

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 8 月 23 日(23.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/111215 A1

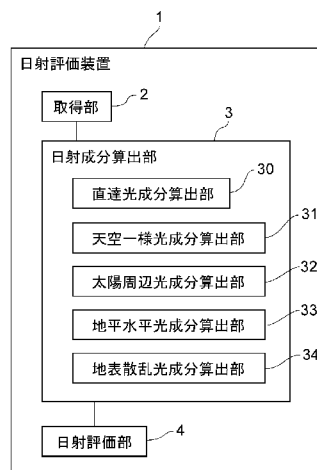
- (51) 国際特許分類:
G01W 1/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077423
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 28 日(28.11.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-033714 2011 年 2 月 18 日(18.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): J X 日鉱日石エネルギー株式会社 (JX Nippon Oil & Energy Corporation) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石井 隆文 (ISHII Takafumi) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 J X 日鉱日石エネルギー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: SOLAR RADIATION EVALUATION DEVICE, SOLAR RADIATION EVALUATION METHOD, AND SOLAR RADIATION EVALUATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラム

[図1]



- 1 Solar radiation evaluation device
- 2 Acquiring unit
- 3 Solar radiation component calculator
- 4 Solar radiation evaluator
- 30 Direct beam component calculator
- 31 Uniform sky light component calculator
- 32 Circumsolar light component calculator
- 33 Ground-level horizontal light component calculator
- 34 Ground surface diffuse light component calculator

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a solar radiation evaluation device capable of calculating solar radiation intensity and insolation on a tilted surface by a simple process while taking into account the effect of surrounding obstacles, and to provide a solar radiation evaluation method and solar radiation evaluation program. A solar radiation evaluation device (1) for calculating the solar radiation intensity or insolation on a tilted surface, the device comprising: an acquiring unit (2) for acquiring a variety of data relating to a tilted surface and to an obstacle that blocks solar radiation to the tilted surface; a solar radiation component calculator (3) for calculating, on the basis of the variety of data acquired by the acquiring unit (2), a value of a solar radiation component on the tilted surface, the effect of a shadow of an obstacle being considered, for each predetermined solar radiation component of solar radiation intensity or insolation; and a solar radiation evaluating unit (4) for calculating the solar radiation intensity or insolation on the tilted surface by adding together the solar radiation components calculated by the solar radiation component calculator (3).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/111215 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、簡便に算出することが可能な日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムを提供することを目的とする。傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置 1 は、傾斜面及び傾斜面への日射を遮る障害物に関する各種データを取得する取得部 2 と、取得部 2 によって取得された各種データに基づいて、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、障害物による影の影響を加味した傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出部 3 と、日射成分算出部 3 において算出された日射成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価部 4 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、障害物の影響を加味した、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムに関する。

背景技術

[0002] 太陽光発電システムの設置に先立ち、期待される発電量を、シミュレーションによって予測することは、設置の可否を判断するために重要である。また、既に設置されているシステムが、正常に発電しているか否かを判断するためにも期待される発電量をシミュレーションすることは重要である。

[0003] ここで、太陽光発電システムの発電量シミュレーション等においては、任意の方位、仰角を持つ傾斜面に対する日射強度または日射量を、水平面の日射強度または日射量から計算によって推定することが有効である。なぜならば、水平面の日射強度または日射量は、種々の地域に対してデータが整備されているからである。任意の方位、仰角を持つ傾斜面に対する日射強度または日射量を、水平面の日射強度または日射量から計算によって推定するため、種々のモデルとそれに基づく計算方法がこれまで提案されてきた。

[0004] 例えば、下記非特許文献1及び2には、傾斜面への日射を、太陽からの直達光、天空から来る天空散乱光、及び地表から来る地表散乱光の3成分に分離し、さらに天空散乱光を、太陽周辺の空から来る太陽周辺光、天空一様に広がる天空一様光、及び地平線水平線から来る地平水平光の3サブ成分に分離して考え、それらの成分に基づき、傾斜面への日射強度または日射量を推定する方法が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：R.Perez et al., A newsimplified version of the Perez diff

use irradiance model for tilted surfaces, Sol. Energy 39(3), 221-231 (1987).

- [0006] 非特許文献2：NEDO報告書 平成17年度太陽光発電システム共通基盤技術研究開発 「標準日射データの地理的分解能向上に関する調査研究」 H18年3月 (財)日本気象協会

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記の日射強度または日射量推定方法は、雲など気象現象による日射の低下は、予め与えられる水平面日射データに既に盛り込まれているが、対象として考えている傾斜面への日射を遮る障害物（たとえば建築物、樹木等）の影響は考慮されていない。すなわち、計算の基礎となる水平面に対する日射強度または日射量は、もともと日射を遮る障害物が無い場所を選択してデータが取得されており、傾斜面への日射強度または日射量を推定するモデルにおいても、日射を遮るものは存在しない前提である。
- [0008] しかしながら、太陽光発電システムが実際に設置される場所において、日射を遮るものが全く無いことは例外的であり、直達光、天空散乱光の幾許かは、障害物によって遮られ、その結果太陽電池面の日射強度または日射量は低下をきたしていることが殆どである。
- [0009] しかし従来、障害物による日射低下を定量的に評価して、日射強度または日射量を推定する有効かつ簡易な方法が見出されていなかったため、以下に述べる様な便宜的な手法が採られていた。すなわち、注目している面と太陽を結んだ間に、建物や樹木等の障害物が存在するか否かを判定し、存在する場合は、「影あり」存在しない場合は「影なし」と判定する。「影あり」と判定された場合は、予め設定された率に従って日射強度または日射量を減じ、「影なし」と判定された場合は、日射強度または日射量は計算値をそのまま使用する。
- [0010] しかし、この方法には以下の様な問題点があり、影が存在する場合の日射強度または日射量を推定する方法としては不十分である。すなわち、注目し

ている面と太陽を結んだ間に障害物が存在しなかった場合でも、天空散乱光を遮る障害物が存在していた場合、実際には日射強度または日射量は低下しているが、この手法ではその影響は一切考慮されていない。また、注目している面と太陽を結んだ間に障害物が存在する場合、日射強度または日射量は予め設定された率に従って減じられることになる。しかし、実際にはその状況、たとえばその時の直達光と散乱光の比率や、日射強度または日射量を推定する場所から障害物を見込む立体角等によって、障害物の影響は種々変化し、一律に設定値によって減じる方法では正確な値を得ることは困難である。

[0011] これに対して、障害物の配置状況を基に、光線追跡法を使用することで、注目している面への日射強度または日射量を推定する方法も考えることができる。しかし光線追跡法では、注目している面から直接望むことができない障害物面に対しても、光学的性質、例えばBSDF (Bidirectional Scattering Distribution Factor) を定義することが必要であり、シミュレーションを実施するための構造定義が煩雑かつ時間を要するものとなる。また、光線追跡法はその実行段階においても計算時間が長くなる等の課題があるため、これらの課題を解決した計算方法が望まれてきた。

[0012] 本発明は上記課題解決のためになされたものであり、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、簡便に算出することが可能な日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一側面に係る日射評価装置は、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置であって、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得手段と、取得手段によって取得された傾斜面位置データ

と傾斜面法線データと水平面日射データと障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、障害物による影の影響を加味した傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出手段と、日射成分算出手段によって算出された日射成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段と、を備え、日射成分算出手段は、日射成分の一つとして天空に一樣に広がる成分である天空一樣光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面と同一地点から望む天空のうち傾斜面自身と障害物とによって遮られることなく傾斜面から望むことができる天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、非遮蔽天空部分と天空一樣光成分の値とに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一樣光成分を算出する天空一樣光成分算出手段を有している。

[0014] また、本発明の別の側面に係る日射評価方法は、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置により実行される日射評価方法であって、日射評価装置が、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得ステップと、日射評価装置が、取得ステップにおいて取得された傾斜面位置データと傾斜面法線データと水平面日射データと障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、障害物による影の影響を加味した傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出ステップと、日射評価装置が、日射成分算出ステップにおいて算出された日射成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価ステップと、を含み、日射成分算出ステップは、日射成分の一つとして天空に一樣に広がる成分である天空一樣光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面と同一地点から望む天空のうち傾斜面自身と障害物とによって遮られることなく傾斜面から望むことができる天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、非遮蔽天空部分と天空一樣光成分の値とに基づいて、障害物による影の影響

を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する天空一様光成分算出ステップを含んでいる。

[0015] また、本発明の別の側面に係る日射評価プログラムは、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価プログラムであって、コンピュータを、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得手段、取得手段において取得された傾斜面位置データと傾斜面法線データと水平面日射データと障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、障害物による影の影響を加味した傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出手段、及び、日射成分算出手段において算出された日射成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段、として動作させ、日射成分算出手段は、日射成分の一つとして天空に一樣に広がる成分である天空一様光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面と同一地点から望む天空のうち傾斜面自身と障害物とによって遮られることなく傾斜面から望むことができる天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、非遮蔽天空部分と天空一様光成分の値とに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する天空一様光成分算出手段を含んでいる。

[0016] このような側面によれば、一般的に利用できる水平面日射データに基づいて傾斜面への日射強度または日射量を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を簡便に算出することができる。また、日射成分毎に障害物による影の影響を加味した傾斜面への当該日射成分の値を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を周辺の障害物の影響を考慮しつつ、日射成分毎に正確かつ簡便に算出することができる。さらに、非遮蔽天空部分と、傾斜面または水平面への天空一様光成分の値とに基づいて障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出するため、傾斜面への日射強度

または日射量を周辺の障害物の影響を考慮しつつ、天空一様光成分を正確かつ簡便に算出することができる。

発明の効果

[0017] 本発明の一側面によれば、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、簡便に算出することが可能な日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]第1実施形態の日射評価装置の機能を示す機能ブロック図である。

[図2]第1実施形態及び第2実施形態の日射評価装置のハードウェア構成図である。

[図3]第1実施形態の日射評価装置の処理を示すフローチャート図である。

[図4]第1実施形態において算出される第一投影面積及び第二投影面積を示す概念図である。

[図5]第1実施形態において算出される第三投影面積及び第四投影面積を示す概念図である。

[図6]第1実施形態の計算例における ε と各種 F' との関係を示すテーブル図である。

[図7]第2実施形態の日射評価装置の機能を示す機能ブロック図である。

[図8]第2実施形態の日射評価装置の処理を示すフローチャート図である。

[図9]第1実施形態及び第2実施形態の計算例における障害物の位置を示す図である。

[図10]第1実施形態の計算例における計算対象地点を真上から見た図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照しつつ本発明に係わる日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムの好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0020] (第1実施形態：全体構成)

図1は、第1実施形態の日射評価装置1の構成を示す機能ブロック図である。日射評価装置1は、傾斜面への日射強度または日射量を算出する装置である。日射強度とは、単位時間に単位面積が太陽から受ける放射エネルギー ($\text{MJ} / \text{h m}^2$) をいい、日射量とは、単位面積が太陽から受ける放射エネルギー (MJ / m^2) をいう。また、傾斜面とは、その中心点の地球上の位置 (傾斜面地点) と法線ベクトルとから特定される平面をいう。本第1実施形態は、傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データが取得できる場合における、日射評価装置1による傾斜面への日射強度または日射量の算出の実施形態である。図1に示される通り、この日射評価装置1は、機能構成として、取得部2 (取得手段)、日射成分算出部3 (日射成分算出手段) 及び日射評価部4 (日射評価手段) を含んで構成されている。さらに、日射成分算出部3は、図1に示される通り、直達光成分算出部30、天空一様光成分算出部31 (天空一様光成分算出手段)、太陽周辺光成分算出部32 (太陽周辺光成分算出手段)、地平水平光成分算出部33、及び地表散乱光成分算出部34を含んで構成されている。

[0021] 日射評価装置1は、CPU等のハードウェアから構成されているものである。図2は、日射評価装置1のハードウェア構成図である。図1に示される日射評価装置1は、物理的には、図2に示すように、CPU61、主記憶装置であるRAM62及びROM63、入力デバイスであるキーボード等の入力装置64、ディスプレイ等の出力装置65、データ送受信デバイスである通信モジュール66、及びハードディスク等の補助記憶装置67等を含むコンピュータシステムとして構成されている。図1に示す各機能ブロックの機能は、図2に示すCPU61、RAM62等のハードウェア上に所定のコンピュータソフトウェアを読み込ませることにより、CPU61の制御のもとで入力装置64、出力装置65、通信モジュール66を動作させるとともに、RAM62や補助記憶装置67におけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。

[0022] 以下、図 1 に示す機能ブロックに基づいて、日射評価装置 1 の各機能ブロックを説明する。

[0023] 取得部 2 は、入力装置 6 4 または通信モジュール 6 6 を介して、日射強度または日射量を算出するための各種データを取得する。例えば、取得部 2 は、傾斜面の地球上での位置（即ち傾斜面地点）を特定できる傾斜面位置データを取得する。また、取得部 2 は、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データを取得する。また、取得部 2 は、傾斜面地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データを取得する。また、取得部 2 は、傾斜面への日射を遮る障害物の位置、形状、大きさ、方向等に関する障害物データを取得する。また、取得部 2 は、計算対象期間を特定するための日時データを取得する。

[0024] 日射成分算出部 3 は、取得部 2 によって取得された傾斜面位置データと傾斜面法線データと水平面日射データと障害物データと日時データとに基づいて、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、障害物による影の影響を加味した傾斜面への当該日射成分の値を算出する。

[0025] 本実施形態においては、日射成分として、太陽から直線的に届く光の成分である直達光成分、天空に一樣に広がる光の成分である天空一樣光成分、太陽周辺の空から届く光の成分である太陽周辺光成分、地平線水平線から届く光の成分である地平水平光成分、及び地表から散乱されて届く光の成分である地表散乱光成分を算出する例を説明する。

[0026] 直達光成分算出部 3 0 は、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分の値を算出する。天空一樣光成分算出部 3 1 は、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一樣光成分の値を算出する。太陽周辺光成分算出部 3 2 は、障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分の値を算出する。地平水平光成分算出部 3 3 は、障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分の値を算出する。

[0027] 日射評価部 4 は、日射成分算出部 3 において算出された日射成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する。

[0028] (第1実施形態：全体処理)

次に、日射評価装置1の処理について説明する。図3は、日射評価装置1の処理を示すフローチャートである。

[0029] まず、取得部2が、傾斜面位置データ、傾斜面法線データ、水平面日射データ、日時データ、及び障害物データを取得する(S50、取得ステップ)。S50の後、直達光成分算出部30が、傾斜面地点における無影時の傾斜面への直達光成分を算出する(S51)。更に直達光成分算出部30は、S51の後、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出する(S52)。

[0030] また、S50の後、天空一様光成分算出部31が、傾斜面地点における無影時の傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する(S53)。更に天空一様光成分算出部31は、S53の後、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する(S54)。

