

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6829439号**  
(P6829439)

(45) 発行日 **令和3年2月10日(2021.2.10)**

(24) 登録日 令和3年1月26日(2021.1.26)

(51) Int. Cl.	F 1			
<b>HO4B 10/116 (2013.01)</b>	HO4B	10/116		
<b>HO4B 10/516 (2013.01)</b>	HO4B	10/516		
<b>HO4B 10/69 (2013.01)</b>	HO4B	10/69		
<b>HO4L 7/00 (2006.01)</b>	HO4L	7/00	750	

請求項の数 8 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-57879 (P2017-57879)</p> <p>(22) 出願日 平成29年3月23日 (2017.3.23)</p> <p>(65) 公開番号 特開2018-160840 (P2018-160840A)</p> <p>(43) 公開日 平成30年10月11日 (2018.10.11)</p> <p>審査請求日 令和2年3月2日 (2020.3.2)</p> <p>(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成28年度経済産業省「発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(特殊環境下で使用可能な監視システム高度化)」委託研究、及び委託研究の一部「耐放射線性カメラ及び水中無線伝送に関する要素技術開発」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)</p>	<p>(73) 特許権者 000209751 池上通信機株式会社 東京都大田区池上5丁目6番16号</p> <p>(73) 特許権者 505374783 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1</p> <p>(74) 代理人 110001243 特許業務法人 谷・阿部特許事務所</p> <p>(72) 発明者 柴垣 太郎 東京都大田区池上5丁目6番16号 池上通信機株式会社内</p> <p>(72) 発明者 野沢 省吾 東京都大田区池上5丁目6番16号 池上通信機株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 光無線通信システム、該システム用光受信装置および光無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報を2次元コードに対応した発光パターンで表示可能な表示面をそれぞれ有する複数の送信装置と、

前記複数の送信装置の前記表示面を撮影するカメラおよび該カメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する抽出部を有する受信装置と、

を備え、

前記送信装置の前記表示面は、所定の周期で間欠的に、且つ前記複数の送信装置間で前記発光パターンを表示する周期がずれるように作動され、

前記受信装置の前記抽出部は、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する、ことを特徴とする光無線通信システム。

【請求項2】

前記複数の送信装置の前記表示面のすべてを含む撮影を低速度で実行し、それぞれの前記表示面の位置、前記作動タイミング、前記作動期間および作動周期に係る情報を取得して、前記抽出部に提供する情報提供部をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の光無線通信システム。

【請求項3】

前記複数の送信装置の前記表示面に対して行う前記抽出部による画像取り込み処理の順

序を設定する設定部をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光無線通信システム。

【請求項 4】

前記順序は、前記表示面の前記作動タイミングの順序に従って設定されることを特徴とする請求項 3 に記載の光無線通信システム。

【請求項 5】

前記作動タイミングが一致している複数の表示面がある場合、当該作動タイミングでは 1 つの表示面に対する処理のみを行い、前記複数の表示面の作動タイミング毎に、処理の対象とする表示面を循環的に切り替えるようにしたことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光無線通信システム。

10

【請求項 6】

前記複数の送信装置は、前記作動タイミングが互いに一致しないように予め設定されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光無線通信システム。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の光無線通信システムに適用され、

前記複数の送信装置の前記表示面を撮影する前記カメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する抽出部であって、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する抽出部、

20

を備えたことを特徴とする光受信装置。

【請求項 8】

情報を 2 次元コードに対応した発光パターンで表示可能な表示面をそれぞれ有する複数の送信装置であって、前記表示面が、所定の周期で間欠的に、且つ前記複数の送信装置間で前記発光パターンを表示する周期がずれるように作動される複数の送信装置と、前記複数の送信装置の前記表示面を撮影するカメラを有する受信装置と、を用いる光無線通信方法であって、

前記カメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する工程であって、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する工程、

30

を備えたことを特徴とする光無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光無線通信システム、該システム用光受信装置および光無線通信方法に関し、特に、複数の送信装置から光無線で送信されるデータを、カメラを含む受信装置で取得する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

