



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월07일
(11) 등록번호 10-2575240
(24) 등록일자 2023년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/08 (2006.01) A01G 15/00 (2019.01)
G01W 1/02 (2022.01) G01W 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/08 (2013.01)
A01G 15/00 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2021-0040487
(22) 출원일자 2021년03월29일
심사청구일자 2021년03월29일
(65) 공개번호 10-2022-0135027
(43) 공개일자 2022년10월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180019412 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
대한민국
(72) 발명자
교아름
제주특별자치도 서귀포시 서호남로 92-16, 202동
906호(서호동, 제주서귀포혁신도시엘에이치2단지)
장기호
서울특별시 서초구 반포대로24길 57, B-303(서초
동, 두성빌라)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

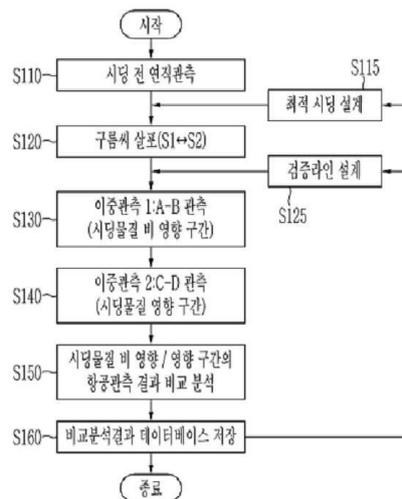
심사관 : 이민우

(54) 발명의 명칭 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 다른 측면에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법은, 실험항공기 유닛이 실험 대상 지역 상공에 도착한 후, 상기 실험항공기 유닛에 탑재되어 있는 직접관측가능한 기상 및 구름 물리 관측기기를 통해 시딩 전 연직 기상관측을 수행하는 단계와, 상기 실험항공기 유닛의 구름씨 살포기를 이용하여 최적 시딩라인을 따라 상기 시딩라인에 수직하게 소정 횟수 왕복하면서 시딩하는 단계와, 상기 시딩 단계가 종료한 후 구름시스템에 대한 동일한 기상조건에 대해 이중 구름관측을 수행하는 단계와, 상기 이중 구름관측을 통해 구름미세물리 특성을 비교분석하는 단계를 포함하며, 상기 이중 구름관측 중 하나는 시딩물질 비 영향 영역 검증라인에 대한 관측이며, 다른 하나의 이중 구름관측은 시딩물질 영향 영역 검증라인에 대한 관측인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01W 1/02 (2022.01)

G01W 1/10 (2013.01)

(72) 발명자

구정모

제주특별자치도 서귀포시 대청로 34, 102동 901호
(강정동, 제주강정유승한내들퍼스트오션)

임윤규

제주특별자치도 서귀포시 중앙로195번길 7, 103동
204호(서홍동, 지오빌II)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100071143 A

KR1020140103229 A

KR1020170053080 A

KR1020170121393 A

KR1020170123594 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기상 및 구름물리 관측기기를 탑재하여 기상 및 구름물리 관측을 수행하여 구름내 최적 시딩을 수행하기 위한 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛; 및

시딩 후 상기 실험항공기 유닛을 이용하여 동일한 기상조건에서 시딩물질 비 영향 영역 및 시딩물질 영향 영역에 대한 이중 구름 관측을 통해 구름 내 씨 뿌리기 효과를 직접 확인하기 위한 항공실험 수행 및 검증 유닛을 포함하며,

상기 항공실험 수행 및 검증유닛은 항공실험 수행 및 검증에 전문가 의견을 반영하는 전문가 조정부를 더 포함하며,

상기 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛은 하나의 날개에 대해 전방에 탑재되어 위도, 경도, 또는 고도의 비행 경로의 위치정보 측정과, 기온, 습도, 풍향, 풍속, 연직 속도 포함 주변 기상상태를 실시간으로 측정하는 항공자료조사모듈과, 다른 하나의 날개에 대해 전방에 탑재되고, 구름입자측정기와 구름영상측정기로 이루어진 구름입자통합측정기 및, 강수 입자를 측정하기 위한 강수입자측정기와, 상기 항공자료조사모듈, 상기 구름입자통합측정기, 강수입자측정기와 높이를 달리하여 상기 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛의 몸체 상부에 배치되는 등속성 공기흡입기와 그 내부에 탑재된 구름응결핵측정기와, 한 쌍의 날개의 후방에 복수개 이격 배치되어 구름 씨앗을 살포하는 구름씨 살포기를 포함하며,

상기 구름씨 살포기는 구름 씨앗의 종류를 선택적 교체가능한 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기상 및 구름물리 관측기기로부터 측정된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 인공강우를 위한 최적 시딩을 설계하는 최적 시딩설계부와, 상기 최적 시딩설계부에 따라 상기 구름씨 살포기를 이용하여 구름 씨앗 시딩이 완료된 후 상기 기상 및 구름물리 관측기기로 구름의 미세물리 변화를 직접 관측하기 위한 검증라인을 설계하기 위한 최적 검증 설계부를 더 포함하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 최적 검증 설계부는 상기 기상 및 구름물리 관측기기로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 구름시스템이 동일한 기상조건인지 판단하는 동일 기상조건 선택부와, 상기 시딩물질의 확산 범위를 계산하는 시딩물질 확산 범위 계산부와, 상기 시딩물질 확산 범위 계산부에서 결정된 상기 시딩물질 확산 범위를 이용하여 시딩물질의 확산 및 구름입자 또는 빙정이 성장하는 시간에 기초하여 시딩 비 영향 영역 제 1 검증라인과 시딩 영향 영역 제 2 검증라인을 결정하는 검증라인 결정부를 포함하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전문가 조정부는 상기 최적 시딩설계부에 의한 최적의 시딩설계 및 상기 최적 검증 설계부에 의한 최적의 검증설계에 대해 항공실험 수행, 검증 데이터베이스 및 전문가 의견을 반영하여 시딩라인 또는 제 1 및 제 2 검증라인을 조정하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템.

