



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060657
(43) 공개일자 2020년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01D 5/244 (2006.01) H02P 6/16 (2016.01)
(52) CPC특허분류
G01D 5/24452 (2013.01)
H02P 6/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0145706
(22) 출원일자 2018년11월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
(72) 발명자
임재상
경기도 수원시 영통구 영통로 460, 314동 1801호
(영통동, 대우.동신아파트)
박주영
경기도 용인시 수지구 동천로135번길 21, 1307동
1101호 (동천동, 한빛마을래미안이스트팰리스3단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 신세기

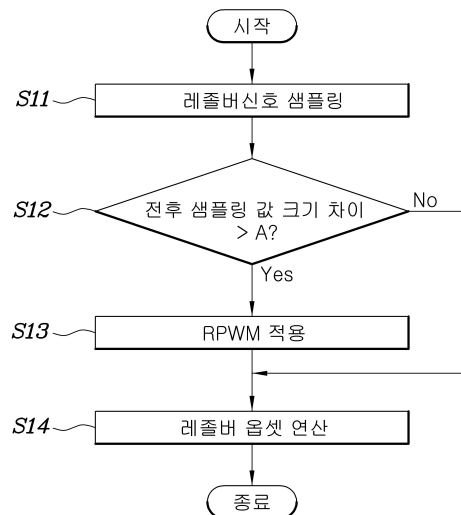
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템

(57) 요약

사전 설정된 샘플링 주파수로 레졸버 출력 신호를 샘플링 하는 단계; 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하는 단계; 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하는 단계; 및 상기 모터를 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 제어하면서 레졸버 옵셋을 보정하는 단계를 포함하는 레졸버 옵셋 보정 방법이 개시된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

강구배

경기도 용인시 수지구 수지로 166 110동 902호 (풍덕천동, 태영테시앙아파트)

김영운

경기도 수원시 영통구 매봉로 20 106동 2104호 (매탄동, 매탄e편한세상아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

사전 설정된 샘플링 주파수로 레졸버 출력 신호를 샘플링 하는 단계;

상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하는 단계;

상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하는 단계; 및

상기 모터를 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 제어하면서 레졸버 옵셋을 보정하는 단계;

를 포함하는 레졸버 옵셋 보정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 샘플링 하는 단계는,

상기 레졸버 출력 신호의 피크에서 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링 하도록 결정된 샘플링 주파수를 이용하여 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 비교하는 단계는,

상기 샘플링 주파수에 의해 순차적으로 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기 중 연속하는 두 개의 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이를 연산하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 기준값은,

상기 레졸버 출력에 왜곡이 없는 상태에서 서로 인접한 레졸버 출력 신호의 피크값 사이의 차이가 가질 수 있는 최대값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 레졸버 옵셋을 보정하는 단계는,

상기 모터의 d 축 전류 및 q 축 전류가 0이 되도록 상기 모터를 제어하면서 상기 모터의 d 축 전압이 0이 될 때 상기 레졸버 출력 신호에 의해 연산된 각도를 상기 레졸버의 옵셋으로 결정하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 방법.

청구항 6

인버터 내의 스위칭 소자의 스위칭에 의해 변환된 교류 전력을 제공받아 구동되는 모터의 회전각을 연산하기 위한 출력 신호를 제공하는 레졸버의 옵셋을 보정하는 시스템에 있어서,

상기 레졸버의 출력 신호를 사전 설정된 샘플링 주파수로 샘플링 하는 샘플링부;

상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하고, 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우, 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하도록 결정하는 변조방식 판단부; 및

상기 변조방식 판단부에서 결정된 변조 방식으로 모터를 구동하면서 상기 레졸버의 출력 신호를 기반으로 상기 레졸버의 옵셋을 연산하는 레졸버 옵셋 연산부;

를 포함하는 레졸버 옵셋 보정 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 샘플링부는,

상기 레졸버 출력 신호의 피크에서 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링 하도록 결정된 샘플링 주파수를 이용하여 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 변조방식 판단부는,

상기 샘플링 주파수에 의해 순차적으로 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기 중 연속하는 두 개의 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이를 연산하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서, 상기 기준값은,

상기 레졸버 출력에 왜곡이 없는 상태에서 서로 인접한 레졸버 출력 신호의 피크값 사이의 차이가 가질 수 있는 최대값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 시스템.

청구항 10

청구항 6에 있어서, 상기 레졸버 옵셋 연산부는,

상기 모터의 d 축 전류 및 q 축 전류가 0이 되도록 상기 모터를 제어하면서 상기 모터의 d 축 전압이 0이 될 때 상기 레졸버 출력 신호에 의해 연산된 각도를 상기 레졸버의 옵셋으로 결정하는 것을 특징으로 하는 레졸버 옵셋 보정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 레졸버 출력을 샘플링하는 시점과 모터로 구동 전압을 제공하는 인버터의 스위칭 시점이 동기화 되는 것을 방지하여 샘플링 시점의 레졸버 출력 왜곡을 최소화함으로써 레졸버 옵셋 보정의 정확도를 향상시킬 수 있는 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전기자동차나 하이브리드 자동차에서 사용하는 동기전동기나 유도전동기와 같은 모터의 제어를 위해 모터 컨트롤 유닛(motor control unit: MCU)가 사용된다. 모터 컨트롤 유닛은 모터의 제어를 위해 모터의 자속(flux)의 위치에 따라서 좌표계를 설정하는 연산을 하게 되는데, 이 때 모터 회전자의 절대 위치를 검출하는 레졸버가 사용된다.

[0004] 레졸버는 일종의 변압기로 1차측 권선(입력)에 여자전압을 인가하고, 축을 회전시키면 자기적 결합계수가 변화하여 2차측 권선(출력)에 캐리어의 진폭이 변화하는 전압을 출력하게 된다.

[0005] 이 레졸버의 출력 전압은 축의 회전각도에 대하여 사인 및 코사인 상태로 변화하게 되며, 사인 출력과 코사인 출력의 캐리어 진폭비를 판독하는 것에 의해서 레졸버의 회전각도를 알 수 있다.

[0006] 이와 같은 원리로 작동되는 레졸버는 모터의 속도정보와 위상을 검출하여 회전자의 위치정보를 인버터 제어를 위한 토크지령 및 속도지령을 생성하는데 사용할 수 있다.

[0007] 한편, 레졸버와 모터 사이의 조립 공차 및 레졸버 내부 코일의 위치의 부정확성 등 여러 가지의 원인으로 인해 레졸버의 출력에는 옵셋이 발생하고 이러한 옵셋으로 인해 정확한 절대 위치를 측정하는 것이 불가능하게 된다. 따라서, 레졸버의 옵셋을 측정하고 보정하는 다양한 방법들이 존재한다. 이러한 레졸버 옵셋을 보정하기 위해서

는 레졸버 출력 신호 자체를 정확하게 인식할 수 있어야 하지만 여러 다양한 원인들에 의해 레졸버 출력 신호에 노이즈가 발생하여 정확한 레졸버 출력 신호의 정보를 인식하지 못하게 됨으로써 레졸버 옵셋 보정이 적절하게 이루어지지 못할 수 있다.

