



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월20일
 (11) 등록번호 10-2422561
 (24) 등록일자 2022년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G05D 1/02 (2020.01) B63G 8/00 (2006.01)
 B63G 8/08 (2006.01) B63G 8/20 (2006.01)
 G05D 1/08 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G05D 1/0206 (2013.01)
 B63G 8/08 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2020-0118526
 (22) 출원일자 2020년09월15일
 심사청구일자 2020년09월15일
 (65) 공개번호 10-2022-0036222
 (43) 공개일자 2022년03월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003127983 A*
 KR101370649 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘아이지넥스원 주식회사
 경기도 용인시 기흥구 마북로 207 (마북동)
 (72) 발명자
김영현
 경기도 성남시 분당구 판교로 333 (삼평동)
 (74) 대리인
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 9 항

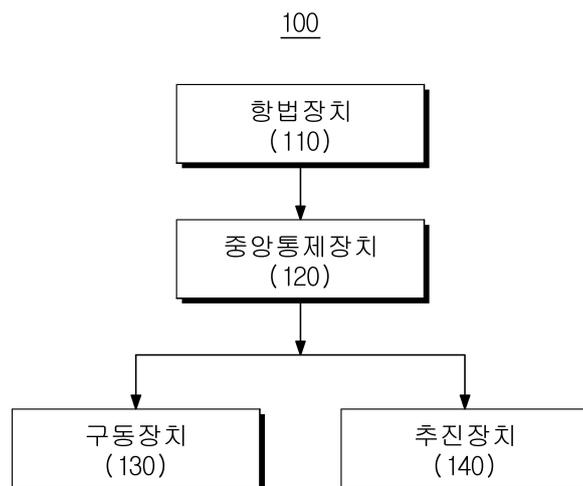
심사관 : 김동성

(54) 발명의 명칭 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치는 무인잠수정의 대수속도 및 무인잠수정의 대지속도를 추정하고, 이를 기반으로 조류속도를 산출하는 항법장치, 산출된 조류속도를 기반으로 무인잠수정의 선수각 및 무인잠수정을 산출하여 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 중앙통제장치, 타각 제어 신호에 따라 방향타의 타각을 제어하는 구동장치 및 속도 제어 신호에 따라 전동기의 속도를 제어하는 추진장치를 포함함으로써, 입력된 경로로 주행 중 측면 조류가 작용하여도 드리프트 및 속도저하가 발생하지 않고 경로를 유지하며 주행이 가능하며, 사이드슬립각을 가지고 주행하기 때문에 다른 제어기법에 비해 구동타에 외력이 적게 작용하여 전력소모를 줄일 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B63G 8/20 (2013.01)

G05D 1/0875 (2013.01)

B63G 2008/004 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

무인잠수정의 대수속도 및 무인잠수정의 대지속도를 추정하고, 이를 기반으로 조류속도를 산출하는 항법장치;
 상기 산출된 조류속도를 기반으로 무인잠수정의 선수각 및 무인잠수정의 선수 속도를 산출하여 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 중앙통제장치;
 상기 타각 제어 신호에 따라 방향타의 타각을 제어하는 구동장치 및
 상기 속도 제어 신호에 따라 전동기의 속도를 제어하는 추진장치를 포함하고,
 상기 중앙통제장치는, 상기 추정된 조류속도를 기초로 선수보정각 및 선수보정속도를 산출하여, 상기 선수보정각에 대한 정보를 선수각 제어부로 전송하고, 상기 선수보정속도에 대한 정보를 속도 제어부로 전송하는 선수 제어값 산출부를 더 포함하며,
 상기 선수보정각은 상기 무인잠수정의 목표경로, 측면 조류속도, 상기 목표경로와 상기 조류속도가 이루는 각 및 상기 조류속도에 대한 상기 목표 속도의 상대 속도를 이용하여 산출되고,
 상기 선수보정속도는 상기 무인잠수정의 목표속도, 상기 무인잠수정의 목표경로, 상기 무인잠수정의 측면 조류속도 및 상기 목표경로와 상기 조류속도가 이루는 각을 이용하여 산출되며,
 상기 중앙통제장치는 상기 선수보정각 및 상기 선수보정속도를 이용하여 선수각 및 속도제어 알고리즘을 구현하며, 상기 선수각 및 속도제어 알고리즘을 기반으로 상기 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 항법장치는,
 상기 무인잠수정의 대수속도를 추정하는 항법부;
 상기 무인잠수정의 대지속도를 추정하는 속도센서부; 및
 상기 추정된 대수속도 및 대지속도에 기초하여 조류속도를 추정하는 조류속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 구동장치는,
 상기 선수각 제어부로부터 타각명령을 전송 받아 방향타를 제어하기 위하여 상기 방향타로 타각 제어신호를 전송하는 구동기 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 추진장치는,
 상기 속도 제어부로부터 속도명령을 전송받아 전동기를 제어하기 위하여 상기 전동기로 RMP 제어신호를 전송하

는 전동기 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 선수각 제어부는,

상기 선수 보정각을 제어 목표값으로 설정하고, 상기 속도 제어부는 보정속도를 제어 목표값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 장치.

