



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0030812  
(43) 공개일자 2014년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A01G 9/24 (2006.01) G06Q 50/02 (2012.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0097437  
(22) 출원일자 2012년09월04일  
심사청구일자 2012년09월04일

(71) 출원인  
경상대학교산학협력단  
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)  
(72) 발명자  
김영복  
경남 진주시 평거로115번길 5, 102동 705호 (신안동, 평거현대아파트)  
성현수  
경남 하동군 옥종면 북방우회길 98,  
황승재  
경남 진주시 새평거로 75, 412동 1302호 (평거동, 평거휴먼시아4단지)  
(74) 대리인  
김종관, 권오식, 박창희

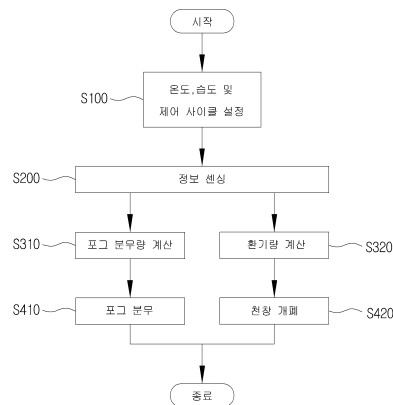
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법

### (57) 요약

본 발명은 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 온도 기준 및 습도 기준을 설정하는 설정 단계(S100), 온실 내, 외부에 구비된 복수 개의 측정 센서를 통해서, 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하는 정보 센싱 단계(S200) 및 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준 및 습도 기준에 맞도록, 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 제어 단계(S300)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 PJ007377

부처명 농촌진흥청

연구사업명 공동연구사업

연구과제명 투광성 보온 피복소재 선발 및 조조 보온커튼 개폐시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 국립원예특작과학원

연구기간 2011.01.01 ~ 2011.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수 개의 측정 센서를 포함하여, 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하는 센서부(100); 및

상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 기설정된 온실의 온도 및 습도 기준에 따른 필요 포그 분무량 및 환기량을 판단하고, 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)에 동작 제어 신호를 전달하는 제어부(200);

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제어부(200)는

상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높을 경우, 상기 포그 분무 펌프(10)에서 포그를 분무하도록 동작을 제어하고,

상기 포그 분무 펌프(10)가 동작한 후,

상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높을 경우, 상기 천창 개폐 모터(20)에서 천창을 개방하도록 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제어부(200)는

상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높을 경우,

온실 내부의 온도가 상기 온도 기준에 맞도록 포그 분무율을 계산하고, 이에 따른 상기 필요 포그 분무량을 판단하여 상기 포그 분무 펌프(10)의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제어부(200)는

$$M_{fog} = \rho_a \times Leq \times \frac{RHset \times Wis - Wi}{TimeCycle} + Vrw \times (Wi - Wo) - M_{Plant}$$

(여기서,  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of Air),

$Leq$ 는 온실의 상당높이(Equivalent height of greenhouse),

$RHset$ 는 기설정된 습도값,

$Wis$ 는 온실 내부 공기의 포화 상태의 절대습도(Absolute Humidity of air at the saturated state inside

greenhouse),

Wi는 온실 내부의 절대습도,

TimeCycle는 기설정된 제어사이클,

Vrw는 온실 면적당 질량으로 나타낸 환기율,

Wo는 온실 외부의 절대습도 및

M<sub>plant</sub>는 온실 내부 식물의 증, 발산량)

을 이용하여 상기 포그 분무율을 계산하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

## 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제어부(200)는

상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높을 경우,

온실 내부의 습도가 상기 습도 기준에 맞도록 환기율을 계산하고, 이에 따른 상기 필요 환기량을 판단하여 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

## 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제어부(200)는

$$Q_{vent} = Q_{solar} + Q_{offset} - Q_{cover} - Q_{ground} - Q_{plant} - Q_{fog}$$

$$Q_{vent} = (E_i - E_o) \times V_{rw} \times A_f$$

(여기서, Q<sub>solar</sub>는 태양일사량,

Q<sub>offset</sub>는 환기에 의한 교환 열량,

Q<sub>cover</sub>는 온실 유리를 통한 외기와의 열교환량,

Q<sub>ground</sub>는 지중 전열량,

Q<sub>plant</sub>는 온실 내부의 식물에 의한 열량,

Q<sub>fog</sub>는 포그 분무에 의한 냉각열량,

E<sub>i</sub>는 온실 내부의 공기 엔탈피,

E<sub>o</sub>는 온실 외부의 공기 엔탈피, 및

A<sub>f</sub>는 온실의 바닥 면적)

을 이용하여 상기 환기율을 계산하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

## 청구항 7

제 5항에 있어서,  
상기 제어부(200)는

$$V_{rv} = \frac{1}{A_f} C_d \rho_a \sqrt{\left( \frac{A_r \cdot A_s}{\sqrt{A_r^2 + A_s^2}} \right)^2 \left( 2g \frac{T_{di} - T_{do}}{T_{do}} L_{sr} \right) + \left( \frac{A_r + A_s}{2} \right)^2 C_w u_o^2}$$

(여기서,  $V_{rv}$ 는 온실의 환기 속도,  
 $A_f$ 는 온실의 바닥 면적,  
 $C_d$ 는 바람 배출 계수(Wind discharge coefficient),  
 $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of air),  
 $A_r$ 는 온실 천창의 개방 면적,  
 $A_s$ 는 방충망을 포함한 온실 측창의 개방 면적,  
 $g$ 는 중력가속도,  
 $T_{di}$ 는 온실 내부의 건구 온도,  
 $T_{do}$ 는 온실 외부의 건구 온도,  
 $L_{sr}$ 는 측창과 천창 사이의 높이,  
 $C_w$ 는 바람 효과 계수(Wind effectiveness coefficient) 및  
 $U_o$ 는 온실 외부의 풍속)

을 이용하여, 상기 천창 개폐 모터(20)의 필요 천창 개폐 수준을 결정하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 시스템.

## 청구항 8

온도 기준 및 습도 기준을 설정하는 설정 단계(S100);

온실 내, 외부에 구비된 복수 개의 측정 센서를 통해서, 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하는 정보 센싱 단계(S200); 및

상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준 및 습도 기준에 맞도록, 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 제어 단계(S300);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

## 청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 온실의 온습도 제어 방법은

상기 정보 센싱 단계(S200) 및 제어 단계(S300)를 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

## 청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 제어 단계(S300)는

상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높을 경우, 상기 포그 분무 펌프(10)에서 포그를 분무하도록 동작을 제어하고,

상기 포그 분무 펌프(10)가 동작한 후,

상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높을 경우, 상기 천창 개폐 모터(20)에서 천창을 개방하도록 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

## 청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 제어 단계(S300)는

상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높을 경우,

상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준에 따른 필요 포그 분무량을 계산하는 포그 분무량 계산 단계(S310); 및

상기 포그 분무량 계산 단계(S310)에 의한 상기 필요 포그 분무량 계산값에 따라서, 상기 포그 분무 펌프(10)에 동작 제어 신호를 전달하는 포그 분무 단계(S410);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

## 청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 포그 분무량 계산 단계(S310)는 포그 분무율인

$$M_{fog} = \rho_a \times Leq \times \frac{RHset \times Wis - Wi}{TimeCycle} + Vrw \times (Wi - Wo) - M_{plant}$$

(여기서,  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of Air),

$Leq$ 는 온실의 상당높이(Equivalent height of greenhouse),

$RHset$ 는 기설정된 습도값,

$Wis$ 는 온실 내부 공기의 포화 상태의 절대습도(Absolute Humidity of air at the saturated state inside greenhouse),

$Wi$ 는 온실 내부의 절대습도,

$TimeCycle$ 는 기설정된 제어사이클,

$Vrw$ 는 온실 면적당 질량으로 나타낸 환기율,

$Wo$ 는 온실 외부의 절대습도 및

$M_{plant}$ 는 온실 내부 식물의 증, 발산량)

을 계산하며, 상기 포그 분무율을 이용하여 상기 필요 포그 분무량을 판단하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

### 청구항 13

제 8항에 있어서,

상기 제어 단계(S300)는

상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높을 경우,

상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 습도 기준에 따른 필요 환기량을 계산하는 환기량 계산 단계(S320); 및

상기 환기량 계산 단계(S320)에 의한 상기 필요 환기량 계산값에 따라서, 상기 천창 개폐 모터(20)에 동작 제어 신호를 전달하는 천창 개폐 단계(S420);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

### 청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 환기량 계산 단계(S320)는 환기율인

$$Q_{vent} = Q_{solar} + Q_{offset} - Q_{cover} - Q_{ground} - Q_{plant} - Q_{fog}$$

$$Q_{vent} = (E_i - E_o) \times V_{rw} \times A_f$$

(여기서,  $Q_{solar}$ 는 태양일사량,

$Q_{offset}$ 는 환기에 의한 교환 열량,

$Q_{cover}$ 는 온실 유리를 통한 외기와외 열교환량,

$Q_{ground}$ 는 지중 전열량,

$Q_{plant}$ 는 온실 내부의 식물에 의한 열량,

$Q_{fog}$ 는 포그 분무에 의한 냉각열량,

$E_i$ 는 온실 내부의 공기 엔탈피,

$E_o$ 는 온실 외부의 공기 엔탈피, 및

$A_f$ 는 온실의 바닥 면적)

을 계산하며, 상기 환기율을 이용하여 상기 필요 환기량을 판단하는 것을 특징으로 하는 온실의 온습도 제어 방법.

