



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
26.04.95 Bulletin 95/17

⑤① Int. Cl.⁶ : **G07D 7/00**

②① Numéro de dépôt : **90400166.6**

②② Date de dépôt : **22.01.90**

⑤④ **Dispositif et procédé rapides de reconnaissance de filigranes par rayonnements électromagnétiques.**

③⑩ Priorité : **23.01.89 FR 8900739**

④③ Date de publication de la demande :
08.08.90 Bulletin 90/32

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
26.04.95 Bulletin 95/17

⑥④ Etats contractants désignés :
BE DE FR GB NL

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 078 708
EP-A- 0 101 115
FR-A- 2 196 494
FR-A- 2 428 287
FR-A- 2 443 107
GB-A- 2 199 173
US-A- 4 435 834

⑦③ Titulaire : **ARJO WIGGINS S.A.**
3, rue du Pont de Lodi
F-75006 Paris (FR)

⑦② Inventeur : **Camus, Michel**
Le Guillermet
F-38850 Charavines (FR)
Inventeur : **Frixon, Pierre Marcel Gabriel**
Campagne des Amandiers, Chemin des
Arlésiens
Peynier, 13790 Rousset (FR)
Inventeur : **Pesquier, Michel**
Le Village
F-13590 Meyreuil (FR)
Inventeur : **Menez, Jean-Paul**
18, rue d'Antony
F-91370 Verrieres Le Buisson (FR)

⑦④ Mandataire : **Portal, Gérard**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
F-75340 Paris Cédex 07 (FR)

EP 0 381 550 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention concerne un procédé de reconnaissance automatique de filigranes par rayonnements électromagnétiques et plus particulièrement un procédé pour la reconnaissance de filigranes par rayons ultra-violet.

L'invention concerne en outre un dispositif pour la mise en oeuvre d'un tel procédé.

On sait que les papiers fiduciaires et de sécurité comportent des filigranes qui sont obtenus, lors de la fabrication de la feuille de papier par des formes rondes comportant des empreintes en creux et/ou en relief ou à l'aide de rouleaux filigraneurs comportant des dessins en creux et/ou en relief associés à une table plate (machine Fourdrinier). On obtient alors une image qui, lorsqu'on regarde la feuille de papier en transmission, apparaît soit claire, si le rouleau filigraneur comporte un dessin en relief, soit ombrée, si le rouleau filigraneur comporte un dessin en creux. Les zones claires sont dues au fait que l'épaisseur de la feuille et la densité des fibres sont plus faibles que l'épaisseur de la feuille et la densité des fibres dans les zones où il n'y a pas eu empreinte par le rouleau filigraneur. Au contraire, les zones foncées sont dues au fait que l'épaisseur de la feuille et la densité des fibres sont plus importantes.

Les filigranes constituent un excellent moyen de reconnaissance des papiers authentiques. En effet, le filigrane ne se reproduit pas par impression ou photocopie, toutefois, les contrefacteurs reproduisent les impressions portées sur les papiers fiduciaires, au moyen d'encre blanches ou de matériaux opacifiants ou transparentisants.

Jusqu'à présent, pour vérifier un filigrane, on se contentait de regarder à l'oeil nu le papier par réflexion et par transparence et d'estimer si le filigrane était authentique. Or, si une telle méthode est fiable, elle ne permet cependant pas une reconnaissance automatique et rapide des filigranes portés sur de nombreux documents ou coupons.

Un but de l'invention est de fournir un procédé automatique de reconnaissance de filigranes.

Un autre but de l'invention est donc de fournir un procédé de reconnaissance de filigranes qui soit fiable et rapide.

Par ailleurs, on connaît des dispositifs permettant de trier les vieux coupons parmi un ensemble de coupons. Des coupons trop sales, trop déchirés ou trop usagés sont séparés pour ensuite être détruits.

Un but de l'invention est donc de fournir un procédé automatique rapide qui permette, lorsque l'on effectue sur une machine le tri des coupons usagés, de détecter simultanément les faux-billets par reconnaissance du filigrane pour des vitesses de convoyeur de billets comprises, par exemple entre 10 et 60 billets par seconde.

Un autre but de l'invention est de reconnaître un

filigrane malgré le vieillissement dû à la salissure, au froissement, aux taches, aux trous du coupon dus à son utilisation.

Enfin, un but de l'invention est de fournir un dispositif de reconnaissance de filigranes, ayant un encombrement suffisamment réduit pour pouvoir être adapté sur un dispositif de tri de coupons neufs ou usagés.

Un autre but de l'invention est de reconnaître la contrefaçon.

De nombreux documents ont décrit des procédés et dispositifs pour vérifier l'authenticité de coupons ou billets.

Le brevet américain US 4 041 456 décrit un dispositif dans lequel un billet passe à travers un poste de détection, et deux sources lumineuses haute et basse illuminent des bandes haute et basse du billet, chaque bande étant divisée, lors de la détection, en quatre portions successives. La lumière réfléchie par les bandes haute et basse frappe des photodétecteurs haut et bas. On compare les signaux correspondants aux portions successives avec des signaux de référence enregistrés.

Le document FR-A-2 218 599 décrit un dispositif permettant de reconnaître un graphisme caractéristique du document à vérifier par comparaison avec un étalon de référence. Le graphisme est constitué par exemple par une série de lignes imprimées. Le dispositif comporte une tête de lecture constituée par un capteur de réflexion à fibres optiques et un circuit électronique qui comprend une source de signaux de référence constituée par une mémoire morte.

Le document EP-A-56116 décrit un dispositif comportant un palpeur qui détecte une propriété sur toute la surface d'un coupon, le signal résultant étant soumis à une intégration sur des intervalles successifs, puis transformé sous forme numérique et comparé ensuite avec différents modèles enregistrés.

