(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0062507
(43) 공개일자 2024년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/02 (2024.01) *B81B 7/02* (2024.01)
G01N 15/00 (2024.01) *G01N 29/12* (2006.01)
G01N 29/34 (2006.01) *G01N 29/44* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 15/02 (2024.01)
B81B 7/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0144107
(22) 출원일자 2022년11월02일
심사청구일자 2022년11월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이형민
서울특별시 성북구 길음로 74, 508동 1304호(길음동, 길음뉴타운)
구승범
경기도 성남시 분당구 내정로 55, 305동 1105호(정자동, 상록마을)
(74) 대리인
송인호, 윤형근, 최관락

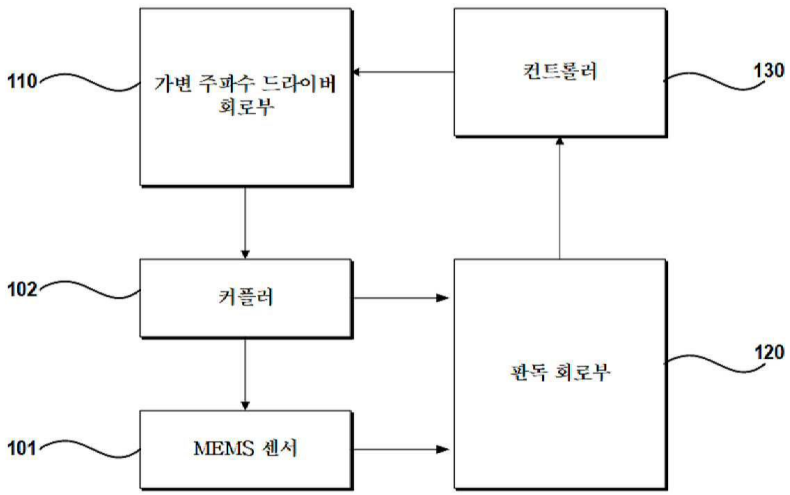
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **미세 입자 농도 모니터링 장치**

(57) 요 약

미세 입자 농도 모니터링 장치가 개시된다. 미세 입자 농도 모니터링 장치는, MEMS 센서와 커플링되며, 정해진 대역폭 내에서 상기 MEMS 센서에 일정한 파워를 공급하는 가변 주파수 드라이버 회로부; 및 상기 가변 주파수 드라이버 회로부에서 공급되는 파워에 기초하여 타겟의 유전율 변화에 따른 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 측정하되, 복수의 측정 채널을 통해 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 각각 측정하는 판독 회로부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01N 29/12 (2013.01)
G01N 29/348 (2013.01)
G01N 29/44 (2013.01)
B81B 2201/0292 (2013.01)
G01N 2015/0096 (2013.01)
G01N 2291/014 (2013.01)
G01N 2291/0289 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415178460
과제번호	20016289
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자부품산업기술개발(R&D)
연구과제명	생활환경 미세플라스틱 농도 모니터링을 위한 센서 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

MEMS 센서와 커플러로 연결되며, 정해진 대역폭 내에서 상기 MEMS 센서에 일정한 파워를 공급하는 가변 주파수 드라이버 회로부; 및

상기 가변 주파수 드라이버 회로부에서 공급되는 파워에 기초하여 타겟의 유전율 변화에 따른 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 측정하되, 복수의 측정 채널을 통해 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 각각 측정하는 판독 회로부를 포함하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 가변 주파수 드라이버 회로부는,

디지털-아날로그 변환 회로부;

상기 디지털-아날로그 변환 회로부 후단에 배치되며, 상기 디지털-아날로그 변환 회로부에서 출력된 입력 전압에 따라 가변 주파수 신호를 출력하는 전압 제어 발진기;

상기 전압 제어 발진기의 후단에 위치되며, 상기 전압 제어 발진기의 주파수 신호를 증폭하여 출력 전압을 출력하는 전력 증폭기; 및

상기 전력 증폭기의 입력 임피던스 미스매칭을 보상하는 네거티브 피드백 루프 회로부를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 네거티브 피드백 루프 회로부는,

상기 전력 증폭기로의 공급 전압을 제공하는 리니어 레귤레이터;

상기 전력 증폭기의 후단에 배치되는 포락선 검출기;

상기 포락선 검출기 후단에 배치되는 감산기;

상기 감산기 후단에 배치되는 샘플 앤 홀드 회로부를 포함하되,

상기 포락선 검출기가 일정한 전압으로 포화되기 전에 상기 감산기의 출력 전압이 감소하면 상기 샘플 앤 홀드 회로부의 출력 전압이 감소되어 상기 리니어 레귤레이터로 인가됨에 따라 상기 전력 증폭기로의 공급 전압이 감소되어 입력 임피던스 미스매칭을 보상하는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 전력 증폭기 후단에 상기 전력 증폭기의 출력 전압을 분배하는 전력 분배기를 더 포함하되,

상기 전력 분배기의 일단에는 상기 포락선 검출기가 배치되며, 타단에는 이중 주파수 컨트롤러가 배치되는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 이중 주파수 컨트롤러는 상기 전력 증폭기의 출력 전압이 일정한 값에 수렴하기 전에 상기 샘플 앤 홀드 회로부의 샘플링 주파수를 원하는 값으로 조정하는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 판독 회로부는,

상기 MEMS 센서로부터 출력되는 RF 신호를 수신하는 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부;

