

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4007888号

(P4007888)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(51) Int. Cl.

G 0 1 W 1/14 (2006.01)

F I

G 0 1 W 1/14 M

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-273479 (P2002-273479)	(73) 特許権者	500140127
(22) 出願日	平成14年9月19日(2002.9.19)		エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会
(65) 公開番号	特開2004-109003 (P2004-109003A)		社
(43) 公開日	平成16年4月8日(2004.4.8)		東京都中央区日本橋浜町2-31-1
審査請求日	平成17年9月6日(2005.9.6)	(74) 代理人	100121706
			弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(72) 発明者	川村 武司
			大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電
			気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光式雨量計測装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転倒升式雨量計と、

F B G素子を用いた光ファイバセンサと、

この光ファイバセンサとの間に所定の遊びを有し、かつ、転倒升の転倒時にこの光ファイバセンサに引っ張り歪を加える張力付与部と、

この光ファイバセンサからの反射波長を計測する反射波長計測装置とを備え、

前記反射波長計測装置で計測した反射波長変化の回数をカウントして雨量計測を行うようにした光式雨量計測装置。

【請求項2】

光ファイバセンサの常時形状を楕円又はそれに近似した形の輪にした請求項1記載の光式雨量計測装置。

【請求項3】

転倒升の中心直下のバランスウエイトを張力付与部にして光ファイバセンサの輪の中に入り込ませ、升の転倒によるバランスウエイトの変位を利用して光ファイバセンサに引っ張り歪を与えるようにした請求項2記載の光式雨量計測装置。

【請求項4】

光ファイバセンサを張力付与部との係合位置に保持するガイド部材を設けた請求項1乃至3のいずれかに記載の光式雨量計測装置。

【請求項5】

10

20

光ファイバセンサに対する引っ張り歪の付与が転倒升の片側への転倒時にのみなされるようにした請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光式雨量計測装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の雨量計測装置を用いて行う雨量計測方法であって、反射波長計測装置で計測した F B G 素子の反射波長を常時モニタし、現時点での計測波長と現時点に近い過去の計測波長の差分を求め、その差分が所定値を越えたときのみ転倒升が転倒したと判定してその転倒回数をカウントし、時間当りのカウント数から計測雨量を求める雨量計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

この発明は、転倒升式雨量計に転倒升の転倒を検知する光ファイバセンサを附属させ、複数地点のリアルタイムでの雨量観測を遠隔地において 1 台の装置で行うことを可能ならしめた光式雨量計測装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

雨量観測は、気象観測器メーカーが販売している気象庁検定品の機械式の自己記録式観測器や電気式（データロガー式）観測器などを現場（観測点）に設置して行うのが一般的であった。しかし、これ等は電源の無いところでは使えず、データを読み取って連絡する監視人なども必要とする。また、雷サージなどで機器が損傷するなどして使用不能になる場合

20

【0003】

また、商用電源の無い所では太陽電池を使用し、データを無線で送信することも行われているが、この場合には電源容量とシステム費の観点からデータの送信頻度が 30 分に 1 回とか、早くても 10 分に 1 回程度に規制され、リアルタイムでのデータ収集ができていない。

【0004】

そこで、これ等の問題を解決できる方法として、既に各種の光式雨量計が開発され、一部実用に供されている。例えば、本出願人が提案しているものでは、磁力の作用で電圧を発生するウーランド素子を利用し、その素子の起電力を利用して発光ダイオードを光らせ

30

【0005】

また、別の方式として監視装置側から雨量計の光ファイバに直流光を出力しておいて一定雨量となったときに雨量計の動作で光を遮断し、その遮断回数をカウントして雨量を求めるものもある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来の光式雨量計は、光の伝送状況の有無を観測するので、観測点からデータを収集して処理する監視点までが比較的短距離の場合にしか適用できない。或いは、1 芯の光ファイバによるデータ収集では、分波器等を用いて各観測点からの波長を変えないと 1 台の装置

40

【0007】

この発明は、これ等の問題点を無くした構造も比較的簡単な光式雨量計測装置及び方法を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、この発明においては、転倒升式雨量計と、F B G 素子を用いた光ファイバセンサと、この光ファイバセンサとの間に所定の遊びを有し、かつ、転倒升の転倒時にこの光ファイバセンサに引っ張り歪を加える張力付与部と、この光ファイバセンサからの反射波長を計測する反射波長計測装置とを備え、前記反射波長計測装置で計