청구항 6

이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법에 있어서,

실험항공기 유닛이 실험 대상 지역 상공에 도착한 후, 상기 실험항공기 유닛에 탑재되어 있는 직접관측가능한 기상 및 구름물리 관측기기로 시딩 전 연직 기상관측을 수행하는 단계와,

상기 실험항공기 유닛의 구름씨 살포기를 이용하여 최적 시딩라인을 따라 상기 시딩라인에 수직하게 소정 횟수 왕복하면서 시딩하는 단계와,

상기 시딩 단계가 종료한 후 구름시스템에 대한 동일한 기상조건에 대해 이중 구름관측을 수행하는 단계와,

상기 이중 구름관측을 통해 구름미세물리 특성을 비교분석하는 단계를 포함하며,

상기 이중 구름관측 중 하나는 시딩물질 비 영향 영역 검증라인에 대한 관측이며, 다른 하나의 이중 구름관측은 시딩물질 영향 영역 검증라인에 대한 관측이며,

상기 이중 구름관측 수행 단계 전에 씨뿌리기 효과 확인 최적 검증라인 설계 단계를 포함하며, 상기 씨뿌리기 효과 확인 최적 검증라인 설계 단계는 상기 실험항공기 유닛의 상태정보, 기상정보, 및 전문가 조정부의 전문가 조정을 반영하는

이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 씨뿌리기 효과 확인 최적 검증라인 설계 단계는,

최적 검증라인 설계부가, 구름시스템에 대한 동일한 기상조건에 대해 시딩물질 비 영향 구간에 대응하는 제 1 검증라인과, 시딩물질 영향 영역에 대응하는 제 2 검증라인을 최적 검증라인으로 설계하는 단계를 포함하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 씨뿌리기 효과 확인 최적 검증라인 설계 단계는,

동일 기상조건 선택부가 기상 및 구름물리 관측기로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 구름 시스템이 동일한 기상조건인지를 판단하는 단계와,

상기 구름 시스템이 동일한 기상조건이라고 판단된 경우에, 시딩물질 확산범위계산부가 시딩물질의 확산범위를 계산하는 단계와,

검증라인 결정부가 시딩 영향 라인과 시딩 비 영향 라인을 직접 관측을 통해서 비교분석하기 위한 적어도 2 이상의 검증라인을 결정하는 단계를 포함하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 씨뿌리기 효과 확인 최적 검증라인 설계 단계는, 상기 실험항공기 유닛의 상태정보, 기상정보, 및 전문가 조정부의 전문가 조정을 반영하여 상기 시딩 영향 영역과 비 영향 영역을 비교분석할 수 있는 시딩 영향라인과 비 영향 라인을 최종 결정하는 단계를 포함하며,

상기 동일한 기상조건에서의 시딩물질 비 영향 라인 및 영향 라인에 대한 구름미세물리 특성의 비교분석결과는 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스에 저장되고, 이후 최적 시딩 설계와 검증 라인 설계에 학습 데이터로 이용되는

이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 최적 시딩 설계 단계는 상기 기상 및 구름물리 관측기기로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터와 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스로부터 추출된 데이터를 이용하여 시딩물질이 활성화되기에 적당한 온도 인지 여부를 판단하고, 인공강우를 위한 충돌·병합과정 또는 빙적핵화과정에 직접적으로 관계되는 요소와 관련하여 인공증우의 경우 구름수함량이 충분히 존재하는지, 인공증설의 경우, 과냉각 물방울이 충분한지 여부를 판단하며, 풍하측 지역으로 시딩물질이 확산되기 위한 풍향과 풍속이 적절한지 여부를 판단하여 최종의 시딩 라인, 시딩 시간, 시딩간격, 비행경로, 시딩 왕복횟수를 결정하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨 뿌리기 효과 확인 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 시딩물질의 확산범위를 계산하는 단계는,

바람이 다소 강하고 구름이 많이 낀날은 가우시안 연기확산 분포에 기반하여

상기 시딩라인에서 관측된 평균 풍속으로 시딩시작 시각으로부터 끝 시각까지의 총 소요시간을 곱셈하여 시딩플룸이 이동한 거리를 계산하며,

여기서, 상기 총 소요시간은 시딩 연소탄 개수와 1발당 점화시간의 곱셈으로 계산하며,

시딩라인 중심에서부터 상기 시딩물질 비 영향 라인의 한점까지의 최소 이격거리는 시딩플룸이 등변사다리꼴 형태로 확산한다는 가정하에 계산하는 것을 특징으로 하는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 1 대 이상의 실험항공기를 이용해 동일한 기상조건에서 시딩물질의 확산 및 구름입자 및 빙정의 성장 시간을 충족시켜서 시딩 영향 영역과 시딩 비 영향 영역의 구름을 이중 관측하여 씨뿌리기 효과를 직접 확인하여, 최적의 인공강우 항공실험 검증을 수행할 수 있는, 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공강우란 강수구름으로 발달하지 못한 구름에 인위적으로 구름 씨앗 역할을 하는 물질을 살포(Seeding)함으로써 구름의 발달과 성장을 촉진시켜 강수를 유도하는 기술로 강수 형태에 따라 인공증우와 인공증설로 나눌 수 있다. 인공증우와 인공증설은 서로 다른 메커니즘으로 강수를 생성하거나 증가시킨다.

[0003] 인공증우의 경우는, 따뜻한 구름(0℃ 이상)을 대상으로 흡습성 물질(hygroscopic material)인 염화칼슘(CaCl₂) 또는 염화나트륨(NaCl)을 살포하여 수증기와 물방울들의 충돌·병합과정에 의해 비를 생성시킨다.

[0004] 반면에 인공증설의 경우는, 차가운 구름(0℃ 미만)을 대상으로 빙정핵 역할을 하는 요오드화은(AgI)을 살포하여 만들어진 빙정간의 부착·응집·침적과정에 의해 눈을 내리게 한다.

[0005] 이러한 인공증우 또는 인공증설에 대한 실험은 크게 항공실험과 지상실험으로 나누어지는데, 지상실험은 지상에 설치한 연소기를 통해 한 지점에서 시딩을 하며, 풍하측 지상에 설치된 구름미세물리 관측기기로 실험 효과를 관찰할 수 있고, 항공실험은 항공기에 구름씨 살포장비를 탑재하여 구름에 직접 시딩을 하며, 대부분 시딩 전과 후에 약 1시간 간격을 두고 시딩라인 인근에서 1개의 검증라인을 따라 실험항공기에 탑재된 구름미세물리

관측기기로 구름의 변화를 관찰한다.

