

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4982823号

(P4982823)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

A O 1 G 27/00 (2006. 01)

A O 1 G 27/00 5 O 4 B

A O 1 G 7/00 (2006. 01)

A O 1 G 27/00 5 O 4 C

A O 1 G 7/00 6 O 3

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-223509 (P2006-223509)
 (22) 出願日 平成18年8月18日 (2006. 8. 18)
 (65) 公開番号 特開2008-43282 (P2008-43282A)
 (43) 公開日 平成20年2月28日 (2008. 2. 28)
 審査請求日 平成21年8月7日 (2009. 8. 7)

(73) 特許権者 000214191
 長崎県
 長崎県長崎市江戸町2番13号
 (74) 代理人 100081824
 弁理士 戸島 省四郎
 (72) 発明者 高見 寿隆
 長崎県佐世保市吉井町大渡80
 長崎県県北農業改良普及セ
 ンター内
 (72) 発明者 兵頭 竜二
 長崎県大村市池田2丁目1303番地8
 長崎県工業技術セ
 ンター内
 審査官 竹中 靖典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 果実栽培における水管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

収穫時の果実が目標の糖度と酸度となるように開花後の所定期間の間の水分ストレスの栽培モデルを設定し、果樹の水分ストレス値を定期的又は不定期的に実測し、設定した栽培モデルの水分ストレス値に近づくようにその差異に応じて果樹への灌水を調整する果実栽培における水管理方法に於いて、実測した水分ストレス値を所定期間のモデル開始日から実測日まで日積して実測日積算値を求め、栽培モデルのモデル開始日から同実測日までのモデルの水分ストレス値を日積してモデル日積算値を求め、実測日積算値からモデル日積算値を差し引いた差分 ΔS を算出し、その差分 ΔS を補償するように実測日以降の栽培モデルの水分ストレス値を修正し、実測の水分ストレス値が栽培モデルの修正された水分

10

【請求項 2】

モデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS を実測日からモデルの終了日までの残存日数で除した日割差分値だけ、栽培モデルの各水分ストレスの値から減じた水分ストレス値を同実測日以降の栽培モデルの修正された水分ストレス値とした、請求項 1 記載の果実栽培における水管理方法。

【請求項 3】

モデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS と、その実測日からモデルの終了日までの栽培モデルの水分ストレスの日積算値 S とから下記数 1 の修正係数

20

kを算出し、同実測日以降の栽培モデルの水分ストレス値に上記修正係数kを乗じたストレス値を実測日以降の目標の修正された水分ストレス値とした、請求項1記載の果実栽培における水管理方法。

(数1)

$$k = (S - \Delta S) / S$$

【請求項4】

一回の灌水の水量を果樹の収穫量又は樹齢が増加するとともに多くし、且つ実測の水分ストレス値から栽培モデルのモデル水分ストレス値又は修正されたモデル水分ストレス値を差し引いた差分値の負値が大きくなるに従って、灌水回数を増やすように灌水させる、請求項1～3何れか記載の果実栽培における水管理方法。

10

【請求項5】

一回の灌水の水量を果樹の収穫量又は樹齢が増大するとともに多くし、且つモデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS の負値が大きくなるに従って、灌水回数を増やすように灌水させる、請求項1～3何れか記載の果実栽培における水管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ミカン・ナシ・リンゴ等の果実栽培において、灌水量（灌水と水切り）を制御して適切な水分ストレスを与えることによって、理想的な糖度・酸度をもった高品質の果実を確実に生産するための水管理技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

ミカンなど果実栽培においては、灌水や水切り（灌水の制限）と言った水管理が重要視されている。これは、適切な水管理による栽培が、高糖度果実の生産を可能にするからである。適度な水切りは、果実糖度を上昇させ高糖度果実の生産に寄与できる。しかし、過度の水切りは、樹体の勢いを低下させ、結果として、果実の成長阻害（小さな果実しか収穫できない）や翌年の新枝／新芽の成長阻害などを引き起し、最悪の場合には樹体そのものが枯死することもある。