データを送信装置から光無線で送信し、これを離隔した受信装置において受信する光空間通信は様々な環境への適用が考えられるが、特に苛酷な環境、例えば使用済み核燃料プール（以下、単に燃料プールという）への適用も有効である。この場合、送信装置がその設置箇所における環境条件（水温、水圧など）を測定し、その測定結果などを燃料プールの水面外に配置された受信装置に光送信することで、燃料プールの状態を看視することが可能となる。

40

【0003】

本出願人は、特許文献 1 において、そのような送受信を行うのに好適な構成を提案している。これは、設置箇所における環境条件の測定データを 2 次元符号化データに変換し、送信装置の上面に配置された 2 次元 LED アレイに 2 次元コードに対応したパターンを表

50

示（発光）させ、これを燃料プール外に配置されたカメラで撮影するものである。かかる提案は、燃料プールのような苛酷な環境下でも、複数の送信装置との間で安定した通信を可能するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-66957号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、かかる提案をさらに改良することを目的とする。具体的には、送信装置と受信装置との間の通信状態の変化の影響を排し、複数の送信装置から送信されるデータを、确实且つ効率よく取得することができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

そのために、本発明光無線通信システムは、情報を2次元コードに対応した発光パターンで表示可能な表示面をそれぞれ有する複数の送信装置と、前記複数の送信装置の前記表示面を撮影するカメラおよび該カメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する抽出部を有する受信装置と、を備え、前記送信装置の前記表示面は、所定の周期で間欠的に、且つ前記複数の送信装置間で前記発光パターンを表示する周期がずれるように作動され、前記受信装置の前記抽出部は、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する、ことを特徴とする。

【0007】

また、上記光無線通信システムに適用される本発明の光受信装置は、前記複数の送信装置の前記表示面を撮影するカメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する抽出部であって、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する抽出部を備えたことを特徴とする。

【0008】

さらに、本発明光無線通信方法は、情報を2次元コードに対応した発光パターンで表示可能な表示面をそれぞれ有する複数の送信装置であって、前記表示面が、所定の周期で間欠的に、且つ前記複数の送信装置間で前記発光パターンを表示する周期がずれるように作動される複数の送信装置と、前記複数の送信装置の前記表示面を撮影するカメラを有する受信装置と、を用い、前記カメラが撮影した映像から前記発光パターンを抽出する工程であって、前記複数の送信装置のそれぞれに対応して、前記表示面が含まれる領域を設定するとともに、当該設定された領域に対し、前記表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、高速度で画像を取り込む処理を実行する工程を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、送信装置毎にその表示面が含まれる必要十分な領域を設定し、表示面の作動のタイミング、期間および周期に対応して、その設定された領域に対し300f/sの高速度の画像取り込みを実行するようにしたので、通信状態が変化した場合においても、複数の送信装置から送信される2次元コードを确实且つ効率よく取得できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に係る光無線通信システムの概念を説明するための説明図である。

【図 2】図 2 は、送信対象データの送信装置の外観構成を示す模式的斜視図である。

【図 3】図 3 は、受信装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、燃料プールをカメラ側から見た模式的上面図である。

【図 5】図 5 は、複数の送信装置の表示面の作動タイミングと、それぞれの 2 次元コードに対応した発光パターンの画像取り込みタイミングとの関係付けの 2 態様を説明するためのタイミング図である。

【図 6】図 6 は、複数の送信装置の表示面の作動タイミングと、それぞれの 2 次元コードに対応した発光パターンの画像取り込みタイミングとの関係付けの他を説明するためのタイミング図である。 10

【図 7】図 7 ( a ) ~ ( c ) は、図 5 および図 6 のような関連付けに従って作成されるテーブルの 3 例を示す説明図である。

【図 8】実施形態に係る受信装置における画像取り込み処理手順の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。以下では構造体ないしは送信装置が設置される環境として燃料プールを例示するが、これに限られるものではない。