[0006] 따라서, 지상실험의 경우에는 실험수행을 위한 기상(풍향, 풍속, 구름의 높이 등) 및 환경(지상관측소의 위치 및 시딩지점과의 이격거리 등) 조건에 제약을 크게 받는 문제점이 있었으며, 항공실험의 경우에는 실험수행을 위한 기상 및 환경 조건에는 덜 제약을 받지만, 실험항공기에 구름미세물리 관측기기를 탑재하더라도 시딩 전과 후의 관측 이격시간이 너무 길어 새로 유입된 구름의 자연적 강화로도 볼 수 있기 때문에 실험 후 하나의 구름 변화 추적관측만으로는 검증하기가 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 이러한 문제점을 해소하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 적어도 1 대 이상의 실험항공기를 이용하여 지상실험과 비교해 구름이 있는 지역으로의 이동이 원활하며, 넓은 면적에 시딩이 가능하고, 주 목표지역, 즉 시딩으로 인한 눈 또는 비를 내리게 할 대상 지역을 포함한 보다 넓은 지역에 강수 증대를 기대할 수 있고, 실험항공기에 탑재된 직접관측(In-situ) 구름물리 항공관측장비, 전문가 단말, 및 항공실험 검증 데이터베이스의 피드백을 이용하여 시딩 설계 및 검증 설계를 진행하고, 실험항공기의 경로를 조정할 수 있어서 인공증설 및 인공증우 항공실험의 수행 및 검증이 가능하며, 또한 직접적인 구름 미세물리 변화 입증을 통한 물리적 검증은 인공증설 및 인공증우실험 결과의 과학적인 신뢰성을 높일 수는 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 목적은, 실험항공기에 구름물리 관측기기를 탑재하여 이중 구름관측을 수행함으로써, 구름 씨뿌리기에 의한 강수 구름의 발달을 증명할 수 있는 객관적 자료를 제공하기 위한 최적의 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기가 효과 확인 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템은 기상 및 구름물리 관측기기를 탑재하여 기상 및 구름물리 관측을 수행하여 구름내 최적 시딩을 수행하기 위한 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛; 및 시딩 후 상기 실험항공기 유닛을 이용하여 동일한 기상조건에서 시딩물질 비 영향 영역 및 시딩물질 영향 영역에 대한 이중 구름 관측을 통해 구름 내 씨 뿌리기 효과를 직접 확인하기 위한 항공실험 수행 및 검증 유닛을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 항공실험 수행 및 검증유닛은 항공실험 수행 및 검증에 전문가 의견을 반영하는 전문가 조정부를 더 포함하며,

상기 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛은 하나의 날개에 대해 전방에 탑재되어 위도, 경도, 또는 고도의 비행 경로의 위치정보 측정과, 기온, 습도, 풍향, 풍속, 연직 속도 포함 주변 기상상태를 실시간으로 측정하는 항공자료조사모듈과, 다른 하나의 날개에 대해 전방에 탑재되고, 구름입자측정기와 구름영상측정기로 이루어진 구름입자통합측정기 및, 강수 입자를 측정하기 위한 강수입자측정기와, 상기 항공자료조사모듈, 상기 구름입자통합측정기, 강수입자측정기와 높이를 달리하여 상기 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛의 몸체 상부에 배치되는 등속성 공기흡입기와 그 내부에 탑재된 구름응결핵측정기와, 한 쌍의 날개의 후방에 복수개 이격 배치되어 구름 씨앗을 살포하는 구름씨 살포기를 포함하며, 상기 구름씨 살포기는 구름 씨앗의 종류를 선택적 교체가능한 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 다른 측면에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법은, 실험항공기 유닛이 실험 대상 지역 상공에 도착한 후, 상기 실험항공기 유닛에 탑재되어 있는 직접관측가능한 기상 및 구름물리 관측기기를 통해 시딩 전 연직 기상관측을 수행하는 단계와, 상기 실험항공기 유닛의 구름씨 살포기를 이용하여 최적 시딩라인을 따라 상기 시딩라인에 수직하게 소정 횟수 왕복하면서 시딩하는 단계와, 상기 시딩 단계가 종료한 후 구름시스템에 대한 동일한 기상조건에 대해 이중 구름관측을 수행하는 단계와, 상기 이중 구름관측을 통해 구름미세물리 특성을 비교분석하는 단계를 포함하며, 상기 이중 구름관측 중 하나는 시딩물질 비 영향 영역 검증라인에 대한 관측이며, 다른 하나의 이중 구름관측은 시딩물질 영향 영역 검증라인에 대한 관측인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 의하면, 구름이 있는 지역으로의 이동이 원활하며, 넓은 면적에 시딩이 가능하고, 주 목표지역, 즉 시딩으로 인한 눈 또는 비를 내리게 할 대상 지역을 포함한 보다 넓은 지역에 강수 증대를 가져올 수 있으며, 또한, 실험항공기에 구름물리 관측기기를 탑재하여 시딩에 의한 강수 구름의 발달을 직접 관찰할 수 있기 때문에 실험효과 검증에 유리하다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 의하면, 한 대의 실험항공기를 이용해 제한된 비행시간 내에 실험지역으로의 이동 및 시딩, 그리고 시딩효과 관찰(즉, 검증관측)을 할 수 있으며, 특히 항공관측장비로 구름의 미세물리 변화를 직접 관측할 수 있도록 살포한 구름 씨앗이 부유/이동해서 활성화되는 시간을 고려하여 검증관측시간을 설정할 수 있고, 1시간 이내의 빙정 성장을 관측할 수 있는 인공증설 실험을 검증할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 의하면, 2 대 이상의 실험항공기를 이용하면 시딩물질의 보다 넓은 확산 면적과 활성화 시간을 고려할 수 있어 인공증설 뿐만아니라 인공증우 실험도 검증할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 의하면, 실험항공기로 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과를 직접 확인할 수 있고, 인공강우 항공실험에 의한 강수 구름의 발달을 증명할 수 있는 기반자료를 제공하여 인공강우 실험 성공률 판단의 근거자료 활용할 수 있고, 축적된 자료를 기반으로 실용화 가능성을 높일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법에 의하면, 실험항공기에 탑재된 직접관측(In-situ) 구름물리 항공관측장비, 전문가 단말, 및 항공실험 검증 데이터 베이스의 피드백을 이용하여 시딩 설계 및 검증 설계를 진행하고, 실험항공기의 경로를 조정할 수 있어서 인공증설 및 인공증우 항공실험의 수행 및 검증이 가능하며, 또한 직접적인 구름 미세물리 변화 입증을 통한 물리적 검증은 인공증설 및 인공증우실험 결과의 과학적인 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템을 설명하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템용 실험항공기의 구성을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4a 및 도 4b는 도 3의 최적시딩설계방법과 검증라인설계방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 도 3의 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법을 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과를 확인하기 위한 비교그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템 및 방법을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0018] 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 동일한 명칭의 구성 요소에 대하여 도면에 따라 다른 참조부호를 부여할 수도 있으며, 서로 다른 도면임에도 동일한 참조부호를 부여할 수도 있다.