【0003】

30

このように、理想的な糖度・酸度をもった高品質の果実を生産するため、水管理が大切であり、ある時期に適切な水分ストレスを与えることが有効であるということが経験的に知られている。熟練した農作業者は、葉の萎れ具合、葉のカール状態、葉色から経験的に判断して必要な灌水時期と灌水量を決めていた。

しかしながら、この経験による灌水管理は、農作業の熟練を必要としていて何人でも採用できるものでなかった。又、その判断は実際の降雨・天候の影響を考慮して修正せねばならず、勘にたよったものとなりがちで、バラツキと不確かさがあった。

【0004】

一方、特開平10-127177号の「トマト栽培装置及び栽培方法」の公報には、水管理をし易くするポットについての発明が提示されている。

40

しかしながら、この発明では、植物（トマト）によって及び蒸散によって消費されるポット内の水を、毛細管現象を利用して液槽から吸い上げて給水させるものであり、植物と天候にまかせて給水させるだけであり、人為的に植物に水分ストレスを与えるものでないから、高品質の果実の生産は期待しにくいものである。

【0005】

又、特開2002-281842の「少量高頻度灌水法を特徴とする施設園芸用自動灌水制御器」の公報の発明は、土壌の水分センサとタイマなどを利用して、少量ずつの灌水を間欠的に高頻度で行うことを特徴としている。特に、植物にとって水分ストレスの源となる土壌の乾燥具合は、生育ステージ毎に設定されている乾燥限界値を設定しているのみで、実際に植物にかかっている水分ストレス状態によって臨機応变的に、生育ステージ毎

50

に必要な水分ストレス特性を変化させているものではない。従って、この発明の方法では、水分ストレスの精確な理想的な水分ストレスに制御することが難しく、高品質の果実を確実に生産することが期待できにくいものであった。

【特許文献１】特開平１０－１２７１７７号公報

【特許文献２】特開２００２－２８１８４２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明が解決しようとする課題は、従来のこれらの問題点を解消させ、降雨・天候の影響を受けてもこれらの影響要素を計測して、理想的な水分ストレス状態に近づけるように制御でき、高品質の果実を確実に生産できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

かかる課題を解決した本発明の構成は、

１） 収穫時の果実が目標の糖度と酸度となるように開花後の所定期間の間の水分ストレスの栽培モデルを設定し、果樹の水分ストレス値を定期的又は不定期的に実測し、設定した栽培モデルの水分ストレス値に近づくようにその差異に応じて果樹への灌水を調整する果実栽培における水管理方法に於いて、実測した水分ストレス値を所定期間のモデル開始日から実測日まで日積して実測日積算値を求め、栽培モデルのモデル開始日から同実測日までのモデルの水分ストレス値を日積してモデル日積算値を求め、実測日積算値からモデル日積算値を差し引いた差分 ΔS を算出し、その差分 ΔS を補償するように実測日以降の栽培モデルの水分ストレス値を修正し、実測の水分ストレス値が栽培モデルの修正された水分ストレス値に近づくように果樹の灌水を調整するようにしたことを特徴とする、果実栽培における水管理方法

２） モデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS を実測日からモデルの終了日までの残存日数で除した日割差分値だけ、栽培モデルの各水分ストレスの値から減じた水分ストレス値を同実測日以降の栽培モデルの修正された水分ストレス値とした、前記１）記載の果実栽培における水管理方法

３） モデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS と、その実測日からモデルの終了日までの栽培モデルの水分ストレスの日積算値 S とから下記数１の修正係数 k を算出し、同実測日以降の栽培モデルの水分ストレス値に上記修正係数 k を乗じたストレス値を実測日以降の目標の修正された水分ストレス値とした、前記１）記載の果実栽培における水管理方法

（数１）

$$k = (S - \Delta S) / S$$

４） 一回の灌水の水量を果樹の収穫量又は樹齢が増加するとともに多くし、且つ実測の水分ストレス値から栽培モデルのモデル水分ストレス値又は修正されたモデル水分ストレス値を差し引いた差分値の負値が大きくなるに従って、灌水回数を増やすように灌水させる、前記１）～３）何れか記載の果実栽培における水管理方法

