

(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
2016年1月14日(14.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/006048 A1

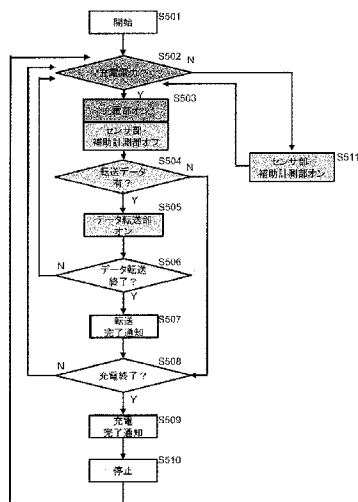
- (51) 国際特許分類:
H04B 1/38 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068247
- (22) 国際出願日: 2014年7月9日(09.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 芹澤 靖隆 (SERIZAWA Yasutaka); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 藤原 亮介 (FUJIWARA Ryosuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 宮崎 祐行 (MIYAZAKI Masayuki); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: LARGE-SCALE SENSOR NETWORK SYSTEM

(54) 発明の名称: 大規模センサネットワークシステム

【図5】



- S501... START
- S502... USE CHARGED POWER?
- S503... CHARGING UNIT ON, SENSOR UNIT AND AUXILIARY MEASUREMENT UNIT OFF
- S504... IS THERE DATA TO BE TRANSFERRED?
- S505... DATA TRANSFER UNIT ON
- S506... DATA TRANSFER FINISHED?
- S507... DATA TRANSFER COMPLETION NOTIFICATION
- S508... CHARGING FINISHED?
- S509... CHARGING COMPLETION NOTIFICATION
- S510... END
- S511... SENSOR UNIT AND AUXILIARY MEASUREMENT UNIT ON

(57) Abstract: In order to make resource exploration more efficient, it is necessary to make a sensor network large scale, and at the same time, the necessity to expand the area of an exploration region and the necessity to discover with good accuracy deeper strata and crust structures also increase; therefore, it is necessary to operate a large-scale sensor network over a long period of time, such as at least several weeks. In the present invention, to realize the foregoing, it is necessary for the power of a sensor unit to be ON constantly in order for the sensor unit to carry out measurement constantly, but because an auxiliary measurement unit may acquire data at necessary timings, the auxiliary measurement unit is activated intermittently. When collecting or transferring data and charging a battery, a sensor terminal detects whether electrical power is being supplied from a data collection and charging device, the power supply of the sensor unit and the auxiliary measurement unit is automatically turned OFF, and a data transfer unit is activated. Due to this configuration, the following can be achieved: long-term use due to reduced power consumption when acquiring tremor data; improved use-efficiency due to automatic operation-mode switching; and high-speed data transfer.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/006048 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

資源探査の効率化を実現するためにはセンサネットワークを大規模化する必要があるが、一方、探査領域エリア拡大の必要性、およびより深い地層・地殻構造を精度良く把握する必要性も増加しているため、大規模センサネットワークの数週間以上という長期間にわたる運用が必要である。上記課題を解決するために、センサ部は常時計測のため常時電源オンが必要であるが、補助計測部は必要なタイミングでデータを取得すればよい。一方、データ収集・転送およびバッテリー充電時には、データ収集充電装置からの給電有無をセンサ端末が検知し、自動的にセンサ部および補助計測部の電源をオフにし、データ転送部を起動する。これにより、震動データ取得時の低消費電力化による長期運用、自動動作モード切替による運用効率向上、および高速データ転送を両立する。

明 細 書

発明の名称：大規模センサネットワークシステム

技術分野

[0001] 本発明は、大規模センサネットワークシステムに関し、特に大規模センサネットワークシステムにおけるデータ収集、転送、および運用方法に関する。

背景技術

[0002] 昨今、増加する天然資源需要への対応が国際的な課題となる中、資源探査の分野では天然資源(石油、ガスなど)を短期間に精度よく効率的に探し出すことが重要となっている。一方、主要な油田の産出量減少、容易に探鉱・開発できる油田の減少により資源探査の深度化が進み、探査開発競争激化の流れの中、高感度な探査用センサ技術を安価に提供する必要性が増加している。高感度という観点では、従来のジオフォンを用いた資源探査システムに代わり、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)センサを用いた加速度計が注目されており各種開発が行われている。資源探査の効率化という観点では、センサネットワークシステムの大規模化による探査期間の短縮が検討されており、大規模化に向けた探査システム運用容易化と低コスト化が課題となっている。従来の有線を用いたシステムではシステム規模に限界があるため、代わりにケーブルレスシステムを用いた運用工数の低減が検討されている。

[0003] 資源探査には調査のフェーズに応じて様々な方法が存在するが、最終的に資源の埋蔵場所を特定するために用いられる主要な手法の一つとして反射法地震探査と呼ばれるものがある。これは、地表面に多数並べた振動センサ(加速度センサ)に対し地表面に配置した人工震源から人工的な振動を発生させ、地中の各層(土壌層、水層、Oil&Gas層、基盤岩層など)からの反射波を振動センサで受信し、その信号波形を解析することにより調査対象地表面下の地層構造や地殻構造を把握することができる手法である。人工震源としては、ダ

イナマイトを用いる場合や人工震源を発生させることのできる起震車と呼ばれる特殊な車両を用いることもある。この手法を用いる場合、調査対象フィールドでは人工震源としての起震車、震動データを取得しデータ転送を実現するセンサネットワーク、および取得したデータを蓄積しておくデータセンタ(データ収集車)が必要となる。上述したように、従来はセンサネットワークを通信線・電源線を用いて構成していたが、有線構成では同時測定センサ数に限界があるだけでなく、フィールド上の障害物(森林・密林など)により設置設計に制約があること、さらに大容量の電源施設や大型データセンタ(データ収集車)などのフィールド設備が必要となり、コスト増の一因となっていた。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のように、資源探査の効率化を実現するためにはセンサネットワークを大規模化する必要があるが、従来のような有線のセンサネットワーク構成では同時測定センサ数に限界がある。具体的には、既存の有線方式のデータ収集・電源供給を用いた資源探査システムでは、膨大なデータ量を蓄積するストレージ車や電源供給施設の設置コストが要因となり、数1000~1万個程度のセンサ数が限界である。また、フィールド上の障害物(森林や密林など)により設置条件に制限が生じてしまう。しかし、上述のような技術背景の中、数万~10万個以上のセンサからなる大規模センサネットワークをフィールドに設置し、資源探査の効率を向上させる必要性が増加している。一方、探査領域エリア拡大の必要性、およびより深い地層・地殻構造を精度良く把握する必要性も増加しているため、大規模センサネットワークの数週間以上という長期間にわたる運用が必要である。

[0005] 有線方式では上記のように資源探査のさらなる効率向上が難しいため、ケーブルレス資源探査システムが検討されている。ケーブルレスシステムにより、有線では設置できなかった場所にもセンサ端末を設置することができるようになり、またフィールド設備が不要になるためコストを大幅に削減する

ことが可能になる。しかし、既存のケーブルレス資源探査システムではバッテリー駆動方式を採用し、データ転送には無線マルチホップ方式を採用し、設置したセンサ端末を用いてバケツリレー方式でセンタまでデータを転送する。そのため、計測中においてもセンサ端末の無線モジュールを常時電源オンにしておく必要があるため消費電力が大きく、せいぜい10日程度の運用日数が限界である。従って、ケーブルレス資源探査システムではバッテリーでの長期間運用を可能にする低消費電力システムが要求されており、課題となっている。一方で、長期間運用になるとセンサ端末あたりのセンサデータ量は10GBを超える大容量となり、さらに大規模センサシステム全体では数百TB以上のデータを1日で転送処理する必要があり、それをワイヤレスでデータセンタに転送する方式が課題である。すなわち、低電力で動作可能(長電池寿命)であり、かつ高速データ転送を同時に可能にする資源探査システムを実現することが本発明で解決しようとする課題である。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明では既存の無線マルチホップによるデータ転送方式ではなく、一定期間の運用期間中、センサ端末がセンシングした震動データを端末内のメモリに常時書き込む端末内データ蓄積型のセンサ端末を用いた資源探索システムを提供する。一定期間の運用後、センサ端末をデータ収集充電装置に格納することにより、センサ端末はデータ収集充電装置に格納されたことを感知して自動的にデータ収集充電装置に高速無線通信を用いて、センサ端末内に蓄積したデータを転送し、データ収集充電装置に接続された有線通信線(LANなど)を用いてデータセンタに転送される。また、非接触充電方式を搭載することにより、データ収集充電装置は、センサ端末が格納されたことを検知して自動的にセンサ端末内のバッテリーを充電する。ここで、データ収集・転送装置は非接触充電機能を常時オンにしておくことによりセンサ端末が格納されたと同時にデータ転送および充電を開始することができ、一方センサ端末は充電開始をトリガに高速データ転送を開始する。そのため、センサ端末は震動データを取得するセンサ部と充電機能を担

う充電部、高速データ通信を担うデータ転送部、および震動データ計測の補助データを取得するための補助計測部から構成される。

[0007] 一方、震動データ計測期間ではセンサ端末は低消費電力動作が必要であるため、震動データ計測に必要なセンサ部および補助計測部のみを動作させる。センサ部は常時計測のため常時電源オンが必要であるが、補助計測部は必要なタイミングでデータを取得すればよいから、間欠的に起動する。一方、データ収集・転送およびバッテリー充電時には、データ収集充電装置からの給電有無をセンサ端末が検知し、自動的にセンサ部および補助計測部の電源をオフにし、データ転送部を起動する。これにより、震動データ取得時の低消費電力化による長期運用、自動動作モード切替による運用効率向上、および高速データ転送を両立する。なお、センサ端末の充電部(非接触充電回路)は受動回路であるため、データ収集充電装置に格納されていない状態では電力の消費はない。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、数万～数十万個のセンサ端末からなる大規模センサネットワークにおいて、データ取得時の低消費電力化による長期運用、自動動作モード切替による運用効率向上、および高速データ転送を同時に提供できる。また、ケーブルレス(無線給電、データ転送)であることによりセンサ端末に有線コネクタ等が不要になるため、防水防塵など耐環境性にロバストな設計が容易になるという利点もある。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の大規模センサネットワークシステム全体の概略構成例を示す図である。

[図2]本発明のセンサ端末のデータ収集充電装置への格納イメージ例を示す図である。

[図3]センサ端末の概略構成例を示す図である。

[図4]データ収集充電装置の概略構成例を示す図である。

[図5]本発明のセンサ端末の基本的な状態遷移フロー例を示す図である。

[図6]本発明のセンサ端末における、起震車の命令信号を傍受することによるセンサ部および補助計測部の起動、および回答信号を傍受することによるセンサ部および補助計測部の停止についての状態遷移フロー例を示す図である。

[図7]本発明の大規模センサネットワークシステムにおける、起震車の命令信号を傍受することによるセンサ部起動、および回答信号を傍受することによるセンサ部停止についてのタイミングチャート例を示す図である。

[図8]本発明の大規模センサネットワークシステムにおける、起震車の命令信号を傍受できなかった場合のタイマによるセンサ部起動、および回答信号を傍受できなかった場合のタイマによるセンサ部停止についてのタイミングチャート例を示す図である。

[図9]本発明の大規模センサネットワークシステムにおける、起震車の回答信号を傍受することによるセンサ部停止についてのタイミングチャート例を示す図である。

[図10]本発明のセンサ端末における、起震車の回答信号を傍受することによるセンサ部および補助計測部の停止についての状態遷移フロー例を示す図である。

[図11]本発明のセンサ端末における、制御機器からの起動トリガ信号によるセンサ部および補助計測部の起動についての状態遷移フロー例を示す図である。

[図12]震動パターンによるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなる震動パターン例を示す図である。

[図13]衝撃検知によるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなる震動パターンと閾値設定例を示す図である。

[図14]震動方向検知によるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなる震動パターンおよび閾値設定例を示す図である。

[図15]照度検知によるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなる照度閾値設定例を示す図である。

[図16]GPS計測値検知によるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなるGPS計測値および判別領域設定例を示す図である。

[図17]温度差検知によるセンサ部および補助計測部の起動のトリガとなる温度変化パターンおよび判別温度範囲設定例を示す図である。

[図18]制御無線に必要な間欠動作の通信タイミング図である。

[図19]センサ端末をデータ収集充電装置に格納した際に、状態監視制御用モニタを用いて状態監視やヘルスチェックを行う際の構成例を示す図である。

[図20]センサ端末をデータ収集充電装置に格納した際に、状態監視制御用モニタを用いて状態監視やヘルスチェックを行う際のセンサ端末の状態遷移フローを示す図である。

[図21]本発明の大規模センサネットワークシステムにおける、センサネットワークにおいてセンサ端末のバッテリー残量低下または動作不良が発生した場合のアラームを制御センタに通知するためのRFIDによるアドレス書き込み前のフィールド設置状態例を示す図である。

[図22]本発明の大規模センサネットワークシステムにおける、センサネットワークにおいてセンサ端末のバッテリー残量低下または動作不良が発生した場合のアラームを制御センタに通知するためのRFIDによるアドレス書き込み後のフィールド設置状態例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して本発明の実施例について説明する。

[0011] 本発明の実施例における状態遷移フローは、後述されるように、マイクロコンピュータ(：マイコン、またはプロセッサ)を含む汎用コンピュータ上で稼動するソフトウェアで実装することを想定しているが、専用ハードウェア又はソフトウェアとハードウェアの組み合わせで実装しても良い。

