

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5582732号
(P5582732)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 W 1/14 (2006.01) GO 1 W 1/14 Q
GO 1 S 17/95 (2006.01) GO 1 S 17/95

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-147669 (P2009-147669)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成21年6月22日(2009.6.22)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(65) 公開番号	特開2011-2420 (P2011-2420A)	(74) 代理人	100093562 弁理士 児玉 俊英
(43) 公開日	平成23年1月6日(2011.1.6)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 考生
審査請求日	平成24年4月19日(2012.4.19)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
		(72) 発明者	馬場 庸介 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 降雪検知装置および降雪検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を算出するとともに上記降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記信号処理部は、上記浮遊物の大きさが所定値を超える場合に、上記浮遊物が雪以外の異物であると判別し、上記降雪強度の算出のためのデータから除外することを特徴とする降雪検知装置。

【請求項2】

レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記信号処理部は、上記浮遊物の大きさのデータと、上記受光部において計測可能である上記反射光の強度データから、雪の積もり易さの度合いを判定することを特徴とする降雪検知装置。

【請求項3】

上記レーザ光は、水平面内に投射されることを特徴とする請求項 1 記載の降雪検知装置。

【請求項 4】

レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記レーザ光は、地面に対して垂直となる面内に投射され、上記信号処理部は、投射方向が水平よりも上方となる領域から、上記降雪強度を算出するためのデータを得ることを特徴とする降雪検知装置。

10

【請求項 5】

上記レーザ光は、地面に対して垂直となる面内に投射され、上記信号処理部は、投射方向が水平よりも下方となり地面を含む領域から、上記地面上の積雪高さを算出するためのデータを得ることを特徴とする請求項 1 記載の降雪検知装置。

【請求項 6】

上記信号処理部は、外部から上記走査領域の気温データを取りこみ、上記気温データと降雪が観測可能となる温度条件とを対比し、上記気温データが上記温度条件から外れる場合は、上記浮遊物を雪以外の異物であると判別し、上記降雪強度の算出のためのデータから除外することを特徴とする請求項 1 記載の降雪検知装置。

20

【請求項 7】

レーザ光軸を走査して、所定角度内の走査領域に連続的にパルスレーザを投射するステップ、上記走査領域内にある浮遊物によって反射された上記パルスレーザの反射パルスを検出するステップ、上記反射パルスが連続した反射パルス数を検出するステップ、上記反射パルスのデータから、上記パルスレーザの投光部から上記浮遊物までの平均計測距離を算出するステップ、上記反射パルス数と上記平均計測距離を基に、上記浮遊物の大きさを算出するとともに、上記浮遊物の大きさが所定値を超える場合に、上記浮遊物が雪以外の異物であると判別するステップを含むことを特徴とする降雪検知方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、気象観測等に用いられる降雪検知装置および降雪検知方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の降雪検知装置としては、計測領域に投光部から測定光を投射すると共に、その測定光の当たった雪片からの反射光を受光部で受光し、その受光によって発生する検出パルスの計数を行うことによって、降雪強度を算出する技術が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

また、従来の距離計測装置として、パルス光が照射された物体からの反射パルス光を受光し、パルス発生から反射パルス光受光までのパルス光の往復時間を測定して物体までの距離を測定する技術が開示されている（例えば、特許文献 2 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 61 - 175550 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 289135 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

従来の降雪検知装置は、受光部が受光した反射光が全て雪片からの反射であると想定して降雪強度を算出していたため、雪片以外の異物、例えば落ち葉等のデータを除外して高精度な降雪強度を出力することができないという問題があった。また、従来の装置では雪片の大きさを計測できなかったため、雪片の大きさを加味して降雪強度を算出するという高精度な検知ができなかった。

【0006】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、計測領域内の浮遊物の大きさを求めることで、所定値（閾値）以上の大きさと検知された場合は、その浮遊物が雪片以外の異物であると想定して降雪データから除外し、高精度な降雪強度算出を可能とする降雪検知装置を得ること、さらに浮遊物の大きさを検出することが可能な降雪検知方法を得ることを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係わる降雪検知装置は、レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を算出するとともに上記降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記信号処理部は、上記浮遊物の大きさが所定値を超える場合に、上記浮遊物が雪以外の異物であると判別し、上記降雪強度の算出のためのデータから除外するものである。

