

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年5月10日(10.05.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/060282 A1

- (51) 国際特許分類:
A01G 9/24 (2006.01) A01G 31/00 (2006.01)
A01G 9/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074857
- (22) 国際出願日: 2011年10月27日(27.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-246604 2010年11月2日(02.11.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大浦 央子
(OHURA, Chikako). 藤 寛(FUJI, Hiroshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-
MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2
丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

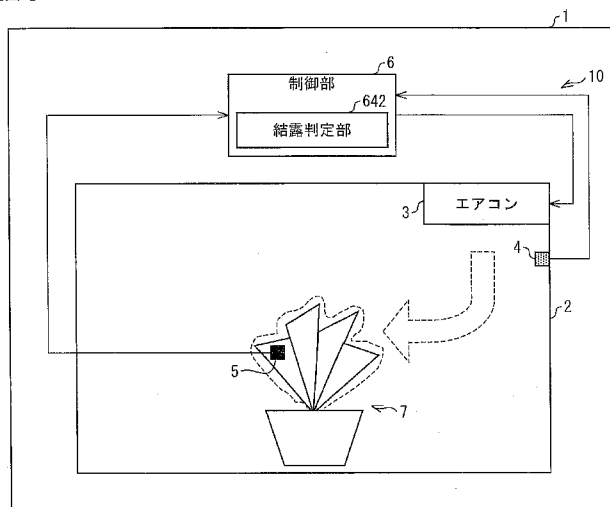
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR PLANT FACTORIES, PLANT FACTORY, TEMPERATURE CONTROL METHOD, TEMPERATURE CONTROL PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 植物工場の温度管理システム、植物工場、温度管理方法、温度管理プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図1]



- 3 Air conditioner
6 Control unit
642 Dew condensation determination unit

(57) Abstract: Disclosed is a temperature control system for plant factories, which comprises: a temperature control device (8) which controls the temperature of a cultivation room (2); a temperature/humidity sensor (4) which measures the temperature and the humidity within the cultivation room (2); a temperature sensor (5) which measures the temperature of a plant (7) that is cultivated in the cultivation room (2); a dew condensation determination unit (642) which determines whether dew condensation occurs on the plant (7), which is cultivated in the cultivation room (2), or not on the basis of the temperature and the humidity within the cultivation room (2) measured by the temperature/humidity sensor (4) and the temperature of the plant (7) measured by the temperature sensor (5); and an indoor temperature increase instruction unit (646) which has the temperature control device (8) increase the temperature of the cultivation room (2) when the dew condensation determination unit (642) has determined that dew condensation had not occurred on the plant (7), which is cultivated in the cultivation room (2). Consequently, the temperature of the cultivation room is increased, while surely preventing the occurrence of dew condensation.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/060282 A1



栽培室（２）の温度を調整する温度制御装置（８）と、栽培室（２）内の温度及び湿度を測定する温湿度センサ（４）と、栽培室（２）で栽培されている植物（７）の温度を測定する温度センサ（５）と、温湿度センサ（４）が測定した栽培室（２）内の温度及び湿度と、温度センサ（５）が測定した植物（７）の温度とから、栽培室（２）で栽培されている植物（５）に結露が発生するか否かを判定する結露判定部（６４２）と、結露判定部（６４２）により、栽培室（２）で栽培されている植物（７）に結露が発生していないと判定されたとき、温度制御装置（８）に、栽培室（２）の温度を上昇させる室内温度上昇指示部（６４６）とを備えている。これにより、確実に結露の発生を防止して、栽培室の温度を上昇させる。

明 細 書

発明の名称：

植物工場の温度管理システム、植物工場、温度管理方法、温度管理プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、植物工場の温度管理システム、植物工場、温度管理方法、温度管理プログラム及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、植物を人工的に植物工場で栽培する技術が開発されている。このような植物工場で植物を栽培する上で、大きなポイントとなるのが、病害虫の防除である。

[0003] 屋外で植物を栽培する場合と比べて、閉鎖度が高い植物工場は、外からの病害虫をできる限り遮断し、無農薬（または低農薬）で植物の栽培が可能であることが大きなメリットとなっている。

[0004] 一方、上述したように、植物工場は閉鎖度が高いので、一旦、内部で病害虫が発生すると、蔓延が早い。このため、植物工場で植物を栽培するには、病害虫が発生しないように予防することが非常に重要である。

[0005] 植物の中には、葉面が濡れている状態が続くと、病害虫が発病しやすいものが存在する。

[0006] このため、栽培する植物の葉面が濡れないように、栽培環境を制御することで、病害虫の防除に有効である。

[0007] ここで、植物工場では、植物を効率的に栽培するため、温湿度などの環境をコントロールしている。

[0008] 図15は、植物工場の栽培室の様子を表す図である。

[0009] 図15に示すように、植物工場内の栽培室901では、エアコン（Air conditioner）902が配され、この栽培室901で、植物903が栽培されている。

- [0010] 栽培室 901 内の室温は、例えば、25℃程度となるように一定で管理したり、昼間 25℃程度、夜間 15℃程度というように、昼夜で異なる温度になるように管理したりする場合がある。また、湿度は 60～75%程度の高湿環境で栽培されることが多い。
- [0011] 夜間の低い室温から、昼間の高い室温へ温度を上昇させる際、エアコン 902 から温度が高い空気 A を、栽培室 901 内に供給する。
- [0012] しかし、温かい空気 A が、冷たい植物 903 に触れた場合、温かい空気 A の水蒸気量が、冷たい植物 903 の温度における飽和水蒸気量を上回ると、冷たい植物 903 の表面で結露が発生する。
- [0013] つまり、高湿の環境で植物 903 を栽培している場合は、栽培室 901 の室内温度を急激にあげると、植物 903 の表面に結露が発生しやすくなってしまう。
- [0014] そして、植物 903 の葉の表面などが結露で濡れている状態が長く続くと、その部分から病害にかかりやすくなることが知られている。
- [0015] 特許文献 1 には、温室内で発生する結露を防止することで、その温室内で栽培している植物に結露が付着することを防止する方法が記載されている。
- [0016] 特許文献 1 では、温室内に結露センサを配している。そして、この温室内に配している結露センサにより結露が検出されると、温室内に配している暖房機及び空気循環扇の運転を開始する。そして、上記結露センサが結露は解消したことを検出すると、上記暖房機及び空気循環扇は運転を停止する。
- [0017] このようにして、特許文献 1 では、温室内に結露が長時間発生したままとなることを防止している。

先行技術文献

特許文献

- [0018] 特許文献 1：日本国公開特許公報「特許文献 2003 - 143974 号公報（2003 年 5 月 20 日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0019] しかしながら、上述の特許文献1では、結露センサは温室内に配されているだけであり、実際に、栽培している植物に結露が発生しているか否かを確認することができない。

[0020] 上述したように、特に閉鎖度が高い植物工場では、一旦、内部で病害虫が発生すると、蔓延が早い。このため、植物工場で植物を栽培するには、実際に、栽培している植物に結露が発生するか否かを正確に把握する必要がある。さらに、結露が発生してから、その結露を解消するのではなく、結露の発生を未然に防止することが重要である。

[0021] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、確実に結露の発生を防止して、栽培室の温度を上昇させることである。

課題を解決するための手段

[0022] 上記の課題を解決するために、本発明の植物工場の温度管理システムは、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理システムであって、上記栽培室の温度を調整する温度制御装置と、上記栽培室内に設置されるものであり、当該栽培室内の温度及び湿度を測定するための室内温湿度センサと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定するための植物温度センサと、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定手段と、上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇指示手段とを備えていることを特徴としている。

[0023] 上記の課題を解決するために、本発明の植物工場の温度管理方法は、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理方法であって、上記栽培室内の温度及び湿度を測定する室内温湿度測定ステップと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定する植物温度測定ステップと、上記室内温湿度測定ステップで測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物

温度測定ステップで測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定ステップと、上記結露判定ステップで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇ステップとを含むことを特徴としている。

[0024] 上記構成によると、上記結露判定手段は、上記植物温度センサにより、実際に測定された植物の温度と、当該植物が栽培されている栽培室の温度及び湿度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する。このため、実際に、栽培室で栽培している植物の温度を測定し、結露が発生するか否かを判定するので、正確に、結露の発生の有無を判定することができる。

[0025] そして、上記室内温度上昇指示手段は、上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記室内温度上昇指示手段は、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させるので、確実に、植物の結露を防止して、栽培室の温度を上昇させることができる。

発明の効果

[0026] 本発明の植物工場の温度管理システムは、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理システムであり、上記栽培室の温度を調整する温度制御装置と、上記栽培室内に設置されるものであり、当該栽培室内の温度及び湿度を測定するための室内温湿度センサと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定するための植物温度センサと、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定手段と、上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇指示手段とを備えている。

[0027] 本発明の植物工場の温度管理方法は、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理方法であり、上記栽培室内の温度及び湿度を測定する室内温湿度測定ステップと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定する植物温度測定ステップと、上記室内温湿度測定ステップで測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度測定ステップで測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定ステップと、上記結露判定ステップで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇ステップとを含む。

[0028] これにより、確実に結露の発生を防止して、栽培室の温度を上昇させるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]第1の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[図2]第1の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの温度センサの構成を表す図である。

[図3]第1の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[図4]第1の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの処理の流れを表すフローチャートである。

[図5]第2の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[図6]第2の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[図7]第3の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[図8]第3の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの処理の流れを表すフローチャートである。

[図9]第4の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[図10]第4の実施形態にかかる温度管理システムの構成を表すブロック図で

ある。

[図11]第4の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムcの処理の流れを表すフローチャートである。

[図12]第5の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[図13]第5の実施形態にかかる温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[図14]第5の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの処理の流れを表すフローチャートである。

[図15]従来の植物工場の栽培室の様子を表す図である。

発明を実施するための形態

[0030] 〔実施の形態1〕

以下、本発明の第1の実施の形態について、詳細に説明する。

[0031] 図1は、第1の実施形態にかかる植物工場1の様子を表す概略図である。

[0032] 図1に示すように、植物工場1は、植物を栽培する栽培室2と、栽培室2の温度管理を行うための温度管理システム10と、を備えている。

[0033] 植物工場1の温度管理システム10は、エアコン（温度制御装置）3と、温湿度センサ（室内温湿度センサ）4と、温度センサ5（植物温度センサ）と、制御部6とを備えている。

[0034] 植物工場1は、閉鎖的又は半閉鎖的な空間で植物を栽培するための植物生産システムである。

[0035] 一般的に、閉鎖環境で、人工光（蛍光灯、高圧ナトリウムランプ、LED等）を利用して、植物を栽培する植物工場は完全制御型（閉鎖型）植物工場と呼ばれている。一方、主に太陽光を用い、人工光は用いないか、又は、雨天や曇天時に補助的に用いて植物を栽培する植物工場を太陽光型（半閉鎖型）植物工場と呼ばれている。

[0036] ここで、太陽光を利用すると、特に、夏場などの温度上昇が激しく、換気無しでは、植物を栽培することが不可能である。一方、太陽光を用いず、人工光を用いて植物を栽培する場合は、太陽光を用いる場合のように、温度上

昇を防止するために換気を行う必要がない。

[0037] このことから、主として太陽光を利用して植物を栽培する植物工場を半閉鎖型、一方、人工光を利用して植物を栽培する植物工場を閉鎖型と呼ばれている。

[0038] 本実施の形態にかかる植物工場 1 は、特に限定されるものではなく、半閉鎖型の植物工場であっても、閉鎖型の植物工場であってもよい。なお、閉鎖型の植物工場の場合、人工光を設ける必要がある。

[0039] 栽培室 2 は、植物を栽培するために設けられている閉鎖的な空間である。栽培室 2 内には、栽培するための、一又は複数の植物 7 が配されている。栽培室 2 内では、レタスや、ハーブ、スプラウト等、さまざまな植物 7 を栽培することができる。

[0040] 栽培室 2 は、いわゆるビニールハウスや、ガラスハウスなどよりも閉鎖度が高いものである。このように、栽培室 2 は、閉鎖度が高い空間なので、病虫害のないクリーンな環境を作り出すことができ無農薬で植物 7 を栽培することができる。

[0041] また、栽培室 2 は、ビニールハウスや、ガラスハウスなどよりも閉鎖度が高い空間なので、比較的、気候や天候の影響を受け難い。このため、内部の温湿度、CO₂濃度を栽培に適した環境に制御することが容易であり、植物 7 の成長を促進させることができる。

[0042] また、栽培室 2 内で、旬ではない植物や、その土地では収穫されない作物の栽培が可能である。

[0043] エアコン 3 は、制御部 6 からの指示に基づいて、栽培室 2 内の温度を調整するためのものである。エアコン 3 は、栽培室 2 内に配されている。エアコン 3 は、自装置に設定されている設定温度となるように、栽培室 2 内の温度を調整する。エアコン 3 は、一般的に用いられているものを使用することができる。

[0044] ここで、上述した特許文献 1 では、植物工場で植物を栽培する方法ではないので、結露が発生したと、結露センサにより検出されると、暖房機及び空

気循環扇を運転することにより、温室内の結露を解消している。

- [0045] しかし、一般的に、暖房機は、燃料を燃やす際に水が発生する。このような暖房機を、閉鎖型の植物工場 1 の栽培室 2 内に配すると、栽培室 2 内の水分量、すなわち湿度が上がり、湿度管理が難しくなるという課題が生じる。
- [0046] 一方、植物工場 1 では、特許文献 1 のように、暖房機を用いず、エアコン 3 によって、栽培室 2 内の温度を上昇させるので、湿度管理が容易である。
- [0047] また、エアコン 3 は、暖房機能だけでなく、冷房機能を備えていることが好ましい。植物工場 1 では、気候変動によらず、人工的に植物 7 に適した室温に調整することができる。
- [0048] 例えば、冷房で栽培室 2 内の温度を保っている場合、栽培室 2 内温度を上昇させるために、暖房を入れるのではなく、冷房を弱めることで、栽培室 2 内の温度を上げるという温度制御を行うこともできる。このように、エアコン 3 は、冷暖房両方の機能を備える方が利便性が高い。
- [0049] さらに、エアコン 3 は、除湿機能を有することが好ましい。これにより、栽培室 2 内の湿度を下げることも可能である。
- [0050] 温湿度センサ 4 は、栽培室 2 内に設置されるものであり、栽培室 2 内の温度及び湿度を測定するためのセンサである。温湿度センサ 4 は、例えば、栽培室 2 内の壁等に配されている。
- [0051] 温湿度センサ 4 と、制御部 6 とは有線又は無線で通信が可能なように接続されている。この有線又は無線で通信する方法は、特に限定されるものではなく、一般的に用いられている方法を用いることができる。
- [0052] 温湿度センサ 4 は、測定した栽培室 2 の室内温度 T 及び室内湿度 H を示す情報である温湿度情報を、有線又は無線通信にて制御部 6 に出力する。
- [0053] 温度センサ 5 は、栽培室 2 内で栽培されている植物 7 の温度を測定するためのものである。温度センサ 5 は、植物 7 の葉の表面に配されることで、植物 7 の葉面の温度を直接測定する。
- [0054] 図 2 は、温度センサ 5 の構成を表す図である。
- [0055] 温度センサ 5 は、例えば、図 2 に示すように、植物 7 の葉の表面と裏面と

をクリップのように挟みこむようにして植物 7 の葉に固定される。このように植物 7 に固定されることで、温度センサ 5 は、固定された植物 7 の葉（表面、裏面の少なくとも一方）の温度を測定する。

[0056] ここで、特許文献 1 では、検出感度を予め設定することで、植物に結露が発生する直前に結露を検出しようとしている。しかし、植物の種類や成長状況、又は室内環境等の条件・状況が刻々と変化する中で、適切な検出感度を決定・設定するには、栽培者の経験や采配によるところが大きく、現実的には困難である。

[0057] 一方、本実施の形態にかかる植物工場 1 では、植物 7 の温度を実際に測定しているので、植物 7 の種類や成長状況などを栽培者に経験や采配で考慮する必要がなく、比較的容易に結露を防止することができる。

[0058] 温度センサ 5 と、制御部 6 とは有線又は無線で通信が可能なように接続されている。この有線又は無線で通信する方法は、特に限定されるものではなく、一般的に用いられている方法を用いることができる。なお、設置が容易である点や、植物 7 の成長の面から、温度センサ 5 と、制御部 6 とは無線で通信可能なように接続されていることが好ましい。

[0059] 温度センサ 5 は、測定した植物 7 の葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を、有線又は無線通信にて制御部 6 に出力する。

[0060] 制御部 6 は、CPU、ハードディスク、メモリなどを備えている、一または複数からなるコンピュータである。制御部 6 は、植物 7 が栽培される栽培室 2 の温度を管理すると共に、植物工場 1 全体の管理及び制御を行うものである。制御部 6 は、温湿度センサ 4 が測定した室内温度 T 及び室内湿度 H と、温度センサ 5 が測定した植物 7 の葉面温度 T_3 を取得する。

[0061] 制御部 6 は、結露判定部（結露判定手段）642 を備えている。

[0062] 結露判定部（結露判定手段）642 は、温湿度センサ 4 が測定した室内温度 T 及び室内湿度 H と、温度センサ 5 が測定した植物 7 の葉面温度 T_3 とから、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定するものである。

[0063] 制御部 6 は、室内温度 T や、結露判定部 6 4 2 の上記判定結果から、エアコン 3 に温度を調整させるための指示情報を生成する。そして、制御部 6 は、その生成した指示情報をエアコン 3 に出力することで、エアコン 3 に、栽培室 2 内の温度を調整させる。

