

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0062464

(43) 공개일자 2025년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A47L 15/13 (2006.01) **A47L 15/00** (2006.01)**G01H 1/14** (2006.01)

(52) CPC특허분류

A47L 15/13 (2013.01)**A47L 15/0007** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0147467

(22) 출원일자 2023년10월31일

심사청구일자 2023년10월31일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

송준영

인천광역시 연수구 컨벤시아대로252번길 70, 130 2동 801호

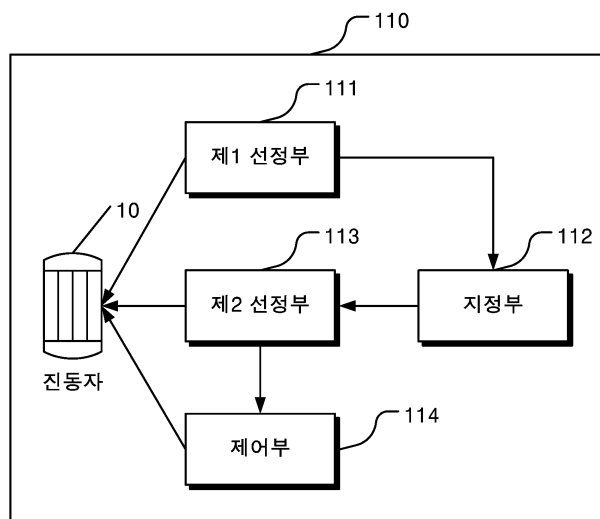
(74) 대리인

특허법인시공

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기 및 그 동작 방법****(57) 요약**

본 발명에 따른 초음파 세척기 및 그 동작 방법은, 소정의 주파수 대역으로부터, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 진동 진폭이 최대가 되는 구동 주파수를 빠르게 찾아서, 이 구동 주파수로 상기 진동자를 진동시킴으로써, 세척 효율의 극대화를 도모할 수 있다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

A47L 15/0021 (2013.01)

A47L 15/0047 (2013.01)

B06B 1/02 (2013.01)

G01H 1/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기에 있어서,

상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n (n 은 3이상의 자연수임)등분하여 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스 - 상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 초음파 세척기의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정하는 제1 선정부;

상기 제1 선정부를 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정하는 지정부;

상기 세부 주파수 대역을 k (k 는 3이상의 자연수임)등분하여 k 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제2 확인 프로세스 - 상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 진동자의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정하는 제2 선정부; 및

상기 제2 선정부를 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자가 동작하도록 제어하는 제어부

를 포함하는 초음파 세척기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 선정부는

상기 제1 주파수 대역이 상기 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기

n 개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 선정부는

상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제1 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역을 상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 선정부는

상기 세부 주파수 대역이 상기 k개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기

k개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{k}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 선정부는

상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제2 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제2 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기.

청구항 6

최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 동작 방법에 있어서,

상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n(n은 3이상의 자연수임)등분하여 n개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스 - 상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 초음파 세척기의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계;

상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계를 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 n개의 부분

주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정하는 단계;

상기 세부 주파수 대역을 k (k 는 3이상의 자연수임)등분하여 k 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제2 확인 프로세스 - 상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 진동자의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계; 및

상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계를 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자가 동작하도록 제어하는 단계

를 포함하는 초음파 세척기의 동작 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계는

상기 제1 주파수 대역이 상기 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기

n 개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기의 동작 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계는

상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제1 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역을 상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기의 동작 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계는

상기 세부 주파수 대역이 상기 k 개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 k 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기

$\left\lceil \frac{k}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기의 동작 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계는

상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제2 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제2 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 것을 특징으로 하는 초음파 세척기의 동작 방법.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 12

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 세척기는 초음파 진동자의 진동을 통해서 식기 등을 세척하는 제품으로, 진동자가 최대 진폭으로 진동을 할 때, 최적의 세척 효과가 발휘된다.

[0003] 기존의 초음파 세척기는, 미리 지정된 주파수에 따른 전압을 진동자에 인가하는 방식으로, 진동자의 진동을 제어하는데, 이러한 제어 방식은, 동작 환경의 변화를 고려하지 않은 제어 방식이라는 점에서, 세척 효율이 떨어지는 문제가 발생할 수 있다. 이는, 진동자의 진동 진폭이 동작 환경에 따라 가변할 수 있는데, 항상 소정의 정해진 주파수에 따라 진동자를 진동시키게 되면, 진동자의 진동 진폭이 항상 최대로 유지되지 않는다는 이유에 기인한다.

