

(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
2023年8月31日(31.08.2023)



(10) 国際公開番号

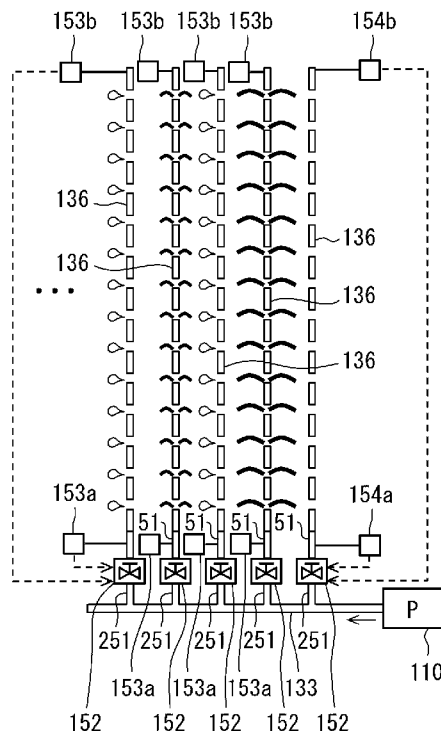
WO 2023/163079 A1

- (51) 国際特許分類:
A01G 25/16 (2006.01) *A01G 25/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/006609
- (22) 国際出願日: 2023年2月23日(23.02.2023)
- (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 2022-029004 2022年2月28日(28.02.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 守谷 勇一郎 (MORITANI Yuichiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 矢作 和行, 外 (YAHAGI Kazuyuki et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: IRRIGATION SYSTEM AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 灌水システムおよび制御装置

図17



(57) Abstract: In an irrigation system, the environment of each of a plurality of divided areas in a field is individually monitored by monitoring units corresponding to the respective divided areas. The irrigation supply in each divided area is individually controlled by a corresponding monitoring unit and a water supply valve (152). The irrigation system comprises distribution tubes (136) that are formed with a plurality of through holes for sprinkling irrigation water in the field and that have no pressure-compensating mechanism. The irrigation system comprises water supply valves (152) that control the



WO 2023/163079 A1

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

pressure of the water supply flowing down the distribution tubes (136). Microcomputers of the monitoring units control the valve opening degrees of the water supply valves (152) to control the splashing distance of irrigation water released from the distribution tubes (136) through the through holes.

(57) 要約: 灌水システムは、圃場における複数の分割エリアそれぞれの環境が、各分割エリアに対応する監視部によって個別に監視されている。各分割エリアにおける灌水の供給は、対応する監視部と給水弁 (152) とによって個別に制御されている。灌水システムは、圃場に灌水を散水するための複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブ (136) を備える。灌水システムは、分配チューブ (136) へ流下する給水の圧力を制御する給水弁 (152) を備える。監視部のマイコンは、給水弁 (152) のバルブ開度を制御して、分配チューブ (136) から貫通孔を介して放出される灌水の飛水距離を制御する。

明 細 書

発明の名称 ： 灌水システムおよび制御装置

関連出願の相互参照

[0001] この出願は、2022年2月28日に日本に出願された特許出願第2022-029004号を基礎としており、基礎の出願の内容を、全体的に、参照により援用している。

技術分野

[0002] この明細書における開示は、圃場への灌水の供給を制御する灌水システムおよび制御装置に関するものである。

背景技術

[0003] 特許文献1は、灌水システムを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第10772266号明細書

発明の概要

[0005] 特許文献1は、内部にエミッタを有して一定の吐水量を実現する圧力補正付きの点滴チューブを開示している。この装置は、点滴チューブに対する水の供給を許可または遮断するバルブを開閉することにより、点滴チューブからの灌水の供給と停止を制御する。バルブ開状態では点滴チューブから水が浸み出してチューブ近傍の土壌に灌水できる。しかしながら、特許文献1によれば、天候、土壌状態、作物の生育状況などに応じて、チューブからの灌水の吐水量を瞬時に変更することができない。

[0006] この明細書における開示の目的は、点滴灌水および散水灌水の両方を実施できる灌水システムおよび制御装置を提供することである。

[0007] この明細書に開示された複数の態様は、それぞれの目的を達成するために、互いに異なる技術的手段を採用する。また、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との

対応関係を示す一例であって、技術的範囲を限定するものではない。

[0008] 開示された灌水システムの一つは、植物を生育する圃場に設けられて、圃場に灌水を散水するための複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブと、分配チューブよりも上流において分配チューブへ流下する給水の圧力を制御する給水弁と、給水弁のバルブ開度を制御して、分配チューブから貫通孔を介して放出される灌水量を制御する制御装置と、を備える。

[0009] この灌水システムによれば、圧力補正機構を有していない分配チューブの上流において給水弁のバルブ開度を制御して灌水量を制御する。このバルブ開度の制御により、灌水量を順次に変動させる灌水を実施できる。したがって、この灌水システムは、分配チューブから点滴灌水および散水灌水の両方を実施できる。

[0010] 開示された制御装置の一つは、複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブへ流下する灌水の圧力を分配チューブよりも上流で制御する給水弁についてバルブ開度を決定する演算部と、分配チューブから貫通孔を介して放出される灌水量を制御するために、バルブ開度に制御する制御信号を給水弁に出力する出力部とを備える。

[0011] この制御装置によれば、演算部によりバルブ開度を決定し、灌水の灌水量を制御するために出力部がバルブ開度に制御する制御信号を給水弁に出力する。これにより、圧力補正機構を有していない分配チューブから放出される灌水の灌水量を制御でき、灌水量を順次に変動させる灌水を実施できる。したがって、この制御装置は、分配チューブから点滴灌水および散水灌水の両方を実施できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]圃場に設けられた第1実施形態の灌水システムを示す概念図である。

[図2]給水配管と配管モジュールを示す部分図である。

[図3]灌水システムの構成図である。

[図4]監視部を示すブロック図である。

[図5]無線信号を示す図である。

[図6]センサ処理を説明するためのフローチャートである。

[図7]更新処理を説明するためのフローチャートである。

[図8]監視処理を説明するためのフローチャートである。

[図9]給水処理を説明するためのフローチャートである。

[図10]灌水処理を説明するためのフローチャートである。

[図11]ユーザ更新処理を説明するためのフローチャートである。

[図12]強制更新処理を説明するためのフローチャートである。

[図13]給水弁として適用可能なバルブ装置を示す断面図である。

[図14]バルブ装置が備える駆動部の構成を示す図である。

[図15]バルブ装置が備えるバルブを示す斜視図である。

[図16]バルブ装置における回転角度と流量との関係を示す図である。

[図17]分配チューブと給水弁と水圧センサとの位置関係を示す構成図である。

。

[図18]分配チューブの膨張と内圧との関係を説明する図である。

[図19]第2実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図20]分配チューブにおける吐水位置と灌水量との関係を示す図である。

[図21]第3実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図22]第4実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図23]第5実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図24]第6実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図25]分配チューブにおける吐水位置と灌水量との関係を示す図である。

[図26]分配チューブにおける吐水位置と灌水量との関係を示す図である。

[図27]分配チューブにおける吐水位置と灌水量との関係を示す図である。

[図28]第7実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

[図29]第8実施形態に係る通路構成を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明す

る。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。各実施形態で具体的に組み合わせが可能であることを明示している部分同士の間組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

[0014] <第1実施形態>

灌水システムの一例を開示する第1実施形態について図1～図18を参照しながら説明する。以下においては互いに直交の関係にある3方向を、x方向、y方向、z方向と示す。この明細書ではx方向とy方向とによって規定される平面が水平面に沿っている。z方向が鉛直方向に沿っている。図面においては「方向」の記載を省略して、単に、x、y、zと表記している。

[0015] <圃場>

灌水システム10は丘や平野に開墾された野外の圃場20に適用される。図1に示すように、灌水システム10が平野に開墾された圃場20に適用された形態を説明する。この圃場20の広さは数10平方メートル～数1000平方キロメートルになっている。圃場20にはx方向に延びる畝などの生育場所が複数設けられている。これらx方向に延びる複数の生育場所がy方向で離間して並んでいる。これら複数の生育場所それぞれに植物30の種や苗が埋められる。この植物30としては、例えば、葡萄、トウモロコシ、アーモンド、ラズベリー、葉菜、綿などがある。

[0016] 1つの生育場所で複数の植物30が生育される。複数の植物30はx方向で並んで1つの列を成している。以下においてはこのx方向で列を成して並ぶ複数の植物30を植物群31と示す。圃場20では複数の植物群31がy方向で離間して並んでいる。複数の植物群31のy方向の最短離間距離は、1つの植物群31に含まれる複数の植物30のx方向の最短離間距離よりも長くなっている。複数の植物群31のy方向の離間間隔は生育する植物30

の種類や圃場 20 の起伏と気候に応じて種々変更される。複数の植物群 31 の y 方向の離間間隔は 1 m ～ 10 m ほどである。たとえ植物 30 の枝葉が y 方向に生い茂ったとしても、少なくとも人が 2 つの植物群 31 の間を x 方向に移動できる程度の幅が確保されている。

[0017] < 灌水システム >

灌水システム 10 は給水装置 100 と制御装置 200 を備えている。給水装置 100 は灌水を圃場 20 の植物 30 に供給する。制御装置 200 は灌水期間において給水装置 100 から植物 30 に供給される灌水の供給時刻と量を決定する。制御装置 200 は給水装置 100 の灌水スケジュールを決定する。

[0018] < 給水装置 >

給水装置 100 は、ポンプ 110、給水配管 130、および配管モジュール 150 を有する。ポンプ 110 は灌水を給水配管 130 に供給する給水源である。配管モジュール 150 は給水配管 130 に供給された灌水の吐水量を制御する。

[0019] < ポンプ >

ポンプ 110 は常時駆動状態になっている。あるいは、ポンプ 110 は昼間駆動状態になっている。ポンプ 110 はタンクやため池に貯水されている灌水を汲み出し、それを給水配管 130 に供給する。灌水は井戸水、河川水、雨水、市水などである。後述するように給水配管 130 には複数の給水弁 152 が設けられている。これら複数の給水弁 152 それぞれが閉状態であり、なおかつ、給水配管 130 からの灌水の漏れが生じていない場合、給水配管 130 は灌水で満たされる。この際、給水配管 130 内の水圧は、ポンプ 110 の吐出能力に依存した値（ポンプ圧ともいう）になる。給水弁 152 が閉状態から開状態になると、給水配管 130 から圃場 20 に灌水が吐出される。灌水の吐水量が時間平均的に安定すると、給水配管 130 内の水圧は、ポンプ圧よりも水圧の低い流動圧になる。

[0020] < 給水配管 >

給水配管 130 は主配管 131 と供給用配管 132 を含む。主配管 131 はポンプ 110 に連結されている。供給用配管 132 は主配管 131 に連結されている。ポンプ 110 は、主配管 131 から供給用配管 132 に灌水を供給する。灌水は供給用配管 132 から圃場 20 に供給される。

[0021] <主配管>

主配管 131 は、縦配管 133 と横配管 134 を含む。縦配管 133 は y 方向に延びている。横配管 134 は x 方向に延びている。縦配管 133 と横配管 134 は互いに連結されている。係る構成のために灌水は主配管 131 内を y 方向および x 方向に流れる。図 1 に示す一例では、1 つのポンプ 110 に 1 つの縦配管 133 が連結されている。この y 方向に延びる縦配管 133 から複数の横配管 134 が x 方向に延びている。横配管 134 の z 方向の位置は成熟した植物 30 の頂点よりも地面から離間するように設定されている。

[0022] 図 1 に示す構成は、灌水に係る通路構成の一例に過ぎない。圃場 20 に設けられるポンプ 110 と縦配管 133 の数、1 つのポンプ 110 に連結される縦配管 133 の数、1 つの横配管 134 に連結される縦配管 133 の数、および、横配管 134 と縦配管 133 の z 方向の位置は特に限定されない。

[0023] 複数の横配管 134 は y 方向で離間して並んでいる。複数の横配管 134 の y 方向の最短離間距離は、複数の植物群 31 の y 方向の最短離間距離と同等になっている。複数の横配管 134 の 1 つが複数の植物群 31 の 1 つに設けられている。横配管 134 は植物群 31 に含まれる複数の植物 30 の並ぶ方向に沿って延びている。この横配管 134 に供給用配管 132 が連結されている。

[0024] <供給用配管>

供給用配管 132 は 1 つの横配管 134 に複数連結されている。1 つの横配管 134 に連結される複数の供給用配管 132 は x 方向で離間して並んでいる。図 2 に示すように供給用配管 132 は、連結配管 135 と分配チューブ 136 を含む。連結配管 135 は横配管 134 から z 方向に垂れ下がって

延びている。連結配管 1 3 5 の先端側には x 方向に開口する 2 つの連結口が形成されている。これら 2 つの連結口に分配チューブ 1 3 6 が連結されている。

[0025] 分配チューブ 1 3 6 は、水圧変化にかかわらず一定の吐水量を実現するような圧力補正機構を有していない。分配チューブ 1 3 6 の貫通孔からの吐水量は、水圧に応じて変化するようになっている。分配チューブ 1 3 6 は、2 つの連結口的一方に連結される第 1 分配チューブ 1 3 6 a と、2 つの連結口他方に連結される第 2 分配チューブ 1 3 6 b とを含む。第 1 分配チューブ 1 3 6 a と第 2 分配チューブ 1 3 6 b は連結配管 1 3 5 との連結位置から x 方向において互いに逆向きに延びている。

[0026] 第 1 分配チューブ 1 3 6 a と第 2 分配チューブ 1 3 6 b の各チューブには、灌水が流動するチューブ内部と外部とを連通する複数の貫通孔が形成されている。複数の貫通孔は、各チューブにおいて、チューブの軸方向に所定間隔をあけて並んで設けられている。また、貫通孔は、各チューブにおいて、チューブの周方向に所定間隔をあけて並んで設けられている構成でもよい。

[0027] 複数の貫通孔の軸方向（例えば x 方向）における離間間隔は、複数の植物 3 0 の x 方向における離間間隔と同等になっている。図 2 に示す一例では、第 1 分配チューブ 1 3 6 a と第 2 分配チューブ 1 3 6 b それぞれには、貫通孔が軸方向に 3 個並んでいる。また、複数の貫通孔の離間間隔と複数の植物 3 0 の離間間隔は異なってもよい。各チューブに形成されている貫通孔の数は、3 個に限定されない。

[0028] <灌水の流動>

ポンプ 1 1 0 によって縦配管 1 3 3 に供給された灌水は、縦配管 1 3 3 内を y 方向に流れる。この灌水は、縦配管 1 3 3 に連結された複数の横配管 1 3 4 それぞれに供給される。灌水は複数の横配管 1 3 4 内のそれぞれを x 方向に流れる。横配管 1 3 4 内を流れる灌水は、連結配管 1 3 5 を介して分配チューブ 1 3 6 に流下する。灌水は、第 1 分配チューブ 1 3 6 a と第 2 分配チューブ 1 3 6 b それぞれにおける各貫通孔から吐出されて、植物 3 0 に供

給される。

[0029] 図 1 に示す一例では、各分配チューブは、高さ方向において植物 30 の頂点側よりも圃場 20 の地面側に位置している。第 1 分配チューブ 136 a と第 2 分配チューブ 136 b それぞれの貫通孔から供給された灌水は主として植物 30 の幹やその根本に供給される。

[0030] 貫通孔は、各チューブにおいて地面と面している部分よりも高い位置に設けられていることが好ましい。このような位置の貫通孔から吐出された灌水は、チューブの中心軸に対して放射する方向に広がり、チューブから離れた位置に散水することができる。

[0031] <配管モジュール>

図 2 に示すように、配管モジュール 150 は供給用配管 132 に設けられている。配管モジュール 150 は収納箱 151、給水弁 152、および水圧センサ 153 を有する。収納箱 151 の内部には給水弁 152 と水圧センサ 153 が収納されている。

[0032] <給水弁>、

給水弁 152 は、連結配管 135 において、第 1 分配チューブ 136 a と第 2 分配チューブ 136 b それぞれとの近接位置に設けられている。全ての貫通孔は、第 1 分配チューブ 136 a と第 2 分配チューブ 136 b それぞれにおいて連結配管 135 から離間した先端部分と給水弁 152 との間に設けられている。

[0033] 給水弁 152 が開状態になると、連結配管 135 と貫通孔が連通する。これにより貫通孔から灌水が吐出される。逆に、給水弁 152 が閉状態になると、連結配管 135 と貫通孔との連通が遮断される。これにより貫通孔からの灌水の吐出が止まる。

[0034] 第 1 分配チューブ 136 a に設けられた給水弁 152 と第 2 分配チューブ 136 b に設けられた給水弁 152 は、制御装置 200 によって独立して開度制御される。係る開度制御により、第 1 分配チューブ 136 a の貫通孔からの灌水の吐出と、第 2 分配チューブ 136 b の貫通孔からの灌水の吐出と

が独立して制御される。

[0035] 制御装置 200 は、給水弁 152 のバルブ開度を所定の開度から全開の間にわたって任意に制御する。給水弁 152 は、下流または上流の圧力を調整して、通過する流量を精密に可変できる流量調整バルブまたは圧力調整バルブである。所定の開度は、少し開いた開度、または開度 0 %、つまり全閉を含む値に設定される。制御装置 200 は、給水弁 152 のバルブ開度を制御することにより、各貫通孔から吐出される単位時間当たりの吐出流量、または吐出流速を制御する。この制御により、制御装置 200 は、分配チューブ 136 から吐出される灌水が分配チューブ 136 から離間して着地する距離である飛水距離を制御することができる。飛水距離は、貫通孔を通じて分配チューブ 136 から飛び出した灌水の土壌着地点と分配チューブ 136 との距離である。この飛水距離を制御する技術によれば、灌水を必要としている場所への効率的な灌水を実施でき、節水にも寄与する。

[0036] 制御装置 200 は、灌水を供給する植物 30 の種類、圃場 20 の作土層の範囲などに基づいて灌水の飛水距離を決定する。制御装置 200 は、決定した飛水距離が得られるように給水弁 152 のバルブ開度を制御する。例えば、給水弁 152 のバルブ開度は、植物 30 が根を広く張ったり、作土層が浅く広範囲であったりする場合に、飛水距離を大きくするように制御される。また、給水弁 152 のバルブ開度は、植物 30 が根を深く張ったり、作土層が分配チューブ 136 の近くに位置したりする場合に、飛水距離を小さく抑えるように制御される。飛水距離は灌水距離と言い換えることができる。

[0037] <水圧センサ>

水圧センサ 153 は、連結配管 135 において第 1 分配チューブ 136 a と第 2 分配チューブ 136 b のそれぞれが連結されている部位の近傍に設けられている。各水圧センサ 153 は、連結配管 135 内の水圧を検出する圧力センサである。水圧センサ 153 で検出された水圧は制御装置 200 に出力される。水圧センサ 153 は、第 1 分配チューブ 136 a における連結配管 135 との連結部位と給水弁 152 との間や、第 2 分配チューブ 136 b

における連結配管 1 3 5 との連結部位と給水弁 1 5 2 との間に設けられてもよい。水圧センサ 1 5 3 は、連結配管 1 3 5 における横配管 1 3 4 との連結部位近傍に設けられてもよい。水圧センサ 1 5 3 は、供給用配管 1 3 2 の灌水の流動経路における、給水弁 1 5 2 よりも横配管 1 3 4 側であればよい。

[0038] 給水弁 1 5 2 が閉状態になり、連結配管 1 3 5 が灌水で満たされると、水圧センサ 1 5 3 でポンプ圧が検出される。給水弁 1 5 2 が閉状態から開状態になると、分配チューブ 1 3 6 から灌水が吐出される。灌水の吐水量が時間平均的に安定すると、水圧センサ 1 5 3 で流動圧が検出される。給水弁 1 5 2 が開状態から閉状態になると、給水配管 1 3 0 からの灌水の吐出が止まる。給水配管 1 3 0 内の水圧は流動圧からポンプ圧へと徐々に回復する。水圧センサ 1 5 3 ではこの流動圧からポンプ圧へと徐々に回復する過渡期の水圧が検出される。

[0039] 給水配管 1 3 0 や給水弁 1 5 2 に破損が生じ、その破損箇所から灌水が漏れている場合、水圧センサ 1 5 3 で検出される水圧が減少する。これによって破損が生じているか否かを検出することができる。この破損の検出処理は制御装置 2 0 0 で実行される。灌水システム 1 0 は、水圧センサ 1 5 3 の代わりに、通路を流れる流体の流量を検出する流量センサを備える構成としてもよい。灌水システム 1 0 は、水圧センサ 1 5 3 や流量センサの検出値を用いて、給水弁 1 5 2 のバルブ開度をフィードバック制御する。

[0040] <制御装置>

図 1 および図 3 に示すように制御装置 2 0 0 は、監視部 3 0 0、統合通信部 4 0 0、情報格納部 5 0 0、および統合演算部 6 0 0 を含む。図面では統合通信部 4 0 0 を I C D と表記している。制御装置 2 0 0 は監視部 3 0 0 を複数有する。複数の監視部 3 0 0 のそれぞれは、圃場 2 0 における所定の分割エリアに対応している。監視部 3 0 0 は、例えば 1 個の配管モジュール 1 5 0 に対応して 1 個設けられている。監視部 3 0 0 と配管モジュール 1 5 0 とは電氣的に接続されている。

[0041] 監視部 3 0 0 には水圧センサ 1 5 3 で検出された水圧が入力される。監視

部３００は、圃場２０の環境に関わる物理量である環境値を検出している。複数の監視部３００それぞれは、水圧と環境値とを統合通信部４００に無線通信によって出力している。

[0042] 統合通信部４００は各監視部３００から入力された水圧と環境値を情報格納部５００に無線通信によって出力する。情報格納部５００はこれら水圧と環境値とを格納する。情報格納部５００の一例は、いわゆるクラウドである。統合演算部６００は情報格納部５００に格納された水圧と環境値などの諸情報を読み出す。統合演算部６００は読み出した諸情報を適宜処理し、諸情報や処理結果をユーザのスマートフォンやパソコンのモニタ７００に表示する。

[0043] 統合演算部６００はユーザのスマートフォンやパソコンなどに含まれている。統合演算部６００は情報処理演算機器６１０、メモリ６２０、および通信装置６３０を有する。図面では情報処理演算機器６１０をＩＰＣＥ、メモリ６２０をＭＭ、通信装置６３０をＣＤと表記している。情報処理演算機器６１０にはプロセッサが含まれている。情報処理演算機器６１０は灌水处理に関わる演算処理を行う。係る機能は情報処理演算機器６１０に灌水アプリケーションプログラムがダウンロードされることで実現される。

[0044] メモリ６２０はコンピュータやプロセッサによって読み取り可能な各種プログラムと各種情報を非一時的に格納する非遷移的実体的記憶媒体である。メモリ６２０は揮発性メモリと不揮発性メモリとを有している。メモリ６２０は通信装置６３０に入力された諸情報や情報処理演算機器６１０の処理結果を記憶する。情報処理演算機器６１０は、メモリ６２０に記憶された情報を用いて各種演算処理を実行する。

[0045] 通信装置６３０は無線通信機能を備えている。通信装置６３０は受信した無線信号を電気信号に変換して情報処理演算機器６１０に出力する。通信装置６３０は情報処理演算機器６１０の処理結果を無線信号として出力する。以下、情報処理演算機器６１０、メモリ６２０、通信装置６３０を特に区別して表記せずに、総称とする統合演算部６００を用いて本実施形態の技術内