Le document EP-A-72237 décrit un dispositif optique pour examiner une feuille, plus particulièrement un billet. Ce dispositif comprend des moyens pour définir un chemin de déplacement de la feuille, des moyens pour déplacer la feuille le long du chemin de déplacement, un photodétecteur qui reçoit la lumière d'une bande illuminée de la feuille et des moyens d'analyse pour comparer le signal qui sort du photodétecteur avec un signal enregistré. La bande illuminée est située dans une direction sensiblement perpendiculaire à la direction du mouvement de la feuille et s'étend, dans ladite direction perpendiculaire, au-delà des bords latéraux de la surface de la feuille lorsqu'elle se déplace le long du chemin de déplacement. Les moyens pour illuminer la bande sont constitués par une source lumineuse et un arrangement de fibres optiques en queue de poisson. Le photodétecteur reçoit toute la lumière parvenant de la bande illuminée et génère, à tout instant, un signal d'intensité

unique représentant l'intensité totale de l'ensemble de la lumière parvenant de la bande. Les moyens d'analyse comparent une onde représentant la variation de l'intensité pour la bande de feuille avec une onde représentant l'intensité pour une bande qui est stockée dans une mémoire.

Le dispositif n'utilise pas un détecteur à haute résolution, car avec un tel détecteur qui comprend des pixels ayant une faible taille, il est nécessaire de traiter un grand nombre d'informations. Or, dans les systèmes de transport de billets, qui sont couramment dans le commerce, la vitesse de défilement des billets est de 20 à 40 billets par seconde, et parfois jusqu'à 60 billets par seconde.

Jusqu'à présent, aucun dispositif ne permettait de traiter ces informations avec une vitesse compatible avec la vitesse des convoyeurs de billets.

On connaît aussi des dispositifs qui permettent de reconnaître l'absence ou la présence de filigrane, mais ne permettent pas de comparer deux filigranes, donc d'authentifier un filigrane.

On a décrit dans le brevet US 4 296 326 un procédé et un dispositif de détection d'absence ou de présence de filigrane. Dans une première étape, on mesure l'absorption d'une radiation ultra-violettes par le papier. On élimine les feuilles qui sont fluorescentes aux radiations ultra-violettes. Dans une seconde étape, on mesure la transmission de la lumière visible et on élimine les feuilles dont la transmittance est constante.

Cependant, un tel procédé ne permet pas de reconnaître un filigrane donné d'un autre filigrane et en outre, il nécessite deux sources lumineuses.

On a décrit dans le document FR-A-2 363 100 un procédé de contrôle de bandes de papier munies de filigranes se reproduisant périodiquement. Cependant, ce procédé ne permet pas de reconnaître un filigrane réalisé dans un coupon unitaire, tel qu'un billet de banque.

On a décrit dans le document EP-A-101115 un dispositif de reconnaissance de billets qui détecte les dessins imprimés, ainsi que les dimensions, la couleur et la fluorescence aux rayons ultra-violettes. Ce dispositif comporte une série de photo-diodes qui reçoivent la lumière émise par une lampe 6. Cette lumière est visible et sa partie de radiation ultraviolette est déviée pour tester la fluorescence du papier. On n'utilise donc pas de rayons UV pour reconnaître le filigrane.

On a décrit dans le document EP-A-078708 un dispositif qui est utilisé pour reconnaître les dessins imprimés à la surface des billets de banque. Un tel dispositif utilise des moyens d'éclairage du dessin sur la surface. Ceux-ci peuvent être une lumière filtrée pour ne laisser passer que les rayons UV. Un assemblage linéaire de photodétecteur recueille la lumière. Un convertisseur analogique digital transforme les signaux émis par ces photodétecteurs et un

corrélateur compare pixel par pixel les signaux émis avec des signaux de référence. Un tel dispositif présente de nombreux inconvénients. En effet, la source lumineuse ne travaille pas à une longueur d'onde adéquate pour s'affranchir des salissures. En effet, au-dessus de 400 nanomètres environ, les salissures diffractent la lumière et donc perturbent la reconnaissance du filigrane.

De plus, la lumière qui est captée dans un tel dispositif peut être la lumière transmise après passage à travers le filigrane, ou à travers les impressions d'encre ou à travers les déchirures. Par conséquent, ce dispositif ne sera pas capable de reconnaître comme authentique un billet qui aura été taché ou déchiré.

En outre, un tel dispositif ne permet pas de reconnaître un filigrane à haute vitesse.

On a décrit dans le document GB-A-2 199 173 un dispositif de reconnaissance de billets de banque comportant un détecteur d'image qui donne des signaux d'image sous forme séquentielle. L'image qui est reconnue est par exemple un portrait, un dessin ou le filigrane. En fait, le filigrane est traité comme une image extérieure au papier et en aucun cas on ne mesure la densité des fibres et l'épaisseur du papier.

Ainsi, si un contrefacteur réalise un faux filigrane au moyen d'une encre transparentisant le papier à certains endroits pour dessiner une figure, c'est ce dessin qui sera reconnu par le dispositif décrit dans ce document et ce dispositif ne pourra pas reconnaître qu'il ne s'agit pas d'un véritable filigrane.

Or, de manière surprenante et contrairement à ce qui est suggéré par la technique antérieure, la demande a trouvé qu'il est possible de reconnaître un filigrane, porté par un coupon, en utilisant un dispositif comprenant un détecteur à haute résolution, et en traitant les données obtenues à vitesse compatible avec la vitesse de déplacement des coupons dans des convoyeurs placés dans des machines de tri habituellement utilisées. On peut aussi reconnaître l'image quelle que soit la direction de déplacement du billet.

