(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0096819
(43) 공개일자 2021년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64D 15/22 (2006.01) *B64D 15/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64D 15/22 (2013.01)
B64D 15/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0010321
(22) 출원일자 2020년01월29일
심사청구일자 2020년01월29일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
명노신
경상남도 진주시 석갑로 45, 103동 205호
프린스 라즈 로렌스 라즈
인도, 서부 벵갈, 하우라 711 103, 보타닉 가든 포스트
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 피씨알

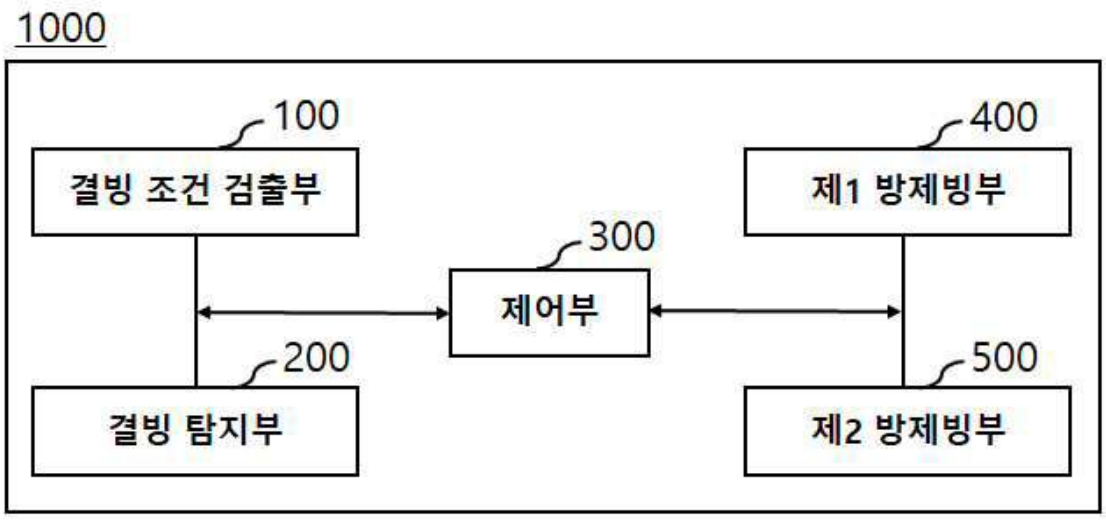
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법**

(57) 요 약

다양한 실시 예들은 항공기 날개의 방·제빙 시스템에 관한 것으로, 상기 시스템은 항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부; 상기 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 상기 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부; 및 상기 제1 방제빙부 및 상기 제2 방제빙부의 작동을 조절하는 제어 신호를 생성 및 송신하는 제어부를 포함할 수 있다. 그 밖의 다양한 실시 예들이 가능하다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

남영우
경상남도 진주시 사들로 157, 108동 601호

정호진
경상남도 진주시 금산면 금산로 123, 116동 1402호

조민영
경상남도 진주시 초전남로 30, 106동 104호

조제현
경상남도 진주시 호탄길14번길 8, 503호

조현승
경상남도 통영시 서송정1길 32-13

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711091580
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	산업수요기반 고효율 · 안전 항공핵심기술 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부;

상기 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 상기 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부; 및

상기 제1 방제빙부 및 상기 제2 방제빙부의 작동을 조절하는 제어 신호를 생성 및 송신하는 제어부를 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보를 수집하는 결빙 조건 검출부; 및

상기 제1 정보를 기초로 상기 날개 표면의 결빙 상태에 대한 제2 정보를 탐지하는 결빙 탐지부를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로 상기 제1 방제빙부 및 상기 제2 방제빙부의 작동을 조절하는 상기 제어 신호를 생성하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 방제빙부는, 상기 제1 영역의 상기 날개의 표면의 내측에 배치되고 상기 제1 영역에 열을 전달하는 제1 전열 시트를 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2 방제빙부는,

상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면의 내측에 배치되고 상기 날개 표면에 열을 전달하는 제2 전열 시트, 및

상기 제2 전열 시트의 하측에 배치되고, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면과 상기 제2 전열 시트에 충격을 가하는 범핑(bumping) 구조물을 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제2 방제빙부는,

상기 제1 영역의 날개 표면과 연장되어 형성되고 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면이 되는 가요성 기재를 더 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 가요성 기재는 실리콘을 소재로 하는 열전도성 기재 및 열전도성 접착층을 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는,

지정된 제1 주기로 상기 제1 방제빙부를 작동시키고, 상기 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부를 작동시키도록 설정된, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로, 상기 제2 영역에 구비되는 제2 방제빙부 및 상기 제3 영역에 구비되는 제2 방제빙부 중에서 적어도 하나를 작동시키도록 설정된, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 9

항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부 및 상기 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 상기 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부를 작동시켜 방빙 또는 제빙을 수행하는 항공기 날개의 방·제빙 방법에 있어서,

상기 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보를 수집하는 단계;

상기 제1 정보를 기초로 상기 날개 표면의 결빙 상태에 대한 제2 정보를 탐지하는 단계; 및

상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로 상기 제1 방제빙부 또는 상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계를 포함하는, 항공기 날개의 방·제빙 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 제1 방제빙부 또는 상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계는,

