

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 889 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

28.05.1997 Bulletin 1997/22(51) Int Cl.⁶: **F42B 35/00**(21) Numéro de dépôt: **97400029.1**(22) Date de dépôt: **08.01.1997**

(84) Etats contractants désignés:

BE DE FR GB NL(30) Priorité: **09.01.1996 FR 9600173**

(71) Demandeur: **Service Central des Lab. de la Sous
Dir. de la Police Technique et Scientifique de la
Dir. Centrale de la Police Judiciaire
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Demoly, Franck
69003 Lyon (FR)**
- **Perraud, Denis
69008 Lyon (FR)**

(74) Mandataire: **Debay, Yves**

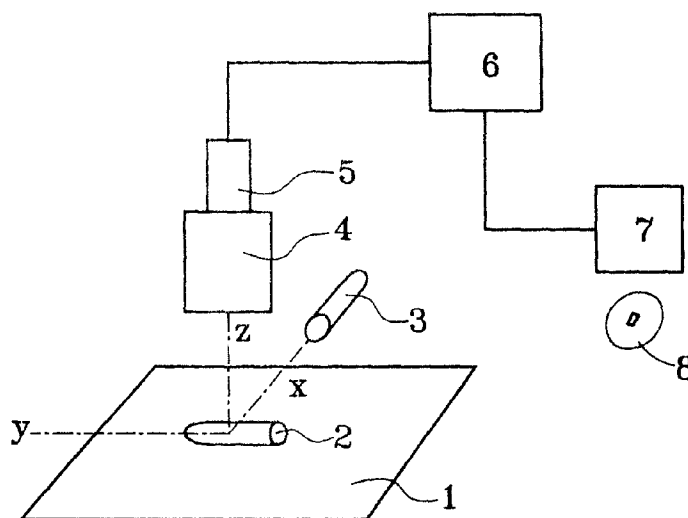
**Cabinet Yves Debay,
122 Ellysée 2
78170 La Celle Saint Cloud (FR)**

(54) **Procédé de comparaison de douilles de projectiles et dispositif**

(57) L'invention concerne un procédé de comparaison de douilles de projectiles comportant :

une étape de constitution et de stockage dans une mémoire d'une base de donnée des différents projectiles existant ;
une étape de prise d'un nombre déterminé d'images d'un projectile incriminé et de traitement de ces images ;
une étape de sélection sur un moyen de visualisa-

tion par des moyens interactifs d'une zone d'image affichée sur les moyens de visualisation et incluant l'empreinte correspondant à un critère puis traitement de la représentation numérisée pour extraire les paramètres correspondants à un critère donné ;
une étape de comparaison de chacune des données d'un projectile incriminé avec les données de chaque référence de projectiles pour les mêmes critères.

**FIG. 1****EP 0 775 889 A1**

Description

La présente invention concerne un procédé de comparaison de douilles de projectiles et le dispositif.

Il est connu par les demandes PCT WO 93/22617 et WO 92/20988 un procédé et appareil d'analyse de projectiles.

Toutefois le procédé enseigné par ces brevets nécessite l'éclairage du projectile par un faisceau planaire selon un plan sécant par rapport à l'axe de symétrie du projectile de façon à générer transversalement aux projectiles une bande d'éclairage. Ce procédé nécessite d'enregistrer les images des tranches de projectiles puis d'accoler ces images des différents secteurs de projectiles pour reconstituer intégralement le projectile. Pour cela il est nécessaire dans une première étape de détecter dans l'image de chaque secteur les portions de secteurs se superposant avec l'image précédente de façon à éliminer ces parties.

De plus ce dispositif nécessite par la suite des moyens permettant de modifier la position des projectiles pour pouvoir les amener dans une position où les images correspondantes de chaque projectile sont comparables entre elles. Ceci nécessite donc des moyens de stockage important pour stocker toutes les images et d'autre part des moyens de calcul non négligeables pour arriver à faire une comparaison. Ce procédé et dispositif ne s'applique pas aux douilles de projectiles. Même si elle était transposable aux douilles de projectiles, cette méthode de recherche est limitée à un seul critère comparatif concernant les rayures et ne permet pas la prise en compte d'autres critères.

Le premier but de l'invention est de proposer un procédé de comparaison de douilles permettant de prendre en compte différents critères et nécessitant moins de moyens de stockage pour un nombre de critères supérieurs.

Ce premier but est atteint par le fait que le procédé comporte :

une étape de constitution et de stockage dans une mémoire d'une base de donnée des différents projectiles existant, contenant pour chaque projectile référencé une pluralité d'informations numériques correspondant chacune à un critère différent associé à une empreinte sur le projectile.

une étape de prise d'un nombre déterminé d'images d'un projectile incriminé et de traitement de ces images par un système informatique pour extraire les informations numériques correspondant chacune à un des critères de la base de donnée

une étape de traitement et d'extraction des informations numériques comportant une étape de sélection sur un moyen de visualisation par des moyens interactifs d'une zone d'image affichée sur les moyens de visualisation et incluant l'empreinte correspondant à un critère, conversion de la zone sélectionnée de l'image en une représentation numérisée de l'image puis traitement de la représentation numérisée pour extraire les paramètres correspondants à un critère donné.

une étape de comparaison de chacune des données d'un projectile incriminé avec les données de chaque référence de projectiles pour les mêmes critères.

Selon une autre particularité la technique d'extraction et de traitement varie en fonction de la nature de l'empreinte et du critère associé.

Selon une autre particularité chaque nature d'empreinte à un nombre défini de critères sélectionnés parmi les critères de forme de position de texture, de striation.

Selon une autre particularité lorsque la nature de l'empreinte est la zone de percussion le système calcule le centre et la forme de la zone puis calcule un indice qui est le rapport de la zone sélectionnée sur la surface de l'empreinte.

Selon une autre particularité l'utilisateur dispose de moyens permettant de déterminer les critères pris en compte pour la comparaison, lesdits moyens consistant en une liste de critères affichables sur des moyens de visualisation et par des actions telles que des clics sélectionnables et validés par l'utilisateur grâce à des moyens d'entrée de type souris.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison selon le critère du calibre de la douille de projectile.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'arrêtoir.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison les données des critères correspondant à l'empreinte de défaut d'amorce.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'éjecteur.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'extracteur.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'indicateur de chargement.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de marque d'alimentation.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de passage d'extracteur.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de passage d'éjecteur.

5 Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de percussion.

Selon une autre particularité le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte des stries d'amorce et de plateau laissé par la culasse lors du tir.

10 Selon une autre particularité la comparaison des données incriminées avec les données de référence selon le critère des striations s'effectue en comptant le nombre de rayures du projectile incriminées situées au même endroit que les rayures du projectile de référence puis par application d'un coefficient de filtre au résultat si le rapport entre le nombre de rayures du dossier de référence ayant fait l'objet d'un compte et le nombre total de rayures du dossier de référence est supérieur à 0,6.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de constitution d'une base de données de référence.

15 Ce but est atteint par le fait que le dispositif comporte une table de présentation de l'échantillon de projectile pourvue d'un éclairage rasant parallèle au support de projectile, un support maintenant une caméra de type numérique avec grand champ selon une direction perpendiculaire au plan du support la caméra ayant une résolution de 1280 x 1024 pixels ;

20 un dispositif d'analyse des informations numériques représentant l'image saisie et permettant l'extraction, pour un échantillon donné, de la valeur numérique représentative de chaque critère associé à une nature d'empreinte différente ; d'une rayure,

des moyens interactifs permettant à l'utilisateur de compléter les autres critères constituant des données de la base de donnée tels que les informations concernant le calibre, et les défauts ;

25 des moyens de mémoriser ces informations sur un support physique transportable ou transférable.

30 Selon une autre particularité les moyens interactifs comportent un logiciel applicatif permettant d'afficher sur un moniteur une fenêtre comportant une pluralité de zones de texte correspondant chacune à un critère et destinées à recevoir et n'accepter que des informations numériques avec pour chaque zone de texte la désignation, à côté de la zone de texte, du critère concerné.