상기 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부의 출력 신호를 하나로 합치는 멀티플렉서; 및

상기 멀티플렉서 후단에 배치되는 아날로그-디지털 변환회로부를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부는 각각,

상기 MEMS 센서로부터 출력된 RF 신호를 검출하는 포락선 검출기; 및

상기 포락선 검출기 후단에 배치되며, 상기 포락선 검출기의 출력 신호를 증폭하는 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세 입자 농도 모니터링 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세 입자 농도 모니터링 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근에 COVID-19 판데믹의 직/간접적 영향으로 플라스틱 재질의 일회용품 및 폴리프로필렌 재질의 일회용 마스크 사용량이 증가함에 따라 하천, 가정용 상하수도, 작업장 실내 환경 등 다양한 생활환경에서 미세플라스틱이 발생하고 있다. 미세플라스틱은 5㎜ 미만 크기의 매우 작은 플라스틱을 지칭하며, 처음부터 작게 만들어진 1차 미세플라스틱과 잘게 부서지고 쪼개진 2차 미세플라스틱으로 분류되는데 거의 생분해되지 않아 오랫동안 잔존한다. 미세플라스틱은 바다로 유입되어 해양생태계를 오염시키며 최상위 포식자인 사람에게도 축적되어 인체 생체기능을 교란하는 위협적인 요인이 되고 있다.

[0004] 또한, 미세플라스틱은 영유아 대변 및 신생아의 태변 그리고 건강한 사람의 혈액에서도 검출되고 있다. 미세플라스틱을 검출하기 위한 기존 측정 기술로는 TGA-FT-IR, Raman 등의 분광법, Pyrolysis GC-MS, TDS-GC/MS, TED-GC-MS 등의 열분해법이 있지만, 장비 가격이 비싸고 분석 시간이 오래 걸리며, 표준화된 장비의 부재 등의 문제점이 있다. 따라서 미세플라스틱의 농도 모니터링을 위한 핵심 기술 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 미세 입자 농도 모니터링 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 가변 주파수 드라이버의 주파수 변화에 따른 입력 임피던스 미스 매칭을 보상하여 MEMS 센서에 안정적으로 일정한 파워 공급이 가능한 미세 입자 농도 모니터링 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면 미세 입자 농도 모니터링 장치가 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, MEMS 센서와 커플링되며, 정해진 대역폭 내에서 상기 MEMS 센서에 일정한 파워를 공급하는 가변 주파수 드라이버 회로부; 및 상기 가변 주파수 드라이버 회로부에서 공급되는 파워에 기초하여 타겟의 유전율 변화에 따른 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 측정하되, 복수의 측정 채널을 통해 상기 MEMS 센서의 공진 주파수 변위값을 각각 측정하는 판독 회로부를 포함하는 미세 입자 농도 모니터링 장치가 제공될 수 있다.

[0011] 상기 가변 주파수 드라이버 회로부는, 디지털-아날로그 변환 회로부; 상기 디지털-아날로그 변환 회로부 후단에 배치되며, 상기 디지털-아날로그 변환 회로부에서 출력된 입력 전압에 따라 가변 주파수 신호를 출력하는 전압 제어 발진기; 상기 전압 제어 발진기의 후단에 위치되며, 상기 전압 제어 발진기의 주파수 신호를 증폭하여 출력 전압을 출력하는 전력 증폭기; 및 상기 전력 증폭기의 입력 임피던스 미스매칭을 보상하는 네거티브 피드백 루프 회로부를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 네거티브 피드백 루프 회로부는, 상기 전력 증폭기로의 공급 전압을 제공하는 리니어 레귤레이터; 상기 전력 증폭기의 후단에 배치되는 포락선 검출기; 상기 포락선 검출기 후단에 배치되는 감산기; 상기 감산기 후단에 배치되는 샘플 앤 홀드 회로부를 포함하되, 상기 포락선 검출기가 일정한 전압으로 포화되기 전에 상기 감산기의 출력 전압이 감소하면 상기 샘플 앤 홀드 회로부의 출력 전압이 감소되어 상기 리니어 레귤레이터로 인가됨에 따라 상기 전력 증폭기로의 공급 전압이 감소되어 입력 임피던스 미스매칭을 보상할 수 있다.

[0013] 상기 전력 증폭기 후단에 상기 전력 증폭기의 출력 전압을 분배하는 전력 분배기를 더 포함하되, 상기 전력 분배기의 일단에는 상기 포락선 검출기가 배치되며, 타단에는 이중 주파수 컨트롤러가 배치될 수 있다.

[0014] 상기 이중 주파수 컨트롤러는 상기 전력 증폭기의 출력 전압이 일정한 값에 수렴하기 전에 상기 샘플 앤 홀드 회로부의 샘플링 주파수를 원하는 값으로 조정할 수 있다.

[0015] 상기 판독 회로부는, 상기 MEMS 센서로부터 출력되는 RF 신호를 수신하는 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부; 상기 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부의 출력 신호를 하나로 합치는 멀티플렉서; 및 상기 멀티플렉서 후단에 배치되는 아날로그-디지털 변환회로부를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부는 각각, 상기 MEMS 센서로부터 출력된 RF 신호를 검출하는 포락선 검출기; 및 상기 포락선 검출기 후단에 배치되며, 상기 포락선 검출기의 출력 신호를 증폭하는 증폭기를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 모니터링 장치를 제공함으로써, 가변 주파수 드라이버의 주파수 변화에 따른 입력 임피던스 미스 매칭을 보상하여 MEMS 센서에 안정적으로 일정한 파워 공급이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 모니터링 장치의 구성을 도시한 도면.