지정된 제1 주기로 상기 제1 방제빙부를 작동시키고, 상기 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부를 작동시키는, 항공기 날개의 방·제빙 시스템.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 제1 방제빙부는 상기 제1 영역의 날개 표면에 열을 전달하도록 작동하는, 항공기 날개의 방·제빙 방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 제2 방제빙부는 상기 제2 영역 또는 상기 제3 영역의 날개 표면에 열을 전달하거나 물리적 충격을 가하도록 작동하고, 항공기 날개의 방·제빙 방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계는,

상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로, 상기 제2 영역에 구비되는 제2 방제빙부 및 상기 제3 영역에 구비되는 제2 방제빙부 중에서 적어도 하나를 작동시키는, 항공기 날개의 방·제빙 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 후술하는 다양한 실시 예들은 항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 결빙은 항공기의 안정성 측면에서 매우 위협적인 요소로서, 대기 온도가 낮고 상대습도가 높은 영역에서 과냉각된 액적이 공기를 따라 이동하는 도중 항공기의 표면과 충돌하는 과정에서 발생하게 된다. 항공기 날개 표면에 발생한 결빙은 날개의 표면 형상을 변화시켜 양력 감소 등과 같은 공력 특성을 저해하는 요인이 될 수 있다. 또한, 엔진 흡입구 주위에서 발생한 결빙은 유동박리 또는 흡입공기 감소를 야기하여 엔진의 성능을 저하시킬 수 있다.

[0003] 결빙으로 인한 항공기의 성능 저하를 방지하기 위하여, 날개와 같이 결빙 가능성이 높은 구역에는 결빙을 방지하기 위한 다양한 장치(예: 전열 매트, 제빙 부츠, 피콜로 튜브 등)가 장착되어 있다. 상기 장치는 결빙 보호 시스템(Ice Protection System, IPS)이라 칭하며, IPS는 주로 항공기의 날개의 리딩 에지(leading edge)에 배치된다.

[0004] 도 1은 결빙 보호 시스템이 리딩 에지에 형성된 항공기 날개의 종단면도이다.

[0005] 도 1을 참조하면, 대다수의 항공기에서 날개(10)의 리딩 에지에 IPS(11)를 배치하게 되면 IPS에 의해 용융된 물이 후방으로 흘러 IPS가 없는 위치에서 다시 결빙되어 형성되는 런백 아이스(run-back ice)(R)가 발생하게 된다. 런백 아이스(R)는 양력 감소 및 항력 증가와 같은 항공기의 공력에 악영향을 끼치는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 문서에 개시되는 다양한 실시 예들은, 항공기의 운행에 악영향을 끼치는 결빙 및 상기 결빙 제거로 인해 발생될 수 있는 재결빙에 의한 런백 아이스를 자율적인 제어에 의해 제거할 수 있는 항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법을 제공할 수 있다.

[0007] 또한, 다양한 실시 예들은, 런백 아이스를 방빙 또는 제빙하기 위한 장치로서 전열 매트 및 범핑 구조(bumping structure), 즉, 열적 장치 및 기계적 장치를 동시에 이용하는 하이브리드 방식의 결빙 보호 구성을 포함하는 항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법을 제공할 수 있다.

[0008] 본 문서에서 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템은, 예를 들면, 항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부; 상기 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 상기 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부; 및 상기 제1 방제빙부 및 상기 제2 방제빙부의 작동을 조절하는 제어 신호를 생성 및 송신하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0010] 다양한 실시 예에서, 상기 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보를 수집하는 결빙 조건 검출부; 및 상기 제1 정보를 기초로 상기 날개 표면의 결빙 상태에 대한 제2 정보를 탐지하는 결빙 탐지부를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로 상기 제1 방제빙부 및 상기 제2 방제빙부의 작동을 조절하는 상기 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0011] 다양한 실시 예에서, 상기 제1 방제빙부는, 상기 제1 영역의 상기 날개의 표면의 내측에 배치되고 상기 제1 영역에 열을 전달하는 제1 전열 시트를 포함할 수 있다.

[0012] 다양한 실시 예에서, 상기 제2 방제빙부는, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면의 내측에 배치되고 상기 날개 표면에 열을 전달하는 제2 전열 시트, 및 상기 제2 전열 시트의 하측에 배치되고, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면과 상기 제2 전열 시트에 충격을 가하는 범핑(bumping) 구조물을 포함할 수 있다.

[0013] 다양한 실시 예에서, 상기 제2 방제빙부는, 상기 제1 영역의 날개 표면과 연장되어 형성되고 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역의 날개 표면이 되는 가요성 기재를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시 예에서, 상기 가요성 기재는 실리콘을 소재로 하는 열전도성 기재 및 열전도성 접착층을 포함할 수 있다.

[0015] 다양한 실시 예에서, 상기 제어부는, 지정된 제1 주기로 상기 제1 방제빙부를 작동시키고, 상기 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부를 작동시키도록 설정될 수 있다.

[0016] 다양한 실시 예에서, 상기 제어부는, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로, 상기 제2 영역에 구비되는 제2 방제빙부 및 상기 제3 영역에 구비되는 제2 방제빙부 중에서 적어도 하나를 작동시키도록 설정될 수 있다.

[0017] 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 방법은, 예를 들면, 항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부 및 상기 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 상기 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부를 작동시켜 방빙 또는 제빙을 수행하는 항공기 날개의 방·제빙 방법에 있어서, 상기 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보를 수집하는 단계; 상기 제1 정보를 기초로 상기 날개 표면의 결빙 상태에 대한 제2 정보를 탐지하는 단계; 및 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로 상기 제1 방제빙부 또는 상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 다양한 실시 예에서, 상기 제1 방제빙부 또는 상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계는, 지정된 제1 주기로 상기 제1 방제빙부를 작동시키고, 상기 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부를 작동시킬 수 있다.