[0012] また、設置するセンサ端末の数や通信速度、運用期間などの数値は実施形態の説明のための数値であり、以下の説明で使用する数値に限定しない。

実施例 1

[0013] <大規模センサネットワークシステム全体の概略構成>

図1は、大規模センサネットワークシステム全体の概要を示す図である。

[0014] 図1に示す構成例では、資源探査測定対象フィールドfに1万個のセンサ端末1s-10000sが配置された状態で震動発震源(起震車)Gが人工的な震動を発生させ、各センサ端末では発信源Gから地中に伝達した地震波が各地層により反射されて地上(または地中)に到達したものを観測する。震動発信源(起震車)Gはフィールドに複数配置され(G1およびG2)、制御センタSから電波基地局Bを介して送信する基地局制御用無線コマンドにより、互いに同期したうえで震動を発生することもある。長期運用(計測)終了後、測定対象フィールドfで取得した震動データを蓄積したセンサ端末1s~10000sを、収集充電装置1c~収集充電装置10000cまで1万個の収集充電装置が設置されたデータ収集充電設備dへと搬送し、センサ端末1s~10000sを収集充電装置1c-10000cに格納する。

[0015] 図2にはセンサ端末のデータ収集充電装置への格納イメージ例を示す。状態監視制御用モニタ202はセンサ端末200に搭載されている制御用無線装置にアクセスするための無線モジュールを搭載したモニタ機器であって、無線通信によりセンサ端末200の状態(センサ瞬時値データ、GPSデータ、温度、データ転送完了通知、充電完了通知など)をモニタすることができるだけでなく、センサ端末200に対する各種コマンドを発行し、センサ端末200を制御することができる。データ収集充電装置201には電源ケーブルCを介して電源Pにより電力が供給される。データ収集充電設備dは、たとえば、測定対象フィールドf上に設置されたデータ収集車(フィールドトラック)や、専用の設備であってもよい。また、電源Pはデータ収集車や専用設備の電源インフラや発電システムや発電機などであってもよい。センサ端末1s-10000sを収集充電装置1c-10000cに格納すると、各収集充電装置からの非接触給電が自動的に開始され、上記充電開始をトリガにしてセンサ端末から収集充電装置へとセンサ端末内に格納されている震動データがワイヤレス転送される。ここで、非接触充電方式の例としてはQi規格に代表される電磁誘導方式、電磁場共鳴方式、またワイヤレス転送方式の一例としては無線LAN(WiFi)、ミリ波通信を始めとする各種特定小電力系無線がある。データ収集充電装置で収集された震動データは

データ収集充電設備dから、通信ケーブルLを用いて制御センタSに用意されたサーバsvへと転送され蓄積される。データ収集車を用いる場合には、収集車で制御センタSまで収集充電装置を運搬し、制御センタSにてサーバsvに対して有線によるデータ転送を行ってもよい。

<センサ端末の概略構成>

図3はセンサ端末の構成の一例を示す。本構成例は本発明に係る最大規模構成を示しており、本構成の部分構成または部分構成を用いた他構成であってもよい。センサ端末は大きく分けてセンサ部、補助計測部、データ転送部、充電部から構成され、マイコン301では内部に記録された制御プログラムに従って各部を制御することによりセンサ端末の状態を遷移させる。センサ部はセンサ回路304で構成される。センサ回路304はマイコン301からのセンサ取得要求に応じてセンサ値をマイコン301に返し、マイコン301は取得したセンサ値をメモリ305に格納する。補助計測部はGPS303および傾斜センサ302から構成され、GPS303を用いてセンサ端末設置場所を特定し、かつ大量にある各センサ端末が取得する震動データの取得時刻を同期する。傾斜センサ302ではセンサ端末設置の傾きを計測し震動データの補正を行う。データ転送部は高速データ通信用に専用の通信用マイコン306とデータ無線モジュール307から構成される。充電部は非接触の給電回路309で構成される。給電回路309は受動回路であり、バッテリー308と接続されているが、データ収集充電装置に格納されたときのみ電流が流れ、バッテリー308を充電する。その他、センサ端末の状態を把握するための温度計3010、照度計3011が搭載され、制御無線モジュール3012を介して外部からセンサ端末の状態を把握する。また制御無線モジュール3012は外部からの無線信号を受信し信号をマイコン201に転送、さらにマイコンからの応答を無線パケットに変換してアンテナ3014を介して外部へ送信することができる。これによりセンサ端末に対し、外部から各種制御を行うことが可能である。また、無線制御が無線パケットエラーなどにより実現できなかった場合のバックアップとしてタイマ3013による状態遷移が可能である。その他に、制御無線用アンテナ3014、データ無線用アンテナ3015、お

よびRFID回路3016がある。

<データ収集充電装置の概略構成>

図4は本発明におけるデータ収集充電装置の構成例である。データ収集充電装置は充電制御マイコン401、給電回路402電源回路403からなる充電系と、通信用マイコン404、データ無線モジュール405、およびアンテナ406からなるデータ転送系がある。電源回路403からセンサ端末への給電用の電力を取り出し、充電制御マイコン401の制御により給電回路402を制御することでセンサ端末が格納されると充電を開始する。一方、センサ端末の充電が開始されるとセンサ端末から震動データが高速無線で転送されるので、アンテナ406で無線電波をデータ無線モジュール405へ転送し、データ無線モジュール405でデジタル信号に変換後、震動データを通信用マイコン404へ転送する。通信用マイコン404は受信した震動データをデータ収集充電装置に接続された通信ケーブル(光ファイバーやLANケーブル)を介してサーバへと転送する。

<センサ端末の基本的な状態遷移フロー>

図5にセンサ端末の基本的な状態遷移フローチャートを示す。センサ端末は開始時S501には充電電力受信回路(充電部)および制御信号受信回路(制御無線3012)およびマイコン301だけをオンにし、即座に非接触給電による電力が外部から供給されているかどうか確認する(S502)。供給されていない場合はセンサ部および補助計測部をオンする(S511)。受電電力が供給されている場合は、充電部をオン、センサ部および補助計測部はオフにする(S503)。その後、センサ端末内に転送すべきデータの有無を確認し(S504)、有の場合はデータ転送部をオンにする(S505)。データ転送が終了してなければデータ転送が終了するまで待機し、終了した場合は(S506)転送完了通知を制御無線を用いて外部の状態監視制御用モニタ(203)に通知する(S507)。次に充電が終了するまで待機し(S508)、充電が完了した場合は充電完了通知を制御無線で状態監視制御モニタ(203)に通知する(S508)。その後センサ部、充電部およびデータ転送部を停止し(S510)、開始(起動)時の状態に戻る。ただし、充電電力受信回路(充電部)、制御信号受信回路(制御無線3012)およびマイコン301はオンの

ままとする。

実施例 2

[0016] 実施例2では、発震源(起震車)Gが制御センタSから制御信号を受信して人工震動を発生させ、必要な人工震動を発生完了すると発震源(起震車)Gから制御センタSに回答信号を送信する際に、制御センタSからの制御信号および発震源(起震車)Gからの回答信号をセンサ端末が傍受しそれをトリガにして、センサ端末のセンサ部および補助計測部の起動および停止を行うことにより、センサ端末(特に一般に消費電力大と考えられるセンサ部と補助計測部)の動作を必要最小限に抑えることにより低消費電力を実現する場合について図6～図8を用いて説明する。

<センサ端末状態遷移フロー>

図6に発震源(起震車)の制御信号および回答信号を傍受してセンサ端末のセンサ部および補助計測部の起動および停止を行う場合の状態遷移フローを示す。開始S601から始まり、充電電力の供給有無確認S602で電力供給がある場合のフローは実施例1(図5)とほぼ同様なので説明を割愛する。唯一の違いは、充電部オンS603時にセンサ部・補助計測部オフの処理を省いている。これは処理として挿入しても良いが、フローチャート上、充電部オンS603処理時には必ずセンサ部・補助計測部はオフになっているためである。

[0017] 充電電力がない場合(S602の符号”N”)、まずタイマ3013を用いて起動タイマを動作させる。次にS612およびS613の処理にて、起動タイマのカウントダウン終了または制御センタから発震源(起震車)Gへの制御信号の傍受のうち時間的に早く発生した方をトリガとして、センサ部・補助計測部をオンする(S614)。センサ部・補助計測部をオンにするとすぐに、タイマ3013を用いて停止タイマを起動する(S615)。停止タイマ起動後は、S616およびS617の処理にて、停止タイマのカウントダウン終了または発震源(または起震車)Gから制御センタSへの回答信号の傍受のうち時間的に早く発生した方をトリガとして、センサ部・補助計測部を停止する(S610)。停止状態S610では、センサ端末は充電電力受信回路(充電部)、制御信号受信回路(制御無線3012)およ

びマイコン301、タイマ3013をオンのままとする。

<タイミングチャート(1)>

図7は、発震源(起震車)の制御信号および回答信号を傍受してセンサ端末のセンサ部および補助計測部の起動および停止を行う場合の制御センタS、発震源(起震車)G、およびセンサ端末isのタイミングチャートを示す。制御センタSではフィールドに配置された発震源(起震車)Gに対し、震動パターンやタイミング720等の情報を含む制御信号700を送信する。センサ端末isは制御センタSからの制御信号を傍受すると、センサ部および補助計測部を起動714し、即座に計測715に移行する。発震源(起震車)Gは制御センタからの制御信号を受け、図7の例では20秒後に45秒間の震動を発生させる710。震動発生が終わり、一定時間後(図7の例では15秒後)に発震源(起震車)Gは制御センタSに対し回答(震動終了)701を送信し、10秒後に次の発震点へと移動する711。回答(震動終了)701を受信した制御センタSは、発震源(起震車)Gからの回答(移動・起震準備完了)702の受信待機へ移行する。一方、発震源(起震車)Gからの回答(震動終了)701を傍受したセンサ端末はセンサ部および補助計測部を停止716し、充電電力受信回路(充電部)、制御信号受信回路(制御無線3012)およびマイコン301、タイマ3013はオンのままとする。発震源(起震車)Gは移動および起震準備が完了した段階で、制御センタSに対し、回答(移動・起震準備完了)702を送信し、回答702を受信した制御センタは受信後一定期間後(図7では30秒)に、発震源(起震車)Gへの制御信号703を送信する。以降、上記シーケンスを繰り返す。なお、発震源(起震車)Gからの回答(震動終了)701にエラーメッセージが含まれていた場合には、発震源(起震車)Gは移動711をキャンセルし、制御センタは制御信号700からシーケンスをやり直す。

<タイミングチャート(2)>

図8に示すタイミングチャートは、センサ端末isが持つタイマ3013で起動および停止することにより、センサ端末isが制御センタSの制御信号および発震源(起震車)Gの回答信号を傍受できなかった場合の状態遷移バックアップ手段とする場合を示している。計測サイクル(1)では、センサ端末isの起動後停止

タイマ(図8では90秒)を動作させ、一方で発震源(起震車)Gからの回答(震動終了)801を受信待機状態へ移行する。この状態で、計測815を行いつつ、発震源(起震車)Gからの回答(震動終了)801の傍受、または停止タイマのカウントダウン終了をトリガとして停止状態816(充電電力受信回路(充電部)、制御信号受信回路(制御無線3012)およびマイコン301、タイマ3013はオンのまま)に移行する。図8では回答(震動終了)傍受失敗822のように傍受に失敗したために、バックアップしていたタイマカウントダウン(90秒)により停止816に成功している。停止状態816に移行するとすぐに起動タイマを動作させ(図8では55秒)、同時に制御センタSの制御信号803を受信待機する。計測サイクル(2)では制御信号傍受失敗823のために、センサ端末isは55秒で設定した起動タイマにより起動し817、即座に停止タイマ(90秒)を作動させている。しかし計測818中に、停止タイマのカウントダウン終了前に発震源(起震車)Gからの回答(震動終了)を受信したため、停止状態819へ移行した。さらに停止819直後に起動タイマ(65秒)を作動させたが、起動タイマのカウントダウン終了前に制御信号806を傍受したため、制御信号806による起動820を行っている。なお、センサ端末isが使用する起動タイマおよび停止タイマの各タイマ値は制御センタSが発震源(起震車)Gに送信するタイミング情報821より制御センタが算出して制御信号(800, 803)に含めることにより、センサ端末isに周知する。センサ端末isは制御信号(800, 803)を受信できなかった場合には、受信した最新のタイマ値を用いる。

実施例 3

[0018] 実施例3では、発震源(起震車)Gが制御センタSから制御信号を受信して人工震動を発生させ、必要な人工震動を発生完了すると発震源(起震車)Gから制御センタSに回答信号を送信する際に、発震源(起震車)Gからの回答信号をセンサ端末が傍受しそれをトリガにして、センサ端末のセンサ部および補助計測部の停止を行うことにより、センサ端末(特に一般に消費電力大と考えられるセンサ部と補助計測部)の動作を必要最小限に抑えることにより低消費電力を実現する場合について図9, 10を用いて説明する。実施例2では制御信号を起

動のトリガに、回答信号を停止のトリガに利用していたが、本実施例では、回答信号を受信し損ねた場合でも、回答信号のトリガがない限り常時計測モードとなるため、消費電力を抑えつつ、計測動作への影響を最小限に抑えることが可能であるため、制御信号や回答信号をセンサ端末が傍受しにくい環境(密林など)に適した運用方法である。

<タイミングチャート>

図9に示すタイミングチャートでは、計測サイクル(1)でセンサ端末isは、制御センタSの制御信号900を受信して起動し914、計測915を行う。起動発震源(起震車)Gの回答(震動終了)901を受信したため停止916し、起動タイマ(50秒)を作動し、50秒後に再度起動する917。計測サイクル(2)に移行し、計測918を行うが制御センタSからの制御信号が計測918中に受信しているので無視する。一方、発震源(起震車)Gの回答(震動終了)904がセンサ端末isで傍受失敗919であったため、以降の計測サイクルで発震源(起震車)Gの回答(震動終了)の傍受に成功するまで計測を続ける。なお、センサ端末isが使用する起動タイマおよび停止タイマの各タイマ値は制御センタSが発震源(起震車)Gに送信するタイミング情報921より制御センタが算出して制御信号(900, 903)に含めることにより、センサ端末isに周知する。センサ端末isは制御信号(900, 903)を受信できなかった場合には、受信した最新のタイマ値を用いる。

