

명세서

발명의 명칭: 추진 효율 향상 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 추진 효율 향상 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 선박을 운용하는 과정에서 소비되는 에너지를 절감하기 위한 다양한 기술 개발이 이루어지고 있는 실정이다.
- [3] 에너지 절감 기술의 일례로서, 프로펠러의 전방에 배치되는 덕트가 있다.
- [4] 덕트는 선체의 표면을 따라 후방으로 이동하는 유동을 통과시키면서 추가적인 추력을 발생시킨다. 이 경우, 덕트는 추진 효율을 증가시키는 요인이 될 수 있다.
- [5] 그러나 덕트는 다른 측면에서 저항으로 작용하기 때문에 추진 효율을 감소시키는 요인이 되기도 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명의 기술적 과제는, 추진 효율을 향상시키기 위해 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 추진 효율 향상 장치의 일 측면(aspect)에 따르면, 프로펠러의 전방에 배치되고, 원호 형상을 가지며, 추력을 발생시키는 덕트; 및 상기 덕트를 선미 보스부에 지지하되, 상기 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 복수의 전류 고정 날개를 포함하는, 추진 효율 향상 장치가 제공될 수 있다.
- [8] 상기 덕트는 상기 선미 보스부를 향하는 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 상기 복수의 전류 고정 날개는 상기 프로펠러의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가질 수 있다.
- [9] 상기 추진 효율 향상 장치는 상기 덕트의 상기 프로펠러 회전 방향으로의 제 1 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 고정 날개를 상호 연결하는 제 1 연결부; 및 상기 덕트의 상기 프로펠러 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개를 상호 연결하는 제 2 연결부를 더 포함하고, 상기 제 1 연결부는 캠버 형상이 상이한 상기 덕트의 제 1 끝단부와 상기 제 1 외측 전류 고정 날개를 연속적으로 연결하는 형상을 가지고, 상기 제 2 연결부는 캠버 형상이 동일한 상기 덕트의 제 2 끝단부와 상기 제 2 외측 전류 고정 날개를 연속적으로 연결하는 형상을 가질 수 있다.
- [10] 상기 덕트는 상기 덕트가 형성하는 원호의 중심선에 대해 좌측 하방 영역에서

우측 상방 영역에 걸쳐 연장된 원호 형상을 가지고, 상기 복수의 전류 고정 날개는 상기 덕트가 형성하는 원호의 중심선에 대해 좌측 하방 영역에서 우측 상방 영역에 걸쳐 상호 이격되어 배치될 수 있다.

- [11] 상기 프로펠러는 후방에서 볼 때 시계 방향으로 회전하고, 상기 복수의 전류 고정 날개 중 선체의 좌현에 위치하는 전류 고정 날개의 개수는 우현에 위치하는 전류 고정 날개의 개수보다 많을 수 있다.
- [12] 상기 덕트가 형성하는 원호의 중심선은 상기 프로펠러의 회전축보다 상방에 위치할 수 있다.
- [13] 상기 덕트가 형성하는 원호의 중심선과 상기 프로펠러의 회전축 사이의 거리는 상기 프로펠러 반경의 0.1배 이상 0.4배 이하일 수 있다.
- [14] 상기 덕트는 상기 프로펠러의 회전 영역 내에 위치할 수 있다.
- [15] 본 발명의 추진 효율 향상 장치의 다른 측면에 따르면, 프로펠러의 전방에서 선미 보스부에 지지되고, 상기 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 복수의 전류 고정 날개; 상기 복수의 전류 고정 날개의 끝단부에 지지되고, 원호 형상을 가지며, 추력을 발생시키는 덕트; 및 상기 덕트와 상기 전류 고정 날개를 상호 연결하는 연결부를 포함한다.
- [16] 상기 덕트는 상기 선미 보스부를 향하는 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 상기 복수의 전류 고정 날개는 상기 프로펠러의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가질 수 있다.
- [17] 상기 연결부는, 상기 덕트의 상기 프로펠러 회전 방향으로의 제 1 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 전류 고정 날개를 상호 연결하는 제 1 연결부; 및 상기 덕트의 상기 프로펠러 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개를 상호 연결하는 제 2 연결부를 더 포함하고, 상기 제 1 연결부는 캠버 형상이 서로 상이한 상기 덕트의 제 1 끝단부와 상기 제 1 외측 전류 고정 날개를 연속적으로 연결하는 형상을 가지고, 상기 제 2 연결부는 캠버 형상이 동일한 상기 덕트의 제 2 끝단부와 상기 제 2 외측 전류 고정 날개를 연속적으로 연결하는 형상을 가질 수 있다.
- [18] 상기 제1 연결부 및 상기 제2 연결부는 각각 상기 덕트, 상기 제1 외측 전류 고정 날개 및 상기 제2 외측 전류 고정 날개와 별개로 제작되어 결합될 수 있다.
- [19] 본 발명의 추진 효율 향상 장치의 또 다른 측면에 따르면, 프로펠러의 전방에 배치되고, 원호 형상을 가지며, 추력을 발생시키는 덕트; 및 상기 덕트를 선미 보스부에 지지하되, 상기 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 복수의 전류 고정 날개를 포함하고, 상기 덕트는 상기 프로펠러의 회전 방향으로의 제 1 끝단부에서 상기 프로펠러의 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부로 갈수록 코드의 길이가 변화하는 형상을 가질 수 있다.
- [20] 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러의 회전 방향으로 마지막에

