(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0115025
(43) 공개일자 2023년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 18/00 (2006.01) *G01D 5/14* (2006.01)
G01D 5/244 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01D 18/001 (2021.05)
G01D 5/142 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0011499
(22) 출원일자 2022년01월26일
심사청구일자 2022년01월26일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
이경창
부산광역시 기장군 정관읍 모전1길 9, 304동 601호(정관동일스위트3차)
김성락
울산광역시 중구 내황8길 23(반구동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

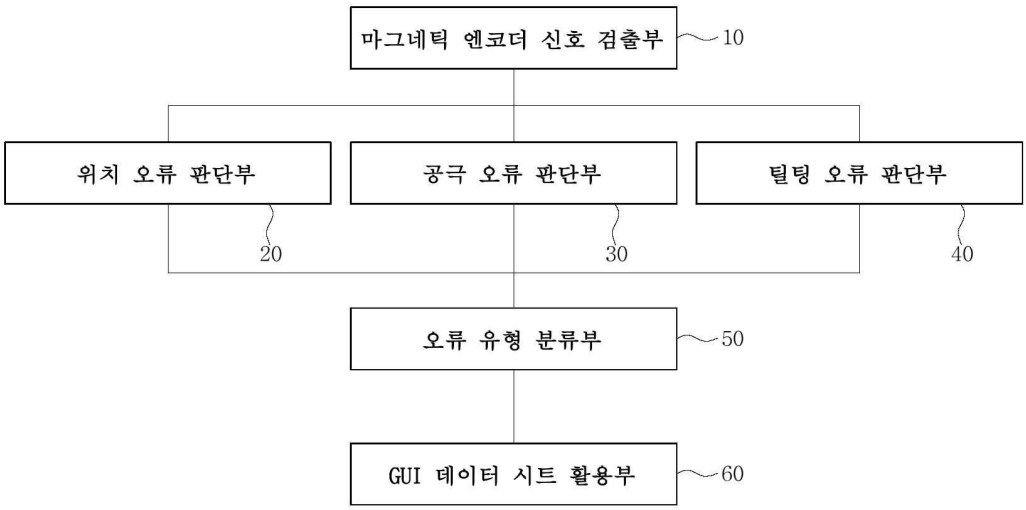
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출부;정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동 오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단부;위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단부;공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단부;각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류부;유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 GUI 데이터 시트 활용부;를 포함하는 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01D 5/24466 (2013.01)
G01D 5/2448 (2013.01)
(72) 발명자
김현희
부산광역시 남구 분포로 113, 233동 1301호(용호동, 엘지메트로시티)
김형준
부산광역시 부산진구 백양관문로 10, 313동 1302호(당감동, 주공아파트3단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425157665
과제번호	S3038447
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	한국산학연협회
연구사업명	중소기업연구인력지원(R&D)
연구과제명	프로젝트기반 로봇융합 스마트제조 인력양성사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출부;

정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동 오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단부;

위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단부;

공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단부;

각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류부;

유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 GUI 데이터 시트 활용부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 마그네틱 엔코더 신호 검출부는,

엔코더의 위치 데이터 획득을 위하여 Master/Slave 구조의 고속 동기식 직렬 인터페이스인 BiSS 인터페이스를 사용하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, BiSS의 데이터 사이클은,

유휴 상태일 때 Master는 MA 회선을 높은 상태로 유지하고 엔코더는 SLO 회선을 높음으로 유지하여 준비상태를 표시하고,

Master는 MA에서 클럭 펄스 전송을 시작하여 위치 획득을 요청한 뒤 엔코더는 MA의 2차 상승 에지에서 SLO 회선을 낮음을 설정하여 응답하고,

Ack 주기가 완료된 후 엔코더가 클럭과 동기화하기 위해 Master로 데이터를 전송하고, 모든 데이터가 전송될 때 Master는 클럭을 중지하고 MA 회선을 높음으로 설정하고 엔코더가 다음 요청 사이클이 준비되지 않으면 SLO 회선을 낮음으로 설정하고,

엔코더가 다음 요청 사이클을 시작할 준비가 되면 SLO 회선을 다시 높음으로 설정하여 Master에 알리는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 위치 오류 판단부는,

영구 자석의 수평 방향에서 입력되는 표유 자기장의 영향으로 각도 오차가 발생하는 것을 위치 이동 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 위치 오류 판단부는,

홀 소자의 장착 기울기로 인해 각도 오차가 발생하여, 기울어진 방향에서 입력되는 자기장이 약해지기 때문에 리사주 도형은 타원이 되는 것을 틸팅 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 위치 오류 판단부는,

자기 센서에 의해 검출되는 수평 자기장의 크기가 작아지는 결과로 각도 정보에 포함되는 노이즈 오차 성분이 상대적으로 커지게 되어 리사주 도형이 완전한 원을 유지하지만 작아지는 형태로 나타나는 것을 공극 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, GUI 데이터 시트 활용을 위하여,

GUI에서는 정상상태의 파형과 고장상태를 구분할 수 있는 명확한 구간에서 임계값을 정하여 고장상태의 기준을 정하고,

마그네틱 엔코더에서 보낸 신호를 감지하고 해당 임계값을 초과하는 값이 검출되는 경우 고장으로 판단할 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치.

청구항 8

마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출 단계;

정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동 오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단 단계;

위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단 단계;

공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단 단계;

각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류 단계;

유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 위치 오류 판단 단계에서 마그네틱 엔코더의 홀 센서 위치는,

정상상태일 경우 홀센서의 궤적이 홀센서의 중심점과 일치하는 형태를 갖고,

위치 이동의 오류가 나면 중점 0의 위치가 변경되면서 홀센서의 궤적이 이동하여 원이 이동하는 모습을 나타내는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 마그네틱 엔코더의 홀 센서 궤적과 자석의 위치를 기준으로,

외부의 충격이나 설계의 오류가 있어 홀 센서의 궤적과 자석의 간격이 기울어지는 경우에 틸팅 오류가 발생하고,

홀 센서의 궤적과 자석의 간격이 멀어지거나 가까워질 때 공극 오류가 발생하는 것을 특징으로 하는 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마그네틱 엔코더에 관한 것으로, 구체적으로 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 정밀기계 및 움직임이 발생하는 각종 기계에는 모터와 그 움직임을 측정하는 계측기가 필요하다.

[0003] 엔코더는 이러한 상태의 정밀 스테이지의 움직임의 위치를 피드백 받아서 제어할 수 있는 장치이다. 엔코더는 물체의 움직이는 운동 방식에 따라서 로터리 엔코더(Rotary Encoder)와 리니어 엔코더(Linear Encoder)로 나뉜다.

[0004] 산업 현장에서는 회전하는 물체의 움직임의 위치를 피드백 할 수 있는 로터리 엔코더를 주로 사용한다.

[0005] 로터리 엔코더는 일반적으로 원형으로 된 스케일(Scale)과 스케일 사이의 간격을 읽어 주는 헤드(Head)로 구성되어 있다. 헤드의 역할은 스케일 사이의 간격마다 펄스 신호를 읽어 들여 아날로그 신호를 전기적인 펄스 디지털 신호로 변환한다.

[0006] 이후 회전하는 물체의 위치, 속도, 회전 각도 측정이나 회전하는 모터의 회전속도, 회전량을 측정한다.

[0007] 주로 스케일이 움직이는 물체에 장착되고 헤드는 고정되어 사용된다. 로터리 엔코더는 움직이는 물체의 위치를 파악하는 방식에 따라서 인크리멘탈 로터리 엔코더(Incremental Rotary Encoder)과 앱솔루트 로터리 엔코더(Absolute Rotary Encoder)로 분류할 수 있다.

[0008] 한편, 현재의 제조공정은 인건비 및 안전사고 등의 이유로 로봇을 투입한 스마트 제조공정으로 변화하고 있다.

[0009] 전기모터를 이용한 전기자동차 등의 시장이 증가하면서 고정밀, 고내구성, 다기능을 가지는 엔코더에 대한 수요가 높아지고 있다.

[0010] 엔코더는 분해능이 높을수록 정밀 제어가 가능해 많은 공정에서 정밀도가 높은 광학식 엔코더(Optical Encoder)를 주로 사용하였다. 하지만 광학식 엔코더는 응답특성, 분해능, 각정밀도 등은 뛰어나지만 기구적 내구성이 약하고 그 원리 구조상 고분해능 소형화, 박막형 설계에 한계가 있었다.

[0011] 이러한 문제를 대처하기 위해 마그네틱 엔코더(Magnetic Encoder)의 관한 연구가 진행되었다. 마그네틱 엔코더는 일반적으로 엔코더의 샤프트에 고정된 센서 앞에 회전하는 자석에 의해 생성된 자속의 변화에 기반한 신호 감지 시스템을 사용한다.

[0012] 특히 비접촉 감지원리의 이점으로 유지관리에 뛰어나 비용적인 면에서 매우 경제적이다.

[0013] 또한, 기존 광학식 엔코더 대비 먼지, 증기 진동 등의 환경적인 요인에 강인하고 소형화, 박막형 설계가 가능하여 소형 휴머노이드 로봇용 엑추에이터 및 소형 협동로봇 등에 적합하여 많은 제조공정에서 이용될 수 있다.

[0014] 이와 같이 마그네틱 엔코더는 비접촉 감지원리의 특징이 있다. 감지 시스템에 접촉이 없는 장점으로 마모 방지에 탁월하고 유지관리가 불필요하여 잠재적으로 무한한 내구성을 가지므로 비용적인 면에서도 매우 우수하다.

[0015] 또한, 충격이나 진동이 심한 환경이나 온도가 높은 곳에도 안정적으로 작동할 수 있고 먼지 등의 외부 환경에서도 강인하다.