[0031] また、S50の後、太陽周辺光成分算出部32が、傾斜面地点における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を算出する(S55)。更に太陽周辺光成分算出部32は、S55の後、障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する(S56)。

[0032] また、S50の後、地平水平光成分算出部33が、傾斜面地点における無影時の傾斜面または水平面への地平水平光成分を算出する(S57)。更に地平水平光成分算出部33は、S57の後、障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分を算出する(S58)。

[0033] また、S50の後、地表散乱光成分算出部34が、傾斜面地点における無影時の傾斜面への地表散乱光成分を算出する(S59)。

[0034] そして、日射評価部4が、S52にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分、S54にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分、S56にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分、S58にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分、及びS59にて

算出された地表散乱光成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する。

[0035] なお、直達光成分の算出処理（S 5 1 及び S 5 2）、天空一様光成分の算出処理（S 5 3 及び S 5 4）、太陽周辺光成分の算出処理（S 5 5 及び S 5 6）、地平水平光成分の算出処理（S 5 7 及び S 5 8）、及び地表散乱光成分の算出処理（S 5 9）について、いずれか一つ以上の算出処理を省略することができる。あるいは、これら日射成分に、その他の日射成分を加えて障害物による影の影響を加味した傾斜面への日射強度または日射量を算出する構成にしてもよい。

[0036] （第 1 実施形態：直達光成分）

次に、図 3 の S 5 1 及び S 5 2 の処理の詳細について説明する。まず、S 5 1 において、直達光成分算出部 3 0 は、以下の 3 つのデータを算出する。1 つ目は、取得部 2 によって取得された水平面日射データに含まれる水平面直達光成分である。2 つ目は、取得部 2 によって取得された傾斜面位置データ及び日時データに基づいて算出された太陽の方位・高度である。3 つ目は、太陽の方位・高度、及び取得部 2 によって取得された傾斜面法線データに基づいて算出された太陽光の傾斜面に対する入射角である。日射成分算出部 3 は、以上の 3 つのデータに基づいて、無影時の傾斜面への直達光成分を算出する。

[0037] 続いて、S 5 2 において、直達光成分算出部 3 0 は、S 5 1 で算出した太陽の方位・高度、及び取得部 2 によって取得された障害物データに基づいて、直達光が障害物によって遮られるか否かを判定する。直達光成分算出部 3 0 は、直達光が障害物によって遮られる場合は 0 として、直達光が障害物によって遮られない場合は無影時の値と等しい値として、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出する。

[0038] （第 1 実施形態：天空一様光成分）

次に、図 3 の S 5 3 及び S 5 4 の処理の詳細について説明する。まず、S 5 3 において、天空一様光成分算出部 3 1 は、H a y モデル（後述の文献 3

及び文献 4 参照)、P e r e z モデル(後述の文献 1 及び文献 2 参照)、及びその他任意のモデルのうちいずれか 1 つのモデルに従い、傾斜面地点における無影時の水平面への天空一様光成分を算出する。H a y モデルでは、取得部 2 によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽の方位・高度に基づいて、無影時の水平面への天空一様光成分を算出する。P e r e z モデルでは、取得部 2 によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽の方位・高度、及び取得部 2 によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づいて、無影時の水平面への天空一様光成分を算出する。その他任意のモデルでは、取得部 2 によって取得された水平面日射データ、及びその他のデータに基づいて、無影時の水平面への天空一様光成分を算出する。

[0039] 続いて、S 5 4 において、天空一様光成分算出部 3 1 は、取得部 2 によって取得された傾斜面法線データ及び障害物データに基づいて、傾斜面と同一地点から望む天空のうち傾斜面自身と障害物とによって遮られることなく傾斜面から望むことができる天空の部分を非遮蔽天空部分として算出する。次に、天空一様光成分算出部 3 1 は、日射成分算出部 3 によって算出された無影時の水平面への天空一様光成分の値と、非遮蔽天空部分とに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する。

[0040] 天空一様光成分算出部 3 1 が、無影時の水平面への天空一様光成分の値と、非遮蔽天空部分とに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する際の具体例を図 4 を用いて説明する。図 4 において、T は傾斜面、H は傾斜面の地点における水平面、B は傾斜面への日射を遮る障害物、S は天空を示す。まず、天空一様光成分算出部 3 1 は、天空 S 全体を水平面 H に投影した第一投影面積 P 1 と、非遮蔽天空部分を傾斜面 T に投影した第二投影面積 P 2 とを算出する。次に、天空一様光成分算出部 3 1 は、第一投影面積 P 1 と第二投影面積 P 2 との比 $P 2 / P 1$ からなる混合天空率を算出する。次に、天空一様光成分算出部 3 1 は、水平面 H に対する天空一様光成分の値に混合天空率 $P 2 / P 1$ を乗じることにより、障害物

Bによる影の影響を加味した傾斜面Tへの天空一様光成分を算出する。

[0041] 上記では、無影時の水平面への天空一様光成分を用いて障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分の算出方法を説明した。以下では、無影時の傾斜面への天空一様光成分を用いて計算する例を、図5を用いて説明する。

[0042] まず、S53において、天空一様光成分算出部31は、無影時の傾斜面への天空一様光成分を算出する。Hayモデルでは、取得部2によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽高度、及び取得部2によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角に基づいて、無影時の傾斜面への天空一様光成分を算出する。Perezモデルでは、取得部2によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽高度、傾斜面の傾斜角、日時、及び取得部2によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づいて、無影時の傾斜面への天空一様光成分を算出する。

[0043] 次に、S54において、天空一様光成分算出部31は、図5に示す天空Sのうち傾斜面T自身によって遮られることなく傾斜面Tから望むことのできる天空S部分を傾斜面Tに投影した第三投影面積P3と、非遮蔽天空部分を傾斜面Tに投影した第四投影面積P4とを算出する。次に、天空一様光成分算出部31は、第三投影面積P3と第四投影面積P4との比 $P4/P3$ からなる傾斜天空率を算出する。次に、天空一様光成分算出部31は、無影時の傾斜面Tへの天空一様光成分の値に傾斜天空率 $P4/P3$ を乗じることにより、障害物Bの影響を加味した傾斜面Tへの天空一様光成分を算出する。

[0044] (第1実施形態：太陽周辺光成分)

次に、図3のS55及びS56の処理の詳細について説明する。まず、S55において、太陽周辺光成分算出部32は、Hayモデル、Perezモデル、及びその他任意のモデルのうちいずれか1つのモデルに従い、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を算出する。Hayモデルでは、取得部2によって取得された水平面日射データ及び傾斜面法線データ、日時データに基づ

いて算出された太陽高度・方位、及び取得部2によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角に基づいて、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。P e r e zモデルでは、取得部2によって取得された水平面日射データ及び傾斜面法線データ、日時データに基づいて算出された太陽高度・方位、日時、及び取得部2によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づいて、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。その他任意のモデルでは、水平面日射データ及びその他のデータに基づいて、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。

[0045] 以下、無影時の積算値（日射量）を用いて障害物の影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を計算する方法について説明する。S 5 6において、太陽周辺光成分算出部3 2は、取得部2によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、所定時間 T_c 内において傾斜面から傾斜面自身に遮られることなく太陽を望むことができる時間 T_1 に対する、所定時間内において傾斜面から傾斜面自身または障害物に遮られることなく太陽を望むことができる時間 T_2 を算出し、これら時間の比 T_2/T_1 を算出する。次に、太陽周辺光成分算出部3 2は、当該比の値 T_2/T_1 を所定時間 T_c 内における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分の積算値に乘じることにより、障害物の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分（積算値）を算出する。

[0046] または、無影時の瞬時値（日射強度）を用いて積算値（日射量）を次のように計算しても良い。すなわち、S 5 6において、太陽周辺光成分算出部3 2は、取得部2によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、所定時刻 t において、傾斜面の位置から、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かを判定する。次に、太陽周辺光成分算出部3 2は、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができる場合は1を、障害物によって太陽が遮られて望めない場合は0を、無影時の

傾斜面への太陽周辺光成分の瞬時値に乘じることにより、当該時刻における傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（瞬時値）を算出する。次に、太陽周辺光成分算出部32は、複数（ n 個）の時刻 $t + i \times \Delta t$ （ $1 \leq i \leq n$ ）における傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を積算し、これに時間刻みの値 Δt を乗算することによって、所定時間（ $n \times \Delta t$ ）内の傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（積算値）を算出する。

[0047] または、無影時の瞬時値を用いて積算値を次のように計算してもよい。すなわち、S56において、太陽周辺光成分算出部32は、取得部2によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、当該時刻の天空における太陽の位置を中心とする所定形状の太陽周辺領域を、傾斜面または地平水平面に遮られることなく傾斜面の位置から望むことのできる面積または立体角を第一面積 S_1 として算出し、当該時刻 t において、傾斜面と地平水平面と障害物とに遮られることなく太陽周辺領域を傾斜面から望むことのできる面積または立体角を第二面積 S_2 として算出する。次に、太陽周辺光成分算出部32は、第一面積 S_1 と第二面積 S_2 との比（ S_2 / S_1 ）の値を当該時刻 t における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、当該時刻 t における、傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（瞬時値）を算出する。次に、太陽周辺光成分算出部32は、複数（ n 個）の時刻 $t + i \times \Delta t$ （ $1 \leq i \leq n$ ）における傾斜面への障害物の影響を加味した太陽周辺光成分を積算し、これに時間刻みの値 Δt を乗算することによって、所定時間（ $n \times \Delta t$ ）内の太陽周辺光成分（積算値）を算出する。

[0048] なお、太陽周辺領域は、天空における太陽の位置を中心に視半径が 10° から 35° までのいずれかの大きさを持つ円の領域に設定される。

[0049] （第1実施形態：地平水平光成分）

次に、図3のS57及びS58の処理の詳細について説明する。まず、S57において、地平水平光成分算出部33は、Perezモデルに従い、取

得部 2 によって取得された水平面日射データ、日時に基づいて算出された太陽高度、日時、取得部 2 によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角、及び取得部 2 によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づき、無影時の傾斜面または水平面への地平水平光成分を算出する。続いて、S 5 8 において、地平水平光成分算出部 3 3 は、取得部 2 によって取得された障害物データ及び傾斜面法線データ、及び地平水平光成分算出部 3 3 によって算出された無影時の傾斜面への地平水平光成分に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分を算出する。

[0050] (第 1 実施形態：地表散乱光成分)

次に、図 3 の S 5 9 の処理の詳細について説明する。S 5 9 において、地表散乱光成分算出部 3 4 は、取得部 2 によって取得された水平面日射データ、取得部 2 によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角、地表反射率（アルベド）に基づいて、傾斜面への地表散乱光成分を算出する。具体的には、水平面に対する全天空からの日射強度または日射量の値に、アルベドと、 $(1 - \cos \beta) / 2$ を乗じることで算出する。ここに、 β は傾斜面の水平面に対する角度を意味する。なお、地表散乱光成分算出部 3 4 は、アルベドの値を、水平面日射データに含まれる積雪量に関するデータに基づき一意的に決定する。

[0051] (第 1 実施形態：計算例)

以下では、第 1 実施形態における日射評価装置 1 による傾斜面への日射量の算出の計算例として P e r e z モデル（後述の文献 1、2）を利用して計算する場合について説明する。以下の計算において、計算は全て日射評価装置 1 が行う。日射評価装置 1 のどの機能ブロックがどの計算を行うかは上述の説明より明らかであるため、以下では計算の主体の明記を省略する。また、以下の計算では以下の記号を適宜用いる。

A：無影時の傾斜面への直達光成分

α ：障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分

B 1 : 無影時の傾斜面への太陽周辺光成分

β 1 : 障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分

B 2 : 無影時の傾斜面への天空一様光成分

B 2' : 無影時の水平面への天空一様光成分

β 2 : 障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分

B 3 : 無影時の傾斜面への地平水平光成分

β 3 : 障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分

C : 無影時の傾斜面への地表散乱光成分

γ : 障害物による影の影響を加味した傾斜面への地表散乱光成分

また、以下の計算例において、適宜以下の4つの文献の内容を参照する。

文献1 : R.Perez et al., A new simplified version of the Perez diffuse irradiance model for tilted surfaces, Sol. Energy 39(3), 221-231 (1987).

文献2 : NEDO報告書 平成17年度太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

「標準日射データの地理的分解能向上に関する調査研究」 参考3 H18年3

月 (財)日本気象協会文献3 : An Introduction to Solar

Radiation, Iqbal, Academic Press (1983). 文献4 : J.E..Hay, Study of Short wave Radiation on Non-horizontal Surface.

Rep. No. 79-12, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario (1979).

[0052] 本計算例では、南南東向き、仰傾斜角 30° の傾斜面について、9月15日12～13時（以下「計算期間」という。）の東京における計算例を示す。各種データとして次の値を取得する。

傾斜面法線データ（傾斜面の単位法線ベクトル）

東向き成分 : $\sin(30^\circ) \times \sin(22.5^\circ) = 0.1913$

4

北向き成分 : $-\sin(30^\circ) \times \cos(22.5^\circ) = -0.46$

194

上向き成分 : $\cos(30^\circ) = 0.86603$

傾斜面位置データ

北緯 35 度 41.2 分、東経 139 度 45.8 分、高度 6.1 m

日時データ

9 月 15 日 12 ~ 13 時

[0053] 水平面日射データ（気象協会または NEDO 等の機関から取得した MET PV-3 データによれば、9 月 15 日 12 時 ~ 13 時の東京における水平面日射量は以下の通り。）

水平面全天日射量：1.85 MJ/m²

水平面直達日射量：0.12 MJ/m²

水平面天空散乱日射量：1.73 MJ/m²

積雪量：0 cm

[0054] まず、傾斜面への直達光成分を次の通り算出する。

$$A = (\text{水平面直達日射量}) \times \langle \cos \theta / \cos \theta_z \rangle$$

ここに、 θ_z は太陽天頂角（90° - 太陽高度）を、 θ は太陽光の傾斜面への入射角を、 $\langle \rangle$ は計算期間における平均を算出することをそれぞれ意味する。

本計算例において取得したデータの条件では、計算期間における $\cos \theta / \cos \theta_z$ の平均値は、1.11238 となり、従って傾斜面への直達光成分（A）は $0.12 \text{ MJ/m}^2 \times 1.11238 = 0.133 \text{ MJ/m}^2$ となる。

