2016 |
| | | US 2016-0223484 A1 | 04/08/2016 |
| | | US 8990025 B2 | 24/03/2015 |
| | | US 9037418 B2 | 19/05/2015 |
| | | US 9097639 B2 | 04/08/2015 |
| | | US 9147144 B2 | 29/09/2015 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/000877

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|--|------------------|----------------------|------------------|
| | | US 9176083 B2 | 03/11/2015 |
| | | US 9261474 B2 | 16/02/2016 |
| | | US 9389260 B2 | 12/07/2016 |
| | | US 9389296 B2 | 12/07/2016 |
| | | US 9536122 B2 | 03/01/2017 |
| | | WO 2014-031749 A1 | 27/02/2014 |
| | | WO 2014-051985 A1 | 03/04/2014 |
| | | WO 2014-051989 A1 | 03/04/2014 |
| | | WO 2014-104964 A1 | 03/07/2014 |
| | | WO 2014-104965 A1 | 03/07/2014 |
| | | WO 2015-167955 A1 | 05/11/2015 |
| | | WO 2016-071183 A1 | 12/05/2016 |
| JP 2007-064852 A | 15/03/2007 | JP 04613755 B2 | 19/01/2011 |
| KR 10-2004-0100446 A | 02/12/2004 | KR 10-0524138 B1 | 27/10/2005 |

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01H 1/00(2006.01)i, G01H 11/00(2006.01)i, H02J 9/00(2006.01)i, H02N 11/00(2006.01)i, H02J 7/00(2006.01)i, G05B 17/02(2006.01)i, G08C 17/02(2006.01)i, G01M 13/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01H 1/00; G01N 29/14; G08B 1/08; G01H 9/00; G08B 21/00; G01F 23/26; G01M 19/00; G01H 17/00; G08C 17/00; G01H 11/00; H02J 9/00; H02N 11/00; H02J 7/00; G05B 17/02; G08C 17/02; G01M 13/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 설비, 전력, 전원, 결합, 진단, 충전

C. 관련 문헌

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 |
|-------|--|--------|
| Y | US 2011-0248846 A1 (NICKOLAI BELOV 등) 2011.10.13 단락 [0023]-[0032],[0046],[0064],[0080]-[0084], 청구항 1-14 및 도면 1 참조. | 1-10 |
| Y | US 5917428 A (FREDERICK M. DISCENZO 등) 1999.06.29 컬럼 3, 라인 27-29,55-65, 컬럼 4, 라인 21-35, 컬럼 9, 라인 17-25, 청구항 1-4,6 및 도면 1-3 참조. | 1-10 |
| A | JP 2015-534045 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2015.11.26 청구항 1,8-14,19-20 및 도면 1,16 참조. | 1-10 |
| A | JP 2007-064852 A (OMRON CORP.) 2007.03.15 청구항 1-9 및 도면 3 참조. | 1-10 |
| A | KR 10-2004-0100446 A ((주)나다에스앤브이) 2004.12.02 청구항 1-2 및 도면 4 참조. | 1-10 |

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 05월 23일 (23.05.2017)

국제조사보고서 발송일
2017년 05월 23일 (23.05.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
장기정
전화번호 +82-42-481-8364



| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|-----------------------|------------|--|--|
| US 2011-0248846 A1 | 2011/10/13 | 없음 | |
| US 05917428 A | 1999/06/29 | EP 0841574 A2 EP 0841574 A3 EP 0841574 B1 US 6041287 A US 7027938 B1 | 1998/05/13 1999/07/07 2008/06/11 2000/03/21 2006/04/11 |
| JP 2015-534045 A | 2015/11/26 | AU 2013-305814 A1 AU 2015-268746 A1 CA 2885559 A1 CA 2885601 A1 CA 2947692 A1 CN 104583664 A CN 104662414 A CN 104662415 A CN 105264550 A CN 105264551 A CN 105738420 A DE 112013004129 T5 EA 201590203 A1 EP 2901142 A1 EP 2901143 A1 EP 2939184 A1 EP 2939185 A1 JP 2016-126007 A JP 2016-505850 A JP 2016-506524 A US 2014-0019067 A1 US 2014-0025313 A1 US 2014-0028327 A1 US 2014-0090451 A1 US 2014-0090454 A1 US 2014-0091811 A1 US 2014-0095102 A1 US 2014-0182362 A1 US 2014-0182363 A1 US 2015-0115983 A1 US 2015-0198578 A1 US 2015-0233887 A1 US 2016-0018381 A1 US 2016-0018382 A1 US 2016-0125210 A1 US 2016-0187277 A1 US 2016-0223484 A1 US 8990025 B2 US 9037418 B2 US 9097639 B2 US 9147144 B2 | 2015/02/26 2016/07/14 2014/04/03 2014/04/03 2015/11/05 2015/04/29 2015/05/27 2015/05/27 2016/01/20 2016/01/20 2016/07/06 2015/05/21 2015/07/30 2015/08/05 2015/08/05 2015/11/04 2015/11/04 2016/07/11 2016/02/25 2016/03/03 2014/01/16 2014/01/23 2014/01/30 2014/04/03 2014/04/03 2014/04/03 2014/04/03 2014/07/03 2014/07/03 2015/04/30 2015/07/16 2015/08/20 2016/01/21 2016/01/21 2016/05/05 2016/06/30 2016/08/04 2015/03/24 2015/05/19 2015/08/04 2015/09/29 |

| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|-----------------------|------------|-------------------|------------|
| | | US 9176083 B2 | 2015/11/03 |
| | | US 9261474 B2 | 2016/02/16 |
| | | US 9389260 B2 | 2016/07/12 |
| | | US 9389296 B2 | 2016/07/12 |
| | | US 9536122 B2 | 2017/01/03 |
| | | WO 2014-031749 A1 | 2014/02/27 |
| | | WO 2014-051985 A1 | 2014/04/03 |
| | | WO 2014-051989 A1 | 2014/04/03 |
| | | WO 2014-104964 A1 | 2014/07/03 |
| | | WO 2014-104965 A1 | 2014/07/03 |
| | | WO 2015-167955 A1 | 2015/11/05 |
| | | WO 2016-071183 A1 | 2016/05/12 |
| JP 2007-064852 A | 2007/03/15 | JP 04613755 B2 | 2011/01/19 |
| KR 10-2004-0100446 A | 2004/12/02 | KR 10-0524138 B1 | 2005/10/27 |