

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-529068

(P2007-529068A)

(43) 公表日 平成19年10月18日(2007. 10. 18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06K 7/00 (2006.01)	G06K 7/00 U	2C005
G07D 7/12 (2006.01)	G07D 7/12	3E041
G07D 7/20 (2006.01)	G07D 7/20	4L055
B42D 15/10 (2006.01)	B42D 15/10 5O1P	5B072
D21H 21/48 (2006.01)	B42D 15/10 531B	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-502400 (P2007-502400)
 (86) (22) 出願日 平成17年3月9日 (2005. 3. 9)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年11月8日 (2006. 11. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2005/000922
 (87) 国際公開番号 W02005/088533
 (87) 国際公開日 平成17年9月22日 (2005. 9. 22)
 (31) 優先権主張番号 0405641.2
 (32) 優先日 平成16年3月12日 (2004. 3. 12)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 60/601, 463
 (32) 優先日 平成16年8月13日 (2004. 8. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/610, 075
 (32) 優先日 平成16年9月15日 (2004. 9. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

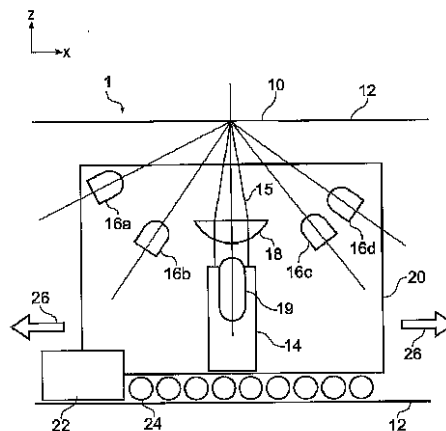
(71) 出願人 505086679
 インゲニア・テクノロジー・リミテッド
 イギリス・ロンドン・EC1M・3AP・
 ファリンドン・ロード・20・ファリンドン・
 プレイス
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真正性検証の方法、製品および機器

(57) 【要約】

紙、厚紙、プラスチックまたは他の多くの材料のタイプで作られている物品からデジタル署名を判定するための方法および機器。コヒーレントな光源は、ビームを向けて物品を照射し、検出器構成は、物品の多くの異なる部分から散乱される光から各データ点を集めて、通常は500以上の多数の独立したデータ点を集める。物品の多くの異なる部分に特有の多数の独立した信号の寄与を集めることにより、走査された物品の領域に固有のデジタル署名を計算することができる。物品の真正性を試験する必要があるときはいつでも、この測定を繰り返すことができる。この方法を使用することで、一義的な特性が多種多様の日用品から直接的な方式で測定可能であるため、特別に準備されたトークンを作ることに努力し費用をかけることは本質的に的外れであることが分かってきた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

読取りボリューム内に配置された物品から署名を判定する機器であって、
コヒーレントなビームを生成する光源と、
前記コヒーレントなビームが前記読取りボリュームから散乱するときに得られる信号から1組のデータ点を集める検出器構成であって、前記データ点のうちの様々な点が、前記読取りボリュームの様々な部分からの散乱に係する検出器構成と、
前記1組のデータ点から前記物品の署名を判定するデータ取得および処理のモジュールとを備える機器。

【請求項 2】

前記コヒーレントなビームを前記読取りボリューム上で動くようにするためのドライブが設けられ、前記コヒーレントなビームは、前記コヒーレントなビームと垂直な平面内の前記読取りボリュームの投影よりも実質上小さい断面を有するように大きさが決められ、その結果、前記コヒーレントなビームは、前記ドライブの動作のもとで前記読取りボリュームの様々な部分をサンプリングするという点において、前記データ点のうちの様々な点は、前記読取りボリュームの様々な部分からの散乱に係することが保証される、請求項1に記載の機器。

【請求項 3】

前記コヒーレントなビームを、前記読取りボリュームに集束させる焦点合わせ装置をさらに備える、請求項2に記載の機器。

【請求項 4】

前記焦点合わせ装置は、前記コヒーレントなビームを楕円焦点にするように構成され、前記ドライブは、前記楕円焦点の長軸に交差する方向で、前記コヒーレントなビームを前記読取りボリューム上で動かすように構成される、請求項3に記載の機器。

【請求項 5】

前記検出器構成は、前記読取りボリュームのそれぞれ異なる部分からの散乱を検知するように配置され構成された複数の検出器チャネルを含むという点において、前記データ点のうちの様々な点は、前記読取りボリュームの様々な部分からの散乱に係することが保証される、請求項1に記載の機器。

【請求項 6】

前記検出器構成の少なくとも一部分を収容するためのハウジングであって、物品が配置でき前記読取りボリューム内で位置決めされる読取り開口を有するためのハウジングをさらに備える、請求項1から5のいずれか一項に記載の機器。

【請求項 7】

物品を移動して前記コヒーレントなビームを通過させる物品コンベアをさらに備える、請求項1から5のいずれか一項に記載の機器。

【請求項 8】

所与の形の物品を前記読取りボリュームに対する定位置に位置付けるための物理的な位置決め補助を備える、請求項1から7のいずれかに記載の機器。

【請求項 9】

前記検出器構成は、単一の検出器チャネルからなる、請求項1から8のいずれか一項に記載の機器。

【請求項 10】

前記検出器構成は、角度的に分散され、前記読取りボリュームの各々異なる部分に対する一群のデータ点を集めるように動作することができる一群の検出器エレメントを備える、請求項1から8のいずれか一項に記載の機器。

【請求項 11】

前記署名は、同じグループの各データ点間の比較からの寄与を組み込む、請求項10に記載の機器。

【請求項 12】

前記比較は、相互相関を伴う、請求項11に記載の機器。

【請求項13】

前記コヒーレントなビームが、ほぼ垂直な入射で物品に当たるように、前記コヒーレントなビームを前記読取りボリュームに向けるように前記光源が取り付けられる、請求項1から12のいずれかに記載の機器。

【請求項14】

前記検出器構成は、前記読取りボリュームから後方散乱された放射を検出するように反射型で構成される、請求項1から13のいずれかに記載の機器。

【請求項15】

前記データ取得および処理のモジュールは、前記データ点をさらに分析して、所定の符号化プロトコルに従う信号成分を識別し、それから基準署名を生成することができる、請求項1から14のいずれかに記載の機器。 10

【請求項16】

前記データ取得および処理のモジュールは、前記読取りボリューム内に置かれた物品を読み取ることによって得られる前記署名に、前記基準署名がマッチするかどうかを確認するために比較を実行することができる、請求項15に記載の機器。

【請求項17】

以前に記録された署名のデータベースをさらに備える機器であって、前記データ取得および処理のモジュールは、前記データベースにアクセスし、前記読取りボリューム内に置かれた物品の前記署名に対するマッチを前記データベースが含むかどうかを確認するために比較を実行することができる、請求項1から16のいずれかに記載の機器。 20

【請求項18】

前記データ取得および処理のモジュールは、マッチが見つからない場合に、前記署名を前記データベースに追加することができる、請求項17に記載の機器。

【請求項19】

一連の物品を読み取ることによって、データベースに署名を取り込むための、請求項1から16のいずれか一項に記載の機器の使用法。

【請求項20】

物品の真正性を確認検査するための、請求項1から16のいずれか一項に記載の機器の使用法。 30

【請求項21】

物品が改ざんされたかどうか確認するための、請求項1から16のいずれか一項に記載の機器の使用法。

【請求項22】

紙または厚紙で作られた物品を識別する方法であって、
前記紙または厚紙をコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記紙または厚紙の固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、
前記1組のデータ点から前記物品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項23】 40

プラスチックで作られた物品を識別する方法であって、
前記プラスチックをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記プラスチックの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、
前記1組のデータ点から前記物品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項24】

製品をそのパッケージングによって識別する方法であって、
前記製品の包装をコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記パッケージングの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、 50

前記1組のデータ点から前記製品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項25】

文書を識別する方法であって、
前記文書をコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記文書の固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、
前記1組のデータ点から前記文書の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項26】

衣類または履物の品目をそれらに固着されたタグによって識別する方法であって、
前記タグをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記タグの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、
前記1組のデータ点から前記タグの署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項27】

ディスクを識別する方法であって、
前記ディスクをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記ディスクからの前記コヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、
前記1組のデータ点から前記ディスクの署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項28】

物品固有の構造の署名特性を物品に張り付ける方法であって、
請求項22から27のいずれか一項の方法を適用することによって前記署名を取得するステップと、
機械読取り可能な符号化プロトコルに従って前記署名を符号化するラベルを前記物品にマーキングするステップとを含む方法。

【請求項29】

前記署名は、非対称な暗号化アルゴリズムを使用して前記ラベル内に符号化される、請求項28に記載の方法。

【請求項30】

前記ラベルは、公開鍵/秘密鍵暗号化システムでの公開鍵を表す、請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記署名は、対称的な暗号化アルゴリズムを使用して前記ラベル内に符号化される、請求項28に記載の方法。

【請求項32】

前記ラベルは、印刷プロセスが適用されたインクラベルである、請求項28から32のいずれか一項に記載の方法。

【請求項33】

請求項28から32のいずれか一項の方法に従ってラベルを張り付けられた物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、セキュリティの方法に関し、より詳細には、個人識別(ID)カード、商品、重要な文書または他のアイテムなど、物品の真正性の検証に関する。

【背景技術】

【0002】

従来多くの認証セキュリティシステムは、製造業者以外のどんな人も実行することが難しいプロセスを利用し、その難しさは、資本設備の費用、技術的なノウハウの複雑さ、または好ましくはその両方によってもたらされてもよい。例としては、銀行券に透かしを入れること、ならびにクレジットカードまたはパスポート上にホログラムを形成すること

10

20

30

40

50

がある。遺憾ながら、犯罪者達はだんだん巧妙になり、もとの製造業者が作ることできるどんなものも事実上複製することができる。

【0003】

こういう理由で、認証セキュリティシステムに対しては、自然の法則によって支配される何らかのプロセスを使用してセキュリティトークンを作成するステップを利用する、周知の手法があり、その結果、各トークンは一義的であり、より重要なことには、測定可能であり、したがって後続の検証に対する基準として使用することができる一義的な特性を有する。この手法によれば、トークンは、一義的な特性を得るために決められた方法で製造され測定される。次いで、この特性は、コンピュータデータベースに記憶することができ、または他の方法で保持することができる。このタイプのトークンは、運搬品、たとえば銀行券、パスポート、身分証明書、重要な文書に埋め込むことができる。続いて、この運搬品は再度測定することができ、測定された特性は、マッチがあるかどうかを確認するために、データベースに記憶された各特性と比較することができる。

10

【0004】

この一般的な手法においては、様々な物理的効果を使用することが提案されてきた。検討されてきた1つの効果は、磁性材料の析出から磁気応答特性を測定することであり、各サンプルは、再生不可能な方式[1]で形成され磁性材料内に自然に発生する欠陥の結果としての一義的な磁気応答を有する。いくつかの従来技術文書内で検討されてきた他の効果は、一義的な特性を提供するために、物品の固有特性からのレーザスペckルを使用することである。

20

【0005】

GB 2221870A[2]には、身分証明書などのセキュリティ装置が、効果的にトークンをその上に浮き彫りにする方法が開示してある。トークンの形状は、マスタから得られる構造化された表面である。光を散乱する構造体からのスペckルパターンは、マスタに固有であり、したがって、それを測定して、セキュリティ装置上のトークンの真正性を証明することができる。セキュリティ装置上のトークンは読取り機で測定され、読取り機は、おおよそトークン(直径2mm)と同じサイズのコヒーレントなビームを生成するためのレーザ、およびレーザ光線がトークンと相互作用することによって作り出されるスペckルパターンを測定するための、電荷結合デバイス(CCD)検出器などの検出器を有する。結果として得られたデータは記録される。検証のために、セキュリティ装置を読取り機に置くことができ、その記録されたスペckルパターン信号は、同じマスタから作成される基準装置からの同様の記録された信号とつぎ合わせて比較することができる。

30

【0006】

米国特許第6,584,214号[3]では、特別に準備された表面構造からの反射におけるスペckルパターンを使用することについての代替方法が記載されており、そこでは、特別に準備された透明なトークンからの送出において、スペckルパターンが代わりに使用されている。この技法の好ましい実装形態は、ガラス球が埋め込まれた寸法がほぼ1cm×1cmのエポキシ樹脂のトークンを準備することである。トークンは、液体ポリマー中のコロイド懸濁系内にガラス球を混ぜることによって準備され、次いで、液体ポリマーは、各ガラス球の位置を固定するために硬化される。次いで、ガラス球の一義的な集団は、送信状態にあるコヒーレントなレーザ光線を使用し、スペckルパターンを測定するように位置決めされたCCD検出器を用いて精査される。この手法の一修正形態では、知られている識別子が反射面で符号化され、次いで、トークンの一面に固着される。精査するための光はトークンを貫通し、知られている識別子で反射され、再びトークンを貫通する。したがって、各ガラス球はスペckルパターンを改変し、その結果、知られている識別子から一義的なハッシュ化された鍵が生成される。