次に、傾斜面への太陽周辺光成分 B1、水平面への天空一様光成分 B2'、傾斜面への地平水平光成分 B3 の算出方法について説明する。これらの日射成分は次式により算出される。

$$B1 = (\text{水平面天空散乱日射量}) \times (F'1 (\chi_c / \chi_h))$$

$$B2' = (\text{水平面天空散乱日射量}) \times (0.5 (1 + \cos \beta) (1 - F'1))$$

$$B3 = (\text{水平面天空散乱日射量}) \times (F'2 \sin \beta)$$

ここに、 β は傾斜面の水平面に対する角度（傾斜角）を意味する。また、

F'_{11} 、 F'_{12} は次式で算出される。

$$F'_{11} = F'_{11}(\varepsilon) + F'_{12}(\varepsilon) \cdot \Delta + F'_{13}(\varepsilon) \cdot \theta_z$$

$$F'_{21} = F'_{21}(\varepsilon) + F'_{22}(\varepsilon) \cdot \Delta + F'_{23}(\varepsilon) \cdot \theta_z$$

ここに、 $F'_{11}(\varepsilon)$ 、 $F'_{12}(\varepsilon)$ 、 $F'_{13}(\varepsilon)$ 、 $F'_{21}(\varepsilon)$ 、 $F'_{22}(\varepsilon)$ 、 $F'_{23}(\varepsilon)$ は、 ε の値に応じて、図6に示すテーブルに従い割り振られる。なお、本計算例においては、図6は図2に示すROM63に記憶され、CPU61が適宜読み出して利用する。

また、 ε は晴天度パラメータを意味し、 $\varepsilon = (\text{水平面天空散乱日射量} + \text{法線面直達日射量}) / (\text{水平面天空散乱日射量})$ で算出される。また、 Δ は散乱光パラメータを意味し、 $\Delta = (\text{水平面天空散乱日射量}) \times (m / I_{ON})$ で算出される。 m はエアマスを意味し、太陽高度 H と標高 Z (メートル)から算出される($m = (\sin H + 0.15 \times (H + 3.885)^{-1.253})^{-1} \times (1 - Z / 44308)^{5.257}$)。また、 I_{ON} は太陽定数 I_{SC} と1月1日からの通し番号 n から算出される($I_{ON} = I_{SC} \times (1 + 0.033 \times \cos(2\pi \times (n - 2) / 365))$)。

なお、法線面直達日射量は水平面直達日射量に $\langle \cos \theta_z \rangle$ を乗算することで得られる。以上より、

計算期間の $\cos \theta_z$ の平均値：0.82040

法線面直達日射量： $I_n = 0.12 / 0.82040 = 0.14627$

$\varepsilon = (1.73 + 0.14627) / 1.73 = 1.085$

$F'_{11} = -0.038$

$F'_{12} = 1.115$

$F'_{13} = -0.109$

$F'_{21} = -0.023$

$F'_{22} = 0.106$

$F'_{23} = -0.037$

$m = 1.2167$ (エアマス)

$\Delta = 0.42351$

(ただし、本計算例では、 $I_{ON} = I_{SC}$ として計算する。)

《太陽天頂角 θ_z 》= 0.60829 (ラジアン)

これらより、

$$F'_1 = 0.36791$$

$$F'_2 = -0.00061$$

さらに、 χ_c は、太陽光の傾斜面への入射角 θ の大きさに応じて次の通り算出される。即ち、 χ_c は、 $\theta < \pi/2 - \alpha$ のとき、 $\phi_h \times \cos \theta$ で計算され、 $\pi/2 - \alpha \leq \theta \leq \pi/2 + \alpha$ のとき、 $\phi_h \times \phi_c \times \sin(\phi_c \times \alpha)$ で計算され、 $\theta > \pi/2 + \alpha$ のとき、0と計算される。また、 χ_h は、太陽天頂角 θ_z の大きさに応じて次の通り算出される。即ち、 χ_h は、 $\theta_z < \pi/2 - \alpha$ のとき、 $\cos \theta_z$ で計算され、 $\theta_z \geq \pi/2 - \alpha$ のとき、 $\phi_h \times \sin(\phi_h \times \alpha)$ で計算される。ここに、 α は定数で 25° ($= 0.436$ ラジアン)を意味する。 ϕ_h は太陽天頂角 θ_z の大きさに応じて次の通り算出される。即ち、 ϕ_h は、 $\theta_z < \pi/2 - \alpha$ のとき、1と計算され、 $\pi/2 - \alpha \leq \theta_z$ のとき、 $(\pi/2 - \theta_z + \alpha) / 2\alpha$ で計算される。また、 ϕ_c は $(\pi/2 - \theta + \alpha) / 2\alpha$ で計算される。この計算期間の χ_c / χ_h は、 $\cos(\theta) / \cos(\theta_z)$ であるため、その平均値は、1.11238

以上より、太陽周辺光成分B1、天空一様光成分B2'、地平水平光成分B3の各成分は以下の通り算出される。

太陽周辺光成分B1は、

$$\begin{aligned} B1 &= (\text{水平面天空散乱日射量}) \times F'_1 \times (\chi_c / \chi_h) \\ &= 0.70801 \text{ (日射量)} \end{aligned}$$

水平面への天空一様光成分B2'、

$$\begin{aligned} B2' &= (\text{水平面天空散乱日射量}) \times (1 - F'_1) \\ &= 1.09352 \text{ (日射量)} \end{aligned}$$

(なお、ここで、傾斜天空率を用いて影の影響を算出する場合(即ち、傾斜面への天空一様光成分B2を算出する場合)は、 $B2 = (\text{水平面天空散乱日射量}) \times 0.5(1 + \cos \beta) \times (1 - F'_1)$ で算出される。本計算

例では、 $\beta = 30^\circ$ 、 $\cos \beta = 0.866$ なので、 $B_2 = 1.0203$ （日射量）となる。）

傾斜面への地平水平光成分 B_3 は、

$$\begin{aligned} B_3 &= (\text{水平面天空散乱日射量}) \times F' / 2 \times \sin \beta \\ &= -0.0003 \text{ (日射量)} \end{aligned}$$

続いて、地表散乱光成分 C の算出方法について説明する。地表散乱光成分は、水平面全天日射量（ 1.85 MJ/m^2 ）、アルベド（ 0.15 ）、及び $(1 - \cos \beta) / 2$ の積として、以下の通り算出される。

$$C = 0.01859 \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)} \cdots (1)$$

なお、アルベドは、水平面日射データとして取得した積雪量の値に応じて次の通り決定する。即ち、積雪量が 0 cm 以上 5 cm 未満の場合、 0.15 とし、積雪量が 5 cm 以上の場合、 0.7 とする。

[0055] 続いて、障害物による影の影響を加味した各成分の値の算出方法について説明する。

本計算例においては、障害物データとして、図9に示す2枚の壁90及び壁91を取得した場合について説明する。壁90は幅 20 m 、高さ 30 m の壁であり、傾斜面の地点から図9に示すように北 10 m にある。壁91は幅 3 m 、高さ 8 m の壁であり、傾斜面の地点から図9に示すように南 4 m にある。

まず、直達光成分と太陽周辺光成分の計算について説明する。直達光成分および太陽周辺光成分の計算においては、障害物である壁90及び壁91によって太陽が遮られる時間を計算し、この2者について、太陽が障害物によって遮られる時間全体の計算期間に対する割合を算出する。本計算例においては、 44.3% が遮られる結果を得た。

具体的な計算方法を以下に示す。

与えられた緯度、経度、日時における太陽の高度と方位を計算する方法は公知である（たとえば <http://www.nao.ac.jp/koyomi/topics/html/topics2005.html>）。これらの方法により、傾斜面の位置および当該計算期間における

太陽の高度と方位を1分毎に計算する。計算された太陽高度、方位において、影が発生するか否かを立体幾何学的計算により求める。本計算例において取得したデータに基づき、太陽が障害物によって遮られる時間全体の計算期間に対する割合を求めたところ、上記のとおり44.3%との結果を得た。この間において、傾斜面に対する直達光成分Aおよび太陽周辺光成分B1の強度が一定であるとし、直達光成分Aおよび太陽周辺光成分B1の44.3%が障害物によって遮られると計算する。従って、

$$\begin{aligned} & \alpha + \beta 1 \\ &= A \times (1 - 0.443) + B1 \times (1 - 0.443) \\ &= (0.133 + 0.70801) \times (1 - 0.443) \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)} \cdots (2) \end{aligned}$$

[0056] 次に、天空一様光成分の計算について説明する。障害物が無い場合の天空を水平面に投影した面積に対する、与えられた傾斜面の設置方位、仰角および障害物配置において障害物に遮られることなく傾斜面から望める天空の部分を傾斜面に投影した面積の比（混合天空率）を計算する。本計算例においては、66.6%の結果を得た。（ここで、傾斜天空率を用いて算出する場合、障害物が無い場合の天空を傾斜面に投影した面積に対する、与えられた傾斜面の設置方位、仰角および障害物配置において障害物に遮られることなく傾斜面から望める天空の部分を傾斜面に投影した面積の比を計算し、71.4%の結果を得た。）

具体的な計算方法を以下に示す。

なお、以下では、傾斜面の位置を中心として東に向かう方向を正とする軸と、北に向かう方向を正とする軸と、天頂に向かう方向を正とする軸による3次元座標系に基づき説明する。天球上の任意の点の天頂からの角度（ $0 \sim \pi/2$ ）を θ とし、天球上の任意の点を地表面上に投影した像の東からの角度（ $0 \sim 2\pi$ ）を η とする。 $f(\theta, \eta)$ を、日射を計算する点からその方位仰角に建物等の障害物が無ければ1、あれば0を返す関数として作成し、 $g(\theta, \eta)$ を、日射を計算する点からその方位仰角が、斜面自身に隠され

ずに見えれば1、斜面自身に隠れる場合は0を返す関数として作成する。f (θ, η) および g (θ, η) は立体幾何学の計算により作成する。

この斜面の単位法線ベクトルは以下の通り。

東向き成分：sin (30°) × sin (22.5°) = 0.19134

北向き成分：-sin (30°) × cos (22.5°) = -0.46194

天頂向き成分：cos (30°) = 0.86603

$\beta 2 = B 2' \times \int \int f(\theta, \eta) \times g(\theta, \eta) \times n \cdot m(\theta, \eta) \times \sin(\theta) d\theta d\eta / \int \int \cos(\theta) \times \sin(\theta) d\theta d\eta$

上式をθおよびηについて、1deg刻みで計算する場合を以下に例示する。

[数1]

$$\beta 2 = B 2' \times \frac{\sum_{\theta=0 \text{ deg}}^{90 \text{ deg}} \sum_{\eta=0 \text{ deg}}^{359 \text{ deg}} f(\theta, \eta) g(\theta, \eta) \begin{pmatrix} \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \cos(\theta) \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} 0.19134 \\ -0.46194 \\ 0.86603 \end{pmatrix} \sin(\theta)}{\sum_{\theta=0 \text{ deg}}^{90 \text{ deg}} \sum_{\eta=0 \text{ deg}}^{359 \text{ deg}} \cos(\theta) \sin(\theta)}$$

$$= B 2' \times 6870.7 / 10312.2$$

$$= 1.09352 \times 0.666 \text{ MJ} / \text{m}^2 \text{ (日射量)} \cdots (3)$$

なお、上記（数1）における分母の式が第一投影面積に対応し、分子の式が第二投影面積に対応する。

（ここで、傾斜天空率を用いて算出する場合は、傾斜面への天空一様光成分B2を用いて、次の通り計算する。

[数2]

$$\beta 2 = B 2' \times \frac{\sum_{\theta=0 \text{ deg}}^{90 \text{ deg}} \sum_{\eta=0 \text{ deg}}^{359 \text{ deg}} f(\theta, \eta) g(\theta, \eta) \begin{pmatrix} \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \cos(\theta) \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} 0.19134 \\ -0.46194 \\ 0.86603 \end{pmatrix} \sin(\theta)}{\sum_{\theta=0 \text{ deg}}^{90 \text{ deg}} \sum_{\eta=0 \text{ deg}}^{359 \text{ deg}} \begin{pmatrix} \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \sin(\theta) \cos(\eta) \\ \cos(\theta) \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} 0.19134 \\ -0.46194 \\ 0.86603 \end{pmatrix} \sin(\theta)}$$

$$= B2 \times 6870.7 / 9621.7$$

$$= 1.0203 \times 0.714 \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)} \cdots (3)$$

なお、上記（数2）における分母の式が第三投影面積に対応し、分子の式が第四投影面積に対応する。）

[0057] 続いて、地平水平光成分の計算方法について説明する。地平水平光は以下の通り計算する。傾斜面の天頂からの状況を図10に示す。

これより、

[数3]

$$\beta_3 = B_3 \times \frac{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} h(\delta) \cos(\delta) d\delta}{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos(\delta) d\delta}$$

ここで、 δ は傾斜面の法線ベクトルを水平面に投影した像からの角度を意味する。また、 $h(\delta)$ は、傾斜面から見てその方角 δ に建物等の障害物が無ければ1、あれば0を返す関数として作成する。本計算例における障害物の例によれば、 $1.94 \text{ deg} < \delta < 43.06 \text{ deg}$ において $h(\delta) = 0$ 、その他の場合は $h(\delta) = 1$ である。よって、

$$\beta_3 = B_3 \times (\sin(90 \text{ deg}) - \sin(43.06 \text{ deg}) + \sin(1.94 \text{ deg}) - \sin(-90 \text{ deg})) / (\sin(90 \text{ deg}) - \sin(-90 \text{ deg}))$$

$$= -0.0003 \times (2 + 0.034 - 0.683) / 2$$

$$= -0.0003 \times 0.676$$

$$= -0.0002 \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)}$$

なお、計算の結果、値が負になる場合は、0を置くこととする。上記計算結果では、値が負であるため、

$$\beta_3 = 0 \cdots (4)$$

(1)～(4)の結果を合計し、傾斜面への日射量として以下を得た。

$$(0.133 + 0.70801) \times (1 - 0.443) + 1.09352 \times 0.666 + 0.01859$$

$$= 1.215 \text{ MJ} / \text{m}^2 \text{ (日射量)}$$

(ここで、傾斜天空率を用いて算出する場合、

$$(0.133 + 0.70801) \times (1 - 0.443) + 1.0203 \\ \times 0.714 + 0.01859 \\ = 1.215 \text{ MJ} / \text{m}^2 \text{ (日射量)})$$

[0058] 上記の計算例では、地平水平光成分が0となる場合を説明したが、0でない例として、東京、9月19日、朝6～7時、斜面方位仰角および障害物配置は上記の計算例と同様の場合について地平水平光の計算例を以下に示す。