容を説明する。情報処理演算機器 610 は処理演算部に相当する。

[0046] ユーザは、漏水処理や漏水スケジュールに関わるユーザ指示を、タッチパネルやキーボードなどの入力機器 800 を用いて統合演算部 600 に入力する。統合演算部 600 は、このユーザ指示、情報格納部 500 から読み出した諸情報に基づいて、漏水処理指令を出力したり漏水スケジュールを決定したりする。ユーザからの指示がない場合、統合演算部 600 は諸情報に基づいて漏水スケジュールを自動的に決定する。

[0047] 統合演算部 600 は、漏水処理指令を検出したり、漏水スケジュールにおいて漏水の供給開始時刻であると判定したりすると、給水弁 152 を制御する指示信号を情報格納部 500 に出力する。この指示信号は情報格納部 500 から統合通信部 400 を介して監視部 300 に入力される。監視部 300 は指示信号に基づいて給水弁 152 への給水信号の出力と非出力を制御する。これにより給水弁 152 の開閉状態が制御される。この結果、圃場 20 への漏水の供給が制御される。指示信号と給水信号のうちの少なくとも一方が制御信号に相当する。

[0048] <分割エリア>

図 1 に示すように監視部 300 は、1 個の供給用配管 132 につき 1 個設けられている。一例として図 3 に示すように、複数の監視部 300 は、複数の配管モジュール 150 の備える給水弁 152 および水圧センサ 153 とともに、圃場 20 において x 方向を行方向、y 方向を列方向として、行列配置される。

[0049] 係る構成により、行方向と列方向とによって区切られる複数の分割エリアそれぞれの環境が、各分割エリアに対応する監視部 300 によって個別に監視される。さらに、複数の分割エリアそれぞれにおける漏水の供給は、対応する監視部 300 と配管モジュール 150 によって個別に制御される。

[0050] <監視部>

図 3、図 4 に示すように監視部 300 は、環境センサ 310 と制御部 320 を有する。配管モジュール 150 の給水弁 152 と水圧センサ 153 は、

制御部 320 に電氣的に接続されている。図面では環境センサ 310 を E S、給水弁 152 を W B、水圧センサ 153 を W P S と表記している。

[0051] 複数の環境センサ 310 は配管モジュール 150 とともに圃場 20 で行列配置される。各環境センサ 310 によって複数の分割エリアそれぞれの環境値が検出される。各水圧センサ 153 によって複数の分割エリアそれぞれの水圧が検出される。検出された複数の分割エリアそれぞれの環境値および水圧は、情報格納部 500 に格納される。

[0052] 図 4 に示すように制御部 320 は、マイコン 330、通信部 340、R T C 350、および発電部 360 を含む。マイコンはマイクロコンピュータの略である。R T C は Real Time Clock の略である。図面では通信部 340 を C D P と表記している。

[0053] マイコン 330 には環境値と水圧が入力される。マイコン 330 はこれら環境値と水圧を、通信部 340 を介して統合通信部 400 に出力する。マイコン 330 には統合通信部 400 から指示信号が入力される。マイコン 330 はこの指示信号に基づいて給水信号を給水弁 152 に出力する。マイコン 330 が演算処理部に相当する。マイコン 330 は、給水弁 152 の作動を制御する制御装置である。

[0054] マイコン 330 は動作モードとしてスリープモードと通常モードを有する。スリープモードはマイコン 330 が演算処理を停止している状態である。通常モードはマイコン 330 が演算処理を実行している状態である。通常モードはスリープモードよりも消費電力が多くなっている。

[0055] 通信部 340 は統合通信部 400 と無線通信を行っている。通信部 340 はマイコン 330 から出力された電気信号を無線信号として統合通信部 400 に出力する。それとともに通信部 340 は統合通信部 400 から出力された無線信号を受信して電気信号に変換する。通信部 340 はその電気信号をマイコン 330 に出力する。電気信号に指示信号が含まれている場合、マイコン 330 はスリープモードから通常モードに切り換わる。

[0056] R T C 350 は、時を刻む時計機能と時間を計測するタイマー機能を有す

る。RTC350は予め設定された時刻になった場合、または予め設定された時間が経過した場合、マイコン330にウェイクアップ信号を出力する。このウェイクアップ信号がスリープモードのマイコン330に入力されると、マイコン330はスリープモードから通常モードに切り換わる。

[0057] 発電部360は、太陽電池によって取得した光エネルギーを電気エネルギーに変換している。発電部360は監視部300の電力供給源として機能している。電力供給は、発電部360からRTC350に絶えず行われている。これによりRTC350の時計機能とタイマー機能が損なわれることが抑制されている。

[0058] <環境センサ>

圃場20の分割エリア毎に異なることが想定される環境値の一つとしては土壌水分量がある。環境センサ310は、対応する分割エリアにおける環境値を検出する。環境センサ310は、土壌水分量等を検出する土壌センサ311を含んでいる。複数の土壌センサ311は、圃場20に配置された複数の分割エリアの土壌水分量を検出する。図面では土壌センサ311をSMSと表記している。

[0059] 圃場20の起伏や植物30の育成状況によっては、分割エリア毎に異なることが想定される環境値の一つとして日射量がある。この明細書では、各環境センサ310は日射量を検出する日射センサ312を備えている。複数の日射センサ312は、圃場20における複数の分割エリアの日射量を検出する。図面では日射センサ312をSRSと表記している。

[0060] モニタ700には、複数の分割エリアにおいて検出された土壌水分量と日射量を行列配置することによって、圃場20における土壌水分量分布と日射量分布がマップ表示される。同様にモニタ700には、複数の水圧センサ153で検出された水圧を行列配置することで、圃場20における給水配管130の水圧分布がモニタ700にマップ表示される。係るマップ表示処理は統合演算部600で行われる。

[0061] 圃場20における環境値には、降雨量、温度、湿度、気圧、および風量が

含まれる。これらの環境値を検出するセンサは、レインセンサ313、温度センサ314、湿度センサ315、気圧センサ316、および風センサ317である。これらは複数の監視部300のうちの少なくとも1つの環境センサ310に含まれている。

[0062] 監視部300の環境センサ310には、これら圃場20全体の環境値を検出する各種センサが含まれている。図4に環境センサ310の一例を示す。図面ではレインセンサ313をRS、温度センサ314をTS、湿度センサ315をMS、気圧センサ316をPS、風センサ317をWSと表記している。風センサ317は風量だけではなく風向も検出する構成でもよい。これらレインセンサ313、温度センサ314、湿度センサ315、気圧センサ316、および風センサ317のうちの少なくとも1つが、圃場20で行列配置された構成を採用することもできる。

[0063] 係る構成は、例えば、圃場20が広がったり、圃場20の起伏が激しかったり、圃場20の気候変化が激しかったりするために、分割エリア毎に降雨量、温度、湿度、気圧、および風量が大きく変化しやすい場合に有効である。これらセンサで検出された降雨量、温度、湿度、気圧、および風量を行列配置することにより、これら環境値をモニタ700にマップ表示することが可能になる。これらセンサの出力は統合通信部400を介して通信部340に出力される。それとともに、これらセンサの出力は統合通信部400を介して情報格納部500に格納される。

[0064] <土壌水分量>

これまでに説明した各種環境値のうち、灌水システム10が制御する環境値には、土壌水分量が含まれる。灌水システム10は分割エリア毎に灌水の供給時刻と供給量を制御する。こうすることで分割エリア毎の土壌水分量が個別に制御される。

[0065] 植物30は圃場20の作土層に根を張っている。植物30の生育はこの作土層の土壌に含まれる水分量（土壌水分量ともいう）に依存している。土壌水分量が成長阻害水分点を上回ると植物30に病害が発生する。土壌水分量

が永久しおれ点を下回ると植物 30 のしおれが回復しなくなる。これら成長阻害水分点と永久しおれ点とは植物 30 の種類に応じて異なるものの、その値は既知である。これらの値は情報格納部 500 に記憶されている。

[0066] 土壌水分量の現在値は土壌センサ 311 で検出される。土壌水分量に関わりのある物理量としては、土壌水分量張力（ pF 値）や土壌誘電率（ ϵ ）がある。この明細書の土壌センサ 311 は pF 値を検出している。

[0067] 作土層の土壌水分量は圃場 20 の環境変化によって増減する。圃場 20 に雨が降ると土壌水分量が増大する。作土層から水が蒸発すると土壌水分量が減少する。また、植物 30 が水分を吸収したり、作土層よりも下層へ水が浸透したりすると土壌水分量が減少する。作土層に降り注がれる雨の量（降雨量）はレインセンサ 313 によって検出される。作土層から蒸発する水分量（蒸発量）は、日射量、温度、湿度、および風量に依存する。これらは、日射センサ 312、温度センサ 314、湿度センサ 315、および風センサ 317 によって検出される。

[0068] 植物 30 が単位時間あたりに水分を吸収する吸水量は、植物 30 の種類によって予め推定することができる。単位時間あたりに作土層よりも下層に浸透する水分量は、土壌の水分保持能力によって予め推定することができる。これら推定値は情報格納部 500 に記憶されている。

[0069] 以上に示したように、環境センサ 310 は、作土層の土壌水分量の現在値、環境変化による作土層の土壌水分量の現在値からの増加、および減少予測に関わる予測値のそれぞれを検出する。これらが環境値として情報格納部 500 に格納される。情報格納部 500 には、植物 30 の成長阻害水分点と永久しおれ点、および植物 30 が単位時間あたりに水分を吸収する吸水量と土壌の水分保持能力が格納されている。上記したユーザからの指示（ユーザ指示）は情報格納部 500 に格納される。このように、情報格納部 500 には灌水スケジュールを決定するための諸情報が格納される。

[0070] <マイコン>

図 4 に示すようにマイコン 330 は、取得部 331、信号出力部 332、

記憶部 333、および処理部 334 を備えている。図面では取得部 331 を A/D、信号出力部 332 を S/O、記憶部 333 を M/U、処理部 334 を P/U と表記している。

[0071] 取得部 331 には環境センサ 310 で検出された環境値が入力される。取得部 331 には水圧センサ 153 で検出された水圧が入力される。取得部 331 とこれら環境センサ 310 および水圧センサ 153 のそれぞれとは、電氣的に接続されている。図 1 に示すワイヤ 160 は、取得部 331 と土壌センサ 311 とを接続するワイヤ、取得部 331 と水圧センサ 153 とを接続するワイヤの一例である。

[0072] 信号出力部 332 は給水弁 152 と電氣的に接続されている。給水弁 152 のバルブ開度を制御するための制御信号（給水信号）は、信号出力部 332 から給水弁 152 に出力される。給水信号の未入力時に給水弁 152 は閉状態になっている。給水信号の入力時に給水弁 152 は開状態になっている。

[0073] 記憶部 333 はコンピュータやプロセッサによって読み取り可能なプログラムとデータを非一時的に格納する非遷移的実体的記憶媒体である。記憶部 333 は揮発性メモリと不揮発性メモリとを有している。記憶部 333 には処理部 334 が演算処理を実行するためのプログラムが記憶されている。このプログラムには上記した灌水アプリケーションプログラムの少なくとも一部が含まれている。記憶部 333 には処理部 334 が演算処理を実行際のデータが一時的に記憶される。記憶部 333 には、取得部 331 および通信部 340 のそれぞれに入力される各種データと、その各種データの取得時刻とが記憶される。

[0074] 処理部 334 は R/T/C 350 からウェイクアップ信号が入力されるとスリープモードから通常モードになる。通常モードにおいて処理部 334 は、記憶部 333 に記憶されているプログラムと各種データとを読み込んで演算処理を実行する。この演算処理は、分配チューブ 136 の貫通孔を通じて飛水した水を所望の灌水位置に到達させるために必要なバルブ開度の演算を含む

。処理部３３４は演算部に相当する。

[0075] 処理部３３４は取得部３３１に入力された各種センサ信号、通信部３４０に入力された指示信号の取得時刻をＲＴＣ３５０から読み出している。処理部３３４は指示信号と取得時刻とを記憶部３３３に記憶させる。

[0076] 処理部３３４は、環境センサ３１０と水圧センサ１５３から入力された環境値と水圧、およびそれらの取得時刻を通信部３４０と統合通信部４００とを介して情報格納部５００に格納する。処理部３３４は、情報格納部５００、統合通信部４００、および通信部３４０を介して統合演算部６００から入力された指示信号に基づいて、信号出力部３３２を介して給水弁１５２に給水信号を出力する。

[0077] <通信部>

通信部３４０は処理部３３４から入力された電気信号を無線信号に変換する。通信部３４０はこの無線信号を統合通信部４００に出力する。通信部３４０は統合通信部４００から出力された無線信号を電気信号に変換する。通信部３４０はこの電気信号を処理部３３４に出力する。

[0078] 通信部３４０が出力する無線信号には、図５に簡易的に示すアドレス３４１とデータ３４２とが含まれている。図面においてアドレス３４１をＡＤＤ、データ３４２をＤＡＴと表記している。

[0079] 図３に示すように複数の通信部３４０と統合通信部４００との間で無線信号の送受信が行われる。無線信号に含まれるアドレス３４１は、複数の通信部３４０のうちのいずれから出力されたかを示す識別コードである。換言すれば、無線信号に含まれるアドレスは、複数の処理部３３４のうちのいずれから出力されたかを示す識別コードである。複数の記憶部３３３それぞれに固有のアドレス３４１が保存されている。

[0080] 統合通信部４００から出力される無線信号にもアドレス３４１が含まれている。そしてこの無線信号のデータ３４２には指示信号が含まれている。この無線信号を複数の通信部３４０それぞれが受信する。この無線信号は複数の通信部３４０それぞれで電気信号に変換される。そしてこの電気信号は複

数の処理部 334 それぞれに入力される。複数の処理部 334 のうち、その電気信号に含まれるアドレス 341 と同一のアドレス 341 を保有する処理部 334 のみが、その電気信号に基づく演算処理を実行する。

[0081] 後述するようにマイコン 330 はスリープモードと通常モードとを交互に繰り返す間欠駆動をする。そのために通信部 340 と統合通信部 400 との間での無線通信は頻繁には行われない。通信部 340 と統合通信部 400 との間で無線通信を行う時間間隔が長くなっている。これにより、1 回の無線通信でデータ 342 に含めることのできるデータ量を多くすることが可能になっている。

[0082] <発電部>

発電部 360 は太陽電池 361、蓄電部 362、電流センサ 363、および電力センサ 364 を含む。図面では太陽電池 361 を SB、蓄電部 362 を ESU、電流センサ 363 を CS、電力センサ 364 を PS と表記している。太陽電池 361 は光エネルギーを電気エネルギーに変換する。蓄電部 362 はその電気エネルギー（電力）を蓄電する。蓄電部 362 に蓄電された電力は、監視部 300 の駆動電力として活用される。

[0083] 電流センサ 363 は太陽電池 361 から蓄電部 362 に出力される電流を検出する。電力センサ 364 は蓄電部 362 から出力される電力を検出する。処理部 334 は、検出された電流値と電力値を、通信部 340 と統合通信部 400 を介して情報格納部 500 に格納している。監視部 300 の駆動電力は発電部 360 で発電された電力に依存している。このため、発電部 360 に入射する光量が少ないと、監視部 300 の駆動電力が不足することがある。これを避けるために監視部 300 のマイコン 330 は間欠駆動を行っている。

[0084] <RTC>

RTC 350 は、上記した間欠駆動の時間間隔（駆動周期）が経過するとウェイクアップ信号をマイコン 330 に出力している。これによりマイコン 330 はスリープモードと通常モードとを交互に繰り返している。上記

の駆動周期は、蓄電部 362 に蓄電された電力量（蓄電量）に応じて統合演算部 600 によって決定される。換言すれば、間欠駆動間隔は、蓄電量に応じて統合演算部 600 によって決定される。

[0085] 統合演算部 600 は情報格納部 500 に格納された電力に基づいて蓄電量を算出する。統合演算部 600 は蓄電量が少ないほどに間欠駆動間隔を長く設定する。統合演算部 600 は蓄電量が多いほどに間欠駆動間隔を短く設定する。統合演算部 600 は間欠駆動間隔を指示信号に含ませる。この指示信号をマイコン 330 の処理部 334 が取得すると、処理部 334 は間欠駆動間隔を調整する。処理部 334 は RTC 350 の駆動周期を調整する。圃場 20 の環境が数秒単位で極端に変化することはまれである。そのために間欠駆動間隔は数十秒～数十時間単位になっている。これに応じて、無線通信を行う時間間隔も数十秒～数十時間単位になっている。

[0086] <灌水システムの駆動>

灌水システム 10 では、複数の監視部 300 と統合演算部 600 との間での信号の送受信、および情報格納部 500 への各種データの保存が行われている。複数の監視部 300 と統合演算部 600 のそれぞれは、駆動周期毎に処理するサイクルタスクと、突発的に処理するイベントタスクとを実行する。

[0087] これらサイクルタスクとイベントタスクとには処理の優先順位がある。これらタスクの処理タイミングが同一になった場合、サイクルタスクよりもイベントタスクの処理が優先される。サイクルタスクとして、各監視部 300 は図 6 に示すセンサ処理を実行する。統合演算部 600 は図 7 に示す更新処理を実行する。イベントタスクとして、各監視部 300 は、図 8 に示す監視処理と図 9 に示す給水処理を実行する。統合演算部 600 は、図 10 に示す灌水处理、図 11 に示すユーザ更新処理、および図 12 に示す強制更新処理を実行する。

[0088] 以下、図 6 と図 7 に基づいて、サイクルタスクとしてのセンサ処理と更新処理を説明する。フローチャートを示す各図面においては、スタートを S、

エンドをEで表記している。

[0089] <センサ処理>

図6に示すスタートの前において、監視部300のマイコン330はスリープモードになっており、このマイコン330にRTC350からウェイクアップ信号が入力される。これによりマイコン330はスリープモードから通常モードに切り換わる。それとともに、マイコン330は図6に示すセンサ処理を実行し始める。このセンサ処理はマイコン330の間欠駆動間隔で実行される。ステップS10では、各種センサから入力されるセンサ信号を取得し、さらにRTC350の出力に基づいてセンサ信号の取得時刻を取得する。さらにステップS20では、取得したセンサ信号と取得時刻それぞれを記憶する。ステップS30では、センサ情報としてのセンサ信号と取得時刻を無線通信によって通信部340から統合通信部400に出力する。このセンサ情報は、統合通信部400によって情報格納部500に格納される。マイコン330はスリープモードに移行し、センサ処理を終了する。

[0090] <更新処理>

統合演算部600は、図7に示す更新処理を更新周期が経過するごとに実行する。この更新周期はマイコン330の間欠駆動間隔と同程度になっている。ステップS110では、情報格納部500に格納されている諸情報を読み出す。次のステップS120では、読み込んだ諸情報に基づいて、複数の監視部300のそれぞれの灌水スケジュールを更新する。また統合演算部600は各監視部300においてセンサ処理を更新する。統合演算部600はセンサ処理を実行するタイミングに相当する、間欠駆動間隔を更新する。統合演算部600は、その更新した灌水スケジュールと間欠駆動間隔を自身が保有するとともに、情報格納部500に格納し、更新処理を終了する。以上にしたがって、サイクルタスクによって、センサ情報、灌水スケジュール、および、間欠駆動間隔が更新される。

[0091] 次に図8～図12を参照して、イベントタスクとしての監視処理、給水処理、灌水処理、ユーザ更新処理、および強制更新処理を説明する。監視処理

、給水処理、および漏水処理のそれぞれは、監視部 300 の駆動電力の枯渇を避けるために、昼間に実行される。昼間か否かの判定は、現在時刻と日射センサ 312 で検出される日射量などによって検出することができる。

[0092] <監視処理>

図 8 に示すスタートの前において、各監視部 300 のマイコン 330 はスリープモードになっている。マイコン 330 には、無線通信によって統合演算部 600 から指示信号が入力される。この結果、マイコン 330 は、スリープモードから通常モードに切り換わり、図 8 に示す監視処理を実行し始める。

[0093] ステップ S 210 では、入力された指示信号とその取得時刻を記憶する。次のステップ S 220 では、指示信号に給水弁 152 を閉状態から開状態にする給水指示が含まれているか否かを判定する。給水指示が指示信号に含まれている場合、ステップ S 230 へ進む。給水指示が指示信号に含まれていない場合、ステップ S 240 へ進む。

[0094] ステップ S 230 では、図 9 に示す給水処理を実行する。すなわちマイコン 330 は、ステップ S 231 において、給水指示にしたがって、給水弁 152 に給水信号を出力する。ステップ S 232 でマイコン 330 は、指示信号に含まれている給水時間が経過したか否かを判定する。給水時間が経過していない場合、給水弁 152 に対する給水信号の出力を継続する。給水時間が経過した場合、ステップ S 233 へ進む。

[0095] ステップ S 233 では、給水信号の出力を停止して給水処理を終了する。次のステップ S 240 では、指示信号に間欠駆動間隔の更新指示が含まれているか否かを判定する。間欠駆動間隔の更新指示が指示信号に含まれている場合、ステップ S 250 へ進む。間欠駆動間隔の更新指示が指示信号に含まれていない場合、ステップ S 260 へ進む。上記した間欠駆動間隔の更新指示は、統合演算部 600 若しくは情報格納部 500 から各監視部 300 に指示信号として定期的若しくは不定期的に出力されている。

[0096] ステップ S 250 でマイコン 330 の処理部 334 は、RTC 350 のウ

エイクアップ信号を出力する時間間隔を調整する。次のステップS 2 6 0では、図6に基づいて説明したセンサ処理を実行する。ステップS 2 3 0の給水处理を実行した場合、ステップS 2 6 0において灌水供給後の環境値が検出される。ステップS 2 3 0の給水处理を実行しなかった場合、ステップS 2 6 0において灌水が供給されていないときの環境値が検出される。この環境値は情報格納部5 0 0に格納される。センサ処理を実行し終わるとマイコン3 3 0はスリープモードに移行し、監視処理を終了する。

[0097] <灌水処理>

統合演算部6 0 0は、図1 0に示す灌水処理を、各監視部3 0 0の灌水スケジュールにおいて、灌水を供給するタイミングになるごとに実行する。統合演算部6 0 0は、ステップS 3 1 0で複数の監視部3 0 0のうち、灌水を供給する予定である分割エリアの監視部3 0 0に向けて、給水指示を含む給水信号を出力する。次のステップS 3 2 0では、給水指示には、給水信号の出力開始と給水信号の出力時間（給水時間）とが含まれている。この給水指示を受信した監視部3 0 0は、図8に基づいて説明した監視処理を実行する。

[0098] ステップS 3 2 0へ進むと統合演算部6 0 0は、監視部3 0 0の監視処理が終了するまで待機状態になる。監視処理が終了した場合、ステップS 3 3 0へ進む。監視処理が終了したか否かの判断は、例えば、監視処理が終了することが見込まれる時間だけ経過したか否かに基づいて行う。監視処理が終了したか否かの判断は、監視部3 0 0に対して問い合わせることによって行うことができる。監視処理の終了判断方法については特に限定されない。

[0099] <ユーザ更新処理>

統合演算部6 0 0は、図1 1に示すユーザ更新処理を、灌水スケジュールや間欠駆動間隔の調整に関わるユーザ指示が入力機器8 0 0から入力された際に実行する。統合演算部6 0 0は、ステップS 4 1 0において、入力されたユーザ指示を情報格納部5 0 0に格納する。次のステップS 4 2 0では、図7に基づいて説明した更新処理を実行する。以上により、ユーザ指示に基

づいて、灌水スケジュールや間欠駆動間隔が更新される。

[0100] <強制更新処理>

統合演算部600は、図12に示す強制更新処理を、灌水スケジュールと間欠駆動間隔の更新に関わるユーザ指示が入力された際に実行する。統合演算部600は、ステップS510においてセンサ処理の実行を要求する要求指示を含む要求信号を出力する。この要求信号は無線通信によって監視部300に出力される。ステップS520では、監視部300のセンサ処理が終了するまで待機状態になる。