위치하는 제 1 외측 전류 고정 날개는 루트에서 팁으로 갈수록 코드의 길이가 감소하는 형상을 가지고, 상기 덕트는 상기 프로펠러의 회전 방향으로의 제 1 끝단부에서 상기 프로펠러의 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부로 갈수록 코드의 길이가 증가하다가 감소하는 형상을 가지고, 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러의 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개는 루트에서 팁으로 갈수록 코드의 길이 감소하는 형상을 가질 수 있다.

- [21] 상기 덕트의 상기 프로펠러의 회전 방향으로의 제 1 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러의 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 고정 날개 사이에 개재되는 제 1 연결부; 및 상기 덕트의 상기 프로펠러의 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부와 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러의 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개 사이에 개재되는 제 2 연결부를 더 포함하고, 상기 제 1 연결부는 상기 제 1 외측 고정 날개의 팁에서 상기 덕트의 제 1 끝단부로 갈수록 코드의 길이가 감소하다가 증가하는 형상을 가지고, 상기 제 2 연결부는, 상기 제 2 외측 고정 날개의 팁에서 상기 덕트의 제 2 끝단부로 갈수록 코드의 길이가 감소하다가 증가하는 형상을 가질 수 있다.
- [22] 상기 덕트의 외측을 향하는 일면을 전개한 전개도에서, 상기 덕트의 리딩 에지가 이루는 곡선은 단일한 곡률을 가질 수 있다.
- [23] 본 발명의 추진효율향상장치의 또 다른 측면에 따르면, 프로펠러의 전방에 배치되고, 원호 형상을 가지며, 추력을 발생시키는 덕트; 및 상기 덕트를 선미 보스부에 지지하되, 상기 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 복수의 전류 고정 날개를 포함하고, 상기 복수의 전류 고정 날개는 선체의 길이 방향으로 다른 위치에 위치한다.
- [24] 상기 복수의 전류 고정 날개 중 상기 프로펠러 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 전류 고정 날개와 상기 프로펠러 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개 사이에 위치하는 내측 전류 고정 날개는 상기 제 1 외측 전류 고정 날개 및 상기 제 2 외측 전류 고정 날개보다 전방에 위치할 수 있다.
- [25] 상기 내측 전류 고정 날개는 하나 이상의 개수를 가지고, 상기 덕트의 내측면에 고정되는 상기 내측 전류 고정 날개의 팁은 그 전단이 상기 덕트의 리딩 에지보다 후방에 위치하고 그 후단이 상기 덕트의 트레일링 에지보다 전방에 위치할 수 있다.
- [26] 상기 내측 전류 고정 날개와 상기 제 1 외측 전류 고정 날개와 상기 제 2 외측 전류 고정 날개는 모두 루트와 팁에서 동일한 코드 길이를 가지고, 상기 내측 전류 고정 날개와 상기 제 1 외측 전류 고정 날개 및 상기 제 2 외측 전류 고정 날개의 전후 거리는 상기 내측 전류 고정 날개의 루트의 코드 길이의 0.05배 이상 0.15배 이하일 수 있다.

발명의 효과

- [27] 본 발명의 실시예에 따르면, 덕트를 지지하는 지지체로서 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 전류 고정 날개를 사용함으로써 일반적인 지지 구조를 사용하여 덕트를 지지하던 종래와 달리 프로펠러의 추력을 증가시키고 추진 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고,
- [29] 도 2는 도 1에서 프로펠러가 제거된 사시도이고,
- [30] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 후방에서 바라본 도면이고,
- [31] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이고,
- [32] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도로서, 덕트와 전류 고정 날개에 단면 형상을 추가한 도면이고,
- [33] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 일부를 좌측에서 바라본 도면으로서, 덕트가 생략된 상태를 나타내는 도면이고,
- [34] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 덕트, 제 1 외측 전류 고정 날개, 제 2 외측 전류 고정 날개의 결합체의 외측면에 대한 전개도를 나타내는 도면이고,
- [35] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고,
- [36] 도 9는 도 8에서 프로펠러가 제거된 사시도이고,
- [37] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 후방에서 바라본 도면이고,
- [38] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이고,
- [39] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도로서, 덕트와 전류 고정 날개에 단면 형상을 추가한 도면이다.
- [40] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 덕트, 제 1 외측 전류 고정 날개, 제 2 외측 전류 고정 날개의 결합체의 외측면에 대한 전개도를 나타내는 도면이고,
- [41] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이고,
- [42] 도 15는 도 14에서 덕트가 생략된 도면이다.
- [43] 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이다.
- [44] 도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고, 도 18은 도 17에서 프로펠러가 제거된 사시도이다.