<センサ端末状態遷移フロー>

図10には本実施例におけるセンサ端末isの状態遷移フローを示す。S1001-1010までのフローは実施例1で説明済みであるためここでは割愛する。開始(S1001)から充電電力供給有無確認(S1002)を行い、「無」であった場合は、センサ部・補助計測部のオン状態を確認する。オンであれば発震源(起震車)Gからの回答信号(震動終了)確認S1016と充電電力確認(S1002)を繰り返す。回答信号があった場合は、センサ部・補助計測部を停止(充電電力受信回路(充電部)、制御信号受信回路(制御無線3012)およびマイコン301、タイマ3013はオンのまま)する(S1010)。一方S1011の処理で、センサ部・補助計測部がオフの状態である場合は、起動タイマをオンにし、処理S1012、S1013およびS1014にて起

動タイマのカウントダウン終了または制御信号受信をトリガにしてセンサ部および補助計測部をオンにし（S1015）、回答信号(震動終了)確認(S1016)へと移行する。

実施例 4

[0019] 実施例4では、制御センタSや発震源(起震車)Gが送信する無線信号による起動ではなく、後述する各種トリガ信号を用いたセンサ端末(センサ部)の起動方法について説明する。

<センサ端末状態遷移フロー>

本実施例におけるセンサ端末の状態遷移フローを図11に示す。S1101-1110までの処理は上述の実施例の中で説明済みであるため割愛する。ただし、開始(S1101)時および停止(S1110)時の状態は、制御無線回路、補助計測部または温度/照度計、と給電回路のみオンとするが、状況に応じて必要最小限の構成だけ(補助計測部の一部だけなど)オンにしてもよい。開始(S1101)後、充電電力供給有無確認(S1002)を行い、「無」であった場合は、センサ部のオン状態を確認する(S1111)。オンであった場合は充電電力供給有無の確認(S1102)を行い、オフの場合には起動トリガの有無を確認するS1112。トリガを確認した場合にはセンサ部をオンにし(S1113)、トリガを確認できなかった場合には充電電力供給有無確認S1102へと戻る。以下では、S1112の起動トリガ種類について説明する。

<状態監視制御用モニタ202の無線信号による起動>

センサ端末isをフィールドに設置後、ハンディな制御用PCやタブレットPCなどの状態監視制御用モニタ202に搭載された制御無線機能を用いて、センサ端末isの制御無線インターフェース3012を介してセンサ部および補助計測部をオンにする。

<震動パターンによる起動>

図12に震動データパターンの一例を示す。このように発震源(起震車)Gの制御により、センサ端末isを起動させるためにある一定の震動パターンを起震し、センサ端末内の低消費電力動作が可能な補助計測部(傾斜センサ302)を用

いて起動用の震動パターンを判別し、メモリ305に格納された起動用の震動パターンにマッチすることをマイコン301が判別し、マッチしたらセンサ部を起動する。図12の例の場合は、例として1秒周期の震動が6回観測されたらセンサ部をオンにすることを想定している。

<衝撃検知による起動>

衝撃震動を起動トリガに用いることもできる。実際のフィールド設置作業ではハンマーのような工具でセンサ端末を地面に打設することもある。その場合、図13のように震動強度に閾値を設定し、閾値を越える震動が補助計測部の傾斜センサ302で観測された場合には、センサ部をオンにする。

<震動方向検知による起動>

発震源(起震車)Gは地表面に設置されるため、初期震動は地表面を伝搬する。そのため、発震源(起震車)Gからの初期震動は、地表面方向成分が卓越すると考えられる。そこで3軸対応の傾斜センサを使用し、初期震動を観測した場合、図14上図のように地表面方向(2軸)の震動強度が閾値を超え、かつ図14下図のように地中方向の震動強度が少ない場合には、発震源(起震車)Gの初期震動成分と判断し、センサ部をオンにする。

<照度検知による起動>

センサ端末に照度計3011を搭載し、図15のように照度が一定閾値(30%)以下になった場合、地中に埋設されたと判断し、振動計測可能な状態になったとみなし、センサ部をオンにする。

<GPS計測値による起動>

補助計測部のGPSモジュール303を利用し、GPSセンサ値(緯度経度)が一定時間の間、一定範囲に収まったらセンサ部を起動する。一定時間の間、一定範囲に収まるということは、センサ端末isが探査フィールドに到着し、フィールドに設置されたと判断する。GPS値が取得できない場合は起動しないようにし、運搬時などは金属製のケース等に入れるか、密閉されたトラックなどを用いることにより運搬時等における誤起動を回避することができる。図16にGPS計測値による起動のトリガとなるデータ例を示す。GPSは緯度経度の値を用

い、図16の例では判別範囲1601を0.03秒以内(約1mを想定)としている。時間方向の判別範囲1602は1時間とした。GPSデータが判別領域1603に収まった場合は、センサ端末がフィールドの測定予定地点に設置されたと判断し、センサ端末はセンサ部を起動する。

<温度検知による起動>

図17に示すように、センサ端末の温度計3010を利用し、判別時間範囲1702(例:1日)の間に、判別温度範囲1701(例:60℃)を逸脱した場合にセンサ部を起動する。探査フィールドの気候条件に合わせて、1日の温度差が一定以上であるかどうかを判別条件とする。例えば砂漠のようなフィールドでは温度の日格差が大きいため、判別しやすい。

実施例 5

[0020] 実施例5では、実施例1-4で説明した制御無線方式について詳述する。センサ端末は制御無線インターフェース3012を持つが、制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202からの無線信号を受信すべく常時起動したままでは、消費電力が大きくなってしまう。そのため、図18に示すようなプロトコル例で間欠動作を行う必要がある。

[0021] 図18の上側の図は、制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202からセンサ端末に対し、コマンドを無線で発行し、コマンドに応じてセンサ端末がデータを返す場合のプロトコルである。制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202は電源が確保されていると想定しているため、一定の休止(受信待機)1802(2ミリ秒)を含めて断続的にコマンドパケット1801を発行し続ける。センサ端末isはバッテリー動作であるため、1秒に1回10ミリ秒間受信待機1800を行う。断続的に送信するコマンドパケット1801の送信タイミングと、センサ端末の受信待機タイミングが重なると、センサ端末はコマンドを受信することができる1803。センサ端末はコマンドを受信すると、即座にAck(受信応答)1804を返し、即座にデータ送信1805を行う。制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202はセンサ端末からのAck1804を受信すると、受信待機に移行し、センサ端末のデー

タ送信1805を受信すると、Ackを返す。

- [0022] 図18の下側の図は、制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202のコマンド発行を受けて、センサ端末isがデータを受信する場合の Protokol である。制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202は断続的なコマンドパケット1811を送信し続け、センサ端末isの受信待機に合わせてコマンドパケット1811の送信ができた場合にセンサ端末はコマンドを受信する(1813)。センサ端末はコマンドを受信(1813)すると、即座にAck(1814)を返し、受信待機へ移行する(1815)。制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202はAck(1814)を受信すると即座にデータを送信する。これにより、制御センタS、発震源(起震車)G、および状態監視制御用モニタ202からセンサ端末isへのデータ送信が完了し、センサ端末isはAckを返す。

実施例 6

- [0023] 実施例6では、実施例1-5の運用の実施にあたり、センサ端末の状態監視やヘルスチェックに関して説明する。図19には、センサ端末をデータ収集充電装置に格納した際に、状態監視制御用モニタを用いて状態監視やヘルスチェックを行う際の構成例を示す。センサ端末1900はフィールドで取得した震動データが蓄積されているため、収集充電装置1901でデータ収集を行う。同時にセンサ端末1900内のバッテリーの充電を格納するだけで自動的に実行する。その際に、バッテリー残量と、データ転送状況はマイコン301および通信用マイコン306が常時監視している。データ転送完了時および充電完了時に完了通知を状態監視制御モニタ1903にセンサ端末内の制御無線インターフェース3012を用いて行う。収集充電装置にLED等を配置して通知しても良いが、例えば、10万個オーダーの大規模の端末を設置した場合には適さない。
- [0024] また、センサ端末は長期運用により故障、不具合が生じる可能性が大きい。そのため、データ収集充電装置に格納する際に、基本的な機能のヘルスチェックを実行する。具体的は図19のように収集充電装置1901に基準震動発生装置1902を配置し、センサ端末がデータ転送および充電を行っている間に、

基準信号発生装置1902の震動をセンサ端末1900内のセンサ部で検出し、データを状態監視制御用モニタ1903でモニタすることにより、センサ部の故障・不具合をチェックする。また、GPS303、傾斜センサ302、温度計3010、照度計3011の値も取得し、故障・不具合をチェックする。GPS303や温度計3010については、図19のようにチェック用の温度計1904およびGPS1905を用意し、値を比較することもできる。

＜センサ端末状態遷移フロー＞

図20に本実施例におけるセンサ端末の状態遷移フローを示す。フィールドでの震動計測を終え、データ収集充電装置に格納されると充電電力が供給されるため、S1903の処理へ進む。以降の処理に関しては実施例1-5で説明したが、S1907およびS1909でデータ転送完了通知と充電完了通知の処理がある。これにより、センサ端末内の制御無線インターフェース3012を用いて完了通知を行う。このフローでは、フィールドにおける震動データ取得後、データ収集充電装置に格納後も、センサ部および補助計測部はオンのままであるため、上述のようなヘルスチェックを実行できる。

実施例 7

[0025] 取得した震動データをセンサ端末内のメモリ内に格納する際に、温度計3010による温度計測値や傾斜センサ302による傾斜度計測値を用いて、震動データをマイコン301内で補正してメモリ305に蓄積することも本発明の実施例の一つである。補正参照データとしてセンサ部の温度特性データおよび傾斜度による震動データ補正アルゴリズムをマイコン301およびメモリ305内に実装する。

実施例 8

[0026] 実施例8では、フィールドにおける大規模センサネットワーク運用中に、センサ端末が故障・不具合、バッテリー残量低下などを起こした場合に、制御センタSへとアラームを送信する方法について説明する。

[0027] 故障、機能不具合発生、バッテリー残量低下などを起こした端末はアラームを連続送信する。制御センタSに近い端末に送信するほうが短時間でアラーム

が制御センタSにあがるので、事前に端末内メモリ305に端末配置(端末配置図と端末アドレスリスト)を記憶させておく。端末配置図を参照し、制御センタSまでの最短ルートをマルチホップするように次のアラーム転送先を決定する。以上を全センサ端末が行えば、アラーム情報(不具合発生端末ID、不具合状況)を最短ルートで制御センタに転送できる。

[0028] しかし、運用上はIDとアドレスをメモリ305内に記載した10万個以上のセンサ端末を端末配置図どおりに配置するのは、ある場所に配置すべきセンサ端末を探す時点で工数がかかる。その結果、図21のように端末配置図2110に記載のアドレス配置に比べて、ランダムに配置されることになる。そこで図22のようにランダムに設置後、予定していた端末配置図2110を参照してRFID書込装置2210などの非接触通信デバイスで、センサ端末のRFIDインターフェース3016を介して配置図どおりのアドレスをメモリ305に書き込むことにより、端末配置図2110通りの配置を少ない工数で実現することができる。

(その他)

本発明は、実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードによっても実現できる。この場合、プログラムコードを記録した記憶媒体をシステム或は装置に提供し、そのシステム或は装置のコンピュータ(又はCPUやMPU)が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す。

[0029] この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそれを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。このようなプログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROM、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROMなどが用いられる。

[0030] また、プログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOS(オペレーティングシステム)などが実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって前述した実施の形態の機能が実現されるようにしてもよい。さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータ上のメ

メモリに書きこまれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータのCPUなどが実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって前述した実施の形態の機能が実現されるようにしてもよい。

- [0031] さらに、実施の形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを、ネットワークを介して配信することにより、それをシステム又は装置のハードディスクやメモリ等の記憶手段又はCD-RW、CD-R等の記憶媒体に格納し、使用時にそのシステム又は装置のコンピュータ(又はCPUやMPU)が当該記憶手段や当該記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するようにしても良い。
- [0032] 最後に、ここで述べたプロセス及び技術は本質的に如何なる特定の装置に関連することはなく、コンポーネントの如何なる相応しい組み合わせによってでも実装できることを理解する必要がある。更に、汎用目的の多様なタイプのデバイスがここで記述した教授に従って使用可能である。ここで述べた方法のステップを実行するのに、専用の装置を構築するのが有益であることが判るかもしれない。また、実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。
- [0033] 例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。本発明は、具体例に関連して記述したが、これらは、すべての観点に於いて限定の為ではなく説明の為である。本分野にスキルのある者には、本発明を実施するのに相応しいハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアの多数の組み合わせがあることが解るであろう。例えば、記述したソフトウェアは、アセンブラ、C/C++、perl、Shell、PHP、Java(登録商標)等の広範囲のプログラム又はスクリプト言語で実装できる。
- [0034] さらに、上述の実施形態において、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。全ての構成が相互に接続されていても良い。
- [0035] 加えて、本技術分野の通常の知識を有する者には、本発明のその他の実装

がここに開示された本発明の明細書及び実施形態の考察から明らかになる。
記述された実施形態の多様な態様及び/又はコンポーネントは、データを管理する機能を有するコンピュータ化ストレージシステムに於いて、単独又は如何なる組み合わせでも使用することが出来る。