L'invention concerne donc un procédé rapide et automatique de reconnaissance de filigrane d'un coupon unitaire, ledit filigrane étant constitué par des variations de densité du coupon dans son épaisseur, comprenant les étapes suivantes :

- a) on illumine au moins un coupon comportant un filigrane de référence par une onde électromagnétique de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nanomètres,
- b) on capte l'onde électromagnétique transmise à travers l'épaisseur du coupon sous forme d'énergie transmise I_t qui est fonction de la densité de matière du coupon,
- c) on détecte point par point les différentes énergies transmises $I_t^1 ; I_t^2 ; \dots ; I_t^n$,
- d) on transfère en série chaque intensité I_t^n

correspondant à un point n avant l'intensité I^{n+1}_t correspondant au point suivant $n+1$,

e) on transforme les valeurs analogiques détectées des énergies transmises en valeurs numériques de référence,

f) on enregistre en mémoire les valeurs numériques de référence,

g) on illumine un filigrane à reconnaître et on le traite selon les étapes a, b, c, d, e précédentes, pour obtenir en mémoire les valeurs numériques à comparer,

h) on compare les valeurs numériques de référence avec les valeurs numériques à comparer.

Le procédé selon l'invention est remarquable du fait que l'on capte l'énergie transmise I_t qui est fonction de la densité du coupon. On ne capte pas l'énergie transmise à travers les impressions, les taches, les trous. On ne capte donc que les caractéristiques du filigrane et on ignore totalement les bruits parasites.

Un autre avantage de l'invention est que l'on effectue le transfert en série des intensités transmises. Un tel transfert est beaucoup plus facile à mettre en oeuvre qu'un transfert tel que pratiqué dans la technique antérieure.

En outre, la résolution de détection est supérieure à 100 points par ligne ou pixels, de préférence 128 pixels, plus préférentiellement chaque point ayant une taille de 500 micromètres par 500 micromètres.

Le procédé selon l'invention est tel que l'onde électromagnétique est un rayonnement ultra-violet.

Le procédé de l'invention est tel que l'on effectue la comparaison des valeurs numériques de référence avec les valeurs numériques à comparer pendant une durée de temps comprise entre environ 5 et 30 millisecondes.

Le procédé selon l'invention est tel que l'on transfère et recopie un sous-ensemble des valeurs enregistrées, ces valeurs correspondant à une zone pré-sélectionnée, qui est la zone dans laquelle se trouve le filigrane à authentifier.

L'invention concerne en outre un dispositif rapide et automatique de reconnaissance de filigrane d'un coupon unitaire, ledit filigrane étant constitué par des variations de densité du coupon dans son épaisseur, comprenant :

- des moyens d'illumination d'au moins un filigrane par une onde électromagnétique, ayant une longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nanomètres,
- des moyens de captation et de détection point par point des intensités d'énergie transmise I_t à travers le coupon selon des valeurs analogiques, chaque intensité I_t correspondant à un point n étant transférée en série avant l'intensité I^{n+1}_t correspondant au point suivant $n + 1$,
- des moyens de saisie et transformation des valeurs analogiques en valeurs numériques,

- des moyens d'enregistrement des valeurs numériques,
- des moyens de comparaison des valeurs numériques.

La description suivante, en regard des dessins annexés, permettra de comprendre comment l'invention peut être mise en pratique.

La figure 1 est une vue schématique de la partie optique du dispositif selon l'invention.

La figure 2a est une vue schématique d'un coupon comportant un filigrane et illuminé par un rayonnement électromagnétique.

La figure 2b, est une vue schématique d'un coupon comportant une image qui est un dessin imprimé en noir sur une feuille de papier ordinaire.

La figure 3 est une vue schématique de la partie permettant de traiter les filigranes à la sortie du dispositif de la figure 1.

La figure 4 est une vue d'un coupon comportant un champ défini qui est illuminé.

La figure 5 est une vue représentant la quantité d'énergie selon l'axe des données en fonction de la densité de la feuille, selon l'axe des abscisses, suivant la ligne d'illumination selon la coupe AA de la figure 4.

Le dispositif selon l'invention (figure 1) comporte des moyens de convoyage 1 des coupons 2. Un exemple de coupon 2 est représenté sur la figure 4. Ce coupon 2 est de préférence constitué d'une feuille 3, par exemple de papier, munie d'une zone 4 comportant un filigrane 5. On a représenté sur la figure 2a un tel filigrane en coupe (selon la ligne AA de la figure 4). Les moyens de convoyage 1 sont plus préférentiellement un convoyeur 2a muni d'un rouleau d'entraînement 2b.

Le filigrane 5 est un filigrane authentique, obtenu lors de la fabrication de la feuille 3.

Il est constitué de la surface supérieure 8 de la feuille 3, de creux 9 dont la face 10 est située à un niveau inférieur au niveau de la face supérieure 8 du papier, et de bosses 11, dont la face supérieure 12 est à un niveau plus élevé que le niveau de la face supérieure 8 de la feuille 3 de papier. Le filigrane authentique 5 est tel que la densité des fibres constituant le papier varie. Cette variation de densité est quasiment impossible à imiter par les contrefacteurs. Elle génère une transmission différentielle de l'énergie émise par des moyens d'illumination de l'image 5 par des ondes électromagnétiques.

Ces moyens d'illumination sont représentés par une source de rayons en 13, qui émet selon une longueur d'onde inférieure à 400 nanomètres environ et peut par exemple être une source de rayons X, de rayons ultra-violet. Selon l'invention, on préfère une source de rayonnements dont la transmission est insensible aux absorptions parasites dues aux salissures, aux plis. Ainsi, on préfère une source de rayons ultra-violet. L'illumination du coupon 2 est faite selon

une bande perpendiculaire à l'axe longitudinal YY du coupon 2.

Le dispositif selon un mode de réalisation de l'invention peut donc comporter une source 13 de rayons ultra-violet, par exemple une source émettant des rayons de longueur d'onde, de préférence comprise entre environ 100 nanomètres et environ 400 nanomètres. On illumine la zone 4 à l'aide de ces rayons UV, d'intensité d'énergie I_0 . L'intensité de l'énergie transmise I_1 à travers le creux 9, de densité de fibres inférieure à la densité de fibres de la feuille 3, est alors supérieure à l'intensité I_2 transmise à travers la feuille 3. L'intensité I_3 transmise à travers la bosse 11 est par contre inférieure à l'intensité I_2 .

On a donc $I_1 > I_2 > I_3$.

