



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0077881
(43) 공개일자 2021년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 9/24 (2006.01) G05B 13/02 (2006.01)
G05D 22/02 (2006.01) G05D 23/19 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 9/246 (2013.01)
A01G 9/241 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0169351
(22) 출원일자 2019년12월18일
심사청구일자 2019년12월18일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
정선욱
세종특별자치시 누리로 54, 519동 703호
(74) 대리인
이충한

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법

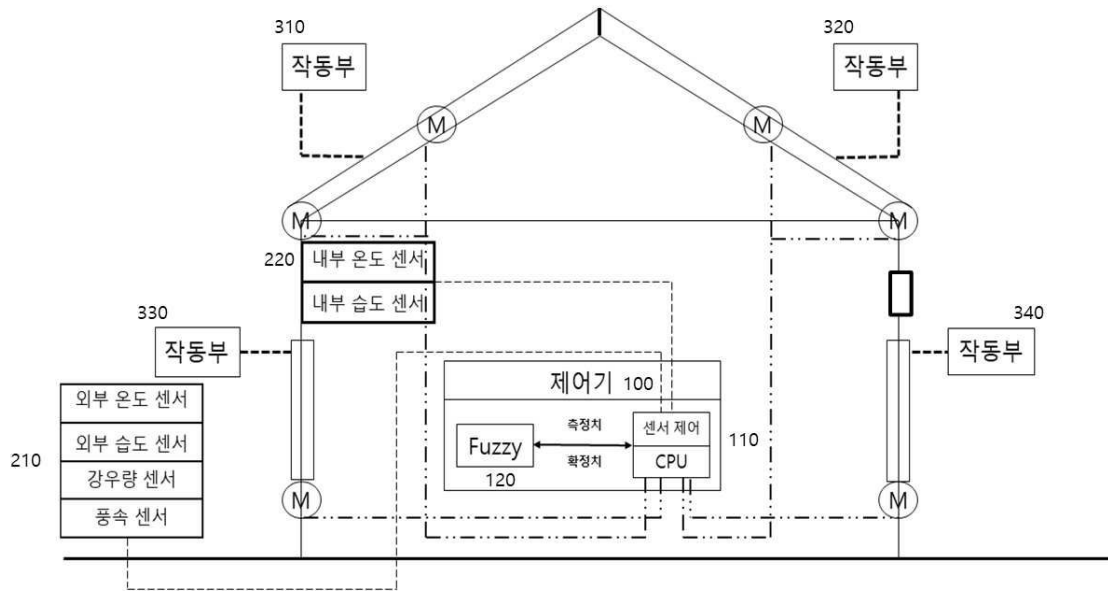
(57) 요약

본 발명은 스마트 온실 환기 제어 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 제어 방법은, 온실 외부의 센서로부터 외부 온도값과 외부 습도값을 수신하고, 온실 내부의 센서로부터 내부 온도값과 내부 습도값을 수신하는 단계;

외부 온도값과 내부 온도값의 온도 차이값과, 외부 습도값과 내부 습도값의 습도 차이값을 이용하여 최적의 확정 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1

10



값을 결정하는 단계;

결정된 확정값에 기반하여 온실 창문의 개폐하는 단계를 포함하고,

상기 온도 차이값은 매우 더움(VH), 더움(G), 따듯함(W), C(추움), VC(매우 추움)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고,

상기 습도 차이값은 매우 건조(VD), 건조(D), 중간(MID), 습함(M), 매우 습함(VM)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고,

온실 창문의 개폐 단계는 온도 차이값의 5개의 소속함수와 습도 차이값의 5개의 습도함수의 조합에 의해 개폐율이 결정된다.

(52) CPC특허분류

G05B 13/0275 (2013.01)

G05D 22/02 (2013.01)

G05D 23/19 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019BG038010116
부처명	연구관리부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학공동기술개발사업
연구과제명	스마트 온실 ICT기기 편의성 향상을 위한 음성인식 메뉴체계 실증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교사회맞춤형산학협력선도대학육성사업단
연구기간	2019.06.17 ~ 2019.12.20

명세서

청구범위

청구항 1

퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법에 있어서,

온실 외부의 센서로부터 외부 온도값과 외부 습도값을 수신하고, 온실 내부의 센서로부터 내부 온도값과 내부 습도값을 수신하는 단계;

외부 온도값과 내부 온도값의 온도 차이값과, 외부 습도값과 내부 습도값의 습도 차이값을 이용하여 최적의 확정값을 결정하는 단계;

결정된 확정값에 기반하여 온실 창문의 개폐하는 단계를 포함하고,

상기 온도 차이값은 매우 더움(VH), 더움(G), 따뜻함(W), C(추움), VC(매우 추움)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고,

상기 습도 차이값은 매우 건조(VD), 건조(D), 중간(MID), 습함(M), 매우 습함(VM)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고,

온실 창문의 개폐 단계는 온도 차이값의 5개의 소속함수와 습도 차이값의 5개의 습도함수의 조합에 의해 개폐율이 결정되는 것을 특징으로 하는

퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 온실 창문의 개폐는,

온실 창문이 0% 개방율의 VL 동작 모드, 0% 초과 25% 이하의 개방율을 갖는 L 동작 모드, 25% 초과 50% 이하의 개방율을 갖는 MED 동작 모드, 50% 초과 75% 이하의 개방율을 갖는 H 동작, 75% 초과 100% 이하의 개방율을 갖는 VH 동작 모드에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는

퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

최적의 확정값을 결정하는 단계 이후 사용자에게 온실의 상태를 통지하고 어떤 동작 모드로 환기할 것이지를 메시지 전달하는 단계; 및

사용자로부터 메시지를 수신하고 사용자가 지시한 동작 모드로 창문의 개폐를 시작하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

사용자로부터 메시지가 수신되지 않는 경우, 미리결정된 동작 모드들 중 현재의 최적의 확정값에 해당하는 동작

모드로 창문의 개폐를 시작하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는
퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

복수의 동작 모드 각각은 동작 모드가 수행되는 동작 시간을 포함하고, 퍼지 제어부는 복수의 동작 모드들의 동작 시간이 종료되면 다시 외부 온도값과 내부 온도값의 온도 차이값과, 외부 습도값과 내부 습도값의 습도 차이값을 이용하여 최적의 확정값을 결정하고 동작 모드를 변경하도록 구성된 것을 특징으로 하는

퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 퍼지 제어기는 습도 차이값과 온도 차이값에 기반한 25개의 규칙을 갖는 규칙 기반표에 의해 최적 확정값을 결정하고, 규칙 기반표의 25개의 규칙은,

온도차가 VC이고 습도차가 VD인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VC이고 습도차가 D인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VC이고 습도차가 MI인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VC이고 습도차가 M인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VC이고 습도차가 VM인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 C이고 습도차가 VD인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 C이고 습도차가 D인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 C이고 습도차가 MI인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 C이고 습도차가 M인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 C이고 습도차가 VM인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 W이고 습도차가 VD인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 W이고 습도차가 D인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 W이고 습도차가 MI인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 W이고 습도차가 M인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 W이고 습도차가 VM인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 H이고 습도차가 VD인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 H이고 습도차가 D인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 H이고 습도차가 MI인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 H이고 습도차가 M인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 H이고 습도차가 VM인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VH이고 습도차가 VD인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VH이고 습도차가 D인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,

온도차가 VH이고 습도차가 MI인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VH이고 습도차가 M인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
온도차가 VH이고 습도차가 VM인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
로 이루어진 것을 특징으로 하는
퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스마트 온실 환기 제어 방법에 관한 것으로 보다 구체적으로는 특히, 환기 제어를 하면서 퍼지 모드를 사용하여 여러 기준의 환경정보에 따른 현재의 창 개폐 정도를 달리하는 퍼지 모드를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 종래 온실을 포함하는 설비의 온도, 습도 등을 관리하기 위한 환기 시스템이 알려져 있다. 온실은 광선, 온도 및 습도와 같은 식물의 주요 생육 환경을 인공적으로 조절할 수 있도록 구성된 설비로서, 특정 생육 환경을 제공함으로써 계절에 상관없이 원하는 식물의 생육을 가능하도록 한다. 이러한 온실의 생육 환경은 일조량 및 기후를 비롯한 다양한 요인들에 의해 크게 변경될 수 있어 일정한 생육 환경을 제공하기 위해서는 관리자가 항상 온실의 환경을 모니터링하고 제어해야만 하는 불편함이 있었다

[0005] 이런 문제점을 해결하기 위해 모터와 같은 구동 장치를 온실의 창에 연결하여 자동으로 온실의 창을 개폐하여 온실 내 환경을 제어하는 것이 알려져 있다. 그러나 이와 같은 시스템에서는 작동 스위치 방향 또는 그 작동 모드에 따라 동작을 제어하고 있다. 즉 스위치 방향 조작에 따라 즉 창, 천정 창을 열림, 닫힘 만을 제어할 수 있고, 또한 작동 모드에 따라 ON(작동), OFF(정지)로 작동을 제어하고 있다.