気象協会またはNEDO等の機関から取得したMETPV-3データ東京において、9月19日、朝6～7時の日射データは、以下のとおり。

水平面全天日射量：0.43 MJ / m²

水平面直達日射量：0.18 MJ / m²

水平面天空散乱日射量：0.25 MJ / m²

積雪量：0 cm

当該期間のcosθ_zの平均値：0.22463

時間積算法線面直達日射量：I_n = 0.18 / 0.22463 = 0.8013 (日射量)

$$\varepsilon = (0.25 + 0.8013) / 0.25 = 4.205$$

$$F'_{21} = 0.267$$

$$F'_{22} = -0.792$$

$$F'_{23} = 0.076$$

太陽高度、標高より

$$m = 4.364 \text{ (エアマス)}$$

$$\text{従って } \Delta = 0.25 \times 4.364 / 4.97 = 0.2195$$

ただし、計算を簡略化し、 $1 + 0.033 \cos(2\pi(n-1)/365)$ を1とする。

また、この計算期間の太陽天頂角θ_zの平均は、1.3438

これらより、

$$F'2 = 0.1953$$

従って上記の計算例と同じ斜面仰角においては、

$$\begin{aligned} B3 &= F'2 \cdot \sin \beta \\ &= 0.1953 \times 0.5 \\ &= 0.09765 \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)} \end{aligned}$$

従って、上記の計算例と同じ傾斜面方位仰角、障害物配置においては、

[数3]

$$\beta3 = B3 \times \frac{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} h(\delta) \cos(\delta) d\delta}{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos(\delta) d\delta}$$

ただし、 $1.94 \text{ deg} < \delta < 43.06 \text{ deg}$ において $h(\delta) = 0$ 、その他の場合は $h(\delta) = 1$ である。よって、

$$\begin{aligned} \beta3 &= B3 \times (\sin(90 \text{ deg}) - \sin(43.06 \text{ deg}) + \sin(1.94 \text{ deg}) - \sin(-90 \text{ deg})) / (\sin(90 \text{ deg}) - \sin(-90 \text{ deg})) \\ &= 0.0660 \text{ MJ/m}^2 \text{ (日射量)} \end{aligned}$$

[0059] (第2実施形態：全体構成)

図7は、第2実施形態の日射評価装置1'の構成を示す機能ブロック図である。日射評価装置1'は、第1実施形態と同様に、傾斜面への日射強度または日射量を算出する装置である。本第2実施形態は、傾斜面の地点と、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データを取得できる日射計測地点とが異なる場合における、日射評価装置1'による傾斜面への日射強度または日射量の算出の実施形態である。図7に示される通り、この日射評価装置1'は、機能構成として、取得部2'（取得手段）、日射成分算出部3'（日射成分算出手段）、日射評価部4'（日射評価手段）、及び影影響算出部5'（影影響算出手段）を含んで構成されている。日射評価装置1'は、第1実施形態と同様に、図2に示すハードウェアで構成され、図7に示す各機能ブロックの機能は図2に示すハードウェア上で動作する。

[0060] 以下、図7に示す機能ブロックに基づいて、日射評価装置1'の各機能ブロックを説明する。

[0061] 取得部2'は、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データを取得する。また、取得部2'は、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データを取得する。また、取得部2'は、傾斜面への日射を遮る障害物の位置、形状、大きさ、方向等に関する障害物データを取得する。また、取得部2'は、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データを取得する。また、取得部2'は、計算対象期間を特定するための日時データを取得する。また、取得部2'は、水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データを取得する。

[0062] 日射成分算出部3'は、取得部2'によって取得された日射計測位置データと水平面日射データとに基づいて、日射計測地点における水平面または法線面（法線が太陽の方向を向いている平面）への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する。具体的には、日射計測地点における法線面への直達光成分と、日射計測地点における水平面への天空に一樣に広がる天空一樣光成分と、日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分と、日射計測地点における傾斜面への地平水平光成分とを算出する。

[0063] 影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された日射計測地点における各日射成分を、傾斜面への値に変換すると共に、障害物データに基づいて障害物による影の影響を加味した値に変換する。すなわち、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、傾斜面への直達光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面の地点から障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて傾斜面への直達光成分の値を変動させて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出する。また、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された、日射計測地点における水平面への天空一樣光成分に基づいて、傾斜面への天空一樣光成分を算出するとともに、傾斜面から障害物によって遮られることなく望

むことができる天空部分を障害物データに基づいて算出する。そして、影影響算出部5'は、これら算出した値に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する。また、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する。また、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された日射計測地点における傾斜面への地平水平光成分に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面（傾斜面地点における傾斜面）への地平水平光成分を算出する。

[0064] 日射評価部4'は、影影響算出部5'において算出された日射成分を合計することにより、障害物の影の影響を加味した傾斜面への日射強度または日射量を算出する。

[0065] (第2実施形態：全体処理)

次に、日射評価装置1'の処理について説明する。図8は、日射評価装置1'の処理を示すフローチャートである。

[0066] まず、取得部2'が、傾斜面位置データ、傾斜面法線データ、障害物データ、水平面日射データ、日時データ、及び日射計測位置データを取得する（S70、取得ステップ）。S70の後、日射成分算出部3'が、無影時の法線面への直達光成分を算出する（S71）。S71の後、影影響算出部5'が、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出する（S72）。

[0067] また、S70の後、日射成分算出部3'が、無影時の傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する（S73）。S73の後、影影響算出部5'が、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出する（S74）。

[0068] また、S70の後、日射成分算出部3'が、無影時の法線面への太陽周辺光成分を算出する（S75）。S75の後、影影響算出部5'が、障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する（S76）。

[0069] また、S 7 0の後、日射成分算出部3' が、無影時の傾斜面または水平面への地平水平光成分を算出する（S 7 7）。S 7 7の後、影影響算出部5' が、障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分を算出する（S 7 8）。

[0070] また、S 7 0の後、日射成分算出部3' が、無影時の傾斜面への地表散乱光成分を算出する（S 7 9）。

[0071] そして、日射評価部4' が、S 7 2にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分、S 7 4にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分、S 7 6にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分、S 7 8にて算出された障害物による影の影響を加味した傾斜面への他の成分、例えば地平水平光成分、及びS 7 9にて算出された地表散乱光成分を合計することにより、傾斜面への日射強度または日射量を算出する。

[0072] なお、直達光成分の算出処理（S 7 1及びS 7 2）、天空一様光成分の算出処理（S 7 3及びS 7 4）、太陽周辺光成分の算出処理（S 7 5及びS 7 6）、他の成分の算出処理（S 7 7及びS 7 8）、及び地表散乱光成分の算出処理（S 7 9）について、いずれか一つ以上の算出処理を省略することができる。

[0073] （第2実施形態：直達光成分）

次に、図8のS 7 1及びS 7 2の処理の詳細について説明する。まず、S 7 1において、日射成分算出部3' は、取得部2' によって取得された水平面日射データに含まれる水平面直達光成分と、取得部2' によって取得された日射計測位置データ及び日時データに基づいて、日射計測位置における太陽の方位と高度を算出する。次に、日射成分算出部3' は、算出されたそれらデータに基づいて、無影時の日射計測位置における法線面への直達光成分を算出する。具体的には、水平面直達光成分の値を、 $\cos(\theta_z)$ で除算することで無影時の日射計測地点における法線面への直達光成分を算出する。ここに、 θ_z は、太陽天頂角（角度 90° から日射計測地点における太陽

高度を引いた値)を意味する。

[0074] 続いて、S 7 2において、影影響算出部5'は、算出された無影時の日射計測位置における法線面への直達光成分、及び日射成分算出部3'によって算出された太陽方位・高度に基づいて、無影時の傾斜面地点における傾斜面への直達光成分を算出する。具体的には、無影時の日射計測地点における法線面への直達光成分の値に、 $\cos(\theta)$ を乗算することで無影時の傾斜面地点における傾斜面への直達光成分を算出する。ここに、 θ は、太陽と傾斜面地点とを結ぶ線と、傾斜面の法線の成す角を意味する。

[0075] なお、無影時の傾斜面地点における傾斜面への直達光成分をより正確に計算するために、影影響算出部5'に次の処理を行わせる構成にしても良い。即ち、S 7 1において算出された無影時の日射計測位置における法線面への直達光成分及び太陽方位・高度に基づき、まず、無影時の傾斜面地点における法線面への直達光成分を算出し、この無影時の傾斜面地点における法線面への直達光成分に基づいて無影時の傾斜面地点における傾斜面への直達光成分を算出する。この場合、無影時の傾斜面地点における法線面への直達光成分を、日射計測位置における太陽高度に基づいて算出してもよいし、傾斜面地点における太陽高度を計算した上でこれに基づき算出してもよいし、太陽が傾斜面地点の真上にある状態(エアマス=1)における大気透過率に基づいて算出してもよい。あるいは、傾斜面地点における法線面への直達光成分を、日射計測位置における太陽高度、傾斜面地点における太陽高度、エアマス=1における大気透過率のいずれか2つ以上を加味して計算することとしても良い。

[0076] 次に、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された太陽の方位・高度、及び取得部2'によって取得された障害物データに基づいて、直達光が障害物によって遮られるか否かを判定する。影影響算出部5'は、直達光が障害物によって遮られる場合は0として、直達光が障害物によって遮られない場合は無影時の値と等しい値として、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出する。なお、上述の障害物データに基

づいて直達光が障害物によって遮られるか否かを判定する処理は、第1実施形態のS52の処理と同様である。

[0077] (第2実施形態：天空一様光成分)

次に、図8のS73及びS74の処理の詳細について説明する。本第2実施形態においては、天空一様に広がる光の成分である天空一様光成分の値は、日射計測位置と傾斜面地点とで異なるものとして処理する。

[0078] まず、S73において、日射成分算出部3'は、Hayモデル、Perezモデル、及びその他任意のモデルのうちいずれか1つのモデルに従い、無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する。Hayモデルでは、取得部2'によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽方位・高度、及び取得部2'によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角に基づいて、無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する。Perezモデルでは、取得部2'によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽方位・高度、日時、取得部2'によって取得された傾斜面法線データから算出された傾斜面の傾斜角、及び取得部2'によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づいて、無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する。その他任意のモデルでは、取得部2'によって取得された水平面日射データ、及びその他のデータに基づいて、無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分を算出する。上述のとおり、本第2実施形態においては、天空一様光成分の値は、日射計測地点と傾斜面地点とで異なるものとして処理する。従って、影影響算出部5'は、算出された無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分の値を、そのまま無影時の傾斜面地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分の値として処理する。

[0079] 続いて、S74において、影影響算出部5'は、取得部2'によって取得された傾斜面法線データ及び障害物データに基づいて、傾斜面と同一地点か

ら望む天空のうち傾斜面自身と障害物とによって遮られることなく傾斜面から望むことができる天空の部分为非遮蔽天空部分として算出する。次に、影影響算出部5'は、算出された無影時の傾斜面地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分の値と、非遮蔽天空部分とに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面地点における傾斜面への天空一様光成分を算出する。なお、天空一様光成分の値が日射計測地点と傾斜面地点とで異なるものとして扱う本第2実施形態においては、上述のS73およびS74の処理は、第1実施形態のS53およびS54の処理と同様である。

[0080] (第2実施形態：太陽周辺光成分)

次に、図8のS75及びS76の処理の詳細について説明する。まず、S75において、日射成分算出部3'は、Hayモデル、Perezモデル、及びその他任意のモデルのうちいずれか1つのモデルに従い、無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分を算出する。Hayモデルでは、取得部2'によって取得された水平面日射データ及び傾斜面法線データ、日時データに基づいて算出された太陽高度・方位、及び取得部2'によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の傾斜角に基づいて、無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。Perezモデルでは、取得部2'によって取得された水平面日射データ及び傾斜面法線データ、日時データに基づいて算出された太陽高度・方位、日時、及び取得部2'によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づいて、無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。その他任意のモデルでは、水平日射データ及びその他のデータに基づいて、無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分を、積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）として算出する。

[0081] 続いて、S76において、影影響算出部5'は、日射成分算出部3'によって算出された無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分の

積算値（日射量）または瞬時値（日射強度）に基づいて、無影時の傾斜面地点における傾斜面への太陽周辺光成分を瞬時値または積算値として算出する。具体的には、無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分の値に、 $\cos(\theta)$ を乗算することで無影時の傾斜面地点における傾斜面への太陽周辺光成分を算出する。ここに、 θ は、太陽と傾斜面地点とを結ぶ線と、傾斜面の法線の成す角を意味する。

[0082] なお、無影時の傾斜面地点における傾斜面への太陽周辺光成分をより正確に計算するために、影影響算出部 5' に次の処理を行わせる構成にしても良い。即ち、S 7 5 において算出された無影時の日射計測位置における法線面への太陽周辺光成分及び太陽方位・高度に基づき、まず、無影時の傾斜面地点における法線面への太陽周辺光成分を算出し、この無影時の傾斜面地点における法線面への太陽周辺光成分に基づいて無影時の傾斜面地点における傾斜面への太陽周辺光成分を算出する。無影時の傾斜面地点における法線面への太陽周辺光成分を瞬時値または積算値として算出する。この場合、無影時の傾斜面地点における法線面への太陽周辺光成分を、太陽が傾斜面地点の真上にある状態（エアマス＝1）における大気透過率に基づいて算出してもよいし、日射測定地点における太陽方位・高度に基づいて算出してもよいし、傾斜面地点における太陽方位・高度に基づいて算出してもよい。あるいは、傾斜面地点における法線面への太陽周辺光成分を、日射計測位置における太陽高度、傾斜面地点における太陽高度、エアマス＝1における大気透過率のいずれか2つ以上を加味して計算することとしても良い。

[0083] 次に、無影時の積算値（日射量）を用いて障害物の影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を計算する方法を説明する。影影響算出部 5' は、取得部 2' によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、所定時間 T_c 内において傾斜面から傾斜面自身に遮られることなく太陽を望むことができる時間 T_1 に対する、所定時間内において傾斜面から傾斜面自身または障害物に遮られることなく太陽を望むことができる時間 T_2 を算出し、これら時間の比（ T_2/T_1 ）を算出する。次に、影影響算出部 5' は

、当該比の値 T_2/T_1 を所定時間 T_c 内における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分の積算値に乘じることにより、障害物の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分（積算値）を算出する。なお、上述の無影時の積算値を用いて障害物の影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する処理は、第1実施形態のS56における処理と同様である。

[0084] また、無影時の瞬時値（日射強度）を用いて障害物の影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分の積算値を計算する方法について説明する。影影響算出部5'は、取得部2'によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、所定時刻 t において、傾斜面の位置から、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かを判定する。次に、影影響算出部5'は、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができる場合は1を、障害物によって太陽が遮られて望めない場合は0を、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分の瞬時値に乘じることにより、当該時刻における傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（瞬時値）を算出する。次に、影影響算出部5'は、複数（ n 個）の時刻 $t + i \times \Delta t$ （ $1 \leq i \leq n$ ）における傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を積算し、これに時間刻みの値 Δt を乗算することによって、所定時間（ $n \times \Delta t$ ）内の傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（積算値）を算出する。なお、上述の無影時の瞬時値（日射強度）を用いて障害物の影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を計算する方法の処理は、第1実施形態のS56における処理と同様である。