[0064] 図 3 は、植物工場 1 の温度管理システム 1 0 の構成を表すブロック図である。

[0065] 制御部 6 は、栽培室 2 の温度を管理するために、室内温湿度取得部 6 1 と、室内温湿度記憶部 6 2 と、葉面温度取得部 6 3 と、葉面温度記憶部 6 6 と、室内設定温度記憶部 6 5 と、室内温度制御部 6 4 とを備えている。

[0066] 室内温度制御部 6 4 は、室内温度比較部 6 4 0 と、室内温度下降指示部 6 4 1 と、結露判定部 6 4 2 と、室内温度上昇指示部（室内温度上昇指示手段）6 4 6 とを備えている。

[0067] 結露判定部 6 4 2 は、結露判定情報取得部 6 4 3 と、露点温度算出部（露点温度算出手段）6 4 4 と、露点温度比較部（露点温度比較手段）6 4 5 とを備えている。

[0068] 以下、制御部 6 が備える各構成について説明していく。

[0069] （内温湿度取得部 6 1、室内温湿度記憶部 6 2、面温度取得部 6 3、葉面温度記憶部 6 6 について）

室内温湿度取得部 6 1 は、温湿度センサ 4 と有線又は無線通信が可能なように接続されている。室内温湿度取得部 6 1 は、温湿度センサ 4 から出力される、室内温度 T 及び室内湿度 H を示す情報である温湿度情報を受信する温湿度センサ 4 の受信装置である。

[0070] 室内温湿度取得部 6 1 は、室内温度制御部 6 4 から、センサ情報の出力指示を取得すると、温湿度センサ 4 に測定値の出力要求指示を出力する。そして、室内温湿度取得部 6 1 は、温湿度センサ 4 から室内温度 T 及び室内湿度 H を示す情報である温湿度情報を取得する。室内温湿度取得部 6 1 は、上記温湿度情報を取得し、室内温湿度記憶部 6 2 に、室内温度 T 及び室内湿度 H を記憶する。

- [0071] 室内温湿度取得部 6 1 は、室内温度制御部 6 4 からセンサ情報出力指示を取得するたびに、温湿度センサ 4 から温湿度情報を取得するようにしてもよいし、一度、室内温度制御部 6 4 からセンサ情報の出力指示を取得すると、所定時間間隔で、連続的に温湿度センサ 4 から温湿度情報を取得するようにしてもよい。
- [0072] 葉面温度取得部 6 3 は、温度センサ 5 と有線又は無線通信が可能なように接続されている。葉面温度取得部 6 3 は、温度センサ 5 から出力される、植物 7 の葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を受信する受信装置である。
- [0073] 葉面温度取得部 6 3 は、室内温度制御部 6 4 から、センサ情報の出力指示を取得すると、温度センサ 5 に測定値の出力要求指示を出力する。そして、葉面温度取得部 6 3 は、温度センサ 5 から葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を取得する。葉面温度取得部 6 3 は、上記葉面温度情報を取得し、葉面温度記憶部 6 6 に、葉面温度 T_3 を葉面温度記憶部 6 6 に記憶する。
- [0074] 葉面温度取得部 6 3 は、室内温度制御部 6 4 からセンサ情報出力指示を取得するたびに、温度センサ 5 から葉面温度情報を取得するようにしてもよいし、一度、室内温度制御部 6 4 からセンサ情報出力指示を取得すると、所定時間間隔で、連続的に温度センサ 5 から葉面温度情報を取得するようにしてもよい。
- [0075] 室内温湿度記憶部 6 2 は、室内温湿度取得部 6 1 から出力されてくる室内温度 T 及び室内湿度 H を記憶する記憶装置である。また、葉面温度記憶部 6 6 は、葉面温度取得部 6 3 から出力されてくる葉面温度 T_3 を記憶する記憶装置である。
- [0076] 室内温湿度記憶部 6 2、葉面温度記憶部 6 6 としては、揮発性、不揮発性を問わずさまざまな記憶装置を用いることができる。また、室内温湿度記憶部 6 2 及び葉面温度記憶部 6 6 は、室内温湿度取得部 6 1、葉面温度取得部 6 3、室内温度制御部 6 4 と別に設けられている必要はなく、両方とも、室内温度制御部 6 4 の内部に配されていてもよい。又は、室内温湿度記憶部 6

2は室内温湿度取得部61の内部に、葉面温度記憶部66は、葉面温度取得部63の内部に設けられていてもよい。

[0077] (室内設定温度記憶部65について)

室内設定温度記憶部65は、栽培室2の明期（高温設定時）の設定室温に対する下限設定温度T1及び上限設定温度T2をそれぞれ記憶する記憶装置である。さらに、室内設定温度記憶部65には、栽培室2の暗期（低温設定時）の設定室温に対する下限値及び上限値の室温をそれぞれ記憶させてもよい。

[0078] 下限設定温度T1と上限設定温度T2とは、栽培室2の温度が明期（高温設定時）の設定室温（到達設定温度）の範囲内となったと判定するための下限値と上限値である。

[0079] 栽培する植物の種類によって、栽培室の明期（昼間）及び暗期（夜間）の設定温度は異なるが、例えば、植物7が葉菜類の場合、明期が25℃、暗期が15℃程度の環境で栽培される。

[0080] なお、この明期が25℃、暗期が15℃のような温度は、植物を正常かつ、効率的に成長させることができる温度であり、実験的、あるいは経験的に知られているものである。

[0081] 設定温度に対する下限値及び上限値、すなわち、室温変動の許容値は特に限定されるものではないが、一般的に設定温度±1℃程度に設定される。

[0082] 一例として、本実施の形態では、下限設定温度T1が24℃、上限設定温度T2が26℃、暗期の下限値が14℃、暗期の上限値が16℃程度である。

[0083] 室内設定温度記憶部65は、揮発性、不揮発性を問わないが、電源をオフにしても記録内容の消去されない不揮発性メモリであることが好ましい。

[0084] 室内設定温度記憶部65は、室内温度下限値記憶部651と、室内温度上限値記憶部652とを備えている。

[0085] 室内温度下限値記憶部651は、栽培室2の温度が明期（高温設定時）の設定室温（到達設定温度）の範囲内となったと室内温度比較部640（後述

する) が判定するための下限設定温度 T_1 を記憶するものである。

[0086] 室内温度上限値記憶部 652 は、栽培室 2 の温度が明期 (高温設定時) の設定室温 (到達設定温度) の範囲内となったと室内温度比較部 640 (後述する) が判定するための上限設定温度 T_2 を記憶するものである。

[0087] 室内温度下限値記憶部 651 と、室内温度上限値記憶部 652 とは、必ずしも、別々の記憶装置として、室内設定温度記憶部 65 内に設けられている必要はなく、室内設定温度記憶部 65 が備える記憶領域のうち、それぞれ、下限設定温度 T_1 を記憶する記憶領域、上限設定温度 T_2 を記憶する記憶領域として構成されていてもよい。

[0088] (室内温度制御部 64 について)

室内温度制御部 64 は、温度管理システム 10 を集中管理するものであり、コンピュータ又は CPU である。

[0089] 室内温度制御部 64 は、室内温湿度取得部 61、葉面温度取得部 63 に対し、センサ情報出力指示を出力したり、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている室内温度 T 、室内湿度 H を取得したり、葉面温度記憶部 66 に記憶されている葉面温度 T_3 を取得したり、エアコン 3 の設定温度を変更させたりする。

[0090] 室内温度比較部 640 は、温湿度センサ 4 が測定した栽培室 2 内の温度が、予め設定されている栽培室 2 の下限設定温度 T_1 より低い場合に、結露判定部 642 に対し、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定させる指示を出力するものである。

[0091] これにより、栽培室で栽培されている植物に、結露が発生することを防止して、栽培室の温度を上昇させることができる。

[0092] 室内温度比較部 640 は、室内温湿度取得部 61 から、温湿度情報を取得した旨の通知を取得すると、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている、栽培室 2 の室内温度 T を取得する。

[0093] 室内温度比較部 640 は、さらに、室内温度下限値記憶部 651 から下限設定温度 T_1 を取得し、室内温度上限値記憶部 652 から上限設定温度 T_2

を取得する。

[0094] 室内温度比較部 640 は、室内温度 T と、下限設定温度 T_1 とを比較し、室内温度 T が、下限設定温度 T_1 より小さいと判定すると、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知を結露判定部 642 の結露判定情報取得部 643 に出力する。

[0095] この、室内温度比較部 640 が結露判定情報取得部 643 に出力する、上記室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知が、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定させる指示である。

[0096] 一方、室内温度比較部 640 は、室内温度 T が下限設定温度 T_1 以上であると判定した場合、さらに、室内温度 T と、上限設定温度 T_2 とを比較し、室内温度 T が、上限設定温度 T_2 より大きいと否かを判定する。そして、室内温度比較部 640 は、室内温度 T が上限設定温度 T_2 より大きいと判定すると、室内温度を下げる（下降させる）旨の情報を室内温度下降指示部 641 に出力する。

[0097] このようにして、室内温度比較部 640 は、温湿度センサ 4 が測定した栽培室 2 の室内温度 T が、下限設定温度 T_1 と、上限設定温度 T_2 との間である場合、栽培室 2 の室内温度 T が到達設定温度の範囲内となったと判定する。

[0098] （結露判定部 642 について）

結露判定部 642 は、温湿度センサ 4 が測定した栽培室 2 の室内温度 T 及び室内湿度 H と、温度センサ 5 が測定した植物 7 の葉面温度 T_3 とから、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定するものである。このように、実際に、栽培室 2 で栽培している植物 7 の温度を測定し、結露が発生するか否かを結露判定部 642 が判定するので、温度管理システム 10 は、正確に、結露の発生の有無を判定することができる。

[0099] 結露判定部 642 は、上述したように、結露判定情報取得部 643 と、露点温度算出部 644 と、露点温度比較部 645 とを備えている。

[0100] 結露判定情報取得部 643 は、室内温度比較部 640 から、室内温度 T が

下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知、すなわち、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定させる指示を取得する。そして、結露判定情報取得部 643 は、当該指示とともに出力されてくることで（又は、室内温湿度記憶部 62 を参照することで）室内温度 T を取得し、室内温湿度記憶部 62 を参照することで室内湿度 H を取得する。

[0101] さらに、結露判定情報取得部 643 は、葉面温度記憶部 66 を参照することで葉面温度 T_3 を取得する。

[0102] 結露判定情報取得部 643 は、室内温度 T と、室内湿度 H とを露点温度算出部 644 に出力し、葉面温度 T_3 を露点温度比較部 645 に出力する。

[0103] 露点温度算出部 644 は、温湿度センサ 4 が測定した栽培室 2 内の温度及び湿度から露点温度を算出するものである。

[0104] 露点温度算出部 644 は、温湿度センサ 4 が測定した栽培室 2 の室内温度 T 及び室内湿度 H を、結露判定情報取得部 643 から取得する。

[0105] 露点温度算出部 644 は、取得した室内温度 T 及び室内湿度 H から、水蒸気量（水蒸気圧）を求める。そして、露点温度算出部 644 は、求めた水蒸気量（水蒸気圧）を飽和水蒸気量（飽和水蒸気圧）とする温度を、露点温度 T_4 として算出する。露点温度算出部 644 は、算出した露点温度 T_4 を、露点温度比較部 645 に出力する。

[0106] 露点温度比較部 645 は、露点温度算出部 644 が算出した露点温度 T_4 と、温度センサ 5 が測定した植物 7 の葉面温度 T_3 とを比較することで、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定するものである。

[0107] このように、露点温度比較部 645 は、露点温度算出部 644 により算出された露点温度 T_4 と、温度センサ 5 により測定された植物 7 の葉面温度 T_3 とを比較することで、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生するか否かを判定するので、植物 7 に結露が発生する前に、植物 7 に結露が発生するか否かを判定することができる。このため、より、確実に、植物に結露が付着することを防止することができる。

- [0108] 露点温度比較部 6 4 5 は、葉面温度 T 3 と、露点温度 T 4 とを比較し、葉面温度 T 3 が露点温度 T 4 を上回っていると判定することで、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生しないと判定し、栽培室 2 の室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 6 4 6 に出力する。これにより、エアコン 3 に、栽培室 2 の室温を上昇させる。
- [0109] 一方、露点温度比較部 6 4 5 は、葉面温度 T 3 と、露点温度 T 4 とを比較し、葉面温度 T 3 が露点温度 T 4 以下であると判定することで、栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生すると判定すると、エアコン 3 の温度を上昇させない。
- [0110] すなわち、露点温度比較部 6 4 5 は、葉面温度 T 3 が露点温度 T 4 より高くなるまで、エアコン 3 の温度を上昇させない。
- [0111] (室内温度下降指示部 6 4 1、室内温度上昇指示部 6 4 6)
室内温度下降指示部 6 4 1 は、エアコン 3 に対して、栽培室 2 の温度を下げるように指示を出力するものである。
- [0112] 室内温度下降指示部 6 4 1 は、室内温度比較部 6 4 0 から、室内温度を下降させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して、エアコン 3 内に記憶されている設定温度 T 5 を 1℃下げるように指示を行う。これにより、エアコン 3 は、自装置に記憶されている設定温度 T 5 を 1℃下げ、栽培室 2 の室内温度 T を 1℃下げるように動作する。
- [0113] 室内温度上昇指示部 6 4 6 は、エアコン 3 に対して、栽培室 2 の温度を上げるように指示を出力するものである。
- [0114] 室内温度上昇指示部 6 4 6 は、露点温度比較部 6 4 5 から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して、エアコン 3 内に記憶されている設定温度 T 5 を 1℃上昇させるように指示を行う。これにより、エアコン 3 は、自装置に記憶されている設定温度 T 5 を 1℃上げ、栽培室 2 の室内温度 T を 1℃上げるように動作する。
- [0115] すなわち、温度センサ 5 が測定した植物 7 の温度は、露点温度以下であると露点温度比較部 6 4 5 が判定することで、露点温度比較部 6 4 5 により、

栽培室 2 で栽培されている植物 7 に結露が発生していないと判定されたとき、室内温度上昇指示部 6 4 6 は、上昇させる栽培室 2 の温度の上昇幅を 1℃として、エアコン 3 に栽培室 2 の温度を上昇させる。

[0116] これにより、栽培室 2 の温度は 1℃ずつ次第に上昇していくので、栽培室 2 で栽培されている植物 7 の結露の発生を、より確実に防止することができる。

[0117] (植物工場の温度管理システムの処理の流れ)

次に、図 3、図 4 を用いて、植物工場 1 の温度管理システム 1 0 の処理の流れについて説明する。

[0118] 図 4 は、植物工場 1 の温度管理システム 1 0 の処理の流れを表すフローチャートである。

[0119] まず、予め、目標とする室温である明期の室内設定温度の下限設定温度 T 1 及び上限設定温度 T 2 を設定しておく。

[0120] この下限設定温度 T 1 及び上限設定温度 T 2 は、ユーザによって、例えば、制御部 6 と接続されたユーザーインターフェース等を通じて、制御部 6 内の室内設定温度記憶部 6 5 に記憶される。室内温度下限値記憶部 6 5 1 には、下限設定温度 T 1 が記憶される。室内温度上限値記憶部 6 5 2 には、上限設定温度 T 2 が記憶される。

[0121] そして、栽培室 2 の室温を上げるタイミングとなると、すなわち、栽培室 2 を、暗期から明期の室温に変更するタイミングとなると、フローを開始し、室内温度制御部 6 4 は、室内温湿度取得部 6 1 及び葉面温度取得部 6 3 のそれぞれに対して、センサ情報出力指示を出力する（ステップ S 1 0 0）。

[0122] ここで、栽培室 2 を、暗期から明期の室温に変更するタイミング、すなわち、室内温度制御部 6 4 がセンサ情報出力指示を出力するタイミングは、タイマー等によって、予め、時間を設定しておく。なお、ユーザーインターフェース等を通じて、ユーザによって、任意の時間に指示が入力されることで、室内温度制御部 6 4 がセンサ情報出力指示を出力するようにしてもよい。

[0123] 室内温度制御部 6 4 から、センサ情報出力指示を取得した室内温湿度取得

部 6 1 は、温湿度センサ 4 から、栽培室 2 の室内温度 T と、栽培室 2 の室内湿度 H とを示す情報である温湿度情報を取得する（ステップ S 1 0 1）。

[0124] そして、室内温湿度取得部 6 1 は、温湿度センサ 4 から温湿度情報を取得すると、当該温湿度情報から、室内温度 T 及び室内湿度 H を室内温湿度記憶部 6 2 に記憶させて、室内温度比較部 6 4 0 へ、温湿度情報を取得した旨の通知を出力する。

[0125] また、室内温度制御部 6 4 から、センサ情報出力指示を取得した葉面温度取得部 6 3 も、温度センサ 5 から、植物 7 の葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を取得する。

[0126] そして、葉面温度取得部 6 3 は、温度センサ 5 から葉面温度情報を取得すると、当該葉面温度情報から、葉面温度 T_3 を葉面温度記憶部 6 6 に記憶させる。

[0127] 室内温度比較部 6 4 0 は、室内温湿度取得部 6 1 から、温湿度情報を取得した旨の通知を取得すると、室内温湿度記憶部 6 2 に記憶されている、栽培室 2 の室内温度 T を取得する（ステップ S 1 0 2）。

[0128] 栽培室 2 の室内温度 T を取得した室内温度比較部 6 4 0 は、さらに、室内温度下限値記憶部 6 5 1 を参照し、室内設定温度の下限値である下限設定温度 T_1 を取得する（ステップ S 1 0 3）と共に、室内温度上限値記憶部 6 5 2 を参照し、室内設定温度の上限値である上限設定温度 T_2 を取得する（ステップ S 1 0 4）。

