



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0002210
(43) 공개일자 2012년01월05일

(51) Int. Cl.

H03K 5/135 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0062981

(22) 출원일자 2010년06월30일

심사청구일자 2010년06월30일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 중암로 1 (안암동5가, 고려대역)

(72) 발명자

김철우

서울특별시 성북구 길음로 16, 605동 1301호 (길음동, 길음뉴타운)

황세욱

서울특별시 성동구 마장동 현대아파트 818번지 102-404

송민영

서울특별시 도봉구 덕릉로66길 17, 1711동 608호 (창동, 주공아파트)

(74) 대리인

특허법인 신성

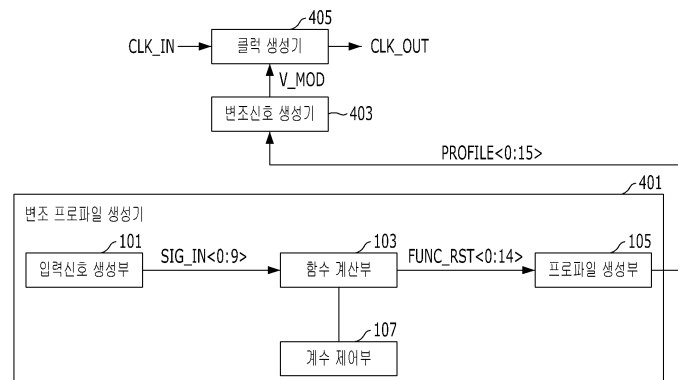
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 변조 프로파일 생성기 및 이를 구비한 확산 스펙트럼 클럭 생성기

(57) 요약

본 발명은 변조 프로파일 생성기 및 이를 구비한 확산 스펙트럼 클럭 생성기에 관한 것이다. 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기는, 변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부, 상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부 및 상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부를 포함한다. 본 발명에 의하면, 전자파 장애를 효과적으로 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부;
상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부; 및
상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부
를 포함하는 변조 프로파일 생성기.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 입력신호 생성부는
일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성하는
변조 프로파일 생성기.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 프로파일 생성부는
상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시
켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성하는
변조 프로파일 생성기.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 함수는
뉴턴-랩슨 공식에 의한 근사식을 이용하는
변조 프로파일 생성기.

청구항 5

제 2항에 있어서,
상기 일정 주파수는 다양한 값으로 조정이 가능하고,
상기 일정 형태는 삼각파 형태인
변조 프로파일 생성기.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 함수의 계수를 제어하여 상기 비선형 변조 프로파일의 형태를 결정하는 계수 제어부를 더 포함하는 변조 프로파일 생성기.

청구항 7

변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부;

상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부;

상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부; 및

상기 비선형 변조 프로파일에 대응하는 변조신호를 이용하여 상기 비선형 변조 프로파일과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지는 출력클럭을 생성하는 클럭 생성기

를 포함하는 확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 입력신호 생성부는

일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성하는

확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 프로파일 생성부는

상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성하는

확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 함수는

뉴턴-랩슨 공식에 의한 근사식을 이용하는

변조 프로파일 생성기.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 일정 주파수는 다양한 값으로 조정이 가능하고,

상기 일정 형태는 삼각파 형태인

확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 12

제 7항에 있어서,

상기 함수의 계수를 제어하여 상기 비선형 변조 프로파일의 형태를 결정하는 계수 제어부를 더 포함하는 확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 13

제 7항에 있어서,

상기 프로파일 생성부에서 생성된 상기 비선형 변조 프로파일을 델타-시그마 변환하여 제 1 가공정보를 생성하는 델타-시그마 변조기;

상기 제 1 가공정보를 입력받아 주파수 변조비율을 조절하여 제 2 가공정보를 생성하는 변조비율 제어기; 및

상기 제 2 가공정보를 디지털-아날로그 변환하여 상기 변조신호를 생성하는 디지털-아날로그 변환기

를 더 포함하는 확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 델타-시그마 변조기는

3차 델타-시그마 변조기인

확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 변조비율 제어기는

0%부터 3.5%까지 0.5% 단위로 상기 주파수 변조비율을 조절하는

확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 16

제 7항에 있어서,

상기 클럭 생성기는

기준클럭의 주파수에 응답하여 제 1 전압을 생성하는 제 1 주파수-전압 변환기;

분주된 출력클럭의 주파수와 상기 변조신호에 응답하여 제 2 전압을 생성하는 제 2 주파수-전압 변환기;

상기 제 1 전압에 응답하여 충전전류를 생성하고, 상기 제 2 전압에 응답하여 방전전류를 생성하는 전하펌프;

상기 충전전류와 상기 방전전류에 의해 충/방전되며 제어전압을 생성하는 루프필터;

상기 제어전압에 응답하여 출력클럭을 생성하는 전압제어발진기; 및

상기 출력클럭을 분주시켜 상기 분주된 출력클럭을 생성하는 분주기를 포함하는
확산 스펙트럼 클럭 생성기.

청구항 17

변조 프로파일 생성을 위해 일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성하는 단계;
상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 단계; 및
상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계
를 포함하는 변조 프로파일 생성 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,
상기 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계는
상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시
켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성하는
변조 프로파일 생성 방법.

청구항 19

제 17항에 있어서,
상기 함수는
뉴턴-랩슨 공식에 의한 근사식을 이용하는
변조 프로파일 생성 방법.

청구항 20

변조 프로파일 생성을 위해 일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성하는 단계;
상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 단계;
상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계; 및
상기 비선형 변조 프로파일에 대응하는 변조신호를 이용하여 상기 비선형 변조 프로파일과 같은 형태로 변조된
주파수를 가지는 출력클럭을 생성하는 단계
를 포함하는 확산 스펙트럼 클럭 생성 방법.

청구항 21

제 20항에 있어서,
상기 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계는
상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시
켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계를 포함하는

확산 스펙트럼 클럭 생성 방법.

청구항 22

제 20항에 있어서,

상기 출력클럭을 생성하는 단계는

상기 비선형 변조 프로파일을 델타-시그마 변환하여 제 1 가공정보를 생성하는 단계;

상기 제 1 가공정보를 입력받아 주파수 변조비율을 조절하여 제 2 가공정보를 생성하는 단계;

상기 제 2 가공정보를 디지털-아날로그 변환하여 상기 변조신호를 생성하는 단계; 및

상기 변조신호를 이용하여 상기 비선형 변조 프로파일과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지는 출력클럭을 생성하는 단계를 포함하는

확산 스펙트럼 클럭 생성 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전자파 장해 감소를 위한 확산 스펙트럼 클럭 발생기 및 이에 사용되는 변조 프로파일 생성기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 급속한 기술 발달로 반도체의 처리 속도가 증가함에 따라, 그 시스템에 사용되는 클럭 신호의 속도 및 메모리 소자의 동작 주파수 또한 계속 높아지고 있다. 이에 따라 전자기기에서 발생하는 전자파 장해(Electro Magnetic Interference, EMI)로 인해 주변 회로의 오동작을 야기하는 등의 문제 또한 증가하게 된다.