40

【0007】

Kralovec[4]は、1980年代において米国のサンディア国立研究所の従業員が、細分化された光ファイバが含浸された特別な銀行券用紙で実験を行ったことを簡潔に報告している。スペckルパターンは、光ファイバおよび紙幣面にバーコードとして印刷されたこのデ

50

デジタル署名されたバージョンから測定することができる。しかし、Kralovecは、光ファイバがあまりにも脆弱で、銀行券が流通するときに摩損によってスペckルパターンが急激に変化したために、このアイデアが適切に働くようにすることはできなかったと報告している。このことは、使用された銀行券の中の光ファイバから測定されたスペckルパターンは、もはやバーコードにマッチせず、したがって、銀行券は、もはや意図された方式でスペckルパターンから認証することができないことを意味していた。

【0008】

Anderson[5]もまた、彼の2001年のテキストブックの251ページで、Kravolec[4]によって記述されたものと同様に見える方式に簡潔に言及しており、それは軍縮協定を監視するために使用されている。多くの材料は、一義的な表面、またはわずかな装薬を用いて浸食させることにより一義的になるように作ることができる表面を有することに、Andersonは気づいている。このことは、重砲などの資本設備を識別することを容易にするために述べられており、各砲身を識別することは、どちらかの部隊が軍縮協定を欺くことを防止するのに十分である。砲身の表面パターンは、レーザスペckル技法を使用して測定され、ログに記録されるか、または機械読取り可能なデジタル署名として装置に取り付けられることを、Andersonは報告している。

【0009】

レーザスペckルを使用する代わりに、提案された方式のうち、より直接的なグループがあり、それは単に高解像度で物品のイメージを取り、この高解像度イメージを一義的な特性として使用し、次いでこの特性は、真正性の検証のために続いて再イメージ化することができる。これは、警察が保管している指紋ライブラリ用に使用される従来手法の適合同みなしてもよい。

【0010】

米国特許第5,521,984号[6]では、絵画、彫刻、切手、宝石、または特別な文書など、貴重品の小さな領域のイメージを取るために、光学顕微鏡を使用することを提案している。

【0011】

Anderson[5]は、彼の2001年のテキストブックの252ページで、郵便システムは、顕微鏡を用いる封筒の直接イメージングに基づくこの種の方式を考慮に入れていたことを報告している。封筒の紙繊維のイメージが作成され、パターンが抽出され、デジタル署名されて郵便料金マークに記録されることが報告されている。

【0012】

米国特許第5,325,167号[7]では、同様の方式に従う、重要書類の一部分におけるトナー粒子の粒状組織のイメージ化を提案している。

【特許文献1】GB 2221870A

【特許文献2】米国特許第6,584,214号

【特許文献3】米国特許第5,521,984号

【特許文献4】米国特許第5,325,167号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

この先行研究を通じて、理想的な検証方式にとって明白な、様々な望ましい機能がある。

【0014】

報告された磁気ベースまたはスペckルベースの技法は、高いセキュリティレベルを提供することができるように見えるが、精査された構造体[4]の長期安定性を確実なものにするためには、実際の実装においては特殊な材料を用意する必要がある[1、2、3]。多くの場合、セキュリティ保護すべき物品へのトークンの集積化は重要である。特に、紙または厚紙への樹脂トークンまたは磁気チップの集積化は容易ではなく、著しいコストを伴う。紙または厚紙に集積化するには、どんなトークンも、理想的には印刷可能でなければならない。さらに、トークンは、潜在的に取外し可能であり、別の物品に取付け可能である

10

20

30

40

50

点で、取付け可能なトークンベースの手法には固有のセキュリティリスクもある。

【0015】

報告された直接イメージング技法[5、6、7]は、物品から直接デジタル署名を取得し、特別なトークンを必要としないという利点を有する。しかし、それらの固有のセキュリティは低い。たとえば、間違えて真正であると検証されることもある物品の偽造を可能にすることがある、記憶された画像データへの不正アクセス、または真正物品の重要な部分を見るときに顕微鏡のもとでなら見えるもののイメージを、単に高解像度プリンタを使用して印刷することによる偽造に対して、それらは脆弱である。直接イメージング技法のセキュリティレベルもまた、画像データ量と共に増大し、より高いセキュリティレベルのためには、高価な高解像度イメージング装置の使用が必要となる。このことは、郵便物の仕分けまたは銀行券の検証など、使用目的によっては許容されることもあるが、多くの用途では許容できないことになる。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、磁性材料から作られたトークンを使用して認証技法を応用することについての発明者の研究の結果から生まれ、その独自性は、トークンの磁気応答[1]に影響を及ぼす磁性材料中の再生不可能な欠陥によってもたらされる。この研究の一環として、バーコードのフォーマットで、すなわちいくつかの平行なストリップとして、磁性材料が製作された。磁気読取り機を用いて磁界を掃引することによりストリップの一義的な磁気応答を読み取るだけでなく、バーコード上をレーザ光線で走査し、バーコードのストリップおよびそれらが形成されている物品の反射率が変化することによるコントラストを使用することによってバーコードを読み取るために、光学式スキャナが作られた。バーコードは、一義的な磁気応答のデジタル署名を、たとえば銀行券についても前述した[4]のようなよく知られた自己認証方式のタイプで符号化するために使用されていたので、この情報は、磁気的な特性を補完するものであった。

【0017】

発明者が驚いたことには、この光学式スキャナを使用しているときに、磁気チップが支持されている紙製の下地材料が一義的な光応答をスキャナに与えることが分かった。さらに調査すると、様々なタイプの厚紙およびプラスチックなど、他の多くの準備されていない表面が同じ結果を示すことが証明された。さらに、一義的な特性は、少なくとも部分的にはスペckルから生じるが、非スペckルの寄与も含むことが、発明者によって証明されてきた。

【0018】

したがって、特別に準備されたトークンを使用する必要もなく、または他のいかなる方法でも物品を特別に準備する必要もなく、スペckルベースの技法のあらゆる利点を得ることが可能であることが分かってきた。具体的には、多くのタイプの紙および厚紙は、コヒーレントな光ビームからの信号を散乱させる一義的な特性を示すことが見つかっており、その結果、ほとんどどんな紙文書または厚紙パッケージングアイテムからも一義的なデジタル署名を得ることができる。

【0019】

セキュリティ装置用に使用されている前述の従来技術でのスペckル読取り機は、平行な、すなわち一点に集中しないレーザ光線を用いてトークン全体を照射すること、および結果として生じるスペckルパターンの重要な立体角部分を、CCDを用いてイメージ化し[2、3]、それによってデータ点の大きいアレイで構成されているトークンのスペckルパターンイメージを得ることに基づいているように見える。

【0020】

発明者が使用する読取り機は、このような動作はしない。読取り機は、4つの単一チャネル検出器(4つの簡略なフォトランジスタ)を使用し、それらは、散乱されたレーザ光線から4つの信号成分だけを集めるように、角度的に相隔てられている。レーザ光線は、表面の非常に小さい部分だけをカバーするスポットに集束される。スポットが表面上を走

10

20

30

40

50

査されるとき、信号は、4つの単一チャンネル検出器によって表面上の様々な局部から集められる。したがって、物品からの特性応答は、物品表面上の多数(通常は数百または数千)の様々な局部からの独立した測定値で構成されている。4つのフォトランジスタが使用されているが、各フォトランジスタのうちの1つからのデータだけを使用して解析することにより、この単一のチャンネルだけから一義的な特性応答を得ることができることが示される。しかし、4つのチャンネルのうちのさらなるチャンネルを応答に含めると、より高いセキュリティレベルが得られる。

【0021】

したがって、本発明の一態様によれば、読取りボリューム(reading volume)内に配置された物品から署名を判定するための機器が提供され、この機器は、コヒーレントなビームを発生する光源と、コヒーレントなビームが読取りボリュームから散乱するときに得られる信号から1組のデータ点を集めるための検出器構成であって、各データ点のうちの様々な点が読取りボリュームの様々な部分からの散乱に関係する検出器構成と、1組のデータ点から物品の署名を判定するためのデータ取得および処理のモジュールとを備える。

【0022】

実施形態によっては、コヒーレントなビームが読取りボリューム上を移動できるようにするためのドライブを提供することにより、各データ点のうちの様々な点が、読取りボリュームの様々な部分からの散乱に関係することが確実に成なり、コヒーレントなビームは、コヒーレントなビームと垂直な平面内で読取りボリュームの投影よりも実質上小さい断面を有するように大きさが決められ、その結果、コヒーレントなビームは、ドライブの動作のもとで読取りボリュームの様々な部分をサンプリングする。ドライブは、固定された物品上でビームを動かす電気モータによって提供されてもよい。ドライブモータは、サーボモータ、自走モータ、ステッピングモータまたは適当などんなモータタイプとすることもできる。あるいは、低コスト読取り機では、ドライブは手動とすることもできる。たとえば、オペレータは、固定ビームにまたがって物品が取り付けられている台車を動かすことによって、読取りボリューム上でビームを走査することもできる。コヒーレントなビームの断面は、通常は読取りボリュームの投影よりも、少なくとも1桁(好ましくは少なくとも2桁)振幅が小さくなり、その結果、かなりの数の独立したデータ点を集めることができる。コヒーレントなビームを読取りボリュームに集束させるために、焦点合わせ装置を設けてもよい。焦点合わせ装置は、コヒーレントなビームを楕円焦点にするように構成されてもよく、この場合には、ドライブは、楕円焦点の長軸を横切る方向に、読取りボリューム上でコヒーレントなビームを動かすように構成されることが好ましい。楕円焦点は、好都合には、円柱レンズ、または同等な鏡構成によって提供することができる。

【0023】

他の実施形態では、検出器構成が、読取りボリュームの様々な部分それぞれからの散乱を検知するように配置され構成された複数の検出器チャンネルを含むという点で、各データ点のうちの様々な点は、読取りボリュームの様々な部分からの散乱に関係することが確実に成なる。これは、指向性のある検出器、光ファイバを用いての信号の局部収集、または他の手段によって実現することができる。指向性のある検出器または信号を局部収集する他の方法を使用する場合、コヒーレントなビームは、焦点を合わせる必要がない。確かに、コヒーレントなビームは、固定しておくこともでき、サンプリング対象ボリューム全体を照射することもできる。指向性のある検出器は、検出器エレメントに対して結合された集束レンズ、または他の方法で固定された集束レンズによって実施することもできる。マイクロレンズと一緒に、光ファイバを使用してもよい。

【0024】

読取り機は、検出器構成の少なくとも一部分を収容するためのハウジングであって、物品が配置でき、読取りボリューム内で位置決めされる読取り開口を有するためのハウジングをさらに備えてもよい。現場の使用では、読取り機は、読取り開口を有するハウジング周りに配置された自己完結型ユニットになると予想される。次いで、たとえば税関検査官または商取引基準監督官によって認証されるべき物品は、読取り開口上のセットされた位

置に置くことができる。ほこりが光学構成部品に侵入するのを避けるために、読取り開口は通常は透明な窓で覆われることになる。

【0025】

読取り機の他の形式は、生産ライン用により適したものでもよい。たとえば、読取り機は、物品またはむしろ一連の同様の物品を移動して、コヒーレントなビームを通過させるための物品コンベアをさらに備えてもよい。実働環境においては、コヒーレントなビームは固定されていて、各物品がそれを通過してもよい。たとえば、香水の包装箱は、コンベア上をセットされた高さで通過し、水平のレーザ光線を横切ってもよい。

【0026】

所与の形をした物品を、読取りボリュームに対する定位置に位置付けるための物理的な位置決め補助は、多くの場合で有用となる。パッケージングのアイテムまたは一片の紙など物品のほんの小さな一部分、あるいはパスポートは、通常は署名を得るために使用されることを理解されたい。したがって、認証のために物品の再読取りを行うときは、最初に行ったのと同じ物品部分を測定することが重要である。この物理的な位置決め補助を支援することは、有用となることがある。

【0027】

様々な検出器構成を使用することもできる。

【0028】

検出器構成が単一の検出器チャンネルだけからなるとき、実行可能な読取り機を作ることが可能である。他の実施形態では、角度的に分散され、読取りボリュームの各々別の部分、好ましくは少数の検出器エレメントの小さいグループに対する一群のデータ点を集めるように動作する、一群の検出器エレメントを備える検出器構成を使用する。署名が同じグループの各データ点間の比較からの寄与を組み込むとき、セキュリティの機能強化がもたらされる。この比較は、好都合には相互相関を必要としてもよい。

【0029】

実用になる読取り機は、1つの検出器チャンネルだけで作ることができるが、少なくとも2チャンネルあることが好ましい。これにより、各検出器信号間の相互相関を作ることができ、署名の判定に関連する信号処理にとって有用である。現在、機器の簡潔さとセキュリティの間で最適にバランスがとれているとみなされている、2個から4個までの検出器チャンネルを有するほとんどの用途にとって、2個から10個までの検出器チャンネルは適したものになると予想される。