Un autre but de l'invention est de proposer une utilisation du dispositif.

35 Ce but est atteint par le fait que le dispositif est utilisé pour extraire les informations concernant un projectile incriminé et exploiter ces informations sur un système informatique pourvu d'un logiciel d'application permettant de sélectionner dans la base de donnée les critères du dossier incriminé et dans la base de donnée du système informatique les mêmes critères pour les dossiers de référence puis à effectuer sur chaque critère un comptage des informations identiques de façon à déterminer un indice de vraisemblance.

Selon une autre particularité la base de donnée de référence et les valeurs numériques des critères du dossier incriminé sont mémorisées sur un support physique transportable.

40 D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente une vue schématique du dispositif de constitution de la base de donnée.

la figure 2 représente une vue schématique du système informatique d'exploitation.

les figures 3A et 3B le logigramme de fonctionnement du système d'exploitation.

la figure 4 représente le principe mathématique du traitement des images.

45 la figure 5 représente la fenêtre générale du logiciel d'application.

la figure 6 représente la fenêtre d'affichage des critères de sélection pour la recherche.

la figure 7 représente l'image de la douille sur l'écran de l'installation et les moyens de sélection d'une zone.

la figure 8 représente le principe de l'algorithme de comparaison suivant le critère de corrélation.

50 Le dispositif de la figure 1 représente un plateau support (1) sur lequel la douille de projectile (2) est disposée pour être éclairé par un faisceau lumineux provenant d'une source lumineuse (3). Le faisceau lumineux de cette source (3) est rasant de façon à éclairer le bord supérieur de la surface de la douille (2) selon une direction perpendiculaire à l'axe y du projectile et perpendiculaire au plan formé par l'axe y du projectile et à l'axe z des moyens optiques d'observation. Les moyens optiques d'observation sont constitués par un binoculaire (4) ou un microscope par exemple de type commercialisé par la firme "LEITZ" sous la référence M420 couplé avec une caméra électronique (5), de type numérique à haute définition et grand champ par exemple commercialisée par la société "VIDEK" sous la dénomination "Megaplus 1.4". Cet ensemble délivre un signal numérisé traité par un système (6) informatique pour ensuite envoyer le résultat du traitement sur un moyen de stockage (7). Ce moyen de stockage (7) fournissant un support (8) transportable ou transférable sur lequel une base de donnée constituant l'ensemble des dossiers de référence est enregistré.

trée. Ce support (8) peut être du type disquette, CD-ROM, cassette magnétique numérique. Le dispositif sert également ensuite à fournir les données correspondantes à un objet incriminé pour le transfert de ces données vers un système d'exploitation en vue de leur comparaison avec les informations de la base de donnée.

La figure 2 représente le système d'exploitation constitué d'un système informatique (6) comportant un moniteur (10) une unité centrale (11) pourvue d'un lecteur (14) de disque optique ou de CD-ROM ou de tout autre moyen de mémorisation de masse susceptible de recevoir le support transportable (8) contenant les données de la base de donnée. Ce système comporte des moyens (13) d'entrée de commandes permettant d'interagir avec le logiciel d'application (20) d'analyse et de recherche des indices de vraisemblance entre les informations correspondant à un projectile incriminé et celles d'une base de donnée de référence. La base de donnée est construite autour d'un tableau comportant pour chaque référence de douille de projectile une pluralité de critères de classification constitués de valeurs alphanumériques stockées dans cette base et organisés selon les critères suivants représentés selon le tableau joint en annexe.

Pour le critère de forme on calculera son score sur l'extraction du contour suivi de l'analyse des critères géométriques et conduisant à la reconnaissance. Pour les critères de position le score de chaque critère de position est calculé en fonction de l'éloignement spatial des empreintes du dossier incriminé par rapport à celle du dossier de référence. Pour le critère de texture son score est exprimé à partir des critères de co-occurrence et de dimension fractales tirées de l'analyse des textures. Pour le critère de striation son score s'appuie sur l'analyse de distribution des stries caractéristiques entre elles, cette analyse de stries reposant sur la recherche des droites correspondantes et les coordonnées définissant ces droites dans le cas où ces stries sont linéaires et dans le cas où les stries sont concentriques sur la valeur du rayon exprimant la concentricité des stries. Pour extraire les critères de forme et de position correspondant à une nature d'empreinte, l'utilisateur installé devant sa station d'exploitation des informations numérisées obtenues à partir de l'image de la caméra, va visualiser sur l'écran (16) de son moniteur la vue permettant de voir l'empreinte souhaitée et par des moyens interactifs tels que la souris (13) associée à un logiciel d'interface interprétant les déplacements de la souris et du curseur à l'écran, il pourra, par sélection dans un menu, déclencher l'affichage d'une fenêtre (17) de taille variable matérialisée par un carré en pointillé dont il fera varier la dimension pour venir encadrer la zone de l'image correspondant à la nature de l'empreinte dont il souhaite le traitement informatique. Partant de cette image encadrée et des pixels correspondants mémorisés le système effectue un traitement permettant d'extraire d'une part le contour correspondant au plateau de la douille (20), le contour (22) correspondant aux bords de l'amorce, ainsi que le contour correspondant à l'empreinte (21) du percuteur. Ces contours sont soumis à un traitement informatique permettant de déterminer la position des centres puis par exemple de calculer un indice constitué par le rapport entre la surface carrée ou rectangulaire (17) et le contour de la douille (20). Les valeurs alphanumériques pour les striations sont extraites par un traitement informatique pour obtenir, à partir des images des striations prises par la caméra, les équations des droites représentant ces rayures. Cette phase d'extraction est effectuée dans la phase d'acquisition et de constitution de la base de donnée à l'aide du matériel de la figure 1 décrit précédemment et du programme de traitement des images décrit ci-après.

Comme on l'a vu précédemment le système d'acquisition d'images vidéo numériques fournit des images de très haute résolution (1280/1024 pixels) avec un nombre suffisant de niveau de gris par exemple (16, 32, 64). L'enregistrement de l'image se matérialise en mémoire par trois informations, une paire de coordonnées en x et en y pour chaque pixel, et un niveau de gris associé à chaque pixel. Une fois ces informations enregistrées, la méthode consiste à extraire les stries caractéristiques et de les coder de façon à pouvoir les comparer à les stries d'autres images de balle. Avec l'éclairage rasant, les stries apparaissent soit claires (niveau de gris élevé), soit sombres (niveau de gris faible). Lors de la recherche il n'est pas possible de distinguer les stries foncées des stries claires puisqu'en fonction de l'éclairage et de la nature du matériau de l'ogive de la balle, voire en fonction d'autres phénomènes mécaniques, les stries apparaîtront tantôt noires, tantôt blanches, le reste de l'image possédant des niveaux de gris d'intensité moyenne. Pour extraire les points colinéaires ou quasiment alignés parmi un ensemble de pixels d'une image binaire mémorisée, le système informatique effectue le traitement suivant. Ce traitement repose sur la propriété mathématique suivante:

à toutes droites d'équation $y = ax + b$ correspond une autre définition en coordonnées polaires (ρ, θ) qui satisfait l'équation $(\rho = x \cos \theta + y \sin \theta)$. A tout point x_i et y_i de la droite $y = ax + b$ correspond donc un ρ_i, θ_i tel que $\rho_i = x_i \cos \theta_i + y_i \sin \theta_i$. Les projectiles ayant été positionnés de façon à ce que les stries soient pratiquement parallèles à l'axe y de la figure 1, l'angle θ des différentes stries va varier entre -20° et $+20^\circ$, comme représenté à la figure 4. Le programme de recherche va donc effectuer pour chaque pixel x_i, y_i un calcul d'une pluralité de couples ρ_{ij}, θ_j avec θ_j compris entre -20° et $+20^\circ$ et variant selon des incréments par exemple de 2° . Pour la valeur d'incrément et la plage de variation de θ_j choisie on obtient ainsi 20 paires de valeur θ_{ij}, ρ_j associées à chaque couple x_i, y_i . Pour un autre pixel x_k, y_k on va obtenir un ensemble de valeurs ρ_{kj}, θ_j et le système définit un vecteur d'accumulation à partir de ces tableaux de valeurs, le vecteur d'accumulation étant obtenu en additionnant les niveaux de gris des pixels dont les couples de valeurs ρ_{ij}, θ_j sont identiques. En fait le système associe à chaque paire x_i, y_i une pluralité de trois valeurs ρ_{kj}, θ_j, n_g (niveau de gris) puis fait la somme pour des ρ_{kj}, θ_j identiques des niveaux de gris et ainsi on détermine un

ensemble de vecteurs d'accumulation qui est en fait un tableau à trois dimensions où l'axe des x correspond aux paramètres ρ , l'axe des y aux paramètres θ , l'axe des z à la somme des niveaux de gris de points des sinusoïdes qui passent par le couple ρ, θ donné. Le programme détecte ensuite les extréma locaux des niveaux de gris qui, pour la détection des lignes blanches consistera à déterminer les maxima locaux, et, pour la détection des lignes sombres, à

rechercher des minima locaux.