도 2는 입력 임피던스 매칭이 틀어지는 정도에 따른 가변 주파수 드라이버의 출력 파워 변화를 도시한 그래프.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부의 구성을 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 네거티브 피드백 루프 회로부의 상세 구성을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 네거티브 피드백 루프 동작을 나타낸 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 판독 회로부의 상세 구성을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부의 주파수 변화에 따른 출력 파워를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0022] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 모니터링 장치의 구성을 도시한 도면이고, 도 2는 입력 임피던스 매칭이 틀어지는 정도에 따른 가변 주파수 드라이버의 출력 파워 변화를 도시한 그래프이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부의 구성을 도시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 네거티브 피드백 루프 회로부의 상세 구성을 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 네거티브 피드백 루프 동작을 나타낸 도면이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 판독 회로부의 상세 구성을 도시한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부의 주파수 변화에 따른 출력 파워를 나타낸 도면이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 입자 농도 모니터링 장치는 정해진 대역폭 내에서 MEMS 센서(101)에 일정한 파워를 공급하는 가변 주파수 드라이버 회로부(110), 해당 MEMS 센서(101)의 유전율 변화에 따른 공진 주파수 변위 값을 측정하는 판독 회로부(120) 및 컨트롤러(130)를 포함하여 구성된다. 이하에서는 미세 입자가 미세 플라스틱인 것을 가정하여 이를 중심으로 설명하기로 한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가변 주파수 드라이버 회로부(110)와 판독 회로부(120)는 각각 MEMS 센서(101)와 커플러(102)를 통해 결합되는 것을 가정하여 설명하기로 한다.

[0027] 가변 주파수 드라이버 회로부(110)는 중심 주파수 f_o를 기준으로 일정한 주파수 간격($\triangle f=1/\triangle t$)을 갖는 서로 다른 주파수 신호 구간에서 MEMS 센서(101)에 일정한 파워를 공급하기 위한 수단이다.

[0028] 그러나, 종래 기술은 전압 제어 발진기의 입력 전압이 변화함에 따라 전압 제어 발진기의 출력 주파수가 변화되며, 이로 인해 전력 증폭기의 입력 임피던스 매칭이 틀어져 전압 제어 발진기에서 출력된 파워가 그대로 전달되지 않고 일부 반사가 일어나는 문제점이 있다.

[0029] 도 2은 입력 임피던스 매칭이 틀어지는 정도에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부(110)의 출력 파워를 도시한 그래프이다.

[0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 입력 임피던스 매칭이 적게 틀어지면, 중심 주파수를 기준으로 대역폭 내에서 최대 1dBm 정도의 오차가 발생한다. 그러나 입력 임피던스 매칭이 많이 틀어지면, 최대 5dBm 정도의 오차가 발생하여 MEMS 센서(101)에 일정한 파워를 공급할 수 없게 된다.

[0031] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가변 주파수 드라이버 회로부(110)가 MEMS 센서(101)에 정해진 대역폭

내에서 일정한 파워를 공급하도록 조절하는 네거티브 피드백 루프 회로부(340)를 가진다.

[0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부(110)의 상세 구성을 도시한 도면이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부(110)는 디지털-아날로그 변환 회로부(310), 전압 제어 발진기(320), 전력 증폭기(330) 및 네거티브 피드백 루프 회로부(340)를 포함한다.

[0034] 디지털-아날로그 변환 회로부(310)는 입력 전압을 제어하기 위한 수단이다. 디지털-아날로그 변환 회로부(310)는 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환시키기 위한 수단이다.

[0035] 전압 제어 발진기(320)는 디지털-아날로그 변환 회로부(310)에서 출력된 입력 전압에 따라 원하는 주파수를 생성하기 위한 수단이다. 즉, 전압 제어 발진기(320)는 입력 전압에 선형 비례하는 가변 주파수를 출력할 수 있다.

[0036] 전력 증폭기(330)는 전압 제어 발진기(320)에 의해 출력된 주파수(정현파)를 부하(즉, MEMS 센서)에 안정적으로 공급하기 위한 수단이다. 즉, 전력 증폭기(330)는 전압 제어 발진기(320)에 의해 출력된 주파수 신호를 고전력 신호로 변환하기 위한 수단이다.

[0037] 네거티브 피드백 루프 회로부(340)는 전력 증폭기(330)의 입력 임피던스 미스매칭을 보상하여 전력 증폭기(330)가 대역폭 내에서 일정한 파워를 출력하도록 피드백 신호를 제공하기 위한 수단이다.

[0038] 네거티브 피드백 루프 회로부(340)는 도 4에 도시된 바와 같다.

[0039] 도 4를 참조하여, 네거티브 피드백 루프 회로부(340)에 대해 설명하기로 한다.

[0040] 도 4를 참조하면, 네거티브 피드백 루프 회로부(340)는 전력 분배기(410), 포락선 검출기(415), 감산기(420), 샘플 앤 홀드 회로부(425), 리니어 레귤레이터(430) 및 이중 주파수 컨트롤러(435)를 포함하여 구성된다.