符号の説明

- [0036] f . . . 測定対象フィールド
d . . . データ収集充電設備
1s、2s、 . . . is、(i+1)s、js . . .、10000s、200、1900、2100-2108、2200-2208 . . . センサ端末
1c、2c、 . . . ic、(i+1)c、jc . . .、10000c、201、1901 . . . 収集充電装置
G、G1、G2 . . . 発震源(起震車)
S . . . 制御センタ
sv . . . サーバ
B . . . 電波基地局
P . . . 電源
L . . . 通信ケーブル
C . . . 電源ケーブル
202、1903 . . . 状態監視制御用モニタ
301 . . . マイコン
302 . . . 傾斜センサ
303、1905 . . . GPS
304 . . . センサ
305 . . . メモリ
306 . . . 通信用マイコン
307 . . . データ無線
308 . . . バッテリ
309 . . . 給電回路
3010、1904 . . . 温度計

3011 . . . 照度計
3012 . . . 制御無線
3013 . . . タイマ
3014、3015 . . . アンテナ
3016 . . . RFID
401 . . . 充電制御マイコン
402 . . . 給電回路
403 . . . 電源回路
404 . . . 通信用マイコン
405 . . . データ無線
406 . . . アンテナ
700、703、800、803、806、900、903、906 . . . 制御信号
701、704、801、804、901、904 . . . 回答(震動終了)
702、802、805、902、905 . . . 回答(移動・起震準備完了)
710、712、810、812、910、912 . . . 震動
711、713、811、813、911、913 . . . 移動
714、717、814、817、820、914、917 . . . 起動
715、718、815、818、915、918 . . . 計測
716、719、816、819、916 . . . 停止
720、821、921 . . . タイミング
822、919 . . . 回答(震動終了)傍受失敗
823 . . . 制御信号傍受失敗
1601、1602、1701、1702 . . . 判別範囲
1603 . . . 判別領域
1800、1810 . . . 受信待機
1801、1811 . . . コマンドパケット
1802、1812 . . . 休止(受信待機)
1803、1813 . . . コマンド受信

1804、1806、1814、1816 . . . Ack
1805、1817 . . . データ送信
1815 . . . 受信
1902 . . . 基準震動発生装置
2110 . . . 端末配置図
2210 . . . RFID書込装置
Sxxxx . . . 各状態遷移フローシーケンス

請求の範囲

[請求項1]

起動信号の種類に応じて、充電動作をオフにする時にはデータ転送処理をオフにして、第一のセンサを用いてセンサデータ取得し、その取得データをメモリに記録し、

充電動作をオンにする時には、前記第一のセンサをオフにして、前記メモリ内の前記データをデータ収集装置およびサーバに転送することを自動的に切り替えるように構成されたデータ蓄積型のワイヤレスセンサ端末を、

前記ワイヤレスセンサ端末への充電と、データの転送を行うためのデータ収集充電装置へ、前記端末を格納することにより、前記端末への充電有無の検知結果に基づき、前記ワイヤレスセンサ端末の充電と無線データ転送を自動的に切り替えて実行することを特徴とするセンサネットワークシステム。

[請求項2]

制御センタから制御される発震源からの信号を、大規模ワイヤレスセンサ群を用いて取得するように構成されたセンサネットワークシステムにおいて、

前記充電動作をオフにする時に、前記制御センタから発震源に対して無線通信により送付する発信のタイミングを含めた複数種類の指示を行う制御信号を前記ワイヤレスセンサ端末が傍受するか、または前記ワイヤレス端末に内蔵された起動タイマ内のカウンタのカウンタダウンが終了するか、のうち先に起こったイベントをトリガとしてセンサを起動し、

前記発震源から前記制御センタに対して無線通信により送付する発震完了を通知する回答信号を前記ワイヤレスセンサ端末が傍受するか、または前記ワイヤレスセンサ端末に内蔵された停止タイマのカウンタのカウンタダウンが終了するか、のうち先に起こったイベントをトリガとして前記センサを停止することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項3] 制御センタから制御する発震源からの信号を、大規模ワイヤレスセンサ群を用いて取得するように構成されたセンサネットワークシステムにおいて、

前記充電動作をオフにする時に、前記制御センタから発震源に対して無線通信により送付する発信のタイミングを含めた複数種類の指示を行う制御信号を前記ワイヤレスセンサ端末が傍受するか、または前記ワイヤレス端末内の起動タイマ内のカウンタのカウントダウンが終了するか、のうちの先に起こったイベントをトリガとしてセンサを起動し、

発震源から前記制御センタに対して無線通信により送付する発震完了を通知する回答信号を前記ワイヤレスセンサ端末が傍受することをトリガとして前記センサを停止することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項4] 前記ワイヤレスセンサ端末は外部無線制御機器による無線制御により、第一のセンサを起動させることを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項5] 発震源からの信号を、大規模センサ群を用いて取得することを特徴とするセンサネットワークシステムにおいて、前記発震源からあらかじめ決められた特定の信号パターンの信号を発信し、前記ワイヤレスセンサ端末は第二のセンサを用いて前記特定の信号パターンの信号の受信を確認することにより第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項6] 前記ワイヤレスセンサ端末は第二のセンサを用いて予め定められた閾値以上の信号強度の信号の受信を確認することにより、第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項7] 震動波を発生する発震源からの信号を、地表面に設置された大規模センサ群を用いて取得することを特徴とする大規模センサネットワー

クシステムにおいて、

ワイヤレスセンサ端末は3軸座標成分の計測が可能な第二のセンサを用いて発震源からの震動を受信し、

震動に方向性を持つ前記発震源からの初期震動の受信を確認することにより第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項8] 照度計を用いて所定の閾値以下の照度になった場合、前記ワイヤレスセンサ端末はフィールドに埋設されたと判定し、第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項9] 前記ワイヤレスセンサ端末は内蔵GPSモジュールを用いて一定時間の間、継続して、緯度値および経度値が所定範囲の値に収まった場合には、前記ワイヤレスセンサ端末はフィールドに設置されたと判定し、第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項10] 前記ワイヤレスセンサ端末は内蔵温度計を用いて所定期間内に、前記内蔵温度計で計測した温度の値の範囲が所定範囲を逸脱した場合には、前記端末がセンシング対象フィールドに設置されたか、またはフィールドに到着したと判定し、第一のセンサを起動することを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項11] 前記制御センタにて制御する発震源からの信号を、大規模センサ群を用いて取得することを特徴とするセンサネットワークシステムにおいて、

制御センタ、発震源、および外部無線制御機器の連続的または断続的な通信要求パケットコマンド送信に対し、消費電力削減を目的として、前記ワイヤレスセンサ端末は一定周期の間欠駆動による起動時に、一定時間以上の無線パケット受信待機を行い、これにより、前記制御センタ、前記発震源、および前記外部無線制御機器と、前記ワイヤ

レスセンサ端末との間の制御無線通信を行うことを特徴とする請求項2,に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項12] 前記端末を所定期間以上の期間、フィールドで運用後に、前記端末の充電オンの動作時に、前記ワイヤレスセンサ端末の充電および前記端末の取得データの無線転送の実行と平行して、

データ収集充電装置に搭載した基準信号発生装置により、前記ワイヤレスセンサ端末に対して基準信号を与え、制御無線経由で外部モニタ装置に第一のセンサの値を無線出力し、

さらにGPS機能測定結果および温度計を含む補助計測機器の測定結果を同時に無線出力することにより、前記ワイヤレスセンサ端末の前記運用後のヘルスチェックを行うことを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

[請求項13] 前記端末に内蔵のバッテリーの残量低下および／または前記端末の運用中の不具合および／または事故の発生を含む情報を制御センタに通知する目的で、前記ワイヤレス端末をフィールドに設置後または設置中にワイヤレスセンサ端末内のメモリ内に格納され、かつ、予め定義された端末配置情報に記載のネットワークアドレス通りに、RFID書込装置の無線通信機能を用いて、各ワイヤレスセンサ端末内のメモリにアドレス情報を書き込むことを特徴とする請求項1に記載のセンサネットワークシステム。

図1

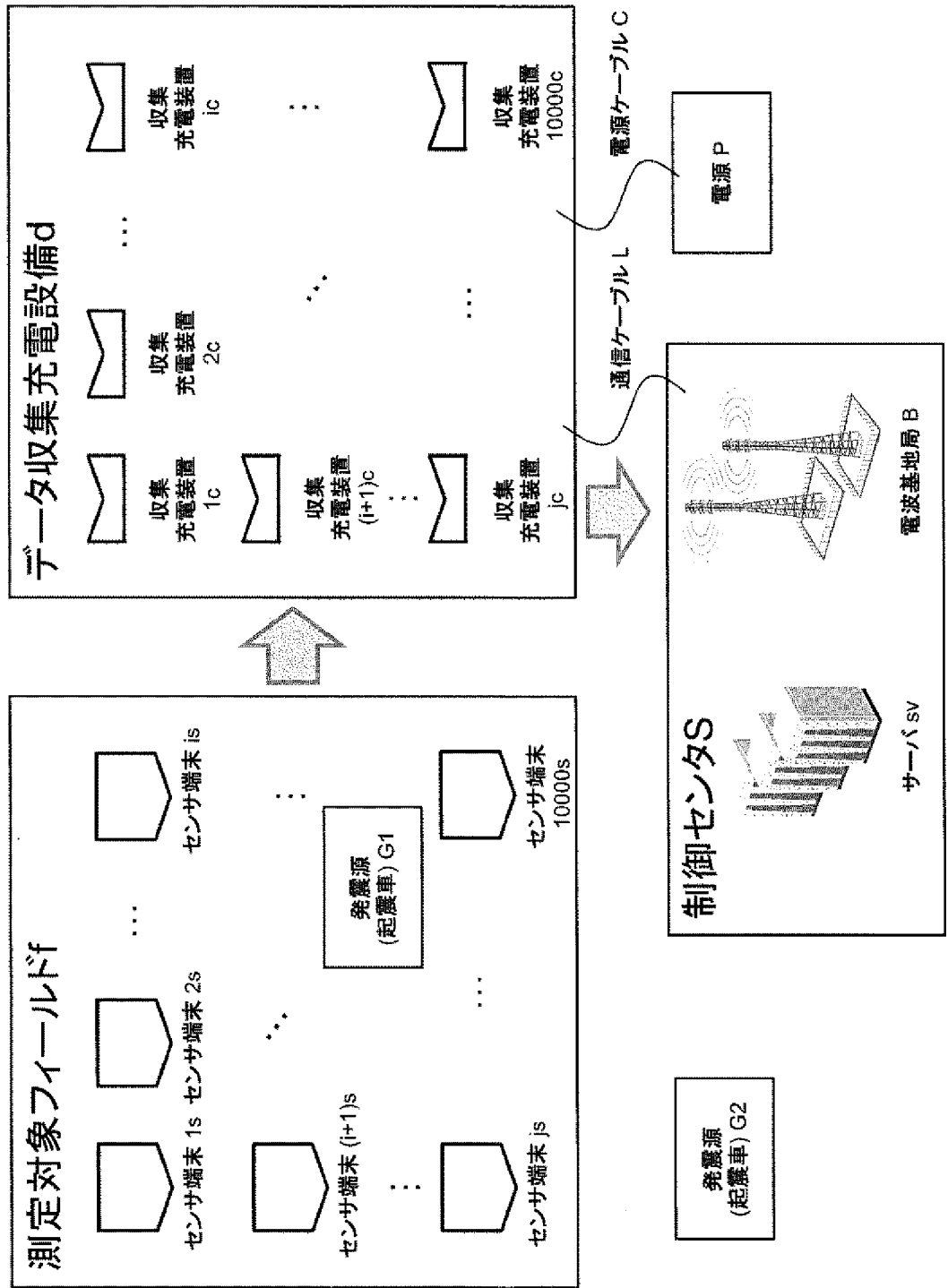
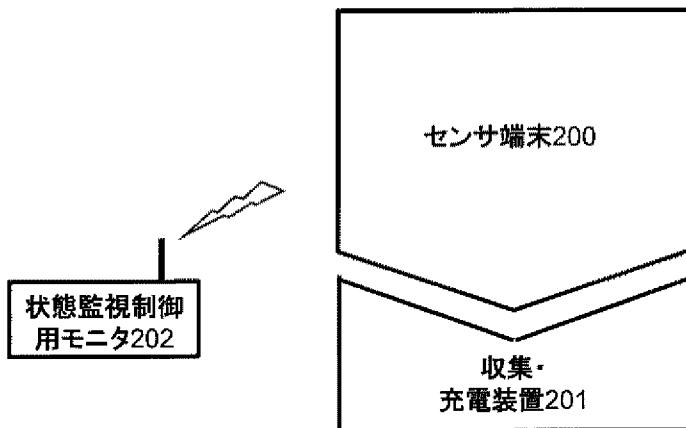


図1.

