(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
20 octobre 2016 (20.10.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/166469 A1

(51) Classification internationale des brevets : *G06K 17/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2016/050847

(22) Date de dépôt international : 13 avril 2016 (13.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1553354 15 avril 2015 (15.04.2015) FR

(71) Déposant : **INRIA INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE** [FR/FR]; Domaine de Voluceau, Rocquencourt, 78150 Le Chesnay (FR).

(72) Inventeurs : **COUDERC, Paul**; 33 rue Pierre Varin de la Brunelière, 35700 Rennes (FR). **BEN MABROUK, Nebil**; 32 rue de Chateaugiron, 35000 Rennes (FR).

(74) Mandataire : **CABINET NETTER**; 36 avenue Hoche, 75008 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : 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, 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) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

(54) Title : DEVICE FOR ASSISTING WITH MAKING AN INVENTORY OF OBJECTS

(54) Titre : DISPOSITIF D'AIDE AU RECENSEMENT D'OBJETS

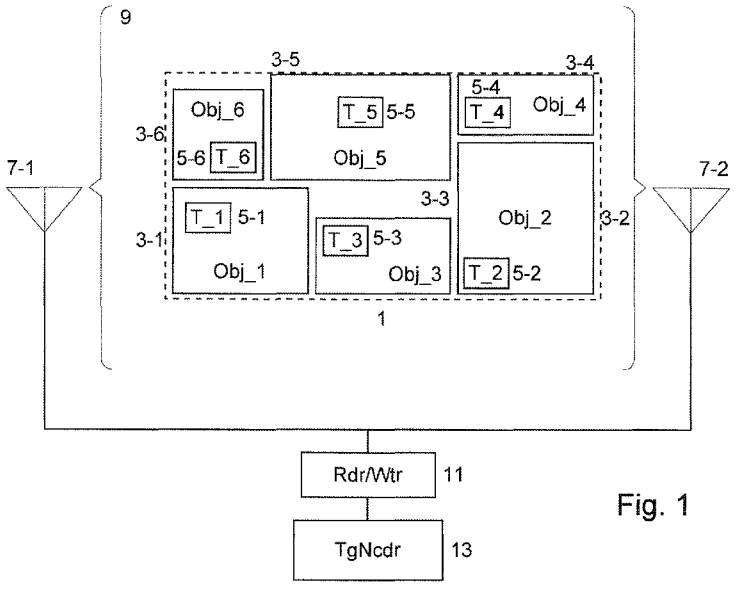


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a device for assisting with the monitoring of physical objects, said device comprising radio frequency tags to be individually associated with a collection of objects for the purpose of making an inventory. Each tag has a first memory area and a second memory area. An interface allows code words to be inputted. An encoder can interact with the interface. The encoder is arranged so as to react to the input of a list of primary code words corresponding to object identifiers stored in the first memory areas of the radio frequency tags by establishing a list of secondary code words corresponding to a redundant encoding of the primary code words, and to write the secondary code words in a distributed manner in the second memory areas of the radio frequency tags.

(57) Abrégé : Un dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques comprend des étiquettes radiofréquences à associer individuellement à une collection d'objets à fin de recensement. Chaque étiquette comprend chacune une première zone mémoire et une seconde zone mémoire.

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/166469 A1

Une interface permet d'entrer des mots de code. Un encodeur est capable d'interaction avec l'interface. L'encodeur est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots de code primaires correspondant à des identifiants d'objets qui se stockent dans les premières zones mémoire des étiquettes radiofréquences en établissant une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires, et pour écrire les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences.

Dispositif d'aide au recensement d'objets

L'invention concerne un dispositif d'aide à la surveillance de collections d'objets physiques.

Il existe une multitude de domaines dans lesquels l'on souhaite surveiller une collection d'objets physiques.

En logistique par exemple, lors d'une expédition de marchandises, il est souhaitable de vérifier que les marchandises expédiées correspondent aux marchandises reçues, en particulier pour s'assurer de l'absence de perte ou de vol de marchandise. Dans ce cas, une unité d'expédition, une palette ou un conteneur par exemple, correspond à une collection d'objets physiques, lesquels correspondent aux objets associés à l'unité d'expédition.

Pour surveiller une collection d'objets physiques, on a l'habitude de marquer individuellement les objets qui la composent au moyen d'un dispositif qui permet de les identifier de manière rapide et fiable. Il importe d'abord que les dispositifs de marquage puissent être lus au moyen de machines afin de traiter de manière automatique ou semi-automatique des données d'identifications qu'ils contiennent. On utilise en particulier des codes-barres ou des codes à deux dimensions imprimés sur les objets ou sur des étiquettes à associer à ces derniers. On utilise de plus en plus des étiquettes radiofréquence, aussi désignées étiquettes "RFID", ou analogue.

Pour pouvoir surveiller la collection, on réalise d'abord une association entre les dispositifs de marquage des objets physiques de la collection.

La plupart des systèmes de surveillance actuels réalisent cette association de manière informatique, à l'aide de systèmes d'information comme les bases de données ou les systèmes de gestion de fichiers numériques : des identifiants correspondant aux objets

d'une collection sont lus et enregistrés dans le système d'information. Ce système peut en outre maintenir une relation entre les identifiants correspondant aux objets.

La surveillance de la collection, que l'on peut voir aussi comme un recensement et/ou une vérification, implique d'acquérir une liste des identifiants contenus dans les dispositifs de marquage d'une collection d'objets et de comparer cette liste aux identifiants, éventuellement reliés entre eux, dans le système d'information.

Les dispositifs de ce type permettent non seulement de vérifier l'intégrité de la collection d'objets, c'est-à-dire que les objets qui constituent une collection sont physiquement présents lors de la vérification, mais aussi de déterminer le ou les identifiants manquants et les objets auxquels ils sont associés.

De plus en plus, on utilise des étiquettes radiofréquence en tant que dispositifs de marquage, en particulier dans le domaine de la logistique.

Ces étiquettes peuvent être lues au moyen d'antennes qui créent un champ radiofréquence. On peut interroger l'ensemble des étiquettes présentes dans un champ radiofréquence, ce qui permet de recenser rapidement des collections avec un grand nombre d'objets et/ou des objets de grand volume. Lorsque le système d'information comprend une description de la collection d'objet, ce qui est assez rare, on peut comparer la liste des identifiants acquis à cette description et, le cas échéant, non seulement diagnostiquer l'absence d'objet de la collection, mais également identifier les objets manquants.

Les technologies à base de systèmes d'information nécessitent toutefois des ressources réseau importantes, qui permettent d'y accéder rapidement et de manière fiable, lors de l'association des étiquettes d'une collection puis lors de chaque vérification. Ces accès à des systèmes d'information généralement distants ralentissent sensiblement le recensement. En outre, les connexions réseaux peuvent être indisponibles.

Surtout, les technologies qui utilisent un système d'information exigent que ce dernier soit utilisé à la fois lors de la création informatique de la collection et à chaque recensement. Dans de nombreuses applications cependant, par exemple dans le domaine de la logistique, la création de la collection et sa vérification incombent à des acteurs différents. Et le partage d'un système d'information entre des acteurs différents pose des difficultés, souvent rédhibitoires, au moins en ce qui concerne la confidentialité des données et la gestion des droits.

Plus généralement, les technologies à base de systèmes d'information nécessitent un interfaçage à ces systèmes qui est coûteux et complexe, notamment du fait de considérations de sécurité, de stratégie et/ou juridiques.

Dans ce contexte, la demanderesse a proposé, dans FR2931613, un dispositif de surveillance d'objets physiques d'un genre nouveau. Le dispositif en question est autonome : il ne nécessite l'accès à aucune base de données. Les objets physiques d'une collection sont marqués chacun d'une étiquette radiofréquence comprenant un identifiant d'objet et des données de description de la collection, en particulier sous la forme du résultat d'une fonction de hachage appliquée sur l'ensemble des identifiants des objets de la collection.

La vérification de la collection d'objets devient un processus purement local, découplé du processus d'association des étiquettes radiofréquence. Le système est particulièrement satisfaisant. Il permet de vérifier rapidement l'intégrité d'une collection d'objets, par exemple entre un lieu d'expédition et un lieu de destination.

Cependant, il ne permet pas, du moins simplement, d'identifier d'éventuels objets manquants dans la collection.

L'invention vise à améliorer la situation. En particulier, elle cherche à proposer un système de surveillance d'objets physiques qui soit autonome, rapide, efficace et fiable, qui permette de déterminer aisément des identifiants manquants. Il s'agit en outre de minimiser la quantité de données stockées sur les étiquettes radiofréquence, en

particulier sans excéder la capacité de stockage mémoire de ces étiquettes. Elle vise également un système qui soit rapide tant à l'écriture qu'à la lecture.

Le dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques proposé comprend des étiquettes radiofréquences à associer individuellement à une collection d'objets à fin de recensement et comprenant chacune une première zone mémoire et une seconde zone mémoire, une interface pour entrer des mots de code, un encodeur capable d'interaction avec l'interface. L'encodeur est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots de code primaires correspondant à des identifiants d'objets qui se stockent dans les premières zones mémoire des étiquettes radiofréquences en établissant une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires, et pour écrire les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences.

On propose également un dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques comprenant des étiquettes radiofréquences associées individuellement à une collection d'objets à fin de recensement comprenant chacune une première zone mémoire et une seconde zone mémoire, une interface pour entrer des mots de code, un décodeur capable d'interaction avec l'interface dans lequel le décodeur est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots secondaires correspondant à un encodage redondant d'une liste de mots primaires mémorisés de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences en décodant la liste de mots secondaires pour en extraire la liste de mots primaires.

On propose encore un procédé d'aide au recensement d'objets physiques dans lequel on associe individuellement des étiquettes radiofréquences à une collection d'objets comprenant chacune une première zone mémoire et une seconde zone mémoire, on reçoit une liste de mots de code primaires correspondant à des identifiants qui se stockent dans les premières zones mémoire des étiquettes radiofréquences, on établit une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires, et on écrit les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences.

Les dispositifs proposés fonctionnent de manière autonome, sans recours à un système d'information. Ils ne nécessitent l'accès à aucune base de données. Les identifiants d'objets et les mots de code secondaires, qui permettent le recensement des objets même en l'absence de certains d'entre eux, sont stockés de manière efficace sur les étiquettes associées à ces objets. Le stockage en question minimise l'utilisation de la mémoire des étiquettes. Ceci permet d'abord d'utiliser les étiquettes les plus simples, les moins coûteuses. Ceci permet aussi d'accélérer les étapes de lecture et d'écriture de ces étiquettes.

