



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월09일
(11) 등록번호 10-1339357
(24) 등록일자 2013년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0090681
(22) 출원일자 2009년09월24일
심사청구일자 2012년04월24일
(65) 공개번호 10-2011-0032922
(43) 공개일자 2011년03월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007066001 A
JP05224703 A
JP07261844 A

(73) 특허권자
현대중공업 주식회사
울산광역시 동구 방어진순환도로 1000 (전하동)
(72) 발명자
최현중
경기도 용인시 수지구 용구대로2787번길 9-5, 이
지뷰 35동 B101호 (죽전동)
영업용
경기도 성남시 분당구 서관교로 29, 한림아파트
912동 901호 (관교동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
최영복

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 박영근

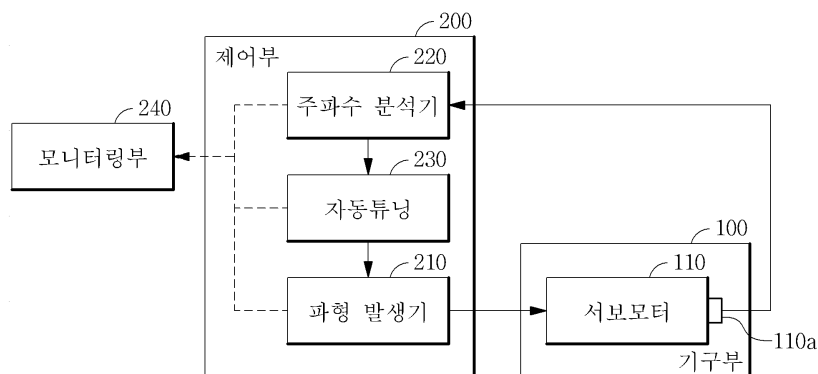
(54) 발명의 명칭 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치는, 제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서, 상기 제어부는 레퍼런스에 해당하는 광대역 스위프 파형을 발생시키며, 상기 광대역 스위프 파형을 상기 로봇 암의 상기 서보모터로 인가하여 가진시키는 파형발생기와, 상기 서보모터로 인가된 상기 광대역 스위프 파형을 이용해 상기 서보모터의 엔코더 응답 신호의 주파수 특성 분석을 위한 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석하는 주파수분석기 및, 상기 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석 값으로 시스템의 이득 여유도와 위상 여유도를 분석하여, 시스템의 공진점을 찾아내어 시스템에 발생하는 적절한 파라미터를 자동 재설정하여 진동을 제거하는 자동 튜닝부를 포함한다.

또한, 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법은, 제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서, 레퍼런스에 해당되는 광대역 스위프 파형을 상기 제어부에 설정하는 제1단계와, 상기 광대역 스위프 파형을 상기 서보모터로 인가하는 제2단계와, 상기 서보모터의 엔코더 신호가 인가되면 이를 이용해 주파수 분석기로 주파수 값을 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석하는 제3단계와, 상기 분석된 오픈 루프를 이용해 이득 여유도와 위상 여유도가 적절한 값이 되도록 비례 게인을 재튜닝하고, 상기 클로즈 루프를 이용해 공진 점을 찾아내어 마진 피크 점이 적절한 값이 되도록 비례 게인을 자동튜닝하는 제4단계 및, 상기 튜닝하는 과정을 상기 로봇 암의 각 축에 대해서 자동으로 실시하여, 시스템에서 발생하는 진동을 자동으로 제거하는 제5단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김성락

경기도 용인시 수지구 죽전로 116, 꽃메마을 극동
스타클래스아파트 201동 603호 (죽전동)

박준면

경기도 용인시 기흥구 마북동 102-18번지

신제호

경기도 수원시 영통구 매영로 84, 한국2차아파트
110동 603호 (매탄동)

특허청구의 범위

청구항 1

제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서,

상기 제어부는 레퍼런스에 해당하는 기준 광대역 스위프 파형을 발생시키며, 상기 광대역 스위프 파형을 상기 로봇 암의 상기 서보모터로 인가하여 가진시키는 파형발생기;

상기 서보모터로 인가된 상기 광대역 스위프 파형을 이용해 상기 서보모터의 엔코더 응답 신호의 주파수 특성 분석을 위한 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석하는 주파수분석기; 및

상기 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석 값으로 시스템의 이득 여유도와 위상 여유도를 분석하여, 시스템의 공진점을 찾아내어 시스템에 발생하는 파라미터를 자동 재설정하여 진동을 제거하는 자동튜닝부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 산업용 로봇 암의 자동튜닝장치.