【0030】

検出器エレメントは、有利には、読取りボリュームを横切る平面内に位置するように配置され、対の各構成要素は、コヒーレントなビーム軸に対して平面内で角度的に分散され、1つまたは複数の検出器エレメントがビーム軸のどちらかの側に位置することが好ましい。しかし、非平面の検出器構成も許容できる。

【0031】

互いに異なる検出器から得られる信号の相互相関を使用することは、セキュリティレベルを増大させること、および時間が経っても各署名をより確実に再生できるようにすることにとっても、貴重なデータを与えることが分かってきた。スペックルパターンは、(パターン内の対向した点からの信号を除いては)もともと相関関係がないため、相互相関の効用は、科学的な観点からすればいくらか驚くべきものである。すなわち、スペックルパターンについては、互いに異なる検出器が、励起位置(excitation location)を横切る共通の平面内の励起位置から、等しい量の角度オフセットで配置されない限り、互いに異なる検出器からの信号間では、定義上相互相関がゼロになる。したがって、相互相関の寄与を使用することの価値は、散乱信号の重要な部分はスペックルではないことを示している。非スペックルの寄与は、紙繊維のねじれなどの複雑な表面からの直接散乱、または散漫散乱の寄与の結果であるとも見ることが出来る。現在、スペックルおよび非スペックル散乱信号の寄与の相対的な重要度は明白ではない。しかし、現在まで行われてきた実験からは、各検出器は、純粋なスペックルパターンではなく、スペックルおよび非スペックルの成

分を有する複合信号を測定していることが明白である。

【0032】

相互相関成分を署名に組み込むことはまた、セキュリティの改善にとって利益になる。これは、高解像度印刷を使用して、本物の表面上のコントラストの変化を複製する物品を作ることが可能であっても、それが、本物を走査することによって得られる相互相関係数とマッチできないことになるからである。

【0033】

主な実施形態では、検出器チャンネルは、簡略なフォトランジスタの形で、個別の検出器構成部品によって構成されている。PINダイオードまたはフォトダイオードなど、他の簡略な個別構成部品を使用することもできる。装置に費用がかかり複雑さも増すことになるが、検出器アレイなどの集積化された検出器構成部品を使用することもできる。 10

【0034】

走査すべき物品へのレーザ光線の照射角度を修正する初めの実験からは、物品が各測定間で劣化しているときでも、変化のほとんどない同じ表面から繰り返し測定することができ特性を得るために、レーザ光線が、走査されている表面にほぼ垂直に入射することも、実際には重要に思える。少なくともいくつかの従来技術の読取り機は、斜め入射を使用する[2]。いったん理解されれば、この効果は自明であるように思えるが、Ezraら[2]の読取り機および実際に発明者によって作り上げられた最初のプロトタイプ of 読取り機を含むいくつかの従来技術のスペックル読取り機の設計から明らかのように、直ちに明白であると言えないのは明らかである。発明者の第1のプロトタイプ of 斜め入射読取り機は、研究室の条件では適度に良好な機能を果たしたが、物品として使用される紙の劣化に非常に敏感であった。たとえば、紙を指でこすることは、再測定値に重要な差異を現出させるのに十分であった。第2のプロトタイプ of 読取り機は垂直入射を使用し、日常的な取扱い、およびレーザプリンタを含む様々なタイプのプリンタを通過すること、写真複写機を通過すること、上に書込みをすること、上に印刷をすること、オープンの中で故意に焼くこと、押しつぶして再度平らにすることなど、より厳しい出来事による紙の劣化に対しても頑強であることが分かってきた。 20

【0035】

したがって、コヒーレントなビームがほぼ垂直に物品に入射するように、コヒーレントなビームを読取りボリュームに向けるよう光源を取り付けることが有利になることがある 30。ほぼ垂直に入射というのは、±5、10または20度を意味する。あるいは、ビームを物品上に斜めに入射するよう向けることができる。ビームが物品上を走査される場合、このことは、通常は負の影響をもたらすことになる。

【0036】

発明を実施するための最良の形態に記載された読取り機では、検出器構成は、読取りボリュームから後方散乱された放射を検出するように、反射型で構成されることにも留意されたい。しかし、物品が透明である場合には、検出器は透過型で構成することもできる。

【0037】

各実施形態のうちの1つのグループでは、データ取得および処理のモジュールは、所定の符号化プロトコルに従う信号成分を識別し、そこから基準署名(reference signature) 40を生成するために、各データ点をさらに解析するように動作することができる。ほとんどの実施形態において、所定の符号化プロトコルの特性は、コントラスト、すなわち散乱信号の強さに基づくと考えられる。具体的には、従来のバーコードプロトコルを使用してもよく、そこでは、1次元バーコードの場合はストライプの形で、または2次元バーコードではより複雑なパターンで、バーコードが物品に印刷または他の方法で張り付けられる。この場合、データ取得および処理のモジュールは、基準署名が、読取りボリュームに置かれた物品を読み取ることによって得られる署名とマッチするかどうかを確認するために、比較を実行するよう動作することができる。したがって、バーコードなど、物品自体の特性のデジタル署名されたバージョンをもたせるために、一片の紙などの物品にマークすることができる。基準署名は、一方向性関数、すなわち秘密鍵を必要とする非対称の暗号化ア 50

ルゴリズムを使用して、物品の特性から得られるべきである。偽物を読み取り、暗号化方式による読取り機の走査値を表示するラベルをその上に印刷しようとする、読取り機を有する無許可の第3者にとって、これは障壁として働く。通常、バーコードラベルまたは他のマークは、公開鍵によって解読可能な暗号文を表すことになり、秘密鍵は、許可されたラベラー団体 (labellor party) 向けに取っておくことになる。

【0038】

以前に記録された署名のデータベースが提供されてもよく、データ取得および処理のモジュールは、データベースにアクセスし、そのデータベースが読取りボリューム内に置かれた物品の署名へのマッチを含むかどうかを確認するために、比較を実行するよう動作することができる。データベースは、読取り機器の一部分を形成する大容量記憶装置の一部でもよく、遠隔地にあって遠隔通信リンクを介して読取り機によってアクセスされてもよい。遠隔通信リンクは、無線リンクおよび固定リンクを含むどんな従来形式をとってもよく、インターネットを介して利用可能であってもよい。データ取得および処理のモジュールは、マッチが見つからない場合に署名をデータベースに追加することができるように、少なくともいくつかの動作モードで動作可能であってもよい。この機構は通常、自明の理由で許可された人々だけに許されることになる。

10

【0039】

データベースを使用するときは、署名を記憶することに加えて、データベース中のその署名を、文書をスキャンしたコピー、パスポートホルダの写真、製品の製造場所および製造日時についての詳細、あるいは商品の目的販売先の詳細 (たとえば、不正輸入 (grey importation) を追跡するため) など、物品についての他の情報に関係付けることも有用である。

20

【0040】

たとえば生産ライン内で一連の物品を読み取ることによって、データベースに署名を取り込むために、かつ/または、続いてたとえば現場での使用において物品の真正性を確認検査するために、前述の読取り機器を使用してもよい。

【0041】

本発明により、紙、厚紙、プラスチックなどの様々な異なる種類の材料で作られた物品の識別が可能になる。

【0042】

本発明により、物品が改ざんされたかどうか確かめることができる。接着テープなどの接着接合された透明フィルムが、署名を作成するために使用される走査領域を覆う場合に、このことが可能である。物品を改ざんするために、たとえば包装箱を開けるためにテープを剥がさなければならない場合、下にある表面を必然的に改変するように接着結合を選択することができる。したがって、似かよったテープを使用してその箱を再封止しても、検出可能になる。

30

【0043】

本発明は、紙または厚紙で作られた物品を識別するための方法であって、紙または厚紙をコヒーレントな放射に曝すステップと、紙または厚紙の固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点から物品の署名を判定するステップとを含む方法を提供する。

40

【0044】

固有の構造とは、その製造に基づいて物品がもともと有し、それによりトークンによって与えられる構造または物品中に組み込まれた人造繊維など、セキュリティ目的のために具体的に提供された構造において特徴的である構造を意味する。

【0045】

紙または厚紙とは、木材パルププロセスから作られるどんな物品をも意味する。紙または厚紙は、塗装処理または含浸処理をされてもよく、あるいはセロハン (商標) などの透明な材料で覆われてもよい。表面の長期安定性が具体的な問題である場合、紙は、たとえばアクリルスプレー吹付の透明な塗装で処理されてもよい。

50

【0046】

したがって、各データ点は、コヒーレントなビームによる照射位置の関数として集めることができる。これは、局所的なコヒーレントなビームを物品上に走査することにより、または指向性のある検出器を使用して物品の様々な部分からの散乱光を集めることによって、あるいは両方の組合せによって達成することができる。

【0047】

本発明は、以下の各例のリストにあげた紙または厚紙の物品にとって、特に有用であるとみなされる。

- 1.株券、船荷証券、パスポート、政府間条約、法令、運転免許証、車検証、あらゆる実物証明書などの重要書類
- 2.追跡目的のあらゆる文書、たとえば郵便システム用の封筒、法執行官による追跡のための銀行券
- 3.商品のパッケージング
- 4.ファッションアイテムなどのブランド商品につけるブランドラベル
- 5.化粧品、医薬品、または他の製品のパッケージング
- 6.CDおよびDVDのディスク自体の片面のたとえば中心付近、またはケース上

10

【0048】

本発明はまた、プラスチックで作られた物品を識別する方法であって、プラスチックをコヒーレントな放射に曝すステップと、プラスチックの固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点から物品の署名を判定するステップとを含む方法を提供する。

20

【0049】

コヒーレントな放射に対してプラスチックが不透明である場合、散乱はプラスチックの固有の表面構造から生じることになるが、プラスチックが透明である場合、散乱はコヒーレントな放射の影響を受けた物品のあらゆる部分から生じることがある。

【0050】

本発明は、以下の各例のリストにあげたプラスチック物品にとって特に有用であるとみなされる。

- 1.たとえば医薬品のプラスチックパッケージング
- 2.銀行カード、スタッフ身分証明書、ストアカードを含む身分証明書で、身分証明書、特にバンクカードまたはストアカードの上に署名入りストリップがあるもの

30

【0051】

特に有用な用途は、すなわち署名後に身分証明書の署名入りストリップ上を走査することであり、その結果、真正性のために使用されるデジタル署名は、署名入りカードに特有であり、その人の署名とその下にあるストリップの表面構造との組合せから形成される。

【0052】

人の写真がついているID物品(プラスチック身分証明書でも、紙のパスポートなど他の材料で作られた通行証でもよい)の場合は、改ざんが行われなかったことを試験するために、読取り機が(カバーまたは白紙ページを走査するのとは別に)身分証明書の写真部分を走査することが有用になることがある。これは、写真をID物品に張り付けるのに塗装フィルムまたは接着剤フィルムが使用される場合、偽の写真はそのID物品に固定するためには、偽造者はそのフィルムを取り除かなければならないからである。新規の写真は別の表面構造を有することになるから、このタイプの偽造は、本発明を実装する読取り機によって識別されることになる。

40

【0053】

本発明により、適当な表面構造を有しているならば、他のどんな材料タイプも識別可能になることが期待される。顕微鏡レベルでの非常に滑らかな表面を有する材料タイプは適さないことがあり、非常に深く、かつ/または不安定な表面を有する不透明な材料(たとえばフリース材料)も同様である。

【0054】

50

本発明はまた、パッケージング、文書、および衣類を含む様々な異なるタイプの物品の識別を可能にする。

【0055】

本発明は、製品をそのパッケージングによって識別する方法であって、製品のパッケージングをコヒーレントな放射に曝すステップと、パッケージングの固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点から製品の署名を判定するステップとを含む方法を提供する。

【0056】

コヒーレントな放射に曝されるパッケージングの重要な部分は、紙、厚紙、プラスチック(たとえばセロハン(商標)の収縮包装)、金属、あるいは適当な固有の表面または内部構造を有する他の材料から作られてもよい。物品はパッケージングに収容されてもよく、場合によっては、パッケージングは改ざん防止の方法で封止されてもよい。あるいは、パッケージングは、見た目にも壊さないと取り外すことができないコネクタで固着されたタグなど、物品への付加物でもよい。医薬製品、化粧品および香水、ならびに、たとえば航空機あるいは陸上または水上の車両用のスペアパーツにとって、これは特に有用となることがある。

【0057】

本発明は、文書を識別する方法であって、文書をコヒーレントな放射に曝すステップと、文書の固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点から文書の署名を判定するステップとを含む方法を提供する。

【0058】

本発明はまた、衣類または履物の品目を、それに固着されたタグによって識別する方法であって、タグをコヒーレントな放射に曝すステップと、タグの固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点からタグの署名を判定するステップとを含む方法を提供する。タグは、衣類または履物に取り付けられた、たとえばプラスチック、厚紙の未変更の標準ブランドタグでもよい。