[0041] 전력 분배기(410)는 전력 증폭기(330)의 출력된 전압을 분배하여 포락선 검출기(415)와 이중 주파수 컨트롤러(435)로 공급하기 위한 수단이다. 여기서, 전력 분배기(410)는 윌킨스 전력 분배기일 수 있다.

[0042] 포락선 검출기(415)는 포락선을 검출하기 위한 수단이다.

[0043] 포락선 검출기(415)의 출력 전압이 서서히 증가하여 감산기(420)의 레퍼런스 전압(V_{REF2})에 가까워지면, 감산기(420)의 출력 전압이 감소한다.

[0044] 감산기(420)의 출력 전압이 감소하면, 감산기(420) 후단에 배치된 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 출력 전압도 감소하게 된다.

[0045] 샘플 앤 홀드 회로부(425)는 감산기(420)의 후단에 배치되며, 감산기(420)의 출력 전압을 입력으로 받으며, 지정된 주기마다 샘플의 진폭을 유지할 수 있다.

[0046] 이러한 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 출력(즉, 샘플)은 리니어 레귤레이터(430)로 인가될 수 있다.

[0047] 일반적으로, 피드백 루프의 동작 속도가 포락선 검출기(415)의 포화되는 속도보다 빠르다. 포락선 검출기(415)가 일정한 전압으로 포화되기 전에 피드백 루프가 동작하여 시스템 전체의 안정도가 무너지게 된다. 따라서, 감산기(420)에 샘플 앤 홀드 회로부(425)를 배치하여 출력 전압을 샘플링하고, 피드백 루프가 돌아 일정한 값에 수렴하고, 다시 샘플링하여 피드백 루프가 돌아 최종 값에 수렴하도록 할 수 있다.

[0048] 샘플 앤 홀드 회로부(425)가 감산기(420)의 후단에 배치되기 때문에, 감산기(420)의 출력 전압이 감소하면, 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 출력 전압도 감소하게 된다. 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 감소한 출력 전압(샘플)이 리니어 레귤레이터(430)로 인가되면, 네거티브 피드백 루프가 동작되어 전력 증폭기(330)의 공급 전압이 낮아지게 된다.

[0049] 결과적으로 전력 증폭기(330)의 출력 전압이 낮아지게 되며, 이로 인해 포락선 검출기(415)의 출력 전압도 낮아지게 되며, 일정 시간 이후에 네거티브 피드백 루프가 동작하여 전력 증폭기의 출력 전압은 일정한 값에 수렴하게 된다.

[0050] 이중 주파수 컨트롤러(435)는 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 샘플링 주파수를 원하는 값으로 조정하기 위한 수단이다. 즉, 이중 주파수 컨트롤러(435)는 전력 증폭기(330)의 출력 전압이 일정한 값에 수렴하기 전에 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 샘플링 주파수를 원하는 값으로 조절할 수 있다. 초기 단계에서 빠른 속도로 샘플링하여 원하는 샘플링 주파수를 찾아가다가 포화된 값에 접어들면, 이중 주파수 컨트롤러(435)가 동작하여 샘플 앤 홀드

회로부(425)의 샘플링 속도를 늦춰준다. 반대로, 초기 단계에서 느린 속도로 샘플링하여 원하는 샘플링 주파수를 찾아가다가 포화된 값에 접어들면, 이중 주파수 컨트롤러(435)가 동작하여 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 샘플링 속도를 높일 수 있다.

[0051] 도 5를 참조하여 가변 주파수 드라이버 회로부의 네거티브 피드백 루프 동작에 대해 다시 정리하면, 전력 증폭기(330)의 출력 전압이 증가하면, 포락선 검출기(415)의 출력 전압이 서서히 증가하며, 이로 인해 감산기(420)의 출력 전압이 감소하게 된다. 또한, 감산기(420)의 출력 전압이 감소함에 따라 샘플 앤 홀드 회로부(425)의 출력 전압도 감소하게 되며, 이로 인해 리니어 레귤레이터(430)의 입력 전압이 감소하여 출력 전압도 감소하게 되며, 결과적으로 전력 증폭기(330)로의 공급 전압이 감소하게 되어 출력 전압 또한 감소하게 된다. 이로 인해, 포락선 검출기의 출력 전압도 낮아지게 되며, 일정 시간 이후 네거티브 피드백이 동작하여 전력 증폭기의 출력 전압은 일정한 값으로 수렴하게 된다.

[0052] 다시 도 1을 참조하면, 판독 회로부(120)는 MEMS 센서(101)로부터 출력되는 RF 신호를 측정하기 위한 수단이다. 이러한, MEMS 센서(101)는 유전율 변화에 따라 공진 주파수 변위값(편의상 RF 신호라 칭함)가 달라지며, 이를 측정하여 타겟의 미세플라스틱 농도를 측정할 수 있다.

[0053] 도 6에는 판독 회로부(120)의 상세 구성이 도시되어 있다.

[0054] 도 6을 참조하면, 판독 회로부(120)는 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부(610), 멀티플렉서(615) 및 아날로그-디지털 변환 회로부(620)를 포함하여 구성된다.

[0055] 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부(610)는 MEMS 센서로부터 출력되는 RF 신호를 수신한다. 도 6에는 측정 채널 프론트 엔드 회로부(610)가 3개의 측정 채널로 구성되는 것을 가정하여 이를 중심으로 도시되어 있으나, 측정 채널의 개수가 반드시 3개로 제한되는 것은 아니다.

[0056] 측정 채널 프론트 엔드 회로부(610)는 포락선 검출기(612)와 증폭기(614)를 포함하여 구성된다.