50

測した反射波長変化の回数をカウントして雨量計測を行うようにした光式雨量計測装置を提供する。

【0009】

この雨量計測装置は、光ファイバセンサの常時形状を楕円又はそれに近似した形の輪にしておくと好ましい。

【0010】

また、転倒升の中心直下のバランスウエイトを張力付与部にして光ファイバセンサの輪の中に入り込ませ、升の転倒によるバランスウエイトの変位を利用して光ファイバセンサの受力部に引っ張り歪を与えるようにしたり、光ファイバセンサの受力部を張力付与部との係合位置に保持するガイド部材を設けたり、光ファイバセンサに対する引っ張り歪の付与が転倒升の片側への転倒時にのみなされるようにしたりするのも好ましい。

10

【0011】

さらに、この発明の装置を用いた雨量計測は、反射波長計測装置で計測したFBG素子の反射波長を常時モニタし、現時点での計測波長と現時点に近い過去の計測波長の差分を求め、その差分が所定値を越えたときのみ転倒升が転倒したと判定してその転倒回数をカウントし、時間当りのカウント数から計測雨量を求める方法で行うのがよい。

【0012】

【作用】

この発明の装置は、転倒升の転倒動作を利用して光ファイバセンサに引っ張り歪を生じさせる。この方法で光ファイバに与え得る引っ張り歪はさほど大きくはないが、高感度素子として知られるFBG（ファイバブラッググレーティング）素子を使用しているため、観測点から監視点までの距離が長くなっても転倒升の転倒検知が行える。

20

【0013】

FBG素子は、引っ張り歪を生じると光の反射波長が変化する。その波長変化を波長計で監視すると、複数の観測点における転倒升の転倒の有無を1芯の光ファイバを用いて同時に検知することができ、多点のリアルタイムでの同時観測が可能になる。

【0014】

なお、FBG素子を用いた光ファイバセンサは、張力付与部に遊び無しで接触させておくと、転倒升の片側への転倒が光ファイバの剛性に邪魔されて遅れ、左右の升の転倒のタイミングがずれて正確な計測が望めなくなるが、光ファイバセンサを、予め引っ張り力が与えられたときの形状に近似した形の輪にしておいてそのセンサの受力部と張力付与部との間に遊びをつけたものは、升が転倒し終える頃に張力付与部から受力部に引っ張り力が加えられるので、上記の不具合が生じない。

30

【0015】

また、転倒升式雨量計に設けられている転倒タイミング調整用のバランスウエイトを張力付与部として使用するものは、現状の雨量計を特別な改造をせずに利用できる利点がある。

【0016】

さらに、光ファイバの受力部を張力付与部から外れ止めするガイドを設けたものは、動作不良が防止される。

40

【0017】

また、升の転倒検出は、左右の升の転倒をそれぞれ検出することもできるが、この場合にはどちらの升が転倒したかを区別するために波長の異なるFBG素子を2組設ける必要があるが、1芯の光ファイバを用いた多点観測では素子数増のために1台の監視装置に接続できる観測点の総数が減少して好ましくない。これに対し、転倒升の片側への転倒のみを検知するものは、ひとつの雨量計に用いるFBG素子が1組でよく、1芯の光ファイバを用いて同時監視を行える観測点の数を増加させ得る。

【0018】

このほか、FBG素子の波長変化の計測において初期値を固定し、その初期値との比較で現時点の波長変化を求めると、温度変化による波長変化を升の転倒による波長変化と誤認

50

する虞れが生じる。升の転倒力で光ファイバに与え得る張力は限られており、大きな波長変化が得られないからである。後に述べるこの発明の計測方法によればその誤認を防止でき、システムの信頼性が向上する。

【0019】

【発明の実施の形態】

図1に、この発明の雨量計測装置を用いた観測システムの全体構成を示す。

【0020】

図中1は、各観測点に設置する光式雨量計、2は遠隔の監視局舎などに設置する監視制御装置、3は必要に応じて設ける光スイッチ、4はF B G素子の反射波長(歪)を計測する波長計、5は光ファイバを示す。光ファイバ5は図では2本設けており、それぞれの光ファイバ5に光式雨量計1がシリアルに多数接続されている。