[0008] 특히, 레졸버 출력 신호를 샘플링하는 시점에 많은 노이즈가 유입되는 경우 정확한 레졸버 출력 신호가 인식되지 못하게 된다. 전술한 것과 같이 사인 및 코사인 상태로 변화하는 레졸버의 출력 신호에서 변화하는 사인 및 코사인 값을 판독하기 위해서는 레졸버의 출력 신호의 피크치를 샘플링할 필요가 있다. 그러나 레졸버 출력 신호의 피크치가 발생하는 시점과 모터에 구동 전압을 제공하는 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 시점이 서로 일치하는 경우 스위칭 노이즈의 영향에 의해 레졸버 출력 신호의 샘플링 시 많은 노이즈가 발생하여 샘플링 값이 부정확해지는 문제가 발생한다. 다시 말하면, 인버터 출력 신호의 샘플링 주기와 인버터 스위칭 소자의 스위칭 주기가 서로 동기화되는 경우 레졸버 출력에 많은 노이즈가 유입되어 샘플링되는 레졸버 출력 신호에 큰 오차가 발생하는 문제가 발생하게 되는 것이다.

[0010] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) KR 10-2017-0068646 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이에 본 발명은, 레졸버 출력을 샘플링하는 시점과 모터로 구동 전압을 제공하는 인버터의 스위칭 시점이 동기화 되는 것을 방지하여 샘플링 시점의 레졸버 출력 왜곡을 최소화함으로써 레졸버 옵셋 보정의 정확도를 향상시킬 수 있는 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템을 제공하는 것을 해결하고자 하는 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서 본 발명은,
 [0016] 사전 설정된 샘플링 주파수로 레졸버 출력 신호를 샘플링 하는 단계;
 [0017] 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하는 단계;
 [0018] 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하는 단계; 및
 [0019] 상기 모터를 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 제어하면서 레졸버 옵셋을 보정하는 단계;
 [0020] 를 포함하는 레졸버 옵셋 보정 방법을 제공한다.
 [0021] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 샘플링 하는 단계는, 상기 레졸버 출력 신호의 피크에서 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링 하도록 결정된 샘플링 주파수를 이용하여 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링할 수 있다.
 [0022] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 비교하는 단계는, 상기 샘플링 주파수에 의해 순차적으로 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기 중 연속하는 두 개의 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이를 연산할 수 있다.
 [0023] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 기준값은, 상기 레졸버 출력에 왜곡이 없는 상태에서 서로 인접한 레졸버 출력 신호의 피크값 사이의 차이가 가질 수 있는 최대값으로 결정될 수 있다.

- [0024] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 레졸버 옵셋을 보정하는 단계는, 상기 모터의 d 축 전류 및 q 축 전류가 0이 되도록 상기 모터를 제어하면서 상기 모터의 d 축 전압이 0이 될 때 상기 레졸버 출력 신호에 의해 연산된 각도를 상기 레졸버의 옵셋으로 결정할 수 있다.
- [0026] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 다른 수단으로서 본 발명은,
- [0027] 인버터 내의 스위칭 소자의 스위칭에 의해 변환된 교류 전력을 제공받아 구동되는 모터의 회전각을 연산하기 위한 출력 신호를 제공하는 레졸버의 옵셋을 보정하는 시스템에 있어서,
- [0028] 상기 레졸버의 출력 신호를 사전 설정된 샘플링 주파수로 샘플링 하는 샘플링부;
- [0029] 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하고, 상기 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우, 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하도록 결정하는 변조방식 판단부; 및
- [0030] 상기 변조방식 판단부에서 결정된 변조 방식으로 모터를 구동하면서 상기 레졸버의 출력 신호를 기반으로 상기 레졸버의 옵셋을 연산하는 레졸버 옵셋 연산부;
- [0031] 를 포함하는 레졸버 옵셋 보정 시스템을 제공한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 샘플링부는, 상기 레졸버 출력 신호의 피크에서 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링 하도록 결정된 샘플링 주파수를 이용하여 상기 레졸버 출력 신호를 샘플링할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 변조방식 판단부는, 상기 샘플링 주파수에 의해 순차적으로 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기 중 연속하는 두 개의 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이를 연산할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 기준값은, 상기 레졸버 출력에 왜곡이 없는 상태에서 서로 인접한 레졸버 출력 신호의 피크값 사이의 차이가 가질 수 있는 최대값으로 결정될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 레졸버 옵셋 연산부는, 상기 모터의 d 축 전류 및 q 축 전류가 0이 되도록 상기 모터를 제어하면서 상기 모터의 d 축 전압이 0이 될 때 상기 레졸버 출력 신호에 의해 연산된 각도를 상기 레졸버의 옵셋으로 결정할 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 상기 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템에 따르면, 옵셋 연산시 레졸버 출력 신호에 노이즈로 인한 왜곡이 발생하는 것으로 판단된 경우, 인버터 내 스위칭 소자를 임의의 스위칭 주파수로 제어하는 랜덤 펄스폭 변조 방식을 채용하여 레졸버 옵셋을 연산함으로써, 레졸버 출력 신호의 샘플링 시점과 동시에 스위칭이 발생하여 스위칭 노이즈가 샘플링 신호를 왜곡 시키는 것을 방지하여 정확한 레졸버 옵셋 연산이 이루어지게 할 수 있다.
- [0039] 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

- [0041] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템이 적용되는 모터 구동 시스템의 일례를 도시한 블록 구성도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 모터 구동 시스템의 컨트롤러 내 레졸버 옵셋 연산에 관련된 구성을 상세하게 도시한 블록 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법을 도시한 흐름도이다.

도 4는 통상적인 레졸버의 구조를 간략하게 도시한 도면이다.

도 5는 통상적인 레졸버의 출력 신호를 설명하는 도면이다.

도 6은 노이즈가 존재하지 않는 정상적인 레졸버 출력 신호와 노이즈가 더해진 비정상적인 레졸버 출력 신호를 비교한 도면이다.

도 7은 정상적인 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이와 노이즈가 더해진 비정상적인 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이를 도시한 그래프이다.

도 8 및 도 9는 각각 고정 주파수의 스위칭 주파수를 갖는 펄스폭 변조 방식을 적용한 경우 및 랜덤 주파수 변조 방식을 적용한 경우 레졸버 출력 신호의 고속 푸리에 변환 결과를 도시한 그래프이다.