20

また、この発明に係わる降雪検知装置は、レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記信号処理部は、上記浮遊物の大きさのデータと、上記受光部において計測可能である上記反射光の強度データから、雪の積もり易さの度合いを判定するものである。

また、この発明に係わる降雪検知装置は、レーザ光を投射する投光部、上記投光部を含む平面の所定角度内に上記レーザ光を走査する走査部、上記レーザ光の走査領域にある浮遊物によって反射された上記レーザ光の反射光を検知する受光部、上記反射光のデータから、上記反射光を検出した角度と、上記投光部と上記浮遊物との距離を算出し、上記角度と上記距離のデータを基に上記浮遊物の大きさを求め、上記浮遊物の大きさを反映させた降雪強度を出力する信号処理部を備え、上記レーザ光は、地面に対して垂直となる面内に投射され、上記信号処理部は、投射方向が水平よりも上方となる領域から、上記降雪強度を算出するためのデータを得るものである。

30

【0008】

また、この発明に係わる降雪検知方法は、レーザ光軸を走査して、所定角度内の走査領域に連続的にパルスレーザを投射するステップ、上記走査領域内にある浮遊物によって反射された上記パルスレーザの反射パルスを検出するステップ、上記反射パルスが連続した反射パルス数を検出するステップ、上記反射パルスのデータから、上記パルスレーザの投光部から上記浮遊物までの平均計測距離を算出するステップ、上記反射パルス数と上記平均計測距離を基に、上記浮遊物の大きさを算出するとともに、上記浮遊物の大きさが所定値を超える場合に、上記浮遊物が雪以外の異物であると判別するステップを含むものである。

40

【発明の効果】

【0009】

この発明の降雪検知装置によれば、浮遊物の大きさを求めることができるため、浮遊物の大きさを反映させて降雪強度を算出することができ、検出した浮遊物の大きさのデータ

50

を、浮遊物が雪に該当する寸法かどうかの判別等に用いることができる。

【0010】

また、この発明の降雪検知方法によれば、一つの浮遊物からの連続した反射パルス数と、浮遊物までの平均計測距離から浮遊物の大きさを高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1による降雪検知装置の構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1の降雪検知装置による雪片の大きさの算出手順について説明するための説明図である。

【図3】本発明の実施の形態1の降雪検知フローを示すフロー図である。

10

【図4】本発明の実施の形態1の降雪検知装置の設置例を示す配置図である。

【図5】本発明の実施の形態2による降雪検知装置の構成図である。

【図6】本発明の実施の形態2の雪片の大きさおよび雪片からの反射光強度と雪の融け易さとの関係を表した関係図である。

【図7】本発明の実施の形態3による降雪検知装置の構成図である。

【図8】本発明の実施の形態3の降雪強度算出用の計測範囲例と積雪高さ算出について説明するための説明図である。

【図9】本発明の実施の形態4による温度条件が加味された降雪検知装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

実施の形態1

次に、この発明の実施の形態1について、図1～図4を用いて説明する。

図1の構成図に示すように、本発明の実施の形態1の降雪検知装置10は、主に、投受光部一体型センサ11と、信号処理部12によって構成される。投受光部一体型センサ11は、レーザ光(パルスレーザ)14を投射する投光部と、その投光部を含む平面の所定角度内の計測領域15(または走査領域)にレーザ光14を走査する走査部と、レーザ光14の走査領域にある浮遊物13(雪など)によって反射されたレーザ光の反射光(反射パルス)を受光する受光部とにより構成され、投光部、走査部、受光部が一体化された構成である(以下、センサとする。)。信号処理部12は、反射パルスのデータから、浮遊物13の検知位置(センサ11からの距離、方向。)を算出し、その角度(方向)と距離のデータを基に浮遊物13の大きさを求め、浮遊物13の大きさを反映させた降雪強度信号1aを算出し、外部に出力する反射パルス情報の演算処理部である。なお、この実施の形態1では、レーザ光14は水平面内において走査されるものとする。