[0019] 그러나 이와 같은 경우라 하더라도 해당 구성 요소가 실시 예에 따라 서로 다른 기능을 갖는다는 것을 의미하거나, 서로 다른 실시 예에서 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미하는 것은 아니며, 각각의 구성 요소의 기능은 해당 실시 예에서의 각각의 구성 요소에 대한 설명에 기초하여 판단하여야 할 것이다.

[0020] 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한 본 발명이

속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

- [0021] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0022] 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성요소들, 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.
- [0023] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템을 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템을 설명하는 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템용 실험항공기의 구성을 설명하는 도면이다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템(1)은 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛(200)과, 상기 실험항공기 유닛(200)을 이용하여 기상조건을 관측, 최적의 상태로 구름내 시딩을 수행하고, 시딩 후 구름 씨앗의 확산, 및 활성화 시간을 고려하여 이중 구름관측 검증라인을 설계하여 상기 실험항공기 유닛(200)을 이용하여 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과를 직접 확인하기 위한 항공실험 수행 및 검증 유닛(100)을 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 적어도 1대 이상의 실험항공기 유닛(200)에는 위도, 경도, 고도 등 비행경로의 위치정보 측정부(211)와, 기온, 습도, 풍향, 풍속, 연직 속도 등 주변 기상상태를 실시간으로 측정하는 기상상태 측정부(213)를 포함하는 항공자료조사모듈(210; Aircraft Integrated Meteorological Measuring System-20; AIMMS-20)을 탑재할 수 있는데, 상기 항공자료조사모듈(210)은 상기 실험항공기(200)의 하나의 날개(201)에 대해 전방에 배치하는 것이 비행하면서 실험관측을 설계할 수 있고, 실험관측 노이즈를 줄일 수 있어서 바람직하다.
- [0027] 마찬가지로, 상기 실험항공기 유닛(200)의 다른 하나의 날개(203)에 대해 전방에 구름입자측정기(231; Cloud Droplet Probe; CDP)와 구름영상측정기(233; Cloud Imaging Probe; CIP)로 이루어진 구름입자통합측정기(230; Cloud Combination Probe; 2CCP)와, 강수입자측정기(250; Precipitation Imaging Probe; PIP)를 탑재하는 것이 바람직하다.
- [0028] 즉, 항공자료조사모듈, 구름입자통합측정기, 및 강수입자측정기(210, 230, 250)는 날개의 전방에 독립적으로 이격 고정 배치되어 넓은 범위에 대해 독립적인 기상 및 구름물리 관측 데이터를 관측할 수 있어서 실험효과 검증의 객관성을 높일 수 있다.
- [0029] 한편, 구름응결핵측정기(270; Cloud Condensation Nuclei Counter; CCN-200, CCN-200 Inlet)는 이후 설명하는 구름씨 살포기(280)에 의해 살포된 구름씨앗의 효과를 바로 직접적으로 측정할 수 있고 시딩연소에 따른 오염물질 영향을 줄일 수 있도록 상기 실험항공기(200)의 유선형 몸체 상부에 배치되는 등속성 공기흡입기(271)와, 상기 실험항공기(200)의 유선형 몸체 내부에 배치되는 제 2 구름응결핵측정기(273)을 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 구름입자측정기(231 ; CDP)는 직경 2 ~ 50 μm 의 구름입자를 관측하며, 상기 구름영상측정기(233; CIP)는 직경 7.5 ~ 930 μm 의 이슬비 입자, 강수입자측정기(250; PIP)는 직경 100 ~ 6,200 μm 의 강수입자를 관측한다.
- [0031] 또한, 구름응결핵측정기(270, CCN-200, CCN-200 Inlet)은 직경 0.75 ~ 10 μm 크기의 구름응결핵을 측정하는 장비로 수증기의 과포화도에 따라 활성화된 구름응결핵의 입경별 수농도를 관측한다.
- [0032] 이하에서, 항공자료조사모듈, 구름입자통합측정기, 강수입자측정기(210, 230, 250) 및 구름응결핵측정기(270)를 '기상 및 구름물리 관측기기'라 한다.
- [0033] 상기 구름씨 살포기(280)는 인공적으로 구름씨앗을 살포하기 위하여 실험항공기 유닛(200) 양 날개에 설치되는 불꽃형 연소탄 거치대(281,283)를 포함할 수 있는데, 본 기술에 예시로 나타낸 항공기의 경우, 각 날개(201, 203)에 12개씩 최대 24개를 장착될 수 있다. 상기 구름씨 살포기(280)는 양 날개의 후방에 설치되어 실험항공기 유닛(200) 비행시 구름 씨앗이 상기 실험항공 유닛(200) 비행 기류에 의해서 효과적으로 확산될 수 있도록 한다.
- [0034] 상기 구름씨 살포기(280)는 인공증우용으로 흡습성 물질(hygroscopic material)인 염화칼슘(CaCl_2) 또는 염화나

트륨(NaCl)과, 인공증설용으로 요오드화은(AgI)을 선택적으로 살포할 수 있다.