- [45] 도 19 내지 도 24는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치의 효과를 설명하기 위한 도면들이다.
- 발명의 실시를 위한 형태**
- [46] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [47] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [48] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고, 도 2는 도 1에서 프로펠러가 제거된 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 후방에서 바라본 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이다. 참고로, 도 1 내지 도 4에서 +X는 전방을 의미하고, +Y는 좌측 방향을 의미한다.
- [49] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 실시예에 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100)는 덕트(110)와, 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)를 포함한다.
- [50] 덕트(110)는 프로펠러(30)의 전방에 배치된다. 프로펠러(30)는 선미 보스부(20)의 후방에 배치된다. 프로펠러(30)는 회전하며 추력을 발생시킨다. 본 실시예에서 프로펠러(30)는 도 1 내지 도 3에서 볼 때 시계 방향으로 회전한다. 즉, 프로펠러(30)는 후방에서 볼 때 시계 방향으로 회전한다.
- [51] 덕트(110)는 원호 형상을 가진다.
- [52] 일례로, 덕트(110)는 도 1 내지 도 3과 같이 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)에 대해 좌측 하방 영역에서 우측 상방 영역에 걸쳐 연장된 원호 형상을 가질 수 있다.
- [53] 다른 예로, 도시되지 않았으나 덕트는 덕트가 형성하는 원호의 중심선에 대해 좌측 상방 영역에서 우측 상방 영역에 걸쳐 연장된 원호 형상을 가질 수 있다.
- [54] 덕트(110)가 형성하는 원호의 원호각은 180도 미만이 바람직하다.
- [55] 덕트(110)는 선미 보스부(20)를 부분적으로 감싸는 구조를 가진다.
- [56] 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)은 도 4와 같이 프로펠러(30)의 회전축(A_P)보다 상방에 위치할 수 있다.
- [57] 이때, 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)과 프로펠러(30)의 회전축(A_P) 사이의 거리(H)는 프로펠러(30)의 반경의 이상 0.4배 이하일 수 있다.

덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)과 프로펠러(30)의 회전축(A_P) 사이의 거리(H)가 프로펠러(30)의 0.4배를 초과하면 전류 고정 날개를 설치할 수 있는 범위가 현저하게 제한될 수 있다.

- [58] 나아가, 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)과 프로펠러(30)의 회전축(A_P) 사이의 거리(H)는 프로펠러(30)의 반경의 0.1배 이상 0.4배 이하일 수 있다.
- [59] 덕트(110)는 프로펠러(30)의 회전 영역 내에 위치한다. 이때, 덕트(110)를 통과하는 유동이 정렬된 형태로 프로펠러(30)로 유입될 수 있고, 프로펠러(30)의 추진 효율이 향상될 수 있다.
- [60] 이때, 덕트(110)의 반경은 프로펠러 반경에서 덕트(110) 원호의 중심선(A_D)과 프로펠러(30)의 회전축(A_P) 사이의 거리를 뺀 값보다 작거나 같다.
- [61] 덕트(110)는 추력을 발생시킨다. 예컨대, 덕트(110)는 익형 단면을 가지며 선미 보스부(20)를 향하는 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다. 이에 대해 후술한다.
- [62] 선체(10)를 따라 후방으로 이동하는 유동이 덕트(110)를 지나는 과정에서 덕트(110)의 단면에 양력이 발생한다. 양력 중에서 선체(10) 길이 방향(ex. X축 방향)과 나란한 성분은 선체(10)를 추진하기 위한 추력으로 작용한다.
- [63] 덕트(110)는 별도의 지지 부재(미도시)에 의해 선체(10)의 선미부에 지지될 수 있다.
- [64] 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 덕트(110)를 선미 보스부(20)에 대해 지지한다.
- [65] 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 복수로 제공된다.
- [66] 일례로, 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)의 개수는 도 1 내지 도 3과 같이 네 개일 수 있다.
- [67] 다른 예로, 전류 고정 날개의 개수는 도시되지 않았으나 세 개 또는 다섯 개 등일 수 있다.
- [68] 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 도 1 내지 도 3과 같이 프로펠러(30)의 회전 방향으로 이격되어 배치된다. 달리 표현하면, 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 도 2 및 도 3과 같이 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)을 중심으로 원호 방향으로 이격 배치될 수 있다.
- [69] 일례로, 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 도 2 및 도 3과 같이 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)에 대해 좌측 하방 영역에서 우측 상방 영역에 걸쳐 상호 이격되어 배치될 수 있다.
- [70] 다른 예로, 복수의 전류 고정 날개는 도시되지 않았으나 덕트가 형성하는 원호의 중심선에 대해 좌측 상방 영역에서 우측 상방 영역에 걸쳐 상호 이격되어 배치될 수 있다.
- [71] 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시킨다.
- [72] 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)에 의한 선회류는 프로펠러(30)로 유입되어

프로펠러(30)의 회전 방향의 선회류를 감소시킴으로써 추진 효율을 향상시킨다. 달리 표현하면, 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)에 의해 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류가 발생되면, 프로펠러(30)로 유입되는 유동의 받음각이 증가하여 프로펠러(30)에서 발생하는 추력이 증가하고 이에 따라 추진 효율이 향상된다.