[0085] または、無影時の瞬時値を用いて次のように積算値を計算してもよい。すなわち、無影時の傾斜面への太陽周辺光成分を瞬時値として算出した後に、影影響算出部5'は、取得部2'によって取得された障害物データ、及び太陽の方位・高度に基づいて、時刻 t の天空における太陽の位置を中心とする所定形状の太陽周辺領域を、傾斜面または地平水平面に遮られることなく傾斜面の位置から望むことのできる面積または立体角を第一面積 S_1 として算出し、当該時刻 t において、傾斜面と地平水平面と障害物とに遮られることな

く太陽周辺領域を傾斜面から望むことのできる面積または立体角を第二面積 S_2 として算出する。次に、影影響算出部 5' は、第一面積 S_1 と第二面積 S_2 との比 S_2/S_1 の値を当該時刻 t における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、当該時刻 t における、傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分（瞬時値）を算出する。次に、影影響算出部 5' は、複数（ n 個）の時刻 $t + i \times \Delta t$ （ $1 \leq i \leq n$ ）における傾斜面への障害物の影響を加味した太陽周辺光成分を積算し、これに時間刻みの値 Δt を乗算することによって、所定時間（ $n \times \Delta t$ ）内の太陽周辺光成分（積算値）を算出する。なお、上述の無影時の瞬時値を用いて積算値を計算する処理は、第 1 実施形態の S 5 6 における処理と同様である。

[0086] なお、太陽周辺領域は、天空における太陽の位置を中心に視半径が 10° から 35° までのいずれかの大きさをもつ円の領域に設定される。

[0087] （第 2 実施形態：地平水平光成分）

次に、図 8 の S 7 7 及び S 7 8 の処理の詳細について説明する。本第 2 実施形態においては、地平線水平線からくる光の成分である地平水平光成分の値は、日射計測位置と傾斜面地点とで異なるものとして処理する。

[0088] まず、S 7 7 において、日射成分算出部 3' は、P e r e z モデルに従い、取得部 2' によって取得された水平面日射データ、日時データに基づいて算出された太陽方位・高度、日時、取得部 2' によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の傾斜角、及び取得部 2' によって取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の標高に基づき、無影時の日射計測地点における傾斜面への地平水平光成分を算出する。上述のとおり、本第 2 実施形態においては、地平水平光成分の値は、日射計測地点と傾斜面地点とで異なるものとして処理する。従って、影影響算出部 5' は、算出された無影時の日射計測地点における傾斜面への地平水平光成分の値を、そのまま無影時の傾斜面地点における傾斜面への地平水平光成分の値として処理する。

[0089] 続いて、S 7 8 において、影影響算出部 5' は、取得部 2' によって取得

された障害物データ及び傾斜面法線データ、算出された無影時の傾斜面地点における傾斜面への地平水平光成分に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分を算出する。なお、上述の S 7 8 の一部の障害物による影の影響を加味した傾斜面への地平水平光成分の算出処理は、第 1 実施形態の S 5 8 における処理と同様である。

[0090] (第 2 実施形態：地表散乱光成分)

次に、図 8 の S 7 9 の処理の詳細について説明する。無影時の地表散乱光成分は、傾斜面地点における全天から水平面への全日射強度または全日射量に、アルベド及び $(1 - \cos \beta) / 2$ を乗算することで算出する。本第 2 実施形態においては、傾斜面地点における水平面への全日射強度または全日射量を次の方法で算出する。即ち、日射計測位置における水平面への各成分（（１）直達光成分、（２）天空一様光成分、（３）太陽周辺光成分）を傾斜面地点における水平面への成分に変換して各成分を合計することによって算出する。

[0091] S 7 9 において、まず、日射成分算出部 3' は、S 7 1 にて算出された無影時の日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、無影時の傾斜面地点における水平面への直達光成分を算出する。次に、日射成分算出部 3' は、S 7 3 にて算出された無影時の日射計測地点における傾斜面または水平面への天空一様光成分に基づいて、無影時の傾斜面地点における水平面への天空一様光成分を算出する。更に、日射成分算出部 3' は、S 7 5 にて算出された無影時の日射計測地点における法線面への太陽周辺光成分の瞬時値または積算値に基づいて、無影時の傾斜面地点における水平面への太陽周辺光成分を算出する。続いて、日射成分算出部 3' は、算出された無影時の傾斜面地点における水平面への直達光成分、天空一様光成分並びに太陽周辺光成分とを合計して、傾斜面地点における無影時の水平面への全日射強度または全日射量を算出する。

[0092] 次に、日射成分算出部 3' は、算出された傾斜面地点における水平面への全日射強度または全日射量、地表反射率（アルベド）、取得部 2' によって

取得された傾斜面位置データから特定される傾斜面の傾斜角に基づいて、傾斜面への地表散乱光成分を算出する。なお、日射成分算出部 3' は、アルベドの値を、水平面日射データに含まれる日射計測地点における積雪量データに基づき一意的に決定する。あるいは、取得部 2' が、傾斜面地点における積雪量データを取得し、係る積雪量データに基づき日射成分算出部 3' がアルベドを一意的に決定する構成としても良い。

[0093] (第 2 実施形態：計算例)

以下では、第 2 実施形態における日射評価装置 1' による傾斜面地点における傾斜面への日射量の算出の計算例について説明する。以下では、Hay モデル（文献 3 及び文献 4 参照）を用いて計算する例を説明する。なお、以下の計算において、計算は全て日射評価装置 1' が行う。日射評価装置 1' のどの機能ブロックがどの計算を行うかは上述の説明より明らかであるため、以下では計算の主体の明記を省略する。

[0094] 本計算例では、9 月 15 日 12 時～13 時の八丈島における水平面日射データに基づき、同時刻の、伊豆鳥島における、南南東向き、傾斜角 30° の傾斜面への日射量を計算した例を示す。また、本計算例においては、水平面日射データとして取得される水平面天空散乱日射量を、Hay モデルにより天空一様光成分と、太陽周辺光成分の 2 者に分離する場合について説明する（すなわち、地平水平光成分の値を 0 として計算する例を説明する）。また、以下では、傾斜面の位置を中心として東に向かう方向を正とする軸と、北に向かう方向を正とする軸と、天頂に向かう方向を正とする軸による 3 次元座標系に基づき説明する。

なお、以下の計算では以下の記号を適宜用いる。

A：傾斜面地点における無影時の傾斜面への直達光成分

A'：日射計測地点における無影時の法線面への直達光成分

α ：傾斜面地点における障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分

B1：傾斜面地点における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分

$B1'$: 日射計測地点における無影時の法線面への太陽周辺光成分

$B1''$: 日射計測地点における無影時の水平面への太陽周辺光成分

$\beta 1$: 傾斜面地点における障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分

$B2$: 傾斜面地点における無影時の傾斜面への太陽周辺光成分

$B2'$: 日射計測地点における無影時の水平面への天空一様光成分

$\beta 2$: 傾斜面地点における障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分

C : 傾斜面地点における無影時の傾斜面への地表散乱光成分

γ : 傾斜面地点における障害物による影の影響を加味した傾斜面への地表散乱光成分

本計算例において、まず、各種データとして次のデータを取得する。

傾斜面法線データ（傾斜面の単位法線ベクトル）。

東向き成分： $\sin(30^\circ) \times \sin(22.5^\circ) = 0.19134$

北向き成分： $-\sin(30^\circ) \times \cos(22.5^\circ) = -0.46194$

上向き成分： $\cos(30^\circ) = 0.86603$

日射計測位置データ（八丈島の位置）。

北緯33度6.1分、東経139度47.3分

傾斜面位置データ（伊豆鳥島の位置）。

北緯30度29分、東経140度18分

日時データ

9月15日、12時～13時

[0095] 水平面日射データ（気象協会またはNEDO等の機関から取得したMETPV-3データによれば、9月15日、12時～13時の、八丈島における水平面日射量は以下の通り）。

水平面全天日射量： 2.61 MJ/m^2 （日射量）

水平面直達日射量：0.99 MJ/m²（日射量）

水平面天空散乱日射量：1.62 MJ/m²（日射量）

積雪量：0 cm

[0096] 次に、日射計測地点（八丈島）における無影時の法線面への直達光成分（ A' ）を算出する。

$$A' = (\text{水平面直達日射量}) / \langle \cos \theta_z \rangle$$

ここに、 θ_z は太陽天頂角（90°－太陽高度）を、 $\langle \rangle$ は計算期間における平均を意味する。八丈島の計算期間における $1 / \cos \theta_z$ の平均値は、1.18628である。

従って日射計測地点における法線面への直達光成分（ A' ）は

$$A' = 0.99 \times 1.18628 = 1.17442 \text{ MJ/m}^2 \text{（日射量）}$$

続いて、日射計測地点（八丈島）における無影時の水平面への太陽周辺光成分（ $B1''$ ）及び天空一様光成分（ $B2'$ ）を算出する。この計算期間の水平面天空散乱日射量に基づく、太陽周辺光成分および天空一様光成分は、文献3（p 316（11.5.8））より、 $\beta = 0$ と置くことで、以下の通り求められる。

$$\text{太陽周辺光成分} : 1.62 \times (2.61 - 1.62) / 4.97 = 0.322696 \text{ MJ/m}^2 \text{（日射量）}$$

($\because r_b \equiv \cos \theta_z / \cos \theta_z \equiv 1$ 文献3のP 316に記載の式（11.5.8）参照）

$$\text{天空一様光成分} : 1.62 \times (1 - (2.61 - 1.62) / 4.97) = 1.297304 = B2' \text{（日射量）}$$

次いで、日射計測地点における法線面に対する太陽周辺光成分（ $B1'$ ）を以下の通り求める。

$$\begin{aligned} B1' &= B1'' / \langle \cos \theta_z \rangle \\ &= 0.322696 \times 1.18628 = 0.38281 \text{ MJ/m}^2 \text{（日射量）} \end{aligned}$$

[0097] 以下のとおり A' 、 $B1'$ 、 $B2'$ 、 C' から、傾斜面地点（伊豆鳥島）

における無影時の傾斜面への各日射成分（直達光成分 A、太陽周辺光成分 B₁、天空一様光成分 B₂、地表散乱光成分 C）を計算する。

太陽と計算対象地点とを結ぶ線と、傾斜面の法線の成す角度を θ とすると、伊豆鳥島における $\cos \theta$ の平均値は、0.9140848

ここで、A 及び B₁ については、A' 及び B₁' に対してそれぞれ $\cos \theta$ を乗じることで算出する。また、上述の通り、天空一様光成分については、日射計測地点の値（B₂'）と傾斜面地点（B₂）の値は異なる（B₂' = B₂）ものとして扱う。また、C については第 1 実施形態の計算例と同様に算出する。

従って、

$$A = A' \times \langle \cos \theta \rangle$$

$$= 1.17442 \text{ (MJ/m}^2\text{)} \times 0.9140848 = 1.07352 \text{ (MJ/m}^2\text{ (日射量))}$$

$$B_1 = B_1' \times \langle \cos \theta \rangle$$

$$= 0.38281 \text{ (MJ/m}^2\text{)} \times 0.9140848 = 0.349921 \text{ (MJ/m}^2\text{ (日射量))}$$

$$B_2 = B_2'$$

$$C = (1.17442 \times 0.867691 + 0.38281 \times 0.867691 + 1.297304) \text{ (MJ/m}^2\text{)} \times 0.15 \times (1 - \cos 30^\circ) / 2 \text{ (日射量)}$$

$$= 2.64849 \text{ (MJ/m}^2\text{)} \times 0.15 \times (1 - \cos 30^\circ) / 2$$

$$= 0.026612 \text{ (MJ/m}^2\text{ (日射量))}$$

[0098] 続いて、障害物による影の影響を加味した各成分の値を計算する。障害物として、図 9 に示す 2 枚の壁がある場合について説明する。影の影響を計算する方法は、第 1 実施形態における計算例に示したものと同様である。

直達光成分および太陽周辺光成分が当該壁により遮られる時間を計算した結果、この 2 者は 31.1% が遮られる。また、水平面への天空一様光成分

については、与えられた傾斜面の設置方位、仰角および障害物配置に基づき混合天空率を計算した結果、0.666の値を得た。

これらより傾斜面日射量として以下を得る。

$$\begin{aligned} & (1.07352 + 0.349921) \times (1 - 0.311) + 1.2 \\ & 97304 \times 0.666 + 0.026612 \\ & = 1.871 \text{ (MJ/m}^2 \text{ (日射量))} \end{aligned}$$

[0099] 本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、天空一様光成分算出手段は、水平面に対する天空一様光成分を算出し、天空全体を水平面に投影した第一投影面積と、非遮蔽天空部分を傾斜面に投影した第二投影面積とを算出して、第一投影面積と第二投影面積との比からなる混合天空率を算出し、水平面に対する天空一様光成分の値に混合天空率を乗じることにより、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出することが好適である。

[0100] このような本発明の上記の側面によれば、容易に算出できる第一投影面積と第二投影面積とに基づいて障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、正確かつ簡便に算出することができる。

[0101] また、本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、天空一様光成分算出手段は、傾斜面に対する天空一様光成分を算出し、天空のうち傾斜面自身によって遮られることなく傾斜面から望むことのできる天空部分を傾斜面に投影した第三投影面積と、非遮蔽天空部分を傾斜面に投影した第四投影面積とを算出して、第三投影面積と第四投影面積との比からなる傾斜天空率を算出し、傾斜面に対する天空一様光成分の値に傾斜天空率を乗じることにより、障害物の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出することが好適である。

[0102] このような本発明の上記の側面によれば、容易に算出できる第三投影面積と第四投影面積とに基づいて障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の

障害物の影響を考慮しつつ、正確かつ簡便に算出することができる。

[0103] また、本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、日射成分算出手段は、日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、所定時間内において傾斜面から傾斜面自身に遮られることなく太陽を望むことができる時間に対する、所定時間内において傾斜面から傾斜面自身または障害物に遮られることなく太陽を望むことができる時間の比を算出し、当該比の値を所定時間内における傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、障害物の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有することが好適である。

[0104] このような本発明の上記の側面によれば、容易に算出できる所定時間内において傾斜面から傾斜面自身に遮られることなく太陽を望むことができる時間と、所定時間内において傾斜面から傾斜面自身または障害物に遮られることなく太陽を望むことができる時間とに基づいて、障害物の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出する。これにより、傾斜面への日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、正確かつ簡便に算出することができる。

[0105] また、本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、日射成分算出手段は、日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、傾斜面の位置から、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができる場合は1を、障害物によって太陽が遮られて望めない場合は0を、傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出し、複数時刻における傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を積算することによって、所定時間内の傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有することが好適である。

[0106] このような本発明の上記の側面によれば、当該時刻において、傾斜面の位置から、障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに

基づいて、所定時間内の傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出する。これにより、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、正確かつ簡便に算出することができる。