- [0035] 상기 항공실험 수행 및 검증유닛(100)은 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270) 및 상기 구름씨 살포기(280)를 제어하고 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 수신된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 상기 구름씨 살포기(280)의 시딩 라인과 시딩 시간, 시딩 간격을 최적의 시딩을 설계하고 상기 구름씨 살포기(280)에 의해 시딩된 구름씨앗에 의한 인공강우 실험의 결과를 항공실험을 통해 직접 확인할 수 있는 검증라인을 설계할 수 있다
- [0036] 상기 항공실험 수행 및 검증유닛(100)은 클라우드 기반 서버와 유무선으로 연결된 컴퓨팅 장치로서, 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 측정된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 항공실험의 시딩라인 결정 알고리즘을 통해 특정 목표지역에서 시딩라인까지의 거리 계산 및 시딩라인 간의 간격을 계산할 수 있어서, 최적의 시딩라인과 시딩간격을 결정하는 최적 시딩설계부(110)와, 상기 최적 시딩설계부(110)에 따라 상기 구름씨 살포기(280)를 이용하여 구름 씨앗 시딩이 완료된 후 항공관측장비로 구름의 미세물리 변화를 직접 관측할 수 있도록 살포한 구름 씨앗이 부유/이동해서 활성화되는 시간을 고려하여 동일한 기상조건에서 시딩 영향 영역과 시딩 비 영향 영역에 대해서 이중 구름관측이 가능하도록 검증설계할 수 있는 최적 검증 설계부(130)를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 최적 검증 설계부(130)는 시딩에 의한 구름의 미세물리 변화를 확인하기 위해 동일한 기상조건인지를 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 수신된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 결정하는 동일 기상조건 선택부(131)와, 시딩물질의 확산 범위를 계산하는 시딩물질 확산 범위 계산부(133)와, 상기 시딩물질 확산 범위 계산부(133)에서 결정된 시딩물질 확산 범위를 이용하여 시딩물질의 확산 및 구름입자 또는 빙정이 성장할 시간을 확보하기 위한 시딩 비 영향 영역 검증라인과 시딩 영향 영역 검증라인을 결정하는 검증라인 결정부(135)와, 상기 비 영향 영역 검증라인을 따라 상기 실험항공기 유닛(200)이 이동하면서 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)를 이용하여 검증관측을 수행하도록 제어하는 비 영향 영역 검증관측 제어부(150)와, 상기 비 영향 영역 검증관측 제어부(150)와 연동하여 상기 시딩 영향 영역 검증라인을 따라 상기 실험항공기 유닛(200)이 이동하면서 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)를 이용하여 검증관측을 수행하도록 제어하는 영향 영역 검증관측 제어부(170)를 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 항공실험 수행 및 검증유닛(100)은 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)를 이용하여 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 분석하여 상기 최적 시딩설계부(110)에 의한 최적의 시딩설계 및 상기 최적 검증 설계부(130)에 의한 최적의 검증설계에 대하여 전문가 의견을 반영하여 시딩라인 또는 검증라인을 변경 조정할 수 있는 전문가 조정부(180)를 더 포함할 수 있으며, 상기 항공실험 수행 및 검증유닛(100)은 통신 및 저장부(190)를 더 포함하여 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)를 이용하여 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터, 상기 최적 시딩설계부(110)의 최적의 시딩설계 데이터, 최적의 검증설계 데이터, 및 전문가 실험설계 조정 데이터를 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)에 저장할 수 있다.
- [0039] 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)에 저장된 데이터는 상기 최적 시딩설계부(110), 상기 최적 검증 설계부(130), 및 상기 전문가 조정부(180)가 최적의 시딩설계, 검증설계, 전문가 조정시에 이용할 수 있다.
- [0040] 이제 도 3 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 시스템을 이용한 확인방법을 상세히 설명한다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 4a 및 도 4b는 도 3의 최적시딩 설계방법과 검증라인설계방법을 설명하기 위한 순서도며, 도 5는 도 3의 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법을 설명하기 위한 개념도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과를 확인하기 위한 비교그래프이다.
- [0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법은, 상기 실험항공기유닛(200)에 탑재된 직접관측(In-situ) 구름물리 항공관측장비, 전문가단말, 및 항공실험 검증 데이터베이스의 피드백을 이용하여 시딩 설계 및 검증 설계를 진행하고, 실험항공기의 경로를 조정할 수 있어서 인공증설 및 인공증우 항공실험의 수행 및 검증이 가능하며, 또한 직접적인 구름 미세물리 변화 입증을 통한 물리적 검증은 인공증설 및 인공증우실험 결과의 과학적인 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0043] 먼저, 상기 실험항공기 유닛(200)이 이륙하여 실험 대상 지역 상공에 도착한 후, 상기 실험항공기 유닛(200)에 탑재되어 있는 직접관측가능한 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)를 통해 시딩 전 연직 기상

관측을 수행한다(S110).

- [0044] 상기 최적 시딩설계부(110)는 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)를 이용하여 충돌·병합과정 또는 빙적핵화 과정에 직접적으로 관계되는 요소로 설정할 수 있고, 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)를 이용하여 온도와 구름특성, 연직 풍향, 풍속 등을 고려하여 특정 목표영역에 대응하는 최적 시딩 고도, 라인, 고도를 설정할 수 있다(S115).
- [0045] 상기 최적 시딩설계부(110)에 의하여 설계된 최적 시딩 설계에 따라 상기 구름씨 살포기(280)는 풍향에 수직한 방향으로 풍상측에서 시딩라인을 따라 지그재그로 수회 왕복하면서 실험항공기 유닛(200)에 탑재되어있는 불꽃 형태의 연소탄을 살포한다(S120).
- [0046] 시딩이 끝나면, 시딩에 의한 구름의 미세물리 변화를 확인하기 위해 동일한 기상조건, 예를들어, 같은 풍계와 유사한 구름대에서 대해서 검증관측을 수행하기 위하여 최적 검증라인을 설계한다(S125).
- [0047] 상기 최적 검증라인 설계부(130)는 동일한 기상조건에 대해 시딩물질 비 영향 구간에 대응하는 제 1 검증라인(A-B 라인)과, 시딩물질 영향 영역에 대응하는 제 2 검증라인(C-D 라인)을 검증라인으로 설계하여, 동일한 기상조건에 대해 이중 관측을 수행하는데, 먼저 이중관측 중 하나로 시딩 비 영향 관측라인(A-B 라인)에 대해 관측을 수행하고(S130), 이중관측 중 다른 하나로 시딩 영향라인(C-D 라인)에 대해 관측을 수행한다(S140).
- [0048] 이와 같이, 제 1 검증라인(A-B)과 제 2 검증라인(C-D)을 나누어 이중관측하는 것은 시딩물질 비 영향 구간에 대해서 동일한 기상조건, 예컨대 같은 풍계 및 유사 구름에 대해서 관측을 수행하여, 동일한 기상조건의 비교분석 항공실험 기준을 준비할 뿐만 아니라, 시딩 물질의 확산 및 구름입자 또는 빙정이 성장할 시간을 확보하여 시딩 물질 영향라인을 따라 항공실험을 통해 직접 관측을 수행할 수 있도록 할 수 있다.
- [0049] 상기 항공실험 수행 및 검증유닛(100)은 동일한 기상조건에서 시딩물질 비 영향 라인 및 영향라인에 대한 항공 관측한 항공자료를 통해 시딩 비 영향 및 영향 관측 라인에서의 구름미세물리 특성을 비교분석할 수 있다(S150).
- [0050] 이와 같이 동일한 기상조건에서의 시딩물질 비 영향 라인 및 영향 라인에 대한 구름미세물리 특성의 비교분석결과 데이터베이스(101)에 저장되어(S160), 이후 최적 시딩 설계(S115)와 검증 라인설계(S125)에 학습데이터로 이용될 수도 있으며, 전문가가 상기 전문가 조정부(180)를 통해 항공실험 현장에서 특정 목표영역에 대한 구름물리 특성 관측 설계, 시딩 설계 및 검증라인 설계를 조정하는데 이용할 수 있다.
- [0051] 보다 구체적으로, 도 4a에 도시된 바와 같이, 상기 최적 시딩 설계 단계(115)는 상기 최적의 시딩 설계부(110)에서 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터와 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)로부터 추출된 데이터를 이용하여 시딩물질이 활성화되기에 적당한 온도인지 여부를 판단한다(S1151).
- [0052] 상기 최적의 시딩 설계부(110)에서는 시딩물질이 활성화되기에 적당한 온도라고 판단된 경우에 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터와 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)로부터 추출된 데이터를 이용하여 인공강우를 위한 충돌·병합과정 또는 빙적핵화과정에 직접적으로 관계되는 요소와 관련하여 인공증우의 경우 구름수함량이 충분히 존재하는지, 인공증설의 경우, 과냉각 물방울이 충분한지 여부를 판단한다(S1152).
- [0053] 또한 풍하측 지역으로 시딩물질이 확산될 수 있도록 풍향과 풍속이 적절한지 여부를 판단하고(S1153), 최종의 시딩 라인, 시딩 시간, 시딩간격, 비행경로, 왕복횟수 등 최적의 시딩을 설계할 수 있다(S1154).
- [0054] 이와 같이 최적 시딩 설계 단계(S115)가 항공실험에서 직접 얻은 기상 및 구름물리 관측 데이터 기반으로 상기 항공실험 수행 및 검증 데이터베이스(101)로부터 추출된 데이터를 이용하여 이루어지기 때문에, 종래와 같이 지상실험에서는 제한되었던 구름응결핵 또는 빙정핵이 활성화되는 조건 중 중요한 역할을 하는 구름수액량 또는 과냉각 수적이 고려될 수 있기 때문에 인공강우 실험의 실패 확률을 줄일 수 있다.
- [0055] 이제 도 4b 내지 도 5를 참조하여 최적 검증라인을 설계하는 방법에 대해서 상세히 설명한다.
- [0056] 도 4b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 최적 검증라인 설계방법은, 우선적으로, 시딩에 의한 구름 변화를 관찰하기 위해 적절한 검증라인을 설계하기 위하여 검증라인 설계부(130)는 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)로부터 관측된 기상 및 구름물리 관측 데이터를 이용하여 동일 기상조건 선택부