10

【0021】

F B G素子の波長を計測する方法では、波長計による処理速度が比較的速く、処理の仕方によっては50Hz周期で計測を行える。従って、光スイッチ3を用いて各光ファイバの接続状態を切り替えることでより数多くの雨量計を1台の監視制御装置2で監視することが可能である。図1は、その例を示している。

【0022】

光式雨量計の内部構造を図2に示す。この光式雨量計1は、円筒11の中に、転倒升12、雨水を左右の升に交互に注入する漏斗13及び2個の排水筒14を設けた転倒升式雨量計と、升の転倒を検知する光ファイバセンサ6と後述の附属要素とから成る。転倒升式雨量計は市販品でよい。

20

【0023】

図3、図4は、雨量計1の要部の詳細を示す。附属要素としてここでは2種類のガイド7、8と、止め具9を設けている。また、光ファイバセンサ6はF B G素子を有するセンサであり、これを楕円に近い輪にして設置している。この光ファイバセンサ6は光ファイバ5に直列に接続される。

【0024】

転倒升式雨量計は、升の中央直下にバランスウエイト15を吊り下げており、このウエイトを張力付与部にして図4に示すように、その外周に光ファイバセンサ6の受力部6aを遊びGをもって巻き掛けている。また、光ファイバセンサ6の輪の長軸方向他端側は片方の排水筒14を支持具にしてその筒の外周に巻きつけ、外れないようにゴム等のクッション材を介して止め具9で固定している。

30

【0025】

なお、排水筒14に対する光ファイバセンサ6の固定は、曲げ半径を35mm以上にして巻きつけによる損失をできるだけ発生させないようにしておくのがよい。受力部6aも曲げによる張力をできるだけ発生させないように曲げ半径を定めるのがよい。また、この受力部6aがバランスウエイト15から外れたり、バランスウエイトに対するフィット位置がばらついたりすると、升の転倒検知が不安定になったり検知不能になったりするので、受力部6aをバランスウエイト15から外れ止めして定位置でバランスウエイトに係止させるガイド7や光ファイバの輪の長手途中を受け支えるガイド8などを設けておくのがよい。図示のガイド7はバランスウエイト15のバランスの崩れを防ぐために突き出し長さを短くするのがよく、ガイド8があるとガイド7の突き出し長さをあまり長くせず済む。

40

【0026】

また、光ファイバが周囲の物体に引っ掛ったりすると断線等につながる虞れがあるので、それを防止する保護カバー10も設けておくのがよく、既存の転倒弁の回転中心を支える台座プレート16にその役割をもたせれば、余分な付属品を必要としなくなって好ましい。

【0027】

ガイドは図6に示すようなものでもよい。図6のガイド7Aは光ファイバをUスロットに

50

収納して保持するものであり、受力部 6 a の引っ張り力付与時の曲率半径変動や光ファイバ 6 の変位が起こり難い。

【 0 0 2 8 】

このように構成した光式雨量計 1 は、升到雨水が注入されて転倒升 1 2 が片側に転倒するとバランスウエイト 1 5 が変位し、受力部 6 a との間の遊び G が小さくなる。そしてその遊び G が升が転倒し終える前に無くなり（図 5 参照）、転倒升の更なる転倒で光ファイバセンサ 6 に張力が付与される。

【 0 0 2 9 】

このとき、受力部 6 a が図 5 のように引っ張られてその受力部 6 a の曲げ半径が小さくなりすぎると、受力部 6 a の曲げ伸ばしが繰り返されるため耐久性の面で好ましくないので、バランスウエイト 1 5 による引っ張りのみで検知に必要な波長変化を生じさせ得る場合には受力部 6 a の曲げ半径の変化をあまり大きくしない方がよい。