[0129] そして、室内温度比較部 6 4 0 は、取得した室内温度 T と、設定温度の上限値及び下限値とを比較する。

[0130] まず、室内温度比較部 6 4 0 は、取得した室内温度 T と、下限設定温度 T_1 とを比較し（ステップ S 1 0 5）、室内温度 T が、下限設定温度 T_1 より小さいと判定する（ステップ S 1 0 5 の YES）と、室内温度比較部 6 4 0 は、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知を結露判定部 6 4 2 の結露判定情報取得部 6 4 3 に出力すると共に、室内温度 T も結露判定情報取得部 6 4 3 に出力する。

- [0131] 結露判定情報取得部643は、室内温度比較部640から、室内温度Tが下限設定温度T1より小さい旨の通知、及び室内温度Tを取得すると、葉面温度記憶部66に記憶されている、植物7の葉面温度T3を取得する（ステップS106）。
- [0132] そして、さらに、結露判定情報取得部643は、室内温湿度記憶部62に記憶されている、栽培室2の室内湿度Hを取得する（ステップS107）。
- [0133] なお、本実施の形態のように、結露判定情報取得部643は、室内温度下降指示部641から室内温度Tを取得するようにしてもよいし、ステップS107で室内湿度Hを取得するとき、併せて、室内温湿度記憶部62から取得するようにしてもよい。
- [0134] 次に、結露判定情報取得部643は、室内温度下降指示部641（又は室内温湿度記憶部62）から取得した室内温度Tと、室内温湿度記憶部62から取得した室内湿度Hとを露点温度算出部644に出力し、葉面温度記憶部66から取得した葉面温度T3を露点温度比較部645に出力する。
- [0135] そして、露点温度算出部644は、結露判定情報取得部643から取得した室内温度Tと、室内湿度Hとから、室内温度Tと、室内湿度Hにおける露点温度T4を算出する（ステップS108）。
- [0136] そして、露点温度算出部644は、算出した露点温度T4を露点温度比較部645に出力する。
- [0137] 次に、露点温度比較部645は、結露判定情報取得部643から取得した葉面温度T3と、露点温度算出部644から取得した露点温度T4とを比較する（ステップS109）。
- [0138] そして、露点温度比較部645は、葉面温度T3が露点温度T4を上回っていると判定すると（ステップS109のNO）、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部646に出力する。
- [0139] 室内温度上昇指示部646は、露点温度比較部645から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン3に対して設定温度T5を1℃上昇させる旨の指示情報を出力する。

- [0140] エアコン3は、室内温度上昇指示部646から、設定温度T5を1℃上昇させる旨の指示情報を取得すると、自身に記憶されている設定温度を、1℃上昇させる（ステップS110）ことで、栽培室2内の温度を1℃上昇させる。そして、ステップS101に戻る。
- [0141] また、ステップS109で、露点温度比較部645は、葉面温度T3が露点温度T4以下であると判定すると（ステップS109のYES）、ステップS100に戻る。
- [0142] 次に、ステップS105のNOの処理について説明する。
- [0143] ステップS105で、室内温度比較部640は、室内温度Tが、下限設定温度T1以上であると判定する（ステップS105のYES）と、次に、室内温度比較部640は、室内温度Tと、上限設定温度T2とを比較する（ステップS111）。そして、室内温度比較部640は、室内温度Tが、上限設定温度T2より大きいと判定する（ステップS111のYES）と、室内温度を下降させる旨の情報を室内温度下降指示部641に出力する。
- [0144] 室内温度下降指示部641は、室内温度比較部640から、室内温度を下降させる旨の情報を取得すると、エアコン3に対して設定温度T5を1℃下降させる旨の指示情報を出力する。
- [0145] エアコン3は、室内温度比較部640から、設定温度T5を1℃下降させる旨の指示情報を取得すると、自装置に記憶されている設定温度を、1℃下降させる（ステップS112）ことで、栽培室2内の温度を1℃下降させる。そして、ステップS100に戻る。
- [0146] また、ステップS111で、室内温度比較部640は、室内温度Tが、上限設定温度T2以下であると判定する（ステップS111のNO）と、すなわち、室内温度比較部640は、室内温度Tが、下限設定温度T1と、上限設定温度T2との範囲内であると判定すると、栽培室2内は、設定範囲内であるとして、フローを終了する。
- [0147] （植物工場の温度管理システムの処理の流れの具体例）
次に、上述した植物工場の温度管理システムの処理の流れの具体例につい

て説明する。

[0148] ここでは、一例として、栽培室 2 を、暗期（夜間）の 10℃設定から明期（昼間）の 25℃に室温を設定する場合について説明する。

[0149] まず、ユーザ等によって、明期の設定温度（25℃）に対する下限設定温度 T1 は 24℃、上限設定温度 T2 は 26℃に設定され、室内温度下限値記憶部 651 には下限設定温度 T1 = 24℃が記憶され、室内温度上限値記憶部 652 には上限設定温度 T2 = 26℃が記憶される。

[0150] そして、栽培室 2 を、暗期（10℃）から明期（25℃）の室温に変更するタイミングとなると、フローを開始し、室内温度制御部 64 は、室内温湿度取得部 61 及び葉面温度取得部 63 のそれぞれに対して、センサ情報出力指示を出力する（ステップ S100）。

[0151] 室内温度制御部 64 から、センサ情報出力指示を取得した室内温湿度取得部 61 は、温湿度センサ 4 から、栽培室 2 の室内温度 T（10℃）と、栽培室 2 の室内湿度 H（一例として 80%）とを示す情報である温湿度情報を取得する（ステップ S101）。

[0152] そして、室内温湿度取得部 61 は、上記取得した温湿度情報を取得すると、当該取得した温湿度情報から、室内温度 T（10℃）、及び室内湿度 H（80%）を室内温湿度記憶部 62 に記憶させて、室内温度比較部 640 へ、温湿度情報を取得した旨の通知を出力する。

[0153] また、室内温度制御部 64 から、センサ情報出力指示を取得した葉面温度取得部 63 も、温度センサ 5 から、葉面温度 T3（10℃）を示す情報である葉面温度情報を取得し、当該取得した葉面温度情報から、葉面温度 T3（10℃）を、葉面温度記憶部 66 に記憶させる。

[0154] 室内温度比較部 640 は、室内温湿度取得部 61 から、温湿度情報を取得した旨の通知を取得すると、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている温湿度情報から、栽培室 2 の室内温度 T（10℃）を取得する（ステップ S102）。

[0155] 栽培室 2 の室内温度 T（10℃）を取得した室内温度比較部 640 は、さ

らに、室内温度下限値記憶部 651 から下限設定温度 T_1 (24°C) を取得する (ステップ S103) と共に、室内温度上限値記憶部 652 から上限設定温度 T_2 (26°C) を取得する (ステップ S104)。

[0156] そして、室内温度比較部 640 は、取得した室内温度 T (10°C) と、下限設定温度 T_1 (24°C) とを比較する (ステップ S105)。

[0157] ここでは、室内温度 T (10°C) が、下限設定温度 T_1 (24°C) より小さいので (ステップ S105 の YES) と、室内温度比較部 640 は、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知を結露判定部 642 の結露判定情報取得部 643 に出力すると共に、室内温度 T も結露判定情報取得部 643 に出力する。

[0158] 結露判定情報取得部 643 は、室内温度比較部 640 から、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知、及び室内温度 T を取得すると、葉面温度記憶部 66 に記憶されている、植物 7 の葉面温度 T_3 (10°C) を取得する (ステップ S106)。

[0159] そして、さらに、結露判定情報取得部 643 は、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている、栽培室 2 の室内湿度 H (80%) を取得する (ステップ S107)。

[0160] 次に、結露判定情報取得部 643 は、室内温度比較部 640 から取得した室内温度 T (10°C) と、室内温湿度記憶部 62 から取得した室内湿度 H (80%) とを露点温度算出部 644 に出力し、葉面温度記憶部 66 から取得した葉面温度 T_3 (10°C) を露点温度比較部 645 に出力する。

[0161] そして、露点温度算出部 644 は、結露判定情報取得部 643 から取得した室内温度 T (10°C) と、室内湿度 H (80%) とから、室内温度 T (10°C) と、室内湿度 H (80%) における露点温度 T_4 (6.5°C) を算出する (ステップ S108)。

[0162] ここで、露点温度算出部 644 は、室内温度 $T = 10^{\circ}\text{C}$ 、室内湿度 $H = 80\%$ から、水蒸気量 $= 7.52\text{ g}$ と算出する。そして、露点温度算出部 644 は、算出した水蒸気量 7.52 g が飽和するのは約 6.5°C なので、露点

温度 T_4 を 6.5°C と算出する（ステップ $S108$ ）。

[0163] そして、露点温度算出部 644 は、算出した露点温度 T_4 （ 6.5°C ）を露点温度比較部 645 に出力する。

[0164] 次に、露点温度比較部 645 は、結露判定情報取得部 643 から取得した葉面温度 T_3 （ 10°C ）と、露点温度算出部 644 から取得した露点温度 T_4 （ 6.5°C ）とを比較する（ステップ $S109$ ）。

[0165] そして、露点温度比較部 645 は、葉面温度 T_3 （ 10°C ）が露点温度 T_4 （ 6.5°C ）を上回っていると判定すると（ステップ $S109$ の NO ）、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 646 に出力する。

[0166] 室内温度上昇指示部 646 は、露点温度比較部 645 から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して設定温度 T_5 を 1°C 上昇させる旨の指示情報を出力する。これにより、エアコン 3 は、設定温度 T_5 を 1°C 上昇させ、 10°C から 11°C とする（ステップ $S110$ ）ことで、栽培室 2 内の室内温度 T を 10°C から 11°C へと上昇させる。そして、ステップ $S100$ に戻る。

[0167] このステップ $S100$ からステップ $S110$ までを、何度か繰り返し、室内温度 T が 16°C 、葉面温度 T_3 が 12°C で、エアコン 3 の設定温度 T_5 が 17°C に設定されたとする。

[0168] ステップ $S100$ からステップ $S107$ の処理のあと、結露判定情報取得部 643 は、室内温度比較部 640 から取得した室内温度 T （ 16°C ）と、室内温湿度記憶部 62 から取得した室内湿度 H （ 80% ）とを露点温度算出部 644 に出力し、葉面温度記憶部 66 から取得した葉面温度 T_3 （ 12°C ）を露点温度比較部 645 に出力する。

[0169] そして、露点温度算出部 644 は、それぞれ取得した室内温度 $T=16^{\circ}\text{C}$ と、室内湿度 $H=80\%$ とから、水蒸気量 $=10.92\text{g}$ と算出する。そして、露点温度算出部 644 は、算出した水蒸気量 10.92g が飽和するのは約 12.4°C なので、露点温度 T_4 を 12.4°C と算出する（ステップ $S108$ ）。

[0170] そして、露点温度算出部 6 4 4 は、算出した露点温度 T_4 (12.4°C) を露点温度比較部 6 4 5 に出力する。

[0171] 次に、露点温度比較部 6 4 5 は、結露判定情報取得部 6 4 3 から取得した葉面温度 T_3 (12°C) と、露点温度算出部 6 4 4 から取得した露点温度 T_4 (12.4°C) とを比較する (ステップ S 1 0 9)。そして、露点温度比較部 6 4 5 は、葉面温度 T_3 (12°C) が露点温度 T_4 (12.4°C) 以下であると判定し (ステップ S 1 0 9 の Y E S)、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 6 4 6 に出力しない。

[0172] すなわち、エアコン 3 は、設定温度 T_5 を 17°C から上げずに、現在の設定のままで、葉面温度 T_3 が上昇するのを待つ。そして、さらに、ステップ S 1 0 1 に戻り処理を繰り返す。

[0173] 次に、室内温度 T が 25°C になると、ステップ S 1 0 5 で、室内温度比較部 6 4 0 は、室内温度 T (25°C) が、下限設定温度 T_1 (24°C) 以上であると判定する (ステップ S 1 0 5 の Y E S)。次に、室内温度比較部 6 4 0 は、室内温度 T (25°C) と、上限設定温度 T_2 (26°C) とを比較する (ステップ S 1 1 1)。

[0174] 室内温度比較部 6 4 0 は、室内温度 T (25°C) が上限設定温度 T_2 (26°C) 以下であると判定し (ステップ S 1 1 1 の N O)、フローを終了する。

[0175] [実施の形態 2]

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 にて説明した図面と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0176] 図 5 は、第 2 の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[0177] 植物工場 1 a は、温度センサ 5 に替えて、熱画像計測装置 (植物温度センサ) 5 1 を備えている点で植物工場 1 と相違する。

[0178] 植物工場 1 a は、植物工場 1 の温度管理システム 1 0 に替えて、温度管理システム 1 0 a を備えている。温度管理システム 1 0 a は、温度管理システ

ム 10 の温度センサ 5 及び制御部 6 に替え、熱画像計測装置 5 1 及び制御部 6 a を備えている。

[0179] 熱画像計測装置 5 1 は、測定する対象とする植物 7 の温度を、平面的に測定が可能な装置である。このように、熱画像計測装置 5 1 は、栽培室 2 で栽培されている植物 7 の温度を 2 次元的に測定することで、栽培室 2 で栽培されている植物 7 のうち、最も結露が発生しやすい箇所である、最も温度が低い箇所の温度を測定し、当該箇所の結露の発生を防止することができる。このため、より確実に、植物 7 に発生する結露を防止することができる。熱画像計測装置 5 1 は、一例として、サーモグラフィーである。

[0180] 図 6 は、第 2 の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[0181] 制御部 6 a は、制御部 6 の葉面温度取得部 6 3 に替えて、葉面温度取得部 6 3 a を備えている。制御部 6 a の他の構成は、制御部 6 と同様である。

[0182] 葉面温度取得部 6 3 a は、熱画像計測装置 5 1 と有線又は無線通信が可能なように接続されている。葉面温度取得部 6 3 は、熱画像計測装置 5 1 から出力される、植物 7 の葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を受信する受信装置である。

[0183] 葉面温度取得部 6 3 a は、室内温度制御部 6 4 から、センサ情報の出力指示を取得すると、熱画像計測装置 5 1 に測定値の出力要求指示を出力する。そして、葉面温度取得部 6 3 a は、熱画像計測装置 5 1 から葉面温度 T_3 を示す情報である葉面温度情報を取得する。葉面温度取得部 6 3 a は、上記取得した葉面温度情報を葉面温度記憶部 6 6 に記憶する。

[0184] 熱画像計測装置 5 1 は、植物 7 の温度を 2 次元的に測定する。これにより、植物 7 の平面的な温度分布を測定することができる。

[0185] 葉面温度取得部 6 3 a は、熱画像計測装置 5 1 が測定した 2 次元データを、2 次元データとして、葉面温度記憶部 6 6 に記憶してもよいし、2 次元データのうち、植物 7 の最低温度を葉面温度 T_3 として葉面温度記憶部 6 6 に記憶してもよい。

[0186] なお、植物 7 を測定した 2 次データを、葉面温度記憶部 6 6 に保存した場合、上述したステップ S 1 0 6 で、結露判定情報取得部 6 4 3 は、葉面温度記憶部 6 6 に保存されている 2 次元データのうち、植物 7 の最低温度を、葉面温度 T 3 として取得する。

[0187] このように、温度管理システム 1 0 a によると、熱画像計測装置 5 1 により植物 7 の温度を測定することで、実施形態 1 で説明した温度管理システム 1 0 より、広い範囲の植物 7 の温度を測定することができる。

[0188] このように、植物 7 の葉の 1 箇所だけでなく、植物 7 の全体的な温度を測定することで、より正確に、植物 7 に結露が発生するか否かを判定することができる。

[0189] [実施の形態 3]

次に、図 7、8 を用いて、本発明の第 3 の実施形態について説明する。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1、2 にて説明した図面と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0190] (植物工場の温度管理システム 1 0 b の構成)

図 7 は、第 3 の実施形態にかかる植物工場の温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[0191] 本実施の形態にかかる植物工場の温度管理システム 1 0 b は、葉面温度 T と露点温度 T 4 との最小差異の許容値 α (°C) を予め設定しておく点と、前日 (前回の栽培室 2 の温度変更時) のエアコン 3 の設置変更の刻み幅 β (°C) を保存しておく点で、温度管理システム 1 0 と相違する。

[0192] 図 7 に示すように、制御部 6 b は、許容値記憶部 6 5 3 と、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 とを備えている。

[0193] 室内設定温度記憶部 6 5 b は、室内温度下限値記憶部 6 5 1、室内温度上限値記憶部 6 5 2 に加え、許容値記憶部 6 5 3 と、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 とを備えている。

[0194] 室内温度制御部 6 4 b は、室内温度制御部 6 4 の結露判定部 6 4 2、室内温度上昇指示部 6 4 6 に替え、結露判定部 6 4 2 b、室内温度上昇指示部 6

4 6 bを備えている。また、結露判定部 6 4 2 bは、結露判定部 6 4 2の結露判定情報取得部 6 4 3、露点温度比較部 6 4 5に替え、結露判定情報取得部 6 4 3 b、露点温度比較部 6 4 5 bを備えている。

[0195] 許容値記憶部 6 5 3は、予め、ユーザ等によって設定された、葉面温度 T と、露点温度 T_4 との最小差異の許容値 α (°C) が記憶されている。

[0196] エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4は、前日のエアコン 3の設定温度の変更の刻み幅 β (°C) が記憶されている。

[0197] 室内温度上昇指示部 6 4 6 bは、露点温度比較部 6 4 5 bから、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3に対して、エアコン 3内に記憶されている設定温度 T_5 を、刻み幅 β °C上昇させるように指示を行うと共に、指示を行った刻み幅 β °Cを、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4に記憶させる。

