



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0132157
(43) 공개일자 2015년11월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 13/04 (2006.01) *G01N 29/14* (2006.01)
G01N 29/30 (2006.01) *G01N 29/34* (2006.01)
G01N 29/36 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01M 13/045 (2013.01)
G01N 29/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7025108
- (22) 출원일자(국제) 2013년03월18일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년09월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2013/055570
- (87) 국제공개번호 WO 2014/146680
 국제공개일자 2014년09월25일

- (71) 출원인
 아크티에볼라게트 에스케이에프
 스웨덴왕국 괴테보르크 에스-415 50
- (72) 발명자
 에르스키네, 조세프
 영국, 에프케이1 3에이티 팔커크, 더 비치스 웨스터 쉘드힐
- (74) 대리인
 강명구

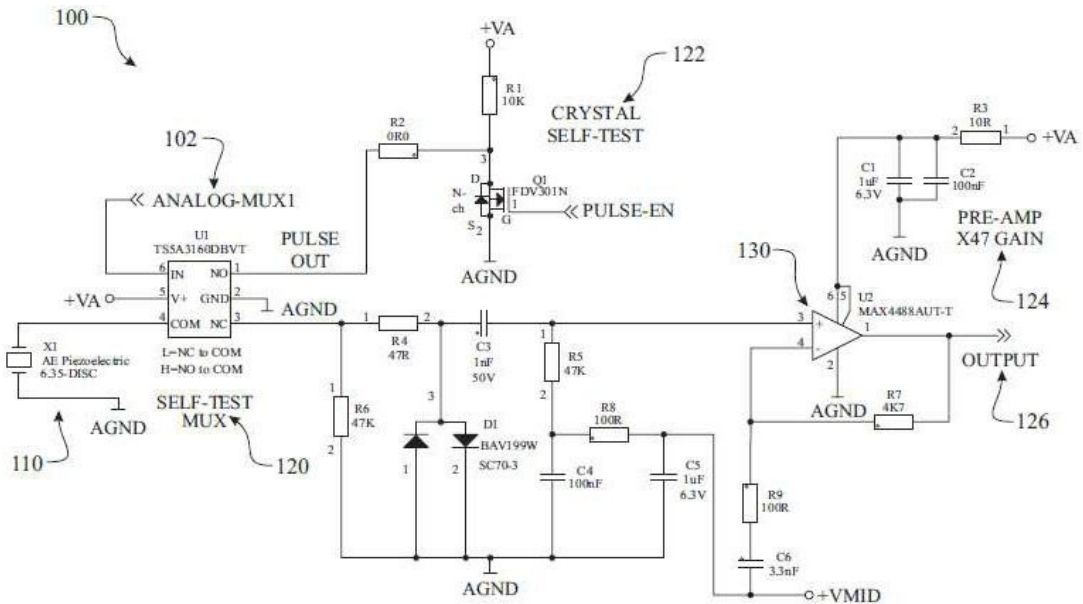
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **센서 자가-테스트**

(57) 요약

베어링(150), 베어링 하우징(160), 및 기계(170) 중 하나 상으로 설치된 음향 방출 결정(110) 또는 진동 결정(211)을 자가-테스트하도록 결정 자가-테스트 회로(100, 200)가 사용된다. 결정 자가-테스트 회로(100, 200)는 펄스 주입 설정과 신호 수집 설정을 토글하는 멀티플렉서 IC(120, 220)를 포함한다. 펄스 주입 설정에서, 멀티플(뒷면에 계속)

대표도



렉서 IC(120, 220)가 결정 자가-테스트 입력(122, 222)과 감지 방출 결정(110, 211) 간 신호 통신을 제공한다. 신호 수집 설정에서, 멀티플렉서 IC(120, 220)는 감지 방출 결정(110, 211)과 신호 분석기(126, 226) 간 신호 통신을 제공한다. 동작 중에, 멀티플렉서 IC(120, 220)가 지정 시간 주기 동안 파형(바람직하게는, 사각파)을 감지 방출 결정(110, 211)을 인가한다. 그 후 멀티플렉서 IC(120, 220)는 토글되어 감지 방출 결정(110, 211)으로부터의 출력 파형을 수집하고 출력 파형을 신호 분석기(126, 226)로 전달한다. 신호 증폭기(130, 231)에 의해 출력 신호가 증폭될 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01N 29/30 (2013.01)

G01N 29/34 (2013.01)

G01N 29/36 (2013.01)

G01N 2291/2696 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

감지 방출 결정(sensing emission crystal)(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200)로서, 자가-테스트 회로(100, 200)는

전압 소스(VA),

접지(AGND),

제어기(102, 202),

펄스 파형 입력(122, 222),

분석기(126, 226), 및

멀티플렉서 IC(120, 220)

를 포함하고, 상기 멀티플렉서 IC는

상기 접지(AGND)와 신호 통신하도록 제공된 전압 입력 핀(V),

상기 접지(AGND)와 신호 통신하도록 제공된 접지 핀(GND),

상기 제어기(102, 202)와 신호 통신하도록 제공되는 제어기 입력 핀(IN),

상기 펄스 파형 입력(122, 222)과 신호 통신하도록 제공된 정규 개방 핀(NO),

감지 방출 결정(110, 211)과 신호 통신하도록 제공되는 감지 방출 공통 핀(COM),

상기 분석기(126, 226)와 신호 통신하는 정규 폐쇄 핀(NC) 출력

을 포함하며, 동작 중에

상기 펄스 파형 입력(122, 222)은 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)로 파형을 제공하며,

상기 제어기(102, 202)는 상기 파형을 상기 감지 방출 결정(110, 211)으로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)를 설정하며, 상기 파형은 상기 감지 방출 결정(110, 211)과 신호 통신하도록 제공되며,

상기 파형은 상기 감지 방출 결정(110, 211)을 여기시키며(excite),

상기 제어기(102, 202)는 상기 감지 방출 결정(110, 211)으로부터 발산된 파형을 상기 분석기(126, 226)로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)를 설정하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 2

제1항에 있어서, 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130, 231)를 더 포함하며, 상기 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130, 231)는 상기 정규 폐쇄 핀(NC)과 상기 분석기(126, 226) 사이에 일체 구성되는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 펄스 파형 입력(122, 222)을 위한 사각 파형을 제공하는 사각파 생성기를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 펄스 파형 입력(122, 222)을 위한 사각 파형을 제공하는 사각파 생성기를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 5

감지 방출 결정(sensing emission crystal)(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200)로서, 상기 자가-테스트 회로(100, 200)는

베어링, 베어링 하우징, 및 베어링을 보유하는 기계 본체 중 하나에 부착되는 상기 감지 방출 결정(110, 211), 전압 소스(VA),

접지(AGND),

제어기(102, 202),

펄스 파형 입력(122, 222),

분석기(126, 226), 및

멀티플렉서 IC(120, 220)

를 포함하고, 상기 멀티플렉서 IC는

상기 접지(AGND)와 신호 통신하도록 제공된 전압 입력 핀(V),

상기 접지(AGND)와 신호 통신하도록 제공된 접지 핀(GND),

상기 제어기(102, 202)와 신호 통신하도록 제공된 제어기 입력 핀(IN),

상기 펄스 파형 입력(122, 222)과 신호 통신하도록 제공된 정규 개방 핀(NO),

상기 감지 방출 결정(110, 211)과 신호 통신하도록 제공된 공통 핀(COM),

상기 분석기(126, 226)와 신호 통신하는 정규 폐쇄 핀(NC) 출력을

을 포함하며, 동작 중에

상기 펄스 파형 입력(122, 222)이 파형을 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)를 제공하고,

상기 제어기(102, 202)는 상기 파형을 상기 감지 방출 결정(110, 211)으로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)를 설정하며, 상기 파형은 상기 감지 방출 결정(110, 211)과 신호 통신하도록 제공되며,

상기 파형은 상기 감지 방출 결정(110, 211)을 여기시키며(excite),

상기 제어기(102, 202)는 상기 감지 방출 결정(110, 211)으로부터 발산된 파형을 상기 분석기(126, 226)로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC(120, 220)를 설정하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 6

제5항에 있어서, 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130, 231)를 더 포함하며, 상기 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130, 231)는 정규 폐쇄 핀(NC)과 분석기(126, 226) 사이에 일체 구성되는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 펄스 파형 입력(122, 222)을 위한 사각 파형을 제공하는 사각 파형 생성기를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 펄스 파형 입력(122, 222)을 위한 사각 파형을 제공하는 사각 파형 생성기를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로(100, 200).