청구항 2

제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서,

레퍼런스에 해당되는 기준 광대역 스위프 파형을 상기 제어부에 설정하는 제1단계;

상기 광대역 스위프 파형을 상기 서보모터로 인가하는 제2단계;

상기 서보모터의 엔코더 신호가 인가되면 이를 이용해 주파수분석기로 주파수 값을 오픈 루프 및 클로즈 루프를 분석하는 제3단계;

상기 분석된 오픈 루프를 이용해 이득 여유도와 위상 여유도가 일정값이 되도록 비례 게인을 재튜닝하고, 상기 클로즈 루프를 이용해 공진점을 찾아내어 마진 피크점이 일정값이 되도록 비례 게인을 자동튜닝하는 제4단계; 및

상기 튜닝하는 과정을 상기 로봇 암의 각 축에 대해서 자동으로 실시하여, 시스템에서 발생하는 진동을 자동으로 제거하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 산업용 로봇에 관한 것으로, 특히 다관절을 가지는 산업용 로봇 암에서 각 축의 진동을 효과적으로 제거할 수 있는 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 산업용 로봇 암을 운용함에 있어 서보시스템 제어기의 자동튜닝을 위해서는, 제어 대상이 되는 시스템의 레퍼런스 신호 및 출력신호를 획득하여 주파수분석기를 통한 응답 특성을 이용하게 된다.

[0003] 이때, 레퍼런스 신호는 주로 임팩트 헤머, 진동기를 이용하거나 가속도계와 같은 센서를 이용하여 출력신호를 감지하게 된다. 그 밖에 고가의 주파수분석기(FFT Analyzer)를 이용하여 시스템의 주파수 응답 특성을 찾는다.

[0004] 그러나 종래의 서보시스템 제어기의 자동튜닝 방식은, 주파수분석기(FFT Analyzer)를 사용할 경우 가격이 비싸기 때문에 효율적이지 못하였고, 임팩트 헤머, 진동기 및 측정 센서를 사용할 경우 별도로 설치해야 하는 번거로움과, 부피가 커지기 때문에 설치공간 확보가 어려운 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0005] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 다관절을 가지는 산업용 로봇 암에서 진동제거를 위한 각 축의 서보 파라미터 자동튜닝을 위하여, 별도의 진동기나 측정 센서를 이용하지 않고, 서보

모터에 레퍼런스에 해당되는 광대역 스위프 주파수 파형을 주파수분석기로 인가하여 응답을 통한 주파수분석에 의해 적절한 서보 파라미터를 자동으로 설정할 수 있는 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0006] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치는, 제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서, 상기 제어부는 레퍼런스에 해당하는 기준 광대역 스위프 파형을 발생시키며, 상기 광대역 스위프 파형을 상기 로봇 암의 상기 서보모터로 인가하여 가진시키는 파형발생기와, 상기 서보모터로 인가된 상기 광대역 스위프 파형을 이용해 상기 서보모터의 엔코더 응답 신호의 주파수 특성 분석을 위한 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석하는 주파수분석기 및, 상기 오픈 루프 및 클로즈 루프 분석 값으로 시스템의 이득 여유도와 위상 여유도를 분석하여, 시스템의 공진 점을 찾아내어 시스템에 발생하는 파라미터를 자동 재설정하여 진동을 제거하는 자동튜닝부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0007] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법은, 제어부와 각 축에 서보모터를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서, 레퍼런스에 해당되는 기준 광대역 스위프 파형을 상기 제어부에 설정하는 제1단계와, 상기 광대역 스위프 파형을 상기 서보모터로 인가하는 제2단계와, 상기 서보모터의 엔코더 신호가 인가되면 이를 이용해 주파수분석기로 주파수 값을 오픈 루프 및 클로즈 루프를 분석하는 제3단계와, 상기 분석된 오픈 루프를 이용해 이득 여유도와 위상 여유도가 일정값이 되도록 비례 게인을 재튜닝하고, 상기 클로즈 루프를 이용해 공진 점을 찾아내어 마진 피크점이 일정값이 되도록 비례 게인을 자동튜닝하는 제4단계 및, 상기 튜닝하는 과정을 상기 로봇 암의 각 축에 대해서 자동으로 실시하여, 시스템에서 발생하는 진동을 자동으로 제거하는 제5단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