[0004] 이로 인해, 초음파 세척기의 세척 효율의 극대화를 위해, 진동자의 진동 진폭이 최대가 되는 구동 주파수를 찾아서, 이 구동 주파수로 진동자를 진동시키는 제어 방법의 도입이 필요하다.

[0005] 보통, 진동자의 진동 진폭이 커질수록 초음파 세척기의 구동 전류가 증가하는 특성이 있다. 이로 인해, 소정의 주파수 대역 내에서 진동자를 진동시키게 되면, 도 2에 도시된 그림의 도면부호 211과 같은 곡선의 형태로, 초음파 세척기의 구동 전류가 변화하는 특성을 가지게 된다. 따라서, 진동자의 진동 진폭이 최대가 되는 구동 주파수를 찾는 방법으로, 소정의 주파수 대역 내에서 진동자를 진동시켜보고, 그때의 초음파 세척기의 구동 전류의 변화 특성을 확인해서, 최대 구동 전류에 따른 지점의 주파수를 찾는 방법을 고려할 수 있다.

[0006] 아울러, 좀 더 정확한 구동 주파수를 찾기 위해, 앞서 설명한 방식에 따라, 초음파 세척기의 최대 구동 전류에 따른 지점의 주파수를 찾은 후, 당해 지점의 주파수를 기초로 소정의 세부 주파수 대역을 정한 후, 상기 세부 주파수 대역 내에서 진동자를 진동시켜보고, 그때의 진동자의 진폭 변화 특성을 확인해서, 최대 진폭에 따른 지점의 주파수를, 진동자에 대해서 인가할 최종 구동 주파수로 선택하는 방법을 추가로 고려할 수 있다.

[0007] 이렇게, 초음파 세척기의 세척 효율의 극대화를 위해, 소정의 주파수 대역으로부터, 초음파 세척기의 최대 구동 전류가 나타나는 지점 또는 진동자의 최대 진폭이 나타나는 지점의 주파수를 찾는 방법을 고려할 수 있는데, 단순히 해당 주파수 대역 전체를 스캔 범위로 잡고, 전 스캔 범위에 따른 주파수로 진동자를 구동시켜보고 적절한 지점의 주파수를 찾는 방법을 이용하게 되면, 주파수 대역 전체에 대해서 스캔을 수행해야 한다는 점에서 굉장히 많은 시간이 소요될 수 있다. 따라서, 최적의 구동 주파수를 빠르게 스캔하여 찾을 수 있는 새로운 알고리즘에 대한 연구도 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명에 따른 초음파 세척기 및 그 동작 방법은, 소정의 주파수 대역으로부터, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 진동 진폭이 최대가 되는 구동 주파수를 빠르게 찾아서, 이 구동 주파수로 상기 진동자를 진동시킴으로써, 상기 초음파 세척기의 세척 효율을 극대화시킬 수 있도록 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른, 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기는, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n (n 은 3이상의 자연수임)등분하여 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스 - 상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 초음파 세척기의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정하는 제1 선정부, 상기 제1 선정부를 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정하는 지정부, 상기 세부 주파수 대역을 k (k 는 3이상의 자연수임)등분하여 k 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제2 확인 프로세스 - 상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 진동자의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정하는 제2 선정부 및 상기 제2 선정부를 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자가 동작하도록 제어하는 제어부를 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른, 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 동작 방법은, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n (n 은 3이상의 자연수임)등분하여 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스 - 상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상

기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 초음파 세척기의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계, 상기 중심 주파수 대역으로 선정하는 단계를 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정하는 단계, 상기 세부 주파수 대역을 k(k는 3이상의 자연수임)등분하여 k개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제2 확인 프로세스 - 상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 진동자의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임 - 를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계 및 상기 최종 주파수 대역으로 선정하는 단계를 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자가 동작하도록 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 초음파 세척기 및 그 동작 방법은, 소정의 주파수 대역으로부터, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 진동 진폭이 최대가 되는 구동 주파수를 빠르게 찾아서, 이 구동 주파수로 상기 진동자를 진동시킴으로써, 세척 효율의 극대화를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 구조를 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 이러한 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였으며, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 상에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0014] 본 문서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있고, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.