[0019] 다양한 실시 예에서, 상기 제1 방제빙부는 상기 제1 영역의 날개 표면에 열을 전달하도록 작동할 수 있다.

[0020] 다양한 실시 예에서, 상기 제2 방제빙부는 상기 제2 영역 또는 상기 제3 영역의 날개 표면에 열을 전달하거나 물리적 충격을 가하도록 작동할 수 있다.

[0021] 다양한 실시 예에서, 상기 제2 방제빙부를 작동시키는 단계는, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 기초로, 상기 제2 영역에 구비되는 제2 방제빙부 및 상기 제3 영역에 구비되는 제2 방제빙부 중에서 적어도 하나를 작동시킬 수 있다.

발명의 효과

[0022] 다양한 실시 예들에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법은 항공기의 운행에 악영향을 끼치는 1차 결빙 및 1차 결빙의 제빙에 따른 2차 결빙을 사전에 방빙하거나 사후적으로 제빙할 수 있다.

[0023] 다양한 실시 예들에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템 및 이를 이용한 방·제빙 방법은, 자율적인 제어로 이루어지며 항공기 조종사에게 날개의 결빙 정보를 제공할 수 있다.

[0024] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이

다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 결빙 보호 시스템이 리딩 에지에 형성된 항공기 날개의 종단면도이다.

도 2는 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템의 블록도이다.

도 3은 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템의 방제빙부를 도시한다.

도 4는 일 실시 예에 따른 제2 방제빙부를 도시한다.

도 5a 내지 도 5c는 일 실시 예에 따른 제2 방제빙부의 작동을 설명하는 도면이다.

도 6은 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 방법의 순서도이다.

도 7은 다양한 실시 예에 따른 제1 방제빙부 및 제2 방제빙부의 작동 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.

[0027] 본 문서의 다양한 실시 예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시 예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이템에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 상기 아이템 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나","A 또는 B 중 적어도 하나,""A, B 또는 C," "A, B 및 C 중 적어도 하나,"및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다.

[0028] 도 2는 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템의 블록도이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은 결빙 조건 검출부(100), 결빙 탐지부(200), 제1 방제빙부(400), 제2 방제빙부(500) 및 제어부(300)를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은, 결빙 조건 검출부(100) 및 결빙 탐지부(200)로부터 항공기 날개 표면의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보 및 결빙 상태에 대한 제2 정보를 기초로 날개 내측에 구비되는 제1 방제빙부(400) 및 제2 방제빙부(500) 각각을 작동시켜 결빙을 방지할 뿐만 아니라 결빙 가능성이 높은 날개 영역에 생성된 얼음 및 상기 얼음이 용융된 후 재결빙되어 형성되는 런백 아이스를 제빙할 수 있다.

[0030] 다양한 실시 예에서, 결빙 조건 검출부(100)는 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 제1 정보를 수집할 수 있고 실시간으로 정보를 수집할 수 있다. 상기 제1 정보는 결빙에 영향을 미칠 수 있는 조건으로서 항공기 주변의 대기 데이터와 구름 데이터 및 항공기의 받음각과 속도를 포함할 수 있다. 대기 데이터는 주변 온도와 관련된 데이터일 수 있으며, 구름 데이터는 항공기 전방에 형성된 구름의 수액량(LWC, Liquid Water Content) 및 상기 구름 내 분포하는 액적의 크기 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 여기서 액적의 크기는 액적의 직경을 의미할 수 있다. 또한, 구름 데이터는 얼음함량(IWC, Ice Water Content) 등의 조건을 더 포함할 수 있다. 한편, 결빙 조건 검출부(100)는 제1 정보를 수집하기 위하여 다양한 형태의 센서를 포함할 수 있으며, 예를 들어 온도 센서, 액적 분석 센서, 자이로 센서 및 가속도 센서 등을 포함할 수 있다.

[0031] 다양한 실시 예에서, 결빙 탐지부(200)는 제1 정보를 기초로 날개 표면의 결빙 상태에 대한 제2 정보를 탐지할 수 있다. 상기 제2 정보는 결빙 여부, 결빙 위치 및 두께를 포함할 수 있다. 결빙 탐지부(200)는 결빙 조건 검출부(100)에 포함되는 센서들과 연동하여 항공기 날개 표면의 결빙 구역을 탐지할 수 있다. 예를 들어, 결빙 탐지부(200)는 자기 변형 기술을 이용하는 고유의 공진 주파수를 갖는 착빙 센서를 포함할 수 있다. 상기 착빙 센서는 전기적 신호 비교기를 통해 결빙 전·후의 공진 주파수를 비교하여 결빙 여부 및 두께를 감지할 수 있다. 또한, 결빙 구역 내 결빙 두께가 가장 두꺼운 지점 및 상기 지점과 인접한 지점을 주요 결빙 구역으로 판단할 수 있다. 다른 예에서, 결빙 탐지부(200)는 광학 센서를 구비하고, 방출된 광이 얼음에 조사된 후 얼음에서 반사되는 반사광을 수신하여 제2 정보를 탐지할 수 있다.

[0032] 다양한 실시 예에서, 제어부(300)는 결빙 조건 검출부(100) 및 결빙 탐지부(200)로부터 제1 정보 및 제2 정보를 수신하고 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 제1 방제빙부(400) 및 제2 방제빙부(500)의 작동을 조절할 수 있다.