A chaque maximum ou minimum correspond donc une droite identifiée par la valeur ρ, θ associée à ce maximum. Chaque point ρ, θ de l'équation sinusoïdale correspond à l'équation paramétrique d'une droite. On peut donc par le calcul inverse déterminer à partir de ρ, θ l'équation de la droite et à partir de cette équation de chaque droite représentative des stries, déterminer les coordonnées d'un point situé sur l'intersection de cette droite représentative d'une

strie avec une droite qui sera par exemple la médiatrice de l'écran. Ceci permet de définir la strie par un seul point de coordonnée et donc de limiter pour chaque balle le nombre de données numériques permettant de définir les différentes stries.

Il est évident que le choix de la dimension du vecteur d'accumulation dépend essentiellement du type d'images analysées et du temps de calcul dont on dispose. Si les droites que l'on recherche sont orientées dans n'importe quelle direction il faudra prendre pour le paramètre θ un intervalle d'échantillonnage compris entre 0 et 180° avec un pas d'incrément de 10° par exemple.

Grâce à l'éclairage rasant les rayures apparaissent sur l'image de la caméra de façon contrastée par rapport à la surface du projectile. L'opérateur complète ensuite manuellement les informations de la base de donnée en entrant les autres informations telles que le calibre, la famille de l'arme, le type de l'arme, etc....

Cette méthode d'extraction des informations numériques à partir des images prises permet d'une part de réduire grandement la place de stockage nécessaire et d'autre part d'obtenir une base de donnée sur un objet portable tel qu'un support magnétique ou électronique et facilement transportable pour être exploité dans tout lieu où la nécessité s'impose. L'exploitation de la base de donnée s'effectue grâce à un système informatique et un logiciel d'application chargé sur le système informatique destiné à exploiter d'une part les informations de la base de donnée, d'autre part celles fournies par l'analyse et l'extraction des critères d'un dossier concernant le projectile incriminé. Le logiciel d'exploitation fait d'abord apparaître à l'utilisateur une fenêtre (201) permettant de sélectionner dans un menu les critères du dossier incriminé sur lequel il veut travailler puis de charger ces critères à partir du support de type disquette, CD-ROM, disque optique. Puis une deuxième fenêtre (202) permet à l'utilisateur, par un menu ou par des boutons validés par les actions de la souris, de sélectionner les critères du dossier de référence sur lequel la recherche va s'effectuer, ces critères devant être normalement les mêmes que ceux du dossier incriminé. A l'étape (203) le système positionne un compteur (DI) de critères de dossier incriminé à 1 puis effectue à l'étape (204) la lecture du critère du dossier incriminé ayant le numéro (DI). A l'étape (205) le système positionne un compteur (DR) de dossier de référence à 1 puis l'étape (206) positionne un compteur (I) de critères pour le dossier de référence ayant le numéro (DR). A l'étape (207) le logiciel examine si la nature du critère du dossier incriminé est identique à la nature du critère du dossier de référence. Cette nature est définie par une information codée associée aux informations numériques de chaque critère. Dans le cas affirmatif, le système passe à l'étape (208) suivante de calcul d'indices. Dans la négative, le système fait un saut à l'étape (211) qui permet de passer au critère de dossier de référence suivant. Le calcul d'indice de vraisemblance va s'effectuer à l'étape (208) par une comparaison des valeurs numériques pour chaque critère. Ainsi pour le critère des rayures on va examiner pour chaque rayure du projectile incriminé si la position de ces rayures correspond à la position des rayures du dossier de référence. Dans le cas où la position de toutes les rayures du projectile incriminé correspondent aux positions des rayures du dossier de référence il est examiné à l'étape (209) s'il y a lieu d'appliquer un filtre en déterminant à l'étape (209) la nature du critère et s'il s'agit de critères rayures ou interrayures. Le système applique un filtre dans le cas où le rapport du nombre de rayures du dossier de référence identiques aux rayures du dossier incriminé sur le nombre de rayures total du dossier de référence est supérieur à 0,6. Dans ce cas on applique au résultat d'analyse de vraisemblance qui correspond à 90 ou 100 % par exemple un coefficient réducteur pour le ramener à une valeur plus proche de la réalité, compte tenu du fait qu'on regarde l'égalité entre le dossier incriminé et le dossier de référence et non pas entre le dossier de référence et le dossier incriminé. Puis le programme se poursuit par un test (212) pour déterminer si le compteur (I) de critères du dossier de référence est égal au nombre total de critères des dossiers de référence, dans le cas où ce test est négatif, à l'étape (213) ce compteur (I) est incrémenté et le programme se rebranche au niveau (214) avant le test entre la nature du critère du dossier de référence et la nature du critère du dossier incriminé. Dans le cas où le compteur (I) est égal au nombre total de critères le programme passe à l'étape (215) suivante qui consiste en un test pour déterminer si le compteur (DR) du nombre de dossiers de référence est égal au nombre total de dossiers de référence. Si à l'étape (215) la réponse est non, le compteur (DR) de dossier de référence est incrémenté à l'étape (216) et le programme se rebranche entre les étapes (205) d'initialisation du compteur de dossier de référence, et l'étape (206) d'initialisation du compteur de critères pour les dossiers de référence. Dans la réponse affirmative à l'étape (215) sur le test du nombre de dossiers de référence examinés, le programme passe à l'étape (218) constituée par un test sur le nombre (DI) de critères incriminés pour examiner si ce nombre est égal au nombre total de critères. Dans la négative, le programme incrémente le compteur

(DI) du nombre de critères incriminés (219) et se rebranche entre l'étape (203) d'initialisation du compteur de critères du dossier incriminé et, l'étape (204) de lecture du critère du dossier incriminé. Dans le cas où le test (218) est positif, le programme se poursuit à l'étape (220) par le classement et l'affichage des résultats obtenus. Ce classement permet de déterminer dans la base de donnée un certain nombre de projectiles dont les caractéristiques se rapprochent le plus des critères retenus. Ce logiciel permet donc à l'utilisateur d'agir sur les critères de comparaison et, selon les dossiers, de sélectionner plus judicieusement les critères qui vont permettre d'arriver à une conclusion. Un tel logiciel permet donc à un enquêteur à partir de trois éléments portables l'un comportant le logiciel d'application, l'autre la base de donnée et, le troisième les données du dossier du projectile incriminé de progresser dans une enquête.