[0015] 한편, 첨부된 블록도의 블록들이나 흐름도의 단계들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 데이터 프로세싱이 가능한 장비의 프로세서나 메모리에 탑재되어 지정된 기능들을 수행하는 컴퓨터 프로그램 명령들(instructions)을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 명령들은 컴퓨터 장치에 구비된 메모리 또는 컴퓨터에서 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 블록도의 블록들 또는 흐름도의 단계들에서 설명된 기능들은 이를 수행하는 명령 수단을 내포하는 제조물로 생산될 수도 있다. 아울러, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 가능한 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 정해진 순서와 달리 실행되는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 실질적으로 동시에 수행되거나, 역순으로 수행될 수 있으며, 경우에 따라 일부 블록들 또는 단계들이 생략된 채로 수행될 수도 있다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 구조를 도시한 도면이다.

[0017] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 초음파 세척기(110)는 제1 선정부(111), 지정부(112), 제2 선정부(113) 및 제어부(114)를 포함한다.

[0018] 제1 선정부(111)는 초음파 세척기(110)에 탑재된 진동자(10)의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n (n 은 3이상의 자연수임)등분하여 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스(상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임)를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정한다.

[0019] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 제1 선정부(111)는 상기 제1 주파수 대역이 상기 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기

준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다. 여기서, ' $\left\lceil \right\rceil$ '은 천장 함수를 의미한다.

[0020] 이하에서는, 도 2를 참조하여, 제1 선정부(111)의 동작을 예를 들어 상세히 설명하기로 한다.

[0021] 먼저, 상기 제1 주파수 대역을 '26kHz~28kHz'라고 하고, n 을 '14'라고 하는 경우, 제1 선정부(111)는 도 2에 도시된 그림과 같이, 상기 제1 주파수 대역인 '26kHz~28kHz'를 14등분하여 14개의 부분 주파수 대역들로 구분할 수 있다. 여기서, 상기 제1 주파수 대역은, 진동자(10)의 진동 가능 주파수 대역 내의 범위로 지정되는 것이 바람직하다. 예컨대, 상기 진동자(10)가 '25kHz~29kHz' 대역에 해당되는 주파수로 진동할 수 있는 스펙을 가지고 있는 부품이라고 하는 경우, 상기 제1 주파수 대역은, 본 실시예에서와 같이, '26kHz~28kHz'으로 지정될 수 있다.

[0022] 이렇게, 상기 14개의 부분 주파수 대역들로의 구분이 완료되면, 제1 선정부(111)는 상기 14개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 14개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때

$\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ 번째인 '7번째'에 위치하는 부분 주파수 대역(212)을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다.

[0023] 그 이후, 제1 선정부(111)는 상기 제1 확인 프로세스를 수행할 수 있는데, 구체적으로, 제1 선정부(111)는, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212) 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프(213)를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프(213)에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는

지 확인하는 제2 과정을 수행할 수 있다.

- [0024] 보통, 초음파 세척기(110)의 구동 전류는, 진동자(10)의 진폭과 양의 상관 관계를 가지고 있어서, 진동자(10)의 진폭이 커질수록 증가하는 경향을 가지고 있다. 또한, 소정의 주파수 대역 내의 주파수로 진동자(10)를 진동시키게 되면, 진동자(10)의 진폭은 점점 증가하다가 최고점에 다다른 후 다시 감소하는 형태의 변화 특성을 가지고 있다. 이로 인해, 초음파 세척기(110)의 구동 전류는, 상기 제1 주파수 대역인 '26kHz~28kHz'에서 진동자(10)를 진동시켰을 때, 도 2에 도시된 그래프에서의 도면부호 211과 같은 형태로 점점 증가하다가 최고점에 다다른 후 다시 감소하는 형태를 가지게 된다.
- [0025] 이때, 제1 선정부(111)는, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212) 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프(213)를 획득하는 제1 과정을 수행할 수 있다.
- [0026] 이때, 제1 선정부(111)는 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)의 최저 주파수로부터 최대 주파수까지, 주파수를 점점 증가시키는 방식으로 상기 진동자(10)를 동작시킬 수 있다. 구체적으로, 제1 선정부(111)는 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)의 최저 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시키기 위한 소정의 입력 전압을, 상기 진동자(10)에 최초로 인가하여, 상기 진동자(10)가 최저 주파수로 동작하도록 제어한 후, 상기 입력 전압을 서서히 증가시키는 방법(본 실시예에서는, 진동자(10)에 인가되는 입력 전압이 증가할수록 진동자(10)가 높은 주파수로 진동함을 가정함)으로, 상기 진동자(10)가 최저 주파수를 시작으로 해서, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)의 최대 주파수까지 연속적으로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0027] 이때, 제1 선정부(111)는 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)에서의 상기 초음파 세척기(110)의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프(213)를 획득할 수 있다.
- [0028] 이렇게, 상기 제1 변화 그래프(213)의 획득이 완료되면, 제1 선정부(111)는 상기 제1 변화 그래프(213)에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정을 수행할 수 있다.
- [0029] 이때, 도 2의 실시예에서는 상기 제1 변화 그래프(213)에서 상기 제1 변곡점이 존재하기 때문에, 제1 선정부(111)는 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)을 중심 주파수 대역으로 선정할 수 있다.
- [0030] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 선정부(111)는 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제1 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역을 상기 중심 주파수 대역으로 선정할 수 있다.
- [0031] 관련해서, 도 2의 실시예에서, 제1 선정부(111)가, 상기 제1 변화 그래프(213)에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인한 결과, 전술한 예와 달리, 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되었다고 가정하자.
- [0032] 그러면, 제1 선정부(111)는 상기 제1 변화 그래프(213)에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인할 수 있다.
- [0033] 만약, 상기 제1 변화 그래프(213)에서 확인된 미분계수가 양수라고 하는 경우, 제1 선정부(111)는 상기 14개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역(215)을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택할 수 있고, 상기 제1 변화 그래프(213)에서 확인된 미분계수가 음수라고 하는 경우, 제1 선정부(111)는 상기 14개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역(212)의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역(214)을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택할 수 있다.