Les dispositifs sont également performants en ce qui concerne les opérations de décodage et d'encodage. Ceci permet le recensement efficace de larges collections d'objets.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- La figure 1 représente une installation d'aide au recensement d'objets physiques d'un premier type ;

- La figure 2 représente une mémoire d'étiquette radiofréquence ;

- La figure 3 représente un schéma fonctionnel d'un encodeur à usage par exemple dans l'installation de la figure 1 ;

- La figure 4 représente un ordinogramme illustrant le fonctionnement d'un encodeur à usage par exemple dans l'installation de la figure 1 ;

- Les figures 5 à 9 représentent des ordinogrammes illustrant des fonctions à usage par exemple dans l'encodeur de la figure 1 ;

- La figure 10 représente un schéma illustrant une structure de stockage de données à usage par exemple dans des étiquettes radiofréquence ;

- Les figures 11 et 12 représentent des ordinogrammes illustrant d'autres fonctions encore à usage par exemple dans l'encodeur de la figure 1 ;

- La figure 13 représente une installation d'aide au recensement d'objets physiques d'un second type ;

- La figure 14 représente un ordinogramme illustrant le fonctionnement d'un encodeur à usage par exemple dans l'installation de la figure 13.

Les dessins annexés contiennent des éléments de caractère certain et pourront par conséquent non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

On fait référence à la figure 1.

Elle montre une collection 1 d'objets physiques référencés 3-1 à 3-6. Chacun des objets 3-1 à 3-6 est associé à une étiquette radiofréquence respective 5-1 à 5-6. Les étiquettes 5-1 à 5-6 comportent de la mémoire. Et cette mémoire stocke au moins un mot de code qui identifie l'objet 3-1 à 3-6 respectif. L'ensemble des étiquettes 5-1 à 5-6 destinées aux objets 3-1 à 3-6 de la collection 1 est appelé une collection d'étiquettes.

Telle qu'elle est représentée, la collection 1 peut correspondre, par exemple, à des objets 3-1 à 3-6 disposés sur une même palette de transport.

Une installation d'un premier type, pour aider au recensement des objets 3-1 à 3-6, comprend une ou plusieurs antennes, ici deux antennes 7-1 et 7-2, qui délimitent un champ radiofréquence 9.

Les antennes 7-1 et 7-2 sont associées à un lecteur/scripteur 11 qui permet la lecture/ l'écriture de données contenues dans la mémoire d'étiquettes radiofréquence présentes dans le champ 9.

Sur la figure 1, la collection 1 d'objets physiques 3-1 à 3-6 est disposée dans le champ 9, ce qui permet au lecteur/scripteur 11 d'acquérir les mots de code de la collection d'étiquettes.

L'installation de la figure 1 comprend en outre un encodeur 13 relié au lecteur/scripteur 11 de manière à échanger des données. L'encodeur 13 est agencé pour réagir à la réception d'une liste de mots de code primaires, correspondant ici aux mots de code stockés dans les mémoires des étiquettes 5-1 à 5-6 présentes dans le champ 9, en établissant une liste de mots de code secondaires à stocker dans les mémoires de ces étiquettes 5-1 à 5-6.

L'installation de la figure 1, en particulier l'encodeur 13, sert principalement à programmer la collection d'étiquettes destinée à la collection 1 d'objets 3-1 à 3-6. Cette programmation vise à stocker efficacement, dans la mémoire des étiquettes en question, des données relatives à la collection d'objets, et, en particulier, qui permettent le recensement de la collection d'objets. Un stockage efficace minimise la quantité de mémoire utilisée dans la collection d'étiquettes, globalement. À cette fin, les données relatives à la collection d'objets, correspondant par exemple à une description des objets de cette collection, sont mémorisées de manière répartie sur les étiquettes de la collection. Un stockage efficace assure également que les données relatives à la collection puissent être lues, y compris en l'absence de certains objets de cette collection.

On fait référence à la figure 2.

Elle montre en exemple une organisation de la mémoire 50 d'une étiquette radiofréquence, par exemple les étiquettes 5-1 à 5-6 de la figure 1.

La mémoire 50 comprend :

- une première zone, ou "banque", ou zone réservée 52. La zone réservée 52 stocke des données de contrôle utiles à différentes fonctions de l'étiquette. En particulier, la zone réservée 52 mémorise des mots de passe qui protègent certaines fonctions de l'étiquette, telles que l'effacement du contenu du reste de la mémoire 50, ou sa reprogrammation par exemple.

- une seconde zone, ou zone EPC 54, qui stocke en particulier un code identifiant de manière unique un produit. Ce code est aussi connu sous le nom de code EPC pour "Electronic Product Code" ou code de produit électronique en français. La zone EPC 54 peut être de 96 ou 128 bits par exemple (24 ou 32 caractères en hexadécimal).

- une troisième zone, ou zone TID 56, qui stocke des données relatives à la fabrication de l'étiquette, par exemple un code désignant un modèle d'étiquette et un code relatif à un numéro de série.

- une quatrième zone, ou zone utilisateur 58, destinée aux données utilisateurs. La taille de la zone utilisateur 58 peut différer d'un modèle d'étiquette à un autre. Typiquement, cette taille est comprise entre 512 et 4096 bits (128 à 1024 caractères en hexadécimal).

Une installation d'aide au recensement d'objets physiques selon l'invention, par exemple l'installation de la figure 1, interagit principalement avec la zone EPC 54. Elle peut, en complément ou en remplacement, interagir avec la zone utilisateur 58.

Telle qu'elle est présentée ici, la mémoire 50 correspond par exemple à la mémoire d'une étiquette normalisée de type EPC classe 1, seconde génération. Il s'agit d'un type d'étiquettes passif, de conception simple et de mémoire limitée et faible, ce qui la rend très peu coûteuse.

On fait référence à la figure 3.

Elle montre un dispositif 90 utilisable par exemple pour l'encodeur 13 de la figure 1.

Le dispositif 90 comprend un calculateur 92, une interface d'entrée/sortie 94 avec laquelle le calculateur 92 est susceptible d'interagir. Le dispositif 90 comprend en outre de la mémoire 96 avec laquelle le calculateur 92 peut interagir pour lire, écrire et traiter des données.

L'interface 94 permet la réception et l'émission de données, en particulier sous la forme de mots de code. L'interface 94 peut être reliée à un lecteur et/ou à un scripteur d'étiquettes radiofréquence pour recevoir et/ou écrire des mots de code dans la mémoire d'étiquettes radiofréquence, par exemple le lecteur/scripteur 11 de la figure 1.

Le calculateur 92 est capable d'exécuter des fonctions de traitement sur des mots de code reçus.

On fait référence à la figure 4.

Pour programmer une collection d'étiquettes radiofréquence, par exemple les étiquettes 5-1 à 5-6 de la figure 1, on commence par acquérir une liste de mots de code primaires qui correspond aux identifiants d'objets mémorisés dans les étiquettes radiofréquence de la collection, typiquement dans une zone analogue à la zone EPC 54. Ceci correspond au bloc 40 sur la figure 4. Par exemple, chaque mot de code primaire correspond à un code EPC décrit plus haut en relation avec la figure 2, ou à une partie au moins d'un tel code, correspondant par exemple aux parties du code identifiant le fabricant du produit et le numéro de série de ce dernier.

Il s'agit ensuite de déterminer des paramètres d'encodage, ce qui correspond au bloc 42 de la figure 4. Les paramètres d'encodage comprennent un nombre de mots de code secondaires, résultants de l'encodage d'identifiants d'objets d'une collection, et une fonction d'encodage à appliquer à ces identifiants.

Le nombre de mots de code secondaires est tel qu'une collection d'objets puisse être recensée même en cas d'imperfection de lecture. L'imperfection en lecture peut être

exprimée sous la forme d'un taux de lecture qui s'apparente à une fiabilité dans le processus de lecture de la collection d'étiquettes. Il peut être fixé de manière à prendre en compte non seulement la fiabilité des dispositifs de lecture mais aussi des difficultés de lecture liées à l'agencement relatif des objets de la collection. Le taux de lecture peut être déterminé par expérience par exemple, ou fixé de manière absolument pessimiste, par exemple à 80%.

Cet ordre des blocs 40 et 42 est plus particulièrement adapté au cas où les identifiants des objets sont acquis (lus) des étiquettes pour encodage, par exemple au moyen par exemple au moyen du dispositif de la figure 1.

L'ordre en question peut être inversé, en particulier lorsque les identifiants des objets sont obtenus autrement, par exemple saisis manuellement. Dans ce cas, les étiquettes peuvent être programmées en une même phase avec les identifiants d'objets et les mots de code secondaires.

Vient ensuite l'encodage de la liste de mots de code primaires en une liste de mots de code secondaires. Ceci est représenté par le bloc 44.

Les mots de code secondaires sont stockés de manière répartie dans la mémoire des étiquettes de la collection. Ceci est représenté par le bloc 46. Les mots de code secondaires sont mémorisés distinctement des mots de code primaires. Chaque étiquette de la collection mémorise finalement un mot de code primaire et une partie des mots de code secondaires. Les mots de code secondaires peuvent, pour certains au moins, être stockés dans une zone analogue à la zone EPC 54 de la figure 54, en particulier dans le cas où cette zone EPC 54 stocke un mot de code primaire de taille inférieure à la taille de la zone EPC 54. C'est le cas par exemple lorsqu'on utilise une partie seulement du code EPC en tant que mot de code primaire. Ceci permet de lire rapidement les mots de code primaires et les mots de code secondaires d'une collection d'étiquettes. Les mots de code secondaires peuvent, en complément ou en remplacement, être stockés dans une zone analogue à la zone utilisateur 58 de la figure 2.

La répartition des seconds mots de code dans les mémoires des étiquettes de la collection est telle qu'elle minimise l'utilisation de mémoire tout en permettant le recensement d'étiquettes manquantes.

On fait référence à la figure 5.

Elle montre une fonction capable de déterminer un nombre de mots de contrôle en fonction du nombre d'étiquettes d'une collection, par exemple les six étiquettes 5-1 à 5-6 de la figure 1, et d'un taux de lecture associé aux dispositifs utilisés ultérieurement. La fonction de la figure 5 peut être implémentée dans un encodeur analogue à l'encodeur 13 de la figure 1. Par exemple, elle peut être exécutée par un calculateur analogue au calculateur 92 de la figure 3.

La fonction débute en une étape 500. À l'étape suivante 502, la fonction reçoit une valeur entière correspondant au nombre d'étiquettes d'une collection, ou nombre BtchSze, et une valeur réelle indiquant un taux de lecture minimal, ou taux RdRte, des dispositifs de lecture. À l'étape suivante 504, la fonction attribue, en tant que valeur entière correspondant au nombre de mots de contrôle, ou nombre ChkWdNr, la valeur entière du rapport du nombre BtchSze sur le taux RdRte. Et la fonction s'achève à l'étape suivante 506.