효과

- [0008] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 별도의 임팩트 헤머, 진동기 및 센서를 이용하거나 고가의 주파수분석기를 별도로 설치하지 않고 제어부 내에 자체적으로 설치할 수 있어, 설치공간 확보가 용이하고 장비의 가격을 낮출 수 있는 장점이 있다.
- [0009] 또한, 광대역 스위프 파형을 서보모터로 인가하여 응답을 받는 방식이므로, 실시간으로 로봇 암의 각 축에서 발생하는 공진 점 정보를 얻을 수 있고, 각 축에서 발생하는 진동을 자동으로 재설정할 수 있어 튜닝이 빠르고 정확한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0011] 본 발명을 설명함에 있어서, 정의되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의 내려진 것으로, 본 발명의 기술적 구성요소를 한정하는 의미로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0012] 도 1은 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 구성을 개략적으로 도시한 블록도, 도 2는 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 주파수분석기를 통해 출력되는 클로즈 루프 응답특성을 나타낸 그래프, 도 3은 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 주파수분석기를 통해 출력되는 오픈 루프 응답특성을 나타낸 그래프, 도 4는 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법의 각 단계를 도시한 순서도이다.
- [0013] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치는, 제어부와 기구부(100)의 각 축에 서보모터(servomotor: 110)를 구비하는 산업용 로봇 암에 있어서, 상기 제어부(200)는 파형발생기(210), 주파수분석기(220) 및 자동튜닝부(230)를 포함한다.
- [0014] 여기서, 상기 파형발생기(210)는 레퍼런스(reference)에 해당하는 기준 광대역 스위프(sweep) 파형을 발생시키며, 상기 광대역 스위프(sweep) 파형을 상기 로봇 암의 기구부(200)에 설치되는 서보모터(servomotor: 110)로 인가하여 가진시킨다. 즉, 상기 서보모터(servomotor: 110)에 일정 가 진동을 주기 위해 파형발생기(210)가 구비되고, 가 진동에 의해 반응하는 응답 신호 값을 분석하기 위해 주파수분석기(220)가 구비된다.
- [0015] 상기 주파수분석기(220)는 서보모터(servomotor: 110)로 인가된 광대역 스위프(sweep) 파형을 이용해 상기 서보모터(servomotor: 110)의 엔코더(110a) 응답 주파수 신호를 오픈 루프(Open-Loop) 및 클로즈 루프(Closed-

Loop) 분석한다.