청구항 8

항법장치, 중앙통제장치, 구동장치 및 추진장치가 탑재된 무인잠수정의 경로 제어 방법으로서,

상기 무인잠수정이 입력된 경로를 따라 주행하는 단계;

상기 중앙통제장치가 측면 조류의 작용으로 인하여 상기 무인잠수정에서 주행중 드리프트가 발생하는 지를 확인하는 단계; 및

상기 중앙통제장치가 조류속도 추정 후 상기 구동장치를 제어하여 선수각을 보정하고, 상기 추진장치를 제어하여 선수속도를 보정하고, 상기 무인잠수정은 상기 보정된 선수각 및 선수속도에 따라 보정 주행하는 단계를 포함하고,

상기 보정 주행하는 단계는, 상기 추정된 조류속도를 기초로 선수보정각 및 선수보정속도를 산출하여, 상기 선수보정각에 대한 정보를 선수각 제어부로 전송하고, 상기 선수보정속도에 대한 정보를 속도 제어부로 전송하며,

상기 선수보정각은 상기 무인잠수정의 목표경로, 측면 조류속도, 상기 목표경로와 상기 조류속도가 이루는 각 및 상기 조류속도에 대한 상기 목표 속도의 상대 속도를 이용하여 산출되고,

상기 선수보정속도는 상기 무인잠수정의 목표속도, 상기 무인잠수정의 목표경로, 상기 무인잠수정의 측면 조류속도 및 상기 목표경로와 상기 조류속도가 이루는 각을 이용하여 산출되며,

상기 보정 주행하는 단계는, 상기 선수보정각 및 상기 선수보정속도를 이용하여 선수각 및 속도제어 알고리즘을 구현하며, 상기 선수각 및 속도제어 알고리즘을 기반으로 상기 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 보정 주행하는 단계는,

상기 항법장치에서 IMU, RPM 및 DVL 등의 정보를 이용하여 상기 무인잠수정의 대지속도, 대수속도 및 조류속도를 추정하는 단계; 및

상기 중앙통제장치가 상기 항법장치로부터 조류속도 정보를 전달받아 상기 무인잠수정의 보정된 선수각 및 선수속도를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 보정 주행하는 단계는,

상기 중앙통제장치가 상기 보정된 선수각을 이용하여 타각명령을 구동장치로 전달하고, 선수속도를 추진장치로 전달하는 단계; 및

상기 구동장치에서 타각을 제어하고 추진장치에서 RPM을 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 보정 주행하는 단계는,

상기 무인잠수정은 선수각이 정상상태에 도달하면 사이드 슬립을 일으키며 목표경로를 따라 주행하는 것을 특징으로 하는 무인잠수정의 경로 제어 방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 측면 조류가 있는 경우의 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.
- [0003] 무인잠수정이 해저 지형 조사, 물체 탐색 등 임무를 수행하기 위해서는 설정된 경로를 이탈하지 않고 정확하게 유지하며 일정한 속도로 주행하여야 한다. 조류가 작용하지 않을 때에는 일반적인 선수각 제어 및 속도 제어 기법으로 경로유지가 가능하다.
- [0004] 조류가 전방 또는 후방에서 작용할 경우 종래 기술로도 경로를 이탈할 경우는 거의 없으나 조류가 측면에서 작용할 경우 경로를 벗어나게 되는 문제점이 있다. 무인잠수정이 경로주행 시 측면에서 조류가 작용할 경우 경로를 유지하기가 쉽지 않으며 목표 경로를 이탈할 경우도 발생한다.
- [0005] 무인잠수정이 주행하는 경로 상에서 조류가 주행 경로의 측면에서 작용할 경우 드리프트가 발생하여 경로오차 및 속도저하가 발생하게 되고, 이로 인하여 무인잠수정은 목표 경로를 이탈하여 주행하게 되므로, 목표를 향해 정확하게 주행하기 위해서는 경로 보정이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 실시예들은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 조류가 측면에서 작용하는 경우에도 경로를 벗어나지 않고 설정된 경로를 따라 무인잠수정이 운항할 수 있는 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0007] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치는 무인잠수정의 대수속도 및 무인잠수정의 대지속도를 추정하고, 이를 기반으로 조류속도를 산출하는 항법장치, 상기 산출된 조류속도를 기반으로 무인잠수정의 선수각 및 무인잠수정의 선수 속도를 산출하여 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 중앙통제장치, 상기 타각 제어 신호에 따라 방향타의 타각을 제어하는 구동장치 및 상기 속도 제어 신호에 따라 전동기의 속도를 제어하는 추진장치를 포함한다.
- [0009] 바람직하게는, 상기 항법장치는, 상기 무인잠수정의 대수속도를 추정하는 항법부, 상기 무인잠수정의 대지속도를 추정하는 속도센서부 및 상기 추정된 대수속도 및 대지속도에 기초하여 조류속도를 추정하는 조류속도 추정부를 포함하는 것이 가능하다.
- [0010] 바람직하게는, 상기 중앙통제장치는, 상기 추정된 조류속도를 기초로 선수보정각 및 선수속도를 산출하여, 상기

선수보정각에 대한 정보를 선수각 제어부로 전송하고, 상기 선수속도에 대한 정보를 속도 제어부로 전송하는 선수 제어값 산출부를 더 포함하는 것이 가능하다.