[0003] 확산 스펙트럼 클럭 생성기(Spread Spectrum Clock Generator, 이하 SSCG)는 이러한 EMI 효과를 줄이는 데 있어서 효과적인 회로이다. SSCG는 여러 가지 방법으로 구현될 수 있는데, 가장 널리 쓰이는 방법은 위상고정루프(Phase Locked Loop)의 분주비(Division Factor)를 조정하여 주파수를 미세하게 흔들어 주는 방법이다. 이러한 다중 분주비 분주기는 전압제어발진기(Voltage Controlled Oscillator)의 다중 위상을 이용하여 다중 분주비를 만들거나, 여러 분주비의 분주기를 합하여 구현할 수 있다. 또한, 전압제어발진기의 제어전압을 직접 변조하여 발진기의 출력 주파수를 흔들어 주는 방법 또한 사용된다.

[0004] 그러나, 위상고정루프의 분주비를 조정하는 다중 분주비 분주기의 경우 복잡한 구조의 분주기를 필요로 하고, 출력클럭의 속도가 증가함에 따라 시간 여유(Timing Margin)가 줄어들어 그 구현에 한계가 있다. 직접 전압제어 발진기의 제어전압을 제어하는 방법의 경우, 다중 분주비 분주기에 비해 구현은 간단하지만, 큰 값의 커패시터를 필요로 하여 매우 큰 면적을 차지하게 된다.

[0005] SSCG의 가장 중요한 구성인 변조 프로파일 생성기의 경우, 허쉬-키스 프로파일(Hershey-Kiss Profile)이 가장 효과적인 프로파일 파형이라고 알려져 있다. 그러나 이 방식은 일반적으로 메모리를 사용하여 구현해야 하고, 사용되는 메모리가 차지하는 면적 및 소모 전력이 커 현재 대부분의 집적회로에는 사용되기 어렵다.

[0006] 그리하여, 1) 계수기(Counter)를 이용한 삼각파형 프로파일(Triangular Profile)을 많은 설계자들이 사용하고 있는데, 이 방식은 면적과 전력 소모 측면에서 효율적이고 구현이 간단하다는 이점이 있으나, 전자파 장해 감소 효과가 허쉬-키스 방식에 비해 많이 떨어진다. 2) 그 대안으로, 삼각파형 프로파일을 구간별로 나누어 선형적인 기울기를 변화시킴으로써 허쉬-키스 프로파일과 유사한 파형을 가지도록 하는 구분 선형 변조 방식(Piecewise Linear Modulation)이 사용되기도 한다. 이 방식은 삼각파형 방식보다는 전자파 장해 감소 효과가 좋으나, 허쉬-키스 방식과 같은 비선형 프로파일에 가깝게 구현하기 위해서는 프로파일의 구간을 미세하게 나누어야 하고, 이에 따라 회로의 복잡도가 증가하며 각 구간별 기울기를 저장하기 위한 추가적인 메모리 사용이 요구된다. 따

라서 회로의 면적 및 전력 소모 또한 커지게 되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 메모리를 사용하지 않고 전력과 면적을 적게 사용하면서도 이상적인 형태의 변조 프로파일을 생성하는 변조 프로파일 생성기를 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0008] 또한 본 발명은 종래 위상고정루프 방식의 SSCG보다 구현이 간단하고 적은 면적을 차지하면서도 높은 전자파 장해 감소 효과를 가지는 주파수고정루프 기반의 SSCG를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기는, 변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부, 상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부 및 상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부를 포함한다.
- [0010] 상기 프로파일 생성부는 상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성한다.
- [0011] 본 발명에 의한 확산 스펙트럼 클럭 생성기는, 변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부, 상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부, 상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부 및 상기 비선형 변조 프로파일에 대응하는 변조신호를 이용하여 상기 비선형 변조 프로파일과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지는 출력클럭을 생성하는 클럭 생성기를 포함한다.
- [0012] 상기 클럭 생성기는, 기준클럭의 주파수에 응답하여 제 1 전압을 생성하는 제 1 주파수-전압 변환기, 상기 제 1 주파수-전압 변환기를 제어하기 위한 제어펄스를 생성하는 제 1 펄스 생성기, 분주된 출력클럭의 주파수와 상기 변조신호에 응답하여 제 2 전압을 생성하는 제 2 주파수-전압 변환기, 상기 제 2 주파수-전압 변환기를 제어하기 위한 제어펄스를 생성하는 제 2 펄스 생성기, 상기 제 1 전압에 응답하여 충전전류를 생성하고, 상기 제 2 전압에 응답하여 방전전류를 생성하는 전하펌프, 상기 충전전류와 상기 방전전류에 의해 충/방전되며 제어전압을 생성하는 루트필터, 상기 제어전압에 응답하여 출력클럭을 생성하는 전압제어발진기 및 상기 출력클럭을 분주시켜 상기 분주된 출력클럭을 생성하는 분주기를 포함한다.
- [0013] 본 발명에 의한 확산 스펙트럼 클럭 생성 방법은, 변조 프로파일 생성을 위해 일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성하는 단계, 상기 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 단계, 상기 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계 및 상기 비선형 변조 프로파일에 대응하는 변조신호를 이용하여 상기 비선형 변조 프로파일과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지는 출력클럭을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계는, 상기 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 상기 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시켜, 상기 파형의 1/2 주파수를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 의하면, 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수를 이용하여 이상적인 허쉬-키스 프로파일의 형태에 가까운 변조 프로파일을 생성할 수 있고, 따라서 전자파 장해를 매우 효과적으로 감소시킬 수 있다.
- [0016] 또한, 간단한 함수 계산부를 이용하는 변조 프로파일 생성기의 구현이 가능하므로, 메모리를 사용하지 않아 적은 면적을 차지하고 적은 전력을 소모하는 장점이 있다.