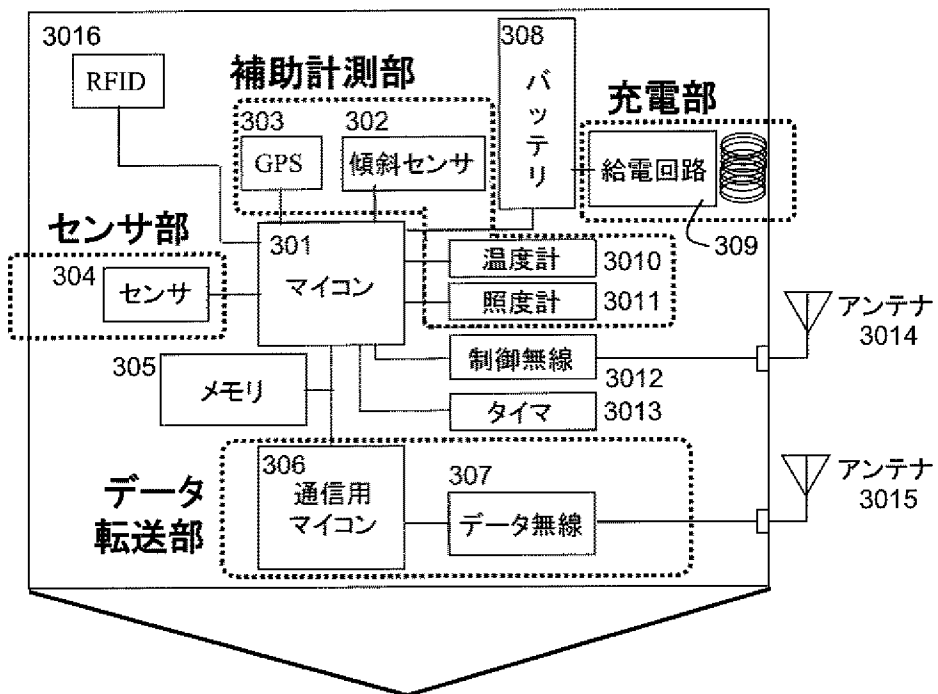
[図2]

図2.



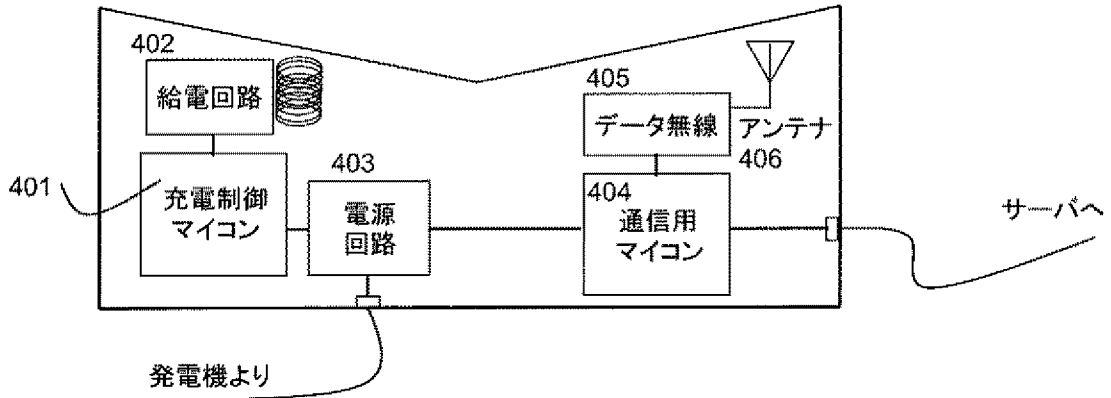
[図3]

図3.



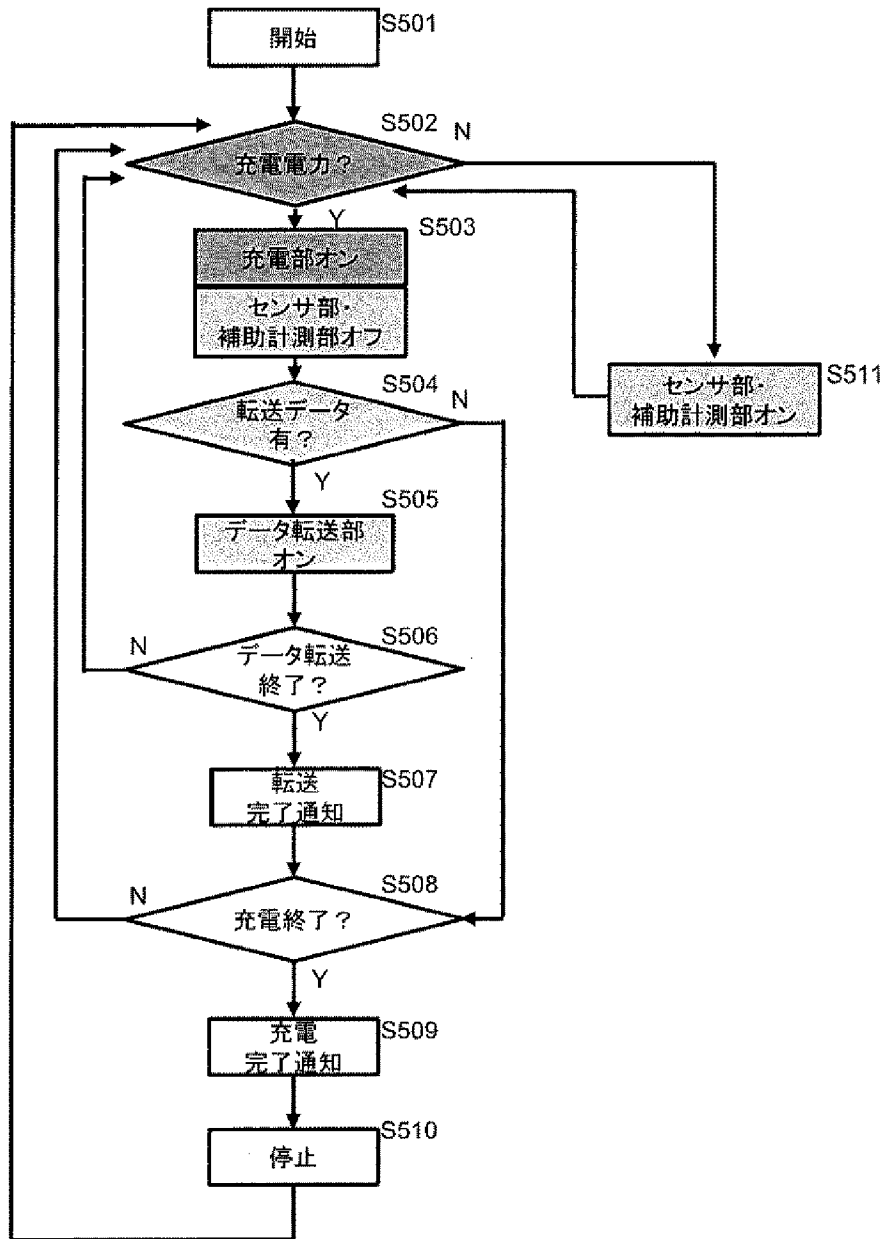
[図4]

図4.



[図5]

図5.



[図6]

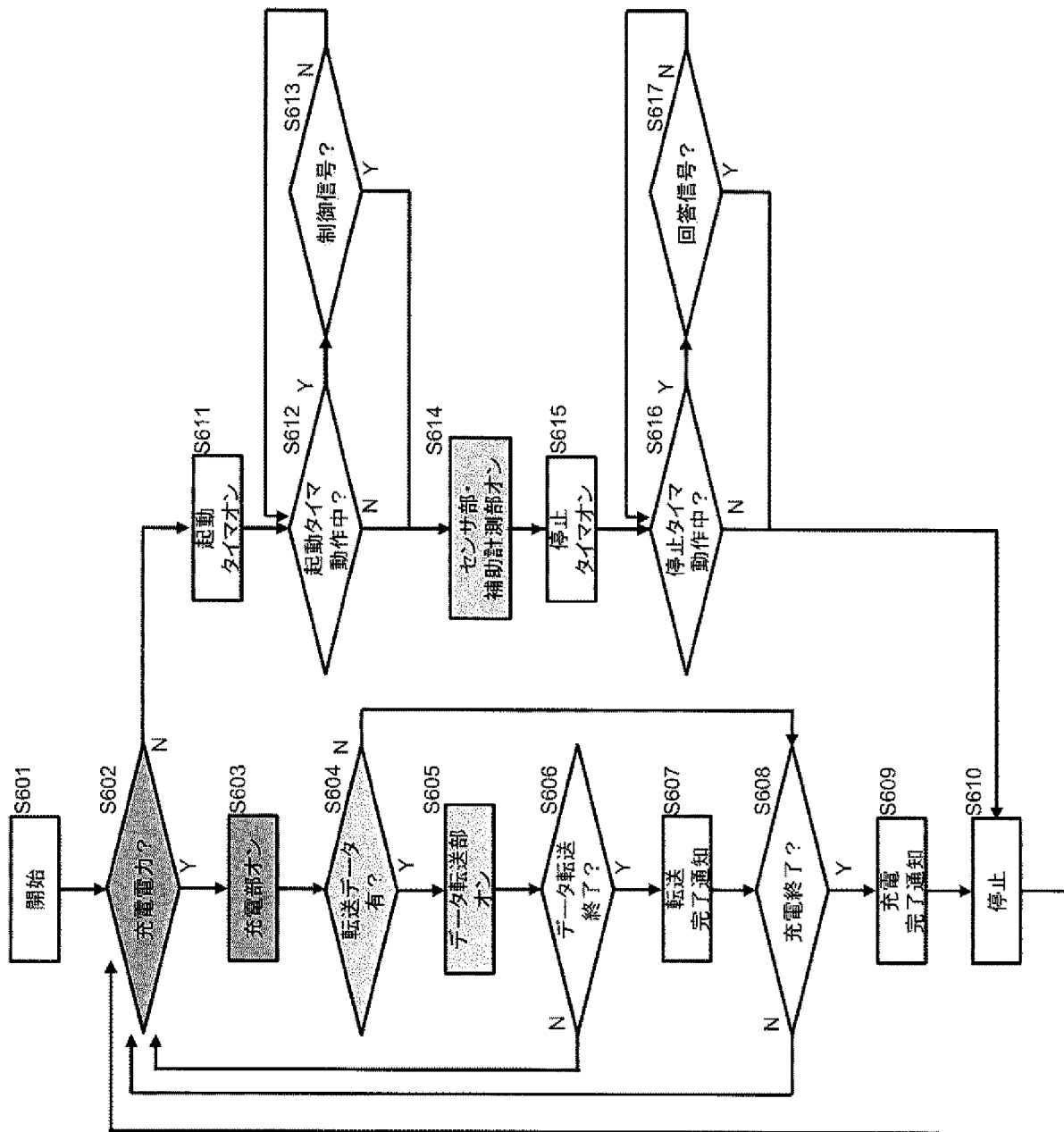


図6.

図7

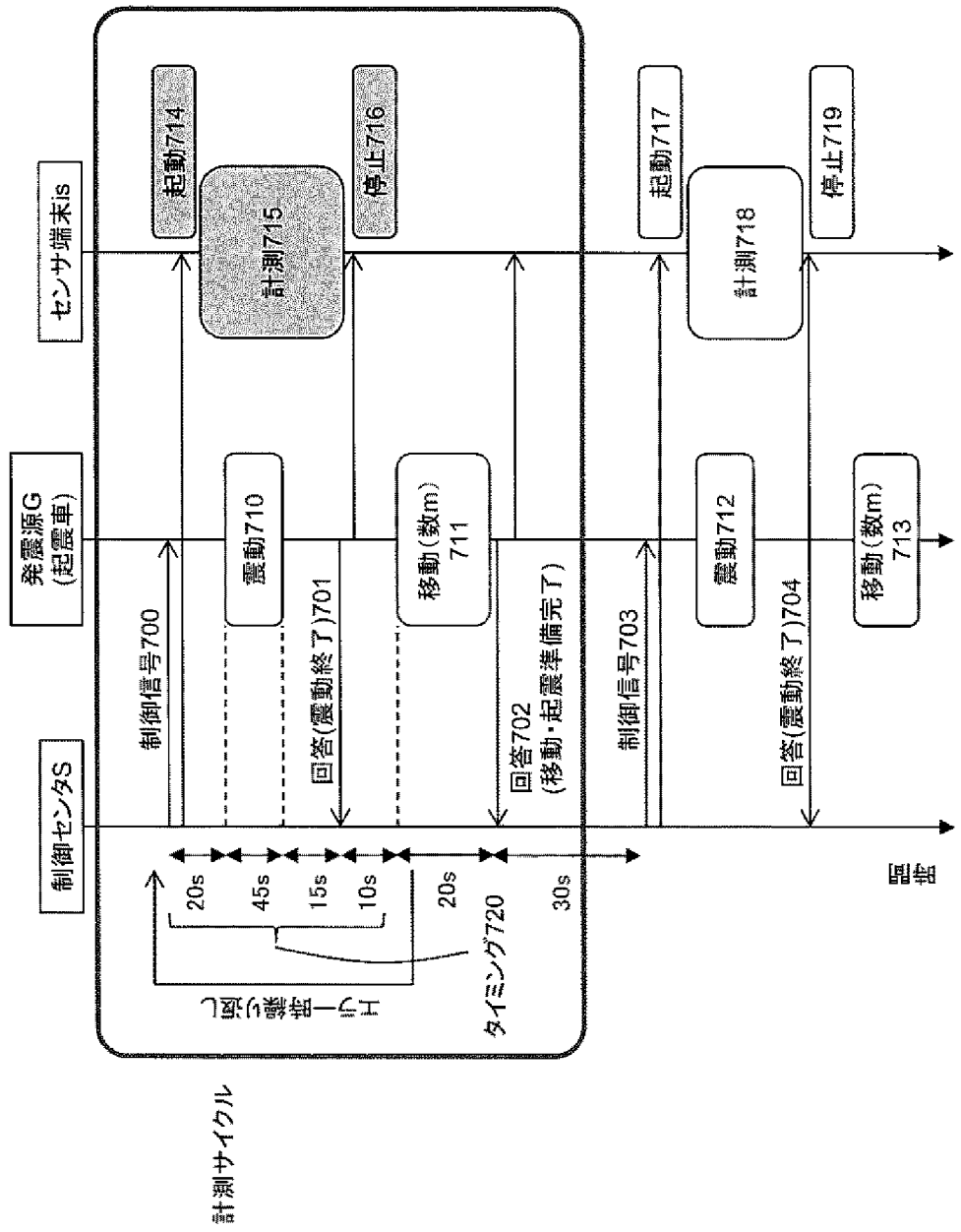


図7.