[0198] 結露判定情報取得部 6 4 3 bは、室内温度比較部（室内温度比較手段） 6 4 0から、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知及び室内温度 T を取得し、室内温湿度記憶部 6 2を参照することで室内湿度 H を取得する。

[0199] また、結露判定情報取得部 6 4 3 bは、葉面温度記憶部 6 6を参照することで葉面温度 T_3 を取得する。

[0200] さらに、結露判定情報取得部 6 4 3 bは、許容値記憶部 6 5 3を参照し、許容値記憶部 6 5 3に記憶されている許容値 α を取得する。そして、結露判定情報取得部 6 4 3 bは、葉面温度 T_3 が、露点温度 T_4 を、予め設定された許容値 α を上回って越えているか否かを判定する。

[0201] 上昇温度設定部（上昇温度設定手段） 6 4 7は、結露判定情報取得部 6 4 3 bから出力されてくる上記判定結果によって、エアコン 3が上昇させる栽培室 2の温度の刻み幅 β （上昇幅）を決定する。

[0202] 上昇温度設定部 6 4 7は、葉面温度 T_3 が、露点温度 T_4 を、予め設定された許容値 α を上回って越えていると結露判定情報取得部 6 4 3 bによって判定されると、エアコン 3が上昇させる栽培室 2の温度の刻み幅 β （上昇幅

) を大きくする。

[0203] これにより、栽培室 2 の温度を上昇させる速度を向上させることができるので、植物 7 に発生する結露を防止し、かつ、栽培室 2 を、明期の設定温度（設定したい温度）に到達する時間を短縮することができる。

[0204] 上昇温度設定部 6 4 7 は、結露判定情報取得部 6 4 3 b から、判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 に記憶されている刻み幅 β を取得する。

[0205] 上昇温度設定部 6 4 7 は、露点温度比較部 6 4 5 b から、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 を、許容値 α を越えて上回っているとの判定結果を取得すると、刻み幅 β に 1 を加え、刻み幅 $\beta + 1$ の値を新たな刻み幅 β （以下、刻み幅 β' と称する場合がある）とする。

[0206] そして、露点温度比較部 6 4 5 b は、上記のように書き換えた刻み幅 β' の値だけ、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 6 4 6 b に出力すると共に、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 に記憶されている刻み幅 β を刻み幅 β' に書き換える。

[0207] また、上昇温度設定部 6 4 7 は、露点温度比較部 6 4 5 b から、葉面温度 T_3 は露点温度 T_4 に対する許容値 α 以内である旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 から取得した刻み幅 β の値だけ、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 6 4 6 b に出力する。

[0208] 室内温度上昇指示部 6 4 6 b は、露点温度比較部 6 4 5 b から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して設定温度 T_5 を、刻み幅 β °C 上昇させる旨の指示情報を出力する。

[0209] また、上昇温度設定部 6 4 7 は、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 から取得した刻み幅 β が 2 以上である場合、刻み幅 β から 1 をマイナスし、刻み幅 $\beta - 1$ の値を新たな刻み幅 β （以下、刻み幅 β'' と称する場合がある）とする。

[0210] そして、上昇温度設定部 6 4 7 は、エアコン設定温度変更履歴記憶部 6 5 4 に記憶されている刻み幅 β の値を、刻み幅 β'' に書き換える。

[0211] (植物工場の温度管理システム 10b の処理の流れ)

次に、図 8 を用いて、植物工場の温度管理システム 10b の処理の流れについて説明する。

[0212] 図 8 は、植物工場の温度管理システム 10b の処理の流れを表すフローチャートである。

[0213] ステップ S200～ステップ S206、ステップ S221、ステップ S222 は、実施の形態 1 で説明したステップ S100～ステップ S106、ステップ S111、ステップ S112 に対応するので説明を省略する。

[0214] ステップ S206 で、結露判定情報取得部 643b は、室内温度比較部 640 から、室内温度 T が下限設定温度 T_1 より小さい旨の通知、及び室内温度 T を取得すると、葉面温度記憶部 66 に記憶されている、植物 7 の葉面温度 T_3 を取得する (ステップ S206)。

[0215] そして、さらに、結露判定情報取得部 643b は、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている、栽培室 2 の室内湿度 H を取得する (ステップ S207)。

[0216] さらに、結露判定情報取得部 643b は、許容値記憶部 653 を参照し、許容値記憶部 653 に記憶されている許容値 α を取得し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β を取得する。

[0217] 結露判定情報取得部 643b は、それぞれ取得した室内温度 T と、室内湿度 H とを露点温度算出部 644 に出力し、葉面温度 T_3 、許容値 α 、及び刻み幅 β を露点温度比較部 645b に出力する。

[0218] そして、露点温度算出部 644 は、結露判定情報取得部 643 から取得した室内温度 T と、室内湿度 H とから、室内温度 T と、室内湿度 H における露点温度 T_4 を算出する (ステップ S208)。

[0219] そして、露点温度算出部 644 は、算出した露点温度 T_4 を露点温度比較部 645 に出力する。

[0220] 次に、露点温度比較部 645b は、結露判定情報取得部 643b から取得

した葉面温度 T_3 と、露点温度算出部 644 から取得した露点温度 T_4 とを比較する（ステップ S209）。

[0221] そして、露点温度比較部 645 b は、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 を上回っていると判定すると（ステップ S209 の NO）、次に、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 を、許容値 α を越えて上回っているか否かを判定する（ステップ S210）。

[0222] 露点温度比較部 645 b は、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 を、許容値 α を越えて上回っていると判定すると（ステップ S210 の YES）、葉面温度 T_3 が、露点温度 T_4 に対する許容値 α を越えている旨の判定結果を、上昇温度設定部 647 に出力する。

[0223] 上昇温度設定部 647 は、露点温度比較部 645 b から、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 に対する許容値 α を越えている旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β を取得する。

[0224] エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 から、刻み幅 β を取得した、上昇温度設定部 647 は、当該取得した刻み幅 β に 1 を加え、刻み幅 $\beta + 1$ の値を新たな刻み幅 β' とする（ステップ S211）。

[0225] そして、上昇温度設定部 647 は、上記のように書き換えた刻み幅 β' の値だけ、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 646 b に出力すると共に、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β の値を、刻み幅 β' に書き換える。

[0226] 室内温度上昇指示部 646 b は、露点温度比較部 645 b から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して設定温度 T_5 を、刻み幅 β' °C 上昇させる旨の指示情報を出力する。

[0227] エアコン 3 は、室内温度上昇指示部 646 b から、設定温度 T_5 を刻み幅 β' °C 上昇させる旨の指示情報を取得すると、自身に記憶されている設定温度 T_5 を、刻み幅 β' °C 上昇させる（ステップ S212）ことで、栽培室 2 内の温度を刻み幅 β' °C 上昇させる。そして、ステップ S200 に戻る。

- [0228] また、ステップS 2 1 0で、露点温度比較部6 4 5 bは、葉面温度T 3が露点温度T 4を、許容値 α 以下であると判定すると（ステップS 2 1 0のN O）、露点温度比較部6 4 5 bは、葉面温度T 3は露点温度T 4に対する許容値 α 以内である旨の判定結果を、上昇温度設定部6 4 7に出力する。
- [0229] 上昇温度設定部6 4 7は、露点温度比較部6 4 5 bから、葉面温度T 3は露点温度T 4に対する許容値 α 以内である旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4に記憶されている刻み幅 β を取得する。
- [0230] そして、上昇温度設定部6 4 7は、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4から取得した刻み幅 β のまま、刻み幅 β の値だけ、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部6 4 6 bに出力する。
- [0231] 室内温度上昇指示部6 4 6 bは、露点温度比較部6 4 5 bから、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン3に対して設定温度T 5を、刻み幅 β ℃上昇させる旨の指示情報を出力する。
- [0232] エアコン3は、室内温度上昇指示部6 4 6 bから、設定温度T 5を刻み幅 β ℃上昇させる旨の指示情報を取得すると、自身に記憶されている設定温度を、刻み幅 β ℃上昇させる（ステップS 2 1 2）ことで、栽培室2内の温度を刻み幅 β ℃上昇させる。そして、ステップS 2 0 1に戻る。
- [0233] また、ステップS 2 0 9で、露点温度比較部6 4 5 bは、葉面温度T 3が露点温度T 4以下であると判定すると（ステップS 2 0 9のY E S）、露点温度比較部6 4 5 bは、葉面温度T 3が露点温度T 4以下である旨の判定結果を、上昇温度設定部6 4 7に出力する。
- [0234] 上昇温度設定部6 4 7は、露点温度比較部6 4 5 bから、葉面温度T 3が露点温度T 4以下である旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4に記憶されている刻み幅 β を取得する。
- [0235] そして、上昇温度設定部6 4 7は、エアコン設定温度変更履歴記憶部6 5 4から取得した刻み幅 β が2以上であるか否かを判定する（ステップS 2 1

3)。

[0236] 上昇温度設定部647は、結露判定情報取得部643bから取得した刻み幅 β が2より小さいと判定すると（ステップS213のNO）、ステップS200に戻る。

[0237] また、ステップS213で、上昇温度設定部647は、エアコン設定温度変更履歴記憶部654から取得した刻み幅 β が2以上であると判定すると（ステップS213のYES）、刻み幅 β から1をマイナスし、刻み幅 $\beta - 1$ の値を新たな刻み幅 β' とする（ステップS214）。

[0238] そして、上昇温度設定部647は、エアコン設定温度変更履歴記憶部654に記憶されている刻み幅 β の値を、刻み幅 β' に書き換える。そして、ステップS200に戻る。

[0239] 上述したように、ステップS213の処理を行う状態では、葉面温度T3が露点温度T4と同じか、又は葉面温度T3が露点温度T4を下回っている状態である（ステップS209のYES）。すなわち、非常に、葉面に結露が発生しやすい状態となっている。

[0240] そして、ステップS213の処理の後、更にエアコン3の設定温度T5を上げると、より温められた温かい空気がエアコン3から出力され、これが葉面に触れると、葉面に結露が発生しやすくなる。

[0241] そこで、ステップS209で、露点温度比較部645bは、葉面温度T3が露点温度T4以下であると判定（すなわちステップS213のYES）した後は、上昇温度設定部647は、エアコン設定温度変更履歴記憶部654に記憶されている刻み幅 β の値を増加させず、そのままとする（ステップS213のNO）か、刻み幅 β の値を減少させる（ステップS214）。これにより、葉面の温度を徐々に上げることができる。このように、植物工場の温度管理システム10bによると、葉面に結露が発生することを防止し、かつ、栽培室2内の温度上昇にかかる時間を短縮することができる。

[0242] （植物工場の温度管理システム10bの処理の流れの具体例）

次に、上述した植物工場の温度管理システム10bの処理の流れの具体例

について説明する。

[0243] ここでは、一例として、栽培室 2 を、暗期（夜間）の 10°C 設定から明期（昼間）の 25°C に室温を設定する場合について説明する。

[0244] まず、ユーザ等によって、明期の設定温度（ 25°C ）に対する下限設定温度 T_1 は 24°C 、上限設定温度 T_2 は 26°C に設定され、室内温度下限値記憶部 651 には下限設定温度 $T_1 = 24^{\circ}\text{C}$ が記憶され、室内温度上限値記憶部 652 には上限設定温度 $T_2 = 26^{\circ}\text{C}$ が記憶される。

[0245] さらに、ユーザによって、葉面温度 T_3 と、露点温度 T_4 との許容値 $\alpha = 3^{\circ}\text{C}$ が許容値記憶部 653 に記憶される。また、前日のエアコン 3 設定の刻み幅 $\beta = 1^{\circ}\text{C}$ が、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている。

[0246] ステップ S206 で、結露判定情報取得部 643b は、室内温度比較部 640 から、室内温度 T （ 10°C ）が下限設定温度 T_1 （ 24°C ）より小さい旨の通知、及び室内温度 T （ 24°C ）を取得すると、葉面温度記憶部 66 に記憶されている、植物 7 の葉面温度 T_3 （ 10°C ）を取得する（ステップ S206）。

[0247] そして、さらに、結露判定情報取得部 643b は、室内温湿度記憶部 62 に記憶されている、栽培室 2 の室内湿度 H （ 80% ）を取得する（ステップ S207）。

[0248] さらに、結露判定情報取得部 643b は、許容値記憶部 653 を参照し、許容値記憶部 653 に記憶されている許容値 α （ 3°C ）を取得し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β （ 1°C ）を取得する。

[0249] 結露判定情報取得部 643b は、それぞれ取得した室内温度 T （ 10°C ）と、室内湿度 H （ 80% ）とを露点温度算出部 644 に出し、葉面温度 T_3 （ 10°C ）、許容値 α （ 3°C ）、及び刻み幅 β （ 1°C ）を露点温度比較部 645b に出し、出力する。

[0250] そして、露点温度算出部 644 は、結露判定情報取得部 643 から取得し

た室内温度 T (10°C) と、室内湿度 H (80%) とから、飽和水蒸気量 7.52 g と算出し、この飽和水蒸気量 7.52 g が飽和する温度である約 6.5°C を、室内湿度 H における露点温度 T_4 (6.5°C) として算出する (ステップ $S208$)。

[0251] そして、露点温度算出部 644 は、算出した露点温度 T_4 (6.5°C) を露点温度比較部 645 に出力する。

[0252] 次に、露点温度比較部 $645b$ は、結露判定情報取得部 $643b$ から取得した葉面温度 T_3 (10°C) と、露点温度算出部 644 から取得した露点温度 T_4 (6.5°C) とを比較する (ステップ $S209$)。

[0253] そして、露点温度比較部 $645b$ は、葉面温度 T_3 (10°C) が露点温度 T_4 (6.5°C) を上回っていると判定すると (ステップ $S209$ の NO)、次に、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 を、許容値 α を越えて上回っているか否かを判定する (ステップ $S210$)。

[0254] すなわち、露点温度比較部 $645b$ は、葉面温度 T_3 (10°C) - 露点温度 T_4 (6.5°C) $>$ 許容値 α (3°C) と判定し (ステップ $S210$ の YES)、葉面温度 T_3 が、露点温度 T_4 に対する許容値 α を越えている旨の判定結果を、上昇温度設定部 647 に出力する。

[0255] 上昇温度設定部 647 は、露点温度比較部 $645b$ から、葉面温度 T_3 が露点温度 T_4 に対する許容値 α を越えている旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β (1°C) を取得する。

[0256] エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 から、刻み幅 β (1°C) を取得した、上昇温度設定部 647 は、当該取得した刻み幅 β (1°C) に 1 を加え、新たな刻み幅 β' (2°C) とする (ステップ $S211$)。

[0257] そして、上昇温度設定部 647 は、上記のように書き換えた刻み幅 β' (2°C) の値だけ、室内温度を上昇させる旨の情報を室内温度上昇指示部 $646b$ に出力すると共に、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β の値を、刻み幅 β' (2°C) に書き換える。

- [0258] 室内温度上昇指示部 6 4 6 b は、露点温度比較部 6 4 5 b から、室内温度を上昇させる旨の情報を取得すると、エアコン 3 に対して設定温度 T 5 (1 0℃) を、刻み幅 β' (2℃) 上昇させる旨の指示情報を出力する。
- [0259] エアコン 3 は、室内温度上昇指示部 6 4 6 b から、設定温度 T 5 を刻み幅 β' °C 上昇させる旨の指示情報を取得すると、自身に記憶されている設定温度 T 5 (1 0℃) を、刻み幅 β' (2℃) 上昇させ (ステップ S 2 1 2)、設定温度 T 5 (1 2℃) とする。そして、栽培室 2 内の上昇幅を刻み幅 β' 上昇させる。そして、ステップ S 2 0 0 に戻る。
- [0260] このステップ S 2 0 0 から、ステップ S 2 1 2 までの何度か繰り返し、室内温度 T が 1 6℃、葉面温度 T 3 が 1 2℃で、エアコン 3 の設定温度 T 5 が 1 6℃、刻み幅 β が 3℃、室内湿度 H が 8 5 %、露点温度 T 4 が 8 . 5℃となったとする。
- [0261] ステップ S 2 0 7 の処理の後、露点温度算出部 6 4 4 は、結露判定情報取得部 6 4 3 から取得した室内温度 T (1 6℃) と、室内湿度 H (8 5 %) とから、水蒸気量 1 1 . 6 0 g と算出し、この水蒸気量 1 1 . 6 0 g が飽和する温度である約 1 3 . 4℃を、室内湿度 H における露点温度 T 4 (1 3 . 4℃) として算出する (ステップ S 2 0 8) 。
- [0262] そして、露点温度算出部 6 4 4 は、算出した露点温度 T 4 (1 3 . 4℃) を露点温度比較部 6 4 5 に出力する。
- [0263] 次に、露点温度比較部 6 4 5 b は、結露判定情報取得部 6 4 3 b から取得した葉面温度 T 3 (1 2℃) と、露点温度算出部 6 4 4 から取得した露点温度 T 4 (1 3 . 4℃) とを比較する (ステップ S 2 0 9) 。
- [0264] そして、露点温度比較部 6 4 5 b は、葉面温度 T 3 (1 2℃) が露点温度 T 4 (1 3 . 4℃) 以下であると判定すると (ステップ S 2 0 9 の Y E S) 、露点温度比較部 6 4 5 b は、葉面温度 T 3 が露点温度 T 4 以下である旨の判定結果を、上昇温度設定部 6 4 7 に出力する。
- [0265] 上昇温度設定部 6 4 7 は、露点温度比較部 6 4 5 b から、葉面温度 T 3 が露点温度 T 4 以下である旨の判定結果を取得すると、エアコン設定温度変更