(131)를 통해 구름 시스템이 동일한 기상조건인지를 예를들어 같은 풍향 또는 유사 구름대인지 여부로 선택한다(S1251).

- [0057] 검증라인 설계부(130)는 구름 시스템이 동일한 기상조건이라고 판단된 경우에, 시딩물질 확산범위계산부(133)를 통해 시딩물질의 확산범위를 계산하고(S1252), 검증라인 결정부(135)가 시딩 영향 라인과 시딩 비 영향 라인을 직접 관측을 통해서 비교분석할 수 있는 적어도 2 이상의 검증라인을 결정한다(S1253).
- [0058] 검증라인 설계부(130)는 상기 실험항공기 유닛(200)의 상태정보, 기상정보, 및 상기 전문가 조정부(180)의 전문가 조정을 반영하여 시딩 영향 영역과 비 영향 영역을 비교분석할 수 있는 시딩 영향라인과 비 영향 라인을 최종 결정한다(S1254).
- [0059] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 최적 검증라인 설계방법은, 연직 관측을 통해 최종적으로 결정한 시딩고도에서 시딩라인(S1-S2)을 따라 왕복 비행하며 구름 속에 지속적으로 구름 씨앗(시딩물질)를 제공하기 위해 일정한 시간 간격으로 각 날개의 연소탄을 연소시켜 시딩을 수행하고, 시딩에 의한 구름변화를 관찰하기 위해 시딩라인으로부터 d만큼 이격된 시딩 비 영향 라인(A-B 라인)을 제 1 검증라인으로 설계할 수 있다.
- [0060] 이와 같이 시딩라인으로부터 d만큼 이격된 시딩 비 영향 라인(A-B 라인)을 제 1 검증라인으로 설계하는 이유는 시딩물질 영향 영역인 제 2 검증라인(C-D 라인)과 구름 시스템이 동일한 기상조건(같은 풍향, 유사 구름대)을 가져 시딩물질 비 영향 구간과 영향 구간에 대해 이중으로 관측할 수 있기 때문이다.
- [0061] 일반적으로 바람이 다소 강하고 구름이 많이 낀 날, 원추형 형태의 연기 확산(가우시안 분포)이 관찰되는데, 이를 기반으로 시딩라인으로부터 시딩물질의 확산범위를 계산할 수 있다.
- [0062] 시딩라인에서 관측된 평균 풍속으로 시딩시작 시각으로부터 끝 시각까지의 총 소요시간(Elapsed Time; ET)을 곱하면 시딩플룸이 이동한 거리를 계산할 수 있다(도 5의 식 (1)).
- [0063] 여기서, ET는 시딩 연소탄 개수*1발당 점화시간(약 3-5분)으로 계산할 수 있다.
- [0064] 시딩라인 중심(C)에서부터 A지점까지의 이격거리(d)는 시딩플룸이 등변사다리꼴 형태로 확산한다는 가정하에 계산할 수 있다(도 5의 식 (2)).
- [0065] 따라서, A 지점에서부터 시딩플룸이 확산된 거리(B)까지가 시딩 비 영향 관측구간이 된다.
- [0066] 시딩 영향 구간은 시딩라인 중심(C)으로부터 ET 시간 동안 이동한 거리까지(D)이다.
- [0067] 도 5에 있어서, H는 시딩고도, S1-S2는 시딩라인, A-B라인은 시딩 비 영향 관측라인, C-D라인은 시딩 영향 관측라인, u는 시딩라인의 평균바람속도, d는 A-B라인과 C-D라인 사이의 이격거리이며, 도 5의 식(1)과 식(2)에 있어서, WS_s 는 시딩라인의 평균풍속이며, ET는 시딩물질 총 연소시간이고, L은 시딩라인의 길이이며, $DIST_p$ 는 첫 시딩물질이 ET 동안 이동한 거리이며, x_0 는 전문가 조정부(180)에 의해서 조정가능한 추가 이격거리이다.
- [0068] 상기 비 영향 구간 검증관측 제어부(150)는 먼저 상기 실험항공기 유닛(200)이 시딩물질 비 영향 구간인 A-B 라인을 이동하면서 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)가 직접 구름 미세물리를 관측하도록 제어하고, 다음 상기 영향 영역 검증관측 제어부(170)가 상기 실험항공기 유닛(200)이 시딩물질 영향 구간인 C-D 라인을 이동하면서 상기 기상 및 구름물리 관측기기(210, 230, 250, 270)가 직접 구름 미세물리를 관측한 후 상기 실험항공기 유닛(200)이 실험을 종료하고 돌아오게 한다.
- [0069] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 최적 검증라인 설계방법에 따라 시딩물질 비 영향 라인 과 영향 라인을 제 1 및 제 2 검증라인으로 설계하고, 상기 실험항공기 유닛(200)을 제 1 및 제 2 검증라인을 이동시키면서 시딩에 의한 구름 시스템 내의 구름미세물리 변화, 즉, 입자 직경 별 수농도를 비교해 볼 수 있다.
- [0070] 검정색 점선과 실선은 각각 시딩 비 영향 구간(A-B 라인)과 시딩 영향 구간(C-D 라인)에서의 평균 입자크기분포를 의미하는데, 시딩 영향 구간에서의 입자크기분포는 시딩 비 영향 영역(점선)과 비교해 초기에는 작은 크기의 구름입자가 증가하나 최종적으로는 작은 크기의 구름입자는 새로 생성된 구름입자의 성장 또는 부착으로 감소하고, 보다 큰 크기의 강수입자의 증가를 기대할 수 있다.
- [0071] 이상을 통해 본 발명의 이중 구름관측을 통한 인공강우 항공실험 씨뿌리기 효과 확인 방법에 대한 구체적인 내용을 설명하였으며, 이를 이용하여 인공강우 항공실험 검증라인 설계기술이 수행될 수 있다. 또한, 실험항공

