

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3845674号
(P3845674)

(45) 発行日 平成18年11月15日(2006.11.15)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 33/24 (2006.01) GO 1 N 33/24 E

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2001-92707 (P2001-92707)	(73) 特許権者	000116622
(22) 出願日	平成13年3月28日 (2001.3.28)		愛知県
(65) 公開番号	特開2002-286711 (P2002-286711A)		愛知県名古屋市中区三の丸三丁目1番2号
(43) 公開日	平成14年10月3日 (2002.10.3)	(74) 代理人	100083068
審査請求日	平成15年12月25日 (2003.12.25)		弁理士 竹中 一宣
		(72) 発明者	榊原 正典
			愛知県瀬戸市窯町440番地19
		審査官	竹中 靖典
		(56) 参考文献	実公平7-931 (JP, Y2)
			実開昭51-145988 (JP, U)
			特開平7-244040 (JP, A)
		(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)	
			G01N 33/24

(54) 【発明の名称】 土壌水分計測用テンシオメータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上端から下方へピーコック(1)を備えた透明塩化ビニール管(2)と、この透明塩化ビニール管に接続する上下一対の塩化ビニール製バルブソケット(3)と、この塩化ビニール製バルブソケット(3)間に設けたフルボア型ボールバルブ(4)及びニップル(5)並びにチーズ管(6)と、このチーズ管(6)の横方向に設けたブッシング(7)及び圧力変換器(8)と、下方側の前記塩化ビニール製バルブソケット(3)の下方に接続したステンレス管(9)と、このステンレス管(9)に接続した空気を通さないが透水性のあるポラスカップ(10)とで構成し、このポラスカップ(10)を土壌(12)中に埋設するとき、中央部に位置する前記フルボア型ボールバルブ(4)を閉鎖することにより上下部に区画して、この上部を空気溜め系に、また下部を計測系に形成し、この計測系内の負圧の水分張力を前記圧力変換器(8)で測定して土壌水分を検知する構成の土壌水分計測用テンシオメータ。

10

【請求項2】

テンシオメータの計測系内に充填される水(11)の量を削減するために、チーズ管(6)、ステンレス管(9)、空気を通さないが透水性のあるポラスカップ(10)で構成される計測系内に、その内径より若干小さい外径を持つ挿入棒(13)を挿入するか、又は計測系の構成部材であるステンレス管(9)やポラスカップ(10)を小口径化した請求項1に記載した土壌水分計測用テンシオメータ。

【発明の詳細な説明】

20

【 0 0 0 1 】

【 産業上の利用分野 】

本発明は、例えば農業の施設園芸における土壤水分を検知する土壤水分センサに関する。特に、本センサは自動灌水制御器に利用する応答性の迅速な土壤水分センサを提供するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

テンシオメータで土壤水分計測を行う場合、一番問題となるのは負圧によってテンシオメータ内を充填している水から必ず発生する溶脱空気であり、溶脱空気が多いと、温度変化による溶脱空気の膨張と収縮がテンシオメータの測定誤差を非常に大きくする。そのため

10

に、充填する水に脱気水（水中に溶け込んだ空気を負圧をかけて溶脱させた水）を使用するのであるが、運搬時の揺らしや経過時間とによって空気が溶け込み、余り効果は無く、根本的に溶脱空気の発生量自体を少なくすると共に、溶脱空気の排除手間を簡便にすることが大切である。

【 0 0 0 3 】

従来技術としては、土壤水分を測定する感圧センサをポラスカップ内に収納することによって外気温度の影響を受けにくい構造とした特開平 6 - 1 6 0 3 7 8 号があるが、感圧センサを収納するためにポラスカップ自体が大きくなると共に、ポラスカップ内と連結する給水パイプと給水バルブ、給排気パイプと給排気バルブの複雑な配管により充填水量が多くなって溶脱空気量の減少に至らず、排気手間も簡単では無い。

20

【 0 0 0 4 】

また水の充填方法を工夫した特開平 8 - 1 7 0 9 5 9 号は、充填水量を減少させることはできるが、必ず発生する溶脱空気の排除に対してはその度にセンサ部を土壤より掘り起こして排気処理しなければならない、簡便な排気操作とは言えない。