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 일정한 주기 별로 실시 간으로 온실 내, 외부의 환경 정보를 센싱 및 이용하여, 필요 포그 분무량 및 필요 환기량을 계산하여, 온실의 측창 또는 천창을 개폐하여 온실 내부의 온도 및 습도를 동시에 정밀 제어할 수 있는 온실의 온습도 제어 시스

[0001]

템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0002] 여름철 온실 내부의 온도와 습도는 외부 공기의 상태와, 온실 내의 열보존 특성으로 인해 매우 고온 상태가 되고 습도는 낮아진다. 따라서, 작물에 필요한 최적 조건을 조성하기 위해서는 냉각 및 가습이 필요하며, 비용과 효과 등을 고려하여 최근들어 포그냉방법이 주목받고 있다.
- [0003] 그러나, 포그냉방법은 온도를 낮추기 위해서 분무를 증가시키면 습도가 높아지며, 이러한 높아진 습도를 위해 낮추기 위해 일반적으로 환기를 통해서 습도를 낮춘다.
- [0004] 이 때, 일반적으로 환기는 측창 또는 천창을 개방을 통해서 환기량을 확보하게 되는데, 온실의 환기는 내부 온도>설정 온도>외부 온도의 순으로 되어 있을 때에는, 천창을 개방하여 환기하는 것이 바람직하며, 내부 온도>외부 온도> 설정 온도의 순으로 되어 있을 때에는, 측창과 천창을 동시에 개방하거나, 측창을 개방하여 환기하는 것이 온실 내부의 습도를 용이하게 낮출 수 있다. 또한, 환기의 효과는 천창과 양쪽의 측창을 모두 개방한 경우가 가장 효과가 좋으며, 천창과 한쪽의 측창을 개방, 천창만 개방, 한쪽 측창만 개방 순으로 효과가 나타난다.
- [0005] 그러나, 환기를 하는 경우에도 온실 외부 환경에 따라서 환기 상태도 변동되기 때문에, 온도와 습도를 동시에 정밀하게 제어함에 있어서 어려움이 있다. 또한, 이러한 온도와 습도를 동시에 정밀 제어함에 어려움이 있기 때문에, 완전자동화를 통한 작물적합환경조성이 원활하게 이루어지지 않고 있다.

### 선행기술문헌

#### 비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) 김기성, 김문기, 권혁진 "환기회수에 따른 포그냉방시스템의 냉방효과", 한국생물환경조절학회 학술발표논문집 제9권 제2호, pp.84-88, 2000년 10월.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함한 다양한 환경 정보를 센싱 및 이용하여, 목표하는 온도 및 습도에 도달할 수 있는 포그 분무율과 환기율을 계산하여 제공함에 있다.
- [0008] 또한, 포그 분무율과 환기율에 따른, 필요 포그 분무량과 필요 환기량을 판단하여 온실 내부의 온도 및 습도를 동시에 정밀 제어할 수 있는 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템은, 복수 개의 측정 센서를 포함하여, 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하는 센서부(100) 및 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 기설정된 온실의 온도 및 습도 기준에 따른 필요 포그 분무량 및 환기량을 판단하고, 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)에 동작 제어 신호를 전달하는 제어부(200)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높을 경우, 상기 포그 분무 펌프(10)에서 포그를 분무하도록 동작을 제어하고, 상기 포그 분무 펌프(10)가 동작한 후, 상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높을 경우, 상기 천창 개폐 모터(20)에서 천창을 개방하도록 동작을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높을 경우, 온실 내부의 온도가 상기 온도 기준에 맞도록 포그 분무율을 계산하고, 이에 따른 상기 필요 포그 분무량을 판단하여 상기 포그 분무 펌프(10)의 동작을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는

$$M_{fog} = \rho_a \times Leq \times \frac{RH_{set} \times W_{is} - W_i}{TimeCycle} + V_{rw} \times (W_i - W_o) - M_{plant}$$

[0013]

[0014] (여기서,  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of Air),  $Leq$ 는 온실의 상당높이(Equivalent height of greenhouse),  $RH_{set}$ 는 기설정된 습도값,  $W_{is}$ 는 온실 내부 공기의 포화 상태의 절대습도(Absolute Humidity of air at the saturated state inside greenhouse),  $W_i$ 는 온실 내부의 절대습도,  $TimeCycle$ 는 기설정된 제어사이클,  $V_{rw}$ 는 온실 면적당 질량으로 나타낸 환기율,  $W_o$ 는 온실 외부의 절대습도 및  $M_{plant}$ 는 온실 내부 식물의 증, 발산량)을 이용하여 상기 포그 분무율을 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높을 경우, 온실 내부의 습도가 상기 습도 기준에 맞도록 환기율을 계산하고, 이에 따른 상기 필요 환기량을 판단하여 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는

$$Q_{vent} = Q_{solar} + Q_{offset} - Q_{cover} - Q_{ground} - Q_{plant} - Q_{fog}$$

[0017]

$$Q_{vent} = (E_i - E_o) \times V_{rw} \times A_f$$

[0018]

[0019] (여기서,  $Q_{solar}$ 는 태양일사량,  $Q_{offset}$ 는 환기에 의한 교환 열량,  $Q_{cover}$ 는 온실 유리를 통한 외기와 열교환량,  $Q_{ground}$ 는 지중 전열량,  $Q_{plant}$ 는 온실 내부의 식물에 의한 열량,  $Q_{fog}$ 는 포그 분무에 의한 냉각열량,  $E_i$ 는 온실 내부의 공기 엔탈피,  $E_o$ 는 온실 외부의 공기 엔탈피, 및  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적)을 이용하여 상기 환기율을 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 바람직하게는, 상기 제어부(200)는

$$V_{rv} = \frac{1}{A_f} C_d \rho_a \sqrt{\left(\frac{A_r \cdot A_s}{\sqrt{A_r^2 + A_s^2}}\right)^2 \left(2g \frac{T_{di} - T_{do}}{T_{do}} L_{sr}\right) + \left(\frac{A_r + A_s}{2}\right)^2 C_w u_o^2}$$

[0021]

[0022] (여기서,  $V_{rv}$ 는 온실의 환기 속도,  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적,  $C_d$ 는 바람 배출 계수(Wind discharge coefficient),  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of air),  $A_r$ 는 온실 천창의 바닥 면적,  $A_s$ 는 방충망을 포함한 온실 측창의 개방 면적,  $g$ 는 중력가속도,  $T_{di}$ 는 온실 내부의 건구 온도,  $T_{do}$ 는 온실 외부의 건구 온도,  $L_{sr}$ 는 측창과 천창 사이의 높이,  $C_w$ 는 바람 효과 계수(Wind effectiveness coefficient) 및  $u_o$ 는 온실 외부의 풍속)을 이용하여, 상기 천창 개폐 모터(20)의 필요 천창 개폐 수준을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법은, 온도 기준 및 습도 기준을 설정하는 설정 단계(S100), 온실 내, 외부에 구비된 복수 개의 측정 센서를 통해서, 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하는 정보 센싱 단계(S200) 및 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준 및 습도 기준에 맞도록, 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 제어 단계(S300)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0024] 바람직하게는, 상기 온실의 온습도 제어 방법은 상기 정보 센싱 단계(S200) 및 제어 단계(S300)를 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 바람직하게는, 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높을 경우, 상기 포그 분무 펌프(10)에서 포그를 분무하도록 동작을 제어하고, 상기 포그 분무 펌프(10)가 동작한 후, 상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높을 경우, 상기 천창 개폐 모터(20)에서 천창을 개방하도록 동작을 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 바람직하게는, 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높을 경우, 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준에 따른 필요 포그 분무량을 계산하는 포그 분무량 계산 단계(S310) 및 상기 포그 분무량 계산 단계(S310)에 의한 상기 필요 포그 분무량 계산값에 따라서, 상기 포그 분무 펌프(10)에 동작 제어 신호를 전달하는 포그 분무 단계(S410)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0027] 바람직하게는, 상기 포그 분무량 계산 단계(S310)는 포그 분무율인

$$M_{fog} = \rho_a \times Leq \times \frac{RH_{set} \times W_{is} - W_i}{TimeCycle} + V_{rw} \times (W_i - W_o) - M_{plant}$$

[0028]

[0029] (여기서,  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of Air),  $Leq$ 는 온실의 상당높이(Equivalent height of greenhouse),  $RH_{set}$ 는 기설정된 습도값,  $W_{is}$ 는 온실 내부 공기의 포화 상태의 절대습도(Absolute Humidity of air at the saturated state inside greenhouse),  $W_i$ 는 온실 내부의 절대습도,  $TimeCycle$ 는 기설정된 제어사이클,  $V_{rw}$ 는 온실 면적당 질량으로 나타낸 환기율,  $W_o$ 는 온실 외부의 절대습도 및  $M_{plant}$ 는 온실 내부 식물의 증, 발산량)을 계산하며, 상기 포그 분무율을 이용하여 상기 필요 포그 분무량을 판단하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 바람직하게는, 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높을 경우, 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 습도 기준에 따른 필요 환기량을 계산하는 환기량 계산 단계(S320) 및 상기 환기량 계산 단계(S320)에 의한 상기 필요 환기량 계산값에 따라서, 상기 천창 개폐 모터(20)에 동작 제어 신호를 전달하는 천창 개폐 단계(S420)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0031] 바람직하게는, 상기 환기량 계산 단계(S320)는 환기율인

$$Q_{vent} = Q_{solar} + Q_{offset} - Q_{cover} - Q_{ground} - Q_{plant} - Q_{fog}$$

[0032]

$$Q_{vent} = (E_i - E_o) \times V_{rw} \times A_f$$

[0033]

[0034] (여기서,  $Q_{solar}$ 는 태양일사량,  $Q_{offset}$ 는 환기에 의한 교환 열량,  $Q_{cover}$ 는 온실 유리를 통한 외기와의 열교환량,  $Q_{ground}$ 는 지중 전열량,  $Q_{plant}$ 는 온실 내부의 식물에 의한 열량,  $Q_{fog}$ 는 포그 분무에 의한 냉각열량,  $E_i$ 는 온실 내부의 공기 엔탈피,  $E_o$ 는 온실 외부의 공기 엔탈피, 및  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적)을 계산하며, 상기 환기율을 이용하여 상기 필요 환기량을 판단하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0035] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법은 온실 내, 외부의 온도 및 습도를 포함한 다양한 환경 정보를 센싱 및 이용하여, 목표하는 온도 및 습도에 도달할 수 있는 포그 분무율과 환기율을 계산하고, 계산값에 따라서 필요 포그 분무량 및 필요 환기량을 판단하여 온실 내부의 온도 및 습도를 동시에 정밀 제어할 수 있는 효과가 있다.