[0101] センサ処理が終了した場合、ステップS530へ進む。センサ処理が終了したか否かの判断は、例えば、センサ処理が終了することが見込まれる時間だけ経過したか否かに基づいて行うことができる。また、センサ処理が終了したか否かを監視部300に対して問い合わせることによって行うことができる。センサ処理の終了判断方法については特に限定されない。ステップS530では、図7に基づいて説明した更新処理を実行する。以上により、灌水スケジュールと間欠駆動間隔は、ユーザの更新要求時の各種データに基づいて更新される。

[0102] 監視部300は、図9に示す給水処理や図10に示す灌水処理において、分配チューブ136から水が出ているか否かを判定し、判定結果に応じた処理を実施する。監視部300は、水圧センサ153によって検出された水圧に基づいて吐水か否かを判定する。監視部300は、水圧センサ153によって検出された水圧が異常圧力値を超えていると判定した場合は、灌水実施中である給水弁152を全閉し灌水中止する。異常圧力値は、分配チューブ136から吐水できている場合にはありえない圧力値や、水が行き場を失って外部に放出されない場合の圧力値に設定される。異常圧力値は、あらかじめ記憶部333に記憶されている。

[0103] 監視部300は、水圧が異常圧力値を超えている場合には、さらに灌水中止した分配チューブ136に隣接する隣の分配チューブ136から灌水を実施する。例えば隣の分配チューブ136は、灌水中止した分配チューブ

136に対して、チューブの軸方向に直交する方向に隣接している。監視部300は、隣の分配チューブ136に給水可能な給水弁152のバルブ開度を、中止した灌水において狙っていた目標灌水位置まで届く飛水距離が得られる値に制御する。

[0104] このように制御装置は、灌水が分配チューブ136から放出されていない場合には、灌水が放出されていない分配チューブ136に隣接する隣の分配チューブ136へ流下する給水の圧力を制御する給水弁152についてバルブ開度を制御する。制御装置は、バルブ開度の制御により、放出されなかった灌水において狙っていた目標灌水位置に届くように、隣の分配チューブ136から放出される灌水の飛水距離を制御する。この制御によれば、配管や分配チューブ136の目詰まりや、給水弁152の故障による灌水の不具合を解消できる灌水システム10を提供できる。

[0105] <個別灌水処理>

以上、図6～図12に基づいて説明したように、統合演算部600は、複数の分割エリアそれぞれにおいて灌水スケジュールを決定する。統合演算部600は、各灌水スケジュールに基づく灌水の供給を制御する。また、各分割エリアでの灌水スケジュールが統合演算部600によって決定されるものの、各灌水スケジュールに基づく灌水の供給を各監視部300によって個別に制御する構成を採用してもよい。

[0106] <独立更新>

さらに例示すると、各分割エリアにおける灌水スケジュールを、対応する監視部300が独立して決定する構成を採用してもよい。係る構成においては、各監視部300は図7に示す更新処理を実行する。

[0107] <天気予報と灌水スケジュール>

情報格納部500には、土壌水分量の現在値と減少変化の予測値、およびユーザ指示が格納される。情報格納部500には植物30の成長阻害水分点と永久しおれ点、植物30が単位時間あたりに水分を吸収する吸水量と土壌の水分保持能力が格納されている。これらの他に、情報格納部500には外

部情報源 1000 から出力配信される圃場 20 の天気予報が格納される。図面においては外部情報源 1000 を E S I と表記している。

[0108] 統合演算部 600 は、図 7 に示す更新処理の S 110 において、この天気予報を含む諸情報を情報格納部 500 から読み出す。統合演算部 600 はステップ S 120 において各監視部 300 における灌水スケジュールを決定する。

[0109] <目標値と推定値>

統合演算部 600 は、灌水スケジュールを決定するにあたって、土壌水分量の目標値と推定値を算出する。土壌水分量の目標値は、当然ながらにして、成長阻害水分点と永久しおれ点との間の値に設定される。植物 30 の健全な育成を試みるために、土壌水分量の目標値は、理論値である成長阻害水分点と永久しおれ点それぞれからある程度離れた値に設定される。

[0110] 統合演算部 600 は、この土壌水分量の目標値として、成長阻害水分点側の上限目標値と、永久しおれ点側の下限目標値とを設定する。統合演算部 600 は、灌水スケジュールの灌水期間においては、土壌水分量の推定値が上限目標値と下限目標値との間になるように、灌水スケジュールを決定する。降雨によって土壌水分量の推定値が上限目標値を上回ることが予想された場合でも、統合演算部 600 は土壌水分量の推定値が成長阻害水分点を超えないように灌水スケジュールを決定する。

[0111] 成長阻害水分点と上限目標値の間には乖離がある。この上限乖離幅は、上記した植物 30 の健全な育成を加味するとともに、圃場 20 の気候に基づいて決定される。圃場 20 の気候には、灌水スケジュールの灌水期間での圃場 20 の平均的な降雨量の期待値や、灌水期間での天気予報によって予測される総降雨量が含まれている。灌水期間での圃場 20 の平均的な降雨量の期待値は情報格納部 500 に格納されている。

[0112] 永久しおれ点と下限目標値の間には乖離がある。この下限乖離幅は、植物 30 の健全な育成を加味するとともに、給水装置 100 で故障が起きた時に復旧の見込まれる復旧時間や土壌水分量の単位時間あたりの減少量などに

に基づいて決定される。例えば、下限乖離幅は復旧時間と土壌水分量の単位時間あたりの減少量とを乗算した値に基づいて決定される。復旧時間は情報格納部500に格納されている。

[0113] 例えば外部情報源1000から1週間分の天気予報が情報格納部500に格納される場合、統合演算部600は1週間分の灌水スケジュールを決定する。この1週間の間において、天気予報によって何ら降雨予報がない場合、土壌水分量の推定値は時間経過とともに漸次低下することが予想される。この土壌水分量の推定値の単位時間あたりの減少量は、作土層の土壌水分量の減少変化の予測値に基づいて決定される。以下、表記を簡便とするため、必要に応じて、土壌水分量の推定値を、単に推定値と表記する。

[0114] 上記のように、灌水スケジュールは、環境値などに基づく土壌水分量の推定値と天気予報とに基づいて決定される。これによれば、降雨や乾燥などの天候変化によって野外の分割エリアの土壌水分量が植物30にとって不適になることを抑制できる。また、土壌水分量が成長障害水分点を上回ったり、永久しおれ点を下回ったりすることを抑制できる。

[0115] 統合演算部600は、灌水スケジュールの灌水期間の全てにおいて、土壌水分量の推定値が成長障害水分点よりも低い上限目標値を上回ることがないように目標給水量を決定している。統合演算部600は、成長障害水分点と上限目標値との乖離幅（上限乖離幅）を、圃場20の気候などに基づいて決定している。圃場20の気候には、灌水期間での圃場20の平均的な降雨量の期待値や、灌水期間での天気予報によって予測される総降雨量が含まれている。このように上限乖離幅を設定することで、灌水の供給によって土壌水分量を上限目標値に近づけた後、天気予報よりも多めの降雨があったとしても、土壌水分量が成長障害水分点に到達することが抑制される。

[0116] 統合演算部600は、灌水スケジュールにおける土壌水分量の推定値が永久しおれ点よりも高い下限目標値を下回ることがないように目標給水量を決定している。統合演算部600は、永久しおれ点と下限目標値との乖離幅（下限乖離幅）を、復旧時間と土壌水分量の単位時間あたりの減少量などに基

づいて決定している。このように下限乖離幅を設定することで、例えば土壌水分量が下限目標値に近い際に、給水弁 152 の故障などによって灌水の供給ができなくなったとしても、その故障が復旧されるまでに、土壌水分量が永久しおれ点に到達することを抑制できる。

[0117] 統合演算部 600 は、灌水スケジュールにおける土壌水分量の推定値が下限目標値に達する時刻に給水を行う。これにより土壌水分量が下限目標値を下回ることを抑制できる。統合演算部 600 は、降雨予報時刻と灌漑水の供給時刻とを異ならせる。これによれば、降雨予報よりも降雨量が多かったとしても、土壌水分量が過剰に増大することを抑制できる。

[0118] 図 13～図 15 を参照して、給水弁 152 に適用可能なバルブ装置の一例について以下に説明する。このバルブ装置は、いわゆるロータリ式のバルブ装置である。このバルブ装置は、1 個の流体流入部と 3 個の流体流出部を備えている。流体流入部に供給用配管 132 を接続し、いずれか 1 個の流体流出部に分配チューブ 136 を接続することにより、このバルブ装置は灌水システム 10 に搭載される。さらに分配チューブ 136 を接続しない流体流出部には閉塞部材を装着することにより、通路を塞ぐように構成すればよい。

[0119] バルブ装置は、図 13 に示すように、ハウジング 9、バルブ 90、駆動部 70、駆動部カバー 80 等を備えている。バルブ装置は、バルブ 90 がシャフト 92 の軸心を中心に回転することにより、バルブ装置の開閉動作を行うボールバルブとして構成されている。この明細書では、シャフト 92 の軸心に沿う方向を軸心方向 D R a、軸心方向 D R a に直交するとともに軸心方向 D R a から放射状に延びる方向を径方向 D R r として説明する。

[0120] ハウジング 9 はバルブ 90 を収容する収容部である。ハウジング 9 は、例えば樹脂部材によって形成されている。ハウジング 9 は、バルブ 90 が収容される中空形状のハウジング本体部 21 と、ハウジング本体部 21 から冷却水を流出させるパイプ部材 50 と、ハウジング本体部 21 に取り付けられる隔壁部 60 とを含んでいる。ハウジング本体部 21 は、外観が略直方体形状であって、軸心方向 D R a の他方側に開口部を有する有底形状に形成されて

いる。ハウジング本体部 2 1 は、ハウジング本体部 2 1 の外周部分を構成するハウジング外壁部 2 2 を有している。ハウジング外壁部 2 2 は、ハウジング本体部 2 1 の内部に、軸心方向 D R a の軸心を有する円柱状のバルブ収容空間 2 3 を形成している。

[0121] ハウジング外壁部 2 2 には、バルブ収容空間 2 3 に冷却水を流入させるための入口ポート 2 5 1 が形成されている。入口ポート 2 5 1 は、円形状に開口して形成され、連結配管 1 3 5 に接続されている。入口ポート 2 5 1 は、流体流入部に相当する。

[0122] ハウジング外壁部 2 2 は、パイプ部材 5 0 が取り付けられている。ハウジング外壁部 2 2 は、入口ポート 2 5 1 を介してバルブ収容空間 2 3 に流入した冷却水をパイプ部材 5 0 に流出させるための第 1 出口ポート 2 6 1 と、第 2 出口ポート 2 6 2 と、第 3 出口ポート 2 6 3 とを有する。第 1 出口ポート 2 6 1、第 2 出口ポート 2 6 2、第 3 出口ポート 2 6 3 は、流体流出部に相当する。

[0123] ハウジング外壁部 2 2 におけるハウジング開口面 2 4 は、隔壁部 6 0 が取り付けられている。ハウジング開口面 2 4 は、ハウジング本体部 2 1 において、軸心方向 D R a の他方側に配置されている。ハウジング開口面 2 4 は、バルブ収容空間 2 3 とハウジング本体部 2 1 の外部とを連通させるハウジング開口部 2 4 1 が形成されている。ハウジング開口部 2 4 1 は、ハウジング開口面 2 4 に隔壁部 6 0 が取り付けられることによって閉塞される。

[0124] パイプ部材 5 0 は、それぞれが円筒状に形成された第 1 パイプ部 5 1 と、第 2 パイプ部 5 2 と、第 3 パイプ部 5 3 とを含んでいる。第 1 パイプ部 5 1 と第 2 パイプ部 5 2 と第 3 パイプ部 5 3 とは、パイプ連結部 5 4 によって連結されている。パイプ連結部 5 4 は、第 1 パイプ部 5 1 と第 2 パイプ部 5 2 と第 3 パイプ部 5 3 とを連結させ、パイプ部材 5 0 をハウジング外壁部 2 2 に取り付ける部分である。第 1 パイプ部 5 1 は、上流側が第 1 出口ポート 2 6 1 の内側に配置されている。第 2 パイプ部 5 2 は、上流側が第 2 出口ポート 2 6 2 の内側に配置されている。第 3 パイプ部 5 3 は、上流側が第 3 出口

ポート 263 の内側に配置されている。

[0125] 隔壁部 60 は、ハウジング開口部 241 を閉塞するとともに、バルブ収容空間 23 に収容されたバルブ 90 を保持する。隔壁部 60 は、軸心方向 D R a が板厚方向である円盤状であって、ハウジング開口部 241 に対して軸心方向 D R a の他方側から一方側に向かって嵌め込まれるように配置されている。隔壁部 60 は、ハウジング開口部 241 に嵌め込まれた際に、隔壁部 60 の外周部がハウジング内周面に当接することによって、ハウジング開口部 241 を閉塞する。

[0126] 駆動部カバー 80 は駆動部 70 を収容する。駆動部カバー 80 は、樹脂製の中空形状であって、内部に駆動部 70 を収容する駆動部空間が形成されている。駆動部カバー 80 は、マイコン 330 に接続するためのコネクタ部 81 を有している。コネクタ部 81 は、バルブ装置をマイコン 330 に接続させるものであって、駆動部 70 および回転角センサ 73 が接続される端子が内蔵している。

[0127] 駆動部 70 は、バルブ 90 を回転させるための回転力を出力するモータ 71 と、モータ 71 の出力をバルブ 90 に伝動するギア部 72 と、ギア部 72 の回転角度を検出する回転角センサ 73 を含んでいる。モータ 71 は、図 14 に示すように、モータ本体とモータシャフト 711 とウォームギア 712 とモータ側端子とを備えている。モータ 71 は、モータ側端子に電力が供給されることでモータ本体が動力を出力可能に構成されている。モータ本体は、略円筒状に形成され、モータ本体の他方側の端部からモータシャフト 711 が突出している。モータ本体から出力した動力は、モータシャフト 711 およびウォームギア 712 を介してギア部 72 に出力される。

[0128] ギア部 72 は、複数の樹脂製の歯車を有する減速機構で構成されており、ウォームギア 712 から出力された動力をシャフト 92 に伝動可能に構成されている。ギア部 72 は、第 1 ギア 721 と、第 1 ギア 721 と噛み合う第 2 ギア 722 と、第 2 ギア 722 と噛み合う第 3 ギア 723 とを含んでいる。第 3 ギア 723 にシャフト 92 が接続されている。ギア部 72 は、第 1 ギ

ア 7 2 1 の外径に比較して第 2 ギア 7 2 2 の外径が大きく形成され、第 2 ギア 7 2 2 の外径に比較して第 3 ギア 7 2 3 の外径が大きく形成されている。

[0129] 第 1 ギア 7 2 1、第 2 ギア 7 2 2、第 3 ギア 7 2 3 は、それぞれの軸心がウォームギア 7 1 2 の軸心に対して直交するように配置されている。第 3 ギア 7 2 3 は、第 3 ギア 7 2 3 の軸心がシャフト 9 2 の軸心と同一軸心上になるように配置されている。第 3 ギア 7 2 3 はシャフト 9 2 が接続されている。駆動部 7 0 は、ウォームギア 7 1 2 と第 1 ギア 7 2 1、第 2 ギア 7 2 2 および第 3 ギア 7 2 3 とバルブ 9 0 とが一体に回転するように構成されており、それぞれの回転が互いに相関関係を有する。これらのギアとシャフト 9 2 とは、それぞれの回転角度が相関関係を有しており、相関関係を有するいずれか 1 つの構成品の回転角度を他の構成品の回転角度から算出可能に構成されている。

[0130] 駆動部カバー 8 0 の内周部において、第 3 ギア 7 2 3 に対向する部位には、第 3 ギア 7 2 3 の回転角度を検出する回転角センサ 7 3 が取り付けられている。回転角センサ 7 3 は、ホール素子を内蔵したホール式センサであって、第 3 ギア 7 2 3 の回転角度を非接触で検出可能に構成されている。回転角センサ 7 3 は、コネクタ部 8 1 を介してマイコン 3 3 0 に接続されている。検出された第 3 ギア 7 2 3 の回転角度は、マイコン 3 3 0 に送信される。マイコン 3 3 0 の処理部 3 3 4 は、回転角センサ 7 3 から送信された第 3 ギア 7 2 3 の回転角度に基づいて、バルブ 9 0 の回転角度を算出可能に構成されている。

[0131] シャフト 9 2 およびバルブ 9 0 について図 1 3 および図 1 5 を参照して説明する。シャフト 9 2 は、駆動部 7 0 が出力する回転力によって、軸心を中心に回転可能に構成されている。シャフト 9 2 は、バルブ 9 0 が接続されており、シャフト 9 2 が回転する際にバルブ 9 0 をシャフト 9 2 と一体に回転させることが可能に構成されている。シャフト 9 2 は、軸心に沿って円柱状に延びて形成されており、バルブ 9 0 の一方側から他方側まで貫通している。シャフト 9 2 は、軸心方向 D R a の一方側がハウジング本体部 2 1 のシャ

フト支持部に接続され、他方側がギア部 72 に接続されている。シャフト外周部には、バルブ 90 が固定されている。

[0132] バルブ 90 は、軸心を中心に回転することにより、出力する流体の流量を調整可能に構成されている。バルブ 90 は、内部にシャフト 92 が挿入されており、バルブ収容空間 23 においてシャフト 92 と一体に回転可能に収容されている。バルブ 90 は、軸心方向 D R a に沿って延びる軸心を有する筒状である。バルブ 90 は、それぞれが筒状の第 1 バルブ 93 と第 2 バルブ 94 と第 3 バルブ 95 と、筒状接続部 914 と、筒状バルブ接続部 915 とが連なって形成されている。バルブ 90 は、第 1 バルブ 93 と、筒状接続部 914 と、第 2 バルブ 94 と、筒状バルブ接続部 915 と、第 3 バルブ 95 とが軸心方向 D R a の一方側から他方側に向かって、この順に並んで配置されている。第 1 バルブ 93 および第 2 バルブ 94 は、筒状接続部 914 を介して接続されている。第 2 バルブ 94 および第 3 バルブ 95 は、筒状バルブ接続部 915 を介して接続されている。

[0133] バルブ 90 は、バルブ収容空間 23 において、第 2 バルブ 94 および筒状接続部 914 が径方向 D R r において、入口ポート 251 に対向している。バルブ 90 は、中央にシャフト 92 が挿入される円筒状のシャフト接続部 916 を有する。バルブ 90 は、シャフト接続部 916 にシャフト 92 が挿入されることによって、シャフト 92 に接続される。バルブ 90 は、例えば、第 1 バルブ 93 と第 2 バルブ 94 と第 3 バルブ 95 と筒状接続部 914 と筒状バルブ接続部 915 とシャフト接続部 916 とが射出成形によって一体成形されている。

[0134] バルブ 90 は、バルブ 90 に流入された冷却水を第 1 出口ポート 261、第 2 出口ポート 262、第 3 出口ポート 263 に流出させるための弁体である。バルブ 90 は、回転することで、第 1 バルブ 93 が第 1 出口ポート 261 を開閉し、第 2 バルブ 94 が第 2 出口ポート 262 を開閉し、第 3 バルブ 95 が第 3 出口ポート 263 を開閉する。

[0135] 第 1 バルブ 93、第 2 バルブ 94 および第 3 バルブ 95 は、それぞれの軸

心がシャフト92の軸心と同一軸心上に配置されている。第1バルブ93、第2バルブ94、第3バルブ95のそれぞれは、軸心方向D R aにおける中央部分が両端側に比較して径方向D R rの外側に膨らんでいる。第1バルブ93、第2バルブ94、第3バルブ95のそれぞれは、内側を流体が流通可能に構成されている。

[0136] 第1バルブ93は、図15に示すように、外周部を形成する第1バルブ外周部931を有し、第1バルブ外周部931の内側に第1流路部961が形成されている。第1バルブ93には、流体を第1流路部961に流入させる第1内側開口部936が形成されている。第1バルブ93は、バルブ収容空間23に流入された流体が、第1内側開口部936を介して第1流路部961に流入する。第1流路部961は、バルブ装置における流路部に相当する。

[0137] 第1バルブ外周部931には、図15に示すように、シャフト92が回転した際に第1シール開口部581を介して第1流路部961を第1出口ポート261に連通させる第1外周開口部934が形成されている。第1バルブ93は、第1外周開口部934が第1出口ポート261に連通することによって、第1流路部961に流入した流体を第1出口ポート261から流出させる。第1バルブ外周部931に形成される第1外周開口部934は、バルブ外周部に形成される外周開口部に相当する。第1外周開口部934は、第1バルブ外周部931において、シャフト92の軸心の周方向に沿って延びて形成されている。第1バルブ93から装置の流出する流体の流量は、シャフト92が回転した際における第1外周開口部934と第1シール開口部581とが重なる面積に応じて調整される。第1内側開口部936は、第1バルブ93の外部と第1流路部961とを連通させる連通路として機能する。

[0138] 第2バルブ94は、図15に示すように、外周部を形成する第2バルブ外周部941を有し、第2バルブ外周部941の内側に第2流路部962が形成されている。第2バルブ94には、軸心方向D R aの一方側に、流体を第2流路部962に流入させる第2内側開口部946が形成されている。第2

バルブ 9 4 は、入口ポート 2 5 1 を介してバルブ収容空間 2 3 に流入された流体が第 2 内側開口部 9 4 6 を介して第 2 流路部 9 6 2 を流通可能に構成されている。第 2 流路部 9 6 2 は、バルブ装置における流路部に相当する。

[0139] 第 2 バルブ外周部 9 4 1 には、図 1 5 に示すように、シャフト 9 2 が回転した際に第 2 シール開口部 5 8 2 を介して第 2 流路部 9 6 2 を第 2 出口ポート 2 6 2 に連通させる第 2 外周開口部 9 4 4 が形成されている。第 2 バルブ 9 4 は、第 2 外周開口部 9 4 4 が第 2 出口ポート 2 6 2 と連通することによって、第 2 流路部 9 6 2 に流入した流体を第 2 出口ポート 2 6 2 から流出させる。第 2 バルブ外周部 9 4 1 に形成される第 2 外周開口部 9 4 4 は、バルブ外周部に形成される外周開口部に相当する。

[0140] 第 2 外周開口部 9 4 4 は、シャフト 9 2 の軸心の周方向に延びるように形成されている。第 2 バルブ 9 4 から装置の外部へ流出する流体の流量は、シャフト 9 2 が回転した際における第 2 外周開口部 9 4 4 と第 2 シール開口部 5 8 2 とが重なる面積に応じて調整される。第 2 内側開口部 9 4 6 は、第 2 バルブ 9 4 の外部と第 2 流路部 9 6 2 とを連通させる連通路として機能する。第 2 内側開口部 9 4 6 は、第 1 内側開口部 9 3 6 に対向している。筒状接続部 9 1 4 は、第 1 バルブ 9 3 および第 2 バルブ 9 4 を接続するためのものである。筒状接続部 9 1 4 は、筒状接続部 9 1 4 の外周部とハウジング内周面との間に第 1 バルブ間空間 9 7 を形成している。第 1 流路部 9 6 1 および第 2 流路部 9 6 2 は、第 1 バルブ間空間 9 7 を介して連通している。