Le logiciel d'application comporte un programme d'interface permettant d'effectuer l'affichage des fenêtres des figures 5 et 6 et de gérer les événements clavier ou souris en fonction du bouton souris ou de la touche clavier enfoncée et de la position du curseur représentée sur l'écran pour déclencher les opérations correspondantes aux boutons ou aux fonctions affichés. Ainsi la fenêtre générale (50) comporte une barre menu (51) dans lesquelles l'opérateur peut sélectionner le menu fichier (511), le menu visualisation (512), le menu acquisition (513), le menu traitement (514), le menu graphique (515), le menu d'archivage (516), et le menu type arme (517). A chacun de ces menus est associé une sous fenêtre permettant de sélectionner les opérations ou les fonctions à réaliser. La fenêtre (50) comporte également un premier groupe ou boîte à boutons (52) comportant un bouton balle, un bouton douille de calibre 12, 16, un bouton douille, un bouton quelconque, un bouton type arme. L'opérateur peut également sélectionner dans un groupe de boutons (53) affichage, le type d'affichage parmi les suivants : classique, côte à côte, comparaison, incrustation. Enfin il peut sélectionner dans les groupes de boutons (54, 55) le mode de recherche par une sélection entre une recherche globale et une recherche sélective et, dans ce type de recherche sélectionner les modalités de recherche, par exemple sur les critères de base, sur tous les critères ou certains critères seulement. Enfin un groupe de boutons (56) permet de choisir le mode d'expression de score par une image, par un dossier ou par un arrangement. Une fenêtre (59) permet d'afficher dans une liste déroulante (592) les références des dossiers disponibles et de commander le déroulement de cette liste par les boutons d'avance (593) de la liste de façon à amener la surbrillance sur le dossier souhaité. Une seconde liste déroulante (591) permet d'afficher les images associées à un dossier mis en surbrillance, et dans ces images associées, de sélectionner la ou les images souhaitées en choisissant, par exemple la rayure (3) et l'inter-rayure (1). Des flèches (594) de commandes du déroulement de la liste du menu (591) permettent d'amener la surbrillance sur une image associée que l'on souhaite sélectionner. Enfin la fenêtre principale (50) comporte également pour un dossier incriminé un menu (57) permettant de choisir les actions à effectuer parmi les suivantes : (571) d'initialisation, (572) ajout d'images, (573) élimination images, (574) sauvegarde du dossier, (575) recherche dossier et, à côté de ce menu (57) figure une fenêtre (58) dans laquelle on peut faire apparaître une image stockée en mémoire.

Cette fenêtre principale (50) comporte encore un bouton (502) renseignements et une fenêtre graphique (501) permettant d'afficher selon un code couleur l'indice de probabilité calculé correspondant à la comparaison entre un dossier incriminé et un dossier sélectionné. Enfin un bouton (503) permet d'accéder à un menu de commande de la caméra.

Le logiciel fait apparaître, lorsque l'on clique le bouton (502) renseignement, la fenêtre de la figure 6 décomposée en neuf zones successives (61 à 69). Une première zone (61) correspond aux références de l'affaire et comporte un bouton (611) permettant d'indiquer s'il s'agit d'une arme retrouvée et de documenter dans une zone texte alphanumérique (612), le numéro du dossier, dans une autre zone (613), le nom de l'affaire et dans une zone (614) le type d'infraction. Une deuxième zone (62) concerne la nature de l'image et permet par un bouton (621) de sélectionner la nature de l'image parmi les natures différentes : rayures, défauts, etc., une zone texte permet d'indiquer le numéro de la balle et, des boutons (623) d'augmentation et (624) de diminution de faire augmenter ou diminuer le numéro de balle. Une zone (626) comportant les mêmes boutons d'augmentation (627) et diminution (628) permet d'indiquer le numéro de rayures et, un bouton (625) permet d'indiquer si l'ordre de rayures est connu. Une troisième zone correspond aux critères de base et permet de sélectionner par une liste déroulante (631) la famille d'arme parmi les familles citées précédemment, une liste déroulante (632) permet de sélectionner le type d'arme dans une liste enregistrée, une liste déroulante (633) permet de sélectionner l'orientation des rayures à droite ou à gauche, une liste déroulante (635) permet de sélectionner le calibre, un bouton (634) permet de choisir la largeur des rayures, un bouton (636) permet de déterminer s'il y a présence de douille, un bouton (637) permet d'indiquer le nombre de rayures et un bouton (638) permet d'inscrire le pas d'orientation en millimètres. Une quatrième zone (64) permet de choisir les critères descriptifs dans quatre listes déroulantes, une première (641) décrivant l'état de la balle (par exemple intacte), une deuxième (642) décrivant le type de balle (par exemple blindé), une troisième (643) décrivant le chemisage (par exemple cuivré), une quatrième (645) décrivant la déformation (indéterminée). Une cinquième zone permet de sélectionner les critères géométriques par trois sous-zones (66, 67, 68), une première sous-zone de détermination de la localisation des bords permet par un bouton (663) de déclencher la détection automatique ou par un bouton (664) de passer en détection manuelle, ces deux boutons fonctionnant sur le principe d'une bascule, un troisième bouton (661) permet de déterminer si c'est le bord supérieur et un quatrième bouton de déterminer s'il s'agit du bord inférieur. La deuxième sous-zone (67) permet de choisir les critères de localisation des stries par un bouton (673) en détection automatique et par un

bouton (674) en détection manuelle. Cette zone comporte également un bouton (671) de saisie et un bouton (672) d'effacement. Enfin la troisième sous-zone (68) permet la localisation des défauts et comporte un bouton (681) saisie, un bouton (682) d'effacement. La dernière zone (69) de la fenêtre comporte trois boutons (691) validation, (692) commentaire, (693) annulation permettant soit de valider, soit d'inscrire des commentaires, soit d'annuler la sélection effectuée par l'opérateur sur les critères de renseignements balle.

Il est possible d'ajouter à côté de la troisième sous zone (68) d'autres sous zones non représentées qui permettraient de faire appel à d'autres critères d'analyses des douilles tel que le critère de corrélation. Ce critère de corrélation utilise le principe de la corrélation statistique qui permet, lorsque l'on dispose de deux variables statistiques x et y comprenant le même nombre d'éléments x_i et y_i , i allant de 1 à n , de calculer un coefficient de corrélation r entre ces deux variables donné par les formules suivantes : $S_x = \sum X_i$; $S_y = \sum Y_i$; $S_x^2 = \sum (X_i)^2$; $S_y^2 = \sum (Y_i)^2$; $S_{xy} = \sum X_i \cdot Y_i$; $S_{XX} = S_x^2 - (S_x)^2/n$; $S_{YY} = S_y^2 - (S_y)^2/n$; $S_{XY} = S_{xy} - (S_x \cdot S_y)/n$; le coefficient de corrélation r est donné par la formule : $r = S_{XY} / \sqrt{S_{XX} \cdot S_{YY}}$. Ce coefficient de corrélation r est utilisé pour comparer, soit deux images de douilles entre elles, soit des formes extraites à partir d'images. Dans le cas de deux images la variable statistique X correspond au pixel de l'image N°1 et la variable statistique Y correspond au pixel de l'image N°2. Dans le cas de deux formes la variable X correspond aux points de contour de la forme N°1 extraite d'une image et la variable Y aux points de contour de la forme N°2 extraite de la deuxième image. L'algorithme de comparaison utilisant le critère de corrélation repose sur le principe que l'image N°1 est certainement différente en taille de l'image N°2 comme représentée à la figure 8. Dans le cas représenté par la référence (81) on va comparer la partie de l'image N°2 à la partie de l'image N°1 qui est superposée avec l'image N°2. On calcule le critère de corrélation r entre les pixels x_i de la partie de l'image N°1 superposée à la N°2 et les critères y_i de l'image N°2. Ensuite on fait un décalage horizontal d'un pixel dans la sélection des pixels de l'image N°1 qui sont corrélés aux pixels de l'image N°2 et le programme calcule le nouveau critère de corrélation. Puis le programme poursuit les décalages horizontaux jusqu'à ce que les pixels de l'image N°1 corrélés à l'image N°2 soit superposés comme dans l'exemple référencé (82) avec l'image N°2 sur la figure 8 et le programme calcule à chaque décalage le critère de corrélation. L'algorithme poursuit ensuite en appliquant un décalage vertical d'un pixel et en repartant de la position où la zone d'image N°1 sélectionnée se situe la plus à gauche comme représentée par la référence (81) avec un décalage vertical d'un pixel. Le programme va traiter par une succession de décalages horizontaux et verticaux les ensembles de pixels des zones d'image N°1 correspondant aux surfaces de l'image N°2 et calculer les coefficients de corrélation entre les différentes dispositions possibles. Après un certain nombre de décalages verticaux on se retrouve dans la situation représentée par la référence (83). Puis on effectue encore une succession de décalages horizontaux pour se retrouver dans la situation représentée par la référence (84). Pour chaque situation découlant d'un décalage le système calcule également le coefficient de corrélation. Puis le programme compare la série de coefficient de corrélation obtenu à la suite des différents décalages successifs pour déterminer le coefficient de corrélation maximum qui correspond au meilleur score entre les deux images.