[0036] 더불어, 완전자동화를 통한 작물적합환경조성을 용이하게 할 수 있으며, 이에 따라서 불필요하게 소모될 수도 있는 비용을 줄일 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 간략하게 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 내부의 건구 온도 변화량을 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 외부의 건구 온도 변화량을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 내, 외부의 상대 습도 변화량을 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 측창 개폐 수준에 따른 천창 개폐 수준을 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 환기율을 나타낸 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 내의 입열 및 출열을 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 온실로 유입되는 태양일사량의 강도를 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 외부의 풍속을 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0039] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법에 따른 상기 온실의 조건은 유리온실이며, 바닥면적 119m<sup>2</sup>, 피복면적 234m<sup>2</sup>인 남북동의 온실로써, 폭은 6.4m, 총길이 21.7m, 동고 3.73m 및 측고 2.1m이다. 아울러, 환기를 위한 장치는 천창과 측창에 의해 자연환기가 이루어지도록 하였으며, 온실 내부에는 공기의 순환을 위한 이동식 소형순환팬을 3개 설치되어 있다. 이 때, 상기 천창과 측창은 각각 동서방향으로 나뉘어 있으며, 천창의 크기는 지붕면을 따라 839mm로 설치되어 있으며, 천창의 최대 열림 면적은 14.45m<sup>2</sup>이다. 천창이 완전히 열리는데 소요되는 시간은 110초이며, 측창은 미닫이형의 유리창으로써, 방충망이 설치되어 있다. 이때, 측창에 방충망이 되어 있으면, 환기량이 33%가량 줄어드는 것을 반영하였으며, 방충망에 의해서 감소되는 환기량은 널리 공지되어 있는 사실이다. 아울러, 온실 내부에 포그 분무를 위한 노즐은 동서로 14개씩 총 28개의 노즐이 바닥으로부터 약 2.2m의 높이에 설치되어 있으며 전체 노즐의 최대분무능력은 0.05kg/s가 된다. 이러한 포그의 분무는 압축공기를 이용한 이류체분무방식이며, 상기한 바와 같은 온실의 조건은 본 발명의 일 실시예에 불과하다.
- [0041] 또한, 일반적으로, 온실의 측창의 경우, 사용자가 수동으로 개폐하며, 자동으로 개폐되지 않고, 천창 개폐만을 제어 명령을 이용하여 자동으로 개폐한다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법에서는, 상기 온실의 온도 및 습도를 정밀 제어하기 위해서 측창을 완전히 닫은 0%의 경우(이하 'Mode As-0'라 함.)와 완전히 연 100% 개방의 경우(이하 'Mode As-100'라 함.), 그리고 반쯤 연 50% 개방의 경우(이하 'Mode As-50'라 함.)의 세가지 경우로 설정하였으며, 이러한 측창의 개폐 수준의 세가지 경우는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.
- [0042] 아울러, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법에서 목표로 하는 온실의 온도 및 습도 기준은 각각 28℃, 75%로 설정하였으며, 설정한 상기 온실의 기준 온도는 온실에서 재배하는 작물의 적정생육온도가 과채류나 화훼류는 최대 35℃, 엽근채류는 약 25℃ 이하임을 감안하여 28℃로 결정하였으며, 또한, 상기 온실의 기준 습도는 온실에서 재배하는 작물에게 습도가 50% 이하로 되면 수분 스트레스를 유발할

가능성이 크고, 병,충해 발명방지와 수확량 확보를 위해서는 85% 이하로 유지하는 것이 유리하기 때문에, 75%로 결정하였다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템 및 그 제어 방법의 제어 사이클 시간이 짧아질수록 목표로 하는 온실 내부의 온도 및 습도 기준으로부터의 편차가 줄어들게 되므로 상기 제어 사이클 시간을 30초로 설정하였다. 이 또한 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 간략하게 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템에 대해서 상세히 설명한다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템은 센서부(100), 제어부(200), 상기 제어부(200)로부터 동작 제어 신호를 전달받는 포그 분무 펌프(10) 및 천창 개폐 모터(20)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0045] 상기 센서부(100)는 복수 개의 측정 센서를 포함하여, 온실 내부 및 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱하여, 상기 제어부(200)로 상기 환경 정보를 전달한다. 자세히 알아보자면, 상기 센서부(100)는 온실 내부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서 및 온실 외부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서로 나뉘 수 있으며, 상기 온실 내부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서로부터 전달되는 상기 온실 내부의 환경 정보로는 온실로 들어오는 태양 일사량, 온실 내부의 건구 온도, 온실 내부의 상대 습도, 온실 내부의 기압(압력) 및 온실 내부의 결로 현상 등이 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.
- [0046] 또한, 상기 온실 외부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서로부터 전달되는 상기 온실 외부의 환경 정보로는 온실 외부의 풍속, 온실 외부의 건구 온도, 온실 외부의 상대 습도, 온실 외부의 기압(압력) 및 온실 외부의 강우량 등이 있으며, 이 또한 본 발명의 일 실시예에 불과하다.
- [0047] 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여 기설정된 온실의 온도 및 습도 기준에 따른 필요 포그 분무량 및 환기량을 판단하고, 상기 포그 분무 펌프(10) 또는 상기 천창 개폐 모터(20)에 동작을 제어하는 신호를 전달한다. 즉, 상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높은 경우에는, 상기 포그 분무 펌프(10)에 동작 신호를 전달하여 포그를 분무하도록 제어할 수 있다.
- [0048] 이 경우, 포그가 분무된 후, 상기 센서부(100)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높아질 수 있으며, 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높은 경우에는, 상기 천창 개폐 모터(20)에 동작 신호를 전달하여 천창을 개방하도록 제어할 수 있다.
- [0049] 자세히 알아보자면, 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높은 경우, 상기 온실 내부의 온도를 기설정된 상기 온도 기준에 맞도록 포그 분무율을 계산하고, 상기 포그 분무율 계산값을 이용하여, 상기 필요 포그 분무량을 판단하여 상기 포그 분무 펌프(10)의 동작을 제어한다.
- [0050] 이 때, 상기 포그 분무율은 하기의 수학적 식 1을 이용하여 계산할 수 있다. 하기의 수학적 식 1은 환기에 의한 수분 방출량을 계산에 넣어야 하는 점을 고려한 수분평형방정식이며, 사용자에게 의해서 설정된 제어 사이클 안에 온실 내부를 상기 습도 기준에 도달하기까지 공급해야하는 수분량, 환기에 의해 외부와 교환되는 수분량 및 작물의 증발산에 의한 수분의 증가량의 관계에 의해서 결과값이 정해진다.

## 수학적 식 1

$$M_{fog} = \rho_a \times Leq \times \frac{RH_{set} \times W_{is} - W_i}{TimeCycle} + V_{rw} \times (W_i - W_o) - M_{Plant}$$

[0051]

- [0052] (여기서,  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of Air),
- [0053]  $Leq$ 는 온실의 상당높이(Equivalent height of greenhouse),
- [0054]  $RH_{set}$ 는 기설정된 습도값,
- [0055]  $W_{is}$ 는 온실 내부 공기의 포화 상태의 절대습도(Absolute Humidity of air at the saturated state inside greenhouse),
- [0056]  $W_i$ 는 온실 내부의 절대습도,
- [0057]  $TimeCycle$ 는 기설정된 제어사이클,
- [0058]  $V_{rw}$ 는 온실 면적당 질량으로 나타낸 환기율,
- [0059]  $W_o$ 는 온실 외부의 절대습도 및
- [0060]  $M_{plant}$ 는 온실 내부 식물의 증, 발산량)
- [0061] 또한, 이 때, 상기  $Leq$ 는 2.615m, 상기  $RH_{set}$ 는 75%를 적용할 수 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.
- [0062] 또한, 상기 제어부(200)는 상기 센서부(100)로부터 전달되는 상기 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높은 경우, 상기 온실 내부의 습도를 기설정된 상기 습도 기준에 맞도록 환기율을 계산하고, 상기 환기율 계산값을 이용하여, 상기 필요 환기량을 판단하여 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어한다.
- [0063] 이 때, 상기 환기율은 하기의 수학식 2를 이용하여 계산할 수 있다. 하기의 수학식 2는 상기 온실 내부에 유입되는 열량과 유출되는 열량의 평형관계식을 나타내는 에너지평형방정식이며, 상기의 수학식 1과 연립으로 하여 계산되어야 한다.

## 수학식 2

[0064] 
$$Q_{vent} = Q_{solar} + Q_{offset} - Q_{cover} - Q_{ground} - Q_{plant} - Q_{fog}$$

[0065] 
$$Q_{vent} = (E_i - E_o) \times V_{rw} \times A_f$$

- [0066] (여기서,  $Q_{solar}$ 는 태양일사량,
- [0067]  $Q_{offset}$ 는 환기에 의한 교환 열량,
- [0068]  $Q_{cover}$ 는 온실 유리를 통한 외기와 외기와의 열교환량,
- [0069]  $Q_{ground}$ 는 지중 전열량,
- [0070]  $Q_{plant}$ 는 온실 내부의 식물에 의한 열량,
- [0071]  $Q_{fog}$ 는 포그 분무에 의한 냉각열량,
- [0072]  $E_i$ 는 온실 내부의 공기 엔탈피,
- [0073]  $E_o$ 는 온실 외부의 공기 엔탈피, 및
- [0074]  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적)

[0075] 이 때,  $Q_{\text{Solar}}$ 의 계산식은  $I_s \times A_f$ 이며, ( $I_s$ ; 태양일사량,  $A_f$ ; 온실의 바닥 면적)  $Q_{\text{offset}}$ 의 계산식은  $\rho_a \times V_{\text{house}} \times C_p \times (T_{di} - T_{set}) / \text{TimeCycle}$ 이고, ( $\rho_a$ ; 공기의 밀도,  $V_{\text{house}}$ ; 온실의 부피,  $C_p$ ; 공기의 비열,  $T_{di}$ ; 온실 내부의 건구 온도,  $T_{set}$ ; 기설정된 온실 내부의 온도 기준 및  $\text{TimeCycle}$ ; 기설정된 제어 사이클 시간)  $Q_{\text{cover}}$ 는 온실 유리를 통한 외기와 열교환량, 즉, 온실 유리를 통한 온실 내, 외부로 전달되는 전열량으로서, 단위면적당 총괄열전달계수는 하기의 수학적식 3을 이용하여 구할 수 있다. 온실의 외부와 온실 유리와의 외기대류열전달계수는 풍속에 의해 크게 영향을 받으며, 내부 공기와 온실 유리와의 내부대류열전달계수는 내부 공기의 대류영향에 따라 달라지는데, 상기 내부대류열전달계수는 온실 크기나, 환기량에 따라  $1.2 \sim 4.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  범위 내에 있다고 볼 수 있다.