[0141] 第 2 バルブ 9 4 は、内部の略中央にシャフト 9 2 の外周部を覆うシャフト接続部 9 1 6 が配置されている。第 2 バルブ 9 4 は、第 2 バルブ外周部 9 4 1 の軸心方向 D R a の他方側に筒状バルブ接続部 9 1 5 が接続されている。第 2 バルブ 9 4 は、第 2 流路部 9 6 2 に流入された流体を筒状バルブ接続部 9 1 5 を介して第 3 バルブ 9 5 に流入可能に構成されている。

[0142] 筒状バルブ接続部 9 1 5 は、内側に第 2 バルブ間空間 9 8 が形成されている。第 2 バルブ間空間 9 8 は、第 2 流路部 9 6 2 および第 3 流路部 9 6 3 に連通している。筒状バルブ接続部 9 1 5 は、軸心方向 D R a の一方側の外径

が第2バルブ94の軸心方向D R aの他方側の部位の外径と同じ大きさである。筒状バルブ接続部915は、軸心方向D R aの他方側の外径が第3バルブ95の軸心方向D R aの一方側の部位の外径と同じ大きさである。筒状バルブ接続部915は、第2バルブ外周部941および第3バルブ外周部951に連なって形成されている。

[0143] 第3バルブ95は、図15に示すように、第3バルブ95の外周部を形成する第3バルブ外周部951を有し、第3バルブ外周部951の内側に第3流路部963が形成されている。第3バルブ95は、第3バルブ外周部951における軸心方向D R aの一方側が筒状バルブ接続部915に接続されている。第3バルブ95は、第2流路部962に流入された流体が第2バルブ間空間98を介して第3流路部963に流入する。第3流路部963は、バルブ装置における流路部に相当する。

[0144] 第3バルブ外周部951には、図15に示すように、シャフト92が回転した際に第3シール開口部583を介して第3流路部963を第3出口ポート263に連通させる第3外周開口部954が形成されている。第3バルブ95は、第3外周開口部954が第3出口ポート263に連通することによって、第3流路部963に流入した流体を第3出口ポート263から装置の外部に流出させる。第3バルブ外周部951に形成される第3外周開口部954は、バルブ外周部に形成される外周開口部に相当する。

[0145] 第3外周開口部954は、第3バルブ外周部951において、軸心の周方向に沿って延びて形成されている。第3バルブ95から装置の外部へ流出する流体の流量は、シャフト92が回転した際における第3外周開口部954と第3シール開口部583とが重なる面積に応じて、調整される。シャフト接続部916は、筒状であって、挿入されたシャフト92が固定されることによりバルブ90とシャフト92とを接続している。シャフト接続部916は、シャフト92が回転した際に、シャフト92の回転力をシャフト接続部916を介してバルブ90に伝動する。シャフト接続部916は、第2バルブ94から第3バルブ95まで軸心方向D R aの他方側に向かって延びて形

成されている。

[0146] 給水弁 152 の作動について説明する。マイコン 330 は、分配チューブ 136 に対して必要な流量を給水するためのバルブ 90 の回転角度、すなわちモータ 71 の回転角度を算出する。マイコン 330 は、算出したモータ 71 の回転角度の情報を給水弁 152 に送信する。このとき、分配チューブ 136 に接続しない 2 個の流体流出部には閉塞部材を装着している。

[0147] 給水弁 152 は、マイコン 330 から受信した回転角度の情報に基づいて、モータ 71 を回転させる。給水弁 152 は、モータ 71 を回転させることで、ギア部 72 およびシャフト 92 を介してバルブ 90 を回転させ、第 1 外周開口部 934、第 2 外周開口部 944、第 3 外周開口部 954 から必要な流量の流体を流出させる。

[0148] 例えば、分配チューブ 136 に連通させる流体流出部として第 1 出口ポート 261 を採用した場合について説明する。給水弁 152 は、バルブ 90 を回転させることで、第 1 バルブ 93 の第 1 外周開口部 934 を第 1 出口ポート 261 に連通させる。給水弁 152 は、バルブ 90 の回転位置を調整することによって、第 1 外周開口部 934 と第 1 シール開口部 581 との重なる面積を調整する。給水弁 152 は、入口ポート 251 からバルブ収容空間 23 に流入した流体を第 1 内側開口部 936 を介して第 1 流路部 961 に流入させ、第 1 外周開口部 934 から第 1 出口ポート 261 へ流出させる。マイコン 330 は、第 1 外周開口部 934 と第 1 シール開口部 581 との重なり面積であるバルブ開度を制御することにより灌水の飛水距離を制御して、必要な位置に灌水を供給する。

[0149] 例えば、分配チューブ 136 に連通させる流体流出部として第 2 出口ポート 262 を採用した場合について説明する。給水弁 152 は、バルブ 90 を回転させることで、第 2 バルブ 94 の第 2 外周開口部 944 を第 2 出口ポート 262 に連通させる。給水弁 152 は、バルブ 90 の回転位置を調整することによって、第 2 外周開口部 944 と第 2 シール開口部 582 との重なる面積を調整する。給水弁 152 は、入口ポート 251 からバルブ収容空間 2

3に流入した流体を第2内側開口部946を介して第2流路部962に流入させ、第2外周開口部944から第2出口ポート262へ流出させる。マイコン330は、第2外周開口部944と第2シール開口部582との重なり面積であるバルブ開度を制御することにより灌水の飛水距離を制御して、必要な位置に灌水を供給する。

[0150] 例えば、分配チューブ136に連通させる流体流出部として第3出口ポート263を採用した場合について説明する。給水弁152は、バルブ90を回転させることで、第3バルブ95の第3外周開口部954を第3出口ポート263に連通させる。給水弁152は、バルブ90の回転位置を調整することによって、第3外周開口部954と第3シール開口部583との重なる面積を調整する。給水弁152は、入口ポート251からバルブ収容空間23に流入した流体を第2バルブ94の第2流路部962を介して第3流路部963に流入させ、第3外周開口部954から第3出口ポート263へ流出させる。マイコン330は、第3外周開口部954と第3シール開口部583との重なり面積であるバルブ開度を制御することにより灌水の飛水距離を制御して、必要な位置に灌水を供給する。

[0151] 給水弁152は、回転角センサ73が第3ギア723の回転角度を検出し、検出した回転角度の情報をマイコン330にフィードバックすることによって、モータ71の回転角度を調整する。

[0152] 図16のグラフを参照して、シャフト92の回転角度とバルブ装置の流量との関係を説明する。図16は、モータ71の回転角度RAを横軸とし、バルブ装置から流出する流体の流量FRを縦軸としている。図16において、FO1は第1バルブ93であり、FO2は第2バルブ94であり、FO3は第3バルブ95である。図16において、FSはバルブ開度が全開状態であることを示し、FCはバルブ開度が全閉状態であることを示し、MOはバルブ開度が中間開度であることを示している。中間開度は、全閉状態と全開状態の間の開度である。図16における実線のグラフは、第3バルブ95から流出する流体の流量と回転角度との関係を示している。図16における破線

のグラフは、第2バルブ94から流出する流体の流量と回転角度との関係を示している。図16における一点鎖線のグラフは、第1バルブ93から流出する流体の流量と回転角度との関係を示している。

[0153] 図16に示すように、回転角度0度付近では第3バルブ95が全開状態で、他のバルブは全閉状態であり、第3バルブ95のみを通じて流体が装置外部へ流出する。この状態から回転角度を大きくしていくと第3バルブ95が中間開度に移行し、さらに回転角度を大きくすると3個のバルブすべてが全閉状態になる。

[0154] 3個のバルブすべてが全閉状態から回転角度を大きくしていくと、第2バルブ94のみが中間開度を介して全開状態に移行する。さらに回転角度を大きくすると、第1バルブ93が中間開度を介して全開状態に移行して、第1バルブ93と第2バルブ94が全開状態になる。この状態から回転角度を大きくすると、第2バルブ94が中間開度を介して全閉状態に移行して、第2バルブ94と第3バルブ95が全閉状態になる。さらに回転角度を大きくしていくと、第1バルブ93が中間開度を介して全閉状態に移行して、すべてのバルブが全閉状態になる。

[0155] 以上のように、回転角度に応じて、各バルブの開度が変わり、各バルブから流出する流体流量が変化ようになる。灌水システム10における各給水弁152は、3個のバルブのうちの一つのみから流体を供給する構成により、回転角度に応じて圃場20への飛水距離および給水量を制御する。

[0156] 次に、灌水システム10が備える通路構成と給水制御に関する構成部品とに係る一例について、図17および図18を用いて説明する。図17は、分配チューブ136と給水弁152と水圧センサ153との位置関係の一例を示している。縦配管133は、複数の分配チューブ136に至る複数の通路に接続されている。複数の通路のそれぞれは、分配チューブ136と縦配管133とを連結する通路である。各分配チューブ136と縦配管133との間の通路には、給水弁152と、水圧センサ153aまたは流量センサ154aとが設けられている。水圧センサ153aまたは流量センサ154a

は、給水弁 152 よりも下流に設けられている。水圧センサ 153 a、流量センサ 154 a は、分配チューブ 136 の貫通孔へ向けて流下する上流通路において給水に関する給水情報を検出する。信号出力部 332 は、上流通路において検出された給水情報を用いたフィードバック制御によってバルブ開度を制御する制御信号を給水弁に出力する。

[0157] 縦配管 133 は、各給水弁 152 の入口ポート 251 に至る通路に連結されている。各分配チューブ 136 は、各給水弁 152 における流体流出部の一つである第 1 パイプ部 51 に至る通路に連結されている。この場合、他の流体流出部である第 2 パイプ部 52 と第 3 パイプ部 53 は、閉塞部材によって閉塞されている。また、水圧センサ 153 b または流量センサ 154 b は、分配チューブ 136 において最下流に位置する貫通孔よりもさらに下流に設けられている構成でもよい。水圧センサ 153 b、流量センサ 154 b は、分配チューブ 136 の下流末端において給水に関する給水情報を検出する。信号出力部 332 は、下流末端において検出された給水情報を用いたフィードバック制御によってバルブ開度を制御する制御信号を給水弁に出力する。信号出力部 332 は、上流通路と下流末端とにおいて検出された給水情報を用いたフィードバック制御によってバルブ開度を制御する制御信号を給水弁に出力する。

[0158] 灌水システム 10 が備える分配チューブ 136 は、内部を流通する水圧に応じて伸縮するように構成されている。分配チューブ 136 は、例えば水圧に応じて弾性変形可能な材質や硬度を有して形成されている。図 18 は、分配チューブ 136 の膨張と内圧との関係を説明するための図である。(a) は、給水弁 152 のバルブ開度が全閉のときのチューブ断面を示している。この状態のチューブは、内部に水が満たされていない内圧がほぼゼロであり、膨らんでいない扁平形状である。(c) は、給水弁 152 のバルブ開度が全開で内圧によって最大限に膨張しきっているチューブ断面を示している。この状態では、チューブから吐水中にチューブは伸縮することなく、通水圧損によってチューブの下流部位での吐水量は上流部位よりも少なくなる。し

たがって、チューブからの吐水量は、チューブの延長方向においてばらついている。

[0159] 図18における(b)は、(a)の状態と(c)の状態との間に位置する内圧に制御されたチューブ断面を示している。この状態では、チューブは膨張しきっておらず、内圧のわずかな変化によって伸縮可能な状態である。このため、チューブ自体が通水の内圧変化によってダイヤフラムとして機能するので、チューブの下流部位と上流部位とにおいて吐水量にあまり差がない。したがって、チューブからの吐水量は、チューブの延長方向全体においてほぼ均等になっている。給水弁152のバルブ開度は、灌水実施中において(c)のようにチューブが伸縮可能である内圧になるように、水圧センサ153などの検出値を用いて制御されている。

[0160] 監視部300のマイコン330には、水圧センサ153aや水圧センサ153bで検出された水圧が出力される。マイコン330は、水圧センサ153aや水圧センサ153bによって検出された水圧を用いて、各給水弁152のバルブ開度をフィードバック制御して目標開度に制御する。マイコン330は、流量センサ154aや流量センサ154bによって検出された流量を用いて、各給水弁152のバルブ開度をフィードバック制御して目標開度に制御する。灌水システム10は、給水弁152毎に個別にバルブ開度を制御することにより、対応する分配チューブ136からの吐水量や飛水距離を個別に制御する。このような制御により、マイコン330は、圃場20の高低差、給水源圧力の変動、縦配管133から分配チューブへの灌水分配量の変動などによって、各分配チューブの流量や圧力が変化しても、狙いとする吐水量を満足する灌水を実施できる。

[0161] 処理部334は、圧力補正機構を有していない分配チューブ136へ流下する灌水の圧力を分配チューブよりも上流で制御する給水弁についてバルブ開度を決定する。信号出力部332は、分配チューブから貫通孔を介して放出される灌水量を制御するために、このバルブ開度に制御する制御信号を給水弁に出力する。信号出力部332は、バルブ開度を目標開度に制御するた

めに必要な通電時間を複数の段階に細分化した細分化時間（細分化量）ずつ制御して段階的に目標開度に制御する。信号出力部 332 は、バルブ開度を目標開度に制御するために必要な通電量（細分化量）を複数の段階に細分化した細分化通電量ずつ制御して段階的に目標開度に制御する。マイコン 330 は、このように給水弁 152 のバルブ開度を急激に開閉するのではなく徐々に大きくしたり小さくしたりするように制御する。この制御によれば、給水弁 152 は急激な圧力変化を抑え、圧力変化に伴う不具合を防ぐことができる。この制御は、例えばウォーターハンマによる通路構成部品の破損を抑制することに寄与する。

[0162] 第 1 実施形態の灌水システム 10 は、圃場 20 に灌水を散水するための複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブ 136 を備える。灌水システム 10 は、分配チューブ 136 よりも上流において分配チューブ 136 へ向けて流下する給水の圧力を制御する給水弁 152 を備える。灌水システム 10 は、給水弁 152 のバルブ開度を制御して、分配チューブ 136 から貫通孔を介して放出される灌水量を制御する制御装置を備える。灌水システム 10 によれば、圧力補正機構を有していない分配チューブ 136 の上流において給水弁 152 のバルブ開度を制御して灌水量を制御する。灌水システム 10 は、このバルブ開度の制御によって、灌水量を順次に変動させる灌水を実施できる。したがって、分配チューブ 136 から点滴灌水および散水灌水の両方を実施できる。

[0163] 灌水システム 10 は、分配チューブの貫通孔へ向けて流下する上流通路または分配チューブの下流末端において給水情報を検出する、水圧センサまたは流量センサを備える。制御装置は、検出された給水情報を用いたフィードバック制御によって給水弁のバルブ開度を制御する。これによれば、分配チューブに対して上流通路または下流末端において検出した水圧情報または流量情報を用いてバルブ開度を調整し続けて吐水量を制御し続ける。したがって、灌水システム 10 は、天候、土壌状態、作物の生育状況などに応じた、目標とする吐水量に定常的に制御することができる。

[0164] 水圧センサまたは流量センサは、前述の上流通路と前述の下流末端とにおいて給水情報を検出する。制御装置は、上流通路と下流末端とにおいて検出された給水情報を用いたフィードバック制御によってバルブ開度を制御する。これによれば、分配チューブに対して上流通路と下流末端とにおいて検出した水圧情報または流量情報を用いてバルブ開度を調整し続ける。灌水システム10は、上流通路と下流末端との給水情報を反映した制御により、分配チューブの長さ全体にわたって吐水量のばらつきを抑えるバルブ開度制御を実施できる。

[0165] 制御装置は、分配チューブ136が伸縮する水圧の範囲で、給水弁152のバルブ開度を制御する。この制御によれば、分配チューブが膨らみ切るよりも低い圧力に制御するように給水弁のバルブ開度を制御する。これにより、チューブ自体がダイヤフラム弁の役割を果たすため、分配チューブの下流末端まで安定した吐水量を提供できる。したがって、チューブの下流部位と上流部位とで吐水量の差を抑えた灌水を実現できる。

[0166] 出力部は、内部を流通する水圧に応じて伸縮するように構成されている分配チューブが伸縮する水圧の範囲で、バルブ開度を制御する制御信号を給水弁に出力する。この制御装置は、分配チューブが膨らみ切るよりも低い圧力に制御するように給水弁のバルブ開度を制御する。この制御によれば、チューブ自体がダイヤフラム弁の役割を果たす作用により、分配チューブの下流末端まで安定した吐水量を提供できる。

[0167] <第2実施形態>

第2実施形態について図19～図20を参照して説明する。第2実施形態の灌水システム10は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図19に示す構成を有している。第2実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0168] 図19は、分配チューブ137と給水弁152と水圧センサ153との位置関係の一例を示している。図19に示す通路構成は、図17に示す構成に

対して、灌水を吐出する分配チューブ137の構成が相違している。分配チューブ137は、圃場20において、U字状を形成して配置されている。第2実施形態の灌水システム10は、ポンプ110からの給水が流通する縦配管133に接続されている複数の分配チューブ137を備える。分配チューブ137は、第1分配部137aと、第2分配部137bと、第1分配部137aと第2分配部137bとを連結する折り返し部とを有している。第1分配部137aと第2分配部137bは、同一の方向である、例えばx方向に延びる形状であり、所定間隔をあけてy方向に並んでいる。

[0169] 分配チューブ137は、水压変化にかかわらず一定の吐水量を実現するような圧力補正機構を有していない。分配チューブ137の貫通孔からの吐水量は、水压に応じて変化するようになっている。分配チューブ137は、第1実施形態の分配チューブ136と同様に、内部を流通する水压に応じて伸縮するように構成されている。分配チューブ137は、例えば水压に応じて弾性変形可能な材質や硬度を有して形成されている。第1分配部137aと第2分配部137bの各チューブ部分には、灌水が流動する各分配部の内部と外部とを連通する複数の貫通孔が形成されている。複数の貫通孔は、各分配部において、チューブの軸方向に所定間隔をあけて並んで設けられている。また、貫通孔は、各分配部において、チューブの周方向に所定間隔をあけて並んで設けられている構成でもよい。

[0170] 縦配管133は、複数の分配チューブ137に至る複数の通路に接続されている。複数の通路のそれぞれは、第1分配部137aや第2分配部137bと縦配管133とを連結する通路である。第1分配部137aと縦配管133との間の通路には、給水弁152と、水压センサ153aまたは流量センサ154aとが設けられている。第2分配部137bと縦配管133との間の通路には、給水弁152と、水压センサ153aまたは流量センサ154aとが設けられている。

[0171] 分配チューブ137の両端に位置する2個の水圧センサ153aは、分配チューブの貫通孔へ向けて流下する上流通路において給水に関する給水情報

を検出する。また、この2個の水圧センサ153aは、分配チューブの下流末端において給水に関する給水情報を検出する。この2個の水圧センサ153aは、2個の流量センサ154aに置き換える構成としてもよい。第1分配部137aと第2分配部137bのそれぞれは、給水弁152における流体流出部の一つである第1パイプ部51に至る通路に連結されている。灌水システム10は、給水弁152毎に個別にバルブ開度を制御することにより、対応する分配チューブ137からの吐水量や飛水距離を個別に制御する。

[0172] この灌水システム10は、分配チューブ137の灌水において、第1分配部137a側から給水する場合と第2分配部137b側から給水する場合とのいずれかを実施できる。マイコン330は、第1分配部137aから吐水する場合は第1分配部137aと縦配管133との間にある給水弁152のバルブ開度を開状態に制御する。マイコン330は、第2分配部137bから吐水する場合は第2分配部137bと縦配管133との間にある給水弁152のバルブ開度を開状態に制御する。

[0173] 第1分配部137aのみから吐水する場合、マイコン330は第1分配部137a側のバルブを開、第2分配部137b側のバルブを閉に制御する。この制御により、第1分配部137a側から供給された灌水は、第1分配部137aの貫通孔から吐水し、折り返し部を流下して第2分配部137bの貫通孔から吐水する。第2分配部137bのみから吐水する場合、マイコン330は第2分配部137b側のバルブを開に制御し第1分配部137a側のバルブを閉に制御する。この制御により、第2分配部137b側から供給された灌水は、第2分配部137bの貫通孔から吐水し、折り返し部を流下して第1分配部137aの貫通孔から吐水する。

[0174] 図20は、分配チューブ137における吐水位置と灌水量との関係を説明するための図である。図20は、分配チューブ137における貫通孔の位置を横軸とし、灌水量を縦軸としている。吐水位置P1は、第1分配部137aにおいて給水弁152に最も近い貫通孔の位置である。吐水位置P2は、第1分配部137aにおいて折り返し部に最も近い貫通孔の位置である。吐

水位置 P 3 は、第 2 分配部 1 3 7 b において折り返し部に最も近い貫通孔の位置である。吐水位置 P 4 は、第 2 分配部 1 3 7 b において給水弁 1 5 2 に最も近い貫通孔の位置である。

[0175] 図 20 の破線グラフは、第 1 分配部 1 3 7 a 側の給水弁 1 5 2 を開状態に制御して第 2 分配部 1 3 7 b 側の給水弁 1 5 2 を閉状態に制御した灌水量を示している。つまり、図 20 の破線グラフは、第 1 分配部 1 3 7 a 側の給水弁 1 5 2 のみから給水する灌水量において吐水位置と灌水量との関係を示している。破線グラフによると、灌水量は、吐水位置 P 1、吐水位置 P 2、吐水位置 P 3、吐水位置 P 4 の順に多く、通水抵抗のため給水弁 1 5 2 から遠くなるほど少なくなる。

[0176] 図 20 の一点鎖線グラフは、第 1 分配部 1 3 7 a 側の給水弁 1 5 2 を閉状態に制御して第 2 分配部 1 3 7 b 側の給水弁 1 5 2 を開状態に制御した灌水量を示している。つまり、図 20 の一点鎖線グラフは、第 2 分配部 1 3 7 b 側の給水弁 1 5 2 のみから給水する灌水量において吐水位置と灌水量との関係を示している。一点鎖線グラフによると、灌水量は、吐水位置 P 4、吐水位置 P 3、吐水位置 P 2、吐水位置 P 1 の順に多く、通水抵抗のため給水弁 1 5 2 から遠くなるほど少なくなる。

[0177] 図 20 の実線グラフは、破線のグラフと一点鎖線のグラフとを合わせた合計の灌水量を示している。つまり、図 20 の実線グラフは、第 1 分配部 1 3 7 a 側からの給水による灌水量と第 2 分配部 1 3 7 b 側からの給水による灌水量との合計灌水量を示している。実線グラフにおける灌水量のばらつきは、破線グラフにおける上流と下流との灌水量の差や、一点鎖線グラフにおける上流と下流との灌水量の差よりも小さい。灌水システム 10 は、第 1 分配部 1 3 7 a 側からの灌水量と第 2 分配部 1 3 7 b 側からの灌水量とを切り換える灌水量制御により、吐水位置による灌水量のばらつきを抑制できる。

[0178] 第 2 実施形態の灌水システム 10 がもたらす作用効果について説明する。分配チューブ 1 3 7 は、それぞれ貫通孔が複数形成された第 1 分配部 1 3 7 a および第 2 分配部 1 3 7 b と、第 1 分配部と第 2 分配部とを連結する折り

返し部とを有する。第2分配部137bは、第1分配部137aに沿うように延びて間隔をあけて第1分配部と並んでいる。給水弁152は、第1分配部と第2分配部のそれぞれにおいて折り返し部とは反対側の端部に向けて流下する給水の圧力を制御する。

[0179] これによれば、第2分配部側の給水弁を閉じて第1分配部側の給水弁の開度を制御することで第1分配部から第2分配部へ流下する灌水を実施できる。さらに第1分配部側の給水弁を閉じて第2分配部側の給水弁の開度を制御することにより第2分配部から第1分配部へ流下する灌水を実施できる。制御装置は、この2つの灌水を切り換える制御を実施できる。この切り換える灌水制御により、灌水システム10は、U字状の分配チューブにおいて、チューブ圧損による吐水量のばらつきを抑制することができる。