【 0 0 1 2 】

なお、本明細書および図面に現れる用語を以下のように定義する。

【 0 0 1 3 】

「環境条件」とは、以下に述べる実施形態における送信装置が設置されている環境において、送信装置に付随するセンサ等の測定対象となる条件（温度、圧力その他）を言う。

「送信対象データ」とは、環境条件の種類およびその測定値並びに ID など、受信装置への送信が企図されているデータを言うものとする。「通信状態の変化」とは、送受信装置間に介在する空間的要因に起因して生じるもの言う。以下の実施形態では特に空間的要因として水面のゆらぎについて例示するが、これに限られるものではない。後述の処理が有効となるのであれば、気泡や浮遊物、水の濁りなどの空間的要因であってもよい。

【 0 0 1 4 】

「2次元コード」とは測定データを空間的な 2 次元データで表現したものを言い、「2次元符号化データ」とは送信対象データを 2 次元コードに対応した光のマトリクスパターンで表現するために生成される中間的なデータを言う。「パターン表示」とは、送信対象データが 2 次元コードに対応した発光パターンで表示されるように LED アレイを駆動することを言う。

【 0 0 1 5 】

#### 1. 光無線通信システムの構成

図 1 は、本発明の一実施形態に係る光無線通信システムを示し、概して送信対象データの送信装置 100 および受信装置 200 を備えるものである。なお、以下では使用済み核燃料プール（以下、単に燃料プールという）等の環境条件（放射線（ガンマ線）がある場合を含む）を測定する環境条件の通信システムに具現化した光無線通信システムについて説明するが、本発明はこれに限られないことは勿論である。 40

【 0 0 1 6 】

送信装置 100 は、燃料プール 10 に複数個（図示の例では 4 台）が分散配置されている。各送信装置 100 は、配置箇所における環境条件として、水温、水圧、その他を測定するとともに、当該送信対象データを 2 次元符号化データに変換し、2次元配列された LED アレイに 2 次元コードに対応した発光パターンにて表示させる機能を有する。

【 0 0 1 7 】

受信装置 200 はカメラ 210 およびデータ処理装置 220 を備える。カメラ 210 は、送信装置 100 から所定の高さに設置され、複数の送信装置 100 を破線で示す視野に 50

捉えるようにして燃料プール10内を撮影する。データ処理装置220は、カメラ210によって撮影された映像から、各送信装置100の位置(座標)等を特定するとともに、各送信装置100から得たLEDアレイの発光状態に基づき、燃料プール10の環境条件を計測および表示するためのデータの作成を行う。なお、図1においては、4台の送信装置100および1台のカメラ210が示されているが、それらの台数は燃料プール10の大きさ、送信装置100を設置すべき範囲およびカメラ210の視野角に応じて適宜定め得る。

#### 【0018】

##### 2. 送信装置

図2は、送信装置100の外観構成を示す模式的斜視図である。本実施形態の送信装置100は、水中に投入されることを考慮して防水構造を有し、且つ電池156を電源として作動するものである。送信装置100には、その設置箇所における燃料プール10の水温を検出する温度センサ110および水圧を検出する圧力センサ120が設けられる。また、送信装置100には、そのほか、燃料プール10内の音響をピックアップするマイクロフォンを有し、ピックアップされた音響を解析していくつかの周波数帯域に分け、さらに帯域毎に周波数のレベル化を行う音響処理部130などを設けることもできる。さらに送信装置100は、LEDが2次元配列されたLEDアレイ140が配置された一側面141(以下、この面を表示面という)を有し、送信装置100は表示面141を上に向けた状態(すなわちカメラ210に向く状態)として燃料プール10内に設置される。なお、送信装置の外観形状は、直方体、円柱、円錐台、角錐台その他の適宜のものとする  
10  
20  
ことができる。但し、設置されたときにカメラが捉えやすい表示面141を有するものであることが好ましい。

#### 【0019】

送信対象データは2次元コードの形態にてパターン表示可能である。2次元コードとしては、独自コードとすることもできるし、例えば切り出しシンボル用の領域が設けられているマイクロQRコード(登録商標)を用いることもできる。しかし2次元コードは適宜定め得るものであることは勿論である。いずれにしても、各LEDが2次元コードのセルに対応しており、送信対象データに対応して点灯/消灯を制御することができる。また、受信装置200側では、例えば点灯しているLEDを黒セル、消灯しているLEDを白セルに置き換えて判定することで、送信対象データに対応した2次元コードの形態の表示パターンを認識することができる。  
30