Ainsi, on peut caractériser le filigrane authentique 5 par les différences d'intensités transmises. Au contraire, pour un dessin 6, qui n'est pas un filigrane authentique, l'épaisseur de l'impression ou du dessin 6, n'est pas suffisante pour que l'intensité transmise I_1 à travers le dessin 6 soit différente de l'intensité I_2 transmise à travers la feuille 7 de papier ordinaire. On a donc $I_1 = I_2$.

Les moyens d'illumination selon l'invention sont tels que le faisceau 14 de rayons émis parvient sur un séparateur 15, par exemple un miroir dichroïque, permettant d'éliminer les rayonnements non compris dans l'intervalle de longueurs d'ondes souhaité, par exemple non compris entre 100 et 400 nanomètres. Ainsi, les rayonnements en visible et en infra-rouge peuvent être éliminés par dissipation de chaleur au moyen d'un radiateur 16 placé derrière le miroir 15. Un jeu de lentilles 17, 18 permet de régler la zone 4 d'illumination du coupon 2. L'intensité I_1 transmise peut converger au point de convergence 19 sur une rampe dite "D.T.C." (Dispositif à transfert de charges). Il s'agit de préférence d'une rampe haute définition au silicium captant l'intensité I_1 transmise après passage à travers la zone 4 définie. Selon un mode de réalisation de l'invention, la rampe comprend 128 pixels de 500 micromètres x 500 micromètres. Cette rampe haute définition est un des moyens essentiels de l'invention. En effet, elle permet de transférer chaque signal S_i correspondant à chaque intensité transmise I_i , ce transfert ayant lieu en série c'est-à-dire que chaque signal S_i est transmis avant le signal correspondant au point suivant (ou pixel suivant) S_{i+1} . Ce transfert par décalage est beaucoup plus facile à mettre en oeuvre qu'un transfert effectué par un photodétecteur couplé avec un multiplexeur qui effectue une scrutation séquentielle.

Selon un mode préférentiel de l'invention, les moyens de convoyage 1 permettent de faire défiler les coupons 2 à une vitesse de plusieurs dizaines de coupons par seconde, de préférence entre 10 et 60 coupons par seconde, plus préférentiellement 40 coupons par seconde.

Les coupons 2 ayant défilé et ayant été illuminés

peuvent être récupérés dans un réservoir 21 lorsque le dispositif selon l'invention a détecté que les coupons étaient authentiques et peuvent être éliminés lorsque le dispositif a détecté que les coupons sont des contrefaçons.

Comme on le voit, selon l'invention, le déplacement D des coupons 2 se fait de préférence selon les axes YY, mais peut aussi se faire selon l'axe transversal ZZ du coupon, tandis que l'illumination se fait perpendiculairement au plan du coupon 2, selon la direction X (figure 1).

L'invention est remarquable du fait que la zone illuminée est linéaire, mais correspond à tout le plan P du coupon 2, du fait que le coupon 2 se déplace. Le dispositif selon l'invention comporte des moyens de saisie (sous forme de signaux) des valeurs analogiques des intensités $I_1, I_2, I_3, \dots, I_N$ transmises et des moyens de transformation de ces valeurs analogiques en valeurs numériques.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, ces moyens de saisie et de transformation de valeurs sont constitués par un module d'acquisition et de numérisation 22, de préférence un module appelé "MAXSCAN" et vendu par la société américaine DATACUBE Incorporated Inc.

Puis on transfère les valeurs numériques dans une mémoire 23. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la mémoire 23 est une mémoire vendue sous l'appellation "ROI-STORE" par la société DATACUBE.

Selon un mode de réalisation de l'invention, on peut transférer les valeurs ainsi obtenues sur un écran de visualisation qui permet de visualiser l'image du coupon 2 dans son entier. Cependant un tel écran de visualisation est de préférence utilisé dans des buts d'expérimentation ou de démonstration.

Quoi qu'il en soit, la mémoire 23 peut enregistrer les valeurs numériques des intensités transmises par le coupon 2 dans son ensemble.

L'invention est remarquable du fait que, grâce à une caractéristique de la mémoire 23 (Region of Interest Store), on transfère et recopie un sous-ensemble de ces valeurs dans une mémoire de travail 24 constituée par un processeur vectoriel vendu sous l'appellation "EUCLID" par la société DATACUBE. Ce processeur permet de traiter les algorithmes de corrélation.

Les valeurs qui sont recopiées sont, selon une caractéristique de l'invention, les valeurs qui correspondent au filigrane 5 à authentifier. On définit donc une zone utile 25. Cette zone utile 25 est donc par exemple, si on se réfère à la figure 2A, celle qui se trouve selon l'axe YY longitudinal ou l'axe ZZ transversal du coupon 2, comprise entre le point 26 et le point 27 opposé, à partir desquels il existe une différence d'épaisseur et de densité des fibres dans la feuille 3 de papier. La zone utile 25 traitée est donc la zone illuminée selon le diamètre D. Il en est de

même pour tous les diamètres situés dans le plan P du coupon 2. Aussi, en se référant à la figure 4, la zone utile 25 est une ellipse, de diamètre D selon l'axe YY longitudinal mais, a un diamètre D' compris entre les points 28, 29 situés sur l'axe ZZ transversal, du coupon 2 passant par le centre 0 du filigrane.

Après traitement par la mémoire 24, on effectue un nouvel enregistrement d'un coupon 7 qui peut par exemple être non authentique. Aussi, on enregistre les valeurs numériques des intensités d'énergie transférées par une zone utile, comme ci-dessus et on les compare dans la mémoire de travail 24 avec les valeurs de référence. On transmet le résultat vers une carte de traitement 30. Cette carte est une unité de traitement central C.P.U. (ou Central Processing Unit) qui comporte un microprocesseur. Pour tenir compte des tolérances de positionnement de l'image à comparer, on effectue la comparaison par décalages successifs de l'image à comparer pour faire apparaître un maximum de corrélation. Les tolérances peuvent par exemple être de plus ou moins 4 mm par rapport aux bords du coupon 2.