[0017] 또한, 주파수-전압 변환기를 이용한 주파수고정루프(Frequency Locked Loop)의 사용으로, 복잡한 분수분주기나 큰 커패시터가 필요 없는 SSCG를 보다 간단히, 적은 면적으로 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기의 일 실시예 구성도.
 도 2A 내지 도 2C는 도 1의 변조 프로파일 생성기의 각 블록에서 생성되는 파형의 그래프.
 도 3은 변조 프로파일의 3가지 형태에 따른 주파수 스펙트럼을 나타낸 도면.
 도 4는 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기를 구비한 확산 스펙트럼 클럭 생성기(SSCG)의 일 실시예 구성도.
 도 5는 도 4의 변조신호 생성기(403)의 일 실시예 구성도.
 도 6은 도 4의 클럭 생성기(405)의 일 실시예 구성도.
 도 7은 주파수-전압 변환기의 일 실시예 회로도.
 도 8A는 펄스 생성기에서 생성되는 제어펄스들의 파형을 나타낸 그래프.
 도 8B는 제어펄스에 따른 주파수-전압 변환기의 각 노드별 전압 변화를 나타낸 그래프.
 도 9는 도 7의 주파수-전압 변환기의 노드 2의 전압이 최종 값으로 수렴하는 과정을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 도 1은 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기의 일 실시예 구성도이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기는, 변조 프로파일 생성을 위한 입력신호를 생성하는 입력신호 생성부(101), 입력신호에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 함수 계산부(103) 및 함수 계산 결과를 이용하여 비선형 변조 프로파일을 생성하는 프로파일 생성부(105)를 포함한다. 또한 함수 계산시 함수의 계수를 제어하여 비선형 변조 프로파일의 형태를 결정하는 계수 제어부(107)를 더 포함할 수 있다.

[0022] 입력신호 생성부(101)는 일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호를 생성할 수 있다. 일반적으로 숫자를 증가시켰다가 감소시켰다가 하는 계수기(Counter) 구조로 되어 있고, 그 증감의 폭을 조절함으로써 입력신호의 주파수를 다양한 값으로 조정할 수 있다. 즉, 입력신호의 주파수를 높게 또는 낮게 함으로써 그에 따른 변조 프로파일의 주파수를 조절할 수 있다. 또한, 일정 시간 동안 일정 숫자만큼 신호값을 증가시키고 다음 일정 시간 동안 동일 숫자만큼 신호값을 감소시킴으로써 삼각파 형태의 입력신호를 생성할 수 있다.

[0023] 함수 계산부(103)는 허쉬-키스 프로파일에 가까운 비선형의 프로파일을 생성하기 위해, 그 결과가 입력신호값들의 제공된 그래프 형태가 되도록 입력신호의 함수 계산을 수행한다. 함수 계산을 위해서는 곱셈기와 나눗셈기를 필요로 하는데, 나눗셈기는 디지털 코드를 이용하여 합성(Synthesis)이 가능하므로, 실제 물리적 회로는 복잡하나 구현은 매우 간단하다.

[0024] 제공된 그래프 형태를 얻기 위한 함수 계산에 있어서, 뉴턴-랩슨 공식(Newton-Raphson's Formula)이 이용될 수 있다. 뉴턴-랩슨 공식이란 어떤 수의 제곱근을 구하는 방법 중에 하나로서, 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$y_{n+1} = \frac{1}{2} \left(y_n + \frac{x}{y_n} \right) \approx \sqrt{x}$$

[0025]

[0026]

위의 수학식 1을 바탕으로 $y = \sqrt{x}$ 의 그래프 형태를 그릴 수 있다. 그러나 이 식을 그대로 이용할 경우 y_n, y_{n+1} 과 같이 반복연산(iteration)이 요구되는데, 이것은 시간이 오래 걸리고 비효율적이다. 따라서, 다음의 근사식(수학식 2)에서와 같이 y_n 항을 $y_n = ax + b$ 의 간단한 1차 수식으로 치환하여 반복연산을 생략하고 $y = \sqrt{x}$ 와 근접한 파형을 만들 수 있다.

수학식 2

$$\begin{aligned} y &= \frac{1}{2} \left(ax + b + \frac{x}{ax + b} \right) \\ &= \frac{a}{2} \left(x + \frac{b}{a} + \frac{(1/a^2)x}{x + \frac{b}{a}} \right) \\ &\approx \frac{\beta a}{2} \left(x + \frac{b}{a} + s \left[\frac{(1/a^2)x}{x + \frac{b}{a}} \right] \right) \end{aligned}$$

[0027]

[0028]

계수 제어부(107)는 수학식 2의 a, b, β, s 값들을 다르게 함으로써 그래프의 기울기, 곡선의 굽은 정도 등을 미세하게 제어할 수 있고, 이를 통해 변조 프로파일의 형태를 결정하게 된다.

[0029]

프로파일 생성부(105)는 함수 계산부(103)의 계산 결과 얻은 파형을 이용하여 허쉬-키스 프로파일과 같은 형태를 가지는 비선형 변조 프로파일을 생성한다. 이를 위해, 함수 계산 결과 생성된 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 그 피크값을 기준으로 대칭이동시키는 방법을 사용할 수 있다. 파형의 대칭이동에는 덧셈과 뺄셈 연산만이 필요하므로, 비교적 간단한 구현이 가능하다. 대칭이동 방법에 대해서는 이하 도 2를 통해 상술한다.

[0030]

도 2A 내지 도 2C는 도 1의 변조 프로파일 생성기의 각 블록에서 생성되는 파형의 그래프이다.

[0031]

도 2A는 입력신호 생성부(101)에서 생성된 삼각파 형태의 입력신호를 나타낸다.

[0032]

도 2B는 함수 계산부(103)에서 뉴턴-랩슨 공식에 의한 근사식을 이용하여 입력신호의 함수 계산을 수행함으로써 얻어진 비선형의 파형을 나타낸다. 일정한 제공된 그래프 형태의 파형이 일정 주기를 가지고 반복되는 것을 볼 수 있다.

[0033]

도 2C는 프로파일 생성부(105)를 통해 최종적으로 생성된 비선형 변조 프로파일을 나타낸다. 도 2B의 파형에서 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 그 파형의 피크값을 기준으로 대칭이동시키면, 도 2C와 같이 허쉬-키스 프로파일과 매우 유사한 형태의 프로파일을 얻을 수 있다. 이 때 최종 프로파일의 주기는 함수 계산 결과 파형(도 2

B)의 2배가 되므로, 주파수는 1/2로 줄어든다.