도 10은 고정 주파수의 스위칭 주파수를 갖는 펄스폭 변조 방식을 적용한 종래의 레졸버 옵셋 보정의 편차 및 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정의 편차를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템이 적용되는 모터 구동 시스템의 일례를 도시한 블록 구성도이다.
- [0044] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법 및 시스템이 적용되는 모터 구동 시스템은, 에너지 저장 장치(10)와 에너지 저장 장치의 양단에 사이에 연결된 직류 링크 커패시터(20)와 직류 링크 커패시터(20)의 양단에 인가된 직류 전압을 모터(40) 구동을 위한 삼상의 교류 전압으로 변환하는 인버터(30)와 인버터(30)에서 제공되는 삼상의 교류 전압을 입력 받아 회전력을 생성하는 모터(40)와 모터(40)의 회전자의 각도를 검출하는 레졸버(50) 및 컨트롤러(100)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0045] 에너지 저장 장치(10)는 배터리 등과 같이 모터(30) 구동을 위한 전기 에너지를 직류의 형태로 저장하는 요소로서 직류 전력을 출력한다.
- [0046] 직류 링크 커패시터(20)는 에너지 저장 장치(10) 양단에 연결되어 충전에 의해 직류 링크 전압(Vdc)을 형성한다. 이 직류 링크 전압(Vdc)은 인버터(30)의 입력 전압이 된다.
- [0047] 인버터(30)는 에너지 저장 장치(10)에 저장되어 제공되는 직류 전력을 모터 구동을 위한 교류 전력으로 변환하기 위한 요소로서 컨트롤러(100)에서 제공되는 펄스폭변조 신호에 의해 온/오프 상태가 제어되는 복수의 스위칭 소자(S1 내지 S6)를 포함할 수 있다. 인버터(30)의 스위칭이라 함은 인버터(30) 내에 구비된 스위칭 소자(S1 내지 S6)의 스위칭을 의미하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0048] 모터(40)는 인버터(30)로부터 제공되는 삼상 교류전력을 입력 받아 회전력을 발생시키는 요소로서, 당 기술분야에 알려진 다양한 종류의 모터가 채용될 수 있다. 친환경 차량에서는 차량의 구동 휠에 회전력을 제공하는 모터로서 구동모터로 지칭될 수도 있다.
- [0049] 레졸버(50)는 모터의 회전자의 위치 즉 모터 회전자의 회전각을 검출하는 요소로서, 1차측 권선(입력)에 여자전압을 인가하고, 모터의 회전자를 회전시키면 자기적 결합계수가 변화하여 2차측 권선(출력)에 캐리어의 진폭이 변화하는 전압을 출력하는 요소이다. 레졸버(50)의 출력 전압은 축의 회전각도에 대하여 사인 및 코사인 상태로 변화하게 되며, 사인 출력과 코사인 출력의 캐리어 진폭비를 판독하는 것에 의해서 회전각도를 도출하게 된다.
- [0050] 컨트롤러(100)는 기본적으로 모터(40)의 토크 또는 회전 속도를 원하는 값(토크 지령 또는 속도 지령)으로 제어하기 위해 인버터(30)의 스위칭 소자(S1-S6)의 듀티 사이클(듀티 비)를 적절하게 조정하는 펄스폭변조 방식의 제어를 수행할 수 있다. 특히, 컨트롤러(100)는 레졸버(50)로 입력 신호(여자 전압)를 제공하고 그에 대한 응답으로서 레졸버(50)의 출력 신호를 입력 받아 모터 회전각을 연산할 수 있다.
- [0051] 또한, 컨트롤러(100)는 레졸버(50)의 출력 신호로부터 도출된 모터 회전각 정보 및 모터(40)로 제공되는 전류를 검출한 값(I_a , I_b)들을 기반으로 구동 중인 모터(40)로 실제 제공되는 전류 관련 정보를 도출하고, 모터(40)에 대한 토크 지령 또는 속도 지령에 기반하여 도출한 전류 지령과 현재 구동 중인 모터(40)의 전류 관련 정보를 비교한 결과를 기반으로, 모터(40)가 토크 지령 또는 속도 지령에 대응되는 값을 출력할 수 있도록 인버터(30) 내

의 스위칭 소자(S1-S6) 들의 스위칭을 제어하는 펄스폭 변조 신호를 생성한다.

[0052] 본 발명의 일 실시형태에서, 컨트롤러(100)는 레졸버(50)의 옵셋을 연산하기 위해 인버터(30) 내의 스위칭 소자(S1-S6)의 온/오프를 제어하는 펄스폭 변조 방식을 적절하게 선택할 수 있다.

[0053] 도 2는 도 1에 도시된 모터 구동 시스템의 컨트롤러 내 레졸버 옵셋 연산에 관련된 구성을 상세하게 도시한 블록 구성도이다.

[0054] 도 2를 참조하면, 컨트롤러(100)는, 레졸버(50)의 출력 신호를 샘플링하는 샘플링부(110)와 샘플링부(110)에서 샘플링된 값에 기반하여 레졸버 옵셋 연산 중 인버터(30)의 스위칭 소자를 제어하는 펄스폭 변조 방식을 결정하는 변조 방식 판단부(120)와, 샘플링부(110)에서 샘플링된 값에 기반하여 레졸버 옵셋을 연산하는 레졸버 옵셋 연산부(130)를 포함할 수 있다.

[0055] 더하여, 컨트롤러(100)는, 인버터에서 출력되는 전류가 토크 지령 또는 속도 지령에 기반하여 결정된 전류지령을 따르도록 전류 제어를 실시하여 전압 지령을 생성하는 전류 제어부(140)와, 전압 지령(150)에 기반하여 인버터(30)의 스위칭 소자를 펄스폭 변조 방식으로 제어하기 위한 펄스폭 변조 신호를 생성하는 전압 변조부(150)와, 레졸버(50)에 입력 신호를 생성하는 레졸버 입력 생성부(160)를 더 포함할 수 있다.

[0056] 전류 제어부(140)는 외부에서 입력되는 토크 지령 또는 속도 지령에 대응되는 전류 지령을 입력 받고, 실제 인버터(30)의 출력 전류를 피드백 받은 값과 전류 지령을 비교하여 출력 전류가 전류 지령을 추종하기 위한 전압 지령(Vd, Vq)를 생성할 수 있다. 전류 제어부(140)는 당 기술 분야에 잘 알려진 비례 적분 제어기 등이 채용될 수 있다.

[0057] 전압 변조부(150)는, 인버터(30)가 전압 지령(Vd, Vq)에 대응되는 전압을 출력할 수 있도록 인버터(30) 스위칭 소자를 제어하는 펄스폭 변조 신호를 출력할 수 있다. 특히, 본 발명의 일 실시형태에서, 전압 변조부(150)는 레졸버(50)의 옵셋 연산이 이루어지는 동안에 변조방식 판단부(120)의 판단 결과에 따라 선택적으로 랜덤 펄스폭 변조(Random Pulse Width Modulation: RPWM) 방식을 적용하여 모터를 제어할 수 있다.

[0058] 도 2에 도시된 예에서는, 인버터(30)의 스위칭 소자 제어에 요구되는 전류, 전압의 좌표 변환(예를 들어, pq 좌표와 abc 좌표 사이의 변환 등)에 관련된 내용은 생략하였다. 이러한 좌표 변환에 대한 내용은 이미 당 기술분야의 공지의 기술이므로 이후로도 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0059] 이상과 같이 구성되는 시스템에 의해 본 발명의 여러 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법이 구현된다.

[0060] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법을 도시한 흐름도이다.

[0061] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정 방법은, 사전 설정된 샘플링 주파수로 레졸버 출력 신호를 샘플링 하는 단계(S11)와, 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기를 서로 비교하는 단계(S12)와, 샘플링된 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 큰 경우 인버터 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수를 임의로 변경하는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하는 단계(S13) 및 모터를 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 제어하면서 레졸버 옵셋을 보정하는 단계(S14)를 포함할 수 있다. 물론, 단계(S12)에서 레졸버 출력 신호의 크기의 차이가 사전 설정된 기준값보다 작거나 같은 경우에, 단계(S14)는 랜덤 펄스폭 변조 방식이 아닌 다른 방식(차량 주행 시 모터를 구동하는 경우 적용되는 사전 설정된 펄스폭 변조 방식)을 적용하여 모터를 제어하면서 레졸버 옵셋을 연산하는 단계가 될 수 있다.