【 0 0 0 5 】

尚、市販されている電磁弁とタイマーとによって自動的に充填水を補給するテンシオメータは、センサ装置が大きくなって取り扱い難く、高価なものである。

【 0 0 0 6 】

周知の如く、市販の圧力変換器付きテンシオメータは、半導体圧力変換器の精度が近年非常に良くなったことから、テンシオメータに取り付けられるようになったが、ほとんどは安価な空気用の圧力変換器を取り付けており、圧力変換器内に設置されるシリコンの単結晶で作られる受圧チップまでのスペースに当初から空気が存在しており、温度変化によるテンシオメータ内の溶脱空気の膨張と収縮を助長し、長期的な測定に対する正確さを欠く原因となっている。

30

【 0 0 0 7 】

更に従来見過ごされてきた重要な欠陥として、ヘンダーソン（ 1 9 6 4 ）がテンシオメータを構成する本体に安価で入手しやすい塩化ビニール管の使用を推奨したアメリカ土壤学会誌の発表論文以来、世界中で永く塩化ビニール管テンシオメータが使用されてきたが、負圧の増減に対する塩化ビニール管の収縮と膨張は意外と大きく、応答性を悪化させると共に、軟弱材質の収縮・膨張が空気の溶脱量を多くしていることも実験より明らかとなった。

40

【 0 0 0 8 】

つまり、塩化ビニール管本体は、土壤水分張力と作物の根の吸引力による負圧に対して収縮し、ポラスカップより収縮分の水をより多く排出する。しかし、負圧が緩むと、塩化ビニール管本体は膨張して、膨張分の水を土壤中より取り込まねばならないが、テンシオメータは作物の根の吸引力も計測しており、十分な土壤水の取り込みができず、膨張分を計測系内の溶脱空気を更に膨張させて力学的平衡を保持する構造となっている。

【 0 0 0 9 】

その上、従来は溶脱空気を排出する度に、最上部に取り付けたゴム栓を取り外して計測系内を大気解放にして水又は脱気水を充填していた。しかし、その注水作業に大変な手間が

50

掛かり、下端のポラスカップ内の水が正圧となるため、外部へ水が浸透してポラスカップ周辺の土壤水分状態を乱し、従前の測定値に回復するまでの再平衡時間が長く掛かった。更に致命的な欠陥として、ゴム栓の取り外しと押し込みは、高感度な圧力変換器の受圧面を破壊した。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、 1 空気用圧力変換器の使用による測定精度の悪化と溶脱空気の累積助長、 2 本体を塩化ビニール管で構成することにより引き起こされる応答性の悪化と溶脱空気量の増大、 3 溶脱空気の排除操作の際のポラスカップ周辺の乱れと圧力変換器の破壊等の従来の圧力変換器付きテンシオメータにおける問題点を解決して、溶脱空気の発生量自体を減少させて排出操作回数を少なくすると共に、排出操作を簡便にし、維持管理の容易な圧力変換器付きテンシオメータを提供するものである。

10

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、溶脱空気の発生量自体を減少させて排出操作回数を少なくし、排出操作の簡便な圧力変換器付きテンシオメータを提供するため、次のような構造とした。

1 中央部にフルボア型ボールバルブ(4)を設け、閉鎖したフルボア型ボールバルブの上部を空気溜め系、下部を計測系に分離する。

2 圧力変換器に、変換器内に空気を全く介在させない二重ダイアフラム構造の圧力変換器(8)を使用する。

20

3 計測系のテンシオメータ本体を、負圧の増減に対する収縮・膨張のほとんどないステンレス管(9)を使用する。

4 圧力変換器の破壊を防止するため、溶脱空気の排除口にピーコック(1)を使用する。

5 テンシオメータに対する気温と地温の影響を避けるため、-98.1KPaでも漏気しない透水性の良いポラスカップ(10)を使用する。

6 計測系内を満たす脱気水量を更に低減させるため、ポラスカップ(10)と圧力変換器を結ぶステンレス管(9)を図4のようにより小口径にするか、又は図3のようにステンレス管(9)及びポラスカップ(10)の中に内径より若干小さい外径を持つ挿入棒(13)を挿入する。尚、(9')は小口径ステンレス管、(10')は小口径ポラスカップである。