10

【 0 0 3 0 】

転倒升 1 2 が中立位置に戻り、或いは反対側に転倒すると受力部 6 a に与えられていた張力は無くなる。従って、引っ張り歪の有無による反射波長変化の繰り返し数をカウントすることで、雨量をある単位、例えば 0.5 mm 単位或いは 1 mm 単位で計測することができる。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、反射波長の計測例である。1 芯の光ファイバに中心波長の異なる複数の F B G 素子を挿入しておき、各素子からの反射波の中心波長からのずれを計測して所定の変化があれば転倒升が動作したと判断し、動作回数をカウントする。そして、時間当りのカウント数から雨量を求める。図 7 は、転倒升が動作するまではある波長で推移していたものが、転倒升の動作によって波長がシフトする様子を示している。F B G 素子の反射波長は、図 7 (b) に示すように温度によっても変化するため、固定した初期値と比較すると温度変化による波長変化を転倒升の動作による波長変化と誤認する可能性がある。その誤認を無くすために直前の値に対して相対値で所定値以上の波長シフトが観察された場合に転倒升が転倒したと判断する。

20

【 0 0 3 2 】

その判断方法の具体例を以下に列挙する。

【 0 0 3 3 】

方法 1 : 図 8 (a) に 1 で示すように、2 つの連続するサンプリング値の差分を採り、その差がある一定値を越えたときに変化ありと判断する。

30

【 0 0 3 4 】

方法 2 : 1 の変化があった場合、図 8 (a) の 2 で示すように、その時の直前のデータ (イ) と変化後の数回のデータを比較し、継続性を評価して変化が所定回数以上継続したときに変化ありと判断する。

【 0 0 3 5 】

方法 3 : 図 8 (b) の 3 で示すように、想定される変化の周期よりも短い間隔をあけた 2 点のデータの差分を採り、その差がある一定値を越えたときに変化ありと判断する。

【 0 0 3 6 】

方法 4 : 図 8 (c) に 4 で示すように、想定される変化の周期よりも短い間隔をあけた 2 点の前後数回のデータの平均値に関して差分を採り、その差がある一定値以上変化したときに変化ありと判断する。

40

【 0 0 3 7 】

方法 5 : 図 8 (b) に 5 で示すように、想定される変化の周期よりも短い間隔をあけた 2 点のデータの差分を採り、その差がある一定値を越え、かつ、その状態が所定回数以上継続したときに変化ありと判断する。

【 0 0 3 8 】

これ等のうち、継続性を評価して判断を行う方法 2 や方法 5 は、ノイズによる誤判断も防止され、システムの信頼性をより高めるのに役立つ。

50

【 0 0 3 9 】

上記 1 ~ 5 のいずれかの方法による判断機能を図 1 の監視制御装置 2 に付加すれば、雨量の自動観測が行える。

【 0 0 4 0 】

【 発明の効果 】

以上述べたように、この発明の雨量計測装置は、転倒升式雨量計を用いて転倒升の転倒動作で F B G 素子を有する光ファイバセンサに引っ張り歪を生じさせ、その歪による反射波長の変化の回数をカウントして雨量を求めるので、光式雨量計を用いた従来の雨量計測装置の欠点を無くすることができる。即ち、観測点から監視点までの距離を延ばし、1 芯の光ファイバで対応する観測点の数も増やすことができ、広いエリアをリアルタイムできめ細かく観測できるシステムを構築できる。この装置は光式雨量計の特徴が生かされるので安価で信頼性も高い。

10

【 0 0 4 1 】

なお、この発明の方法で転倒升の転倒動作確認を行うものは、誤判断が防止され、計測精度がより良くなる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明の雨量計測装置を用いた観測システムの全体構成を示す図