[0007] 그러나 이와 같은 창의 열림 및 닫힘의 작동 제어는 여러가지 경우의 수의 환경에 따라 창의 개폐를 제어하는데 한계가 있다. 즉 우리나라의 특성상 날씨의 유동성이 많고 그러한 경우마다 각각 창의 개폐 정도를 달리해야 할 필요성이 있다. 또한, 온도 또는 습도의 편차가 작동 모드가 자동으로 판단하기에 모호한 온도 값 및 습도 값인 경우에는 더욱 정확한 환기 제어가 어렵다라는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 문제점에 기반하여 안출된 발명으로서 온도 및 습도를 포함한 여러환경 정보에 따라 창 개폐 정도를 상이하게 구동하는 퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 전술한 과제를 해결하기 위해 본 발명의 하나의 양태에 따르면, 퍼지 제어를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법이 제공되고, 이 제어 방법은, 온실 외부의 센서로부터 외부 온도값과 외부 습도값을 수신하고, 온실 내부의 센서로부터 내부 온도값과 내부 습도값을 수신하는 단계; 외부 온도값과 내부 온도값의 온도 차이값과, 외부 습도값과 내부 습도값의 습도 차이값을 이용하여 최적의 확정값을 결정하는 단계; 결정된 확정값에 기반하여 온실 창문의 개폐하는 단계를 포함하고, 상기 온도 차이값은 매우 더움(VH), 더움(G), 따뜻함(W), C(추움), VC(매우 추움)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고, 상기 습도 차이값은 매우 건조(VD), 건조(D), 중간(MID),

습함(M), 매우 습함(VM)로 이루어진 5개의 퍼지집합으로 정의되고, 온실 창문의 개폐 단계는 온도 차이값의 5개의 소속함수와 습도 차이값의 5개의 습도함수의 조합에 의해 개폐율이 결정된다.

- [0013] 전술한 양태에서 상기 온실 창문의 개폐는, 온실 창문이 0% 개방율의 VL 동작 모드, 0% 초과 25% 이하의 개방율을 갖는 L 동작 모드, 25% 초과 50% 이하의 개방율을 갖는 MED 동작 모드, 50% 초과 75% 이하의 개방율을 갖는 H 동작, 75% 초과 100% 이하의 개방율을 갖는 VH 동작 모드에 따라 결정된다.
- [0015] 또한 전술한 양태에서 최적의 확정값을 결정하는 단계 이후 사용자에게 온실의 상태를 통지하고 어떤 동작 모드로 환기할 것이지를 메시지 전달하는 단계; 및 사용자로부터 메시지를 수신하고 사용자가 지시한 동작 모드로 창문의 개폐를 시작하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 또한 전술한 양태에서 사용자로부터 메시지가 수신되지 않는 경우, 미리결정된 동작 모드들 중 현재의 최적의 확정값에 해당하는 동작 모드로 창문의 개폐를 시작하는 단계를 더 포함한다.
- [0019] 또한 전술한 양태에서 복수의 동작 모드 각각은 동작 모드가 수행되는 동작 시간을 포함하고, 퍼지 제어부는 복수의 동작 모드들의 동작 시간이 종료되면 다시 외부 온도값과 내부 온도값의 온도 차이값과, 외부 습도값과 내부 습도값의 습도 차이값을 이용하여 최적의 확정값을 결정하고 동작 모드를 변경하도록 구성된다.
- [0021] 전술한 양태에서, 퍼지 제어기는 습도 차이값과 온도 차이값에 기반한 25개의 규칙을 갖는 규칙 기반표에 의해 최적 확정값을 결정하고, 규칙 기반표의 25개의 규칙은,
- [0022] 온도차가 VC이고 습도차가 VD인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
- [0023] 온도차가 VC이고 습도차가 D인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
- [0024] 온도차가 VC이고 습도차가 MI인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0025] 온도차가 VC이고 습도차가 M인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0026] 온도차가 VC이고 습도차가 VM인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
- [0027] 온도차가 C이고 습도차가 VD인 경우 VL의 최적 확정값을 가지며,
- [0028] 온도차가 C이고 습도차가 D인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0029] 온도차가 C이고 습도차가 MI인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0030] 온도차가 C이고 습도차가 M인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
- [0031] 온도차가 C이고 습도차가 VM인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0032] 온도차가 W이고 습도차가 VD인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0033] 온도차가 W이고 습도차가 D인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0034] 온도차가 W이고 습도차가 MI인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
- [0035] 온도차가 W이고 습도차가 M인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0036] 온도차가 W이고 습도차가 VM인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0037] 온도차가 H이고 습도차가 VD인 경우 L의 최적 확정값을 가지며,
- [0038] 온도차가 H이고 습도차가 D인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
- [0039] 온도차가 H이고 습도차가 MI인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,

- [0040] 온도차가 H이고 습도차가 M인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0041] 온도차가 H이고 습도차가 VM인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
- [0042] 온도차가 VH이고 습도차가 VD인 경우 MED의 최적 확정값을 가지며,
- [0043] 온도차가 VH이고 습도차가 D인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0044] 온도차가 VH이고 습도차가 MI인 경우 H의 최적 확정값을 가지며,
- [0045] 온도차가 VH이고 습도차가 M인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
- [0046] 온도차가 VH이고 습도차가 VM인 경우 VH의 최적 확정값을 가지며,
- [0047] 로 이루어진다.

발명의 효과

- [0049] 본 발명에 따르면 온도 및 습도를 포함한 여러환경 정보에 따라 창 개폐 정도를 상이하게 구동하는 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1은 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법이 제공되는 스마트 온실의 구성을 개략적으로 도시한 도면;
- 도 2는 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법의 전체적인 동작 흐름을 나타내는 흐름도;
- 도 3은 본 발명에 따른 퍼지 제어기에서의 퍼지 결과값을 개선하는 방법을 나타낸 도면;
- 도 4는 퍼지 제어기에서의 주요 구서를 나타내는 도면;
- 도 5는 퍼지 제어기와 창 개폐기 사이에서의 연관 동작을 설명하기 위한 속명도;
- 도 6은 본 발명에 따른 퍼지 집합을 설명하기 위한 설명도로서 (a)는 온도 차이에 대한 퍼지 집합을 나타내는 도면, (b)는 습도차이에 대한 퍼지 집합을 나타내는 도면;
- 도 7은 본 발명에 따른 개폐 정도를 설명하기 위한 설명도;
- 도 8은 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실에서 시간에 따른 창 개폐 정도를 예시적으로 나타낸 도면;
- 도 9는 본 발명에 이용되는 유전 알고리즘의 흐름을 나타내는 도면;
- 도 10은 사용자가 메시지를 입력하지 않은 경우 적용되는 기본 개폐 제어 알고리즘을 나타내는 도면;
- 도 11 내지 도 14는 퍼지 모드에서의 개폐 동작 알고리즘을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이다.
- [0054] 본 명세서에서 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 그리고 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 잘 알려진 구성 요소, 잘 알려진 동작 및 잘 알려진 기술들은 본 발명이 모호하게 해석되는 것을 피하기 위하여 구체적으로 설명되지 않는다.