Les mots de contrôle sont plus nombreux que les mots de code primaires. Le nombre ChkWdNr garantit qu'un dispositif de lecture disposant d'un taux de lecture supérieur au taux RdRte peut lire au moins un nombre de mots de contrôle supérieur ou égal au nombre BtchSze.

La valeur du taux RdRte peut être déterminée à partir de recensements préalablement réalisés avec des collections d'étiquettes similaires, typiquement comprenant le même nombre d'étiquettes et de configuration analogue. Cette valeur est de préférence établit de manière pessimiste.

Le nombre ChkWdNr correspond à une valeur-seuil, qui minimise l'utilisation des mémoires des étiquettes d'une collection : avec un nombre de mots de contrôle inférieur à la valeur du nombre ChkWdNr, il n'est pas possible de décoder les mots de code primaires, et ainsi de déterminer les étiquettes manquantes ou non lues.

Toujours dans la phase de détermination des paramètres d'encodage, on détermine une fonction d'encodage. On utilise une fonction d'encodage redondante, qui permet d'encoder une liste de mots de code primaires en une liste de mots de code secondaires, plus nombreux, de manière telle que la liste de mots de code primaires puisse être retrouvée en lisant un sous-ensemble quelconque de la liste de mots secondaires correspondant à un nombre minimal d'étiquettes. On utilise une fonction d'encodage basée sur un code de la famille dite "MDS", pour "Minimum Distance Separable". Dans l'exemple décrit ici on utilise une fonction d'encodage basée sur un code Reed Solomon, qui optimise l'utilisation de la mémoire. D'autres codes de cette famille peuvent également être mis en œuvre.

On fait référence à la figure 6.

Elle montre une fonction qui détermine les paramètres d'une fonction d'encodage de type Reed-Solomon à base matricielle.

La fonction débute en une étape 600. À l'étape suivante 602, la fonction reçoit, en tant que paramètres, une valeur entière correspondant à un nombre de mots à encoder, ou valeur Wd2CdNr, et une valeur entière correspondant à un nombre de mots codés, résultants de l'encodage, ou valeur NcdWdNr.

Selon un premier mode de réalisation, la fonction d'encodage est destinée à être appliquée aux mots de code primaires, après conversion en valeurs entières. La valeur Wd2CdNr correspond aux nombre de mots de primaires. Le nombre de mots codé NcdWdNr correspond au nombre de mots de contrôle, typiquement le nombre ChkWdNr de la figure 5.

Selon un second mode de réalisation, l'encodage des mots de code primaires comprend, préalablement à l'application de la fonction d'encodage, une opération de décomposition de ces mots, après conversion en valeurs entières, en fragments de même taille. La valeur Wd2CdNr correspond au nombre de fragments de mots de code primaires. Le nombre de mots codé NcdWdNr correspond au nombre de mots de contrôle, typiquement le nombre ChkWdNr de la figure 5, multiplié par le taux de fragmentation des mots de code primaires.

À l'étape suivante 604, la fonction commence une boucle en initialisant un compteur i à la valeur nulle. La fonction déclare et initialise une matrice d'encodage, sous la forme d'un tableau NcdMtx[..] dont le nombre d'éléments correspond à la valeur NcdWdNr. Chaque élément du tableau NcdMtx[..] comprend un tableau dont le nombre d'éléments correspond à la valeur Wd2CdNr. Tous les éléments du tableau NcdMtx[..] sont mis à la valeur nulle.

À l'étape suivante 606, la fonction attribue la valeur 1 ("un") à l'élément d'index i du tableau d'index i du tableau NcdMtx. À l'étape suivante 608, la fonction incrémente le compteur i. À l'étape suivante 610, la fonction vérifie si le compteur i a atteint sa valeur finale, laquelle correspond à la valeur Wd2CdNr. Si oui, alors la fonction se poursuit à l'étape suivante 612. Sinon la fonction retourne à l'étape 606.

Il résulte des étapes 604 à 610 un tableau NcdMtx[..] qui correspond à une matrice identité dont la dimension correspond à la valeur Wd2CdNr.

À l'étape 612, la fonction commence une seconde boucle en initialisant un second compteur j à la valeur nulle. À l'étape suivante 614, la fonction attribue à l'élément d'index j du tableau d'index i tableau NcdMtx[..] une valeur correspondant à l'inverse de la somme des valeurs du premier compteur i et du second compteur j. Cet élément du tableau est calculé en tant qu'élément de la matrice de Hilbert.

À l'étape suivante 616, la fonction incrémente le second compteur j.

À l'étape suivante 618, la fonction vérifie que le second compteur j a atteint sa valeur finale, laquelle correspond à la valeur Wd2CdNr. Si oui, alors à l'étape suivante 620, la fonction incrémente le premier compteur i. Sinon la fonction retourne en l'étape 614.

À l'étape 622 qui suit l'étape 620, la fonction vérifie que le premier compteur i a atteint sa valeur finale, laquelle correspond au nombre NcdWdNr. Si oui, alors la fonction s'achève à l'étape suivante 624. Sinon la fonction retourne à l'étape 612.

Il résulte de la fonction ci-dessus un tableau NcdMtx[..] qui correspond à une matrice dont le nombre de colonnes correspond à la valeur entière Wd2CdNr et le nombre de lignes à la valeur entière NcdWdNr. Chaque colonne de cette matrice est linéairement indépendante des autres. La matrice en question peut être vue comme la division d'une matrice identité dont la dimension correspond à la valeur Wd2CdNr par une matrice de Hilbert. Il résulte de la matrice identité une fonction d'encodage systématique : la liste des mots à encoder se retrouve comprise dans la liste des mots codés. Toutes les matrices carrées de la matrice résultante sont non singulières.

La construction d'une fonction d'encodage systématique telle qu'elle est décrite ici accélère les opérations d'encodage et d'écriture de mots de code secondaires dans les mémoires des étiquettes d'une collection. Certains de ces mots de code secondaires correspondent à un mot de code primaire. Ces mots de code secondaires systématiques sont déjà mémorisés dans les étiquettes. Seuls les autres, que l'on peut voir comme des codes de redondance ou de contrôle, vont être mémorisés, de manière répartie, dans les mémoires des étiquettes de la collection. On diminue ainsi la quantité de mémoire nécessaire, en particulier lorsqu'on utilise les codes de la mémoire EPC en tant que mots de code primaires. Un encodage systématique peut être construit dynamiquement. Ici par exemple les principaux paramètres d'encodage sont déterminés en temps réel, en fonction de la collection des étiquettes à programmer.

On peut également construire une fonction d'encodage non systématique en utilisant les matrices de Vandermonde ou de Cauchy.

Les fonctions d'encodage basées sur les codes Reed-Solomon systématiques sont particulièrement adaptées au contexte des étiquettes radiofréquence puisqu'elles utilisent des matrices génératrices qui peuvent être créées et inversées informatiquement plus facilement que les codes non systématiques. Ceci diminue les temps d'encodage et de décodage. En outre, l'implémentation du code Reed Solomon sous une forme systématique évite d'avoir à écrire les mots de code primaires dans les étiquettes. En particulier les codes EPC sont généralement imposés par l'application. Cela permet finalement de réduire la quantité de mémoire nécessaire et le temps d'encodage.

Il s'agit maintenant d'acquérir les identifiants d'objets mémorisés dans les étiquettes d'une collection. Ces identifiants sont mémorisés sous la forme de mots de code dans de premières zones mémoire des étiquettes. Il s'agit typiquement des codes mémorisés dans des zones analogues aux zones EPC 54 décrites en relation avec la figure 2, ou du moins d'une partie de chacun de ces codes.

On fait référence à la figure 7.

La fonction débute par une étape 700. À l'étape suivante 701, la fonction reçoit une liste d'identifiants d'étiquettes, laquelle correspond aux étiquettes de la collection. Typiquement cette liste est reçue d'un lecteur d'étiquettes actif dans une zone où la collection d'objets se trouve, par exemple le lecteur/scripteur 11 de la figure 11 actif dans le champ 9. L'identifiant d'étiquette correspond typiquement à un code mémorisé dans une zone mémoire de l'étiquette analogue à la zone TID 56 de la figure 2. Ici, les identifiants d'étiquettes sont mémorisés dans un tableau TgId[..]. À l'étape suivante 702, la fonction détermine une valeur entière correspondant au nombre d'étiquettes de la collection, ou valeur BtchSze. Cette valeur BtchSze correspond au nombre d'éléments mémorisés dans le tableau TgId[..].

À l'étape suivante 704, la fonction commence une boucle en initialisant un compteur i à la valeur nulle.

À l'étape suivante 706, la fonction reçoit un mot de code, CdWd_i, correspondant à l'identifiant d'objet mémorisé dans l'étiquette identifiée par la valeur d'index i du tableau TgId[..]. Par exemple, le mot de code correspondant est reçu à l'interface d'entrée/sortie analogue à l'interface 96 de la figure 3.

À l'étape suivante 708, le mot de code CdWd_i reçu est stocké en tant qu'élément d'index i dans un tableau CdWd[..]. Le tableau CdWd[..] correspond à une liste de mots de code correspondant chacun à un identifiant d'objet de la collection.

À l'étape suivante 710, la fonction incrémente le compteur i. À l'étape suivante 712, la fonction vérifie que le compteur i a atteint sa valeur finale, laquelle correspond à la valeur BtchSze. Si oui, alors la fonction s'achève à l'étape suivante 714. Sinon la fonction retourne à l'étape 706 où elle reçoit un nouveau mot de code correspondant à un identifiant d'une autre étiquette de la collection.

Le dispositif d'encodage, par exemple l'encodeur 13 de la figure 1, encode une liste de mots de code primaires correspondant aux identifiants d'objets des étiquettes radiofréquence de la collection, ce qui correspond au bloc 44 sur la figure 4. De manière générale, il s'agit d'appliquer une fonction d'encodage préalablement déterminée, par exemple la fonction illustrée en figure 6, à la liste d'identifiants pour obtenir une liste, plus longue, de mots de code secondaires.

On fait référence à la figure 8.

Elle montre une fonction capable d'appliquer une fonction d'encodage construite sous une forme matricielle, par exemple la fonction décrite plus haut en relation avec la figure 6.

La fonction débute en une étape 800. À l'étape suivante 802, la fonction reçoit, en tant que paramètres, une liste de valeurs entières correspondant à des mots à encoder, ici sous la forme d'un tableau Wd2Cd[..], et une fonction d'encodage, ici sous forme matricielle, typiquement le tableau NcdMtx[..] décrit plus haut.