[0062] 단계(S11)에서, 샘플링부(110)는 레졸버 출력 신호를 사전 설정된 샘플링 주파수에 따라 레졸버 출력 신호를 샘플링한다. 샘플링부(110)는 사전 설정된 샘플링 주파수에 따라 레졸버 출력 신호를 샘플링하고 샘플링 된 값을 디지털 방식의 프로세서에서 사용할 수 있는 디지털값으로 변환하는 아날로그-디지털 변환기로 구현될 수 있다.

[0063] 도 4는 통상적인 레졸버의 구조를 간략하게 도시한 도면이고 도 5는 통상적인 레졸버의 출력 신호를 설명하는 도면이다.

[0064] 도 4 및 도 5를 참조하면, 컨트롤러(도 1의 100) 내의 레졸버 입력 생성부(도 2의 160)에서 레졸버의

$$E \sin \omega t \quad \theta$$

입력단(즉, 기준 코일)에 " "의 여자 전압(입력 신호)을 인가하면 두 출력 코일은 모터의 회전각()의

$$K \cdot E \sin \omega t \cdot \sin \theta \quad K \cdot E \sin \omega t \cdot \cos \theta$$

사인 및 코사인 값을 따라 진폭이 변화하는 출력 신호, 즉 " ", " "를 각각

ω

출력한다. 위 식에서, E는 여자 전압의 크기(진폭)을 나타내는 상수이고, ω 는 모터의 회전 각속도를 나타내며, K는 레졸버의 변압비를 나타내는 상수이다.

[0065] 이러한 레졸버(50)의 동작은 당 기술분야의 공지의 기술이므로 추가적인 설명은 생략하기로 한다.

θ $\sin \theta$

[0066] 단계(S11)에서 샘플링부(110)는 모터의 회전각(θ)을 검출하기 위한 곡선을 따라 진폭이 변화하는 레졸버 출력 신호 및 $\cos \theta$ 의 곡선을 따라 진폭이 변화하는 레졸버 출력 신호의 피크(P)의 값을 샘플링 한다.

[0067] 이어, 단계(S12)에서 변조방식 판단부는 레졸버 옵션 연산 시 적용하고자 하는 펄스폭 변조 방식을 결정하기 위해 샘플링부(110)에서 출력되는 레졸버 출력 신호의 샘플링 값 중 전후 관계에 있는 두 값의 차를 연산한다.

[0068] 도 6은 노이즈가 존재하지 않는 정상적인 레졸버 출력 신호와 노이즈가 더해진 비정상적인 레졸버 출력 신호를 비교한 도면이다.

[0069] 도 6의 상부 그래프와 같이 정상적인 레졸버 출력 신호는 모터의 회전각(θ)의 사인값 또는 코사인값에 따라 진폭이 변화하는 신호이다. 그러나, 도 6의 하부 그래프와 같이 노이즈가 더해진 경우 레졸버 출력 신호는 대체로 모터의 회전각(θ)의 사인값 또는 코사인값에 따라 진폭 변화가 이루어지기는 하지만 노이즈에 의해 그 값에 왜곡이 발생한다.

[0070] 따라서, 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이(D)는 정상적인 경우 그 값의 상한이 일정하게 결정될 수 있지만, 노이즈에 의해 왜곡이 발생하는 경우 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이(D)는 정상적인 경우에 비해 더 큰 값을 나타내게 된다.

[0071] 특히, 이러한 노이즈는 인버터(30) 내의 스위칭 소자를 스위칭하는 경우 심각하게 발생한다. 일정한 주파수로 스위칭 소자를 스위칭하는 펄스폭 변조 방식의 경우, 레졸버 출력 신호의 피크를 샘플링 하는 시점과 일정한 주파수의 펄스폭 변조 방식에 의해 스위칭이 발생하는 시점이 일치하는 경우, 즉 인버터 출력 신호의 샘플링 주기와 인버터 스위칭 소자의 스위칭 주기가 서로 동기화되는 경우 레졸버 출력 신호를 샘플링한 값에 심각한 왜곡이 발생하게 된다.

[0072] 본 발명의 여러 실시형태는 이와 같이 인버터 출력 신호의 샘플링 주기와 인버터 스위칭 소자의 스위칭 주기가 서로 동기화되는 경우가 발생하는 것을 방지하여 인버터 출력 신호의 샘플링 값이 노이즈에 의해 왜곡 되는 것을 방지하고자 하는 것이다.

[0073] 도 7은 정상적인 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이와 노이즈가 더해진 비정상적인 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이를 도시한 그래프이다.

[0074] 도 7의 좌측 그래프에 나타난 것과 같이, 노이즈가 존재하지 않는 정상적인 레졸버 출력 신호의 경우 전후 피크간 값의 차이(D)는 일정한 최대값 보다 작은 값이 된다. 그러나, 도 7의 우측 그래프에 나타난 것과 같이, 노이즈가 더해져 왜곡된 레졸버 출력 신호의 경우 전후 피크간 값의 차이는 정상적인 레졸버 출력 신호의 전후 피크간 값의 차이(D)의 최대값을 넘어서는 값이 존재하게 된다.

[0075] 도 7에 도시된 것과 같은 현상을 고려하여, 단계(S12)에서는 레졸버 출력 신호를 샘플링한 값 중 서로 전후 관계에 있는 두 값의 차이가, 정상적인 레졸버 출력 신호의 연속된 두 샘플링 값의 차(D)가 가질 수 있는 최대값(A)보다 큰 경우 노이즈로 인해 샘플링값에 왜곡이 발생하는 것으로 판단한다.

[0076] 단계(S12)에서 전후 관계의 두 샘플링값의 차와 비교되는 기준값, 즉 정상적인 레졸버 출력 신호의 연속된 두 샘플링 값의 차(D)가 가질 수 있는 최대값(A)은 사전에 실험적인 방식으로 결정될 수 있다.

[0077] 단계(S12)에서 레졸버 출력 신호의 연속된 두 샘플링 값의 차(D)가 사전 설정된 기준값(A)보다 큰 경우, 단계(S13)에서 변조방식 판단부(120)는 전압 변조부(150)에 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 모터를 제어하도록 지시하고, 전압 변조부(150)는 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 인버터(30) 내 스위칭 소자를 구동함으로써 모터(40)를 랜덤 펄스폭 변조 방식으로 제어하게 한다.