[0107] また、本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、日射成分算出手段は、日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、天空における太陽の位置を中心とする所定形状の太陽周辺領域を、傾斜面または地平水平面に遮られることなく傾斜面の位置から望むことのできる面積または立体角を第一面積として算出し、傾斜面と地平水平面と障害物とに遮られることなく太陽周辺領域を傾斜面から望むことのできる面積または立体角を第二面積として算出し、第一面積と第二面積との比の値を傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、傾斜面への障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出し、複数時刻における傾斜面への障害物の影響を加味した太陽周辺光成分を積算することによって、所定時間内の太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有することが好適である。

[0108] このような本発明の上記の側面によれば、容易に算出できる第一面積と第二面積とに基づいて障害物による影の影響を加味した傾斜面への太陽周辺光成分を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、正確かつ簡便に算出することができる。

[0109] また、本発明の上記の側面に係る日射評価装置において、太陽周辺領域は、天空における太陽の位置を中心に視半径が 10° から 35° のいずれかの大きさを持つ円の領域であることが好適である。

[0110] このような本発明の上記の側面により、太陽周辺領域が具体化された。

[0111] 本発明の別の側面に係る日射評価装置は、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置であって、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データと、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、水平面日射デ

ータを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得手段と、取得手段によって取得された日射計測位置データと水平面日射データとに基づいて、日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出手段と、日射成分算出手段によって算出された日射計測地点における各日射成分を、傾斜面への値に変換すると共に、障害物データに基づいて障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出手段と、影影響算出手段によって算出された日射成分を合計することにより、障害物の影の影響を加味した傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段と、を備え、日射成分算出手段は、日射計測地点における日射強度または日射量から、日射成分として少なくとも、日射計測地点における法線面への直達光成分と、日射計測地点における水平面への天空に一樣に広がる天空一樣光成分とを算出し、影影響算出手段は、日射成分算出手段によって算出された日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、傾斜面への直達光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面の地点から障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて傾斜面への直達光成分の値を変動させて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出し、日射成分算出手段によって算出された、日射計測地点における水平面への天空一樣光成分に基づいて、傾斜面への天空一樣光成分を算出するとともに、傾斜面から障害物によって遮られることなく望むことができる天空部分を障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一樣光成分を算出する。

[0112] また、本発明の別の側面に係る日射評価方法は、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置により実行される日射評価方法であって、日射評価装置が、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データと、水平面への日射強度

または日射量を示す水平面日射データと、水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得ステップと、日射評価装置が、取得ステップにおいて取得された日射計測位置データと水平面日射データとに基づいて、日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出ステップと、日射評価装置が、日射成分算出ステップにおいて算出された日射計測地点における各日射成分を、傾斜面への値に変換すると共に、障害物データに基づいて障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出ステップと、日射評価装置が、影影響算出ステップにおいて算出された日射成分を合計することにより、障害物の影の影響を加味した傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価ステップと、を含み、日射成分算出ステップは、日射計測地点における日射強度または日射量から、日射成分として少なくとも、日射計測地点における法線面への直達光成分と、日射計測地点における水平面への天空に一樣に広がる天空一樣光成分とを算出し、影影響算出ステップは、日射成分算出ステップにおいて算出された日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、傾斜面への直達光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面の地点から障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて傾斜面への直達光成分の値を変動させて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出し、日射成分算出ステップにおいて算出された、日射計測地点における水平面への天空一樣光成分に基づいて、傾斜面への天空一樣光成分を算出するとともに、傾斜面から障害物によって遮られることなく望むことができる天空部分を障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一樣光成分を算出する。

[0113] また、本発明の別の側面に係る日射評価プログラムは、傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価プログラムであって、コンピュータを、傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、傾斜面の法線ベ

クトルを特定できる傾斜面法線データと、傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データと、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得手段、取得手段において取得された日射計測位置データと水平面日射データとに基づいて、日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出手段、日射成分算出手段において算出された日射計測地点における各日射成分を、傾斜面への値に変換すると共に、障害物データに基づいて障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出手段、影影響算出手段において算出された日射成分を合計することにより、障害物の影の影響を加味した傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段、として動作させ、日射成分算出手段は、日射計測地点における日射強度または日射量から、日射成分として少なくとも、日射計測地点における法線面への直達光成分と、日射計測地点における水平面への天空に一樣に広がる天空一樣光成分とを算出し、影影響算出手段は、日射成分算出手段において算出された日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、傾斜面への直達光成分を算出し、障害物データに基づいて、傾斜面の地点から障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて傾斜面への直達光成分の値を変動させて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出し、日射成分算出手段において算出された、日射計測地点における水平面への天空一樣光成分に基づいて、傾斜面への天空一樣光成分を算出するとともに、傾斜面から障害物によって遮られることなく望むことができる天空部分を障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一樣光成分を算出する。

[0114] このような本発明の上記の別の側面によれば、傾斜面の地点と日射計測位置とが異なる場合でも、一般的に利用できる日射計測位置における水平面日射データに基づいて傾斜面への日射強度または日射量を算出することができ

る。これにより、傾斜面への日射強度または日射量を簡便に算出することができる。また、日射成分毎に障害物による影の影響を加味した傾斜面への当該日射成分の値を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を周辺の障害物の影響を考慮しつつ、日射成分毎に正確かつ簡便に算出することができる。さらに、障害物データに基づいて傾斜面の地点から障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への直達光成分を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、簡便に算出することができる。また、傾斜面から障害物によって遮られることなく望むことができる天空部分を障害物データに基づいて、障害物による影の影響を加味した傾斜面への天空一様光成分を算出するため、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、天空一様光成分を正確かつ簡便に算出することができる。

産業上の利用可能性

[0115] 本発明は、日射評価装置、日射評価方法及び日射評価プログラムを使用用途とし、傾斜面への日射強度または日射量を、周辺の障害物の影響を考慮しつつ、簡便に算出することを可能とするものである。

符号の説明

[0116] 1、1' …日射評価装置、2、2' …取得部、3、3' …日射成分算出部、4、4' …日射評価部、5' …影影響算出部、30 …直達光成分算出部、31 …天空一様光成分算出部、32 …太陽周辺光成分算出部、33 …地平水平光成分算出部、34 …地表散乱光成分算出部。

請求の範囲

[請求項1] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置であって、

、

前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得手段と、

前記取得手段によって取得された前記傾斜面位置データと前記傾斜面法線データと前記水平面日射データと前記障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出手段と、

前記日射成分算出手段によって算出された前記日射成分を合計することにより、前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段と、を備え、

前記日射成分算出手段は、前記日射成分の一つとして天空に様に広がる成分である天空一様光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面と同一地点から望む天空のうち前記傾斜面自身と前記障害物とによって遮られることなく前記傾斜面から望むことができる前記天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、前記非遮蔽天空部分と前記天空一様光成分の値とに基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する天空一様光成分算出手段を有する、ことを特徴とする日射評価装置。

[請求項2] 前記天空一様光成分算出手段は、前記水平面に対する天空一様光成分を算出し、前記天空全体を前記水平面に投影した第一投影面積と、前記非遮蔽天空部分を前記傾斜面に投影した第二投影面積とを算出して、前記第一投影面積と前記第二投影面積との比からなる混合天空率

を算出し、前記水平面に対する天空一様光成分の値に前記混合天空率を乗じることにより、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の日射評価装置。

[請求項3] 前記天空一様光成分算出手段は、前記傾斜面に対する天空一様光成分を算出し、前記天空のうち前記傾斜面自身によって遮られることなく前記傾斜面から望むことのできる天空部分を前記傾斜面に投影した第三投影面積と、前記非遮蔽天空部分を前記傾斜面に投影した第四投影面積とを算出して、前記第三投影面積と前記第四投影面積との比からなる傾斜天空率を算出し、前記傾斜面に対する天空一様光成分の値に前記傾斜天空率を乗じることにより、前記障害物の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の日射評価装置。

[請求項4] 前記日射成分算出手段は、前記日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として前記傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、所定時間内において前記傾斜面から前記傾斜面自身に遮られることなく太陽を望むことができる時間に対する、前記所定時間内において前記傾斜面から前記傾斜面自身または前記障害物に遮られることなく太陽を望むことができる時間の比を算出し、当該比の値を前記所定時間内における前記傾斜面への太陽周辺光成分に乘じることにより、前記障害物の影響を加味した前記傾斜面への太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有する、ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の日射評価装置。

[請求項5] 前記日射成分算出手段は、前記日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として前記傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、前記傾斜面の位置から、前記障害物によって遮られることなく太陽を望むことができる場合は 1 を、前記障害物によって太陽が遮られて望めない場合は 0 を、前記傾斜面への太陽周辺光成分に乘じること

により、前記傾斜面への前記障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出し、複数時刻における前記傾斜面への前記障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を積算することによって、所定時間内の前記傾斜面への前記障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有する、ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の日射評価装置。

[請求項6] 前記日射成分算出手段は、前記日射成分の一つとして、太陽周辺の空から届く光の成分として前記傾斜面に対する太陽周辺光成分を算出し、天空における太陽の位置を中心とする所定形状の太陽周辺領域を、前記傾斜面または地平水平面に遮られることなく前記傾斜面の位置から望むことのできる面積または立体角を第一面積として算出し、前記傾斜面と地平水平面と前記障害物とに遮られることなく前記太陽周辺領域を前記傾斜面から望むことのできる面積または立体角を第二面積として算出し、前記第一面積と前記第二面積との比の値を前記傾斜面への前記太陽周辺光成分に乘じることにより、前記傾斜面への前記障害物による影の影響を加味した太陽周辺光成分を算出し、複数時刻における前記傾斜面への前記障害物の影響を加味した前記太陽周辺光成分を積算することによって、所定時間内の太陽周辺光成分を算出する太陽周辺光成分算出手段を有する、ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の日射評価装置。

[請求項7] 前記太陽周辺領域は、前記天空における太陽の位置を中心に視半径が 10° から 35° のいずれかの大きさを持つ円の領域である、ことを特徴とする請求項 6 に記載の日射評価装置。

[請求項8] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置であって、

前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データと、水

平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得手段と、

前記取得手段によって取得された前記日射計測位置データと前記水平面日射データとに基づいて、前記日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出手段と、

前記日射成分算出手段によって算出された前記日射計測地点における各前記日射成分を、前記傾斜面への値に変換すると共に、前記障害物データに基づいて前記障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出手段と、

前記影影響算出手段によって算出された前記日射成分を合計することにより、前記障害物の影の影響を加味した前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段と、を備え、

前記日射成分算出手段は、前記日射計測地点における日射強度または日射量から、前記日射成分として少なくとも、前記日射計測地点における法線面への直達光成分と、前記日射計測地点における前記水平面への天空に一様に広がる天空一様光成分とを算出し、

前記影影響算出手段は、

前記日射成分算出手段によって算出された前記日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、前記傾斜面への直達光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面の地点から前記障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて前記傾斜面への直達光成分の値を変動させて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への直達光成分を算出し、

前記日射成分算出手段によって算出された、前記日射計測地点における水平面への天空一様光成分に基づいて、前記傾斜面への天空一

様光成分を算出するとともに、前記傾斜面から前記障害物によって遮られることなく望むことができる前記天空部分を前記障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する、ことを特徴とする日射評価装置。

[請求項9] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置により実行される日射評価方法であって、

前記日射評価装置が、前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得ステップと、

前記日射評価装置が、前記取得ステップにおいて取得された前記傾斜面位置データと前記傾斜面法線データと前記水平面日射データと前記障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出ステップと、

前記日射評価装置が、前記日射成分算出ステップにおいて算出された前記日射成分を合計することにより、前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価ステップと、を含み、

前記日射成分算出ステップは、前記日射成分の一つとして天空に一樣に広がる成分である天空一様光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面と同一地点から望む天空のうち前記傾斜面自身と前記障害物とによって遮られることなく前記傾斜面から望むことができる前記天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、前記非遮蔽天空部分と前記天空一様光成分の値とに基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する天空一様光成分算出ステップを含む、ことを特徴とする日射評価方法。

[請求項10] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価プログラムであって、コンピュータを、

前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面の地点における水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データとを取得する取得手段、

前記取得手段において取得された前記傾斜面位置データと前記傾斜面法線データと前記水平面日射データと前記障害物データに基づき、日射強度または日射量の所定の日射成分毎に、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への日射成分の値を算出する日射成分算出手段、

及び、前記日射成分算出手段において算出された前記日射成分を合計することにより、前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段、として動作させ、

前記日射成分算出手段は、前記日射成分の一つとして天空に一樣に広がる成分である天空一樣光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面と同一地点から望む天空のうち前記傾斜面自身と前記障害物とによって遮られることなく前記傾斜面から望むことができる前記天空の部分を非遮蔽天空部分として算出し、前記非遮蔽天空部分と前記天空一樣光成分の値とに基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一樣光成分を算出する天空一樣光成分算出手段を含む、ことを特徴とする日射評価プログラム。

[請求項11] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価装置により実行される日射評価方法であって、

前記日射評価装置が、前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する

る障害物データと、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得ステップと、

前記日射評価装置が、前記取得ステップにおいて取得された前記日射計測位置データと前記水平面日射データとに基づいて、前記日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出ステップと、

前記日射評価装置が、前記日射成分算出ステップにおいて算出された前記日射計測地点における各前記日射成分を、前記傾斜面への値に変換すると共に、前記障害物データに基づいて前記障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出ステップと、

前記日射評価装置が、前記影影響算出ステップにおいて算出された前記日射成分を合計することにより、前記障害物の影の影響を加味した前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価ステップと、を含み、

前記日射成分算出ステップは、前記日射計測地点における日射強度または日射量から、前記日射成分として少なくとも、前記日射計測地点における法線面への直達光成分と、前記日射計測地点における前記水平面への天空に一様に広がる天空一様光成分とを算出し、

前記影影響算出ステップは、

前記日射成分算出ステップにおいて算出された前記日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、前記傾斜面への直達光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面の地点から前記障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて前記傾斜面への直達光成分の値を変動させて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への直達光成分を算出し、

前記日射成分算出ステップにおいて算出された、前記日射計測地

点における水平面への天空一様光成分に基づいて、前記傾斜面への天空一様光成分を算出するとともに、前記傾斜面から前記障害物によって遮られることなく望むことができる前記天空部分を前記障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する、ことを特徴とする日射評価方法。

[請求項12] 傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価プログラムであって、コンピュータを、

前記傾斜面の地球上での地点を特定できる傾斜面位置データと、前記傾斜面の法線ベクトルを特定できる傾斜面法線データと、前記傾斜面への日射を遮る障害物の位置及び形状に関する障害物データと、水平面への日射強度または日射量を示す水平面日射データと、前記水平面日射データを計測した地球上での地点を特定できる日射計測位置データとを取得する取得手段、

前記取得手段において取得された前記日射計測位置データと前記水平面日射データとに基づいて、前記日射計測地点における水平面、または法線が太陽の方向を向いている平面である法線面への日射強度または日射量に含まれる所定の日射成分を算出する日射成分算出手段、