À l'étape suivante 804, la fonction effectue une multiplication du tableau Wd2Cd[..] par le tableau NcdMtx[..]. Ceci correspond à une multiplication d'un vecteur rassemblant les identifiants d'étiquettes par la matrice d'encodage. Le résultat est mémorisé dans un tableau NcdWd[..] dont la dimension correspond à la valeur NcdWdNr et qui rassemble des valeurs entières correspondant à une liste de mots de code secondaires. Ces valeurs entières résultantes sont converties en une suite de caractères hexadécimaux avant d'être stockées dans un tableau résultat.

La fonction se termine à l'étape suivante 806.

Les mots de code primaires identifiant les objets de la collection sont généralement récupérés sous la forme d'une suite de caractères hexadécimaux. Les mots de code primaires sont convertis en valeur entière préalablement à l'encodage.

Dans le premier mode de réalisation, il résulte de la multiplication de l'étape 804 un tableau NcdWd[..] dont la dimension correspond à la valeur ChkWdNr et qui rassemble une liste de mots de code secondaires, notés génériquement CdWd_i pour l'élément d'index i dans le tableau.

Dans ce premier mode de réalisation, l'encodage implique des calculs sur des valeurs entières de taille importante.

Dans le second mode de réalisation, la fragmentation est opérée préalablement à l'application de la matrice d'encodage, ce qui améliore les performances de calcul. De préférence, la taille de ces fragments est déterminée de manière que les mots de code résultants soient de même taille que les fragments. On construit avantageusement un champ de Gallois.

Par exemple, chaque fragment peut comprendre trois chiffres. Chaque mot de code primaire identifiant un objet de la collection, par exemple le mot CdWd[i], est converti en une valeur entière. Cette valeur entière est décomposée en une liste de valeurs

entières, de trois chiffres chacune. La liste des mots de code primaires se trouve ainsi transformée en une liste de valeurs entières de trois chiffres. Ces valeurs à trois chiffres forment les mots à coder, par exemple les mots du tableau Wd2Cd[..] de la figure 8. Il en résulte, après conversion en suites de caractères hexadécimaux, une liste de mots de code secondaires, chacun de trois caractères.

Outre les performances d'encodage, la fragmentation facilite la répartition des mots de code secondaires dans les mémoires des étiquettes.

Le dispositif d'encodage organise ensuite le stockage d'une liste de mots de code secondaires, de manière répartie, dans les mémoires des étiquettes de la collection. Il s'agit en outre d'y mémoriser des paramètres nécessaires au décodage. Le stockage des mots de code secondaires et des paramètres de décodage se fait de manière efficace, en minimisant la consommation de mémoire et le temps d'écriture. Le stockage se fait dans de secondes zones mémoires des étiquettes de la collection. Selon un aspect de l'invention, les seconds mots de code et/ou les paramètres de décodage sont mémorisés dans une partie d'une zone analogue à la zone EPC décrite en relation avec la figure 2 laissée libre par un mot de code primaire. Une fois la mémoire de la zone EPC pleine, on peut mémoriser des mots de code secondaires restants dans une zone analogue à la zone utilisateur 58 de la figure 2.

Les mots de code secondaires, en particulier ceux correspondant à des codes de contrôle, sont mémorisés dans les limites des capacités mémoire des étiquettes, ce qui évite un ajout d'étiquettes à la collection.

Dans le cas d'une fonction d'encodage systématique, seuls les mots de code secondaires correspondant à des codes de contrôles sont répartis dans les mémoires des étiquettes de la collection. La répartition tient compte du nombre d'étiquettes de la collection. Après programmation, chaque étiquette de la collection mémorise un mot de code systématique, typiquement dans une zone analogue à la zone EPC 54 de la figure 2, et une partie des codes de contrôle, typiquement dans la partie restante de la zone EPC ou dans une zone analogue à la zone utilisateur 58 de la figure 2.

On fait référence à la figure 9.

Elle montre une fonction capable de procéder à la répartition d'une liste de mots de code sur des zones mémoire d'étiquettes d'une collection d'objets.

La fonction débute en une étape 900. À l'étape suivante 902, la fonction reçoit, en tant que paramètres, une valeur entière correspondant au nombre d'objets de la collection, ou nombre BtchSze, et une valeur entière correspondant au nombre de mots de code à répartir, ou valeurWd2TrNr. Ici, la valeur Wd2TrNr correspond au nombre de mots de code secondaires à répartir, par exemple le nombre d'éléments du tableau NcdWd[..] de la figure 8.

À l'étape suivante 904, la fonction calcule le nombre de mots de code à stocker par étiquette, ou nombre CdWdNrPerTg, comme la valeur entière du rapport du nombre de mots Wd2TrNr sur le nombre BtchSze.

La fonction se termine à l'étape suivante 906.

Il convient maintenant d'écrire les mots de code secondaires dans les étiquettes de la collection avec les valeurs de paramètres nécessaires au décodage.

On fait référence à la figure 10.

Elle montre une structure de données adaptée à une zone mémoire d'étiquettes, par exemple dans une zone analogue à la zone EPC 54, et/ou la zone utilisateur 58 le cas échéant.

Les données sont transformées en une chaîne de caractères 100. Les caractères de la chaîne 100 sont typiquement hexadécimaux, de sorte que la chaîne de caractères 100 peut être traitée par scripteur d'étiquettes radiofréquence, par exemple le lecteur/scripteur 11 de la figure 1.

La chaîne de caractères 100 comprend un premier segment correspondant à un ou plusieurs mots de code secondaires, ou chaîne de codes 104, et un second segment correspondant à des données de contrôle, ou chaîne de contrôle 102. Les données de la chaîne de contrôle 102 comprennent notamment des valeurs de paramètres destinées au décodage des mots de la chaîne de codes 104. Ici, la chaîne de codes 104 vient à la suite de la chaîne de contrôle 102.

On fait référence à la figure 11.

Elle montre une fonction qui transcrit des données de contrôle, utiles au décodage des mots de code secondaires, sous la forme d'une chaîne de caractères, par exemple pour le segment de contrôle 102 de la figure 10.

La fonction débute en une étape 1100. À l'étape suivante 1102, la fonction reçoit l'identifiant d'une étiquette de la collection, noté génériquement TgId_k. À l'étape suivante 1104, la fonction initialise une variable CrtlStrg de type chaîne de caractères. La chaîne CrtlStrg est vide. À l'étape suivante 1106, la fonction ajoute (concaténation) à la chaîne CrtlStrg une valeur entière correspondant au rang du mot de code primaire correspondant à TgId_k. Dans le cas d'une fonction d'encodage matricielle, la valeur du rang correspond au rang d'une colonne de la matrice d'encodage. Cette valeur correspond par exemple à la valeur d'index (+1) du mot de code primaire dans la liste de mots de code primaires. Le cas échéant, elle correspond également à la valeur d'index de l'identifiant considéré dans le tableau des identifiants TgId. À l'étape suivante 1108, la fonction ajoute à la chaîne CrtlStrg une valeur entière correspondant au nombre d'étiquettes de la collection, ou nombre BtchSze, multipliée par un taux de lecture, ou taux RdRte. Cette valeur correspond au nombre minimum d'étiquettes à identifier pour permettre un décodage des identifiants. À l'étape suivante 1110, la fonction ajoute à la chaîne CrtlStrg une valeur entière correspondant au nombre BtchSze. Cette valeur correspond à un nombre minimal de mots de code nécessaires au décodage. À l'étape suivante 1112, la fonction ajoute à la chaîne CrtlStrg une valeur entière correspondant au nombre de mots de code secondaire, en particulier de contrôle, mémorisés dans

l'étiquette. Cette valeur correspond par exemple à la valeur CdWdNrPerTg calculée par la fonction de la figure 9. Typiquement, la chaîne CrtlStrg correspond au tronçon de contrôle 102 décrit en relation avec la figure 10.

À l'étape suivante 1114, on mémorise une relation entre l'identifiant TgId_k et la chaîne CrtlStrg en vue d'une écriture ultérieure.

La fonction s'achève à l'étape suivante 1116.

On fait référence à la figure 12.

Elle montre une fonction qui répartit une liste de mots de code, ici une partie au moins de la liste des mots de code secondaires, en plusieurs chaînes de caractères, analogues chacune au segment de codes 104 de la figure 10 par exemple.

La fonction débute en une étape 1200.

À l'étape suivante 1202, la fonction reçoit une liste de mots de code à transcrire, notée ici Wd2Tr[..].

Dans un mode de réalisation général, la liste Wd2Tr[..] correspond à la liste des mots de code secondaires, par exemple résultant de la liste NcdWd[..] de la figure 8.

Dans un mode de réalisation où l'encodage des mots de code primaires est systématique, la liste Wd2Tr[..] correspond aux mots de code secondaires qui ne correspondent à aucun mot de code primaire. Ici, l'ordre des mots de code secondaires dans la liste Wd2Tr[..] est identique à celui de la liste des mots de code secondaires. La fonction reçoit également une valeur entière CdWdNrPerTg représentative d'un nombre de mots de code à stocker par étiquette. Elle reçoit également une liste ordonnée d'identifiants d'étiquettes, analogue à la liste TgId[..].

Aux étapes suivantes 1204, 1206 et 1208, la fonction débute des structures de boucle en initialisant à la valeur nulle un premier compteur k, un second compteur i et troisième compteur j, respectivement.

À l'étape suivante 1210, la fonction initialise une variable TrWdStrg de type chaîne de caractères. À l'étape 1212, la fonction concatène la chaîne TrWdStrg, le mot de code secondaire d'index i dans la liste Wd2Tr[..], et une chaîne de caractères str(rnk(i)) représentant le rang du mot de code secondaire. De manière générale, le rang du mot de code secondaire correspond à la valeur de son index dans la liste qui résulte de l'encodage des mots de code primaires, typiquement la liste NcdWd[...] de la figure 8. Dans le mode de réalisation général, le rang en question correspond à l'index du mot dans la liste Wd2Tr[..], soit la valeur i ici. Dans le mode de réalisation particulier où l'on transcrit uniquement les mots de code secondaires correspondant à des codes de redondance, le rang en question correspond à la valeur de i à laquelle s'ajoute le nombre de mots de code secondaires correspondant à un mot de code primaire. À l'étape suivante 1214, le second compteur i est incrémenté.

L'étape suivante 1216 teste si le premier compteur i a atteint la valeur finale qui correspond au nombre de mots de code de la liste Wd2Tr[..]. Si oui, alors la fonction retourne à l'étape 1206 où le compteur i est réinitialisé.
Sinon, à l'étape suivante 1222, on incrémente le troisième compteur j. Et à l'étape suivante 1224, on teste si le second compteur j a atteint la valeur finale CdWdNrPerTg représentant le nombre de mots de code de contrôle à écrire dans la mémoire de chaque étiquette.