[0057] 포락선 검출기(612)는 MEMS 센서(101)의 유전율 변화에 따라 공진 주파수 변위값을 검출하며, 이는 증폭기(614)에 의해 증폭되어 출력될 수 있다.

[0058] 도 6에 도시된 바와 같이, 포락선 검출기(612)는 노이즈 제거를 위해 차동 구조로 구현되며, 증폭기(614)는 피드백 저항 값을 조절하여 이득값 변경이 가능한 가변 이득 증폭기로 구성될 수 있다.

[0059] 포락선 검출기(612)와 증폭기(614) 사이에는 버퍼가 배치될 수 있다.

[0060] 측정 채널 프론트 엔드 회로부(610)의 후단에는 멀티플렉서(615)가 배치된다.

[0061] 멀티플렉서(615)는 복수의 측정 채널 프론트 엔드 회로부(612)의 출력 신호(RF 신호)를 하나로 합쳐서 후단에 배치되는 아날로그-디지털 변환 회로부(620)로 출력한다.

[0062] 아날로그-디지털 변환 회로부(620)는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하기 위한 회로이다.

[0063] 이와 같이, 판독 회로부(120)는 MEMS 센서(101)로부터 출력되는 RF 신호를 DC 신호로 변환하여 컨트롤러로 출력할 수 있다. 여기서, 변환된 DC 신호는 입력된 RF 신호의 크기 변화를 선형적으로 나타낼 수 있다.

[0064] 컨트롤러(130)는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 플라스틱 농도 모니터링 장치의 내부 구성 요소들(예를 들어, 가변 주파수 드라이버 회로부(110) 및 판독 회로부(120) 등)을 제어하기 위한 수단이다.

[0065] 도 7에는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부의 주파수 변화에 따른 출력 파워 변화를 나타낸 그래프이다. 도 7에서 보여지는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변 주파수 드라이버 회로부는 미스매치에 의해 입력 임피던스 매칭이 많이 틀어지더라도 피드백을 통해 출력 파워 변화를 0.5dBm 이하로 보상하는 것을 알 수 있다.