【 図 2 】 光式雨量計の全体構成を示す図

【 図 3 】 光式雨量計の要部の詳細を示す正面図

【 図 4 】 同上の要部の平面図

20

【 図 5 】 升の転倒時の状況を示す平面図

【 図 6 】 (a) ガイドの他の例を示す平面図

(b) 同上の X - X 線部の断面図

【 図 7 】 (a) 反射波長の計測例を示す図

(b) 温度変化による波長変化を示す図

【 図 8 】 誤判断防止のための判断方法の解説図

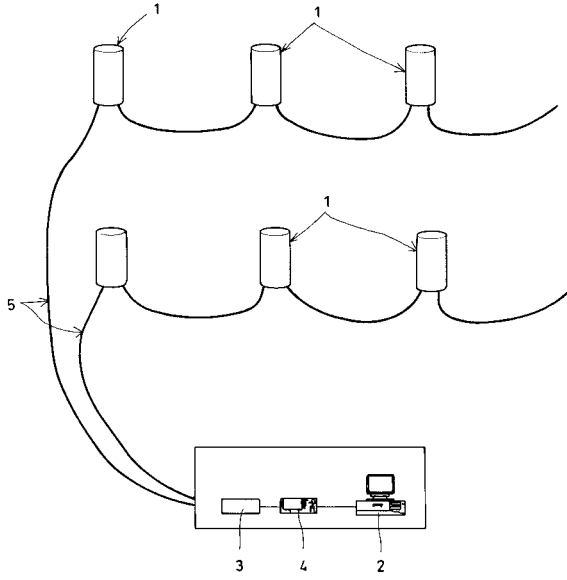
【 符号の説明 】

- 1 光式雨量計
- 2 監視制御装置
- 3 光スイッチ
- 4 波長計
- 5 光ファイバ
- 6 F B G 素子を有する光ファイバセンサ
- 6 a 受力部
- 7、7 A、8 ガイド
- 9 止め具
- 1 0 保護カバー
- 1 1 円筒
- 1 2 転倒升
- 1 3 漏斗
- 1 4 排水筒
- 1 5 バランスウエイト
- 1 6 台座プレート
- G 遊び