履歴記憶部 654 を参照し、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β (3℃) を取得する。

[0266] そして、上昇温度設定部 647 は、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 から取得した刻み幅 β (3℃) が 2 以上であると判定すると (ステップ S213 の YES)、刻み幅 β (3℃) から 1 をマイナスし、刻み幅 $\beta - 1$ の値を新たな刻み幅 β' (2℃) とする (ステップ S214)。

[0267] そして、上昇温度設定部 647 は、エアコン設定温度変更履歴記憶部 654 に記憶されている刻み幅 β (3℃) の値を、刻み幅 β' (2℃) に書き換える。そして、ステップ S200 に戻る。

[0268] [実施の形態 4]

次に、図 9～11 を用いて、本発明の第 4 の実施形態について説明する。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1～3 にて説明した図面と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0269] 図 9 は、第 4 の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[0270] 図 10 は、本実施の形態にかかる温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[0271] 図 9 に示す植物工場 1c は、照明装置 8 を備えている点で植物工場 1 と相違する。

[0272] 植物工場 1c は、栽培室 2 と、温度管理システム 10c と、を備えている。温度管理システム 10c は、エアコン 3 と、温湿度センサ 4 と、温度センサ 5 と、制御部 6c と、照明装置 8 とを備えている。

[0273] 本実施の形態では、植物工場 1c は、完全制御型 (閉鎖型) 植物工場である。栽培室 2 の天井には、照明装置 8 が配されている。これにより、太陽光に依存せず、栽培室 2 内で植物 7 を栽培することができるので、植物 7 を効率よく栽培することができる。

[0274] また、植物 7 を多段で配し、多段で配された植物 7 のそれぞれを照明するように照明装置 8 を配してもよい。これにより、植物 7 の栽培効率を向上させることができる。

- [0275] ここで、太陽光を用いる、ビニールハウス、ガラスハウス、及び半閉鎖型の植物工場の場合、栽培する植物に光を供給するために、太陽光を用いる必要がある。このため、特に夏場の温度上昇を防ぐために換気が必要であり、CO₂濃度制御や湿度制御、及び外部からの病虫害の侵入の防止が困難である。
- [0276] 一方、植物工場1cは、照明装置8により植物7を栽培するので、太陽光が不要であり、栽培室2内の温度上昇を防止するための換気が不要である。このため、植物工場1cでは、いわゆる、ビニールハウスや、ガラスハウス、半閉鎖型の植物工場の栽培室などよりも閉鎖度が高く、CO₂濃度制御や湿度制御、及び外部からの病虫害の侵入の防止容易である。
- [0277] 照明装置8は、例えば、蛍光灯、高圧ナトリウムランプ、LED等などからなり、人工光を植物7に照明するための照明装置である。
- [0278] 図10に示すように、制御部6cは、制御部6の室内温度制御部64に替えて、室内温度制御部64cを備えている。室内温度制御部64cは、室内温度制御部64の室内温度比較部640に替えて、室内温度比較部640cを備え、さらに、照明装置制御部（照明装置制御手段）648を備えている。
- [0279] 室内温度比較部640cは、室内温度比較部640が行う処理に加え、栽培室2の室内温度が、設定温度となったと判定すると、照明装置8の照明を点灯させるための通知を、照明装置制御部648に出力する。
- [0280] 照明装置制御部648は、温湿度センサ4が測定した栽培室2内の温度が、明期の設定温度（到達設定温度）の範囲内となったと室内温度比較部640により判定されてから、照明装置8を点灯させる。
- [0281] すなわち、照明装置制御部648は、室内温度比較部640cからの照明装置8の照明を点灯させるための通知を取得することで、照明装置8に、照明を点灯させる。
- [0282] 通常、植物工場では、暗期から明期へ切り替える際、栽培室の室内温度を上昇させるのと併せて、照明を点灯（ON）する。

- [0283] 一方、本実施の形態にかかる植物工場 1 c では、暗期から明期へ切り替える際、栽培室 2 の室内温度が、目標とする到達設定温度（明期の設定温度）に達してから、照明装置 8 の照明を点灯する。
- [0284] 植物 7 は、暗期中は気孔を閉じているが、明期になり光を受けると気孔を開く。植物 7 が気孔を開いて呼吸すると、蒸発作用により植物 7 の葉面温度が下がりやすい。このため、植物 7 の葉面に結露が発生しやすくなる。
- [0285] 逆に、植物 7 に気孔を閉させ、蒸発作用を抑えることで、葉面温度の低下を抑制することができ、室温を上昇させる際、葉面に結露が発生することを防止することができる。
- [0286] すなわち、上述したように、栽培室 2 の室内温度が、目標とする設定温度（明期の設定温度）に達してから、植物 7 を照明することで、室内温度を調整している際は、植物 7 の葉面からの蒸発を抑制することができるので、葉面への結露の付着を防止することができる。
- [0287] 図 1 1 は、植物工場 1 c の温度管理システム 1 0 c の処理の流れを表すフローチャートである。
- [0288] ステップ S 1 0 5 の Y E S で、室内温度比較部 6 4 0 c は、室内温度 T が、下限設定温度 T 1 以上であると判定すると、次に、室内温度比較部 6 4 0 c は、室内温度 T と、上限設定温度 T 2 とを比較する（ステップ S 1 1 1）。
- [0289] そして、室内温度比較部 6 4 0 c は、室内温度 T が、上限設定温度 T 2 以下であると判定する（ステップ S 1 1 1 の N O）と、すなわち、室内温度 T が、下限設定温度 T 1 と、上限設定温度 T 2 との範囲内であると判定すると、次に、室内温度比較部 6 4 0 c は、照明装置 8 の照明を点灯させるために、照明装置制御部 6 4 8 に、栽培室 2 内の温度設定が完了した旨の通知を照明装置制御部 6 4 8 に出力する。
- [0290] 照明装置制御部 6 4 8 は、室内温度比較部 6 4 0 c から、栽培室 2 内の温度設定が完了した旨の通知を取得すると、照明装置 8 に照明を点灯させる旨の指示を出力する。そして、照明装置制御部 6 4 8 から照明を点灯させる旨

の指示を取得すると、照明装置 8 は、照明を点灯（ステップ S 1 1 3）し、栽培室 2 内の植物 7 を照明する。そして、フローを終了する。

[0291] 〔実施の形態 5〕

次に、図 1 2 ～ 1 4 を用いて、本発明の第 5 の実施形態について説明する。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 ～ 4 にて説明した図面と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0292] 図 1 2 は、第 5 の実施形態にかかる植物工場の様子を表す概略図である。

[0293] 図 1 3 は、本実施の形態にかかる温度管理システムの構成を表すブロック図である。

[0294] 図 1 2 に示す植物工場 1 d は、C O₂ ポンベ（二酸化炭素ポンベ） 9 を備えている点で植物工場 1 と相違する。

[0295] 植物工場 1 d は、栽培室 2 と、温度管理システム 1 0 d と、を備えている。温度管理システム 1 0 d は、エアコン 3 と、温湿度センサ 4 と、温度センサ 5 と、制御部 6 d と、C O₂ ポンベ 9 とを備えている。

[0296] C O₂ ポンベ 9 は、二酸化炭素を栽培室 2 内に供給するためのポンベである。C O₂ ポンベ 9 は、制御部 6 d で制御されることによって、バルブの開閉がなされる。

[0297] 図 1 3 に示すように、制御部 6 d は、制御部 6 の室内温度制御部 6 4 に替えて、室内温度制御部 6 4 d を備えている。室内温度制御部 6 4 d は、室内温度制御部 6 4 の構成に加え、ポンベ制御部 6 4 9 を備えている。

[0298] ポンベ制御部 6 4 9 は、暗期から明期へと栽培室 2 内の温度を上昇させる前に、栽培室 2 内に、C O₂ ポンベ 9 から二酸化炭素（C O₂）を供給させるためのものである。

[0299] ポンベ制御部 6 4 9 は、C O₂ ポンベ 9 のバルブの開閉制御を行う。

[0300] 植物 7 の気孔は、栽培室 2 の二酸化炭素濃度を高くすることで、閉じさせることができる。

[0301] このように、栽培室 2 の温度を上昇させる前に、ポンベ制御部 6 4 9 により、栽培室 2 内に二酸化炭素を供給させる。これにより、予め、栽培室 2 内

の二酸化炭素濃度を高めておく。そして、植物 7 に気孔を閉させ、蒸発作用を抑えることで、葉面温度の低下を抑制することができ、室温を上昇させる際、葉面に結露が発生することを防止することができる。

[0302] 例えば、栽培室 2 内の二酸化炭素濃度を、1000～1500 ppm とすることで、植物 7 の葉の気孔開度は 30～40% 以下とすることができる。このため、栽培室 2 内の二酸化炭素濃度が、1000～1500 ppm となつてから、栽培室 2 の室温を上昇させると、特に、植物 7 の葉面への結露付着を防止する効果が高い。

[0303] 図 14 は、植物工場 1 d の温度管理システム 10 d の処理の流れを表すフローチャートである。

[0304] 栽培室 2 の室温を上げるタイミングとなると、すなわち、栽培室 2 を、暗期から明期の室温に変更するタイミングとなると、フローを開始し、ボンベ制御部 649 は、CO₂ボンベ 9 のバルブを開き、CO₂ボンベ 9 に対し、栽培室 2 に二酸化炭素を供給させる（ステップ S300）。

[0305] そして、ボンベ制御部 649 は、栽培室 2 内が、予め設定された二酸化炭素の所定の濃度となる（ステップ S301 の YES）と、CO₂ボンベ 9 のバルブを閉じ、CO₂ボンベ 9 に対し、栽培室 2 に二酸化炭素の供給を停止させる（ステップ S302）。

[0306] そして、ボンベ制御部 649 が、CO₂ボンベ 9 のバルブを閉じてから、室内温度制御部 64 は、室内温湿度取得部 61 及び葉面温度取得部 63 のそれぞれに対して、センサ情報出力指示を出力する（ステップ S100）。そして、ステップ S101 以降の処理を行う。

[0307] このように、植物工場 1 d の温度管理システム 10 d では、ボンベ制御部 649 は、室内温度上昇指示部 646 がエアコン 3 に栽培室 2 の温度を上昇させる前に、栽培室 2 内が、予め設定された二酸化炭素の所定の濃度となるように、CO₂ボンベ 9 のバルブの開閉制御を行う。このため、さらに、植物 7 の葉面への結露付着を防止することができる。

[0308] （プログラム及び記録媒体）

また、温度管理システム１０の各ブロック、特に、室内温度制御部６４の各ブロックである、室内温度比較部６４０、室内温度下降指示部６４１、結露判定情報取得部６４３、露点温度算出部６４４、露点温度比較部６４５、室内温度上昇指示部６４６は、ハードウェアロジックによって構成してもよいし、次のようにコンピュータを用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0309] すなわち、室内温度比較部６４０、室内温度下降指示部６４１、結露判定情報取得部６４３、露点温度算出部６４４、露点温度比較部６４５、室内温度上昇指示部６４６は、各機能を実現する制御プログラムの命令を実行するＣＰＵ（central processing unit）、上記プログラムを格納したＲＯＭ（read only memory）、上記プログラムを展開するＲＡＭ（random access memory）、上記プログラムおよび各種データを格納するメモリ等の記憶装置（記録媒体）などを備えている。

[0310] そして、本発明の目的は、上述した機能を実現するソフトウェアである室内温度比較部６４０、室内温度下降指示部６４１、結露判定情報取得部６４３、露点温度算出部６４４、露点温度比較部６４５、室内温度上昇指示部６４６の制御プログラムのプログラムコード（実行形式プログラム、中間コードプログラム、ソースプログラム）をコンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体を、室内温度比較部６４０、室内温度下降指示部６４１、結露判定情報取得部６４３、露点温度算出部６４４、露点温度比較部６４５、室内温度上昇指示部６４６に供給し、そのコンピュータ（またはＣＰＵやＭＰＵ）が記録媒体に記録されているプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成可能である。

[0311] 上記記録媒体としては、例えば、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フロッピー（登録商標）ディスク／ハードディスク等の磁気ディスクやＣＤ－ＲＯＭ／ＭＯ／ＭＤ／ＤＶＤ／ＣＤ－Ｒ等の光ディスクを含むディスク系、ＩＣカード（メモリカードを含む）／光カード等のカード系、あるいはマスクＲＯＭ／ＥＰＲＯＭ／ＥＥＰＲＯＭ／フラッシュＲＯＭ等の半導体

メモリ系などを用いることができる。

[0312] また、室内温度比較部640、室内温度下降指示部641、結露判定情報取得部643、露点温度算出部644、露点温度比較部645、室内温度上昇指示部646を通信ネットワークと接続可能に構成し、上記プログラムコードを通信ネットワークを介して供給してもよい。この通信ネットワークとしては、特に限定されず、例えば、インターネット、イントラネット、エキストラネット、LAN、ISDN、VAN、CATV通信網、仮想専用網(virtual private network)、電話回線網、移動体通信網、衛星通信網等が利用可能である。また、通信ネットワークを構成する伝送媒体としては、特に限定されず、例えば、IEEE1394、USB、電力線搬送、ケーブルTV回線、電話線、ADSL回線等の有線でも、IrDAやリモコンのような赤外線、Bluetooth(登録商標)、802.11無線、HDR、携帯電話網、衛星回線、地上波デジタル網等の無線でも利用可能である。なお、本発明は、上記プログラムコードが電子的な伝送で具現化された、搬送波に埋め込まれたコンピュータデータ信号の形態でも実現され得る。

[0313] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0314] 以上のように、本発明の植物工場の温度管理システムは、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理システムであって、上記栽培室の温度を調整する温度制御装置と、上記栽培室内に設置されるものであり、当該栽培室内の温度及び湿度を測定するための室内温湿度センサと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定するための植物温度センサと、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定手段と、上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定され

たとき、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇指示手段とを備えていることを特徴としている。

[0315] 上記の課題を解決するために、本発明の植物工場の温度管理方法は、植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理方法であって、上記栽培室内の温度及び湿度を測定する室内温湿度測定ステップと、上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定する植物温度測定ステップと、上記室内温湿度測定ステップで測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度測定ステップで測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定ステップと、上記結露判定ステップで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇ステップとを含むことを特徴としている。

[0316] 上記構成によると、上記結露判定手段は、上記植物温度センサにより、実際に測定された植物の温度と、当該植物が栽培されている栽培室の温度及び湿度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する。このため、実際に、栽培室で栽培している植物の温度を測定し、結露が発生するか否かを判定するので、正確に、結露の発生の有無を判定することができる。

[0317] そして、上記室内温度上昇指示手段は、上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記室内温度上昇指示手段は、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させるので、確実に、植物の結露を防止して、栽培室の温度を上昇させることができる。

[0318] また、上記結露判定手段は、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度から露点温度を算出する露点温度算出手段と、上記露点温度算出手段が算出した露点温度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とを比較することで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する露点温度比較手段と、を備えていることが好ましい。

- [0319] 上記構成によると、上記露点温度算出手段は、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度から露点温度を算出する。
- [0320] そして、上記結露温度比較手は、当該算出された露点温度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とを比較することで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定するので、植物に結露が発生する前に、当該植物に結露が発生するか否かを判定することができる。
- [0321] このため、より、確実に、植物に結露が付着することを防止することができる。
- [0322] また、上記栽培室の温度が到達設定温度の範囲内となったと判定するため
の下限設定温度が予め設定されており、
上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、上記下限設定温度より低い場合に、上記結露判定手段に対し、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定させる室内温度比較手段を備えていることが好ましい。
- [0323] 上記構成により、上記結露判定手段は、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、上記下限設定温度より低い場合に、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する。
- [0324] これにより、栽培室で栽培されている植物に、結露が発生することを防止して、栽培室の温度を上昇させることができる。
- [0325] また、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度は、上記露点温度以下であると上記露点温度比較手段が判定すると、上記室内温度上昇指示手段は、上昇させる上記栽培室の温度の上昇幅を1℃として、上記温度制御装置に上記栽培室の温度を上昇させるが好ましい。
- [0326] 上記構成により、上記栽培室の温度は1℃ずつ次第に上昇していくので、上記栽培室で栽培されている植物の結露の発生を、より確実に防止することができる。
- [0327] 上記植物温度センサは、上記栽培室で栽培されている植物の温度を2次元的に測定することが好ましい。

[0328] 上記構成により、上記栽培室で栽培されている植物のうち、最も結露が発生しやすい箇所である、最も温度が低い箇所の温度を測定し、当該箇所の結露の発生を防止することができる。このため、より確実に、上記植物に発生する結露を防止することができる。

[0329] また、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度は、上記露点温度を、予め設定された許容値を上回って越えていると、上記露点温度比較手段によって判定されると、

上記温度制御装置が上昇させる上記栽培室の温度の上昇幅を大きくする上昇温度設定手段を備えていることが好ましい。

[0330] 上記構成により、栽培室の温度を上昇させる速度を向上させることができるので、植物に発生する結露を防止し、かつ、栽培室を、設定したい温度に到達する時間を短縮することができる。

[0331] また、上記栽培室で栽培されている植物を照明するための照明装置を備えていることが好ましい。

[0332] 上記構成により、太陽光に依存せず、上記栽培室内で植物を栽培することができるので、植物を効率よく栽培することができる。

[0333] また、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、到達設定温度の範囲内か否かを判定する室内温度比較手段を備え、上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、到達設定温度の範囲内であると上記室内温度比較手段により判定されてから、上記照明装置を点灯させる照明装置制御手段を備えていることが好ましい。