Lorsque l'on utilise cet algorithme de comparaison entre deux formes on commence par appliquer une succession de dilatation entre les images des deux formes et une succession de comparaison avec des angles de rotation qui sont incrémentés de trois degrés en trois degrés. Ces rotations et ces dilatations sont combinées aux décalages horizontaux et verticaux successifs des images de façon à obtenir plusieurs séries de coefficient de corrélation parmi lesquelles on recherche le coefficient de corrélation maximum. Ceci permet de déterminer de façon automatique l'image ou les formes de douilles correspondant à la douille incriminée.

On comprend que l'on a ainsi réalisé un procédé de comparaison de projectiles permettant une plus grande flexibilité dans l'utilisation des critères de comparaison nécessitant un système informatique moins sophistiqué et facilement utilisable quel que soit le lieu d'utilisation.

D'autres modifications à la portée de l'homme de métier font également partie de l'esprit de l'invention.

ANNEXE

5

10

15

20

25

30

35

40

45

Nature	Empreintes distinctes	Position	Forme	Texture	Nombre	Striation
Arrêteoir	Trace laissée par des pièces métalliques bloquant les cartouches dans le magasin tubulaire - chasse uniquement	X	X		X	X
Défaut d'amorce et de plateau	Traces particulières de l'arme	X	X	X	X	
Ejecteur	Trace laissée par une pièce métallique servant à éjecter la douille	X	X		X	X
Extracteur	Trace laissée par une pièce métallique servant à extraire la douille	X			X	X
Indicateur de chargement	Trace laissée par l'indicateur de chargement ou son logement	X	X		X	
Marque d'alimentation	Trace laissée par la culasse lors de l'introduction de la cartouche dans la chambre de tir	X			X	X
Passage d'extracteur	Encoche sur la culasse au niveau de l'extracteur	X	X		X	
Passage d'éjecteur	Encoche sur la culasse au niveau de l'éjecteur	X	X		X	
Percussion	Trace laissée par le percuteur au moment du tir	X	X	X	X	X
Stries d'amorce et de plateau	Striation laissée par la culasse lors du tir	X			X	X

50

Revendications

1. Procédé de comparaison de douilles de projectiles caractérisé en ce que le procédé comporte :

55

une étape de constitution et de stockage dans une mémoire d'une base de donnée des différents projectiles existant, contenant pour chaque projectile référencé une pluralité d'informations numériques correspondant chacune à un critère différent associé à une empreinte sur le projectile;

une étape de prise d'un nombre déterminé d'images d'un projectile incriminé et de traitement de ces images

par un système informatique pour extraire les informations numériques correspondant chacune à un des critères de la base de donnée

une étape de traitement et d'extraction des informations numériques comportant une étape de sélection sur un moyen de visualisation par des moyens interactifs d'une zone d'image affichée sur les moyens de visualisation et incluant l'empreinte correspondant à un critère, conversion de la zone sélectionnée de l'image en une représentation numérisée de l'image puis traitement de la représentation numérisée pour extraire les paramètres correspondants à un critère donné.

une étape de comparaison de chacune des données d'un projectile incriminé avec les données de chaque référence de projectiles pour les mêmes critères.

2. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 1, caractérisé en ce que la technique d'extraction et de traitement varie en fonction de la nature de l'empreinte et du critère associé.

3. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque nature d'empreinte à un nombre défini de critères sélectionnés parmi les critères, de forme, de position, de texture, de striation.

4. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 3, caractérisé en ce que lorsque, la nature de l'empreinte est la zone de percussion, le système calcule le centre et la forme de la zone, puis calcule un indice qui est le rapport de la zone sélectionnée sur la surface de l'empreinte.

5. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'utilisateur dispose de moyens permettant de déterminer les critères pris en compte pour la comparaison, lesdits moyens consistant en une liste de critères affichables sur des moyens de visualisation et par des actions, telles que des clics, sélectionnables et validés par l'utilisateur grâce à des moyens d'entrée de type souris.

6. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison selon le critère du calibre de la douille de projectile.

7. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'arrêtoir.

8. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de défaut d'amorce.

9. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'éjecteur.

10. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'extracteur.

11. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de l'indicateur de chargement.

12. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de marque d'alimentation.

13. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de passage d'extracteur.

14. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte de passage d'éjecteur.

15. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondant à l'empreinte de percussion.

16. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 5, caractérisé en ce que le procédé effectue une comparaison sur les données des critères correspondants à l'empreinte des stries d'amorce et de

plateau laissé par la culasse lors du tir.

17. Procédé de comparaison de douilles de projectiles selon la revendication 16, caractérisé en ce que la comparaison des données incriminées avec les données de référence selon le critère des striations s'effectue en comptant le nombre de rayures du projectile incriminées situées au même endroit que les rayures du projectile de référence puis par application d'un coefficient de filtre au résultat si le rapport entre le nombre de rayures du dossier de référence ayant fait l'objet d'un compte et le nombre total de rayures du dossier de référence est supérieur à 0,6.

18. Dispositif caractérisé en ce qu'il comporte une table de présentation de l'échantillon de projectile pourvue d'un éclairage rasant parallèle au support de projectile, un support maintenant une caméra de type numérique avec grand champ selon une direction perpendiculaire au plan du support la caméra ayant une résolution de 1280 x 1024 pixels ;

un dispositif d'analyse des informations numériques représentant l'image saisie et permettant l'extraction, pour un échantillon donné, de la valeur numérique représentative de chaque critère associé à une nature d'empreinte différente d'une rayure, des moyens interactifs permettant à l'utilisateur de compléter les autres critères constituant des données de la base de donnée tels que les informations concernant le calibre, et les défauts ; des moyens de mémoriser ces informations sur un support physique transportable ou transférable.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que les moyens interactifs comportent un logiciel applicatif permettant d'afficher sur un moniteur une fenêtre comportant une pluralité de zones de texte correspondant chacune à un critère et destinées à recevoir et n'accepter que des informations numériques avec pour chaque zone de texte la désignation, à côté de la zone de texte, du critère concerné.

20. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il est utilisé pour extraire les informations concernant un projectile incriminé et exploiter ces informations sur un système informatique pourvu d'un logiciel d'application permettant de sélectionner dans la base de donnée les critères du dossier incriminé et dans la base de donnée du système informatique les mêmes critères pour les dossiers de référence puis à effectuer sur chaque critère un comptage des informations identiques de façon à déterminer un indice de vraisemblance.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que la base de donnée de référence et les valeurs numériques des critères du dossier incriminé sont mémorisées sur un support physique transportable.