[0067] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

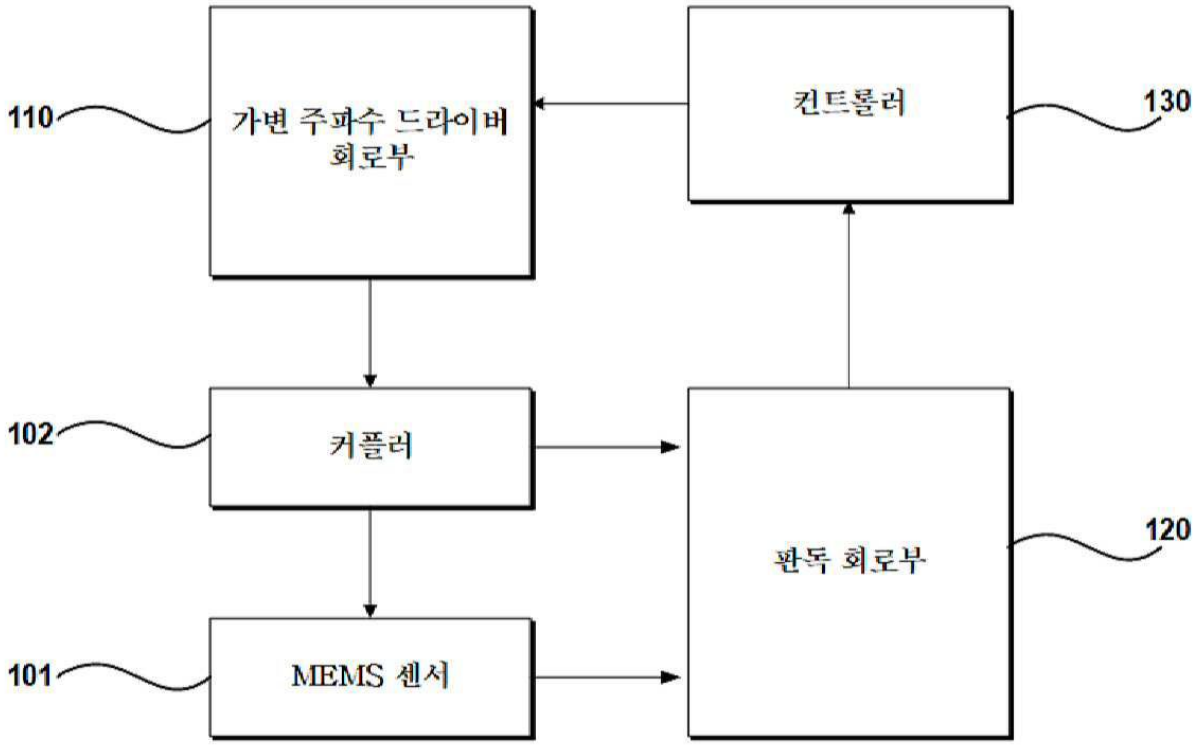
부호의 설명

[0069] 110: 가변 주파수 드라이버 회로부

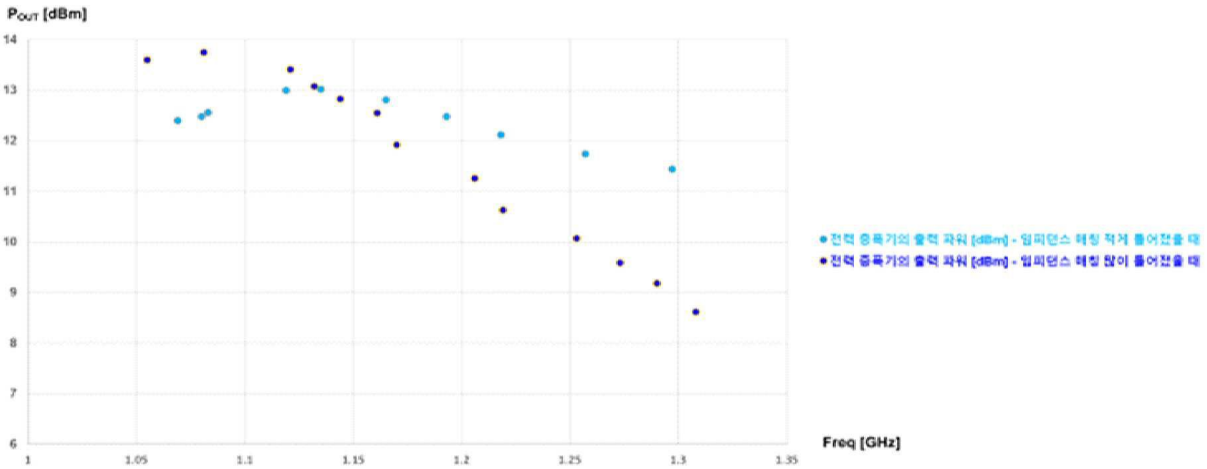
120: 판독 회로부

도면

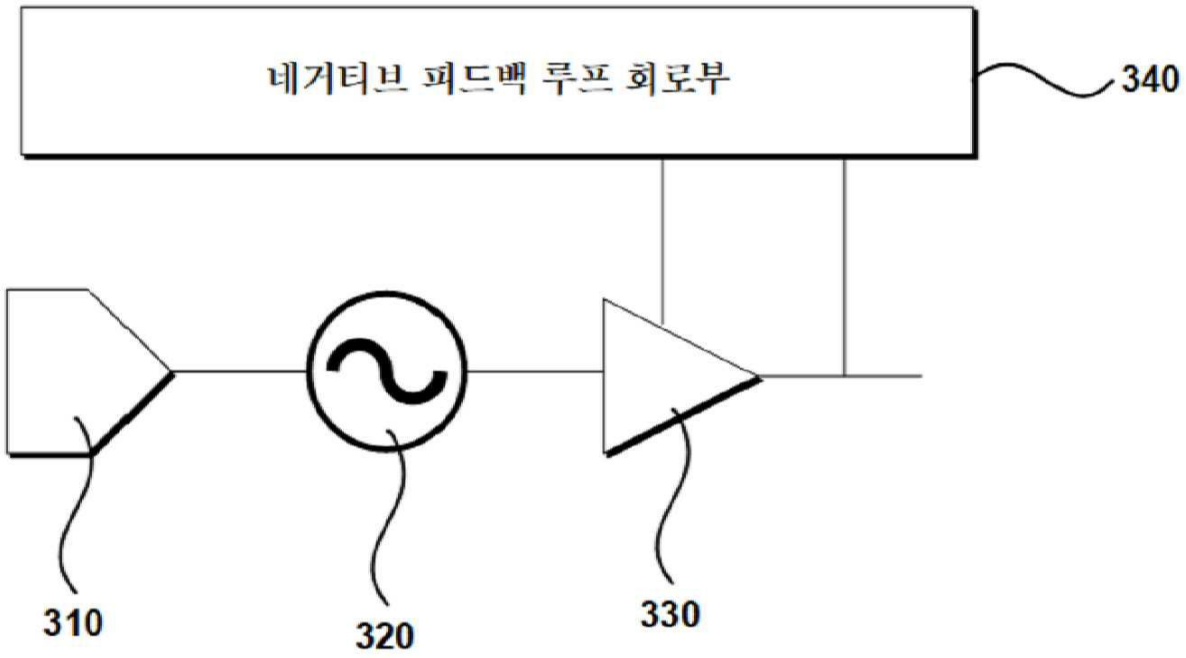
도면1



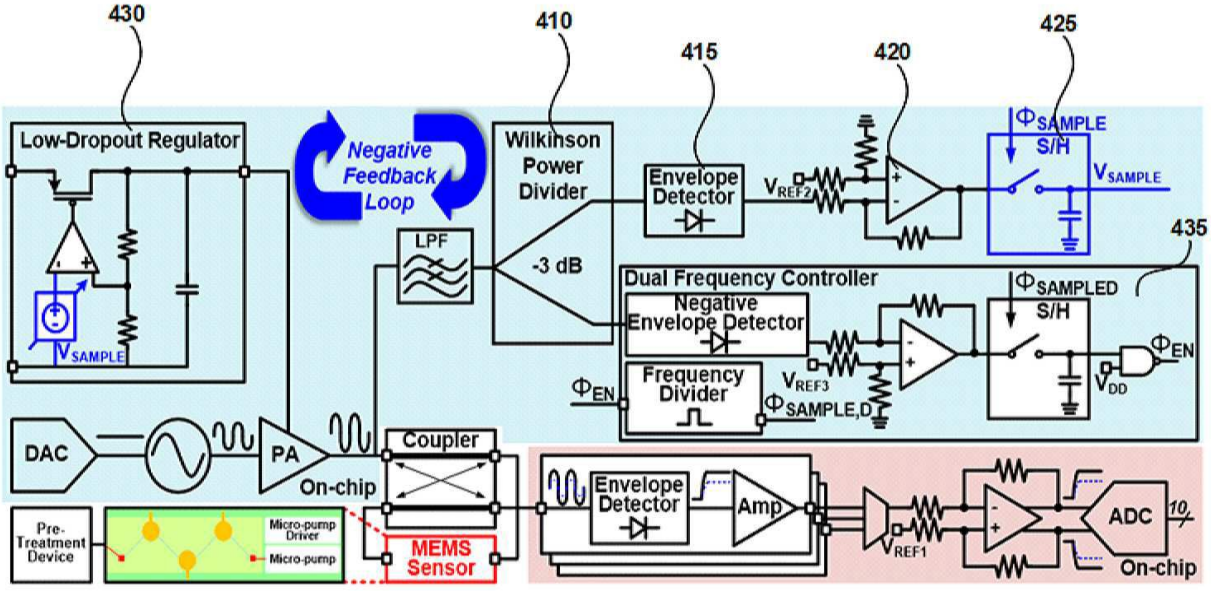
도면2



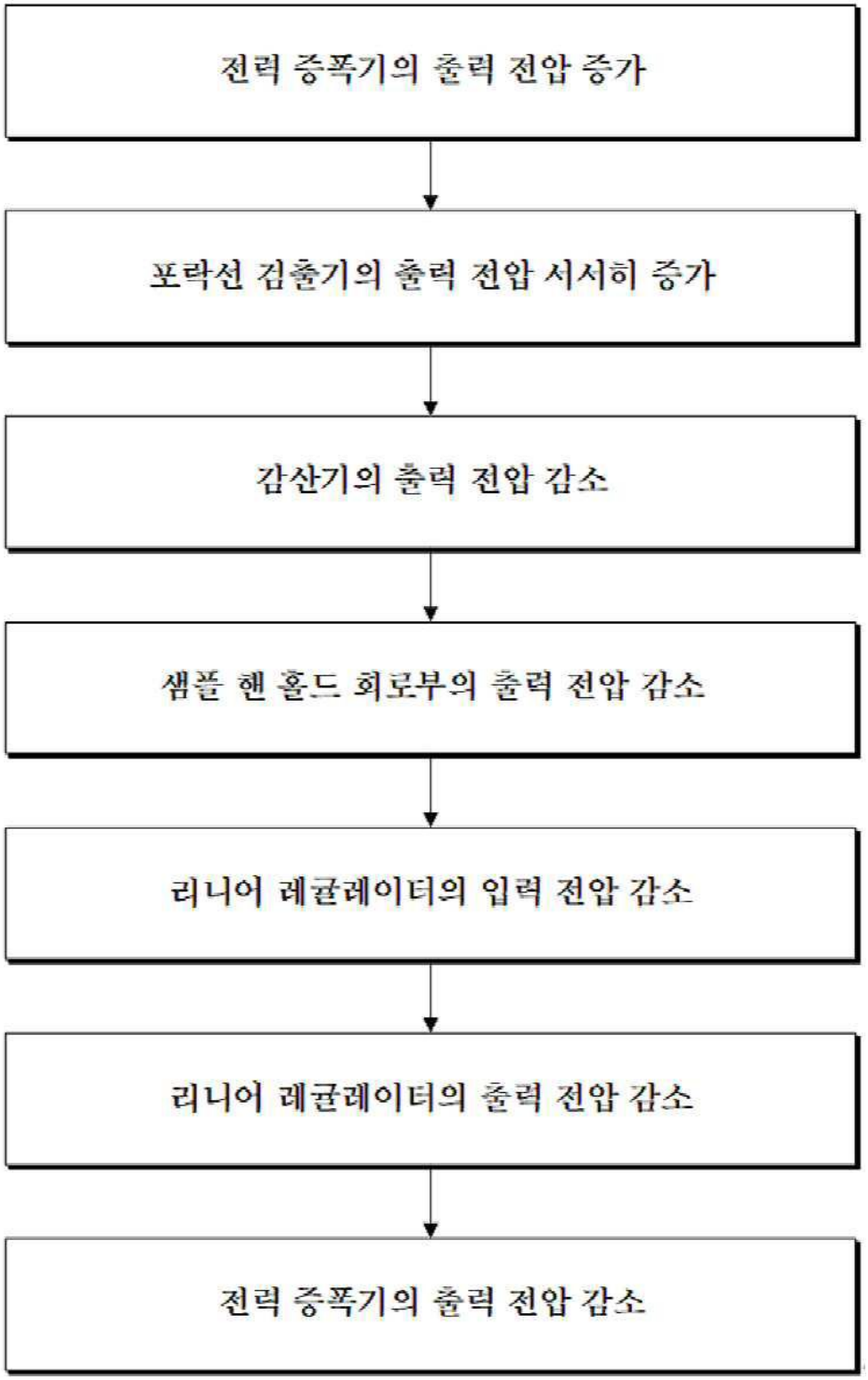
도면3


네거티브 피드백 루프 회로부
340
310
320
330