[0334] 上記構成によると、上記栽培室の温度が到達設定温度となるまでは、植物に光が照射しないことで、植物の葉面での蒸発作用を抑え、上記栽培室の温度が到達設定温度の範囲内となってから、上記植物に光を照射する。このため、栽培室の温度を上昇させる際、上記植物に結露が発生することを防止することができる。

[0335] 上記栽培室内に配された二酸化炭素ポンベと、上記二酸化炭素ポンベのバルブの開閉制御を行うポンベ制御部とを備えていることが好ましい。

[0336] 上記構成により、上記栽培室の温度を上昇させる前に、上記ポンベ制御部により、栽培室内に二酸化炭素を供給させることで、上記植物の気孔を閉じさせることができ、上記植物の蒸発作用を抑えることで、上記植物に結露が発生することを防止することができる。

[0337] また、上記ポンベ制御部は、上記室内温度上昇指示手段が上記温度制御装置に上記栽培室の温度を上昇させる前に、上記栽培室内が、予め設定された二酸化炭素の所定の濃度となるように、上記二酸化炭素ポンベのバルブの開閉制御を行うことが好ましい。これにより、さらに、植物の葉面への結露付着を防止することができる。

[0338] また、本発明の植物工場は、上記植物工場の温度管理システムと、植物が栽培される栽培室とを備えていることが好ましい。これにより、上記植物工場の温度管理システムと同様の効果を得ることができる。

[0339] なお、上記は、コンピュータによって実現してもよい。この場合、コンピュータを上記各手段として動作させることにより上記をコンピュータにおいて実現する温度管理プログラム、およびその温度管理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

産業上の利用可能性

[0340] 本発明は、植物を工場内で栽培する植物工場や、温度管理システムに利用することができる。

符号の説明

- [0341] 1・1 a・1 c・1 d 植物工場
- 2 栽培室
 - 3 エアコン（温度制御装置）
 - 4 温湿度センサ（室内温湿度センサ）
 - 5 温度センサ（植物温度センサ）
 - 6・6 a・6 b・6 c・6 d 制御部
 - 7 植物
 - 8 照明装置

9 CO₂ポンベ（二酸化炭素ポンベ）

10・10a・10b・10c・10d 温度管理システム

51 熱画像計測装置（植物温度センサ）

61 室内温湿度取得部

62 室内温湿度記憶部

63・63a 葉面温度取得部

64・64b・64c・64d 室内温度制御部

65・65b 室内設定温度記憶部

66 葉面温度記憶部

640・640c 室内温度比較部（室内温度比較手段）

641 室内温度下降指示部

642・642b 結露判定部（結露判定手段）

643・643b 結露判定情報取得部

644 露点温度算出部（露点温度算出手段）

645・645b 露点温度比較部（露点温度比較手段）

646・646b 室内温度上昇指示部（室内温度上昇指示手段）

647 上昇温度設定部（上昇温度設定手段）

648 照明装置制御部（照明装置制御手段）

649 ポンベ制御部

651 室内温度下限値記憶部

652 室内温度上限値記憶部

653 許容値記憶部

654 エアコン設定温度変更履歴記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理システムであって、
- 上記栽培室の温度を調整する温度制御装置と、
- 上記栽培室内に設置されるものであり、当該栽培室内の温度及び湿度を測定するための室内温湿度センサと、
- 上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定するための植物温度センサと、
- 上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定手段と、
- 上記結露判定手段により、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記温度制御装置に、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇指示手段とを備えていることを特徴とする植物工場の温度管理システム。
- [請求項2] 上記結露判定手段は、
- 上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度及び湿度から露点温度を算出する露点温度算出手段と、
- 上記露点温度算出手段が算出した露点温度と、上記植物温度センサが測定した上記植物の温度とを比較することで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する露点温度比較手段と、を備えていることを特徴とする請求項1に記載の植物工場の温度管理システム。
- [請求項3] 上記栽培室の温度が到達設定温度の範囲内となったと判定するための下限設定温度が予め設定されており、
- 上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、上記下限設定温度より低い場合に、上記結露判定手段に対し、上記栽培室で栽

培されている植物に結露が発生するか否かを判定させる室内温度比較手段を備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項4] 上記植物温度センサが測定した上記植物の温度は、上記露点温度以下であると上記露点温度比較手段が判定すると、

上記室内温度上昇指示手段は、上昇させる上記栽培室の温度の上昇幅を 1℃として、上記温度制御装置に上記栽培室の温度を上昇させることを特徴とする請求項 2 に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項5] 上記植物温度センサは、上記栽培室で栽培されている植物の温度を 2 次元的に測定することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項6] 上記植物温度センサが測定した上記植物の温度は、上記露点温度を、予め設定された許容値を上回って越えていると、上記露点温度比較手段によって判定されると、

上記温度制御装置が上昇させる上記栽培室の温度の上昇幅を大きくする上昇温度設定手段を備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項7] 上記栽培室で栽培されている植物を照明するための照明装置を備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項8] 上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、到達設定温度の範囲内か否かを判定する室内温度比較手段を備え、

上記室内温湿度センサが測定した上記栽培室内の温度が、到達設定温度の範囲内であると上記室内温度比較手段により判定されてから、上記照明装置を点灯させる照明装置制御手段を備えていることを特徴とする請求項 7 に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項9] 上記栽培室内に配された二酸化炭素ボンベと、
上記二酸化炭素ボンベのバルブの開閉制御を行うボンベ制御部とを

備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 の何れか 1 項に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項10] 上記ボンベ制御部は、上記室内温度上昇指示手段が上記温度制御装置に上記栽培室の温度を上昇させる前に、上記栽培室内が、予め設定された二酸化炭素の所定の濃度となるように、上記二酸化炭素ボンベのバルブの開閉制御を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の植物工場の温度管理システム。

[請求項11] 請求項 1 ～ 10 の何れか 1 項に記載の植物工場の温度管理システムと、植物が栽培される栽培室とを備えていることを特徴とする植物工場。

[請求項12] 請求項 1 ～ 10 の何れか 1 項に記載の植物工場の温度管理システムを動作させるための温度管理プログラムであって、コンピュータを上記の各手段として機能させるための温度管理プログラム。

[請求項13] 請求項 12 に記載の温度管理プログラムを記録している、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項14] 植物が栽培される栽培室の温度を管理する植物工場の温度管理方法であって、

 上記栽培室内の温度及び湿度を測定する室内温湿度測定ステップと、

 上記栽培室で栽培されている植物の温度を測定する植物温度測定ステップと、

 上記室内温湿度測定ステップで測定した上記栽培室内の温度及び湿度と、上記植物温度測定ステップで測定した上記植物の温度とから、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生するか否かを判定する結露判定ステップと、

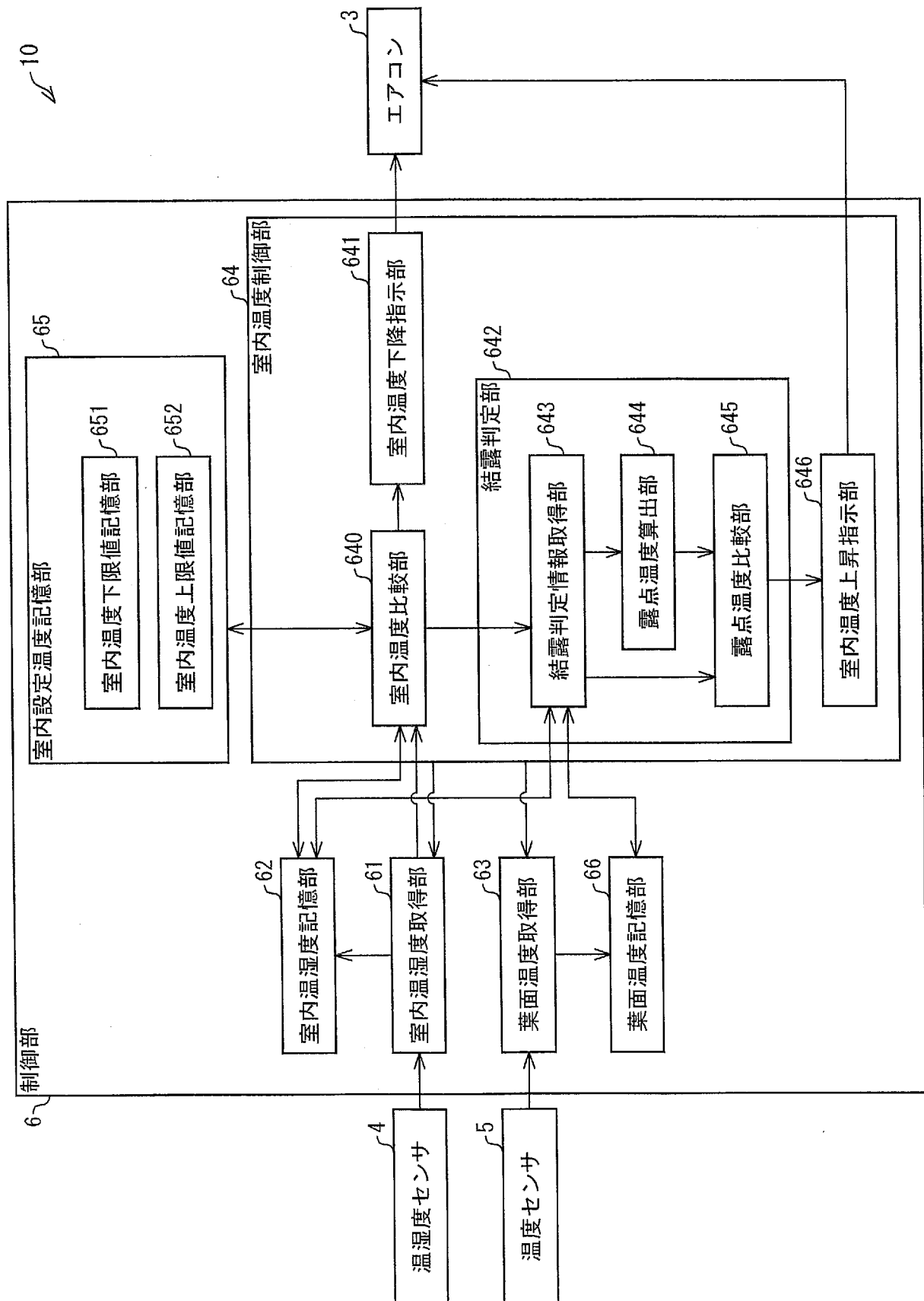
 上記結露判定ステップで、上記栽培室で栽培されている植物に結露が発生していないと判定されたとき、上記栽培室の温度を上昇させる室内温度上昇ステップとを含むことを特徴とする植物工場の温度管理

方法。

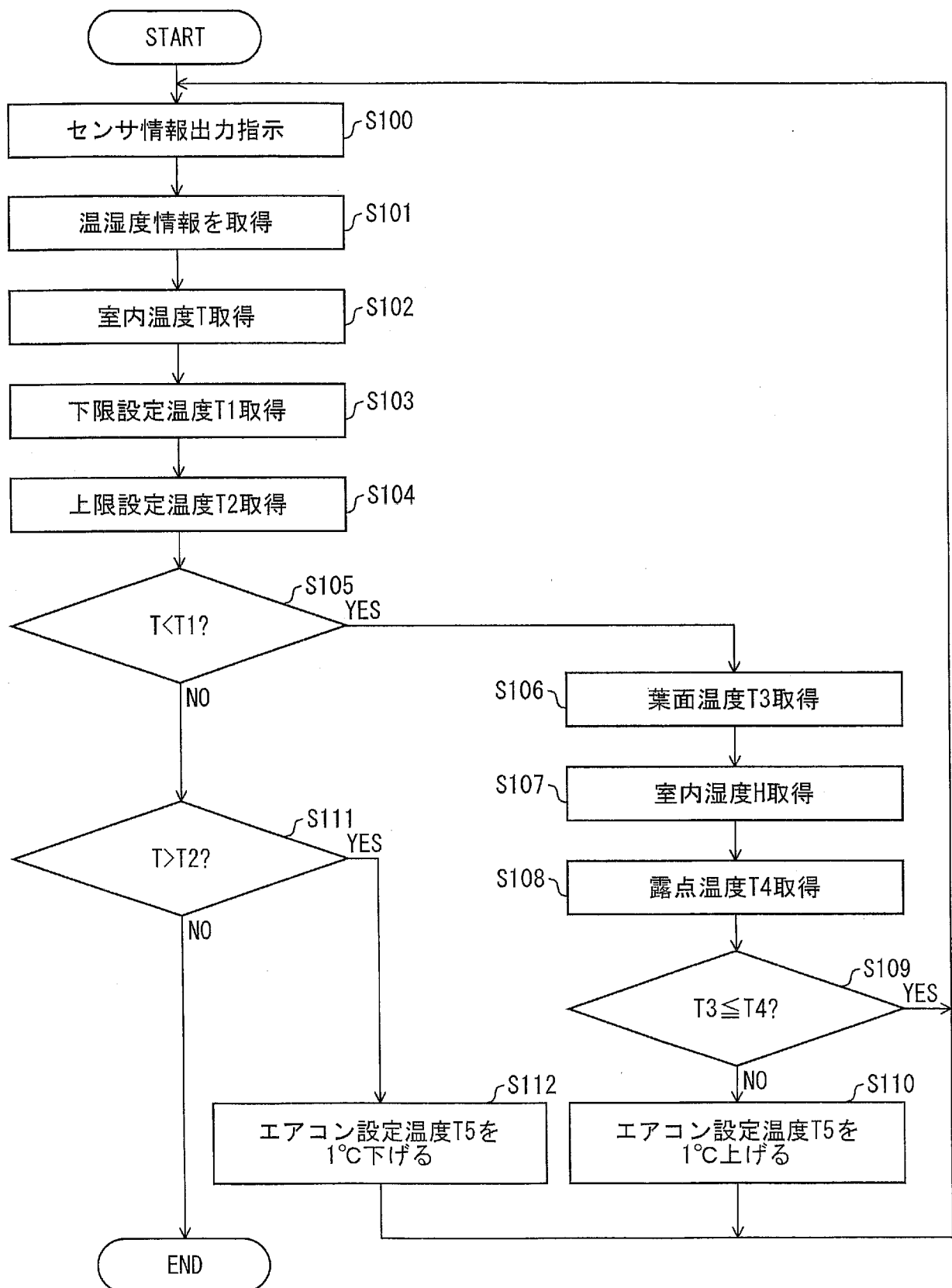
The diagram illustrates a plant cultivation system (1). It includes a control unit (6) containing a condensation determination unit (642). An air conditioner (3) is connected to the control unit via a line (10). A sensor (4) is positioned near the plant (5) in a pot (7). A dashed arrow indicates air flow from the air conditioner towards the plant. A solid arrow points from the plant area back to the control unit, completing a feedback loop.

Figure 1 is a schematic diagram of a plant with a sensor assembly. The assembly includes a rectangular component (5) and a circular component (7) attached to a leaf. A dashed line indicates a connection or signal path between the components.

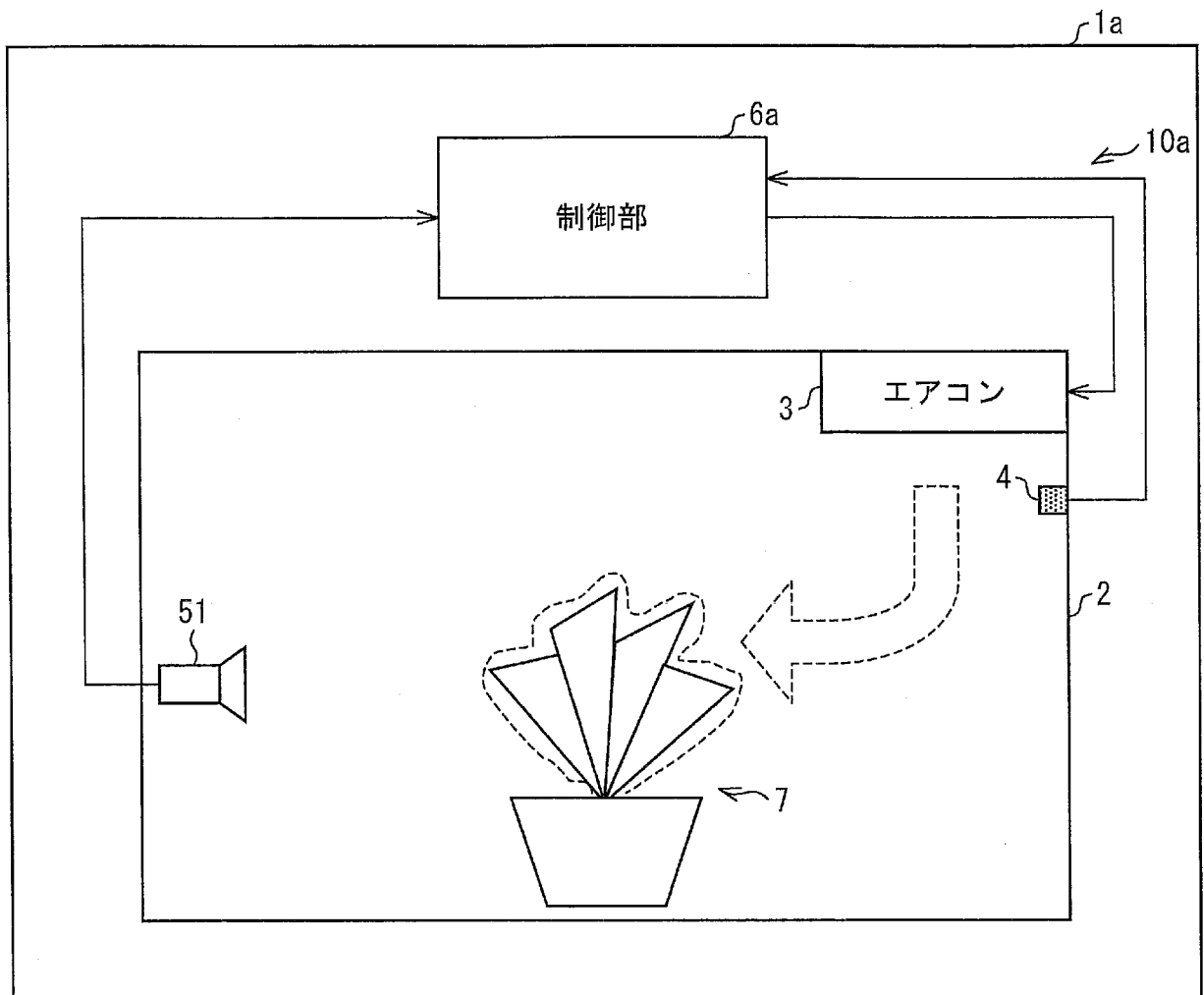
[図3]