30

【0013】

この実施の形態1の降雪検知装置10では、一つの浮遊物13に続けて照射されたパルスレーザ数を、センサ11にて、連続した反射パルス数として検出することができる。

図2に示すように、計測領域15内に雪片13aが検知される場合において、反射パルス数から雪片13aの大きさ(雪片を球形と考えた場合のほぼ直径とみなせる寸法)を算出する考え方を示す。図2では、計測範囲角度幅(走査角度幅)が、計測範囲内でセンサ11が計測する分割点数をN(例えば、 $\theta = 30^\circ$ のとき、 $N = 300$ など。)、センサ11から雪片13aまでの計測距離の平均値(平均計測距離)がL、一つの雪片13aに連続して照射されたパルスレーザ数、つまりセンサ11が連続して検出する反射パルス数がK(連続検知数とする)である場合に、雪片13aの直径Rは、次の式で示すように表すことができる。

40

$$R = L \times \left(\frac{\theta}{N \times K} \right)$$

ここで、 θ は、単位半径あたりの角度の円弧長さを示している。

【0014】

また、図2の例では、4つのパルスレーザ(レーザ光14a～14d)が雪片13aに連続して照射されることから、連続した反射パルス数(連続検知数)K=4である。雪片

50

13aの断面が円形であるとすると、雪片13aの直径Rは、反射パルスが計測された角度幅 θ_k で、計測距離Lを半径とする円弧の弦の大きさと考えられる。しかし、計測距離Lが最大1.5メートル程度を想定する場合で、計測対象となる浮遊物が雪などの数センチ(5センチ未満)程度の大きさと考え、弦と円弧との寸法差はほとんどの場合で小さく抑えることができ、Rを円弧の長さとして近似することができる。なお、より正確に、Rを円弧ではなく弦の寸法に補正することも、信号処理部12において行うことが可能であることは言うまでもない。

【0015】

さらに、計測距離Lを得るためのレーザ光14による距離計測の手段としては様々な方式があり、例えばパルス光を用い、投光から受光までにかかった時間より距離算出を行うことができる。

10

また、雪片13aが計測領域15内のどの位置にあるかを示す検出方向については、走査周期とレーザ投光のタイミングとを同期することで特定することができる。

【0016】

次に、動作について説明する。図3は、降雪強度算出処理の流れのフローチャートを示す図である。ここで、例えば、降雪強度算出は、一定のまとまった時間(例えば5分間)だけ計測を行い、その結果として一つの降雪強度の値を算出するように行われるものとする。

降雪検知装置を稼働させ、降雪強度算出処理をスタートすると、降雪強度算出周期時間が経過している間、ステップS11に示すように降雪計測が行われる(ループ1)。ここで、投受光部一体型センサ11から計測領域15に向けレーザ光14を一定周期で走査させることにより、計測領域15内にある雪片の検知位置(センサ11からの距離、方向)が求められ、センサ11が受光により得たデータが信号処理部12へ送られる(1走査降雪計測)。なお、信号処理部12へ送られるデータとして、センサ11からの距離、方向以外に、反射光強度も含まれる場合がある。反射光強度のデータを用いて、降雪強度算出時に、同時に雪の積もり易さを判定する方法については、次の実施の形態2において説明する。

20

【0017】

降雪計測が始まると、1走査分全部の雪の大きさを算出するループ(ループ2)がスタートし、ステップS12に進む。ステップS12~19では、雪片13aの検知位置から雪片13aの大きさを算出する。ここで、図2にて、ある雪片13aに対して連続して検知した点数(連続検知数)Kを数える必要があるが、方法としては以下ようになる。

30

まず、レーザ光14(パルスレーザ)のレーザ光軸を走査して、計測範囲角度幅 θ の端(角度が0°または θ の位置)から順に、レーザ光14を連続的に投射し、雪片13aが検知されるところまで探す(ステップS12で今回の雪片検出が無く、ステップS17で前回の雪片検出が無しの場合。)。続いて、計測範囲内にある浮遊物によって反射された反射光(反射パルス)が検知され、雪片13aが検知されているところが見つかった場合(ステップS12で有りの場合。)、ステップS15にて連続検知数Kを1加算し、ステップS16にて検知した距離値の積算を行う。以降、雪片13aが検知されなくなるまでステップS15、S16を繰り返すことで雪片13aに対するKと、検出対象となる雪片13aの平均計測距離が求まる。反射パルスが検知されなくなったとき(ステップS12で今回雪片検出無し、ステップS17で前回雪片検出有りの場合。)、ステップS18で雪片13aの検知位置と、連続検知数Kを基に、雪片13aの大きさを算出し、ステップS19にて連続検知数Kと計測距離積算値をリセットする。