５） 一回の灌水の水量を果樹の収穫量又は樹齢が増大するとともに多くし、且つモデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS の負値が大きくなるに従って、灌水回数を増やすように灌水させる、前記１）～３）何れか記載の果実栽培における水管理方法

にある。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、収穫時の果実の糖度・酸度が目標値となる理想的な水分ストレスの栽培モデルに沿って水管理しても、天候・灌水作業によって実際の水分ストレスが栽培モデルの値から変動を生じるが、その変動があっても栽培モデルを適切に修正して水管理することで、収穫時の果実の糖度を目標値のものに確実にできるものとした。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本出願人は、ミカン等の農作物の水分ストレスをその葉の色からスペクトル分析して定量的に非破壊方式で計測する方法を開発した。その発明は特開2005-308733号公報として公知となっている。本願発明における水分ストレスの計測にはこの公報の計測方法・装置を用いるのが精度よく水分ストレスを迅速に且つ容易に計測できるので好ましい。

本願発明の水分ストレス値の修正計算は、実際の水分ストレス値と、モデルの水分ストレス特性値を入力してコンピュータプログラムを用いて計算するのを一般的とする。

本発明の水分ストレスは、水ポテンシャルの値として数値化するのが一般的である。水ポテンシャルは負の値が大きい程乾燥状態で吸水能力が高いものである。

本発明での栽培モデルの水分ストレスの日積算値の差分に応じた修正は、栽培モデルの期間の中間前後で1回又は複数回行う。

本発明におけるモデル開始日とは、水分ストレスが果実に影響を強く与え始める水管理が要求される期間の開始日のことであって、果樹の品種・栽培地の風土で多少変わるが、ミカンの場合は開花後60日目程であり、モデル終了日は、果実（ミカン）の収穫日であり、開花後190日目程である。

【実施例1】

【0010】

以下、本発明をミカンの果樹の灌水管理の実施例に基づいて説明する。本実施例では水分ストレスは、水ポテンシャルで測定した。

【0011】

（栽培モデル設定行程）

まず栽培モデルの設定のデータを得るため、ミカンの開花（5月～6月）の60日目から190日目（収穫日）までの期間において、10日間隔で水分ストレス値を計測し、収穫した果実の糖度と酸度との関係を調査する。特に8月上旬から9月中旬の水分ストレスが果実の糖・酸度に大きく影響を与えることが経験的に知られているので、特に8月上旬～9月中旬までの水分ストレス（水ポテンシャルとして計測）の測定平均値と、収穫果実の糖度（単位：Brix）と、酸含量（単位：g/100ml）の関係を求める。

【0012】

その結果は、図1、図2の関係にあることが調査された。尚、糖度と酸度と水分ストレスの相関はミカンの種類及び栽培地方毎に調査される。

【0013】

この図1、図2から分かるように、収穫時糖度（単位：Brix）及び収穫時酸含量（単位：g/100ml）と、水分ストレス（水ポテンシャル測定値 ψ 単位：MPa）とは、一定の関係があることが分かる。水ポテンシャル値が負の方向に大きくなるに従って（灌水量減らして乾燥させるに従って）、収穫時の糖度も高くなる。その相関の式は下式となった。

$$y = -10.442x^2 - 29.709x - 6.6889$$

$$R^2 = 0.9461$$

y：収穫時糖度（Brix）

x：水ポテンシャル（MPa）

R：相関度

又、収穫時酸含量z（g/100ml）と水ポテンシャルx（MPa）の相関の式は下式となった。

$$z = -0.7026x + 0.308$$

$$R^2 = 0.6702$$

z：収穫時酸含量（g/100ml）

R：相関度

収穫時酸含量zは、水ポテンシャルが負の方向に大きくなるに従って、酸含量も大きくな

10

20

30

40

50

る。

【0014】

一方、開花後60～190日目の水ストレス（水ポテンシャル）の日積算値と収穫時糖度との相関データをとると、図3のようになり、水ポテンシャル日積算値Sが負の方向に大きくなる程収穫時糖度y（Brix）は高くなるのが統計的に裏付けられた。その相関式は、