【0059】

本発明はまた、CDまたはDVDなどのディスクを識別する方法であって、ディスクをコヒーレントな放射に曝すステップと、ディスクからのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集めるステップと、1組のデータ点からディスクの署名を判定するステップとを含む方法を提供する。

【0060】

要約すれば、署名は、場合によっては、そのパッケージングなど、なにか商品に付随するものから得ることができ、また場合によっては、文書または商品の表面構造など、対象物それ自体から得ることができる。本発明により、多くの実際的用途、たとえば闇類似市場での輸入または偽造を取り締まることが見いだされる。こうした用途では、税関検査官または商取引基準監督官は、携帯読取り機を使用することもできる。

【0061】

署名は、ほとんどの用途でデジタル署名になると予想される。現行技術でのデジタル署名の典型的なサイズは、200ビットから8kビットの範囲にあり、これまでのところ、高いセキュリティのためには、約2kビットのデジタル署名サイズを有することが好ましい。

【0062】

本発明の他の態様は、物品にそれ固有の構造の署名特性を張り付ける方法であって、前述の識別方法のあらゆる方法を適用することにより署名を得るステップと、機械読取り可能な符号化プロトコルによって署名を符号化するラベルを物品にマークするステップとを含む方法を提供する。

【0063】

署名は、非対称な暗号化アルゴリズムを使用して、ラベル内に符号化されることが好ましい。たとえば、ラベルは、公開鍵/秘密鍵暗号化システムでの公開鍵によって解読可能な暗号文を表してもよい。あるいは、署名は、対称的な暗号化アルゴリズムを使用してラ

ベル内に符号化されてもよい。

【0064】

ラベルが印刷プロセスで印刷されたインクラベルである場合、多くの材料、特に紙および厚紙にとっては非常に便利である。

【0065】

ラベルは、目に見えるもの、たとえばバーコードでもよく、また目に見えないもの、たとえば物品がスマートカードであるときは、スマートチップ(smart chip)内にデータとして組み込まれてもよい。

【0066】

本発明はまた、前述のラベリング方法に従ってラベルを張り付けられた物品に関する。

10

【0067】

本発明をよりよく理解するために、またいかにしてそれを実行に移すのかを示すために、次に例として添付図を参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0068】

図1は、本発明を実施する読取り機器1の概略側面図である。光学読取り機器1は、機器の読取りボリューム内に配置された物品(図示せず)から署名を測定するためのものである。読取りボリュームは、ハウジング12内のスリットである読取り開口10によって形成される。ハウジング12は、機器の主要光学構成部品を含む。スリットは、x方向にその主要な広がりをもつ(図中の挿入軸(inset axes)を参照)。主な光学構成部品は、コヒーレントなレーザ光線15を発生するためのレーザ光源14、およびk個の複数光検出器エレメントで構成される検出器構成16であり、この例ではk=4で、16a、16b、16cおよび16dと表示されている。レーザ光線15は、円柱レンズ18で集束されて、y方向(図の面に垂直)に延び読取り開口面に位置する楕円焦点になる。プロトタイプの実験機の一例として、楕円焦点は、長軸寸法が約2mm、短軸寸法が約40マイクロメートルである。これらの光学構成部品は、サブアセンブリ20の中に含まれる。例示された実施形態では、読取りボリューム内に存在している物品からの反射において散乱された光を集めるために、4つの検出器エレメント16a...dは、ビーム軸からのインターデジテッド構成(interdigitated arrangement)内で、様々な角度でビーム軸オフセットの両側に分散されている。プロトタイプの実験機の一例では、オフセット角度は、-70、-20、+30および+50度である。ビーム軸の両側の各角度は等しくなるように選ばれ、その結果、集められる各データ点はできる限り独立している。4つの検出器エレメントはすべて、共通の平面内に配置される。コヒーレントなビームが読取りボリュームから散乱するとき、光検出器エレメント16a...dは、ハウジング上に置かれた物品から散乱された光を検出する。図に示すように、光源は、レーザ光線15のビーム軸がz方向に向くように取り付けられ、その結果、ビームは読取り開口内の物品に垂直入射でぶつかることになる。

20

30

【0069】

一般的に、物品のz方向での位置決めにおけるどんな差異によっても、読取り開口面でのビームのサイズに著しい変化が生じないように、焦点深度は大きいことが望ましい。プロトタイプの実験機の一例では、焦点深度はほぼ0.5mmであり、良好な結果をもたらすのに十分な大きさである。焦点深度、開口数および作業距離の各パラメータは独立しており、その結果、スポットサイズと焦点深度の間のよく知られたトレードオフが生じる。

40

【0070】

矢印26で示すように、適当な軸受24または他の手段を介して光学サブアセンブリ20の直線運動を提供するために、ドライブモータ22がハウジング12内に配置される。したがって、ドライブモータ22は、読取り開口10のx方向にわたって直線的にコヒーレントなビームを動かすように働き、その結果、ビーム15は楕円焦点の長軸に交差する方向で走査される。コヒーレントなビーム15は、コヒーレントなビームと垂直な平面内、すなわち読取り開口がセットされているハウジング壁の平面内において、読取りボリュームの投影よりもはるかに小さい断面図をxz平面(図の平面)内に有するように、その焦点において大きさを合

50

わせられるため、ドライブモータ22の走査により、コヒーレントなビーム15は、ドライブモータ22の動作のもとで、読取りボリュームの多くの様々な部分をサンプリングすることができるようになる。

【0071】

図2は、このサンプリングを説明するために含まれており、楕円ビームを読取り領域中で走査することにより、どのように読取り領域が n 回サンプリングされるのかを示す概略斜視図である。ドライブの動作のもとで読取り開口に沿って走査されるとき、集束レーザ光線のサンプリング位置は、長さ「 l 」および幅「 w 」の領域をサンプリングする1から n までの番号がついた隣接する長方形によって表される。ドライブがスリットに沿って走査されるとき、 n 個の位置の各々で、信号を集めるためにデータ収集が行われる。したがって、読取りボリュームのうちの図示された n 個の様々な部分からの散乱に関係する一連の $k \times n$ 個のデータ点が集められる。 x 方向、すなわち走査方向に沿ったスリット10に隣接したハウジング12の下側に形成された距離マーク28も、概略的に図示されている。各マークの x 方向の間隔の例は、300マイクロメートルである。

10

【0072】

さらに以下でより詳細に述べるように、これらのマークは、楕円焦点の端でサンプリングされ、 x 方向でデータが線形化される。スリットに隣接したマーク28の領域からの光を集めるように配置された指向性のある検出器である追加のフォトランジスタ19によって、測定は実行される。

【0073】

一代替実施形態では、マーク28は、光学サブアセンブリ20の一部分である専用のエンコーダ発光源/検出器(emitter/detector)モジュール19によって読み取られる。エンコーダ発光源/検出器モジュールは、バーコード読取り機で使用されている。たとえば、我々は、集束発光ダイオード(LED)および光検出器に基づくAgilent製のHEDS-1500モジュールを使用してきた。モジュール信号は、特別な検出器チャンネルとしてのPIC.ADCに送り込まれる。

20

【0074】

例として、40マイクロメートルの焦点の短軸寸法、および x 方向に2cmの走査長を使用する場合、 $n=500$ では、 $k=4$ として2000個のデータ点となる。 $k \times n$ についての典型的な値の範囲は、所望のセキュリティレベル、物品タイプに依存しており、検出器チャンネルの数「 k 」および他の係数は、 $100 < k \times n < 10,000$ であると予想される。手で触れることや印刷などを介して物品の表面が劣化することに対して測定値が鈍感であることは、検出器の数 k を増やすことによって改善されることも分かってきた。実際に、現在まで使用されたプロトタイプを使用する場合、経験則からすれば、多種多様な表面において満足できる程度に高いセキュリティレベルを与えるためには、独立したデータ点の合計数、すなわち $k \times n$ は、500以上でなければならない。

30

【0075】

図3は、読取り機器の機能構成部品のブロック略図である。モータ22は、電氣的リンク23を介して、プログラム可能な割込み制御装置(PIC)30に接続される。検出器モジュール16の各検出器16a...dは、それぞれ電気接続線17a...dを介して、PIC 30の一部分であるアナログディジタル変換器(ADC)に接続される。同様の電気接続線21は、マーカ読取り検出器19をPIC 30に接続する。電氣的リンクの代わりに、または電氣的リンクと組み合わせて、光学リンクまたは無線リンクを使用してもよいことが理解されるであろう。PIC 30は、直列接続32を介して、パーソナルコンピュータ(PC)34とインタフェースしている。PC 34は、デスクトップでもラップトップでもよい。PCの代替として、他のインテリジェント装置、たとえば携帯型情報端末(PDA)または専用のエレクトロニクスユニットを使用してもよい。各検出器16a...dによって集められた1組のデータ点から物品の署名を判定するために、PIC 30およびPC 34は、まとめてデータ取得および処理のモジュール36を形成する。PC 34は、インタフェース接続38を介してデータベース(dB)40にアクセスする。データベース40は、PC 34のメモリにあってもよく、PCのドライブに記憶されてもよい。あるいは、デ

40

50

ータベース40は、PC 34から遠く離れていてもよく、無線通信、たとえば移動電話サービスまたは無線ローカルエリアネットワーク(LAN)をインターネットと組み合わせて使用してアクセスしてもよい。さらに、データベース40は、PC 34にローカルに記憶されてもよいが、遠隔ソースから定期的にダウンロードされてもよい。

【0076】

データベース40は、以前に記録された署名のライブラリを含む。PC 34は、使用中にデータベース40にアクセスし、読取りボリューム内に置かれていた物品の署名にマッチするものをデータベース40が含むかどうかを確認するために、比較を実行するようにプログラミングされている。PC 34はまた、マッチが見つからない場合に、署名をデータベースに加えることができるようにプログラミングされてもよい。この使用モードは、許可ユーザによる使用向けに予約され、もっぱら検証目的のために現場で使用すべきシステムからは除外されてもよい。

【0077】

図4は、読取り機器1の外形を示す斜視図である。ハウジング12およびスリット型の読取り開口10が見てとれる。物理的な位置決め補助42も見てとれ、所与の形の物品を読取り開口10に対して定位置に位置決めするために設けられている。図示された例では、物理的な位置決め補助42は、文書または包装箱の角を位置決めすることができる直角のブラケットの形をしている。物品を走査する必要があるたびに、確実に物品の同じ部分を読取り開口10に位置付けることができる。簡略な角ブラケットまたは均等物は、重ねた紙、パスポート、身分証明書、包装箱など、明確な角を有する物品に対しては十分である。

【0078】

原稿送り装置は、物品配置が確実に安定するように設けることもできる。たとえば、この機器は、文書スキャナ、写真複写機、または文書管理システム用の従来のどんなフォーマットにも従うこともできる。包装箱向けには、代替案として、適当なガイドホール、たとえば長方形の箱の基部を受けるための長方形断面の穴、または管状の箱(すなわち円筒形の箱)の基部を受けるための円形断面穴を提供することになる。

【0079】

図5は、物品のバッチをスクリーニングするための読取り機器1'を示す一代替実施形態の概略斜視図である。読取り機は、パッケージングの各物品を置くことができるコンベアベルト44に基づいており、表示を簡単にするために、1つの物品5だけが図示されている。物品5上の読取り領域10'は、物品5がコンベアベルト44上で通過するときに、固定されたレーザ光線15によって走査される。レーザ光線15は、コンベアベルト44のそばに固定して配置されたレーザ光源14によって生成される。レーザ光源14は、コンベアベルト44を高さ「h」で横切るためにz方向(すなわち床に水平)に進むペンシル状のほぼ平行なビームを生成するための一体式ビーム集束レンズ(図示せず)を有し、それにより読取り領域10'を走査するために高さ「h」で物品5を横切る。ビームの断面図は、スポット、すなわち円形(たとえば、一体式球面レンズを用いて生成される)でも、y方向に広がる線(たとえば、一体式円柱レンズを用いて生成される)でもよい。1つの物品だけが示されているが、次々と来る同様の物品を運び、ビーム15を通過するときに連続して走査することができることを理解されたい。

【0080】

コンベアをベースにした読取り機器の機能構成部品は、先にさらに説明したスタンドアロンの読取り機器の機能構成部品と同様である。唯一の本質的な差は、走査ビームと物品の間で所望の相対的運動をさせるために、レーザ光線ではなく物品が動かされることである。

【0081】

一連の物品を読み取ることにより署名をデータベースに取り込むために、コンベアをベースにした読取り機を、生産ラインまたは倉庫環境で使うことができると予想される。管理として、記録された署名が確認検査できることを検証するために、各物品は再び走査されてもよい。これは、連続につながって動作する2つのシステム、または各物品が2度