40

【0018】

ここで、連続して反射パルスが検知された場合でも、異なる距離にある二つの雪片を連続検知している可能性があるため、ステップS13で前回雪片検出有りの場合、ステップS14で、前回と今回の計測距離値との差をとり、一定値以上の差がある場合は、別々の雪片を検知したものとみなし、連続検知数のカウントを中断する。なお、ここでの一定値は、例えば、センサ11の距離計測精度を基準として、1.5~2倍程度で設定すること

50

ができる。

【0019】

次に、ステップS18での雪片13aの大きさ算出について説明する。図2において計測範囲角度幅 [rad] に対してセンサ11で計測する分割点数をN、雪片の検出距離をLとすると、雪片13aの大きさの算出値Rは、上述したとおり、 $R = L \times (\quad / N \times K)$ の式にあてはめて得ることができる。

続いて、ステップS21では、こうして得られた雪片13aの大きさを一定値ごとに積算し、降雪強度算出の前データとする。なお、ステップS16、S21の次のループ2は、その雪片の大きさの算出および積算の繰り返し部分を表している。また、降雪強度算出は1走査の単位に行うのではなく、あるまとまった時間（降雪強度算出周期時間：具体的には5分など。）ごとに算出するため、ループ1は降雪強度算出周期時間が経過する間に、走査が繰り返されていることを表している。

10

【0020】

最後にステップS22で降雪強度が算出される。ここで、降雪強度算出周期に対してステップS21で積算した雪片13aの大きさRの積算値を R と表したとき、調整係数A、B、Cを用いて、降雪強度Sは以下の式で表される。

$$S = A \times R + B \times R^2 + C \times R^3$$

なお、上式は、降雪強度が雪片の長さ要素R、雪片の面積要素 R^2 、雪片の体積要素 R^3 に比例するという考えに基づくものである。

また、ステップS21で積算する前にステップS20では、積算する雪片の大きさについて通常雪片としては大きすぎる値（例えば5cm。）の場合、つまり、雪片の大きさ値が除外閾値（所定値）より大きい場合、落ち葉などの雪片以外の異物を計測していると考えられるので、積算対象から除外する。逆に、雪片の大きさ値が除外閾値より小さい場合は、積算対象とすることで、誤検知の影響を抑えることができる。

20

【0021】

このように、本発明の降雪検知装置を用いて、パルスレーザのレーザ光軸を走査して、所定角度内の走査領域に連続的にパルスレーザを投射し（ステップS11）、走査領域内にある浮遊物によって反射されたパルスレーザの反射パルスを検出し（ステップS12）、反射パルスが連続した反射パルス数を検出し（ステップS15）、反射パルスのデータから、投光部（センサ）から浮遊物までの平均計測距離を算出し（ステップS16）、反射パルス数と平均計測距離を基に、浮遊物の大きさを算出する（ステップS18）ことにより、浮遊物の大きさを求めることができるため、浮遊物が閾値よりも大きな値であることを検出した場合は、浮遊物が雪以外の異物であると判断して降雪データから除外することができ、雪粒の大きさを反映させた高精度な降雪強度を算出することが可能となる。

30

【0022】

図4は、本発明の実施の形態1の降雪検知装置の設置例を示す配置図であり、図4(a)は、道路101に面した建物102の屋上に設置された降雪検知装置10が、道路101上（上空）の降雪状態を検知する例を、図4(b)は、鉄道沿線に設けられた鉄塔104に設置された降雪検知装置10が、鉄道のレール103上の降雪状態を検知する例を示している。降雪検知装置10の設置高さは、積雪によって埋まらない程度の高さとする。このように、道路および鉄道の降雪状態を、本発明の降雪検知装置によって正確に検知することができれば、交通の安全を確保でき、気象観測や融雪装置の自動制御に検知した降雪情報を活用することが可能となる。

40

また、道路や鉄道沿線以外においても、本発明の降雪検知装置を用いて、落ち葉などの異物のデータを除去して正確に降雪状態を検知することによって、気象データとして役立てることが可能となることは言うまでもない。

【0023】

実施の形態2.