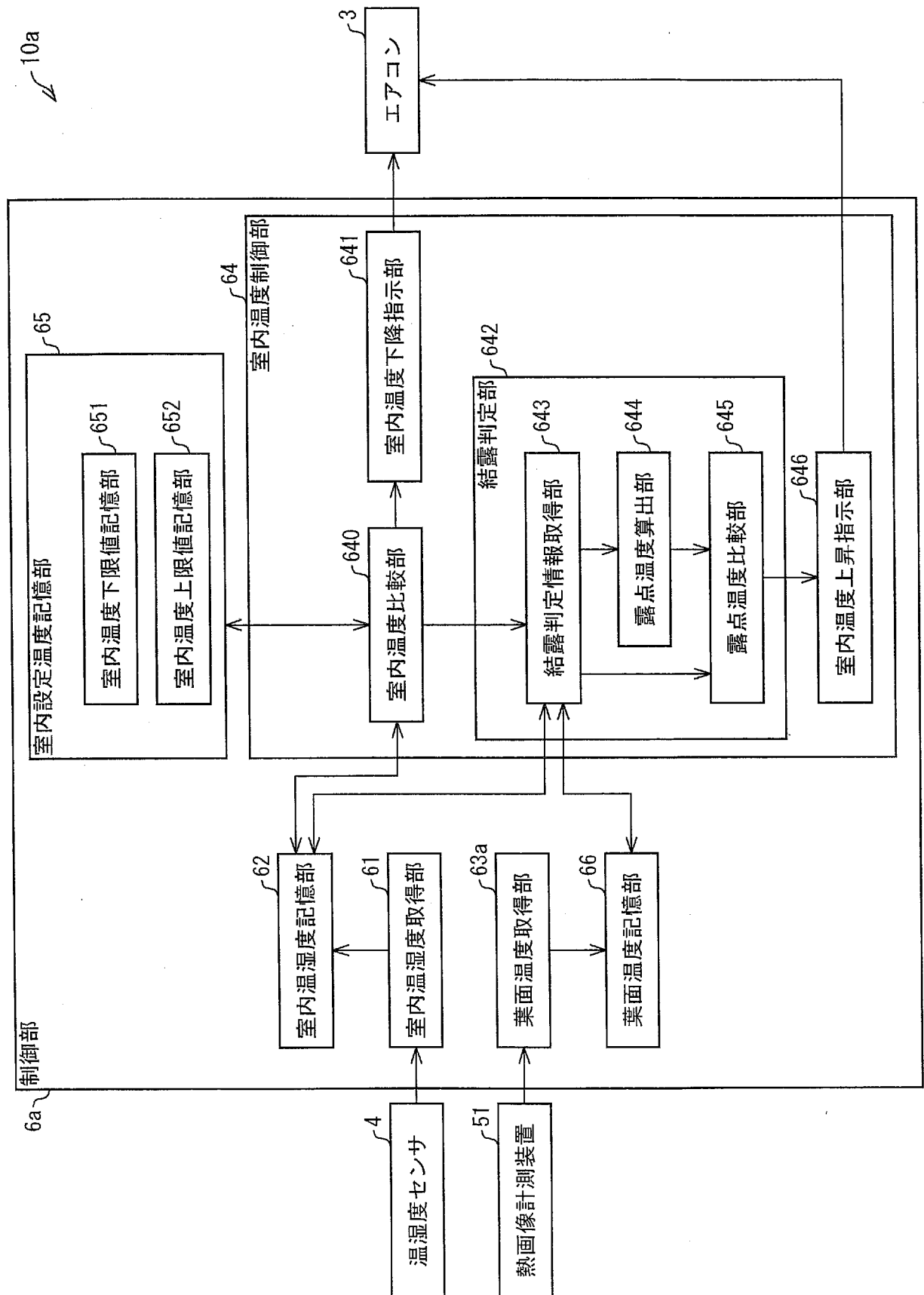
[図4]



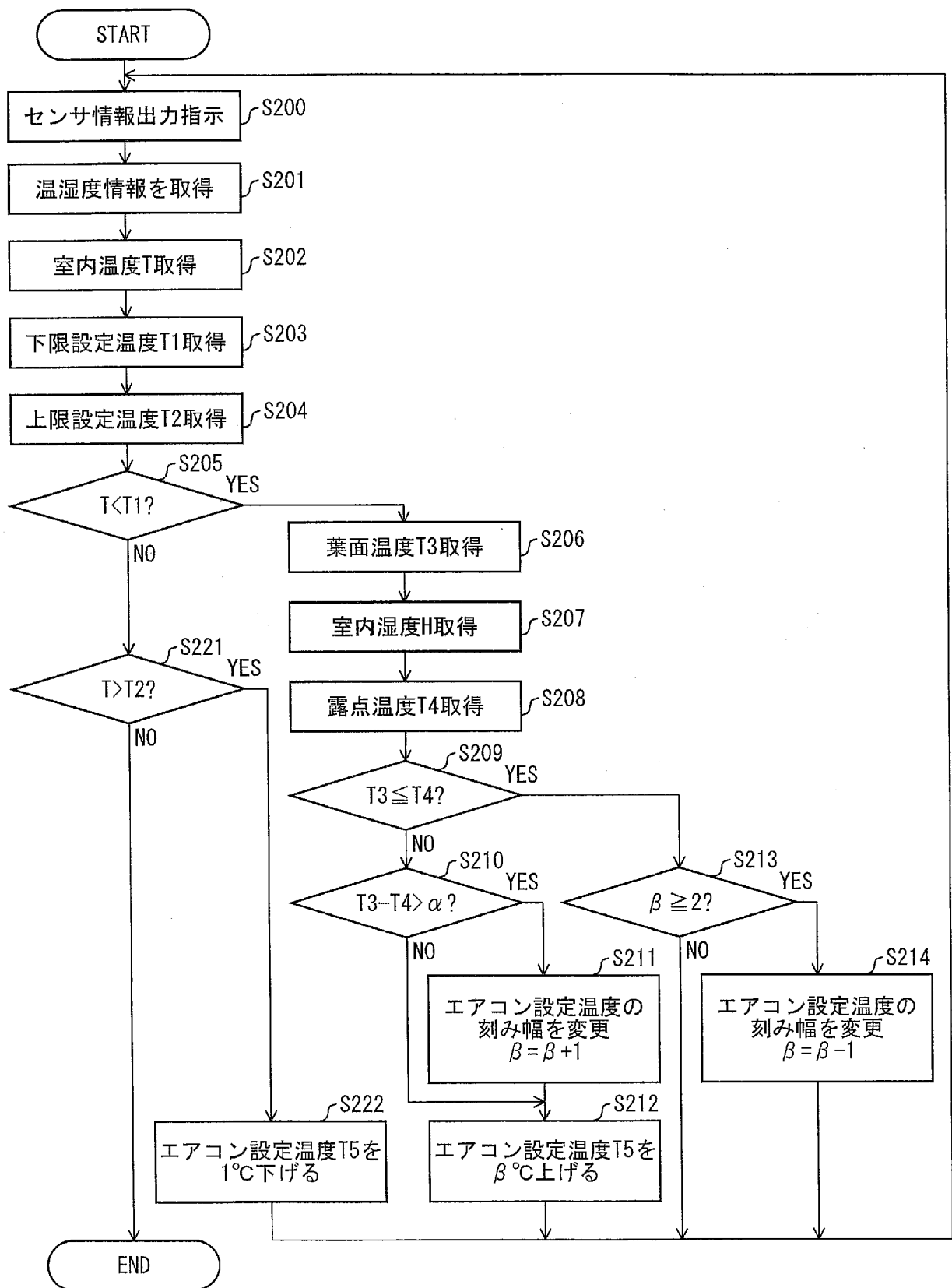
[図5]



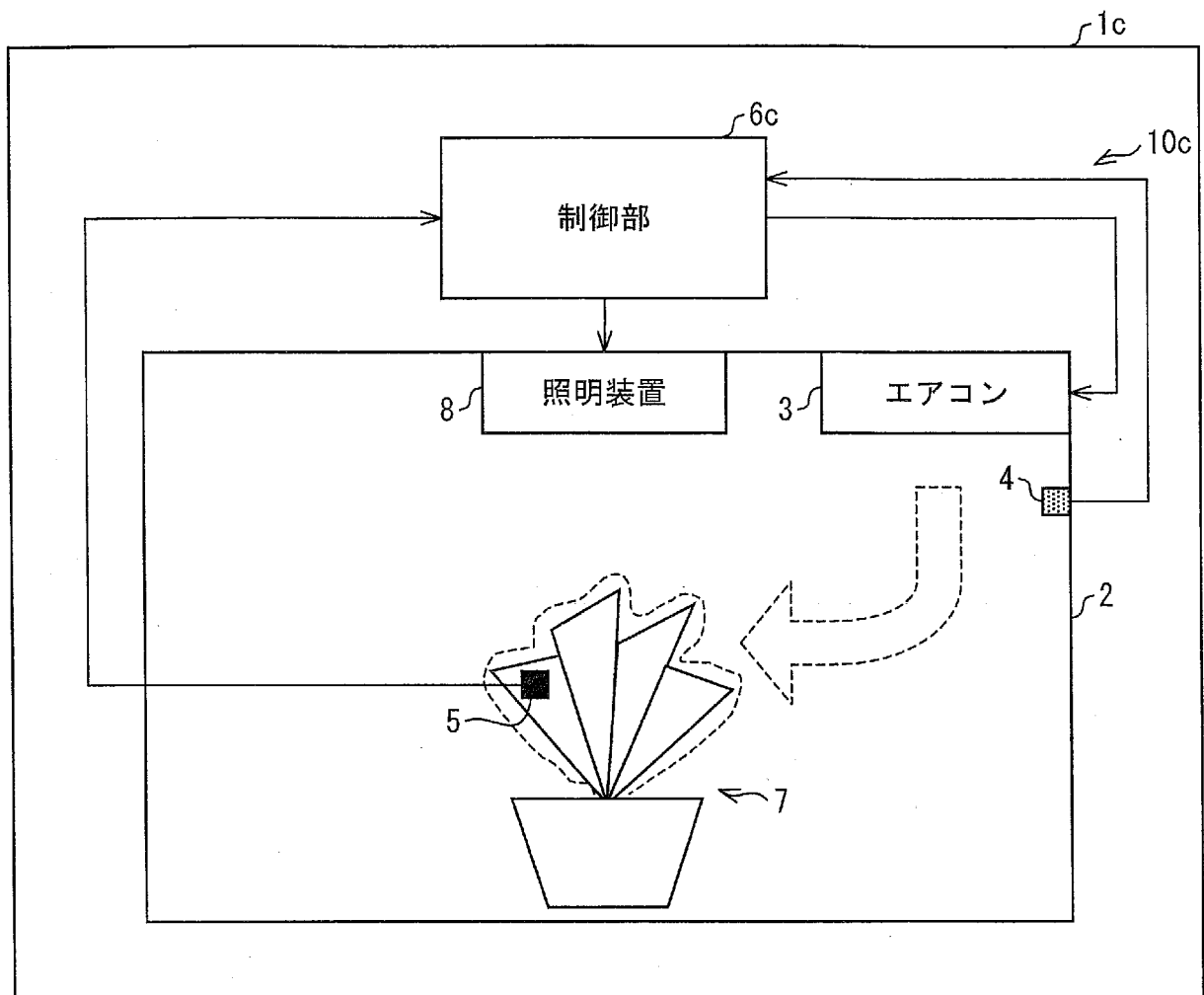
[図6]



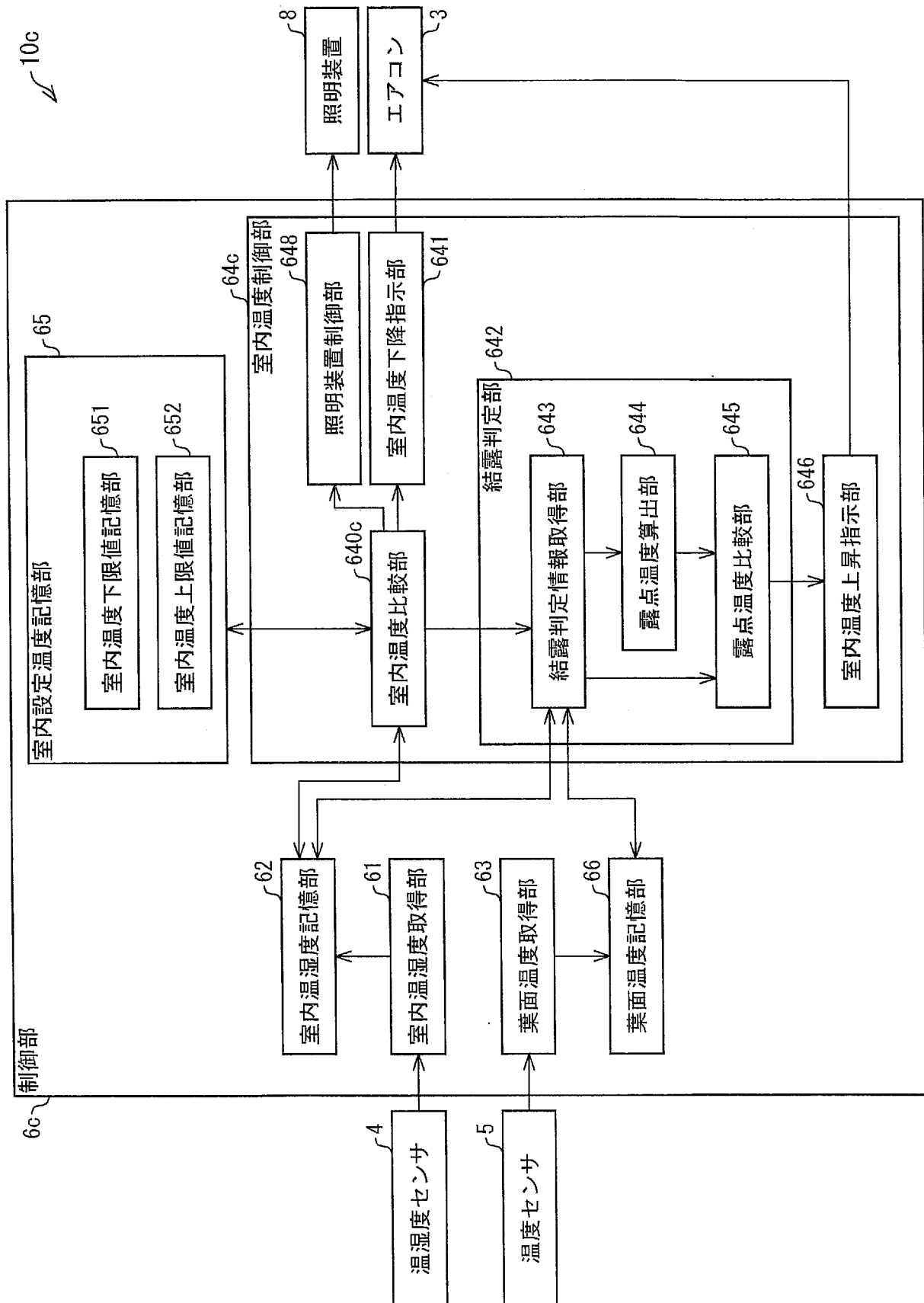
[図8]