- [0034] 이렇게, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 제1 선정부(111)는 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역에 대해, 상기 제1 확인 프로세스를 재수행함으로써, 제1 변화 그래프의 획득 및 상기 제1 변화 그래프에서 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 다시 수행할 수 있고, 상기 제1 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 제1 선정부(111)는 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역을 상기 중심 주파수 대역으로 선정할 수 있다.
- [0035] 하지만 만약, 상기 제1 확인 프로세스가 재수행되었음에도 불구하고, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되었다면, 제1 선정부(111)는 미분계수를 확인해서, 스캔 대상 주파수 대역을 다시 선택한 후, 상기 제1 확인 프로세스를 재수행하는 과정을 다시 반복할 수 있고, 결국, 제1 선정부(111)는 제1 변곡점이 존재하는 제1 변화 그래프가 획득될 때까지, 스캔 대상 주파수 대역의 선택 및 제1 확인 프로세스의 수행을 반복할 수 있다.
- [0036] 즉, 제1 선정부(111)는 상기 14개의 부분 주파수 대역들 중 '7번째' 부분 주파수 대역을 시작으로 해서, 제1 변화 그래프 상에 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 수행할 수 있고, 그 결과, 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되면, 제1 변화 그래프의 미분계수가 양수(즉, 구동 전류가 증가하는 상태)인지 음수(즉, 구동 전류가 감소하는 상태)에 따라, 인접한 부분 주파수 대역을 선택해서, 선택된 부분 주파수 대역에 대한 제1 변화 그래프 상에 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 반복할 수 있다. 이를 통해, 제1 선정부(111)는, 결국, 상기 14개의 부분 주파수 대역들 중, 제1 변화 그래프 상에 최대의 구동 전류가 포함된 지점을 갖는 부분 주파수 대역을 찾을 수 있고, 이렇게 찾은 부분 주파수 대역을, 중심 주파수 대역으로 선정할 수 있다.
- [0037] 이렇게, 제1 선정부(111)를 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 지정부(112)는 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정한다.
- [0038] 관련해서, 도 2의 실시예와 같이, 제1 선정부(111)를 통해서 선정된 중심 주파수 대역이 도면부호 212로 표시한 주파수 대역이라고 하는 경우, 지정부(112)는 14개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역(212)의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역(214)과, 상기 중심 주파수 대역(212)의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역(215)을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역(214), 상기 중심 주파수 대역(212), 상기 제2 부분 주파수 대역(215)을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정할 수 있다.
- [0039] 제2 선정부(113)는 상기 세부 주파수 대역을 k(k는 3이상의 자연수임)등분하여 k개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제2 확인 프로세스(상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자(10)의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자(10)의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임)를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정한다.
- [0040] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 제2 선정부(113)는 상기 세부 주파수 대역이 상기 k개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 k개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{k}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다.
- [0041] 이하에서는, 도 3을 참조하여, 제2 선정부(113)의 동작을 예를 들어 상세히 설명하기로 한다.
- [0042] 먼저, 지정부(112)를 통해, 도 3에 도시된 그림과 같은 세부 주파수 대역이 지정되었다고 하고, k를 '7'이라고 하는 경우, 제2 선정부(113)는 도 3에 도시된 그림과 같이, 상기 세부 주파수 대역을 7등분하여 7개의 부분 주파수 대역들로 구분할 수 있다.