[0016] 그러나 자성을 띠지 않는 물질이라면 엔코더 성능에 영향을 미치지 않는 장점을 가지지만 자성을 띤 잔해물이 마그네틱 엔코더 내부에 유입될 경우 성능 저하를 일으킬 수 있다.

[0017] 따라서, 산업 현장에서 문제가 발생할 시 즉각적인 서비스 지원 체계를 확보하여 기업 생산성 확보에 도움이 될 수 있도록 하기 위한 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0018] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2009-0010310호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1834526호

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-1468323호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 종래 기술의 마그네틱 엔코더 오류 검출 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0020] 본 발명은 엔코더의 전기적 신호를 분석하여 진폭, 위상, 주기 등의 오류가 발생하는 경우에 GUI 프로그램상에서 그 유형을 파악해 고장진단을 하여 틸팅,공극,위치 이동의 유형으로 고장 상태를 효율적으로 검출 및 분류할 수 있도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0021] 본 발명은 실시간 고장진단이 가능한 마그네틱 엔코더 모듈을 구성하고, 엔코더 통신을 위한 동기식 고속 시리얼 통신인 BiSS 인터페이스 설계를 통해 통신 속도 정보를 획득하여 마그네틱 엔코더의 구조 및 특성을 파악과 현장에 설치된 엔코더의 통신 문제 발생시에 효율적인 원인 분석이 가능하도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0022] 본 발명은 고장 검출 알고리즘 설계를 통해 마그네틱 엔코더 신호의 오류 유형을 분석한 뒤 실험을 통해 얻은 오류 정보를 프로그래밍을 통한 고장 진단 알고리즘으로 구현하여 효율적인 고장진단이 가능하도록 한 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0023] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0024] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치는 마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출부;정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동 오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단부;위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단부;공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단부;각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류부;유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 GUI 데이터 시트 활용부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 여기서, 마그네틱 엔코더 신호 검출부는, 엔코더의 위치 데이터 획득을 위하여 Master/Slave 구조의 고속 동기식 직렬 인터페이스인 BiSS 인터페이스를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 그리고 BiSS의 데이터 사이클은, 유휴 상태일 때 Master는 MA 회선을 높은 상태로 유지하고 엔코더는 SLO 회선을 높음으로 유지하여 준비상태를 표시하고, Master는 MA에서 클럭 펄스 전송을 시작하여 위치 획득을 요청한 뒤 엔코더는 MA의 2차 상승 에지에서 SLO 회선을 낮음을 설정하여 응답하고, Ack 주기가 완료된 후 엔코더가 클럭과 동기화하기 위해 Master로 데이터를 전송하고, 모든 데이터가 전송될 때 Master는 클럭을 중지하고 MA 회선을 높음으로 설정하고 엔코더가 다음 요청 사이클이 준비되지 않으면 SLO 회선을 낮음으로 설정하고, 엔코더가 다음 요청 사이클을 시작할 준비가 되면 SLO 회선을 다시 높음으로 설정하여 Master에 알리는 것을 특징으로 한다.

[0027] 그리고 위치 오류 판단부는, 영구 자석의 수평 방향에서 입력되는 표유 자기장의 영향으로 각도 오차가 발생하는 것을 위치 이동 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 그리고 위치 오류 판단부는, 홀 소자의 장착 기울기로 인해 각도 오차가 발생하여, 기울어진 방향에서 입력되는 자기장이 약해지기 때문에 리사주 도형은 타원이 되는 것을 틸팅 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 그리고 위치 오류 판단부는, 자기 센서에 의해 검출되는 수평 자기장의 크기가 작아지는 결과로 각도 정보에 포함되는 노이즈 오차 성분이 상대적으로 커지게 되어 리사주 도형이 완전한 원을 유지하지만 작아지는 형태로 나타나는 것을 공극 오류 유형으로 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 그리고 GUI 데이터 시트 활용을 위하여, GUI에서는 정상상태의 파형과 고장상태를 구분할 수 있는 명확한 구간에서 임계값을 정하여 고장상태의 기준을 정하고, 마그네틱 엔코더에서 보낸 신호를 감지하고 해당 임계값을 초

과하는 값이 검출되는 경우 고장으로 판단할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법은 마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출 단계;정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동 오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단 단계;위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단 단계;공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단 단계;각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류 단계;유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 그리고 위치 오류 판단 단계에서 마그네틱 엔코더의 홀 센서 위치는, 정상상태일 경우 홀센서의 궤적이 홀센서의 중심점과 일치하는 형태를 갖고, 위치 이동의 오류가 나면 중점 0의 위치가 변경되면서 홀센서의 궤적이 이동하여 원이 이동하는 모습을 나타내는 것을 특징으로 한다.

[0033] 그리고 마그네틱 엔코더의 홀 센서 궤적과 자석의 위치를 기준으로, 외부의 충격이나 설계의 오류가 있어 홀 센서의 궤적과 자석의 간격이 기울어지는 경우에 틸팅 오류가 발생하고, 홀 센서의 궤적과 자석의 간격이 멀어지거나 가까워질 때 공극 오류가 발생하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0034] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0035] 첫째, 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한다.

[0036] 둘째, 엔코더의 전기적 신호를 분석하여 진폭, 위상, 주기 등의 오류가 발생하는 경우에 GUI 프로그램상에서 그 유형을 파악해 고장진단을 하여 틸팅,공극,위치 이동의 유형으로 고장 상태를 효율적으로 검출 및 분류할 수 있도록 한다.

[0037] 셋째, 실시간 고장진단이 가능한 마그네틱 엔코더 모듈을 구성하고, 엔코더 통신을 위한 동기식 고속 시리얼 통신인 BiSS 인터페이스 설계를 통해 통신 속도 정보를 획득하여 마그네틱 엔코더의 구조 및 특성을 파악과 현장에 설치된 엔코더의 통신 문제 발생시에 효율적인 원인 분석이 가능하도록 한다.

[0038] 넷째, 고장 검출 알고리즘 설계를 통해 마그네틱 엔코더 신호의 오류 유형을 분석한 뒤 실험을 통해 얻은 오류 정보를 프로그래밍을 통한 고장 진단 알고리즘으로 구현하여 효율적인 고장진단이 가능하도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치의 구성도

도 2는 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트

도 3a와 도 3b는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용되는 마그네틱 엔코더 및 데이터 시트 구성도

도 4a 내지 도 4c는 BiSS 데이터 형식 및 프레임 구성도

도 5a와 도 5b는 엔코더 위치정보 획득을 위한 BiSS-C 구조 및 비동기 통신 시 발생하는 타이밍 오류를 나타낸 구성도

도 6은 BiSS의 통신 프로세스 블록 다이어그램의 일 예를 나타낸 구성도

도 7a와 도 7b는 표유 자기장으로 인한 오류(위치 이동)의 일 예를 나타낸 구성도

도 8은 홀 소자 장착 기울기로 인한 오류(틸팅)의 일 예를 나타낸 구성도

도 9는 영구 자석의 오정렬로 인한 오류(공극)의 일 예를 나타낸 구성도

도 10은 정상상태의 마그네틱 엔코더의 홀 센서의 위치를 나타낸 구성도

도 11은 위치 이동 오류상태의 마그네틱 엔코더의 홀센서의 위치를 나타낸 구성도

도 12는 정상상태의 홀 센서 궤적과 자석의 위치를 나타낸 구성도

도 13은 틸팅 오류 상태의 홀 센서 자석과 궤적의 위치를 나타낸 구성도

도 14는 공극 오류 상태의 홀 센서 자석과 궤적의 위치를 나타낸 구성도

도 15a와 도 15b는 정상 신호와 위치 오류 1(Master 신호) 및 (Nonius 신호) 의 분석 그래프

도 16a와 도 16b는 정상 신호와 위치 오류 2(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 17a와 도 17b는 정상 신호와 위치 오류 3(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 18a와 도 18b는 정상 신호와 위치 오류 4(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 19a와 도 19b는 정상 신호와 위치 오류 5(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 20a와 도 20b는 정상 신호와 틸팅 오류(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 21a와 도 21b는 정상 신호와 공극 오류 1(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

도 22a와 도 22b는 정상 신호와 공극 오류 2(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0041] 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[0042] 도 1은 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치의 구성도이다.

[0043] 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법은 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한 것이다.

[0044] 이를 위하여, 본 발명은 엔코더의 전기적 신호를 분석하여 진폭, 위상, 주기 등의 오류가 발생하는 경우에 GUI 프로그램상에서 그 유형을 파악해 고장진단을 하여 틸팅,공극,위치 이동의 유형으로 고장 상태를 효율적으로 검출 및 분류할 수 있도록 하는 구성을 포함할 수 있다.

[0045] 본 발명은 실시간 고장진단이 가능한 마그네틱 엔코더 모듈을 구성하고, 엔코더 통신을 위한 동기식 고속 시리얼 통신인 BiSS 인터페이스 설계를 통해 통신 속도 정보를 획득하여 마그네틱 엔코더의 구조 및 특성을 파악과 현장에 설치된 엔코더의 통신 문제 발생시에 효율적인 원인 분석이 가능하도록 하는 구성을 포함할 수 있다.

[0046] 본 발명은 고장 검출 알고리즘 설계를 통해 마그네틱 엔코더 신호의 오류 유형을 분석한 뒤 실험을 통해 얻은 오류 정보를 프로그래밍을 통한 고장 진단 알고리즘으로 구현하여 효율적인 고장진단이 가능하도록 하는 구성을 포함할 수 있다.