#### 【0020】

##### 3. 受信装置

図3は受信装置200のハードウェア構成の一例を示す。図3においては、燃料プール10の異なる位置に設置された4台の送信装置100を1台のカメラ210で撮影する構成が例示されている。なお、カメラとしては、CCDまたはCMOSなどを利用した2次元センサで構成されたものとする  
ことができるが、後述する実施形態に対応して、フレームレートの切り替えが可能なものである。

#### 【0021】

受信装置200のデータ処理装置220はコンピュータの形態であり、CPU221、メインメモリ223、ハードディスク装置225、表示装置227、入力部229およびインターフェース(I/F)231等で構成されている。CPU221はコンピュータ本体の主制御部をなす。メインメモリ223は、CPU221の基本プログラムを格納したROMのほか、オペレーティングシステムおよびタスクないしアプリケーションプログラム(図8について後述)の展開や、各種データの一時保存その他ワーク用に使用されるRAM等により構成される。また、ハードディスク装置225はオペレーティングシステムおよびアプリケーションプログラムやデータの保存に用いられる。表示装置227はCRTあるいはLCDなどの形態であり、送信装置100の測定環境データその他をユーザに呈示する。入力部229はキーボードのほかマウスなどのポインティングデバイスを有し、ユーザが所要の情報を入力するために用いられる。  
40  
50

## 【 0 0 2 2 】

カメラ 2 1 0 で撮影された燃料プール 1 0 内の映像に基づいて、各送信装置 1 0 0 から送信された光情報（LEDの発光状態）が抽出され、LEDアレイ 1 4 0 の表示状態が判定されて情報の復元が行われる。判定データは適宜加工されて、表示装置 2 2 7 を介してユーザに呈示される。

## 【 0 0 2 3 】

なお、後述する設定領域に対する発光パターンの抽出部としての機能は、インターフェース 2 1 3 に備えることができる。また、後述するカメラ 2 1 0 に対する高速モードおよび低速モードの切り替えや、インターフェース 2 1 3 に対する画像取り込み領域の設定は、CPU 2 2 1 の指示に基づいて行われるものとすることができる。

## 【 0 0 2 4 】

## 4 . 実施形態

受信装置 2 0 0 は、水面の揺らぎの影響によらず、水中に投入された送信装置 1 0 0 が表示している 2 次元コードに対応した発光パターン（以下、単に発光パターンともいう）を確実に認識できなければならない。カメラ 2 1 0 で 3 0 f p s （フレーム数 / 秒）程度の低速度で撮影を行った場合、水面のゆらぎの影響により LED の光点が流れたような映像が得られることがあり、すると受信装置 2 0 0 が発光パターンを正しく認識できなくなる。そこで、水面がゆらぐ速度より十分大きい、例えば 3 0 0 f p s の高速度で撮影を行うことが、ゆらぎの影響を低減する上で有効となる。

## 【 0 0 2 5 】

しかしながら、複数の送信装置 1 0 0 が表示する複数の発光パターンのすべてを高速度で同時に撮影すると、扱うデータ量が膨大となり、データ処理装置 2 2 0 への転送に時間が掛かるのみならず、カメラ 2 1 0 からの情報の取出し自体も困難となり得る。

## 【 0 0 2 6 】

そこで、以下に述べる実施形態では、基本的に、すべての送信装置 1 0 0 の表示面を常時作動させるのではなく、所定の周期で間欠的に、且つ送信装置間で表示面 1 4 1 上の発光パターンの表示周期（以下、作動周期）がずれるように作動させる。間欠的な作動とすることは、電池残量が低下したときに交換または充電などのメンテナンスが実際不可能である燃料プール 1 0 に投入される送信装置 1 0 0 において、送信装置 1 0 0 の消費電力を極力抑制する上でも好ましい。また、図 1 の光無線通信システムは、送信側への受信手段の配置を前提としない構成である。従って、作動周期をずらすことは、送信装置 1 0 0 に内蔵したカレンダー機能などを利用し、予め送信装置毎に他と重ならない作動タイミングを規定しておくことで実施することができる。あるいは、そのように積極的に作動タイミングを規定するのではなく、送信装置 1 0 0 に内蔵したタイマによって作動タイミングが規定されるようにしてもよい。タイマが製造装置に電池 1 5 6 を組み込んだ時点で起動するので、装置間で組み込み時点がずれていれば、作動タイミングには自然のずれが生じるからである。