- [0043] 이렇게, 상기 7개의 부분 주파수 대역들로의 구분이 완료되면, 제2 선정부(113)는 상기 7개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 7개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{k}{2} \right\rceil$ 번째인 '4번째'에 위치하는 부분 주파수 대역(312)을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다.
- [0044] 그 이후, 제2 선정부(113)는 상기 제2 확인 프로세스를 수행할 수 있는데, 구체적으로, 제2 선정부(113)는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312) 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 진폭에 대한 제2 변화 그래프(313)를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프(313)에서 상기 진동자(10)의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정을 수행할 수 있다.
- [0045] 보통, 초음파 세척기(110)에서, 소정의 주파수 대역 내의 주파수로 진동자(10)를 진동시키게 되면, 진동자(10)의 진폭은 점점 증가하다가 최고점에 다다른 후 다시 감소하는 형태의 변화 특성을 가지고 있다. 그리고, 지정부(112)를 통해서 지정된 상기 세부 주파수 대역은, 앞서, 제1 선정부(111)를 통해서 초음파 세척기(110)의 구동 전류가 최대인 지점을 포함하는 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 포함하고 있는 주파수 대역에 해당되기 때문에, 상기 세부 주파수 대역에 따른 주파수로 진동자(10)를 진동시키게 되면, 상기 진동자(10)의 진폭은 도 3에 도시된 그래프에서의 도면부호 311과 같은 형태로 점점 증가하다가 최고점에 다다른 후 감소하는 형태를 가지게 된다.
- [0046] 이때, 제2 선정부(113)는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312) 내의 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 진폭에 대한 제2 변화 그래프(313)를 획득하는 제1 과정을 수행할 수 있다.
- [0047] 이때, 제2 선정부(113)는 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)의 최저 주파수로부터 최대 주파수까지, 주파수를 점점 증가시키는 방식으로 상기 진동자(10)를 동작시킬 수 있다. 구체적으로, 제2 선정부(113)는 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)의 최저 주파수로 상기 진동자(10)를 동작시키기 위한 소정의 입력 전압을, 상기 진동자(10)에 최초로 인가하여, 상기 진동자(10)가 최저 주파수로 동작하도록 제어한 후, 상기 입력 전압을 서서히 증가시키는 방법(본 실시예에서는, 진동자(10)에 인가되는 입력 전압이 증가할수록 진동자(10)가 높은 주파수로 진동함을 가정함)으로, 상기 진동자(10)가 최저 주파수를 시작으로 해서, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)의 최대 주파수까지 연속적으로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0048] 이때, 제2 선정부(113)는 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 동작에 따른 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)에서의 상기 진동자(10)의 진폭에 대한 제2 변화 그래프(313)를 획득할 수 있다. 이때, 본 발명의 초음파 세척기(110)는 제2 선정부(113)가 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정할 수 있도록 하기 위해서, 상기 진동자(10)의 진폭을 소정의 전압이나 전류로 출력하는 진폭 센서(미도시)를 구비할 수 있고, 이때, 제2 선정부(113)는 상기 진폭 센서를 통해서 출력되는 전압 또는 전류를 확인함으로써, 상기 진동자(10)의 진폭 변화를 측정할 수 있다.
- [0049] 이렇게, 상기 제2 변화 그래프(313)의 획득이 완료되면, 제2 선정부(113)는 상기 제2 변화 그래프(313)에서 상기 진동자(10)의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정을 수행할 수 있다.
- [0050] 이때, 도 3의 실시예에서는 상기 제2 변화 그래프(313)에서 상기 제2 변곡점이 존재하기 때문에, 제2 선정부(113)는 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)을 최종 주파수 대역으로 선정할 수 있다.
- [0051] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 선정부(113)는 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제2 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제2 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된

상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 상기 최종 주파수 대역으로 선정할 수 있다.

[0052] 관련해서, 도 3의 실시예에서, 제2 선정부(113)가, 상기 제2 변화 그래프(313)에서 상기 진동자(10)의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인한 결과, 전술한 예와 달리, 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되었다고 가정하자.