[0047] 본 발명은 실시간 고장진단이 가능한 마그네틱 엔코더 모듈을 개발하여 회전기기(모터, 엔진 등) 및 로봇 제어 등 다양한 산업환경에 적용할 수 있도록 하는 것이다.

[0048] 마그네틱 엔코더의 구조 및 특성을 파악할 수 있도록 하고, 현장에 설치된 엔코더의 통신 문제가 발생할 시 원인을 분석할 수 있도록 하기 위하여 엔코더 통신을 위한 동기식 고속 시리얼 통신인 BiSS 인터페이스 설계를 통해 통신 속도 정보를 획득하는 구성을 포함하고, 고장 검출 알고리즘 설계를 통해 마그네틱 엔코더 신호의 오류 유형을 분석한 뒤 실험을 통해 얻은 오류 정보를 프로그래밍을 통한 알고리즘 구현이 가능한 공학용 소프트웨어인 MATLAB을 이용하여 GUI를 구축한다.

[0049] 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치는 도 1에서와 같이, 마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하여 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 판단하는 마그네틱 엔코더 신호 검출부(10)와, 정상 파형의 형태와 일치하지 않으면 위치 이동오류 유형인지 판단하는 위치 오류 판단부(20)와, 위치 오류가 아니면 공극 오류 유형인지 판단하는 공극 오류 판단부(30)와, 공극 오류가 아니면 틸팅 오류 유형인지를 판단하는 틸팅 오류 판단부(40)와, 각 오류 신호를 유형별로 분류하는 오류 유형 분류부(50)와, 유형별로 분류된 오류 신호를 저장하여 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용할 수 있도록 하는 GUI 데이터 시트 활용부(60)를 포함한다.

[0050] 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0051] 도 2는 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

[0052] 본 발명에서는 마그네틱 엔코더에서 발생할 수 있는 오류형태(위치 이동, 틸팅, 공극오류)를 분석하여 오류 유형을 검출할 수 있도록 한 것이다.

[0053] 먼저, 마그네틱 엔코더에서 신호를 검출하고 해당 신호를 감지한다.(S201)

[0054] 이후 정상 파형의 형태와 일치하면 정상 파형으로 취급을 하고 그 외의 잘못된 파형일 경우 위치 이동오류 유형인지 판단하게 된다.(S202)

[0055] 그 결과 위치 이동오류일 경우 해당 오류로 분류하고(S206) 그 외의 잘못된 파형일 경우 공극 오류 유형인지 판단하도록 한다.(S203)

[0056] 이 과정에서 공극 오류의 유형을 분류하고(S207) 해당 오류가 아닐시 틸팅 오류 유형인지를 판단하여(S204) 틸팅 오류로 확정 하도록 한다.(S208)

[0057] 각 오류 신호는 유형별로 분류를 한 뒤 공학용 프로그램인 MATLAB의 GUI 데이터 시트로 활용하도록 저장한다.

[0058] 이하에서 본 발명에 적용할 수 있는 마그네틱 엔코더를 선정하여 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법에 관하여 설명하면 다음과 같다.

[0059] 도 3a와 도 3b는 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용되는 마그네틱 엔코더 및 데이터 시트 구성도이다.

[0060] 본 발명의 일 실시 예에 따라 사용되는 마그네틱 엔코더는 iC-Haus사의 MU200을 사용할 수 있고, 이로 제한되지 않는다.

[0061] 해당 엔코더는 회전식 앱솔루트 엔코더, 리니어 앱솔루트 스케일, 싱글턴 및 멀티턴 엔코더, 모터 피드백 엔코더, BLDC(Brushless Direct Current motor) 모터 정류, 중공축 엔코더, 다축 측정 시스템에 적용이 가능하다.

[0062] 특징으로는 2-Track 스캐닝을 위한 통합 홀 센서, 2.00mm 극 폭에 최적화된 홀 센서(Master Track), 오프셋과 진폭 및 위상에 대한 신호 컨디셔닝, 12bit 분해능의 Sine/디지털 실시간 변환(14bit 필터링), 측정 거리당 16, 32 또는 64개의 극 쌍을 가지고 16, 32 또는 64 Master pole 쌍에 대해 최대 18, 19, 20 bit의 2-Track Nonius 절대값 계산이 가능하다. 또한, 외부 멀티턴 시스템 동기화, 멀티마스터 I2C 인터페이스를 사용하여 외부 EEPROM(Electrically Erasable PROM)에서 구성, 마이크로컨트롤러 호환 직렬 인터페이스(SPI, BiSS, SSI), 인덱스(ABZ)가 있는 증분 구적 신호, 1~16극 쌍(UVW)의 모터용 정류 신호 등의 특징을 가진다.

표 1

Built-in IC		MU200(iC-Haus)
ST(Single Turn) Reso.		19 bit
MT(Multi Turn) Reso.		18 MT-bit
Accu. (- 40 ~ 85℃)		<±0.2°
COMM.		SSI, SPI, BiSS
COMM. Speed		Up to 10MHz
Oper. Temp.		- 40 ~ 85℃
Oper. Speed		5000rpm
전기적 환경 시험	ESD	±5000V
	EFT	±4400V
온도 시험	사용주위온도	- 40 ~ 85℃
	저장시험	내한: - 25℃/ 내열 : 85℃
	열충격	OK

[0063]

[0064] 엔코더의 Master 신호와 Nonius 신호의 정리는 다음과 같다.

[0065] 엔코더에서는 세 종의 아날로그 신호가 있다. 각각은 Master(1024주기), Nonius(993주기), Segment(992주기)이다. 이중 nonius 방식의 절대각 위치 검출방법은 Shaft가 회전함에 따라 Master/Nonius Track에서 발생하는 Magnetic Field(Bm,Bn)를 홀 센서 요소가 감지하는 형식이다.

[0066] 도 4a 내지 도 4c는 BiSS 데이터 형식 및 프레임 구성도이다.

[0067] 본 발명에서 엔코더의 위치 데이터 획득용으로 사용하는 개방형 프로토콜인 BiSS 통신은 컨트롤러, 센서, 엑추에이터 간의 직렬 디지털 통신을 위한 오픈소스 기반 인터페이스다.

[0068] BiSS 인터페이스는 고속 동기식 직렬 인터페이스로 Master/Slave 구조를 가지며, 전송속도는 RS422의 경우 10MHz의 속도를 가진다. BiSS외의 대표적인 엔코더 시스템 네트워크로는 HyperFace, EnDat이 존재한다.

[0069] BiSS 통신은 방식에 따라 데이터 포맷 분석(1:1, 1:N), BiSS의 Master/Slave의 구조 분석이 가능하다. BiSS 인터페이스는 2쌍의 단방향 차동 회선으로 구성되어 MA는 Master에서 엔코더로 위치 획득 요청과 타이밍 정보(클럭)를 전송하고 SLO는 엔코더에서 Master로 위치 데이터를 전송한다.

[0070] BiSS의 일반적인 데이터 사이클은 다음과 같이 진행된다.

[0071] 유휴 상태일 때 Master는 MA 회선을 높은 상태로 유지하고 엔코더는 SLO 회선을 높음으로 유지하여 준비상태를 표시한다.

[0072] Master는 MA에서 클럭 펄스 전송을 시작하여 위치 획득을 요청한 뒤 엔코더는 MA의 2차 상승 에지에서 SLO 회선을 낮음을 설정하여 응답한다.

[0073] Ack 주기가 완료된 후 엔코더가 클럭과 동기화하기 위해 Master로 데이터를 전송한다. 모든 데이터가 전송될 때 Master는 클럭을 중지하고 MA 회선을 높음으로 설정하고 엔코더가 다음 요청 사이클이 준비되지 않으면 SLO 회선을 낮음으로 설정한다.

[0074] 엔코더가 다음 요청 사이클을 시작할 준비가 되면 SLO 회선을 다시 높음으로 설정하여 Master에 알리는 것으로 종료된다.

[0075] BiSS 프로토콜 용어를 정리하면 표 2에서와 같다.

표 2

Block Name	Description
Ack	판독 헤드가 절대 위치를 계산하는 시간
Start & "0" (Each 1bit)	엔코더는 시작 비트를 전송하여 전송을 시작하고 있다는 신호를 마스터로 보냄. 시작 비트는 항상 높음, "0" 비트는 항상 낮음 상태
Position (26bit or 32bit)	절대 위치 데이터는 이진 형식이며 최초 전송은 MSB 임. 로터리 엔코더의 경우, 회전당 2회 카운트이고, 그 후 카운트가 0으로 되돌림 됨
Error (1bit)	오류 비트의 상태는 활성 낮음이고, "1"은 전송된 위치정보가 판독 헤드의 내부 안전성 확인 알고리즘으로 검사한 결과를 정확한 정보로 판단하고, "0"은 내부 확인에 실패하였으며 신뢰할 수 없는 위치정보를 나타냄
Warning (1bit)	경고 비트의 상태는 활성 낮음이고, "0"은 엔코더 스케일을 소거해야 함을 나타냄. 경고 비트가 위치 데이터의 신뢰도를 나타내는 척도는 아니며 그러한 목적으로는 오류 비트만을 사용해야 함
CRC for Position data (6bit)	위치, 오류 및 경고 데이터에 대한 CRC 다항식은 $x^6+x^1+x^0$이고, 최초 전송된 MSB이 반전됨. 시작 비트와 "0"비트는 CRC 계산에서 생략됨
Time out	엔코더는 40μs(최대 25kHz의 요청 사이클 속도)주기로 새 위치 판독값을 획득할 수 있음. 따라서 이전요청 사이클의 시작과 다음 사이클 시작 사이클 시작 사이에 40μs가 경과해야 함. 하지만 40μs가 경과하기 전 데이터 전송을 완료할 수 있음. 이러한 경우 엔코더는 40μs가 경과할 때까지 SLO 회선을 낮음으로 유지하여 상황을 마스터에 알리고 이를 초과기간이라고 함.