### 수학적식 3

$$K_s = 1 / (1/h_o + dx/k + 1/h_i)$$

[0076]

[0077] (여기서,  $h_o$ 는 외기대류열전달계수,

[0078]  $dx$ 는 온실 커버의 두께,

[0079]  $k$ 는 온실 커버 열전도 계수 및

[0080]  $h_i$ 는 내부대류열전달계수)

[0081] 또한,  $Q_{\text{ground}}$ 의 계산식은  $\text{Soil\_heatflux} \times A_f$ 이며, ( $\text{Soil\_heatflux}$ ; 지중 전열 열유속,  $A_f$ ; 온실의 바닥 면적)  $Q_{\text{fog}}$ 의 계산식은  $M_{\text{fog}} \times E_{\text{water}} \times A_f$ 이고, ( $M_{\text{fog}}$ ; 상기 수학적식 1을 이용한 포그 분무율,  $E_{\text{water}}$ ; 물의 잠열,  $A_f$ ; 온실의 바닥 면적)  $Q_{\text{plant}}$ 는 온실 내부의 식물이 없으므로 '0'으로 적용할 수 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다. 아울러, 상기  $A_f$ 는  $119.04 \text{ m}^2$ , 상기  $V_{\text{house}}$ 는  $311.3 \text{ m}^3$ , 상기  $T_{set}$ 은  $28^\circ\text{C}$ , 상기  $C_p$ 는  $1005 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$  및  $E_{\text{water}}$ 는  $2454000 \text{ J/kg}$ 을 적용할 수 있으며, 이 또한 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

[0082] 이 때, 상기 수학적식 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실 유리의 두께와 열전도율을 적용하면 하기의 수학적식 4와 같이 정리된다.

### 수학적식 4

$$K_s = 1 / [1 / (1.78 + 1.84 \times U_o^{0.33}) + 0.003 / 0.78 + 1 / (3.56 \times A_s / A_f)]$$

[0083]

[0084] (여기서,  $U_o$ 는 온실 외부의 풍속,

[0085]  $A_s$ 는 방충망을 포함한 온실 측창의 개방 면적 및

[0086]  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적)

[0087] 이 때, 상기  $A_s$ 는  $14.45 \times 0.67m^2$ 을 적용할 수 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

[0088] 상기 제어부(200)는 계산된 상기 환기율을 확보하기 위하여, 상기 천창 개폐 모터(20)의 필요 천창 개폐 수준을 결정할 수 있으며, 상기 필요 천창 개폐 수준(정도)는 하기의 수학적 식 5를 이용하여 계산할 수 있다. 하기의 수학적 식 5는 온실 내 환기가 굴뚝효과와 외부의 풍속을 적용하여 계산할 수 있다.

### 수학적 식 5

$$V_{rv} = \frac{1}{A_f} C_d \rho_a \sqrt{\left( \frac{A_r \cdot A_s}{\sqrt{A_r^2 + A_s^2}} \right)^2 \left( 2g \frac{T_{di} - T_{do}}{T_{do}} L_{sr} \right) + \left( \frac{A_r + A_s}{2} \right)^2 C_w u_o^2}$$

[0089]

[0090] (여기서,  $V_{rv}$ 는 온실의 환기 속도,

[0091]  $A_f$ 는 온실의 바닥 면적,

[0092]  $C_d$ 는 바람 배출 계수(Wind discharge coefficient),

[0093]  $\rho_a$ 는 공기의 밀도(Density of air),

[0094]  $A_r$ 는 온실 천창의 개방 면적,

[0095]  $A_s$ 는 방충망을 포함한 온실 측창의 개방 면적,

[0096]  $g$ 는 중력가속도,

[0097]  $T_{di}$ 는 온실 내부의 건구 온도,

[0098]  $T_{do}$ 는 온실 외부의 건구 온도,

[0099]  $L_{sr}$ 은 측창과 천창 사이의 높이,

[0100]  $C_w$ 는 바람 효과 계수(Wind effectiveness coefficient) 및

[0101]  $U_o$ 는 온실 외부의 풍속)

[0102] 이 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 상기  $C_d$ 는 0.7, 상기  $A_r$ 은  $11.8m^2$ , 상기  $g$ 는  $9.81m/s^2$ ,  $L_{sr}$ 은 2.33m, 상기  $C_w$ 는 0.07로 설정할 수 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

[0103] 즉, 다시 말하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템은 온실 내부 및 외부에 구비되어 있는 복수 개의 측정 센서를 통해서 전달되는 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 사용자가 목표로 하는 온실의 온도 및 습도 기준에 도달하기 위한, 필요 포그 분무량 및 필요 환기량을 판단할 수 있다. 판단한 필요 포그 분무량 및 필요 환기량에 의해서, 포그 분무 펌프 또는 천창 개폐 모터의 동작을 제어할 수 있다. 이에 따라서, 온실 내부의 온도 및 습도를 정밀하게 제어할 수 있다.

[0104] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어함으로써, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따른 온실 내부의 건구 온도 변화량을 확인할 수 있으며, 10분이 경과된 이후, 사용자가 목표로 하는 상기 온도 기준에 근접하는 안정된 범위로 진입한

것을 확인할 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템이 온실의 온습도를 제어하는 동안의 온실 외부의 건구 온도 변화량을 확인할 수 있다. 하기의 표 1을 통해서 각각의 측량 개폐 수준(모드)에 따른 온실 내부 및 외부의 건구 평균 온도를 확인할 수 있다.

표 1

|          | 온실 내부의 건구 온도 |       |        | 온실 외부의 건구 온도 |       |        |
|----------|--------------|-------|--------|--------------|-------|--------|
| Mode     | As-0         | As-50 | As-100 | As-0         | As-50 | As-100 |
| 평균 온도(℃) | 28.2         | 27.2  | 26.3   | 27.2         | 28.8  | 29.3   |
| 표준 편차(℃) | 0.4          | 0.8   | 0.4    | 0.5          | 0.5   | 0.4    |

상기의 표 1에 나타난 바와 같이, Mode As-0에서 상기 온도 기준에 가장 맞도록 제어되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템이 온실의 온습도를 제어하기 전의 온실 내부의 초기 온도가 모두 35℃ 이상을 나타내고 있었으나, 제어하는 동안의 온실 내부의 건구 온도는 26.3~28.2℃를 나타내고 있으며, 이 때, 온실 외부의 건구 온도는 27.2~29.3℃를 나타내고 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템이 온실 내부의 냉방 효과가 탁월한 것을 확인할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어함으로써, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따른 온실 내부 및 외부의 상대 습도 변화량을 확인할 수 있으며, 하기의 표 2를 통해서 각각의 측량 개폐 수준(모드)에 따른 온실 내부 및 외부의 상대 평균 습도를 확인할 수 있다.

표 2

|          | 온실 내부의 상대 습도 |       |        | 온실 외부의 상대 습도 |       |        |
|----------|--------------|-------|--------|--------------|-------|--------|
| Mode     | As-0         | As-50 | As-100 | As-0         | As-50 | As-100 |
| 평균 습도(%) | 76.3         | 74.3  | 71.7   | 40.7         | 35.3  | 38.6   |
| 표준 편차(%) | 2.1          | 3.0   | 2.4    | 2.4          | 2.7   | 3.3    |

상기의 표 2에 나타난 바와 같이, Mode As-0에서 상기 습도 기준에 가장 근접하게 제어되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 표준 편차가 2.1%로써, 다른 모드에 비해서 상대적으로 안정된 범위에서 습도값이 유지되는 것도 확인할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어함으로써, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따른 천창 개폐 수준을 확인할 수 있다. 하기의 표 3을 통해서 각각의 측량 개폐 수준(모드)에 따른 천창 개폐 수준을 확인할 수 있으며, 측창이 닫혀있는 수준에 따라 천창의 개방 정도가 많아지는 것을 확인할 수 있다. 즉, 다시 말하자면, 측창의 개방 수준을 이용하여 환기량을 확보하는 것을 알 수 있다.

표 3

|                        | 천창 개폐 정도(m <sup>2</sup> ) |       |        |
|------------------------|---------------------------|-------|--------|
| Mode                   | As-0                      | As-50 | As-100 |
| 평균(m <sup>2</sup> )    | 11.7                      | 10.3  | 4.5    |
| 표준 편차(m <sup>2</sup> ) | 0.5                       | 3.0   | 4.2    |

[0112] 상기의 표 3에 나타난 바와 같이, Mode As-0, 즉, 측창이 닫혀 있는 경우에, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템이 온실의 내부 온습도를 제어하는 내내 천창이 거의 다 열려있는 것을 알 수 있으며, 또한, Mode As-100에서 천창은 평균  $4.5\text{m}^2$  정도 열리면서, 표준 편차가  $4.2\text{m}^2$ 로써, Mode As-0에 비하여 현저하게 큰 비율로 상기 습도 기준에 도달하기 위해서 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어하는 것을 알 수 있다.

[0113] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어함으로써, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따른 환기량을 확인할 수 있다. 하기의 표 4을 통해서 각각의 측창 개폐 수준(모드)에 따른 평균 환기량을 확인할 수 있으며,

표 4

| Mode                           | 환기량  |       |        |
|--------------------------------|------|-------|--------|
|                                | As-0 | As-50 | As-100 |
| 평균( $\text{m}^2/\text{s}$ )    | 1.6  | 1.5   | 0.2    |
| 표준 편차( $\text{m}^2/\text{s}$ ) | 0.3  | 0.4   | 1.2    |

[0115] 상기의 표 4에 나타난 바와 같이, Mode As-0, 즉, 측창이 완전히 닫힌 경우에는 측창이 완전히 개방된 경우, 즉, Mode As-100에 비해서, 천창의 개방에 따른 환기가 용이하게 이루어지는 것을 알 수 있다. 또한, 측창이 완전히 열린 경우에는 평균 환기량은 적지만, 표준 편차가 크게 나타난 것을, 즉, 천창의 개폐 변동이 큰 것을 알 수 있다.

[0116] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어함으로써, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따른 온실 내부 열의 유입과 유출량을 하기의 표 5를 통해서 확인할 수 있다. 또한, 도 8에서는 상기 Mode As-50에서의 온실 내부 열의 유입과 유출량을 그래프로 확인할 수 있으며, 일반적으로 온실 내부 열의 유입과 유출량은 온실 외부의 환경에 따라서 달라질 수 있다.