[0180] <第3実施形態>

第3実施形態について図21を参照して説明する。第3実施形態の灌水システム10は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図21に示す構成を有している。第3実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0181] 図21は、分配チューブ136と給水弁152との位置関係の一例を示している。圃場20に並ぶ所定数の分配チューブ136は、1個の給水弁152が設置された通路に対して下流において接続されている。第3実施形態では所定数は、例えば2個または3個である。縦配管133には、所定数の分配チューブ136および1個の給水弁152に連通する通路が複数接続されている。複数の通路のそれぞれは、所定数の分配チューブ136および1個の給水弁152と縦配管133とを連結する通路である。所定数の分配チューブ136と1個の給水弁152を有する灌水用通路をなすグループは、圃場20において所定間隔をあけてy方向に複数個並んでいる。

[0182] この実施形態の各給水弁152は、1個の流体流入部によって縦配管133に連通し、3個の流体流出部によって3個の分配チューブ136に連通している。各分配チューブ136は、給水弁152における流体流出部に連通

している。水圧センサ 153 a または流量センサ 154 a は、給水弁 152 よりも下流の通路であって、給水弁 152 の流体流出部と分配チューブ 136 との間に設けられている。給水弁 152 の第 1 パイプ部 51 は、分配チューブ 136 に連通している。給水弁 152 の第 2 パイプ部 52 は、分配チューブ 136 に連通している。給水弁 152 の第 3 パイプ部 53 は、分配チューブ 136 に連通している。灌水システム 10 は、給水弁 152 毎にバルブ開度を個別に制御することにより、給水弁 152 に連通する所定数の分配チューブ 136 からの灌水を個別に制御できる。

[0183] 第 3 実施形態の灌水システム 10 は、上流の通路において所定数の分配チューブ 136 に連通するように設けられた 1 個の給水弁 152 を備える。これによれば、分配チューブから点滴灌水および散水灌水の両方を実施できるシステムにおいて、流量調整バルブの個数を低減でき、部品コストや制御コストを抑制できる。

[0184] <第 4 実施形態>

第 4 実施形態について図 22 を参照して説明する。第 4 実施形態の灌水システム 10 は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図 22 に示す構成を有している。第 4 実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0185] 図 22 は、分配チューブ 136 と給水弁 152 との位置関係の一例を示している。第 4 実施形態の灌水システム 10 は、第 3 実施形態に対して、給水弁 152 と複数の分配チューブ 136 とを連結する継手部材 138 を有する点が相違する。継手部材 138 は、給水弁 152 の流体流出部の一つと所定数の分配チューブ 136 とを連結する連結用部材である。第 4 実施形態では所定数は、2 個以上の個数である。

[0186] 縦配管 133 には、1 個の給水弁 152、複数の継手部材 138、および各継手部材 138 に接続された所定数の分配チューブ 136 に連通する通路が複数接続されている。複数の通路のそれぞれは、複数の分配チューブ 136、複数の継手部材 138 および 1 個の給水弁 152 と縦配管 133 とを連

結する通路である。複数の分配チューブ 1 3 6 と複数の継手部材 1 3 8 と 1 個の給水弁 1 5 2 を有する灌水用通路をなすグループは、圃場 2 0 において所定間隔をあけて y 方向に複数個並んでいる。1 個の給水弁 1 5 2 に連通する分配チューブ 1 3 6 の個数は、各給水弁 1 5 2 に接続される継手部材 1 3 8 の個数に所定数を乗じた個数になる。

[0187] 各給水弁 1 5 2 は、1 個の流体流入部によって縦配管 1 3 3 に連通し、3 個の流体流出部によって複数の継手部材 1 3 8 を介して複数の分配チューブ 1 3 6 に連通する。継手部材 1 3 8 は、1 個の流入管部 1 3 8 a と 2 個の分岐管部 1 3 8 b とを備えている。流入管部 1 3 8 a は、給水弁 1 5 2 における流体流出部に連通している。各分岐管部 1 3 8 b は、分配チューブ 1 3 6 に連通している。水圧センサ 1 5 3 a または流量センサ 1 5 4 a は、給水弁 1 5 2 よりも下流の通路であって、給水弁 1 5 2 の流体流出部と流入管部 1 3 8 a との間に設けられている。給水弁 1 5 2 の第 1 パイプ部 5 1 は、継手部材 1 3 8 の流入管部 1 3 8 a に連通している。給水弁 1 5 2 の第 2 パイプ部 5 2 は、継手部材 1 3 8 の流入管部 1 3 8 a に連通している。給水弁 1 5 2 の第 3 パイプ部 5 3 は、継手部材 1 3 8 の流入管部 1 3 8 a に連通している。灌水システム 1 0 は、給水弁 1 5 2 毎にバルブ開度を個別に制御することで継手部材 1 3 8 を介して給水弁 1 5 2 に連通する複数の分配チューブ 1 3 6 からの灌水を制御できる。

[0188] 第 4 実施形態の灌水システム 1 0 は、所定数の分配チューブ 1 3 6 にそれぞれ連通するように設けられた複数の流体流出部を有する 1 個の給水弁 1 5 2 を備える。このシステムは、分配チューブから点滴灌水および散水灌水の両方を実施できるとともに、流量調整バルブの個数を低減でき、部品コストや制御コストを抑制できる。

[0189] <第 5 実施形態>

第 5 実施形態について図 2 3 を参照して説明する。第 5 実施形態の灌水システム 1 0 は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図 2 3 に示す構成を有している。第 5 実施形態で特に説明しない構成、作用、効果につ

いては、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0190] 図23は、分配チューブ137と給水弁152との位置関係の一例を示している。図23に示す通路構成は、図19に示す構成に対して、分配チューブ137に対する給水弁152の接続に関する構成が相違している。

[0191] 図23に示すように、ポンプ110に最も近い位置にある1番目の分配チューブ137は、第1分配部137aが1番目の給水弁152の入口ポート251に接続されている。この給水弁152は、第1パイプ部51が縦配管133に接続され第2パイプ部52が大気に対して開放されている。1番目の給水弁152は、第1分配部137aにおいて折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第1給水弁である。1番目の分配チューブ137の第2分配部137bは、1番目の給水弁152の隣に位置する2番目の給水弁152における第1パイプ部51に接続されている。2番目の給水弁152の第2パイプ部52は、1番目の分配チューブ137の隣に位置する2番目の分配チューブ137における第1分配部137aに接続されている。2番目の給水弁152の入口ポート251は縦配管133に接続されている。2番目の給水弁152は、第1分配部137aと第2分配部137bのそれぞれにおいて折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第2給水弁である。

[0192] 2番目の分配チューブ137の第2分配部137bは、2番目の給水弁152の隣に位置する3番目の給水弁152における入口ポート251に接続されている。3番目の給水弁152の第1パイプ部51は、縦配管133に接続されている。3番目の給水弁152の第2パイプ部52は大気に対して開放されている。3番目の給水弁152は、2番目の分配チューブ137の第2分配部137bにおいて折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第2給水弁である。水圧センサ153aまたは流量センサ154aは、2番目の給水弁152よりも下流の通路に設けられている。水圧センサ153aまたは流量センサ154aは、例えば給水弁152の流体流出部と分配チューブ137との間に設けられている。

[0193] このように隣り合う3個の給水弁152のうち両端の給水弁152のそれぞれは、流体流出部の一つが大気開放しもう一つが給水源であるポンプ110に連通する。さらに両端の給水弁152のそれぞれは、入口ポート251が分配チューブ137に接続されている。真ん中の給水弁152は、流体流出部が第1分配部137aと第2分配部137bに接続し入口ポート251が給水源であるポンプ110に連通する。以上述べたように、隣り合う2個の分配チューブ137と3個の給水弁152は、灌水用通路に係る1つのグループを構成する。圃場20には、このグループをなす灌水用通路が所定間隔をあけてy方向に複数個並んでいる。

[0194] 灌水システム10は、分配チューブ137から吐水して灌水する制御と、分配チューブ137を介して大気開放した給水弁の流体流出部から排水する制御とを実施できる。1番目の分配チューブ137から灌水する場合、マイコン330は、第1パイプ部51を介して水が流下するように2番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。さらにマイコン330は、流体流出部への流下を遮断するように1番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。この制御により、給水は、2番目の給水弁152の第1パイプ部51から1番目の分配チューブ137へと流下し、各貫通孔から吐水した灌水が圃場20に供給される。

[0195] 1番目の分配チューブ137を介した排水を行う場合、マイコン330は、第1パイプ部51を介して水が流下するように2番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。さらにマイコン330は、大気開放された第2パイプ部52へ水が流下するように1番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。この制御により、給水は、2番目の給水弁152の第1パイプ部51から1番目の分配チューブ137へ流下して第2パイプ部52から排水される。この排水制御により、1番目の分配チューブ137内、給水弁152内、配管内など排水とともに異物を排出することができる。

[0196] 2番目の分配チューブ137から灌水する場合、マイコン330は、第2パイプ部52を介して水が流下するように2番目の給水弁152のバルブ開

度を制御する。さらにマイコン330は、流体流出部への流下を遮断するように3番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。この制御により、給水は、2番目の給水弁152の第2パイプ部52から2番目の分配チューブ137へと流下し、各貫通孔から吐水した灌水が圃場20に供給される。

[0197] 2番目の分配チューブ137を介した排水を行う場合、マイコン330は、第2パイプ部52を介して水が流下するように2番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。さらにマイコン330は、大気開放された第2パイプ部52へ水が流下するように3番目の給水弁152のバルブ開度を制御する。この制御により、給水は、2番目の給水弁152の第2パイプ部52から2番目の分配チューブ137へ流下して第2パイプ部52から排水される。この排水制御により、2番目の分配チューブ137内、給水弁152内、配管内などから排水とともに異物を排出することができる。

[0198] 第5実施形態の灌水システム10は、図19と同様に、第1分配部137a、第2分配部137b、および折り返し部を有する分配チューブ137を備える。灌水システム10は、第1分配部において折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第1給水弁と、第2分配部において折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第2給水弁とを含む。第1給水弁は、第1分配部に連通するように接続された流体流入部と、大気に対して開放された大気開放部とを有する。第2給水弁は、給水源からの給水が供給される給水配管に連通するように接続された流体流入部と、第2分配部に連通するように接続された流体流出部とを有する。この構成によれば、1つの分配チューブに連通する第1給水弁が大気開放部を有する。このため、給水配管に連通する第2給水弁、分配チューブおよび第1給水弁の大気開放部を介した排水と、分配チューブの貫通孔からの灌水とを実施できる。したがって、灌水用バルブと異物排出用バルブとの両方の機能をもつ第1給水弁を有する灌水システム10を提供できる。

[0199] <第6実施形態>

第6実施形態について図24～図27を参照して説明する。第6実施形態

の灌水システム 10 は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図 24 に示す構成を有している。第 6 実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0200] 図 24 は、分配チューブ 136 と給水弁 152 の位置関係の一例を示している。図 24 に示す通路構成は、図 17 に示す構成に対して、分配チューブ 136 に対する給水経路に係る構成が相違している。第 6 実施形態の灌水システム 10 は、ポンプ 110 からの給水が分岐して流下する分岐配管 139 を備える。分岐配管 139 は、縦配管 133 から分岐して分配チューブ 136 の他方端部に連通している。分配チューブ 136 の他方端部は、分配チューブ 136 において縦配管 133 側に位置する一方端部に対して、長手方向の他方側に位置する端部である。

[0201] 分配チューブ 136 の一方端部は、給水弁 152 の流体流出部に連通している。この給水弁 152 は、図 19 に示す構成と同様に、入口ポート 251 を介して縦配管 133 に連通している。分配チューブ 136 の一方端部と縦配管 133 との間の通路には、給水弁 152 と、水圧センサ 153a または流量センサ 154a とが設けられている。水圧センサ 153a または流量センサ 154a は、給水弁 152 よりも分配チューブ 136 の一方端部寄りの位置に設けられている。

[0202] 分岐配管 139 は、縦配管 133 において分配チューブ 136 の一方端部に連通する部位よりもポンプ 110 寄りの位置から分岐している配管である。分岐配管 139 には、1 個の給水弁 152 および 1 個の分配チューブ 136 に連通する通路が複数接続されている。分岐配管 139 には、複数の分配チューブ 136 と同方向に並んでいる複数の給水弁 152 における各入口ポート 251 が接続されている。分配チューブ 136 の他方端部は、給水弁 152 の流体流出部に連通している。この給水弁 152 は、入口ポート 251 を介して縦配管 133 に連通している。分配チューブ 136 の他方端部と分岐配管 139 との間の通路には、給水弁 152 と、水圧センサ 153a また

は流量センサ 154 a とが設けられている。水圧センサ 153 a または流量センサ 154 a は、給水弁 152 よりも分配チューブ 136 の他方端部寄りの位置に設けられている。

[0203] この灌水システム 10 は、分配チューブ 136 毎に対応する給水弁 152 のバルブ開度を個別に制御することで分配チューブ 136 からの吐水量や飛水距離を個別に制御する。灌水システム 10 は、分配チューブ 136 の一方端部から給水する場合と、他方端部から給水する場合と、両方から同時に給水する場合とを実施できる。一方端部から給水する場合、マイコン 330 は縦配管 133 に接続された一方端部側の給水弁 152 のバルブ開度を開状態に制御する。さらにマイコン 330 は、分岐配管 139 に接続された他方端部側の給水弁 152 のバルブ開度を閉状態に制御する。この制御により縦配管 133 を通じて一方端部から供給された給水は、バルブ開度に応じた飛水距離と灌水量で分配チューブの貫通孔から吐水して圃場 20 に灌水される。

[0204] 他方端部から給水する場合、マイコン 330 は、分岐配管 139 に接続された他方端部側の給水弁 152 のバルブ開度を開状態に制御する。さらにマイコン 330 は縦配管 133 に接続された一方端部側の給水弁 152 のバルブ開度を閉状態に制御する。この制御により分岐配管 139 を通じて他方端部から供給された給水は、バルブ開度に応じた飛水距離と灌水量で分配チューブの貫通孔から吐水して圃場 20 に灌水される。

[0205] 一方端部と他方端部の両方から同時給水する場合、マイコン 330 は他方端部側の給水弁 152 のバルブと一方端部側の給水弁 152 のバルブとを開状態に制御する。この制御により、縦配管 133 を通じて一方端部から供給された給水と分岐配管 139 を通じて他方端部から供給された給水とが同時に行われる。この両側からの給水は、分配チューブ 136 内で混合し、分配チューブ 136 の貫通孔から吐水して圃場 20 に灌水される。

[0206] 図 25 は、分配チューブ 136 における吐水位置と灌水量との関係を説明するための図である。図 25 は、分配チューブ 136 における一方端部からの貫通孔の距離を横軸とし、灌水量を縦軸としている。吐水位置 P1 は、分

配チューブ 1 3 6 の一方端部に最も近い貫通孔の位置である。吐水位置 P 2 は、分配チューブ 1 3 6 の他方端部に最も近い貫通孔の位置である。

[0207] 図 2 5 の破線グラフは、分配チューブ 1 3 6 の一方端部に近い給水弁 1 5 2 を開状態に制御して他方端部に近い給水弁 1 5 2 を閉状態に制御した灌水量を示している。つまり、図 2 5 の破線グラフは、一方端部側の給水弁 1 5 2 のみから給水する灌水量において吐水位置と灌水量との関係を示している。破線グラフによると、灌水量は、分配チューブ 1 3 6 において、給水される一方端部から遠い距離にある吐水位置 P 2 の方が吐水位置 P 1 よりも少なくなる。また、灌水量は、通水抵抗のため、吐水位置 P 1 から遠ざかるほど少なくなる。

[0208] 図 2 5 の一点鎖線グラフは、分配チューブ 1 3 6 の他方端部に近い給水弁 1 5 2 を開状態に制御して一方端部に近い給水弁 1 5 2 を閉状態に制御した灌水量を示している。つまり、図 2 5 の一点鎖線グラフは、他方端部側の給水弁 1 5 2 のみから給水する灌水量において吐水位置と灌水量との関係を示している。一点鎖線グラフによると、灌水量は、分配チューブ 1 3 6 において、給水される他方端部から遠い距離にある吐水位置 P 1 の方が吐水位置 P 2 よりも少なくなる。また、灌水量は、通水抵抗のため、吐水位置 P 2 から遠ざかるほど少なくなる。

[0209] 図 2 5 の実線グラフは、破線のグラフと一点鎖線のグラフとを合わせた合計の灌水量を示している。つまり、図 2 5 の実線グラフは、一方端部からの給水による灌水量と他方端部からの給水による灌水量との合計灌水量を示している。実線グラフにおける灌水量のばらつきは、破線グラフが示す上流と下流との灌水量の差や、一点鎖線グラフが示す上流と下流との灌水量の差よりも小さい。灌水システム 1 0 は、一方端部からの灌水量と他方端部からの灌水量とを切り換える灌水量制御により、吐水位置による灌水量のばらつきを抑制できる。

[0210] 図 2 6 は、分配チューブ 1 3 6 における吐水位置と灌水量との関係を説明するための図である。図 2 6 は、分配チューブ 1 3 6 における一方端部から

の貫通孔の距離を横軸とし、灌水量を縦軸としている。図 26 の破線グラフは、図 25 の破線グラフと同じであり、一方端部側の給水弁 152 のみから給水する灌水において吐水位置と灌水量との関係を示している。図 26 の実線グラフは、一方端部と他方端部の両方から同時給水する灌水における吐水位置と灌水量との関係を示している。実線グラフにおける灌水量のばらつきは、破線グラフが示す上流と下流との灌水量の差よりも小さくなる。灌水システム 10 は、一方端部と他方端部の両方から同時給水する灌水制御によって通水抵抗による灌水量低減を抑制でき、吐水位置による灌水量のばらつきを抑制できる。

[0211] 図 27 の太線は、地面の高さが他方端部側の方が一方端部側よりも高い高低差のある圃場 20 における分配チューブ 136 の吐水位置と灌水量との関係を示している。図 27 の細線は、他方端部側と一方端部側とで地面の高さが同程度である圃場 20 において、分配チューブ 136 の吐水位置と灌水量との関係を示している。図 27 は、分配チューブ 136 における一方端部からの貫通孔の距離を横軸とし、灌水量を縦軸としている。

[0212] 図 27 の破線グラフは、太線と細線の両方とも、一方端部側の給水弁 152 のみから給水する灌水における吐水位置と灌水量との関係を示している。破線グラフによると、他方端部に近い吐水位置の灌水量は、太線の方が細線よりも大きく減っている。他方端部近傍の吐水位置における灌水量の差は、図 27 に図示する AW1 である。これは、地面が低い一方端部から給水が行い、地面が高い他方端部へ向けて流下するからである。図 27 の一点鎖線グラフは、太線と細線の両方とも、他方端部側の給水弁 152 のみから給水する灌水において吐水位置と灌水量との関係を示している。一点鎖線グラフによると、灌水量は、他方端部の地面が高い条件である太線の方が細線よりも大きくなる。

[0213] 図 27 における太線の実線グラフは、太線の破線グラフと太線の一点鎖線グラフとを合わせた合計の灌水量を示している。図 27 における細線の実線グラフは、細線の破線グラフと細線の一点鎖線グラフとを合わせた合計の灌

水量を示している。つまり、図 27 の実線グラフは、太線と細線の両方とも、一方端部からの給水による灌水量と他方端部からの給水による灌水量との合計灌水量を示している。灌水システム 10 は、一方端部からの灌水と他方端部からの灌水とを切り換える制御により、高低差のある圃場 20 において吐水位置による灌水量のばらつきを抑制できる。

[0214] 第 6 実施形態の灌水システム 10 は、一方端部側の給水弁 152 と、他方端部側の給水弁 152 とを含む。制御装置は、一方端部から給水する制御と、他方端部から給水する制御とを切り換えるように、給水弁 152 のバルブ開度を制御する。一方端部から給水する制御では、一方端部側の給水弁 152 における流体流出部を開放し他方端部側の給水弁 152 における流体流出部を閉塞する。他方端部から給水する制御では、他方端部側の給水弁 152 における流体流出部を開放し一方端部側の給水弁 152 における流体流出部を閉塞する。灌水システム 10 によれば、一方端部からの給水による灌水と他方端部からの給水による灌水とを切り換える灌水制御によって通水抵抗による灌水量のばらつきを抑制できる。また、この灌水制御によれば、チューブ長さ方向に高低差があるように設けられた分配チューブにおいて、吐水位置による灌水量のばらつきを抑制できる。

[0215] <第 7 実施形態>

第 7 実施形態について図 28 を参照して説明する。第 7 実施形態の灌水システム 10 は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図 28 に示す構成を有している。第 7 実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0216] 図 28 は、分配チューブ 136 と給水弁 152 の位置関係の一例を示している。図 28 に示す通路構成は、第 6 実施形態の図 24 に示す構成に対して、分岐配管 139 に設けられた開閉弁 140 を備える点が相違している。第 7 実施形態の灌水システム 10 は、分岐配管 139 における給水弁 152 との接続部位よりも下流の通路を開閉可能な開閉弁 140 を備える。開閉弁 140 は、流体流入部が分岐配管 139 に接続され、流体流出部が大気に開放

されている。開閉弁 140 は、分岐配管 139 における下流通路を開状態と閉状態とにわたって制御できる機能を有し、流量調整バルブ、電磁弁などを用いることができる。

[0217] この灌水システム 10 は、各給水弁 152 のバルブ開度制御について、第 6 実施形態と同様の制御を行う。マイコン 330 は、開閉弁 140 のバルブ開度を開状態と閉状態とにわたって制御する。灌水システム 10 は、分配チューブ 136 から吐水して灌水する制御と、分配チューブ 136 を介して大気開放した給水弁の流体流出部から排水する制御とを実施できる。

[0218] 分配チューブ 136 の他方端部から給水し灌水する場合、マイコン 330 は、対応する他方端部側の給水弁を開状態に制御し一方端部側の給水弁を閉状態に制御する。さらにマイコン 330 は、開閉弁 140 を閉状態に制御する。この制御により、分岐配管 139 を介した給水は、他方端部から分配チューブ 136 に流入して各貫通孔から圃場 20 に吐水される。分配チューブ 136 の一方端部から給水し灌水する場合、マイコン 330 は、対応する一方端部側の給水弁を開状態に、他方端部側の給水弁を閉状態に制御し、開閉弁 140 を閉状態に制御する。この制御により、分岐配管 139 を介した給水は、一方端部から分配チューブ 136 に流入して各貫通孔から圃場 20 に吐水される。

[0219] 分配チューブ 136 を介して排水する場合、マイコン 330 は、対応する一方端部側の給水弁を開状態に制御し他方端部側の給水弁を閉状態に制御する。さらにマイコン 330 は開閉弁 140 を開状態に制御する。この制御により、給水は、一方端部側の給水弁、分配チューブ 136、他方端部側の給水弁を順に流下して、分岐配管 139 を介して開閉弁 140 の流体流出部から排水される。この排水制御により、一方端部側の給水弁内、分配チューブ 136 内、他方端部側の給水弁内、配管内などの異物を排水とともに排出できる。

[0220] <第 8 実施形態>

第 8 実施形態について図 29 を参照して説明する。第 8 実施形態の灌水シ

ステム 10 は、通路構成と給水制御に関係する構成部品について図 29 に示す構成を有している。第 8 実施形態で特に説明しない構成、作用、効果については、前述の実施形態と同様であり、以下、異なる点について説明する。