- [0056] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 그리고, 본 명세서에서 사용된(언급된) 용어들은 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 또한, '포함(또는, 구비)한다'로 언급된 구성 요소 및 동작은 하나 이상의 다른 구성요소 및 동작의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0058] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 정의되어 있지 않은 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0060] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하도록 한다.
- [0061] 도 1은 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 환기 제어 시스템(10)을 채용한 스마트 온실의 일례를 나타낸 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 스마트 온실은 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 시스템에 의해 제어 되어 스마트 온실 내의 창 개폐를 조절하도록 구성된다.
- [0063] 퍼지 제어기(100)를 이용한 환기 제어 시스템(10)은 주변 환경 정보를 검출하기 위한 센서부(210,220), 온실의 측면 및 천정 창문에 설치되어 창문의 개폐를 작동하는 작동부(310,320,330,340) 및 센서부(210,220)로부터 수집된 환경정보에 기반하여 복수의 창문에 설치된 작동부(310,320,330,340)의 개폐 정도를 결정하기 위한 제어부(100)를 포함한다.
- [0065] 주변 환경정보를 수집하는 센서부는 온실의 외부 환경정보를 수집하기 위한 외부 환경 센서부(210) 및 온실의 내부 환경정보를 수집하기 위한 내부 환경 센서부(220)를 포함한다.
- [0067] 외부 환경 센서부(210)는 온실 외부의 온도 정보를 수집하기 위한 외부 온도 센서, 온실 외부의 습도 정보를 수집하기 위한 외부 습도 센서, 우천시 온실 외부의 비의 강우량을 수집하기 위한 강우량 센서, 및 온실 외부의 바람의 세기를 수집하기 위한 풍속 센서를 포함한다.
- [0069] 또한 내부 환경 센서부(210)는 온실 내부의 온도 정보를 수집하기 위한 내부 온도 센서, 및 온실 내부의 습도 정보를 수집하기 위한 내부 습도 센서를 포함한다.
- [0071] 작동부(310,320,330,340)는 각각 개폐하고자 하는 창문에 설치되어 창문을 자동으로 개폐할 수 있는 자동 창문 개폐기를 지칭하는 것으로 제어부로부터의 제어 신호에 의해 모터(M)를 포함한 구동장치가 구동되어 창문의 개폐를 조절가능하게 구성되고 이에 대응하는 구성은 이미 공지되어 있는 기술이므로 본 명세서에서 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0073] 또한 작동부는 도시하지는 않았지만 온실 내부의 온도 및 습도에 영향을 줄 수 있는 다른 장치, 예를 들면, 환풍팬 또는 제습기와 같은 장치를 추가로 더 포함할 수 있다. 따라서 작동부는 온실 내부의 온도-습도 지수에 영향을 줄 수 있는 창문 개폐기, 제습기, 환풍팬, 열풍기와 같은 다른 구성요소를 모두 지칭하는 것으로 해석되는 것이 바람직하다.
- [0075] 본 발명에 따른 제어부(110)는 전술한 바와 같이 센서부(200)로부터 수집된 온실 외부의 환경정보와 온실 내부의 환경 정보에 기반하여 그 정도를 판단하고 판단된 최적의 확정치를 계산하여 작동부의 제어를 수행한다.

- [0077] 이를 위해 제어부(100)는 센서 제어부(110) 및 퍼지 제어부(120)를 포함한다. 센서 제어부(110)는 전술한 센서부(200)로부터 외부의 환경정보와 온실 내부의 환경정보의 측정값을 수신하고, 퍼지 제어부(120)는 측정된 환경정보에 기반하여 그 정도를 판단하여 최적의 확정값을 계산하도록 구성된다. 이 과정에서 퍼지 제어부(120)는 퍼지 알고리즘을 이용하여 창문의 개폐 정도를 결정하게 된다.
- [0079] 구체적으로 수집된 센서 데이터 값들은 먼저 센서 제어부(110)에서 외부 온·습도 및 내부 온·습도의 차를 비교한다. 본 발명에서는 양수 값과 음수 값으로 나누어 차이를 더욱 명확히 구분하였으며 이 차이를 비교하는데 사용된 것은 오차를 줄이기 위해 유전 알고리즘이 사용된다. 이후 유전 알고리즘의 측정치를 퍼지 제어부에 전달하여 퍼지 제어부에서는 측정값을 바탕으로 입력해 둔 퍼지 집합을 통해 측정값을 구분하여 소속 함수로 나타낼 수 있다. 이후 입력해 둔 규칙 기반 표를 통해 상황에 맞는 융통성 있는 확정치를 도출해 낼 수 있다.
- [0081] 도출된 확정치는 이후 제어부의 CPU를 통해 각 작동부(측면 창, 천정 창)에 전달되어 창문이 개별적으로 개폐된다.
- [0083] 도 2는 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실 환기 제어 방법의 포괄적인 흐름을 나타내는 흐름도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저 단계 S110에서 센서 제어부(110)은 센서부(200)를 통해 환경 정보, 예를 들면 외부 온도 정보, 외부 습도 정보, 강우량 정보 및 풍속 정보를 포함하는 외부 환경 정보와, 예를 들면 내부 온도 정보 및 내부 습도 정보를 포함하는 내부 환경 정보를 수집한다.
- [0085] 이어진 단계 S120에서 센서 제어부는 외부 환경 정보와 내부 환경 정보를 비교하여 차이값을 측정값으로 구한다.
- [0087] 이어진 단계 S130에서는 결정된 측정값을 사용자에게 메시지로 전달한다. 사용자가 메시지를 수신한 후 이어진 단계 S140에서 사용자에게 의한 입력이 없는 경우에는 단계 S150으로 진행된다.
- [0089] 사용자는 메시지를 통해 스마트 온실 환기를 특정 동작 모드(VH,H,MED,L,VL)에서 동작시킬 수 있게 된다.
- [0091] 만일 사용자로부터의 메시지가 특정 시간내 수신되지 않는 경우에는, 단계 150에서와 같이 미리 설정되어 있는 환기 제어가 측정치에 기반하여 시작된다.
- [0093] 한편 단계 S140에서 사용자가 메시지를 수신한 후 제어 메시지를 입력한 경우에는 단계는 S160으로 진행되고, 단계 S160에서는 퍼지 제어부(120)에서 퍼지 알고리즘을 통해 측정된 환경정보에 기반하여 그 정도를 판단하여 최적의 확정값을 계산하고, 확정값에 따른 각각의 창들에 대한 개폐 구동을 수행한다.
- [0095] 이어진 단계 S170에서는 결과값에 영향을 준 변수를 파악하고 이를 다시 피드백하여 퍼지 결과값을 개선하도록 동작한다.
- [0097] 도 3은 퍼지 제어기 내부에서 진행되는 퍼지 제어기 성능 개선을 위한 구조를 개략적으로 나타낸 블록도이다. 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 퍼지 제어기에서는 구조 간략화를 통해서 알고리즘의 기초를 설정하고 대칭 규칙 기반표는 구조 간략화된 집합이나 소속함수들의 규칙을 설정하여 퍼지 제어기의 중간값을 개선을 한 후, 마지막 유전 알고리즘을 통해 오차나 더욱 정확한 측정치를 선별하여 퍼지 제어기의 최종값의 개선이 이루어지

게 된다.

[0099] 도 4는 퍼지 제어부의 내부 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다. 도 4에 도시된 바와 같이 퍼지 제어부(Fuzzy Controller)는 전향 지식 베이스(Forward Knowledge Base) 및 후향 지식 베이스에 근거하여, 센싱 단계를 거쳐 센서부(200)로부터 측정치가 퍼지 제어기(120)에 입력이 되면 센싱 정보를 퍼지화하고(Fuzzification), 퍼지 추론 단계(Fuzzy inference)가 수행된다. 퍼지 추론 단계는 예를 들면 If H is X_1 , then MED is C_1 이란 것을 정리하는 단계이다. 이후 비퍼지화를 통해 확정치를 계산한다. 앞선 변수, 이후 변수는 계속 루프를 반복하면서 오차 및 정확성을 높여갈수 있다.