Si oui, alors la fonction passe à une étape suivante 1226 où elle commande l'écriture d'une chaîne de caractères analogue à la chaîne CrtlStrg décrite en relation avec la figure 11 et de la chaîne TrWdStrg résultante dans la mémoire de l'étiquette concernée dont l'identifiant se trouve en TgId[k]Sinon la fonction retourne à l'étape 1212.

À l'étape 1228 qui suit l'étape 1226, on incrémente le premier compteur k, avant de tester à l'étape suivante 1230 si ce second compteur k a atteint sa valeur finale qui

correspond au nombre BtchSze d'étiquettes dans la collection. Si oui, alors la fonction s'arrête à l'étape suivante 1220. Sinon la fonction retourne à l'étape 1208.

.

Le test de l'étape 1216 assure qu'une chaîne TrWdStrg soit écrite dans chacune des étiquettes de la collection.

On fait référence à la figure 13.

Elle montre un dispositif d'aide à la surveillance de collections d'objets physiques d'un second type. L'installation de la figure 13 est destinée principalement au contrôle d'intégrité et au recensement d'objets physiques d'une collection. Il s'agit ici de recenser la collection 1 des objets physiques 3-1 à 3-6 de la figure 1 pour détecter l'absence de l'un des objets physiques, ici l'objet 3-3.

L'installation de la figure 13 comprend des éléments analogues à la figure 1 qui ne sont pas décrits. Par rapport au dispositif de la figure 1, l'installation comporte ici un lecteur d'étiquettes radiofréquence 15 en remplacement du lecteur/scripteur 11. Le lecteur 15 est relié à un décodeur 17 qui remplace lui l'encodeur 13.

On fait référence à la figure 14.

Le décodeur 17 reçoit une liste de codes correspondant à des identifiants d'étiquettes lues dans le champ 9 (bloc 140). Pour chaque étiquette, il s'agit de lire en outre les mots de code primaires identifiant un objet de la collection, typiquement mémorisés dans des zones analogues aux zones EPC 54 et, le cas échéant, les chaînes de caractères stockées en plus dans ces zones EPC 54 et/ou utilisateurs 58. Il s'agit notamment de chaînes analogues aux chaînes de contrôle et aux chaînes de code de la figure 10. Cette phase correspond en substance à une lecture classique d'étiquettes radiofréquences.

La phase suivante, représentée par le bloc 142, correspond à la récupération d'une liste ordonnée de mots de code secondaires depuis les chaînes de caractère supplémentaires. Les mots de code des chaînes de caractère sont ordonnés selon le schéma mémorisé dans les données de paramètres stockées également les étiquettes. Dans le cas d'un encodage systématique, la liste est établie en complétant la liste de mots de code primaires (obtenus dans le bloc 140). On obtient finalement une liste de mots de codes secondaires.

La phase suivante, représentée par le bloc 44, correspond essentiellement au décodage des mots de code secondaires afin de recouvrer une liste d'identifiants d'objets. Le décodage se fait principalement en inversant une sous-matrice de la matrice générée précédemment. Cette sous-matrice est formée par les lignes (de la matrice génératrice) qui correspondent au rang des mots de contrôle récupérés (par les blocs 140 et 142). La comparaison des codes primaires lus à la liste des identifiants d'objets permet d'identifier les objets manquants.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits plus haut, à titre d'exemple uniquement. En particulier :

On a principalement décrit l'utilisation des codes EPC en tant que mots de code primaires identifiant les objets de la collection mais d'autres codes peuvent être utilisés. Ces codes peuvent le cas échéant être générés par l'encodeur et inscrits dans les étiquettes.

Le dispositif selon l'invention peut en outre être agencé pour compléter les données mémorisées dans les étiquettes de la collection par toutes données intéressant la collection d'objet directement ou son recensement. Ces données peuvent comprendre par exemple des indications sur la localisation des étiquettes sur les objets physiques pour aider à la lecture des étiquettes et/ou diagnostiquer une erreur de lecture. Ces données peuvent être stockées de manière dupliquée sur chaque étiquette de la collection, ou répartie sur ces étiquettes à la façon de ce qui a été décrit pour les mots de code secondaires, le cas échéant avec redondance.

Le dispositif décrit permet d'identifier des étiquettes non lues, correspondant à l'absence d'un objet ou à une erreur de lecture. Il utilise les codes contenus dans les étiquettes lues pour reconstruire une description de la collection. En particulier dans le mode de réalisation comprenant un encodage systématique des mots de code primaires, le dispositif peut être sensible à la présence dans la zone de vérification d'étiquettes étrangères à la collection d'objets, du moins à l'association des étiquettes qui en résulte. On pourra mettre avantageusement en œuvre les enseignements de FR2931613 mentionné plus haut qui permettent de vérifier préalablement l'intégrité de la collection d'étiquettes lues.

L'invention a été décrite sous la forme d'un dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques. Cependant, les exemples décrits plus haut permettent la mise en œuvre de dispositifs d'applications différentes. En effet, l'invention trouve un intérêt dès lors qu'il existe un risque d'erreur de lecture d'une étiquette parmi une collection d'étiquettes partageant des données utiles. Dès lors l'invention pourrait s'exprimer sous la forme d'un dispositif de contrôle de données dans une collection d'étiquettes radiofréquences comprenant chacune une première zone mémoire et une seconde zone mémoire. Le dispositif comprend une interface pour entrer des mots de code et un encodeur capable d'interaction avec l'interface. L'encodeur est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots de code primaires correspondant à des données utiles qui se stockent dans les premières zones mémoire des étiquettes radiofréquences en établissant une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires, et pour écrire les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences.

On a décrit une fonction d'encodage à base d'une matrice génératrice. Cette forme de réalisation présente des performances élevées. Elle est aisément paramétrable en fonction du nombre de mots de codes primaires à encoder. Elle s'adapte facilement à des collections de taille différentes les unes des autres. Dans de nombreuses applications, cette forme de réalisation matricielle se révèle ainsi la plus performante qu'une fonction d'encodage à base polynomiale. Cette dernière peut néanmoins être utilisée. En

particulier, elle peut se révéler plus efficace que la forme matricielle pour être implémentée sous la forme d'un circuit dédié à l'encodage.

Les codes Reed-Solomon peuvent être implémentés sur la base d'un polynôme générateur, au lieu de la matrice génératrice comme décrit plus haut. On construit un polynôme générateur qui sert à l'encodage et au décodage des mots de code primaires.

La construction du polynôme générateur : on se donne un champ de Galois GF (α^w) de taille αw, où α représente une racine primitive (un nombre premier), et w un entier positif, pour construire un code RS(n,k) où k représente le nombre de mots de code primaires et n le nombre de mots de code secondaires. On construit un polynôme générateur g(x) de degré m égal à n moins k comme suit :

$$\sum_{i=0}^{m} g_i x^i = (x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{m-1})$$

L'encodage des mots de code primaires :

on construit un polynôme d(x) de degré k-1 représentant les mots de code primaires comme suit :

$$d(x) = \sum_{i=m}^{m+k-1} d_i x^i$$

où d_i représente la donnée en entrée (mot de donnée) de rang i ;

on multiplie d(x) par x^m ;

on calcule le reste de la division du produit par le polynôme générateur g(x). Ce reste est nécessairement de taille m et représente les mots de code de contrôle.

Le décodage des mots de code secondaires :

On construit un système D de polynômes d'évaluation d'erreur de taille m=n-k. Chaque polynôme est défini comme suit :

$$D(\alpha^j) = \sum d^i \, (\alpha^j)^i$$

j∈{0,..,m-1} et i le rang des données récupérées (non perdues) avec 0≤i≤n ;

On construit une matrice de Vandermonde carrée V(m) de taille m, de racine α et dont chaque colonne est multipliée par α^q, où q correspond au rang d'un mot de données perdu (les mots de données perdus sont classés dans un ordre croissant selon leur rang) ;

On résout le système linéaire V(m)×P=D, où P représente le vecteur des données perdues.

Revendications

1. Dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques comprenant :

- des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5) à associer individuellement à une collection (1) d'objets (3-1 … 3-5) à fin de recensement et comprenant chacune une première zone mémoire (54) et une seconde zone mémoire (54; 58) ;
- une interface (94) pour entrer des mots de code ;
- un encodeur (13) capable d'interaction avec l'interface (94) ;

caractérisé en ce que :

- l'encodeur (13) est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots de code primaires correspondant à des identifiants d'objets qui se stockent dans les premières zones mémoire (54) des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5) en établissant une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires, et pour écrire les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire (54; 58) des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la liste des mots de code secondaires comprend des mots correspondant à certains au moins des mots de code primaires de la liste, et les autres mots de code secondaires de la liste correspondent à des codes de contrôle.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel les mots de code secondaires résultent de l'application d'une fonction de correction d'erreurs par blocs à taux fixe sur la liste de premiers mots.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les mots de code secondaires résultent de l'application d'une fonction d'encodage basée sur un code MDS sur la liste des mots de code primaires.

5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel la fonction d'encodage implémente un code Reed-Solomon.

6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel le code Reed-Solomon est implémenté à l'aide d'une matrice génératrice.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les mots de code primaires correspondent au moins partiellement à des mots de code stockés dans une zone EPC des étiquettes.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la répartition des mots secondaires dans les secondes mémoires est déterminée en fonction d'un taux de fiabilité de lecture des étiquettes.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les premières zones mémoires et une partie au moins des secondes zones mémoires correspondent à des zones de type EPC.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'encodeur est agencé pour fragmenter les premiers mots de code en une pluralité de mots de code intermédiaires et dans lequel l'encodeur comprend un module d'encodage qui opère sur la pluralité de mots de code intermédiaires pour obtenir les mots de code secondaires.

11. Dispositif d'aide à la surveillance d'objets physiques comprenant :

- des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5) associées individuellement à une collection (1) d'objets (3-1 … 3-5) à fin de recensement comprenant chacune une première zone mémoire (54) et une seconde zone mémoire (54; 58) ;
- une interface (94) pour entrer des mots de code ;
- un décodeur (17) capable d'interaction avec l'interface ;

caractérisé en ce que :

le décodeur (17) est agencé pour réagir à l'entrée d'une liste de mots secondaires correspondant à un encodage redondant d'une liste de mots primaires mémorisés de manière répartie dans les secondes zones mémoire (54; 58) des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5) en décodant la liste de mots secondaires pour en extraire la liste de mots primaires.

12. Procédé d'aide au recensement d'objets physiques comprenant les étapes suivantes :

- associer individuellement des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5) à une collection (1) d'objets (3-1 … 3-5) comprenant chacune une première zone mémoire (54) et une seconde zone mémoire (54;58) ;
- recevoir une liste de mots de code primaires correspondant à des identifiants qui se stockent dans les premières zones mémoire (54) des étiquettes radiofréquences (5-1 … 5-5);
- établir une liste de mots de code secondaires correspondant à un encodage redondant des mots de code primaires;
- écrire les mots de code secondaires de manière répartie dans les secondes zones mémoire des étiquettes radiofréquences.