- [0011] 바람직하게는, 상기 구동장치는, 상기 선수각 제어부로부터 타각명령을 전송 받아 방향타를 제어하기 위하여 상기 방향타로 타각 제어신호를 전송하는 구동기 제어부를 더 포함하는 것이 가능하다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 추진장치는, 상기 속도 제어부로부터 속도명령을 전송받아 전동기를 제어하기 위하여 상기 전동기로 RMP 제어신호를 전송하는 전동기 제어부를 더 포함하는 것이 가능하다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 선수각 제어부는 상기 선수 보정각을 제어 목표값으로 설정하고, 상기 속도 제어부는 보정 속도를 제어 목표값으로 설정하는 것이 가능하다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 방법은, 항법장치, 중앙통제장치, 구동장치 및 추진장치가 탑재된 무인잠수정의 경로 제어 방법으로서, 상기 무인잠수정이 입력된 경로를 따라 수행하는 단계, 상기 중앙통제장치가 측면 조류의 작용으로 인하여 상기 무인잠수정에서 수행중 드리프트가 발생하는 지를 확인하는 단계 및 상기 중앙통제장치가 조류속도 추정 후 상기 구동장치를 제어하여 선수각을 보정하고, 상기 추진장치를 제어하여 선수속도를 보정하고, 상기 무인잠수정은 상기 보정된 선수각 및 선수속도에 따라 보정 수행하는 단계를 포함한다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 보정 수행하는 단계는, 상기 항법장치에서 IMU, RPM 및 DVL 등의 정보를 이용하여 상기 무인잠수정의 대지속도, 대수속도 및 조류속도를 추정하는 단계 및 상기 중앙통제장치가 상기 항법장치로부터 조류속도 정보를 전달받아 상기 무인잠수정의 보정된 선수각 및 선수속도를 계산하는 단계를 포함하는 것이 가능하다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 보정 수행하는 단계는, 상기 중앙통제장치가 상기 보정된 선수각을 이용하여 타각명령을 구동장치로 전달하고, 선수속도를 추진장치로 전달하는 단계, 상기 구동장치에서 타각을 제어하고 추진장치에서 RPM을 제어하는 단계를 포함하는 것이 가능하다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 보정 수행하는 단계는, 상기 무인잠수정은 선수각이 정상상태에 도달하면 사이드 슬립을 일으키며 목표경로를 따라 수행하는 것이 가능하다.

발명의 효과

- [0018] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법은 입력된 경로로 수행 중 조류가 측면에서 작용하는 경우에도 드리프트 및 속도저하가 발생하지 않고 경로를 유지하며 수행이 가능하다.
- [0019] 또한, 본 발명은 입력된 경로로 수행 중 조류가 측면에서 작용하는 경우에도 사이드 슬립각을 가지고 수행하기 때문에 기존 경로 제어 방법에 비해 구동타에 외력이 적게 작용하여 전력소모를 줄일 수 있다.
- [0020] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치의 기능 블록도이다.
- 도 2는 도 1의 무인잠수정의 경로 제어 장치의 상세 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 방법의 순서도이다.
- 도 4는 도 3의 측면 조류 발생 시의 상세 경로 제어 방법의 순서도이다.
- 도 5는 측면 조류 발생 시 조류속도를 이용하여 선수 보정각 및 상대속도를 계산하기 위한 벡터도이다.
- 도 6(a)는 측면 조류가 없는 경우 무인잠수정의 목표 경로 수행 상태도이고, 도 6(b)는 측면 조류가 발생한 경우 기존 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 수행 상태도이고, 도 6(c)는 측면 조류가 발생한 경우 제안된 경로 제어 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 수행 상태도이다.
- 도 7(a)는 측면 조류가 없는 경우 무인잠수정의 목표 경로 수행 시뮬레이션 결과도이고, 도 7(b)는 측면 조류가 발생한 경우 기존 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 수행 시뮬레이션 결과도이고, 도 7(c)는 측면 조류가 발생한 경우 제안된 경로 제어 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 시뮬레이션 결과도다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 게시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 게시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0023] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0026] 본 발명은 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [0027] 무인잠수정이 해저 지형 조사, 물체 탐색 등 임무를 수행하기 위해서는 설정된 경로를 이탈하지 않고 정확하게 유지하며 일정한 속도로 주행하여야 한다. 조류가 작용하지 않을 때에는 일반적인 선수각 제어 및 속도 제어 기법으로 경로유지가 가능하나, 조류가 작용할 경우 드리프트가 발생하여 경로오차 및 속도저하가 발생하게 된다. 따라서 이를 방지하기 위한 효과적인 선수각 제어 및 속도제어가 필요하다.
- [0028] 상술한 문제를 극복하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른, 무인잠수정의 경로 제어 장치(100)는 입력된 경로로 주행 중 조류가 작용하여도 드리프트 및 속도저하가 발생하지 않고 경로를 유지하며 주행이 가능하고, 사이드슬립각을 가지고 주행하기 때문에 다른 제어기법에 비해 구동타에 외력이 적게 작용하여 전력소모를 줄일 수 있다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치의 기능 블록도이고, 도 2는 도 1의 무인잠수정의 경로 제어 장치의 상세 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 방법의 순서도이고, 도 4는 도 3의 측면 조류 발생 시의 상세 경로 제어 방법의 순서도이다.
- [0030] 도 5는 측면 조류 발생 시 조류속도를 이용하여 선수 보정각 및 상대속도를 계산하기 위한 벡터도이다. 도 6(a)는 측면 조류가 없는 경우 무인잠수정의 목표 경로 주행 상태도이고, 도 6(b)는 측면 조류가 발생한 경우 기존 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 주행 상태도이고, 도 6(c)는 측면 조류가 발생한 경우 제안된 경로 제어 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 주행 상태도이다. 도 7(a)는 측면 조류가 없는 경우 무인잠수정의 목표 경로 주행 시뮬레이션 결과도이고, 도 7(b)는 측면 조류가 발생한 경우 기존 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 주행 시뮬레이션 결과도이고, 도 7(c)는 측면 조류가 발생한 경우 제안된 경로 제어 방법에 따른 무인잠수정의 목표 경로 시뮬레이션 결과도다.
- [0031] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치(100)는 무인잠수정(10)의 대수속도 및 무인잠수정의 대지속도를 추정하고, 이를 기반으로 조류속도를 산출하는 항법장치(110), 상기 산출된 조류속도를 기반으로 무인잠수정(10)의 선수각 및 선수속도를 산출하여 타각 제어 신호 및 속도 제어 신호를 출력하는 중앙통제장치(120), 상기 타각 제어 신호에 따라 방향타의 타각을 제어하는 구동장치(130) 및 상기 속도 제어 신호에 따라 전동기의 속도를 제어하는 추진장치(140)를 포함한다.
- [0032] 항법장치(110)는, 무인잠수정(10)의 대수속도를 추정하는 항법부(111), 무인잠수정(10)의 대지속도를 추정하는