- [73] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도로서, 덕트와 전류 고정 날개에 단면 형상을 추가한 도면이다.
- [74] 도 5를 참조하면, 본 실시예에서 프로펠러(미도시)는 후방에서 볼 때 시계 방향으로 회전한다. 이때, 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 프로펠러(미도시)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키기 위해, 도 5와 같이 프로펠러(미도시)의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [75] 이상에서 살펴본 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100)는 추력을 발생시키는 덕트(110)를 선미 보스부(20)에 대해 지지하는 지지체로서 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)를 사용한다.
- [76] 이와 관련하여 통상적으로 프로펠러의 전방에 배치되어 추력을 발생시키는 덕트를 지지하기 위해 본 실시예에 따른 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)와 달리 단순한 형상의 지지 부재가 사용된다. 이러한 단순한 형상의 지지 부재는 저항으로 작용하게 되어 선박의 저항을 증가시키는 요인이 되었다.
- [77] 그러나 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100)는 덕트(110)를 지지하는 지지체로서 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류를 발생시키는 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)를 사용함으로써 종래와 달리 프로펠러(30)의 추력을 증가시키고 추진 효율을 향상시킨다.
- [78] 본 실시예에서 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134) 중 선체(10)의 좌현에 위치하는 전류 고정 날개(132, 133, 134)의 개수는 우현에 위치하는 전류 고정 날개(131)의 개수보다 많다.
- [79] 보다 상세히, 통상적으로 전류 고정 날개가 없는 나선(barehull) 상태에서 프로펠러로 유입되는 반류의 분포를 살펴보면, 좌현에서는 프로펠러의 회전 방향과 동일한 방향의 반류가 발생하고, 우현에서는 프로펠러의 회전 방향과 반대 방향의 반류가 발생한다.
- [80] 프로펠러(30)의 회전 방향과 동일한 방향의 반류가 생성되는 좌현에서 전류 고정 날개(132, 133, 134)는 작은 피치각(부착각)으로 전류 고정 날개(132, 133, 134)로 유입되는 유입류를 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향으로 변경 가능하나, 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 반류가 생성되는 우현에서는 전류 고정 날개(131)가 좌현보다 더욱 큰 피치각(부착각)으로 설치되어야만 전류 고정 날개(131)로 유입되는 유입류를 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향으로 변경할 수 있다.
- [81] 이 경우, 작은 피치각으로 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향의 선회류를

발생할 수 있는 좌현에서는 전류 고정 날개(132, 133, 134)의 부착에 따른 저항 증가가 작으나, 큰 피치각으로만 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향의 선회류를 발생시킬 수 있는 우현에서는 전류 고정 날개(131)의 부착에 따른 저항 증가가 과도해 진다. 그러므로, 높은 추진효율을 위해서는 우현 보다 좌현에 더욱 많은 전류 고정 날개를 배치하는 것이 바람직하다.

- [82] 본 실시예에서, 덕트(110)의 프로펠러(30)의 회전 방향으로의 제 1 끝단부와 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134) 중 프로펠러(30) 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 상호 연결된다. 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 도 3과 같이 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)에 대해 우측 상방 영역에 위치할 수 있다.
- [83] 덕트(110)의 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부와 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134) 중 프로펠러(30) 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 상호 연결된다. 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 도 3과 같이 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_D)에 대해 좌측 하방 영역에 위치할 수 있다.
- [84] 본 실시예에서, 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 캠버 형상에 있어서 상이하다.
- [85] 보다 상세히, 덕트(110)는 도 5와 같이 선미 보스부(20)를 향하여 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 프로펠러(30)의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [86] 달리 표현하면, 덕트(110)는 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 내부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 외부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [87] 본 실시예에서 위와 같이 캠버 형상이 상이한 덕트(110)의 제 1 끝단부와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 연속적으로 연결된다.
- [88] 예컨대, 도 5와 같이 상호 반대 방향으로 볼록한 캠버를 가지는 덕트(110)의 제 1 끝단부와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 그 경계로 갈수록 점진적으로 캠버가 소멸하는 형상을 가진다.
- [89] 본 실시예에서, 덕트(110)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 캠버 형상에 있어서 동일하다.
- [90] 보다 상세히, 덕트(110)는 도 5와 같이 선미 보스부(20)를 향하여 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 프로펠러(30)의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [91] 달리 표현하면, 덕트(110)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 모두 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 내부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가진다.