La structure générale de l'algorithme d'authentification peut par exemple être la suivante :

- on attend le signal de la présence d'un filigrane à la sortie du module MA (MAXCAN),
- on effectue le transfert de certaines valeurs enregistrées dans 23, vers la mémoire EUCLID 24. Les valeurs transmises correspondent à une zone utile qui peut être réglée. Par exemple, cette zone utile peut être un carré de 64 x 64 pixels, et donc correspondre à une partie de l'image. Cette zone peut aussi être ovale et englober toute l'image,
- on mesure la valeur moyenne de l'image courante (cour moy) (figure 5),
- on effectue un test de vraisemblance sur la valeur "cour moy",
- on effectue une étape de déparasitage autour de "cour moy". De ce fait, lorsqu'il s'agit de reconnaître un filigrane, on élimine les valeurs qui peuvent intervenir du fait d'impressions sur le filigrane,
- on mesure l'écart quadratique moyen de l'image courante,
- on effectue un test de vraisemblance,
- on fait un calcul d'intercorrélations et une recherche itérative du maximum,
- on effectue un test d'acceptation sur le maximum,
- on effectue le transfert vers l'unité C.P.U.

Bien entendu, l'invention permet de reconnaître des filigranes sur des coupons de :

- papier avec filigrane authentique
- papier vieilli avec filigrane authentique
- papier sans filigrane
- papier vieilli sans filigrane
- papier avec filigrane différent

- papier vieilli avec filigrane différent
- papier avec ruban adhésif sur filigrane.

5 Revendications

1. Dispositif rapide et automatique de reconnaissance de filigrane d'un coupon unitaire, ledit filigrane étant constitué par des variations de densité de matière du coupon dans son épaisseur, comprenant :

- des moyens de convoyage (1) du coupon,
- des moyens d'illumination (13, 15, 16, 17, 18), d'au moins un filigrane authentique (5) par une onde électromagnétique comprise entre 100 et 400 nanomètres,
- des moyens de captation et détection (20) point par point des intensités d'énergie transmise ($I_t^1, I_t^2, I_t^3, I_t^n$) à travers le coupon selon des valeurs analogiques,
- des moyens de saisie et de transformation (22) des valeurs analogiques en valeurs numériques,
- des moyens d'enregistrement (23) des valeurs numériques,
- des moyens de comparaison (24) des valeurs numériques.

caractérisé par le fait que les moyens de captation et détection permettent de transférer en série chaque intensité (I_t^n) transmise correspondant à un point n avant l'intensité transmise (I_t^{n+1}) correspondant au point suivant n+1.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens de captation (20) sont constitués par un dispositif à transfert de charges.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le dispositif à transfert de charges est une rampe au silicium comprenant 128 pixels de 500 micromètres x 500 micromètres.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les moyens de saisie et transformation (22) sont constitués par un module d'acquisition et de numérisation.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les moyens d'enregistrement (23) sont constitués par une mémoire enregistrant les valeurs numériques des intensités transmises par le coupon (2) dans son ensemble.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens d'enregistrement d'un sous-ensemble des valeurs numériques des intensités transmises

constitué par une mémoire de travail (24) d'un processeur vectoriel.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le sous-ensemble correspond à une zone utile réglable correspondant à la partie du coupon dans laquelle se trouve le filigrane. 5
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que les moyens d'illumination du coupon sont constitués par une source (13) de rayons électromagnétiques, associée à un séparateur (15), ainsi qu'à un radiateur (16) éliminant une partie des rayons électromagnétiques de façon que l'onde électromagnétique soit comprise entre 100 et 400 nanomètres ; des lentilles (17, 18) réglant la zone d'illumination (4) du coupon (2). 10
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que les moyens d'illumination illuminent une partie du coupon (2) perpendiculaire à l'axe longitudinal YY du coupon (2). 15
10. Procédé rapide et automatique de reconnaissance de filigrane d'un coupon unitaire, ledit filigrane étant constitué par des variations de densité du coupon dans son épaisseur, comprenant les étapes suivantes : 20
 - a) on illumine au moins un coupon comportant un filigrane de référence par une onde électromagnétique, de longueur d'onde comprise entre 100 et 400 nanomètres. 30
 - b) on capte l'onde électromagnétique transmise à travers l'épaisseur du coupon sous forme d'énergie transmise (I_t), fonction de la densité du coupon, 35
 - c) on détecte point par point les différentes énergies transmises ($I_t^1, I_t^2, \dots, I_t^n$), 40
 - d) on transfère en série chaque intensité transmise (I_t^n) correspondant à un point n avant l'intensité transmise (I_t^{n+1}) correspondant au point suivant n+1,
 - e) on transforme les valeurs analogiques détectées des énergies transmises en valeurs numériques de référence, 45
 - f) on enregistre en mémoire les valeurs numériques de référence,
 - g) on illumine un filigrane à reconnaître et on le traite selon les étapes a, b, c, d, e précédentes, pour obtenir en mémoire les valeurs numériques à comparer, 50
 - h) on compare les valeurs numériques de référence avec les valeurs numériques à comparer. 55
11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé par le fait que l'on transfère et recopie un sous-

ensemble des valeurs numériques dans une mémoire de travail permettant de traiter les algorithmes de corrélation, les valeurs recopiées correspondant au filigrane de référence ou à authentifier.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le sous-ensemble correspond à une zone dans laquelle se trouve le filigrane, cette zone étant réglable.
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé par le fait que la résolution de détection est supérieure à 100 pixels.
14. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé par le fait que l'on tient compte des tolérances de positionnement du filigrane à comparer par rapport aux bords du coupon, en effectuant la comparaison par décalages successifs de l'image à comparer pour faire apparaître un maximum de corrélation.
15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14, caractérisé par le fait que l'on effectue la comparaison des valeurs numériques de référence avec les valeurs numériques à comparer pendant une durée de temps comprise entre environ 5 et 30 millisecondes.