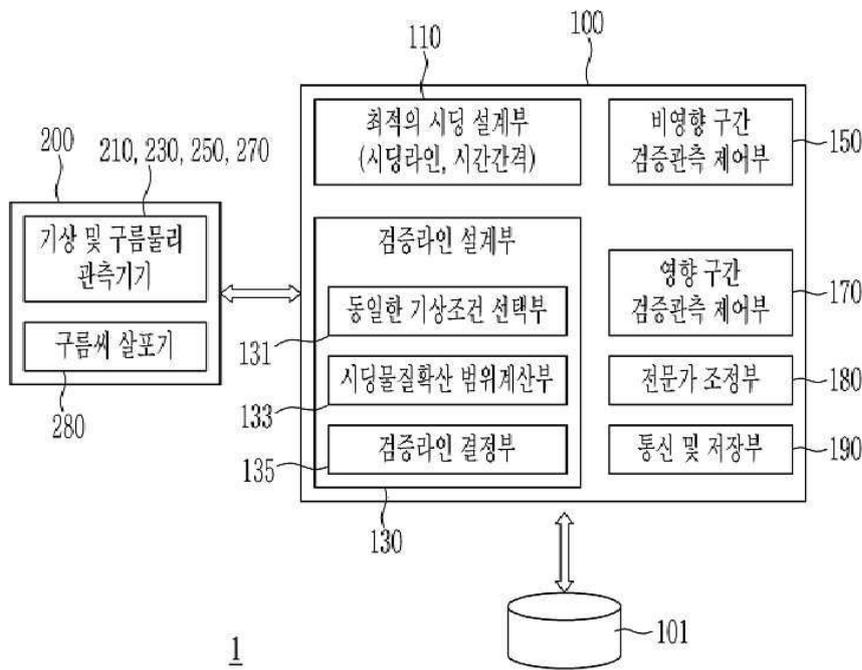
기의 직접관측 장비를 통한 시딩에 의한 구름 미세물리 변화를 입증함으로써 본 실험의 과학적 신뢰성을 높일 수 있다.

부호의 설명

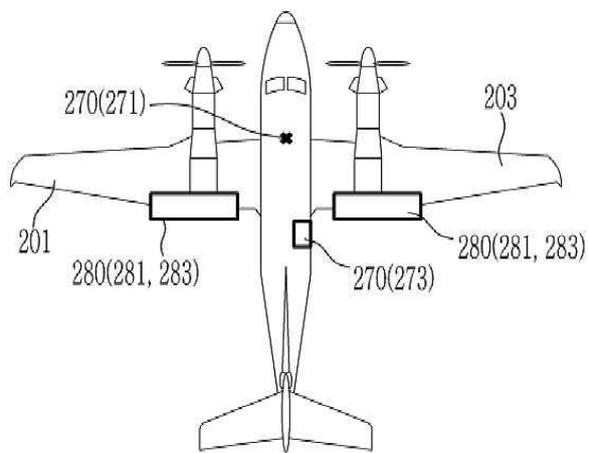
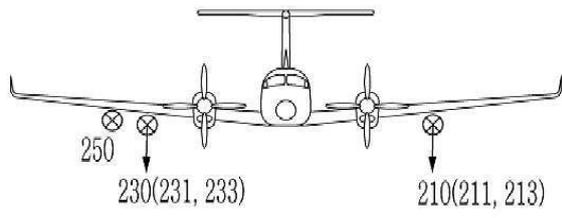
- [0072] 100 : 항공실험 수행 및 검증 유닛
- 101 : 기상 및 구름물리 관측 데이터베이스
- 110 : 최적 시딩 설계부
- 130 : 검증라인 설계부
- 150 : 비 영향 구간 검증관측 제어부
- 170 : 영향 영역 검증관측 제어부
- 180 : 전문가 조정부
- 190 : 통신 및 저장부
- 200 : 실험항공기 유닛
- 210, 230, 250, 270 : 기상 및 구름물리 관측기기
- 280 : 구름씨 살포기