30

【0012】

このことにより、従来の空気の溶脱によって発生する次のような欠陥が克服される。

【0013】

圧力変換器内の受圧チップまでのスペースをシリコンオイルで封入した二重ダイアフラム構造の圧力変換器は、従来使用されてきた空気圧用圧力変換器と比較して若干価格が高いが、受圧部は外部に露出しているステンレス製の平板で、テンシオカップ内の液体の負圧測定に適し、空気の介在もないことから長期的計測が可能である。この二重ダイアフラム構造の圧力変換器を付けたテンシオメータの応答性を計測したところ2~3秒と迅速な作動特性を示し、電気的な出力を持つことから土壤水分制御センサとして十分使用できる。

40

【0014】

塩化ビニール管に対する収縮と膨張は、安価なステンレス管を使用することにより克服でき、ステンレス管部分のほとんどは土壤中に埋設されるため、直射日光による熱膨張の影響は少ない。

【0015】

負圧によって発生する計測系内の溶脱空気の排出操作は、閉鎖されたピーコック(1)、透明塩化ビニール管(2)、水又は脱気水等の水(11)で充填された上部空気溜め系内に、計測時に常時閉鎖されているフルボア型ボールバルブ(4)を開いて、計測系内に蓄積された空気を素早く上方へ移動させ、再度フルボア型ボールバルブ(4)を閉鎖するだけであり、この3~5秒間の開閉操作に対するポラスカップの周辺の土壤水分の乱れは

50

ほとんど無い。また、上部空気溜め系内の空気の排出操作は、フルボア型ボールバルブ(4)を閉鎖したまま、上端のピーコック(1)のみを開いて水又は脱気水を注入して空気を排出するが、この作業には、若干手間が掛かるが慌てる必要は無く、維持管理が容易である。

【0016】

尚、ボールバルブは口径を収縮させないフルボア型ボールバルブ(4)と規定したのは、透明塩化ビニール管(2)とステンレス管(9)と同口径断面を確保することにより、溶脱空気をスムーズに移動させるためであり、また上部空気溜め系内の透明塩化ビニール管(2)は、溶脱空気が計測系から排除されたかを確認するために、敢えて使用した。

【0017】

以上のように、本発明は、1 二重ダイアフラム構造の圧力変換器(8)の導入、2 テンシオメータの計測系本体のステンレス管(9)の導入、3 溶脱空気の排出操作の簡便化のためのフルボア型ボールバルブ(4)の導入によって、溶脱空気自体の発生量を減少させると共に、溶脱空気の排除操作を簡便かつ合理的に行い、テンシオメータの容易な維持管理と良好な測定精度とを得た。

【0018】

その溶脱空気量の発生量を実測すると、図1の形状のテンシオメータにおける0～900cmの水分張力に対して、計測系におけるチーズ管(6)とポラスカップ(10)とを連結するステンレス管(9)を、従来使用されてきた内径13mm・外径18mmの透明塩化ビニール管(2)にした場合の溶脱発生空気量を1とすると、本発明の内径15mm・外径19mmのステンレス管(9)の場合では1/17となり、更にこのステンレス管(9)の中に外径13mmの樹脂製の挿入棒(13)を挿入して充填する水(11)の絶対量を少なくしたら1/135になった。

【0019】

また、同様にチーズ管(6)とポラスカップ(10)を連結する管の各材質における水分張力の測定精度は、図2のように従来品の塩化ビニール管では±8%の誤差が生ずるのに対して、本発明のステンレス管(9)では±2%以内となった。

【0020】

【作用】

本発明の圧力変換器付きテンシオメータは、図1のとおり砲金製のピーコック(1)、透明塩化ビニール管(2)、砲金製のフルボア型ボールバルブ(4)、鋼製のチーズ管(6)、二重ダイアフラム構造の圧力変換器(8)、ステンレス管(9)、漏気圧が-98.1KPa以上の透水性の良いポラスカップ(10)で構成され、そのテンシオメータ内部を水又は脱気水(11)で充填する。溶脱空気の排出操作手順は上述のとおりで、現場の盛夏での排出操作頻度は従来1日に1度行ったが、1週間～10日に1回程度と非常に少なくなった。