[0033] 도 3은 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템의 방제빙부를 도시한다. 도 4는 일 실시 예에 따른 제2 방제빙부를 도시한다.

[0034] 도 3 및 도 4를 참조하면, 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은 결빙 가능성이 높은 날개 영역의 1차 결빙을 방빙 또는 제빙하는 제1 방제빙부(400) 및 런백 아이스를 방빙 또는 제빙하는 제2 방제빙부(500)를 포함할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 방제빙부(400)는 결빙 가능성이 높은 날개 영역인 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역(10a)에 구비될 수 있고, 제2 방제빙부(500)은 상기 제1 영역(10a)의 일단에 이웃하는 제2 영역(10b) 및 상기 제1 영역(10a)의 타단에 이웃하는 제3 영역(10c)에 각각 구비될 수 있다. 제2 방제빙부(501)는 날개의 상부의 일부인 제2 영역(10b)에 결빙되는 런백 아이스를 제빙하고, 제2 방제빙부(502)는 날개의 하부의 일부인 제3 영역(10c)에 결빙되는 런백 아이스를 제빙할 수 있다.

[0035] 다양한 실시 예에서, 제1 방제빙부(400)는 제1 영역(10a)의 날개 표면의 내측을 따라 배치되고, 제1 영역(10a)의 날개 표면을 가열할 수 있다. 제1 방제빙부(400)는 제1 전열 시트를 포함하고 제1 전열 시트는 전기 공급에 의해 제1 영역(10a)에 열을 전달할 수 있다.

[0036] 다양한 실시 예에서, 제2 방제빙부(500, 501, 502)는, 가요성 기재(510), 제2 전열 시트(520) 및 범핑 구조물(530)을 포함하고, 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)에 생성될 수 있는 얼음 또는 런백 아이스를 가열 및 물리적 충격에 의해 방빙 또는 제빙할 수 있다. 가요성 기재(510)는 상기 제1 영역의 날개 표면과 연장되어 일체로 형성되고 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)의 날개 표면 그 자체가 될 수 있다. 제2 전열 시트(520)는 가요성 기재(510)의 하면에 배치되어 열을 전달할 수 있다. 제2 전열 시트(520)에서 발열되는 열이 얼음에 잘 전달되기 위하여 상기 가요성 기재(510)은 가요성을 지닐 뿐만 아니라 열전도성도 우수한 실리콘을 소재로 하는 열전도성 기재 및 열전도성 접착층을 포함할 수 있다. 범핑 구조물(530)은 제2 전열 시트(520)의 하측에 배치되고, 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)의 날개 표면(가요성 기재(510)일 수 있다)과 제2 전열 시트(510)를 변형시키는 진동을 발생시켜 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)의 날개 표면에 결빙된 얼음에 충격을 가함으로써 제빙할 수 있다. 이 경우, 가요성 기재(510) 및 제2 전열 시트(520)는 탄성과 유연성이 우수한 재질로 형성될 수 있다.

[0037] 다양한 실시 예에서, 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)에 얼음이 형성되는 경우 또는 제1 방제빙부의 작용으로 런백 아이스가 형성되는 경우, 제2 전열 시트(520)의 발열에 의해 얼음은 날개 표면에서 떨어지게 되고 범핑 구조물(530)이 가하는 충격에 의해 얼음은 쉽게 제거될 수 있다.

[0038] 일 실시 예에서, 범핑 구조물(530)은 시소 형태의 구조물이 힌지 결합을 중심으로 회동하면서 높이가 변화되고 이로써 외부에 물리적 충격을 가할 수 있다. 범핑 구조물(530)의 높이 변화가 주기성을 가지는 경우 외부에 진동이 전달될 수 있다. 도 3 및 도 4에 도시된 범핑 구조물(530)은 엑츄에이터에 의해 하단의 톱니 바퀴가 서로 가까워지거나 멀어지는 진동으로 높이의 변화가 발생하고 가요성 기재(510) 및 제2 전열 시트(520)에 변형을 일으키는 충격을 가할 수 있다. 범핑 구조물(530)은 도시된 구조에 한정되지 않고 얼음에 물리적 충격을 줄 수 있는 구조이면 다양한 변형이 가능할 수 있다.

[0039] 도 1을 참조하면, 다양한 실시 예에서, 제어부(300)는 결빙 조건 검출부(100) 및 결빙 탐지부(200)로부터 제1 정보 및 제2 정보를 수신하고 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 제1 방제빙부(400) 및 제2 방제빙부(500)의 작동을 조절할 수 있다. 제어부(300)는 제1 정보를 기초로 항공기 날개 중에서 결빙 가능성이 높은 제1 영역(10a)의 결빙을 차단하기 위해서 제1 방제빙부(400)를 작동시킬 수 있다. 또는 제어부(300)는 제2 정보를 기초로 제1 영역(10a)에 생성된 얼음을 제빙하기 위해서 제1 방제빙부(400)를 작동시킬 수 있다. 제어부(300)는 제1 정보를 기초로 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)의 결빙을 차단하기 위해서 제2 방제빙부(501, 502)를 작동시킬 수 있다. 이 경우, 제어부(300)는 제2 전열 시트(520)을 작동시킬 수 있다. 또는 제어부(300)는 제2 정보를 기초로 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)에 생성된 얼음을 제빙하기 위해서 제2 방제빙부(501, 502)를 작동시킬 수 있다.