[0076]

[0077] 도 5a와 도 5b는 엔코더 위치정보 획득을 위한 BiSS-C 구조 및 비동기 통신 시 발생하는 타이밍 오류를 나타낸 구성도이다

[0078] 본 발명에서 마그네틱 엔코더 계측정보를 전달하기 위한 통신 인터페이스를 설명하면 다음과 같다.

[0079] 엔코더 시스템에 사용하는 BiSS의 경우 실시간 인터페이스를 구현하는 프로토콜에 기반한다.

[0080] Master에서 위치 획득 요청과 타이밍 정보를 엔코더에 전송하게 되고 Slave는 Master 타이밍 정보에 동기화하여 Master에 위치 데이터를 전송하게 되는 방식으로 작동한다.

[0081] BiSS를 사용하기 위해서는 BiSS Master와 Slave가 필요하다. 이때 Slave의 경우 Slave 모듈을 사용하는 방법이 있는데 엔코더의 데이터를 Slave 모듈에 보내면 BiSS Frame을 자동으로 생성하여 쉽게 BiSS를 사용할 수 있다.

[0082] 비동기 통신의 경우 타이밍 오류가 발생한다.

[0083] 도 5b는 MCU에서 Timer가 작동하는 시간과 그 시간 안에 엔코더에 데이터를 읽어 들이는 시간을 설명하고 있으며, Timer의 경우 α시간마다 데이터 동작을 하고 α시간 안에 시리얼 통신을 통해 들어오는 엔코더의 데이터를 읽어오게 되며, β의 경우 Timer가 동작하여 데이터를 읽는 시간을 나타낸다.

[0084] Timer를 통해 받게되는 엔코더의 위치 데이터를 살펴보면 β의 시간 전에는 N-1, 즉 그 전 데이터 값을 가지고 있을 것이고 β시간이 흐른 뒤에 현재 데이터 N을 받게된다.

[0085] 그럼 다음 다이터 N+1을 받기 위해서 α만큼 시간이 흐른 뒤에 받을 수 있고, 이렇게 통신이 지연되면 현재의 엔코더의 데이터를읽지 못하게 되는 문제가 발생하게 된다.

[0086] 통신이 지연되었을 때 얼마만큼의 데이터를 읽지 못하게 되는지에 대해 다음과 같은 수식에서 확인할 수 있다.

수학식 1

[0087] $$1pulse = \frac{60}{rpm \times res}$$

[0088] 위 수식은 1pulse 신호 당 걸리게 되는 시간을 나타내며 rpm은 모터의 속도를 말하고 res는 엔코더의 분해능을 말한다.

[0089] 만약, 모터의 rpm이 3000이고 엔코더의 res를 10000이라고 할 때 1 pulse당 2μs의 시간이 걸리게 된다. Timer의 시간 α가 50μs이면, 25 pulse만큼 위치 데이터를 읽지 못하는 에러가 발생되는 것으로 이 Position Error는 모터가 회전할수록 증가할 수 있다.

[0090] 도 6은 BiSS의 통신 프로세스 블록 다이어그램의 일 예를 나타낸 구성도이다.

[0091] BiSS 인터페이스에서 Slave는 Master에서 보내주는 신호에 맞춰 BiSS Frame을 만들어 데이터를 전송하는 기능을 하고 있다.

[0092] 도 6은 BiSS Frame을 만드는 Slave의 역할을 MCU나 FPGA로 어떻게 대체할 수 있는지를 나타낸 것이다.

[0093] 도 7a와 도 7b는 표유 자기장으로 인한 오류(위치 이동)의 일 예를 나타낸 구성도이다.

[0094] 영구 자석의 수평 방향에서 입력되는 표유 자기장의 영향으로 각도 오차가 발생한다.

[0095] 예를 들어, X축 방향으로 표유 자기장이 입력되면 리사주 도형의 중심은 X축 방향으로 오프셋 된다. 이때, 회전각 Θ가 0° 와 180° 일 때 각도 오차는 0이지만 다른 경우에는 각도 오차가 발생한다.

[0096] 도 7a와 도 7b는 수평 방향으로 표유 자기장이 X축 방향으로 입력되었을 때의 그림과 그때의 각도 오차를 보여주고 있다. α=45° 일 때 회전각 Θ는 45° 와 225° 각도 오차는 0이지만 위상이 45° 와 225° 사이에서 지연되고 225° 와 45° 사이에서 진행됨을 알 수 있다.

[0097] 도 8은 홀 소자 장착 기울기로 인한 오류(틸팅)의 일 예를 나타낸 구성도이다.

[0098] 홀 소자의 장착 기울기로 인해 각도 오차가 발생한다.

[0099] 홀 소자와 영구 자석은 서로 엇갈려 있지 않지만 기울어진 방향에서 입력되는 자기장이 약해지기 때문에 리사주 도형은 타원이 된다.

[0100] 예를 들어, 홀 소자가 X축 방향으로 기울어진 경우, 회전 각도 Θ가 0° , 180° 일 때 홀 소자에 입력되는 자기장은 약해진다. 반면에 90° 및 270° 에서는 자기장 강도가 기울기에 영향을 받지 않는다.

[0101] 결과적으로 도 8에서와 같이 리사주 도형은 X 방향으로 반지름이 작은 타원이 된다. 이때 회전각 Θ가 0° , 90° , 180° , 270° 일 때 각도 오차는 0이다.

[0102] 하지만 위상은 0° 와 90° 사이와 180° 와 270° 사이에서 진행되고 90° 와 180° 사이와 270° 와 360° 사이에서 지연됨을 알 수 있다.

[0103] 도 9는 영구 자석의 오정렬로 인한 오류(공극)의 일 예를 나타낸 구성도이다.

[0104] 홀 소자를 올바른 위치에 장착하면 영구 자석이 잘못 정렬되거나 기울어져도 각도 오차가 발생하지 않는다. 그 이유로는 자석이 오정렬되어 회전하더라도 홀 소자에 입력되는 자기장의 크기가 각도에 따라 변하지 않기 때문이다.

[0105] 결과적으로 리사주 도형은 완전한 원을 유지하고 각도 오차가 발생하지 않는다. 하지만 자기 센서에 의해 검출되는 수평 자기장의 크기가 작아지는 결과로 각도 정보에 포함되는 노이즈 오차 성분이 상대적으로 커지게 된다.

[0106] 그 결과 도 9에서와 같이 완전한 상태의 원을 유지하지만 작아지는 형태로 나타나게 된다.

[0107] 이하에서 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법에 관한 성능

평가에 관하여 설명하면 다음과 같다.

[0108] 각 오류 신호 검출을 통한 GUI를 설계하여 수치 해석 및 프로그래밍 환경을 제공하며 행렬 기반의 함수나 데이터를 출력하고 프로그래밍을 통한 알고리즘 구현이 가능한 공학용 소프트웨어인 MATLAB을 이용한다.

[0109] MATLAB의 GUI에서는 정상상태의 파형과 고장상태를 구분할 수 있는 명확한 구간에서 임계값을 정하여 고장상태의 기준을 정한다.

[0110] 최종적으로 마그네틱 엔코더에서 보낸 신호를 감지하고 해당 임계값을 초과하는 값이 검출되는 경우 고장으로 판단할 수 있도록 한다.

[0111] 도 10은 정상상태의 마그네틱 엔코더의 홀 센서의 위치를 나타낸 구성도이다.

[0112] 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위하여, 위치이동 오류, 공극 오류, 틸팅 오류의 원인을 분석하면 다음과 같다.

[0113] 도 10은 정상상태의 마그네틱 엔코더의 홀 센서 위치를 나타낸 것으로, 정상상태일 경우 홀센서의 궤적이 홀센서의 중심점과 일치하는 형태를 띄게 된다.

[0114] 하지만 위치 이동의 오류가 나면 중점 0의 위치가 변경되면서 홀센서의 궤적이 이동하여 원이 이동하는 모습을 도 11에서 확인할 수 있다.

[0115] 도 11은 위치 이동 오류상태의 마그네틱 엔코더의 홀센서의 위치를 나타낸 구성도이다.

[0116] 정상상태의 중점 0에서 위치 이동이 일어날 경우 0’ 으로 중심점은 이동하게 되고 오류가 발생하게 된다.

[0117] 도 12는 정상상태의 홀 센서 궤적과 자석의 위치를 나타낸 구성도이다.

[0118] 외부의 충격이나 설계의 오류가 있어 홀 센서의 궤적과 자석의 간격이 기울어지거나 궤적과 자석의 간격이 멀어지거나 가까워질 때 틸팅 오류와 공극 오류가 발생한다.

[0119] 도 13은 틸팅 오류 상태의 홀 센서 자석과 궤적의 위치를 나타낸 구성도이다.

[0120] 홀 센서의 궤적이 기울어질 때 상태를 나타내고 이러할 경우 틸팅 오류가 발생하여 오류 신호가 검출된다.

[0121] 도 14는 공극 오류 상태의 홀 센서 자석과 궤적의 위치를 나타낸 구성도이다.

[0122] 홀 센서 궤적의 위치와 자석은 평행상태를 유지하지만 간격이 좁아지는 형태를 확인할 수 있다. 이러할 경우 공극 오류가 발생하여 오류 신호를 확인할 수 있었다.

[0123] 마그네틱 엔코더의 위치, 공극, 틸팅 오류에 대한 성능 평가 결과는 다음과 같다.