- [0016] 통상적으로, 오픈 루프(Open-Loop)는 제어신호를 주고서 그 신호에 의해서 어떻게 변했는지는 상관안하는 회로, 단순히 피드백(Feedback)이 없는 회로, 시스템을 의미하기도 한다. 반면, 클로즈 루프(Closed-Loop)는 폐환 루프가 존재하여 입력에 의하여 출력이 변화하는 것을 다시금 입력으로 넣어주는 형태의 회로나 시스템을 의미한다.
- [0017] 자동튜닝부(230)는 상기 오픈 루프(Open-Loop) 및 클로즈 루프(Closed-Loop) 분석 값으로 시스템의 이득 여유도(gain margin)와 위상 여유도(phase margin)를 분석한다.
- [0018] 이후, 이득 여유도(gain margin)와 위상 여유도(phase margin)를 이용해 시스템의 공진 점을 찾아내어 시스템에 발생하는 적절한 파라미터를 자동으로 설정하여 진동을 제거하는 기능을 갖는다.
- [0019] 그리고 제어부에는 사용자가 상기 과형발생기(210)의 광대역 스위프(sweep) 과형 주파수를 초기에 설정할 수 있다. 또한, 상기 제어부에는 상기 과형발생기(210), 주파수분석기(220) 및 자동튜닝부(230)를 모니터링 할 수 있도록 하는 모니터링부(240)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 즉, 상기 모니터링부(240)를 통해 사용자가 육안으로 상기의 정보들을 용이하게 확인할 수 있다.
- [0020] 이하, 본 발명의 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법을 각 단계별로 설명하면 다음과 같다.
- [0021] 도 4에 도시한 바와 같이, 제1단계(S100)는 레퍼런스(reference)에 해당되는 기준 광대역 스위프(sweep) 과형을 상기 제어부에 설정하는 단계이다. 즉, 사용자가 제어부의 입력부(미도시)를 통해 해당 로봇 암의 기종에 따라 적절한 입력 값을 입력할 수 있다.
- [0022] 다음으로, 제2단계(S200)는 광대역 스위프(sweep) 과형을 서보모터(servomotor: 110)로 인가하는 단계이다. 즉, 레퍼런스(reference)에 해당하는 기준 광대역 스위프(sweep) 과형을 서보모터(servomotor: 110)로 인가하여 가 진동을 준다.
- [0023] 다음으로, 제3단계(S300)는 서보모터(servomotor: 110)의 엔코더(110a) 응답 신호가 인가되면, 상기 신호 값을 주파수분석기(220)로 오픈 루프(Open-Loop) 및 클로즈 루프(Closed-Loop) 분석하는 단계이다. 즉, 상기 분석된 값을 통해 이하 설명될 이득 여유도(gain margin) 값과 위상도(phase margin) 값을 구할 수 있다.
- [0024] 다음으로, 제4단계(S400)는 일정한 이득 여유도와 위상 여유도가 되도록 분석된 상기 오픈 루프(Open-Loop)를 이용해 상기 이득 여유도(gain margin) 값과 위상 여유도(phase margin)가 일정값이 되도록 비례 게인(Proportional gain)을 재튜닝한다.
- [0025] 그리고 상기 클로즈 루프(Closed-Loop)를 이용해 공진점을 찾아내어 마진 피크점이 일정값이 되도록 비례 게인(Proportional gain)을 자동튜닝하는 단계이다.
- [0026] 여기서, 상기 제4단계(S400)에서는 일정한 이득 여유도(gain margin)와 위상 여유도(phase margin)가 되도록 비례 게인(Proportional gain)을 재튜닝하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 제4단계(S400)에서는 공진점이 다수로 존재할 경우 필터를 적용하여 제거하는 것이 바람직하다.
- [0027] 아울러, 상기 제4단계(S400)에서는 상기 클로즈 루프(Closed-Loop)에서 마진 피크점은 3~6[dB] 의 범위내 일정값이 되도록 비례 게인(Proportional gain)을 자동 튜닝하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0028] 마지막으로, 제5단계(S500)는 상기 튜닝하는 과정을 상기 로봇 암의 각 축에 대해서 자동으로 실시하여, 시스템에서 발생하는 진동을 자동으로 제거하는 단계이다. 즉, 상기 로봇 암의 각 축의 응답을 통해 일괄적으로 자동 제어할 수 있는 것이다.
- [0029] 따라서, 별도의 임팩트 헤머, 진동기 및 센서를 이용하거나 고가의 주파수분석기(220)를 별도로 설치하지 않고 제어부 내에 자체적으로 설치할 수 있어, 설치공간 확보가 용이하고 장비의 가격을 낮출 수 있다. 또한, 광대역 스위프(sweep) 과형을 서보모터(servomotor: 110)로 인가하여 응답을 받는 방식이므로, 실시간으로 로봇 암의 각 축에서 발생하는 공진 점 정보를 얻을 수 있고, 각 축에서 발생하는 진동을 자동으로 재설정할 수 있어 튜닝이 빠르고 정확한 장점이 있다.
- [0030] 이상에서 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치 및 방법에 대한 기술사상을 첨부도면과 함께 서술하였지만, 이는 본 발명의 가장 양호한 실시 예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다.
- [0031] 따라서 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자이면 누구나 본 발명의 기술사상의 범위를 이탈하지 않는 범위 내

에서 치수 및 모양 그리고 구조 등의 다양한 변형 및 모방할 수 있음은 명백한 사실이며 이러한 변형 및 모방은 본 발명의 기술 사상의 범위에 포함된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 구성을 개략적으로 도시한 블록도.