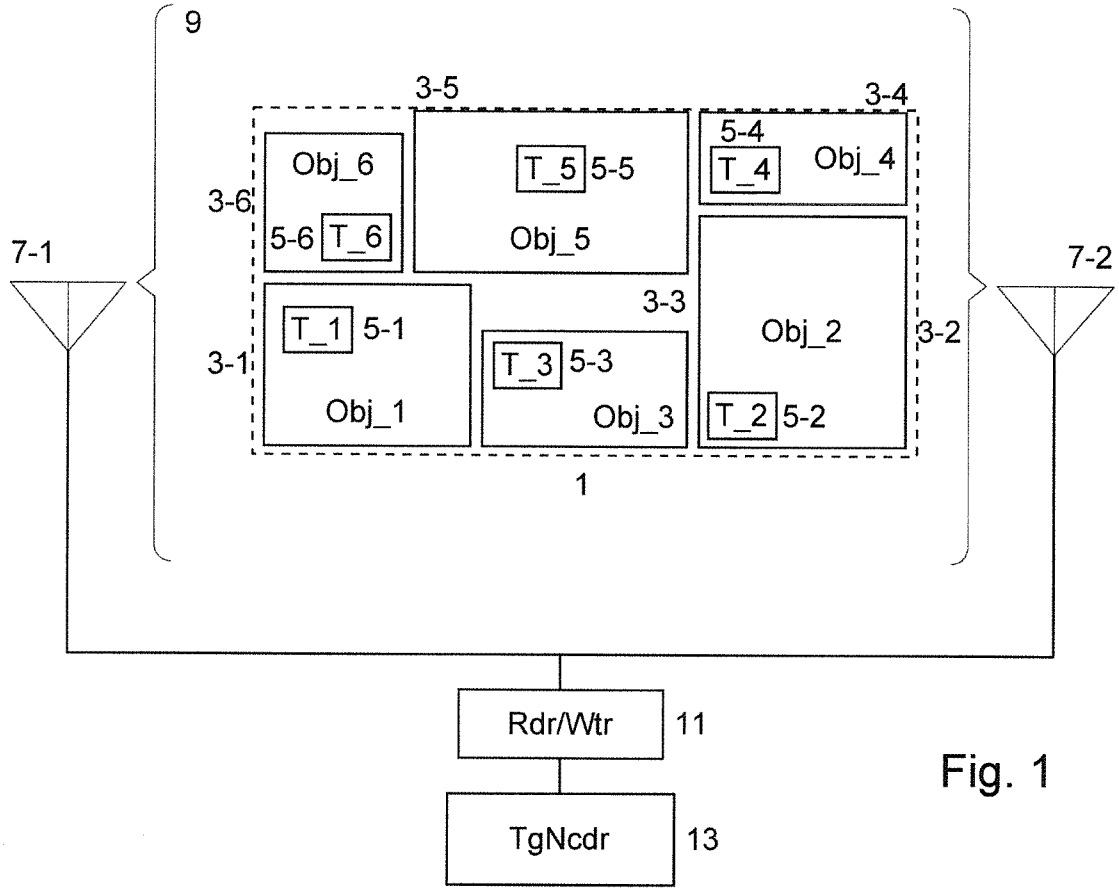


Fig. 1

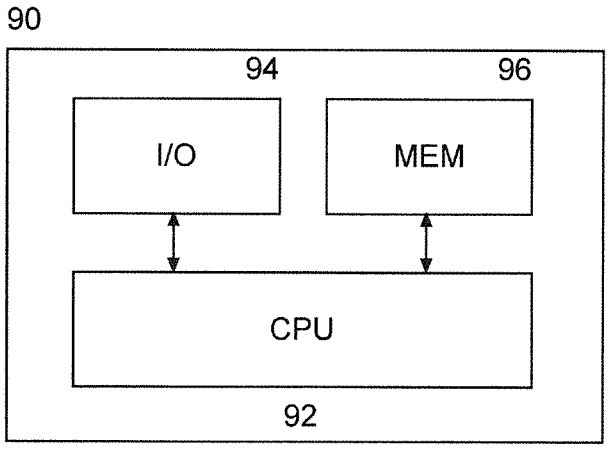


Fig. 3

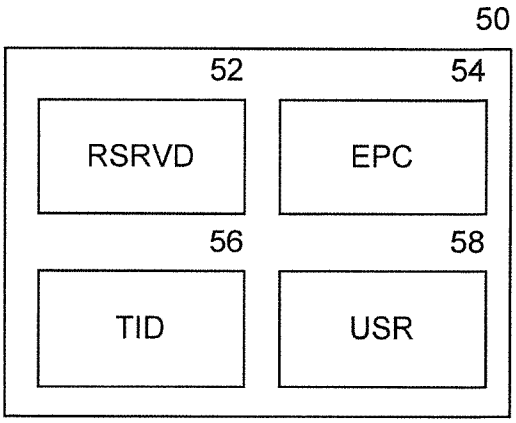


Fig. 2

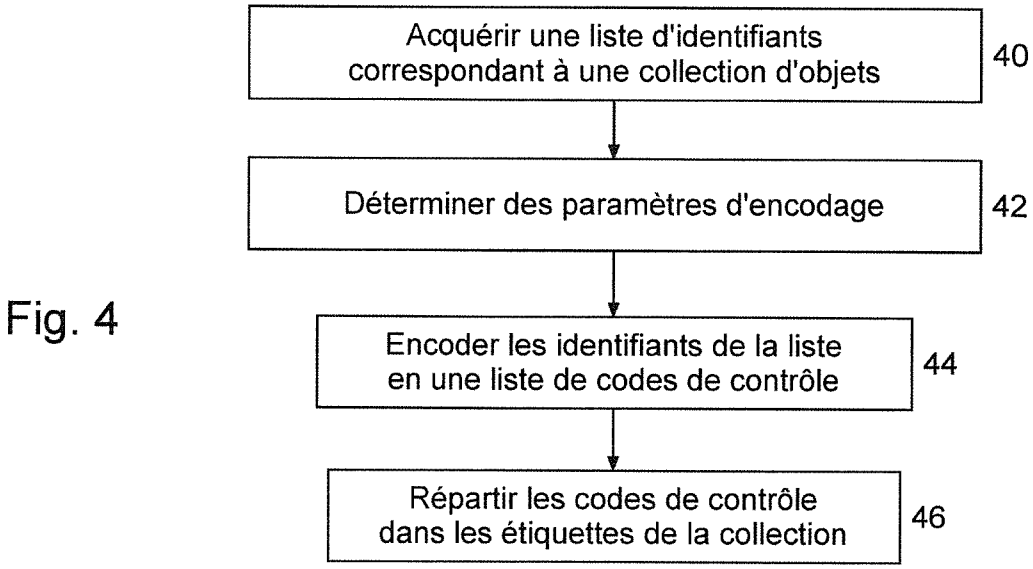


Fig. 4

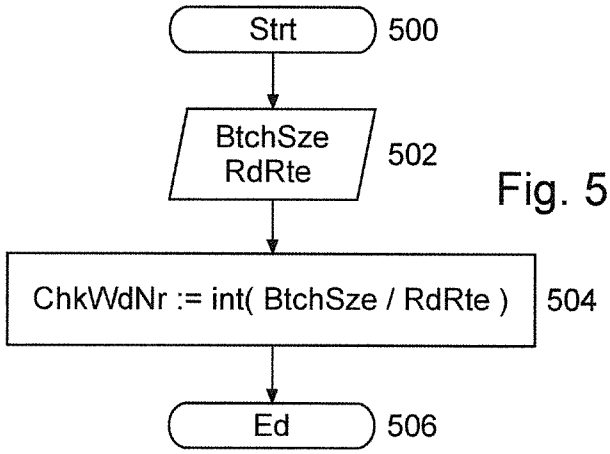


Fig. 5

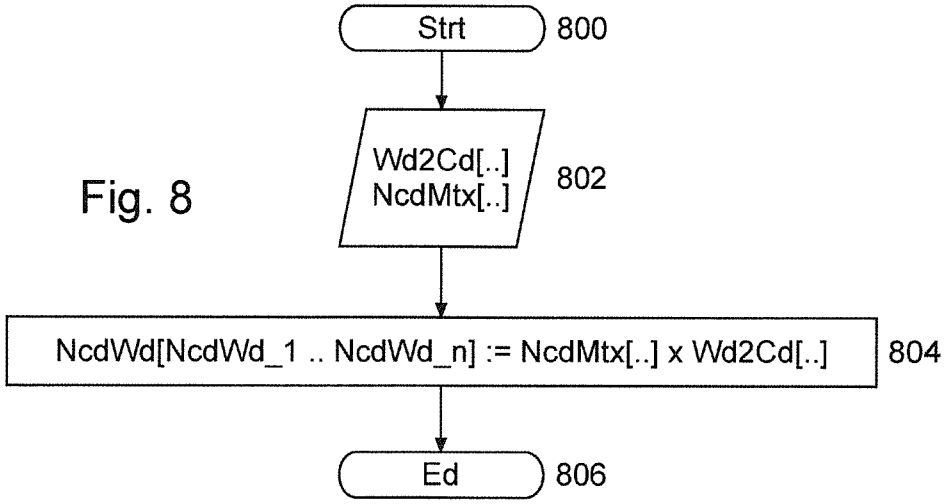


Fig. 8

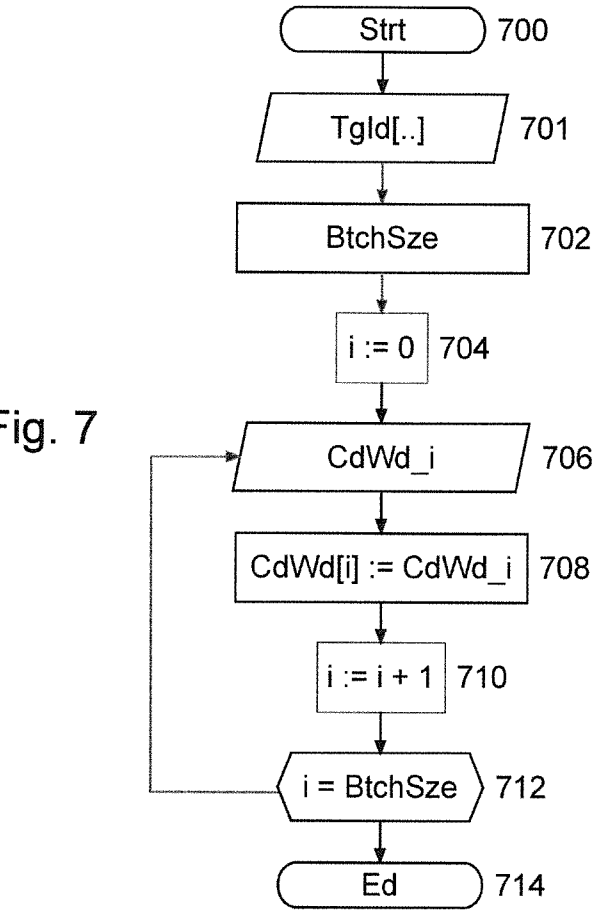

Strt
700
TgId[..]
701
BtchSze
702
i := 0
704
CdWd_i
706
CdWd[i] := CdWd_i
708
i := i + 1
710
i = BtchSze
712
Ed
714