[0124] 정상상태의 자기장 파형의 경우 파란색으로 오류상태의 자기장 파형은 빨간색으로 표현하여 비교하였다. 고장신호의 유형은 위치 오류 3가지와 공극 오류 2가지 틸팅 오류 1가지로 나타냈다. 자세한 설명은 아래 표와 같다.

표 3

[0125]

오류유형	중심점		공극[mm]	틸팅[deg]
	X	Y		
정상 상태	0	0	0.4	0
위치 오류1	-0.5	0.5	0.4	0
위치 오류2	0.5	0.5	0.4	0
위치 오류3	0.5	-0.5	0.4	0
위치 오류4	-0.5	-0.5	0.4	0
위치 오류5	-0.5	1.5	0.4	0
틸팅 오류1	0	0	0.4	1.72
공극 오류1	0	0	0.2	0
공극 오류2	0	0	0.6	0

[0126] 도 15a와 도 15b는 정상 신호와 위치 오류 1(Master 신호) 및 (Nonius 신호) 의 분석 그래프이고, 도 16a와 도 16b는 정상 신호와 위치 오류 2(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이다.

[0127] 그리고 도 17a와 도 17b는 정상 신호와 위치 오류 3(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이고, 도 18a와 도 18b는 정상 신호와 위치 오류 4(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이다.

[0128] 그리고 도 19a와 도 19b는 정상 신호와 위치 오류 5(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이고, 도 20a와 도 20b는 정상 신호와 틸팅 오류(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이다.

[0129] 그리고 도 21a와 도 21b는 정상 신호와 공극 오류 1(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이고, 도 22a와 도 22b는 정상 신호와 공극 오류 2(Master 신호) 및 (Nonius 신호)의 분석 그래프이다.

[0130] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 홀센서가 내장된 마그네틱 엔코더의 오류 신호 검출을 위한 장치 및 방법은 로봇의 위치제어에 필요한 마그네틱 엔코더에 대해 자계의 수직/수평 변화에 따른 오차 보정 기능 및 엔코더 상태를 모니터링할 수 있는 고장진단 시스템을 구축할 수 있도록 한 것이다.

[0131] 본 발명은 엔코더의 전기적 신호를 분석하여 진폭, 위상, 주기 등의 오류가 발생하는 경우에 GUI 프로그램상에서 그 유형을 파악해 고장진단을 하여 틸팅,공극,위치 이동의 유형으로 고장 상태를 효율적으로 검출 및 분류할 수 있도록 한다.

[0132] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0133] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0134] 10. 마그네틱 엔코더 신호 검출부

20. 위치 오류 판단부

30. 공극 오류 판단부

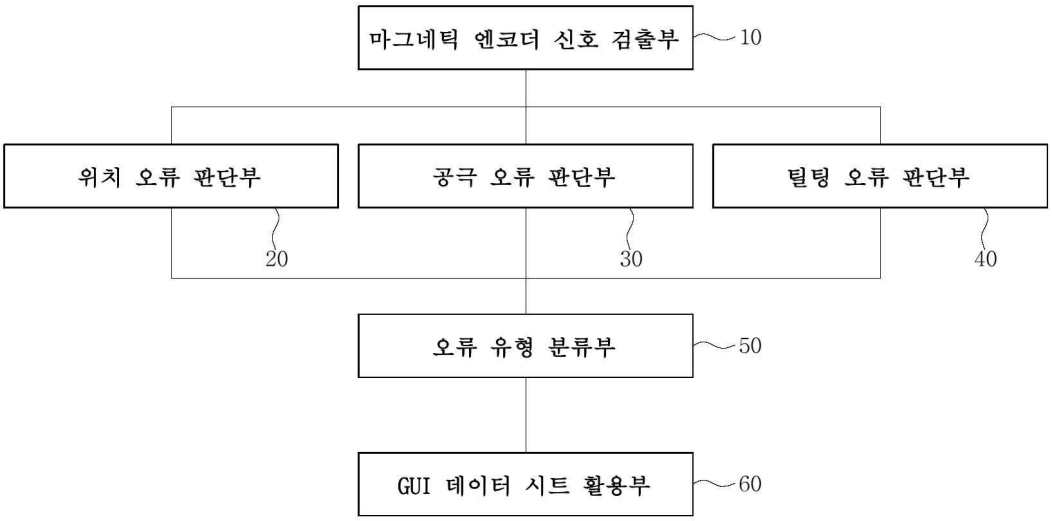
40. 틸팅 오류 판단부

50. 오류 유형 분류부

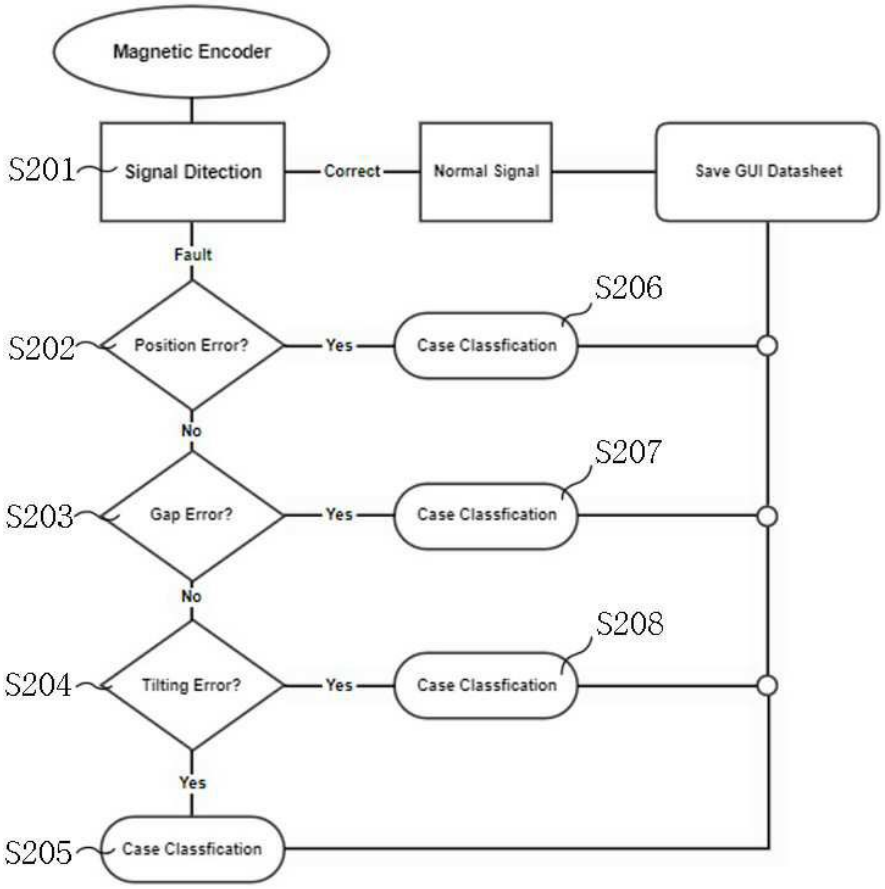
60. GUI 데이터 시트 활용부

도면

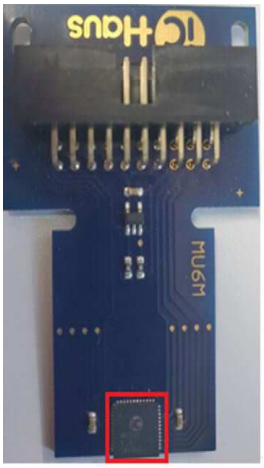
도면1



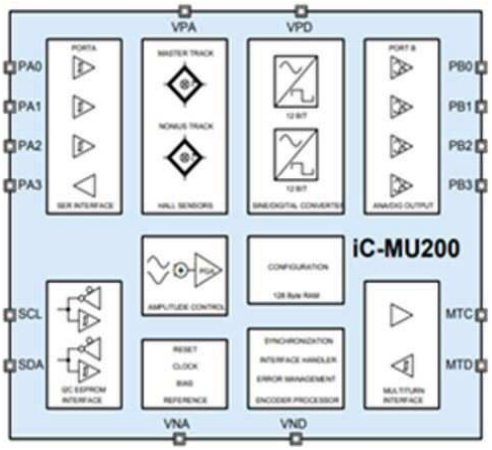
도면2


Magnetic Encoder
S201
Signal Ditection
Correct
Normal Signal
Save GUI Datasheet
Fault
S202
Position Error?
Yes
S206
Case Classfication
No
S203
Gap Error?
Yes
S207
Case Classfication
No
S204
Tilting Error?
Yes
S208
Case Classfication
Yes
S205
Case Classfication