## 【 0 0 2 7 】

そして、受信装置 2 0 0 では、カメラ 2 1 0 の画面に対し、送信装置毎にその表示面が含まれる必要十分なサイズ（例えば VGA サイズ）の領域を設定し、表示面の作動タイミング、作動期間および作動周期に対応して、その設定された領域に対し例えば 3 0 0 f / s の高速度の画像取り込みを実行する。なお、このように設定された領域からの画像取り込みを以下では切り出しと称する。そして、切り出し処理によって取得された表示面の発光パターンに対応した光情報は、送信情報の復元を行うために転送される。このようにすることで、扱うデータ量を抑制しつつも、水面のゆらぎなど通信状態を乱す要因の影響を排除し、且つ複数の送信装置から送信される 2 次元コードを確実に且つ効率よく取得することができるようになる。また、複数の送信装置のそれぞれに対し通信状態の変化に応じた光送信の変更指示を行うための構成を要することがないので、送信装置には小型の電源部の使用もしくは長時間の動作を保証することもできるようになる。

## 【 0 0 2 8 】

以下、本発明光無線通信システムの具体的な実施形態を説明する。

図4は、4つの送信装置が設置されている様子を説明するために、燃料プール10をカメラ側から見た模式的上面図であり、符号A～Dはそれぞれの送信装置100の表示面を表している。また、図5の部分(i)は、表示面A～Dの作動タイミングの例を示しており、この例では表示面C、B、AおよびDがこの順に作動するものとしている。

#### 【0029】

本実施形態において、このように作動する表示面に対して切り出しを行うのには2つの態様が考えられる。一方は、作動タイミングの順序によらず、送信装置の空間的な配置に基づいて切り出しを行うことであり、これは操作者所望の設定に応じたものとするのもできる。例えば、A、B、CおよびDの順に切り出しを行うように設定されるのであれば、切り出し動作は図5の部分(ii)のようになる。他方は、図5の部分(iii)に示すように、作動タイミングの順序に従った切り出しを行うことであり、この場合は各表示面に対して短い切り出し周期を実現できることから、燃料プール10の状態をより実時間に近く把握できることになる。なお、表示面とカメラとの同期のずれを考慮し、切り出し動作期間には表示面の作動期間が含まれるように設定されることが望ましい。

#### 【0030】

一方、送信装置間で表示面の作動タイミングが一致している場合も考慮する。図6の部分(i)は、表示面B、Aの作動タイミングが一致している例を示しており、この場合、同時の切り出しができないため、いずれか一方のみの切り出しが行われるようにする。図6の部分(ii)に示すように、これら表示面の作動タイミング毎に、表示面A、Bの交互の切り出しが行われるようにする。

#### 【0031】

なお、作動タイミングの一致とは、作動期間が完全に一致している場合のみを意味しない。作動期間が部分的に重なっている場合や、あるいは、重ならなくても、切り出しの切り替えができない程の時間間隔しか空いていない場合も含む。また、図6の例では2つの表示面の作動タイミングが一致している場合を例示しているが、3つ以上の一致が生じている場合は、それらの作動タイミング毎に、循環的に切り出しが行われるようにすればよい。しかし作動タイミングの一致があると、その表示面の切り出し動作を行う周期が長くなってしまいうので、これを避けるためには、上述のように作動タイミングが他の送信装置と一致しないよう予め送信装置を設定しておけばよい。