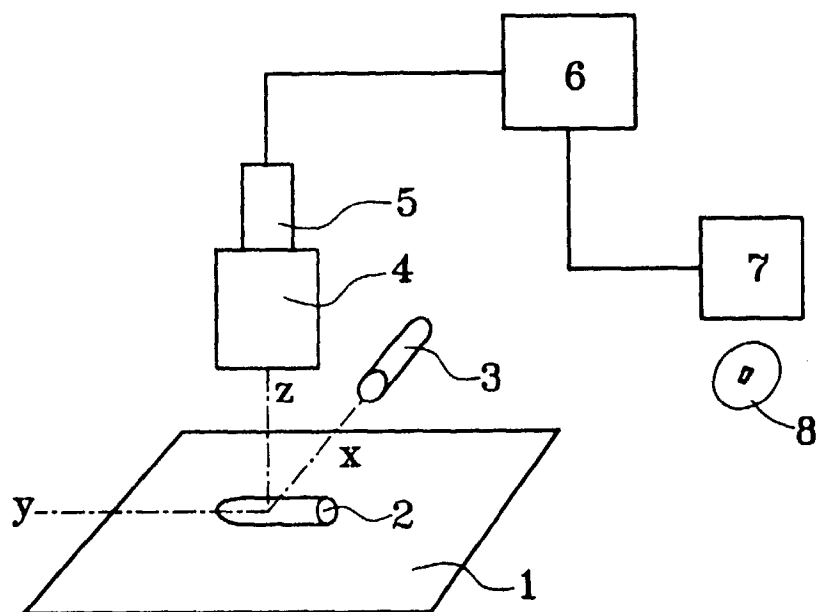


FIG. 1

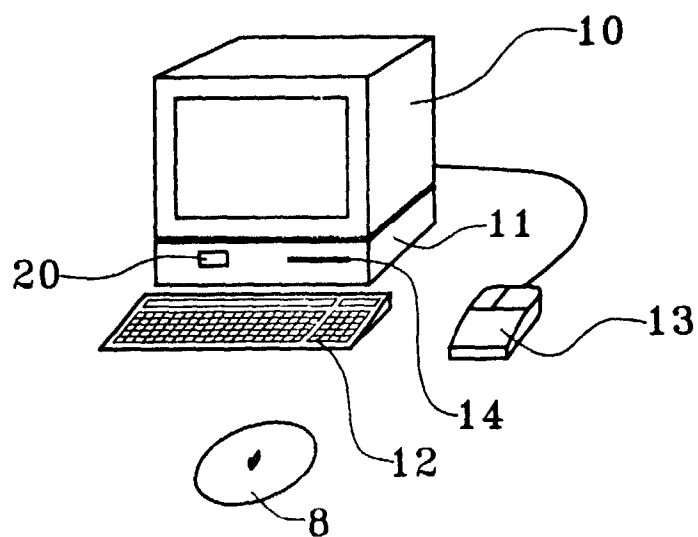


FIG. 2

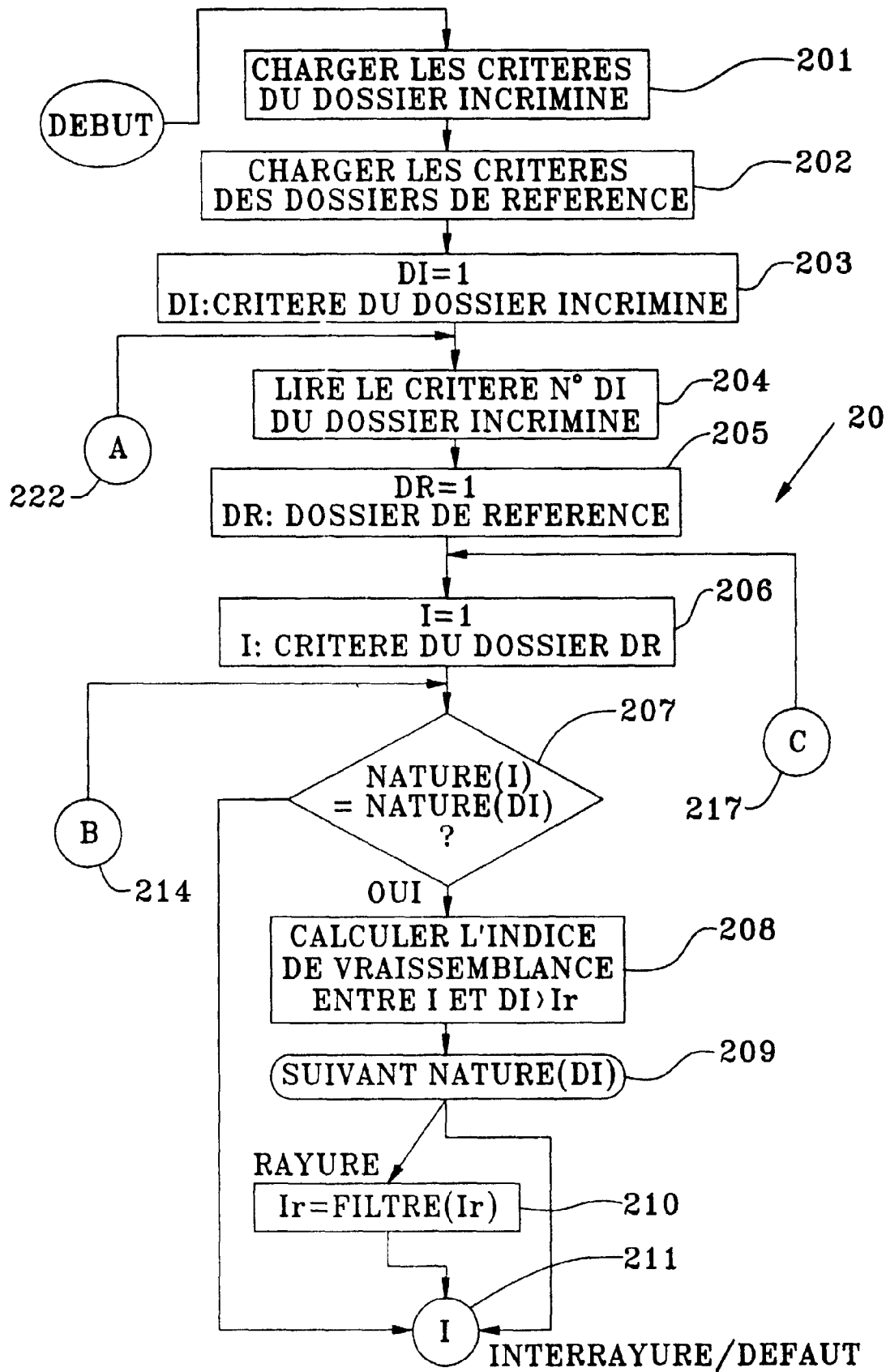