[0101] 도 5는 센서부, 퍼지 제어기, 창 개폐기(작동부) 사이의 연관 동작을 설명하기 위한 설명도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 온도 및 습도 입력값(온도 차이값 및 습도 차이값)이 최적값인 설정치와 비교를 수행하여, 퍼지 제어기에 측정치가 입력되며, 퍼지 제어기는 개폐 각도 및 환기 정도의 확정치를 변수로 비퍼지화를 수행하여 개폐 각도 및 환기 정도를 도출해내고, 창 개폐기는 속도 및 시간으로 제어되며 매번 속도 오차 및 시간 오차가 루프에 반복되어 변수로 작용된다.

[0103] [표 1] 퍼지 변수 및 언어 변수

온도 차 (외부온도 - 내부온도)	습도 차 (외부습도 - 내부습도)	개폐 정도	개폐 시간(분)
VH (매우 더움)	VD (매우 건조)	VL (매우 낮음) 0%	-
H (더움)	D (건조)	L (낮음) 0~25%	10
W (따듯함)	MID (중간)	MED (중간) 25~50%	10
C (추움)	M (습함)	H (높음) 50~75%	10
VC (매우 추움)	VM (매우 습함)	VH (매우 높음) 75~100%	10 이상

[0104]

[0105] 전술한 표 1은 퍼지 추론 단계 및 대칭 규칙 기반표에서 사용될 퍼지 변수 및 언어 변수를 나타내는 표이다. 본 발명에서는 표 1를 기반에 기반한 언어변수를 이용하여 퍼지 제어기에 입력된 측정치에 기반하여 최적의 확정치를 계산 및 도출한다.

[0107] 본 발명에서는 외부 온도와 내부 온도의 차이값이 온도 최적값인 25℃로부터 어느 정도 떨어져 위치되어 있는지와, 외부 습도와 내부 습도의 차이값이 습도 기준값인 60%로부터 어느 정도 떨어져 위치되어 있는지를 조건으로 하여 구성된다.

[0109] 이와 관련해서 도 6은 본 발명에서 퍼지 집합 및 소속 함수를 그래프로 나타낸 도면으로, 도 6의 (a)는 외부 온도와 내부 온도의 차이에 대한 퍼지 집합 및 언어변수의 소속 함수를 나타내는 그래프이고, 도 6의 (b)는 외부 습도와 내부 습도의 차이에 대한 퍼지 집합 및 언어 변수의 소속 함수를 나타내는 그래프이고, 도 7은 창문의 개폐 정도에 대한 퍼지 집합 및 언어변수의 소속 함수를 나타내는 그래프이다.

[0111] [표 2] 규칙 기반표

관계		온 도 차				
		VC	C	W	H	VH
습 도 차	VD	VL	VL	L	L	MED
	D	VL	L	L	MED	H
	MI	L	L	MED	H	H
	M	L	MED	H	H	VH
	VM	MED	H	H	VH	VH

VL: very low(0%) L: low(0~25%) MED: medium(25~50%) H: high(50~75%) VH: very high(75~100%)

[0112]

[0114] 표 2는 본 발명에 따른 규칙 기반표를 나타내고, 퍼지 제어기는 소속 함수를 통해 규칙 기반표에 기반하여 확정치(VL,L,MED,H,VH)를 도출하게 된다. 표2에 도시된 바와 같이 온도차가 5개의 언어변수로 이루어지고 습도차가 5개의 언어변수로 이루어짐에 따라 최종적으로 25가지의 창모드 제어 규칙이 정의 된다. 일례로 습도차가 VD(매우 건조)이고 온도차가 VH(매우 더움)인 경우에 퍼지제어기는 창문을 MED(중간, 25% 초과 ~ 50% 이하)의 범위에서 개방하도록 확정값을 생성하지만, 습도차가 VM(매우 습함)이고 온도차가 VH(매우 더움)인 경우에는 퍼지제어기는 창문을 VH(매우 높음, 75% 초과 ~ 100%이하)의 범위에서 개방하는 확정값을 생성하게 된다.

[0116] 도 8은 본 발명에 따른 퍼지 제어기를 이용한 스마트 온실에서 시간에 따른 창 개폐 정도를 예시적으로 나타낸 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 퍼지 제어기는 센서부로부터 수집된 온실 외부 환경 정보와 온실 내부 환경 정보에 기반하여 최적의 확정치를 도출하고 시간축 상에서 창 개폐도를 변화시켜 온실 내의 최적의 온도 및 습도를 유지하게 된다. 본 발명에서는 창문 개폐의 보다 융통성 있는 제어를 위해 퍼지 제어기는 10분마다 현재의 환경 정보를 반영하여 창호의 개폐를 수행하게 된다.

[0118] 도 9는 본 발명에 따른 환경 정보 비교에서 이용되는 유전 알고리즘의 흐름을 나타내는 흐름도이다. 유전 알고리즘은 초기 환경정보 비교단계에서 이용되며 초기 집단에는 최적값이 입력된다. 예를 들어 최적값으로서는 최적온도 25 ° 최적습도 60%가 설정될 수 있다.

[0120] 이후 측정치와 최적치의 적합도가 평가된다. 여기서 만족된 측정치는 바로 퍼지 제어기로 측정치의 역할로서 수행을 하게 되며 만족되지 못한 측정치는 센서 데이터 값에 의해 만족치를 맞추기 위해 선택을 받게 되며 교배 및 돌연 변이 단계에서 만족치를 맞추게 된다. 이후 다시 만족도를 평가하며 계속 루프를 반복하여 최적의 방안

또는 방향이 설정된다.

- [0122] 도 10은 전술한 도 2에서의 사용자가 메시지를 입력하지 않은 경우 적용되는 기본 개폐 제어 알고리즘을 나타내는 도면이다. 도 10에 도시된 바와 같이 개폐의 정도는 5개의 단계, 즉 VL, L, MED, H, VH 별로 각각 0%, 25%, 50%, 75%, 100%의 개폐가 수행된다.
- [0124] 제어부는 전술한 바와 같은 계산된 확정치에 기반하여 창문의 개폐 정도를 결정하고 환기 모드를 동작시키게 된다.
- [0126] 도 11은 전술한 도 2에서 사용자가 메시지를 입력한 경우의 퍼지 모드일 때의 퍼지 개폐 제어 알고리즘을 나타낸 흐름도이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 퍼지 알고리즘은 환경정보에 따라 계속 유동적으로 융통성있게 제어하기 위해 타이머를 시작하고, 사용자 메시지에 기반하여 창호의 개폐를 수행한 후, 현재의 측정값과 최적의 설정치를 비교하며 n차 함수 그래프로써 개폐 정도를 제어하게 된다.
- [0128] 예를 들면, 도 11에 도시된 바와 같이, 타이머가 온 된 후, 퍼지 제어기는 창문의 개폐가 VH로 구동하고 있는지(S200), H로 구동하고 있는지(S300), MED로 구동하고 있는지(S400), L로 구동하고 있는지(S500), VL로 구동하고 있는지(S600)를 결정하게 된다.
- [0130] VH로 구동하고 있는 것으로 결정된 경우, 퍼지 제어기는 단계 S210에서 현재의 개폐 정도가 75% 초과 ~ 100% 이하인지를 판단하고, 개폐 정도가 75% 초과 ~ 100% 이하인 경우에는 단계 S125 에서와 같이 개폐기는 75% 초과 100% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S210에서 범위(75% 초과 ~ 100% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S220으로 진행된다.
- [0132] 한편 단계 S220에서 현재의 개폐도가 75% 이하, 바람직하게는 50% 초과 75% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S225 에서와 같이 개폐기는 50% 초과 75% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S220에서 범위(50% 초과 ~ 75% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S230으로 진행된다.
- [0134] 한편 단계 S230에서 현재의 개폐도가 50% 이하, 바람직하게는 25% 초과 50% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S235 에서와 같이 개폐기는 25% 초과 50% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S220에서 범위(25% 초과 ~ 50% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S240으로 진행된다.
- [0136] 단계 S240에서 현재의 개폐도가 25% 이하, 바람직하게는 0% 초과 25% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S245 에서와 같이 개폐기는 0% 초과 25% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S240에서 범위를 벗어난 경우에는 단계 S610으로 진행되는데, 단계 S610에서 개폐기는 구동되지 않고 창문을 닫힌 상태로 유지한다.
- [0138] 단계 S200에서 VH로 구동되지 않은 경우, 퍼지 제어기는 이어진 단계 S300으로 진행되고 단계 S300에서는 H로 구동되고 있는지가 판단된다. S300에서의 제어 흐름은 도 12에 도시되고 있다.
- [0140] 도 12에 도시된 바와 같이, 단계 S300에서 H로 구동되고 있는 것으로 판단된 경우, 먼저 단계 S320에서, 현재의 개폐도가 75% 이하, 바람직하게는 50% 초과 75% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S325 에서와 같이 개폐기는 50% 초과 75% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S320에서 범위(50% 초과 ~ 75% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S330으로 진행된다.