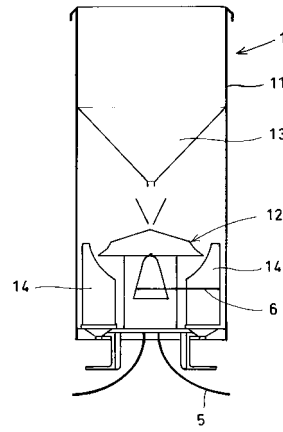
30

40

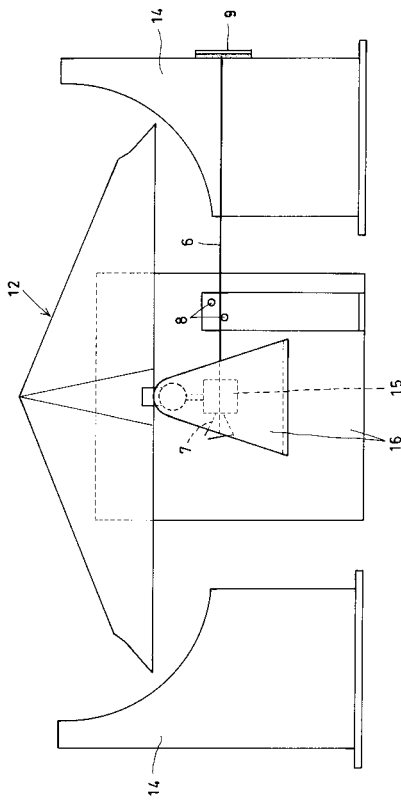
【 図 1 】



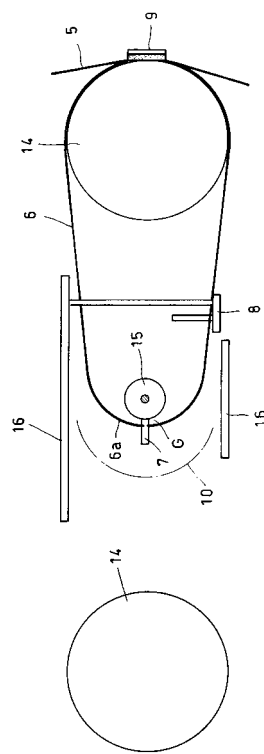
【 図 2 】



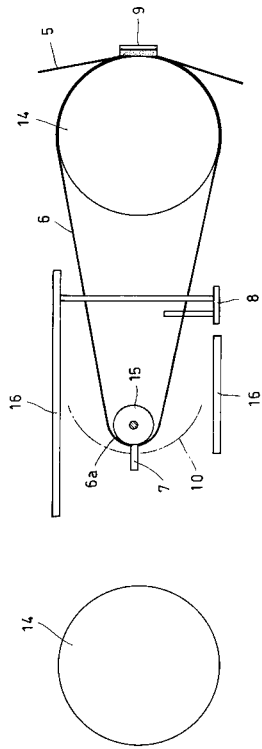
【 図 3 】



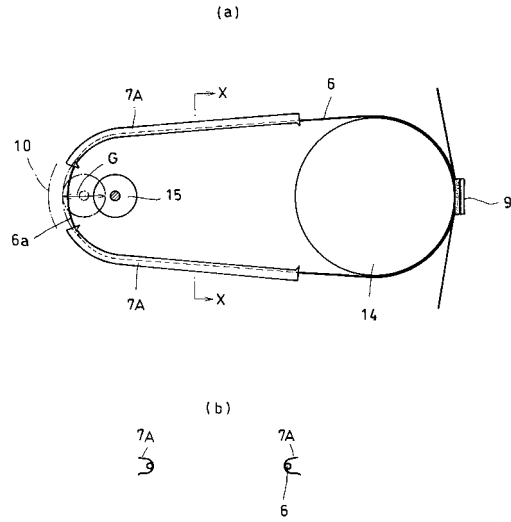
【 図 4 】



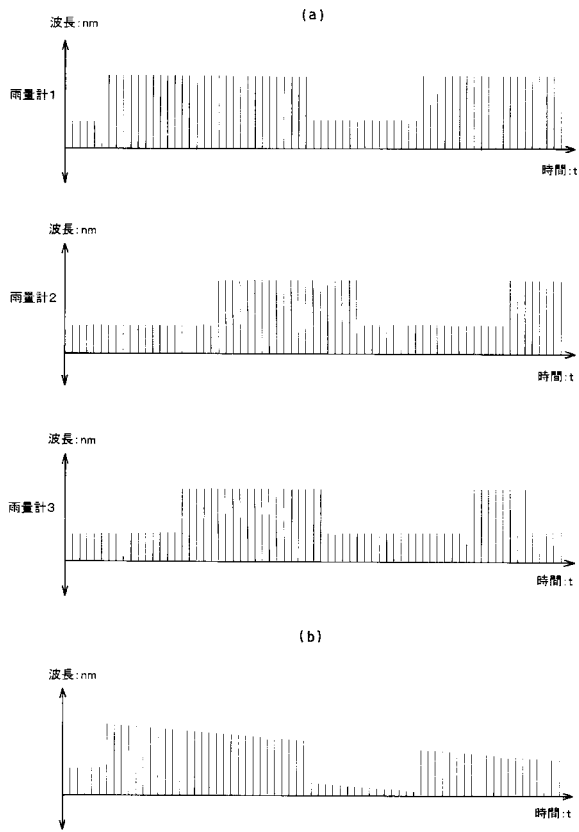
【 図 5 】



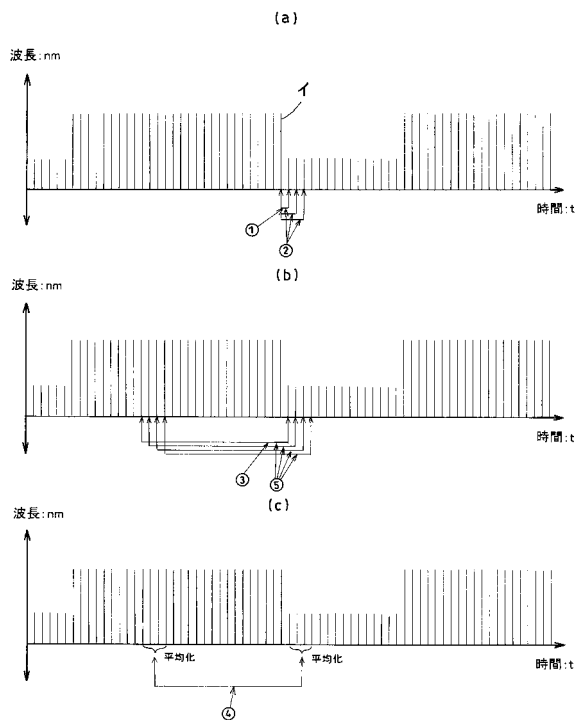
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮内 将和
大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 川本 智宏
大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
- (72)発明者 石橋 悦治
東京都港区元赤坂一丁目3番12号 住友電気工業株式会社東京本社内

審査官 野田 洋平

- (56)参考文献 特開2000-356686(JP,A)
特開2001-296307(JP,A)
特開平10-141922(JP,A)
特開2001-296111(JP,A)
特開2000-298010(JP,A)
特開平08-166468(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01W 1/14