[0053] 그러면, 제2 선정부(113)는 상기 제2 변화 그래프(313)에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인할 수 있다.

[0054] 만약, 상기 제2 변화 그래프(313)에서 확인된 미분계수가 양수라고 하는 경우, 제2 선정부(113)는 상기 7개의 부분 주파수 대역을 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역(315)을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택할 수 있고, 상기 제2 변화 그래프(313)에서 확인된 미분계수가 음수라고 하는 경우, 제2 선정부(113)는 상기 7개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역(312)의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역(314)을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택할 수 있다.

[0055] 이렇게, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 제2 선정부(113)는 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에 대해, 상기 제2 확인 프로세스를 재수행함으로써, 제2 변화 그래프의 획득 및 상기 제2 변화 그래프에서 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 다시 수행할 수 있고, 상기 제2 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 제2 선정부(113)는 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 상기 최종 주파수 대역으로 선정할 수 있다.

[0056] 하지만 만약, 상기 제2 확인 프로세스가 재수행되었음에도 불구하고, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되었다면, 제2 선정부(113)는 미분계수를 확인해서, 세부 스캔 대상 주파수 대역을 다시 선택한 후, 상기 제2 확인 프로세스를 재수행하는 과정을 다시 반복할 수 있고, 결국, 제2 선정부(113)는 제2 변곡점이 존재하는 제2 변화 그래프가 획득될 때까지, 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선택 및 제2 확인 프로세스의 수행을 반복할 수 있다.

[0057] 즉, 제2 선정부(113)는 상기 7개의 부분 주파수 대역들 중 '4번째' 부분 주파수 대역을 시작으로 해서, 제2 변화 그래프 상에 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 수행할 수 있고, 그 결과, 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되면, 제2 변화 그래프의 미분계수가 양수(즉, 진폭이 증가하는 상태)인지 음수(즉, 진폭이 감소하는 상태)에 따라, 인접한 부분 주파수 대역을 선택해서, 선택된 부분 주파수 대역에 대한 제2 변화 그래프 상에 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 과정을 반복할 수 있다. 이를 통해, 제2 선정부(113)는, 결국, 상기 7개의 부분 주파수 대역들 중, 제2 변화 그래프 상에 최대의 진폭이 포함된 지점을 갖는 부분 주파수 대역을 찾을 수 있고, 이렇게 찾은 부분 주파수 대역을, 최종 주파수 대역으로 선정할 수 있다.

[0058] 이렇게, 제2 선정부(113)를 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 제어부(114)는 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자(10)의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자(10)가 동작하도록 제어한다.

[0059] 관련해서, 도 3의 실시예와 같이, 제2 선정부(113)를 통해서 선정된 최종 주파수 대역이 도면부호 312로 표시한 주파수 대역이라고 하는 경우, 제어부(112)는 상기 최종 주파수 대역(312)으로부터, 상기 제2 변화 그래프(313)에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자(10)의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자(10)가 동작하도록 제어할 수 있다.

[0060] 이를 통해, 상기 진동자(10)는 최대의 진폭으로 동작할 수 있게 되고, 이에 따라, 초음파 세척기(110)를 통한 세척 효율은 극대화될 수 있다.

[0061] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 최적의 구동 주파수의 선정이 가능한 초음파 세척기의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0062] 단계(S410)에서는, 상기 초음파 세척기에 탑재된 진동자의 구동 주파수 선정을 위해 사전 지정된, 제1 주파수 대역을 n (n 은 3이상의 자연수임)등분하여 n 개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 n 개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 선택이 완료되면, 제1 확인 프로세스(상기 제1 확인 프로세스는, 상기 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 초음파 세척기의 구

동 전류의 변화를 측정함으로써, 상기 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 초음파 세척기의 구동 전류에 대한 제1 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제1 변화 그래프에서 상기 구동 전류가 증가하다가 감소하는 제1 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임)를 수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 스캔 대상 주파수 대역을 중심 주파수 대역으로 선정한다.

[0063] 단계(S420)에서는, 단계(S410)을 통해, 상기 중심 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중 상기 중심 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 제1 부분 주파수 대역과, 상기 중심 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 제2 부분 주파수 대역을 선택한 후, 상기 제1 부분 주파수 대역, 상기 중심 주파수 대역, 상기 제2 부분 주파수 대역을 전부 포괄하는 주파수 대역을, 세부 주파수 대역으로 지정한다.