$$S = 1.8402y^2 + 34.146y - 258.3$$

$$R^2 = 0.6978$$

S：開花後60～190日間の水ポテンシャル日積算値

R：相関度

10

【0015】

従って、栽培モデルは、8月上旬～9月中旬までの水ポテンシャルを目標糖度・酸度（酸含量）となるように決めるとともに、その水ポテンシャルの日積算値が目標糖度以上のものになるように決める必要がある。例えば糖度が13（13度）より糖度を高くするには、この図3から、水ポテンシャル日積算値は-125より負の方向に大きくする必要があることが分かる。

【0016】

このような栽培データから栽培モデルを設定するには、果樹栽培において収穫ミカンの収穫果実の目標糖度と目標酸度（酸含量）をまず決める。例えば、目標糖度を13.0（Brix）以上とし、又目標酸含量を1.0～1.13（g/100ml）とすると、図1，図2から8月上旬～9月中旬までの平均水ポテンシャルを-1.05～-1.13MPa程にする必要があることが分かる。8月上旬～9月中旬以外は栽培果樹の計測結果の平均的な値とし、しかも水ポテンシャルの日積算値が-125より負の方に大きくなるように水ポテンシャル（水分ストレス）の栽培モデルを作成する。このように決定された上記の目標糖度・酸度の水ポテンシャルの栽培モデルの例を図4に示す。

20

【0017】

尚、栽培モデルは、過去の水ポテンシャルと糖度・酸度のサンプルの中から適切なパターンを採用することもできる。

別の栽培モデルの設定方法は、標準の目標糖度・酸度（例えば上記の目標糖度13.0，酸含量1.05～1.13）の標準栽培モデルを作成しておき、別の目標糖度tに対して、その標準栽培モデルの水ポテンシャルを下記の様に修正して糖度tの栽培モデルの水ポテンシャル y_t の経日特性を下式によって求めることによって可能である。

30

$$k_s = S_t / S_{13}$$

$$y_t = y_{13} * k_s = y_{13} * S_t / S_{13}$$

y_t ：目標糖度tにおける栽培モデルの水ポテンシャル値（Brix）

y_{13} ：目標糖度13における標準栽培モデルの水ポテンシャル値（Brix）

S_{13} ：図3からの糖度13.0の標準の栽培モデルの水ポテンシャル日積算値

S_t ：図3からの糖度tの水ポテンシャル日積算値

【0018】

ミカンの果実の栽培モデルを図4の水ポテンシャルとなるように灌水作業を行った。一回の灌水の灌水単位量は、ミカンの果樹の樹齢・収穫量に応じて下記表1の通りとした。

40

【0019】

【表 1】

一回あたりの灌水単位量		
樹齢	収穫量 [kg]	1 回あたり灌水単位量 [%]
5～10 年生	10～29	15
10～15 年生	30～59	30
15 年以上	60～	60

10

【0020】

又、実測の水分ストレスと栽培モデルの水分ストレスの差分（水ポテンシャルの差分表現：単位MPa）に応じた灌水回数は下記表 2 の通りとした。

【0021】

【表 2】

実測値 — モデル値	10 日あたりの灌水回数
0MPa 以上	0 回
0MPa 未満、-0.1MPa 以上	1 回
-0.1MPa 未満、-0.2MPa 以上	2 回
-0.2MPa 未満	3 回

20

【0022】

図 4 の栽培モデルの水ポテンシャルに従って水管理（灌水・水切り）作業を行った。水ポテンシャルの実測は 10 日間隔で行った。実測の水ポテンシャルは図 5 中黒丸で示す。

30

【0023】

実測の水ポテンシャルと、栽培モデルの水ポテンシャルの差分に応じて、下記の表 3 の通りの灌水を行った。開花後 70 日目と 90 日目の水ポテンシャル測定後にそれぞれ 2 回と 3 回の灌水回数の灌水作業を行った。

【0024】

【表 3】

灌水指示回数の算出例				
開花後経過日数	60 日	70 日	80 日	90 日
実測値 [MPa]	-0.5	-1.0	-0.9	-1.3
モデル値 [MPa]	-0.6847	-0.8141	-0.9833	-1.0331
実測値-モデル値 [MPa]	+0.1847	-0.1859	+0.0833	-0.2669
灌水回数 [回]	0	2	0	3
灌水日 [開花後経過日]	—	70、71 日目	—	90、91、92 日目

40

【0025】

表 3 から分かるように、60 日目、70 日目、80 日目、90 日目の実測値とモデルとの水ポテンシャルの差分は、+0.1847、-0.1859、+0.0833、-0.