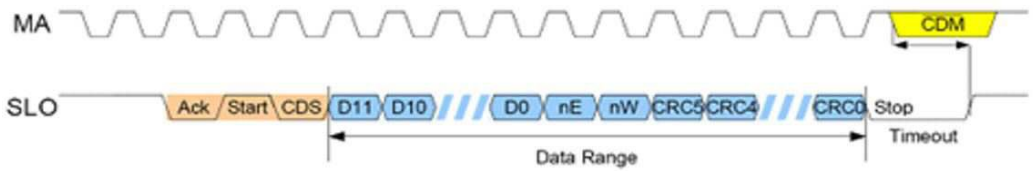
도면3a


MU6M

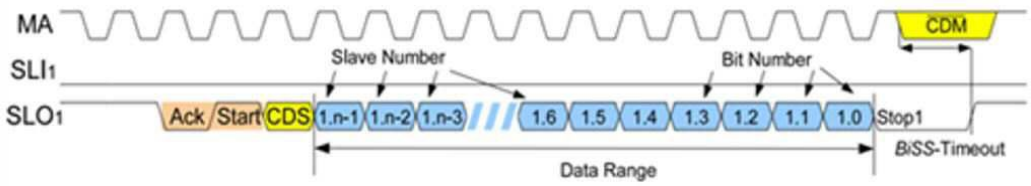
도면3b



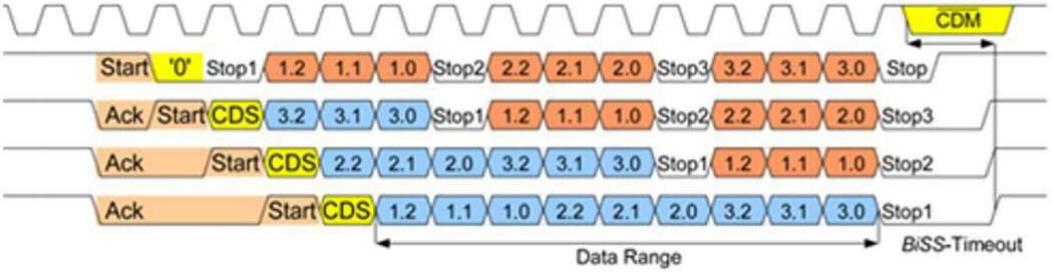
도면4a



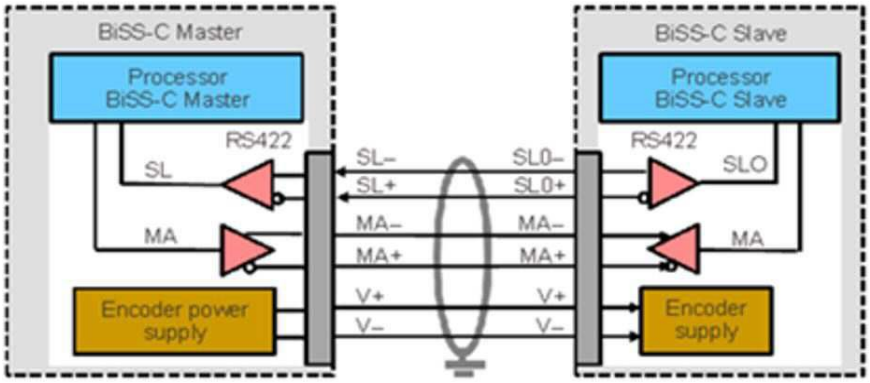
도면4b



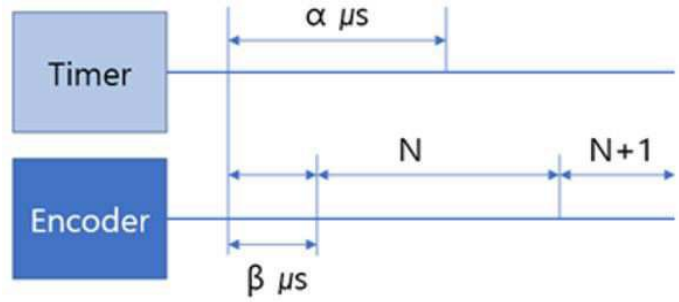
도면4c



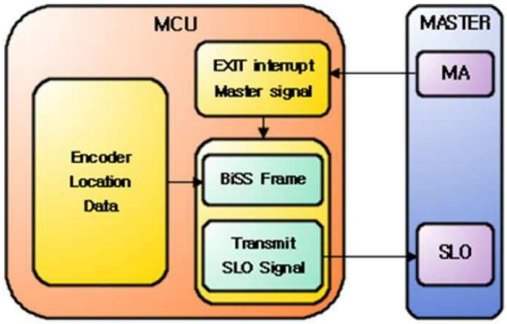
도면5a



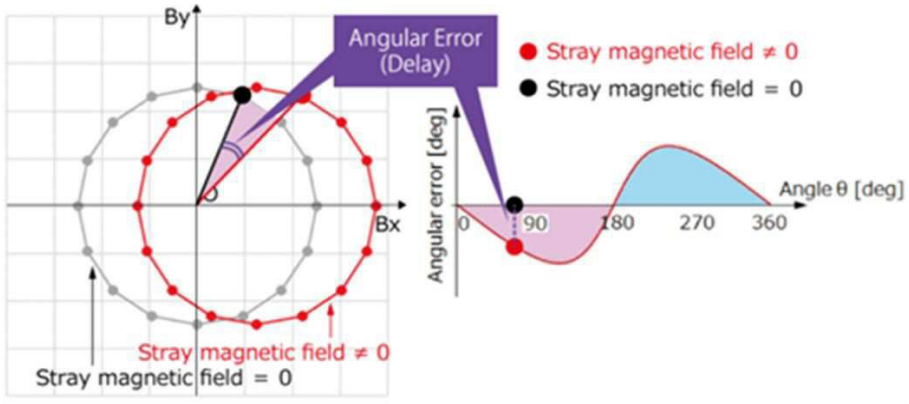
도면5b



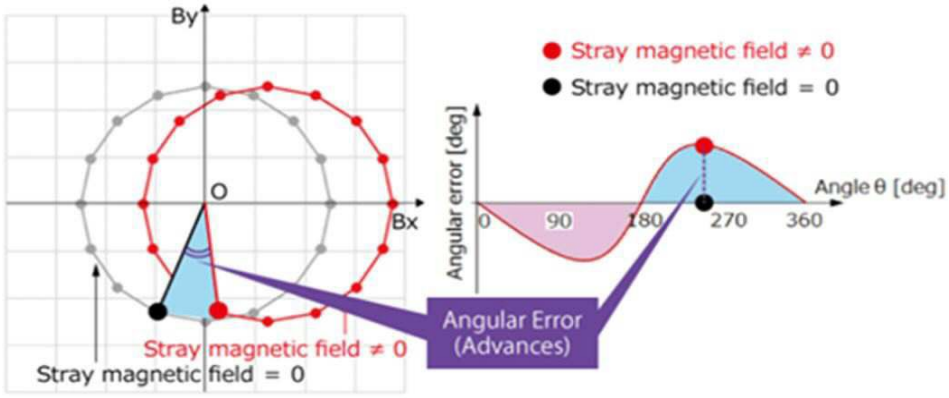
도면6



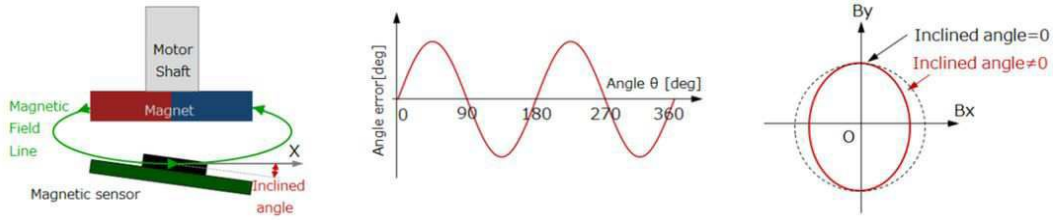
도면7a



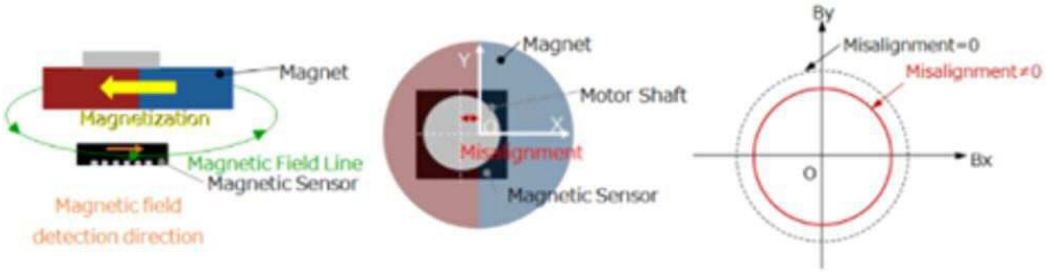
도면7b



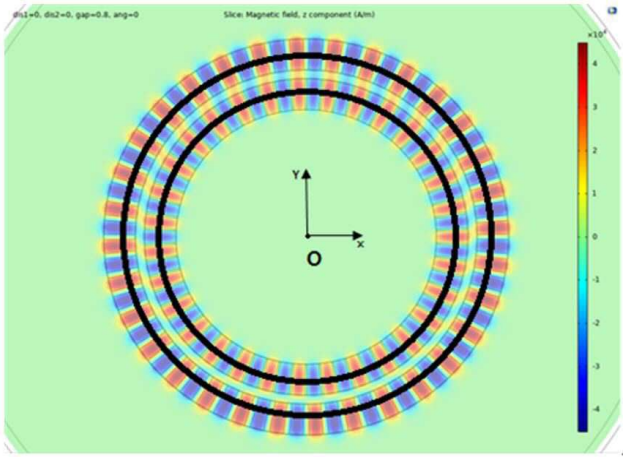