[0040] 다양한 실시 예에서, 제어부(300)는 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 제1 방제빙부(400)의 작동 후 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 런백 아이스가 발생할 것으로 예상되는 경우 지정된 제1 주기로 제1 방제빙부(400)를 우선적으로 작동시키고, 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부(500, 501, 502)를 작동시킬 수 있다. 상기 제1 주기는 제1 영역(10a)에 형성된 얼음을 제빙할 수 있는 충분한 시간으로 얼음의 양 및 대기 온도 등을 고려하여 미리 지정될 수 있다. 상기 제2 주기는 제1 방제빙

부(400)의 작동으로 제1 영역(10a)의 얼음이 제빙된 후 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 런백 아이스가 생성되는 시간을 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 예측하고, 예측된 시간과 지상에서의 결빙 시험으로 인한 데이터와 비교하여 미리 지정될 수 있다. 상기 제3 주기는 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 형성된 얼음을 제빙할 수 있는 충분한 시간으로 얼음의 양 및 대기 온도 등을 고려하여 미리 지정될 수 있다. 제어부(300)는 제3 주기가 종료되면 결빙 검출부(200)로부터 제2 정보를 수신하고 제1 영역(10a), 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)의 결빙 상태를 확인하고 제1 방제빙부(400) 또는 제2 방제빙부(501, 502)의 작동을 재개할 수 있다.

[0041] 일 실시 예에서, 제어부(300)는 제1 정보 및 제2 정보를 수신하고, 조종석 등에 기 구비된 알람 장치로 제1 정보 및 제2 정보를 송신할 수 있다. 제어부(300)는 지정된 제1 주기로 제1 방제빙부(400)를 작동시키는 제1 제어 신호를 송출하고, 제1 제어 신호를 송출한 후 지정된 제2 주기가 경과된 후에 지정된 제3 주기로 제2 방제빙부를 작동시키는 제2 제어 신호를 송출할 수 있다. 제어부(300)는 하나의 제어 신호로 제1 방제빙부(400) 및 제2 방제빙부(501, 502)의 지정된 사이클로 작동하도록 제어할 수 있거나 제어부(300)는 제1 방제빙부(400) 및 제2 방제방부(501, 502)를 작동시키는 각각의 제어 신호를 송출할 수 있다.

[0042] 도 5a 내지 도 5c는 일 실시 예에 따른 제2 방제빙부의 작동을 설명하는 도면이다.

[0043] 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 항공기 날개 표면 결빙 구역은 받음각에 따라 상이해질 수 있으며, 항공기는 특정 받음각 범위에서 비행하므로 받음각의 변화에 따른 결빙 구역 또한 특정 범위에서 결정될 수 있다. 즉, 결빙 탐지부(200)는 적어도 결빙 조건 검출부(100)에 의해 검출된 받음각에 기초하여 특정 범위에 해당하는 구역을 포함한 항공기 날개 표면의 결빙 여부를 탐지할 수 있다.

[0044] 일 실시 예에서, 도 5a에 도시된 바와 같이, 받음각이 0도인 경우 항공기 날개의 제1 영역(10a)의 중앙이 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제2 영역 및 제3 영역의 제2 방제빙부를 모두 작동시킬 수 있다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 받음각이 +값을 갖는 경우 제1 영역(10a)의 중심에서 상측 부위가 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제2 영역의 제2 방제빙부(501)를 선택적으로 작동시킬 수 있다. 도 5c에 도시된 바와 같이, 받음각이 -값을 갖는 경우에는 제1 영역(10a)의 중심에서 하측 부위가 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제3 영역의 제2 방제빙부(502)를 선택적으로 작동시킬 수 있다.

[0045] 도 6은 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 방법의 순서도이다.

[0046] 도 6을 참조하면, 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 방법은 항공기 날개의 리딩 에지의 적어도 일부에 해당하는 제1 영역에 구비되는 제1 방제빙부 및 제1 영역의 일단에 이웃하는 제2 영역 및 제1 영역의 타단에 이웃하는 제3 영역에 각각 구비되는 제2 방제빙부를 작동시켜 방빙 또는 제빙하는 방법으로서, 결빙에 영향을 미치는 조건들을 수집하는 단계(S100), 결빙 상태를 탐지하는 단계(S200) 및 제1 방제빙부 또는 제2 방제빙부를 작동시키는 단계(S300)를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 방법은 상기의 다양한 실시 예에 따른 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)을 이용하여 방·제빙을 수행하는 방법일 수 있다.

[0047] 상기 단계(S100)에서, 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건인 제1 정보를 수집할 수 있다. 상기 시스템의 결빙 조건 검출부(100)는 상술한 바와 같이, 날개의 결빙에 영향을 미치는 조건에 대한 항공기 주변의 대기 데이터와 구름 데이터 및 항공기의 받음각과 속도 등의 제1 정보를 수집할 수 있다.

[0048] 상기 단계(S200)에서, 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은 제1 정보를 기초로 날개 표면의 결빙 상태의 제2 정보를 탐지할 수 있다. 상기 시스템의 결빙 탐지부(200)는 상술한 바와 같이, 결빙 조건 검출부(100)에 포함되는 센서들과 연동하여 항공기 날개 표면의 결빙 구역을 탐지하고, 결빙 여부, 결빙 위치 및 두께 등의 제2 정보를 송신할 수 있다.