50

2669であり、表2の灌水回数表に従って0, 2, 0, 3回の灌水回数の灌水作業を行った。一回の灌水量は表1の基準に従って作業した。

【0026】

又、90日目までの水ポテンシャルの実測値の日積算 S_{90}^g をすると、栽培モデルの90日目までの水ポテンシャルの実測値の日積算 S_{90}^m をすると、下記の値となった。90日目の差分 ΔS_{90} は下記の値となった。

$$S_{90}^g = -28.000 \text{ (MPa} \cdot \text{日)}$$

$$S_{90}^m = -26.563 \text{ (MPa} \cdot \text{日)}$$

$$\Delta S_{90} = S_{90}^g - S_{90}^m = -1.437 \text{ (MPa} \cdot \text{日)}$$

【0027】

栽培モデルの90日目以降の水ポテンシャルを下記の様に修正する。

修正栽培モデルの修正水ポテンシャル＝モデル水ポテンシャル－ $\Delta S_{90} / d_2$

d_2 ：モデル終了日－モデル修正の最終実測日

$$(d_2 = 190 \text{ 日} - 90 \text{ 日} = 100 \text{ 日})$$

$\Delta S_{90} / d_2$ ：水ポテンシャルの修正分

従って、図4に示す最初の栽培モデルの90日目以降の水ポテンシャルを上記計算された修正水ポテンシャルに修正して、新しい修正栽培モデルとする。図5中修正水分ポテンシャルを点線で示している。

【0028】

90日目以降の灌水作業は、新しい修正栽培モデルに従って前記同様にして行う。

【0029】

その結果、190日目で収穫した果実の平均糖度が13.0以上となった果実は95%に達した。酸度の方も目標酸含量：1.0～1.13 (g/100ml)の達成率も80%であった。

同じ地区の同じ品種の従来の水管理方式の平均糖度が11.4、酸含量は0.96であった。これから、本実施例の水管理方法によれば、高い糖度と目標の酸度の果実が確実に収穫できた。

【0030】

上記実施例の修正方法の他に、修正栽培モデルの水ポテンシャルを、最初の栽培モデルの水ポテンシャルに下記修正係数 k を乗じる方法でも同様にできる。

修正水ポテンシャルの値＝最初の栽培モデルの水ポテンシャル $\times k$

$$k = (S - \Delta S) / S$$

【0031】

更に、上記実施例において、その灌水回数の別の決定方法として、モデル開始日から実測日までの水分ストレスの日積算値の差分 ΔS の負値の大きさに応じて灌水回数を決める方法もある。例えば、日積算値の差分 ΔS の負値が大きくなるに従って、下記表4のように灌水回数を増やす方法である。

上記の水分ストレス（水ポテンシャル）の差分に応じて表3に示す灌水回数を60日目まで行い、次に70日目からは上記の水分ストレスの日積算値の差分の負値の大きさに応じて灌水回数を増やす表4の方法で実行した灌水回数を決めた灌水回数例を表5に示す。

【0032】

10

20

30

40

【表 4】

実測値	モデル値	10日あたりの灌水回数
0 [MPa 日] 以上		0回
0 [MPa 日] 未満、-1.0 [MPa 日] 以上		1回
-1.0 [MPa 日] 未満、-2.0 [MPa 日] 以上		2回
-2.0 [MPa 日] 未満		3回