- [92] 본 실시예에서 위와 같이 캠버 형상이 동일한 덕트(110)의 제 2 끝단부와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 연속적으로 연결된다.
- [93] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 일부를 좌측에서 바라본 도면으로서, 덕트가 생략된 상태를 나타는 도면이다.
- [94] 도 5 및 도 6을 참조하면, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)와 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 후퇴익 형상을 가질 수 있다. 이때, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)와 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 리딩 에지가 루트에서 팁으로 갈수록 후방으로 처지는 형상을 가진다.
- [95] 본 실시예에서 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)는 각각 트레일링 에지가 덕트(110)가 형성하는 원호의 중심선(A_0)에 수직한 동일 평면 상에 놓일 수 있다. 이때, 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)은 프로펠러(미도시)와 최대한 근접하게 되어 전류 고정 날개들(131, 132, 133, 134)에서 발생하는 프로펠러(30)의 회전 방향과 반대 방향의 선회류가 프로펠러(30)로 바로 유입될 수 있어 추진효율이 향상된다.
- [96] 본 실시예에서, 제 1 외측 전류 고정 날개(131), 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 및 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 모두 루트에서의 코드 길이가 동일할 수 있다. 그리고 제 1 외측 전류 고정 날개(131), 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 및 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 모두 팁에서의 코드 길이가 동일할 수 있다. 그리고 제 1 외측 전류 고정 날개(131), 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 및 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 모두 루트에서의 코드 길이가 팁에서의 코드 길이보다 클 수 있다.
- [97] 도 5를 참조하면, 본 실시예에서, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁은 덕트(110)의 내측면에 고정될 수 있다.
- [98] 이때, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 전단은 덕트(110)의 리딩 에지보다 후방에 위치하고, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 후단은 덕트(110)의 트레일링 에지보다 전방에 위치한다.
- [99] 이 경우, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 리딩 에지를 구성하는 원형봉이 덕트(110)의 리딩 에지를 구성하는 원형봉과 간섭하지 않고, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 트레일링 에지를 구성하는 원형봉이 덕트(110)의 트레일링 에지를 구성하는 원형봉과 간섭하지 않게 되어 작업성이 향상될 수 있다. 참고로, 어떤 봉의 끝단을 다른 봉의 측면에 결합시키는 것은 하나의 봉의 끝단을 평판의 일면에 결합시키는 것보다 작업성이 매우 낮다.
- [100] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 덕트, 제 1 외측 전류 고정 날개, 제 2 외측 전류 고정 날개의 결합체의 외측면에 대한 전개도를 나타는 도면이다.
- [101] 도 7을 참조하면, 전개도 상에서 덕트(110)의 트레일링 에지(110b)는 직선 형상을 가지고 덕트(110)의 리딩 에지(110a)는 전방으로 볼록한 곡선 형상을 가질 수 있다.

- [102] 이 경우, 덕트(110)의 전개도에서 가장 볼록한 피크 부분이 선체(10)에 가까워져 덕트(110)를 선체(10)에 고정하기 용이해진다.
- [103] 보다 상세히, 도 7과 같은 전개도를 가지는 덕트(110)는 피크 부분이 도 4와 같이 전방으로 돌출된 구조를 가진다. 이때, 피크 부분이 선체(10)와 가까워져 길이가 짧은 지지 부재(미도시)로도 덕트(110)를 선체(10)에 대해 지지할 수 있다. 길이가 짧은 지지 부재는 구조상 길이가 긴 지지 부재에 비해 강도가 크기 때문에 덕트(110)를 선체(10)에 안정적으로 지지할 수 있다.
- [104] 도 7을 참조하면, 전개도 상에서 덕트(110)의 리딩 에지(110a)가 이루는 곡선은 단일한 곡률(R)을 가질 수 있다. 이 경우, 덕트(110)는 제 1 끝단부(110c)에서 제 2 끝단부(110d)로 갈수록 코드의 길이가 증가하다가 감소하는 형상을 가진다.
- [105] 통상적으로 덕트는 리딩 에지를 구성하는 원형봉에 압력면과 흡입면을 구성하는 판들이 결합되는 구조를 가진다
- [106] 전개도상에서 덕트(110)의 리딩 에지(110a)가 이루는 곡선이 단일한 곡률(R)을 갖도록 덕트(110)를 제작하기 위해서는 원형봉은 하나의 곡률을 갖도록 벤딩 가공된다. 이 경우, 원형봉을 둘 이상의 곡률을 갖도록 벤딩 가공하는 경우에 비해 작업성이 크게 향상된다.
- [107] 도 7을 참조하면, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 루트(131c)에서 팁(131d)으로 갈수록 코드의 길이가 감소하는 형상을 가진다. 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 루트(132c)에서 팁(132d)으로 갈수록 코드의 길이가 감소하는 형상을 가진다.
- [108] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고, 도 9는 도 8에서 프로펠러가 제거된 사시도이고, 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 후방에서 바라본 도면이고, 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이고, 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도로서, 덕트와 전류 고정 날개에 단면 형상을 추가한 도면이다. 참고로, 도 8 내지 도 12에서 +X는 전방을 의미하고, +Y는 좌측 방향을 의미한다.
- [109] 도 8 내지 도 12를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100')는, 덕트(110), 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134), 제 1 연결부(150) 및 제 2 연결부(160)를 포함할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100')는 제 1 연결부(150)와 제 2 연결부(160)를 더 포함한다는 점에서 앞서 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100)와 차이가 있다.
- [110] 제 1 연결부(150)는 덕트(110)의 프로펠러(30)의 회전 방향으로의 제 1 끝단부와 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134) 중 프로펠러(30) 회전 방향으로 마지막에 위치하는 제 1 외측 전류 고정 날개(131)를 상호 연결한다.
- [111] 제 1 연결부(150)는 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 별도로 제작되고, 제 1 연결부(150)의 양측단부는 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 덕트(110)의 제 1 끝단부에 각각 결합될 수 있다.