10

20

30

40

50

通過する1つのシステムを用いて行うこともできる。パッチ走査は、販売時点情報管理(POS)、またはPOS装置構成部品に基づいた読取り機器を使用することに適用することもできる。

【0082】

前述の各実施形態は、励起の局部領域を含むはるかに大きい領域にまたがって散乱された光信号を受け取る各検出器と組み合わせて、小さい断面のコヒーレントな光ビームを用いた、局在化された励起(localised excitation)に基づく。代わりに、はるかに大きい領域の励起と組み合わせて、局部からのみ光を集める指向性のある検出器に基づく、機能的に同等な光学システムを設計することが可能である。

【0083】

図6Aには、指向性をもつ光収集およびコヒーレントなビームを用いた全面照射に基づく、本発明を実施する読取り機のためのこうしたイメージング構成が、概略的に側面図で示してある。アレイ検出器48は、円筒形のマイクロレンズアレイ46と組み合わせて構成され、その結果、検出器アレイ48の隣接するストリップは、読取りボリューム内の対応する隣接したストリップからの光だけを集める。図2に関しては、各円筒形のマイクロレンズは、 n 個のサンプリングストリップのうちの1個からの光信号を集めるように配置されている。次いで、コヒーレントな照射は、読取りボリューム全体(図示せず)を全面照射することによって発生させることができる。

【0084】

局在化された励起と局在化された検出とを組み合わせたハイブリッドシステムも、場合によっては有用となることがある。

【0085】

図6Bには、指向性のある検出器が、楕円ビームを用いる局部照射と組み合わせて使用される、本発明を実施する読取り機のためのこうしたハイブリッドイメージング構成の光学的フットプリントが、概略的に平面図で示してある。この実施形態は、指向性のある検出器が提供される図1の実施形態の一発展形態であるとみなしてもよい。この実施形態では、3列の指向性のある検出器が提供され、各列は、「 $1 \times w$ 」の励起ストリップに沿った様々な部分からの光を集めるように目標に向けられている。読取りボリュームの平面からの収集領域は、点線の円で示されており、たとえば2個の検出器の第1の列は、励起ストリップの上部からの光信号を集め、検出器の第2の列は、励起ストリップの中間部分からの光信号を集め、検出器の第3の列は、励起ストリップの下部からの光を集める。検出器の各列は、直径がほぼ $1/m$ の円形の収集領域を有するように示され、 m は励起ストリップの細区分の数であり、この例では $m=3$ である。このようにして、独立したデータ点の数は、所与の走査長 l に対して m 倍増大させることができる。さらに以下で説明するように、指向性のある検出器のうちの1つまたは複数の異なる列は、スペックルパターンをサンプリングする光信号を集める以外の目的で 사용할ことができる。たとえば、各列のうちの1つの列は、バーコード走査に最適化された方式で光信号を集めるのに使用してもよい。この場合には、コントラストを走査するだけのときは、相互相関を得ることに利点がないので、その列が1つの検出器のみを含むことで一般的には十分であろう。

【0086】

ここで、本発明を実行するのに適した様々な読取り機器の主な構造構成部品および機能構成部品を記述してきたが、次に、署名を判定するのに使用される数値処理を説明する。この数値処理は、PIC 30の下位にあるいくつかの要素と共に、大部分はPC 34上で走るコンピュータプログラムに実装されることが理解されるであろう。

【0087】

図7は、ほぼ $0.5 \times 0.2 \text{ mm}$ の領域をカバーするイメージを有する紙の表面の顕微鏡イメージである。紙などの巨視的に平らな表面は、顕微鏡的な尺度では、多くの場合非常に構造化されていることを説明するために、この図が含まれている。紙については、紙を作り上げる木部繊維が絡み合った網状組織の結果として、微視的には表面は非常に構造化されている。図はまた、約10ミクロンである木部繊維についての特性長の尺度を例示している。

10

20

30

40

50

この寸法は、コヒーレントなビームの光学波長に対して正しい関係を有しており、回折およびしたがってスペックル、ならびにファイバの位置決めに依存するプロファイルを有する散漫散乱をも引き起こす。したがって、具体的な商品の種類に向けて読取り機を設計しなければならない場合、レーザの波長は、走査すべき商品の種類の構造形状サイズに合わせられることが理解されよう。個々の木部繊維がどのように配置されているかに依存するという点で、各々の紙の局所的な表面構造は一義的であることも、図から明らかである。したがって、自然の法則に支配されたプロセスによって作られる結果として、一義的な構造を有するという点で、一片の紙は、従来技術での特別な樹脂トークンまたは磁性材料の析出物など、特別に作成されたトークンと何ら変わりはない。これは、他の多くのタイプの物品に適用される。

10

【0088】

すなわち、一義的な特性が多種多様の日用品から直接的な方式で測定可能であるときに、特別に準備されたトークンを作ることに努力し費用をかけることは本質的に的外れであることが、発明者には分かった。次に、物品の表面(または、伝送する場合は内部)の自然の構造を利用する散乱信号のデータ収集および数値処理を説明する。

【0089】

図8Aは、図1の読取り機の各光検出器16a...dのうちの1つからの生データを示す。グラフは、点の番号 n (図2参照)に対して、信号の強さ I を任意の単位(a.u.)でプロットしている。 $I=0\sim 250$ の間を上下に変動している上側のトレースは、光検出器16aからの生信号データである。下側のトレースは、マーカ28(図2参照)から得られたエンコーダ信号であり、約 $I=50$ である。

20

【0090】

図8Bは、エンコーダ信号を用いて線形化した後の図8Aの光検出器データを示す(注意: x 軸は図8Aと異なる目盛り上にあるが、このことはあまり重要ではない)。さらに、明暗度の平均が計算され、各明暗度値から差し引かれる。したがって、処理されたデータ値は、ゼロの上下で変動する。

【0091】

図8Cは、デジタル化した後の図8Bのデータを示す。採用されたデジタル化方式は、簡略な2進方式であり、どんな正の明暗度値も値1にセットされ、どんな負の明暗度値もゼロにセットされる。代わりにマルチ状態のデジタル化を使用することもでき、または他の多くの実行可能なデジタル化手法のうちのどれでも使用することができることを理解されたい。デジタル化の主たる重要な特徴は、単に同じデジタル化方式を一貫して適用することである。

30

【0092】

図9は、物品の署名が、どのようにして走査から生成されるのかを示す流れ図である。

【0093】

ステップS1は、光検出器の各々における光学的な明暗度が、走査の全長を通してほぼ1ms毎に取得される、データ取得のステップである。同時に、エンコーダ信号は、時間の関数として取得される。走査モータが(たとえば、ステッピングモータのように)高度の線形化精度を有する場合、データの線形化を必要としなくてもよいことに留意されたい。データは、ADC 31からデータを取り出すPIC 30によって取得される。各データ点は、PIC 30からPC 34にリアルタイムで転送される。あるいは、各データ点は、PIC 30内のメモリに記憶することもでき、次いで走査の終わりで、PC 34に引き渡すこともできる。各走査で集められた検出器チャンネル当たりのデータ点の数 n は、以下では N と定義される。さらに、値 $a_k(i)$ は、光検出器 k からの i 番目に記憶された明暗度値として定義され、 i は1から N である。こうした走査から得られた2つの生データの組の例が、図8Aに示してある。

40

【0094】

ステップS2は、数値補間を使用して局所的に $a_k(i)$ を伸縮し、その結果、エンコーダ遷移(encoder transitions)は、均等に時間が空けられる。これにより、モータ速度における局部変化が訂正される。このステップは、コンピュータプログラムによりPC 34で実行

50

される。

【0095】

ステップS3は、任意選択のステップである。このステップは、実行されると、時間に対してデータを数値微分する。弱いスムージング関数(smoothing function)をデータに適用することも、望ましいことがある。微分法は、相関関係のある(スペックル)寄与に関連した信号から相関関係がない寄与を減衰させるように働くので、高度に構造化された表面にとっては有用になることがある。

【0096】

ステップS4は、各光検出器について、記録された信号の平均がN個のデータ点にわたって取得されるステップである。各光検出器について、この平均値は各データ点のすべてから差し引かれ、その結果、データはゼロ明暗度近辺に分散される。計算された平均値を線形化し減算した後の走査データの組の例を示す図8Bについて述べる。

【0097】

ステップS5は、アナログ光検出器のデータをデジタル化して、走査を代表するデジタル署名を計算する。デジタル署名は、規則を適用することによって得られる。すなわち、 $a_k(i) > 0$ では2進数の「1」になり、 $a_k(i) \leq 0$ では2進数の「0」になる。デジタル化されたデータの組は $d_k(i)$ で定義され、 i は1からNである。有利には、物品の署名は、ちょうど説明した明暗度データのデジタル化された署名に加えて、さらなる構成部品を組み込んでもよい。次に、これらのさらなる任意選択の署名構成部品を説明する。

【0098】

ステップS6は、より小さい「サムネイル」のデジタル署名が作成される、任意選択のステップである。これは、 m 個の読取りのうちの隣接するグループを一緒に平均化することにより、またはより好ましくは、あらゆる c 番目のデータ点を抽出することによって行われ、 c はサムネイルの圧縮係数である。平均化は雑音を過度に増幅することがあるため、後者が好ましい。次いで、ステップS5で使用された同じデジタル化規則が、削減されたデータの組に適用される。サムネイルのデジタル化は $t_k(i)$ で定義され、 i は1から N/c であり、 c は圧縮係数である。

【0099】

ステップS7は、複数の検出器チャンネルが存在するときに適用可能な、任意選択のステップである。追加の構成要素は、各光検出器のうちの互いに異なる検出器から得られる明暗度データの間で計算される相互相関の構成要素である。2チャンネルを使用する場合、1つの相互相関係数が可能となり、3チャンネルを使用する場合は3つまで、また4チャンネルを使用する場合には6つまでなどとなる。相互相関係数は、材料タイプを良好に示すことが分かっているのので有用である。たとえば、所与のタイプのパスポート、またはレーザプリンタ紙など特定のタイプの文書では、相互相関係数は、常に予測可能な範囲にあるようである。正規化された相互相関は、 $a_k(i)$ と $a_l(i)$ の間で計算することができ、 $k \neq l$ であり、また k, l は、光検出器チャンネル番号のすべてにわたって変化する。正規化された相互相関関数 Γ は次式で定義される。

【0100】

【数1】

$$\Gamma(k, l) = \frac{\sum_{i=1}^N a_k(i) a_l(i)}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N a_k(i)^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N a_l(i)^2 \right)}}$$

【0101】

後の検証で使用するために記憶することができる相互相関関数の他の側面は、相互相関関数におけるピークの幅、たとえば全幅半値(FWHM)である。検証処理における相互相関関数の使用について、さらに以下で説明する。

10

20

30

40

50

【0102】

ステップS8は、信号の強さの分布を示す簡略な明暗度平均値を計算するための、他の任意選択のステップである。これは、互いに異なる検出器についての各平均値の各々の総合的な平均でも、また $a_k(i)$ の2乗平均(rms)値など各検出器についての平均でもよい。各検出器が、前述の読取り機のように垂直入射の両側に対になって配置される場合、検出器の各対に対する平均を使用してもよい。明暗度値は、サンプルの総合的な反射率および粗さを簡略に表示するため、材料タイプに対して良好な粗いフィルタであることが分かってきている。たとえば、明暗度値として、平均値すなわちDCバックグラウンドを除いた後の正規化されていないrms値を使用することができる。

【0103】

10

物品を走査することによって得られる署名データは、検証目的の署名データベースに保持されているレコードと突き合わせて比較すること、および/または既存のデータベースを拡張するために署名の新規のレコードを追加するためにデータベースに書き込むことができる。

【0104】

新規のデータベースレコードには、ステップS5で得られるデジタル署名、ならびに任意選択として、各光検出器チャネルに対してステップS6で得られるより小さいデジタル署名のサムネイルバージョン、ステップS7で得られる相互相関係数、およびステップS8で得られる各平均値が含まれることになる。あるいは、サムネイルは、迅速に探索するために最適化された、それら自体の別個のデータベース上に記憶されてもよく、残りのデータ(サムネイルを含む)は、メインデータベース上に記憶されてもよい。

20

【0105】

図10は、走査から得られる物品の署名を、どのようにして署名データベースと突き合わせて検証できるかを示す流れ図である。

【0106】

簡略な実装形態では、データベースは、単に一式の署名データに基づくマッチを見つけるために探索することもできる。しかし、検証プロセスをスピードアップするためには、次に述べるように、プロセスは、より小さいサムネイルならびに計算された平均値および相互相関係数に基づく事前スクリーニングを使用することが好ましい。

【0107】

30

検証ステップV1は、検証プロセスの第1ステップであり、前述のプロセスに従って物品を走査すること、すなわち走査ステップS1からS8を実行することである。

【0108】

検証ステップV2は、サムネイルのエントリを各々取り出し、それと $t_k(i+j)$ の間の整合ビットの数を評価する。 j は、走査領域にある誤りを補償するために変化するビットオフセットである。 j の値が決定され、次いで、整合ビットの最大数を示すサムネイルのエントリが決定される。これは、さらなる処理で使用する「ヒット(hit)」である。