[0064] 단계(S430)에서는, 상기 세부 주파수 대역을 k(k는 3이상의 자연수임)등분하여 k개의 부분 주파수 대역들로 구분한 후, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중 어느 하나의 부분 주파수 대역을, 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택하고, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 선정이 완료되면, 제2 확인 프로세스(상기 제2 확인 프로세스는, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역 내의 주파수로 상기 진동자를 동작시켜, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 동작에 따른 상기 진동자의 진폭 변화를 측정함으로써, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에서의 상기 진동자의 진폭에 대한 제2 변화 그래프를 획득하는 제1 과정, 및 상기 제2 변화 그래프에서 상기 진동자의 진폭이 증가하다가 감소하는 제2 변곡점이 존재하는지 확인하는 제2 과정으로 구성된 프로세스임)를 수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 최종 주파수 대역으로 선정한다.

[0065] 단계(S440)에서는, 단계(S430)을 통해, 상기 최종 주파수 대역의 선정이 완료되면, 상기 최종 주파수 대역으로부터, 상기 제2 변화 그래프에서의 상기 제2 변곡점에 대응되는 지점의 주파수를 상기 진동자의 구동 주파수로 최종 선택한 후, 상기 구동 주파수로 상기 진동자가 동작하도록 제어한다.

[0066] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S410)에서는, 상기 제1 주파수 대역이 상기 n개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 n개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기

준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다.

[0067] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S410)에서는, 상기 제1 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제1 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 n개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제1 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제1 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제1 변화 그래프에서 상기 제1 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 스캔 대상 주파수 대역을 상기 중심 주파수 대역으로 선정할 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S430)에서는, 상기 세부 주파수 대역이 상기 k개의 부분 주파수 대역들로 구분되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 k개의 부분 주파수 대역들을 주파수 대역의 크기를 기

준으로 오름차순으로 정렬하였을 때 $\left\lceil \frac{k}{2} \right\rceil$ 번째에 위치하는 부분 주파수 대역을, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 선택할 수 있다.

[0069] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S430)에서는, 상기 제2 확인 프로세스의 수행 결과, 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하지 않는 것으로 확인되는 경우, 상기 제2 변화 그래프에서 랜덤하게 선택된 어느 한 지점에서의 미분계수가 양수인지 음수인지 확인하여, 양수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이후 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세

부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택하고, 음수인 것으로 확인되면, 상기 k개의 부분 주파수 대역들 중, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 바로 이전 주파수 대역에 해당되는 주파수 대역을 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역으로 재선택한 다음, 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역의 재선택이 완료되면, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역에 대해 상기 제2 확인 프로세스를 재수행하여, 상기 제2 확인 프로세스의 재수행 결과로 획득된 상기 제2 변화 그래프에서 상기 제2 변곡점이 존재하는 것으로 확인되는 경우, 재선택된 상기 세부 스캔 대상 주파수 대역을 상기 최종 주파수 대역으로 선정할 수 있다.

[0070] 이상, 도 4를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 세척기의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 세척기의 동작 방법은 도 1 내지 도 3을 이용하여 설명한 초음파 세척기(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0071] 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 세척기의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0072] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 세척기의 동작 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0073] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0074] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0075] 110: 초음파 세척기