Claims

1. Fast and automatic device for recognizing a watermark in a unit bill, the said watermark consisting of variations in the density of the material of the bill through its thickness, comprising:
 - means (1) for conveying the bill,
 - means (13, 15, 16, 17, 18) for illuminating at least one authentic watermark (5) by an electromagnetic wave lying between 100 and 400 nanometers,
 - means (20) for point-by-point sensing and detection of the energy intensities ($I_t^1, I_t^2, I_t^3, I_t^n$) transmitted through the bill as analog values,
 - means (22) for capturing and transforming the analog values into digital values,
 - means (23) for recording the digital values,
 - means (24) for comparing the digital values, characterized in that the means for sensing and detecting allow each transmitted intensity (I_t^n) corresponding to a point n to be transferred in series before the transmitted intensity (I_t^{n+1}) corresponding to the next point n+1.
2. Device according to Claim 1, characterized in that the sensing means (20) consist of a charge trans-

fer device.

3. Device according to Claim 2, characterized in that the charge transfer device is a silicon strip comprising 128 pixels of 500 micrometers $\times$ 500 micrometers. 5
4. Device according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the capturing and transforming means (22) consist of an acquisition and digitizing module. 10
5. Device according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the recording means (23) consist of a memory recording the digital values of the intensities transmitted by the bill (2) as a whole. 15
6. Device according to one of Claims 1 to 5, characterized in that it includes means for recording a sub-set of the digital values of the transmitted intensities, consisting of a work memory (24) of a vector processor. 20
7. Device according to Claim 6, characterized in that the sub-set corresponds to an adjustable useful area corresponding to that part of the bill in which the watermark is located. 25
8. Device according to one of Claims 1 to 7, characterized in that the means for illuminating the bill consist of a source (13) of electromagnetic rays, associated with a separator (15), as well as with a radiator (16) eliminating some of the electromagnetic rays so that the electromagnetic wave lies between 100 and 400 nanometers; lenses (17, 18) adjusting the area of illumination (4) of the bill (2). 30 35
9. Device according to one of Claims 1 to 8, characterized in that the means of illumination illuminate a part of the bill (2) perpendicular to the longitudinal axis YY of the bill (2). 40
10. Fast and automatic process for recognizing a watermark in a unit bill, the said water mark consisting of the variations in the density of the bill through its thickness, comprising the following steps: 45
 - a) at least one bill containing a reference watermark is illuminated by an electromagnetic wave, of wavelength lying between 100 and 400 nanometers, 50
 - b) the electromagnetic wave transmitted through the thickness of the bill is sensed in the form of transmitted energy (I_t), dependent on the density of the bill, 55
 - c) the various transmitted energies (I^1_t , I^2_t , ... I^n_t) are detected point-by-point,

- d) each transmitted intensity (I^n_t) corresponding to a point n is transferred in series before the transmitted intensity (I^{n+1}_t) corresponding to the next point n+1,
- e) the detected analog values of the transmitted energies are transformed into digital reference values,
- f) the digital reference values are recorded in memory,
- g) a watermark to be recognized is illuminated and processed according to the preceding steps a, b, c, d, e, to obtain in memory the digital values to be compared,
- h) the digital reference values are compared with the digital values to be compared.

11. Process according to Claim 10, characterized in that a sub-set of the digital values is transferred and copied into a work memory allowing the processing of the correlation algorithms, the copied values corresponding to the reference watermark or watermark to be authenticated.
12. Process according to Claim 11, characterized in that the sub-set corresponds to an area in which the watermark is located, this area being adjustable.
13. Process according to Claim 12, characterized in that the resolution of detection is greater than 100 pixels.
14. Process according to one of Claims 10 to 13, characterized in that the positioning tolerances of the watermark to be compared with respect to the edges of the bill are taken into account by performing the comparison by successive shifts of the image to be compared so as to exhibit a correlation maximum.
15. Process according to one of Claims 10 to 14, characterized in that the comparison of the digital reference values with the digital values to be compared is performed for a period of time of between around 5 and 30 milliseconds.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur schnellen und automatischen Erkennung des Wasserzeichens eines Einheits-Kupons, dessen Wasserzeichen aus Materialdichteänderungen des Kupons über seine Dicke besteht, die umfaßt
 - Einrichtungen (1) zum Transportieren des Kupons,
 - Einrichtungen (13, 15, 16, 17, 18) zur Bestrahlung (Belichtung) mindestens eines