- [0034] 도 3은 변조 프로파일의 3가지 형태에 따른 주파수 스펙트럼을 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 3을 참조하면, 일반적인 삼각파 형태의 프로파일(c)에 의한 스펙트럼(d)보다 본 발명과 같은 비선형 프로파일(e)에 의한 스펙트럼(f)이 더 낮은 파워에서 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기를 사용함으로써 전자파 장애 감소 효과를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0036] 도 4는 본 발명에 의한 변조 프로파일 생성기를 구비한 확산 스펙트럼 클럭 생성기(SSCG)의 일 실시예 구성도이다.
- [0037] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 확산 스펙트럼 클럭 생성기(SSCG)는, 입력신호 생성부(101), 입력신호(SIG_IN<0:9>)에 대한 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 결과(FUNC_RST<0:14>)를 산출하는 함수 계산부(103) 및 함수 계산 결과(FUNC_RST<0:14>)를 이용하여 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)을 생성하는 프로파일 생성부(105)를 포함하는 변조 프로파일 생성기(401)와, 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)에 대응하는 변조신호를 생성하는 변조신호 생성기(403) 및 변조신호를 이용하여 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지는 출력클럭(CLK_OUT)을 생성하는 클럭 생성기(405)를 포함한다.
- [0038] 변조 프로파일 생성기(401)는 도 1 및 도 2A 내지 도 2C를 통해 상술한 바와 같이, 입력신호 생성부(101)에서 일정 주파수 및 일정 형태를 가지는 입력신호(SIG_IN<0:9>), 특히 삼각파 형태의 입력신호(SIG_IN<0:9>)가 만들어지고, 함수 계산부(103)에서 입력신호(SIG_IN<0:9>)에 대한 뉴턴-랩슨 공식 기반의 함수 계산을 수행하여 제공된 그래프 형태의 파형이 생성되며, 프로파일 생성부(105)에서 그 파형의 홀수번째 또는 짝수번째 주기를 피크값 기준으로 대칭이동시켜 허쉬-키스 프로파일과 같은 형태의 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)을 생성한다. 또한, 함수의 계수를 제어하여 미세한 프로파일의 형태를 결정하는 계수 제어부(107)를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 여기에서 입력신호(SIG_IN<0:9>)는 10비트의 디지털 신호일 수 있고, 함수 계산부(103)의 계산 결과(FUNC_RST<0:14>)는 15비트의 디지털 신호일 수 있으며, 프로파일 생성부(105)에서 최종 생성된 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)은 16비트의 디지털 신호일 수 있다.
- [0040] 또한 입력신호 생성기(101)는 2비트의 제어신호<0:1>(도면에 미도시)를 입력받아 프로파일의 주파수를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어신호<0:1>의 입력값이 1인 경우 33kHz, 2인 경우 66kHz, 3인 경우 99kHz에 대응되어, 생성되는 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)이 다양한 주파수를 가지도록 할 수 있다.
- [0041] 도 5는 도 4의 변조신호 생성기(403)의 일 실시예 구성도이다.
- [0042] 도 4의 SSCG의 경우, 변조 프로파일 생성기(401)는 디지털 신호를 생성하여 출력하는 데 반해, 클럭 생성기(405)는 아날로그 신호를 입력받도록 설계되어 있다. 따라서 변조신호 생성기(403)는 디지털 형태의 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)을 아날로그 형태의 변조신호(V_MOD)로 변환해 주는 역할을 수행한다.
- [0043] 도 5를 참조하면, 변조신호 생성기(403)는, 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)을 델타-시그마 변환하여 제 1 가공정보(INFO_1<0:2>)를 생성하는 델타-시그마 변조기(501), 제 1 가공정보(INFO_1<0:2>)를 입력받아 주파수 변조비율을 조절하여 제 2 가공정보(INFO_2<0:8>)를 생성하는 변조비율 제어기(503) 및 제 2 가공정보(INFO_2<0:8>)를 디지털-아날로그 변환하여 변조신호(V_MOD)를 생성하는 디지털-아날로그 변환기(505)를 포함한다.
- [0044] 델타-시그마 변조기(501)는 일종의 샘플링(Sampling) 기능을 수행하며, 본 발명에 의한 SSCG에서는 3차 델타-시그마 변조기가 사용될 수 있다. 위상고정루프를 사용하는 SSCG의 경우, 3차 델타-시그마 변조기를 사용하기 위해서는 8개의 분수 분주비를 갖는 분주기가 필요한데 이는 설계가 매우 어려우므로 1차 델타-시그마 변조기를 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 1차 델타-시그마 변조기를 사용할 경우 저역통과필터(Low Pass Filter, 이하 LPF)에서의 프로파일 복원에 있어 그 성능이 떨어져 전자파 장애 감소 효과가 줄어든다. 반면에, 본 발명에 의한 SSCG에서는 주파수고정루프(Frequency Locked Loop)를 사용하는 클럭 생성기(405)를 사용함으로써, (이하 도 6 내지 도 9를 통해 상술한다) 프로파일 해상도가 높은 3차 델타-시그마 변조기의 구현이 용이하게 된다. 주파

수고정루프 기반의 SSCG는 3차 델타-시그마 변조기의 출력신호를 간단한 디코딩에 의해 바로 디지털-아날로그 변환기(505)의 입력으로 전송할 수 있다.

[0045] 변조비율 제어기(503)는 3비트의 제어신호<0:2>(도면에 미도시)를 입력받아 0% ~ 3.5%의 범위에서 주파수 변조 비율을 조절할 수 있다. 즉, 제어신호<0:2>가 0부터 7까지의 정수 입력값을 가질 경우, 각 입력값에 대해 0%부터 3.5%까지 0.5% 단위로 차이를 두어 주파수 변조비율을 대응시킬 수 있다. 또한 기준 주파수를 측정하는 쪽의 디지털-아날로그 변환기의 입력 신호를 조절하여 위쪽 확산(Up Spreading)과 아래쪽 확산(Down Spreading)이 모두 가능하다. 예를 들어, 입력클럭(CLK_IN)의 주파수가 100MHz이고 주파수 변조비율이 1%인 경우, 아래쪽 확산에 의한 출력클럭(CLK_OUT)은 99MHz ~ 100MHz 범위에서, 위쪽 확산에 의한 출력클럭(CLK_OUT)은 100MHz ~ 101MHz 범위에서 변조된 주파수를 가지게 된다.

[0046] 디지털-아날로그 변환기(505)는 변조비율 제어기(503)에서 생성된 제 2 가공정보(INFO_2<0:8>)를 디지털-아날로그 변환하여 변조신호(V_MOD)를 생성한 후, 이를 클럭 생성기(405)로 전달한다. 디지털-아날로그 변환기(505)는 총 200개의 기본 전류 셀을 사용하여 0.5% 단위로 주파수 변조 비율을 조절할 수 있다. 생성된 변조신호(V_MOD)는 아날로그 전압값을 가질 수 있다.