【0109】

検証ステップV3は、レコード用に記憶されたフルデジタル署名を、走査されたデジタル署名と突き合わせて分析する前に実行される、任意選択の事前スクリーニング試験である。この事前スクリーニングでは、走査ステップS8で得られた各rms値が、ヒットのデータベースレコード内の対応する記憶済みの値と突き合わせて比較される。平均値それぞれが、既定の範囲内でマッチしない場合、「ヒット」はさらなる処理から排除される。次いで、物品は検証されていないものとして排除される(すなわち、検証ステップV6に移り、失敗結果を発行する)。

40

【0110】

検証ステップV4は、フルデジタル署名を分析する前に実行される、さらなる任意選択の事前スクリーニング試験である。この事前スクリーニングでは、走査ステップS7で得られる相互相関係数は、ヒットのデータベースレコード内の対応する記憶された値と突き合わせて比較される。相互相関係数それぞれが、既定の範囲内でマッチしない場合、「ヒット

50

」はさらなる処理から排除される。次いで、物品は検証されていないものとして排除される(すなわち、検証ステップV6に移り、失敗結果を発行する)。

【0111】

検証ステップV4で実行することもできる、相互相関係数を使用する他の検査は、相互相関関数におけるピークの幅を検査することであり、前述の走査ステップS7での最初の走査から記憶された値と再走査された値とを比較することによって、相互相関関数が評価される。

【0112】

【数2】

$$\Gamma_{k,l}(j) = \frac{\sum_{i=1}^N a_k(i) a_l(i+j)}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N a_k(i)^2\right) \left(\sum_{i=1}^N a_l(i)^2\right)}}$$

10

【0113】

再走査されたピークの幅が、最初の走査の幅よりも著しく広い場合、これは、再走査された物品が改ざんされた、または他に疑わしいところがあることを示すものと解釈してよい。たとえば、この検査は、走査されている表面から光検出器によって得られるのと同じ明暗度の変化を有するバーコードまたは他のパターンを印刷することによってシステムを

20

【0114】

検証ステップV5は、走査ステップS5で得られる走査されたデジタル署名と、ヒットのデータベースレコード内の対応する記憶された値との間の主要な比較である。すべて記憶されたデジタル化署名 $d_k^{db}(i)$ は、 k 個の検出器チャネル上での q 個の隣接したビットの n 個のブロックに分けられる。すなわち、ブロック当たり qk ビットとなる。典型的な q の値は4であり、典型的な k の値は4であり、通常はブロック当たり16ビットになる。次いで、 qk ビットは、記憶されたデジタル署名 $d_k^{db}(i+j)$ 内の対応する qk ビットと突き合わせてマッチさせられる。ブロック内の整合ビットの数が、いくつかの既定の閾値 Z_{thresh} 以上である場合、整合ブロックの数は増分される。典型的な Z_{thresh} の値は13である。これは、 n 個のブ

30

【0115】

【数3】

$$p(M) = \sum_{w=n-M}^n s^w (1-s)^{n-w} {}_w^n C$$

40

【0116】

上式で、 s はあらゆる2つのブロック間で偶然マッチする確率であり(次に、これは選ばれた $Z_{threshold}$ の値に依存する)、 M は整合ブロックの数であり、 $p(M)$ は M 以上のブロックが偶然マッチする確率である。 s の値は、たとえば紙文書などをいくつか走査するなど、同様の材料の様々な対象物を走査することによって得られるデータベース内の各ブロックを比較することによって決定される。 $q=4$ 、 $k=4$ および $Z_{threshold}=13$ の場合、典型的な s の値は0.1であることが分かる。 qk ビットが完全に独立している場合、確率理論によれば、 $Z_{threshold}=13$ に対して $s=0.01$ となるはずである。経験的により高い値を見つけるという事実は、 k 個の検出器チャネル間の相関、および有限のレーザスポット幅に基づくブロック内の隣接したビット間の相関のためでもある。一片の紙の典型的な走査からは、その一片

50

の紙についてのデータベースエン트리と突き合わせて比較するとき、合計数510個のブロックから約314個の整合ブロックが得られる。上式において $M=314$ 、 $n=510$ 、 $s=0.1$ に設定すると、偶然にマッチする確率は 10^{-177} になる。

【0117】

検証ステップV6は、検証プロセスの結果を発行する。検証ステップV5で得られる確率結果は、基準点が既定の確率閾値である合否試験において使用してもよい。この場合、確率閾値は、システムによってあるレベルにセットされてもよく、またユーザによって選ばれたあるレベルにセットされた可変パラメータでもよい。あるいは、確率結果は、確率それ自体としての生の形式、あるいは相対語(たとえばマッチなし/不十分なマッチ/良好なマッチ/優れたマッチ)を使用する修正された形式または他の分類のいずれかの形式で、信頼性のレベルとしてユーザに出力してもよい。

【0118】

多くの変形形態が可能であることを理解されたい。たとえば、相互相関係数を事前スクリーニングの構成要素として扱う代わりに、デジタル化された明暗度データと共に、主要な署名の一部分として扱うこともできる。たとえば、相互相関係数をデジタル化し、デジタル化された明暗度データに追加することもできる。相互相関係数は、単独でデジタル化することもでき、ビットストリングまたは同様のものを生成するのに使用することもでき、次いで、ヒットを見つけるために、デジタル化された明暗度データのサムネイルについて前述したのと同様に探索することもできる。

【0119】

次に、本発明のさらなる実装形態を説明する。

【0120】

図11には、バーコードを有する身分証明書50が示してある。身分証明書は、写真、ホログラムなど、独立したセキュリティ要素54を有してもよく、また、個体に特有の何らかの生体計測情報を含んでもよい。走査領域56の一部分として、バーコードが示してある。これは、身分証明書上で特徴がないため、破線で示してある。走査領域は、バーコードを含む下部領域52と空白の上部領域58との間で細分される。身分証明書50は、図6Bに示された種類の読取り機器によって走査されるように設計され、指向性のある検出器列のうちの1つが、バーコード領域52を走査するために使用され、その他の2つの列が、上部領域58を走査するために使用される。この実施形態では、バーコードは、本発明の方法を使用して空白の上部領域を走査することによって得られる署名を符号化する。

【0121】

すなわち、もともとバーコードは、本発明の方法に従ってカードの空白の上部領域を走査し、次いでバーコードを下部領域52に印刷することによって、身分証明書の製造時点で張り付けられた。したがって、身分証明書には、その固有の構造の署名特性、すなわち上部領域58での表面構造が張られる。

【0122】

バーコードは、それ自体、前述の別々の線形化マークの代わりに、またはそれと組み合わせて、走査を線形化するために使用されてもよいことに留意されたい。読取り機が、たとえば現金自動預け払い機(ATM)で使用される種類のローラドライブ(roller drive)など、直線性が不十分なドライブを有するとき、これが特に有用になることがある。直線性が不十分なドライブへの許容度により、最小の修正を施したATMなど、多くのカード読取り装置に読取り機を組み込むことができるようになる。確かに、バーコードまたは疑似マーキングでさえ、線形化のためだけにカード上に印刷されてもよく、暗号化のためにはまったく使用されなくてもよい。その場合には、データベースを参照して、またはカードの別の部分からデータを取り出すこと、たとえばチップ(いわゆるスマートカード)からデータを取り出すことによって、検証を実行することもできる。

【0123】

この基本的な手法は、その固有の物理的特徴、たとえば紙または厚紙製品あるいはプラスチック製品を含むあらゆる印刷可能な物品から得られる物品自体の署名を符号化するラ

ベルを、多種多様の物品にマークするために使用できることを理解されたい。

【0124】

公知の符号化プロトコルに従うバーコードまたは他のラベルの公共性からすれば、バーコードを作成するための非対称な暗号化アルゴリズム、すなわちよく知られたRSAアルゴリズムなどに従って一方向性関数を使用して、確実に署名が変換されることは当を得たものである。好ましい実装形態は、ラベルが、公開鍵/秘密鍵暗号化システムでの公開鍵を表すことである。システムが多くの様々な顧客に使用される場合、各顧客が各自の秘密鍵をもち、その結果、秘密鍵の開示が1人の顧客だけにしか影響を及ぼさないことは当を得たものである。したがって、ラベルは公開鍵を符号化し、秘密鍵は権限をもつ人々のものに置かれる。

10

【0125】

あるいは、暗号化は対称的とすることもできる。この場合、鍵は、文書スキャナ上の改ざん防止メモリまたは暗号プロセッサスマートカード内に安全に保持することもできる。

【0126】

このラベリング手法でさらに気がつく利点は、初心者ユーザであれば、特別な知識がなければ、検証が実行されていることに気づかないことである。この読取り機器は単にバーコードスキャナであり、走査されていたのはバーコードである、とユーザが考えるとすれば、それは自然である。

【0127】

CD、DVDまたは他のコンテンツを含むディスク向けの一実施例では、署名はディスク上にあり、ディスク上のデータ用の復号鍵の一部分を形成する。次いで、ディスクプレーヤは、データを読み取るときに、ディスクからのスペックル署名を読み取る。

20

【0128】

このラベリングの方式を使用して、データベースにアクセスすることなく、単にラベルに基づいて物品を検証することもできる。これは、概念的には、従来技術[4]で報告された、失敗した銀行券方式と似かよった手法である。

【0129】

しかし、このラベリングの方式はまた、データベース検証方式と組み合わせて使用することもできると予想される。たとえば、バーコードは、デジタル署名のサムネイル形式を符号化し、データベースを参照しながらスクリーニングするのに先立って、迅速な事前スクリーニングを可能にするために使用することもできる。データベースアプリケーションによっては、潜在的にレコードの数が巨大になることもあり(たとえば、数百万)、探索方針が重要になるはずなので、これは、実際非常に重要な手法になることもある。本質的に、ビットストリングの使用など、高速探索技法が重要になることがある。

30

【0130】

サムネイルを符号化するバーコードの代替として、バーコード(または他のラベル)は、レコードロケータ(record locator)を符号化すること、すなわちインデックスまたはブックマークになることもでき、さらに比較するために、データベース内の正しい署名を迅速に見つけるために使用することができる。

【0131】

他の変形形態では、バーコード(または他のラベル)は、サムネイル署名を符号化し、データベースが使用可能でない(たとえば、一時的にオフラインである、または走査がインターネットアクセスなしに異常に遠い場所で行われている)場合に、合理的ではあるが高くない信頼度でマッチを得るために、そのサムネイルを使用することができる。次いで、データベースが使用可能で、より高い信頼度での検証が実行できる場合には、メインデータベース内の迅速なレコード位置決めのために、その同じサムネイルを使用することができる。

40

【0132】

図12は、データ運搬チップ54を組み込むいわゆるスマートカードである、身分証明書50の概略平面図である。チップ54によって運搬されるデータは署名符号化データを含み、こ

50

の署名符号化データによって、点線で示すようにこの例では特徴はないが、たとえば、どんな所望の方式で装飾することもでき、または写真を入れることもできる、走査領域56から得られる身分証明書50の測定された固有の表面特性から得られるデジタル署名が符号化される。

【0133】

図13は、保証書50の概略平面図である。走査領域56は、上下に配置された2つのバーコードラベル52a、52bを含み、これらのバーコードは、図11の身分証明書の例と同様に、測定された固有の表面特性から得られるデジタル署名を符号化する。概略的に示すように、バーコード52a、52bは、人の署名59のためのデジタル署名走査領域58の上下に配置される。領域58は、少なくとも、改ざんから保護するために透明な接着性の被覆で覆われることが好ましい。

10

【0134】

他の多くの商用例が予想されるが、前述の図11から13は、ほんの一例として示されている。

【0135】

前述の詳細な説明から、材料をコヒーレントな放射に曝し、材料の固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集め、その1組のデータ点から物品の署名を判定することにより、紙または厚紙、あるいはプラスチックなどの材料で作られた物品をどのようにして識別することができるのかが理解されよう。

【0136】

走査領域は、物品上でのそのサイズまたは位置に関して、本質的に任意であることも理解されよう。必要ならば、走査は、たとえばより大きい2次元の領域をカバーするための線形ラスタ走査とすることもできる。

20

【0137】

さらには、物品をコヒーレントな放射に曝し、物品の固有の構造からのコヒーレントな放射の散乱を示す1組のデータ点を集め、1組のデータ点からその製品の署名を判定することによって、製品のパッケージング、文書または衣類アイテムから製品を識別するために、どのようにこれを適用することができるのかが理解されよう。