표 5

|        |         | $Q_{\text{offset}}$ | $Q_{\text{solar}}$ | 열의 유입<br>량 | $Q_{\text{cover}}$ | $Q_{\text{ground}}$ | $Q_{\text{fog}}$ | $Q_{\text{vent}}$ | 열의 유출<br>량 |
|--------|---------|---------------------|--------------------|------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------|
| As-0   | 평균(W)   | 2010.6              | 85594.8            | 87605.4    | 472.9              | 4070.4              | 35856.7          | 47079.5           | 87479.5    |
|        | 포션(%)   | 2.3                 | 97.7               | 100.0      | 0.5                | 4.7                 | 41.0             | 53.8              | 100.0      |
|        | 표준편차(W) | 4487.2              | 2418.8             | 6897.0     | -                  | 1349.9              | 10724.2          | 12577.1           | -          |
| As-50  | 평균(W)   | -10063.3            | 84592.3            | 74529.0    | -862.4             | 1362.1              | 39543.4          | 34582.4           | 74625.5    |
|        | 포션(%)   | -13.5               | 113.5              | 100.0      | -1.2               | 1.8                 | 53.0             | 46.3              | 100.0      |
|        | 표준편차(W) | 9608.1              | 2637.0             | 12245.1    | -                  | 1822.2              | 9538.3           | 14915.9           | -          |
| As-100 | 평균(W)   | -21490.7            | 55214.7            | 33724.0    | -1570.6            | 17.5                | 30165.9          | 5207.9            | 33820.7    |
|        | 포션(%)   | -63.7               | 163.7              | 100.0      | -4.6               | 0.1                 | 89.2             | 15.4              | 100.0      |
|        | 표준편차(W) | 5252.1              | 15971.6            | 21223.7    | -                  | 1681.8              | 10728.7          | 12951.2           | -          |

[0118] 상기의 표 5에 나타난 바와 같이, 상기 열의 유입량 대부분은 상기 태양일사량이며, 상기 태양일사량을 제외한 나머지 열의 유입량인 상기 환기에 의한 교환 열량은 상기 Mode As-0을 제외하고 나머지, 상기 Mode As-50, 100에서 음수이며, 이는 온실 내부의 건구 온도가 상기 온도 기준보다 낮은 경우로써, 온실 내부의 상대 습도를 상기 습도 기준으로 유지하기 위함이다. 또한 상기 지중 전열량은 5% 미만이며, 일반적으로 상기 지중 전열량이 2~3% 범위내에 있으면 무시하게 되지만, 상기 Mode As-0의 경우에는 4.7%이고, 이에 반면에 상기 Mode As-100의 경우에는 0.1%를 나타내고 있다. 즉, 일반적으로 무시하게 되는 상기 지중 전열량 또한 본 발명의 일 실시예에

서는 중요한 변수임을 확인할 수 있다.

[0119] 상기 온실 유리를 통한 외기와 열교환량은 온실 내부 및 외부의 적은 온도차로 인해서 차지하는 포션이 상당히 적으며, 상기 Mode As-50 및 Mode As-100에서는 온실 내부의 온도가 외부 온도보다 낮아 외부에서부터 열이 유입되는 결과를 나타내고 있다.

[0120] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어하는 동안에 온실 내부로 유입되는 태양일사량의 강도는 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 Mode As-0, Mode As-100 및 Mode As-50에 따라서 확인할 수 있다. 상세히 알아보자면, 각각의 모드에서 평균적으로 719, 710 및 462 W/m<sup>2</sup>을 나타내고 있으며, 특히 상기 Mode As-100에서는 초기 680 W/m<sup>2</sup>에서 점차 불규칙적으로 하강하는 경향을 보이고 있다. 즉, 다시 말하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템은 도 9에 도시된 바와 같이, 온실 내부로 유입되는 태양일사량의 강도가 각각 다름에도 불구하고, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 사용자가 설정한 온도 기준 및 습도 기준에 맞도록 온실 내부의 온도 및 습도를 용이하게 정밀 제어하는 것을 확인할 수 있다.

[0121] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 시스템을 통해서 온실의 온습도를 제어하는 동안에 온실 외부의 풍속은 하기의 표 6을 통해서 상기 Mode As-0, Mode As-50 및 Mode As-100에 따른 평균 풍속을 확인할 수 있다. 또한, 도 10에서는 상기 Mode As-50에서의 온실 외부의 풍속 및 온실 외부의 평균 풍속을 그래프로 확인할 수 있다.

표 6

| 측정시간       | Mode As-0 |      | Mode As-50 |      | Mode As-100 |      |
|------------|-----------|------|------------|------|-------------|------|
|            | 6초        | 30초  | 6초         | 30초  | 6초          | 30초  |
| 평균(m/s)    | 0.54      | 0.54 | 0.77       | 0.77 | 0.70        | 0.70 |
| 표준 편차(m/s) | 0.47      | 0.41 | 0.61       | 0.56 | 0.53        | 0.45 |

[0123] 도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법을 간략하게 나타낸 도면이다. 도 2을 참조로 하여 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법에 대해서 상세히 설명한다.

[0124] 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법은 설정 단계(S100), 정보 센싱 단계(S200) 및 제어 단계(S300)로 이루어질 수 있으며, 상기 정보 센싱 단계(S200) 및 상기 제어 단계(S300)는 제어 사이클 시간마다 반복적으로 수행하며, 온실의 온습도를 정밀 제어한다.

[0125] 상기 설정 단계(S100)는 온도 기준 및 습도 기준을 사용자가 원하는 온도 및 습도로 설정할 수 있으며, 더불어, 상기 제어 사이클 시간도 사용자가 원하는 시간으로 설정할 수 있다.

[0126] 이 때, 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법에서의 온도 기준은 28℃, 습도 기준은 75%, 제어 사이클 시간은 30초로 설정하였으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

[0127] 상기 정보 센싱 단계(S200)는 온실 내부 및 외부에 구비된 복수 개의 측정 센서를 통해서, 온실 내부, 외부의 온도 및 습도를 포함하는 환경 정보를 센싱할 수 있으며, 상기 온실 내부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서로부터 전달되는 상기 온실 내부의 환경 정보로는 온실로 들어오는 태양 일사량, 온실 내부의 건구 온도, 온실 내부의 상대 습도, 온실 내부의 기압(압력) 및 온실 내부의 결로 현상 등이 있으며, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

[0128] 또한, 상기 온실 외부의 환경 정보를 센싱하는 측정 센서로부터 전달되는 상기 온실 외부의 환경 정보로는 온실 외부의 풍속, 온실 외부의 건구 온도, 온실 외부의 상대 습도, 온실 외부의 기압(압력) 및 온실 외부의 강우량 등이 있으며, 이 또한 본 발명의 일 실시예에 불과하다.

- [0129] 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의해서 전달되는 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온도 기준 및 습도 기준에 맞도록, 상기 포그 분무 펌프(10) 또는 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어할 수 있다. 자세히 알아보자면, 상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높은 경우에는, 상기 포그 분무 펌프(10)에서 포그를 분무하여 상기 온실 내부의 온도를 낮추도록 동작을 제어하며,
- [0130] 상기 포그 분무 펌프(10)가 포그를 분무한 후, 상기 정보 센싱 단계(S200)에서 전달되는 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높은 경우에는, 상기 천창 개폐 모터(20)에서 천창을 개방하여 자연환기를 통한 상기 온실 내부의 습도를 제어하도록 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어한다.
- [0131] 즉, 다시 말하자면, 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 온도 기준보다 높은 경우에는, 포그 분무량 계산 단계(S310) 및 포그 분무 단계(S410)를 수행하여 상기 온실 내부의 온도를 제어할 수 있다.
- [0132] 상기 포그 분무량 계산 단계(S310)는 상기 온도 기준에 따른 필요 포그 분무량을 계산할 수 있으며, 자세히 알아보자면, 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 온도가 기설정된 상기 온도 기준보다 높은 경우, 상기 온실 내부의 온도를 기설정된 상기 온도 기준에 맞도록 포그 분무율을 계산하고, 상기 포그 분무율 계산값을 이용하여, 상기 필요 포그 분무량을 판단하여 상기 포그 분무 펌프(10)의 동작을 제어한다.
- [0133] 이 때, 상기 포그 분무율은 상기의 수학식 1을 이용하여 계산할 수 있다. 상기의 수학식 1은 환기에 의한 수분 방출량을 계산에 넣어야 하는 점을 고려한 수분평형방정식이며, 사용자에게 의해서 설정된 제어 사이클 안에 온실 내부를 상기 습도 기준에 도달하기까지 공급해야하는 수분량, 환기에 의해 외부와 교환되는 수분량 및 작물의 증발산에 의한 수분의 증가량의 관계에 의해서 결과값이 정해진다.
- [0134] 상기 포그 분무 단계(S410)는 상기 필요 포그 분무량의 계산값에 따라서, 상기 포그 분무 펌프(10)에 동작 제어 신호를 전달한다.
- [0135] 또한, 상기 제어 단계(S300)는 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 상기 설정 단계(S100)에서 설정한 상기 습도 기준보다 높은 경우에는, 환기량 계산 단계(S320) 및 천창 개폐 단계(S420)를 수행하여 상기 온실 내부의 습도를 제어할 수 있다.
- [0136] 상기 환기량 계산 단계(S320)는 상기 습도 기준에 따른 필요 환기량을 계산할 수 있으며, 자세히 알아보자면, 상기 정보 센싱 단계(S200)에 의한 상기 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 상기 온실 내부의 습도가 기설정된 상기 습도 기준보다 높은 경우, 상기 온실 내부의 습도를 기설정된 상기 습도 기준에 맞도록 환기율을 계산하고, 상기 환기율을 계산값을 이용하여, 상기 필요 환기량을 판단하여 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 제어한다.
- [0137] 이 때, 상기 환기율은 상기의 수학식 2를 이용하여 계산할 수 있다. 상기의 수학식 2는 상기 온실 내부에 유입되는 열량과 유출되는 열량의 평형관계식을 나타내는 에너지평형방정식이며, 상기의 수학식 1과 연립으로 하여 계산되어야 한다.
- [0138] 상기 천창 개폐 단계(S420)는 상기 환기량 계산 단계(S320)에 의한 상기 필요 환기량 계산값에 따라서, 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작 제어 신호를 전달할 수 있다. 즉, 상기 천창 개폐 모터(20)의 동작을 필요 천창 개폐 수준을 결정하여, 상기 필요 천창 개폐 수준에 맞게 동작을 제어할 수 있으며, 상기 필요 천창 개폐 수준(정도)는 상기의 수학식 5를 이용하여 계산할 수 있다. 상기의 수학식 5는 온실 내 환기가 굴뚝효과와 외부의 풍속을 적용하여 계산할 수 있다.
- [0139] 즉, 다시 말하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 온실의 온습도 제어 방법은 온실 내부 및 외부에 구비되어 있는 복수 개의 측정 센서를 통해서 전달되는 온실 내부 및 외부의 환경 정보를 이용하여, 사용자가 목표로 하는 온실의 온도 및 습도 기준에 도달하기 위한, 필요 포그 분무량 및 필요 환기량을 판단할 수 있다. 판단한 필요

포그 분무량 및 필요 환기량에 의해서, 포그 분무 펌프 또는 천창 개폐 모터의 동작을 제어할 수 있다. 이에 따라서, 온실 내부의 온도 및 습도를 정밀하게 제어할 수 있다.