- echten (authentischen) Wasserzeichens (5) mit elektromagnetischen Wellen zwischen 100 und 400 nm,
- Einrichtungen (20) zur punktförmigen Aufnahme und Bestimmung der Energieintensitäten ($I_t^1, I_t^2, I_t^3, I_t^n$) die den Kupon passiert haben, in Form von analogen Werten, 5
 - Einrichtungen (22) zur Erfassung und Umwandlung der analogen Werte in numerische Werte, 10
 - Einrichtungen (23) zur Aufzeichnung der numerischen Werte und
 - Einrichtungen (24) zum Vergleichen der numerischen Werte miteinander, 15
- dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zur Aufnahme und zur Bestimmung die aufeinanderfolgende Übertragung jeder transmittierten Intensität (I_t^n), die einem Punkt n entspricht, vor der transmittierten Intensität (I_t^{n+1}), die dem nachfolgenden Punkt n+1 entspricht, erlaubt. 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtungen (20) aus einer Ladungsübertragungseinrichtung bestehen. 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladungsübertragungseinrichtung eine Siliciumplatte ist, die 120 Pixel von 500 nm x 500 nm aufweist. 30
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen (22) zur Erfassung und Transformation aus einem Erfassungs- und Digitalisierungs-Modul bestehen. 35
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufzeichnungseinrichtungen (23) aus einem Speicher bestehen, der die numerischen Werte der Intensitäten, die den Kupon (2) passiert haben, in ihrer Gesamtheit (Gesamtsumme) aufzeichnet. 40
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen zur Aufzeichnung einer Unter-Gesamtheit (Untersumme) der numerischen Werte der transmittierten Intensitäten aufweist, die aus einem Arbeitsspeicher (24) eines Vektor-Prozessors besteht. 45
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unter-Gesamtheit (Untersumme) einer regelbaren Arbeitszone entspricht, die dem Abschnitt des Kupons entspricht, in dem sich das Wasserzeichen befindet. 55
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zur Bestrahlung des Kupons bestehen aus einer Quelle (13) für elektromagnetische Strahlen, die mit einem Separator (15) sowie mit einem Strahler (16) kombiniert ist, der einen Teil der elektromagnetischen Strahlung eliminiert, so daß die elektromagnetischen Wellen zwischen 100 und 400 nm liegen; und Linsen (17, 18), welche die Bestrahlungszone (4) des Kupons (2) regeln (steuern). 5
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungseinrichtungen einen Abschnitt senkrecht zur Längsachse YY des Kupons (2) bestrahlen. 10
10. Verfahren zur schnellen und automatischen Erkennung des Wasserzeichens eines Einheits-Kupons, wobei das Wasserzeichen aus Dichteschwankungen des Kupons über seine Dicke besteht, das die folgenden Stufen umfaßt:
- a) man bestrahlt mindestens einen Kupon, der ein Referenz-Wasserzeichen aufweist, mit elektromagnetischen Wellen in der Größenordnung zwischen 100 und 400 nm,
 - b) man nimmt die elektromagnetischen Wellen, welche den Kupon in seiner Dicke passiert haben, in Form der transmittierten Energie (I_t) als Funktion der Dichte des Kupons auf,
 - c) man bestimmt die verschiedenen transmittierten Energien ($I_t^1, I_t^2, \dots, I_t^n$) Punkt für Punkt,
 - d) man überträgt nacheinander jede transmittierte Intensität (I_t^n), die einem Punkt n entspricht, vor der folgenden transmittierten Intensität (I_t^{n+1}), die dem Punkt n+1 entspricht,
 - e) man transformiert die ermittelten analogen Werte der transmittierten Energien in numerische Referenz-Werte,
 - f) man zeichnet die numerischen Referenz-Werte in einem Speicher auf,
 - g) man bestrahlt ein Wasserzeichen, das erkannt werden soll, und man behandelt es unter Anwendung der vorgenannten Stufen (a), (b), (c), (d), (e), wobei man in dem Speicher die miteinander zu vergleichenden numerischen Werte erhält, und
 - h) man vergleicht die numerischen Referenz-Werte mit den damit zu vergleichenden numerischen Werten. 50
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Unter-Gesamtheit (Untersumme) der numerischen Werte in einen Arbeitsspeicher überträgt und kopiert, der die Behandlung der Korrelations-Algorithmen erlaubt, wobei die kopierten Werte dem Referenz-Was-

serzeichen oder dem zu authentifizierenden Wasserzeichen entsprechen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Unter-Gesamtheit (Untersumme) einer regelbaren Zone entspricht, in der sich das Wasserzeichen befindet. 5
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflösung der Messung oberhalb 100 Pixel liegt. 10
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß man den Positionierungstoleranzen des zu vergleichenden Wasserzeichens in bezug auf die Ränder des Kupons Rechnung trägt, indem man den Vergleich durchführt durch aufeinanderfolgende Verschiebungen des zu vergleichenden Bildes, um ein Maximum an Korrelation auftreten zu lassen. 15
20
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß man den Vergleich zwischen den numerischen Referenz-Werten und den numerischen Vergleichs-Werten während einer Zeitspanne zwischen etwa 5 und 30 Millisekunden durchführt. 25