【0021】

【実施例】

砲金製のピーコック(1)、透明塩化ビニール管(2)、砲金製のフルボア型ボールバルブ(4)、鋼製のチーズ管(6)、ステンレス管(9)、ポラスカップ(10)は、1/2インチの統一サイズのものを使用する。二重ダイアフラム構造の圧力変換器(8)は、コパル電子株式会社のPA800-102Vを使用するが、取り付け口径がPF3/8インチであるので、PT1/2×PF3/8のブッシング継ぎ手金具を1個挿入する必要がある。(14)は小口径ステンレス管(9')と、塩化ビニール型バルブソケット(3)との間に設けられる支持板である。

【0022】

【発明の効果】

本発明は、テンシオメータで土壤水分計測を行う場合の問題点、即ち、維持管理手間の簡便化と測定精度の向上を、このテンシオメータ内の発生する溶脱空気量の減少で解決するとともに、この溶脱空気の排除手間の簡便化した圧力変換器付きテンシオメータを、土壤

10

20

30

40

50

水分計測に利用可能とすること、また当該圧力変換器付きテンシオメータを、営農場面での自動灌水制御器における土壤水分センサに使用可能とすること、またテンシオメータの容易な維持管理と良好な測定精度を得られること、等の特徴がある。

【0023】

尚、安価なステンレス管を採用することで、塩化ビニール管の収縮と膨張による従来の弊害を解消できること、かつステンレス管部分のほとんどは土壤中に埋設されるため、このステンレス管に対する直射日光による熱膨張の影響が少なくなる実益がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の土壤水分計測用テンシオメータを示す正面図である。

【図2】本発明の土壤水分計測用テンシオメータの測定精度を示すフローチャートである 10

。

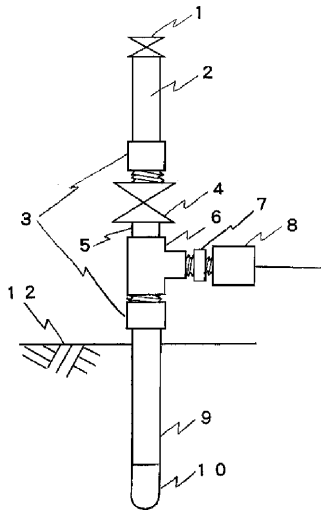
【図3】本発明の他の土壤水分計測用テンシオメータを示す断面図である。

【図4】本発明の更に他の土壤水分計測用テンシオメータを示す断面図である。

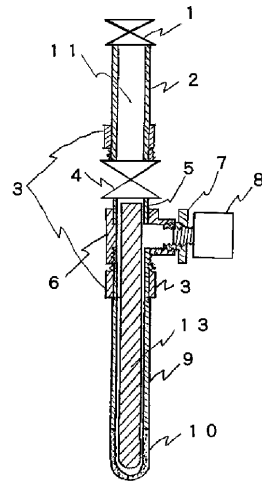
【符号の説明】

- | | | |
|-----|----------------|----|
| 1 | ピーコック | |
| 2 | 透明塩化ビニール管 | |
| 3 | 塩化ビニール製バルブソケット | |
| 4 | フルボア型ボールバルブ | |
| 5 | ニップル | |
| 6 | チーズ管 | 20 |
| 7 | ブッシング | |
| 8 | 圧力変換器 | |
| 9 | ステンレス管 | |
| 9' | 小口径ステンレス管 | |
| 10 | ポーラスカップ | |
| 10' | 小口径ポーラスカップ | |
| 11 | 水又は脱気水 | |
| 12 | 土壌 | |
| 13 | 挿入棒 | |
| 14 | 支持板 | 30 |

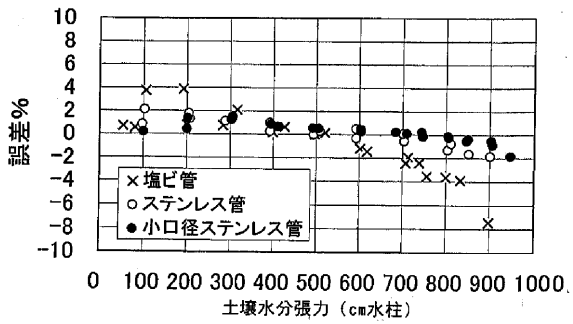
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】