[0140] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나 이는 본발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0141] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

### 부호의 설명

[0142]

10 : 포그 분무 펌프

20 : 천창 개폐 모터

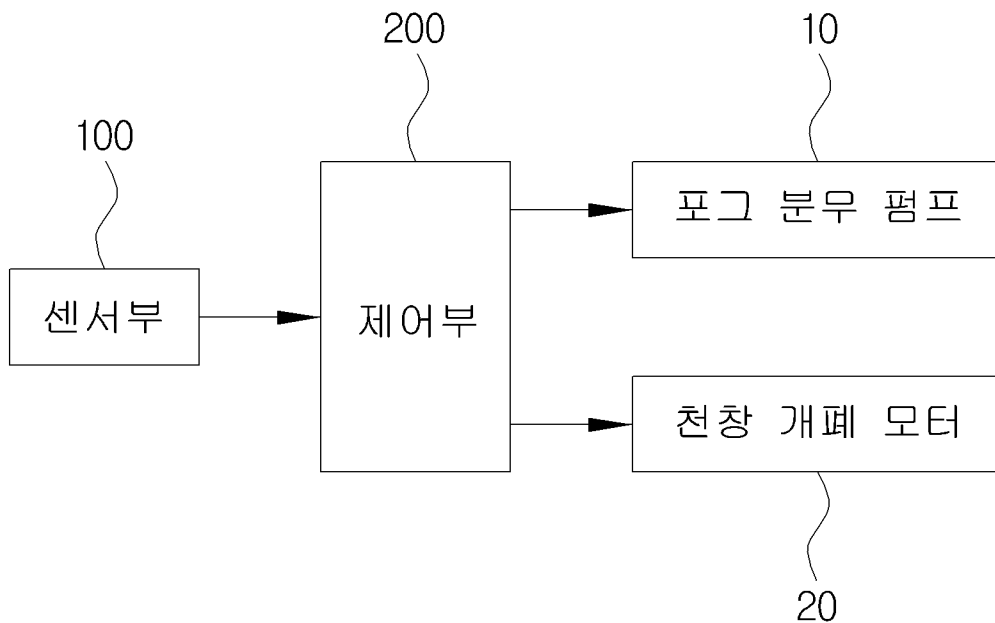
100 : 센서부

200 : 제어부

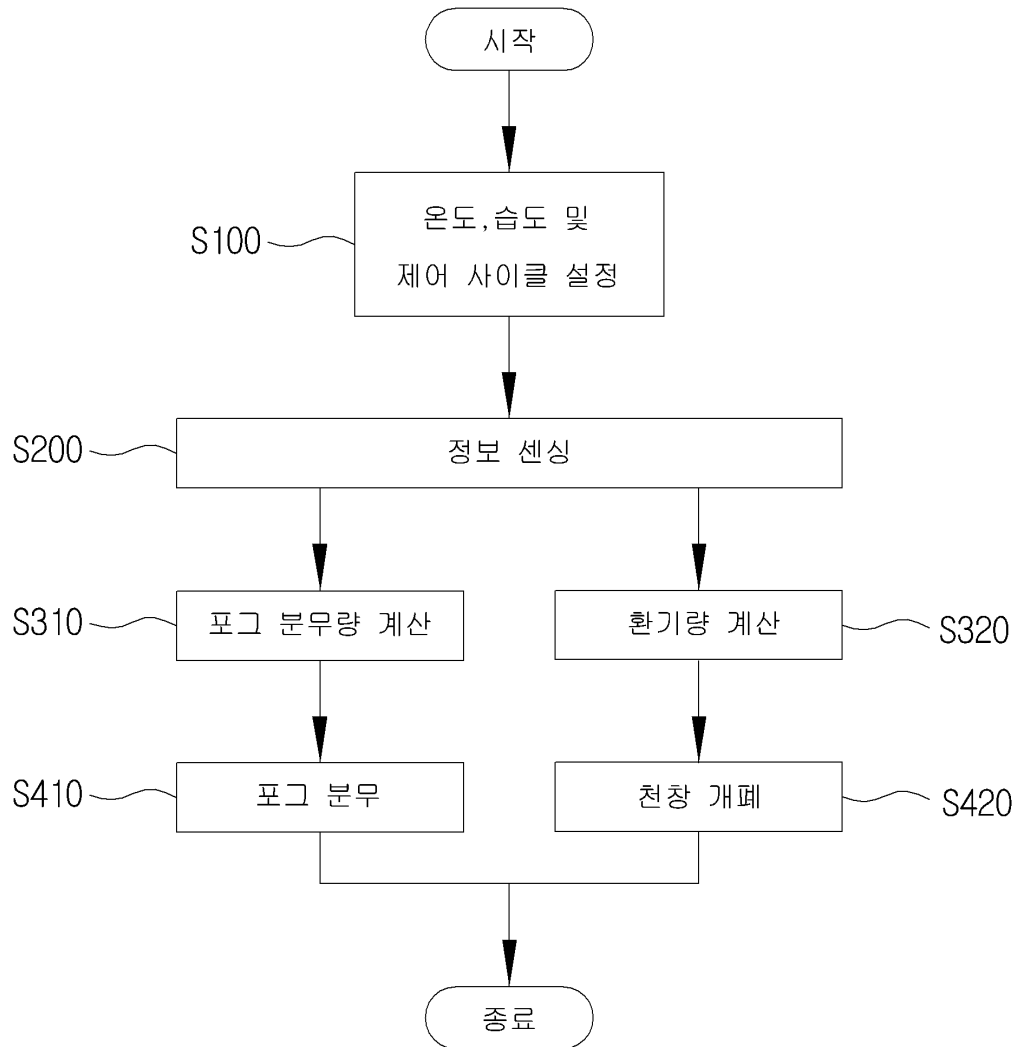
S100 내지 S300 : 온실의 온습도 제어 방법

### 도면

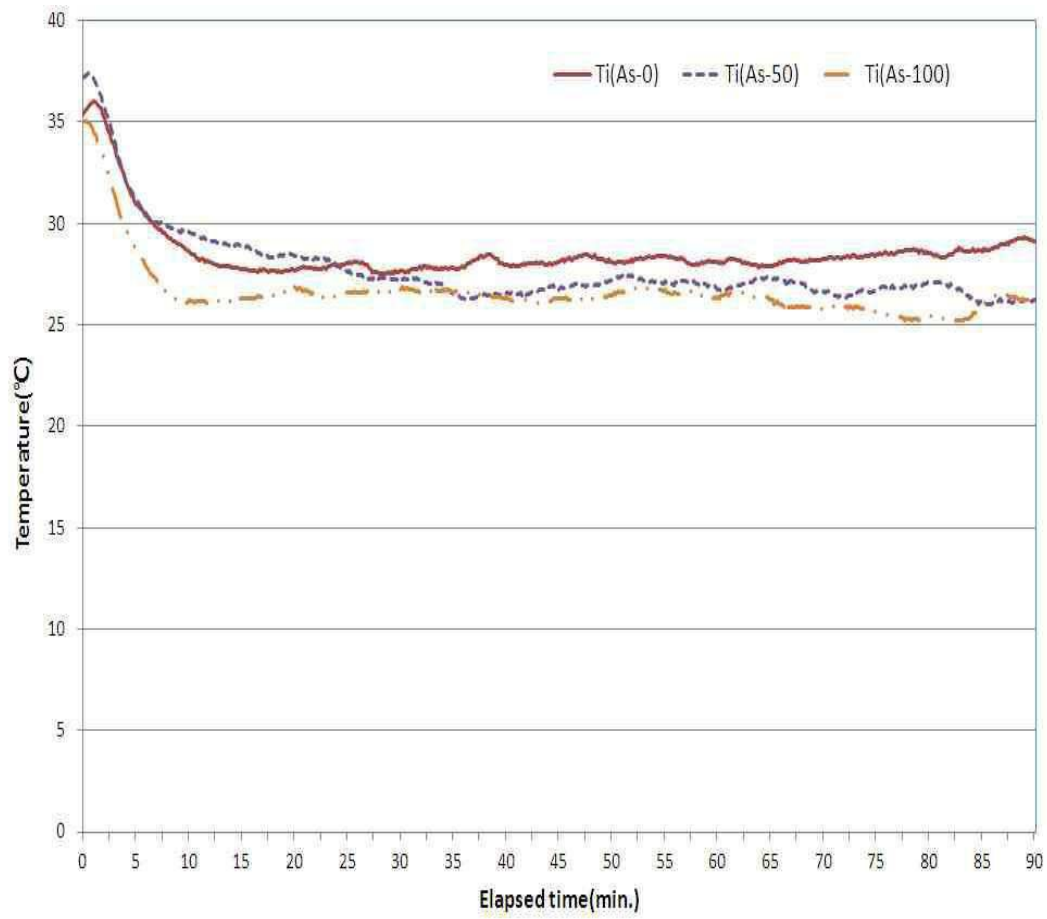
#### 도면1



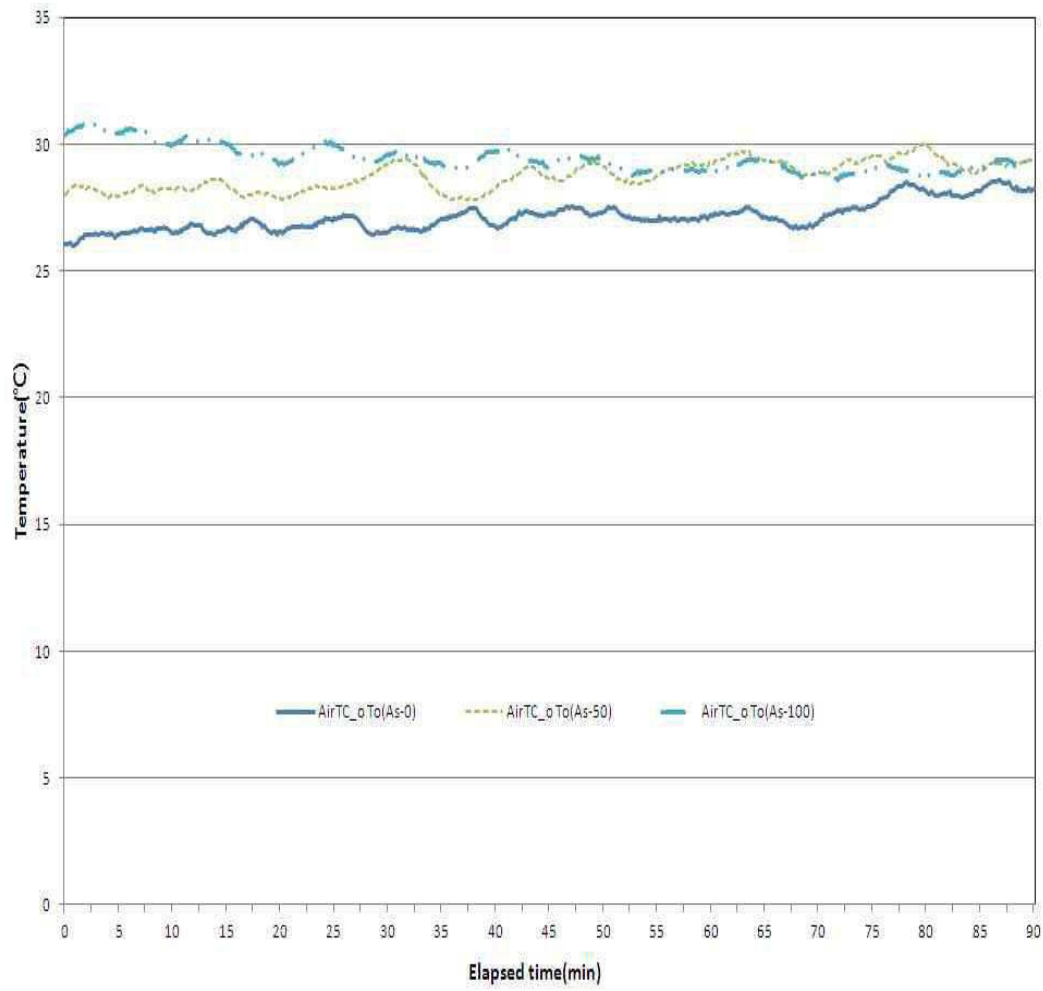
도면2