[0049] 상기 단계(S300)에서, 항공기 날개의 방·제빙 시스템(1000)은 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 제1 방제빙부 및 제2 방제빙부를 작동시킬 수 있다. 상기 시스템의 제어부(300)는 제1 정보를 기초로 항공기 날개 중에서 결빙 가능성이 높은 제1 영역(10a)의 결빙을 차단하기 위해서 제1 방제빙부(400)를 작동시킬 수 있다. 또는 제어부(300)는 제2 정보를 기초로 제1 영역(10a)에 생성된 얼음을 제빙하기 위해서 제1 방제빙부(400)를 작동시킬 수 있다. 제어부(300)는 제1 정보를 기초로 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)의 결빙을 차단하기 위해서 제2 방제빙부(501, 502)를 작동시킬 수 있다. 또는 제어부(300)는 제2 정보를 기초로 제2 영역(10b) 및 제3 영역(10c)에 생성된 얼음을 제빙하기 위해서 제2 방제빙부(501, 502)를 작동시킬 수 있다.

[0050] 상기 단계(S300)에서, 제1 방제빙부는 제1 영역의 날개 표면에 열을 전달하도록 작동하고, 제2 방제빙부는 상기

제2 영역 또는 제3 영역의 날개 표면에 열을 전달하거나 물리적 충격을 가하도록 작동할 수 있다.

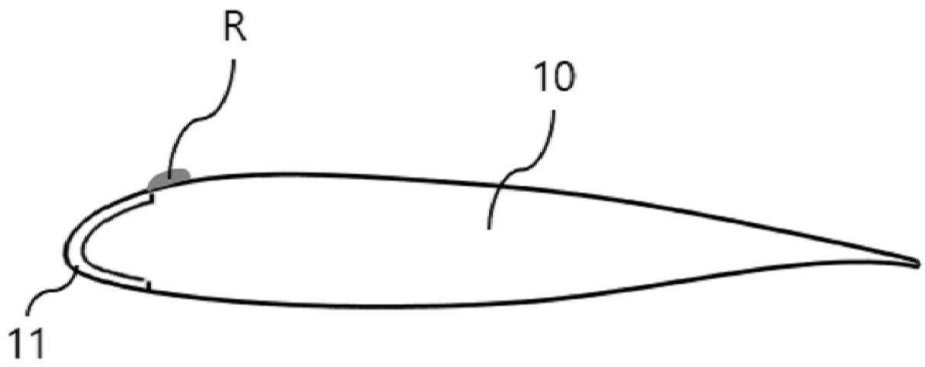
[0051] 도 7은 다양한 실시 예에 따른 제1 방제빙부 및 제2 방제빙부의 작동 순서도이다.

[0052] 도 7을 참조하면, 상기 단계(S300)에서, 제어부(300)는 지정된 제1 주기로 제1 방제빙부를 작동시키고, 지정된 제1 주기 경과 후 지정된 제2 주기가 경과하면 지정된 제3 주기로 제2 방제빙부를 작동시킬 수 있다. 제어부(300)는 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 제1 방제빙부(400)의 작동 후 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 런백 아이스가 발생할 것으로 예상되는 경우 지정된 제1 주기로 제1 방제빙부(400)를 우선적으로 작동(S310)시키고, 지정된 제1 주기 경과(S320)로 제1 방제빙부의 작동이 중지(S330)된 후 지정된 제2 주기가 경과(S340)하면 지정된 제3 주기로 상기 제2 방제빙부(500, 501, 502)를 작동(S350)시킬 수 있다. 상기 제1 주기는 제1 영역(10a)에 형성된 얼음을 제빙할 수 있는 충분한 시간으로 얼음의 양 및 대기 온도 등을 고려하여 미리 지정될 수 있다. 상기 제2 주기는 제1 방제빙부(400)의 작동으로 제1 영역(10a)의 얼음이 제빙된 후 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 런백 아이스가 생성되는 시간을 제1 정보 및 제2 정보를 기초로 예측하고, 예측된 시간과 지상에서의 결빙 시험으로 인한 데이터와 비교하여 미리 지정될 수 있다. 상기 제3 주기는 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)에 형성된 얼음을 제빙할 수 있는 충분한 시간으로 얼음의 양 및 대기 온도 등을 고려하여 미리 지정될 수 있다. 제어부(300)는 제3 주기의 종료로 제2 방제빙부의 작동이 중지(S370)되면 결빙 검출부(200)로부터 제2 정보를 수신하고 제1 영역(10a), 제2 영역(10b) 또는 제3 영역(10c)의 결빙 상태를 확인하고 제1 방제빙부(400) 또는 제2 방제빙부(501, 502)의 작동을 재개할 수 있다.

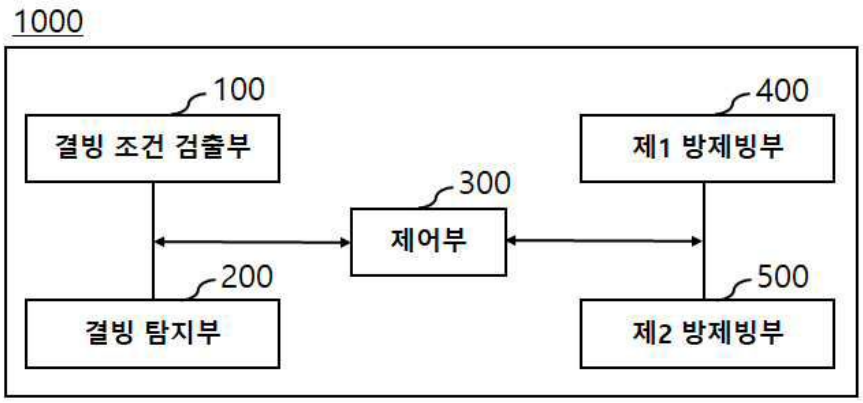
[0053] 상기 단계(S300)에서, 제1 정보 중 받음각이 0도인 경우 항공기 날개의 제1 영역(10a)의 중앙이 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제2 영역 및 제3 영역의 제2 방제빙부를 모두 작동시킬 수 있다. 받음각이 +값을 갖는 경우 제1 영역(10a)의 중심에서 상측 부위가 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제2 영역의 제2 방제빙부(501)를 선택적으로 작동시킬 수 있다. 받음각이 -값을 갖는 경우에는 제1 영역(10a)의 중심에서 하측 부위가 주요 결빙 구역일 수 있으며, 제어부(300)는 제3 영역의 제2 방제빙부(502)를 선택적으로 작동시킬 수 있다.