Fig. 7

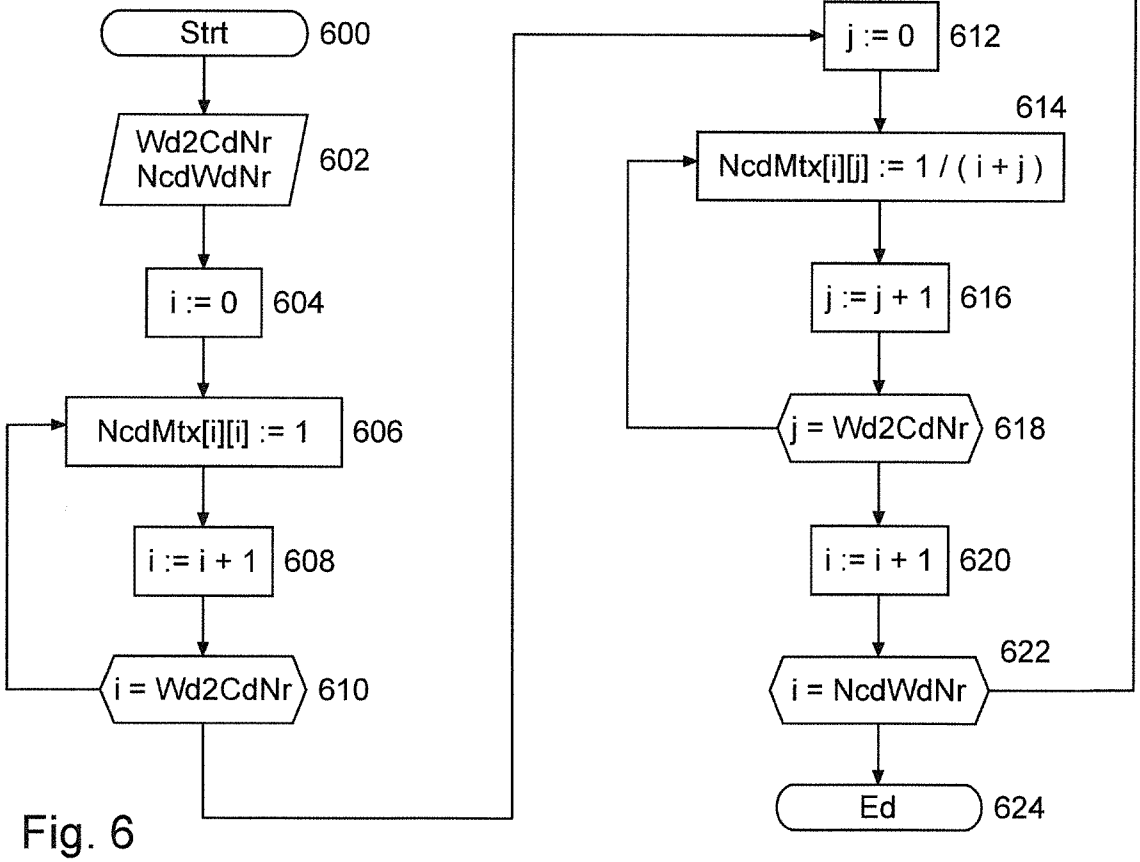

Strt
600
Wd2CdNr
NcdWdNr
602
i := 0
604
NcdMtx[i][i] := 1
606
i := i + 1
608
i = Wd2CdNr
610
j := 0
612
614
NcdMtx[i][j] := 1 / (i + j)
j := j + 1
616
j = Wd2CdNr
618
i := i + 1
620
622
i = NcdWdNr
Ed
624

Fig. 6

Fig. 9

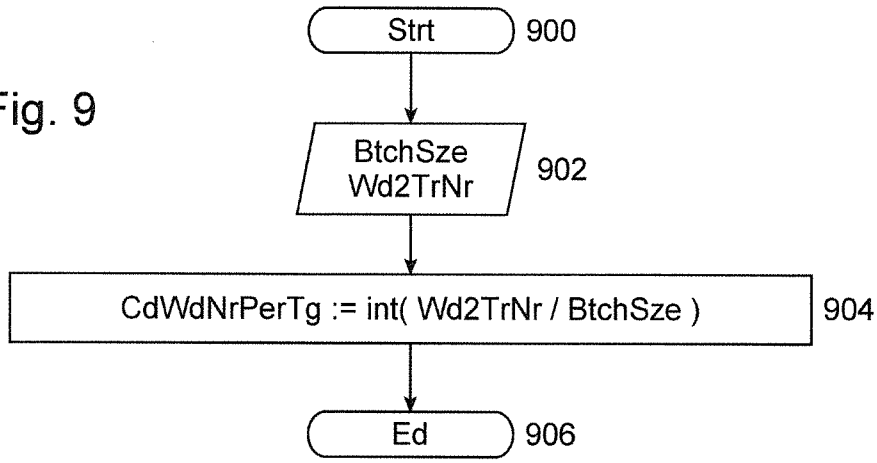
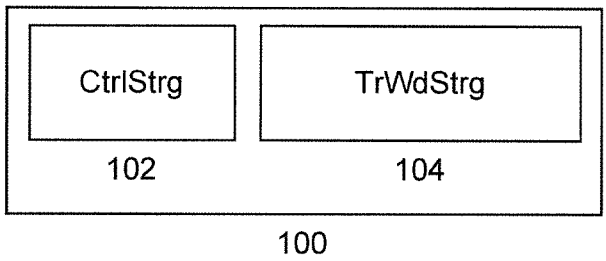

Strt
900
BtchSze
Wd2TrNr
902
CdWdNrPerTg := int(Wd2TrNr / BtchSze)
904
Ed
906

Fig. 10


CtrlStrg
TrWdStrg
102
104
100

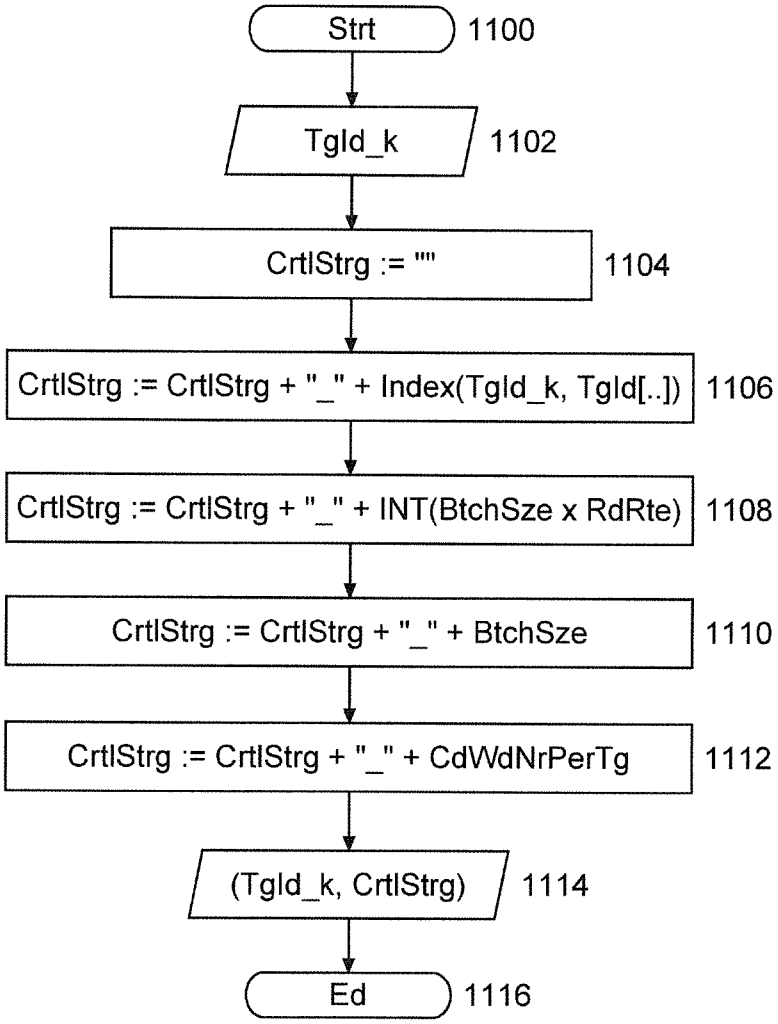

Strt
1100
TgId_k
1102
CrtlStrg := ""
1104
CrtlStrg := CrtlStrg + "_" + Index(TgId_k, TgId[..])
1106
CrtlStrg := CrtlStrg + "_" + INT(BtchSze x RdRte)
1108
CrtlStrg := CrtlStrg + "_" + BtchSze
1110
CrtlStrg := CrtlStrg + "_" + CdWdNrPerTg
1112
(TgId_k, CrtlStrg)
1114
Ed
1116