#### 【0032】

以上のような切り出し順序は、操作者の設定に応じて、あるいは自動的に、例えばデータ処理装置220のメインメモリ223にテーブル化しておくことができる。図7(a)、(b)および(c)は、それぞれ、図5の部分(ii)、(iii)および図6の部分(ii)の切り出しを行うために設定されたテーブルTBLを示している。そして、後述の処理においてポインタPNTを適宜歩進することで、その時点で処理対象としている表示面の切り出しを行うことができる。

#### 【0033】

図8は、本実施形態に係る切り出し処理手順の一例を示す。

本手順が起動されると、まず、ステップS1でカメラ210を低速撮影モード(例えば30fps)で作動させる。ステップS3では、これに基づき、表示面の位置(座標)のほか、作動タイミング、作動期間および作動周期などの情報を取得する(すなわち、ステップS3は情報提供部として機能する)。ここで、表示面の座標情報は、表示面が含まれる必要十分な領域を設定するのに利用され、作動タイミング、作動期間および作動周期の情報は切り出し動作のタイミング、期間および周期を設定するのに利用される。これらの情報を得るには、最低限、各送信装置のLEDが発光しているか否かを認識すれば足りるので、ステップS1では低速度撮影モードでの作動としている。

#### 【0034】

ステップS3で得た情報に基づき、ステップS5にて切り出し順の設定を行い、図7(a)～(c)のいずれかのようなテーブルTBLを設定する(すなわち、ステップS5は

設定部として機能する)。次に、ステップS7にてカメラ210を高速度撮影モード(例えば300fps)に設定し、ステップS9にてポインタPNTをテーブルの先端に位置付けることで、表示面の切り出し処理を開始する。

【0035】

ステップS11では、対象とする表示面の切り出しのタイミングを待機し、切り出しタイミングに至ると、ステップS13にて切り出し動作を実施する。次にステップS15にてポインタPNTがテーブルTBLの最後尾に位置しているか否かを判定し、否定判定であればポインタPNTを歩進してステップS11に復帰し、ポインタが示しているテーブル位置の表示面が切り出し対象となるようにする。一方、肯定判定であればステップS9に復帰してテーブルの先端位置の表示面が切り出し対象となるようにする。

10

【0036】

以上の処理手順においては、ステップS9以降の動作のみが継続して実行される。しかしながら、各送信装置に内蔵されるタイマの個体差等に起因して、各表示面の作動周期、作動タイミングおよび作動期間が変化することが予測される場合は、操作者の指示により、または定期的に、ステップS1からの処理が再起動されるようにしてもよい。あるいは、何らかの要因で送信装置の設置位置のずれが起こることが予測される場合などを考慮して、ステップS1からの処理が再起動されるようにすることもできる。

【0037】

5. その他

なお、本発明は、以上説明した実施形態および随所で述べた変形例に限らず、種々の変更が可能である。

20

【0038】

例えば、送信装置は、水温および水圧などの測定を行う各種センサを含んだものに限られない。送信装置が設置される目的や測定もしくは提示すべき環境条件に応じて適宜の測定機器を使用するものとしてでき、それらは送信装置に一体に内蔵されているものであるか否かを問わない。また、送信装置はそのように測定機器と関連付けられたものに限らず、すなわち環境条件の送信対象データを送信するものに限らず、適宜の形態を取り得るものである。例えば、自己の状態などを送信するものであってもよい。さらに、上記実施形態では光通信を行うためにLED群を用いるものとしたが、2次元コードに対応した発光パターンの送信が可能なものであれば、液晶パネルなど適宜の表示手段を用いることができる。

30

【0039】

さらに、本発明光通信システムは種々の応用が可能である。例えば、上述の実施形態では、燃料プールの水中に投入されて水底に設置される送信装置に本発明を適用した場合について説明した。しかし設置箇所を取り巻く「水」という用語は広義に解釈されるべきであり、海水、河川水、湖沼水および地下水などを含むものである。したがって本発明は広く、河川底、湖沼底、ダム底、海底および地下水などに設置される構造体に適用できる。また、水以外の液体に投入されるものであってもよい。さらには、液体中に投入されるものだけでなく、例えば災害現場もしくは災害の発生が予測されるに送信装置を設置し、これが送信する光信号をヘリコプタなどの移動体に搭載したカメラで受信するような応用も可能である。