도 2는 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 주파수분석기를 통해 출력되는 클로уз 루프 응답특성을 나타낸 그래프.

도 3은 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 장치의 주파수분석기를 통해 출력되는 오픈 루프 응답특성을 나타낸 그래프.

도 4는 본 발명에 따른 산업용 로봇 암의 자동튜닝 방법의 각 단계를 도시한 순서도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100: 기구부 110: 서보모터

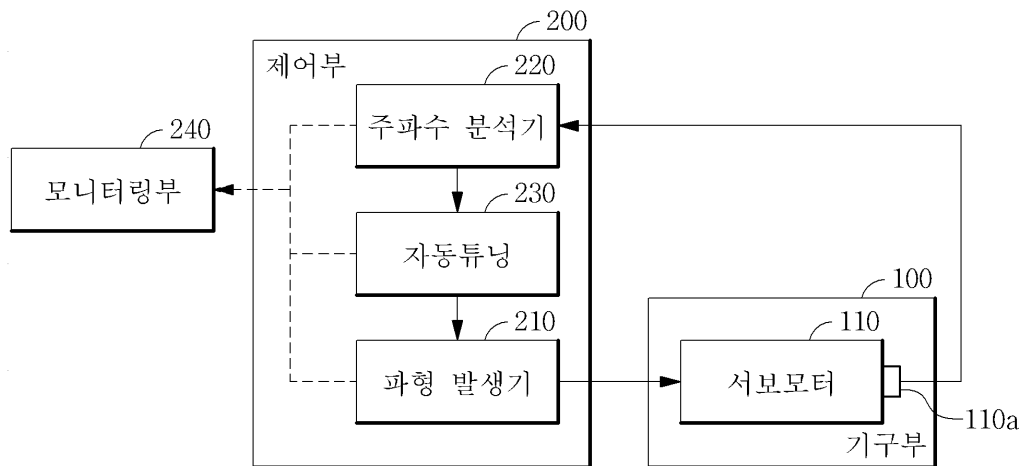
110a: 엔코더 200: 제어부

210: 파형발생기 220: 주파수분석기

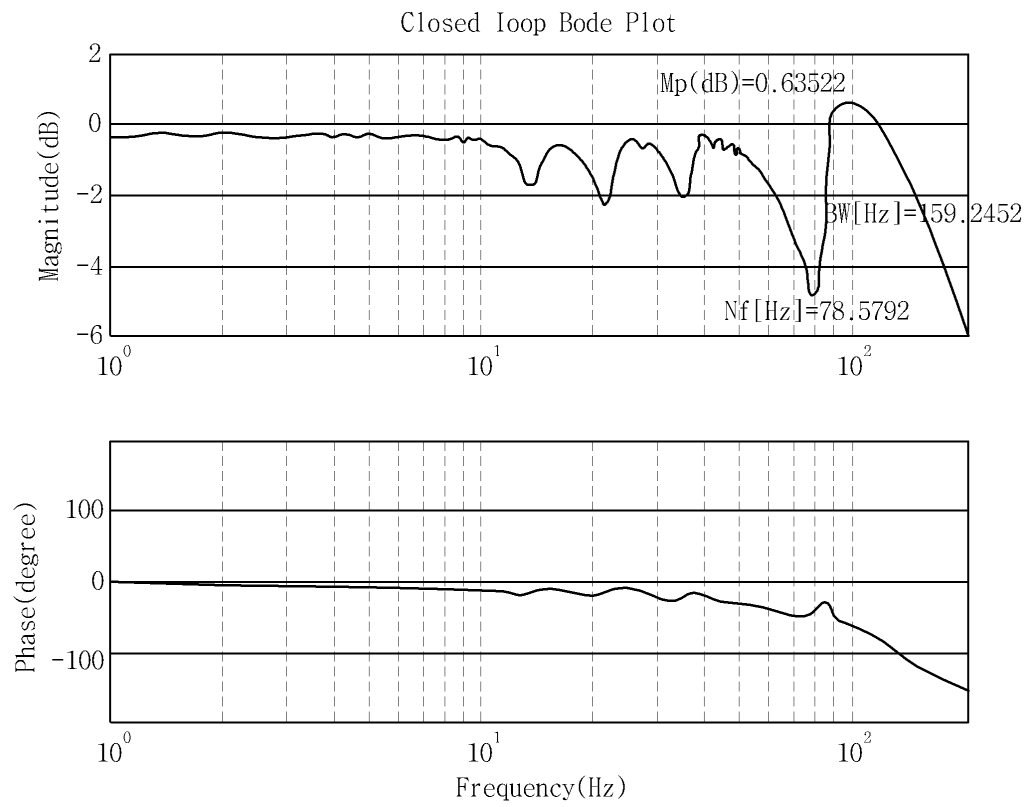
230: 자동튜닝부 240: 모니터링부

도면

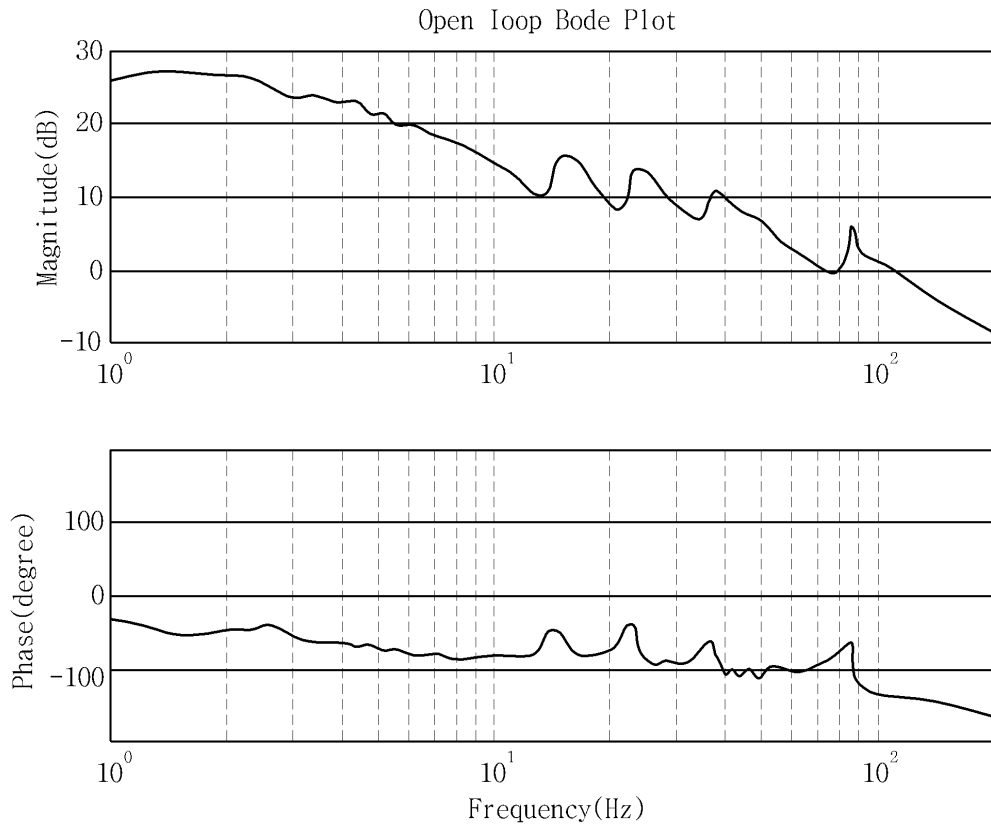
도면1



도면2



도면3



도면4