청구항 9

감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하는 방법으로서, 상기 방법은

멀티플렉서(120, 220)를, 신호 생성 소스(122, 222)를 감지 방출 결정(110, 211)과 신호 통신하게 만드는 펄스 주입 설정이도록 설정하는 단계,

상기 감지 방출 결정(110, 211)으로 파형을 주입하는 단계,

상기 멀티플렉서(120, 220)를, 신호 생성 소스(126, 226)를 신호 분석기(126, 226)와 신호 통신하게 만드는 신호 수집 설정이도록 설정하는 단계,

상기 감지 방출 결정(110, 211)으로부터 파형 출력(126, 226)을 획득하는 단계, 및

상기 파형 출력(126, 226)을 신호 분석기(126, 226)로 제공하는 단계

를 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 파형을 상기 음향 방출 결정으로 주입하는 단계는 사각 파형을 주입하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 파형 출력을 신호 분석기(126, 226)로 제공하는 단계 전에, 파형 출력을 증폭(130, 231)시키는 단계를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하는 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 파형 출력을 신호 분석기(126, 226)로 제공하는 단계 전에, 파형 출력을 증폭(130, 231)시키는 단계를 더 포함하는, 감지 방출 결정(110, 211)을 테스트하는 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 별도의 외부 신호 소스 또는 자극이 베어링, 베어링 하우징, 또는 일반적인 기계 인클로저에 적용될 필요 없이 음향 방출(acoustic emission)(AE) 압전 결정(piezoelectric crystal) 및 진동 결정(vibrational crystal)을 테스트하기 위한 장치 및 방법과 관련된다.

배경기술

[0002] 음향 방출(AE) 압전 결정 및 진동 결정이 베어링, 베어링 하우징, 또는 연관된 기계 중 하나에 직접 고정된다. 음향 방출(AE) 압전 결정 및 진동 결정이 제 위치에 적절하게 고정되어 있음을 보장하기 위해, 신호 생성기를 갖는 개별 센서 또는 보조 음향 방출(AE) 압전 결정을 이용해 외부 신호가 인가되었다. 음향 방출(AE) 압전 결정이 제 위치에 적절하게 고정되는지 여부를 결정하기 위한 대안적 방법으로는 금속 물체로 베어링을 두드림(tap)으로써 베어링을 여기시키는 것이 있다. 이 해결책은 추가 구성요소, 추가 셋업 설비의 이용을 필요로 하고 주기 시간을 필요로 한다.

[0003] 베어링, 베어링 하우징, 또는 연관된 기계에의 음향 방출(AE) 압전 결정의 적절한 설치를 검증하기 위한 추가 구성요소 및/또는 설비를 감소시키는 시스템 및 관련 방법이 바람직하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명은 음향 방출 결정 및 물체, 가령, 베어링, 베어링 하우징, 또는 기계 하우징으로의 음향 방출 결정의 각각의 부착을 테스트하기 위한 장치 및 방법과 관련된다.

[0005] 본 발명의 제1 양태에서, 음향 방출 결정을 테스트하기 위한 자가-테스트 회로는

[0006] 전압 소스,

[0007] 접지,

- [0008] 제어기,
- [0009] 펄스 파형 입력,
- [0010] 분석기, 및
- [0011] 멀티플렉서 IC를 포함하며, 상기 멀티플렉서 IC는
- [0012] 상기 접지와 신호 통신하도록 제공된 전압 입력 핀,
- [0013] 상기 접지와 신호 통신하도록 제공된 접지 핀,
- [0014] 상기 제어기(102, 202)와 신호 통신하도록 제공되는 제어기 입력 핀,
- [0015] 상기 펄스 파형 입력과 신호 통신하도록 제공된 정규 개방 핀,
- [0016] 감지 방출 결정과 신호 통신하도록 제공되는 감지 방출 공통 핀,
- [0017] 상기 분석기와 신호 통신하는 정규 폐쇄 핀 출력을
- [0018] 을 포함하며, 동작 중에
- [0019] 상기 펄스 파형 입력은 상기 멀티플렉서 IC로 파형을 제공하며,
- [0020] 상기 제어기는 상기 파형을 상기 감지 방출 결정으로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC를 설정하며, 상기 파형은 상기 감지 방출 결정과 신호 통신하도록 제공되며,
- [0021] 상기 파형은 상기 감지 방출 결정을 여기시키며,
- [0022] 상기 제어기는 상기 감지 방출 결정으로부터 발산된 파형을 상기 분석기로 전달하도록 상기 멀티플렉서 IC를 설정한다.
- [0023] 제2 양태에서, 회로는 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기를 더 포함하며, 여기서 상기 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기는 상기 정규 폐쇄 핀과 상기 분석기 사이에 일체 구성된다.
- [0024] 또 다른 양태에서, 밀봉 시스템이 방사 방향을 따르는 공차 보상(tolerance compensation)을 제공한다.
- [0025] 또 다른 양태에서, 파형은 사각 파형 인수로 제공된다.
- [0026] 본 발명의 방법 양태에서, 자가-테스트 회로가 음향 방출 결정을 테스트하는 방법을 제공하며, 상기 방법은
- [0027] 멀티플렉서를, 신호 생성 소스를 감지 방출 결정과 신호 통신하게 만드는 펄스 주입 설정이도록 설정하는 단계,
- [0028] 상기 감지 방출 결정으로 파형을 주입하는 단계,
- [0029] 상기 멀티플렉서를, 신호 생성 소스를 신호 분석기와 신호 통신하게 만드는 신호 수집 설정이도록 설정하는 단계,
- [0030] 상기 감지 방출 결정으로부터 파형 출력을 획득하는 단계, 및
- [0031] 상기 파형 출력을 신호 분석기로 제공하는 단계를
- [0032] 포함한다.
- [0033] 본 발명의 한 가지 이점은 별도의 추가 센서 또는 보조 음향 방출(AE) 압전 결정 없이, 베어링, 베어링 하우징, 또는 일반적인 기계 인클로저에 정상 고정된 음향 방출 결정을 테스트할 수 있다는 것이다. 회로는 반복 가능한 테스트 신호를 음향 방출 결정으로 인가하여, 허용 가능한 설치 및 이의 기능을 검증할 수 있다. 프로세스는 입력 신호를 대상 음향 방출(AE) 압전 결정으로 주입하기 전 시간을 조절함으로써 특징화될 수 있다.
- [0034] 해당 분야의 통상의 기술자라면 상세한 설명, 특허청구범위, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 이들 그리고 그 밖의 다른 특징, 양태, 및 이점을 추가로 이해하고 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 본 발명의 속성의 완전한 이해를 위해, 첨부된 도면에 대한 참조가 이뤄진다:
도 1은 베어링, 베어링 하우징, 및 일반 기계 인클로저로 연결된 음향 방출 결정의 등각투상도이다.

도 2는 예시적 음향 방출 결정 자가-테스트 회로의 전기적 개략도이다.

도 3은 예시적 진동 결정 자가-테스트 회로의 전기적 개략도이다.

도 4는 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로, ADC 획득(샘플)의 주기 동안 SEE 출력 신호의 출력 진폭을 도시하는 예시적 데이터 차트를 나타내고, 데이터가 도 1에 도시된 음향 방출 결정 자가-테스트 회로에 의해 획득되고 음향 방출 결정이 테스트 베어링에 연결된다.

도 5는 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로 ADC 획득의 주기 동안의 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭을 나타내는 예시적 데이터 차트를 나타내고, 도 1에 도시된 음향 방출 결정 자가-테스트 회로에 의해 데이터가 획득되고 음향 방출 결정이 개방 회로로 설정된다.

도 6은 SEE 압전 결정, 더 구체적으로, ADC 획득의 주기 동안 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭의 출력 신호를 도시하는 예시적 데이터 차트를 도시하며, 음향 방출 결정이 테스트 베어링으로 연결된다.

도 7은 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로, ADC 획득의 주기 동안의 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭을 도시하는 예시적 데이터 차트를 제공하며, 여기서 음향 방출 결정은 개방 회로로 설정된다.

도 8은 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로, ADC 획득의 주기 동안의 SEE 출력 신호의 출력 진폭(샘플)을 도시하는 예시적 데이터 차트를 제공하며, 여기서, 음향 방출 결정은 테스트 베어링에 연결되지만 테스트 베어링 상은 아니다.

도 9는 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로 ADC 획득의 주기 동안의 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭을 도시하는 예시적 데이터 차트를 제공하며, 여기서 샘플은 테스트 베어링에 연결된 Wilcoxon 음향 방출 센서를 이용하여 얻어졌다.

도 10은 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로, ADC 획득의 주기 동안 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭을 도시하는 예시적 데이터 차트를 제공하며, 여기서 샘플은 테스트 베어링에 연결되지 않은 Wilcoxon 음향 방출 센서를 이용하여 얻어졌다.