[0047] 여기에서 제 1 가공정보(INFO_1<0:2>)는 3비트의 디지털 신호일 수 있고, 제 2 가공정보(INFO_2<0:8>)는 9비트의 디지털 신호일 수 있다.

[0048] 도 6은 도 4의 클럭 생성기(405)의 일 실시예 구성도이다.

[0049] SSCG의 출력클럭 생성기는 위상고정루프 또는 주파수고정루프로 이루어질 수 있다. 도 6에서는 위상고정루프에 비해 구현이 쉽고 면적을 적게 차지하면서도 높은 수준의 전자파 장해 감소 효과를 가져오는 주파수고정루프로 구성된 클럭 생성기(405)의 일 실시예를 도시하였다.

[0050] 도 6을 참조하면, 클럭 생성기(405)는, 기준클럭(CLK_REF)의 주파수에 응답하여 제 1 전압(V1)을 생성하는 제 1 주파수-전압 변환기(601), 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수와 변조신호(V_MOD)에 응답하여 제 2 전압(V2)을 생성하는 제 2 주파수-전압 변환기(603), 제 1 전압(V1)에 응답하여 충전전류를 생성하고, 제 2 전압(V2)에 응답하여 방전전류를 생성하는 전하펌프(613), 충전전류와 방전전류에 의해 충/방전되며 제어전압을 생성하는 루프필터(615), 제어전압에 응답하여 출력클럭(CLK_OUT)을 생성하는 전압제어발진기(617) 및 출력클럭(CLK_OUT)을 분주시켜 분주된 출력클럭(CLK_DIV)을 생성하는 분주기(619)를 포함한다.

[0051] 여기에서 기준클럭(CLK_REF)은 SSCG에 직접 입력되는 입력클럭(CLK_IN)일 수도 있고, 또는 입력클럭(CLK_IN)을 일정한 분주비로 분주시킨 클럭일 수도 있다.

[0052] 본 실시예에서, 제 1 주파수-전압 변환기(601)는 제 1 펄스 생성기(605) 및 제 1 전압 생성기(607)를 포함하고, 제 2 주파수-전압 변환기(603)는 제 2 펄스 생성기(609) 및 제 2 전압 생성기(611)를 포함한다.

[0053] 제 1 펄스 생성기(605) 및 제 2 펄스 생성기(609)는 각각 기준클럭(CLK_REF)의 주파수 및 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수에 대응하는 하나 이상의 제어펄스를 생성하고, 이러한 제어펄스를 통해 제 1 전압 생성기(607)와 제 2 전압 생성기(611) 내의 여러 스위치들을 제어함으로써 제 1 전압(V1) 및 제 2 전압(V2)을 생성하도록 한다. 이에 대해서는 이하 도 7 내지 도 9를 통해 상술한다.

[0054] 제 1 주파수-전압 변환기(601)는 고정된 주파수의 기준클럭(CLK_REF)을 입력받을 수 있고, 출력되는 제 1 전압(V1) 또한 그에 대응하는 고정된 값일 수 있다. 반면에 제 2 주파수-전압 변환기(603)의 경우, 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)의 형태에 따라 생성된 변조신호(V_MOD)를 입력받게 되므로, 출력되는 제 2 전압(V2)은 계속 변하게 있고, 일정 주기와 형태를 가질 수 있다.

[0055] 전하펌프(613)는 제 1 전압(V1)의 크기에 대응하는 충전전류 및 제 2 전압(V2)의 크기에 대응하는 방전전류를 생성하여 루프필터(615)로 보낸다. 루프필터(615)는 전하펌프(613)에서 생성된 충전/방전전류에 의해 제어전압을 생성하고, 전압제어발진기(617)는 제어전압에 대응하는 주파수의 출력클럭(CLK_OUT)을 발생시킨다. 출력클럭(CLK_OUT)은 클럭 생성기(405)의 외부로 출력됨과 동시에, 분주기(615)를 통해 분주되어 제 2 주파수-전압 변환기(603)로 입력된다.

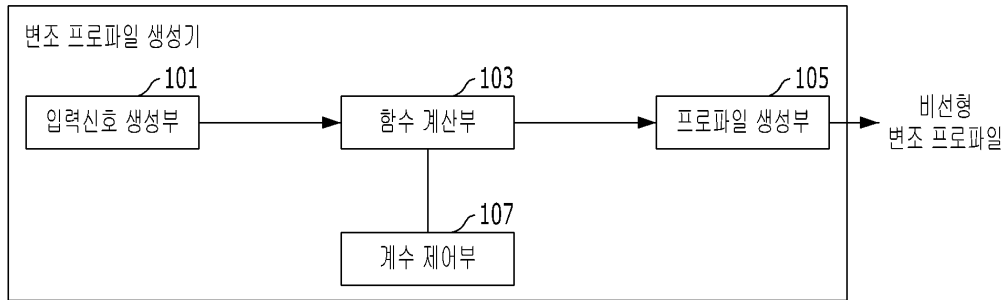
[0056] 이러한 과정을 통해, 출력클럭(CLK_OUT)은 변조 프로파일 생성기(401)에서 생성된 비선형 변조 프로파일(PROFILE<0:15>)과 같은 형태로 변조된 주파수를 가지게 된다.