도면

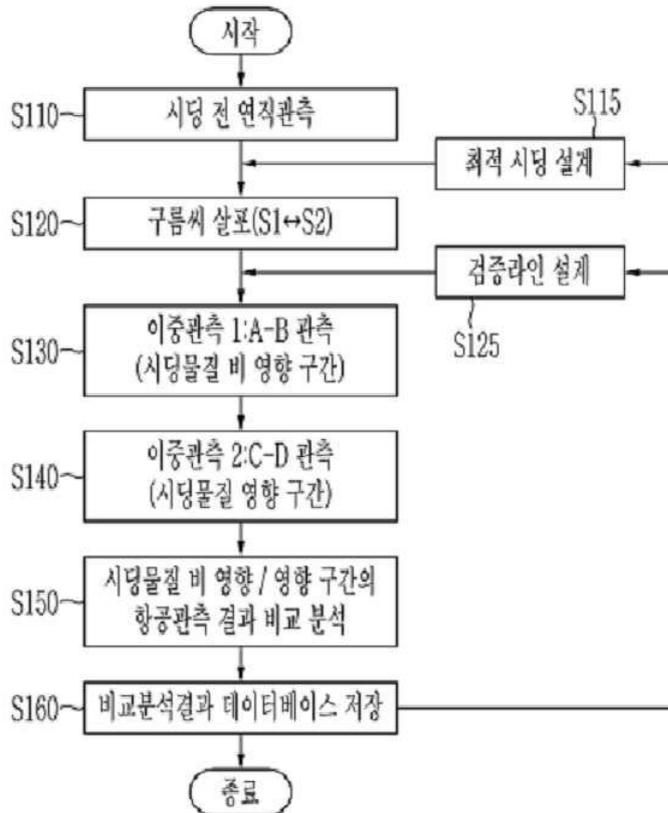
도면1



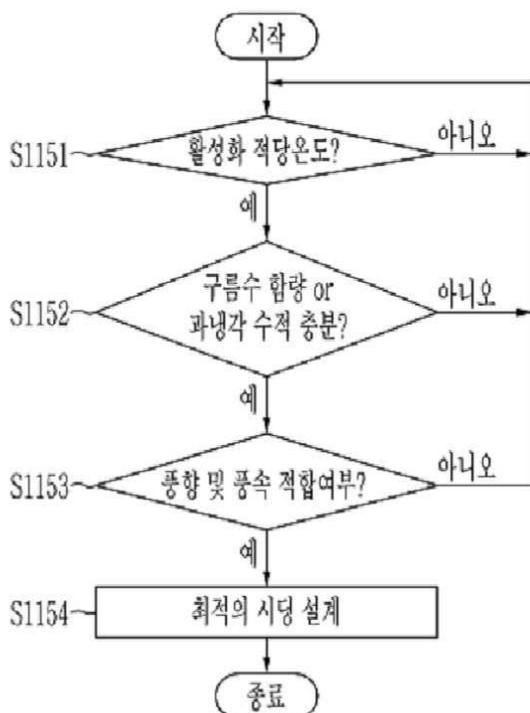
도면2



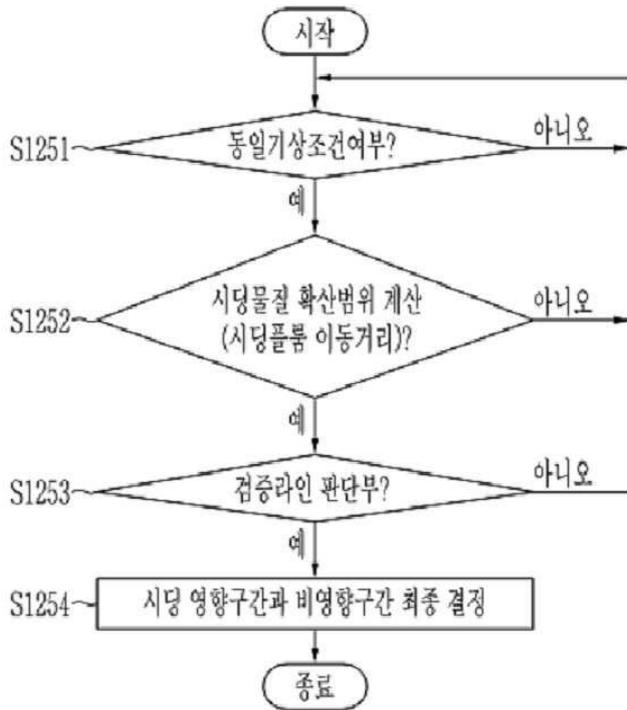
도면3



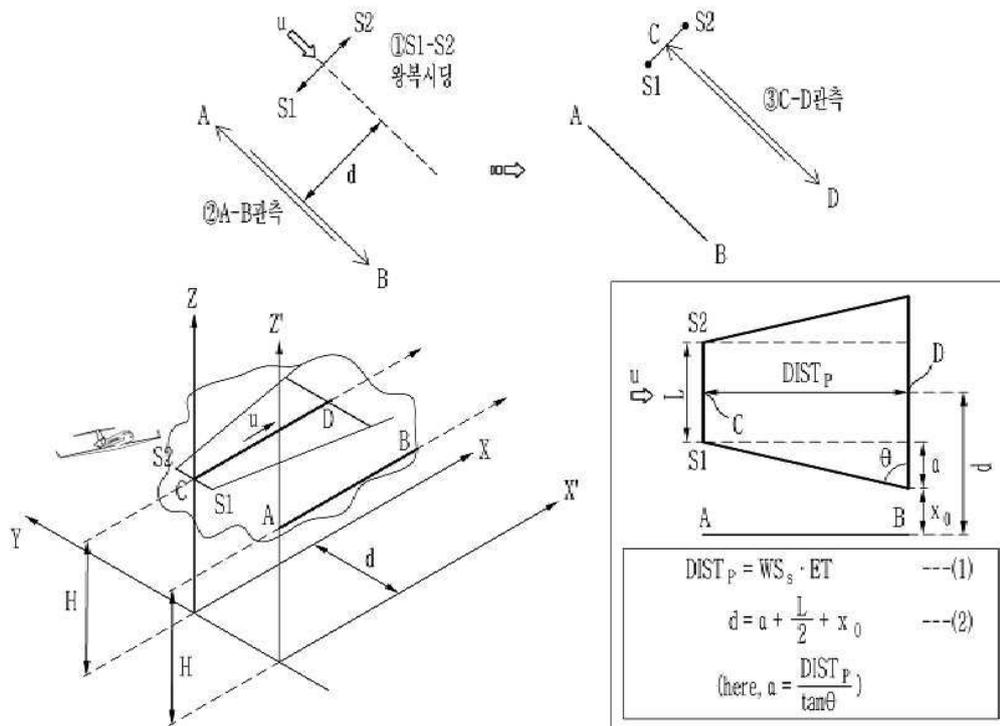
도면4a



도면4b



도면5



도면6