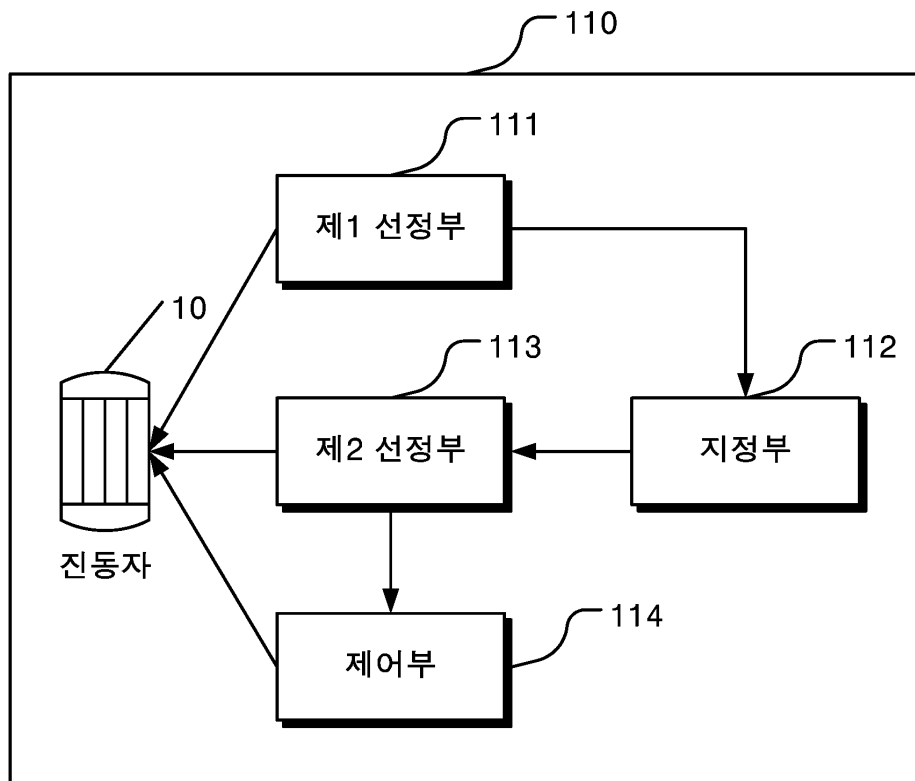
111: 제1 선정부 112: 제2 지정부

113: 제2 선정부 114: 제어부

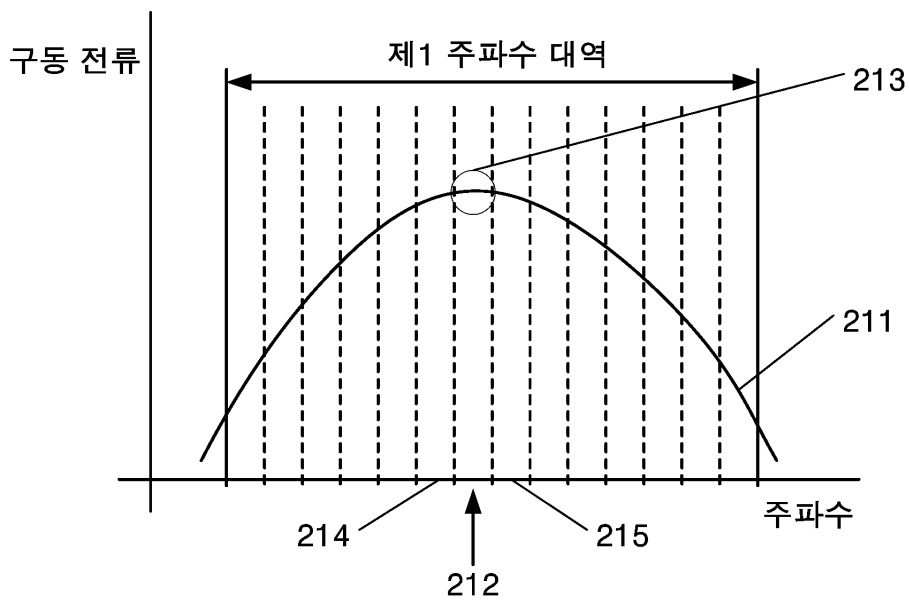
10: 진동자

도면

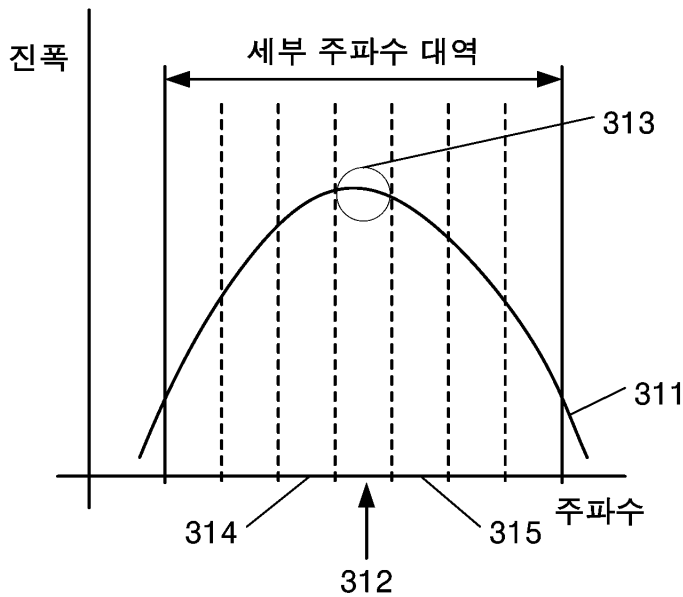
도면1



도면2



도면3



도면4