30

35

40

45

50

55

10

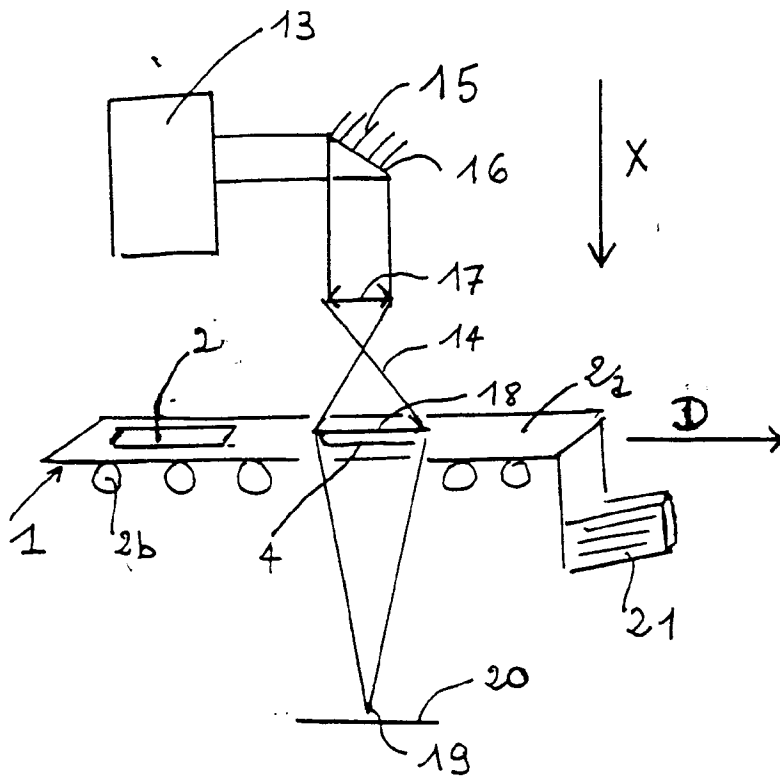


fig. 1

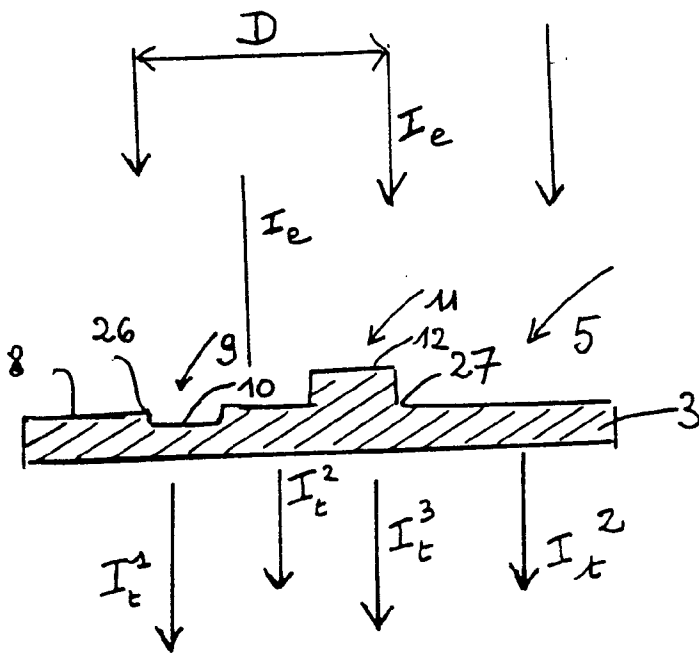


fig. 2a

fig. 2b

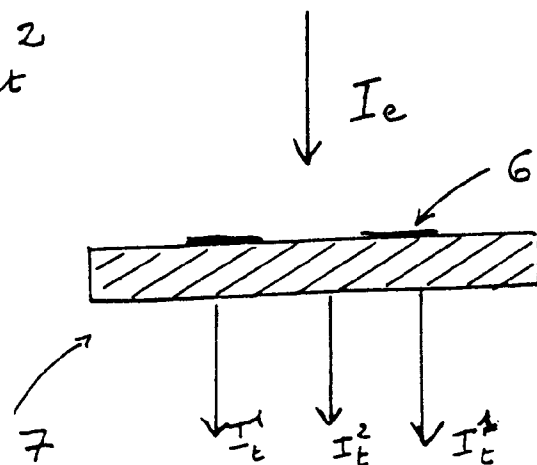


fig. 3

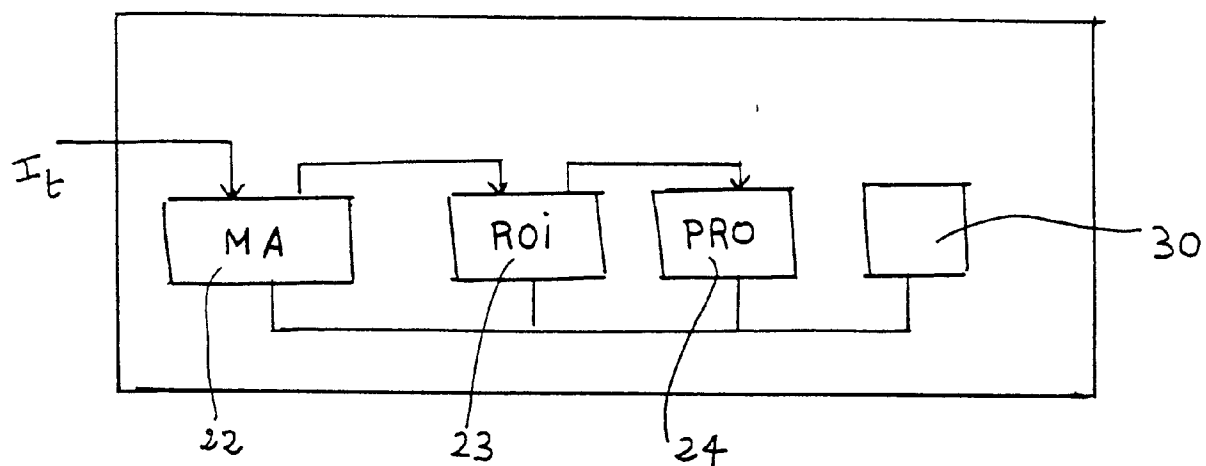


fig. 4

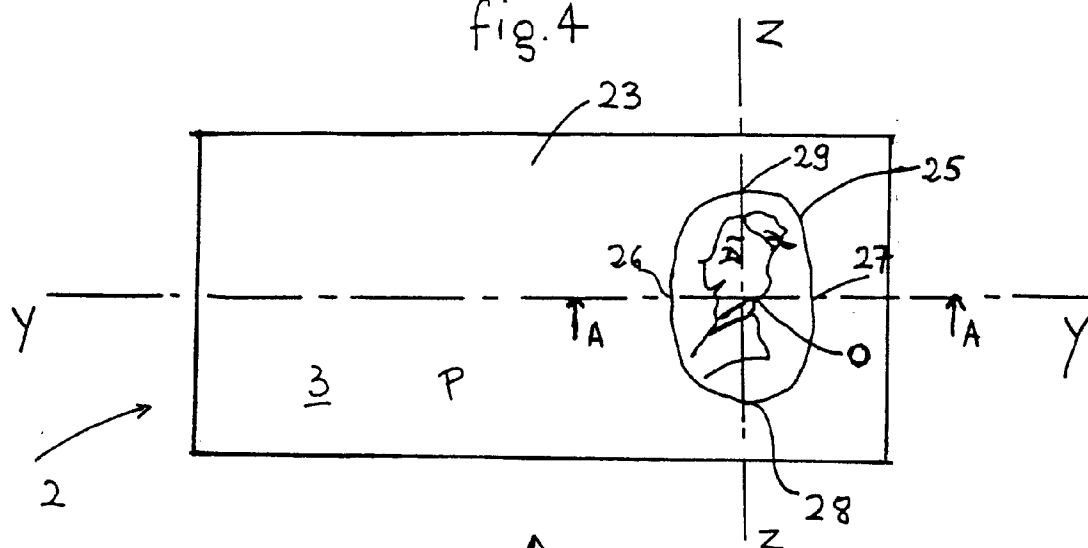


fig. 5