- [0142] 한편 단계 S330에서 현재의 개폐도가 50% 이하, 바람직하게는 25% 초과 50% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S335 에서와 같이 개폐기는 25% 초과 05% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S330에서 범위(25% 초과 ~ 50% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S340으로 진행된다.
- [0144] 한편 단계 S340에서 현재의 개폐도가 25% 이하, 바람직하게는 0% 초과 25% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S345 에서와 같이 개폐기는 0% 초과 25% 이하의 범위에서 개폐되고 그렇지 않은 경우에는 개폐기는 0%로 구동되어 창문을 닫힌 상태로 유지한다.
- [0146] 다시 도 11을 참조하여, 단계 S300에서 H로 구동되지 않은 경우, 퍼지 제어기는 이어진 단계 S400으로 진행되고 단계 S400에서는 MED로 구동되고 있는지가 판단된다. S400에서의 제어 흐름은 도 13에 도시되고 있다.
- [0148] 도 13에 도시된 바와 같이, 단계 S400에서 MED로 구동되고 있는 것으로 판단된 경우, 먼저 단계 S430에서 현재의 개폐도가 50% 이하, 바람직하게는 25% 초과 50% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S435 에서와 같이 개폐기는 25% 초과 05% 이하의 범위에서 개폐된다. 단계 S430에서 범위(25% 초과 ~ 50% 이하)를 벗어난 경우에는 단계 S440으로 진행된다.
- [0150] 한편 단계 S440에서 현재의 개폐도가 25% 이하, 바람직하게는 0% 초과 25% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S445 에서와 같이 개폐기는 0% 초과 25% 이하의 범위에서 개폐되고 그렇지 않은 경우에는 개폐기는 0%로 구동되어 창문을 닫힌 상태로 유지한다.
- [0152] 다시 도 11을 참조하여, 단계 S400에서 MED로 구동되지 않은 경우, 퍼지 제어기는 이어진 단계 S500으로 진행되고 단계 S500에서는 L로 구동되고 있는지가 판단된다. S500에서의 제어 흐름은 도 14에 도시되고 있다.
- [0154] 도 14에 도시된 바와 같이, 단계 S500에서 L로 구동되고 있는 것으로 판단된 경우, 먼저 단계 S540에서 현재의 개폐도가 25% 이하, 바람직하게는 0% 초과 25% 이하의 범위에 있는 것으로 판단된 경우에는 단계 S545 에서와 같이 개폐기는 0% 초과 25% 이하의 범위에서 개폐되고 그렇지 않은 경우에는 개폐기는 0%로 구동되어 창문을 닫힌 상태로 유지한다.
- [0156] 다시 도 11을 참조하여, 단계 S500에서 L로 구동되고 있지 않은 경우에는 퍼지 제어기는 이어진 단계 S600으로 진행되고 이 단계에서는 개폐기는 0%로 구동되어 창문을 닫힌 상태로 유지한다.
- [0158] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)

와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0160] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0162] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0164] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0166] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속하는 것으로 해석되어야만 한다.

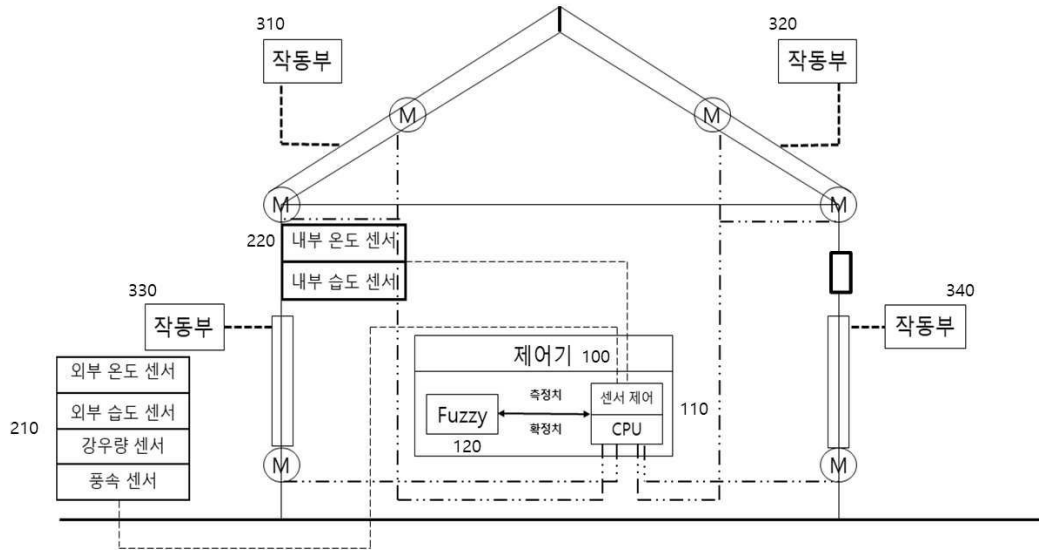
부호의 설명

[0168] 100: 제어부
200: 센서부
300: 작동부
110: 센서 제어부
120: 퍼지 제어부
210: 외부 환경 센서
220: 내부 환경 센서