- [112] 제 2 연결부(160)는 덕트(110)의 프로펠러(30)의 회전 방향의 반대 방향으로의 제 2 끝단부와 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134) 중 프로펠러(30) 회전 방향의 반대 방향으로 마지막에 위치하는 제 2 외측 전류 고정 날개(132)를 상호 연결한다.
- [113] 제 2 연결부(160)는 덕트(110)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)와 별도로 제작되고, 제 2 연결부(160)의 양측단부는 제 2 외측 전류 고정 날개(132)와 덕트(110)의 제 2 끝단부에 각각 결합될 수 있다.
- [114] 본 실시예에서, 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 캠버 형상에 있어서 상이하다.
- [115] 보다 상세히, 덕트(110)는 도 5와 같이 선미 보스부(20)를 향하여 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 프로펠러(30)의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [116] 달리 표현하면, 덕트(110)는 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 내부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 외부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [117] 본 실시예에 따른 제 1 연결부(150)는 위와 같이 캠버 형상이 상이한 덕트(110)의 제 1 끝단부와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)를 연속적으로 연결하는 형상을 가진다.
- [118] 예컨대, 제 1 연결부(150)는 도 5와 같이 덕트(110)의 캠버와 같은 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가지는 제 1 영역(151)과, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)의 캠버와 같은 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가지는 제 2 영역(152)을 포함한다. 제 1 영역(151)과 제 2 영역(152)의 캠버는 각각 제 1 영역(151)과 제 2 영역(152)의 경계에 가까워지면서 점진적으로 소멸한다.
- [119] 본 실시예에서, 덕트(110)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 캠버 형상에 있어서 동일하다.
- [120] 보다 상세히, 덕트(110)는 도 5와 같이 선미 보스부(20)를 향하여 볼록한 형상의 캠버를 가지고, 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 프로펠러(30)의 회전 방향으로 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [121] 달리 표현하면, 덕트(110)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 모두 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)로 둘러싸인 공간의 내부를 향해 볼록한 형상의 캠버를 가진다.
- [122] 본 실시예에 따른 제 2 연결부(160)는 위와 같이 캠버 형상이 동일한 덕트(110)의 제 2 끝단부와 제 2 외측 전류 고정 날개(132)를 연속적으로 연결하는 형상을 가진다.
- [123] 예컨대, 제 2 연결부(160)는 도 5와 같이 덕트(110)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(160)로 둘러싸인 공간의 내부를 향해

볼록한 형상의 캠버를 가진다.