속도센서부(112) 및 상기 추정된 대수속도 및 대지속도에 기초하여 조류속도를 추정하는 조류속도 추정부(113)를 포함한다.

- [0033] 중앙통제장치(120)는, 상기 추정된 조류속도를 기초로 선수보정각 및 선수속도를 산출하여, 상기 선수보정각에 대한 정보 및 상기 선수속도에 대한 정보를 전송하는 선수 제어값 산출부(121)와, 상기 선수보정각에 대한 정보에 기초하여 타각 명령을 전송하는 선수각 제어부(122)와, 상기 선수속도에 대한 정보에 기초하여 속도명령을 전송하는 속도 제어부(123)를 포함한다.
- [0034] 구동장치(130)는 방향타(132)와 상기 타각명령을 전송 받아 방향타(132)를 제어하기 위하여 타각 제어신호를 전송하는 구동기 제어부(131)를 포함한다.
- [0035] 추진장치(140)는 전동기(142)와, 상기 속도명령을 전송받아 전동기(142)를 제어하기 위하여 RMP 제어신호를 전송하는 전동기 제어부(141)를 포함한다.
- [0036] 도 1 내지 도 7을 참조하여, 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치(100)의 동작을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0037] 무인잠수정(10)은 입력된 경로를 따라 주행한다.(S110) 중앙통제장치(120)는 측면 조류의 작용시 무인잠수정(10)에서 주행중 드리프트가 발생하는 지를 확인한다.(S120) 중앙통제장치(120)는 조류속도를 추정후 구동장치(130)를 제어하여 선수각을 보정하고, 추진장치(140)를 제어하여 선수속도를 보정한다.(S130) 측면조류가 발생하지 않은 경우 무인잠수정(10)은 상기 보정된 선수각 및 선수속도에 따라 주행한다.(S140)
- [0038] 상기 보정된 선수각 및 선수속도에 따라 주행하는 단계를 더욱 상세하게 설명하면, 항법장치(110)에서 IMU, RPM 및 DVL 등의 정보를 이용하여 무인잠수정(10)의 대지속도, 대수속도 및 조류속도를 추정한다.(S131) 중앙통제장치(120)가 항법장치(110)로부터 조류속도 정보를 전달받아 무인잠수정(10)의 보정된 선수각 및 선수속도를 계산한다.(S131)
- [0039] 중앙통제장치(120)가 상기 보정된 선수각을 이용하여 타각명령을 구동장치(130)로 전달하고(S132), 선수속도를 추진장치(140)로 전달한다.(S134) 구동장치(130)에서는 방향타(132)의 타각을 제어하고, 추진장치(140)에서는 전동기(142)의 RPM을 제어한다.
- [0040] 여기서, 초음파 도플러 속도 센서인 DVL은 무인잠수정(10)의 속도를 측정하는 센서로 관성항법장치의 속도 해가 발산하는 것을 방지하여 향상된 항법 정보를 도출할 수 있고 많이 이용되고 있다. 수중에서 항법 성능을 향상시키기 위한 보조센서로 DVL(Doppler velocity log)를 이용한 복합항법 시스템도 많이 이용되고 있다.
- [0041] IMU(Inertial Measurement Unit)는 무인잠수정에 탑재되어 이동 물체의 속도와 방향, 중력, 가속도를 측정하는 관성 측정장치이다. IMU의 기본 구성요소는 3차원 공간에서 자유로운 움직임을 측정하는 자이로스코프(gyroscope)·가속도계·지자기 센서이다. 자이로스코프는 정해진 기준방향을 감지하고, 가속도계는 속도변화를 측정하여, 이동 물체의 롤(Roll), 요(yaw), 피치(pitch) 등을 감지한다. 가속도계는 이동 관성을, 자이로스코프는 회전 관성을, 지자기 센서는 방위각을 측정한다.
- [0042] RPM은 전동기의 분당회전수를 말한다. RPM이 높아지는 것은 곧 엔진의 회전수가 많아진다는 뜻이고, 회전수가 많아진다는 것은 그만큼 무인잠수정(10)의 출력과 속도에도 영향을 준다는 의미이다.
- [0043] 측면 조류 발생시 무인잠수정(10)은 측면 조류가 없는 경우 선수각으로 주행할 경우 드리프트가 발생하여 목표 경로를 이탈하거나 벗어나게 되므로, 선수보정각을 보정하여 주행하여야 한다. 측면 조류 발생시 무인잠수정(10)의 선수 보정각은 수학식 1에 의하여 산출된다.