도면8



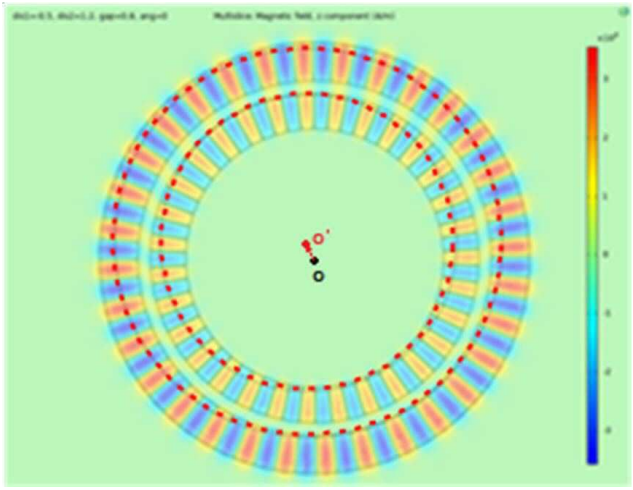
도면9



도면10



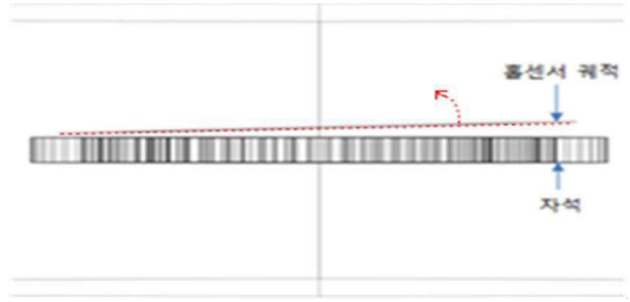
도면11



도면12



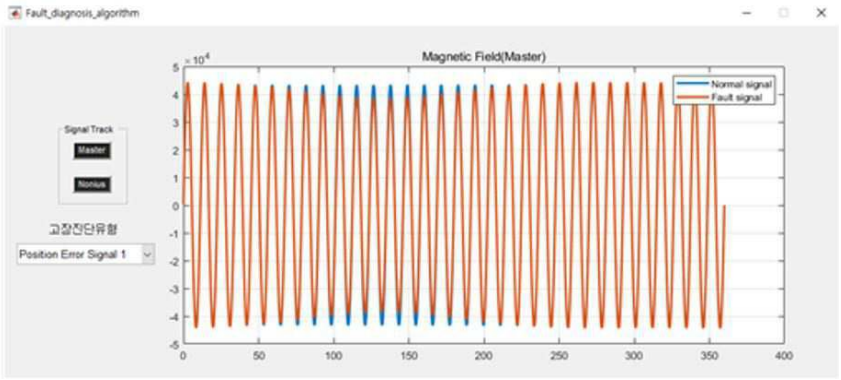
도면13



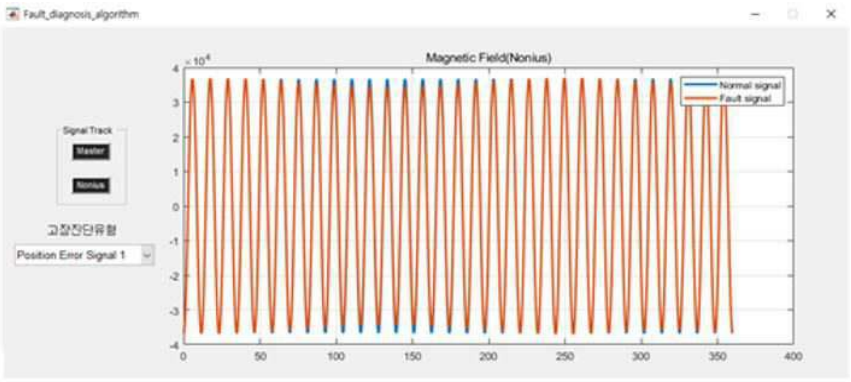
도면14



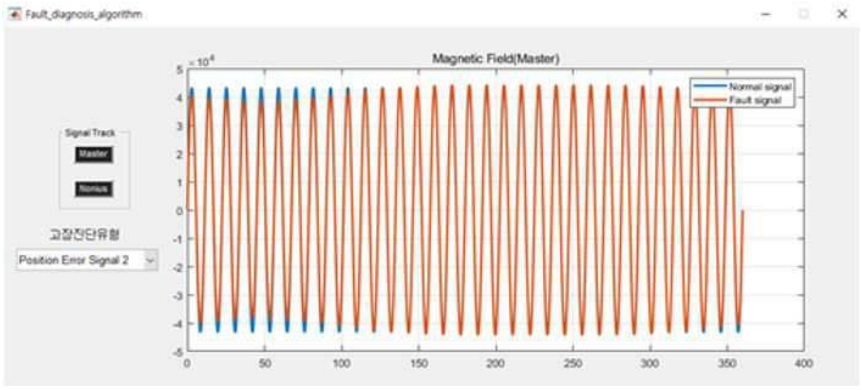
도면15a



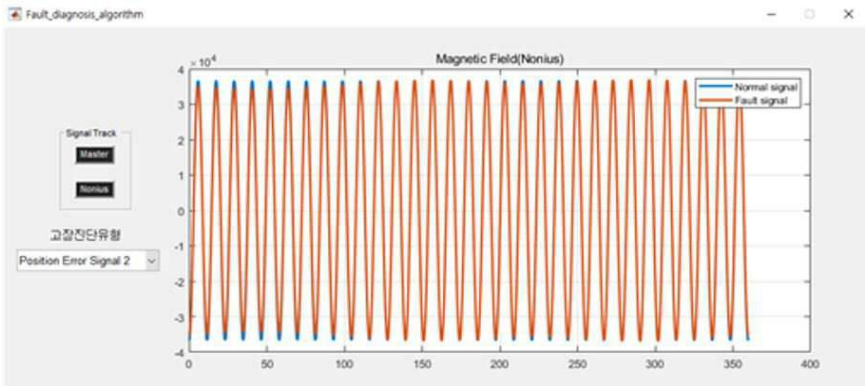
도면15b



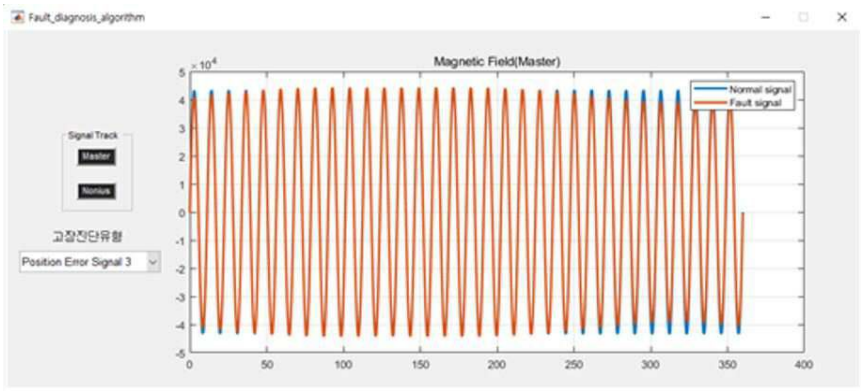
도면16a



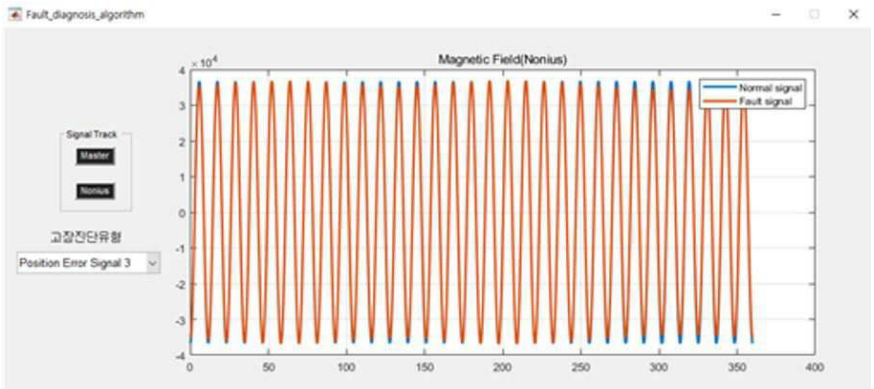
도면16b



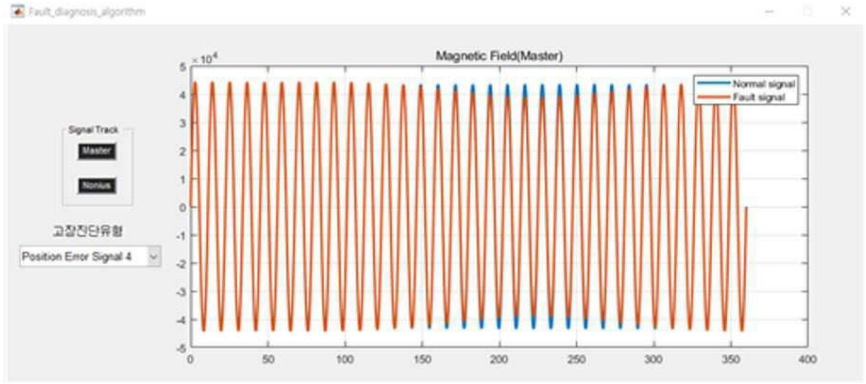
도면17a



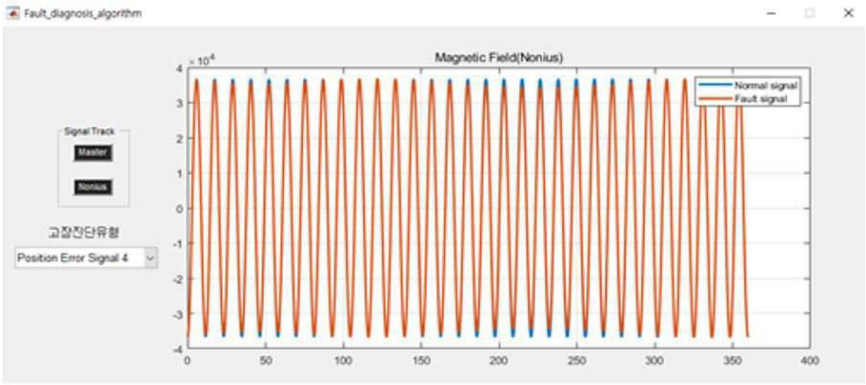
도면17b