Fig. 11

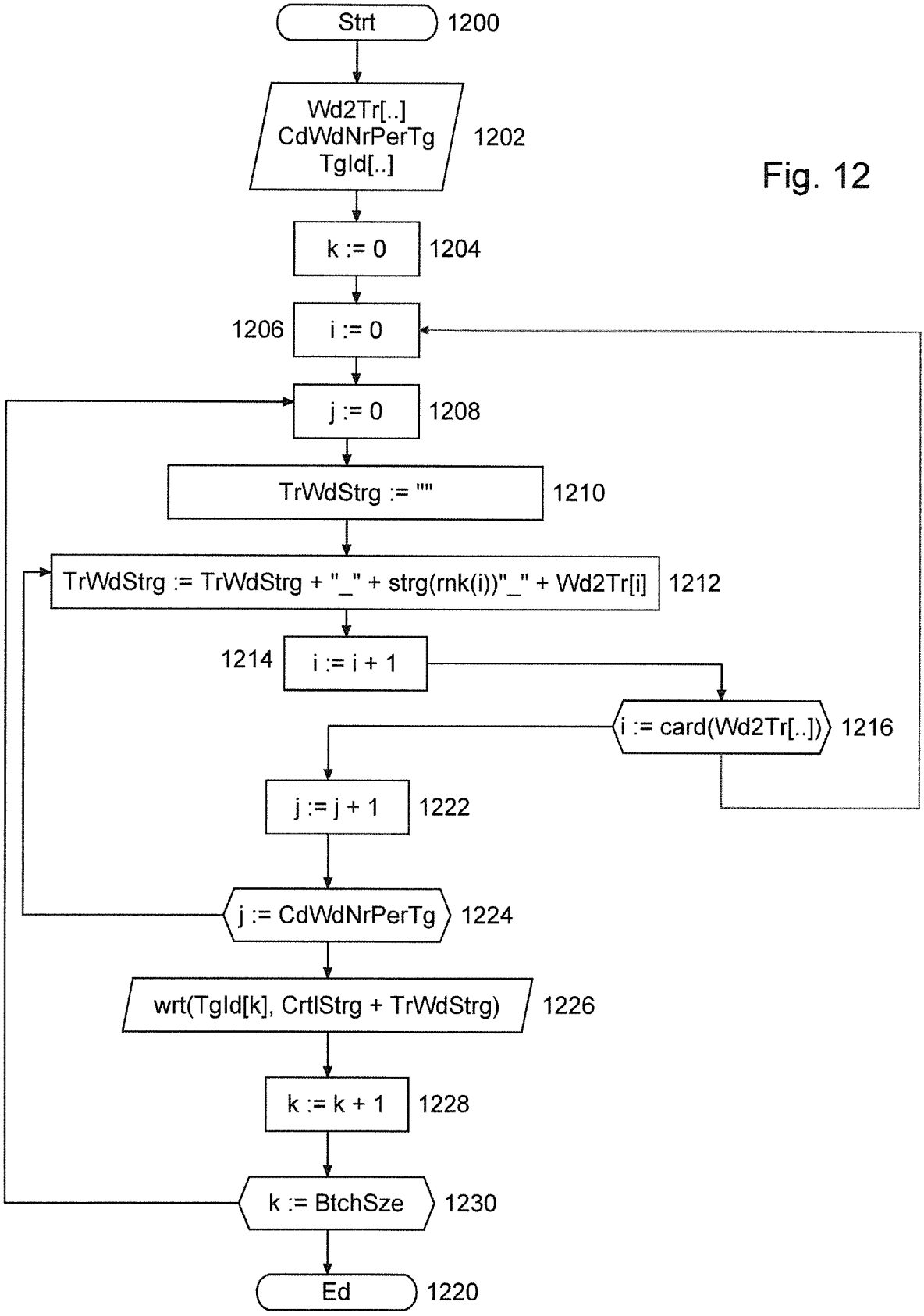

Strt
1200
Wd2Tr[..]
CdWdNrPerTg
TgId[..]
1202
k := 0
1204
1206
i := 0
j := 0
1208
TrWdStrg := ""
1210
TrWdStrg := TrWdStrg + "_" + strg(rnk(i))"_" + Wd2Tr[i]
1212
1214
i := i + 1
i := card(Wd2Tr[..])
1216
j := j + 1
1222
j := CdWdNrPerTg
1224
wrt(TgId[k], CrtlStrg + TrWdStrg)
1226
k := k + 1
1228
k := BtchSze
1230
Ed
1220

Fig. 12

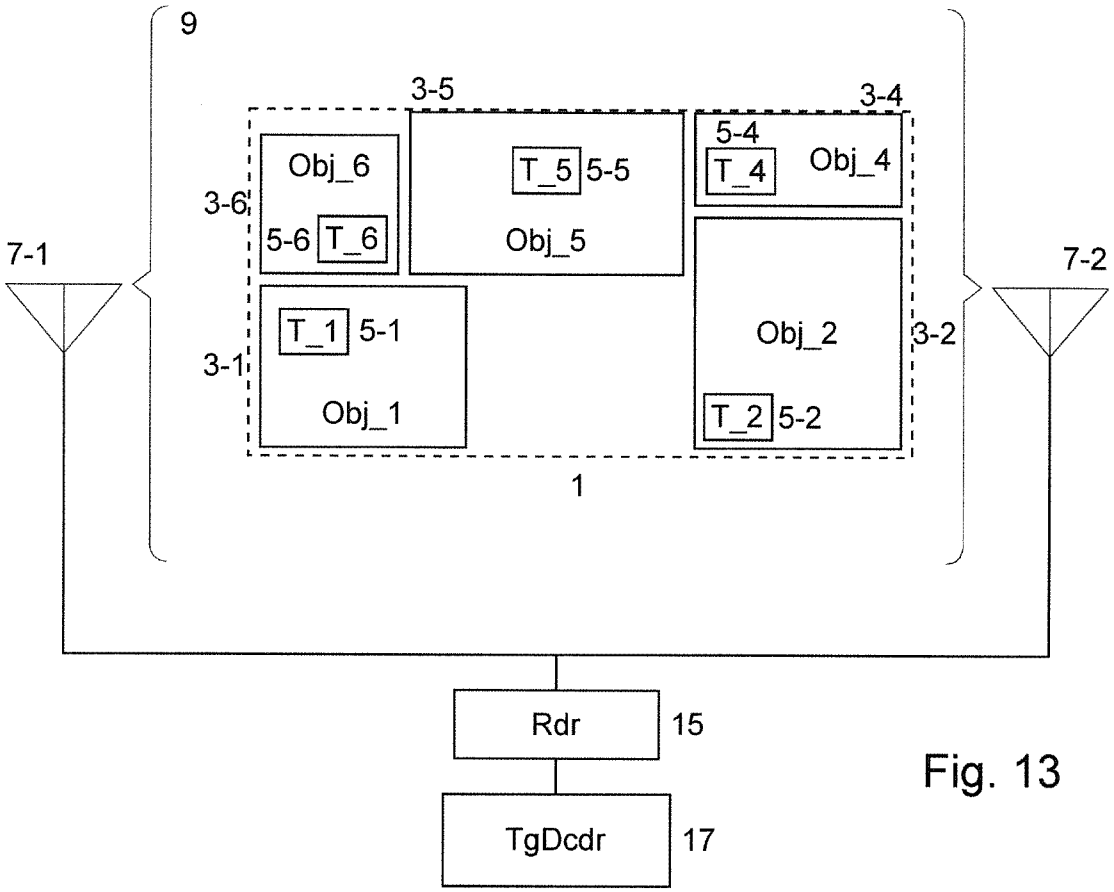

9
3-5
3-4
Obj_6
5-6 T_6
3-6
T_5 5-5
Obj_5
5-4
T_4
Obj_4
7-1
7-2
T_1 5-1
3-1
Obj_1
Obj_2
3-2
T_2 5-2
1
Rdr
15
TgDcdr
17

Fig. 13

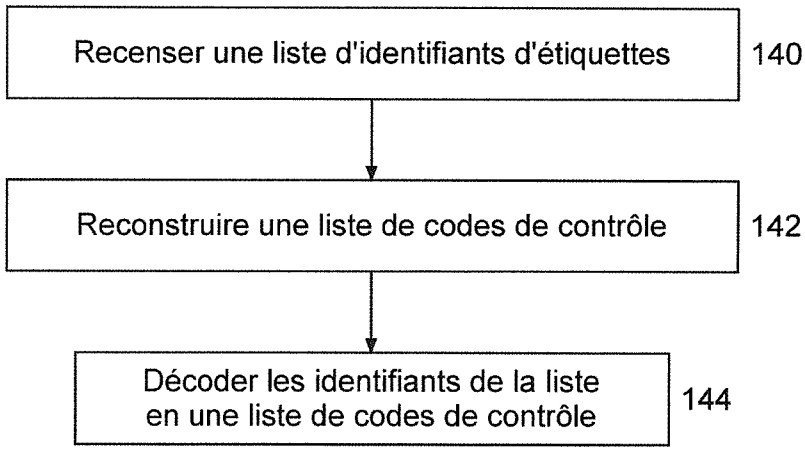

Recenser une liste d'identifiants d'étiquettes
140
Reconstruire une liste de codes de contrôle
142
Décoder les identifiants de la liste en une liste de codes de contrôle
144

Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K17/00
ADD.

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)
G06K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/153435 A2 (INST NAT RECH INF AUTOMAT [FR]; BANATRE MICHEL [FR]; COUDERC PAUL [FR]) 23 December 2009 (2009-12-23) cited in the application abstract page 5, line 34 - page 6, line 39 page 7, line 22 - line 27 page 11, line 23 - line 33 page 22, line 30 - page 23, line 35 figures 2,13 -----	1-12
A	US 2007/273516 A1 (SAYERS CRAIG PETER [US] ET AL) 29 November 2007 (2007-11-29) abstract paragraph [0014] - paragraph [0018] paragraph [0022] paragraph [0032] - paragraph [0034] figure 5 -----	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	Date of mailing of the international search report
26 August 2016	05/09/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Jacobs, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/050847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009153435 A2	23-12-2009	EP 2297714 A2	23-03-2011
		EP 2523172 A1	14-11-2012
		FR 2931613 A1	27-11-2009
		US 2011178999 A1	21-07-2011
		US 2012306629 A1	06-12-2012
		WO 2009153435 A2	23-12-2009
US 2007273516 A1	29-11-2007	DE 112007001210 T5	23-04-2009
		US 2007273516 A1	29-11-2007
		WO 2007139817 A2	06-12-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/050847

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G06K17/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G06K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2009/153435 A2 (INST NAT RECH INF AUTOMAT [FR]; BANATRE MICHEL [FR]; COUDERC PAUL [FR]) 23 décembre 2009 (2009-12-23) cité dans la demande abrégé page 5, ligne 34 - page 6, ligne 39 page 7, ligne 22 - ligne 27 page 11, ligne 23 - ligne 33 page 22, ligne 30 - page 23, ligne 35 figures 2,13	1-12
A	US 2007/273516 A1 (SAYERS CRAIG PETER [US] ET AL) 29 novembre 2007 (2007-11-29) abrégé alinéa [0014] - alinéa [0018] alinéa [0022] alinéa [0032] - alinéa [0034] figure 5	1-12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 août 2016	05/09/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Jacobs, Peter

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/050847

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009153435 A2	23-12-2009	EP 2297714 A2	23-03-2011
		EP 2523172 A1	14-11-2012
		FR 2931613 A1	27-11-2009
		US 2011178999 A1	21-07-2011
		US 2012306629 A1	06-12-2012
		WO 2009153435 A2	23-12-2009
US 2007273516 A1	29-11-2007	DE 112007001210 T5	23-04-2009
		US 2007273516 A1	29-11-2007
		WO 2007139817 A2	06-12-2007