図5は、この発明の実施の形態2による降雪検知装置20の構成図である。

上述の実施の形態1と同様の手順で降雪強度を算出するとともに、降雪強度算出過程で

50

得られる雪片の大きさとセンサ 2 1 (受光部) で検知されるレーザ反射光強度から雪の積もり易さの度合いを示す雪の積もり易さ信号 1 b を信号処理部 2 2 から出力できる。

雪の積もり易さは、図 6 に示すように、雪片が大きく、反射光強度が大きい樹枝状の雪では比較的融け易く、逆に、雪片が小さく、反射光強度が小さい球状の雪では比較的溶け難いという性質があることから、雪片の大きさ(大小)およびその反射光強度(強弱)により雪の積もり易さを計測することが可能である。

同じ降雪強度であった場合でも、雪の積もり易さによって積雪量に違いが出るため、実施の形態 2 では、より詳細に降雪状態を検出することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 3 .

図 7 は、この発明の実施の形態 3 による降雪検知装置 3 0 の構成図である。

上記実施の形態 1 でのレーザ光走査方向は、水平方向であったが、この実施の形態 3 では、投受光部一体型センサ 3 1 から投射されるレーザ光 3 4 は、地面 3 6 (水平面とする)に対して垂直な面内で上下方向に走査される。そして、レーザの投射方向が水平よりも下方となる、地面 3 6 を含む領域を走査したデータから、積雪高さ h を計測できるように構成したことを特徴としている。積雪 3 7 の高さは、信号処理部 3 2 から積雪高さ信号 3 c として外部に出力される。また同装置により、水平面よりも上方となる方向にレーザ光 3 4 を投射して得たデータを用いて、実施の形態 1 と同様に、計測領域 3 5 内の浮遊物 3 3 を検知し、得られたデータから、信号処理部 3 2 にて降雪強度を算出し、降雪強度信号 3 a を出力することが可能となる。その場合、レーザ光走査範囲(計測領域 3 5、走査角度 0° (鉛直方向下向き)から $M A X$ までの範囲。)のうち、積雪 3 7 が計測範囲に含まれない領域だけのデータを用いる、例えば、鉛直方向 θ_0 からの走査角度を θ とすると、 $90^\circ < \theta < M A X$ の範囲とすることができる。

【 0 0 2 5 】

次に、積雪高さ h の算出手順について図 8 を用いて説明する。

積雪高さ h の算出は、走査角度 θ_1 が地面 3 6 を計測可能な最大値となる場合、レーザ光走査範囲のうち地面 3 6 が計測範囲に入る方向 ($\theta_0 < \theta < \theta_1$) にレーザ光 4 3 a を投射し、センサ 3 1 から積雪 3 7 までの距離 L を計測することで、以下の式で求めることができる。ここで、 H はセンサ 3 1 の高さとする。図 8 において、符号 3 4 a は、方向 θ に投射される積雪高さ算出用レーザ光であることを示している。

$$h = H - L \cos(\theta)$$

実際には、積雪 3 7 までの距離 L を計測する際、浮遊物を検知する可能性もあるため、数回計測を行い中間値を計測値とする。このように積雪高さ h を計測し、信号処理部 3 2 から外部へ、積雪高さ信号 3 c として出力される。

以上のように、1 台の降雪検知装置で、降雪強度および積雪高さが計測可能であるため、個別に用意する場合に比べ、設置スペースおよびコストの低減に効果がある。

【 0 0 2 6 】

実施の形態 4 .