도 11은 SEE 압전 결정의 출력 신호, 더 구체적으로, ADC 획득의 주기 동안의 SEE 출력 신호(샘플)의 출력 진폭을 도시하는 예시적 데이터 차트를 제공하며, 여기서 샘플은 개방 회로로 설정된 Wilcoxon 음향 방출 센서를 이용해 얻어졌다.

유사한 참조 번호가 복수의 도면에서 유사한 부분을 지칭한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036]

다음의 상세한 설명은 예시에 불과하고 기재된 실시예 또는 기재된 실시예의 적용 또는 사용을 한정하려는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용될 때, "예시적(exemplary, illustrative)"이라는 용어는 "예시로서 사용됨"을 의미한다. 본 명세서에서 "예시적"으로 기재되어 있는 임의의 구현예가 다른 구현예보다 선호되거나 바람직한 것으로 해석될 필요는 없다. 이하에서 기재되는 모든 구현예는 해당 분야의 통상의 기술자가 본 발명의 실시예를 만들고 사용할 수 있게 하도록 제공되며 특허청구범위에 의해 규정되는 본 발명의 범위를 제한하려는 것이 아니다. 본 명세서의 기재 목적으로, "상부", "하부", "좌측", "후부", "우측", "전부", "수직", "수평", 및 이들의 파생어가 본 명세서에서 일반적으로 배향되고 기재되는 본 발명과 관련된된다.

[0037]

덧붙여, 상기의 기술 분야, 배경 기술, 해결 수단 또는 이하의 발명의 구체적인 내용에서 제공된 어떠한 이론에 의해서도 구애 받지 않는다. 또한 첨부된 도면에 도시되고 이하의 명세서에 기재된 특정 장치 및 프로세스가 특허청구범위에 규정된 발명의 개념의 예시에 불과하다. 그러므로 본 명세서에 개시된 실시예와 관련된 특정 치수 및 그 밖의 다른 물리적 특성은, 특허청구범위에 달리 언급되지 않는 한, 한정으로 해석되어서는 안 된다.

[0038]

음향 방출 결정(110)(또는 SEE 압전 결정이라고도 지칭됨)이 베어링(150), 베어링 하우징(152), 및 일반적인 기계(154) 중 하나로 연결되어 도 1에 도시된 바와 같이 장치의 동작 상태를 모니터링할 수 있다. 음향 방출 결정(110)이 베어링(150)의 고정 부분에 연결될 것이다. 예시적 실시예에서, 베어링 외부 링(152)이 고정되고 베어링 내부 링(154)이 회전한다. 이 설정에서, 음향 방출 결정(110)은 베어링 외부 링(154)에 부착될 것이다. 대안적으로, 내부 링(152)이 고정되는 구성에서, 음향 방출 결정(110)이 베어링 내부 링(152)에 부착될 것이다. 현재 설치 검증 프로세스는 여기 신호를 대상 음향 방출 결정(110)으로 제공하기 위한 추가 결정 또는 그 밖의 다른 여기 장치의 설치를 필요로 한다. 도 2에 도시된 바와 같이 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 추가

결정의 설치의 필요성을 제거한다.

- [0039] 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 도 2에 제공된다. 상기 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 음향 방출 결정(110)으로 자가-테스트 프로세스를 제공한다. 음향 방출 결정(110)은 테스트 프로세스를 실시하기 전에 베어링, 베어링 하우징, 및 일반 기계 인클로저 중 하나에 고정된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 추가 결정의 설치를 필요로 하지 않고 음향 방출 결정(110)을 여기시키기 위한 입력을 제공한다.
- [0040] 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 음향 방출 결정(110)으로의 사각파 적용에 또는 신호 주입 설정과 음향 방출 결정(110)으로부터의 신호 수집 설정 간에 토글(toggle)하는 (회로 구성요소 참조번호 U1로 지칭되는) 멀티플렉서 IC(120)를 포함한다. 선회되는 멀티플렉서 IC(120)는 6개의 전기적 연결을 포함한다. 전원 또는 전압이 V+로 지칭되는 전압 입력 핀과 전기적으로 통신하도록 제공된다. 접지(AGND)가 전원을 완성하고 멀티플렉서 IC(120)의 접지 핀(GND)과 전기적으로 통신하도록 제공된다.
- [0041] 멀티플렉서 IC(120)의 입력 또는 제어기 핀(IN)으로 제공되는 ANALOG-MUX 1로 지칭되는 외부 소스 또는 회로 제어기(102)에 의해 멀티플렉서 IC(120)의 상태 또는 구성이 제어된다.
- [0042] ANALOG-MUX 1는 컴퓨터 동작 제어기(102)에 의해 제공되는 것이 바람직하다. 우선 멀티플렉서 IC(120)의 정규 개방(NO) 핀 및 공통(COM) 핀을 신호 통신하도록 배치하면서, 상기 멀티플렉서 IC(120)는 펄스 주입 설정 내로 배치된다. 펄스가 결정 자가-테스트 입력(122)으로부터 멀티플렉서 IC(120)로 공급되며, 여기서 펄스가 멀티플렉서 IC(120)의 정규 개방(NO) 핀과 신호 통신하도록 제공된다. 바람직하게는 펄스가 사각파형으로 제공된다. 음향 방출 결정(110)이 멀티플렉서 IC(120)의 공통(COM) 핀과 신호 통신하도록 제공된다. 컴퓨터로 작동되는 제어기가 신호가 결정 자가-테스트 입력(122)으로부터 음향 방출 결정(110)으로 제공되는 시간을 제어할 것이다. 이하에서 기재될 바와 같이, 계산 또는 실험을 통해 펄스 적용 시간 주기는 최적화될 수 있음이 이해된다. 원하는 펄스가 음향 방출 결정(110)에 인가되면, 멀티플렉서 IC(120)의 입력 또는 제어기 핀(IN)으로 제공되는 신호가 변경되어, 멀티플렉서 IC(120)의 설정이 신호 수집 설정으로 변환하게 할 수 있다.
- [0043] 신호 수집 구성은 멀티플렉서 IC(120)의 정규 폐쇄(NC) 핀 및 공통(COM) 핀을 신호 통신 상태로 만든다. 그 후 음향 방출 결정(110)으로부터 획득된 신호가 신호 출력(126)(OUTPUT)으로 전송된다. 최종적인 증폭된 신호가 신호 출력(126)으로서 분석 도구로 제공되는 것이 바람직하다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 (또한 회로 구성요소 참조번호 U2로 지칭되는) 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)를 포함함으로써 개선될 수 있다. 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)는 멀티플렉서 IC(120)의 정규 개방(NO) 핀과 신호 출력(126) 사이에 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)에 일체 구성될 것이다. 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)는 음향 방출 결정(110)으로부터 출력된 신호를 증폭한다.
- [0044] 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 (전압의 형태로 된) 지원 신호를 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)로 제공하는 프리-앰프 이득(124)을 포함한다.
- [0045] 바람직한 회로는 일련의 표면 장착 구성요소를 이용한다. 멀티플렉서 IC(120)는 Texas Instruments에 의한 부품 번호 TS5A3160DBVT로 제공되고 식스 핀 SOT-23-6 표면 장착 조립 패키지로 제공된다.
- [0046] 아날로그 스위치에 대해 적용되며, 설정을 다음의 상태로 토글한다:
- [0047] (1) 핀(1)으로부터 신호를 획득하고 상기 신호를 공통 핀(4)으로 연결하는 정규 개방 상태, 및
- [0048] (2) 공통 핀(4)으로부터의 신호를 획득하고 신호를 핀(3)으로 연결하는 정규 폐쇄 상태.
- [0049] 자가-테스트 입력(122)에 의해 입력 펄스가 제공된다. 결정 자가-테스트 입력(122)은 디지털 FET, N-채널 로직 레벨 트랜지스터를 포함한다. 예시적 디지털 FET, N-채널 로직 레벨 트랜지스터로는 Fairchild Semiconductor사의 부품 번호 FDV301N가 있으며 쓰리 핀 SOT-23 표면 장착 조립 패키지에 제공된다. 결정 자가-테스트 입력(122)은 멀티플렉서 IC(120)가 음향 방출 결정(110)에 신호를 인가하도록 구성될 때 음향 방출 결정(110)으로 지향되고 초기 여기를 적용하는 사각파를 생성한다.
- [0050] 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)에 의해 음향 방출 결정(110)으로부터의 출력이 증폭된다. 예시적 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)로는 Maxim Integrated Products사의 부품 번호 MAX4488AUT-T가 있으며 식스-핀 SOT-23-6 표면 장착 조립 패키지에 제공된다.
- [0051] 회로는 추가 전기 구성요소, 가령, 다양한 레지스터, 커패시터 및 다이오드를 포함할 수 있고, 각각의 구성요소가 각자의 표면 장착 구성에 제공된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 지지 전기 구성요소 각각에 대

한 예시적 값을 포함한다. 예시적 레지스터가 문자 "R"로 시작하는 회로 참조 번호로 식별된다. 레지스터 값은 전기 구성요소 참조 식별자 옆에 제공된다. 상기 레지스터는 0402 사이즈 패키징에 소성되는 것이 바람직하며, 대안적 크기, 가령, 0603 등, 및/또는 멀티-레지스터 패키지가 또한 가능하다. 예시적 커패시터는 문자 "C"로 시작하는 회로 참조 번호로 식별된다. 커패시터 값 및 최대 전압 레벨이 전기적 구성요소 참조 식별자 옆에 제공된다. 바람직하게는 커패시터가 0402 크기 패키징에 소성되며, 대안적 크기, 가령, 0603 등이 역시 가능하다. 예시적 다이오드는 문자 "D"로 시작하는 회로 참조 번호로 식별된다.