- [0057] 도 7은 제 2 전압 생성기(611)의 일 실시예 회로도이다. 도 8A는 제 2 펄스 생성기(609)에서 생성되는 제어펄스 1,2,3(CP1, CP2, CP3)의 파형을 나타낸 그래프이고, 도 8B는 제어펄스 1,2,3(CP1, CP2, CP3)에 따른 제 2 전압 생성기(611)의 각 노드별 전압 변화를 설명하기 위한 그래프이다. 도 9는 제 2 전압 생성기(611)의 노드 2의 전압이 최종 값으로 수렴하는 과정을 나타낸 그래프이다.
- [0058] 도 7을 참조하면, 트랜지스터 T1은 변조신호(V_MOD)에 따라 회로에 공급될 입력전류의 크기를 결정하는 전류원으로 동작한다. 트랜지스터 S1, S2, S3 및 S4는 모두 스위치들로서, 커패시터 C1과 C2에 전하를 충전하고 방전하는 역할을 한다.
- [0059] 도 8A의 제어펄스 1,2,3(CP1, CP2, CP3)은 각각 도 7의 S1, S2, S3를 제어한다. 제어펄스의 주파수는 제 2 펄스 생성기(609)로 입력되는 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수에 대응되며, 본 실시예에서는 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수의 1/2 주파수를 가지도록 설계되었다.
- [0060] 제어펄스 1(CP1)이 Low일 때 S1은 On 상태가 되어 C1으로 전하가 충전된다. 도 8B에서 노드 1의 전압이 상승하는 구간이다. 제어펄스 1(CP1)이 High로 되면 S1은 Off 되어 전류를 차단하고 C1은 충전된 전하를 유지하여 노드 1의 전압이 일정하게 유지된다. 이 때 제어펄스 2,3(CP2, CP3)은 Low 상태이다.
- [0061] 제어펄스 2(CP2)가 High로 되면 S2가 On 되어 C1의 전하가 C2로 분배된다. 이 때 노드 1의 전압은 떨어지고 노드 2의 전압은 노드 1과 동일해질 때까지 상승한다. 제어펄스 2(CP2)가 Low로 되면 S2는 Off 되어 노드 1, 2의 전압이 동일한 상태로 유지된다.
- [0062] 제어펄스 3(CP3)이 High로 되면 S3이 On 되어 C1에 남아있던 전하가 빠져나가 노드 1의 전압이 초기값 0[V]로 리셋(Reset)된다. C2의 전하는 그대로 유지되므로 노드 2의 전압 또한 그대로 유지된다.
- [0063] 이러한 과정은 C2에 충전되는 전하량이 C1에 최대로 충전되는 전하량과 같아질 때까지, 즉 노드 2의 전압이 노드 1의 최대 전압과 같아질 때까지 반복된다. 이를 통해 노드 2의 전압은 도 9와 같이 점진적으로 증가하여 최종값으로 수렴한다. 이 최종값이 제 2 주파수-전압 변환기(603)의 출력전압인 제 2 전압(V2)이 된다.
- [0064] 만약 클럭의 주파수가 높아지면 제어펄스들의 주기가 짧아지고, 특히 제어펄스 1(CP1)이 Low 상태로 있는 시간이 짧아진다. 따라서 C1으로 충전되는 전하량이 적어지고 노드 1의 최대 전압이 낮아지며 그에 따라 노드 2의 전압의 최종값 또한 낮아지게 된다. 반대로 클럭의 주파수가 높아지면 제어펄스 1(CP1)의 Low 구간이 길어져 노드 1의 최대 전압 및 노드 2의 전압의 최종값이 높아진다. 즉, 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수가 높으면 제 2 전압(V2)은 낮아지고, 분주된 출력클럭(CLK_DIV)의 주파수가 낮으면 제 2 전압(V2)은 높아진다.
- [0065] 변조신호(V_MOD)는 T1의 입력전류의 크기를 제어하므로, 변조신호(V_MOD)의 값이 높으면 입력전류의 크기가 커져 노드 1의 전압이 더 빠르게 상승하고, 변조신호(V_MOD)의 값이 낮으면 입력전류가 작아져 노드 1의 전압이 더 느리게 상승하도록 할 수 있다. 즉, 도 8B에서 노드 1의 전압이 상승하는 구간의 기울기를 변화시켜 노드 1의 최대 전압 및 노드 2의 전압의 최종값을 제어할 수 있다.
- [0066] 제 1 주파수-전압 변환기(603) 또한 제 2 주파수-전압 변환기(601)와 동일하게 설계될 수 있다. 따라서 도 7 내지 도 9를 통해 설명한 내용은 제 1 주파수-전압 변환기(603)에도 적용이 가능하다. 다만 제 1 전압 생성기(607)의 경우, 도 7에서 T1으로 입력되는 변조신호(V_MOD)는 고정된 값일 수 있다. 이 경우 입력 전류의 크기는 일정하게 유지되고, 제 1 전압(V1)의 크기는 기준클럭(CLK_REF)의 주파수에 의해서만 결정된다.
- [0067] 전술한 바와 같이, 본 발명에서는 제공된 그래프 형태의 결과를 산출하는 간단한 함수 계산기를 이용하여 허쉬-키스 프로파일에 가까운 이상적인 형태의 변조 프로파일을 생성하는 변조 프로파일 생성기를 구현하였으며, 이를 통해 전자파 장해 감소 효과를 극대화할 수 있도록 하였다. 또한 위상고정루프 방식이 아닌, 주파수-전압 변환기를 사용하는 주파수고정루프 기반의 SSCG를 제안하여, 구현이 간단하고 적은 면적을 차지하면서도 높은 전자파 장해 감소 효과를 가지도록 하였다.
- [0068] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을

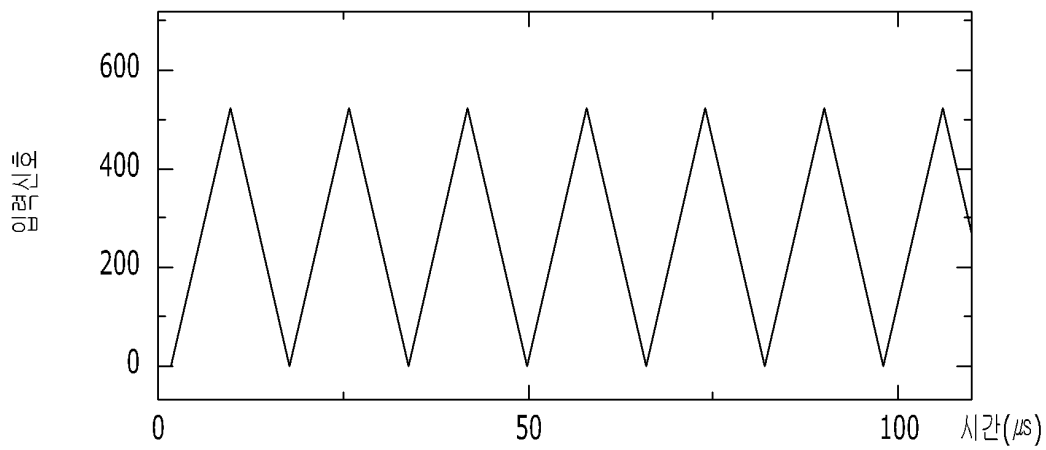
벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