- [0078] 랜덤 펄스폭 변조 방식은, 인버터(30) 내 스위칭 소자의 온/오프가 변경되는 주파수를 임의로 변경하는 펄스폭 변조 방식이다.
- [0079] 통상적으로, 모터를 제어하기 위한 펄스폭 변조 방식은 고정 주파수 인버터(30) 내 스위칭 소자의 온/오프 상태를 변경하는 펄스폭 변조 방식이 주로 적용되고 있다. 고정 주파수의 펄스폭 변조 방식은 제어가 단순화되어 제어성이 우수하며 모터 구동 시스템이 전반적으로 안정적으로 제어되므로 모터 제어에 주로 사용되고 있다. 그러나, 전술한 바와 같이, 스위칭 소자의 온/오프 상태를 변경하는 스위칭 시점이 레졸버(30)의 출력 신호를 샘플링하는 시점과 동기화 되는 경우에는 스위칭 노이즈로 인해 레졸버(30) 출력 신호에 심각한 왜곡이 발생하여 레졸버(30) 읍셋 연산이 정상적으로 이루어질 수 없다.
- [0080] 따라서, 본 발명의 여러 실시형태는 레졸버(30)의 읍셋을 연산하고자 하는 경우에, 레졸버(30)의 출력 신호를 샘플링한 값 중 전후 관계에 있는 값을 비교하여 그 결과에 따라 인버터(30) 내 스위칭 소자의 스위칭 주파수 대역을 순시적으로 분산하는 랜덤 펄스폭 변조 방식을 적용한다(S13).
- [0081] 랜덤 펄스폭 변조 방식은 이미 당 기술 분야에 공지된 기술이며 스위칭 주파수의 변동폭 등을 결정하기 위한 다양한 기법들이 알려져 있다. 단계(S13)에서 적용되는 랜덤 펄스폭 변조 방식은 당 기술 분야에 알려진 어떠한 랜덤 펄스폭 변조 방식을 채용하더라도 무방하다.
- [0082] 이어, 단계(S14)에서는 레졸버 읍셋 연산부(130)에서 랜덤 펄스폭 변조 방식을 적용하여 모터를 제어하면서 레졸버(30)의 읍셋을 연산할 수 있다.
- [0083] 레졸버 읍셋을 연산하는 기법은 이미 당 기술분야에 다양하게 알려져 있다. 예를 들어, 모터(40)에 제공되는 전류 지령, 즉 모터(40)의 d 축 전류 및 q 축 전류가 0이 되도록 모터를 제어하면서 모터의 d축 전압이 0이 될 때 연산된 레졸버 출력 신호에 의해 연산된 모터 회전각을 레졸버의 읍셋으로 결정할 수 있다.
- [0084] 이러한 방식은 주로 친환경 차량 등에 사용되는 매입형 영구자석 모터 (Interior Permanent Motor: IPM)의 전압 방정식을 이용한 것이다. 매입형 영구자석 모터의 전압 방정식은 하기 식 1과 같이 알려져 있다.
- [0085] [식 1]
- $$V_d = R_s i_d - \omega L_q i_q + \omega \Phi \sin \theta$$
- $$V_q = R_s i_q + \omega L_d i_d + \omega \Phi \cos \theta$$
- [0086]
- [0087] 상기 식 1에서 V_d 및 V_q 는 각각 모터의 d축 및 q축 전압이고, i_d 및 i_q 는 각각 모터의 d축 및 q축 전류이며, L_d 및 L_q 는 각각 모터의 d축 및 q축 인덕턴스이고, R_s 는 모터의 저항이며, ω 는 모터의 회전 속도이며, Φ 는 모터의 자속이고, θ 는 모터의 회전각이다.
- [0088] 위의 식 1을 고려할 때, 모터의 d축, q축 전류가 0이고 d축 전압이 0이 되려면 회전각(θ)이 0이어야 한다. 만약, 모터의 d축, q축 전류가 0이고 d축 전압이 0인데, 레졸버(50) 출력 신호가 특정 각도를 나타내면 이는 레졸버(50)의 출력값에 읍셋이 발생한 것으로 판단할 수 있다.
- [0089] 레졸버 읍셋 연산부(130)는 d축, q축 전류 지령을 0으로 설정하고 전류 제어부(140)에서 출력되는 d축 전압 지령이 0인 경우 레졸버(50) 출력 신호가 특정 각도를 나타낸다면, 이 값을 레졸버(50)의 읍셋으로 결정할 수 있다.
- [0090] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 여러 실시형태는, 읍셋 연산시 레졸버 출력 신호에 노이즈로 인한 왜곡이 발생하는 것으로 판단된 경우, 인버터 내 스위칭 소자를 임의의 스위칭 주파수로 제어하는 랜덤 펄스폭 변조 방식을 채용하여 레졸버 읍셋을 연산함으로써, 레졸버 출력 신호의 샘플링 시점과 동시에 스위칭이 발생하여 스위칭 노이즈가 샘플링 신호를 왜곡 시키는 것을 방지하여 정확한 레졸버 읍셋 연산이 이루어지게 할 수 있다.
- [0091] 도 8 및 도 9는 각각 고정 스위칭 주파수를 갖는 펄스폭 변조 방식을 적용한 경우 및 랜덤 주파수 변조 방식을 적용한 경우 레졸버 출력 신호의 고속 푸리에 변환 결과를 도시한 그래프이다.
- [0092] 도 8 및 도 9에 나타난 것과 같이, 고정 스위칭 주파수를 갖는 펄스폭 변조 방식을 적용한 경우 출력되는 레졸버 출력 신호는 스위칭 노이즈에 의해 심한 왜곡이 나타났으나, 랜덤 주파수 변조 방식을 적용한 경우 레졸버

출력 신호는 스위칭 주파수의 두 배 성분 노이즈가 크게 감소한 것 이외에도 전반적으로 전 주파수 영역에서 노이즈가 감소하였음을 확인할 수 있다.

[0093] 도 10은 고정 주파수의 스위칭 주파수를 갖는 펄스폭 변조 방식을 적용한 종래의 레졸버 옵셋 보정의 편차 및 본 발명의 일 실시형태에 따른 레졸버 옵셋 보정의 편차를 비교한 그래프이다.

[0094] 도 10에 나타난 것과 같이, 종래의 경우 레졸버 출력 신호의 외곽에 의해 레졸버 옵셋 보정 시 각도 편차가 대략 1도에 가깝게 나타나지만, 본 발명과 같이 랜덤 펄스폭 변조 기법을 적용하여 레졸버 옵셋을 보정하는 경우 레졸버 출력 신호의 왜곡 정도가 개선되어 레졸버 옵셋 보정 편차가 대략 0.3도 이내로 개선됨을 확인할 수 있다