[0221] 図 29 は、分配チューブ 137 と給水弁 14 との位置関係の一例を示している。図 29 に示す通路構成は、図 28 に示す構成に対して、分配チューブ 136 に対する給水弁 14 の接続に関する構成が相違している。第 8 実施形態の灌水システム 10 は、給水弁 14 のバルブ開度を制御して、分配チューブ 136 からの吐水による灌水と分配チューブ 136 を介した排水とを実施する。

[0222] 第 8 実施形態の灌水システム 10 は、それぞれ個別にバルブ開度を制御する複数の給水弁 14 を備えている。給水弁 14 は、大気に開放されている大気開放部 142 と、複数の通路接続部とを有している。複数の通路接続部は、第 1 通路接続部 141 と第 2 通路接続部 143 と第 3 通路接続部 144 とを含んでいる。第 1 通路接続部 141 は、給水源からの給水が流下する縦配管 133 または分岐配管 139 に連通する通路に接続されている。第 2 通路接続部 143 は、分配チューブ 136 の一方端部または他方端部に連通する通路に接続されている。第 3 通路接続部 144 は、分配チューブ 136 の一方端部または他方端部に連通する通路に接続されている。

[0223] 図 29 に示すように、分配チューブ 136 の一方端部側に位置する給水弁 14 は、分配チューブ 136 の一方端部と縦配管 133 とを連通する流量調整バルブである。一方端部側の給水弁 14 の第 1 通路接続部 141 は、縦配管 133 に接続されている。一方端部側の給水弁 14 の大気開放部 142 は、大気に開放するように設けられている。一方端部側の給水弁 14 の第 2 通路接続部 143 は、ポンプ 110 に最も近い位置にある 1 番目の分配チューブ 136 の一方端部に接続されている。一方端部側の給水弁 14 の第 3 通路接続部 144 は、1 番目の分配チューブ 136 の隣に位置する 2 番目の分配チューブ 136 の一方端部に接続されている。1 番目の分配チューブ 136 は第 1 の分配チューブである。2 番目の分配チューブ 136 は第 2 の分配チ

ューブである。

[0224] 分配チューブ 1 3 6 の他方端部側に位置する給水弁 1 4 は、分配チューブ 1 3 6 の他方端部と分岐配管 1 3 9 とを連通する流量調整バルブである。他方端部側の給水弁 1 4 の第 1 通路接続部 1 4 1 は、分岐配管 1 3 9 に接続されている。他方端部側の給水弁 1 4 の大気開放部 1 4 2 は、大気に開放するように設けられている。他方端部側の給水弁 1 4 の第 2 通路接続部 1 4 3 は、1 番目の分配チューブ 1 3 6 の他方端部に接続されている。他方端部側の給水弁 1 4 の第 3 通路接続部 1 4 4 は、2 番目の分配チューブ 1 3 6 の他方端部に接続されている。

[0225] 水圧センサ 1 5 3 a または流量センサ 1 5 4 a は、一方端部側の給水弁 1 4 よりも下流の通路に設けられている。水圧センサ 1 5 3 a または流量センサ 1 5 4 a は、他方端部側の給水弁 1 4 よりも下流の通路に設けられている。水圧センサ 1 5 3 a または流量センサ 1 5 4 a は、例えば一方端部側の給水弁 1 4 の流体流出部と分配チューブ 1 3 6 との間に設けられている。水圧センサ 1 5 3 a または流量センサ 1 5 4 a は、例えば他方端部側の給水弁 1 4 の流体流出部と分配チューブ 1 3 6 との間に設けられている。以上述べたように、隣り合う 2 個の分配チューブ 1 3 6 と分配チューブの両端部に位置する 2 個の給水弁 1 4 は、灌水用通路に係る 1 つのグループを構成する。このグループをなす灌水用通路は、圃場 2 0 において所定間隔をあけて y 方向に複数個並んでいる。

[0226] 灌水システム 1 0 は、分配チューブ 1 3 6 から吐水して灌水する制御と、分配チューブ 1 3 6 を介して給水弁 1 4 の大気開放部から排水する制御とを実施できる。1 番目の分配チューブから灌水する場合、マイコン 3 3 0 はバルブ開度を制御して一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を開放し第 3 通路接続部 1 4 4 を閉塞する。さらにマイコン 3 3 0 は、他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 と第 3 通路接続部 1 4 4 とを閉塞するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 から 1 番目の分配チューブ 1 3 6 へと流下し、各貫通孔から

吐水した灌水が圃場 20 に供給される。

[0227] 1 番目の分配チューブから灌水する場合、マイコン 330 はバルブ開度を制御して他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を開放し第 3 通路接続部 144 を閉塞する。マイコン 330 は、さらに一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 と第 3 通路接続部 144 とを閉塞するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 から 1 番目の分配チューブ 136 へと流下し、各貫通孔から吐水した灌水が圃場 20 に供給される。

[0228] 1 番目の分配チューブを介した排水の場合、マイコン 330 はバルブ開度を制御して一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を開放し第 3 通路接続部 144 を閉塞する。さらにマイコン 330 は、他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を開放し第 3 通路接続部 144 を閉塞するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 から 1 番目の分配チューブ 136 を介して他方端部側の給水弁の大気開放部 142 から排水される。この排水制御により、一方端部側の給水弁内、1 番目の分配チューブ 136 内、他方端部側の給水弁内などから排水とともに異物を排出できる。

[0229] 1 番目の分配チューブを介した排水の場合、マイコン 330 はバルブ開度を制御して他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を開放し第 3 通路接続部 144 を閉塞する。マイコン 330 は、さらに一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を開放し第 3 通路接続部 144 を閉塞するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 から 1 番目の分配チューブ 136 を介して一方端部側の給水弁の大気開放部 142 から排水される。この排水制御により、他方端部側の給水弁内、1 番目の分配チューブ 136 内、一方端部側の給水弁内などから排水とともに異物を排出できる。

[0230] 2 番目の分配チューブから灌水する場合、マイコン 330 はバルブ開度を制御して一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 143 を閉塞し第 3 通路接続

部 1 4 4 を開放する。マイコン 3 3 0 は、さらに他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 と第 3 通路接続部 1 4 4 とを閉塞するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は一方端部側の給水弁の第 3 通路接続部 1 4 4 から 2 番目の分配チューブ 1 3 6 へと流下し、各貫通孔から吐水した灌水が圃場 2 0 に供給される。

[0231] 2 番目の分配チューブから灌水する場合、マイコン 3 3 0 はバルブ開度を制御して他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を開放する。さらにマイコン 3 3 0 は、バルブ開度を制御して一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を閉塞する。この制御により、給水は他方端部側の給水弁の第 3 通路接続部 1 4 4 から 2 番目の分配チューブ 1 3 6 へと流下し、各貫通孔から吐水した灌水が圃場 2 0 に供給される。

[0232] 2 番目の分配チューブを介した排水の場合、マイコン 3 3 0 はバルブ開度を制御して一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を開放する。マイコン 3 3 0 は、さらに他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を開放するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 から 2 番目の分配チューブ 1 3 6 を介して他方端部側の給水弁の大気開放部 1 4 2 から排水される。この排水制御により、一方端部側の給水弁内、2 番目の分配チューブ 1 3 6 内、他方端部側の給水弁内などから排水とともに異物を排出できる。

[0233] 2 番目の分配チューブを介した排水の場合、マイコン 3 3 0 はバルブ開度を制御して他方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を開放する。マイコン 3 3 0 は、さらに一方端部側の給水弁の第 2 通路接続部 1 4 3 を閉塞し第 3 通路接続部 1 4 4 を開放するようにバルブ開度を制御する。この制御により、給水は他方端部側の給水弁の第 3 通路接続部 1 4 4 から 2 番目の分配チューブ 1 3 6 を介して一方端部側の給水弁の大気開放部 1 4 2 から排水される。この排水制御により、他方端部側の給水

弁内、2番目の分配チューブ136内、一方端部側の給水弁内などから排水とともに異物を排出できる。

[0234] 第8実施形態の灌水システム10は、第1の分配チューブと第1の分配チューブに隣り合う第2の分配チューブと一方端部側の給水弁14と他方端部側の給水弁14とを含む。一方端部側の給水弁14は、第1の分配チューブにおける一方端部と第2の分配チューブにおける一方端部とに連通するように接続されている。他方端部側の給水弁は、第1の分配チューブにおける他方端部と第2の分配チューブにおける他方端部とに連通するように接続されている。一方端部側の給水弁14は、大気に開放されている大気開放部142と第1通路接続部141と第2通路接続部143と第3通路接続部144とを有する。第1通路接続部141は、給水源からの給水が供給される給水配管130に連通するように通路に接続されている。第2通路接続部143は、第1の分配チューブの一方端部に連通するように通路に接続されている。第3通路接続部144は、第2の分配チューブの一方端部に連通するように通路に接続されている。他方端部側の給水弁は、大気に開放されている大気開放部142と第1通路接続部141と第2通路接続部143と第3通路接続部144とを有する。第1通路接続部141は、給水配管130から分岐する分岐配管139に連通するように通路に接続されている。第2通路接続部143は、第1の分配チューブの他方端部に連通するように通路に接続されている。第3通路接続部144は、第2の分配チューブの他方端部に連通するように通路に接続されている。

[0235] このシステムによれば、一方端部からの給水による灌水と他方端部からの給水による灌水とを切り換える灌水制御によって、通水抵抗による灌水量のばらつきを抑制できる。さらにこのシステムは、分配チューブおよび給水弁14の大気開放部を介した排水と、分配チューブの貫通孔からの灌水とを実施できる。したがって、灌水用バルブと異物排出用バルブとの両方の機能をもつ給水弁を有する灌水システム10を提供できる。

[0236] <他の実施形態>

この明細書の開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。例えば、開示は、実施形態において示された部品、要素の組み合わせに限定されず、種々変形して実施することが可能である。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品、要素が省略されたものを包含する。開示は、一つの実施形態と他の実施形態との間における部品、要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示される技術的範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内での全ての変更を含むものと解されるべきである。

[0237] (技術的思想の開示)

この明細書は、以下に列挙する複数の項に記載された複数の技術的思想を開示している。いくつかの項は、後続の項において先行する項を択一的に引用する多項従属形式 (a multiple dependent form) により記載されている場合がある。さらに、いくつかの項は、他の多項従属形式の項を引用する多項従属形式 (a multiple dependent form referring to another multiple dependent form) により記載されている場合がある。これらの多項従属形式で記載された項は、複数の技術的思想を定義している。

[0238] (技術的思想 1)

植物 (30) を生育する圃場 (20) に設けられて、前記圃場に灌水を散水するための複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブ (136, 137) と、

前記分配チューブよりも上流において前記分配チューブへ流下する給水の圧力を制御する給水弁 (152) と、

前記給水弁のバルブ開度を制御して、前記分配チューブから前記貫通孔を介して放出される灌水量を制御する制御装置 (330) と、

を備える灌水システム。

[0239] (技術的思想 2)

前記分配チューブの前記貫通孔へ向けて流下する上流通路においてまたは前記分配チューブの下流末端において給水に関する給水情報を検出する、水圧センサ (153a, 153b) または流量センサ (154a, 154b) を備え、

前記制御装置は、検出された前記給水情報を用いたフィードバック制御によって前記バルブ開度を制御する技術的思想 1 に記載の灌水システム。

[0240] (技術的思想 3)

前記水圧センサまたは前記流量センサは、前記上流通路と前記下流末端とにおいて前記給水情報を検出し、

前記制御装置は、前記上流通路と前記下流末端とにおいて検出された前記給水情報を用いたフィードバック制御によって前記バルブ開度を制御する技術的思想 2 に記載の灌水システム。

[0241] (技術的思想 4)

前記制御装置は、前記バルブ開度を目標開度に制御するために必要な通電時間または必要な通電量を複数の段階に細分化した細分化量ずつ制御して、段階的に前記目標開度に制御する技術的思想 1 から技術的思想 3 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0242] (技術的思想 5)

前記分配チューブは、内部を流通する水圧に応じて伸縮するように構成されており、

前記制御装置は、前記分配チューブが伸縮する水圧の範囲で、前記給水弁の前記バルブ開度を制御する技術的思想 1 から技術的思想 4 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0243] (技術的思想 6)

前記分配チューブは、前記貫通孔が複数形成された第 1 分配部 (137a) と、前記第 1 分配部に沿うように延びて間隔をあけて前記第 1 分配部と並び前記貫通孔が複数形成された第 2 分配部 (137b) と、前記第 1 分配部

と前記第 2 分配部とを連結する折り返し部とを有しており、

前記給水弁は、前記第 1 分配部と前記第 2 分配部のそれぞれにおいて前記折り返し部とは反対側の端部に向けて流下する給水の圧力を制御する技術的思想 1 から技術的思想 5 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0244] (技術的思想 7)

1 個の前記給水弁は、前記分配チューブよりも上流の通路において所定数の前記分配チューブに連通するように設けられている技術的思想 1 から技術的思想 5 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0245] (技術的思想 8)

1 個の前記給水弁は、所定数の前記分配チューブにそれぞれ連通するように設けられた複数の流体流出部を有する技術的思想 7 に記載の灌水システム。

[0246] (技術的思想 9)

前記分配チューブは、前記貫通孔が複数形成された第 1 分配部 (1 3 7 a) と、前記第 1 分配部に沿うように延びて間隔をあけて前記第 1 分配部と並び前記貫通孔が複数形成された第 2 分配部 (1 3 7 b) と、前記第 1 分配部と前記第 2 分配部とを連結する折り返し部とを有しており、

前記給水弁は、前記第 1 分配部において前記折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第 1 給水弁と、前記第 2 分配部において前記折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第 2 給水弁とを含み、

前記第 1 給水弁は、前記第 1 分配部に連通するように接続された流体流入部 (2 5 1) と、大気に対して開放された大気開放部 (5 2) とを有し、

前記第 2 給水弁は、給水源 (1 1 0) からの給水が供給される給水配管 (1 3 0) に連通するように接続された流体流入部 (2 5 1) と、前記第 2 分配部に連通するように接続された流体流出部 (5 1) とを有する技術的思想 1 から技術的思想 5 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0247] (技術的思想 10)

前記給水弁は、給水源（１１０）からの給水が供給される給水配管（１３０）に連通するように接続された流体流入部（２５１）と前記分配チューブの一方端部に連通するように接続された流体流出部（５１）とを有する一方端部側の給水弁と、前記給水配管から分岐する分岐配管（１３９）に連通するように接続された流体流入部（２５１）と前記分配チューブの他方端部に連通するように接続された流体流出部（５１）とを有する他方端部側の給水弁とを含み、

前記制御装置は、前記一方端部側の給水弁における前記流体流出部を開放し前記他方端部側の給水弁における前記流体流出部を閉塞して前記一方端部から給水する制御と、前記他方端部側の給水弁における前記流体流出部を開放し前記一方端部側の給水弁における前記流体流出部を閉塞して前記他方端部から給水する制御とを切り換えるように、前記バルブ開度を制御する技術的思想１から技術的思想５のいずれか一項に記載の灌水システム。

[0248] （技術的思想１１）

前記分岐配管における前記他方端部側の給水弁との接続部位よりも下流の通路を開閉可能な開閉弁（１４０）を備え、

前記開閉弁は、流体流入部が前記分岐配管に接続され流体流出部が大気開放されて、設けられている技術的思想１０に記載の灌水システム。

[0249] （技術的思想１２）

前記給水弁は、第１の分配チューブにおける一方端部と前記第１の分配チューブに隣り合う第２の分配チューブにおける一方端部とに連通するように接続された一方端部側の給水弁と、前記第１の分配チューブにおける他方端部と前記第２の分配チューブにおける他方端部とに連通するように接続された他方端部側の給水弁とを含み、

前記一方端部側の給水弁は、大気開放されている大気開放部（１４２）と、給水源（１１０）からの給水が供給される給水配管（１３０）に連通するように接続された第１通路接続部（１４１）と、前記第１の分配チューブの前記一方端部に連通するように接続された第２通路接続部（１４３）と、

前記第 2 の分配チューブの前記一方端部に連通するように接続された第 3 通路接続部（144）とを有し、

前記他方端部側の給水弁は、大気開放されている大気開放部（142）と、前記給水配管から分岐する分岐配管（139）に連通するように接続された第 1 通路接続部（141）と、前記第 1 の分配チューブの前記他方端部に連通するように接続された第 2 通路接続部（143）と、前記第 2 の分配チューブの前記他方端部に連通するように接続された第 3 通路接続部（144）とを有している技術的思想 1 から技術的思想 5 のいずれか一項に記載の灌水システム。

請求の範囲

- [請求項1] 植物（30）を生育する圃場（20）に設けられて、前記圃場に灌水を散水するための複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブ（136, 137）と、
前記分配チューブよりも上流において前記分配チューブへ流下する給水の圧力を制御する給水弁（152）と、
前記給水弁のバルブ開度を制御して、前記分配チューブから前記貫通孔を介して放出される灌水量を制御する制御装置（330）と、
を備える灌水システム。
- [請求項2] 前記分配チューブの前記貫通孔へ向けて流下する上流通路においてまたは前記分配チューブの下流末端において給水に関する給水情報を検出する、水圧センサ（153a, 153b）または流量センサ（154a, 154b）を備え、
前記制御装置は、検出された前記給水情報を用いたフィードバック制御によって前記バルブ開度を制御する請求項1に記載の灌水システム。
- [請求項3] 前記水圧センサまたは前記流量センサは、前記上流通路と前記下流末端とにおいて前記給水情報を検出し、
前記制御装置は、前記上流通路と前記下流末端とにおいて検出された前記給水情報を用いたフィードバック制御によって前記バルブ開度を制御する請求項2に記載の灌水システム。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記バルブ開度を目標開度に制御するために必要な通電時間または必要な通電量を複数の段階に細分化した細分化量ずつ制御して、段階的に前記目標開度に制御する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の灌水システム。
- [請求項5] 前記分配チューブは、内部を流通する水圧に応じて伸縮するように構成されており、
前記制御装置は、前記分配チューブが伸縮する水圧の範囲で、前記

給水弁の前記バルブ開度を制御する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項6] 前記分配チューブは、前記貫通孔が複数形成された第 1 分配部（137a）と、前記第 1 分配部に沿うように延びて間隔をあけて前記第 1 分配部と並び前記貫通孔が複数形成された第 2 分配部（137b）と、前記第 1 分配部と前記第 2 分配部とを連結する折り返し部とを有しており、

前記給水弁は、前記第 1 分配部と前記第 2 分配部のそれぞれにおいて前記折り返し部とは反対側の端部に向けて流下する給水の圧力を制御する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項7] 1 個の前記給水弁は、前記分配チューブよりも上流の通路において所定数の前記分配チューブに連通するように設けられている請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項8] 1 個の前記給水弁は、所定数の前記分配チューブにそれぞれ連通するように設けられた複数の流体流出部を有する請求項 7 に記載の灌水システム。

[請求項9] 前記分配チューブは、前記貫通孔が複数形成された第 1 分配部（137a）と、前記第 1 分配部に沿うように延びて間隔をあけて前記第 1 分配部と並び前記貫通孔が複数形成された第 2 分配部（137b）と、前記第 1 分配部と前記第 2 分配部とを連結する折り返し部とを有しており、

前記給水弁は、前記第 1 分配部において前記折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第 1 給水弁と、前記第 2 分配部において前記折り返し部とは反対側の端部に連通するように接続された第 2 給水弁とを含み、

前記第 1 給水弁は、前記第 1 分配部に連通するように接続された流体流入部（251）と、大気に対して開放された大気開放部（52）とを有し、

前記第2給水弁は、給水源（110）からの給水が供給される給水配管（130）に連通するように接続された流体流入部（251）と、前記第2分配部に連通するように接続された流体流出部（51）とを有する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項10] 前記給水弁は、給水源（110）からの給水が供給される給水配管（130）に連通するように接続された流体流入部（251）と前記分配チューブの一方端部に連通するように接続された流体流出部（51）とを有する一方端部側の給水弁と、前記給水配管から分岐する分岐配管（139）に連通するように接続された流体流入部（251）と前記分配チューブの他方端部に連通するように接続された流体流出部（51）とを有する他方端部側の給水弁とを含み、

前記制御装置は、前記一方端部側の給水弁における前記流体流出部を開放し前記他方端部側の給水弁における前記流体流出部を閉塞して前記一方端部から給水する制御と、前記他方端部側の給水弁における前記流体流出部を開放し前記一方端部側の給水弁における前記流体流出部を閉塞して前記他方端部から給水する制御とを切り換えるように、前記バルブ開度を制御する請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項11] 前記分岐配管における前記他方端部側の給水弁との接続部位よりも下流の通路を開閉可能な開閉弁（140）を備え、

前記開閉弁は、流体流入部が前記分岐配管に接続され流体流出部が大気開放されて、設けられている請求項10に記載の灌水システム。

[請求項12] 前記給水弁は、第1の分配チューブにおける一方端部と前記第1の分配チューブに隣り合う第2の分配チューブにおける一方端部とに連通するように接続された一方端部側の給水弁と、前記第1の分配チューブにおける他方端部と前記第2の分配チューブにおける他方端部と

に連通するように接続された他方端部側の給水弁とを含み、

前記一方端部側の給水弁は、大気開放されている大気開放部（１４２）と、給水源（１１０）からの給水が供給される給水配管（１３０）に連通するように接続された第１通路接続部（１４１）と、前記第１の分配チューブの前記一方端部に連通するように接続された第２通路接続部（１４３）と、前記第２の分配チューブの前記一方端部に連通するように接続された第３通路接続部（１４４）とを有し、

前記他方端部側の給水弁は、大気開放されている大気開放部（１４２）と、前記給水配管から分岐する分岐配管（１３９）に連通するように接続された第１通路接続部（１４１）と、前記第１の分配チューブの前記他方端部に連通するように接続された第２通路接続部（１４３）と、前記第２の分配チューブの前記他方端部に連通するように接続された第３通路接続部（１４４）とを有している請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の灌水システム。

[請求項13] 複数の貫通孔が形成されてかつ圧力補正機構を有していない分配チューブ（１３６）へ流下する灌水の圧力を前記分配チューブよりも上流で制御する給水弁（１５２）についてバルブ開度を決定する演算部（３３４）と、