수학식 1

$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{v_c \sin(\beta_c - d)}{v_r} \right)$$

- [0044]
- [0045] 여기서, β 는 선수보정각이고, V 는 무인잠수정의 목표속도이고, d 는 무인잠수정의 목표경로이고, V_c 는 측면 조류속도이고, β_c 는 목표경로와 조류속도가 이루는 각이고, V_r 는 조류속도에 대한 목표속도의 상대속도이다.
- [0046] 도 6(a)를 참조하면, 무인잠수정(10)이 정해진 경로를 따라 주행하고 있으며, 조류가 작용하지 않기 때문에 오

차 없이 경로를 유지한다.

- [0047] 도 6(b)를 참조하면, 조류가 작용할 때, 무인잠수정이 정해진 경로를 따라 주행하려 하지만 조류로 인해 드리프트가 발생한다. 이 경우 무인잠수정(10)은 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 방법으로 경로를 조정한다.
- [0048] 항법장치(110)에서 무인잠수정(10)의 대수속도, 대지속도 및 조류속도를 계산한다. 중앙통제장치(120)는 항법장치(10)로부터 속도정보를 받아 조류속도가 존재할 경우 선수 보정각 및 보정속도를 계산한다. 중앙통제장치(120)는 도출된 선수 보정각 및 보정속도를 이용하여 선수각 및 속도제어 알고리즘을 구현한다.
- [0049] 여기서, 보정속도는 수학적 식 2에 의하여 산출된다.

수학적 식 2

[0050]
$$V = \sqrt{\{v \cos d - v_c \cos(\pi - (\beta_c + d))\}^2 + \{v \sin d - v_c \sin(\pi - (\beta_c + d))\}^2}$$

- [0051] 여기서, V는 무인잠수정의 보정속도의 크기이다.
- [0052] 항법부(111)에서 IMU 데이터와 RPM 정보를 이용하여 무인잠수정(10)의 대수속도를 추정하고, 속도센서부(112)에서 DVL 등 센서정보를 이용하여 무인잠수정(10)의 대지속도를 추정한다. 조류속도 추정부(113)은 상기 추정된 대수속도 및 대지속도를 이용하여 조류속도를 추정한다.
- [0053] 조류속도가 존재할 경우, 선수 제어값 산출부(121)에서 무인잠수정(10)의 속도 및 조류속도를 이용하여 선수 보정각을 계산한 후 선수각 제어부(122)로 전송하고, 보정속도를 계산하여 속도제어부(123)으로 전송한다.
- [0054] 선수각 제어부(122)에서는 선수 보정각을 제어 목표값으로 설정하고 본 제안된 무인잠수정의 경로 제어 방법에 따라 경로 제어 알고리즘을 수행하며, 속도 제어부(123)은 보정속도를 제어 목표값으로 설정하고 본 제안된 무인잠수정의 경로 제어 방법에 따라 경로 제어 알고리즘을 수행한다.
- [0055] 선수각 제어부(122)는 상기 제어 알고리즘으로 도출한 타각값을 구동기 제어부(131)로 전송하고, 속도명령을 전동기 제어부(140)으로 전송한다. 구동기 제어부(131)는 타각 명령을 받아 방향타(132)의 타각을 제어하며, 전동기 제어부(141)는 속도명령을 받아 전동기(142)의 RPM을 제어한다.
- [0056] 도 6(C)를 참조하면, 무인잠수정(10)은 산출된 선수보정각에 따라 선수각이 보정되어 정상상태에 도달하면 사이드슬립을 일으키며 목표경로를 따라 주행한다. 즉, 무인잠수정(10)의 선수를 조류 방향으로 보정하여 주행하면 사이드슬립을 발생하면서 조류에 미끄러지듯 주행하여 경로를 이탈하지 않고 주행하는 개념도를 나타낸다.
- [0057] 도 7(a)를 참조하면, 도 6(a)에 대응되게 조류가 없을 때의 무인잠수정이 목표경로를 따라 주행하는 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 7(b)를 참조하면, 도 6(b)에 대응되게 조류가 작용할 때 무인잠수정이 목표경로를 따라 주행하는 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 주행 시 조류의 작용을 고려하지 않았기 때문에 경로 오차가 발생한다. 도 7(c)를 참조하면, 도 6(c)에 대응되게 제안된 방법으로 무인잠수정이 목표경로를 따라 주행하는 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 주행 시 사이드슬립각을 가지고 주행하며 경로를 이탈하지 않는다.
- [0058] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법은 조류가 존재하는 해역에서 무인잠수정 운용 중 정확한 경로제어가 필요할 경우(해저지형 조사, 기뢰탐색 등) 조류를 극복하고 경로를 유지할 수 있는 알고리즘으로 활용 가능하다.
- [0059] 뿐만아니라, 본 발명의 일실시예에 따른 무인잠수정의 경로 제어 장치 및 방법은 입력된 경로로 주행 중 측면 조류가 작용하여도 드리프트 및 속도저하가 발생하지 않고 경로를 유지하며 주행이 가능하며, 사이드슬립각을 가지고 주행하기 때문에 다른 제어기법에 비해 구동타에 외력이 적게 작용하여 전력소모를 줄일 수 있다.
- [0060] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 기재되어 있다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다.
- [0061] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및