도면

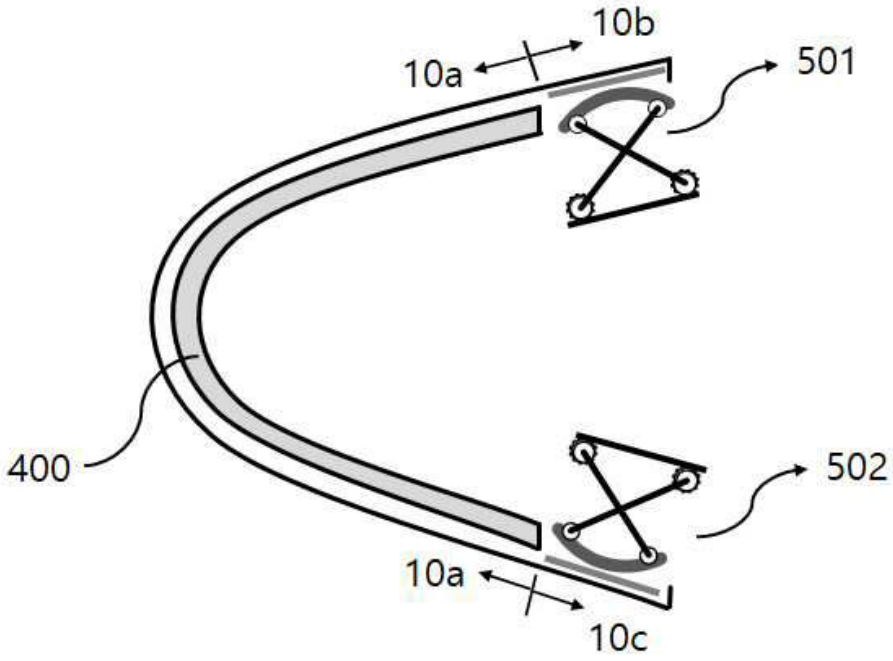
도면1



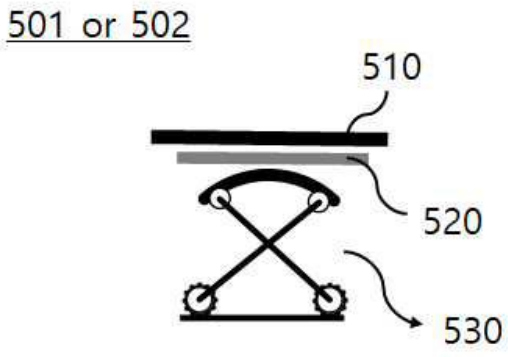
도면2


1000
100
결빙 조건 검출부
400
제1 방제빙부
300
제어부
200
결빙 탐지부
500
제2 방제빙부

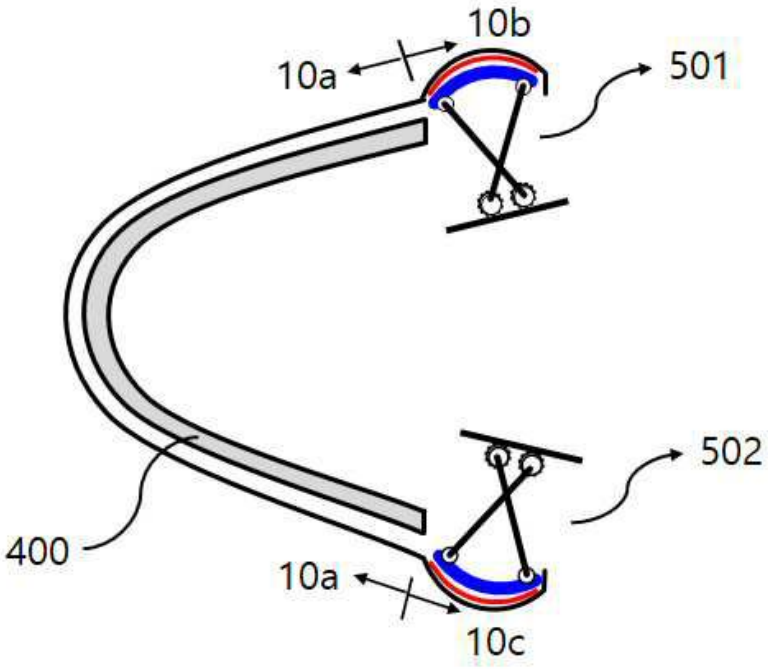
도면3


10b
10a
501
400
502
10a
10c

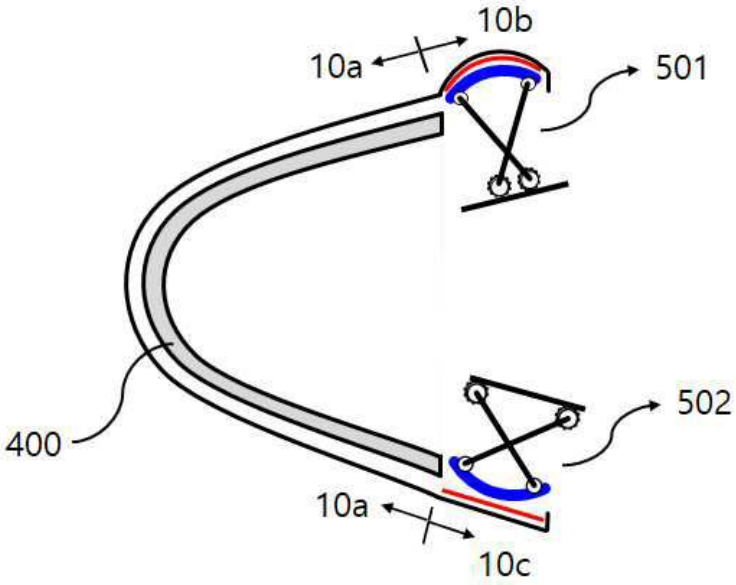
도면4


501 or 502
510
520
530