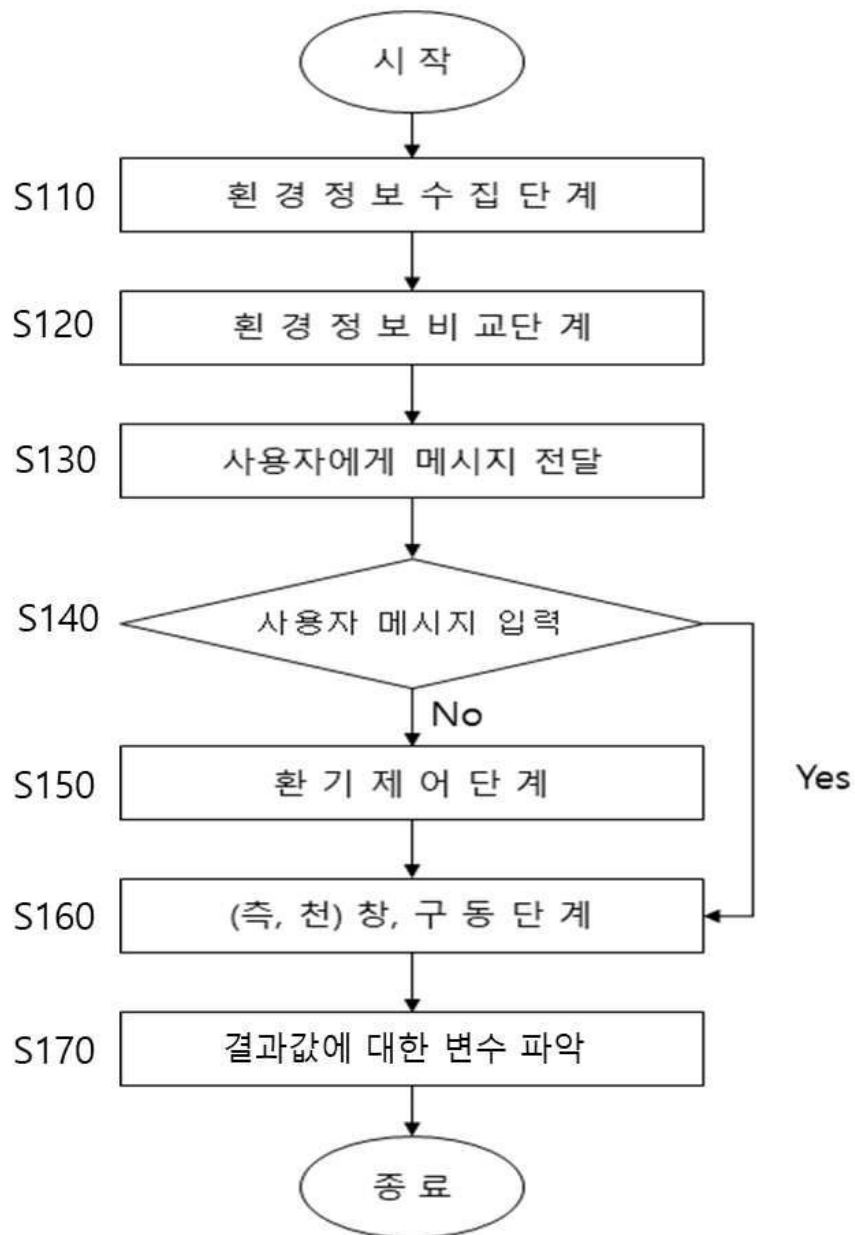
도면

도면1

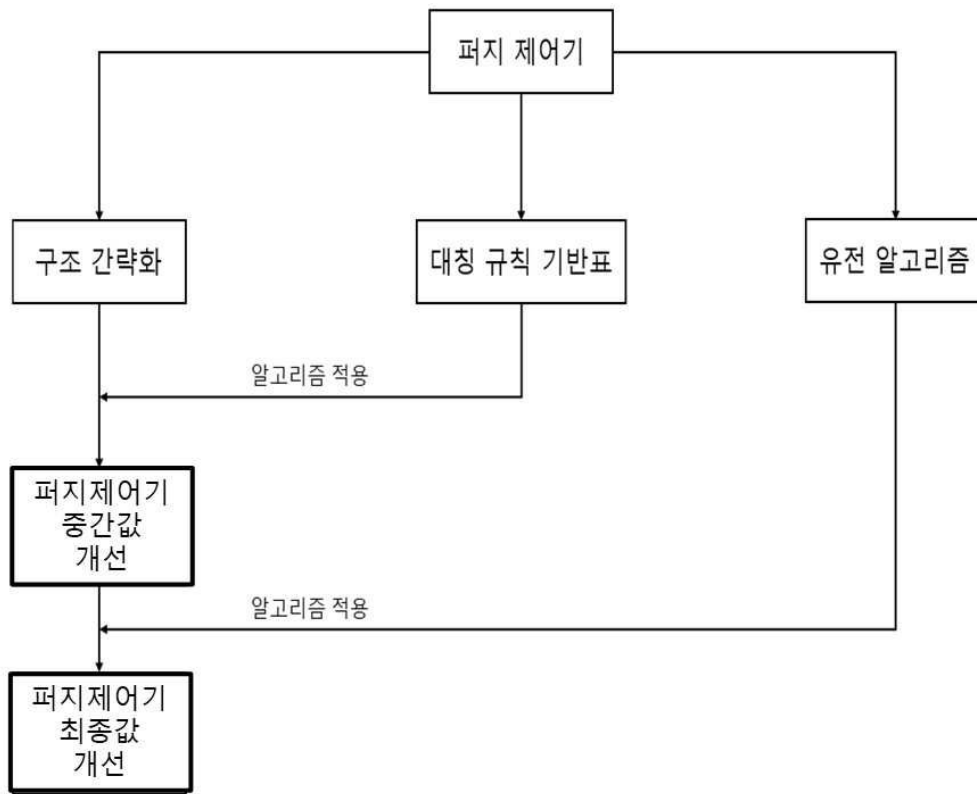
10



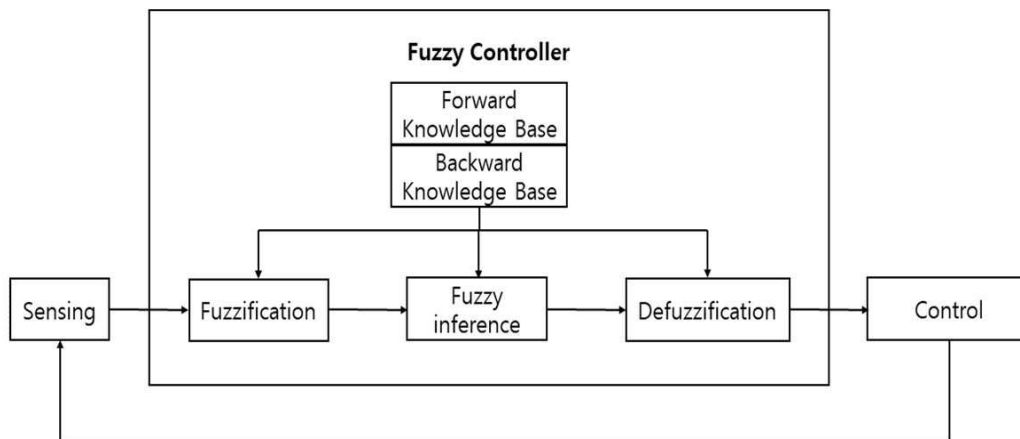
도면2



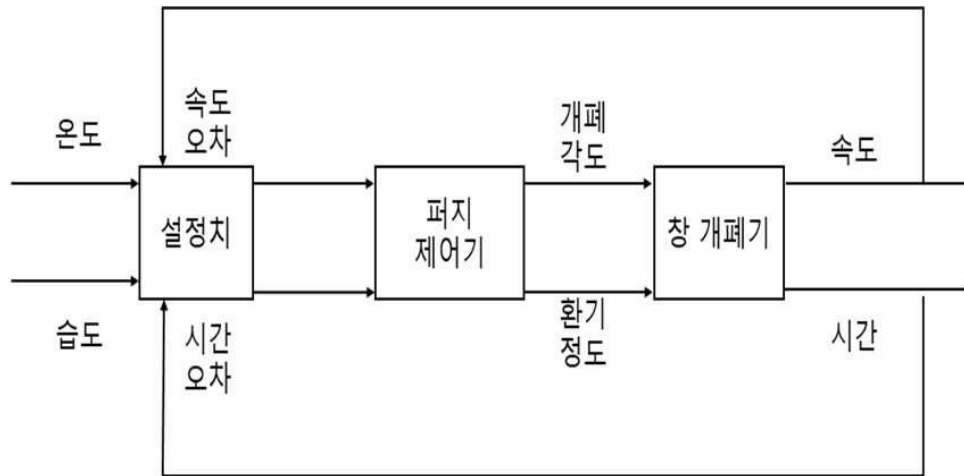
도면3



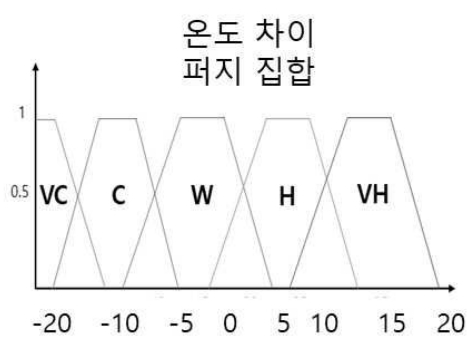
도면4



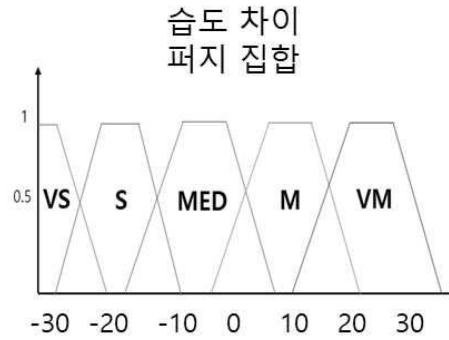
도면5



도면6

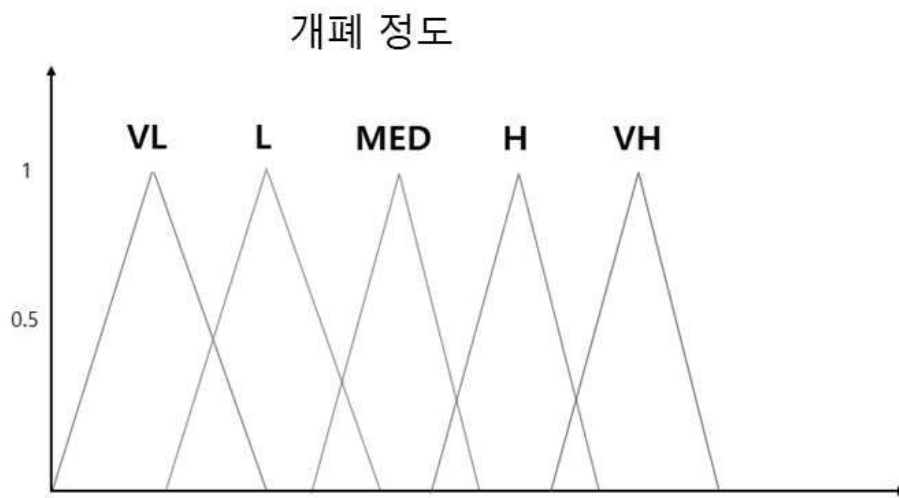


(a)

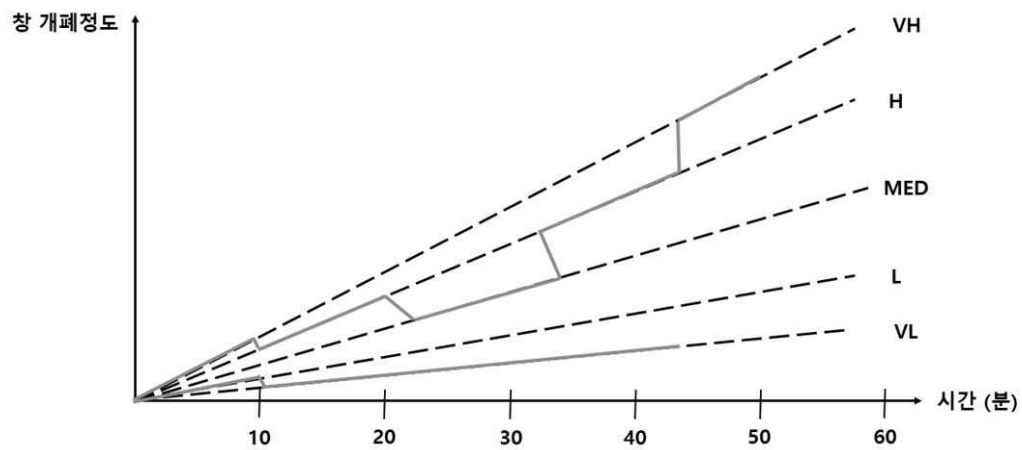


(b)