図9

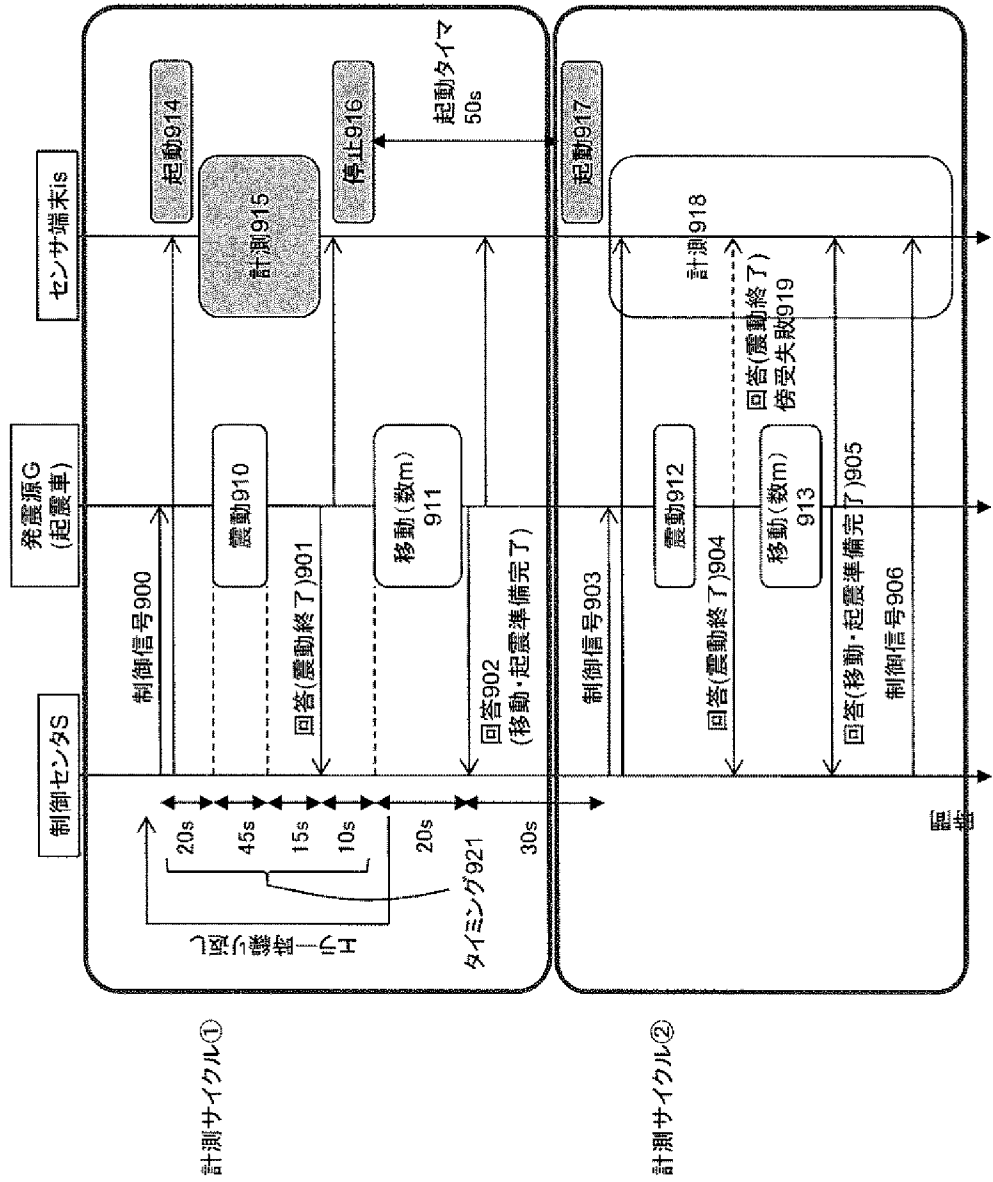
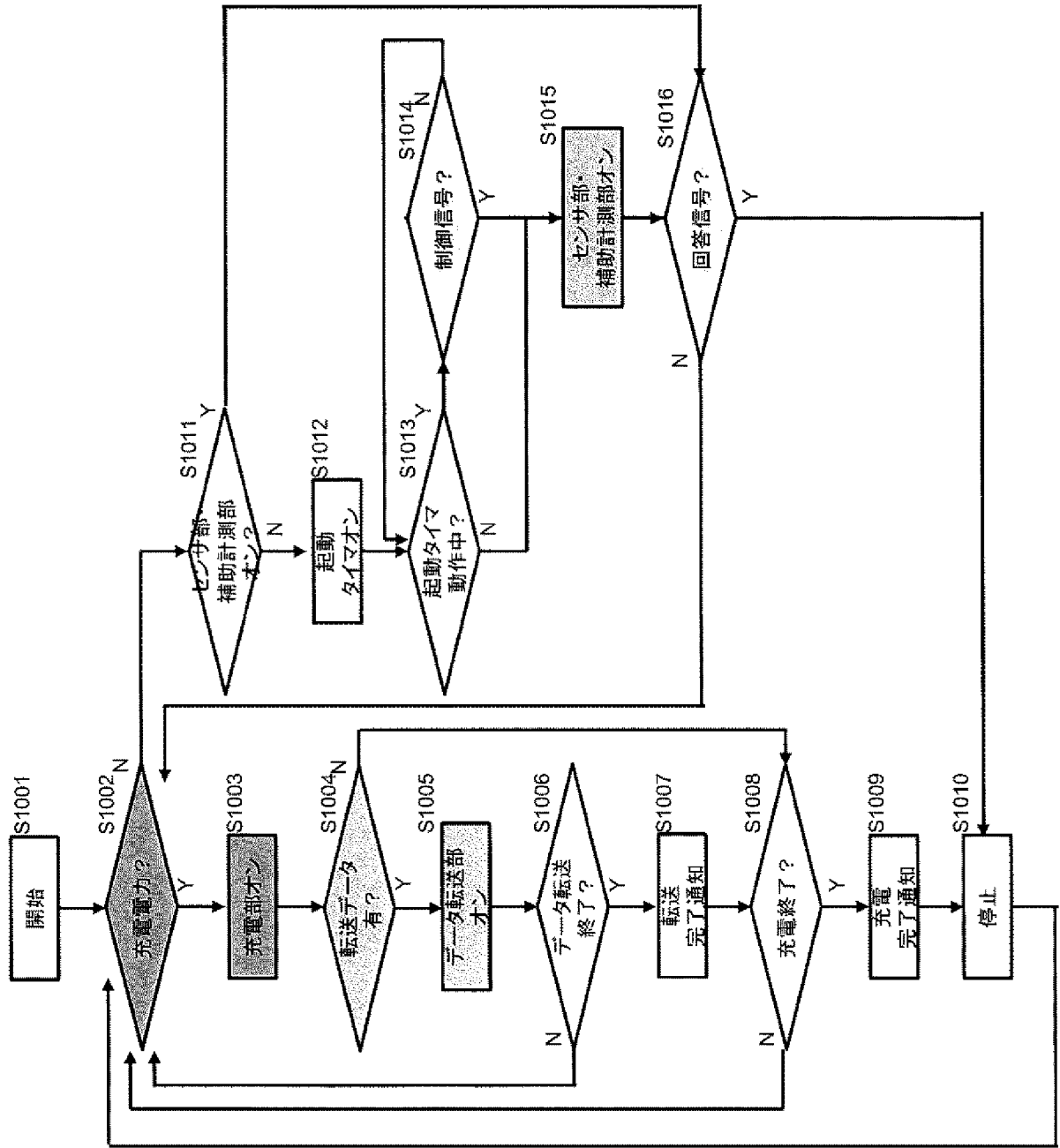


図10



[図11]

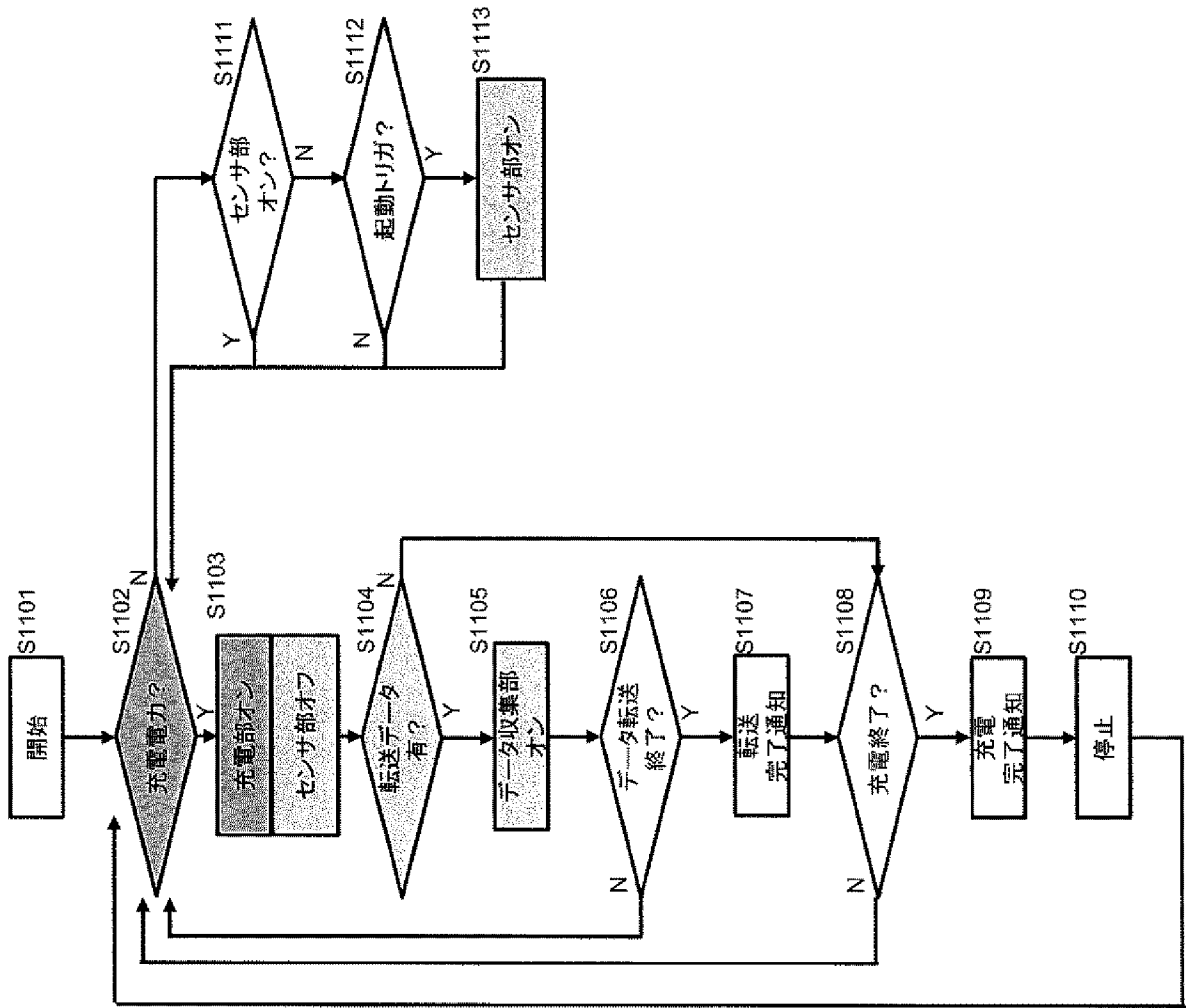
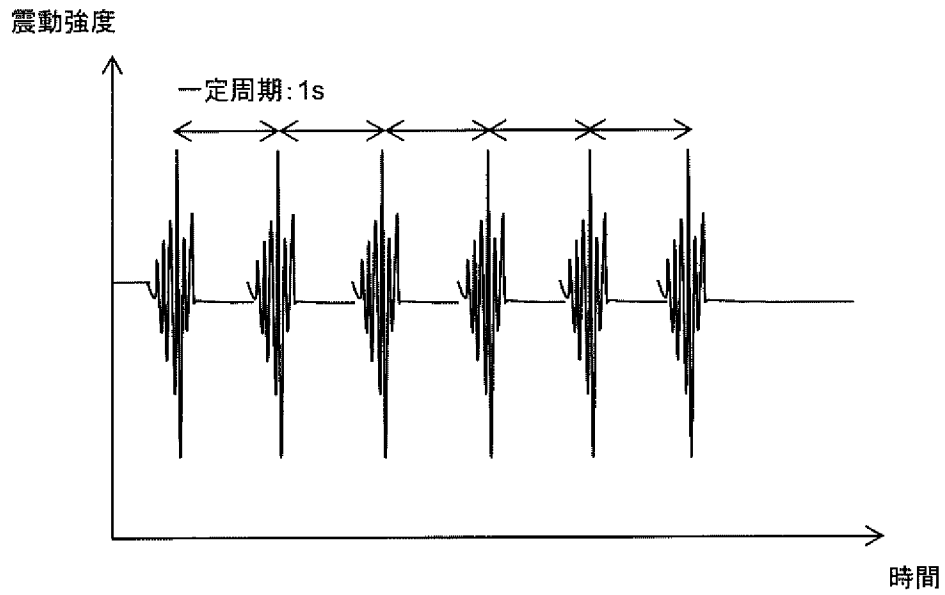


図11.