注)ここでは、基準値についても、10日おきの日積算値を用いている。

10

【0033】

【表 5】

開花後経過日数	(60 日)	70 日	80 日	90 日
実測値 [MPa]	-0.5	-1.0	-0.9	-1.3
実測値の日積算 [MPa・日]		-7.5	-17	-28
モデル値 [MPa]	-0.6847	-0.8141	-0.9833	-1.0331
モデル値の日積算 [MPa・日]		-7.494	-16.481	-26.563
実測値-モデル値 [MPa]	+0.1847			
"の日積算 [MPa・日]		-0.006	-0.519	-1.437
灌水回数 [回]	0	1	1	2
灌水日 [開花後経過日]	—	70 日目	80 日目	90、91 日目

20

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明は、果実特に糖度を求める果実の果樹の水管理方法であり、ミカンの他に、リンゴ・ナシ・ビワ等でも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】水ポテンシャルと収穫時糖度の相関を示す説明図である。

【図 2】水ポテンシャルと収穫時酸含量の相関を示す説明図である。

【図 3】水ポテンシャル日積算値と収穫時糖度との相関を示す説明図である。

【図 4】実施例の水ポテンシャルの栽培モデルを示す説明図である。

【図 5】実施例の栽培モデルの水ポテンシャルと水ポテンシャルの実測値と修正水ポテンシャルを示す説明図である。

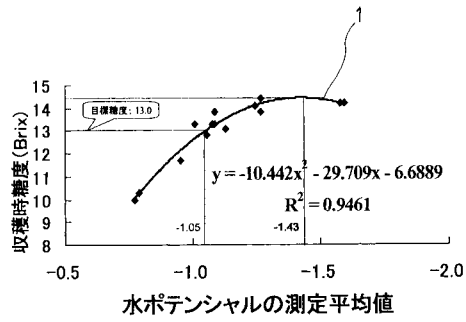
【符号の説明】

40

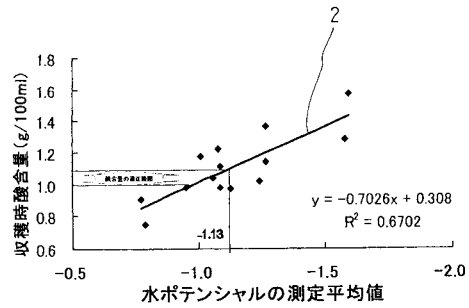
【0036】

- 1 相関式線
- 2 相関式線
- 3 相関式線

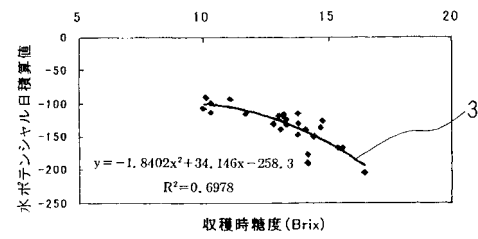
【図 1】



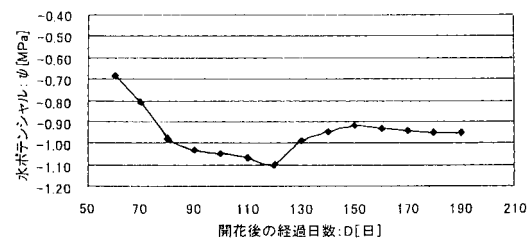
【図 2】



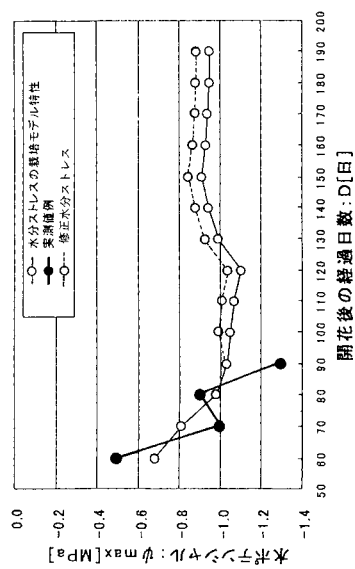
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-252030 (JP, A)
特開平11-243798 (JP, A)
特開平02-084117 (JP, A)
特開2003-092924 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01G 7/00

A01G 27/00

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)