FIG. 3a

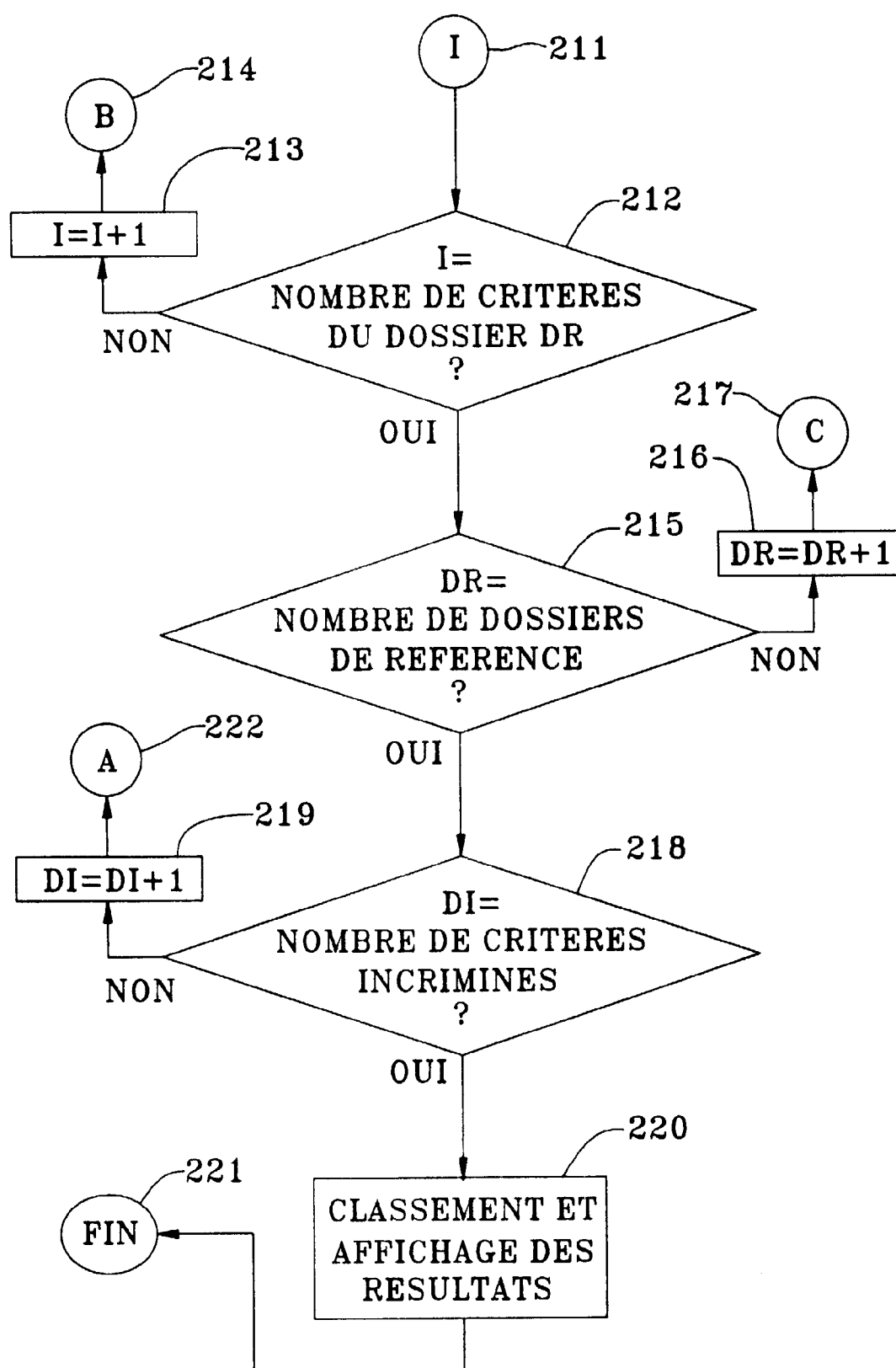


FIG. 3b

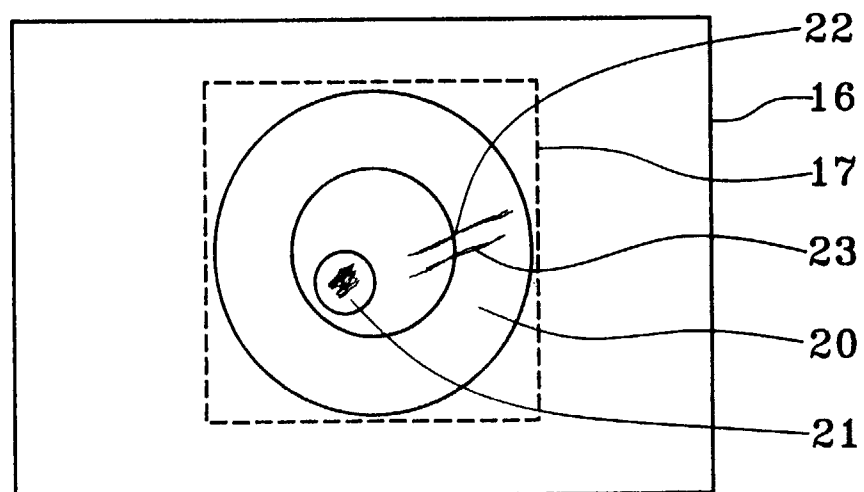
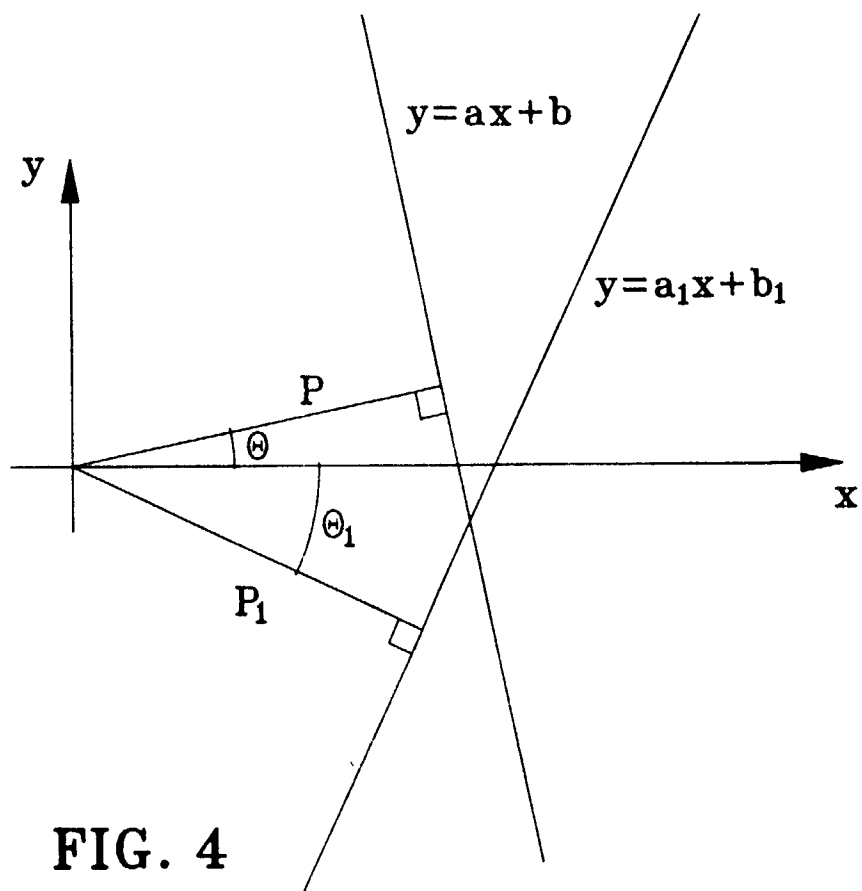