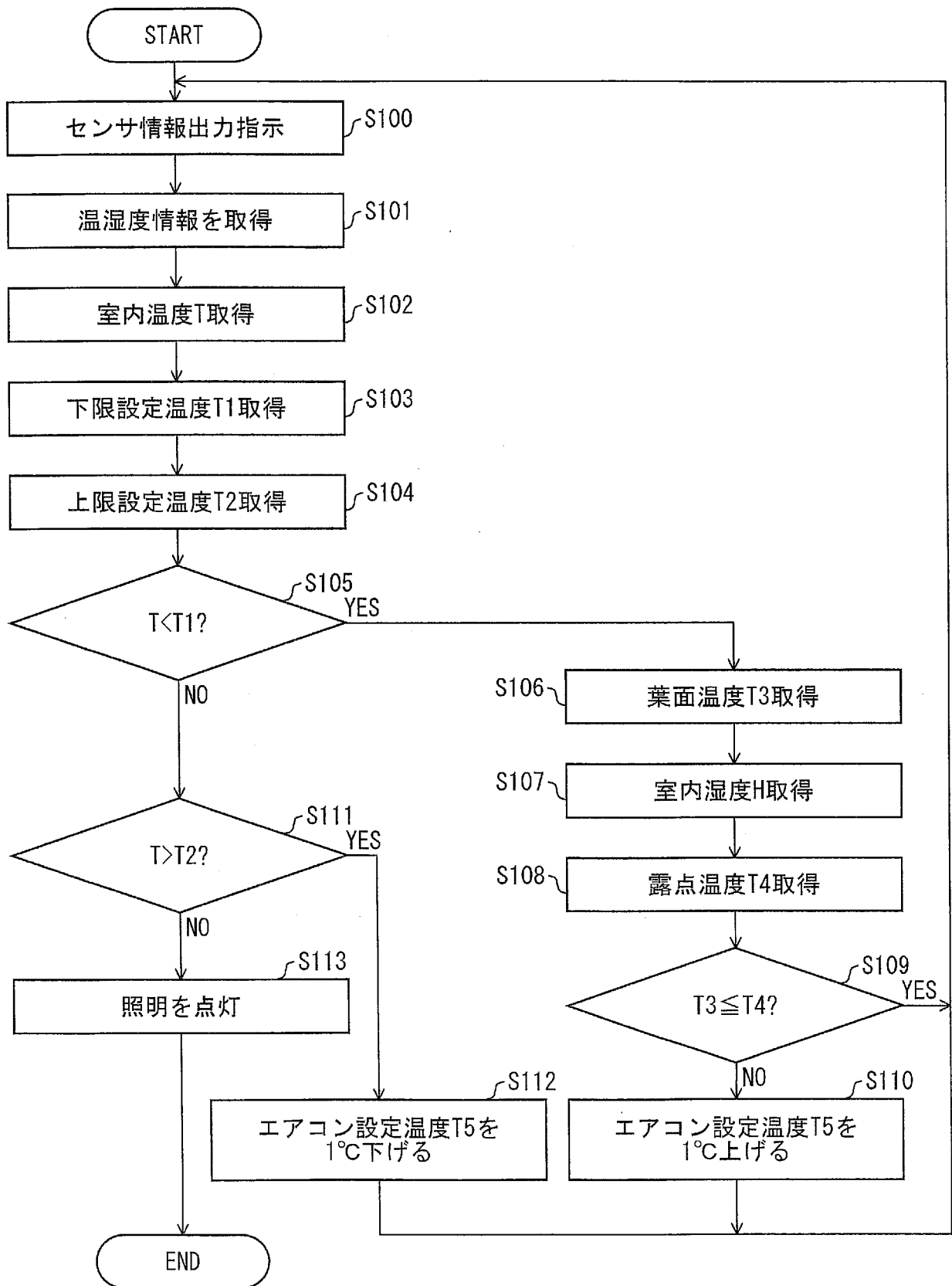
[図9]



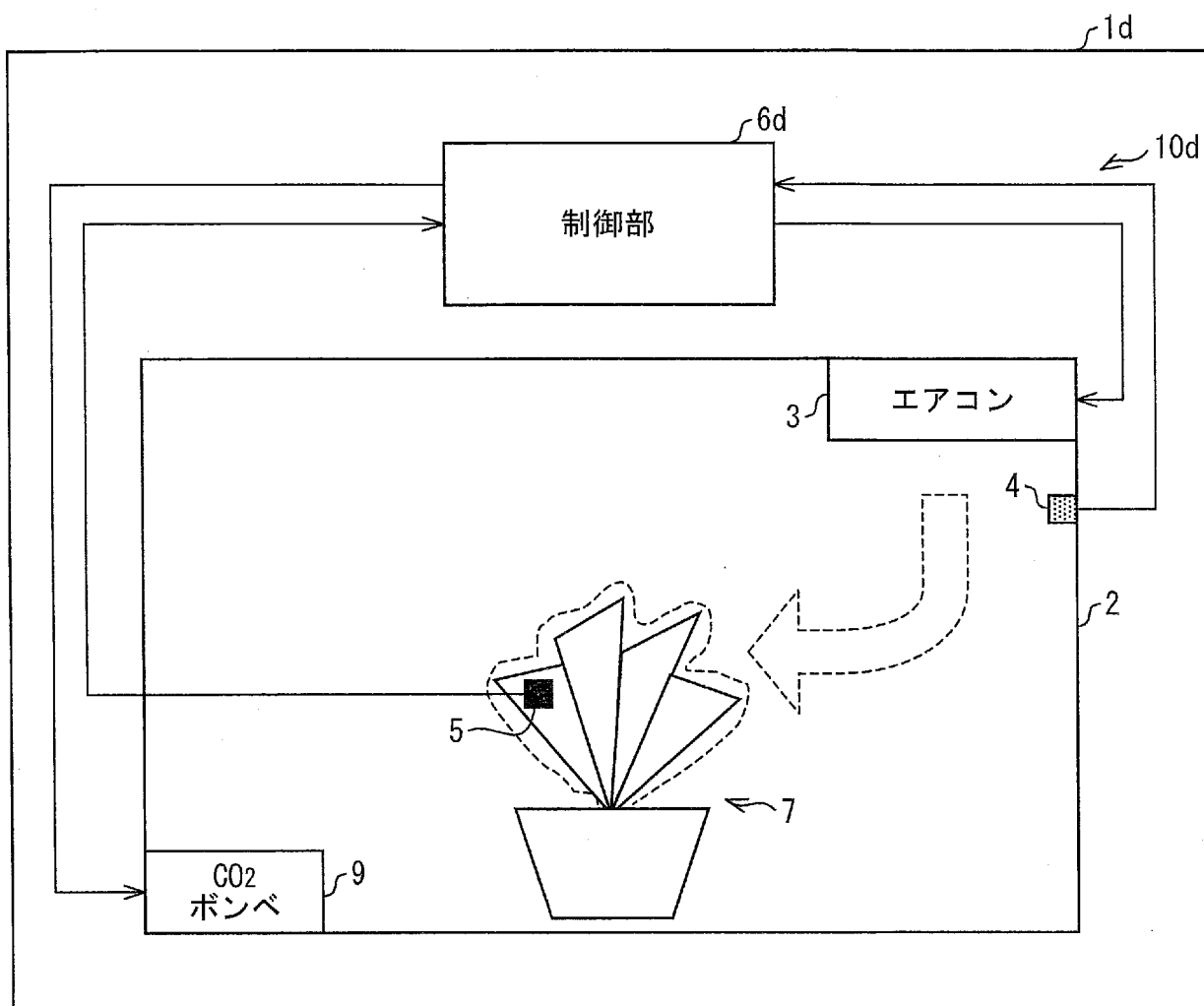
[図10]



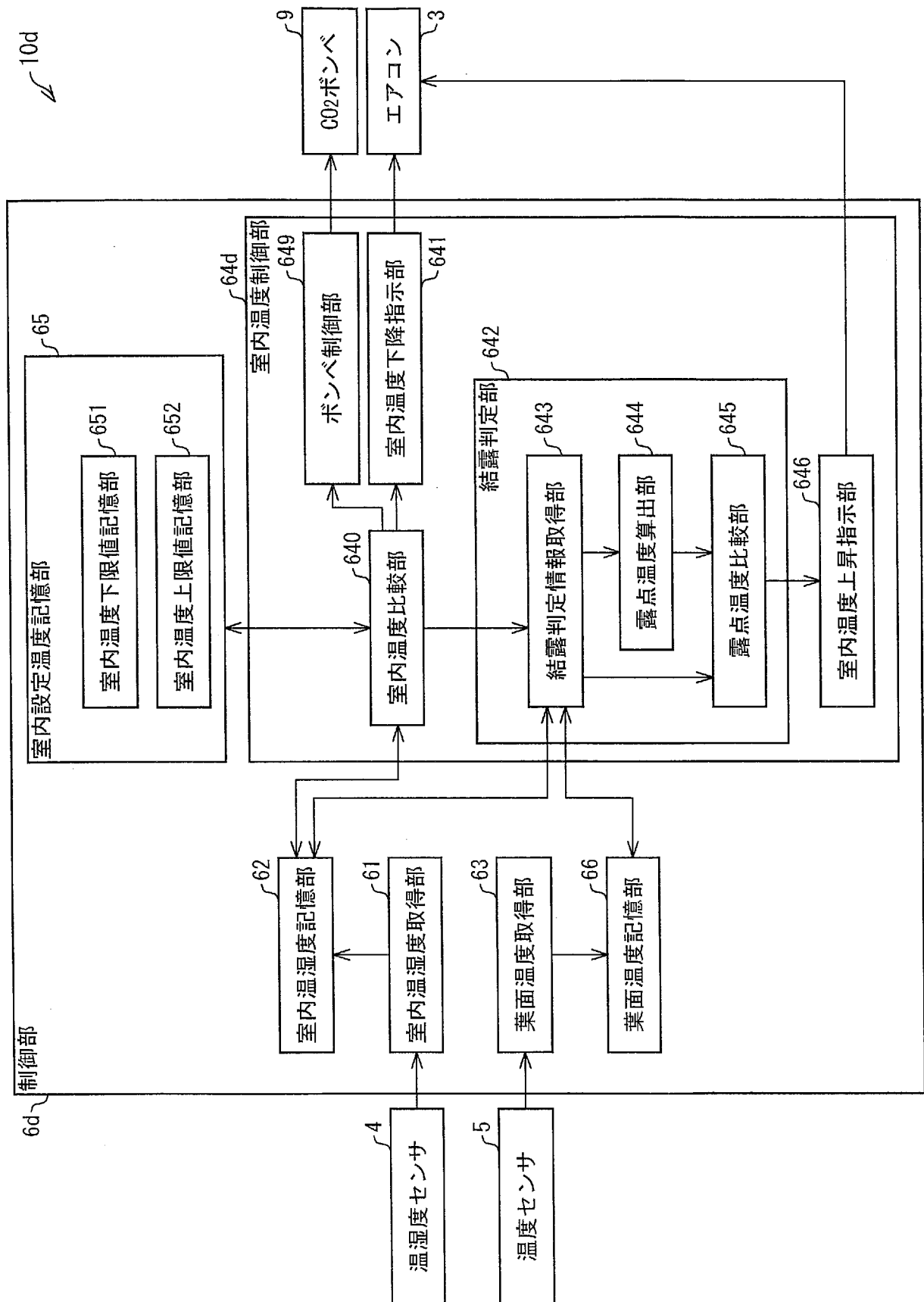
[図11]



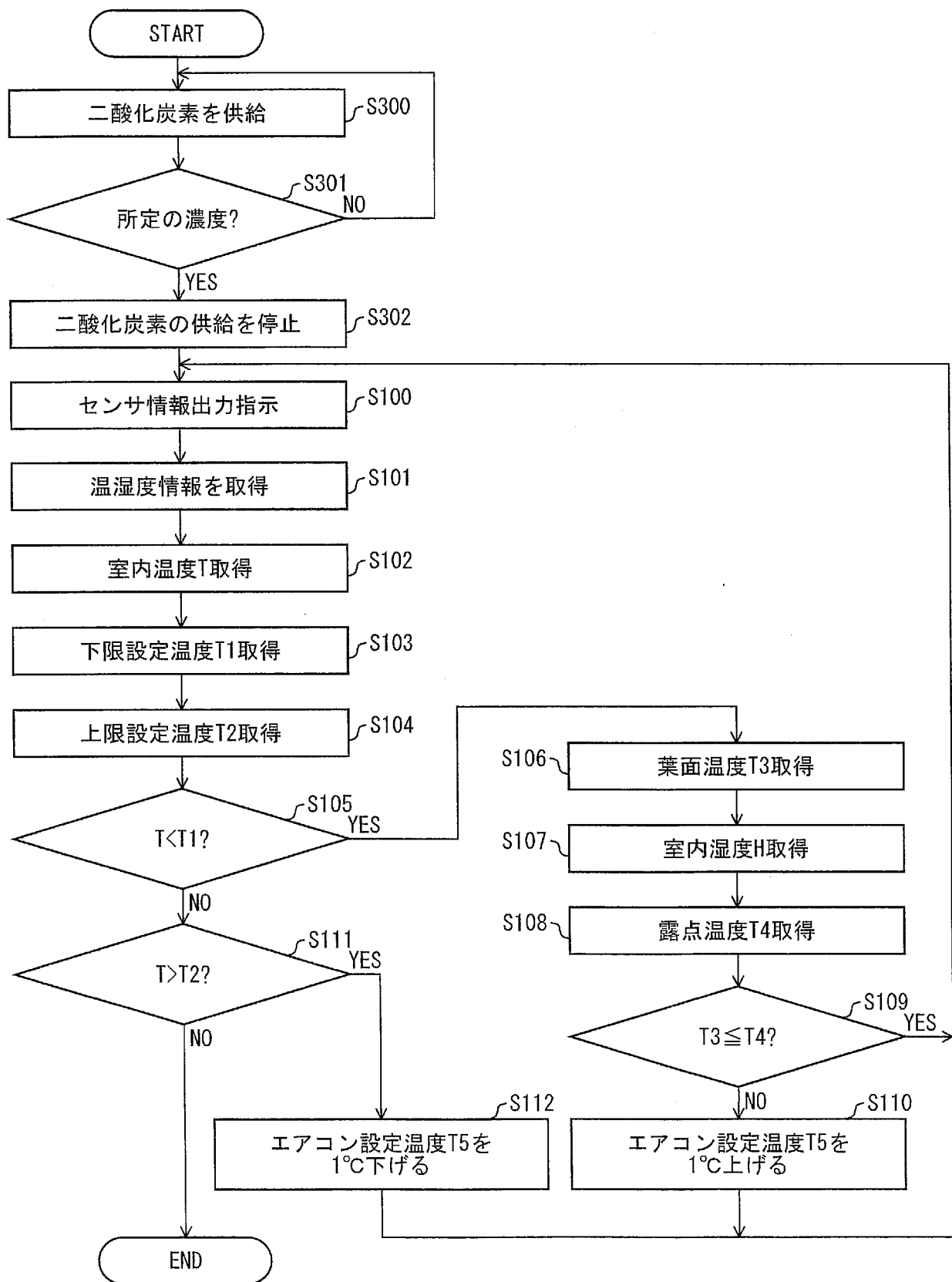
[図12]



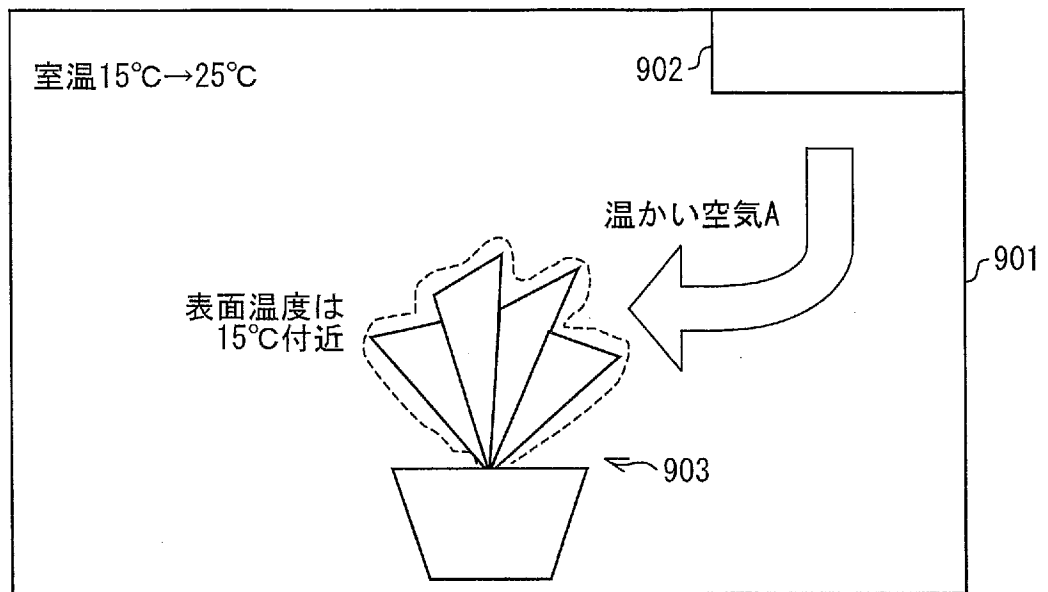
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G9/24(2006.01)i, A01G9/26(2006.01)i, A01G31/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01G9/24, A01G9/26, A01G31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-143974 A (Yasuo OZAWA), 20 May 2003 (20.05.2003), entire text; drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2002-153147 A (National Agricultural Research Organization), 28 May 2002 (28.05.2002), entire text; drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2010-46052 A (Valore Corp.), 04 March 2010 (04.03.2010), claims 6, 8; paragraph [0022]; drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 January, 2012 (26.01.12)

Date of mailing of the international search report
07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074857

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-65104 A (Matsushita Ecology Systems Co., Ltd.), 04 March 2004 (04.03.2004), claims; drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2003-79254 A (CCS Inc.), 18 March 2003 (18.03.2003), entire text; drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A01G9/24(2006.01)i, A01G9/26(2006.01)i, A01G31/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A01G9/24, A01G9/26, A01G31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-143974 A（小沢 安雄）2003.05.20, 全文、図面（ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 2002-153147 A（独立行政法人 農業技術研究機構）2002.05.28, 全文、図面（ファミリーなし）	1 - 1 4
A	JP 2010-46052 A（株式会社ヴァロール）2010.03.04, 【請求項6】、【請求項8】、段落【0022】、図面（ファミリーなし）	1 - 1 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹中 靖典

2 B

9 5 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 3 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-65104 A (松下エコシステムズ株式会社) 2004. 03. 04, 特許 請求の範囲、図面 (ファミリーなし)	1 - 1 4
A	JP 2003-79254 A (シーシーエス株式会社) 2003. 03. 18, 全文、図面 (ファミリーなし)	1 - 1 4