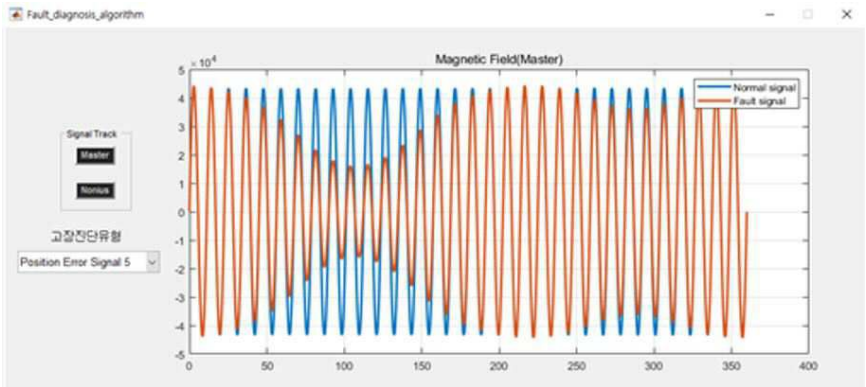
도면18a



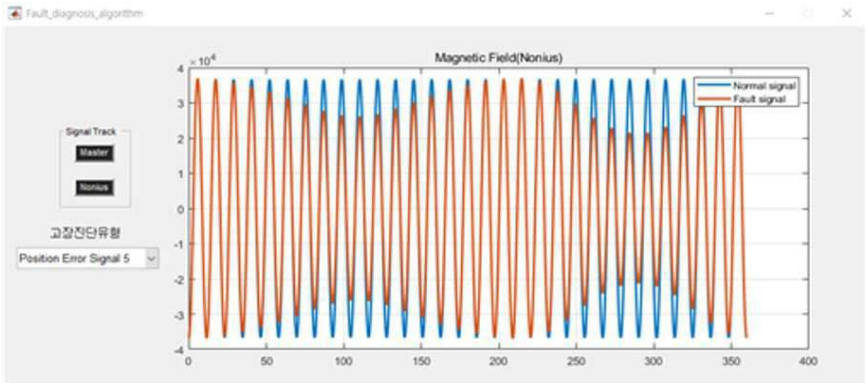
도면18b



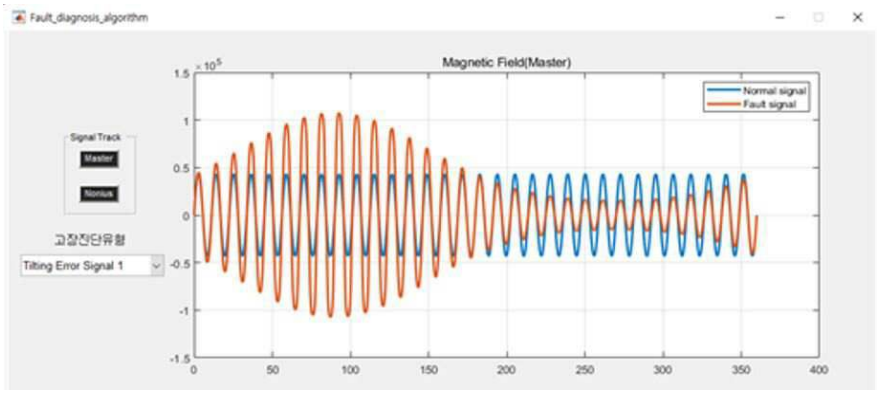
도면19a



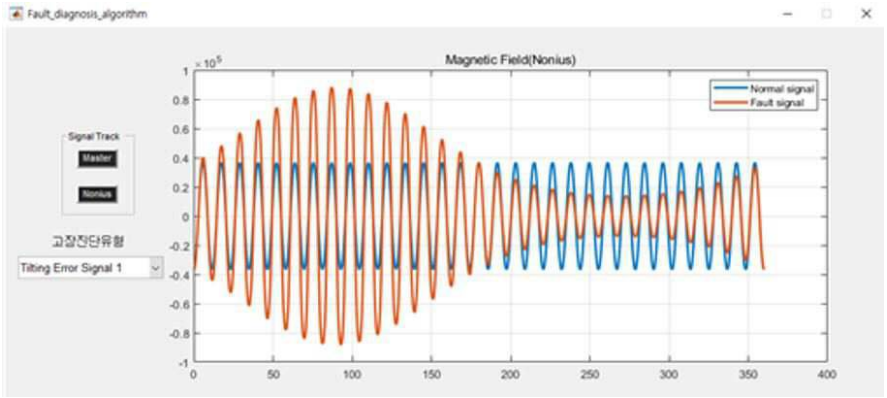
도면19b



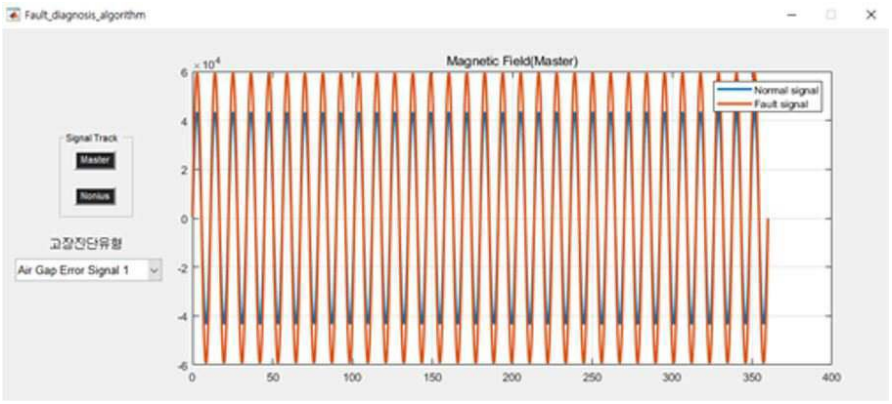
도면20a



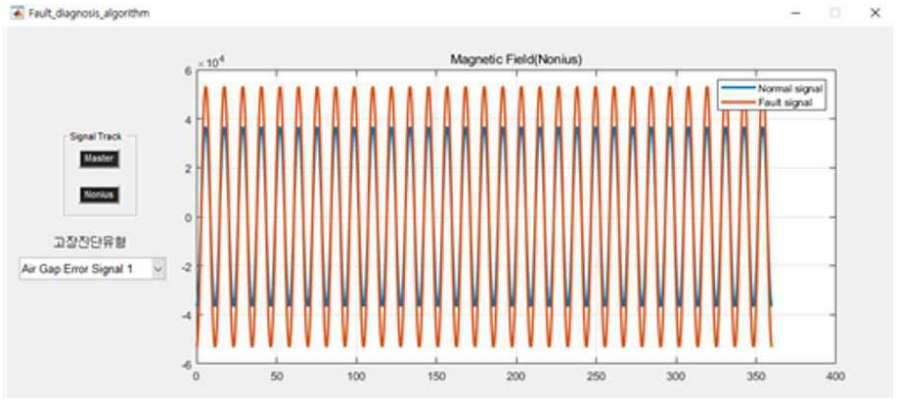
도면20b



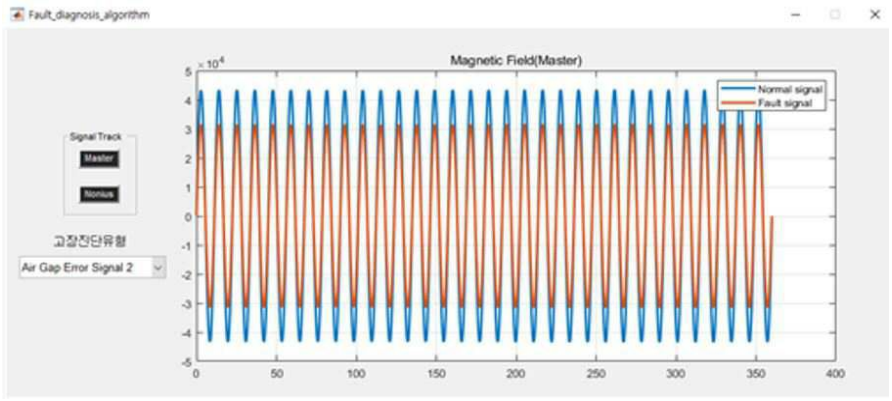
도면21a



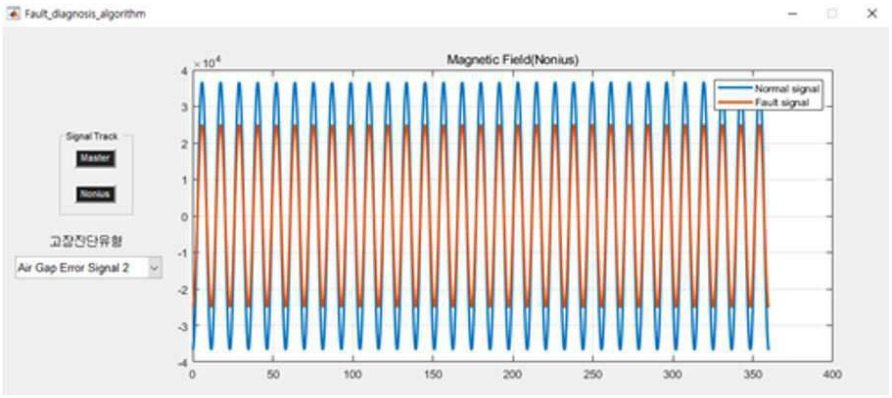
도면21b



도면22a



도면22b


Fault_diagnosis_algorithm
Magnetic Field(Nonius)
Normal signal
Fault signal
Signal Track
Master
Nonius
고장진단유형
Air Gap Error Signal 2