実施の形態 1 の図 3 に示した降雪強度算出フローでは、所定値以上の大きさの浮遊物を検出した場合は、その浮遊物を雪以外の異物であると判断して、降雪データから除外することについて示したが、この実施の形態 4 では、さらに、雪を観測可能な降雪気温条件を設定しておき、その気温範囲に該当しない場合は、計測領域 1 5 内に浮遊物 1 3 を確認した場合であっても降雪データとは認識しないように処理を行うものとする。図 9 に、この実施の形態 4 の降雪検知装置 4 0 の構成図を示す。図 9 に示すように、本発明の降雪検知装置 4 0 は、温度計 4 2 を備えており、計測領域 1 5 内の気温を、温度計 4 2 によって計測することができる。

さらに、信号処理部 4 3 に、降雪気温条件 4 4 を加えているために、温度計 4 2 から得られる気温データを降雪気温条件 4 4 に照らし合わせ、雪が観測されないような暖かい日に、雪以外の浮遊物を雪として検出しないように調整することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

このように、降雪気温条件 4 4 を加えることで、信号処理部 4 3 から出力される降雪強度信号 4 a を、より正確な値として得ることが可能となる。また、信号処理部 4 3 に、外部から気温データを取り込む方法として温度計 4 2 を設け、その出力値を得ることを示したが、温度計 4 2 をセンサ 4 1 と一体とするか、別体とするか等は、温度計の種類等によって設置条件が異なるため、計測に適した配置とすることが望ましいことは言うまでもない。

【符号の説明】

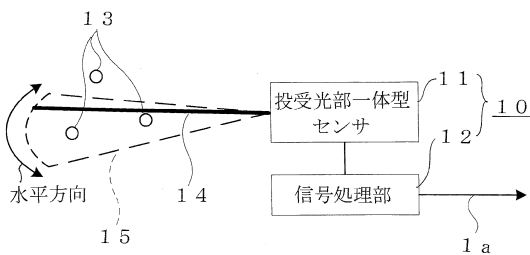
【 0 0 2 8 】

- 1 a、3 a、4 a 降雪強度信号
- 1 b 雪の積もり易さ信号
- 3 c 積雪高さ信号
- 1 0、2 0、3 0、4 0 降雪検知装置
- 1 1、2 1、3 1、4 1 投受光部一体型センサ
- 1 2、2 2、3 2、4 3 信号処理部
- 1 3、3 3 浮遊物
- 1 3 a 雪片
- 1 4、1 4 a ~ 1 4 d、3 4、3 4 a レーザ光（パルスレーザ）
- 1 5、3 5 計測領域
- 3 6 地面
- 3 7 積雪
- 4 2 温度計
- 4 4 降雪気温条件。