- [124] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 덕트, 제 1 외측 전류 고정 날개, 제 2 외측 전류 고정 날개의 결합체의 외측면에 대한 전개도를 나타내는 도면이다.
- [125] 도 13을 참조하면, 전개도 상에서 덕트(110)의 트레일링 에지(110b)는 직선 형상을 가지고 덕트(110)의 리딩 에지(110a)는 전방으로 볼록한 곡선 형상을 가질 수 있다.
- [126] 이 경우, 덕트(110)의 전개도에서 가장 볼록한 피크 부분이 선체(10)에 가까워져 덕트(110)를 선체(10)에 고정하기 용이해진다.
- [127] 도 13을 참조하면, 전개도 상에서 덕트(110)의 리딩 에지(110a)가 이루는 곡선은 단일한 곡률을 가질 수 있다. 이 경우, 덕트(110)는 제 1 끝단부(110c)에서 제 2 끝단부(110d)로 갈수록 코드의 길이가 증가하다가 감소하는 형상을 가진다.
- [128] 도 13을 참조하면, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)는 루트(131c)에서 팁(131d)으로 갈수록 코드의 길이가 감소하는 형상을 가진다. 제 2 외측 전류 고정 날개(132)는 루트(132c)에서 팁(132d)으로 갈수록 코드의 길이가 감소하는 형상을 가진다.
- [129] 그리고 제 1 연결부(150)는 제 1 외측 전류 고정 날개(131)의 팁(131d)에서 덕트(110)의 제 1 끝단부(110c)로 갈수록 코드의 길이가 감소하다 증가하는 형상을 가진다. 특히, 제1 연결부(150)에서 코드의 길이가 감소하다가 증가하는 부분은, 제1 연결부(150)에서 가장 코드가 짧은 부분(153)이 된다. 제1 연결부(150)에서 가장 코드가 짧은 부분(153)은 제1 영역(도 10의 151)과 제2 영역(도 10의 152)의 경계에 해당한다. 제 2 연결부(160)는 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 팁(132d)에서 덕트(110)의 제 2 끝단부(110d)로 갈수록 코드의 길이가 감소하다가 증가하는 형상을 가질 수 있다.-
- [130] 도면부호 131a, 150a, 110a, 160a, 132a는 리딩 에지를 나타내고, 도면부호 131b, 150b, 110b, 160b, 132b는 트레일링 에지를 나타낸다.
- [131] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측에서 바라본 도면이고, 도 15는 도 14에서 덕트가 생략된 도면이다. 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이다.
- [132] 도 14 내지 도 16을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100")는 덕트(110)와, 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)와, 제 1 연결부(150)와, 제 2 연결부(160)를 포함한다.
- [133] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100")는 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)의 전후 방향 위치에 있어서, 앞선 본 발명의 일 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100')와 상이하다.
- [134] 본 실시예에서, 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 보다 전방에 위치한다.
- [135] 이때에도, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 전단은 덕트(110)의 리딩

에지보다 후방에 위치하고, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 후단은 덕트(110)의 트레일링 에지보다 전방에 위치한다.

- [136] 본 실시예에서 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 전후 거리(L)는 내측 전류 고정 날개(133, 134) 또는 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 또는 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 루트의 코드 길이의 0.05배 이상 0.15배 이하일 수 있다. 참고로, 본 실시예에서 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 루트의 코드는 모두 동일하다.
- [137] 이와 같이 내측 전류 고정 날개(133, 134)가 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)에 비해 전방에 위치하는 경우, 전류 고정 날개들(131, 132, 133, 134)이 모두 선체(10)의 길이 방향으로 동일한 위치에 위치하는 경우에 비해 선체(10)에 작용하는 저항이 감소된다.
- [138] 이는 내측 전류 고정 날개(133, 134)가 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)와 전방으로 소정의 거리(L)만큼 떨어져 위치하게 되어, 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 사이에서 발생하는 벤추리 효과가 약화되어 선체(10)에 걸리는 저항을 저감시키기 때문이다.
- [139] 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 전후 거리가 위와 같은 범위를 초과하는 경우 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 프로펠러(미도시) 사이의 거리가 멀어져 내측 전류 고정 날개(133, 134)에 의해 유도되는 유동이 프로펠러(미도시)로 충분히 유입되지 않아 추진 효율이 떨어질 수 있다.
- [140] 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)의 전후 거리가 위와 같은 범위보다 작은 경우 내측 전류 고정 날개(133, 134)와 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 사이에서 발생하는 벤추리 효과에 의해 선체(10)에 걸리는 저항이 증가할 수 있다.
- [141] 도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치를 좌측 후방에서 바라본 사시도이고, 도 18은 도 17에서 프로펠러가 제거된 사시도이다.
- [142] 도 17 및 도 18을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100a)는 덕트(110), 복수의 전류 고정 날개(131, 132, 133, 134)를 포함한다.
- [143] 덕트(110)의 전개도는 도 7을 이용하여 설명한 것과 같이, 덕트(110)의 트레일링 에지(110b)는 직선 형상을 가지고 덕트(110)의 리딩 에지(110a)는 전방으로 볼록한 곡선 형상을 가질 수 있다. 덕트(110)는 피크 부분이 도 4와 같이 전방으로 돌출된 구조를 가진다. 이때, 피크 부분이 선체(10)와 가까워져 길이가 짧은 지지 부재(미도시)로도 덕트(110)를 선체(10)에 대해 지지할 수 있다. 길이가 짧은 지지 부재는 구조상 길이가 긴 지지 부재에 비해 강도가 크기 때문에 덕트(110)를 선체(10)에 안정적으로 지지할 수 있다. 한편, 도 8 내지 도