도면

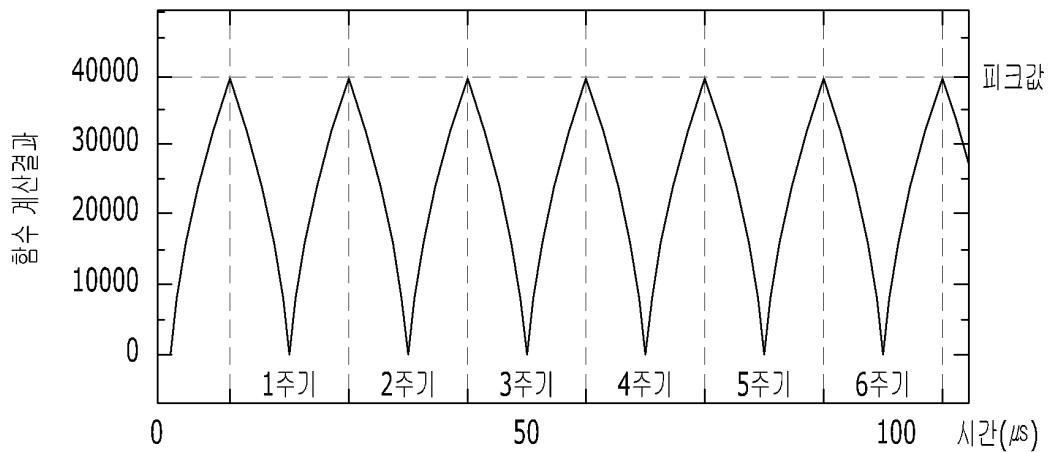
도면1



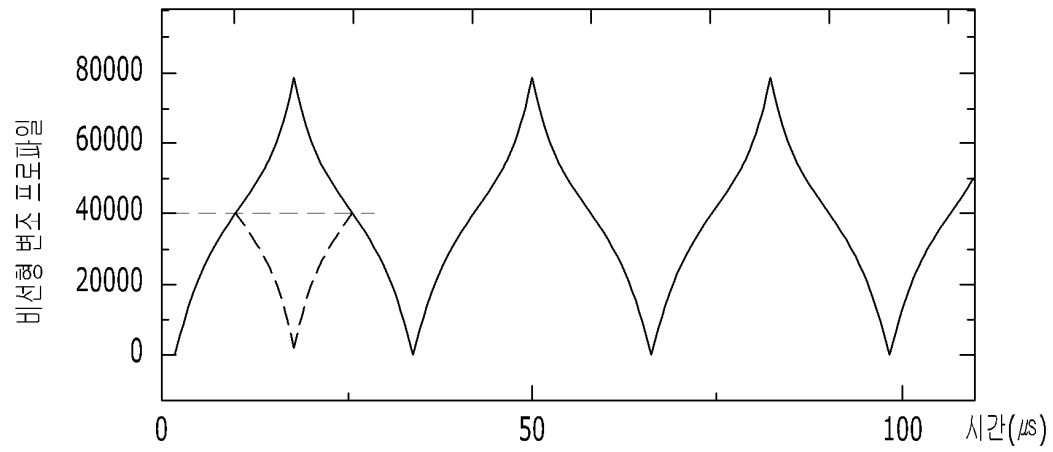
도면2a



도면2b



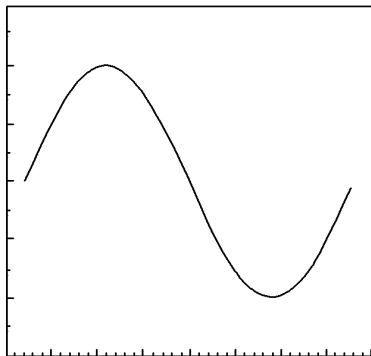
도면2c



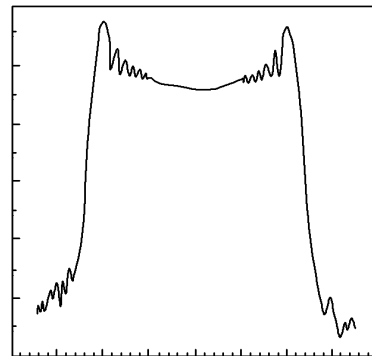
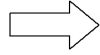
도면3

변조 프로파일

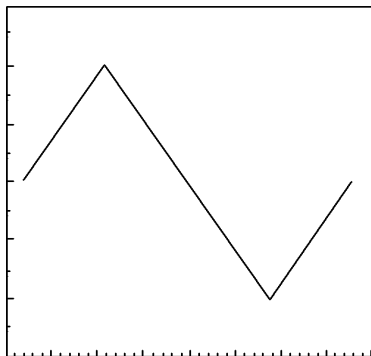
주파수 스펙트럼



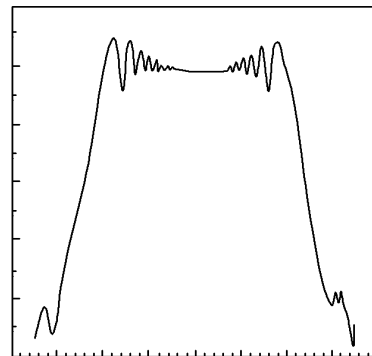
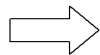
(a)



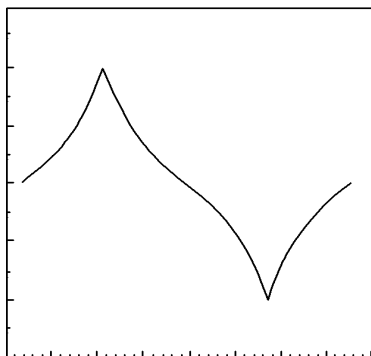
(b)



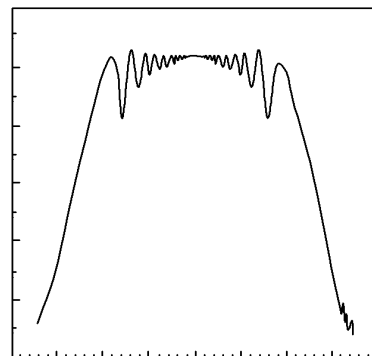
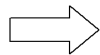
(c)



(d)

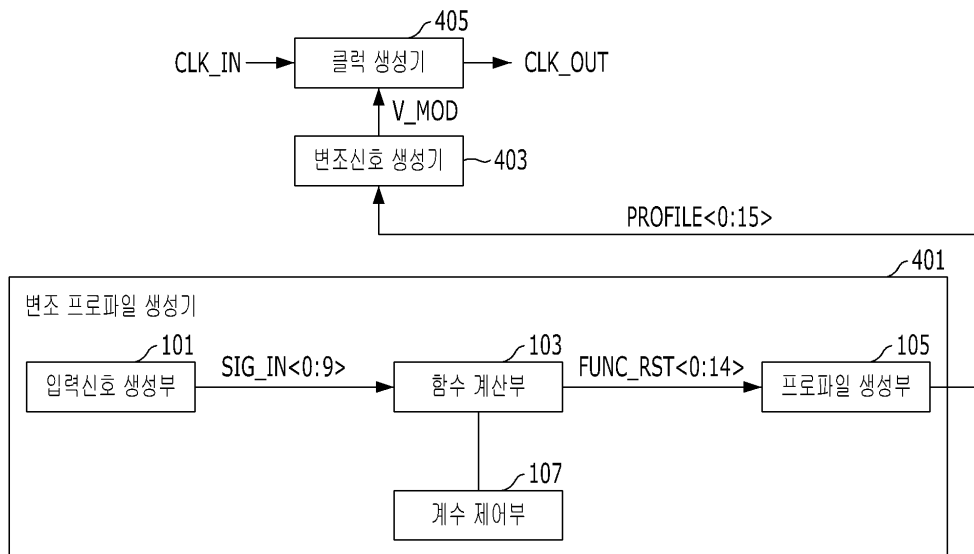


(e)