前記分配チューブから前記貫通孔を介して放出される灌水量を制御するために、前記バルブ開度に制御する制御信号を前記給水弁に出力する出力部（３３２）と、

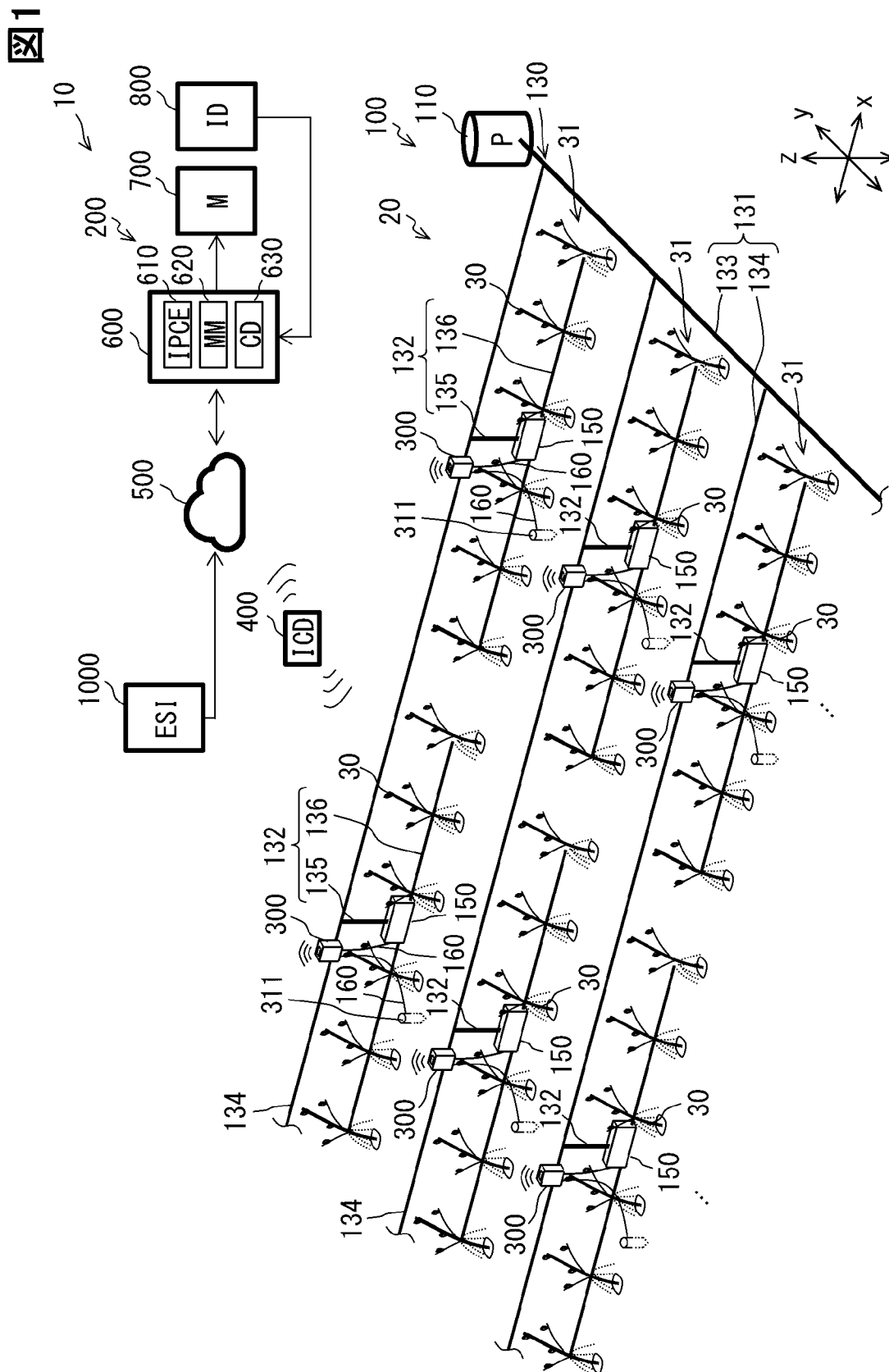
を備える制御装置。

[請求項14] 前記出力部は、前記バルブ開度を目標開度に制御するために必要な通電時間または必要な通電量を複数の段階に細分化した細分化量ずつ制御して、段階的に前記目標開度に制御する制御信号を前記給水弁に出力する請求項１３に記載の制御装置。

[請求項15] 前記出力部は、内部を流通する水圧に応じて伸縮するように構成されている前記分配チューブが伸縮する水圧の範囲で、前記バルブ開度

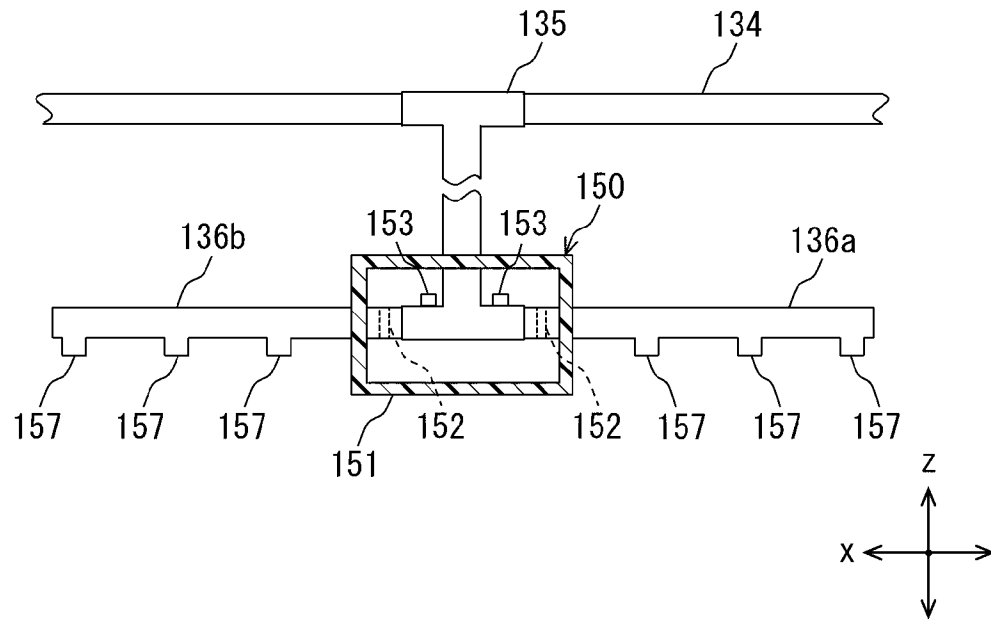
を制御する制御信号を前記給水弁に出力する請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の制御装置。

[図1]



[図2]

図2



[図3]

図3

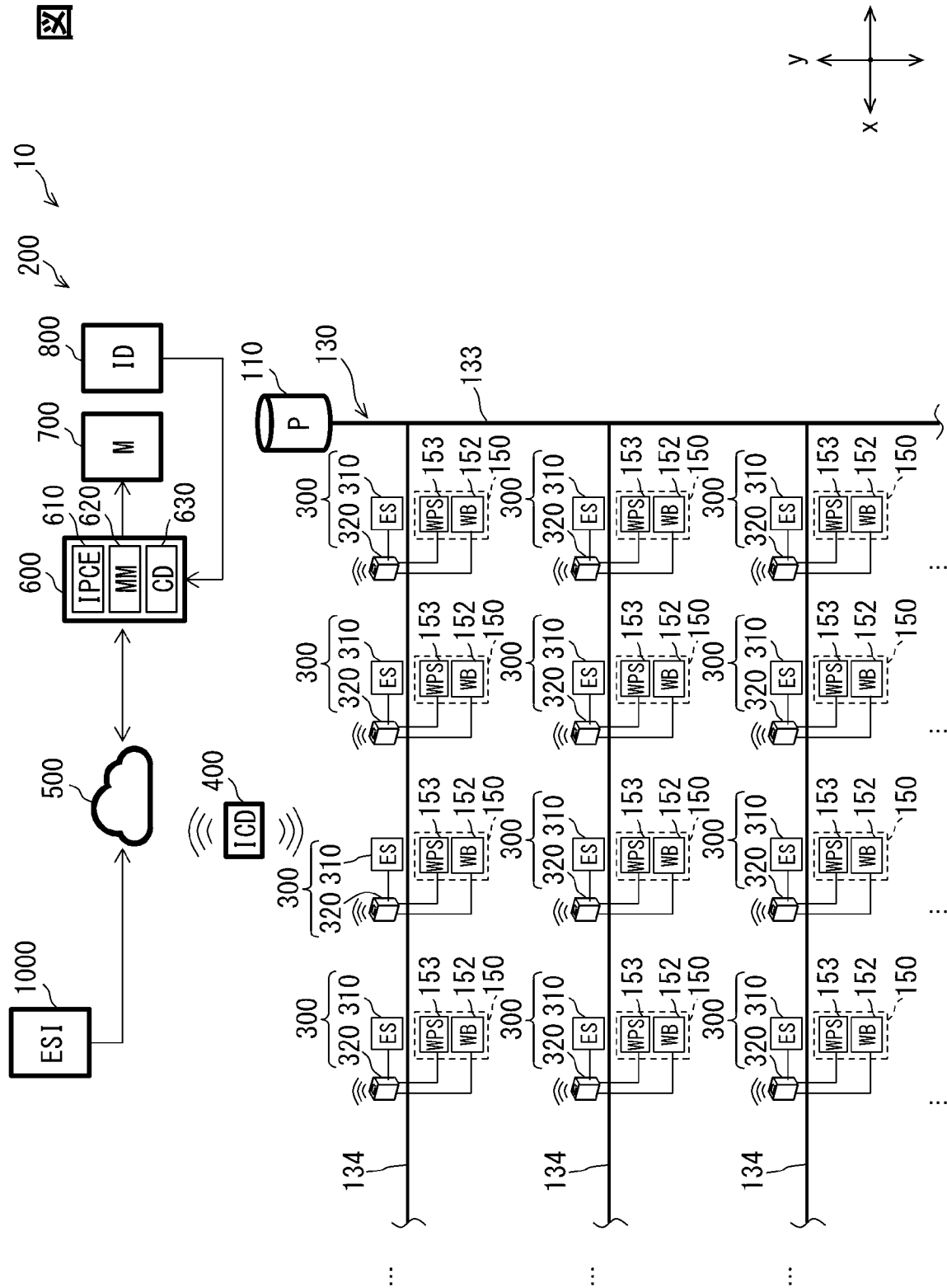
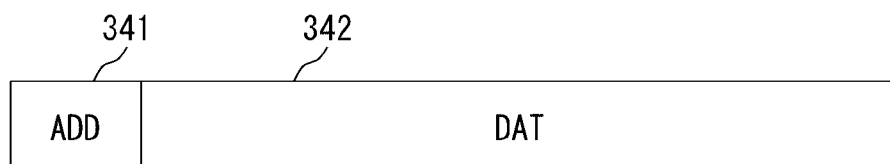
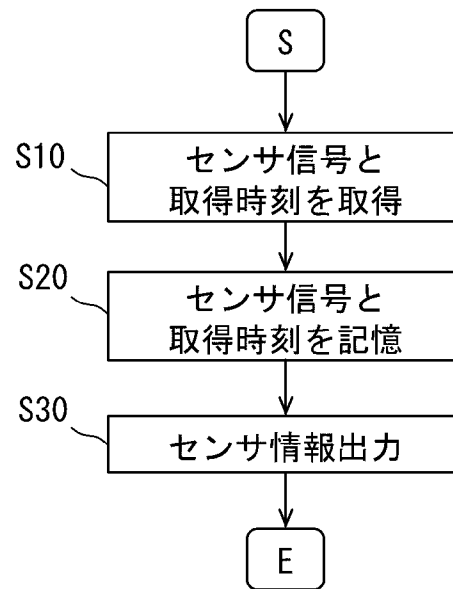


图4



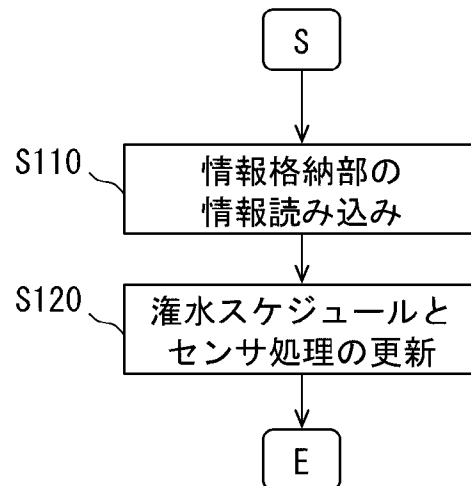
[図6]

図6



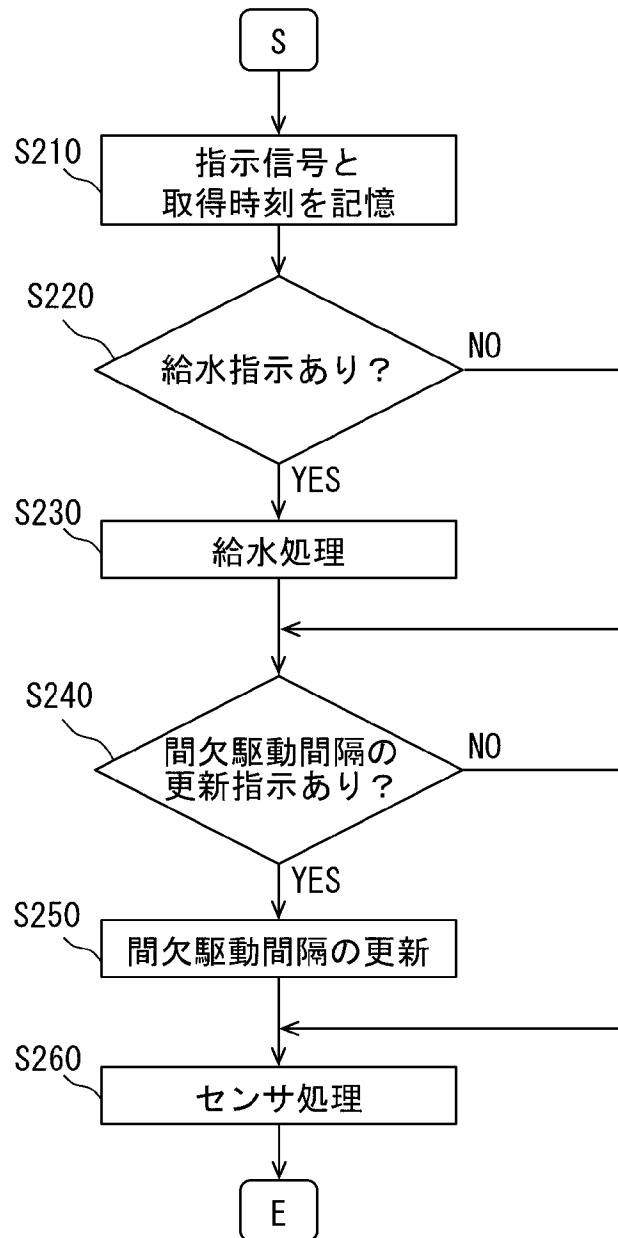
[図7]

図7



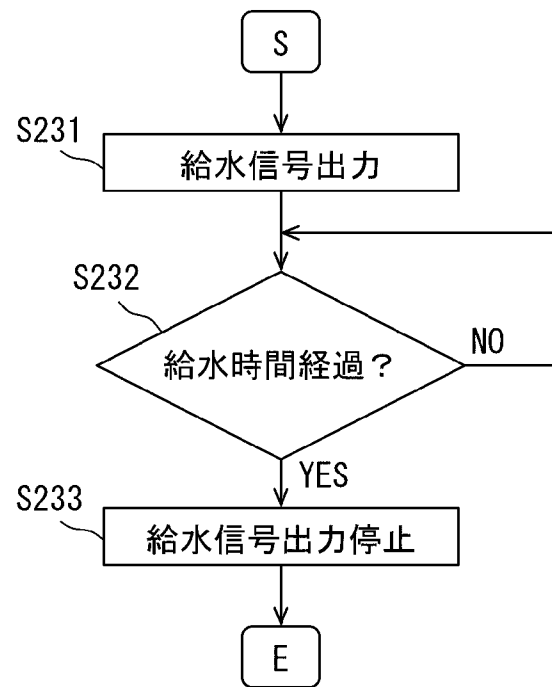
[図8]

図8



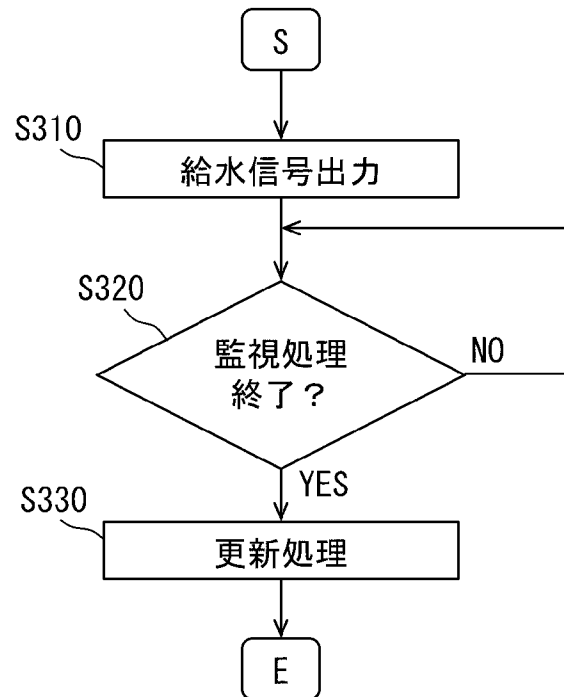
[図9]

図9



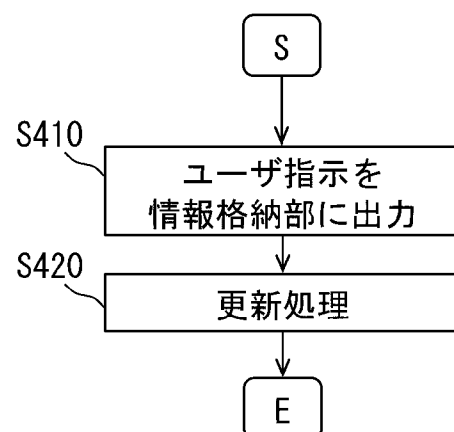
[図10]

図10



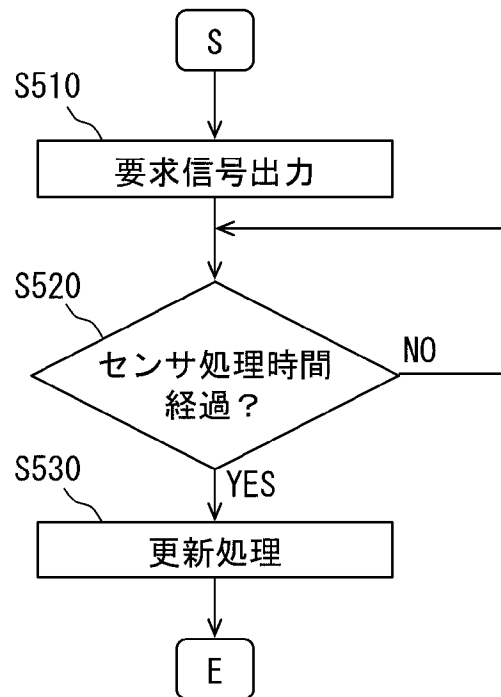
[図11]

図11



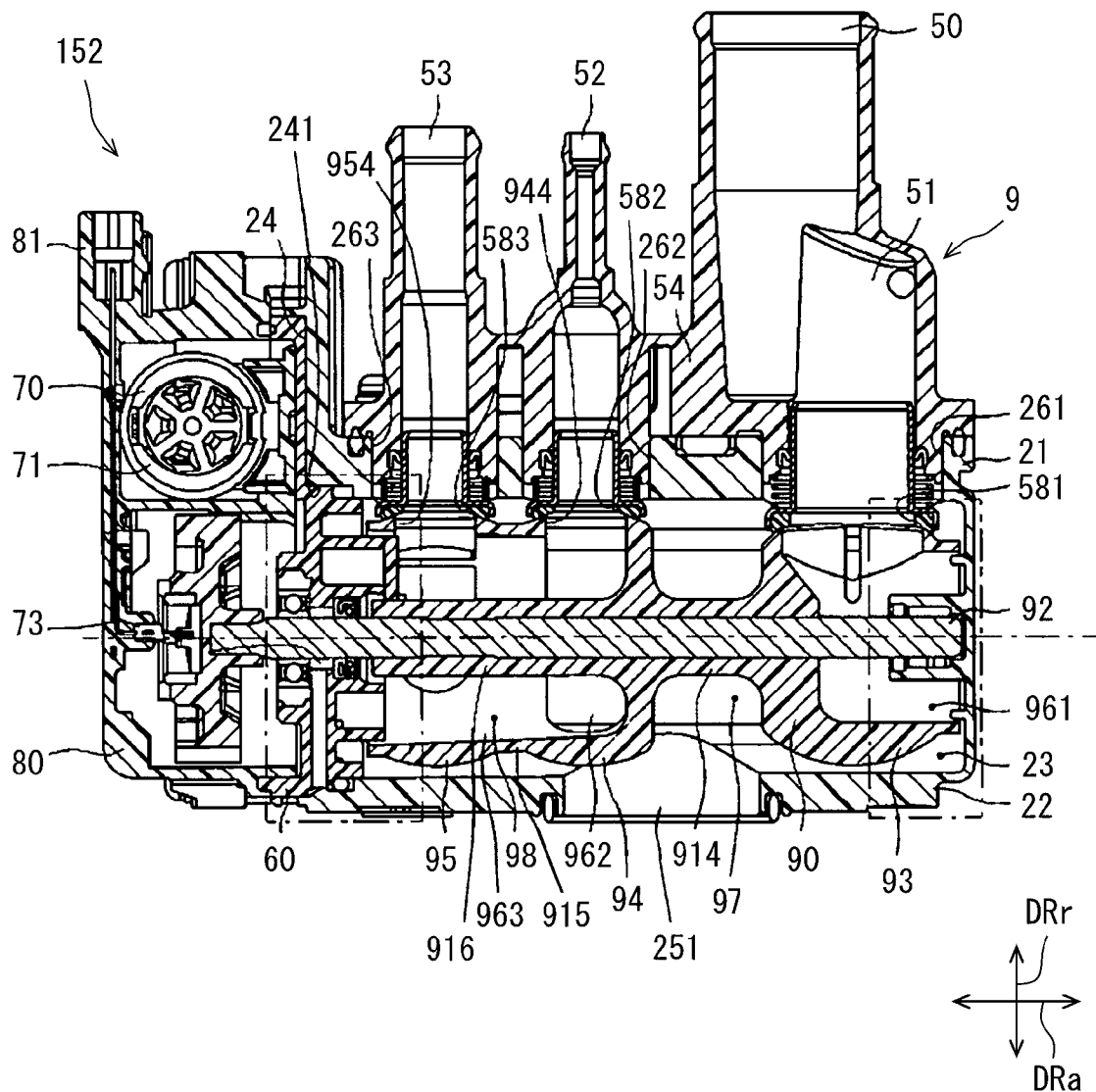
[図12]

図12



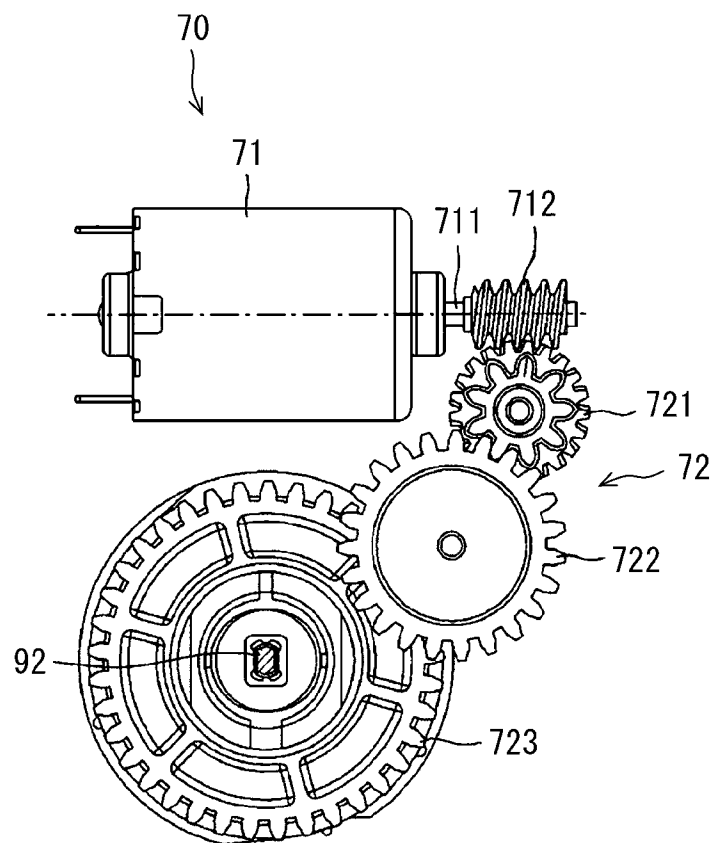
[図13]