치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

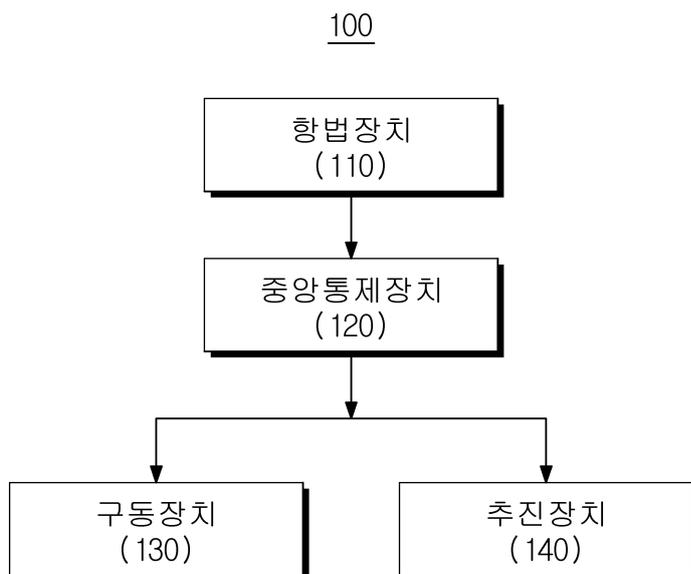
부호의 설명

[0062]

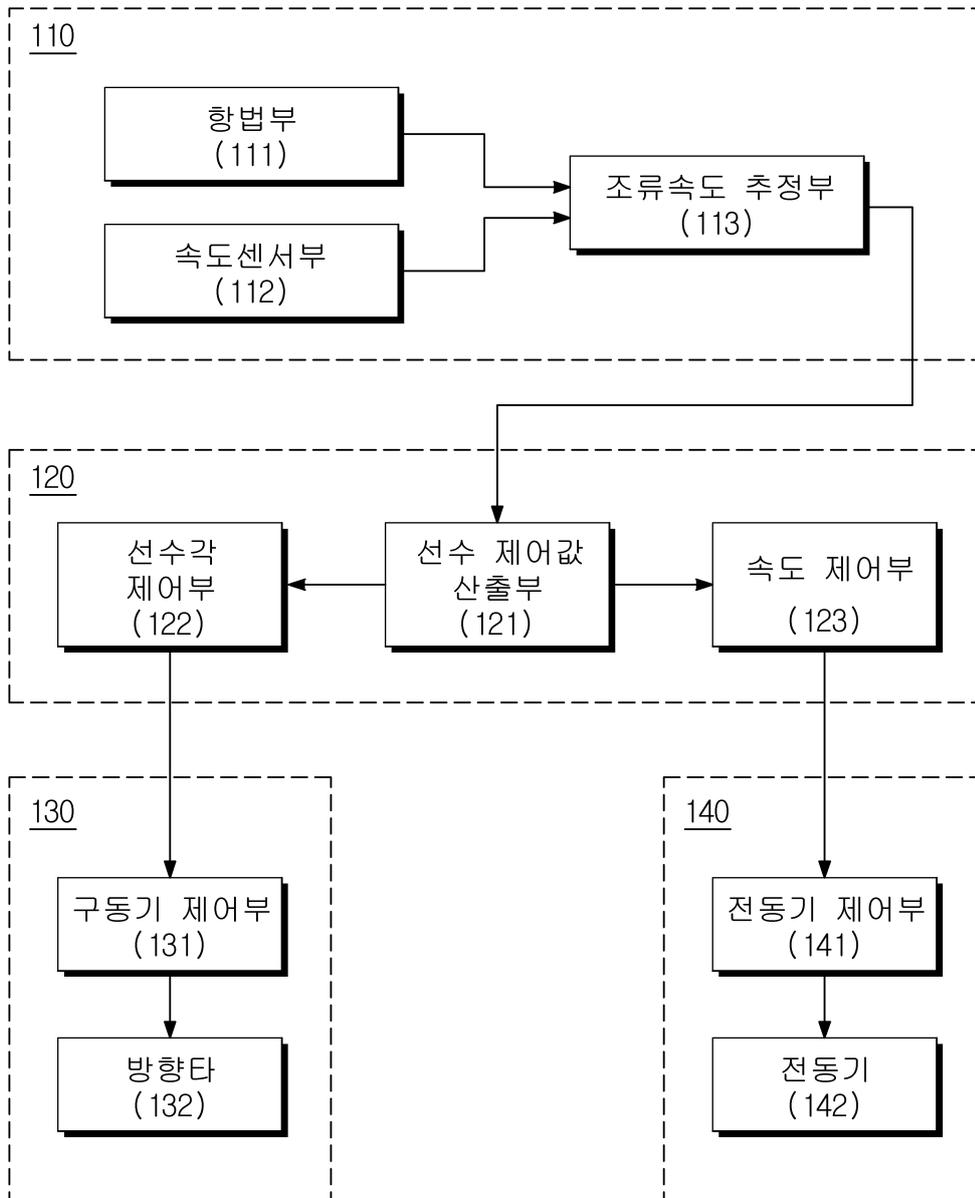
- 10: 무인잠수정
- 110: 항법장치
- 111: 항법부
- 121: 속도센서부
- 131: 조류속도 추정부
- 120: 중앙통제장치
- 121: 선수 제어값 산출부
- 122: 선수각 제어부
- 123: 속도 제어부
- 130: 구동장치
- 131: 구동기 제어부
- 132: 방향타
- 140: 추진장치
- 141: 전동기 제어부
- 142: 전동기