【0138】

数値処理の前述の説明から、ビーム局在化の劣化(たとえば、コヒーレントなビームの焦点が最適とは言えないせいで、読取りボリューム内でのビーム断面図が拡大すること)は、システムにとっては破局的にはならず、偶然にマッチする確率を増大させることによって、単にその性能を劣化させることになるだけであることが理解されよう。したがって、突然不安定に故障するのではなく、性能が安定して徐々に劣化するような機器の変化に対して、機器は頑強である。どんな場合でも、読取り機のセルフテストを実行し、それにより、応答データ内での特性の最小形状サイズを確かめるために、集められたデータ上で自己相関を実行することにより、あらゆる装置の問題を拾い上げることは簡単である。

30

【0139】

たとえば、紙または厚紙に適用できるさらなるセキュリティ対策は、透明なシール(たとえば接着テープ)を走査領域上に接着接合することである。接着剤は、十分に強固になるように選択されるので、それを剥がすことで、検証走査を実行するために保存するのに不可欠な下地の表面構造を破壊することになる。同じ手法は、透明なポリマーまたはプラスチックのフィルムのカードへの析出、または同様の材料によるカードの封入に適用することができる。

40

【0140】

前述のように、読取り機は、本発明を具体的に実施するように設計される機器に実施してもよい。他の場合では、写真複写機、文書スキャナ、文書管理システム、POS装置、ATM、航空搭乗券読取り機または他の装置など、主として他の機能を念頭に置いて設計される機器に適切な補助的構成部品を追加することによって、読取り機が設計されることになる。

50

【0141】

具体的に前述した変形形態に加えて、本発明の他の多くの変形形態が、当業者には予想されよう。

(参考文献)

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図1】本発明を実施する読取り機器の概略側面図である。

【図2】楕円ビームを横切って走査することにより、読取り機器の読取りボリュームが、どのようにしてn回サンプリングされるのかを示す概略斜視図である。

【図3】読取り機器の機能構成部品のブロック概略図である。

10

【図4】読取り機器の外部形状を示す斜視図である。

【図5】読取り機器の代替実施形態の概略斜視図である。

【図6A】指向性をもつ光収集および全面照射(blanket illumination)に基づいて本発明を実施する読取り機のための代替イメージング構成の概略側面図である。

【図6B】楕円ビームを用いた局部照射と組み合わせて、指向性のある検出器が使用される、本発明を実施する読取り機のための、さらなる代替イメージング構成の光学的フットプリントの概略平面図である。

【図7】ほぼ $0.5 \times 0.2\text{mm}$ の領域をカバーするイメージを有する紙の表面の顕微鏡イメージである。

【図8A】図1の読取り機を使用する単一の光検出器からの、光検出器信号およびエンコーダ信号からなる生データを示す図である。

20

【図8B】エンコーダ信号を用いて線形化し、振幅を平均化した後の、図8Aの光検出器データを示す図である。

【図8C】平均レベルに従ってデジタル化した後の、図8Bのデータを示す図である。

【図9】走査から物品の署名がどのように生成されるのかを示す流れ図である。

【図10】走査から得られる物品の署名が、どのように署名データベースと突き合わせて確認検査されるのかを示す流れ図である。

【図11】測定された固有の表面特性から得られるデジタル署名を符号化するバーコードラベルを有する、身分証明書の概略平面図である。

【図12】測定された固有の表面特性から得られるデジタル署名を符号化するデータを運ぶチップを有する、身分証明書の概略平面図である。

30

【図13】測定された固有の表面特性から得られるデジタル署名を符号化する2つのバーコードラベルを有する、保証書の概略平面図である。

【符号の説明】

【0143】

- 1 光学読取り機器
- 1' 光学読取り機器
- 10 読取り開口
- 10' 読取り領域
- 12ハウジング
- 14 レーザ光源
- 15 コヒーレントなレーザ光線
- 16 検出器構成
- 17 電気接続線
- 18 円柱レンズ
- 19 フォトランジスタ
- 20 光学サブアセンブリ
- 21 電気接続線
- 22 ドライブモータ
- 23 電氣的リンク

40

50

24	軸受	
30	プログラム可能な割込み制御装置	
31	アナログデジタル変換器	
32	直列接続	
34	パーソナルコンピュータ	
38	インタフェース接続	
40	データベース	
42	物理的な位置決め補助	
44	コンベアベルト	
46	円筒形のマイクロレンズアレイ	10
48	検出器アレイ	
50	身分証明書	
52	下部領域	
52a	バーコードラベル	
52b	バーコードラベル	
54	データ運搬チップ	
56	走査領域	
58	上部領域	
59	署名	
S1	走査してデータを取得する	20
S2	データを線形化する	
S3	微分およびスムージング	
S4	平均値を計算し減算する	
S5	デジタル化してデジタル署名を得る	
S6	デジタル化してサムネイルデジタル署名を得る	
S7	相互相関係数を計算する	
S8	平均値を計算する	
V1	物品を走査する(ステップS1~S8)	
V2	サムネイルを探索しヒットを探す	
V3	平均値を使用してヒットを事前スクリーニングする	30
V4	相互相関係数を使用してヒットを事前スクリーニングする	
V5	ヒットのデジタル署名を分析する	
V6	結果を発行する	

【図 1】

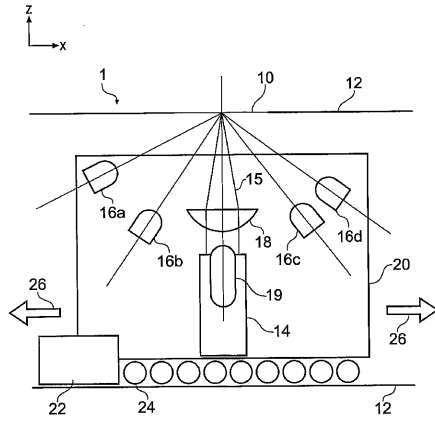


Fig. 1

【図 2】

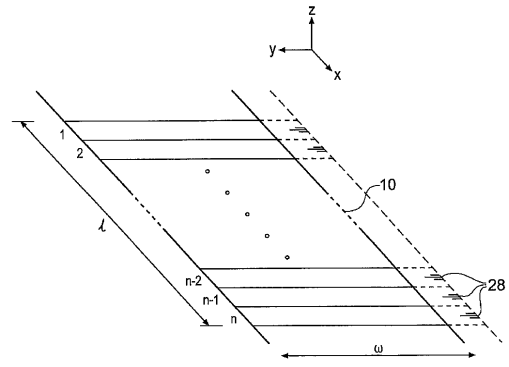


Fig. 2

【図 3】

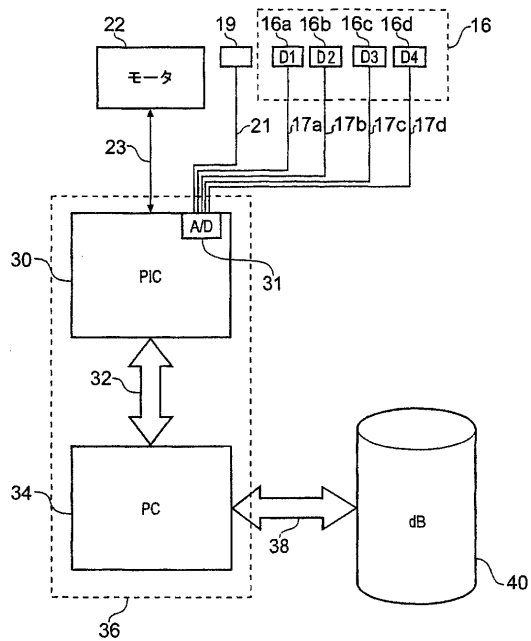


Fig. 3

【図 4】

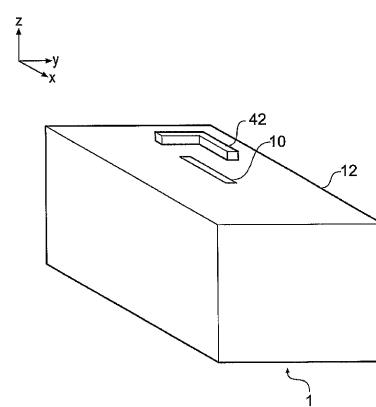


Fig. 4

【図 5】

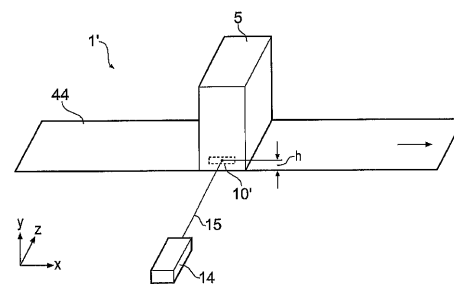


Fig. 5

【図 6 A】

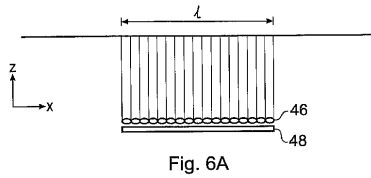


Fig. 6A

【図 6 B】

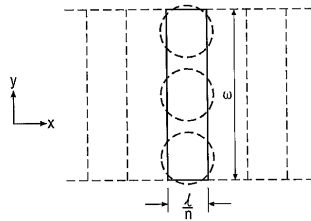


Fig. 6B

【図 7】

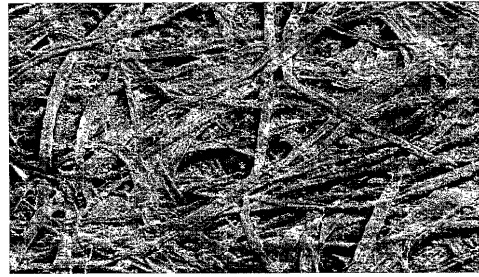


Fig. 7

【図 8 A】

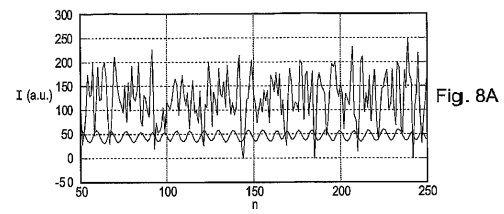


Fig. 8A

【図 8 B】

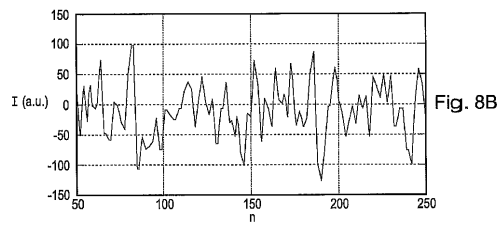


Fig. 8B

【図 8 C】

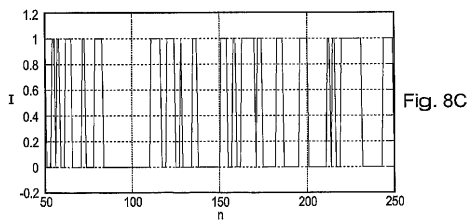


Fig. 8C

【図 9】

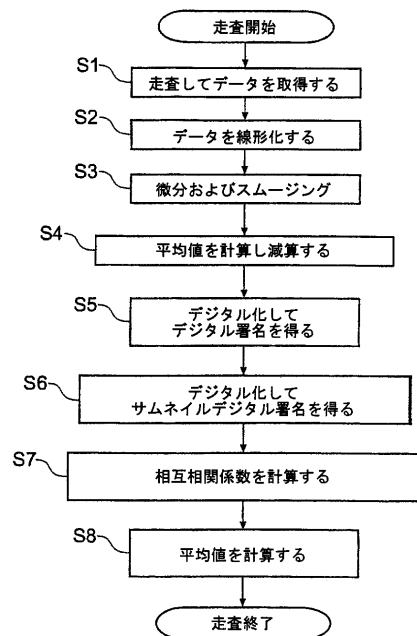


Fig. 9

【図 10】

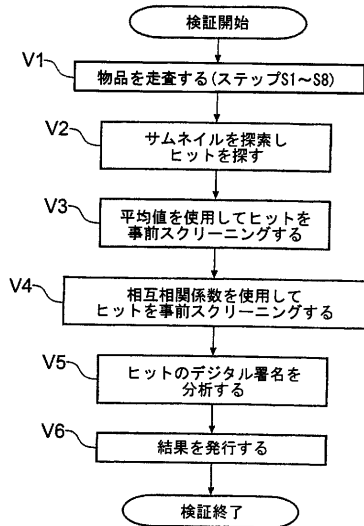


Fig. 10

【図 11】

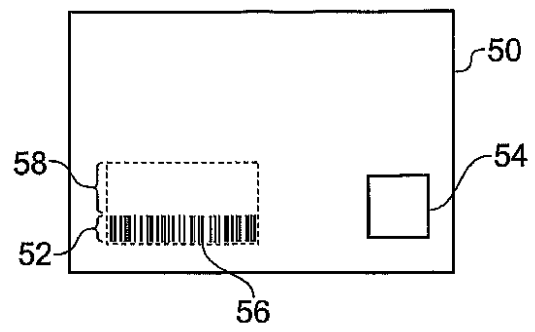


Fig. 11

【図 12】

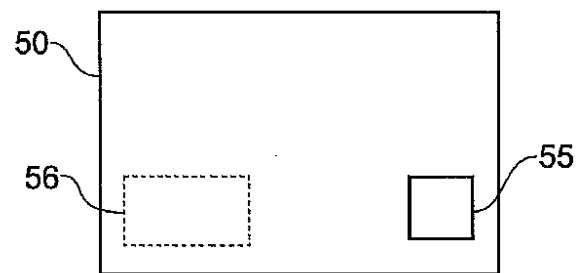


Fig. 12

【図 13】

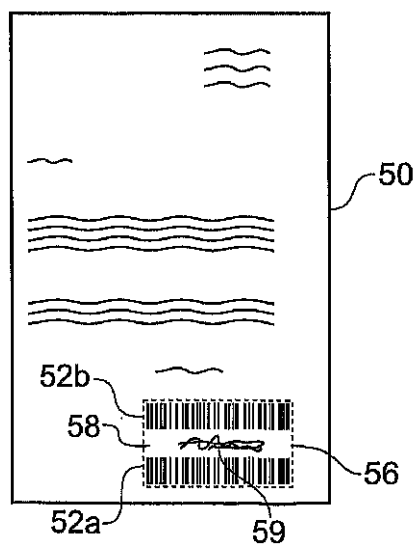


Fig. 13

【手続補正書】

【提出日】平成17年10月5日(2005.10.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

読取りボリューム内に配置された物品から署名を判定する機器であって、
コヒーレントなビームを生成する光源と、

前記コヒーレントなビームが前記読取りボリュームの様々な部分から散乱するときに得られる信号からデータ点のグループを含む組を集める検出器構成であって、データ点の前記グループのうちの様々なグループが、前記読取りボリュームのそれぞれ異なる部分からの散乱に係する検出器構成と、