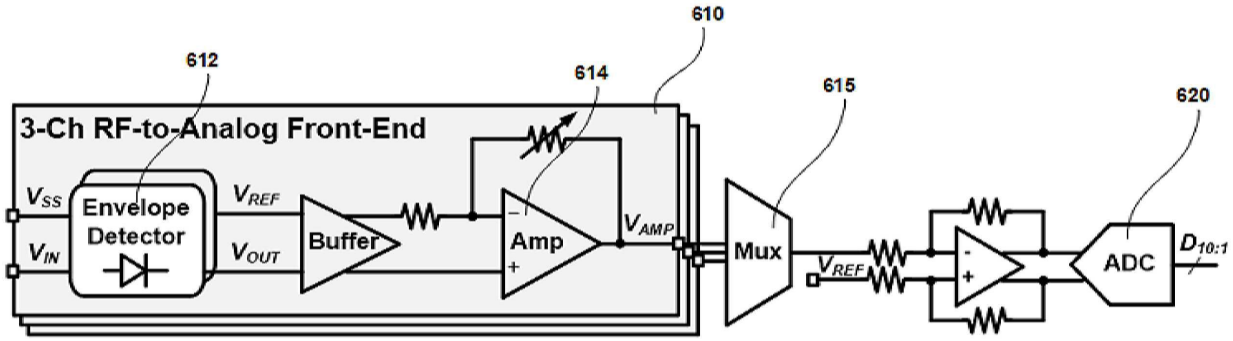
도면4


430
410
415
420
425
435
Low-Dropout Regulator
Negative Feedback Loop
Wilkinson Power Divider
-3 dB
LPF
Envelope Detector
VREF2
ΦSAMPLE S/H
VSAMPLE
Dual Frequency Controller
Negative Envelope Detector
Frequency Divider
VREF3
ΦSAMPLE,D
ΦSAMPLED S/H
ΦEN
VDD
DAC
PA
On-chip
Coupler
Pre-Treatment Device
Micro-pump Driver
Micro-pump