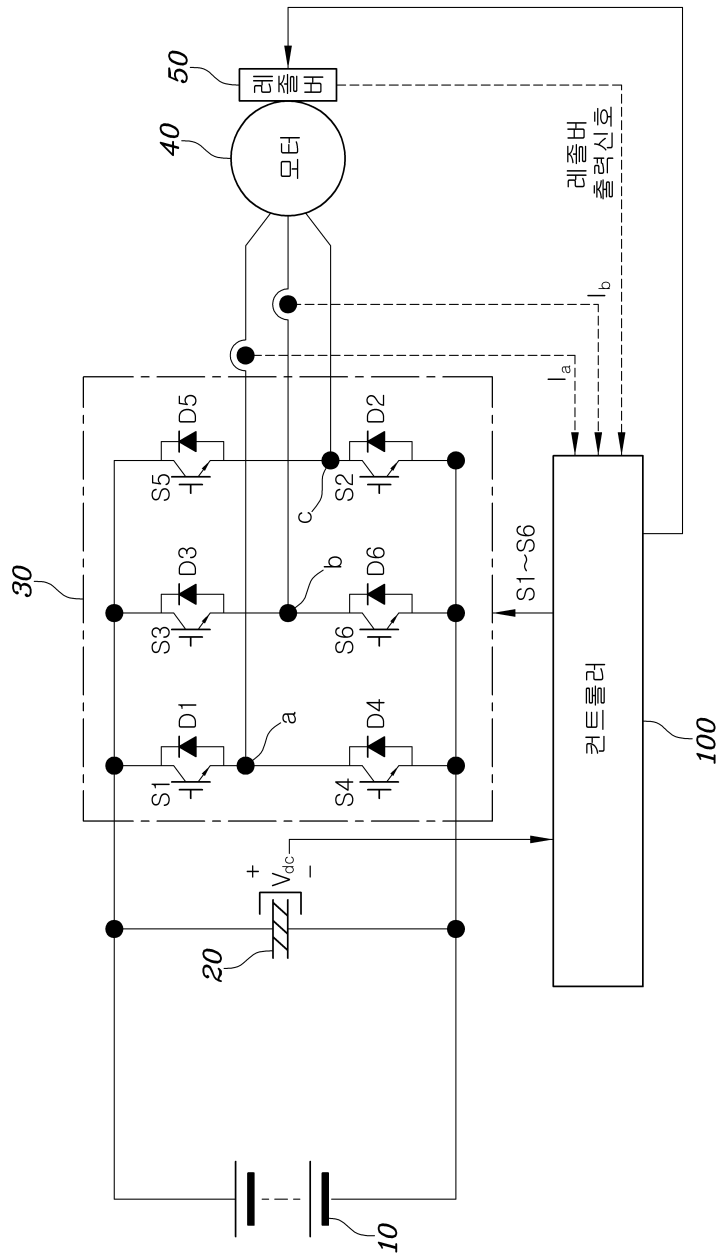
[0096] 이상에서 본 발명의 특정한 실시형태에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 제공되는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서, 본 발명이 다양하게 개량 및 변화될 수 있다는 것은 당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

부호의 설명

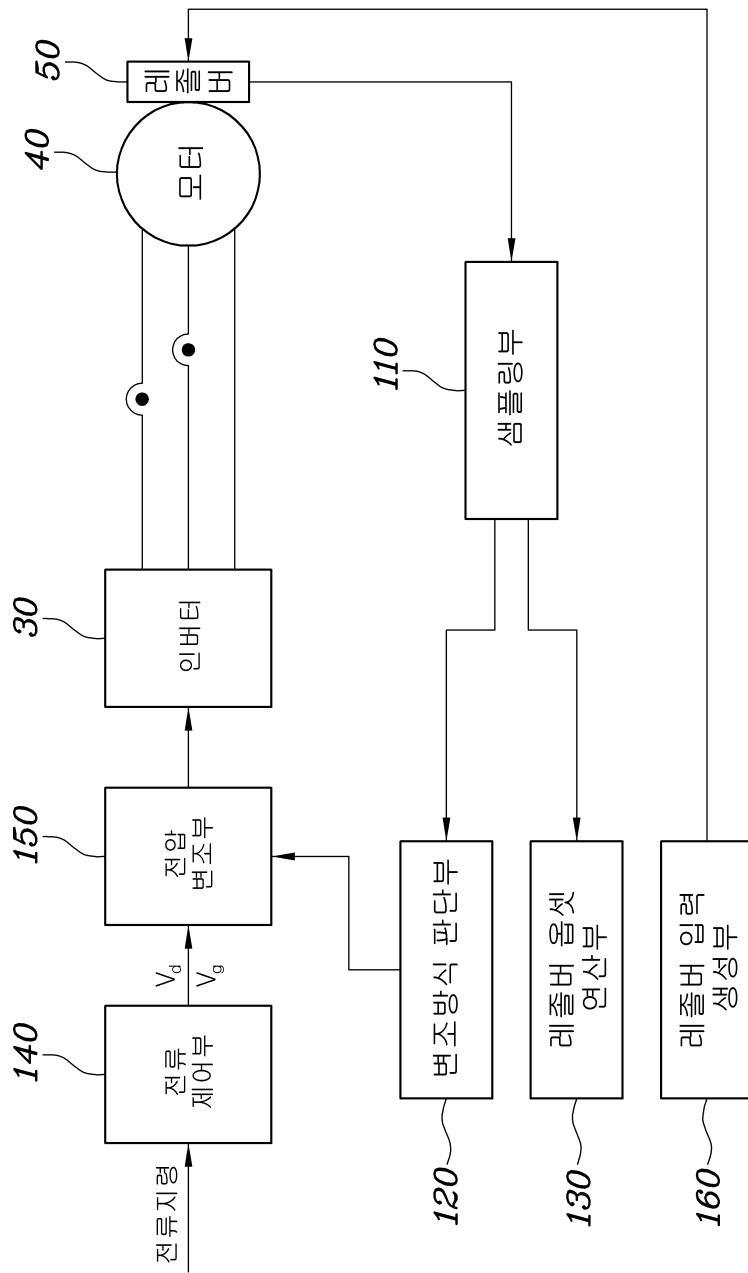
[0098] 10: 에너지 저장 장치 20: 직류 링크 커패시터
30: 인버터 40: 모터
50: 레졸버 100: 컨트롤러
110: 샘플링부 120: 변조방식 판단부
130: 레졸버 옵셋 연산부 140: 전류 제어부
150: 전압 변조부 160: 레졸버 입력 생성부