[0052] 예시적 다이오드(또는 더 구체적으로 정류기(rectifier))(회로 참조 번호 D1)로는 Zetex사의 부품 번호 BAV199W-7가 있으며, 쓰리-핀 SOT-323 또는 쓰리-핀 SC70-3 표면 장착 조립 패키지에 제공된다.

[0053] 진동 결정 자가-테스트 회로(200)의 두 번째 개략도가 도 3에 도시된다. 진동 결정 자가-테스트 회로(200)의 세부사항이 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 것과 상이하더라도, 일반적으로 회로는 동일 기능 세그먼트의 대부분을 포함한다. 진동 결정 자가-테스트 회로(200) 및 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 유사한 기능은 숫자 '2'가 선행되는 것을 제외하면 동일하게 넘버링된다. 진동 결정 자가-테스트 회로(200)가 진동 결정(211)(회로 참조 번호 XI)의 출력 신호를 여기 및 수집하도록 가공되며, 반면에 음향 방출 자가-테스트 회로(100)는 음향 방출 결정(110)의 출력 신호를 여기 및 수집하도록 가공된다. 진동 결정 획득 신호 증폭기(231)(회로 참조 번호 U2)는 Analog devices사의 부품 번호 AD8605ARTZ로 제공되는 저 잡음 상보적 급속-유사이드-반도체(CMOS) 증폭기를 이용하고, 반면에, 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)는 Maxim Integrated Products사의 부품 번호 MAX4488AUT-T를 이용한다. 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기(130)와 달리, 예시적 진동 결정 획득 신호 증폭기(231)가 또한 식스-핀 SOT-23-6 표면 장착 조립 패키지에 제공된다. 진동 결정 자가-테스트 회로(200)의 전체 기능이 앞서 기재된 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)와 유사하다. 본질적으로, 진동 결정 자가-테스트 회로(200)는 파형(바람직하게는 사각파)을 진동 결정(211)에 적용하는 파 신호 주입 설정과 진동 결정(211)으로부터 출력된 파형을 수집하는 신호 수집 설정을 토글하는 멀티플렉서 IC(220)(회로 참조 번호 U1)를 포함한다. 프리-앰프 이득(224) 및 진동 결정 획득 신호 증폭기(230)에 의해 출력 파형이 증폭된다.

[0054] 단일성을 위해, 음향 방출 결정(110) 및 진동 결정(211)은 총체적으로 감지 방출 결정(110, 211)이라고 지칭될 수 있다.

[0055] 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)를 테스트함으로써 회로 유효성이 검증되었다. 다양한 구성으로 된 음향 방출 결정(110)(더 구체적으로 내장된 SEE 센서)을 테스트함으로써 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 검증이 완료되었고, 도 4 내지 8에서 제공되는 일련의 차트로 결과가 제공된다.

[0056] 제1 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 10us 펄스를 음향 방출 결정(110)에 인가했다. 표준 결합 또는 부착 절차에 따라 상기 음향 방출 결정(110)은 테스트 베어링에 연결된다. 시스템이 일련의 데이터 포인트 각각에 대한 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트는 선형 시공간 관계와 연관하여 취해졌다. 상기 데이터는 측정되고 기록되어 도 4에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(300) 상에 차트화됐다. 아날로그 시간 플롯(300)이 샘플 수 축(312)을 따라 그리고 진폭 축(314)을 교차 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(310)이 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 여기서 데이터 포인트는 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 차트화됐다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 0 내지 50의 일반적인 진폭을 가진다.

[0057] 제2 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 단일 10us 펄스를 음향 방출 결정(110)으로 인가했다. 상기 음향 방출 결정(110)은 개방 회로 내에 배치된다. 용어 개방 회로는 음향 방출 결정(110)이 아날로그 획득 회로(100)로부터 연결해제되는 상태를 지칭한다. 시스템이 일련의 데이터 포인트의 각각의 출력 진폭을 기록했으며, 이때, 각각의 데이터 포인트는 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되고, 도 5에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(400) 상에 차트화됐다. 아날로그 시간 플롯(300)과 유사하게, 아날로그 시간 플롯(400)도 샘플 수 축(312)을 따라 진폭 축(314)을 교차 참조하면서 데이터를 표시한다. SEE 샘플(410)이 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 여기서 데이터 포인트가 시간 주기 동안 일련의 측정으로 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 차트화됐다. 샘플들 사이의 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 0 내지 50의 일반적인 진폭을 가진다.

[0058] 저 10us 펄스가 유사한 출력을 도출하고 따라서 베어링, 베어링 하우스, 또는 기계에의 음향 방출 결정(110)의 부착을 평가하기 위한 명목 테스트 설정이도록 간주되어야 한다.

[0059] 제3 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)으로 인가했다.

상기 음향 방출 결정(110)은 표준 결함 또는 부착 절차에 따라 테스트 베어링에 연결된다. 시스템이 일련의 데이터 포인트의 각각의 데이터 포인트의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트가 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되었고 도 6에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(500) 상에 차트화됐다. 아날로그 시간 플롯(300, 400)과 유사하게, 아날로그 시간 플롯(500)이 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 교차 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(510)이 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 여기서 데이터 포인트가 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득되는 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 5800 내지 8000의 일반적인 진폭을 가지며, 평균은 대략 6500이다.

[0060]

제4 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)으로 인가했다. 상기 음향 방출 결정(110)은 개방 회로 내에 배치된다. 용어 개방 회로는 음향 방출 결정(110)이 아날로그 획득 회로(100)로부터 연결 해제된 상태를 지칭한다. 상기 시스템은 일련의 데이터 포인트 각각의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트가 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되고, 도 7에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(600) 상에 차트화된다. 아날로그 시간 플롯(300, 400, 500)과 유사하게, 아날로그 시간 플롯(600)이 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 교차 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(610)은 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 데이터 포인트가 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 0 주변에서 변동하는 일반적인 진폭을 가지며, 평균은 대략 600이다.

[0061]

제5 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)에 인가했다. 음향 방출 결정(110)은 회로에 연결되지만 테스트 베어링에는 부착되지 않는다. 시스템은 일련의 데이터 포인트 각각의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트가 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되어 도 8에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(700) 상에 차트화된다. 아날로그 시간 플롯(300, 400, 500, 600)과 유사하게, 아날로그 시간 플롯(700)이 또한 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 상호 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(710)은 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 이때 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 데이터 포인트는 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 1300 내지 1700의 일반적인 진폭을 가지며, 이때 평균은 대략 1400이다.

[0062]

480us 펄스가 뚜렷이 상이한 출력을 도출하며, 따라서 베어링, 베어링 하우스, 또는 기계에의 음향 방출 결정(110)의 부착을 평가하기 위한 허용 가능한 테스트 구성이도록 간주된다.

[0063]

Wilconxon SEE 센서를 이용해 유사한 테스트가 실시되었고, 출력이 도 9 내지 11에 표시된 차트에 도시되어 있다.

[0064]

제6 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)에 인가했다. 표준 결함 또는 부착 절차에 따라 음향 방출 결정(110)이 테스트 베어링에 연결된다. 시스템이 일련의 데이터 포인트 각각의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트가 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되어, 도 9에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(800) 상에 차트화된다. 아날로그 시간 플롯(300, 400, 500, 600, 700)과 유사하게, 아날로그 시간 플롯(800)도 역시 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 교차 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(810)이 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 이때 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 데이터 포인트가 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 약 200의 일반적인 진폭을 가진다.