前記日射成分算出手段において算出された前記日射計測地点における各前記日射成分を、前記傾斜面への値に変換すると共に、前記障害物データに基づいて前記障害物による影の影響を加味した値に変換する影影響算出手段、

前記影影響算出手段において算出された前記日射成分を合計することにより、前記障害物の影の影響を加味した前記傾斜面への日射強度または日射量を算出する日射評価手段、として動作させ、

前記日射成分算出手段は、前記日射計測地点における日射強度または日射量から、前記日射成分として少なくとも、前記日射計測地点における法線面への直達光成分と、前記日射計測地点における前記水平

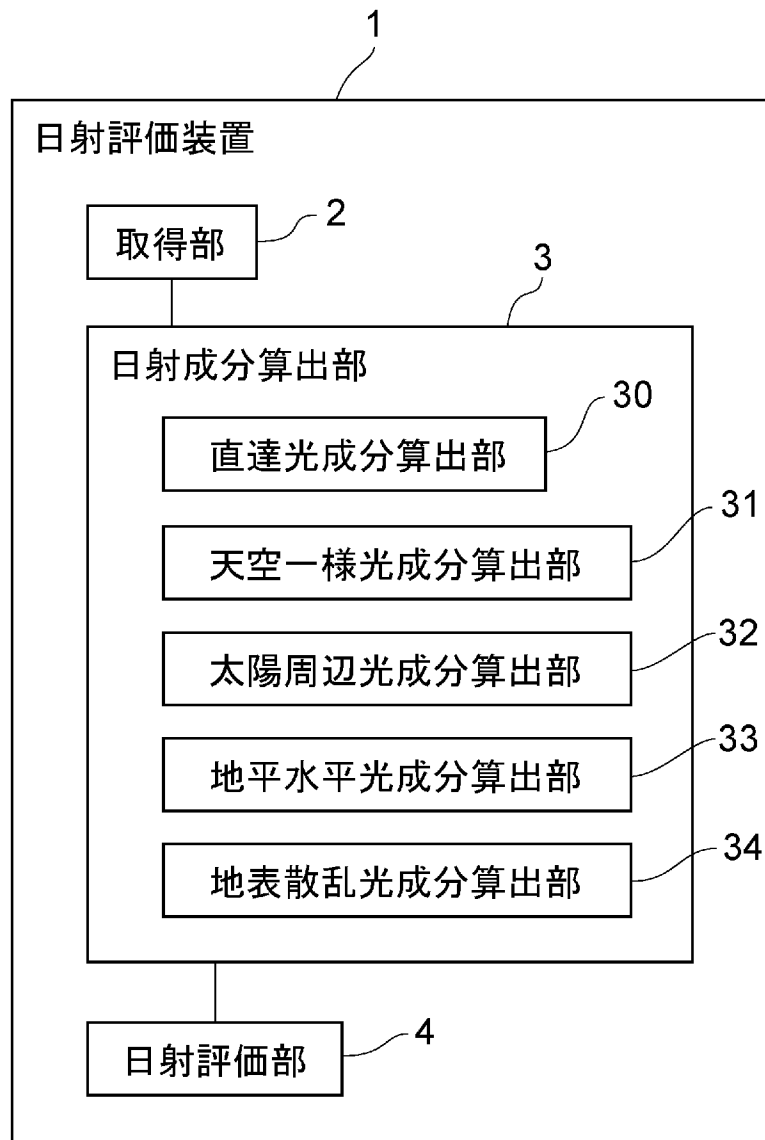
面への天空に一様に広がる天空一様光成分とを算出し、

前記影影響算出手段は、

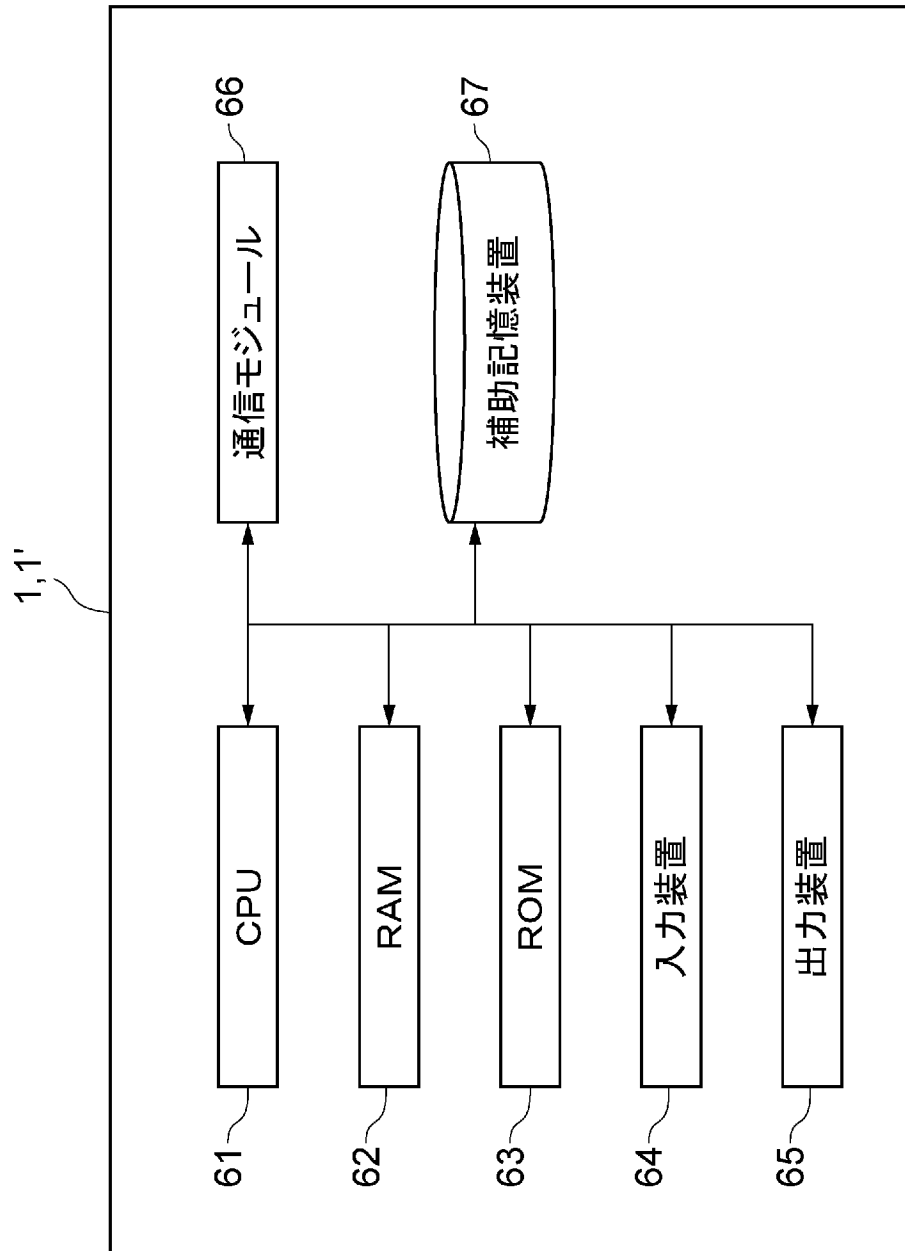
前記日射成分算出手段において算出された前記日射計測地点における法線面への直達光成分に基づいて、前記傾斜面への直達光成分を算出し、前記障害物データに基づいて、前記傾斜面の地点から前記障害物によって遮られることなく太陽を望むことができるか否かに応じて前記傾斜面への直達光成分の値を変動させて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への直達光成分を算出し、

前記日射成分算出手段において算出された、前記日射計測地点における水平面への天空一様光成分に基づいて、前記傾斜面への天空一様光成分を算出するとともに、前記傾斜面から前記障害物によって遮られることなく望むことができる前記天空部分を前記障害物データに基づいて算出し、これら算出した値に基づいて、前記障害物による影の影響を加味した前記傾斜面への天空一様光成分を算出する、ことを特徴とする日射評価プログラム。

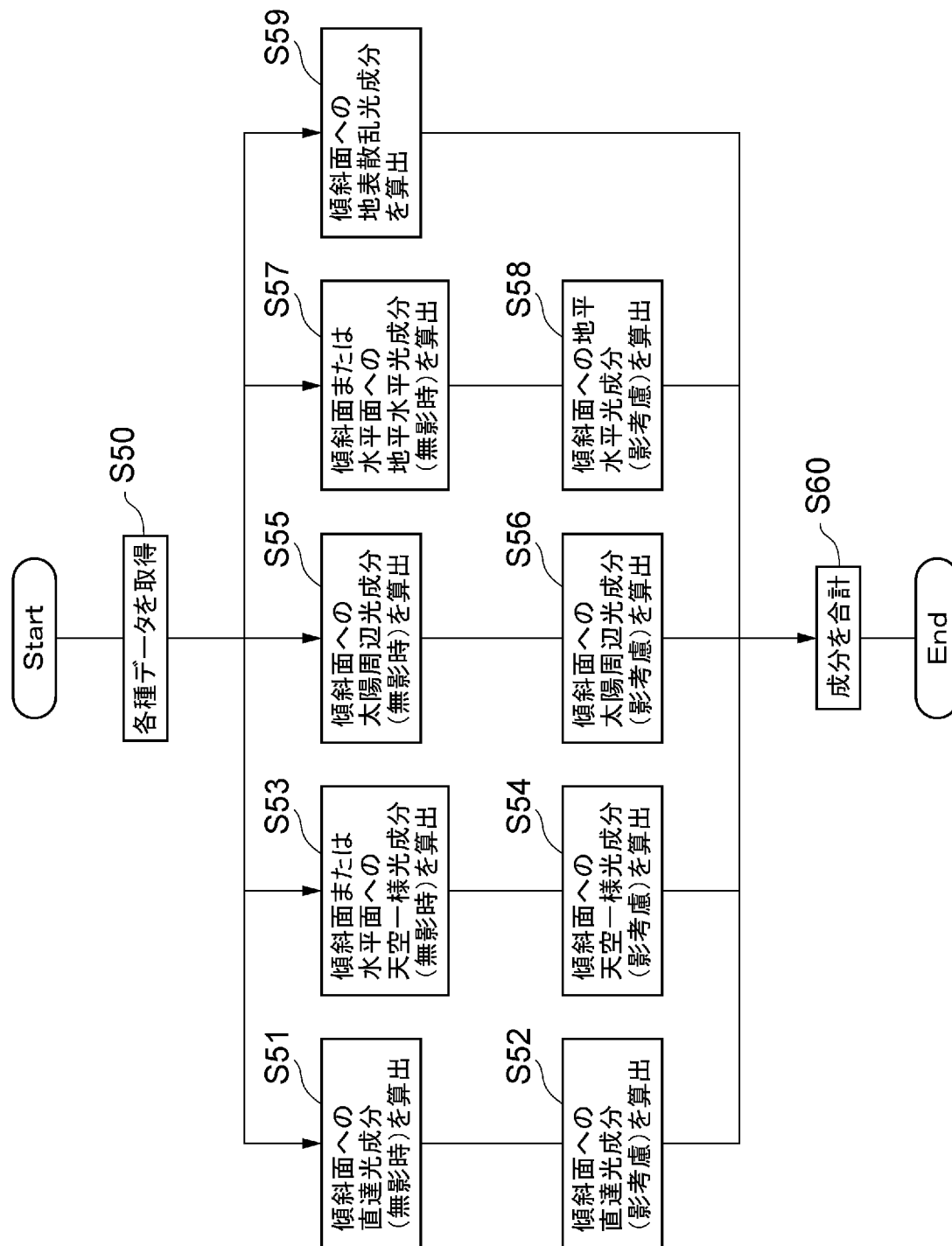
[図1]



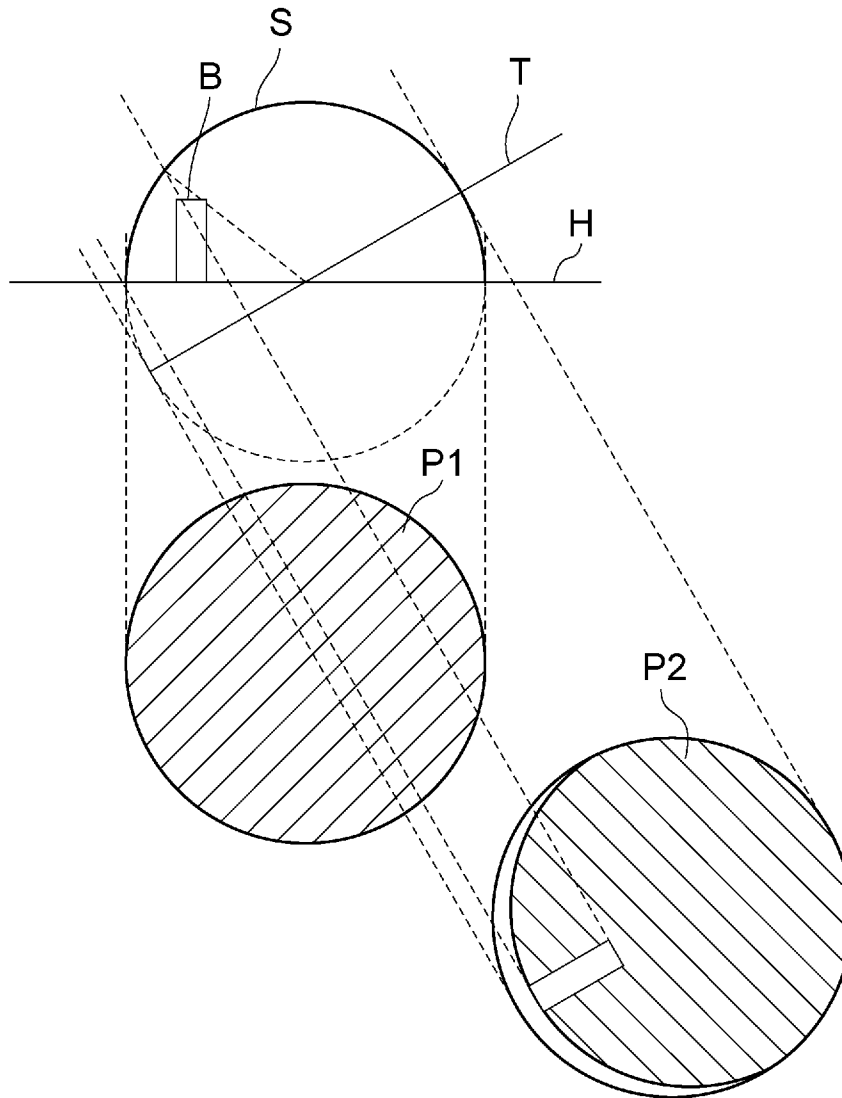
[図2]