FIG. 7

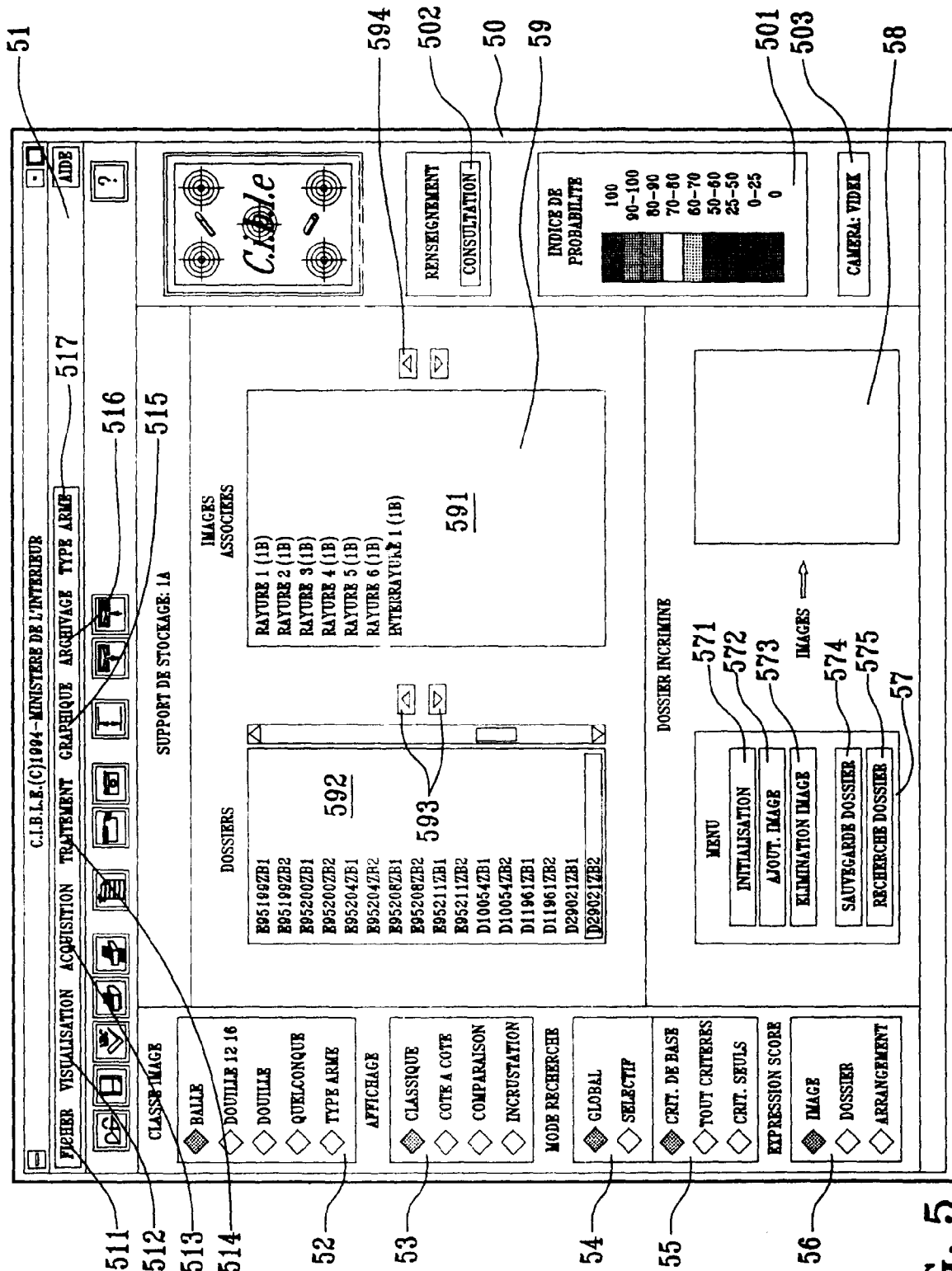


FIG. 5

C.I.B.L.E.(C)1994-MINISTRE DE L'INTERIEUR 60

FICHER VUE **RENT**

RENSEIGNEMENT BALLE

☐ ARME RETROUVEE 611

CLASSE

☒ BALLE

☐ DOUILLE

☐ DOUILLE

☐ QUELQUE

☐ TYPE

AFFIC

☒ CLASSE

☐ COTE

☐ COM

☐ INCR

MODE REC

☒ GLOB

☐ SELE

☒ CRIT.

☐ TOUT

☐ CRIT.

EXPRESSI

☒ IMAG

☐ DOSS

☐ ARR

REFERENCES DE L'AFFAIRE 61

NUMERO DE DOSSIER: E95211 612

AFFAIRE: LYON 613

INFRACTION: HOMICIDE VOLONTAIRE 614

NATURE DE L'IMAGE 62

NATURE DE L'IMAGE: RAYURE 621

BALLE N°: 1 622

RAYURE N°: 2 623

ORDRE RAYURES CONNU 624

CRITERES DE BASE 63

FAMILLE D'ARME: PISTOLET SEMI-AUTO. 631

TYPE D'ARME: BERRETA 632

ORIENTATION DES RAYURES: DROITE 633

LARGEUR DES RAYURES: 19 1/10 mm 634

CALIBRE: INDETERMINE 635

PRESENCE DE DOUILLES 636

NOMBRE DE RAYURES: 6 637

PAS D'ORIENTATION: mm 638

CRITERES DESCRIPTIFS 64

ETAT DE LA BALLE: INTACT 641

TYPE DE BALLE: BLINDE 642

CHEMISAGE: CUIVRE 643

DEFORMATION: INDETERMINE 644

CRITERES GEOMETRIQUES 65

LOCALISATION DES BORDS

☐ DETECTION AUTOMATIQUE

☒ DETECTION MANUELLE

BORD SUP. 664

BORD INF. 661

LOCALISATION DES STRIES

☒ DETECTION AUTOMATIQUE

☐ DETECTION MANUELLE

SAISIE 674

EFFACE 692

LOCALISATION DE DEFAUT

SAISIE 672

EFFACE 682

VALIDATION 691

COMMENTAIRE 67

ANNULER 693

FIG. 6

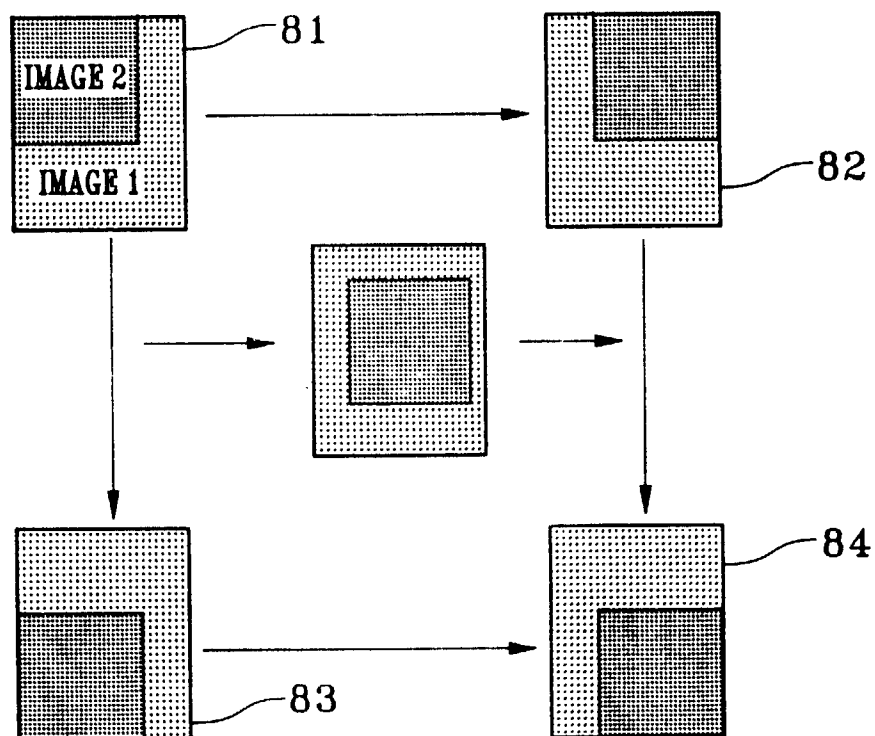


FIG. 8



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 0029

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y	US 5 134 661 A (REINSCH ROGER A) 28 Juillet 1992 * le document en entier *	1-21	F42B35/00
Y	ARNDT G D: "BALLISTIC SIGNATURE IDENTIFICATION STUDIES" 1 Janvier 1977 , PROCEEDINGS OF THE CARNAHAN CONFERENCE ON CRIME COUNTERMEASURES, KENTUCKY, APRIL 6 - 8, 1977, NR. -, PAGE(S) 235 , JACKSON J S XP000565288 * le document en entier *	1-21	
A	GARDNER G Y: "COMPUTER IDENTIFICATION OF BULLETS" 1 Janvier 1977 , PROCEEDINGS OF THE CARNAHAN CONFERENCE ON CRIME COUNTERMEASURES, KENTUCKY, APRIL 6 - 8, 1977, NR. -, PAGE(S) 149 - 166 , JACKSON J S XP000565287 * le document en entier *	1-21	
A	ARNDT G D ET AL: "BULLET SIGNATURE IDENTIFICATION USING TIME DOMAIN COMPUTER TECHNIQUES" 1 Janvier 1983 , PROCEEDINGS INTERNATIONAL CARNAHAN CONFERENCE ON SECURITY TECHNOL OGY, PAGE(S) 145 - 151 XP000568267 * le document en entier *	1-21	
A	US 4 644 583 A (WATANABE YUJI ET AL) 17 Février 1987 * colonne 2, ligne 3 - ligne 35; figure 3 * --- -/--	1-21	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		21 Mars 1997	Deconinck, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 0029

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 4 596 037 A (BOUCHARD DONALD R ET AL) 17 Juin 1986 * colonne 1, ligne 13 - colonne 2, ligne 53; figure 1 *	1-21	
A	US 3 680 966 A (COFEK HENRY ROBERT ET AL) 1 Août 1972	1-21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21 Mars 1997	Examineur Deconinck, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01.92 (P04C02)