도면

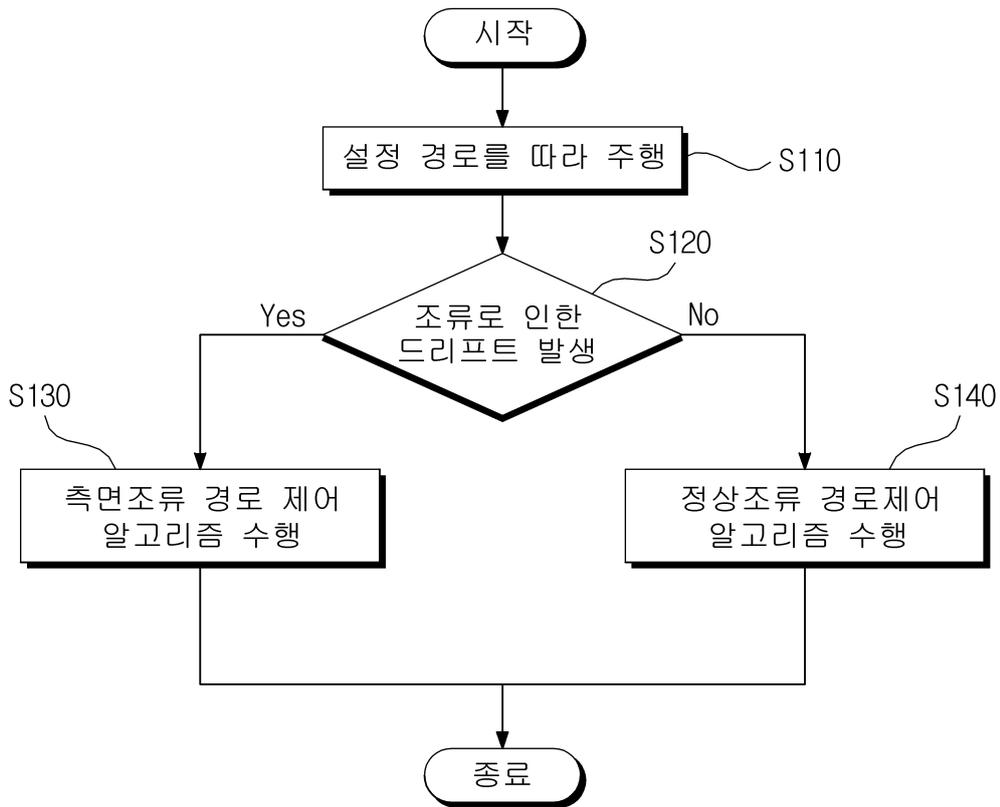
도면1



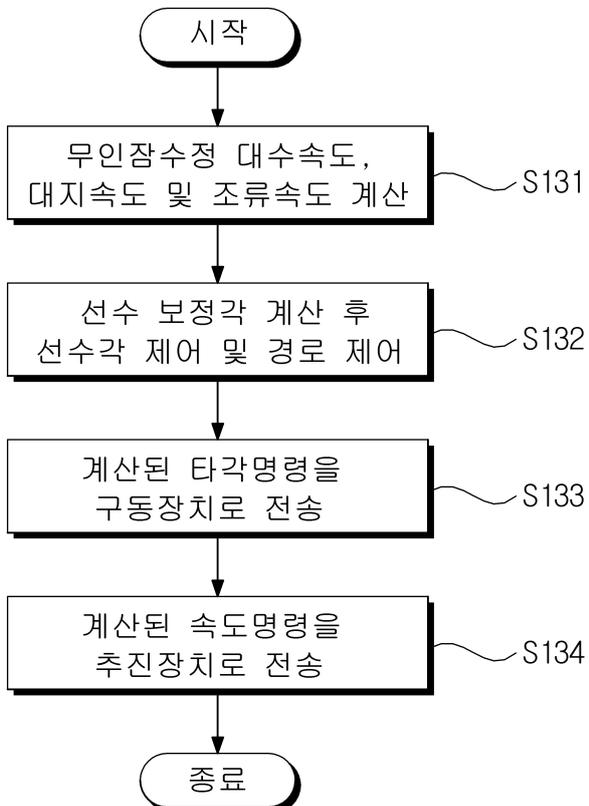
도면2