[0065]

제7 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)으로 인가했다. 음향 방출 결정(110)이 개방 회로로 배치된다. 용어 개방 회로는 음향 방출 결정(110)이 아날로그 획득 회로(100)로부터 연결 해제된 상태를 지칭한다. 시스템이 일련의 데이터 포인트 각각의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트가 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 상기 데이터가 측정, 기록되고, 도 10에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(900) 상에 차트화된다. 아날로그 시간 플롯(300, 400, 500, 600, 700, 800)과 유사하게, 상기 아날로그 시간 플롯(900)은 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 상호 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(910)은 일련의 데이터 포인트를 표시하며, 이때 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 데이터 포인트가 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기는 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력은 약 200의 일반적인 진폭을 가진다.

- [0066] 제8 실험에서, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 단일 480us 펄스를 음향 방출 결정(110)으로 인가했다. 음향 방출 결정(110)은 회로로 연결되지만, 테스트 베어링으로 부착되지 않는다. 시스템은 일련의 데이터 포인트 각각의 출력 진폭을 기록했고, 각각의 데이터 포인트는 선형 시공간 관계와 관련하여 취해졌다. 데이터가 측정, 기록되어, 도 11에 도시된 바와 같이 아날로그 시간 플롯(1000) 상에 차트화된다. 아날로그 시간 플롯(300, 400, 500, 600, 700, 800, 900)과 마찬가지로, 아날로그 시간 플롯(1000)이 또한 샘플 수 축(312)을 따르고 진폭 축(314)을 상호 참조하여 데이터를 표시한다. SEE 샘플(1010)이 일련의 데이터 포인트를 표시하고, 시간 주기 동안 일련의 측정에서 획득된 음향 방출 결정(110)의 출력의 진폭을 참조하여 데이터 포인트가 차트화된다. 샘플들 간 시간 주기가 일관된다. 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 출력이 대략 500의 일반적인 진폭을 가진다.
- [0067] 차이가 제3 내지 제5 실험에서처럼 유의미하지 않더라도, 제6 내지 제8 실험이 적합한 테스트 프로세스로서 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 이용에 대한 뒷받침을 여전히 제공한다.
- [0068] 요컨대, 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)가 내장된 음향 방출 결정(110)을 테스트할 때 상당한 이점을 제공한다. 상기 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)는 음향 방출 결정(110)이 연결되는지, 베어링으로부터 연결 해제되는지, 또는 아날로그 획득 회로(100)로부터 완전히 연결 해제되는지를 검출할 수 있다. 데이터가 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)를 이용해 음향 방출 결정(110)의 설치가 검증될 수 있어 신호 생성기에 의한 별도의 결정 또는 내장된 결정을 이용할 필요성을 없애거나, 금속성 물체로 탭핑함으로써 베어링, 베어링 홀더, 또는 기계를 여기시킬 필요성을 없앤다는 이점을 뒷받침한다.
- [0069] 실험은 진동 결정 자가-테스트 회로(200)의 결과가 음향 방출 결정 자가-테스트 회로(100)의 결과와 유사할 것임을 나타낸다.
- [0070] 인가된 펄스의 시간 주기가 적절한 자가-테스트 결과를 획득하기 위한 적용예에 대해 조절될 수 있음이 이해된다.
- [0071] 기재된 본 발명의 바람직한 실시예의 세부사항이 수정, 변형, 및 변경될 수 있기 때문에, 상기에서 기재되고 도면에 도시된 모든 사항들이 예시로서 해석되어야 하고 한정적으로 해석되어서는 안 된다. 따라서 본 발명의 범위는 이하의 특허청구범위 및 이의 법적 균등물에 의해 결정되어야 한다.

부호의 설명

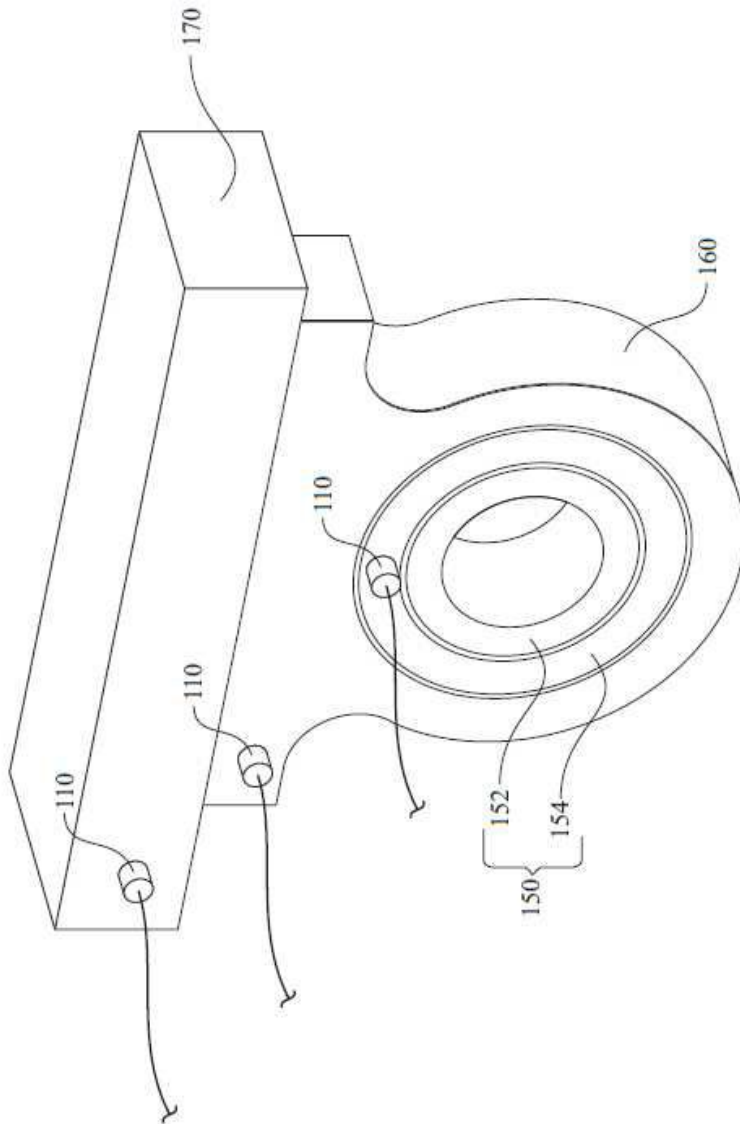
- [0072] 100 음향 방출 결정 자가-테스트 회로 250 베어링
 - 252 베어링 내부 링
 - 254 베어링 외부 링
 - 260 베어링 하우징
 - 270 기계 하우징
 - 300 아날로그 시간 플롯
 - 310 SEE 샘플
 - 312 샘플 수 축
 - 314 진폭 축
 - 400 아날로그 시간 플롯
- 102 회로 제어기
- 110 음향 방출 결정
- 120 멀티플렉서 IC
- 122 결정 자가-테스트 입력
- 124 프리-앰프 이득
- 126 신호 출력
- 130 음향 방출 결정 획득 신호 증폭기
- 150 베어링
- 152 베어링 내부 링
- 154 베어링 외부 링
- 160 베어링 하우징
- 170 기계 하우징
- 200 진동 결정 자가-테스트 회로