- 16에서 설명된 것과는 달리, 별도의 연결부(150, 160)를 포함하지 않을 수 있다.
- [144] 내측 전류 고정 날개(133, 134)는 도 14 내지 도 16에서 설명한 것과 같이, 제 1 외측 전류 고정 날개(131)와 제 2 외측 전류 고정 날개(132) 보다 전방에 위치한다.
- [145] 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 전단은 덕트(110)의 리딩 에지보다 후방에 위치하고, 내측 전류 고정 날개(133, 134)의 팁의 후단은 덕트(110)의 트레일링 에지보다 전방에 위치한다.
- [146] 이와 같이 내측 전류 고정 날개(133, 134)가 제 1 외측 전류 고정 날개(131) 및 제 2 외측 전류 고정 날개(132)에 비해 전방에 위치하는 경우, 전류 고정 날개들(131, 132, 133, 134)이 모두 선체(10)의 길이 방향으로 동일한 위치에 위치하는 경우에 비해 선체(10)에 작용하는 저항이 감소된다.
- [147] 이하, 도 19 내지 도 22를 참조하여, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치(100, 100', 100'', 100a)의 연료 절감 효과를 더 구체적으로 설명한다.
- [148] 우선, 도 19는 프로펠러의 전방에 복수의 전류 고정 날개(도 1 내지 도 18의 131, 132, 133, 134 참조)만을 설치한 케이스이다. 도 20는 프로펠러의 전방에 복수의 전류 고정 날개와 원형 덕트(즉, full duct)를 설치한 케이스이다. 원형 덕트는 전류 고정 날개를 원형으로 주변을 둘러싸도록 형성된 형상이다. 도 21은, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 추진 효율 향상 장치와 같이, 프로펠러의 전방에 복수의 전류 고정 날개와 일부 덕트(즉, partial duct)를 설치한 케이스이다.
- [149] 전류 고정 날개만 설치한 케이스(도 19), 전류 고정 날개와 원형 덕트를 설치한 케이스(도 20), 전류 고정 날개와 일부 덕트를 설치한 케이스(도 21)를, 프로펠러만 설치된 케이스(즉, 비교대상 케이스)와 비교하여 연료 절감 효과를 테스트하고 그 결과를 도 22에 도시하였다. 도 22에서 stator는 전류 고정 날개를, full duct는 원형 덕트를, partial duct는 일부 덕트를 의미한다.
- [150] 도 22를 참고하면, 전류 고정 날개만 설치한 케이스(도 19)는 비교대상케이스에 비해서 2.0% 연료 절감 효과가 있었다. 전류 고정 날개와 원형 덕트를 설치한 케이스(도 20)는 비교대상케이스에 비해서 1.0% 연료 절감 효과가 있었다. 전류 고정 날개와 일부 덕트를 설치한 케이스(도 21)는 비교대상케이스에 비해서 3.0% 연료 절감 효과가 있었다.
- [151] 전류 고정 날개와 원형 덕트를 설치한 케이스(도 20)의 연료 절감 효과가, 다른 케이스에 비해서 비교적 낮은 이유를 확인하기 위해 추가적인 테스트를 하고, 그 결과를 도 23 및 도 24에 표시하였다.
- [152] 도 23 및 도 24를 비교하면, 도 23에서 선미 보스부의 아래와 원형 덕트 사이에서 선체 압력 강하가 발생함을 알 수 있다(D1 참고). 반면 도 24에서는 선미 보스부의 아래에서 선체 압력 강하가 발생하지 않음을 알 수 있다(D2 참고). 선체 압력 강하가 발생하면, 이로 인해 선체 하부에서 음의 압력이 발생해서 선체 저항이 커진다. 따라서, 연료 절감 효과가 떨어지게 된다.
- [153] 한편, 전류 고정 날개만 설치된 케이스(도 19)와 비교할 때, 전류 고정 날개와

일부 덕트를 설치한 케이스(도 21)의 연료 절감 효과가 좋은 이유는 다음과 같다.

- [154] 일부 덕트를 사용한 케이스(도 21)에서, 모든 전류 고정 날개는 일부 덕트와 다점 지지 구조로 연결된다(즉, multiple support). 따라서, 일부 덕트를 사용한 케이스(도 21)는, 캔틸레버(cantilever) 형태인 전류 고정 날개만 설치된 케이스(도 19)에 비해 구조적 안정성이 높다.
- [155] 또한, 선회류를 발생시키는 전류 고정 날개는, 끝단와류에 의한 공동현상이 발생할 수 있다. 따라서, 전류 고정 날개만 설치한 케이스(도 19)에서는, 끝단 공동현상을 감소시키기 위해 윙렛(winglet)과 같은 부가 형상을 장착하여야 한다. 하지만, 일부 덕트를 사용한 케이스(도 21)는, 모든 전류 고정 날개가 일부 덕트로 감싸져 있는 형상이므로 끝단 와류가 원천적으로 봉쇄된다. 따라서, 윙렛과 같은 추가적인 장치가 불필요하다.
- [156] 이상, 본 발명의 실시예들에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [157] (부호의 설명)
- [158] 10 : 선체
- [159] 20 : 선미 보스부
- [160] 30 : 프로펠러
- [161] 100 : 추진 효율 향상 장치
- [162] 110 : 덕트
- [163] 131 : 제 1 외측 전류 고정 날개
- [164] 132 : 제 2 외측 전류 고정 날개
- [165] 133, 134 : 내측 전류 고정 날개
- [166] 150 : 제 1 연결부
- [167] 160 : 제 2 연결부
- [168]
- [169]