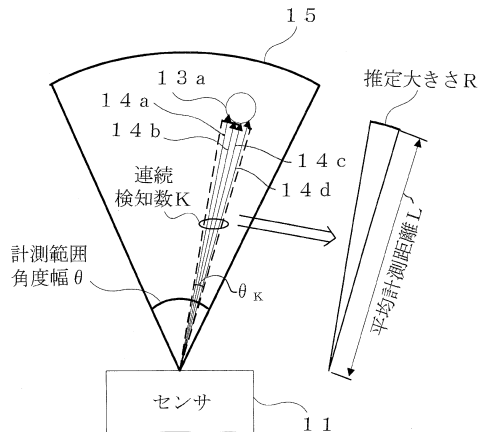
10

20

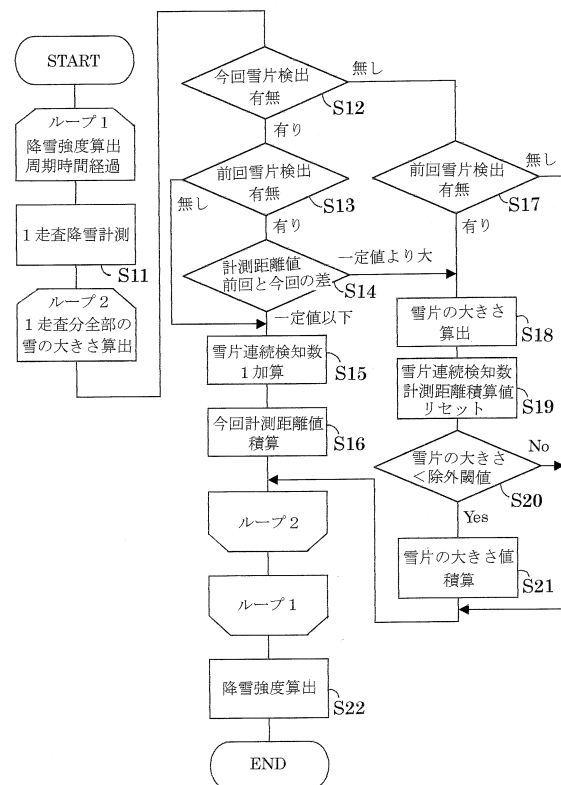
【 図 1 】



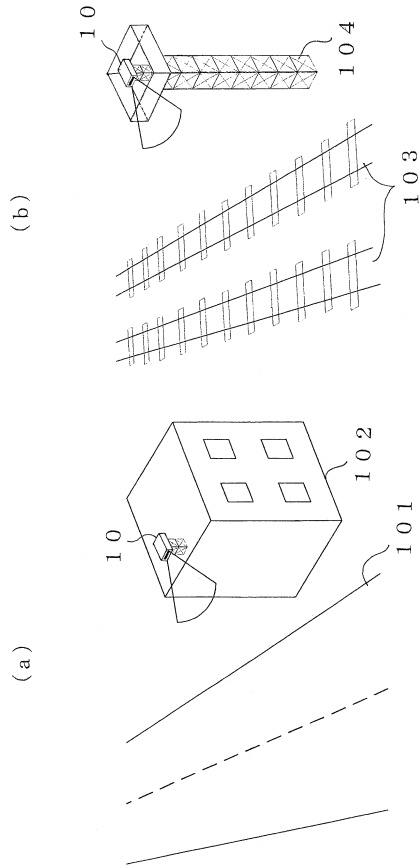
【 図 2 】



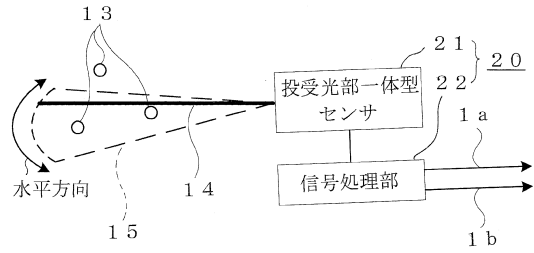
【 図 3 】



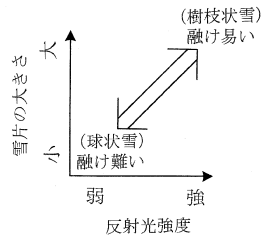
【図4】



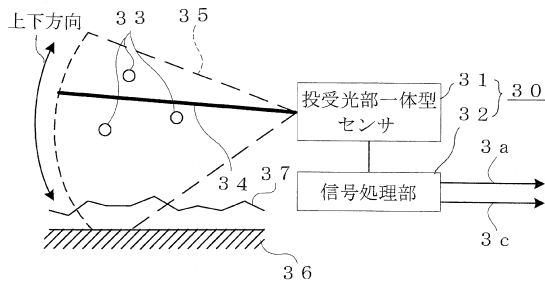
【図5】



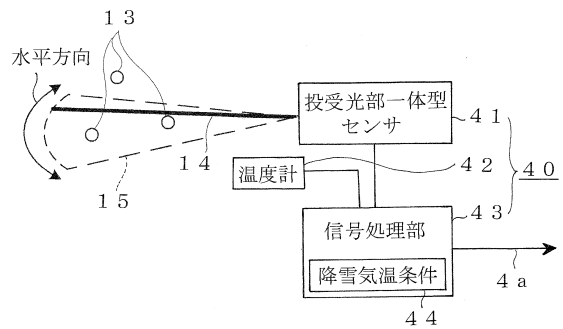
【図6】



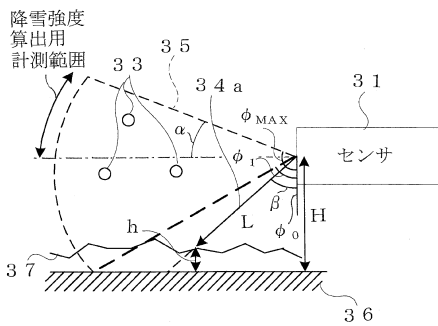
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 石田 和典
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 宇野 秀也
東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 武田 和幸
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 田中 秀直

- (56)参考文献 特開平11-084024(JP,A)
特開平09-292464(JP,A)
特開2005-083750(JP,A)
特公平05-061598(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G01W | 1/00 - 1/18 |
| G01S | 17/95 |
- JSTPlus(JDreamIII)