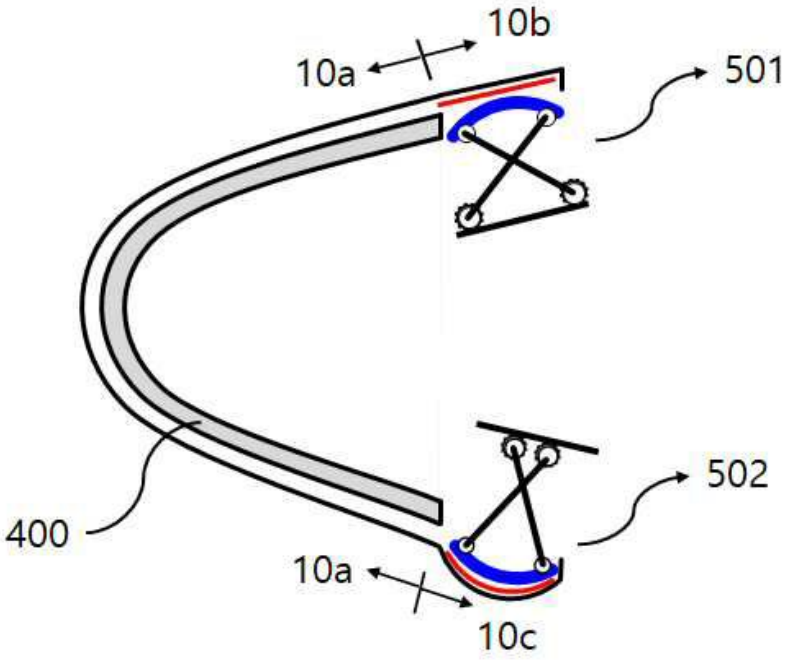
도면5a



도면5b



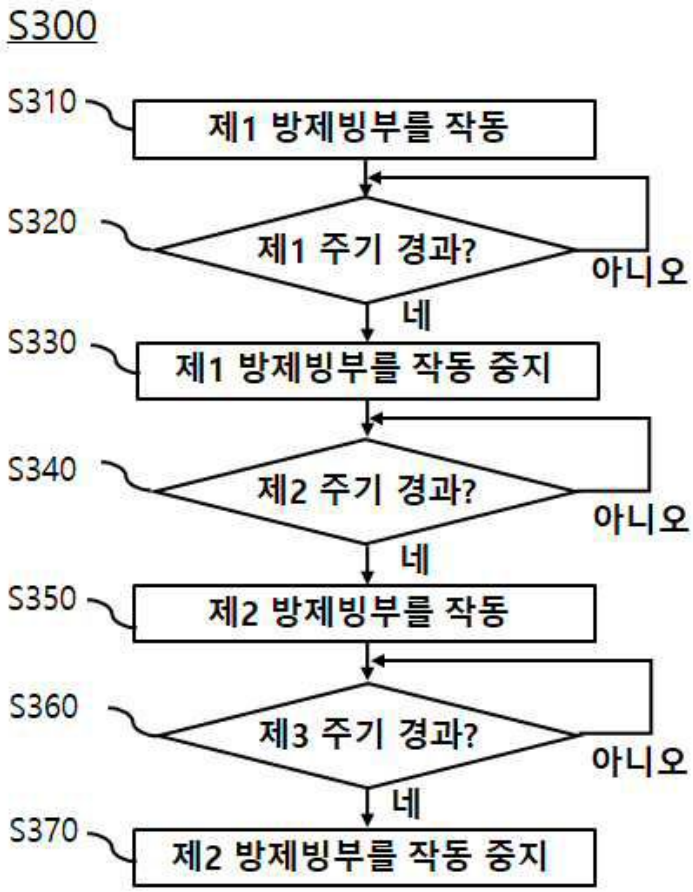
도면5c


10b
10a
501
502
400
10a
10c

도면6

S100
결빙에 영향을 미치는 조건들을 수집
S200
결빙 상태를 탐지
S300
제1 또는 제2 방제빙부를 작동

도면7


S300
S310
제1 방제빙부를 작동
S320
제1 주기 경과?
아니오
네
S330
제1 방제빙부를 작동 중지
S340
제2 주기 경과?
아니오
네
S350
제2 방제빙부를 작동
S360
제3 주기 경과?
아니오
네
S370
제2 방제빙부를 작동 중지