データ点のグループの前記組から前記物品の署名を判定するデータ取得および処理のモジュールとを備える機器。

【請求項2】

データ点の各グループは、2つ以上のデータ点を含む、請求項1に記載の機器。

【請求項3】

前記コヒーレントなビームを前記読取りボリューム上で動くようにするためのドライブが設けられ、前記コヒーレントなビームは、前記コヒーレントなビームと垂直な平面内の前記読取りボリュームの投影よりも実質上小さい断面を有するように大きさが決められ、その結果、前記コヒーレントなビームは、前記ドライブの動作のもとで前記読取りボリュームの様々な部分をサンプリングするという点において、前記データ点のうちの様々な点は、前記読取りボリュームの様々な部分からの散乱に係することが保証される、請求項1または2に記載の機器。

【請求項4】

前記コヒーレントなビームを、前記読取りボリューム集束させる焦点合わせ装置をさらに備える、請求項3に記載の機器。

【請求項5】

前記焦点合わせ装置は、前記コヒーレントなビームを楕円焦点にするように構成され、前記ドライブは、前記楕円焦点の長軸に交差する方向で、前記コヒーレントなビームを前記読取りボリューム上で動かすように構成される、請求項4に記載の機器。

【請求項6】

前記検出器構成は、前記読取りボリュームのそれぞれ異なる部分からの散乱を検知するように配置され構成された複数の検出器チャンネルを含むという点において、前記データ点のうちの様々な点は、前記読取りボリュームの様々な部分からの散乱に係することが保証される、請求項1または2に記載の機器。

【請求項7】

前記検出器構成の少なくとも一部分を収容するためのハウジングであって、物品が配置でき前記読取りボリューム内で位置決めされる読取り開口を有するためのハウジングをさらに備える、請求項1から6のいずれかに記載の機器。

【請求項8】

物品を移動して前記コヒーレントなビームを通過させる物品コンベアをさらに備える、請求項1から6のいずれか一項に記載の機器。

【請求項9】

所与の形の物品を前記読取りボリュームに対する定位置に位置付けるための物理的な位置決め補助を備える、請求項1から8のいずれかに記載の機器。

【請求項10】

前記検出器構成は、単一の検出器チャンネルからなる、請求項1から9のいずれかに記載の機器。

【請求項11】

前記検出器構成は、角度的に分散され、前記読取りボリュームの各々異なる部分に対するデータ点の前記グループを集めるように動作することができる一群の検出器エレメントを備える、請求項1から9のいずれか一項に記載の機器。

【請求項12】

前記署名は、同じグループの各データ点間の比較からの寄与を組み込む、請求項11に記載の機器。

【請求項13】

前記比較は、相互相関を伴う、請求項12に記載の機器。

【請求項14】

前記コヒーレントなビームが、ほぼ垂直な入射で物品に当たるように、前記コヒーレントなビームを前記読取りボリュームに向けるように前記光源が取り付けられる、請求項1から13のいずれかに記載の機器。

【請求項15】

前記検出器構成は、前記読取りボリュームから後方散乱された放射を検出するように放射型で構成される、請求項1から14のいずれかに記載の機器。

【請求項16】

前記データ取得および処理のモジュールは、前記データ点をさらに分析して、所定の符号化プロトコルに従う信号成分を識別し、それから基準署名を生成することができる、請求項1から15のいずれかに記載の機器。

【請求項17】

前記データ取得および処理のモジュールは、前記読取りボリューム内に置かれた物品を読み取ることによって得られる前記署名に、前記基準署名がマッチするかどうかを確認するために比較を実行することができる、請求項16に記載の機器。

【請求項18】

以前に記録された署名のデータベースをさらに備える機器であって、前記データ取得および処理のモジュールは、前記データベースにアクセスし、前記読取りボリューム内に置かれた物品の前記署名に対するマッチを前記データベースが含むかどうかを確認するために比較を実行することができる、請求項1から17のいずれかに記載の機器。

【請求項19】

前記データ取得および処理のモジュールは、マッチが見つからない場合に、前記署名を前記データベースに追加することができる、請求項18に記載の機器。

【請求項20】

一連の物品を読み取ることによって、データベースに署名を取り込むための、請求項1から17のいずれか一項に記載の機器の使用法。

【請求項21】

物品の真正性を確認検査するための、請求項1から17のいずれか一項に記載の機器の使用法。

【請求項22】

物品が改ざんされたかどうか確認するための、請求項1から17のいずれか一項に記載の機器の使用法。

【請求項23】

紙または厚紙で作られた物品を識別する方法であって、

前記紙または厚紙をコヒーレントな放射に曝すステップと、

前記紙または厚紙の固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示すデータ点のグループを含む組を集め、各グループは前記物品のそれぞれ異なる領域に対応するステップと、

データ点のグループの前記組から前記物品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項 24】

プラスチックで作られた物品を識別する方法であって、
前記プラスチックをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記プラスチックの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示すデータ点のグループを含む組を集め、各グループは前記物品のそれぞれ異なる領域に対応するステップと、
データ点のグループの前記組から前記物品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項 25】

製品をそのパッケージングによって識別する方法であって、
前記製品の前記パッケージングをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記パッケージングの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示すデータ点のグループを含む組を集め、各グループは前記パッケージングのそれぞれ異なる領域に対応するステップと、
データ点のグループの前記組から前記製品の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項 26】

文書を識別する方法であって、
前記文書をコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記文書の固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示すデータ点のグループを含む組を集め、各グループは前記文書のそれぞれ異なる領域に対応するステップと、
データ点のグループの前記組から前記文書の署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項 27】

衣類または履物の品目をそれらに固着されたタグによって識別する方法であって、
前記タグをコヒーレントな放射に曝すステップと、
前記タグの固有の構造からの前記コヒーレントな放射の散乱を示すデータ点のグループを含む組を集め、各グループは前記タグのそれぞれ異なる領域に対応するステップと、
データ点のグループの前記組から前記タグの署名を判定するステップとを含む方法。

【請求項 28】

各グループは2つ以上のデータ点を含む、請求項23から27のいずれかに記載の方法。

【請求項 29】

物品固有の構造の署名特性を物品に張り付ける方法であって、
請求項23から28のいずれか一項の方法を適用することによって前記署名を取得するステップと、
機械読取り可能な符号化プロトコルに従って前記署名を符号化するラベルを前記物品にマーキングするステップとを含む方法。

【請求項 30】

前記署名は、非対称な暗号化アルゴリズムを使用して前記ラベル内に符号化される、請求項29に記載の方法。

【請求項 31】

前記ラベルは、公開鍵/秘密鍵暗号化システムでの公開鍵を表す、請求項30に記載の方法。

【請求項 32】

前記ラベルは、印刷プロセスが適用されたインクラベルである、請求項29、30または31に記載の方法。

【請求項 33】

請求項29から32のいずれか一項の方法に従ってラベルを張り付けられた物品。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int: Jional Application No PCT/GB2005/000922
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G06K19/14 G06K7/10 G07D7/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G06K G07D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 221 870 A (* THE DE LA RUE COMPANY PLC) 21 February 1990 (1990-02-21) cited in the application	1,5, 14-21
Y	abstract page 2, line 1 - page 4, line 31 page 6, lines 32-34 page 7, line 33 - page 11, line 27; figures 1-4	2-4,6-9, 22-33
X	US 6 584 214 B1 (PAPPU RAVIKANTH ET AL) 24 June 2003 (2003-06-24) cited in the application	1,5, 13-16
Y	column 2, lines 50-64 column 3, line 64 - column 4, line 39 column 5, lines 20-24 figures 1,2	2-4,6-9
-/-		
☒ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the International filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 2 June 2005		Date of mailing of the international search report 10/06/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Koegler, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/GB2005/000922

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 785 290 A (GOLDMAN ET AL) 15 November 1988 (1988-11-15) abstract column 1, line 65 - column 2, line 68 column 12, line 42 - column 17, line 18; figures 1,3,5,9,11,18 -----	2,4,6-9
Y	WO 02/50790 A (ALPHAFOX SYSTEMS LIMITED; FARRALL, ANDREW, JOHN; BARFOOT, KEITH, MICHA) 27 June 2002 (2002-06-27) page 6, paragraph 2 page 14, line 1 - page 16, line 2 page 17, line 1 - page 21, line 10 page 27, line 4 - page 28, line 9 page 36, line 18 - page 49, paragraph 1 figures 1,2,4a,5-8 -----	3,6,9, 22-33
A	DE 101 55 780 A1 (VISION TOOLS HARD- UND SOFTWARE ENTWICKLUNGS-GMBH) 22 May 2003 (2003-05-22) paragraphs '0013!', '0017!', '0021!', '0028!', '0029!' -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/GB2005/000922

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2221870	A	21-02-1990	NONE
US 6584214	B1	24-06-2003	AU 4470900 A 10-11-2000 EP 1173833 A1 23-01-2002 WO 0065541 A1 02-11-2000
US 4785290	A	15-11-1988	US 4423415 A 27-12-1983 US 4489318 A 18-12-1984 US 4546352 A 08-10-1985 US 4663622 A 05-05-1987 AT 16860 T 15-12-1985 AT 67328 T 15-09-1991 AU 7414281 A 19-01-1982 BR 8108661 A 25-05-1982 CA 1160749 A1 17-01-1984 CA 1180814 A2 08-01-1985 DE 3173107 D1 16-01-1986 DE 3177255 D1 17-10-1991 DK 75782 A 22-02-1982 EP 0054071 A1 23-06-1982 EP 0155982 A1 02-10-1985 EP 0298156 A2 11-01-1989 FI 820488 A 12-02-1982 JP 6016312 B 02-03-1994 JP 57500851 A 13-05-1982 NO 820552 A 23-02-1982 WO 8200062 A1 07-01-1982 US 4816824 A 28-03-1989 US 4558318 A 10-12-1985 US 4568936 A 04-02-1986 US 4675669 A 23-06-1987 US 4739322 A 19-04-1988 US 4476468 A 09-10-1984 US 4651150 A 17-03-1987
WO 0250790	A	27-06-2002	AU 2814802 A 01-07-2002 EP 1354304 A1 22-10-2003 WO 0250790 A1 27-06-2002 GB 2374831 A ,B 30-10-2002 US 2004112962 A1 17-06-2004
DE 10155780	A1	22-05-2003	NONE

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

D 2 1 H 21/48

(31)優先権主張番号 0420524.1

(32)優先日 平成16年9月15日(2004.9.15)

(33)優先権主張国 英国(GB)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ラッセル・ポール・カウバーン

イギリス・ロンドン・SW7・2 BW・プリンス・コンソート・ロード・(番地なし)・インペリ

アル・カレッジ・ロンドン・ブラケット・ラボラトリー・デパートメント・オブ・フィジックス

Fターム(参考) 2C005 HA02 HB01 HB02 HB03 HB10 JA15 JA26 KA01 KA40 LB07

LB32 LB34

3E041 AA01 BA16 BB03 BC01 CA01 CB03 EA01

4L055 AJ10 BE14 DA09 DA12 DA13 FA21 FA30 GA45 GA50

5B072 CC01 CC21 DD02 DD23 JJ01 JJ05 LL07 LL12 LL18 MM01