710 SEE 샘플

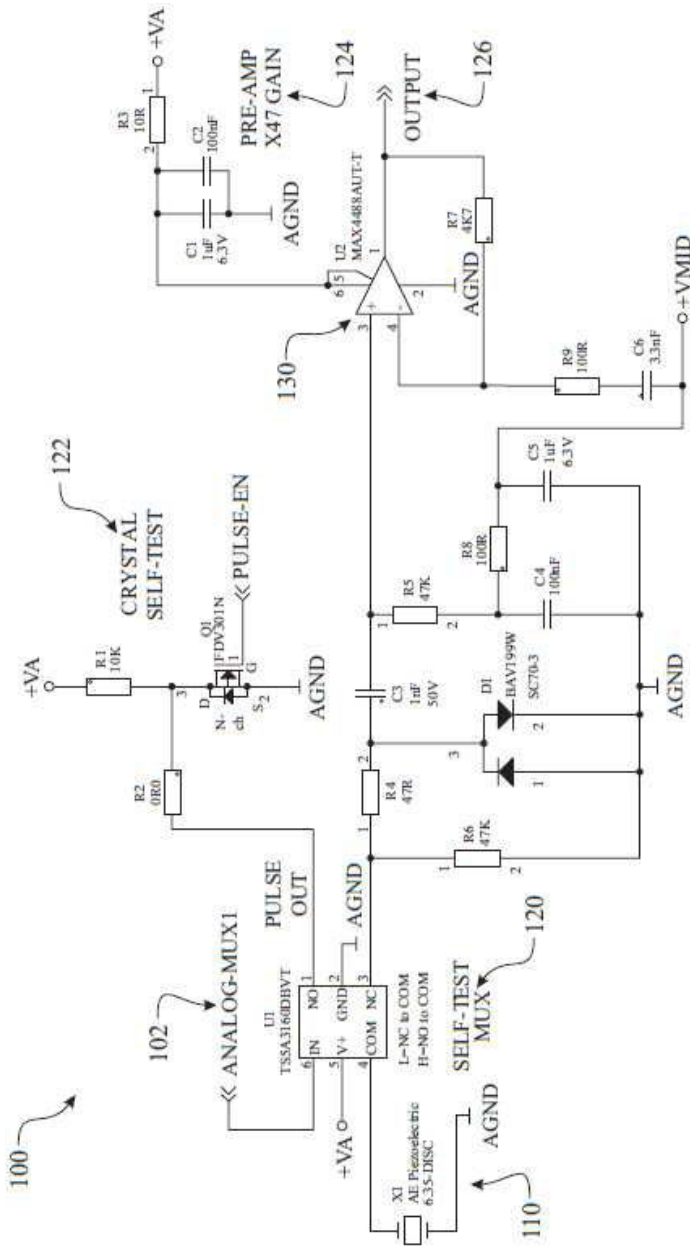
- 202 회로 제어기 800 아날로그 시간 플롯
- 211 진동 결정 810 SEE 샘플
- 220 멀티플렉서 IC 900 아날로그 시간 플롯
- 222 결정 자가-테스트 입력 910 SEE 샘플
- 224 프리-앰플 이득 1000 아날로그 시간 플롯
- 226 시간 출력 1010 SEE 샘플
- 231 진동 결정 획득 신호 증폭기