도면

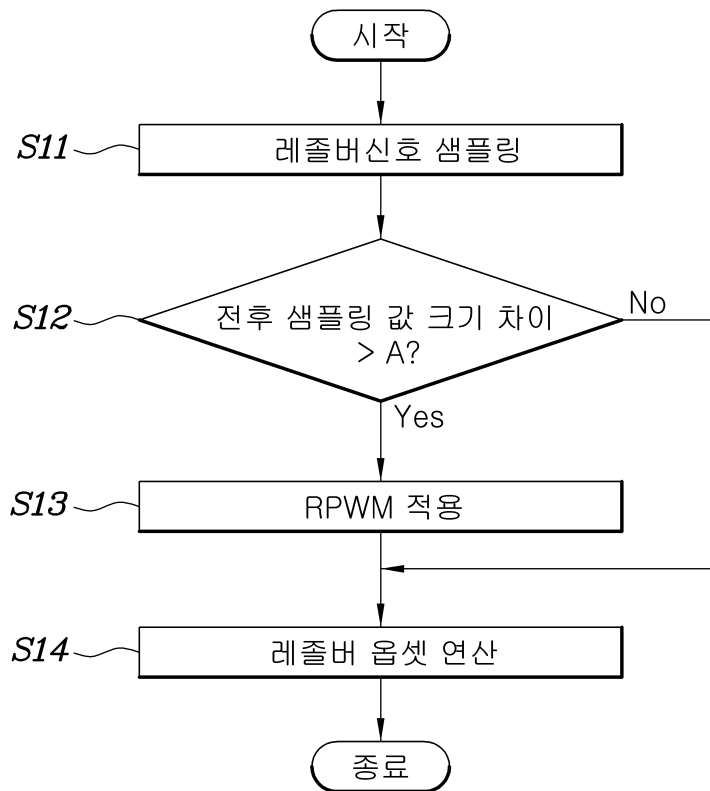
도면1



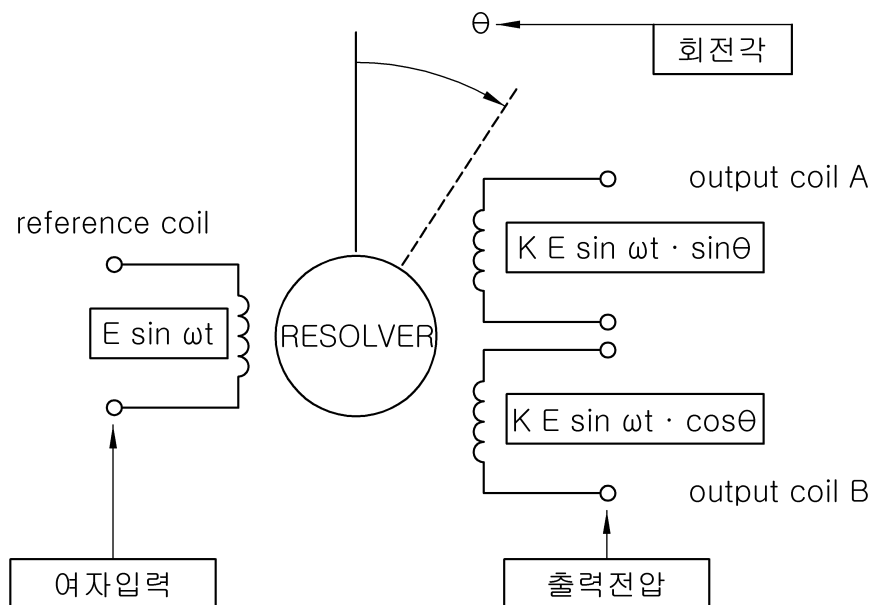
도면2



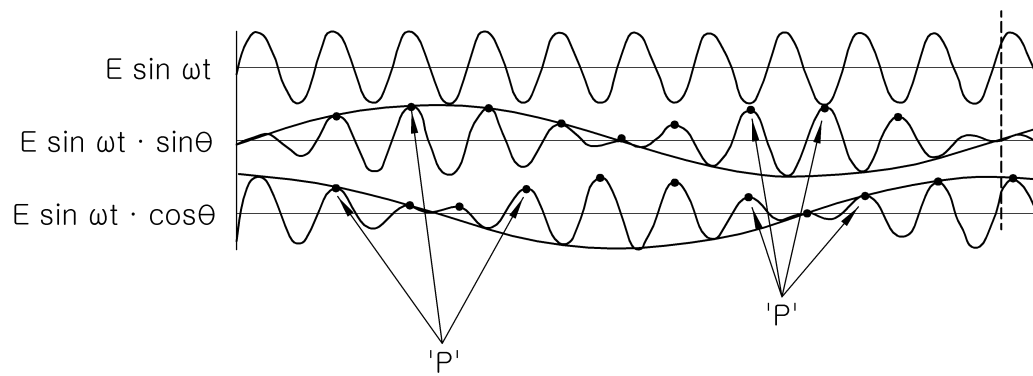
도면3



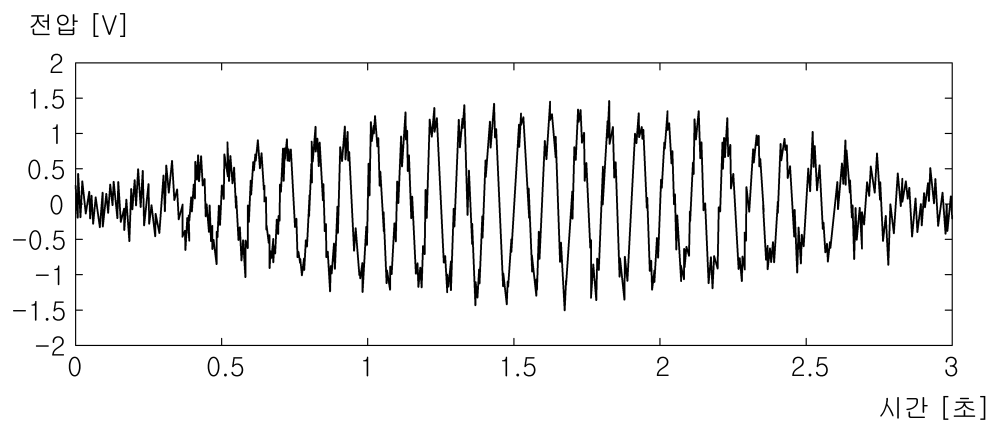
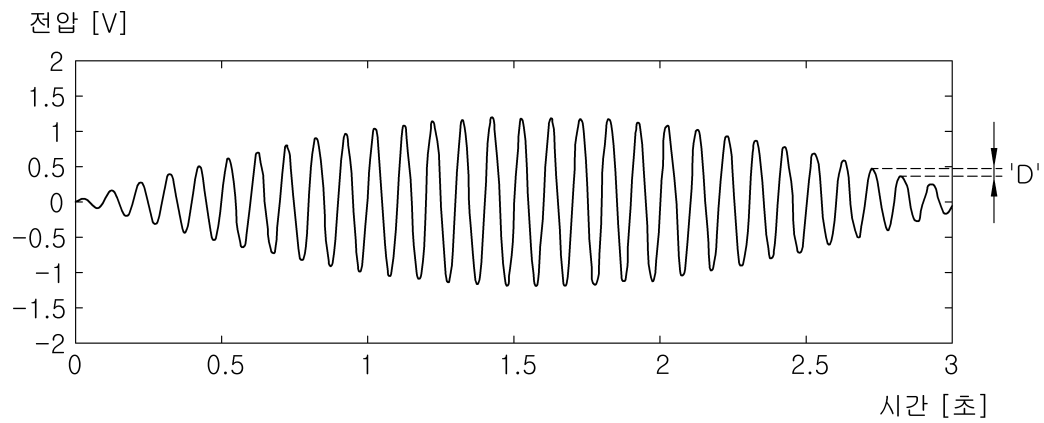
도면4