40

【符号の説明】

【0040】

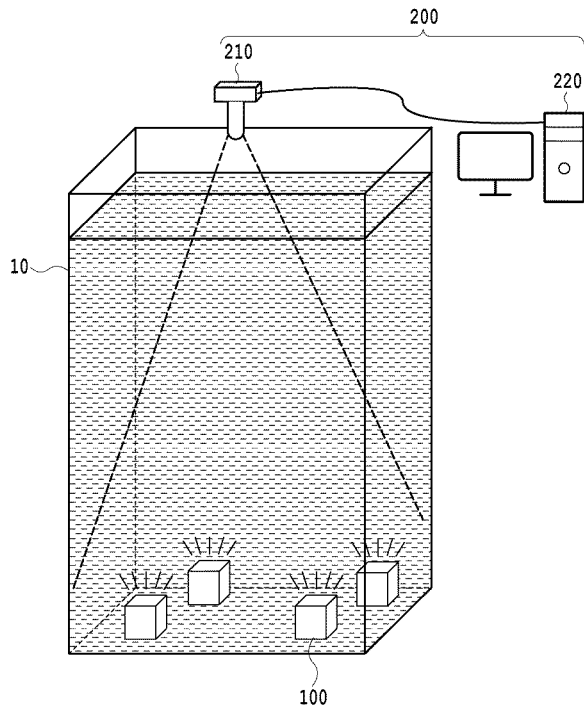
- 10 使用済み核燃料プール
- 100 送信装置
- 140 LEDアレイ
- 141、A～D 送信装置の表示面
- 143 LED
- 200 受信装置
- 210 カメラ