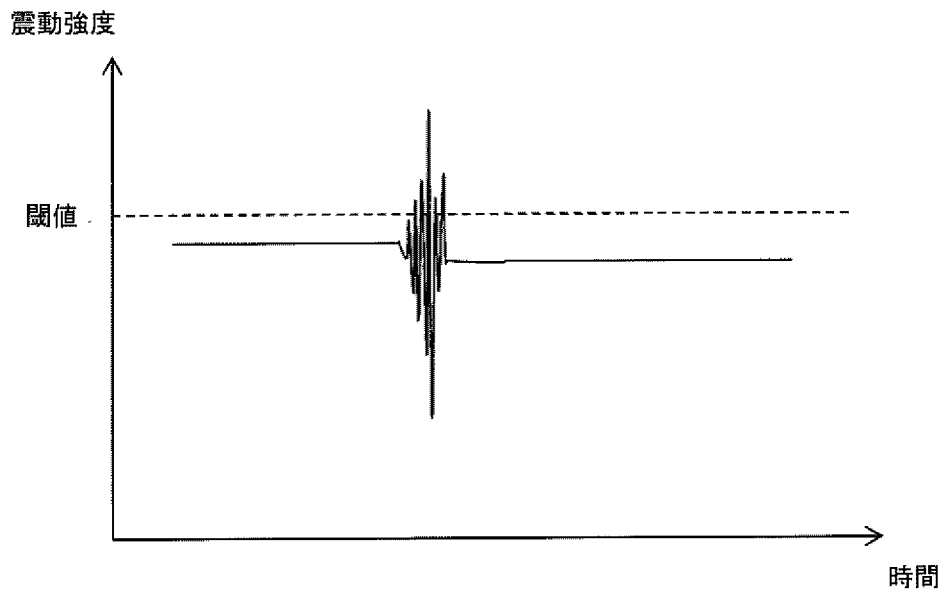
[図12]

図12.



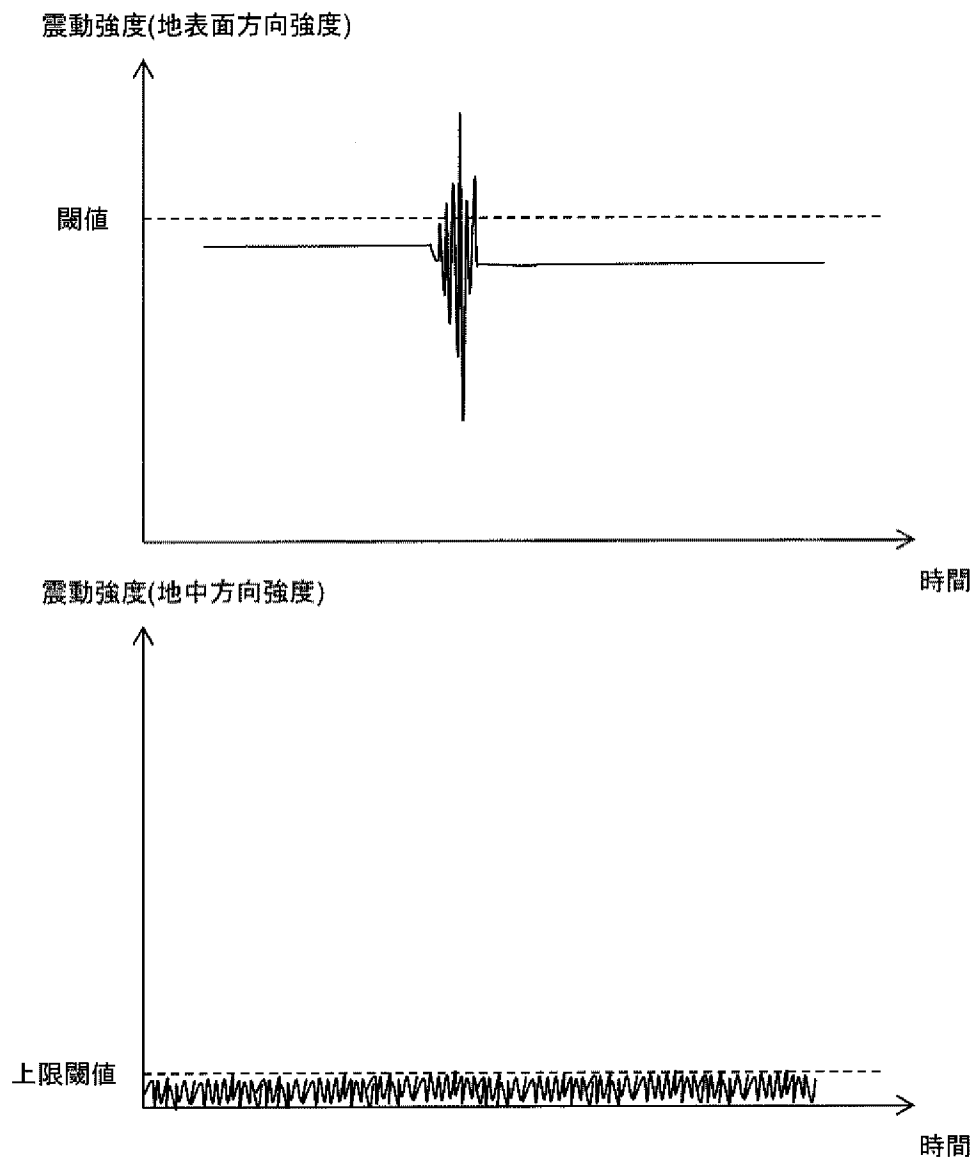
[図13]

図13.



[図14]

図14.



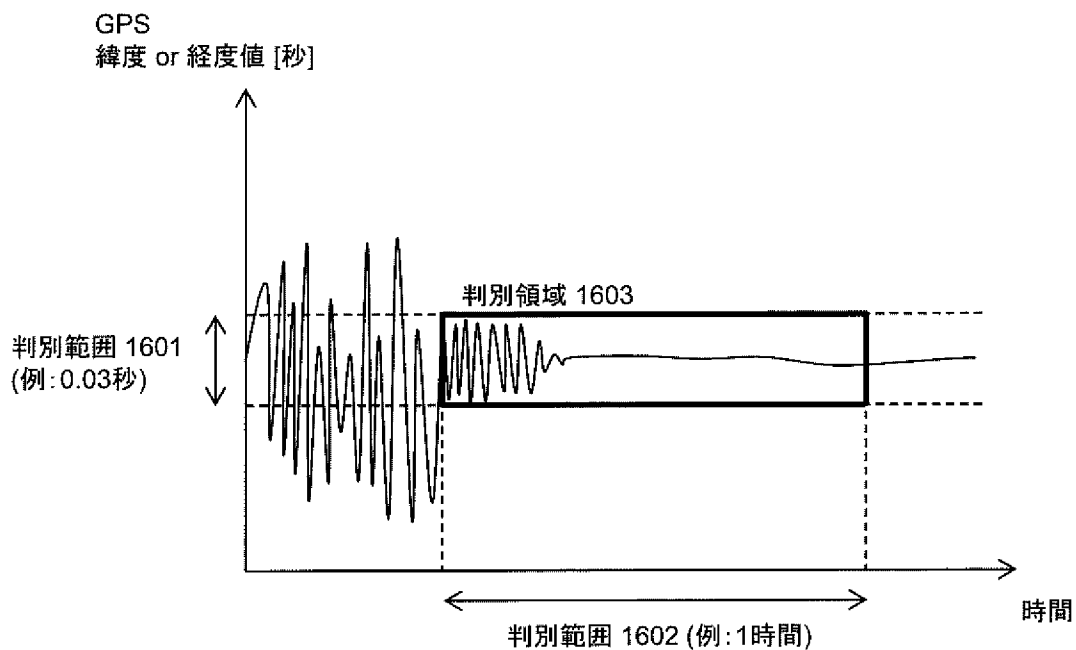
[図15]

図15.

照度[%]	センサ部
100	オフ
90	オフ
80	オフ
70	オフ
60	オフ
50	オフ
40	オフ
30	オン
20	オン
10	オン
0	オン

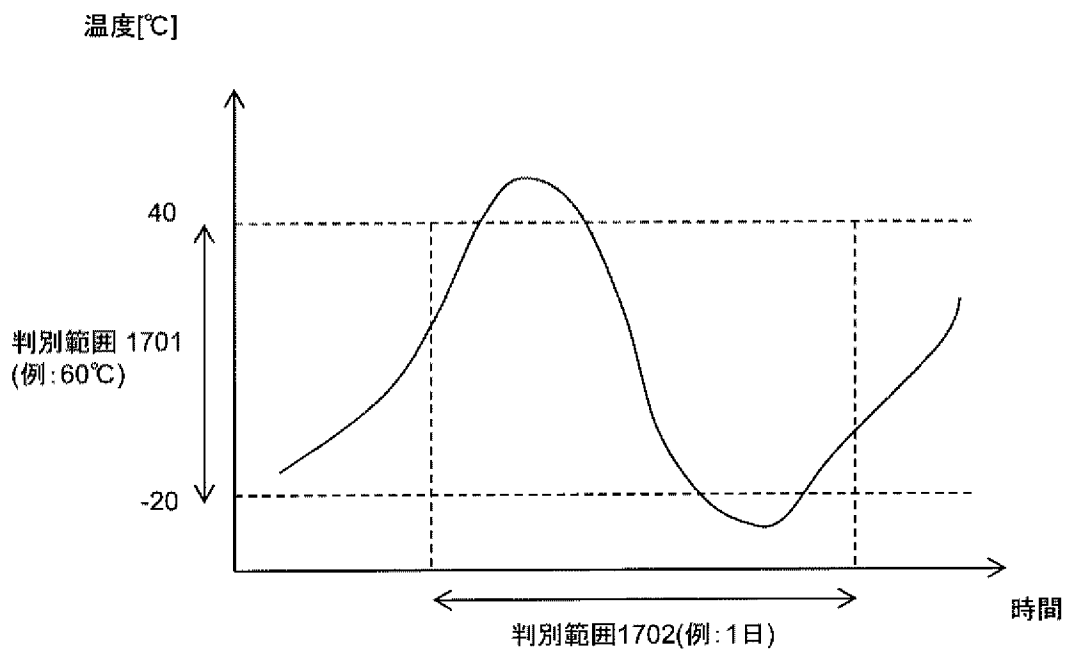
[図16]

図16.



[図17]

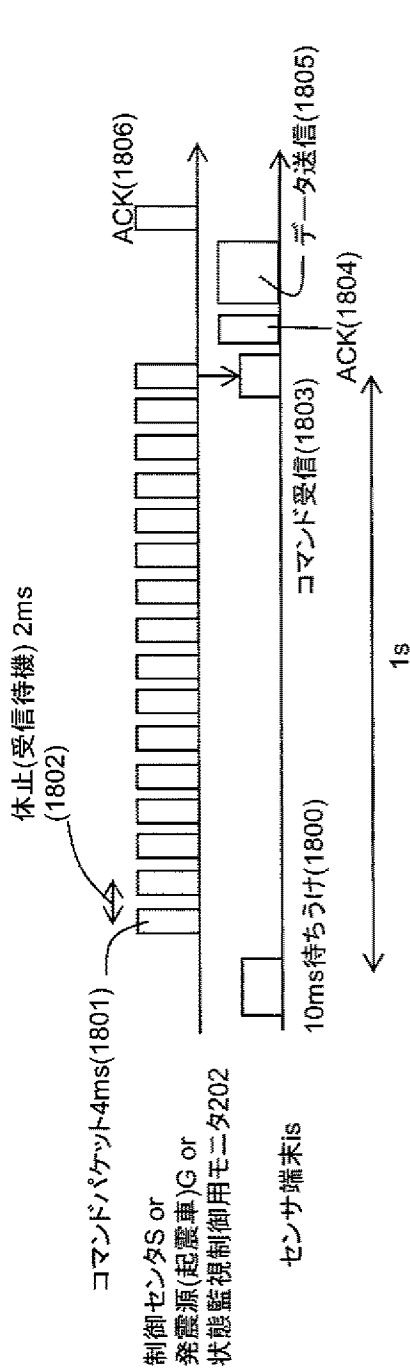
図17.



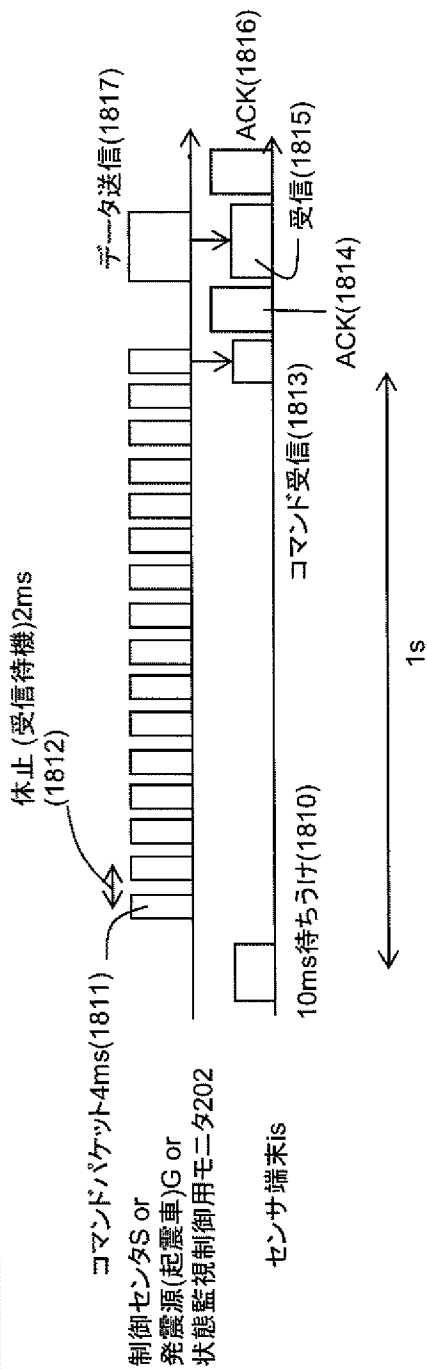
[図18]

図18.