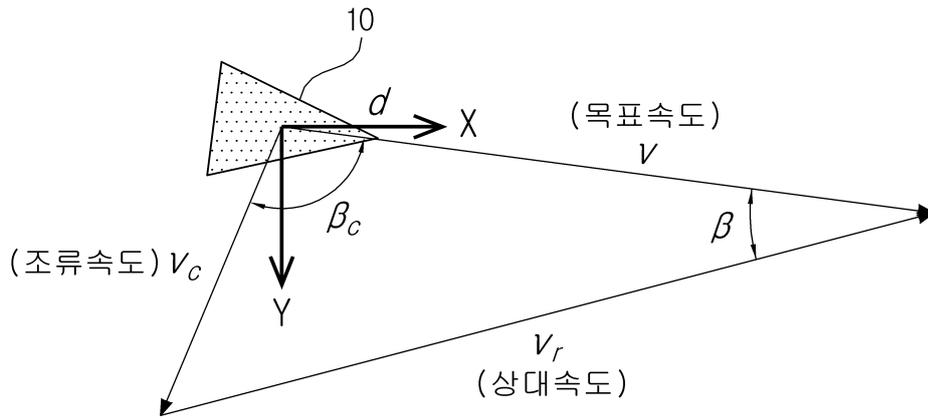
도면3



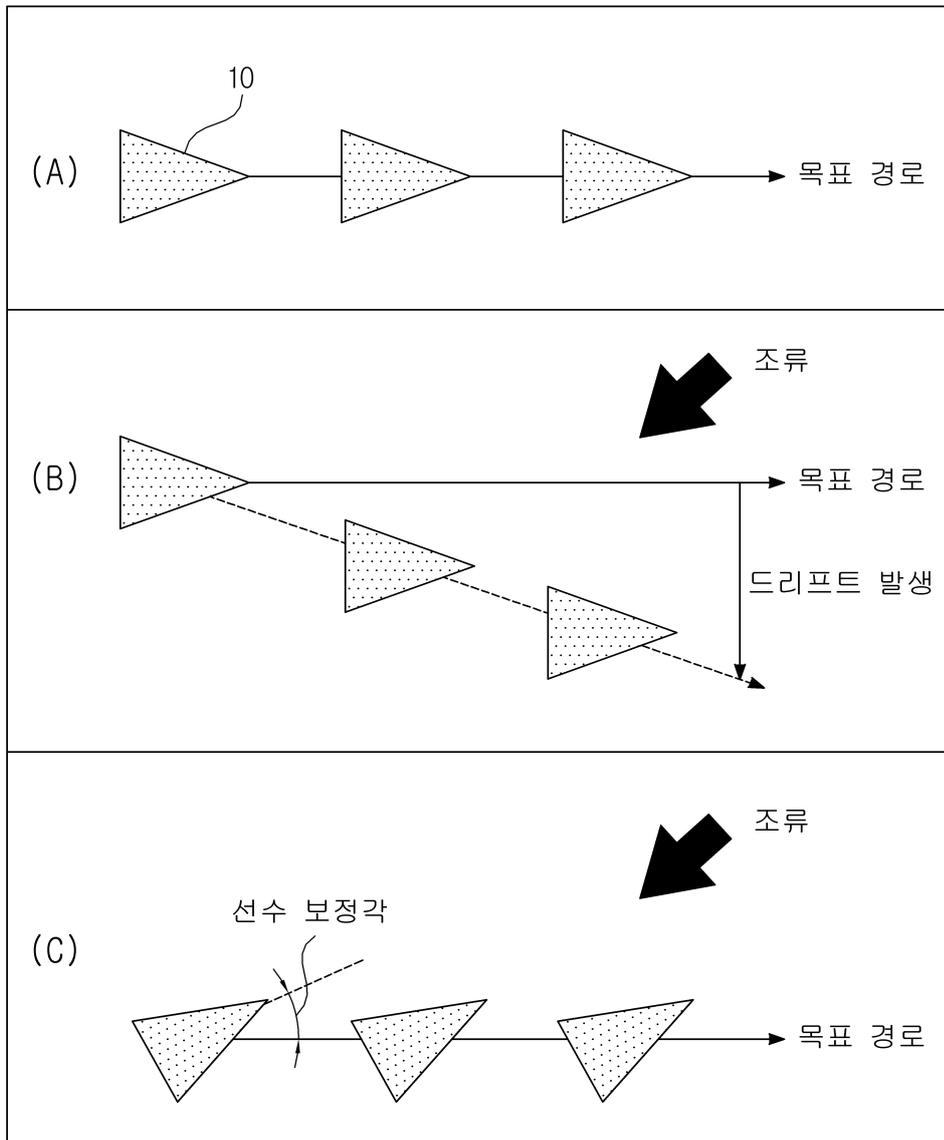
도면4



도면5



도면6



도면7