50

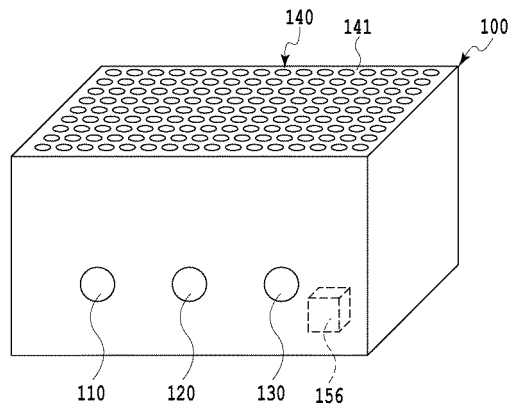


2 2 0 データ処理装置

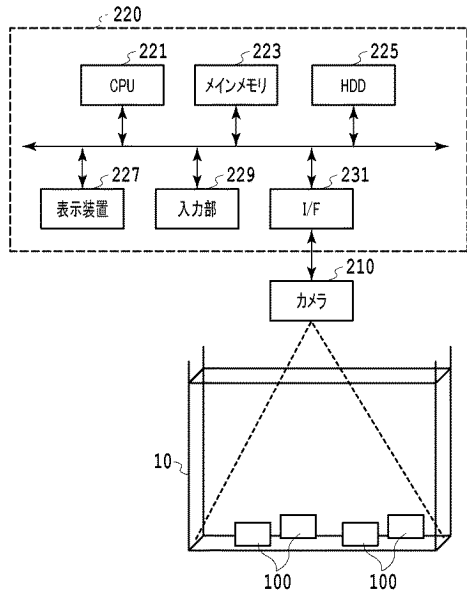
【図 1】



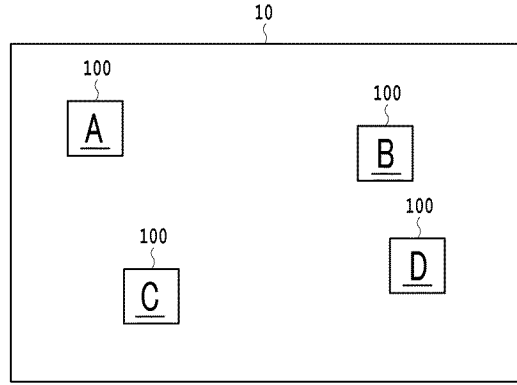
【図 2】



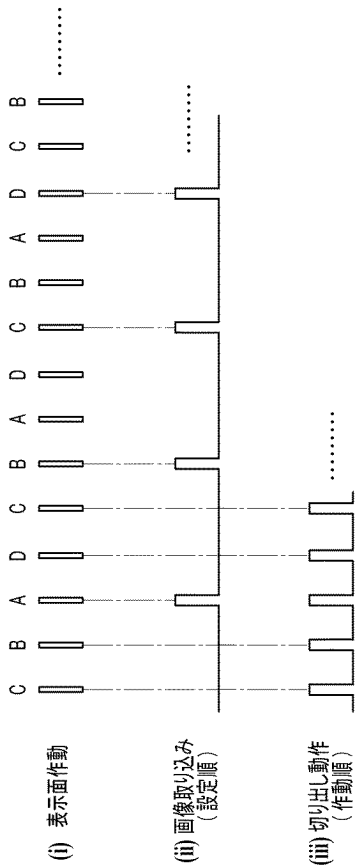
【図 3】



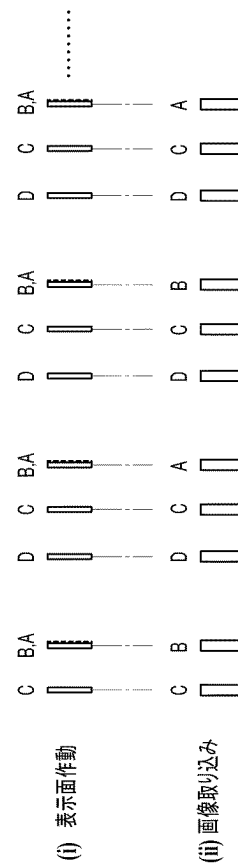
【図 4】



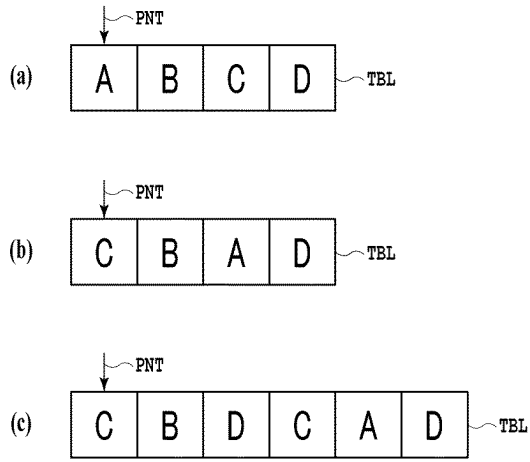
【図 5】



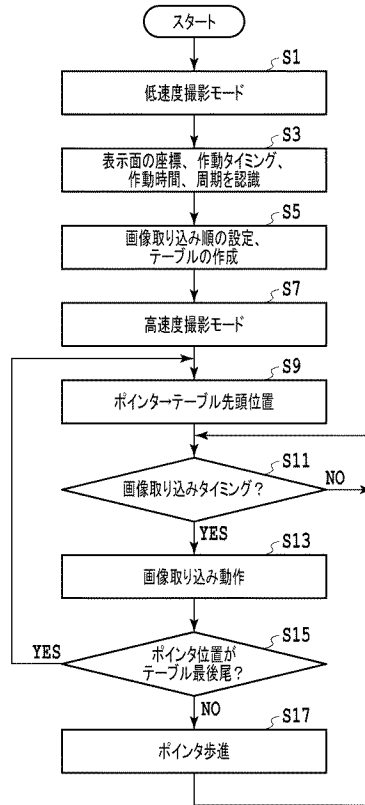
【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大塚 紀彰

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗研究  
開発センター内

(72)発明者 武内 伴照

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 大洗研究  
開発センター内

(72)発明者 八束 純司

愛媛県松山市富久町422 グルーヴィウェア株式会社内

審査官 前田 典之

(56)参考文献 特開2016-066957(JP,A)

特開2016-189064(JP,A)

特開2015-019235(JP,A)

特開2002-207073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

H04B 10/116

H04B 10/516

H04B 10/69

H04L 7/00