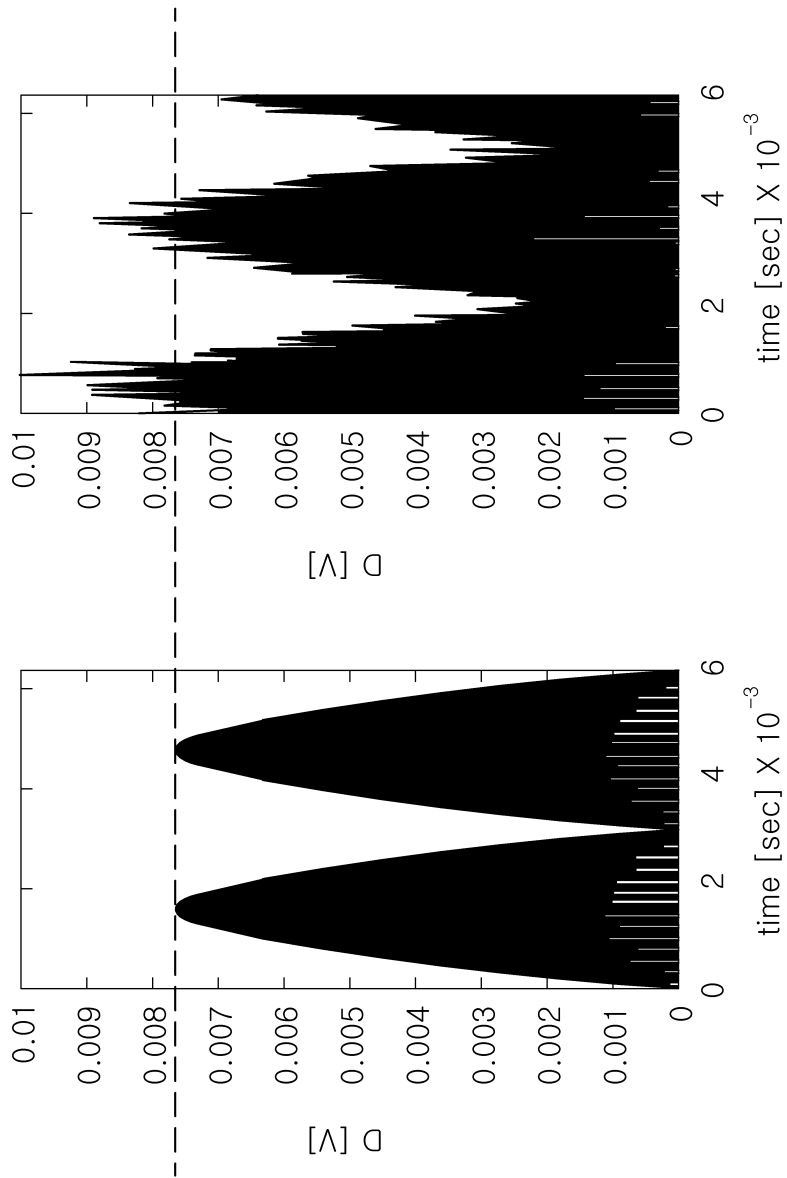
도면5



도면6

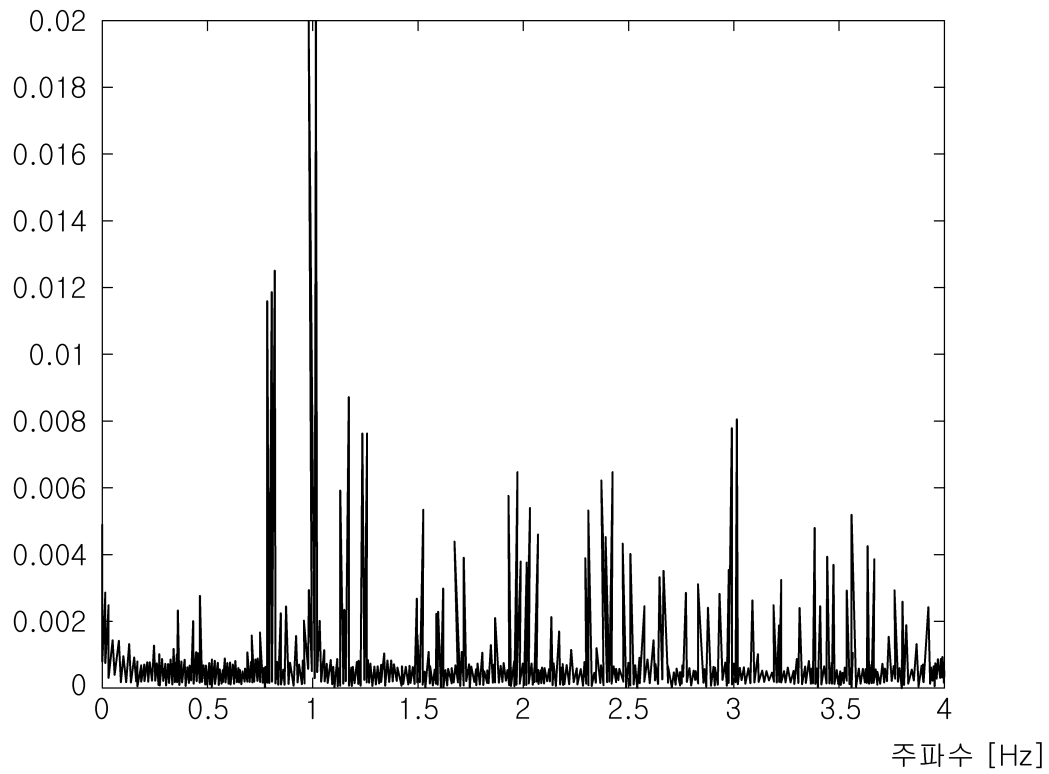


도면7



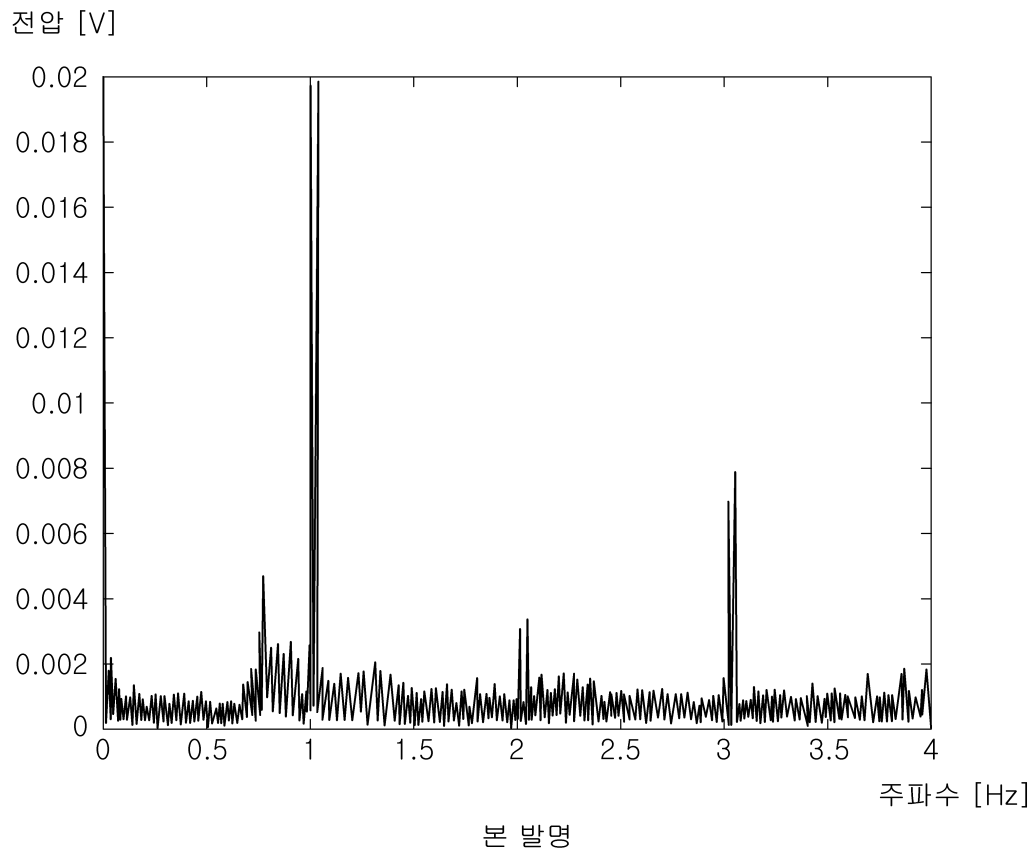
도면8

전압 [V]



종래

도면9



도면10