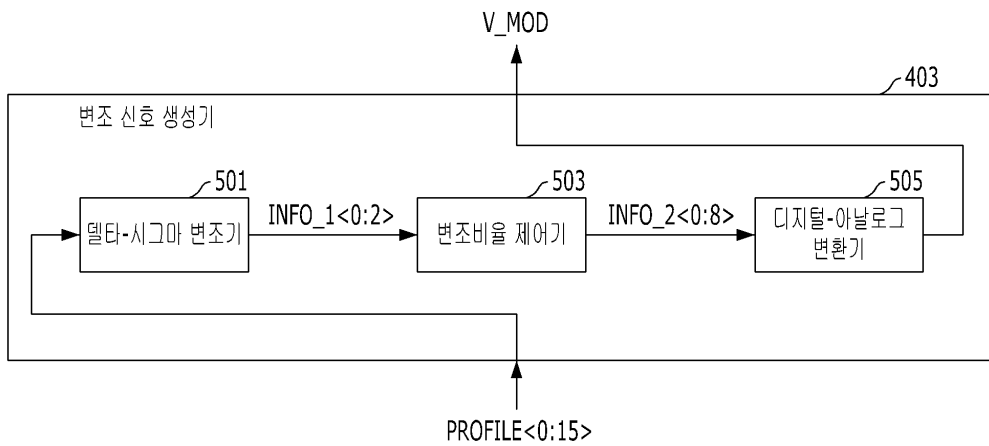


(f)

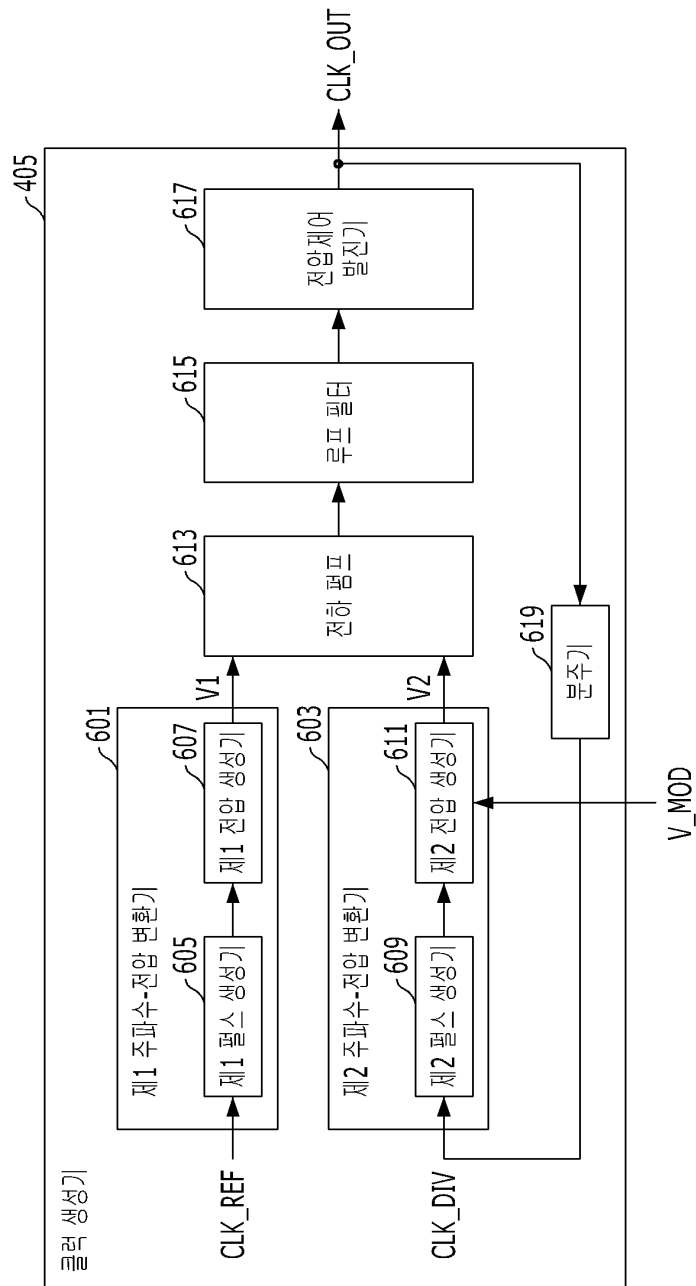
도면4



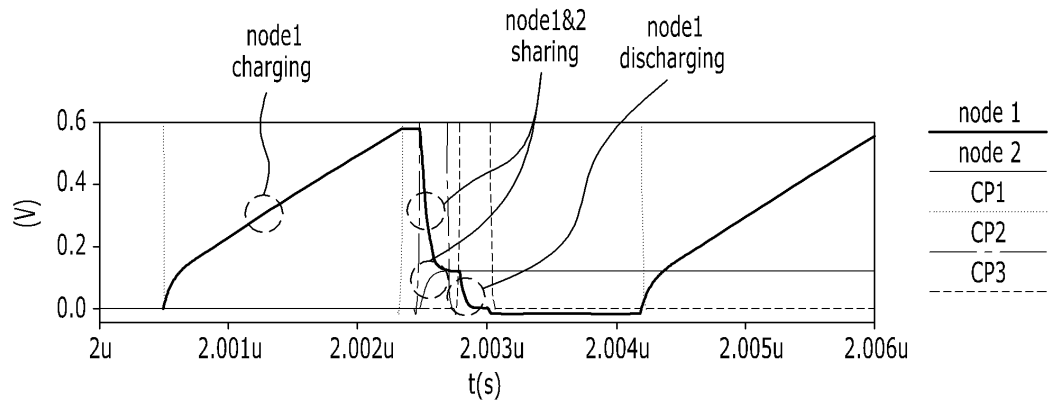
도면5



도면6



도면8b



도면9