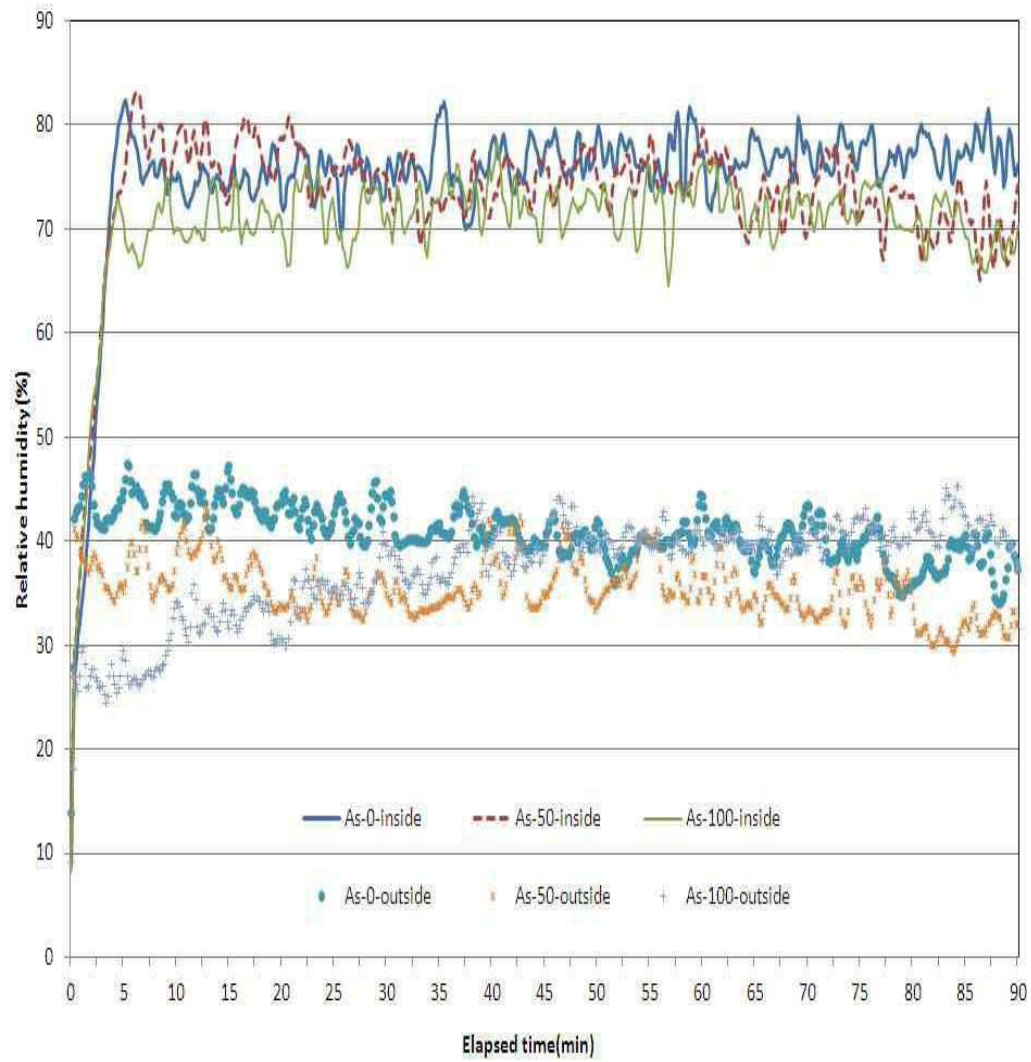
도면3



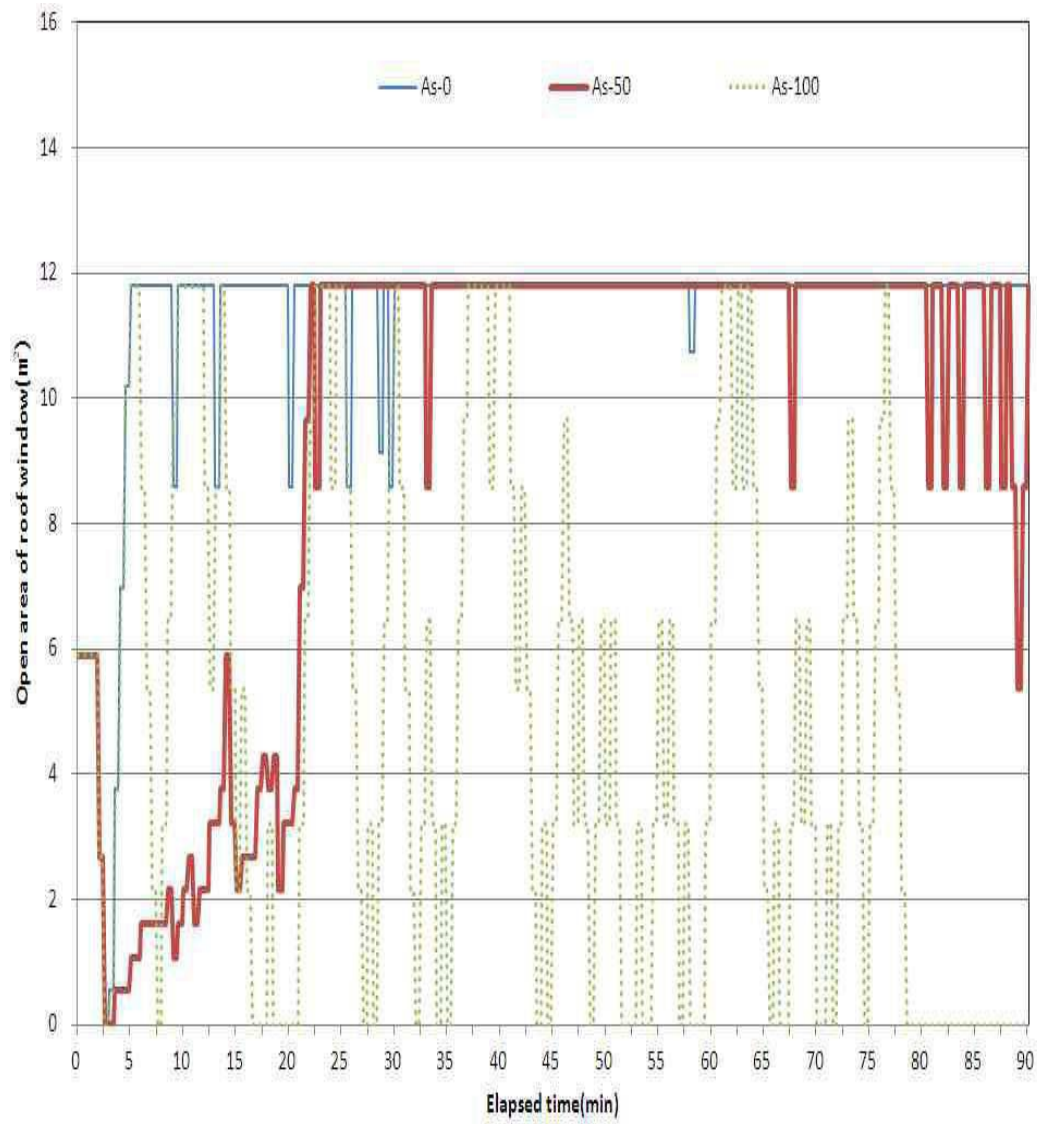
도면4



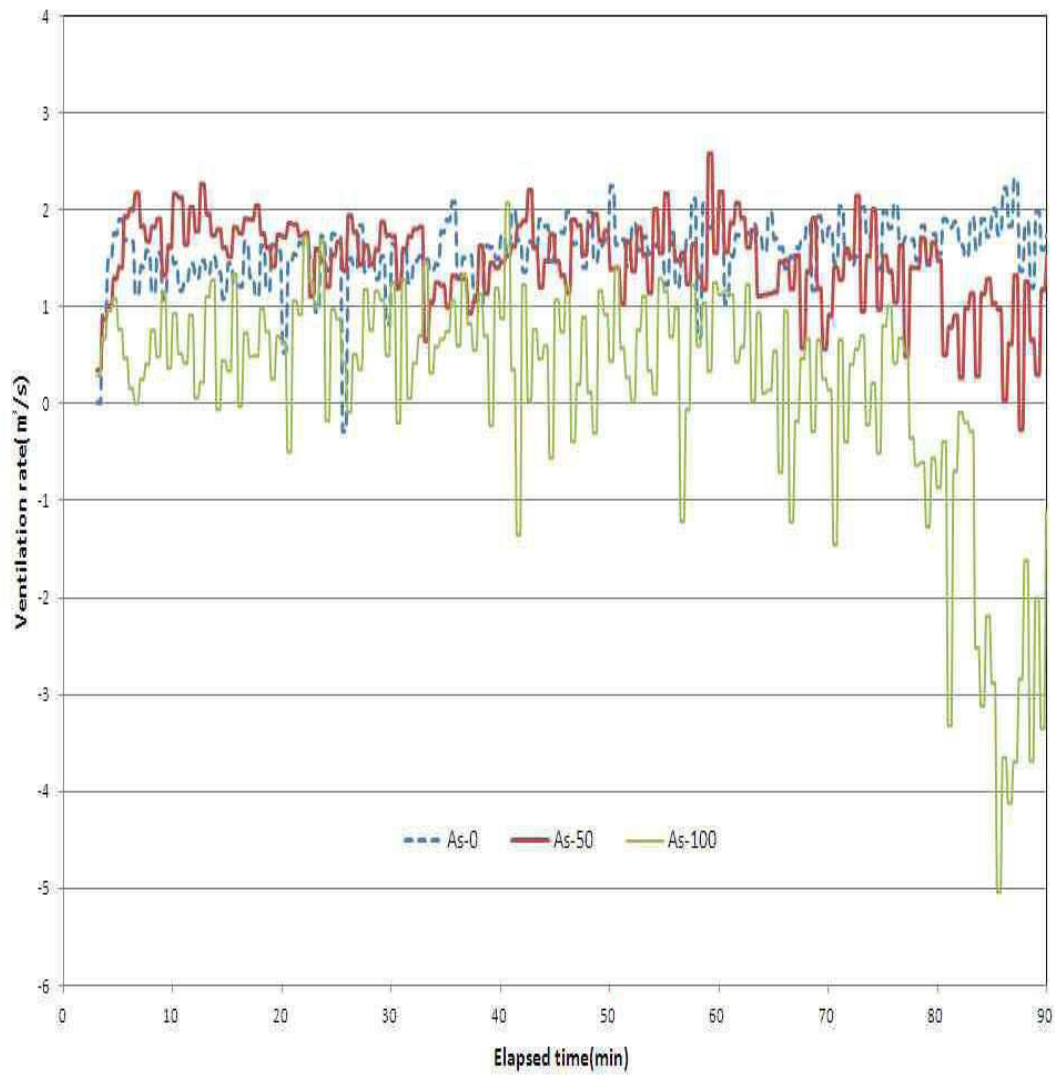
도면5



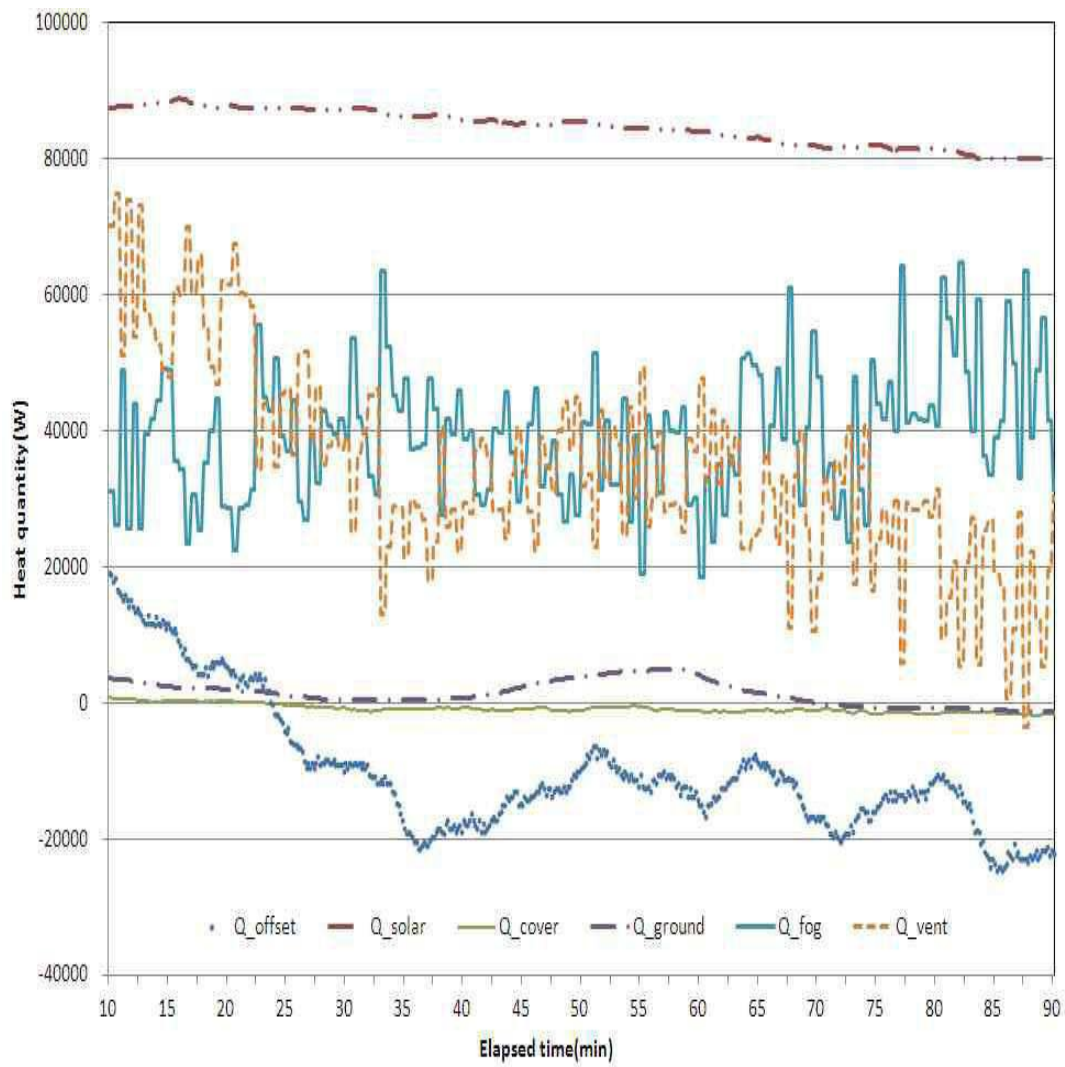
도면6



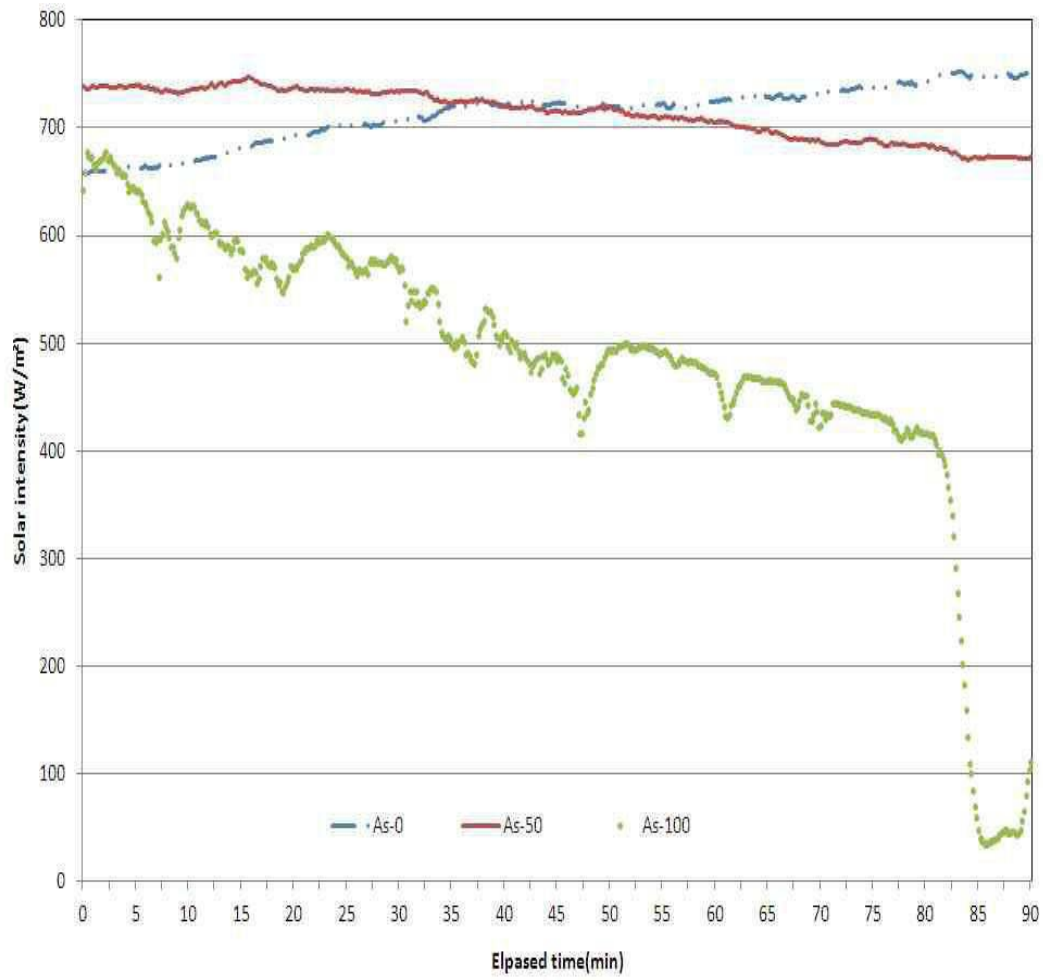
도면7



도면8



도면9



도면10