MEMS Sensor
Envelope Detector
Amp
VREF1
ADC
10
On-chip

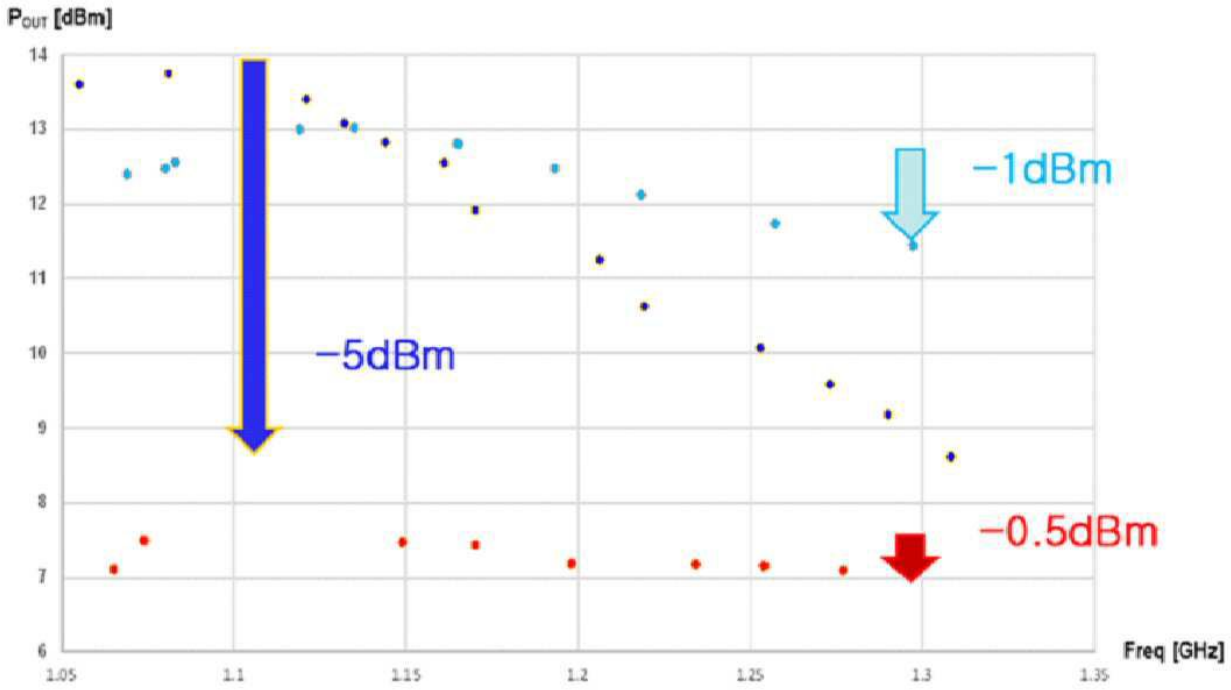
도면5


전력 증폭기의 출력 전압 증가
포락선 검출기의 출력 전압 서서히 증가
감산기의 출력 전압 감소
샘플 앤 홀드 회로부의 출력 전압 감소
리니어 레귤레이터의 입력 전압 감소
리니어 레귤레이터의 출력 전압 감소
전력 증폭기의 출력 전압 감소

도면6



도면7



●전력 증폭기의 출력 파워 [dBm] - 제안된 네거티브 피드백 루프 시스템
●전력 증폭기의 출력 파워 [dBm] - 임피던스 매칭 적게 틀어졌을 때
●전력 증폭기의 출력 파워 [dBm] - 임피던스 매칭 많이 틀어졌을 때