図13



[図14]

図14



[図15]

図15

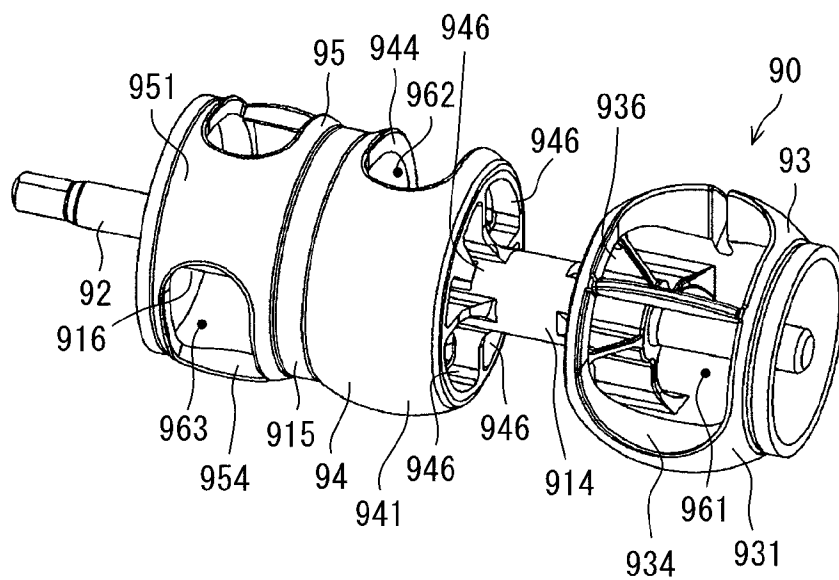


图 16

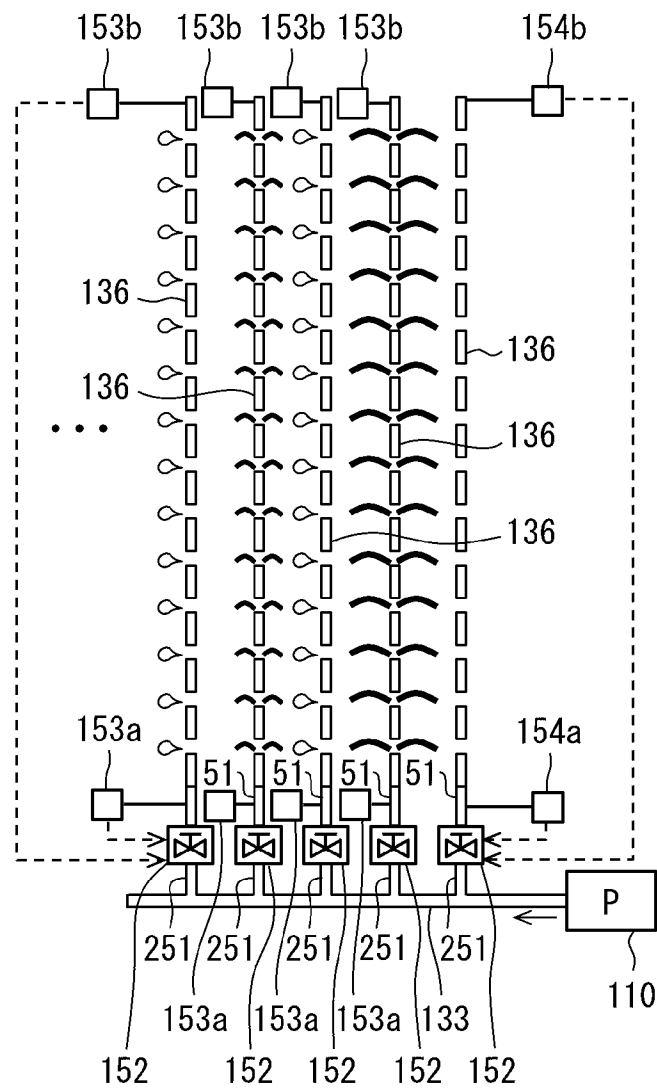
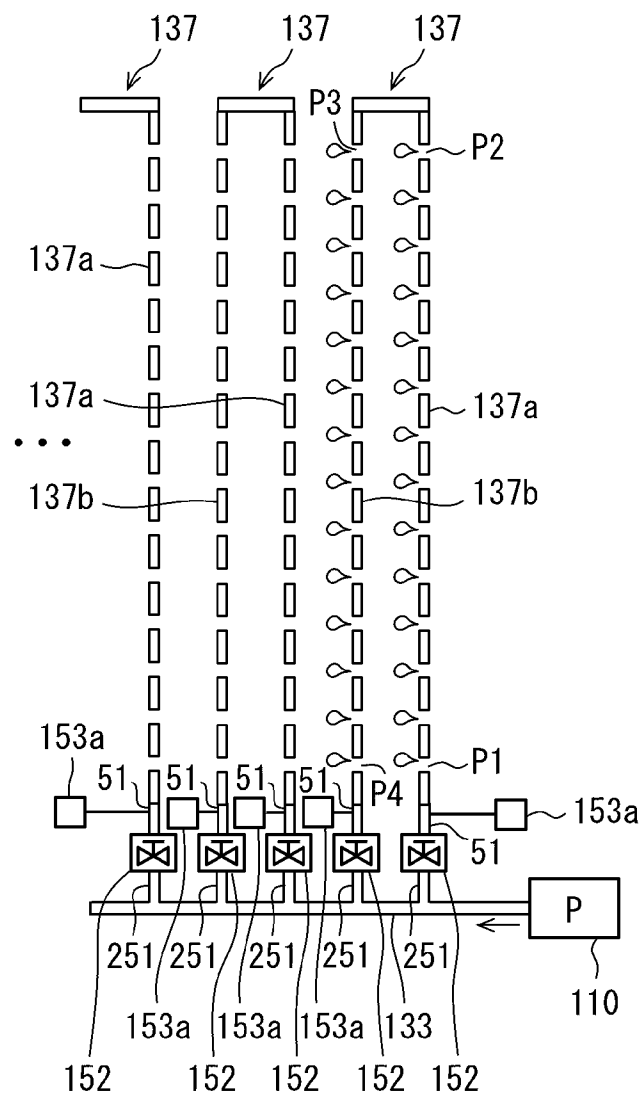
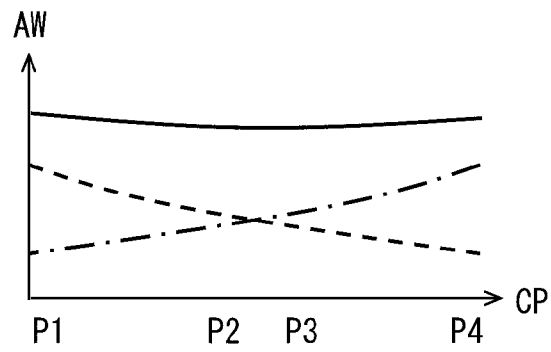


図18



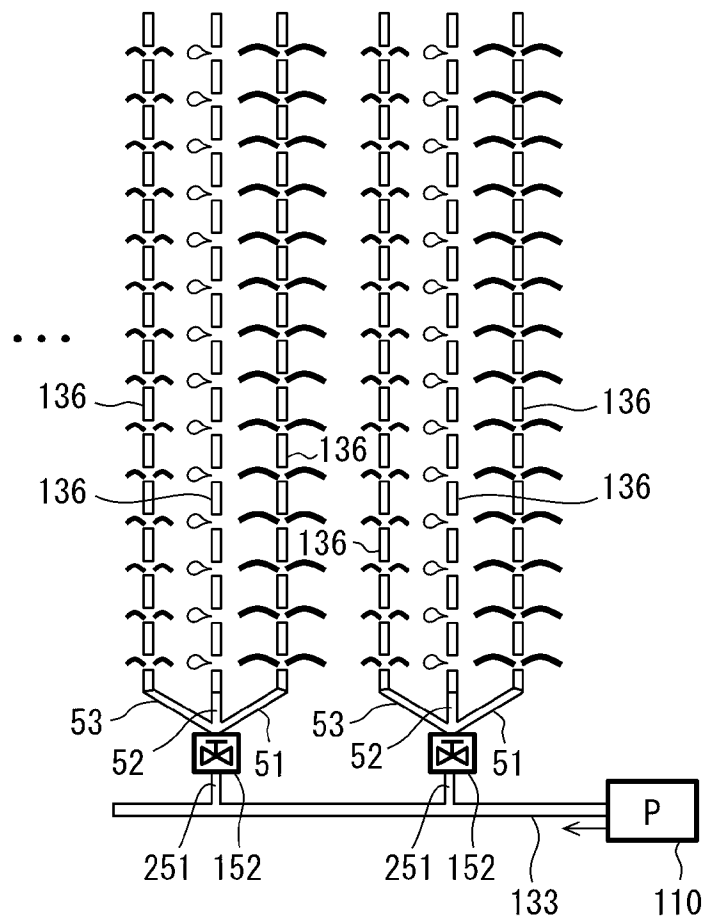
[図20]

図20



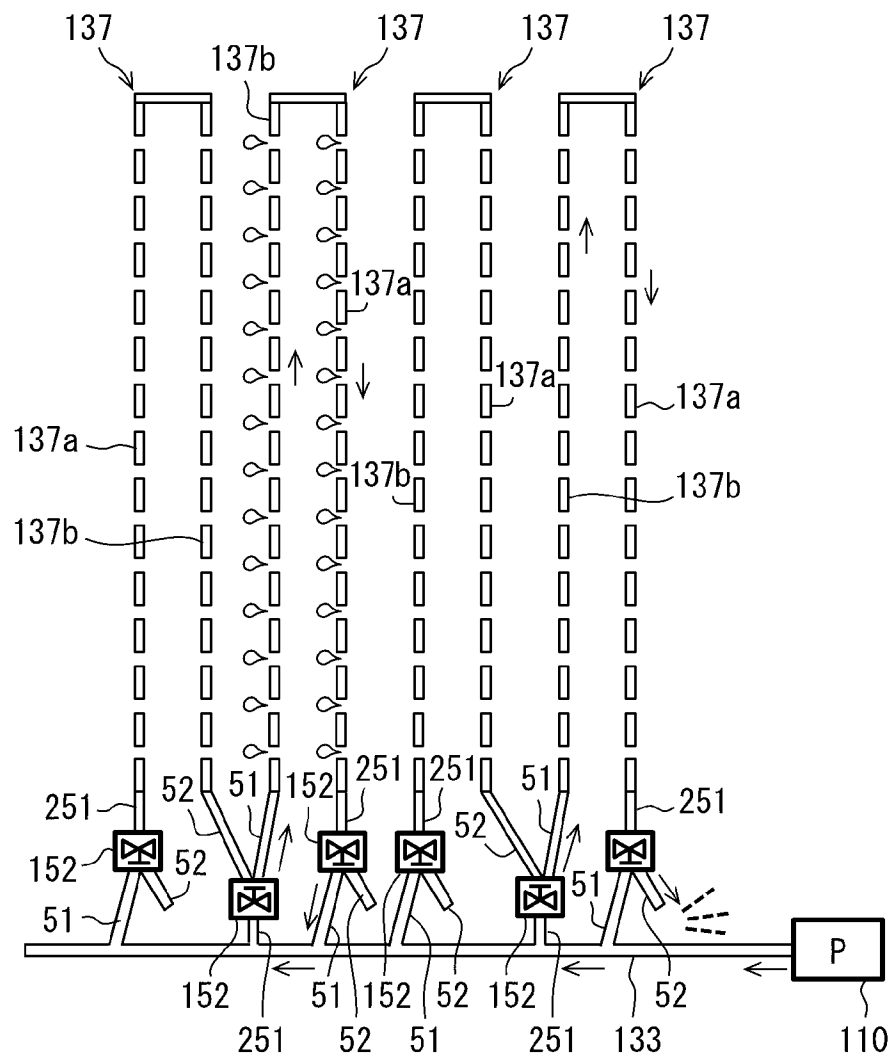
[図21]

図21



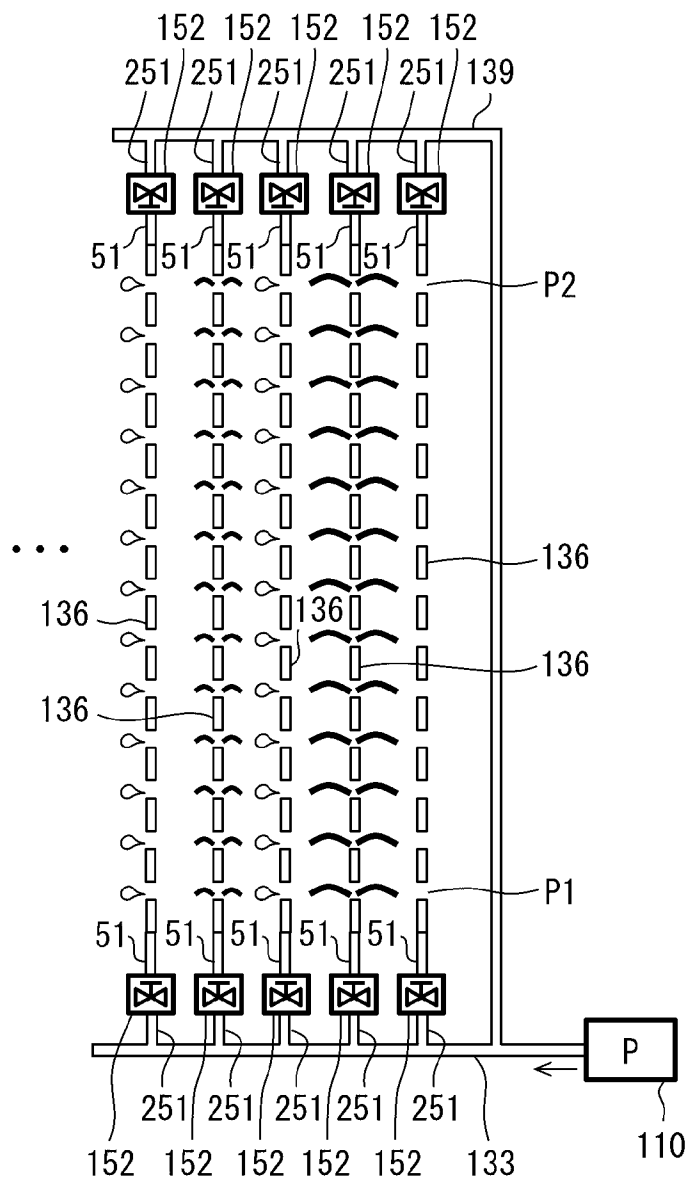
[図23]

図23



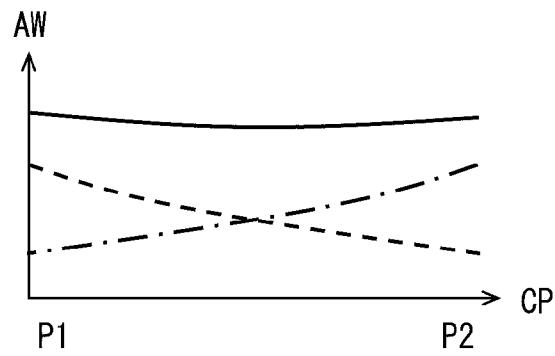
[図24]

図24



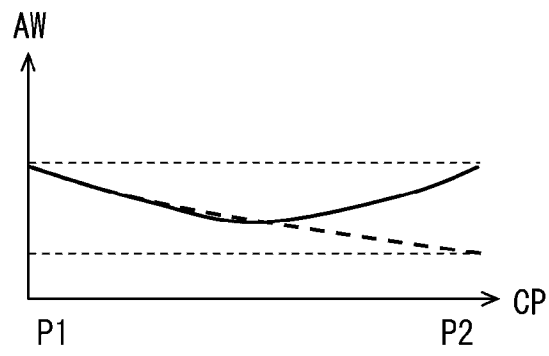
[図25]

図25



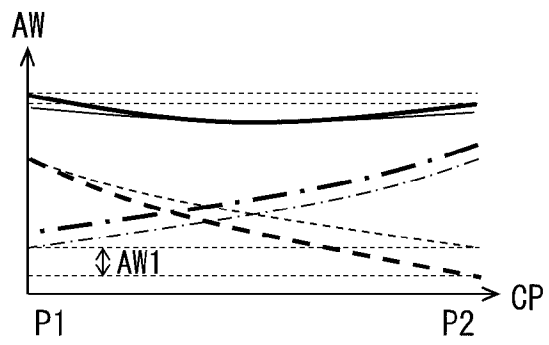
[図26]

図26



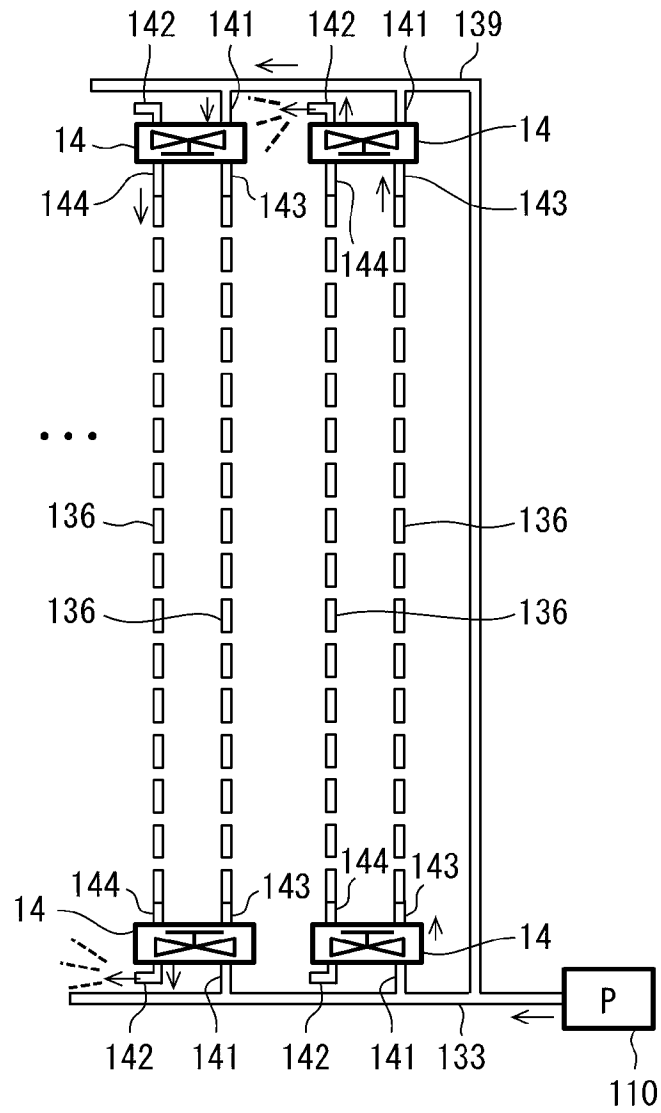
[図27]

図27



[図29]

図29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A01G 25/16**(2006.01)i; **A01G 25/02**(2006.01)i

FI: A01G25/16; A01G25/02 601P

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)

A01G25/16; A01G25/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2015-146799 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORP.) 20 August 2015 (2015-08-20) paragraphs [0030], [0040], [0044]	1, 7-8, 13
Y		2-6, 14-15
A		9-12
Y	JP 11-210029 A (KAWAMOTO PUMP MFG. CO., LTD.) 03 August 1999 (1999-08-03) paragraph [0008]	2-3
Y	JP 62-224214 A (KAJIMA CORP.) 02 October 1987 (1987-10-02) page 2, upper right column, lines 8-12, page 2, lower right column, lines 10-19	4, 14
Y	JP 2017-64572 A (TAKAGI CO., LTD.) 06 April 2017 (2017-04-06) paragraphs [0079]-[0082]	5, 15
Y	JP 2014-57568 A (PANASONIC CORP.) 03 April 2014 (2014-04-03) paragraphs [0039]-[0043]	6
A	JP 2019-69408 A (CKD CORP.) 09 May 2019 (2019-05-09) entire text, all drawings	1-15



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

10 April 2023

Date of mailing of the international search report

09 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006609**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-341839 A (MKV PLATECH CO., LTD.) 15 December 2005 (2005-12-15) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2010-22264 A (KITZ CORP.) 04 February 2010 (2010-02-04) entire text, all drawings	1-15
A	US 2020/0146230 A1 (NETAFIM, LTD.) 14 May 2020 (2020-05-14) entire text, all drawings	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/006609

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-146799	A	20 August 2015	WO 2015/105036 A1 paragraphs [0011], [0021], [0024]	
JP	11-210029	A	03 August 1999	(Family: none)	
JP	62-224214	A	02 October 1987	(Family: none)	
JP	2017-64572	A	06 April 2017	(Family: none)	
JP	2014-57568	A	03 April 2014	(Family: none)	
JP	2019-69408	A	09 May 2019	WO 2019/069552 A1 entire text, all drawings	
JP	2005-341839	A	15 December 2005	(Family: none)	
JP	2010-22264	A	04 February 2010	(Family: none)	
US	2020/0146230	A1	14 May 2020	WO 2019/016684 A2 entire text, all drawings	
				CN 110913686 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A01G 25/16(2006.01)i; A01G 25/02(2006.01)i FI: A01G25/16; A01G25/02 601P										
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（IPC）） A01G25/16; A01G25/02										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
X	JP 2015-146799 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）20.08.2015（2015 - 08 - 20） [0030], [0040], [0044]	1, 7-8, 13								
Y		2-6, 14-15								
A		9-12								
Y	JP 11-210029 A（株式会社川本製作所）03.08.1999（1999 - 08 - 03） [0008]	2-3								
Y	JP 62-224214 A（鹿島建設株式会社）02.10.1987（1987 - 10 - 02） 第2頁右上欄第8-12行, 第2頁右下欄第10-19行	4, 14								
Y	JP 2017-64572 A（株式会社タカギ）06.04.2017（2017 - 04 - 06） [0079]-[0082]	5, 15								
Y	JP 2014-57568 A（パナソニック株式会社）03.04.2014（2014 - 04 - 03） [0039]-[0043]	6								
A	JP 2019-69408 A（CKD株式会社）09.05.2019（2019 - 05 - 09） 全文, 全図	1-15								
☒ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 10.04.2023		国際調査報告の発送日 09.05.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 小島 洋志 2B 6093 電話番号 03-3581-1101 内線 3237								

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 2005-341839 A (MKVプラテック株式会社) 15.12.2005 (2005 - 12 - 15) 全文, 全図	1-15
A	JP 2010-22264 A (株式会社キッツ) 04.02.2010 (2010 - 02 - 04) 全文, 全図	1-15
A	US 2020/0146230 A1 (NETAFIM, LTD) 14.05.2020 (2020 - 05 - 14) 全文, 全図	1-15

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/006609

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-146799	A	20.08.2015	W0 2015/105036 A1 [0011], [0021], [0024]	
JP	11-210029	A	03.08.1999	(ファミリーなし)	
JP	62-224214	A	02.10.1987	(ファミリーなし)	
JP	2017-64572	A	06.04.2017	(ファミリーなし)	
JP	2014-57568	A	03.04.2014	(ファミリーなし)	
JP	2019-69408	A	09.05.2019	W0 2019/069552 A1 全文, 全図	
JP	2005-341839	A	15.12.2005	(ファミリーなし)	
JP	2010-22264	A	04.02.2010	(ファミリーなし)	
US	2020/0146230	A1	14.05.2020	W0 2019/016684 A2 全文, 全図	
				CN 110913686 A	