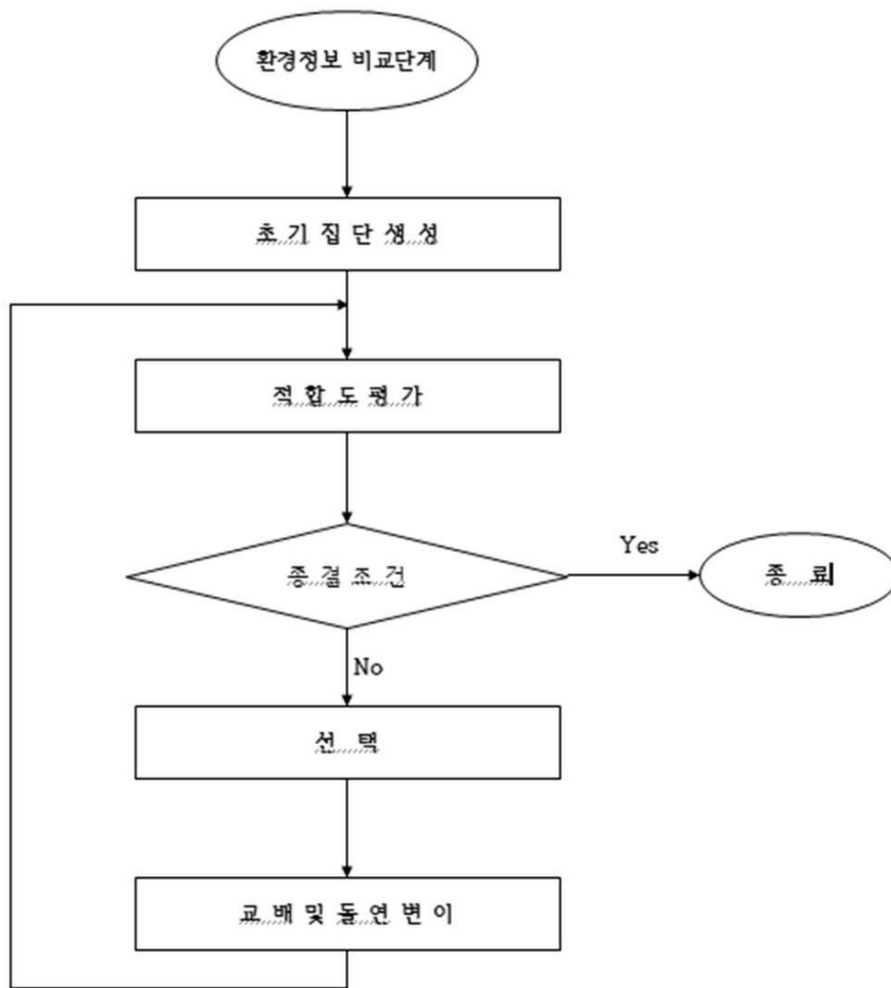
도면7



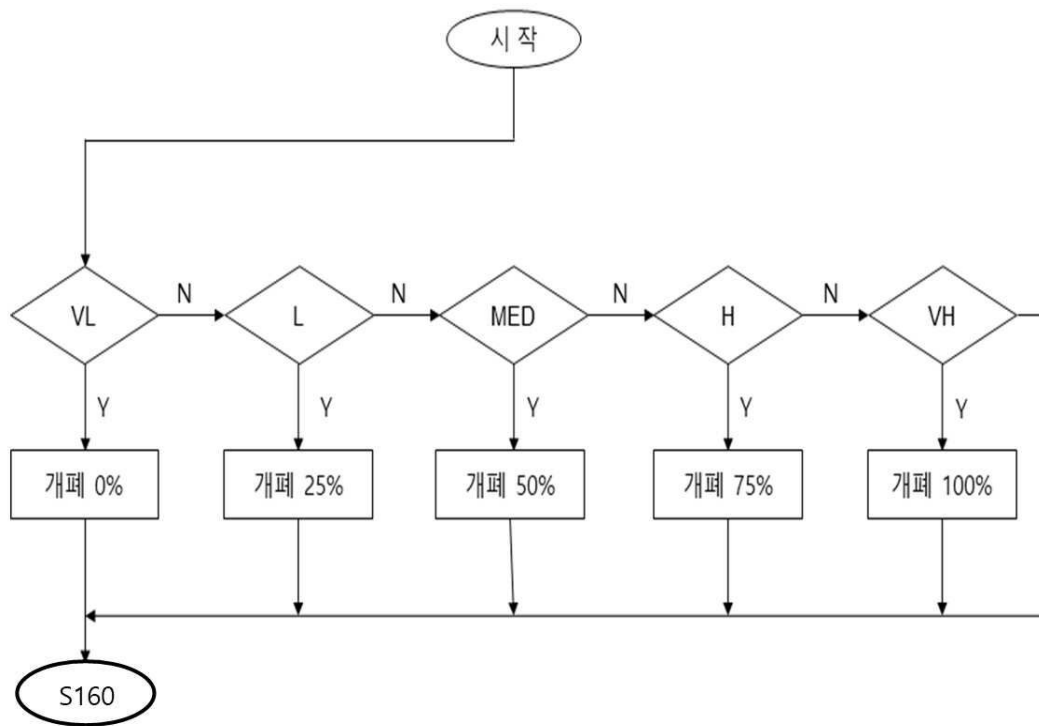
도면8



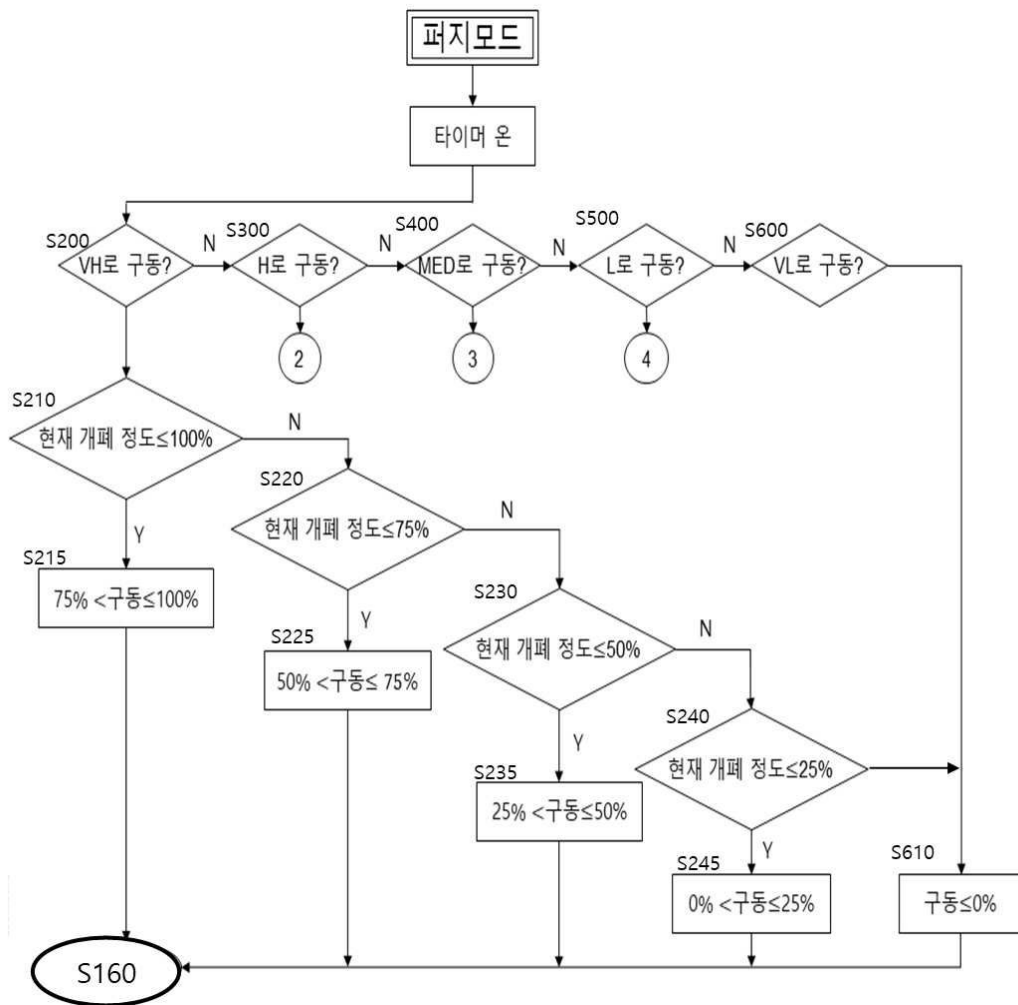