도면

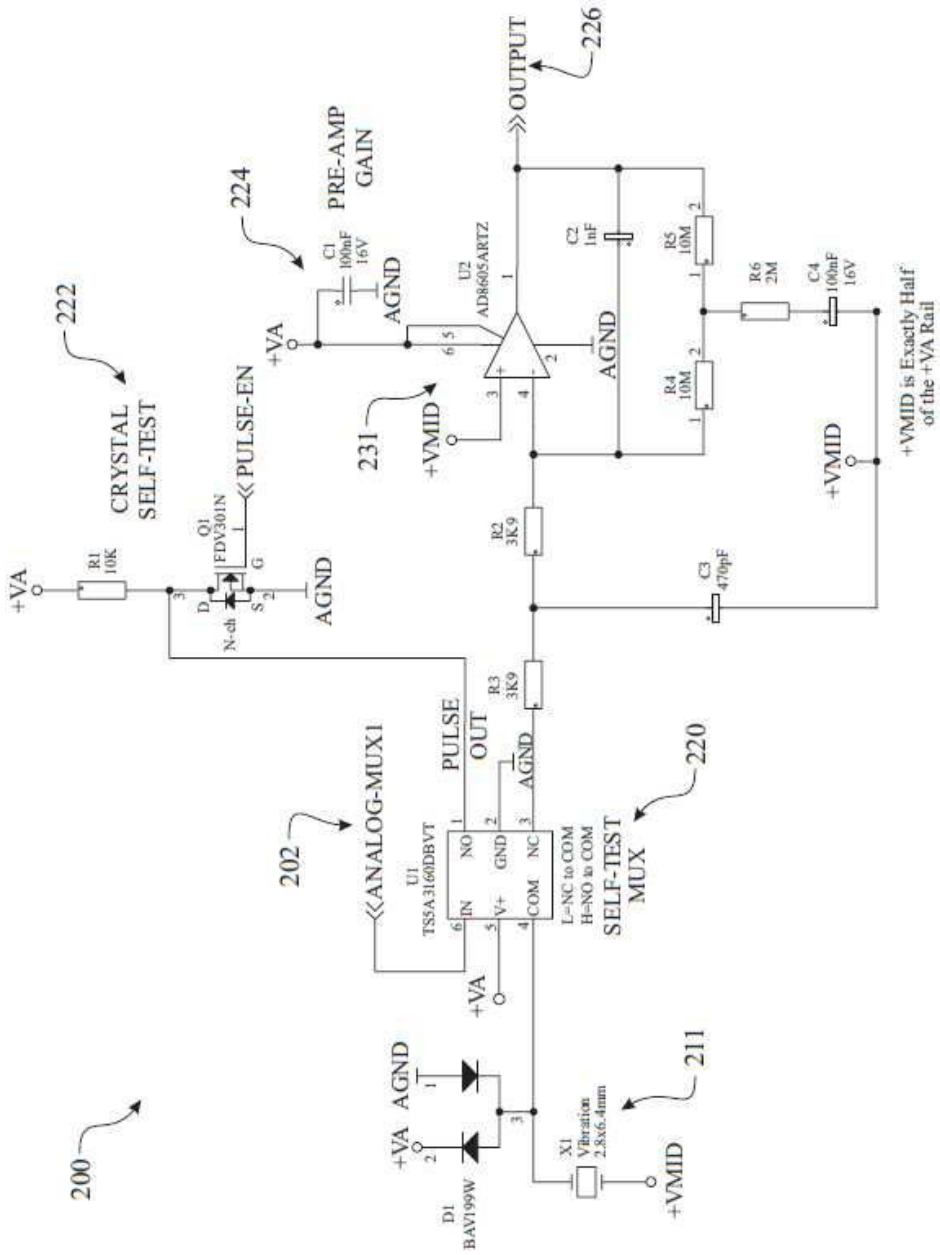
도면1



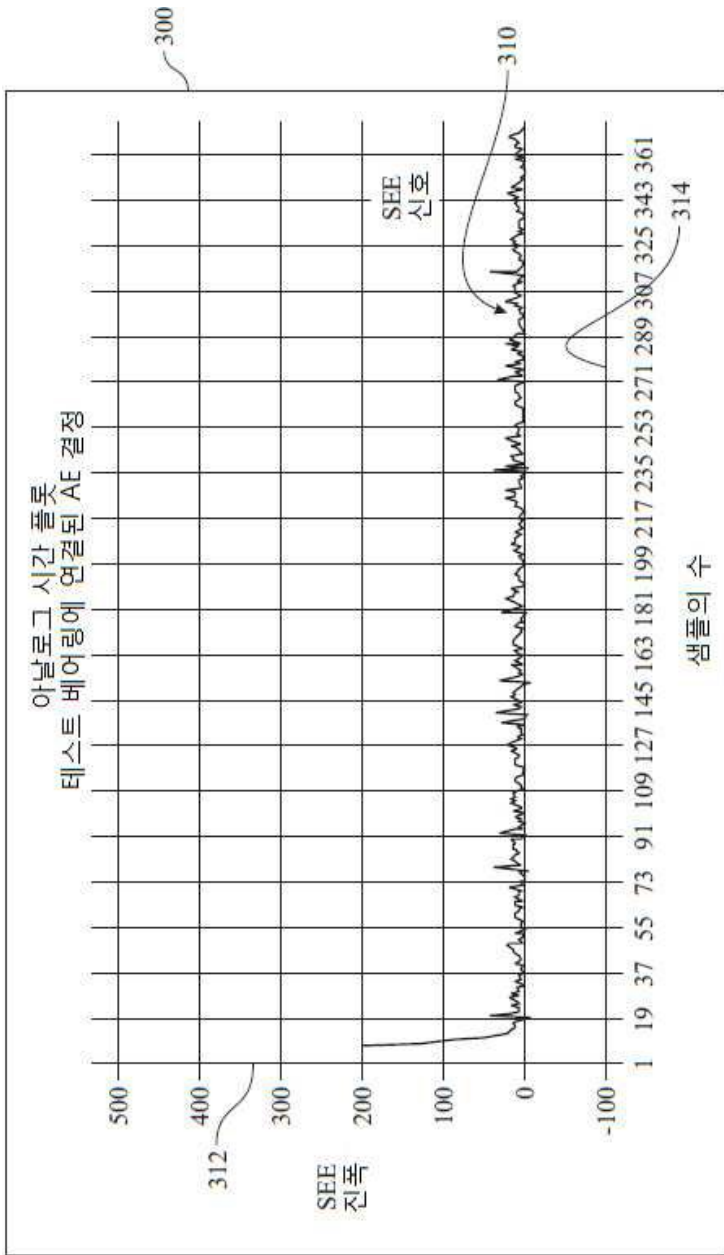
도면2



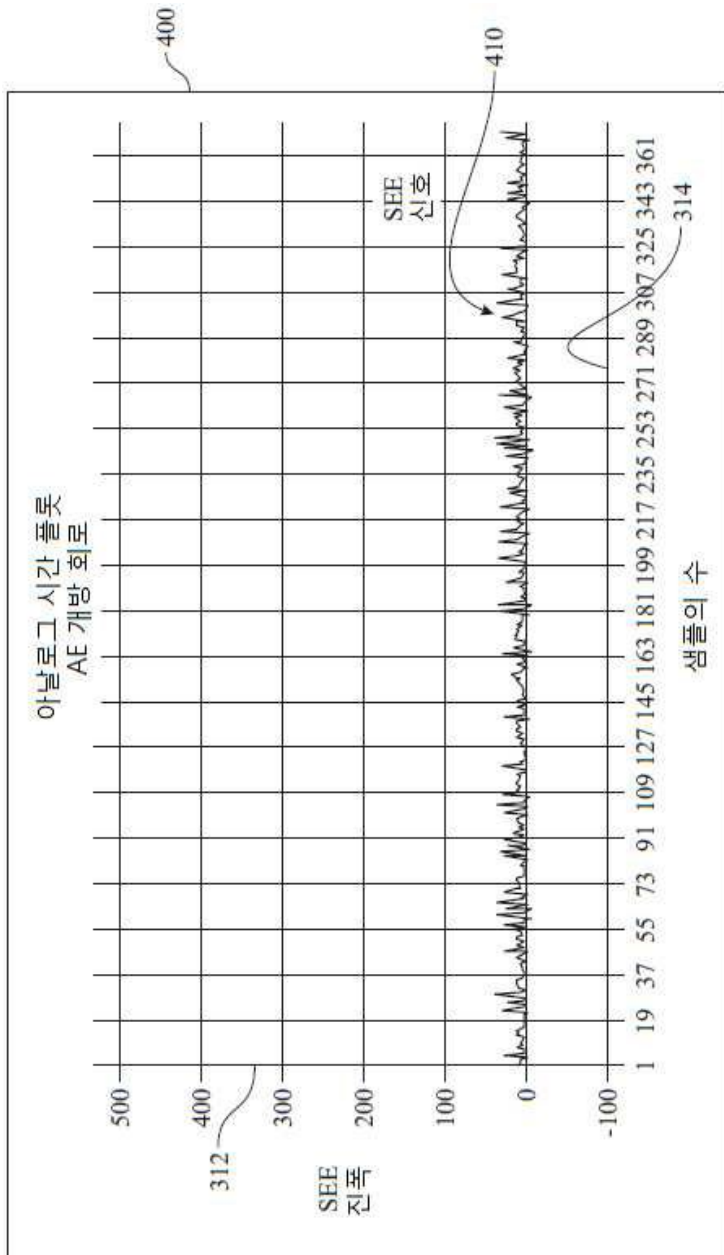
도면3



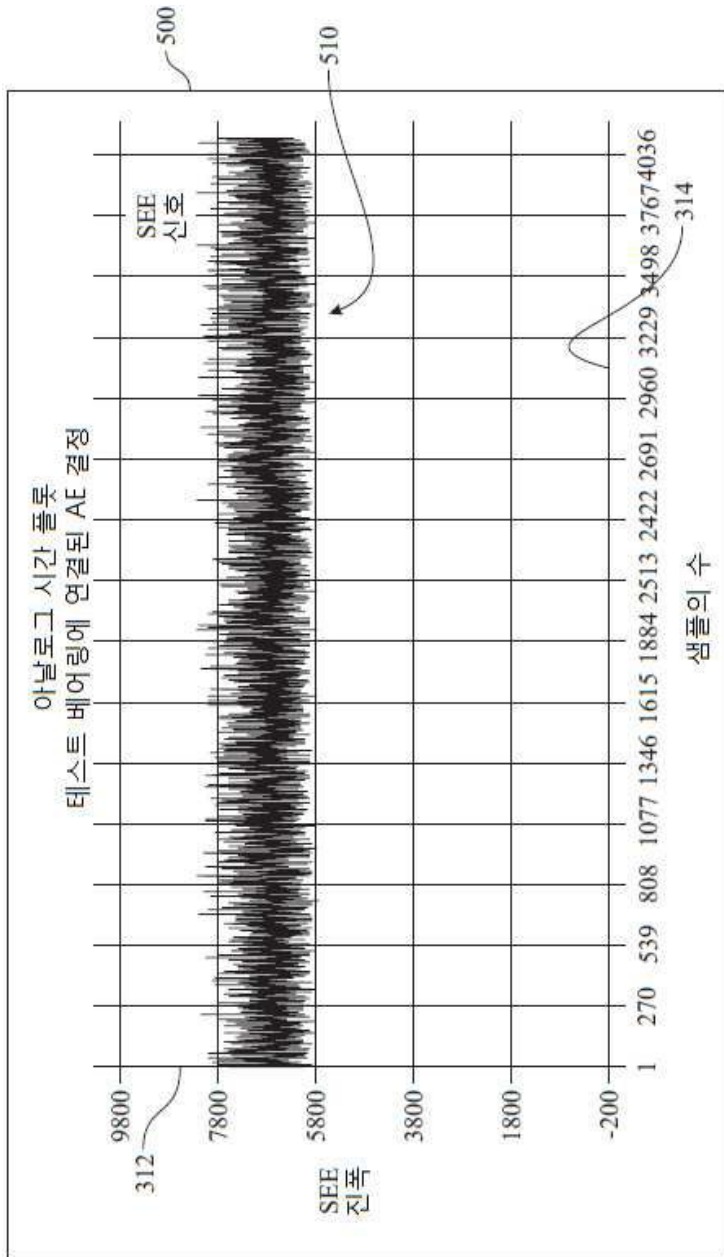
도면4