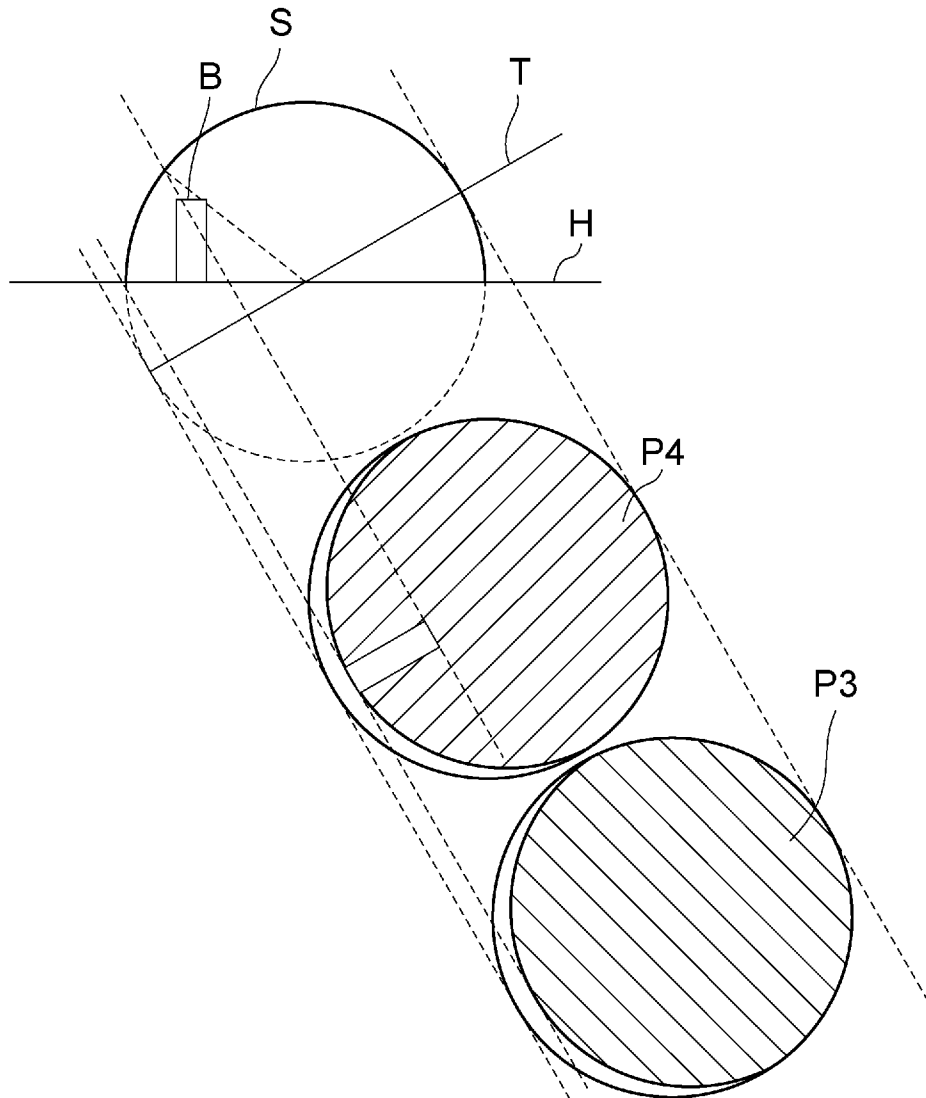
[図3]



[図4]



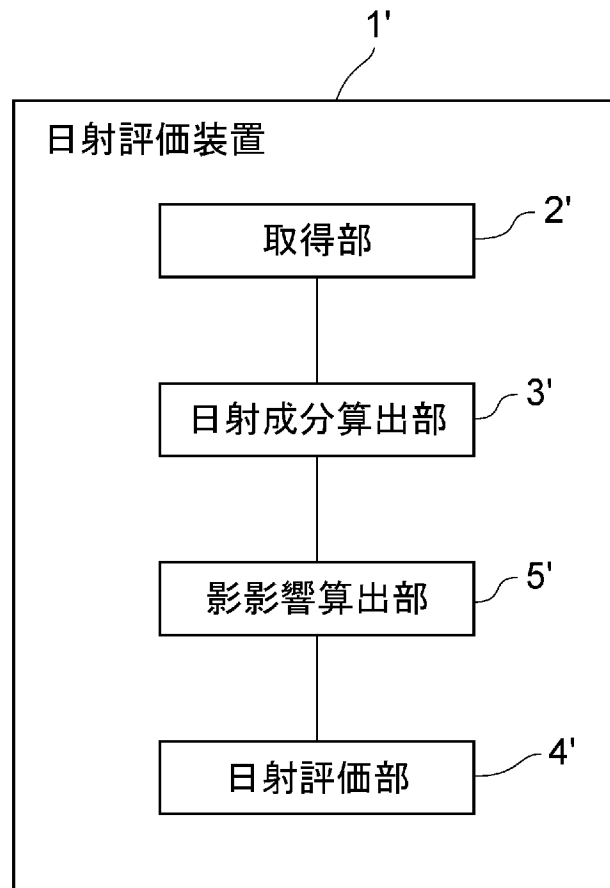
[図5]



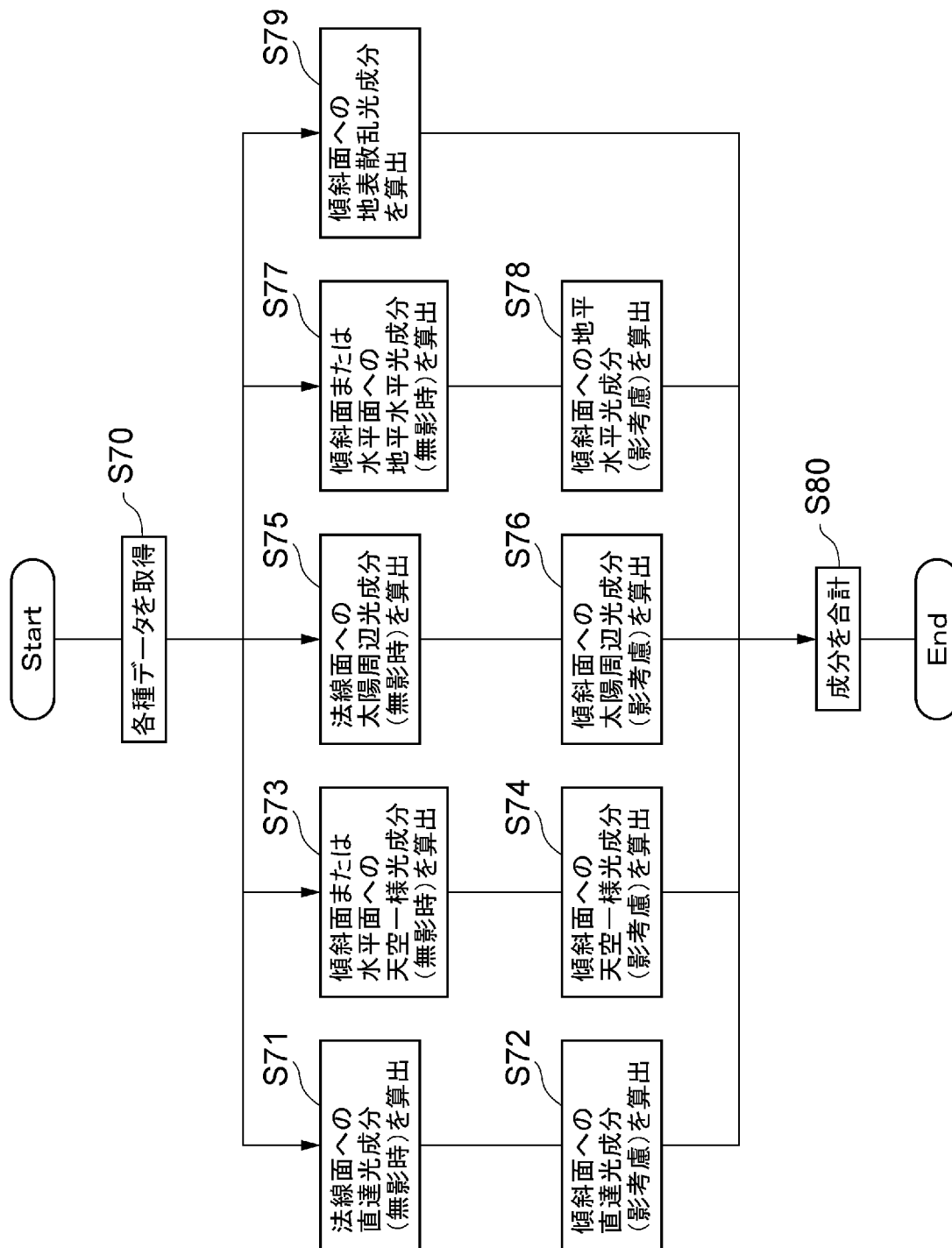
[図6]

ε bin #	Upper limit	Cases [^] (%)	F' ₁₁	F' ₁₂	F' ₁₃	F' ₂₁	F' ₂₂	F' ₂₃
1	1.056	24.8	-0.011	0.748	-0.080	-0.048	0.073	-0.024
2	1.253	9.32	-0.038	1.115	-0.109	-0.023	0.106	-0.037
3	1.586	7.17	0.166	0.909	-0.179	0.062	-0.021	-0.050
4	2.134	7.88	0.419	0.646	-0.262	0.140	-0.167	-0.042
5	3.230	10.85	0.710	0.025	-0.290	0.243	-0.511	-0.004
6	5.980	18.57	0.857	-0.370	-0.279	0.267	-0.792	0.076
7	10.080	15.17	0.734	-0.073	-0.228	0.231	-1.180	0.199
8	-	6.96	0.421	-0.661	0.097	0.119	-2.125	0.446

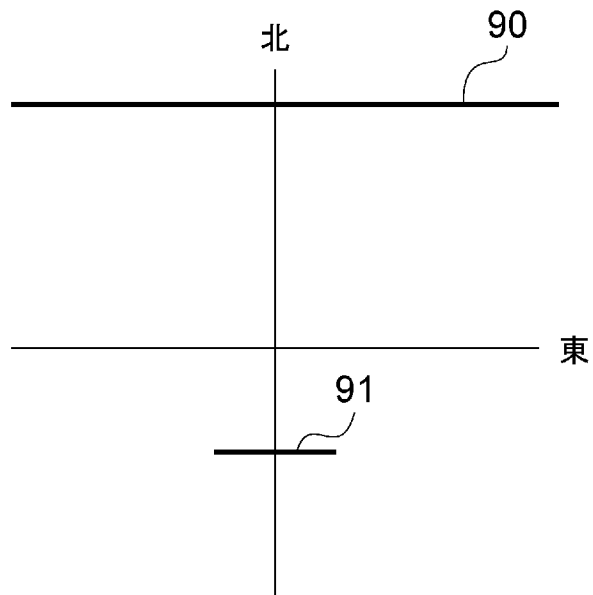
[図7]



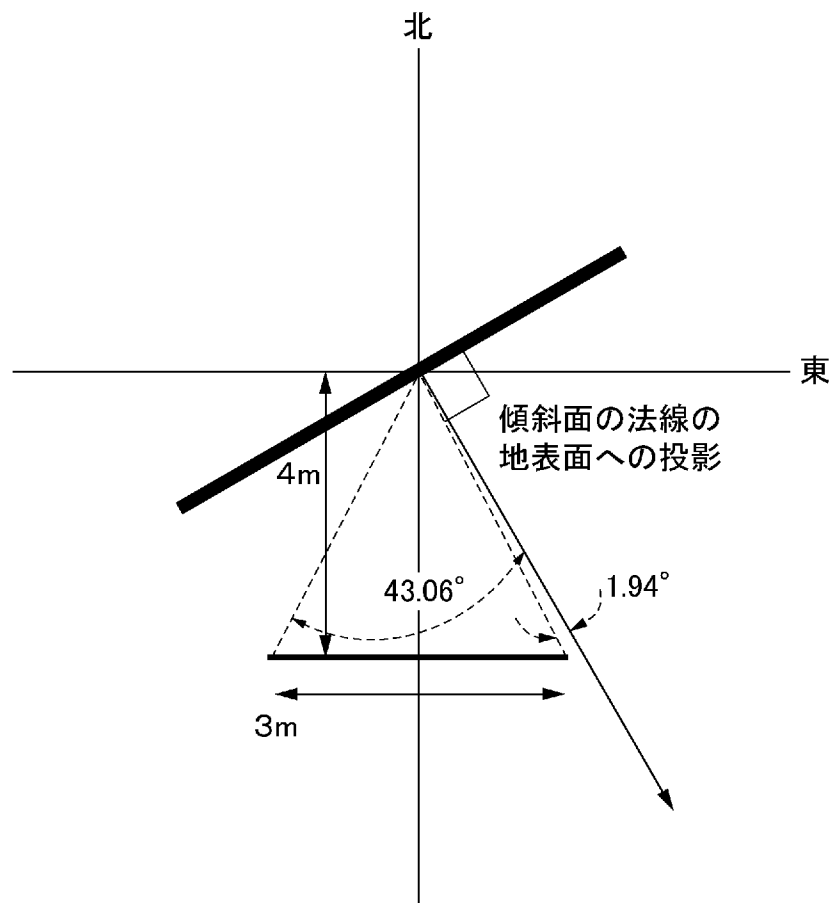
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01W1/12(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01W1/12, H02J3/00, H01L31/04

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

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

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

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2011-53168 A (Japan Weather Association), 17 March 2011 (17.03.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2008-91807 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 17 April 2008 (17.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2005-331320 A (Toudai TLO, Ltd.), 02 December 2005 (02.12.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-12



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

03 February, 2012 (03.02.12)

Date of mailing of the international search report

14 February, 2012 (14.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	'Taiyoko Hatsuden Field Test Jigyo ni Kansuru Unten Data no Shushu · Bunseki Shuho no Kaihatsu Oyobi Bunseki Hyoka', New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) Itaku Gyomu Seika Hokokusho, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2006.08, pages 23 to 27, 140 to 147	1-12
A	Taiyoko Hatsudenryo, Komakaku Yosoku, The Nikkei Business Daily, 11 August 2010 (11.08.2010), page 2	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01W1/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01W1/12, H02J3/00, H01L31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

JSTPlus(JDreamII)

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
E A	JP 2011-53168 A（一般財団法人日本気象協会）2011.03.17, 全文全図（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2008-91807 A（独立行政法人産業技術総合研究所）2008.04.17, 全文全図（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2005-331320 A（株式会社東京大学T L O）2005.12.02, 全文全図（ファミリーなし）	1 - 1 2

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 秀直

2 J

3 4 0 9

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	「太陽光発電フィールドテスト事業に関する運転データの収集・分析手法の開発及び分析評価」，独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書，独立行政法人産業技術総合研究所，2006.08，P. 23－27，140－147	1－12
A	太陽光発電量、細かく予測，日経産業新聞，2010.08.11，第2頁	1－12