도면9



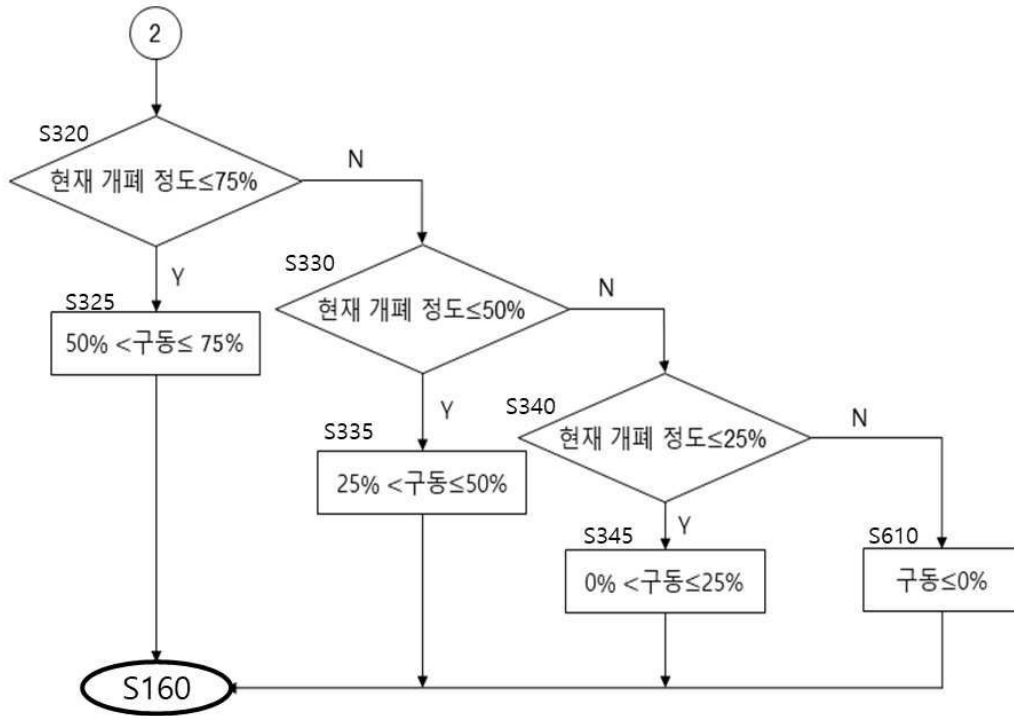
도면10



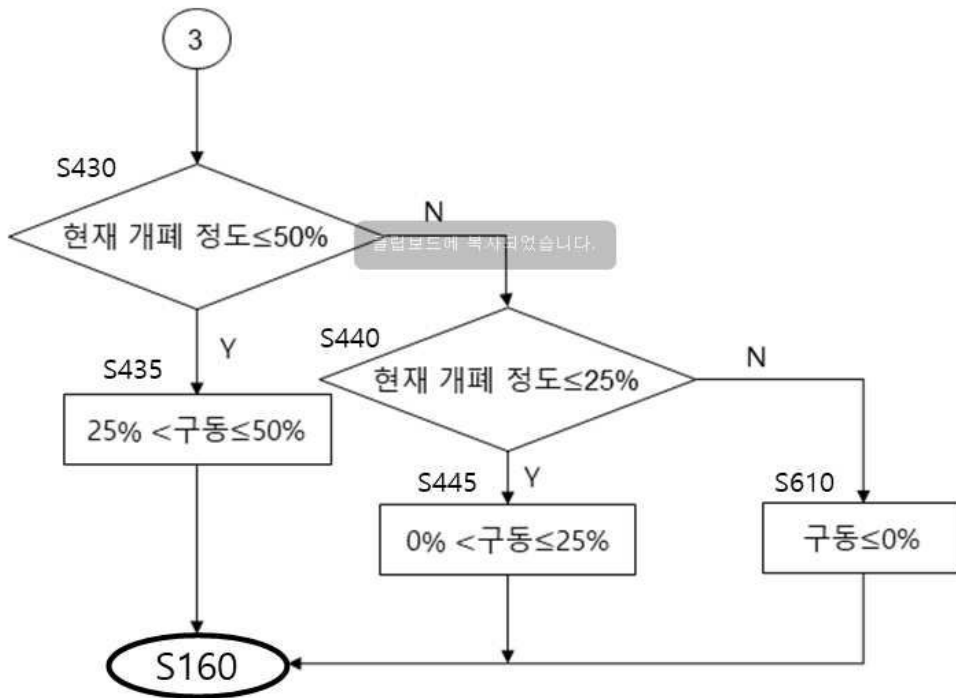
도면11



도면12



도면13



도면14