■コマンドに対しセンサ端末がデータ送信

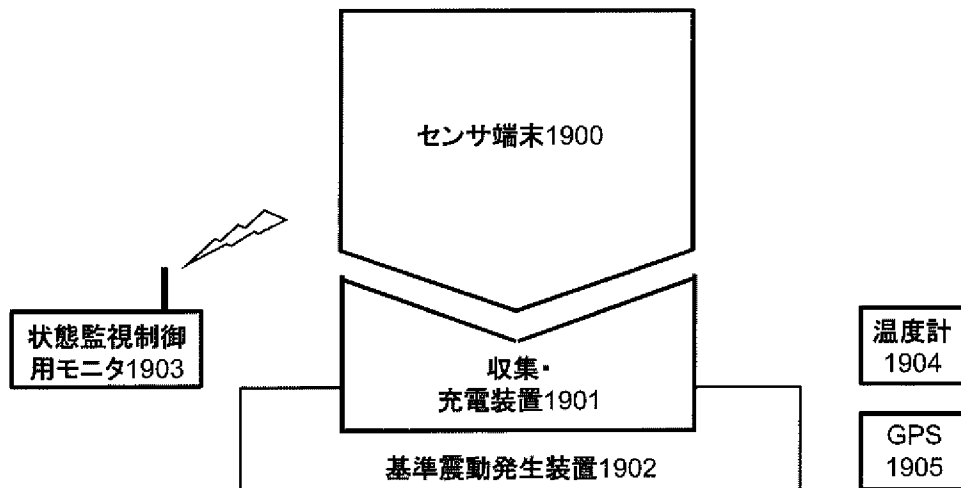


■コマンドを受けてセンサ端末がデータ受信



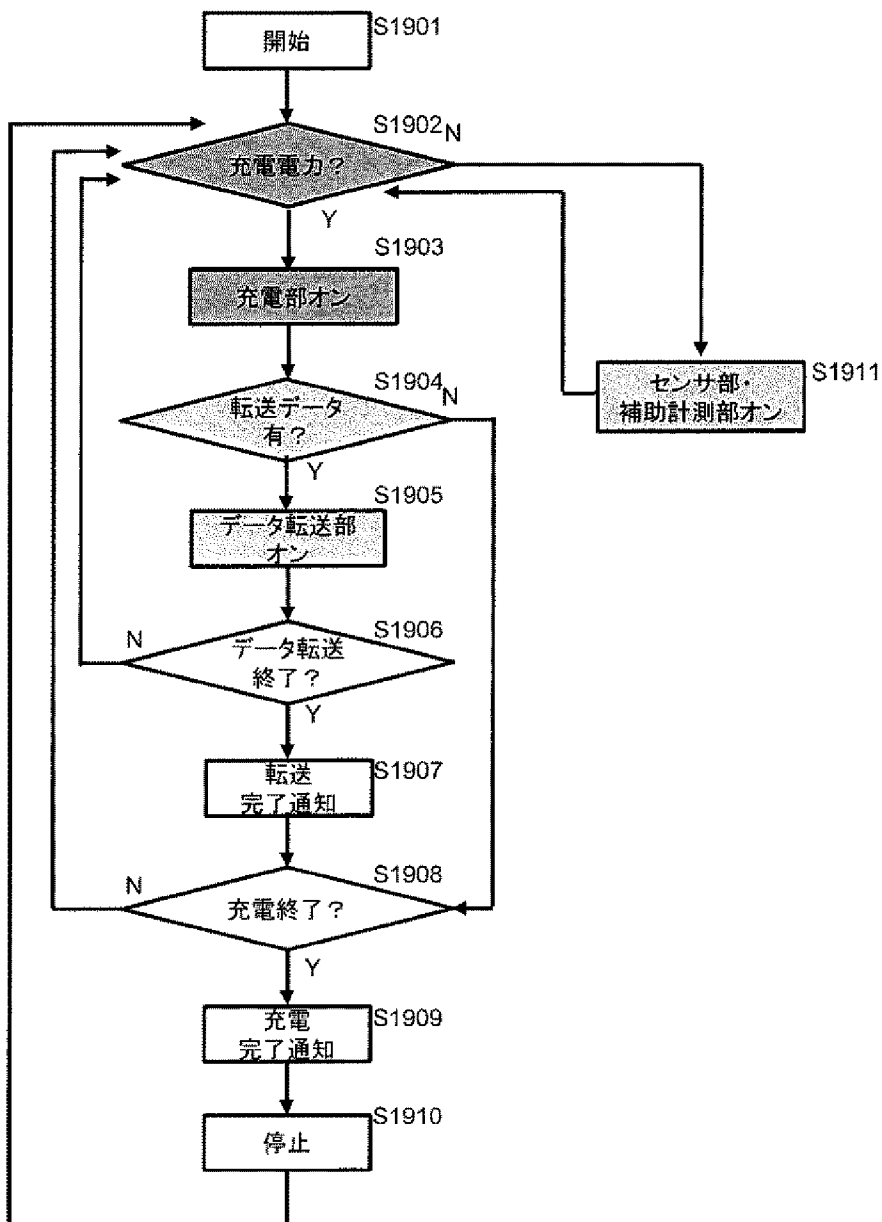
[図19]

図19.



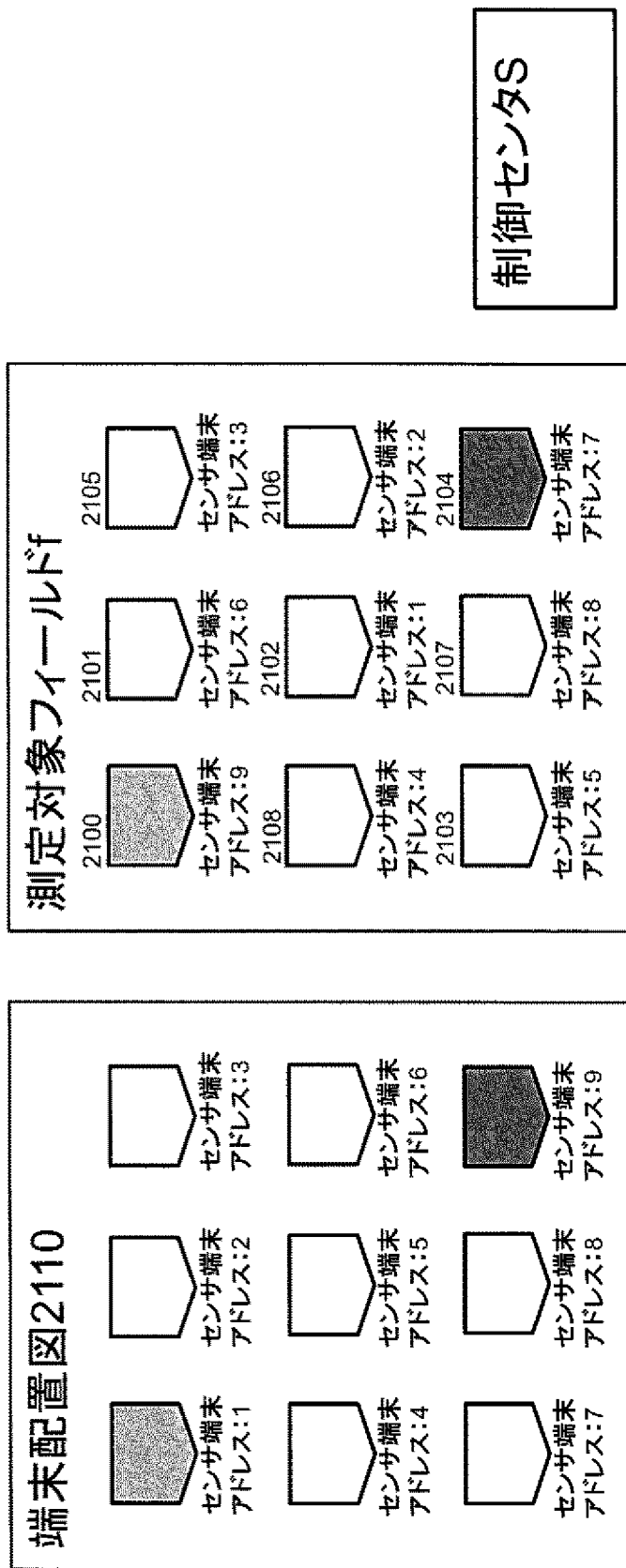
[図20]

図20.



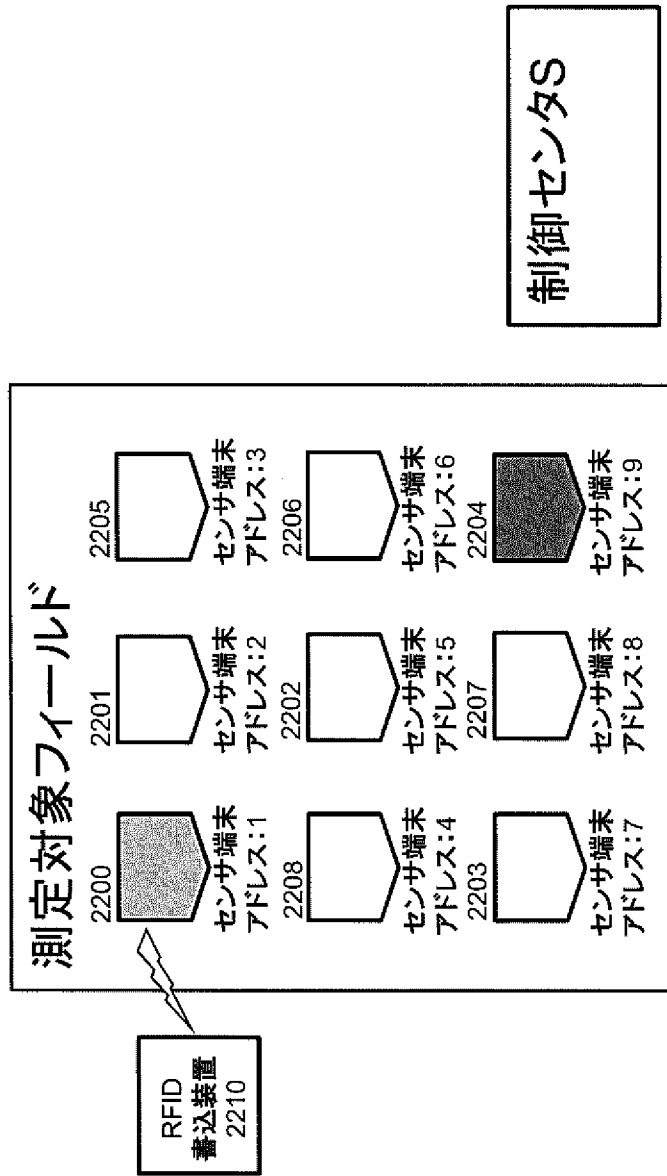
[図21]

図21.



[図22]

図22.。



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/068247

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04B1/38(2006.01)i, H02J7/00(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)
H04B1/38, H02J7/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-166211 A (Hitachi, Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0184] to [0187]; fig. 17 (Family: none)	1 4, 10, 12, 13 2, 3, 5-9, 11
A	Savazzi, S., 'Ultra-wide band sensor networks in oil and gas explorations.', Communications Magazine, IEEE, Vol.51(4), IEEE, 2013.04.11, p.p. 150-160	2, 3, 5, 7, 11
Y	JP 2010-050909 A (Toshiba Corp.), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraph [0006] (Family: none)	4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 20 August, 2014 (20.08.14)	Date of mailing of the international search report 02 September, 2014 (02.09.14)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068247

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-134830 A (Fujitsu Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraph [0028] (Family: none)	6
Y A	JP 2013-011963 A (Seiko Instruments Inc.), 17 January 2013 (17.01.2013), paragraphs [0029], [0030] (Family: none)	10 8
Y	JP 2007-097358 A (Toshiba Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), claim 19 (Family: none)	12
Y	JP 2009-514263 A (Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraphs [0007], [0008] (Family: none)	13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H04B1/38(2006.01)i, H02J7/00(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（IPC）） Int.Cl. H04B1/38, H02J7/00		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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）		
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
X Y A A	JP 2010-166211 A（株式会社日立製作所）2010.07.29, 段落【0184】-【0187】、図17（ファミリーなし） Savazzi, S., 'Ultra-wide band sensor networks in oil and gas explorations.', Communications Magazine, IEEE, Vol.51(4), IEEE, 2013.04.11, p.p. 150-160	1 4, 10, 12, 13 2, 3, 5-9, 11 2, 3, 5, 7, 11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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 20.08.2014	国際調査報告の発送日 02.09.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 石川 雄太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3576	5W 5090

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
Y	JP 2010-050909 A (株式会社東芝) 2010.03.04, 段落【0006】 (ファミリーなし)	4
A	JP 2012-134830 A (富士通株式会社) 2012.07.12, 段落【0028】 (ファミリーなし)	6
Y A	JP 2013-011963 A (セイコーインスツル株式会社) 2013.01.17, 段落【0029】、【0030】 (ファミリーなし)	10 8
Y	JP 2007-097358 A (株式会社東芝) 2007.04.12, 【請求項19】 (ファミリーなし)	12
Y	JP 2009-514263 A (三菱シ・エレクトリック・リサーチ・ ラボラトリーズ・インコーポレイテッド) 2009.04.02, 段落【0007】、【0008】 (ファミリーなし)	13