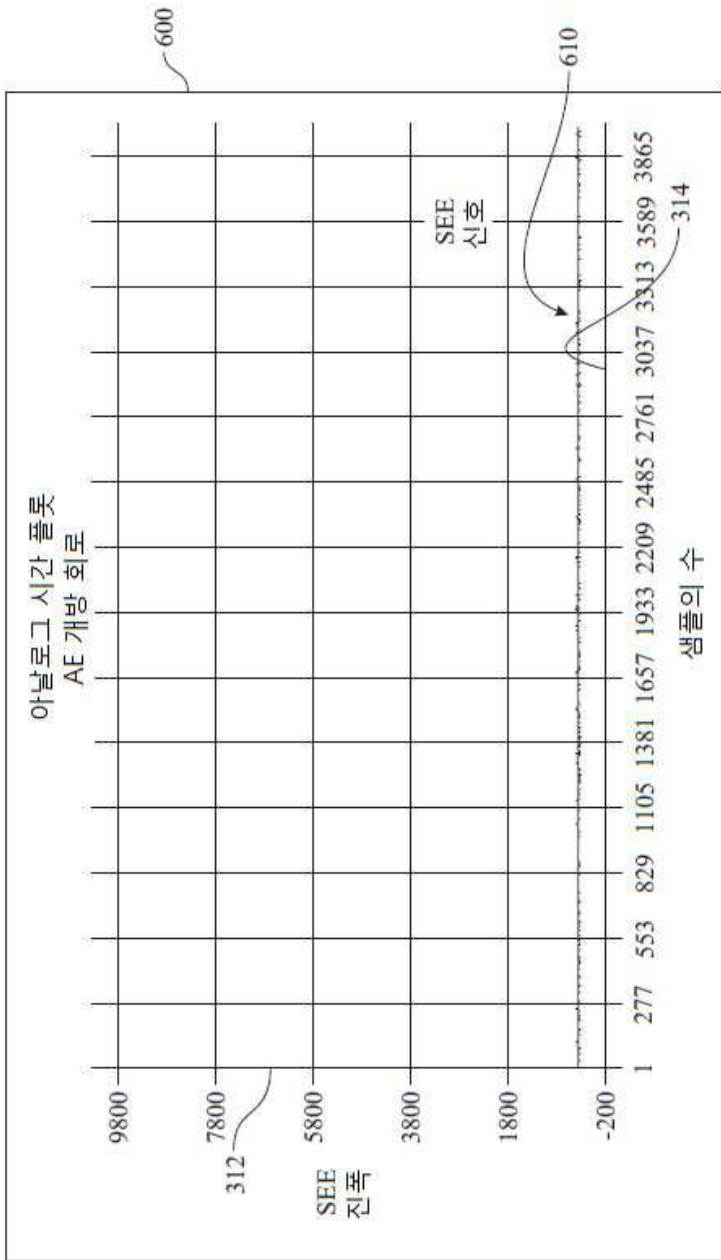
도면5



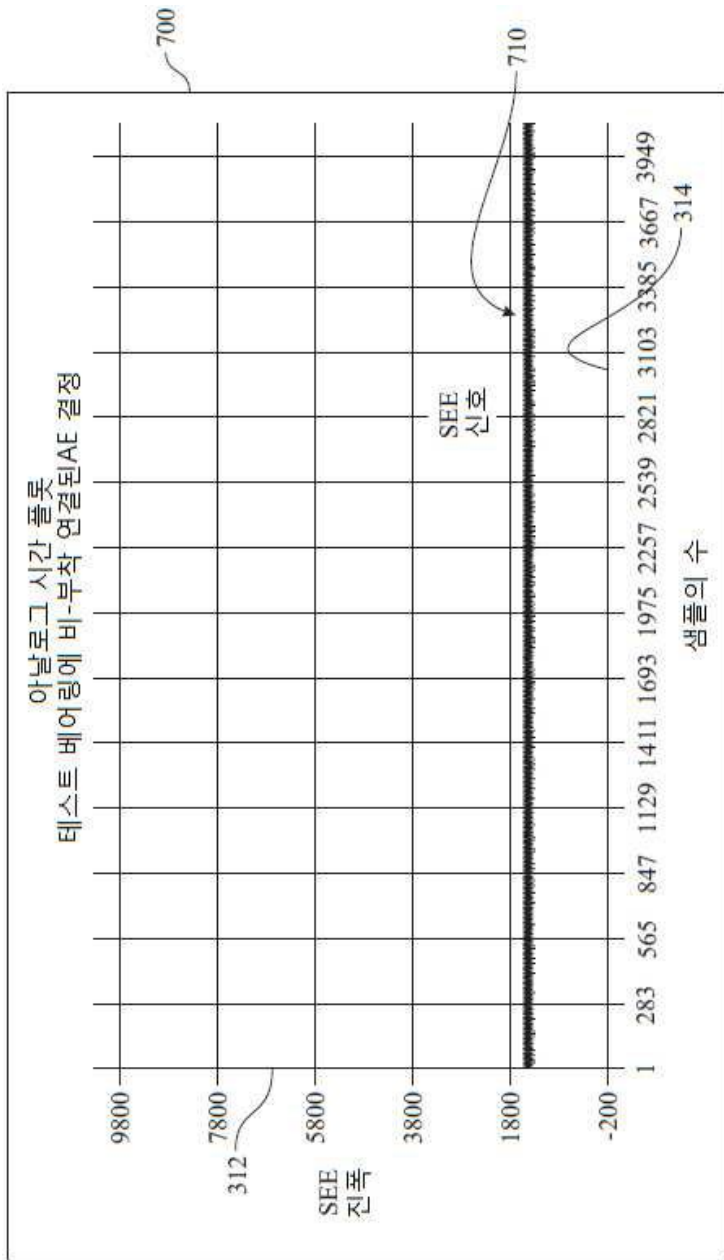
도면6



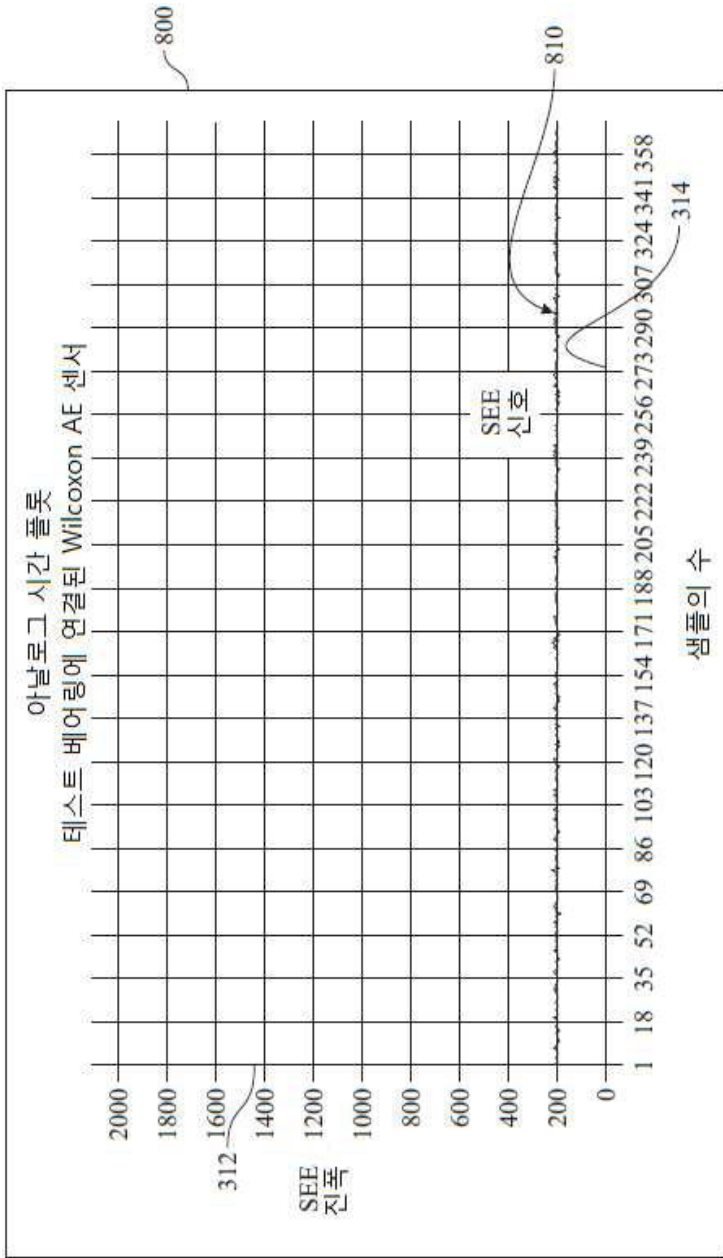
도면7



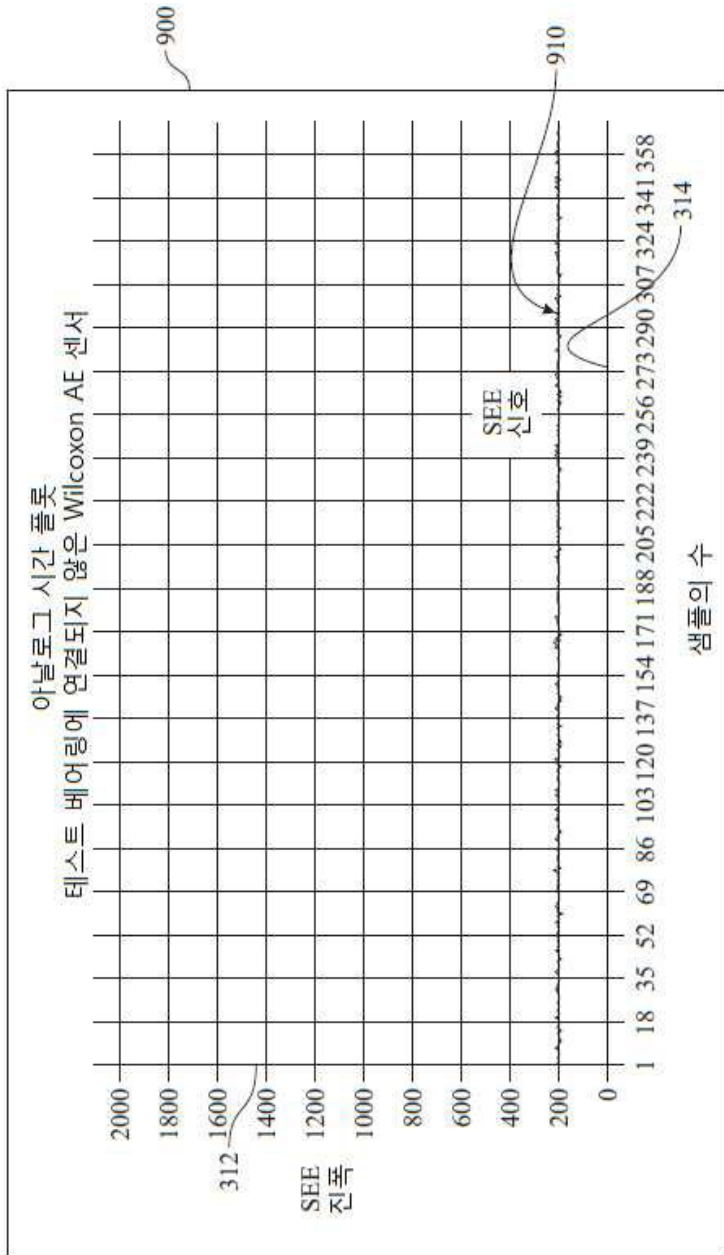
도면8



도면9



도면10



도면11

